

水保方案（鄂）字第 0066 号
工程设计综合资质甲级 A142000843

编 号：S130F10-001-35
保护等级：企业 B 级

第 1 版 2021-10

引江补汉工程 水土保持方案报告书

项目建设单位：南水北调中线干线工程建设管理局
方案编制单位：长江勘测规划设计研究有限责任公司
二〇二一年十月

目 录

1	综合说明	1
1.1	项目建设必要性及项目背景	1
1.2	项目及项目区概况	3
1.3	主体工程水土保持评价	5
1.4	水土流失防治责任范围及分区	5
1.5	水土流失预测结果	6
1.6	水土流失防治目标及措施布局	6
1.7	弃渣场设计	9
1.8	表土保护及利用设计	9
1.9	水土保持施工组织设计	9
1.10	水土保持监测	10
1.11	水土保持投资估算及效益分析	11
1.12	结论与建议	12
2	项目概况及项目区概况	15
2.1	项目概况	15
2.2	项目区概况	67
3	主体工程水土保持评价	85
3.1	主体工程制约性因素分析与方案比选评价	85
3.2	工程占地分析评价	99
3.3	主体工程施工组织设计分析评价	101
3.4	主体工程设计中具有水土保持功能措施的分析评价	110

3.5	评价结论、建议和要求	113
4	水土流失防治责任范围及防治分区	115
4.1	防治责任范围界定	115
4.2	防治责任范围与工程征占地的关系	115
4.3	水土流失防治分区	116
5	水土流失分析与预测	118
5.1	预测范围和时段	118
5.2	预测方法	119
5.3	扰动地表、损毁植被面积和弃土（石、渣）量分析	119
5.4	土壤流失量预测	121
5.5	水土流失危害分析与评价	142
5.6	预测结论与指导性意见	143
6	防治目标及总体布设	145
6.1	防治目标及标准	145
6.2	设计依据、理念与原则	146
6.3	设计深度及设计水平年	148
6.4	总体布局及分区防治措施体系	148
7	弃渣场设计	155
7.1	弃渣来源及流向	155
7.2	弃渣场选址与类型	156
7.3	弃渣场堆置方案及安全防护距离	167
7.4	弃渣场级别及稳定性分析	169
8	表土保护与利用设计	183
8.1	表土分布与可利用量分析	183

8.2	表土需求与用量分析	187
8.3	表土剥离与堆存	192
8.4	表土利用与保护	196
9	水土保持工程设计	197
9.1	工程级别与设计标准	197
9.2	输水总干线工程防治区	204
9.3	汉江影响河段综合整治工程防治区	270
10	水土保持施工组织设计	273
10.1	工程量	273
10.2	施工条件及布置	273
10.3	施工工艺和方法	279
10.4	施工进度安排	284
11	水土保持监测	285
11.1	监测范围及单元划分	285
11.2	监测时段与内容	285
11.3	监测点布置、方法和频次	286
11.4	监测设施典型设计	290
11.5	监测设备	292
11.6	弃渣场安全监测	293
12	水土保持工程管理	296
12.1	建设期管理	296
12.2	运行期管理	302
12.3	水土保持管理信息化	302
13	投资估算及效益分析	305

13.1 投资估算	305
13.2 效益分析	326
14 结论与建议	329
14.1 结 论	329
14.2 建 议	330

附 录:

- 1 《国务院关于南水北调工程总体规划的批复》（国函[2002]117号）
- 2 《水利部关于报送引江补汉工程修订规划及其补充审查意见的函》
（水规计[2020]216号）
- 3 《水利部关于报送引江补汉工程可行性研究报告及其审查意见的函》
（水规计[2021]262号）
- 4 引江补汉工程弃渣场选址意见表（夷陵区）
- 5 引江补汉工程弃渣场选址意见表（保康县）
- 6 引江补汉工程弃渣场选址意见表（谷城县）
- 7 引江补汉工程弃渣场选址意见表（丹江口市）

附 件:

- 1 《引江补汉工程水土保持方案投资估算计算书》（另册）
- 2 《引江补汉工程表土剥离、保护和综合利用规划专题报告》（另册）
- 3 《引江补汉工程水土保持方案报告书图册》（另册）
- 4 《引江补汉工程推荐方案弃渣场工程地质勘察报告》（另册）
- 5 《引江补汉工程推荐方案弃渣场工程地质勘察报告图册》（另册）

1 综合说明

1.1 项目建设必要性及项目背景

1.1.1 项目建设的必要性

引江补汉工程是提高汉江水资源调配能力、增加中线工程和引汉济渭工程调水量、提高中线供水保障能力的必要工程，是国家重要战略和发展布局的水资源保障工程，是缓解汉江中下游生态环境压力、改善中线受水区生态环境的重大生态工程。工程实施后，可增加中线工程和引汉济渭工程调水量，提高中线供水保障能力，向工程沿线供水，缓解汉江中下游生态环境问题，有力支撑汉江流域和受水区绿色发展，实现南北两利。因此，建设引江补汉工程十分必要。

随着京津冀协同发展、雄安新区建设、中原城市群发展等战略推进，受水区供水水源结构不尽合理、区域水资源统筹调配能力相对不足的矛盾将进一步凸显。然而缓解受水区水资源矛盾的关键性工程—中线一期工程受丹江口水库来水形势及汉江本流域用水增长的影响，稳定供水的能力将越来越难以保障，尤其是汉江遭遇特枯年份，丹江口水库来水量偏少，供水保障能力较低，流域内外供水矛盾更加突出。因此，实施南水北调中线后续水源工程—引江补汉工程，提升汉江流域水资源调配能力，完善受水区供水保障体系是十分紧迫的。

1.1.2 项目前期工作及方案编制情况

1.1.2.1 符合相关规划要求

2002 年国务院批复的《南水北调工程总体规划》明确南水北调中线工程分期建设，第一期工程多年平均调水量 95 亿 m^3 ，第二期工程“在第一期工程的基础上扩大输水能力 35 亿 m^3 ，多年平均调水规模达到 130 亿 m^3 ，……，届时将根据调水区生态环境实际状况和受水区经济社会发展的需水要求，在汉江中下游兴建其它必要的水利枢纽或确定从长江补水的方案和时间”。

2012 年国务院批复的《长江流域综合规划（2012-2030 年）》考虑南水北调中线工程再从汉江增加调水量，加上汉江本流域经济社会发展用水，将超过汉江流域水资源承载能力，要求“根据汉江流域经济社会发展状况及水资源利用程度，尽快启动从长江干流引水补充汉江的研究”。本工程符合相关规划要求。

1.1.2.2 前期工作情况

为落实国家安排，2017 年 4 月 25 日，水利部以水规计〔2017〕169 号文批复了长



江水利委员会报送的《引江补汉工程规划任务书》。

2017年8月,长江水利委员会印发《引江补汉工程规划工作大纲》。

2019年2月,长江水利委员会将引江补汉工程规划报告及5个专题附件报送水利部;同年8月,水利部水利水电规划设计总院(以下简称“水规总院”)召开专题讨论会,对工程规模等5个专题进行讨论,形成会议纪要。

2019年9月17日,水规总院对按照专题讨论会意见修改完善的规划报告进行了审查,形成了会议纪要。

2019年11月18日,李克强总理主持召开南水北调后续工程工作会议,强调“要按照南水北调工程总体规划,完善实施方案,抓紧前期工作,适时推进东、中线后续工程建设。”按照水利部要求加快推进引江补汉工程前期工作的部署,长江勘测规划设计研究有限责任公司(以下简称“长江设计公司”)开展了引江补汉可行性研究工作。

2020年8月,长江设计公司编制完成了《引江补汉工程可行性研究报告》(以下简称《可研报告》),水规总院分别于2020年9月、10月和11月在北京组织召开可研报告讨论会、审查会和复审会,对可研报告进行了认真讨论和仔细审查。2020年12月,水利部以水规计〔2020〕296号文将《可研报告》及其审查意见报送了国家发展改革委。

为贯彻落实习近平总书记重要讲话精神,国家发展改革委和水利部正在组织开展《南水北调工程总体规划》评估工作,深入分析南水北调工程面临的新形势新任务,加强顶层设计,科学推进后续工程规划建设。考虑到后续工程从规划设计到建设运行还有一定周期,针对华北地下水超采的急迫问题,为充分发挥中线一期工程效益,以增加中线调水量、增强北方受水区城市供水安全系数为主要目的,水利部组织对《可研报告》进行修改完善。《可研报告》按照经济合理适当兼顾的原则,开展多方案比选后确定引江补汉工程多年平均引江水量 39.0亿 m^3 (采用1956年~2018年水文系列),与《规划2019》同系列引江规模一致。2021年8月12~14日,水规总院组织召开可研报告审查会,对可研报告进行了详细审查。经过修改和完善,形成了《引江补汉工程可行性研究报告(审定稿)》。2021年8月,水利部以水规计〔2021〕262号将《可研报告》及其审查意见报送了国家发展改革委。

1.1.2.3 水土保持方案编制情况

受南水北调中线干线工程建设管理局委托,在进行引江补汉工程可行性研究阶段勘测设计工作的同时,长江设计公司开展了该项目水土保持方案编制工作。



在可研成果基础上,通过对项目现场进行查勘、收集项目区有关社会经济、水土保持等方面的资料,深入分析工程建设过程中可能产生水土流失的环节及影响,制定了相应的水土保持措施。2021 年 10 月,长江设计公司编制完成了《引江补汉工程水土保持方案报告书》。

1.2 项目及项目区概况

1.2.1 项目概况

引江补汉工程是作为南水北调中线工程的后续水源,从长江三峡库区引水入汉江,提高汉江流域的水资源调配能力,增加南水北调中线工程北调水量,提升中线工程供水保障能力,并为引汉济渭工程达到远期调水规模、向工程输水线路沿线地区城乡生活和工业补水创造条件。

引江补汉工程为 I 等工程。输水总干线进口建筑物、输水隧洞、石化控制闸和出口建筑物等主要建筑物级别为 1 级,沿线检修交通洞、石花检修排水泵站、6#交通洞检修排水泵站、8#交通洞检修排水泵站等主要建筑物级别为 2 级。

引江补汉工程由输水总干线和汉江影响河段综合整治工程组成。输水总干线由进口建筑物、输水隧洞、石花控制建筑物、出口建筑物、检修排水建筑物和检修交通洞等组成,输水总干线长约 194.8km,采用有压单洞自流输水方式。

汉江影响河段综合整治工程为减缓工程通水后丹江口水库下泄流量减小对坝下局部河段通航影响,保障出水口河段河势稳定,对坝下长约 5km 的汉江影响河段进行综合整治,包括羊皮滩右汊出水渠、航道整治、河道整治等工程。

引江补汉工程布设的施工生产生活设施主要包括:混凝土拌和站、施工机械停放场、综合加工厂、综合仓库、办公生活区、管片预制厂、砂石加工系统、施工变电站等。输水总干线工程沿线布置 25 处施工生产生活区(汉江影响河段综合整治工程施工生产生活区结合输水总干线出口施工场地布置),占地面积 193.73hm²。

引江补汉工程布置进场道路长约 77.63km,其中,新建约 19.94km,改扩建约 57.69km;工程布置 31 条场内道路,道路长度共计约 74.03km,其中新建约 37.59km,改扩建约 29.78km,利用地方道路 6.66km。

输水总干线取水口施工采用全年围堰挡水、隧洞泄流的导流方式,在取水口上、下游分别布置土石围堰,龙潭溪右岸布置导流隧洞;安乐河隧洞出口施工采用全年围堰挡水、束窄河床过流的导流方式。



引江补汉工程土石方开挖量（含围堰拆除和料场剥离料）3622.01 万 m^3 （自然方，下同），填筑及利用开挖料 641.66 万 m^3 ，弃渣总量 2980.35 万 m^3 （4559.94 万 m^3 ，松方），弃渣堆放在工程沿线 25 处弃渣场。

引江补汉工程占地总面积 1306.00 hm^2 （包括永久占地 185.20 hm^2 ，临时占地 1120.80 hm^2 ），其中输水总干线工程占地面积 864.07 hm^2 ，汉江影响河段综合整治工程区占地面积 441.93 hm^2 。

本工程生产安置人口 462 人，规划生产安置人口 468 人；搬迁安置人口 996 人，规划搬迁安置人口 1014 人，采取集中安置和分散安置相结合的搬迁安置方案。工程拟在输水总干线取水口太平溪镇建设 1 处集中安置点。

工程总工期为 108 个月。按 2021 年第 2 季度价格水平估算，引江补汉工程静态总投资 5981439 万元，其中输水总干线工程静态投资 5941255 万元，汉江影响河段综合整治工程静态投资 40184 万元。

1.2.2 项目区概况

项目区处于中国地势第二阶梯东缘向第三阶梯过渡地带，属大巴山系中、东段以及秦岭山系东南段，地貌类型为中低山地貌，地势总体呈中间高南北低、西高东低的特征。项目区大地构造单元跨秦岭褶皱系（Ⅰ）和扬子准地台（Ⅱ）两个一级构造单元。线路大部分位于扬子准地台（Ⅱ）的二级构造单元上扬子台坪（Ⅱ₁）内，线路末段位于秦岭褶皱系（Ⅰ）的二级构造单元南秦岭褶皱带（Ⅰ₁）内。项目区场地 50 年超越概率 10% 基岩水平向地震动峰值加速度为 0.05g，地震基本烈度为 VI 度。

项目区气候类型属东亚副热带季风气候，工程沿线多年平均降水量 800.0~1300.0mm，多年平均气温 12.0~16.0℃， $\geq 10^\circ\text{C}$ 的有效积温 4540~5200℃，多年平均风速 1.5m/s~1.9m/s。土壤类型主要为黄褐土和黄棕壤，间或分布有水稻土、潮土、石灰土、紫色土等。植被类型以常绿阔叶林为主，低海拔多为人工开垦农田，农业植被分布广泛，其次主要分布各类次生灌草丛，海拔 1000m 以上，阔叶树种广泛分布，林草覆盖率约 51.9%。

本工程建设涉及的丹江口市属于丹江口库区及上游国家级水土流失重点预防区，夷陵区属于三峡库区国家级水土流失重点治理区，保康县、谷城县属于湖北省水土流失重点预防区。水土流失防治执行西南紫色土区建设类项目一级标准。容许土壤流失量为 500t/（ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ），项目区平均土壤侵蚀模数为 1390t/（ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ），水土流失类型以水力侵蚀为主，兼有崩塌、滑坡等重力侵蚀现象，土壤侵蚀强度以轻度为主。



1.3 主体工程水土保持评价

根据《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）等法律法规及规程规范的限制性规定，对引江补汉工程的选址、建设方案、工程布局、施工组织设计等方面进行水土保持制约因素分析与评价，结论如下：

（1）引江补汉的工程选址不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，未占用国家确定的水土保持长期定位观测站。根据环境影响评价专业分析，工程选址选线避开了自然保护区的核心区和缓冲区、风景名胜区的核心景观区、地质公园的一级保护区等法律法规禁止工程项目建设的范围，无重大环境制约。

从水土保持角度分析，工程无法避让国家级水土流失重点预防区和治理区、省级水土流失重点预防区，应结合实际通过执行一级防治标准，提高林草覆盖率指标，执行防治措施标准上限，主体设计采用“早进洞、晚出洞”等先进施工工艺，严格控制施工扰动范围，加强施工过程中的临时防护。经分析，本工程隧洞占输水干线总长度的 99.7%，且以有压单洞输水为主，减少了地表扰动和植被破坏范围，可减轻或消除工程建设带来的不利影响，符合水土保持要求。

（2）主体工程的总体布局方案、建设方案考虑了水土保持和生态保护的要求，主体推荐的方案是可行的。

（3）主体工程施工场地充分结合永久建筑物布置，既节约工程占地，也减少对原地表的扰动，减轻水土流失，满足水土保持要求。工程建设过程中对耕园地及林地造成一定影响，后期可通过复耕及植被恢复等措施，恢复原有用地功能，满足水土保持要求，但工程施工时间长，扰动地表面积大，施工过程中的影响不可忽略。水土保持方案对不足部分进行了补充设计后，可控制施工生产生活区场平、施工道路修建及工程建设过程产生的水土流失，满足水土保持要求。

本工程的建设，具有重大的社会意义，符合国家的相关政策。工程建设所产生的水土流失影响，可以通过采取工程措施、植物措施、临时措施加以消除，从水土保持和生态保护的角度，本工程的建设是可行的。

1.4 水土流失防治责任范围及分区

本工程水土流失防治责任范围包括工程永久占地及临时占地。经过实地调查和对工



程设计资料的统计分析，工程水土流失防治责任范围面积 1335.51hm^2 ，其中永久占地 193.53hm^2 ，临时占地 1141.98hm^2 。

本工程水土流失防治分区划分为 2 个一级防治区，即：输水总干线工程防治区、汉江影响河段综合整治工程防治区。输水总干线工程防治区下设主体工程防治区、永久办公生活防治区、施工生产生活防治区、交通道路防治区、弃渣场防治区、料场防治区、移民安置及专项设施复建工程防治区等 7 个二级防治分区；主体工程防治区下设输水建筑物防治区（进出口建筑物、石花控制建筑物、施工支洞）、安乐河整治防治区、桥梁工程防治区 3 个三级防治分区。

1.5 水土流失预测结果

引江补汉工程建设将扰动原地貌面积 952.41hm^2 ，损毁植被面积 651.17hm^2 。工程建设产生弃渣量 2980.35 万 m^3 （折合松方 4559.94 万 m^3 ）。

经预测，工程建设可能造成土壤流失总量 63.53 万 t，新增土壤流失量达 57.67 万 t。其中，施工期土壤流失总量为 62.09 万 t，新增土壤流失量 57.41 万 t；自然恢复期土壤流失总量为 1.44 万 t，新增土壤流失量 0.26 万 t。

水土流失重点时段为工程施工期，该时段流失量占总流失量的 97.7%。工程建设期内，弃渣场区、主体工程区、料场区、交通道路区水土流失最为严重，是本工程水土流失防治和水土保持监测的重点区域。

1.6 水土流失防治目标及措施布局

1.6.1 防治标准及指标值

根据《全国水土保持规划（2015-2030 年）》和《湖北省水土保持规划（2016-2030 年）》，夷陵区属于三峡库区国家级水土流失重点治理区，丹江口市属于丹江口库区及上游国家级水土流失重点预防区，保康县、谷城县属于大巴山荆山省级水土流失重点预防区。根据全国水土保持区划成果，引江补汉工程区位于西南紫色土区，水土流失防治标准执行西南紫色土区建设类项目一级标准。

根据项目区原生水土流失现状，工程区土壤侵蚀以轻度为主，土壤流失控制比不应小于 1；项目区无法避让国家级水土流失重点治理区和重点预防区，林草覆盖率提高 2 个百分点。修正后确定工程水土流失防治目标为：施工期渣土防护率 90%，表土保护率 92%；设计水平年水土流失治理度达到 97%，土壤流失控制比 1.00，渣土防护率 92%，

表土保护率 92%，林草植被恢复率 97%，林草覆盖率 25%。

1.6.2 措施总体布局

1.6.2.1 输水总干线工程防治区

(1) 主体工程区

本区主要包括输水建筑物防治区、安乐河整治防治区以及桥梁工程防治区。

1) 输水建筑物防治区

主体工程设计中考虑了施工扰动范围内表土剥离，进出口建筑物、石花控制建筑物及施工支洞开挖边坡周边截水沟、马道排水沟等防护措施，在保障主体工程安全的同时具有较好的水土保持功能。本区水土保持专项措施主要包括：施工期间，对工程区临时堆料堆土采取临时拦挡、苫盖等防护措施；施工结束后，对开挖边坡在保证稳定的基础上采取喷播植草护坡进行防护，洞顶平台及周边管理范围进行土地平整、覆土。对于永久占地范围内布置绿化美化措施，一般施工支洞封堵后采取植被恢复措施。

2) 安乐河整治防治区

主体工程设计中考虑了柔性生态保护毯防护措施。本区水土保持专项措施主要包括：施工期间，为防止岸坡开挖滚落土石进入安乐河造成水土流失，拟在下侧布置临时钢筋石笼拦挡，并对开挖坡面采取临时苫盖措施；施工结束后对安乐河出口岸坡两侧布置生态廊绿化带。

3) 桥梁工程防治区

本区水土保持专项措施包括：施工期间，在桥头处布置泥浆沉淀池，两端锥坡下部设置临时拦挡防护措施；施工结束后对桥头两侧空地进行了土地平整、覆土，并采取乔灌木结合恢复植被。

(2) 永久办公生活防治区

工程输水总干线布置宜昌、保康、谷城和丹江口 4 个管理处，并在 11 处永久检修洞周边布置管理站。主体工程设计中考虑了场地周边排水措施，本区水土保持专项措施主要包括：施工前，对占地区域表土进行剥离并采取防护措施，施工过程中采用临时拦挡、临时苫盖措施，施工结束后对场内需绿化区域进行土地平整、覆土并采取绿化措施。

(3) 施工生产生活防治区

主体工程设计中，结合场地边坡的稳定安全需求考虑了边坡的喷锚支护、格构植草护坡等，以及临时占用耕园地的复耕措施。本区水土保持专项措施主要包括：施工前，对占地区域内表土进行剥离，并分段集中堆存在施工生产生活区内表土堆存场；施工过程中，

施工场地周边布置临时排水、沉沙池等设施,以及临时堆存场地周边拦挡和临时苫盖措施;施工结束后,对施工场地占地进行平整、覆土,并采取乔灌草结合方式恢复植被。

(4) 交通道路防治区

1) 永久道路

主体工程设计中考虑了路基边沟、坡顶截水沟、上边坡格构植草护坡等防护措施。本区水土保持专项措施主要包括:施工前,对道路占地范围内的表土进行剥离,分段集中堆放在临近施工生产生活区表土堆放场;施工期间在道路下边坡采取格构植草护坡进行防护,并布置溜渣拦挡措施;施工结束后,根据道路布置栽植行道树,对道路两侧及路基下边坡进行土地平整、覆土以及灌草结合方式进行恢复植被。

2) 临时道路

主体工程设计中考虑了本区临时占用耕园地的复耕措施。本区水土保持专项措施包括:施工前,对道路占地范围内的表土进行剥离,分段集中堆放在临近施工生产生活区表土堆放场;施工期间,对上下边坡采取格构植草护坡进行防护,下边坡布置溜渣拦挡措施,道路两侧布置临时排水沉沙措施及临时拦挡防护措施;施工结束后,对复耕范围以外的施工扰动迹地进行土地平整、覆土以及采取植被恢复措施。

(5) 弃渣场防治区

输水总干线工程区布置 25 处弃渣场,主体工程设计考虑了本区临时占用耕园地的复耕措施。本区水土保持专项措施主要包括:施工前,对渣场扰动范围内的表土进行剥离,并集中堆存在渣场上游的表土堆存场,在堆渣坡脚布设拦渣坝或挡渣墙等拦挡措施;在渣场周边布设排洪沟、截水沟、渣体表面排水沟、消力池等防洪排导工程;施工过程中,对表土堆放场采取临时排水、临时拦挡及临时撒播草籽措施;堆渣结束后,堆渣边坡采取格构灌草护坡进行防护,截排洪沟开挖边坡采取喷播植草防护;对于临时占地范围内弃渣场,复耕范围以外的渣顶进行土地平整、覆土,并采取乔灌草结合方式进行恢复植被;对于永久范围内弃渣场,对渣顶进行土地平整、覆土并栽植经济林。

(6) 料场防治区

主体工程设计考虑了对料场扰动范围内的表土剥离、开挖线外侧布置截排水沟、马道排水沟以及临时占用耕园地复耕等措施。本区水土保持专项措施包括:施工过程中在料场周边布置临时排水沉沙措施,对表土及利用剥离料进行临时苫盖及钢筋石笼拦挡;施工结束后,占用耕园地部分由主体工程进行复耕,其他部分进行土地平整、剥离料回填以及表土回覆,开采平台布置载土槽,并对料场开采平台及边坡采取植被恢复措施。



(7) 移民安置及专项设施复建工程区

受本阶段移民安置及专项设施设计深度限制,本方案根据水土保持典型设计估列水土保持工程量及投资。主体工程设计考虑了场内绿化等措施,本区水土保持专项措施主要包括:施工前对占地区表土进行剥离并集中堆存在征地范围内表土堆放场,施工过程中对临时堆土和表土堆放场采取临时拦挡、临时排水、沉淀池、临时苫盖措施,施工结束后对扰动迹地进行土地整治以及行道树、植被恢复措施等。

1.6.2.2 汉江影响河段综合整治工程防治区

主体工程设计中考虑了三维植生垫、表土剥离等措施,水土保持专项措施主要包括:施工期间对临时堆土采取临时拦挡、临时排水沉沙等防护措施、开挖坡面的临时苫盖措施以及桥梁两侧的泥浆沉淀池和临时拦挡措施,施工结束后对占压扰动区进行土地整治和植被恢复措施。

1.7 弃渣场设计

1.7.1 弃渣来源及流向

本工程建设共产生弃渣 2980.35 万 m^3 (折合松方 4559.94 万 m^3)。弃渣主要来源于输水总干线主洞开挖、施工支洞及斜井开挖、进出水口建筑物及导流开挖和料场剥离料等,弃渣分别就近弃至规划的沿输水总干线工程的 25 个弃渣场中。

1.7.2 弃渣场选址及类型

本工程共设置 25 处弃渣场,均为沟道型弃渣场,弃渣场的选址和布置可行。

1.7.3 弃渣场级别及稳定性分析

引江补汉工程 25 处弃渣场中,2 级弃渣场 6 处,3 级弃渣场 12 处,4 级弃渣场 7 处,经计算,本工程各弃渣场安全稳定系数均满足规范要求。

1.8 表土保护及利用设计

项目区表土剥离总面积 690.23hm^2 ,共剥离表土 186.51 万 m^3 ;剥离的表土全部用于后期复耕或植被恢复与建设,表土回覆总面积为 551.17hm^2 ,回覆利用量为 186.51 万 m^3 。

1.9 水土保持施工组织设计

1.9.1 主要工程量

引江补汉工程水土保持措施工程量主要包括:挡渣墙 820m,拦渣坝 1 座,格构植草护坡 109.94hm^2 ,种植槽 21600m,截排水(洪)沟 89219m,排水盲沟 22841m,



导水墙 381m, 消力池 48 个, 土地平整 420.70hm^2 , 表土剥离 122.62万 m^3 , 覆土 82.70万 m^3 , 剥离料回填 46.41万 m^3 , 林地清理 171.64hm^2 , 客土喷播植草 37.75hm^2 , 栽植乔木 90.26 万株, 栽植灌木 117.79 万株, 攀缘植物 15.12 万株, 撒播种草 360.49hm^2 , 铺植草皮 22.46hm^2 , 临时排水沟 60431m, 临时拦挡 52517m, 临时沉沙池 180 座, 防雨布 54 万 m^2 , 临时撒播草籽 23.82hm^2 。

1.9.2 施工进度安排

(1) 输水总干线工程

1) 施工准备期

施工准备期为 12 个月(第 1 年 1 月~12 月), 主要包括场内施工交通设施、施工附属企业、部分有施工条件的主洞、施工支洞开始施工等项目。本期实施的水土保持措施主要包括: 修建弃渣场拦渣工程、截排水沟、排洪沟等, 按设计要求剥离表层土并采取的临时拦挡防护措施等; 场地平整及施工生产生活区要求的拦挡措施、周边截排水措施等; 料场上方的截排水沟及施工道路的临时拦挡。

2) 主体工程施工期

主体工程施工期为第 1 年 4 月至第 9 年 12 月, 主要是施工支洞开挖、输水隧洞、进出口、调压井等全部主体工程的施工。实施的水土保持措施主要包括: 弃渣场的土地平整及覆土、渣体表面截排水、堆渣坡面及顶面植被恢复等; 交通道路设施和施工生产生活区的植被恢复等。

(2) 汉江影响河段综合整治工程

施工进度与输水工程的开挖弃渣同步进行, 初步计划在 5 年内完成所有项目施工, 主要是航道疏浚、岸坡开挖、护岸工程的施工。本期实施的水土保持措施主要包括施工期间的临时拦挡、临时苫盖以及临时排水措施等。

1.10 水土保持监测

(1) 监测范围

本项目水土保持监测范围为工程水土流失防治责任范围, 面积为 1335.51hm^2 。

(2) 监测时段

本项目水土保持监测时段从施工准备期开始至设计水平年结束, 监测时段分为施工准备期、施工期和试运行期, 施工期准备期 3 个月, 施工期 105 个月, 试运行期 12 个月。



(3) 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018)、《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保[2020]161号),本项目监测内容主要包括扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效及水土流失危害等。扰动土地情况监测重点监测实际发生的永久和临时占地、扰动地表植被面积、永久和临时弃渣量变化情况等。水土流失状况监测重点监测实际造成的水土流失面积、分布、土壤流失量及变化情况等。水土流失防治成效监测重点监测实际采取水土保持工程、植物和临时措施位置、数量,以及实施水土保持前后的防治效果对比情况。水土流失危害监测重点监测水土流失对主体工程、周边重要设施等造成的影响及危害等。

(4) 监测方法

监测方法主要采用地面定位监测、调查监测、卫星遥感监测、无人机遥感监测等。

(5) 监测频次

扰动土地情况至少每月监测1次,其中正在使用的取土弃渣场至少每两周监测1次;对3级以上弃渣场应当采取视频监控方式,全过程记录弃渣和防护措施实施情况。水土流失状况至少每月监测1次,发生强降水等情况后应及时加测。其中土壤流失量结合拦挡、排水等措施,设置必要的控制站,进行定量观测。水土流失防治成效至少每季度监测1次,其中临时措施应至少每月监测1次。水土流失危害监测应结合以上监测内容一并开展,水土流失危害事件发生后1周内应完成监测工作。

(6) 监测点位

本工程共布设47个监测点,其中输水总干线工程区45个,汉江影响河段综合整治工程区2个。

1.11 水土保持投资估算及效益分析

按2021年2季度价格水平估算,引江补汉工程水土保持专项投资为111549.13万元。其中,工程措施费用48895.21万元,植物措施费用21133.43万元,监测措施费用4685.05万元,临时措施费用8126.41万元,独立费用17269.45万元,基本预备费10010.96万元,水土保持补偿费1428.62万元。

根据水土保持措施实施效果分析测算,至设计水平年,项目防治责任范围内水土流失治理度预计可达到99.6%,土壤流失控制比达到1.00,渣土防护率达到99.4%,表土保护率达到100%,林草植被恢复率达到99.8%,林草覆盖率达到51.3%,可建设林草



面积 420.71hm²，减少土壤流失量 50.21 万 t。

1.12 结论与建议

1.12.1 结论

引江补汉工程选址（线）不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，未占用国家确定的水土保持长期定位观测站。工程未在县级以上地方人民政府划定的崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区进行取土、挖砂、采石等活动。弃渣场选址均符合水土保持有关要求。主体工程通过超前地质预报措施、不良地质专项处理措施、截排水、边坡支护等综合治理措施后，工程选址、选线不存在水土保持制约性因素。

根据环境影响评价专业分析，工程选址选线避开了自然保护区的核心区和缓冲区、风景名胜区的核心景观区、地质公园的一级保护区等法律法规禁止工程项目建设的范围，无重大环境制约。

本工程涉及国家级水土流失重点预防区和治理区、省级水土流失重点预防区，通过提高一级标准的防治指标值，水土保持措施的设计取上限标准，可减轻或消除工程建设带来的不利影响，符合水土保持要求。

从水土保持角度分析，引江补汉工程在工程选址（线）、建设方案、工程布局、施工布置和弃渣场选址等方面，均不存在水土保持制约性因素，工程建设是可行的。

1.12.2 建议

（1）建议主体工程在后续设计中，进一步深入贯彻生态优先、绿色发展和建设生态水利工程的设计理念，通过优化边坡开挖坡比，采用生态喷混、综合植物护坡等新工艺方法，减少硬质喷锚支护的比例，提升工程建设区同周边绿化的协调性。

（2）输水线路弃渣数量大，渣场布置数量较多，建议主体工程后续设计中根据地质勘查和试验分析研究进一步充分利用开挖料，提高洞挖料利用率，一方面减小弃渣规模，另一方面可以减少料场开挖产生的水土流失。

（3）工程建设期间，建议水土保持监测、监理单位加强对弃渣场防治区监测监理工作，预防水土流失危害事件发生。

附：引江补汉工程水土保持方案特性表。



水土保持方案特性表

项目名称		引江补汉工程		流域管理机构		长江水利委员会	
涉及省 (市、区)	湖北省	涉及地市或个数		宜昌市、 襄阳市、 十堰市	涉及县 或个数	夷陵区、保康县、谷城县、丹江口市	
项目 规模	I 等工程，多年平均调水量 39 亿 m ³ ；其中，输水总干线长约 194.8km，引水流量 170～212m ³ /s			静态总投资 (亿元)	598.14	土建投资 (亿元)	429.25
动工 时间	第 1 年 1 月		完工时间	第 9 年 12 月		设计水平年	完工后 1 年
工程占地 (hm ²)	1306.00		永久占地 (hm ²)	185.20		临时占地 (hm ²)	1120.80
土石方量 (万 m ³)	区域		挖方	填方及利用		借方	余 (弃) 方
	输水总干线 工程区		3446.11	465.76		/	2980.35
	汉江影响河段 整治工程区		175.90	175.90		/	/
	合计		3622.01	641.66		/	2980.35
重点防治 区名称	丹江口库区及上游国家级水土流失重点预防区、三峡库区国家级水土流失重点治理区、大巴山荆山省级水土流失重点预防区						
地貌类型	中低山地貌			水土保持区划		西南紫色土区	
土壤侵蚀 类型	水力侵蚀			土壤侵蚀强度		轻度	
防治责任范围面积 (hm ²)		1335.51		容许土壤流失量[t/ (km ² .a)]		500	
土壤流失预测总量 (万 t)		63.53		新增土壤流失量 (万 t)		57.67	
水土流失防治标准执行等级				西南紫色土区建设类项目一级标准			
防治 目标	水土流失治理度 (%)		97	土壤流失控制比		1.00	
	渣土防护率 (%)		92	表土保护率 (%)		92	
	林草植被恢复率 (%)		97	林草覆盖率 (%)		25	
防治措施 及工程量	防治分区		工程措施	植物措施		临时措施	
	输水 总干线 工程区	主体 工程区	土地平整 35.46hm ² ，表土回覆 10.64 万 m ³	栽植灌木 7.54 万株，栽植乔木 3.86 万株，铺植草皮 18.84hm ² ，喷播植草 15.12hm ² ，混播种草 1.50hm ²		临时拦挡 8000m，临时苫盖 90000m ² ，沉淀池 2 座	
		永久办公 生活区	表土剥离 3.14 万 m ³ ，土地平整 3.62hm ² ，表土回覆 1.45 万 m ³	栽植灌木 1.90 万株，栽植乔木 0.81 万株，铺植草皮 3.62hm ²		临时拦挡 1440m，临时苫盖 12000m ²	
		施工生产 生活区	表土剥离 43.52 万 m ³ ，土地平整 50.77hm ² ，表土回覆 9.85 万 m ³	栽植灌木 13.33 万株，栽植乔木 13.33 万株，混播种草 50.77hm ²		临时排水 9688m，临时拦挡 9520m，沉沙池 78 座，临时苫盖 19.6 万 m ²	
		交通 道路区	表土剥离 18.72 万 m ³ ，土地平整 63.81hm ² ，表土回覆 10.15 万 m ³ ，格构护坡 25.37hm ²	栽植灌木 16.75 万株，栽植乔木 21.26 万株，混播种草 63.81hm ²		临时排水 19922m，临时拦挡 12880m，沉沙池 64 座，临时苫盖 11.9 万 m ²	



续上表

防治措施 及工程量	防治分区		工程措施	植物措施	临时措施	
	输水 总干线 工程区	弃渣 场区	拦渣坝 1 座，挡渣墙 820m，截排水（洪）沟 89219m，排水盲沟 22841m，导水墙 381m，消力池 48 座，格构护坡 84.57hm ² ，表土剥离 54.24 万 m ³ ，土地平整 200.51hm ² ，表土回覆 37.10 万 m ³	栽植灌木 60.81 万株，栽植乔木 33.57 万株，喷播植草 22.63hm ² ，混播种草 177.88hm ²	临时排水 21521m，临时拦挡 14347m，临时撒播草籽 23.82hm ²	
		料场区	土地平整 58.01hm ² ，表土回覆 11.60 万 m ³ ，剥离料回填 46.41 万 m ³ ，载土槽 21600m	栽植灌木 15.23 万株，栽植乔木 15.23 万株，栽植攀缘植物 15.12 万株，混播种草 58.01hm ²	临时排水 5880m，临时拦挡 3910m，临时苫盖 96000m ² ，沉沙池 26 座	
		移民安置 及专项 设施复建 工程区	表土剥离 3.00 万 m ³ ，土地平整 6.36hm ² ，表土回覆 1.91 万 m ³	栽植灌木 1.67 万株，栽植乔木 1.63 万株，混播种草 6.36hm ²	临时排水 980m，临时拦挡 1440m，临时苫盖 12000m ² ，沉沙（淀）池 4 座	
	汉江影响河段综 合整治工程区		土地平整 2.16hm ²	栽植灌木 0.57 万株，栽植乔木 0.57 株，混播种草 2.16hm ²	临时排水 2440m，临时拦挡 980m，临时苫盖 15000m ² ，沉沙（淀）池 6 座	
投资（万元）			48895.21	21133.43	8126.41	
水土保持总投资（万元）			111549.13	独立费用（万元）	17269.45	
监理费 （万元）	2956.67		监测费（万元）	4685.05	补偿费（万元）	1428.62
分省措施费（万元）			/	分省补偿费（万元）	/	
方案编制 单位	长江勘测规划设计研究有限责任公司			建设单位	南水北调中线干线工程 建设管理局	
法定代表 人及电话	钮新强			法定代表人及电话	于合群	
地址	湖北省武汉市解放大道 1863 号			地址	北京市海淀区玉渊潭南路 1 号	
邮编	430010			邮编	100038	
联系人 及电话	程龙 027-82820490			联系人及电话	张爱静/ 18519086926	
传真	027-82820432			传真	/	
电子 信箱	chenglong@cjwsjy.com.cn			电子信箱	zhangaijing@nsbd.cn	



2 项目概况及项目区概况

2.1 项目概况

2.1.1 项目基本情况

项目名称：引江补汉工程

项目建设地点：湖北省宜昌市夷陵区，襄阳市保康县、谷城县，十堰市丹江口市

项目建设单位：南水北调中线干线工程建设管理局

建设性质：新建

所属流域/开发的河流：长江流域/长江、汉江

工程等别及规模：I 等工程，多年平均调水量 39 亿 m^3 ；输水总干线总长约 194.8km，输水隧洞等效洞径为 10.2m，输水流量为 170 ~ 212 m^3/s

工程任务：引江补汉工程是作为南水北调中线工程的后续水源，从长江三峡库区引水入汉江，提高汉江流域的水资源调配能力，增加南水北调中线工程北调水量，提升中线工程供水保障能力，并为引汉济渭工程达到远期调水规模、向工程输水线路沿线地区城乡生活和工业补水创造条件

工程投资：静态总投资 598.14 亿元，其中土建工程投资 429.25 亿元

建设工期：108 个月

2.1.1.1 工程地理位置

引江补汉工程输水总干线取水口位于三峡水库左岸龙潭溪，出口位于丹江口水库大坝下游汉江右岸安乐河口，输水线路沿线经过湖北省宜昌市、襄阳市和十堰市。汉江影响河段综合整治工程位于丹江口大坝下游，对坝下长约 5km 的汉江影响河段进行综合整治。

引江补汉工程地理位置见图 2.1-1。



图 2.1-1 工程地理位置示意图

2.1.1.2 流域概况及规划

(1) 流域概况

1) 长江重庆至宜昌河段流域概况

该河段属中高山峡谷区，一般海拔 1000m~1500m，两岸峰峦起伏，岸壁陡峭，河谷深切曲折，三峡工程蓄水前江面狭窄，水流湍急，一般宽度 250m~350m，最窄处枯水面仅 100 余 m；三峡工程蓄水后，坝上 520 余 km 为常年回水区，坝上 660 余 km 为变动回水区，回水范围内水面开阔，水深增加，流速减缓。该河段两岸支流发育，支流源短坡陡，属山溪性河流。北岸大巴山系的支流主要有小江、汤溪河、梅溪河、大宁河、神农溪和香溪河等。

2) 汉江流域

汉江流域集水面积 15.9 万 km²，干流全长 1577km，大致呈东西向。流域包括陕西、河南、湖北、四川、重庆及甘肃等省（市）各一部分，北以秦岭及外方山与黄河为界，东北以伏牛山及桐柏山与淮河为界，西南以米仓、大巴山、荆山与嘉陵江、沮漳河相邻，东南为广阔平原。

汉江流域山地约占 55%，主要分布在西部，为中低山区；丘陵占 21%，主要分布于南襄盆地和江汉平原周缘；平原区占 23%，主要为南襄盆地、江汉平原及汉江河谷阶地；湖泊约占 1%，主要分布于江汉平原。

汉江流域集水面积大于 1000km²的一级支流共有 21 条，其中面积超过 1 万 km²的有堵河、丹江、唐白河 3 条，面积为 0.5 万~1 万 km²的有旬河、夹河、南河 3 条。

汉江流域在丹江口以上为上游，主要支流左岸有褒河、旬河、夹河、丹江；右岸有任何、堵河等。丹江口至钟祥为中游，主要支流左岸有小清河、唐白河；右岸有南河、蛮河和北河。碾盘山以下为下游，主要支流为左岸的淝水、汉北河等。

(2) 相关规划

2002 年国务院批复的《南水北调工程总体规划（2001 年修订）》明确南水北调中线工程分期建设，第一期工程多年平均调水量 95 亿 m³，第二期工程“在第一期工程的基础上扩大输水能力 35 亿 m³，多年平均调水规模达到 130 亿 m³，……，届时将根据调水区生态环境实际状况和受水区经济社会发展的需水要求，在汉江中下游兴建其它必要的水利枢纽或确定从长江补水的方案和时间”。2012 年国务院批复的《长江流域综合规划（2012-2030 年）》考虑中线工程再从汉江增加调水量，加上汉江本流域经济社会发展



用水，将超过汉江流域水资源承载能力，要求“根据汉江流域经济社会发展状况及水资源利用程度，尽快启动从长江干流引水补充汉江的研究，并相机实施”。长江三峡水库作为我国战略水源地，水量丰沛，可作为南水北调中线工程后续水源向汉江补水，即引江补汉，符合相关规划要求。

2.1.1.3 工程建设的必要性

引江补汉工程是提高汉江水资源调配能力、增加中线工程和引汉济渭工程调水量、提高中线供水保障能力的必要工程，是国家重要战略和发展布局的水资源保障工程，是缓解汉江中下游生态环境压力、改善中线受水区生态环境的重大生态工程。工程实施后，可增加中线工程和引汉济渭工程调水量，提高中线供水保障能力，向工程沿线供水，缓解汉江中下游生态环境问题，有力支撑汉江流域和受水区绿色发展，实现南北两利。因此，建设引江补汉工程十分必要。

随着京津冀协同发展、雄安新区建设、中原城市群发展等战略推进，受水区供水水源结构不尽合理、区域水资源统筹调配能力相对不足的矛盾将进一步凸显。然而缓解受水区水资源矛盾的关键性工程—中线一期工程受丹江口水库来水形势及汉江本流域用水增长的影响，稳定供水的能力将越来越难以保障，尤其是汉江遭遇特枯年份，丹江口水库来水量偏少，供水保障能力较低，流域内外供水矛盾更加突出。因此，实施南水北调中线后续水源工程—引江补汉工程，提升汉江流域水资源调配能力，完善受水区供水保障体系是十分紧迫的。

2.1.2 工程任务

引江补汉工程是作为南水北调中线工程的后续水源，从长江三峡库区引水入汉江，提高汉江流域的水资源调配能力，增加南水北调中线工程北调水量，提升中线工程供水保障能力，并为引汉济渭工程达到远期调水规模、向工程输水线路沿线地区城乡生活和工业补水创造条件。

2.1.3 工程规模及特性

2.1.3.1 工程等别与设计标准

(1) 工程等级及建筑物级别

引江补汉工程为 I 等工程。输水总干线工程永久性水工建筑物级别见表 2.1-1。

输水总干线隧洞进出口边坡及安乐河整治段边坡级别为 1 级，检修交通洞洞口边坡级别为 2 级。



汉江影响河段综合整治工程中河道护岸、导流潜堤、河床护底、溢流堰等为 3 级建筑物。

对外交通道路参照三级公路标准设计；安乐河桥、羊皮滩大桥、沧浪洲连接桥荷载等级均采用公路-II 级。

表 2.1-1 输水总干线工程永久性水工建筑物级别

项目	1 级建筑物	2 级建筑物
进口建筑物	取水口	
	龙潭溪排导建筑物	
输水隧洞	输水隧洞	检修交通洞、6#、8#检修交通洞泵站
石花控制建筑物	调压井、稳压室	石花检修排水泵站
	控制闸、闸室等	
分水建筑物	预留沿线补水工程分水口	
出口建筑物	出口检修闸	
	出口检修排水泵站	
	安乐河整治建筑物	

(2) 设计洪水标准

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)，确定引江补汉工程输水总干线各水工建筑物洪水标准见表 2.1-2。汉江影响河段综合整治工程各水工建筑物设计洪水标准采用汉江相应河段堤防工程标准，为 20 年一遇。根据《公路桥涵设计通用规范》(JTG/T D60-2015)，确定安乐河桥、羊皮滩大桥和沧浪洲连接桥设计洪水标准采用 50 年一遇。

表 2.1-2 建筑物洪水标准（重现期）

建筑物级别	1	2
设计（年）	100	50
校核（年）	300	200

(3) 抗震设计标准

根据《引江补汉工程重要工程场地地震安全性评价报告》的评价结论以及《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)规定区域的地震动峰值加速度分区值，输水总干线各建筑物场地 50 年超越概率 10%基岩地震动峰值加速度为 0.05g，相应的地震基本烈度为 VI 度。根据《水工建筑物抗震设计标准》(GB 51247-2018)的有关规定，建筑物的抗震设计烈度取 6 度，可不进行抗震分析计算，但应采取适当的抗震措施。



2.1.3.2 工程规模与特性

引江补汉工程由输水总干线和汉江影响河段综合整治工程两部分组成。输水总干线线路全长 194.8km，全程采用有压单洞自流输水，过水洞径 10.2m（等效洞径）。隧洞输水流量随三峡水库水位变化，引水流量 170~212m³/s，多年平均调水量 39 亿 m³。汉江影响河段综合整治工程对丹江口坝下长约 5km 的汉江影响河段进行综合整治，包括羊皮滩右汊出水渠、航道整治和河道整治等工程。工程主要特性详见表 2.1-3。

表 2.1-3 引江补汉工程特性表

序号	名 称	单位	数 量	备 注
一	水文			
1	流域面积			
	三峡坝址以上	万 km ²	100.55	
	丹江口坝址以上	万 km ²	9.52	
2	利用的水文系列年限		1956~2018	
3	多年平均年径流量			
(1)	三峡坝址	亿 m ³	4287	实测
(2)	丹江口坝址	亿 m ³	374.4	天然
4	代表性流量			
(1)	取水口			三峡坝址
	多年平均流量	m ³ /s	13600	
	设计洪水标准及流量 (P=1%)	m ³ /s	83700	
	校核洪水标准及流量 (P=0.3%)	m ³ /s	91300	
(2)	出水口			汉江黄家港断面
	多年平均流量	m ³ /s	1180	
	设计洪水标准及流量 (P=1%)	m ³ /s	17200	
	校核洪水标准及流量 (P=0.3%)	m ³ /s	22300	
5	泥沙			2008~2018 年三峡坝址 出库泥沙 (宜昌站)
	多年平均输沙量	亿 t	0.22	
	多年平均含沙量	kg/m ³	0.052	
6	水位			
(1)	三峡水库特征水位			吴淞高程
	校核洪水位	m	178.7	180.4
	设计洪水位	m	173.3	175.0
	正常蓄水位	m	173.3	175.0
	防洪限制水位	m	143.3	145.0
	枯期消落低水位	m	153.3	155.0



续表 2.1-3

引江补汉工程特性表

序号	名 称	单位	数 量	备 注
(2)	隧洞出口安乐河水位			
	10 年一遇洪水水位	m	93.15	
	20 年一遇洪水水位	m	93.95	
	100 年一遇洪水水位	m	95.14	
	300 年一遇洪水水位	m	96.19	
7	施工导流标准及流量			
(1)	取水口 (龙潭溪)	m ³ /s	495 (P=2%)	龙潭溪冲沟洪水
(2)	出水口 (安乐河)	m ³ /s	702 (P=5%)	
二、	工程任务与规模			
1	工程任务			
(1)	补水范围		供水区: 中线工程受水区 补水区: 汉江中下游 受益区: 引汉济渭工程受水区、沿线补水区	
(2)	供水对象		生活、工业	
(3)	规划水平年		2035	
2	引水量			
(1)	多年平均引水量	亿 m ³	39.0	1956~2018 系列
(2)	最大年引水量	亿 m ³	64.8	
(3)	最小年引水量	亿 m ³	4.5	
3	引水流量	m ³ /s	170~212	相应三峡水库水位 143.3m~173.3m
4	设计取水口			三峡水库取水
	设计最低取水口	m	143.3	
	设计最高取水口	m	173.3	
5	输水总干线工程长度	km	194.8	
6	汉江影响河段综合整治工程			
	治理河段长度	km	5	
	航道等级	级	IV (近期)	具备实现远期规划 III 级航道 建设标准的条件
	最高通航水位	m	91.26	
	最低通航水位	m	86.26	
	设计航道尺度	m	2.4×90×500	水深×航宽×弯曲半径
三	建设征地			
1	征地涉及行政区			
	县 (市、区)	个	4	夷陵区、保康县、 谷城县、丹江口市



续表 2.1-3

引江补汉工程特性表

序号	名 称	单位	数 量	备 注
2	土地总面积	亩	19590.17	
(1)	按用地性质分			
	永久征地	亩	2777.81	
	临时用地	亩	16812.36	
(2)	按地类分			
	耕地	亩	1842.16	
	园地	亩	607.63	
	林地	亩	9447.00	
	草地	亩	20.66	
	其他土地	亩	7672.72	
2	建设征地涉及人口	人	996	
3	房屋面积	m ²	64356.64	
4	专业项目			
(1)	公路及桥梁	km	31.51	
(2)	电力线路	km	40.10	
(3)	通信线路	km	40.99	
(4)	广播电视线路	km	357.36	
(5)	供水管道	km	4.44	
四	主要建筑物及设备			
1	输水总干线工程			
(1)	取水建筑物			
	地基特性		中粒黑云角闪英云闪长岩	
	进水口型式		岸塔式	
	进水口底板高程	m	127.0	
	进水口孔口尺寸	m	10.5×10.5	宽×高
(2)	输水隧洞			
	设计流量	m ³ /s	170	对应设计水位 143.3m
	长度	km	194.3	
	输水方式		有压	
	断面型式		圆形单洞	
	等效过水洞径	m	10.2	按照输水能力折算的 等效圆洞径
	分段设计洞径	m	9.7~10.8	根据围岩类别、 埋深及施工方法确定
	调压井数量	座	12	其中 11 座利用施工支洞
	隧洞开挖方式		钻爆法+TBM	
	TBM 最大开挖洞径	m	12.2	



续表 2.1-3

引江补汉工程特性表

序号	名 称	单位	数 量	备 注
(3)	石花控制闸			
	地基特性		绢云石英片岩、变粒岩	
	控制方式		闸阀联合启闭	
	闸室开挖尺寸	m	58×20×28	长×宽×高
	闸孔尺寸	m	10×8	
(4)	石花排水泵站			
	水泵台数	台	4	卧式双吸离心泵
	单机额定流量	m ³ /s	1.5	
	工作扬程	m	96	
(5)	出口检修闸			
	型式		开敞式	
	地基特性		石英片岩夹云母片岩、角闪片岩	
	出口底板高程	m	73.0	
	闸顶高程	m	97.5	
	闸孔尺寸	m	10×9.5	
(6)	出口检修排水泵站			
	水泵台数	台	4	2+2, 2 组
	单机额定流量	m ³ /s	7	
	工作扬程	m	0~9; 8~19	
	型式		立式轴流泵, 立式混流泵	
(7)	6#检修交通洞泵站		三级泵站	
	一级泵站			
	水泵台数	台	3	
	单机额定流量	m ³ /s	0.56	
	工作扬程	m	44	
	型式		移动耦合式潜水排污泵	
	二级泵站			
	水泵台数	台	3	
	单机额定流量	m ³ /s	0.56	
	工作扬程	m	44	
	型式		移动耦合式潜水排污泵	
	三级泵站			
	水泵台数	台	3	
	单机额定流量	m ³ /s	0.56	
	工作扬程	m	292	



续表 2.1-3

引江补汉工程特性表

序号	名 称	单位	数 量	备 注
	型 式		卧式两级双吸离心泵	
(8)	8#检修交通洞泵站		三级泵站	
	一级泵站			
	水泵台数	台	6	
	单机额定流量	m ³ /s	0.56	
	工作扬程	m	52	
	型 式		移动耦合式潜水排污泵	
	二级泵站			
	水泵台数	台	6	
	单机额定流量	m ³ /s	0.56	
	工作扬程	m	52	
	型 式		移动耦合式潜水排污泵	
	三级泵站			
	水泵台数	台	3	
	单机额定流量	m ³ /s	1.12	
	工作扬程	m	180	
	型 式		卧式单级双吸离心泵	
2	汉江影响河段综合整治工程			
(1)	航道整治			
	隔流潜堤	道	1	顺流向长 1233m, 宽度 20 ~ 90m, 顶高程 88.0m
	河道护底	道	2	宽 50m、厚 0.5m
	航道疏浚	处	2	疏浚底高程 83.8m
(2)	出水衔接			羊皮滩右汊整治
	出水渠长度	m	3400	
	出水渠底宽	m	100 ~ 160	
	溢流堰堰顶高程	m	87.0	
(4)	河道整治长度	km	3	
3	输电线路			
	电压	kV	10/35	
	回路数	回路	3	
	引接点		当地电网	
	输电距离	km	40	
五	施工			
1	主体工程数量			
(1)	输水总干线			



续表 2.1-3

引江补汉工程特性表

序号	名 称		单位	数 量	备 注
	明挖土石方		万 m ³	144.06	
	洞挖石方		万 m ³	3057.91	
	填筑土石方		万 m ³	239.93	含取水口场平
	砼和钢筋砼		万 m ³	667.50	
	钢筋钢材		万 t	182.24	
	固结灌浆		万 m	929.92	
	回填灌浆		万 m ²	281.28	
(2)	汉江影响河段综合整治工程				
	明挖土石方		万 m ³	166.20	
	填筑土石方		万 m ³	154.79	
	砼和钢筋砼		万 m ³	0.59	
2	输水总干线施工				
(1)	施工方法				
	敞开式 TBM	台数	台	7	开挖洞径Φ12.2m
		长度	km	93.96	
		占比		48.38%	
	护盾式 TBM	台数	台	2	开挖洞径Φ12.2m
		长度	km	25.52	
		占比		13.14%	
	钻爆法	长度	km	74.78	
		占比		38.49%	
(2)	施工支洞				
	总长度		km	63.85	
	条数		条	30	
	其中, 平洞 (TBM 洞外组装)		条	4	宽×高: 12.6m×12.6m Φ9.9m~10.7m
	平洞 (TBM 洞内组装)		条	4	净断面 10m×8m
	平洞 (钻爆法施工通道)		条	14	净断面 8.5m×7m
	斜井 (钻爆法施工通道)		条	4	净断面 7m×6.5m
	竖井 (钻爆法施工通道)		条	3	净断面 Φ7.6m、Φ5m
	平行导洞		条	1	净断面 Φ6m
(3)	施工导流				
1)	取水口				
	导流方式			一次拦断河床、全年围堰挡水、导流隧洞泄流	
	导流标准		m ³ /s	405 (P=5%)	考虑三峡水位影响
	导流隧洞尺寸		m×m	11×14	城门洞型, 永临结合



续表 2.1-3

引江补汉工程特性表

序号	名 称	单位	数 量	备 注
	导流隧洞长度	m	363.02	
	上游围堰最大高度	m	42	全年土石围堰， 永临结合
	下游围堰最大高度	m	48	全年土石围堰
	围堰防渗型式		混凝土防渗墙+帷幕灌浆	
2)	出口控制闸			
	导流方式		全年围堰挡水、 束窄河床过流	
	导流标准	m ³ /s	702 (P=5%)	考虑汉江河道水位顶托
	围堰最大高度	m	8.5	
	围堰防渗型式		高喷防渗墙	
3	汉江影响河段综合整治工程施工		挖泥船疏浚、抛填等	
4	主要建筑材料数量			
	水泥	万 t	228.92	
	粉煤灰	万 t	76.31	
	钢筋及钢材	万 t	241.05	
	木材	万 m ³	0.51	
5	所需劳动力			
	平均高峰人数	人	8650	
	高峰工人数	人	5320	
6	施工动力			
	供电	kVA	169642	施工用电最大负荷
7	对外交通			
	道路里程	km	151.66	
	其中改扩建公路	km	87.47	
	总运输量	万 t	628.31	
8	施工总用地	km ²	13.10	
9	施工期限			
	总工期	月	108	
六	经济指标			
	工程静态总投资	万元	5981439	
七	综合利用经济指标			
	经济内部收益率	%	14.61	

2.1.4 项目组成及主要建筑物布置和设计

2.1.4.1 项目组成

引江补汉工程主要由输水总干线工程和汉江影响河段综合整治工程两部分组成。项



目组成及主要建设内容详见表 2.1-4。

表 2.1-4

本方案项目组成一览表

项目				主要建设内容	
输水总 干线 工程	主体 建筑物	进口 建筑物	龙潭溪取水口	隧洞进口布置一座塔式取水口，取水口上游设置拦沙坎。取水塔顺流向长 26m，宽 30m。塔内依次布置拦污栅、检修门和事故门。前段隧洞充水通过孔口两侧底板内各设置一条输水管道。	
			龙潭溪排导建筑物	龙潭溪排导建筑物主要包括排导洞、拦挡坝、场平排导渠等。其中排导洞和拦挡坝结合施工导流布置，施工期分别做为导流隧洞和基坑上游围堰使用。	
		输水隧洞		输水隧洞长约 194.3km，输水隧洞沿线共布置 30 条施工支洞（包括竖井、斜井、平行导洞）。	
		石花控制 建筑物	石花控制闸	石花控制闸长 242m，起点桩号 163+842，终点桩号 164+084,包括溢流调压井兼检修门井、压坡段、工作门井、稳压室，主洞两侧还各布置有 2 座闸室。	
			石花检修排水泵站	石花排水泵站布置在控制闸东侧，排水泵房布置 4 台卧式离心泵，设计总排水流量为 6.0m³/s，单泵设计流量 1.5m³/s。	
		出口 建筑物	出口检修闸	出口检修闸长 35m，宽 35m，包括一孔闸室和两侧各一座充水闸室。闸室净宽 10m，两侧边墩厚 3m，底板高程 73.0m，底板厚 3m。闸顶高程 97.5m。闸室布置一扇叠梁检修门，用于隧洞检修时挡下游河道水位。	
			出口检修排水泵站	出口检修排水泵站布置在出口闸左侧，设计总流量为 14m³/s，分高低扬程各布置 2 台立式混流泵（单机流量 7m³/s，设计扬程 14m，电机功率 1600kW）和 2 台立式轴流泵（单机流量 7m³/s，设计扬程 7m，电机功率 800kW），共 4 台水泵。	
			安乐河整治	主要对安乐河出口进行扩挖防护，修整后河道底宽 25m，底高程 83.5m，下游与汉江影响河段综合整治工程衔接。两岸边坡水面以下均为岩质边坡，坡比为 1:1，河底和 93m 高程以下边坡采用 30cm 厚 C25 混凝土防护，93m 高程以上采用柔性生态保护毯防护。新建安乐河桥 1 座。	
		分水建筑物		预留向沿线补水区补水的分水口拟设置在桩号 17+224 处（2#施工斜井），与输水总干线夹角 60°，预留段长度 100m。预留分水隧洞衬后断面尺寸为 7.0m×6.5m，采用 50cm 厚 C30 钢筋混凝土衬砌。	
		施工导流		取水口施工导流采用全年围堰挡水，隧洞泄流的导流方式，在取水口上、下游分别布置土石围堰，龙潭溪右岸布置导流隧洞。安乐河隧洞出口施工采用全年围堰挡水、束窄河床过流的导流方式。	
	永久办公生活区		主要包括宜昌管理处、保康管理处、谷城管理处和丹江口管理处，以及 11 处永久检修洞配套管理站。		
	交通道路区		进场道路共计 77.63km，其中，新建约 19.94km，改扩建约 57.69km。场内道路共计 74.03km，其中新建约 37.59km，改扩建约 29.78km，利用地方道路 6.66km。		
	施工供水工程		共设置供水系统 31 座；输水总干线施工高峰总供水规模 73830m³/d，其中生产水 68400m³/d，生活水 5430m³/d；占地计入施工生产生活区。		
	施工供电工程		共设置 12 个变电站、17 个配电所，占地计入施工生产生活区		
	施工生产生活区		主要包括混凝土拌和站、施工机械停放场、综合加工厂、综合仓库、办公生活区、管片预制厂、砂石加工系统、施工供水供电设施等。		
	料场		包括黎家山料场、姜家沟料场等 8 处料场。		
	弃渣场		包括水田坝弃渣场等 25 处弃渣场，堆渣总量 4559.94 万 m³（松方）。		
汉江 影响河 段整治 工程	主体建 筑物	羊皮滩右汊出水渠		开挖羊皮滩右汊河槽，宽度为 100.0~160.0m，羊皮滩洲尾设置溢流堰；沧浪洲明渠右岸堤防改线长约 818m；复建和新建羊皮滩大桥和沧浪洲连接线大桥。	
		航道整治		步行桥附近航槽内、引航道口门进行疏浚，依托步行桥河心岛沿水流方向修建隔流潜堤，沧浪洲出水口下沿布置 2 道护底。	
		河道整治工程		河道整治内容主要包括恢复羊皮滩右缘、头部左缘及尾部滩形岸坡、溢流堰下游至汉江大桥 1.5km 整治及护岸工程	



衬砌。明渠出口高程 181m 以上边坡分台阶开挖，每隔 15m 设一宽 3m 的马道，岩石边坡开挖坡比 1:0.5，覆盖层边坡开挖坡比 1:1.5。岩石边坡采用系统喷锚支护，支护参数与进口边坡相同。

② 拦挡坝

龙潭溪取水口拦挡坝结合施工围堰布置，采用混凝土心墙土石坝，施工期做为取水口基坑上游围堰挡水。施工期挡水标准为全年 20 年一遇洪水，相应洪峰流量为 $405\text{m}^3/\text{s}$ ，永久运行期挡水设计标准为全年 100 年一遇洪水，相应洪峰流量为 $563\text{m}^3/\text{s}$ ，校核洪水标准为全年 300 年一遇洪水，相应洪峰流量为 $672\text{m}^3/\text{s}$ 。

拦挡坝坝顶高程 186.0m，最大高度 42m。拦挡坝顶宽主要考虑防渗墙施工平台、施工期交通和施工度汛抢险要求，确定顶宽 15m，坝顶设 0.5m 厚泥结碎石路面。上游侧高程 165m 以上坝坡坡比为 1:2，高程 165m 以下坡比为 1:1.5，高程 165m 处设 15m 宽马道平台。下游侧坝坡坡比为 1:2.0，分别在高程 177.0m、165.0m、153.0m 设 3m 宽马道。拦挡坝迎水侧高程 165m 以下采用抛石防护，宽 15m，高程 165m 以上设 1m 厚干砌块石及 0.5m 后碎石垫层护坡，拦挡坝下游侧坡面设 20cm 厚预制混凝土块护坡，坡脚高程 153.0m 处设排水棱体。

拦挡坝典型断面结构如图 2.1.4-3 所示。

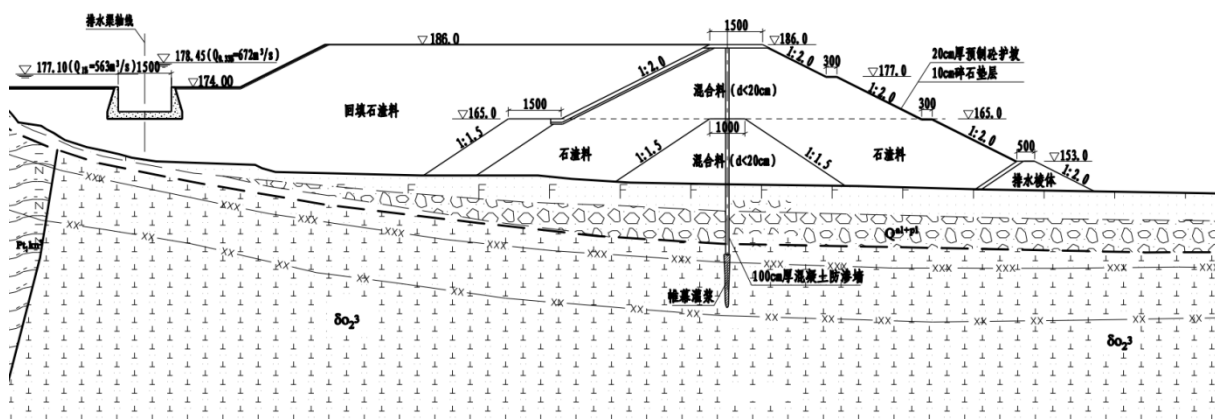


图 2.1.4-3 拦挡坝典型断面图

③ 场平排导渠

为减少岸坡坡脚冲刷，改善排导洞运行条件，在龙潭溪冲沟右侧坡脚设排导渠，连接龙潭溪冲沟上游和排导洞进口。平常龙潭溪冲沟水流通过排导渠引至排导洞进口，排入三峡库区。排导渠采用钢筋混凝土结构，矩形断面，底宽 15m，深 7m，上、下游底高程分别为 168m、167m。



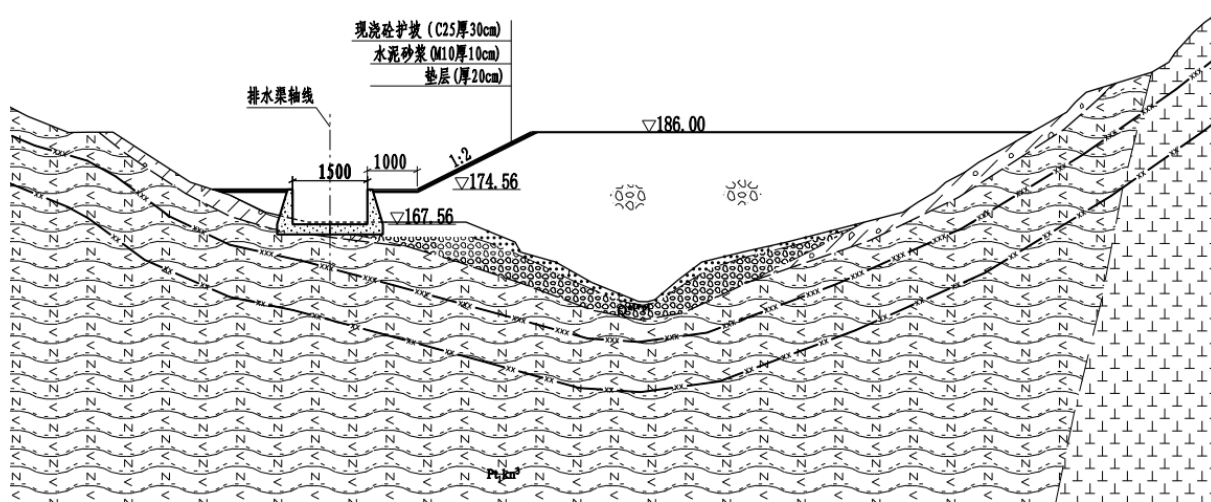


图 2.1.4-4 龙潭溪排导渠及永久场地典型断面图

(3) 石花控制建筑物

段中（石花）控制建筑物布置于输水线路桩号 164+000 处，为地下结构，主要包括石花控制闸和石花检修排水泵站。

1) 石花控制闸

控制闸长 242m，用于衔接前后两段有压洞，依次包括溢流调压井（兼检修门井）、压坡段、工作门井、稳压室，主洞两侧还各布置有 2 座阀室。

闸前布置一座溢流调压井兼检修门井，开挖直径 17m，溢流高程 175m，井顶高程 178m。控制闸与调压井之间为压坡段，长 75m，断面型式为矩形，净宽 10m，净高 9m。工作门井长 10m，井底高程 75m，井顶高程 176m，井内布置一扇平面工作闸门。

控制闸采用闸阀联合启闭，在主洞两侧各接 1 条直径 5.2m 岔管，再分 3 条直径 3.6m 输水管道。上游阀室净尺寸 56m×17m×25.5m（长×宽×高），开挖尺寸 58m×20m×28m；下游阀室净尺寸 56m×8m×22.7m，开挖尺寸 58m×11m×25m。阀室下游接 3 条直径 4.6m 支洞，汇成一条直径 6.5m 的岔洞，岔洞分别与主洞稳压室和石花排水泵站连接，兼做排水洞。

石花控制闸布置图见图 2.1.4-5。

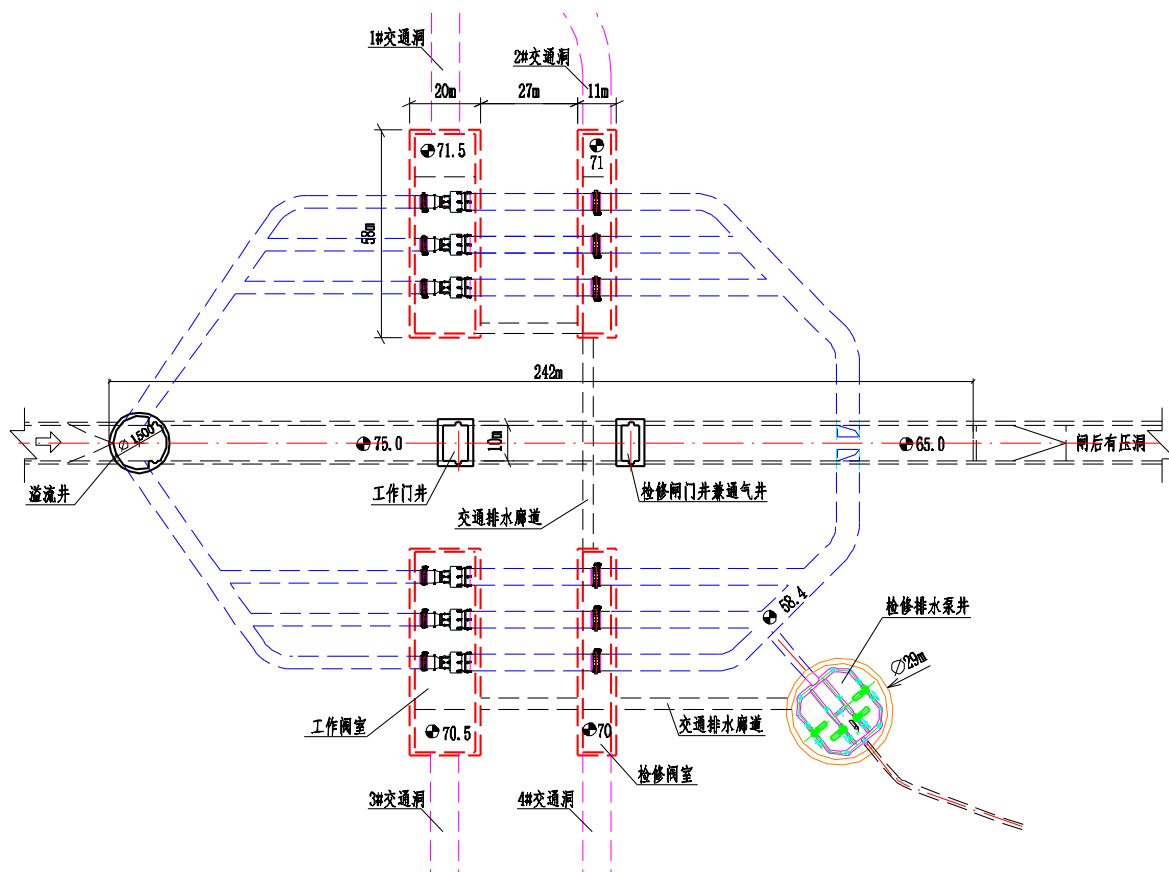


图 2.1.4-5 石花控制闸和排水泵站布置图

2) 石花检修排水泵站

石花检修排水泵站布置在控制闸东侧，通过进水管与地下闸室出水洞连接，将洞内剩余积水与渗漏水抽至约 150m 高程后排入右侧河道内。

排水泵房布置 4 台卧式离心泵，泵房为圆筒竖井式，内径 26m，底板建基面高程为 53.7m，竖井顶部高程 156.00m，井深 102.3m，水泵进、出水侧均通过钢管分别连接进水管、出水管。

进水管即地下闸室出水洞与竖井泵房之间的连接隧洞，采用圆形断面，内径为 2.2m，长度为 19.81m。

竖井内水泵出水侧钢管在井壁高程 152.00m 处与出水管连接，出水管直径 1.8m，长度为 52.92m，管壁厚度 30cm。

(4) 出口建筑物

输水总干线出口位于丹江口坝下右岸潘家岩村安乐河口，引江水从安乐河口向河道上游通过羊皮滩右汊上口出流入汉江。出口建筑物主要包括出口检修闸、出口检修排水



泵站以及安乐河整治等。

1) 出口检修闸

出口检修闸长 35m, 宽 35m, 包括一孔闸室和两侧各一座充水阀室。闸室净宽 10m, 两侧边墩厚 3m, 底板高程 73.0m, 底板厚 3m。闸顶高程 97.5m。

石花控制闸后的 30km 隧洞须通过出口闸两侧的充水阀进行充水。单座充水阀阀室顺流向长 17.6m, 宽 9.5m, 净尺寸为 12.6m × 7m (长 × 宽), 边墙厚 2.5m, 底板顶高程 73.0m, 建基面高程与闸室一致, 均为 70.0m。

出口检修门库布置在检修闸右侧, 长 17.6m, 宽 14m, 边墙厚 1m, 底板高程 87.5m, 顶高程与闸顶高程一致, 为 97.5m。

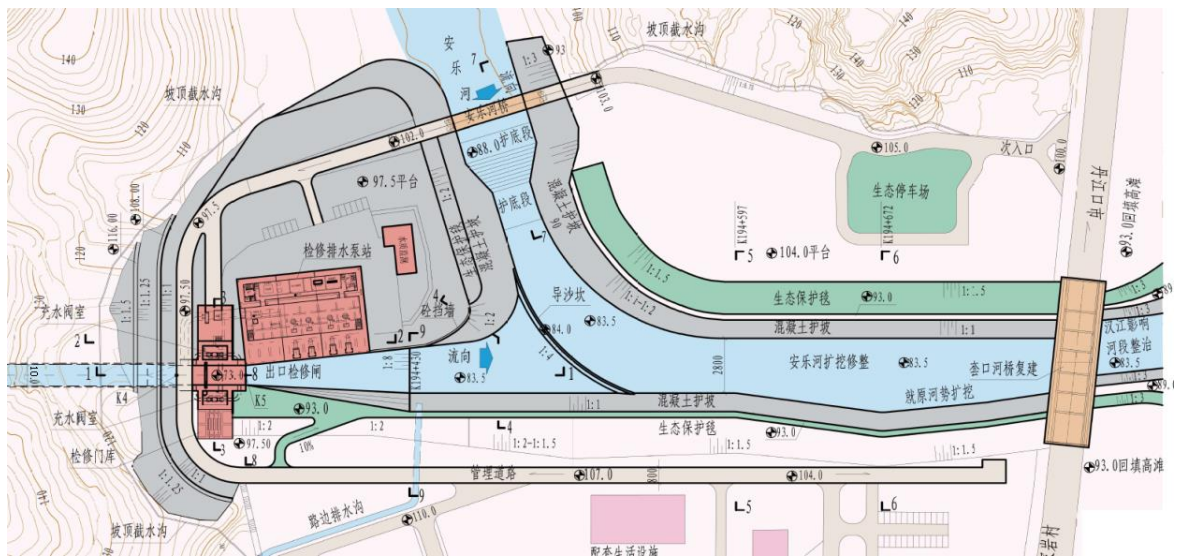


图 2.1.4-6 出口检修闸及排水泵站平面布置图

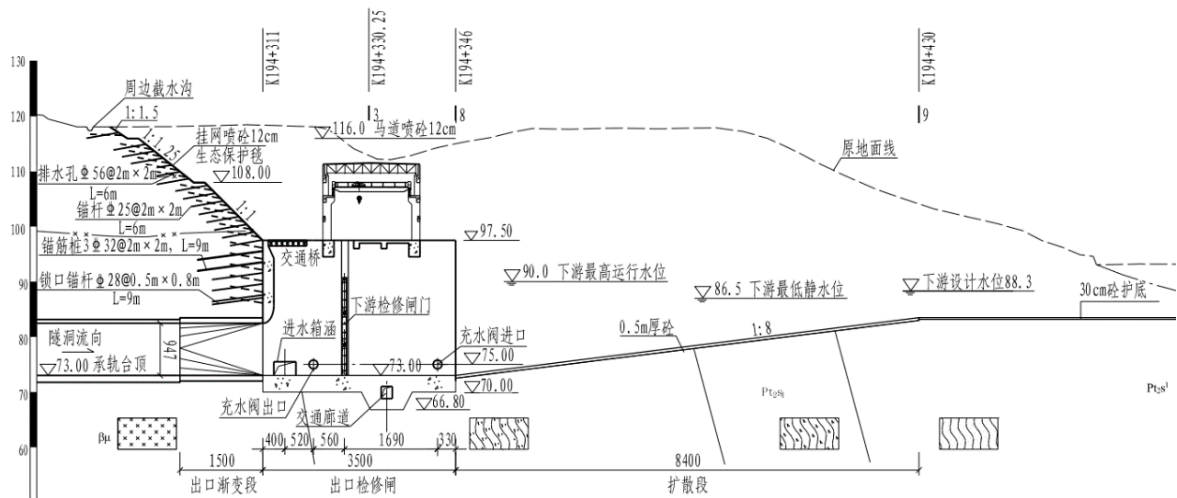


图 2.1.4-7 出口检修闸纵剖面布置图

2) 出口检修排水泵站

出口检修排水泵站布置于出口检修闸出水渠左侧岸坡, 泵站纵轴线与隧洞出口轴线呈 6° 角相交。主泵站总尺寸为 $64\text{m} \times 31.4\text{m} \times 33.5\text{m}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高), 自右至左依次由安装场段和机组段组成, 安装场段长 20m , 机组段长度 44m 。主泵站靠河岸侧设副厂房, 总尺寸为 $64\text{m} \times 13\text{m} \times 25.5\text{m}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高)。主泵站建基面高程 64.00m , 进水池底板高程 67.00m , 电机层高程 80.00m , 屋面高程 97.50m 。除临水侧外, 泵站周边开挖基坑均回填至 97.50m 高程厂区平台, 泵站为岸边半埋式。

检修排水泵站泵井与输水干线之间通过矩形混凝土箱涵连接, 箱涵净尺寸 $4\text{m} \times 2.5\text{m}$ (宽 $\times$ 高), 流道长约 73m 。

3) 安乐河整治

安乐河整治内容包括河道扩挖防护和新建安乐河桥。

① 河道扩挖防护

隧洞出口下游安乐河整治主要是对河道进行扩挖防护, 清除人工填土覆盖层, 修整后河道底宽 28m , 底高程 83.5m 。两岸边坡水面以下均为岩质边坡, 坡比为 $1:1$, 初期采用挂网喷锚支护, 后期河底和 93m 高程马道以下边坡采用 30cm 厚 C25 混凝土防护, 93m 高程以上岩质边坡坡比 $1:1 \sim 1:1.5$, 初期采用挂网喷混凝土防护, 后期采用柔性生态保护毯防护。土质边坡坡比为 $1:1.5 \sim 1:2$, 93m 高程以下采用 30cm 厚 C25 混凝土防护, 93m 高程以上采用格构混凝土植草护坡。

② 新建安乐河桥

安乐河弯道上游新建一座安乐河桥跨越安乐河。安乐河桥拟采用 $(20+38+38)\text{m}$ 等截面预应力钢筋混凝土连续箱梁, 桥梁全长 103m , 桥面总宽 8.0m , 桥面组成为 0.5 (防撞护栏) $+ 2 \times 3.5\text{m}$ (行车道) $+ 0.5$ (防撞护栏)。

(5) 输水隧洞设计

1) 主洞段

输水隧洞采用单洞有压输水方式, 采用圆形断面。输水流量根据三峡水库水位动态变化, 引用流量 $170 \sim 212\text{m}^3/\text{s}$ 。隧洞进口高程 127.0m , 石花控制闸前洞底高程 75.0m , 闸后低压洞段进口高程 65.0m , 出口高程 73.0m 。隧洞纵坡采用 W 形坡布置, 共分为 12 段。

表 2.1-5 隧洞洞径及纵坡布置

序号	起桩号	止桩号	分段长度 (m)	纵坡	起点洞底 高程 (m)	止点洞底 高程 (m)	隧洞标准 内径(m)	备注
1	0	17+224	17224	1/4366	127.0	123.1	10.8	TBM1
2	17+224	38+229	21005	1/2000	123.1	112.6	10.7	TBM2
3	38+229	53+103	14874	-1/9200	112.6	114.2	10.7	TBM3
4	53+103	68+977	15874	1/3830	114.2	110.0	10.4	TBM4
5	68+977	83+100	14123	1/1200	110.0	98.3	10.4	TBM5
6	83+100	98+757	15657	-1/5000	98.3	101.4	9.7	TBM6
7	98+757	116+288	17531	1/5000	101.4	97.9	9.7	TBM7
8	116+288	132+881	16593	1/3000	97.9	92.3	9.7	TBM8
9	132+881	148+050	15169	1/2000	92.3	84.8	10.0	钻爆段
10	148+050	163+842	15792	1/1620	84.8	75.0	10.4	TBM9
石花控制闸								
11	164+084	174+200	10116	-1/4400	65.0	67.3	10.0	钻爆段
12	174+200	194+285	20085	-1/3500	67.3	73.0	10.0	钻爆段

根据输水总干线工程特点，隧洞采用 TBM 法和钻爆法组合施工，其中护盾式 TBM 段长度共计 25.52km，占比 13.14%，敞开式 TBM 段长度共计 93.99km，占比 48.37%，钻爆段长度共计 74.78km，占比 38.49%。隧洞采用变洞径方案，在满足隧洞过流能力的前提下，分段确定隧洞内径，钻爆段内径为 9.7m~10.8m，TBM 段内径为 9.2m-10.8m，护盾式 TBM 和敞开式 TBM 的最大刀盘直径均为 12.2m。

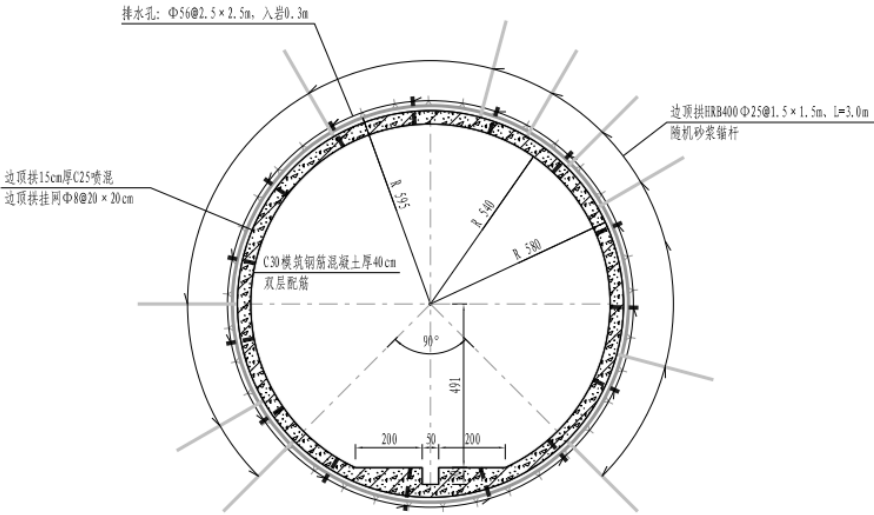


图 2.1.4-8 输水隧洞典型断面设计图（钻爆段）

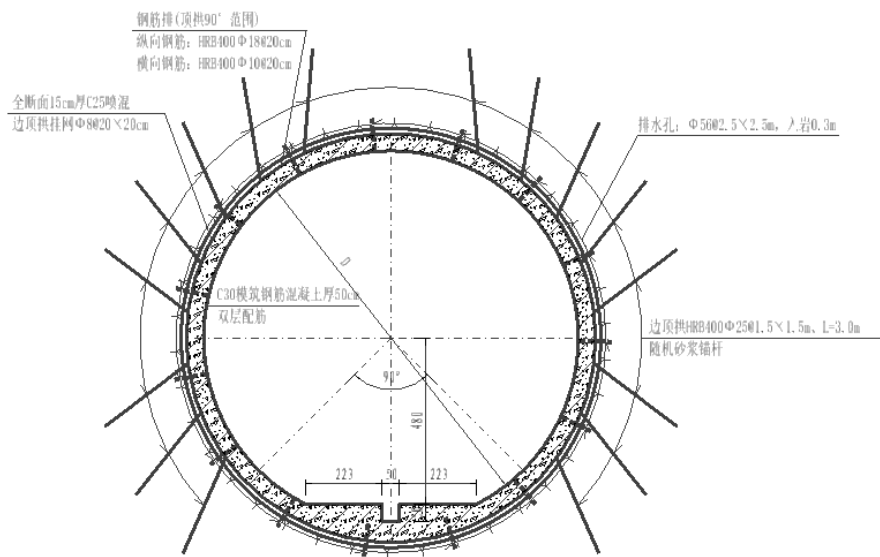


图 2.1.4-9 输水隧洞典型断面设计图（敞开式 TBM 段）

2) 施工支洞

① TBM 施工段支洞

“钻爆法+TBM 法”施工、TBM 洞外组装的平洞：采用马蹄形，最大净断面 12.6m × 12.6m（长×宽）；TBM 段同主洞断面。

“钻爆法”施工、TBM 洞内组装平洞：采用马蹄形，最大净断面尺寸 10m×8m（长×宽）。

② 钻爆法施工段支洞

平洞：采用马蹄形，最大净断面尺寸 8.5m×7m（长×宽）。

斜井：采用城门洞形，最大净断面尺寸 7m×6.5m（长×宽）。

竖井：6-1#、8-1#竖井采用主副井模式，主井净断面直径 7.6m，副井净断面直径 5.0m，；15-1#竖井采用单主井模式，净断面直径 7.6m。

③ 施工支洞特性

表 2.1-5 施工支洞特性表

施工支洞	桩号 (LAIK)	支洞起点 高程 (m)	终点 高程 (m)	高差 (m)	坡度 (%/°)	总长度 (m)	净断面 尺寸 (m)	工作面最大长度 (m)	
								上游	下游
隧洞进口	0+000								800
1#平洞	1+290	185	126	59	6.57%	898	10×8	1388	16308
2#斜井	17+224	400	122	278	20.52°	793	7×6.5	1317	1319
3#平洞	30+241	410	118	292	7.42%	3939	10×8	16430	4698
4#斜井	32+621	451	118	333	16.81°	1149	7×6.5	2770	2528



续表 2.1-5

施工支洞特性表

施工支洞	桩号 (LAIK)	支洞起点 高程 (m)	终点 高程 (m)	高差 (m)	坡度 (%/°)	总长度 (m)	净断面 尺寸 (m)	工作面最大长度 (m)	
								上游	下游
5#斜井	35+049	470	117	353	23.80°	874	7×6.5	1923	3325
6#平洞	38+229	481	116	365	9.13%	3779	12.6×12.6/Φ10.7	4508	17050
6-1#竖井	53+053	650	112	538	90°	668	Φ5/Φ7.6	2246	2590
7#平洞	68+977	450	108	342	9.69%	3546	12.6×12.6/Φ10.6	17523	3619
8#平洞	83+100	350	104	246	8.22%	2999	10×8	17049	17899
8-1#竖井	87+454	520	103	417	90°	547	Φ5/Φ7.6	2551	2093
平行导洞				330	0.03%~9%	15000	Φ6 (开挖直径)		
9#横通洞	98+757	100	100		0%	50	8.5×7	407	773
10#横通洞	102+990	99	99		0%	50	8.5×7	440	430
11#平洞	110+677	353	97	256	8.39%	3027	12.6×12.6/Φ10.6	14224	4050
12#斜井	112+777	400	96	304	24.64°	728	7×6.5	1805	2151
13#平洞	116+288	345	95	250	8.96%	2797	8.5×7	4885	4109
14#平洞	132+881	230	91	139	5.81%	2397	12.6×12.6/Φ9.9	17578	5116
15#平洞	137+879	240	90	150	4.92%	3012	8.5×7	5291	4433
15-1#竖井	140+056	280	89	191	90°	475	Φ7.6	1231	919
16#平洞	141+491	250	89	161	7.72%	2095	8.5×7	3086	4704
17#平洞	146+193	288	87	201	7.28%	2722	8.5×7	4815	4579
18#平洞	154+884	200	85	115	6.26%	1839	8.5×7	8673	2405
19#平洞	163+709	155	83	72	7.58%	957	10×8	9216	1348
20#平洞	165+073	135	72	63	5.84%	1081	8.5×7	2054	3308
21#平洞	169+401	140	73	67	8.25%	815	8.5×7	2916	3114
22#平洞	173+986	150	74	76	9.57%	798	8.5×7	3084	3112
23#平洞	178+102	180	75	105	8.38%	1257	8.5×7	3059	3655
24#平洞	182+518	220	76	144	8.26%	1749	8.5×7	3767	3731
25#平洞	186+674	222	77	145	8.30%	1735	8.5×7	3909	4287
26#平洞	191+026	161	74	87	8.52%	858	8.5×7	2658	2032
隧洞出口	194+285							2083	
合计						63853			

④ 永久检修洞

输水隧洞沿线共布置 30 条施工支洞，其中保留 1#、3#、6#、7#、8#、11#、14#、17#、20#、23#、26#平洞，共 11 条施工支洞作为检修交通洞，兼作调压井；19#平洞作为石花控制闸交通洞，其余施工支洞采取封堵措施。

2.1.4.3 汉江影响河段综合整治工程布置及主要建筑物设计

汉江影响河段综合整治工程主要为减缓工程通水后丹江口水库下泄流量减小对坝



下局部河段通航影响,保障出水口河段河势稳定,对坝下长约 5km 的汉江影响河段进行综合整治,包括羊皮滩右汊出水渠、航道整治、河道整治等工程。

(1) 羊皮滩右汊出水渠

1) 疏挖

疏挖羊皮滩右汊河道和沧浪洲总长度约 3200m,根据地形条件,疏挖羊皮滩右汊河道底宽度 100m~160m,沧浪洲开挖明渠底宽度 100m,疏挖工程设计底标高 83.5m。开挖边坡 1:3。

2) 羊皮滩右汊护岸

羊皮滩右汊右岸采用分级斜坡式护坡,分别在高程 89.0m、93.0m 设置亲水平台,各级亲水平台之间采用梯道连接,护坡面层结构采用钢丝网格+400g/m²无纺布+10cm 厚黄沙层,第一级平台岸坡坡比 1:3,第二级平台岸坡坡比 1:6。

3) 溢流堰

溢流堰采用宽顶堰型式,堰身采用 C20 混凝土结构,堰宽度为 120m,过流宽度总和为 90.0m,最大堰高约 6.0m。混凝土堰顶高程 87.0m,顶宽 4m,上游坡为直立坡,下游坡面坡比为 1:0.5。溢流堰顶人行通道顶高程 89.0m,与两边滩地平顺斜街,宽 3.9m,人行通道墩高 1.6m,宽 0.5m,顶部板厚 0.4m,采用梁板结构型式。

4) 沧浪洲护岸

因沧浪洲开挖明渠,需开挖破开原防洪护岸,根据防洪需要,按照原标准建设新防洪护岸。新建沧浪洲护岸 1 段,位于沧浪洲开挖明渠右岸侧,保证汉江右岸沧浪洲段防洪安全。沧浪洲明渠右岸护岸长约 818m,护岸顶高程及岸坡与原防洪护岸保持一致,护岸顶高程为 94.0m。

新建护岸采用土堤结构设计,护岸采取分级加高进行填筑,迎水面边坡坡度为 1:2.5,背水面边坡为 1:2.5;顶宽度为 7m。顶面设堤顶道路,采用砼面层结构;迎水坡铺设混凝土六方块护坡,六方块厚 15cm,下铺碎石厚 15cm,土工布一层,背水坡铺草皮护坡。

5) 桥梁

羊皮滩连接线与河道连接交叉处宽度约 173m,河面较宽,桥梁总体规模较大,为保证景观上的通透性和河道过水面积,拟选择 3×55m 上承式钢筋混凝土箱形拱桥,桥梁全长 186.31m,桥面宽度 8m,桥面组成为 2×0.5m (防撞护栏)+2×3.5m (行车道)。



沧浪洲连接桥主桥拟采用(30+55+55+30)m 预应力混凝土梁桥,右侧引桥上部结构采用 $10 \times 20\text{m}$ 普通钢筋混凝土箱梁,桥梁全长 380m,桥面总宽 7.5m,桥面组成为 0.5(防撞护栏)+ $2 \times 3.25\text{m}$ (行车道)+0.5(防撞护栏)。

(2) 航道整治工程

1) 导流潜堤

步行桥上游侧长约 620m,下游侧长约 613m;步行桥下横向宽度 90m,向两端逐步过渡到 20m;坝体采用抛石结构,坝体中间高程为 88.0m,向两端逐步过度到 87.5m。坝体两侧边坡为 1: 2.5,头部按 1:5 的坡比向前延伸。

2) 护底

在沧浪洲出水口下沿布置 2 道护底,壅高水位的同时,将部分水流引导进入左侧航槽,其中护底靠右侧深槽部分顶高程为 85.5m,左侧护底宽 50m,厚度 0.5m。考虑到与导流潜堤结构的一致性,抛填工程采用抛石结构,加高区域抛石至高程 85.5m。

3) 疏浚

引航道口门疏浚区挖槽宽度为 45.0m;水都大桥和步行桥间疏浚区挖槽宽度为 90.0m。设计航道水深为设计最低通航水位下 2.4m;根据河床地质组成,开挖边坡取 1:3。

(3) 河道整治工程

1) 羊皮滩修复:利用河道扩挖的土方进行滩线整治,滩体边坡采用斜坡式护岸,高程 87.0m 至高程 90.0m 的滩地选用 23cm 厚钢丝网格+ $400\text{g}/\text{m}^2$ 无纺布护岸防护,考虑与原有高滩衔接,等高线 90.0m 后 10m 宽范围采用三维加筋网垫护面防护。

2) 护岸加固:采用抛石结构,溢流堰下游至汉江大桥 1.5km 护岸按照已建护岸部位的重要性以及完好情况分别按每延米 80m^3 考虑。

2.1.5 施工组织设计

2.1.5.1 施工导流

(1) 输水总干线取水口

1) 导流方式

施工导流采用全年围堰挡水,隧洞泄流的导流方式,在取水口上、下游分别布置土石围堰,龙潭溪右岸布置导流隧洞。

2) 导流标准

导流建筑物级别为 4 级,施工导流标准详见表 2.1.5-1。



③ 取水口支沟排水工程

取水口导流隧洞出口右侧有一条支沟，支沟汇水面积 0.395km^2 。考虑导流隧洞出口围堰设计标准为 10 年一遇洪水，支沟导排设计洪水和围堰挡水标准一致采用 10 年一遇洪水，洪峰流量为 $12.6\text{m}^3/\text{s}$ 。初步考虑在支沟上部填筑土石围堰，围堰堰顶高程 188m，高度约 4m。在围堰底部侧边设置排水管道，并沿岸坡将水流引致基坑下游。排水管总长度约 280m，采用 DN1500 焊接钢管，钢管外径 1524mm，壁厚 20mm。

④ 导流隧洞进出口围堰

取水口导流隧洞进、出口围堰采用全年围堰。根据地形地质条件,导流隧洞进口围堰采用 C15 砼结构,围堰顶高程 175.0m,围堰最大高度 10m,顶宽 4m。导流隧洞出口围堰采用土石结构,围堰堰顶高程 176.0m,顶宽 10m,轴线长约 140m,围堰最大高度约 21m,围堰采用石渣料填筑。导流隧洞进出口围堰典型断面分别见图 2.1.5-5 和图 2.1.5-6。

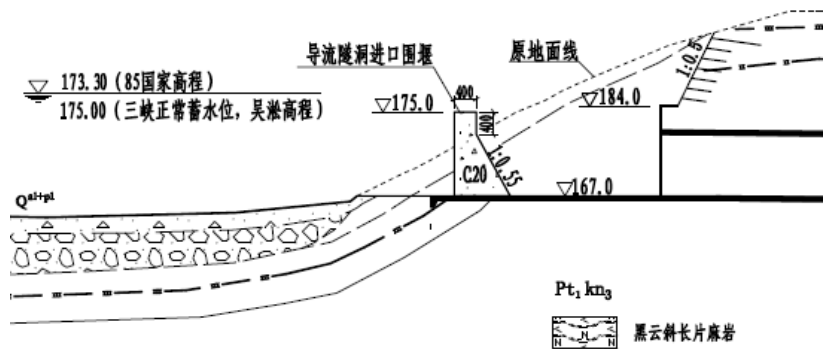


图 2.1.5-5 导流隧洞进口围堰典型断面图

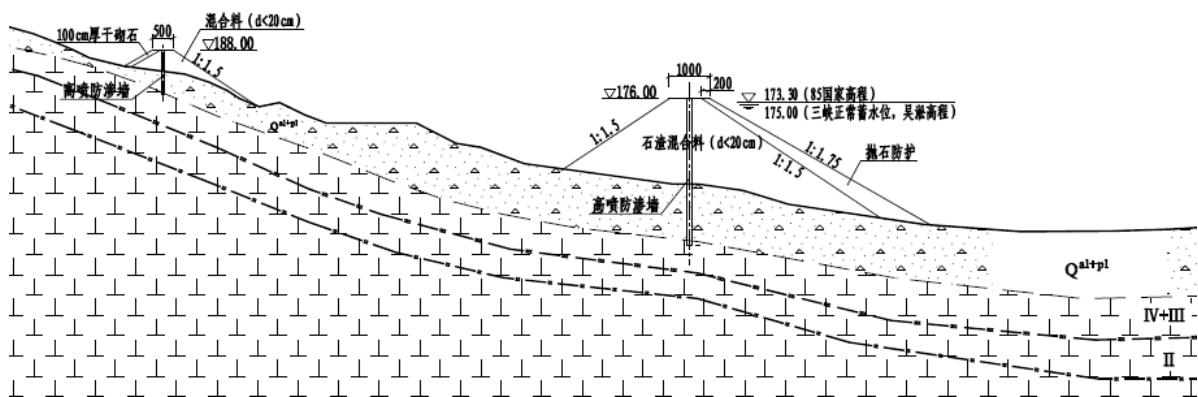


图 2.1.5-6 取水口下游围堰典型断面图

(2) 输水总干线出水口

1) 导流方式

输水总干线安乐河隧洞出口施工采用全年围堰挡水、束窄河床过流的导流方式。

2) 导流标准

隧洞出口导流建筑物级别为 4 级，施工导流标准详见表 2.1.5-2。

表 2.1.5-2 安乐河隧洞出口导流标准表

项目		河道	时段	频率 (%)	流量 (m ³ /s)	设计水位 (85 国家高程, m)	备注
安乐河 隧洞出 口	下游围堰	安乐河	全年	5%最大 瞬时	702	94.45	受汉江水位顶托, 考虑束窄河床
	上游围堰	右侧支沟	全年	5%最大 瞬时	9.13	102.00	
	安乐河隧洞出口 至汉江河道整治	安乐河	12~3月	10%最大 瞬时	6.42	88.56	枯水期不受 汉江顶托

3) 导流程序

第 1 年 4 月初开始施工,开挖水上部分;7 月初开始填筑安乐河隧洞出口全年围堰,

施工右侧支沟排水工程；8月底，围堰具备挡水条件，在围堰的保护下开始基坑内隧洞出口建筑物施工。安乐河水流通过束窄后的河床下泄，右侧支沟水流通过排水钢管引排至基坑下游；第2年11月底，基坑内工程完工，拆除土石围堰，闸门下闸挡水，工程完工。安乐河隧洞出口至汉江段河道整治工程利用枯水期施工，左右岸分两期实施。

4) 导流建筑物设计

安乐河隧洞出口检修闸施工围堰采用土石结构，上游围堰挡冲沟内水流，下游围堰挡安乐河水流。

上游围堰布置于基坑右岸支沟内，挡支沟内水流，施工期支沟内水流通过钢管引排至下游。上游围堰堰顶高程 103.5m，高度约 5m。围堰采用开挖石渣料填筑和高压旋喷灌浆防渗。下游围堰布置于安乐河右岸岸坡，挡安乐河洪水。下游围堰挡水设计水位为 93.73m，围堰轴线长 108m，顶宽 6m，堰顶高程 96.0m，围堰最大高度约 6m。围堰采用开挖石渣料填筑和高压旋喷灌浆防渗。隧洞出口上下游围堰典型断面分别见图 2.1.5-7 和图 2.1.5-8。

隧洞出口检修闸右侧支沟水流施工期通过排水管道引排至安乐河下游，排水管道布置于冲沟右侧山坡坡脚。排水管总长度约 155m，采用 DN1500 焊接钢管，钢管外径 1524mm，壁厚 20mm。为满足抗浮要求，管道上部埋深不小于 1.5m。排水管进口设拦污栅，在排水管进出口部位设钢筋石笼进行防护。

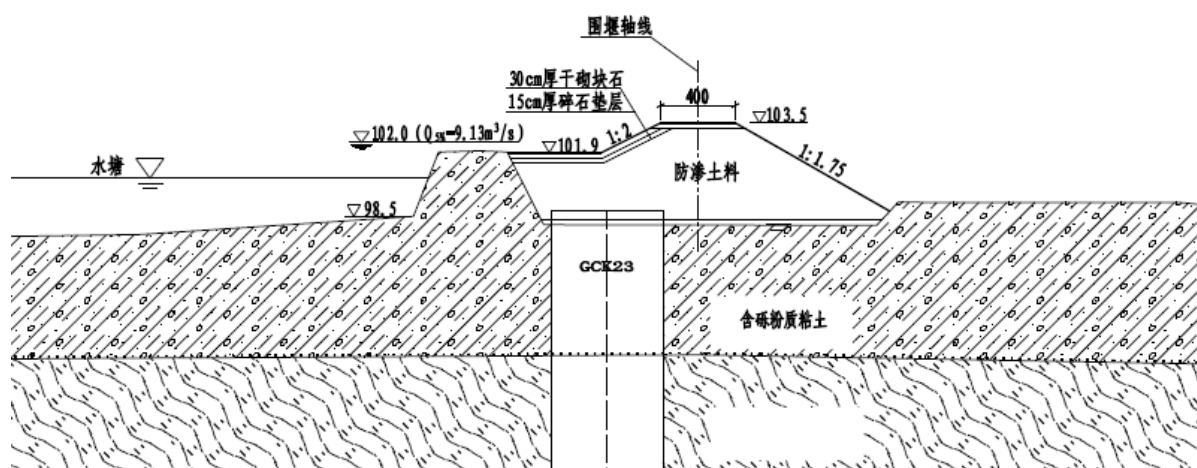


图 2.1.5-7 隧洞出口上游围堰典型断面图



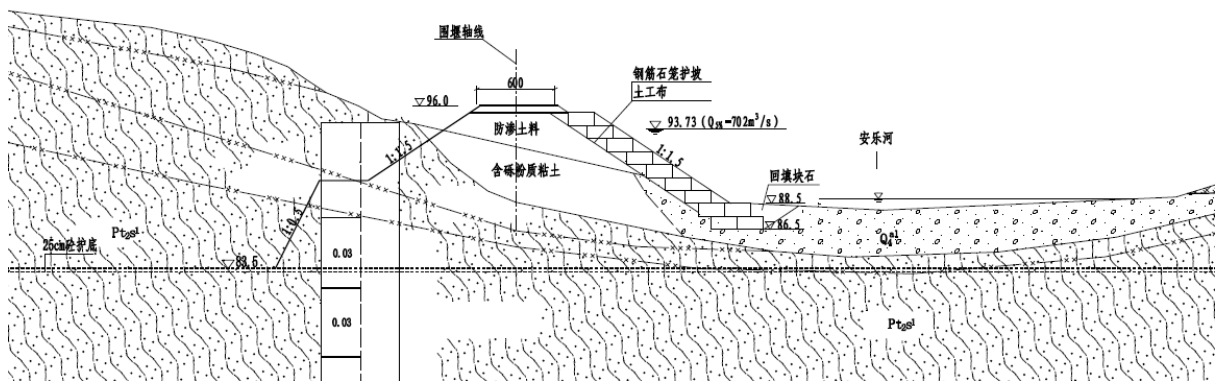


图 2.1.5-8 取水口下游围堰典型断面图

2.1.5.2 施工交通

(1) 对外交通

1) 对外交通现状

引江补汉工程项目区沿线由南至北分布有翻坝江北高速、沪蓉高速 G42、呼北高速 G59、麻安高速 G4213、邓保高速 S73、福银高速 G70，国道 G348、G347、G346、G241、G316，省道 S312、S252、S307、S334、S275、S303、S302 等主要公路，现有对外交通条件便利。

