

水保资证甲字第 0068 号

方案编号：2022-001

西气东输三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程
水土保持方案变更报告书

建设单位： 国家石油天然气管网集团有限公司西气东输分公司

编制单位： 长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站

2022 年 3 月

西气东输三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程

水土保持方案变更报告书

责任页

（长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站）

批 准：李仁华（主任/教高）

核 定：姚 赫（副主任/高工）

审 查：项 宇（设计室主任/高工）

校 核：张 勇（设计室副主任/工程师）

项目负责人：周 媛（高 工）

编 写：周 媛（高 工）（第 1、2、5 章、附表、外业踏勘）

朱艳华（工程师）（第 2、3、5 章、附图、外业踏勘）

彭 超（工程师）（第 2、5 章、附图）

林庆明（工程师）（第 3 章、附图）

王 坤（工程师）（第 3 章、外业踏勘）

张 歆（高 工）（第 4、6 章）

孙驷阳（工程师）（第 5、6 章）

王秋霞（工程师）（第 4、7 章）

赵俊华（高 工）（第 7、8 章）

周 洋（工程师）（第 7、外业踏勘）

张 柴（工程师）（附件、附图）

张友辉（工程师）（附图）

邹冠兰（工程师）（附图）

目 录

1 综合说明	1
1.1 项目简况	1
1.2 编制依据	7
1.3 设计水平年	9
1.4 水土流失防治责任范围	9
1.5 水土流失防治目标	9
1.6 项目水土保持评价结论	11
1.7 水土流失预测结果	15
1.8 水土保持措施布设成果	16
1.9 水土保持监测方案	19
1.10 水土保持投资及效益分析成果	20
1.11 结论	20
2 项目概况	24
2.1 项目组成及工程布置	25
2.2 施工组织	42
2.3 工程占地	57
2.4 土石方平衡	62
2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建	68
2.6 施工进度	68
2.7 自然概况	68
3 项目水土保持评价	75
3.1 主体工程选址（线）水土保持评价	75
3.2 建设方案与布局水土保持评价	76
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定	90
4 水土流失分析与预测	93
4.1 水土流失现状	93
4.2 水土流失影响因素分析	95
4.3 土壤流失量预测	96

4.4 水土流失危害分析	104
4.5 指导性意见	105
5 水土保持措施	107
5.1 防治区划分	107
5.2 措施总体布局	107
5.3 分区措施布设	115
5.4 施工要求	155
6 水土保持监测	164
6.1 范围和时段	164
6.2 内容和方法	164
6.3 点位布设	172
6.4 实施条件和成果	174
7 水土保持投资估算及效益分析	178
7.1 投资估算	178
7.2 效益分析	195
8 水土保持管理	199
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	200
8.6 水土保持设施验收	201
附 表	202
附表 1: 防治责任范围表	203
附表 2: 工程单价汇总表	206
附表 3: 各省主要材料单价汇总表	208
附表 4: 各省施工机械台时费汇总表	210
附表 5: 单价分析表	211
附 件	233

附件 1: 《国家发展改革委关于西气东输三线闽粤支干线天然气管道项目核准的批复》（发改能源〔2017〕124 号）	234
附件 2: 《国家发展改革委办公厅 国家能源局综合司关于加快推进 2021 年石油天然气基础设施重点工程有关事项的通知》（发改办能源〔2021〕232 号）	238
附件 3: 弃渣场选址意见	244
附件 4: 弃渣场专题论证报告结论及专家审查意见	275
附件 5: 照片集	282
附 图（另单独成册）	
附图 1: 项目地理位置图	
附图 2: 项目区水系图	
附图 3: 土壤侵蚀强度分布图	
附图 4: 工程总体平面布置图、水土保持监测点位布置图	
附图 5: 弃渣场位置图及影像图	
附图 6 至附图 13: 各分区防治措施总体布局及典型措施布设图	
附图 14: 典型地段水土保持措施布设图	

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

西气东输三线闽粤支干线管道是国家管网集团公司规划的沿海大通道的重要组成部分，是落实国家管网关于沿海天然气管道发展规划部署的需要。建设闽粤支干线管道是坚持“两种资源”战略，满足项目沿线区域 LNG 气化气、管道气资源接收和输送的需要，兼顾进口气有序引进和国产气顺利开发，有利于保障国家能源安全。建设闽粤支干线管道也是保障向项目沿线市场区域供应所需天然气的需要，能够优化沿线城镇能源结构，实现节能减排，改善大气环境，落实国家污染防治攻坚战的重要措施。建设闽粤支干线管道同时还是提高目标市场区域安全供气 and 灵活调气能力的需要，随着我国东南沿海地区经济快速发展，天然气需求旺盛，已有的管道虽满足沿线地区天然气需求，但应急需求保障却不足，迫切需要尽快建成贯通闽粤支干线全线，实现西气东输二线和西三线互联互通、LNG 资源与管道气资源相互保障供应，为沿线地区的能源供应安全和经济发展提供重要保障。国家发展改革委于 2017 年 1 月以发改能源〔2017〕124 号文对西三线闽粤支干线项目进行了核准，核准批复同意该项目分段建设，即分为广州增城-潮州段（一期工程）和潮州-漳州段（二期工程），其中，广州增城-潮州段已于 2020 年 1 月建成投产。

综上所述，作为西三线配套工程及西二线和西三线在东南沿海地区的联络管道，闽粤支干线的全线贯通可提高管网供气安全性和调气灵活性，具有重要的现实意义和战略意义，因此，西气东输三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程的建设是十分必要的。

西气东输三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程起点为一期工程的末站潮州分输清管站（东经 $116^{\circ}26'13.47''$ ，北纬 $23^{\circ}46'4.75''$ ），途经广东省潮州市潮安区、饶平县，梅州市丰顺县、大埔县，福建省漳州市平和县共 2 个省 3 个市 5 个区县，终点止于福建省漳州市平和县的 27# 阀室（东经 $117^{\circ}20'39.31''$ ，北纬 $24^{\circ}25'26.93''$ ），管道全长 192km。本项目为新建建设类项目，设计压力 10MPa，管径 813mm，设计输气量 $57 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ ，建设内容包括输气管道、站场、穿越工程、阀室、标志桩等附属设施。

全线设置 1 座站场（在一期工程潮州分输清管站的场内预留空地处进行扩建），新建线路阀室 10 座（均为监控阀室），各类标志桩 4415 个。沿线河流大型盾构穿越 1130m/1 处，河流中型开挖穿越 255m/2 处；小型河流沟渠水塘开挖穿越 3852m/51 处，

小型河渠顶管穿越 76m/1 处；山体隧道穿越 42.89km/29 处，山体定向钻穿越 820m/1 处；顶管穿越各级公路 3883m/95 处，开挖穿越各级公路 4294m/163 处。工程新建施工便道 41.60km，整修施工便道 47.97km；设置堆管场 6.65hm²/64 处，弃渣场 20.63hm²/28 处。工程施工需拆迁房屋建筑物及大棚总面积约 1.23hm²，迁移电力及光缆线杆 204 根，房屋大棚拆迁及专项设施改迁建均由建设单位承担补偿费用，地方相关部门负责实施并承担其水土流失防治责任。

项目工程占地总面积为 402.37hm²，其中永久占地 5.25hm²，临时占地 397.12hm²。

项目工程土石方挖方总量 228.72 万 m³（含表土剥离 36.99 万 m³），填方总量 169.03 万 m³（含表土回覆 36.99 万 m³），调入 11.10 万 m³，调出 11.10 万 m³，无借方，余（弃）方 59.69 万 m³。

项目工程计划于 2022 年 5 月开工，2024 年 6 月完工，总工期 26 个月。工程总投资 35.57 亿元，其中土建投资 21.49 亿元。

1.1.2 项目前期工作进展情况

（1）项目工程设计情况

2020 年 9 月，国家石油天然气管网集团有限公司工程建设本部下发《关于开展张家口-安平、合肥-宣城等 14 个互联互通工程项目前期工作的通知》，确定开展西三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程前期工作。管道工程建设项目部委托中石油规划总院开展可研工程，编制《西三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程可行性研究》V1 版。

2021 年 1 月、3 月，国家管网集团召开了可研初审会、审查会，经修改完善后分别形成可研报告 V2 版、V3 版。

2021 年 7 月，国家管网集团以国家管网办〔2021〕99 号文批复了西三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程可行性研究报告。

2021 年 9 月至今，主体设计单位中国石油天然气管道工程有限公司正在开展初步设计工作，目前已完成初步设计总说明书 B 版。

（2）项目工程水土保持方案编制情况

根据《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》等相关法律法规的规定，国家石油天然气管网集团有限公司西气东输分公司于 2021 年 5 月委托长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站（以下简称“我单位”）编制本项目水土保持方案报告书。接受委托任务后，我单位及时成立了水土保持方案编制项目组，对工程设计资料进行全面分析研究，并于 2021 年 6-12 月开展了

多次现场查勘，对工程沿线的自然环境、生态环境、水土流失及水土保持现状等进行了详细调查，收集了项目所在地的水土流失状况、生态红线划定、水土流失重点防治区划分等各项资料，通过内业分析，在水土流失预测和防治分区划分的基础上，制定了本工程水土流失防治措施体系及布局，于 2022 年 2 月编制完成了《西气东输三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程水土保持变更方案报告书》。

（3）一期工程水土保持工作开展情况

依据发改能源〔2017〕124 号文，西气东输三线闽粤支干线项目一次核准、分段建设，一期工程为广州-潮州段，二期工程为潮州-漳州段。一期管道全长 380.4km，设计压力 10MPa，管径 813mm，于 2020 年 1 月建成投产。建设单位已于 2019 年 4 月委托中水珠江规划勘测设计有限公司承担一期工程水土保持设施验收报告编制及技术服务工作。一期水土保持工程措施和临时措施已达到水土保持验收标准，但部分区段的植被恢复情况不太理想，主要因复绿施工滞后，植被恢复效果未能达到预期。一二标段复绿工作原计划于 2020 年 1 月前完成，由于水保施工进度滞后，植被恢复工作于当年 5 月下旬才基本完成，植物生长时间不足；且当年年初粤东地区雨水较少、土壤较贫瘠，植被生长不佳，而年中短时间内发生连续强降雨，造成一二标段管道上方覆土及植物种子冲刷较为严重，对复绿带来了较为负面的影响。

建设单位结合水保监理、监测、验收单位提出的意见，要求设计单位制订了“一点一案”水保专项设计方案，并对水保措施设计图纸组织了审查。施工单位严格按照图纸进行现场整改，并加强施工质量管理。对质量不合格的措施重建，加快植物措施补种，增加灌草面积、作业面苫盖及施肥等，以提升植被恢复效率，形成有效的水保防护体系。建设单位将对水保工作进行持续跟踪和改进，采取优化水保后续设计、加强施工管控、开展专项治理及施工回头看等方式、点面结合，最终实现闽粤支干线管道水土流失防治目标，顺利完成一期工程水土保持设施验收工作。

1.1.3 项目水土保持方案变更情况

（1）2015 年 7 月水利部以水保函〔2015〕292 号文批复了《西气东输三线闽粤支干线工程水土保持方案报告书》。批复的方案中，管线起自福建省西三线东段（吉安-福州）干线的漳州分输清管站，经福建省漳州市芗城区、南靖县、平和县，广东省潮州市饶平县和潮安区、揭阳市揭东区和揭西县、梅州市丰顺县和五华县、河源市紫金县和源城区、惠州市博罗县和龙门县，终点止于广州市增城区的增城末站，涉及 2 省 7 市 14 区县，管道全长 569km。工程分两期建设，一期（漳州-揭阳段）长 238km，

二期（揭阳-增城段）长 331km，总工期 48 个月，设计输量一期 $44 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 、二期建成后 $50 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ ，设计压力 10MPa，管径 813mm。全线设置站场 5 座，阀室 23 座，标志桩 3414 个；沿线隧道穿越山体 33.8km/20 次，隧道穿越河流 2.3km/2 次；定向钻穿越大中型河流 2.6km/3 次，围堰大开挖穿越中型河流 3.3km/14 次，大开挖穿越小型河流及沟渠 4.0km/133 次；顶箱涵穿越铁路 0.2km/3 次，顶管穿越公路 5.1km/107 次，大开挖穿越公路 2.4km/81 次；新建伴行路 14km，整修伴行路 7.7km；新建施工便道 122km，整修施工便道 66km；设临时堆管场 58 处，弃渣场 44 个。工程总占地面积 1527.4hm^2 ，水土流失防治责任范围 2138.2hm^2 ，土石方挖填总量 1080.8 万 m^3 ，水土保持估算总投资 20818.2 万元。

（2）2017 年 1 月，国家发展和改革委员会以《国家发展改革委关于西气东输三线闽粤支干线天然气管道项目核准的批复》（发改能源〔2017〕124 号）对项目进行了核准，核准批复同意按广州增城-潮州段和潮州-漳州段两段分别建设。一期工程名称变更为“西气东输三线闽粤支干线（广州-潮州段）工程”。

2018 年 5 月，水利部以水许可决〔2018〕31 号文批复了《西气东输三线闽粤支干线（广州-潮州段）工程水土保持方案变更报告书》。批复的一期工程变更方案中，管线起自广州增城分输清管站，经广州市增城区，惠州市龙门县、博罗县，河源市源城区、江东新区、紫金县，梅州市五华县，揭阳市揭西县，梅州市丰顺县，揭阳市揭东区，潮州市潮安区，终点止于潮州分输清管站，涉及 1 省 6 市 11 区县，管道全长 380.4km，设计压力 10MPa，管径 813mm。全线新建站场 4 座，阀室 17 座，标志桩 8653 个；沿线定向钻穿越大中型河流 8 次，定向钻、大开挖穿越小型河流沟渠 346 次，大开挖穿越鱼坑塘 63 次；顶箱涵穿越铁路 4 次，顶管、大开挖穿越各级公路 754 次；隧道穿越山体 16 次；新建施工便道 40.5km，整修施工便道 94.1km；设弃渣场 28 处。工程总占地面积 1020.28hm^2 ，水土流失防治责任范围 1020.28hm^2 ，土石方挖填总量 863.68 万 m^3 ；计划于 2018 年 6 月开工，2019 年 12 月完工，总工期 18 个月。

（3）本变更方案以发改能源〔2017〕124 号文及可研批复为基础，编报二期工程水土保持方案变更报告书。工程建设范围为潮州-漳州段，途经 2 省 3 市 5 区县，管道全长 192km，总占地面积 402.37hm^2 ，设计压力 10MPa，管径 813mm。

经过与原批复方案进行梳理对比，主要变化情况如下：

①山区丘陵区横向位移超过 300m 的长度累计 31.16km，山区丘陵段线路总长 106.69km，改线比例为 29.2%，因此符合变更管理规定（办水保〔2016〕65 号）第三

条第四种情况，应办理变更审批。

②较原方案路由变化后，增加 13 次山体隧道穿越，新增 16 处弃渣场，原方案中 12 处弃渣场因占压了基本农田、公益林等调整了位置。因此本方案的 28 处弃渣场位置全部涉及变更，符合变更管理规定第五条情况。

综上，按照变更管理规定，同时为满足项目工程水土保持各项工作能真正落地，现编报《西气东输三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程水土保持方案变更报告书》，报水利部审批。详见表 1.1-1 至表 1.1-3。

表 1.1-1 主体工程调整（潮州-漳州段）比对表

序号	对比内容	原批复方案（漳州-揭阳段）	现方案（潮州-漳州段）
1	建设地点	福建省漳州市芗城区、南靖县、平和县，广东省潮州市饶平县、潮安区、梅州市丰顺县，揭阳市揭东区（2 省 4 市 7 区县）	广东省潮州市潮安区、饶平县，梅州市丰顺县、大埔县，福建省漳州市平和县（2 省 3 市 5 区县）
2	线路长度	238km	192km
3	山体隧道穿越	25.27km/16 次	42.89km/ 29 次
	山体定向钻穿越	无	820m/1 次
4	河流盾构穿越	1km/1 次	1130m/1 次
	河流顶管穿越	2.58km/3 次	76m/1 次
	河流开挖穿越	4005m/69 次	4107m/53 次
5	顶箱涵穿越铁路	0.24km/3 次	无
6	顶管穿越各级公路	2.16km/46 次	3883m/95 次
	开挖穿越各级公路	0.96km/32 次	4294m/163 次
7	站场	3 座	1 座
8	阀室	8 座	10 座
9	管道标志桩	1428 个	4415 个
10	伴行道路	整修 1.8km	无
11	施工便道	新建 46km，整修 25km	新建 41.60km，整修 47.97km
12	弃渣场	32 处/22.09hm ²	28 处/20.63hm ²
13	占地面积	612.8hm ² （永久占地 11.02hm ² ，临时占地 601.78hm ² ）	402.37hm ² （永久占地 5.25hm ² ，临时占地 397.12hm ² ）
14	土石方挖填总量	469.63 万 m ³ （挖方 253.5 万 m ³ ，填方 216.13 万 m ³ ，弃方 37.37 万 m ³ ）	397.75 万 m ³ （挖方 228.72 万 m ³ ，填方 169.03 万 m ³ ，弃方 59.69 万 m ³ ）

表 1.1-2

线路路由比对比表

原方案路由（（2省4市7区县））								本方案路由（途经2省3市5区县）							
线路	序号	行政区划			线路长度(km)			线路	序号	行政区划			线路长度(km)		
漳州-揭阳段	1	广东省	揭阳市	揭东区	18	18	131	潮州-漳州段	-	-	-	-	-	-	-
	2		潮州市	潮安区	58	104			1	广东省	潮州市	潮安区	40.35	66.01	128.77
	3			饶平县	46				2			饶平县	25.66		
	4		梅州市	丰顺县	9	9			3		梅州市	丰顺县	38.66	62.76	
	-	-	-	-	-	4	大埔县		24.1						
	5	福建省	漳州市	平和县	71	107	5		福建省	漳州市	平和县	63.23	63.23	63.23	
	6			南靖县	25		-		-	-	-	-			
	7			芗城区	11		-		-	-	-	-	-		
总长							238	总长							192

表 1.1-3

项目水土保持变更对比分析表

办水保〔2016〕65号文相关规定		原批复方案	本变更方案	变化情况	是否构成重大变更	备注
项目地点、规模	（1）涉及国家级和省级水土流失重点预防区或重点治理区；	涉及国家级水土流失重点治理区2个县；省级水土流失重点治理区4个县	涉及国家级水土流失重点治理区3个县	新增大埔县属于国家级重点治理区，潮安区和饶平县不再属于重点治理区	是	编制方案变更报告书
	（2）水土流失防治责任范围增加30%以上的；	防治责任范围848.47hm ² ，其中项目建设区612.8hm ² （永久和临时占地之和）、直接影响区235.67hm ²	防治责任范围402.37hm ² ，全部为项目建设区（永久和临时占地之和）	防治责任范围减少446.1hm ² （主要减少管道作业带占地及直接影响区面积）	否	①原方案包含直接影响区；②对比分析仅针对潮州-漳州段数据。
	（3）开挖填筑土石方总量增加30%以上的；	挖方253.5万m ³ ，填方216.13万m ³ ，开挖填筑土石方总量469.63万m ³	挖方228.72万m ³ ，填方169.03万m ³ ，开挖填筑土石方总量397.75万m ³	挖填总量减少71.88万m ³ （主要线路长度和管沟开挖量减少）	否	-
	（4）线型工程山区、丘陵区部分横向位移超过300米的长度累计达到该部分线路长度的20%以上的；	-	山丘区横向位移超过300m的长度约31.16km	山丘区线路长106.69km，改线比例为29.2%	是	编制方案变更报告书
	（5）施工道路或伴行道路等长度增加20%以上的；	新建便道46km，整修便道25km；整修伴行路1.8km	新建便道41.60km，整修便道47.97km	施工便道增加26.15%（路由变化、穿越工程增加）；伴行路取消	是	编制方案变更报告书
水土保持措施	（1）表土剥离量减少30%以上的；	表土剥离量85.89万m ³	表土剥离量36.99万m ³	减少56.9%（线路长度减少及管道作业带剥离范围调整）	是	按工程实际占地面积和调查表土厚度
	（2）植物措施总面积减少30%以上的；	植物措施面积289.16hm ²	植物措施面积215.06hm ²	减少25.63%（线路长度减少、可恢复林草植被面积减少）	否	-
	（3）水土保持重要单位工程措施体系发生变化，可能导致水土保持功能显著降低或丧失的；	-	-	措施体系与原批复方案基本一致	否	-
弃渣场	在水土保持方案确定的弃渣场外新设弃渣场的，占地面积超过1hm ² 或最大堆高大于10m；提高弃渣场堆渣量达到20%以上的。	弃渣场32处/22.09hm ²	弃渣场28处/20.63hm ²	新设渣场中占地超过1hm ² 或最大堆高超过10m的有18个	是	编制方案变更报告书

1.1.4 自然简况

管道整体呈西南-东北走向，沿线地貌类型多样，主要有低山、丘陵、平原和沟谷，其中以低山丘陵为主；沿线地势呈坡状起伏，海拔在 60m ~ 700m 之间；地表以林地、园地为主。气候类型为南亚热带湿润季风气候，沿线多年平均气温 21.0℃ ~ 21.7℃，年降水量 1529.6mm ~ 1785.5mm，年蒸发量 1513.9mm ~ 1672.5mm，年均风速 1.8m/s ~ 2.1m/s，全年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 7816℃ ~ 7923℃，无霜期 318 天 ~ 330 天，10 年一遇 24h 最大降雨量 198.3mm ~ 217.9mm。项目区土壤区划属华南低山丘陵赤红壤、黄壤、水稻土区，沿线土壤类型主要有赤红壤、红壤、黄壤、冲积土、水稻土。植被区划属亚热带东部湿润常绿落叶林区，沿线植被类型主要有亚热带常绿阔叶林、常绿针叶林、常绿落叶阔叶灌丛，以及常绿果树园和经济林等农业植被，项目区林草覆盖率约 75.2%。

管线途经的广东省梅州市大埔县、丰顺县和福建省漳州市平和县属于粤闽赣红壤国家级水土流失重点治理区。项目区位于南方红壤区，容许土壤流失量为 500t/($\text{km}^2 \cdot \text{a}$)，水土流失以轻度水力侵蚀为主。工程沿线不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、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、森林公园以及重要湿地等，涉及的环境敏感目标主要为生态红线，本工程管道路由和阀室选址均已取得地方政府相关主管部门的原则同意。

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，2010 年 12 月 25 日修订，2011 年 3 月 1 日起施行)；

(2) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》(1993 年 8 月 1 日发布，2010 年 12 月 29 日修改，2011 年 1 月 8 日施行)；

(3) 《广东省水土保持条例》(2016 年 9 月发布，2017 年 1 月 1 日起施行)；

(4) 《福建省水土保持条例》(2014 年 5 月发布，2014 年 7 月 1 日起施行)；

1.2.2 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》(水利部令第 5 号，1995 年 5 月 30 日发布实施，2017 年 12 月 22 日第二次修改)；

(2) 《水利部办公厅关于印发<水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定(试行)>的通知》(办水保〔2016〕65 号，2016 年 3 月 24 日)；

(3) 《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，2013年8月12日）；

（4）《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，2018年7月12日）；

（4）《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，2019年5月31日）；

（5）《广东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》（2015年10月13日）；

1.2.3 技术标准与规范

（1）《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；

（2）《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）；

（3）《水土保持工程调查与勘测标准》（GB/T51297-2018）；

（4）《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）；

（5）《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；

（6）《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）；

（7）《防洪标准》（GB50201-2014）；

（8）《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）；

（9）《水利水电工程制图标准 水土保持图》（SL73·6-2015）；

（10）《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；

（11）《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）；

（12）《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423-2013）；

（13）《油气管道线路工程水工保护设计规范》（SY/T6793-2010）；

1.2.4 技术文件和资料

（1）《全国水土保持规划（2015-2030年）》（水规计〔2015〕507号）；

（2）《中国自然地理图集》（2010年）；

（3）《广东省水土保持规划（2016-2030年）》（广东省水利厅，2016年4月）；

（4）《福建省水土保持规划（2016-2030年）》（福建省水利厅，2016年5月）；

（5）《西气东输三线闽粤支干线工程水土保持方案报告书》（2015年7月批复）；

（6）《西三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程可行性研究报告》（V3版）；

（7）《西三线闽粤支干线（潮州-27#阀室段）工程初步设计总说明书》（B版）。

1.3 设计水平年

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）有关规定，按照水土保持“三同时”制度的要求，依据主体工程完工时间和水土保持措施实施进度安排，综合确定本方案设计水平年为主体工程完工后的当年，即为 2024 年。

1.4 水土流失防治责任范围

项目沿线经过广东省潮州市潮安区、饶平县，梅州市丰顺县、大埔县，福建省漳州市平和县共 2 个省 3 个市 5 个区县，管道全长 192km。经计算统计，本项目水土流失防治责任范围总面积为 402.37hm²，其中永久征地面积 5.25hm²、临时占地面积 397.12hm²。详见表 1.4-1、表 1.4-2 和附表 1。

表 1.4-1 项目工程水土流失防治责任范围表 单位：hm²

防治分区	占地性质		
	永久占地	临时占地	防治责任范围面积
管道作业带区		272.61	272.61
站场阀室区（含三桩）	5.25		5.25
河流及沟渠穿越区		19.42	19.42
公路穿越区		23.79	23.79
山体穿越区		12.05	12.05
施工便道区		41.97	41.97
弃渣场区		20.63	20.63
堆管场区		6.65	6.65
合计	5.25	397.12	402.37

表 1.4-2 按县级行政区水土流失防治责任范围表 单位：hm²

行政区划		占地性质		防治责任范围面积
省/市	区县	永久占地	临时占地	
广东省潮州市	潮安区	1.18	87.62	88.79
广东省潮州市	饶平县	2.08	49.38	51.46
广东省梅州市	大埔县	0.60	78.22	78.82
广东省梅州市	丰顺县	0.21	50.49	50.69
福建省漳州市	平和县	1.19	131.41	132.60

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

本项目属于新建建设类项目，途经广东、福建共 2 省 3 市 5 区县，涉及南方红壤区 1 个水土保持区划。根据《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）、《广东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》、《福建省水土保持规划（2016-2030 年）》，管道沿线经过的广东省梅州市大埔县、丰顺县和福建省漳州市平和县属于粤闽赣红壤国家级水土流失重点治理区。广东省潮州市潮安区、

饶平县不涉及水土流失重点预防区或治理区，但项目周边 500m 范围内有乡镇、居民点，因此按照《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）规定和适用条件，项目位于大埔县、丰顺县、平和县境内应执行南方红壤区一级标准，在潮安区、饶平县境内应执行南方红壤区二级标准。详见表 1.5-1。

表 1.5-1 涉及水土保持区划及重点防治区划分情况表

序号	行政区划			全国水土保持区划						水土流失重点防治区		防治标准等级
	省	市	县(区)	一级区	长度小计(km)	二级区	长度小计(km)	三级区	长度小计(km)	国家级	省级	
1	广东省	潮州市	潮安区	南方红壤区	192	华南沿海丘陵台地地区	66.01	华南沿海丘陵台地人居环境维护区	66.01	-	-	二级
2			饶平县							-	-	二级
3		梅州市	大埔县			南岭山地丘陵区	62.76	岭南山地丘陵保土水源涵养区	62.76	粤闽赣红壤国家级水土流失重点治理区	-	一级
4			丰顺县								-	一级
5	福建省	漳州市	平和县			浙闽山地丘陵区	63.23	闽西南山地丘陵	63.23		-	一级

1.5.2 防治目标

按照防治标准相关规定和适用条件，结合项目区涉及全国水土保持区划、国家级和省级水土流失重点防治区划分情况，首先确定沿线所处县级行政区的水土流失防治执行标准，再依据地形地貌、土壤侵蚀强度、降雨等因素予以修正，确定沿线分区分段防治标准。

项目区位于南方红壤区，水土流失以轻度水力侵蚀为主。根据指标值修正原则，以轻度侵蚀为主的项目区土壤流失控制比不小于 1；项目主要位于低山丘陵区（海拔 < 1000m）且属于湿润区，渣土防护率、水土流失治理度、林草植被恢复率均不作调整。全线 3 个县涉及国家级水土流失重点治理区，该县境内林草覆盖率提高 2%。

通过分区分段按面积加权计算后，确定设计水平年项目水土流失综合防治目标值为：水土流失治理度达到 96.95%，土壤流失控制比 1.0，渣土防护率达到 96.30%，表土保护率达到 90.26%，林草植被恢复率达到 96.95%，林草覆盖率达到 25.26%。通过实施水土保持工程措施、植物措施和临时防护措施，将工程建设造成的水土流失及其危害减小到最低限度，全面防止弃渣乱堆乱放。水土保持措施布设与主体工程实施相结合，各项水土保持设施安全有效、长期发挥效益，在保障工程建设和运行安全的同时，有效控制工程水土流失对周边生态环境的影响与破坏。

项目综合防治目标值见表 1.5-2，分区分段防治标准及指标计算见附表 2。

表 1.5-2 本项目水土流失综合防治目标表（南方红壤区）

防治指标	全线		GB/T 50434-2018 规定值				南方红壤区			
	综合指标值		一级标准		二级标准		采用一级标准		采用二级标准	
	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年
水土流失治理度（%）	-	96.95	-	98	-	95	-	98.00	-	95.00
土壤流失控制比	-	1.00	-	0.9	-	0.85	-	1.00	-	1.00
渣土防护率（%）	93.26	96.30	95	97	90	95	95.00	97.00	90	95.00
表土保护率（%）	90.26	90.26	92	92	87	87	92.00	92.00	87	87.00
林草植被恢复率（%）	-	96.95	-	98	-	95	-	98.00	-	95.00
林草覆盖率（%）	-	25.26	-	25	-	22	-	27.00	-	22.00

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》、《生产建设项目水土保持技术标准》及规范性文件有关规定进行符合性分析得知：本项目已避让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监测站，已避让了泥石流易发区、崩塌滑坡危险区、易引起严重水土流失和生态恶化的地区，兼顾水土保持要求；避开了河流两岸、护坡和水库周边的植物保护带。但项目涉及国家级水土流失重点治理区且无法避让，主体工程设计已充分考虑了沿线地形地貌，合理选择了管道敷设方式和作业带宽度，尽量减少对地表的占压扰动及对地表植被的损坏；优化了施工工艺与方法，如河流大型穿越优先采用盾构方式，因地质及地形因素不宜采用非开挖方式的选择枯水期施工，穿越公路多采用顶管方式，穿越高陡山体采用隧道和定向钻方式，尽量减少开挖。项目途经 3 个县境内执行水土流失防治一级标准，另 2 个区县境内执行二级标准，本方案依据土壤侵蚀强度、涉及水土流失重点防治区等因素修正了防治指标值，提高相应的防护工程等级。经与主体设计沟通，进一步优化设计方案以减少弃土弃渣，提高土石方综合利用率，对管沟临时堆土、开挖边坡、弃渣等采取有效的防治措施。定量分析采取优化措施后，本工程临时占地由可研的 415.65hm² 减少到 397.12hm²，其中管道作业带及各穿越工程施工场地临时占地由 341.57hm² 减少到 327.87hm²，堆管场临时占地从 15.33hm² 减少到 6.65hm²；土石方加大了工程区间调配，借方外购减少 1.5 万 m³，弃渣量减少 4.7 万 m³。主体工程选线时充分考虑了沿线环境保护敏感目标，在条件允许情况下均进行了避让，局部区段涉及的环境敏感点主要为生态红线，项目环评报告已取得生态环境部批复，管道路由和阀室选址均已取得地方政府相关主管部门的原则同意。

本方案通过采取提高防治指标值、防护工程等级，优化施工工艺与方法，加强施

工组织管理，减少地表和植被损坏范围、开挖裸露时间，提高土石方利用率、减少弃土弃渣，完善水土保持措施布设，使项目建设范围内的水土流失得到有效控制，生态环境得到一定程度的恢复和改善。综上，主体工程选址（线）基本符合水土保持相关规定和要求，从水土保持角度评价项目建设可行。

1.6.2 建设方案与布局评价

根据主体工程特点，本工程建设方案以尽量减少扰动面积、尽量减少土石方量、尽量减少拆迁为原则。主体设计管道穿越公路铁路、河流沟渠、山体时，优先采用顶管、定向钻、隧道等非大开挖穿越方式。管道作业带根据平地段、山区段、不同穿越地段等选择不同开挖基面范围，一般平地段和顺坡段作业带宽度控制在 20m，在山区横坡段作业带宽度 24m，减少地表扰动范围、土方开挖量和破坏植被面积。施工道路在充分利用已有市政道路和城镇道路基础上，尽量选择已有农田小路进行整修，尽可能减少新增便道占地，以减少新增水土流失，整修便道长度占便道总长的 53.56%。堆管场面积由可研的 15.33hm²减少到 6.65hm²。施工生活区直接在附近租赁民房，不新增扰动土地。项目途经 3 个县涉及国家级水土流失重点治理区且无法避让，该县境内防治标准执行一级标准，另 2 个区县境内执行二级标准，本方案依据土壤侵蚀强度、涉及水土流失重点防治区等因素修正了相应的指标值，提高了排水、拦挡等防护工程等级，考虑布设了消能及沉沙措施。因此，本工程建设方案合理，符合水土保持要求。

主体设计资料中计列的工程总占地面积为 420.9hm²，永久占地面积 5.25hm²、临时占地面积 415.65hm²。经本方案核定后，本工程总占地面积为 402.37hm²，其中永久占地面积 5.25hm²、临时占地面积 397.12hm²。经分析，主体工程占地计列完整全面，不存在漏项，各项目区永久和临时占地均有计列，站外供水管线由供水单位负责建设，场站外部供电工程由地方电力部门负责建设，不属于本工程建设范围，不纳入本工程防治责任范围。占地面积方面，本项目站场阀室永久项目用地指标符合《石油天然气工程项目用地控制指标》（国土资规〔2016〕14 号）规定，管道三桩则按照行业规范要求布设，永久占地面积均满足工程布置及施工要求。临时占地方面，主体设计考虑了控制扰动地表范围的措施，如：施工机械设备集中堆放在穿越施工场地指定区域或管道作业带占地范围内，不单设材料与设备堆放区；工程建设尽可能利用已有交通条件，尽量减少施工便道的修建；施工生活区采取集中或分散租赁附近民房的方式，不单独建设；以上这些措施均有利于减少工程临时占地面积，本工程施工区的数量、面积及施工作业带宽度等均满足施工要求，符合水土保持的要求。

