

水保方案（桂）字第 0010 号

项目代码：2201-520000-04-05-163325

工程设计甲级证书编号 A145002868

成品编号：45TN-3354K-I02

## 500kV 鹤城输变电工程（鹤城~多乐线路）

# 水土保持方案报告书

建设单位：云南电网有限责任公司

编制单位：广西泰能工程咨询有限公司

二〇二二年七月

## 目录

<b>1 综合说明</b> .....	<b>1</b>
1.1 项目简况 .....	1
1.2 编制依据 .....	3
1.3 设计水平年 .....	6
1.4 水土流失防治责任范围 .....	6
1.5 水土流失防治指标 .....	6
1.6 项目水土保持评价结论 .....	8
1.7 水土流失预测结果 .....	9
1.8 水土保持措施布设成果 .....	10
1.9 水土保持监测方案 .....	13
1.10 水土保持投资及效益分析成果 .....	14
1.11 结论 .....	14
水土保持方案特性表 .....	<b>16</b>
<b>2 项目概况</b> .....	<b>18</b>
2.1 项目组成及工程布置 .....	18
2.2 施工组织 .....	27
2.3 工程占地 .....	36
2.4 土石方平衡 .....	38
2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建 .....	48
2.6 施工进度 .....	48
2.7 自然概况 .....	48
<b>3 项目水土保持评价</b> .....	<b>57</b>
3.1 主体工程选址水土保持评价 .....	57
3.2 建设方案与布局水土保持评价 .....	59
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定 .....	71
<b>4 水土流失预测</b> .....	<b>75</b>
4.1 水土流失现状 .....	75

4.2 水土流失影响因素分析 .....	76
4.3 土壤流失量预测 .....	78
4.4 水土流失危害分析 .....	103
4.5 指导性意见 .....	103
<b>5 水土保持措施 .....</b>	<b>107</b>
5.1 防治区划分 .....	107
5.2 措施总体布局 .....	108
5.3 分区措施布设 .....	116
5.4 施工要求 .....	151
<b>6 水土保持监测 .....</b>	<b>156</b>
6.1 范围和时段 .....	156
6.2 内容和方法 .....	156
6.3 点位布设 .....	160
6.4 实施条件和成果 .....	162
<b>7 水土保持投资估算及效益分析 .....</b>	<b>166</b>
7.1 投资估算 .....	166
7.2 效益分析 .....	188
<b>8 水土保持管理 .....</b>	<b>199</b>
8.1 组织管理 .....	199
8.2 后续设计 .....	199
8.3 水土保持监测 .....	199
8.4 水土保持监理 .....	200
8.5 水土保持施工 .....	201
8.6 水土保持设施验收 .....	202
<b>附表: .....</b>	<b>204</b>
附表 1: 防治责任范围表 .....	204
附表 2: 防治标准指标计算表 .....	205
附表 3: 单价分析表 .....	206

附件:

- 1、 委托书;
- 2、 《国家能源局综合司关于同意云南 500 千伏柳井输变电工程等 3 个项目补充纳入 2020 年电网主网架规划的复函》（国家能源局 国能综函电力〔2020〕183 号，2020 年 11 月 6 日）；
- 3、 《云南省能源局关于加快推进 500 千伏柳井输变电工程等 3 个项目建设工作的通知》；（云南省能源局，2020 年 11 月 20 日）；
- 4、 《国家发展改革委办公厅关于 500 千伏鹤城输变电工程（鹤城~多乐线路）相关工作的复函》（中华人民共和国国家发展和改革委员会 发改办能源〔2021〕754 号，2021 年 9 月 28 日）；
- 5、 《关于云南 500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）初步设计的评审意见》（电力规划设计总院、电力规划总院有限公司文件 电规电网〔2021〕794 号）；
- 6、 《云南省水利厅关于准予 500kV 鹤城输变电工程水土保持方案审批的行政许可决定书》（云南省水利厅 云水许可〔2021〕69 号）；
- 7、 《水利部办公室关于印发 500kV 昭通输变电工程水土保持设施验收鉴定书的函》（办水保函[2014]1437 号）；
- 8、 《昭通市人民政府关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的复函》（昭通市人民政府，2020 年 4 月 20 日）；
- 9、 《昭通市昭阳区人民政府关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤城变站址及线路路径征求意见的复函》（昭阳区人民政府，2020 年 4 月 17 日）；
- 10、 《鲁甸县人民政府关于昭通电网增容及 500kV 网架加强工程鹤

城变电站址及线路路径征求意见的复函》（鲁甸县人民政府，2020年5月17日）；

11、《威宁彝族回族苗族自治县自然资源局关于昭通电网增容及500kV网架加强工程线路路径征求意见的复函》（威自然资复函〔2020〕1号）（威宁彝族回族苗族自治县自然资源局，2020年12月24日）；

12、500kV鹤城输变电工程（昭通电网增容及500kV网架加强工程）之鹤城-多乐线路工程建设项目涉及生态保护红线评估报告论证意见。

附图:

序号	图 号	图 名
1	3354K-I02-01	项目地理位置图
2	3354K-I02-02	项目区域水系图
3	3354K-I02-03	项目区域土壤侵蚀强度分布图
4	3354K-I02-04	路径平面示意图
5	3354K-I02-05	杆塔一览图（10mm 冰区）
6	3354K-I02-06	杆塔一览图（20mm 冰区）
7	3354K-I02-07	基础一览图
8	3354K-I02-08	水土流失防治责任范围、分区防治措施总体布局及水土保持监测点布设图（含监测点位）
9	3354K-I02-09	塔基及施工场地区水土保持典型措施布设图（平地型）
10	3354K-I02-10	塔基及施工场地区水土保持典型措施布设图（缓坡型）
11	3354K-I02-11	塔基及施工场地区水土保持典型措施布设图（陡坡型）
12	3354K-I02-12	塔基及施工场地区水土保持典型措施布设图
13	3354K-I02-13	牵张场地区水土保持典型措施布设图
14	3354K-I02-14	跨越施工场地区水土保持典型措施布设图
15	3354K-I02-15	施工道路区水土保持典型措施布设图

## 1 综合说明

### 1.1 项目简况

#### 1.1.1 项目基本情况

##### 1.1.1.1 项目建设必要性

为满足昭通负荷发展需要，提高供电可靠性，云南电网有限责任公司规划建设500kV鹤城输变电工程(昭通电网增容及500kV网架加强工程),鹤城~多乐线路为500kV鹤城输变电工程（昭通电网增容及500kV网架加强工程）中500kV线路工程的一个分支工程，作为昭通电网增容及500kV网架加强的保障，本工程的建设是十分必要的。

##### 1.1.1.2 项目基本情况

500kV鹤城输变电工程（鹤城~多乐线路）起于500kV多乐-永丰I回线路291号塔和292号塔之间，止于拟建的500kV鹤城变电站，项目涉及云南省昭通市昭阳区、鲁甸县，贵州省毕节市威宁彝族回族苗族自治县（以下简称“威宁县”），路径长度42.864km（其中云南省境内路径长度14.691km，贵州省境内路径长度28.173km）。本工程为新建建设类项目，项目代码：2201-520000-04-05-163325。建设内容为：新建杆塔107基，沿线设牵张场9处、修建汽车运输道路11km、拓修人抬道13km，线路跨越场地4处。本工程不专门设置施工生产生活区。

本工程由塔基及施工场地区、牵张场地区、跨越施工场地区和施工道路区共4部分组成。工程总占地面积18.00hm<sup>2</sup>，其中永久占地2.44hm<sup>2</sup>，临时占地15.56hm<sup>2</sup>；总挖方量为1.56万m<sup>3</sup>（含表土剥离0.64万m<sup>3</sup>），填方量为1.56万m<sup>3</sup>（含表土回覆0.64万m<sup>3</sup>），土石方挖填平衡，无需取土和弃渣。本工程不涉及拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建。

本工程由云南电网有限责任公司投资和建设，工程动态总投资16124万元，其中土建投资3225万元。工程计划于2022年10月开工，2023年9月建设完成，总工期为1年。

### 1.1.2 项目前期工作进展情况

本工程为“500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）”一个分支项目，前期工作开展和设计包含在“500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）”中。

2020 年 11 月 6 日，国家能源局同意“500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）”纳入 2020 年电网主网架规划，要求加快完成本工程前期工作（见附件 2）；2020 年 11 月 20 日，云南省能源局发布《云南省能源局关于加快推进 500 千伏柳井输变电工程等 3 个项目建设工作的通知》，要求尽快完成项目核准，及时开工建设（见附件 3）。

2021 年 9 月 28 日，国家发展和改革委员会以“发改办能源〔2021〕754 号”《国家发展改革委办公厅关于 500 千伏鹤城输变电工程（鹤城~多乐线路）相关工作的复函》同意本项目由云南、贵州两省发展改革委联合核准（见附件 4）。

2021 年 6 月，电力规划设计总院对 500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）初步设计进行了评审，并以“电规电网〔2021〕794 号”形成评审意见（见附件 5）；本工程目前已完成施工图设计，本方案根据施工图设计资料进行编制。

目前，本工程的环境影响报告书、压覆矿产资源评估报告、地质灾害评估报告等专题及其他前期工作正在同步开展。2022 年 4 月，《500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）之鹤城~多乐线路工程建设项目涉及生态保护红线不可避免性评估报告》通过了贵州省自然资源厅、贵州省生态环境厅和贵州省林业局组织的评审并取得论证意见（见附件 12）。

为保护项目区内水土保持生态环境，预防和治理工程建设过程中造成的水土流失，根据水土保持法及相关规定的要求，2021 年 9 月，广西泰能工程咨询有限公司受云南电网有限责任公司的委托（见附件 1），开展该项目的水土保持方案编制工作。我公司通过实地勘察、调研分析项目区域自然环境和水土流失现状，结合本工程特点以及按照有



关水土保持法律法规和技术规范，于 2022 年 7 月编制完成《500kV 鹤城输变电工程（鹤城~多乐线路）水土保持方案报告书》。

### 1.1.3 自然简况

项目区地貌属构造侵蚀中山地貌；昭通市昭阳区和鲁甸县气候类型属亚热带、暖温带共存的高原季风立体气候，威宁县气候类型属亚热带季风性湿润气候，昭阳区、鲁甸县和威宁县多年平均气温在 11.5~12.1℃之间， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温在 3217~3978℃之间，多年平均蒸发量在 1524~2244.3mm 之间，多年平均降水量在 950~1140mm 之间，十年一遇 1h 降水量在 46~52mm 之间，多年平均风速在 2.2~2.5m/s 之间，主导风向为东北风、雨季为 4 月~9 月；项目区土壤类型主要为红壤、棕壤和黄壤；项目区植被类型主要为次生半湿润常绿阔叶林、半湿润落叶阔叶林、次生暖温性针叶林、石灰岩灌丛、稀树灌木草丛，林草覆盖率约 58.33%；项目区水系属于长江流域牛栏江横江水系；项目区在全国水土保持区划中属西南岩溶区（云贵高原区）；土壤侵蚀类型以轻度水力侵蚀为主，容许土壤流失量为  $500\text{t}/(\text{km}^2 \text{ a})$ ；项目区所在地昭阳区布嘎乡、守望乡、小龙洞乡、鲁甸县江底镇属金沙江下游国家级水土流失重点治理区，威宁县玉龙乡、牛棚镇、中水镇属黔西南岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区。本工程在贵州省威宁县境内约有 3km 线路（共 8 基杆塔）涉及生态保护红线，生态保护红线类型为乌蒙山-北盘江流域石漠化生态保护红线，除此之外，本工程已避开河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，不占用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；项目区域不涉及水功能一级区的保护区和保留区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等水土保持敏感区。本工程执行建设类西南岩溶区水土流失一级标准。

## 1.2 编制依据

### 1.2.1 法律法规

1. 《中华人民共和国水土保持法》（1991 年 6 月 29 日颁布实施，2010 年 12 月 25

日修订，2011年3月1日施行)；

2.《中华人民共和国水土保持法实施条例》(1993年8月1日颁布实施，2011年1月8日修订并施行)；

3.《云南省水土保持条例》(2014年7月27日云南省第十二届人民代表大会常务委员会第十次会议通过，2014年10月1日起施行，2018年云南省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议修订)；

4.《贵州省水土保持条例》(2013年3月1日起施行，2018年11月29日修正)。

5.《中华人民共和国长江保护法》(2020年12月26日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过)。

#### 1.2.2 部委规章及规范性文件

1.《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》(1995年5月30日水利部令第5号发布，2005年7月8日水利部令第24号第一次修改，2017年12月22日水利部令第49号第二次修改)；

2.《水利部办公厅关于印发<全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果>的通知》(办水保〔2013〕188号)；

3.水利部办公厅文件(办水保〔2012〕512号)《水利部办公厅关于印发<全国水土保持区划>(试行)的通知》；

4.《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定(试行)》(办水保〔2016〕65号)；

5.《水利部办公厅关于印发<生产建设项目水土保持设施自主验收规程(试行)>的通知》(办水保〔2018〕133号)；

6.《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持技术文件编写和印制格式规定(试行)的通知》(办水保〔2018〕135号)；

7.《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》(水保

〔2019〕160号)；

8.《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监督管理办法的通知》(办水保〔2019〕172号)；

9.《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)；

10.《关于印发<生产建设项目水土保持方案技术审查要点>的通知》(水保监〔2020〕63号)；

11.《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》(云南省水利厅公告第49号,2017年8月30日)；

12.《贵州省水利厅关于印发贵州省水土流失重点预防区和重点治理区划分成果的通知》(黔水保〔2015〕82号)。

#### 1.2.4 技术规范及标准

1.《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)；

2.《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018)；

3.《防洪标准》(GB 50201-2014)；

4.《水利水电工程制图标准 水土保持图》(SL 73.6-2015)；

5.《生产建设项目水土保持监测规程(试行)》(办水保〔2015〕139号)；

6.《水土保持监测设施通用技术条件》(SL342-2006)；

7.《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007)；

8.《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL 773-2018)；

9.《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)；

10.《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017)；

11.《生态公益林建设 技术规程》(GB/T 18337.3—2001)。

### 1.2.5 相关文件及技术资料

1.2020 年云南省水土保持公报；

2.《贵州省水土保持公告（2016-2020）》；

3.《云南 500kV 鹤城输变电工程可行性研究报告》（收口版）（中国能源建设集团云南省电力设计院有限公司，2020 年 4 月）；

4.《500kV 鹤城输电线路工程 施工图设计》（中国能源建设集团云南省电力设计院有限公司，2022 年 5 月）；

5.其它基础资料、设计资料。

### 1.3 设计水平年

根据主体工程设计计划，本工程计划于 2022 年 10 月开始施工，2023 年 9 月底建设完成，根据《生产建设项目水土保持技术标准》，结合本工程实际情况，确定本方案设计水平年为主体工程完工后第一年，即 2024 年。

### 1.4 水土流失防治责任范围

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（含租赁土地）以及其他使用与管辖区域。本工程水土流失防治责任范围包含项目永久征地范围及临时占地，总面积 18.00hm<sup>2</sup>（永久占地 2.44hm<sup>2</sup>，临时占地 15.56hm<sup>2</sup>）。

其中，云南省境内占地面积 6.20hm<sup>2</sup>（永久占地 0.89hm<sup>2</sup>、临时占地 5.31hm<sup>2</sup>），贵州省境内占地面积 11.80hm<sup>2</sup>（永久占地 1.55hm<sup>2</sup>、临时占地 10.25hm<sup>2</sup>）。

### 1.5 水土流失防治目标

#### 1.5.1 执行标准等级

结合水利部办公厅文件办水保〔2013〕188 号《水利部办公厅关于印发〈全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知》、《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（云南省水利厅公告第

49号)和《贵州省水利厅关于印发贵州省水土流失重点预防区和重点治理区划分成果的通知》(黔水保〔2015〕82号),本工程途径地昭阳区布嘎乡、守望乡、小龙洞乡、鲁甸县江底镇属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区,威宁县玉龙乡、牛棚镇、中水镇属于黔西南岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区,同时,项目涉及贵州省生态保护红线。参照《生产建设项目水土流失防治标准》的相关规定,本工程执行建设类西南岩溶区水土流失一级标准。

### 1.5.2 防治目标

本工程水土流失防治应达到下列基本目标:

- 1、项目建设范围内的新增水土流失应得到有效控制,原有水土流失得到治理;
- 2、水土保持设施应安全有效;
- 3、水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复;
- 4、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、林草覆盖率等六项植被应符合《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018)的规定。

结合项目所在区域及其土壤侵蚀强度、项目类型等因素,对水土流失防治指标进行修正后,防治指标值修正计算及项目区综合防治指标详见表1.5-1。

表 1.5-1 水土流失防治指标修正计算表

防治指标	西南岩溶区一级标准		按土壤侵蚀强度修正	按重点防治区修正	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		—	1.0
渣土防护率(%)	90	92			90	92
表土保护率(%)	95	95			95	95
林草植被恢复率(%)	—	96			—	96
林草覆盖率(%)	—	21		+2	—	23

备注: 1、本工程途径的行政区均为水土流失重点治理区,均执行西南岩溶区一级标准;  
 2、表中“—”表示指标值应根据批复的水土保持方案措施实施进度,通过动态监测获得,并作为竣工验收的依据之一;  
 3、本工程所在地属于以轻度水力侵蚀为主的区域,故土壤流失控制比提升至1.0;项目所在地涉及水土流失重点治理区,因此林草覆盖率提升2个百分点。

## 1.6 项目水土保持评价结论

### 1.6.1 主体工程选址（线）评价

通过与《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国长江保护法》、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）相关规定进行相符性分析，主体工程选址（线）基本符合相关规定要求，选址（线）避开了崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区、易引起严重水土流失和生态恶化地区，避开了河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，避开了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，兼顾了水土保持要求。对于无法避让的水土流失重点治理区、生态保护红线等水土保持敏感区，本方案通过提高防治标准，加强预防保护，优化施工工艺，尽量减少地表扰动和植被损坏范围，同时采取科学可行的水土流失防治措施，可满足水土保持要求，工程建设可行。

### 1.6.2 建设方案与布局评价

线路工程塔基采用高低腿及主柱加高基础设计，并采用原状土开挖基础，线路途经密林和疏林区均采用高塔跨越方式，不砍伐线路通道，仅需砍伐塔基附近的树木及放线通道，对施工时妨碍施工和放线通道上的林木进行修枝。该布局方案可减少工程占地和土石方量，保护植被，工程建设方案与布局合理；牵张场布置在地势较平坦地段，施工过程中主要压占地表，基本不造成水土流失；施工道路尽量利用已有道路，局部修建施工便道或人抬便道，以减少土石方开挖和扰动地表面积，减轻对线路沿线原地貌的破坏。对于无法避让的水土流失重点治理区、生态保护红线等水土保持敏感区，通过提高防治标准，加强预防保护，优化施工工艺，尽量减少地表扰动和植被损坏范围，采取科学可行的水土流失防治措施后，可满足水土保持要求。因此，本工程的建设方案是合理的。

本工程总占地面积  $18.00\text{hm}^2$ ，永久占地  $2.44\text{hm}^2$ ，临时占地  $15.56\text{hm}^2$ ，占地类型主要为林地、草地、园地、耕地和交通运输用地。工程用地符合昭通市和威宁县建设规划和土地利用总体规划。

本工程总挖方量为 1.56 万  $m^3$ （表土剥离 0.64 万  $m^3$ ），填方量为 1.56 万  $m^3$ （表土回覆 0.64 万  $m^3$ ），土石方挖填平衡。线路工程各分区表土集中堆放在各施工区内，减少了土方的搬运，施工结束后用作各分区的绿化覆土，使剥离的表土能够合理有效地利用。从水土保持角度来看，本工程通过采取相应措施，可使表土资源得到较好的保护和利用，不存在水土保持制约因素。

本工程施工总平面布置及施工组织设计等较为合理，符合水土保持要求。本工程施工均在项目征地范围内进行，本着节约用地的原则，尽可能地减少施工过程中的扰动及水土流失。

项目施工采用较为先进的施工方法与工艺，注重施工组织安排，在确保主体工程质量的同时，符合水土保持要求，在一定程度上减轻了水土流失产生的危害。

在主体设计时，考虑了塔基及施工场地区的排水，保证了工程本身的安全，也有效地防治水土流失，基本能够达到水土保持的要求。但主体工程对于塔基及施工场地区的临时排水和表土防护、临时开挖土方防护考虑不足，未考虑线路建设产生的临时性占地如牵张场地区、跨越施工场地区、施工道路区的水土保持措施，本方案应从这些方面加以补充完善。

## 1.7 水土流失预测结果

经预测，本工程建设共扰动地表面积  $18.00\text{hm}^2$ ，损毁植被面积  $10.50\text{hm}^2$ 。如不采取水土保持措施，工程建设可能造成水土流失面积  $18.00\text{hm}^2$ ，可能造成水土流失量为  $365.09\text{t}$ ，其中新增水土流失量为  $171.53\text{t}$ 。根据水土流失预测结果，综合分析得知本工程水土流失主要产生于施工期。从产生区域来看，水土流失主要产生于塔基及施工场地区和施工道路区。如不采取必要的水土流失防治措施，工程建设造成的水土流失将对工程本身建设及运行造成不利影响，破坏区域水土资源，增大流域下游水系含沙量，使区域生态环境质量降低。

## 1.8 水土保持措施布设成果

根据施工规划布置以及水土流失特点，本工程按工程组成及施工布置划分一级分区，再结合施工扰动特点划分二级分区。

一级分区：按照工程组成及施工布置，分为塔基及施工场地区、牵张场地区、跨越施工场地区和施工道路区共 4 个一级分区。

二级分区：在一级分区的基础上，根据施工扰动特点，塔基及施工场地区划分平地型塔基、缓坡型塔基和陡坡型塔基 3 个二级分区；施工道路区划分为简易汽车运输道路和人抬道路共 2 个二级分区。

### 1.8.1 水土保持措施工程量汇总

水土保持措施工程量汇总如下：

1) 工程措施：表土剥离  $4.14\text{hm}^2$ 、浆砌石排水沟 170m、覆土  $0.64\text{万 m}^3$ 、耕地恢复  $4.52\text{hm}^2$ 、土地整治  $10.92\text{hm}^2$ 。

2) 植物措施：撒播狗牙根和野古草混合草籽绿化  $5.02\text{hm}^2$ 、撒播狗牙根和黄背草混合草籽绿化  $5.90\text{hm}^2$ 、种植旱冬瓜 4190 株，种植云南松 5020 株，种植粉叶小檗 6285 株，种植火棘 7530 株，穴状整地（ $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ）9210 个，穴状整地（ $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ）13815 个。

3) 临时措施：临时排水沟 23314m、土质沉沙池 78 座、装土编织袋挡墙  $6400\text{m}^3$ 、密目网苫盖  $4662\text{m}^2$ ，彩条布铺垫  $17300\text{m}^2$ 。

本工程各分区采取的水土保持措施如下。

### 1.8.2 分区措施布设

#### 1.8.2.1 塔基及施工场地区

##### 1. 平地型塔基区

施工前，对塔基开挖扰动区域进行表土剥离并用编织袋袋装，作为塔基开挖余土临



时堆放坡脚的装土编织袋挡墙；施工期间开挖余土临时堆土区域用彩条布铺垫，堆土坡脚采用装土编织袋拦挡，堆土表面采用密目网苫盖；施工结束后，余土平铺到塔基连梁及永久占地范围内，装土编织袋拆除后表土回覆至塔基连梁及永久占地范围内余土表面，并进行土地整治、撒播草籽绿化，塔基及施工场地区临时占地原占用耕地、园地的区域恢复耕地、园地，占用林地、草地的区域采用乔灌草综合绿化。

## 2.缓坡型塔基区

施工前，对塔基开挖扰动区域进行表土剥离并用编织袋袋装，作为塔基开挖余土临时堆放坡脚的装土编织袋挡墙；施工期间，在涉及到地质不稳定的 4 基缓坡型塔基上坡侧依山势设置浆砌石排水沟，塔基基础周边开挖临时排水沟，其余 61 基缓坡型塔基在塔基基础周边开挖临时排水沟，对位于水土保持敏感区的塔基在临时排水沟末端设置沉沙池，开挖余土呈棱台形临时堆放于塔基临时施工场地内的空地，临时堆土底部用彩条布铺垫，堆土坡脚采用各塔基开挖表土袋装后填筑的装土编织袋挡墙拦挡，堆土表面采用密目网苫盖（位于水土保持敏感区的塔位密目网苫盖面积提高）；施工结束后，开挖余土在塔基连梁及永久占地范围内堆放回填，装土编织袋拆除后表土回覆至塔基连梁及永久占地范围内余土表面，并进行土地整治、撒播草籽绿化，塔基及施工场地区临时占地原占用耕地、园地的区域恢复耕地、园地，占用林地、草地的区域采用乔灌草综合绿化。

## 3.陡坡型塔基区

施工前，对塔基开挖扰动区域进行表土剥离并用编织袋袋装，袋装后填筑，作为塔基开挖余土临时堆放坡脚的装土编织袋挡墙；施工期间，在涉及到地质不稳定的 2 基陡坡型塔基上坡侧依山势设置浆砌石排水沟，塔基基础周边开挖临时排水沟，其余 32 基陡坡型塔基在塔基基础周边开挖临时排水沟，对陡坡型塔基排水沟末端均设沉沙池，开挖余土呈棱台形临时堆放于塔基临时施工场地内的空地，临时堆土底部用彩条布铺垫，堆土坡脚采用各塔基开挖表土袋装后填筑的装土编织袋挡墙拦挡，堆土表面采用密目网苫盖（位于水土保持敏感区的塔位密目网苫盖面积提高）；施工结束后，余土在塔基下

边坡修建的浆砌石挡土墙（堡坎）内侧、塔基连梁及永久占地范围内堆放回填，装土编织袋拆除后表土回覆至塔基连梁及永久占地范围内余土表面，并进行土地整治、撒播草籽绿化，塔基及施工场地区临时占地原占用耕地、园地的区域恢复耕地、园地，占用林地、草地的区域采用乔灌草综合绿化。

具体措施工程量如下：

（1）工程措施：浆砌石排水沟 170m、表土剥离 2.44hm<sup>2</sup>、覆土 0.47 万 m<sup>3</sup>、耕地恢复 4.45hm<sup>2</sup>、土地整治 4.83hm<sup>2</sup>；

（2）植物措施：撒播狗牙根和野古草草籽 2.31hm<sup>2</sup>、撒播狗牙根和黄背草草籽 2.52hm<sup>2</sup>、种植旱冬瓜 1480 株，种植云南松 1640 株，种植粉叶小檗 2220 株，种植火棘 2460 株，穴状整地（50cm×50cm）3120 个，穴状整地（30cm×30cm）4680 个；

（3）临时措施：临时排水沟 12314m、土质沉沙池 78 座、装土编织袋挡墙 4700m<sup>3</sup>、密目网苫盖 4662m<sup>2</sup>、彩条布铺垫 3800m<sup>2</sup>；

实施时段：2022 年 10 月~2023 年 9 月。

#### 1.8.2.2 牵张场地区

施工期间，对牵张场地区铺垫彩条布；施工结束后土地整治，乔灌草综合绿化。

具体措施工程量如下：

（1）工程措施：土地整治 1.35 hm<sup>2</sup>；

（2）植物措施：撒播狗牙根和野古草草籽 0.60hm<sup>2</sup>、撒播狗牙根和黄背草草籽 0.75hm<sup>2</sup>、种植旱冬瓜 600 株，种植云南松 750 株，种植粉叶小檗 900 株，种植火棘 1125 株，穴状整地（50cm×50cm）1350 个，穴状整地（30cm×30cm）2025 个；

（3）临时措施：彩条布铺垫 13500m<sup>2</sup>；

实施时段：2023 年 1 月~2023 年 7 月。

#### 1.8.2.3 跨越施工场地区

施工期间加强施工管理；施工结束后对于场地占用耕地的区域进行土地整治及复耕；对于场地占用草地的区域进行土地整治，乔灌草综合绿化。

具体措施工程量如下:

(1) 工程措施: 耕地恢复  $0.07 \text{ hm}^2$ 、土地整治  $0.09 \text{ hm}^2$ ;

(2) 植物措施: 撒播狗牙根和野古草草籽  $0.01 \text{ hm}^2$ 、撒播狗牙根和黄背草草籽  $0.08 \text{ hm}^2$ 、种植旱冬瓜 10 株, 种植云南松 80 株, 种植粉叶小檗 15 株, 种植火棘 120 株, 穴状整地 ( $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$ ) 90 个, 穴状整地 ( $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ ) 135 个;

实施时段: 2023 年 1 月 ~ 2023 年 9 月。

#### 1.8.2.4 施工道路区

##### 1. 简易汽车运输道路

对简易汽车运输道路平整路面范围内可剥离的部分进行表土剥离, 并用编织袋袋装, 袋装后填筑, 用作道路下边坡临时拦挡; 施工期间道路一侧开挖临时排水沟; 施工结束后, 装土编织袋拆除, 将表土回覆至道路路面两侧, 土地整治, 对简易汽车运输道路占地范围内原有土路路面两侧和边坡采用乔灌木综合绿化。

##### 2. 人抬道路

施工期间加强施工管理; 施工结束后对人抬道路占地范围进行土地整治, 乔灌木综合绿化。

具体措施工程量如下:

(1) 工程措施: 表土剥离  $1.70 \text{ hm}^2$ 、覆土  $0.17 \text{ 万 m}^3$ 、土地整治  $4.65 \text{ hm}^2$ ;

(2) 植物措施: 撒播狗牙根和野古草草籽  $2.10 \text{ hm}^2$ 、撒播狗牙根和黄背草草籽  $2.55 \text{ hm}^2$ 、种植旱冬瓜 2100 株, 种植云南松 2550 株, 种植粉叶小檗 3150 株, 种植火棘 3825 株, 穴状整地 ( $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$ ) 4650 个, 穴状整地 ( $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ ) 6975 个;

(3) 临时措施: 临时排水沟 11000m、装土编织袋挡墙  $1700 \text{ m}^3$ ;

实施时段: 2022 年 10 月 ~ 2023 年 9 月。

## 1.9 水土保持监测方案

本方案的监测范围为本工程水土流失防治责任范围; 监测内容包括施工全过程各阶段扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等, 监测的重点区域是塔基

及施工场地区、施工道路区。

监测时段从 2022 年 10 月开始，至设计水平年 2024 年 12 月结束，监测时段为 2.25 年。监测频次为扰动土地情况至少每月监测 1 次；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；水土流失危害结合上述监测一并开展。

监测方法主要采用地面观测、调查监测及遥感监测相结合的方法，本工程地面观测共设 7 处监测点，其中塔基及施工场地区 6 处，施工道路区 1 处；采用侵蚀沟样法 3 处、集沙池法 4 处。

### 1.10 水土保持投资及效益分析成果

按 2022 年第 1 季度价格水平，本工程水土保持总投资为 434.54 万元，其中工程措施 43.70 万元，植物措施 17.46 万元，临时措施 197.78 万元，独立费用 133.55 万元（含水土保持监理费 15.00 万元、水土保持监测费 41.37 万元），基本预备费 23.55 万元，水土保持补偿费共 18.5000 万元，其中云南省水土保持补偿费 4.3400 万元（其中昭阳区 1.7640 万元、鲁甸县 2.5760 万元），贵州省水土保持补偿费 14.1600 万元（均在威宁县）。

通过本水土保持方案的实施，工程建设区水土流失治理达标面积 17.80hm<sup>2</sup>，水土流失治理度达 98.89%，各防治区的土壤侵蚀模数可达 500t/(km<sup>2</sup>·a)，减少水土流失量 163.91t，土壤流失控制比为 1.0，渣土防护率达 99.97%，表土保护率达 100%，林草植被建设面积 10.92hm<sup>2</sup>，林草植被恢复率达 98.20%，林草覆盖率达 81.01%。各项指标均达到了水土流失防治指标值。水土保持方案实施后，建设区水土流失可基本得到控制，生态环境得到一定程度恢复。

### 1.11 结论

#### 1.11.1 结论

通过水土保持的分析论证，主体工程选址（线）避开易引起严重水土流失和生态恶

化地区，避让了河流两岸、护坡和水库周边的植物保护带，避让了国家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，兼顾了水土保持要求。对于无法避让的水土保持重点治理区以及水土保持敏感区，主体设计采取先进施工工艺、严格控制施工范围等措施，尽量减少地表扰动和植被损坏范围，本水土保持方案已相应提高了防治标准，项目建设方案可行，且符合水土保持法律法规、技术标准的相关规定。在工程建设过程中建设单位实施一系列的水土保持措施后，能有效控制水土流失，达到方案所确定的防治目标及防治水土流失的目的，实现项目区环境的恢复和改善，从水土保持角度分析，本工程建设是可行的。

### 1.11.2 建议

本方案批复后应结合本方案提出的要求及时补充水土保持设施设计；施工单位应严格按照主体工程的设计文件以及经批复的水土保持方案报告书的设计要求进行施工。项目竣工投产使用前，建设单位应当组织第三方机构，按照国家有关法律法规、有关技术规范、水土保持监测报告、水土保持方案及批复等要求，编制水土保持验收报告。验收报告编制完成后，建设单位组织验收工作组（由建设单位、设计单位、施工单位、监理单位、监测单位、方案编制单位、验收报告编制机构等组成，可邀请专业技术专家参加），对水土保持设施进行验收，形成验收意见。建设单位在水土保持设施验收合格后，向社会公开水土保持验收材料；在向社会公开水土保持验收材料后、项目投产使用前，向水土保持方案审批机关报备水土保持设施验收材料。验收完成后，建设单位对项目建设区的水土保持设施进行后续管护与维修。

水土保持方案特性表

项目名称	500kV 鹤城输变电工程 (鹤城~多乐线路)		流域管理机构		长江水利委员会
涉及省(市、区)	云南省、贵州省	涉及地市或个数	昭通市、毕节市	涉及县或个数	昭阳区、鲁甸县、威宁县
项目规模	新建 500kV 线路工程 (路径长度 42.864km)	总投资(万元)	16124	土建投资(万元)	3225
动工时间	2022 年 10 月	完工时间	2023 年 9 月底	设计水平年	2024 年
工程占地 (hm <sup>2</sup> )	18.00	永久占地 (hm <sup>2</sup> )	2.44	临时占地 (hm <sup>2</sup> )	15.56
土石方量 (万 m <sup>3</sup> )		挖方	填方	借方	余(弃)方
		1.56	1.56		
重点防治区名称		金沙江下游国家级水土流失重点治理区、黔西南岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区			
地貌类型		构造侵蚀中山地貌	水土保持区划		西南岩溶区 (云贵高原区)
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 <sup>2</sup> )		18.00	容许土壤流失量 [t/(km <sup>2</sup> a)]		500
土壤流失预测总量 (t)		365.09	新增土壤流失量 (t)		171.53
水土流失防治标准执行等级		西南岩溶区建设类一级标准			
防治指标值	水土流失治理度 (%)	97	土壤流失控制比		1.0
	渣土防护率 (%)	92	表土保护率 (%)		95
	林草植被恢复率 (%)	96	林草覆盖率 (%)		23
分区防治措施及工程量	工程措施		植物措施		临时措施
塔基及施工场地区	表土剥离 2.44hm <sup>2</sup> 、覆土 0.47 万 m <sup>3</sup> 、耕地恢复 4.45hm <sup>2</sup> 、土地整治 4.83hm <sup>2</sup> 、浆砌石排水沟 170m;		撒播狗牙根和野古草草籽 2.31hm <sup>2</sup> 、撒播狗牙根和黄背草草籽 2.52hm <sup>2</sup> 、种植早冬瓜 1480 株,种植云南松 1640 株,种植粉叶小檗 2220 株,种植火棘 2460 株,穴状整地 (50cm×50cm) 3120 个,穴状整地 (30cm×30cm) 4680 个;		临时排水沟 12314m、土质沉沙池 78 座、装土编织袋挡墙 4700m <sup>3</sup> 、密目网苫盖 4662m <sup>2</sup> 、彩条布铺垫 3800 m <sup>2</sup> ;
牵张场地区	土地整治 1.35 hm <sup>2</sup> ;		撒播狗牙根和野古草草籽 0.60hm <sup>2</sup> 、撒播狗牙根和黄背草草籽 0.75hm <sup>2</sup> 、种植早冬瓜 600 株,种植云南松 750 株,种植粉叶小檗 900 株,种植火棘 1125 株,穴状整地 (50cm×50cm) 1350 个,穴状整地 (30cm×30cm) 2025 个;		彩条布铺垫 13500m <sup>2</sup> ;
跨越施工场地区	耕地恢复 0.07 hm <sup>2</sup> 、土地整治 0.09hm <sup>2</sup> ;		撒播狗牙根和野古草草籽 0.01hm <sup>2</sup> 、撒播狗牙根和黄背草草籽 0.08hm <sup>2</sup> 、种植早冬瓜 10 株,种植云南松 80 株,种植粉叶小檗 15 株,种植火棘 120 株,穴状整地 (50cm×50cm) 90 个,穴状整地 (30cm×30cm) 135 个;		

施工道路区	表土剥离 1.70hm <sup>2</sup> 、覆土 0.17 万 m <sup>3</sup> 、土地整治 4.65hm <sup>2</sup> ;	撒播狗牙根和野古草草籽 2.10hm <sup>2</sup> 、撒播狗牙根和黄背草草籽 2.55hm <sup>2</sup> 、种植旱冬瓜 2100 株,种植云南松 2550 株,种植粉叶小檗 3150 株,种植火棘 3825 株,穴状整地 (50cm×50cm) 4650 个,穴状整地 (30cm×30cm) 6975 个;	临时排水沟 11000m、装土编织袋挡墙 1700m <sup>3</sup> ;
投资(万元)	43.70	17.46	197.78
水土保持总投资(万元)	434.54	独立费用(万元)	133.55
监理费(万元)	15.00	监测费(万元)	41.37
			补偿费(万元) 18.5000
分省措施费(万元)	云南省 87.76 万元、贵州省 171.18 万元	分省补偿费(万元)	云南省 4.3400 万元、贵州省 14.1600 万元
方案编制单位	广西泰能工程咨询有限公司	建设单位	云南电网有限责任公司
法定代表人	韦兵	法定代表人	甘霖
地址	广西南宁市建政路 10 号	地址	云南省昆明市拓东路 73 号
邮编	530023	邮编	650011
联系人及电话	杨文婷 18007711299	联系人及电话	刘飞 13888956088
传真	0771-5699451	传真	/
电子信箱	151381497@qq.com	电子信箱	305964903@qq.com

## 2 项目概况

### 2.1 项目组成及工程布置

**工程名称:** 500kV 鹤城输变电工程 (鹤城~多乐线路)

**建设单位:** 云南电网有限责任公司

**投资单位:** 云南电网有限责任公司

**建设性质:** 新建建设类项目

**主要建设内容:** 建设 500kV 鹤城输变电工程(鹤城~多乐线路) (路径长度 42.864km)。

**建设地点:** 云南省昭通市昭阳区、鲁甸县, 贵州省毕节市威宁县。

**工程总投资及土建投资:** 工程总投资 16124 万元, 其中土建投资 3225 万元。

**建设工期:** 2022 年 10 月至 2023 年 9 月

**项目组成及主要工程特性:** 本工程项目组成及工程特性表见表 2.1-1。



表 2.1-1 项目基本组成及工程特性表

一、项目的基本概况						
1	项目名称	500kV 鹤城输变电工程（鹤城~多乐线路）				
2	项目组成	新建 500kV 线路工程（路径长度 42.864km）				
3	建设地点	云南省昭通市昭阳区、鲁甸县，贵州省毕节市威宁县				
4	工程性质	新建建设类项目				
5	建设单位	云南电网有限责任公司				
6	工程概况	行政区	云南省		贵州省	合计
			昭通市		毕节市	
			昭阳区	鲁甸县	威宁县	
		线路长度（km）	6	8.691	28.173	42.864
		新建塔基数（基）	16	21	70	107
		基础型式	挖孔桩基础			
地貌类型	山地					
7	投资	工程总投资 16124 万元，其中土建投资 3225 万元				
8	建设工期	2022 年 10 月至 2023 年 9 月				
二、工程组成及主要技术指标						
项目组成		占地面积（hm <sup>2</sup> ）			主要技术指标	
		永久	临时	合计	数量（个）	长度（km）
1	塔基及施工场地区	2.44	7.80	10.24	107	42.864
2	牵张场地区		1.35	1.35	9	
3	跨越施工场地区		0.16	0.16	4	
4	施工道路区		6.25	6.25		24
	合计	2.44	15.56	18.00		
三、工程土石方量						
项目组成		挖方（万 m <sup>3</sup> ）		填方（万 m <sup>3</sup> ）		
1	塔基及施工场地区	1.11		1.11		
2	牵张场地区	0.07		0.07		
3	施工道路区	0.38		0.38		
	合计	1.56		1.56		

### 2.1.1 依托工程

本工程为“500kV 鹤城输变电工程”的子项目，将永丰~多乐 I 回 500kV 线路在鲁甸县境内开断，利用该线路原有多乐 I 回侧线路，新建至 500kV 鹤城变电站的线路，形成 500kV 鹤城~多乐线路。本线路工程建成后，形成的鹤城~多乐 500kV 线路长度共计 150.864km，其中包含本工程新建的 42.864km，老线路 108km。该线路原有永丰 I 回侧线路，改接至 500kV 多乐-永丰 II 回线路，此线路包含在“500kV 鹤城输变电工程”。500kV 鹤城输变电工程已于 2021 年 8 月获得云南省发展和改革委员会核准批复（云发改能源

〔2021〕696号），《500kV 鹤城输变电工程水土保持方案报告书》已于2021年8月取得云南水利厅的水保批复（见附件6）。

500kV 永丰~多乐I回包含在500kV 昭通输变电工程内，500kV 昭通输变电工程已于2014年11月获得《水利部办公室关于印发500kV 昭通输变电工程水土保持设施验收鉴定书的函》（办水保函[2014]1437号）（见附件7）。

### 2.1.2 路径走向

本线路工程起于500kV 多乐-永丰 I 回线路 291 号塔与 292 号塔之间，止于500kV 鹤城变电站。具体路径为：线路在鲁甸县江底镇杨柳树村附近将500kV 永丰~多乐I回在292号塔小号侧开断，整体向北走线，经杨柳树、蔡家梁子、傅家窝窝至窦家老包后转向东北方向走线，经水塘村、岩头上、新店子、罗家坪子至绿阴塘后转向北方向走线，跨越220kV 永迪 II 线、G85 渝昆高速、213 国道、220kV 永迪 I 线后进入贵州省威宁县境内继续向东北走线，经衙门头、小寨子、沙包包、至黄山左转向北走线，经新寨村、大杉树、黑山坡、大洼子沟头、转山后进入昭通境内在袁家包包东南侧跨越在建都香高速（隧道顶部跨越）、356 国道后右转，经宽河坝、老屋基、斗嘴后向东进入500kV 鹤城变电站站址。全线途径云南省昭通市鲁甸县江底镇、桃源乡、昭通市昭阳区布嘎乡、守望乡、小龙洞乡、贵州省毕节市威宁县玉龙乡、牛棚镇、中水镇。线路路径已经获得昭通市、昭阳区、鲁甸县和威宁县政府或自然资源局的同意，见附件 8~附件 11。路径走向图见附图 3354K-I02-04。

本工程线路路径长度约为 42.864km，其中云南省昭通市境内线路长度约为 14.691km（位于昭通市昭阳区线路长度约为 6km，位于昭通市鲁甸县线路长度约为 8.691km），贵州省毕节市威宁县境内线路长度约为 28.173km，线路采用单回架设，曲折系数 1.14；线路途径地形为一般山地；10mm 冰区段长度 11.125km，20mm 冰区段长度 31.739km。

本线路工程建成后，形成的鹤城~多乐 500kV 线路长度共计 150.864km，其中包含本工程新建的 42.864km，老线路 108km。

线路建设需拆除 500kV 多乐-永丰 I 回线路 292 号杆塔，该工程量已在 500kV 鹤城输变电工程计划。

### 2.1.3 杆塔及基础型式

#### 2.1.3.1 杆塔

本工程沿线地形以山地为主，海拔高度在 1500~2300m 之间，设计覆冰 10mm、20mm。根据气象条件、海拔高度和地形条件，结合本工程实际情况，采用 500kV 工程中使用的成熟塔型。

根据主体工程设计资料，本工程输电线路共使用杆塔总数为 107 基，其中直线自立塔 67 基，耐张转角塔 40 基；昭阳区塔基 16 基、鲁甸县塔基 21 基，威宁县塔基 70 基；海拔 2000m 以下塔基 50 基，海拔 2000m 以上塔基 57 基。

根据输变电项目建设特点，为便于有针对性地布设水土保持措施，本方案参考《水土保持综合治理 规划通则（GB/T 15772-2008）》并结合本项目涉及区域地形地貌，对塔基所在微地形进行坡度分级，其中地形坡度小于 5° 的为平地型塔基，坡度在 5°~15° 的为缓坡型塔基，坡度 15° 以上为陡坡型塔基。根据统计，本项目平地型塔基 8 基、缓坡型塔基 65 基、陡坡型塔基 34 基；其中共 8 基塔基位于水土保持敏感区内（缓坡型塔基 5 基、陡坡型塔基 3 基）。

杆塔型式详见附图 3354K-I02-05~3354K-I02-06。

#### 2.1.3.2 基础型式

架空输电线路基础型式根据杆塔型式、沿线地形、工程地质、水文以及施工、运输条件等进行综合考虑确定，同时按照减少土石方量、尽量采用原状土基础的原则选择基础型式，线路均位于山地，铁塔根据地形坡度采用不等高基础结构设计。

根据线路施工图设计资料，塔基基础全部采用挖孔桩基础。

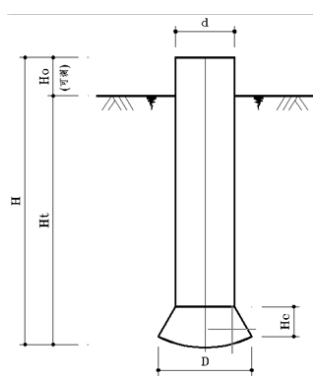
本工程输电线路使用的基础型式及适用范围见表 2.1-2，基础一览图见附图

3354K-I02-07。

表 2.1-2 线路使用的基础型式及使用范围一览表

序号	基础型式	基础特点	适用范围
1	挖孔桩基础	机具设备简单，施工操作方便，占用场地小，施工质量可靠，可全面展开施工作业，缩短工期，相比其它桩型造价低。可根据实际需要出露主柱，运用方便灵活，且对塔基周围环境影响小，极大地弥补了其它基础型式的不足。	本工程所用塔基均适合采用。

表 2.1-3 输电线路基础型式、尺寸及土石方量一览表

主要技术指标	挖孔桩基础	
		
埋深 (Ht) (m)	5.8~15.8	
柱径 (d) (m)	1.2~2.8	
端径 (D) (m)	1.8~3.4	
底高 (Hc) (m)	0.8~1.0	
每基挖方 (m <sup>3</sup> )	5.76~72.5	
每基余土 (m <sup>3</sup> )	5.76~72.5	
平均每基挖方/余土 (m <sup>3</sup> )	15	
平均每基回填消化 (m <sup>3</sup> )	15	
使用数量	428	

### 2.1.3.3 本工程杆塔基础总结

本工程共新建 107 基杆塔，其中位于平地型塔基 8 基、缓坡型塔基 65 基、陡坡型塔基 34 基；位于海拔 2000m 以下塔基 50 基，海拔 2000m 以上塔基 57 基；共 8 基塔基位于水土保持敏感区内（缓坡型塔基 5 基、陡坡型塔基 3 基）。根据主体施工图设计资料，塔基永久占地面积按塔基根开+立柱直径（底板）宽并外扩 2m 计列，塔基临时占地按塔基永久占地外扩 8~10m 为半径的周边区域作为单个塔基的临时施工场地，各个塔基明细表见表 2.1-4。

表 2.1-4 塔基明细表

序号	2000 坐标, 中央子午线 105°				塔型	正面/ 侧面根 开 (m)	占地面积		微地形	基础型式	属地	水土保持敏感 区
	桩名	北坐标	东坐标	高程 (m)			永久占 地面积 (m <sup>2</sup> )	临时占 地面积 (m <sup>2</sup> )				
1	C1J2	3019064.005	383196.733	2069.844	5E1Y3-JD	13.16	281	794	陡坡型	挖孔桩基础	昭阳区	
2	C1J3	3018842.18	383292.668	2118.95	5E1Y3-J3	13.86	305	817	缓坡型	挖孔桩基础	昭阳区	
3	C1J4	3018612.967	383204.055	2068.032	5E1Y3-J2	15.04	340	842	缓坡型	挖孔桩基础	昭阳区	
4	C1Z1	3018285.101	382951.977	2094.153	5E1Y3-Z1	10.53	183	682	缓坡型	挖孔桩基础	昭阳区	
5	C1Z2	3018109.592	382817.021	2084.171	5E1Y3-Z1	9.85	165	659	缓坡型	挖孔桩基础	昭阳区	
6	C1Z3	3017722.199	382519.182	2091.583	5E1Y3-Z1	9.21	149	645	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
7	C1Z4	3017536.433	382376.32	2102.938	5E1Y3-Z1	9.21	149	645	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
8	C1Z5	3017290.947	382187.594	2114.971	5E1Y3-Z1	10.98	201	706	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
9	C1J5	3017176.008	382099.233	2133.744	5E1Y3-J2	11.70	228	734	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
10	C1Z6	3016837.201	381609.555	2049.251	JCG5521	17.45	443	929	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
11	C1J6	3016378.62	380946.833	1923.618	5E1Y3-J3	12.05	245	750	平地型	挖孔桩基础	昭阳区	
12	C1Z7	3016199.753	380794.988	1942.59	5E1Y1-Z2	11.29	210	719	缓坡型	挖孔桩基础	昭阳区	
13	C1Z8	3015845.017	380493.789	1997.849	5E1Y1-Z3	11.29	210	719	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
14	C1Z9	3015397.819	380114.117	1986.269	5E1Y1-Z3	11.29	210	719	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
15	C1Z10	3014915.053	379704.257	2006.295	5E1Y1-Z2	11.49	210	719	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
16	C1J8	3014747.977	379562.416	1980.757	5E1Y1-J3	10.89	210	719	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
17	C1Z11	3014706.753	379260.019	1976.342	5E1Y1-Z2	8.14	124	611	缓坡型	挖孔桩基础	昭阳区	
18	C1Z12	3014615.597	378591.297	1933.824	5E1Y1-Z2	10.94	200	707	缓坡型	挖孔桩基础	昭阳区	
19	C1J9	3014579.827	378328.943	1950.767	5E1Y1-J3	10.22	191	695	平地型	挖孔桩基础	昭阳区	
20	C1Z13-1	3014262.479	378165.574	1930.17	5E1Y1-JD	9.74	178	677	缓坡型	挖孔桩基础	昭阳区	
21	C1J11	3014043.819	378277.063	1916.703	5E1Y1-JD	13.58	295	803	缓坡型	挖孔桩基础	昭阳区	
22	C1J12	3013593.421	378148.84	1967.396	5E1Y1-J2	12.60	256	761	陡坡型	挖孔桩基础	昭阳区	
23	C1Z14	3013024.931	377749.349	1922.077	5E1Y1-Z3	8.20	130	615	缓坡型	挖孔桩基础	昭阳区	
24	C1J13	3012501.527	377381.54	1929.961	5E1Y1-J2	9.71	172	673	平地型	挖孔桩基础	昭阳区	
25	C1Z14+1	3012174.441	377310.563	1917.606	5E1Y1-Z1	9.12	147	637	陡坡型	挖孔桩基础	昭阳区	
26	C1Z15	3011866.104	377243.629	1924.203	5E1Y1-Z1	7.34	107	581	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
27	C1Z16	3011498.09	377163.763	1882.662	5E1Y1-Z1	9.73	162	662	平地型	挖孔桩基础	威宁县	