根据现有对外交通条件和主要外来物资来源，对外交通运输采用公路、铁路或公路铁路联合运输方案。

2) 进场交通设计

结合各施工区现有道路条件，引江补汉输水总干线布置 31 条进场道路，共计长约 77.63km，其中，新建约 19.94km，改扩建约 57.69km；道路采用场内三级标准，路基宽 7.5m/8.0m/9.0m，采用水泥混凝土路面，详见表 2.1.5-3。汉江影响河段综合整治工程利用输水总干线出口段进场交通。

(2) 场内交通

引江补汉工程规划布置 31 条场内道路，道路长度共计约 74.03km，其中新建约 37.59km，改扩建约 29.78km，利用地方道路 6.66km；道路采用场内三级标准，路基宽 7.5m 或 9.0m，采用泥结碎石或混凝土路面。本工程场内主要施工道路布置详见表 2.1.5-4。

表 2.1.5-3

输水总干线进场交通道路特性一览表

序号	道路名称	道路长度 (km)			道路等级	道路性质	路面/路基宽度 (m/m)	路面形式	备注
		新建	改扩建	小计					
1	取水塔进场道路	0.20		0.20	场内三级	永临结合	6.5/7.5	水泥混凝土	与县道 X206 相接
2	水田坝弃渣场进场道路	1.10		1.10	场内三级	永临结合	6.5/7.5	水泥混凝土	与县道 X206 相接
3	2#斜井进场道路	1.20		1.20	场内三级	施工期临时	6.5/7.5	水泥混凝土	与乡道 Y082 相接
4	3#平洞进场道路	0.55	0.30	0.85	场内三级	永临结合	8.0/9.0	水泥混凝土	连接至省道 S312
5	4#斜井进场道路	0.69		0.69	场内三级	施工期临时	6.5/7.5	水泥混凝土	连接至县道 X207, 贝雷桥 1 座 (长约 50m, 宽 4.5m)
6	5#斜井进场道路	1.00		1.00	场内三级	施工期临时	6.5/7.5	水泥混凝土	与雾殷公路相接
7	6#平洞进场道路	0.30	1.20	1.50	场内三级	永临结合	8.0/9.0	水泥混凝土	与雾殷公路相接
8	6-1#竖井进场道路		7.50	7.50	场内三级	施工期临时	6.5/7.5	水泥混凝土	连接至国道 G347, 改扩建道路为乡道 Y145
9	7#平洞进场道路	1.30		1.30	场内三级	永临结合	8.0/9.0	水泥混凝土	连接至国道 G241
10	8#平洞进场道路	0.14		0.14	场内三级	永临结合	8.0/9.0	水泥混凝土	连接至国道 G241
11	榨溪沟弃渣场进场道路	0.50	2.50	3.00	场内二级	施工期临时	7.0/8.0	水泥混凝土	连接至国道 G241
12	平导进口进场道路	0.20	1.10	1.30	场内三级	施工期临时	8.0/9.0	水泥混凝土	连接至国道 G241
13	11#平洞进场道路	0.10	0.88	0.98	场内三级	永临结合	8.0/9.0	水泥混凝土	连接至国道 G241
14	12#斜井进场道路	1.30		1.30	场内三级	施工期临时	6.5/7.5	水泥混凝土	连接至 11#平洞进场道路
15	13#平洞进场道路	0.35	0.86	1.21	场内三级	施工期临时	6.5/7.5	水泥混凝土	连接至土门路, 贝雷桥 1 座(长约 65m, 宽 7.5m)
16	14#平洞进场道路	0.91	2.85	3.76	场内三级	永临结合	8.0/9.0	水泥混凝土	连接至县道 X034, 外接省道 S275, 漫水桥 1 座(长约 70m, 宽 9.0m)
17	15#平洞进场道路	0.34		0.34	场内三级	施工期临时	6.5/7.5	水泥混凝土	连接至县道 X034, 贝雷桥 1 座(长约 180m, 宽 4.5m)
18	15-1#竖井进场道路		15.50	15.50	场内三级	施工期临时	6.5/7.5	水泥混凝土	连接至国道 G241, 改扩建现有村道。简易码头 3 座。
19	16#平洞进场道路	0.91		0.91	场内三级	施工期临时	6.5/7.5	水泥混凝土	连接至乡道 Y015, 外接国道 G241

续表 2.1.5-3

输水总干线进场交通道路特性一览表

序号	道路名称	道路长度 (km)			道路等级	道路性质	路面/路基宽度 (m/m)	路面形式	备注
		新建	改扩建	小计					
20	17#平洞进场道路	0.35	0.86	1.21	场内三级	永临结合	8.0/9.0	水泥混凝土	连接至国道 G241
21	18#平洞进场道路	0.39	2.63	3.02	场内三级	施工期临时	8.0(6.5)/9.0(7.5)	水泥混凝土	连接至国道 G241, 场内出渣路段按 8.0/9.0m, 其余路段按 6.5/7.5m
22	19#平洞进场道路	2.73	0.81	3.54	场内三级	永临结合	8.0/9.0	水泥混凝土	接 20#平洞进场道路
23	20#平洞进场道路	0.35	1.53	1.88	场内三级	永临结合	8.0/9.0	水泥混凝土	连接至石簪路, 跨河桥梁 1 座(长约 80m, 宽 9m)
24	21#平洞进场道路	0.50	0.48	0.98	场内三级	施工期临时	6.5/7.5	水泥混凝土	连接至乡道 Y002
25	铁匠沟料场进场道路	0.13	2.88	3.01	场内三级	施工期临时	6.5/7.5	水泥混凝土	连接至乡道 Y002
26	22#平洞进场道路	0.29	1.50	1.79	场内三级	施工期临时	6.5/7.5	水泥混凝土	连接至国道 G316/G241
27	23#平洞进场道路	0.54		0.54	场内三级	永临结合	6.5/7.5	水泥混凝土	连接至国道 G316/G241
28	24#平洞进场道路	0.33	1.74	2.07	场内三级	施工期临时	6.5/7.5	水泥混凝土	连接至乡道 Y104、冷煤路, 外接国道 G316
29	25#平洞进场道路	0.13	11.88	12.01	场内三级	施工期临时	6.5/7.5	水泥混凝土	改扩建乡道 Y022, 连接至丹双路
30	26#平洞进场道路	2.63	0.38	3.01	场内三级	永临结合	6.5/7.5	水泥混凝土	连接至环库公路/G241
31	出水口进场道路	0.48	0.31	0.79	场内三级	永临结合	6.5/7.5	水泥混凝土	接省道 S302
	合计	19.94	57.69	77.63					

表 2.1.5-4

输水总干线工程场内交通特性一览表

序号	施工区名称	道路名称	起讫点	道路长度(km)				道路等级	路面/路基 宽度(m/m)	路面型式
				新建	改扩建	利用现有 道路	小计			
1	龙潭溪施工区	场内道路 1-1	接县道 X206, 至下游围堰右岸堰顶	0.35			0.35	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
2		场内道路 1-2	接县道 X206, 至下游围堰左岸堰顶	0.10			0.10	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
3		场内道路 1-3	接县道 X206, 至黎家山砂石系统及料场	1.50			1.50	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
4	南湾施工区	场内道路 2-1	接乡道 Y082, 至七里冲弃渣场	0.50			0.50	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
5	雾渡河施工区	场内道路 3-2	接省道 S312, 至姜家沟料场			5.53	5.53	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
6	李家台施工区	场内道路 5-1	接 5#斜井洞口至施工营地		0.90		0.90	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
7		场内道路 6-1	接 6#平洞洞口至李家台弃渣场	4.60			4.60	场内三级	8.0/9.0	泥结碎石
8	寨湾施工区	场内道路 6-2	接 6-1#竖井至寨沟弃渣场		0.99		0.99	场内三级	6.5/7.5	混凝土
9	店垭施工区	场内道路 7-1	接 7#平洞洞口至石场沟弃渣场	1.00			1.00	场内三级	8.0/9.0	泥结碎石
10	竹林口施工区	场内道路 8-1	榨溪沟弃渣场进场道路至张家山砂石加工系统		0.55		0.55	场内三级	6.5/7.5	混凝土
11		场内道路 8-2	榨溪沟弃渣场进场道路至张家山料场	1.60			1.60	场内三级	6.5/7.5	混凝土
12		场内道路 8-3	国道 G241 至施工场地		0.30		0.30	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
13	北峪沟施工区	场内道路 11-1	接国道 G241 北峪沟弃渣场	0.40	3.50		3.90	场内三级	8.0/9.0	泥结碎石
14	土门施工区	场内道路 13-1	接 13#平洞口至竹林上弃渣场及 S305 省道	1.40			1.40	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
15		场内道路 13-2	接 13#平洞进场道路至施工营地	0.30			0.30	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
16	马厂村施工区	场内道路 14-1	接 14#平洞进场道路, 至马厂村弃渣场	0.90			0.90	场内三级	8.0/9.0	泥结碎石
17		场内道路 14-2	接 X034 县道至盘龙沟石料场	1.04			1.04	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
18	洪裕口施工区	场内道路 15-2	接 15-1#竖井至洪裕口弃渣场	1.28			1.28	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
19	中咀子施工区	场内道路 16-1	接 18#平洞进场道路至小峡峪弃渣场	2.52	2.10		4.62	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石



续表 2.1.5-4

输水总干线工程场内交通特性一览表

序号	施工区名称	道路名称	起讫点	道路长度(km)				道路等级	路面/路基 宽度(m/m)	路面型式
				新建	改扩建	利用现有 道路	小计			
20	夫妇峪施工区	场内道路 17-1	接 19#平洞进场道路至夫妇峪弃渣场	1.90			1.90	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
21	程家湾施工区	场内道路 18-1	接 20#平洞洞口至小洛阳沟弃渣场	1.46			1.46	场内三级	8.0/9.0	泥结碎石
22	四棵树施工区	场内道路 19-1	接 21#平洞洞口至四棵树弃渣场	2.10	0.42		2.52	场内三级	8.0/9.0	泥结碎石
23	何湾施工区	场内道路 20-1	接 20#平洞洞口至 21#平洞进场道路	0.14			0.14	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
24	石渣岭施工区	场内道路 TJ-1	进场道路至料场内部	0.56			0.56	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
25	石渣岭施工区	场内道路 21-1	接场内道路 21-1 至石渣岭弃渣场	3.92	0.14		4.06	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
26	曹家沟施工区	场内道路 22-1	接国道 G316 至高速沟弃渣场	1.82			1.82	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
27	黄家营施工区	场内道路 23-1	23#平洞洞口至三皇庙沟弃渣场	1.29	1.36		2.65	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
28	铁匠河施工区	场内道路 24-1	接 Y104 乡道至黑龙沟弃渣场	2.02	0.90		2.91	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
29	刘家湾施工区	场内道路 25-1	接 26#平洞洞口至温家沟弃渣场	2.94	18.62		21.56	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
30	桐木沟施工区	场内道路 26-1	至施工场地等	0.56			0.56	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
31	安乐河施工区	场内道路 PJY-1	连接省道 S302 及施工区、营地、渣场、料场等	1.39		1.13	2.52	场内三级	6.5/7.5	泥结碎石
合计				37.59	29.78	6.66	74.03			

2.1.5.3 施工供水供电

(1) 施工供水

引江补汉工程分段布置施工区，针对本工程线路长、施工点多且沿工程轴线分散布置的特点，将距离较近的施工区合并考虑，共设置供水系统 31 座。施工区内办公生活区、综合加工厂、综合仓库、机械汽车停放场、保养厂等集中用水为生活水；混凝土拌和站、管片预制厂、输水隧洞和施工支洞（斜井）施工用水为生产水；砂石系统内砂石料加工用水为生产水，运行人员饮用水自备桶装水。

取水水源为各施工点附近箐沟、溪流或水库，箐沟、溪流水量在枯水季节较少需做拦水坎蓄水。施工点附近无可用的地表水源时采用打机井作为水源。施工作业点人员的饮用水自备，砂石加工系统运行人员的饮用水采用桶装水。

(2) 施工供电

引江补汉工程以隧洞为主，施工期主要用电负荷包括：隧洞土石方开挖、施工通风及排水、隧洞混凝土衬砌施工、砂石料开采与加工、混凝土生产系统、供水系统、综合加工厂等施工企业及其它生产、施工营地生活用电。主要施工用电设备为隧洞施工的 TBM、空压机、多臂钻、通风机、排水泵、混凝土泵等。

引江补汉工程沿线电网较为完善，电网电压等级主要为 220kV、110kV、35kV、10kV。沿线可用作施工供电电源的主要有：110kV 莲沱变电站、雾渡河 110kV 古树变电站、保康县 220kV 翁泉变电站、35kV 店垭变电站、35kV 赵湾变电站、紫金镇 110kV 变电站、丹江口 110kV 潘家岩变电站等。

工程沿线主施工区采用 35kV 双回供电，由合适的 220kV 或 110kV 变电站引出专用 35kV 线路。对于隧洞内的空压机、通风机、排水泵、多臂钻等设备，采用在洞外安装 35/10kV 变压器、10kV 电缆进洞、洞内设置 10/0.4kV 移动箱变的供电方式。TBM 采用 20kV 供电，安装 35/20kV 变压器并通过电缆进洞向其供电。对于隧洞外的空压机、通风机以及砂石加工系统、混凝土生产系统等附属企业和施工营地的施工变电所，采用 10/0.4kV 变压器供电。

此外，在施工区及隧洞口配置满足容量要求的 10kV 及 0.4kV 柴油发电机组，确保隧洞施工的应急抽排水、通风及照明用电负荷。工程共设置 12 个变电站、17 个配电所。



2.1.5.4 施工生产生活设施

引江补汉工程布设的施工生产生活设施主要包括：混凝土拌和站、施工机械停放场、综合加工厂、综合仓库、办公生活区、管片预制厂、砂石加工系统、施工供水供电设施等，占地总面积 193.73hm²。汉江影响河段综合整治工程结合出口安乐河施工区使用。

引江补汉工程输水总干线布置 30 条施工支洞（26 条施工平洞/斜井、3 条施工竖井和 1 条平行导洞），其中 9#、10#横通洞在地下与平行导洞相接，其施工设施与平行导洞一并考虑。根据工程布置和施工支洞布置特点，共布置 25 处施工生产生活区，详见表 2.1.5-5。

表 2.1.5-5 输水总干线施工生产生活区一览表

序号	位置	工作面	占地面积(万 m ²)
1	龙潭溪施工区	取水口、1#平洞	42.67
2	南湾施工区	2#斜井	7.84
3	雾渡河施工区	3#平洞	5.00
		4#斜井	3.85
4	李家台施工区	5#斜井	3.05
		6#平洞	6.58
5	寨湾施工区	6-1#竖井	2.09
6	店垭施工区	7#平洞	6.31
7	竹林口施工区	8#平洞	4.25
8	张家山施工区	8-1#竖井	1.15
9	茅坪施工区	平行导洞、9#横通道、10#横通洞	2.08
10	北峪沟施工区	11#平洞	6.28
		12#斜井	4.07
11	土门施工区	13#平洞	6.26
12	马厂村施工区	14#平洞	4.59
		15#平洞	9.51
13	洪裕口施工区	15-1#竖井	1.07
14	中咀子施工区	16#平洞	4.39
15	夫妇峪施工区	17#平洞	4.38
16	程家湾施工区	18#平洞	4.17
17	四棵树施工区	19#平洞	5.46
18	何湾施工区	20#平洞	2.38
19	石渣岭施工区	21#平洞	2.80
20	曹家沟施工区	22#平洞	5.82



续表 2.1.5-5

输水总干线施工生产生活区一览表

序号	位置	工作面	占地面积(万 m ²)
21	黄家营施工区	23#平洞	2.31
22	铁匠河施工区	24#平洞	3.29
23	刘家湾施工区	25#平洞	9.96
24	桐木沟施工区	26#平洞	6.76
25	安乐河施工区	出水口	25.36
合计			193.73

2.1.5.5 料源规划

(1) 料源选择与规划

输水总干线及汉江影响河段综合整治工程所需料源种类包括混凝土骨料、碎石料、块石料、豆粒石料、土石方填筑料等。

输水总干线及汉江影响河段综合整治工程混凝土(含喷混凝土)设计总量 829.66 万 m³, 其中输水总干线 829.07 万 m³, 汉江影响河段综合整治工程 0.59 万 m³, 对应混凝土粗细骨料 912.63 万 m³(自然方, 下同)。此外, 碎石、块石料设计总量 28.66 万 m³、豆粒石设计总量为 32.01 万 m³、土石方填筑设计总量 284.11 万 m³。

工程所需混凝土骨料 912.63 万 m³中, 249.15 万 m³来自自身开挖料, 其他部分来自料场开采, 料场选择黎家山、姜家沟、张家山、蝎子坪、盘龙沟、铁匠沟、土门畈、安乐河等 8 处料场。碎石料、块石料、豆粒石料料源利用料场开采。土石填筑料全部利用自身开挖料, 详见表 2.1.5-6。工程沿线石料场基本特征见表 2.1.5-7。

表 2.1.5-6

引江补汉工程料源规划表

单位: 万 m³

料物设计量		料物设计量 折算方	开挖料净 利用量	料场净补充量	料场 规划开采量
料物种类	压实方/堆方	自然方	自然方	自然方	自然方
土石填筑料	284.11	322.85	322.85		
块石料	27.14	18.98		718.13	1167.68
碎石料	1.52	1.52			
豆粒石	32.01	32.01			
砼骨料	1310.87	912.63	249.15		
合计	1655.65	1287.99	572.00	718.13	1167.68



表 2.1.5-7

引江补汉工程沿线石料场基本特征

料场编号	料场名称	地层代号	岩性	剥离层厚度(m)	有用层储量(万 m ³)	剥采比	质量评价	就近施工支洞编号	对应总干线桩号	与支洞口直线距离(km)	开采及运输条件
LA I -1	黎家山	δo_2^3	石英闪长岩	8-15	170	0.28	微新岩体各项质量指标基本符合规范要求	进口、1#	进口	1.0	从上至下梯级开采,有简易公路
LA I -2	姜家沟	$\gamma \delta_2^3$	斑状花岗岩	8-20	315	0.40		3#	LA I K31+500	1~3.5	从上至下梯级开采,有简易公路
LA I -3	张家山	O _{1n}	灰岩、白云质灰岩	2~8	529	0.17		8#	LA I K86+400	4.5	由北向南开采,交通较为方便
LA I -4	蝎子坪	ϵ_{1sh}	白云岩	6~15	142	0.34		11#、12#、13#	LA I K113+000	0.7、0.5、3.0	由北西向南东开采,与支洞间无交通道路
LA I -5	盘龙沟	ϵ_{1th}	白云质灰岩	3~9	450	0.18		14#、15#、16#	LA I K136+300	0.6、0.5、5.0	由南向北开采,无公路通过料场
LA I -6	铁匠沟	$\beta \mu$	辉绿岩	5~15	630	0.17	微新岩体各项质量指标基本符合规范要求	22#、23#	LA I K177+800	4.0、3.7	从上至下梯级开采,有简易公路通过
LA I -7	土门畈	$\beta \mu$	辉绿岩	5~15	250	0.36		25#、26#	LA I K187+800	6.6、1.6	由南向北梯级开采,有简易公路通过
LA I -8	安乐河	$\beta \mu$	辉绿岩	6~15	164	0.38		出口	出口	0.5	从上至下梯级开采,交通便利

（2）料场开采

料场开采施工自上而下进行，主要开采程序为：施工道路→周边截水沟→表层剥离→石料开采→边坡支护→边坡排水沟施工。

料场剥离包括开采前的揭顶剥离和开采后的边帮剥离。料场揭顶开挖采用手风钻钻孔爆破，推土机或挖掘机转至装渣平台，再在装渣平台进行二次挖装上车运走，部分直接挖装运输。边帮剥离原则上先剥离后开采，每个开挖梯段的外侧周边均存在一定厚度的剥离层，这部分的剥离随开挖高程的下降先期进行。

覆盖层采用 75kW~125kW 推土机集料， $1.0\text{m}^3 \sim 2.0\text{m}^3$ 挖掘机装 15t~20t 自卸汽车运至石料场边上，待料场开挖完后再回运平整复耕。有用层采用台阶爆破法开挖，台阶高度 10m~15m 左右，潜孔钻造孔， $1.0\text{m}^3 \sim 2.0\text{m}^3$ 挖掘机装 15t~20t 自卸汽车运至砂石加工系统或用料部位。

2.1.6 土石方平衡及弃渣场规划

（1）土石方平衡

输水总干线开挖量（包括围堰拆除，不含料场无用剥离料）3344.34 万 m^3 ，其中土石方明挖（含围堰拆除）395.45 万 m^3 ，石方洞挖 2948.88 万 m^3 ，共有 249.15 万 m^3 洞挖料作为混凝土骨料及石料利用，322.85 万 m^3 作为土石方填筑料，料场无用剥离料 277.67 万 m^3 ，剩余 4694.39 万 m^3 （松方）弃料中 4559.94 万 m^3 （松方）弃于相应弃渣场，134.45 万 m^3 （松方）用场平工程。土石方平衡详见表 2.1.6-1。

（2）弃渣场规划

根据输水总干线工程施工区可利用的地形条件，输水总干线沿线共布置 25 处弃渣场，弃渣场布置情况详见表 2.1.6-2。



续表 2.1.6-1

输水总干线及汉江影响河段综合整治工程土石方平衡表

单位：万 m³

分段	桩号	开挖量				混凝土	土石方填筑料	碎石	块石	开挖料设计利 用量 (填筑)	开挖料净利 用量 (砂石)	料场规划开 采量	料场 剥离量 (弃渣)	料场		弃渣		
		主洞	支洞	明挖	围堰拆除	设计方	设计方	设计方	设计方	自然方	自然方		自然方	自然方	名称	桩号	松方	渣场 容量
上游段	LAIK155+450	98.48				27.00						52.12				340.49	343	四棵树沟 弃渣场
19#施工支洞	LAIK163+709		19.52	0.38		3.65												
下游段	LAIK164+100	4.66				1.27												
石花控制闸		33.86		7.72		10.75	0.40			0.45								
石花泵站		9.04		5.03		2.72	0.21			0.24								
D1#支洞		0.32				0.11												
D2#支洞		0.17				0.08												
D3#支洞		0.13				0.08												
上游段	LAIK164+100	10.92				3.17												
20#施工支洞	LAIK165+073		7.78	0.24		1.59												
下游段	LAIK167+300	25.00				7.25												
上游段	LAIK167+300	23.58				6.84												
21#施工支洞	LAIK169+401		7.18	0.24		2.68												
下游段	LAIK171+700	25.80				7.49												
上游段	LAIK171+700	25.66				7.45												
22#施工支洞	LAIK173+986		6.72	0.24		2.31												
下游段	LAIK176+300	25.97				7.54												
上游段	LAIK176+300	20.23				5.87												
23#施工支洞	LAIK178+102		9.85	0.24		2.64												
下游段	LAIK180+500	26.92				7.81												
上游段	LAIK180+500	22.65				6.57												
24#施工支洞	LAIK182+518		12.77	0.24		2.90												
下游段	LAIK184+500	22.25				6.46												
上游段	LAIK184+500	24.40				7.08												
25#施工支洞	LAIK186+674		12.68	0.24		2.89												
下游段	LAIK189+226	28.64				8.31												
上游段	LAIK189+226	20.20				5.86												
26#施工支洞	LAIK191+026		6.66	0.24		1.29												
下游段	LAIK192+200	13.18				3.82												
上游段	LAIK192+200	23.38				6.79												
隧洞出口	LAIK194+285																	
出水口检修闸				53.17		3.26	5.16			5.86	0.00	51.08		安乐河	出口段	20.00	20	潘家岩场平
出口检修 排水泵站				12.22		7.87	4.81			5.47								
安乐河整治				38.81		1.64	0.06			0.07								
安乐河出 水口导流					2.77		2.34	0.02	0.41	2.65								
汉江航道治理				166.20		0.59	154.79		15.83	175.90								
合计		2391.71	557.17	330.31	65.14	829.66	284.11	1.52	27.14	322.85	249.15							

表 2.1.6-2 输水总干线及汉江影响河段综合整治工程弃渣规划表

序号	施工区	弃渣场	规划顶面高程 (m)	弃渣场容量 (万 m ³)	弃渣量 (松方,万 m ³)	占地面积 (万 m ²)
1	龙潭溪施工区	水田坝弃渣场	402	174	171.59	18.13
2	南湾施工区	七里冲弃渣场	360	25	23.23	9.18
3	雾渡河施工区	邓家畈弃渣场	500	420	387.37	13.86
4	李家台施工区	李家台弃渣场	605	410	374.19	43.91
5	寨湾施工区	寨湾弃渣场	810	44	36.34	12.39
6	店垭施工区	石场沟弃渣场	540	390	321.24	32.42
7	竹林口施工区	榨溪沟 1#弃渣场	678	656	653.53	53.84
		榨溪沟 2#弃渣场				
		榨溪沟 3#弃渣场				
8	茅坪施工区	茅坪弃渣场	414	160	158.06	17.82
9	北峪沟施工区	北峪沟弃渣场	532	330	295.95	24.69
10	土门施工区	竹林上弃渣场	490	92	90.07	9.21
11	马厂村施工区	马厂村弃渣场	360	559	556.88	30.42
12	洪裕口施工区	洪裕口弃渣场	394	42	27.88	9.76
13	中咀子施工区	小陕峪弃渣场	408	100	91.19	9.01
14	夫妇峪施工区	夫妇峪弃渣场	340	110	108.32	18.06
15	程家湾施工区	小洛阳沟弃渣场	274	167	165.08	16.44
16	四棵樹施工区	四棵樹沟弃渣场	260	343	340.49	17.15
17	石渣岭施工区	石渣岭 1#弃渣场	160	110	86.92	19.17
		石渣岭 2#弃渣场				
18	曹家沟施工区	高速沟弃渣场	235	110	89.64	16.11
19	黄家营施工区	三皇庙沟弃渣场	290	163	161.76	14.78
20	铁匠河施工区	黑龙沟弃渣场	270	100	86.67	16.38
21	刘家湾施工区	温家沟弃渣场	290	123	121.95	19.16
22	桐木沟施工区	桐木沟弃渣场	200	213	211.60	25.97
合计				4846	4559.94	447.86

2.1.7 施工工艺和方法

2.1.7.1 输水总干线工程

(1) 取水口、出水口建筑物

1) 土石方开挖

开挖施工程序按照自上而下分台阶开挖,各台阶边坡紧跟开挖边坡及时支护。

覆盖层开挖采用 2.0m³~3.0m³ 挖掘机直接装 15t~20t 自卸汽车出渣,少部分辅以推土机集渣。石方开挖自上而下采用台阶爆破,台阶高度 10m~15m 左右,潜孔钻(手风



钻辅助)造孔,轮廓面光面或预裂爆破, $2.0\text{m}^3 \sim 3.0\text{m}^3$ 挖掘机挖装, 15t~20t 自卸汽车出渣。

系统锚杆采用锚杆钻机钻孔, 锚杆绑扎好注浆管和回浆管后插入孔内, 移动式灌浆泵注浆。喷混凝土采用 PH30 混凝土喷射机喷射, 初喷后人工挂网, 再终喷至设计厚度。排水孔施工在喷锚支护完成后进行, 利用锚杆钻机钻钻孔, 并作好孔口保护。

2) 混凝土浇筑

取水口和出水口混凝土浇筑施工顺序为: 底板混凝土浇筑→底板固结灌浆→塔体进口段、闸门段及渐变段混凝土浇筑→工作闸门、检修闸门段预埋件的安装→塔体上部混凝土浇筑→闸门二期混凝土浇筑→拦污栅及闸门启闭设备安装→闸门安装。

拟主要采用丰满门机、混凝土泵和附壁式塔机联合浇筑方案。下部混凝土各采用 10t 高架丰满门机配 3m^3 吊罐浇筑, 同时安装附壁式塔机。进口底板及护坡采用 1 台 10t 履带吊浇筑。混凝土水平运输采用自卸汽车。

(2) 隧洞钻爆法洞挖

1) 平洞钻爆法洞挖

① II、III 类围岩

采用全断面开挖, 凿岩台车造孔, 中间掏槽, 周边光爆开挖, 3m^3 装载机转装 15t~20t 自卸汽车运至弃渣场。开挖后即进行初期支护, 初期支护紧跟掌子面。按先初喷混凝土、施打锚杆, 再挂钢筋网、最后终喷混凝土的程序进行。喷混凝土采用湿喷机, 钢筋网在与锚杆连接处点焊固定, 使喷射混凝土时不易晃动。系统锚杆采用锚杆钻注一体机施工。排水孔施工在喷锚支护完成后进行, 利用锚杆钻机钻钻孔, 并作好孔口保护。

② IV 类围岩

根据地质情况, IV 类围岩局部洞段视围岩情况施作超前锚杆, 采用系统锚杆采用锚杆钻注一体机施工。视 IV 类围岩稳定情况, 采用全断面或分 2~4 层开挖。全断面开挖方法同 II、III 类围岩。分层的上部采用凿岩台车或手风钻造孔, 中间掏槽, 周边光爆开挖; 分层的下部采用台阶爆破开挖, 潜孔钻或手风钻钻孔, 周边光爆。台阶高 3m~7m, 台阶长度 3m~8m, 在遇围岩条件较差时, 可适当减小台阶长度。爆渣由 3m^3 装载机转装 15t~20t 自卸汽车运至弃渣场。

开挖后即进行初期支护, 挂网钢筋、喷射混凝土、系统锚杆、排水孔施工方法同 III 类围岩。钢拱架洞外分段制作, 运至洞内后拱架安装机安装。拱架间按设计焊接纵向连

接筋，拱脚必须安放在牢固基础上。

③ V类围岩段

根据地质情况，对V类围岩局部洞段拱顶局部进行超前大管棚、超前锚杆或超前小导管预支护。超前大管棚采用 RPD-150C 型全液压多功能钻机钻孔。超前小导管采用锚杆钻机钻孔，移动式灌浆泵注浆。超前锚杆施工方法同IV类围岩。

超前支护完成后，对施工支洞视围岩稳定情况采用全断面、分两层开挖或分层预留核心土开挖，核心土面积要大于上半断面的一半以上。开挖后即进行初期支护。

2) 斜井钻爆法洞挖

① II、III类围岩

采用钻爆法全断面开挖，气腿式手风钻造孔，中间掏槽，周边光面爆破。爆渣采用耙斗机装渣，有轨矿车经井外提升机牵引出井，井口卸渣后，再由 3m^3 装载机转装 15t 自卸汽车运至弃渣场。

洞外配置常用的单绳缠绕式矿井提升机。提升机的提升能力按开挖进尺、支洞纵坡、支洞长度等因素计算，支洞施工时需采取“一坡三挡”安全措施，在井口、井颈段 20m 处、掌子面上方 20m 处各设一道安全挡车器，以防跑车事故的发生。斜井轨道采用“四轨双线布置”，轨道规格为 30kg/m。

开挖后即进行初期支护，初期支护紧跟掌子面。按先初喷混凝土、施打锚杆，再挂钢筋网、最后终喷混凝土的程序进行，施工方法同平洞。

② IV类围岩

根据地质情况，IV类围岩局部洞段视围岩情况施作超前锚杆。IV类围岩采用全断面开挖，施工方法同施工支洞 III 类围岩。

开挖后即进行初期支护，挂网钢筋、喷射混凝土、系统锚杆、排水孔施工方法同 III 类围岩。钢拱架洞外分段制作，运至洞内后拱架安装机安装。拱架间按设计焊接纵向连接筋，拱脚必须安放在牢固基础上，并与锁脚锚杆焊接牢固。

③ V类围岩段

根据地质情况，对V类围岩局部洞段拱顶局部进行超前大管棚、超前锚杆或超前注浆小导管预支护。超前大管棚采用 RPD-150C 型全液压多功能钻机钻孔。超前注浆小导管采用锚杆钻机钻孔，移动式灌浆泵注浆。超前锚杆施工方法同IV类围岩。

超前支护完成后，对施工支洞视围岩稳定情况采用全断面或分两层开挖。分层的上



部采用手风钻造孔，中间掏槽，周边光爆开挖；分层的下部采用台阶爆破开挖，潜孔钻或手风钻钻孔，周边光爆。全断面开挖方法同IV类围岩。

开挖后即进行初期支护，施工方法同施工支洞IV类围岩。

（3）隧洞 TBM 法洞挖

1) TBM 掘进

TBM 在完成安装、调试并滑行至始发洞的掌子面后，即开始试掘进。每天按两个掘进班和一个维护检修班组织生产，每掘进班 10h，维护班 4h。

TBM 根据围岩情况选择掘进模式：在均质硬岩条件下掘进，采用自动控制推力模式；在均质软岩条件下掘进，采用自动控制扭矩模式；如掌子面围岩软硬不均，节理发育，遇有破碎带、断层带时，选择手动模式。

根据地质预报及时调整掘进模式，并根据对岩渣的观察及掘进信息的反馈，及时调整掘进推力、扭矩、刀盘转速、贯入度等，以适应实际的地质情况。随时注意调整各推进油缸压力以及时纠偏，防止掘进姿态偏差累积过大。

2) TBM 出渣

刀盘破碎岩石的岩渣经过主机皮带机、连接桥皮带机、后配套转载皮带机后，经接料斗直接被转载到洞内连续皮带机皮带上，转运出洞，再由 15t 自卸车转运至弃渣场。

3) 护盾式 TBM 管片安装、豆砾石回填及灌浆

① 管片安装

双护盾工作模式下掘进时，安装管片可以同步的进行。管片运输至工作面后，采用行走于桁架结构上的专用吊运设备将管片从运输车上运送到管片喂送器，喂送器安装器的吸盘将管片抓起就位后，此时附推油缸伸出使管片压紧后，人工将连接螺栓安装好，依次将整环管片安装完成。管片的顺序为前一环先安装底部和顶部管片，然后安装两侧管片，下一环先安装两侧管片，然后安装底部和顶部管片。

② 豆砾石回填及灌浆

管片安装完成后进行豆砾石填充，豆砾石填充能力应与最高掘进速度相匹配，并有一定的余量。豆砾石沿隧洞运输到洞内后，将其贮入安装于后配套系统的豆砾石输送机内，用豆砾石输送机将豆砾石从布料器送入豆砾石泵，豆砾石泵将豆砾石通过预留于管片上的孔吹入管片的环形空隙。

豆砾石回填的顺序是首先回填底拱的两孔，再回填顶拱的两边的孔，直到侧拱的孔



内有豆砾石相继流出，则暂时封堵。

豆砾石充填后利用灌浆设备进行灌浆，按先底拱、再边拱、后顶拱的顺序进行。在设计压力下，灌浆孔停止吸浆，并继续灌注规定时间后即可结束。

4) 敞开式 TBM 初期支护施工

在 TBM 主机进行掘进的同时，主机及后配套附属设备完成初期支护施工作业。

钢拱架利用 TBM 的钢拱架安装器安装。钢拱架构件运至后配套卸料后，经转运系统运到钢拱架安装器处，安装前清除底部堆渣，由安装器完成钢拱架旋转拼接、撑紧以及底部开口张紧封闭等。

喷射混凝土利用 TBM 的喷锚机械手进行作业。混凝土由搅拌罐车运至 TBM 后配套后通过输送泵喷射机械手处。钢筋网人工铺设，并与钢拱架及锚杆等连接牢固；混凝土喷射前需清除开挖面的浮石、底部堆渣等，喷射作业自下而上，对喷锚机械手未能喷射到的区域采用人工补喷。

锚杆利用 TBM 自带锚杆钻机钻孔施工。钢筋排系统储存在护盾空间中，破碎易掉块洞段时随时取用，与钢拱架焊接牢固。

(4) 石花控制闸施工

1) 土石方开挖

交通洞、排水洞及施工支洞等均采用全断面开挖。交通洞采用两臂钻造孔，中间掏槽，周边光爆开挖， $2.0\text{m}^3 \sim 3.0\text{m}^3$ 装载机装渣， $10\text{t} \sim 15\text{t}$ 自卸汽车运至弃渣场。排水洞和施工支洞采用手风钻造孔、中间掏槽、周边光爆开挖， $0.75\text{m}^3 \sim 1.5\text{m}^3$ 装载机装渣， $10\text{t} \sim 15\text{t}$ 自卸汽车出渣。

溢流调压井、工作门井和检修闸门井均采用反井钻法施工，待引水洞开挖完成后，从地面采用 LM-200 型反井钻机钻一直径 216mm 导向孔后，再反向扩挖成直径 2.0m 出渣导井，最后手风钻钻爆一次扩挖至设计断面， $0.75\text{m}^3 \sim 1.5\text{m}^3$ 装载机装渣， $10\text{t} \sim 15\text{t}$ 自卸汽车出渣。

调压室分 5 层开挖，第 I、II、III 层通过 D1#、D2#、D3# 施工支洞进行施工，第 IV、V 层通过输水洞进行施工。顶拱采用中导洞先行，两侧扩挖跟进，三臂钻造孔，中间掏槽，周边光爆开挖；以下各层采用中间掏槽、两侧扩挖，潜孔钻垂直钻孔，周边光爆开挖， $2\text{m}^3 \sim 3\text{m}^3$ 装载机及挖掘机装渣， $10\text{t} \sim 15\text{t}$ 自卸汽车运出渣。

闸室分 2 层开挖，上层采用全断面开挖，两臂钻造孔，中间掏槽，周边光爆开挖；



下层采用台阶爆破开挖，中间掏槽、两侧扩挖，潜孔钻垂直钻孔，周边光爆开挖。 $2.0\text{m}^3 \sim 3.0\text{m}^3$ 装载机装渣， $10\text{t} \sim 15\text{t}$ 自卸汽车运至弃渣场。

排水洞由连接外部的永久通道进入施工，手风钻造孔、中间掏槽、周边光爆开挖， 0.5m^3 反铲装渣，农用车出渣。

2) 混凝土施工

交通洞和排水洞采用钢模台车及混凝土泵进行，混凝土水平运输采用混凝土搅拌运输车。

控制闸初步考虑布置 1 台 30t 的施工桥机，进行钢筋、模板埋件吊装等仓面作业，以及辅助浇筑混凝土。控制闸混凝土采用混凝土泵送和施工桥机入仓联合浇筑施工方案。施工桥机布置在永久桥机轨道上。施工桥机在安装场内采用汽车吊安装。混凝土运输从交通洞运入。闸室、排水泵房等衬砌采用混凝土泵浇筑。

(5) 导流建筑物施工

1) 排导渠施工

水上部分开挖采用 2.0m^3 挖掘机挖装，水下部分开挖采用 1.0m^3 长臂反铲向两侧后退法施工， $15\text{t} \sim 20\text{t}$ 自卸车出渣。

排导渠填筑尽量利用开挖料，减少转运，水下部分采用抛填方式，水上部分分层碾压，削坡整形后进行护坡施工。

2) 导流隧洞施工

导流隧洞长约 363.0m ，采用城门洞型断面，断面尺寸 $11\text{m} \times 14\text{m}$ （宽 $\times$ 高），采用全断面衬砌。

采用全断面开挖，手风钻造孔，中间掏槽，周边光爆开挖， 3m^3 装载机装 $15\text{t} \sim 20\text{t}$ 自卸汽车运至弃渣场。

开挖后即进行初期支护，初期支护紧跟掌子面。按先初喷混凝土、施打锚杆，再挂钢筋网、最后终喷混凝土的程序进行。

喷混凝土采用湿喷机，钢筋网在与锚杆连接处点焊固定，使喷射混凝土时不易晃动。系统锚杆采用锚杆钻注一体机施工。钢拱架洞外分段制作，运至洞内后人工安装。排水孔施工在喷锚支护完成后进行，利用锚杆钻机钻钻孔，并作好孔口保护。

混凝土衬砌先浇筑底板，再浇筑顶拱侧墙。底板采用滑模浇筑，顶拱侧墙浇筑完成后采用滑模浇筑底板。平洞混凝土采用混凝土搅拌车运输，混凝土泵浇筑。



3) 围堰施工

① 围堰填筑及拆除

围堰填筑利用工程开挖料, 15t~20t 自卸汽车从开挖区或存渣场运至填筑区。水上、水下分别采用抛填法和分层铺筑法施工, 分层厚度 0.5m~1.5m, 125kW 推土机平料, 20t~25t 振动碾压实。

围堰先填筑至堰顶, 在围堰堰顶施工混凝土防渗墙。

围堰拆除水上部分采用 2.0m³挖掘机挖装, 水下部分采用 1.0m³长臂反铲向岸后退法挖装出渣。需拆除防渗墙采用 YQ100 钻机钻孔、装药爆破炸碎后挖装出渣。

② 防渗墙施工

结合本工程防渗墙采用“钻劈法”和“钻抓法”相结合的方式施工。主孔采用“钻劈法”施工, 副孔采用钻抓法”施工。

槽孔分为两期, 一期槽先施工, 二期槽后施工; 一、二期均先施工主孔, 再施工副孔。槽孔采用冲击反循环钻机配合液压抓斗造孔, 采用“三钻两抓”成槽。主孔采用 CZF-1500 型冲击反循环钻成孔, 泵吸反循环出渣; 副孔采用 SH350D 型液压抓斗造孔。遇有大块石时, 用全液压钻机钻孔爆破或聚能爆破炸碎, 或配合重锤砸碎大块石后再用抓斗出渣。

槽孔造完后, 吊车下设预埋管和浇筑导管, 混凝土搅拌车送料, 自下而上置换孔内泥浆, 在浆柱压力的作用下自行密实成墙。

混凝土开始浇筑后即连续浇筑, 槽孔内混凝土上升速度控制为 3.5~5.5m/h, 并连续上升至堆顶高程。槽孔内混凝土面均匀上升, 其高差应控制在 0.5m 以内。

2.1.7.2 汉江影响河段综合整治工程

(1) 航道整治工程施工

1) 导流潜堤、步行桥附近导堤内侧抛填施工

导流潜堤以填方为主, 江心滩局部高于堤顶高程。导堤填高一般 0.4m~2.7m, 最大填高约 3.3m。

导流潜堤填筑料利用开挖料, 10t~15t 自卸汽车从开挖区或存渣场运至填筑区。水上、水下分别采用抛填法和分层铺筑法施工, 分层厚度 0.5m~1.5m, 125kW 推土机平料, 20t~25t 振动碾压实。

步行桥附近导堤内侧抛填施工方法同导流潜堤。



2) 引航道口门和步行桥附近疏浚

疏浚基本在第四系全新统冲积层砂砾卵石中进行, 呈松散一密实状, 挖深一般 1.7m ~ 2.4m, 较适合采用铲斗式挖泥船。

铲斗式挖泥船宜采用纵挖法施工, 作业时利用定位钢桩(或锚缆)固定船体。进行定位时应该先放一前钢桩大致定位, 再用铲斗与前后钢桩调整船位, 确认船位在挖槽起点后在进行挖泥。当挖槽宽度超过铲斗挖泥船一次所能开挖的宽度应该分条施工。一次所能开挖的宽度由铲斗的回旋半径和回旋角决定。

在开挖区岸边设置开挖料转运码头, 每座转运码头设置一座固定式 6m³抓斗起重吊, 开挖料由 180m³驳船运至岸边后, 固定式起重吊从驳船装卸至 15t ~ 20t 自卸汽车出渣。

(2) 羊皮滩修复工程施工

羊皮滩右缘、头部左缘及尾部进行修复, 以回填为主, 平均回填高 2m ~ 3m。填筑之前做清基处理, 采用 80Hp ~ 100Hp 推土机推土集料, 局部采用小型反铲和人工配合清理, 15t ~ 20t 自卸车出渣。填筑料利用开挖料, 运至回填区后退法卸料, 80Hp ~ 100Hp 推土机铺料, 辅以人工整平, 12t ~ 16t 的振动平碾压实。

(3) 护岸加固工程施工

护岸加固工程包括汉江左岸步行桥上下游 1.5km 和均州大桥上下游 1.2km; 羊皮滩右汉沧浪洲洲尾至连接桥和溢流堰至汉江大桥。

护岸工程原状多为浆砌石护坡、人工堆积土、全新统冲积层。护坡施作前先采用小型反铲和人工配合清理, 并削坡至设计坡面。黄沙由 15t 自卸车运至现场后, 人工小推车运往各工作面摊铺; 无纺布自上而下采用人工铺设, 每块间预留一定的搭接长度; 钢丝网格自上而下人工铺设, 固定在插入土内一定距离的钢筋上。

(4) 桥梁复建工程施工

桥梁复建工程包括羊皮滩右汉连接桥和沧浪洲明渠连接桥。原桥梁拆除前先将铁栏杆等金属结构切割移除运走。钢筋混凝土桥面采用机械为主、人工为辅的方式拆除, 按先上后下、先非承重结构后承重结构的顺序进行。

采用液压岩石破碎机及破碎锤对钢筋混凝土进行破碎和松动, 局部人工配合撬、凿, 并焊割钢筋等, 1.0m³ ~ 1.5m³ 挖掘机装 15t ~ 20t 自卸车出渣。

桥墩基础开挖前做好导流工程和截排水措施。覆盖层采用 1.2m 反铲开挖, 岩石采用台阶爆破开挖, 建基面预留保护层开挖, 轮廓面采用光面爆破或预裂爆破。



扩大基础混凝土浇筑采用组合模板，胶轮车水平运输后经简易引桥转溜筒入仓，人工平仓、插入式振捣器振捣。

承台墩身钢筋板扎后立模，混凝土分层浇筑。桥身采用预制梁板，汽车吊吊装后，浇筑桥面混凝土。最后安装泄水管、护栏，设置伸缩缝。

2.1.8 工程进度安排

2.1.8.1 施工总工期

引江补汉工程施工总工期 108 个月，其中，工程准备期 12 个月(占直线工期 3 个月)，主体工程施工期 103 个月，工程完建期 2 个月。工程筹建期 24 个月，不计入总工期。TBM5、TBM6 两个施工段是工期控制性项目。

2.1.8.2 输水总干线工程施工进度安排

输水总干线主体工程安排在第 1 年 4 月~第 9 年 10 月施工，工期 103 个月。期间完成各施工支洞开挖、输水隧洞、进出口、调压井等全部主体工程施工内容。

(1) 取水口

进水塔施工进度为：导流洞进出口围堰施工(3 个月)→导流洞施工(10 个月)→围堰填筑及防渗墙施工(5 个月)→边坡开挖(7 个月/直线工期 4 个月)→输水洞进口段施工(9 个月)→底板混凝土浇筑及底板固结灌浆(1 个月)→塔体混凝土浇筑(8 个月)→金结安装(3 个月)→围堰拆除(2 个月)，工期约 45 个月。由于取水口围堰全部利用开挖料进行填筑，为获得足够的开挖料(扣除混凝土骨料利用量)，工程施工前 4 年取水口暂不施工，故取水口施工工期约 96 个月。

(2) 输水隧洞

输水隧洞分为 TBM 法洞段和钻爆法洞段，其基本施工程序均为施工支洞施工→输水隧洞施工→支洞封堵。

1) TBM 施工段工期

输水隧洞共采用 9 台 TBM，受到地形条件限制，各施工段长度较大，工期较长。

按照初拟的施工工效，分别统计各 TBM 施工段的围岩类别，并考虑超前灌浆、超硬岩、岩爆等因素对工期的影响，TBM5、TBM6 施工段工期较长，工期均达到 108 个月。按照不同围岩类别的拟定进尺，计算各 TBM 施工段的掘进工期，由此计算各台 TBM 的综合进尺。TBM1~TBM3 地质条件较好，综合进尺 297~316m/月，地质条件稍差的 TBM4~TBM9 综合进尺 217~293m/月，总体上处于同类工程施工经验范围内。



2) 钻爆施工段工期

各钻爆段隧洞施工工期差异较大,其中 13#支洞向上游工作面方向工期最长,约 76 个月,具体为:施工准备(3 个月)→13#支洞洞口开挖(1 个月)→13#支洞开挖、支护(42 个月)→主洞开挖支护(22 个月)→主洞衬砌(直线工期 6 个月)→尾工处理(2 个月)。

(3) 出口段

出口段施工进度为:施工准备(3 个月)→沟道清理与围堰填筑(7 个月)→边坡开挖与支护(直线工期 1 个月)→输水洞出口段开挖与支护(30 个月)→出口闸混凝土浇筑(8 个月)→进水塔金结安装(3 个月)→尾工处理(2 个月),工期约 54 个月。安乐河口沟道整治不占直线工期,择机实施。

2.1.8.3 汉江影响河段综合整治工程施工进度安排

汉江影响河段综合整治工程以疏浚和岸坡防护为主,结合输水总干线出口段弃渣进行岸坡再造,其施工进度与输水工程的开挖弃渣同步进行,初步计划在 5 年内完成所有项目施工。

2.1.9 工程征占地和移民安置规划

2.1.9.1 工程建设征地实物指标

引江补汉工程建设征地涉及湖北省宜昌市夷陵区,襄阳市保康县、谷城县,十堰市丹江口市,建设征占地总面积 1306.00hm^2 ,其中永久占地 185.20hm^2 ,临时占地 1120.80hm^2 。

(1) 输水总干线工程

根据征地移民实物指标调查,输水总干线工程征占地面积 864.07hm^2 ,其中永久征占地面积 172.34hm^2 ,包括输水总干线工程进出口、石花控制建筑物及管理区、永久办公生活区、永久范围内弃渣场、永久道路等征占地;临时占地面积 691.73hm^2 ,包括施工生产生活区、临时道路、临时范围内弃渣场、料场等占地。

(2) 汉江影响河段综合整治工程

根据征地移民实物指标调查,汉江影响河段综合整治工程征占地面积 441.93hm^2 ,其中永久征占地面积 12.86hm^2 ,临时占地面积 429.07hm^2 。

工程建设征地实物汇总详见表 2.1.9-1。



表 2.1.9-1

引江补汉工程征地主要实物汇总表

项 目			单 位	输 水 总 干 线															汉江影响河段综合整治工程			总 计				
				夷 陵 区			保 康 县			谷 城 县			丹 江 口 市			合 计			丹 江 口 市			永 久 征 地	临 时 用 地	总 计		
				永 久 征 地	临 时 用 地	小 计	永 久 征 地	临 时 用 地	小 计	永 久 征 地	临 时 用 地	小 计	永 久 征 地	临 时 用 地	小 计	永 久 征 地	临 时 用 地	小 计	永 久 征 地	临 时 用 地	小 计					
涉 及 行 政 单 位	市		个	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	3	3	3			
	区 县		个	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	1	1	1	4	4	4			
	乡 镇		个	2	4	4	3	4	4	4	5	5	1	1	10	14	14	1	4	4	10	14	17			
	行 政 村		个	4	7	7	4	12	12	8	24	27	2	2	2	19	45	48	1	5	5	20	49	52		
土 地 面 积	耕 地		亩	61.625	345.33	406.95	23.513	595.08	618.59	78.604	635.28	713.88	51.24	27.3	78.54	214.98	1603	1818		24.191	24.191	214.982	1627.175	1842.157		
	园 地		亩	224.61	329.83	554.43		0.282	0.282	8.54	3.018	11.558	12.35	29.01	41.36	245.5	362.14	607.63				245.495	362.136	607.631		
	林 地		亩	579.87	1299.3	1879.2	96.886	2526.3	2623.2	516.71	3782.2	4298.9	602	43.76	645.76	1795.5	7651.5	9447				1795.458	7651.545	9447.003		
	其 他 土 地		亩	85.964	131.49	217.45	44.655	210.03	254.68	28.953	411.34	440.29	170.02	6.33	176.35	329.59	759.19	1088.8	192.29	6412.3	6604.6	521.878	7171.502	7693.38		
	合 计		亩	952.06	2106	3058	165.05	3331.7	3496.7	632.8	4831.8	5464.6	835.61	106.4	942.01	2585.5	10376	12961	192.29	6436.5	6628.8	2777.813	16812.36	19590.17		
	其 中：永 久 基 本 农 田		亩	7.185	182.15	189.34	3.818	323.13	326.95	46.825	421.3	468.12				57.828	926.58	984.41				57.828	926.583	984.411		
人 口	农 村 居 民	户 数	户	62	54	116	3	54	57	17	61	78	6	4	10	88	173	261				88	173	261		
		人 口	人	234	193	427	12	219	231	70	242	312	9	17	26	325	671	996				325	671	996		
		有 房 无 户 籍 户	户	9	15	24	3	32	35	3	34	37	15	1	16	30	82	112				30	82	112		
房 屋	农 村 居 民	农 村 居 民	m ²	11413	8214.7	19627	274.39	12723	12997	3977.2	11061	15039	2173	579.34	2752.3	17837	32578	50415				17837.19	32578.18	50415.37		
		有 房 无 户 籍 户	m ²	513.31	960.54	1473.9	101.86	3112.4	3214.3	275.78	3121.5	3397.3	2918.2	107.53	3025.7	3809.1	7302	11111				3809.13	7301.98	11111.11		
		小 计	m ²	11926	9175.2	21101	376.25	15835	16211	4252.9	14183	18436	5091.1	686.87	5778	21646	39880	61526				21646.32	39880.16	61526.48		
		集 体 工 商 户	m ²											137	137		137	137				137	137	137		
		个 体 工 商 户	m ²										384.22		384.22	384.22		384.22				384.22		384.22		
		单 位 企 业	m ²										383.95		383.95	383.95		383.95	586.4	428.14	1014.5	970.35	428.14	1398.49		
		专 业 企 业	m ²										541.44		541.44	541.44		541.44				541.44		541.44		
		合 计	m ²	11926	9175.2	21101	376.25	15835	16211	4252.9	14183	18436	6400.7	823.87	7224.6	22956	40017	62973	586.4	797.15	1383.6	23542.33	40814.31	64356.64		
专 业 项 目	公 路 工 程	等 级 公 路	线 路		km	3.06	3.4	6.46	0.27	5.38	5.65	1.02	7.8	8.82			4.35	16.58	20.93				4.35	16.58	20.93	
			桥 梁	数 量	座											1	1		1	1				1	1	
				长 度	延 m											85.5	85.5		85.5	85.5				85.5	85.5	
	电 力 工 程	农 村 变 电 所	10kV 容 量	台	1	2	3		3	3	1	4	5			2	9	11				2	9	11		
			变 压 容 量	kVA	100	200	300		300	300	100	400	500			200	900	1100				200	900	1100		
			电 力 线 路	km	3.45	6.51	9.96	0.51	10.31	10.82	1.96	14.95	16.91	2.41		2.41	8.33	31.77	40.1				8.33	31.77	40.1	
	通 信 工 程	线 路	管 道	管 程 长 度 (km)	km									0.08		0.08	0.08		0.08				0.08		0.08	
				管 孔 长 度 (km)	km										0.32		0.32	0.32		0.32				0.32		0.32
				地 埋	km	0.78	2.6	3.38	0.2	4.11	4.31	0.78	5.96	6.74	1.56		1.56	3.32	12.67	15.99				3.32	12.67	15.99
			架 空	杆 km	km	1.21	4.05	5.26	0.32	6.4	6.72	1.22	9.29	10.51	2.43		2.43	5.18	19.74	24.92				5.18	19.74	24.92
				线 km	km	28.03	41.2	69.23	3.23	65.18	68.41	12.38	94.53	106.91	9.03		9.03	52.67	200.91	253.58				52.67	200.91	253.58
				管 道	管 程 长 度 (km)	km																				
	广 播 电 视	线 路	架 空	管 孔 长 度 (km)	km									0.16		0.16	0.16		0.16				0.16		0.16	
				杆 km	km	51.37	58.06	109.43	4.55	91.86	96.41	17.45	133.22	150.67	0.85		0.85	74.22	283.14	357.36				74.22	283.14	357.36
				线 km	km	54.76	69.39	124.15	5.44	109.78	115.22	20.85	159.21	180.06	7.65		7.65	88.7	338.38	427.08				88.7	338.38	427.08
	供 水 管 道					km	0.34	1.15	1.49	0.09	1.82	1.91	0.35		0.35	0.69	1.47	2.97	4.44				1.47	2.97	4.44	
	污 水 管 道					km																		2.34	2.34	
	抽 水 泵 站					座																	3	3	3	
矿 产 资 源	探 矿 权		处	4		4	2		2						6		6					6		6		
	采 矿 权		处	2		2	1		1						5		5					5		5		
	文 物 古 迹		处				3		3						3		3					3		3		

2.1.9.2 移民安置规划

(1) 生产安置

引江补汉工程生产安置人口 462 人，至规划水平年，规划生产安置人口 468 人。安置方式均采取货币补偿方式，并对符合条件的被征地农户计列一次性养老保险补偿费，同时在政府的指导下对移民进行就业培训，引导和鼓励移民利用二三产业增加收入。

(2) 搬迁安置

引江补汉工程搬迁安置人口 996 人，至规划水平年，规划搬迁安置人口 1014 人，其中集中安置 228 人，分散安置 790 人，货币化补偿 26 人。

输水总干线取水口太平溪镇规划布置一处集中居民安置点，人均建设用地标准按 $85\text{m}^2/\text{人}$ 计列。

2.1.9.3 专业项目复建规划

规划复（改）建道路 17.40km，其中等级公路 2.48km、农村道路 14.35km，复建 2 座桥梁，总长 567.50 延米。复建（或移位利用）10kV 变压器 42 台、容量 4260kVA；复建电力线路 56.89km，其中 35kV 线路 10.26km、10kV 线路 46.63km。复建通信杆路 79.32km，通信线路 620.20km（架空 552.20km、地埋 67.68km、管道管孔 0.40km），管道管程 0.10km。复建广播电视杆路 209.20km，线路 428.80km（架空 428.60km、管道管孔 0.20km）；架空线路 209.20 杆 km，与通信线路共用管道 0.10km。复建供水管道 47.99km。复建污水管网 1.80km。一次性补偿抽水泵站 3 座。对压覆矿产资源进行补偿。规划对 2 处文物点进行考古发掘，对 1 处文物点提取资料。

2.1.10 工程管理

2.1.10.1 工程管理范围

工程管理范围包括进出口及石花控制建筑物、泵站、输水隧洞、河道安全管理范围等。

(1) 进出口及石花控制建筑物：上下游边界以外各 300m，两侧边界以外各 100m。

(2) 泵站：输水总干线出口检修泵站为地面式，石花检修泵站为地下式，地面泵站管理范围泵站厂房等其他建筑物从工程外轮廓线向外 100m。

(3) 输水隧洞：输水隧洞进出口洞脸截流沟以外 30m 划为管理范围，永久交通洞、调压井洞口截流沟边缘线外 20m 划为管理范围。

(4) 河道安全管理范围为两岸堤防之间的水域、沙洲、滩地以及堤身、禁脚地、工程留用地和安全保护区。其中，禁脚地确保防洪堤迎水面 50 ~ 100m，背水面 30 ~ 50m；



工程留用地确保干堤迎水面和背水面均为 200m。

2.1.10.2 工程保护范围

(1) 进出口及石花控制建筑物: 保护范围在管理范围外上下游边界以外延伸 300m, 两侧延伸 200m。

(2) 泵站: 输水总干线出口检修泵站保护范围在管理范围以外 100m。

(3) 输水隧洞: 输水隧洞进出口保护范围在管理边界外延 30m。洞身段属于地下工程, 不划定管理范围。

(4) 河道安全保护区确保干堤迎水面和背水面均为 300m(从工程留用地外沿算起)。

2.1.11 工程投资

按 2021 年 2 季度价格水平计算, 工程静态总投资为 5981439 万元。其中输水总干线工程静态投资 5941255 万元, 汉江影响河段综合整治工程静态投资 40184 万元。

2.2 项目区概况

2.2.1 自然概况

2.2.1.1 地形、地貌

(1) 输水总干线工程

1) 区域地形地貌

项目区处于中国地势第二阶梯东缘向第三阶梯过渡地带, 属大巴山系中、东段以及秦岭山系东南段, 地貌类型为中低山地貌, 地势总体呈中间高南北低、西高东低的特征。输水总干线纵穿黄陵断穹中山及其北缘低山区、荆山中-低山区、武当山东部余脉低山-丘陵区, 在石花以北穿越襄枣盆地岗地区一角, 向北经汉江中上游丘陵-岗地区, 至安乐河入汉江。项目区地面高程最低约 110m, 最高约 1295m。区内长江北岸主要支流有香溪河、黄柏河、沮漳河等。汉江南岸主要支流有北河、南河、蛮河等。长江、汉江为项目区南北两侧最低侵蚀基准面。

2) 取水口

输水总干线取水口布置于长江三峡工程水库库首左岸(北岸)支沟龙潭溪, 下游距三峡大坝约 6.0km。龙潭溪总体流向自北向南, 河道略弯曲, 两岸地形地貌较为对称, 较宽的“V”型沟谷。溪沟宽 220m~700m 不等, 沟底高程 90m~140m, 入江口水下沟底高程 80m~85m, 两侧岸坡坡顶高程 400m~550m。取水口工程布置区岸坡总体上陡下缓, 县道 X206 以上边坡较陡, 坡角一般 $45^{\circ} \sim 55^{\circ}$; 县道 X206 以下临库边坡较缓,



坡角一般 $13^{\circ} \sim 25^{\circ}$ （图 2.2.1-1）。



图 2.2.1-1 输水总干线取水口

3) 石花控制建筑物

石花控制闸布置于四棵树沟与北河支流吊岩河交汇处左岸一小山丘，场地地面高程 $159.8\text{m} \sim 187.4\text{m}$ 。周边多为斜坡地形，地形坡度 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ，临四棵树公路侧为人工开挖边坡，坡度 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。

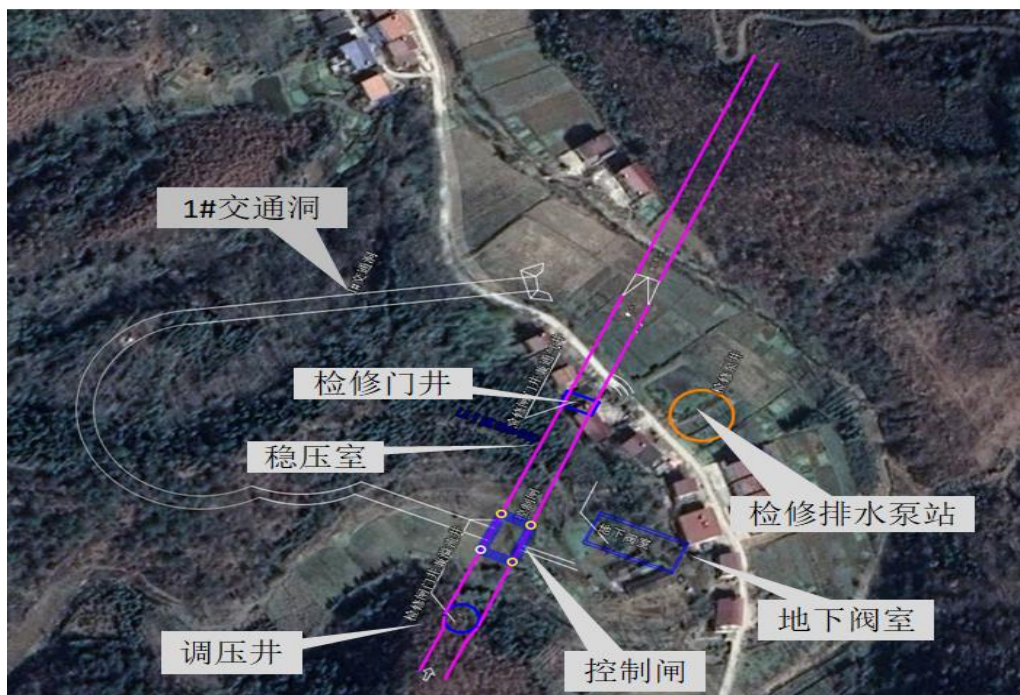


图 2.2.1-2 石花控制建筑物地貌



4) 出水口

输水总干线出水口地貌呈近东西向的条形山脊地形。山体一般高程 115m~134m，最高 175m。出水口处于相对较孤立的丘顶高程 129.3m。其中南侧地形坡度较缓，约 10° ，其余三侧边坡坡度 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。出水口东侧为一条带状鱼塘及林地，呈阶梯状分布，鱼塘内水深 0.6m~1.2m；西侧为安乐河。

安乐河属汉江的一级支流，呈倒“S”型分布于出水口的西部与北部，河谷呈“U”型，两侧坡度一般 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ，局部沟、坎等陡峻部位坡度达 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，河床高程由 89m 渐降至 87m。出水口边坡及周边地貌形态见图 2.2.1-3。



图 2.2.1-3 出水口地形地貌

(2) 汉江影响河段综合整治工程

汉江影响河段总体流向自西北向东南，在三官殿附近凹向右岸，河道宽度 500m~2000m，河床高程 78m~85m，主河道总体偏向左侧，两岸断续发育 I 级阶地，阶面高程 95m~100m 左右。影响河段河道左侧主流贴岸；右侧马湾村至窑湾间发育有边滩，宽 140m~270m，滩面高程 88m~91m，其余水流贴岸。河段内在三官殿附近发育有江心洲—羊皮滩，形态不规则，现地面高程 88m~95m。



照片 2.2.1-5 汉江影响河段地形地貌

2.2.1.2 地质概况

(1) 区域地质概况

1) 区域地质构造

项目区大地构造单元跨秦岭褶皱系 (I) 和扬子准地台 (II) 两个一级构造单元。线路大部分线路段位于扬子准地台 (II) 的二级构造单元上扬子台坪 (II_1) 内, 线路末段位于秦岭褶皱系 (I) 的二级构造单元南秦岭褶皱带 (I_1) 内。输水总干线起点位于鄂中褶断区 (II_1^{2-3}) 的四级构造单元黄陵断穹 (II_1^{2-3}) 内, 线路向北穿过的四级构造单元有黄陵断穹 (II_1^{2-3})、远安台褶束 (II_1^{2-4})、青峰台褶束 (II_1^{1-1}), 终点位于南秦岭褶皱带 (I_1) 的三级构造单元武当山复背斜 (I_1^2) 中。补水工程线路沿线穿过鄂中褶断区 (II_1^{2-3}) 的四级构造单元黄陵断穹 (II_1^{2-3})、远安台褶束 (II_1^{2-4}) 及钟祥台褶束 (II_1^{2-4}); 泉河支线位于江汉断陷 (II_2^1) 内, 荆门支线位于远安台褶束 (II_1^{2-4}) 内。

输水总干线区域由南向北主要涉及雾渡河断裂 (21)、通城河断裂带 (19)、远安断裂 (20)、阳日-九道断裂带 (15)、城口-房县断裂房县以东段 (14)、白河-谷城断裂 (7)、两郧断裂 (6) 及新华断裂带 (17) 等 8 条区域性深大断裂; 补水工程区域主要涉及通城河断裂带 (19) 及南漳-荆门断裂带 (36) 2 条区域性断裂。

2) 区域地层岩性

项目区以城口-房县断裂为界, 北部为秦岭地层大区, 南部为扬子地层大区, 分区地层岩性特征简述如下:



① 秦岭地层大区

南秦岭地区，除侏罗系 - 下白垩统缺失外，其它各时代地层均有出露；北大巴山地区泥盆 - 三叠系及白垩系沉积缺失，下古生界直接被下侏罗统以来地层覆盖。

前震旦系主要出露于武当山、伏牛山、桐柏山一带，由深变质的桐柏群、武当山群组成，岩性主要为片麻岩，混合岩，中酸性火山岩、片岩以及变质砂、板岩等。南秦岭地槽褶皱带内震旦系下统为中 - 基性火山岩系，震旦系上统 - 奥陶系中统为碳酸盐岩沉积，奥陶系上统 - 泥盆系下统以碎屑岩为主，泥盆系中统 - 二叠系上统又以碳酸盐岩为主，三叠系中下统为一套典型复理石建造；北大巴山褶皱带，震旦系下统跃岭河群为一套细碧-角斑岩系，缺失奥陶系中、上统，寒武系下统和奥陶系地层岩性以炭质板岩、板岩为主夹灰岩；寒武系中、上统主要由灰岩组成，夹炭质板岩，志留系以砂岩、板岩为主，缺失泥盆 - 三叠系沉积，侏罗系下 - 中统地层直接覆盖于下古生界地层上。白垩系下统缺失，上统为红色、灰白色砂岩、砂砾岩、粉砂岩及泥灰岩。古近系以砾岩夹砂岩为主，主要分布在房县盆地；新近系郧县附近为厚层泥灰岩，安康盆地为粘土夹砂砾岩透镜体。第四系沉积主要分布于江河谷地及郧西、南阳、安康、房县盆地一带，主要为冲洪积，湖积，其次为残、坡积和冰碛。

② 扬子地层大区

区内地层除缺失泥盆系下统、石炭系上统及新近系地层外，其它各时代地层均有出露。前震旦系由古元古代至新元古代早期变质碎屑岩组成，自老到新分别为崆岭群、神农架群和马槽园群。震旦系下统为磨拉石建造，上统为浅海碳酸盐岩建造，寒武系为石灰岩、页岩，奥陶系至三叠系中统以浅海相灰岩、白云岩、白云质灰岩为主，志留系中下统和泥盆系中上统为浅海碎屑岩和泥质岩。三叠系上统 - 侏罗系为陆相砂岩、砾岩、页岩夹煤层。白垩系磨拉石建造不整合沉积于侏罗系之上。古近系地层为河湖相红色碎屑岩建造。第四系主要为冲洪积，湖积，其次为残、坡积和冰碛。

3) 区域地震

项目区主要建筑物场地 50 年超越概率 10%基岩水平向地震动峰值加速度为 0.05g，相应的地震基本烈度为 VI 度。

(2) 输水总干线工程地质概况

1) 输水隧洞

① 地层岩性



输水隧洞穿越地层岩性复杂多样，涉及古元古界（Pt1）至新生界第四系（Q），包括前震旦系、震旦系、寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、古近系、第四系共计 13 个地层单位系。

基岩地层岩性火成岩、变质岩、沉积岩三大岩类均有分布，其中沉积岩可按岩类划分为碳酸盐岩及碎屑岩，碳酸盐岩与碎屑岩总体呈相间分布，且分布范围最广。

② 地质构造

线路区地质构造复杂，区域性断裂及褶皱发育。其中涉及的主要褶皱有黄陵断穹、聚龙山复式向斜、金斗-鞍子寨倒转背斜、寺坪-牛头山倒转复式向斜。输水隧洞穿越主要区域性断裂有雾渡河断裂、通城河断裂、转转岩-上泉坪断裂、远安断裂、阳日-九道断裂、城口-房县断裂东段、白河-谷城断裂、两郧断裂。

③ 水文地质

项目区地表水分为长江流域及汉江流域两大水系，长江北岸支流总体自北向南汇入长江，汉江南岸支流总体自西向东汇入汉江。长江与汉江分水岭作为线路区主控地表水分水岭，奠定了地表水和地下水自该分水岭分别向南、北方向运移的总体格局。线路区长江水系自西向东主要分布香溪河、黄柏河、沮河及漳河，线路附近河床高程一般 150m~500m，为局部侵蚀基准面；汉江水系自南向北主要分布蛮河、南河、北河，线路附近河床高程一般 100m~200m，为局部侵蚀基准面。

线路区断层构造复杂，涉及多条区域断裂带，带内构造岩多为断层角砾岩及碎裂岩，断层带揉皱及拖拽现象明显，岩体较破碎。根据地面水文调查，沿通城河断裂、转转岩-上传坪断裂、阳日-九道断裂、断江-店垭断层等均有一系列的泉水出露，各断裂带在其走向方向上具有较强的导（透）水性，线路区断层带总体属裂隙性中等透水至强透水岩体。

线路区地表水及泉水的 PH 值一般 7~8.24，属弱碱性水。各流域矿化度相差不大，岩溶泉的矿化度一般在 370 mg/L~490mg/L，流动河水的矿化度一般 340 mg/L~430mg/L，地下泉水矿化度高于地表水。水化学类型主要为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 、 $\text{HCO}_3\text{-Ca.Mg}$ 型。按《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008）附录 L 环境水腐蚀性评价，环境水对混凝土无腐蚀性；对钢筋混凝土结构中钢筋无腐蚀性，对钢结构具有弱腐蚀性。

2) 取水口

① 地层岩性



取水口工程布置区覆盖层为冲洪积层 (Q^{alp}) 中细砂、含砂碎块石和残坡积 (Q^{eld}) 含土碎砾石、含砾碎石粗砂、含砾粘质粉土, 厚度一般 5m ~ 8m, 最厚约 25.8m。基岩岩性以晚元古代中性闪长岩类侵入岩体 (δo_2^3) 中粒黑云角闪英云闪长岩为主, 龙潭溪右岸局部出露有下元古界崆岭群 (Pt_1kn) 变质岩, 主要为黑云斜长片麻岩, 岩质坚硬。

② 地质构造

取水口工程布置区地质构造条件较简单, 无区域性断裂穿过, 未见大的断层发育, 岩体中裂隙不甚发育。根据地质测绘成果, 取水口段基岩裂隙以中 ~ 高倾角为主, 缓倾角裂隙不甚发育, 见有两组优势裂隙: ①倾向 SW, 倾角 $75^\circ \sim 80^\circ$, 裂隙面平直、较粗糙, 无充填, 发育间距 0.5m ~ 1.5m; ②倾向 NE, 倾角 $32^\circ \sim 47^\circ$, 裂隙面较平直, 无充填, 发育间距 0.3m ~ 0.5m, 延伸长度小。

③ 岩体风化

取水口工程布置区内岩石坚硬, 但抗风化能力较弱, 区内山体表层多为碎屑状风化残积物覆盖, 其风化形式主要表现由表及里的均匀风化, 局部具裂隙性风化和球状风化特征。

据地质测绘及钻孔揭露, 岩体均匀风化具垂直分带特征, 自上而下依次可划分为全、强、弱、微 ~ 新岩体, 全、强风化带厚度一般 5.2m ~ 10.0m, 弱风化带厚度一般 15.1m ~ 26.2m。

④ 水文地质

地下水主要以覆盖层和全强风化孔隙水、弱风化和微新岩体裂隙水为主, 主要受大气降水和三峡水库水位变化控制。

覆盖层残积风化砂、全风化砂、强风化岩体具中等 ~ 强透水性; 弱风化岩体透水率 0.17Lu ~ 2.33Lu, 具弱 ~ 微透水性; 微风化岩体透水率 0.20Lu ~ 2.73Lu, 具弱 ~ 微透水性。

3) 出水口

① 地层岩性

基岩为晋宁期辉绿岩、变质辉绿岩 ($\beta \mu$) 和武当群双台组第一亚段 (Pt_2s^1) 石英片岩夹云母片岩、角闪片岩。其中变质辉绿岩呈暗绿色、深绿色, 变辉绿结构, 块状构造, 微新岩体坚硬, 完整性好; 变质辉绿岩呈灰绿色, 具片理化, 微新岩体较坚硬, 完整性较好; 石英片岩和角闪片岩呈灰色, 极薄层结构, 片状构造, 微新岩体较完整; 云



母片岩呈灰色、灰白色，极薄层结构，片状构造，岩体破碎。

第四系：①人工填土(Q^s)：主要为碎石、块石夹土，松散~中密，一般厚 0.3~3.4m，最大厚度 9.0m，主要分布于安乐河两侧边坡及路基；②冲积层(Q_4^{al})：上部为粉质粘土，略含砾，可塑状，厚 5.7m~5.9m，下部为砂砾(卵)石，钻孔揭露厚 3.5m 左右，主要分布于安乐河河床及漫滩；③冲洪积物(Q^{alp})：含碎石粉质粘土，可塑状(鱼塘处为软塑)，一般厚 0.5m~3.4m，主要分布于沟、槽谷底及安乐河漫滩两侧。

② 地质构造

工程区内基岩包括白垩系上统胡岗组(H_2hg)碎屑岩、武当群双台组第一亚段(Pt_2s^1)及晋宁期变质岩浆岩($\beta\mu$)。白垩系上统胡岗组碎屑岩因沉积年代较新，仅遭受后期喜马拉雅构造运动的影响，构造简单，表现为舒缓波状的单斜构造。 Pt_2s^1 岩层总体倾北西西，近水平。

输水隧洞出口的辉绿岩裂隙以陡倾角为主，缓倾角裂隙不甚发育，三组优势裂隙：① $282^\circ \sim 294^\circ \angle 82^\circ \sim 87^\circ$ ，裂隙面平直、较粗糙，无充填或附钙模，发育间距 0.8m~1.4m，延伸长度大于 6m；② $198^\circ \sim 212^\circ \angle 76^\circ \sim 82^\circ$ ，裂隙面较平直，无充填或局部充填白色石英脉，发育间距 0.4m~1.2m，延伸长度大于 2m；③ $163^\circ \sim 175^\circ \angle 57^\circ \sim 62^\circ$ ，裂隙面较平直，无充填，发育间距 0.6m~1.2m，延伸长度大于 4m。石英片岩和云母片岩以缓~高倾角为主，缓倾角裂隙不甚发育，两组优势裂隙：①倾向 $315^\circ \sim 342^\circ$ ，倾角 $68^\circ \sim 84^\circ$ ，裂隙面平直、较粗糙，无充填或附钙模，发育间距 0.2m~0.6m，延伸长度大于 4m；②倾向 $245^\circ \sim 260^\circ$ ，倾角 $22^\circ \sim 34^\circ$ ，裂隙面较平直，无充填，发育间距 0.4m~0.6m，延伸长度大于 6m。

③ 水文地质

汉江是工程区最大的地表水体，为区内地表水最低排泄基准面。地表水主要为安乐河、城区居民生活和工厂生产废水。汉江水位主要受丹江口大坝发电及泄洪控制，水位变化较频繁。

根据地下水赋存条件和含水特征，区内地下水可分为第四系孔隙潜水、基岩裂隙水。第四系孔隙潜水主要分布于安乐河河床、漫滩冲积砂砾卵石、细砂层中，含水层厚度一般 1.2m~8.0m，地下水与江水水力联系密切。晋宁期微风化辉绿岩为其底部隔水层。第四系土体孔隙潜水总体比较贫乏，主要接受大气降水的补给，向安乐河和汉江排泄。



④岩体风化

出水口段岩体风化有具垂直分带特征，自上而下依次可划分为全、强、弱、微~新岩体。辉绿岩全、强风化带厚一般 0~2.6m，弱风化带厚一般 0~6.9m；石英片岩全、强风化带厚一般 0~4.3m，弱风化带厚一般 1.9m~8.9m；角闪片岩全、强风化带厚度一般 2.0m~4.0m，弱风化带厚一般 10.8m~11.8m；云母片岩全、强风化带厚度一般 4.1m~11.8m，弱风化带厚一般 4.5m~8.7m。

2.2.1.3 气象

项目区气候类型属东亚副热带季风气候，具有四季分明，冬冷夏热，光照充足，热量丰富，降水适中，雨热同季等特点。

工程沿线多年平均降水量 800.0~1300.0mm，降水量年内分配不均匀，5~10 月降水占全年的 70~80%；多年平均气温 12.0~16.0℃，月平均最高气温发生在 7 月，一般为 24~29℃；月平均最低气温发生于 1 月，一般为 0~3℃。极端最高气温和极端最低气温分别为 41.7℃和-15.2℃，≥10℃的有效积温 4540~5200℃，多年平均风速在 1.5m/s~1.9m/s，大风日数各地在 2~13d 不等。

项目区各地市气象要素特征值详见表 2.2.1-1。

表 2.2.1-1 项目区气象要素特征值

气象要素		单位	宜昌市	襄阳市	十堰市
气温	多年平均	℃	16.9	15.6	14.2
	极端最高	℃	41.4	42.5	41.9
	极端最低	℃	-9.8	-14.7	-11.9
	≥10℃积温	℃	5200	4650	4540
降水量	多年平均	mm	1215.6	928	828
风速	多年平均	m/s	1.9	1.6	1.9
	主导风向	方位	东南东风	东南东风	东南东风
蒸发量	多年平均	mm	1271.3	1241	1126.2
相对湿度	多年平均	%	77	75	74
年无霜期		d	275	252	235
雨季		月	5月-10月	5月-10月	6月-10月

2.2.1.4 水文、泥沙

(1) 径流特征

1) 水源区径流



三峡水库坝址径流采用宜昌站 1956~2018 年天然径流系列,多年平均径流量为 4287 亿 m^3 ,年径流极值比为 1.96。三峡坝址多年平均径流年内分配见表 2.2.1-2。各频率设计年平均流量见表 2.2.1-3。

表 2.2.1-2 宜昌站多年平均径流年内分配表

单位: 流量, m^3/s ; 径流量, 亿 m^3 ; 占比, %

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
流量	4360	3910	4490	6810	11500	18200	29600	26000	24700	17300	9720	5750	13600
径流量	117	95.4	120	176	307	472	793	695	640	464	252	154	4287
占比	2.7	2.2	2.8	4.1	7.2	11.0	18.5	16.2	14.9	10.8	5.9	3.6	100

表 2.2.1-3 宜昌站年均流量设计成果表

单位: m^3/s

均值	Cv	Cs/Cv	各频率设计值				
			P=10%	P=20%	P=50%	P=75%	P=95%
13600	0.11	2	15500	14800	13500	12600	11200

2) 汉江流域径流

根据黄家港站 1956~2018 年水文资料进行统计和分析,丹江口坝址处多年平均天然入库径流为 374 亿 m^3 ,多年平均流量为 $1190\text{m}^3/\text{s}$,年径流量极值比 4.6。丹江口天然入库径流年内分配见表 2.2.1-4。

表 2.2.1-4 丹江口天然入库径流年内分配

单位: 流量, m^3/s ; 径流量, 亿 m^3 ; 占比, %

项目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年
流量	301	284	484	956	1270	1350	2410	1940	2350	1640	755	434	1190
径流量	8.07	6.93	13.0	24.8	34.1	35.1	64.5	51.9	60.9	43.9	19.6	11.6	374
占比	2.16	1.85	3.46	6.62	9.12	9.37	17.2	13.9	16.3	11.7	5.22	3.10	100

(2) 设计洪水

1) 河道特征参数量算

弃渣场计算断面以上流域河道特征参数根据 1:1 万、1:5 万地形图量算,成果见表 2.2.1-5。

表 2.2.1-5 各计算断面以上流域特征参数成果表

序号	断面名称	面积 (km^2)	河长 (km)	比降 ($\%$)	地形图 比例尺
1	水田坝弃渣场	5.76	4.34	155.8	1:1 万
2	七里冲弃渣场	1.34	2.11	128	1:1 万
3	邓家畈弃渣场	5.39	5.21	177.77	1:5 万
4	李家台弃渣场	1.36	2.24	146	1:1 万
5	寨湾弃渣场	1.58	1.59	191	1:1 万
6	石场沟弃渣场	9.14	5.87	80.3	1:5 万
7	榨溪沟 1#弃渣场	2.8	3.7	120.8	1:1 万
8	榨溪沟 2#弃渣场	1.21	3.26	183.2	1:5 万
9	榨溪沟 3#弃渣场	1.21	2.85	148.8	1:5 万
10	茅坪弃渣场	1.16	2.06	115.14	1:1 万
11	北峪沟弃渣场	1.49	2.53	213.33	1:5 万
12	竹林上弃渣场	0.41	1.51	250.5	1:1 万
13	马厂村弃渣场	2.52	3.2	153.7	1:1 万
14	洪裕口弃渣场	1.98	2.00	194	1:1 万
15	小陕峪弃渣场	4.39	2.34	151.9	1:5 万
16	夫妇峪弃渣场	6.97	4.57	66.5	1:1 万
17	小洛阳沟弃渣场	1.47	2.44	73	1:1 万
18	四棵樹沟弃渣场	1.13	2.7	106.4	1:1 万
19	石渣岭 1#弃渣场	0.12	0.56	57.2	1:1 万
20	石渣岭 2#弃渣场	0.11	0.45	97.2	1:1 万
21	高速沟弃渣场	0.29	0.84	117.1	1:1 万
22	三皇庙沟弃渣场	0.49	1.3	93.4	1:1 万
23	黑龙沟弃渣场	0.34	0.74	167	1:1 万
24	温家沟弃渣场	0.36	0.93	102	1:1 万
25	桐木沟弃渣场	0.29	0.92	25.3	1:1 万

2) 设计暴雨

根据计算断面以上流域重心位置,采用《湖北图集(2008年)》查算设计暴雨统计参数,推算得到各断面以上流域设计点雨量成果见表 2.2.1-6。



表 2.2.1-6

各计算断面以上流域设计点雨量成果表

单位: mm

渣场名称	支洞号	时段	统计参数			各频率设计值						
			均值	Cv	Cs/Cv	0.50%	1%	2%	3.33%	5%	10%	20%
水田坝-李家台渣场	2#-7#	1h	45	0.42	3.5	118.4	107.6	96.6	88.4	81.8	70.2	58.1
		6h	75	0.55	3.5	250.0	222.1	194.2	173.6	157.1	129.0	100.7
		24h	100	0.5	3.5	305.4	273.6	241.6	217.9	198.8	166.1	132.6
石场沟-茅坪弃渣场	8#-11#	1h	43	0.45	3.5	119.8	108.3	96.6	87.9	80.9	68.7	56.1
		6h	63	0.45	3.5	175.6	158.6	141.6	128.8	118.5	100.7	82.2
		24h	93	0.55	3.5	310.0	275.4	240.8	215.2	194.8	160.0	124.9
北峪沟-竹林上弃渣场	12#-15#	1h	42	0.45	3.5	117.0	105.8	94.4	85.9	79.0	67.1	54.8
		6h	60	0.5	3.5	183.2	164.1	145.0	130.7	119.3	99.6	79.6
		24h	90	0.55	3.5	300.0	266.5	233.0	208.3	188.5	154.8	120.8
马厂村-四棵树弃渣场	16#-21#	1h	42	0.45	3.5	117.0	105.8	94.4	85.9	79.0	67.1	54.8
		6h	60	0.65	3.5	235.4	205.9	176.7	155.2	138.3	109.8	81.9
		24h	100	0.65	3.5	392.3	343.2	294.4	258.7	230.5	183.0	136.4
石渣岭-桐木沟弃渣场	22#-27#	1h	40	0.5	3.5	122.2	109.4	96.6	87.2	79.5	66.4	53.0
		6h	60	0.6	3.5	217.4	191.6	165.9	147.0	132.0	106.6	81.3
		24h	100	0.6	3.5	362.3	319.4	276.5	245.1	220.1	177.6	135.5

备注:

①水田坝-李家台弃渣场包括: 水田坝弃渣场、七里冲弃渣场、邓家畈弃渣场、李家台弃渣场乐天溪-沙坝水库;

②石场沟-茅坪弃渣场包括: 寨湾弃渣场、石场沟弃渣场、榨溪沟弃渣场、茅坪弃渣场;

③北峪沟-竹林上渣场包括: 北峪沟弃渣、竹林上弃渣场;

④马厂村-四棵树弃渣场包括: 马厂村弃渣场、小陕峪弃渣场、洪裕口弃渣场、夫妇峪弃渣场、小洛阳沟弃渣场、四棵树沟弃渣场; 龙安1线-北河支流、龙西线-吊岩河、龙安3线-北河、龙安3线-北河左岸支流、龙安3线-南河、龙安3线-南河左岸支流1、龙安3线-南河左岸支流2;

⑤石渣岭-桐木沟弃渣场包括: 石渣岭弃渣场、高速沟弃渣场、三皇庙沟弃渣场、黑龙沟弃渣场、温家沟弃渣场、桐木沟弃渣场; 安乐河支流-龙王庙水库、龙安1线-茅拉河。

3) 设计洪水计算

根据《湖北省暴雨径流查算图表》中产、汇流分区图, 查各冲沟集水区所属分区, 按照各分区给定的产、汇流参数, 采用推理公式法计算出各频率的设计洪水成果, 见表2.2.1-7。



表 2.2.1-7

弃渣场设计洪水成果表

编号	渣场名称	面积 (km ²)	各频率设计洪峰流量 (m ³ /s)						
			0.50%	1%	2%	3.33%	5%	10%	20%
1	水田坝弃渣场	5.76	202	180	159	143	131	119	95.0
2	七里冲弃渣场	1.34	52.7	47.3	41.9	37.9	34.6	31.6	25.5
3	邓家畈弃渣场	5.39	173	154	136	122	111	100	79.8
4	李家台弃渣场	1.36	48.5	43.4	38.3	34.5	31.5	28.6	22.9
5	寨湾弃渣场	1.58	66.8	58.8	51.0	45.3	40.9	37.0	28.8
6	石场沟弃渣场	9.14	244	215	186	165	151	134	104
7	榨溪沟 1#弃渣场	2.8	71.9	63.3	54.9	48.8	44.2	39.9	30.9
8	榨溪沟 2#弃渣场	1.21	40.0	35.3	30.6	27.2	24.5	22.2	17.2
9	榨溪沟 3#弃渣场	1.21	42.2	37.2	32.2	28.6	26.1	23.4	18.2
10	茅坪弃渣场	1.16	48.4	42.6	36.9	32.8	29.6	26.8	20.8
11	北峪沟弃渣场	1.49	63.0	55.7	48.5	43.2	39.1	35.5	27.7
12	竹林上弃渣场	0.41	19.6	17.4	15.1	13.5	12.1	11.1	8.69
13	马厂村弃渣场	2.52	89.5	79.7	69.8	62.5	56.7	51.3	40.3
14	洪裕口弃渣场	1.98	92.7	83.3	73.9	66.9	61.2	56.6	45.8
15	小陕峪弃渣场	4.39	206	185	164	149	136	126	102
16	夫妇峪弃渣场	6.97	204	180	157	139	126	112	86.4
17	小洛阳沟弃渣场	1.47	47.1	41.8	36.5	32.5	30.0	26.4	20.5
18	四棵树沟弃渣场	1.13	36.0	31.9	27.8	24.8	22.4	20.1	15.6
19	石渣岭 1#弃渣场	0.12	5.92	5.22	4.52	4.01	3.63	3.22	2.49
20	石渣岭 2#弃渣场	0.11	7.15	6.33	5.51	4.91	4.44	4.00	3.12
21	高速沟弃渣场	0.29	15.9	14.0	12.2	10.8	9.76	8.74	6.77
22	三皇庙沟弃渣场	0.49	21.5	18.9	16.3	14.4	12.9	11.5	8.81
23	黑龙沟弃渣场	0.34	22.8	20.2	17.6	15.7	14.1	12.8	9.98
24	温家沟弃渣场	0.36	19.2	16.9	14.7	13.0	11.7	10.5	8.09
25	桐木沟弃渣场	0.29	10.8	9.44	8.13	7.17	6.40	5.67	4.31

(3) 泥沙特征

长江上游主要产沙区为金沙江和嘉陵江,占宜昌站多年平均输沙量的 77%。输沙量的年际变化与径流年际变化类似,具有大水多沙、小水少沙特性。三峡水库蓄水后,受高产沙区降水偏少、大量水利工程修建及水土保持等影响,上游来沙减少,2008 年三峡水库开始 175m 试验性蓄水后,库区内万县站 2008~2018 年多年平均输沙量为 0.64 亿 t,



含沙量 0.172 kg/m^3 ；三峡坝址出库站宜昌站 2008～2018 年多年平均输沙量为 0.22 亿 t，含沙量 0.052 kg/m^3 。

2008～2018 年万县站、宜昌站悬移质泥沙颗粒级配成果见表 2.2.1-10。

表 2.2.1-10 万县站、宜昌站多年平均悬移质泥沙颗粒级配成果

上限粒径	站名	0.002	0.004	0.008	0.016	0.031	0.062	0.125	0.25	0.5	1
平均沙重百分数	万县站	19.0	32.9	52.5	73.7	89.2	97.2	99.1	99.6	99.9	100
	宜昌站	10.6	23.3	44.8	68.3	83.7	93.7	97.6	99.2	100.0	100

2.2.1.5 土壤

(1) 区域土壤

项目区自然条件复杂，土壤种类繁多，分布的土壤类型隶属于 6 个土类、12 个亚类、30 个土属和 90 个土种。地带性土壤主要为黄褐土与黄棕壤。非地带性土壤有水稻土、潮土、石灰土、紫色土等。

(2) 项目建设区土壤

项目建设区垂直分布上，从低到高，沿河谷地及丘陵低山区（海拔 800m）以下主要为潮土土类及黄棕土类的黄棕壤亚类和黄褐土亚类；海拔 800～1500m 之间的山地主要为黄棕壤土类的山地黄棕壤亚类。

此外，水稻土零星分布于河谷低坝、单斜低山洼地，多分布在海拔 400～800m 之间，多呈微酸性和中性。石灰土在低山中上部有零星分布，土壤呈微碱性，石灰反应强烈。紫色土零星分布在项目区沿线，呈微酸性至微碱性，含磷、钾丰富。

2.2.1.6 植被

项目区植被类型以常绿阔叶林为主。输水总干线工程沿线涉及三峡、武陵山地栲类、润楠林区和秦、巴山地栎类、华山松林区。从植被的垂直分布来看，300-500m 低海拔人为干扰严重地段，多为人工开垦农田，农业植被分布广泛，其次主要分布各类次生灌草丛；海拔 500-1000m 的山坡沟谷中，广泛分布马尾松林、杉木林、麻栎林等，青冈林零散分布，同时也分布较多的火棘、山胡椒等灌丛；海拔 1000m 以上，阔叶树种广泛分布，常见有栓皮栎林、化香树林、枹栎灌丛等，海拔华山松林零散分布，同时有柏木、马尾松等与阔叶林等的混交现象。

2.2.1.7 其他

引江补汉工程取水口位于长江三峡风景名胜区一般保护区，其余地面建筑物不涉及世界文化和自然遗产地、自然保护区、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等



环境敏感目标。输水总干线从地下穿越长江三峡风景名胜区一般保护区 54m，五道峡国家级自然保护区实验区长度 3.1km，官山森林公园生态保育区 1.2km。

环境影响评价专业分析认为：工程选址选线避开了自然保护区的核心区和缓冲区、风景名胜区的核心景观区、地质公园的一级保护区等法律法规禁止工程项目建设范围，无重大环境制约。工程的建设不会对区域生态系统的完整性和稳定性造成严重影响，所产生的影响通过采取保护措施减缓后，在可接受范围内。从环境保护角度来看，工程建设不存在重大的环境制约性因素，工程建设是可行的。

2.2.2 水土流失现状

2.2.2.1 水土流失现状

引江补汉建设征地涉及的区（县）属西南紫色土区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。根据《全国水土保持规划（2015-2030 年）》，丹江口市属于丹江口库区及上游国家级水土流失重点预防区，夷陵区属于三峡库区国家级水土流失重点治理区；根据《湖北省水土保持规划（2016-2030 年）》，保康县、谷城县属于大巴山荆山省级水土流失重点预防区。

根据《2019 年宜昌市水土保持公报》，夷陵区水土流失面积 891.34km^2 ，其中轻度流失面积 686.89km^2 ，中度流失面积 122.90km^2 ，强烈及以上流失面积 81.75km^2 。根据《2019 年襄阳市水土保持公报》，保康县水土流失面积 761.69km^2 ，其中轻度流失面积 587.40km^2 ，中度流失面积 107.63km^2 ，强烈及以上流失面积 66.66km^2 ；谷城县水土流失面积 254.60km^2 ，其中轻度流失面积 209.97km^2 ，中度流失面积 29.51km^2 ，强烈及以上流失面积 15.12km^2 。根据《2019 年十堰市水土保持公报》，丹江口市水土流失面积 795.30km^2 ，其中轻度流失面积 272.32km^2 ，中度流失面积 357.50km^2 ，强烈及以上流失面积 165.48km^2 。工程涉及区（县）水土流失现状统计详见表 2.2.2-1。

表 2.2.2-1 工程涉及区（县）水土流失现状统计表

行政区		国土面积 (km^2)	水土流失		水土流失强度分级					
					轻度		中度		强烈及以上	
			面积 (km^2)	占国土面积	面积	占流失面积比例	面积 (km^2)	占流失面积比例	面积 (km^2)	占流失面积比例
宜昌市	夷陵区	3419.57	891.34	26.07%	686.89	77.06%	122.90	13.79%	81.75	9.15%
襄阳市	保康县	3222.04	761.69	23.64%	587.40	77.12%	107.63	14.13%	66.66	8.75%
	谷城县	2540.92	254.60	10.02%	209.97	82.47%	29.51	11.59%	15.12	5.94%
十堰市	丹江口市	2838.33	795.30	28.02%	272.32	34.24%	357.50	44.95%	165.48	20.81%



2.2.2.2 水土流失成因

项目区水土流失状况的自然因素有气候、地形、地质、土壤、植被等。降雨量大而集中、暴雨强度大、历时短，地表径流大，为土壤侵蚀提供了原动力；丘陵山区地势落差较大，坡度较陡，在降雨、径流等作用下易发生水土流失；在纵横交错的河流沿线存在较广的砂壤型土壤，结构疏散，抗蚀能力弱，在雨水冲刷下易流失，造成河沟淤积；森林资源总量不足，质量不高，分布不平衡，结构不合理，针叶林多、阔叶林少，纯林多、混交林少，加上森林植被受到破坏，森林水土保持和水源涵养等生态功能未能充分发挥。

近年来随着人口迅速增长和大规模的生产建设活动，新的人为水土流失不断扩展。城镇建设、交通、水利、能源、农业开发、采矿等生产建设项目，在实施过程中忽视水土保持现象时有发生，造成水土流失的情况依然存在，加剧了人为水土流失。水土流失的形成是自然因素和人为活动共同作用的结果。

2.2.2.3 工程区水土流失现状

项目区位于西南紫色土区，各地区地质、地貌、地形、土壤、植被类型等自然条件差异较大，水土流失情况较为复杂。工程区水土流失的类型以水力侵蚀为主，主要有面蚀和沟蚀；部分地区重力侵蚀的发展也很明显，崩塌、滑坡、泥石流等时有发生。

由于境内地形条件复杂，地质结构断裂发育，土壤土层薄砂质多，岩石风化强烈，抗侵蚀力弱，加之水系发育，降雨集中且暴雨多，造成的旱地区面蚀严重。沟蚀主要发生在地表破碎的径流汇集区域，在水土流失轻度区以细沟、浅沟为主要表现形式，在水土流失中度区以冲沟、沟壑为主要表现形式。根据工程区土壤侵蚀调查分析，工程区土壤侵蚀强度以轻度为主。

依据引江补汉项目建设区的降雨、土地利用类型、植被覆盖度、地面坡度、土壤类型等因子，扰动前的土壤侵蚀模数即土壤流失背景值参照植被破坏型一般扰动地表公式进行测算，对工程各防治区内土壤侵蚀强度进行分析取值，计算得出工程区平均土壤侵蚀模数为 $1390\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

2.2.3 水土保持现状

2.2.3.1 区域水土保持现状

湖北省三峡库区及汉江流域的水土保持工作始于二十世纪八十年代，水土流失治理以小流域为单元，实施综合防治。主要成功的治理经验有：坡改梯、营造水保林、生态



修复、推行保土耕作等。通过综合防治,境内水土流失得到了初步控制,改善了当地生态环境,促进了农村经济的可持续发展。根据实际情况,项目内的水土流失均采取或规划了相应的水土保持措施,主要包括以下几个方面。

(1) 保护和停止采伐天然林,实施封山育林,加大人工造林力度;

(2) 全面推广水土保持耕作技术,改造坡耕地,25°以上坡耕地全部退耕还林,25°以下坡耕地改造为“保土、保水、保肥”的梯田;

(3) 在有条件的地区,建设中小型水利工程,开展小流域和山、水、田、林、路的综合治理,优先建设一批水土流失治理示范工程;

(4) 合理开发利用水土资源,控制新的水土流失。

截至2019年底,项目区主要水土流失治理措施见表2.2.3-1。

表 2.2.3-1 项目区主要水土流失治理措施

行政区划	治理面积					坡面水系工程		小型蓄水保土工程	
	合计	水土保持林	经济林	种草	封禁治理	控制面积	长度	点状	线状
	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	km	个	km
宜昌市	990268.4	333462.5	140063.1	1874.6	432537.7	23492.9	6060.0	134745	1280.5
襄阳市	576811.2	233526.4	30757.6	268.1	212157.4	22323.9	5862.6	52263	45126.0
十堰市	833244.9	161698.2	44360.4	1054.8	570485.7	11532.2	3098.0	4051	460.0

2.2.3.2 水土保持工作主要经验

贯彻“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”等方针,配套优惠政策,坚持综合治理,加强技术指导,以小流域为单位,实行“统一规划、统一放线、统一施工、统一质量标准、统一验收”等制度。

主要成功的技术措施有“坡改梯、经济林、水保林”等工程措施和生物林草措施,对陡坡耕地坚决退耕还林还草,对缓坡耕地实行坡改梯,同时配套相应的蓄水灌溉等水利设施保持水土,提高单产。选择离村近、交通方便、土地肥沃、坡度较缓的坡耕地块进行改造。对坡改梯的具体要求为:因地制宜,就地取材,地坎线等高水平,大弯随弯,小弯取直,天面平整,配套排灌沟渠、沉沙池、蓄水池和耕作道路。对经济林、水保林的要求:因地制宜,适地适树,选择适宜当地生长,且具有一定经济价值的树种,如核桃、花椒、柑橘等树种,整地栽植,采取鱼鳞坑、水平沟、梯地、台地种植,经济林要求大窝种植,并施足底肥,配套坡面水系工程和林间道路,水保林要求乔、灌、草结合,增加覆盖。坚持集中成片,形成规模,坚持山、水、田、林、沟、渠、池、路综合治理,



布设了蓄水、灌溉、排洪结合，形成综合的水土保持体系。

对于重点造林地区的造林技术经验有：采用草—灌—乔的造林技术路线实现造林绿化，即先种植耐旱耐瘠的草本和灌木待植被有所恢复，土壤保水保肥能力有所提高时再种植乔木，逐步实现荒山绿化。乔木应分带种植，即坡下部种植经济林，中部种植用材林、上部种植纯林。禁止在林中放牧或采樵，林下捞松毛或枯枝落叶。对造林和护林工程应加大投入，建设必要的水利设施，雇佣护林人员。栽植时间必须到雨季来临之后进行，确保成活率在 85%以上。

2.2.4 水土保持生态敏感区分布情况

工程区沿线生态敏感区分布情况见表 2.2.4-1。

表 2.2.4-1 工程区沿线生态敏感区分布一览表

评价分区	类型	名称	级别	主要保护对象	与工程的区位关系
水源区与水源下游区	风景名胜区 (1)	长江三峡 风景名胜区	国家级	长江文明、沿线江峡景观等	取水口位于风景名胜区一般保护区，输水隧洞穿越一般保护区长度 54m
输水沿线区	自然保护区 (3)	五道峡 国家级自然保护区	国家级	北亚热带常绿落叶阔叶混交林生态系统；小勾儿茶大果青杆极小种群、紫斑牡丹、保康蜡梅等珍稀濒危野生植物原产地；云豹、林麝等国家重点保护野生动物及其栖息地	输水总干线从地下穿越实验区长度 3.1km
		保康县刺滩沟 自然保护区	市级	野生蜡梅	工程布置不涉及，距输水总干线最近水平距离约 0.3km
		谷城南河 湿地自然保护区	国家级	珍稀野生动物及其繁衍栖息地	工程布置不涉及，施工支洞距离保护区边界最近约 100m
	风景名胜区 (1)	保康野花谷 风景名胜区	省级	野花谷自然风景区、五道峡自然风景区、珍稀植物园、官山森林公园、温泉旅游度假区	工程布置不涉及，与输水总干线最近水平距离约 1.0km
	森林公园 (2)	薤山国家 森林公园	国家级	自然景观、人文景观	工程布置不涉及，与输水总干线施工区最近水平距离约 0.8km
		官山森林 公园	省级	森林景观	输水总干线从地下穿越生态保育区 1.2km