占地性质方面，项目永久占地是工程后期运行所必须的用地，包括站场、闸室、标志桩的占地；临时占地包括管道作业带、各类穿越工程的施工场地、施工便道、弃渣场（永久性补偿、临时性占地）的占地，工程占地性质合理。占地类型方面，以林地、园地为主，其次是耕地、草地、水域及水利设施用地、交通用地、工矿仓储用地等。站场闸室、施工用地均不可避免地占用了耕地，主体设计中对于永久占用耕地的按照“占一补一”的原则计列了土地开垦费，对于临时占用耕地的计列了土地复垦资金。弃渣场占地以林草地为主，部分占用园地和少量耕地，建议在后续设计及实际施工过程中尽量加大弃渣综合利用，减少弃渣量和渣场占地。后期恢复方面，永久占地以实施地面硬化为主，水土流失量较小；工程尽量采取分标段同时施工，单项工程施工工期较短，因此临时占地时间也较短，强烈水土流失发生时间也较短，完工后除硬化区域之外，均按照原土地利用类型进行复耕或恢复林草植被，不会影响项目区土地利用功能，并保持与项目区周边景观的协调。因此，本工程占地符合国家有关政策的要求，工程占地性质、类型基本合理，工程占地计列全面、不漏项。建议在后续设计或施工过程中进一步优化占地，对沿线不可避免的占用耕地、林地等，本方案也布设了完整有效的水土流失防治措施，施工时重点做好表土剥离、堆存及保护，并按要求落实好后期植被恢复及复耕，恢复原土地利用类型及功能。

主体设计资料中计列的工程土石方挖方总量 250.12 万 m^3 ，填方总量 187.23 万 m^3 ，借方量 1.5 万 m^3 ，余（弃）方 64.39 万 m^3 。主体设计未单列表土剥离和回覆量，总图专业匡算闸室区需借方，土石方调配未考虑有效衔接。本方案增加了管道作业带、站场闸室、各穿越工程施工场地、施工便道、弃渣场的表土剥离及回覆量，对各站场闸室土石方量进一步分析和计算，同时考虑了项目区间土石方调配，最大程度的减少借方和弃方，挖填借余（弃）总量均有所调整，经核定后，工程土石方挖填数量符合最优化原则，按照工程平面布置及竖向设计分析计算，挖方和填方量合理，本工程挖方总量 228.72 万 m^3 （含表土剥离 36.99 万 m^3 ），填方总量 169.03 万 m^3 （含表土回覆 36.99 万 m^3 ），调入 11.10 万 m^3 ，调出 11.10 万 m^3 ，无借方，余（弃）方 59.69 万 m^3 （弃渣场堆放）。土石方工程量较大的挖填环节避开雨季施工，尽量采取多标段施工，减少扰动地表裸露时间，同时通过合理安排工序以缩短工期。工程土石方调配考虑合理，挖填衔接得当，不存在重复开挖、多次倒运的情况。

对于各工程区开挖余方，首先加大区间土石方调配力度，最大程度减少外借方和永久弃渣，隧道挖方中的部分石块后期也可考虑作为骨料用于修建截排水沟等防护工

程。本方案也对项目区周边进行了土方综合利用调查。确定将管道作业带区管沟挖方 0.13 万 m^3 调入临近的闸室作为填方；由管道作业带区调入 4.86 万 m^3 挖方至河流开挖穿越区修筑围堰，施工完毕拆除围堰后，将 4.86 万 m^3 围堰土全部调回作业带范围内回填夯实；对无法被项目本身或周边综合利用的山体隧道出渣 57.93 万 m^3 和韩江盾构出渣 1.75 万 m^3 ，规划设置了 28 处弃渣场，并采取各项水土流失防治措施。对于各工程区开挖剥离的表土也考虑了区间调配利用，将闸室区开挖多余表土 1.25 万 m^3 调入临近的管道作业带区覆土。建议在后续施工阶段，对于山体穿越周边若有施工工期和时序能够衔接合理的其他工程有需要土石方的，或者本工程修筑挡墙和排水工程能使用隧道出渣的，则可提高综合利用率，减少工程永久弃渣量和渣场使用。

本方案对项目区周边借方来源也进行了调查，经调查和沟通后，主体设计接纳了方案提出的加大工程区间土石方调配的建议，确认将管道作业带区管沟挖方调入临近的闸室作为填方，取消工程外借方。本方案在主体设计的基础上，对工程建设各组成部分的临时堆土进行了分析和计算，明确了临时堆土数量及其堆存位置，并针对性的布设了各项防护措施。对于各工程区开挖剥离的表土也明确了具体堆存方式和保护措施，施工结束后及时回覆表土。

本工程未设置取土场。全线设置 28 处隧道弃渣场，考虑尽量集中弃渣，数量合理。弃渣场基本选择在隧道出渣点附近的缓坡地或支毛沟，占地面积小、地势较平缓，所处沟道流量较小，不涉及河道、水库、湖泊管理范围，不会对行洪安全构成影响。大多数弃渣场周边及下游无公共设施、工业企业、居民点等敏感点。但经多次调查复核，发现有 5 处渣场下游 1km 范围内存在上述敏感因素（包括 1 号、10 号、18 号、26 号、27 号），建设单位及时组织主体设计单位开展了定点勘察及测量，进行专题分析和验算，对该 5 处弃渣场编制了专题论证报告，论证结果显示对下游敏感点不存在重大影响，即选址合理。弃渣场占地大多数为林地和荒草地，不涉及一级保护林地，部分在出渣点附近确无合适弃渣点的地段占用了园地和少量耕地，未占压基本农田，后期采取复耕、植树种草等措施恢复原土地利用类型，渣场占地也不涉及生态红线及自然保护区、森林公园、水源地等环境敏感区，本工程渣场占地类型合理。根据渣场所处地形及容量，在确保渣体堆放安全稳定的前提下，均布设了符合技术标准及规范要求的水土保持措施，不会对下游造成重大影响。全线 28 处弃渣场选址均已取得地方相关行政部门出具的确认函。总体而言，经本方案调查复核、出具专题论证报告后，本工程规划选址的弃渣场总体设置是合理的。

本工程在施工过程中采用机械和人工施工配合进行，工程基础开挖、管道穿越、施工装配化等过程中均采用有利于水土保持的施工工艺，如：穿越工程尽量采取了隧道、定向钻、顶管等非开挖穿越方式，最大限度的减少水土流失、减少扰动范围；管道敷设采用分层开挖，表层熟土和下层生土分开堆放，管道下沟后尽快分层回填、分层碾压，分段施工、随挖随填，有效缩短松散土体裸露堆放的时间，减少水土流失量；河流穿越工程施工尽量安排在枯水期施工，有效减少因降水和洪水冲刷带走泥浆或临时堆土而造成的水土流失；弃渣按照“先拦后弃”的原则，同时及时进行渣面的恢复处理，降低管道施工产生的水土流失危害。本工程的施工方法与工艺不仅确保主体工程顺利实施，且符合水土保持要求。

主体工程设计考虑了排水、拦挡等措施，其具有水土保持功能，在一定程度上减少了水土流失对项目区及周边的影响，但总体缺少针对施工过程中减少水土流失的完整防护措施，没有形成有效的水土流失防护体系。因此，本方案在分析评价并界定主体工程设计的水土保持措施基础上，通过合理布局和设计，针对各防治分区特点，将补充表土剥离及防护、临时排水、临时拦挡、后期植被恢复等各项措施，形成完整科学的水土流失防治体系。综上，本工程在优化施工工艺、提高防治标准、采取各项水土保持措施后，水土流失防治效果可达到水土保持要求，项目建设是可行的。

1.7 水土流失预测结果

本项目建设期扰动地表面积为 402.37hm^2 ，占地类型主要为耕地、林地、园地、草地、交通运输用地、水域及水利设施用地、工矿仓储用地等，其中：旱地 16.10hm^2 、水田 8.58hm^2 、林地 211.97hm^2 、园地 109.97hm^2 、草地 11.04hm^2 、水域及水利设施用地 14.52hm^2 、交通运输用地 30.01hm^2 、工矿仓储用地 0.19hm^2 。按行政区划分，广东省扰动地表面积 269.77hm^2 、福建省扰动地表面积 132.60hm^2 。

损毁植被面积共计 223.01hm^2 ，包括林地 211.97hm^2 、草地 11.04hm^2 。

本工程施工准备及施工期造成的水土流失面积为 402.37hm^2 ，自然恢复期水土流失面积为 353.10hm^2 ，地表扰动后水土流失量为 8.98 万 t，新增水土流失量为 8.06 万 t，本工程水土流失重点时段为施工期，水土流失重点部位为管道作业带区、山体穿越区、弃渣场区、施工便道区，水土流失重点部位也是水土保持监测和防治措施布设的重点部位。

工程建设挖损、占压土地，对地表、植被造成严重破坏，使原有水土保持设施功能降低，临时堆土、弃渣等成为水土流失的物质来源，工程建设过程中若不及时采取

防护措施或防护不当，可能造成严重的水土流失危害。工程建设引起的水土流失，可能掩埋附近的农田，降低土地生产力，影响农业生产；泥沙进入河流可能造成下游河、溪、塘淤塞，影响行洪及灌溉；可能影响项目区及周边区域的生态环境和景观效果。

1.8 水土保持措施布设成果

1.8.1 水土保持措施布设

本方案根据项目组成及施工工艺将项目划分为：管道作业带区、站场阀室区、河流及沟渠穿越区、公路穿越区、山体穿越区、施工便道区、弃渣场区和堆管场区等 8 个水土流失防治分区。各分区水土保持措施总体布局如下：

（1）管道作业带区

管道作业带因涉及不同地貌区和土地利用现状两因素结合，决定了其水土流失的特点和防治措施配置的基本要求。

施工前在管道作业带边界设立警戒标示，控制施工边界；管沟开挖前剥离管沟开挖面的表土，将剥离的表土与生土分开沿线堆放在管沟一侧，表土在外侧、生土在内侧，并采取临时拦挡、苫盖措施；对施工机械运输、焊接、吊装等非开挖区域采用彩条布铺垫。施工过程中，管道作业带外侧布设临时排水沟、沉沙池。施工结束后，进行土地整治，回覆表土。管道经过林地段，在管沟中心线两侧各 5 米范围内种草，5 米范围外选择适生树种栽植乔灌木，林下撒播草籽恢复植被。管道经过草地和其他土地段，撒播草籽恢复植被。管道经过耕地和园地段，恢复农田地埂、排灌沟渠，采取复耕或恢复园地。

管道顺坡敷设时，对坡度较陡、汇水较集中区段在作业带外侧布设排水沟，连接沉沙池后顺接自然沟道。陡坡区段设置急流槽，下方接消力池消能，顺接自然沟道。在主体设计的挡墙墙脚修筑排水沟，与作业带外侧的纵向排水沟相接。本方案对缓坡区段采用草袋堡坎。施工结束后，进行土地整治，回覆表土。管道经过林地段，边坡采取生态袋护坡、浆砌石护坡或植草护坡防护，作业带两侧选择适生树种栽植乔灌木，林下撒播草籽恢复植被。管道经过耕地园地段，根据实际情况恢复土坎和石坎梯田、农田地埂和水渠。

管道横坡敷设时，平整作业带形成挖填边坡，在边坡上方来水段布设截水沟，坡脚布设排水沟、沉沙池，排水末端顺接自然沟道。陡坡区段设置急流槽，顺接坡脚排水沟。本方案对缓坡区段采用草袋堡坎。施工结束后，进行土地整治，回覆表土。管道经过林草地，边坡采取生态袋护坡或植草护坡防护，作业带两侧选择适生树种栽植

乔灌木，林下撒播草籽恢复植被。

（2）站场阀室区

施工前，剥离阀室占地范围内的表土，调运至临近的管道作业带堆土区集中堆放和保护。施工过程中，开挖的临时土方集中堆放在施工场地一角，并采取临时拦挡、苫盖等措施。站场内沿建筑物和道路周边布设排水沟；阀室围墙外和进场道路两侧结合地形布设截排水沟、沉沙池，以永临结合的方式，排水末端顺接自然沟道；山丘区阀室场外边坡和进场道路两侧边坡采取浆砌石护坡或挂网植草护坡防护。施工结束后，扩建站场和阀室场内空地均进行硬化；阀室场外边坡和进场道路两侧进行土地整治，回覆表土，撒播草籽绿化。

（3）河流及沟渠穿越区

盾构穿越河流时，施工前剥离施工场地表土，集中堆放在征地范围内一角，并采取临时拦挡、苫盖、种草等措施。施工过程中，开挖的临时堆土集中堆放在施工场地一侧，并采取临时拦挡、苫盖等措施；施工场地周边布设临时排水沟、沉沙池，并与自然沟道顺接。施工结束后，对施工场地进行土地整治，回覆表土，采取复耕。

直接开挖穿越河流沟渠时，对开挖产生的临时土方沿线堆放在管沟一侧，并采取临时拦挡、苫盖等措施；对施工机械运输、焊接、吊装等非开挖区域采用彩条布铺垫。施工过程中，在作业带外侧布设临时排水沟、沉沙池。施工结束后对河道沟渠岸坡进行土地整治，采取生态袋、浆砌石护岸，恢复河道断面；对开挖扰动占压林草地区域进行土地整治，回覆表土，恢复植被。

顶管穿越河渠时，施工前剥离施工场地的表土，集中堆放在征地范围内一角，并采取临时拦挡、苫盖、种草等措施。施工过程中，开挖的临时堆土集中堆放在施工场地一侧，并采取临时拦挡、苫盖等措施；施工场地周边布设临时排水沟、沉沙池，并与自然沟道顺接。施工结束后，进行土地整治，回覆表土，采取复耕。

（4）公路穿越区

顶管穿越公路时，施工前剥离施工场地的表土，集中堆放在征地范围内一角，并采取临时拦挡、苫盖、种草等措施。施工过程中，开挖的临时堆土集中堆放在施工场地一侧，并采取临时拦挡、苫盖等措施；施工场地周边布设临时排水沟、沉沙池，并与自然沟道顺接。施工结束后进行土地整治，回覆表土，植乔灌草恢复植被或复耕。

直接开挖穿越公路时，将开挖产生的临时土方沿线堆放在管沟一侧，并采取临时拦挡、苫盖措施；对施工机械运输、焊接、吊装等非开挖区域采用彩条布铺垫。施工

过程中，作业带外侧布设临时排水沟、沉沙池，并与自然沟道顺接。施工结束后按原公路标准恢复道路路面，完善道路排水及顺接工程。

（5）山体穿越区

施工前对山体隧道、定向钻穿越施工场地进行表土剥离，集中堆放在征地范围内一角，并采取临时拦挡、苫盖、种草等措施。施工过程中，临时堆土集中堆放在征地范围内一角，并采取临时拦挡、苫盖措施，弃渣及时转运至弃渣场集中堆放；施工场地周边布设临时排水沟、沉沙池，并与自然沟道顺接。对于山体隧道穿越，根据地形在隧道洞口边仰坡的坡度较缓区域采用挂网喷播植草防护，洞口布设截排水沟、消能沉沙和排水顺接措施。定向钻穿越施工场地内设置泥浆池，施工中产生的废弃泥浆经处理后排入泥浆池内集中存放并循环利用，剩余泥浆委托当地环保部门集中处理。施工结束后填平泥浆池，进行土地整治，回覆表土，植乔灌草恢复植被或复耕。

（6）施工便道区

施工便道修筑前，先在道路施工边界设立警戒标识，控制施工边界；对新建便道占用耕地、林草地、园地区域进行表土剥离，将剥离的表土沿线堆放在便道一侧，并布设临时拦挡、苫盖、种草措施。施工过程中，新建便道两侧布设临时排水沟，半挖半填段上边坡来水侧布设临时截水沟，并与自然沟道顺接；半挖半填段路基下边坡采取临时拦挡，上边坡临时种草。整修便道两侧结合实际情况按永临结合的方式布设排水沟。施工结束后，对扰动区域进行土地整治，回覆表土，植乔灌草恢复植被或复耕。

（7）弃渣场区

堆渣前，剥离弃渣场占地范围内的表土，集中堆放在场地地势较高区域，并采取临时拦挡、苫盖、种草等措施。施工过程中，结合地形在渣场周边和临时堆土外侧布设临时排水沟。对于沟道型弃渣场，按照“先拦后弃”的原则，在下游堆渣坡脚修筑挡渣墙；在渣场上游来水区域修筑截水沟，结合地形条件布设排水沟、急流槽、消力池、沉沙池，排水末端顺接自然沟道。对于坡地型弃渣场，在渣场下游坡脚修筑挡渣墙；渣场上游来水区域修筑截水沟，结合地形条件布设排水沟、急流槽、消力池、沉沙池，排水末端顺接自然沟道。堆渣结束后，及时对渣面进行土地整治，回覆表土，植灌草恢复植被或复耕。

（8）堆管场区

对堆管场占地范围内的地表植被进行清理，对堆管场区底部铺设彩条布进行临时铺垫，以减少对地表的扰动。施工结束后进行土地整治，植乔灌草恢复植被或复耕。

1.8.2 水土保持措施主要工程量

工程措施：表土剥离 36.99 万 m^3 ，表土回覆 36.99 万 m^3 ；恢复农田地埂 352m；恢复农田水渠 176m；浆砌石截排水沟 42304.08m，开挖土方 38539.28 m^3 ，浆砌块石 27011.42 m^3 ；混凝土截排水沟 2975.11m，开挖土方 1547.06 m^3 ，混凝土 803.28 m^3 ；急流槽 3855.42m，开挖土方 3854.11 m^3 ，浆砌块石 2636.52 m^3 ；消力池 86 座，开挖土方 1456.03 m^3 ，浆砌块石 781.03 m^3 ；砖砌沉沙池 88 座，土方开挖 502.66 m^3 ，砖砌 238.66 m^3 ；草袋堡坎 83534.23m；生态袋护坡 437051.91 m^2 ，浆砌石护坡 8209 m^2 ；生态袋护岸 10818 m^2 ，浆砌石护岸 2754 m^2 ；浆砌石挡墙 2306.72m，开挖土方 786.59 m^3 ，浆砌块石 20299.09 m^3 ；土地平整 402.37 hm^2 ，恢复耕地园地 131.38 hm^2 ，土坎梯田 26.77 hm^2 ，石坎梯田 17.85 hm^2 。

植物措施：挂网喷播植草 0.56 hm^2 ，撒播草籽 130.73 hm^2 ，栽植灌木 1205475 株，栽植乔木 104898 株，植草护坡 81.09 hm^2 ；全面整地 211.82 hm^2 ，穴状整地（40cm×40cm）104898 个，穴状整地（60cm×60cm）1205475 个。

临时措施：临时截排水沟 323112.41m，开挖土方 88855.91 m^3 ；临时沉沙池 556 个，开挖土方 1668 m^3 ；泥浆沉淀池 2 座，开挖土方 256 m^3 ，土工膜防渗 240 m^2 ，临时拦挡与拆除 72 m^3 ；彩条布铺垫 135.53 hm^2 ；编织袋土拦挡长 190395.96m，编织袋土拦挡与拆除 68398.8 m^3 ；彩条布苫盖 50.79 hm^2 ；临时种草 15.53 hm^2 ；边界彩条旗 74789m。

1.9 水土保持监测方案

本项目水土保持监测内容主要包括水土流失自然影响因素、项目施工全过程各阶段扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效、水土流失危害等。监测范围为项目水土流失防治责任范围，监测单元划分与水土流失防治分区一致，分为管道作业带区、站场阀室区、河流及沟渠穿越区、公路穿越区、山体穿越区、弃渣场区、施工便道区和堆管场区等8个监测分区。监测时段从施工准备期开始至设计水平年结束，即2022年5月至2024年12月，共计32个月。其中，监测重点时段为施工期；监测重点区域为管道作业带区、山体穿越区、弃渣场区、施工便道区；重点监测施工期扰动地表面积、破坏植被面积、防治措施布设情况及其防治效果等。

本方案主要采取定位地面观测、实地量测、调查巡查、遥感监测和资料分析相结合的监测方法。全线共布设 91 个监测点，其中定位观测点 19 处、调查监测点 50 处、植物样方点 22 处。在施工前对项目区进行一次全面调查，摸清工程建设前项目区域内影响水土流失因子的基本情况和水土流失背景状况。地形地貌状况整个监测期监测

1 次，地表组成物质在施工准备期和设计水平年各监测 1 次，植被状况施工准备期前测定 1 次，气象因子每月统计 1 次；扰动土地情况线型分区全线巡查每季度不少于 1 次，典型地段每月 1 次；正在使用的临时堆土场至少每两周监测 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及时加测；水土流失防治成效至少每季度监测 1 次，其中临时措施至少每月监测 1 次；水土流失危害与水土流失状况监测一并开展，灾害事件发生后 1 周内完成监测。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

1.10.1 水土保持投资

项目工程水土保持总投资 19648.63 万元，其中工程措施投资 10805.54 万元、植物措施投资 2650.33 万元、临时措施投资 3369.30 万元、独立费用 1433.48 万元（含水土保持监测费 467.98 万元、水土保持监理费 387.00 万元）、基本预备费 1095.52 万元、水土保持补偿费 294.46 万元。

广东省措施费 10434.37 万元、补偿费 161.86 万元，福建省措施费 6390.80 万元、补偿费 132.60 万元。

分年度投资中，2022 年水土保持投资 5667.16 万元，2023 年水土保持投资 8872.52 万元，2024 年水土保持投资 5108.96 万元。

1.10.2 效益分析

通过实施本方案后，设计水平年治理水土流失面积 402.37hm²，林草植被建设面积 215.06hm²，可减少水土流失量 8.41 万 t，水土流失治理度达到 98.35%，土壤流失控制比达到 1.0，渣土防护率达到 97.19%，表土保护率达到 97.64%，林草植被恢复率达到 97.00%，林草覆盖率达到 53.45%，六项指标均达到或超过方案制订的目标值，可有效控制工程建设造成的水土流失，保护和改善项目区农业生产条件和生态环境，促进管道建设和谐推进。

1.11 结论

（1）本方案水土保持技术可行，经济合理，预期效益显著。因管道线路长、穿越地貌类型复杂，施工工艺多样，管道建设中必将扰动原地貌，破坏地表土壤和植被，增加裸露面积，加剧水土流失。依法编制水土保持变更方案，全面防治工程建设产生的水土流失，是保护和改善项目区生态环境、维护管道安全的重要保障。

（2）本方案在实地查勘的基础上，按照相关标准规范，结合主体工程水土保持

分析与评价，明确界定了本项目水土流失防治责任范围，划分了水土流失防治分区，预测工程建设造成的水土流失，为制定水土流失防治措施提供科学依据。

（3）结合项目区水土保持区划及水土流失重点防治区划分情况，本方案制定了水土流失综合防治目标，并按照防治分区，提出了防治措施总体布局、工程量和典型布设；合理估算了水土保持投资，为管道工程防治水土流失提供重要技术支持。

（4）按照本方案内容实施，项目区水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率等六项指标均可达到或超过方案制订的目标值，人为水土流失得到有效防治，可最大限度地减缓管道工程建设对区域生态环境的不利影响，预期效益显著。

（5）在工程建设过程中，须组织落实好水土保持监测、监理、施工管理和水土保持专项验收工作。水土保持工程与主体工程实行同时设计、同时施工、同时投产使用，确保水土保持方案既定的各项内容落到实处。

（6）施工过程中应强化水土保持意识，优化施工工艺，严格施工管理，切实落实本方案提出的水土保持措施和施工管理要求。

（7）水土保持监测单位应坚持定期监测和报告制度，水土保持监理单位要严格控制水土保持工程质量、进度和投资。

（8）本方案对弃渣场选址进行了分析评价及确认，并对不同类型渣场开展了典型措施布设，若在下一阶段的设计或施工建设中，弃渣场发生了重大变更，则应按照方案变更管理规定，及时组织编报弃渣场补充方案报告，报原审批机关审批。

（9）建立完善的水土保持管理体系，加强对水土保持投资、进度和质量的管控，确保建设单位依法依规履行水土保持责任。通过实施本方案，保护和改善项目区生态环境及周边生产生活条件，促进管道建设和谐推进，争创水土保持生态文明示范工程。

西气东输三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程水土保持变更方案特性表

项目名称	西气东输三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程		流域管理机构		珠江水利委员会、太湖流域管理局
涉及省（市、区）	广东省、福建省	涉及地市或个数	3 个地市	涉及县或个数	5 个区县
项目规模	特大型 I 级	总投资（万元）	355738	土建投资（万元）	214851
动工时间	2022 年 5 月	完工时间	2024 年 6 月	设计水平年	2024 年
工程占地（hm ² ）	402.37	永久占地（hm ² ）	5.25	临时占地（hm ² ）	397.12
土石方量（万 m ³ ）		挖方	填方	借方	余（弃）方
		228.72	169.03	0	59.69
重点防治区名称		粤闽赣红壤国家级水土流失重点治理区			
地貌类型		低山、丘陵、平原、沟谷	水土保持区划		南方红壤区
土壤侵蚀类型		水力侵蚀	土壤侵蚀强度		轻度
防治责任范围面积(hm ²)		402.37	容许土壤侵蚀模数（t/km ² ·a）		500
土壤流失预测总量(t)		89766.09	新增土壤流失量(t)		80626.26
水土流失防治标准执行等级		南方红壤区一级和二级标准			
防治指标	水土流失治理度(%)	96.95	土壤流失控制比		1.0
	渣土防护率(%)	96.30	表土保护率(%)		90.26
	林草植被恢复率(%)	96.95	林草覆盖率(%)		25.26
防治措施及工程量	工程措施		植物措施	临时措施	
管道作业带区	表土剥离 16.70 万 m ³ ，表土回覆 17.95 万 m ³ ；恢复农田地埂 352m；恢复农田水渠 176m；浆砌石截排水沟 6741.2m，开挖土方 5993.48m ³ ，浆砌块石 4269.91m ³ ；急流槽 968.7m，开挖土方 852.46m ³ ，浆砌块石 610.28m ³ ；消力池 12 个，开挖土方 159.94m ³ ，浆砌块石 63.95m ³ ；砖砌沉沙池 28 个，土方开挖 205.63m ³ ，砖砌 75.94m ³ ；生态袋护坡 437051.91m ² ，浆砌石护坡 6229m ² ；土地平整 272.61hm ² ，恢复耕地园地 108.37hm ² ，土坎梯田 26.77hm ² ，石坎梯田 17.85hm ² ；草袋堡坎 83534.23m。		撒播草籽 102.9hm ² ；植草护坡 81.09hm ² ，挂网喷播植草 0.05hm ² ，栽植灌木 494494 株，栽植乔木 54004 株；穴状整地（40×40cm）494494 个；穴状整地（60×60cm）5400 个；全面整地 167.51hm ² 。		临时截排水沟 128362.9m，开挖土方 35299.8m ³ ；临时沉沙池 86 个，开挖土方 258m ³ ；彩条布铺垫 121.32hm ² ；编织袋临时拦挡长 134798m，编织袋土拦挡与拆除 48527.28m ³ ；彩条布苫盖 26.96hm ² ；边界警示彩旗 44932.67m。
站场阀室区	表土剥离量 1.4 万 m ³ ，表土回覆 0.15 万 m ³ ；混凝土排水沟长 2975.11m，土方开挖 1547.06m ³ ，混凝土 803.28m ³ ；砖砌沉沙池 20 座，土方开挖 114.24m ³ ，砌砖 54.24m ³ ；浆砌石护坡 1980m ² ；土地整治 5.25hm ² 。		撒播草籽 0.50hm ² ，挂网喷播植草 0.33hm ² ；全面整地 0.50hm ² 。		编织袋临时拦挡长 898.42m，编织袋土拦挡与拆除 179.683m ³ ，彩条布苫盖 1.21hm ² 。
河流及沟渠穿越区	表土剥离量 1.10 万 m ³ ，表土回覆量 1.10 万 m ³ ；土地整治 19.42hm ² ；耕地恢复 0.56hm ² ；生态袋护岸 10818m ² ，浆砌石护岸 2754m ² 。		撒播草籽 4.19hm ² ；栽植灌木 10147 株；穴状整地（40×40cm）10147 个，全面整地 4.19hm ² 。		编织袋临时拦挡长 4345.2m，编织袋土拦挡与拆除 1564.28m ³ ，彩条布苫盖 1.72hm ² ；临时排水沟长 4827m，土方开挖 1327.4m ³ ；临时沉沙池 57 座，开挖土方 171m ³ ；临时种草 0.14hm ² ，彩条布铺垫 3.7hm ² 。

1 综合说明

山体穿越区	表土剥离量3.01万m ³ ，表土回覆量3.01万m ³ ；土地整治12.05hm ² ；截排水沟3770m，土方开挖3317.6m ³ ，浆砌块石2375.1m ³ ；急流槽580m，土方开挖510.4m ³ ，浆砌块石365.4m ³ ；消力池58个，土方开挖570.1m ³ ，浆砌块石309.1m ³ 。	撒播草籽9.64hm ² ，栽植灌木120500株，栽植乔木13389株，挂网喷播植草0.18hm ² ；穴状整地（40×40cm）120500个，穴状整地（60×60cm）13389个，全面整地9.64hm ² 。	编织袋临时拦挡长1168.8m，编织袋土拦挡与拆除420.8m ³ ，彩条布苫盖1.68hm ² ；临时排水沟长10800m，土方开挖2970m ³ ；临时沉沙池60个，土方开挖180m ³ ；泥浆沉淀池2座，开挖土方256m ³ ，填土编织袋临时拦挡与拆除72m ³ ，土工膜防渗240m ² ；临时种草面积2.61hm ² 。
公路穿越区	表土剥离量4.01万m ³ ；表土回覆量4.01万m ³ ；土地整治23.79hm ² ；耕地、园地恢复5.20hm ² ；恢复排水边沟长5868m，土方开挖4107.6m ³ ，浆砌块石3168.7m ³ 。	撒播草籽8.50hm ² ；栽植灌木83676株，栽植乔木9156株；穴状整地（40×40cm）83676个，穴状整地（60×60cm）9156个，全面整地8.50hm ² 。	编织袋土临时拦挡长6194.98m，编织袋土拦挡与拆除2230.19m ³ ，彩条布苫盖6.98hm ² ；彩条布铺垫3.86hm ² ；临时排水沟长94534m，土方开挖25996.85m ³ ；临时沉沙池353个，土方开挖1059m ³ ；临时种草面积3.44hm ² 。
弃渣场区	表土剥离量5.41万m ³ ，表土回覆量5.41万m ³ ；浆砌石挡渣墙长2306.72m，开挖土方786.59m ³ ，浆砌石20299.09m ³ ；浆砌石排水沟长11533.58m，开挖土方12456.26m ³ ，浆砌石8131.17m ³ ；急流槽长2306.72m，开挖土方2491.25m ³ ，浆砌石1660.83m ³ ；消力池16个，开挖土方768m ³ ，浆砌块石408m ³ ；沉沙池40座，开挖土方228.48m ³ ，砖砌108.48m ³ ；土地整治20.63hm ² ；耕地、园地恢复7.08hm ² 。	撒播草籽11.7hm ² ；栽植灌木115862株；穴状整地（40×40cm）115862个，全面整地11.7hm ² 。	临时排水沟长15587.7m，土方开挖4286.6m ³ ；编织袋装土临时拦挡长1392.5m，编织袋土总量501.3m ³ ，彩条布苫盖2.88hm ² ；临时种草4.69hm ² 。
施工道路区	表土剥离量5.35万m ³ ，表土回覆量5.35万m ³ ；土地整治41.97hm ² ；耕地、园地恢复7.13hm ² ；浆砌石排水沟长14391.3m，开挖土方12664.34m ³ ，浆砌块石9066.52m ³ 。	撒播草籽8.72hm ² ，栽植灌木224213株，栽植乔木26087株；穴状整地（40×40cm）224213个，穴状整地（60×60cm）26087个，全面整地8.72hm ² 。	边界警示彩旗29856.33m；编织袋临时拦挡长41598m，编织袋土拦挡与拆除14975.28m ³ ；彩条布苫盖9.36hm ² ；临时截排水沟长83196m，土方开挖22878.9m ³ ；临时种草4.64hm ² 。
堆管场区	土地整治6.65hm ² ；耕地、园地恢复3.04hm ² 。	撒播草籽3.2hm ² ，栽植灌木20360株，栽植乔木2262株；穴状整地（40×40cm）20360个，穴状整地（60×60cm）2262个，全面整地3.2hm ² 。	彩条布铺垫6.65hm ² 。
投资（万元）	10805.54	2650.33	3369.30
水土保持总投资（万元）	19648.63	独立费用（万元）	1433.48
监理费（万元）	387.00	监测费（万元）	467.98
广东省措施费（万元）	10434.37	广东省补偿费（万元）	161.86
福建省措施费（万元）	6390.80	福建省补偿费（万元）	132.60
方案编制单位	长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站	建设单位	国家石油天然气管网集团有限公司西气东输分公司
法定代表人	李仁华	法定代表人	张文新
地址	武汉市江岸区惠济路63号永成精英汇B座2层	地址	中国（上海）自由贸易试验区世纪大道1200号3501室
邮编	430010	邮编	200122
联系人及电话	周媛，15107198966	联系人及电话	李国见，18136781010
传真	027-82927513	传真	0511-83812637
电子信箱	763246197@qq.com	电子信箱	18136781010@139.com

2 项目概况

项目名称：西气东输三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程

建设单位：国家石油天然气管网集团有限公司西气东输分公司

建设性质及工程等级：新建建设类项目，特大型 I 级

建设地点及线路走向：西气东输三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程起点为广东省潮州市潮安区的潮州分输清管站（116°26'13.47"，23°46'4.75"），途经广东省潮州市潮安区、饶平县，梅州市丰顺县、大埔县，福建省漳州市平和县共 2 个省 3 个市 5 个区县，终点为福建省漳州市平和县的 27#阀室（117°20'39.31"，24°25'26.93"）。