## 2 项目概况

序号	2000 坐标, 中央子午线 105°				塔型	正面/ 侧面根 开 (m)	占地面积		微地形	基础型式	属地	水土保持敏感 区
	桩名	北坐标	东坐标	高程 (m)			永久占 地面积 (m <sup>2</sup> )	临时占 地面积 (m <sup>2</sup> )				
28	C1J14	3011193.157	377097.59	1870.574	5E1Y1-J2	11.16	212	717	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
29	C1J15	3010582.246	376690.745	1881.102	5E1Y1-J2	11.16	212	717	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
30	C1Z17	3010321.126	376653.105	1902.807	5E1Y1-Z2	10.94	200	707	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
31	C1Z18	3009625.216	376552.797	1948.305	5E1Y1-Z2	10.94	200	707	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
32	C1Z19	3009401.655	376520.577	1979.601	5E1Y1-Z2	9.72	167	667	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
33	C1Z20	3008773.065	376429.966	2021.088	5E1Y1-Z3	11.22	208	710	平地型	挖孔桩基础	威宁县	
34	C1J16	3008327.478	376365.728	1975.482	5E1Y3-J3	13.86	305	817	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
35	C1Z21	3007956.457	376110.658	2036.271	5E1Y3-Z2	12.03	226	736	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
36	C1Z22	3007672.57	375915.483	2059.95	5E1Y3-Z2	12.03	226	736	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
37	C1Z23	3007296.743	375657.09	2161.456	5E1Y3-Z2	8.75	138	626	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
38	C1Z24	3006983.694	375441.867	2157.689	5E1Y3-J1	9.21	154	650	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
39	C1Z25	3006596.417	375175.63	2157.244	5E1Y3-Z1	9.85	165	659	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
40	C1Z26-1	3006394.025	375036.473	2162.866	5E1Y3-Z1	9.21	149	645	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
41	C1Z26	3006276.257	374955.523	2145.469	5E1Y3-Z1	10.53	183	682	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
42	C1J17	3006158.689	374874.686	2096.571	5E1Y3-J2	12.54	254	763	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
43	C1Z27	3005668.397	374731.933	2084.561	5E1Y3-Z2	10.71	188	688	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
44	C1J18	3005362.379	374642.832	2031.302	5E1Y3-J3	13.86	305	817	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
45	C1J19	3004662.302	374614.358	2062.04	JKG551	11.27	221	730	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
46	C1Z28	3003897.287	374374.355	1967.568	5E1Y1-Z2	8.75	138	626	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
47	C1Z29	3003629.804	374290.434	1913.447	5E1Y1-Z3	11.80	225	737	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
48	C1J20	3003095.542	374122.813	1899.455	5E1Y1-JD	11.06	215	725	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
49	C1Z30	3002811.205	373466.23	1842.938	ZMK551	17.24	426	906	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
50	C1Z32	3002506.885	372763.558	1939.03	5E1Y1-Z2	9.72	167	667	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
51	C1Z33	3002439.654	372608.301	1936.52	5E1Y1-Z1	9.73	162	662	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
52	C1Z34	3002193.601	372040.176	1961.226	5E1Y1-Z2	10.53	183	682	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
53	C1J21	3002022.158	371644.29	1993.284	5E1Y3-J3	12.95	274	778	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
54	C1J22	3002029.212	371303.947	2117.563	5E1Y3-J2	12.54	254	763	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
55	C1Z38	3002100.511	371031.714	2134.464	5E1Y3-Z1	11.18	201	706	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	

## 2 项目概况

序号	2000 坐标, 中央子午线 105°				塔型	正面/ 侧面根 开 (m)	占地面积		微地形	基础型式	属地	水土保持敏感 区
	桩名	北坐标	东坐标	高程 (m)			永久占 地面积 (m <sup>2</sup> )	临时占 地面积 (m <sup>2</sup> )				
56	C1Z39	3002161.448	370798.984	2137.878	5E1Y3-Z1	10.53	183	682	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
57	C1Z40	3002252.501	370451.286	2098.823	5E1Y3-Z2	11.39	207	711	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
58	C1J23	3002403.263	369875.644	2082.856	5E1Y3-J3	12.95	274	778	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
59	C1J24	3002185.084	369497.954	2087.829	5E1Y3-J1	10.66	192	694	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
60	C1Z41	3001972.085	369102.826	2081.414	5E1Y3-Z1	9.85	165	659	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
61	C1Z42	3001856.183	368887.59	2104.862	5E1Y3-Z1	7.86	118	598	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
62	C1Z43	3001774.183	368735.401	2074.417	5E1Y3-Z2	11.18	201	706	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
63	C1Z44	3001647.012	368499.431	2069.456	5E1Y3-Z2	10.53	183	682	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
64	C1Z45	3001583.298	368381.173	2058.916	5E1Y3-Z2	11.18	201	706	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
65	C1Z46	3001338.179	367926.319	2061.459	5E1Y3-J1	11.19	207	711	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
66	C1Z47	3001105.553	367494.623	2127.938	5E1Y3-Z2	11.83	226	736	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
67	C1Z48	3000994.544	367288.624	2186.209	5E1Y3-Z2	11.83	226	736	平地型	挖孔桩基础	威宁县	
68	C1Z49	3000825.86	366975.565	2266.213	5E1Y3-Z2	13.17	268	772	平地型	挖孔桩基础	威宁县	
69	C1J25	3000765.619	366863.788	2284.046	5E1Y3-J3	12.95	274	778	平地型	挖孔桩基础	威宁县	
70	C1Z50	3000549.353	366777.427	2197.411	5E1Y3-J1	12.99	262	767	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
71	C1Z51	3000111.678	366602.657	2113.682	5E1Y3-J3	13.86	305	817	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
72	C1Z52	2999861.427	366502.729	2003.293	5E1Y2-Z3	10.94	200	707	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
73	C1J26	2999554.917	366380.341	1890.607	5E1Y2-J3	10.96	212	717	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	
74	C1J27	2999098.017	366031.871	1842.965	5E1Y2-J2	11.16	212	717	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
75	C1Z53	2998682.573	365421.233	1990.023	5E1Y2-Z5	16.19	376	867	缓坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
76	C1J28	2998410.445	365021.28	2087.414	5E1Y2-J3	12.02	244	751	缓坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
77	C1Z54	2998192.344	364981.227	2134.939	5E1Y2-Z5	13.56	281	794	陡坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
78	C1J29	2997702.442	364891.223	2051.264	5E1Y2-J2	11.86	233	740	陡坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
79	C1Z56	2997492.805	364688.929	1993.351	5E1Y2-Z4	18.15	456	942	缓坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
80	C1J30	2996962.031	364176.718	2007.558	JCG5521	9.70	177	678	缓坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
81	C1Z59	2996121.243	363915.844	1991.466	5E1Y2-Z3	11.80	225	737	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	生态保护红线
82	C1J31	2995811.615	363819.78	2041.913	5E1Y3-J3	12.05	245	750	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	生态保护红线
83	C1Z60	2995611.807	363714.515	2049.481	5E1Y3-Z2	11.18	201	706	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	生态保护红线

## 2 项目概况

序号	2000 坐标, 中央子午线 105°				塔型	正面/ 侧面根 开 (m)	占地面积		微地形	基础型式	属地	水土保持敏感 区
	桩名	北坐标	东坐标	高程 (m)			永久占 地面积 (m <sup>2</sup> )	临时占 地面积 (m <sup>2</sup> )				
84	C1Z61	2995206.995	363501.229	2106.496	5E1Y3-Z2	10.98	201	706	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	生态保护红线
85	C1Z62	2994825.847	363300.438	2112.888	5E1Y3-J3	13.37	288	798	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	生态保护红线
86	C1J32	2994621.745	363192.908	2156.418	5E1Y3-J3	14.84	340	842	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	生态保护红线
87	C1Z63	2994348.538	363109.599	2184.842	5E1Y3-Z2	10.98	201	706	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	生态保护红线
88	C1Z64	2994140.622	363046.213	2195.421	5E1Y3-Z1	11.18	201	706	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
89	C1Z65	2993947.064	362987.21	2192.688	5E1Y3-Z2	11.18	201	706	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
90	C1J33	2993752.207	362927.784	2193.213	5E1Y3-J3	13.86	305	817	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
91	C1J34	2993517.487	362392.853	2182.088	5E1Y3-J2	14.21	310	812	陡坡型	挖孔桩基础	威宁县	生态保护红线
92	C1J35	2993361.327	362184.424	2171.636	JCG5521	17.45	443	929	缓坡型	挖孔桩基础	威宁县	
93	C1J36	2992724.678	361737.263	1882.503	JCG5521	13.86	305	817	缓坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
94	C1Z66	2992534.329	361678.477	1879.616	5E1Y3-J3	9.74	178	677	缓坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
95	GC1J37	2992214.551	361579.752	1880.96	5E1Y1-J2	12.72	260	769	陡坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
96	GC1Z69-1	2991899.916	361270.532	1921.217	5E1Y1-Z2	11.63	220	731	陡坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
97	GC1Z70	2991617.486	360992.962	1952.467	5E1Y1-Z1	10.42	180	685	缓坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
98	GC1J37+1	2991457.085	360835.325	1934.327	5E1Y1-J2	10.02	180	675	缓坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
99	GC1J37+2	2991198.838	360811.881	1886.253	HJG1	12.72	260	769	陡坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
100	GC1J37+3	2990923.681	360701.742	1854.042	5E1Y1-J2	12.72	260	769	缓坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
101	GC1J38	2990588.138	360416.82	1827.092	5E1Y1-JD	12.80	269	783	陡坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
102	C1Z72+1	2989744.917	360483.809	1901.257	5E1Y1-Z6	24.80	784	1137	缓坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
103	C1Z73	2989231.839	360524.58	1897.687	5E1Y1-Z1	9.33	152	642	缓坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
104	C1Z74	2989013.769	360541.915	1838.049	5E1Y1-Z3	8.33	133	606	缓坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
105	C1J39	2988726.82	360564.716	1735.016	5E1Y1-J2	11.86	233	730	缓坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
106	C1Z75	2988516.589	360482.122	1686.255	5E1Y1-J1	6.55	95	565	陡坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
107	C1J40	2988300.596	360397.3	1536.601	5E1Y1-JD	11.66	233	730	缓坡型	挖孔桩基础	鲁甸县	
	合计						24445	77992				



表 2.1-5 塔基区永久占地统计表

行政区划			塔基类型 (二级分区)	塔基数 量(基)	塔基区永久占地面积 (hm <sup>2</sup> )				
					林地	草地	园地	耕地	小计
云南省	昭通市	昭阳区	平地型	3	0.01	0.01	0.01	0.03	0.06
			缓坡型	10	0.07	0.02	0.03	0.09	0.21
			陡坡型	3	0.02	0.01	0.01	0.03	0.07
			昭阳区小计	16	0.10	0.04	0.05	0.15	0.34
		鲁甸县	平地型	/	/	/	/	/	/
			缓坡型	14	0.13	0.04	0.06	0.16	0.39
			陡坡型	7	0.05	0.02	0.02	0.07	0.16
			鲁甸县小计	21	0.18	0.06	0.08	0.23	0.55
	云南省小计		平地型	3	0.01	0.01	0.01	0.03	0.06
			缓坡型	24	0.20	0.06	0.09	0.25	0.60
			陡坡型	10	0.07	0.03	0.03	0.10	0.23
			云南省小计	37	0.28	0.10	0.13	0.38	0.89
贵州省	毕节市	威宁县 (贵州省小计)	平地型	5	0.04	0.01	0.02	0.05	0.12
			缓坡型	41	0.30	0.09	0.13	0.38	0.90
			陡坡型	24	0.19	0.05	0.08	0.21	0.53
		威宁县 (贵州省小计)	70	0.53	0.15	0.23	0.64	1.55	
合计		平地型	8	0.05	0.02	0.03	0.08	0.18	
		缓坡型	65	0.50	0.15	0.22	0.63	1.50	
		陡坡型	34	0.26	0.08	0.11	0.31	0.76	
		合计	107	0.81	0.25	0.36	1.02	2.44	

## 2.2 施工组织

### 2.2.1 施工生产生活区

线路塔基较分散，且单个塔基施工周期短，根据主体设计及现场调查，项目沿线分布有村庄，工程临时施工生活可采用租用民房的方式解决。

因此，本工程不需单独设置施工生产生活区。

### 2.2.2 临时施工场地

本工程临时施工场地包括塔基施工场地、跨越重要设施的施工场地、施工放线牵引的牵张场布置。

#### 1. 塔基施工场地

塔基基础施工临时场地以单个塔基为单位零星布置。在塔基施工过程中每处塔基施工占地范围一般以 15~20m 为半径的周边区域，除塔基建设范围 (100~400m<sup>2</sup>) 作为

永久征地范围外，外扩 8~10m 为半径的周边区域作为单个塔基的临时施工场地，用来作为基础浇灌场地和临时堆置土方、砂石料、水、材料和工具等，因此塔基临时施工场地占地面积约 7.80hm<sup>2</sup>。汽车能到达的塔位可采购商品混凝土，汽车无法到达的塔位需现场搅拌，可在施工场地内设小型混凝土搅拌站，不需另外租用场地。

表 2.2-1 塔基及施工场地临时占地一览表

行政区划			塔基类型（二级分区）	塔基数量（基）	塔基区临时占地面积（hm <sup>2</sup> ）				
					林地	草地	园地	耕地	小计
云南省	昭通市	昭阳区	平地型	3	0.07	0.02	0.03	0.09	0.21
			缓坡型	10	0.23	0.07	0.11	0.30	0.71
			陡坡型	3	0.07	0.02	0.03	0.10	0.22
			昭阳区小计	16	0.37	0.11	0.17	0.49	1.14
		鲁甸县	平地型	/	/	/	/	/	/
			缓坡型	14	0.35	0.11	0.16	0.45	1.07
			陡坡型	7	0.17	0.05	0.08	0.22	0.52
	鲁甸县小计		21	0.52	0.16	0.24	0.67	1.59	
	云南省小计		平地型	3	0.07	0.02	0.03	0.09	0.21
			缓坡型	24	0.58	0.18	0.27	0.75	1.78
			陡坡型	10	0.24	0.07	0.11	0.32	0.74
			云南省小计	37	0.89	0.27	0.41	1.16	2.73
	贵州省	毕节市	威宁县（贵州省小计）	平地型	5	0.12	0.04	0.06	0.15
缓坡型				41	0.98	0.30	0.44	1.25	2.97
陡坡型				24	0.58	0.17	0.26	0.72	1.73
威宁县（贵州省小计）			70	1.68	0.51	0.76	2.12	5.07	
合计			平地型	8	0.19	0.06	0.09	0.24	0.58
			缓坡型	65	1.56	0.48	0.71	2.00	4.75
			陡坡型	34	0.82	0.24	0.37	1.04	2.47
			合计	107	2.57	0.78	1.17	3.28	7.80

## 2. 牵张场地区

导线采用张力牵引放线，为防止导线磨损，每回线路都要设置张力场和牵引场（即牵张场）。一般每隔 2km~6km 设一处牵张场，根据本工程施工图设计资料，本工程沿线共设置 9 处牵张场，操作地点考虑地形、设备、人员的布置需要占用一定面积的场地，每处按 1500m<sup>2</sup>考虑，占地共 1.35hm<sup>2</sup>（其中昭阳区 1 处，占地 0.15hm<sup>2</sup>，鲁甸县 2 处，占地 0.30hm<sup>2</sup>，威宁县 6 处，占地 0.90hm<sup>2</sup>）。本线路涉及贵州省生态保护红线区域的塔基有 8 基，跨越长度约 3km，因跨越长度较短，在生态保护红线区域外围设置牵张场即可满足施工需要，避免因在生态保护红线内设置牵张场地而可能造成的扰动和破

坏。

牵张场平面布置包括施工通道、机械布置区、导线集放区、锚线区、工具集放区、工棚布置区、休息区和标志牌布置区等。牵张场分布情况及占地面积见表 2.2-2。

表 2.2-2 线路沿线牵张场情况及占地面积表

行政区划			牵张场		
			数量(处)	占地(hm <sup>2</sup> )	
				草地	
云南省	昭通市	昭阳区	1	0.15	
		鲁甸县	2	0.30	
	云南省小计		3	0.45	
贵州省	毕节市	威宁县(贵州省小计)	6	0.9	
合计			9	1.35	

### 3.跨越施工场地区

输电线路跨越铁路、道路、电力线路等设施需要搭设跨越架,根据主体工程设计,共有4处跨越点需要搭设跨越架,跨越架为钢架结构或竹木塔架,交叉跨越角尽量接近90°,以减少临时占地的面积。本项目跨越施工场地区均不涉及生态保护红线区域。本工程平均每处跨越架(含跨越两侧)临时占地面积约400m<sup>2</sup>,跨越施工场地区占地0.16hm<sup>2</sup>。本工程线路沿线跨越重要设施情况及占地面积见表2.2-3。

表 2.2-3 线路沿线跨越重要设施情况及占地面积表

行政区划			跨越场地					
			跨越情况			占地(hm <sup>2</sup> )		
			跨越类型	位置	数量(处)	耕地	草地	小计
云南省	昭通市	昭阳区	高速公路	在建都香高速	1	在隧道顶部跨越,不需架设跨越架		
			国道	G356 国道	1	0.03	0.01	0.04
		鲁甸县	220kV 电力线	220kV 永迳 II 回	1	0.02	0.02	0.04
			高速公路	G85 渝昆高速	1		0.04	0.04
		国道	213 国道	1	与 G85 渝昆高速跨越处靠近,不单独架设跨越架			
云南省小计				5	0.05	0.07	0.12	
贵州省	毕节市	威宁县(贵州省小计)	220kV 电力线	220kV 永迳 I 回	1	0.02	0.02	0.04
合计			高速公路		2	0	0.04	0.04
			国道		2	0.03	0.01	0.04
			220kV 电力线		2	0.04	0.04	0.08
			合计		6	0.07	0.09	0.16

#### 4.材料场

为满足施工过程中的堆料用地和运输方便，材料站一般选择在靠近路边，租用已有的库房或场地，用于塔材、钢材、线材、水泥、金具和绝缘子的集散。根据设计资料及实际情况，不需新增场地单独设置材料站。

#### 5.拆迁场地

##### (1) 旧线路拆除

线路建设需拆除 500kV 多乐-永丰 I 回线路 292 号杆塔，该工程量已在 500kV 鹤城输变电工程计划。拆除杆塔仅拆除塔身钢材、金具和绝缘子等，不涉及塔基基础的开挖。

##### (2) 线下房屋拆迁

根据主体设计资料，本工程不涉及线路下方民房及建筑物拆迁。

### 2.2.3 施工道路

本工程线路沿线有 G85 高速公路、G213 国道、G356 国道、S102 省道、县道等公路可以利用，并且有多条乡镇公路、村间道路与线路平行交叉。建筑材料和设备运输可以利用沿线附近的国道、省道、县道和上山公路等，另外随着村村通公路工程建设，沿线的乡道、村道通行条件较好也可供本工程利用，现有交通条件能基本满足汽车运输要求，仅在局部道路路面较窄的路段，需在原有土路的基础上修建简易汽车运输道路。

位于林地的塔位施工时可利用林区小道，位于园地和耕地的塔位施工时可利用已有的机耕小路，部分塔位还有一些山间小路可利用，这些小路能与山下交通设施相接的情况下，可满足人力挑担材料和马帮运输材料要求；部分塔基与山下交通设施没有小路相接，需开辟人抬道路。

根据主体设计及现场踏勘，本工程线路沿线较缓的山坡以及山脚有部分土路连接已有乡村道路或者省道，国道，这部分土路稍加拓宽加固即可满足汽车运输要求，根据主体设计资料，需修建简易汽车运输道路长度约为 11km，路面宽约 3m，平均宽度 4.5m（含道路两侧低矮坡面），汽车运输道路占地约 4.95hm<sup>2</sup>；当塔基没有山间小路、林间

小道和机耕小路与山下交通运输道路连接，特别是位于灌草丛地带时，可通过砍伐灌草丛开辟人抬道路，宽度以满足人力挑担材料和马帮运输材料即可，拓修人抬道长度约13km，平均宽度1.0m，占地约1.30hm<sup>2</sup>。据调查，涉及生态保护红线的8基塔位，占地类型涉及林地和耕地，均有机耕小路和林区小路直达到塔位，无需修建汽车运输道路和人抬道路。

综上所述，本工程施工道路区包含简易汽车运输道路和人抬道路，占地6.25hm<sup>2</sup>。施工结束后对人抬道路采用乔灌草综合绿化，对简易汽车运输道路占地范围内原有土路面两侧和边坡采用乔灌草综合绿化。

另外，坡度较大的区域，可采用重载无人机运输材料，减缓因修施工道路引起的水土流失及树木砍伐。重载无人机运输材料无需扰动土地，不需考虑临时占地。

本工程线路沿线施工道路情况及占地面积见表2.2-4。

表 2.2-4 线路沿线施工道路情况及占地面积表

行政区划			简易汽车运输道路					人抬道路	
			扩建长度 (km)	占地 (hm <sup>2</sup> )				新修 (km)	占地 (hm <sup>2</sup> )
				林地	草地	交通运输用地	小计		
云南省	昭通市	昭阳区	1.5	0.29	0.15	0.23	0.67	1.8	0.18
		鲁甸县	2.0	0.45	0.09	0.36	0.90	2.6	0.26
	云南省小计		3.5	0.74	0.24	0.59	1.57	4.4	0.44
贵州省	毕节市	威宁县 (贵州省小计)	7.5	1.72	0.65	1.01	3.38	8.6	0.86
合计			11.0	2.46	0.89	1.6	4.95	13.0	1.30

## 2.2.4 施工条件

### 2.2.4.1 建筑材料

项目建设所需的钢材、木材、水泥、砂石等建筑材料均可以在当地市场购得，可完全满足项目施工的需要。外购砂、石料选择已编报水土保持方案的合法砂、石料场，并在供料合同中明确水土流失防治责任。

### 2.2.4.2 施工用水

施工用水就近在塔位附近的沟渠内取用。

### 2.2.4.3 施工用电

施工电源可以通过小型柴油发电机解决。

## 2.2.5 施工方法与施工工艺

### 2.2.5.1 塔基施工

根据主体设计，本工程塔基全部采用挖孔桩基础，塔基位于山坡时采用高低腿及主柱加高基础设计，不降基，原状土施工，减少对原地貌的破坏，降低土方开挖量。

挖孔桩基础施工工艺如下。

#### 1. 基坑开挖

以人工或机械方式开挖机孔，并采用钢筋混凝土护壁进行支撑保护，浇筑基础，施工操作相对简单，占地面积小，土石方开挖量小，对环境影响较小。在交通条件许可的塔位采用挖掘机突击挖坑的方式，以缩短挖坑的时间，避免坑壁坍塌。基坑开挖尽量保持坑壁成型完好，并做好临时堆土处理，避免坑内积水以及影响周围环境和破坏植被，基础坑开挖好后应尽快浇筑混凝土。施工中根据地形对部分位于坡地的塔基下边坡修建浆砌石挡土墙（堡坎），对于部分地质不稳定的缓坡型、陡坡型塔基，结合现场地形、周边环境及汇水情况，一共有 6 基杆塔需要设置浆砌石排水沟，包含缓坡型塔基 4 基（桩名：C1Z8、C1Z42、C1J33、C1J39），陡坡型塔基 2 基（桩名：C1Z40、C1Z54）。

#### 2. 余土堆放、处置方式和施工迹地恢复

考虑到塔基余土具有点多、分散、单个基础余土量相对较少的特点，余土临时堆放和处置以就地堆放、回填消化为原则。

平地型塔基：位于平地型的塔基一共有 8 基，塔基均采用挖孔桩基础，单个塔基开挖的土方较少（大约  $63\text{m}^3$ ），基坑不回填土方，开挖的土方均为余土，因此平地型塔基一共产生余土约  $500\text{m}^3$ 。塔基施工时，余土呈棱台形堆放于塔基临时施工场地一侧的空地，堆土前底部铺垫彩条布，堆土坡脚采用装土编织袋挡墙进行拦挡，表面采用密目网苫盖；施工结束后余土平铺到塔基连梁及塔基永久占地范围内，回填后塔基连梁内一

般仅高出原地面不足 28cm。夯实后场地回覆表土，绿化恢复。

缓坡型塔基：位于缓坡型的塔基一共有 65 基，塔基均采用挖孔桩基础，单个塔基开挖的土方较少（大约  $60\text{m}^3$ ），基坑不回填土方，开挖的土方均为余土，因此缓坡型塔基一共产生余土约  $3900\text{m}^3$ 。塔基施工时，考虑到堆放区为缓坡地，临时堆土堆存时遵循“先拦挡后堆土”原则，在临时堆土坡脚用编织袋装表土作临时挡墙，堆土表面采用密目网苫盖，施工结束后余土在塔基连梁及塔基永久占地范围内回填，堆土边缘按 1:1.5 放坡，回填后塔基连梁内一般仅高出原地面 26cm。夯实后场地回覆表土，绿化恢复。

陡坡型塔基：位于陡坡型的塔基一共有 34 基，塔基均采用挖孔桩基础，单个塔基开挖的土方较少（大约  $59\text{m}^3$ ），基坑不回填土方，开挖的土方均为余土，因此陡坡型塔基一共产生余土约  $2000\text{m}^3$ 。塔基施工前剥离表土，袋装收集后堆筑在基础开挖区域下方，同时尽快在塔位下边坡修筑浆砌石挡土墙（堡坎），之后进行基础开挖等土石方工程施工。临时堆土堆存时遵循“先拦挡后堆土”原则，在临时堆土坡脚用编织袋装表土作临时挡墙，堆土表面采用密目网苫盖，施工后期余土回填到塔基下边坡修建的浆砌石挡土墙（堡坎）内侧和塔基连梁及塔基永久占地范围内回填，确保基础顶面出露至少 20cm，回填后塔基及施工场地区一般仅高出原地面不足 27cm。夯实后场地回覆表土，绿化恢复。

#### 2.2.5.2 铁塔组装

工程铁塔安装施工采用分解组塔的施工方法。在实际施工过程中，根据铁塔的型式、高度、重量以及施工场地、施工设备等施工现场情况，确定正装分解组塔或倒装分解组塔。利用支立抱杆，吊装铁塔构件，抱杆通过牵引绳的连接拉动，随铁塔高度的增高而上升，各个构件顶端和底部支脚采用螺栓连接。

#### 2.2.5.3 架线

线路架线采用张力架线方法施工，结合不同地段的特点采取不同的放线方法，目前较多采用无人机的架线工艺，施工人员可充分利用施工道路等场地进行操作，不需新增占地，施工方法依次为：架空地线展放及收紧、展放导引绳、牵放牵引绳、牵放导线、

锚固导线、紧线临锚、附件安装、压接升空、间隔棒安装、耐张塔平衡挂线和跳线安装等。

线路沿线设置牵张场，采用张力机紧线，一般以张力放线施工段作为紧线段，以直线塔作为紧线操作塔。紧线完毕后进行附件、线夹、防振金具、间隔棒等安装。

#### 2.2.5.4 交叉跨越施工

架线施工中对交叉跨越情况一般采用占地和扰动均较小的搭建跨越架的方法，在需跨越的线路、公路的两侧搭建跨越架，跨越架高度以不影响其运行为准，跨越施工场地应选择地势平坦、开阔地带进行布设，一处跨越施工场地由两处跨越架和封顶网组成，跨越架位于跨越点两侧，两侧跨越架之间距离可根据跨越点宽度进行调整。跨越架一般有三种形式：a.采用木架或钢管式跨越架；b.金属格构式跨越架；c.利用杆塔作支承体跨越。跨越架交叉跨越角尽量接近 $90^{\circ}$ ，以减少临时占地的面积。

设计跨越的放紧线段应越短越好，用最短的时间完成跨越段的架线（包括放线、紧线及附件安装等），降低安全风险机率。同时选择合理的跨越架线方法，一般情况下，采用张力架线是实现跨越架线安全、高效、快速最好的方法。跨越架、封网等搭设完毕后必须经验收合格，方可进行跨越架线施工。施工完成后对施工场地及时清理和平整，根据场地功能进行恢复，保证地面无土面裸露。

#### 2.2.5.5 施工道路施工

本工程施工道路根据顺接位置和功能可分为简易汽车运输道路和人抬道路，简易汽车运输道路主要为拓宽沿线较缓的山坡或山脚已有的土路，路面宽约 3m，含道路两侧低矮坡面 4.5m，用于汽车运输施工机械、塔材等；人抬道路在已有道路和塔位之间开辟，平均宽度 1m，主要通过人力和马帮运输施工设备和塔材等。

##### 1. 简易汽车运输道路施工工艺

(1) 测量定位：根据测量控制点，利用全站仪定出施工简易道路边线，并用水准仪控制道路高程。

##### (2) 施工方案



①先剥离地表草皮和腐殖质等，然后在简易汽车运输道路一侧开挖边沟，并进行原地表填土前碾压。

②根据简易汽车运输道路高程分层填筑，填料控制每层填筑松铺层厚度不大于30cm,每层碾压完毕，检测压实度，不低于同层位路基设计要求压实度。

③简易汽车运输道路路基以半挖半填为主，边坡坡比控制在 1:1.5~1:1.75，对于道路开辟过程中形成的边坡，上边坡进行人工夯实，下边坡采用装土编织袋拦挡，防止土体下泄。

### (3) 利用方向

塔基施工结束后，简易汽车运输道路保留原有土路，拓宽的两侧恢复植被。

### 2.人抬道路施工工艺

尽量缩短人抬道路长度，人抬道路开辟过程中，尽量选择平缓坡道通过砍伐荆棘灌丛形成 1m 宽度的人抬或畜力运输通道即可。

### 2.2.5.6 水土保持敏感区内施工

线路有 8 基塔涉及生态保护红线，涉及长度约 3km，施工时需注意以下事项：

- 1.不在生态保护红线区域内设置牵张场地区，若有需要在红线区域外围设置。
- 2.可利用原有机耕道路和林区小道运输，不需开辟人抬道和拓修简易道路。
- 3.合理安排施工工序，先设置拦挡措施，后进行工程建设，尽量减少对地表和植被的破坏，除基础施工必须不得不铲除植被或临时堆土、材料堆放需压占外，不允许以其他任何理由损毁原有植被，以减少对生态环境的破坏。临时堆土采取四周拦挡、下铺上盖的措施，回填后及时整平。施工中要严格控制临时占地，减少破坏原地貌、植被的面积。基础开挖尽量保持坑壁成型完好，基础坑开挖好后应尽快浇筑混凝土。
- 4.选择在无雨的天气施工，组织充足人力资源，加快施工进度，水土保持措施与主体工程做到“三同时”。

### 2.3 工程占地

本工程占地包括永久占地和临时占地。永久占地指500kV塔基区征地范围，临时占地包括塔基施工场地、牵张场、跨越施工场地和施工道路区等。

根据《土地利用现状分类标准》（GBT 21010-2017）一级类别，本工程土地类型划分为林地、草地、园地、耕地和交通运输用地等土地类型。

本工程占地总面积为18.00hm<sup>2</sup>，其中永久占地2.44hm<sup>2</sup>，临时占地15.56hm<sup>2</sup>。占地类型中，林地5.84hm<sup>2</sup>、草地4.66hm<sup>2</sup>、园地1.53hm<sup>2</sup>、耕地4.37hm<sup>2</sup>和交通运输用地1.60hm<sup>2</sup>。

经核算，主体计列的用地面积既能满足施工需求，又可严格控制施工场地的范围，符合节约用地的要求。本方案不需新增及核减占地面积。

本工程占地面积汇总详见表 2.3-1。

表 2.3-1 工程占地面积统计表 单位: hm<sup>2</sup>

序号	项目区	行政区划		按占地性质		按地形		按地类					小计	合计
				永久	临时	平地	山地	林地	草地	园地	耕地	交通运输用地		
1	塔基及 施工场 地区	云南省	昭阳区	0.34	1.14		1.48	0.47	0.15	0.22	0.64		1.48	10.24
			鲁甸县	0.55	1.59		2.14	0.70	0.22	0.32	0.90		2.14	
			小计	0.89	2.73		3.62	1.17	0.37	0.54	1.54		3.62	
		贵州省	威宁县	1.55	5.07		6.62	2.21	0.66	0.99	2.76		6.62	
		分区小计		2.44	7.80		10.24	3.38	1.03	1.53	4.30		10.24	
2	牵张场 地区	云南省	昭阳区		0.15	0.15			0.15				0.15	1.35
			鲁甸县		0.30	0.30			0.30				0.30	
			小计		0.45	0.45			0.45				0.45	
		贵州省	威宁县		0.90	0.90			0.90				0.90	
		分区小计			1.35	1.35			1.35				1.35	
3	跨越施 工场地 区	云南省	昭阳区		0.04	0.04			0.01		0.03		0.04	0.16
			鲁甸县		0.08	0.08			0.06		0.02		0.08	
			小计		0.12	0.12			0.07		0.05		0.12	
		贵州省	威宁县		0.04	0.04			0.02		0.02		0.04	
		分区小计			0.16	0.16			0.09		0.07		0.16	
4	施工道 路区	云南省	昭阳区		0.85		0.85	0.29	0.33			0.23	0.85	6.25
			鲁甸县		1.16		1.16	0.45	0.35			0.36	1.16	
			小计		2.01		2.01	0.74	0.68			0.59	2.01	
		贵州省	威宁县		4.24		4.24	1.72	1.51			1.01	4.24	
		分区小计			6.25		6.25	2.46	2.19			1.60	6.25	
合计		云南省	昭阳区	<b>0.34</b>	<b>2.18</b>	<b>0.19</b>	<b>2.33</b>	<b>0.76</b>	<b>0.64</b>	<b>0.22</b>	<b>0.67</b>	<b>0.23</b>	<b>2.52</b>	<b>18.00</b>
			鲁甸县	<b>0.55</b>	<b>3.13</b>	<b>0.38</b>	<b>3.30</b>	<b>1.15</b>	<b>0.93</b>	<b>0.32</b>	<b>0.92</b>	<b>0.36</b>	<b>3.68</b>	
			小计	<b>0.89</b>	<b>5.31</b>	<b>0.57</b>	<b>5.63</b>	<b>1.91</b>	<b>1.57</b>	<b>0.54</b>	<b>1.59</b>	<b>0.59</b>	<b>6.20</b>	
		贵州省	威宁县	<b>1.55</b>	<b>10.25</b>	<b>0.94</b>	<b>10.86</b>	<b>3.93</b>	<b>3.09</b>	<b>0.99</b>	<b>2.78</b>	<b>1.01</b>	<b>11.80</b>	
		合计		<b>2.44</b>	<b>15.56</b>	<b>1.51</b>	<b>16.49</b>	<b>5.84</b>	<b>4.66</b>	<b>1.53</b>	<b>4.37</b>	<b>1.60</b>	<b>18.00</b>	

## 2.4 土石方平衡

本工程土石方平衡的原则：根据输变电工程点多、分散、单个工程土石方量相对较小的施工特点，施工过程中的土石方原则上考虑挖方、填方就地消化平衡。塔基基础挖方全部平整在塔基及施工场地范围内，土石方不包括工程建设所需的混凝土、砂石料等建筑材料。

本工程总挖方量为 1.56 万  $m^3$ （含表土剥离 0.64 万  $m^3$ ），填方量为 1.56 万  $m^3$ （含表土回覆 0.64 万  $m^3$ ），土石方平衡，无取土、无弃渣，不涉及取、弃土场。

### 2.4.1 基础土石方平衡

#### 2.4.1.1 塔基及施工场地

塔基土石方开挖填筑活动主要集中在塔基基础基坑开挖，接地槽的开挖、填筑，基坑开挖土石方量根据基础立柱型式确定，接地槽开挖宽度×深度尺寸一般为 100mm×800mm，长度 5m~8m 左右，非农区域接地槽呈射线状开挖，农区域接地槽呈环形敷设在塔基永久占地范围内，以减少对农耕的影响，单塔接地槽土石方开挖量约 2 $m^3$ ，接地槽土石方挖填平衡，土石方量计入塔基土石方工程量中。塔基基础开挖总计 0.64 万  $m^3$ ，杆塔基坑不回填土方，开挖的土方均为余土，余土后期全部回填至塔基施工区域，回填土方 0.64 万  $m^3$ 。具体余土的防护和处理方式如下：

平地型塔基：位于平地型的塔基一共有 8 基，塔基均采用挖孔桩基础，单个塔基开挖的土方较少（大约 63 $m^3$ ），基坑不回填土方，开挖的土方均为余土，因此平地型塔基一共产生余土约 500 $m^3$ 。塔基施工时，余土呈棱台形堆放于塔基临时施工场地一侧的空地，堆土前底部铺垫彩条布，堆土坡脚采用装土编织袋挡墙进行拦挡，表面采用密目网苫盖；施工结束后余土平铺到塔基连梁及塔基永久占地范围内，回填后塔基连梁内一般仅高出原地面不足 28cm。夯实后场地回覆表土，绿化恢复。

缓坡型塔基：位于缓坡型的塔基一共有 65 基，塔基均采用挖孔桩基础，单个塔基开挖的土方较少（大约 60 $m^3$ ），基坑不回填土方，开挖的土方均为余土，因此缓坡型

塔基一共产生余土约 3900m<sup>3</sup>。塔基施工时，考虑到堆放区为缓坡地，临时堆土堆存时遵循“先拦挡后堆土”原则，在临时堆土坡脚用编织袋装表土作临时挡墙，堆土表面采用密目网苫盖，施工结束后余土在塔基连梁及塔基永久占地范围内回填，堆土边缘按 1:1.5 放坡，回填后塔基连梁内一般仅高出原地面 26cm。夯实后场地回覆表土，绿化恢复。

陡坡型塔基：位于陡坡型的塔基一共有 34 基，塔基均采用挖孔桩基础，单个塔基开挖的土方较少（大约 59m<sup>3</sup>），基坑不回填土方，开挖的土方均为余土，因此陡坡型塔基一共产生余土约 2000m<sup>3</sup>。塔基施工前剥离表土，袋装收集后堆筑在基础开挖区域下方，同时尽快在塔位下边坡修筑浆砌石挡土墙（堡坎），之后进行基础开挖等土石方工程施工。临时堆土堆存时遵循“先拦挡后堆土”原则，在临时堆土坡脚用编织袋装表土作临时挡墙，堆土表面采用密目网苫盖，施工后期余土回填到塔基下边坡修建的浆砌石挡土墙（堡坎）内侧和塔基连梁及塔基永久占地范围内，确保基础顶面出露至少 20cm，回填后塔基及施工场地区一般仅高出原地面不足 27cm。夯实后场地回覆表土，绿化恢复。

#### 2.4.1.2 牵张场地区

牵张场地一般选择地形平缓的区域，同时采用铺设彩布条进行铺垫防护，一般不涉及大规模土石方平整，部分牵张场根据地形需要进行平整，涉及少量土石方挖填。

#### 2.4.1.3 跨越施工场地区

跨越施工场地区跨越架一般采用木架、钢管式跨越架或金属格构式跨越架，不涉及土石方挖填。

#### 2.4.1.4 施工道路区

修建简易汽车运输道路是在地形较为平缓、已有现状土路但尚不满足车辆通行的路段进行简单修整拓宽。原有的土路宽度在 2m~3m 之间，在原有土路已有平整路面的基础上加宽约 0.5~1m，即可满足汽车通行的需求，道路路基以半挖半填为主，边坡不足 1m，开挖的土方进行路面平整后就地回填，做到土石方挖填平衡，不产生弃方。

人抬道路主要是对影响通行的灌丛进行砍伐清除，不涉及土石方挖填。

#### 2.4.2 表土剥离（保护）情况

（1）表土剥离原则：根据项目区地形及地类，原则上仅对需要开挖的作业面进行表土剥离，对临时占地范围仅占压的区域，采用铺垫的保护措施。

（2）表土剥离施工方法：由于本工程位于山地区，塔基和施工道路较为分散，单个塔基和单段汽车运输道路占地面积均较小，且部分塔基只能通过步行抵达，因此表土剥离均采用人工清理表层土，不采用机械施工。

（3）表土剥离范围和厚度：对塔基施工基面（即永久占地范围）和简易汽车运输道路扩建扰动的地表范围进行表土剥离。根据现场表层土壤厚度的调查结果，本工程占用林地、草地按 10cm 厚度剥离，园地按 20cm 厚度剥离，耕地按 30cm 厚度剥离。

（4）表土保护措施：结合本工程实际，单个塔基及施工场地区、单段施工道路区剥离的表土量很少，施工中全部采用袋装收集保护，同时可作为临时挡墙对塔基余土、道路边坡进行拦挡防护。

（5）表土利用方向：塔基及施工场地区剥离的表土用作施工后期塔基永久占地区域绿化覆土，施工道路区汽车运输道路剥离的表土用作汽车运输道路绿化覆土。

##### 2.4.2.1 塔基及施工场地区

对塔基及施工场地区永久占地扰动区域进行表土剥离，林地、草地按 10cm 厚度剥离，园地按 20cm 厚度剥离，耕地按 30cm 厚度剥离，剥离表土面积约 2.44hm<sup>2</sup>，共剥离表土 0.47 万 m<sup>3</sup>，施工后期表土全部用作塔基区绿化覆土，表土回覆 0.47 万 m<sup>3</sup>。

塔基及施工场地区临时占地区域扰动方式以临时占压为主，施工期采取铺垫彩条布的方式进行临时防护，不进行表土剥离。

##### 2.4.2.2 牵张场地区

该区域以临时占压为主，施工期采取铺垫彩条布的方式进行临时防护，不进行表土剥离。

#### 2.4.2.3 跨越施工场地地区

该区域以临时占压为主，对地表扰动程度较轻，不进行表土剥离。

#### 2.4.2.4 施工道路区

修建简易汽车运输道路主要是在地形较为平缓的区域，对道路扩建扰动的地表范围进行表土剥离。根据现场表层土壤厚度的调查结果，简易汽车运输道路占用林地、草地按 10cm 厚度剥离，剥离表土面积约 1.70hm<sup>2</sup>，共剥离表土 0.17 万 m<sup>3</sup>，施工后期表土全部用作简易汽车运输道路绿化覆土，表土回覆 0.17 万 m<sup>3</sup>。

人抬道路主要是对影响通行的灌草丛进行砍伐清除，对地表扰动程度较轻，不涉及土石方挖填。

#### 2.4.3 土石方平衡计算

本工程总挖方量为 1.56 万 m<sup>3</sup>（含表土剥离 0.64 万 m<sup>3</sup>），填方量为 1.56 万 m<sup>3</sup>（含表土回覆 0.64 万 m<sup>3</sup>），土石方平衡。

具体各项目区的土石方平衡计算详见表 2.4-1，土石方平衡流向见图 2.4-1。

表 2.4-1

工程土石方平衡计算汇总表

单位: 万 m<sup>3</sup>

行政区划			项目分区		挖方			填方			
			一级分区	二级分区	表土剥离	其它挖方	小计	表土回覆	其它回填	小计	
云南省	昭通市	昭阳区	塔基及施工场地区	平地型	0.01	0.018	0.028	0.01	0.018	0.028	
				缓坡型	0.04	0.06	0.1	0.04	0.06	0.1	
				陡坡型	0.01	0.018	0.028	0.01	0.018	0.028	
			塔基及施工场地区小计		0.06	0.096	0.156	0.06	0.096	0.156	
			施工道路区	简易汽车运输道路	0.02	0.029	0.049	0.02	0.029	0.049	
		牵张场地区			0.008	0.008	0	0.008	0.008		
		鲁甸县	缓坡型	0.08	0.084	0.164	0.08	0.084	0.164		
			陡坡型	0.03	0.042	0.072	0.03	0.042	0.072		
			塔基及施工场地区小计		0.11	0.126	0.236	0.11	0.126	0.236	
			施工道路区	简易汽车运输道路	0.03	0.038	0.068	0.03	0.038	0.068	
	牵张场地区			0.015	0.015		0.015	0.015			
	云南省小计	塔基及施工场地区	平地型	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03		
			缓坡型	0.12	0.14	0.26	0.12	0.14	0.26		
			陡坡型	0.04	0.06	0.10	0.04	0.06	0.10		
		塔基及施工场地区小计		0.17	0.22	0.39	0.17	0.22	0.39		
		施工道路区	简易汽车运输道路	0.05	0.07	0.12	0.05	0.07	0.12		
		牵张场地区			0.02	0.02		0.02	0.02		
	贵州省	毕节市	威宁县(贵州省小计)	塔基及施工场地区	平地型	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05
				缓坡型	0.18	0.25	0.43	0.18	0.25	0.43	
				陡坡型	0.1	0.14	0.24	0.1	0.14	0.24	
塔基及施工场地区小计			0.3	0.42	0.72	0.3	0.42	0.72			
施工道路区			简易汽车运输道路	0.12	0.14	0.26	0.12	0.14	0.26		
牵张场地区				0.05	0.05		0.05	0.05			
合计	塔基及施工场地区	平地型	0.03	0.05	0.08	0.03	0.05	0.08			
		缓坡型	0.3	0.39	0.69	0.3	0.39	0.69			
		陡坡型	0.14	0.20	0.34	0.14	0.2	0.34			
		小计	<b>0.47</b>	<b>0.64</b>	<b>1.11</b>	<b>0.47</b>	<b>0.64</b>	<b>1.11</b>			
	施工道路区	简易汽车运输道路	<b>0.17</b>	<b>0.21</b>	<b>0.38</b>	<b>0.17</b>	<b>0.21</b>	<b>0.38</b>			
	牵张场地区			<b>0.07</b>	<b>0.07</b>		<b>0.07</b>	<b>0.07</b>			
	合计		<b>0.64</b>	<b>0.92</b>	<b>1.56</b>	<b>0.64</b>	<b>0.92</b>	<b>1.56</b>			

注: 土石方均已转换为自然方。



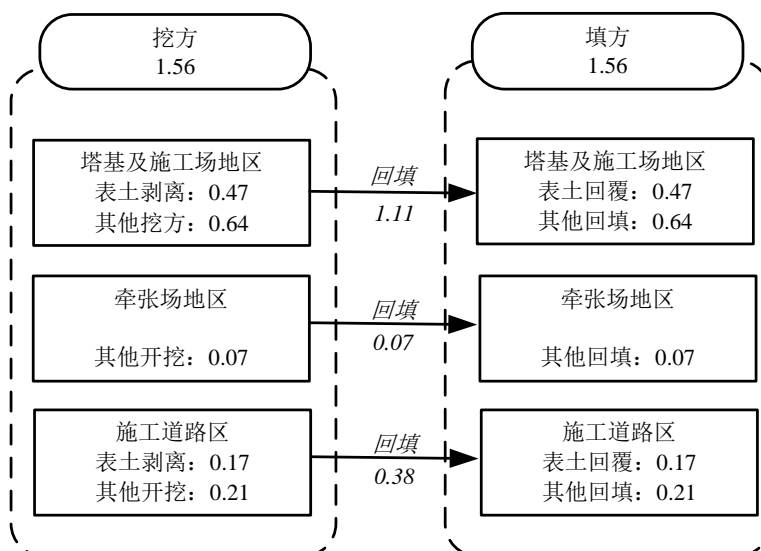


图 2.4-1 土石方流向平衡框图 单位: 万 m<sup>3</sup>

#### 2.4.4 表土供需及流向说明

根据现场调查,对塔基施工区永久占地范围内的林地、草地、园地和耕地,施工道路涉及挖填的路段可剥离区域进行表土剥离,表土剥离厚度按占地类型确定。本工程共计表土剥离量为 0.64 万 m<sup>3</sup>,表土回覆量为 0.64 万 m<sup>3</sup>,通过苫盖等措施保护表土量共计 0.35 万 m<sup>3</sup>,本工程表土保护总量为 0.99 万 m<sup>3</sup>。

各防治分区各地类剥离表土情况详见表 2.4-2,表土剥离及回覆量平衡及表土保护情况见表 2.4-3,表土流向平衡框图详见图 2.4-2。

表 2.4-2 工程表土剥离计算表

行政区划			项目分区		剥离面积及厚度							表土剥离量 (万 m <sup>3</sup> )		
					林地		草地		园地		耕地		面积 (hm <sup>2</sup> )	
			一级分区	二级分区	面积 (hm <sup>2</sup> )	厚度 (cm)	面积 (hm <sup>2</sup> )	厚度 (cm)	面积 (hm <sup>2</sup> )	厚度 (cm)	面积 (hm <sup>2</sup> )			厚度 (cm)
云南省	昭通市	昭阳区	塔基区	平地型	0.01	10	0.01	10	0.01	20	0.03	30	0.06	0.01
				缓坡型	0.07	10	0.02	10	0.03	20	0.09	30	0.21	0.04
				陡坡型	0.02	10	0.01	10	0.01	20	0.03	30	0.07	0.01
			塔基区小计	0.10		0.04		0.05		0.15		0.34	0.06	
		施工道路区	简易汽车运输道路	0.15	10	0.08	10					0.23	0.02	
	鲁甸县	塔基区	平地型		10		10		20		30		0.00	
			缓坡型	0.13	10	0.04	10	0.06	20	0.16	30	0.39	0.08	
			陡坡型	0.05	10	0.02	10	0.02	20	0.07	30	0.16	0.03	
		塔基区小计	0.18		0.06		0.08		0.23		0.55	0.11		
	施工道路区	简易汽车运输道路	0.23	10	0.04	10					0.27	0.03		
	云南省小计	塔基区	平地型	0.01	10	0.01	10	0.01	20	0.03	30	0.06	0.01	
			缓坡型	0.20	10	0.06	10	0.09	20	0.25	30	0.60	0.12	
			陡坡型	0.07	10	0.03	10	0.03	20	0.10	30	0.23	0.04	
		塔基区小计	0.28		0.10		0.13		0.38		0.89	0.17		
	施工道路区	简易汽车运输道路	0.38	10	0.12	10					0.50	0.05		
贵州省	毕节市	威宁县 (贵州省小计)	塔基区	平地型	0.04	10	0.01	10	0.02	20	0.05	30	0.12	0.02
				缓坡型	0.30	10	0.09	10	0.13	20	0.38	30	0.90	0.18
				陡坡型	0.19	10	0.05	10	0.08	20	0.21	30	0.53	0.10
			塔基区小计	0.53		0.15		0.23		0.64		1.55	0.30	
		施工道路区	简易汽车运输道路	0.87	10	0.33	10					1.20	0.12	
合计		塔基区	平地型	0.05	10	0.02	10	0.03	20	0.08	30	0.18	0.03	
			缓坡型	0.50	10	0.15	10	0.22	20	0.63	30	1.50	0.30	
			陡坡型	0.26	10	0.08	10	0.11	20	0.31	30	0.76	0.14	
			小计	0.81		0.25		0.36	20	1.02		2.44	0.47	
			施工道路区	简易汽车运输道路	1.25	10	0.45	10					1.70	0.17
		合计		2.06		0.70		0.36		1.02		4.14	0.64	