3 主体工程水土保持评价

3.1 主体工程制约性因素分析与方案比选评价

3.1.1 主体工程水土保持制约性因素分析

经过对引江补汉工程可行性研究阶段相关设计文件认真研读和对项目区现状进行全面调查的基础上,根据已有的相关基础资料,对照《中华人民共和国水土保持法》、《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012)、《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)和其他规范性文件关于工程选址(线)水土保持限制和约束性规定,逐条进行分析,评价主体工程选址(线)的水土保持可行性。

(1) 《中华人民共和国水土保持法》制约性因素分析

根据《中华人民共和国水土保持法》关于生产建设项目相关制约性规定,对工程选址选线进行制约性因素分析。

引江补汉工程选址无法避让丹江口库区及上游国家级水土流失重点预防区、三峡库区国家级水土流失重点治理区和大巴山荆山省级水土流失重点预防区,但通过执行一级防治标准,提高林草覆盖率指标,执行防治措施标准上限,同时采用“早进洞、晚出洞”等先进施工工艺,严格控制施工范围,减少地表扰动和植被损坏范围,综合采取各项水土保持措施,有效控制工程建设造成的水土流失。经分析,本工程隧洞占输水干线总长度的 99.7%,且以有压单洞输水为主,可减少扰动原地表和损坏植被面积,降低工程建设的水土流失影响,工程建设不存在重大水土保持制约性因素。水土保持法制约性因素主要评价结论详见表 3.1.1-1。

(2) SL575-2012 制约性因素分析

1) 环境敏感区分析

根据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012),涉及国家和省级重要水源地保护区、国家级和省级水土流失重点预防区、重要生态功能(水源涵养、生物多样性保护、防风固沙)区,应以最大限度减少地面扰动和植被破坏、维护水土保持主导功能为准则,重点分析因工程建设造成植被不可逆性破坏和产生严重水土流失危害的区域,提出水土保持制约性要求及对主体工程布置的修改意见。涉及国家级和省级的自然保护区、风景名胜区、地质公园、文化遗产保护区、文物保护区的,应结合环境保护专业分析评价结论按前款规定进行评价,并以最大限度保护生态环境和原地貌为准则。



表 3.1.1-1 水土保持法制约因素分析与评价结果一览表

条款	相关条文	本工程符合性分析	是否存在制约
第十七条	禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区的范围,由县级以上地方人民政府划定并公告。	本工程开挖、取料等施工活动不涉及崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区。	不存在制约
第十八条	水土流失严重、生态脆弱的地区,应当限制或者禁止可能造成水土流失的生产建设活动,严格保护植物、沙壳、结皮、地衣等。	本工程不涉及生态脆弱区;施工过程中严格控制施工扰动,减少对地表植被的破坏。	不存在制约
第二十四条	生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防区和重点治理区,无法避让的,应当提高防治标准,优化施工工艺,减少地表扰动和植被损坏范围,有效控制可能造成的水土流失。	工程涉及国家级水土流失重点预防区和治理区,省级水土流失重点预防区。	工程通过执行一级防治标准,提高林草覆盖率指标,执行防治措施标准上限,采用“早进洞、晚出洞”等先进施工工艺,减少地表扰动及植被损坏范围等,可有效控制工程建设造成的水土流失,不存在制约。
第二十八条	依法应当编制水土保持方案的生产建设项目,其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用;不能综合利用,确需废弃的,应当堆放在水土保持方案确定专门存放地,并采取防护措施保证不产生新的危害。	工程开挖料优先用于填筑,无法利用的开挖料全部堆放在工程沿线 25 处弃渣场。并采取拦挡、防洪排导、截排水、护坡、植被恢复工程等综合防护措施,可保证弃渣不产生新的危害。	不存在制约
第三十二条	在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办生产建设项目或者从事其他生产建设活动,损坏水土保持设施、地貌植被,不能恢复原有水土保持功能的,应当缴纳水土保持补偿费,专项用于水土流失预防和治理。	本工程水土保持投资估算中已计列水土保持补偿费。项目建设单位按照国家规定缴纳补偿费。	不存在制约
第三十八条	对生产建设活动所占用土地的地表土应当进行分层剥离、保存和利用,做到土石方挖填平衡,减少地表扰动范围。对废弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等存放地,应当采取拦挡、坡面防护、防洪排导等措施。生产建设活动结束后,应当及时在取土场、开挖面和存放地的裸露土地上植树种草、恢复植被,对闭库的尾矿库进行复耕。	本工程已对耕地、园地、林地和草地等占地类型的土地表层土根据后期复耕及植被恢复需求进行了剥离并加以保存和利用;开挖土石方尽量利用,合理布置施工场地;对弃渣场采取了拦挡、防洪排导、截排水、护坡、植被恢复工程等综合防护措施。	不存在制约

根据环境影响评价专业分析,引江补汉工程沿线涉及环境敏感因素详见表 2.2.4-1。环境影响评价专业分析认为:工程选址选线避开了自然保护区的核心区和缓冲区、风景名胜区的核心景观区、地质公园的一级保护区等法律法规禁止工程项目建设的范围,无重大环境制约。工程的建设不会对区域生态系统的完整性和稳定性造成严重影响,所产生的影响通过采取保护措施减缓后,在可接受范围内。从环境保护角度来看,工程建设不存在重大的环境制约性因素,工程建设是可行的。



2) 其他分析

根据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012)关于水利水电工程建设过程中需遵循的一般规定,本工程建设与SL575-2012的符合性分析详见表3.1.1-2。

表 3.1.1-2 SL575-2012 制约因素分析与评价结果一览表

序号	规定内容	本方案符合性分析	是否存在制约
1	应控制和减少对原地貌、地表植被、水土的扰动和损毁,减少占用水土资源,注重提高资源利用效率。	本工程临时用地规模大,造成的地表扰动大。主体工程考虑对占用耕地的复耕,对其他临时用地尽量恢复为植被。	不存在制约性因素
2	对于原地表植被、表土有特殊保护要求的区域,应结合项目区实际剥离表层土、移植植物以备后期恢复利用,并根据需要采取相应的防护措施。	水土保持设计对占用的耕园地表土已经考虑了剥离和防护措施。	不存在制约性因素
3	主体工程开挖土石方应优先考虑综合利用,减少借方和弃渣。弃渣应设置专门场地予以堆放和处理,并采取挡护措施。	本工程尽量利用自身开挖土石方,剩余弃渣均设置了专门的弃渣场,弃渣采取了相应的防护措施,但由于线路长,弃渣量大,弃渣场数量多,渣场布置及防护难度较大。	不存在制约性因素
4	弃渣场防护措施设计应在保证渣体稳定的基础上进行。	经本方案论证,设置的弃渣场安全稳定,水土保持措施防护措施设计在其基础上进行。	不存在制约
5	严禁在对重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响区域布设弃渣场。	本工程弃渣场在安全防护范围内,无重要基础设施及居民区,对行洪无重大影响,在设计中需加强弃渣场防护。	无制约性因素

(3) GB 50433-2018 制约性因素分析

GB 50433-2018 从一般规定、对主体工程的约束性规定、不同水土流失类型区的特殊规定 3 个方面进行水土保持制约性因素分析与评价。

1) 一般规定

引江补汉工程的施工总布置遵循紧凑合理、节约用地、少占耕地和其它高价值土地的原则,在符合环保、水保要求和不影响河道行洪的前提下,尽量将施工场地结合永久占地及管理范围布置。施工总布置过程中做到了尽量控制和减少对原地貌、地表植被、水系的扰动和损毁,保护原地表植被,减少占用水土资源,提高利用效率。主体工程对进出口建筑物、控制与出水建筑物、导流工程、施工生产生活设施、料场等开挖边坡采取了拦挡、护坡、截排水等措施。工程弃渣充分考虑自身填筑料和混凝土骨料制备



利用，对确实不能利用的弃渣在规划的弃渣场集中堆放，并按“先拦后弃”的原则进行防护，弃渣场选址均不涉及江河、湖泊、建成水库及河道管理范围。

因此，引江补汉工程的建设是符合 GB 50433-2018 的一般规定和要求的。

2) 对主体工程的约束性规定

① 工程选址（线）、建设方案和布局的限制因素分析

据现场查勘及调查分析，工程建设区无全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，未占用国家确定的水土保持长期定位观测站，也未占用河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。

根据本阶段地质专业勘查，输水隧洞线路区地质构造背景复杂，区域性断裂发育，地应力水平偏高，可溶岩、软质岩、坚硬岩分布较广泛。主体工程通过超前地质预报技术以及不良地质洞段专项施工处理方案予以解决。进出口建筑物、控制和出水建筑物自然边坡稳定性较好，部分开挖边坡以强风化为主，卸荷强烈，岩体较为破碎，主体工程通过合理控制开挖坡比，结合喷锚支护等措施，结合周边截、排水措施，可有效消除不良地质影响。

本工程选址（线）无法避让国家级水土流失重点预防区和治理区、省级水土流失重点预防区，通过尽量将施工生产生活区等临时占地布置在永久占地范围内，施工道路施工前做好截排水和边坡防护措施；弃渣场防护工程的设计防洪标准均取上限，并在排水出口处设沉沙池或消力池，同时将林草覆盖率提高 2 个百分点，可尽量减轻工程建设产生水土流失影响。

总体来讲，项目选址（线）、建设方案符合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）对主体工程的约束性规定。

② 取料场的限制因素分析

本阶段工程填筑料均利用自身开挖料。输水总干线工程混凝土骨料、块石料等在充分利用自身开挖料后，布置 8 处石料场。

经现场调查分析，本工程规划的料场开采范围内均不涉及县级以上人民政府划定的崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区，料场区内未见重要构筑物分布，料场开采对周边的水土流失影响可能性较小，不会诱发崩塌、滑坡和泥石流的可能性。料场开采结束后，对开采迹地和边坡进行复耕或植被恢复。因此，本工程料场选址符合 GB50433-2018 关于对取土（石、料）场选址的规定，不存在制约性因素。



③ 弃渣场的限制因素分析

引江补汉工程沿着输水总干线共设置 25 处弃渣场。输水总干线工程弃渣场布置在工程沿线及施工支洞周边支沟或荒沟内，施工期间采取拦挡、排水、护坡等防护措施，可控制水土流失，保障弃渣场安全稳定。弃渣场均不存在侵占河道行洪断面，不涉及河湖管理范围。施工结束后，对各处弃渣场均进行复耕或植被恢复措施。

根据弃渣场地质勘察报告，大部分弃渣场场地及周边不良地质现象不发育，自然状况下边坡处于稳定状态，场地稳定性和适宜性均较好。输水总干线工程中水田坝弃渣场、邓家畈弃渣场、石场沟弃渣场等雨季上游洪水量较大，需加强防洪排导工程措施，有效排泄沟道来水，在加强弃渣场的挡护和防洪排导措施后不存在制约性因素。

弃渣场下游布置有施工生产生活设施的均采取避让主排洪沟道的方式布置，如邓家畈弃渣场下游的 3#施工支洞入口和综合加工厂及砂石混凝土系统均布置于沟道两侧坡面，不占用行洪通道，同时施工场地周边排洪工程等级同上游渣场相一致。

本工程弃渣场选址不涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、风景名胜區、地质公园、森林公园、重要湿地等现行法律法规保护的环境敏感目标，不存在制约性因素。

本工程未在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域布设弃渣场，渣场征地范围内的居民点搬迁后不存在制约性因素。

因此，引江补汉工程弃渣场选址是符合 GB 50433-2018 关于对弃土（渣）场选址的规定，本工程弃渣场选址可行。

④ 主体工程施工组织设计的限制因素分析

引江补汉工程沿线植被覆盖度较高。主体工程设计通过控制施工场地占地，优化施工场地布局，合理安排施工时序，充分考虑将施工营地、机械停放场、综合仓库及综合加工厂等施工生产生活设施与永久建筑物范围、永久办公管理用地结合布置，提高了场地的利用率，既满足主体施工组织设计要求，尽量节约施工临时占地，又减少对植被良好区域的破坏，控制水土流失。

在工程施工组织设计中，开挖产生的弃渣均直接运至指定弃渣场堆放，不存在中转堆置问题，对中转利用料也利用备料场集中堆存，既避免了重复开挖和多次倒运，又减小了场地占用范围，防止了土石方堆置产生的水土流失。在施工期间，对施工开挖、填筑、堆置的裸露面均采取了临时拦挡、排水、沉沙和覆盖等防护措施，符合水土保持的



要求。

主体工程设计对于施工支洞遵循“早进洞、晚出洞”原则，通过采用超前大管棚预支护后进洞施工工艺，尽量减小明挖量和地表扰动面积，可有效减轻水土流失影响，符合水土保持的要求。

⑤ 工程施工的限制因素分析

工程所需要的场内交通道路全部位于施工管理区内，均控制在规定范围内，并且根据实际地形、地质条件设置桥梁等，符合水土保持的要求。

工程施工前，本方案设计将工程区表层耕植土进行剥离，并设置专门场地进行集中堆放，以满足后期复耕或绿化覆土的需要，基本满足水土保持的要求。

施工期间，对临时堆置的土、石料等均采取临时防护措施；运输过程中也通过加强管理、覆盖、洒水等措施避免散落流失；雨季施工采用随挖、随运、随填、随压的方法，避免二次倒运的流失；取料场指定开采范围、提前设置拦挡、排水等防护措施；基本符合水土保持的要求。

施工结束后，对建筑物永久占地保留原有设施，对临时道路、临时施工场地等临时占地以及裸露空地均采取植被恢复措施，符合水土保持的要求。

综上所述，引江补汉的建设基本符合 GB 50433-2018 对主体工程的约束性规定和要求，详见表 3.1.1-3。

3) 不同水土流失类型区的特殊规定

引江补汉工程区位于西南紫色土区。项目的建设对该地区的特殊规定也进行了充分考虑，符合 GB 50433-2018 中对西南紫色土区建设项目的特殊规定和要求，主要体现在：

① 本工程对于开挖及填筑坡面考虑了边坡支护及径流排导措施，防止引发崩岗、滑坡等灾害。

② 对于弃土（石、渣）场，充分考虑防洪排水、拦挡措施，充分保障弃渣场安全，减轻水土流失影响。



表 3.1.1-3

GB 50433-2018 主体工程约束性因素分析与评价结果一览表

序号	项目	规定内容	本方案符合性分析	是否存在制约
1	工程选址、建设方案的限制因素	(1) 主体工程选址(线)应避下列区域: 1) 水土流失重点预防区和重点治理区; 2) 河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带; 3) 全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。	工程选址(线)无法避让国家级水土流失重点预防区和治理区、省级水土流失重点预防区,水土流失防治标准采用一级标准,并适当提高防治指标值,通过采取工程、植物、临时等综合防治措施体系控制水土流失的发生,同时尽量将施工生产生活区、表土堆存场等临时场地布置在永久占地范围内,较少地表扰动和植被损坏范围,减轻水土流失。主体工程选址不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带和全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站,符合要求。	不存在制约
		(2) 公路、铁路工程在高填深挖路段,应采用加大桥隧比例的方案,减少大填大挖。填高大于 20m 或挖深大于 30m 的,必须有桥隧比选方案。路基、路堑在保证稳定的基础上,应采用植物防护或工程与植物防护相结合的设计方案。	场内道路设计不存在填高大于 20m 或挖深大于 30m 情况,在保证路基、路堑边坡稳定的基础上,已考虑采取植物防护或工程与植物防护相结合的措施。	不存在制约
		(3) 城镇区的建设项目应提高植被建设标准,注重景观效果,配套建设灌溉、排水和雨水利用设施。	本工程不属于城镇区建设项目。	
		(4) 对无法避让水土流失重点预防区和重点治理区的生产建设项目,建设方案应符合下列规定: 1) 应优化方案,减少工程区占地和土石方量;公路、铁路等项目填高大于 8m 宜采用桥梁方案;管道工程穿越宜采用隧道、定向钻、顶管等方式;山丘区工业场地宜优先采取阶梯式布置。	本工程无法避让国家级水土流失重点预防区和治理区、省级水土流失重点预防区,尽量将施工生产生活区等临时占地布置在永久占地范围内,施工道路施工前做好截排水和边坡防护措施;弃渣场防护工程的设计防洪标准均取上限,并在排水出口处设沉沙池或消力池,同时将林草覆盖率提高 2 个百分点。	
		2) 截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级。		
		3) 宜布设雨洪集蓄、沉沙设施。		
		4) 提高植物措施标准,林草覆盖率应提高 1 个-2 个百分点。	本工程未在崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区内设置取土(石、砂)场。	
		(5) 严禁在崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区内设置取土(石、砂)场。		
2	施工组织设计的限制因素	(1) 应控制施工场地占地,避开植被相对良好的区域和基本农田区。	本工程施工场地从经济、节约原则,采取了相对较为优化的施工占地方案,尽量把施工场地布置在永久占地范围内,尽量避开了植被相对良好区域和基本农田。	方案补充后不存在制约
		(2) 应合理安排施工,防止重复开挖和多次倒运,减少裸露时间和范围。	主体工程施工进度和时序较合理,但施工中不可避免存在地表裸露现象。	

续表 3.1.1-3

GB 50433-2018 主体工程约束性因素分析与评价结果一览表

序号	项目	规定内容	本方案符合性分析	是否存在制约
2	施工组织设计的限制因素	(3) 在河岸陡坡开挖土石方, 一级开挖边坡下方有河渠、公路、铁路、居民点和其他重要基础设施时, 宜设计渣石渡槽、溜渣洞等专门设施, 将开挖的土石导出。	本工程不涉及河岸陡坡土石方开挖。	方案补充后不存在制约
		(4) 弃土、弃石、弃渣应分类堆放。	本工程弃土、弃石、弃渣分类分区堆放。	
		(5) 外借土石方应优先考虑利用其它工程废弃的土(石、渣), 外购土(石、料)应选择合规的料场。	本工程外借石方全部来自合规的料场区域开采。	
		(6) 大型料场宜分台阶开采, 控制开挖深度。爆破开挖应控制装药量和爆破范围。	本工程料场采用分台阶方式取料, 合理控制开挖深度。	
		(7) 工程标段划分应考虑合理调配土石方, 减少取土(石)方、弃土(石、渣)方和临时占地数量。	输水线路就近合理调配土石方, 充分利用自身开挖料, 减少弃渣场的临时占地。	
		(1) 施工活动应控制在设计的施工道路、施工场地内。	本方案应提出相应的水土保持要求。	
		(2) 施工开始时应首先对表土进行剥离和保护, 剥离的表土应集中堆放, 并采取防护措施。	主体工程设计施工前对表层耕植土进行了剥离, 但未考虑对其采取防护措施, 本方案予以补充。	
		(3) 裸露地表应及时防护, 减少裸露时间; 填筑土方时应随挖、随运、随填、随压。	主体工程施工中难免会造成地表裸露, 设计中只提出原则性要求, 本方案予以补充临时防护措施。	
		(4) 临时堆土(石、渣)应集中堆放, 并采取临时拦挡、苫盖、排水、沉沙等措施。	主体工程设计中只提出原则性要求, 未设临时拦挡、排水、沉沙、覆盖等措施, 本方案予以补充。	
		(5) 施工产生的泥浆应优先通过泥浆池沉淀, 再采取其他处置措施。	本工程施工产生的泥浆采用泥浆池进行沉淀, 可有效控制水土流失。	
		(6) 围堰填筑、拆除应采取减少流失的有效措施。	本方案补充围堰填筑和拆除过程中的临时苫盖、拦挡等措施, 并提出水土保持要求。	
		(7) 弃土(石、渣)场地应事先设置拦挡措施, 弃土(石、渣)应有序堆放。	本工程采取先拦后弃的方式进行, 弃土(石、渣)分类分区有序堆放。	
3	不同水土流失类型区的特殊规定	西南紫色土区、南方红壤区应符合以下规定:	本工程对于开挖及填筑坡面考虑了边坡支护及径流排导措施, 防止引发崩岗、滑坡等灾害; 对于弃土(石、渣)场, 充分考虑防洪排水、拦挡措施, 充分保障弃渣场安全, 减轻水土流失影响。	方案补充后不存在制约
		1) 弃土(石、渣)应注重防洪排水、拦挡措施;		
		2) 坡面应布设径流排导工程, 防止引发崩岗、滑坡等灾害。		

3.1.2 主体工程方案比选水土保持评价

3.1.2.1 工程总体布局方案比选水土保持评价

(1) 主体工程总体布局比选方案

主体工程对工程总体布局坝下方案、坝下坝上结合方案进行了方案比选，其中坝下方案包括归州自流引水方案、龙潭溪自流引水方案（包括龙安1线、龙安2线、龙安3线方案）。坝上坝上结合方案为龙安1线方案+大宁河观音阁提水工程

1) 归州自流引水方案

归州自流引水方案从三峡库区秭归县归州镇上游 2.5km 取水后，向北在兴山县昭君镇下穿香溪河，保康县歇马镇下穿沮河，谷城县紫金镇下穿南河，石花镇下穿北河，于丹江口市安乐河口入汉江干流，入口处上距丹江口大坝约 5km。输水线路长约 191km，工程区涉及湖北省宜昌市、襄阳市和十堰市三个地级市，秭归县、兴山县、保康县、谷城县和丹江口市 5 个县（市）。线路布置见图 3.1.2-1。

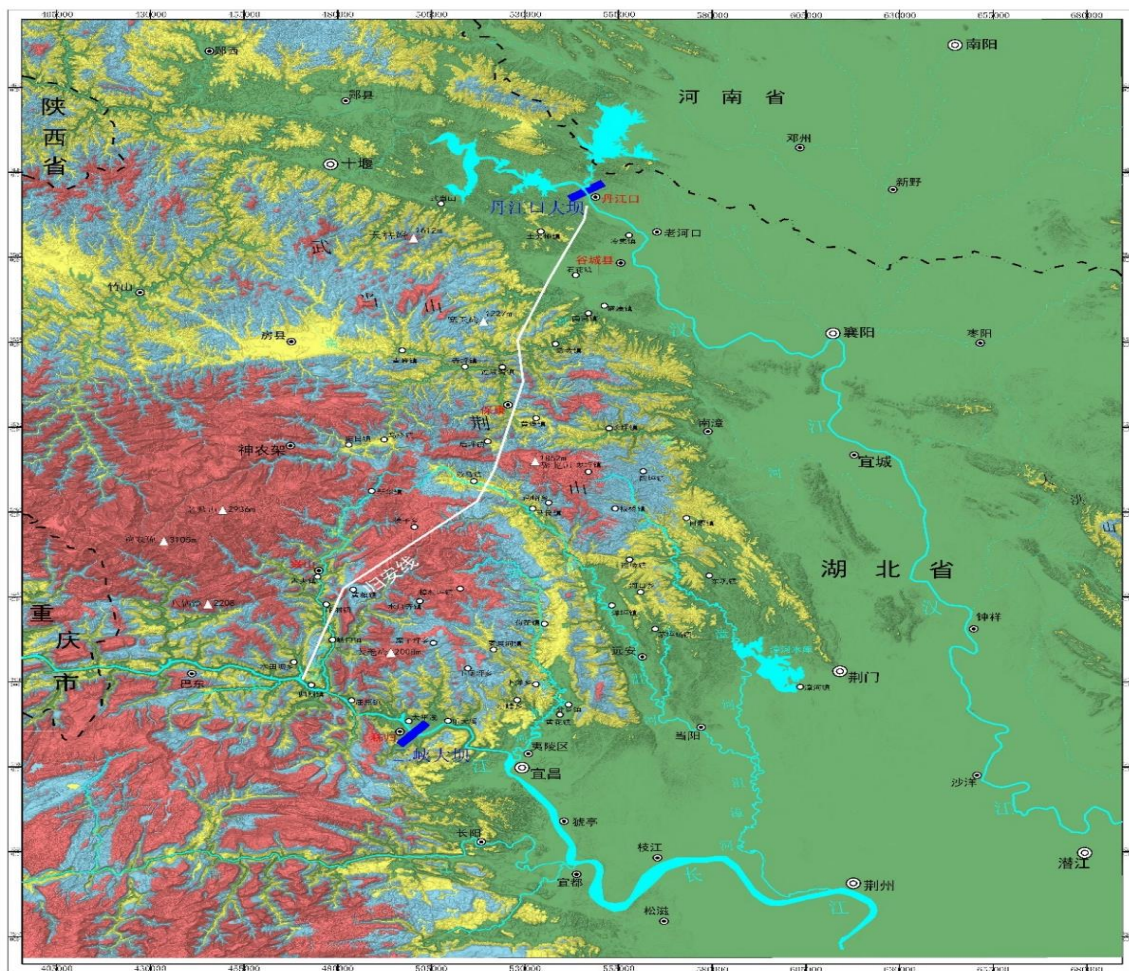


图 3.1.2-1 归州自流引水方案（归安线）布置示意图

2) 龙潭溪自流引水方案

龙潭溪自流引水方案本阶段比选龙安 1 线、2 线和 3 线三个方案，各线路方案布局如下：

① 龙安 1 线

从三峡大坝上游 7km 左岸龙潭溪取水后，向北在夷陵区乐天溪镇下穿乐天溪，雾渡河镇下穿雾渡河，保康县歇马镇下穿沮河，谷城县紫金镇下穿南河，石花镇下穿北河，于丹江口市安乐河口入汉江干流，入口处上距丹江口大坝约 5km。输水线路长约 194.8km，工程区涉及湖北省宜昌市、襄阳市和十堰市三个地级市，夷陵区、保康县、谷城县和丹江口市 4 个区县（市）。线路布置见图 3.1.2-2。

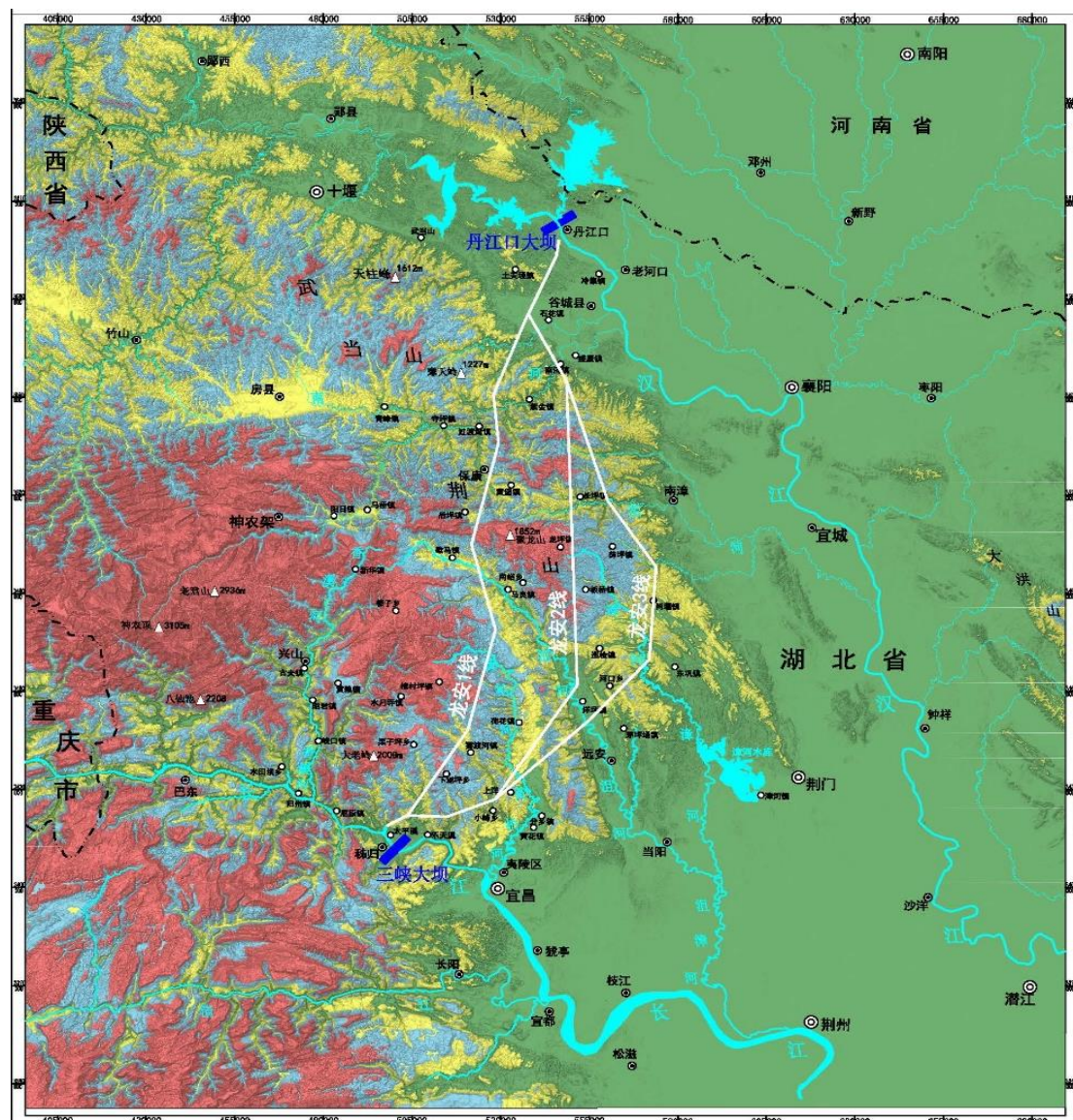


图 3.1.2-2 龙潭溪自流引水方案布置示意图



② 龙安 2 线

从三峡大坝上游 7km 左岸龙潭溪取水后,向北在夷陵区乐天溪镇下穿乐天溪,小峰乡下穿雾渡河,西北口水库大坝下游下穿黄柏河,远安县杨坪镇下穿沮河,南漳县长坪镇下穿三道河,谷城县南河镇下穿南河,石花镇下穿北河,于丹江口市安乐河口入汉江干流,入口处上距丹江口大坝约 5km。输水线路长约 215km,工程区涉及湖北省宜昌市、襄阳市和十堰市三个地级市,夷陵区、远安县、南漳县、保康县、谷城县和丹江口市 6 个县(市)。线路布置见图 2.2-2。

③ 龙安 3 线

从三峡大坝上游 7km 左岸龙潭溪取水后,向北在夷陵区乐天溪镇下穿乐天溪,小峰乡下穿雾渡河,西北口水库大坝下游下穿黄柏河,远安县杨坪镇下穿沮河,南漳县长坪镇下穿三道河,谷城县南河镇下穿南河,石花镇下穿北河,于丹江口市安乐河口入汉江干流,入口处上距丹江口大坝约 5km。输水线路长约 232km,工程区涉及湖北省宜昌市、襄阳市和十堰市三个地级市,夷陵区、远安县、南漳县、谷城县和丹江口市 5 个县(市)。线路布置见图 3.1.2-2。

3) 坝上坝下结合方案

坝下坝上结合方案中,坝下部分同龙安 1 线方案。坝上部分为大宁河观音阁提水工程。

大宁河观音阁提水工程由水源工程和输水工程组成。在大宁河青树湾兴建观音阁水库,库尾新建荆竹坝泵站,从泵站提水至高位水池后经荆潘隧洞自流输水至堵河潘口水库,再经堵河自流至丹江口水库。具体布置如下:

① 观音阁水库

观音阁水库坝址位于东溪河和西溪河交汇处下游约 2.9km,混凝土面板堆石坝。溢洪道采用岸边式,位于水库左岸,生态放水管布置在右岸岸坡。大坝上、下游布置挡水土石围堰,导流洞布置在右岸。

② 荆竹坝泵站

泵站建筑物布置在左岸,采用引水式地下泵站,总体为进水隧洞、出水隧洞八机一洞,主泵房、主变洞、进水检修阀室、出水检修阀室四大洞室相互平行的布置格局。主要建筑物有进水口、进水流道(含进水隧洞、进水检修阀室)、地下泵房、母线洞、主变洞、出水流道(含出水隧洞、出水检修阀室)、出水池、地面开关站、交通洞、电缆

洞及厂外排水廊道等。

③ 输水工程从泵站高位水池向北经重庆市巫溪县白鹿镇、湖北省竹山县桃源乡、竹溪县官渡镇进入堵河潘口水库，输水线路长约 64km。隧洞设计流量 $50\text{m}^3/\text{s}$ ，无压单洞输水，纵坡为 1/1000。

(2) 主体工程比选结论

坝下方案中,地质条件方面龙安 1 线布置避让了强可溶岩地层,尽量降低施工难度,尽量利用围岩条件较好地层,缩短输水线路长度,兼顾向沿线补水;龙安 3 线方案在不显著增加隧洞长度的情况下,尽量减少连续深埋洞段的长度,利于施工支洞布置,同时可更好的兼顾向沿线受水区补水;归安线和龙安 2 线则介于两者之间。四个方案中龙安 1 线长度与归安线相当,施工工期和龙安 3 线相同,工程投资最省,经济性最好。综合考虑工程地质、施工条件、安全风险和工程经济性,坝下方案中主体工程推荐龙安 1 线方案。

坝下方案与坝下坝上结合方案相比,结合方案建设项目较多,遇到的地质问题较多,征地移民实物量和投资也较大,本阶段推荐采用坝下方案。

综上所述,引江补汉主体工程推荐实施龙潭溪自流引水坝下方案(龙安 1 线)。

(3) 水土保持比选分析

从水土保持角度对工程总体布局比选方案进行分析,各个方案均涉及国家级水土流失重点预防区和治理区。与坝下坝上结合方案相比较,坝下方案在扰动地表面积、损毁植被面积、土石方量、弃渣量、土壤流失量等方面均优于坝下坝上结合方案。

表 3.1.2-1 工程总体布局方案比选水土保持评价表

项 目	坝下方案				坝上坝下 结合方案	比选结果
	归州自流 引水方案	龙安 1 线方案	龙安 2 线方案	龙安 3 线方案		
水土保持重点防治区	各方案均涉及国家级水土流失重点预防区和治理区、省级水土流失重点预防区					基本一致
扰动地表面积 (hm ²)	958.12	952.41	904.79	919.07	1333.37	龙安 2 线方案较优
损毁植被面积 (hm ²)	653.12	651.17	618.61	628.38	911.64	龙安 2 线方案较优
土石方挖方量 (万 m ³)	3658.23	3622.01	3676.34	3803.11	5070.81	龙安 1 线方案较优
土石方填方量 (万 m ³)	644.87	641.66	651.28	673.74	898.32	龙安 1 线方案较优
弃渣量 (万 m ³)	3013.36	2980.35	3025.06	3129.37	4172.49	龙安 1 线方案较优
新增土壤流失量 (万 t)	62.77	62.46	59.34	64.96	87.44	龙安 2 线方案较优
评价结论	从水土保持角度分析,推荐的龙安 1 线方案在土石方挖方量、土石方填方量、弃渣量等方面优于其他线路方案,通过施工期间控制扰动范围,加强水土保持措施,可以有效减轻水土流失影响。					



坝下四个方案中，龙安 1 线方案在土石方挖方量、土石方填方量、弃渣量等方面优于其他线路方案，龙安 2 线方案在扰动地表面积、损毁植被面积、土壤流失量等方面优于其他线路方案。各个方案均避开了环境敏感区的核心区和缓冲区。

从水土保持角度分析，推荐的龙安 1 线方案通过施工期间控制扰动范围，加强水土保持措施，可以有效减轻工程建设过程中的水土流失影响。

3.1.2.2 输水方式比选水土保持评价

(1) 主体工程方案比选

工程线路方案均采用隧洞形式进行输水，所采用的输水方式主要有：有压单洞、有压双洞、无压单洞及无压双洞四种类型。

主体工程经综合考虑，选择长度、洞径和地质条件具有代表性的龙安 1 线作为典型，开展输水方式比选。

有压单洞方案等效洞径为 10.2m。隧洞衬砌型式分为三种：护盾 TBM 施工洞段采用管片衬砌，钻爆段和敞开式 TBM 施工洞段采用现浇混凝土衬砌，以及钢管内衬。

有压双洞输水方案 A 洞、B 洞等效洞径为 7.9m。隧洞衬砌型式分类与有压单洞方案一致。

无压单洞输水方式的等效洞径为 11.1m。隧洞衬砌型式分类与有压单洞方案一致。

无压双洞输水方式 A 洞、B 洞的等效洞径为 8.65m。隧洞衬砌型式分类与有压单洞方案一致。

相比无压输水方案，有压方案虽然内水压力高，局部围岩条件差的浅埋洞段需增设钢衬；但是隧洞纵断面布置灵活，可实现“逆坡掘进、顺坡排水”，保障施工安全，运行调度相对简单，响应速度快。因此，有压输水形式较优。有压单洞施工通风、应急救援、输水保障等方面不如双洞方案，但是遇到的施工问题更少，工程投资较双洞方案少 116 亿元（19%），经济性好。

综合工程布置、施工、运行及投资等多方面因素，主体工程本阶段推荐采用有压单洞输水方式。

(2) 水土保持比选评价

从水土保持角度分析，各个方案涉及国家级水土流失重点预防区和治理区均一致。推荐的有压单洞方案在扰动地表面积、损毁植被面积、土石方挖方量、土石方填方量、弃渣量、新增土壤流失量等方面均优于其他方案，同意主体工程推荐的有压单洞输水



方案。

输水方式比选水土保持分析评价详见表 3.1.2-2。

表 3.1.2-2 输水方式比选水土保持评价表

项 目	方案 1-有压单洞	方案 2- 无压单洞	方案 3- 有压双洞	方案 4- 无压双洞	比选结果
水土保持重点防治区	各方案均涉及国家级水土流失重点预防区和治理区、省级水土流失重点预防区				一致
扰动地表面积 (hm^2)	952.41	980.98	1019.08	1038.12	方案 1 较优
损毁植被面积 (hm^2)	651.17	660.94	696.75	703.26	方案 1 较优
土石方挖方量 (万 m^3)	3622.01	3748.78	4110.98	4219.64	方案 1 较优
土石方填方量 (万 m^3)	641.66	660.91	673.74	676.95	方案 1 较优
弃渣量 (万 m^3 自然方)	2980.35	3087.87	3437.24	3542.69	方案 1 较优
新增土壤流失量 (万 t)	62.46	64.33	65.58	68.08	方案 1 较优
评价结论	推荐有压单洞方案较优, 满足水土保持要求				

3.1.2.3 推荐方案工程布局水土保持评价

(1) 输水总干线工程

输水总干线工程由进出口建筑物、输水隧洞、石花控制建筑物以及检修排水建筑物等组成, 工程线路总长约 194.8km, 其中进水口长 26.0m, 输水隧洞长约 194.3km, 出口建筑物长 475.0m, 采用有压隧洞输水方案。进口建筑物位于三峡大坝上游约 7.5km 处的龙潭溪取水口, 出口建筑物位于丹江口大坝下游约 5km 处, 石花控制建筑物位于桩号 164+000 附近。输水隧洞沿线利用施工支洞布置 11 条检修交通洞, 兼具调压功能。

从水土保持角度分析, 主体工程推荐龙潭溪取水口方案的输水线路比丁家湾取水口少约 700m, 丁家湾取水口距离长江主河道较近, 河床地形较低, 布置的围堰规模较大, 后续围堰拆除量较大, 产生的开挖量和弃渣量均较大, 因此龙潭溪取水口更符合水土保持要求。龙潭溪取水口周边地形较陡, 靠近水库一侧为三峡风景名胜区, 缺乏可用作施工场地的平地或缓台。为满足施工需要, 在拦挡坝(上游围堰)上游侧龙潭溪左岸通过弃渣填筑形成约 4 万 m^2 的平台, 既可消纳开挖弃渣, 形成施工场地, 工程结束后还可作为运行期管理营地。本次场平方案进一步优化, 总共消纳 114.45 万 m^3 (松方) 开挖料, 较上一版方案多利用 38.85 万 m^3 (松方) 开挖料, 满足水土保持减少弃渣的要求。输水总干线工程中输水隧洞占总长度的 99.7%, 扰动地表面积和损毁植被面积较小, 有



利于减少工程水土流失；输水线路采用有压单洞输水方案，相对于有压双洞和无压单洞来说，洞径小，洞室开挖量减少，对应工程的弃渣量随之减少，满足水土保持减少弃渣的要求。一方面，工程需充分利用洞挖料进行混凝土骨料或块石料等制备以及场地平整回填使用，另一方面要切实加强弃渣场的各项防护措施，做好拦挡工程和防洪排导工程，切实保障弃渣场安全，减轻水土流失影响。

(2) 汉江影响河段综合整治工程

汉江影响河段综合整治工程主要为抑制丹江口坝下减水段水位下降，基本恢复工程影响河段水面线，消除工程对丹江口坝下减水段航道的不利影响，协调安乐河出流与羊皮滩综合治理需求。主要建设内容包括补水出口与汉江衔接工程、航道治理工程、河道整治工程。

主体工程从安全角度采取了抛石、网格护岸等各项防护措施，具有较好的水土保持作用。施工结束后，结合城市规划对工程范围布置了绿化措施。为了减轻补水后羊皮滩右汉流量加大对羊皮滩左缘的冲刷，主体工程利用工程挖方对羊皮滩左缘头部进行回填整治处理并采取了网格护岸工程进行防护。从水土保持角度分析，施工期间还需加强临时拦挡、苫盖等各项防护措施，切实减轻工程建设造成的水土流失影响。

3.2 工程占地分析评价

根据可行性研究征地移民实物调查，引江补汉工程建设占地总面积 1306.00hm^2 （其中永久占地 185.20hm^2 ，临时用地 1120.80hm^2 ），耕地 122.80hm^2 ，园地 40.53hm^2 ，林地 629.80hm^2 ，草地 1.38hm^2 ，工况仓储用地 7.28hm^2 ，住宅用地 15.56hm^2 ，公共服务用地 47.62hm^2 ，特殊用地 0.75hm^2 ，交通运输用地 25.07hm^2 ，水域及水利设施用地 413.47hm^2 ，其他土地 1.74hm^2 。

根据工程布置及施工布置，水土保持方案中对工程占地进行了复核。经复核，主体工程暂未考虑移民安置及专项设施复建工程占地，复核后新增移民安置及专项设施复建工程区占地 29.51hm^2 。复核后的引江补汉工程占地总面积 1335.51hm^2 ，其中输水总干线工程占地面积 893.58hm^2 ，汉江影响河段综合整治工程区占地面积 441.93hm^2 。按占地性质统计，永久占地 193.53hm^2 ，临时占地 1141.98hm^2 。复核后工程占地详见表 3.2-1 和表 3.2-2。



表 3.2-1

引江补汉工程占地表（按行政区划分）

单位: hm^2

项目分区			耕地	园地	林地	草地	工矿仓储用地	住宅用地	公共管理与公共服务用地	特殊用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他用地	合计
输水总干线工程区	宜昌市	夷陵区	27.13	36.96	137.04	8.23	0.41	4.66			5.41	4.00	9.52	233.37
	襄阳市	保康县	41.24	0.02	174.88	0.76	1.63	4.41	0.06		2.65	7.43	0.05	233.12
		谷城县	47.59	0.77	286.59	0.62	0.08	4.73	0.01	0.14	12.74	10.85	0.17	364.31
	十堰市	丹江口市	5.24	2.76	43.05		5.15	1.74			1.23	2.26	1.37	62.80
	小计		121.20	40.53	641.56	9.61	7.28	15.54	0.07	0.14	22.04	24.54	11.12	893.58
汉江影响河段综合整治工程区	十堰市	丹江口市	1.61					0.02	47.54	0.61	3.03	388.93	0.18	441.93
	小计		1.61					0.02	47.54	0.61	3.03	388.93	0.18	441.93
合计			122.80	40.53	641.56	9.61	7.28	15.56	47.62	0.75	25.07	413.47	11.29	1335.51

表 3.2-2

引江补汉工程占地表（按防治区划分）

单位: hm^2

项目分区		耕地	园地	林地	草地	工矿仓储用地	住宅用地	公共管理与公共服务用地	特殊用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他用地	合计
输水总干线工程区	主体工程区	7.31	7.51	24.67		5.54	3.78			1.63	2.89	1.22	54.55
	永久办公生活区	3.36	0.33	4.96		0.28	0.66			0.16	0.58		10.33
	料场区	6.71	8.59	87.70			1.10			0.33	0.29		104.71
	弃渣场区	38.99	8.91	413.32	1.27	0.78	2.54	0.06		2.42	6.95	0.17	475.41
	交通道路区	20.77	1.58	58.92	0.05	0.35	4.97	0.01	0.14	14.57	9.09	0.22	110.67
	施工生产生活区	44.06	13.59	40.24	0.06	0.33	2.48			2.92	4.74		108.42
	移民安置及专项设施复建工程区			11.76	8.23							9.51	29.51
	小计	121.20	40.53	641.56	9.61	7.28	15.54	0.07	0.14	22.04	24.54	11.12	893.58
汉江影响河段综合整治工程区		1.61					0.02	47.54	0.61	3.03	388.93	0.18	441.93
合计		122.80	40.53	641.56	9.61	7.28	15.56	47.62	0.75	25.07	413.47	11.29	1335.51

从占地性质分析,永久占地占总面积的 14.49%,临时占地占总面积的 85.51%。永久占地主要为进出口建筑物及石花控制建筑物占地及管理范围、永久办公生活区、永久道路、永久占地范围内弃渣场等永久性占地,工程永久占地部分是工程必要的组成部分,对工程区土地利用结构有一定影响,但工程完工后地表均进行硬化或植被恢复,对占地区的水土流失可起到一定的防治作用。临时占地主要为施工支洞洞口施工场地、施工临时道路、料场、弃渣场等施工临时设施占压用地。对临时占地部分,施工结束后将全部进行植被恢复或复耕,恢复其原有地貌形态,临时占地对土地生产力的影响是暂时的。

从占地类型角度分析,工程占地地类中耕园地占比例 12.23%,林草地占地比例 48.76%,工矿仓储用地占地比例 0.55%,住宅用地占地比例 1.16%,公共管理与公共服务用地占地比例 3.57%,特殊用地占地比例 0.06%,交通运输用地占地比例 0.06%,水域及水利设施用地占地比例 30.96%,其他用地占地比例 0.85%。工程建设占用了一定数量的耕园地,会对区内耕地资源造成影响,后期虽通过临时用地土地复耕进行最大限度的恢复,但其施工过程中仍可能导致部分失地农民生活质量下降。因此,本工程应严格落实生产安置及补偿规划,确保工程建设不影响农民的生活水平。工程建设占用较大面积的林地,施工过程中将彻底改变其地貌现状,随着施工的结束,具备植被恢复条件的临时占地均进行植被恢复,施工过程中的影响将逐渐消失。

此外,枢纽工程建筑物永久占压及开挖将形成一定裸岩高陡边坡,该部分地块基本上丧失了土地生产力,对工程区植被恢复存在一定的影响,但由于其面积占比较小,影响程度有限,后期通过支护措施以及生态护坡进行恢复,尽量与周边环境相协调。

综上所述,本工程占地基本符合水土保持要求,但其施工时段较长,施工过程中的影响是不可忽略的。

3.3 主体工程施工组织设计分析评价

3.3.1 施工布置水土保持分析与评价

施工场地布置根据主体建筑物的分布特点、进场交通条件、分段土石方开挖与利用平衡等多方面综合考虑,施工区主要布置在隧洞或施工支洞洞口建筑物附近,共布置 25 处施工区,主要施工临时设施占地面积共计 193.73 万 m^2 。输水工程充分利用龙潭溪场平和安乐河出口潘家岩场平用地,与管理处规划用地相结合;施工生产生活区与对应 11 条永久检修交通洞口永久占地相结合;汉江影响河段综合整治工程与输水总干线出口共



用施工生产生活区，一定程度减少了工程新增征占地（约减少 29.27hm²），减少了扰动地表面积，满足水土保持相关要求。但施工生产生活区较为分散，布置数量较多，施工过程中需加强管理，严格控制扰动范围，尽量减小施工过程对周边环境的影响。各施工区占用的林地，工程开工前，可将区内表土剥离，施工完成后，进行土地整治并覆土，满足植物措施布置要求。从水土保持角度分析，各施工场地布置合理，可恢复性较高，满足水土保持相关要求。

总体分析，引江补汉工程施工生产生活设施布置与主体工程永久占地紧密结合，场地布置结合渣场规划，施工布置分段集中，尽量减少了施工临时占地扰动地表面积，满足水土保持关于少占压扰动原地表的要求。

3.3.2 施工道路布置水土保持评价

（1）对外交通

引江补汉工程对外运输总量较大，分布在沿线的各施工区内，由于各施工区的位置较为分散，各施工区的外来物资运输量不大，一般按双车道场内三级道路设计，路面宽 6.5m，路基宽 7.5m，考虑施工工期较长，采用水泥混凝土路面。为满足 TBM 的施工期运输需要，9 条进场道路采用场内三级标准，路面宽 8.0m，路基宽 9.0m。工程对外道路里程共计约 77.63km，其中，新建约 19.94km，改扩建约 57.69km。

本工程对外交通在利用现有的公路基础上适当改扩建或新建部分进场道路，运输条件基本满足要求，充分利用现有交通设施，新建道路占比 25.69%较少，可减少由于新建道路造成的地表扰动和植被破坏，减少新增水土流失。对外交通一般设计标准较高，修筑过程中对地表、植被的破坏较大，如防护不当，还会造成严重水土流失。本工程为线型工程，且线路较长，不可避免需要新建部分进场道路，需加强施工过程中的水土保持措施防护。从水土保持角度分析，尽量利用现有交通方案，建议下阶段根据设计的深化加大桥隧比，可减少新修道路产生的水土流失及对当地地表和植被的破坏，符合水土保持相关要求。

（2）场内道路

根据场内交通规划及施工条件分析，道路均按场内三级公路标准设计。场内三级道路标准的双车道路面宽度为 6.5m 或 8.0m，路肩宽度两侧各为 0.50m，路基宽度为 7.5m 或 9.0m，采用泥结碎石或混凝土路面。工程场内道路共规划 31 条，里程共计约 74.03km，



其中新建约 37.59km，改扩建约 29.78km，利用地方现有道路约 6.66km。

本工程场内交通以公路运输为主，利用各工区已经形成的对外交通，修建工区内施工所需的场内施工道路，对现有部分可利用的机耕道进行适当扩建，将各建筑物施工点、施工辅助企业、仓库、存（弃）渣场等联系起来，使各工区形成可独立运行的基本交通网络。

由于本工程沿线地形起伏变化较大，属于中、低山地貌区，工程建设过程中需新建、扩建多条施工临时道路至工程施工区域。在主体工程设计中，道路走向沿等高线布置，尽量避免挖填方高边坡，有利于控制道路建设过程中可能造成水土流失；路面采用泥结碎石或混凝土路面，可防止路面受径流冲刷，在防止水土流失的同时，有利于道路运营安全。从水土保持角度分析，本工程输水工程施工道路布置充分考虑了各施工区域的衔接，并尽量利用场区内现有道路，建议下阶段根据设计的深化加大桥隧比，在一定程度上可减少道路修建过程产生的水土流失。

综合分析，道路布置基本符合水土保持要求。但由于道路线路长、扰动面积广，建设过程中，应控制施工范围，并采取有效的防护措施，最大可能减少工程水土流失影响。

3.3.3 土石方平衡分析评价

（1）主体工程土石方平衡

根据主体工程土石方平衡分析，引江补汉工程土石方开挖总量（含围堰拆除和料场剥离料）3622.01 万 m^3 （自然方，下同），填筑及利用开挖料 641.66 万 m^3 ，弃渣总量 2980.35 万 m^3 （折合松方 4559.94 万 m^3 ），弃渣堆放在工程沿线 25 处弃渣场。

（2）复核后土石方平衡

通过对主体工程项目组成的分析，主体工程设计中的土石方量考虑了输水总干线工程输水隧洞及施工支洞洞挖、进出口建筑物明挖量、石花控制建筑物等开挖和回填，经现场查勘，交通道路、施工生产生活区及永久办公生活区等项目施工前需进行场平，存在土石方挖填；移民安置及专项设施复建等也都存在土石方开挖和回填。

经水土保持专业复核，本工程土石方开挖总量 3947.24 万 m^3 ，土石方填筑及混凝土骨料利用自身开挖料 966.89 万 m^3 ，工程弃渣总量 2980.35 万 m^3 （折合松方 4559.94 万 m^3 ）。

土石方平衡表详见表 3.3.3-1。

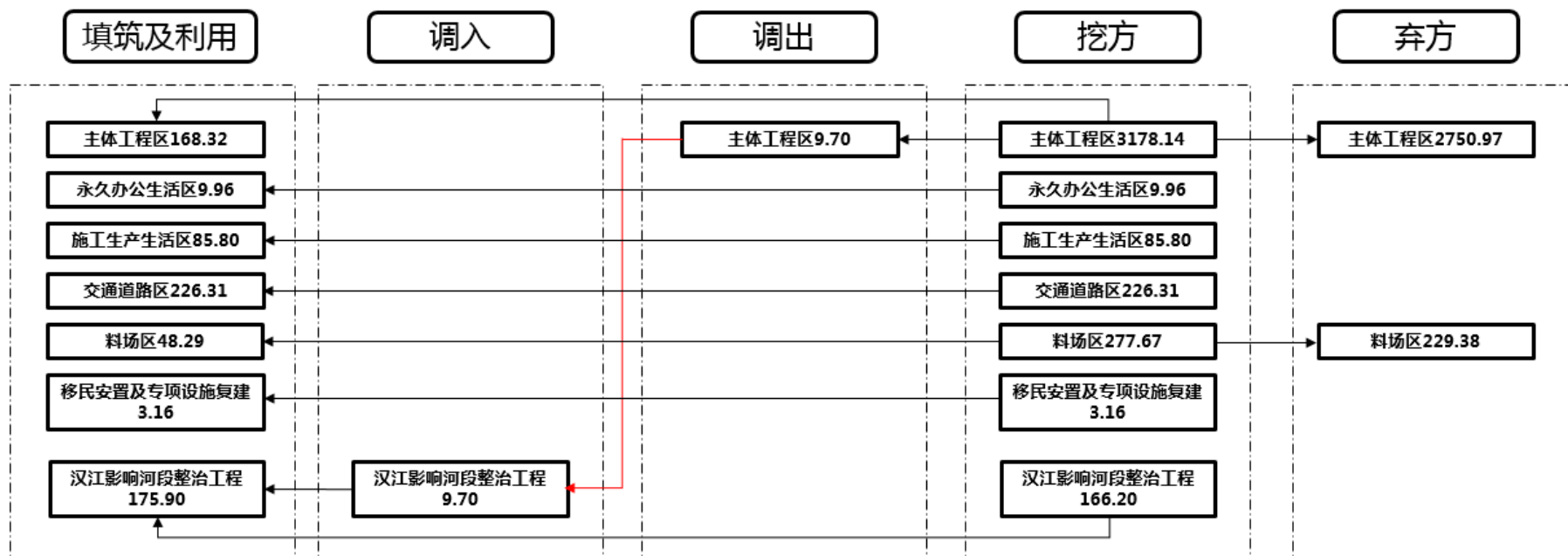


表 3.3.3-1

土石方平衡表

单位: 万 m³(自然方)

项目组成		开挖量			填筑量			利用量		调入量		调出量		弃渣量		
		小计	土方	石方	小计	土方	石方	小计	石方	小计	土方	小计	土方	小计	土方	石方
输水总 干线工 程区	主体工程区	3178.14	164.11	3014.03	168.32	94.26	74.06	249.15	249.15			9.70	9.70	2750.97	60.15	2690.82
	永久生活 办公区	9.96	9.96		9.96	9.96										
	施工生产 生活区	85.80	60.06	25.74	85.80	60.06	25.74									
	交通道路区	226.31	147.10	79.21	226.31	147.10	79.21									
	料场区	277.67	277.67		48.29	48.29								229.38	229.38	
	移民安置及 专项设施复建 工程区	3.16	3.16		3.16	3.16										
	小计	3781.04	662.06	3118.98	541.84	362.83	179.01	249.15	249.15			9.70	9.70	2980.35	289.53	2690.82
汉江影响河段 整治工程区		166.20	166.20		175.90	175.90				9.70	9.70					
合计		3947.24	828.26	3118.98	717.74	538.73	179.01	249.15	249.15	9.70	9.70	9.70	9.70	2980.35	289.53	2690.82

图 3.3.3-1 引江补汉工程土石方平衡框图 单位：万 m³

复核后的土石方量涵盖了工程建设所有土石方项目，不存在缺项、漏项问题，是合理的。

(3) 土石方调配及弃渣流向分析

本工程填筑料均利用自身开挖料；混凝土骨料及块石料等优先利用工程自身开挖料，不足部分由料场补充（输水总干线利用工程布置料场开采）。工程利用自身开挖料 966.89 万 m^3 ，综合利用率约 24.5%。从水土保持角度分析，本工程充分考虑了开挖料的综合利用效率，通过进口龙潭溪场平和出口潘家岩场平共消纳 87.88 万 m^3 开挖料，还利用洞挖料制备混凝土骨料 249.15 万 m^3 。充分利用开挖料可减小料场开采对地表扰动及植被破坏产生的水土流失，也能有效减少工程弃渣，减小弃渣场堆置面积、规模及造成的水土流失影响，符合水土保持要求。但本工程充分利用自身开挖料后弃渣量仍然较大，需切实加强弃渣场的防护措施，形成拦挡、排水、护坡、土地整治等综合防治措施体系，确保渣体安全稳定，减轻水土流失影响。此外，工程建设过程存在临时堆存的土石方，需要加强临时防护，防止降水冲刷产生严重的水土流失。

3.3.4 料场设置分析评价

根据主体施工总布置规划，本阶段在输水总干线工程沿线共选择了 10 处石料场。经综合比较后，确定选择其中 8 处石料场作为规划开采料源料场，分别是黎家山料场、姜家沟料场、张家山料场、蝎子坪料场、盘龙沟料场、铁匠沟料场、土门畈料场、安乐河料场。输水总干线工程土石填筑料全部利用自身开挖料。所需混凝土骨料 912.63 万 m^3 中，249.15 万 m^3 来自自身开挖料，其他部分来自料场开采，碎石料、块石料、豆粒石料料源利用料场开采。

从水土保持角度分析，本工程料场选址不涉及县级以上人民政府划定的崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区；根据地勘报告和现场查勘，料场开采前和开采过程中均采取周边截水沟、马道排水沟、边坡支护等防护措施，开采施工均自上而下进行，开采过程中水土流失是可治理的；料场开采过程中也不会诱发崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害。各料场有用层储量均大于规划开采量的 2 倍或 1.5 倍，有用料开采量满足要求。根据占地统计料场以林地和草地为主，对原生地貌水保功能损坏有一定影响，但由于料场属临时占地，工程施工结束后及时封场，并根据原土地利用类型进行植被恢复。根据料场运距分析，大多数运距控制在 6.6km 内，料场选择的原则是在质量及储量满足要求的前提下，



沿输水线路就近选择,使运距最小,可减少运输所需的临时道路长度及运输过程产生的水土流失影响,满足水土保持要求。姜家沟石料场、蝎子坪石料场、盘龙沟石料场 B 区、土门畈石料场、安乐河石料场剥采比较大,产生的无用剥离料较大,建议在满足供料的情况下优先开采其他区域料场,减少地表扰动面积和植被损毁面积。料场开挖边坡均以岩质边坡为主,开挖坡比为 1:0.3~1:2,每隔 10~15m 设一级 2m 宽马道,立地条件较差。但料场区域降水条件相对较好,开采结束后,可利用各级马道修建载土槽,槽内栽植攀援植物的方式对边坡和马道进行植被恢复,终采平台回填 0.5m 厚的无用层剥离料并采取乔灌木恢复植被,能够满足水土保持和生态保护的要求。另外,本工程充分利用自身开挖料也可在一定程度上减少了料场占地对地表和植被的破坏以及料场开采过程中产生的水土流失。

综上所述,料场选址基本不存在水土保持限制性因素,只要做好水土保持措施,不会对当地造成不利影响,符合水土保持要求。

表 3.3.4-1 料场水土保持评价表

料场名称	料场有用层 储量 (万 m ³)	剥采比	规划开采量 (万 m ³)		用地面积 (万 m ²)	主要占地 类型	运距	有无敏感 目标
			有用料	剥离量				
黎家山	170	0.28	78.11	26.25	15.34	林地、草地	1.0	无
姜家沟	315	0.40	100.63	48.30	10.45	林地、草地	1~3.5	无
张家山	529	0.17	235.36	48.01	28.11	林地	4.5	无
蝎子坪	142	0.34	61.47	25.08	12.14	林地	0.5~3.0	无
盘龙沟	450	0.21	172.05	43.36	14.67	林地、草地	0.5~5.0	无
铁匠沟	630	0.17	237.73	48.50	10.84	林地	3.7~4.0	无
土门畈	250	0.36	42.43	18.76	4.01	林地	1.6~6.6	无
安乐河	164	0.38	42.56	19.41	4.20	林地	0.5	无

3.3.5 施工工艺及方法分析评价

引江补汉工程土石方施工方法主要包括进出口明挖、隧洞钻爆法洞挖、隧洞 TBM 法洞挖、围堰填筑与拆除、料场开采、交通道路开挖与填筑、施工生产生活区场平及基础开挖、汉江影响河段综合整治工程的河道疏浚与护岸施工、表土剥离等。施工方法及工艺的评价详见表 3.3.5-1。



表 3.3.5-1

施工方法及工艺评价一览表

施工内容		施工工艺	水土保持评价
进出口明挖		开挖施工程序按照自上而下分台阶开挖,各台阶边坡紧跟开挖边坡及时支护。覆盖层开挖采用 $2.0\text{m}^3 \sim 3.0\text{m}^3$ 挖掘机直接装 $15\text{t} \sim 20\text{t}$ 自卸汽车出渣,少部分辅以推土机集渣。石方开挖自上而下采用台阶爆破,台阶高度 $10\text{m} \sim 15\text{m}$ 左右,潜孔钻(手风钻辅助)造孔,轮廓面光面或预裂爆破, $2.0\text{m}^3 \sim 3.0\text{m}^3$ 挖掘机挖装, $15\text{t} \sim 20\text{t}$ 自卸汽车出渣。	土石方开挖是本工程易产生水土流失的主要环节,开挖料应及时清运至弃渣场,对于不能及时清运,准备用于工程部位回填的开挖料应采取必要的临时拦挡措施,以免造成水土流失。
洞挖(钻爆法)		适当延长洞口长度,进洞前先施工套拱并采取超前支护,洞身采用分层开挖,分层的上部采用凿岩台车或手风钻造孔,中间掏槽,周边光爆开挖;分层的下部采用台阶爆破开挖,潜孔钻或手风钻钻孔,周边光爆。台阶高 $3\text{m} \sim 7\text{m}$,台阶长度 $3\text{m} \sim 8\text{m}$,在遇围岩条件较差时,可适当减小台阶长度。洞渣由 3m^3 装载机转装 $15\text{t} \sim 20\text{t}$ 自卸汽车运至弃渣场。	均采用“早进洞、晚出洞”施工方法,开挖扰动小,水土流失影响相对较小,但要注意及时清除开挖方至指定弃渣场,并采取合理的防护措施,防止弃渣大量流失。
洞挖(TBM法)		适当延长洞口长度,进洞前先施工套拱并采取超前支护,TBM 根据围岩情况选择掘进模式:在均质硬岩条件下掘进,采用自动控制推力模式;在均质软岩条件下掘进,采用自动控制扭矩模式;如掌子面围岩软硬不均,节理发育,遇有破碎带、断层带时,选择手动模式。刀盘破碎岩石的岩渣经过主机皮带机、连接桥皮带机、后配套转载皮带机后,经接料斗直接被转载到洞内连续皮带机皮带上,转运出洞,再由 15t 自卸车转运至弃渣场。	
围堰	填筑	围堰填筑利用工程导流明渠开挖料, $15\text{t} \sim 20\text{t}$ 自卸汽车从开挖区或存渣场运至填筑区。水上、水下分别采用抛填法和分层铺筑法施工,分层厚度 $0.5\text{m} \sim 1.5\text{m}$, 125kW 推土机平料, $20\text{t} \sim 25\text{t}$ 振动碾压实。围堰先填筑至堰顶,在围堰堰顶施工混凝土防渗墙。	填筑面位于河道范围内,施工过程中极易造成水土流失。
	拆除	围堰拆除水上部分采用 2.0m^3 挖掘机挖装,水下部分采用 1.0m^3 长臂反铲向岸后退法挖装出渣。需拆除防渗墙采用 YQ100 钻机钻孔、装药爆破炸碎后挖装出渣。	开挖面位于河道范围内,施工过程中极易造成水土流失。
料场		料场开采施工自上而下进行,主要开采程序为:施工道路→周边截水沟→表层剥离→石料开采→边坡支护→边坡排水沟施工。覆盖层采用 $75\text{kW} \sim 125\text{kW}$ 推土机集料, $1.0\text{m}^3 \sim 2.0\text{m}^3$ 挖掘机装 $15\text{t} \sim 20\text{t}$ 自卸汽车运至石料场边上,待料场开挖完后再回运平整复耕。有用层采用台阶爆破法开挖,台阶高度 $10\text{m} \sim 15\text{m}$ 左右,潜孔钻造孔, $1.0\text{m}^3 \sim 2.0\text{m}^3$ 挖掘机装 $15\text{t} \sim 20\text{t}$ 自卸汽车运至砂石加工系统或用料部位。	地形坡度较大,极易造成水土流失,需做好截排水及边坡防护措施。
交通道路工程	开挖	土石边坡采用 $2 \sim 3\text{m}^3$ 挖掘机直接开挖, $5 \sim 10\text{t}$ 自卸汽车出渣。石质边坡采用机械开挖和人工爆破,推土机集运, $5 \sim 10\text{t}$ 自卸汽车装运。	该施工过程是本工程造成水土流失的主要环节,施工中应及时运走开挖弃渣,裸露地表和临时堆土及时采用临时覆盖、临时拦挡等进行防护。
	填筑	土石方填筑采用水平分层填筑法施工,按照横断面全宽逐层向上填筑。	填筑过程极易造成水土流失,需做好下坡拦挡及边坡覆盖。

续表 3.3.5-1

施工方法及工艺评价一览表

施工内容		施工工艺	水土保持评价
施工 生产 生活 区	场平 及基 础开 挖	场地开挖采用机械开挖和爆破施工,挖掘机配合自卸汽车运输,推土机推平场地方式施工,开挖土石方用于周边各施工附企设施填筑,多余少量弃渣可由自卸汽车运输至弃渣场。防护设施基础开挖与砌筑主要指拦挡和排水设施基础开挖、砌石施工等,采用人工配合机械方式施工,开挖土石方用于填筑外,多余部分由自卸汽车运输至弃渣场。	场地平整开挖过程极易造成水土流失,需做好开挖边坡及填筑面的防护
汉江 影响 河段 综合 整治 工程	河道 疏浚	铲斗式挖泥船宜采用纵挖法施工,作业时利用定位钢桩(或锚缆)固定船体。进行定位时应该先放一前钢桩大致定位,再用铲斗与前后钢桩调整船位,确认船位在挖槽起点后在进行挖泥。在开挖区岸边设置开挖料转运码头,每座转运码头设置一座固定式 6m3 抓斗起重吊,开挖料由 180m3 石驳船运至岸边后,固定式起重吊从驳船装卸至 15t~20t 自卸汽车出渣。	开挖料应及时清运至弃渣场,对于不能及时清运,准备用于工程部位回填的开挖料应采取必要的临时拦挡措施,以免造成水土流失。
	护岸 施工	护岸工程采用坡比 1:3 的斜坡式护岸,护坡面层结构采用钢丝网格+400g/m ² 无纺布+10cm 厚黄沙层。岸坡采用 1.0m ³ 反铲配合人工修整;黄沙由 15t 自卸车运至现场后,人工小推车运往各工作面摊铺;无纺布自上而下采用人工铺设,每块间预留一定的搭接长度;钢丝网格自上而下人工铺设,固定在插入土内一定距离的钢筋上。	基本符合水土保持要求,造成水土流失的环节较少。
表土剥离		人工作业和机械推平两种方式。对零星地块、坡度较陡区域的表土以人工作业进行剥离,集料后集中有汽车运至表土堆存场;面积较大且地形平缓地块采用推土机推平集土,自卸汽车运输至表土堆存场。	地表裸露、植被破坏,需做好临时防护减少剥离过程中水土流失。

3.4 主体工程设计中具有水土保持功能措施的分析评价

3.4.1 界定原则

根据《生产建设项目水土保持技术标准》中关于水土保持工程的界定原则，结合主体工程设计，分析各单项工程的水土保持功能，界定主体工程设计中具有水土保持功能的措施。

(1) 主导功能原则。以防治水土流失为目标的工程为水土保持工程；以主体工程设计功能为主，同时具有水土保持功能的工程，不作为水土保持工程。

(2) 责任区分原则。对建设项目临时征、占地范围内的各项防护工程均作为水土保持工程。

(3) 试验排除原则。难以区分以主体设计功能为主或以水土保持功能为主的工程，可按破坏性试验原则进行排除。假定没有这些工程，主体工程设计功能仍旧可以发挥作用，但会产生较大的水土流失，此类工程应作为水土保持工程。

3.4.2 主体工程设计中具有水土保持功能的措施

根据《生产建设项目水土保持技术标准》对水土保持措施的界定原则，界定主体工程设计中具有水土保持功能的措施，主体设计中具有水土保持功能的措施主要包括：表土剥离、网格植草护坡、截排水沟、临时用地复耕等，简述如下：

(1) 输水总干线工程区

1) 主体工程区

边坡防护措施：进出口建筑物及石花控制建筑物开挖边坡中，对于岩质斜坡坡设 $\Phi 25@2m \times 2m$, $L=6m$ 的系统锚杆；坡面均挂 $\phi 8@20cm \times 20cm$ 的钢筋网，喷厚12cm的C20混凝土保护；坡面布置 $\phi 56$, $L=6m@2m \times 2m$ 系统排水孔，排水孔内设孔内保护。对于洞脸直立边坡设 $\Phi 28@2m \times 2m$, $L=9m$ 的系统锚杆，坡顶设置两排 $3\Phi 32@2m \times 2m$, $L=12m$ 锚筋桩进行防护。

截排水措施：在输水隧洞开口线3m~5m设截水沟，截水沟采用矩形断面，0.60m×0.60m（宽×高），C20混凝土衬砌。边坡马道内侧布置马道排水沟。

表土剥离：主体工程设计考虑了施工扰动区内的表土进行剥离，可集中堆存防护用于工程区后期植被恢复及复耕。

柔性生态保护毯：对于安乐河出口整治部分，主体工程设计对于高程90m以上岸坡



采用柔性生态保护毯进行防护。

以上主体工程设计的截排水措施、表土剥离、柔性生态保护毯具有较好的水土保持功能，应纳入水土保持措施体系中。

2) 永久办公生活区

沿场地周边设置排水沟，采用梯形断面，断面尺寸采用 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ （底宽 $\times$ 沟深），边坡 $1:0.5$ ， 30cm 厚 M7.5 浆砌石衬砌，沟身每隔 20m 设一道结构缝。该措施具有较好的水土保持功能，应纳入水土保持措施体系中。

3) 施工生产生活区

① 坡脚挡墙

主体工程设计中，对部分施工生产生活设施场平过程中的开挖和填筑边坡处于结构安全考虑，在坡脚布设浆砌石挡墙防护。

② 边坡防护

主体工程考虑本工程施工期较长，设计对部分施工场地填筑边坡采用网格植草护坡，骨架条带宽 50cm ，厚度 40cm ，埋深 30cm ，上端外露 10cm 。方格采用 M7.5 浆砌石砌筑，厚度 30cm ，方格内回覆表土并种草。

③ 临时用地复耕

施工结束后，由主体工程对占用的耕园地按原地类进行复耕。

以上主体工程设计的措施中，网格植草护坡和耕园地复耕具有较好的水土保持功能，应纳入水土保持措施体系中。

4) 交通道路区

① 坡脚挡墙

主体工程设计中部分永久道路填方边坡坡脚布设挡土墙进行防护。

② 边坡防护工程

主体工程设计对边坡高度 $> 4\text{m}$ 时，整体边坡采用喷锚支护型式进行；边坡高度 $< 4\text{m}$ 时，整体边坡采用网格植草护坡型式；框格断面尺寸一般为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ ，条带宽 20cm ，厚度 40cm ，埋深 30cm ，上端外露 10cm 。采用 M7.5 浆砌石砌筑，厚度 30cm ，方格内填土并种草。

③ 截排水工程



永久道路挖方边坡外侧布置截水沟，采用矩形断面，尺寸为 $0.50\text{m} \times 0.50\text{m}$ （宽 $\times$ 高），30cm 厚 C20 混凝土衬砌。道路两侧布置路基边沟，尺寸为 $0.3\text{m} \times 0.45\text{m}$ （宽 $\times$ 高），排水沟侧墙和底板均采用 0.15m 厚 C20 混凝土衬砌。

④ 临时用地复耕

施工结束后由主体工程对占用的耕园地按原地类进行复耕。

以上主体工程设计的截排水措施、网格植草护坡、临时耕园地复耕具有较好的水土保持功能，应纳入水土保持措施体系中。

5) 料场区

取料前，主体工程设计中考虑了对占地区表土进行剥离，临时堆存在征地范围内。取料期间，主体工程设计考虑了开挖外边线布置截水沟、马道排水沟。施工结束后由主体工程对临时占用的耕园地按原地类进行复耕。

以上主体工程设计的表土剥离、截水沟、马道排水沟、土地复耕措施等具有较好的水土保持功能，应纳入水土保持措施体系中。

6) 弃渣场区

施工结束后由主体工程对临时占用的耕园地按原地类进行复耕。该措施具有水土保持功能，纳入水土保持措施体系中。

7) 移民安置及专项设施复建工程区

主体设计对集中安置点考虑了场内绿化措施，主要采取绿化树种及种草。该措施具有水土保持功能，纳入水土保持措施体系中。

（2）汉江影响河段综合整治工程区

主体工程考虑了河道整治范围内的表土剥离、三维快速植生垫措施。以上措施具有水土保持功能，纳入水土保持措施体系中。

根据上述原则进行界定，主体设计中具有水土保持功能的措施工程量及投资详见表 3.4.1-1。



表 3.4.1-1 主体设计中具有水土保持功能的措施工程量汇总表

分区		项目		单位	数量	单价（元）	合计（万元）
输水总干线工程区	主体工程区	截排水沟	C20 混凝土	m ³	6276	491.89	308.71
		表土剥离		m ³	133360	17	226.71
		柔性生态保护毯		m ²	21268	130	276.48
	施工生产生活区	网格植草护坡	格构植草	m ²	118500	236.76	2805.61
		耕园地	复耕	hm ²	57.27	150000	859.03
	永久办公生活区	排水沟	M7.5 浆砌石	m ³	1240.00	322.42	39.98
	交通道路区	截排水沟	C20 混凝土	m ³	28090	491.89	1381.72
		网格植草护坡	格构植草	m ³	255112	236.76	6040.03
		耕园地	复耕	hm ²	19.32	150000	289.81
	料场区	表土剥离		m ³	147374	17	250.54
		耕园地	复耕	hm ²	15.61	150000	234.08
		截排水沟	M7.5 浆砌石	m ³	4460	322.42	143.80
	弃渣场区	耕园地	复耕	hm ²	37.96	150000	569.35
	移民安置工程区	场区绿化	绿化	m ²	1500	21.39	3.21
汉江影响河段综合整治工程区		表土剥离		m ³	8132	17	13.82
		三维快速植生垫		m ²	438963	100	4389.63
合计							17832.51

3.5 评价结论、建议和要求

3.5.1 评价结论

(1) 主体工程选址水土保持制约性因素分析评价

引江补汉的工程选址不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区,未占用国家确定的水土保持长期定位观测站。根据环境影响评价专业分析,工程选址选线避开了自然保护区的核心区和缓冲区、风景名胜区的核心景观区、地质公园的一级保护区等法律法规禁止工程项目建设的范围,无重大环境制约。

从水土保持角度分析,工程无法避让国家级水土流失重点预防区和治理区、省级水土流失重点预防区,应结合实际提高一级标准的防治指标值和水土保持措施的设计标准,主体设计进一步优化施工工艺,严格控制施工扰动范围,加强施工过程中的临时防护,减少地表扰动和植被破坏范围,可减轻或消除工程建设带来的不利影响,符合水土保持要求。

(2) 主体工程方案比选水土保持评价

本《方案报告书》对主体工程的总体布局方案、输水方式等不同方案进行了水土保



持比选评价,认为推荐方案总体布局、建设方案考虑了水土保持和生态保护的要求,主体推荐的方案是可行的。

(3) 主体工程施工组织设计水土保持评价

主体工程施工场地充分结合永久建筑物布置,既节约工程占地,也减少对原地表的扰动,减轻水土流失,满足水土保持要求。工程建设过程中对耕园地及林地造成一定影响,后期可通过复耕及植被恢复等措施,恢复原有用地功能,满足水土保持要求,但工程施工时间长,扰动地表面积大,施工过程中的影响不可忽略。经水土保持专业复核后,工程土石方涵盖了所有项目,工程充分利用自身开挖料作为填筑料和混凝土骨料制备。料场选址不涉及县级及人民政府划定的崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区,开采结束后及时进行复耕或植被恢复,不存在水土保持制约性。弃渣场选址不涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等环境敏感目标,不会对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等造成有重大影响,大部分弃渣场场地稳定性和适宜性均较好,本工程弃渣场选址可行。

(4) 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

通过分析,主体设计中已采取了部分措施具有较好的水土保持功能,主要包括:建筑物开挖边坡截排水措施,场内交通道路边沟、边坡截水沟和边坡防护,施工生产生活设施区的边坡防护、临时占用耕地复耕措施等。但上述措施还不能满足水土保持设计要求,本方案结合主体设计已有措施,着重补充施工期间临时防护、后期绿化等,对弃渣场则布设拦渣坝或挡渣墙、截排水沟、边坡防护以及植被恢复等一系列措施,形成完整的水土流失防治体系,防治工程建设可能引发的水土流失。

3.5.2 建议和要求

(1) 建议主体工程后续设计中,应进一步优化施工总布置及施工组织设计,细化施工道路设计,完善施工时序,尽量避免汛期发生大规模的土石方开挖项目,以降低水土流失影响。

(2) 建议主体工程下阶段根据地质勘查情况结合试验分析进一步研究提高工程开挖料作为混凝土骨料利用率的可能性,以减少新增料场开采产生的水土流失。



4 水土流失防治责任范围及防治分区

4.1 防治责任范围界定

生产建设项目水土流失防治责任范围包括项目永久征地、临时占地以及其他使用与管辖区域。根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)要求,结合主体工程设计及现场调查,本项目水土流失防治责任范围包括输水总干线工程区、汉江影响河段综合整治工程区域占地,其面积确定以工程征占地面积为准。

依据主体工程设计资料,并结合实地查勘和图形量算,本工程水土流失防治责任范围位于宜昌市夷陵区,襄阳市保康县、谷城县,十堰市丹江口市等 4 个县(市、区),总面积为 1335.51hm²。

(1) 项目永久征地

本工程永久征地 193.53hm²,主要包括进出口建筑物、中部控制建筑物、永久办公生活区、永久道路、永久范围内弃渣场等占地。

(2) 临时占地

本工程临时占地 1141.98hm²,主要包括施工生产生活区、料场、临时占地范围内弃渣场、临时道路、临时施工支洞等占地。

水土流失防治责任范围详见表 4.1-1。

表 4.1-1 水土流失防治责任范围表 单位: hm²

项目划分	行政区划		永久征地	临时占地	防治责任范围
输水总干线工程	宜昌市	夷陵区	71.81	161.56	233.37
	襄阳市	保康县	11.00	222.11	233.12
		谷城县	42.19	322.12	364.31
		小计	53.19	544.23	597.42
	十堰市	丹江口市	55.67	7.12	62.80
	小计		180.67	712.91	893.58
汉江影响河段综合整治工程	十堰市	丹江口市	12.86	429.07	441.93
合计			193.53	1141.98	1335.51

4.2 防治责任范围与工程征占地的关系

根据工程可行性研究报告移民征占地资料统计,本工程征占地面积 1306.00hm²,其中永久占地面积 185.20hm²,临时用地面积 1120.80hm²。



结合输水总干线工程和汉江影响河段综合整治工程布置及施工布置，对其防治责任范围面积进行核算，输水总干线工程总占地面积 864.07hm^2 ，汉江影响河段综合整治工程占地 441.93hm^2 ，还需复核新增移民安置及专项设施复建工程区占地 29.51hm^2 ，则本工程防治责任范围面积为 1335.51hm^2 ，详见表 4.2-1。

表 4.2-1 工程建设征占地与防治责任范围关系表 单位: hm^2

序号	项目分区	(1) 防治责任范围	(2) 工程征地	(1) - (2)	说明
1	输水总干线工程区	主体工程区	54.55	54.55	
		永久办公生活区	10.33	10.33	
		料场区	104.71	104.71	
		弃渣场区	475.41	475.41	
		交通道路区	110.67	110.67	
		施工生产生活区	108.42	108.42	
		移民安置及专项设施复建工程区	29.51		29.51 复核新增移民安置及专项设施复建工程占地
		小计	893.58	864.07	29.51
2	汉江影响河段综合整治工程区	441.93	441.93		
合计		1335.51	1306.00	29.51	

4.3 水土流失防治分区

4.3.1 防治分区划分的原则

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)，结合引江补汉工程的主体工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响等，本工程水土流失防治分区应遵循以下原则：

- 1) 分区之间具有显著差异性；
- 2) 各分区内造成的水土流失的主导因子相近或相似；
- 3) 一级分区应具有控制性、整体性、全局性；
- 4) 二级及其以下分区应结合工程布局 and 施工区进行逐级分区；
- 5) 各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

4.3.2 水土流失防治分区

引江补汉工程项目区土壤侵蚀类型均以水力侵蚀为主，地形地貌主要为中低山地貌，气候类型属东亚副热带季风气候区。根据分区原则、分区依据，项目区土壤侵蚀类型、地貌特征、气候特点等基本一致，主要依据工程布置和施工特点划分水土流失一级防治区。



本工程水土流失防治分区划分为 2 个一级防治区，即：输水总干线工程防治区、汉江影响河段综合整治工程防治区。输水总干线工程防治区下设主体工程防治区、永久办公生活防治区、施工生产生活防治区、交通道路防治区、弃渣场防治区、料场防治区、移民安置及专项设施复建工程防治区 7 个二级防治分区；主体工程防治区下设输水建筑物防治区（进出口建筑物、石花控制建筑物、施工支洞）、安乐河整治防治区、桥梁工程防治区 3 个三级防治分区。汉江影响河段综合整治工程防治区主要占用河道及滩地，与输水总干线出口共用施工生产生活防治区、交通道路防治区和弃渣场防治区，故没有划分二级防治区。

引江补汉工程水土流失防治分区详见表 4.3-1。

表 4.3-1 引江补汉工程水土流失防治分区一览表

序号	一级防治区	二级防治区	三级防治区
1	输水总干线工程防治区	主体工程防治区	输水建筑物防治区
			安乐河整治防治区
			桥梁工程防治区
		永久办公生活防治区	/
		施工生产生活防治区	/
		交通道路防治区	/
		弃渣场防治区	/
		料场防治区	/
		移民安置及专项设施复建工程防治区	/
2	汉江影响河段 综合整治工程防治区	/	/



5 水土流失分析与预测

5.1 预测范围和时段

5.1.1 预测范围

水土流失预测范围为引江补汉工程建设过程中扰动地表原地貌的范围,包括输水总干线工程防治区的主体工程防治区、永久办公生活防治区、料场防治区、弃渣场防治区、交通道路防治区、施工生产生活防治区、移民安置及专项设施复建工程防治区;汉江影响河段综合整治工程防治区;预测范围面积合计 952.41hm² (不计天然水域面积)。

5.1.2 预测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018),生产建设项目可能产生的土壤流失量应按施工期(含施工准备期)、自然恢复期两个时段进行预测。

施工准备期和施工期各个预测单元的预测时段则根据主体工程施工进度安排和水土流失季节,以最不利时段进行预测,超过雨季长度的按全年计算,未超过雨季长度按其占雨季时间的比例计算,非雨季则按占全年时间比例计算,本工程雨季取 5 月~10 月。由于各施工项目跨越雨季不同,故施工期的预测时段有所差异,不同分区预测时段按照施工进度安排确定。

工程施工结束后,因施工引起水土流失的各项因素逐渐消失,地表扰动基本停止,水土流失将明显减小,但由于植物措施防护效果的相对滞后性,在自然恢复期项目区仍会有一定量的水土流失,根据工程建设特点及本地区地形、土壤气候特征,确定本项目自然恢复期按 2 年计算。

引江补汉工程水土流失预测范围和时段时段详见表 5.1-1。

表 5.1-1 工程水土流失预测单元及时段表

预测单元		施工期(含施工准备期)		自然恢复期	
		预测范围(hm ²)	预测时段(a)	预测范围(hm ²)	预测时段(a)
输水总干线工程区	主体工程区	54.55	6	20.34	2
	永久办公生活区	10.33	2	2.53	2
	料场区	104.71	4	60.37	2
	弃渣场区	475.41	4	177.88	2
	交通道路区	110.67	2	90.10	2
	施工生产生活区	108.42	2	108.42	2
	移民安置及专项设施复建工程区	29.51	2	10.57	2
	小计	893.49		470.21	
汉江影响河段综合整治工程区		58.82	2	5.61	2
合计		952.41		475.82	



5.2 预测方法

水土流失预测的内容主要包括：土壤流失量预测、水土流失危害分析。

对扰动原地貌、破坏土地和植被面积、弃土弃渣量的面积和数量，主要根据工程设计方案结合实地调查进行测算；可能产生的土壤流失量依据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）规定方法进行预测；水土流失危害分析主要通过实地调查结合土壤流失量预测结果进行综合分析，详见表 5.2-1。

表 5.2-1 各预测内容主要预测方法一览表

序号	预测内容	预测方法
1	扰动地表、损毁植被面积	查阅设计图纸、技术资料并结合实地查勘测量分析
2	损坏水土保持设施的面积和数量	查阅设计图纸、技术资料并结合实地查勘测量分析
3	弃土弃渣量	根据主体工程土石方平衡调配进行分析
4	土壤流失量预测	依据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）
5	水土流失危害评价与分析	通过现状调查，结合土壤流失量预测结果，进行综合分析

5.3 扰动地表、损毁植被面积和弃土（石、渣）量分析

5.3.1 扰动地表面积

引江补汉工程建设过程中扰动地表、破坏土地和植被的项目主要包括输水隧洞进出口建筑物、中部控制建筑物、施工支洞、沿程补水埋管段、节点建筑物、施工道路建设、施工营地及附企场地平整、料场开采、弃渣堆放等。根据实地查勘结合图纸量算，工程建设将扰动地表面积（扣除天然水面面积）952.41hm²。扰动地表面积详见表 5.3-1。

5.3.2 损毁植被面积

工程建设将改变原有地貌、损毁或埋压原有植被，不同程度地对原地表植被水土保持功能造成破坏，增加项目区水土流失。经预测，工程建设将损毁植被面积为 651.17hm²，详见表 5.3-2。

5.3.3 弃土弃渣量预测

经预测，本工程土石方开挖总量 3947.24 万 m³，填筑及混凝土骨料利用自身开挖料 966.89 万 m³，弃渣 2980.35 万 m³（折合松方 4559.94 万 m³），堆放在沿线 25 处弃渣场。



表 5.3-1

工程扰动地表面积一览表

单位: hm²

项目分区		耕地	园地	林地	草地	工矿仓储用地	住宅用地	公共管理与公共服务用地	特殊用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他用地	合计
输水总干线工程区	主体工程区	7.31	7.51	24.67		5.54	3.78			1.63	2.89	1.22	54.55
	永久办公生活区	3.36	0.33	4.96		0.28	0.66			0.16	0.58		10.33
	料场区	6.71	8.59	87.70			1.10			0.33	0.29		104.71
	弃渣场区	38.99	8.91	413.32	1.27	0.78	2.54	0.06		2.42	6.95	0.17	475.41
	交通道路区	20.77	1.58	58.92	0.05	0.35	4.97	0.01	0.14	14.57	9.09	0.22	110.67
	施工生产生活区	44.06	13.59	40.24	0.06	0.33	2.48			2.92	4.74		108.42
	移民安置及专项设施 重建工程区			11.76	8.23							9.51	29.51
小计		121.20	40.53	641.56	9.61	7.28	15.54	0.07	0.14	22.04	24.54	11.12	893.58
汉江影响河段综合整治工程区		1.61					0.02	47.54	0.61	3.03	5.82	0.18	58.82
合计		122.80	40.53	641.56	9.61	7.28	15.56	47.62	0.75	25.07	30.36	11.29	952.41



表 5.3-2

工程损毁植被面积一览表

单位: hm^2

项目分区		损毁植被面积	林地	草地
输水总干线工程区	主体工程区	24.67	24.67	
	永久办公生活区	4.96	4.96	
	料场区	87.70	87.70	
	弃渣场区	414.59	413.32	1.27
	交通道路区	58.97	58.92	0.05
	施工生产生活区	40.30	40.24	0.06
	移民安置及专项设施复建工程区	19.99	11.76	8.23
	小计	651.17	641.56	9.61
汉江影响河段综合整治工程区				
合计		651.17	641.56	9.61

5.4 土壤流失量预测

5.4.1 预测单元划分

(1) 扰动单元划分

根据主体工程建设内容、建设规模、建设期、项目区地形、气象、植被等基础资料。按扰动方式相同、扰动强度相仿、土壤类型和地质相近、气象条件相识、空间上相连续的原则,将项目的扰动地表划分为 122 个扰动单元,其中大型扰动单元 37 个,中型扰动单元 54 个,小型扰动单元 31 个。本工程扰动单元划分详见表 5.4-1。

(2) 确定典型扰动单元

根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL 773-2018),项目扰动单元数量大于 20 个时,以抽样方式确定典型扰动单元,抽样时按照不同类型下的大、中、小规模扰动单元分别抽样,抽样数应不少于同一类型下同等规模扰动单元数量的 10%,涉及到的各种类型和规模的扰动单元应至少选取 1 个,且抽样总数应不少于 20 个。根据以上原则,从 122 个扰动单元中共选取了 22 个典型扰动单元。典型扰动单元划分详见表 5.4-2。

(3) 划分计算单元

根据现场查勘和实验测定的相关数据,按照扰动方式、坡度、坡长、地表覆盖、土壤类型和质地、气象条件等参数相对一致的原则,在适当比例尺的图件上,将每个典型扰动单元进一步划分为生产建设项目土壤流失类型三级分类对应的计算单元,本项目共划分 33 个计算单元。计算单元划分详见表 5.4-3。



表 5.4-1

引江补汉工程扰动单元划分表

预测单元		扰动单元		土壤流失类型	规模	施工期		自然恢复期	
		序号	项目			预测范围 (hm ²)	预测时段(a)	预测范围 (hm ²)	预测时段(a)
输水总干线工程区	主体工程区	扰动单元 1	取水口、隧洞等开挖边坡	工程开挖面	大	54.55	6	20.34	2
	永久办公生活区	扰动单元 2	工程永久办公区	工程开挖面	中	10.33	2	2.534	2
	料场区	扰动单元 3	黎家山料场	工程开挖面	大	16.10	4	9.28	2
		扰动单元 4	姜家沟料场	工程开挖面	大	10.97	4	6.32	2
		扰动单元 5	张家山料场	工程开挖面	大	29.51	4	17.01	2
		扰动单元 6	蝎子坪料场	工程开挖面	大	12.74	4	7.35	2
		扰动单元 7	盘龙沟料场	工程开挖面	大	15.40	4	8.88	2
		扰动单元 8	铁匠沟料场	工程开挖面	大	11.38	4	6.56	2
		扰动单元 9	土门畈料场	工程开挖面	中	4.21	4	2.43	2
		扰动单元 10	安乐河料场	工程开挖面	大	4.41	4	2.54	2
	弃渣场区	扰动单元 11	水田坝弃渣场	工程堆积体	大	19.25	4	7.20	2
		扰动单元 12	七里冲弃渣场	工程堆积体	大	9.74	4	3.65	2
		扰动单元 13	邓家畈弃渣场	工程堆积体	大	14.71	4	5.50	2
		扰动单元 14	李家台弃渣场	工程堆积体	大	46.61	4	17.44	2
		扰动单元 15	寨湾弃渣场	工程堆积体	大	13.15	4	4.92	2
		扰动单元 16	石场沟弃渣场	工程堆积体	大	34.41	4	12.88	2
		扰动单元 17	榨溪沟 1#弃渣场	工程堆积体	大	18.95	4	7.09	2
		扰动单元 18	榨溪沟 2#弃渣场	工程堆积体	大	26.18	4	9.79	2
		扰动单元 19	榨溪沟 3#弃渣场	工程堆积体	大	12.03	4	4.50	2
		扰动单元 20	茅坪弃渣场	工程堆积体	大	18.92	4	7.08	2
		扰动单元 21	北峪沟弃渣场	工程堆积体	大	26.21	4	9.81	2
		扰动单元 22	竹林上弃渣场	工程堆积体	大	9.78	4	3.66	2
		扰动单元 23	马厂村弃渣场	工程堆积体	大	32.29	4	12.08	2

续表 5.4-1

引江补汉工程扰动单元划分表

预测单元		扰动单元		土壤流失类型	规模	施工期		自然恢复期	
		序号	项目			预测范围 (hm ²)	预测时段(a)	预测范围 (hm ²)	预测时段(a)
输水总干线工程区	弃渣场区	扰动单元 24	洪裕口弃渣场	工程堆积体	大	10.36	4	3.88	2
		扰动单元 25	小陕峪弃渣场	工程堆积体	大	9.56	4	3.58	2
		扰动单元 26	夫妇峪弃渣场	工程堆积体	大	19.17	4	7.17	2
		扰动单元 27	小洛阳沟弃渣场	工程堆积体	大	17.45	4	6.53	2
		扰动单元 28	四棵树沟弃渣场	工程堆积体	大	18.20	4	6.81	2
		扰动单元 29	石渣岭 1#弃渣场	工程堆积体	大	9.20	4	3.44	2
		扰动单元 30	石渣岭 2#弃渣场	工程堆积体	大	11.15	4	4.17	2
		扰动单元 31	高速沟弃渣场	工程堆积体	大	17.10	4	6.40	2
		扰动单元 32	三皇庙沟弃渣场	工程堆积体	大	15.69	4	5.87	2
		扰动单元 33	黑龙沟弃渣场	工程堆积体	大	17.39	4	6.51	2
		扰动单元 34	温家沟弃渣场	工程堆积体	大	20.34	4	7.61	2
		扰动单元 35	桐木沟弃渣场	工程堆积体	大	27.57	4	10.31	2
	交通道路区	扰动单元 36	进水塔进场道路	一般扰动	小	0.08	2	0.03	2
		扰动单元 37	水田坝弃渣场进场道路	一般扰动	中	0.83	2	0.31	2
		扰动单元 38	2#施工支洞进场道路	一般扰动	小	0.63	2	0.23	2
		扰动单元 39	3#施工支洞进场道路	一般扰动	小	0.50	2	0.19	2
		扰动单元 40	4#施工支洞进场道路	一般扰动	小	0.28	2	0.10	2
		扰动单元 41	5#施工支洞进场道路	一般扰动	小	0.46	2	0.17	2
		扰动单元 42	6#施工支洞进场道路	一般扰动	中	1.03	2	0.38	2
		扰动单元 43	7#施工支洞进场道路	一般扰动	中	0.83	2	0.31	2
		扰动单元 44	8#施工支洞进场道路	一般扰动	小	0.07	2	0.03	2

续表 5.4-1

引江补汉工程扰动单元划分表

预测单元		扰动单元		土壤流失类型	规模	施工期		自然恢复期	
		序号	项目			预测范围 (hm ²)	预测时段(a)	预测范围 (hm ²)	预测时段(a)
输水总干线工程区	交通道路区	扰动单元 45	榨溪沟弃渣场进场道路	一般扰动	中	2.83	2	1.05	2
		扰动单元 46	平导进口进场道路	一般扰动	中	0.85	2	0.32	2
		扰动单元 47	11#施工支洞进场道路	一般扰动	小	0.48	2	0.18	2
		扰动单元 48	12#施工支洞进场道路	一般扰动	小	0.42	2	0.16	2
		扰动单元 49	13#施工支洞进场道路	一般扰动	小	0.59	2	0.22	2
		扰动单元 50	14#施工支洞进场道路	一般扰动	中	1.84	2	0.68	2
		扰动单元 51	15#施工支洞进场道路	一般扰动	小	0.14	2	0.05	2
		扰动单元 52	16#施工支洞进场道路	一般扰动	小	0.37	2	0.14	2
		扰动单元 53	17#施工支洞进场道路	一般扰动	小	0.59	2	0.22	2
		扰动单元 54	18#施工支洞进场道路	一般扰动	中	1.48	2	0.55	2
		扰动单元 55	19#施工支洞进场道路	一般扰动	中	1.74	2	0.64	2
		扰动单元 56	20#施工支洞进场道路	一般扰动	中	0.92	2	0.34	2
		扰动单元 57	21#施工支洞进场道路	一般扰动	小	0.40	2	0.15	2
		扰动单元 58	铁匠铺料场进场道路	一般扰动	中	1.23	2	0.45	2
		扰动单元 59	22#施工支洞进场道路	一般扰动	中	0.73	2	0.27	2
		扰动单元 60	23#施工支洞进场道路	一般扰动	小	0.22	2	0.08	2
		扰动单元 61	24#施工支洞进场道路	一般扰动	中	0.84	2	0.31	2
		扰动单元 62	25#施工支洞进场道路	一般扰动	中	4.90	2	1.82	2
		扰动单元 63	26#施工支洞进场道路	一般扰动	中	1.23	2	0.45	2
		扰动单元 64	许家吸料场道路	一般扰动	小	0.20	2	0.07	2
		扰动单元 65	出水口进场道路	一般扰动	小	0.32	2	0.12	2

续表 5.4-1

引江补汉工程扰动单元划分表

预测单元		扰动单元		土壤流失类型	规模	施工期		自然恢复期	
		序号	项目			预测范围 (hm ²)	预测时段(a)	预测范围 (hm ²)	预测时段(a)
输水总干线工程区	交通道路区	扰动单元 66	场内道路 1-1	一般扰动	小	0.48	2	0.48	2
		扰动单元 67	场内道路 1-2	一般扰动	小	0.14	2	0.14	2
		扰动单元 68	场内道路 1-3	一般扰动	中	2.04	2	2.04	2
		扰动单元 69	场内道路 2-1	一般扰动	小	0.68	2	0.68	2
		扰动单元 70	场内道路 3-2	一般扰动	中	0.00	2	0.00	2
		扰动单元 71	场内道路 5-1	一般扰动	小	0.98	2	0.98	2
		扰动单元 72	场内道路 6-1	一般扰动	小	6.26	2	6.26	2
		扰动单元 73	场内道路 6-2	一般扰动	中	2.82	2	2.82	2
		扰动单元 74	场内道路 7-1	一般扰动	中	1.36	2	1.36	2
		扰动单元 75	场内道路 8-1	一般扰动	小	0.60	2	0.60	2
		扰动单元 76	场内道路 8-2	一般扰动	中	2.18	2	2.18	2
		扰动单元 77	场内道路 8-3	一般扰动	小	0.33	2	0.33	2
		扰动单元 78	场内道路 11-1	一般扰动	小	4.36	2	4.36	2
		扰动单元 79	场内道路 13-1	一般扰动	小	1.91	2	1.91	2
		扰动单元 80	场内道路 13-2	一般扰动	中	0.41	2	0.41	2
		扰动单元 81	场内道路 14-1	一般扰动	小	1.23	2	1.23	2
		扰动单元 82	场内道路 14-2	一般扰动	小	1.42	2	1.42	2
		扰动单元 83	场内道路 16-1	一般扰动	中	5.72	2	5.72	2
		扰动单元 84	场内道路 17-1	一般扰动	中	2.59	2	2.59	2
		扰动单元 85	场内道路 18-1	一般扰动	中	1.99	2	1.99	2
		扰动单元 86	场内道路 19-1	一般扰动	中	3.32	2	3.32	2

续表 5.4-1

引江补汉工程扰动单元划分表

预测单元		扰动单元		土壤流失类型	规模	施工期		自然恢复期	
		序号	项目			预测范围 (hm ²)	预测时段(a)	预测范围 (hm ²)	预测时段(a)
输水总干线工程区	交通道路区	扰动单元 87	场内道路 20-1	一般扰动	小	0.19	2	0.19	2
		扰动单元 88	场内道路 TJ-1	一般扰动	小	0.76	2	0.76	2
		扰动单元 89	场内道路 21-1	一般扰动	中	5.49	2	5.49	2
		扰动单元 90	场内道路 22-1	一般扰动	中	2.48	2	2.48	2
		扰动单元 91	场内道路 23-1	一般扰动	中	3.24	2	3.24	2
		扰动单元 92	场内道路 24-1	一般扰动	中	3.73	2	3.73	2
		扰动单元 93	场内道路 25-1	一般扰动	大	24.28	2	24.28	2
		扰动单元 94	场内道路 26-1	一般扰动	小	0.76	2	0.76	2
		扰动单元 95	场内道路 PJY-1	一般扰动	小	1.89	2	1.89	2
	施工生产生活区	扰动单元 96	龙潭溪施工区	一般扰动	大	24.02	2	24.02	2
		扰动单元 97	南湾施工区	一般扰动	中	4.41	2	4.41	2
		扰动单元 98	雾渡河施工区	一般扰动	中	4.98	2	4.98	2
		扰动单元 99	李家台施工区	一般扰动	中	5.42	2	5.42	2
		扰动单元 100	砦沟施工区	一般扰动	中	0.72	2	0.72	2
		扰动单元 101	店垭施工区	一般扰动	中	3.55	2	3.55	2
		扰动单元 102	竹林口施工区	一般扰动	中	2.39	2	2.39	2
		扰动单元 103	张家山施工区	一般扰动	中	0.65	2	0.65	2
		扰动单元 104	茅坪施工区	一般扰动	中	1.17	2	1.17	2
		扰动单元 105	北峪沟施工区	一般扰动	中	5.83	2	5.83	2
		扰动单元 106	土门施工区	一般扰动	中	3.52	2	3.52	2
		扰动单元 107	马厂村施工区	一般扰动	中	7.94	2	7.94	2



续表 5.4-1

引江补汉工程扰动单元划分表

预测单元		扰动单元		土壤流失类型	规模	施工期		自然恢复期	
		序号	项目			预测范围 (hm ²)	预测时段(a)	预测范围 (hm ²)	预测时段(a)
输水总干线工程区	施工生产生活区	扰动单元 108	洪裕口施工区	一般扰动	中	0.41	2	0.41	2
		扰动单元 109	中咀子施工区	一般扰动	中	2.47	2	2.47	2
		扰动单元 110	夫妇峪施工区	一般扰动	中	2.47	2	2.47	2
		扰动单元 111	程家湾施工区	一般扰动	中	2.35	2	2.35	2
		扰动单元 112	四棵树施工区	一般扰动	中	3.07	2	3.07	2
		扰动单元 113	何湾施工区	一般扰动	中	1.34	2	1.34	2
		扰动单元 114	石渣岭施工区	一般扰动	中	1.58	2	1.58	2
		扰动单元 115	曹家沟施工区	一般扰动	中	3.28	2	3.28	2
		扰动单元 116	黄家营施工区	一般扰动	中	1.30	2	1.30	2
		扰动单元 117	铁匠河施工区	一般扰动	中	1.85	2	1.85	2
		扰动单元 118	刘家湾施工区	一般扰动	中	5.61	2	5.61	2
		扰动单元 119	桐木沟施工区	一般扰动	中	3.81	2	3.81	2
		扰动单元 120	安乐河施工区	一般扰动	中	14.28	2	14.28	2
	移民安置及专项设施复建工程区	扰动单元 121	移民安置及专项设施复建	一般扰动	大	29.5	2	10.57	2
汉江影响河段综合整治工程区		扰动单元 122	河道整治	工程开挖面	大	58.82	2	5.61	2
合计						952.41		479.36	