建设规模：管道全长 192km，管径 813mm，设计压力 10MPa，设计输气量 $57 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 。

工程投资：工程总投资 355738 万元，其中土建投资 214851 万元。

建设工期：计划于 2022 年 5 月开工，2024 年 6 月完工，总工期 26 个月。

项目地理位置见附图 1。项目组成及其主要特性详见表 2-1。

表 2-1 西气东输三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程特性汇总表

一、项目基本情况						
项目名称	西气东输三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程			所在流域	珠江流域、东南沿海诸河流域	
				建设地点	2 个省 3 个地市 5 个区县	
建设单位	国家石油天然气管网集团有限公司西气东输分公司			建设性质	新建建设类	
总投资	355738 万元	土建投资	214851 万元	建设工期	2022 年 5 月至 2024 年 6 月	
建设规模	项目等级	特大型 I 级	设计压力	10MPa	设计管径(mm)	813
	长度(km)	192	站场 (座)	1	阀室(座)	10
	设计输气量	$57 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$				
二、占地面积 (单位:hm ²)				三、主要技术指标		
项目组成		小计	永久占地	临时占地	主要工程项目名称	主要指标
管道作业带区	平地段	146.38		146.38	河流大型盾构穿越	1 次/1130m
	顺坡横坡段	126.23		126.23	河流中型开挖穿越	2 次/255m
河流及沟渠穿越区	盾构穿越	0.40		0.40	小型河流沟渠水塘开挖穿越	51 次/3852m
	顶管穿越	0.16		0.16	小型河渠顶管穿越	1 次/76m
	开挖穿越	18.86		18.86	山体隧道穿越	29 次/42.89km
公路穿越区	顶管穿越	15.20		15.20	山体定向钻穿越	1 次/820m
	开挖穿越	8.59		8.59	顶管穿越各级公路	95 次/3883m
山体穿越区	隧道穿越	11.60		11.60	开挖穿越各级公路	163 次/4294m
	定向钻穿越	0.45		0.45	新建施工便道	41.60km
站场阀室区	站场	0.19	0.19		整修施工便道	47.97km
	阀室及三桩	5.06	5.06		弃渣场	28 处/20.63hm ²
施工便道区		41.97		41.97	堆管场	64 处/6.65hm ²
弃渣场区		20.63		20.63	管道标示桩	4415 个
堆管场区		6.65		6.65		
合 计		397.12	5.25	402.37		
四、项目土石方工程量 (单位: 万 m ³)						
项目组成		挖方	表土剥离	填方	表土回填	借方
管道作业带区		114.52	16.70	115.65	17.95	
站场阀室区		3.64	1.40	2.52	0.15	
河流及沟渠穿越区		11.64	1.10	9.89	1.10	1.75

公路穿越区	25.26	4.01	25.26	4.01		
山体穿越区	61.01	3.01	3.08	3.01		57.93
施工便道区	7.22	5.35	7.22	5.35		
弃渣场区	5.41	5.41	5.41	5.41		
堆管场区						
合 计	228.72	36.99	169.03	36.99		59.69

2.1 项目组成及工程布置

西气东输三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程主要由输气管道、站场、穿越工程、阀室、标志桩等附属设施组成。

2.1.1 输气管道

（1）管道路由

本工程途经广东省潮州市、梅州市，福建省漳州市共 2 个省 3 个市 5 个区县，管道全长 192km，其中广东段长 128.77km、福建段长 63.23km。

线路起点从广东省潮州市潮安区的潮州分输清管站出站后，向东穿越 S233 省道，沿省道东侧向北敷设进入丰顺县，途经大坪寮隧道、梅仔科隧道、石壁仔村到达 18# 阀室，出阀室后管道转向东北穿越韩江，再转向东南经谷山村后进入潮安区，经葵山村、羊肚村、水口村到达 19# 阀室，出阀室后继续向东南敷设，经碗窑村后管道转向东北，途经高原隧道、高山隧道、凤山隧道，到达九头坑村附近 20# 阀室，出阀室后继续向东北敷设，途经福北村、西春村、石山埔村进入饶平县，经桃塘村、燕坑村后转向西北，到达 21# 阀室，出阀室后途经黄山水村、猪山村、桃园村，在丹竹坪村西侧转向北敷设，进入大埔县，经双堂屋村后到达 22# 阀室，出阀室后翻越山脊，途经雷峰村、梨树岗村、江屋村，转向东北穿越大潮高速，继续沿缓丘谷地敷设，途经照镜窠隧道、福员村，到达 23# 阀室，继续向东经过下大王坑隧道、大埔隧道、无特坑隧道、马鞍山隧道、石子岭隧道，进入饶平县，途经下善村附近 24# 阀室，出阀室后经过教堂里隧道、同罗垌隧道，进入福建省漳州市平和县。随后管道在平等村东侧转向北，穿越平梅高速、九峰溪，沿九峰镇西北侧向东北敷设，经东坑楼村、苏阳村后，到达 25# 阀室，出阀室后继续向东北敷设，途经诗坑村、河边村、崎岭埔隧道、楼后隧道、新村隧道、焦坪隧道，出隧道后管道转向东，穿越 S207 省道，经霞寨镇到达 26# 阀室，出阀室后经过尖尾隧道、大仑坪隧道、高仔田隧道、大坑隧道，再穿越 309 省道，经交口村、倒桥村后，到达线路终点 27# 阀室。

线路走向示意图 2.1-1。管道沿线涉及各行政区长度统计见表 2.1-1。

表2.1-1 管道沿线涉及各行政区划统计表

序号	行政区划			起止桩号	线路长度（km）		
	省	市	县（区）		长度	长度小计	
1	广东省	潮州市	潮安区	AA001～AB001	0.62	40.35	128.77
				AA009～AC001	39.73		
2			饶平县	AC001～AD001	18.14	25.66	
				AC139～BA001	7.52		
3		梅州市	丰顺县	AB001～AA009	24.1	38.66	
4			大埔县	AD001～AC139	38.66	24.1	
5	福建省	漳州市	平和县	BA001～BA403	63.23	63.23	63.23
合计					192.00	192.00	192.00



图 2.1-1 西三线闽粤支干线（潮州-漳州段）工程线路走向示意图

(2) 管道敷设方式

管道主要采用沟埋敷设方式，部分地段选择隧道、顶管等穿越方式。根据沿线经过的地形不同，分为平地敷设、横坡敷设和顺坡敷设。管道埋深一般不小于 1.2m，个别困难石方段采取保护措施后可适当浅埋，但埋深不应小于 1.0m。灾害地质较发育的局部地段，采取一些特殊的处理方法和保护措施，以确保管道的稳定与安全。

管道施工前，对施工作业带范围内影响施工机具通行或施工作业的石块、杂草、树木、构筑物等适当清理，沟、坎予平整，有积水的地势低洼地段排水填平。山地丘陵段对作业带内及附近有可能危及施工作业安全的落石、崩岩、滑塌等进行清除或采取有效防护措施。管道施工时，开挖土石方临时堆放于作业带一侧，表土在外侧，生土在内侧，待管道安装完毕后及时回填，先填生土，后铺表土；另一侧放置管道和施工机械。管道采用汽车运输，地面焊接后用吊车整体吊放在管沟内，局部地段采用地

下焊接。施工完毕后，注意作业带内的复耕及植被恢复工作，恢复原土地利用类型。

(3) 管道作业带及占地情况

由于管沟开挖、堆土、管道施工安装的机械设备和施工人员活动，需一定宽度的管道作业带，包括临时堆土区、管沟开挖区、机械作业区等。考虑本线路地形地貌特点，并结合管径和管沟深度，确定管道敷设在一般平地段作业带宽度 20m，水田段宽度 30m，顺坡敷设段宽度 20m，横坡敷设段宽度 24m；公路开挖穿越作业带布置同一般段管道，作业带宽度 20m；小型河流沟渠水塘开挖穿越作业带宽度 45m，河流中型开挖穿越作业带宽度 60m。

经计算统计，扣除河流沟渠穿越、公路穿越和山体穿越等管线长度后，本工程涉及管道作业带开挖总长 134.80km，管道作业带区占地共计 272.61hm²，均为临时占地。其中，一般平地段作业带长 71.82km，临时占地 146.38hm²；顺坡敷设段作业带长 62.29km，临时占地 124.58hm²；横坡敷设段作业带长 0.69km，临时占地 1.65hm²。

管道沿线顺坡和横坡敷设统计见表 2.1-2。

表2.1-2 沿线顺坡及横坡敷设段统计表

序号	省	市	区县	位置	长度 (km)	敷设类型	坡度(°)
1	广东省	潮州市	潮安区	AA006-AA008, AA011-AA033, AA038-AA043, AA044-AA049, AA075-AA084, AA101-AA108, AA116-AA131, AA132-AA150, AA155-AA161, AA192-AA201, AA223-AA238, AA284-AC006	7.02	顺坡敷设	< 15
7.98					15 ~ 35		
2		饶平县	AC011-AC031, AC076-AC083, AC091-AC099, AC110-AC114, AC139-AC142, AC146-AC152, AC160-AC166	2.58	顺坡敷设	< 15	
2.84				15 ~ 35			
3		梅州市	大埔县	AD019-AD030, AD049-AD051, AD060-AD061, AD066-AD069, AD074-AD089, AD091-AD113, AD126-AD133, AD141-AD152, AD173-AD180, AD194-AD208, AD212-AD218, AD225-AD231	9.27	顺坡敷设	< 15
1.81					15 ~ 35		
4			丰顺县	AB013-AB017, AB020-AB031, AB037-AB043, AB054-AB058, AB068-AB072, AB118-AB122, AB140-AB144	2.27	顺坡敷设	< 15
					1.69		15 ~ 35
				AB058-AB068	0.69	横坡敷设	15 ~ 25
5	福建省	漳州市	平和县	BA010-BA016, BA021-BA059, BA069-BA079, BA083-BA173, BA176-BA190, BA203-BA213, BA245-BA265, BA267-BA271, BA277-BA293, BA333-BA337, BA341-BA344, BA373-BA388	16.96	顺坡敷设	< 15
9.87	15 ~ 35						
合计					62.98		

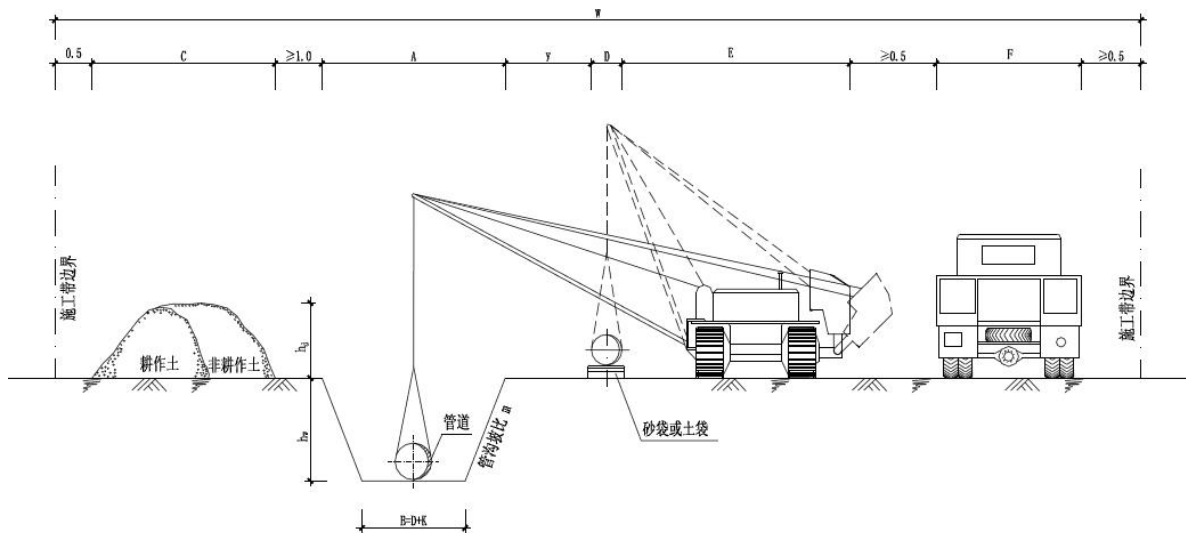


图 2.1-2 管道施工断面示意图

管沟开挖断面尺寸按照《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)要求设计,管沟宽度根据管沟深度、管道外径和施工措施确定。管道作业带区主要对管沟开挖面的表层土进行剥离,堆土区和行车区不进行表土剥离。管沟开挖面平均宽 4.5m,机械作业区宽 9-10m,临时堆土区底宽 3-5m,表土堆高 1-1.5m,生土堆高 1.5-2m,两侧边界宽 2m。一般段管沟开挖剥离的表土和生土沿线堆放在作业带管沟一侧,表土在外侧,生土在内侧。顺坡段 $<15^{\circ}$ 管沟开挖的表土和生土可沿线堆放在作业带管沟一侧, $15\sim35^{\circ}$ 顺坡段的表土和生土选择在下边坡坡度较缓的作业带一侧堆放,顺坡面平均作业带宽 20m。横坡段原坡面 $15\sim25^{\circ}$,平整作业带后形成施工平台和挖填边坡,作业带宽 24m,表土和生土可堆放在作业带管沟一侧。因此,施工作业带宽度按一般段和顺坡段 20m、横坡段 24m,能够满足管道施工布置、表土堆放和临时堆土要求。

2.1.2 站场

工程全线设置 1 座输气站场,即潮州分输清管站,永久占地面积 2.6hm^2 ,位于广东省潮州市潮安县登塘镇黄竹径村,坐标 $116^{\circ}26'13.47''$, $23^{\circ}46'4.75''$ 。场地原状为林地、地形起伏较大,场地现状为工矿仓储用地。站址东侧紧邻 S233 省道,北侧紧邻乡道,西侧距黄竹径村约 500m,交通较便利,社会依托条件较好。

(1) 一期工程介绍

潮州分输清管站为西气东输三线闽粤支干线一期工程已建的站场,已于 2020 年 1 月建成投产。

1) 总平面及竖向布置

平面布置按照功能不同,分为生产区、辅助生产区和办公区。生产区包括工艺区;

辅助生产区包括综合设备间和生活污水处理装置、集水池；办公区包括综合值班室。放空区布置在站场西南侧约 43.4m，位于站场全年最小频率风向的上风侧。

竖向布置采用平坡式，场区东西两侧以挖方为主，场区中部偏北以填方为主，挖填边坡采用骨架植草护坡。站场防洪标准按照 50 年一遇洪水设计，场区排水结合竖向布置采用有组织排放的方式，排雨水走向为：建构筑物屋面（或平台顶面）→场地→道路→站内排水沟→站外排水沟→自然沟道。

2) 道路及场地硬化

站内建构筑物及工艺设备区周边空地和敷设有地下管线区域，以 50mm 厚混凝土方砖铺砌。站内道路采用混凝土路面，办公区道路宽 6m，生产区道路宽 4m。人行道宽 2m，采用 50mm 厚市政彩砖铺砌。场外进站道路宽 6m，采用城市型混凝土路面，该道路接北侧乡道，乡道与东侧 S233 省道相连，交通较便利。

3) 边坡防护及绿化

场区西侧开挖边坡的坡脚采用抗滑挡墙进行支挡，边坡进行 1-5 级放坡，自下而上采用锚杆格构、人字形骨架等支护形式进行加固及坡面防护。场地东侧、南侧和北侧边坡采用重力式挡墙对边坡进行支护，局部放坡后采用人字形骨架进行坡面防护。边坡坡顶设置截排水沟，每级放坡之间设有 2m 宽平台及坡面截排水沟，防止坡体冲刷。坡面框格及人字形骨架间采用挂网喷播植草绿化。站内场地绿化以草坪及低矮灌木为主，主要集中在综合值班室周边。

(2) 二期扩建情况

本期工程是在一期已建的潮州站场内预留空地内进行扩建，实际扰动面积 1900m²。站内仅在已建工艺区范围内增加潮州-27#阀室方向清管器收发装置、过滤分离器等设施，新增工艺设施对原道路、围墙、站外护坡、铺砌场地等造成破坏部分需进行复原，排污和放空均依托一期已建设施，竖向设计与原站场保持一致。本期扩建不新增建筑单体，站外无新增用地。二期站场工程特性见表 2.1-3。

表 2.1-3 输气站场工程特性表

序号	潮州分输清管站	单位	数量
1	永久征地面积（站内外总用地面积）	m ²	26021
2	围墙内用地面积	m ²	13447
3	二期扩建扰动面积	m ²	1900
4	2.5m 高实体围墙	m	5
5	混凝土车行道	m ²	50
6	站内铺砌场地	m ²	150
7	碎石铺装	m ²	300
8	人行道	m ²	—
9	路沿石	m	—

10	挡土墙	m ³	—
11	填方量	m ³	300
12	挖方量	m ³	300
13	拆除站内混凝土车行道	m ²	50
14	拆除站内铺装场地	m ²	150
15	拆除围墙	m	5

2.1.3 河流及沟渠穿越

(1) 大、中型穿越

依据主体设计资料及现场调查，工程沿线河流大型盾构穿越 1130m/1 处，河流中型开挖穿越 255m/2 处。详见表 2.1-4。

表 2.1-4 沿线河流大中型穿越一览表

序号	河流名称	穿越位置		穿越长度 (m)	水面宽度 (m)	穿越 方式	穿越 等级
1	韩江	广东省梅州市丰顺县留隍镇	AB149-AB150	1130	450	盾构	大型
3	碧楼九峰溪	福建省漳州市平和县九峰镇	BA066-BA067	150	45	开挖	中型
4	苏洋九峰溪	福建省漳州市平和县九峰镇	BA164-BA165	105	48	开挖	中型
合计				1385			

河流穿越工程等级根据《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)中规定进行划分，河流大型穿越工程按 100 年一遇设计洪水频率，河流中型穿越工程按 50 年一遇设计洪水频率。

1) 韩江穿越

韩江穿越位于广东省梅州市丰顺县留隍镇，进口距留隍镇新东村 300m 处，出口距留隍镇葛布村 250m 处。进出口距乡村水泥路最近约 100m，且有乡间小道到达隧道口，交通较为便利。穿越两岸地貌类型均为为冲洪积形成的河流阶地，地形平坦开阔，主要为耕地。穿越段处于通航河道，为三级航道，两岸均有规整的人工修建堤岸，航道来往船只较多。

根据主体设计勘察报告，穿越场地上覆第四系全新统黏性土、砂土、卵砾层，下部为燕山期花岗岩，地层分布较连续；河床发育韩江断裂破碎带，东岸发育 1 条次级断裂。因此为保证施工顺利和管道安全，本工程采用盾构隧道方案，盾构隧道的受力和安全性均高于其他穿越方式，风险相对较小，且两岸均有场地条件。本工程韩江盾构经综合考虑后，选择在全风化花岗岩及部分中风化花岗岩层中通过，河床段最小隧顶埋深 16.52m (>2 倍外径)，且隧道顶部位于河床冲刷高程以下，始发井中心距北岸大堤背水侧堤脚 440m，接收井距南岸 100m，满足《油气输送管道工程水域盾构法隧道穿越设计规范》要求。

盾构隧道分为竖井和盾构段，竖井分为始发井和接收井。始发井作为组装盾构设

苏洋九峰溪穿越地层主要为中风化熔结凝灰岩，中风化熔结凝灰岩岩石饱和抗压强度值为 39.4~56.2Mpa，RQD 值为 0~90%，从地质条件上看岩层岩石强度高且较为破碎，如采用顶管法，顶管期间出现卡机卡管等事故的风险较高。穿越两岸均位于坡度约 35%斜坡上，如布置竖井，场地较为紧张。此外，修建竖井深度将达到 30m 以上，由于地表以下主要是破碎的中风化凝灰熔岩，竖井无法采用沉井法施工，如采用逆作法掘进，由于岩层非常破碎，防水和止水将是竖井掘进过程中的难点，施工效率低下，如采用地下连续墙支护方案，由于岩石强度高，地连墙槽段开挖较为困难，槽段开挖后，破碎岩层又非常易于塌孔，地连墙的施工质量难以保证。因此，从地质条件和场地条件，不宜采用顶管穿越方案。钻爆隧道、盾构隧道方案的穿越长度较其他方案的长度长，单位投资也更高，也不适宜采用。

苏洋九峰溪穿越断面处水面较窄、水深较浅，采用开挖沟埋方式的施工条件较理想，工期较短，经济性较优。根据《油气输送管道穿越工程设计规范》中埋深要求，主体设计考虑主槽管道全部置于基岩内，主河槽管底高程 284m，采用现浇混凝土稳管，冲刷线下管顶埋深大于 1.2m，满足规范要求，可充分保证管道避免河床自然冲刷和人为因素的影响，确保管道安全。开挖施工安排在非汛期进行，采用一次围堰加导流沟的方式，根据场地地形及河道情况，在距管道穿越轴线两侧设置围堰，围堰长度约 87m，堰体采用作业带及导流沟开挖的混合土，在迎水面侧采用防渗膜。围堰断面为梯形，顶宽 3m，迎水面内侧边坡比 1:1，背水面边坡比 1:1.5，堰顶高出施工期水面 1~1.5m，不高于河岸。施工围堰、施工机械、材料堆放等应在汛前清理完毕，恢复施工场地原貌。施工结束后采取密实回填措施，保证河床平面规整，不影响行洪。

3) 碧楼九峰溪穿越

本工程碧楼九峰溪穿越位于福建省漳州市平和县九峰镇，穿越点北岸位于九峰镇下坪村东南方向 1.5km，南岸位于九峰镇黄田村东北方向 0.45km，附近有 S207 省道和乡村道路，交通较为便利。穿越场地地形南高北低，高差约 8m。北岸为一级阶地，地势平缓开阔，岸坡平缓、顺直；南岸以二级阶地为主，一级阶地部分缺失，属于基座阶地，陡而弯曲，岸坡为岩质边坡、坡度较陡，阶地后缘为山地缓坡，坡度约 25°，阶地前缘为临河陡坎，距离河面高度 4~5m。两岸现状主要为耕地，种植蜜柚等经济作物。穿越断面处水面宽度 30~65m，水深约 0.2~1.5m，两岸均无人工护堤。河床为砂质河床，岩性为中密~密实卵石土，层厚约 7.5m，为不稳定层；下覆基岩为凝灰熔岩，为稳定层。

采用沉井法施工，如采用逆作法掘进，由于岩层非常破碎，防水和止水将是竖井掘进过程中的难点，施工效率低下，如采用地下连续墙支护方案，对地连墙的施工设备要求较高，槽段开挖后，破碎岩层非常易于塌孔，地连墙的施工质量难以保证，竖井施工风险高、造价高且施工工期长，对设备能力及施工能力要求高，。因此不适宜采用顶管穿越方案。钻爆隧道、盾构隧道方案的穿越长度较其他方案的长度长，单位投资也更高，也不适宜采用。

碧楼九峰溪穿越断面处水面较窄、水深较浅，采用开挖沟埋方式的施工条件较理想，工期较短，经济性较优。根据《油气输送管道穿越工程设计规范》中埋深要求，主体设计考虑主槽管道全部置于基岩内，主河槽管底高程 284m，并采用现浇混凝土稳管，冲刷线下管顶埋深大于 1.2m，满足规范要求，可充分保证管道避免河床自然冲刷和人为因素的影响，确保管道安全。开挖施工安排在非汛期进行，采用一次围堰加导流沟的方式，根据场地地形及河道情况，在距管道穿越轴线两侧设置围堰，围堰长度约 82m，堰体采用作业带及导流沟开挖的混合土，在迎水面侧采用防渗膜。围堰断面为梯形，顶宽 2m，迎水面内侧边坡比 1:1，背水面边坡比 1:1.5，堰顶高出施工期水面 1~1.5m，且不高于河岸。施工围堰、施工机械、材料堆放等应在汛前清理完毕，恢复施工场地原貌。施工完毕后采取密实回填措施，保证河床平面规整，不影响行洪。

(2) 小型穿越

工程沿线小型河流沟渠水塘开挖穿越 3852m/51 处，小型河渠顶管穿越 76m/1 处。详见表 2.1-5 和表 2.1-6。

表 2.1-5 小型河流沟渠穿越统计表

序号	行政区划			开挖穿越		顶管穿越	
	省	市	区县	次数(次)	长度(m)	次数(次)	长度(m)
1	广东省	潮州市	潮安区	12	1155	1	76
2			饶平县	7	500		
3		梅州市	大埔县	13	908		
4			丰顺县	4	343		
5	福建省	漳州市	平和县	15	946		
合计				51	3852	1	76

表 2.1-6 穿越小型河流沟渠一览表

序号	行政区域	名称	穿越位置	穿越长度(m)	穿越方式
1	广东省丰顺县	沟渠	AB029-AB030	45	开挖
2	广东省丰顺县	河流小型	AB069-AB070	62	开挖
3	广东省丰顺县	泥塘	AB115-AB116	156	开挖
4	广东省丰顺县	水塘	AB144-AB145	80	开挖
5	广东省潮安区	水塘	AA043-AA044	74	开挖
6	广东省潮安区	河流小型	AA047-AA048	122	开挖
7	广东省潮安区	水塘	AA053-AA054	178	开挖
8	广东省潮安区	水塘	AA069-AA070	111	开挖

2 项目概况

9	广东省潮安区	水塘	AA099-AA100	102	开挖
10	广东省潮安区	沟渠	AA116-AA117	48	开挖
11	广东省潮安区	水塘	AA129-AA130	98	开挖
12	广东省潮安区	沟渠	AA137-AA138	56	开挖
13	广东省潮安区	沟渠	AA151-AA152	102	开挖
14	广东省潮安区	沟渠	AA153-AA154	76	开挖
15	广东省潮安区	凤凰渠	AA161-AA162	76	顶管
16	广东省潮安区	河流小型	AA190-AA191	82	开挖
17	广东省潮安区	河流小型	AA227-AA228	106	开挖
18	广东省饶平县	鱼塘	AC057-AC058	102	开挖
19	广东省饶平县	河流小型	AC067-AC068	76	开挖
20	广东省饶平县	河流小型	AC070-AC071	58	开挖
21	广东省饶平县	河流小型	AC073-AC074	82	开挖
22	广东省大埔县	合溪	AD002-AD003	46	开挖
23	广东省大埔县	合溪	AD089-AD090	58	开挖
24	广东省大埔县	合溪	AD118-AD119	76	开挖
25	广东省大埔县	河流小型	AD121-AD122	60	开挖
26	广东省大埔县	水塘	AD180-AD181	76	开挖
27	广东省大埔县	水塘	AD181-AD182	94	开挖
28	广东省大埔县	水塘	AD209-AD210	138	开挖
29	广东省大埔县	沟渠	AD247-AD248	66	开挖
30	广东省大埔县	河流小型	AD259-AD260	76	开挖
31	广东省大埔县	沟渠	AD266-AD267	62	开挖
32	广东省大埔县	沟渠	AD268-AD269	52	开挖
33	广东省大埔县	沟渠	AD269-AD270	52	开挖
34	广东省大埔县	沟渠	AD274-AD275	52	开挖
35	广东省饶平县	河流小型	AC141-AC142	58	开挖
36	广东省饶平县	河流小型	AC145-AC146	74	开挖
37	广东省饶平县	沟渠	AC151-AC152	50	开挖
38	广东省平和县	水塘	BA059-BA060	64	开挖
39	福建省平和县	河流小型	BA107-BA108	52	开挖
40	福建省平和县	河流小型	BA164-BA165	62	开挖
41	福建省平和县	河流小型	BA167-BA168	42	开挖
42	福建省平和县	河流小型	BA190-BA191	138	开挖
43	福建省平和县	河流小型	BA199-BA200	46	开挖
44	福建省平和县	河流小型	BA201-BA202	52	开挖
45	福建省平和县	河流小型	BA209-BA210	50	开挖
46	福建省平和县	沟渠	BA258-BA259	58	开挖
47	福建省平和县	沟渠	BA259-BA260	48	开挖
48	福建省平和县	沟渠	BA274-BA275	60	开挖
49	福建省平和县	沟渠	BA323-BA324	50	开挖
50	福建省平和县	沟渠	BA331-BA332	50	开挖
51	福建省平和县	锦溪	BA346-BA347	84	开挖
52	福建省平和县	河流小型	BA369-BA370	90	开挖

2.1.4 公路穿越

管道穿越等级公路（高速、国道、省道）时，主要采用顶管方式通过。管道穿越位置在稳定的公路路基下，尽量避开石方区、高填方区、路堑和道路两侧为半挖半填的同坡向陡坡地段。管道穿越公路时，应垂直交叉通过；必须斜交时，斜交角度应大于 60°。路基下面的管段不允许出现转角或进行平、竖面曲线敷设。管道穿越乡村主

干道时采用顶管方式，其他非等级公路，包括乡村水泥路、乡村土路和机耕道等采用开挖加盖板方式通过。

经统计，本工程沿线穿越高速 238m/2 次，一、二级公路 971m/17 次，三、四级公路 1326m/22 次，非等级公路 5642m/217 次。其中，顶管穿越 3883m/95 次，开挖穿越 4294m/163 次。详见表 2.1-7 和表 2.1-8。

表 2.1-7 沿线公路穿越统计表

序号	行政区划			顶管穿越		开挖穿越	
	省	市	区县	次数(次)	长度(m)	次数(次)	长度(m)
等级公路穿越							
1	广东省	潮州市	潮安区	6	338		
2			饶平县	6	385		
3		梅州市	大埔县	10	532	1	82
4			丰顺县	6	310		
5	福建省	漳州市	平和县	12	888		
小计				40	2453	1	82
非等级公路穿越							
1	广东省	潮州市	潮安区	13	338	37	962
2			饶平县	8	208	11	286
3		梅州市	大埔县	8	208	20	520
4			丰顺县	4	104	20	520
5	福建省	漳州市	平和县	22	572	74	1924
小计				55	1430	162	4212
合计				95	3883	163	4294

表 2.1-8 穿越等级公路一览表

序号	公路名称	穿越位置		公路等级	穿越长度(m)	穿越方式
1	S233 省道	广东省潮州市潮安区	AA003-AA004	二级	56	顶管
2	S233 省道	广东省梅州市丰顺县	AB010-AB011	二级	60	顶管
3	Y281 乡道	广东省梅州市丰顺县	AB030-AB031	四级	64	顶管
4	S233 省道	广东省梅州市丰顺县	AB048-AB049	二级	50	顶管
5	S233 省道	广东省梅州市丰顺县	AB053-AB054	二级	50	顶管
6	Y320 乡道	广东省梅州市丰顺县	AB084-AB085	四级	50	顶管
7	S233 省道	广东省梅州市丰顺县	AB098-AB099	二级	36	顶管
8	Y217 乡道	广东省潮州市潮安区	AA081-AA082	四级	48	顶管
9	Y217 乡道	广东省潮州市潮安区	AA089-AA090	四级	46	顶管
10	Y217 乡道	广东省潮州市潮安区	AA116-AA117	四级	54	顶管
11	G355 国道	广东省潮州市潮安区	AA175-AA176	一级	48	顶管
12	Y201 乡道	广东省潮州市潮安区	AA219-AA220	四级	86	顶管
13	S222 省道	广东省潮州市饶平县	AC074-AC075	二级	75	顶管
14	Y102 乡道	广东省潮州市饶平县	AC081-AC082	四级	64	顶管
15	Y102 乡道	广东省潮州市饶平县	AC083-AC084	四级	68	顶管
16	Y102 乡道	广东省潮州市饶平县	AC089-AC090	四级	64	顶管
17	Y102 乡道	广东省潮州市饶平县	AC098-AC099	四级	62	顶管
18	Y102 乡道	广东省潮州市饶平县	AC114-AC115	四级	52	顶管
19	Y102 乡道	广东省梅州市大埔县	AD006-AD007	四级	86	顶管
20	Y187 乡道	广东省梅州市大埔县	AD075-AD076	四级	54	顶管
21	X001 乡道	广东省梅州市大埔县	AD114-AD115	四级	52	顶管
22	大潮高速	广东省梅州市大埔县	AD153-AD154	高速	82	桥下开挖
23	Y185 (才圆路)	广东省梅州市大埔县	AD155-AD156	四级	50	顶管
24	Y273 乡道	广东省梅州市大埔县	AD193-AD194	四级	50	顶管
25	Y176 乡道	广东省梅州市大埔县	AD217-AD218	四级	56	顶管
26	Y167 乡道	广东省梅州市大埔县	AD249-AD250	四级	36	顶管

2 项目概况

27	Y165 乡道	广东省梅州市大埔县	AD259-AD260	四级	46	顶管
28	Y164 乡道	广东省梅州市大埔县	AD265-AD266	四级	48	顶管
29	S221 省道	广东省梅州市大埔县	AD274-AD275	二级	54	顶管
30	平梅高速	福建省漳州市平和县	BA061-BA062	高速	156	顶管
31	秀秀线	福建省漳州市平和县	BA068-BA069	三级	54	顶管
32	G355 国道	福建省漳州市平和县	BA163-BA164	一级	54	顶管
33	G355 国道	福建省漳州市平和县	BA202-BA203	一级	58	顶管
34	G355 国道	福建省漳州市平和县	BA207-BA208	一级	38	顶管
35	G355 国道	福建省漳州市平和县	BA233-BA234	一级	50	顶管
36	G355 国道	福建省漳州市平和县	BA235-BA236	一级	50	顶管
37	G355 国道	福建省漳州市平和县	BA256-BA257	一级	52	顶管
38	G357 国道	福建省漳州市平和县	BA260-BA261	一级	44	顶管
39	南霞线	福建省漳州市平和县	BA275-BA275	三级	136	顶管
40	G355 国道	福建省漳州市平和县	BA294-BA295	一级	140	顶管
41	G355 国道	福建省漳州市平和县	BA344-BA345	一级	56	顶管
合计					2535	