表 2.4-3 表土平衡计算表 单位: 万 m<sup>3</sup>

行政区划			项目分区		表土剥离量 (万 m <sup>3</sup> )	表土回覆量 (万 m <sup>3</sup> )	表土铺垫保 护面积 (m <sup>2</sup> )	表土铺垫保 护量 (万 m <sup>3</sup> )	表土保护总 量 (万 m <sup>3</sup> )	堆放地点及保护方 式	表土去向
			一级分区	二级分区							
云南省	昭通市	昭阳区	塔基及施工 场地区	平地型	0.01	0.01	112	0.002	0.01	在塔基及施工场地 区袋装	塔基及施工 场地区绿化 覆土
				缓坡型	0.04	0.04	360	0.007	0.05		
				陡坡型	0.01	0.01	106	0.002	0.01		
			塔基及施工场地区小计	0.06	0.06	578	0.011	0.07			
		施工道路区	简易汽车运 输道路	0.02	0.02			0.02	施工道路区用地范 围袋装用于下边坡 挡护	施工道路区 绿化	
		牵张场地区				1500	0.030	0.03			
		鲁甸县	缓坡型	0.08	0.08	484	0.010	0.09	在塔基及施工场地 区袋装	塔基及施工 场地区绿化 覆土	
				陡坡型	0.03	0.03	247	0.005			0.04
	塔基及施工场地区小计		0.11	0.11	731	0.02	0.13				
	施工道路区		简易汽车运 输道路	0.03	0.03			0.03	施工道路区用地范 围袋装用于下边坡 挡护	施工道路区 绿化	
	牵张场地区				3000	0.060	0.06				
	云南省小 计	塔基及施工 场地区	平地型	0.01	0.01	112	0.002	0.01	在塔基及施工场地 区袋装	塔基及施工 场地区绿化 覆土	
			缓坡型	0.12	0.12	844	0.017	0.14			
			陡坡型	0.04	0.04	353	0.007	0.05			
		塔基及施工场地区小计		0.17	0.17	1309	0.026	0.20			
		施工道路区	简易汽车运 输道路	0.05	0.05			0.05	施工道路区用地范 围袋装用于下边坡 挡护	施工道路区 绿化	
牵张场地区				4500	0.090	0.09					
贵州省	毕节市	威宁县 (贵州 省小 计)	塔基及施工 场地区	平地型	0.02	0.02	188	0.004	0.02	在塔基及施工场地 区袋装	塔基及施工 场地区绿化 覆土
				缓坡型	0.18	0.18	1456	0.029	0.21		
				陡坡型	0.1	0.1	847	0.017	0.12		
		塔基及施工场地区小计		0.3	0.3	2491	0.05	0.35			

## 2 项目概况

行政区划	项目分区		表土剥离量 (万 m <sup>3</sup> )	表土回覆量 (万 m <sup>3</sup> )	表土铺垫保 护面积 (m <sup>2</sup> )	表土铺垫保 护量 (万 m <sup>3</sup> )	表土保护总 量 (万 m <sup>3</sup> )	堆放地点及保护方 式	表土去向
	一级分区	二级分区							
	施工道路区	简易汽车运 输道路	0.12	0.12			0.12	施工道路区用地范 围袋装用于下边坡 挡护	施工道路区 绿化
	牵张场地区				9000	0.180	0.18		
合计	塔基及施工 场地区	平地型	0.03	0.03	300	0.006	0.04	在塔基及施工场地 区袋装	塔基及施工 场地区绿化 覆土
		缓坡型	0.3	0.3	2300	0.046	0.35		
		陡坡型	0.14	0.14	1200	0.024	0.16		
		小计	<b>0.47</b>	<b>0.47</b>	<b>3800</b>	<b>0.08</b>	<b>0.55</b>		
	施工道路区	简易汽车运 输道路	<b>0.17</b>	<b>0.17</b>			<b>0.17</b>	施工道路区用地范 围袋装用于下边坡 挡护	施工道路区 绿化
	牵张场地区				<b>13500</b>	<b>0.27</b>	<b>0.27</b>		
合计			<b>0.64</b>	<b>0.64</b>		<b>0.35</b>	<b>0.99</b>		

备注：铺垫保护的表土指塔基及施工场地区临时占地范围及牵张场地区采用彩条布铺垫的形式保护表土，平均表土厚度以 20cm 计。

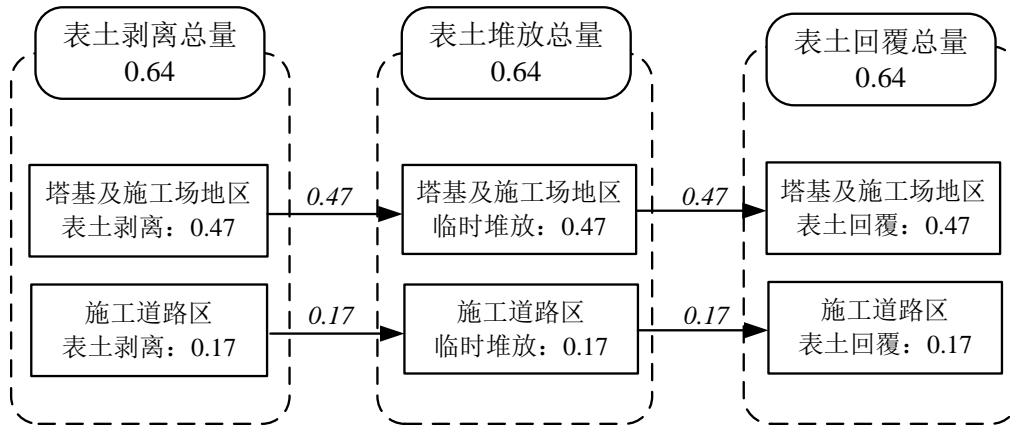


图 2.4-2 表土流向平衡框图 单位: 万 m<sup>3</sup>

### 2.4.5 表土和临时堆土规划

#### 1. 塔基及施工场地区:

塔基具有点分散的特点, 因此在每个塔基的临时占地内设临时堆土场, 平地型塔基临时堆土场设于塔基旁的临时场地, 将各塔基处剥离的表土袋装收集, 堆筑形成装土编织袋挡墙, 用于基础开挖余土的临时挡护; 余土平铺到塔基连梁及永久占地范围内, 然后回覆表土。缓坡型塔基临时堆土位于基础下方的临时场地, 前期先利用各塔基剥离的表土袋装收集, 堆筑形成装土编织袋挡墙临时挡护, 后期余土在塔基连梁及永久占地范围内堆放回填, 然后回覆表土; 陡坡型塔基临时堆土位于基础下方的临时场地, 前期先利用各塔基剥离的表土袋装收集, 堆筑形成装土编织袋挡墙临时挡护, 后期在塔基区下边坡修建浆砌石挡土墙(堡坎), 将余土回填至挡墙及塔基连梁及永久占地范围内堆放回填, 整平后回覆表土。全线共设 107 个余土临时堆土点, 平均堆高约 2m, 临时堆土场总占地面积约 0.38hm<sup>2</sup>。每个塔基土建施工时间不长, 一般在 1 个月左右, 因此基坑开挖余土堆放时间不长, 同时在堆放期间进行临时防护, 可最大限度避免水土流失。

#### 2. 施工道路区:

简易汽车道路拓修时剥离表土共计 0.17 万 m<sup>3</sup>, 因每段拓修道路较短, 剥离量很少, 剥离的表土采用编织袋袋装收集, 施工期间堆放在道路一侧或堆筑在道路下边坡兼做临时拦挡, 施工结束后作为绿化覆土。

人抬道路主要是对影响通行的灌草丛进行砍伐清除, 不涉及土石方挖填, 无需剥

离表土。

## 2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

根据主体设计资料，本工程不涉及线路下方民房及建筑物拆迁。

线路建设需拆除 500kV 多乐-永丰 I 回线路 292 号杆塔，该工程量已在 500kV 鹤城输变电工程计划。拆除杆塔仅拆除塔身钢材、金具和绝缘子等，不涉及塔基基础的开挖。

## 2.6 施工进度

本工程计划 2022 年 10 月开工，2023 年 9 月完工，总工期为 1 年。

本工程施工进度计划见表 2.6-1。

表 2.6-1 本工程施工进度计划表

工期		2022年				2023年			
		Q4		Q1		Q2		Q3	
1	施工道路整修								
2	基础施工								
3	杆塔组立、架线安装								
4	安装调试、投产								
备注：每年以季度（Q）计列。									

## 2.7 自然概况

### 2.7.1 地形地貌

线路沿线地形以高原型低山、中山为主，其间夹有小型山间盆地及河谷冲积盆地，沿线地势相对较高，地形起伏较大，大致为北高南低。线路沿线，在山顶地带，海拔高程多在 2000~2300m 之间，在河谷地带，海拔高程多在 1500~2000m 之间，相对高差一般在 500~1100m。沿线地貌主要为构造侵蚀中山地貌，山坡坡度多在 10~30° 之间。

### 2.7.2 地质

线路沿线地质为寒武系下统地层、泥盆系中统地层、二迭系地层、三迭系地层、第

三系上统地层及第四系地层。基岩以灰岩、白云岩灰岩、玄武岩、泥页岩为主，部分地段有砂岩、粉砂岩出露；覆盖层以坡残积型或冲洪型粘性土、含角粘性土、碎石为主，在小型山间盆地边缘地带稍有密状砂土分布。覆盖层厚度约 0~5.00m。

地震动峰值加速度为 0.10g，地震动反应谱特征周期为 0.45(sec)，相应的地震基本烈度为 VII 度。线路沿线的不良地质作用一般发育，主要表现为岩溶、中小型冲沟、小型滑坡、崩塌、采空区及高陡斜坡。线路路径方案上未发现有对线路走向构成颠覆性威胁的大型滑坡、泥石流等不良地质作用。

根据线路路径沿线地下水的贮存、补给、径流、排泄条件和特点，地下水类型有松散堆积层孔隙水、基岩裂隙水及岩溶水三类。孔隙水主要分布于山间盆地或山间平坝内，具有埋藏浅，随季节性变化大等特点，主要受大气降水与地表水补给影响，埋深 5~15m，基础埋置深度大于 5m 时，需考虑其对基础设计及施工的影响；在山顶地段或山前斜坡地段，地下水类型为基岩裂隙水及岩溶水，埋藏较深，远大于基础埋置深度，可不考虑其对基础的影响。但雨季施工需注意局部上层滞水对施工造成的影响。

根据对沿线已有的水文地质资料的收集调查，并结合以往类似工程及当地工程建筑经验初步判断，地下水对混凝土结构及混凝土结构中的钢筋具有微腐蚀性；地基土对混凝土结构、钢结构及混凝土结构中的钢筋具有微腐蚀性。

### 2.7.3 气象

云南省昭通市昭阳区和鲁甸县属亚热带、暖温带共存的高原季风立体气候，四季不明显，具有冬无严寒、夏无酷暑、雨热同季、干湿分明等特点；贵州省威宁县为亚热带季风性湿润气候区，冬无严寒，夏无酷暑，日温差大，年温差小。根据线路途径县市气象站气象资料（1985 年~2015 年），各地主要气象指标见表 2.7-1。

表 2.7-1 各地主要气象指标表

项目		云南省昭通市		贵州省毕节市
		昭阳区	鲁甸县	威宁县
气温	多年平均 (°C)	12.1	12.1	11.5
	极端最高 (°C)	33.5	33.6	32
	极端最低 (°C)	-13.3	-13.5	-15
	≥10°C 年积温 (°C)	3217	3250	3978
蒸发量	多年平均蒸发量 (mm)	2244.3	1524	1754
降水量	多年平均降水量 (mm)	1135	1140	950
	十年一遇 1h 暴雨量 (mm)	48	52	46
	雨季时段 (月)	4 月~9 月	4 月~9 月	4 月~9 月
风速	多年平均风速 (m/s)	2.2	2.3	2.5
	主导风向 (方位)	NE	NE	NE
	大风月	3 月、6 月	3 月、5 月	3 月、5 月
	大风日数	63	61	66
无霜期	年无霜期平均日数	221	223	240
最大冻土深度		/	/	/

#### 2.7.4 水文

本线路所经地区属于长江流域牛栏江横江水系，线路沿线没有跨越大的水体和水库等，牛栏江位于本线路南端以南约 1km，牛栏江系中国长江的上游干流金沙江右岸支流，发源于云南省昆明市境内，干流长 423km，落差 1660m，流域面积 13320km<sup>2</sup>。流向大体上从南向北，流经云南省东部和贵州的威宁县境，在云南省昭通市注入金沙江。

本工程区域水系情况详见附图 3354K-I02-02。

#### 2.7.5 土壤

昭通市昭阳区的土壤类型主要有黄壤、紫色土、棕壤、棕色针叶林土和水稻土；鲁甸县的土壤类型主要有红壤、黄壤、紫色土、棕壤、棕色针叶林土和水稻土；威宁县的土壤类型主要有红壤、黄壤、紫色土、棕壤和水稻土。

线路沿线占地范围内涉及的土壤类型主要有红壤、棕壤、黄壤等 3 个土类。

线路沿线表层土壤厚度约 10~30cm 左右，剥离面积 4.14hm<sup>2</sup>。

表土厚度实拍照片以及表土剥离情况表见表 2.7-2。



### 2.7.6 植被

根据植被区划，项目所在地的植被区划为“高原亚热带北部常绿阔叶林地带（IIAii）- 滇中、东高原半湿润常绿阔叶林、云南松林区（IIAii-1）- 滇中高原盆谷滇青冈林、元江栲林、云南松林亚区”。项目区原生植被是半湿润常绿阔叶林，在土壤深厚的土山有部分云南松林。但是由于长时间的人为影响，项目区的原生植被已经基本荡然无存。

根据本工程生态调查结果，线路沿线的自然植被类型包括次生半湿润常绿阔叶林、半湿润落叶阔叶林、次生暖温性针叶林、石灰岩灌丛、稀树灌木草丛5个植被型，包括滇青冈林、元江栲林、麻栎林、旱冬瓜林、云南松林、华山松林、粉叶小檗灌丛、西南栒子灌丛、火棘灌丛、云南松石灰岩灌丛、矮刺栎灌丛、云南松稀树灌草丛、黄背草和蔗茅草丛、黄茅和野古草草丛、碎米花灌草丛、中华山蓼灌草丛16个群系，人工植被包括经济果木林及耕地，主要种植苹果、核桃、玉米、马铃薯等。其中云南松林在线路沿线山坡广泛分布，旱冬瓜林分布于山坡下部区域，粉叶小檗灌丛、火棘灌丛在林下地带广泛分布，黄背草和蔗茅草丛、黄茅和野古草草丛均在山坡广泛分布。

本工程涉及生态保护红线的8基塔位，地类主要为林地、草地和耕地，植被类型较简单，且不涉及石灰岩生态脆弱地区的林地和灌丛。根据生态保护红线内植被样方调查结果，涉及生态保护红线的8基塔位植被类型以云南松林为主，其次为旱冬瓜林群落，火棘群落，黄背草群落、野古草群落、人工植被（玉米、马铃薯），实地考察未在该段工程占地及生态保护红线评价范围内发现有重点保护野生植物分布，植物种类均为区域常见种。

2020年昭阳区、鲁甸县和威宁县林草覆盖率分别为48.14%、34.5%、52.2%。项目区林草覆盖率为58.33%。

### 2.7.7 其他

根据《500kV鹤城输变电工程（昭通电网增容及500kV网架加强工程）之鹤城~多乐线路工程建设项目涉及生态保护红线不可避让性评估报告》，生态保护红线采用国务

院批准发布的生态保护红线范围叠加得知，项目涉及生态保护红线塔基数量有 8 基，跨越长度约 3km；占用地点均位于威宁县玉龙镇，占用红线类型均为石漠化，主导功能为乌蒙山—北盘江流域石漠化。

除此之外，项目不涉及水功能一级区的保护区和保留区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等水土保持敏感区。

### 3 项目水土保持评价

#### 3.1 主体工程选址水土保持评价

结合《中华人民共和国水土保持法》（主席令第39号，2010年修订）、《中华人民共和国长江保护法》（2020年12月26日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，2021年3月1日起施行）、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018），本方案水土保持制约性因素分析见表3.1-1。

表 3.1-1 主体工程制约性因素对照分析表

序号	约束性条件	符合性分析	分析结果
《中华人民共和国水土保持法》（主席令第39号，2010年修订）			
1	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。	本工程不在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石。	符合要求
2	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	本工程沿线林草植被覆盖率较高，不属于水土流失严重、生态脆弱地区。线路8个塔基涉及乌蒙山—北盘江流域石漠化生态保护红线，根据生态现状调查，塔基涉及区域植被类型较简单，且不涉及石灰岩生态脆弱地区的林地和灌丛。施工结束后对临时占地区域进行乔灌草综合绿化。	符合要求
3	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。	本工程涉及金沙江下游国家级水土流失重点治理区、黔西南岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区，本方案已采取建设类西南岩溶区水土流失一级标准，同时提高土壤流失控制比和林草覆盖率指标，主体工程已优化建设方案、施工工艺等，以减少扰动面积和土石方量，通过加强预防保护，采取科学可行的水土流失防治措施后，（具体内容见3.2.1.1建设方案相符性分析章节）。	存在约束性因素，主体工程及本方案经优化建设方案、施工工艺，提高防治标准，采取完善的防治措施后，符合要求。
《中华人民共和国长江保护法》			
序号	约束性条件	符合性分析	分析结果
1	第四十条：国务院和长江流域省级人民政府应当依法在长江流域重要生态区、生态状况脆弱区划定公益林，实施严格管理。国家对长江流域天然林实施严格保护，科学划定天然林保护重点区域。长江流域县级以上地方人民政府应当加强对长江流域草原资源的保护，对具	本工程不涉及长江流域天然林、长江流域基本草原、长江流域国家重要湿地、地方重要湿地。	符合要求

	<p>有调节气候、涵养水源、保持水土、防风固沙等特殊作用的基本草原实施严格管理。</p> <p>国务院林业和草原主管部门和长江流域省级人民政府林业和草原主管部门会同本级人民政府有关部门，根据不同生态区位、生态系统功能和生物多样性保护的需要，发布长江流域国家重要湿地、地方重要湿地名录及保护范围，加强对长江流域湿地的保护和管理，维护湿地生态功能和生物多样性。</p>		
2	<p>第六十一条：长江流域水土流失重点预防区和重点治理区的县级以上地方人民政府应当采取措施，防治水土流失。生态保护红线范围内的水土流失地块，以自然恢复为主，按照规定有计划地实施退耕还林还草还湿；划入自然保护区核心保护区的永久基本农田，依法有序退出并予以补划。</p> <p>禁止在长江流域水土流失严重、生态脆弱的区域开展可能造成水土流失的生产建设活动。确因国家发展战略和国计民生需要建设的，应当经科学论证，并依法办理审批手续。</p> <p>长江流域县级以上地方人民政府应当对石漠化的土地因地制宜采取综合治理措施，修复生态系统，防止土地石漠化蔓延。</p>	<p>本工程涉及金沙江下游国家级水土流失重点治理区、黔西南岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区、乌蒙山—北盘江流域石漠化生态保护红线，本方案已经按照建设类西南岩溶区水土流失一级标准的要求布设水土保持措施，沿线植物措施配置采用当地优势的乔木、灌木和草种。</p> <p>本工程沿线林草植被覆盖率较高，根据现场调查，塔基涉及区域植被类型较简单，且不涉及石灰岩生态脆弱地区的林地和灌丛，因此本项目不涉及长江流域水土流失严重、生态脆弱的区域。建设单位已组织编制了项目涉及乌蒙山—北盘江流域石漠化生态保护红线不可避免性评估报告，通过了贵州省自然资源厅、贵州省生态环境厅和贵州省林业局组织的评审并取得论证意见。</p>	符合要求
<b>《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）</b>			
序号	约束性条件	符合性分析	分析结果
1	选址（线）应避免水土流失重点预防区和重点治理区。	由于线路路径较长，不可避免的涉及国家级水土流失重点治理区，本方案已将项目水土流失防治标准等级设定为建设类西南岩溶区水土流失一级标准，同时提高林草覆盖率指标，主体工程已优化建设方案、施工工艺等，以减少扰动面积和土石方量。	存在约束性因素，主体工程及本方案优化施工工艺、提高防治指标值后符合
2	选址（线）应避免河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。	本工程不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带	符合标准要求
3	选址（线）应避免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。	项目区没有全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区和国家确定的水土保持长期定位观测站。	符合标准要求

本工程途径地昭阳区布嘎乡、守望乡、小龙洞乡、鲁甸县江底镇属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，威宁县玉龙乡、牛棚镇、中水镇属于黔西南岩溶石漠化国家

级水土流失重点治理区，因此无法避开水土流失重点治理区；根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），项目位于各级人民政府和相关机构确定的水土流失重点预防区和重点治理区、饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质工业、森林公园、重要湿地，且不能避让的，以及位于县级及以上城市区域的，应执行一级标准。因此，本工程水土流失防治标准等级设定为建设类西南岩溶区水土流失一级标准。

综上所述，本工程在选址（线）及建设中虽有一定的限制性因素，通过提高防治标准，加强预防保护，优化施工工艺，尽量减少地表扰动和植被损坏范围，采取科学可行的水土流失防治措施后，可满足水土保持要求，工程建设可行。

## 3.2 建设方案与布局水土保持评价

### 3.2.1 建设方案评价

#### 3.2.1.1 建设方案合理性分析

本方案对照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中关于工程建设方案与布局的相关规定进行水土保持分析与评价，并提出相应要求，详见表 3.2-1。

表 3.2-1 《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018) 关于工程建设方案与布局的分析评价

GB50433-2018 的约束性条件	合理性分析	分析结果
山丘区输电工程塔基应采用不等高基础, 经过林区的应采用加高杆塔跨越方式。	根据主体工程设计资料, 本工程为减少基面土石方开挖量和破坏山区植被, 所有塔基均采用全方位高低腿设计。在路径选择时, 尽量避开林区, 对线路走廊范围内不能避开的林区, 采用加高塔身的方法进行高跨, 减少林木砍伐。	符合
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:	本工程无法避让金沙江下游国家级水土流失重点治理区、黔西南岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区。经主体设计对建设方案进行优化和水保方案分析补充后, 本工程与左栏要求相符性分析如下:	符合
1.应优化方案, 减少工程占地和土石方量。	<p>①主体设计时塔位尽量选在面包形山顶或山脊等水土流失影响相对较小的位置;</p> <p>②通过增加塔基高度(呼称高)进而增加档距以满足导线弧垂最低距离, 从而减少杆塔布设总数, 减少占地;</p> <p>③杆塔塔基采用高低腿及主柱加高基础设计, 各塔四条腿可根据实际地形调节组合, 并配合高低基础使用以适应塔位原地形, 不降基, 选用挖孔桩基础原状土施工, 仅对基础进行开挖, 进而减少了塔基基础土石方挖填工程量;</p> <p>④优化施工组织方案, 充分利用已有道路运输, 交通运输上采用传统的施工方式, 到达塔位不新建简易汽车运输道路, 利用原有土路拓宽, 没有土路的开拓人抬道, 宽度满足人力和马帮运输即可, 避免新建施工道路, 减少施工道路占地;</p> <p>⑤合理安排架线施工, 采用无人机放线等先进施工架线工艺, 减少牵张场地设置数量, 牵张场选用相对平缓的草地, 采用彩条布铺垫, 不损坏原有植被。</p> <p>⑥涉及生态保护红线区域施工时, 不在保护红线范围内设置牵张场, 利用现有林区道路和山间小道, 不修建施工便道, 最大程度减小对生态保护红线区域的扰动和影响。</p> <p>通过以上优化的施工工艺和措施能有效减少土石方工程量、扰动地表面积和植被损坏范围, 减轻对线路沿线原地貌的破坏。</p>	符合
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。	根据主体设计资料, 本工程主要考虑在部分缓坡型和陡坡型塔基区设置浆砌石排水沟, 以防止上坡侧雨水冲刷基面, 根据左栏技术要求, 塔基排水沟设计标准由5年一遇提高至10年一遇10min降水量设计; 经本方案分析补充, 本工程设计的拦挡工程主要为塔基区临时土方拦挡, 根据左栏要求, 本方案补充设计的临时防护措施对临时堆土采取了彩条布铺垫、密目网苫盖以及装土编织袋拦挡, 表土全部袋装用作临时堆土周边临时挡墙, 对施工期的临时堆土密闭防护, 严控水土流失。	符合
3.宜布设雨洪集蓄、沉沙设施。	输变电工程杆塔分散且单个塔基扰动面积小, 塔基大部分布设在山顶或山脊上, 汇水面积较小, 一般不需布设雨洪集蓄设施。在施工期间, 对陡坡型塔基和位于水土保持敏感区塔基布设沉沙池。	符合
4.提高植物措施标准, 林草覆盖率应提高1个~2个百分点。	经本方案分析补充, 结合输电线路工程及其他临时占地区域植被恢复与建设工程级别为2级, 同时提高林草覆盖率2个百分点。	符合

根据上述分析，经主体设计优化建设方案和施工工艺，尽量减少地表扰动和植被损坏范围，同时本方案通过提高防治标准值和防治措施标准等级，采取完善的水土保持措施，本工程建设方案总体合理，符合水土保持相关规定与要求。

### 3.2.1.2 建设方案位于水土保持敏感区相符性分析评价

#### 1.水土保持重点预防区和重点治理区

结合水利部办公厅文件办水保〔2013〕188号《水利部办公厅关于印发〈全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知》、《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（云南省水利厅公告第49号）和《贵州省水利厅关于印发贵州省水土流失重点预防区和重点治理区划分成果的通知》（黔水保〔2015〕82号），本工程途径地昭阳区布嘎乡、守望乡、小龙洞乡、鲁甸县江底镇属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，威宁县玉龙乡、牛棚镇、中水镇属于黔西南岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区，同时，项目涉及贵州省生态保护红线。项目区域水土流失重点预防区和重点治理区区划图见图 3.2-1。

乐线路工程建设项目占用生态保护红线不可避免性论证方案》；本工程线路穿越了贵州省生态保护红线，类型为乌蒙山—北盘江流域石漠化红线。

本工程作为电力基础设施项目，属国家鼓励性行业，为区域的发展提供电力保障，提高了网区的供电可靠性。本工程在选线 and 设计阶段进行了多次优化，已最大限度地避让了自然保护区和饮用水源保护区等环境敏感区，但由于线路路径长、跨度大，受城镇规划、自然条件、施工条件等因素的限制，无法完全避让生态保护红线，但线路已尽可能避让了呈块状分布的生态保护红线密集区，尽可能从生态保护红线零星分布区域或间隙通过，最大限度减小了对生态保护红线的影响。

本项目主要位于乌蒙山集中连片特殊困难地区，该地区跨越云南、贵州、四川三省，是国家新一轮扶贫开发攻坚战的主战场之一。适用于《中共云南省委办公厅 云南省人民政府办公厅关于贯彻落实支持深度贫困地区及乌蒙山片区脱贫攻坚相关国土资源政策的通知》（云办通〔2017〕46号），该项目属于国家能源局明确的重点电网项目，符合《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（厅字〔2017〕2号）、《生态保护红线划定指南》和《贵州省生态保护红线管理暂行办法》占用生态保护红线的不可避免性论证的范畴。本工程已编制《500kV 鹤城输变电工程（昭通电网增容及 500kV 网架加强工程）之鹤城~多乐线路工程建设项目涉及生态保护红线不可避免性评估报告》，通过了评审并取得论证意见（见附件 12）。根据分析，本工程建设不属于大规模连片开发，对沿线生态环境的扰动较小，不损害生态系统的稳定性和完整性，对生态保护功能影响较小，通过采取生态修复措施可确保生态环境质量不降低。

## （2）设计及水土保持方案优化

### 1）路径走向优化

根据现场调查，本工程输电线路已尽可能避让了呈块状分布的生态保护红线密集区，尽可能从生态保护红线零星分布区域或间隙通过，最大限度减小了对生态保护红线的影响。

### 2）塔基档距和数量优化



本工程线路长度 42.864km，设 107 基塔，平均档距为 400m，其中涉及生态保护红线长度约 3km，设 8 基塔，平均档距为 375m，涉及生态保护红线的塔位平均档距低于全线平均档距，主要原因为涉及生态保护红线的 8 基塔位均属于 20mm 重冰区（7 基塔位平均海拔都在 2000m 以上，1 基塔位海拔 1991m），根据输变线路设计规程，位于 20mm 冰区档距应控制在 400m 以内；其次涉及生态保护红线的塔位涉及到林区，为了减少对放线通道树木的砍伐，若是想达到减少放线通道树木砍伐的杆塔呼称高度，可以通过增加塔基数量减少档距，或是相同档距内增加铁塔高度，来提高导线弧垂高度，增加树冠与导线之间的垂直距离，达到减少树木砍伐的目的。为了减少扰动地表进而减少土石方工程量，主体设计通过增加塔基呼称高度，而不是增加塔基数量进一步缩短档距来提高导线弧垂高度，涉及生态保护红线的塔型平均呼称高为 46m，高于全线塔型的平均呼称高 42m，因而在档距需控制在 400m 以内的前提下，结合实际气象、水文、地质情况，将涉及生态保护红线内的平均档距控制在 375m，设置 8 基杆塔，已是最优设计方案。

### 3) 扰动地表面积和土石方量优化

本项目涉及生态保护红线的塔基其塔基及施工场地区平均永久占地  $251\text{m}^2$ ，超过全线塔基平均永久占地  $228\text{m}^2$ ；平均临时占地  $757\text{m}^2$ ，超过全线平均永久占地  $729\text{m}^2$ ，这主要是由于采用了呼称高偏高的塔基，因而其根开相对较大，永久占地以根开（含基础立柱）外扩 2m 计，临时占用在永久占地基础上外扩，所以涉及生态保护红线的单个塔基其塔基及施工场地区占地会超出平均  $51\text{m}^2$ ，这部分占地不可避免。但在施工过程中，塔基及施工场地的临时占地应根据实际地形情况尽可能控制施工作业范围。另外，因穿越生态保护红线的距离较短，可不在生态保护红线区域设置牵张场地区，若有需要在红线外围设置；该区域可利用原有机耕道路和林区小道运输，不需修建人抬道和拓修简易汽车道路。因此，该区域除了塔基施工范围，不增加其他临时占地，减少扰动地表范围。

本工程全部塔基基础型式均采用土石方工程量相对较小的挖孔桩基础，仅开挖基础

施工区域，采用高低腿及主柱加高基础设计，不降基，单个塔基的平均土方开挖量约 $60\text{m}^3$ ，已远低于500kV输电线路同类工程塔基土石方工程量平均数。

### (3) 施工工艺、水土流失防治方案及效果分析

线路施工采取先进的高跨施工工艺、严格控制施工范围，禁止大开挖减少对原状地表土的扰动，设置醒目的标示牌、边界线等，除施工不得不铲除或碾压植被外，不允许以其他任何理由铲除植被，以减少对生态环境的破坏。施工中要严格控制临时占地，减少破坏原地貌、植被的面积。基坑开挖尽量保持坑壁成型完好，基础坑开挖好后应尽快浇筑混凝土。架线可因地制宜的采用无人机架线等不扰动地表植被的施工工艺。

选择在无雨的天气施工，组织充足人力资源，加快施工进度，水土保持措施与主体工程做到“三同时”。施工过程中，剥离的表土全部用装土编织袋袋装，塔基周边开挖临时排水沟，在临时排水沟末端设置沉沙池，开挖余土临时堆土底部用彩条布铺垫，堆土坡脚采用装土编织袋拦挡，堆土表面采用密目网苫盖；施工结束后，余土在塔基连梁及永久占地范围内堆放回填，并进行土地整治。

本方案提高了植被恢复级别，参照生态公益林建设标准，通过对生态保护红线的植被调查，本方案在施工后期植物措施植被配置选用生态保护红线区域原有的云南松、旱冬瓜、粉叶小檗、火棘、野古草、黄背草等乡土乔木、灌木和草本进行乔灌草综合恢复，营造出生态公益林的效果，能最大限度的减小了对生态保护红线的影响。

除采取一系列完善的水土保持措施外，同时在陡坡型的塔位设置水土保持监测点，通过监测其水土流失状况进一步采取针对性的措施。

综上所述，虽然线路不可避免的需要涉及占用生态保护红线，通过设计上尽量减少施工临时占地、土石方工程量，施工期采取完善的施工防护和管理措施，尽量减少工程的建设对生态保护红线内生态完整性的破坏和水土流失，不损害生态系统的稳定性和完整性。

### (5) 建设方案涉及生态保护红线相符性分析评价结论

本工程设计和施工方案中已考虑采取完善的环境保护、水土保持措施，减小工程施工造成的环境影响；同时施工结束后将及时进行植被恢复，将对生态环境的影响降至最低。本工程经过水土保持敏感区虽存在一定的制约性因素，但采取相应防护措施后可满足水土保持要求。从水土保持角度来说，本工程的建设与贵州省生态保护红线规划相符。

### 3.2.1.3 建设方案合理性评价结论

综上所述，本工程不可避免的要涉及水土流失重点治理区和贵州省生态保护红线，经过分析论证，通过优化建设方案和施工工艺，尽量减少地表扰动和植被损坏范围，提高防治标准，采取科学可行的水土流失防治措施后，可满足水土保持要求，工程建设方案可行。除贵州省生态保护红线外，本工程已避开河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，不占用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；项目区域不涉及水功能一级区的保护区和保留区、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。

### 3.2.2 工程占地评价

500kV 线路工程占地面积为  $18.00\text{hm}^2$ ，其中永久占地  $2.44\text{hm}^2$ ，占总占地的 13.6%，临时占地  $15.56\text{hm}^2$ ，占总占地的 86.4%。线路工程占地包含了塔基及施工场地区、牵张场地区、跨越施工场地区和施工道路区，除了塔基建设范围内  $2.44\text{hm}^2$  为永久占地外，其余均为为了建设线路工程而需要临时扰动的地面。塔基及施工场地区永久占地主要是塔基基座占地范围，根据云南、贵州两地 500kV 线路水土保持验收经验，每一基塔外扩 8~10m 为半径的周边区域作为单个塔基的临时施工场地。本工程线路沿线走线不可避免的占用林地、草地、园地和耕地，这些地类具有水土保持功能的设施和原始地貌，施工时基面平整、基础开挖等扰动剧烈，但塔基建好后建筑物占压和地表硬化处基本不再产生水土流失，同时结合采用植被护面，可使永久占地的水土流失不同程度地减少或消除。项目占用的旱地不在政府划定的当地粮食主产区之内，且施工结束后对临时占用的耕地

进行复耕，所以工程建设占用耕地对当地土地资源影响较小。

临时占地主要包括塔基区临时施工用地、牵张场用地、跨越电力线路和公路需要架设的跨越架占地、施工道路区等。塔基区临时用地、牵张场一般选择塔基或工程附近相对平坦开阔的空地，只需进行简单的场地平整或占压，对原地貌的扰动程度不大；开辟人抬道路主要通过砍伐灌草丛，宽度以满足人力挑担材料和马帮运输材料即可，对地面扰动很小，简易汽车运输道路根据情况进行简单的表土剥离和路面清理以满足汽车行驶需要，涉及到扰动的区域很小；跨越场地一般采用搭设临时跨越架的方式，基本上不需进行场地平整，完成跨越后，拆除跨越架，即可恢复原地貌。临时用地施工期间因地表附着物（如林草等）被损坏而裸露，产生水土流失，但施工结束后即可按照土地原使用功能进行恢复，对占用的耕地、园地进行复耕，对占用的林地及草地等恢复植被，可使临时占地的水土流失不同程度地减少或消除。

综上所述，本工程占地符合当地土地实际，已采取了节约用地和减少扰动的措施，临时占地在满足施工要求的前提下尽量减少，工程占地无水土保持制约因素。

### 3.2.3 土石方平衡评价

线路工程塔基及施工场地区、牵张场地区、施工道路区涉及到土石方挖填。

输变电线路的建设的特点为跨距长、塔基多，单个塔基扰动面和土石方工程量小。塔基及施工场地区挖方量为 1.11 万  $m^3$ （含表土剥离 0.47 万  $m^3$ ），总填方量为 1.11 万  $m^3$ （含表土回覆 0.47 万  $m^3$ ），全线共设立 107 基杆塔，平均每基开挖土方（含表土）约 104 $m^3$ ，因此在每个塔基的临时占地内设临时堆土场，将该塔基处剥离的表土袋装后和多余土方集中堆放于临时堆土场。位于平地型的余土，平铺到塔基连梁及永久占地范围内；陡坡型和缓坡型的土方在余土在塔基连梁及永久占地范围内堆放回填；施工后期表土用作塔基区绿化覆土。线路施工结束后不产生永久弃渣。每个塔基土建施工时间不长，一般在 1 个月左右，施工临时弃方堆放时间不长，同时在堆放期间进行临时防护，可最大限度避免水土流失。线路无需从外界取土或弃土。

牵张场地一般选择地形平缓的区域，同时采用铺设彩布条进行铺垫防护，一般不涉及大规模土石方平整，部分牵张场根据地形需要进行平整，涉及少量土石方挖填，土石方挖填均达到平衡。

施工道路区的土石方挖填主要是简易汽车运输道路根据情况进行简单的表土剥离和路面清理以满足汽车行驶需要，土石方挖填均达到平衡。

因此线路工程土石方平衡满足要求，合理可行。

### 3.2.4 取土（石、砂）场设置评价

本工程不涉及取土。

### 3.2.5 表土堆放场设置评价

本工程不专门设置表土堆放场。

### 3.2.6 施工方法与工艺评价

表 3.2-2 施工方法与工艺评价分析结果

施工区域		施工工艺	水土保持分析与评价
500kV 线路工程	施工场地及施工组织	线路选线时，根据系统线要求、地形地质情况，电气设备要求，已尽量避免不良地质区域。施工组织中要求合理安排施工，防止重复开挖和多次倒运，减少了裸露时间和范围。	符合要求，需加强对施工人员的培训，施工过程中禁止随意踩踏施工场地以外的区域。
	基础施工	基坑开挖主要为人工开挖。浇筑混凝土基础时在挖好的基坑放置钢筋笼、支好钢模板，进行混凝土浇筑。基础拆除模板，测试砼强度达到设计强度后进行土方回填。	符合要求，需增加表土剥离措施，不能及时回填的基槽土应集中堆放，并采取堆土的拦挡、苫盖措施，增加场地临时排水措施。
	组塔	工程铁塔安装施工采用分解组塔的施工方法。在施工过程中，根据铁塔的形式、高度、重量以及施工场地、施工设备等施工现场情况，确定正装分解组塔或倒装分解组塔。	符合要求，注意组塔过程中组装器具、塔材的堆放、拦挡措施，尽量减少对地表的扰动。
	架线	线路架线采用张力架线方法施工，同时可采用先进的无人机放线工艺。	符合要求，利用施工道路及牵张场地即可实施，能大大减少对沿线植被的破坏，减少工程临时占地。

### 3.2.7 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

#### 3.2.7.1 塔基及施工场地区

## 1.工程措施

### (1) 规划选线及塔位塔型选择原则

1) 选线避开自然保护区、林场、水库水源林、风景区等敏感区, 尽量避开林区, 减少林木砍伐, 在考虑树种最终树高、树冠与导线之间的垂直距离(或净空距离) $< 7\text{m}$ 时采用加高铁塔的方法处理。对不能避开的林地, 仅砍伐林木, 遗下树根及灌木草丛, 防止出现裸地发生水力侵蚀。

2) 选线和定位时尽量避开村庄、园地、经济作物田地, 减少居民搬迁和毁坏耕地; 尽量避开陡坡和不良地质地段。

3) 优先考虑采用原状土基础, 充分利用原状土力学性能, 提高了基础抗拔能力, 减少土方开挖量, 施工不用模板或少用模板, 简化了施工工艺。

4) 为避免塔基大开挖, 保持山地原有的自然地形, 全方位采用高低腿塔和主柱加高基础, 最大限度地适应山地地形变化的需要。

### (2) 塔基挡土墙(堡坎)

根据主体设计资料, 部分位于缓坡型的塔基和位于陡坡型的塔基, 为防止塔基开挖土方向坡下滑落产生压埋危害, 在塔基下边坡修建浆砌石挡土墙(堡坎)。挡土墙(堡坎)设计为重力式, 墙顶宽度为 $0.6\text{m}$ , 面坡倾斜坡率为 $1:0$ , 背坡倾斜坡率为 $1:0.5$ , 墙高 $2.8\sim 3.5\text{m}$ , 共布设浆砌石挡土墙(堡坎) $312\text{m}$ ,  $\text{M}10$ 浆砌石工程量为 $935\text{m}^3$ 。

塔基浆砌石挡土墙(堡坎)的设置有利于边坡的稳定, 且有效地防止降水冲刷边坡造成水土流失。根据相关水土保持工程界定的原则, 浆砌石挡土墙(堡坎)以主体工程设计功能为主, 在确保本工程安全稳定运行的同时具有水土保持功能, 因此其工程量及投资不纳入本水土保持方案中。

### (3) 排水

主体对于部分地质不稳定的缓坡型、陡坡型塔基, 结合现场地形、周边环境及汇水情况, 一共有6基杆塔需要设置浆砌石排水沟, 包含缓坡型塔基4基(桩名:  $\text{C}1\text{Z}8$ 、 $\text{C}1\text{Z}42$ 、 $\text{C}1\text{J}33$ 、 $\text{C}1\text{J}39$ ), 陡坡型塔基2基(桩名:  $\text{C}1\text{Z}40$ 、 $\text{C}1\text{Z}54$ ), 布设形式为沿基础的上山

坡方向开挖排水沟，排水沟采用M10浆砌石砌筑，排水沟出口设置C15素混凝土散水消能面，排水沟规格为：上口宽×下口宽×深度×壁厚=0.6m×0.5m×0.5m×0.3m，总计共布设浆砌石排水沟170m，土方开挖153m<sup>3</sup>，M10浆砌石工程量107m<sup>3</sup>，C15素混凝土工程量1.95m<sup>3</sup>。其中缓坡型塔基4基，排水沟长度110m（云南省境内50m，贵州省境内60m），土方开挖99m<sup>3</sup>，M10浆砌石工程量69m<sup>3</sup>，C15素混凝土工程量1.30m<sup>3</sup>；陡坡型塔基2基，排水沟长度60m（均位于贵州省），土方开挖54m<sup>3</sup>，M10浆砌石工程量38m<sup>3</sup>，C15素混凝土工程量0.65m<sup>3</sup>。浆砌石排水沟设置明细及工程量表见表3.2-3。

表 3.2-3 浆砌石排水沟设置明细及工程量表

序号	桩名	微地形	行政区划	浆砌石排水沟工程量			
				长度 (m)	土方开挖 (m <sup>3</sup> )	M7.5 浆砌石 (m <sup>3</sup> )	C15 素混凝土 (m <sup>3</sup> )
1	C1Z8	缓坡型	威宁县	30	27	18.75	0.324
2	C1Z40	陡坡型	威宁县	30	27	18.75	0.324
3	C1Z42	缓坡型	威宁县	30	27	18.75	0.324
4	C1Z54	陡坡型	鲁甸县	30	27	18.75	0.324
5	C1J33	缓坡型	威宁县	30	27	18.75	0.324
6	C1J39	缓坡型	鲁甸县	20	18	12.50	0.324
合计	按微地形 统计	缓坡型		110	99	69	1.30
		陡坡型		60	54	38	0.65
	按行政区 统计		威宁县	120	108	76	1.30
			鲁甸县	50	45	31	0.65
	合计				170	153	107

浆砌石排水沟典型设计见附图 3354K-I02-12。

### 3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

本方案水土保持工程的界定参照以下原则：

- 1) 应将主体工程设计中以水土保持功能为主的工程界定为水土保持措施；
- 2) 难以区分是否以水土保持功能为主的工程，可按破坏性试验的原则进行界定：即假定没有这些工程，主体设计功能仍然可以发挥作用，但会产生较大的水土流失，此类工程应界定为水土保持措施。

- 3) 具体界定参照 GB50433-2018 附录 D 的规定进行。

根据以上水土保持措施界定原则，本工程浆砌石排水沟界定为水土保持措施，本工程主体工程界定为水土保持的措施见表 3.3-1；主体工程纳入水土保持方案的措施工程量及投资详见表 3.3-2，经计算主体工程纳入水土保持方案的水土保持投资为 3.46 万元，其中云南省水土保持投资 1.00 万元，贵州省水土保持投资 2.46 万元。

本工程在主体设计时，考虑了地质不稳定的塔基及施工场地区的排水，该措施不仅保证了工程本身的安全，也有效地防治水土流失，能够达到水土保持的要求。但主体工程对塔基及施工场地区的临时排水和表土防护、临时开挖土方防护考虑不足，未考虑线路建设产生的临时性占地如牵张场地区、跨越施工场地区、施工道路区的水土保持措施，本方案应从这些方面加以补充完善。

综上所述，本工程在选址（线）及建设中虽有一定的限制性因素，通过提高防治标准，加强预防保护，优化施工工艺，尽量减少地表扰动和植被损坏范围，采取科学可行的水土流失防治措施后，可满足水土保持要求，工程建设可行。

表3.3-1 主体工程水土保持措施界定表

序号	防治分区	工程措施
1	塔基及施工场地区	浆砌石排水沟



表3.3-2 主体工程纳入水土保持方案的措施工程量及投资汇总表

行政区划			项目分区		水保措施	措施名称	单位	工程 量	单价 (元)	投资(万元) (云南)	投资(万元) (贵州)	投资合计 (万元)		
			一级分区	二级分区										
云南省	昭通市	鲁甸县	塔基及施工 场地区	缓坡型	工程措施	浆砌石排 水沟	长度	m	50		1.00			
							土方开挖	m <sup>3</sup>	45	18.50	0.08			
							M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	31	288.74	0.90			
							C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	0.65	335.24	0.02			
贵州省	毕节市	威宁县	塔基及施工 场地区	缓坡型	工程措施	浆砌石排 水沟	长度	m	60			1.23		
							土方开挖	m <sup>3</sup>	54	18.80	0.10			
							M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	38	291.21	1.11			
							C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	0.65	338.55	0.02			
				陡坡型	工程措施	浆砌石排 水沟	长度	m	60			1.23		
							土方开挖	m <sup>3</sup>	54	18.80	0.10			
							M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	38	291.21	1.11			
							C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	0.65	338.55	0.02			
				小计	工程措施	浆砌石排 水沟	<b>长度</b>	<b>m</b>	<b>120</b>			<b>2.46</b>		
							土方开挖	m <sup>3</sup>	108		0.20			
							M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	76		2.22			
							C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	1.30		0.04			
合计			塔基及施工 场地区	缓坡型	工程措施	浆砌石排 水沟	长度	m	110				2.23	
							土方开挖	m <sup>3</sup>	99		0.18			
							M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	69		2.01			
							C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	1.30		0.04			
				陡坡型	工程措施	浆砌石排 水沟	长度	m	60			1.23		
							土方开挖	m <sup>3</sup>	54		0.10			

3 项目水土保持评价

行政区划	项目分区		水保措施	措施名称	单位	工程 量	单价 (元)	投资(万元) (云南)	投资(万元) (贵州)	投资合计 (万元)
	一级分区	二级分区								
	合计									
				M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	38				1.11
				C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	0.65				0.02
				<b>长度</b>	<b>m</b>	<b>170</b>				<b>3.46</b>
			工程措施	浆砌石排 水沟	土方开挖	m <sup>3</sup>	153			0.28
					M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	107			3.12
					C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	1.95			0.06

## 4 水土流失分析与预测

### 4.1 水土流失现状

#### 4.1.1 水土流失类型及强度

根据云南省和贵州省 2020 年度水土流失动态监测成果，项目区所经区域以水力侵蚀为主，侵蚀形式主要为面蚀、沟蚀。本工程涉及区域水土流失面积见表 4.1-1。

表 4.1-1 工程途径各县市水土流失面积统计表 单位:  $\text{km}^2$

行政区划			轻度		中度		强烈		极强烈		剧烈		总计
			面积	%	面积	%	面积	%	面积	%	面积	%	
云南省	昭通市	昭阳区	460.26	68.47	142.99	21.27	45.82	6.82	21.15	3.15	1.93	0.29	672.15
		鲁甸县	332.78	62.09	133.25	24.86	44.62	8.32	21.41	3.99	3.94	0.74	536.00
贵州省		威宁县	2084.90	80.02	380.75	14.61	109.15	4.19	29.33	1.13	1.22	0.05	2605.35

#### 4.1.2 项目区水土保持区划

根据《全国水土保持区划》（试行），本工程属于西南岩溶区土壤侵蚀类型区，根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区西南岩溶区容许土壤流失量为  $500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。项目水土保持区划情况见表 4.1-2，区域土壤侵蚀强度分布图见附图“3354K-I02-03”。

表 4.1-2 项目区水土保持区划情况表

一级区	二级区	三级区	行政区	容许土壤流失量 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$
西南岩溶区 (云贵高原区)	滇北及川西南高山峡谷区	滇北中低山蓄水拦沙区	昭阳区、 鲁甸县	500
	滇黔桂山地丘陵区	滇黔川高原山地保土蓄水區	威宁县	500

#### 4.1.3 项目区土壤侵蚀模数背景值

通过收集各省水土流失遥感调查结果，各省水土保持监测公报，同时征求了各县市（区）水土保持站专家的意见，根据水土保持站专家的意见，根据原地貌土地占地类型和微地貌，最终确定工程沿线的原地貌土壤侵蚀模数。项目区以水力侵蚀为主，侵蚀模数背景值云南省境内为  $400\sim 700\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ，贵州省境内为  $350\sim 600\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ，详见表 4.1-3。