表 5.4-2

引江补汉工程典型扰动单元划分表

预测单元		扰动单元				典型扰动单元				
		规模	总面积	方量	数量	序号	名称	扰动类型	面积	方量
输水总干 线工程区	主体工程区	大	54.55		1	1	取水口、隧洞等开挖边坡	工程开挖面	54.55	
	永久办公生活区	中	10.33		1	2	工程永久办公区	工程开挖面	10.33	
	料场区	大	100.50	1146.35	7	3	姜家沟料场	工程开挖面	10.97	161.45
		中	4.21	6.58	1	4	蝎子坪料场	工程开挖面	12.74	93.33
						5	土门畈料场	工程开挖面	4.21	31.08
	弃渣场区	大	475.41	4559.94	25	6	邓家畈弃渣场	工程堆积体	14.71	387.37
						7	榨溪沟 2#弃渣场	工程堆积体	26.18	265.36
						8	高速沟弃渣场	工程堆积体	17.10	89.64
	交通道路区	大	24.28		1	9	4#施工支洞进场道路	一般扰动	0.28	
						10	6#施工支洞进场道路	一般扰动	1.03	
		中	58.64		28	11	21#施工支洞进场道路	一般扰动	0.40	
						12	22#施工支洞进场道路	一般扰动	0.73	
		小	27.74		31	13	场内道路 5-1	一般扰动	0.98	
						14	场内道路 6-2	一般扰动	2.82	
						15	场内道路 17-1	一般扰动	2.59	
						16	场内道路 20-1	一般扰动	0.19	
						17	场内道路 23-1	一般扰动	3.24	
						18	场内道路 25-1	一般扰动	24.28	
	施工生产生活区	大	24.02		1	19	竹林口施工区	一般扰动	2.39	
		中	84.40		24	20	马厂村施工区	一般扰动	7.94	
						21	曹家沟施工区	一般扰动	3.28	
	移民安置及专项 设施复建工程区	大	29.51		1	22	移民安置及专项设施复建	一般扰动	29.51	
汉江影响河段综合整治工程区		大	58.82		1					
合计			952.41	5712.87	122				230.45	1028.23

表 5.4-3 引江补汉工程计算单元划分表

计算单元名称	典型扰动单元名称	面积 (hm ²)	备注	土壤流失类型三级分类	面积 (hm ²)
计算单元 1	取水口、隧洞等开挖边坡	54.55	开挖平台	地表翻扰型一般扰动地表	24.55
计算单元 2			坡面	上方有来水工程开挖面	30.00
计算单元 3	工程永久办公区	10.33	扰动面	地表翻扰型一般扰动地表	10.33
计算单元 4	姜家沟料场	10.97	开采平台	地表翻扰型一般扰动地表	6.58
计算单元 5			坡面	上方有来水工程开挖面	4.39
计算单元 6	蝎子坪料场	12.74	开采平台	地表翻扰型一般扰动地表	7.65
计算单元 7			坡面	上方有来水工程开挖面	5.10
计算单元 8	土门畈料场	4.21	开采平台	地表翻扰型一般扰动地表	2.53
计算单元 9			坡面	上方有来水工程开挖面	1.68
计算单元 10	邓家畈弃渣场	14.71	弃渣平台	地表翻扰型一般扰动地表	8.53
计算单元 11			坡面	上方有来水堆积体	6.18
计算单元 12	榨溪沟 2#弃渣场	26.18	弃渣平台	地表翻扰型一般扰动地表	15.18
计算单元 13			坡面	上方有来水堆积体	10.99
计算单元 14	高速沟弃渣场	17.10	弃渣平台	地表翻扰型一般扰动地表	9.92
计算单元 15			坡面	上方有来水堆积体	7.18
计算单元 16	4#施工支洞进场道路	0.28	路面	地表翻扰型一般扰动地表	0.23
计算单元 17			边坡	上方有来水工程开挖面	0.06
计算单元 18	6#施工支洞进场道路	1.03	路面	地表翻扰型一般扰动地表	0.83
计算单元 19			边坡	上方有来水工程开挖面	0.21
计算单元 20	21#施工支洞进场道路	0.40	路面	地表翻扰型一般扰动地表	0.32
计算单元 21			边坡	上方有来水工程开挖面	0.08

续表 5.4-3

引江补汉工程计算单元划分表

计算单元名称	典型扰动单元名称	面积 (hm ²)	备注	土壤流失类型三级分类	面积 (hm ²)
计算单元 22	22#施工支洞进场道路	0.73	路面	地表翻扰型一般扰动地表	0.58
计算单元 23			边坡	上方有来水工程开挖面	0.15
计算单元 24	场内道路 5-1	0.98	扰动面	地表翻扰型一般扰动地表	0.98
计算单元 25	场内道路 6-2	2.82	扰动面	地表翻扰型一般扰动地表	2.82
计算单元 26	场内道路 17-1	2.59	扰动面	地表翻扰型一般扰动地表	2.59
计算单元 27	场内道路 20-1	0.19	扰动面	地表翻扰型一般扰动地表	0.19
计算单元 28	场内道路 23-1	3.24	扰动面	地表翻扰型一般扰动地表	3.24
计算单元 29	场内道路 25-1	24.28	扰动面	地表翻扰型一般扰动地表	24.28
计算单元 30	竹林口施工区	2.39	扰动面	地表翻扰型一般扰动地表	2.39
计算单元 31	马厂村施工区	7.94	扰动面	地表翻扰型一般扰动地表	7.94
计算单元 32	曹家沟施工区	3.28	扰动面	地表翻扰型一般扰动地表	3.28
计算单元 33	移民安置及专项设施复建	29.51	扰动面	地表翻扰型一般扰动地表	29.51
合计		230.45			230.45



5.4.2 原地貌土壤侵蚀模数

扰动前的土壤侵蚀模数即土壤流失背景值参照植被破坏型一般扰动地表公式进行计算。植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量公式如下：

$$M_{yz}=RKL_yS_yBETA$$

式中： M_{yz} ——植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量，t；

R ——降雨侵蚀力因子， $\text{MJ} \cdot \text{mm}/(\text{hm}^2 \cdot \text{h})$ ；

K ——土壤可蚀性因子， $\text{t} \cdot \text{hm}^2 \cdot \text{h}/(\text{hm}^2 \cdot \text{MJ} \cdot \text{m})$ ；

L_y ——坡长因子，无量纲；

S_y ——坡度因子，无量纲；

B ——植被覆盖因子，无量纲；

E ——工程措施因子，无量纲；

T ——耕作措施因子，无量纲；

A ——计算单元的水平投影面积， hm^2 。

由植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量公式，可得扰动前土壤侵蚀模数的计算公式为 $M_{yz}=RKL_yS_yBET \times 100$ ，其中 R 为年降雨侵蚀力因子。本项目主要占地类型有耕地、园地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他用地等，各计算单元涉及的地类坡度、林草覆盖度、工程措施、耕作措施等调查情况见下表 5.4-4。

表 5.4-4 项目各地类植被覆盖、工程措施、耕作措施情况调整表

序号	土地利用类型	坡度 (°)	覆盖度 (%)	郁闭度 (%)	工程措施	耕作措施
1	耕地	10~20			无工程措施	耕作措施
2	园地	10~20	5~20		无工程措施	耕作措施
3	林地	15~30	25~40	15~25	无工程措施	无耕作措施
4	草地	5~30	20~40		无工程措施	无耕作措施
5	工矿仓储用地	0~5			无工程措施	无耕作措施
6	公共管理与公共服务用地	0~5			无工程措施	无耕作措施
7	住宅用地	0~5			无工程措施	无耕作措施
8	特殊用地	5~10			无工程措施	无耕作措施
9	交通运输用地	0~5			无工程措施	无耕作措施
10	水域及水利设施用地				无工程措施	无耕作措施
11	其他用地	5~10	<5		无工程措施	无耕作措施

根据现场调查，结合各行政区不同占地类型的面积经加权平均计算，确定项目占地范围内原生平均土壤侵蚀模数为 $1390\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ，年水土流失总量为 13241t ，详见下表 5.4-5。



表 5.4-5

项目区扰动前各地类土壤侵蚀模数计算表

项目分区		占地面积（hm ² ）												年平均 侵蚀模数 (t/km ² •a)	年水土 流失总量 （t）
		耕地	园地	林地	草地	工矿仓储 用地	住宅 用地	公共管理 与公共服务 用地	特殊 用地	交通运输 用地	水域及 水利 设施用地	其他 用地	合计		
输水总干 线工程区	主体工程区	7.31	7.51	24.67		5.54	3.78			1.63	2.89	1.22	54.55	1208	659
	永久办公生活区	3.36	0.33	4.96		0.28	0.66			0.16	0.58		10.33	1316	136
	料场区	6.71	8.59	87.70			1.10			0.33	0.29		104.71	1513	1584
	弃渣场区	38.99	8.91	413.32	1.27	0.78	2.54	0.06		2.42	6.95	0.17	475.41	1529	7268
	交通道路区	20.77	1.58	58.92	0.05	0.35	4.97	0.01	0.14	14.57	9.09	0.22	110.67	1244	1377
	施工生产生活区	44.06	13.59	40.24	0.06	0.33	2.48			2.92	4.74		108.42	1324	1435
	移民安置及专项 设施复建工程区			11.76	8.23							9.51	29.51	1612	475
	小计	121.20	40.53	641.56	9.61	7.28	15.54	0.07	0.14	22.04	24.54	11.12	893.58	1447	12934
汉江影响河段综合整治工程 区		1.61					0.02	47.54	0.61	3.03	5.82	0.18	58.82	521	307
合计		122.80	40.53	641.56	9.61	7.28	15.56	47.62	0.75	25.07	30.36	11.29	952.41	1390	13241

5.4.3 施工期土壤侵蚀模数

根据各计算单元所属的扰动类型，按土壤流失类型三级分类选择相应的计算公式进行土壤侵蚀模数的计算，本项目计算单元主要涉及地表翻扰型一般扰动地表、上方有来水工程堆积体、上方有来水工程开挖面 3 种形式。

(1) 地表翻扰型一般地表扰动

地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量按下列公式计算：

$$M_{yd}=RK_{yd}L_yS_yBETA$$

$$K_{yd}=NK$$

式中：

M_{yd} ——地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量，t；

R ——降雨侵蚀力因子，MJ.mm/(hm²h)；

K_{yd} ——地表翻扰后土壤可蚀性因子，t.hm²h/(hm²MJ.mm)；

N ——地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数，无量纲；

L_y ——坡长因子，无量纲；

S_y ——坡度因子，无量纲；

B ——植被覆盖因子，无量纲；

E ——工程措施因子，无量纲；

T ——耕作措施因子，无量纲；

A ——计算单元的水平投影面积，hm²。

因此，地表翻扰型一般扰动地表的年均侵蚀模数计算公式为 $M_{yd}=RK_{yd}L_yS_yBET\times 100$ ，共涉及到 22 个计算单元，主要涉及到取水口、隧洞等开挖平台、建筑物开挖平台、办公生活区扰动面、料场开采平台、弃渣场平台、永久道路路面、施工便道和施工生产生活区扰动面，其侵蚀模数计算如表 5.4-6 所示。

表 5.4-6 地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤侵蚀模数计算表

因子	R	K_{yd}	L_y	S_y	B	E	T	M_{yz}
单元	MJ.mm/(hm ² h)	t.hm ² h/(hm ² MJ.mm)						t/(km ² a)
计算单元 1	4322.1	0.0102	1.55	0.79	0.516	1	1	2792
计算单元 3	4322.1	0.0102	1.9	1.73	0.516	1	1	7495
计算单元 4	4322.1	0.0102	1.54	2.01	0.516	1	1	7058



续表 5.4-6 地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤侵蚀模数计算表

因子	R	K_{yd}	L_y	S_y	B	E	T	M_{yz}
计算单元 6	4322.1	0.0102	1.44	1.01	0.516	1	1	3316
计算单元 8	4322.1	0.0102	1.55	0.79	0.516	1	1	2792
计算单元 10	4322.1	0.0102	1.54	2.01	0.516	1	1	7058
计算单元 12	4322.1	0.0102	1.44	2.73	0.516	1	1	8964
计算单元 14	4322.1	0.0102	1.55	1.88	0.516	1	1	6644
计算单元 16	4322.1	0.0102	1.9	1.88	0.516	1	1	8145
计算单元 18	4322.1	0.0102	1.9	1.73	0.516	1	1	7495
计算单元 20	4322.1	0.0102	1.9	2.01	0.516	1	1	8708
计算单元 22	4322.1	0.0102	1.9	1.73	0.516	1	1	7495
计算单元 24	4322.1	0.0102	1.9	1.73	0.516	1	1	7495
计算单元 25	4322.1	0.0102	1.9	2.01	0.516	1	1	8708
计算单元 26	4322.1	0.0102	1.9	2.01	0.516	1	1	8708
计算单元 27	4322.1	0.0102	1.9	1.73	0.516	1	1	7495
计算单元 28	4322.1	0.0102	1.9	2.01	0.516	1	1	8708
计算单元 29	4322.1	0.0102	1.9	2.73	0.516	1	1	11827
计算单元 30	4322.1	0.0102	1.55	1.73	0.516	1	1	6114
计算单元 31	4322.1	0.0102	1.55	1.73	0.516	1	1	6114
计算单元 32	4322.1	0.0102	1.55	1.73	0.516	1	1	6114
计算单元 33	4322.1	0.0102	1.55	1.73	0.516	1	1	6114

(2) 上方有来水工程开挖面土壤流失量测算

上方有来水工程开挖面土壤流失量按下公式计算：

$$M_{ky} = F_{ky} G_{ky} L_{ky} S_{ky} A + M_{kw}$$

式中：

M_{ky} ——上方有来水工程开挖面计算单元土壤流失量，t；

F_{ky} ——上方有来水工程开挖面径流冲蚀力因子，MJ/hm²；

G_{ky} ——上方有来水工程开挖面土质因子，t·hm²/(hm²·MJ)；

L_{ky} ——上方有来水工程开挖面坡长因子，无量纲；

S_{ky} ——上方有来水工程开挖面坡度因子，无量纲；



A ——水平投影面积, hm^2 ;

M_{kw} ——上方无来水工程开挖面计算单元土壤流失量, t ;

上方无来水工程开挖面土壤流失量按下公式计算:

$$M_{kw}=RG_{kw}L_{kw}S_{kw}A$$

R ——降雨侵蚀力因子, $\text{MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h})$;

G_{kw} ——上方无来水工程开挖面土质因子, $\text{t}\cdot\text{hm}^2/(\text{hm}^2\cdot\text{MJ})$;

L_{kw} ——上方无来水工程开挖面坡长因子, 无量纲;

S_{kw} ——上方无来水工程开挖面坡度因子, 无量纲;

因此, 上方有来水工程开挖面的年均侵蚀模数计算公式为 $M_{ky}=(F_{ky}G_{ky}L_{ky}S_{ky}+RG_{kw}L_{kw}S_{kw})\times 100$, 共涉及到 8 个计算单元, 主要有隧洞开挖坡面、建筑物开挖坡面、料场开挖坡面、弃渣场坡面、永久道路边坡等, 其侵蚀模数计算如表 5.4-7 所示。

表 5.4-7 上方有来水工程开挖面计算单元土壤侵蚀模数计算表

因子	F_{ky}	G_{ky}	L_{ky}	S_{ky}	M_{kw}	M_{ky}
单元	MJ/hm^2	$\text{t}\cdot\text{hm}^2/(\text{hm}^2\cdot\text{MJ}\cdot\text{mm})$	/	/	t	$\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$
计算单元 2	24590.1	0.00426	0.48	1.16	92	15033
计算单元 5	80833.4	0.00449	0.64	1.04	85	32657
计算单元 7	80263.9	0.00438	0.48	1.04	87	26250
计算单元 9	83886.6	0.00431	0.56	1.04	96	30657
计算单元 17	46759.1	0.00449	0.62	1.23	121	28111
计算单元 19	64432	0.00449	0.53	1.23	108	29659
计算单元 21	68834.5	0.00449	0.53	1.23	114	31548
计算单元 23	60998.2	0.0042	0.53	1.23	104	27101

(3) 上方有来水工程堆积体土壤流失量测算

上方有来水工程堆积体土壤流失量按下公式计算:

$$M_{dy}=F_{dy}G_{dy}L_{dy}S_{dy}A+M_{dw}$$

式中:

M_{dy} ——上方有来水工程堆积体计算单元土壤流失量, t ;

F_{dy} ——上方有来水工程堆积体径流冲蚀力因子, MJ/hm^2 ;



G_{dy} ——上方有来水工程堆积体土石质因子, $t \cdot hm^2 \cdot h / (hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$;

L_{dy} ——上方有来水工程堆积体坡长因子, 无量纲;

S_{dy} ——上方有来水工程堆积体坡度因子, 无量纲;

A ——水平投影面积, hm^2 ;

M_{dw} ——上方无来水工程堆积体计算单元土壤流失量, t ;

上方无来水工程堆积体土壤流失量按下公式计算:

$$M_{dw} = XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}A$$

X ——工程堆积体形态因子, 无量纲;

R ——降雨侵蚀力因子, $MJ \cdot mm / (hm^2 \cdot h)$;

G_{dw} ——上方无来水工程堆积体土石质因子, $t \cdot hm^2 \cdot h / (hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$;

L_{dw} ——上方无来水工程堆积体坡长因子, 无量纲;

S_{dw} ——上方无来水工程堆积体坡度因子, 无量纲;

因此, 上方有来水工程堆积体的年均侵蚀模数计算公式为 $M_{dy} = (F_{dy}G_{dy}L_{dy}S_{dy} + XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}) \times 100$, 共涉及到 3 个计算单元, 主要有导流工程堆积体、弃渣场堆积体, 其侵蚀模数计算如表 5.4-8 所示。

表 5.4-8 上方有来水工程堆积体计算单元土壤侵蚀模数计算表

因子	F_{dy}	G_{dy}	L_{dy}	S_{dy}	M_{dw}	M_{dy}
单元	MJ/hm^2	$t \cdot hm^2 h / (hm^2 MJ \cdot mm)$	/	/	t	$t/(km^2 a)$
计算单元 11	62453.1	0.0163	0.37122	1.1	67	48269
计算单元 13	63003.2	0.0163	0.37122	1.1	65	48435
计算单元 15	68457.6	0.0163	0.37122	1.1	38	49365

5.4.4 自然恢复期土壤侵蚀模数

自然恢复期时, 项目区人为扰动基本已经停止, 项目区地形基本恢复到扰动前一致, 土地利用按照原地类进行恢复, 植被覆盖和郁闭度渐渐增长到扰动前的指标, 因此对各计算单元土壤侵蚀模数测算采用植被破坏型一般扰动公式进行计算, 自然恢复期各计算单元相关因子取值及侵蚀模数计算结果如表 5.4-9 所示。



表 5.4-9 自然恢复期各计算单元土壤侵蚀模数计算表

因子	R	K_{yd}	L_y	S_y	B	E	T	M_{yz}
单元	MJ.mm/ (hm ² h)	t.hm ² h/ (hm ² MJ.mm)	/	/	/	/	/	t/(km ² a)
计算单元 1	4322.1	0.0036	1.55	1.1399	0.516	1	1	1419
计算单元 2	4322.1	0.0036	0.66	6.8533	0.418	1	1	2932
计算单元 3	4322.1	0.0036	1.90	1.4399	0.418	1	1	1779
计算单元 4	4322.1	0.0036	1.54	1.1399	0.418	1	1	1142
计算单元 5	4322.1	0.0036	0.66	6.8533	0.418	1	1	2932
计算单元 6	4322.1	0.0036	1.44	1.1399	0.418	1	1	1068
计算单元 7	4322.1	0.0036	0.66	6.8533	0.418	1	1	2932
计算单元 8	4322.1	0.0036	1.55	1.4399	0.418	1	1	1452
计算单元 9	4322.1	0.0036	0.66	6.8533	0.418	1	1	2932
计算单元 10	4322.1	0.0036	1.54	1.5399	0.418	1	1	1542
计算单元 11	4322.1	0.0036	0.66	6.8533	0.345	1	1	2420
计算单元 12	4322.1	0.0036	1.44	1.5399	0.345	1	1	1190
计算单元 13	4322.1	0.0036	0.66	6.8533	0.345	1	1	2420
计算单元 14	4322.1	0.0036	1.55	1.5399	0.345	1	1	1281
计算单元 15	4322.1	0.0036	0.51	6.8533	0.345	1	1	1860
计算单元 16	4322.1	0.0036	1.90	0.5347	0.516	1	1	816
计算单元 17	4322.1	0.0036	0.51	11.5613	0.418	1	1	3803
计算单元 18	4322.1	0.0036	1.90	0.5347	0.516	1	1	816
计算单元 19	4322.1	0.0036	0.51	11.5613	0.418	1	1	3803
计算单元 20	4322.1	0.0036	1.90	0.5347	0.516	1	1	816
计算单元 21	4322.1	0.0036	0.51	11.5613	0.418	1	1	3803
计算单元 22	4322.1	0.0036	1.90	0.5347	0.516	1	1	816
计算单元 23	4322.1	0.0036	0.51	11.5613	0.418	1	1	3803
计算单元 24	4322.1	0.0036	1.90	1.4199	0.418	1	1	1755
计算单元 25	4322.1	0.0036	1.90	1.4199	0.418	1	1	1755
计算单元 26	4322.1	0.0036	1.90	1.4199	0.418	1	1	1755
计算单元 27	4322.1	0.0036	1.90	1.4199	0.418	1	1	1755



续表 5.4-9 自然恢复期各计算单元土壤侵蚀模数计算表

因子	R	K_{yd}	L_y	S_y	B	E	T	M_{yz}
计算单元 28	4322.1	0.0036	1.90	1.4199	0.418	1	1	1755
计算单元 29	4322.1	0.0036	1.90	1.4199	0.418	1	1	1755
计算单元 30	4322.1	0.0036	1.55	1.4199	0.418	1	1	1431
计算单元 31	4322.1	0.0036	1.55	1.4199	0.418	1	1	1431
计算单元 32	4322.1	0.0036	1.55	1.4199	0.418	1	1	1431
计算单元 33	4322.1	0.0036	1.55	1.5399	0.516	1	1	1916

5.4.5 预测单元各时期侵蚀模数

(1) 典型扰动单元侵蚀模数

根据导则，典型扰动单元中各计算单元的土壤流失量之和即为该典型扰动单元的土壤流失量。因此，典型扰动单元的侵蚀模数可由 33 个计算单元的加权平均土壤侵蚀模数得到，22 个典型扰动单元的侵蚀模数如表 5.4-10。

表 5.4-10 典型扰动单元各时期土壤侵蚀模数表 单位: $t/(km^2 \cdot a)$

预测单元		扰动单元				典型扰动单元			
		规模	总面积	方量	数量	序号	面积	土壤侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$	
			hm^2	万 m^3			hm^2	施工期	自然恢复期
输水总干线工程区	主体工程区	中	54.55		1	1	54.55	9524	2251
	永久办公生活区	大	10.33		1	2	10.33	7495	1779
	料场区	大	100.50	1146.35	7	3	10.97	17298	1858
		中	4.21	6.58	1	4	12.74	12490	1814
						5	4.21	13938	2044
	弃渣场区	大	475.41	4559.94	25	6	14.71	24366	1911
						7	26.18	25542	1707
						8	17.10	24587	1525
	交通道路区	大	24.28		1	9	0.28	12138	1413
						10	1.03	11928	1413
		中	58.64		28	11	0.40	13276	1413
						12	0.73	11416	1413



续表 5.4-10

典型扰动单元各时期土壤侵蚀模数表

单位: $t/(km^2 \cdot a)$

预测单元		扰动单元				典型扰动单元			
		规模	总面积	方量	数量	序号	面积	土壤侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$	
			hm^2	万 m^3			hm^2	施工期	自然恢复期
输水总干线工程区	交通道路区	小	27.74		31	13	0.98	7495	1755
						14	2.82	8708	1755
						15	2.59	8708	1755
						16	0.19	7495	1755
						17	3.24	8708	1755
						18	24.28	11827	1755
	施工生产生活区	大	24.02		1	19	2.39	6114	1431
		中	84.40		24	20	7.94	6114	1431
						21	3.28	6114	1431
	移民安置及专项设施复建工程区	大	29.51		1	22	29.51	6114	1916
汉江影响河段综合整治工程区		大	58.82		1				
合计			952.41	5712.87	122		230.45		

(2) 预测单元侵蚀模数

按各类型和规模的扰动单元面积与典型扰动单元的土壤侵蚀模数进行加权平均, 得到各预测分区的土壤侵蚀模数, 详见表 5.4-11。

表 5.4-11

预测单元各时期土壤侵蚀模数表

单位: $t/(km^2 \cdot a)$

预测单元		背景值	施工期	自然恢复期
输水总干线工程区	主体工程区	1208	9524	2251
	永久办公生活区	1316	7495	1779
	料场区	1513	14597	1866
	弃渣场区	1529	24962	1705
	交通道路区	1244	10963	1732
	施工生产生活区	1324	6114	1431
	移民安置及专项设施复建工程区	1612	6114	1916
汉江影响河段综合整治工程区		521	9524	2251



5.4.6 预测模型

根据工程各施工分区开挖后形成的地形、地面组成物质等实际情况，结合上述类比工程资料，分析确定其扰动后土壤侵蚀模数，并采用以下公式进行土壤流失量预测：

$$W = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^n (F_{ji} \times M_{ji} \times T_{ji})$$

$$\Delta W = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^n (F_{ji} \times \Delta M_{ji} \times T_{ji})$$

式中：

W — 土壤流失量，t；

ΔW — 新增土壤流失量，t；

F_{ji} — 某时段某单元的预测面积， km^2 ；

M_{ji} — 某时段某单元的土壤侵蚀模数， $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ；

ΔM_{ji} — 某时段某单元的新增土壤侵蚀模数， $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ；

T_{ji} — 某时段某单元的预测时间，a；

i — 预测单元， $i=1、2、3、\dots\dots n$ ；

j — 预测时段， $j=1、2$ ，指工程建设期和自然恢复期。

5.4.7 预测结果

经预测，工程建设可能造成土壤流失总量 63.53 万 t，新增土壤流失量达 57.67 万 t。其中，施工期土壤流失总量为 62.09 万 t，新增土壤流失量 57.41 万 t；自然恢复期土壤流失总量为 1.44 万 t，新增土壤流失量 0.26 万 t。

输水总干线工程可能造成土壤流失总量 62.38 万 t，新增土壤流失量达 56.59 万 t。其中，施工期土壤流失总量为 60.97 万 t，新增土壤流失量 56.35 万 t；自然恢复期土壤流失总量为 1.41 万 t，新增土壤流失量 0.24 万 t。

汉江影响河段综合整治工程可能造成土壤流失总量 1.15 万 t，新增土壤流失量达 1.08 万 t。其中，施工期土壤流失总量为 1.12 万 t，新增土壤流失量 1.06 万 t；自然恢复期土壤流失总量为 0.03t，新增土壤流失量 0.02t。

工程区土壤流失量预测详见表 5.4-12 ~ 5.4-14。



表 5.4-12

施工期土壤流失量预测结果表

预测单元			预测范围(hm ²)	预测时段(a)	原生水土流失模数(t/km ² a)	施工期土壤侵蚀模数(t/km ² a)	土壤流失量(t)	新增土壤流失量(t)
1	输水总干线工程区	主体工程区	54.55	6	1208	9524	31174	27219
		永久办公生活区	10.33	2	1316	7495	1548	1276
		料场区	104.71	4	1513	14597	61140	54802
		弃渣场区	475.41	4	1529	24962	474687	445616
		交通道路区	110.67	2	1244	10963	24266	21513
		施工生产生活区	108.42	2	1324	6114	13258	10388
		移民安置及专项设施复建工程区	29.51	2	1612	6114	3607	2656
		小计	893.58				609680	563471
2	汉江影响河段综合整治工程区		58.82	2	521	9524	11204	10590
合计			952.41				620884	574062

表 5.4-13

自然恢复期土壤流失量预测结果表

预测单元			预测范围 (hm ²)	预测时段 (a)	原生水土流失模数 (t/km ² a)	自然恢复期土壤侵蚀模数 (t/km ² a)	土壤流失量 (t)	新增土壤流失量 (t)
1	输水总干线工程区	主体工程区	20.34	2	1208	2251	916	424
		永久办公生活区	2.53	2	1316	1779	90	23
		料场区	60.37	2	1513	1866	2253	426
		弃渣场区	177.88	2	1529	1705	6065	627
		交通道路区	77.51	2	1244	1732	2685	756
		施工生产生活区	61.12	2	1324	1431	1750	132
		移民安置及专项设施复建工程区	10.57	2	1612	1916	405	64
		小计	410.32				14164	2453
2	汉江影响河段综合整治工程区		5.61	2	521	2251	253	194
合计			415.93				14416	2647

表 5.4-14

土壤流失量汇总表

单位: 万 t

预测单元		施工期		自然恢复期		合计	
		新增流失量	总流失量	新增流失量	总流失量	新增流失量	总流失量
1	输水总干线工程区	56.35	60.97	0.25	1.42	56.59	62.38
2	汉江影响河段综合整治工程区	1.06	1.12	0.02	0.03	1.08	1.15
合计		57.41	62.09	0.26	1.44	57.67	63.53



5.5 水土流失危害分析与评价

（1）主体工程区

主体工程区中进出口建筑物、石花控制建筑物、施工支洞等施工过程中的明挖、洞挖以及各工程部位土方填筑施工是水土流失易发环节。本工程输水线路较长，工程呈点、线、结合施工，施工开挖面多，开挖断面相对较大，施工过程中若未做好开挖土方的及时转运堆存及开挖面的防护，极易在降雨冲刷下发生水土流失，流失土壤若进入下游农田，将影响农业生产。

（2）永久办公生活区

施工过程中主要水土流失来自场地基坑开挖、场地填筑过程中，施工过程中需布设好截排水设施，并做好施工期的防尘洒水、临时苫盖措施，若不做好施工过程中的临时苫盖和排水措施，流失土壤易进入周边水网、管网，堵塞排水通道。

（3）施工生产生活区

本工程施工场地沿输水隧洞布置，布置较为分散。新建施工场地平整过程中的挖填方活动将破坏原有地表植被，重塑地形地貌，形成裸露地表，若不做好施工过程中的临时拦挡、覆盖和排水措施，水土流失将对给周围群众生产生活带来不利影响，进而对当地的社会环境和经济发展产生影响。

（4）交通道路区

工程建设过程中修筑场内道路途径区域主要为中低山区，坡度相对较为陡峭，施工道路修筑，将山地原有绿化格局破坏，原地貌大量破坏。施工过程中将形成大量开挖边坡和回填边坡及临时堆土，这些部位如不采取合理的水土保持措施，在降雨冲刷下极易发生严重的水土流失，影响交通道路的正常使用的。

（5）弃渣场区

工程弃渣分别集中堆置在工程沿线 25 处弃渣场。弃渣作为人工堆积体，堆放前的基础清表，堆放工程中的土方倾倒、填筑都是水土流失的易发环节，松散的弃渣增强了地表的可蚀性和冲刷强度，增加了水土流失风险。弃渣若不进行及时、合理防护，如遇降雨，将会产生面蚀、沟蚀，甚至于产生滑坡及泥石流等地质灾害，危害土地资源，甚至沿沟道或山坡汇入河流下游，从而淤积河道、影响河道行洪，破坏生态与环境。渣场占用较大面积的林地，施工结束后需进行植被恢复，否则将对区域生态环境产生一定不



利影响。

(6) 料场区

料场开采前需覆盖层进行开挖，料场开采过程中形成的高陡边坡是产生水土流失的主要环节和部位。若不做好开挖覆盖层的及时转运堆存，周边截排水措施及坡面防护，在雨水冲刷下，料场流失如让将进入下游河道范围内，严重的将影响料场坡面稳定，影响料场的正常开采和施工安全。

(7) 移民安置及专项设施复建工程区

移民安置及专项设施复建工程区建设内容主要包括场地平整、基础开挖、复建电力及通信设施等。施工过程中的临时开挖堆土是水土流失易发区域，若不及时采取水土保持措施，引发的水土流失将淤堵周边道路排水及排灌渠道，影响周边区域的正常耕作条件等。

(8) 汉江影响河段综合整治工程区

汉江影响河段综合整治工程建设内容包括羊皮滩右汊出水渠、航道整治、河道整治等工程施工，施工过程中河道疏浚、护岸边坡修整、桥梁施工等是水土流失易发区域，施工过程中需做好临时堆土、裸露边坡的临时防护，否则将导致严重水土流失，造成下游河道淤积，影响河道行洪安全。

5.6 预测结论与指导性意见

本工程建设将扰动原地表面积 952.41hm^2 ，损毁植被面积 651.17hm^2 。工程建设产生弃渣 2980.35万 m^3 （折合自然方 4559.94万 m^3 ），堆放在沿线 25 处弃渣场。

水土流失重点时段为工程施工期，该时段流失量占总流失量的 97.7%。工程建设期内，弃渣场区、主体工程区、料场区和交通道路区水土流失最为严重，是本工程水土流失防治和水土保持监测的重点区域。

根据水土流失预测结果，在本工程建设过程中，工程区占地范围内的原有地貌将遭受不同程度的破坏，弃渣场区、主体工程区、料场区和交通道路区等原地貌将发生较大改变。为了明确本工程水土流失重点防治区段，并据此确定相应的措施布局，提出以下指导性意见：

(1) 本工程产生水土流失的重点区域为弃渣场区、主体工程区、料场区和交通道



路区等，这些区域亦为水土保持监测重点区域。

(2) 对水土流失重点防治区应采取临时措施、工程措施和植物措施相结合的综合防治措施，临时措施和工程措施应包括临时拦挡工程、排水工程及土地整治工程，植被恢复应以乔、灌、草相结合方式布置。

(3) 本工程产生水土流失的重点时段为施工期，水土保持的各项措施同主体工程的施工期相对应。措施安排原则上应当先实施工程措施，后植物措施。根据拟建项目水土流失的变化情况，水土保持的排水工程、拦渣工程要在施工初期完成，植物措施须在工程结束后尽早实施。

(4) 施工期水土流失迅速加剧，随着水土保持措施的实施，土壤侵蚀会得到有效控制，侵蚀模数大幅度下降，各项水土保持措施开始发挥功效。自然恢复期，水土保持的工程措施和植物措施都已完成，并逐步发挥其水土保持功能，工程区的土壤侵蚀逐渐达到新的平衡状态，由于工程区采取了绿化和养护，部分区域生态环境得到改善。



6 防治目标及总体布设

6.1 防治目标及标准

6.1.1 基本目标

根据引江补汉工程项目区自然概况、环境现状、建设特点等，确定水土流失防治的基本目标为：

- (1) 项目建设范围内新增水土流失得到有效控制，原有水土流失得到治理；
- (2) 项目建设区水土资源、林草植被得到最大限度的保护和恢复，工程区生态环境得到改善；
- (3) 各项水土保持设施安全有效；
- (4) 各项水土流失防治指标达到《生产建设项目水土流失防治标准》(GB50434/T-2018)的要求。

6.1.2 防治指标值

(1) 水土流失防治标准

根据全国水土保持区划成果，引江补汉工程区涉及西南紫色土区。工程区涉及水土保持区划情况详见表 6.1-1。

表 6.1-1 工程区涉及水土保持区划情况表

工程	水土保持区划	防治责任范围 (hm ²)	涉及县 (区)
引江补汉工程	西南紫色土区	1335.51	夷陵区、保康县、谷城县、丹江口市

根据《全国水土保持规划 (2015-2030 年)》和《湖北省水土保持规划 (2016-2030 年)》，项目区夷陵区属于三峡库区国家级水土流失重点治理区，丹江口市属于丹江口库区及上游国家级水土流失重点预防区，保康县、谷城县属于大巴山荆山省级水土流失重点预防区。水土流失防治标准根据工程布局执行西南紫色土区建设类项目一级标准。

根据项目区原生水土流失现状，工程区土壤侵蚀以轻度为主，土壤流失控制比不应小于 1；根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)，项目区无法避让国家级水土流失重点治理区和重点预防区，林草覆盖率提高 2 个百分点。

(2) 西南紫色土区防治指标值

引江补汉工程修正后的西南紫色土区水土流失防治指标详见表 6.1-2。



表 6.1-2 工程西南紫色土区水土流失防治指标值表

防治指标	标准规定		按项目区位 修正	按土壤侵蚀 强度修正	采用标准	
	施工期	设计水平年			施工期	设计水平年
水土流失治理度(%)	-	97			-	97
土壤流失控制比	-	0.85		+0.15	-	1.00
渣土防护率(%)	90	92			90	92
表土保护率(%)	92	92			92	92
林草植被恢复率(%)	-	97			-	97
林草覆盖率(%)	-	23	+2		-	25

6.2 设计依据、理念与原则

6.2.1 设计依据

- (1)《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012);
- (2)《水利水电工程水土保持技术规范(SL575-2012)补充技术要点》(水总环[2019]635号);
- (3)《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018);
- (4)《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014);
- (5)《水土保持工程调查与勘测标准》(GB/T 51297-2018);
- (6)《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018);
- (7)《水土保持综合治理技术规范》(GB/T16453.1~16453.6-2008);
- (8)《水土保持综合治理效益计算方法》(GB/T15774-2008);
- (9)《造林技术规程》(GB/T15776-2016);
- (10)《防洪标准》(GB50201-2014);
- (11)《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007);
- (12)《水利水电工程制图标准水土保持图》(SL73.6-2015);
- (13)《水利水电工程设计工程量计算规定》(SL328-2005);
- (14)《引江补汉工程可行性研究报告》(审定稿,长江勘测规划设计研究有限责任公司,2021年8月)。

6.2.2 理念与原则

6.2.2.1 设计理念

- (1) 约束和优化主体工程设计



从水土保持角度约束和优化主体设计，以主体工程设计为基础，本着事前控制的原则，从水土保持、生态、景观、地貌植被等多个方面全面评价和论述主体工程设计各个环节的合理性，提出主体工程水土保持约束性因素、相应设计条件及修改、优化意见和要求。

（2）节约和利用土地资源

牢固树立节约、整治和恢复利用土地的理念，充分协调工程规划、施工组织、移民专业，通过优化建筑（构）物布置、弃土弃渣综合利用、优化料场开采方式等来减少土地特别是耕地占压，并采取整治措施恢复土地生产力。

（3）保护和利用土壤资源

从裸岩形成土壤，再到稳定的植物群落需要千万年计的时间，保护和利用土壤，特别是表土，是本工程水土保持设计的重点内容之一。应根据主体工程施工组织设计进行表土分布与可利用量分析，依据表土需求与可利用量进行表土综合利用规划，落实表土剥离、堆放和保护。

（4）重视生态绿化恢复和重塑

水土保持设计应在保证工程安全的前体下，优先考虑采取植被或综合措施防治水土流失，力求工程生态与绿化相结合，统筹考虑主体建（构）筑物的造型、色调、外围景观灯，使之在微观尺度与宏观尺度上与周边环境的协调和融合。同时应注重乔灌草合理配置，多种植物相结合，多采用乡土物种，降低养护成本。

6.2.2.2 设计原则

（1）坚持因地制宜、因害设防原则：结合工程实际和项目区水土流失现状，因地制宜、因害设防、总体设计、全面布局，注重植被恢复、绿化美化、占用耕地复耕、挡护及排水等措施。

（2）保障安全、生态优先、绿化协调的原则：水土保持是生态修复的主体内容，措施设计应树立生态理念，即本着保持水土、改善生态环境、提高植被覆盖率、恢复可持续发展的生态系统的设计理念。在不影响主体工程安全和运行管理要求的前提下，尤其是弃渣场区应以安全为主，设计中充分体现植物措施优先，植物措施与工程措施相结合，强化工程设计与生态绿化建设的协调。

（3）坚持水土资源合理保护利用的原则：控制和减少原地貌和植被的破坏面积，保护原有地表植被及表土，减少占用土地资源。施工迹地及时进行土地整治，恢复其利

用功能。

(4) 永久临时措施相结合的原则：针对主体工程建设产生水土流失的环节，合理布置水土保持措施，并与主体工程设计措施相结合，形成水土流失防治体系，有效防治工程建设过程中产生的水土流失。

(5) 注重吸收当地水土保持成功经验，借鉴国内外先进技术和方法。树立人与自然和谐相处的理念，尊重自然规律，注重与周边绿化相协调。

(6) 经济、有效、实用的原则：对于重点水土流失区的防护措施应进行多方案比选，确定投入、效果比最佳方案，节省工程投资，保证水保效果，同时具有可操作性。

6.3 设计深度及设计水平年

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)规定，本工程为建设类项目，其水土保持方案的设计水平年确定为工程完工后 1 年。水土保持方案设计深度应与主体工程设计深度一致。

6.4 总体布局及分区防治措施体系

6.4.1 总体布局

水土保持措施总体布局是在对主体工程具有水土保持功能的防护措施基础上，根据水土流失防治分区进行布置的。按照“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的原则，以防治工程建设中水土流失和恢复区域环境为目的，提出水土保持专项措施，使之与主体工程具有水土保持功能的措施形成一个工程措施、植物措施和临时措施相结合的水土流失综合防治体系。既能有效地控制项目建设期的水土流失，保护项目区生态环境，又能保证工程建设和运行安全。

结合引江补汉工程布置、防治分区和区域生态环境现状，结合水土保持防治措施体系，提出引江补汉工程防治措施总体布局见表 6.4-1。

表 6.4-1 引江补汉工程水土保持措施总体布局表

防治分区		防治对象	措施类型	水土保持措施	
				主体已有措施	水土保持专项措施
输水总干线工程区	主体工程防治区	输水建筑物防治区	工程措施	截水沟、马道排水沟、表土剥离	土地平整、覆土
			植物措施		喷播植草、周边绿化美化、植被恢复
			临时措施		临时拦挡、临时苫盖
		安乐河整治防治区	植物措施	柔性生态保护毯	周边绿化美化
			临时措施		临时拦挡、临时苫盖
		桥梁工程防治区	工程措施		土地平整、覆土
			植物措施		乔灌木结合植被恢复
			临时措施		沉淀池、临时拦挡
	永久办公生活区	占压扰动区	工程措施	排水沟	表土剥离、土地平整、覆土
			植物措施		管理区绿化
			临时措施		临时拦挡、临时苫盖
	施工生产生活防治区	占压扰动区	工程措施	复耕	表土剥离、土地平整、覆土
			植物措施	格构植草护坡	乔灌木结合恢复植被
			临时措施		临时拦挡、临时排水、沉沙池、临时苫盖
	交通道路区	占压扰动区	工程措施	复耕、截水沟、边沟	表土剥离、土地平整、覆土
			植物措施	格构植草护坡	格构植草护坡、行道树、灌木结合植被恢复
			临时措施		临时拦挡、临时排水、沉沙池、临时苫盖

续表 6.4-1 引江补汉工程水土保持措施总体布局表

防治分区		防治对象	措施类型	水土保持措施	
				主体已有措施	水土保持专项措施
输水总干线工程区	弃渣场区	占压扰动区	工程措施	复耕	拦渣工程、截排水（洪）沟、排水盲沟、消力池、渣顶排水沟、马道排水沟、格构护坡、表土剥离、土地平整、覆土
			植物措施		植被恢复、栽植经济林、喷播植草
		临时堆土	临时措施		临时拦挡、临时排水、临时撒播草籽
	料场区	占压扰动区	工程措施	截水沟、马道排水沟、表土剥离、复耕	载土槽、土地平整、剥离料回填、覆土
			植物措施		边坡及平台恢复植被
			临时措施		临时拦挡、临时排水、沉沙池、临时苫盖
	移民安置及专设设施复建工程区	占压扰动区	工程措施		表土剥离、土地平整、覆土
			植物措施	场内绿化	行道树、植被恢复
			临时措施		临时拦挡、临时排水、沉淀池、临时苫盖
汉江影响河段综合整治工程防治区		占压扰动区	工程措施	三维植生垫、表土剥离	土地平整
			植物措施		植被恢复
			临时措施		临时拦挡、临时排水、沉沙池、沉淀池、临时苫盖



6.4.2 分区防治措施体系

6.4.2.1 输水总干线工程防治区

(1) 主体工程防治区

本区主要包括输水建筑物防治区(包含进出口建筑物、石花控制建筑物、施工支洞)、安乐河整治防治区以及桥梁工程防治区。

1) 输水建筑物防治区

主体工程设计中考虑了施工扰动范围内表土剥离,进出口建筑物、石花控制建筑物及施工支洞开挖边坡周边截水沟、马道排水沟等防护措施,在保障主体工程安全的同时具有较好的水土保持功能。本区水土保持专项措施主要包括:施工期间,对工程区临时堆料堆土采取临时拦挡、苫盖等防护措施;施工结束后,对开挖边坡在保证稳定的基础上采取喷播植草护坡进行防护,洞顶平台及周边管理范围进行土地平整、覆土。对于永久占地范围内布置绿化美化措施,一般施工支洞封堵后采取植被恢复措施。

2) 安乐河整治防治区

主体工程设计中考虑了柔性生态保护毯防护措施。本区水土保持专项措施主要包括:施工期间,为防止岸坡开挖滚落土石进入安乐河造成水土流失,拟在下侧布置临时钢筋石笼拦挡,并对开挖坡面采取临时苫盖措施;施工结束后对安乐河出口岸坡两侧布置生态廊绿化带。

3) 桥梁工程防治区

本区水土保持专项措施包括:施工期间,在桥头处布置泥浆沉淀池,两端锥坡下部设置临时拦挡防护措施;施工结束后对桥头两侧空地进行了土地平整、覆土,并采取乔灌木结合恢复植被。

(2) 永久办公生活防治区

工程输水总干线布置宜昌、保康、谷城和丹江口 4 个管理处,并在 11 处永久检修洞周边布置管理站。主体工程设计中考虑了场地周边排水措施,本区水土保持专项措施主要包括:施工前,对占地区域表土进行剥离并采取防护措施,施工过程中采取临时拦挡、临时苫盖措施,施工结束后对场内需绿化区域进行土地平整、覆土并采取绿化措施。

(3) 施工生产生活防治区

主体工程设计中,结合场地边坡的稳定安全需求考虑了边坡的喷锚支护、格构植草护坡等,以及临时占用耕园地的复耕措施。本区水土保持专项措施主要包括:施工前,

对占地区域内表土进行剥离，并分段集中堆存在施工生产生活区内表土堆存场；施工过程中，施工场地周边布置临时排水、沉沙池等设施，以及临时堆存场地周边拦挡和临时苫盖措施；施工结束后，对施工场地占地进行平整、覆土，并采取乔灌草结合方式恢复植被。

（4）交通道路防治区

1）永久道路

主体工程设计中考虑了路基边沟、坡顶截水沟、上边坡格构植草护坡等防护措施。本区水土保持专项措施主要包括：施工前，对道路占地范围内的表土进行剥离，分段集中堆放在临近施工生产生活区表土堆放场；施工期间在道路下边坡采取格构植草护坡进行防护，并布置溜渣拦挡措施；施工结束后，根据道路布置栽植行道树，对道路两侧及路基下边坡进行土地平整、覆土以及灌草结合方式进行恢复植被。

2）临时道路

主体工程设计中考虑了本区临时占用耕园地的复耕措施。本区水土保持专项措施包括：施工前，对道路占地范围内的表土进行剥离，分段集中堆放在临近施工生产生活区表土堆放场；施工期间，对开挖上边坡采取格构植草护坡进行防护，下边坡布置溜渣拦挡措施，道路两侧布置临时排水沉沙措施及临时拦挡防护措施；施工结束后，对复耕范围以外的施工扰动迹地进行土地平整、覆土以及采取植被恢复措施。

（5）弃渣场防治区

输水总干线工程区布置 25 处弃渣场，主体工程设计考虑了本区临时占用耕园地的复耕措施。本区水土保持专项措施主要包括：施工前，对渣场扰动范围内的表土进行剥离，并集中堆存在渣场上游的表土堆存场，在堆渣坡脚布设拦渣坝或挡渣墙等拦挡措施；在渣场周边布设排洪沟、截水沟、渣体表面排水沟、消力池等防洪排导工程；施工过程中，对表土堆放场采取临时排水、临时拦挡及临时撒播草籽措施；堆渣结束后，堆渣边坡采取格构灌草护坡进行防护，截排洪沟开挖边坡采取喷播植草防护；对于临时占地范围内弃渣场，复耕范围以外的渣顶进行土地平整、覆土，并采取乔灌草结合方式进行恢复植被；对于永久范围内弃渣场，对渣顶进行土地平整、覆土并栽植经济林。

（6）料场防治区

主体工程设计考虑了对料场扰动范围内的表土剥离、开挖线外侧布置截排水沟、马道排水沟以及临时占用耕园地复耕等措施。本区水土保持专项措施包括：施工过程中在



料场周边布置临时排水沉沙措施，对表土及利用剥离料进行临时苫盖及钢筋石笼拦挡；施工结束后，占用耕园地部分由主体工程进行复耕，其他部分进行土地平整、剥离料回填以及表土回覆，开采平台布置载土槽，并对料场开采平台及边坡采取植被恢复措施。

（7）移民安置及专项设施复建工程区

受本阶段移民安置及专项设施设计深度限制，本方案根据水土保持典型设计估列水土保持工程量及投资。主体工程设计考虑了场内绿化等措施，本区水土保持专项措施主要包括：施工前对占地区表土进行剥离并集中堆存在征地范围内表土堆放场，施工过程中对临时堆土和表土堆放场采取临时拦挡、临时排水、沉淀池、临时苫盖措施，施工结束后对扰动迹地进行土地整治以及行道树、植被恢复措施等。

6.4.2.2 汉江影响河段综合整治工程防治区

主体工程设计中考虑了三维植生垫、表土剥离等措施，水土保持专项措施主要包括：施工期间对临时堆土采取临时拦挡、临时排水沉沙等防护措施、开挖坡面的临时苫盖措施以及桥梁两侧的泥浆沉淀池和临时拦挡措施，施工结束后对占压扰动区进行土地平整和植被恢复措施。

引江补汉工程水土保持措施总体布局详见图 6.4-1。

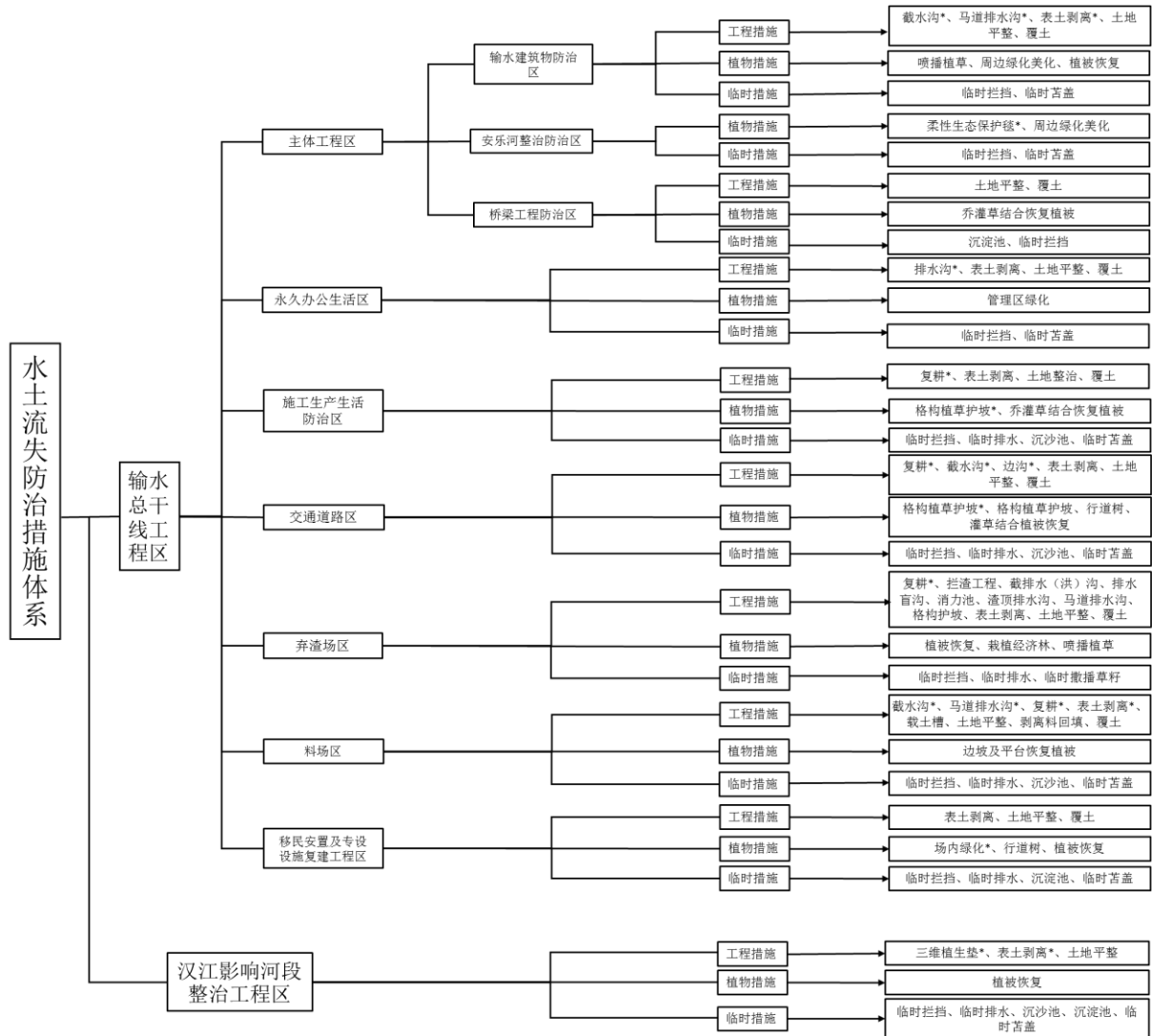


图 6.4-1 引江补汉工程水土保持措施总体布局

7 弃渣场设计

7.1 弃渣来源及流向

引江补汉工程弃渣总量 2980.35 万 m^3 (折合松方 4559.94 万 m^3)。工程弃渣主要来源于输水总干线主洞开挖、施工支洞及斜井开挖、进出水口建筑物及导流开挖和料场剥离料等, 弃渣分别就近弃至规划的沿输水总干线工程的 25 个弃渣场中。引江补汉工程弃渣场的弃渣来源、流向和弃渣组成详见表 7.1-1。

表 7.1-1 输水总干线工程弃渣场来源、流向及渣量一览表

序号	名称	位置	弃渣来源	弃渣量			
				自然方 (万 m^3)			松方 (万 m^3)
				土方	石方	小计	
1	水田坝弃渣场	李家溪 (距离 1#支洞 0.7km 处)	进水口建筑物及导流、隧洞进口及下游段、1#施工支洞及上下游段、黎家山料场剥离料	11.41	100.74	112.15	171.59
2	七里冲弃渣场	七里冲 (距 2#支洞 1.3km 处)	2#施工斜井及上下游段	0.24	14.94	15.18	23.23
3	邓家畈弃渣场	邓家畈村 (紧邻 3#支洞进口)	3#施工支洞及上下游段、4#施工斜井及上下游段、姜家沟料场剥离料	7.65	245.54	253.19	387.37
4	李家台弃渣场	将军垭 (距 5#支洞 0.9km 处)	5#施工斜井及上下游段、6#施工支洞及上下游段	7.60	236.97	244.57	374.19
5	寨湾弃渣场	樟村坪镇桃坪河村 (距 6-1#竖井 1.1km 处)	6-1#竖井及上下游段	1.42	22.33	23.75	36.34
6	石场沟弃渣场	千担沟 (距 7#支洞 0.9km 处)	7#施工支洞及上下游段	4.47	205.49	209.96	321.24
7	榨溪沟 1#弃渣场	榨溪沟 (距 8#支洞 4km 处)	8#施工支洞及上下游段、张家山料场剥离料	4.56	180.80	185.36	283.61
8	榨溪沟 2#弃渣场			4.27	169.44	173.71	265.77
9	榨溪沟 3#弃渣场			1.69	67.23	68.92	105.45
10	茅坪弃渣场	茅坪村东侧 (距平行导洞 0.4km 处)	平行导洞、9#横通洞及上下游段、10 横通洞及上下游段	2.01	101.30	103.31	158.06
11	北峪沟弃渣场	距 11#支洞 3.5km 处	11#施工支洞及上下游段、12#施工斜井及上下游段、蝎子坪料场剥离料	6.39	187.04	193.43	295.95
12	竹林上弃渣场	距 13#支洞 0.3km 处	13#施工支洞及上下游段	6.09	52.78	58.87	90.07
13	马厂村弃渣场	西河左岸, 金竹园沟前部 (距 14#支洞 0.3km 处)	14#施工支洞及上下游段、15#施工支洞及上下游段、盘龙沟料场剥离料	11.34	352.64	363.98	556.88



表 7.1-1 输水总干线工程弃渣场来源、流向及渣量一览表

序号	名称	位置	弃渣来源	弃渣量			
				自然方 (万 m ³)			松方 (万 m ³)
				土方	石方	小计	
14	洪裕口弃渣场	谷城县紫金镇洪峪村洪裕口 (距 15-1#竖井 1.5km 处)	15-1#竖井上游段及下游段	0.92	17.30	18.22	27.88
15	小陕峪弃渣场	谷城县资金镇柳树坪村小陕 峪沟 (距 16#支洞 1.9km 处)	16#施工支洞及上下游段	1.99	57.61	59.60	91.19
16	夫妇峪弃渣场	紫荆镇南侧 1.5km 夫妇峪沟 (距 17#支洞 0.6km 处)	17#施工支洞及上下游段	1.90	68.90	70.80	108.32
17	小洛阳沟弃渣场	程家湾西南侧小洛阳沟 (距 18#支洞 0.4km 处)	18#施工支洞及上下游段	2.76	105.13	107.89	165.08
18	四棵樹沟弃渣场	四棵樹村西南侧冲沟内 (距 19#支洞 0.6km 处)	19#施工支洞及上下游段、 石花控制闸、20#施工支洞 及上下游段	18.57	203.97	222.54	340.49
19	石渣岭 1#弃渣场	茅拉河左岸一冲沟 (距 21#支洞 0.8km 处)	盐池河导流洞挖及明挖、 21#施工支洞及上下游段	0.48	17.02	17.5	26.77
20	石渣岭 2#弃渣场	茅拉河左岸一冲沟 (距 21#支洞 1.1km 处)	盐池河导流洞挖及明挖、 21#施工支洞及上下游段	1.08	38.23	39.31	60.15
21	高速沟弃渣场	黄家营村东北侧一冲沟内 (距 22#支洞 1.7km 处)	22#施工支洞及上下游段	1.61	56.98	58.59	89.64
22	三皇庙沟弃渣场	铁庙沟村三皇庙沟内 (距 23#支洞 1.1km 处)	23#施工支洞及上下游段、盘 龙沟料场剥离料	2.71	103.02	105.73	161.76
23	黑龙沟弃渣场	黄家坪村黑龙沟内 (距 24#支洞 1.1km 处)	24#施工支洞及上下游段	2.58	54.07	56.65	86.67
24	温家沟弃渣场	陈家山村温家沟 (距 25#支洞 1.0km 处)	25#施工支洞及上下游段、土 门吸料场剥离料	3.53	76.18	79.71	121.95
25	桐木沟弃渣场	许家畝村东侧桐木沟 (距 26#支洞 0.3km 处)	26#施工支洞及上下游段、安 乐河料场剥离料	21.00	117.30	138.30	211.60
合计						2980.35	4559.94

7.2 弃渣场选址与类型

7.2.1 弃渣场选址过程

7.2.1.1 弃渣场选址原则

(1) 本工程主要为输水隧洞及输水管道, 施工线路长、工程点多、弃渣分散。因此沿输水线路布置弃渣场, 选址尽量结合主体工程和施工支洞布置, 合理规划弃渣运距, 减小运输过程中的影响。



- (2) 弃渣场选址不应影响工矿企业、居民区、交通干线或其他重要基础设施的安全。
- (3) 不得在河道、湖泊管理范围内设置弃渣场。
- (4) 弃渣场选址应遵循“少占压耕地，少损坏水土保持设施”的原则。
- (5) 弃渣场容量满足开挖出渣量要求，并考虑转运料存料、取料方便。
- (6) 尽量选用线路附近的低地、沟边滩地阶地作为弃渣场，弃渣场不得占用永久建筑物位置和施工场地，避免二次倒运。
- (7) 弃渣场选址应避开自然保护区、水源保护区、风景名胜区等生态环境敏感区域。

7.2.1.2 弃渣场选址过程

引江补汉工程弃渣场选址遵循前期介入、多专业协商、综合比选的原则，水土保持、环评、水工、施工组织、地质、水文等专业参与了渣场的选址，并进行了充分的分析和讨论。渣场选址遵循《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)、《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012)等相关规定。

第一阶段：施工专业初选了输水总干线 26 处弃渣场，初选的 26 处弃渣场根据环境敏感区划，均不涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、地质公园等环境敏感目标。其中原榨溪沟弃渣场、石场沟弃渣场、北峪沟弃渣场沟道汇水流量大，渣场防护工程量大，防护投资高，水土保持专业建议进一步优化渣场选址；杨树坪弃渣场涉及河道管理范围，建议取消；两河口弃渣场堆渣容量有限，且堆高较高，渣场安全稳定风险较高，建议调整弃渣场选址，堆存到邻近弃渣场中。

施工专业会同水土保持、环境、移民、地质等专业，综合环境敏感因素、弃渣运距、防护难度、征地拆迁等各因素进行综合分析后，重新拟定了榨溪沟弃渣场、石场沟弃渣场、北峪沟弃渣场选址及布置方案，取消了杨树坪弃渣场和两河口弃渣场，确定输水总干线弃渣场为 24 处。

第二阶段：《引江补汉工程可行性研究报告》(2020 年 11 月)审查后，根据施工及水土保持等专业专家咨询意见，主体工程对施工布置进行了优化，取消了输水总干线的彭家河弃渣场，确定输水总干线弃渣场为 23 处。

第三阶段：引江补汉工程多年平均调水量调整为 39 亿 m^3 后，主体工程对施工布置进行了优化，新增了寨湾弃渣场和洪裕口弃渣场。《引江补汉工程可行性研究报告》(2021 年 8 月)审查后，根据施工及水土保持等专业专家咨询意见，施工专业会同水土保持等专业重新拟定了寨湾弃渣场和洪裕口弃渣场选址及布置方案，确定输水总



干线弃渣场为 25 处。

第四阶段：按照《引江补汉工程可行性研究报告（审定稿）》确定的渣场位置及规模，在办理弃渣场选址意见确认函过程中，根据地方政府部门意见，施工专业会同水土保持等专业重新拟定了李家台弃渣场和寨湾弃渣场选址及布置方案，确定输水总干线弃渣场为 25 处。

7.2.1.3 弃渣场与可研报告变化说明

与《引江补汉工程可行性研究报告（审定稿）》相比，李家台弃渣场和寨湾弃渣场选址和布置方案发生了变化，变化原因具体如下：

（1）从安全性角度，原李家台弃渣场场地狭小、堆高过高，优化李家台弃渣场选址及布置方案后，李家台弃渣场等级由 1 级变为 2 级，堆高由 182m 变为 115m，堆渣坡比 1:2.5 不变；

（2）从环境敏感区域角度，原寨湾弃渣场涉及磷矿采空区，优化寨湾弃渣场选址及布置方案后，寨湾弃渣场避开了环境敏感区，等级为 4 级不变，堆高由 50m 变为 56m，堆渣坡比 1:2.5 不变。

李家台弃渣场和寨湾弃渣场变化前后对比详见表 7.2-1。

表 7.2-1 李家台弃渣场和寨湾弃渣场变化前后对比表

名称	阶段	位置	类型	堆渣量 (万 m ³ , 松方)	堆渣高程 (m)	最大堆高 (m)	堆渣坡比	级别
李家台弃渣场	可研报告	清江坪村和小庙村冲沟内	沟道型	374.19	648~830	182	1:2.5	1
	水保方案	将军垭冲沟内	沟道型	374.19	490~605	115	1:2.5	2
寨湾弃渣场	可研报告	樟村坪镇砦沟村	沟道型	36.34	750~800	50	1:2.5	4
	水保方案	樟村坪镇桃坪河村	沟道型	36.34	754~810	56	1:2.5	4

7.2.2 弃渣场地质条件

输水总干线工程共布置 25 处弃渣场，弃渣场大都布置在输水干线沿线支沟内，各弃渣场场地及周边不良地质现象不发育，自然状况下边坡总体处于稳定状态，场地稳定性总体较好；部分上游汇水面较大的渣场沟道有常水流或季节性水流，须加强拦挡防护措施及防洪排导措施。输水总干线工程各渣场地质条件及评价详见表 7.2-2。



表 7.2-2

输水总干线弃渣场工程地质条件及评价

名称	地形地质条件简述	工程地质评价	场地稳定性类别	场地适宜性分级
水田坝弃渣场	场地位于李家溪，为沟道型，沟谷呈近对称的“V”型，两侧坡顶高程 400m~700m，坡高约 200m~400m，两侧山坡坡度 $20^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，沟底宽 15m~40m，渣场纵比降 126‰~239‰。场区地层岩性主要为第四系冲洪积物 (Q^{alp}) 及茅坪超单元侵入岩 ($Pt_3\delta k$)、前震旦系崆岭群变质岩 (Pt_1kn^3)。冲洪积物为漂块石夹砂砾石，结构松散，漂块石成分主要为英云闪长岩、黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩等，直径一般 30cm~80cm，厚 2m~5m。茅坪超单元侵入岩岩性为英云闪长岩、黑云角闪英云闪长岩、石英闪长岩等，细~中粒结构，块状构造。前震旦系崆岭群变质岩以黑云斜长片麻岩为主，夹斜长角闪岩等。场区内英云闪长岩、黑云斜长片麻岩抗风化能力较弱，存在球状风化现象，岩体强风化厚 5m~8m，弱风化厚 15m~25m。场区位于黄陵背斜西翼，断层不发育，岩体片麻理、片理或节理走向 $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，倾 NW，倾角 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。场区地下水类型有孔隙水和基岩裂隙水，主要接受大气降水补给，沿李家溪集中排泄至太平溪。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积，堆渣体边坡坡比建议值为 1:2.5~1:3.0，并对坡面进行适当防护处理；做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施；弃渣合理规划，规范管理。	场区斜坡基岩直接出露，排水条件尚可，未见淤泥、粉细砂等相对软弱层，场地基本稳定	较适宜
七里冲弃渣场	场地位于七里冲，为沟道型，沟谷呈近对称的“V”型。沟两侧坡顶高程 500m~700m，坡高约 200m~300m，两侧山坡坡度 $20^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，沟底宽 20m~50m。场区地层岩性主要为第四系崩坡积物 (Q^{col+dl})、冲洪积物 (Q^{alp}) 及岩浆岩。崩坡积物为碎块石夹土，厚 3m~5m，冲洪积物为漂块石夹砂砾石，厚 2m~5m，结构松散。岩浆岩为花岗斑岩 ($Pt_2\gamma c$)，中粗粒结构，斑状构造，岩体强风化厚 3m~5m，弱风化厚 8m~15m。场区位于黄陵背斜东翼，未见断层发育，岩体节理走向 $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，倾 NW，倾角 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。场区地下水类型有孔隙水和基岩裂隙水，主要接受大气降水补给。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积，堆渣体边坡坡比建议值为 1:2.5~1:3.0，并对坡面进行适当防护处理；做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施；弃渣合理规划，规范管理。	场区斜坡覆盖层厚度不大，排水条件较好，未见淤泥、粉细砂等相对软弱层，场地稳定	适宜
邓家畈弃渣场	场地位于雾都河镇邓家畈村，为沟道型，沟谷呈近对称的“U”型。沟两侧坡顶高程 570m~700m，坡高约 150m~300m，两侧山坡坡度 $20^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，沟底宽 50m~150m，沟底较平缓，纵坡仅约 60‰。场区地层岩性主要为第四系崩坡积物 (Q^{col+dl})、冲洪积物 (Q^{alp}) 及崆岭群 (Pt_1kn^3)。崩坡积物 (Q_4^{col+dl}) 为碎块石夹土，厚 2m~5m，冲洪积物 (Q_4^{alp}) 为漂块石夹砂砾石，厚 2m~5m，覆盖层结构松散。前震旦系崆岭群变质岩以黑云斜长片麻岩为主，夹斜长角闪岩等。场区内英云闪长岩、黑云斜长片麻岩抗风化能力较弱，存在球状风化现象，岩体强风化厚 5m~8m，弱风化厚 15m~20m。场区位于黄陵背斜东翼，未见发育断层，岩体节理走向 $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，倾 NW，倾角 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。场区地下水类型有孔隙水和基岩裂隙水，主要接受大气降水补给。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积，堆渣体边坡坡比建议值为 1:2~1:2.5，并对坡面进行适当防护处理；做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施；弃渣合理规划，规范管理。	场区斜坡覆盖层厚度不大，排水条件较好，未见淤泥、粉细砂等相对软弱层，场地稳定	适宜

续表 7.2-2

输水总干线弃渣场工程地质条件及评价

名称	地形地质条件简述	工程地质评价	场地稳定性类别	场地适宜性分级
李家台弃渣场	场地位于夷陵区雾渡河镇将军垭，为沟道型，将军垭冲沟以东西向呈“Y”型展布。两支沟向东在高程约 550m 汇合，沟口位于茅坪河右岸，高程 480m。沟两侧坡顶高程 510m~650m，沟深约 30m~80m，冲沟两侧山坡坡度 30°~40°，沟底宽 40m~120m，冲沟沟底综合纵比降约 130‰。弃场出露地层主要有第四系冲洪积层(Q^{al+pl})及崆岭群(Pt_1kn^3)地层。冲洪积物(Q^{al+pl})为漂石、块石夹砂砾石，厚度一般 5m~8m，结构松散。蓟县系崆岭群变质岩(Pt_1kn^3)岩性主要为黑云母花岗岩片麻岩，中粗粒结构，片麻状构造，普遍受混合岩化作用，以条带状及羽毛状混合岩为主。场区位于黄陵断穹东翼，岩体片麻理、节理走向 60°~80°，倾 NW，倾角 60°~70°。场区地下水接受大气降水补给，类型主要有孔隙水和基岩裂隙水。场区崩塌、滑坡、泥石流等不良地质现象不发育。	建议分级、分区堆积，堆渣体边坡坡比建议值为 1:2.5~1:3.0，并对坡面进行适当防护处理；做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施；弃渣合理规划，规范管理。	场区斜坡覆盖层厚度不大，排水条件较好，未见淤泥、粉细砂等相对软弱层，场地稳定	较适宜
寨湾弃渣场	寨湾弃渣场位于夷陵区樟村坪镇苟家冲，为沟道型弃渣场，南距 6-1#、6-2#施工竖井进口约 1.1km。料场所处沟谷呈近对称的“V”型，沟两侧坡顶高程 820m~930m，坡高约 70m~130m，两侧山坡坡角 40°~60°，沟底宽 60m~100m，弃渣场规划顶面高程 810m 处沟谷宽 130m~190m，平均宽度约 150m。弃渣场区覆盖层主要为第四系冲洪积层(Q^{al+pl})及崆岭群(Pt_1kn^3)地层。冲洪积物(Q^{al+pl})为漂石、块石夹砂砾石，厚度一般 3m~8m，结构松散。蓟县系崆岭群变质岩(Pt_1kn^3)岩性主要为黑云母花岗岩片麻岩，中粗粒结构，片麻状构造，普遍受混合岩化作用，以条带状及羽毛状混合岩为主。岩体中断层不发育，裂隙一般延伸长度小。场区地下水接受大气降水补给，类型主要有孔隙水和裂隙水。场区崩塌、滑坡、泥石流等不良地质现象不发育。	建议分级、分区堆积，堆渣体边坡坡比建议值为 1:2.5~1:3.0，并对坡面进行适当防护处理；做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施；弃渣合理规划，规范管理。	场区斜坡基岩直接出露，排水条件尚可，未见淤泥、粉细砂等相对软弱层，场地基本稳定	较适宜
石场沟弃渣场	弃渣场位于店垭镇西侧的千担沟，为沟道型，沟谷呈近对称的“V”型。沟两侧坡顶高程 560m~600m，坡高约 45m~160m，两侧山坡坡度 30°~45°，沟底高程 457~505m，沟底宽 10m~20m。场区地层岩性主要为奥陶系下统(O_1f+h+d)灰岩、与页岩，下统(O_1)生物碎屑灰岩夹页岩、厚层灰岩、白云质灰岩，局部平台分布少量第四系坡洪积物(Q^{pld})碎块石、漂石，厚 3m~5m，碎块石成分主要为灰岩、生物碎屑灰岩、页岩等，结构较松散。岩体强风化厚 3m~7m，弱风化厚 5m~10m。场区位于黄陵背斜西翼，段江-店垭断裂位于渣场外南侧，岩层走向 310°~315°，倾 NE，倾角 8°~12°。场区地下水类型主要为基岩裂隙水，地下水接受大气降水补给，沿千担沟集中排泄至白龙洞后流向沮河。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积，堆渣体边坡坡比建议值为 1:2.5~1:3.0，并对坡面进行适当防护处理；做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施；弃渣合理规划，规范管理。	场区斜坡基岩直接出露，排水条件尚可，未见淤泥、粉细砂等相对软弱层，场地基本稳定	较适宜



续表 7.2-2

输水总干线弃渣场工程地质条件及评价

名称	地形地质条件简述	工程地质评价	场地稳定性类别	场地适宜性分级
榨溪沟 1#弃渣场 #、2#、3#	弃渣场位于榨溪沟内,为沟道型,由1#、2#、3#弃渣场组成。1#弃渣场沟底高程500~620m,坡高约75m~200m,两侧山坡坡度40°~60°;沟底宽5m~15m,沟底纵比降180‰~250‰;2#弃渣场沟底高程530~650m,坡高约50m~100m,两侧山坡坡度20°~50°;沟底宽3m~10m,沟底纵比降150‰~200‰;3#弃渣场沟底高程590~670m,坡高约35m~80m,两侧山坡坡度20°~45°;沟底宽3m~10m,沟底纵比降120‰~150‰。弃渣场区基岩多裸露,主要为奥陶系下统(O_1f+h+d)灰岩、与页岩,下统(O_{1n})厚层灰岩、白云质灰岩,中上统(O_{2+3})龟裂灰岩、瘤状灰岩夹页岩,局部冲沟底分布少量岩石块体,直径1.5m~2.0m。岩体强风化厚3m~7m,弱风化厚5m~15m。场区位于杜家山倒转背斜北翼,未见断层发育,岩层走向340°~350°,倾N,倾角15°~30°。场区地下水类型主要有基岩裂隙水、岩溶水,主要接受大气降水补给,沿榨溪沟集中排泄至沮河。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积,堆渣体边坡坡比建议值为1:2.5~1:3.0,并对坡面进行适当防护处理;做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施;弃渣合理规划,规范管理。	场区斜坡基岩直接出露,排水条件尚可,未见淤泥、粉细砂等相对软弱层,场地基本稳定	较适宜
茅坪 弃渣场	弃渣场位于茅坪村东侧,沮河左岸,场地整体平缓,东侧为缓坡,两侧坡顶高程420m~450m,东侧坡高约30m~50m,坡度20°~45°;西侧坡高约10m~15m,坡度5°~15°,场地内多为耕地,中部及尾部分布有水塘,后缘有村级公路通过,交通条件便利。场区地层岩性主要为第四系冲积层(Q_4^{al}),上部以粉质粘土为主,灰黄色,表层为耕植土,耕植土以下粉质粘土呈可塑状,厚度0.5~2.0m,下部为灰褐色砾卵石(漂石)夹粉质粘土,结构较松散,成分主要为粉砂质页岩、泥质粉砂岩,直径一般7cm~25cm,最大可达90cm,呈次棱角状~次圆状,含量50%~60%,粉质粘土,呈可塑状,其中东侧冲沟厚度5.0m~7.5m,西侧冲沟厚度1.4m~2.5m。下伏基岩为奥陶系中上统(O_{2+3})主要岩性为龟裂灰岩、瘤状灰岩夹页岩,全、强风化厚度0.4m~5.3m,弱风化厚度多大于5m;志留系下统龙马溪组(S_1ln)灰绿色页岩、砂质页岩,极薄层状,全、强风化厚度5~10m,弱风化厚度6~9m。场区位于杨家河断层和碑亚断层之间,岩层走向290°~295°,倾NNE,倾角19°~21°。场区地下水类型主要有第四系孔隙水和基岩裂隙水,主要接受大气降水补给,局部略微承压性,如MP02孔揭露其承压水头与地面齐平,沿场区沟道排泄至沮河。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积,堆渣体边坡坡比建议值为1:2.5~1:3.0,并对坡面进行适当防护处理做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施;弃渣合理规划,规范管理。	场区及斜坡覆盖层厚度较大,排水条件较好,未见淤泥、粉细砂等相对软弱层,场地基本稳定	较适宜
北峪沟 弃渣场	弃渣场位于小南沟中前部,为沟道型,整体呈长条状展布,沟谷呈“U”型。冲沟两侧坡顶高程870m~920m,沟底高程约430m~590m,沟两岸山坡较陡,地形坡度25°~60°,沟底宽8m~40m,沟底纵比降约143‰,冲沟沟口分布较多民房,沟口有村级公路通过,交通条件便利。弃渣场区地层岩性主要为第四系崩冲洪积层(Q^{al})块石、漂石,厚度1m~2m;残坡积层(Q^{ed})碎石土,厚度2m~10m,下伏基岩为寒武系下统石牌组与水井沱组并层(ϵ_{1s+sp})粉砂质页岩、白云岩及白云质灰岩。场区内褶皱发育,下部冲沟发育一条区域性逆冲断层,岩层走向90°~210°,倾S,倾角40°~50°。场区地下水类型主要有第四系孔隙水和基岩裂隙水、岩溶水,主要接受大气降水补给,沿冲沟集中排泄至下游冲沟。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积,堆渣体边坡坡比建议值为1:2.5~1:3.0,并对坡面进行适当防护处理做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施;弃渣合理规划,规范管理。	场区斜坡覆盖层厚度较大,排水条件尚可,未见淤泥、粉细砂等相对软弱层,场地基本稳定	较适宜



续表 7.2-2

输水总干线弃渣场工程地质条件及评价

名称	地形地质条件简述	工程地质评价	场地稳定性类别	场地适宜性分级
竹林上弃渣场	场地位于一冲沟内,为沟道型,冲沟两侧坡顶高程 490m~580m,沟底高程 370m~510m,两岸地形坡度约 24°~50°,沟底纵向坡度 10°~20°,沟底宽度 5m~15m。弃渣场区出露地层为第四系残坡积(Q ^{el})碎石土,灰黄色,厚度一般小于 3m,两岸局部厚 5m~7m;冲洪积(Q ^{al})碎石夹粉质粘土,灰黄色,厚度一般小于 2m,局部洪积台地厚度 3m~5m;人工填土(Q ^s)为省道路基填筑物,厚度约 2m。下伏基岩为志留系龙马溪组(S ₁ ln)砂质页岩、页岩,强风化厚度 6m~13m;弱风化厚度 6m~8m。场区内未见断层发育,岩层倾向 350°~10°,倾角 25°~49°。场区地下水类型主要有第四系孔隙水和基岩裂隙水,主要接受大气降水补给,沿冲沟集中排泄至清溪河。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡不良地质现象,局部地段存在倾倒变形现象。	建议分级、分区堆积,堆渣体边坡坡比建议值为 1:2.5~1:3.0,并对坡面进行适当防护处理;做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施;弃渣合理规划,规范管理。	场区斜坡局部覆盖层厚度较大,局部地段存在倾倒变形现象,排水条件较好,未见淤泥、粉细砂等相对软弱层,场地基本稳定	较适宜
马厂村弃渣场	场地位于马厂村金竹园沟前部,西河左岸,为沟道型,整体呈"Y"字形展布,沟两侧坡顶高程 960m~1150m,沟底高程 230m~416m,两岸地形坡度 20°~60°,沟底纵向坡度 8°~12°,沟底宽度 3m~8m。场区内主要地层岩性为第四系崩坡积(Q ^{col+dl})碎块石土,碎块石主要成分为页岩碎片,厚度 2m~6m、冲洪积(Q ^{al})碎石夹粉质粘土,碎石主要成分为页岩碎片,厚度 1m~2m;下伏基岩为志留系龙马溪组(S ₁ ln)砂质页岩、页岩,强风化厚度 1m~5m;弱风化厚度 2m~8m。场区内未见断层发育,岩层倾向 355°~10°,倾角 40°~56°。场区地下水类型主要有第四系孔隙水和基岩裂隙水,主要接受大气降水补给,沿冲沟集中排泄至西河。场区及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积,堆渣体边坡坡比建议值为 1:2.5~1:3.0,并对坡面进行适当防护处理;做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施;弃渣合理规划,规范管理。	场区斜坡覆盖层厚度不大,排水条件较好,未见淤泥、粉细砂等相对软弱层,场地稳定	适宜
洪裕口弃渣场	场地位于谷城县紫金镇洪峪村一冲沟内,为沟道型,呈北西向展布,沟谷呈近对称"V"型。冲沟两侧山体山顶高程 630m~712m,沟底高程 355m~433m,两侧山坡坡度 25°~50°,沟底宽 10m~50m,纵向坡降约 110%。冲沟两侧谷坡多为荒山,少为耕植地,植被较茂密。场区内第四系地层岩性为冲洪积层(Q ^{al})含碎石粉质粘土,灰黄色,松散,碎石主要成分为石英片岩、钠长片岩等,呈次棱角状,含量占 30%~50%,厚 2m~6m。基岩地层岩性为姚坪组第一亚组上段(Pt _{2y} ¹⁻³)主要岩性为石英片岩、石英片岩夹钠长片岩,岩体全强风化厚 4m~7m,弱风化厚度 5m~10m。地下水类型主要有第四系孔隙水和基岩裂隙水,主要接受大气降水补给,向南河排泄。场区内未见滑坡、泥石流及崩塌等不良物理地质现象。	弃渣场冲沟分布有第四系冲洪积层,存在的主要工程地质问题为前缘拦渣墙稳定性问题。第四系覆盖层不宜作为拦渣墙的基础持力层,建议拦渣墙基础进入基岩一定深度。渣体应自下而上分层碾压堆积,建议每层堆渣高度 10m,前缘设置宽 2m~3m 的马道,堆渣坡比 1:3~1:2.5,并对坡面进行防护处理。弃渣场周边应设置截排水措施。	场区内未见滑坡、泥石流及崩塌等不良物理地质现象;场区斜坡覆盖层厚度不大,排水条件较好,沟底未见淤泥、粉细砂等相对软弱层,场地基本稳定	较适宜



续表 7.2-2

输水总干线弃渣场工程地质条件及评价

名称	地形地质条件简述	工程地质评价	场地稳定性类别	场地适宜性分级
小峡谷弃渣场	场地位于小峡谷沟内,为沟道型,沟谷呈近对称的“V”型,冲沟两侧山体山顶高程390m~450m,沟底高程335m~436m,坡高45m~86m,地形坡度 $20^{\circ} \sim 35^{\circ}$,沟底宽12m~30m,平均纵向坡降87‰。场区内主要地层岩性为第四系冲洪积(Q^{alp})含碎石粉质粘土,厚度1.1m~3.2m,局部厚约5m,残坡积(Q^{eld})碎石土,结构松散,厚度小于5m;基岩地层岩性为元古界武当群姚坪组(Pt_2y)钠长石英片岩夹绢云片岩,地表出露多呈风化状态,强风化厚度3m~6m,弱风化厚度5m~10m。场区未见断层发育,岩层产状 $296^{\circ} \sim 325^{\circ} \angle 32^{\circ} \sim 37^{\circ}$ 。场区地下水类型主要有第四系孔隙水和基岩裂隙水,主要接受大气降水补给,沿冲沟向下游排泄。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积,堆渣体边坡坡比建议值为1:2.5~1:3.0,并对坡面进行适当防护处理;做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施;弃渣合理规划,规范管理。	场区斜坡覆盖层厚度不大,排水条件较好,未见淤泥、粉细砂等相对软弱层,场地稳定	适宜
夫妇峪弃渣场	场地位于夫妇峪沟内,为沟道型,冲沟两侧山体山顶高程400m~615m,沟底高程300m~345m,沟底纵向坡度 $3^{\circ} \sim 10^{\circ}$,宽10m~30m,两侧山体地形坡度 $15^{\circ} \sim 40^{\circ}$,冲沟右侧有村级公路通过,交通较便利。场区内主要地层岩性为第四系冲洪积(Q^{alp})含砾粉质粘土,厚度3m~10m,残坡积(Q^{eld})碎块石土,结构松散,厚度小于5m;基岩岩性为元古界武当群姚坪组(Pt_2y)钠长石英片岩夹绢云片岩,强风化厚度1m~5m,弱风化厚度3m~12m。场区未见断层发育,岩层倾向NWW,倾角 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。场区地下水类型主要有第四系孔隙水和基岩裂隙水,主要接受大气降水补给,沿冲沟向下游排泄。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积,堆渣体边坡坡比建议值为1:2.5~1:3.0,并对坡面进行适当防护处理;做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施;弃渣合理规划,规范管理。	场区斜坡覆盖层厚度一般,排水条件尚可,未见淤泥、粉细砂等相对软弱层,场地基本稳定	较适宜
小洛阳沟弃渣场	场地位于小洛阳沟内,为沟道型,冲沟两侧山体山顶高程305m~380m,沟底高程187m~275m,地形坡度 $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。主沟道沟底纵向比降60‰,后缘分支冲沟沟底纵向比降120‰,沟底宽度一般5m~25m。场区内主要地层岩性为第四系冲洪积(Q^{alp})含砾粉质粘土,厚度小于3m,残坡积(Q^{eld})碎石土,结构松散,厚度小于3m;基岩岩性为元古界武当群姚坪组(Pt_2y)钠长石英片岩夹绢云片岩,强风化厚度1m~7m,弱风化厚度约3m~10m;钻孔揭示基岩晋宁期辉绿岩($\beta\mu_2$)。场区未见断层发育,岩层产状 $285^{\circ} \angle 27^{\circ}$ 。地下水类型主要有第四系孔隙水和基岩裂隙水,主要接受大气降水补给,沿冲沟集中排泄至大洛阳沟。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积,堆渣体边坡坡比建议值为1:2.5~1:3.0,并对坡面进行适当防护处理;做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施;弃渣合理规划,规范管理。	场区斜坡覆盖层厚度不大,排水条件较好,未见淤泥、粉细砂等相对软弱层,场地稳定	适宜
四棵樹沟弃渣场	场地位于四棵樹村西南侧冲沟内,为沟道型,后缘沟谷呈“V”型,前缘呈“U”型,冲沟两侧山体山顶高程215m~400m,沟底高程176m~248m,地形坡度 $20^{\circ} \sim 60^{\circ}$,左岸陡,右岸缓,沟底纵向比降86‰,沟宽8m~25m,后缘窄,前缘宽,沟口有村级公路通过,交通便利,沟口分布较多民房。场区内第四系地层岩性为第四系冲洪积(Q^{alp})粉质粘土夹碎石,碎石主要成分为变粒岩,直径2cm~5cm,次棱角状,含量10%~15%粉质粘土呈可塑状,厚度1m~3m;残坡积(Q^{eld})碎石土,结构松散,厚度小于1m~3m,局部厚4m~6m;基岩岩性为元古界武当群姚坪组(Pt_2yn)变粒岩、绢云石英片岩、钠长石英片岩,强风化厚度2m~7m,弱风化厚度3m~6m。场区位于涨潮铺断层和香炉石断层之间,其中香炉石断横穿场区后缘,基岩岩层产状 $340^{\circ} \angle 29^{\circ}$ 。地下水类型主要有第四系孔隙水和基岩裂隙水,主要接受大气降水补给,沿冲沟集中排泄至四棵樹沟。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积,堆渣体边坡坡比建议值为1:2.5~1:3.0,并对坡面进行适当防护处理;做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施;弃渣合理规划,规范管理。	场区局部斜坡地段覆盖层厚度较大,排水条件较好,未见淤泥、粉细砂等相对软弱层,场地稳定	较适宜

续表 7.2-2

输水总干线弃渣场工程地质条件及评价

名称	地形地质条件简述	工程地质评价	场地稳定性类别	场地适宜性分级
石渣岭 1# 弃渣场#	场地位于茅拉河左岸一冲沟内，为沟道型，沟谷呈宽缓“U”型，冲沟两侧山体山顶高程 167m~189m，沟底高程 128m~150m，地形坡度 20°~35°，沟底纵向比降约 50‰，沟宽 15m~25m，茅拉河右岸约 300m 处有乡道 X002 通过，交通条件较好。场区内第四系地层岩性为残坡积（ Q^{el} ）粉质粘土碎石土，结构松散，厚度小于 4m；基岩地层岩性为古近系夹马槽组（ E_{1-2j} ）泥质粉砂岩和砾岩，泥钙质胶结，全、强风化厚度 2m~4m，弱风化厚度约 3m~6m；场区未见断层发育，岩层产状 140°~150°/20°~25°。地下水类型主要有第四系孔隙水和基岩裂隙水，主要接受大气降水补给，沿冲沟集中排泄至茅拉河。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积，堆渣体边坡坡比建议值为 1:2.5~1:3.0，并对坡面进行适当防护处理；做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施；弃渣合理规划，规范管理。	场区斜坡基岩直接出露，排水条件较好，未见淤泥、粉细砂等相对软弱层，场地稳定	适宜
石渣岭 2# 弃渣场#	场地位于茅拉河左岸一冲沟内，为沟道型，沟谷呈宽缓“U”型，冲沟两侧山体山顶高程 173m~195m，沟底高程 123m~147m，地形坡度 10°~35°，沟底纵向比降约 87‰，沟宽 15m~25m，茅拉河右岸约 300m 处有乡道 X002 通过，交通条件较好。场区内第四系地层岩性为残坡积（ Q^{el} ）粉质粘土碎石土，结构松散，厚度小于 3m；基岩地层岩性为古近系夹马槽组（ E_{1-2j} ）泥质粉砂岩和泥质粉砂岩夹砾岩，泥钙质胶结，全、强风化厚度 2m~4m，弱风化厚度约 3m~6m；大仓房组（ E_{2d} ）紫红色砾岩、砂砾岩及粉砂岩薄层，全、强风化厚度 1m~2m，弱风化厚度约 1m~4m。场区未见断层发育，岩层产状 140°~150°/20°~25°。地下水类型主要有第四系孔隙水和基岩裂隙水，主要接受大气降水补给，沿冲沟集中排泄至茅拉河。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积，堆渣体边坡坡比建议值为 1:2.5~1:3.0，并对坡面进行适当防护处理；做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施；弃渣合理规划，规范管理。	场区斜坡基岩直接出露，排水条件较好，未见淤泥、粉细砂等相对软弱层，场地稳定	适宜
高速沟 弃渣场	场地位于高速沟内，为沟道型，沟谷呈宽缓“U”型，冲沟两侧山体山顶高程 217m~326m，沟底高程 154m~255m，地形坡度 15°~45°，冲沟底纵坡比约 135‰，沟宽 10m~20m，交通条件较好。场区内主要地层岩性为冲洪积（ Q^{al} ）卵砾石夹粘土，厚度小于 3m；基岩地层岩性为中元古界武当群姚坪组（ $Pt_2y_2^1$ ）灰绿色绢云石英片岩、钠长石英片岩，全、强风化厚度 1m~6m，弱风化厚度约 3m~8m。场区未见断层发育，岩层产状 20°~60°/20°~35°。地下水类型主要有第四系孔隙水和基岩裂隙水，主要接受大气降水补给，沿冲沟集中排泄至五道河。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积，堆渣体边坡坡比建议值为 1:2.5~1:3.0，并对坡面进行适当防护处理；做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施；弃渣合理规划，规范管理。	场区斜坡基岩直接出露，排水条件较好，未见淤泥、粉细砂等相对软弱层，场地稳定	适宜
三皇庙沟 弃渣场	场地位于三皇庙沟内，为沟道型，沟谷呈宽缓“U”型，冲沟两侧山体山顶高程 303m~394m，沟底高程 249m~315m，地形坡度 20°~45°，冲沟底纵坡比约 131‰，沟宽 8m~50m，挡墙下游约 400m 有村级公路通过，交通条件较好。场区内主要地层岩性为第四系冲洪积（ Q^{al} ）粉质粘土夹碎石，厚度 1m~4m；残坡积（ Q^{el} ）碎石土，结构松散，厚度 1m~5m；基岩地层岩性为中元古界武当群姚坪组（ $Pt_2y_2^1$ ）钠长石英片岩、绢云石英片岩，全、强风化厚度 1m~4m，弱风化厚度约 2m~8m。场区位于土关垭断层和董家湾断层之间，其中董家湾断层斜穿场区，岩层产状 40°~50°/30°~40°。地下水类型主要有第四系孔隙水和基岩裂隙水，主要接受大气降水补给，沿冲沟集中排泄至大严家沟。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积，堆渣体边坡坡比建议值为 1:2.5~1:3.0，并对坡面进行适当防护处理；做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施；弃渣合理规划，规范管理。	场区斜坡基岩直接出露，排水条件较好，未见淤泥、粉细砂等相对软弱层，场地稳定	适宜



续表 7.2-2

输水总干线弃渣场工程地质条件及评价

名称	地形地质条件简述	工程地质评价	场地稳定性类别	场地适宜性分级
黑龙沟弃渣场	场地位于黑龙沟内，为沟道型，渣场总体近南北展布，近“Y”字型，沟谷呈宽缓“U”型，交汇最宽处约 90m。冲沟两侧山体山顶高程 280m~383m，沟底高程 213m~315m，地形坡度 15°~45°，冲沟底纵坡坡度 5°~10°；沟宽 20m~40m。场区内主要地层岩性为第四系残坡积（ Q^{eld} ）碎石土，结构松散，厚度 0.5m~6.0m，下伏基岩岩性元古界武当群姚坪组（ Pt_2y_4 ）绢云石英片岩，全、强风化厚度 3m~6m，弱风化厚度约 2m~14m。场地内未见断层、褶皱发育，岩层产状 40°~50°∠35°~40°。冲沟为季节性干沟，汇水面积约 0.34km ² ，渣场下游沟底分布有水塘，长年积水。地下水类型主要有第四系孔隙水和基岩裂隙水，主要接受大气降水补给，沿冲沟集中向下游排泄。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积，堆渣体边坡坡比建议值为 1:2.5~1:3.0，并对坡面进行适当防护处理；做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施；弃渣合理规划，规范管理。	场区斜坡覆盖层厚度不大，排水条件较好，未见淤泥、粉细砂等相对软弱层，场地稳定	适宜
温家沟弃渣场	场地位于温家沟，为沟道型，呈南东-北西向展布，长约 0.78km，沟谷呈宽缓“U”型。两侧山体山顶高程 290m~339m，沟底高程 218m~282m，坡高 54m~70m，两侧山坡坡度 19°~21°，沟底宽 40m~88m，平均纵向坡降 83‰。场区内主要地层岩性为第四系冲洪积（ Q^{alp} ）含砾粉质粘土，厚度小于 2m；残坡积（ Q^{eld} ）碎石土，结构松散，厚度小于 5m；崩坡积（ Q^{col+dl} ）碎块石土，厚度小于 3m；基岩地层岩性为元古界武当群姚坪组（ Pt_2y_5 ）绢云石英片岩，强风化厚 0~3.4m，弱风化厚 1.9m~2.5m。及晋宁期辉绿岩（ $\beta\mu_2$ ），全、强风化厚 1.8m~6.4m，弱风化厚 0.8m~3.4m。场地内未见断层、褶皱发育，岩层产状 40°~50°∠35°~40°。冲沟为季节性干沟，汇水面积约 0.36km ² ，地下水类型主要有第四系孔隙水和基岩裂隙水，主要接受大气降水补给，沿冲沟集中向下游排泄。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积，堆渣体边坡坡比建议值为 1:2.5~1:3.0，并对坡面进行适当防护处理；做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施；弃渣合理规划，规范管理。	场区斜坡覆盖层厚度不大，排水条件较好，未见淤泥、粉细砂等相对软弱层，场地稳定	适宜
桐木沟弃渣场	场地位于桐木沟，为沟道型，呈北东-南西向展布，长约 0.55km，沟谷呈宽缓“U”型，最宽处达 60m。两侧山体山顶高程 179m~280m，沟底高程 132m~198m，坡高 45m~130m，两侧山坡坡度 10°~40°，沟底宽 20m~40m，平均纵向坡降 98‰。沟底分布第四系人工填土（ Q^s ），厚度小于 2.5m，冲洪积（ Q^{alp} ）含砾粉质粘土，厚度 1m~5m，残坡积（ Q^{eld} ）碎石土，厚度小于 3m，下伏基岩岩性为辉绿岩（ $\beta\mu_2$ ），全、强风化岩体呈灰黄色，厚度 1m~6m，弱风化厚 1m~8m 及武当山群双台组（ Pt_2s^1 ）绢云石英片岩，全、强风化厚 1m~8m，弱风化厚 2m~6m。渣场中南部发育汉江断层，断带糜棱化、片理化强烈，裂隙以陡倾角为主。地下水类型主要有第四系孔隙水和基岩裂隙水，主要接受大气降水补给，沿冲沟集中向宁王庙水库排泄。渣场范围内及周缘未见崩塌、滑坡等不良地质现象。	建议分级、分区堆积，堆渣体边坡坡比建议值为 1:2.5~1:3.0，并对坡面进行适当防护处理；做好排水措施及周缘抗洪水冲刷防护措施；弃渣合理规划，规范管理。	场区斜坡覆盖层厚度不大，排水条件较好，场地沟底分布三处水塘，塘底淤积层为软弱层，场地基本稳定	较适宜

7.2.3 弃渣场选址限制性因素分析

引江补汉工程共布置 25 处弃渣场，均为沟道型弃渣场，占地类型以林草地和耕园地为主，规划堆渣总量 2980.35 万 m^3 ，折合松方 4559.94 万 m^3 。输水总干线工程弃渣场特性详见表 7.2-3。

① 从运距分析，各渣场距离出渣口相对较近，运距在 1km~6km 之间，弃渣运输相对便利，所需交通道路距离相对较短。但仍需加强弃渣运输过程中的防护措施，防治弃渣沿途洒落造成水土流失。

② 根据地质资料判断，输水总干线各弃渣场地及周边范围内无崩塌、滑坡、泥石流等不良地质现象发育，大部分渣场区地质条件较好，场区斜坡基岩直接出露，部分渣场沟底覆盖层较厚，弃渣场场地适宜性评价均为较适宜~适宜。

③ 各弃渣场土地利用类型主要为林地、草地、坡耕地。堆渣结束后，对临时占用的耕园地，主体工程通过对渣场平台采取复耕的措施恢复土地生产力；对于堆渣边坡及剩余平台占地，通过采取植被恢复措施，可有效减轻对当地生态环境和农业生产造成的影响。

④ 弃渣场均为沟道型，具有占地小而容量相对较大的特点，但部分渣场所在沟道来水量大，需做好防洪排导工程，消除上游洪水对渣场安全造成的影响。

⑤ 布置的弃渣场下游均不涉及公共设施、工业企业、居民点等的安全。对于部分渣场下游存在居民房屋等情况（详见表 7.2-3），移民安置纳入搬迁安置规划中，施工前予以搬迁，不会造成安全影响。

⑥ 工程各弃渣场无不良地质现象，场地整体稳定，不涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、地质公园、森林公园、重要湿地等现行法律法规保护的环境敏感目标，也不涉及水土保持监测站网。

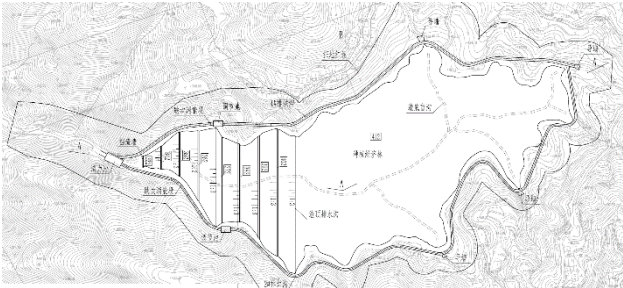
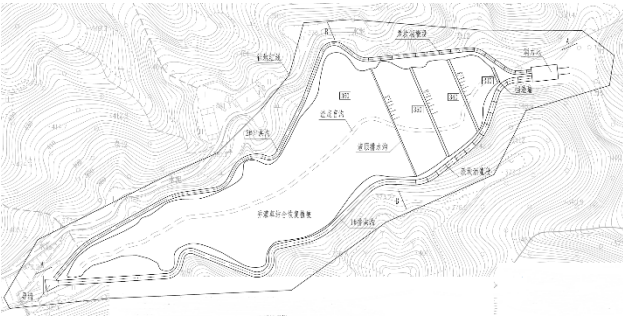
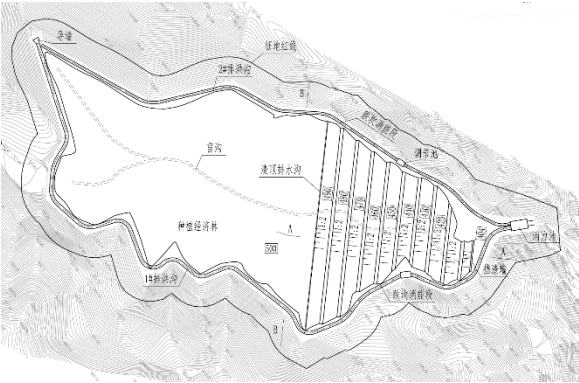
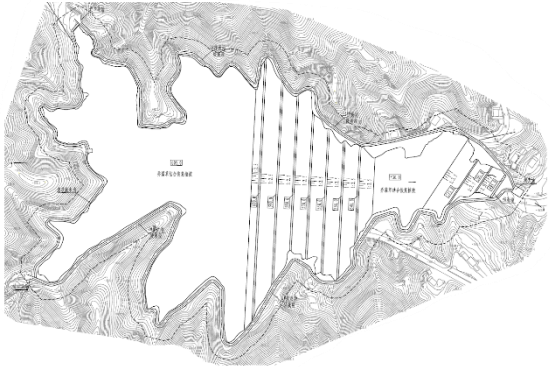
⑦ 弃渣场下游布置有施工生产生活设施的均采取避让主排洪沟道的方式布置，如邓家畈弃渣场下游的 3#施工支洞入口和综合加工厂及砂石混凝土系统均布置于沟道两侧坡面，不占用行洪通道，同时施工场地周边排洪工程等级同上游渣场相一致。

综上所述，引江补汉工程弃渣场位置的选择从水土保持的角度来说基本可行，但根据同类工程施工经验，本工程土石方仍有进一步优化的可能性，建议在下阶段设计中进一步优化土石方平衡，减少弃渣。对确需废弃的土石方也可结合当地的交通、采石场等开发建设项目进行综合利用，进而减轻对当地生态环境的破坏。