2.1.5 山体穿越

本工程沿线山体穿越共计 43.71km/30 处，其中，山体隧道穿越 42.89km/ 29 处，山体定向钻穿越 820m/1 处。详见表 2.1-9。

表 2.1-9 沿线山体穿越一览表

序号	山体名称	穿越位置		穿越长度（m）	穿越方式
1	大坪窰 2#隧道	广东省梅州市丰顺县留隍镇	AB078-AB079	800	钻爆隧道
2	大坪窰 1#隧道	广东省梅州市丰顺县留隍镇	AB083-AB084	595	钻爆隧道
3	梅仔科隧道	广东省梅州市丰顺县留隍镇	AB085-AB086	397	钻爆隧道
4	谷山隧道	广东省梅州市丰顺县留隍镇	AB171-AB172	1104	钻爆隧道
5	高原隧道	广东省潮州市潮安区凤南镇	AA150-AA151	2083	钻爆隧道
6	高升隧道	广东省潮州市潮安区凤南镇	AA152-AA153	1795	钻爆隧道
7	燕坑隧道	广东省潮州市饶平县三饶镇	AC062-AC063	1347	钻爆隧道
8	丹竹坪隧道	广东省梅州市大埔县西河镇	AC138-AD001	1906	钻爆隧道
9	照镜窰隧道	广东省梅州市大埔县西河镇	AD186-AD187	1050	钻爆隧道
10	下大王坑隧道	广东省梅州市大埔县西河镇	AD245-AD246	919	钻爆隧道
11	大埔-1 隧道	广东省梅州市大埔县西河镇	AD250-AD251	782	钻爆隧道
12	大埔-2 隧道	广东省梅州市大埔县西河镇	AD253-AD254	1280	钻爆隧道
13	大埔-3 隧道	广东省梅州市大埔县西河镇	AD255-AD256	2073	钻爆隧道
14	无特坑隧道	广东省梅州市大埔县西河镇	AD262-AD263	2508	钻爆隧道
15	马鞍山隧道	广东省梅州市大埔县西河镇	AD267-AD268	1715	钻爆隧道
16	石子岭隧道	广东省梅州市大埔县西河镇	AD278-AC139	1046	钻爆隧道
17	教堂里隧道	广东省潮州市饶平县上善镇	AC152-AC153	3402	钻爆隧道
18	同罗坑隧道	广东省潮州市饶平县上善镇	AC166-BA001	1105	钻爆隧道
19	楼后隧道	福建省漳州市平和县	BA216-BA217	806	钻爆隧道
20	焦坪隧道	福建省漳州市平和县	BA231-BA232	1106	钻爆隧道
21	后尖尾隧道	福建省漳州市平和县	BA308-BA309	1150	钻爆隧道
22	大伦坪	福建省漳州市平和县	BA314-BA315	2808	钻爆隧道
23	高仔田 1#隧道	福建省漳州市平和县	BA324-BA325	2163	钻爆隧道
24	高仔田 2#隧道	福建省漳州市平和县	BA327-BA328	1281	钻爆隧道
25	大坑隧道	福建省漳州市平和县	BA330-BA331	2064	钻爆隧道
26	坪坑隧道	广东省潮州市潮安区凤南镇	AA131-AA132	1552	钻爆隧道
27	凤山隧道	广东省潮州市潮安区凤南镇	AA154-AA155	1783	钻爆隧道
28	崎岭铺隧道	福建省漳州市平和县	BA213-BA215	930	钻爆隧道
29	新村隧道	福建省漳州市平和县	BA220-BA222	1342	钻爆隧道
30	水口村定向钻	广东省潮州市潮安区凤南镇	AA043-AA044	820	定向钻
合计				43712	

2.1.6 附属工程

(1) 线路阀室

为使输气管道在事故和维修状态下，尽可能减小对周围环境的影响及经济损失，全线新建截断阀室 10 座，均为监控阀室。阀室四周采用 2.5m 高砖砌围墙，顶部加 0.5m 高防护网，出入口设置 4m 宽钢板大门。围墙内空地采用方砖铺砌，新建阀室放空立管均布置在围墙内。阀室进场道路采用 3.5m 宽泥结碎石道路，方便巡检车辆通行。

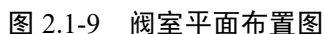
阀室防洪标准根据《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）要求采用 25 年重现期。平地区阀室地坪一般按高出周围地坪 0.3m~1m 设计。低山丘陵区阀室尽量选择有道路交通条件的山顶，以保证阀室处于稳定的原土层。竖向布置采用平坡式，场地整平坡度 0.5%。场内排水以散排方式为主，雨水通过围墙上排水口排出，场外周边根据地形布设截排水沟，边坡设置浆砌石挡墙或护坡。阀室开挖土方量较小，可运至临近的管道作业带区回填夯实，以减小管道沉降的影响。阀室为无人值守，无用水点，不设给水设备及供水管道。阀室供电采用 1 路 10kV 电源配置不间断电源 UPS，或太阳能发电装置配置蓄电池。

经统计，阀室总占地面积 4.62hm²，均为永久占地。详见表 2.1-10 和图 2.1-9。

表 2.1-10 全线阀室设置情况表

序号	阀室名称	用地面积 (m ²)			地理位置	坐标(经纬度)	类型	备注
		小计	围墙中心线内(含放空区)	围墙中心线外(含进场道路、护坡等)				
1	18#阀室	1500	500	1000	广东省梅州市丰顺县留隍镇黄麻埔村	116°27'42.92", 23°51'58.63"	B 类监控	场内自然地面标高 151-153m, 设计场平标高 151m。
2	19#阀室	1116.7	500	616.7	广东省潮州市潮安区赤竹坪村	116°33'28.03", 23°50'25.65"	B 类监控	场内自然地面标高 112-113m, 设计场平标高 112m。
3	20#阀室	7766.4	500	7266.4	广东省潮州市潮安区凤凰镇乌浪塘村	116°40'44.71", 23°53'52.95"	B 类监控	场内自然地面标高 334-340m, 设计场平标高 337m。
4	21#阀室	1047.9	500	547.9	广东省潮州市饶平县三饶镇黄山水村	116°46'23.71", 24°0'19.35"	B 类监控	场内自然地面标高 86-88.5m, 设计场平标高 87.5m。
5	22#阀室	1859.9	500	1359.9	广东省梅州市大埔县光德镇大片村	116°42'47.53", 24°7'33.17"	B 类监控	场内自然地面标高 182-184m, 设计场平标高 183.5m。
6	23#阀室	3310.3	500	2810.3	广东省梅州市大埔县枫朗镇上大王坑村	116°46'53.94", 24°11'36.73"	B 类监控	场内自然地面标高 410-413m, 设计场平标高 410m。
7	24#阀室	19221.7	500	18721.7	广东省潮州市饶平县上善镇下善村	116°54'58.41", 24°13'30.11"	A 类监控	场内自然地面标高 306-310m, 设计场平标高 306m。
8	25#阀室	6593.1	500	6093.1	福建省漳州市平和县九峰镇苏洋村	117°4'8.45", 24°17'39.38"	B 类监控	场内自然地面标高 365-367.1m, 设计场平标高 365.5m。

9	26#闸室	2507.4	500	2007.4	福建省漳州市平和县霞寨镇顶寨村	117°11'35.60" ， 24°21'11.08"	B 类 监控	场内自然地面标高 408-410.5m，设计场 平标高 408m。
10	27#闸室	1255.6	500	755.6	福建省漳州市平和县山城镇内林村	117°20'39.31" ， 24°25'26.93"	B 类 监控	场内自然地面标高 66.2-72.7m，设计场 平标高 69.5m。
合计		46179	5000	41179				



为了便于对管道的安全养护和检修,管道沿线设置有里程桩、转角桩、穿跨越桩、交叉桩、设施桩、加密桩、警示桩、警示牌、标识带等各类标志桩。标志桩按照《油气管道线路标识通用图集》(DEC-M-OGP-PL-008-2013-2)及《西气东输管道地面标识设置与管理规范》(Q/SYXQ 72-2018)的要求布设。经统计,全线共设置各类标志桩 4415 个,每个按占地 1m^2 计,占地共计 0.44hm^2 ,均为永久占地。详见表 2.1-11。

序号	县（区）	数量（个）				占地面积（hm ² ）
		标志桩	加密桩	警示牌	小计	
1	广东省潮安区	507	324	136	967	0.10
2	广东省饶平县	285	177	64	526	0.05
3	广东省大埔县	471	268	104	843	0.08
4	广东省丰顺县	306	189	68	563	0.06
5	福建省平和县	786	484	246	1516	0.15
合计		2355	1442	618	4415	0.44

(3) 维抢修队

管道全线的维抢修依托已建的揭阳维抢修队和厦门维修队。揭阳维抢修队已有三层建筑，满足管道使用需求，无需增加建筑面积，仅根据维修专业和工作需要增加定员即可；厦门维修队也无需增加建筑面积，仅根据维修专业和工作需要增加定员即可。揭阳维抢修队属于闽粤支干线广州-潮州段工程建设内容，已于 2020 年 1 月投产；厦门维修队属于西三线东段工程建设内容，已于 2016 年 12 月投产。

(4) 给排水系统

本工程仅设置 1 座站场，即潮州分输清管站，为扩建站场，给排水依托已建站场的给排水系统。全线无新增站场工程，因此不新增定员及生活设施，无给排水设计内容。阀室均为无人值守，不需设给水系统；场内雨水通过无组织散排方式排出场外。

工程用水主要为施工用水，主要发生在管道焊接、防护工程等施工阶段。施工用水根据施工现场及周边条件，就近接入当地供水管线或采取水车拉水方式。

管道开挖敷设施工期间，利用作业带两侧临时排水沟进行排水，将水流引入自然沟道；定向钻、顶管和隧道穿越工程施工期间，利用施工场地周边的临时排水沟进行排水，将水流引入自然沟道；施工便道施工期间，利用道路临时排水沟进行排水，将水流引入自然沟道。

(5) 供电系统

潮州分输清管站目前采用一回 10kV 外电，站内设有一台 160kVA 干式变压器及一套 70kW 柴油发电机供电。站内自控、通信等重要负荷采用一套 2×20kVA 双机并联冗余 UPS 供电。上述站内已建的变压器容量及 UPS 装置剩余容量均满足本期新增设备的供电需求。

阀室供配电考虑外接 10kV 供电线路，阀室周边电网完善，各阀室与周边电力公网直线距离均不超过 1km。外电引接工程不属于本工程建设内容，仅由建设单位承担相应费用，委托地方电力部门实施。

本工程用电主要为施工用电，由施工单位自备柴油发电机组解决。

(6) 通信系统

管道沿线地区通信较发达，无线和有线通讯系统可满足市话通信、数据传输等需求。石油专网通信采用光通信作为主用通信方式，备用通信通道采用租用公网数据电路通信方式。全程光缆采用穿硅芯管保护与管道同沟直埋敷设方式，不另外新增占地。

2.2 施工组织

2.2.1 工程条件

(1) 对外交通

项目工程线路长，各区域施工条件各异。交通运输条件较好的区域，工程施工就近利用所在地区的公路。交通运输条件较差的局部地段，管道建设时需要新建或整修施工道路，详见“2.2.2.1 施工便道”章节。

(2) 建筑材料来源及技术供应

砂石料来源：项目所需浆砌块石等工程用料分布在项目沿线工程区内，不便于集中开采，采取就近采购的方式。购买砂石料时应与卖方签订有关水土流失防治责任书或合同，明确买方与卖方应承担的水土流失防治责任。

施工用水：施工用水根据施工现场及周边条件就近接入当地供水管线，或采取水车拉水方式。

施工用电：施工用电采取自备柴油发电机取电方式。

施工生活区：根据管道工程建设实际情况并结合现场调查，施工单位采取租用当地民房作为施工办公及生活用地，本工程不单独另建施工生活区。

(3) 施工要求

管道工程本着既要坚持基本建设程序，又要加快建设速度的原则，合理安排各项工作。新建装置和设施根据先地下后地上、先“控制工程”后其它工程的原则，考虑设备采购周期、施工工作量、技术难度等诸多因素，合理的项目实施进度计划。加强设计、施工质量管理，合理安排设计、施工周期，避免因质量问题造成项目实施进度的延误和工程费用的增加。

河流开挖穿越尽量选在枯水期施工，利用枯水季节河床便于围堰开挖的有利条件，达到减少地表扰动、降低施工难度和费用的目的。一般地段管道线路尽量避开冬季开沟和焊接安装，应采取多标段施工，缩短每个标段的里程数，确保各标段均能在最多两个施工季内完工，并完成各标段管道的对接。

2.2.2 施工布置

2.2.2.1 施工便道

本工程管道途经大部分区域交通条件较好，管道建设基本可以利用现有的国道、省道及县乡村道路。但局部地段地理位置较偏僻、道路依托条件较差，管道建设时，为满足施工车辆运输管材和建筑材料至施工场地以及弃渣场堆渣需要，需新建或者整

修施工临时道路。依据主体设计资料及现场调查，本工程需布设施工便道总长 89.57km，其中新修便道 41.60km、整修便道 47.97km。全线施工临时道路呈零散分布，路面结构为水泥混凝土路面或土路面。新修便道一般路段征地宽度为 4.5m，局部需错车或半挖半填路段征地宽度 6.5m；整修便道均为一般路段，征地宽度 4.5m。

经计算，沿线施工便道共计占地 41.97hm²，均为临时占地。施工完毕后，整修便道根据需要恢复成村镇永久性道路，交于地方使用；新建便道予以拆除，采取复耕或植乔灌草，恢复原土地利用类型。详见表 2.2-1。

表 2.2-1 沿线施工便道统计表

序号	省	市	区县	施工便道长度 (km)			占地面积 (hm ²)
				新建	整修	小计	
1	广东省	潮州市	潮安区	18.896	5.025	23.921	11.52
2			饶平县	4.147	3.477	7.624	3.60
3		梅州市	大埔县	10.176	6.770	16.946	8.03
4			丰顺县	5.811	4.384	10.195	4.82
5	福建省	漳州市	平和县	2.568	28.315	30.883	14.00
合计				41.60	47.97	89.57	41.97

表 2.2-2 沿线施工便道布置表

序号	区县	道路名称	抵达管道桩号	施工便道长度 (km)		备注
				新建	整修	
1	潮安区	AA014 新修施工便道	AA014	0.966		新修
2	潮安区	AA044 整修施工便道	AA044		0.183	乡村路
3	潮安区	AA076 整修施工便道	AA076-52m		2.870	乡村路
4	潮安区	AA101 整修施工便道	AA101		0.326	乡村路
5	潮安区	AA113 新修施工便道	AA113	0.875		新修
6	潮安区	AA130 整修施工便道	AA130		0.570	乡村路
7	潮安区	AA155 新修施工便道	AA155	1.069		新修
8	潮安区	AA155 新修施工便道	AA155	0.753		新修
9	潮安区	AA160 新修施工便道	AA160+77m	0.236		新修
10	潮安区	AA160 整修施工便道	AA160+77m		0.796	乡村路
11	潮安区	AA162 新修施工便道	AA162	0.528		新修
12	潮安区	AA182 整修施工便道	AA182+48m		0.280	乡村路
13	潮安区	AA192 新修施工便道	AA192+235m	0.798		新修
14	潮安区	AA194 新修施工便道	AA194+15m	4.036		新修
15	潮安区	AA241 新修施工便道	AA241	9.635		新修
小计				18.896	5.025	
1	饶平县	AC016 整修施工便道	AC016		0.233	乡村路
2	饶平县	AC029 整修施工便道	AC029		0.126	乡村路
3	饶平县	AC054 整修施工便道	AC054+90m		0.098	乡村路
4	饶平县	AC062 新修施工便道	AC062	1.832		新修
5	饶平县	AC062 整修施工便道	AC062		1.531	乡村路
6	饶平县	AC063 整修施工便道	AC063		0.299	乡村路
7	饶平县	AC118 整修施工便道	AC118		0.121	乡村路
8	饶平县	AC139 新修施工便道	AC139	0.343		新修
9	饶平县	AC153 整修施工便道	AC153		1.069	乡村路
10	饶平县	AC153 新修施工便道	AC153	1.100		新修
11	饶平县	AC166 新修施工便道	AC166	0.872		新修
小计				4.147	3.477	
1	大埔县	AD004 新修施工便道	AD004	0.560		新修

2 项目概况

2	大埔县	AD049 新修施工便道	AD049	4.593		新修
3	大埔县	AD049 整修施工便道	AD049		1.602	乡村路
4	大埔县	AD064 新修施工便道	AD064	0.151		新修
5	大埔县	AD064 整修施工便道	AD064		0.132	乡村路
6	大埔县	AD089 整修施工便道	AD089		0.810	乡村路
7	大埔县	AD101 新修施工便道	AD101+40m	0.760		新修
8	大埔县	AD170 新修施工便道	AD170	0.068		新修
9	大埔县	AD170 整修施工便道	AD170		0.135	乡村路
10	大埔县	AD185 新修施工便道	AD185	0.985		新修
11	大埔县	AD186 整修施工便道	AD186		2.192	乡村路
12	大埔县	AD187 新修施工便道	AD187	0.970		新修
13	大埔县	AD204 整修施工便道	AD204-50m		0.111	乡村路
14	大埔县	AD245 整修施工便道	AD245		0.475	乡村路
15	大埔县	AD246 新修施工便道	AD246	0.192		新修
16	大埔县	AD251 新修施工便道	AD251	0.515		新修
17	大埔县	AD252 新修施工便道	AD252	1.382		新修
18	大埔县	AD254 整修施工便道	AD254		0.843	乡村路
19	大埔县	AD254 整修施工便道	AD254		0.356	乡村路
20	大埔县	AD278 整修施工便道	AD278		0.114	乡村路
小计				10.176	6.770	
1	丰顺县	AB017 新修施工便道	AB017-16m	0.744		新修
2	丰顺县	AB025 新修施工便道	AB025	0.247		新修
3	丰顺县	AB032 新修施工便道	AB032	0.434		新修
4	丰顺县	AB040 整修施工便道	AB040-15m		0.242	乡村路
5	丰顺县	AB043 新修施工便道	AB043	0.208		新修
6	丰顺县	AB070 整修施工便道	AB070+36m		0.171	乡村路
7	丰顺县	AB078 新修施工便道	AB078	0.962		新修
8	丰顺县	AB079 新修施工便道	AB079	0.966		新修
9	丰顺县	AB083 新修施工便道	AB083+40m	0.208		新修
10	丰顺县	AB086 新修施工便道	AB086	0.296		新修
11	丰顺县	AB120 整修施工便道	AB120-33m		0.543	乡村路
12	丰顺县	AB127 整修施工便道	AB127		0.482	乡村路
13	丰顺县	AB138 整修施工便道	AB138		0.758	乡村路
14	丰顺县	AB149 新修施工便道	AB149	0.260		新修
15	丰顺县	AB150 新修施工便道	AB150-350m	0.160		新修
16	丰顺县	AB171 新修施工便道	AB171	1.326		新修
17	丰顺县	AB171 整修道路	AB171		1.927	水泥路
18	丰顺县	AB172 整修施工便道	AB172		0.261	乡村路
小计				5.811	4.384	
1	平和县	BA001 整修施工便道	BA001		0.623	乡村路
2	平和县	BA066 新修施工便道	BA066	0.792		新修
3	平和县	BA067 整修施工便道	BA067		0.561	新修
4	平和县	BA075 整修施工便道	BA075		1.675	乡村路
5	平和县	BA080 整修施工便道	BA080		0.348	乡村路
6	平和县	BA098 整修施工便道	BA098+17m		1.803	乡村路
7	平和县	BA120 整修施工便道	BA120		1.097	乡村路
8	平和县	BA130 整修施工便道	BA130-45m		0.380	乡村路
9	平和县	BA147 整修施工便道	BA147+42m		0.202	乡村路
10	平和县	BA190 整修施工便道	BA190		0.636	乡村路
11	平和县	BA213 新修施工便道	BA213	0.312		新修
12	平和县	BA216 新修施工便道	BA216	0.298		新修
13	平和县	BA217 新修施工便道	BA217	1.078		新修
14	平和县	BA220 整修施工便道	BA220		0.895	乡村路
15	平和县	BA222 整修施工便道	BA222		2.103	乡村路

2 项目概况

16	平和县	BA231 整修施工便道	BA231		0.650	乡村路
17	平和县	BA231 整修施工便道	BA231		0.857	乡村路
18	平和县	BA232 新修施工便道	BA232	0.088		新修
19	平和县	BA260 整修施工便道	BA260		0.715	乡村路
20	平和县	BA267 整修施工便道	BA267		0.467	乡村路
21	平和县	BA272 整修施工便道	BA272		0.647	乡村路
22	平和县	BA283 整修施工便道	BA283+50m		0.955	乡村路
23	平和县	BA308 整修施工便道	BA308		1.717	乡村路
24	平和县	BA309 整修施工便道	BA309		4.990	乡村路
25	平和县	BA315 整修施工便道	BA315		0.507	乡村路
26	平和县	BA324 整修施工便道	BA324		0.848	乡村路
27	平和县	BA327 整修施工便道	BA327		0.368	乡村路
28	平和县	BA331 整修施工便道	BA331		3.169	乡村路
29	平和县	BA394 整修施工便道	BA394		1.090	乡村路
30	平和县	BA402 整修施工便道	BA402		1.012	乡村路
小计				2.568	28.315	
合计				41.60	47.97	

2.2.2.2 堆管场（施工生产区）

管道敷设时，管沟开挖、施工机械和焊接场地等均布置在施工作业带范围内，与管沟平行布置，管材以国道、省道、县道公路运输为主。管道沿线平均每隔 3km 需设置 1 处堆管场，共设堆管场 64 处，主要布设在地势平坦、交通便利且靠近管道作业带的区域。该施工场地仅占压用于堆放管材，不涉及土石方挖填工程，不会对地表造成大的扰动和破坏，因此不需进行表土剥离，在施工前采用彩条布铺垫，施工结束后进行土地平整，恢复原土地利用类型。

顶管穿越公路和河渠段的施工生产区布置在顶管施工作业面内，盾构穿越河流段的施工生产区布置在盾构施工作业面内，隧道和定向钻穿越山体段的施工生产区布置在相应的施工作业面内，均不再新增占地。因此，本方案施工生产区仅包括堆管场地，占地共计 6.65hm²，全部为临时占地。详见表 2.2-2。

表 2.2-2 沿线堆管场（施工生产区）布设表

序号	行政区划			堆管场数量（个）		堆管场临时占地 （hm ² ）
	省（自治区）	地市	县（市、区）	个数	各省小计	
1	广东省	潮州市	潮安区	13	43	1.6
2			饶平县	9		0.82
3		梅州市	大埔县	13		1.28
4			丰顺县	8		0.87
5	福建省	漳州市	平和县	21	21	2.08
合计				64	64	6.65

2.2.2.3 临时堆土区

管道作业带区管沟开挖剥离的表土和生土分开沿线堆放在作业带管沟一侧，表土在外侧，生土在内侧，施工作业带的宽度和面积包括堆土区，不重复计列。站场为扩建站场，无表土剥离。阀室区剥离的表土调运至临近的管道作业带堆土区域集中堆放

和保护。站场闸室施工开挖的临时土方集中堆放在施工场地一角永久占地范围内。盾构及顶管穿越河流沟渠时，施工前剥离施工场地的表土集中堆放在征地区域内一角；施工中开挖的临时堆土集中堆放在施工场地一侧。直接开挖穿越河渠时，对开挖产生的临时土方沿线堆放在管沟一侧，施工作业带包括堆土区，面积不重复计列。顶管穿越公路时，施工前剥离施工场地的表土集中堆放在征地区域内一角；施工中开挖的临时堆土集中堆放在施工场地一侧。直接开挖穿越公路时，将开挖产生的临时土方沿线堆放在管沟一侧，施工作业带包括堆土区，面积不重复计列。山体隧道及定向钻穿越，施工前剥离施工场地的表土，集中堆放在征地区域内一角；施工中临时堆土集中堆放在征地区域内一角，弃渣及时转运至弃渣场集中堆放。施工便道修筑前，对占用耕地、林草地、园地区域剥离表土，沿线堆放在施工便道一侧；施工过程中新修便道形成挖填边坡。弃渣场堆渣前，剥离渣场占地范围内的表土，集中堆放于渣场场地地势较高处暂不堆渣区域。堆管场仅占压用于堆放管材，不涉及土石方挖填，不进行表土剥离。

2.2.2.4 弃渣场

依据主体设计资料并结合现场查勘，全线共规划布设弃渣场 28 处，临时占地面积 20.63hm²，堆渣量 83.72 万 m³（松方）。其中，按行政区划分为广东省 19 处（潮安区 3 个、大埔县 10 个、丰顺县 3 个、饶平县 3 个）、福建省 9 处（平和县）；以弃渣场类型划分为沟道型 4 处、坡地型 24 处。

目前变更后的 28 个渣场，较原批复方案的 33 个渣场，合并或取消 21 处，调整位置 12 处；另因增加隧道穿越，而新增渣场 16 处。在新设渣场中（包括调整位置及新增渣场）占地面积超过 1hm²或最大堆高超过 10m 的渣场有 18 处。

弃渣场设置详见表 2.2-3 和附图 5。

表 2.2-3 全线规划布设的弃渣场情况汇总表																
序号	弃渣场名称	地理位置	坐标	弃渣来源	渣场类型	设计面积 (hm ²)	堆渣量 (万 m ³)	容渣量 (万 m ³)	最大堆 高 (m)	渣场 级别	汇水面积 (km ²)	占地类 型	地形地 貌	渣场及周边环境现状	堆置方案	是否与原 方案一致
1	高原出口+高升进口渣场	广东省潮州市潮安区	116°37'37.19", 23°49'32.18"	高原隧道出口、高升隧道进口	坡地型	0.90	3.60	4.20	19	4	0.10	林地	荒沟	渣场占用林地，位于支毛沟，两侧为山体；下游 100m 有村道，但中间有低洼地间隔开；下游 300m 侧方有房屋，房屋高程与渣场底部高程平齐；汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分 2 级堆置，第 1 级堆高 11m，第 2 级堆高 8m，坡比 1:2，每级平台宽度为 2m，综合坡度 9°。	新设渣场
2	坪坑进出口+高原进口渣场	广东省潮州市潮安区	116°36'29.79", 23°48'51.44"	坪坑隧道出口、高原隧道进口	坡地型	1.12	4.49	5.24	19	5	0.10	林地、草地	缓坡地	渣场占用林地、荒草地，位于缓坡地，下游有村道，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分 2 级堆置，第 1 级堆高 11m，第 2 级堆高 8m，坡比 1:2，每级平台宽度为 2m，综合坡度 13°。	调整位置
3	高升出口+凤山进出口渣场	广东省潮州市潮安区	116°39'34.08", 23°52'40.79"	高升隧道出口、凤山隧道进出口	坡地型	1.21	4.83	5.64	19	5	0.09	旱地、园地	缓坡台地	渣场占用耕地、园地，位于缓坡台地，下游有凤凰渠，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分 2 级堆置，第 1 级堆高 11m，第 2 级堆高 8m，坡比 1:2，每级平台宽度为 2m，综合坡度 8.7°。	调整位置
4	丹竹坪进出口渣场	广东省梅州市大埔县	116°43'6.95", 24°4'34.03"	丹竹坪出口	沟道型	0.80	3.19	3.73	13	5	0.36	林地、草地	荒沟	渣场占用林地、荒草地，位于荒沟，下游 300 侧向有房屋，房屋高于沟底 4m 左右，且中间有小山包间隔开，汇水面积不大，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分 2 级堆置，第 1 级堆高 8m，第 2 级堆高 5m，坡比 1:2，每级平台宽度为 2m，综合坡度 6°。	新设渣场
5	照镜窠进口渣场	广东省梅州市大埔县	116°43'54.01", 24°10'55.06"	照镜窠隧道进口	坡地型	0.25	1.00	1.17	10	5	0.06	草地、林地	缓坡地	渣场占用荒草地、林地，位于缓坡地，下游无敏感因素，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分 1 级堆置，堆高 10m，坡比 1:2，综合坡度 11°。	新设渣场
6	照镜窠出口渣场	广东省梅州市大埔县	116°44'51.90", 24°11'18.53"	照镜窠隧道出口	坡地型	0.25	1.00	1.17	7	5	0.04	草地、林地	坡脚台地	渣场占用荒草地、林地，位于缓坡地，下方有乡道，基本无高差，汇水面积不大，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分 1 级堆置，堆高 7m，坡比 1:2，综合坡度 17°。	新设渣场
7	下大王坑进口渣场	广东省梅州市大埔县	116°47'7.89", 24°11'55.99"	下大王坑隧道进口	坡地型	0.20	0.82	0.96	6	5	0.17	林地、旱地	缓坡台地	渣场占用林地、坡耕地，位于缓坡台地，下游无敏感因素，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分 1 级堆置，堆高 6m，坡比 1:2，综合坡度 2.6°。	新设渣场
8	下大王坑出口+大埔 1#+大埔 2#进口渣场	广东省梅州市大埔县	116°47'22.21", 24°11'39.74"	大埔 1#隧道弃渣量、大埔 2#隧道、下大王坑隧道出口	坡地型	0.84	4.57	5.33	18	5	0.16	林地、草地	坡脚台地	渣场占用荒草地、林地，位于缓坡地，下游无敏感因素，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分 2 级堆置，第 1 级堆高 10m，第 2 级堆高 8m，坡比 1:2，每级平台宽度为 2m，综合坡度 8.7°。	新设渣场
9	大埔 2#出口+大埔 3#进口渣场	广东省梅州市大埔县	116°48'58.61", 24°13'0.65"	大埔 3#进口、大埔 2#出口	坡地型	0.77	3.08	3.60	20	4	0.17	草地、林地、水塘	坡脚台地	渣场占用荒草地、林地、水塘，位于缓坡地，下游无敏感因素，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分 2 级堆置，第 1 级堆高 11m，第 2 级堆高 9m，坡比 1:2，综合坡度 11.2°。	新设渣场
10	大埔 3#出口+无特坑进口渣场	广东省梅州市大埔县	116°52'7.17", 24°12'54.04"	大埔 3#出口、无特坑隧道进口	沟道型	1.11	4.43	5.17	25	4	0.10	草地、林地	荒沟	渣场占用荒草地、林地，位于缓坡地，下游 350m 有乡道和养殖棚，汇水面积不大，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分 3 级堆置，第 1 级堆高 10m，第 2 级堆高 8m，第 3 级堆高 7m，坡比 1:2，每级平台宽度为 2m，综合坡度 6°。	新设渣场
11	无特坑出口渣场	广东省梅州市大埔县	116°52'31.24", 24°13'3.93"	无特坑隧道出口	坡地型	0.64	2.55	2.97	15	5	0.35	草地、林地	缓坡	渣场占用荒草地、林地，位于缓坡地，侧向有村道且基本无高差，局部坑洼处低于道路，下游无其它敏感因素，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分 2 级堆置，第 1 级堆高 9m，第 2 级堆高 6m，坡比 1:2，综合坡度 4.8°。	新设渣场
12	马鞍山进口渣场	广东省梅州市大埔县	116°53'15.16", 24°13'18.24"	马鞍山隧道进口	坡地型	0.38	1.52	1.77	9	5	0.40	草地、林地	缓坡地	渣场占用荒草地、林地，位于缓坡地，上方及侧向有村道，且路比渣场地势高，下游无其它敏感因素，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分 1 级堆置，堆高 9m，坡比 1:2，综合坡度 7°。	新设渣场
13	马鞍山出口+石子岭进出口+教堂里进口渣场	广东省梅州市大埔县	116°53'13.34", 24°13'44.32"	马鞍山隧道出口、石子岭隧道	坡地型	2.31	9.23	10.77	20	4	0.03	林地	缓坡地	渣场占用林地，位于缓坡地，下游无敏感因素，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分 3 级堆置，第 1 级堆高 8m，第 2 级堆高 6m，第 3 级堆高 6m，坡比 1:2，每级平台宽度为 2m，综合坡度 6°。	新设渣场
14	大坪寮 1#+大坪寮 2#+梅仔科进口渣场	广东省梅州市丰顺县	116°27'9.26", 23°50'25.77"	大坪寮 1#隧道、大坪寮 2#隧道、梅仔科隧道进口	坡地型	0.76	3.03	3.54	19	5	0.03	林地	缓坡地	渣场占用林地，位于缓坡地，下游无敏感因素，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分 2 级堆置，第 1 级堆高 11m，第 2 级堆高 8m，坡比 1:2，每级平台宽度为 2m，综合坡度 7°。	新设渣场