表 4.1-3 原地貌土壤侵蚀模数背景值

行政区划			项目分区		农地		非农地	
			一级分区	二级分区	侵蚀强度及类型	土壤侵蚀模数背景值 [t/(km <sup>2</sup> ·a)]	侵蚀强度及类型	土壤侵蚀模数背景值 [t/(km <sup>2</sup> ·a)]
云南省	昭通市	昭阳区	塔基及施工场地区	平地型	微度水蚀	450	微度水蚀	400
				缓坡型	轻度水蚀	600	微度水蚀	450
				陡坡型	轻度水蚀	700	微度水蚀	480
			牵张场地区	/	/	微度水蚀	400	
			跨越施工场地区	微度水蚀	450	微度水蚀	400	
			施工道路区	简易汽车运输道路	/	/	微度水蚀	450
				人抬道路	/	/	微度水蚀	450
	鲁甸县	塔基及施工场地区	平地型	微度水蚀	450	微度水蚀	400	
			缓坡型	轻度水蚀	600	微度水蚀	450	
			陡坡型	轻度水蚀	700	微度水蚀	480	
			牵张场地区	/	/	微度水蚀	400	
			跨越施工场地区	微度水蚀	450	微度水蚀	400	
			施工道路区	简易汽车运输道路	/	/	微度水蚀	450
	人抬道路			/	/	微度水蚀	450	
贵州省	毕节市	威宁县	塔基及施工场地区	平地型	微度水蚀	400	微度水蚀	350
				缓坡型	轻度水蚀	550	微度水蚀	450
				陡坡型	轻度水蚀	600	微度水蚀	480
			牵张场地区	/	/	微度水蚀	350	
			跨越施工场地区	微度水蚀	400	微度水蚀	350	
			施工道路区	简易汽车运输道路	/	/	微度水蚀	450
				人抬道路	/	/	微度水蚀	450

## 4.2 水土流失影响因素分析

### 4.2.1 项目区水土流失成因及类型

项目区水土流失的成因主要包括自然因素和人为因素。其中，自然因素主要包括地形、土壤、气候、植被等，各种自然因素的综合作用成为水土流失客观的物质基础。项目区的水土流失主要以水力侵蚀为主，工程侵蚀次之。按土壤侵蚀的类型分为面蚀、沟蚀、重力侵蚀三大类，大部分地区以面蚀、沟蚀为主。

#### 1. 自然因素

影响水土流失发生发展的主要自然因素有地形地貌、气候（降水）、地面组成物质

(土壤)、植被等。降雨是产生土壤侵蚀的主要动力，地面坡度是决定径流冲刷程度的基础因素，植被对保持水土具有极其重要的作用。分析项目区影响水土流失的自然因素如下：

#### (1) 降水量大

项目所在地属亚热带、暖温带共存的高原季风立体气候，降雨多集中在4月~9月，这时期降水量集中，降雨强度大，降雨频繁，形成大量的地表径流，产生的水土流失较为严重。

#### (2) 地形、植被、土壤

项目区地貌类型为高原型低中山侵蚀型浅丘地貌、高原型低中山溶蚀型峰林地貌和高原型低中山构造剥蚀型沟谷地貌，地形起伏较大，主要土地类型为林地、草地、园地和耕地，水土流失强度相对较大，影响水土流失的因子主要为土壤因子。项目区主要土壤类型为红壤、棕壤、黄壤，土壤凝聚力差，在外力的作用下，易导致水土流失，但地表植被覆盖具有一定的水土保持作用。

### 2. 人为因素

若本工程在施工过程中未严格按照批复的水土保持方案设计的水土保持措施体系布设防护措施，或未及时采取措施，将加剧本工程的水土流失。

#### 4.2.2 项目区扰动地表面积

经统计，本工程建设造成的扰动地面积为 18.00hm<sup>2</sup>，详见表 4.2-1。

4.2-1 扰动地表面积统计表 hm<sup>2</sup>

行政区划		占地性质		合计
		永久	临时	
云南省	昭阳区	0.34	2.18	2.52
	鲁甸县	0.55	3.13	3.68
	小计	0.89	5.31	6.20
贵州省	威宁县	1.55	10.25	11.80
合计		2.44	15.56	18.00

### 4.2.3 项目区损毁植被面积

经现场勘察，本工程施工期损毁的植被类型有林地、草地，损毁植被面积为 10.50hm<sup>2</sup>。详见表 4.2-2。

表 4.2-2 项目损毁植被面积表 hm<sup>2</sup>

行政区划		占地类型		合计
		林地	草地	
云南省	昭阳区	0.76	0.64	1.42
	鲁甸县	1.15	0.93	2.08
	小计	1.91	1.57	3.48
贵州省	威宁县	3.93	3.09	7.02
合计		5.84	4.66	10.50

### 4.2.4 弃渣量预测

本工程总挖方量为 1.56 万 m<sup>3</sup>（含表土剥离 0.64 万 m<sup>3</sup>），填方量为 1.56 万 m<sup>3</sup>（含表土回覆 0.64 万 m<sup>3</sup>），土石方挖填平衡，无弃渣。

## 4.3 土壤流失量预测

### 4.3.1 预测单元

预测单元为工程建设扰动地表的时段、扰动形式总体相同、扰动强度和特点大体一致的区域。根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018)规定，结合输变电工程特点及区域地形地貌特点，本工程水土流失预测单元见表 4.3-1、表 4.3-2。

表 4.3-1

水土流失预测单元划分表

单位:  $\text{hm}^2$ 

项目分区		生产建设项目土壤流失类型 (水力作用)
一级分区	二级分区	
塔基及施工场地区	平地型	塔基永久占地区: 地表翻扰型一般扰动地表
		塔基临时施工场地区: 植被破坏型一般扰动地表
		塔基临时堆土堆放场地: 上方无来水工程堆积体
	缓坡型	塔基永久占地区: 地表翻扰型一般扰动地表
		塔基临时施工场地区: 植被破坏型一般扰动地表
		塔基临时堆土堆放场地: 上方无来水工程堆积体
	陡坡型	塔基永久占地区: 地表翻扰型一般扰动地表
		塔基临时施工场地区: 植被破坏型一般扰动地表
		塔基临时堆土堆放场地: 上方无来水工程堆积体
牵张场地区		植被破坏型一般扰动地表
跨越施工场地区		植被破坏型一般扰动地表
施工道路区	简易汽车运输道路	地表翻扰型一般扰动地表
	人抬道路	植被破坏型一般扰动地表

表 4.3-2

水土流失预测单元面积表

单位:  $\text{hm}^2$ 

行政区划	预测单元		土壤流失类型 (水力作用)	扰动 规模	地类	扰动面积		
	一级	二级				施工期	自然恢复期	
云南省 昭通市 昭阳区	塔基及施工 场地区	平地型	地表翻扰型一 般扰动地表	小	农地	0.04	0	
				小	非农地	0.02	0.03	
			植被破坏型一 般扰动地表	小	农地	0.12	0.12	
				小	非农地	0.08	0.08	
			上方无来水工 程堆积体	小	非农地	0.01	0.01	
			缓坡型	地表翻扰型一 般扰动地表	小	农地	0.12	0
		小			非农地	0.09	0.15	
		植被破坏型一 般扰动地表		小	农地	0.41	0.41	
				小	非农地	0.26	0.26	
		上方无来水工 程堆积体	小	非农地	0.04	0.04		
		陡坡型	地表翻扰型一 般扰动地表	小	农地	0.04	0	
				小	非农地	0.03	0.05	
			植被破坏型一 般扰动地表	小	农地	0.13	0.13	
				小	非农地	0.08	0.08	
		上方无来水工 程堆积体	小	非农地	0.01	0.01		
		牵张场地区		植被破坏型一 般扰动地表	小	非农地	0.15	0.15
		跨越施工场		植被破坏型一	小	农地	0.03	0.03

行政区划	预测单元		土壤流失类型 (水力作用)	扰动 规模	地类	扰动面积	
	一级	二级				施工期	自然恢复期
		地区		一般扰动地表	小	非农地	0.01
鲁甸县	施工道路区	简易汽车 运输道路	地表翻扰型一 般扰动地表	小	非农地	0.67	0.44
		人抬道路	植被破坏型一 般扰动地表	小	非农地	0.18	0.18
	塔基及施工 场地区	缓坡型	地表翻扰型一 般扰动地表	小	农地	0.22	0
				小	非农地	0.17	0.28
			植被破坏型一 般扰动地表	小	农地	0.61	0.61
				小	非农地	0.41	0.41
		陡坡型	上方无来水工 程堆积体	小	非农地	0.05	0.05
				小	农地	0.09	0
			地表翻扰型一 般扰动地表	小	非农地	0.07	0.12
				小	农地	0.3	0.3
	植被破坏型一 般扰动地表	小	非农地	0.2	0.2		
		上方无来水工 程堆积体	小	非农地	0.02	0.02	
	牵张场地区		植被破坏型一 般扰动地表	小	非农地	0.3	0.3
	跨越施工场 地区		植被破坏型一 般扰动地表	小	农地	0.02	0.02
				小	非农地	0.06	0.06
	施工道路区	简易汽车 运输道路	地表翻扰型一 般扰动地表	小	非农地	0.9	0.54
人抬道路		植被破坏型一 般扰动地表	小	非农地	0.26	0.26	
云南省 小计	塔基及施工 场地区	平地型	地表翻扰型一 般扰动地表	小	农地	0.04	0
				小	非农地	0.02	0.03
			植被破坏型一 般扰动地表	小	农地	0.12	0.12
				小	非农地	0.08	0.08
		缓坡型	上方无来水工 程堆积体	小	非农地	0.01	0.01
				小	农地	0.34	0
			地表翻扰型一 般扰动地表	小	非农地	0.26	0.43
				小	农地	1.02	1.02
	植被破坏型一 般扰动地表	小	非农地	0.67	0.67		
		上方无来水工 程堆积体	小	非农地	0.09	0.09	
	陡坡型	地表翻扰型一 般扰动地表	小	农地	0.13	0	
			小	非农地	0.1	0.17	
		植被破坏型一 般扰动地表	小	农地	0.43	0.43	
			小	非农地	0.28	0.28	
上方无来水工 程堆积体	小	非农地	0.03	0.03			
牵张场地区		植被破坏型一 般扰动地表	小	非农地	0.45	0.45	



行政区划	预测单元		土壤流失类型 (水力作用)	扰动 规模	地类	扰动面积					
	一级	二级				施工期	自然恢复期				
			跨越施工场 地区	植被破坏型一 般扰动地表	小	农地	0.05	0.05			
				小	非农地	0.07	0.07				
		施工道路区	简易汽车 运输道路	小	非农地	1.57	0.98				
			人抬道路	植被破坏型一 般扰动地表	小	非农地	0.44	0.44			
贵州省	毕节市	威宁县 (贵州省小计)	平地型	地表翻扰型一 般扰动地表	小	农地	0.07	0			
					小	非农地	0.05	0.07			
				植被破坏型一 般扰动地表	小	农地	0.21	0.21			
					小	非农地	0.14	0.14			
					上方无来水工 程堆积体	小	非农地	0.02	0.02		
			缓坡型	地表翻扰型一 般扰动地表	小	农地	0.51	0			
					小	非农地	0.39	0.6			
				植被破坏型一 般扰动地表	小	农地	1.69	1.69			
					小	非农地	1.13	1.13			
					上方无来水工 程堆积体	小	非农地	0.15	0.15		
			陡坡型	地表翻扰型一 般扰动地表	小	农地	0.29	0			
					小	非农地	0.24	0.38			
				植被破坏型一 般扰动地表	小	农地	0.98	0.98			
					小	非农地	0.67	0.67			
					上方无来水工 程堆积体	小	非农地	0.08	0.08		
					牵张场地区	植被破坏型一 般扰动地表	小	非农地	0.9	0.9	
					跨越施工场 地区	植被破坏型一 般扰动地表	小	农地	0.02	0.02	
							小	非农地	0.02	0.02	
					施工道路区	简易汽车 运输道路	小	非农地	3.38	2.37	
						人抬道路	植被破坏型一 般扰动地表	小	非农地	0.86	0.86
			合计		塔基及施工 场地区	平地型	地表翻扰型一 般扰动地表	小	农地	0.11	0
								小	非农地	0.07	0.1
							植被破坏型一 般扰动地表	小	农地	0.33	0.33
								小	非农地	0.22	0.22
		上方无来水工 程堆积体				小	非农地	0.03	0.03		
缓坡型	地表翻扰型一 般扰动地表	小				农地	0.85	0			
		小				非农地	0.65	1.03			
	植被破坏型一 般扰动地表	小				农地	2.71	2.71			
		小				非农地	1.8	1.8			
		上方无来水工 程堆积体				小	非农地	0.24	0.24		
陡坡型	地表翻扰型一	小	农地	0.42	0						

行政区划	预测单元		土壤流失类型 (水力作用)	扰动 规模	地类	扰动面积	
	一级	二级				施工期	自然恢复期
			一般扰动地表	小	非农地	0.34	0.55
			植被破坏型一 般扰动地表	小	农地	1.41	1.41
				小	非农地	0.95	0.95
			上方无来水工 程堆积体	小	非农地	0.11	0.11
	牵张场地区		植被破坏型一 般扰动地表	小	非农地	1.35	1.35
	跨越施工场 地区		植被破坏型一 般扰动地表	小	农地	0.07	0.07
				小	非农地	0.09	0.09
	施工道路区	简易汽车 运输道路	地表翻扰型一 般扰动地表	小	非农地	4.95	3.35
		人抬道路	植被破坏型一 般扰动地表	小	非农地	1.3	1.3
	合计					18	15.64

### 4.3.2 预测时段

依据《生产建设项目水土保持技术标准》，本工程为建设类新建项目，其水土流失预测时段分为施工期（含施工准备期）和自然恢复期。每个预测单元的预测时段按最不利情况考虑，超过雨季长度的按全年计，不超过雨季（项目区每年雨季为4~9月）长度的按照所占雨季长度的比例计算。输电线路一般分段施工，每个塔基、牵张场施工期3个月，按照工程施工时序，所有塔基土建施工完成后，开始安装导线，启用牵张场，因此线路工程各扰动区域施工期预测时间按0.5年考虑，跨越施工场地区按1个月考虑；施工扰动结束后进入自然恢复期，自然恢复期根据项目区的自然条件确定，项目所在地云南省为湿润区，自然恢复期取2年。本工程计划2022年10月开工，2023年9月完工，总工期为1年。

各区预测时段见表4.3-3。

表 4.3-3 各区水土流失预测时段划分

项目分区	施工时段	施工期（含施工准备期）	自然恢复期
塔基及施工场地区	2022.10-2023.9	0.5	2
牵张场地区	2023.1-2023.7	0.5	2
跨越施工场地区	2023.1-2023.7	0.08	2
施工道路区	2022.10-2023.9	0.5	2

### 4.3.3 土壤侵蚀模数

#### 1. 土壤侵蚀背景值的确定

通过现场调查，以地形图作为工作底图勾绘、量算及经验的综合分析，参照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）的土壤侵蚀强度分级标准和面蚀分级等指标，确定各预测单元的原地表侵蚀模数。详见表 4.1-3。

#### 2. 扰动后土壤侵蚀模数的确定

##### （1）植被破坏型一般扰动地表扰动后土壤侵蚀模数

计算原地貌土壤侵蚀模数采用植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量测算公式进行计算。

植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量计算公式如下：

$$M_{yz} = RKL_y S_y BETA$$

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，MJ mm/（hm<sup>2</sup> h）；

K—土壤可蚀性因子，t hm<sup>2</sup> h/（hm<sup>2</sup> MJ mm）；

$L_y$ —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<sup>2</sup>。

经计算，植被破坏型一般扰动地表扰动后土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-4、表 4.3-5。

表4.3-4 植被破坏型一般扰动地表扰动后土壤侵蚀模数计算表（农地）

序号	项目	因子	公式	昭阳区				鲁甸县				威宁县			
				塔基及施工场地区			跨越 施工 场地区	塔基及施工场地区			跨越 施工 场地区	塔基及施工场地区			跨越 施工 场地区
				平地 型	缓坡型	陡坡 型	平地	平地 型	缓坡 型	陡坡型	平地	平地 型	缓坡 型	陡坡 型	平地
1	计算单元土壤流失量	$M_{yz}$	$M_{yz}=RKL_yS_yBETA$	1.324	2.258	3.349	0.678	1.491	2.542	3.770	0.671	1.828	1.392	2.065	0.943
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$R=0.067p_d^{1.627}$	6259.69	6259.69	6259.69	6259.69	6304.62	6304.62	6304.62	6304.62	4686.31	4686.31	4686.31	4686.31
	年降水量	$p_d$		1135	1135	1135	1135	1140	1140	1140	1140	950	950	950	950
1.2	土壤可蚀性因子	K		0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042
1.3	一般扰动地表坡长因子	$L_y$	$L_y=(\lambda/20)^m$	1.60	1.55	1.53	1.49	1.60	1.55	1.53	1.44	1.85	1.55	1.53	1.73
	水平投影长度	$\lambda$	$\lambda=\lambda_x\cos\theta$	64.37	48.30	46.98	54.46	64.37	48.30	46.98	49.51	93.56	48.30	46.98	78.78
	斜坡长度	$\lambda_x$		65	50	50	55	65	50	50	50	95	50	50	80
	坡度	$\theta$		8	15	20	8	8	15	20	8	10	15	20	10
	坡长指数	m		0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4
1.4	一般扰动地表坡度因子	$S_y$	$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$	1.73	4.06	6.10	1.73	1.73	4.06	6.10	1.73	2.31	4.06	6.10	2.31
	坡度	$\theta$		8	15	20	8	8	15	20	8	10	15	20	10
1.5	植被覆盖因子	B		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.6	工程措施因子	E		0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414
1.7	耕作措施因子	T	$T=T_1T_2$	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181
	整地及种植方式因子	$T_1$		0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431
	轮作制度因子	$T_2$		0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
2	水平投影面积	A	$A=10^{-4}\omega\lambda_x\cos\theta$	0.20	0.15	0.15	0.11	0.20	0.15	0.15	0.10	0.29	0.15	0.15	0.16
3	宽度	$\omega$		31	31	31	20	31	31	31	20	31	31	31	20
4	土壤侵蚀模数			662	1505	2233	616	746	1695	2513	671	630	928	1377	589

表4.3-5 植被破坏型一般扰动地表扰动后土壤侵蚀模数计算表（非农地）

序号	项目	因子	公式	昭阳区						鲁甸县						威宁县					
				塔基及施工场地区			牵张场地区	跨越施工场地区	施工道路区	塔基及施工场地区			牵张场地区	跨越施工场地区	施工道路区	塔基及施工场地区			牵张场地区	跨越施工场地区	施工道路区
				平地型	缓坡型	陡坡型	平地	平地	人抬道路	平地型	缓坡型	陡坡型	平地	平地	人抬道路	平地型	缓坡型	陡坡型	平地	平地	人抬道路
1	计算单元土壤流失量	$M_{yz}$	$M_{yz}=RKL_yS_yBETA$	1.149	1.959	2.905	1.322	0.661	0.106	1.293	2.205	3.270	1.307	0.654	0.120	1.732	1.208	1.791	1.837	0.919	0.066
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$R=0.067p_d^{1.627}$	6259.69			6259.69			6304.62			6304.62			4686.31			4686.31		
	年降水量	$p_d$		1135			1135			1140			1140			950			950		
1.2	土壤可蚀性因子	K		0.0051			0.0051			0.0057			0.0057			0.0042			0.0042		
1.3	一般扰动地表坡长因子	$L_y$	$L_y=(\lambda/20)^m$	1.60	1.55	1.53	1.49	1.49	2.22	1.60	1.55	1.53	1.44	1.44	2.22	1.89	1.55	1.53	1.73	1.73	2.22
	水平投影长度	$\lambda$	$\lambda=\lambda_x\cos\theta$	6437	4830	4698	5446	5446	9848	6437	4830	4698	4951	4951	9848	9848	4830	4698	7878	7878	9848
	斜坡长度	$\lambda_x$		65	50	50	55	55	100	65	50	50	50	50	100	100	50	50	80	80	100
	坡度	$\theta$		8	15	20	8	8	10	8	15	20	8	8	10	10	15	20	10	10	10
	坡长指数	m		0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5
1.4	一般扰动地表坡度因子	$S_y$	$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$	1.73	4.06	6.10	1.73	1.73	2.31	1.73	4.06	6.10	1.73	1.73	2.31	2.31	4.06	6.10	2.31	2.31	2.31
	坡度	$\theta$		8	15	20	8	8	10	8	15	20	8	8	10	10	15	20	10	10	10
1.5	植被覆盖因子	B		0.065	0.065	0.065	0.073	0.073	0.065	0.065	0.065	0.065	0.073	0.073	0.065	0.065	0.065	0.065	0.073	0.073	0.065
1.6	工程措施因子	E		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.7	耕作措施因子	T	$T=T_1T_2$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	水平投影面积	A	$A=10^{-4}\omega\lambda_x\cos\theta$	0.20	0.15	0.15	0.22	0.11	0.01	0.20	0.15	0.15	0.20	0.10	0.01	0.31	0.15	0.15	0.32	0.16	0.01
3	宽度	$\omega$		31	31	31	40	20	1	31	31	31	40	20	1	31	31	31	40	20	1
4	土壤侵蚀模数			575	1306	1937	601	601	1060	647	1470	2180	654	654	1200	559	805	1194	574	574	660

(2) 地表翻扰型一般扰动地表扰动后土壤侵蚀模数

地表翻扰型一般扰动地表土壤流失量计算公式如下:

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

$$K_{yd} = NK$$

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/(hm<sup>2</sup> h);

$K_{yd}$ —地表翻绕后土壤可蚀性因子, t hm<sup>2</sup> h/(hm<sup>2</sup> MJ mm);

$L_y$ —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<sup>2</sup>;

$N$ —地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数, 无量纲;

$K$ —土壤可蚀性因子, t hm<sup>2</sup> h/(hm<sup>2</sup> MJ mm)。

根据上式计算, 地表翻扰型一般扰动地表扰动后土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-6、  
见表 4.3-7。

表 4.3-6 地表翻扰型一般扰动地表扰动后土壤侵蚀模数计算表（农地）

序号	项目	因子	公式	昭阳区			鲁甸县			威宁县		
				塔基及施工场地区			塔基及施工场地区			塔基及施工场地区		
				平地型	缓坡型	陡坡型	平地型	缓坡型	陡坡型	平地型	缓坡型	陡坡型
1	地表翻扰型	$M_{yz}$	$M_{yz}=RK_{yd}L_yS_yBETA$	2.60	4.72	7.00	2.62	4.36	7.05	1.94	3.54	5.24
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$R=0.067p_d^{1.627}$	6259.69	6259.69	6259.69	6304.62	6304.62	6304.62	4686.31	4686.31	4686.31
	年降水量	$p_d$		1135	1135	1135	1140	1140	1140	950	950	950
1.2	地表翻扰后土壤可蚀性因子	$K_{yd}$	$K_{yd}=NK$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	可蚀性因子增大系数	N		2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
	土壤可蚀性因子	K		0.0051	0.0051	0.0051	0.0057	0.0057	0.0057	0.0042	0.0042	0.0042
1.3	一般扰动地表坡长因子	$L_y$	$L_y=(\lambda/20)^m$	1.60	1.55	1.53	1.60	1.42	1.53	1.60	1.55	1.53
	坡长 (m)	$\lambda$	$\lambda=\lambda_x\cos\theta$	64.37	48.30	46.98	64.37	48.30	46.98	64.37	48.30	46.98
	水平投影长度	$\lambda_x$		65	50	50	65	50	50	65	50	50
	坡度	$\theta(^{\circ})$		8	15	20	8	15	20	8	15	20
	坡长指数	m		0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5
1.4	一般扰动地表坡度因子	$S_y$	$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$	1.73	4.06	6.10	1.73	4.06	6.10	1.73	4.06	6.10
	坡度 ( $^{\circ}$ )	$\theta$		8	15	20	8	15	20	8	15	20
1.5	植被覆盖因子	B		1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.6	工程措施因子	E		0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414
1.7	耕作措施因子	T		0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181
1.8	水平投影面积	A	$A=10^{-4}\omega\lambda_x\cos\theta$	0.20	0.16	0.16	0.20	0.16	0.16	0.20	0.16	0.16
	宽度	$\omega$		31	31	31	31	31	31	31	31	31
	土壤侵蚀模数			1300	2950	4375	1310	2725	4406	970	2213	3275

表 4.3-7 地表翻扰型一般扰动地表扰动后土壤侵蚀模数计算表（非农地）

序号	项目	因子	公式	昭阳区				鲁甸县				威宁县			
				塔基及施工场地区			施工道路区	塔基及施工场地区			施工道路区	塔基及施工场地区			施工道路区
				平地型	缓坡型	陡坡型	汽车运输道路	平地型	缓坡型	陡坡型	汽车运输道路	平地型	缓坡型	陡坡型	汽车运输道路
1	地表翻扰型	$M_{yz}$	$M_{yz}=RK_{yd}L_yS_yBETA$	2.25	4.10	6.08	0.37	2.55	4.25	6.12	0.76	1.69	3.07	4.55	0.31
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$R=0.067p_d^{1.627}$	6259.69	6259.69	6259.69	6259.69	6304.62	6304.62	6304.62	6304.62	4686.31	4686.31	4686.31	4686.31
	年降水量	$p_d$		1135	1135	1135	1135	1140	1140	1140	1140	950	950	950	950
1.2	地表翻扰后土壤可蚀性因子	$K_{yd}$	$K_{yd}=NK$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	可蚀性因子增大系数	N		2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
	土壤可蚀性因子	K		0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042
1.3	一般扰动地表坡长因子	$L_y$	$L_y=(\lambda/20)^m$	1.60	1.55	1.53	1.98	1.60	1.42	1.53	1.53	1.60	1.55	1.53	1.98
	坡长 (m)	$\lambda$	$\lambda=\lambda_x\cos\theta$	64.37	48.30	46.98	78.78	64.37	48.30	46.98	46.98	64.37	48.30	46.98	78.78
	水平投影长度	$\lambda_x$		65	50	50	80	65	50	50	50	65	50	50	80
	坡度	$\theta(^{\circ})$		8	15	20	10	8	15	20	20	8	15	20	10
	坡长指数	m		0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5
1.4	一般扰动地表坡度因子	$S_y$	$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$	1.73	4.06	6.10	2.31	1.73	4.06	6.10	6.10	1.73	4.06	6.10	2.31
	坡度 ( $^{\circ}$ )	$\theta$		8	15	20	10	8	15	20	20	8	15	20	10
1.5	植被覆盖因子	B		0.065	0.065	0.065	0.065	0.073	0.073	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.073
1.6	工程措施因子	E		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.7	耕作措施因子	T		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.8	水平投影面积	A	$A=10^{-4}\omega\lambda_x\cos\theta$	0.20	0.16	0.16	0.02	0.20	0.16	0.16	0.02	0.20	0.16	0.16	0.02
	宽度	$\omega$		31	31	31	3	31	31	31	3	31	31	31	3
	土壤侵蚀模数			1125	2563	3800	1850	1275	2656	3825	3800	845	1919	2844	1550



## (3) 上方无来水工程堆积体土壤侵蚀模数

上方无来水工程开挖面土壤流失量计算公式如下:

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

式中:

$M_{kw}$ —上方无来水工程开挖面计算单元土壤流失量, t;

$R$ —降雨侵蚀力因子, MJ mm/( $hm^2$  h);

$G_{kw}$ —上方无来水工程开挖面土质因子, 无量纲;

$L_{kw}$ —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;

$A$ —计算单元的水平投影面积,  $hm^2$ 。

根据上式计算, 上方无来水工程堆积体土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-8。

表 4.3-8 上方无来水工程堆积体土壤侵蚀模数计算表（非农地）

序号	项目	因子	公式	昭阳区			鲁甸县			威宁县		
				塔基及施工场地区			塔基及施工场地区			塔基及施工场地区		
				平地型	缓坡型	陡坡型	平地型	缓坡型	陡坡型	平地型	缓坡型	陡坡型
1	计算单元土壤流失量	$M_{dw}$	$M_{dw}=XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}A$	0.35	0.64	0.51	0.35	0.65	0.52	0.26	0.48	0.38
1.1	工程堆积体形态因子	X		0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
1.2	降雨侵蚀力因子	R	$R=0.067p_d^{1.627}$	6259.69	6259.69	6259.69	6304.62	6304.62	6304.62	4686.31	4686.31	4686.31
	年降水量	$p_d$		1135	1135	1135	1140	1140	1140	950	950	950
1.3	工程堆积体土石质因子	$G_{dw}$	$G_{dw}=a_1e^{b_1\delta}$	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	侵蚀面土体砾石含量	$\delta$		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	土石质因子系数	a1		0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046
		b1		-3.379	-3.379	-3.379	-3.379	-3.379	-3.379	-3.379	-3.379	-3.379
1.4	堆积体坡长因子	$L_{dw}$	$L_{dw}=(\lambda/5)^{f1}$	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
	坡长 (m)	$\lambda$		10	10	10	10	10	10	10	10	10
	坡长因子系数	f1		0.632	0.632	0.632	0.632	0.632	0.632	0.632	0.632	0.632
1.5	堆积体坡度因子	$S_{dw}$	$S_{dw}=(\theta/25)^{d1}$	0.13	0.24	0.32	0.13	0.24	0.32	0.13	0.24	0.32
	坡度 (°)	$\theta$		5	8	10	5	8	10	5	8	10
	坡度因子系数	d1		1.245	1.245	1.245	1.245	1.245	1.245	1.245	1.245	1.245
1.6	水平投影面积	A	$A=10^{-4}\omega\lambda x\cos\theta$	0.01	0.01	0.006	0.01	0.01	0.006	0.01	0.01	0.006
	宽度	$\omega$		6	6	6	6	6	6	6	6	6
2	扰动后土壤侵蚀模数			3500	6400	8500	3500	6500	8667	2600	4800	6333

(4) 自然恢复期土壤侵蚀模数

计算自然恢复期土壤侵蚀模数采用植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量测算公式进行计算。

根据公式计算，本工程自然恢复期土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-9、表 4.3-10。

表 4.3-9 自然恢复期土壤侵蚀模数计算表 (农地)

序号	项目	因子	公式	昭阳区				鲁甸县				威宁县			
				塔基及施工场地区			跨越施 工场 地区	塔基及施工场地区			跨越施 工场 地区	塔基及施工场地区			跨越施 工场 地区
				平地型	缓坡型	陡坡型	平地	平地型	缓坡型	陡坡型	平地	平地型	缓坡型	陡坡型	平地
1	计算单元土壤流失量	$M_{yz}$	$M_{yz}=RKL_yS_yBETA$	1.594	1.131	1.510	1.028	1.794	1.273	1.700	1.157	1.679	1.473	0.931	1.687
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$R=0.067p_d^{1.627}$	6259.69	6259.69	6259.69	6259.69	6304.62	6304.62	6304.62	6304.62	4686.31	4686.31	4686.31	4686.31
	年降水量	$p_d$		1135	1135	1135	1135	1140	1140	1140	1140	950	950	950	950
1.2	土壤可蚀性因子	K		0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042
1.3	一般扰动地表坡长因子	$L_y$	$L_y=(\lambda/20)^m$	1.89	1.57	1.57	1.89	1.89	1.57	1.57	1.89	1.89	1.99	1.57	1.90
	水平投影长度	$\lambda$	$\lambda=\lambda_x\cos\theta$	98.62	49.51	49.24	98.62	98.62	49.51	49.24	98.62	98.04	79.22	49.24	99.03
	斜坡长度	$\lambda_x$		99	50	50	99	99	50	50	99	99	80	50	100
	坡度	$\theta$		5	8	10	5	5	8	10	5	8	8	10	8
	坡长指数	m		0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4
1.4	一般扰动地表坡度因子	$S_y$	$S_y=\frac{-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]}{1}$	0.98	1.73	2.31	0.98	0.98	1.73	2.31	0.98	1.73	1.73	2.31	1.73
	坡度	$\theta$		5	8	10	5	5	8	10	5	8	8	10	8
1.5	植被覆盖因子	B		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.6	工程措施因子	E		0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414
1.7	耕作措施因子	T	$T=T_1T_2$	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210
	整地及种植方式因子	$T_1$		0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
	轮作制度因子	$T_2$		0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
2	水平投影面积	A	$A=10^{-4}\omega\lambda_x\cos\theta$	0.31	0.15	0.15	0.20	0.31	0.15	0.15	0.20	0.30	0.25	0.15	0.30
3	宽度	$\omega$		31	31	31	20	31	31	31	20	31	31	31	30
4	土壤侵蚀模数			514	754	1007	514	579	849	1133	579	560	589	621	562

表 4.3-10 自然恢复期土壤侵蚀模数计算表（非农地）

序号	项目	因子	公式	昭阳区						鲁甸县						威宁县					
				塔基及施工场地区			牵张 场地区	跨越 施工 场地区	施 工 道 路 区	塔基及施工场地区			牵张 场地区	跨越 施工 场地区	施 工 道 路 区	塔基及施工场地区			牵张 场地区	跨越 施工 场地区	施 工 道 路 区
				平地 型	缓坡 型	陡坡 型	平地	平地		平地 型	缓坡 型	陡坡 型	平地	平地		平地 型	缓坡 型	陡坡 型	平地	平地	
1	计算单元土壤 流失量	$M_z$	$M_{yz}=RKL_yS_yBE$ TA	1.249	1.431	1.910	1.113	1.774	0.153	1.406	1.611	2.150	1.252	0.980	0.172	1.190	1.640	1.363	1.826	1.369	0.113
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$R=0.067p_d^{1.627}$	6259.69						6304.62						4686.31					
	年降水量	$p_d$		1135	1135	1135	1135	1135	1135	1140	1140	1140	1140	1140	1140	950	950	950	950	950	950
1.2	土壤可蚀性因子	K		0.0051						0.0057						0.0042					
1.3	一般扰动地表 坡长因子	$L_y$	$L_y=(\lambda/20)^m$	1.65	1.57	1.57	1.44	1.89	2.23	1.65	1.57	1.57	1.44	1.74	2.23	1.65	2.00	1.57	1.74	1.74	1.73
	水平投影长度	$\lambda$	$\lambda=\lambda_x\cos\theta$	69.73	49.51	49.24	49.73	98.62	99.62	69.73	49.51	49.24	49.73	79.70	99.62	69.73	79.70	49.51	79.70	79.70	59.77
	斜坡长度	$\lambda_x$		70	50	50	50	99	100	70	50	50	50	80	100	70	80	50	80	80	60
	坡度	$\theta$		5	8	10	6	5	5	5	8	10	6	5	5	5	5	8	5	5	5
	坡长指数	m		0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5
1.4	一般扰动地表 坡度因子	$S_y$	$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$	0.98	1.73	2.31	1.21	0.98	0.98	0.98	1.73	2.31	1.21	0.98	0.98	0.98	0.98	1.73	0.98	0.98	0.98
	坡度	$\theta$		5	8	10	6	5	5	5	8	10	6	5	5	5	5	8	5	5	5
1.5	植被覆盖因子	B		0.11	0.11	0.11	0.1	0.10 0	0.07 3	0.11	0.11	0.11	0.1	0.1	0.07 3	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
1.6	工程措施因子	E		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.7	耕作措施因子	T	$T=T_1T_2$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	水平投影面积	A	$A=10^{-4}\omega\lambda_x\cos\theta$	0.22	0.15	0.15	0.20	0.30	0.03	0.22	0.15	0.15	0.20	0.16	0.03	0.22	0.25	0.15	0.32	0.24	0.02
3	宽度	$\omega$		31	31	31	40	30	3	31	31	31	40	20	3	31	31	31	40	30	3
4	土壤侵蚀模数			568	954	1273	557	591	510	639	1074	1433	626	613	573	541	656	909	571	570	565

## (5) 土壤侵蚀模数汇总

表 4.3-11

土壤侵蚀模数汇总

行政区划		预测单元		土壤流失类型 (水力作用)	地类	土壤侵蚀模数 [t/(km <sup>2</sup> ·a)]			
		一级	二级			背景值	施工期	自然恢复期	
云南省	昭通市	昭阳区	塔基及施工 场地区	平地型	地表翻扰型一般 扰动地表	农地	450	1300	514
						非农地	400	1125	568
					植被破坏型一般 扰动地表	农地	450	662	514
						非农地	400	575	568
				上方无来水工程 堆积体	非农地	400	3500	568	
				非农地	450	2563	954		
				植被破坏型一般 扰动地表	农地	600	1505	754	
					非农地	450	1306	954	
				上方无来水工程 堆积体	非农地	450	6400	954	
			非农地	480	3800	1273			
			植被破坏型一般 扰动地表	农地	700	2233	1007		
				非农地	480	1937	1273		
			上方无来水工程 堆积体	非农地	480	8500	1273		
			牵张场地区		植被破坏型一般 扰动地表	非农地	400	601	557
	跨越施工 场地区		植被破坏型一般 扰动地表	农地	450	616	514		
				非农地	400	601	591		
	施工道路区	简易汽车 运输道路	地表翻扰型一般 扰动地表	非农地	450	1850	510		
		人抬道路	植被破坏型一般 扰动地表	非农地	450	1060	510		
	鲁甸县	塔基及施工 场地区	缓坡型	地表翻扰型一般 扰动地表	农地	600	2725	849	
					非农地	450	2656	1074	
				植被破坏型一般 扰动地表	农地	600	1695	849	
					非农地	450	1470	1074	
			上方无来水工程 堆积体	非农地	450	6500	1074		
非农地			480	3825	1433				
植被破坏型一般 扰动地表			农地	700	2513	1133			
			非农地	480	2180	1433			
上方无来水工程 堆积体			非农地	480	8667	1433			
牵张场地区		植被破坏型一般 扰动地表	非农地	400	654	626			

行政区划	预测单元		土壤流失类型 (水力作用)	地类	土壤侵蚀模数 [t/(km <sup>2</sup> ·a)]			
	一级	二级			背景值	施工期	自然恢复期	
贵州省 毕节市 威宁县 (贵州省小计)	跨越施工场地区		植被破坏型一般 扰动地表	农地	450	671	579	
				非农地	400	654	613	
	施工道路区	简易汽车 运输道路	地表翻扰型一般 扰动地表	非农地	450	3800	573	
		人抬道路	植被破坏型一般 扰动地表	非农地	450	1200	573	
	塔基及施工 场地区	平地型		地表翻扰型一般 扰动地表	农地	400	970	560
					非农地	350	845	541
				植被破坏型一般 扰动地表	农地	400	630	560
					非农地	350	559	541
		缓坡型		地表翻扰型一般 扰动地表	农地	550	2213	589
					非农地	450	1919	656
				植被破坏型一般 扰动地表	农地	550	928	589
					非农地	450	805	656
		陡坡型		地表翻扰型一般 扰动地表	农地	600	3275	621
					非农地	480	2844	909
				植被破坏型一般 扰动地表	农地	600	1377	621
					非农地	480	1194	909
	上方无来水工程 堆积体			非农地	480	6333	909	
	牵张场地区		植被破坏型一般 扰动地表	非农地	350	574	571	
	跨越施工场 地区		植被破坏型一般 扰动地表	农地	400	589	562	
非农地				350	574	570		
施工道路区	简易汽车 运输道路	地表翻扰型一般 扰动地表	非农地	450	1550	565		
	人抬道路	植被破坏型一般 扰动地表	非农地	450	660	565		

#### 4.3.4 预测结果

本工程建设期所造成的水土流失量主要由两部分组成，一是由于项目建设破坏、埋压土地及植被造成原地貌水土保持功能降低甚至丧失，导致土壤侵蚀加剧而增加的水土流失量；二是因为项目建设造成的弃土及其不合理堆放而增加的水土流失量。

工程建设所造成水土流失量采用土壤侵蚀模数法进行预测，预测公式如下：

$$W = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n (F_{ji} \times M_{ji} \times T_{ji})$$

$$\Delta W = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n (F_{ji} \times \Delta M_{ji} \times T_{ji})$$

式中：W ——土壤流失量，t；

$\Delta W$  ——新增土壤流失量，t；

$F_{ji}$  ——某时段某单元的预测面积， $\text{km}^2$ ；

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

$\Delta M_{ji}$  ——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， $i = 1, 2, \dots, n$ ；

$j$  ——预测时段， $j = 1, 2$ ，指施工期和自然恢复期。

经预测，本工程建设期可能造成水土流失量为 365.09t，其中新增的水土流失量为 171.53t，详见表 4.3-12。



表4.3-12 工程造成水土流失量计算表

行政区划			预测单元		土壤流失类型(水力作用)	地类	侵蚀面积(hm <sup>2</sup> )		土壤侵蚀模数[t/(km <sup>2</sup> ·a)]		侵蚀时间(a)		背景流失量(t)			预测流失量(t)			新增流失量(t)			
			一级	二级			施工期	自然恢复期	背景值	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计
云南省	昭通市	昭阳区	塔基及施工场地地区	平地型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.04	0	450	1300	514	0.5	2	0.09	0.00	0.09	0.26	0.00	0.26	0.17	0.00	0.17
					非农地	0.02	0.03	400	1125	568	0.5	2	0.04	0.24	0.28	0.11	0.34	0.45	0.07	0.10	0.17	
					植被破坏型一般扰动地表	农地	0.12	0.12	450	662	514	0.5	2	0.27	1.08	1.35	0.40	1.23	1.63	0.13	0.15	0.28
					非农地	0.08	0.08	400	575	568	0.5	2	0.16	0.64	0.80	0.23	0.91	1.14	0.07	0.27	0.34	
					上方无来水工程堆积体	非农地	0.01	0.01	400	3500	568	0.5	2	0.02	0.08	0.10	0.18	0.11	0.29	0.16	0.03	0.19
				缓坡型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.12	0	600	2950	754	0.5	2	0.36	0.00	0.36	1.77	0.00	1.77	1.41	0.00	1.41
					非农地	0.09	0.15	450	2563	954	0.5	2	0.20	1.35	1.55	1.15	2.86	4.01	0.95	1.51	2.46	
					植被破坏型一般扰动地表	农地	0.41	0.41	600	1505	754	0.5	2	1.23	4.92	6.15	3.09	6.18	9.27	1.86	1.26	3.12
					非农地	0.26	0.26	450	1306	954	0.5	2	0.59	2.34	2.93	1.70	4.96	6.66	1.11	2.62	3.73	
					上方无来水工程堆积体	非农地	0.04	0.04	450	6400	954	0.5	2	0.09	0.36	0.45	1.28	0.76	2.04	1.19	0.40	1.59
			陡坡型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.04	0	700	4375	1007	0.5	2	0.14	0.00	0.14	0.88	0.00	0.88	0.74	0.00	0.74	
				非农地	0.03	0.05	480	3800	1273	0.5	2	0.07	0.48	0.55	0.57	1.27	1.84	0.50	0.79	1.29		
				植被破坏型一般扰动地表	农地	0.13	0.13	700	2233	1007	0.5	2	0.46	1.82	2.28	1.45	2.62	4.07	0.99	0.80	1.79	
				非农地	0.08	0.08	480	1937	1273	0.5	2	0.19	0.77	0.96	0.77	2.04	2.81	0.58	1.27	1.85		
				上方无来水工程堆积体	非农地	0.01	0.01	480	8500	1273	0.5	2	0.02	0.10	0.12	0.43	0.25	0.68	0.41	0.15	0.56	
			牵张场地区	植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.15	0.15	400	601	557	0.5	2	0.30	1.20	1.50	0.45	1.67	2.12	0.15	0.47	0.62	
			跨越施工场地地区	植被破坏型一般扰动地表	农地	0.03	0.03	450	616	514	0.08	2	0.01	0.27	0.28	0.01	0.31	0.32	0.00	0.04	0.04	
				非农地	0.01	0.01	400	601	591	0.08	2	0.00	0.08	0.08	0.00	0.12	0.12	0.00	0.04	0.04		

4 水土流失分析与预测

行政区划	预测单元		土壤流失类型(水力作用)	地类	侵蚀面积(hm <sup>2</sup> )		土壤侵蚀模数 [t/(km <sup>2</sup> ·a)]			侵蚀时间(a)		背景流失量(t)			预测流失量(t)			新增流失量(t)		
	一级	二级			施工期	自然恢复期	背景值	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计
		施工道路区	简易汽车运输道路	地表翻扰型一般扰动地表	非农地	0.67	0.44	450	1850	510	0.5	2	1.51	3.96	5.47	6.20	4.49	10.69	4.69	0.53
		人抬道路	植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.18	0.18	450	1060	510	0.5	2	0.41	1.62	2.03	0.95	1.84	2.79	0.54	0.22	0.76
鲁甸县	塔基及施工场地地区	缓坡型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.22	0	600	2725	849	0.5	2	0.66	0.00	0.66	3.00	0.00	3.00	2.34	0.00	2.34
				非农地	0.17	0.28	450	2656	1074	0.5	2	0.38	2.52	2.90	2.26	6.01	8.27	1.88	3.49	5.37
			植被破坏型一般扰动地表	农地	0.61	0.61	600	1695	849	0.5	2	1.83	7.32	9.15	5.17	10.36	15.53	3.34	3.04	6.38
				非农地	0.41	0.41	450	1470	1074	0.5	2	0.92	3.69	4.61	3.01	8.81	11.82	2.09	5.12	7.21
		上方无来水工程堆积体	非农地	0.05	0.05	450	6500	1074	0.5	2	0.11	0.45	0.56	1.63	1.07	2.70	1.52	0.62	2.14	
		陡坡型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.09	0	700	4406	1133	0.5	2	0.32	0.00	0.32	1.98	0.00	1.98	1.66	0.00	1.66
				非农地	0.07	0.12	480	3825	1433	0.5	2	0.17	1.15	1.32	1.34	3.44	4.78	1.17	2.29	3.46
			植被破坏型一般扰动地表	农地	0.3	0.3	700	2513	1133	0.5	2	1.05	4.20	5.25	3.77	6.80	10.57	2.72	2.60	5.32
				非农地	0.2	0.2	480	2180	1433	0.5	2	0.48	1.92	2.40	2.18	5.73	7.91	1.70	3.81	5.51
		上方无来水工程堆积体	非农地	0.02	0.02	480	8667	1433	0.5	2	0.05	0.19	0.24	0.87	0.57	1.44	0.82	0.38	1.20	
	牵张场地区	植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.3	0.3	400	654	626	0.5	2	0.60	2.40	3.00	0.98	3.76	4.74	0.38	1.36	1.74	
	跨越施工场地地区	植被破坏型一般扰动地表	农地	0.02	0.02	450	671	579	0.08	2	0.01	0.18	0.19	0.01	0.23	0.24	0.00	0.05	0.05	
			非农地	0.06	0.06	400	654	613	0.08	2	0.02	0.48	0.50	0.03	0.74	0.77	0.01	0.26	0.27	
	施工道路区	简易汽车运输道路	地表翻扰型一般扰动地表	非农地	0.9	0.54	450	3800	573	0.5	2	2.03	4.86	6.89	17.10	6.19	23.29	15.07	1.33	16.40
人抬道路		植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.26	0.26	450	1200	573	0.5	2	0.59	2.34	2.93	1.56	2.98	4.54	0.97	0.64	1.61	

4 水土流失分析与预测

行政区划	预测单元		土壤流失类型(水力作用)	地类	侵蚀面积(hm <sup>2</sup> )		土壤侵蚀模数 [t/(km <sup>2</sup> ·a)]			侵蚀时间(a)		背景流失量(t)			预测流失量(t)			新增流失量(t)					
	一级	二级			施工期	自然恢复期	背景值	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计			
	云南省小计	塔基及施工场地区	平地型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.04	0							0.09	0.00	0.09	0.26	0.00	0.26	0.17	0.00	0.17	
非农地				0.02	0.03									0.04	0.24	0.28	0.11	0.34	0.45	0.07	0.10	0.17	
植被破坏型一般扰动地表				农地	0.12	0.12									0.27	1.08	1.35	0.40	1.23	1.63	0.13	0.15	0.28
非农地				0.08	0.08										0.16	0.64	0.80	0.23	0.91	1.14	0.07	0.27	0.34
上方无来水工程堆积体				非农地	0.01	0.01									0.02	0.08	0.10	0.18	0.11	0.29	0.16	0.03	0.19
缓坡型			地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.34	0									1.02	0	1.02	4.77	0	4.77	3.75	0	3.75
			非农地	0.26	0.43										0.58	3.87	4.45	3.41	8.87	12.28	2.83	5	7.83
			植被破坏型一般扰动地表	农地	1.02	1.02									3.06	12.24	15.3	8.26	16.54	24.8	5.2	4.3	9.5
			非农地	0.67	0.67										1.51	6.03	7.54	4.71	13.77	18.48	3.2	7.74	10.94
			上方无来水工程堆积体	非农地	0.09	0.09									0.2	0.81	1.01	2.91	1.83	4.74	2.71	1.02	3.73
陡坡型			地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.13	0									0.46	0	0.46	2.86	0	2.86	2.4	0	2.4
			非农地	0.1	0.17										0.24	1.63	1.87	1.91	4.71	6.62	1.67	3.08	4.75
			植被破坏型一般扰动地表	农地	0.43	0.43									1.51	6.02	7.53	5.22	9.42	14.64	3.71	3.4	7.11
			非农地	0.28	0.28										0.67	2.69	3.36	2.95	7.77	10.72	2.28	5.08	7.36
			上方无来水工程堆积体	非农地	0.03	0.03									0.07	0.29	0.36	1.3	0.82	2.12	1.23	0.53	1.76
牵张场地区			植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.45	0.45									0.9	3.6	4.5	1.43	5.43	6.86	0.53	1.83	2.36
跨越施工场地区			植被破坏型一般扰动地表	农地	0.05	0.05									0.02	0.45	0.47	0.02	0.54	0.56	0	0.09	0.09
			非农地	0.07	0.07										0.02	0.56	0.58	0.03	0.86	0.89	0.01	0.3	0.31