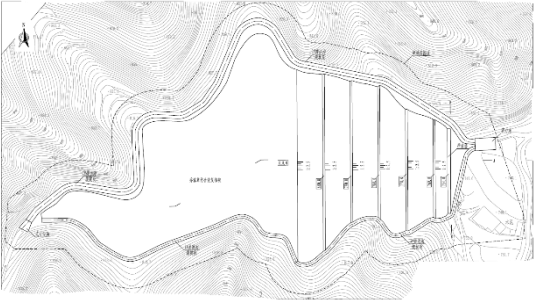
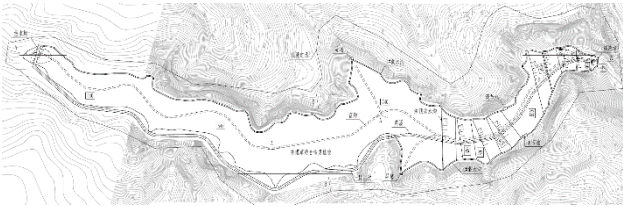
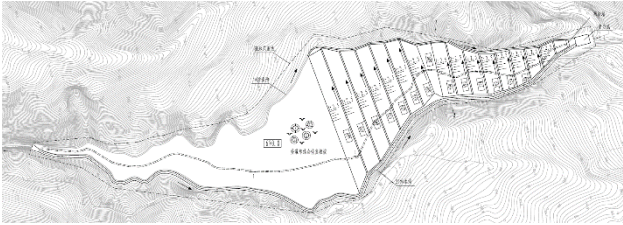
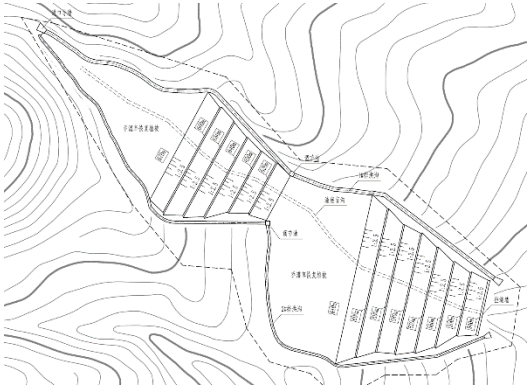
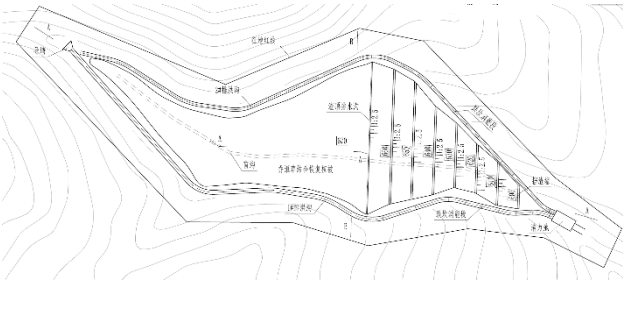
表 7.2-3

引江补汉工程输水总干线弃渣场特性一览表

序号	分区	名称	位置	类型	占地面积 (hm ²)	堆渣量 (万 m ³ , 自然方)	堆渣量 (万 m ³ , 松方)	最大堆高 (m)	坡比	级别	左侧汇水 面积 (km ²)	右侧汇水 面积 (km ²)	弃渣场平面布置图	卫星影像图	周边因素分析	后期恢复利 用方向
1	输水总 干线	水田坝 弃渣场	太平溪镇太 平溪村和长 岭村冲沟内	沟道型 弃渣场	18.13	112.15	171.59	70	1:3	3	1.22	4.54			弃渣沟道下游无居 民房屋公共设施 等。	植被恢复、 经济林
2		七里冲 弃渣场	邓村乡常家 垭村冲沟内	沟道型 弃渣场	9.18	15.18	23.23	33	1:3	4	0.37	0.97			弃渣沟道下游无居 民房屋公共设施 等。	植被恢复、 复耕
3		邓家畈 弃渣场	雾渡河镇清 江坪村邓家 畈冲沟内	沟道型 弃渣场	13.86	253.19	387.37	98	1:2	3	2.04	3.35			下游沟口分布有居 民房屋，移民专业 已纳入搬迁范围， 弃渣前予以搬迁。	植被恢复、 经济林
4		李家台 弃渣场	雾渡河镇将 军垭冲沟内	沟道型 弃渣场	43.91	244.57	374.19	115	1:2.5	2	0.62	0.74			下游沟口分布有居 民房屋，移民专业 已纳入搬迁范围， 弃渣前予以搬迁。	植被恢复、 复耕

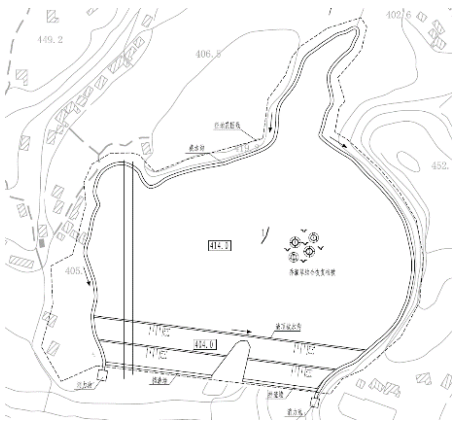
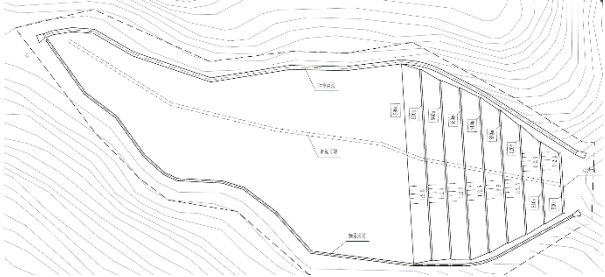
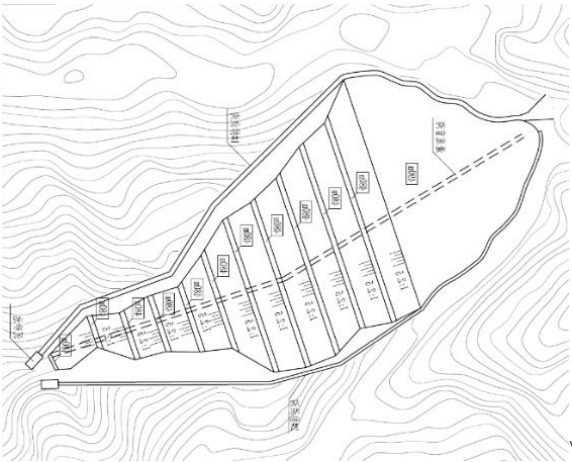
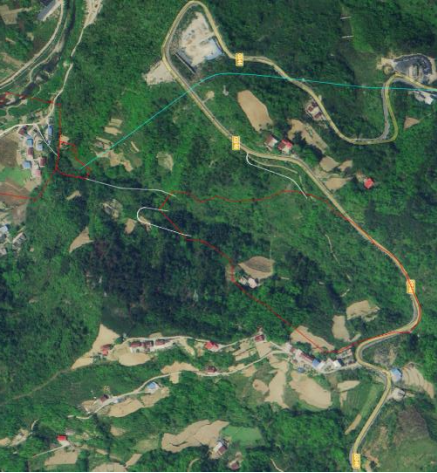
续表 7.2-3

引江补汉工程输水总干线弃渣场特性一览表

序号	分区	名称	位置	类型	占地面积 (hm ²)	堆渣量 (万 m ³ , 自然方)	堆渣量 (万 m ³ , 松方)	最大 堆高 (m)	坡比	级别	左侧汇水 面积 (km ²)	右侧汇水 面积 (km ²)	弃渣场平面布置图	卫星影像图	周边因素分析	后期恢复利 用方向
5	输水总 干线	寨湾弃 渣场	夷陵区樟村 坪镇桃坪河 村	沟道型弃渣场	12.39	23.75	36.34	56	1:2.5	4	1.39	0.19			下游沟口分布有居民房屋，移民专业已纳入搬迁范围，弃渣前予以搬迁。	植被恢复、 复耕
6		石场沟 弃渣场	保康县店 垭镇西侧 千担沟	沟道型弃渣场	32.42	209.96	321.24	86	1:3	3	0.61	8.32			下游无居民点、工业企业和其他重要基础设施	植被恢复
7		榨溪沟 1#弃 渣场	保康县歇马 镇榨溪沟	沟道型弃渣场	17.85	185.36	283.61	145	1:2.5	2	1.15	1.65			下游无居民点、工业企业和其他重要基础设施	植被恢复
8		榨溪沟 2#弃 渣场	保康县歇马 镇榨溪沟	沟道型弃渣场	24.66	173.71	265.77	138	1:2.5	2	1.0	0.20			下游无居民点、工业企业和其他重要基础设施	植被恢复
9		榨溪沟 3#弃 渣场	保康县歇马 镇榨溪沟	沟道型弃渣场	11.33	68.92	105.45	73	1:2.5	3	0.86	0.35			下游无居民点、工业企业和其他重要基础设施	植被恢复

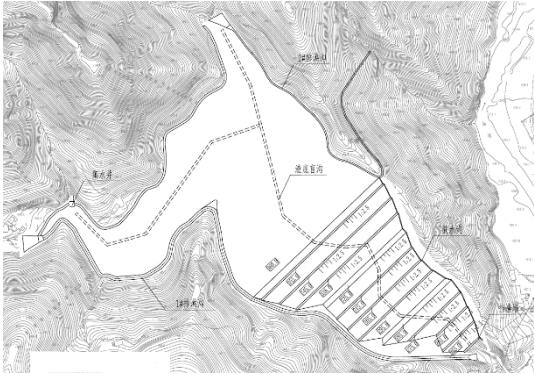
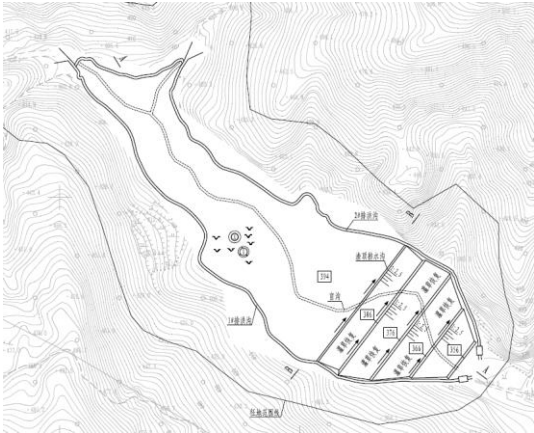
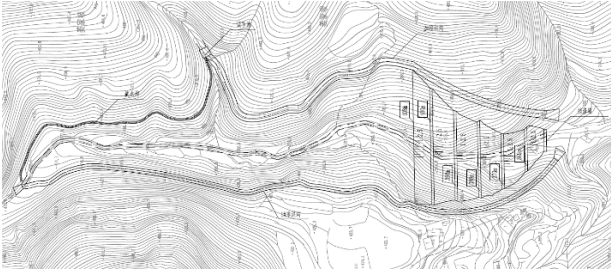
续表 7.2-3

引江补汉工程输水总干线弃渣场特性一览表

序号	分区	名称	位置	类型	占地面积 (hm ²)	堆渣量 (万 m ³ , 自然方)	堆渣量 (万 m ³ , 松方)	最大 堆高 (m)	坡比	级别	左侧汇水 面积 (km ²)	右侧汇水 面积 (km ²)	弃渣场平面布置图	卫星影像图	周边因素分析	后期恢复利 用方向
10	输水 总干线	茅坪弃渣场	歇马镇茅坪村东侧	沟道型弃渣场	17.82	103.31	158.06	24	1:3	3	0.58	0.58			下游无居民点、工业企业和其他重要基础设施，上侧分布有居民点，渣场不会对其造成安全影响	植被恢复、复耕
11		北峪沟弃渣场	城关镇朱家厂村	沟道型弃渣场	24.69	193.43	295.95	100	1:2.5	2	0.08	1.41			下游500m沟口分布有居民房屋，移民专业已纳入搬迁范围，弃渣前予以搬迁。	植被恢复
12		竹林上弃渣场	城关镇土门村	沟道型弃渣场	9.21	58.87	90.07	116	1:2.5	2	0.34	0.07			下游300m沟口分布有居民房屋，移民专业已纳入搬迁范围，弃渣前予以搬迁。	植被恢复

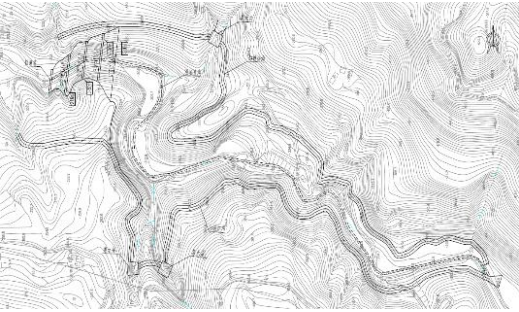
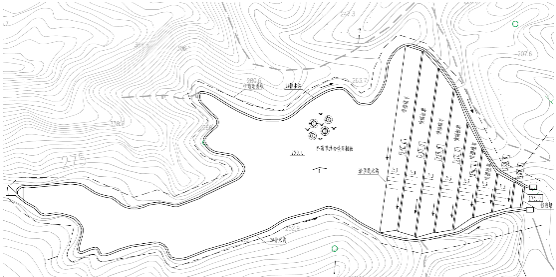
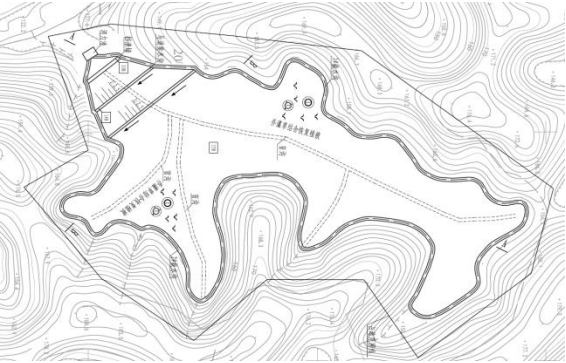
续表 7.2-3

引江补汉工程输水总干线弃渣场特性一览表

序号	分区	名称	位置	类型	占地面积 (hm ²)	堆渣量 (万 m ³ , 自然方)	堆渣量 (万 m ³ , 松方)	最大 堆高 (m)	坡比	级别	左侧汇水 面积 (km ²)	右侧汇水 面积 (km ²)	弃渣场平面布置图	卫星影像图	周边因素分析	后期恢复利用 方向
13	输水 总干线	马厂村 弃渣场	赵湾乡渔坪 村冲沟内	沟道型弃渣场	30.42	363.98	556.88	115	1:2.5	2	0.35	2.17			下游无居民点、工业企业和其他重要基础设施	植被恢复
14		洪裕口 弃渣场	谷城县紫金 镇洪峪村大 洪沟冲沟内	沟道型弃渣场	9.76	18.22	27.88	38	1:2.5	4	0.73	1.25			下游无居民点、工业企业和其他重要基础设施	植被恢复
15		小陕峪 弃渣场	谷城县资金 镇柳树坪村 小陕峪沟	沟道型弃渣场	9.01	59.60	91.19	58	1:2.5	4	1.80	2.59			下游无居民点、工业企业和其他重要基础设施	植被恢复、复耕

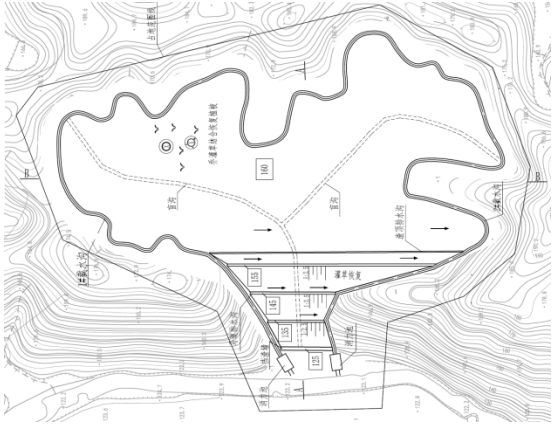
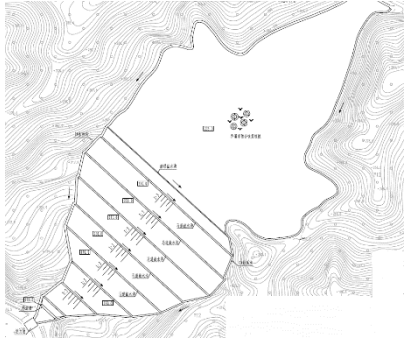
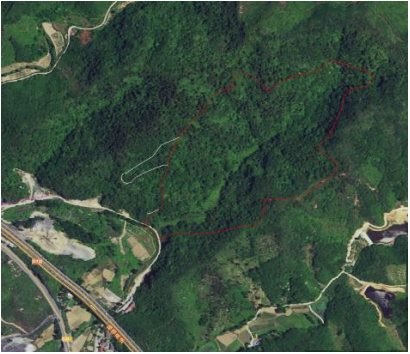
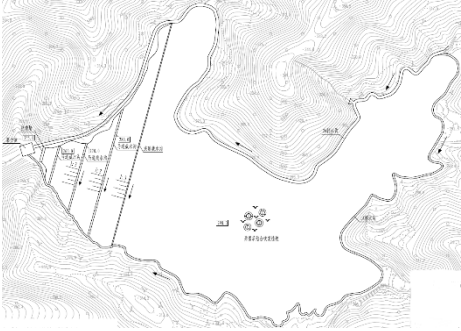
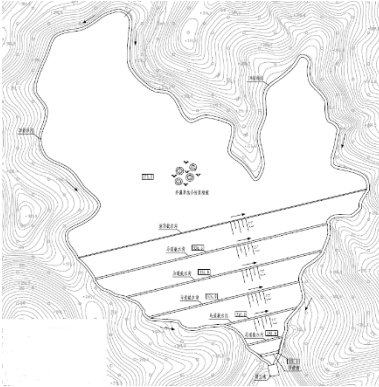
续表 7.2-3

引江补汉工程输水总干线弃渣场特性一览表

序号	分区	名称	位置	类型	占地面积 (hm ²)	堆渣量 (万 m ³ , 自然方)	堆渣量 (万 m ³ , 松方)	最大 堆高 (m)	坡比	级别	左侧汇水 面积 (km ²)	右侧汇水 面积 (km ²)	弃渣场平面布置图	卫星影像图	周边因素分析	后期恢复利 用方向
16	输水 总干线	夫妇峪 弃渣场	紫荆镇南侧 1.5km 夫妇 峪沟	沟道型弃渣场	18.06	70.80	108.32	40	1:2.5	3	4.25	2.72			下游无居民点、工 业企业和其他重要 基础设施	植被恢复、 复耕
17		小洛 阳沟 弃渣场	程家湾西南 侧小洛阳沟	沟道型弃渣场	16.44	107.89	165.08	78	1:2.5	3	0.41	1.06			下游无居民点、工 业企业和其他重要 基础设施	植被恢复、 经济林
18		四棵 树 沟 弃 渣 场	石花镇龙湾 村和五山镇 四棵树村冲 沟内（紧邻 石花控制 闸）	沟道型弃渣场	17.15	222.54	340.49	85	1:3	3	0.8	0.33			下游200m沟口分布 有居民房屋，移民 专业已纳入搬迁范 围，弃渣前予以搬 迁。	植被恢复、 经济林
19		石渣岭 1#弃 渣场	茅拉河左岸 一冲沟	沟道型弃渣场	8.67	17.5	26.77	20	1:2.5	4	0.012	0.015			下游无居民点、工 业企业和其他重要 基础设施	植被恢复

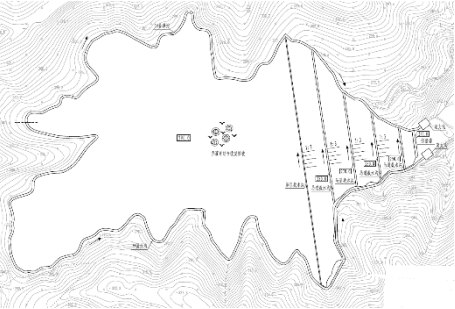
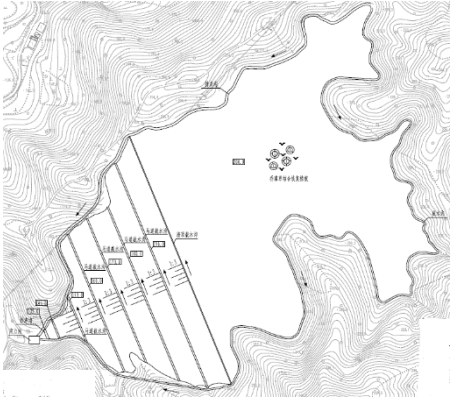
续表 7.2-3

引江补汉工程输水总干线弃渣场特性一览表

序号	分区	名称	位置	类型	占地面积 (hm ²)	堆渣量 (万 m ³ , 自然方)	堆渣量 (万 m ³ , 松方)	最大 堆高 (m)	坡比	级别	左侧汇水 面积 (km ²)	右侧汇水 面积 (km ²)	弃渣场平面布置图	卫星影像图	周边因素分析	后期恢复利 用方向
20	输水 总干线	石渣岭 2#弃 渣场	茅拉河左岸 一冲沟	沟道型弃渣场	10.50	39.31	60.15	35	1:2.5	4	0.058	0.058			下游无居民点、工业 企业和其他重要基 础设施	植被恢复
21		高速沟 弃渣场	石花镇黄家 营村东北侧 一冲沟内	沟道型弃渣场	16.11	58.59	89.64	80	1:3	3	0.030	0.256			下游无居民点、工业 企业和其他重要基 础设施	植被恢复、 复耕
22		三皇庙 沟弃 渣场	石花镇铁庙 沟村三皇庙 沟内	沟道型弃渣场	14.78	105.73	161.76	35	1:3	3	0.180	0.316			下游无居民点、工业 企业和其他重要基 础设施	植被恢复、 复耕
23		黑龙沟 弃渣场	冷集镇黄家 坪村黑龙 沟内	沟道型弃渣场	16.38	56.65	86.67	55	1:3	4	0.202	0.135			下游无居民点、工业 企业和其他重要基 础设施	植被恢复、 复耕

续表 7.2-3

引江补汉工程输水总干线弃渣场特性一览表

序号	分区	名称	位置	类型	占地面 积 (hm ²)	堆渣量 (万 m ³ , 自然方)	堆渣量 (万 m ³ , 松方)	最大 堆高 (m)	坡比	级别	左侧汇水 面积 (km ²)	右侧汇水 面积 (km ²)	弃渣场平面布置图	卫星影像图	周边因素分析	后期恢复利 用方向
24	输水 总干线	温家沟 弃渣场	谷城县冷集镇陈家山村 温家沟	沟道型弃渣场	19.16	79.71	121.95	45	1:3	3	0.145	0.218			下游200m沟口分布有居民房屋，移民专业已纳入搬迁范围，弃渣前予以搬迁。	植被恢复、复耕
25		桐木沟 弃渣场	三官殿办事处许家畈村 东侧桐木沟	沟道型弃渣场	25.97	138.30	211.60	65	1:3	3	0.058	0.23			渣场范围内分布1户居民，移民专业纳入搬迁范围，弃渣前予以搬迁。下游无居民点、工业企业和其他重要基础设施	植被恢复、经济林

7.2.4 弃渣场类型

引江补汉工程共布置 25 处弃渣场，分布在输水总干线及施工支洞口周边支沟或荒沟内，均属于沟道型弃渣场，见表 7.2-4。

表 7.2-4 输水总干线工程弃渣场类型统计表

分区	序号	名称	类型
输水总干线工程区	1	水田坝弃渣场	沟道型弃渣场
	2	七里冲弃渣场	沟道型弃渣场
	3	邓家畈弃渣场	沟道型弃渣场
	4	李家台弃渣场	沟道型弃渣场
	5	寨湾弃渣场	沟道型弃渣场
	6	石场沟弃渣场	沟道型弃渣场
	7	榨溪沟 1#弃渣场	沟道型弃渣场
	8	榨溪沟 2#弃渣场	沟道型弃渣场
	9	榨溪沟 3#弃渣场	沟道型弃渣场
	10	茅坪弃渣场	沟道型弃渣场
	11	北峪沟弃渣场	沟道型弃渣场
	12	竹林上弃渣场	沟道型弃渣场
	13	马厂村弃渣场	沟道型弃渣场
	14	洪裕口弃渣场	沟道型弃渣场
	15	小陕峪弃渣场	沟道型弃渣场
	16	夫妇峪弃渣场	沟道型弃渣场
	17	小洛阳沟弃渣场	沟道型弃渣场
	18	四棵树沟弃渣场	沟道型弃渣场
	19	石渣岭 1#弃渣场	沟道型弃渣场
	20	石渣岭 2#弃渣场	沟道型弃渣场
	21	高速沟弃渣场	沟道型弃渣场
	22	三皇庙沟弃渣场	沟道型弃渣场
	23	黑龙沟弃渣场	沟道型弃渣场
	24	温家沟弃渣场	沟道型弃渣场
	25	桐木沟弃渣场	沟道型弃渣场

7.3 弃渣场堆置方案及安全防护距离

本工程共布置 25 处弃渣场，工程弃渣场容量、最大堆渣高度、堆渣坡度、占地面积、安全防护距离等详见表 7.3-1。



表 7.3-1 引江补汉工程弃渣场堆渣方案及安全防护距离一览表

序号	名称	堆渣量 (自然方, 万 m ³)	堆渣量 (松方, 万 m ³)	堆渣高程	最大堆渣高 度 (m)	堆渣坡比	安全防护距 离 (m)
1	水田坝弃渣场	112.15	171.59	332 ~ 402	70	1:3.0	140
2	七里冲弃渣场	15.18	23.23	327 ~ 360	33	1:3.0	66
3	邓家畈弃渣场	253.19	387.37	402 ~ 500	98	1:2.0	196
4	李家台弃渣场	244.57	374.19	490 ~ 605	115	1:2.5	230
5	寨湾弃渣场	23.75	36.34	754 ~ 810	56	1:2.5	112
6	石场沟弃渣场	209.96	321.24	454 ~ 540	86	1:3.0	172
7	榨溪沟 1#弃渣场	185.36	283.61	525 ~ 670	145	1:2.5	290
8	榨溪沟 2#弃渣场	173.71	265.77	540 ~ 678	138	1:2.5	276
9	榨溪沟 3#弃渣场	68.92	105.45	597 ~ 670	73	1:2.5	146
10	茅坪弃渣场	103.31	158.06	390 ~ 414	24	1:3.0	48
11	北峪沟弃渣场	193.43	295.95	432 ~ 532	100	1:2.5	200
12	竹林上弃渣场	58.87	90.07	374 ~ 490	116	1:2.5	232
13	马厂村弃渣场	363.98	556.88	245 ~ 360	115	1:2.5	230
14	洪裕口弃渣场	18.22	27.88	356 ~ 394	38	1:2.5	76
15	小陕峪弃渣场	59.60	91.19	350 ~ 408	58	1:2.5	116
16	夫妇峪弃渣场	70.80	108.32	300 ~ 340	40	1:2.5	80
17	小洛阳沟弃渣场	107.89	165.08	196 ~ 274	78	1:2.5	156
18	四棵树沟弃渣场	222.54	340.49	175 ~ 260	85	1:3.0	170
19	石渣岭 1#弃渣场	17.5	26.77	130 ~ 150	20	1:2.5	40
20	石渣岭 2#弃渣场	39.31	60.15	125 ~ 160	35	1:2.5	70
21	高速沟弃渣场	58.59	89.64	155 ~ 235	80	1:3.0	160
22	三皇庙沟弃渣场	105.73	161.76	255 ~ 290	35	1:3.0	70
23	黑龙沟弃渣场	56.65	86.67	215 ~ 270	55	1:3.0	110
24	温家沟弃渣场	79.71	121.95	245 ~ 290	45	1:3.0	90
25	桐木沟弃渣场	138.30	211.60	135 ~ 200	65	1:3.0	130



7.4 弃渣场级别及稳定性分析

7.4.1 弃渣场级别

引江补汉工程输水总干线共布置 25 处弃渣场, 根据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012), 综合堆渣量、堆渣最大高度, 以及弃渣场失事后对主体工程或环境造成的危害程度确定弃渣场级别。

引江补汉工程弃渣场级别详见表 7.4-1。

表 7.4-1 引江补汉工程输水总干线弃渣场级别一览表

序号	名称	堆渣量(松方, 万 m ³)	最大堆渣高 度(m)	弃渣场失事后对主体工程 或环境造成的危害程度	弃渣场级别
1	水田坝弃渣场	171.59	70	较轻	3
2	七里冲弃渣场	23.23	33	较轻	4
3	邓家畈弃渣场	387.37	98	较轻	3
4	李家台弃渣场	374.19	115	较轻	2
5	寨湾弃渣场	36.34	56	较轻	4
6	石场沟弃渣场	321.24	86	较轻	3
7	榨溪沟 1#弃渣场	283.61	145	较轻	2
8	榨溪沟 2#弃渣场	265.77	138	较轻	2
9	榨溪沟 3#弃渣场	105.45	73	较轻	3
10	茅坪弃渣场	158.06	24	较轻	3
11	北峪沟弃渣场	295.95	100	较轻	2
12	竹林上弃渣场	90.07	116	较轻	2
13	马厂村弃渣场	556.88	115	较轻	2
14	洪裕口弃渣场	27.88	38	较轻	4
15	小陕峪弃渣场	91.19	58	较轻	4
16	夫妇峪弃渣场	108.32	40	较轻	3
17	小洛阳沟弃渣场	165.08	78	较轻	3
18	四棵树沟弃渣场	340.49	85	较轻	3
19	石渣岭 1#弃渣场	26.77	20	较轻	4
20	石渣岭 2#弃渣场	60.15	35	较轻	4
21	高速沟弃渣场	89.64	80	较轻	3
22	三皇庙沟弃渣场	161.76	35	较轻	3
23	黑龙沟弃渣场	86.67	55	较轻	4
24	温家沟弃渣场	121.95	45	较轻	3
25	桐木沟弃渣场	211.60	65	较轻	3

7.4.2 弃渣场稳定性分析

(1) 弃渣场整体稳定计算



输水总干线布置的弃渣场堆渣边坡坡比对应坡角缓于堆渣体的自然休止角，最有可能发生的破坏是堆渣体沿渣场底部冲沟的接触面发生整体滑动。本方案取沿渣底冲沟断面为计算断面，做整体稳定分析。

1) 计算假定

堆渣体的成分中大部分为石渣料，渣体粘聚力较低，稳定计算时，可按无粘性料考虑，渣体粘聚力 C 值取 0，同时假设堆渣体渣料单一均匀。

2) 计算参数

根据工程弃渣场地质勘察资料，弃渣场各岩土体物理力学参数选取值见表 7.4-2。

表 7.4-2 弃渣场各类岩（土）物理力学指标参数表

名称	天然状态			饱和状态			基底摩擦系数	允许承载力 (kPa)
	重度 (kN/m^3)	粘聚力 C (kPa)	内摩擦角 ϕ ($^\circ$)	重度 (kN/m^3)	粘聚力 C (kPa)	内摩擦角 ϕ ($^\circ$)		
碎石土、漂石	20	7	25	22	5	23	0.38	140
碎块石夹土	21	4	29	23	2	27	0.43	170
粉质粘土	19	13	20	21	11	18	0.28	120
砾卵石	21	0	30	22	0	28	0.45	200
含碎石粉质粘土	18	13	21	20	11	19	0.33	130
卵砾石夹粘土	19	0	30	21.5	0	28	0.45	200
英云闪长岩	25	/	37	25	/	37	0.45	500
黑云斜长片麻岩	24.5	/	36	24.5	/	36	0.45	500
灰岩夹页岩	26	/	35	26	/	35	0.60	4000
灰岩、白云岩、白云质灰岩	26	/	37	26	/	37	0.65	5000
粉砂质页岩、页岩	24	/	22	24	/	22	0.35	300
纳长石英片岩、绢云石英片岩、变粒岩、凝灰岩	25.2	/	24	25.2	/	24	0.45	350
砂砾岩、泥质粉砂岩	22.5	/	17	22.5	/	17	0.35	200
辉绿岩	25.6	/	24	25.6	/	24	0.40	400
弃渣（水田坝）	20	0	30	20.5	0	28	/	/
弃渣（七里冲）	22.5	0	32	23	0	30	/	/
弃渣（邓家畈）	20.5	0	30	21	0	28	/	/
弃渣（李家台）	20	0	29	20.5	0	27	/	/
弃渣（寨湾）	20	0	29	20.5	0	27	/	/
弃渣（石场沟）	20	0	28	20.5	0	26	/	/
弃渣（榨溪沟 1#、2#、3#）	20.5	0	27	21	0	25	/	/
弃渣（茅坪）	19	0	26	19.5	0	24	/	/
弃渣（北峪沟）	19	0	26	19.5	0	24	/	/
弃渣（竹林上）	20	0	28	20.5	0	26	/	/



续表 7.4-2 弃渣场各类岩（土）物理力学指标参数表

名称	天然状态			饱和状态			基底摩擦系数	允许承载力 (kPa)
	重度 (kN/m ³)	粘聚力 C (kPa)	内摩擦角 ϕ (°)	重度 (kN/m ³)	粘聚力 C (kPa)	内摩擦角 ϕ (°)		
弃渣 (马厂村)	19	0	27	19.5	0	25	/	/
弃渣 (洪裕口)	21	0	29	21.5	0	27	/	/
弃渣 (小峡谷)	21	0	29	21.5	0	27	/	/
弃渣 (夫妇峪)	21	0	30	21.5	0	28	/	/
弃渣 (小洛阳沟)	20	0	27	20.5	0	25	/	/
弃渣 (四棵树沟)	20.5	0	26	21	0	24	/	/
弃渣 (石渣岭 1#、2#)	19.8	0	27	20.3	0	25	/	/
弃渣 (高速沟)	19.8	0	25	20.3	0	23	/	/
弃渣 (三皇庙沟)	21	0	30	21.5	0	28	/	/
弃渣 (黑龙沟)	21	0	30	21.5	0	28	/	/
弃渣 (温家沟)	21	0	30	21.5	0	28	/	/
弃渣 (桐木沟)	21	0	27	21.5	0	25	/	/
挡渣墙	23	/	35	23	/	35	/	/
拦渣坝	26	0	33	26.5	0	31	/	/

3) 计算方法

堆渣区占压的底断面为非圆弧, 为计算以沟底接触面为滑动面的弃渣场稳定计算, 参照《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012), 拟采用简化毕肖普法计算。

4) 计算工况

根据工程实际情况, 渣场整体稳定按正常运用工况、非正常运用工况 (连续降雨) 两种工况计算, 本工程项目区地震基本烈度为 VI 度, 不需进行抗震设防, 可不考虑地震工况。

5) 安全系数标准和结果

整体稳定计算根据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012), 渣体稳定安全系数标准见表 7.4-3。

表 7.4-3 弃渣场抗滑稳定安全系数标准表

应用情况	1 级	2 级	3 级	4 级、5 级	备注
正常运用工况	1.35	1.30	1.25	1.20	天然工况
非常运用工况	1.15	1.15	1.10	1.05	堆渣结束后连续降雨期

抗滑稳定最小安全系数选取参照《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012)。根据弃渣场渣体物质组成、堆渣高度、堆放坡度、滑动面坡度, 选取弃渣场最危险的剖面, 计算出渣场整体稳定安全系数。弃渣场整体稳定性计算见表 7.4-4。



表 7.4-4 弃渣场整体稳定计算结果一览表

序号	渣场名称	弃渣场级别	正常运用		非正常运用（连续降雨）	
			计算值	规范值	计算值	规范值
1	水田坝弃渣场	3	2.266	1.25	2.088	1.10
2	七里冲弃渣场	4	2.836	1.20	2.577	1.05
3	邓家畈弃渣场	3	1.986	1.25	1.815	1.10
4	李家台弃渣场	2	2.532	1.30	2.248	1.15
5	寨湾弃渣场	4	2.345	1.20	2.183	1.05
6	石场沟弃渣场	3	2.897	1.25	2.657	1.10
7	榨溪沟 1#弃渣场	2	2.615	1.30	2.362	1.15
8	榨溪沟 2#弃渣场	2	2.562	1.30	2.317	1.15
9	榨溪沟 3#弃渣场	3	2.464	1.25	2.226	1.10
10	茅坪弃渣场	3	2.143	1.25	1.979	1.10
11	北峪沟弃渣场	2	2.389	1.30	2.163	1.15
12	竹林上弃渣场	2	2.247	1.30	2.032	1.15
13	马厂村弃渣场	2	2.052	1.30	1.883	1.15
14	洪峪口弃渣场	4	2.108	1.20	1.974	1.05
15	小陕峪弃渣场	4	2.177	1.20	2.013	1.05
16	夫妇峪弃渣场	3	1.819	1.25	1.678	1.10
17	小洛阳沟弃渣场	3	2.239	1.25	2.036	1.10
18	四棵树沟弃渣场	3	2.525	1.25	2.309	1.10
19	石渣岭 1#弃渣场	4	2.738	1.20	2.492	1.05
20	石渣岭 2#弃渣场	4	2.625	1.20	2.417	1.05
21	高速沟弃渣场	3	2.093	1.25	1.843	1.10
22	三皇庙沟弃渣场	3	2.496	1.25	2.234	1.10
23	黑龙沟弃渣场	4	2.687	1.20	2.390	1.05
24	温家沟弃渣场	3	2.844	1.25	2.562	1.10
25	桐木沟弃渣场	3	2.681	1.25	2.457	1.10

根据上表可知，弃渣场整体稳定安全系数均达到规范要求，堆渣体稳定性能满足稳定要求。

弃渣场整体稳定计算简图以水田坝弃渣场、石场沟弃渣场、小陕峪弃渣场、夫妇峪弃渣场、四棵树沟弃渣场、高速沟弃渣场和桐木沟弃渣场为例，见图 7.4-1 ~ 图 7.4-14。



① 水田坝弃渣场

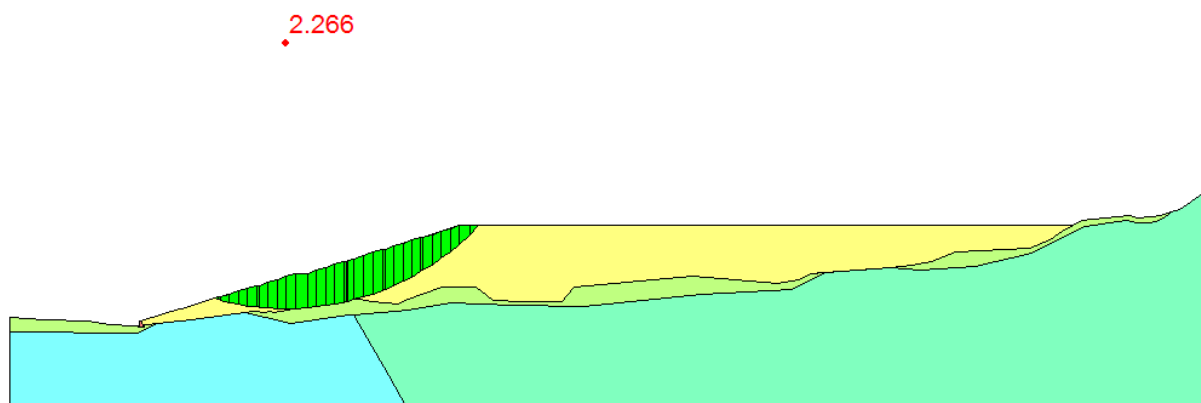


图 7.4-1 水田坝弃渣场正常运用工况整体稳定计算结果图

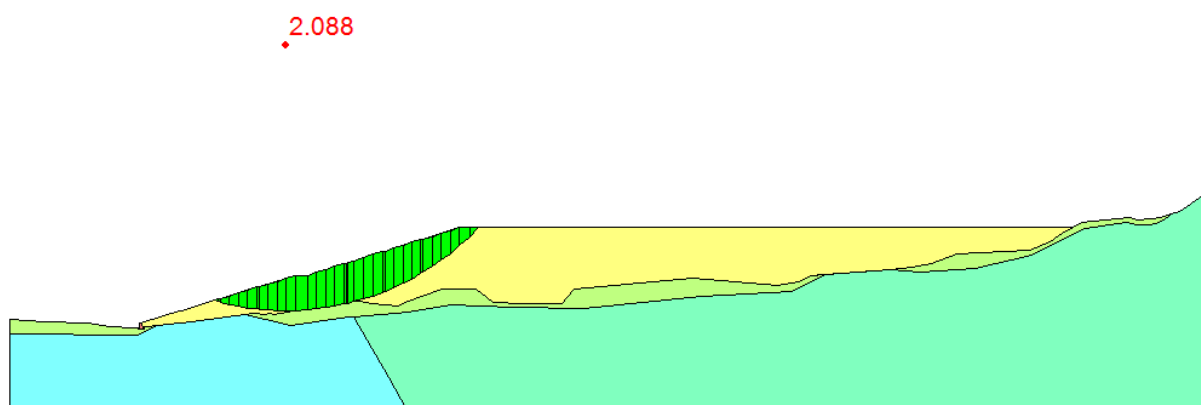


图 7.4-2 水田坝弃渣场非正常运用工况整体稳定计算结果图

② 石场沟弃渣场

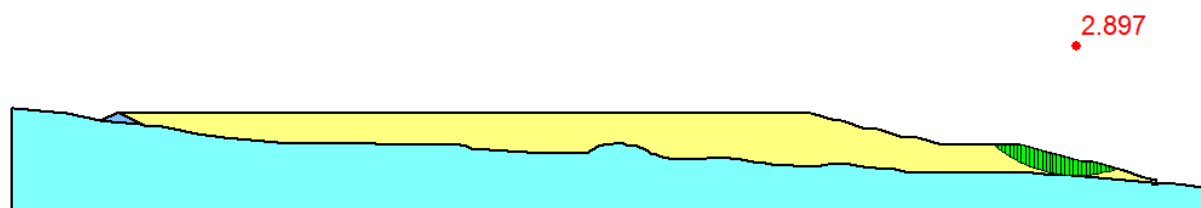


图 7.4-3 石场沟弃渣场正常运用工况整体稳定计算结果图

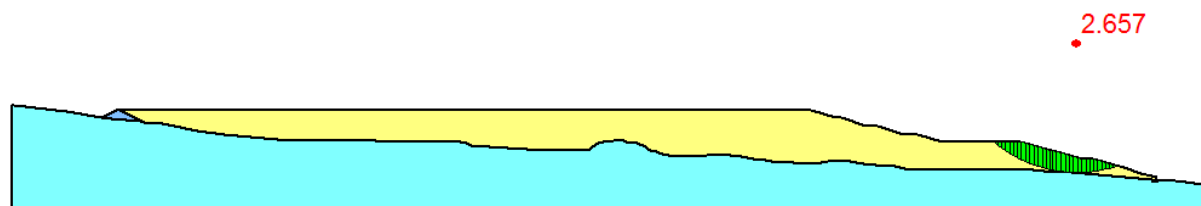


图 7.4-4 石场沟弃渣场非正常运用工况整体稳定计算结果图

③ 小峡峪弃渣场

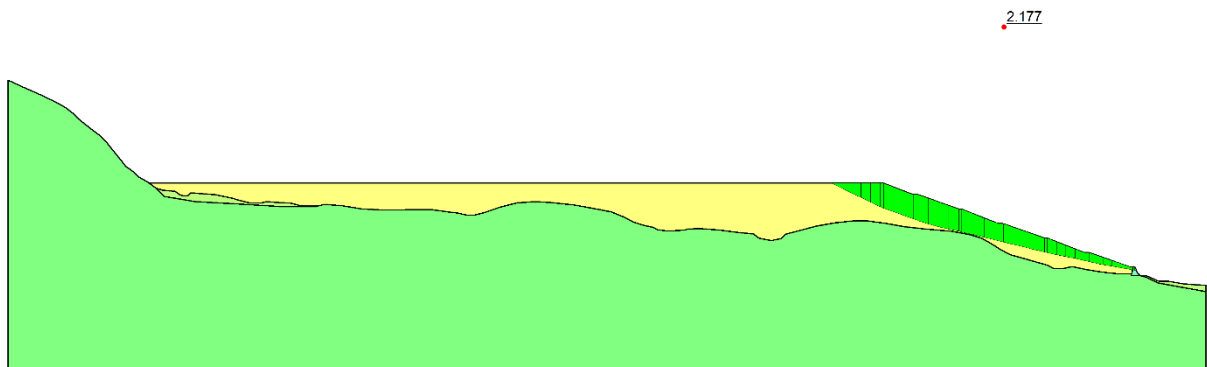


图 7.4-5 小峡峪弃渣场正常运用工况整体稳定计算结果图

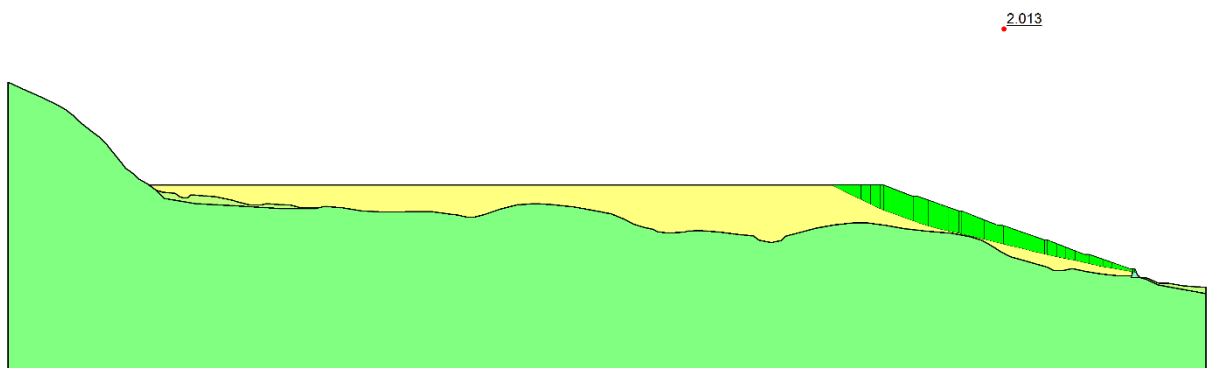


图 7.4-6 小峡峪弃渣场非正常运用工况整体稳定计算结果图

④ 夫妇峪弃渣场

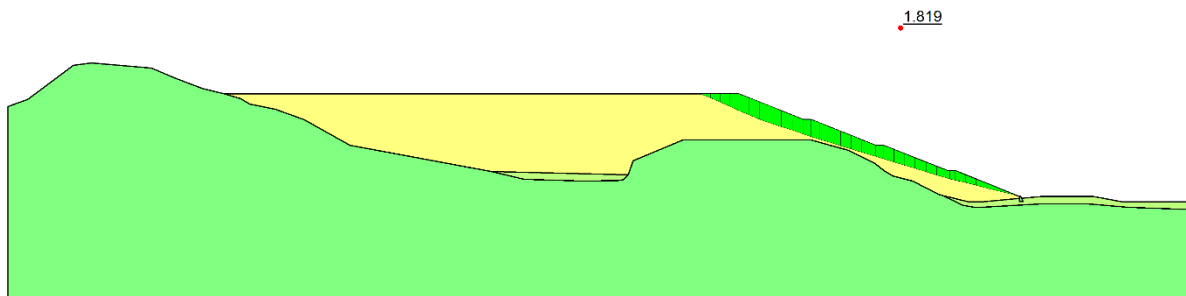


图 7.4-7 夫妇峪弃渣场正常运用工况整体稳定计算结果图

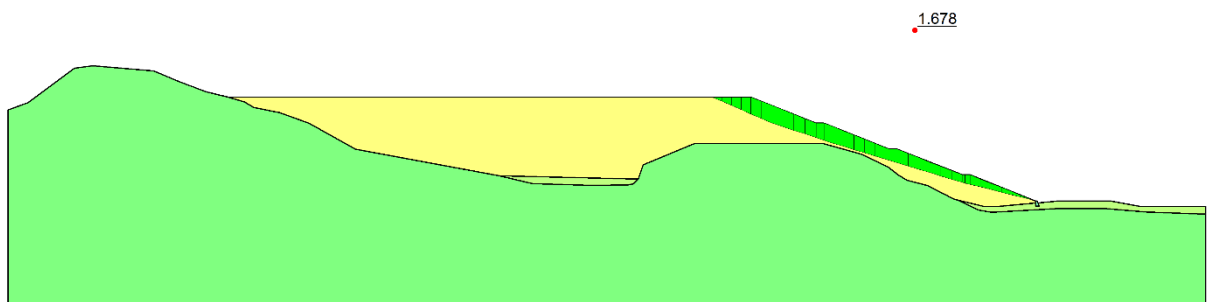


图 7.4-8 夫妇峪弃渣场非正常运用工况整体稳定计算结果图



⑤ 四棵树沟弃渣场

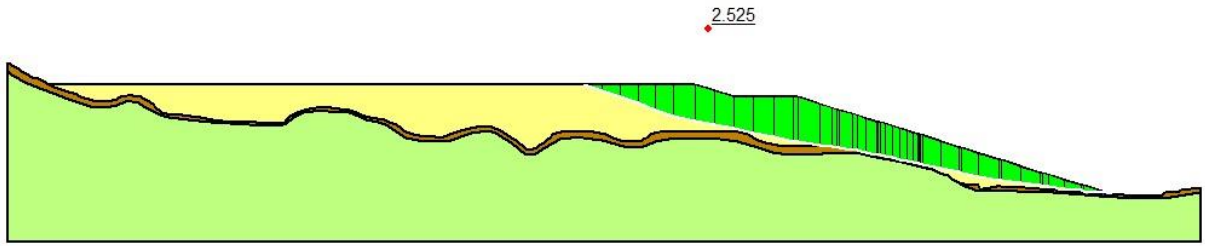


图 7.4-9 四棵树沟弃渣场正常运用工况整体稳定计算结果图

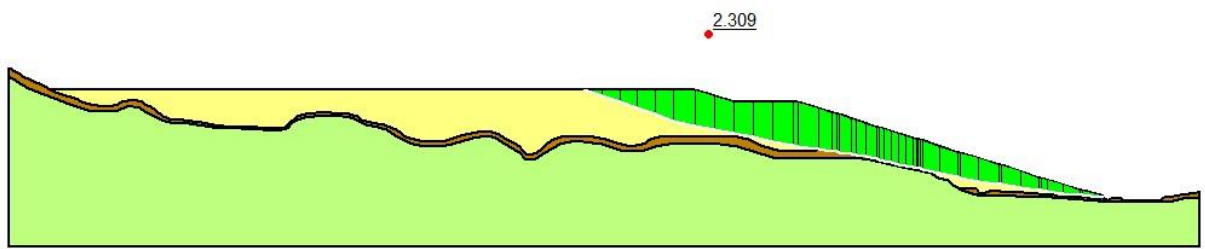


图 7.4-10 四棵树沟弃渣场非正常运用工况整体稳定计算结果图

⑥ 高速沟弃渣场

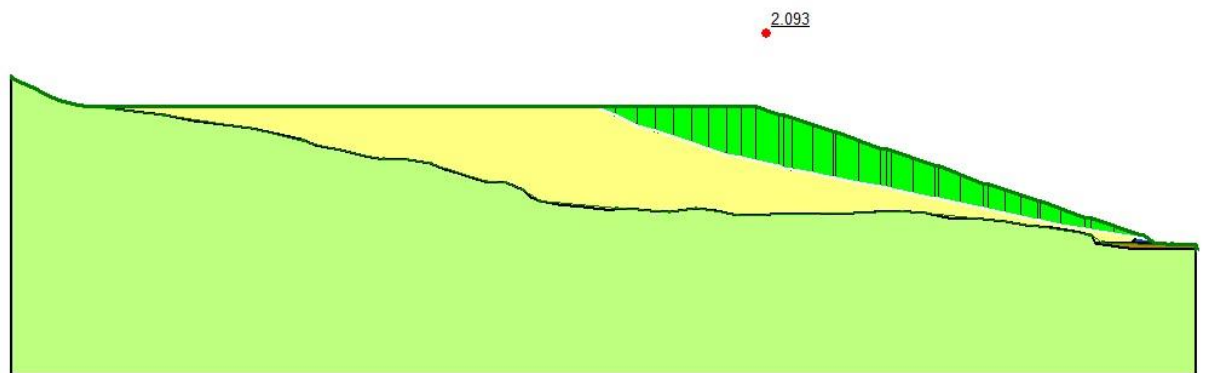


图 7.4-11 高速沟弃渣场正常运用工况整体稳定计算结果图

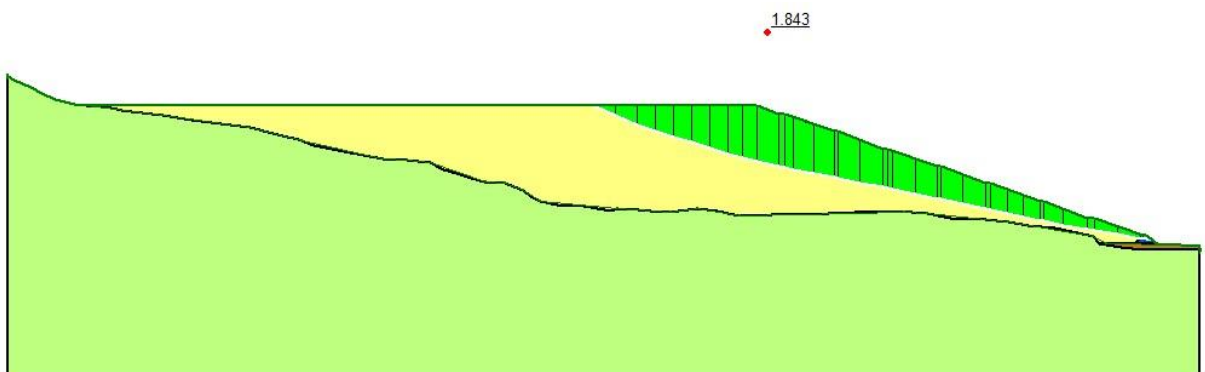


图 7.4-12 高速沟弃渣场非正常运用工况整体稳定计算结果图

⑦ 桐木沟弃渣场

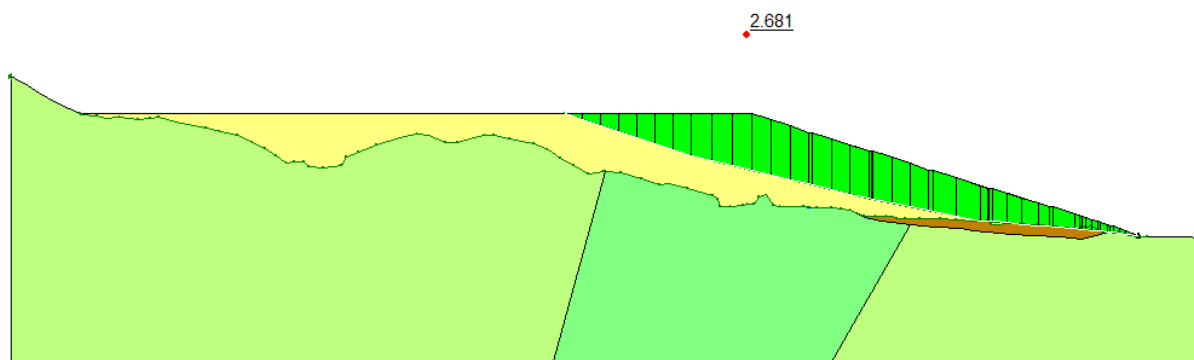


图 7.4-13 桐木沟弃渣场正常运用工况整体稳定计算结果图

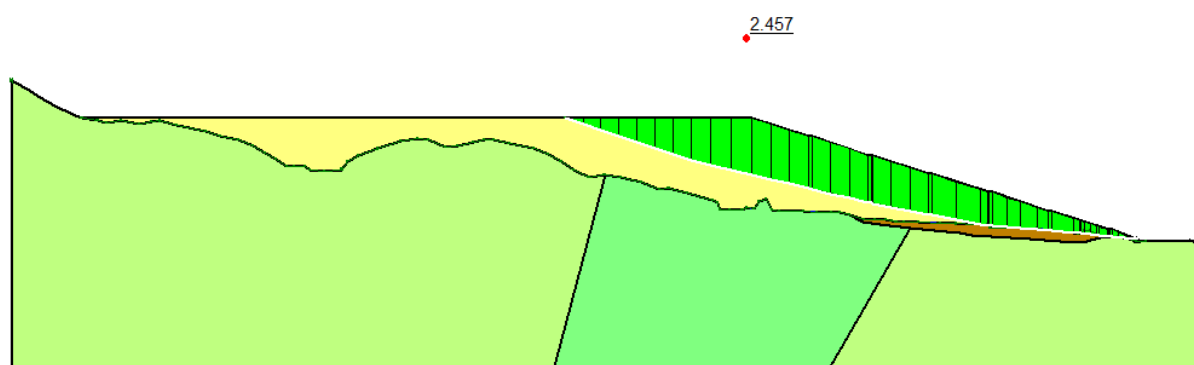


图 7.4-14 桐木沟弃渣场非正常运用工况整体稳定计算结果图

(2) 弃渣场边坡稳定计算

1) 计算假定

同整体稳定计算。

2) 计算参数

同整体稳定计算。

3) 计算方法

堆渣体边坡稳定性分析采用理正软件中的简化毕肖普法进行计算。

4) 计算工况

同整体稳定计算。

5) 安全系数计算结果

根据弃渣场渣体物质组成、堆渣高度、堆放坡度，同时参考弃渣场地质参数，计算出弃渣场边坡稳定相应的最小安全系数，见表 7.4-5。



表 7.4-5 弃渣场边坡稳定计算结果一览表

序号	渣场名称	弃渣场级别	正常运用		非正常运用（连续降雨）	
			计算值	规范值	计算值	规范值
1	水田坝弃渣场	3	1.846	1.25	1.697	1.10
2	七里冲弃渣场	4	1.653	1.20	1.478	1.05
3	邓家畈弃渣场	3	1.459	1.25	1.216	1.10
4	李家台弃渣场	2	1.586	1.30	1.383	1.15
5	寨湾弃渣场	4	1.535	1.20	1.347	1.05
6	石场沟弃渣场	3	1.810	1.25	1.660	1.10
7	榨溪沟 1#弃渣场	2	1.556	1.30	1.483	1.15
8	榨溪沟 2#弃渣场	2	1.638	1.30	1.409	1.15
9	榨溪沟 3#弃渣场	3	1.589	1.25	1.363	1.10
10	茅坪弃渣场	3	1.575	1.25	1.347	1.10
11	北峪沟弃渣场	2	1.616	1.30	1.396	1.15
12	竹林上弃渣场	2	1.581	1.30	1.365	1.15
13	马厂村弃渣场	2	1.605	1.30	1.364	1.15
14	洪峪口弃渣场	4	1.677	1.20	1.481	1.05
15	小陕峪弃渣场	4	1.738	1.20	1.606	1.05
16	夫妇峪弃渣场	3	1.648	1.25	1.521	1.10
17	小洛阳沟弃渣场	3	1.564	1.25	1.452	1.10
18	四棵树沟弃渣场	3	1.565	1.25	1.507	1.10
19	石渣岭 1#弃渣场	4	1.406	1.20	1.392	1.05
20	石渣岭 2#弃渣场	4	1.386	1.20	1.346	1.05
21	高速沟弃渣场	3	1.480	1.25	1.386	1.10
22	三皇庙沟弃渣场	3	1.618	1.25	1.401	1.10
23	黑龙沟弃渣场	4	1.593	1.20	1.387	1.05
24	温家沟弃渣场	3	1.654	1.25	1.423	1.10
25	桐木沟弃渣场	3	1.845	1.25	1.689	1.10

根据上表可知，堆渣边坡稳定安全系数均达到规范要求，堆渣边坡稳定性能满足稳定要求。典型弃渣场边坡稳定计算简图如图 7.4-15～图 7.4-28。

① 水田坝弃渣场



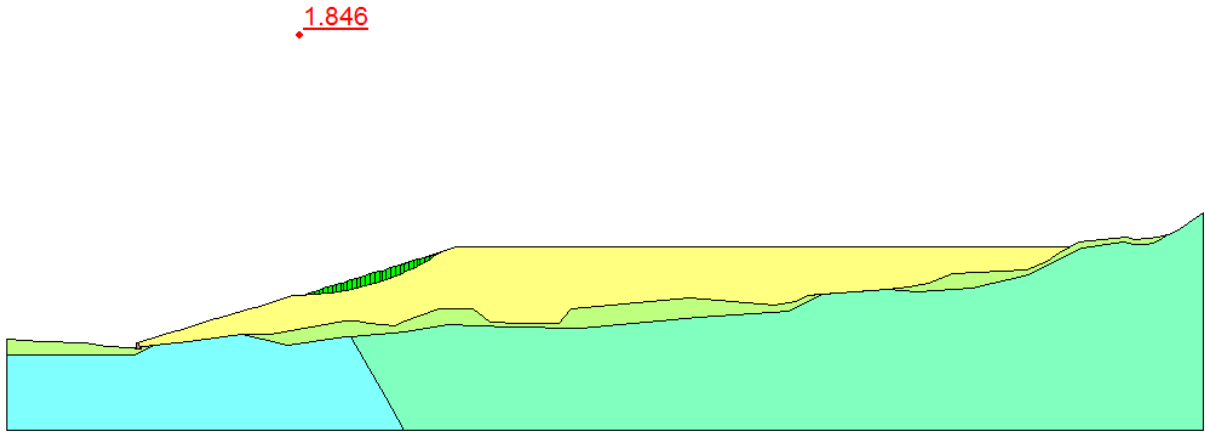


图 7.4-15 水田坝弃渣场正常运用工况边坡稳定计算结果图

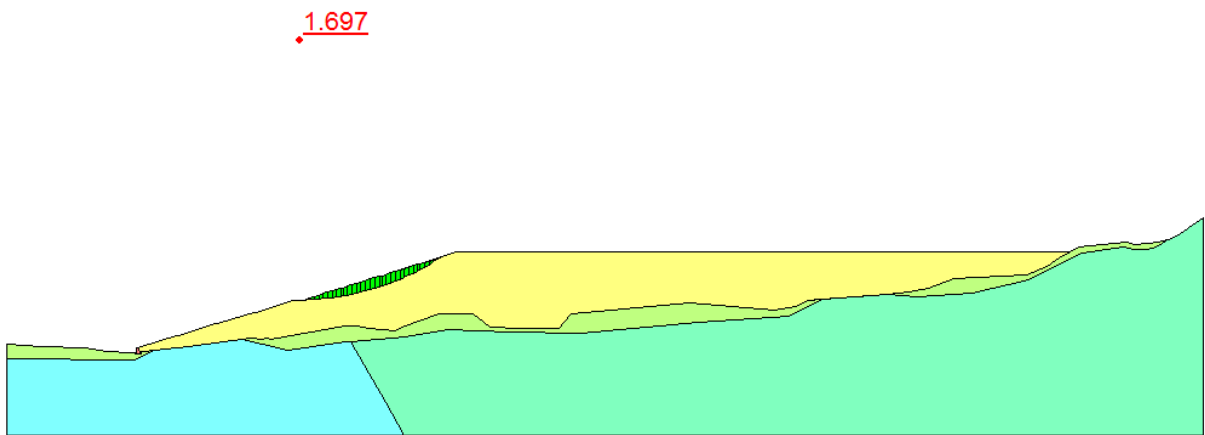


图 7.4-16 水田坝弃渣场非正常运用工况边坡稳定计算结果图

② 石场沟弃渣场

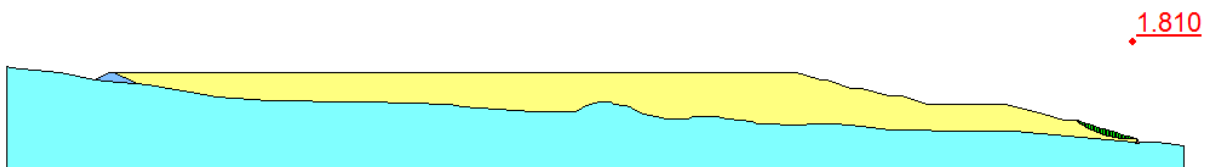


图 7.4-17 石场沟弃渣场正常运用工况边坡稳定计算结果图

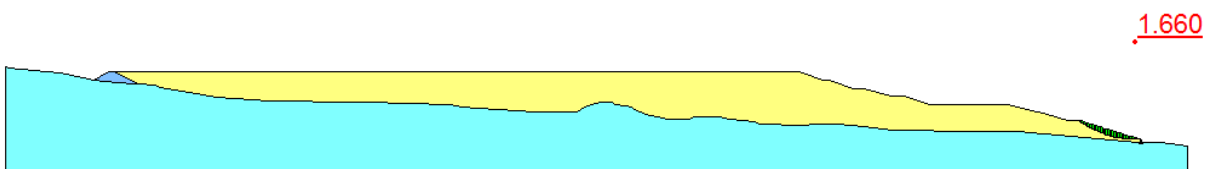


图 7.4-18 石场沟弃渣场非正常运用工况边坡稳定计算结果图

③ 小峡谷弃渣场

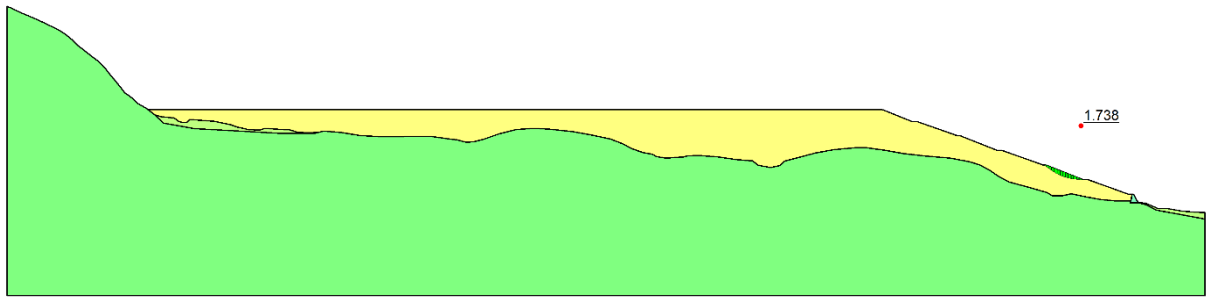


图 7.4-19 小陕峪弃渣场正常运用工况边坡稳定计算结果图

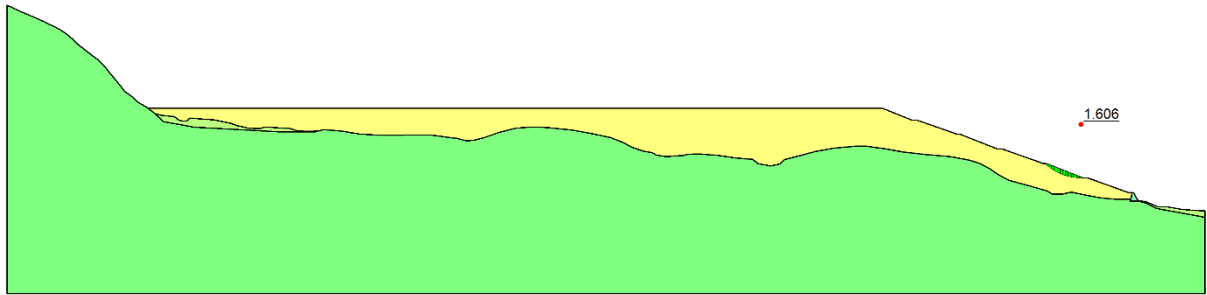


图 7.4-20 小陕峪弃渣场非正常运用工况边坡稳定计算结果图

④ 夫妇峪弃渣场

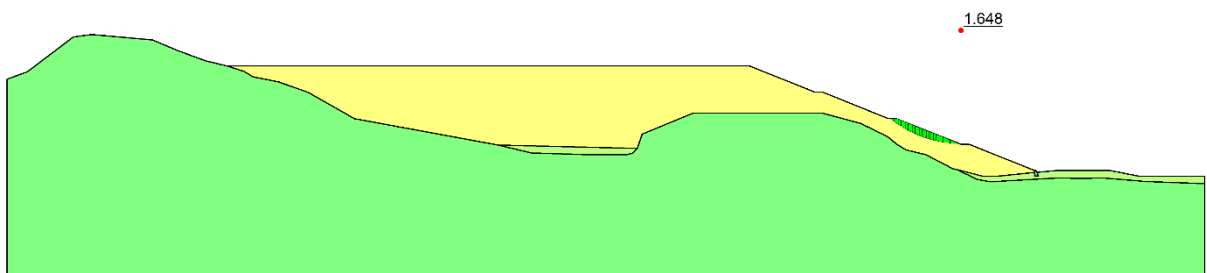


图 7.4-21 夫妇峪弃渣场正常运用工况边坡稳定计算结果图

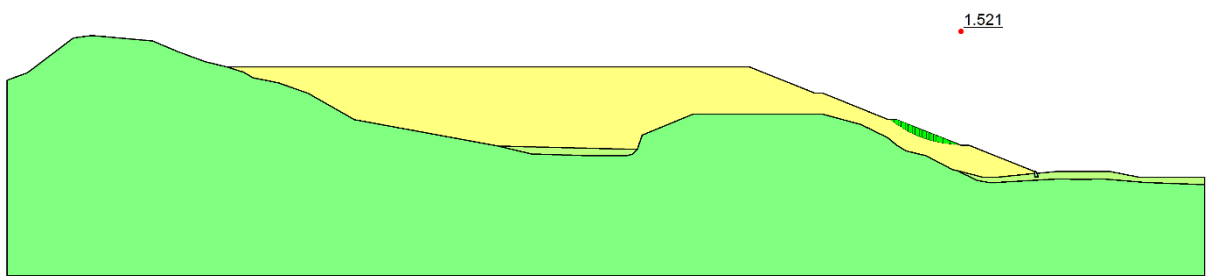


图 7.4-22 夫妇峪弃渣场非正常运用工况边坡稳定计算结果图

⑤ 四棵树沟弃渣场



图 7.4-23 四棵树沟弃渣场正常运用工况边坡稳定计算结果图



图 7.4-24 四棵沟弃渣场非正常运用工况边坡稳定计算结果图

⑥ 高速沟弃渣场



图 7.4-25 高速沟弃渣场正常运用工况边坡稳定计算结果图



图 7.4-26 高速沟弃渣场非正常运用工况边坡稳定计算结果图

⑦ 桐木沟弃渣场

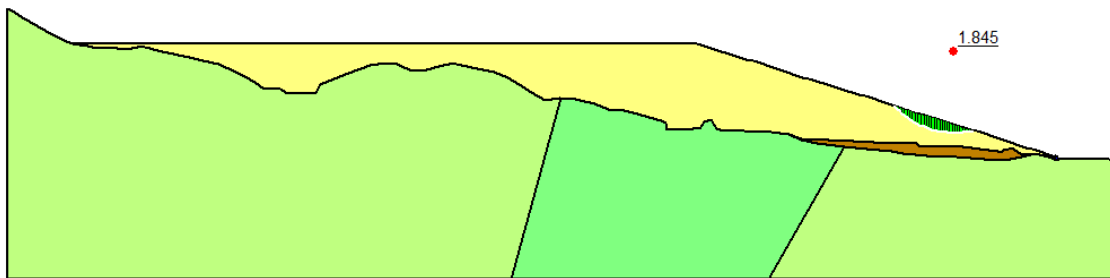


图 7.4-27 桐木沟弃渣场正常运用工况边坡稳定计算结果图

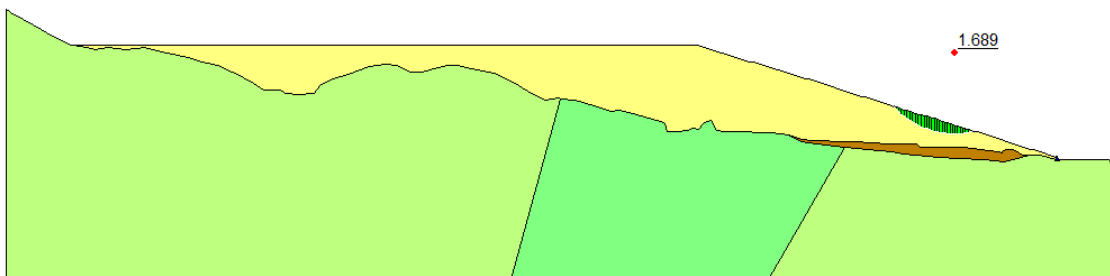


图 7.4-28 桐木沟弃渣场非正常运用工况边坡稳定计算结果图



(3) 拦渣坝稳定性计算

根据工程实际情况，拦渣坝稳定按正常运用工况、非正常运用工况（连续降雨）两种工况计算。根据工程地质资料，渣场弃渣及基础岩（土）物理力学指标参照表 7.4-2。

拦渣坝边坡稳定采用简化毕肖普法计算，计算结果见表 7.4-6。

表 7.4-6 拦渣坝边坡稳定计算结果一览表

渣场名称	正常运用		非正常运用（连续降雨）	
	计算值	规范值	计算值	规范值
高速沟弃渣场	4.574	1.25	2.706	1.10

(4) 挡渣墙稳定性计算

根据工程实际情况，挡渣墙稳定按正常运用工况、非常运用工况（连续降雨）两种工况计算。

弃渣场挡渣墙稳定计算，主要分析挡渣墙的抗滑、抗倾覆和地基承载力满足情况。

计算相关参数取值：砌体容重 23.0kN/m^3 ，墙后填土取相应弃渣场渣体参数；墙背与墙后填土摩擦角 18° 。渣场区域多为碎石土，基底摩擦系数取 0.45。地基承载力取 $130 \sim 200\text{kPa}$ 。

挡渣墙稳定按下面公式计算。

1) 抗滑稳定安全系数计算

$$K_s = (W + P_{ay}) \mu / P_{ax}$$

$$P_{ay} = P_a \sin(\delta + \varepsilon)$$

$$P_{ax} = P_a \cos(\delta + \varepsilon)$$

式中：

K_s —抗滑稳定安全系数；

μ —基底面与地基之间或软弱结构面之间的摩擦系数；

P_{ay} —主动土压力的垂直分力，kN；

P_{ax} —主动土压力的水平分力，kN；

P_a —主动土压力，kN；

δ —墙摩擦角；

ε —墙背倾斜角。

2) 抗倾覆稳定安全系数计算



$$K_t = (W_a + P_{ay}b) / (P_{ax}h)$$

式中:

K_t —抗倾覆稳定安全系数;

W_a —墙体自重 W 对 O 点的力矩, kN m ;

$P_{ay}b$ —主动土压力的垂直分力对 O 点的力矩, kN m ;

$P_{ax}h$ —主动土压力的水平分力对 O 点的力矩, kN m ;

3) 地基承载力验算

基底应力应小于地基允许承载力 $[R]$, 基底应力采用下列偏心受压公式计算, $\sigma_{\max}$ 与 $\sigma_{\min}$ 之比小于 2~3:

$$\sigma_{yu} = \sum W/B + 6 \sum M/B^2$$

$$\sigma_{yd} = \sum W/B - 6 \sum M/B^2$$

σ_{yu} 、 σ_{yd} —水平截面上的正应力, kN/m^2 , σ_{yu} 、 $\sigma_{yd} \leq [R]$;

$\sum W$ —作用在计算截面上的全部荷载的铅直分力之和, kN ;

$\sum M$ —作用在计算截面上的全部荷载对截面形心的力矩之和, kN m ;

B —计算截面的长度, m 。

4) 挡渣墙稳定分析计算如下:

挡渣墙稳定计算以水田坝弃渣场、石场沟弃渣场、小峡谷弃渣场、夫妇峪弃渣场、四棵树沟弃渣场和桐木沟弃渣场为例, 计算结果见表 7.4-7, 结果表明在各种工况下, 挡渣墙均满足稳定要求。

表 7.4-7 挡渣墙稳定计算结果表

序号	名称	工况	抗滑稳定系数		抗倾覆稳定系数		地基承载力		最大应力值/最小应力值	
			计算值	规范值	计算值	规范值	计算值	允许值	计算值	允许值
1	水田坝弃渣场	正常运用	1.72	1.25	5.74	1.45	111.89	140	1.14	1.5
		非正常运用	1.55	1.10	5.19	1.35	114.02	140	1.23	2.0
2	石场沟弃渣场	正常运用	1.62	1.20	5.43	1.40	113.47	170	1.18	1.5
		非正常运用	1.46	1.05	4.90	1.30	115.71	170	1.29	2.0
3	小峡谷弃渣场	正常运用	1.63	1.20	6.12	1.40	116.20	130	1.20	1.5
		非正常运用	1.45	1.05	5.61	1.30	119.65	130	1.34	2.0
4	夫妇峪弃渣场	正常运用	1.66	1.20	5.87	1.40	115.43	130	1.19	1.5
		非正常运用	1.47	1.05	5.16	1.30	118.96	130	1.31	2.0
5	四棵树沟弃渣场	正常运用	1.57	1.20	4.90	1.40	113.67	130	1.17	1.5
		非正常运用	1.42	1.05	4.26	1.30	116.71	130	1.28	2.0
6	桐木沟弃渣场	正常运用	1.69	1.20	5.12	1.40	105.56	130	1.11	1.5
		非正常运用	1.52	1.05	4.38	1.30	107.83	130	1.21	2.0



8 表土保护与利用设计

8.1 表土分布与可利用量分析

8.1.1 表土资源分布情况

本工程扰动地表面积 952.41hm^2 ，扰动地表类型主要为耕地、园地、林地、草地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、交通运输用地、其他土地等。经现场查勘和查阅项目区相关土壤资料，工程表土资源主要分布在耕地、园地、林地、草地范围内，其中耕园地多位于输水总干线工程区坡耕地，厚度一般在 $45\sim 50\text{cm}$ 之间，表土剥离、堆存、交通条件相对较好；林地表层腐殖土厚度约 15cm ，但由于部分林地所处地形坡度较大，难以大规模剥离，仅部分地形相对平缓区域具备剥离条件；草地表层腐殖土厚度约 30cm ，表面覆盖障碍物少，表土剥离条件相对较好。

输水总干线工程表土分布面积为 812.88hm^2 。其中耕地 121.20hm^2 ，占表土分布面积的 14.91% 。园地 40.53hm^2 ，占表土分布面积的 4.98% ，主要为茶园。林地 641.56hm^2 ，占表土分布面积的 78.92% ，主要为乔木林地。草地 9.61hm^2 ，占表土分布面积的 1.18% 。

汉江影响河段综合整治工程表土分布面积为 1.61hm^2 ，均为耕地。

工程表土分布情况详见表 8.1-1~表 8.1-2。

表 8.1-1 输水总干线工程表土分布情况 单位: hm^2

项目分区		合计	耕地	园地	林地	草地
输水总干线工程区	主体工程区	39.49	7.31	7.51	24.67	
	永久办公生活区	8.65	3.36	0.33	4.96	
	料场区	102.99	6.71	8.59	87.70	
	弃渣场区	462.49	38.99	8.91	413.32	1.27
	交通道路区	81.32	20.77	1.58	58.92	0.05
	施工生产生活区	97.95	44.06	13.59	40.24	0.06
	移民安置及专项设施复建工程区	19.99			11.76	8.23
小计		812.88	121.20	40.53	641.56	9.61

表 8.1-2 汉江影响河段综合整治工程表土分布情况 单位: hm^2

项目分区	合计	耕地	园地	林地	草地
汉江影响河段综合整治工程区	1.61	1.61	/	/	/

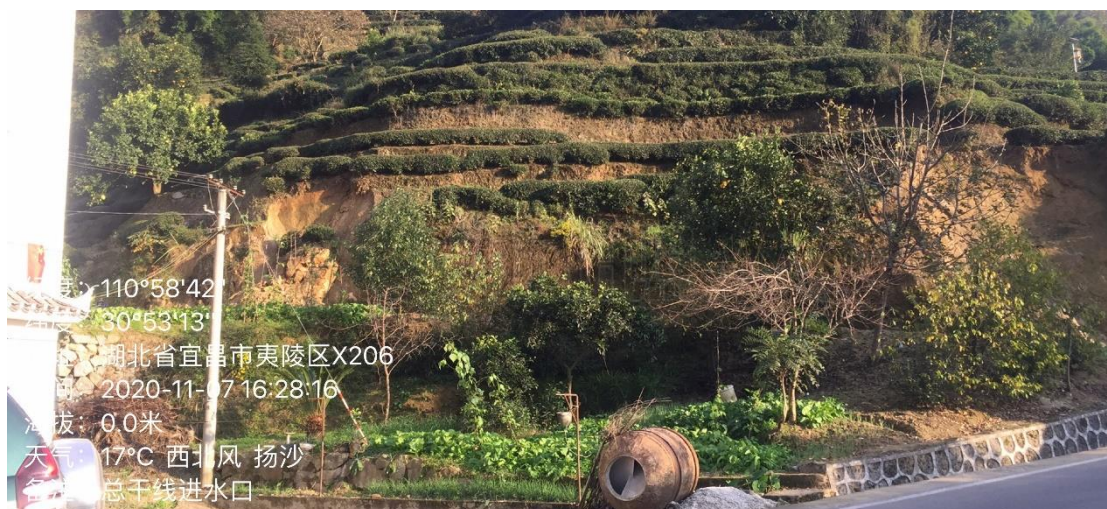




表土分布调查（榨溪沟弃渣场）



表土分布调查（施工生产生活区-干线 20#支洞施工区）



表土分布调查（输水总干线进水口）





表土分布调查（输水总干线出水口）



表土厚度调查



表土质地调查

图 8.1-1 项目区表土调查

8.1.2 表土可利用量分析

根据工程布置情况与现场实际调研情况，确定工程表土剥离的原则，主要如下：

1) 项目区耕园地表土熟土厚度在 45~50cm 之间，对耕园地表土全部进行剥离；对于表土缺乏区域，还可适当额外剥离生土，厚度一般为 15cm。

2) 针对林地地表土厚度约为 15cm，由于项目区大部分林地坡度较陡，且树木生长多年，根系盘结，表土剥离困难，因此只对坡度较缓且表土易剥离区域林地地表土进行剥离；

3) 项目区征占草地地表土厚度约 30cm，草地面积较少，且草地表面覆盖障碍物少，草地区表土可全部进行剥离。

结合表土剥离的原则，引江补汉表土剥离范围为工程区域内分布的耕地、园地、草地及部分地形坡度较缓具备剥离条件的林地地表土。

输水总干线工程可剥离面积 688.62hm²，可剥离表土量 185.70m³。其中主体工程区表土可剥离面积 35.95hm²，可剥离表土量 12.81 万 m³；永久办公生活区表土可剥离面积 7.15hm²，可剥离表土量 2.92 万 m³；料场区表土可剥离面积 88.08hm²，可剥离表土量



20.86 万 m^3 ；弃渣场区表土可剥离面积 390.99hm^2 ，可剥离表土量 83.04 万 m^3 ；交通道路区表土可剥离面积 71.30hm^2 ，可剥离表土量 22.13 万 m^3 ；施工生产生活区表土可剥离面积 91.11hm^2 ，可剥离表土量 42.03 万 m^3 ；移民安置及专项设施复建区表土可剥离面积 4.04hm^2 ，可剥离表土量 1.91 万 m^3 。

汉江影响河段综合整治工程可剥离面积 1.61hm^2 ，可剥离表土量 0.81 万 m^3 。

综上所述，项目区表土可剥离总面积 690.23hm^2 ，可剥离表土总量 186.51 万 m^3 。项目区表土可利用情况详见表 8.1-3 至表 8.1-5。

8.2 表土需求与用量分析

本工程由输水总干线工程、汉江影响河段综合整治工程两部分组成，结合后期土地复垦规划以及本方案植被恢复与建设工程设计方案进行分析测算，本工程表土需求总量为 186.51 万 m^3 ，其中复耕表土需求量 66.31 万 m^3 ，平均覆土厚度 50cm；植被恢复与建设表土需求量 120.20 万 m^3 ，覆土厚度 20~40cm。

其中，输水总干线工程区表土需求量 185.70 万 m^3 。其中复耕面积 131.01hm^2 ，需回覆表土 65.50 万 m^3 ，复耕厚度 0.50m；植被恢复与建设面积 418.55hm^2 ，需回覆表土 185.70 万 m^3 ，回覆厚度 0.20~0.40m。

输水总干线工程区表土区内自身调配，无借方；其中主体工程区回覆表土 10.64 万 m^3 ，永久办公生活区回覆表土 1.45 万 m^3 ，料场区回覆表土 25.05 万 m^3 ，弃渣场区回覆表土 79.45 万 m^3 ，交通道路区回覆表土 25.70 万 m^3 ，施工生产生活区回覆表土 41.52 万 m^3 ，移民安置与专项设施复建工程区回覆表土 1.91 万 m^3 。

汉江影响河段综合整治工程区的表土需求量为 0.81 万 m^3 ，均用于复耕。汉江影响河段综合整治工程区需复耕面积 1.61hm^2 ，需回覆表土 0.81 万 m^3 ，复耕厚度 0.50m。本工程表土需求与用量分析见表 8.2-1，表土调配规划见图 8.2-1。

表 8.1-3

表土剥离厚度与面积分区统计表

项目		耕地			园地			林地			草地		
		熟土剥离厚度 (m)	生土剥离厚度 (m)	面积 (hm ²)	熟土剥离厚度 (m)	生土剥离厚度 (m)	面积 (hm ²)	熟土剥离厚度 (m)	生土剥离厚度 (m)	面积 (hm ²)	熟土剥离厚度 (m)	生土剥离厚度 (m)	面积 (hm ²)
输水总干 线工程区	主体工程区	0.5	0.15	4	0.5	0.15	6.69	0.15	/	10.45	0.3	0.2	
		0.45	0.2	3.32	0.45	0.2	0.82	0.15	/	10.68	0.3	0.2	
	永久办公生活区	0.5	0.15	3.36	0.5	0.15	0.33	0.15	/	3.46	0.3	0.2	
		0.45	0.2		0.45	0.2		0.15	/	0	0.3	0.2	
	料场区	0.5	0.15	6.71	0.5	0.15	8.59	0.15	/	72.79	0.3	0.2	
		0.45	0.2		0.45	0.2		0.15	/	0	0.3	0.2	
	弃渣场区	0.5	0.15	38.99	0.5	0.15	8.91	0.15	/	341.81	0.3	0.2	1.27
		0.45	0.2		0.45	0.2		0.15	/	0	0.3	0.2	
	交通道路区	0.5	0.15	20.77	0.5	0.15	1.58	0.15	/	47.97	0.3	0.2	0.05
		0.45	0.2		0.45	0.2		0.15	/	0.93	0.3	0.2	
	施工生产生活区	0.5	0.15	38.4	0.5	0.15	12.11	0.15	/	18.91	0.3	0.2	0.06
		0.45	0.15	5.66	0.45	0.15	1.48	0.15	/	14.5	0.3	0.2	
	移民安置及专项设施 重建工程区							0.15	/	0.31	0.35		3.73
汉江影响河段综合整治工程区		0.5		1.61									
合计				122.80			40.53			521.81			5.11

表 8.1-4

表土剥离量分区统计表

项目		熟土剥离量 (m ³)					生土剥离量 (m ³)				
		耕地	园地	林地	草地	合计	耕地	园地	林地	草地	合计
输水总干线工程区	主体工程区	35636	34408	31691		101735	11902	14414			26316
	永久办公生活区	16800	1650	5193		23643	5040	495			5535
	料场区	33527	42937	109183		185647	10058	12881			22939
	弃渣场区	193115	44551	512718	3815	754199	60337	13365		2543	76245
	交通道路区	103829	7917	73352	148	185246	33617	2375		98	36090
	施工生产生活区	219318	66308	50104	169	335899	65876	18457		113	84446
	移民安置及专项设施复建区			462	11178	11640				7452	7452
汉江影响河段综合整治工程区		8064				8064					
合计		610289	197771	782703	15310	1606073	186829	61988		10206	259023

表 8.1-5

项目区表土可利用情况表

项目类型及分区		表土可剥离量						
		可剥离面积 (hm ²)		可剥离厚度 (m)		可剥离量 (万 m ³)		
		耕园地	林草地	熟土	生土	熟土量	生土量	合计
输水总干线工程区	主体工程区	14.82	21.13	0.15 ~ 0.50	0.00 ~ 0.20	10.17	2.63	12.81
	永久办公生活区	3.69	3.46			2.36	0.55	2.92
	料场区	15.29	72.79			18.56	2.29	20.86
	弃渣场区	47.90	343.08			75.42	7.62	83.04
	交通道路区	22.35	48.95			18.52	3.61	22.13
	施工生产生活区	57.65	33.46			33.59	8.44	42.03
	移民安置及专项设施复建工程区	0.00	4.04			1.16	0.75	1.91
	小计	161.71	526.91			159.80	25.90	185.70
汉江影响河段综合整治工程区		1.61		0.5	0.00 ~ 0.20	0.81	0	0.81
合计		163.32	526.91			160.61	25.90	186.51

表 8.2-1

工程区表土需求分析表

项目类型及分区		表土利用规划										
		表土利用面积（hm ² ）				覆土厚度（m）		表土利用量（万 m ³ ）				总计
		复耕	植被恢复与建设					复耕	植被恢复与建设			
			植被恢复	绿化	小计	复耕	植被恢复与建设		复耕	植被恢复	绿化	
输水总干线工程区	主体工程区			35.46	35.46	/	0.3			10.64	10.64	10.64
	永久办公生活区			3.62	3.62	/	0.4			1.45	1.45	1.45
	料场区	15.29	58.01		58.01	0.5	0.3	7.65	17.40		17.40	25.05
	弃渣场区	38.59	30.04	170.47	200.51		0.3	19.29	9.01	51.14	60.15	79.45
	交通道路区	19.48	63.83		63.83		0.2~0.3	9.74	15.96		15.96	25.70
	施工生产生活区	57.65	50.77		50.77		0.2~0.3	28.82	12.69		12.69	41.52
	移民安置及专项设施复建工程区		6.36		6.36		0.3		1.91		1.91	1.91
	小计	131.01	209.01	209.54	418.55	0.5		65.50	56.97	63.22	120.20	185.70
汉江影响河段综合整治工程区		1.61				0.5	/	0.81				0.81
合计		132.62	209.01	209.54	418.55			66.31	56.97	63.22	120.20	186.51

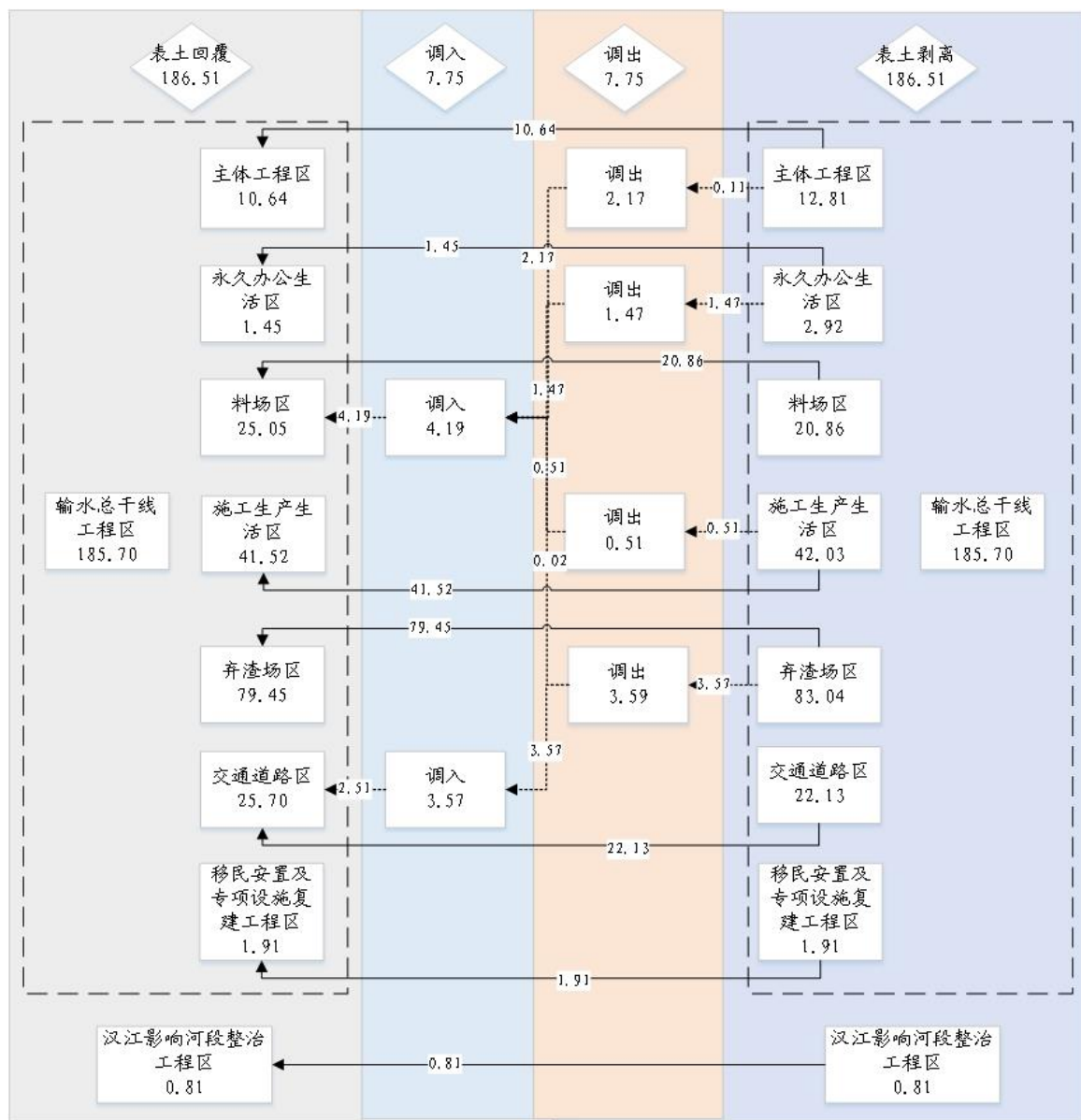


图 8.2-1 引江补汉工程表土调配规划

8.3 表土剥离与堆存

8.3.1 表土剥离量分析

根据现场勘察，项目区可剥离表土的区域主要包括耕园地、草地和缓坡耕林地。工程表土剥离面积 690.23hm^2 ，表土剥离量合计 186.51 万 m^3 ，其中输水总干线工程区的表土剥离量合计 185.70 万 m^3 （包括 159.80 万 m^3 熟土和 25.90 万 m^3 生土），耕园地表土剥离厚度约 0.65m ，林地表土剥离厚度为 0.15m ，草地表土剥离厚度为 0.50m ；汉江影响河段综合整治工程区的表土剥离量为 0.81 万 m^3 （均为熟土），耕地表土剥离厚度为 0.50m 。



本工程表土剥离规划详见表 8.3-1。

表 8.3-1 表土剥离规划表

项目类型及分区		表土剥离						
		剥离面积 (hm ²)		剥离厚度 (m)		剥离量 (万 m ³)		
		耕园地	林草地	熟土	生土	熟土量	生土量	合计
输水总干线工程区	主体工程区	14.82	21.13	0.15 ~ 0.50	0 ~ 0.20	10.17	2.63	12.81
	永久办公生活区	3.69	3.46			2.36	0.55	2.92
	料场区	15.29	72.79			18.56	2.29	20.86
	弃渣场区	47.90	343.08			75.42	7.62	83.04
	交通道路区	22.35	48.95			18.52	3.61	22.13
	施工生产生活区	57.65	33.46			33.59	8.44	42.03
	移民安置及专项设施复建工程区		4.04			1.16	0.75	1.91
	小计	161.71	526.91			159.80	25.90	185.70
汉江影响河段综合整治工程区		1.61		0.5	0 ~ 0.20	0.81		0.81
合计		163.32	526.91			160.61	25.90	186.51

8.3.2 表土堆存规划

为了保护表土资源,根据工程各区域实际可剥离表土范围及后期表土回覆的便利性,本方案考虑对各区域剥离的表土就近集中堆存在各防治区内,同时做好防护措施。工程输水总干线工程区表土堆存量为 185.70 万 m³,设置表土堆存场 43 处;汉江影响河段综合整治工程堆存量为 0.81 万 m³,与出口表土堆存场共用。

各处表土堆存场的平均堆高为 5m,表土堆存期间,通过采取有效地临时拦挡、临时排水、临时苫盖等措施加以防护,措施工程量及投资纳入对应防治分区中。



表 8.3-2

工程区表土堆存场布置及其表土来源表

编号	面积 (hm ²)	位置	堆存量 (m ³)	表土来源
1#表土堆存场	0.80	1-2#施工场地内	4.00	进水口、1#支洞
2#表土堆存场	0.53	2#施工区内	2.65	2#支洞
3#表土堆存场	1.15	3#施工区内	5.75	3#、4#、5#支洞
4#表土堆存场	0.69	7-3#表土堆存场	3.45	6#、7#支洞
5#表土堆存场	1.50	平行导洞施工区内	7.50	8#支洞、平行导洞
6#表土堆存场	0.50	11#施工区内	2.51	11#支洞
7#表土堆存场	0.53	北峪沟沟口外侧	2.67	12#支洞
8#表土堆存场	0.81	13#施工区	4.03	13#、14#支洞
9#表土堆存场	0.70	15#施工区	3.50	15#支洞
10#表土堆存场	0.45	16#施工区	2.24	16#支洞
11#表土堆存场	0.57	17#施工区	2.85	17#支洞
12#表土堆存场	0.43	18#施工区	2.17	18#支洞
13#表土堆存场	0.33	19#施工区	1.64	19#支洞
14#表土堆存场	1.27	22#施工区	6.35	20#、21#、22#支洞、控制闸
15#表土堆存场	0.55	24#施工区	2.75	23#、24#支洞
16#表土堆存场	1.55	25#施工区	7.75	25#支洞
17#表土堆存场	0.98	26#施工区	4.90	26#支洞
18#表土堆存场	2.11	出口段施工范围内	10.57	出口段
19#表土堆存场	3.42	水田坝弃渣场	17.09	水田坝弃渣场
20#表土堆存场	0.81	七里冲弃渣场	4.04	七里冲弃渣场
21#表土堆存场	2.36	邓家畈弃渣场	11.82	邓家畈弃渣场
22#表土堆存场	1.00	李家台弃渣场	5.02	李家台弃渣场
23#表土堆存场	1.18	寨湾弃渣场	5.92	寨湾弃渣场
24#表土堆存场	0.71	石场沟弃渣场	3.57	石场沟弃渣场
25#表土堆存场	0.30	榨溪沟 1#弃渣场	1.51	榨溪沟 1#弃渣场
26#表土堆存场	0.40	榨溪沟 2#弃渣场	2.00	榨溪沟 2#弃渣场



续表 8.3-2

工程区表土堆存场布置及其表土来源表

编号	面积 (hm ²)	位置	堆存量 (m ³)	表土来源
27#表土堆存场	0.25	榨溪沟 3#弃渣场	1.23	榨溪沟 3#弃渣场
28#表土堆存场	2.49	茅坪弃渣场	12.46	茅坪弃渣场
29#表土堆存场	0.62	北峪沟弃渣场	3.12	北峪沟弃渣场
30#表土堆存场	0.33	竹林上弃渣场	1.67	竹林上弃渣场
31#表土堆存场	0.82	马厂村弃渣场	4.12	马厂村弃渣场
32#表土堆存场	0.68	洪裕口弃渣场	3.40	洪裕口弃渣场
33#表土堆存场	1.10	小陕峪弃渣场	5.51	小陕峪弃渣场
34#表土堆存场	0.48	夫妇峪弃渣场	2.39	夫妇峪弃渣场
35#表土堆存场	0.39	小洛阳沟弃渣场	1.94	小洛阳沟弃渣场
36#表土堆存场	0.31	四棵树沟弃渣场	1.54	四棵树沟弃渣场
37#表土堆存场	0.22	石渣岭 1#弃渣场	1.08	石渣岭 1#弃渣场
38#表土堆存场	0.47	石渣岭 2#弃渣场	2.33	石渣岭 2#弃渣场
39#表土堆存场	0.87	高速沟弃渣场	4.33	高速沟弃渣场
40#表土堆存场	0.51	三皇庙沟弃渣场	2.55	三皇庙沟弃渣场
41#表土堆存场	0.29	黑龙沟弃渣场	1.44	黑龙沟弃渣场
42#表土堆存场	1.09	温家沟弃渣场	5.45	温家沟弃渣场
43#表土堆存场	0.54	桐木沟弃渣场	2.72	桐木沟弃渣场
总计	37.14		186.51	

8.4 表土利用与保护

为保护工程区的表土资源，施工前对施工征地范围内的耕园地、草地及部分林地表层土进行剥离，共剥离表土 186.51 万 m^3 ，剥离的表土全部进行集中堆存及防护。堆存的表土后期全部用于本工程施工区的复耕或植被恢复，工程表土回覆总面积为 551.17 hm^2 ，表土回覆量为 186.51 万 m^3 。其中输水干线工程表土回覆量为 185.70 万 m^3 ，其中复耕覆土 65.50 万 m^3 ，植被恢复与建设覆土 120.20 万 m^3 ；汉江影响河段综合整治工程区覆土 0.81 万 m^3 ，全部为复耕覆土。本工程表土不存在浪费及丢弃现象，表土剥离及利用规划切实保护了工程区宝贵表土资源。针对施工征地范围内表土堆存场、临时堆料场等区域占压地块的表土，采取临时排水、临时拦挡、临时覆盖等保护措施。

工程临时占用的耕园地由主体工程进行复耕，复耕的工作内容包括表土剥离、迹地清理、土地翻松、表土回铺、土壤改良、培肥措施，该部分表土剥离费用由移民专业在复垦费用中计列，水土保持专业需做好相应的表土防护措施。



9 水土保持工程设计

9.1 工程级别与设计标准

9.1.1 工程措施

(1) 工程等级及设计标准

根据拟定的防治措施体系,各防治分区水土保持工程措施主要包括拦挡、沟水(坡面水)处理及截排水措施。依据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)确定弃渣场级别(详见7.4.1节),根据弃渣场级别确定拦挡工程、防洪工程建筑物级别及设计洪水标准。各个防治分区工程措施设计标准及确定依据详见表9.1-1,输水总干线工程弃渣场设计标准详见表9.1-2。

表 9.1-1 水土保持工程措施执行标准及依据

防治分区	措施名称	执行标准	依据
输水总干线工程防治区	弃渣场级别	2 级	依据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012),以上弃渣场最大堆渣高度超过 100m 或堆渣量超过 500 万 m^3 ,渣场失事可能对下游危害程度较轻。因此,确定这些弃渣场级别均为 2 级。
	拦渣工程	挡渣墙建筑物级别为 3 级	依据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012),2 级弃渣场的挡渣墙建筑物级别为 3 级。
	排洪工程	建筑物级别为 2 级	依据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012),2 级弃渣场的排洪工程级别为 2 级,对应的防洪标准为 100~50 年一遇。考虑到本工程涉及国家级水土流失重点预防区和治理区,截排水工程防洪标准取上限,故本工程沟水及坡面水处理工程设计采用 100 年一遇防洪标准。
		沟水及坡面水处理工程: 100 年一遇设计; 200 年一遇校核	
		渣体表面排水工程: 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	依据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012),弃渣场渣体表面截排水工程为永久性截排水措施,设计标准采用 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨。
	斜坡防护工程	5 级	依据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012),确定斜坡防护工程级别为 5 级。
	弃渣场级别	3 级	依据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012),以上弃渣场最大堆渣高度超过 60m 或堆渣量超过 100 万 m^3 ,渣场失事可能对下游危害程度较轻。因此,确定这些弃渣场级别均为 3 级。
	拦渣工程	挡渣墙建筑物级别为 4 级,拦渣坝建筑物级别为 3 级	依据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012),3 级弃渣场的挡渣墙建筑物级别为 4 级,3 级弃渣场的拦渣坝建筑物级别为 3 级。
	排洪工程	建筑物级别为 3 级	依据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012),3 级弃渣场的排洪工程级别为 3 级,对应的防洪标准为 50~30 年一遇。考虑到本工程涉及国家级水土流失重点预防区和治理区,截排水工程防洪标准取上限,故本工程沟水及坡面水处理工程设计采用 50 年一遇防洪标准。
		沟水及坡面水处理工程: 50 年一遇设计; 100 年一遇校核	
水田坝弃渣场等 12 个弃渣场		渣体表面排水工程: 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	依据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012),弃渣场渣体表面截排水工程为永久性截排水措施,设计标准采用 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨。
	斜坡防护工程	4 级/5 级	依据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012),四棵树沟弃渣场下游有石花控制闸等重要设施,边坡失事后设施遭到破坏经修复后仍能使用,影响不严重,因此确定其斜坡防护工程级别为 4 级,其他渣场斜坡防护工程级别为 5 级。