2 项目概况																
15	谷山进口+韩江盾构渣场	广东省梅州市丰顺县	116°30'14.89", 23°53'28.73"	谷山隧道进口、韩江盾构隧道	坡地型	0.88	3.53	4.12	7	5	0.09	林地	缓坡地	渣场占用林地，位于缓坡地，下游无敏感因素，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分1级堆置，堆高5m，坡比1:2，综合坡度2.6°。	新设渣场
16	谷山出口渣场	广东省梅州市丰顺县	116°31'0.82", 23°53'23.32"	谷山隧道出口	坡地型	0.23	0.92	1.08	8	5	0.02	林地	荒沟	渣场占用林地，位于支毛沟，下游200m外侧向有房屋，房屋高于沟底3-5m，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分1级堆置，堆高8m，坡比1:2，综合坡度13.6°。	新设渣场
17	燕坑进出口渣场	广东省潮州市饶平县	116°46'40.03", 23°59'52.11"	燕坑隧道进出口共用	坡地型	0.61	2.43	2.83	17	5	0.06	林地	缓坡地	渣场占用林地，位于缓坡地，下游无敏感因素，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分2级堆置，第1级堆高10m，第2级堆高7m，坡比1:2，每级平台宽度为2m，综合坡度9.8°。	新设渣场
18	教堂里出口渣场	广东省潮州市饶平县	116°55'59.20", 24°12'32.54"	教堂里隧道出口	坡地型	0.47	1.88	2.19	9	4	0.05	旱地、林地	荒沟	渣场占用耕地、林地，位于支毛沟，两侧为山体；下游550m有房屋，但在300m处有洼地间隔开；汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分1级堆置，堆高9m，坡比1:2，综合坡度11.3°。	新设渣场
19	同罗柯进口渣场	广东省潮州市饶平县	116°56'40.17", 24°12'17.20"	同罗柯隧道进口	坡地型	0.23	0.94	1.10	5	5	0.05	草地、林地	缓坡台地	渣场占用荒草地、林地，位于坡脚台地，渣场对面110m为省道，但中间有低凹的沟渠间隔开，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分1级堆置，堆高5m，坡比1:2，综合坡度8.2°。	调整位置
20	同罗柯出口渣场	福建省漳州市平和县	116°58'21.47", 24°12'19.46"	同罗柯隧道出口	坡地型	0.23	0.94	1.10	5	5	0.01	林地、园地	坡脚台地	渣场主要占用林地、园地，种植柚子树，位于坡脚台地，下方50m有村道，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分1级堆置，堆高5m，坡比1:2，综合坡度11.3°。	调整位置
21	楼后进出口+新村进口+崎岭铺进出口渣场	福建省漳州市平和县	117°5'11.89", 24°20'16.27"	楼后隧道、新村隧道进口、崎岭铺隧道	沟道型	1.03	4.10	4.79	17	5	0.10	林地、园地	荒沟	渣场主要占用林地、园地，种植柚子树，位于沟头，下游330m有国道，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分2级堆置，第1级堆高10m，第2级堆高7m，坡比1:2，每级平台宽度为2m，综合坡度11°。	调整位置
22	焦坪进口+新村出口渣场	福建省漳州市平和县	117°6'53.80", 24°20'39.64"	焦坪隧道进口、新村隧道出口	坡地型	0.53	2.13	2.49	10	5	0.04	林地、园地	缓坡	渣场主要占用柚子林，位于缓坡之上，下游无敏感因素，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分1级堆置，堆高10m，坡比1:2，综合坡度8.2°。	调整位置
23	焦坪出口渣场	福建省漳州市平和县	117°8'42.12", 24°21'32.79"	焦坪隧道出口	坡地型	0.24	0.94	1.10	15	5	0.02	园地	缓坡	渣场主要占用柚子林，位于缓坡地，下游无敏感因素，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分2级堆置，第1级堆高9m，第2级堆高6m，坡比1:2，每级平台宽度为2m，综合坡度11.5°。	调整位置
24	后尖尾进口渣场	福建省漳州市平和县	117°12'11.64", 24°21'14.74"	后尖尾隧道进口	坡地型	0.33	1.33	1.55	15	5	0.01	园地	缓坡	渣场主要占用柚子林，位于缓坡地，下游无敏感因素，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分2级堆置，第1级堆高9m，第2级堆高6m，坡比1:2，每级平台宽度为2m，综合坡度18.5°。	调整位置
25	后尖尾出口渣场+大伦坪进口渣场	福建省漳州市平和县	117°12'50.53", 24°20'18.90"	后尖尾隧道出口、大伦坪隧道进口	坡地型	1.09	4.34	5.07	16	5	0.60	园地	荒沟	渣场主要占用柚子林，位于荒沟之中，下游无敏感因素，汇水面积较大，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分2级堆置，第1级堆高9m，第2级堆高7m，坡比1:2，每级平台宽度为2m，综合坡度11°。	调整位置
26	高仔田1#进口+大伦坪出口渣场	福建省漳州市平和县	117°14'35.92", 24°20'11.23"	高仔田1#进口、大伦坪隧道出口	坡地型	1.28	5.13	5.98	19	5	0.02	园地	缓坡地	渣场主要占用柚子林，位于缓坡之上，下游侧向200m有1处民房，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分2级堆置，第1级堆高10m，第2级堆高9m，坡比1:2，每级平台宽度为2m，综合坡度10°。	调整位置
27	高仔田2#进口+高仔田1#出口渣场	福建省漳州市平和县	117°16'49.02", 24°20'16.71"	高仔田1#出口、高仔田2#进口	坡地型	0.75	3.00	3.50	17	4	0.04	园地	缓坡地	渣场主要占用柚子林，位于缓坡之上，下游侧向650m有民房，汇水面积较小，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分2级堆置，第1级堆高10m，第2级堆高7m，坡比1:2，每级平台宽度为2m，综合坡度10°。	调整位置
28	大坑进出口+高仔田出口2#渣场	福建省漳州市平和县	117°18'21.73", 24°19'43.32"	大坑隧道、高仔田2#进口	沟道型	1.19	4.76	5.56	19	5	0.58	林地、园地	荒沟	渣场范围原为林地、园地，现状为废弃的施工场地，位于荒沟之中，下游无敏感因素，汇水面积不大，周边植被较好。	弃渣场采用自下而上的方式，分2级堆置，第1级堆高11m，第2级堆高8m，坡比1:2，每级平台宽度为2m，综合坡度8°。	调整位置

2.2.3 施工工艺

2.2.3.1 管道敷设施工工艺

通过对管道沿线的工程地质、水文地质条件等因素进行综合分析，结合线路所经过地区的地貌、水文、气候特点等，管道工程在一般地段采用沟埋方式敷设，通过公路、山体、河流沟渠等地段采用顶管、隧道、定向钻等非开挖方式穿越。根据沿线沟埋敷设所处的地形不同，分为平地敷设、横坡敷设和爬坡敷设，沿等高线方向在坡面上敷设为横坡敷设，垂直等高线方向沿坡面敷设为爬坡敷设。管道施工采用机械与人工相结合的方法，按照管道作业带清理、管沟开挖、放管、管沟回填、迹地恢复的顺序进行施工。

（1）沟埋敷设施工步骤

1）施工作业带清理

管道施工前，对施工作业带范围内影响施工机具通行或施工作业的石块、杂草、树木、构筑物等适当清理，沟、坎予平整，有积水的地势低洼地段排水填平。清理和平整作业带时，遵循保护农田、果林、植被及配套设施，减少或防止产生水土流失的原则。山区、丘陵地段对作业带内及附近有可能危及施工作业安全的落石、崩岩、滑坡等进行清除或采取有效防护措施。管道横坡敷设时，作业带清理要对上部边坡进行削方处理，削方后的土石方料堆积在坡面的下部，主体设计采取了挡土墙、护坡、锚杆或锚索加固等措施进行保护。

2）管沟开挖

管道施工采用机械与人工相结合的方法，管沟主要采用单斗挖掘机分层开挖，先对表层熟土进行剥离，再进行管沟开挖。表层熟土和下层生土沿线分开堆放至管道作业带一侧，表土堆放在外侧，下层生土堆放在靠近管沟一侧，并采取临时挡护、苫盖等措施。待管道安装完毕后及时回填，先填生土，后覆表土。管道作业带另一侧为行车施工区，主要用于焊接管道及施工机械运行。管道采用汽车运输，进行地面焊接后，用吊车整体吊放在管沟内，局部复杂地段采用沟下焊接方式。顺坡敷设段，作业带采取劈高填低的方式，开拓的作业带顺平。横坡敷设段，采用劈山拓宽作业带方法，将山体劈下的石方作为回填料回填到山体斜坡一侧，为避免回填的石方滚落及雨季的冲刷，坡面上可以设置挂网、喷锚、土工格室、挡墙等。山间沟谷段，作业带直接采用机械或人工方式开拓，开拓宽度尽量减小。窄脊地段，沿窄脊选择坡度缓的一侧修筑挡土墙，作为作业带。

3) 管道回填

一般地段管道下沟后应在 10 天内回填；对于易冲刷地段、高水位地段、人口稠密区应立即回填。管沟回填采用机械与人工相结合的方法，管顶覆土不小于 1.2m。管沟回填土方多余部分均匀平摊在管道作业带范围内，分层夯实，管沟回填土应高出地面 300mm 以上，用来弥补土层沉降的需要。管沟回填工作应与通信光缆（硅管）敷设工序结合，合理组织工期。

(2) 管道埋深、宽度及回填

管道工程在一般地段以沟埋敷设为主，考虑到管道沿线的地形地貌、农田耕种条件等要求，本工程管顶埋深一般不小于 1.2m，学校、医院等公共场所高后果地区管顶埋深不小于 1.5m。个别困难石方段，采取保护措施后可适当浅埋，但埋深不应小于 1.0m。对于可能受洪水冲刷的地段，根据现场情况和理论计算结果，宜适当加大埋深或采取相关措施（如过水面、防冲墙等）。

河流中小型穿越按照 50 年一遇洪水频率设计，当河床为基岩且在设计洪水下不被冲刷时，管顶应嵌入基岩深度不小于 0.5m；河床为非基岩时，管道埋设在冲刷线以下不小于 1m，且管顶埋深不应小于 2.5m；无冲刷或疏浚水域，管顶埋深不应小于 2.5m，同时应满足水利部门的要求；当河床存在人工挖沙石可能引起河床下切的，要求埋深在挖掘深度以下 1m，管道上部设标识带，两侧设警示牌。鱼水塘穿越段管道应埋设在清淤深度以下不小于 1.2m，沿线鱼水塘清淤深度大多为 1.0m，考虑压重块的厚度，管顶埋深应不小于 2.5m。

管沟允许边坡坡度应根据试挖或土壤的内摩擦角、粘聚力、湿度和密度等岩土力学特性确定，本工程管沟边坡坡比按 1:0.33 ~ 1:1 设计，挖深 2 ~ 4m。在水文地质条件不良地段，管沟边坡应试挖确定。机械开挖时，管沟边坡土壤结构不得被搅动或破坏。管沟开挖临时堆土位置距槽上口边线 1m 以外，堆高 1.5 ~ 2.5m。

管沟尺寸按照《输气管道工程设计规范》（GB 50251-2015）要求设计，管沟宽度根据管沟深度、管道外径和施工措施确定。结合本工程实际，当管沟深度小于 5m 时，管沟底部宽度为： $B=D+b$

式中：B-沟底宽度，m；D-钢管的结构外径，m；b-沟底加宽余量，m。

沟底加宽余量和管沟边坡见表 2.2-4、2.2-5。

表 2.2-4		管沟沟底加宽余量表				单位：m	
条件因素	沟上焊接			沟下手工电弧焊接		沟下 半自动	沟下焊接 弯管及碰
	土质管沟	岩石	热煨弯	土质管沟	岩石		

		沟中 有水	沟中 无水	爆破 管沟	管、冷弯 管处管沟	沟中 有水	沟中 无水	爆破 管沟	焊接处 管沟	口处管沟
b 值	沟深 3m 以内	0.7	0.5	0.9	1.5	1.0	0.8	0.9	1.6	2.0
	沟深 3~5m	0.9	0.7	1.1	1.5	1.2	1.0	1.1	1.6	2.0

注 1: 当采用机械开挖管沟时, 计算的沟底宽度小于挖斗宽度, 则沟底宽度按挖斗宽度计算。
2: 沟下焊接弯头、弯管、连头以及半自动焊焊接处的管沟加宽范围为工作面两侧各 1m。

表 2.2-5 管沟允许边坡坡度表 (管沟沟深小于 5m)

土壤类别	最陡边坡坡度 (高宽比)		
	坡顶无载荷	坡顶有静载荷	坡顶有动载荷
中密的砂土	1: 1.00	1: 1.25	1: 1.50
中密的碎石类土 (充填物为砂土)	1: 0.75	1: 1.00	1: 1.25
硬塑的粉土	1: 0.67	1: 0.75	1: 1.00
中密的碎石类土 (充填物为粘性土)	1: 0.5	1: 0.67	1: 0.75
硬塑的粉质粘土、粘土	1: 0.33	1: 0.50	1: 0.67
软土 (经井点降水)	1: 1.00	-	-
硬质岩	1: 0	1: 0	1: 0

结合管径和管沟深度, 管道在一般平地作业带宽度 20m, 水田段作业带宽度 30m, 顺坡敷设段作业带宽度 20m, 横坡敷设段 24m, 公路开挖穿越作业带宽度 20m, 小型河流沟渠水塘开挖穿越作业带宽度 45m, 河流中型开挖穿越作业带宽度 60m。

在农田地段开挖管沟时, 应严格将表层耕作土和底层生土分开堆放。管道经过梯田台地段, 应适当增加管道埋设深度, 避免台坎根部埋深不足, 并根据沿线坡度情况采取防护措施, 以恢复原土地利用类型, 并与周边环境相协调。在山丘区经过坡耕地、园地时, 采取坡改梯措施, 修筑土坎或石坎梯田, 梯田沿管线呈台阶状或平行于等高线布设, 田坎高 1~1.5m, 田面宽 20~30m, 坎宽 0.5~0.6m, 田坎侧坡 75°。筑坎时, 应先清除杂草和熟土, 坎基挖成向内侧倾斜的反坡, 牢固坎基。筑坎要用生土分层夯实, 渠弯处, 筑坎较高, 还要用木夯将生土夯实, 宽度不小于 1m。坎面用铁扣土拍打, 并留出一定倾角。坎面要夯实、拍光、打平, 坎顶保持水平。当地坎修至预定高度时, 再筑 20~30cm 高蓄水埂。梯田修平后, 将地表熟土平铺于田面。

管道在水田和水塘段敷设时, 针对所经过的不同地形和典型地段, 在施工通道的修筑、管沟开挖、管道下沟和管沟回填等工序中采取相应的敷设方法。①施工宜选在初冬季节, 利用水位较低、雨量较少的有利条件, 降低施工难度。施工前尽可能清除淤泥, 进行晾晒。②施工时先采用截水、疏水、抽水的明排水法, 再采用人工降低地下水位法 (抽水) 进行降水, 同时配合采用截水板。地下水位较高的地段采用明沟排水法。施工时先在作业带两侧边界开挖排水沟, 挖沟的土方可用于排水沟外侧修筑拦水埂, 保证周边来水不进入作业带内。排水沟应有一定比降, 利于沟内积水引入渠中或采用潜水泵强排。③水田和水塘段内地表土长期被水浸泡, 地面承载力一般不能满足施工设备行走和作业要求, 需将作业带内的积水排至作业带以外, 再进行晾晒。对

个别为淤泥土质的水田段，经过晾晒后土质仍然较软，机械设备无法行走，采用土工布铺垫，再平铺枕木排或钢管排，最后在枕木排或钢管排上填土压实。

管道顺坡敷设时，坡度小于 15° 时可直接埋设，夯实回填；坡度 $15^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 时，根据山坡坡度不同，每隔 20 ~ 30m 左右在管沟内修筑一道浆砌石截水墙，陡坡可采取管沟现浇混凝土的方式，墙高与地面齐平，防止管沟内泥水下移，回填土被带走。在坡脚设置浆砌石挡墙或堡坎，防止扰动后的松散土在上游来水流冲刷下发生崩塌，导致管道出露悬空等危害的发生，在挡墙墙脚修筑排水沟。对坡度较陡、汇水较集中区段沿坡面布设排水沟，连接沉沙池，陡坡区段设置急流槽，下方接消力池消能，顺接自然沟道。对大于 15° 顺坡坡面可采用生态袋护坡，小于 15° 时采用植草护坡，作业带两侧选择适生树草种栽植乔灌木。

管道横坡敷设时，平整作业带形成挖填边坡，挖方边坡上方来水区段修筑截水沟，坡脚布设排水沟和消能、沉沙措施。陡坡区段设置急流槽，顺接坡脚排水沟。填方边坡坡脚设置浆砌石挡墙或堡坎。对高度大于 2m 边坡可采用生态袋护坡，小于 2m 边坡可选择植草护坡，作业带两侧选择适生树草种栽植乔灌木。

2.2.3.2 站场阀室施工工艺

站场阀室工程首先进行场地平整，土石方开挖前剥离表层熟土集中堆放，用于后期覆土利用。随后根据场地情况，采用挖掘机开挖土石方，用翻斗车或推土机将开挖土石方运至填方区域，并分层碾压。对场站围墙周边和进场道路两侧，结合所处地形设置混凝土截排水沟。对围墙外及边坡坡脚设置浆砌石挡墙，挡土墙与护坡结合，下部为挡土墙，上方为护坡。山丘区场站因开挖扰动而裸露的边坡采取浆砌石护坡或挂网植草护坡。场地挖填及平整后，再进行建构筑物及设备的建设与安装，同时进行地面硬化。

2.2.3.3 山体隧道穿越施工工艺

管道穿越高陡山体时主要采用钻爆隧道施工方案，钻爆法是通过钻孔、装药、爆破开挖岩石的方法。隧道施工主要由隧道、隧道中的砂石料仓、混凝土搅拌系统、通风系统、排水系统、照明系统等组成。隧道外的施工场地主要为施工生活占地和施工机械、水电、通风等设备占地及隧道施工临时堆土占地，临时道路纳入施工便道区。

隧道施工严格遵循“短进尺，弱爆破，强支护，勤量测，紧封闭”的原则，施工工序为：测量放线--超前小导管施工--钻眼爆破-通风排烟--出渣找平--支护衬砌--钢拱架施工--下一循环。施工时通常在入口和出口处同时开工，各布置 1 处 40m×50m 的施工

场地。隧道进口出口应高于山沟设计泄洪水位，防水及排水采取“防、排、堵、截”相结合的方式。

为满足隧道施工、管道安装、全自动焊焊接、维护检修和各种安全间隙等要求，本工程采用架空敷设型式，管径 813mm，隧道断面尺寸 3.0m×3.0m，大于 2.5km 控制性隧道断面 3.5m×3.5m，采用直墙圆弧拱形断面，围岩条件不利时设置仰拱。结合进出洞口地形地貌及地质情况，各隧道洞口仰坡一般按坡比 1:1.25 ~ 1:1.5 放坡，边坡按坡比 1:1 ~ 1:1.25 放坡，基岩段按坡比 1:0.5 ~ 1:1 放坡，并相应采取锚杆挂网喷浆等支护措施。隧道施工及管道安装完毕后，洞口采用 MU10 机制砖封堵，饰面为砂浆抹面。

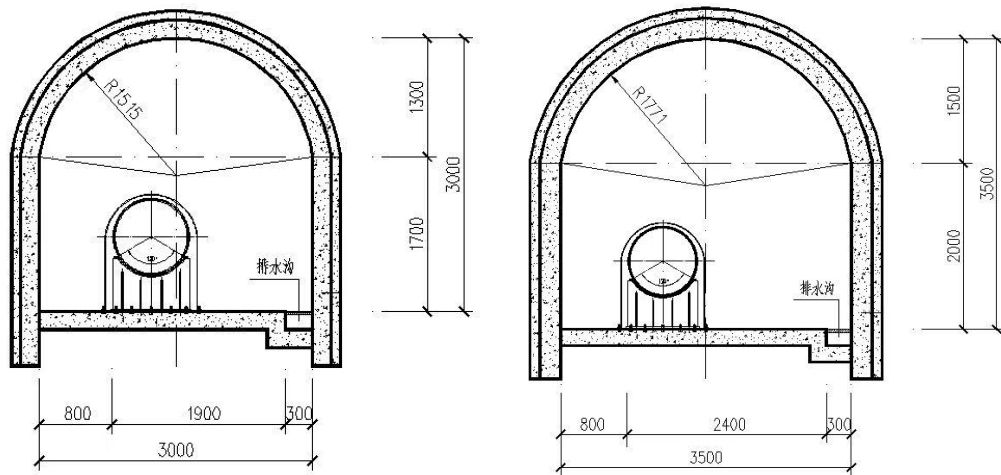


图 2.2-2 山体隧道穿越断面图

隧道出渣根据水土保持及环境保护要求，考虑尽可能在工程建设中利用。出渣无法综合利用的，选择合适的弃渣场位置集中堆放。弃渣场位置选择地质条件稳定，尽量离隧道洞口较近的缓坡地、支毛沟、洼地，少占压耕地，不得设置于法律法规严禁弃渣的敏感区内。隧道弃渣必须按规定位置和堆置方案堆放，严禁堵塞或挤占河道。为防止水土流失，弃渣场下游或周边设置挡渣墙，并实施截排水措施；堆渣结束后及时进行渣面整治，覆土，进行恢复植被或复耕。

2.2.3.4 盾构穿越施工工艺

盾构穿越方式对长距离穿越复杂地层具有良好的适应性，安全可靠的保证工程施工和管道敷设，主要针对不允许开挖穿越的河流，且定向钻不适宜地层的长距离大型河流穿越采用盾构隧道方案。本工程韩江穿越周边经过两个断裂带，为保证施工顺利和管道安全，选择盾构隧道穿越方式，盾构隧道的受力情况和安全性均高于其他穿越方式，风险相对较小，且两岸的场地条件满足盾构施工要求。

盾构隧道分为竖井和盾构段，竖井分为始发井和接收井。根据《油气输送管道工

程水域盾构法隧道穿越设计规范》规定，隧道顶部覆土厚度不应小于 2 倍隧道外径，且穿越通过的地层宜尽量一致；对于有防洪大堤的大型河流，竖井一般设在大堤坡脚外 100m。本工程韩江盾构经综合考虑，选择在全风化花岗岩及部分中风化花岗岩层中通过，河床段最小隧顶埋深 16.52m（>2 倍外径），且隧道顶部位于河床冲刷高程以下，始发井中心距北岸大堤背水侧堤脚 440m，接收井距南岸 100m，满足相关规范要求。始发井作为组装盾构设备、出渣、运送环片、管道安装及施工人员上下之用，设置在交通较方便、竖井深度较浅的一岸。

根据《油气管道水域隧道技术规定》要求，本工程盾构隧道采用圆形断面，隧道净断面尺寸应满足管道施工、安装、检修和安全间隙等要求，隧道内径 2.44m，衬砌厚度 25cm，始发井内径 16m、井深 17.82m，接收井内径 12m、井深 28.82m。为加快施工进度，施工时在隧道入口和出口同时开工，各布置 1 处 40m×50m 的施工场地。韩江盾构隧道出渣 1.75 万 m³，运至 15#谷山进口+韩江盾构弃渣场集中堆置。

2.2.3.5 顶管穿越施工工艺

顶管穿越法一般用于管道穿越等级公路和定向钻不适宜地层的短距离中小型河流穿越。顶管法是利用顶管机（泥水平衡顶管机、土压平衡顶管机等）顶进钢筋混凝土管或钢管，最终形成隧道的一种暗挖隧道工法，从地质条件看，除了土体的地基承载力特征值小于 30kPa、岩石单轴饱和抗压强度大于 60MPa、土层中粒径大于 200mm 的块石含量大于 5%、溶洞、石英岩脉、球状风化体、软硬变换明显的交界面等地层外，其余地层适宜采用顶管。顶管施工工艺流程：施工准备→测量定位→安装管节→布设顶铁→工作面开挖→设备安装→入洞→顶进→管内运土→出管→设备拆除。

根据穿越场地布置，顶管分为始发井、接收井和顶管段三部分。始发井作为组装顶管设备、出渣、运送套管、管道安装及施工人员上下之用，设在交通较方便、场地较大、竖井深度较浅的一岸，始发井和接收井内径为 12.5m。顶管穿越上部所需覆土层厚度应根据建构筑物、地下管线、水文地质条件等因素决定，应大于 2 倍隧道外径，且低于设计冲刷线以下 1.5 倍外径，并满足隧道抗漂浮要求。

顶管施工两侧各布设 1 处施工场地（0.08hm²），挖槽布置设备，用千斤顶顶推钢筋混凝土套管，并从管内不断挖出弃土，套管内径 1.8m，壁厚 18cm。穿越过程中在布管一侧开挖好发送沟，并进行顶管设备组装焊接；施工完毕后将管道拖回至施工场地。顶管始发井、接收井开挖较深时，采用锚喷支护桩护壁法施工，使钢筋砼桩，预应力锚杆，挂网喷射砼利用冠梁及腰梁连成支撑体系，基坑支护采用支护桩，顶端

设置冠梁，中间加两道腰梁保证基坑边坡稳定。竖井深度较小时，采用开挖与钢板桩支护相结合的工作井。管线穿越高速公路、国省道，应在管顶上方加设警示牌，施工时不允许路面受到任何破坏，穿越结束时需恢复施工现场地貌。

2.2.3.6 定向钻穿越施工工艺

定向钻穿越法主要用于大型河流及山体定向钻穿越。穿越入土点布置 1 处 $60\text{m}\times 60\text{m}$ 的施工场地，布设导向孔，出土点布置 1 处 $30\text{m}\times 30\text{m}$ 的施工场地，挖 1 条与穿越长度相当的发送沟道，待施工完毕后，从发送沟沿钻孔槽将管道拖过去。定向钻穿越设计入土角 10° 左右，出土角 8° 左右，扩孔直径一般比管径大 $150\sim 200\text{mm}$ ，扩孔由小到大逐级进行。施工场地周围开挖临时排水沟，以防雨天场地积水。定向钻施工过程中将产生废弃泥浆，经 PH 调节为中性后作为废弃物收集在临时开挖的泥浆池中，晾晒固化处理后交由有资质的单位按环保部门要求进行处理。在入、出土端场地内各设泥浆池 1 个，泥浆池底部与四周采用土工布铺垫，以防泥浆渗漏到地层中。施工完毕后填平泥浆池，并对场地进行土地整治，按原土地利用类型恢复耕地或林地，避免破坏生态环境。

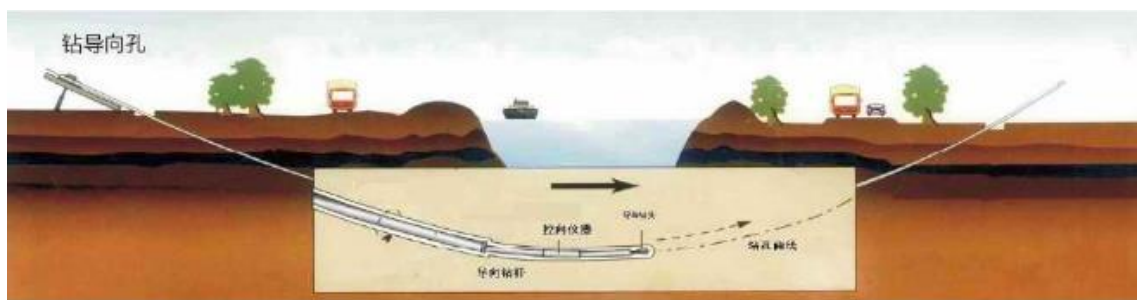


图 2.2-2 定向钻穿越示意图

2.2.3.7 直接开挖施工工艺

直接开挖主要针对县乡村公路，季节性中小型河流及沟渠等。

县乡公路直接在路基上开挖管沟，其上铺设钢板以备日常通车，敷设完毕后回填开挖料，并对路面进行恢复。根据有关部门要求，施工过程中，无论白天还是夜晚都应放置警告牌和路障，夜晚还需设置警示灯，标示桩距离路边沟外 2m 左右。开挖穿越公路时施工作业带布置基本同一般段管道敷设。

工程穿越的中小型河流为季节性河流，且不通航，枯水期水量较小，穿越点周边的地形地貌较为简单，河床平缓开阔，两岸植被较少，多为耕地或荒地。开挖穿越仅在施工过程中扰动河床局部土体，埋管敷设后及时回填原状土并夯实，并结合实际需求进行坡面防护，对土体的扰动不会产生较长远的影响，工期短、对土体扰动和破坏

时间短、施工风险低。对有水的季节性中小型河流沟渠，枯水期水面宽度较小，水深较浅，流速、流量都不大，采取在枯水期直接开挖。遇水深较大段利用围堰导流将作业区内地表水与外部隔离，修筑作业带前先对河流进行围堰，然后用水泵抽排干净堰内的存水，清淤并晾晒。施工流程如下：施工准备→测量放线→导流沟开挖→围堰施工→作业带开拓→管线组焊→补口补伤→水压试验→管沟开挖→下沟、压载→管沟回填→围堰拆除→导流沟回填→地面捡漏→地貌恢复。

本工程根据河流开挖段的水面宽度、水量、水位，选用一次围堰加导流沟和分段二次围堰的方式（见附图），采用土石围堰。结合场地地形及河道情况，在距管道穿越轴线两侧设围堰，围堰断面为梯形，尺寸按顶宽 2~3m，迎水面内侧边坡比 1:1，背水面边坡比 1:1.5，围堰高度 1.5~3.5m，围堰修筑长度约 2.38km，迎水面设复合土工防渗膜。工程围堰土采用河流两侧管沟开挖土方和导流沟开挖土方，围堰修筑方量 4.86 万 m³，导流沟位于作业带范围内，占地不重复计算。施工完毕后，对堰体及导流沟予以拆除，围堰土回填原地或管道作业带，恢复原河床面，不得影响河道行洪。

2.2.3.8 施工便道施工

为使管材和建筑材料到达施工现场，以及满足弃渣场堆渣需要，需修筑一定长度的施工便道，以满足施工车辆进入施工场地。施工道路为临时性工程，首选原有乡间、山区小路，对其进行推填、垫平、碾压、加固，施工道路路基采用低路基，路基高度一般 0.3m。

整修道路主要在现有的乡村道路基础上进行改造，予以保留的整修便道结合周边水系设置排水设施，道路两侧栽植灌草绿化。新修便道施工前首先清除地表植被，采取临时防护措施，施工过程中在道路两侧根据地形开挖临时边沟，再填筑路基，对路面进行碾压、加固。

2.2.3.9 光缆同沟敷设工艺

光缆与输气管道同沟直埋敷设，其敷设位置一般位于管道前进方向的右侧，光缆顶与输气管顶高度齐平，需要防雷的特殊地段可将光缆敷设在沟底，光缆与管道管壁的水平净距为 300mm。施工顺序为：管道下沟→管道小回填（回填高出管道顶 300mm）→通信施工挑光缆小沟→通信光缆下沟→通信光缆小沟回填→管道大回填→设立标石。在石方等特殊地段光缆敷设在管道沟底的，管道施工单位应根据施工要求在光缆下沟后进行第一次回填。

2.2.3.10 土石渣堆放

本工程土石方主要来自管道作业带管沟开挖、河流开挖穿越、山体隧道穿越及道路工程施工等，开挖的土石方大部分用于管道敷设回填，少部分加工后可用作骨料建材。山体隧道和盾构出渣不能被综合利用的，设置专门的弃渣场进行堆放，对弃渣采取挡渣墙、周边截排水沟、渣场边坡防护、渣面整治等防护措施。管道作业带管沟开挖产生的土石方，沿线堆放在机械作业带的另一侧，与剥离的表土分开堆放，待施工结束后将开挖土石方回填至管沟内，少量多余土方堆起在管沟开挖面上方，防止后期因管沟自然沉降后形成凹陷沟槽从而影响管道安全。临时堆放的土方采取临时苫盖、临时拦挡等防护措施，防止施工过程中的水土流失。

2.2.3.11 表土剥离工艺

施工前对于管道作业带管沟开挖区域占用耕地、草地、林地、园地区域的表层耕植土进行人工铲剥和机械铲剥，表土剥离平均厚度按照占用耕地、林地、草地、园地的类型，结合项目途经不同地貌类型区的实际情况，调查相应的表土厚度并分析计算剥离量。在清除草皮、树根之后，将剥离的表层土堆置在管道施工作业带一侧，并与开挖管沟或支架基础形成的临时堆土分开堆放，用作后期绿化覆土，剥离的表土应采取临时苫盖等措施予以保护。

盾构、定向钻、顶管、隧道等方式穿越公路、河流及山体时，其征占地范围内的耕地、草地、林地、园地应进行表土剥离，剥离的表土临时集中堆放在穿越施工场地内固定区域，并对剥离的表土进行临时覆盖措施，防止雨水冲刷。直接开挖方式穿越公路和河流时，对于管道作业带管沟开挖区域占用耕地、草地、林地、园地区域的表层耕植土进行人工铲剥和机械铲剥，将剥离的表层土堆置在管道施工作业带一侧，并与开挖管沟基础形成的临时堆土分开堆放，用作后期绿化覆土，剥离的表土应采取临时苫盖等措施予以保护。

施工便道为整修道路时，主要是路面整修、铺设砂砾石等，不涉及土石方开挖，施工结束后恢复成村镇永久性道路，交于地方使用。新修道路根据占地类型，需剥离表土堆放在道路一侧，施工结束后进行土地平整，回覆表土，复耕或恢复植被。

站场和阀室为永久占地，施工前要对征占地范围内的耕地、草地、林地、园地进行表土剥离，剥离的表土就近堆放在临近的管道作业带堆土区，采取保护措施。

2.3 工程占地

根据主体设计资料，本工程永久占地面积 5.25hm^2 ，其中站场占地 0.19hm^2 、阀室

占地 4.62hm^2 、管道三桩占地 0.44hm^2 ；临时占地面积 415.65hm^2 ，其中施工作业带占地 341.57hm^2 、堆管场占地 15.33hm^2 、施工便道占地 37.81hm^2 、弃渣场占地 20.94hm^2 。

本方案在分析主体设计资料的基础上，经过现场调查，结合工程施工及实际占地需求，对项目工程占地进行了全面复核，并分细项计列，具体占地明细如下：

(1) 结合现场查勘实际情况，管线扣除河流及沟渠穿越、公路穿越、山体穿越长度后，涉及管道作业带总长 134.8km ，结合主体设计确定的作业带宽度计算，管道作业带区临时占地共计 272.61hm^2 。

(2) 依据主体设计提供的地形图、隧道弃渣资料等，经方案复核并计算，核定 28 处弃渣场临时占地共计 20.63hm^2 。

(3) 堆管场沿线平均每隔 3km 设置 1 处，全线共设堆管场 64 处，共计临时占地 6.65hm^2 。

(4) 工程新修施工便道长 41.60km ，整修便道长 47.97km ，征地宽度按 4.5m 和 6.5m 计，共计临时占地 41.97hm^2 。

(5) 沿线河流大型盾构穿越 1 次，布设 2 处施工场地（每处 0.2hm^2 ），临时占地 0.4hm^2 ；河渠顶管穿越 1 次，布设 2 处施工场地（每处 0.08hm^2 ），临时占地 0.16hm^2 ；直接开挖河流沟渠水塘 $4107\text{m}/53$ 次，按开挖长度和宽度核算临时占地 18.86hm^2 。河流及沟渠穿越区共计临时占地 19.42hm^2 。