4 水土流失分析与预测

行政区划			预测单元		土壤流失类型(水力作用)	地类	侵蚀面积(hm <sup>2</sup> )		土壤侵蚀模数 [t/(km <sup>2</sup> ·a)]			侵蚀时间(a)			背景流失量(t)			预测流失量(t)			新增流失量(t)		
			一级	二级			施工期	自然恢复期	背景值	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	
																							施工期
贵州省	毕节市	威宁县(贵州省小计)	施工道路区	简易汽车运输道路	非农地	1.57	0.98							3.54	8.82	12.36	23.3	10.68	33.98	19.76	1.86	21.62	
				人抬道路	非农地	0.44	0.44									1	3.96	4.96	2.51	4.82	7.33	1.51	0.86
	塔基及施工场地地区	平地型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.07	0	400	970	560	0.5	2	0.14	0.00	0.14	0.34	0.00	0.34	0.20	0.00	0.20			
				非农地	0.05	0.07	350	845	541	0.5	2	0.09	0.49	0.58	0.21	0.76	0.97	0.12	0.27	0.39			
			植被破坏型一般扰动地表	农地	0.21	0.21	400	630	560	0.5	2	0.42	1.68	2.10	0.66	2.35	3.01	0.24	0.67	0.91			
				非农地	0.14	0.14	350	559	541	0.5	2	0.25	0.98	1.23	0.39	1.51	1.90	0.14	0.53	0.67			
			上方无来水工程堆积体	非农地	0.02	0.02	350	2600	541	0.5	2	0.04	0.14	0.18	0.26	0.22	0.48	0.22	0.08	0.30			
		缓坡型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.51	0	550	2213	589	0.5	2	1.40	0.00	1.40	5.64	0.00	5.64	4.24	0.00	4.24			
				非农地	0.39	0.6	450	1919	656	0.5	2	0.88	5.40	6.28	3.74	7.87	11.61	2.86	2.47	5.33			
			植被破坏型一般扰动地表	农地	1.69	1.69	550	928	589	0.5	2	4.65	18.59	23.24	7.84	19.91	27.75	3.19	1.32	4.51			
				非农地	1.13	1.13	450	805	656	0.5	2	2.54	10.17	12.71	4.55	14.83	19.38	2.01	4.66	6.67			
			上方无来水工程堆积体	非农地	0.15	0.15	450	4800	656	0.5	2	0.34	1.35	1.69	3.60	1.97	5.57	3.26	0.62	3.88			
		陡坡型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.29	0	600	3275	621	0.5	2	0.87	0.00	0.87	4.75	0.00	4.75	3.88	0.00	3.88			
				非农地	0.24	0.38	480	2844	909	0.5	2	0.58	3.65	4.23	3.41	6.91	10.32	2.83	3.26	6.09			
			植被破坏型一般扰动地表	农地	0.98	0.98	600	1377	621	0.5	2	2.94	11.76	14.70	6.75	12.17	18.92	3.81	0.41	4.22			
				非农地	0.67	0.67	480	1194	909	0.5	2	1.61	6.43	8.04	4.00	12.18	16.18	2.39	5.75	8.14			
			上方无来水工程堆积体	非农地	0.08	0.08	480	6333	909	0.5	2	0.19	0.77	0.96	2.53	1.45	3.98	2.34	0.68	3.02			

4 水土流失分析与预测

行政区划	预测单元		土壤流失类型(水力作用)	地类	侵蚀面积(hm <sup>2</sup> )		土壤侵蚀模数 [t/(km <sup>2</sup> ·a)]			侵蚀时间(a)		背景流失量(t)			预测流失量(t)			新增流失量(t)				
	一级	二级			施工期	自然恢复期	背景值	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计		
	牵张场地区		植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.9	0.9	350	574	571	0.5	2	1.58	6.30	7.88	2.58	10.28	12.86	1.00	3.98	4.98		
	跨越施工场地区		植被破坏型一般扰动地表	农地	0.02	0.02	400	589	562	0.08	2	0.01	0.16	0.17	0.01	0.22	0.23	0.00	0.06	0.06		
				非农地	0.02	0.02	350	574	570	0.08	2	0.01	0.14	0.15	0.01	0.23	0.24	0.00	0.09	0.09		
	施工道路区	简易汽车运输道路	地表翻扰型一般扰动地表	非农地	3.38	2.37	450	1550	565	0.5	2	7.61	21.33	28.94	26.20	26.78	52.98	18.59	5.45	24.04		
		人抬道路	植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.86	0.86	450	660	565	0.5	2	1.94	7.74	9.68	2.84	9.72	12.56	0.90	1.98	2.88		
合计	塔基及施工场地区	平地型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.11	0						0.23	0	0.23	0.6	0	0.6	0.37	0	0.37		
				非农地	0.07	0.1								0.13	0.73	0.86	0.32	1.1	1.42	0.19	0.37	0.56
			植被破坏型一般扰动地表	农地	0.33	0.33								0.69	2.76	3.45	1.06	3.58	4.64	0.37	0.82	1.19
				非农地	0.22	0.22								0.41	1.62	2.03	0.62	2.42	3.04	0.21	0.8	1.01
		上方无来水工程堆积体	非农地	0.03	0.03								0.06	0.22	0.28	0.44	0.33	0.77	0.38	0.11	0.49	
		缓坡型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.85	0								2.42	0	2.42	10.41	0	10.41	7.99	0	7.99
				非农地	0.65	1.03								1.46	9.27	10.73	7.15	16.74	23.89	5.69	7.47	13.16
			植被破坏型一般扰动地表	农地	2.71	2.71								7.71	30.83	38.54	16.1	36.45	52.55	8.39	5.62	14.01
				非农地	1.8	1.8								4.05	16.2	20.25	9.26	28.6	37.86	5.21	12.4	17.61
		上方无来水工程堆积体	非农地	0.24	0.24								0.54	2.16	2.7	6.51	3.8	10.31	5.97	1.64	7.61	
		陡坡型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.42	0								1.33	0	1.33	7.61	0	7.61	6.28	0	6.28
				非农地	0.34	0.55								0.82	5.28	6.1	5.32	11.62	16.94	4.5	6.34	10.84
			植被破坏型一般扰动地表	农地	1.41	1.41								4.45	17.78	22.23	11.97	21.59	33.56	7.52	3.81	11.33
				非农地	0.95	0.95								2.28	9.12	11.4	6.95	19.95	26.9	4.67	10.83	15.5

## 4 水土流失分析与预测

行政区划	预测单元		土壤流失类型(水力作用)	地类	侵蚀面积(hm <sup>2</sup> )		土壤侵蚀模数[t/(km <sup>2</sup> ·a)]			侵蚀时间(a)		背景流失量(t)			预测流失量(t)			新增流失量(t)		
	一级	二级			施工期	自然恢复期	背景值	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计
				上方无来水工程堆积体	非农地	0.11	0.11						0.26	1.06	1.32	3.83	2.27	6.1	3.57	1.21
	牵张场地区		植被破坏型一般扰动地表	非农地	1.35	1.35						2.48	9.9	12.38	4.01	15.71	19.72	1.53	5.81	7.34
	跨越施工场地区		植被破坏型一般扰动地表	农地	0.07	0.07						0.03	0.61	0.64	0.03	0.76	0.79	0	0.15	0.15
				非农地	0.09	0.09								0.03	0.7	0.73	0.04	1.09	1.13	0.01
	施工道路区	简易汽车运输道路	地表翻扰型一般扰动地表	非农地	4.95	3.35						11.15	30.15	41.3	49.5	37.46	86.96	38.35	7.31	45.66
		人抬道路	植被破坏型一般扰动地表	非农地	1.3	1.3						2.94	11.7	14.64	5.35	14.54	19.89	2.41	2.84	5.25
	合计				18	15.64						43.47	150.09	193.56	147.08	218.01	365.09	103.61	67.92	171.53

## 4.4 水土流失危害分析

本工程如不采取必要的水土流失防治措施，可能造成的水土流失危害主要表现在：

### (1) 使生态环境恶化

本工程建设中损坏原地貌等水保设施，使土地裸露，地表疏松，土壤肥力下降，土层变薄，地力衰退，影响植被生长，破坏生态环境。

### (2) 加剧水土流失，降低土地生产力，影响农业生产

由于工程建设中原地貌及植被受到一定程度的破坏，容易诱发水土流失。同时工程施工使裸露的地面增加，扰动了原土层和岩层，为溅蚀、面蚀、细沟侵蚀、浅沟和切沟侵蚀创造了条件。施工中如得不到及时有效的防护治理，在降雨和人为因素的作用下，开挖土方会沿边坡直接汇入周边水域或农田中，将影响农业生产和人、畜用水。

此外，本工程建设扰动土地产生的水土流失，使部分耕地土壤的有机质流失，土壤结构遭到破坏，土壤中的氮磷、有机物及无机盐等营养物质含量减少，同时土壤中动物、微生物及它们的衍生物数量也大大降低，使土地条件改变，给以后的植被恢复增加难度，使土地生产力降低。

### (3) 对生态保护红线的影响

项目涉及生态保护红线塔基数量有 8 基，跨越长度约 3km；涉及地点均位于威宁县玉龙镇，红线类型均为石漠化，主导功能为乌蒙山—北盘江流域石漠化。若施工过程中不采取完善的防护措施，容易造成塔基区“流挂”等严重的水土流失，加剧水土流失石漠化。

## 4.5 指导性意见

### 4.5.1 综合分析

通过对项目区水土流失预测分析，工程建设期间共扰动地貌、损坏土地和植被面积 18.00hm<sup>2</sup>。如不采取水土保持措施，工程建设可能造成水土流失面积 18.00hm<sup>2</sup>，可能造成水土流失量为 365.09t，其中新增水土流失量为 171.53t；施工期土壤流失量为 147.08t，

其中新增水土流失量为 103.61t；自然恢复期水土流失量为 218.01t，其中新增水土流失量为 67.92t。详见表 4.5-1，各防治分区水土流失量预测见图 4.5-1、各时段水土流失量预测见图 4.5-2。

表 4.5-1 各预测单元施工期、自然恢复期土壤流失量

序号	分区	预测单元	预测时段	预测流失量 (t)	新增流失量 (t)
1	塔基及施工 场地区	平地型	施工期	3.04	1.52
			自然恢复期	7.43	2.10
			<b>小计</b>	<b>10.47</b>	<b>3.62</b>
		缓坡型	施工期	49.43	33.25
			自然恢复期	85.59	27.13
			<b>小计</b>	<b>135.02</b>	<b>60.38</b>
		陡坡型	施工期	35.68	26.54
			自然恢复期	55.43	22.19
			<b>小计</b>	<b>91.11</b>	<b>48.73</b>
<b>塔基及施工场地区小计</b>				<b>236.60</b>	<b>112.73</b>
2	牵张场地区		施工期	4.01	1.53
			自然恢复期	15.71	5.81
			<b>小计</b>	<b>19.72</b>	<b>7.34</b>
3	跨越施工场 地区		施工期	0.07	0.01
			自然恢复期	1.85	0.54
			<b>小计</b>	<b>1.92</b>	<b>0.55</b>
4	施工道路区	简易汽车运 输道路	施工期	49.50	38.35
			自然恢复期	37.46	7.31
			<b>小计</b>	<b>86.96</b>	<b>45.66</b>
		人抬道路区	施工期	5.35	2.41
			自然恢复期	14.54	2.84
			<b>小计</b>	<b>19.89</b>	<b>5.25</b>
<b>施工道路区小计</b>				<b>106.85</b>	<b>50.91</b>
<b>施工期小计</b>				<b>147.08</b>	<b>103.61</b>
<b>自然恢复期小计</b>				<b>218.01</b>	<b>67.92</b>
<b>合 计</b>				<b>365.09</b>	<b>171.53</b>



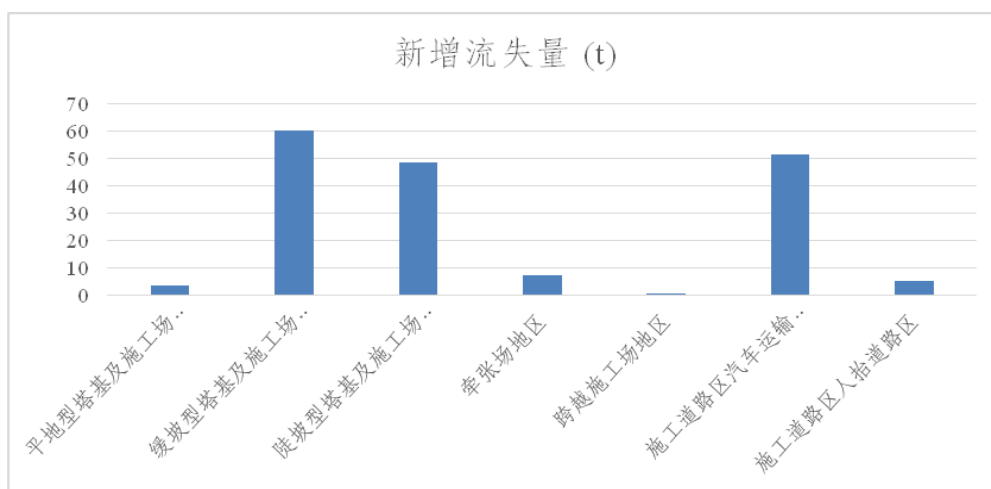


图 4.5-1 各防治分区水土流失量预测结果

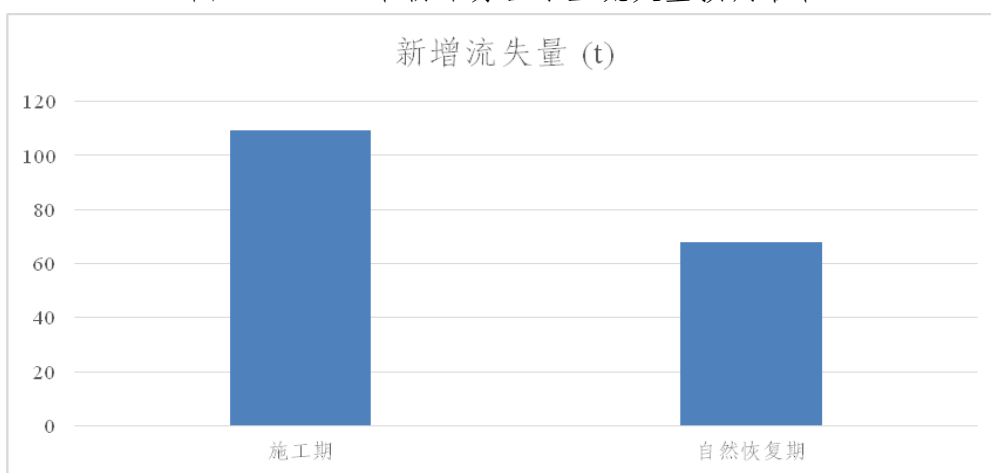


图 4.5-2 各时段水土流失量预测结果

从预测结果可以得出，本工程产生流失的主要时段在施工期，重点区域为塔基及施工场地区和施工道路区，故本方案水土流失防治和水土保持监测的重点时段为施工期，重点区域为塔基及施工场地区和施工道路区。

#### 4.5.2 指导性意见

依据前面分析，如防护不当，工程建设将破坏项目区域的水土资源，影响区域生态环境。因此，必须采取有效的水土流失防治措施防治项目开发建设中造成的水土流失。结合工程特点，应重点加强工程建设期的施工管理和临时防护管理措施，使得发生水土流失的源头得到控制。

此外，为了及时发现并有效控制项目建设区水土流失现象的发生，应在工程项目区

内设置监测点对水土保持进行适时监测，对塔基区重点监测，以确保各项水土保设施发挥效益，防止水土流失进一步扩大，将水土流失量降到最低限度。

## 5 水土保持措施

### 5.1 防治区划分

#### 5.1.1 布设原则

本方案按照《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)的规定,根据输电工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响等因素,结合项目区域自然环境状况进行水土流失防治分区。

- 1.各分区之间具有显著差异性。
- 2.各分区内造成水土流失的主导因子和防治措施相近或相似。
- 3.一级分区应具有控制性、整体性、全局性,按地貌类型划分区。
- 4.二级分区按工程组成及特点分区。
- 5.三级分区结合工程布局 and 施工扰动特点进行分区。

#### 5.1.2 水土流失防治分区

本工程所处区域地形均为山地,根据本工程施工规划布置以及水土流失特点,本工程按工程组成及施工布置划分一级分区,再结合施工扰动特点划分二级分区。

一级分区:按照工程组成及施工布置,分为塔基及施工场地区、牵张场地区、跨越施工场地区和施工道路区共4个一级分区。

二级分区:在一级分区的基础上,根据施工扰动特点,塔基及施工场地区划分平地型塔基区、缓坡型塔基区和陡坡型塔基区3个二级分区;施工道路区划分为简易汽车运输道路区和人抬道路区共2个二级分区。

本方案水土流失防治分区见表5.1-1。

表 5.1-1 工程水土流失防治分区面积表 单位: hm<sup>2</sup>

水土流失防治分区		占地性质		合计
一级分区	二级分区	永久	临时	
塔基及施工场地区	平地型塔基区	0.18	0.58	0.76
	缓坡型塔基区	1.50	4.75	6.25
	陡坡型塔基区	0.76	2.47	3.23
	小计	2.44	7.80	10.24
牵张场地区			1.35	1.35
跨越施工场地区			0.16	0.16
施工道路区	简易汽车运输道路		4.95	6.25
	人抬道路区		1.3	
	小计		6.25	6.25
合 计		<b>2.44</b>	<b>15.56</b>	<b>18.00</b>

## 5.2 措施总体布局

### 5.2.1 布设原则

为有效治理工程建设新增水土流失及原有水土流失,水土流失防治措施布设应在遵循“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”前提下,结合本工程特点,具体遵循以下原则:

1.遵循国家和地方相关法规、政策、标准对水土保持、环境保护的总体要求,严格按照有关技术规范规程及标准进行设计。

2.结合工程实际和项目区水土流失特点,因地制宜、总体设计、全面布局、科学配置。

3.本着“重点治理与一般防护相结合”的原则,实行临时性水土保持措施与永久性水土保持措施相结合、工程措施与植物措施相结合的原则,建立完整的水土流失防治体系,有效控制项目建设各种新增水土流失的发生。

4.植物措施根据立地条件,坚持“适地适树”的原则。

5.树立人与自然和谐相处的理念,尊重自然规律,注重与周边景观相协调。

6.合理布设临时堆土场,坚持集中堆放、先拦后弃的原则。

7.项目建设过程中应注重生态环境保护,设置临时性防护措施,减少施工过程中造

成的人为扰动。

8.注重吸收当地水土保持的成功经验。

### 5.2.2 设计标准

#### 1.工程措施

(1) 防洪标准: 参照《防洪标准》(GB50201-2014), 输电线路防护等级为I级和防洪标准(重现期):  $\geq 100$ 年;

(2) 截排水工程: 根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014), 线路塔基按10年一遇10min降水量设计, 超高0.2m。

(3) 土地整治工程: 参照《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014), 本工程位于西南岩溶区, 考虑项目区表土厚度及施工条件等因素, 表土剥离的厚度按10cm~30cm, 根据原占地类型、立地条件及环境绿化等需要, 土地平整后表土回覆厚度按20cm~30cm的标准。

#### 2.植物措施

(1) 按照《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)中关于“输气、输油、输变电工程的植被恢复与建设工程级别”的规定执行, 本工程植被恢复级别定为2级, 并根据生态防护和环境保护的要求, 按生态公益林标准执行, 本工程将对塔基及施工场地区临时占地原为非耕地、园地的区域、牵张场地区、跨越施工场地区非耕地区域, 施工道路区非交通运输用地区域全部按照乔灌草结合的方式进行植被恢复。

造林方式:采用植苗造林, 苗木质量等级均为I级苗, 乔木种植密度1000株/hm<sup>2</sup>, 灌木种植密度1500株/hm<sup>2</sup>。

撒播树草种:草籽尽量采用多草种混播, 根据项目区沿线各地立地条件的实际情况, 撒播密度标准为80kg/hm<sup>2</sup>。

#### (2) 立地条件类型和树种选择

植物措施布设需要根据项目区立地条件类型进行树(草)种选择。根据适地适树,

因地制宜的原则，编制人员通过现场调查、咨询当地水土保持部门，对当地乡土树种和草种的生长情况、生态学和生物学特性进行了分析，工程沿线各地采用绿化树（草）种见表5.2-1，树（草）种规格见表5.2-2，所选树（草）种特性见表5.2-3。

表5.2-1 本工程沿线采用绿化树草种一览表

植物种类	绿化树草种		
	乔木	灌木	草籽
海拔 2000m 以下	旱冬瓜	粉叶小檗	狗牙根、野古草
海拔 2000m 以上	云南松	火棘	狗牙根、黄背草

备注：通过植被样方调查，本工程涉及生态保护红线区域的 8 基塔位，植被类型主要有云南松林群落，旱冬瓜林群落，火棘群落，粉叶小檗群落、黄背草群落、野古草群落，其中 7 基塔位点的高程在海拔 2000m 以上，1 基塔位点的高程在 2000m 以下。

表5.2-2 植被恢复树（草）种规格表

乔木苗				
苗木名称	苗木种类	苗龄（年）	苗木等级	
			I级苗	
			胸径（cm）>	苗高（cm）>
旱冬瓜	播种苗	2	4	70
云南松	播种苗	2	4	70
灌木苗				
苗木名称	苗木种类	灌高（cm）≥	蓬径（cm）≥	/
粉叶小檗	容器苗	30	20	/
火棘	容器苗	30	20	/
种子				
种子名称	等级	纯度	净度	发芽率
野古草	一级种	> 90%	> 90%	> 80%
黄背草	一级种	> 90%	> 90%	> 80%
狗牙根	一级种	> 90%	> 90%	> 80%

表5.2-3 主要绿化树草种生物学和生态学特性表

类型	种类	分类	特性	抗性	主要用途
乔木	旱冬瓜	桦木科、柞木属	落叶乔木，高可达 15m；树皮平滑；枝条暗褐色，芽光滑。叶片厚纸质，上面绿色，下面粉绿色，叶柄粗壮，无毛。雄花序多数，排成圆锥状，果呈圆锥状排列，果苞木质，宿存，小坚果矩圆形。旱冬瓜具有根瘤固氮、生长迅速，适应性强的特性，近年来被广泛用作云南省生态恢复、困难地区的造林先锋树种，根据本工程生态调查，线路沿线均分部有旱冬瓜林群落，长势良好，因此适合作为本工程植物措施的乔木树种配置。	强阳性、抗旱、耐瘠薄树种	根瘤固氮、绿化、固土

类型	种类	分类	特性	抗性	主要用途
	云南松	松科、松属	常绿乔木，树皮褐灰色，裂成不规则鳞块状脱落，树脂道4~6个，中生或边生，鳞盾常肥厚，隆起，鳞脐微凹或微凸起，有短刺。适宜在酸性红、黄土壤中生长。根据本工程生态调查，线路沿线均分部有云南松林群落，长势良好，因此适合作为本工程植物措施的乔木树种配置。	强阳性、抗旱、耐瘠薄树种	绿化和固土
灌木	粉叶小檗	小檗科、小檗属	又名“三棵针”，常绿灌木，高1~2m，枝圆柱形，棕灰色或棕黄色，茎刺粗壮，三分叉，与枝同色。叶硬革质，先端钝尖或短渐尖，基部楔形，背面被白粉或无白粉，花数朵簇生；花梗纤细；小苞片披针形，外萼片长圆状椭圆形，内萼片倒卵形，花瓣倒卵形，浆果椭圆形或近球形，种子2枚。3-4月开花，6-8月结果。是当地良好的生态公益林造林灌木。根据本工程生态调查，线路沿线均分部有粉叶小檗群落，长势良好，因此适合作为本工程的植物措施灌木树种配置。	耐旱、耐寒、耐阴，对土壤要求不严。	绿化、固土、美化环境
	火棘	蔷薇科、火棘属	常绿灌木，高1~2m，火棘树形优美，夏有繁花，秋有红果，果实存留枝头甚久，在庭院中做绿篱以及园林造景材料，在路边可以用作绿篱，美化、绿化环境。根据本工程生态调查，线路沿线均分部有火棘群落，长势良好，因此适合作为本工程植物措施的灌木树种配置。	喜强光，耐贫瘠，抗干旱；	绿化、固土、美化环境
草本	狗牙根	禾本科、狗牙根属	低矮草本植物，秆细而坚韧，下部匍匐地面蔓延甚长，节上常生不定根，直立部分高10-30cm，直径1-1.5mm，秆壁厚，光滑无毛，有时略两侧压扁。狗牙根其根茎蔓延力很强，广铺地面，为良好的固堤保土植物，根据本工程生态调查，线路沿线均分部有狗牙根群落，长势良好，因此适合作为本工程的植物措施草本植物配置。	生长力强，极耐热和抗旱	绿化和固土
	野古草	禾本科、野古草属	多年生草本植物，根茎较粗壮，密生具多脉的鳞片，秆直立，疏丛生，高可达110cm，质硬，节黑褐色，叶鞘无毛或被疣毛；叶舌短，上缘圆凸，具纤毛；叶片常无毛，无芒，柱头紫红色。7-10月开花结果。根茎肥厚，固土力强，便于固堤护坡植物。根据本工程生态调查，线路沿线均分部有野古草群落，长势良好，因此适合作为本工程的植物措施草本植物配置。	耐盐、耐旱、耐贫瘠	固堤护坡
	黄背草	禾本科、菅属	多年生草本植物。秆高可达1.5m，圆形，光滑无毛，具光泽，实心，叶鞘紧裹秆，背部具脊叶舌坚纸质，顶端钝圆，叶片线形，顶部渐尖，中脉显著，边缘略卷曲，粗糙。6-12月开花结果。根据本工程生态调查，线路沿线均分部有黄背草群落，长势良好，因此适合作为本工程的植物措施草本植物配置。	耐盐、耐旱、耐贫瘠	绿化和固土

### 3.临时措施

本方案临时措施设计主要依据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）、《水

利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）中的相关规定，临时排水沟设计标准按3年一遇10min的降雨强度计算，沉沙池的设计施工应符合国家行业标准《水利水电工程沉沙池设计规范》（SL/T 269-2019）相关规定。

### 5.2.3 总体布局

根据不同水土流失防治分区的特点和水土流失状况，确定各区的防治重点和措施配置。措施配置中，遵照重点治理与面上防治相结合，植物措施与工程措施相结合的原则，以工程措施为先导控制大面积、高强度水土流失，为植物措施的实施创造条件；同时以工程措施、植物措施和临时防护措施配套，形成完整的水土流失防护体系，提高水土保持效果、改善生态环境。

本工程水土流失防治措施布局主要是将具体措施细化到各项目功能区上。对于各水土流失防治分区，主要是在主体工程采取的边坡防护等措施的基础上，加强施工管理和临时防护措施，同时对各区进行植物绿化措施，使整个工程形成一个较为完善的水土流失防治体系。

本工程各分区采取的水土保持措施主要有：

#### 1. 塔基及施工场地区

##### （1）平地型塔基区

施工前，对塔基开挖扰动区域进行表土剥离并用编织袋袋装，作为塔基开挖余土临时堆放坡脚的装土编织袋挡墙；施工期间开挖余土临时堆土区域用彩条布铺垫，堆土坡脚采用装土编织袋拦挡，堆土表面采用密目网苫盖；施工结束后，余土平铺到塔基连梁及永久占地范围内，装土编织袋拆除后表土回覆至塔基连梁及永久占地范围内余土表面，并进行土地整治、撒播草籽绿化，塔基及施工场地区临时占地原占用耕地、园地的区域恢复耕地、园地，占用林地、草地的区域采用乔灌草综合绿化。

##### （2）缓坡型塔基区

施工前，对塔基开挖扰动区域进行表土剥离并用编织袋袋装，作为塔基开挖余土临



时堆放坡脚的装土编织袋挡墙；施工期间，在涉及到地质不稳定的 4 基缓坡型塔基上坡侧依山势设置浆砌石排水沟，塔基基础周边开挖临时排水沟，其余 61 基缓坡型塔基在塔基基础周边开挖临时排水沟，对位于水土保持敏感区的塔基在临时排水沟末端设置沉沙池，开挖余土呈棱台形临时堆放于塔基临时施工场地内的空地，临时堆土底部用彩条布铺垫，堆土坡脚采用各塔基开挖表土袋装后填筑的装土编织袋挡墙拦挡，堆土表面采用密目网苫盖（位于水土保持敏感区的塔位密目网苫盖面积提高）；施工结束后，开挖余土在塔基连梁及永久占地范围内堆放回填，装土编织袋拆除后表土回覆至塔基连梁及永久占地范围内余土表面，并进行土地整治、撒播草籽绿化，塔基及施工场地区临时占地原占用耕地、园地的区域恢复耕地、园地，占用林地、草地的区域采用乔灌草综合绿化。

### （3）陡坡型塔基区

施工前，对塔基开挖扰动区域进行表土剥离并用编织袋袋装，袋装后填筑，作为塔基开挖余土临时堆放坡脚的装土编织袋挡墙；施工期间，在涉及到地质不稳定的 2 基陡坡型塔基上坡侧依山势设置浆砌石排水沟，塔基基础周边开挖临时排水沟，其余 32 基陡坡型塔基在塔基基础周边开挖临时排水沟，对陡坡型塔基排水沟末端均设沉沙池，开挖余土呈棱台形临时堆放于塔基临时施工场地内的空地，临时堆土底部用彩条布铺垫，堆土坡脚采用各塔基开挖表土袋装后填筑的装土编织袋挡墙拦挡，堆土表面采用密目网苫盖（位于水土保持敏感区的塔位密目网苫盖面积提高）；施工结束后，余土在塔基下边坡修建的浆砌石挡土墙（堡坎）内侧、塔基连梁及永久占地范围内堆放回填，装土编织袋拆除后表土回覆至塔基连梁及永久占地范围内余土表面，并进行土地整治、撒播草籽绿化，塔基及施工场地区临时占地原占用耕地、园地的区域恢复耕地、园地，占用林地、草地的区域采用乔灌草综合绿化。

#### 2. 牵张场地区

施工期间，对牵张场地区铺垫彩条布；施工结束后土地整治，乔灌草综合绿化。

#### 3. 跨越施工场地区

施工期间加强施工管理；施工结束后对于场地占用耕地的区域进行土地整治及复耕；对于场地占用草地的区域进行土地整治，乔灌草综合绿化。

#### 4.施工道路区

##### (1) 简易汽车运输道路

对简易汽车运输道路平整路面范围内可剥离的部分进行表土剥离，并用编织袋袋装，袋装后填筑，用作道路下边坡临时拦挡；施工期间道路一侧开挖临时排水沟；施工结束后，装土编织袋拆除，将表土回覆至道路路面两侧，土地整治，对简易汽车运输道路占地范围内原有土路路面两侧和边坡采用乔灌草综合绿化。

##### (2) 人抬道路区

施工期间加强施工管理；施工结束后对人抬道路占地范围进行土地整治，乔灌草综合绿化。

本工程水土流失防治措施布局详见附图“3354K-I02-08”，水土流失防治措施体系见表 5.2-4 及图 5.2-1。

表 5.2-4 水土流失防治措施体系表

项目	防治分区		水土流失防治措施布置		
			工程措施	植物措施	临时措施
1	塔基及施工场地区	平地型塔基区	表土剥离、覆土，复耕，土地整治	塔基永久占地范围内撒播混合草籽绿化，临时占地原地貌类型为林地、草地的区域采用乔灌草综合绿化	表土全部袋装用于临时堆土坡脚拦挡，临时堆土场地彩条布铺垫，表面密目网苫盖
		缓坡型塔基区	表土剥离、覆土，复耕，土地整治，浆砌石排水沟	塔基永久占地范围内撒播混合草籽绿化，临时占地原地貌类型为林地、草地的区域采用乔灌草综合绿化	表土全部袋装用于临时堆土坡脚拦挡，临时堆土场地彩条布铺垫，表面密目网苫盖，场地临时排水、沉沙（位于水土保持敏感区）
		陡坡型塔基区	表土剥离、覆土，复耕，土地整治，浆砌石排水沟	塔基永久占地范围内撒播混合草籽绿化，临时占地原地貌类型为林地、草地的区域采用乔灌草综合绿化	表土全部袋装用于临时堆土坡脚拦挡，临时堆土场地彩条布铺垫，表面密目网苫盖，场地临时排水、沉沙
2	牵张场地区		土地整治	乔灌草综合绿化	彩条布铺垫
3	跨越施工场地区		土地整治、复耕	原地貌类型为草地的区域采用乔灌草综合绿化	
4	施工道路区	简易汽车运输道路	表土剥离、覆土、土地整治	对简易汽车运输道路占地范围内原有土路路面两侧和边坡采用乔灌草综合绿化	表土全部袋装用于道路下边坡拦挡、临时排水沟
		人抬道路	土地整治	采用乔灌草综合绿化	



图 5.2-1 水土流失防治措施体系图

## 5.3 分区措施布设

### 5.3.1 塔基及施工场地区

本工程共新建 107 基杆塔，其中位于平地型塔基 8 基、缓坡型塔基 65 基、陡坡型塔基 34 基；基础均采用挖孔桩基础；位于海拔 2000m 以下塔基 50 基，海拔 2000m 以上塔基 57 基；共 8 基塔基位于水土保持敏感区内（缓坡型塔基 5 基、陡坡型塔基 3 基）。本工程将根据不同微地貌单元的塔基和不同海拔的塔基采取针对性的工程措施、植物措施和临时措施。

#### 5.3.3.1 塔基及施工场地区（平地型）

##### 1. 工程措施

##### （1）表土剥离及覆土

塔基及施工场地区只对塔基区永久占地范围内的表土进行剥离，施工临时占压区域不进行表土剥离，根据不同地类，平均剥离厚度约 10~30cm，施工后期表土用作塔基区绿化覆土。

经统计，平地型塔基剥离表土面积约  $0.18\text{hm}^2$ ，表土剥离量  $0.03$  万  $\text{m}^3$ ，覆土量  $0.03$  万  $\text{m}^3$ ，需覆土整治绿化的面积为  $0.13\text{hm}^2$ ，平均覆土厚度约 23cm。其中云南省境内剥离表土面积约  $0.06\text{hm}^2$ ，表土剥离量  $0.01$  万  $\text{m}^3$ ，覆土量  $0.01$  万  $\text{m}^3$ ；贵州省境内剥离表土面积约  $0.12\text{hm}^2$ ，表土剥离量  $0.02$  万  $\text{m}^3$ ，覆土量  $0.02$  万  $\text{m}^3$ 。

##### （2）耕地恢复

对于塔基及施工场地区临时占用耕地、园地的区域，施工结束后场地清理，人工施肥，机械翻耕以满足作物生长需要，临时占地区域未剥离表土，因此无需覆土。

经统计，平地型塔基耕地恢复面积为  $0.33\text{hm}^2$ ，其中云南省境内耕地恢复面积为  $0.12\text{hm}^2$ ，贵州省境内耕地恢复面积为  $0.21\text{hm}^2$ 。

##### （3）土地整治

对于施工场地永久占用林地和草地以及耕地、园地的区域，清理迹地，进行绿化、

覆土，土地整治。

经统计，平地型塔基土地整治面积为  $0.35\text{hm}^2$ ，其中云南省境内土地整治面积为  $0.12\text{hm}^2$ ，贵州省境内土地整治面积为  $0.23\text{hm}^2$ 。

## 2.植物措施

为了防止高大乔木、灌木对输电安全造成影响，塔基及施工场地区永久占地区域采用撒播混合草籽方式进行绿化。海拔在  $2000\text{m}$  以下的区域选择狗牙根和野古草的混合草种，海拔在  $2000\text{m}$  以上的区域选择狗牙根和黄背草的混合草种，撒播量  $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，均按 1:1 比例播种。

塔基及施工场地区临时占地占用林地和草地的区域进行乔灌草综合绿化。海拔  $2000\text{m}$  以下的区域撒播狗牙根和野古草草籽绿化，乔木选择早冬瓜，灌木选择粉叶小檗；海拔  $2000\text{m}$  以上的区域撒播狗牙根和黄背草草籽绿化，乔木选择云南松，灌木选择火棘。乔木种植密度  $1000\text{株}/\text{hm}^2$ ，灌木种植密度  $1500\text{株}/\text{hm}^2$ 。草籽均按  $80\text{kg}/\text{hm}^2$  密度撒播。

据统计，平地型塔基狗牙根和野古草播撒面积  $0.17\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和野古草撒播量共计  $13.60\text{kg}$ ，狗牙根和黄背草播撒面积  $0.18\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计  $14.40\text{kg}$ ；种植早冬瓜 110 株，种植云南松 110 株，种植粉叶小檗 165 株，种植火棘 165 株，穴状整地（ $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ）220 个，穴状整地（ $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ）330 个。

其中云南省境内狗牙根和野古草播撒面积  $0.12\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和野古草撒播量共计  $9.60\text{kg}$ ；种植早冬瓜 80 株，种植粉叶小檗 120 株，穴状整地（ $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ）80 个，穴状整地（ $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ）120 个。

贵州省境内狗牙根和野古草播撒面积  $0.05\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和野古草撒播量共计  $4.00\text{kg}$ ，狗牙根和黄背草播撒面积  $0.18\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计  $14.40\text{kg}$ ；种植早冬瓜 30 株，种植云南松 110 株，种植粉叶小檗 45 株，种植火棘 165 株，穴状整地（ $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ）140 个，穴状整地（ $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ）210 个。

## 3.临时措施

塔基施工过程中会产生剥离的表土以及开挖余土等临时堆土，考虑到塔基施工过程中，剥离的表土和开挖余土不能及时回填、利用，应分别采取相应的水土保持临时措施对临时堆土进行防护。

#### (1) 表土堆土防护

平地型塔基及施工场地区共剥离表土 0.03 万  $m^3$ ，为最大程度的保护表土资源以及防治水土流失，将所有塔位表土用装土编织袋袋装，形成装土编织袋临时挡墙，用于各塔位临时堆土坡脚拦挡。装土编织袋挡墙断面为梯形，上底宽 0.5m，下底宽 0.75m，高 0.8m，表土在施工后期用于塔基及施工场地区的绿化覆土。

据统计，临时堆土周边编织袋袋装表土 300 $m^3$ ，挡护长度共计 600m。其中云南省境内平地型塔基编织袋袋装表土 100 $m^3$ ，挡护长度共计 200m，贵州省境内平地型塔基编织袋袋装表土 200 $m^3$ ，挡护长度共计 400m。

#### (2) 临时土方防护

平地型线路塔基及施工场地区余土 0.05 万  $m^3$  (松方 0.06 万  $m^3$ )，在每个塔基基础外侧，大体呈棱台形堆放于塔基临时施工场地一侧的空地，全线共设 8 个临时堆土点，平均堆高约 2m，平均每个临时堆土点占地面积约 37.50 $m^2$ ，共占地 300 $m^2$ 。需在临时堆土区域底部先行铺垫彩条布以降低清理场地时的扰动程度，堆土表面采用密目网苫盖，堆土坡脚采用该塔位剥离的表土袋装后的装土编织袋挡墙进行拦挡(工程量已经在表土堆土防护中计列)，施工结束后余土平铺到塔基连梁及永久占地范围内。

据统计，平地型线路塔基及施工场地区铺垫彩条布面积 300 $m^2$ 。其中云南省境内 112 $m^2$ ，贵州省境内 188 $m^2$ ；需密目网苫盖面积 360 $m^2$ ，其中云南省境内 134 $m^2$ ，贵州省境内 226 $m^2$ 。

### 5.3.3.2 塔基及施工场地区(缓坡型)

#### 1. 工程措施

##### (1) 排水

主体对于部分地质不稳定的塔基，结合现场地形、周边环境及汇水情况，经统计有4基缓坡型塔基（桩名：C1Z8、C1Z42、C1J33、C1J39）需要沿基础的上山坡方向开挖排水沟，排水沟采用M10浆砌石砌筑，排水沟出口设置C15素混凝土散水消能面，排水沟规格为：上口宽×下口宽×深度×壁厚=0.6m×0.5m×0.5m×0.3m，总计在缓坡型塔基共布设浆砌石排水沟110m，土方开挖99m<sup>3</sup>，M10浆砌石工程量69m<sup>3</sup>，C15素混凝土工程量1.30m<sup>3</sup>。其中云南省境内长度为50m；贵州省境内长度为60m。

### （2）表土剥离及覆土

塔基及施工场地区只对塔基区永久占地范围内的表土进行剥离，施工临时占压区域不进行表土剥离，根据不同地类，平均剥离厚度约10~30cm，施工后期表土用作塔基区绿化覆土。

经统计，缓坡型塔基剥离表土面积约1.50hm<sup>2</sup>，表土剥离量0.30万m<sup>3</sup>，覆土量0.30万m<sup>3</sup>，需覆土整治绿化的面积为1.05hm<sup>2</sup>，平均覆土厚度约29cm。其中云南省境内剥离表土面积约0.60hm<sup>2</sup>，表土剥离量0.12万m<sup>3</sup>，覆土量0.12万m<sup>3</sup>；贵州省境内剥离表土面积约0.90hm<sup>2</sup>，表土剥离量0.18万m<sup>3</sup>，覆土量0.18万m<sup>3</sup>。

### （3）耕地恢复

对于塔基临时占用耕地、园地的区域，施工结束后场地清理，人工施肥，机械翻耕以满足作物生长需要，临时占地区域未剥离表土，因此无需覆土。

经统计，缓坡型塔基耕地恢复面积为2.71hm<sup>2</sup>，其中云南省境内耕地恢复面积为1.02hm<sup>2</sup>，贵州省境内耕地恢复面积为1.69hm<sup>2</sup>。

### （4）土地整治

对于施工场地永久占地区域和临时占用林地、草地的区域，清理迹地，进行绿化、覆土，土地整治。

经统计，缓坡型塔基土地整治面积为2.96hm<sup>2</sup>，其中云南省境内土地整治面积为1.14hm<sup>2</sup>，贵州省境内土地整治面积为1.82hm<sup>2</sup>。

## 2.植物措施

为了防止高大乔木、灌木对输电安全造成影响，塔基及施工场地区永久占地区域采用撒播混合草籽方式进行绿化。海拔在 2000m 以下的区域选择狗牙根和野古草的混合草种，海拔在 2000m 以上的区域选择狗牙根和黄背草的混合草种，撒播量  $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，均按 1:1 比例播种。

塔基及施工场地区临时占地占用林地和草地的区域进行乔灌草综合绿化。海拔 2000m 以下的区域撒播狗牙根和野古草草籽绿化，乔木选择旱冬瓜，灌木选择粉叶小檗；海拔 2000m 以上的区域撒播狗牙根和黄背草草籽绿化，乔木选择云南松，灌木选择火棘。乔木种植密度  $1000$  株/ $\text{hm}^2$ ，灌木种植密度  $1500$  株/ $\text{hm}^2$ 。草籽均按  $80\text{kg}/\text{hm}^2$  密度撒播。

据统计，缓坡型塔基狗牙根和野古草播撒面积  $1.60\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和野古草撒播量共计  $128\text{kg}$ ，狗牙根和黄背草播撒面积  $1.36\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计  $108.80\text{kg}$ ；种植旱冬瓜 1020 株，种植云南松 890 株，种植粉叶小檗 1530 株，种植火棘 1335 株，穴状整地（ $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ）1910 个，穴状整地（ $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ）2865 个。

其中云南省境内狗牙根和野古草播撒面积  $0.93\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和野古草撒播量共计  $74.40\text{kg}$ ，狗牙根和黄背草播撒面积  $0.21\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计  $16.80\text{kg}$ ；种植旱冬瓜 580 株，种植云南松 130 株，种植粉叶小檗 870 株，种植火棘 195 株，穴状整地（ $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ）710 个，穴状整地（ $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ）1065 个。

贵州省境内狗牙根和野古草播撒面积  $0.67\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和野古草撒播量共计  $53.60\text{kg}$ ，狗牙根和黄背草播撒面积  $1.15\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计  $92.00\text{kg}$ ；种植旱冬瓜 440 株，种植云南松 760 株，种植粉叶小檗 660 株，种植火棘 1140 株，穴状整地（ $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ）1200 个，穴状整地（ $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ）1800 个。

### 3.临时措施

缓坡型塔基施工的临时措施主要考虑塔基施工场地的排水措施以及塔基施工过程中产生剥离的表土以及开挖余土等临时堆土的防护措施。考虑到塔基施工过程中，剥离的表土和开挖余土不能及时回填、利用，应分别采取相应的水土保持临时措施对临时堆



土进行防护。

### (1) 场地排水措施

结合缓坡型现场地形、周边环境以及汇水情况，在缓坡型塔基上边坡及周边开挖临时排水沟，排水沟断面为梯形，底宽 30cm、高 30cm、边坡比为 1:1，位于水土保持敏感区的 5 基塔基在临时排水沟两侧末端设置沉沙池，沉沙池采用土质，底部尺寸为 1.5m×1.0m（长×宽），深 1.0m，边坡比为 1:0.5，边坡和池底需进行压实，表面铺土工布。

据统计，缓坡型塔基及施工场地区共开挖排水沟 8085m，开挖土方量为 1455m<sup>3</sup>；其中云南省境内缓坡型塔基开挖排水沟 2985m，开挖土方量为 537m<sup>3</sup>；贵州省境内缓坡型塔基开挖排水沟 5100m，开挖土方量为 918m<sup>3</sup>。

共设置 10 座沉沙池，需土方开挖 20m<sup>3</sup>，土工布 100m<sup>2</sup>。均在贵州省境内。

### (2) 表土堆土防护

缓坡型塔基及施工场地区共剥离表土 0.30 万 m<sup>3</sup>，为最大程度的保护表土资源以及防治水土流失，将所有塔位表土用装土编织袋袋装，形成装土编织袋临时挡墙，用于各塔位开挖余土堆土坡脚拦挡。用于临时堆土上侧坡脚拦挡的装土编织袋挡墙断面为梯形，上底宽 0.5m，下底宽 0.75m，高 0.8m；用于临时堆土下侧坡脚拦挡的装土编织袋挡墙断面为梯形，上底宽 0.6m，下底宽 1.2m，高 1.2m。表土在施工后期用于塔基及施工场地区的绿化覆土。

据统计，临时堆土上侧坡脚编织袋袋装表土 780m<sup>3</sup>，挡护长度共计 1560m。其中云南省境内缓坡型塔基编织袋袋装表土 312m<sup>3</sup>，挡护长度共计 624m，贵州省境内缓坡型塔基编织袋袋装表土 468m<sup>3</sup>，挡护长度共计 936m。

临时堆土下侧坡脚编织袋袋装表土 2220m<sup>3</sup>，挡护长度共计 2055m；其中云南省境内缓坡型塔基编织袋袋装表土 888m<sup>3</sup>，挡护长度共计 822m，贵州省境内缓坡型塔基编织袋袋装表土 1332m<sup>3</sup>，挡护长度共计 1233m。

### (3) 临时土方防护

缓坡型线路塔基及施工场地区余土 0.39 万  $m^3$  (松方 0.468 万  $m^3$ )，全线共设 65 个临时堆土点，平均堆高约 2m，平均每个临时堆土点占地面积约  $36m^2$ ，共占地  $2300m^2$ ，余土堆土大体呈棱台形堆放于塔基临时施工场地内的空地，需在临时堆土区域底部先行铺垫彩条布以降低清理场地时的扰动程度；考虑到堆放区为坡地，临时堆土坡脚采用装土编织袋挡墙拦挡，临时堆土堆存时遵循“先拦挡后堆土”原则，先在临时堆土坡脚采用编织袋装表土作临时挡墙，堆土表面采用密目网苫盖，装土编织袋挡墙工程量已经在表土堆土防护中计列；其中位于水土保持敏感区密目网苫盖面积提高 30%。施工结束后余土在塔基连梁及永久占地范围内堆放回填，堆土边缘按 1:1.5 放坡。

据统计，缓坡型线路塔基及施工场地区铺垫彩条布面积  $2300m^2$ 。其中云南省境内  $844m^2$ ，贵州省境内  $1456m^2$ ；需密目网苫盖面积  $2824m^2$ ，其中云南省境内  $1013m^2$ ，贵州省境内  $1811m^2$ 。

### 5.3.3.3 塔基及施工场地区（陡坡型）

#### 1. 工程措施

##### (1) 排水

主体对于部分地质不稳定的塔基，结合现场地形、周边环境及汇水情况，经统计有 2 基陡坡型塔基（桩名：C1Z40、C1Z54）需要沿基础的上山坡方向开挖排水沟，排水沟采用 M10 浆砌石砌筑，排水沟出口设置 C15 素混凝土散水消能面，排水沟规格为：上口宽×下口宽×深度×壁厚= $0.6m \times 0.5m \times 0.5m \times 0.3m$ ，总计在陡坡型塔基共布设浆砌石排水沟 60m，排水沟长度 60m，土方开挖  $54m^3$ ，M10 浆砌石工程量  $38m^3$ ，C15 素混凝土工程量  $0.65m^3$ ，均位于贵州省境内。

##### (2) 表土剥离及覆土

塔基及施工场地区只对塔基区永久占地范围内的表土进行剥离，施工临时占压区域不进行表土剥离，根据不同地类，平均剥离厚度约 10~30cm，施工后期表土用作塔基区

绿化覆土。

经统计，陡坡型塔基剥离表土面积约  $0.76\text{hm}^2$ ，表土剥离量  $0.14$  万  $\text{m}^3$ ，覆土量  $0.14$  万  $\text{m}^3$ ，需覆土整治绿化的面积为  $0.53\text{hm}^2$ ，平均覆土厚度约  $26\text{cm}$ 。其中云南省境内剥离表土面积约  $0.23\text{hm}^2$ ，表土剥离量  $0.04$  万  $\text{m}^3$ ，覆土量  $0.04$  万  $\text{m}^3$ ；贵州省境内剥离表土面积约  $0.53\text{hm}^2$ ，表土剥离量  $0.10$  万  $\text{m}^3$ ，覆土量  $0.10$  万  $\text{m}^3$ 。

### (3) 耕地恢复

对于塔基临时占用耕地、园地的区域，施工结束后场地清理，人工施肥，机械翻耕以满足作物生长需要，临时占地区域未剥离表土，因此无需覆土。

经统计，陡坡型塔基耕地恢复面积为  $1.41\text{hm}^2$ ，其中云南省境内耕地恢复面积为  $0.43\text{hm}^2$ ，贵州省境内耕地恢复面积为  $0.98\text{hm}^2$ 。

### (4) 土地整治

对于施工场地永久占地区域和临时占用林地、草地的区域，清理迹地，进行绿化、覆土，土地整治。

经统计，陡坡型塔基土地整治面积为  $1.52\text{hm}^2$ ，其中云南省境内土地整治面积为  $0.45\text{hm}^2$ ，贵州省境内土地整治面积为  $1.07\text{hm}^2$ 。

## 2. 植物措施

为了防止高大乔木、灌木对输电安全造成影响，塔基及施工场地区永久占地区域采用撒播混合草籽方式进行绿化。海拔在  $2000\text{m}$  以下的区域选择狗牙根和野古草的混合草种，海拔在  $2000\text{m}$  以上的区域选择狗牙根和黄背草的混合草种，撒播量  $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，均按 1:1 比例播种。

塔基及施工场地区临时占地占用林地和草地的区域进行乔灌草综合绿化。海拔  $2000\text{m}$  以下的区域撒播狗牙根和野古草草籽绿化，乔木选择旱冬瓜，灌木选择粉叶小檗；海拔  $2000\text{m}$  以上的区域撒播狗牙根和黄背草草籽绿化，乔木选择云南松，灌木选择火棘。乔木种植密度  $1000$  株/ $\text{hm}^2$ ，灌木种植密度  $1500$  株/ $\text{hm}^2$ 。草籽均按  $80\text{kg}/\text{hm}^2$  密度撒播。

据统计，陡坡型塔基狗牙根和野古草播撒面积  $0.54\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和野古草撒播量共计  $43.20\text{kg}$ ，狗牙根和黄背草播撒面积  $0.98\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计  $78.40\text{kg}$ ；种植旱冬瓜 350 株，种植云南松 640 株，种植粉叶小檗 525 株，种植火棘 960 株，穴状整地（ $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ）990 个，穴状整地（ $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ）1485 个。