续表 9.1-1

水土保持工程措施执行标准及依据

防治分区		措施名称	执行标准	依据
输水总干线工程防治区	七里冲弃渣场等 7 个弃渣场	弃渣场级别	4 级	依据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012), 以上弃渣场最大堆渣高度超过 20m 或堆渣量超过 50 万 m ³ , 渣场失事可能对下游危害程度较轻。因此, 确定这些弃渣场级别均为 4 级。
		拦渣工程	挡渣墙建筑物级别为 5 级	依据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012), 4 级弃渣场的挡渣墙建筑物级别为 5 级。
		排洪工程	建筑物级别为 4 级	依据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012), 4 级弃渣场的排洪工程级别为 4 级, 对应的防洪标准为 30~20 年一遇。考虑到本工程涉及国家级水土流失重点预防区和治理区, 截排水工程防洪标准取上限, 故本工程沟水及坡面水处理工程设计采用 30 年一遇防洪标准。
			沟水及坡面水处理工程: 30 年一遇设计; 50 年一遇校核	
			渣体表面排水工程: 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	依据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012), 弃渣场渣体表面截排水工程为永久性截排水措施, 设计标准采用 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨。
	黎家山等 8 个料场	斜坡防护工程	5 级	依据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012), 确定斜坡防护工程级别为 5 级。
		截排水工程	5 年一遇	依据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012), 料场截排水工程为永久性截排水措施, 设计标准采用 5 年一遇 5min-10min 短历时设计暴雨。
		交通道路区	边坡截排水工程	永久边坡设计标准: 10 年一遇设计洪水标准
	施工生产生活区	截排水工程	坡面截水沟采用 5 年一遇设计标准	依据《公路排水设计规范》, 确定其边坡截排水设计标准应达到 10 年一遇设计洪水标准。 根据边坡的重要性、工程区降雨特点、集水面积大小、地表水下渗对边坡稳定影响程度等因素综合分析确定, 同时考虑到本工程涉及国家级水土流失重点预防区和治理区, 截排水工程采用 5 年一遇设计标准。

表 9.1-2

输水总干线工程弃渣场设计标准

序号	渣场名称	弃渣场级别	拦挡工程		防洪标准	渣体表面排水	斜坡防护工程	渣场类型
			挡渣墙	拦渣坝				
1	水田坝弃渣场	3	4		50 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
2	七里冲弃渣场	4	5		30 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
3	邓家畈弃渣场	3	4		50 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
4	李家台弃渣场	2	3		100 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
5	寨湾弃渣场	4	5		30 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
6	石场沟弃渣场	3	4		50 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
7	榨溪沟 1#弃渣场	2	3		100 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
8	榨溪沟 2#弃渣场	2	3		100 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
9	榨溪沟 3#弃渣场	3	4		50 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
10	茅坪弃渣场	3	4		50 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
11	北峪沟弃渣场	2	3		100 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
12	竹林上弃渣场	2	3		100 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
13	马厂村弃渣场	2	3		100 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
14	洪裕口弃渣场	4	5		30 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
15	小陕峪弃渣场	4	5		30 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
16	夫妇峪弃渣场	3	4		50 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
17	小洛阳沟弃渣场	3	4		50 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型



续表 9.1-2 输水总干线工程弃渣场设计标准

序号	渣场名称	弃渣场 级别	拦挡工程		防洪标准	渣体表面排水	斜坡防护 工程	渣场 类型
			挡渣墙	拦渣坝				
18	四棵树沟弃渣场	3	4		50 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	4	沟道型
19	石渣岭 1#弃渣场	4	5		30 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
20	石渣岭 2#弃渣场	4	5		30 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
21	高速沟弃渣场	3		3	50 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
22	三皇庙沟弃渣场	3	4		50 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
23	黑龙沟弃渣场	4	5		30 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
24	温家沟弃渣场	3	4		50 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型
25	桐木沟弃渣场	3	4		50 年一遇设计	5 年一遇 10min 短历时设计暴雨	5	沟道型

(2) 抗震设计标准

根据《中国地震动参数区划图 (GB18306-2015)》, 引江补汉工程项目区各场地 50 年超越概率 10%基岩水平向地震动峰值加速度 $0.056g \sim 0.067g$ (均属 $0.05g$ 区), 相应的地震基本烈度为 VI 度, 无需考虑抗震设计。

9.1.2 植物措施

9.1.2.1 植物措施设计标准

本方案植物措施主要在输水总干线工程主体工程区、永久办公生活区、施工生产生活区、交通道路区、料场区、弃渣场区和移民安置及专项设施复建工程区等分区布设。根据《水利水电水土保持技术规范》(SL575-2012), 工程分区植被恢复及建设工程级别详见表 9.1-3。

表 9.1-3 各分区水土保持植被恢复与建设标准

工程部位			植被恢复与建设工程设计标准
输水总干线 工程区	主体工程区	进出口建筑物、石花控制建筑物	1
		永久检修洞	2
		安乐河出口整治	1
		桥梁工程	1
		一般施工支洞	3
	永久办公生活区		1
	施工生产生活区		3
	交通道路区	永久道路	2
		临时道路	3
	弃渣场区	永久征地范围	2
		临时占地范围	3
	料场区		3
	移民安置及专项 设施复建工程区	专项设施复建	3



9.1.2.2 立地条件分析

项目区以中低山地貌为主，沿线地面高程一般 400~2000m；气候类型属东亚副热带季风气候区，多年平均降水量为 800mm~1300mm，降水量年内分配不均匀，5~10 月降水占全年的 70~80%。多年平均气温 12~16℃，月平均最高气温发生在 7 月，一般为 24~29℃；月平均最低气温发生于 1 月，一般为 0~3℃。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的有效积温 4540~5200℃；项目区土壤类型多样，地带性土壤主要为黄褐土与黄棕壤，间或分布有水稻土、潮土、石灰土、紫色土等。沿河谷地及丘陵低山区（海拔 800m）以下主要为潮土土类及黄棕土类的黄棕壤亚类和黄褐土亚类；海拔 800~1500m 之间的山地主要为黄棕壤土类的山地黄棕壤亚类。

项目区地带性植被为亚热带常绿阔叶林，林地树种资源主要有松、栎、杉、柏等，其中青冈栎林和柏木林两类森林群落面积最大，多为天然次生林或半人工林；山地灌丛、山地草丛在中低山和丘陵都有较大面积的分布；栽培植被主要为水田和旱地作物，水稻、小麦、玉米、红苕和蔬菜经济作物等农田作物植被和果、茶、桑等园地植被。经调查，工程区境内主要乔木有马尾松、杉木、柏木、华山松、刺槐、麻栎、栓皮栎、青冈、巴东栎、桦木等；主要灌木有紫穗槐、黄荆、胡枝子、马桑、悬钩子等；主要草本有狗牙根、荩草、鸡眼草、节节草、白茅、狗尾草、艾草、金荞麦、车前草、小飞蓬等。

通过对项目建设区各立地条件因子的分析，工程区主要为弃渣场堆渣边坡以及主体工程区和石料场岩质边坡立地条件较差，需进行全面整地、生土追肥以及结合客土喷播、载土槽等多种型式绿化方案。树草种可充分利用乡土树种，适当引进外来树种进行造林。

9.1.2.3 适宜树种选择

根据当地自然条件和植被恢复目标，本着“因地制宜、适地适树、适地适草”的原则，同时充分考虑项目建设区的立地条件、植被恢复等级等确定适宜的树、草种。选择时主要遵循以下几个原则：

（1）树、草种选择主要以乡土树种、草种或者在当地绿化中已推广使用的树、草种为首选，以便使植物具有良好的抗逆性和自我繁衍能力，营建与周边生态环境相协调和稳定的植被群落。因此在调查的工程区境内主要分布的乔灌木树种中选择刺槐、青冈栎、胡枝子、马桑、狗牙根、鸡眼草等。



(2) 具有较强的水土保持功能。一般用于植被恢复的树种应具有速生、根系发达、适应性强等特点；草种应具有较强的固土护坡功能，根系发达，草层紧密，耐践踏，对土壤气候条件有较强的适应性。根据工程区气候条件选择刺槐、青冈栎、栎树、香樟、侧柏、海桐、白三叶、紫花苜蓿、红花草、百慕大等。

(3) 具有良好的景观性。对用于工程永久办公生活区等永久范围内绿化美化的树、草种，应与周边环境相协调，在侧重绿化效果的同时进行合理配置，力求经济合理。根据植物季相选择春季观花植物玉兰、樱花、雪梨、柑橘、春娟、山茶、木槿、垂丝海棠，夏季观花植物月季，秋季观叶植物银杏，观花植物桂花，冬季观花植物茶梅、常绿植物青冈栎、香樟、侧柏、红花檵木、金叶女贞、海桐、爬山虎、常春藤等。

本方案植物措施选择的主要树、草种的生物学、生态学特性及主要用途见表 9.1-4。

表 9.1-4 主要绿化树草种生物、生态学特性及主要用途表

编号	名称	特 性
1	刺槐	落叶乔木。喜光，不耐庇荫，喜温暖湿润气候，对土壤要求不严，对土壤酸碱度不敏感，生长迅速，适应性强，为优良的固沙保土树种。
2	青冈栎	常绿乔木。中性喜光树种，对土壤要求不严。萌芽力强，耐修剪，深根性，可防风、防火。常绿阔叶林重要组成树种，耐瘠薄。木材性质优良，为纺织工业木梭的重要材料。
3	玉兰	落叶乔木。喜光，较耐寒，可露地越冬，喜肥沃、排水良好而带微酸性的砂质土壤，具有一定的吸硫的能力，是较好的防污染绿化树种，亦为驰名中外的园林观赏树种。
4	栎树	落叶乔木。喜光，稍耐半荫，耐寒，耐干旱和瘠薄，对环境的适应性强。具有深根性，萌芽力强，生长速度中等，有较强抗烟尘能力。
5	香樟	常绿乔木。树喜光，稍耐荫；喜温暖湿润气候，耐寒性不强，对土壤要求不严，较耐水湿，主根发达，深根性，能抗风。有很强的吸烟滞尘、涵养水源、固土防沙和美化环境的能力。
6	银杏	落叶乔木。喜光，深根性，对气候、土壤的适应性较宽，但不耐盐碱土及过湿的土壤，树形优美，是较好的庭园树及行道树。
7	桂花	常绿小乔木。喜温暖，抗逆性强，既耐高温，也较耐寒，是长江流域常用的景观绿化树种。
8	侧柏	常绿乔木。亚热带树种，较喜光。喜温暖湿润，多雾静风的气候环境，抗风力强，耐烟尘，是长江流域栽培广、经济价值高的树种。
9	马桑	灌木，分布于中国四川、湖北、陕西、云南、贵州等地，适生与海拔 400~2000m 地带。
10	雪梨	蔷薇科梨属多年生落叶乔木，对土壤的适应范围较广，分布广泛，常见经济林树种。
11	柑橘	对土壤的适应范围较广，分布广泛，长江流域常见经济林树种。
12	春娟	又名映山红、山石榴，为常绿或平常绿灌木。喜欢酸性土壤，凉爽、湿润、通风的半阴环境，常用景观绿化树种。
13	红花檵木	常绿灌木或小乔木。喜光，稍耐阴，喜温暖，耐寒冷，适应性强，耐旱。萌芽力和发枝力强，耐修剪。耐瘠薄，但适宜在肥沃、湿润的微酸性土壤中生长，是园林中常用的彩叶树种。
14	胡枝子	直立灌木。耐旱、耐瘠薄、耐酸性、耐盐碱、耐刈割。对土壤适应性强，根系发达，萌力强，保持水土能力强。
15	海桐	常绿灌木或小乔木，对气候的适应性较强，能耐寒冷，亦颇耐暑热，以长江流域至南岭以北生长最佳。喜肥沃湿润土壤，干旱贫瘠地生长不良，稍耐干旱，颇耐水湿。萌芽力强，颇耐修剪。



续表 9.1-4 主要绿化树草种生物、生态学特性及主要用途表

编号	名称	特 性
16	月季	直立灌木，性喜温暖、日照充足、空气流通的环境，以疏松、肥沃、富含有机质、微酸性、排水良好的壤土较为适宜。
17	爬山虎	多年生大型落叶木质藤本植物，适应性强，性喜阴湿环境，但不怕强光，耐寒，耐旱，耐贫瘠，气候适应性广泛
18	常春藤	多年生常绿攀援灌木，常春藤叶形美丽，四季常青，在南方各地常作垂直绿化使用。阴性藤本植物，也能生长在全光照的环境中，在温暖湿润的气候条件下生长良好，不耐寒。对土壤要求不严，喜湿润、疏松、肥沃的土壤，不耐盐碱。
19	狗牙根	禾本科狗牙根属暖季型草坪草。匍匐茎发达，早期生长速度快，根茎蔓延力强，形成的草坪低矮。耐践踏，性强健，是优良的水土保持植物，长江流域及以南地区均可播种。
20	鸡眼草	豆科鸡眼草属一年生草本。披散或平卧生长，喜光、耐贫瘠、耐干旱、适应能力强，适宜于废弃矿山、边坡绿化，是优良的保土植物。
21	白三叶	多年生草本。茎匍匐蔓生，适应性广、抗热抗寒性强、对土壤要求不高，尤其喜欢黏土耐酸性土壤，也可在砂质土中生长，主要用于草地建设，具有良好的生态和经济价值。
22	紫花苜蓿	多年生草本，耐干旱，适应性广泛，喜温暖和半湿润，产量高而质优，可用于改良土壤。
23	紫云英	二年生草本，喜温暖、湿润的气候，对土壤要求不严，生于海拔 400-3000m 间，分布于中国长江流域各省区。

9.1.2.4 植物措施布设体系

本工程植物措施体系的布设包括永久管理范围及办公生活区绿化美化和工程施工开挖、填筑面植被恢复两大方面。

永久管理及办公生活区绿化美化主要是指输水总干线进出口建筑物及管理范围、石花控制闸管理范围、永久办公生活区等永久占地范围及永久道路两侧的绿化。工程施工开挖、填筑面主要包括挖填边坡、施工平台迹地、堆渣区等植被恢复。本工程拟选择树、草种及规格详见表 9.1-5。

表 9.1-5 拟选树、草种苗木质量等级表

序号	名称	苗木种类	苗木等级	综合控制指标	备注
1	银杏	土球苗	I 级苗、干径 > 4cm、苗高 > 2.0m，土球直径 > 30cm	色泽正常，苗干通直、根系发达，无机械损伤	参考《主要造林树种苗木》（DB53/062-2006）、《林木种子质量分级》DB53/248-2008）
2	香樟	土球苗	I 级苗、干径 > 4cm、苗高 > 1.5m，土球直径 > 30cm	色泽正常，苗干通直、根系发达，无机械损伤	
3	雪松	土球苗	I 级苗、干径 > 4cm、苗高 > 2.0m，土球直径 > 30cm	色泽正常，苗干通直、根系发达，无机械损伤	
4	玉兰	土球苗	I 级苗、干径 > 4cm、苗高 > 1.5m，土球直径 > 30cm	色泽正常，苗干通直、根系发达，无机械损伤	
5	柑橘	土球苗	I 级苗、干径 > 4cm、苗高 > 1.5m，土球直径 > 30cm	色泽正常，苗干通直、根系发达，无机械损伤	
6	雪梨	土球苗	I 级苗、干径 > 4cm、苗高 > 1.5m，土球直径 > 30cm	色泽正常，苗干通直、根系发达，无机械损伤	



续表 9.1-5 拟选树、草种苗木质量等级表

序号	名称	苗木种类	苗木等级	综合控制指标	备注
7	青冈栎	容器苗	I 级苗、干径>3cm、苗高>0.8m	色泽正常, 苗干通直、根系发达, 无机械损伤	
8	刺槐	容器苗	I 级苗、干径>3cm、苗高>0.8m	色泽正常, 苗干通直、根系发达, 无机械损伤	
9	栎树	土球苗	I 级苗、干径>4cm、苗高>2.0m	色泽正常, 苗干通直、根系发达, 无机械损伤	
10	桂花	土球苗	I 级苗、干径>4cm、苗高>2.0m	色泽正常, 苗干通直、根系发达, 无机械损伤	
11	樱花	土球苗	I 级苗、干径>4cm、苗高>1.5m	色泽正常, 苗干通直、根系发达, 无机械损伤	
12	胡枝子	容器苗	I 级苗、地径>0.8cm、苗高>30cm	叶色正常, 根系发达	
13	马桑	容器苗	I 级苗、地径>0.8cm、苗高>30cm	叶色正常, 根系发达	
14	红花檵木	土球苗	I 级苗、地径>1cm、苗高>50cm	叶色正常, 根系发达	
15	金叶女贞	土球苗	I 级苗、地径>1cm、苗高>50cm	叶色正常, 根系发达	
16	海桐	土球苗	I 级苗、地径>1cm、苗高>50cm	叶色正常, 根系发达	
17	春娟	土球苗	I 级苗、地径>1cm、苗高>50cm	叶色正常, 根系发达	
18	月季	土球苗	I 级苗、地径>1cm、苗高>50cm	叶色正常, 根系发达	
19	山茶	土球苗	I 级苗、地径>1cm、苗高>50cm	叶色正常, 根系发达	
20	茶梅	土球苗	I 级苗、地径>1cm、苗高>50cm	叶色正常, 根系发达	
21	木槿	土球苗	I 级苗、地径>1cm、苗高>50cm	叶色正常, 根系发达	
22	垂丝海棠	土球苗	I 级苗、地径>1cm、苗高>50cm	叶色正常, 根系发达	
23	常春藤	容器苗	地径 1cm、主蔓长 1m、分支数>10 只	叶色正常, 根系发达	
24	爬山虎	容器苗	地径 1cm、主蔓长 1m、分支数>10 只	叶色正常, 根系发达	
25	狗牙根	种籽	一级种, 净度≥85%, 发芽率≥90%, 种子用价≥88.2%, 其它植物种子数≤1000 粒, 水分≤11%	种籽饱满	
26	白三叶	种籽	一级种, 净度≥85%, 发芽率≥90%, 种子用价≥88.2%, 其它植物种子数≤1000 粒, 水分≤11%	种籽饱满	
27	鸡眼草	种籽	一级种, 净度≥85%, 发芽率≥90%, 种子用价≥88.2%, 其它植物种子数≤1000 粒, 水分≤11%	种籽饱满	
28	紫花苜蓿	种籽	一级种, 净度≥85%, 发芽率≥90%, 种子用价≥88.2%, 其它植物种子数≤1000 粒, 水分≤11%	种籽饱满	
29	红花草	种籽	一级种, 净度≥85%, 发芽率≥90%, 种子用价≥88.2%, 其它植物种子数≤1000 粒, 水分≤11%	种籽饱满	
30	百慕大	草坪	覆盖度>98%, 无病虫害	色泽正常	



9.1.3 临时措施设计标准

临时措施主要包括临时拦挡、临时排水、临时撒播草籽和临时苫盖措施等。

(1) 根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)、《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012)及其引用文件,依照各个防治分区的工程建设内容,系统分析和研究各施工区临时措施的一般规定、适用条件、措施设计标准和要求等。

(2) 根据现阶段设计成果,加强主体工程施工方法、工艺的研究,明确极易造成水土流失的临时堆土(石、渣)、裸露边坡、场地等的位置、时间及其可能造成水土流失的主要施工扰动因素和影响因子等。

通过研究,各防治分区临时措施主要类型包括临时拦挡工程、临时排水沉沙工程和临时撒播草籽工程、临时苫盖工程等。

9.2 输水总干线工程防治区

9.2.1 主体工程防治区

9.2.1.1 输水建筑物防治区

引江补汉工程输水干线建筑物主要由进出口建筑物、石花控制建筑物、输水隧洞、施工支洞等组成。本区水土流失的主要环节为隧洞出渣、建筑物边坡开挖、导流工程施工。隧洞开挖石方除用作混凝土骨料外,应尽量用于周边建筑物及场地回填使用,无法综合利用的弃渣应直接运往指定弃渣场堆放,尽量减少转运次数。

主体工程设计中考虑了施工扰动范围内表土剥离,进出口建筑物、石花控制建筑物及施工支洞开挖边坡周边截排水沟、马道排水沟,坡面挂网喷砼、喷锚支护,安乐河出口柔性生态保护毯等防护措施,在满足主体工程安全防护的同时具有较好水土保持功能。本区水土保持专项措施主要包括:施工期间,对临时堆土堆料和表土堆放场采取临时拦挡、临时苫盖等防护措施;施工结束后,对开挖边坡在保证安全稳定的基础上采取喷播植草护坡进行防护,洞顶平台及周边管理范围进行土地平整、覆土。对于永久占地范围内布置绿化美化措施,一般施工支洞封堵后采取植被恢复措施。

(1) 工程措施

施工结束后,对施工扰动迹地及建筑物周边绿化范围进行土地平整。为满足绿化及植被恢复需要,土地平整结束后进行覆土,平均覆土厚度 0.3m。

(2) 植物措施

1) 生态护坡



主体工程采用“早进洞、晚出洞”的施工工艺，洞口边坡按照 1: 1~1: 1.5 开挖。施工结束后，在主体工程措施保证边坡稳定的基础上，对进出口建筑物开挖边坡、石花控制建筑物地面部分开挖边坡以及永久检修洞洞脸边坡采取客土喷播植草进行绿化。喷播前应先清除坡面表面松散块石、垃圾、杂草等，采用镀锌铁丝网($\phi 3\text{mm}@50\text{mm}\times 50\text{mm}$)自上而下铺网，采用锚固件对网片进行固定。喷播材料选择草种、土壤、肥料、添加剂、水混合，喷射厚度 10~12cm，分两次喷射。面层喷射完成后采用无纺布苫盖保墒。

2) 管理范围绿化美化

输水隧洞进出口建筑物分别临近三峡库区和汉江，拟结合周边区域环境布置绿化美化措施。

① 绿化美化总体方案

对于节点绿化，采取以乔灌木绿化为主，适当点缀高大乔木，形成，做到四季常绿，三季有花。

绿化树种选择银杏、雪松、玉兰、红花檫木、金叶女贞、海桐、春娟等，草本植物以狗牙根、鸡眼草、白三叶为主。

② 绿化美化典型设计

绿化美化工程结合建筑物布置进行规划，主要考虑利用施工道路、已有道路、永久建筑物周边裸露地带，顺应地势布置，力求做到重点突出，主题明确，根据可研阶段设计深度，本方案在此提出典型绿化工程组成、设计方案。

A: 主题建筑

规划在醒目位置，如道路交叉处、绿化区域中心位置等布置景观石（刻字）或假山等；景观石可选取开挖料中形态较好，满足绿化要求的大块石；假山可利用现有地形布置。

B: 观景道路

考虑到综合利用工程现有弃渣或开采料，观景道路采用碎石拼花路面，设计宽度 1.5m~2.0m。

C: 全面植草

对绿化区内进行全面铺植草皮，草种可选择白三叶、百慕大等。

D: 灌木配置

灌木搭配过程中要考虑视线的通透性，不能阻碍主体建筑物，考虑沿着观景道路设

置金叶女贞和红花檵木，按照 1:1 的方式搭配；对主题建筑物周边，根据地形和要求点缀红花檵木、海棠和春娟。

E: 乔木配置

乔木考虑栽植树形优美的雪松、银杏、玉兰，乔木可孤植、对植于绿化草坪中部，建筑物周边。

3) 植被恢复

对于一般施工支洞占压扰动范围，土地整治及覆土后采取乔灌草结合方式进行植被恢复。乔木选择青冈栎、刺槐，灌木选择马桑、胡枝子，乔、灌行间混交栽植，乔木株行距 2m，灌木株行距 2m，林下撒播草籽，草种选择狗牙根、白三叶、鸡眼草，混播比例 1:1:1，撒播密度 80kg/hm²。

(3) 临时措施

1) 临时拦挡

施工期间，对隧洞开挖的临时堆料拟采用袋装土拦挡，梯形断面，顶宽 0.5m，高 1m，边坡 1:1。

2) 临时苫盖

为防止降雨和地表径流的冲刷，施工期间对隧洞洞脸开挖形成的松散坡面采用防雨布临时苫盖防护，防雨布可重复利用。

9.2.1.2 安乐河整治防治区

安乐河整治内容包括河道扩挖及岸坡防护。主体工程对岸坡采取的柔性生态保护毯防护在满足主体工程安全需要的同时，具有较好的水土保持作用。本区水土保持专项措施主要包括施工期间下边坡布置临时钢筋石笼拦挡，并对开挖坡面采取临时苫盖措施，施工结束后对安乐河出口岸坡两侧布置生态廊绿化带。

(1) 临时措施

施工期间，为防止开挖土石滚落造成水土流失，拟在开挖边坡下侧布置钢筋石笼拦挡，钢筋石笼挡墙高 1~2m。同时为防止降雨和地表径流的冲刷，对施工过程中开挖形成的坡面采用防雨布临时苫盖防护。

(2) 植物措施

施工结束后，结合建筑物布置拟在安乐河两侧规划布置生态廊绿化带，分三层带状布置。乔木树种可选择银杏、雪松、香樟、玉兰等，灌木种类可选择红花檵木、金叶女



贞、海棠、海桐和春娟等；乔木株间距 2m，灌木株间距 2m。树下裸露地表通过铺设草皮进行绿化，草种选择白三叶、百慕大等。

9.2.1.3 桥梁工程防治区

本区建设内容主要是新建安乐河桥 1 座。水土保持专项措施主要包括施工期间桥头处布置泥浆沉淀池，两端锥坡下部设置临时拦挡措施，施工结束后对桥头两侧空地进行了土地平整，并进行乔灌草结合恢复植被。

(1) 临时措施

泥浆池主要存放钻孔施工需要的泥浆，采用半填半挖式，地下部分开挖尺寸根据钻孔需要泥浆数量确定，开挖的土方堆置在池体四周，并夯实，以作为泥浆池地上部分；施工结束后，泥浆池四周堆置土方用于回填池体，并整平。沉淀池形式采用半挖半填式，池身长 4m、宽 3m，地面以下开挖 1.5m，开挖边坡取 1:0.5，地面以上高 0.5m。池身开挖的深层土堆置在池体四周，并拍实，以形成沉淀池地上部分。深层土外侧坡脚采用袋装土围护，断面为梯形，尺寸为：0.5m×1.0m×0.8m（上宽×底宽×高）。

在桥梁两端锥坡下部设置临时挡土墙，以防止桥梁基础施工过程中开挖土石方滚落至河道内。袋装土挡墙顶宽 0.5m，高 1m，边坡 1:1。

(2) 工程措施

施工结束后，对桥头两侧空地进行了土地平整、覆土。

(3) 植物措施

土地整治结束后，桥头两侧空地采取乔灌草结合恢复植被。乔木树种可选择银杏、玉兰等，灌木选择红花檵木、金叶女贞、海桐；裸露地表采取铺设草皮，草种选择白三叶、百慕大等。

主体工程防治区工程量详见表 9.2.1-1。

表 9.2.1-1 主体工程防治区工程量表

序号	项目	单位	工程量
一	工程措施		
1	土地整治工程		
	土地平整	hm ²	35.46
	表土回覆	m ³	106400
二	植物措施		
	全面整地	hm ²	20.34



续表 9.2.1-1 主体工程防治区工程量表

序号	项目	单位	工程量
	生土追肥	m ³	35800
	穴状整地 (60cm × 60cm)	个	38643
	穴状整地 (30cm × 30cm)	个	75373
	客土喷播植草	m ²	151200
	种草	hm ²	1.50
	铺植草皮	hm ²	18.84
	马桑	株	1969
	胡枝子	株	1969
	红花檵木	株	12364
	金叶女贞	株	12364
	海桐	株	12364
	春娟	株	12364
	茶梅	株	7327
	木槿	株	7327
	垂丝海棠	株	7327
	青冈栎	株	1969
	刺槐	株	1969
	银杏	株	8543
	雪松	株	6674
	玉兰	株	6674
	栎树	株	4271
	桂花	株	4271
	樱花	株	4271
	幼林抚育	hm ²	20.34
三	临时措施		
1	临时拦挡	m	8000
	袋装土拦挡	m ³	13200
	袋装土拆除	m ³	13200
2	临时苫盖		
	防雨布	m ²	90000
3	沉淀池	座	2
	土方开挖	m ³	158
	M7.5 浆砌石	m ³	95



9.2.2 永久办公生活防治区

根据工程管理需求,本工程沿输水总干线布置宜昌、保康、谷城和丹江口 4 个管理处,包括建设管理办公用房及其附属设施。此外,保留 11 处施工支洞作为永久检修洞,周边配套布置管理站。主体工程设计考虑了本区的周边截排水措施,本区水土保持专项措施主要包括:施工前,对占地区域表土进行剥离并采取防护措施,施工过程中采取临时拦挡、临时苫盖措施,施工结束后对场内需绿化区域进行土地平整、覆土并采取绿化措施。

(1) 工程措施

为保护工程区表土资源,为工程区后期绿化创造条件,施工前拟对其占压区域表土资源进行剥离。剥离的表土集中运至规划的表土堆存场,并采取防护措施。

施工结束后,对场内绿化区域进行土地平整,土地平整后进行覆土,覆土厚度 40cm。

(2) 植物措施

本阶段管理处及管理站未进行详细设计,暂按 35%绿化率计列绿化面积开展典型设计。

根据植物措施总体规划,本着“因地制宜,适地适树”的原则,尽量选择乡土绿化植物,植物配置采用点、线、面相结合、乔灌木结合的立体绿化方式。乔木树种可选择银杏、雪松、香樟、玉兰,灌木选择红花檵木、金叶女贞、海棠、海桐和春娟。香樟和银杏可作为区内行道树树种,雪松、玉兰可采用孤植点缀绿化树种。灌木种类可选择红花檵木、金叶女贞、海棠、海桐和春娟。金叶女贞、红花檵木通过片植、丛植手法与乔木形成不同的空间结构;裸露地表通过铺设草皮进行绿化,草种选择白三叶、百慕大等。

(3) 临时措施

1) 临时苫盖

施工期间,永久办公生活区修筑过程中存在部分临时土方堆放在场内空地的问题,为避免降雨对临时堆土的冲刷,水土保持设计在对临时堆土场内堆料采取用防雨布进行苫盖防护。

2) 临时拦挡

在临时堆土外侧采用袋装土挡护,袋装土挡墙采用梯形断面,上底宽 0.5m,高 1.0m,坡比 1:1。

永久办公生活防治区水土保持措施工程量详见表 9.2.2-1。



表 9.2.2-1 永久办公生活防治区工程量表

序号	项目	单位	工程量
一	工程措施		
1	土地整治工程		
	土地平整	hm ²	3.62
	表土剥离	m ³	31400
	表土回覆	m ³	14500
二	植物措施		
	全面整地	hm ²	3.62
	生土追肥	m ³	5000
	穴状整地（60cm×60cm）	个	8119
	穴状整地（30cm×30cm）	个	19005
	铺植草皮	hm ²	3.62
	红花檵木	株	2376
	金叶女贞	株	2376
	海桐	株	2376
	春娟	株	2376
	茶梅	株	3168
	木槿	株	3168
	垂丝海棠	株	3168
	银杏	株	1520
	雪松	株	1188
	玉兰	株	1188
	栎树	株	1408
	桂花	株	1408
	樱花	株	1408
	幼林抚育	hm ²	3.62
三	临时措施		
1	临时拦挡	m	1440
	袋装土拦挡	m ³	2376
	袋装土拆除	m ³	2376
2	临时苫盖		
	防雨布	m ²	12000



9.2.3 施工生产生活防治区

施工生产生活防治区主要包括混凝土系统、金结加工厂、油库、变电所、机械停放保养场、综合仓库、综合加工厂及施工营地等。主体设计中考虑了本区施工场地的边坡防护,坡脚拦挡等措施,以及临时占用耕园地的土地复耕措施。水土保持设计补充施工前表土剥离及防护,施工期间采取临时拦挡、临时排水、临时沉沙及临时苫盖措施,施工结束后对扰动迹地进行土地平整、覆土以及非耕地部分迹地植被恢复措施等。以北峪沟施工场地进行水土保持措施典型设计,北峪沟施工场地位于 11#支洞西北约 0.5km 处,占地面积 1.09hm^2 。

(1) 工程措施

1) 表土剥离

为保护工程区宝贵的表土资源,为施工生产生活区后期植被恢复或绿化创造条件,施工前拟对其占压区域表土进行剥离,剥离量为 2861m^3 。剥离的表土集中堆存在施工场地范围内。

2) 土地平整、覆土

施工生产生活区使用结束后,拟对施工扰动迹地 1.09hm^2 面积进行土地平整,土地平整结束后进行表土回覆,平均覆土厚度 0.25m,覆土量为 2861m^3 。

(2) 植物措施

施工结束后,施工生产生活区扰动迹地采取乔灌木结合恢复植被。乔木选择青冈栎、刺槐,株行距 $2\text{m} \times 2\text{m}$,种植乔木 2726 株;灌木选择马桑、胡枝子,栽植间距 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$,种植灌木 2726 株;林下撒播草籽,草种选择狗牙根、白三叶、鸡眼草,混播比例 1:1:1,撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$,撒播草籽 91.56kg。幼林抚育面积为 1.09hm^2 。

(3) 临时措施

1) 拦挡措施

表土堆存期间,为防止表土撒落,拟在表土堆放场周边采用袋装土挡墙进行拦挡,袋装土挡墙梯形断面,顶宽 0.5m,高 1m,边坡 1:1,袋装土挡墙长 130m。

2) 排水措施

施工过程中,拟在施工场地周边布设浆砌石排水沟,排水沟梯形断面,设计尺寸 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ (宽 $\times$ 高),两侧沟壁坡比 1:0.5,沟身采用 M7.5 浆砌片石砌筑,厚度 30cm,排水沟长 140m。排水沟出口顺接沉沙池,沉沙池采用 M7.5 浆砌石砌筑,尺寸 $1.5\text{m} \times$



1.0m × 1.0m (长 × 宽 × 高), 衬砌厚度 30cm, M10 水泥砂浆抹面, 设置 2 座沉沙池。

3) 临时苫盖

为防止因降雨对堆放表土的直接冲刷引起的水土流失, 并减少风蚀引起的扬尘, 需对剥离表土采用防雨布进行苫盖防护(防雨布可考虑重复使用), 临时苫盖面积为 1002m²。

(4) 施工管理措施

1) 场地平整前应先行进行表土剥离, 修建周边截排水措施, 对开挖形成的临时堆土及时进行清理, 并运至规划的弃渣场。

2) 施工设施场平应避免雨季施工, 施工活动控制在征占范围内, 保护施工场地周边植被。

3) 雨季前, 完成施工场地内临时排水系统的建设, 保证坡面和地表径流有效地进行排导, 减少水土流失。

5) 对于台阶式布置的场平区域, 应做好土石方的调配工作, 以挖就填, 尽量做到挖填平衡。

6) 加强施工管理, 增强施工人员的水土保持观念, 施工全过程中, 将各项水土保持措施及时有效落实。

7) 施工期间加强临时防护措施的效果监测, 注意完善调整。

施工生产生活防治区工程量详见表 9.2.3-1。

表 9.2.3-1 施工生产生活防治区工程量表

序号	项目	单位	工程量
一	工程措施		
1	土地整治工程		
	土地平整	hm ²	50.77
	表土剥离	m ³	435200
	表土回覆	m ³	98500
二	植物措施		
	全面整地	hm ²	50.77
	生土追肥	m ³	93100
	穴状整地 (60cm × 60cm)	个	133271
	穴状整地 (30cm × 30cm)	个	133271
	种草	hm ²	50.77
	马桑	株	53309



续表 9.2.3-1 施工生产生活防治区工程量表

序号	项目	单位	工程量
	胡枝子	株	53309
	红花檵木	株	6664
	金叶女贞	株	6664
	海桐	株	6664
	春娟	株	6664
	青冈栎	株	53309
	刺槐	株	53309
	栎树	株	13327
	桂花	株	13327
	幼林抚育	hm ²	50.77
三	临时措施		
1	临时拦挡	m	9520
	袋装土拦挡	m ³	15708
	袋装土拆除	m ³	15708
2	临时苫盖		
	防雨布	m ²	196000
3	临时排水	m	9688
	土方开挖	m ³	7266
	M7.5 浆砌石	m ³	5328
4	沉沙池	座	78
	土方开挖	m ³	423
	M7.5 浆砌石	m ³	306

9.2.4 交通道路防治区

(1) 永久道路

主体工程设计中考虑了路基边沟、边坡截水沟、上边坡格构植草护坡等防护措施。本区水土保持专项措施主要包括：施工前，对道路占地范围内的表土进行剥离，分段集中堆放在临近施工生产生活区表土堆放场；施工期间在道路下边坡采取格构植草护坡进行防护，并布置溜渣拦挡措施；施工结束后，根据道路布置栽植行道树，对道路两侧及路基下边坡进行土地平整、覆土以及灌草结合方式进行恢复植被。以 26#支洞进场道路（即桐木沟检修洞进场道路）进行水土保持措施典型设计，26#支洞进场道路为场内 3 级道路，为水泥混凝土路面，长 3.01km（新建 2.63km，改扩建 0.38km），路面宽度 6.5m，



路基宽度 7.5m。

1) 工程措施

为满足后期土地复耕及植被恢复需要,施工前对可剥离表土进行剥离,剥离量为 6473m^3 ,表土分段集中堆放在临近施工生产生活区的表土堆放场。施工道路使用结束后,对施工道路两侧扰动迹地进行平整,平整面积 0.28hm^2 ;土地平整后,为满足绿化及植被恢复需要进行覆土,平均覆土厚度 0.25m,覆土量为 735m^3 。

道路填筑下边坡坡比为 1: 1.5,采取框格植草护坡进行防护,面积为 0.42hm^2 。框格梁断面尺寸为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$,条带宽 20cm,厚度 40cm,埋深 30cm,上端外露 10cm。采用 C20 混凝土砌筑,厚度 30cm。

2) 植物措施

在永久道路路基外侧种植行道树,树种选择香樟,株距 3m,种植香樟 2108 株。对道路两侧扰动迹地采取灌草结合方式恢复植被,灌木选择马桑、胡枝子,栽植行间距 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$,种植灌木 736 株;草种选择狗牙根、白三叶和鸡眼草混播,混播比例为 1:1:1,播种量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$,撒播草籽 23.52kg。

路基下边坡框格内采取植草防护,草种选择狗牙根、白三叶和鸡眼草混播,混播比例为 1:1:1,撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$,撒播草籽 35.28kg。

3) 临时措施

为防止道路施工溜渣造成水土流失,拟在较为陡峭的下边坡布置钢筋石笼进行拦挡,钢筋石笼挡墙高 2m,长 300m。同时对施工期间的裸露坡面采取防雨布进行苫盖防护,临时苫盖 4500m^2 。

(2) 临时道路

主体工程设计中考虑了本区临时占用耕园地的复耕措施。本区水土保持专项措施包括:施工前,对道路占地范围内的表土进行剥离,分段集中堆放在临近施工生产生活区表土堆放场;施工期间,对上下边坡采取格构植草护坡进行防护,下边坡布置溜渣拦挡措施,道路两侧布置临时排水沉沙措施;施工结束后,占用耕园地部分由主体工程进行复耕,对其他施工扰动迹地进行土地平整、覆土以及采取植被恢复措施。以 21-1#场内道路进行水土保持措施典型设计,21-1#场内道路为场内 3 级道路,为泥结碎石路面,长 4.06km (新建 3.92km,改扩建 0.14km),路面宽度 6.5m,路基宽度 7.5m。

1) 工程措施



表土剥离：为满足后期土地复耕及植被恢复措施的需要，施工前对占地区可剥离表土进行剥离，剥离量为 9372m^3 ，分段集中堆放在临近施工生产生活区表土堆放场。

对于坡比为 1:1 的上边坡和坡比为 1:1.5 的下边坡，采取框格植草护坡进行防护，面积为 0.98hm^2 。框格梁断面尺寸为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ ，条带宽 20cm，厚度 40cm，埋深 30cm，上端外露 10cm。采用 C20 混凝土砌筑，厚度 30cm。

施工结束后，主体工程对临时占用耕地进行复耕。其他部分施工扰动迹地在施工道路使用结束后进行土地平整，平整面积 2.10hm^2 ；土地平整后，为满足植被恢复需要进行覆土，平均覆土厚度 0.25m，覆土量为 5513m^3 。

2) 植物措施

施工结束后对道路施工迹地采取乔灌草结合恢复植被。乔木选择青冈栎、刺槐，乔木株行距 2m，种植乔木 5514 株；灌木选择马桑、胡枝子，灌木株行距 2m，种植灌木 5514 株；林下撒播草籽，草种选择狗牙根、白三叶、鸡眼草混播，混播比例 1:1:1，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播草籽 176.40kg。

路基上下边坡框格内采取植草防护，草种选择狗牙根、白三叶和鸡眼草混播，混播比例为 1:1:1，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播草籽 82.32kg。

3) 临时措施

临时排水：施工过程中，在主体工程未布置排水沟的施工道路内侧开挖土质排水沟，排水沟根据地形顺接沉沙池，设置沉沙池 2 座，尺寸 $1.5\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ （长×宽×高），沟身采用 M7.5 浆砌片石砌筑，厚度 30cm，沟身内侧抹 2cm 厚 M10 水泥砂浆。

临时拦挡、临时苫盖：为防止道路施工溜渣造成水土流失，拟在较为陡峭的下边坡布置钢筋石笼进行拦挡，钢筋石笼挡墙高约 2m，长 400m。同时对施工期间的裸露坡面采取防雨布进行苫盖防护，临时苫盖 9800m^2 。

(3) 施工管理措施

1) 严格按照公路相关施工技术规范进行施工作业，挖方边坡开挖自上而下进行，挖填土石方尽量避免雨日施工，以减少水土流失。

2) 施工中严禁向河道内倾倒废弃土石方，开挖产生的废渣应及时运至规划的弃渣场。

3) 建设单位加强各路段土石方调运协调工作，建立合理的土石渣调运和堆渣方案，合理安排路基、隧道、桥涵等控制性工程施工时序。同时应进一步优化施工方案，减少



弃渣，控制水土流失。

4) 道路两侧及边坡设置完善的截排水系统，并加强施工过程中设施管理维护，对可能造成淤堵的截排水沟，进行清理，以保证水流顺畅。同时，加强排水出口下游部分侵蚀观测，对可能造成侵蚀的部位，采取防冲防护措施。

5) 各项水土保持措施与道路主体工程施工同步，及时有效地防治道路施工扰动区的水土流失。

交通道路防治区工程量详见表 9.2.4-1。

表 9.2.4-1 交通道路防治区工程量表

序号	项目	单位	工程量
一	工程措施		
	格构护坡	m ²	253697
	土方开挖	m ³	80676
	C20 混凝土	m ³	21514
	土地平整	hm ²	63.81
	表土剥离	m ³	187200
	表土回覆	m ³	101500
二	植物措施		
	全面整地	hm ²	63.81
	生土追肥	m ³	16800
	穴状整地 (60cm × 60cm)	个	212628
	穴状整地 (30cm × 30cm)	个	167501
	种草	hm ²	63.81
	马桑	株	67001
	胡枝子	株	67001
	红花檵木	株	8375
	金叶女贞	株	8375
	海桐	株	8375
	春娟	株	8375
	青冈栎	株	67001
	刺槐	株	67001
	香樟	株	45127
	栎树	株	16750



续表 9.2.4-1

交通道路防治区工程量表

序号	项目	单位	工程量
	桂花	株	16750
	幼林抚育	hm ²	63.81
三	临时措施		
1	临时拦挡	m	12880
	袋装土拦挡	m ³	21252
	袋装土拆除	m ³	21252
	钢筋石笼	m ³	153600
2	临时苫盖		
	防雨布	m ²	119000
3	临时排水	m	19922
	土方开挖	m ³	14942
	M7.5 浆砌石	m ³	10957
4	沉沙池	座	64
	土方开挖	m ³	348
	M7.5 浆砌石	m ³	251

9.2.5 弃渣场防治区

引江补汉工程共布置 25 处弃渣场，均为沟道型弃渣场，其选址合理性分析及稳定性计算详见第 7 章。弃渣场区水土保持措施主要包括表土剥离及防护、拦渣工程、防洪排导工程、斜坡防护工程、土地整治工程、植被恢复与建设工程以及临时防护工程等。

9.2.5.1 水力计算

根据水文专业计算成果，引江补汉工程各弃渣场排水沟设计洪峰流量计算成果见表 9.2.5-1。

排洪沟、截水沟缓坡段均采用明渠均匀流计算公式进行设计；陡坡段采用《中小型水利水电工程典型设计图集——溢洪道与泄洪隧洞分册》中，附录 2：《台阶式泄槽溢洪道的水力特性和设计应用》中昌桑提出的计算理论进行计算。

弃渣场排水（洪）沟断面尺寸计算结果见表 9.2.5-2～表 9.2.5-6，弃渣场排水（洪）沟设计尺寸能够满足设计和校核流量过流要求。



表 9.2.5-1 各弃渣场排水沟水文分析计算成果一览表

序号	排水沟名称		汇水面积 (km ²)	排洪设计标准	排洪校核标准	设计洪峰 流量 (m ³ /s)	校核洪峰 流量 (m ³ /s)
				(重现期, 年)	(重现期, 年)		
1	水田坝 弃渣场	1#排洪沟	4.54	50	100	125.43	142.00
		2#排洪沟	1.22	50	100	33.57	38.00
2	七里冲 弃渣场	1#排洪沟	0.97	30	50	27.44	30.33
		2#排洪沟	0.37	30	50	10.46	11.57
3	邓家畈 弃渣场	1#排洪沟	3.35	50	100	84.53	95.71
		2#排洪沟	2.04	50	100	51.47	58.29
4	李家台 弃渣场	1#排洪沟	0.72	100	200	22.98	25.68
		2#排洪沟	0.64	100	200	20.42	22.82
5	寨湾弃渣场	1#排洪沟	2.41	30	50	39.90	44.90
		2#排洪沟	0.6	30	50	5.40	6.10
6	石场沟 弃渣场	排洪沟	8.32	50	100	169.31	195.71
		1#截水沟	0.61	50	100	12.41	14.35
		2#截水沟	0.21	50	100	4.28	4.94
7	榨溪沟 1# 弃渣场	1#排洪沟	1.65	100	200	37.30	42.35
		2#排洪沟	1.15	100	200	26.00	29.52
8	榨溪沟 2# 弃渣场	1#排洪沟	1.00	100	200	29.42	33.33
		2#排洪沟	0.20	100	200	5.88	6.67
9	榨溪沟 3# 弃渣场	1#排洪沟	0.86	50	100	22.70	26.50
		2#排洪沟	0.35	50	100	9.50	10.70
10	茅坪弃渣场	1#排洪沟	0.58	50	100	18.45	21.30
		2#排洪沟	0.58	50	100	18.45	21.30
11	北峪沟 弃渣场	1#排洪沟	1.41	50	100	45.90	52.71
		2#排洪沟	0.08	50	100	2.60	2.99
12	竹林上 弃渣场	1#排洪沟	0.34	100	200	12.53	14.20
		2#排洪沟	0.07	100	200	2.47	2.80
13	马厂村 弃渣场	1#排洪沟	0.35	100	200	9.72	11.11
		2#排洪沟	2.17	100	200	60.28	68.89
14	洪裕口 弃渣场	1#排洪沟	0.73	30	50	24.67	27.25
		2#排洪沟	1.25	30	50	42.23	46.65
15	小峡谷 弃渣场	1#排洪沟	1.80	30	50	67.24	75.85
		2#排洪沟	2.59	30	50	96.76	109.15
16	夫如峪 弃渣场	1#排洪沟	4.25	30	50	84.76	95.73
		2#排洪沟	2.72	30	50	54.24	61.27
17	小洛阳沟弃 渣场	1#排洪沟	0.41	50	100	9.09	10.18
		2#排洪沟	1.06	50	100	23.41	26.32



续表 9.2.5-1 各弃渣场排水沟水文分析计算成果一览表

序号	排水沟名称		汇水面积 (km ²)	排洪设计标准	排洪校核标准	设计洪峰 流量 (m ³ /s)	校核洪峰 流量 (m ³ /s)
				(重现期, 年)	(重现期, 年)		
18	四棵树沟弃渣场	1#排洪沟	0.8	50	100	19.68	22.58
		2#排洪沟	0.33	50	100	8.12	9.32
19	石渣岭 1#弃渣场	1#截水沟	0.012	30	50	2.01	2.53
		2#截水沟	0.015	30	50	2.01	2.53
20	石渣岭 2#弃渣场	1#截水沟	0.058	30	50	2.45	2.76
		2#截水沟	0.058	30	50	2.45	2.76
21	高速沟弃渣场	截水沟	0.03	50	100	1.28	1.47
		排洪沟	0.256	50	100	10.92	12.53
22	三皇庙沟弃渣场	1#排洪沟	0.18	50	100	5.92	6.86
		2#排洪沟	0.316	50	100	10.38	12.04
23	黑龙沟弃渣场	1#排洪沟	0.202	30	50	9.41	10.55
		2#排洪沟	0.135	30	50	6.29	7.05
24	温家沟弃渣场	截水沟	0.145	50	100	5.88	6.75
		排洪沟	0.218	50	100	8.82	10.15
25	桐木沟弃渣场	截水沟	0.058	50	100	1.63	1.90
		排洪沟	0.23	50	100	6.50	7.54

表 9.2.5-2 弃渣场排水（洪）沟水力计算表（设计标准）--缓坡段

序号	弃渣场	排水沟	设计流量 (m ³ /s)	计算流量 (m ³ /s)	底宽 b (m)	水深 h (m)	边坡 m	糙率 n	坡降 i	v (m/s)	超高 (m)	渠高 (m)
1	水田坝弃渣场	1#排洪沟	125.43	133.13	4.0	3.6	0.50	0.016	0.005	6.38	0.3	3.9
		2#排洪沟	33.57	36.56	2.5	2.2	0.50	0.016	0.005	4.62	0.3	2.5
2	七里冲弃渣场	1#排洪沟	27.44	28.67	2.3	2.0	0.50	0.016	0.005	4.34	0.3	2.3
		2#排洪沟	10.46	11.66	1.7	1.4	0.50	0.016	0.005	3.47	0.3	1.7
3	邓家畈弃渣场	1#排洪沟	84.53	85.88	3.3	3.1	0.50	0.016	0.005	5.71	0.3	3.4
		2#排洪沟	51.47	52.41	2.9	2.5	0.50	0.016	0.005	5.05	0.3	2.8
4	李家台弃渣场	1#排洪沟	22.98	23.04	2.0	1.9	0.50	0.016	0.005	4.11	0.3	2.2
		2#排洪沟	20.42	20.97	2.0	1.8	0.50	0.016	0.005	4.02	0.3	2.1
5	寨湾弃渣场	1#排洪沟	39.90	40.96	2.6	2.3	0.50	0.016	0.005	4.75	0.3	2.6
		2#排洪沟	5.40	5.83	1.5	1.0	0.50	0.016	0.005	2.91	0.3	1.3
6	石场沟弃渣场	排洪沟	169.31	174.68	4.4	4.0	0.50	0.016	0.005	6.82	0.3	4.3
		1#截水沟	12.41	13.86	1.8	1.5	0.50	0.016	0.005	3.62	0.3	1.8
		2#截水沟	4.28	5.07	1.3	1.0	0.50	0.016	0.005	2.82	0.3	1.3
7	榨溪沟 1#弃渣场	1#排洪沟	37.30	37.93	2.6	2.2	0.50	0.016	0.005	4.66	0.3	2.5
		2#排洪沟	26.00	27.32	2.4	1.9	0.50	0.016	0.005	4.29	0.3	2.2



续表 9.2.5-2 弃渣场排水（洪）沟水力计算表（设计标准）--缓坡段

序号	弃渣场	排水沟	设计流量 (m^3/s)	计算流量 (m^3/s)	底宽 b (m)	水深 h (m)	边坡 m	糙率 n	坡降 i	v (m/s)	超高 (m)	渠高 (m)
8	榨溪沟 2# 弃渣场	1#排洪沟	29.42	29.84	2.4	2.0	0.50	0.016	0.005	4.39	0.3	2.3
		2#排洪沟	5.88	6.41	1.4	1.1	0.50	0.016	0.005	2.99	0.3	1.4
9	榨溪沟 3# 弃渣场	1#排洪沟	22.70	25.17	2.2	1.9	0.50	0.016	0.005	4.21	0.3	2.2
		2#排洪沟	9.50	11.66	1.7	1.4	0.50	0.016	0.005	3.47	0.3	1.7
10	茅坪 弃渣场	1#排洪沟	18.45	18.75	2.2	1.6	0.50	0.016	0.005	3.91	0.3	1.9
		2#排洪沟	18.45	18.75	2.2	1.6	0.50	0.016	0.005	3.91	0.3	1.9
11	北峪沟 弃渣场	1#排洪沟	45.90	47.26	2.8	2.4	0.50	0.016	0.005	4.92	0.3	2.7
		2#排洪沟	2.60	2.69	1.0	0.8	0.50	0.016	0.005	2.41	0.3	1.1
12	竹林上 弃渣场	1#排洪沟	12.53	13.86	1.8	1.5	0.50	0.016	0.005	3.62	0.3	1.8
		2#排洪沟	2.47	2.69	1.0	0.8	0.50	0.016	0.005	2.41	0.3	1.1
13	马厂村弃 渣场	1#排洪沟	9.72	10.85	1.8	1.3	0.50	0.016	0.005	3.41	0.3	1.6
		2#排洪沟	60.28	61.81	3.0	2.7	0.50	0.016	0.005	5.26	0.3	3.0
14	洪裕口弃 渣场	1#排洪沟	24.67	25.17	2.2	1.9	0.50	0.016	0.005	4.21	0.3	2.2
		2#排洪沟	42.23	45.68	2.7	2.4	0.50	0.016	0.005	4.88	0.3	2.7
15	小陕峪 弃渣场	1#排洪沟	67.24	69.92	3.2	2.8	0.50	0.016	0.005	5.43	0.3	3.1
		2#排洪沟	96.76	98.37	3.6	3.2	0.50	0.016	0.005	5.91	0.3	3.5
16	夫妇峪 弃渣场	1#排洪沟	84.76	88.28	3.4	3.1	0.50	0.016	0.005	5.75	0.3	3.4
		2#排洪沟	54.24	57.53	3.2	2.5	0.50	0.016	0.005	5.17	0.3	2.8
17	小洛阳沟 弃渣场	1#排洪沟	9.09	10.85	1.8	1.3	0.50	0.016	0.005	3.41	0.3	1.6
		2#排洪沟	23.41	25.17	2.2	1.9	0.50	0.016	0.005	4.21	0.3	2.2
18	四棵树沟 弃渣场	1#排洪沟	19.68	19.88	2.1	1.7	0.50	0.016	0.005	3.97	0.3	2.0
		2#排洪沟	8.12	9.48	1.8	1.2	0.50	0.016	0.005	3.29	0.3	1.5
19	石渣岭 1# 弃渣场	1#截水沟	2.01	2.95	1.1	0.8	0.50	0.016	0.005	2.46	0.3	1.1
		2#截水沟	2.01	2.95	1.1	0.8	0.50	0.016	0.005	2.46	0.3	1.1
20	石渣岭 2# 弃渣场	1#截水沟	2.45	2.95	1.1	0.8	0.50	0.016	0.005	2.46	0.3	1.1
		2#截水沟	2.45	2.95	1.1	0.8	0.50	0.016	0.005	2.46	0.3	1.1
21	高速沟 弃渣场	截水沟	1.28	1.33	1.0	0.6	0.50	0.020	0.005	1.70	0.2	0.8
		排洪沟	10.92	12.03	2.0	1.3	0.50	0.016	0.005	3.49	0.3	1.6
22	三皇庙沟 弃渣场	1#排洪沟	5.92	6.76	1.6	1.2	0.50	0.020	0.005	2.56	0.2	1.4
		2#排洪沟	10.38	10.52	2.0	1.2	0.50	0.016	0.005	3.37	0.3	1.5
23	黑龙沟 弃渣场	1#排洪沟	9.41	9.48	1.8	1.2	0.50	0.016	0.005	3.29	0.3	1.5
		2#排洪沟	6.29	6.85	1.5	1.1	0.50	0.016	0.005	3.04	0.3	1.4
24	温家沟 弃渣场	截水沟	5.88	6.21	1.6	1.0	0.50	0.016	0.005	2.96	0.3	1.3
		排洪沟	8.82	9.48	1.8	1.2	0.50	0.016	0.005	3.29	0.3	1.5
25	桐木沟 弃渣场	截水沟	1.63	1.72	1.0	0.7	0.50	0.020	0.005	1.82	0.2	0.9
		排洪沟	6.50	6.85	1.5	1.1	0.50	0.016	0.005	3.04	0.3	1.4



表 9.2.5-3 弃渣场排水（洪）沟水力计算表（校核标准）--缓坡段

序号	弃渣场	排水沟	校核流量 (m^3/s)	计算流量 (m^3/s)	底宽 b (m)	水深 h (m)	边坡 m	糙率 n	坡降 i	v (m/s)	渠高 (m)
1	水田坝 弃渣场	1#排洪沟	142.00	153.11	4.0	3.9	0.50	0.016	0.005	6.60	3.9
		2#排洪沟	38.00	45.71	2.5	2.5	0.50	0.016	0.005	4.88	2.5
2	七里冲 弃渣场	1#排洪沟	30.33	36.60	2.3	2.3	0.50	0.016	0.005	4.61	2.3
		2#排洪沟	11.57	16.34	1.7	1.7	0.50	0.016	0.005	3.77	1.7
3	邓家畈 弃渣场	1#排洪沟	95.71	101.02	3.3	3.4	0.50	0.016	0.005	5.94	3.4
		2#排洪沟	58.29	63.84	2.9	2.8	0.50	0.016	0.005	5.30	2.8
4	李家台 弃渣场	1#排洪沟	25.68	29.85	2.0	2.2	0.50	0.016	0.005	4.38	2.2
		2#排洪沟	22.82	27.48	2.0	2.1	0.50	0.016	0.005	4.29	2.1
5	寨湾 弃渣场	1#排洪沟	44.9	50.75	2.6	2.6	0.50	0.016	0.005	5.00	2.6
		2#排洪沟	6.1	9.12	1.5	1.3	0.50	0.016	0.005	3.26	1.3
6	石场沟 弃渣场	排洪沟	195.71	198.22	4.4	4.3	0.50	0.016	0.005	7.04	4.3
		1#截水沟	14.35	19.04	1.8	1.8	0.50	0.016	0.005	3.92	1.8
		2#截水沟	4.94	7.99	1.3	1.3	0.50	0.016	0.005	3.15	1.3
7	榨溪沟 1# 弃渣场	1#排洪沟	42.35	47.37	2.6	2.5	0.50	0.016	0.005	4.92	2.5
		2#排洪沟	29.52	35.20	2.4	2.2	0.50	0.016	0.005	4.57	2.2
8	榨溪沟 2# 弃渣场	1#排洪沟	33.33	38.04	2.4	2.3	0.50	0.016	0.005	4.66	2.3
		2#排洪沟	6.67	9.74	1.4	1.4	0.50	0.016	0.005	3.31	1.4
9	榨溪沟 3# 弃渣场	1#排洪沟	26.50	32.51	2.2	2.2	0.50	0.016	0.005	4.48	2.2
		2#排洪沟	10.70	16.34	1.7	1.7	0.50	0.016	0.005	3.77	1.7
10	茅坪 弃渣场	1#排洪沟	21.30	25.17	2.2	1.9	0.50	0.016	0.005	4.21	1.9
		2#排洪沟	21.30	25.17	2.2	1.9	0.50	0.016	0.005	4.21	1.9
11	北峪沟 弃渣场	1#排洪沟	52.71	58.01	2.8	2.7	0.50	0.016	0.005	5.18	2.7
		2#排洪沟	2.99	4.70	1.0	1.1	0.50	0.016	0.005	2.76	1.1
12	竹林上 弃渣场	1#排洪沟	14.20	19.04	1.8	1.8	0.50	0.016	0.005	3.92	1.8
		2#排洪沟	2.80	4.70	1.0	1.1	0.50	0.016	0.005	2.76	1.1
13	马厂村 弃渣场	1#排洪沟	11.11	15.49	1.8	1.6	0.50	0.016	0.005	3.72	1.6
		2#排洪沟	68.89	74.33	3.0	3.0	0.50	0.016	0.005	5.51	3.0
14	洪裕口 弃渣场	1#排洪沟	27.25	32.51	2.2	2.2	0.50	0.016	0.005	4.48	2.2
		2#排洪沟	46.65	56.12	2.7	2.7	0.50	0.016	0.005	5.13	2.7



续表 9.2.5-3 弃渣场排水（洪）沟水力计算表（校核标准）--缓坡段

序号	弃渣场	排水沟	校核流量 (m^3/s)	计算流量 (m^3/s)	底宽 b (m)	水深 h (m)	边坡 m	糙率 n	坡降 i	v (m/s)	渠高 (m)
15	小陕峪弃渣场	1#排洪沟	75.85	83.50	3.2	3.1	0.50	0.016	0.005	5.67	3.1
		2#排洪沟	109.15	115.03	3.6	3.5	0.50	0.016	0.005	6.14	3.5
16	夫妇峪弃渣场	1#排洪沟	95.73	103.78	3.4	3.4	0.50	0.016	0.005	5.99	3.4
		2#排洪沟	61.27	69.92	3.2	2.8	0.50	0.016	0.005	5.43	2.8
17	小洛阳沟弃渣场	1#排洪沟	10.18	15.49	1.8	1.6	0.50	0.016	0.005	3.72	1.6
		2#排洪沟	26.32	32.51	2.2	2.2	0.50	0.016	0.005	4.48	2.2
18	四棵樹沟弃渣场	1#排洪沟	22.58	37.27	2.1	2.0	0.50	0.016	0.010	6.01	2.0
		2#排洪沟	9.32	19.60	1.8	1.5	0.50	0.016	0.010	5.12	1.5
19	石渣岭 1#弃渣场	1#截水沟	2.53	5.12	1.1	1.1	0.50	0.016	0.005	2.82	1.1
		2#截水沟	2.53	5.12	1.1	1.1	0.50	0.016	0.005	2.82	1.1
20	石渣岭 2#弃渣场	1#截水沟	2.76	5.12	1.1	1.1	0.50	0.016	0.005	2.82	1.1
		2#截水沟	2.76	5.12	1.1	1.1	0.50	0.016	0.005	2.82	1.1
21	高速沟弃渣场	截水沟	1.47	2.16	1.0	0.8	0.50	0.020	0.005	1.92	0.8
		排洪沟	12.53	17.11	2.0	1.6	0.50	0.016	0.005	3.82	1.6
22	三皇庙沟弃渣场	1#排洪沟	6.86	8.81	1.6	1.4	0.50	0.020	0.005	2.74	1.4
		2#排洪沟	12.04	15.32	2.0	1.5	0.50	0.016	0.005	3.71	1.5
23	黑龙沟弃渣场	1#排洪沟	10.55	13.86	1.8	1.5	0.50	0.016	0.005	3.62	1.5
		2#排洪沟	7.05	10.37	1.5	1.4	0.50	0.016	0.005	3.37	1.4
24	温家沟弃渣场	截水沟	6.75	9.69	1.6	1.3	0.50	0.016	0.005	3.31	1.3
		排洪沟	10.15	13.86	1.8	1.5	0.50	0.016	0.005	3.62	1.5
25	桐木沟弃渣场	截水沟	1.90	2.64	1.0	0.9	0.50	0.020	0.005	2.02	0.9
		排洪沟	7.54	10.37	1.5	1.4	0.50	0.016	0.005	3.37	1.4



表 9.2.5-4

弃渣场排水（洪）沟水力计算表（设计标准）--陡坡段

序号	弃渣场	排水沟	设计流量 (m ³ /s)	起点高 程 (m)	终点高 程 (m)	段间距 (m)	陡坡坡度 (°)	台阶高 度 (m)	底宽 b (m)	边坡 m	糙率 n	出口流速 (m/s)	临界水 深 (m)	出口水 深 (m)	掺气水 深 (m)	超高(m)	渠高(m)
1	水田坝 弃渣场	1#排洪沟	125.43	412	288	315	21.49	0.5	4.0	0.50	0.016	13.29	3.9	1.9	2.2	0.3	2.5
		2#排洪沟	33.57	410	288	386	17.54	0.5	2.5	0.50	0.016	9.30	2.3	1.2	1.3	0.3	1.6
2	七里冲 弃渣场	1#排洪沟	27.44	361	322	142	15.36	0.5	2.3	0.50	0.016	8.47	2.1	1.1	1.2	0.3	1.5
		2#排洪沟	10.46	362	322	144	15.52	0.5	1.7	0.50	0.016	6.87	1.4	0.7	0.8	0.3	1.1
3	邓家畈 弃渣场	1#排洪沟	84.53	498	397	392	14.45	0.5	3.3	0.50	0.016	10.60	3.4	1.9	2.1	0.3	2.4
		2#排洪沟	51.47	503	397	324	18.12	0.5	2.9	0.50	0.016	10.31	2.7	1.4	1.5	0.3	1.8
4	李家台 弃渣场	1#排洪沟	22.98	609	530	267	16.48	0.5	2.0	0.50	0.016	8.71	2.0	1.05	1.1	0.3	1.4
		2#排洪沟	20.42	609	530	400	11.17	0.5	2.0	0.50	0.016	7.48	1.8	1.08	1.2	0.3	1.5
5	寨湾 弃渣场	1#排洪沟	39.90	810	750	176	18.82	0.5	2.6	0.50	0.016	9.95	2.5	1.24	1.4	0.3	1.7
		2#排洪沟	5.40	810	750	235	14.32	0.5	1.5	0.50	0.016	6.66	0.8	0.47	0.5	0.3	0.8
6	石场沟 弃渣场	箱涵	169.31	536	454	536	8.70	0.5	4.4	0.00	0.016	12.74	4.6	3.0	3.4	0.5	3.9
		1#截水沟	12.41	538	455	497	9.48	0.5	1.8	0.50	0.016	5.83	1.5	0.9	1.0	0.3	1.3
		2#截水沟	4.28	538	455	472	9.97	0.5	1.3	0.50	0.016	4.73	0.9	0.6	0.6	0.3	0.9
7	榨溪沟 1#弃渣场	1#排洪沟	37.30	670	515	505	17.06	0.5	2.6	0.50	0.016	9.38	2.4	1.2	1.4	0.3	1.7
		2#排洪沟	26.00	670	515	498	17.29	0.5	2.4	0.50	0.016	8.61	2.0	1.0	1.1	0.3	1.4
8	榨溪沟 2#弃渣场	1#排洪沟	29.42	610	530	239	18.51	0.5	2.4	0.50	0.016	11.04	1.8	0.9	1.0	0.3	1.3
		2#排洪沟	5.88	610	530	236	18.73	0.5	1.4	0.50	0.016	7.88	0.9	0.5	0.5	0.3	0.8
9	榨溪沟 3#弃渣场	1#排洪沟	22.70	667	585	225	20.02	0.5	2.2	0.50	0.016	8.98	1.9	0.9	1.0	0.3	1.3
		2#排洪沟	9.50	668	585	288	16.08	0.5	1.7	0.50	0.016	6.72	1.3	0.7	0.7	0.3	1.0
10	茅坪 弃渣场	1#排洪沟	18.45	414	390	110	12.31	0.5	2.2	0.50	0.016	6.94	1.7	1.0	1.1	0.3	1.4
		2#排洪沟	18.45	414	390	100	13.50	0.5	2.2	0.50	0.016	7.20	1.7	1.0	1.0	0.3	1.3
11	北峪沟 弃渣场	1#排洪沟	45.90	585	490	285	18.43	0.5	2.8	0.50	0.016	11.51	2.3	1.2	1.3	0.3	1.6
		2#排洪沟	2.60	580	490	241	20.48	0.5	1.0	0.50	0.016	7.64	0.6	0.3	0.3	0.3	0.6
12	竹林上 弃渣场	1#排洪沟	12.53	490	375	395	16.23	0.5	1.8	0.50	0.016	9.69	1.2	0.6	0.7	0.3	1.0
		2#排洪沟	2.47	490	380	367	16.68	0.5	1.0	0.50	0.016	7.12	0.6	0.3	0.3	0.3	0.6
13	马厂村 弃渣场	2#排洪沟	60.28	360	240	428	15.66	0.5	3.0	0.50	0.016	11.18	2.7	1.4	1.6	0.3	1.9

续表 9.2.5-4

弃渣场排水(洪)沟水力计算表(设计标准)--陡坡段

序号	弃渣场	排水沟	设计流量 (m ³ /s)	起点高 程(m)	终点高 程(m)	段间距 (m)	陡坡坡度 (°)	台阶高 度(m)	底宽 b (m)	边坡 m	糙率 n	出口流速 (m/s)	临界水 深(m)	出口水 深(m)	掺气水 深(m)	超高(m)	渠高(m)
14	洪裕口 弃渣场	1#排洪沟	24.67	391	351	118	18.73	0.5	2.2	0.50	0.016	8.96	2.0	1.0	1.1	0.3	1.4
		2#排洪沟	42.23	391	351	130	17.10	0.5	2.7	0.50	0.016	9.66	2.5	1.3	1.4	0.3	1.7
15	小峡谷 弃渣场	1#排洪沟	67.24	408	358	171	16.30	0.5	3.2	0.50	0.016	11.42	2.8	1.5	1.7	0.3	2.0
		2#排洪沟	96.76	408	356	186	15.62	0.5	3.6	0.50	0.016	11.77	3.4	1.8	2.0	0.3	2.3
16	夫妇峪 弃渣场	1#排洪沟	84.76	350	324	179	8.26	0.5	3.4	0.50	0.016	8.94	3.2	2.1	2.3	0.3	2.6
		2#排洪沟	54.24	350	320	112	15.00	0.5	3.2	0.50	0.016	10.10	2.5	1.4	1.5	0.3	1.8
17	小洛阳沟 弃渣场	1#排洪沟	9.09	264	192	273	14.77	0.5	1.8	0.50	0.016	8.66	0.9	0.5	0.6	0.3	0.9
		2#排洪沟	23.41	264	190	306	13.59	0.5	2.2	0.50	0.016	8.21	1.9	1.0	1.1	0.3	1.4
18	四棵樹沟 弃渣场	1#排洪沟	19.68	250	175	283	14.84	0.5	2.1	0.50	0.016	7.72	1.8	1.0	1.1	0.3	1.4
		2#排洪沟	8.12	250	175	358	11.83	0.5	1.8	0.50	0.016	5.61	1.1	0.7	0.7	0.3	1.0
19	石渣岭 1#弃渣场	1#截水沟	2.01	149	128	90	13.13	0.5	1.1	0.50	0.016	4.34	0.6	0.4	0.4	0.3	0.7
		2#截水沟	2.01	149	128	74	15.84	0.5	1.1	0.50	0.016	4.66	0.6	0.3	0.4	0.3	0.7
20	石渣岭 2#弃渣场	1#截水沟	2.45	164	123	202	11.47	0.5	1.1	0.50	0.016	4.39	0.7	0.4	0.4	0.3	0.7
		2#截水沟	2.45	164	123	208	11.15	0.5	1.1	0.50	0.016	4.34	0.7	0.4	0.4	0.3	0.7
21	高速沟 弃渣场	截水沟	1.28	235	154	354	12.89	0.5	1.0	0.50	0.020	3.85	0.5	0.3	0.3	0.2	0.5
		排洪沟	10.92	235	154	316	14.38	0.5	2.0	0.50	0.016	6.44	1.3	0.7	0.8	0.3	1.1
22	三皇庙沟 弃渣场	1#排洪沟	5.92	290	250	180	12.53	0.5	1.6	0.50	0.020	5.38	1.0	0.6	0.6	0.2	0.8
		2#排洪沟	10.38	290	250	269	8.46	0.5	2.0	0.50	0.016	5.17	1.3	0.8	0.9	0.3	1.2
23	黑龙沟 弃渣场	1#排洪沟	9.41	270	213	278	11.61	0.5	1.8	0.50	0.016	5.83	1.2	0.7	0.8	0.3	1.1
		2#排洪沟	6.29	270	213	314	10.28	0.5	1.5	0.50	0.016	4.77	1.1	0.7	0.7	0.3	1.0
24	温家沟 弃渣场	截水沟	5.88	290	242	240	11.31	0.5	1.6	0.50	0.016	5.16	1.0	0.6	0.6	0.3	0.9
		排洪沟	8.82	290	242	271	10.06	0.5	1.8	0.50	0.016	5.41	1.2	0.8	0.8	0.3	1.1
25	桐木沟 弃渣场	截水沟	1.63	210	134	332	12.91	0.5	1.0	0.50	0.020	4.15	0.6	0.3	0.4	0.2	0.6
		排洪沟	6.50	210	134	382	11.26	0.5	1.5	0.50	0.016	5.39	1.1	0.7	0.7	0.3	1.0



表 9.2.5-5 弃渣场排水（洪）沟水力计算表（校核标准）--陡坡段

序号	弃渣场	排水沟	校核流量 (m ³ /s)	起点高程 (m)	终点高程 (m)	段间距 (m)	陡坡坡度 (°)	台阶高度 (m)	底宽 b (m)	边坡 m	糙率 n	出口流速 (m/s)	临界水深 (m)	出口水深 (m)	掺气水深 (m)	渠高(m)
1	水田坝 弃渣场	1#排洪沟	142.00	412	288	315	21.49	0.5	4.0	0.50	0.016	13.86	4.2	2.0	2.3	2.3
		2#排洪沟	38.00	410	288	386	17.54	0.5	2.5	0.50	0.016	9.74	2.4	1.2	1.4	1.4
2	七里冲 弃渣场	1#排洪沟	30.33	361	322	142	15.36	0.5	2.3	0.50	0.016	8.70	2.2	1.2	1.3	1.3
		2#排洪沟	11.57	362	322	144	15.52	0.5	1.7	0.50	0.016	7.04	1.5	0.8	0.8	0.8
3	邓家畈 弃渣场	1#排洪沟	95.71	498	397	392	14.45	0.5	3.3	0.50	0.016	11.00	3.6	2.0	2.2	2.2
		2#排洪沟	58.29	503	397	324	18.12	0.5	2.9	0.50	0.016	10.71	2.9	1.5	1.7	1.7
4	李家台 弃渣场	1#排洪沟	25.68	609	530	267	16.48	0.5	2.0	0.50	0.016	9.73	2.0	1.0	1.1	1.4
		2#排洪沟	22.82	609	530	400	11.17	0.5	2.0	0.50	0.016	8.36	1.8	1.1	1.2	1.5
5	寨湾 弃渣场	1#排洪沟	44.9	810	750	176	18.82	0.5	2.6	0.50	0.016	11.19	2.5	1.2	1.4	1.7
		2#排洪沟	6.1	810	750	235	14.32	0.5	1.5	0.50	0.016	7.53	0.8	0.5	0.5	0.8
6	石场沟 弃渣场	箱涵	195.71	536	454	536	8.70	0.5	4.4	0.00	0.016	13.49	5.0	3.3	3.7	3.7
		1#截水沟	14.35	538	455	497	9.48	0.5	1.5	0.50	0.016	9.95	1.2	0.8	0.8	0.8
		2#截水沟	4.94	538	455	472	9.97	0.5	1.5	0.50	0.016	3.50	1.2	0.8	0.8	0.8
7	榨溪沟 1#弃渣场	1#排洪沟	42.35	670	515	505	17.06	0.5	2.6	0.50	0.016	9.76	2.5	1.3	1.5	1.5
		2#排洪沟	29.52	670	515	498	17.29	0.5	2.4	0.50	0.016	8.97	2.1	1.1	1.2	1.2
8	榨溪沟 2#弃渣场	1#排洪沟	33.33	610	530	239	18.51	0.5	2.4	0.50	0.016	11.34	2.0	1.0	1.1	1.1
		2#排洪沟	6.67	610	530	236	18.73	0.5	1.4	0.50	0.016	8.11	1.0	0.5	0.5	0.5
9	榨溪沟 3#弃渣场	1#排洪沟	26.50	667	585	225	20.02	0.5	2.2	0.50	0.016	10.49	1.9	0.9	1.0	1.0
		2#排洪沟	10.70	668	585	288	16.08	0.5	1.7	0.50	0.016	7.57	1.3	0.7	0.7	0.7
10	茅坪 弃渣场	1#排洪沟	21.30	414	390	110	12.31	0.5	2.2	0.50	0.016	7.25	1.8	1.1	1.2	1.2
		2#排洪沟	21.30	414	390	100	13.50	0.5	2.2	0.50	0.016	7.52	1.8	1.0	1.1	1.1
11	北峪沟 弃渣场	1#排洪沟	52.71	585	490	285	18.43	0.5	2.8	0.50	0.016	11.87	2.5	1.3	1.4	1.4
		2#排洪沟	2.99	580	490	241	20.48	0.5	1.0	0.50	0.016	8.02	0.7	0.3	0.3	0.3
12	竹林上 弃渣场	1#排洪沟	14.20	490	375	395	16.23	0.5	1.8	0.50	0.016	9.99	1.2	0.7	0.7	0.7
		2#排洪沟	2.80	490	380	367	16.68	0.5	1.0	0.50	0.016	7.30	0.6	0.3	0.4	0.4

续表 9.2.5-5

弃渣场排水（洪）沟水力计算表（校核标准）--陡坡段

序号	弃渣场	排水沟	校核流量 (m ³ /s)	起点高程 (m)	终点高程 (m)	段间距 (m)	陡坡坡度 (°)	台阶高度 (m)	底宽 b (m)	边坡 m	糙率 n	出口流速 (m/s)	临界水深 (m)	出口水深 (m)	掺气水深 (m)	渠高(m)
13	马厂村 弃渣场	2#排洪沟	68.89	360	240	428	15.66	0.5	3.0	0.50	0.016	11.51	2.9	1.6	1.8	1.8
14	洪裕口 弃渣场	1#排洪沟	27.25	391	351	118	18.73	0.5	2.2	0.50	0.016	9.25	2.1	1.1	1.2	1.2
		2#排洪沟	46.65	391	351	130	17.10	0.5	2.7	0.50	0.016	9.96	2.6	1.4	1.5	1.5
15	小峡谷 弃渣场	1#排洪沟	75.85	408	358	171	16.30	0.5	3.2	0.50	0.016	11.72	3.0	1.6	1.8	1.8
		2#排洪沟	109.15	408	356	186	15.62	0.5	3.6	0.50	0.016	10.75	4.0	2.2	2.4	2.4
16	夫妇峪 弃渣场	1#排洪沟	95.73	350	324	179	8.26	0.5	3.4	0.50	0.016	9.16	3.4	2.3	2.5	2.5
		2#排洪沟	61.27	350	320	112	15.00	0.5	3.2	0.50	0.016	9.61	2.9	1.6	1.7	1.7
17	小洛阳沟 弃渣场	1#排洪沟	10.18	264	192	273	14.77	0.5	1.8	0.50	0.016	8.91	1.0	0.6	0.6	0.6
		2#排洪沟	26.32	264	190	306	13.59	0.5	2.2	0.50	0.016	8.40	2.0	1.1	1.2	1.2
18	四棵树沟 弃渣场	1#排洪沟	22.58	250	175	283	14.84	0.5	2.1	0.50	0.016	8.05	1.9	1.1	1.2	1.2
		2#排洪沟	9.32	250	175	358	11.83	0.5	1.8	0.50	0.016	5.86	1.2	0.7	0.8	0.8
19	石渣岭 1#弃渣场	1#截水沟	2.53	149	128	90	13.13	0.5	1.1	0.50	0.016	4.70	0.7	0.4	0.4	0.4
		2#截水沟	2.53	149	128	74	15.84	0.5	1.1	0.50	0.016	5.05	0.7	0.4	0.4	0.4
20	石渣 2#弃渣场	1#截水沟	2.76	164	123	202	11.47	0.5	1.1	0.50	0.016	4.57	0.8	0.5	0.5	0.5
		2#截水沟	2.76	164	123	208	11.15	0.5	1.1	0.50	0.016	4.52	0.8	0.5	0.5	0.5
21	高速沟 弃渣场	截水沟	1.47	235	154	354	12.89	0.5	1.0	0.50	0.020	4.02	0.5	0.3	0.3	0.3
		排洪沟	12.53	235	154	316	14.38	0.5	2.0	0.50	0.016	6.72	1.4	0.8	0.8	0.8
22	三皇庙沟 弃渣场	1#排洪沟	6.86	290	250	180	12.53	0.5	1.6	0.50	0.020	5.62	1.1	0.6	0.7	0.7
		2#排洪沟	12.04	290	250	269	8.46	0.5	2.0	0.50	0.016	5.40	1.4	0.9	1.0	1.0
23	黑龙沟 弃渣场	1#排洪沟	10.55	270	213	278	11.61	0.5	1.8	0.50	0.016	6.04	1.3	0.8	0.8	0.8
		2#排洪沟	7.05	270	213	314	10.28	0.5	1.5	0.50	0.016	5.34	1.1	0.7	0.7	0.7
24	温家沟 弃渣场	截水沟	6.75	290	242	240	11.31	0.5	1.6	0.50	0.016	5.38	1.1	0.7	0.7	0.7
		排洪沟	10.15	290	242	271	10.06	0.5	1.8	0.50	0.016	5.64	1.3	0.8	0.9	0.9
25	桐木沟 弃渣场	截水沟	1.90	210	134	332	12.91	0.5	1.0	0.50	0.020	4.35	0.6	0.4	0.4	0.4
		排洪沟	7.54	210	134	382	11.26	0.5	1.5	0.50	0.016	5.64	1.2	0.7	0.8	0.8



表 9.2.5-6

弃渣场消力池水力计算表

序号	弃渣场	排水沟	设计流量 (m^3/s)	入口渠道 宽 (m)	入口流速 (m/s)	入口水深 (m)	入口边坡	单宽流量 (m^2/s)	收缩水深 (m)	跃后水深 (m)	下游水深 (m)	消力池深 (m)	消力池宽 (m)	消力池长 (m)	消力池设计 长度 (m)
1	水田坝 弃渣场	1#排洪沟	125.43	4.0	13.29	1.91	0.5	25.33	1.91	6.67	3.74	4.0	12.0	30.00	31.0
		2#排洪沟	33.57	2.5	9.30	1.17	0.5	10.88	1.17	3.51	2.25	4.0	12.0	15.80	31.0
2	七里冲 弃渣场	1#排洪沟	27.44	2.3	8.47	1.13	0.5	9.57	1.13	3.39	1.80	3.0	8.0	15.26	16.0
		2#排洪沟	10.46	1.7	6.87	0.74	0.5	5.06	0.74	2.21	1.22	3.0	8.0	9.95	16.0
3	邓家畈 弃渣场	1#排洪沟	84.53	3.3	10.60	1.88	0.5	19.93	1.88	5.64	3.01	4.0	10.0	25.39	26.0
		2#排洪沟	51.47	2.9	10.31	1.39	0.5	14.32	1.39	4.17	1.98	4.0	10.0	18.76	26.0
4	李家台 弃渣场	1#排洪沟	22.98	3.1	13.29	1.05	0.5	6.34	1.05	3.66	3.74	3.8	10.0	16.48	17.0
		2#排洪沟	20.42	3.0	9.30	1.08	0.5	5.77	1.08	3.23	3.42	3.8	10.0	14.52	17.0
5	寨湾 弃渣场	1#排洪沟	39.90	3.9	8.47	1.24	0.5	8.82	1.24	4.36	4.44	4.5	8.5	19.60	20.0
		2#排洪沟	5.40	2.1	6.87	0.47	0.5	2.31	0.47	1.40	1.63	4.5	8.5	6.31	20.0
6	榨溪沟 1#弃渣场	1#排洪沟	37.30	2.6	9.38	1.24	0.5	11.59	1.24	3.34	2.02	4.0	9.0	15.02	16.0
		2#排洪沟	26.00	2.4	8.61	1.03	0.5	8.91	1.03	2.79	1.71	4.0	9.0	12.57	16.0
7	榨溪沟 2#弃渣场	1#排洪沟	29.42	2.4	11.04	0.93	0.5	10.27	0.93	3.91	0.82	3.0	6.0	17.58	20.0
8	榨溪沟 3#弃渣场	1#排洪沟	22.70	2.2	8.98	0.95	0.5	8.49	0.95	3.31	1.66	3.0	8.0	14.89	16.0
		2#排洪沟	9.50	1.7	6.72	0.69	0.5	4.64	0.69	2.07	1.15	3.0	8.0	9.32	16.0
9	茅坪 弃渣场	1#排洪沟	18.45	2.2	6.94	0.99	0.5	6.85	0.99	2.27	1.46	3.0	6.0	9.7	10.0
		2#排洪沟	18.45	2.2	7.20	0.96	0.5	6.89	0.96	2.30	1.46	3.0	6.0	9.7	10.0
10	北峪沟 弃渣场	1#排洪沟	45.90	2.8	11.51	1.18	0.5	13.55	1.18	4.47	2.63	3.0	8.0	20.12	22.0
11	竹林上 弃渣场	1#排洪沟	12.53	1.8	9.69	0.61	0.5	5.95	0.61	2.88	1.70	3.0	6.0	12.98	15.0
12	马厂村 弃渣场	2#排洪沟	60.28	3.0	11.18	1.45	0.5	16.19	1.45	5.36	3.15	4.0	7.0	24.10	26.0

续表 9.2.5-6

弃渣场消力池水力计算表

序号	弃渣场	排水沟	设计流量 (m ³ /s)	入口渠道 宽 (m)	入口流速 (m/s)	入口水深 (m)	入口边坡	单宽流量 (m ² /s)	收缩水深 (m)	跃后水深 (m)	下游水深 (m)	消力池深 (m)	消力池宽 (m)	消力池长 (m)	消力池设计 长度 (m)
13	洪裕口 弃渣场	1#排洪沟	24.67	2.2	8.96	1.02	0.5	9.11	1.02	3.46	1.74	3.0	6.0	15.55	16.0
		2#排洪沟	42.23	2.7	9.66	1.30	0.5	12.60	1.30	4.30	2.12	3.0	8.0	19.37	20.0
14	小峡谷 弃渣场	1#排洪沟	67.24	3.2	11.42	1.49	0.5	17.04	1.49	5.52	3.25	4.0	7.5	24.85	28.0
		2#排洪沟	96.76	3.6	11.77	1.82	0.5	21.45	1.82	6.38	3.75	4.0	8.5	28.69	30.0
15	夫妇峪 弃渣场	1#排洪沟	84.76	3.4	8.94	2.12	0.5	19.00	2.12	4.67	2.75	4.0	8.0	21.03	24.0
		2#排洪沟	54.24	3.2	10.10	1.38	0.5	13.94	1.38	4.83	2.84	4.0	7.5	21.75	24.0
16	小洛阳沟 弃渣场	2#排洪沟	23.41	2.2	8.21	1.05	0.5	8.60	1.05	3.35	1.97	3.0	6.0	15.08	18.0
17	四棵树沟 弃渣场	1#排洪沟	19.68	2.1	7.72	0.98	0.5	7.59	0.98	2.95	1.56	3.0	6.0	11.5	12.0
		2#排洪沟	8.12	1.8	5.61	0.68	0.5	3.80	0.68	1.62	1.01	3.0	6.0	6.4	8.0
18	石渣岭 1#弃渣场	1#截水沟	2.01	1.1	4.34	0.36	0.5	1.57	0.36	0.97	1.66	3.0	4.0	4.38	6.0
		2#截水沟	2.01	1.1	4.66	0.34	0.5	1.58	0.34	0.95	1.15	3.0	4.0	4.27	6.0
19	石渣岭 2#弃渣场	1#截水沟	2.45	1.1	4.39	0.43	0.5	1.87	0.43	1.06	1.66	3.0	4.0	4.78	6.0
		2#截水沟	2.45	1.1	4.34	0.43	0.5	1.86	0.43	1.07	1.15	3.0	4.0	4.83	6.0
20	高速沟 弃渣场	截水沟	1.28	1.0	3.85	0.29	0.5	1.12	0.29	0.67	0.47	3.0	4.0	3.9	6.0
		排洪沟	10.92	2.0	6.44	0.72	0.5	4.63	0.72	1.80	1.13	3.0	6.0	8.1	10.0
21	三皇庙沟 弃渣场	1#排洪沟	5.92	1.6	5.38	0.58	0.5	3.13	0.58	1.34	0.89	3.0	4.0	5.8	6.0
		2#排洪沟	10.38	2.0	5.17	0.83	0.5	4.30	0.83	1.75	1.10	3.0	6.0	5.5	6.0
22	黑龙沟 弃渣场	1#排洪沟	9.41	1.8	5.83	0.74	0.5	4.33	0.74	1.93	1.10	3.0	6.0	6.9	8.0
		2#排洪沟	6.29	1.5	4.77	0.71	0.5	3.39	0.71	1.49	0.97	3.0	6.0	4.7	6.0
23	温家沟 弃渣场	1#排洪沟	5.88	1.6	5.16	0.60	0.5	3.09	0.60	1.56	0.89	3.0	6.0	5.4	6.0
		2#排洪沟	8.82	1.8	5.41	0.75	0.5	4.06	0.75	1.88	1.06	3.0	6.0	6.0	8.0
24	桐木沟 弃渣场	截水沟	1.63	1.0	4.15	0.34	0.5	1.40	0.34	0.91	0.55	3.0	4.0	3.4	6.0
		排洪沟	6.50	1.5	5.39	0.66	0.5	3.55	0.66	1.58	0.99	3.0	6.0	5.9	8.0

9.2.5.2 弃渣场水土保持措施设计

输水总干线弃渣场布置 25 处弃渣场, 本方案对输水总干线弃渣场逐一进行防护措施设计。根据弃渣场类型、级别、堆渣量、防护措施体系等因素, 选取的弃渣场应具有代表性, 能够反映不同类别弃渣场; 防护措施具有典型性, 能够反映渣场防护过程中采取的各类工程措施、植物措施、临时措施类型。基于以上原则, 选择水田坝弃渣场、李家台弃渣场、石场沟弃渣场、小陕峪弃渣场、夫妇峪弃渣场、小洛阳沟弃渣场、四棵树沟弃渣场、高速沟弃渣场作为重点弃渣场在报告中详细说明, 其他弃渣场措施设计详见附图。

(1) 水田坝弃渣场水土保持措施设计

水田坝弃渣场位于李家溪, 为 3 级沟道型弃渣场。该弃渣场堆渣量为 171.59 万 m^3 (松方), 占地面积 18.13 hm^2 , 堆渣高程 $332 \sim 402 \text{ m}$, 最大堆高 70 m , 设计堆渣边坡 $1:3$, 每堆高 10 m 布置一 2 m 宽马道 (在高程 366 m 布置 10 m 宽平台)。水田坝弃渣场位于工程永久管理范围内, 其防护工程水土保持措施主要为: 表土剥离、挡渣墙、排洪沟、渣底排水盲沟、渣顶及马道排水沟、混凝土格构护坡、土地平整和表土回覆、植被恢复和临时措施等。

1) 工程措施

① 表土剥离

施工前, 将弃渣场占地范围内表土进行剥离, 剥离表土就近临时堆放在弃渣场上游。

② 挡渣墙

按照“先拦后弃”的原则, 弃渣前, 在堆渣坡脚布置浆砌石重力挡渣墙。挡渣墙顶宽 1 m , 最大墙高 5 m (其中基础埋深 1 m), 临渣侧坡比 $1:0.5$, 临空侧坡比 $1:0.1$, 底部铺设 20 cm 厚碎石垫层。为排除渣体内积水, 墙体内设置 $\Phi 120 \text{ PVC}$ 排水管, 间距 $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$, 呈梅花型布置, 进口外包土工布。根据地质资料, 挡墙基础承载力满足要求, 无需换填处理。

③ 防洪排导工程

由于渣场堆渣较高, 排水流量较大, 为充分保障弃渣场安全, 满足后期渣场运行管理等要求, 对水田坝弃渣场防洪排导方案进行比选。根据渣场地形地貌条件以及周边环境现状, 本渣场排水方案不适宜采用排水隧洞方案。本次方案比选主要对明渠排水方案和箱涵排水方案进行方案比较。



方案 1: “排洪沟+消力池”方案 (布置见图 9.2.5-1)

为防止上游冲沟洪水和右侧坡面汇水冲刷渣体,弃渣前,拟在弃渣场右侧布置 1[#]排洪沟,全长 892m。1[#]排洪沟进口布置“八字”导墙,将水流引入排洪沟。1[#]排洪沟采用梯形断面,断面尺寸为 4.0m×3.9m(底宽×深),两侧边坡为 1:0.5,衬砌厚度 50cm。其中,缓坡段采用 C25 混凝土现浇,下铺 10cm 厚碎石垫层;陡坡段采用 C25 钢筋混凝土现浇,往下依次铺设 10cm 厚 C20 混凝土垫层、10cm 厚碎石垫层。陡坡段设置台阶式跌坎,跌坎高度为 0.5m,每 10m 设置一个防滑齿墙。

为防止左侧坡面汇水冲刷渣体,在弃渣场左侧布置 2[#]排洪沟,全长 1215m。2[#]排洪沟采用梯形断面,断面尺寸为 2.5m×2.5m(底宽×深),两侧边坡为 1:0.5,衬砌厚度 50cm。其中,缓坡段采用 C25 混凝土现浇,下铺 10cm 厚碎石垫层;陡坡段采用 C25 钢筋混凝土现浇,往下依次铺设 10cm 厚 C20 混凝土垫层、10cm 厚碎石垫层。陡坡段设置台阶式跌坎,跌坎高度为 0.5m,每 10m 设置一个防滑齿墙。

在 1[#]排洪沟和 2[#]排洪沟出口处布置消力池,消力池采用条渠型式,尺寸为 33m×12m×4m(长×宽×深),采用 80cm 厚 C25 钢筋混凝土衬砌,下设 10cm 厚 C20 混凝土垫层,20cm 厚碎石垫层。

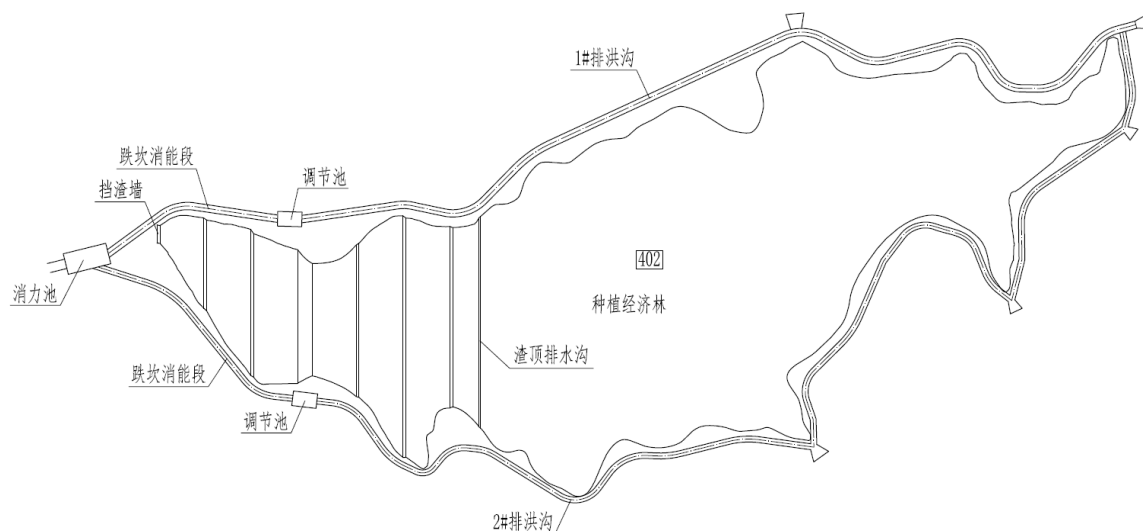


图 9.2.5-1 “排洪沟+消力池”方案排水布置示意图

方案 2: “排水箱涵+截水沟+消力池”方案 (布置见图 9.2.5-2)

弃渣前,依据沟道走向,沿现状沟道坡面布置排水箱涵,主要用于排除堆渣期间及堆渣结束后上游沟道洪水。排水箱涵全长约 872m,断面尺寸为单孔 3.3m×3.3m(底宽×深),沟底纵坡 0.05,衬砌厚度 0.5m,采用 C25 钢筋混凝土现浇,下设 10cm 厚



C20 混凝土垫层，20cm 厚碎石垫层。在箱涵上方每 50m 设置一检修井，内径 1.5m，壁厚 0.3m。

在堆渣结束后，在弃渣场左右侧布置 1#和 2#截水沟，主要用于排出渣顶面以上的坡面汇水，以及堆渣各级平台的坡面汇水。截水沟断面尺寸为 $1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），边坡 1:0.5，沟底纵坡为 0.005，衬砌厚度 0.3m，采用 C25 混凝土现浇，下铺 10cm 厚碎石垫层。截水沟总长 2077m。箱涵和截水沟出口连接消力池。消力池设计同方案 1。

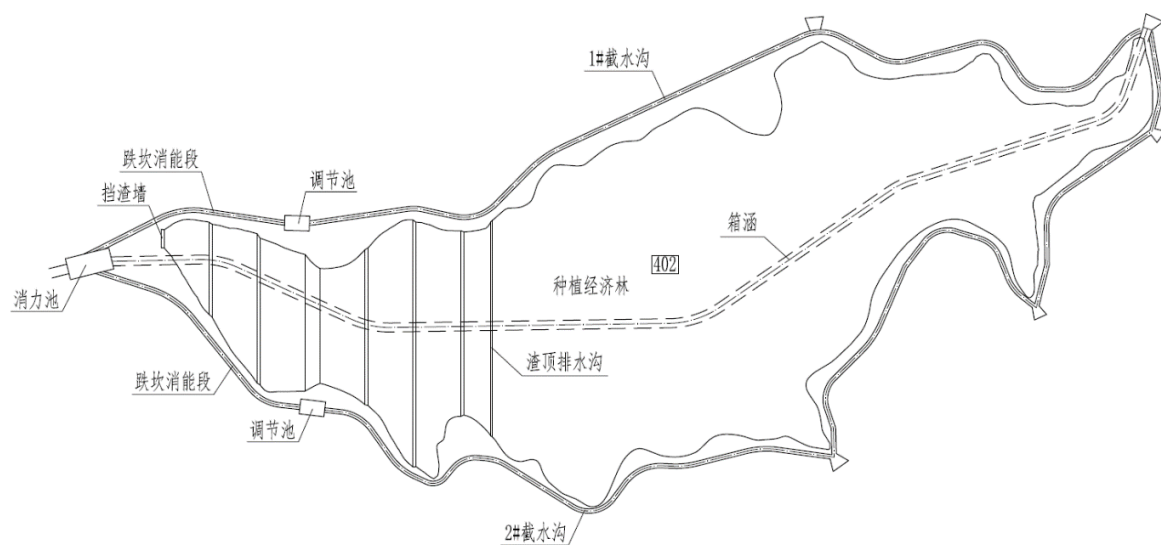


图 9.2.5-2 “排洪箱涵+截水沟+消力池”方案排水布置示意图

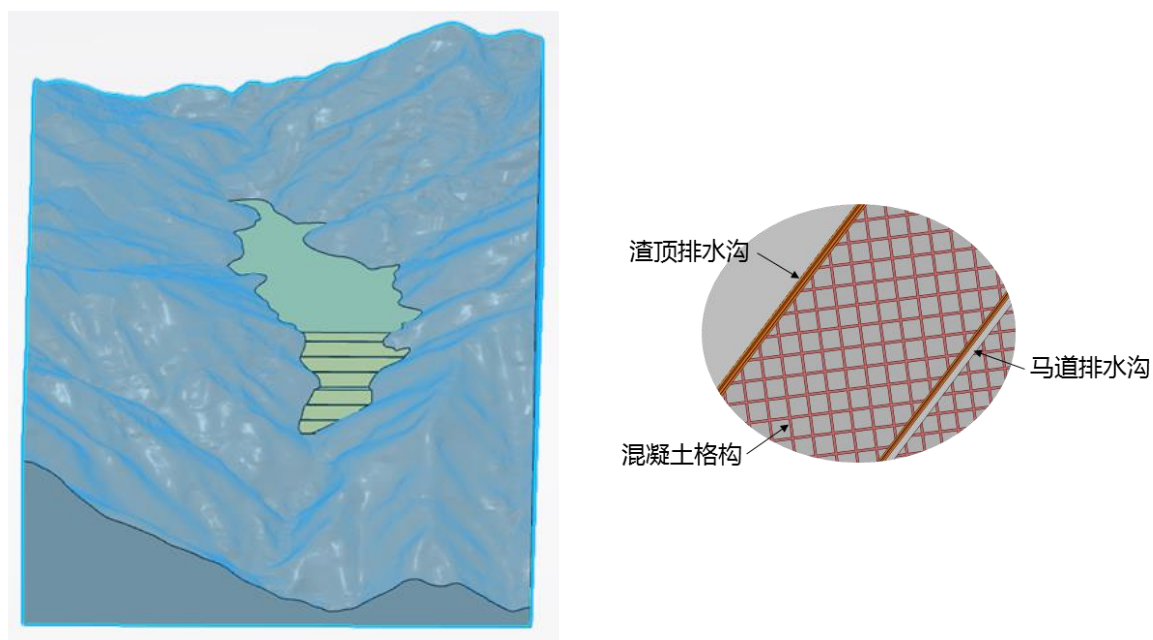


图 9.2.5-3 弃渣场三维模型图

从以下几个方面对弃渣场排水方案进行比选分析如下:

a.从工程量角度分析,方案1土石方开挖及回填量大于方案2,而方案2所用钢筋混凝土箱涵按照相关荷载规范规定进行结构计算时,涵洞结构尺寸较大,钢筋混凝土量较大,且本渣场所在位置支沟较多,采用箱涵排导上游沟道来水的同时仍需修建较大尺寸的截排水沟;

b.从施工组织设计角度分析,箱涵和排洪沟均为施工进度控制性工程,方案1无需采用施工导流措施,但需在施工前对渣场堆渣量进行较准确估算,避免形成“天沟”;方案2排水箱涵需采取分段施工导流措施,施工过程中还需考虑检修井的布设;

c.从施工难易程度分析,方案2箱涵布置在现状沟道坡面,前期基础施工难度相对较小,但检修井施工难度大,检修井垂直最大深度约130m,需要边堆渣边施工,由于渣料的不均匀性,为保证箱涵和检修井结构安全,还需要对渣料进行筛分,严格堆渣施工工序;而方案1需要在堆渣前在山坡上修建排洪沟,无道路到达施工场地,其难点在于渣场施工前期需新建道路的施工和排洪沟两侧开挖山体的边坡支护;对于渣场施工控制,排水工程结构施工技术成熟,较为可控,渣料筛分和堆渣过程控制难度更大,因此方案1较优;

d.从后期管理维护角度分析方案1主要采用明沟排水,淤积清理较为便利;方案2排水箱涵容易堆积推移质、石块等,降低泄流能力,且存在顶部堆渣后地基基础不均匀沉降导致箱涵结构破坏的可能性,需要沿线布置检修井并长期维护,后期管理及维护工作量及费用较大;

e.从投资角度分析,方案1(“排洪沟”)投资1657万元,方案2(“排水箱涵+截水沟”)投资2229万元,方案2比方案1投资增加572万元。

表 9.2.5-7 水田坝弃渣场排水方案工程量对比表

序号	项目	单位	工程量		
			方案 1	方案 2	方案 1-方案 2
一	排洪沟	m	2107		2107
	土方开挖	m ³	72562		72562
	石方开挖	m ³	31098		31098
	土方回填	m ³	20732		20732
	C25 砼	m ³	18077		18077



续表 9.2.5-7 水田坝弃渣场排水方案工程量对比表

序号	项目	单位	工程量		
			方案 1	方案 2	方案 1-方案 2
	碎石垫层	m ³	938		938
	闭孔塑料板	m ²	1728		1728
	钢筋	T	362		362
二	排水箱涵	m		872	-872
	土方开挖	m ³		5886	-5886
	土方回填	m ³		3532	-3532
	C25 砼	m ³		7412	-7412
	钢筋	T		741	-741
	碎石垫层	m ³		785	-785
	砼垫层	m ³		392	-392
	闭孔塑料板	m ²		740	-740
三	截水沟	m		2077	-2077
	土方开挖	m ³		25436	-25436
	石方开挖	m ³		10901	-10901
	土石方回填	m ³		7267	-7267
	C25 砼	m ³		6331	-6331
	碎石垫层	m ³		572	-572
	闭孔塑料板	m ²		605	-605
四	检修井	m		450	-450
五	土建工程投资	万元	1657	2229	-572

经工程量、施工组织设计、施工难易程度、后期管理维护及土建投资等方面综合比选，推荐方案 1（“排洪沟+消力池”方案）。

④ 渣底排水盲沟

弃渣前，为收集和排导施工期间渣场区域内汇水，以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水，沿渣场区域内冲沟底部布设盲沟，盲沟断面尺寸为 2.0m×2.0m（底宽×深），两侧边坡为 1:1，盲沟内铺设 2m 厚的大块石，块石上侧依次布置 20cm 厚碎石垫层、土工布和 20cm 厚粗砂。