(7) 沿线山体隧道穿越 29 次，布设 58 处施工场地（每处 0.2hm^2 ），临时占地 11.6hm^2 ；山体定向钻穿越 1 次，入土点 0.36hm^2 、出土点 0.09hm^2 ，临时占地 0.45hm^2 。山体穿越区共计临时占地 12.05hm^2 。

(8) 沿线公路顶管穿越 95 次，布设 190 处施工场地（每处 0.08hm^2 ），占地面积共计 15.2hm^2 ；公路开挖穿越 $4294\text{m}/163$ 次，按开挖长度和宽度核算临时占地 8.59hm^2 。公路穿越区共计临时占地 23.79hm^2 。

(9) 主体设计资料中，站场占地 0.19hm^2 、阀室占地 4.62hm^2 ，共计永久占地 4.81hm^2 ，经现场复核并计算分析，其符合工程建设实际。

(10) 全线共设置各类标志桩、加密桩、警示牌 4415 个，每个按占地 1m^2 计，管道三桩共计永久占地 0.44hm^2 。

综上，经本方案复核计算，确定项目工程占地总面积为 402.37hm^2 ，其中永久占地面积 5.25hm^2 、临时占地面积 397.12hm^2 。

占地类型主要为耕地、林地、园地、草地、交通运输用地、水域及水利设施用地、

工矿仓储用地等,其中:旱地 16.10 hm²、水田 8.58hm²、林地 211.97hm²、园地 109.97hm²、草地 11.04hm²、水域及水利设施用地 14.52hm²、交通运输用地 30.01hm²、工矿仓储用地 0.19hm²。

按省级行政区划分,广东段占地面积 269.77hm²,福建段占地面积 132.60hm²。

项目工程分占地性质、占地类型、占地面积统计详见表 2.3-1 和表 2.3-2。其中,按县级行政区占地统计情况详见附表 1。

表 2.3-1

项目工程占地性质、占地类型及占地面积汇总表

单位: hm²

项目分区		占地性质		占地类型								小计
		永久	临时	耕地		林地	园地	草地	水域及水利 设施用地	交通运 输用地	工矿仓储 用地	
				旱地	水田			其他草地				
站场闸室区	站场	0.19									0.19	0.19
	闸室及三桩	5.06		2.14	0.02	1.13	1.10	0.66				5.06
管道作业带 区	平地段		146.38	2.20	8.22	82.63	53.33					146.38
	顺坡横坡段		126.23			81.61	44.62					126.23
河流及沟渠 穿越区	盾构穿越		0.40	0.40								0.40
	顶管穿越		0.16	0.16								0.16
	开挖穿越		18.86			1.30		3.04	14.52			18.86
公路穿越区	顶管穿越		15.20	5.20		8.24		1.76				15.20
	开挖穿越		8.59			0.16				8.42		8.59
山体穿越区	隧道穿越		11.60			11.60						11.60
	定向钻穿越		0.45			0.45						0.45
施工便道区			41.97	4.08		11.21	3.06	2.04		21.59		41.97
弃渣场区			20.63	1.55		11.59	5.53	1.97				20.63
堆管场区			6.65	0.38	0.34	2.04	2.33	1.57				6.65
合计		5.25	397.12	16.10	8.58	211.97	109.97	11.04	14.52	30.01	0.19	402.37

表 2.3-2

按省级行政区占地性质、占地类型及面积统计表

单位: hm²

省级行政区	项目分区		占地性质		占地类型								小计	
			永久	临时	耕地		林地	园地	草地	水域及水利设施用地	交通运输用地	工矿仓储用地		
					旱地	水田			其他草地					
广东省	站场阀室区	站场	0.19									0.19	0.19	
		阀室及三桩	3.87		2.14	0.02	1.02	0.08	0.61				3.87	
	管道作业带区	平地		110.05	2.20	8.22	82.63	17.00					110.05	
		顺坡		70.92			70.92						70.92	
		横坡		1.65			1.65						1.65	
	河流及沟渠穿越区	盾构穿越		0.40	0.40								0.40	
		顶管穿越		0.16	0.16								0.16	
		开挖穿越		13.08			1.11		2.60	9.37			13.08	
	公路穿越区	顶管穿越		9.76	3.38		5.33		1.06				9.76	
		开挖穿越		4.74			0.16				4.58		4.74	
	山体穿越区	隧道穿越		8.00			8.00						8.00	
		定向钻穿越		0.45			0.45						0.45	
	施工便道区				27.97	3.82		10.52	2.87	1.91		8.85		27.97
	弃渣场区				13.96	1.55		10.44		1.97				13.96
	堆管场区				4.57	0.38	0.34	1.83	0.87	1.16				4.57
	合计			4.06	265.71	14.03	8.58	194.06	20.82	9.30	9.37	13.42	0.19	269.77
福建省	站场阀室区	站场												
		阀室及三桩	1.19				0.12	1.02	0.05				1.19	
	管道作业带区	平地		36.33				36.33					36.33	
		顺坡		53.66			9.04	44.62					53.66	
		横坡												
	河流及沟渠穿越区	盾构穿越												
		顶管穿越												
		开挖穿越		5.79			0.19		0.45	5.15			5.79	
	公路穿越区	顶管穿越		5.44	1.82		2.91		0.70				5.44	
		开挖穿越		3.85							3.85		3.85	
	山体穿越区	隧道穿越		3.60			3.60						3.60	
		定向钻穿越												
	施工便道区				14.00	0.25		0.69	0.19	0.13		12.74		14.00
	弃渣场区				6.67			1.14	5.53					6.67
	堆管场区				2.08			0.21	1.46	0.42				2.08
	合计			1.19	131.41	2.08		17.90	89.14	1.74	5.15	16.59		132.60

2.4 土石方平衡

(1) 表土剥离及回覆

主体设计报告中未考虑表土剥离量，本方案对管道作业带、站场阀室工程、河流沟渠穿越施工场地、山体穿越施工场地、公路穿越施工场地、施工便道、弃渣场等在施工前进行了表土剥离的补充。经过现场调查，项目区表层耕植土厚度总体在 20~40cm，根据土地类型不同，表土剥离厚度按照旱地 30cm、水田 35cm、林地 25cm、草地 20cm、园地 30cm 考虑。其中：

①管道作业带区对管沟开挖面的耕地、林地、草地、园地进行表土剥离，堆土区和行车区不进行表土剥离。②河流及沟渠穿越区、公路穿越区、山体穿越区，采用顶管、盾构、定向钻、隧道等非开挖方式时，对施工作业面内的耕地、林地、草地、园地进行表土剥离。③河流及沟渠穿越区、公路穿越区，采用直接开挖方式时，仅对管沟开挖面的耕地、林地、草地、园地进行表土剥离。④站场阀室区（含三桩）对占地范围内的耕地、林地、草地、园地进行表土剥离。⑤施工便道区对新建便道占地范围内的耕地、林地、草地、园地进行表土剥离，整修便道不计表土剥离。⑥弃渣场区按渣场占地面积进行表土剥离。⑦堆管场区主要用于堆放管材，仅占压地表，可通过铺垫彩条布以减少扰动，不需进行表土剥离。

经本方案计算，项目工程表土剥离量 36.99 万 m^3 ，回覆量 36.99 万 m^3 。各工程区表土剥离与回覆如下：

（1）管道作业带区剥离表土 16.70 万 m^3 ，置于管道作业带一侧临时存放；山体穿越施工场地剥离表土 3.01 万 m^3 ，集中堆放在施工场地征地范围，不另行征地；河流及沟渠穿越施工场地剥离表土 1.10 万 m^3 ，集中堆放在施工场地征地范围，不另行征地；公路穿越施工场地剥离表土 4.01 万 m^3 ，集中堆放在施工场地征地范围，不另行征地；施工便道区剥离表土 5.35 万 m^3 ，沿线临时堆放在道路一侧；站场阀室区剥离表土 1.40 万 m^3 ，其中站场无表土剥离，阀室剥离的表土运至临近的管道作业带堆土区堆放；弃渣场剥离表土 5.41 万 m^3 ，堆放于渣场地势较高处暂不堆渣部位。（2）施工结束后，表土全部用于绿化或复耕。阀室区剥离的多余表土 1.25 万 m^3 全部调入临近的管道作业带区覆土；河流及沟渠穿越区、公路穿越区、山体穿越区、施工便道区、弃渣场区剥离的表土均回覆至原剥离的施工场地内，经土地整治后恢复原土地利用类型。详见表 2.4-1。

表 2.4-1 项目工程表土剥离及回覆平衡表 单位: 万 m³

项目分区	表土剥离量	表土回填量	调入		调出		借方		余方	
			量	来源	量	去向	量	来源	量	去向
站场阀室区	1.40	0.15			1.25	附近管道作业带覆土				
管道作业带区	16.70	17.95	1.25	阀室开挖多余表土						
山体穿越区	3.01	3.01								
河流及沟渠穿越区	1.10	1.10								
公路穿越区	4.01	4.01								
施工便道区	5.35	5.35								
弃渣场区	5.41	5.41								
堆管场区										
合计	36.99	36.99	1.25		1.25					

(2) 土石方平衡与调配

主体设计报告中计列的项目工程土石方挖方量 250.12 万 m³, 填方量 187.23 万 m³, 借方量 1.5 万 m³ (外购), 余 (弃) 方 64.39 万 m³。经复核分析, 主体设计挖方未单独计算表土剥离量, 本方案根据相关规定增加了管道作业带、站场阀室、穿越工程施工场地、施工便道、弃渣场的表土剥离及回覆量。主体设计按总图、线路及穿跨越分专业开展工作, 土石方调配暂未考虑衔接, 本方案编制过程中与主设人员多次沟通, 初步设计工作也在同步推进, 目前对各站场阀室土石方量进一步分析和计算, 同时考虑工程区间土石方调配, 尽量减少借方和弃方, 挖填借余 (弃) 总量均有所调整。

经本方案计算, 项目工程土石方挖方总量为 228.72 万 m³ (含表土剥离 36.99 万 m³); 填方总量为 169.03 万 m³ (含表土回覆 36.99 万 m³), 调入量 11.10 万 m³, 调出量 11.10 万 m³, 无借方, 余 (弃) 方量 59.69 万 m³ (设置弃渣场堆放)。

阀室区开挖多余表土 1.25 万 m³调入附近的管道作业带区覆土。管道作业带区管沟挖方 0.13 万 m³调入临近的阀室作为填方。由管道作业带区调入 4.86 万 m³挖方至河流开挖穿越区修筑围堰, 施工结束后拆除围堰, 将 4.86 万 m³围堰土全部调回作业带范围内回填。山体隧道穿越弃方 57.93 万 m³, 韩江盾构穿越弃方 1.75 万 m³, 无法被综合利用, 堆放在设置的 28 处弃渣场内。

土石方平衡详见表 2.4-2 及图 2.4-1。

表 2.4-2

项目工程土石方平衡表

单位: 万 m³ (自然方)

潮州-漳州段 (总表)																							
项目分区		挖方			填方			调入				调出				借方 (外购)				余 (弃) 方			
		表土	生土	小计	表土	生土	小计	表土	生土	小计	来源	表土	生土	小计	去向	表土	生土	小计	来源	表土	生土	小计	去向
站场 阀室区	站场		0.03	0.03		0.03	0.03																
	阀室及三桩	1.40	2.22	3.61	0.15	2.34	2.49		0.13	0.13	附近管道作业带管沟挖方	1.25		1.25	多余表土运至作业带覆土								
	小计	1.40	2.25	3.64	0.15	2.37	2.52		0.13	0.13		1.25		1.25									
管道 作业带区	平地	9.04	50.37	59.41	10.29	50.24	60.53	1.25	4.86	6.11	表土为阀室多余表土, 生土为围堰拆除回填土		4.99	4.99	4.86 万 m ³ 生土调出修筑围堰, 0.13 万 m ³ 生土运至阀室回填								
	顺坡	7.51	46.37	53.88	7.51	46.37	53.88																
	横坡	0.15	1.09	1.23	0.15	1.09	1.23																
	小计	16.70	97.82	114.52	17.95	97.70	115.65	1.25	4.86	6.11			4.99	4.99									
山体 穿越区	隧道穿越	2.90	57.93	60.83	2.90		2.90														57.93	57.93	弃渣场
	定向钻穿越	0.11	0.07	0.18	0.11	0.07	0.18																
	小计	3.01	58.00	61.01	3.01	0.07	3.08														57.93	57.93	
河流及沟渠 穿越区	盾构穿越	0.12	1.75	1.87	0.12		0.12														1.75	1.75	弃渣场
	顶管穿越	0.05	0.20	0.25	0.05	0.20	0.25																
	开挖穿越	0.93	8.59	9.52	0.93	8.59	9.52		4.86	4.86			4.86	4.86									
	小计	1.10	10.54	11.64	1.10	8.79	9.89		4.86	4.86			4.86	4.86							1.75	1.75	
公路 穿越区	顶管穿越	3.97	17.57	21.54	3.97	17.57	21.54																
	开挖穿越	0.04	3.67	3.71	0.04	3.67	3.71																
	小计	4.01	21.24	25.26	4.01	21.24	25.26																
施工便道区		5.35	1.87	7.22	5.35	1.87	7.22																
弃渣场区		5.41		5.41	5.41		5.41																
堆管场区																							
合计		36.99	191.73	228.72	36.99	132.04	169.03	1.25	9.85	11.10		1.25	9.85	11.10							59.69	59.69	

2 项目概况

广东段																							
项目分区		挖方			填方			调入				调出				借方（外购）				余（弃）方			
		表土	生土	小计	表土	生土	小计	表土	生土	小计	来源	表土	生土	小计	去向	表土	生土	小计	来源	表土	生土	小计	去向
站场 阀室区	站场		0.03	0.03		0.03	0.03																
	阀室及三桩	1.05	1.63	2.68	0.12	1.75	1.87		0.13	0.13	附近管道作业带管沟挖方	0.93		0.93	多余表土运至作业带覆土								
	小计	1.05	1.66	2.71	0.12	1.78	1.90		0.13	0.13		0.93		0.93									
管道 作业带区	平地	6.59	37.11	43.70	7.52	36.98	44.50	0.93	3.49	4.42	表土为阀室多余表土，生土为围堰拆除回填土		3.62	3.62	3.49 万 m³ 生土调出修筑围堰，0.13 万 m³ 生土运至阀室回填								
	顺坡	3.99	26.68	30.67	3.99	26.68	30.67																
	横坡	0.15	1.09	1.23	0.15	1.09	1.23																
	小计	10.73	64.88	75.60	11.66	64.75	76.41	0.93	3.49	4.42			3.62	3.62									
山体 穿越区	隧道穿越	2.00	39.50	41.50	2.00		2.00														39.50	39.50	弃渣场
	定向钻穿越	0.11	0.07	0.18	0.11	0.07	0.18																
	小计	2.11	39.56	41.67	2.11	0.07	2.18														39.50	39.50	
河流及沟渠 穿越区	盾构穿越	0.12	1.75	1.87	0.12		0.12														1.75	1.75	弃渣场
	顶管穿越	0.05	0.20	0.25	0.05	0.20	0.25																
	开挖穿越	0.80	5.94	6.74	0.80	5.94	6.74		3.49	3.49	管道作业带挖方		3.49	3.49	管道作业带回填								
	小计	0.97	7.89	8.86	0.97	6.14	7.10		3.49	3.49			3.49	3.49							1.75	1.75	
公路 穿越区	顶管穿越	2.56	11.26	13.81	2.56	11.26	13.81																
	开挖穿越	0.04	2.01	2.05	0.04	2.01	2.05																
	小计	2.60	13.27	15.86	2.60	13.27	15.86																
施工便道区		5.02	1.76	6.78	5.02	1.76	6.78																
弃渣场区		3.47		3.47	3.47		3.47																
堆管场区																							
合计		25.94	129.01	154.95	25.94	87.76	113.70	0.93	7.11	8.04		0.93	7.11	8.04							41.25	41.25	
福建段																							

2 项目概况

项目分区		挖方			填方			调入				调出				借方（外购）				余（弃）方			
		表土	生土	小计	表土	生土	小计	表土	生土	小计	来源	表土	生土	小计	去向	表土	生土	小计	来源	表土	生土	小计	去向
站场 阀室区	站场																						
	阀室及三桩	0.35	0.59	0.94	0.03	0.59	0.62					0.32		0.32	多余表土运至作业带覆土								
	小计	0.35	0.59	0.94	0.03	0.59	0.62					0.32		0.32									
管道 作业带区	平地	2.45	13.26	15.71	2.77	13.26	16.03	0.32	1.37	1.69	表土为阀室多余表土，生土为围堰拆除回填土		1.37	1.37	1.37 万 m³ 生土调出修筑围堰								
	顺坡	3.52	19.69	23.21	3.52	19.69	23.21																
	横坡																						
	小计	5.97	32.95	38.92	6.29	32.95	39.24	0.32	1.37	1.69			1.37	1.37									
山体 穿越区	隧道穿越	0.90	18.44	19.34	0.90		0.90														18.44	18.44	弃渣场
	定向钻穿越																						
	小计	0.90	18.44	19.34	0.90		0.90														18.44	18.44	
河流 及沟渠 穿越区	盾构穿越																						
	顶管穿越																						
	开挖穿越	0.14	2.65	2.79	0.14	2.65	2.79		1.37	1.37	管道作业带挖方		1.37	1.37	管道作业带回填								
	小计	0.14	2.65	2.79	0.14	2.65	2.79		1.37	1.37			1.37	1.37									
公路 穿越区	顶管穿越	1.42	6.31	7.73	1.42	6.31	7.73																
	开挖穿越		1.66	1.66		1.66	1.66																
	小计	1.42	7.98	9.39	1.42	7.98	9.39																
施工便道区		0.33	0.12	0.45	0.33	0.12	0.45																
弃渣场区		1.94		1.94	1.94		1.94																
堆管场区																							
合计		11.05	62.72	73.76	11.05	44.28	55.33	0.32	2.75	3.06		0.32	2.74	3.06							18.44	18.44	

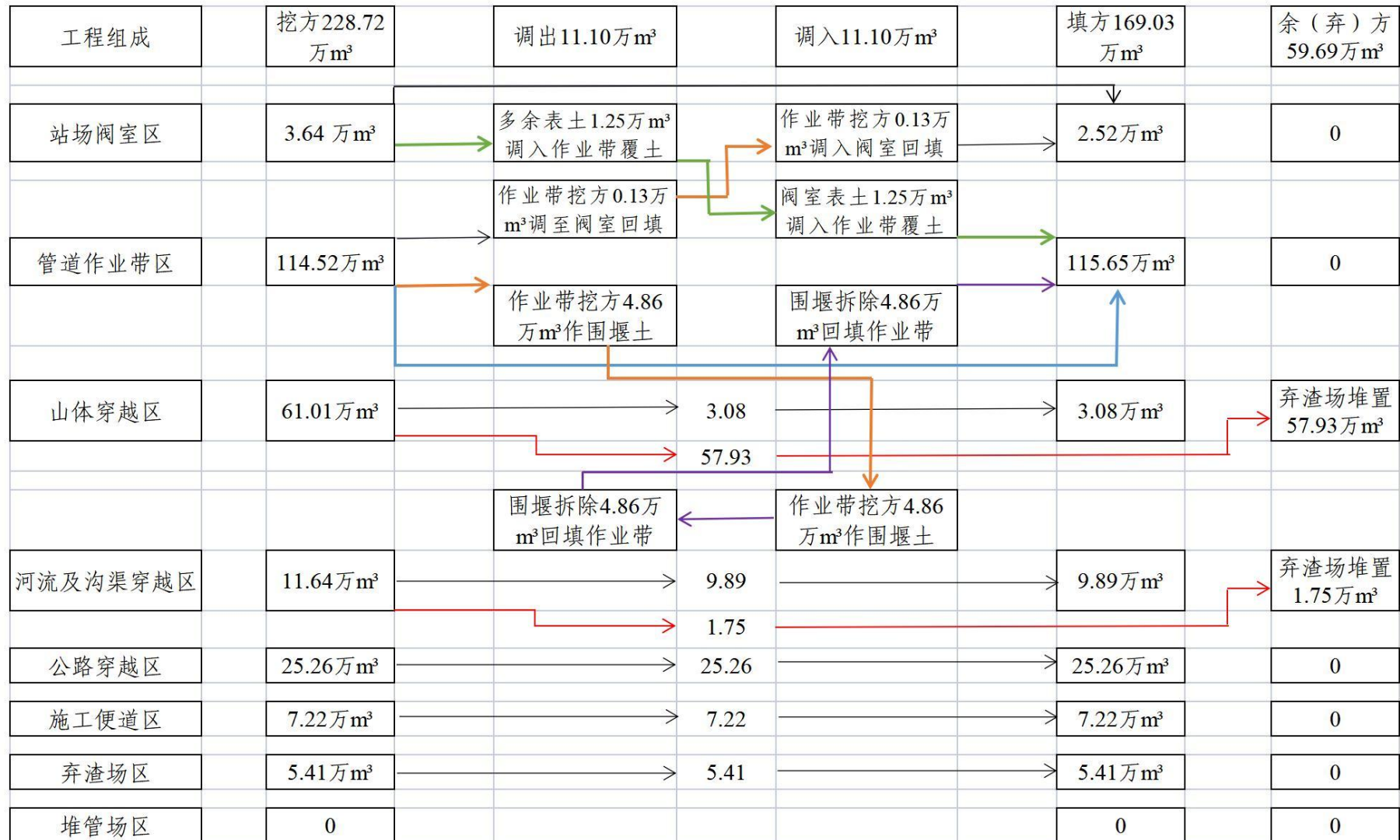


图 2.4-1 土石方平衡流向框图

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

本工程管道布设基本上避开了城镇区和农村农户集中区，因工程施工需拆迁的主要为零星分散的房屋和大棚等，经统计，工程施工需拆迁房屋建筑物 4400m²/11 处，大棚 1920m²/4 处，养殖场 6000m²/4 处，迁移电力及光缆线杆 204 根。详见表 2.5-1。

拆迁安置采取分散安置方式，由项目建设单位承担补偿费用，具体拆迁与安置工作由当地政府负责组织实施，并妥善安排安置居民的生活和生产方式。电力线及光缆线杆等专项设施改迁建也由建设单位承担相应费用，由地方电力及通信等部门负责实施，并承担其水土流失防治责任。

表 2.5-1 沿线拆迁与专项设施改迁建统计表

序号	拆迁项目	数量	潮安区	丰顺县	饶平县	大埔县	平和县	合计
1	房屋	m ² /处	1200/3	400/1	400/1	800/2	1600/4	4400/11
2	养殖场	m ² /处	1500/1	0/0	0/0	1500/1	3000/2	6000/4
3	大棚	m ² /个	480/1	0/0	0/0	480/1	960/2	1920/4
4	坟地	个	64	37	35	53	96	285
5	光缆线杆迁移	个	22	13	12	18	33	98
6	电力线杆迁移	个	24	14	13	19	36	106

2.6 施工进度

本工程计划于 2022 年 5 月开工，2024 年 6 月完工，总工期 26 个月。综合考虑设备采购周期、施工工作量、技术难度等因素，工程建设同时开设多个标段实施。按照先控制性工程后其它工程、先地下后地上的顺序进行，即山体隧道穿越及河流盾构穿越先行动工，站场阀室先进行基础建设、后安装地面装置，河流中型穿越尽量避免在汛期施工，植被恢复于春秋季节进行。主体工程施工进度安排见图 2.6-1。

序号	工程名称	2022年			2023年				2024年	
		5-6月	7-9月	10-12月	1-3月	4-6月	7-9月	10-12月	1-3月	4-6月
1	站场阀室									
2	管道作业带									
3	山体穿越									
5	河流及沟渠穿越									
6	公路穿越									
7	施工便道									
8	堆管场									
9	弃渣场									

图2.6-1 主体工程施工进度图

2.7 自然概况

2.7.1 地质

（1）工程地质及水文地质

1）工程地质

本工程位于广东省和福建省境内，工程区域大地构造单元属华南褶皱系。线路主要经过广东省的粤东隆起区隆起（Ⅱ₄）和粤北、粤东北-粤中拗陷带（Ⅱ₅）之次级构造单元粤中拗陷（Ⅲ₅），福建省的闽东火山断拗带（Ⅲ）的二级构造单元之周宁-华安断隆带（Ⅲ₂）、福鼎-云霄断陷带（Ⅲ₃）。

项目区域地层结构较复杂，第四系（Q）覆盖层主要分布于平原、台地、河谷阶地等；基岩主要分布于低山、丘陵区，主要为侏罗系（J）砂砾岩、砂岩、粉砂岩、千枚状泥岩、熔岩、火山碎屑岩等，以及燕山期花岗岩、闪长岩等。其中：潮州市潮安区-饶平县上饶镇为低山丘陵段，地表组成物质主要有坡残积粘性土、碎石土等，出露基岩为侏罗系砂岩、泥岩及燕山期花岗岩、花岗斑岩等岩浆岩；饶平县上饶镇-漳州市平和县为丘陵平原段，地表组成物质主要有坡残积粘性土、碎石土等，地层岩性主要为第四系冲积洪积粉质粘土及含砾粗砂、砂砾石层，河流的河床及漫滩、河谷阶地下部为砂土及砂砾石等。

2) 水文地质

按地下水埋藏条件，工程沿线地下水类型主要有第四系松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两类。

第四系松散岩类孔隙水主要分布于低地丘陵间的凹地、河谷及其两岸阶地。山丘凹地含水介质多为粘性土，受透水性较弱的岩层阻隔，雨季水位普遍较高，埋藏变浅。河谷及其阶地区，上游较窄且多具间歇性水流，阶滩地不发育，含水层厚度小，分布窄；中下游阶滩地、平原发育，透水性强，水量丰富，埋藏浅。该类地下水埋深较浅，一般埋深1~10m，补给主要来自地表水和大气降水，向河流及低洼地带排泄。

基岩裂隙水主要分布于低山、丘陵区。地下水赋存于基岩裂隙中，水量因裂隙成因和发育程度有较大差异。补给主要来自大气降水，水位季节性变化明显，且与地形关系大，山丘坡体降水易于流失，地下埋深大、水量小；洼地、谷地等地段易于降水汇集，基岩裂隙水最多。该类地下水深度取决于风化深度和隔水层位，埋深一般大于10m，主要以下降泉的形式排泄，对管道工程施工影响较小。

(2) 沿线地震情况

1) 抗震设防参数

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）及《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016年版）规定，工程沿线经过区域的地震动峰值加速度及抗震设防烈度见表2.7.1-1。

表 2.7.1-1 沿线主要地震动参数与建筑抗震设防烈度表

地区		Ⅱ类场地地震动加速度 反应谱特征周期 (s)	Ⅱ类场地地震动峰值 加速度 (g)	抗震设防烈度 (度)	设计地震分组
广东省潮州市	潮安区	0.40	0.20g	8	第二组
	饶平区	0.40	0.15g	7	第二组
广东省梅州市	丰顺县	0.40	0.15g	7	第一组
	大浦县	0.40	0.10g	7	第二组
福建省漳州市	平和县	0.40	0.10g	7	第二组

依据《油气田及管道岩土工程勘察标准》(GB50568-2019)和《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB50470-2017)相关规定,本段线路为管道抗震一般地段。管道经过区域抗震设防烈度主要为7度,沿线地层主要为淤泥质土、粘性土、碎石土等,不具备液化条件,可不考虑液化对管道建设的影响。

2) 沿线断裂情况

根据本工程地震安全性评价报告(已取得主管部门批复)显示,管道沿线及附近除韩江断裂为全新世活动断裂,其余断裂多为第四纪早期或以前活动的,而本工程线路与韩江断裂不相交,因此对管道建设影响小。

(3) 沿线不良地质情况

管线经过低山丘陵区,地势起伏较大,地形较破碎,陡崖、陡坎和高陡边坡较发育,水土流失较重。结合管道工程特点,威胁管道安全的不良和灾害地质主要有:洪水的冲刷侵蚀与岸坡坍塌、滑坡、崩塌、危石、陡崖、高陡边坡、可液化砂土、软弱土和地下水埋藏较浅等问题。

1) 滑坡、崩塌

依据主设资料及地灾评价报告(已取得批复),滑坡、崩塌主要分布在低山、丘陵斜坡地带,规模大小不一。其形成原因除地形、坡体地质构成、大气降雨和地下水因素外,工程实施阶段开挖坡脚、破坏自然斜坡的稳定状态,是一个重要诱发因素。

2) 洪水冲刷和岸坡坍塌

管线经过河谷地段,在高洪水位时易被淹没、冲刷。另由于粘性土、泥岩等陡坎形成的河岸、沟岸抗冲蚀能力差,局部地段岸坡可能发生坍塌。

3) 软弱土

沿线河谷地段及地势低洼的山间凹地分布有软弱土,以淤泥、淤泥质土为主,为静水或缓慢流水中沉积之欠固结土,具有触变性、高压缩性、低透水性、流变性和不均匀性、低强度等特征,可能对工程建设产生不利影响。

4) 高陡边坡和陡崖

管道沿线经过高陡边坡和陡崖，工程实施难度大、施工安全性差，易受到上方危石坠落影响，造成施工安全事故。另外，部分沟渠内分布有淤泥质土，且地下水位浅，呈软塑状，管沟开挖成形困难或管沟上方堆载易造成沟壁垮塌。

2.7.2 地貌

管道整体呈西南-东北走向，沿线地貌类型多样，主要有低山、丘陵、平原和沟谷，其中以低山丘陵为主，低山区长度占比 51.3%，丘陵区长度占比 29.2%。低山主要为凤凰山-大芹山、笔架山及其余脉等，山势较高、相对高差大；在山脉之间分布有平原谷地，地形起伏较小，地势较开阔；丘陵区主要选择沿山间谷地或在地势较缓的坡地敷设。沿线地势总体上呈坡状起伏，海拔在 60m~700m 之间，相对高差 5~360m。地表以林地、园地为主，植被覆盖率高。

2.7.3 气象

管线经过广东、福建 2 省 3 市 5 区县，项目区气候类型为亚热带湿润季风气候，气候温暖，雨量充沛，日照充足，四季常绿。

广东段年平均气温 21.0℃~21.7℃，年降雨量在 1529.6mm~1785.5mm 之间，每年 4~9 月为雨季，占全年降水量 80%以上；年蒸发量在 1513.9mm~1672.5mm 之间，年均风速 1.8m/s~2.1m/s，大于 10℃积温 7816℃~7923℃，无霜期 320d~330d 之间。

福建段年平均气温 21.3℃，年降雨量 1755.6mm，每年 4~9 月为雨季，其中 5~6 月降水最多，7~9 月多台风，伴有暴雨；年蒸发量 1610mm，年均风速 1.8m/s，大于 10℃积温 7901℃，无霜期 318d，属雨热同期的气候特点。

项目区域主要气象灾害有风灾、水灾、雹灾，对管道安全危害最大的是风灾和暴雨。台风登陆项目区时最大风力可达 8 级以上，对管道施工和维护有一定程度的影响。

沿线各地区主要气象要素见表 2.7.3-1。

表 2.7.3-1 管道沿线主要气象要素统计表

气象要素		潮州市		梅州市		漳州市
		饶平县	潮安区	大埔县	丰顺县	平和县
气温 (℃)	多年平均	21.6	21.7	21.0	21.3	21.3
	极端最高	39.0	39.6	39.8	39.1	39.7
	极端最低	0.5	-0.5	-4.2	-1.9	-2.9
年降水量 (mm)	多年平均	1529.6	1714.4	1552.3	1785.5	1755.6
	最大	2173.8	2428.5	2337.8	3107.0	2853.8
	最小	1120.2	1128.7	953.0	1283.2	1168.2
风速 (m/s)	多年平均	2.1	1.9	1.8	1.9	1.8
	最大	31	25	12	30	-
	主导风向	E	SE	SE	NW 或 S	NE
相对湿度 (%)		78.9	80	79	79	79
多年平均日照数 (h)		2143.9	1991.0	1663.1	1876.9	1891.4
多年平均年蒸发量 (mm)		1513.9	1625.8	1521.6	1672.5	1610

2.7.4 水文

项目区所在流域包括珠江流域及东南沿海诸河流域，流域管理机构涉及珠江水利委员会和太湖流域管理局。线路经过的河流属韩江水系及东南沿海诸河独立水系，其中韩江水系主要有粤东韩江及九峰溪等支流，东南沿海诸河水系主要有福建九龙江及黄冈河等其他独立水系。

(1) 韩江水系

韩江源出赣、闽、粤三省交界山地，经大埔县的三河坝梅江与汀江汇合后为韩江，是广东省除珠江流域以外的第二大流域，是潮汕最大的河流。干流从发源地至东溪出海口全长 470km，流域面积 30112km²，河流比降 0.40‰。韩江径流主要由降雨产生，年降水量与年径流量成正比，年径流总量 $2.45 \times 10^{10} \text{m}^3$ ，年径流模数 $26.7 \text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$ ，多年平均径流深 600~1200mm，径流的年内分配不均匀；韩江汛期一般为每年 4-9 月，占全年径流量的 80%。潮安站实测最大洪峰流量 13300m³/s（1960 年 6 月），汀江溪口站实测最大为 8140m³/s（1973 年 6 月），梅江横山站实测最大为 6810m³/s（1960 年 6 月）。韩江通过梅州市区域，从丰顺县东北部的潭江入境，向南流经 3 个镇，从庵坑流入潮安区。本工程韩江穿越段处于通航河道，为三级航道，两岸均有人工修建堤岸，交通条件便利。

九峰溪为韩江三级支流，发源于福建省平和县霞寨镇双尖山西部，向南流经平和县，在广东省大埔县大东镇汇入梅潭河。九峰溪全长 40.7km，流域面积 368.7km²，其中福建省境内 366.3km²、广东省境内 2.4km²，年均径流量 $3.91 \times 10^8 \text{m}^3$ ，该河流不通航。由桂竹溪、高山溪、大芹双溪、黄田溪等 4 条主要支流汇合而成。工程勘察期间础溪河水位 381.38~381.42m，流量约 60L/s，两岸均无人工护堤；经调查百年一遇最高洪水位为 389.78m。