云南省境内狗牙根和野古草播撒面积  $0.32\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和野古草撒播量共计  $25.60\text{kg}$ ，狗牙根和黄背草播撒面积  $0.13\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计  $10.40\text{kg}$ ；种植旱冬瓜 210 株，种植云南松 80 株，种植粉叶小檗 315 株，种植火棘 120 株，穴状整地（ $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ）290 个，穴状整地（ $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ）435 个。

贵州省境内狗牙根和野古草播撒面积  $0.22\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和野古草撒播量共计  $17.60\text{kg}$ ，狗牙根和黄背草播撒面积  $0.85\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计  $68.00\text{kg}$ 。种植旱冬瓜 140 株，种植云南松 560 株，种植粉叶小檗 210 株，种植火棘 840 株，穴状整地（ $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ）700 个，穴状整地（ $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ）1050 个。

### 3.临时措施

陡坡型塔基施工的临时措施主要考虑塔基施工场地的排水措施以及塔基施工过程中产生剥离的表土以及开挖余土等临时堆土的防护措施。考虑到塔基施工过程中，剥离的表土和开挖余土不能及时回填、利用，应分别采取相应的水土保持临时措施对临时堆土进行防护。

#### （1）场地排水措施

结合陡坡型现场地形、周边环境以及汇水情况，在陡坡型塔基上边坡及周边开挖临时排水沟，排水沟断面为梯形，底宽  $30\text{cm}$ 、高  $30\text{cm}$ 、边坡比为 1:1，在塔基临时排水沟两侧末端设置沉沙池，沉沙池采用土质，底部尺寸为  $1.5\text{m} \times 1.0\text{m}$ （长×宽），深  $1.0\text{m}$ ，边坡比为 1:0.5，边坡和池底需进行压实，表面铺土工布。

据统计，陡坡型塔基及施工场地区共开挖排水沟  $4229\text{m}$ ，开挖土方量为  $761\text{m}^3$ ；其中云南省境内陡坡型塔基开挖排水沟  $1244\text{m}$ ，开挖土方量为  $224\text{m}^3$ ；贵州省境内陡坡型塔基开挖排水沟  $2985\text{m}$ ，开挖土方量为  $537\text{m}^3$ 。

共设置 68 座沉沙池，土方开挖  $136\text{m}^3$ ，土工布  $680\text{m}^2$ 。其中云南省境内陡坡型塔基设置 20 座沉沙池，土方开挖  $40\text{m}^3$ ，土工布  $200\text{m}^2$ ；贵州省境内陡坡型塔基设置 48 座沉沙池，土方开挖  $96\text{m}^3$ ，土工布  $480\text{m}^2$ 。

### (2) 表土堆土防护

陡坡型塔基及施工场地区共剥离表土  $0.14$  万  $\text{m}^3$ ，为最大程度的保护表土资源以及防治水土流失，将所有塔位表土用装土编织袋袋装，形成装土编织袋临时挡墙，用于各塔位开挖余土堆土坡脚拦挡。用于临时堆土上侧坡脚拦挡的装土编织袋挡墙断面为梯形，上底宽  $0.5\text{m}$ ，下底宽  $0.75\text{m}$ ，高  $0.8\text{m}$ ；用于临时堆土下侧坡脚拦挡的装土编织袋挡墙断面为梯形，上底宽  $0.6\text{m}$ ，下底宽  $1.2\text{m}$ ，高  $1.2\text{m}$ ，编织袋袋装表土  $996\text{m}^3$ ，挡护长度共计  $922\text{m}$ ；表土在施工后期用于塔基及施工场地区的绿化覆土。

据统计，临时堆土上侧坡脚编织袋袋装表土  $405\text{m}^3$ ，挡护长度共计  $810\text{m}$ 。其中云南省境内陡坡型塔基编织袋袋装表土  $116\text{m}^3$ ，挡护长度共计  $232\text{m}$ ，贵州省境内陡坡型塔基编织袋袋装表土  $289\text{m}^3$ ，挡护长度共计  $578\text{m}$ 。

临时堆土下侧坡脚编织袋袋装表土  $995\text{m}^3$ ，挡护长度共计  $921\text{m}$ ；其中云南省境内陡坡型塔基编织袋袋装表土  $284\text{m}^3$ ，挡护长度共计  $263\text{m}$ ，贵州省境内陡坡型塔基编织袋袋装表土  $711\text{m}^3$ ，挡护长度共计  $658\text{m}$ 。

### (3) 临时土方防护

陡坡型线路塔基及施工场地区余土  $0.20$  万  $\text{m}^3$ （松方  $0.24$  万  $\text{m}^3$ ），全线共设 34 个临时堆土点，平均堆高约  $2\text{m}$ ，平均每个临时堆土点占地面积约  $35.3\text{m}^2$ ，共占地  $1200\text{m}^2$ ，余土堆土大体呈棱台形堆放于塔基临时施工场地内的空地，需在临时堆土区域底部先行铺垫彩条布以降低清理场地时的扰动程度；考虑到堆放区为坡地，临时堆土坡脚采用装土编织袋挡墙拦挡，临时堆土堆存时遵循“先拦挡后堆土”原则，先在临时堆土坡脚采用编织袋装表土作临时挡墙，堆土表面采用密目网苫盖，装土编织袋挡墙工程量已经在表土堆土防护中计列；其中位于水土保持敏感区密目网苫盖面积提高  $30\%$ 。施工结束后余土在塔基下边坡修建的浆砌石挡土墙（堡坎）内侧和塔基连梁及永

久占地范围内堆放回填。

据统计，陡坡型线路塔基及施工场地区铺垫彩条布面积  $1200\text{m}^2$ 。其中云南省境内  $353\text{m}^2$ ，贵州省境内  $847\text{m}^2$ ；需密目网苫盖面积  $1478\text{m}^2$ ，其中云南省境内  $423\text{m}^2$ ，贵州省境内  $1055\text{m}^2$ 。

塔基及施工场地区水土保持措施典型设计见附图 3354K-I02-09~3354K-I02-11。

### 5.3.2 牵张场地区

#### 1. 工程措施

施工结束后清理恢复施工迹地、平整土地，进行土地整治。经统计，牵张场地区土地整治面积为  $1.35\text{hm}^2$ ，其中云南省境内土地整治面积为  $0.45\text{hm}^2$ ，贵州省境内土地整治面积为  $0.90\text{hm}^2$ 。

#### 2. 植物措施

土地整治后，对牵张场地区采取乔灌草绿化的措施。海拔  $2000\text{m}$  以下的区域撒播狗牙根和野古草草籽绿化，乔木选择旱冬瓜，灌木选择粉叶小檗；海拔  $2000\text{m}$  以上的区域撒播狗牙根和黄背草草籽绿化，乔木选择云南松，灌木选择火棘。乔木种植密度  $1000$  株/ $\text{hm}^2$ ，灌木种植密度  $1500$  株/ $\text{hm}^2$ 。草籽均按  $80\text{kg}/\text{hm}^2$  密度撒播，按 1:1 比例播种。

经统计，牵张场地区狗牙根和野古草播撒面积  $0.60\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和野古草撒播量共计  $48\text{kg}$ ；狗牙根和黄背草播撒面积  $0.75\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计  $60\text{kg}$ ；种植旱冬瓜  $600$  株，种植云南松  $750$  株，种植粉叶小檗  $900$  株，种植火棘  $1125$  株，穴状整地（ $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ） $1350$  个，穴状整地（ $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ） $2025$  个。

其中云南省境内狗牙根和野古草播撒面积  $0.30\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和野古草撒播量共计  $24\text{kg}$ ，狗牙根和黄背草播撒面积  $0.15\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计  $12\text{kg}$ ；种植旱冬瓜  $300$  株，种植云南松  $150$  株，种植粉叶小檗  $450$  株，种植火棘  $225$  株，穴状整地（ $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ） $450$  个，穴状整地（ $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ） $675$  个。

贵州省境内狗牙根和野古草播撒面积  $0.30\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和野古草撒播量共

计 24kg; 狗牙根和黄背草播撒面积  $0.60\text{hm}^2$ , 混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计 48kg; 种植旱冬瓜 300 株, 种植云南松 600 株, 种植粉叶小檗 450 株, 种植火棘 900 株, 穴状整地 ( $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ) 900 个, 穴状整地 ( $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ) 1350 个。

### 3. 临时措施

为防止施工期牵引设备对地表植被的损毁, 在牵张场地区覆盖一层彩条布以保护地表植被。

经统计, 牵张场地区需彩条布铺垫面积  $13500\text{m}^2$ 。其中云南省境内  $4500\text{m}^2$ , 贵州省境内  $9000\text{m}^2$ 。

### 4. 施工管理

①施工时应尽量减少对地表和植被的扰动, 保持原地貌的水土保持功能。

②对于容易流失的建筑材料(如水泥等)应集中堆放、加强管理, 必要时采用防护网覆盖, 预防雨水冲刷, 减少水土流失。

③施工后期施工单位必须及时拆除及清理施工临时建筑及废弃物, 并运至指定地点堆放。

牵张场地区水土保持措施典型设计见附图 3354K-I02-13。

## 5.3.3 跨越施工场地区

### 1. 工程措施

#### (1) 耕地恢复

对于跨越施工场地占用耕地的区域, 施工结束后拆除临时塔架, 场地清理, 凹坑回填, 机械翻耕以满足作物生长需要, 耕地恢复面积为  $0.07\text{hm}^2$ ; 其中云南省境内耕地恢复面积为  $0.05\text{hm}^2$ , 贵州省境内耕地恢复面积为  $0.02\text{hm}^2$ 。

#### (2) 土地整治

对于跨越施工场地占用草地的区域, 拆除临时塔架, 清理迹地, 进行绿化土地整治, 面积为  $0.09\text{hm}^2$ ; 其中云南省境内土地整治面积为  $0.07\text{hm}^2$ , 贵州省境内土地整治面积为

0.02 hm<sup>2</sup>。

## 2.植物措施

土地整治后，对跨越施工场地占用草地的区域采取乔灌草绿化的措施。海拔 2000m 以下的区域撒播狗牙根和野古草草籽绿化，乔木选择旱冬瓜，灌木选择粉叶小檗；海拔 2000m 以上的区域撒播狗牙根和黄背草草籽绿化，乔木选择云南松，灌木选择火棘。乔木种植密度 1000 株/hm<sup>2</sup>，灌木种植密度 1500 株/hm<sup>2</sup>。草籽均按 80kg/hm<sup>2</sup> 密度撒播，按 1:1 比例播种。

经统计，跨越施工场地区狗牙根和野古草播撒面积 0.01hm<sup>2</sup>，混合草种狗牙根和野古草撒播量共计 0.8kg，狗牙根和黄背草播撒面积 0.08hm<sup>2</sup>，混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计 6.4kg。种植旱冬瓜 10 株，种植云南松 80 株，种植粉叶小檗 15 株，种植火棘 120 株，穴状整地（50cm × 50cm）90 个，穴状整地（30cm × 30cm）135 个。

其中云南省境内狗牙根和野古草播撒面积 0.01hm<sup>2</sup>，混合草种狗牙根和野古草撒播量共计 0.8kg；狗牙根和黄背草播撒面积 0.06hm<sup>2</sup>，混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计 4.80kg；种植旱冬瓜 10 株，种植云南松 60 株，种植粉叶小檗 15 株，种植火棘 90 株，穴状整地（50cm × 50cm）70 个，穴状整地（30cm × 30cm）105 个。

贵州省境内狗牙根和黄背草播撒面积 0.02hm<sup>2</sup>，混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计 1.60kg；种植云南松 20 株，种植火棘 30 株，穴状整地（50cm × 50cm）20 个，穴状整地（30cm × 30cm）30 个。

跨越施工场地区水土保持措施典型设计见附图 3354K-I02-14。

## 5.3.4 施工道路区

### 5.3.4.1 简易汽车运输道路

#### 1.工程措施

##### (1) 表土剥离和覆土

将简易汽车运输道路平整路面范围内可剥离的部分进行表土剥离，表土全部采用



装土编织袋袋装，施工完成后，表土作为绿化覆土。对剥离了表土的区域进行覆土，以满足后期撒播草籽生长要求。

经统计，简易汽车运输道路区剥离表土面积约  $1.70\text{hm}^2$ ，表土剥离量  $0.17$  万  $\text{m}^3$ ，覆土量  $0.17$  万  $\text{m}^3$ 。其中云南省境内剥离表土面积约  $0.50\text{hm}^2$ ，表土剥离量  $0.05$  万  $\text{m}^3$ ，覆土量  $0.05$  万  $\text{m}^3$ ；贵州省境内剥离表土面积约  $1.20\text{hm}^2$ ，表土剥离量  $0.12$  万  $\text{m}^3$ ，覆土量  $0.12$  万  $\text{m}^3$ 。

## (2) 土地整治

施工结束后，对简易汽车运输道路除占用原有农村道路外的占地范围全部进行土地整治，土地整治面积  $3.35\text{hm}^2$ ，其中云南省境内土地整治面积为  $0.98\text{hm}^2$ ，贵州省境内土地整治面积为  $2.37\text{hm}^2$ 。

### 2. 植物措施

施工结束后，对简易汽车运输道路占地范围内原有土路路面两侧和边坡采用乔灌草综合绿化。海拔  $2000\text{m}$  以下的区域撒播狗牙根和野古草草籽绿化，乔木选择旱冬瓜，灌木选择粉叶小檗；海拔  $2000\text{m}$  以上的区域撒播狗牙根和黄背草草籽绿化，乔木选择云南松，灌木选择火棘。乔木种植密度  $1000$  株/ $\text{hm}^2$ ，灌木种植密度  $1500$  株/ $\text{hm}^2$ 。草籽均按  $80\text{kg}/\text{hm}^2$  密度撒播，按 1:1 比例播种。

经统计，简易汽车运输道路狗牙根和野古草播撒面积  $1.51\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和野古草撒播量共计  $120.8\text{kg}$ ，狗牙根和黄背草播撒面积  $1.84\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计  $147.2\text{kg}$ ；种植旱冬瓜  $1510$  株，种植云南松  $1840$  株，种植粉叶小檗  $2265$  株，种植火棘  $2760$  株，穴状整地（ $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ） $3350$  个，穴状整地（ $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ） $5025$  个。

其中，位于云南省境内简易汽车运输道路狗牙根和野古草播撒面积  $0.44\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和野古草撒播量共计  $35.2\text{kg}$ ，狗牙根和黄背草播撒面积  $0.54\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计  $43.2\text{kg}$ ；种植旱冬瓜  $440$  株，种植云南松  $540$  株，种植粉叶小檗  $660$  株，种植火棘  $810$  株，穴状整地（ $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ） $980$  个，穴状整地（ $30\text{cm} \times$

30cm) 1470 个。

位于贵州省境内简易汽车运输道路狗牙根和野古草播撒面积  $1.07\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和野古草撒播量共计  $85.6\text{kg}$ ，狗牙根和黄背草播撒面积  $1.30\text{hm}^2$ ，混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计  $104\text{kg}$ ；种植早冬瓜 1070 株，种植云南松 1300 株，种植粉叶小檗 1605 株，种植火棘 1950 株，穴状整地 ( $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ) 2370 个，穴状整地 ( $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ) 3555 个。

### 3.临时措施

#### (1) 表土防护措施

剥离的表土用装土编织袋袋装，形成装土编织袋临时挡墙，用于道路下边坡拦挡。装土编织袋挡墙断面为梯形，上底宽  $0.5\text{m}$ ，下底宽  $0.75\text{m}$ ，高  $0.8\text{m}$ ，表土在施工后期用于施工道路区的绿化覆土。

据统计，编织袋袋装表土  $1700\text{m}^3$ ，挡护长度共计  $3400\text{m}$ 。其中云南省境内施工道路区编织袋袋装表土  $500\text{m}^3$ ，挡护长度共计  $1000\text{m}$ ，贵州省境内施工道路区编织袋袋装表土  $1200\text{m}^3$ ，挡护长度共计  $2400\text{m}$ 。

#### (2) 临时排水措施

在简易汽车运输道路一侧修建临时排水沟，排水沟断面为梯形，底宽  $30\text{cm}$ 、高  $30\text{cm}$ 、边坡比为  $1:0.5$ ，共需挖排水沟  $11000\text{m}$ ，开挖土方量为  $1980\text{m}^3$ 。其中云南省境内开挖排水沟  $3500\text{m}$ ，开挖土方量为  $630\text{m}^3$ ；贵州省境内开挖排水沟  $7500\text{m}$ ，开挖土方量为  $1350\text{m}^3$ 。

### 5.3.4.2 人抬道路区

#### 1.工程措施

##### (1) 土地整治

施工结束后，人抬道路用地范围进行深翻土地整治，人抬道路区土地整治面积  $1.30\text{hm}^2$ ，其中云南省境内土地整治面积为  $0.44\text{hm}^2$ ，贵州省境内土地整治面积为  $0.86\text{hm}^2$ 。

## 2.植物措施

施工结束后,对人抬道区域采取乔灌草综合绿化,海拔 2000m 以下的区域撒播狗牙根和野古草草籽绿化,乔木选择旱冬瓜,灌木选择粉叶小檗;海拔 2000m 以上的区域撒播狗牙根和黄背草草籽绿化,乔木选择云南松,灌木选择火棘。乔木种植密度 1000 株/hm<sup>2</sup>,灌木种植密度 1500 株/hm<sup>2</sup>。草籽均按 80kg/hm<sup>2</sup>密度撒播,按 1:1 比例播种。

人抬道路区撒播狗牙根和野古草草籽绿化面积 0.59hm<sup>2</sup>,按 80kg/hm<sup>2</sup>密度撒播,需狗牙根和野古草草籽 47.20kg;撒播狗牙根和黄背草草籽绿化,撒播面积 0.71hm<sup>2</sup>,按 80kg/hm<sup>2</sup>密度撒播,需狗牙根和黄背草草籽 56.80kg;种植旱冬瓜 590 株,种植云南松 710 株,种植粉叶小檗 885 株,种植火棘 1065 株,穴状整地(50cm×50cm)1300 个,穴状整地(30cm×30cm)1950 个。

其中云南省境内狗牙根和野古草播撒面积 0.20hm<sup>2</sup>,混合草种狗牙根和野古草撒播量共计 16kg,狗牙根和黄背草播撒面积 0.24hm<sup>2</sup>,混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计 19.20kg;种植旱冬瓜 200 株,种植云南松 240 株,种植粉叶小檗 300 株,种植火棘 360 株,穴状整地(50cm×50cm)440 个,穴状整地(30cm×30cm)660 个。

贵州省境内狗牙根和野古草播撒面积 0.39hm<sup>2</sup>,混合草种狗牙根和野古草撒播量共计 31.20kg,狗牙根和黄背草播撒面积 0.47hm<sup>2</sup>,混合草种狗牙根和黄背草撒播量共计 37.60kg。种植旱冬瓜 390 株,种植云南松 470 株,种植粉叶小檗 585 株,种植火棘 705 株,穴状整地(50cm×50cm)860 个,穴状整地(30cm×30cm)1290 个。

施工道路区水土保持措施典型设计见附图 3354K-I02-15。

### 5.3.5 防治措施工程量汇总

500kV 鹤城输变电工程(鹤城~多乐线路)各防治分区的水土保持工程量汇总见表 5.3-1,工程措施、植物措施和临时措施分部见表 5.3-2~表 5.3-4。

表 5.3-1 水土保持措施工程量汇总表

序号	项目	单位	防治分区				合计
			塔基区	牵张场地区	跨越施工场地区	施工道路区	
<b>1</b>	<b>工程措施</b>						
1.1	表土剥离	hm <sup>2</sup>	2.44			1.70	<b>4.14</b>
1.2	浆砌石截(排)水沟	m	170				<b>170</b>
	土方开挖	m <sup>3</sup>	153				<b>153</b>
	M7.5 浆砌石	m <sup>3</sup>	107				<b>107</b>
	C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	1.95				<b>1.95</b>
1.3	耕地恢复	hm <sup>2</sup>	4.45		0.07		<b>4.52</b>
1.4	土地整治	hm <sup>2</sup>	4.83	1.35	0.09	4.65	<b>10.92</b>
1.5	覆土	万 m <sup>3</sup>	0.47			0.17	<b>0.64</b>
<b>2</b>	<b>植物措施</b>						
2.1	撒播狗牙根和野古草草籽	hm <sup>2</sup>	2.31	0.60	0.01	2.10	<b>5.02</b>
	草籽	kg	184.8	48	0.8	168	<b>401.6</b>
2.2	撒播狗牙根和黄背草草籽	hm <sup>2</sup>	2.52	0.75	0.08	2.55	<b>5.9</b>
	草籽	kg	201.6	60	6.4	204	<b>472</b>
2.3	种植旱冬瓜	株	1480	600	10	2100	<b>4190</b>
2.4	种植云南松	株	1640	750	80	2550	<b>5020</b>
2.5	种植粉叶小檗	株	2220	900	15	3150	<b>6285</b>
2.6	种植火棘	株	2460	1125	120	3825	<b>7530</b>
2.7	穴状整地(50cm×50cm)	个	3120	1350	90	4650	<b>9210</b>
2.8	穴状整地(30cm×30cm)	个	4680	2025	135	6975	<b>13815</b>
<b>3</b>	<b>临时措施</b>						
3.1	临时排水沟	m	12314			11000	<b>23314</b>
	排水沟开挖	m <sup>3</sup>	2216			1980	<b>4196</b>
3.2	土质沉沙池	座	78				<b>78</b>
	土方开挖	m <sup>3</sup>	156				<b>156</b>
	土工布覆盖	m <sup>2</sup>	780				<b>780</b>
3.3	装土编织袋挡墙	m	5946			3400	<b>9346</b>
	土方	m <sup>3</sup>	4700			1700	<b>6400</b>
3.4	密目网苫盖	m <sup>2</sup>	4662				<b>4662</b>
3.5	彩条布铺垫	m <sup>2</sup>	3800	13500			<b>17300</b>

表 5.3-2 水土保持工程措施工程量分省汇总表

行政区划		项目分区		工程措施		单位		工程量	
		一级分区	二级分区	序号	措施名称				
云南省	昭通市	昭阳区	塔基及施工场地区	平地型	1	表土剥离	hm <sup>2</sup>		0.06
					2	耕地恢复	hm <sup>2</sup>		0.12
					3	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.12
					4	覆土	万 m <sup>3</sup>		0.01
			缓坡型	1	表土剥离	hm <sup>2</sup>		0.21	
				2	耕地恢复	hm <sup>2</sup>		0.41	
				3	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.43	
				4	覆土	万 m <sup>3</sup>		0.04	
			陡坡型	1	表土剥离	hm <sup>2</sup>		0.07	
				2	耕地恢复	hm <sup>2</sup>		0.13	
				3	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.13	
				4	覆土	万 m <sup>3</sup>		0.01	
		牵张场地区		1	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.15	
		跨越施工场地区		1	耕地恢复	hm <sup>2</sup>		0.03	
				2	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.01	
		施工道路区	简易汽车运输道路	1	表土剥离	hm <sup>2</sup>		0.23	
	2			土地整治	hm <sup>2</sup>		0.44		
	3			覆土	万 m <sup>3</sup>		0.02		
	人抬道路		1	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.18		
	鲁甸县	塔基及施工场地区	缓坡型	1	浆砌石排水沟	长度	m	50	
						土方开挖	m <sup>3</sup>	45	
						M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	31	
						C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	0.65	
			2	表土剥离	hm <sup>2</sup>		0.39		
			3	耕地恢复	hm <sup>2</sup>		0.61		
			4	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.71		
			5	覆土	万 m <sup>3</sup>		0.08		
			陡坡型	1	表土剥离	hm <sup>2</sup>		0.16	
				2	耕地恢复	hm <sup>2</sup>		0.30	
				3	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.32	
				4	覆土	万 m <sup>3</sup>		0.03	
		牵张场地区		1	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.30	
跨越施工场地区			1	耕地恢复	hm <sup>2</sup>		0.02		
			2	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.06		
施工道路区		简易汽车运输道路	1	表土剥离	hm <sup>2</sup>		0.27		
	2		土地整治	hm <sup>2</sup>		0.54			
	3		覆土	万 m <sup>3</sup>		0.03			

行政区划			项目分区		工程措施		单位		工程量
			一级分区	二级分区	序号	措施名称			
云南省小计				人抬道路	1	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.26
			塔基及施工场地区	平地型	1	表土剥离	hm <sup>2</sup>		0.06
					2	耕地恢复	hm <sup>2</sup>		0.12
					3	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.12
					4	覆土	万 m <sup>3</sup>		0.01
				缓坡型	1	浆砌石排水沟	长度	m	50
							土方开挖	m <sup>3</sup>	45.00
							M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	31.00
							C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	0.65
					2	表土剥离	hm <sup>2</sup>		0.60
					3	耕地恢复	hm <sup>2</sup>		1.02
					4	土地整治	hm <sup>2</sup>		1.14
					5	覆土	万 m <sup>3</sup>		0.12
			陡坡型	1	表土剥离	hm <sup>2</sup>		0.23	
				2	耕地恢复	hm <sup>2</sup>		0.43	
				3	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.45	
				4	覆土	万 m <sup>3</sup>		0.04	
			小计	1	浆砌石排水沟	长度	m	50	
						土方开挖	m <sup>3</sup>	45	
						M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	31	
						C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	0.65	
				2	表土剥离	hm <sup>2</sup>		0.89	
				3	耕地恢复	hm <sup>2</sup>		1.57	
				4	土地整治	hm <sup>2</sup>		1.71	
5	覆土	万 m <sup>3</sup>		0.17					
牵张场地区			1	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.45		
跨越施工场地区			1	耕地恢复	hm <sup>2</sup>		0.05		
			2	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.07		
施工道路区			简易汽车运输道路	1	表土剥离	hm <sup>2</sup>		0.50	
				2	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.98	
				3	覆土	万 m <sup>3</sup>		0.05	
			人抬道路		1	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.44
			塔基及施工场地区			平地型	1	表土剥离	hm <sup>2</sup>
2	耕地恢复	hm <sup>2</sup>					0.21		
3	土地整治	hm <sup>2</sup>					0.23		
4	覆土	万 m <sup>3</sup>					0.02		
缓坡型	1	浆砌石排水沟				长度	m	60	
						土方开挖	m <sup>3</sup>	54	

行政区划	项目分区		工程措施		单位		工程量			
	一级分区	二级分区	序号	措施名称						
					M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	38			
					C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	0.65			
					2	表土剥离	hm <sup>2</sup>	0.90		
					3	耕地恢复	hm <sup>2</sup>	1.69		
					4	土地整治	hm <sup>2</sup>	1.82		
					5	覆土	万 m <sup>3</sup>	0.18		
					陡坡型	1	长度	m	60	
							土方开挖	m <sup>3</sup>	54	
							M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	38	
							C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	0.65	
						2	表土剥离	hm <sup>2</sup>	0.53	
						3	耕地恢复	hm <sup>2</sup>	0.98	
						4	土地整治	hm <sup>2</sup>	1.07	
						5	覆土	万 m <sup>3</sup>	0.10	
						小计	1	长度	m	120
								土方开挖	m <sup>3</sup>	108
					M10 浆砌石			m <sup>3</sup>	76	
					C15 素混凝土			m <sup>3</sup>	1.3	
					2		表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.55	
					3		耕地恢复	hm <sup>2</sup>	2.88	
					4		土地整治	hm <sup>2</sup>	3.12	
					5		覆土	万 m <sup>3</sup>	0.30	
					牵张场地区		1	土地整治	hm <sup>2</sup>	0.90
					跨越施工场地区		1	耕地恢复	hm <sup>2</sup>	0.02
							2	土地整治	hm <sup>2</sup>	0.02
					施工道路区	简易汽车运输道路	1	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.20
							2	土地整治	hm <sup>2</sup>	2.37
3	覆土	万 m <sup>3</sup>	0.12							
人抬道路	1	土地整治	hm <sup>2</sup>	0.86						
合计	塔基及施工场地区	平地型	1	表土剥离		hm <sup>2</sup>	0.18			
			2	耕地恢复	hm <sup>2</sup>	0.33				
			3	土地整治	hm <sup>2</sup>	0.35				
			4	覆土	万 m <sup>3</sup>	0.03				
		缓坡型	1	长度	m	110				
				土方开挖	m <sup>3</sup>	99				
				M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	69				
				C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	1.3				
			2	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.50				

行政区划	项目分区		工程措施		单位		工程量	
	一级分区	二级分区	序号	措施名称				
			3	耕地恢复	hm <sup>2</sup>		2.71	
			4	土地整治	hm <sup>2</sup>		2.96	
			5	覆土	万 m <sup>3</sup>		0.30	
		陡坡型	1	浆砌石排水沟	长度		m	60
					土方开挖		m <sup>3</sup>	54
					M10 浆砌石		m <sup>3</sup>	38
					C15 素混凝土		m <sup>3</sup>	0.65
			2	表土剥离	hm <sup>2</sup>		0.76	
			3	耕地恢复	hm <sup>2</sup>		1.41	
			4	土地整治	hm <sup>2</sup>		1.52	
			5	覆土	万 m <sup>3</sup>		0.14	
		小计	1	浆砌石排水沟	长度		m	170
					土方开挖		m <sup>3</sup>	153
					M10 浆砌石		m <sup>3</sup>	107
					C15 素混凝土		m <sup>3</sup>	1.95
			2	表土剥离	hm <sup>2</sup>		2.44	
			3	耕地恢复	hm <sup>2</sup>		4.45	
			4	土地整治	hm <sup>2</sup>		4.83	
			5	覆土	万 m <sup>3</sup>		0.47	
		牵张场地区		1	土地整治	hm <sup>2</sup>		1.35
		跨越施工场地区		1	耕地恢复	hm <sup>2</sup>		0.07
				2	土地整治	hm <sup>2</sup>		0.09
		施工道路区	简易汽车运输道路	1	表土剥离	hm <sup>2</sup>		1.70
2	土地整治			hm <sup>2</sup>		3.35		
3	覆土			万 m <sup>3</sup>		0.17		
人抬道路	1		土地整治	hm <sup>2</sup>		1.30		



表 5.3-3 水土保持植物措施工程量分省汇总表

行政区划		项目分区		植物措施		单位	工程量		
		一级分区	二级分区	序号	措施名称				
云南省	昭通市	昭阳区	塔基及施工场地区	平地型	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.12
						数量	kg	9.60	
					2	种植旱冬瓜		株	80
					3	种植粉叶小檗		株	120
					4	穴状整地（50cm×50cm）		个	80
				5	穴状整地（30cm×30cm）		个	120	
				缓坡型	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.32
						数量	kg	25.60	
					2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.11
						数量	kg	8.80	
					3	种植旱冬瓜		株	220
					4	种植云南松		株	70
					5	种植粉叶小檗		株	330
					6	种植火棘		株	105
				7	穴状整地（50cm×50cm）		个	290	
			8	穴状整地（30cm×30cm）		个	435		
			陡坡型	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.09	
					数量	kg	7.20		
				2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.04	
					数量	kg	3.20		
				3	种植旱冬瓜		株	60	
				4	种植云南松		株	20	
				5	种植粉叶小檗		株	90	
				6	种植火棘		株	30	
			7	穴状整地（50cm×50cm）		个	80		
			8	穴状整地（30cm×30cm）		个	120		
			牵张场地区	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.15	
					数量	kg	12.00		
				2	种植旱冬瓜		株	150	
				3	种植粉叶小檗		株	225	
				4	穴状整地（50cm×50cm）		个	150	
			5	穴状整地（30cm×30cm）		个	225		
			跨越施工场地区	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.01	
					数量	kg	0.80		
				2	种植旱冬瓜		株	10	
				3	种植粉叶小檗		株	15	
				4	穴状整地（50cm×50cm）		个	10	
			5	穴状整地（30cm×30cm）		个	15		

行政区划	项目分区		植物措施		单位	工程量	
	一级分区	二级分区	序号	措施名称			
鲁甸县	施工道路区	简易汽车运输道路	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.20
				数量	kg	16.00	
			2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.24
				数量	kg	19.20	
			3	种植旱冬瓜		株	200
			4	种植云南松		株	240
			5	种植粉叶小檗		株	300
			6	种植火棘		株	360
		7	穴状整地（50cm×50cm）		个	440	
		8	穴状整地（30cm×30cm）		个	660	
		人抬道路	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.08
				数量	kg	6.40	
			2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.10
				数量	kg	8.00	
			3	种植旱冬瓜		株	80
			4	种植云南松		株	100
	5		种植粉叶小檗		株	120	
	6		种植火棘		株	150	
	7	穴状整地（50cm×50cm）		个	180		
	8	穴状整地（30cm×30cm）		个	270		
	塔基及施工场地区	缓坡型	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.61
				数量	kg	48.80	
			2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.10
				数量	kg	8.00	
			3	种植旱冬瓜		株	360
			4	种植云南松		株	60
			5	种植粉叶小檗		株	540
			6	种植火棘		株	90
7		穴状整地（50cm×50cm）		个	420		
8		穴状整地（30cm×30cm）		个	630		
陡坡型		1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.23	
			数量	kg	18.40		
		2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.09	
			数量	kg	7.20		
		3	种植旱冬瓜		株	150	
		4	种植云南松		株	60	
	5	种植粉叶小檗		株	225		
	6	种植火棘		株	90		
7	穴状整地（50cm×50cm）		个	210			
8	穴状整地（30cm×30cm）		个	315			

行政区划	项目分区		植物措施		单位	工程量	
	一级分区	二级分区	序号	措施名称			
	牵张场地区		1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.15
					数量	kg	12.00
			2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.15
					数量	kg	12.00
			3		种植旱冬瓜	株	150
			4		种植云南松	株	150
			5		种植粉叶小檗	株	225
			6		种植火棘	株	225
	7		穴状整地（50cm×50cm）	个	300		
	8		穴状整地（30cm×30cm）	个	450		
	跨越施工场地区		1	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.06
					数量	kg	4.80
			2		种植云南松	株	60
			3		种植火棘	株	90
			4		穴状整地（50cm×50cm）	个	60
	5		穴状整地（30cm×30cm）	个	90		
	施工道路区	简易汽车运输道路	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.24
					数量	kg	19.20
			2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.30
					数量	kg	24.00
			3		种植旱冬瓜	株	240
			4		种植云南松	株	300
			5		种植粉叶小檗	株	360
			6		种植火棘	株	450
		7		穴状整地（50cm×50cm）	个	540	
		8		穴状整地（30cm×30cm）	个	810	
		人抬道路	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.12
					数量	kg	9.60
			2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.14
					数量	kg	11.20
			3		种植旱冬瓜	株	120
			4		种植云南松	株	140
5			种植粉叶小檗	株	180		
6			种植火棘	株	210		
7		穴状整地（50cm×50cm）	个	260			
8		穴状整地（30cm×30cm）	个	390			
云南省小计	塔基及施工场地区	平地型	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.12
					数量	kg	9.60
			2		种植旱冬瓜	株	80.00
			3		种植粉叶小檗	株	120.00
4		穴状整地（50cm×50cm）	个	80.00			

行政区划	项目分区		植物措施		单位	工程量		
	一级分区	二级分区	序号	措施名称				
		缓坡型	5	穴状整地 (30cm×30cm)	个	120.00		
			1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.93	
					数量	kg	74.40	
			2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.21	
					数量	kg	16.80	
			3	种植旱冬瓜	株	580		
			4	种植云南松	株	130		
			5	种植粉叶小檗	株	870		
			6	种植火棘	株	195		
			7	穴状整地 (50cm×50cm)	个	710		
			8	穴状整地 (30cm×30cm)	个	1065		
			陡坡型	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.32
						数量	kg	25.60
				2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.13
		数量				kg	10.40	
		3		种植旱冬瓜	株	210		
		4		种植云南松	株	80		
		5		种植粉叶小檗	株	315		
		6		种植火棘	株	120		
		7	穴状整地 (50cm×50cm)	个	290			
		8	穴状整地 (30cm×30cm)	个	435			
		小计	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	1.37	
					数量	kg	109.60	
			2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.34	
					数量	kg	27.20	
			3	种植旱冬瓜	株	870		
			4	种植云南松	株	210		
			5	种植粉叶小檗	株	1305		
	6		种植火棘	株	315			
	7	穴状整地 (50cm×50cm)	个	1080				
	8	穴状整地 (30cm×30cm)	个	1620				
	牵张场地区	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.30		
				数量	kg	24.00		
		2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.15		
				数量	kg	12.00		
		3	种植旱冬瓜	株	300			
		4	种植云南松	株	150			
		5	种植粉叶小檗	株	450			
	6	种植火棘	株	225				
	7	穴状整地 (50cm×50cm)	个	450				

行政区划			项目分区		植物措施		单位	工程量						
			一级分区	二级分区	序号	措施名称								
			跨越施工 场地区		8	穴状整地（30cm×30cm）	个	675						
					1	狗牙根和野 古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.01					
							数量	kg	0.80					
					2	狗牙根和黄 背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.06					
							数量	kg	4.80					
					3	种植旱冬瓜	株	10						
					4	种植云南松	株	60						
					5	种植粉叶小檗	株	15						
					6	种植火棘	株	90						
			7	穴状整地（50cm×50cm）	个	70								
			8	穴状整地（30cm×30cm）	个	105								
						施工道路 区		1	狗牙根和野 古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.44		
										数量	kg	35.20		
								2	狗牙根和黄 背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.54		
										数量	kg	43.20		
								3	种植旱冬瓜	株	440			
								4	种植云南松	株	540			
								5	种植粉叶小檗	株	660			
								6	种植火棘	株	810			
								7	穴状整地（50cm×50cm）	个	980			
								8	穴状整地（30cm×30cm）	个	1470			
								简易汽车运 输道路		1	狗牙根和野 古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.20
												数量	kg	16.00
										2	狗牙根和黄 背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.24
												数量	kg	19.20
										3	种植旱冬瓜	株	200	
										4	种植云南松	株	240	
						5	种植粉叶小檗			株	300			
6	种植火棘	株				360								
7	穴状整地（50cm×50cm）	个				440								
8	穴状整地（30cm×30cm）	个				660								
贵州省 毕节市 威宁县 （贵州省 小计）						塔基及施 工场地区		平地型		1	狗牙根和野 古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.05
												数量	kg	4.00
										2	狗牙根和黄 背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.18
												数量	kg	14.40
										3	种植旱冬瓜	株	30	
										4	种植云南松	株	110	
										5	种植粉叶小檗	株	45	
										6	种植火棘	株	165	
7	穴状整地（50cm×50cm）	个	140											
8	穴状整地（30cm×30cm）	个	210											

行政区划	项目分区		植物措施		单位	工程量	
	一级分区	二级分区	序号	措施名称			
		缓坡型	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.67
						数量	kg
			2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	1.15
							数量
			3	种植旱冬瓜		株	440
			4	种植云南松		株	760
			5	种植粉叶小檗		株	660
			6	种植火棘		株	1140
		7	穴状整地（50cm×50cm）		个	1200	
		8	穴状整地（30cm×30cm）		个	1800	
		陡坡型	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.22
						数量	kg
			2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.85
							数量
			3	种植旱冬瓜		株	140
			4	种植云南松		株	560
			5	种植粉叶小檗		株	210
			6	种植火棘		株	840
		7	穴状整地（50cm×50cm）		个	700	
		8	穴状整地（30cm×30cm）		个	1050	
		小计	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.94
						数量	kg
			2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	2.18
							数量
			3	种植旱冬瓜		株	610
			4	种植云南松		株	1430
			5	种植粉叶小檗		株	915
			6	种植火棘		株	2145
		7	穴状整地（50cm×50cm）		个	2040	
		8	穴状整地（30cm×30cm）		个	3060	
	牵张场地区	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.30	
							数量
			2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.60
							数量
			3	种植旱冬瓜		株	300
			4	种植云南松		株	600
			5	种植粉叶小檗		株	450
			6	种植火棘		株	900
		7	穴状整地（50cm×50cm）		个	900	
		8	穴状整地（30cm×30cm）		个	1350	

行政区划	项目分区		植物措施		单位	工程量	
	一级分区	二级分区	序号	措施名称			
	跨越施工 场地区		1	狗牙根和黄 背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.02
					数量	kg	1.60
			2	种植云南松		株	20
			3	种植火棘		株	30
			4	穴状整地（50cm×50cm）		个	20
	5	穴状整地（30cm×30cm）		个	30		
	施工道路 区	简易汽车运 输道路	1	狗牙根和野 古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	1.07
					数量	kg	85.60
			2	狗牙根和黄 背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	1.30
					数量	kg	104.00
			3	种植早冬瓜		株	1070
			4	种植云南松		株	1300
			5	种植粉叶小檗		株	1605
			6	种植火棘		株	1950
		7	穴状整地（50cm×50cm）		个	2370	
		8	穴状整地（30cm×30cm）		个	3555	
		人抬道路	1	狗牙根和野 古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.39
					数量	kg	31.20
			2	狗牙根和黄 背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.47
					数量	kg	37.60
			3	种植早冬瓜		株	390
			4	种植云南松		株	470
	5		种植粉叶小檗		株	585	
	6		种植火棘		株	705	
7	穴状整地（50cm×50cm）		个	860			
8	穴状整地（30cm×30cm）		个	1290			
合计	塔基及施 工场地区	平地型	1	狗牙根和野 古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.17
					数量	kg	13.60
			2	狗牙根和黄 背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.18
					数量	kg	14.40
			3	种植早冬瓜		株	110
			4	种植云南松		株	110
			5	种植粉叶小檗		株	165
			6	种植火棘		株	165
		7	穴状整地（50cm×50cm）		个	220	
		8	穴状整地（30cm×30cm）		个	330	
		缓坡型	1	狗牙根和野 古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	1.60
					数量	kg	128.00
			2	狗牙根和黄 背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	1.36
					数量	kg	108.80
3	种植早冬瓜		株	1020			

行政区划	项目分区		植物措施		单位	工程量		
	一级分区	二级分区	序号	措施名称				
			4	种植云南松	株	890		
			5	种植粉叶小檗	株	1530		
			6	种植火棘	株	1335		
			7	穴状整地(50cm×50cm)	个	1910		
			8	穴状整地(30cm×30cm)	个	2865		
			陡坡型	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.54
						数量	kg	43.20
				2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.98
					数量	kg	78.40	
		3		种植旱冬瓜	株	350		
		4		种植云南松	株	640		
		5		种植粉叶小檗	株	525		
		6		种植火棘	株	960		
		7	穴状整地(50cm×50cm)	个	990			
		8	穴状整地(30cm×30cm)	个	1485			
		小计	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	2.31	
					数量	kg	184.80	
			2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	2.52	
					数量	kg	201.60	
			3	种植旱冬瓜	株	1480		
			4	种植云南松	株	1640		
			5	种植粉叶小檗	株	2220		
			6	种植火棘	株	2460		
		7	穴状整地(50cm×50cm)	个	3120			
	8	穴状整地(30cm×30cm)	个	4680				
	牵张场地区	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.60		
				数量	kg	48.00		
		2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.75		
				数量	kg	60.00		
		3	种植旱冬瓜	株	600			
		4	种植云南松	株	750			
		5	种植粉叶小檗	株	900			
6		种植火棘	株	1125				
7	穴状整地(50cm×50cm)	个	1350					
8	穴状整地(30cm×30cm)	个	2025					
跨越施工场地区	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.01			
			数量	kg	0.80			
	2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.08			
			数量	kg	6.40			
3	种植旱冬瓜	株	10					



行政区划	项目分区		植物措施		单位	工程量		
	一级分区	二级分区	序号	措施名称				
施工道路区			4	种植云南松	株	80		
			5	种植粉叶小檗	株	15		
			6	种植火棘	株	120		
			7	穴状整地(50cm×50cm)	个	90		
			8	穴状整地(30cm×30cm)	个	135		
			简易汽车运输道路	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	1.51
						数量	kg	120.80
				2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	1.84
	数量	kg				147.20		
	3	种植旱冬瓜		株	1510			
	4	种植云南松		株	1840			
	5	种植粉叶小檗		株	2265			
	6	种植火棘		株	2760			
	7	穴状整地(50cm×50cm)	个	3350				
	8	穴状整地(30cm×30cm)	个	5025				
	人抬道路	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.59		
				数量	kg	47.20		
		2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	0.71		
				数量	kg	56.80		
		3	种植旱冬瓜	株	590			
		4	种植云南松	株	710			
		5	种植粉叶小檗	株	885			
		6	种植火棘	株	1065			
	7	穴状整地(50cm×50cm)	个	1300				
	8	穴状整地(30cm×30cm)	个	1950				
	小计	1	狗牙根和野古草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	2.10		
				数量	kg	168.00		
		2	狗牙根和黄背草草籽	撒播面积	hm <sup>2</sup>	2.55		
				数量	kg	204.00		
		3	种植旱冬瓜	株	2100			
		4	种植云南松	株	2550			
		5	种植粉叶小檗	株	3150			
6		种植火棘	株	3825				
7	穴状整地(50cm×50cm)	个	4650					
8	穴状整地(30cm×30cm)	个	6975					

表 5.3-4 水土保持临时措施工程量分省汇总表

行政区划			项目分区		临时措施		单位	工程量	
			一级分区	二级分区	序号	措施名称			
云南省	昭通市	昭阳区	塔基及施工 场地区	平地型	1	装土编织袋 挡墙（小）	拦挡长度	m	200
							土方	m <sup>3</sup>	100
					2	密目网苫盖		m <sup>2</sup>	134
				3	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	112	
				缓坡区	1	临时排水沟	长度	m	1244
							开挖工程量	m <sup>3</sup>	224
					2	土质沉沙池	数量	座	
							土方开挖	m <sup>3</sup>	
							土工布覆盖	m <sup>2</sup>	
					3	装土编织袋 挡墙（小）	拦挡长度	m	208
							土方	m <sup>3</sup>	104
					装土编织袋 挡墙（大）	拦挡长度	m	274	
						土方	m <sup>3</sup>	296	
					4	密目网苫盖		m <sup>2</sup>	432
				5	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	360	
			陡坡区	1	临时排水沟	长度	m	373	
						开挖工程量	m <sup>3</sup>	67	
				2	土质沉沙池	数量	座	6	
						土方开挖	m <sup>3</sup>	12	
						土工布覆盖	m <sup>2</sup>	60	
				3	装土编织袋 挡墙（小）	拦挡长度	m	58	
						土方	m <sup>3</sup>	29	
				装土编织袋 挡墙（大）	拦挡长度	m	66		
					土方	m <sup>3</sup>	71		
				4	密目网苫盖		m <sup>2</sup>	127	
			5	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	106		
			牵张场地区		1	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	1500
			施工道路区	简易汽 车运输 道路	1	临时排水沟	长度	m	1500
							开挖工程量	m <sup>3</sup>	270
				2	装土编织袋 挡墙（小）	拦挡长度	m	400	
						土方	m <sup>3</sup>	200	
				缓坡区	1	临时排水沟	长度	m	1741
							开挖工程量	m <sup>3</sup>	313
2	土质沉沙池	数量			座				
		土方开挖	m <sup>3</sup>						
	土工布覆盖	m <sup>2</sup>							

行政区划	项目分区		临时措施		单位	工程量		
	一级分区	二级分区	序号	措施名称				
			3	装土编织袋挡墙(小)	拦挡长度	m	416	
					土方	m <sup>3</sup>	208	
				装土编织袋挡墙(大)	拦挡长度	m	548	
					土方	m <sup>3</sup>	592	
				4	密目网苫盖		m <sup>2</sup>	581
				5	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	484
			陡坡区	1	临时排水沟	长度	m	871
						开挖工程量	m <sup>3</sup>	157
				2	土质沉沙池	数量	座	14
						土方开挖	m <sup>3</sup>	28
						土工布覆盖	m <sup>2</sup>	140
				3	装土编织袋挡墙(小)	拦挡长度	m	174
						土方	m <sup>3</sup>	87
					装土编织袋挡墙(大)	拦挡长度	m	197
				土方		m <sup>3</sup>	213	
	4	密目网苫盖			m <sup>2</sup>	296		
	5	彩条布铺垫			m <sup>2</sup>	247		
	牵张场地区			1	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	3000
	施工道路区	简易汽车运输道路	1	临时排水沟	长度	m	2000	
					开挖工程量	m <sup>3</sup>	360	
			2	装土编织袋挡墙(小)	拦挡长度	m	600	
					土方	m <sup>3</sup>	300	
	云南省小计	塔基及施工场地区	平地型	1	装土编织袋挡墙(小)	拦挡长度	m	200
						土方	m <sup>3</sup>	100
				2	密目网苫盖		m <sup>2</sup>	134
			3	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	112	
			缓坡区	1	临时排水沟	长度	m	2985
开挖工程量						m <sup>3</sup>	537	
2				土质沉沙池	数量	座	0	
					土方开挖	m <sup>3</sup>	0	
					土工布覆盖	m <sup>2</sup>	0	
3				装土编织袋挡墙(小)	拦挡长度	m	624	
					土方	m <sup>3</sup>	312	
				装土编织袋挡墙(大)	拦挡长度	m	822	
土方					m <sup>3</sup>	888		
4			密目网苫盖		m <sup>2</sup>	1013		
5			彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	844		
陡坡区		1	临时排水沟	长度	m	1244		

行政区划		项目分区		临时措施		单位	工程量			
		一级分区	二级分区	序号	措施名称					
贵州省	毕节市					开挖工程量	m <sup>3</sup>	224		
					2	土质沉沙池	数量	座	20	
							土方开挖	m <sup>3</sup>	40	
							土工布覆盖	m <sup>2</sup>	200	
					3	装土编织袋挡墙(小)	拦挡长度	m	232	
							土方	m <sup>3</sup>	116	
						装土编织袋挡墙(大)	拦挡长度	m	263	
						土方	m <sup>3</sup>	284		
					4	密目网苫盖		m <sup>2</sup>	423	
					5	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	353	
					小计	1	临时排水沟	长度	m	4229
								开挖工程量	m <sup>3</sup>	761
			2	土质沉沙池		数量	座	20		
						土方开挖	m <sup>3</sup>	40		
						土工布覆盖	m <sup>2</sup>	200		
			3	装土编织袋挡墙		拦挡长度	m	2141		
					土方	m <sup>3</sup>	1700			
			4	密目网苫盖		m <sup>2</sup>	1570			
			5	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	1309			
			牵张场地区		1	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	4500	
			施工道路区	简易汽车运输道路	1	临时排水沟	长度	m	3500	
							开挖工程量	m <sup>3</sup>	630	
					2	装土编织袋挡墙(小)	拦挡长度	m	1000	
							土方	m <sup>3</sup>	500	
	塔基及施工场地区	平地型	1	装土编织袋挡墙(小)	拦挡长度	m	400			
					土方	m <sup>3</sup>	200			
			2	密目网苫盖		m <sup>2</sup>	226			
			3	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	188			
			缓坡区	1	临时排水沟	长度	m	5100		
						开挖工程量	m <sup>3</sup>	918		
		2		土质沉沙池	数量	座	10			
					土方开挖	m <sup>3</sup>	20			
					土工布覆盖	m <sup>2</sup>	100			
3		装土编织袋挡墙(小)		拦挡长度	m	936				
			土方	m <sup>3</sup>	468					
		装土编织袋挡墙(大)	拦挡长度	m	1233					
	土方	m <sup>3</sup>	1332							
威宁县(贵州省小计)										