⑤ 渣顶及马道排水沟



弃渣结束后,在堆渣坡顶布置渣顶排水沟。渣顶排水沟为梯形断面,断面尺寸为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ (宽 $\times$ 深),坡比 $1:0.5$,沟底纵坡 0.5% (向排洪沟排水),衬砌厚度 0.3m ,采用 M7.5 浆砌石砌筑。

堆渣结束后,在每一级马道内侧布置马道排水沟。马道排水沟为矩形断面,断面尺寸为 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (宽 $\times$ 深),衬砌厚度 0.3m ,采用 M7.5 浆砌石砌筑。

⑥ 格构护坡

堆渣结束并平整后,堆渣坡面采用 C20 混凝土格构护坡。格构采用人字形截水型结构,由骨架衔接处和人字形骨架组成,骨架衔接处截面尺寸为 $1.0\text{m} \times 0.5\text{m}$ (宽 $\times$ 深),中间设 $0.5\text{m} \times 0.1\text{m}$ (宽 $\times$ 深)的排水沟;骨架为 L 型,截面尺寸为 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ (宽 $\times$ 深),骨架外缘设 10cm 高排水凸坎,将坡面集水汇入马道排水沟内。坡顶布置 0.5m 宽混凝土封顶,并与渣顶排水沟相结合。

⑦ 土地平整及表土回覆

堆渣结束后,对弃渣场平台及堆渣坡面进行平整;土地平整结束后,在平整后的平台及混凝土格构内进行表土回覆,覆土厚度 0.3m 。

2) 植物措施

覆土结束后,弃渣场顶部及平台复耕外的区域采用种植经济林恢复植被。树种分别选择柑橘、雪梨、山茶和月季,采取分地块集中栽植。柑橘、雪梨种植挖穴整地规格为 $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深),栽植株行距 $2\text{m} \times 2\text{m}$;山茶和月季种植挖穴整地规格为 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深),栽植株行距 $2\text{m} \times 2\text{m}$;林下撒播紫花苜蓿和红花草,撒播量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

对于渣场坡面,在混凝土格构内采取灌草结合恢复植被。灌木树种选择山茶和月季,株行距为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$,采用挖穴整地,规格 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深);林下撒播紫花苜蓿和红花草,撒播量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。对于截排洪沟开挖坡面,采取喷播植草防护。

3) 临时措施

施工前,将堆渣区域表土进行剥离,临时堆放在弃渣场上游侧,对表土进行临时拦挡,采用袋装土拦挡。施工过程中,对表土堆放场及弃渣场临时堆放增加临时排水措施,采用土质排水沟。考虑到表土堆存时间较长,拟在堆土表面撒播草籽进行临时防护,草种选择狗牙根、白三叶、鸡眼草,撒播量 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。



(2) 李家台弃渣场水土保持措施设计

李家台弃渣场位于雾渡河镇将军垭,为2级沟道型弃渣场。该弃渣场堆渣量为374.19万 m^3 (松方),占地面积 43.91hm^2 ,堆渣高程490~605m,最大堆高115m,设计堆渣边坡1:2.5,每堆高10m布置一2m宽马道(在高程530m布置宽平台)。李家台弃渣场防护工程水土保持措施主要为:表土剥离、挡渣墙、排洪沟、渣底排水盲沟、渣顶及马道排水沟、混凝土格构护坡、土地平整和表土回覆、植被恢复和临时措施等。

1) 工程措施

① 表土剥离

施工前,将弃渣场占地范围内表土进行剥离,剥离表土就近临时堆放在弃渣场上游。

② 拦挡工程

按照“先拦后弃”的原则,弃渣前,在堆渣坡脚布置浆砌石重力挡渣墙。挡渣墙顶宽1m,最大墙高5m(其中基础埋深1m),临渣侧坡比1:0.5,临空侧坡比1:0.1,底部铺设20cm厚碎石垫层。为排除渣体内积水,墙体内设置 $\Phi 100\text{PVC}$ 排水管,间距 $2\text{m}\times 2\text{m}$,呈梅花型布置,进口外包土工布。根据地质资料,挡墙基础承载力满足要求,无需换填处理。

③ 防洪排导工程

为防止上游冲沟洪水和右侧坡面汇水冲刷渣体,弃渣前,拟在弃渣场右侧布置1#排洪沟。1#排洪沟进口布置“八字”导墙,将水流引入排洪沟。1#排洪沟采用梯形断面,断面尺寸为 $2.0\text{m}\times 2.2\text{m}$ (底宽 $\times$ 深),两侧边坡为1:0.5,衬砌厚度50cm。其中,缓坡段采用C25混凝土现浇,下铺10cm厚碎石垫层;陡坡段采用C25钢筋混凝土现浇,往下依次铺设10cm厚C15混凝土垫层、10cm厚碎石垫层。陡坡段设置台阶式跌坎,跌坎高度为0.5m,每10m设置一个防滑齿墙,出口处接消力池。

为防止左侧坡面汇水冲刷渣体,在弃渣场左侧布置2#排洪沟。2#排洪沟采用梯形断面,断面尺寸为 $2.0\text{m}\times 2.1\text{m}$ (底宽 $\times$ 深),两侧边坡为1:0.5,衬砌厚度50cm。其中,缓坡段采用C25混凝土现浇,下铺10cm厚碎石垫层;陡坡段采用C25钢筋混凝土现浇,往下依次铺设10cm厚C15混凝土垫层、10cm厚碎石垫层。陡坡段设置台阶式跌坎,跌坎高度为0.5m,每10m设置一个防滑齿墙,出口处接消力池。

消力池采用条渠型式,消力池尺寸为 $17\text{m}\times 10\text{m}\times 3.8\text{m}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 深),采用80cm



厚 C25 钢筋混凝土衬砌，下设 10cm 厚 C15 混凝土垫层，20cm 厚碎石垫层。

④ 渣底排水盲沟

弃渣前，为收集和排导施工期间渣场区域内汇水，以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水，沿渣场区域内冲沟底部布设盲沟，盲沟断面尺寸为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），两侧边坡为 1:1，盲沟内铺设 2m 厚的大块石，块石上侧依次布置 20cm 厚碎石垫层、土工布和 20cm 厚粗砂。

⑤ 渣顶及马道排水沟

弃渣结束后，在堆渣坡顶布置渣顶排水沟。渣顶排水沟为梯形断面，断面尺寸为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ （宽 $\times$ 深），坡比 1:0.5，沟底纵坡 0.5%（向排洪沟排水），衬砌厚度 0.3m，采用 M7.5 浆砌石砌筑。堆渣结束后，在每一级马道内侧布置马道排水沟。马道排水沟为矩形断面，断面尺寸为 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ （宽 $\times$ 深），衬砌厚度 0.3m，采用 M7.5 浆砌石砌筑。

⑥ 格构护坡

堆渣结束并平整后，堆渣坡面采用 C20 混凝土格构护坡。格构采用人字形截水型结构，由骨架衔接处和人字形骨架组成，骨架衔接处截面尺寸为 $1.0\text{m} \times 0.5\text{m}$ （宽 $\times$ 深），中间设 $0.5\text{m} \times 0.1\text{m}$ （宽 $\times$ 深）的排水沟；骨架为 L 型，截面尺寸为 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ （宽 $\times$ 深），骨架外缘设 10cm 高排水凸坎，将坡面集水汇入马道排水沟内。坡顶布置 0.5m 宽混凝土封顶，并与渣顶排水沟相结合。

⑦ 土地平整及表土回覆

堆渣结束后，对弃渣场平台及堆渣坡面进行平整；土地平整结束后，在平整后的平台及混凝土格构内进行表土回覆。

2) 植物措施

覆土结束后，弃渣场顶部及平台复耕外的区域采用乔灌草结合的方式恢复植被。其中，乔木树种选择青冈栎和刺槐间栽，栽植比例为 1:1，采用挖穴整地，规格 $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ （穴径 $\times$ 穴深）；灌木树种选择马桑和胡枝子，栽植比例为 1:1，采用挖穴整地，规格 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ （穴径 $\times$ 穴深）；乔、灌行间混交栽植，行间距均为 2m，乔木株距 2m，灌木株距 2m；林下撒播草籽，草种选择狗牙根、白三叶和鸡眼草混播，混播比例为 1:1:1，撒播量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

覆土结束后，在混凝土格构内采取灌草结合恢复植被。灌木树种选择马桑和胡枝子，



株行距为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$, 采用挖穴整地, 规格 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深); 林下撒播草籽, 草种选择狗牙根、白三叶和鸡眼草混播, 混播比例为 1:1:1, 撒播量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。对于截排洪沟开挖坡面, 采取喷播植草防护。

3) 临时措施

施工前, 将堆渣区域表土进行剥离, 临时堆放在弃渣场上游侧, 对表土进行临时拦挡, 采用袋装土拦挡。施工过程中, 对表土堆放场及弃渣场临时堆放增加临时排水措施, 采用土质排水沟。考虑到表土堆存时间较长, 拟在堆土表面撒播草籽进行临时防护, 草种选择狗牙根、白三叶、鸡眼草, 撒播量 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(3) 石场沟弃渣场水土保持措施设计

石场沟弃渣场位于罐淌村西侧的千担沟, 为 3 级沟道型弃渣场。该弃渣场堆渣量为 321.24 万 m^3 (松方), 占地面积 32.42hm^2 , 堆渣高程 $454 \sim 540\text{m}$, 最大堆高 86m , 设计堆渣边坡 1:3, 每堆高 10m 布置一 2m 宽马道 (在高程 480m 、 500m 、 510m 、 520m 、 530m 布置宽平台)。石场沟弃渣场防护工程水土保持措施主要为: 表土剥离、挡渣墙、排洪沟、箱涵、渣底排水盲沟、渣顶及马道排水沟、混凝土格构护坡、土地平整和表土回覆、植被恢复和临时措施等。

1) 工程措施

① 表土剥离

施工前, 将弃渣场占地范围内表土进行剥离, 剥离表土就近临时堆放在弃渣场上游。

② 拦挡工程

按照“先拦后弃”的原则, 弃渣前, 在堆渣坡脚布置浆砌石重力挡渣墙。挡渣墙顶宽 1m , 最大墙高 5m (其中基础埋深 1m), 临渣侧坡比 1:0.5, 临空侧坡比 1:0.1, 底部铺设 20cm 厚碎石垫层。为排除渣体内积水, 墙体内设置 $\Phi 120\text{mmPVC}$ 排水管, 间距 $2\text{m} \times 2\text{m}$, 呈梅花型布置, 进口外包土工布。根据地质资料, 挡墙基础承载力满足要求, 无需换填处理。

③ 防洪排导工程

由于渣场堆渣较高, 排水流量较大, 为充分保障弃渣场安全, 满足后期渣场运行管理等要求, 对石场沟弃渣场防洪排导方案进行比选。根据渣场地形地貌条件以及周边环境现状, 本渣场排水方案不适宜采用排水隧洞方案。本次对弃渣场的排水方案对“明渠



+箱涵排水方案”和“箱涵排水方案”进行比选。

方案 1: “排洪沟+箱涵”方案(布置见图 9.2.5-4)

为防止上游冲沟洪水和右侧坡面汇水冲刷渣体,弃渣前,拟在弃渣场右侧缓坡段布置排洪沟,陡坡段布置箱涵与排洪沟衔接,排洪沟长 950m,箱涵长 545m。排洪沟进口布置“八字”导墙和拦污栅,将水流引入排洪沟。排洪沟采用梯形断面,断面尺寸为 4.4m×4.3m(底宽×深),两侧边坡为 1:0.5,衬砌厚度 50cm。箱涵断面尺寸为单孔 4.4m×3.9m(底宽×深),沟底纵坡 0.05,衬砌厚度 0.5m,采用 C25 钢筋混凝土现浇,下设 10cm 厚 C20 混凝土垫层,20cm 厚碎石垫层。在箱涵上方每 50m 设置一检修井,内径 1.5m,壁厚 0.3m。箱涵出口顺接基岩裸露的现状冲沟。

为防止左右侧坡面汇水冲刷渣体,在弃渣场左右侧布置 1#截水沟和 2#截水沟,1#截水沟长 1710m,2#截水沟长 666m。1#截水沟采用梯形断面,断面尺寸为 1.8m×1.8m(底宽×深),两侧边坡为 1:0.5,衬砌厚度 50cm;2#截水沟采用梯形断面,断面尺寸为 1.3m×1.3m(底宽×深),两侧边坡为 1:0.5,衬砌厚度 50cm。截水沟采用 C25 混凝土现浇,下铺 10cm 厚碎石垫层;陡坡段设置台阶式跌坎,跌坎高度为 0.5m,每 10m 设置一个防滑齿墙,出口顺接基岩裸露的现状冲沟。

方案 2: “箱涵”方案(布置见图 9.2.5-5)

弃渣前,依据沟道走向,沿现状沟道坡面布置排水箱涵,主要用于排除堆渣期间及堆渣结束后上游沟道洪水。箱涵全长 1450m,断面尺寸为单孔 4.4m×3.9m(底宽×深),沟底纵坡 0.05,衬砌厚度 0.5m,采用 C25 钢筋混凝土现浇,下设 10cm 厚 C20 混凝土垫层,20cm 厚碎石垫层。在箱涵上方每 50m 设置一检修井,内径 1.5m,壁厚 0.3m。箱涵出口顺接基岩裸露的现状冲沟。

为防止左右侧坡面汇水冲刷渣体,在弃渣场左右侧布置 1#截水沟和 2#截水沟,1#截水沟长 1710m,2#截水沟长 1675m。1#截水沟采用梯形断面,断面尺寸为 1.8m×1.8m(底宽×深),两侧边坡为 1:0.5,衬砌厚度 50cm;2#截水沟采用梯形断面,断面尺寸为 1.3m×1.3m(底宽×深),两侧边坡为 1:0.5,衬砌厚度 50cm。截水沟采用 C25 混凝土现浇,下铺 10cm 厚碎石垫层;陡坡段设置台阶式跌坎,跌坎高度为 0.5m,每 10m 设置一个防滑齿墙,出口顺接基岩裸露的现状冲沟。



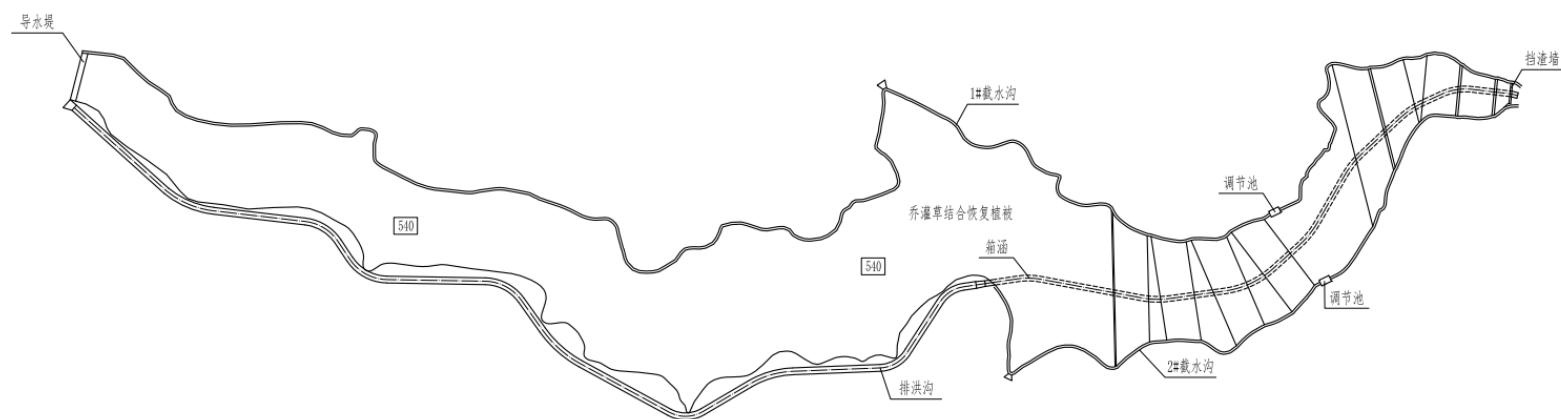


图 9.2.5-4 “排洪沟+箱涵”方案排水布置示意图

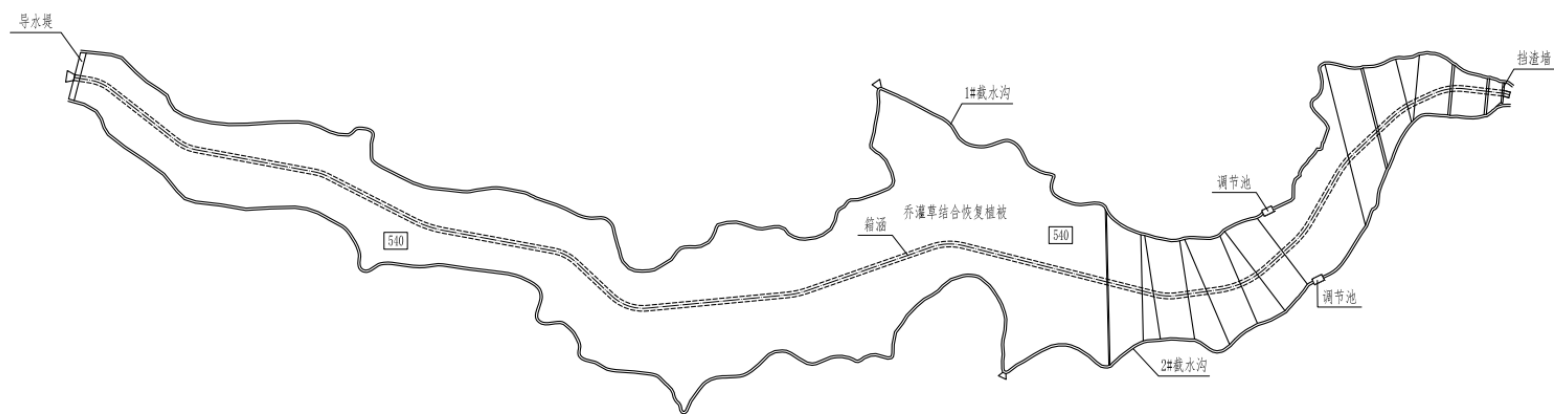


图 9.2.5-5 “箱涵”方案排水布置示意图

从以下几个方面对弃渣场排水方案进行比选分析如下:

a.从工程量角度分析,方案1土石方开挖及回填量大于方案2,而方案2所用钢筋混凝土量较大,同时减少了截水沟的工程量;

b.从施工组织设计角度分析,两方案均包含箱涵施工,采取分段施工导流措施并考虑检修井布设;沟道流量大,施工导流难度均较大;方案1因明渠开挖需求,需提前考虑通往排洪沟进口的施工道路布设、施工工序的衔接以及施工工期控制等问题,涉及因素多;因此方案2施工组织设计较方案1优;

c.从施工难易程度分析,两方案箱涵施工过程均需做好渣料的筛分,控制箱涵周边渣料均质性,保证箱涵和检修井结构安全,相对而言,方案1箱涵长度短(方案2为545m,方案2为1450m),检修井较少,施工难度相对降低,但需提前新建施工道路并进行排洪沟开挖边坡的支护。因渣场排洪流量较大,排洪沟和箱涵断面尺寸均较大,综合以上因素,施工难度相当;

d.从后期管理维护角度分析方案1缓坡段采用明沟排水,淤积清理较为便利;方案2布置的整段排水箱涵更易于淤积,需要沿线布置检修井并长期维护,后期管理及维护工作量及费用较大;

e.从投资角度分析,方案1(“排洪沟+箱涵”)投资2091万元,方案2(“箱涵”)投资3052万元,方案2比方案1投资增加961万元。

表 9.2.5-8 石场沟弃渣场排水方案工程量对比表

序号	项目	单位	工程量		
			方案1	方案2	方案1-方案2
一	排洪沟	m	950		950
	土方开挖	m ³	35202		35202
	石方开挖	m ³	15087		15087
	土方回填	m ³	10058		10058
	C25 砼	m ³	8973		8973
	碎石垫层	m ³	423		423
	闭孔塑料板	m ²	838		838
二	排水箱涵	m	545	1450	-905
	土方开挖	m ³	8666	23055	-14390
	土方回填	m ³	3466	9222	-5756



续表 9.2.5-8 石场沟弃渣场排水方案工程量对比表

序号	项目	单位	工程量		
			方案 1	方案 2	方案 1-方案 2
	C25 砼	m ³	5373	14294	-8921
	钢筋	T	537	1429	-892
	碎石垫层	m ³	624	1660	-1036
	砼垫层	m ³	312	830	-518
	闭孔塑料板	m ²	542	1439	-897
三	截水沟	m	2376	3385	-1009
	土方开挖	m ³	25674	33000	-7326
	石方开挖	m ³	11003	14143	-3140
	土石方回填	m ³	7335	9428	-2093
	C25 砼	m ³	9421	12012	-2591
	碎石垫层	m ³	1058	1507	-449
	闭孔塑料板	m ²	917	1179	-262
四	检修井	m	310	720	-410
五	土建工程投资	万元	2091	3052	-961

经比选,因渣场所处冲沟洪峰流量大,方案 1 和方案 2 均存在施工期导流和堆渣过程控制的施工难度,但从弃渣场安全持久运行和经济性角度,推荐方案 1 (“排洪沟+箱涵”方案)。

④ 渣底排水盲沟

弃渣前,为收集和排导施工期间渣场区域内汇水,以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水,沿渣场区域内冲沟底部布设盲沟,盲沟断面尺寸为 2.0m×2.0m(底宽×深),两侧边坡为 1:1,盲沟内铺设 2m 厚的大块石,块石上侧依次布置 20cm 厚碎石垫层、土工布和 20cm 厚粗砂。

⑤ 渣顶及马道排水沟

弃渣结束后,在堆渣坡顶布置渣顶排水沟。渣顶排水沟为梯形断面,断面尺寸为 0.4m×0.4m(宽×深),坡比 1:0.5,沟底纵坡 0.5%(向排洪沟排水),衬砌厚度 0.3m,采用 M7.5 浆砌石砌筑。堆渣结束后,在每一级马道内侧布置马道排水沟。马道排水沟为矩形断面,断面尺寸为 0.3m×0.3m(宽×深),衬砌厚度 0.3m,采用 M7.5 浆砌石砌筑。

⑥ 格构护坡

堆渣结束并平整后,堆渣坡面采用 C20 混凝土格构护坡。格构采用人字形截水型结



构, 由骨架衔接处和人字形骨架组成, 骨架衔接处截面尺寸为 $1.0\text{m} \times 0.5\text{m}$ (宽 $\times$ 深), 中间设 $0.5\text{m} \times 0.1\text{m}$ (宽 $\times$ 深) 的排水沟; 骨架为 L 型, 截面尺寸尺寸为 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ (宽 $\times$ 深), 骨架外缘设 10cm 高排水凸坎, 将坡面集水汇入马道排水沟内。坡顶布置 0.5m 宽混凝土封顶, 并与渣顶排水沟相结合。

⑦ 土地平整及表土回覆

堆渣结束后, 对弃渣场平台及堆渣坡面进行平整; 土地平整结束后, 在平整后的平台及混凝土格构内进行表土回覆。

2) 植物措施

覆土结束后, 弃渣场顶部及平台复耕外的区域采用乔灌草结合的方式恢复植被。其中, 乔木树种选择青冈栎和刺槐间栽, 栽植比例为 1:1, 采用挖穴整地, 规格 $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深); 灌木树种选择马桑和胡枝子, 栽植比例为 1:1, 采用挖穴整地, 规格 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深); 乔、灌行间混交栽植, 行间距均为 2m, 乔木株距 2m, 灌木株距 2m; 林下撒播草籽, 草种选择狗牙根、白三叶和鸡眼草混播, 混播比例为 1:1:1, 撒播量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

覆土结束后, 在混凝土格构内采取灌草结合恢复植被。灌木树种选择马桑和胡枝子, 株行距为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$, 采用挖穴整地, 规格 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深); 林下撒播草籽, 林下撒播草籽, 草种选择狗牙根、白三叶和鸡眼草混播, 混播比例为 1:1:1, 撒播量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。对于截排洪沟开挖坡面, 采取喷播植草防护。

3) 临时措施

施工前, 将堆渣区域表土进行剥离, 临时堆放在弃渣场上游侧, 对表土进行临时拦挡, 采用袋装土拦挡。施工过程中, 对表土堆放场及弃渣场临时堆放增加临时排水措施, 采用土质排水沟。考虑到表土堆存时间较长, 拟在堆土表面撒播草籽进行临时防护, 草种选择狗牙根、白三叶、鸡眼草, 撒播量 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(4) 小峡峪弃渣场水土保持措施设计

小峡峪弃渣场位于小峡峪沟, 为 4 级沟道型弃渣场。该弃渣场堆渣量为 91.19万 m^3 (松方), 占地面积 9.01hm^2 , 堆渣高程 350~408m, 最大堆高 58m, 设计堆渣边坡 1:2.5, 每堆高 10m 布置一 2m 宽马道。小峡峪弃渣场防护工程水土保持措施主要为: 表土剥离、挡渣墙、排洪沟、渣底排水盲沟、渣顶及马道排水沟、混凝土格构护坡、土地平整和表土回覆、植被恢复和临时措施等。



1) 工程措施

① 表土剥离

施工前,将弃渣场占地范围内表土进行剥离,剥离表土就近临时堆放在弃渣场上游。

② 挡渣墙

按照“先拦后弃”的原则,弃渣前,在堆渣坡脚布置浆砌石重力挡渣墙。挡渣墙顶高程 350m,顶宽 1m,最大墙高 5m(其中基础埋深 1m),临渣侧坡比 1:0.5,临空侧坡比 1:0.1,底部铺设 20cm 厚碎石垫层。为排除渣体内积水,墙体内设置 $\Phi 120$ PVC 排水管,间距 $2\text{m} \times 2\text{m}$,呈梅花型布置,进口外包土工布。根据地质资料,挡墙基础承载力满足要求,无需换填处理。

③ 防洪排导工程

小峡谷弃渣场上游来水分别为沿渣场轴线方向上游来水(设计流量 $67.24\text{m}^3/\text{s}$)以及渣场左侧方冲沟来水(设计流量 $96.76\text{m}^3/\text{s}$)组成,两支来水方向夹角约 90° ,不适宜采用箱涵排导汇水;另外渣场周边下游除主沟外无合适的沟道可采用隧洞引排汇水,因此设计采用明渠排导的方式。

弃渣前,于弃渣场右侧布置 1#排洪沟,排导主沟道及右侧山坡坡面汇水。1#排洪沟进口布置“八字”导墙和拦污栅,将水流引入排洪沟。1#排洪沟采用梯形断面,断面尺寸为 $3.2\text{m} \times 3.1\text{m}$ (底宽 $\times$ 深),两侧边坡为 1:0.5,衬砌厚度 40cm。其中,缓坡段采用 C25 混凝土现浇,下铺 10cm 厚碎石垫层;陡坡段采用 C25 钢筋混凝土现浇,往下依次铺设 10cm 厚 C20 混凝土垫层、10cm 厚碎石垫层。陡坡段设置台阶式跌坎,跌坎高度为 0.5m,每 10m 设置一个防滑齿墙,出口处接下游沟道。

在弃渣场左侧布置左侧截水沟和 2#排洪沟,排导支沟上游汇水及左侧山坡坡面汇水,进口段采用集水井顺接左侧截水沟和 2#排洪沟。2#排洪沟采用梯形断面,断面尺寸为 $3.6\text{m} \times 3.5\text{m}$ (底宽 $\times$ 深),两侧边坡为 1:0.5,衬砌厚度 40cm。其中,缓坡段采用 C25 混凝土现浇,下铺 10cm 厚碎石垫层;陡坡段采用 C25 钢筋混凝土现浇,往下依次铺设 10cm 厚 C20 混凝土垫层、10cm 厚碎石垫层。陡坡段设置台阶式跌坎,跌坎高度为 0.5m,每 10m 设置一个防滑齿墙,出口处接消力池。左侧截水沟采用梯形断面,断面尺寸 $1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ (底宽 $\times$ 深),两侧边坡为 1:0.5,衬砌厚度 0.4cm。

1#消力池采用条渠型式,消力池尺寸为 $28\text{m} \times 7.5\text{m} \times 4\text{m}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 深),采用 100cm 厚 C25 钢筋混凝土衬砌,下设 10cm 厚 C20 混凝土垫层,20cm 厚碎石垫层。2#消力池



采用条渠型式,消力池尺寸为 $30\text{m} \times 8.5\text{m} \times 4\text{m}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 深),采用 100cm 厚 C25 钢筋混凝土衬砌,下设 10cm 厚 C20 混凝土垫层,20cm 厚碎石垫层。

④ 渣底排水盲沟

弃渣前,为收集和排导施工期间渣场区域内汇水,以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水,沿渣场区域内冲沟底部布设盲沟,盲沟断面尺寸为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ (底宽 $\times$ 深),两侧边坡为 1:1,盲沟内铺设 2m 厚的大块石,块石上侧依次布置 20cm 厚碎石垫层、土工布和 20cm 厚粗砂。

⑤ 渣顶及马道排水沟

弃渣结束后,在堆渣坡顶前缘布置渣顶排水沟。渣顶排水沟为梯形断面,断面尺寸为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ (宽 $\times$ 深),坡比 1:0.5,沟底纵坡 0.5% (向排洪沟排水),衬砌厚度 0.3m,采用 M7.5 浆砌石砌筑。堆渣结束后,在每一级马道内侧布置马道排水沟。马道排水沟为矩形断面,断面尺寸为 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (宽 $\times$ 深),衬砌厚度 0.3m,采用 M7.5 浆砌石砌筑。

⑥ 格构护坡

堆渣结束并平整后,堆渣坡面采用 C20 混凝土格构护坡。格构采用人字形截水型结构,由骨架衔接处和人字形骨架组成,骨架衔接处截面尺寸为 $1.0\text{m} \times 0.5\text{m}$ (宽 $\times$ 深),中间设 $0.5\text{m} \times 0.1\text{m}$ (宽 $\times$ 深)的排水沟;骨架为 L 型,截面尺寸尺寸为 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ (宽 $\times$ 深),骨架外缘设 10cm 高排水凸坎,将坡面集水汇入马道排水沟内。坡顶布置 0.5m 宽混凝土封顶,并与渣顶排水沟相结合。

⑦ 土地平整及表土回覆

堆渣结束后,对弃渣场平台及堆渣坡面进行平整;土地平整结束后,在平整后的平台及混凝土格构内进行表土回覆,覆土厚度 0.3m。

2) 植物措施

覆土结束后,弃渣场顶部及平台复耕外的区域采用乔灌木相结合的方式恢复植被。其中,乔木树种选择青冈栎和刺槐间栽,栽植比例为 1:1,采用挖穴整地,规格 $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深);灌木树种选择马桑和胡枝子,栽植比例为 1:1,采用挖穴整地,规格 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深);乔、灌木行间混交栽植,行间距均为 2m,乔木株距 2m,灌木株距 2m;林下撒播草籽,草种选择狗牙根、白三叶和鸡眼草混播,混播比例为 1:1:1,撒播量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。



覆土结束后,在混凝土格构内采取灌草结合恢复植被。灌木树种选择马桑和胡枝子,株行距为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$,采用挖穴整地,规格 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深);林下撒播草籽,林下撒播草籽,草种选择狗牙根、白三叶和鸡眼草混播,混播比例为 1:1:1,撒播量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。对于截排洪沟开挖坡面,采取喷播植草防护。

3) 临时措施

施工前,将堆渣区域表土进行剥离,临时堆放在弃渣场上游侧,对表土进行临时拦挡,采用袋装土拦挡。施工过程中,对表土堆放场及弃渣场临时堆放增加临时排水措施,采用土质排水沟。考虑到表土堆存时间较长,拟在堆土表面撒播草籽进行临时防护,草种选择狗牙根、白三叶、鸡眼草,撒播量 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(5) 夫妇峪弃渣场水土保持措施设计

夫妇峪弃渣场位于夫妇峪沟,为 3 级沟道型弃渣场。该弃渣场堆渣量为 108.32 万 m^3 (松方),占地面积 18.06hm^2 ,堆渣高程 $300 \sim 340\text{m}$,最大堆高 40m ,设计堆渣边坡 1:2.5,每堆高 10m 布置一 2m 宽马道。夫妇峪弃渣场防护工程水土保持措施主要为:表土剥离、挡渣墙、排洪沟、渣底排水盲沟、渣顶及马道排水沟、混凝土格构护坡、土地平整和表土回覆、植被恢复和临时措施等。

1) 工程措施

① 表土剥离

施工前,将弃渣场占地范围内表土进行剥离,剥离表土就近临时堆放在弃渣场上游。

② 挡渣墙

按照“先拦后弃”的原则,弃渣前,在堆渣坡脚布置浆砌石重力挡渣墙。挡渣墙顶高程 300m ,顶宽 1m ,最大墙高 5m (其中基础埋深 1m),临渣侧坡比 1:0.5,临空侧坡比 1:0.1,底部铺设 20cm 厚碎石垫层。为排除渣体内积水,墙体内设置 $\Phi 120\text{PVC}$ 排水管,间距 $2\text{m} \times 2\text{m}$,呈梅花型布置,进口外包土工布。根据地质资料,挡墙基础承载力满足要求,无需换填处理。

③ 防洪排导工程

夫妇峪弃渣场所处沟道回弯角度大,同时存在 3 条支沟,不适合采用箱涵排导方式,因此设计采用明渠作为防洪排导措施。由于夫妇峪下游左右侧均有天然冲沟可排导来水,设计方案将来水分别引排至左右侧冲沟,可减少明渠陡坡段开挖,同时保护渣脚免受冲刷。

弃渣前,于弃渣场右侧布置 1#排洪沟,排导主沟道、右侧山坡坡面以及渣场中段一条支沟汇水,与支沟相接部位采用集水井连接,集水井支沟侧设置八字翼墙和拦污栅顺接。1#排洪沟采用梯形断面,断面尺寸为 $3.4\text{m} \times 3.4\text{m}$ (底宽 $\times$ 深),两侧边坡为 1:0.5,衬砌厚度 40cm。其中,缓坡段采用 C25 混凝土现浇,下铺 10cm 厚碎石垫层;陡坡段采用 C25 钢筋混凝土现浇,往下依次铺设 10cm 厚 C20 混凝土垫层、10cm 厚碎石垫层。陡坡段设置台阶式跌坎,跌坎高度为 0.5m,每 10m 设置一个防滑齿墙,出口处顺接下游沟道。

在弃渣场左侧布置 2#排洪沟,排导支沟上游汇水及左侧山坡坡面汇水,进口段采用八字翼墙和拦污栅引排上游来水汇至沟内。2#排洪沟采用梯形断面,断面尺寸为 $3.2\text{m} \times 2.8\text{m}$ (底宽 $\times$ 深),两侧边坡为 1:0.5,衬砌厚度 40cm。其中,缓坡段采用 C25 混凝土现浇,下铺 10cm 厚碎石垫层;陡坡段采用 C25 钢筋混凝土现浇,往下依次铺设 10cm 厚 C20 混凝土垫层、10cm 厚碎石垫层。陡坡段设置台阶式跌坎,跌坎高度为 0.5m,每 10m 设置一个防滑齿墙,出口处接扩散段汇入下游沟道。左侧截水沟采用梯形断面,断面尺寸 $1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ (底宽 $\times$ 深),两侧边坡为 1:0.5,衬砌厚度 0.4m。1#排洪沟通过扩散段接入渣脚下游右侧天然冲沟;由于 2#排洪沟下游拐弯多,弯角大,不利于陡坡水流消能,因此将排洪沟出口接入渣脚下游左侧支沟中引排向下游。

④ 渣底排水盲沟

弃渣前,为收集和排导施工期间渣场区域内汇水,以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水,沿渣场区域内冲沟底部布设盲沟,盲沟断面尺寸为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ (底宽 $\times$ 深),两侧边坡为 1:1,盲沟内铺设 2m 厚的大块石,块石上侧依次布置 20cm 厚碎石垫层、土工布和 20cm 厚粗砂。

⑤ 渣顶及马道排水沟

弃渣结束后,在堆渣坡顶前缘布置渣顶排水沟。渣顶排水沟为梯形断面,断面尺寸为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ (宽 $\times$ 深),坡比 1:0.5,沟底纵坡 0.5% (向排洪沟排水),衬砌厚度 0.3m,采用 M7.5 浆砌石砌筑。堆渣结束后,在每一级马道内侧布置马道排水沟。马道排水沟为矩形断面,断面尺寸为 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (宽 $\times$ 深),衬砌厚度 0.3m,采用 M7.5 浆砌石砌筑。

⑥ 格构护坡

堆渣结束并平整后,堆渣坡面采用 C20 混凝土格构护坡。格构采用人字形截水型结



构, 由骨架衔接处和人字形骨架组成, 骨架衔接处截面尺寸为 $1.0\text{m} \times 0.5\text{m}$ (宽 $\times$ 深), 中间设 $0.5\text{m} \times 0.1\text{m}$ (宽 $\times$ 深) 的排水沟; 骨架为 L 型, 截面尺寸尺寸为 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ (宽 $\times$ 深), 骨架外缘设 10cm 高排水凸坎, 将坡面集水汇入马道排水沟内。坡顶布置 0.5m 宽混凝土封顶, 并与渣顶排水沟相结合。

⑦ 土地平整及表土回覆

堆渣结束后, 对弃渣场平台及堆渣坡面进行平整; 土地平整结束后, 在平整后的平台及混凝土格构内进行表土回覆, 覆土厚度 0.3m。

2) 植物措施

覆土结束后, 弃渣场顶部及平台复耕外的区域采用乔灌草结合的方式恢复植被。其中, 乔木树种选择青冈栎和刺槐间栽, 栽植比例为 1:1, 采用挖穴整地, 规格 $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深); 灌木树种选择马桑和胡枝子, 栽植比例为 1:1, 采用挖穴整地, 规格 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深); 乔、灌行间混交栽植, 行间距均为 2m, 乔木株距 2m, 灌木株距 2m; 林下撒播草籽, 草种选择狗牙根、白三叶和鸡眼草混播, 混播比例为 1:1:1, 撒播量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

覆土结束后, 在混凝土格构内采取灌草结合恢复植被。灌木树种选择马桑和胡枝子, 株行距为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$, 采用挖穴整地, 规格 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深); 林下撒播草籽, 林下撒播草籽, 草种选择狗牙根、白三叶和鸡眼草混播, 混播比例为 1:1:1, 撒播量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。对于截排洪沟开挖坡面, 采取喷播植草防护。

3) 临时措施

施工前, 将堆渣区域表土进行剥离, 临时堆放在弃渣场上游侧, 对表土进行临时拦挡, 采用袋装土拦挡。施工过程中, 对表土堆放场及弃渣场临时堆放增加临时排水措施, 采用土质排水沟。考虑到表土堆存时间较长, 拟在堆土表面撒播草籽进行临时防护, 草种选择狗牙根、白三叶、鸡眼草, 撒播量 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(6) 小洛阳沟弃渣场水土保持措施设计

小洛阳沟弃渣场位于小洛阳沟中前部, 为 3 级沟道型弃渣场。该弃渣场堆渣量为 165.08 万 m^3 (松方), 占地面积 16.44hm^2 , 堆渣高程 196~274m, 最大堆高 78m, 设计堆渣边坡 1:2.5, 每堆高 10m 布置一 2m 宽马道。小洛阳沟弃渣场防护工程水土保持措施主要为: 表土剥离、挡渣墙、排洪沟、渣底排水盲沟、渣顶及马道排水沟、混凝土格构护坡、土地平整和表土回覆、植被恢复和临时措施等。



1) 工程措施

① 表土剥离

施工前,将弃渣场占地范围内表土进行剥离,剥离表土就近临时堆放在弃渣场上游。

② 拦渣工程

按照“先拦后弃”的原则,弃渣前,在堆渣坡脚布置浆砌石重力挡渣墙。挡渣墙顶宽1m,最大墙高5m(其中基础埋深1m),临渣侧坡比1:0.5,临空侧坡比1:0.1,底部铺设20cm厚碎石垫层。为排除渣体内积水,墙体内设置 $\Phi 120$ PVC排水管,间距 $2\text{m}\times 2\text{m}$,呈梅花型布置,进口外包土工布。根据地质资料,挡墙基础承载力满足要求,无需换填处理。

③ 防洪排导工程

由于渣场堆渣较高,为上游双沟道来水,排水流量较大,本次对弃渣场的排水方案采用明渠排水和箱涵排水进行方案比选。

方案1:“排洪沟+消力池”方案(布置见图9.2.5-6)

为防止上游冲沟洪水和右侧坡面汇水冲刷渣体,弃渣前,拟在弃渣场右侧布置1#排洪沟,全长1757m。1#排洪沟进口布置“八字”导墙和拦污栅,将水流引入排洪沟。1#排洪沟采用梯形断面,断面尺寸为 $1.8\text{m}\times 1.6\text{m}$ (底宽 $\times$ 深),两侧边坡为1:0.5,衬砌厚度40cm。其中,缓坡段采用C25混凝土现浇,下铺10cm厚碎石垫层;陡坡段采用C25钢筋混凝土现浇,往下依次铺设10cm厚C20混凝土垫层、10cm厚碎石垫层。陡坡段设置台阶式跌坎,跌坎高度为0.5m,每10m设置一个防滑齿墙。

为防止左侧坡面汇水冲刷渣体,在弃渣场左侧布置2#排洪沟,全长1243m。2#排洪沟采用梯形断面,断面尺寸为 $2.2\text{m}\times 2.2\text{m}$ (底宽 $\times$ 深),两侧边坡为1:0.5,衬砌厚度50cm。其中,缓坡段采用C25混凝土现浇,下铺10cm厚碎石垫层;陡坡段采用C25钢筋混凝土现浇,往下依次铺设10cm厚C20混凝土垫层、10cm厚碎石垫层。陡坡段设置台阶式跌坎,跌坎高度为0.5m,每10m设置一个防滑齿墙。

在1#排洪沟和2#排洪沟出口处布置消力池,消力池采用条渠型式,尺寸为 $18\text{m}\times 6\text{m}\times 4\text{m}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 深),采用80cm厚C25钢筋混凝土衬砌,下设10cm厚C20混凝土垫层,20cm厚碎石垫层。

方案2:“排水箱涵+截水沟+消力池”方案(布置见图9.2.5-7)

弃渣前,依据沟道走向,沿现状沟道坡面布置排水箱涵,主要用于排除堆渣期间



及堆渣结束后上游沟道洪水。排水箱涵全长约 1326m，断面尺寸为单孔 $2.1\text{m} \times 2.1\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），沟底纵坡 0.05，衬砌厚度 0.5m，采用 C25 钢筋混凝土现浇，下设 10cm 厚 C20 混凝土垫层，20cm 厚碎石垫层。在箱涵上方每 50m 设置一检修井，内径 1.5m，壁厚 0.3m。

在堆渣结束后，在弃渣场左右侧布置 1#和 2#截水沟，主要用于排出渣顶面以上的坡面汇水，以及堆渣各级平台的坡面汇水。截水沟断面尺寸为 $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），边坡 1:0.5，沟底纵坡为 0.005，衬砌厚度 0.3m，采用 C25 混凝土现浇，下铺 10cm 厚碎石垫层。截水沟总长 3000m。箱涵和截水沟出口连接消力池。消力池设计同方案 1。

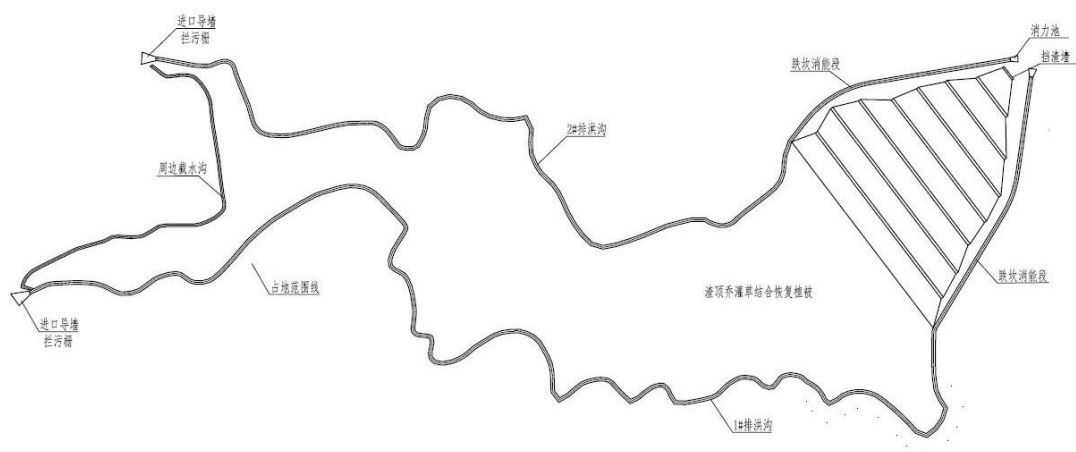


图 9.2.5-6 “排洪沟+消力池”方案排水布置示意图

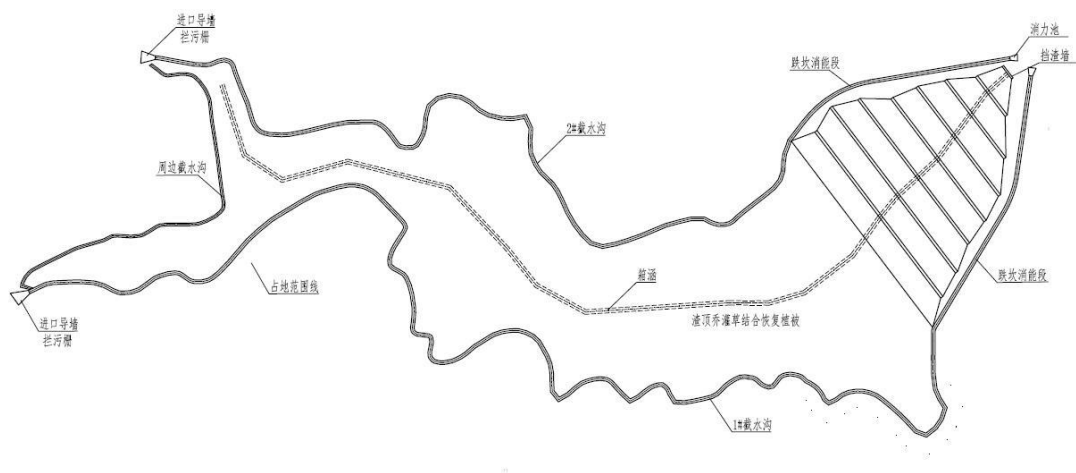


图 9.2.5-7 “排洪箱涵+截水沟+消力池”方案排水布置示意图

从以下几个方面对弃渣场排水方案进行比选分析如下:

a.从工程量角度分析,方案1土石方开挖及回填量大于方案2,而方案2所用钢筋混凝土量较大,但减少了截水沟的工程量;

b.从施工组织设计角度分析,箱涵和排洪沟均为施工进度控制性工程,方案1无需采用施工导流措施,但需在施工前对渣场堆渣量进行较准确估算,避免形成“天沟”;方案2排水箱涵需采取分段施工导流措施,施工过程中还需考虑检修井的布设;

c.从施工难易程度分析,方案2箱涵布置在现状沟道坡面,前期基础施工难度相对较小,但检修井施工难度大,检修井垂直最大深度约63m,需要边堆渣边施工,由于渣料的不均匀性,为保证箱涵和检修井结构安全,还需要对渣料进行筛分,严格堆渣施工工序;而方案1需要在堆渣前在山坡上修建排洪沟,无道路到达施工场地,其难点在于渣场施工前期新建道路的施工和排洪沟两侧开挖山体的边坡支护;对于渣场施工控制,排水工程结构施工技术成熟,较为可控,渣料筛分和堆渣过程控制难度更大,因此方案1较优;

d.从后期管理维护角度分析方案1主要采用明沟排水,淤积清理较为便利,结构若有损毁修复较易;方案2排水箱涵易于淤积,需要沿线布置检修井并长期维护,且箱涵损坏后修复困难,后期管理、维护工作量及费用较大;

e.从投资角度分析,方案1(“排洪沟”)投资1044.36万元,方案2(“排水箱涵+截水沟”)投资1624.74万元,方案2比方案1投资增加580.38万元。

表 9.2.5-9 小洛阳沟弃渣场排水方案工程量对比表

序号	项目	单位	工程量		
			方案1	方案2	方案1-方案2
一	排洪沟	m	3000		3000
	土方开挖	m ³	37617		37617
	石方开挖	m ³	16121		16121
	土方回填	m ³	10748		10748
	C25 砼	m ³	13787		13787
	碎石垫层	m ³	1336		1336
	闭孔塑料板	m ²	1343		1343
	钢筋	T	214		214
二	排水箱涵	m		1326	-1326



续表 9.2.5-9 小洛阳沟弃渣场排水方案工程量对比表

序号	项目	单位	工程量		
			方案 1	方案 2	方案 1-方案 2
	土方开挖	m ³		19048	-19048
	土方回填	m ³		8163	-8163
	C25 砼	m ³		7756	-7756
	钢筋	T		776	-776
	碎石垫层	m ³		590	-590
	砼垫层	m ³		295	-295
	闭孔塑料板	m ²		759	-759
三	截水沟	m		3000	-3000
	土方开挖	m ³		10507	-10507
	石方开挖	m ³		4503	-4503
	土石方回填	m ³		3002	-3002
	C25 砼	m ³		3922	-3922
	碎石垫层	m ³		1336	-1336
	闭孔塑料板	m ²		375	-375
	钢筋	T		46	-46
四	检修井	m		884	
	土方开挖	m ³		884	-884
	C25 砼	m ³		3748	-3748
	钢筋	T		2652	-2652
五	土建工程投资	万元	1044.36	1624.74	-580.38

以弃渣场安全持久运行为首要条件, 综合比选工程量、施工组织设计、施工难易程度、后期管理维护及土建投资等方面, 推荐方案 1 (“排洪沟+消力池” 方案)。

④ 渣底排水盲沟

弃渣前, 为收集和排导施工期间渣场区域内汇水, 以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水, 沿渣场区域内冲沟底部布设盲沟, 弃渣前, 为收集和排导施工期间渣场区域内汇水, 以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水, 沿渣场区域内冲沟底部布设盲沟, 盲沟断面尺寸为 2.0m×2.0m (底宽×深), 两侧边坡为 1:1, 盲沟内铺设 2m 厚的大块石, 块石上侧依次布置 20cm 厚碎石垫层、土工布和 20cm 厚粗砂。



⑤ 渣顶及马道排水沟

弃渣结束后,在堆渣坡顶布置渣顶排水沟。渣顶排水沟为梯形断面,断面尺寸为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ (宽 $\times$ 深),坡比 $1:0.5$,沟底纵坡 0.5% (向排洪沟排水),衬砌厚度 0.3m ,采用 M7.5 浆砌石砌筑。堆渣结束后,在每一级马道内侧布置马道排水沟。马道排水沟为矩形断面,断面尺寸为 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (宽 $\times$ 深),衬砌厚度 0.3m ,采用 M7.5 浆砌石砌筑。

⑥ 混凝土格构护坡

堆渣结束并平整后,堆渣坡面采用 C20 混凝土格构护坡。格构采用人字形截水型结构,由骨架衔接处和人字形骨架组成,骨架衔接处截面尺寸为 $1.0\text{m} \times 0.5\text{m}$ (宽 $\times$ 深),中间设 $0.5\text{m} \times 0.1\text{m}$ (宽 $\times$ 深)的排水沟;骨架为 L 型,截面尺寸尺寸为 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ (宽 $\times$ 深),骨架外缘设 10cm 高排水凸坎,将坡面集水汇入马道排水沟内。坡顶布置 0.5m 宽混凝土封顶,并与渣顶排水沟相结合。

⑦ 土地平整及表土回覆:堆渣结束后,对弃渣场平台及堆渣坡面进行平整;土地平整结束后,在平整后的渣顶平台进行表土回覆,覆土厚度 0.3m 。

2) 植物措施

覆土结束后,弃渣场顶部及平台复耕外的区域采用乔灌草结合的方式恢复植被。其中,乔木树种选择青冈栎和刺槐间栽,栽植比例为 $1:1$,采用挖穴整地,规格 $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深);灌木树种选择马桑和胡枝子,栽植比例为 $1:1$,采用挖穴整地,规格 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深);乔、灌行间混交栽植,行间距 2m ,乔木株距 2m ,灌木株距 2m ;林下撒播草籽,草种选择狗牙根、白三叶和鸡眼草混播,混播比例为 $1:1:1$,撒播量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

覆土结束后,在混凝土格构内采取灌草结合恢复植被。灌木树种选择马桑和胡枝子,株行距为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$,采用挖穴整地,规格 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深);林下撒播草籽,林下撒播草籽,草种选择狗牙根、白三叶和鸡眼草混播,混播比例为 $1:1:1$,撒播量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。对于截排洪沟开挖坡面,采取喷播植草防护。

3) 临时措施

施工前,将堆渣区域表土进行剥离,临时堆放在弃渣场上游侧,对表土进行临时拦挡,采用袋装土拦挡。施工过程中,对表土堆放场及弃渣场临时堆放增加临时排水措施,采用土质排水沟。考虑到表土堆存时间较长,拟在堆土表面撒播草籽进行临时防护,草种选择狗牙根、白三叶、鸡眼草,撒播量 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。



(7) 四棵树沟弃渣场水土保持措施设计

四棵树沟弃渣场位于四棵树沟左岸一冲沟内，为3级沟道型弃渣场。该弃渣场堆渣量为340.49万 m^3 （松方），占地面积 17.15hm^2 ，堆渣高程175~260m，最大堆高85m，设计堆渣边坡1:3，每堆高10m布置一2m宽马道（在高程250m布置宽平台）。四棵树沟弃渣场位于工程永久管理范围内，其防护工程水土保持措施主要为：表土剥离、挡渣墙、排洪沟、截水沟、渣底排水盲沟、渣顶及马道排水沟、混凝土格构护坡、土地平整和表土回覆、植被恢复和临时措施等。

1) 工程措施

① 表土剥离

施工前，将弃渣场占地范围内表土进行剥离，剥离表土就近临时堆放在弃渣场上游。

② 拦渣工程

在堆渣坡脚布置浆砌石重力挡渣墙。挡渣墙顶宽1m，最大墙高4m（其中基础埋深0.5m），临渣侧坡比1:0.5，临空侧坡比1:0.1，底部铺设20cm厚碎石垫层。为排除渣体内积水，墙体内设置 $\Phi 120\text{PVC}$ 排水管，间距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，呈梅花型布置，进口外包土工布。根据地质资料，挡墙基础承载力满足要求，无需换填处理。

③ 防洪排导工程

由于渣场堆渣较高，为上游双沟道来水，排水流量较大，本次对弃渣场的排水方案采用明渠排水和箱涵排水进行方案比选。

方案1：“排洪沟+消力池”方案（布置见图9.2.5-8）

为防止上游冲沟洪水和右侧坡面汇水冲刷渣体，弃渣前，拟在弃渣场右侧布置1#排洪沟，全长1257m。1#排洪沟进口布置“八字”导墙和拦污栅，将水流引入排洪沟。1#排洪沟采用梯形断面，断面尺寸为 $2.8\text{m} \times 2.2\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），两侧边坡为1:0.5，衬砌厚度50cm。其中，缓坡段采用C25混凝土现浇，下铺10cm厚碎石垫层；陡坡段采用C25钢筋混凝土现浇，往下依次铺设10cm厚C20混凝土垫层、10cm厚碎石垫层。陡坡段设置台阶式跌坎，跌坎高度为0.5m，每10m设置一个防滑齿墙。

为防止右侧上游冲沟洪水和右侧坡面汇水冲刷渣体，在弃渣场右侧布置2#排洪沟，全长1683m。2#排洪沟采用梯形断面，断面尺寸为 $1.7\text{m} \times 1.5\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），两侧边坡为1:0.5，衬砌厚度50cm。其中，缓坡段采用C25混凝土现浇，下铺10cm厚碎石垫层；陡坡段采用C25钢筋混凝土现浇，往下依次铺设10cm厚C15混凝土垫层、10cm厚碎

石垫层。陡坡段设置台阶式跌坎，跌坎高度为 0.5m，每 10m 设置一个防滑齿墙，出口处经 2#消力池后接入现状沟道。

为调节与分配上游冲沟来水，于排洪沟和截水沟起点连接处布设导水墙，墙型采用混凝土重力式挡墙，采用 C25 混凝土砌筑，墙顶宽 1m，临渣侧坡比 1:0.5，上游侧竖直，墙体最大高程 3.5m。结合 1#排洪沟和 2#排洪沟布置，墙体左右两侧设与两侧排洪沟尺寸一致的开口，与排洪沟平顺衔接，排洪沟顶高程与导水墙顶高程齐平，并在征地红线范围内的冲沟上游布置拦污栅。

1#消力池采用条渠型式，消力池尺寸为 $20\text{m} \times 8\text{m} \times 3\text{m}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 深），采用 80cm 厚 C25 钢筋混凝土衬砌，下设 10cm 厚 C15 混凝土垫层，20cm 厚碎石垫层。2#消力池采用条渠型式，消力池尺寸为 $16\text{m} \times 6\text{m} \times 3\text{m}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 深），采用 80cm 厚 C25 钢筋混凝土衬砌，下设 10cm 厚 C15 混凝土垫层，20cm 厚碎石垫层。

方案 2：“排水箱涵+截水沟+消力池”方案（布置见图 9.2.5-9）

弃渣前，依据沟道走向，沿现状沟道坡面布置排水箱涵，主要用于排除堆渣期间及堆渣结束后上游沟道洪水。排水箱涵全长约 1326m，断面尺寸为单孔 $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），沟底纵坡 0.05，衬砌厚度 0.5m，采用 C25 钢筋混凝土现浇，下设 10cm 厚 C20 混凝土垫层，20cm 厚碎石垫层。在箱涵上方每 50m 设置一检修井，内径 1.5m，壁厚 0.3m。

在堆渣结束后，在弃渣场左右侧布置 1#截水沟和 2#排洪沟，主要用于排出渣顶面以上的坡面汇水，以及堆渣各级平台的坡面汇水。在弃渣场右侧布置 2#排洪沟，全长 1683m。2#排洪沟采用梯形断面，断面尺寸为 $1.7\text{m} \times 1.5\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），两侧边坡为 1:0.5，衬砌厚度 50cm。其中，缓坡段采用 C25 混凝土现浇，下铺 10cm 厚碎石垫层；陡坡段采用 C25 钢筋混凝土现浇，往下依次铺设 10cm 厚 C15 混凝土垫层、10cm 厚碎石垫层。陡坡段设置台阶式跌坎，跌坎高度为 0.5m，每 10m 设置一个防滑齿墙，出口处经 2#消力池后接入现状沟道。

左侧布置截水沟，截水沟断面尺寸为 $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），边坡 1:0.5，沟底纵坡为 0.005，衬砌厚度 0.3m，采用 C25 混凝土现浇，下铺 10cm 厚碎石垫层。截水沟总长 1157m。箱涵和截水沟出口连接消力池。消力池设计同方案 1。



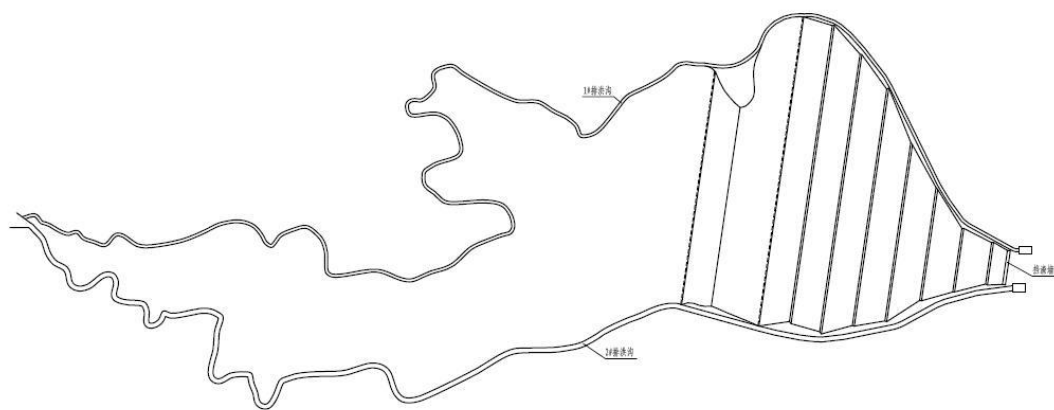


图 9.2.5-8 “排洪沟+消力池”方案排水布置示意图

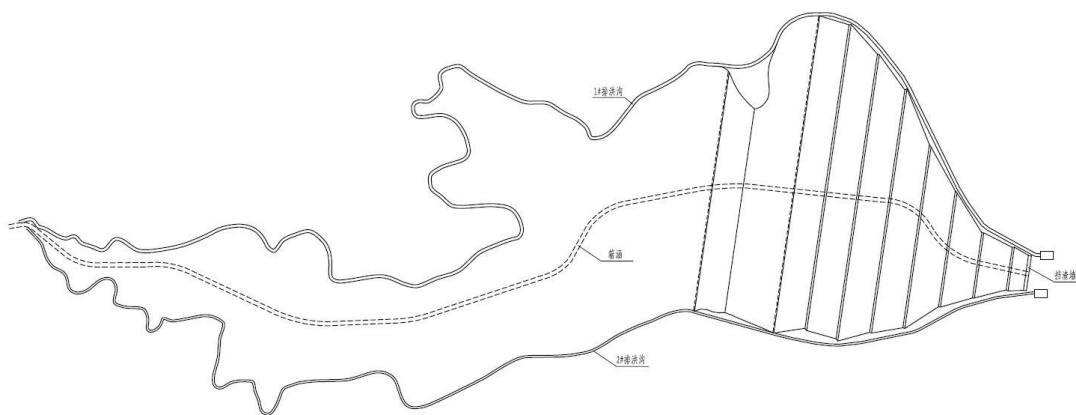


图 9.2.5-9 “排洪箱涵+截水沟+消力池”方案排水布置示意图

从以下几个方面对弃渣场排水方案进行比选分析如下：

a.从工程量角度分析，方案 1 土石方开挖及回填量大于方案 2，而方案 2 中采用的钢筋混凝土箱涵按照相关荷载规范规定进行结构计算时，涵洞结构尺寸较大，钢筋混凝土量较大；

b.从施工组织设计角度分析，箱涵和排洪沟均为施工进度控制性工程，方案 1 无需采用施工导流措施，但需在施工前对渣场堆渣量进行较准确估算，避免形成“天沟”；方案 2 排水箱涵需采取分段施工导流措施，施工过程中还需考虑检修井的布设；；

c. 从施工难易程度分析，方案 2 箱涵布置在现状沟道坡面，前期基础施工难度相对较小，但检修井施工难度大，检修井垂直最大深度约 50m，需要边堆渣边施工，由于渣料的不均匀性，为保证箱涵和检修井结构安全，还需要对渣料进行筛分，严格堆渣施工工序；而方案 1 需要在堆渣前在山坡上修建排洪沟，无道路到达施工场地，其难点在于渣场施工前期需新建道路的施工和排洪沟两侧开挖山体的边坡支护；对于渣场施工控制，

排水工程结构施工技术成熟，较为可控，渣料筛分和堆渣过程控制难度更大，因此方案 1 较优；

d.从后期管理维护角度分析，方案 1 主要采用明沟排水，淤积清理较为便利；方案 2 排水箱涵容易堆积推移质、石块等，降低泄流能力，且存在顶部堆渣后地基基础不均匀沉降导致箱涵结构破坏的可能性，需要沿线布置检修井并长期维护，后期管理及维护工作量及费用较大；

e.从投资角度分析，方案 1（“排洪沟”）投资 573.12 万元，方案 2（“排水箱涵+截水沟”）投资 988.91 万元，方案 2 比方案 1 投资增加 415.79 万元。

表 9.2.5-10 四棵树沟弃渣场排水方案工程量对比表

序号	项目	单位	工程量		
			方案 1	方案 2	方案 1-方案 2
一	排洪沟	m	1157		1157
	土方开挖	m ³	14977		14977
	石方开挖	m ³	6419		6419
	土方回填	m ³	4279		4279
	C25 砼	m ³	7055		7055
	碎石垫层	m ³	528		528
	闭孔塑料板	m ²	673		673
二	排水箱涵	m		1100	-1100
	土方开挖	m ³		8800	-8800
	土方回填	m ³		3520	-3520
	C25 砼	m ³		6996	-6996
	钢筋	T		700	-700
	碎石垫层	m ³		816	-816
	C15 砼垫层	m ³		408	-408
三	闭孔塑料板	m ²		700	-700
	截水沟	m		1257	-1257
	土方开挖	m ³		1704	-1704
	石方开挖	m ³		730	-730
	土石方回填	m ³		341	-341
	C25 砼	m ³		984	-984
	碎石垫层	m ³		75	-75
四	闭孔塑料板	m ²		133	-133
	检修井	m		1020	-1020
五	土建工程投资	万元	573.12	988.91	-415.79



经工程量、施工组织设计、施工难易程度、后期管理维护及土建投资等方面综合比选，推荐方案 1（“排洪沟+消力池”方案）。

④ 渣底排水盲沟

弃渣前，为收集和排导施工期间渣场区域内汇水，以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水，沿渣场区域内冲沟底部布设盲沟，弃渣前，为收集和排导施工期间渣场区域内汇水，以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水，沿渣场区域内冲沟底部布设盲沟，盲沟断面尺寸为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），两侧边坡为 1:1，盲沟内铺设 2m 厚的大块石，块石上侧依次布置 20cm 厚碎石垫层、土工布和 20cm 厚粗砂。

⑤ 渣顶及马道排水沟

弃渣结束后，在堆渣坡顶布置渣顶排水沟。渣顶排水沟为梯形断面，断面尺寸为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ （宽 $\times$ 深），坡比 1:0.5，沟底纵坡 0.5%（向排洪沟排水），衬砌厚度 0.3m，采用 M7.5 浆砌石砌筑。堆渣结束后，在每一级马道内侧布置马道排水沟。马道排水沟为矩形断面，断面尺寸为 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ （宽 $\times$ 深），衬砌厚度 0.3m，采用 M7.5 浆砌石砌筑。

⑥ 格构护坡

堆渣结束并平整后，堆渣坡面采用 C20 混凝土格构护坡。格构采用人字形截水型结构，由骨架衔接处和人字形骨架组成，骨架衔接处截面尺寸为 $1.0\text{m} \times 0.5\text{m}$ （宽 $\times$ 深），中间设 $0.5\text{m} \times 0.1\text{m}$ （宽 $\times$ 深）的排水沟；骨架为 L 型，截面尺寸为 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ （宽 $\times$ 深），骨架外缘设 10cm 高排水凸坎，将坡面集水汇入马道排水沟内。坡顶布置 0.5m 宽混凝土封顶，并与渣顶排水沟相结合。

⑦ 土地平整及表土回覆

堆渣结束后，对弃渣场平台及堆渣坡面进行平整；土地平整结束后，在平整后的平台及混凝土格构内进行表土回覆，覆土厚度 0.3m。

2) 植物措施

覆土结束后，弃渣场顶部及平台复耕外的区域采用种植经济林恢复植被。树种分别选择柑橘、雪梨、山茶和月季，采取分地块集中栽植。柑橘、雪梨种植挖穴整地规格为 $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ （穴径 $\times$ 穴深），栽植株行距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ；山茶和月季种植挖穴整地规格为 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ （穴径 $\times$ 穴深），栽植株行距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ；林下撒播紫花苜蓿和红花草，撒播量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

对于渣场坡面，在混凝土格构内采取灌草结合恢复植被。灌木树种选择山茶和月季，

株行距为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ ，采用挖穴整地，规格 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ （穴径 $\times$ 穴深）；林下撒播紫花苜蓿和红花草，撒播量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。对于截排洪沟开挖坡面，采取喷播植草防护。

3) 临时措施

施工前，将堆渣区域表土进行剥离，临时堆放在弃渣场上游侧，对表土进行临时拦挡，采用袋装土拦挡。施工过程中，对表土堆放场及弃渣场临时堆放增加临时排水措施，采用土质排水沟。考虑到表土堆存时间较长，拟在堆土表面撒播草籽进行临时防护，草种选择狗牙根、白三叶、鸡眼草，撒播量 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(8) 高速沟弃渣场水土保持措施设计

高树沟弃渣场位于黄家营村东北侧一冲沟内，为 3 级沟道型弃渣场。该弃渣场堆渣量为 89.64 万 m^3 （松方），占地面积 16.11hm^2 ，堆渣高程 $155 \sim 235\text{m}$ ，最大堆高 80m ，设计堆渣边坡 $1:3$ ，每堆高 10m 布置一 2m 宽马道。高速沟弃渣场防护工程水土保持措施主要为：表土剥离、拦渣坝、排洪沟、截水沟、渣底排水盲沟、渣顶及马道排水沟、混凝土格构护坡、土地平整和表土回覆、植被恢复和临时措施等。

1) 工程措施

① 表土剥离

施工前，将弃渣场占地范围内表土进行剥离，剥离表土就近临时堆放在弃渣场上游。

② 拦渣工程

在堆渣坡脚布置拦渣坝。拦渣坝顶宽 5m ，最大坝高 8m ，临渣侧坡比 $1:1$ ，铺设 50cm 厚碎石层，临空侧坡比 $1:1.5$ 。考虑弃渣中石方量较多，弃渣中的大石块满足拦渣坝填筑用料要求，选择采用弃石渣作为拦渣坝填筑材料。填筑过程中每堆高 100cm 需进行推铺碾压一次，压实度不小于 0.9 。同时，为防止水流冲刷拦渣坝坡面和保持坡面平顺，拟在拦渣坝背渣侧采用干砌石护坡，干砌石厚度 0.3m 。根据地质资料，拦渣坝基础承载力满足要求，无需换填处理。

③ 防洪排导工程

为防止右侧上游冲沟洪水和右侧坡面汇水冲刷渣体，在弃渣场右侧布置排洪沟。排洪沟采用梯形断面，断面尺寸为 $2.0\text{m} \times 1.6\text{m}$ （底宽 $\times$ 深），两侧边坡为 $1:0.5$ ，衬砌厚度 30cm 。其中，缓坡段采用 C25 混凝土现浇，下铺 10cm 厚碎石垫层；陡坡段采用 C25 钢筋混凝土现浇，往下依次铺设 10cm 厚 C20 混凝土垫层、 10cm 厚碎石垫层。陡坡段设置台阶式跌坎，跌坎高度为 0.5m ，每 10m 设置一个防滑齿墙，出口处接 2#消力池。2#消力池采用条渠型



式,消力池尺寸为 $10\text{m} \times 6\text{m} \times 3\text{m}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 深),采用 80cm 厚 C25 钢筋混凝土衬砌,下设 10cm 厚 C20 混凝土垫层, 20cm 厚碎石垫层。

为防止左侧坡面汇水冲刷渣体,拟在弃渣场左侧布置截水沟,采用梯形断面,断面尺寸为 $1.0\text{m} \times 0.8\text{m}$ (底宽 $\times$ 深),两侧边坡为 $1:0.5$,采用 M7.5 浆砌石块石砌筑,衬砌厚度 30cm ,下铺 10cm 厚碎石垫层。陡坡段设置台阶式跌坎,跌坎高度为 0.5m ,出口处接 1#消力池后接入现状沟道。1#消力池采用条渠型式,消力池尺寸为 $6\text{m} \times 4\text{m} \times 3\text{m}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 深),采用 80cm 厚 C25 钢筋混凝土衬砌,下设 10cm 厚 C20 混凝土垫层, 20cm 厚碎石垫层。

④ 渣底排水盲沟

弃渣前,为收集和排导施工期间渣场区域内汇水,以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水,沿渣场区域内冲沟底部布设盲沟,盲沟断面尺寸为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ (底宽 $\times$ 深),两侧边坡为 $1:1$,盲沟内铺设 2m 厚的大块石,块石上侧依次布置 20cm 厚碎石垫层、土工布和 20cm 厚粗砂。

⑤ 渣顶及马道排水沟

弃渣结束后,在堆渣坡顶布置渣顶排水沟。渣顶排水沟为梯形断面,断面尺寸为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ (宽 $\times$ 深),坡比 $1:0.5$,沟底纵坡 0.5% (向排洪沟排水),衬砌厚度 0.3m ,采用 M7.5 浆砌石砌筑。堆渣结束后,在每一级马道内侧布置马道排水沟。马道排水沟为矩形断面,断面尺寸为 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (宽 $\times$ 深),衬砌厚度 0.3m ,采用 M7.5 浆砌石砌筑。

⑥ 格构护坡

堆渣结束并平整后,堆渣坡面采用 C20 混凝土格构护坡。格构采用人字形截水型结构,由骨架衔接处和人字形骨架组成,骨架衔接处截面尺寸为 $1.0\text{m} \times 0.5\text{m}$ (宽 $\times$ 深),中间设 $0.5\text{m} \times 0.1\text{m}$ (宽 $\times$ 深)的排水沟;骨架为 L 型,截面尺寸尺寸为 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ (宽 $\times$ 深),骨架外缘设 10cm 高排水凸坎,将坡面集水汇入马道排水沟内。坡顶布置 0.5m 宽混凝土封顶,并与渣顶排水沟相结合。

⑦ 土地平整及表土回覆

堆渣结束后,对弃渣场平台及堆渣坡面进行平整;土地平整结束后,在平整后的平台及混凝土格构内进行表土回覆,覆土厚度 0.3m 。

2) 植物措施

覆土结束后,弃渣场顶部及平台复耕外的区域采用乔灌草结合的方式恢复植被。其

中,乔木树种选择青冈栎和刺槐间栽,栽植比例为 1:1,采用挖穴整地,规格 0.6m×0.6m(穴径×穴深);灌木树种选择马桑和胡枝子,栽植比例为 1:1,采用挖穴整地,规格 0.3m×0.3m(穴径×穴深);乔、灌木行间混交栽植,行距 2.0m,乔木株距 2m,灌木株距 2m;林下撒播草籽,草种选择狗牙根、白三叶和鸡眼草混播,混播比例为 1:1:1,撒播量为 80kg/hm²。

覆土结束后,在混凝土格构内采取灌草结合恢复植被。灌木树种选择马桑和胡枝子,株行距为 2.0m×2.0m,采用挖穴整地,规格 0.3m×0.3m(穴径×穴深);林下撒播草籽,林下撒播草籽,草种选择狗牙根、白三叶和鸡眼草混播,混播比例为 1:1:1,撒播量为 80kg/hm²。对于截排洪沟开挖坡面,采取喷播植草防护。

3) 临时措施

施工前,将堆渣区域表土进行剥离,临时堆放在弃渣场一侧,对表土进行临时拦挡,采用袋装土拦挡。施工过程中,对表土堆放场及弃渣场临时堆放增加临时排水措施,采用土质排水沟。同时考虑到表土堆存时间较长,拟在堆土表面撒播狗牙根草籽进行防护,撒播量 80kg/hm²。

(9) 桐木沟弃渣场水土保持措施设计

桐木沟弃渣场位于桐木沟中前部,为 3 级沟道型弃渣场。该弃渣场堆渣量为 211.60 万 m³(松方),占地面积 25.97hm²,堆渣高程 135~200m,最大堆高 65m,设计堆渣边坡 1:3,每堆高 10m 布置一 2m 宽马道。桐木沟弃渣场位于工程永久管理范围内,其防护工程水土保持措施主要为:表土剥离、挡渣墙、排洪沟、截水沟、渣底排水盲沟、渣顶及马道排水沟、混凝土格构护坡、土地平整和表土回覆、植被恢复和临时措施等。

1) 工程措施

①表土剥离

施工前,将弃渣场占地范围内表土进行剥离,剥离表土就近临时堆放在弃渣场上游。

②拦挡工程

在堆渣坡脚布置浆砌石重力挡渣墙。挡渣墙顶宽 1m,最大墙高 4m(其中基础埋深 0.5m),临渣侧坡比 1:0.5,临空侧坡比 1:0.1,底部铺设 20cm 厚碎石垫层。为排除渣体内积水,墙体内设置 Φ120PVC 排水管,间距 2m×2m,呈梅花型布置,进口外包土工布。根据地质资料,挡墙基础承载力满足要求,无需换填处理。

③防洪排导工程



为防止右侧上游冲沟洪水和右侧坡面汇水冲刷渣体，弃渣前，拟在弃渣场右侧布置 1[#]排洪沟。1[#]排洪沟进口布置“八字”导墙和拦污栅，将水流引入排洪沟。1[#]排洪沟采用梯形断面，断面尺寸为 1.5m×1.4m（底宽×深），两侧边坡为 1：0.5，衬砌厚度 30cm。其中，缓坡段采用 C25 混凝土现浇，下铺 10cm 厚碎石垫层；陡坡段采用 C25 钢筋混凝土现浇，往下依次铺设 10cm 厚 C20 混凝土垫层、10cm 厚碎石垫层。陡坡段设置台阶式跌坎，跌坎高度为 0.5m，每 10m 设置一个防滑齿墙，出口处经消力池后接入现状沟道。

为防止左侧上游冲沟洪水和左侧坡面汇水冲刷渣体，在弃渣场左侧布置截水沟。截水沟采用梯形断面，断面尺寸为 1.0m×0.9m（底宽×深），两侧边坡为 1：0.5，衬砌厚度 30cm。其中，缓坡段采用 C25 混凝土现浇，下铺 10cm 厚碎石垫层；陡坡段采用 C25 钢筋混凝土现浇，往下依次铺设 10cm 厚 C20 混凝土垫层、10cm 厚碎石垫层。陡坡段设置台阶式跌坎，跌坎高度为 0.5m，每 10m 设置一个防滑齿墙，出口处经消力池后接入现状沟道。

消力池采用条渠型式，消力池尺寸为 8m×6m×3m（长×宽×深），采用 80cm 厚 C25 钢筋混凝土衬砌，下设 10cm 厚 C20 混凝土垫层，20cm 厚碎石垫层。

④ 渣底排水盲沟

弃渣前，为收集和排导施工期间渣场区域内汇水，以及堆渣形成后的渣体渗水和岩层裂隙水，沿渣场区域内冲沟底部布设盲沟，盲沟断面尺寸为 2.0m×2.0m（底宽×深），两侧边坡为 1：1，盲沟内铺设 2m 厚的大块石，块石上侧依次布置 20cm 厚碎石垫层、土工布和 20cm 厚粗砂。

⑤ 渣顶及马道排水沟

弃渣结束后，在堆渣坡顶布置渣顶排水沟。渣顶排水沟为梯形断面，断面尺寸为 0.4m×0.4m（宽×深），坡比 1：0.5，沟底纵坡 0.5%（向排洪沟排水），衬砌厚度 0.3m，采用 M7.5 浆砌石砌筑。堆渣结束后，在每一级马道内侧布置马道排水沟。马道排水沟为矩形断面，断面尺寸为 0.3m×0.3m（宽×深），衬砌厚度 0.3m，采用 M7.5 浆砌石砌筑。

⑥ 格构护坡

堆渣结束并平整后，堆渣坡面采用 C20 混凝土格构护坡。格构采用人字形截水型结构，由骨架衔接处和人字形骨架组成，骨架衔接处截面尺寸为 1.0m×0.5m（宽×深），中间设 0.5m×0.1m（宽×深）的排水沟；骨架为 L 型，截面尺寸为 0.5m×0.5m（宽×

深), 骨架外缘设 10cm 高排水凸坎, 将坡面集水汇入马道排水沟内。坡顶布置 0.5m 宽混凝土封顶, 并与渣顶排水沟相结合。

⑦ 土地平整及表土回覆

堆渣结束后, 对弃渣场平台及堆渣坡面进行平整; 土地平整结束后, 在平整后的平台及混凝土格构内进行表土回覆, 覆土厚度 0.3m。

2) 植物措施

覆土结束后, 弃渣场顶部及平台复耕外的区域采用种植经济林恢复植被。树种分别选择柑橘、雪梨、山茶和月季, 采取分地块集中栽植。柑橘、雪梨种植挖穴整地规格为 $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深), 栽植株行距 $2\text{m} \times 2\text{m}$; 山茶和月季种植挖穴整地规格为 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深), 栽植株行距 $2\text{m} \times 2\text{m}$; 林下撒播紫花苜蓿和红花草, 撒播量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

对于渣场坡面, 在混凝土格构内采取灌草结合恢复植被。灌木树种选择山茶和月季, 株行距为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$, 采用挖穴整地, 规格 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (穴径 $\times$ 穴深); 林下撒播紫花苜蓿和红花草, 撒播量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。对于截排洪沟开挖坡面, 采取喷播植草防护。

3) 临时措施

施工前, 将堆渣区域表土进行剥离, 临时堆放在弃渣场上游侧, 对表土进行临时拦挡, 采用袋装土拦挡。施工过程中, 对表土堆放场及弃渣场临时堆放增加临时排水措施, 采用土质排水沟。考虑到表土堆存时间较长, 拟在堆土表面撒播草籽进行临时防护, 草种选择狗牙根、白三叶、鸡眼草, 撒播量 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(10) 施工管理措施

1) 弃渣场严格按照“先拦后弃, 先排后弃”的原则进行, 弃渣前保证沟水及坡面水处理工程、拦挡等设施建设完备。

2) 前期沟水及坡面水处理工程、拦挡等建设产生的弃渣不得随意倾倒, 均堆存于相应的弃渣场内 (在弃渣场防护措施保护范围内堆置)。

3) 工程各部位产生的弃渣按照弃渣规划运至弃渣场内堆置, 严禁任意堆置或倾倒至河道、沟道范围内。

4) 表层土堆放严格按照“先挡后弃”的原则进行, 堆土前保证拦挡、截排水工程等设施建设完备。

5) 剥离的表层土不得随意倾倒, 严禁任意堆置或倾倒到河道、沟道范围内, 均堆



于相应的表土堆放场内，并在防护措施保护范围内堆置。

6) 施工过程中，注意防护措施的时效性，避免裸露边坡处于无防护状态。加强施工管理，进行土石方综合调运利用，尽量减少工程弃渣量。

7) 加强管理，坚持文明施工，减少或避免对周边区域的扰动，施工活动尽量控制在征地范围内。

8) 加强巡视检查，尤其是汛期，重点针对拦渣坝、挡渣墙、排洪沟、截排水工程，一旦发现淤积堵塞或损毁，应及时清理和修复。

弃渣场防治区工程量详见表 9.2.5-11。

表 9.2.5-11 弃渣场防治区工程量表

序号	项目	单位	工程量
一	工程措施		
1	拦渣工程		
1.1	拦渣坝	座	1
	土方开挖	m ³	5600
	石方开挖	m ³	2400
	石渣填筑	m ³	24200
	干砌石	m ³	432
	C20 混凝土	m ³	1056
1.2	挡渣墙	m	820
	土方开挖	m ³	13963
	石方开挖	m ³	3491
	土石方回填	m ³	4808
	M7.5 浆砌石	m ³	14826
	碎石垫层	m ³	765
	Φ120mmPVC 排水管	m	1637
	反滤料	m ³	2295
	土工布	m ²	1196
2	斜坡防护工程		
2.1	格构护坡	m ²	845658
	土方开挖	m ³	268919
	C20 混凝土	m ³	71712
3	防洪排导工程		
3.1	截（排）水工程	m	89219



续表 9.2.5-11

弃渣场防治区工程量表

序号	项目	单位	工程量
	土方开挖	m ³	1367191
	石方开挖	m ³	572787
	土石方回填	m ³	387996
	M7.5 浆砌石	m ³	22500
	M10 水泥砂浆抹面	m ²	50826
	C25 混凝土	m ³	341903
	钢筋	t	6919
	拦污栅	m ²	540
3.2	渣底排水盲沟	m	22841
	土方开挖	m ³	61876
	块石	m ³	191864
	粗砂	m ³	65234
	碎石	m ³	33576
	土工布	m ²	159887
3.3	导水墙	m	381
	C25 混凝土	m ³	6934
	碎石垫层	m ³	347
	土方开挖	m ³	2219
	石方开挖	m ³	555
	块石换填	m ³	2667
3.4	消力池	座	48
	土方开挖	m ³	19316
	土方回填	m ³	3863
	C25 砼	m ³	18440
	钢筋	t	1291
	碎石垫层	m ³	1171
	砼垫层	m ³	585
	闭孔塑料板	m ²	1047
4	土地整治工程		
	土地平整	hm ²	200.51
	表土剥离	m ³	542400
	表土回覆	m ³	371000
	林地清理	m ²	171.64



续表 9.2.5-11

弃渣场防治区工程量表

序号	项目	单位	工程量
二	植物措施		
	全面整地	hm ²	177.88
	生土追肥	m ³	94900
	穴状整地 (60cm × 60cm)	个	335676
	穴状整地 (30cm × 30cm)	个	608148
	客土喷播植草	m ²	226333
	种草 (狗牙根、鸡眼草、白三叶)	hm ²	124.08
	种草 (紫花苜蓿、红花草)	hm ²	53.80
	马桑	株	162852
	胡枝子	株	162852
	山茶	株	141222
	月季	株	141222
	青冈栎	株	97227
	刺槐	株	97227
	柑橘	株	70611
	雪梨	株	70611
	幼林抚育	hm ²	177.88
三	临时措施		
1	临时拦挡	m	14347
	土方开挖	m ³	5779
	袋装土拦挡	m ³	30416
	袋装土拆除	m ³	30416
	钢筋石笼	m ³	11550
2	临时排水	m	21521
	土方开挖	m ³	7300
	M7.5 浆砌石	m ³	13020
3	临时撒播草籽	hm ²	23.82

9.2.6 料场防治区

主体工程设计考虑了本区的表土剥离、截水沟及马道排水沟、复耕等措施。本区水土保持措施主要为施工过程中在料场周边布置临时排水沉沙措施,对表土及利用剥离料



进行临时苫盖及钢筋石笼拦挡；取料结束后，占用耕园地部分由主体工程进行复耕，其他部分进行土地平整、剥离料回填以及表土回覆，开采平台布置载土槽，并对料场开采平台及边坡采取植被恢复措施。

以安乐河料场进行水土保持措施典型设计，料场位于丹江口市三官殿街道潘家岩西侧、安乐河右岸，西侧紧邻出口建筑物群。安乐河料场有用层储量 164 万 m^3 ，剥采比 0.38，占地面积 2.74hm^2 ，高程 150m 以上开挖边坡 1: 1，高程 108m~140m 开挖边坡 1: 0.5，终采高程 108m，分别在高程 150m、高程 140m、高程 130m、高程 120m、高程 108m 设 2m 宽马道。

(1) 工程措施

料场使用结束后，对施工迹地进行平整，土地平整结束后利用前期剥离覆盖层料回填终采平台(平均回填厚度 0.5m)，再进行表土回覆，覆土厚度 0.3m，回覆表土 6395m^3 。

(2) 植物措施

取料结束后对料场平台扰动迹地采取乔灌木结合恢复植被。乔木选择青冈栎、刺槐，株行距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，种植乔木 5328 株；灌木选择马桑和胡枝子，栽植行间距 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ ，种植灌木 5328 株；林下撒播草籽，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播草籽 170.52kg。

对于料场开采形成的边坡，在马道布设载土槽，栽植藤本植物，上攀下垂坡面恢复植被，载土槽横断面尺寸为 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ (底宽 $\times$ 高)，槽内填 0.3m 厚耕植土，槽内间种常春藤、爬山虎，栽植株间距 0.3m，种植攀援植物 3732 株。

(3) 临时措施

1) 临时拦挡

取料期间料场下坡向临沟侧布设拦挡防护网和钢筋石笼进行拦挡，防止料场开挖料滚落至下方沟道，钢筋石笼挡墙高 1~2m，长 500m，采取“品”字型布置。

表土堆存期间，拟在表土堆放场周边采用袋装土挡墙进行拦挡，袋装土挡墙长 450m，采取梯形断面，顶宽 0.5m，高 1m，边坡 1: 1。

2) 排水措施

施工过程中，拟在施工场地周边布设浆砌石排水沟，排水沟梯形断面，设计尺寸 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ (宽 $\times$ 高)，两侧沟壁坡比 1: 0.5，沟身采用 M7.5 浆砌片石砌筑，厚度 30cm，排水沟长 600m。排水沟出口顺接沉沙池，沉沙池采用 M7.5 浆砌石砌筑，尺寸 $1.5\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高)，衬砌厚度 30cm，M10 水泥砂浆抹面，设置 2 座沉沙池。



3) 临时苫盖

为防止因降雨对堆放表土的直接冲刷引起的水土流失,并减少风蚀引起的扬尘,需对剥离表土采用防雨布进行苫盖防护,临时苫盖 10000m²。

(4) 施工管理措施

1) 对于料场下游临近河道情形,如遇降雨或洪水需做好防护,保证料场开采面应在干地施工。

2) 料场开采过程中应分层开挖,为保证开采边坡稳定,分层开采深度一般不超过 2m。

料场防治区工程量详见表 9.2.6-1。

表 9.2.6-1 料场防治区水土保持专项措施工程量表

序号	项目	单位	料场区
一	工程措施		
	种植槽	m	21600
	M7.5 浆砌石	m ³	2100
	种植土	m ³	2100
	土地平整	hm ²	58.01
	表土回覆	m ³	116000
	剥离料回填	m ³	464080
二	植物措施		
	全面整地	hm ²	58.01
	生土追肥	m ³	19700
	穴状整地(60cm×60cm)	个	152276
	穴状整地(30cm×30cm)	个	152276
	种草	hm ²	58.01
	马桑	株	60911
	胡枝子	株	60911
	红花檵木	株	7614
	金叶女贞	株	7614
	海桐	株	7614
	春娟	株	7614
	栽植洋常春藤	株	75600
	栽植爬山虎	株	75600
	青冈栎	株	60911



续表 9.2.6-1 料场防治区水土保持专项措施工程量表

序号	项目	单位	料场区
	刺槐	株	60911
	栎树	株	15228
	桂花	株	15228
	幼林抚育	hm ²	58.01
三	临时措施		
1	临时拦挡	m	3910
	袋装土拦挡	m ³	6452
	袋装土拆除	m ³	6452
	钢筋石笼	m ³	4800
	防护网拦挡	m	3200
2	临时苫盖		
	防雨布	m ²	96000
3	临时排水	m	5880
	土方开挖	m ³	4528
	M7.5 浆砌石	m ³	3557
4	沉沙池	座	26
	土方开挖	m ³	138
	M7.5 浆砌石	m ³	100

9.2.7 移民安置及专项设施复建工程防治区

受本阶段移民安置及专项设施设计深度限制,本方案根据水土保持典型设计估列水土保持工程量及投资。下一阶段应结合移民安置相应深度进一步深化水土保持内容。农村移民安置、工矿企业迁建、专项设施迁复建等移民安置工程,涉及需要单独立项的,应按立项要求单独编制水土保持方案;不需单独立项的,应及时采取水土保持措施,有效防治水土流失。

本阶段主体工程设计考虑了场内绿化等措施,本区水土保持专项措施主要包括:施工前对占地区表土进行剥离并集中堆存在征地范围内表土堆放场,施工过程对临时堆土和表土堆放场采取临时拦挡、临时排水、沉淀池、临时苫盖措施,施工结束后对扰动迹地进行土地整治以及行道树、植被恢复措施等。

(1) 移民安置工程区

主体工程设计考虑了场内绿化等措施,水土保持设计补充施工过程中临时拦挡和临



时苫盖措施。

施工期间，对于临时堆土采取袋装土拦挡措施，挡墙高 1.0m，顶宽 0.5m，内外坡均为 1:1。对开挖临时堆土及施工边坡采用防雨布进行覆盖，防止降雨冲刷引起的水土流失。

(2) 专项设施复建工程区

1) 工程措施

为满足后期植被恢复需要，施工前，对占地区表土资源进行剥离。施工结束后，对施工扰动迹地进行土地平整，土地平整结束后进行覆土。

2) 植物措施

施工结束后，对扰动迹地采取灌草结合方式植被植被，灌木选择马桑、胡枝子，栽植行间距 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ ，草种狗牙根、白三叶和鸡眼草，混播比例为 1:1:1，播种量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。复建道路结合布置在路基种植行道树，树种选择香樟，栽植株间距 3m。

3) 临时措施

施工期间对施工区临时堆土（料）采取袋装土临时拦挡措施，袋装土挡墙采用梯形断面，顶宽 0.5m，高 1m，边坡 1:1。同时为防止降雨冲刷造成水土流失，采取防雨布进行临时苫盖防护。

施工过程中，拟在施工区周边布设浆砌石排水沟，排水沟梯形断面，设计尺寸 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ （宽×高），两侧沟壁坡比 1:0.5，沟身采用 M7.5 浆砌片石砌筑，厚度 30cm。在复建桥头处布置泥浆沉淀池与排水沟相接，沉淀池池主要存放钻孔施工需要的泥浆，开挖的土方堆置在池体四周，并夯实，以作为泥浆池地上部分；施工结束后，泥浆池四周堆置土方用于回填池体，并整平。沉淀池形式采用半挖半填式，池身长 4m、宽 3m，地面以下开挖 1.5m，开挖边坡取 1:0.5，地面以上高 0.5m。池身开挖的深层土堆置在池体四周，并拍实，以形成沉淀池地上部分。深层土外侧坡脚采用袋装土围护，断面为梯形，尺寸为： $0.5\text{m} \times 1.0\text{m} \times 0.8\text{m}$ （上宽×底宽×高）。

(3) 施工管理措施

1) 输电及通信线路电杆基坑开挖的土石方应集中堆放在征地范围内，并做好防护措施，避免对周边土地和植被的破坏；

2) 加强施工期间管理措施，增强管理人员和施工人员的水土保持观念，制定施工期水土保持管理制度，将各项水土保持措施及时有效落实；

3) 复建道路施工管理措施及要求参考交通道路防治区。

移民安置及专项设施复建工程防治区工程量详见表 9.2.7-1。

表 9.2.7-1 水土保持专项措施工程量表

序号	项目	单位	工程量
一	工程措施		
1	土地整治工程		
	土地平整	hm ²	6.36
	表土剥离	m ³	30000
	表土回覆	m ³	19100
二	植物措施		
	全面整地	hm ²	6.36
	生土追肥	m ³	7500
	穴状整地 (60cm × 60cm)	个	16289
	穴状整地 (30cm × 30cm)	个	16695
	种草	hm ²	6.36
	马桑	株	8348
	胡枝子	株	8348
	香樟	株	16289
	幼林抚育	hm ²	6.36
三	临时措施		
1	临时拦挡	m	1440
	袋装土拦挡	m ³	2376
	袋装土拆除	m ³	2376
2	临时苫盖		
	防雨布	m ²	12000
3	临时排水	m	980
	土方开挖	m ³	832
	M7.5 浆砌石	m ³	557
4	沉淀池	座	4
	土方开挖	m ³	317
	M7.5 浆砌石	m ³	190

9.3 汉江影响河段综合整治工程防治区

主体工程设计中考虑了三维植生垫、表土剥离等措施,水土保持专项措施主要包括:施工期间对临时堆土采取临时拦挡、临时排水沉沙等防护措施、开挖坡面的临时苫盖措



施以及桥梁两侧的泥浆沉淀池和临时拦挡措施,施工结束后对占压扰动区进行土地平整和植被恢复措施。

(1) 河道(航道)整治及羊皮滩右汊出水渠工程

1) 临时措施

为防止降雨和地表径流的冲刷,对施工过程中开挖形成的坡面采用防雨布临时苫盖防护,防雨布可重复利用;下侧布置袋装土挡墙,以防止开挖土石滚落,袋装土挡墙顶宽 0.5m,高 1m,边坡 1:1。

施工期间,对于场地内临时堆料及堆土采用袋装土临时拦挡防护,断面为梯形,顶宽 0.5m,高 1m,边坡 1:1。临时堆土周边布设排水沟,排水沟梯形断面,设计尺寸 0.3m×0.3m(宽×高),两侧沟壁坡比 1:1,排水沟出口顺接沉沙池,沉沙池采用 M7.5 浆砌石砌筑,尺寸 1.5m×1.0m×1.0m(长×宽×高),衬砌厚度 30cm, M10 水泥砂浆抹面。

2) 工程措施

施工结束后,对施工过程中占压扰动迹地进行土地平整。

3) 植物措施

土地整治结束后,对施工扰动迹地进行植被恢复。乔木选择青冈栎、刺槐,灌木选择马桑、胡枝子,乔、灌木间混交栽植,乔木株行距 2m,灌木株行距 2m,林下撒播草籽,草种选择狗牙根、白三叶、鸡眼草,混播比例 1:1:1,撒播密度 80kg/hm²。

(2) 桥梁工程

工程包含复建 1 座羊皮滩右汊连接桥和 1 座沧浪洲明渠连接桥。

1) 临时措施

桥梁基础施工会产生大量的泥浆,这些泥浆应通过泥浆沉淀池进行沉淀。泥浆池主要存放钻孔施工需要的泥浆,开挖的土方堆置在池体四周,并夯实,以作为泥浆池地上部分;施工结束后,泥浆池四周堆置土方用于回填池体,并整平。沉淀池主要存放桥梁钻孔排出的钻渣、泥浆等。钻渣、泥浆注入沉淀池沉淀一段时间后,表面部分泥浆可再导入泥浆池重复利用,以达到综合利用的目的。沉淀池形式采用半挖半填式,池身长 4m、宽 3m,地面以下开挖 1.5m,开挖边坡取 1:0.5,地面以上高 0.5m。池身开挖的深层土堆置在池体四周,并拍实,以形成沉淀池地上部分。深层土外侧坡脚采用袋装土围护,断面为梯形,尺寸为:0.5m×1.0m×0.8m(上宽×底宽×高)。

在桥梁两端锥坡下部设置临时挡土墙,以防止桥梁基础施工过程中开挖土石方滚落

至河道内。袋装土挡墙顶宽 0.5m，高 1m，边坡 1:1。

2) 工程措施

施工结束后，对施工过程中占压扰动迹地进行土地平整。

3) 植物措施

土地整治结束后，对施工扰动迹地进行植被恢复。乔木选择青冈栎、刺槐，灌木选择马桑、胡枝子，乔、灌木间混交栽植，乔木株行距 2m，灌木株行距 2m，林下撒播草籽，草种选择狗牙根、白三叶、鸡眼草，混播比例 1:1:1，撒播密度 80kg/hm²。

汉江影响河段综合整治工程防治区工程量详见表 9.3-1。

表 9.3-1 汉江影响河段综合整治工程水土保持专项措施工程量表

序号	项目	单位	工程量
一	工程措施		
	土地平整	hm ²	2.16
二	植物措施		
	全面整地	hm ²	2.16
	穴状整地 (60cm × 60cm)	个	5670
	穴状整地 (30cm × 30cm)	个	5670
	种草	hm ²	2.16
	马桑	株	2835
	胡枝子	株	2835
	青冈栎	株	2835
	刺槐	株	2835
	幼林抚育	hm ²	2.16
三	临时措施		
1	临时拦挡	m	980
	袋装土拦挡	m ³	1617
	袋装土拆除	m ³	1617
	钢筋石笼	m ³	1200
2	临时苫盖		
	防雨布	m ²	15000
3	临时排水	m	2440
	土方开挖	m ³	1898
	M7.5 浆砌石	m ³	1098
4	沉沙池、沉淀池	座	6
	土方开挖	m ³	432
	M7.5 浆砌石	m ³	259



10 水土保持施工组织设计

10.1 工程量

本工程水土保持专项措施包括工程措施、植物措施和临时措施。水土保持专项措施工程量主要包括:挡渣墙 820m,拦渣坝 1 座,格构植草护坡 109.94hm^2 ,种植槽 21600m,截排水(洪)沟 89219m,排水盲沟 22841m,导水墙 381m,消力池 48 个,土地平整 420.70hm^2 ,表土剥离 122.62 万 m^3 ,覆土 82.70 万 m^3 ,剥离料回填 46.41 万 m^3 ,林地清理 171.64hm^2 ,客土喷播植草 37.75hm^2 ,栽植乔木 90.26 万株,栽植灌木 117.79 万株,攀缘植物 15.12 万株,撒播种草 360.49hm^2 ,铺植草皮 22.46hm^2 ,临时排水沟 60431m,临时拦挡 52517m,临时沉沙池 180 座,防雨布 54 万 m^2 ,临时撒播草籽 23.82hm^2 。

10.2 施工条件及布置

10.2.1 施工交通条件

(1) 对外交通

水土保持工程对外交通与主体工程对外交通保持一致,利用主体工程的对外交通条件。

(2) 场内交通

各项水土保持工程施工现场均有主体工程场内交通道路到达,且施工道路设计标准已满足水土保持工程施工需要,无需新建和改扩建施工道路。

10.2.2 施工场地条件

水土保持工程施工在整个主体工程工程区范围内,其工程量相对主体工程较小,为避免施工设施重复建设,减少扰动面积,施工场地可利用主体工程施工场地。

施工生产生活设施、交通道路、料场、移民安置及专项设施复建工程等部位的水土保持工程施工与主体工程施工紧密结合,可直接借助主体工程施工场地;弃渣场等部位的水土保持工程施工场地需单独开辟,但均可在各自场地内布设,不需新增占地,且均能满足要求。



表 10.1-1

水土保持措施工程量汇总表

序号	项目	单位	输水总干线工程区							汉江影响河段 综合整治工程 区	合计
			主体工程区	弃渣场区	料场区	永久办公 生活区	施工生产 生活区	交通道路区	移民安置及专项 设施复建工程区		
一	工程措施										
1	拦渣工程										
1.1	拦渣坝	座		1							1
	土方开挖	m ³		5600							5600
	石方开挖	m ³		2400							2400
	石渣填筑	m ³		24200							24200
	干砌石	m ³		432							432
	C20 混凝土	m ³		1056							1056
1.2	挡渣墙	m		820							820
	土方开挖	m ³		13963							13963
	石方开挖	m ³		3491							3491
	土石方回填	m ³		4808							4808
	M7.5 浆砌石	m ³		14826							14826
	碎石垫层	m ³		765							765
	Φ120mmPVC 排水管	m		1637							1637
	反滤料	m ³		2295							2295
	土工布	m ²		1196							1196
2	斜坡防护工程										
2.1	格构护坡	m ²		845658				253697			1099356
	土方开挖	m ³		268919				80676			349595
	C20 混凝土	m ³		71712				21514			93225
2.2	种植槽	m			21600						21600
	M7.5 浆砌石	m ³			2100						2100
	种植土	m ³			2100						2100

续表 10.1-1

水土保持措施工程量汇总表

序号	项目	单位	输水总干线工程区							汉江影响河段 综合整治工程 区	合计
			主体工程区	弃渣场区	料场区	永久办公 生活区	施工生产 生活区	交通道路区	移民安置及专项 设施复建工程区		
3	防洪排导工程										
3.1	截（排）水工程	m		89219							89219
	土方开挖	m ³		1367191							1367191
	石方开挖	m ³		572787							572787
	土石方回填	m ³		387996							387996
	M7.5 浆砌石	m ³		22500							22500
	M10 水泥砂浆抹面	m ²		50826							50826
	C25 混凝土	m ³		341903							341903
	钢筋	t		6919							6919
	拦污栅	m ²		540							540
3.2	渣底排水盲沟	m		22841							22841
	土方开挖	m ³		61876							61876
	块石	m ³		191864							191864
	粗砂	m ³		65234							65234
	碎石	m ³		33576							33576
	土工布	m ²		159887							159887
3.3	导水墙	m		381							381
	C25 混凝土	m ³		6934							6934
	碎石垫层	m ³		347							347
	土方开挖	m ³		2219							2219
	石方开挖	m ³		555							555
	块石换填	m ³		2667							2667
3.4	消力池	座		48							48
	土方开挖	m ³		19316							19316