(2) 九龙江水系

九龙江是福建第二大河，水量丰沛，径流量在年际与年内分配不均匀，丰水期径流量大，枯水期径流量小，河流干线长度 285km，流域面积 14741km²。由北溪、西溪两大支流及南溪组成，于龙海市石码镇和浮宫入海。北溪干流径流量 $82.3 \times 10^8 \text{m}^3$ ，西溪干流径流量 $36.8 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

西溪发源于博平岭，全长 172km，流域面积 3940km²，水系呈扇状，中上游流域面积占全流域总面积的 86.8%。西溪年平均流量 117m³/s，最大流量 610m³/s；流量的季节变化较明显，6~8 月流量占全年的 45%；4~9 月为汛期，9 月流量比年均流量多；

最小流量在冬季 1 月，占全年的 2.9%。整个流域靠近沿海，流程短小，受台风影响较大，流量变化也大。西溪年均含沙量 0.22kg/m^3 ，年输沙量 $7.71 \times 10^5\text{t}$ 。支流有花山溪、黄溪、永丰溪、龙山溪等。

花山溪是九龙江花山 4 大支流之一，发源于平和县双尖山东北部，由南胜溪、枋埔溪、高礲溪等分流汇成。河长 64.2km ，流域面积 858km^2 ，年均径流量 $8.36 \times 10^8\text{m}^3$ ，花山溪年均含沙量 0.212kg/m^3 ，年输沙量 $17.72 \times 10^4\text{t}$ ，花山溪已不通航。高礲溪为花山溪的支流，与其它分流汇成花山溪，流经霞寨、国强、坂仔、小溪、山格等乡镇，至平和县城汇入船场溪后，汇入西溪干流。

(3) 其他独立水系

黄冈河为饶平县域最大的独立水系，发源于上饶镇大崇坪山麓，流经上饶、饶洋、新丰、三饶、汤溪、浮山、浮滨、樟溪、高堂、联饶、黄冈等 11 个镇，至黄冈石龟头注入南海，全长 87.2km ，流域集雨面积 1317.5km^2 ，其中属于县境面积 1256.1km^2 ，占全县陆域总面积的 74.1%。沿河汇集九村溪、食饭溪、新塘溪、浮滨溪、东山溪、新圩溪、樟溪、联饶溪等 8 条主要支流和 10 多条小溪流，构成全县水系大动脉。1958 年整治黄冈河后，改为东溪独流出海。

2.7.5 土壤

项目区土壤区划为华南低山丘陵赤红壤、黄壤、水稻土区。土壤类型主要有赤红壤、红壤、黄壤、冲积土、水稻土。区内土壤土层厚度大多在 $0.2 \sim 0.4\text{m}$ 之间，有机质含量 $0.9 \sim 1.11$ ，土壤肥力较好，全 N 含量 $0.066 \sim 0.081$ ， P_2O_5 含量 $12.5 \sim 16.4\text{ppm}$ ， K_2O 含量 $150 \sim 244\text{ppm}$ ，PH 值 $6.3 \sim 7$ 中性到弱酸，土壤可蚀性较小。项目区表土调查情况见表 2.7.5-1 和附件 5-照片集。

表 2.7.5-1 项目区表土厚度分布调查表

序号	行政区划			不同地类的表土厚度调查 (m)				
	省	地市	县(区)	旱地	水田	林地	园地	草地
1	广东省	潮州市	潮安区	0.3	0.35	0.27	0.3	0.2
2			饶平县	0.32	0.3	0.27	0.3	0.22
3		梅州市	丰顺县	0.3	0.32	0.25	0.3	0.2
4			大埔县	0.32	0.35	0.25	0.3	0.22
5	福建省	漳州市	平和县	0.3	0.3	0.25	0.32	0.2

2.7.6 植被

项目区植被区划为亚热带东部湿润常绿落叶林区，沿线植被类型多样，生长茂盛，林草覆盖率高。植被类型主要有亚热带常绿阔叶林、常绿针叶林、常绿落叶阔叶灌丛，以及常绿果树园和经济林等农业植被。乔木主要有桉树、相思树、樟树、榕树、杉树

等，灌草类主要有桃金娘、假连翘、海桐、木槿、夹竹桃、百喜草、结缕草、狗牙根等，以及茶、油茶、油桐等经济林和多种果树林。经现场调查分析，项目区林草覆盖率约 75.2%，其中潮州段 77.2%、梅州段 72.6%、漳州段 65.3%。

2.7.8 其他

为减小管道施工和运行对沿线环境敏感目标的影响，主体设计在确定线路走向时充分考虑了环境保护敏感目标，如水源保护区、自然保护区、森林公园、风景名胜区等，在条件允许的情况下均进行了避让。

根据主体设计及环评提供资料，本工程管线不涉及饮用水水源保护区、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、地质公园、森林公园以及重要湿地等环境敏感点。沿线分布的环境敏感目标主要为生态保护红线，详见表 2.7.8-1。

表 2.7.8-1 局部涉及生态红线统计表

序号	敏感目标名称		所在地区	与本工程位置关系	施工方式
1	水源涵养与生物多样性维护生态红线	韩江水源涵养-生物多样性维护生态红线	丰顺县	穿越距离约 1.46km	开挖+隧道
2			潮安区	穿越距离约 7.2km	开挖+隧道
3			大埔县	穿越距离约 1.23km	开挖+隧道
4			饶平县	穿越距离约 2.43km	开挖+隧道
5		汀江流域水源涵养与生物多样性维护生态红线	平和县	穿越距离约 0.56km	开挖
6		玳瑁山河源水源涵养与生物多样性维护生态红线	平和县	穿越距离约 1.2km	隧道
7	水土保持生态红线	九龙江下游水土保持生态红线	平和县	穿越距离约 1.32km	隧道

本工程仅局部区段管线临时占地涉及生态红线，阀室永久占地均不涉及，管道路由和阀室选址均已取得沿线地方政府相关主管部门的原则同意。施工时将严格控制施工扰动范围，提高水土流失防治标准，尽可能减小对敏感目标的破坏及影响，同时应符合地方相关规定，后期植被恢复时注重景观与周边环境的协调性。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

对照《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月修订）、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）及规范性文件关于主体工程选址（线）水土保持限制和约束性规定，本方案逐条进行了分析与评价，对主体工程存在水土保持制约性因素且无法避让的提出了相应要求，具体如下：

（1）本项目避让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，未占用国家确定的水土保持长期定位监测站；

（2）本项目避让了泥石流易发区、崩塌滑坡危险区、易引起严重水土流失和生态恶化的地区，兼顾水土保持要求；

（3）管道穿越河流的出土点和入土点均不存在人工营造或自然形成的林带、具有专用功能的草地，避开了河流两岸、护坡和水库周边的植物保护带；

（4）本工程存在一定的水土保持限制性条件，沿线途经3个县涉及粤闽赣红壤国家级水土流失重点治理区，且无法避让。按照有关规定，应提高防治标准、优化施工工艺、减少植被损坏范围、加强补偿措施。而主体设计已充分考虑了沿线地形地貌，合理选择了管道敷设方式和作业带宽度，一般段管道作业带宽度控制在20m，在山区横坡段作业带宽度24m，尽量减少对地表的扰动占压及对地表植被的损坏。优化了施工工艺与方法，如河流大型穿越优先采用盾构方式，因地质及地形因素不宜采用非开挖方式的选择枯水期施工，穿越公路多采用顶管方式，穿越高陡山体采用隧道和定向钻方式，尽量减少开挖；加强施工组织管理，减少大风大雨天气施工，减少土地开挖裸露时间。项目途经的3个县境内执行水土流失防治一级标准，另2个区县境内执行二级标准，本方案依据土壤侵蚀强度、涉及水土流失重点防治区等因素修正了相应的指标值，提高相应的防护工程等级。经与主体设计沟通，进一步优化设计方案以减少弃土弃渣，提高土石方综合利用率，对管沟临时堆土、开挖边坡、弃渣等采取有效的水土流失防治措施，施工结束后对除了建构筑物 and 硬化地面之外的扰动区域，恢复原土地利用类型或采取植物措施，使项目建设范围内的水土流失得到有效控制，生态环境得到一定程度的恢复和改善，确保不产生水土流失危害。

定量分析采取优化措施后，本工程临时占地由可研的415.65hm²减少到397.12hm²，其中管道作业带及各穿越工程施工场地临时占地由341.57hm²减少到

327.87hm²,堆管场临时占地从 15.33hm²减少到 6.65hm²;土石方加大了工程区间调配,借方外购减少 1.5 万 m³,弃渣量减少 4.7 万 m³。

(5) 工程沿线不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、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、森林公园以及重要湿地等环境敏感点,局部区段涉及的环境敏感点主要为生态红线。项目工程环评报告已于 2018 年 6 月取得生态环境部批复(环审〔2018〕25 号)。工程仅局部区段的管线临时占地涉及生态红线,阀室永久占地均不涉及,管道路由和阀室选址均已取得沿线地方政府相关主管部门的原则同意。施工时将严格控制施工扰动范围,提高水土流失防治标准,尽可能减小对敏感目标的破坏及影响,同时应符合地方相关规定,后期植被恢复时注重景观与周边环境的协调性。

综上所述,本项目已避让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监测站,避让了泥石流易发区、崩塌滑坡危险区、易引起严重水土流失和生态恶化的地区、兼顾水土保持要求;避开了河流两岸、护坡和水库周边的植物保护带。但沿线涉及国家级水土流失重点治理区且无法避让,通过采取提高防治指标值、防护工程等级,优化施工工艺与方法,加强施工组织管理,减少了地表和植被损坏范围、开挖裸露时间,提高土石方利用率、减少弃土弃渣,完善了水土保持措施布设,有效控制项目建设可能造成水土流失。因此,主体工程选址(线)基本符合水土保持相关规定和要求,从水土保持角度评价项目建设是可行的。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

根据主体工程特点,本工程建设方案以尽量减少扰动面积、尽量减少土石方量、尽量减少拆迁为原则。主体设计管道穿越公路铁路、河流沟渠、山体时,优先采用顶管、定向钻、隧道等非大开挖穿越方式。管道作业带根据平地段、山区段、不同穿越地段等选择不同开挖基面范围,一般平地段和顺坡段作业带宽度控制在 20m,在山区横坡段作业带宽度 24m,减少地表扰动范围、土方开挖量和破坏植被面积。施工道路在充分利用已有市政道路和城镇道路基础上,尽量选择已有农田小路进行整修,尽可能减少新增便道占地,以减少新增水土流失,整修便道长度占便道总长的 53.56%。堆管场面积由可研的 15.33hm²减少到 6.65hm²。施工生活区直接在附近租赁民房,不新增扰动土地。项目途经 3 个县涉及国家级水土流失重点治理区且无法避让,该县境内防治标准执行一级标准,另 2 个区县境内执行二级标准,本方案依据土壤侵蚀强度、

涉及水土流失重点防治区等因素修正了相应的指标值，提高了排水、拦挡等防护工程等级，考虑布设了消能及沉沙措施。工程选线时充分考虑了沿线环境敏感目标，在条件允许情况下均进行了避让。

因此，本工程建设方案合理，符合水土保持要求。对于建设布局，主体工程设计明确了管道穿越河流、公路、山体等施工位置、穿越长度和施工工艺，但未明确表土堆放位置、施工便道布设位置，本方案结合项目实际给予补充，完善工程临时占地相关建设布局。

3.2.2 工程占地评价

(1) 根据主体设计资料，工程总占地面积为 420.9hm^2 ，其中永久占地面积 5.25hm^2 、临时占地面积 415.65hm^2 。经本方案核定后，本工程总占地面积为 402.37hm^2 ，其中永久占地面积 5.25hm^2 、临时占地面积 397.12hm^2 ，包括：旱地 16.10hm^2 、水田 8.58hm^2 、林地 211.97hm^2 、园地 109.97hm^2 、草地 11.04hm^2 、水域及水利设施用地 14.52hm^2 、交通运输用地 30.01hm^2 、工矿仓储用地 0.19hm^2 。经分析，主体工程占地计列完整全面，不存在漏项，各项目区永久和临时占地均有计列，站外供水管线由供水单位负责建设，场站外部供电工程由地方电力部门负责建设，不属于本工程建设范围，不纳入本工程防治责任范围。

(2) 根据《石油天然气工程项目用地控制指标》（国土资规〔2016〕14号）中规定：管径 $800\text{mm} \leq \text{DN} \leq 1000\text{mm}$ ，分输站用地指标 13000m^2 ，每增加1路分输用地增加 2000m^2 ；清管站用地指标 8000m^2 ；放空区（或火炬）用地指标 400m^2 ；阀室用地指标 1500m^2 。上述用地指标为站场阀室围墙中心线以内的用地面积，围墙以外的护坡、挡土墙、截水沟及边角地等面积根据工程具体情况确定。因此，本工程站场阀室永久项目用地符合行业用地指标要求，管道三桩则按照行业规范要求布设，永久占地面积均满足工程布置及施工要求。

临时占地方面，主体设计考虑了控制扰动地表范围的措施，如：施工机械设备集中堆放在穿越施工场地指定区域或管道作业带占地范围内，不单设材料与设备堆放区；工程建设尽可能利用已有交通条件，尽量减少施工便道的修建；施工生活区采取集中或分散租赁附近民房的方式，不单独建设；以上这些措施均有利于减少工程临时占地面积，本工程施工区的数量、面积及施工作业带宽度等均满足施工要求，符合水土保持的要求。采取优化措施后，本工程临时占地由可研的 415.65hm^2 减少到 397.12hm^2 ，其中管道作业带及各穿越工程施工场地临时占地由 341.57hm^2 减少到

327.87hm²，堆管场临时占地从 15.33hm² 减少到 6.65hm²。

(3) 占地性质方面，项目永久占地是工程后期运行所必须的用地，包括站场、阀室、标志桩的占地；临时占地包括管道作业带、各类穿越工程的施工场地、施工便道、弃渣场（永久性补偿、临时性占地）的占地，工程占地性质合理。占地类型方面，工程占地以林地、园地为主，其次是耕地、草地、水域及水利设施用地、交通用地、工矿仓储用地等。站场、阀室、施工用地均不可避免地占用了耕地，主体设计中对于永久占用耕地的按照“占一补一”的原则计列了土地开垦费，对于临时占用耕地的计列了土地复垦资金，以备后期土地开垦和复垦所用。弃渣场占地以林草地为主，部分占用园地和少量耕地，建议在后续设计及实际施工过程中尽量加大弃渣综合利用，减少弃渣量和渣场占地。后期恢复方面，永久占地以实施地面硬化为主，水土流失量较小；工程尽量采取分标段同时施工，单项工程施工期较短，因此临时占地时间也较短，强烈水土流失发生时间也较短，完工后除硬化区域之外，均按照原土地利用类型进行复耕或恢复林草植被，不会影响项目区土地利用功能，并保持与项目区周边景观的协调。

综上，本工程占地符合国家有关政策的要求，工程占地性质、类型基本合理，工程占地计列全面、不漏项。建议在后续设计或施工过程中进一步优化占地，对沿线不可避免的占用耕地、林地等，本方案也布设了完整有效的水土流失防治措施，施工时重点做好表土剥离、堆存及保护，并按要求落实好后期植被恢复及复耕，恢复原土地利用类型及功能。

3.2.3 土石方平衡评价

(1) 根据主体设计资料，工程土石方挖方总量 250.12 万 m³，填方总量 187.23 万 m³，借方量 1.5 万 m³，余（弃）方 64.39 万 m³。经分析，主体设计未单列表土剥离和回覆量，总图专业匡算阀室区需借方，土石方调配未考虑有效衔接。本方案增加了管道作业带、站场阀室、各穿越工程施工场地、施工便道、弃渣场的表土剥离及回覆量，对各站场阀室土石方量进一步分析和计算，同时考虑项目区间土石方调配，最大程度的减少借方和弃方，挖填借余（弃）总量均有所调整。经本方案核定后，工程土石方挖填数量符合最优化原则，按照工程平面布置及竖向设计分析计算，挖方和填方量合理，工程挖方总量 228.72 万 m³（含表土剥离 36.99 万 m³），填方总量 169.03 万 m³（含表土回覆 36.99 万 m³），调入 11.10 万 m³，调出 11.10 万 m³，无借方，余（弃）方 59.69 万 m³（弃渣场堆放）。

(2) 由管道作业带区调入 4.86 万 m³挖方至河流开挖穿越区修筑围堰，施工结束

后拆除围堰，将 4.86 万 m^3 围堰土全部调回作业带范围内回填夯实。闸室开挖多余表土 1.25 万 m^3 调入临近的管道作业带覆土。管道作业带区管沟挖方 0.13 万 m^3 调入附近的闸室作为填方。对无法被项目本身或周边综合利用的山体隧道出渣 57.93 万 m^3 和韩江盾构出渣 1.75 万 m^3 ，堆放在设置的弃渣场，并采取各项水土流失防治措施。土石方工程较大的挖填环节避开雨季施工，尽量采取多标段施工，减少扰动地表裸露时间，同时通过合理安排工序以缩短工期。工程土石方调配考虑合理，挖填衔接得当，不存在重复开挖、多次倒运的情况。

(3) 主体设计考虑闸室需借方，但不设置取土场，通过外购方式解决。本方案对项目区周边借方来源进行了调查，在建设单位的协助下，对接了项目区附近的合规料场和合法企业，但工程目前尚处于设计阶段，并未开工，即使有公司能够提供满足本工程闸室建设需求的土石方量，但签订土石方供应意向性协议存在不确定性，且借方需求量很小。因此，主体设计接纳了本方案提出的加大工程区间土石方调配的建议，取消外借方。经分析计算后，确认将管道作业带区管沟挖方 0.13 万 m^3 调入临近的闸室作为填方。

(4) 对于各工程区开挖余方，首先加大区间土石方调配力度，最大程度减少外借方和永久弃渣，隧道挖方中的部分石块后期也可考虑作为骨料用于修建截排水沟等防护工程。本方案也对项目区周边进行了余方综合利用调查。由管道作业带区调入 0.13 万 m^3 管沟挖方至临近的闸室作填方；由管道作业带区调入 4.86 万 m^3 挖方至河流开挖穿越区修筑围堰，施工完毕拆除围堰后，将 4.86 万 m^3 围堰土全部调回作业带范围内回填夯实；对目前无法确定能被综合利用的山体隧道出渣 57.93 万 m^3 和韩江盾构出渣 1.75 万 m^3 ，规划设置了 28 处弃渣场（见表 2.2-3），并采取各项水土流失防治措施。对于各工程区开挖剥离的表土也考虑了区间调配利用，将闸室区开挖多余表土 1.25 万 m^3 调入临近的管道作业带区覆土，经土地整治后恢复原土地利用类型。余方调查和处理方式符合水土保持要求。

建议在后续设计及实际施工过程中，进一步加大余方的综合利用，如：在余方利用调查过程中，饶平县自然资源局表示地方土地复垦项目有意向使用本工程余方，但本工程并未开工，对方暂不能明确具体利用方案或签订余方利用协议。但后期实际施工过程中，山体隧道穿越周边若有施工工期和时序能够衔接合理的其他工程需要土石方的，或者本工程修筑挡墙和排水工程能使用隧道出渣的，则可提高综合利用率，减少工程永久弃渣量和渣场使用。

(5) 本方案在主体设计的基础上,对工程建设各组成部分的临时堆土进行了分析和计算,明确了临时堆土数量及其堆存位置,并针对性的布设了各项防护措施(见第5章各分区临时堆土防护)。对于各工程区开挖剥离的表土也明确了具体堆存方式和保护措施,施工结束后及时回覆表土。

3.2.4 取土(石、砂)场设置评价

本工程未设置取土场。

3.2.5 弃土(石、渣、灰、矸石、尾矿)场设置评价

根据弃渣场选址规定及水土流失防治要求,本工程弃渣场设置分析评价如下:

(1) 弃渣场数量

本工程设置山体隧道29处、河流盾构1处,在充分考虑隧道进出口位置、弃渣量及其分布、出渣点和所选弃渣场之间交通条件、拟设渣场地形和地质条件稳定性的基础上,共设置28处隧道弃渣场。渣场选择考虑尽量集中弃渣,数量设置合理。

(2) 弃渣场位置及周边条件

本工程弃渣场基本选择在隧道出渣点附近的缓坡地或支毛沟,占地面积小、地势较平缓,所处沟道流量较小,不涉及河道、水库、湖泊管理范围,不会对行洪安全构成影响。大多数弃渣场周边及下游无公共设施、工业企业、居民点等敏感点。但经多次调查复核,发现有5处渣场下游1km范围内存在上述敏感因素,包括1号、10号、18号、26号、27号。建设单位及时组织主体设计单位开展了定点勘察及测量,对上述渣场进行了专题分析和验算,编制了专题论证报告。根据专题论证结果显示:该5处渣场对下游敏感点不存在重大影响,即选址合理,见附件4。

(3) 弃渣场占地

渣场占地大多数为林地和荒草地,不涉及一级保护林地,部分在出渣点附近确无合适弃渣点的地段占用了园地和少量耕地,未占压基本农田,后期采取复耕、植树种草等措施可恢复原土地利用类型。总体而言,本工程渣场占地未占压基本农田和一级保护林地,不涉及生态红线及自然保护区、森林公园、水源地等环境敏感区,弃渣场占地类型基本合理。

(4) 本方案明确了各弃渣场的堆置方案,详见表2.2-3,并根据渣场所处地形及容量,在确保渣体堆放安全稳定的前提下,布设了符合技术标准及规范要求的水土保持措施,不会对下游造成重大影响。

(5) 本方案综合考虑了弃渣结束后的土地利用方向,堆渣结束后,通过对弃渣

场进行整地恢复，实施复耕、植树种草等措施，可逐渐恢复原土地利用功能和生态景观，与周边环境相协调。

（6）弃渣场选址意见

全线 28 处弃渣场选址均已取得地方相关行政部门出具的确认函，见附件 2。其中，潮安区、大埔县和平和县的相关主管部门在回函中明确了原则同意该区县境内的渣场选址；饶平县自然资源局回函中提出教堂里出口渣场有一小部分涉及禁止建设区，建议调整范围；丰顺县自然资源局回函中提出渣场占用耕地，建议调整选址范围。2022 年 1 月本方案与主体设计进一步沟通，落实上述回函要求。目前，已将丰顺县原占压少许耕地的 14 号渣场（大坪寮 1#+大坪寮 2#+梅仔科渣场）范围进行了调整，丰顺县境内的 3 处渣场均未占用耕地；饶平县 18 号渣场（教堂里出口渣场）在办理选址意见时测量的边界范围为 1.08hm^2 ，实际该渣场占地面积为 0.47hm^2 ，已将原涉及的一小部分禁止建设区调出。主体设计将调整后的 4 个渣场坐标再次报饶平县和丰顺县自然资源局审核，已确认同意该 4 个渣场的最终选址，不再重新回函。

综上所述，通过本方案调查复核、出具专题论证报告后，本工程规划选址的弃渣场总体设置是合理的。建议初步设计及施工图设计单位，结合更详细的地形及地质资料，进一步分析论证弃渣场稳定性，点对点的做好防护措施设计；建议施工单位在工程建设过程中，实施好表土剥离、堆存及保护措施，严格落实“先拦后弃”的原则，适当提高土地整治及植被恢复标准，有效防治项目区水土流失，改善项目区及周边的生态环境和景观效果。

本方案对 28 处弃渣场逐一进行了现场调查及分析评价，详见表 3.2-1。

表 3.2-1 全线实际设置的弃渣场选址合理性分析评价表																			
序号	弃渣场名称	渣场类型	占地面积 (hm ²)	堆渣量(万 m ³)	最大堆高 (m)	渣场级别	上游汇水面积 (km ²)	是否占压基本农田/一级林地	是否涉及生态红线/自然保护区等	水土保持制约因素						选址安全条件			分析与评价结论
										沟道型弃渣场下游情况			其他类型弃渣场周边情况			是否泥石流沟	是否位于滑坡体	是否堆积体或深厚覆盖层	
										公共设施	工业设施	居民点	公共设施	工业设施	居民点				
1	高原出口+高升进口渣场	坡地型	0.90	3.60	19	4	0.10	否	否	下游 100m 有村道，但中间有低洼地间隔开	否	下游 300m 侧方有房屋，房屋高程与渣场底部高程平齐				否	否	否	1、渣场位于支毛沟，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游 100m 有村道，但中间有低洼地间隔开；下游 300m 侧方有房屋，房屋高程与渣场底部高程基本平齐；渣场地势较为平缓，汇水面积小，且堆渣量较少。 经专题论证后 ，该渣场对下游不会产生重大影响，渣场选址合理。
2	坪坑进出口+高原进口渣场	坡地型	1.12	4.49	19	5	0.10	否	否				下游有村道	否	否	否	否	否	1、渣场位于缓坡地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游有村道，地势较为平缓，基本与道路无高差，且局部坑洼处低于道路，汇水面积小，且堆渣量较少，该渣场对下游基本不会产生重大影响。综上，渣场选址基本合理。
3	高升出口+凤山进出口渣场	坡地型	1.21	4.83	19	5	0.09	否	否				下游有河堤	否	否	否	否	否	1、渣场位于缓坡台地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游有凤凰渠河堤，但不涉及河道水库管理范围；地势较为平缓，汇水面积小，且堆渣量较少，该渣场对下游不会产生危害。综上，渣场选址基本合理。
4	丹竹坪进出口渣场	沟道型	0.80	3.19	13	5	0.36	否	否	否	否	下游 300m 侧向有房屋，房屋高于沟底 4m 左右，且中间有山包隔开				否	否	否	1、渣场位于荒沟，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游 300m 侧向有房屋，房屋高于沟底 4m 左右，且中间有小山包间隔开；地势较位平缓，汇水面积不大，且堆渣量较少，该渣场对下游不会产生危害。综上，渣场选址基本合理。
5	照镜窠进口渣场	坡地型	0.25	1.00	10	5	0.06	否	否				否	否	否				1、渣场位于缓坡地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游无敏感因素，地势较平缓，汇水面积较小，且堆渣量较少。综上，渣场选址合理。
6	照镜窠出口渣场	坡地型	0.25	1.00	7	5	0.04	否	否				下方有乡道，基本无高差	否	否				1、渣场位于坡脚台地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下方有乡道，基本无高差，地势较平缓，汇水面积不大，且堆渣量较少。综上，渣场选址基本合理。
7	下大王坑进口渣场	坡地型	0.20	0.82	6	5	0.17	否	否				否	否	否	否	否	否	1、渣场位于缓坡台地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游无敏感因素，地势较为平缓，汇水面积较小，堆渣量较少。综上，渣场选址基本合理。
8	下大王坑出口+大埔 1#+大埔 2#进口渣场	坡地型	0.84	4.57	18	5	0.16	否	否				否	否	否				1、渣场位于坡脚台地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游无敏感因素，地势较平缓，汇水面积较小，且堆渣量较少。综上，渣场选址合理。
9	大埔 2#出口+大埔 3#进口渣场	坡地型	0.77	3.08	20	4	0.17	否	否				否	否	否				1、渣场位于坡脚台地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游无敏感因素，地势较平缓，汇水面积较小，且堆渣量较少。综上，渣场选址合理。
10	大埔 3#出口+无特坑进口渣场	沟道型	1.11	4.43	25	4	0.10	否	否	下游 350m 有乡道和养殖棚	否	否							1、渣场位于荒沟，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游 350m 有乡道和养殖棚；渣场地势较为平缓，汇水面积不大，堆渣量较少。 经专题论证后 ，该渣场对下游不会产生重大影响，渣场选址合理。
11	无特坑出口渣场	坡地型	0.64	2.55	15	5	0.35	否	否				侧向有村道且基本无高差，局部坑洼处地势低于道路	否	否				1、渣场位于缓坡地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场侧向有村道、基本无高差，局部坑洼处低于道路，下游无其它敏感因素，总体地势较平缓，汇水面积较小，且堆渣量较少。综上，渣场选址合理。

12	马鞍山进口渣场	坡地型	0.38	1.52	9	5	0.40	否	否				上方及侧向有村道，且路比渣场地势高	否	否				1、渣场位于缓坡地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场上方及侧向有村道，且路比渣场地势高，下游无其它敏感因素，总体地势较平缓，汇水面积较小，且堆渣量较少。综上，渣场选址合理。
13	马鞍山出口+石子岭进出口+教堂里进口渣场	坡地型	2.31	9.23	20	4	0.03	否	否				否	否	否	否	否	否	1、渣场位于缓坡地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游无敏感因素，地势平缓，汇水面积较小，且堆渣量较少。综上，渣场选址合理。
14	大坪寮 1#+大坪寮 2#+梅仔科进口渣场	坡地型	0.76	3.03	19	5	0.03	否	否				否	否	否	否	否	否	1、渣场位于缓坡地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游无敏感因素，地势较平缓，汇水面积较小，且堆渣量较少。综上，渣场选址合理。
15	谷山进口+韩江盾构渣场	坡地型	0.88	3.53	5	5	0.09	否	否				否	否	否	否	否	否	1、渣场位于缓坡地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游无敏感因素，地势较平缓，汇水面积较小，且堆渣量较少。综上，渣场选址合理。
16	谷山出口渣场	坡地型	0.23	0.92	8	5	0.02	否	否	否	否	下游 200m 外侧向有房屋，房屋高于沟底 3-5m				否	否	否	1、渣场位于支毛沟，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游 200m 外侧向有房屋，房屋高于沟底 3-5m；地势较为平缓，汇水面积较小，堆渣量较少且堆高较低，对下游基本不会产生危害。综上，渣场选址基本合理。
17	燕坑进出口渣场	坡地型	0.61	2.43	17	5	0.06	否	否				否	否	否	否	否	否	1、渣场位于缓坡地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游无敏感因素，地势较平缓，汇水面积较小，且堆渣量较少。综上，渣场选址合理。
18	教堂里出口渣场	坡地型	0.47	1.88	9	4	0.05	否	否	否	否	下游 550m 有房屋，但在 300m 处有洼地间隔开				否	否	否	1、渣场位于支毛沟，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、下游 550m 有房屋，但在 300m 处有洼地间隔开；渣场地势较平缓，汇水面积较小，堆渣量较少。 经专题论证后 ，该渣场对下游不会产生重大影响，渣场选址合理。
19	同罗柯进口渣场	坡地型	0.23	0.94	5	5	0.05	否	否				渣场对面 110m 为省道，但中间有低凹的沟渠间隔开	否	否	否	否	否	1、渣场位于缓坡台地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场对面 110m 为省道，但中间有低凹的沟渠间隔开；地势较平缓，汇水面积较小，堆渣量较少且堆高较低，对下游不会产生重大影响。综上，渣场选址基本合理。
20	同罗柯出口渣场	坡地型	0.23	0.94	5	5	0.01	否	否				下方 50m 有村道	否	否	否	否	否	1、渣场位于坡脚台地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下方 50m 有村道，地势较为平缓，堆渣量较少且堆高较低，汇水面积较小，对下游基本不会产生重大影响。综上，渣场选址基本合理。
21	楼后进出口+新村进口+崎岭铺进出口渣场	沟道型	1.03	4.10	17	5	0.10	否	否	下游 330m 有国道	否	否				否	否	否	1、渣场位于沟头处，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游 330m 有国道，地势较平缓，汇水面积较小，且堆渣量较少，对下游基本不会产生危害。综上，渣场选址基本合理。
22	焦坪进口+新村出口渣场	坡地型	0.53	2.13	10	5	0.04	否	否				否	否	否	否	否	否	1、渣场位于缓坡之上，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游无敏感因素，地势较平缓，汇水面积较小，且堆渣量较少。综上，渣场选址基本合理。
23	焦坪出口渣场	坡地型	0.24	0.94	15	5	0.02	否	否				否	否	否	否	否	否	1、渣场位于缓坡地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游无敏感因素，地势较平缓，汇水面积较小，且堆渣量较少。综上，渣场选址基本合理。
24	后尖尾进口渣场	坡地型	0.33	1.33	15	5	0.01	否	否				否	否	否	否	否	否	1、渣场位于缓坡地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游无敏感因素，地势较平缓，汇水面积较小，且堆渣量较少。综上，渣场选址基本合理。

3 项目水土保持评价

25	后尖尾出口渣场+大伦坪进口渣场	坡地型	1.09	4.34	16	5	0.60	否	否	否	否	否				否	否	否	1、渣场位于荒沟内，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游无敏感因素，地势较平缓，汇水面积较小，且堆渣量较少。综上，渣场选址基本合理。
26	高仔田 1#进口+大伦坪出口渣场	坡地型	1.28	5.13	19	5	0.02	否	否				否	否	下游侧向 200m 有 1 处民房	否	否	否	1、渣场位于缓坡之上，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游侧向 200m 有 1 处民房；地势较平缓，汇水面积较小，堆渣量较少。 经搬迁该房屋后 ，渣场对下游不会产生重大影响，渣场选址基本合理。
27	高仔田 2#进口+高仔田 1#出口渣场	坡地型	0.75	3.00	17	4	0.04	否	否				否	否	下游侧向 650 有民房	否	否	否	1、渣场位于缓坡地，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游侧向 650 有民房；地势较平缓，汇水面积较小，堆渣量较少。 经专题论证后 ，该渣场对下游不会产生重大影响，渣场选址合理。
28	大坑进出口+高仔田出口 2#渣场	沟道型	1.19	4.76	19	5	0.58	否	否	否	否	否				否	否	否	1、渣场位于荒沟内，所在区域未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质，工程地质条件良好，场地稳定；2、渣场下游无敏感因素，地势较平缓，汇水面积不大，且堆渣量较少，对下游不会产生危害。综上，渣场选址合理。

3.2.6 施工方法与工艺评价

施工工艺方面，本工程以管沟敷设为主，穿越工程设计综合考虑工程造价和地层条件，尽量采用隧道、定向钻、顶管等穿越方式，最大限度的减少水土流失、减少扰动范围；在管道施工过程中尽量减少裸露时间和裸露面积，弃渣按照“先拦后弃”的原则，同时及时进行渣面的恢复处理，降低管道施工产生的水土流失危害。