行政区划	项目分区		临时措施			单位	工程量		
	一级分区	二级分区	序号	措施名称					
			4	密目网苫盖		m <sup>2</sup>	1811		
			5	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	1456		
			1	临时排水沟	长度	m	2985		
					开挖工程量	m <sup>3</sup>	537		
			2	土质沉沙池	数量	座	48		
					土方开挖	m <sup>3</sup>	96		
					土工布覆盖	m <sup>2</sup>	480		
			3	装土编织袋挡墙(小)	拦挡长度	m	578		
					土方	m <sup>3</sup>	289		
			3	装土编织袋挡墙(大)	拦挡长度	m	658		
					土方	m <sup>3</sup>	711		
			4	密目网苫盖		m <sup>2</sup>	1055		
			5	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	847		
			1	临时排水沟	长度	m	8085		
					开挖工程量	m <sup>3</sup>	1455		
			2	土质沉沙池	数量	座	58		
					土方开挖	m <sup>3</sup>	116		
					土工布覆盖	m <sup>2</sup>	580		
			3	装土编织袋挡墙	拦挡长度	m	3805		
					土方	m <sup>3</sup>	3000		
			4	密目网苫盖		m <sup>2</sup>	3092		
			5	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	2491		
			牵张场地区		1	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	9000
			施工道路区	简易汽车运输道路	1	临时排水沟	长度	m	7500
							开挖工程量	m <sup>3</sup>	1350
					2	装土编织袋挡墙(小)	拦挡长度	m	2400
							土方	m <sup>3</sup>	1200
合计	塔基及施工场地区	平地型	1	装土编织袋挡墙(小)	拦挡长度	m	600		
					土方	m <sup>3</sup>	300		
			2	密目网苫盖		m <sup>2</sup>	360		
		3	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	300			
		缓坡区	1	临时排水沟	长度	m	8085		
					开挖工程量	m <sup>3</sup>	1455		
			2	土质沉沙池	数量	座	10		
					土方开挖	m <sup>3</sup>	20		
				土工布覆盖	m <sup>2</sup>	100			
3	装土编织袋	拦挡长度	m	1560					

行政区划	项目分区		临时措施		单位	工程量		
	一级分区	二级分区	序号	措施名称				
				挡墙(小)	土方	m <sup>3</sup>	780	
				装土编织袋挡墙(大)	拦挡长度	m	2055	
				土方	m <sup>3</sup>	2220		
			4	密目网苫盖		m <sup>2</sup>	2824	
			5	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	2300	
			陡坡区	1	临时排水沟	长度	m	4229
						开挖工程量	m <sup>3</sup>	761
				2	土质沉沙池	数量	座	68
						土方开挖	m <sup>3</sup>	136
						土工布覆盖	m <sup>2</sup>	680
		3		装土编织袋挡墙(小)	拦挡长度	m	810	
					土方	m <sup>3</sup>	405	
				装土编织袋挡墙(大)	拦挡长度	m	921	
				土方	m <sup>3</sup>	995		
		4		密目网苫盖		m <sup>2</sup>	1478	
		5	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	1200		
		小计	1	临时排水沟	长度	m	12314	
					开挖工程量	m <sup>3</sup>	2216	
			2	土质沉沙池	数量	座	78	
					土方开挖	m <sup>3</sup>	156	
					土工布覆盖	m <sup>2</sup>	780	
			3	装土编织袋挡墙	拦挡长度	m	5946	
					土方	m <sup>3</sup>	4700	
		4	密目网苫盖		m <sup>2</sup>	4662		
		5	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	3800		
		牵张场地区		1	彩条布铺垫		m <sup>2</sup>	13500
		施工道路区	简易汽车运输道路	1	临时排水沟	长度	m	11000
开挖工程量	m <sup>3</sup>					1980		
2	装土编织袋挡墙(小)			拦挡长度	m	3400		
				土方	m <sup>3</sup>	1700		

## 5.4 施工要求

### 5.4.1 施工组织设计原则

- 1.水土保持工程施工组织尽可能与主体工程施工相结合;
- 2.施工场地、施工设施、混凝土系统等施工临时设施利用主体工程设置的施工临时设施;
- 3.水土保持工程相对主体工程量较小,且大多采用常规施工方法,其施工用水、用电及建筑材料等由主体工程一并供应。

### 5.4.2 施工组织

#### 1.交通情况及工地运输

根据水土保持措施与主体工程的“三同时”原则,水土保持措施要与主体工程同时施工,因此其交通运输可利用主体工程的施工道路。

#### 2.施工场地布置和材料来源

##### (1) 场地布置

水土保持工程施工集中在主体工程项目建设区范围内,且工程量较小,为避免施工设施重复建设,施工场地利用主体工程施工场地。

##### (2) 砂、石、水来源

水土保持工程施工水源与主体工程一样。主体工程和水土保持工程施工中所需的砂、石量不大,工程所用砂、石考虑就近在有开采许可证的采砂、采石场购买,其水土流失防治责任相应由砂、石料场自行负责。

#### 3.施工管理措施

(1) 应做好施工组织设计,合理安排施工顺序,施工准备阶段的场地平整、表土开挖应尽量避免雨日;

(2) 工程施工中要严格控制开挖面,开挖前进行放线;尽量分片开挖、并及时回填,尽可能减少工程施工造成的水土流失;

(3) 施工结束后及时对裸露地表进行绿化。

#### 4. 线路跨越水土保持敏感区的水土保持要求

(1) 线路塔基开挖应避免雨日，塔基采用全方位高低腿设计，塔基周围修筑浆砌石挡土墙（堡坎）、排水沟等措施，塔基基础开挖出的土石方用装土编织袋拦挡，临时堆放时采取密目网措施，施工结束后，多余土方用于塔基平整、护坡、保坎，不产生弃渣。

(2) 施工时注意保护河（库）岸植被和其他河（库）岸防护措施，不破坏饮用水安全工程警示标志等设施。

(3) 施工不向周边水体排放污水和弃置、倾倒垃圾。

### 5.4.3 水土保持措施施工方法、施工工艺

#### 5.4.3.1 工程措施

##### 1. 表土剥离

对塔基永久占地范围和拓宽的简易施工道路两侧进行表土剥离，林地、草地剥离表土厚度按 10cm 计，园地剥离表土厚度按 20cm 计，耕地剥离表土厚度按 30cm 计，采用铁锹、锄头等工具人工剥离表层土。

##### 2. 覆土

土地平整后，人工将表土装筐、挑抬至回覆场地，卸载，然后进行整平，覆土厚度大约为 20cm~30cm。

##### 3. 浆砌石截（排）水沟施工

浆砌石截（排）水沟施工采用人工开挖，开挖的土方置于场地内堆放，人工配比水泥砂浆，用小型拌合机械现场拌制，压实，修整，回填土方。

##### 4. 土地整治、耕地恢复

采用人力施肥。畜力耕翻地，以创造良好的土壤耕层构造和表面状态，协调水分、养分、空气，热量等因素，提高土壤肥力，为复耕提供良好条件。



### 5.4.3.2 植物措施

#### 1. 草籽播种及抚育管理

##### (1) 撒播草籽

撒播草籽应避开高温、高湿、干旱和寒冷期等“危机期”，以提高发芽率。种子比例为狗牙根：野古草=1：1，狗牙根：黄背草=1：1，按  $80\text{kg}/\text{hm}^2$  密度撒播。草籽播种要求种子均匀地散在坪床上，并使种子掺和到  $1\text{cm} \sim 1.5\text{cm}$  的土层中，手工播种。

##### (2) 抚育管理

地表覆盖：播种后及时覆土，用草席或无纺布进行覆盖以免被风吹走。

适当施肥：一般在植物生长期需追肥两次，第一次在幼苗生长 1 个月后即 7 月，多年生草本植物开始分蘖时，第二次在幼苗根系迅速生长的 8 月中旬。肥种以尿素、磷酸二铵为宜，每次追肥量 5 公斤/亩。

围栏封育：人工恢复植被第一年植物根系较浅，容易为牛羊采食而拔根或践踏致死，因此不能在人工恢复草地进行放牧等活动，应采用刺铁丝隔离栅栏防护。

#### 2. 乔灌木种植及抚育管理

##### (1) 栽植乔灌木

栽植灌木前进行人工穴状整地，灌木苗整地规格为  $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ，乔木苗整地规格为  $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ，可用锄头人工挖坑，然后栽植，浇水，覆土，清理场地。海拔 2000m 以下区域乔木种类选择旱冬瓜，灌木种类选择粉叶小檗；海拔 2000m 以上区域乔木种类选择云南松，灌木种类选择火棘。乔木种植密度  $1000$  株/ $\text{hm}^2$ ，灌木种植密度  $1500$  株/ $\text{hm}^2$ 。

##### (2) 抚育管理

结合松土、除草和施肥工作，可进行补植补造，造林后的 3 年内，最好每年进行一次砍灌除草、松土施肥等抚育管理工作。随着树龄的增加，其植株所需营养也在提高，因而施肥量也要不断增加，但在幼树阶段不能施用尿素、硫酸二氢铵等含氮高的化肥。

### 5.4.3.3 临时措施

#### 1.临时排水沟开挖

施工期间在塔基区周边修建临时排水沟，排水沟采用土沟形式，即在原有地表开挖，内壁夯实，排水沟断面为梯形，底宽 30cm、高 30cm、边坡比为 1: 1，挂线，使用镐锹开挖。

#### 2.沉沙池开挖

临时排水沟末端设置沉沙池，沉沙池采用土质，底部尺寸为 1.5m×1.0m（长×宽），深 1.0m，边坡比为 1:0.5，边坡和池底需进行压实，表面铺土工布。

#### 3.装土编织袋挡墙

施工期间在各个区域的表土用编织袋袋装，封包，根据需要，堆筑成不同高度的临时挡墙，用于临时堆土周边和场地下边坡挡护。待施工结束后，拆除编织袋，表土用于绿化前覆土。

#### 4.密目网覆盖、彩条布铺垫

施工期间，塔基临时堆土表面采用密目网苫盖，临时堆土底部、牵张场场地采用临时彩条布铺垫。密目网、彩条布运输到施工场地内后，铺设，搭接，并采用人力覆盖后，可用石块将四周固定以防止密目网网、彩条布在风力作用下移位。

### 5.4.4 施工进度安排

《中华人民共和国水土保持法》规定，建设项目的水土保持措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。水土保持方案实施的进度总原则为：体现预防为主方针，综合考虑生态效应和社会效应。

本工程水土保持措施实施进度详见表 5.4-1。

表 5.4-1 水土保持方案实施进度双横道图

防治分区		工期	2022年	2023年		
			Q4	Q1	Q2	Q3
1	塔基及 施工场 地区	主体工程	—————	—————	—————	—————
		表土剥离及防护、临时堆土防护、临时排水、铺垫	-----	-----	-----	-----
		浆砌石排水沟	-----	-----	-----	-----
		土地整治、复耕、覆土、乔灌草绿化		-----	-----	-----
2	牵张场 地区	主体工程		—————	—————	—————
		彩条布铺垫		-----	-----	-----
		土地整治、乔灌草绿化		-----	-----	-----
3	跨越施 工场 地区	主体工程		—————	—————	—————
		土地整治、复耕		-----	-----	-----
		乔灌草绿化		-----	-----	-----
4	施工道 路区	主体工程	—————	—————	—————	—————
		表土剥离及防护、临时排水	-----	-----	-----	-----
		覆土、土地整治、撒播草籽		-----	-----	-----
备注：每年以季度（Q）计列。						
主体工程施工进度 ————— 水保工程施工进度 -----						

## 6 水土保持监测

### 6.1 范围和时段

#### 6.1.1 监测范围及分区

##### 6.1.1.1 监测范围

本工程水土保持监测范围为该项目的水土流失防治责任范围，根据工程设计和施工进度安排，对防治责任范围内的水土保持生态环境变化、水土流失动态分析及水土保持防治措施实施效果等内容进行动态监测，并灵活掌握监测区域的变化。

##### 6.1.1.2 监测分区

监测范围划分为塔基及施工场地区、牵张场地区、跨越施工场地区和施工道路区 4 个监测单元，根据水土流失预测结果，重点监测塔基及施工场地区和施工道路区。

#### 6.1.2 监测时段

本工程计划 2022 年 10 月开始施工，2023 年 9 月建设完成，建设总工期 1 年。监测时段从施工准备开始，至设计水平年（即 2024 年）结束并进行资料整编和编写水土保持验收所需的水土保持监测报告，监测时段为 2.25 年。

### 6.2 内容和方法

#### 6.2.1 监测内容

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），本工程监测内容主要包括水土流失影响因素监测、项目施工全过程各阶段扰动土地情况监测、水土流失状况监测、水土流失防治成效监测、水土流失危害监测等。

水土流失影响因素监测的内容包括：气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素；项目建设对原地表、水土保持设施、植被的占压和损毁情况；项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况；项目弃土（石、渣）场的占地面积、弃土（石、渣）量及堆放方式；项目取土（石、料）的扰动面积及取料方式。

扰动土地方面，应重点监测实际发生的永久和临时占地、扰动地表植被面积、永久和临时弃渣量及变化情况；

水土流失状况监测的内容包括：水土流失类型、形式、面积、分布及强度；各监测分区及其重点对象的土壤流失量。

水土流失防治成效监测的内容包括：工程措施的类型、数量、分布和完好程度；植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率；临时措施的类型、数量和分布；主体工程和各项水土保持措施的实施进度情况；水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用；水土保持措施对周边生态环境发挥的作用。

水土流失危害监测的内容包括：水土流失对主体工程造成危害的方式、数量和强度；水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点等的数量、程度；生产建设项目造成的沙化、崩塌、滑坡、泥石流等灾害；对水源地、生态保护区、江河湖泊、水库、塘坝、航道的危害，有可能直接进入江河湖泊或产生行洪安全影响的弃土（石、渣）情况。

在工程开工建设之前，应对项目区土壤侵蚀背景值进行监测；在大暴雨、特大暴雨、泥石流等自然灾害后应进行重大水土流失事件监测，事发后一周内上报地方水行政主管部门，监测方法以调查法为主。

根据水土流失预测结果，重点监测塔基及施工场地区、施工道路区。

## 6.2.2 监测方法

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）、“关于印发《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》的通知”（办水保〔2015〕年139号）和本工程主要采用地面观测、调查监测及遥感监测相结合的方法。

本工程对重点塔基及施工场地区作定点监测，其他点位以调查巡查监测为主。建设项目在整个建设期（含施工准备期内）必须全程开展监测。

### 6.2.2.1 地面观测

地面观测方法主要利用确定的地面监测位点监测水土流失强度，根据本工程的建设

特点，主要采取侵蚀沟样法和集沙池法。

侵蚀沟样法：在发生侵蚀的地方，通过选定样方，测定样方内侵蚀沟的数量和大小来确定侵蚀量。样方大小取 5m~10m 宽的坡面，侵蚀沟按大（沟宽>100cm）、中（沟宽 30~100cm）、小（沟宽<30cm）分三类统计，每次降雨后或多次降雨后，测定沟长和上、中上、中、中下、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深，推算流失量。

集沙池法：在区域排水沟末端建沉沙池或利用原有沉沙池，通过测出沉沙池内的淤积量，从而推算出该区域的土壤流失量。

### 6.2.2.2 调查监测

#### 1. 标准样地调查法

对项目区的水土保持植物措施应设立固定标准地，每年 10 月定期对标准地进行调查，植被调查的主要内容为：树高、胸径、冠幅、生物量、盖度、郁闭度、覆盖度、成活率、保存率及植物种类等。

选有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，要求乔木林 10m×10m、灌木林 5m×5m、草地 2m×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草覆盖度。计算公式为：

$$D = f_e / f_d \quad C = f / F \times 100\%$$

式中：D—林地的郁闭度（或草地的盖度）；

C——林草覆盖度，%；

$f_d$ ——样方面积， $m^2$ ；

$f_e$ ——样方内树冠（草冠）垂直投影面积， $m^2$ ；

$f$ ——林地（或草地）面积， $hm^2$ ；

$F$ ——类型区总面积， $hm^2$ 。

#### 2. 现场调查

调查监测是指定期对整个项目建设区调查的方式，通过实地勘测，结合地形图、照

相机、标杆、尺子等工具，按不同区域的地表扰动类型和面积，填表、勾图记录每个扰动类型区的基本特征及水土保持措施实施情况。

根据监测内容的不同，本工程采取的主要方法有：①对项目区内的水土流失背景值，采取现场调查的方法，通过现场查勘各分区水土流失现状、植被分布生长情况和各区的地形，分析水土流失背景值。②对主体工程占用土地面积、扰动地表面积、类型及其变化情况，主要通过采用 GPS 仪和全面调查相结合的方法。③对水土流失因子，主要采用资料收集和现场查勘相结合的方法，通过收集当地气象站气象资料获得相关的降雨数据，通过查阅主体工程设计报告、监理资料和实地查勘、测量获取土石方的挖填数量和弃渣数量及流向。④对水土保持工程措施的实施数量、质量、防护效果及其稳定性情况，采用全面调查法。

### 3. 巡查监测

巡查法是开发建设项目施工期间水土保持监测的一种特殊方法。因为开发建设项目施工场地的时空变化复杂，定位监测有时十分困难，场地巡查可以及时发现水土流失并采取最有效的措施加以控制，如土石方开挖是否及时调运、重力侵蚀发生情况等均可通过定期或不定期的巡查来发现问题；水土流失对主体工程影响、周边环境的影响和水土流失重大危害事件，采取现场巡查法，即使发现建设过程中存在的水土流失隐患。

#### 6.2.2.3 无人机遥感监测

水土保持遥感监测指无人机遥感，采用先进的无人驾驶飞行器技术、遥感传感器技术、遥测遥控技术、通讯技术、GPS 差分定位技术和遥感应用技术，快速获取国土、资源、环境等空间遥感信息，完成遥感数据处理、建模和应用分析的应用技术。

本工程在施工前、施工过程中和施工后期分别进行一次遥感监测，通过遥感图像分析工程施工造成的水土流失。

#### 6.2.2.4 监测内容、监测方法总结

表 6.2-1 水土保持监测内容、监测方法一览表

时段	监测内容		监测方法
施工准备期	背景值监测	项目建设区地形、地貌、植被等情况	调查监测
		原地貌土壤侵蚀模数	调查监测
施工建设期	主体工程建设	工程组成、建设阶段、完成的主要工程量	调查监测
	扰动土地情况	各建设区域地形、地貌变化情况	调查监测、遥感监测
		工程建设占用土地面积、扰动土地面积	调查监测、遥感监测
		各建设区域植被覆盖变化情况	调查监测、遥感监测
		各建设区域挖方、填方量, 堆放、运移情况	调查监测
		临时堆土堆放场地面积及体积形态变化情况	调查监测
		损坏水土保持设施数量	调查监测、遥感监测
	水土流失状况	降雨天气对建设区域及周边情况的影响	调查监测、遥感监测
		各区域土壤侵蚀模数、土壤流失量	地面观测、调查监测
		项目区周边植被生长状况	调查监测、遥感监测
		水土流失面积	调查监测、遥感监测
	水土流失防治成效	水土保持措施的布设位置、断面尺寸、实施情况、建设进度、防治效果	调查监测、遥感监测
		水土保持措施工程量、建设进度	调查监测、遥感监测
		地形、地貌、植被恢复情况	调查监测、遥感监测
水土流失事件监测	遇暴雨、大风等天气后项目区水土流失情况	调查监测、遥感监测	
试运行期	水土流失防治效果监测	植物措施及管护情况	调查监测、遥感监测
		工程措施实施效果监测	调查监测、遥感监测
	水土流失状况监测	土壤侵蚀模数监测	调查监测

### 6.2.3 监测频次

依据《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), 本工程水土保持监测频次为扰动土地情况每月监测1次; 水土流失状况每月监测1次, 发生强降水等情况及时进行加测; 水土流失防治成效每季度监测1次, 其中临时措施实施情况每月监测1次; 水土流失危害结合上述监测内容一并开展。

### 6.3 点位布设

根据本工程特点及水土流失预测分析的结果, 设置7处定位观测监测点, 其中塔基



及施工场地区 6 处，施工道路区 1 处；采用侵蚀沟样法 3 处、集沙池法 4 处；同时，对以上定位观测监测点进行工程措施和植物措施的监测，各监测点特性见表 6.3-1。

对于水土流失影响因子和水土保持措施效果的监测采用实地调查监测法。

各监测点监测项目、监测内容及方法、监测频次详见 6.3-2。

监测点布设见附图“3354K-I02-08”。

表 6.3-1 监测点特性表

监测分区	监测点位编号	具体位置	特性	监测方法
塔基及施工场地区	1	C1Z5 塔基开挖边坡	陡坡型塔基，昭阳区境内	侵蚀沟样法
	2	C1J12 塔基排水沟末端	陡坡型塔基，昭阳区境内	集沙池法
	3	C1Z28 塔基排水沟末端	陡坡型塔基，威宁县境内	集沙池法
	4	C1Z59 塔基排水沟末端	缓坡型塔基、位于生态保护红线内，威宁县境内	集沙池法
	5	C1J34 塔基开挖边坡	陡坡型塔基，位于生态保护红线内，威宁县境内	侵蚀沟样法
	6	GC1J37+2 塔基开挖边坡	陡坡型塔基，鲁甸县境内	侵蚀沟样法
施工道路区	7	进 C1Z72+1 塔位简易汽车运输道路排水沟末端	此处需扩宽已有土路作为简易汽车运输道路	集沙池法

表6.3-2 监测计划表

项目	监测点编号	监测点位置	监测项目	监测方法	监测内容	监测时段及频率
定位监测	1	C1Z5 塔基开挖边坡	水土流失量、工程措施、植物措施	侵蚀沟样法	径流量、泥沙量	扰动土地情况每月监测1次;水土流失状况每月监测1次,发生强降水等情况及时进行加测;水土流失防治成效每季度监测1次,其中临时措施实施情况每月监测1次;水土流失危害结合上述监测内容一并开展。监测时段共计2.25年。
	2	C1J12 塔基塔基排水沟末端		集沙池法		
	3	C1Z28 塔基塔基排水沟末端		集沙池法		
	4	C1Z59 塔基排水沟末端		集沙池法		
	5	C1J34 塔基开挖边坡		侵蚀沟样法		
	6	GC1J37+2 塔基开挖边坡		侵蚀沟样法		
	7	进 C1Z72+1 塔位简易汽车运输道路排水沟末端		集沙池法		
遥感监测	各施工区		调查土地利用现状、植被覆盖度等	运用遥感技术	水保设施损毁情况	施工前、施工过程中和施工后期分别进行一次。
调查监测	各施工区		巡查水土流失危害	现场巡查	压埋绿地、阻塞沟道等情况	建设期每月1次,运行期每年2次~3次,监测时段共计2.25年。
			调查水土保持设施完好率	现场巡查	水保设施损毁情况	
			调查植被成活率、保存率、覆盖率	标准地调查	高、胸径、生物量、郁闭度、覆盖度、成活率、保存率	
备注: 当 24h 过程暴雨量大于 50mm 时进行加测。						

## 6.4 实施条件和成果

### 6.4.1 实施条件

#### 6.4.1.1 监测人员

依据《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),本工程水土保持监测工作可由生产建设单位自行或者委托具备相应技术条件的机构开展水土保持监测工作。

依据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018),本工程水土保持监测项目部人员应配置3人,包括总监测工程师、监测工程师和监测员各1名。

### 6.4.1.2 土建设施

本工程在开展水土保持监测时，可充分利用主体工程或新增水保方案中设计的部分设施（如排水沟、沉沙池等）改造后进行监测。

### 6.4.1.3 监测设备和材料

消耗性材料包括 50m 皮尺、2m 抽式标杆、集水桶等。损耗性设备包括 GPS 全球定位仪、数码相机、计算机、土壤水分测定仪、烘箱、天平、雨量计等，详见表 6.4-1。

表 6.4-1 水土保持监测设备及材料表

序号	类别	名称	单位	数量
1	监测土建设施	侵蚀沟样方	处	3
		建设（改造）沉沙池	座	4
2	监测设备	GPS 全球定位仪	台	1
		无人机	台	1
		数码相机	台	1
		摄像机	台	1
		计算机	台	1
		测距仪	台	1
		土壤水分测定仪	台	1
		烘箱	台	1
		天平	台	1
		测高仪	个	1
坡度仪	个	1		
3	消耗性材料	50m 皮尺	条	3
		钢卷尺	把	3
		2m 抽式标杆	支	3
		泥沙测量仪器（量筒、比重计）	个	3
		取样玻璃仪器（三角瓶、量杯）	个	3
		采样工具（铁铲、铁锤、水桶）	批	3
		植被测量仪器（测绳、剪刀）	批	10
4	监测资料购买	遥感影像资料	套	1
		气象资料	套	1

### 6.4.2 监测成果

监测成果应包括监测实施方案、监测记录表、监测意见、监测季度报告、水土保持监测总结报告、相关监测图件、影像资料。

1.监测实施方案应根据工程实际情况,结合水土保持方案合理确定监测重点及计划。

2.监测季度报告客观反映工程施工过程中水土保持监测情况,及时上报建设单位及水行政或流域监督管理部门,建设单位应当在工程建设期间将水土保持监测季报在其官方网站公开,同时在业主项目部和施工项目部公开。

3.水土保持监测总结报告应内容全面、数据真实、重点突出、结论客观。报告包括以下内容:(1)建设项目及水土保持工作概况。包括项目建设概况、水土流失防治工作概况及监测工作实施概况。(2)重点部位水土流失动态监测结果。包括防治责任范围监测结果(包括水土保持防治责任范围、建设期扰动土地面积)、弃土监测结果(包括设计弃土情况、弃土场位置及占地面积监测结果、弃土量监测结果)。(3)水土流失防治措施监测结果。包括工程措施及实施进度、植物措施及实施进度及临时措施实施进度。(4)土壤流失量分析。包括各阶段土壤流失量分析、各扰动土地类型土壤流失量分析。(5)水土流失防治效果监测结果。包括水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率及林草覆盖率。⑥结论。包括水土流失动态变化、水土保持措施评价、存在问题及建议、综合结论。

4.监测图件主要包括工程地理位置图、监测分区及监测点位分布图、水土流失防治责任范围图、工程建设前项目区水土流失现状图、水土保持措施布局图、工程竣工后项目区水土流失现状图等,作为监测成果报告的附图。

5.监测影像资料主要包括监测过程中各监测点(简易观测点)照片、水土保持设施施工前、中、后照片及监测人员现场监测的录像资料等。

### 6.4.3 监测制度

1.每次监测前,需对仪器设备进行检验,合格后方可投入使用。

2.对每次监测结果进行统计分析,做出简要评价,提出防治水土流失的意见及建议。

3.监测单位要及时对监测成果进行整理、统计、分析和归档,监测单位在项目开工前向有关水行政主管部门报送《生产建设项目水土保持监测实施方案》;监测过程中,

每季度报送《生产建设项目水土保持监测季度报告表》，并在监测季报和总结报告等监测成果中提出“绿黄红”三色评价结论，对监测总结报告三色评价结论为“红”色的,务必整改措施到位并发挥效益后,方可通过水土保持设施自主验收。

因降雨、大风或人为原因发生严重水土流失及危害事件的，应于事件发生后1周内报告有关情况；水土保持监测任务完成后，应于3个月内报送《生产建设项目水土保持监测总结报告》。

4.水土保持监测单位向项目所在流域机构报送上述报告和报告表，同时抄送项目所涉及县级水行政主管部门。监测过程中所获得的监测数据、监测图件和影像资料应妥善保存，在项目竣工后移交建设单位存档。

## 7 水土保持投资估算及效益分析

### 7.1 投资估算

#### 7.1.1 编制原则及依据

##### 7.1.1.1 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.编制深度与主体工程一致，按可行性研究深度编制投资估算。
- 3.价格水平年与主体工程一致，以2022年第1季度市场价格为准。投资估算的人工工资、材料单价等与主体工程相一致，主体未涉及的部分参照《开发建设项目水土保持工程概(估)算编制规定》（水利部〔2003〕67号）、《水土保持工程概算定额》或相关行业、地方标准和当地现行市场价格计算。
- 4.主体设计中已界定为水土保持措施的工程投资直接计入水土保持估算总投资，其施工进度及投资进度依据主体工程进度统筹安排。
- 5.水土保持投资费用构成按照《水土保持工程概(估)算编制规定》（水利部水总〔2003〕67号文）执行。
- 6.本工程水土保持投资估算作为主体工程投资的组成部分，计入工程总投资中。
- 7.林草预算价格依据当地市场价格水平确定。

##### 7.1.1.2 编制依据

- 1.《电网工程建设预算编制与计算规定》（2018年版）；
- 2.《电力建设工程施工机械台班费用定额》（2018年版）；
- 3.《电力建设工程预算定额》（2018年版）；
- 4.《电力工程造价与定额管理总站关于发布2018版电力建设工程概预算定额价格水平调整的通知》（定额〔2021〕3号）；
- 5.“关于落实《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》”（中电联定额〔2015〕162号）；

6. 《水土保持工程概算定额》、《水土保持工程概（估）算编制规定》、《施工机械台时费定额》（水利部水总〔2003〕67号）；

7. 《水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法的通知（含水土保持工程部分）》（水利部办公厅，办水总〔2016〕132号）；

8. 《关于水土保持补偿费收费标准的通知》（云南省物价局、云南省财政局、云南省水利厅，云价（费）发〔2017〕113号）；

9. 《云南省住房和城乡建设厅关于云南省2013版建设工程造价计价依据调整定额人工费的通知》（云建标函〔2018〕47号）；

10. 《贵州省水土保持补偿费征收管理办法》（贵州省人民政府令第163号，2015年3月13日）；

11. 《省发展改革委 省财政厅转发国家发展改革委 财政部关于降低电信网码号资源占用费等部分行政事业性收费标准的通知》（黔发改收费〔2017〕1610号）；

12. 《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通知》（办财务函〔2019〕448号）；

13. 建筑材料、苗木、草籽价格等参照当地现行价格计算。

## 7.1.2 编制说明与估算成果

### 7.1.2.1 费用构成

水土保持工程投资由工程措施费、植物措施费、临时措施费、独立费用、基本预备费、水土保持补偿费构成，具体见表7.1-1。

表7.1-1 水土保持工程投资费用构成表

费用构成	1	工程措施费	主体已有	/
			方案新增	直接工程费、间接费、企业利润、税金
	2	植物措施费	方案新增	直接工程费、现场经费、间接费、企业利润、税金
			临时措施费	
	3	独立费用		建设管理费、科研勘测设计费、水土保持监理费、水土保持监测费、水土保持设施验收费
	4	基本预备费		
5	水土保持补偿费			
6				

### 7.1.2.2 估算编制方法说明

水土保持工程投资估算以主体工程投资估算和水利部水总〔2003〕67号《开发建设项目水土保持工程投资概(估)算编制规定》作为编制依据,计算人工、材料、施工机械台时等预算价格,按费用构成的规定计算工程项目的单价,由分部工程费用构成总估算。工程可行性研究阶段,需将定额单价扩大10%。

#### 1.基础单价编制

##### (1) 人工预算单价

线路工程人工预算单价定额为输电普通工70元/日,人工工日单价调增根据2021年1月12日《电力工程造价与定额管理总站关于发布2018版电力建设工程概预算定额价格水平调整的通知》(定额〔2021〕3号)关于各省调增系数计算;本工程位于海拔2000m以下塔基50基,海拔2000m以上塔基57基,经过加权平均计算,本工程平均海拔为2015m,因此人工定额调整系数取1.10。详见表7.1-2。

表7.1-2 水土保持工程人工单价表

序号	项目	计算依据	云南省	贵州省
1	基准人工工日单价定额(元/日)	2018 电力行业定额	70	70
2	建筑工程人工调整系数(%)	定额〔2021〕3号	4.58	4.82
3	人工工日预算单价(元/日)	基准人工工日单价定额×(1+建筑工程人工调整系数)	73.21	73.37
4	人工工日预算单价(元/时)		9.15	9.17
5	高海拔地区人工定额调整系数		1.10	1.10
6	本工程采用人工工日预算单价(元/时)		10.07	10.09

##### (2) 材料预算单价

建筑材料价格由当地市场价格加包装费、运杂费、采购及保管费组成,材料价格以2022年第1季度当地市场价格为准。根据“水利部办公厅关于印发《水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》的通知”(办水保〔2016〕132号),工程措施材料采购及保管费费率为2.3%,植物措施材料采购及保管费费率为1.1%。水土保持主要材料单价汇总表见表7.1-14。

##### (3) 施工机械台时费



一般采用主体工程价格，不足部分按《水土保持工程概算定额》中附录一《施工机械台时费定额计算》。

根据《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通知》（办财务函〔2019〕448号），施工机械台时费定额的折旧费除以1.13调整系数，修理及替换设备费除以1.09的调整系数。经过加权平均计算，本工程平均海拔为2015m，因此机械定额调整系数取1.25。

## 2. 工程单价编制

### （1）费用组成

水土保持工程单价由直接工程费、间接费、企业利润、税金和扩大系数等组成。

表 7.1-3 工程单价费用组成

费用名称	费用组成	
直接工程费	直接费	包括人工费、材料费、机械使用费
	其它直接费	包括冬雨季施工增加费、夜班施工增加费、特殊地区施工增加费、及其他等费用
	现场经费	包括临时设施费和现场管理费
间接费	包括企业管理费、财务费、定额编制费等费用	
企业利润	企业按规定计入的工程措施、植物措施及临时工程造价内的利润	
税金	企业按规定计入的各类工程造价内的营业税、城市维护建设税和教育费附加	
扩大系数	单价总计扩大	

### （2）相关费率

工程措施单价原则上采用主体工程单价，不足部分按《水土保持工程概（估）算编制规定及定额》编制，单价由直接工程费、现场经费、间接费、企业利润和税金组成，其取费标准及费率见表 7.1-4。

表 7.1-4 工程定额费率表 单位：%

序号	费用名称	工程措施	植物措施	土地整治	取费基础
1	其他直接费	2	1	1	
2	现场经费	5	4	3	
3	间接费	5.5	3.3	3.3	直接费
4	企业利润	7	5	7	直接费+间接费
5	税金	9	9	9	直接费+间接费+企业利润
6	扩大系数	10	10	10	直接费+间接费+企业利润+税金

### (3) 单价分析

工程措施单价原则上采用主体工程单价，不足部分按《水土保持工程概（估）算编制规定及定额》编制。

1) 工程措施费：按工程量乘以单价指标计算。

2) 植物措施费：按工程量乘以单价指标计算。

3) 施工临时工程费

①临时防护工程：按工程量乘以单价指标计算。

②其他临时工程：按（工程措施费+植物措施费）×2%计算。

4) 水土保持独立费用

①工程建设管理费：按（工程措施费+植物措施费+临时防护工程费）×2%计算；

②水土保持监理费：按实际工作量计列，核定为 15 万元；

③科研勘测设计费包括水土保持方案编制费及勘测设计费，合计 42 万元；其中水土保持方案编制费根据相关规定并结合实际工程量核定为 30 万元；勘测设计费根据相关规定并结合实际工程量核定为 12 万元。

④水土保持监测费：包括人工费、土建设施费、监测设备使用费、消耗性材料费以及购买监测资料费用等，共计41.37万元，详见表7.1-10；

5) 水土保持设施验收费：根据相关规定并结合实际工程量核定为30.00万元；

6) 基本预备费按工程措施、植物工程、施工临时工程、独立费四部分之和的6%计。

7) 水土保持补偿费

根据“云价收费〔2017〕113号”，云南省水土保持补偿费按照征占用土地面积计征，征收标准按 0.7 元/m<sup>2</sup> 计列，根据“发改价格〔2017〕1186 号”以及“黔发改收费〔2017〕1610 号”文，贵州省水土保持补偿费按照征占用土地面积计征，征收标准按 1.20 元/m<sup>2</sup> 计列，水土保持补偿费共 18.5000 万元，其中云南省水土保持补偿费 4.3400 万元（其中昭阳区 1.7640 万元、鲁甸县 2.5760 万元），贵州省水土保持补偿费 14.1600 万元（威宁县），详见表 7.1-11。

## 7.1.2.3 估算成果

## 1.水土保持投资估算汇总

按 2022 年第 1 季度价格水平，本工程水土保持总投资为 434.54 万元，其中工程措施 43.70 万元，植物措施 17.46 万元，临时措施 197.78 万元，独立费用 133.55 万元（含水土保持监理费 15.00 万元、水土保持监测费 41.37 万元），基本预备费 23.55 万元，水土保持补偿费共 18.5000 万元。

本工程水土保持补偿费中，云南省水土保持补偿费 4.3400 万元（其中昭阳区 1.7640 万元、鲁甸县 2.5760 万元），贵州省水土保持补偿费 14.1600 万元（威宁县）。

水土保持投资估算总表见表 7.1-5。

表 7.1-5 水土保持工程总估算表

序号	工程或费用名称	建安工程 费	植物措施费		独立费用	合计（万元）
			栽植费	苗木费		
<b>一</b>	<b>工程措施</b>	<b>43.70</b>				<b>43.70</b>
1	塔基及施工场地区	29.72				29.72
2	牵张场地区	0.64				0.64
3	跨越施工场地区	0.07				0.07
4	施工道路区	13.27				13.27
<b>二</b>	<b>植物措施</b>		<b>9.05</b>	<b>8.41</b>		<b>17.46</b>
1	塔基及施工场地区		3.19	3.21		6.40
2	牵张场地区		1.30	1.15		2.45
3	跨越施工场地区		0.09	0.08		0.17
4	施工道路区		4.47	3.97		8.44
<b>三</b>	<b>临时措施</b>	<b>197.78</b>				<b>197.78</b>
1	临时防护工程	196.56				196.56
1.1	塔基及施工场地区	138.47				138.47
1.2	牵张场地区	6.17				6.17
1.3	施工道路区	51.92				51.92
2	其他临时工程	1.22				1.22
<b>一~三部分合计</b>		<b>241.48</b>	<b>9.05</b>	<b>8.41</b>		<b>258.94</b>
<b>四</b>	<b>独立费用</b>				<b>133.55</b>	<b>133.55</b>
1	建设管理费				5.18	5.18
2	科研勘测设计费				42.00	42.00
3	水土保持监理费				15.00	15.00
4	水土保持监测费				41.37	41.37
5	水土保持设施验收费				30.00	30.00

序号	工程或费用名称	建安工程 费	植物措施费		独立费用	合计(万元)
			栽植费	苗木费		
	一~四部分合计	<b>241.48</b>	<b>9.05</b>	<b>8.41</b>	<b>133.55</b>	<b>392.49</b>
五	基本预备费					<b>23.55</b>
六	水土保持补偿费					<b>18.50</b>
	水土保持工程总投资					<b>434.54</b>

## 2.分部工程估算表

## (1) 水土保持措施投资估算总表

表 7.1-6 水土保持措施投资估算总表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
一	工程措施费				43.70
(一)	塔基及施工场地区				29.72
	云南省				10.48
1	浆砌石排水沟		50		1.00
(1)	土方开挖	m <sup>3</sup>	45	18.50	0.08
(2)	M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	31	288.74	0.90
(3)	C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	0.65	335.24	0.02
2	表土剥离	hm <sup>2</sup>	0.89	38502.00	3.43
3	耕地恢复	hm <sup>2</sup>	1.57	4744.07	0.74
4	土地整治	hm <sup>2</sup>	1.71	4744.07	0.81
5	覆土	万 m <sup>3</sup>	0.17	264673.00	4.50
	贵州省				19.24
1	浆砌石排水沟		120		2.45
(1)	土方开挖	m <sup>3</sup>	108	18.80	0.20
(2)	M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	76	291.21	2.21
(3)	C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	1.30	338.55	0.04
2	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.55	38579.00	5.98
3	耕地恢复	hm <sup>2</sup>	2.88	4756.38	1.37
4	土地整治	hm <sup>2</sup>	3.12	4756.38	1.48
5	覆土	万 m <sup>3</sup>	0.30	265201.00	7.96
(二)	牵张场地区				0.64
	云南省				0.21
1	土地整治	hm <sup>2</sup>	0.45	4744.07	0.21
	贵州省				0.43
1	土地整治	hm <sup>2</sup>	0.90	4756.38	0.43
(三)	跨越施工场地区				0.07
	云南省				0.05
1	耕地恢复	hm <sup>2</sup>	0.05	4744.07	0.02

## 7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
2	土地整治	hm <sup>2</sup>	0.07	4744.07	0.03
	贵州省				0.02
1	耕地恢复	hm <sup>2</sup>	0.02	4756.38	0.01
2	土地整治	hm <sup>2</sup>	0.02	4756.38	0.01
(四)	施工道路区				13.27
	云南省				3.92
1	表土剥离	hm <sup>2</sup>	0.50	38502.00	1.93
2	土地整治	hm <sup>2</sup>	1.42	4744.07	0.67
3	覆土	万 m <sup>3</sup>	0.05	264673.00	1.32
	贵州省				9.35
1	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.20	38579.00	4.63
2	土地整治	hm <sup>2</sup>	3.23	4756.38	1.54
3	覆土	万 m <sup>3</sup>	0.12	265201.00	3.18
二	植物措施费				17.46
(一)	塔基及施工场地区				6.40
	云南省				2.09
1	撒播狗牙根和野古草草籽				0.59
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	1.37	1047.24	0.14
(2)	苗木费	kg	109.6	40.68	0.45
2	撒播狗牙根和黄背草草籽				0.16
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.34	1058.60	0.04
(2)	苗木费	kg	27.2	42.76	0.12
3	种植旱冬瓜				0.47
(1)	栽植费	株	870	3.54	0.31
(2)	苗木费	株	870	1.88	0.16
4	种植云南松				0.16
(1)	栽植费	株	210	3.62	0.08
(2)	苗木费	株	210	3.97	0.08
5	种植粉叶小檗				0.23
(1)	栽植费	株	1305	0.87	0.11
(2)	苗木费	株	1305	0.94	0.12
6	种植火棘				0.08
(1)	栽植费	株	315	0.89	0.03
(2)	苗木费	株	315	1.46	0.05
7	穴状整地(50cm×50cm)	个	1080	2.75	0.30
8	穴状整地(30cm×30cm)	个	1620	0.60	0.10
	贵州省				4.31
1	撒播狗牙根和野古草草籽				0.41
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.94	1054.56	0.10
(2)	苗木费	kg	75.20	41.72	0.31

## 7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)
2	撒播狗牙根和黄背草草籽				0.99
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	2.18	1066.00	0.23
(2)	苗木费	kg	174.40	43.81	0.76
3	种植旱冬瓜				0.35
(1)	栽植费	株	610.00	3.53	0.22
(2)	苗木费	株	610.00	2.09	0.13
4	种植云南松				1.12
(1)	栽植费	株	1430.00	3.61	0.52
(2)	苗木费	株	1430.00	4.17	0.60
5	种植粉叶小檗				0.18
(1)	栽植费	株	915.00	0.88	0.08
(2)	苗木费	株	915.00	1.04	0.10
6	种植火棘				0.52
(1)	栽植费	株	2145.00	0.89	0.19
(2)	苗木费	株	2145.00	1.56	0.33
7	穴状整地 (50cm×50cm)	个	2040.00	2.75	0.56
8	穴状整地 (30cm×30cm)	个	3060.00	0.60	0.18
(二)	牵张场地区				2.45
	云南省				0.77
1	撒播狗牙根和野古草草籽				0.13
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.3	1047.24	0.03
(2)	苗木费	kg	24	40.68	0.10
2	撒播狗牙根和黄背草草籽			0.00	0.07
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.15	1058.60	0.02
(2)	苗木费	kg	12	42.76	0.05
3	种植旱冬瓜				0.17
(1)	栽植费	株	300	3.54	0.11
(2)	苗木费	株	300	1.88	0.06
4	种植云南松				0.11
(1)	栽植费	株	150	3.62	0.05
(2)	苗木费	株	150	3.97	0.06
5	种植粉叶小檗				0.08
(1)	栽植费	株	450	0.87	0.04
(2)	苗木费	株	450	0.94	0.04
6	种植火棘				0.05
(1)	栽植费	株	225	0.89	0.02
(2)	苗木费	株	225	1.46	0.03
7	穴状整地 (50cm×50cm)	个	450	2.75	0.12
8	穴状整地 (30cm×30cm)	个	675	0.60	0.04
	贵州省				1.68
1	撒播狗牙根和野古草草籽				0.13

## 7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.30	1054.56	0.03
(2)	苗木费	kg	24.00	41.72	0.10
2	撒播狗牙根和黄背草草籽			0.00	0.27
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.60	1066.00	0.06
(2)	苗木费	kg	48.00	43.81	0.21
3	种植旱冬瓜				0.17
(1)	栽植费	株	300	3.53	0.11
(2)	苗木费	株	300	2.09	0.06
4	种植云南松				0.47
(1)	栽植费	株	600	3.61	0.22
(2)	苗木费	株	600	4.17	0.25
5	种植粉叶小檗				0.09
(1)	栽植费	株	450	0.88	0.04
(2)	苗木费	株	450	1.04	0.05
6	种植火棘				0.22
(1)	栽植费	株	900	0.89	0.08
(2)	苗木费	株	900	1.56	0.14
7	穴状整地(50cm×50cm)	个	900	2.75	0.25
8	穴状整地(30cm×30cm)	个	1350	0.60	0.08
(三)	跨越施工场地区				0.17
	云南省				0.13
1	撒播狗牙根和野古草草籽				0.004
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.01	1047.24	0.001
(2)	苗木费	kg	0.8	40.68	0.003
2	撒播狗牙根和黄背草草籽			0.00	0.027
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.06	1058.60	0.006
(2)	苗木费	kg	4.8	42.76	0.021
3	种植旱冬瓜				0.006
(1)	栽植费	株	10	3.54	0.004
(2)	苗木费	株	10	1.88	0.002
4	种植云南松				0.046
(1)	栽植费	株	60	3.62	0.022
(2)	苗木费	株	60	3.97	0.024
5	种植粉叶小檗				0.002
(1)	栽植费	株	15	0.87	0.001
(2)	苗木费	株	15	0.94	0.001
6	种植火棘				0.021
(1)	栽植费	株	90	0.89	0.008
(2)	苗木费	株	90	1.46	0.013
7	穴状整地(50cm×50cm)	个	70	2.75	0.019
8	穴状整地(30cm×30cm)	个	105	0.60	0.006

## 7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)
	贵州省				0.04
1	撒播狗牙根和黄背草草籽				0.009
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.02	1066.00	0.002
(2)	苗木费	kg	1.60	43.81	0.007
2	种植云南松				0.015
(1)	栽植费	株	20	3.61	0.007
(2)	苗木费	株	20	4.17	0.008
3	种植火棘				0.008
(1)	栽植费	株	30	0.89	0.003
(2)	苗木费	株	30	1.56	0.005
4	穴状整地 (50cm×50cm)	个	20	2.75	0.006
5	穴状整地 (30cm×30cm)	个	30	0.60	0.002
(四)	施工道路区				8.44
	云南省				2.53
1	撒播狗牙根和野古草草籽				0.28
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.64	1047.24	0.07
(2)	苗木费	kg	51.2	40.68	0.21
2	撒播狗牙根和黄背草草籽				0.35
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.78	1058.60	0.08
(2)	苗木费	kg	62.4	42.76	0.27
3	种植旱冬瓜				0.35
(1)	栽植费	株	640	3.54	0.23
(2)	苗木费	株	640	1.88	0.12
4	种植云南松				0.59
(1)	栽植费	株	780	3.62	0.28
(2)	苗木费	株	780	3.97	0.31
5	种植粉叶小檗				0.17
(1)	栽植费	株	960	0.87	0.08
(2)	苗木费	株	960	0.94	0.09
6	种植火棘				0.27
(1)	栽植费	株	1170	0.89	0.10
(2)	苗木费	株	1170	1.46	0.17
7	穴状整地 (50cm×50cm)	个	1420	2.75	0.39
8	穴状整地 (30cm×30cm)	个	2130	0.60	0.13
	贵州省				5.91
1	撒播狗牙根和野古草草籽				0.64
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	1.46	1054.56	0.15
(2)	苗木费	kg	116.80	41.72	0.49
2	撒播狗牙根和黄背草草籽				0.81
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	1.77	1066.00	0.19
(2)	苗木费	kg	141.60	43.81	0.62



## 7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
3	种植旱冬瓜				0.83
(1)	栽植费	株	1460	3.53	0.52
(2)	苗木费	株	1460	2.09	0.31
4	种植云南松				1.38
(1)	栽植费	株	1770	3.61	0.64
(2)	苗木费	株	1770	4.17	0.74
5	种植粉叶小檗				0.42
(1)	栽植费	株	2190	0.88	0.19
(2)	苗木费	株	2190	1.04	0.23
6	种植火棘				0.65
(1)	栽植费	株	2655	0.89	0.24
(2)	苗木费	株	2655	1.56	0.41
7	穴状整地(50cm×50cm)	个	3230	2.75	0.89
8	穴状整地(30cm×30cm)	个	4845	0.60	0.29
三	临时措施费				197.78
(一)	临时防护措施费				196.56
1	塔基及施工场地区				138.47
	云南省				49.72
(1)	临时排水沟	m <sup>3</sup>	761	30.79	2.34
(2)	土质沉沙池	座	20	0.00	0.24
①	土方开挖	m <sup>3</sup>	40	30.79	0.12
②	土工布覆盖	m <sup>2</sup>	200	5.77	0.12
(3)	装土编织袋挡墙	m <sup>3</sup>	1700	269.26	45.77
(4)	密目网苫盖	m <sup>2</sup>	1570	4.91	0.77
(5)	彩条布铺垫	m <sup>2</sup>	1309	4.57	0.60
	贵州省				88.75
(1)	临时排水沟	m <sup>3</sup>	1455	30.85	4.49
(2)	土质沉沙池	座	58	0.00	0.70
①	土方开挖	m <sup>3</sup>	116	30.85	0.36
②	土工布覆盖	m <sup>2</sup>	580	5.78	0.34
(3)	装土编织袋挡墙	m <sup>3</sup>	3000	269.65	80.90
(4)	密目网苫盖	m <sup>2</sup>	3092	4.92	1.52
(5)	彩条布铺垫	m <sup>2</sup>	2491	4.57	1.14
2	牵张场地区				6.17
	云南省				2.06
(1)	彩条布铺垫	m <sup>2</sup>	4500	4.57	2.06
	贵州省				4.11
(1)	彩条布铺垫	m <sup>2</sup>	9000	4.57	4.11
3	施工道路区				51.92
	云南省				15.40

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)
(1)	临时排水沟	m <sup>3</sup>	630	30.79	1.94
(2)	装土编织袋挡墙	m <sup>3</sup>	500	269.26	13.46
	贵州省				36.52
(1)	临时排水沟	m <sup>3</sup>	1350	30.85	4.16
(2)	装土编织袋挡墙	m <sup>3</sup>	1200	269.65	32.36
(二)	<b>其他临时措施费</b>				1.22
	云南省				0.40
	贵州省				0.82
四	水土保持措施费合计				258.94