续表 10.1-1

水土保持措施工程量汇总表

序号	项目	单位	输水总干线工程区							汉江影响河段 综合整治工程 区	合计
			主体工程区	弃渣场区	料场区	永久办公 生活区	施工生产 生活区	交通道路区	移民安置及专项 设施复建工程区		
	土方回填	m ³		3863							3863
	C25 砼	m ³		18440							18440
	钢筋	t		1291							1291
	碎石垫层	m ³		1171							1171
	砼垫层	m ³		585							585
	闭孔塑料板	m ²		1047							1047
4	土地整治工程										
	土地平整	hm ²	35.46	200.51	58.01	3.62	50.77	63.81	6.36	2.16	420.70
	表土剥离	m ³		542400		31400	435200	187200	30000		1226200
	表土回覆	m ³	106400	371000	116000	14500	98500	101500	19100		827000
	林地清理	m ²		171.64							171.64
	剥离料回填	m ³			464080						464080
二	植物措施										
1	整地										
	全面整地	hm ²	20.34	177.88	58.01	3.62	50.77	63.81	6.36	2.16	382.95
	生土追肥	m ³	35800	94900	19700	5000	93100	16800	7500		272800
	穴状整地 (60cm × 60cm)	个	38643	335676	152276	8119	133271	212628	16289	5670	902573
	穴状整地 (30cm × 30cm)	个	75373	608148	152276	19005	133271	167501	16695	5670	1177939
2	生态护坡										
	客土喷播植草	m ²	151200	226333							377533
3	草										
	撒播狗牙根	hm ²	1.50	124.08	58.01		50.77	63.81	6.36	2.16	306.69
	撒播鸡眼草	hm ²	1.50	124.08	58.01		50.77	63.81	6.36	2.16	306.69
	撒播白三叶	hm ²	1.50	124.08	58.01		50.77	63.81	6.36	2.16	306.69



续表 10.1-1

水土保持措施工程量汇总表

序号	项目	单位	输水总干线工程区							汉江影响河段 综合整治工程 区	合计
			主体工程区	弃渣场区	料场区	永久办公 生活区	施工生产 生活区	交通道路区	移民安置及专项 设施复建工程区		
	撒播紫花苜蓿	hm ²		53.80							53.80
	撒播红花草	hm ²		53.80							53.80
	铺植草皮	hm ²	18.84			3.62					22.46
4	灌木										
	马桑	株	1969	162852	60911		53309	67001	8348	2835	357223
	胡枝子	株	1969	162852	60911		53309	67001	8348	2835	357223
	山茶	株		141222							141222
	月季	株		141222							141222
	红花檵木	株	12364		7614	2376	6664	8375			37392
	金叶女贞	株	12364		7614	2376	6664	8375			37392
	海桐	株	12364		7614	2376	6664	8375			37392
	春娟	株	12364		7614	2376	6664	8375			37392
	茶梅	株	7327			3168					10494
	木槿	株	7327			3168					10494
	垂丝海棠	株	7327			3168					10494
5	攀缘植物										
	栽植洋常春藤	株			75600						75600
	栽植爬山虎	株			75600						75600
6	乔木										
	青冈栎	株	1969	97227	60911		53309	67001		2835	283251
	刺槐	株	1969	97227	60911		53309	67001		2835	283251
	柑橘	株		70611							70611
	雪梨	株		70611							70611
	香樟	株						45127	16289		61416

续表 10.1-1

水土保持措施工程量汇总表

序号	项目	单位	输水总干线工程区							汉江影响河段 综合整治工程 区	合计
			主体工程区	弃渣场区	料场区	永久办公 生活区	施工生产 生活区	交通道路区	移民安置及专项 设施复建工程区		
	银杏	株	8543			1520					10063
	雪松	株	6674			1188					7862
	玉兰	株	6674			1188					7862
	栎树	株	4271		15228	1408	13327	16750			50984
	桂花	株	4271		15228	1408	13327	16750			50984
	樱花	株	4271			1408					5679
7	抚育工程										
	幼林抚育	hm ²	20.34	177.88	58.01	3.62	50.77	63.81	6.36	2.16	382.95
三	临时措施										
1	临时拦挡	m	8000	14347	3910	1440	9520	12880	1440	980	52517
	土方开挖	m ³		5779							5779
	袋装土拦挡	m ³	13200	30416	6452	2376	15708	21252	2376	1617	93397
	袋装土拆除	m ³	13200	30416	6452	2376	15708	21252	2376	1617	93397
	钢筋石笼	m ³		11550	4800			153600		1200	171150
	防护网拦挡	m			3200						3200
2	临时苫盖										
	防雨布	m ²	90000		96000	12000	196000	119000	12000	15000	540000
3	临时排水	m		21521	5880		9688	19922	980	2440	60431
	土方开挖	m ³		7300	4528		7266	14942	832	1898	36765
	M7.5 浆砌石	m ³		13020	3557		5328	10957	557	1098	34518
4	沉沙池、沉淀池	座	2		26		78	64	4	6	180
	土方开挖	m ³	158		138		423	348	317	432	1817
	M7.5 浆砌石	m ³	95		100		306	251	190	259	1201
5	临时撒播草籽	hm ²		23.82							23.82



10.2.3 施工用电、用水、通讯

水土保持工程施工用电、通讯和工程措施施工用水同主体工程一致，植物措施中苗木栽植施工用水，场内道路直接可到达绿化现场的，采用洒水车运输即可，不能直接到达绿化现场的，则采用洒水车运输配以人工挑抬，水源与主体工程保持一致。

施工水、电、通讯设施详见本方案报告书主体工程施工组织设计。

10.2.4 物资采购

施工期外来建筑材料和物资主要为水泥、粉煤灰、钢筋、钢材、木材、油料、火工材料等，均在周边地区以市场购买方式采购，与主体工程相同。主要的树种、草种在输水线路附近县市苗圃基地采购。

苗木应满足无病虫害，无机械损伤，苗干通直，色泽正常，萌芽力弱的针叶树种顶芽发育饱满、健壮，充分木质化的要求；草种应选择一级种子，其净度不低于 90%，发芽率不低于 85%。

10.3 施工工艺和方法

10.3.1 工程措施

工程措施主要包括截排水工程、排洪沟、拦挡工程、沉沙工程、护坡工程、土地整治工程等。

(1) 截排水工程

截排水工程主要包括截排水沟、渣体表面排水沟等措施，施工工艺有基础开挖、沟身砌筑、块石铺砌、砂砾石垫层等。

基础开挖：一般采用采用人工开挖沟槽的方法。先挂线，使用镐锹挖槽，抛土并倒运至沟槽两边 0.5m 以外，同时修整底、边并拍实，规模较大时采用人工配合机械开挖，开挖的土石方就近堆放并平整。

沟身砌筑：砌筑所需片石料可从开挖料中人工捡集，并辅以人工胶轮车或 10t 自卸汽车运输，采用人工修整并砌筑浆砌片石的方法，工序包括块石选取、石料修整、冲洗、拌浆、人工砌筑、勾缝等。

块石抛填：块石顶面铺 0.3m 碎石渣（粒径 $\leq 1.5\text{cm}$ ）过渡层和土工布作为反滤层，土工布上层铺 0.3m 厚碎石渣（粒径 $\leq 1.5\text{cm}$ ）保护层。块石及碎石渣料可从弃渣中选用，土工布从市场购买。

砂砾石垫层施工：主要用于马道排水沟的垫层，工序有摊铺、找平、压实和修坡等。



盲沟铺砌：弃渣场堆渣的同时需预先在渣体底部设置盲沟，盲沟按原沟道水流走向铺设。盲沟采用大块石干砌，干砌石面上铺碎石和土工布作为反滤层。干砌石石料可从弃渣中选用，碎石采用人工轧石，土工布从市场购买。

（2）排洪沟

排洪沟采用 10t 自卸汽车运输混凝土骨料，人工拌合，现场浇筑。施工工艺包括土石方明挖、衬砌施工等。土石方明挖采用机械配合人工开挖，以手风钻或气腿钻钻爆为主，出渣采用拖拉机、手推车、自卸汽车等。

（3）拦挡工程

拦挡工程主要包括挡渣墙、拦渣坝等。

挡墙：施工工艺包括基础开挖、墙身砌筑等。挡渣墙基础土方开挖采用挖掘机配合人工开挖，石方开挖以手风钻或气腿钻为主，出渣采用手推车或拖拉机。浆砌石挡墙所需块石料从开挖料或弃石中人工捡集，人工修整并砌筑浆砌块石，水泥砂浆由小型拌合机械现场拌制，工序包括块石选取、石料修整、冲洗、拌浆、人工砌筑、勾缝等。

坝体填筑采用流水作业法组织坝体填筑施工，将整个坝面划分成几个施工单元，在各单元内依次完成填筑的测量控制、坝料运输、卸料、洒水、摊铺平整、振动碾压等道工序，使各单元上所有工序能够连续作业。各单元之间应采用石灰线等作为标志，以避免超压或漏压。坝面填筑作业顺序多采用“先粗后细”法。即主堆石区→过渡层区→垫层区。铺料时必须及时清理界面上粗粒径料，此法有利于保证质量，且不增加细料用量。上下游的主次堆石区料采用进占法铺料，用牵引式振动碾碾压，接缝处采用骑缝碾压。

（4）沉沙工程

沉沙工程主要指沉沙池，施工工艺有基础开挖、池深砌筑，施工工艺与截排水沟相同。

（5）护坡工程

护坡工程主要采用格构护坡，形式为混凝土网格护坡。边坡修整严格按照从上到下，逐层破碎土石方进行修整，基础开挖采用人工风镐凿除方式应自上而下进行。采用原槽浇筑的方法，岩层面以下不安装模板，岩层面以上模板采用小块钢模板和木模板相结合。护坡周边与未防护坡面钎接处严格封闭，其措施为两侧凿槽嵌入坡面内，嵌入深度不小于 10cm。

（6）土地整治工程

土地整治工程主要包括表土剥离、场地平整、覆土、挖穴等。



施工前,对占地范围内的耕地部分地表耕植土进行剥离。即在人工清理完地面杂物后,采用以推土机、装载机等施工机械为主、人工为辅的施工形式,对地表以下一定深度范围内耕植土进行挖除,并去除较大的残根、石块,由自卸卡车运输至表土堆放场等堆放点集中堆放,施工后期用植被恢复或复耕。

施工迹地施工结束之后,造林之前采用 74kW 推土机进行场地平整。然后采用 5~10t 自卸汽车运输土料至施工现场,采用 74kW 推土机推土,首先推松、运送,然后卸除,最后拖平、空回,覆土土源来自前期剥离的表土层。

挖穴主要用于栽植苗木之前的整地,采用方形整地的方法,采用人工挖土并翻松、碎土,挖穴规格根据苗木栽植要求确定。

10.3.2 植物措施

植物措施主要包括苗木栽植、种子撒播、生态护坡等。

(1) 苗木栽植

主要涉及栽植乔木、灌木、攀缘植物等,主要涉及选苗、苗木运输、苗木假植、苗木栽植和抚育管理等几个施工环节。

1) 选苗

本工程栽植乔、灌木及草籽均采用 I、II 级标准。其中,用于绿化美化的银杏、雪松、玉兰等乔木,干径大于 5cm,树高大于 200cm,土球直径大于 30cm;用于迹地恢复的青冈栎、刺槐、马桑、胡枝子等乔灌木,苗高大于 30cm,地径大于 0.5cm;狗牙根、白三叶、鸡眼草等草籽草种纯度大于 90%,发芽率 85%以上;草坪覆盖度大于 98%;攀援植物为一年生袋苗,藤长不小于 0.80m,分枝数不小于 10 支。

绿化苗木选苗按以下标准:无病虫害,具活力,色泽正常,苗干通直,主干不分叉,根系发达完整,充分木质化,无各种机械损伤,萌芽力弱的针叶树种顶芽发育饱满,嫁接苗接口充分愈合。

2) 苗木运输

苗木采用汽车运输,乔木苗装车根系向前,树梢向后,顺序安放。同时,为防止运输期间苗木失水,苗根干燥,同时也避免碰伤,将苗木用绳子捆住,苗木根部用浸水草袋包裹。

3) 苗木假植

考虑到苗木从起苗到运至现场,当日再进行栽植绿化可能有困难,则不能及时进行

绿化的苗木，进行临时假植处理。

在施工区附近，选择排水良好、背风的地方，与主风方向相垂直挖沟，假植沟深宽各 40cm，成捆排列在斜壁上培土即可。

4) 苗木栽植和灌草绿化

为保持苗木的水分平衡，栽植前应对苗木进行适当处理，进行修根、浸水、蘸泥浆等措施处理。

苗木栽植采用穴坑整地，人工挖土，穴坑挖好后，栽植苗木采用 2 人一组，先填 3cm ~ 5cm 表土于穴底，堆成小丘状，放苗入穴，看根幅与穴的大小和深浅是否合适，如不合适则进行适当修理。栽植时，一人扶正苗木，一人先填入松散湿润的表层土，填土约达穴深 1/2 时，轻提苗，使根呈自然向下舒展，然后踩实（粘土不可重踩），继续填满穴后，再踩实一次，最后盖上一层土与地面持平，乔木使填土与原根颈痕相平或高 3cm ~ 5cm，灌木则与原根颈痕相平。穴面结合降雨和苗木需水条件进行整修，一般整修成下凹状，利于满足苗木的水分要求。

5) 抚育管理

考虑栽植苗木主要为裸根苗，在栽后 2d ~ 3d 内浇一次水，以保幼树成活。其它灌溉的时机为早春树液流动前和干旱季节（每年 11 月至次年 4 月）。

造林后必须对幼林进行抚育管理。造林初年，苗木以个体状态存在，树体矮小，根系分布浅，生长比较缓慢，抵抗力弱，适应性差，因此需加强苗木的初期管理，采取松土、灌溉、施肥等措施进行管理。对于自然灾害和人为损坏的苗木应采取一定的补植措施，幼林补植需采用同一树种的大苗或同龄苗，造林一年后，在规定的抽样范围内，成活率（或出苗率）在 85% 以上。成活率低于 40% 则重新进行造林绿化，避免“只造不管”和“重造轻管”，提高造林的实际成效，及早发挥水土保持功能。

(2) 种子撒播

优良灌草籽标准：种子纯度 90%，发芽率 85% 以上。

种子撒播主要指撒播草籽或撒播灌草，采用人工撒播的方式，并覆土 2cm，种子选择优良灌草种。

(3) 生态护坡

施工工艺有平整坡面、测量放样、排水设施施工、挂网、喷播施工、盖无纺布、后期养护。



平整坡面：采用人工修坡，清除坡面浮石、危石。

排水设施施工：修建坡面排水设施以及周边截水设施，施工方法与截排水工程相同。

挂网施工：自上而下铺设镀锌铁丝固定网，网面尽量紧贴坡面，网间搭接宽度不小于 10cm，间隔 30cm 用铁丝绑扎牢固，并采用锚杆将网固定在坡面上。

喷播施工：通过空压机和喷播机将搅拌均匀的客土基质混合物喷射到坡面上，尽量从正面进行，喷头与受喷面尽量保持垂直，避免仰喷。分基层和面层 2 次喷射，基层达到一定强度后进行第二次面层喷射。

盖无纺布：为避免受雨水冲刷，喷射后及时加盖无纺布进行保墒，苫盖后采用 U 型钉固定。

后期养护：种子出芽后需及时进行喷水养护，浇水养护必须采用雾状喷洒方式；喷播完成后 20-30d 对坡面进行检查，对损坏严重、生长不理想部位适时进行补种或补喷；在植物逐渐生长过程中，适时追肥和预防病虫害。

10.3.3 临时措施

临时措施主要包括临时排水、临时撒播草籽、临时拦挡、临时苫盖等。

(1) 临时排水

临时排水主要指截排水沟。施工方法与施工工艺与截排水工程相同。

(2) 临时撒播草籽

临时撒播草籽主要采用人工撒播的方式，并覆土 2cm，种子选择优良灌草种。

(3) 临时拦挡

袋装土拦挡主要为临时堆料防护，采用编织袋装料防护的方法。人工装料，封包并堆筑，料源为现有的堆料；防护结束之后，拆除填料草包，并清理场地。钢筋石笼拦挡同施工工艺同前。

钢筋石笼拦挡根据设计图结合现场在坡脚定线，对坡脚处覆盖层植被、虚渣等进行清理，开挖处基底平台并整平夯实。在钢筋制作场提前加工好钢筋笼，单个钢筋尺寸一般为 $2.0\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ （长×宽×高），钢筋采用 $\phi 8 \sim 10\text{mm}$ ，间距 75cm，钢丝网片整体覆盖。钢筋石笼制作完毕后，由装载机配合人工安放就位，分层码放，相邻钢筋笼须连接稳固后方可向笼内填石，填石尽量选用块径较大的块石，块径应大于网孔孔径。施工时应有选择性分层填筑，每次靠近石笼边部应人工选择较大块石码砌，再回填内部块石，必须分层填筑密实。



(4) 临时苫盖

主要为临时堆料及剥离表土防护，用彩条布覆盖临时堆料及剥离表土表面。

10.4 施工进度安排

根据主体工程进度安排，结合各水土流失防治区的具体防治措施，按照“三同时”的原则，以尽量减少工程施工期间的新增水土流失为目的，安排本工程水土保持措施实施进度，施工总年度约为9年（108个月）。

(1) 输水总干线工程

1) 施工准备期

施工准备期为12个月（第1年1月~12月），主要包括场内施工交通设施、施工附属企业、部分有施工条件的主洞、施工支洞开始施工等项目。本期实施的水土保持措施主要包括：修建弃渣场拦渣工程、截排水沟、排洪沟等，并按设计要求剥离表层土并采取的临时拦挡防护措施等；场地平整及施工生产生活区要求的拦挡措施、周边截排水措施等；料场上方的截排水沟及施工道路的临时拦挡。

2) 主体工程施工期

主体工程施工期为第1年4月至第9年12月，主要是施工支洞开挖、输水隧洞、进出口、调压井等全部主体工程的施工。实施的水土保持措施主要包括：弃渣场的土地平整及覆土、渣体表面截排水、堆渣坡面及顶面植被恢复等；交通道路设施和施工生产生活区的植被恢复等。

(2) 汉江影响河段综合整治工程

施工期为第1年4月至第5年12月，主要是航道疏浚、岸坡开挖、护岸工程的施工。本期实施的水土保持措施主要包括施工期间的临时拦挡、临时苫盖以及临时排水措施等。



11 水土保持监测

11.1 监测范围及单元划分

引江补汉工程水土保持监测范围为工程水土流失防治责任范围，水土保持监测总面积 1335.51hm^2 。

水土保持监测分区与水土流失防治分区一致，包括输水总干线工程防治区和汉江影响河段综合整治工程防治区。其中输水总干线工程防治区包括主体工程区、永久办公生活区、施工生产生活区、交通道路区、弃渣场区、料场区、移民安置及专项设施复建工程区等 7 个二级防治分区。

11.2 监测时段与内容

11.2.1 监测时段

引江补汉工程水土保持监测时段应从施工准备期前开始，至设计水平年结束。本项目为建设类项目，监测时段分为施工准备期、施工期和试运行期，施工准备期 3 个月，施工期 105 个月，试运行期 12 个月。水土保持监测的重点时段是施工期，特别是每年施工期的雨季（5 月~10 月）。

11.2.2 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）、《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保[2020]161 号），结合本项目的水土流失与防治特点，本项目监测内容主要包括扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效及水土流失危害等。

（1）扰动土地情况监测

重点监测实际发生的永久和临时占地、扰动地表植被面积、永久和临时弃渣量变化情况。

（2）水土流失状况监测

重点监测实际造成的水土流失面积、分布、土壤流失量及变化情况等。

（3）水土流失防治成效监测

重点监测实际采取水土保持工程、植物和临时措施位置、数量，以及实施水土保持前后的防治效果对比情况。

(4) 水土流失危害监测

重点监测水土流失对主体工程、周边重要设施等造成的影响及危害等。

11.3 监测点布置、方法和频次

11.3.1 监测点布置

根据本工程建设项目扰动地表的面积、水土流失类型、扰动开挖和堆积形态、植被状况、水土保持设施及其布局,以及交通、通信、监测重点区域等条件,按照《生产建设项目水土保持监测技术规程(试行)》的要求,依据水土流失预测结果中的水土流失重点区域,在各分部工程项目区的不同监测区域内,分别选择具有代表性的地段和场地,分别布设不同的监测点位进行监测。监测点位布设位置及数量详见表 11.3-1。

表 11.3-1 监测内容、方法及点位布设

防治分区		监测区域	监测点个数
输水总干线工程区	主体工程区	进口建筑物开挖边坡	1
		出口建筑物开挖边坡	1
		安乐河出口整治边坡	1
		1#和 26#永久检修洞洞口	2
	永久办公生活区	宜昌管理处、丹江口管理处填方边坡	2
		保康管理处、谷城管理处挖方边坡	2
	施工生产生活区	6#、20#支洞混凝土系统开挖边坡	2
		15-1#竖井、26#支洞施工营地填方边坡	2
		11#、15#支洞砂石料加工系统	2
	交通道路区	14#、26#支洞进场道路挖方边坡	2
		3-2#、21-1#场内道路填方边坡	2
	料场区	黎家山、姜家沟、张家山、蝎子坪、盘龙沟、铁匠沟、土门畈、安乐河料场开挖边坡	8
	弃渣场区	水田坝、七里冲、邓家畈、李家台、寨湾、石场沟、榨溪沟 1#、竹林上、小陕峪、夫妇峪、小洛阳沟、四棵树沟、石渣岭 2#、高速沟、桐木沟弃渣场填方边坡	15
	移民安置及专项设施 重建工程区	集中居民点	1
		专项设施重建边坡	2
小计		45	
汉江影响河段综合整治工程区		河道整治边坡、桥梁基础开挖边坡	2
合计			47

11.3.2 监测方法

引江补汉工程水土保持监测实行驻点监测。监测方法采用地面定位监测、调查监测、卫星遥感监测、无人机遥感监测等方法，可根据实际施工条件灵活采用，以全面有效开展项目区水土保持监测。为了提高技术含量，可适当采用互联网+、大数据、远程监控等其他高新信息技术。

(1) 地面定位监测

地面定位监测方法包括径流小区法、测钎法、侵蚀沟量测法等。应根据实际环境状况布设，对于环境条件不适合布设的可考虑采取其他方法。

1) 径流小区法

径流小区法适用于下垫面主要以土质为主的地表、弃土弃渣等稳定的水土流失坡面的监测，不适用于纯弃石组成的堆积物的监测。每次降雨后量测泥沙集蓄设施中的泥沙量，计算土壤流失量。计算公式如下：

$$S_T = \rho_s S h_s (1 - W_w) \times 10^6$$

$$S_T = \rho S h_w \times 10^6$$

式中：

S_T ——小区土壤流失量 (g)；

ρ_s ——泥沙密度 (g/cm³)；

S ——泥沙集蓄设施底面面积 (m²)；

h_s ——沉积泥沙的平均厚度 (m)；

W_w ——沉积泥沙含水量 (%)；

ρ ——含沙量 (g/cm³)；

h_w ——泥沙集蓄设施水深 (m)。

2) 测钎法

在选定的土壤侵蚀量监测点选择有代表性的原地表与扰动地表布设简易水土流失观测场（观测场的面积按实地地形确定，一般为 10m²），在区内布设土壤侵蚀钢钎（钢钎布设密度 1 根/m²），定期观测土壤侵蚀情况。钢钎直径 0.5cm~1cm、长 50cm~100cm，分上中下、左中右纵横各三排垂直钉入坡面，上端涂红漆，并与坡面平齐。每次暴雨后和汛期末及大风前后，观察上端露出地面的高度，计算土壤侵蚀深度和土壤侵蚀量。计算公式如下：



$$S_T = \gamma_s SL \cos \theta \times 10^3$$

式中:

S_T ——小区土壤流失量 (g);

γ_s ——土壤容重 (g/cm^3);

S ——观测区坡面面积 (m^2);

L ——平均土壤流失厚度 (m);

θ ——观测区坡面坡度 ($^\circ$)。

3) 侵蚀沟量测法

侵蚀沟量测法适用于暂不扰动的土质开挖面、土质或土与粒径较小的石砾混合物堆垫坡面的土壤流失量的测定。

一般选择存在时间超过1年以上的开挖面或堆垫面,在坡面上中下均匀布设量测场地或从坡顶至坡底全面量测,根据实际情况确定量测坡面的数量。量测内容包括坡面形成初期的坡度、坡长、地面物质组成、容重等;每次降雨或多次降雨后,量测侵蚀沟的数量、体积,计算出土壤流失量。计算公式如下

$$V_t = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \overline{b_{ij}} \overline{h_{ij}} l_{ij}$$

$$S_T = V_r \gamma_s$$

式中:

V_t ——侵蚀沟体积 (cm^3);

$\overline{b_{ij}}$ ——侵蚀沟的平均宽度 (cm);

$\overline{h_{ij}}$ ——侵蚀沟的平均深度 (cm);

l_{ij} ——侵蚀沟的长度 (cm);

S_T ——土壤流失量 (g);

γ_s ——土壤容重 (g/cm^3);

i ——量测断面序号,为1,2,3,...,n;

j ——断面内侵蚀沟序号,为1,2,3,...,m。

(2) 调查监测

调查监测方法分为普查调查、典型调查与抽样调查。

普查调查适用于面积较小的面上监测项目的调查,并根据需要对水土流失重点单元进行详查,调查内容和方法按《水土保持综合治理规划通则》(GB/T 15772-2008)的规



定执行。

典型调查适用于滑坡、崩塌、泥石流的调查，可采用收集资料、实地考察和量测、访问、开调查会等多种形式，也可根据实际要求布设样地或设置固定观测点观测，并填写调查表。

抽样调查适用于范围较大的面上监测项目的调查，由抽样方案设计、现场踏勘、预备调查、外业测定、内业分析等环节组成，按《水土保持监测技术规程》(SL 277-2002)的规定执行。

(3) 卫星遥感监测

卫星遥感监测是通过遥感信息结合其他地理信息，结合信息化监测和专业处理系统，监测工程扰动面积状况、土壤侵蚀的类型、强度及空间分布状况，以及水土流失防治措施与效果情况，适用于区域水土流失状况监测。遥感监测主要技术内容包括：前期准备、遥感影像纠正处理、外业调查、遥感解译、空间分析、成果复核、数据统计分析等。

(4) 无人机遥感监测

无人机遥感监测是以项目区平面布置图及区域地形图为基础，利用小微型无人机对监测区范围内进行航拍，获取现场高清影像资料；后期通过专业无人机影像处理软件对航测数据进行解译处理，可以精确计算监测区实际扰动土地面积、堆渣方量、表土剥离量、水土保持措施位置及面积、潜在土壤流失量等重要信息。

11.3.3 监测频次

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018)和《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保[2020]161号)，结合本项目的水土流失与防治特点，针对各项水土保持监测内容拟定监测频次。

(1) 扰动土地情况监测

扰动土地情况至少每月监测1次，其中正在使用的取土弃渣场至少每两周监测1次；对3级以上弃渣场应当采取视频监控方式，全过程记录弃渣和防护措施实施情况。

(2) 水土流失状况监测

水土流失状况至少每月监测1次，发生强降水等情况后应及时加测。其中土壤流失量结合拦挡、排水等措施，设置必要的控制站，进行定量观测。

(3) 水土流失防治成效监测

水土流失防治成效应至少每季度监测1次，其中临时措施应至少每月监测1次。



(4) 水土流失危害监测

水土流失危害监测应结合以上监测内容一并开展,水土流失危害事件发生后 1 周内应完成监测工作。

水土保持监测方法和频次详见表 11.3-2。

表 11.3-2 地面监测内容、方法、频率

编号	监测内容	监测指标	监测方法	监测频次
1	扰动土地情况	实际发生的永久和临时占地面积	调查监测、无人机和卫星遥感监测	每月监测 1 次。
		扰动地表植被面积	调查监测、无人机和卫星遥感监测	每月监测 1 次。
		永久和临时弃渣量及变化情况	调查监测、资料查阅、无人机遥感监测	正在使用的弃渣场每两周监测 1 次,其他时段应每季度监测 1 次。
2	水土流失状况	实际造成的水土流失面积	无人机和卫星遥感监测	每月监测 1 次,发生强降水等情况后应及时加测。
		实际造成的水土流失分布情况	调查监测、无人机和卫星遥感监测	
		土壤流失量及变化情况	径流小区法、测钎法、侵蚀沟量测法。	
3	水土流失防治成效	水土保持工程、植物、临时措施位置、数量	调查监测、无人机遥感监测	每季度监测 1 次,临时措施至少每月监测 1 次。
		水土保持措施实施前后防治效果对比情况	无人机和卫星遥感监测	每季度监测 1 次。
4	水土流失危害	危害面积	调查监测、无人机和卫星遥感监测	危害事件发生后 1 周内
		危害指标和危害程度	调查监测	

11.4 监测设施典型设计

11.4.1 径流小区典型设计

径流小区分为标准小区和一般小区两类,标准小区选取投影长 20m、宽 5m,坡度 5°或 15°,纵横向平整;一般小区根据监测实际需要,参照标准小区建设,设立不同坡度、不同坡长、不同土地利用方式、不同水土保持措施等类型。径流小区建设可按照《水土保持试验规程》(SL419-2007)规定执行,具体布设如下:

小区边界由水泥板或金属板等边墙围成矩形,边墙高出地面 10cm~20cm,埋入地下 30cm。上缘向小区外呈 60°倾斜,小区底端应为水泥等材料做成的急流槽。急流槽表面光滑,上缘与地面同高,槽底向下及中间倾斜,斜度达到土壤不发生沉积。紧接急流槽,由镀锌铁皮、金属管等做成导流管或导流槽。导流槽底端接集流桶,采用镀锌铁皮或钢板等材料制作,设计规格应根据当地的降雨及产流情况确定,以一次降雨产流过程中不溢流为准。如产流量大,可采用一级或多级分流桶进行分流。分流孔的数量根据



可能的产流而定，分流孔应均匀。分流桶内安装纱网或其他过滤设施。集流桶和分流桶的安装应保持水平，集流桶和分流桶都应在顶部加盖及底部开孔。每个小区附近应安装一个雨量筒或利用全自动雨量观测设备进行雨量观测。

每次暴雨结束后，测量并记录小区泥沙含量，泥沙量采用取样烘干称重法测定，通过计算得出小区土壤流失量。

11.4.2 测钎观测场典型设计

测钎法适用于开挖、填筑和堆弃形成的、以土质为主的稳定坡面土壤流失量简易监测。汛期前将直径 0.5cm~1cm、长 50cm~100cm、类似钉子状的钢钎，根据坡面面积，按一定距离分上中下、左中右纵横 3 排、共 9 根布设。钢钎沿铅直方向打入坡面，钉帽与坡面齐平，并在钉帽上涂上红漆，编号登记入册。坡面面积较大时，适当加大钢钎密度。每次大暴雨后和汛期终了，观测并记录钉帽距地面高度，计算土壤侵蚀厚度和总的土壤侵蚀量。

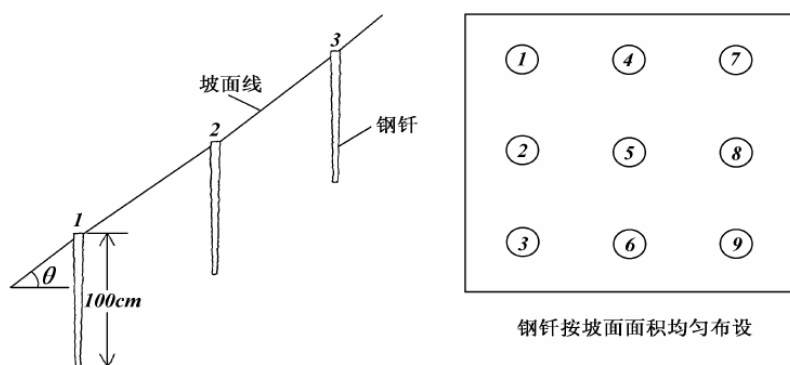


图 11.4-1 测钎布设示意图

11.4.3 水土保持监测信息化

按照《水利部关于加强水土保持监测工作的通知》（水保[2017]36 号）要求，水土保持监测应大力推进信息化水平，积极利用现代信息技术和仪器设备，以及卫星遥感和无人机等先进手段，实现监测数据提取、传输和处理的自动化，构建水土保持监测成果数据平台，实现监测数据的共享共用。

根据水土保持监测信息化的要求，结合引江补汉工程特点，构建水土保持监测信息化体系，依托工程信息基础数据库和信息管理系统，建设水土保持监测信息管理平台；应用现有信息化监测技术，对水土流失背景、土石方调运动态、弃渣场动态、水土保持措施实施情况等进行监测，实时采集监测数据，实现水土保持全过程信息化监测、自动化传输、数据库统计分析、安全预警、数据共享等功能。水土保持监测信息化相关费用

计列在工程整体信息化专项费用中。

11.5 监测设备

为满足水土保持监测需要，需配备专项监测器材。监测器材主要以常规器材和消耗性材料为主，要包括测量、取样和分析等器材和设备，同时，需购置专项监测设备。本工程水土保持监测设备和器材详见表 11.5-1。

表 11.5-1 水土保持监测设备和器材一览表

一	消耗性设备费	单位	数量
1	50m 卷尺	个	50
2	5m 卷尺	个	50
3	蒸发皿	个	30
4	标志绳	m	30
5	小钢架	个	4000
6	标志牌	个	300
7	钢钎	个	600
二	固定设备		
1	土壤筛（粒径 0.01mm）	个	8
2	坡度仪	台	10
3	土壤水分快速测定仪	台	10
4	风向风速仪	台	12
5	自记雨量计	台	80
6	GPS 定位仪（168 型）	台	20
7	游标卡尺	把	100
8	罗盘	架	50
9	探针	只	180
10	皮尺	个	240
11	无人机	架	8
12	全站仪租用	年	10
13	摄像头	个	180
14	室外全天候防护罩	套	180
15	视频处理终端	个	12
16	存储硬盘	套	40
17	安装辅材	套	40
18	便携式计算机	套	10



11.6 弃渣场安全监测

11.6.1 弃渣场安全监测设计

根据《水利水电工程水土保持技术规范(SL575-2012)补充技术要点》(水总环〔2019〕635号),本工程拟对水田坝弃渣场等18个3级及以上弃渣场进行安全监测,详见表11.6-1。

表 11.6-1 弃渣场安全监测一览表

序号	开展安全监测弃渣场
1	水田坝弃渣场
2	邓家畈弃渣场
3	李家台弃渣场
4	石场沟弃渣场
5	榨溪沟 1#弃渣场
6	榨溪沟 2#弃渣场
7	榨溪沟 3#弃渣场
8	茅坪弃渣场
9	北峪沟弃渣场
10	竹林上弃渣场
11	马厂村弃渣场
12	夫妇峪弃渣场
13	小洛阳沟弃渣场
14	四棵樹沟弃渣场
15	高速沟弃渣场
16	三皇庙沟弃渣场
17	温家沟弃渣场
18	桐木沟弃渣场

以水田坝弃渣场作为典型弃渣场进行弃渣安全监测典型设计。在该弃渣场最大堆高处布置1个重要监测断面,监测断面上每隔1级马道布设1个表面位移测点,共计4个表面位移测点。在重要监测断面左、右侧约60m各布设1个一般监测断面,一般监测断面上每隔1级马道布设1个表面位移测点,共计布设表面位移测点4个。共计布设8个表面位移测点。

在重要监测断面布设4根测斜兼测压管,对渣场滑动变形和浸润线变化进行监测。

另外布设4个位移监测网点作为表面位移观测的工作基点,采用交会法和三角高程



法对弃渣场表面位移进行监测。

在弃渣场旁适当位置布设 1 个视频监控点，以能覆盖弃渣场的整个临空面为宜，主要监控弃渣场临空坡面的变形情况。

采用 GPS、柔性测斜仪和渗压计对渣场表面变形、深部变形和渗压进行实时自动化监测。

11.6.2 安全监测仪器要求

(1) 测斜管

用于测斜仪的导向与定位。测斜管材质为 ABS 材料，外径为 64mm~70mm，内径 59mm。兼作测压管使用时，底部 2m~3m 制作成花管。

(2) 渗压计

用于测量地下水位和坝基、坝体的渗透压力。本工程所用渗压计要求采用进口或国内组装钢弦式渗压计，其主要技术参数为：量程 0.35MPa, 0.7MPa；温度范围 -20℃~65℃。

(3) 视频监控设备

视频监控采用前端一体化监控设备，含摄像机、4G 通讯模块、太阳能供电模块、4m 立杆等，可通过 4G 网络在手机 APP 或计算机软件平台访问，视频数据存储在前端内存卡内，需备份的视频数据通过 4G 网络人工下载备份。摄像机为高清激光球机，像素不低于 200 万，20 倍光学变焦、激光补光距离不小于 200 米，室外防水 IP66，带雨刷功能或防雨罩。内存卡容量不小于 128G。

(4) GPS 接收机

1) 通道：GPS: L1、L2； GLONASS: L1、L2； BDS: B1、B2。

2) 输入/输出格式：差分电文：CMR、CMR+、SCMRx、RTCM2.3、RTCM3.0、RTCM3.1、RTCM3.2、RTD；定位数据/状态信息：NMEA-0183 V2.30；支持 TCP/IP, NTRIP Server, 协议，NTRIP Server, NTRIP Client, HTTPS 协议，支持 2 个数据流同时发送；输出速率：1Hz。

3) 电源：9 - 18VDC；主机功耗 2W 内；内置光电隔离。

4) 环境：工作温度：-40~80℃；存储温度：-40~80℃；防水防尘：等级 IP67；湿度：100%无冷凝。

(5) 读数仪



读数仪用于各传感器的数据采集。要求读数仪能在各种气候条件下测读数据，并带有充电器接口、RS-232 接口、通讯软件和数据存储功能。弦式读数仪测量范围：400Hz ~ 6000Hz，分辨率：0.1Hz，测量温度范围：-20 ~ 700 温，工作温度：-10 ~ 50℃。

(6) DTU 模块

- 1) 支持 2G/3G/4G 三大运营商所有网络制式
- 2) 标准 232/485、TTL 接口
- 3) 适应温度范围：-35℃ ~ 75℃
- 4) 工作电压：5-35VDC
- 5) 支持串口软件升级和远程维护
- 6) 支持根据域名和 IP 地址访问中心多种工作模式选择

(7) 无线终端

用于振弦式、数字式或其它标准信号传感器的数据自动采集，6 通道，内置高能电池，连续工作时间 ≥ 5 年，防护等级 IP67，分辨力：振弦式频率 0.01Hz、温度 0.05℃；标准信号电压 1mV、电流 0.005mA。温度工作范围 -20 ~ 65℃。

(8) 无线网关

与无线终端有效通讯距离 ≥ 5km，工作频率 470MHz ~ 510MHz，接入能力 ≥ 5000 个无线终端，温度工作范围 -40 ~ 85℃，数字传输全网通 3G/4G/FE，可采用光伏供电或市电供电，防护等级 IP66，配 20KA 防雷器。



12 水土保持工程管理

12.1 建设期管理

12.1.1 组织领导

(1) 管理机构

根据《中华人民共和国水土保持法》，水土保持方案报水行政主管部门批准后，由项目建设单位负责组织实施。

为保证水土保持方案的顺利实施，建立强有力的组织机构是十分必要的。项目建设单位需成立水土保持管理机构，负责水土保持方案的委托编制、报批和方案实施工作以及水土保持监测、水土保持监理、施工建设期间的水土保持管理工作。同时，对工程监理、承包商等也需建立同水土保持管理机构相配套的机构和人员，建立健全工程现场统一的水土保持管理体系。

(2) 工作职责

1) 认真贯彻、执行“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持方针，确保工程安全，充分发挥水土保持效益。

2) 建立水土保持目标责任制，把水土保持列为工程进度、质量考核的内容之一，按年度向水行政主管部门报告水土流失治理情况，并制定水土保持方案详细实施计划。

3) 工程施工期间，负责与设计、施工、监理单位保持联系，协调好水土保持方案与主体工程的关系，确保水土保持工程的正常施工，并按时竣工，最大限度减少人为造成的水土流失和生态环境的破坏。

4) 深入工程现场进行检查和观测，掌握工程施工期和运行期间的水土流失状况及其防治措施落实情况，为有关部门决策提供基础资料。

5) 建立、健全各项档案，积累、分析整编资料，为水土保持工程验收提供相关资料。

12.1.2 管理措施

12.1.2.1 水土保持管理计划

(1) 管理原则

1) 分级管理原则



工程外部接受各级水行政主管部门的监督、检查，内部实施分级水土保持管理，层层落实责任，并负责实施各自范围内的水土保持工作。

2) 预防为主、防治结合的原则

为切实减少工程建设中可能造成水土流失，必须采取预防为主、防治结合的原则，及时落实各项水土保持措施，尽量避免水土流失及其危害的发生。

(2) 水土保持管理目标

1) 严格依照有关水土保持相关法律、法规的规定开展水土保持工作，保证水土保持措施按照水土保持方案及其批复、水土保持各个阶段设计的要求实施。

2) 工程建设过程中，使水土流失得到有效防治，各项水土保持设施正常、有效运行。

3) 工程设计水平年水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率和林草覆盖率 6 项指标达到方案设计要求。

12.1.2.2 水土保持管理体系

工程水土保持管理分外部管理和内部管理两部分。

外部管理由各级水行政主管部门，依据国家相关法律、法规和政策，按照工程需达到的水土保持相关要求，依法对各工程建设各个阶段进行不定期监督、检查及水土保持设施验收等活动。

内部管理由建设单位执行国家和地方有关水土保持的法律、法规、政策，落实水土保持措施。建设单位在建设期间对施工单位建设施工活动负责，保证水土保持措施组织实施后，达到开发建设项目水土保持相关要求。建设期环境管理组织体系由建设单位、施工单位、设计单位和监理单位共同组成，通过各自成立的相应机构对工程建设的环境保护和水土保持负责。工程建成后，由建设单位负责，对各项水土保持设施进行管理维护，保证其有效地发挥水土保持功能。

12.1.2.3 水土保持管理措施

在日常管理工作中，建设单位主要采取以下管理措施：

(1) 水土保持措施是生态建设的重要内容，建设单位要把水土保持工作列入重要议事日程，切实加强领导，真正做到责任、措施和投入“三到位”，认真组织方案的实施和管理，定期检查，并接受社会监督。

(2) 加强水土保持的宣传、教育工作，提高施工承包商和各级管理人员的水土保



持意识。

(3) 制定详细的水土保持措施实施进度,加强计划管理,以确保各项水土保持措施与主体工程同步实施,同时完成,同时验收。

(4) 建设单位要加强对开发建设活动的监督管理,成立专业的技术监督队伍,预防人为活动造成新的水土流失,并及时对开发建设活动造成的水土流失进行治理,确保工程质量。

(5) 水土保持方案经批准后,建设单位应主动与各级水行政主管部门联系,接受地方水行政主管部门的监督检查。各级水行政主管部门负责监督水土保持措施的执行,指导水土保持设施的验收工作。

(6) 当地水行政主管部门确定专人负责该方案实施情况的监督和检查,采取定期与不定期相结合的办法,检查方案的实施进度和有关工程施工质量。

12.1.3 监 理

根据国家有关要求,生产建设项目水土保持工程的建设纳入基本建设管理程序,经批复后的水土保持方案,在其实施过程中必须进行水土保持监理,监理成果是开发建设项目水土保持设施验收的主要依据之一。

建设单位根据水土保持方案中各项防护措施的设计要求,委托具有相应水土保持监理资质的单位,进行水土保持工程监理工作,形成以监理工程师为依托的合同管理模式,以期实现水土保持措施实施投资、进度和质量均得到有效控制的目的。

水土保持监理单位严格按照水土保持相关要求,做好施工阶段的监理工作,其主要职责:

(1) 依据合同相关内容,监督施工单位切实履行其水土保持责任。组织设计单位向施工单位进行设计交底,审核施工单位施工组织设计,经批准后施工单位方可进行开工申请。同时,在施工过程中,建立工程材料检验和复验制度,建立工序质量检查和技术复核制度。

(2) 对施工组织实施情况,监理工程师以监理日记、季报和年报的形式进行记录,说明施工进度、施工质量、资金使用以及存在的问题、处理意见、监理经验等,全面控制水土保持工程的实施。监理季报、年报应报水行政主管部门备案。

(3) 协调建设单位和施工单位、建设单位与相应水行政主管部门之间有关水土保持措施实施、水土保持监测等方面的工作。



12.1.4 监测

水土保持监测是水土保持的重要组成部分，可及时反映工程水土保持信息，给实施监督管理提供依据，从而采取有力的管理措施，实施有效的监督管理。监测工作实行监测项目备案、监测设计与实施计划技术论证、监测成果公告的制度。

水土保持监测应由建设单位自行监测或委托具有相应的水土保持监测专业技术能力的专门机构进行。承担委托的监测机构必需实行驻点监测，并由各级地方水行政主管部门和业主方对监测工作进行监督和协作。

水土保持监测单位接受委托后，应于 30 日之内向主管部门提交水土保持监测委托书或水土保持监测合同备案，同时及时编制《生产建设项目水土保持监测实施方案》，并由建设单位在主体工程开工 1 个月内报送所在流域管理机构，同时报送省级水行政主管部门。

工程建设期间，建设单位应及时向水土保持方案审批机关报送监测情况，应于每季度的第 1 月底前报送上季度的《水土保持监测季度报告》；因本项目建设期为 9 年，还应于每年 1 月底前报送上一年度监测报告，监测年度报告与第四季度报告结合上报；水土流失危害事件发生后 7 日内应报送水土流失危害事件报告。水土保持监测任务完成后，应 3 个月内报送《水土保持监测总结报告》。报送的报告和报告表要加盖建设单位、监测单位公章，并由水土保持监测项目的负责人签字。

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保[2020]161 号），监测单位须依据扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等监测结果，对项目水土流失防治情况进行评价，并在监测季报和总结报告中明确“绿黄红”三色评价结果。

水土保持设施竣工验收和检查时应提交的监测成果包括监测委托合同、监测实施方案、原始监测记录表、监测季度报告表、监测年度报告、水土保持监测意见、检查汇报材料、监测总结报告、监测照片集、其他有关监测成果等。

根据生产建设项目水土保持工作要求，建设项目的监测经费必须按照实际工作量需要足额列入水土保持投资中，以便使项目水土保持监测经费得以落实。

12.1.5 施工管理

（1）建设单位根据批复的水土保持方案，对施工单位水土保持实施提出具体要求。施工单位在施工过程中，对其责任范围内的水土流失负责。



(2) 施工单位应采取各种有效措施,防止在其防治范围内发生水土流失,避免对其范围外的土地进行扰动、破坏地表植被,避免对周边生态环境的影响。

(3) 施工期应控制和管理车辆机械的运行范围,防止扩大对地表的扰动;施工现场设立保护地表和植被的警示牌,在施工过程中严格保护表土与植被。

(4) 工程措施施工时,对施工质量实时检查,对不符合设计要求或质量要求的工程验收过的水保工程进行检查观察。

(5) 植物措施施工时,加强植物措施的后期抚育工作,清除杂草,确保树草种的成活率,发挥植物措施的水土保持效益。

(6) 自然恢复期管理,定期或不定期地对验收过的水土保持设施进行检查观测,随时掌握其运行状态,进行日常维修养护,消除隐患,维护水保工程完整。工程发生重大险情或事故,应及时向上级主管业务部门报告,并研究补救措施。

(7) 严格按照水土保持要求进行施工,施工过程中,如需进行设计变更,及时与建设单位、设计单位和监理单位协商,按相关程序变更或补充设计批准后,再进行相应的施工。

(8) 施工期间应有施工及生活用火安全措施,防止火灾烧毁地表植被。

12.1.6 后续设计

(1) 本方案经水行政主管部门批复后,建设单位必须委托具有相应资质的设计单位完成水土保持工程招标设计和施工图设计,并报水行政主管部门备案。

(2) 水土保持方案和水土保持工程设计的变更应按规定报水行政主管部门报审批准。

(3) 水土保持方案确定的各项水土流失防治措施均应在工程后续设计阶段予以落实,编制单册或专章。

12.1.7 后续科研

随着生态文明建设的推进和长江大保护的提出,对保护环境控制水土流失提出更高要求。落实习近平总书记视察长江和黄河重要讲话精神,要求坚持生态优先、绿色发展,在发展中保护,更好造福人民。以生态文明理念为指导,以建设资源节约型、环境友好型社会为目的,坚持新发展理念,勇攀科技新高峰,努力把引江补汉工程打造成生态文明工程和精品工程。在工程实施及运行过程中开展一系列科研攻关计划。

(1) 表土资源综合利用、土壤改良课题研究



引江补汉工程项目区表土资源稀缺,保护和利用好仅有的表土是本工程水土保持工作的重点。综合考虑土壤类型、理化性质、质地、厚度及交通等因素,规划各地块的表土剥离、熟化、保护、利用等工艺,达到最优用土的目的。有必要开展表土资源综合利用和土壤改良技术研究等相关课题研究。

(2) 工程创伤面及高陡石渣边坡植被恢复关键技术研究

为提高项目区树种存活率和植被覆盖率,提升项目区绿化效果,针对引江补汉工程开挖料以洞挖石渣为主、石渣堆弃渣场面积占比大、石渣上覆表土易流失难保存、立地条件差等特点,进行后期植被恢复及生态恢复困难立地条件、植被恢复重建模式、生态修复方法和技术以及植被配置模式等方面的分析和选择,通过调研及实地试验研究工程创伤面及高陡石渣边坡植被恢复关键技术研究。

(3) 弃渣场群管理及风险预警研究、水土保持监测信息化示范研究

引江补汉工程弃渣量大,且弃渣场呈线性分布,施工管理及后期维护较为困难。通过开展弃渣场稳定性、垮塌风险分析及预警研究,研究确定弃渣场群管理及安全预警和应急机制。

结合弃渣场、料场、道路、施工生产生活区等信息化监测,通过设置固定监测设备及动态影像信息,以及遥感监测和天地一体化监测,建立三维/二维模型,利用物联网等自动识别技术开展信息化监测,开展水土保持监测信息化示范研究。

12.1.8 检查与验收

12.1.8.1 弃渣场安全评估

根据《水利部水土保持设施验收技术评估工作要点》(水保监便字〔2016〕20号)的通知,建设单位对堆渣量超过50万 m^3 或者堆渣高度超过20m的弃渣场进行稳定性评估,提供稳定性评估报告。

本工程需要进行安全稳定性评估的渣场为25个。

12.1.8.2 水土保持验收与检查

(1) 水土保持工程完工后,主体工程投入运行前,项目建设单位应接受水行政主管部门的检查,报请水行政主管部门对水土保持设施进行验收。水土保持工程验收不合格的,主体工程不得投入运行。

(2) 水土保持设施验收的内容、程序等按照《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》(水保[2017]365号文)执行。



12.1.9 资金来源与管理

根据《中华人民共和国水土保持法》及其实施条例规定的“谁开发、谁保护，谁造成水土流失谁负责治理”的原则，水土保持工程费用应纳入主体工程概预算中，并与主体工程资金同时调拨。建设单位应建立和完善资金使用和财务管理制度，按照水土保持方案中分年度投资计划将资金落实到位，并做到专款专用，严格资金管理与使用，确保水土保持措施保质保量按期完成。

12.2 运行期管理

水土保持工程工作不仅包括各项水土保持措施的落实和实施，也包括水土保持工程建成运行后的设施维护。水土保持工程验收后，建设单位对永久占地范围内的水土保持设施进行后续管护与维修；临时占地范围内的水土保持设施由建设单位移交土地权属单位或个人继续管理维护。建设单位必须按批准的水土保持方案全面组织实施，并主动与当地水行政主管部门配合，自觉接受其监督检查，如实报告水土保持方案落实情况，确保水土保持措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

水土保持设施建成投入运行后，工程区的水土保持设施后续管理和维护，由建设单位负责，定期或不定期地对已验收的水土保持工程进行检查观测，随时掌握其运行状态，进行日常管护维修，消除隐患，维护工程安全，以保证工程有效运行。弃渣场挡渣墙保护范围为上游侧 5~10m，下游侧 10~20m；斜坡防护工程为上游侧 2~3m，下游侧 5~8m；排洪沟等防洪排导工程为上游 5~10m，下游 10~20m，左右岸 5~10m。

对于后期绿化效果不佳的区域，建设单位要加强管护，并适时安排相应资金进行植物措施的补栽补种工作。

12.3 水土保持管理信息化

为促进建设单位深入参与水土保持工作，及时掌握水土保持工程实施动态，加强对水土保持工作的年度计划、设计变更和监督整改等监管工作，对水土保持监理和水土保持设计等管理工作，以及工程验收后对永久占地范围内的水土保持设施监控维护等工作，开发面向建设单位的水土保持信息化业务应用是十分必要的。建设期水土保持管理信息化是重点。

(1) 总体架构

信息系统逻辑构成从层次上从下往上包括：信息采集，通信网络，计算中心，数据



资源池，应用支撑平台，应用系统等构成。

（2）信息采集

依托无人机、监控视频等设备采集施工现场扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效等影像或视频信息。弃渣场安全监测信息采集专业数据包括所有位移、渗流等数据信息，利用读数仪等传感器进行数据采集以及人工巡视检查结果。

（3）计算中心

云计算平台是计算中心的核心资源部分，其主要设施由服务器主机系统，存储与备份系统和计算机网络系统（由软件来控制及资源分配部分），在此硬件设施基础上，通过统一的虚拟化平台，将这些资源抽象化为计算资源、存储资源和网络资源，分别存放在计算资源池、存储资源池和网络资源池。通过信息系统管理平台对抽象化的各种资源进行分配。

为了保证集中后所有数据的安全，数据（分）中心使用 SAN&NAS 的结构，通过使用光纤交换机用多条冗余的光纤链路将服务器和存储设备相连，保证数据传输的安全性和文件型数据的共享与访问。

（4）数据资源池

数据资源池的设计和建设，以标准体系建设为基础，通过采用数据库技术、分布式存储技术、数据存储备份技术、大数据及数据仓库技术以及数据产品等，设计并建设各类基础数据库、专用数据库以及元数据库，建成为应用系统服务的数据服务中心，在适当的时间和应用场景提供能够对内对外提供服务的数据产品，建立协调的运行机制和科学的管理模式，形成信息系统数据存储管理体系，充分满足应用支撑平台建设以及数据交换和共享服务的需求。

（5）应用支撑平台

为加强工程全生命周期管理，打破信息孤岛，避免重复建设，建设期与运行期的应用支撑平台统一考虑。

支撑平台包括 BIM+GIS 平台、统一身份认证与单点登录、 workflow 平台、中间件、电子签章、短信服务、邮件服务、一张图支撑服务、大数据支撑服务。

（6）业务应用系统

水土保持信息服务系统：建立基于 Web 的水土保持信息服务系统，满足各参建单位以及各级水土保持部门对项目水土保持信息的需求。通过系统应用，各单位能够依据

不同的权限，共享分布式管理的项目水土保持信息数据，满足管理、监测、监理、监督检查等需要。

视频监控系统：视频监控系统是采用智能数字视频监控和网络传输技术，建设覆盖枢纽建筑物、弃渣场、料场、施工场地等各防治分区的实时图像监控及安防监控系统。

弃渣场安全监测系统：自动数据采集主要是把分布在各弃渣场的各类永久监测仪器的观测数据按照事先给定的时间间隔准确无误的采集、传送到指定位置，并按照一定的格式储存起来。弃渣场安全监测信息管理系统通过工程通信网络与各段安全监控中心连接，获取全线弃渣场的安全监测数据。

水土保持应用门户：建立水土保持业务信息门户。通过该系统的应用，能够及时、动态、有效地掌握项目水土保持日常管理信息，全程监控各类水土保持工程实施及运行情况；建立水土保持公众应用门户，及时向用户、公众和水行政管理部门发布水土保持管理动态，提供公众参与、监督水土保持工作的渠道，定期向社会各界和单位发布水土保持信息和重要水土保持活动。

（7）网络安全与信息共享

建立访问控制、网段隔离、认证授权、入侵检测、漏洞扫描和安全评估、病毒防范、安全管理平台等安全防护体系。根据相关规范要求及类似工程运行管理经验，控制专网安全域初定为等保3级，业务内网安全域、业务外网安全域初定为等保2级。

信息共享一方面通过专线为水利部、长江委、中线局、沿线地市政府等相关单位按需提供本工程的水土保持实施及管理情况、关键点位视频监控画面、弃渣场安全监测数据、水土保持工程运行维护记录等信息。另一方面通过将信息上送给上级行政管理部门，由行政管理部门监督检查以及为社会公众发布相关信息。

水土保持管理信息化相关费用已计列在工程整体信息化专项费用中。

13 投资估算及效益分析

13.1 投资估算

13.1.1 编制原则

- (1) 遵循国家和地方颁布的有关水土保持政策、法规。
- (2) 凡治理因工程建设造成水土流失所采取的措施和所需费用,均列入工程水土保持投资,其中主体工程及其他单项设计中已经考虑的水土保持措施投资列入主体工程投资,本方案不再重复计算,本估算仅计算水土保持专项措施项目及有关费用。

13.1.2 编制依据

- (1)《生产建设项目水土保持工程概(估)算编制规定(报批稿)》;
- (2)水利部水总[2003]67号文发布的《水土保持工程概算定额》;
- (3)水利部水总[2003]67号文发布的《施工机械台时费定额》;
- (4)《水利、水电、电力建设项目前期工作工程勘察收费暂行规定》(发改价格[2006]1352号);
- (5)《建设工程监理与相关服务收费管理规定》(国家发改委建设部[2007]670号);
- (6)《关于印发《水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》的通知》(办水总[2016]132号文);
- (7)《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的说明》(办财务函[2019]448号);
- (8)财政部国家发展改革委水利部中国人民银行关于印发《水土保持补偿费征收使用管理办法》的通知(财综[2014]8号);
- (9)《省物价局 省财政厅 省水利厅关于水土保持补偿费收费标准的通知》(鄂价环资[2017]93号)等。

13.1.3 价格水平年

价格水平年与主体工程投资估算的价格水平年一致,采用2021年第2季度市场价格水平为准。

13.1.4 编制方法

水土保持工程投资包括水土保持工程费和水土保持补偿费两部分。水土保持工程费由水土保持工程措施费、植物措施费、监测措施费、临时工程费和独立费用五部分组成。

工程措施费按设计工程量乘以工程单价进行编制。植物措施费按设计苗木、草、种子等植物措施量乘以植物措施单价进行编制。监测措施包括监测土建设施、设备仪表和运行观测费用等。施工临时工程包括临时防护工程和其他临时工程两部分，其中临时防护工程费按设计工程量乘以单价编制，其他临时工程费按第一部分工程措施和第二部分植物措施投资的 2% 编制。独立费用按相关标准计取。

13.1.5 基础单价与取费标准

(1) 人工预算单价

依据《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（报批稿），地区津贴按照所在工资地区类别，人工工资按标准工资 588 元/月，施工津贴 3.5 元/工日，夜（中）班津贴为 4.0 元/夜（中）班，计算人工预算单价为 4.56 元/工时。

(2) 主要材料预算价格

1) 施工用风、水、电预算单价

施工用风、水、电均参考主体工程单价，见表 13.1-1。

表 13.1-1 风、水、电单价预算汇总表

项目	单位	输水总干线工程区及汉江影响河段综合整治工程区
施工用电	元/kW·h	0.78
施工用水	元/m ³	0.80
施工用风	元/m ³	0.15

2) 主要材料预算价格

主要材料预算价格水平为 2021 年 2 季度市场价格。水泥按 255 元/t、柴油按 2990 元/t、汽油按 3075 元/t、钢筋按 2560 元/t、炸药按 5150 元/t、砂石料、块石、碎石按 70 元/m³ 的限价进入单价计算，价差部分取费只计取税金。根据工程所在地区市场价计算材料预算价格如下：

表 13.1-2 主要材料预算价格汇总表

材料名称	单位	输水总干线工程及汉江影响河段综合整治工程
普通硅酸盐水泥 42.5	元/t	581.69
钢筋	元/t	5103.46
板枋材	元/m ³	2036.20
柴油	元/t	6533.00
汽油	元/t	7405.00



续表 13.1-2

主要材料预算价格汇总表

材料名称	单位	输水总干线工程及汉江影响河段综合整治工程
砂	元/m ³	92.51
碎石	元/m ³	53.69
块石	元/m ³	48.96
炸药	元/t	13274

3) 次要材料预算价格

次要材料预算价格依据 2021 年第 2 季度市场调查价综合分析确定。

表 13.1-3

次要材料及主要苗木预算价格汇总表

项目	材料名称	单位	单价	备注
次材 单价	编织袋	元/个	1.00	
	草袋	元/个	2.00	
	防雨布	元/m ²	7.50	
	钢模板	元/kg	5.50	
	防渗粘土	元/m ³	40.11	
	营养土	元/m ³	30.00	
	农家肥	元/kg	5.00	
	高效复合肥	元/kg	23.50	
	Pvc 管	元/m	17.50	
	无纺布	元/m ²	5.00	
	土工布	元/m ²	20.00	
植物 单价	青冈栎	株	15	干径>3cm、苗高>0.8m
	刺槐	株	30	干径>3cm、苗高>0.8m
	雪梨	株	120	干径>4cm、苗高>1.5m
	柑橘	株	90	干径>4cm、苗高>1.5m
	雪松	株	200	干径>4cm、苗高>2.0m
	香樟	株	150	干径>4cm、苗高>1.5m
	银杏	株	600	干径>4cm、苗高>2.0m
	玉兰	株	300	干径>4cm、苗高>1.5m
	栎树	株	180	干径>4cm、苗高>2.0m
	桂花	株	250	干径>4cm、苗高>2.0m
	樱花	株	300	干径>4cm、苗高>1.5m
	春鹃	株	14	地径>1cm、苗高>50cm
	红花檵木球	株	40	地径>1cm、苗高>50cm



续表 13.1-3 次要材料及主要苗木预算价格汇总表

项目	材料名称	单位	单价	备注
植物 单价	海桐球	株	55	地径>1cm、苗高>50cm
	金叶女贞	株	15	地径>1cm、苗高>50cm
	月季	株	30	地径>1cm、苗高>50cm
	山茶	株	100	地径>1cm、苗高>50cm
	茶梅	株	65	地径>1cm、苗高>50cm
	木槿	株	60	地径>1cm、苗高>50cm
	垂丝海棠	株	75	地径>1cm、苗高>50cm
	爬山虎	株	6	地径 1cm、主蔓长 1m、分支数>10 只
	常春藤	株	8	地径 1cm、主蔓长 1m、分支数>10 只
	马桑	株	8	地径 > 0.8cm、苗高 > 30cm
	胡枝子	株	7	地径 > 0.8cm、苗高 > 30cm
	草皮	m ²	12	一级
	狗牙根	kg	58	一级
	白三叶	kg	58	一级
	鸡眼草	kg	58	一级
	紫花苜蓿	kg	60	一级
	红花草	kg	60	一级

(3) 工程单价

工程单价=直接费+间接费+企业利润+税金

水土保持工程投资估算取费费率包括其它直接费、间接费、企业利润和税金，根据工程类别不同，各项费率取值见表 13.1-4。

表 13.1-4 取费费率标准表

序号	工程类别	其它直接费	间接费	利润	税金
1	土方工程	3.8%	5.0%	7.0%	9.00%
2	石方工程	3.8%	8.0%	7.0%	9.00%
3	混凝土工程	3.8%	7.0%	7.0%	9.00%
4	钢筋制安工程	3.8%	5.0%	7.0%	9.00%
5	基础处理工程	3.8%	10.0%	7.0%	9.00%
6	植物工程	2.5%	6.0%	7.0%	9.00%
7	其他工程	3.8%	7.0%	7.0%	9.00%

(4) 独立费用



独立费用包括建设管理费、方案编制费、勘测设计费、工程建设监理费、水土保持设施竣工验收费等。

1) 建设管理费按照一至四部分投资合计的 2% 计算;

2) 方案编制费按照主体工程土建投资合计为计算基数, 按标准计列;

3) 勘测设计费参照国家计委、建设部价格[2002]10 号文《工程勘察设计收费管理规定》、《工程勘察设计收费标准》(2002 年修订本), 国家发改委、建设部发改价格[2006]1352 号文《水利、水电、电力建设项目前期工作工程勘察收费暂行规定》相关规定计列;

4) 水土保持监理费参照国家发改委、建设部关于《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的通知(发改价格[2007]670 号文)相关规定及结合实际计列;

5) 水土保持设施验收费按照主体工程土建投资合计为计算基数, 按标准计列。

(5) 预备费

基本预备费按第一至四部分投资之和的 10% 计取。

(6) 水土保持补偿费

依据《省物价局 省财政厅 省水利厅关于水土保持补偿费收费标准的通知》(鄂价环资[2017]93 号), 水土保持补偿费征收标准取 1.5 元/m²。

13.1.6 投资估算

按 2021 年 2 季度价格水平估算, 引江补汉工程水土保持专项投资为 111549.13 万元。其中, 工程措施费用 48895.21 万元, 植物措施费用 21133.43 万元, 监测措施费用 4685.05 万元, 临时措施费用 8126.41 万元, 独立费用 17269.45 万元, 基本预备费 10010.96 万元, 水土保持补偿费 1428.62 万元。其中, 输水总干线工程水土保持专项投资为 111260.46 万元, 汉江影响河段综合整治工程水土保持专项投资为 288.67 万元。

水土保持工程投资估算详见表 13.1-5 ~ 13.1-12。

表 13.1-5

水土保持专项投资汇总表

单位: 万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备费	植物措施费	独立费用	合计
第一部分	工程措施	48895.21				48895.21
一	输水总干线工程区	48893.21				48893.21
1	主体工程区	228.66				228.66
2	永久办公生活区	83.43				83.43
3	施工生产生活区	968.17				968.17
4	交通道路区	1944.04				1944.04



续表 13.1-5

水土保持专项投资汇总表

单位: 万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备费	植物措施费	独立费用	合计
5	弃渣场区	43605.53				43605.53
6	料场区	1971.33				1971.33
7	移民安置及专项设施复建工程区	92.05				92.05
二	汉江影响河段综合整治工程区	2.00				2.00
第二部分	植物措施			21133.43		21133.43
一	输水总干线工程区			21103.33		21103.33
1	主体工程区			4799.04		4799.04
2	永久办公生活区			554.05		554.05
3	施工生产生活区			1886.77		1886.77
4	交通道路区			2743.60		2743.60
5	弃渣场区			8858.21		8858.21
6	料场区			1880.50		1880.50
7	移民安置及专项设施复建工程区			381.15		381.15
二	汉江影响河段综合整治工程区			30.10		30.10
第三部分	监测措施	106.80	4578.25			4685.05
1	土建设施费	106.80				106.80
2	设备费		424.13			424.13
3	观测运行费		2343.73			2343.73
4	弃渣场安全监测费		1810.39			1810.39
第四部分	临时措施	8126.41				8126.41
(一)	临时防护工程	6632.14				6632.14
1	输水总干线工程区	6524.70				6524.70
	主体工程区	243.90				243.90
	永久办公生活区	40.30				40.30
	施工生产生活区	501.23				501.23
	交通道路区	4247.51				4247.51
	弃渣场区	1017.76				1017.76
	料场区	413.99				413.99
	移民安置及专项设施复建工程区	60.00				60.00
2	汉江影响河段综合整治工程区	107.44				107.44
(二)	其他临时工程	1494.27				1494.27
第五部分	独立费用				17269.45	17269.45
1	建设管理费				1656.80	1656.80
2	方案编制费				2066.10	2066.10
3	科研勘测设计费				7704.23	7704.23
4	工程建设监理费				2956.67	2956.67
5	水土保持设施验收费				2885.66	2885.66
I	一至五部分合计					100109.55
II	基本预备费(10%)					10010.96
III	水土保持补偿费					1428.62
IV	水土保持专项投资					111549.13



表 13.1-6

工程措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	工程措施				488952060
第一部分	输水总干线工程区				488932099
一	主体工程区				2286604
1	土地整治工程				2286604
	土地平整	hm ²	35.46	9240.95	327684
	覆土	m ³	106400	18.41	1958920
二	施工生产生活区				9681705
1	土地整治工程				9681705
	表土剥离	m ³	435200	17.00	7399068
	土地平整	hm ²	50.77	9240.95	469163
	覆土	m ³	98500	18.41	1813474
三	交通道路区				19440427
1	斜坡防护工程				11541723
	土方开挖	m ³	80676	13.11	1057896
	C20 混凝土	m ³	21514	487.31	10483826
2	土地整治工程				7898705
	表土剥离	m ³	187200	25.61	4793908
	土地平整	hm ²	63.81	9240.95	589665
	覆土	m ³	101500	24.78	2515132
四	弃渣场防治区				436055322
1	土地整治工程				18677345
	表土剥离	m ³	542400	17.00	9221633
	土地平整	hm ²	200.51	9240.95	1852903
	覆土	m ³	371000	18.41	6830445
	林地清理	hm ²	171.64	4500.00	772365
2	拦渣工程				6223922
2.1	拦渣坝				1600488
	土方开挖	m ³	5600	13.11	73432
	石方开挖	m ³	2400	42.19	101251
	石渣填筑	m ³	24200	35.48	858588
	干砌石	m ³	432	121.79	52614
	C20 混凝土	m ³	1056	487.31	514602
2.2	挡渣墙				4623434



续表 13.1-6

工程措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	土方开挖	m ³	13963	13.11	183093
	石方开挖	m ³	3491	42.19	147264
	土石方回填	m ³	4808	21.41	102936
	M7.5 浆砌石	m ³	14826	256.20	3798448
	碎石垫层	m ³	765	110.84	84781
	Φ100mmPVC 排水管	m	1637	17.50	28649
	反滤料	m ³	2295	110.84	254342
	土工布	m ²	1196	20.00	23922
3	斜坡防护工程				38472409
	土方开挖	m ³	268919	13.11	3526321
	C20 混凝土	m ³	71712	487.31	34946087
4	排洪工程				372681646
4.1	截排水(洪)沟				309267224
	土方开挖	m ³	1367191	13.11	17927880
	石方开挖	m ³	572787	42.19	24164586
	土石方回填	m ³	387996	21.41	8306844
	M7.5 浆砌石	m ³	22500	212.34	4777723
	M10 水泥砂浆抹面	m ²	50826	25.00	1270648
	C25 混凝土	m ³	341903	571.03	195236342
	钢筋	t	6919	8291.78	57367202
	拦污栅	m ²	540	400.00	216000
4.2	排水盲沟				36941768
	土方开挖	m ³	61876	13.11	811379
	块石	m ³	191864	110.84	21266117
	粗砂	m ³	65234	121.79	7944961
	碎石	m ³	33576	110.84	3721571
	土工布	m ²	159887	20.00	3197740
4.3	拦洪坝				4346165
	C25 混凝土	m ³	6934	571.03	3959628
	碎石垫层	m ³	347	110.84	38429
	土方开挖	m ³	2219	13.11	29097
	石方开挖	m ³	555	42.19	23403
	块石换填	m ³	2667	110.84	295608



续表 13.1-6

工程措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
4.4	消力池				22126489
	土方开挖	m ³	19316	13.11	253289
	土方回填	m ³	3863	21.41	82710
	C25 砼	m ³	18440	571.03	10529609
	钢筋	t	1291	8291.78	10702871
	碎石垫层	m ³	1171	110.84	129756
	砼垫层	m ³	585	686.94	402086
	闭孔塑料板	m ²	1047	25.00	26170
五	料场防治区				19713316
1	土地整治工程				19136761
	土地平整	hm ²	58.01	9241	536067
	覆土	m ³	116000	18.41	2135665
	剥离料回填	m ³	464080	35.48	16465029
2	斜坡防护工程				576555
	M7.5 浆砌石	m ³	2100	256.20	537901
	种植土	m ³	2100	18.41	38654
六	永久办公生活区				834259
1	土地整治工程				834259
	表土剥离	m ³	31400	17.00	533848
	土地平整	hm ²	3.62	9240.95	33452
	覆土	m ³	14500	18.41	266958
七	移民安置及专项设施复建工程区				920467
1	土地整治工程				920467
	表土剥离	m ³	30000	17.00	510046
	土地平整	hm ²	6.36	9240.95	58772
	覆土	m ³	19100	18.41	351648
第二部分	汉江影响河段综合整治工程区				19960
1	土地整治工程				19960
	土地平整	hm ²	2.16	9240.95	19960



表 13.1-7

植物措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	植物措施				211334310
第一部分	输水总干线工程区				211033320
一	主体工程区				47990409
1	整地				1924315
	全面整地	hm ²	20.34	1365.84	27781
	生土追肥	m ³	35800	50.00	1790000
	穴状整地(60cm×60cm)	个	38643	2.22	85597
	穴状整地(30cm×30cm)	个	75373	0.28	20937
2	生态护坡				22869862
	客土喷播植草	m ²	151200	151.26	22869862
3	种草				4489439
	混播草籽(狗牙根、白三叶、鸡眼草)	hm ²	1.50	7172.47	10759
	铺植草皮	m ²	188400	23.77	4478680
4	植树				18647115
	栽植马桑	株	1969	13.12	25826
	栽植胡枝子	株	1969	11.64	22915
	栽植红花檵木	株	12364	53.45	660830
	栽植金叶女贞	株	12364	26.20	323955
	栽植海桐	株	12364	71.79	887640
	栽植春娟	株	12364	21.45	265236
	栽植茶梅	株	7327	84.02	615612
	栽植木槿	株	7327	77.91	570810
	栽植垂丝海棠	株	7327	96.25	705216
	栽植青冈栎	株	1969	24.67	48570
	栽植刺槐	株	1969	43.02	84686
	栽植银杏	株	8543	741.65	6335728
	栽植雪松	株	6674	252.45	1684889
	栽植玉兰	株	6674	374.75	2501114
	栽植栾树	株	4271	227.99	973852
	栽植桂花	株	4271	313.60	1339521
	栽植樱花	株	4271	374.75	1600713
5	抚育工程				59678
	幼林抚育	hm ²	20.34	2934.02	59678
二	施工生产生活区				18867705
1	整地				5056573
	全面整地	hm ²	50.77	1365.84	69344



续表 13.1-7

植物措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	生土追肥	m ³	93100	50.00	4655000
	穴状整地(60cm×60cm)	个	133271	2.22	295209
	穴状整地(30cm×30cm)	个	133271	0.28	37020
2	种草				364146
	混播草籽(狗牙根、白三叶、鸡眼草)	hm ²	50.77	7172.47	364146
3	植树				13298026
	栽植马桑	株	53309	13.12	699293
	栽植胡枝子	株	53309	11.64	620469
	栽植红花檵木	株	6664	53.45	356161
	栽植金叶女贞	株	6664	26.20	174599
	栽植海桐	株	6664	71.79	478402
	栽植春娟	株	6664	21.45	142952
	栽植青冈栎	株	53309	24.67	1315152
	栽植刺槐	株	53309	43.02	2293080
	栽植栎树	株	13327	227.99	3038501
	栽植桂花	株	13327	313.60	4179418
4	抚育工程				148960
	幼林抚育	hm ²	50.77	2934.02	148960
三	交通道路区				27436049
1	整地				1444675
	全面整地	hm ²	63.81	1365.84	87154
	生土追肥	m ³	16800	50.00	840000
	穴状整地(60cm×60cm)	个	212628	2.22	470992
	穴状整地(30cm×30cm)	个	167501	0.28	46528
2	种草				457675
	混播草籽(狗牙根、白三叶、鸡眼草)	hm ²	63.81	7172.47	457675
3	植树				25346479
	栽植马桑	株	67001	13.12	878903
	栽植胡枝子	株	67001	11.64	779833
	栽植红花檵木	株	8375	53.45	447639
	栽植金叶女贞	株	8375	26.20	219444
	栽植海桐	株	8375	71.79	601277
	栽植春娟	株	8375	21.45	179668
	栽植青冈栎	株	67001	24.67	1652942
	栽植刺槐	株	67001	43.02	2882046
	栽植香樟	株	45127	191.30	8632927



续表 13.1-7

植物措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	栽植栎树	株	16750	227.99	3818924
	栽植桂花	株	16750	313.60	5252878
4	抚育工程				187220
	幼林抚育	hm ²	63.81	2934.02	187220
四	弃渣场区				88582140
1	整地				5900438
	全面整地	hm ²	177.88	1365.84	242952
	生土追肥	m ³	94900	50.00	4745000
	穴状整地(60cm×60cm)	个	335676	2.22	743557
	穴状整地(30cm×30cm)	个	608148	0.28	168930
2	生态护坡				27028912
	客土喷播植草	m ²	226333	119.42	27028912
3	种草				1288414
	混播草籽(狗牙根、白三叶、鸡眼草)	hm ²	124.08	7172.47	889946
	混播草籽(紫花苜蓿、红花草)	hm ²	53.80	7406.65	398468
4	植树				53842482
	栽植马桑	株	162852	13.12	2136275
	栽植胡枝子	株	162852	11.64	1895473
	栽植山茶	株	141222	126.83	17910825
	栽植月季	株	141222	43.02	6074687
	栽植青冈栎	株	97227	24.67	2398657
	栽植刺槐	株	97227	43.02	4182265
	栽植柑橘	株	70611	117.93	8326816
	栽植雪梨	株	70611	154.61	10917484
5	抚育工程				521894
	幼林抚育	hm ²	177.88	2934.02	521894
五	料场区				18804979
1	整地				1443839
	全面整地	hm ²	58.01	1365.84	79233
	生土追肥	m ³	19700	50.00	985000
	穴状整地(60cm×60cm)	个	152276	2.22	337307
	穴状整地(30cm×30cm)	个	152276	0.28	42299
2	种草				416075
	混播草籽(狗牙根、白三叶、鸡眼草)	hm ²	58.01	7172.47	416075
3	植树				15194376
	栽植马桑	株	60911	13.12	799015



续表 13.1-7

植物措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	栽植胡枝子	株	60911	11.64	708950
	栽植红花檵木	株	7614	53.45	406951
	栽植金叶女贞	株	7614	26.20	199497
	栽植海桐	株	7614	71.79	546624
	栽植春娟	株	7614	21.45	163337
	栽植青冈栎	株	60911	24.67	1502698
	栽植刺槐	株	60911	43.02	2620083
	栽植栾树	株	15228	227.99	3471803
	栽植桂花	株	15228	313.60	4775419
4	攀缘植物				1580486
	栽植洋常春藤	株	75600	11.87	897730
	栽植爬山虎	株	75600	9.03	682756
5	抚育工程				170203
	幼林抚育	hm ²	58.01	2934.02	170203
六	永久办公生活区				5540538
1	整地				278209
	全面整地	hm ²	3.62	1365.84	4944
	生土追肥	m ³	5000	50.00	250000
	穴状整地(60cm×60cm)	个	8119	2.22	17985
	穴状整地(30cm×30cm)	个	19005	0.28	5279
2	种草				860553
	铺植草皮	m ²	36200	23.77	860553
3	植树				4391155
	栽植红花檵木	株	2376	53.45	126975
	栽植金叶女贞	株	2376	26.20	62246
	栽植海桐	株	2376	71.79	170555
	栽植春娟	株	2376	21.45	50964
	栽植茶梅	株	3168	84.02	266144
	栽植木槿	株	3168	77.91	246776
	栽植垂丝海棠	株	3168	96.25	304882
	栽植银杏	株	1520	741.65	1127598
	栽植雪松	株	1188	252.45	299867
	栽植玉兰	株	1188	374.75	445134



续表 13.1-7

植物措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	栽植栎树	株	1408	227.99	320965
	栽植桂花	株	1408	313.60	441482
	栽植樱花	株	1408	374.75	527567
4	抚育工程				10621
	幼林抚育	hm ²	3.62	2934.02	10621
七	移民安置及专项设施重建工程区				3811499
1	整地				424406
	全面整地	hm ²	6.36	1365.84	8687
	生土追肥	m ³	7500	50.00	375000
	穴状整地(60cm×60cm)	个	16289	2.22	36082
	穴状整地(30cm×30cm)	个	16695	0.28	4638
2	种草				45617
	混播草籽(狗牙根、白三叶、鸡眼草)	hm ²	6.36	7172.47	45617
3	植树				3322816
	栽植马桑	株	8347.5	13.12	109501
	栽植胡枝子	株	8347.5	11.64	97158
	栽植香樟	株	16289	191.30	3116156
4	抚育工程				18660
	幼林抚育	hm ²	6.36	2934.02	18660
第二部分	汉江影响河段综合整治工程区				300991
1	整地				17085
	全面整地	hm ²	2.16	1365.84	2950
	穴状整地(60cm×60cm)	个	5670	2.22	12560
	穴状整地(30cm×30cm)	个	5670	0.28	1575
2	种草				15493
	混播草籽(狗牙根、白三叶、鸡眼草)	hm ²	2.16	7172.47	15493
3	植树				262076
	栽植马桑	株	2835	13.12	37189
	栽植胡枝子	株	2835	11.64	32997
	栽植青冈栎	株	2835	24.67	69941
	栽植刺槐	株	2835	43.02	121948
4	抚育工程				6337
	幼林抚育	hm ²	2.16	2934.02	6337



表 13.1-8 临时措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	临时措施				81264091
一	临时防护工程				66321355
(一)	输水总干线工程区				65246988
1	主体工程区				2439030
1.1	临时拦挡				1738804
	袋装土填筑	m ³	13200	120.69	1593165
	袋装土拆除	m ³	13200	11.03	145638
1.2	临时苫盖				675000
	防雨布	m ²	90000	7.50	675000
1.3	临时排水				25226
	土方开挖	m ³	158	13.11	2077
	M7.5 浆砌石	m ³	95	243.57	23149
2	永久办公生活区				402985
2.1	临时拦挡				312985
	袋装土填筑	m ³	2376	120.69	286770
	袋装土拆除	m ³	2376	11.03	26215
2.2	临时苫盖				90000
	防雨布	m ²	12000	7.50	90000
3	施工生产生活区				5012324
3.1	临时排水				1473147
	土方开挖	m ³	7689	13.11	100830
	M7.5 浆砌石	m ³	5634	243.57	1372317
3.2	临时拦挡				2069176
	袋装土填筑	m ³	15708	120.69	1895867
	袋装土拆除	m ³	15708	11.03	173309
3.3	临时苫盖				1470000
	防雨布	m ²	196000	7.50	1470000
4	交通道路区				42475118
4.1	临时排水				2930493
	土方开挖	m ³	15289	13.11	200487
	M7.5 浆砌石	m ³	11208	243.57	2730006
4.2	临时拦挡				38652125
	袋装土填筑	m ³	21252	120.69	2564996
	袋装土拆除	m ³	21252	11.03	234477
	钢筋石笼	m ³	153600	233.42	35852651
4.3	临时苫盖				892500
	防雨布	m ²	119000	7.50	892500
5	弃渣场区				10177616
5.1	临时排水				3267060



续表 13.1-8

临时措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
	土方开挖	m ³	7300	13.11	95723
	M7.5 浆砌石	m ³	13020	243.57	3171337
5.2	临时拦挡				6739715
	土方开挖	m ³	2829	13.11	37101
	袋装土填筑	m ³	30416	120.69	3671074
	袋装土拆除	m ³	30416	11.03	335589
	钢筋石笼	m ³	11550	233.42	2695951
5.3	临时撒播草籽				170841
	撒播草籽	hm ²	23.82	7172.47	170841
6	料场区				4139950
6.1	临时排水				969714
	土方开挖	m ³	6018	13.11	78917
	M7.5 浆砌石	m ³	3657	243.57	890797
6.2	临时拦挡				2450236
	袋装土填筑	m ³	6452	120.69	778660
	袋装土拆除	m ³	6452	11.03	71181
	钢筋石笼	m ³	4800	233.42	1120395
	防护网拦挡	m	3200	150.00	480000
6.3	临时苫盖				720000
	防雨布	m ²	96000	7.50	720000
7	移民安置及专项设施复建工程区				599967
7.1	临时拦挡				312985
	袋装土填筑	m ³	2376	120.69	286770
	袋装土拆除	m ³	2376	11.03	26215
7.2	临时排水				196982
	土方开挖	m ³	1149	13.11	15064
	M7.5 浆砌石	m ³	747	243.57	181918
7.3	临时苫盖				90000
	防雨布	m ²	12000	7.50	90000
(二)	汉江影响河段综合整治工程区				1074366
1	临时排水				468764
	土方开挖	m ³	2330	13.11	30553
	M7.5 浆砌石	m ³	1357	322.88	438211
2	临时拦挡				493102
	袋装土填筑	m ³	1617	120.69	195163
	袋装土拆除	m ³	1617	11.03	17841
	钢筋石笼	m ³	1200	233.42	280099
3	临时苫盖				112500
	防雨布	m ²	15000	7.50	112500
二	施工辅助工程	%	2	747136822	14942736



表 13.1-9

监测措施投资计算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
	水土保持监测				4685.05
一	土建费				106.80
1	径流小区	个	14	40000	56.00
	简易水土流失观测场	个	40	3000	12.00
	集水泥沙设施	套	40	6500	38.80
二	设备费				424.13
1	消耗性设备费				10.13
	50m 卷尺	个	50	60	0.30
	5m 卷尺	个	50	30	0.15
	蒸发皿	个	30	50	0.15
	集流筒	个	30	800	2.40
	标志绳	m	4000	2	0.80
	小钢架	个	300	6	0.18
	标志牌	个	600	100	6.00
	钢钎	个	300	5	0.15
2	固定设备折旧费	年折旧率 20%			294.00
	土壤筛(粒径 0.01mm)	个	8	4500	3.60
	坡度仪	台	10	3000	3.00
	土壤水分快速测定仪	台	10	35000	35.00
	风向风速仪	台	12	1500	1.80
	自记雨量计	台	80	1800	14.40
	手持 GPS 定位仪	台	20	6000	12.00
	游标卡尺	把	100	150	1.50
	罗盘	架	50	800	4.00
	探针	只	180	50	0.90
	皮尺	个	240	100	2.40
	无人机	台	8	20000	16.00
	全站仪租用	年	10	80000	80.00
	摄像头	个	180	500	9.00
	室外全天候防护罩	套	180	800	14.40
	视频处理终端	个	12	50000	60.00
	存储硬盘	套	40	1000	4.00
	安装辅材	套	40	3000	12.00



续表 13.1-9

监测措施投资计算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
	便携式计算机	套	10	20000	20.00
3	其他设备资料				120.00
	监测用车使用费	年	10	60000	60.00
	遥感影像资料	套	2	300000	60.00
三	观测运行费	项			2343.73
四	弃渣场安全监测费				1810.39
1	土建工程				146.70
	表面位移混凝土测点墩	个	180	3500	63.00
	水平位移混凝土测点墩	个	90	4800	43.20
	挖坑	个	90	500	4.50
	标槽浇筑	个	90	1000	9.00
	测斜管钻孔及回填	m	600	450	27.00
2	设备及安装工程				963.94
2.1	弃渣场安全监测设备及安装工程				849.70
	表面位移强制对中基座	个	180	1875	33.75
	不锈钢标头	个	180	187.5	3.38
	水平位移强制对中基座	个	90	1875	16.88
	水准标	个	90	187.5	1.69
	测斜管	m	3600	180	64.80
	测斜管孔口装置	个	60	1500	9.00
	活动式测斜仪	台	4	135000	54.00
	柔性测斜仪	m	600	7800	468.00
	电子水准仪	台	4	90000	36.00
	全站仪	台	3	320000	96.00
	渗压计	支	40	8750	35.00
	渗压计电缆	m	5850	20	11.70
	电缆保护管	m	3900	50	19.50
2.2	综合运杂费(国产设备)	%	8.58	849.70	72.90
2.3	检验率定费	%	6	689.00	41.34
3	监测人工费				699.74
	建设期巡视检查费	年	9	10.00	90.00
	建设期设备观测监测维护费	年	9	55.53	499.79
	监测资料整理分析费	%	22	499.79	109.95



表 13.1-10

独立费用投资计算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备 注
	合价				172694540	
一	建设管理费	%	2	828400913	16568018	
二	方案编制费	项	1	20660957	20660957	
三	科研勘测设计费				77042259	
1	科学研究实验费			12000000	12000000	3 项科研课题费用合计
2	勘测费			34186904	34186904	
3	设计费			30855355	30855355	
四	工程建设监理费			29566715	29566715	
五	竣工验收费			28856591	28856591	含 4 级以上渣场稳定性评估费用

表 13.1-11

水土保持补偿费计算表

项目划分	行政区划		扰动地表面积 价(hm ²)	单价 (元/m ²)	水土保持补偿费 (万元)
输水总干线工程	宜昌市	夷陵区	233.37	1.5	350.06
	襄阳市	保康县	233.11	1.5	349.67
		谷城县	364.31	1.5	546.47
		小计	597.42	1.5	896.13
	十堰市	丹江口市	62.80	1.5	94.20
	小计		893.58	1.5	1340.39
汉江影响河段综合整治工程	十堰市	丹江口市	58.82	1.5	88.23
合计			952.41	1.5	1428.62



表 13.1-12

分年度投资汇总表

单位: 万元

序号	工程或费用名称	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年	第七年	第八年	第九年	第十年	合计
第一部分	工程措施	9882.89	6904.82	6422.69	3087.84	3087.84	3089.83	3087.84	3087.84	3184.83	7058.79	48895.21
一	输水总干线工程区	9882.89	6904.82	6422.69	3087.84	3087.84	3087.84	3087.84	3087.84	3184.83	7058.79	48893.21
1	主体工程区									32.77	195.89	228.66
2	永久办公生活区		110.51							-27.08		83.43
3	施工生产生活区	739.91								91.31	136.96	968.17
4	交通道路区	0.00	204.20	204.20	204.20	204.20	204.20	204.20	204.20	204.20	310.48	1944.04
5	弃渣场区	8721.11	6540.83	6104.77	2834.36	2834.36	2834.36	2834.36	2834.36	2834.36	5232.66	43605.53
6	料场区	394.27	49.28	49.28	49.28	49.28	49.28	49.28	49.28	49.28	1182.80	1971.33
7	移民安置及专项设施复建工程区	27.61		64.43								92.05
二	汉江影响河段综合整治工程区						2.00					2.00
第二部分	植物措施	0.00	454.26	557.92	0.00	0.00	30.10	0.00	3907.42	6082.75	10100.98	21133.43
一	输水总干线工程区	0.00	454.26	557.92	0.00	0.00	0.00	0.00	3907.42	6082.75	10100.98	21103.33
1	主体工程区								959.81	1439.71	2399.52	4799.04
2	永久办公生活区									221.62	332.43	554.05
3	施工生产生活区								377.35	566.03	943.39	1886.77
4	交通道路区		301.80	329.23					422.52	633.77	1056.29	2743.60
5	弃渣场区								1771.64	2657.46	4429.11	8858.21
6	料场区								376.10	564.15	940.25	1880.50
7	移民安置及专项设施复建工程区		152.46	228.69								381.15
二	汉江影响河段综合整治工程区						30.10					30.10
第三部分	监测措施	439.62	298.25	298.25	262.65	262.65	262.65	262.65	262.65	262.65	262.65	4685.05
1	土建设施费	35.60	35.60	35.60								106.80
2	设备费	169.65	28.28	28.28	28.28	28.28	28.28	28.28	28.28	28.28	28.28	424.13
3	观测运行费	234.37	234.37	234.37	234.37	234.37	234.37	234.37	234.37	234.37	234.37	2343.73
第四部分	临时措施	1717.45	1402.90	667.14	624.49	597.63	598.27	597.63	545.31	590.76	748.60	8126.41
(一)	临时防护工程	1511.00	1249.76	521.57	557.48	530.62	530.62	530.62	400.16	400.16	400.16	6632.14



续表 13.1-12

分年度投资汇总表

单位: 万元

序号	工程或费用名称	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年	第七年	第八年	第九年	第十年	合计
1	输水总干线工程区	1484.14	1222.90	494.71	530.62	530.62	530.62	530.62	400.16	400.16	400.16	6524.70
	主体工程区	36.59	36.59	21.34	21.34	21.34	21.34	21.34	21.34	21.34	21.34	243.90
	永久办公生活区	6.04	6.04	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	40.30
	施工生产生活区	115.28	115.28	33.83	33.83	33.83	33.83	33.83	33.83	33.83	33.83	501.23
	交通道路区	976.93	781.54	311.13	311.13	311.13	311.13	311.13	311.13	311.13	311.13	4247.51
	弃渣场区	234.09	187.27	74.55	130.46	130.46	130.46	130.46				1017.76
	料场区	95.22	76.18	30.33	30.33	30.33	30.33	30.33	30.33	30.33	30.33	413.99
	移民安置及专项设施复建工程区	20.00	20.00	20.00								60.00
2	汉江影响河段综合整治工程区	26.86	26.86	26.86	26.86							107.44
(二)	其他临时工程	206.45	153.15	145.58	67.01	67.01	67.65	67.01	145.16	190.60	348.45	1494.27
第五部分	独立费用	5684.25	990.49	968.20	888.78	888.24	888.90	888.24	965.35	1011.70	4058.36	17269.45
1	建设管理费	240.80	181.20	158.92	79.50	78.96	79.62	78.96	156.06	202.42	363.42	1656.80
2	方案编制费	2066.10										2066.10
3	科研勘测设计费	3081.69	513.62	513.62	513.62	513.62	513.62	513.62	513.62	513.62	513.62	7704.23
4	工程建设监理费	295.67	295.67	295.67	295.67	295.67	295.67	295.67	295.67	295.67	295.67	2956.67
5	水土保持设施验收费										2885.66	2885.66
I	一至五部分合计	17724.22	10050.71	8914.20	4863.76	4836.36	4869.75	4836.36	8768.57	11132.69	22229.39	100109.55
II	基本预备费(10%)	1772.42	1005.07	891.42	486.38	483.64	486.98	483.64	876.86	1113.27	2222.94	10010.96
III	水土保持补偿费	1428.62										1428.62
IV	水土保持专项投资	20925.26	11055.78	9805.62	5350.13	5320.00	5356.73	5320.00	9645.42	12245.96	24452.33	111549.13

13.2 效益分析

13.2.1 水土保持方案实施效果

引江补汉工程水土保持方案对该项目工程建设区受扰动可能带来水土流失的区域规划了相应的水土流失防治措施。根据不同功能区的水土流失特点,采取了相应的工程、植物及临时防护措施防治施工过程中的水土流失。通过这些水土保持措施的实施,预期将达到本项目的水土保持效果。水土流失防治指标计算参数表见表 13.2-1。

表 13.2-1 工程水土流失防治指标计算参数表 单位: hm^2

项目		防治责任范围	水土流失面积	水土保持措施面积			建筑物、硬化地表及水面覆盖面积	可恢复林草植被面积
				植物措施	工程措施	合计		
输水总干线工程区	主体工程区	54.55	54.55	35.46	2.68	38.14	16.37	35.61
	永久办公生活区	10.33	10.33	3.62	1.55	5.17	5.17	3.62
	料场区	104.71	104.71	58.01	30.38	88.39	15.71	58.33
	弃渣场区	475.41	475.41	200.51	272.78	473.29		200.51
	交通道路区	110.67	110.67	63.83	13.22	77.05	33.20	64.18
	施工生产生活区	108.42	108.42	50.77	56.83	107.60		50.77
	移民安置及专项设施复建工程区	29.51	29.51	6.36	22.34	28.70	0.80	6.36
汉江影响河段综合整治工程区		441.93	58.82	2.16	21.37	23.53	35.29	2.16
合计		1335.51	952.41	420.71	421.14	841.85	106.53	421.53

注：1、水土保持措施中，工程措施与植物措施重合部分，永久硬化场地与植物措施重合部分，均计入植物措施防护面积。

2、汉江影响河段综合整治工程河流水面面积不纳入计算范围。

(1) 水土流失治理度

水土流失治理度 = (水土保持措施面积 + 永久建筑物占地面积) / 水土流失总面积。

通过工程建设中对防治责任范围内建设施工活动造成的水土流失进行防治,可使各类土地的土壤流失量下降到规定范围内。本工程建设区内水土流失总面积 952.41hm^2 ,采取水土保持措施治理面积 841.85hm^2 ,建筑物、硬化地表及水面覆盖面积 106.53hm^2 。

经计算,至设计水平年本工程水土流失治理度预计可达到 99.6%。

(2) 土壤流失控制比

土壤流失控制比 = 容许土壤流失量 / 方案实施后土壤侵蚀模数。

本方案对工程建设扰动范围内可能造成水土流失的区域均采取了治理措施,对开挖、排弃、堆垫等场地应进行防护、整治,并采取必要的拦挡、截排水措施。通过治理,本工程区内土壤流失控制比可达到 1.00。



(3) 渣土防护率

渣土防护率=采取措施后实际拦挡的弃土和临时堆土/弃土和临时堆土总量。

本方案通过采取相应的措施，对防治责任范围内的弃渣和临时堆土进行有效防护。本工程临时堆土包括工程回填利用料和剥离的表土，永久弃渣和临时堆土共 3166.86 万 m^3 ，采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土共 3147.74 万 m^3 。

经计算，本工程渣土防护率达 99.4%。

(4) 表土保护率

表土保护率=采取措施保护的表土数量/可剥离表土总量。

本工程可对耕地和部分林地进行表土剥离，通过对防治责任范围内分布的表土层厚度和工程施工条件分析，工程可剥离表土量 186.51 万 m^3 。工程根据实际地表扰动情况及后期需要对占用耕地部分林地的表层耕植土进行了表土剥离，共剥离表土 186.51 万 m^3 ，表土分别集中堆放在设置的表土堆场内，并采取相应措施对表土进行有效防护，本工程区内表土保护率预计可达 100%。

(5) 林草植被恢复率

林草植被恢复率=林草植被面积/可恢复林草植被面积。

本工程防治责任范围内可恢复林草植被面积 421.53 hm^2 ，实施的水土保持植物措施面积为 420.71 hm^2 。

经计算，至设计水平年本工程林草植被恢复率预计可达到 99.8%。

(6) 林草覆盖率

林草覆盖率=林草植被面积/项目建设区总面积。

工程建设完成后，本报告对所有施工扰动区域进行土地整治和植被恢复，工程区实施的林草植被覆盖面积 420.71 hm^2 。本工程防治责任范围扣除天然水面面积和复耕面积后为 819.79 hm^2 。

经计算，至设计水平年本工程林草覆盖率预计可达 51.3%。经计算，工程永久占地区（水域面积不计）林草覆盖率达到 36.2%，见表 13.2-2。

表 13.2-3 工程永久占地区林草覆盖率

工程区永久占地面积 (hm^2)	林草植被面积 (hm^2)	林草覆盖率
193.53	70.12	36.2%

(7) 水土流失防治效果达标情况



至设计水平年，本工程水土流失防治效果预计达标情况见 13.2-3。

表 13.2-3 工程西南紫色土区效益指标与防治指标对照表

项目	水土流失治理度(%)	土壤流失控制比	渣土防护率(%)	表土保护率(%)	林草植被恢复率(%)	林草覆盖率(%)
本项目合计	99.6	1.00	99.4	100	99.8	51.3
防治指标值	97	1.00	92	92	97	25
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标

以上各项水土保持治理指标均达到或超过防治指标要求，通过采取水土保持措施进行治理，能够满足水土保持方案报告提出的目标要求，水土保持效益良好。

13.2.2 效益分析

水土保持效益主要包括生态效益、社会效益和经济效益三方面。

(1) 生态效益

本水土保持方案实施后，使本工程水土流失防治责任范围内因工程建设造成的新增水土流失得到有效治理。根据水土保持措施实施效果分析测算，至设计水平年防治责任范围内水土流失治理度预计可达到 99.6%，土壤流失控制比达到 1.00，渣土防护率达到 99.4%，表土保护率达到 100%，林草植被恢复率达到 99.8%，林草覆盖率达到 51.3%，可建设林草面积 420.71hm²，减少土壤流失量 50.21 万 t。

通过各项水土保持工程措施和植物措施的综合治理，有效地恢复和改善了项目建设和区的生态环境，生态效益显著。

(2) 社会效益

水土保持方案实施后，形成工程和植物措施结合的综合防治体系，使项目沿线人为造成的水土流失得到有效地控制和治理。各项水土保持措施实施后，可使工程区内水土流失得到有效的控制，增加工程区内地表植被覆盖度，控制区内水土流失，保护水土资源，改善项目区生态环境，为当地经济发展创造良好的外部环境，促进地区经济社会的可持续发展，提高居民生活水平，具有显著的社会效益。

(3) 经济效益

各项水土保持措施实施后，可使工程建设新增土壤流失量得到控制，可控制和减轻项目区水土流失的危害。一方面可减免因水土流失造成的灾害经济损失；另一方面可以通过水土保持植物措施，更好地防治水土流失，美化区域生态环境，为当地经济发展创造良好的外部环境条件，促进地区经济的可持续发展。



14 结论与建议

14.1 结 论

根据《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)、《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012)的限制性规定,工程选址(线)不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区,未占用国家确定的水土保持长期定位观测站。本工程未在县级以上地方人民政府划定的崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区进行取土、挖砂、采石等活动。弃渣场选址均符合水土保持有关要求。主体工程通过超前地质预报措施、不良地质专项处理措施、截排水、边坡支护等综合治理措施后,工程选址、选线不存在水土保持制约性因素。

根据环境影响评价专业分析,工程选址选线避开了自然保护区的核心区和缓冲区、风景名胜区的核心景观区、地质公园的一级保护区等法律法规禁止工程项目建设的范围,无重大环境制约。工程的建设不会对区域生态系统的完整性和稳定性造成严重影响,所产生的影响通过采取保护措施减缓后,在可接受范围内。从环境保护角度来看,工程建设不存在重大的环境制约性因素。

本工程涉及国家级水土流失重点预防区和治理区、省级水土流失重点预防区,通过提高一级标准的防治指标值,水土保持措施的设计取上限标准,可减轻或消除工程建设带来的不利影响,符合水土保持要求。

工程建设将对项目区生态环境造成一定的不利影响。但主体工程设计从生态恢复的角度出发,充分利用开挖料作为混凝土骨料及块石利用,优化施工工艺,对于埋管段回填适当培高平整,尽量从源头上减少弃渣,合理利用主体空间,有效贯彻了生态优先、绿色发展和建设生态水利工程的设计理念,符合水土保持要求。

主体设计中对进出口建筑物、施工支洞边坡采取了系统锚杆及喷混凝土等防护措施,考虑了各工程区的排水工程等措施,结合本方案补充的各类工程措施、植物措施和临时措施,形成系统的水土流失防护体系,能有效防治项目建设所造成的水土流失。从水土保持角度分析,本工程符合《中华人民共和国水土保持法》等有关规定,工程设计的推荐方案满足水土保持要求,工程建设可行。



14.2 建议

14.2.1 对主体工程的建议

(1) 建议主体工程在后续设计中,进一步深入贯彻生态优先、绿色发展和建设生态水利工程的设计理念,通过优化边坡开挖坡比,采用生态喷混、综合植物护坡等新工艺方法,减少硬质喷锚支护的比例,提升工程建设区同周边绿化的协调性。

(2) 输水线路弃渣数量大,渣场布置数量较多,建议主体工程后续设计中根据地质勘查和试验分析研究进一步充分利用开挖料,提高洞挖料利用率,一方面减小永久弃渣规模,另一方面可以减少料场开挖产生的水土流失。

(4) 本方案报告书编制深度为可行性研究阶段,在下阶段主体工程设计时,应将批复的本水土保持方案水土保持专项措施纳入主体工程设计中,水土保持工程投资纳入主体工程概算中,进行水土保持措施专项设计。

14.2.2 对施工单位的建议

(1) 建议施工单位根据《方案报告书》的设计原则,施工过程中落实临时工程区的水土保持措施,严格控制施工过程中的占压地范围,杜绝乱挖乱采。加强土石方运输和堆放管理,防止沿途大量散落,防止乱堆乱弃,尤其要加强施工过程中的临时防护措施,如局部排水系统与拦挡措施。

(2) 建议施工单位在施工手册中专章给出水土保持实施细则,将水土保持方案报告书及设计文件中规定的水土保持措施进行细化,管理到位,监督到场,责任到人。可考虑在施工场地竖立水土保持相关告示标语,增强施工与管理人员的水土保持与环境保护意识。

(3) 施工过程中要严格按照施工方法,表层熟土要剥离到位,保护好工程区的表土资源,为后期复耕和植被恢复创造条件。

14.2.3 对监理单位的建议

(1) 建议建设单位选择有资质的单位进行工程监理,监理人员需持证上岗,做好水保措施实施的管理和监督工作,实现水土保持工程监理制度,对水保措施的实施进度、质量和资金进行监控管理,保证工程质量。

(2) 监理工作要严格执法,加强对项目的建设管理,同时与水行政、林业等部门协同规划,从管理、预防、治理着手,改善和控制工程区域及周边水土流失现状。



14.2.4 对监测单位的建议

(1) 监测单位需具有水土保持监测能力，应依据规程规范编制监测细则并实施监测。

(2) 本方案的水土流失监测单位应进一步完善监测方案，做好水土保持监测，及时向水行政主管部门、建设单位及施工单位发布监测预报。

(3) 监测单位应根据监测安排及时编报水土保持监测季报、年报，并在工程竣工验收时提交工程水土保持监测总结报告。