## (2) 云南省境内

云南省境内水土保持措施投资为 87.76 万元，具体估算汇总见表 7.1-7。

表 7.1-7 云南省境内水土保持措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)
一	工程措施费				14.66
(一)	塔基及施工场地区				10.48
1	浆砌石排水沟		50		1.00
(1)	土方开挖	m <sup>3</sup>	45	18.50	0.08
(2)	M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	31	288.74	0.90
(3)	C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	0.65	335.24	0.02
2	表土剥离	hm <sup>2</sup>	0.89	38502.00	3.43
3	耕地恢复	hm <sup>2</sup>	1.57	4744.07	0.74
4	土地整治	hm <sup>2</sup>	1.71	4744.07	0.81
5	覆土	万 m <sup>3</sup>	0.17	264673.00	4.50
(二)	牵张场地区				0.21
1	土地整治	hm <sup>2</sup>	0.45	4744.07	0.21
(三)	跨越施工场地区				0.05
1	耕地恢复	hm <sup>2</sup>	0.05	4744.07	0.02
2	土地整治	hm <sup>2</sup>	0.07	4744.07	0.03
(四)	施工道路区				3.92
1	表土剥离	hm <sup>2</sup>	0.5	38502.00	1.93
2	土地整治	hm <sup>2</sup>	1.42	4744.07	0.67
3	覆土	万 m <sup>3</sup>	0.05	264673.00	1.32
二	植物措施费				5.52
(一)	塔基及施工场地区				2.09
1	撒播狗牙根和野古草草籽				0.59
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	1.37	1047.24	0.14
(2)	苗木费	kg	109.6	40.68	0.45

## 7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)
2	撒播狗牙根和黄背草草籽				0.16
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.34	1058.60	0.04
(2)	苗木费	kg	27.2	42.76	0.12
3	种植旱冬瓜				0.47
(1)	栽植费	株	870	3.54	0.31
(2)	苗木费	株	870	1.88	0.16
4	种植云南松				0.16
(1)	栽植费	株	210	3.62	0.08
(2)	苗木费	株	210	3.97	0.08
5	种植粉叶小檗				0.23
(1)	栽植费	株	1305	0.87	0.11
(2)	苗木费	株	1305	0.94	0.12
6	种植火棘				0.08
(1)	栽植费	株	315	0.89	0.03
(2)	苗木费	株	315	1.46	0.05
7	穴状整地 (50cm×50cm)	个	1080	2.75	0.30
8	穴状整地 (30cm×30cm)	个	1620	0.60	0.10
(二)	牵张场地区				0.77
1	撒播狗牙根和野古草草籽				0.13
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.3	1047.24	0.03
(2)	苗木费	kg	24	40.68	0.10
2	撒播狗牙根和黄背草草籽				0.07
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.15	1058.60	0.02
(2)	苗木费	kg	12	42.76	0.05
3	种植旱冬瓜				0.17
(1)	栽植费	株	300	3.54	0.11
(2)	苗木费	株	300	1.88	0.06
4	种植云南松				0.11
(1)	栽植费	株	150	3.62	0.05
(2)	苗木费	株	150	3.97	0.06
5	种植粉叶小檗				0.08
(1)	栽植费	株	450	0.87	0.04
(2)	苗木费	株	450	0.94	0.04
6	种植火棘				0.05
(1)	栽植费	株	225	0.89	0.02
(2)	苗木费	株	225	1.46	0.03
7	穴状整地 (50cm×50cm)	个	450	2.75	0.12
8	穴状整地 (30cm×30cm)	个	675	0.60	0.04
(三)	跨越施工场地区				0.13
1	撒播狗牙根和野古草草籽				0.004
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.01	1047.24	0.001

## 7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
(2)	苗木费	kg	0.8	40.68	0.003
2	撒播狗牙根和黄背草草籽				0.027
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.06	1058.60	0.006
(2)	苗木费	kg	4.8	42.76	0.021
3	种植旱冬瓜				0.006
(1)	栽植费	株	10	3.54	0.004
(2)	苗木费	株	10	1.88	0.002
4	种植云南松				0.046
(1)	栽植费	株	60	3.62	0.022
(2)	苗木费	株	60	3.97	0.024
5	种植粉叶小檗				0.002
(1)	栽植费	株	15	0.87	0.001
(2)	苗木费	株	15	0.94	0.001
6	种植火棘				0.021
(1)	栽植费	株	90	0.89	0.008
(2)	苗木费	株	90	1.46	0.013
7	穴状整地(50cm×50cm)	个	70	2.75	0.019
8	穴状整地(30cm×30cm)	个	105	0.60	0.006
(四)	施工道路区				2.53
1	撒播狗牙根和野古草草籽				0.28
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.64	1047.24	0.07
(2)	苗木费	kg	51.2	40.68	0.21
2	撒播狗牙根和黄背草草籽				0.35
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.78	1058.60	0.08
(2)	苗木费	kg	62.4	42.76	0.27
3	种植旱冬瓜				0.35
(1)	栽植费	株	640	3.54	0.23
(2)	苗木费	株	640	1.88	0.12
4	种植云南松				0.59
(1)	栽植费	株	780	3.62	0.28
(2)	苗木费	株	780	3.97	0.31
5	种植粉叶小檗				0.17
(1)	栽植费	株	960	0.87	0.08
(2)	苗木费	株	960	0.94	0.09
6	种植火棘				0.27
(1)	栽植费	株	1170	0.89	0.10
(2)	苗木费	株	1170	1.46	0.17
7	穴状整地(50cm×50cm)	个	1420	2.75	0.39
8	穴状整地(30cm×30cm)	个	2130	0.60	0.13
三	临时措施费				67.58
(一)	临时防护措施费				67.18

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)
1	塔基及施工场地区				49.72
(1)	临时排水沟	m <sup>3</sup>	761	30.79	2.34
(2)	土质沉沙池	座	20		0.24
①	土方开挖	m <sup>3</sup>	40	30.79	0.12
②	土工布覆盖	m <sup>2</sup>	200	5.77	0.12
(3)	装土编织袋挡墙	m <sup>3</sup>	1700	269.26	45.77
(4)	密目网苫盖	m <sup>2</sup>	1570	4.91	0.77
(5)	彩条布铺垫	m <sup>2</sup>	1309	4.57	0.60
2	牵张场地区				2.06
(1)	彩条布铺垫	m <sup>2</sup>	4500	4.57	2.06
3	施工道路区				15.40
(1)	临时排水沟	m <sup>3</sup>	630	30.79	1.94
(2)	装土编织袋挡墙	m <sup>3</sup>	500	269.26	13.46
(二)	<b>其他临时措施费</b>				0.40
四	云南省合计				87.76

## (3) 贵州省境内

贵州省境内水土保持措施投资 171.18 万元，具体估算汇总见表 7.1-8。

表 7.1-8 贵州省境内水土保持措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)
一	工程措施费				29.04
(一)	塔基及施工场地区				19.24
1	浆砌石排水沟		120		2.45
(1)	土方开挖	m <sup>3</sup>	108	18.80	0.20
(2)	M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	76	291.21	2.21
(3)	C15 素混凝土	m <sup>3</sup>	1.30	338.55	0.04
2	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.55	38579.00	5.98
3	耕地恢复	hm <sup>2</sup>	2.88	4756.38	1.37
4	土地整治	hm <sup>2</sup>	3.12	4756.38	1.48
5	覆土	万 m <sup>3</sup>	0.30	265201.00	7.96
(二)	牵张场地区				0.43
1	土地整治	hm <sup>2</sup>	0.90	4756.38	0.43
(三)	跨越施工场地区				0.02
1	耕地恢复	hm <sup>2</sup>	0.02	4756.38	0.01
2	土地整治	hm <sup>2</sup>	0.02	4756.38	0.01
(四)	施工道路区				9.35
1	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.20	38579.00	4.63
2	土地整治	hm <sup>2</sup>	3.23	4756.38	1.54

## 7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
3	覆土	万 m <sup>3</sup>	0.12	265201.00	3.18
二	植物措施费				11.94
(一)	塔基及施工场地区				4.31
1	撒播狗牙根和野古草草籽				0.41
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.94	1054.56	0.10
(2)	苗木费	kg	75.20	41.72	0.31
2	撒播狗牙根和黄背草草籽				0.99
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	2.18	1066.00	0.23
(2)	苗木费	kg	174.40	43.81	0.76
3	种植旱冬瓜				0.35
(1)	栽植费	株	610	3.53	0.22
(2)	苗木费	株	610	2.09	0.13
4	种植云南松				1.12
(1)	栽植费	株	1430	3.61	0.52
(2)	苗木费	株	1430	4.17	0.60
5	种植粉叶小檗				0.18
(1)	栽植费	株	915	0.88	0.08
(2)	苗木费	株	915	1.04	0.10
6	种植火棘				0.52
(1)	栽植费	株	2145	0.89	0.19
(2)	苗木费	株	2145	1.56	0.33
7	穴状整地(50cm×50cm)	个	2040	2.75	0.56
8	穴状整地(30cm×30cm)	个	3060	0.60	0.18
(二)	牵张场地区				1.68
1	撒播狗牙根和野古草草籽				0.13
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.30	1054.56	0.03
(2)	苗木费	kg	24.00	41.72	0.10
2	撒播狗牙根和黄背草草籽				0.27
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.60	1066.00	0.06
(2)	苗木费	kg	48.00	43.81	0.21
3	种植旱冬瓜				0.17
(1)	栽植费	株	300	3.53	0.11
(2)	苗木费	株	300	2.09	0.06
4	种植云南松				0.47
(1)	栽植费	株	600	3.61	0.22
(2)	苗木费	株	600	4.17	0.25
5	种植粉叶小檗				0.09
(1)	栽植费	株	450	0.88	0.04
(2)	苗木费	株	450	1.04	0.05
6	种植火棘				0.22
(1)	栽植费	株	900	0.89	0.08

## 7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)
(2)	苗木费	株	900	1.56	0.14
7	穴状整地 (50cm×50cm)	个	900	2.75	0.25
8	穴状整地 (30cm×30cm)	个	1350	0.60	0.08
(三)	跨越施工场地区				0.04
1	撒播狗牙根和黄背草草籽				0.009
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	0.02	1066.00	0.002
(2)	苗木费	kg	1.60	43.81	0.007
2	种植云南松				0.015
(1)	栽植费	株	20	3.61	0.007
(2)	苗木费	株	20	4.17	0.008
3	种植火棘				0.008
(1)	栽植费	株	30	0.89	0.003
(2)	苗木费	株	30	1.56	0.005
4	穴状整地 (50cm×50cm)	个	20	2.75	0.006
5	穴状整地 (30cm×30cm)	个	30	0.60	0.002
(四)	施工道路区				5.91
1	撒播狗牙根和野古草草籽				0.64
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	1.46	1054.56	0.15
(2)	苗木费	kg	116.80	41.72	0.49
2	撒播狗牙根和黄背草草籽				0.81
(1)	栽植费	hm <sup>2</sup>	1.77	1066.00	0.19
(2)	苗木费	kg	141.60	43.81	0.62
3	种植旱冬瓜				0.83
(1)	栽植费	株	1460	3.53	0.52
(2)	苗木费	株	1460	2.09	0.31
4	种植云南松				1.38
(1)	栽植费	株	1770	3.61	0.64
(2)	苗木费	株	1770	4.17	0.74
5	种植粉叶小檗				0.42
(1)	栽植费	株	2190	0.88	0.19
(2)	苗木费	株	2190	1.04	0.23
6	种植火棘				0.65
(1)	栽植费	株	2655	0.89	0.24
(2)	苗木费	株	2655	1.56	0.41
7	穴状整地 (50cm×50cm)	个	3230	2.75	0.89
8	穴状整地 (30cm×30cm)	个	4845	0.60	0.29
三	临时措施费				130.20
(一)	临时防护措施费				129.38
1	塔基及施工场地区				88.75
(1)	临时排水沟	m <sup>3</sup>	1455	30.85	4.49
(2)	土质沉沙池	座	58		0.70

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
①	土方开挖	m <sup>3</sup>	116	30.85	0.36
②	土工布覆盖	m <sup>2</sup>	580	5.78	0.34
(3)	装土编织袋挡墙	m <sup>3</sup>	3000	269.65	80.90
(4)	密目网苫盖	m <sup>2</sup>	3092	4.92	1.52
(5)	彩条布铺垫	m <sup>2</sup>	2491	4.57	1.14
2	牵张场地区				4.11
(1)	彩条布铺垫	m <sup>2</sup>	9000	4.57	4.11
3	施工道路区				36.52
(1)	临时排水沟	m <sup>3</sup>	1350	30.85	4.16
(2)	装土编织袋挡墙	m <sup>3</sup>	1200	269.65	32.36
(二)	<b>其他临时措施费</b>				0.82
四	贵州省合计				171.18

## 3.独立费用估算表

本工程独立费用估算见表 7.1-9，水土保持监测费用估算表见表 7.1-10。

表 7.1-9 本工程独立费用估算表

序号	项目	费用(万元)	备注
1	建设管理费	5.18	(工程措施费+植物措施费+临时措施费)*2%
2	科研勘测设计费	42.00	根据实际工作量，按合同计列
2.1	水土保持方案编制费	30.00	
2.2	勘测设计费	12.00	
3	水土保持监理费	15.00	根据实际工作量核定
4	水土保持监测费	41.37	包括人工费、设施设备费等
5	水土保持设施验收费	30.00	根据实际工作量核定
合 计		<b>133.55</b>	

表 7.1-10 水土保持监测费用估算表

序号	项 目	单位	数量	单价(元)	折旧率	监测年限	合计(万元)
1	人工费〔中级 1 人，6.0 万元/人年；监测员 2 人，4.0 万/(人年)〕			140000		2.25	31.50
2	土建设施费						1.80
	侵蚀沟样方	处	3	2000			0.60
	建设(改造)沉沙池	座	4	3000			1.20
3	监测设备使用费						2.40
	GPS 全球定位仪	台	1	10000	17%	2.25	0.38
	无人机	架	1	30000	17%	2.25	1.15
	数码相机	台	1	3000	17%	2.25	0.11



## 7 水土保持投资估算及效益分析

序号	项 目	单位	数量	单价(元)	折旧率	监测年限	合计(万元)
	摄像机	台	1	4000	17%	2.25	0.15
	计算机	台	1	8000	17%	2.25	0.31
	土壤水分测定仪	台	1	8000	10%	2.25	0.18
	烘箱	台	1	2000	10%	2.25	0.05
	天平	台	1	2000	10%	2.25	0.05
	测高仪	个	1	500	10%	2.25	0.01
	坡度仪	个	1	300	10%	2.25	0.01
4	消耗性材料费						0.17
	50m 皮尺	条	3	65			0.02
	钢卷尺	把	3	50			0.02
	2m 抽式标杆	支	3	85			0.03
	泥沙测量仪器(量筒、比重计)	个	3	80			0.02
	取样玻璃仪器(三角瓶、量杯)	个	3	35			0.01
	采样工具(铁铲、铁锤、水桶)	批	3	200			0.06
	植被测量仪器(测绳、剪刀)	批	10	10			0.01
5	购买监测资料						5.50
	遥感影像资料	套	1	25000.00			2.50
	气象资料	套	1	30000.00			3.00
	<b>合 计</b>						<b>41.37</b>

## 4.水土保持补偿费

本工程水土保持补偿费见表 7.1-11。

表 7.1-11 水土保持补偿费计算表

序号	行政区划			水土保持补偿 费计征面积 ( $\text{hm}^2$ )	补偿标准 (元/ $\text{m}^2$ )	取费依据	合计 (万元)
1	云南省	昭通市	昭阳区	2.52	0.70	云价收费[2017]113号	1.7640
			鲁甸县	3.68	0.70	云价收费[2017]113号	2.5760
			小计				4.3400
2	贵州省	毕节市	威宁县	11.8	1.20	黔发改收费〔2017〕1610号	14.1600
	合计			18.00			18.5000

## 5. 工程单价汇总表

本工程单价汇总表见表 7.1-12，主要材料单价汇总表见表 7.1-13。

表 7.1-12 工程单价汇总表

序号	工程名称	单位	云南省单价(元)	贵州省单价(元)
—	工程措施			
1	土方开挖*	$\text{m}^3$	18.5	18.8

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程名称	单位	云南省单价(元)	贵州省单价(元)
2	M10 浆砌石*	m <sup>3</sup>	288.74	291.21
3	C15 素混凝土*	m <sup>3</sup>	335.24	338.55
4	表土剥离(人工)	hm <sup>2</sup>	38502.00	38579.00
5	土地整治(人工)	hm <sup>2</sup>	4744.07	4756.38
6	耕地恢复(人工)	hm <sup>2</sup>	4744.07	4756.38
7	覆土(人工)	万 m <sup>3</sup>	264673.00	265201.00
二	植物措施			
1	撒播狗牙根和野古草草籽	hm <sup>2</sup>	1047.24	1054.56
2	撒播狗牙根和黄背草草籽	hm <sup>2</sup>	1058.60	1066
3	植苗造林(旱冬瓜)	株	3.54	3.53
4	植苗造林(云南松)	株	3.62	3.61
5	植苗造林(粉叶小檗)	株	0.87	0.88
6	植苗造林(火棘)	株	0.89	0.89
7	穴状整地(50cm×50cm)	个	2.75	2.75
8	穴状整地(30cm×30cm)	个	0.60	0.60
三	临时防护措施			
1	临时排水沟	m <sup>3</sup>	30.79	30.85
2	装土编织袋拦挡、拆除	m <sup>3</sup>	269.26	269.65
3	密目网苫盖	m <sup>2</sup>	4.91	4.92
4	彩条布铺垫	m <sup>2</sup>	4.57	4.57
5	土工布覆盖	m <sup>2</sup>	5.77	5.78
备注: 带“*”为主体已有投资。				

表 7.1-13 主要材料单价汇总表

序号	名称及规格	单位	云南省预算 单价(元)	贵州省预算 单价(元)	备注
1	水(参照主体)	m <sup>3</sup>	5.6	4.68	
2	电(参照主体)	度	0.77	0.73	
3	柴油(参照主体)	kg	8.04	8.08	
4	彩条布	m <sup>2</sup>	1.88	1.88	含运杂费、采购及保管费
5	密目网	m <sup>2</sup>	2.09	2.09	含运杂费、采购及保管费
6	编织袋	个	1.56	1.56	含运杂费、采购及保管费
7	土工布	m <sup>2</sup>	2.61	2.61	含运杂费、采购及保管费
8	农家土杂肥	m <sup>3</sup>	123.07	125.16	含运杂费、采购及保管费
9	狗牙根和野古草草籽	kg	40.68	41.72	含运杂费、采购及保管费
10	狗牙根和黄背草草籽	kg	42.76	43.81	含运杂费、采购及保管费

序	名称及规格	单位	云南省预算	贵州省预算	备注
11	旱冬瓜	株	1.88	2.09	含运杂费、采购及保管费
12	云南松	株	3.97	4.17	含运杂费、采购及保管费
13	粉叶小檗	株	0.94	1.04	含运杂费、采购及保管费
14	火棘	株	1.46	1.56	含运杂费、采购及保管费

## 6.分年度投资

本工程水土保持投资分年度实施计划见表 7.1-14

表 7.1-14 水土保持措施分年度投资表

序号	项目名称	小计(万元)	分年度投资(万元)		
			2022年	2023年	2024年
<b>一</b>	<b>工程措施</b>	<b>43.70</b>	<b>15.55</b>	<b>28.15</b>	
1	塔基及施工场地区	29.72	11.89	17.83	
2	牵张场地区	0.64	0.32	0.32	
3	跨越施工场地区	0.07	0.02	0.05	
4	施工道路区	13.27	3.32	9.95	
<b>二</b>	<b>植物措施</b>	<b>17.46</b>		<b>17.46</b>	
1	塔基及施工场地区	6.40		6.40	
2	牵张场地区	2.45		2.45	
3	跨越施工场地区	0.17		0.17	
4	施工道路区	8.44		8.44	
<b>三</b>	<b>临时措施</b>	<b>197.78</b>	<b>59.28</b>	<b>138.50</b>	
1	临时防护工程	196.56	58.97	137.59	
1.1	塔基及施工场地区	138.47	41.54	96.93	
1.2	牵张场地区	6.17	1.85	4.32	
1.3	施工道路区	51.92	15.58	36.34	
2	其他临时工程	1.22	0.31	0.91	
<b>一~三部分合计</b>		<b>258.94</b>	<b>74.83</b>	<b>184.11</b>	
<b>四</b>	<b>独立费用</b>	<b>133.55</b>	<b>60.62</b>	<b>28.93</b>	<b>44.00</b>
1	建设管理费	5.18	1.50	3.68	
2	科研勘测设计费	42.00	42.00		
3	水土保持监理费	15.00	3.75	11.25	
4	水土保持监测费	41.37	13.37	14.00	14.00
5	水土保持设施验收费	30.00			30.00
<b>一~四部分合计</b>		<b>392.49</b>	<b>135.45</b>	<b>213.04</b>	<b>44.00</b>
<b>五</b>	<b>基本预备费</b>	<b>23.55</b>			<b>23.55</b>
<b>六</b>	<b>水土保持补偿费</b>	<b>18.50</b>	<b>18.50</b>		
<b>水土保持工程总投资</b>		<b>434.54</b>	<b>153.95</b>	<b>213.04</b>	<b>67.55</b>

## 7.2 效益分析

水土流失的防治效果预测，主要是指对照方案采取的水土流失防治措施，预测可能达到的防治效果。具体的量化指标为水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率等六大指标。

### 1. 水土流失治理度

水土流失治理度为项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。工程施工结束后，除永久建（构）筑物覆盖外，各开挖面、填筑面均采取工程措施和植物措施进行了治理，由工程建设造成的水土流失得到了有效的治理和改善，工程造成水土流失面积  $18.00\text{hm}^2$ ，水土流失治理达标面积  $17.80\text{hm}^2$ ，水土流失治理度达  $98.89\%$ ，详见表 7.2-1。

表 7.2-1 水土流失治理度计算表 面积单位： $\text{hm}^2$

序号	项 目	水土流失总面积	水土流失治理达标面积				水土流失治理度 (%)
			水土保持措施面积		永久建筑面积	小计	
			工程措施面积	植物措施面积			
1	塔基及施工场地区	10.24	4.48	4.83	0.73	10.04	98.05
2	牵张场地区	1.35		1.35		1.35	100.00
3	跨越施工场地区	0.16	0.07	0.09		0.16	100.00
4	施工道路区	6.25		4.65	1.60	6.25	100.00
合 计		<b>18.00</b>	<b>4.55</b>	<b>10.92</b>	<b>2.33</b>	<b>17.80</b>	<b>98.89</b>

### 2. 土壤流失控制比

土壤流失控制比为项目水土流失防治责任范围内容许土壤流失量与治理后每平方公里年平均土壤流失量之比。

本工程所在区域的土壤容许流失量为  $500\text{t}/(\text{km}^2 \text{ a})$ ，由于项目建设，如不采取水土保持措施，水土流失将成倍增长。通过实施主体工程设计中和本方案所提出的各项水土保持措施后，随着各项措施效益的逐步发挥，施工结束后通过水土保持措施的水土保持作用，工程扰动区域的土壤侵蚀模数可降至  $500\text{t}/(\text{km}^2 \text{ a})$  以下，土壤流失控制比大于 1.0。

### 3. 渣土防护率

渣土防护率指项目水土流失防治责任范围内采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比。本工程无永久弃渣，因此仅计算临时堆土的渣土防护率，本工程表土全部袋装，临时堆土为塔基及施工场地区开挖余土，经计算，本工程渣土防护率为 99.97%，渣土防护率计算见表 7.2-2。

表 7.2-2 渣土防护率计算表

序号	项目	临时堆土总量		治理后流失量 (t)	实际挡护的临时堆土数量 (t)	渣土防护率 (%)
		体积 (万 m <sup>3</sup> )	折算质量 (t)			
1	塔基及施工场地区	1.11	14985.00	4.77	14980.23	99.97

#### 4.表土保护率

表土保护率指项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比。经计算，本工程表土保护率为 100%，表土保护率计算见表 7.2-3。

表 7.2-3

表土保护率计算表

序号	项目	可剥离表土总量		保护的表土量								表土保护率(%)
				临时防护的剥离表土量				铺垫保护的表土量			保护的表土量合计	
		体积(万 m <sup>3</sup> )	折算质量(t)	体积(万 m <sup>3</sup> )	折算质量(t)	损失量(t)	保护量(t)	体积(万 m <sup>3</sup> )	折算质量(t)	保护量(t)	保护量(t)	
1	塔基及施工场地区	0.55	7425.00	0.47	6345.00	0.00	6345.00	0.08	1080.00	1080.00	7425.00	100
2	牵张场地区	0.27	3645.00				0.00	0.27	3645.00	3645.00	3645.00	100
3	施工道路区	0.17	2295.00	0.17	2295.00	0.00	2295.00				2295.00	100
合计		0.99	13365	0.64				0.35	4725	4725	13365	100

备注：1、此表中，土体重量折算系数取 1.35t/m<sup>3</sup>；  
 2、铺垫保护的表土指塔基及施工场地区临时占地范围以及牵张场地区占地范围，采用彩条布铺垫的形式保护表土，表土平均厚度以 20cm 计，铺垫保护的表土损失量忽略不计；  
 3、塔基及施工场地区表土全部袋装保护，表土损失量忽略不计。

### 5.林草植被恢复率与林草覆盖率

本水土保持方案植物措施实施后，工程区内的林草覆盖率得到很大的恢复和提高。工程可绿化面积为 11.12hm<sup>2</sup>，建设植被面积 10.92hm<sup>2</sup>，林草植被恢复率为 98.20%，林草覆盖率为 81.01%，详见表 7.2-4。

表 7.2-4 植物措施效益分析 面积单位：hm<sup>2</sup>

序号	项 目	防治责任范围	可绿化面积	绿化面积	林草植被恢复率(%)	林草覆盖率(%)
1	塔基及施工场地区	5.79	5.03	4.83	96.02	83.42
2	牵张场地区	1.35	1.35	1.35	100.00	100.00
3	跨越施工场地区	0.09	0.09	0.09	100.00	100.00
4	施工道路区	6.25	4.65	4.65	100.00	74.40
<b>合 计</b>		<b>13.48</b>	<b>11.12</b>	<b>10.92</b>	<b>98.20</b>	<b>81.01</b>
备注：防治责任范围面积总已扣除恢复耕地面积。						

### 6.减少水土流失量

通过计算分析，工程可能造成水土流失总量为 365.09t，采取水土保持工程和植物措施后水土流失量为 201.18t，可减少水土流失量为 163.91t，详见表 7.2-5。

表 7.2-5 工程建设期采取水土保持措施后减少水土流失量计算表

行政区划			预测单元		土壤流失类型(水力作用)	地类	侵蚀面积 (hm <sup>2</sup> )		土壤侵蚀模数 [t/(km <sup>2</sup> ·a)]			侵蚀时间 (a)			预测流失量 (t)			治理后流失量 (t)			减少流失量 (t)		
			一级	二级			施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	治理后	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	
云南省	昭通市	昭阳区	塔基及施工场地地区	平地型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.04	0	1300	514	500	0.5	2	0.26	0.00	0.26	0.10	0.00	0.10	0.16	0.00	0.16	
					地表翻扰型一般扰动地表	非农地	0.02	0.03	1125	568	500	0.5	2	0.11	0.34	0.45	0.05	0.30	0.35	0.06	0.04	0.10	
					植被破坏型一般扰动地表	农地	0.12	0.12	662	514	500	0.5	2	0.40	1.23	1.63	0.30	1.20	1.50	0.10	0.03	0.13	
					植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.08	0.08	575	568	500	0.5	2	0.23	0.91	1.14	0.20	0.80	1.00	0.03	0.11	0.14	
				上方无来水工程堆积体	非农地	0.01	0.01	3500	568	500	0.5	2	0.18	0.11	0.29	0.03	0.10	0.13	0.15	0.01	0.16		
				缓坡型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.12	0	2950	754	500	0.5	2	1.77	0.00	1.77	0.30	0.00	0.30	1.47	0.00	1.47	
					地表翻扰型一般扰动地表	非农地	0.09	0.15	2563	954	500	0.5	2	1.15	2.86	4.01	0.23	1.50	1.73	0.92	1.36	2.28	
					植被破坏型一般扰动地表	农地	0.41	0.41	1505	754	500	0.5	2	3.09	6.18	9.27	1.03	4.10	5.13	2.06	2.08	4.14	
					植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.26	0.26	1306	954	500	0.5	2	1.70	4.96	6.66	0.65	2.60	3.25	1.05	2.36	3.41	
				陡坡型	上方无来水工程堆积体	非农地	0.04	0.04	6400	954	500	0.5	2	1.28	0.76	2.04	0.10	0.40	0.50	1.18	0.36	1.54	
					地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.04	0	4375	1007	500	0.5	2	0.88	0.00	0.88	0.10	0.00	0.10	0.78	0.00	0.78	
					地表翻扰型一般扰动地表	非农地	0.03	0.05	3800	1273	500	0.5	2	0.57	1.27	1.84	0.08	0.50	0.58	0.49	0.77	1.26	
			植被破坏型一般扰动地表		农地	0.13	0.13	2233	1007	500	0.5	2	1.45	2.62	4.07	0.33	1.30	1.63	1.12	1.32	2.44		
			上方无来水工程堆积体	植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.08	0.08	1937	1273	500	0.5	2	0.77	2.04	2.81	0.20	0.80	1.00	0.57	1.24	1.81		
				上方无来水工程堆积体	非农地	0.01	0.01	8500	1273	500	0.5	2	0.43	0.25	0.68	0.03	0.10	0.13	0.40	0.15	0.55		
			牵张场地区	植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.15	0.15	601	557	500	0.5	2	0.45	1.67	2.12	0.38	1.50	1.88	0.07	0.17	0.24		
			跨越施工场地地区	植被破坏型一般扰动地表	农地	0.03	0.03	616	514	500	0.08	2	0.01	0.31	0.32	0.01	0.30	0.31	0.00	0.01	0.01		
				植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.01	0.01	601	591	500	0.08	2	0.00	0.12	0.12	0.00	0.10	0.10	0.00	0.02	0.02		



7 水土保持投资估算及效益分析

行政区划	预测单元		土壤流失类型(水力作用)	地类	侵蚀面积 (hm <sup>2</sup> )		土壤侵蚀模数 [t/(km <sup>2</sup> ·a)]			侵蚀时间 (a)		预测流失量 (t)			治理后流失量 (t)			减少流失量 (t)		
	一级	二级			施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	治理后	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计
鲁甸县	施工道路区	简易汽车运输道路	地表翻扰型一般扰动地表	非农地	0.67	0.44	1850	510	500	0.5	2	6.20	4.49	10.69	1.68	4.40	6.08	4.52	0.09	4.61
		人抬道路	植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.18	0.18	1060	510	500	0.5	2	0.95	1.84	2.79	0.45	1.80	2.25	0.50	0.04	0.54
	塔基及施工场地区	缓坡型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.22	0	2725	849	500	0.5	2	3.00	0.00	3.00	0.55	0.00	0.55	2.45	0.00	2.45
				非农地	0.17	0.28	2656	1074	500	0.5	2	2.26	6.01	8.27	0.43	2.80	3.23	1.83	3.21	5.04
			植被破坏型一般扰动地表	农地	0.61	0.61	1695	849	500	0.5	2	5.17	10.36	15.53	1.53	6.10	7.63	3.64	4.26	7.90
				非农地	0.41	0.41	1470	1074	500	0.5	2	3.01	8.81	11.82	1.03	4.10	5.13	1.98	4.71	6.69
		上方无来水工程堆积体	非农地	0.05	0.05	6500	1074	500	0.5	2	1.63	1.07	2.70	0.13	0.50	0.63	1.50	0.57	2.07	
		陡坡型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.09	0	4406	1133	500	0.5	2	1.98	0.00	1.98	0.23	0.00	0.23	1.75	0.00	1.75
				非农地	0.07	0.12	3825	1433	500	0.5	2	1.34	3.44	4.78	0.18	1.20	1.38	1.16	2.24	3.40
			植被破坏型一般扰动地表	农地	0.3	0.3	2513	1133	500	0.5	2	3.77	6.80	10.57	0.75	3.00	3.75	3.02	3.80	6.82
				非农地	0.2	0.2	2180	1433	500	0.5	2	2.18	5.73	7.91	0.50	2.00	2.50	1.68	3.73	5.41
		上方无来水工程堆积体	非农地	0.02	0.02	8667	1433	500	0.5	2	0.87	0.57	1.44	0.05	0.20	0.25	0.82	0.37	1.19	
	牵张场地区	植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.3	0.3	654	626	500	0.5	2	0.98	3.76	4.74	0.75	3.00	3.75	0.23	0.76	0.99	
	跨越施工场地区	植被破坏型一般扰动地表	农地	0.02	0.02	671	579	500	0.08	2	0.01	0.23	0.24	0.01	0.20	0.21	0.00	0.03	0.03	
			非农地	0.06	0.06	654	613	500	0.08	2	0.03	0.74	0.77	0.02	0.60	0.62	0.01	0.14	0.15	
	施工道路	简易汽车运输道路	地表翻扰型一般扰动地表	非农地	0.9	0.54	3800	573	500	0.5	2	17.10	6.19	23.29	2.25	5.40	7.65	14.85	0.79	15.64



7 水土保持投资估算及效益分析

行政区划			预测单元		土壤流失类型(水力作用)	地类	侵蚀面积 (hm <sup>2</sup> )		土壤侵蚀模数 [t/(km <sup>2</sup> ·a)]			侵蚀时间 (a)			预测流失量 (t)			治理后流失量 (t)			减少流失量 (t)		
			一级	二级			施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	治理后	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	
			地区		型一般扰动地表	非农地	0.07	0.07							0.03	0.86	0.89	0.02	0.7	0.72	0.01	0.16	0.17
			施工道路区	简易汽车运输道路	地表翻扰型一般扰动地表	非农地	1.57	0.98							23.3	10.68	33.98	3.93	9.8	13.73	19.37	0.88	20.25
				人抬道路	植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.44	0.44							2.51	4.82	7.33	1.1	4.4	5.5	1.41	0.42	1.83
贵州省	毕节市	威宁县(贵州省小计)	塔基及施工场地区	平地型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.07	0	970	560	500	0.5	2	0.34	0.00	0.34	0.18	0.00	0.18	0.16	0.00	0.16	
					地表翻扰型一般扰动地表	非农地	0.05	0.07	845	541	500	0.5	2	0.21	0.76	0.97	0.13	0.70	0.83	0.08	0.06	0.14	
					植被破坏型一般扰动地表	农地	0.21	0.21	630	560	500	0.5	2	0.66	2.35	3.01	0.53	2.10	2.63	0.13	0.25	0.38	
					植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.14	0.14	559	541	500	0.5	2	0.39	1.51	1.90	0.35	1.40	1.75	0.04	0.11	0.15	
				上方无来水工程堆积体	非农地	0.02	0.02	2600	541	500	0.5	2	0.26	0.22	0.48	0.05	0.20	0.25	0.21	0.02	0.23		
				缓坡型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.51	0	2213	589	500	0.5	2	5.64	0.00	5.64	1.28	0.00	1.28	4.36	0.00	4.36	
					地表翻扰型一般扰动地表	非农地	0.39	0.6	1919	656	500	0.5	2	3.74	7.87	11.61	0.98	6.00	6.98	2.76	1.87	4.63	
					植被破坏型一般扰动地表	农地	1.69	1.69	928	589	500	0.5	2	7.84	19.91	27.75	4.23	16.90	21.13	3.61	3.01	6.62	
					植被破坏型一般扰动地表	非农地	1.13	1.13	805	656	500	0.5	2	4.55	14.83	19.38	2.83	11.30	14.13	1.72	3.53	5.25	
				上方无来水工程堆积体	非农地	0.15	0.15	4800	656	500	0.5	2	3.60	1.97	5.57	0.38	1.50	1.88	3.22	0.47	3.69		
				陡坡型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.29	0	3275	621	500	0.5	2	4.75	0.00	4.75	0.73	0.00	0.73	4.02	0.00	4.02	
					地表翻扰型一般扰动地表	非农地	0.24	0.38	2844	909	500	0.5	2	3.41	6.91	10.32	0.60	3.80	4.40	2.81	3.11	5.92	
					植被破坏型一般扰动地表	农地	0.98	0.98	1377	621	500	0.5	2	6.75	12.17	18.92	2.45	9.80	12.25	4.30	2.37	6.67	
					植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.67	0.67	1194	909	500	0.5	2	4.00	12.18	16.18	1.68	6.70	8.38	2.32	5.48	7.80	

7 水土保持投资估算及效益分析

行政区划	预测单元		土壤流失类型(水力作用)	地类	侵蚀面积 (hm <sup>2</sup> )		土壤侵蚀模数 [t/(km <sup>2</sup> ·a)]			侵蚀时间 (a)		预测流失量 (t)			治理后流失量 (t)			减少流失量 (t)			
	一级	二级			施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	治理后	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	
																					施工期
			上方无来水工程堆积体	非农地	0.08	0.08	6333	909	500	0.5	2	2.53	1.45	3.98	0.20	0.80	1.00	2.33	0.65	2.98	
	牵张场地区		植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.9	0.9	574	571	500	0.5	2	2.58	10.28	12.86	2.25	9.00	11.25	0.33	1.28	1.61	
	跨越施工场地区		植被破坏型一般扰动地表	农地	0.02	0.02	589	562	500	0.08	2	0.01	0.22	0.23	0.01	0.20	0.21	0.00	0.02	0.02	
				非农地	0.02	0.02	574	570	500	0.08	2	0.01	0.23	0.24	0.01	0.20	0.21	0.00	0.03	0.03	
	施工道路区	简易汽车运输道路	地表翻扰型一般扰动地表	非农地	3.38	2.37	1550	565	500	0.5	2	26.20	26.78	52.98	8.45	23.70	32.15	17.75	3.08	20.83	
		人抬道路	植被破坏型一般扰动地表	非农地	0.86	0.86	660	565	500	0.5	2	2.84	9.72	12.56	2.15	8.60	10.75	0.69	1.12	1.81	
合计	塔基及施工场地区	平地型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.11	0						0.6	0	0.6	0.28	0	0.28	0.32	0	0.32	
				非农地	0.07	0.1							0.32	1.1	1.42	0.18	1	1.18	0.14	0.1	0.24
			植被破坏型一般扰动地表	农地	0.33	0.33							1.06	3.58	4.64	0.83	3.3	4.13	0.23	0.28	0.51
				非农地	0.22	0.22							0.62	2.42	3.04	0.55	2.2	2.75	0.07	0.22	0.29
			上方无来水工程堆积体	非农地	0.03	0.03							0.44	0.33	0.77	0.08	0.3	0.38	0.36	0.03	0.39
		缓坡型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.85	0							10.41	0	10.41	2.13	0	2.13	8.28	0	8.28
				非农地	0.65	1.03							7.15	16.74	23.89	1.64	10.3	11.94	5.51	6.44	11.95
			植被破坏型一般扰动地表	农地	2.71	2.71							16.1	36.45	52.55	6.79	27.1	33.89	9.31	9.35	18.66
				非农地	1.8	1.8							9.26	28.6	37.86	4.51	18	22.51	4.75	10.6	15.35
			上方无来水工程堆积体	非农地	0.24	0.24							6.51	3.8	10.31	0.61	2.4	3.01	5.9	1.4	7.3

## 7 水土保持投资估算及效益分析

行政区划	预测单元		土壤流失类型(水力作用)	地类	侵蚀面积 (hm <sup>2</sup> )		土壤侵蚀模数 [t/(km <sup>2</sup> ·a)]			侵蚀时间 (a)		预测流失量 (t)			治理后流失量 (t)			减少流失量 (t)			
	一级	二级			施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	治理后	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	
																					施工期
	陡坡型	地表翻扰型一般扰动地表	农地	0.42	0							7.61	0	7.61	1.06	0	1.06	6.55	0	6.55	
			非农地	0.34	0.55								5.32	11.62	16.94	0.86	5.5	6.36	4.46	6.12	10.58
		植被破坏型一般扰动地表	农地	1.41	1.41								11.97	21.59	33.56	3.53	14.1	17.63	8.44	7.49	15.93
			非农地	0.95	0.95								6.95	19.95	26.9	2.38	9.5	11.88	4.57	10.45	15.02
		上方无来水工程堆积体	非农地	0.11	0.11								3.83	2.27	6.1	0.28	1.1	1.38	3.55	1.17	4.72
	牵张场地区	植被破坏型一般扰动地表	非农地	1.35	1.35							4.01	15.71	19.72	3.38	13.5	16.88	0.63	2.21	2.84	
	跨越施工场地区	植被破坏型一般扰动地表	农地	0.07	0.07								0.03	0.76	0.79	0.03	0.7	0.73	0	0.06	0.06
			非农地	0.09	0.09								0.04	1.09	1.13	0.03	0.9	0.93	0.01	0.19	0.2
	施工道路区	简易汽车运输道路	地表翻扰型一般扰动地表	非农地	4.95	3.35							49.5	37.46	86.96	12.38	33.5	45.88	37.12	3.96	41.08
		人抬道路	植被破坏型一般扰动地表	非农地	1.3	1.3							5.35	14.54	19.89	3.25	13	16.25	2.1	1.54	3.64
	合计				18	15.64							147.08	218.01	365.09	44.78	156.4	201.18	102.3	61.61	163.91

### 7.综合防治指标的分析

通过以上的定量分析,本水土保持方案实施后,治理水土流失面积 17.80hm<sup>2</sup>,林草植被建设面积 10.92hm<sup>2</sup>,减少水土流失量 163.91t,可有效控制工程建设造成的水土流失,确保工程安全运行,同时减少对水土资源的破坏,恢复植被,绿化美化环境,改善区域生态环境。各项水土流失防治指标均达到了水土流失防治指标值,具体见表 7.2-6。

表 7.2-6 实施水土保持方案后达到的防治指标表

指 标	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 (%)
目标值	97	1	92	95	96	23
实现值	98.89	>1	99.96	100	98.20	81.01
评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标

## 8 水土保持管理

### 8.1 组织管理

为贯彻落实《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》，确保水土保持方案落到实处，在本方案实施过程中，项目建设单位应切实做好水土保持工程的招投标工作，落实工程的设计、施工、监理、监测工作。要求项目施工单位具有相应的专业资质，尤其要注意在承包合同中明确水土流失防治责任，并依法成立水土保持方案实施领导小组，配备专职及兼职的水土保持管理人员、制定水土保持管理的规章制度，做好水土保持工程的竣工验收工作。施工结束后施工单位应及时按要求进行迹地恢复。

自觉接受水行政主管部门的监督检查，与项目区地方水行政主管部门保持密切联系，建设单位在开工前应到属地税务部门及时足额缴纳水土保持补偿费，工程开工及时报告工程建设信息和水土保持工作进展情况。

按国家档案法的有关规定建立水土保持工作档案。做好水土保持施工记录和其它资料（如临时措施的影像资料、照片等）的管理、存档。

### 8.2 后续设计

本工程水土保持方案经水行政主管部门批复后，建设单位必须委托有相应资质的设计单位完成水土保持工程初步设计和施工图设计，落实方案确定的防治措施和投资，并单独成章。审查建设项目初步设计时应同时审查水土保持初步设计，并有水土保持专业技术人员参加。水土保持方案经批准后，生产建设项目的地点、规模发生重大变化的，应当补充或者修改水土保持方案并报原审批机关批准；水土保持方案实施过程中，水土保持措施需要作出重大变更的，应当经原审批机关批准。

### 8.3 水土保持监测

水土保持监测工作应与主体工程建设同步开展。根据依据国发〔2015〕58号“国务院关于第一批清理规范89项行政审批中介服务事项的决定”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）的要求，建设单位开工前应自行或委托具有水土保持监测能力的监测单位承担本工程的水土保持监测工作，监测单位应编制监测实施方案。建设单位应将监测成果定期向水行政主管部门报告，并对监测成果进行综合分析，验证水土保持措施的合理性、科学性，水土保持设施竣工验收时提交水土保持监测报告。

监测单位在监测过程中所获得的监测数据、监测图件和影像资料应妥善保存，在项目竣工后移交至建设单位存档。

根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号），实行水土保持监测“绿黄红”三色评价，水土保持监测单位根据监测情况，在监测季报和总结报告等监测成果中提出“绿黄红”三色评价结论。监测成果应当公开，生产建设单位应当在工程建设期间将水土保持监测季报在其官方网站公开，同时在业主项目部和施工项目部公开。水行政主管部门要将监测评价结论为“红”色的项目，纳入重点监管对象。

#### 8.4 水土保持监理

建设单位应落实并做好水土保持监理工作，对水土保持工程从质量、进度和投资等方面实行全方位、全过程控制，切实把水土保持方案落到实处。

根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号），凡主体工程开展监理工作的项目，应当按照水土保持监理标准和规范开展水土保持工程施工监理。其中，征占地面积在20公顷以上或者挖填土石方总量在20万立方米以上的项目，应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师；征占地面积在200公顷以上或者挖填土石方总量在200万立方米以上的项目，应当由具有水土保持工程施工监理专业资质的单位承担监理任务，水保监理单位应该配备具有水土保持专业监理资格的监理人员。

本工程水土保持方案经批准后，为确保方案如期实施和方案实施质量，将实行工程



监理制，并接受各级水行政主管部门的监督和检查。本工程应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师，监理单位要对水土保持方案的落实情况进行验收，确保水土保持各项措施的数量和质量，监理单位定期向建设单位提交水土保持工程监理报告。水土保持监理单位应收集施工过程的影像资料，作为备查和自验报告的依据。

根据《水土保持工程施工监理规范（SL523-2011）》，水土保持监理单位在监理过程中，应对水土保持建设进行质量、进度和投资控制，建立施工过程中临时措施影像、照片等档案资料和质量评定的原始资料。承担水土保持工程监理工作的单位根据监理合同开展工作，并及时编制工程项目水土保持工程监理规划及实施细则，在施工建设各阶段随时进行质量监督。在监理过程中，将出现的问题及时向建设单位汇报，对水土保持设施的单元工程、分部工程、单位工程提出质量评定意见，并指导施工，接受当地水行政主管部门的监督检查，定期将监理成果向建设单位报告。

## 8.5 水土保持施工

施工过程中应注重临时堆土的防护，严格控制和管理车辆机械的运行范围，必要时设立保护地表及植被的警示牌，防止扩大对地表的扰动。对永久及临时防洪、排水设施应进行经常性检查维护，保证其防洪效果和排水通畅。对建成的水土保持设施应有明确的管理维护要求。工程措施施工时，应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，责令其重建，直到满足要求为止。植物措施工程施工时，应注意加强植物措施的后期抚育工作，抓好幼林的抚育和管护，确保各种植物的成活率和保存率，发挥植物措施的水土保持效益。

方案批复后，将水土保持工程纳入各单项工程招标文件一起招标或汇成一个专门的单项工程单独招标。聘请具有相应工程设计资质的单位完成水土保持工程初步设计及施工图设计，并报水行政主管部门备案；工程发包标书中应有水土保持要求，在招标文件中，详细列出水土保持工程内容，明确施工单位的施工责任，明确其防治水土流失的责任范围，并以合同形式明确中标单位应承担的防治水土流失的责任、义务；对工程外购

砂石料也应明确水土流失防治责任。

## 8.6 水土保持设施验收

在工程实施过程中，建设单位应与地方水行政主管部门积极配合，成立专门管理机构，负责对工程水土保持方案的实施进度、质量、资金落实等情况进行监督，保证水土保持方案高标准、高质量、按进度完成。强化责任，加强检查力度，杜绝施工过程中各种不规范、不文明的行为发生，严防对当地生态环境造成严重破坏。

根据《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）：落实生产建设单位主体责任，规范生产建设项目水土保持设施自主验收。

1.组织第三方机构编制水土保持设施验收报告。依法编制水土保持方案报告书的生产建设项目投产使用前，生产建设单位应根据水土保持方案及其审批决定等，组织第三方机构编制水土保持设施验收报告，并明确验收成果的结论。

2.明确验收结论。水土保持设施验收报告编制完成后，生产建设单位应当按照水土保持法律法规、标准规范、水土保持方案及其审批决定、水土保持后续设计等，组织水土保持设施验收工作，形成水土保持设施验收鉴定书，明确水土保持设施验收合格的结论。水土保持设施验收合格后，生产建设项目方可通过竣工验收和投产使用。

3.公开验收情况。除按照国家规定需要保密的情形外，生产建设单位应当在水土保持设施验收合格后，通过其官方网站或者其他便于公众知悉的方式向社会公开水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告，公示不少于20个工作日。对于公众反映的主要问题和意见，生产建设单位应当及时给予处理或者回应。

4.报备验收材料。生产建设单位应在向社会公开水土保持设施验收材料后、生产建设项目投产使用前，向水土保持方案审批机关报备水土保持设施验收材料。报备材料包括水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告。生产建设单位、第三方机构和水土保持监测机构分别对水土保持设施验收鉴定书、水土保持设

施验收报告和水土保持监测总结报告等材料的真实性负责。

根据《生产建设项目水土保持设施自主验收规程（试行）》（办水保〔2018〕133号），竣工验收成立验收组，验收组由项目法人和水土保持设施验收报告编制、水土保持监测、监理、方案编制、施工等有关单位代表组成。验收结论应经2/3以上验收组成员同意；验收组应从水土保持设施竣工图中选择有代表性、典型性的水土保持设施进行检查，有重要防护对象的应重点查看；验收组应对验收资料进行重点抽查，并对抽查资料的完整性、合规性提出意见。存在下列情况之一的，竣工验收结论应为不通过：

- 1.未依法依规履行水土保持方案及重大变更的编报审批程序的；
- 2.未依法依规开展水土保持监测或补充开展的水土保持监测不符合规定的；
- 3.未依法依规开展水土保持监理工作；
- 4.废弃土石渣未堆放在经批准的水土保持方案确定的专门存放地的；
- 5.水土保持措施体系、等级和标准未按经批准的水土保持方案要求落实的；
- 6.重要防护对象无安全稳定结论或结论为不稳定的；
- 7.水土保持分部工程和单位工程未经验收或验收不合格的；
- 8.水土保持监测总结报告、监理总结报告等材料弄虚作假或存在重大技术问题的；
- 9.未依法依规缴纳水土保持补偿费的。

水土保持设施自主验收报备申请、报备回执及验收核查意见应符合《水利部水土保持司关于印发生产建设项目水土保持设施自主验收报备申请、报备回执及验收核查意见参考式样的通知》水保监督函〔2019〕23号的要求。

根据《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监督管理办法的通知》办水保〔2019〕172号，生产建设单位是生产建设项目水土保持设施验收的责任主体，应当在生产建设项目投产使用或者竣工验收前，自主开展水土保持设施验收，完成报备并取得报备回执。