管沟敷设施工工艺：管沟敷设采用机械和人工配合方式，分层开挖，表层熟土和下层生土集中堆放，管道下沟后尽快分层回填、分层碾压，分段施工、随挖随填，能有效缩短松散土体裸露堆放的时间，减少水土流失量。一般地段的管道敷设采取多开标段，缩短各标段里程数的方法，缩短表土裸露时间。水田水塘地段的管道在作业带边缘开挖排水沟或修筑拦水坝等，满足水土保持要求。管道爬坡敷设临时堆土可采用台阶式堆放方式堆放在管道一侧，并及时夯实，有助于保持堆土稳定；施工结束后，沿等高线分级修筑截水墙和堡坎，维护边坡稳定和管道安全，梯田段完成坡地改造，符合水土保持要求。管道横坡敷设在下边坡设置挡墙或堡坎，维护管道安全的同时具有水土保持功能，符合水土保持要求。本方案建议主体工程在后续设计中，针对局部区域水田坑塘分布、管沟较难开挖等特点，及时优化调整施工工艺，如可改用顶管穿越等，以减少对地表的扰动破坏。

山体穿越工程施工工艺：钻爆隧道法施工不会对山体坡面造成较大破坏，减少了对地表及植被的扰动和破坏，隧道穿越防水及排水采取“防、排、堵、截”相结合的方式，隧道出渣集中堆放于弃渣场，符合水土保持要求。

河流穿越工程施工工艺：河流穿越尽量安排在枯水期施工，避开汛期，有效减少因降水和洪水冲刷带走泥浆或临时堆土而造成的水土流失，符合水土保持要求。盾构隧道、顶管穿越河流的工艺成熟，不会对河道和河堤造成破坏，且减少了工程扰动地表面积和土石方量，符合水土保持要求。对直接开挖穿越小型河流沟渠水塘，管道敷设时布设排水沟、护坡等进行防护，符合水土保持要求。部分河流开挖段采取分段围堰施工或设置导流沟，采用土石围堰，围堰土利用本工程管道作业带开挖方；施工完毕后拆除围堰，及时将土方回填至附近作业带范围内夯实处理。河流开挖穿越施工结束后，恢复河道断面和水系畅通，采取护岸、护底、防冲墙等水工保护措施，符合水土保持要求。

公路穿越工程施工工艺：等级公路采取顶管穿越方式，不会破坏路面、绿化带及其排水系统，减少了对地表的扰动和土石方量，符合水土保持要求；直接开挖穿越公

路时，采取恢复道路排水沟、栽植行道树等措施，符合水土保持要求。

综上，本工程的施工方法与工艺不仅确保主体工程顺利实施，而且综合考虑了水土保持要求，注重施工过程中的临时防护，施工结束后及时复耕或进行恢复植被，能有效控制工程建设产生的水土流失。

3.2.7 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

主体工程设计从保护管道安全的角度已考虑了一部分具有水土保持功能的防护措施。本方案从水土保持角度对其进行分析评价，按照“水土保持工程界定原则”进行界定，评价措施的防治能力，并提出应补充设计的水土保持措施，以进一步完善工程水土流失防治措施体系。主体工程设计的具有水土保持功能的防护措施具体如下：

(1) 管道作业带区

1) 顺坡和横坡段修筑的浆砌石挡土墙、堡坎

管道在山丘区敷设时，在坡脚布设有浆砌石挡土墙或堡坎，以稳固因开挖而不稳定的土体，防止扰动后的松散土在上游来水流冲刷下发生崩塌，导致管道出露悬空等危害的发生。主体工程设计的挡土墙，主要针对管道经过较高较陡边坡的开挖、崩塌、横切坡体等松散土体的防护，防护等级较高，一般高度 1.5-5m，兼有水土保持功能。

2) 顺坡和横坡段修筑的浆砌石、生态袋护坡

为稳定山丘区陡坡段因开挖扰动而裸露的边坡，避免管沟因上游来水冲刷而出露悬空等危害的发生，主体工程一般采用浆砌石护坡，护坡常与挡土墙结合，下部为挡土墙，上方为护坡，兼有水土保持功能。

管道顺坡敷设时，对坡面大于 15°顺坡采用生态袋护坡；横坡敷设时，对高度大于 2m 边坡一般采用生态袋护坡。生态袋应垂直于轴线方向铺设，人工装土将土袋容积填充至 80%-90%左右为宜，上一层土袋与下一层土袋应错缝搭接，错缝搭接长度控制在 20cm-30cm，每个生态袋装土 0.3m³，满足水土保持要求。

3) 顺坡段管沟内地下截水墙

管道顺坡段为防止地表水侵入管沟内掏空回填土，形成过水管涌通道，根据不同山坡坡度，主体设计对作业带每隔 20-30m 在管沟内修筑一道浆砌石截水墙，坡度陡时可采取管沟现浇混凝土的方式，墙高与地面齐平，防止管沟内泥水下移，回填土被带走。截水墙以稳定管道的作用为主，兼有防止地表水侵入后掏空回填土，以浆砌石为主，兼有水土保持功能。

4) 截水沟、急流槽

管道横坡敷设段，在边坡上方来水区段布设截水沟，陡坡段布设急流槽，可以有效减少管道作业带产生地面径流，满足水土保持要求。

5) 排水沟

管道开挖经过山前横坡过水区段，施工过程中选取低洼区域布设排水沟疏排雨水，以及在坡度较陡、汇水较集中的顺坡区段作业带外侧布设坡面排水沟，可按永临结合的方式布设，有效减少管道作业带地表径流，满足水土保持要求。

6) 恢复农田地埂、排灌沟渠

管道开挖经过耕地段，破坏了原有农田地埂、排灌沟渠，施工完毕后及时恢复农田地埂、排灌沟渠，采取复耕。

分析评价：主体设计的浆砌石挡土墙、地下截水墙是为保护主体工程稳定而布设的工程措施，是主体工程的重要分部工程，不界定为水土保持工程。截水沟、急流槽、排水沟、草袋堡坎、生态袋护坡、浆砌石护坡、恢复农田地埂和水渠等具有水土保持功能，能够起到防治水土流失的效果，本方案将其界定为水土保持措施，在第5章对上述措施进行分析验算，并纳入投资。后续章节将补充的水土保持措施包括：表土剥离及防护、临时排水沟、临时堆土及防护、表土回覆、土地整治、复耕、植被恢复等。

(2) 河流及沟渠穿越区

1) 河流开挖段地下防冲墙

为防止坡降较大、土质松软的河床下切，造成管道埋深变浅，在管道穿越的下游适当位置设置地下防冲墙，以防河床表面土石被冲走，从而保证管道安全埋深。主体工程在河流穿越时采取地下防冲墙尺寸宽一般为1.5-2m，长一般与沟底宽相同。

2) 河流开挖段生态袋、浆砌石护岸

直接开挖穿越部分中小型河流时，为避免施工扰动破坏河渠岸坡的土体稳定，结合防洪评价报告成果，在管线敷设后，对河道和沟渠岸坡进行整治，恢复河道断面，采用生态袋护岸或浆砌石护岸，减少对岸坡的冲刷侵蚀，满足水土保持要求。

3) 河流开挖时围堰修筑及拆除

开挖穿越有水河流时，需要在河流上下游修筑围堰，为减少扰动范围，围堰土采用附近管道作业带管沟开挖及导流沟开挖的临时土方，施工完毕后对围堰进行拆除，及时回填至作业带开挖范围内，兼有水土保持功能。

分析评价：主体工程设计的地下防冲墙、围堰修筑是为保护主体工程施工及稳定而布设的工程措施，是主体工程的重要分部工程，不界定为水土保持工程。开挖穿越

河渠时采用生态袋、浆砌石护岸具有水土保持功能，能够起到防治水土流失的效果，本方案将其界定为水土保持措施并纳入投资。后续章节将补充的水土保持措施包括：表土剥离及防护、临时排水沟、临时堆土及防护、泥浆池、表土回覆、土地整治、复耕、植被恢复等。

（3）山体穿越区

1）截排水沟、急流槽

山体隧道穿越时，根据地形在洞口布置截排水沟，截水沟末端急流段布设急流槽，有效减少施工作业面地表径流及冲刷，满足水土保持要求。

2）洞口边仰坡浆砌石护坡

山体隧道穿越时，根据进出洞口地质情况，对较陡的边仰坡适当选用锚喷、浆砌石护坡等支护措施，保证进洞安全。

分析评价：主体工程设计的截排水沟、急流槽具有水土保持功能，能够起到防治水土流失的效果，本方案将其界定为水土保持措施，在第5章对上述措施进行分析验算，并纳入投资。主体工程设计的较陡边仰坡浆砌石护坡，是为保护主体工程稳定而布设的工程措施，是主体工程的重要分部工程，不界定为水土保持工程。后续章节将补充的水土保持措施包括：表土剥离及防护、临时排水沟、临时堆土及防护、泥沙池、表土回覆、土地整治等。

（4）公路穿越区

1）恢复道路排水沟

工程施工破坏原有公路的排水系统，主体工程设计了恢复原有排水系统，具有水土保持功能。

分析评价：主体工程设计的排水沟具有水土保持工程，能够起到防治水土流失的效果，本方案将其界定为水土保持措施并全部纳入投资。后续章节将补充设计的水土保持措施包括：表土剥离及防护、彩条布铺垫、临时排水沟、临时堆土及防护、表土回填、土地整治等。

（5）站场阀室区

1）截排水沟

主体工程设计对阀室围墙周边和进场道路两侧，结合所处地形设置了混凝土截排水沟。上述排水工程以水土保持功能为主，具有水土保持功能。

2）地面硬化

主体设计考虑防火要求，对阀室空地区域均采取硬化处理，硬化主要为主体工程服务，兼有水土保持功能。

3) 浆砌石挡墙

主体设计结合地形条件，对阀室围墙外及边坡坡脚设置浆砌石挡墙，以稳固因开挖而不稳定的土体，保护主体工程边坡安全稳固。挡土墙常与护坡结合，下部为挡土墙，上方为护坡，兼有水土保持功能。

4) 浆砌石护坡、挂网植草护坡

主体设计对山丘区阀室场外边坡和进场道路两侧边坡区域，结合地形条件，采取浆砌石护坡或挂网植草护坡，以防护山丘区阀室因开挖扰动而裸露的边坡，又起到防治水土流失的效果，满足水土保持要求。

分析评价：主体工程设计的地面硬化、浆砌石挡墙是主体工程的重要分部工程，不界定为水土保持工程。截排水沟、浆砌石护坡、挂网植草护坡具有水土保持功能工程，能够起到防治水土流失的效果，本方案将其界定为水土保持措施，并在第5章对排水工程进行分析验算，纳入水保投资。后续章节将补充的水土保持措施包括：表土剥离及防护、临时排水沟、临时堆土及防护、沉沙池、表土回填、土地整治等。

(6) 施工便道区

主体工程设计未布设具有水土保持功能的措施，本方案根据新建和整修施工便道的不同特点，后续章节将补充：施工边界警戒标识、表土剥离及防护、临时排水沟、临时堆土及防护、截排水沟、沉沙池、表土回覆、土地整治、复耕、植被恢复等措施。

(7) 弃渣场区

主体工程设计考虑了弃渣场拦挡、排水等防护要求，但仅针对挡墙开展了设计和工程量计算，未针对排水工程和其他防护措施开展设计。

分析评价：主体工程设计的挡渣墙具有水土保持功能，能够起到防治水土流失的效果，界定为水土保持措施，在第5章对其进行分析验算，并纳入投资。本方案根据弃渣场设置实际情况，结合项目区及周边地形、堆渣要求，将补充布设表土剥离及防护、临时排水沟、临时堆土及防护、截排水沟、沉沙池、表土回覆、渣面整治、复耕、植被恢复等措施。

(8) 堆管场区

主体工程设计未布设具有水土保持功能的措施，本方案根据堆管场区特点，后续章节将补充布设彩条布铺垫、土地整治、恢复原土地利用类型等措施。

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

根据主体工程设计资料及前述水土保持评价内容,按照水土保持措施界定原则,对主体工程设计中界定为水土保持措施的工程类型、数量及投资,依据分区、措施类别进行统计,将其投资纳入本方案投资估算中。主体工程设计中具有水土保持功能工程被界定为水土保持措施的工程类型、数量及投资见表 3.3-1。

表 3.3-1 主体工程设计中界定为水土保持措施的工程类型、数量及投资汇总表

序号	项目	单位	数量	结构型式	设计标准	单价(元)	投资(万元)
广州段							
1	管道作业带区						
1.1	截排水沟	m	4038.2	浆砌石	截水沟: 梯形断面, 底宽 0.5m×深 0.5m, 边坡坡比 1:0.5, 侧墙和底板厚 30cm, 每隔 15m 设一道沉陷缝, 缝内填塞沥青麻絮。 排水沟: 矩形断面, 尺寸 0.5m×0.5m, 侧墙和底板厚 30cm, 每隔 15m 设一道伸缩缝, 缝宽 2cm, 缝内填塞沥青麻絮。		
	土方开挖	m ³	3610.84			28.46	10.28
	浆砌块石	m ³	2565.52			515.47	132.25
1.2	急流槽	m	566.25	浆砌石	矩形断面结构, 尺寸 0.5m×0.5m, 侧墙和底板厚 30cm, 防滑平台宽 75cm, 间距 150cm, 急流槽下端消力池长 200cm, 设 2 处消力坎, 1 级坎高 20cm, 梯形断面, 边坡 1:0.5, 2 级坎高 10cm, 矩形断面。		
	土方开挖	m ³	498.3			28.46	1.42
	浆砌块石	m	356.74			515.47	18.39
1.3	生态袋护坡	m ²	249242	生态袋		315.85	2361.69
1.4	浆砌石护坡	m ³	1773	浆砌石		522.56	92.65
1.5	挂网喷播植草	m ²	515.25			38.97	2.01
1.6	恢复农田地埂	m	352	土埂	梯形断面, 顶宽 0.3m×底宽 0.6m×高 0.3m, 边坡坡比 1: 0.5		
	夯实土方	m ³	47.52			72.48	0.34
1.7	恢复农田水渠	m	176	混凝土	U 型槽排水沟, 上口宽 0.77m×深 0.6m, 圆弧半径 0.3m, 砼厚 5cm		
	混凝土排水沟	m ³	66.89			517.00	3.46
2	河流及沟渠穿越区						
2.1	生态袋护岸	m ²	7128	生态袋		310.85	77.55
2.2	浆砌石护岸	m ³	972	浆砌石		522.56	50.79
3	公路穿越区						
3.1	排水沟	m	3204	浆砌石	浆砌石矩形排水边沟, 尺寸 0.3m-0.5m, 厚 0.3m		
	土方开挖	m ³	2242.8			28.46	6.38
	浆砌块石	m ³	1730.16			515.47	89.18
4	山体穿越区						
4.1	截排水沟	m	2600	浆砌石	M7.5 浆砌石, 矩形断面结构, 尺寸 0.5m×0.5m, 侧墙和底板厚 30cm, 每隔 15m 设置一道伸缩缝, 缝宽 2cm, 缝内填塞沥青麻絮。		
	土方开挖	m ³	2288			28.46	6.51
	浆砌块石	m ³	1638			515.47	84.43

4.2	急流槽	m	400	浆砌石	M7.5 浆砌石, 矩形断面结构, 尺寸 0.5m×0.5m, 侧墙和底板厚 30cm, 防滑平台宽 75cm, 间距 150cm, 急流槽下端消力池长 200cm, 设 2 处消力坎, 1 级坎高 20cm, 梯形断面, 边坡 1:0.5, 2 级坎高 10cm, 矩形断面。		
	土方开挖	m ³	352			28.46	1.00
	浆砌块石	m ³	252			515.47	12.99
4.3	挂网喷播植草	m ²	1260			38.97	4.91
5	站场闸室区						
5.1	混凝土排水沟	m	2254.67	混凝土	矩形断面, 尺寸 0.5m×0.5m, 侧墙和底板厚 15cm		
	土方开挖	m ³	1172.43			28.46	3.34
	混凝土	m ³	608.76			517.00	31.47
5.2	浆砌石护坡	m ³	900	浆砌石		522.56	47.03
5.3	挂网喷播植草	m ²	2600			38.97	10.13
6	弃渣场区						
6.1	挡渣墙	m	1575.12				
	基础开挖	m ³	537.12			30.38	1.63
	浆砌块石	m ³	13861.08			515.47	714.50
小计							3764.33
福建段							
1	管道作业带区						
1.1	截排水沟	m	2703	浆砌石	截水沟: 梯形断面, 底宽 0.5m×深 0.5m, 边坡坡比 1:0.5, 侧墙和底板厚 30cm, 每隔 15m 设一道沉陷缝, 缝内填塞沥青麻絮。 排水沟: 矩形断面, 尺寸 0.5m×0.5m, 侧墙和底板厚 30cm, 每隔 15m 设一道伸缩缝, 缝宽 2cm, 缝内填塞沥青麻絮。		
	土方开挖	m ³	2382.64			26.81	6.39
	浆砌块石	m ³	1704.39			465.49	79.34
1.2	急流槽	m	402.45	浆砌石	矩形断面结构, 尺寸 0.5m×0.5m, 侧墙和底板厚 30cm, 防滑平台宽 75cm, 间距 150cm, 急流槽下端消力池长 200cm, 设 2 处消力坎, 1 级坎高 20cm, 梯形断面, 边坡 1:0.5, 2 级坎高 10cm, 矩形断面。		
	土方开挖	m ³	354.16			26.81	0.95
	浆砌块石	m	253.54			465.49	11.80
1.3	生态袋护坡	m ²	187810	生态袋		301.26	1697.40
1.4	浆砌石护坡	m ³	1341.5	浆砌石		473.13	63.47
2	河流及沟渠穿越区						
2.1	生态袋护岸	m ²	3690	生态袋		296.26	38.26
2.2	浆砌石护岸	m ³	405	浆砌石		473.13	19.16
3	公路穿越区						
3.1	排水沟	m	2664	浆砌石	浆砌石矩形排水边沟, 尺寸 0.3m-0.5m, 厚 0.3m		
	土方开挖	m ³	1864.8			26.81	5.00
	浆砌块石	m ³	1438.56			465.49	66.96
4	山体穿越区						
4.1	截排水沟	m	1170	浆砌石	M7.5 浆砌石, 矩形断面结构, 尺寸 0.5m×0.5m, 侧墙和底板厚 30cm, 每隔 15m 设置一道伸缩缝, 缝宽 2cm, 缝内填塞沥青麻絮。		
	土方开挖	m ³	1029.6			26.81	2.76

3 项目水土保持评价

	浆砌块石	m ³	737.1			465.49	34.31
4.2	急流槽	m	180	浆砌石	M7.5 浆砌石，矩形断面结构，尺寸 0.5m×0.5m，侧墙和底板厚 30cm，防滑平台宽 75cm，间距 150cm，急流槽下端消力池长 200cm，设 2 处消力坎，1 级坎高 20cm，梯形断面，边坡 1:0.5，2 级坎高 10cm，矩形断面。		
	土方开挖	m ³	158.4			26.81	0.42
	浆砌块石	m ³	113.4			465.49	5.28
4.3	挂网喷播植草	m ²	540			35.85	1.94
5	站场闸室区						
5.1	混凝土排水沟	m	720.44	混凝土	矩形断面，尺寸 0.5m×0.5m，侧墙和底板厚 15cm		
	土方开挖	m ³	374.63			26.81	1.00
	混凝土	m ³	194.52			451.00	8.77
5.2	浆砌石护坡	m ³	90	浆砌石		473.13	4.26
5.3	挂网喷播植草	m ²	690			35.85	2.47
6	弃渣场区						
6.1	挡渣墙	m	731.59				
	基础开挖	m ³	249.47			28.62	0.71
	浆砌块石	m ³	6438.02			465.49	299.68
小计							2350.35
合计							6114.68

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

(1) 项目区水土流失现状

本项目位于南方红壤区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。根据全国水土保持规划、两省发布的水土保持规划及 2020 年水土保持公报等结果，经统计，项目涉及的 2 省 3 市 5 区县水土流失面积共计 1641.73km^2 ，其中轻度侵蚀面积 652.03km^2 （占水土流失面积的 39.72 %）、中度侵蚀面积 445.82km^2 （占水土流失面积的 27.16 %），项目区水土流失类型主要为水力侵蚀，侵蚀强度以轻度为主，详见表 4.1-1。

经计算，本项目总用地面积 402.37km^2 ，轻度及以上水土流失面积 209.29km^2 ，占总面积的 52.02 %，其中轻度侵蚀 166.73hm^2 、中度侵蚀 42.56hm^2 ，详见表 4.1-2。

表4.1-1 项目行政区水土流失情况表

省	市	区县	水土流失面积 (km^2)	各级强度流失面积及其占流失总面积的比例					
				轻度		中度		强烈及以上	
				面积 (km^2)	占水土流失面积比例 (%)	面积 (km^2)	占水土流失面积比例 (%)	面积 (km^2)	占水土流失面积比例 (%)
广东省	潮州市	潮安区	89.42	31.03	34.70	33.11	37.03	25.28	28.27
		饶平县	246.12	88.04	35.77	82.65	33.58	75.43	30.65
	梅州市	大埔县	521.45	138.19	26.50	135.75	26.03	247.51	47.47
		丰顺县	517.2	149.79	28.96	183.62	35.50	183.79	35.54
福建省	漳州市	平和县	267.54	244.98	91.57	10.69	4.00	11.87	4.44

表4.1-2 项目区水土流失面积统计表

项目分区	占地面积 (hm^2)	微度		轻度		中度		轻度及以上流失面积	
		面积 (hm^2)	占总面积比例 (%)	面积 (hm^2)	占总面积比例 (%)	面积 (hm^2)	占总面积比例 (%)	面积 (hm^2)	占总面积比例 (%)
站场闸室区	5.25	3.55	67.59	1.70	32.41			1.70	32.41
管道作业带区	272.61	110.27	40.45	124.48	45.66	37.87	13.89	162.34	59.55
河流及沟渠穿越区	19.42	17.48	90.00	1.94	10.00			1.94	10.00
公路穿越区	23.79	22.25	93.54	1.54	6.46			1.54	6.46
山体穿越区	12.05			10.85	90.00	1.21	10.00	12.05	100.00
施工便道区	41.97	33.51	79.85	8.15	19.43	0.31	0.73	8.46	20.15
弃渣场区	20.63			17.45	84.58	3.18	15.42	20.63	100.00
堆管场区	6.65	6.02	90.51	0.63	9.49			0.63	9.49
小计	402.37	193.08	47.98	166.73	41.44	42.56	10.58	209.29	52.02

(2) 水土流失背景值

项目区水土流失背景值按照相关标准规定，结合实地调查进行综合分析确定。采取土地利用、坡度和植被覆盖度三因子综合判别土壤侵蚀强度等级，结合外业调查复核、咨询当地水行政主管部门和水土保持专家意见，确定项目建设扰动区域水土流失强度等级和面积。根据项目区不同的占地类型，采用加权平均的方法得到各工程区原

地貌土壤侵蚀模数均值。详见表4.1-3和表4.1-4。

表 4.1-3 不同土地利用类型土壤侵蚀强度

占地类型		坡度（°）	林草覆盖度（%）	土壤侵蚀模数 （t/（km ² ·a））	土壤侵蚀强度
耕地	水田	0～5°	-	350	微度
	旱地	0～5°	-	400	微度
		5～15°	-	900	轻度
		>15°	-	2500	中度
园地		0～5°	-	400	微度
		5～25°	-	860	轻度
		>25°	-	2500	中度
林地		0～5°	>60%	360	微度
		5～25°	>60%	800	轻度
		>25°	>60%	2500	中度
草地		0～5°	>60%	400	微度
		5～25°	>60%	860	轻度
交通运输用地	公路用地	0～8°	-	300	微度
水域及水利设施用地	坑塘水面	-	-	/	/
	沟渠	-	-	/	/
工矿仓储用地		0～8°	-	500	轻度

表 4.1-4 本工程原地貌土壤侵蚀模数取值表

项目分区		占地类型及面积（hm ² ）							小计	年水土 流失量 （t）	平均土 壤侵蚀 模数（t/ （km ² ·a））	
		耕地		林地	园地	草地	水域及 水利设 施用地	交通 运输 用地				工矿 仓储 用地
		旱地	水田			其他 草地						
站场阀室区		2.14	0.02	1.13	1.10	0.66			0.19	5.25	27.86	530.78
管道 作业 带区	平地	2.20	8.22	82.63	53.33				146.38	681.12	465.30	
	顺坡 横坡			81.61	44.62				126.23	1672.34	1324.85	
河流及沟渠 穿越区		0.56		1.30		3.04	14.52		19.42	21.37	110.01	
公路穿越区		5.20		8.40		1.76		8.42	23.79	90.47	380.33	
山体穿越区				12.05					12.05	116.89	970.00	
施工便道区		4.08		11.21	3.06	2.04		21.59	41.97	180.48	430.01	
弃渣场区		1.55		11.59	5.53	1.97			20.63	224.50	1088.26	
堆管场区		0.38	0.34	2.04	2.33	1.57			6.65	28.49	428.49	
合计		16.10	8.58	211.97	109.97	11.04	14.52	30.01	402.37	3043.51	756.39	

(3) 水土流失重点防治区

本项目属于新建建设类项目，途经广东、福建共 2 省 3 市 5 区县，涉及南方红壤区 1 个水土保持区划。根据《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）》、《广东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》、《福建省水土保持规划（2016-2030 年）》，管道沿线经过的广东省梅州市大埔县、丰顺县和福建省漳州市平和县属于粤闽赣红壤国家级水土流失重点治理区，广东省潮州市潮安区、饶平县不涉及水土流失重点预防区或治理区。

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 工程建设对水土流失的影响

工程建设对当地的水土流失影响主要在施工准备与施工期的施工活动改变、损坏或压埋原有地貌及植被，形成地表裸露，降低原有地貌与植被的固土、抗蚀能力，加剧水土流失。管道建设过程中水土流失主要发生在施工准备与施工期，管道作业带、河流及沟渠和公路穿越、施工道路区等是主体工程建设对地面扰动范围较大的区域，可能造成的水土流失量也较大，水土流失类型以水力侵蚀为主，因此这些区域需采取工程措施、植物措施及临时措施，构成行之有效的防治体系，遏制新增水土流失的发生和发展。

4.2.2 扰动地表、损毁植被面积

本项目建设区面积即为扰动地表面积，根据主体设计相关资料，采取实地调查与量测图纸相结合的方法，确定项目工程扰动地表的面积为 402.37hm^2 ，其中永久占地 5.25hm^2 、临时占地面积 397.12hm^2 ，详见“2.3 工程占地”章节。经统计，损毁植被面积共计 223.01hm^2 ，包括林地 211.97hm^2 、草地 11.04hm^2 ，详见表 4.2-1。

表 4.2-1 本工程损毁植被面积统计表 单位: hm^2

省级行政区	项目分区		占地类型		损毁植被面积
			林地	草地	
				其他草地	
广东省	站场阀室区		1.02	0.61	1.63
	管道作业带区	平地段	82.63		82.63
		顺坡横坡段	72.57		72.57
	河流及沟渠穿越区		1.11	2.60	3.71
	公路穿越区		5.49	1.06	6.55
	山体穿越区		8.45		8.45
	施工便道区		10.52	1.91	12.43
	弃渣场区		10.44	1.97	12.41
	堆管场区		1.83	1.16	2.98
	合计		194.06	9.30	203.36
福建省	站场阀室区		0.12	0.05	0.16
	管道作业带区	平地段			
		顺坡横坡段	9.04		9.04
	河流及沟渠穿越区		0.19	0.45	0.64
	公路穿越区		2.91	0.70	3.62
	山体穿越区		3.60		3.60
	施工便道区		0.69	0.13	0.82
	弃渣场区		1.14		1.14
	堆管场区		0.21	0.42	0.62
	合计		17.90	1.74	19.64
总计			211.97	11.04	223.01

4.2.3 弃土（石、渣）量

经本方案计算，工程土石方挖方总量 228.72万 m^3 （含表土剥离 36.99万 m^3 ），

填方总量 169.03 万 m^3 (含表土回覆 36.99 万 m^3)，调入 11.10 万 m^3 ，调出 11.10 万 m^3 ，无借方，弃方 59.69 万 m^3 (弃渣场堆放)。(详见“3.5 土石方平衡与调配”章节)

工程共规划布置 28 个弃渣场，具体位置详见表 2.2-3。根据主体设计的隧道断面和穿越长度，考虑隧道衬砌等因素，复核弃方量为 59.69 万 m^3 (自然方)。按弃渣组成考虑松散系数，折算堆渣量约 83.72 万 m^3 (松方)。依据主体设计的地形图开展现场调查及分析，弃渣场总容积约 97.7 万 m^3 ，渣场容量满足本工程弃渣要求。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测单元

水土流失预测范围为项目水土流失防治责任范围。本方案根据工程分区划分为站场闸室区、管道作业带区、河流及沟渠穿越区、公路穿越区、山体穿越区、施工便道区、弃渣场区和堆管场区 8 个一级预测单元。再根据扰动方式、扰动后地表物质组成、气象特征等相近原则划分一般扰动地表区、工程开挖面和工程堆积体等二级预测单元。详见表 4.3-1。

表 4.3-1 工程水土流失预测单元划分表

一级预测单元	二级预测单元	三级预测单元	施工期面积(hm^2)	自然恢复期面积(hm^2)
站场闸室区	一般扰动地表区	地表翻扰型	3.94	0.50
	工程开挖面	上方无来水	0.52	
	工程堆积体	上方无来水	0.79	
管道作业带区	一般扰动地表区	地表翻扰型	90.87	90.87
	工程开挖面	上方无来水	109.04	109.04
	工程堆积体	上方无来水	72.70	72.70
山体穿越区	一般扰动地表区	地表翻扰型	1.81	1.81
	工程开挖面	上方无来水	7.83	7.83
	工程堆积体	上方无来水	2.41	2.41
河流及沟渠穿越区	一般扰动地表区	地表翻扰型	6.47	1.64
	工程开挖面	上方无来水	7.77	1.96
	工程堆积体	上方无来水	5.18	1.31
公路穿越区	一般扰动地表区	地表翻扰型	9.52	6.15
	工程开挖面	上方无来水	10.70	6.91
	工程堆积体	上方无来水	3.57	2.30
施工便道区	一般扰动地表区	地表翻扰型	33.58	16.31
	工程开挖面	上方无来水	6.30	3.06
	工程堆积体	上方无来水	2.10	1.02
堆管场区	一般扰动地表区	地表翻扰型	6.65	6.65
弃渣场区	一般扰动地表区	地表翻扰型	3.09	3.09
	工程堆积体	上方无来水	17.53	17.53
合计			402.37	353.10

4.3.2 预测时段

依据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)，本工程为新建建设类项目，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。各预测单元施工期和自然恢复期应根据施工进度及工程区自然生态条件分别确定，施工期为实际

扰动地表时间，即 2022 年 5 月～2024 年 6 月。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（项目区雨季为每年 4～9 月）长度的按所占雨季长度的比例计算。自然恢复期结合当地自然条件，本工程所在地为湿润区，因此取 2 年。详见表 4.3-2。

表 4.3-2 水土流失预测时段

一级预测单元	二级预测单元	三级预测单元	施工期预测时间(a)	自然恢复期预测时间(a)
站场闸室区	一般扰动地表区	地表翻扰型	1.0	2
	工程开挖面	上方无来水	1.0	2
	工程堆积体	上方无来水	1.0	2
管道作业带区	一般扰动地表区	植被破坏型	1.0	2
	工程开挖面	上方无来水	1.0	2
	工程堆积体	上方无来水	1.0	2
山体穿越区	一般扰动地表区	植被破坏型	2.0	2
	工程开挖面	上方无来水	2.0	2
	工程堆积体	上方无来水	2.0	2
河流及沟渠穿越区	一般扰动地表区	植被破坏型	1.0	2
	工程开挖面	上方无来水	1.0	2
	工程堆积体	上方无来水	1.0	2
公路穿越区	一般扰动地表区	植被破坏型	1.0	2
	工程开挖面	上方无来水	1.0	2
	工程堆积体	上方无来水	1.0	2
施工便道区	一般扰动地表区	地表翻扰型	1.0	2
	工程开挖面	上方无来水	1.0	2
	工程堆积体	上方无来水	1.0	2
堆管场区	一般扰动地表区	植被破坏型	1.0	2
弃渣场区	一般扰动地表区	植被破坏型	2.0	2
	工程堆积体	上方无来水	2.0	2

4.3.3 土壤侵蚀模数

本工程扰动后的土壤侵蚀模数采用数学模型法确定。根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018），扰动后各侵蚀单元的计算如下：

1) 一般扰动地表区

①植被破坏型，按照下式计算：

$$M=100 \cdot R \cdot K \cdot L_y \cdot S_y \cdot B \cdot E \cdot T$$

式中：M—植被破坏型一般扰动地表测算单元土壤侵蚀模数，t/（km²·a）；

R—降雨侵蚀力因子，MJ·mm/（hm²·h）；按照年降水量公式计算 $R_n = 0.053p_n^{1.655}$ ；

K—土壤可蚀性因子，t·hm²·h/（hm²·MJ·mm）；

L_y—一般扰动地表坡长因子，无量纲；

S_y—一般扰动地表坡度因子，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。

根据上述公式，一般扰动地表区植被破坏型自然恢复期土壤侵蚀模数计算分别详见表 4.3-3。

②地表翻扰型，按照下式计算：

$$M_{yd}=100 \cdot R \cdot K \cdot L_y \cdot S_y \cdot B \cdot E \cdot T$$

$$K_{yd}=N \cdot K$$

式中： M_{yd} —地表翻扰型一般扰动地表测算单元土壤侵蚀模数， $t/(km^2 \cdot a)$ ；

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

K_{yd} —地表翻扰后土壤可蚀性因子， $t \cdot hm^2 \cdot h/(hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$ ；

N—地表翻扰后可蚀性因子增大系数。

根据上述公式，一般扰动地表区地表翻扰型施工期土壤侵蚀模数计算分别详见表 4.3-4。

表 4.3-3 施工期一般扰动地表区地表翻扰型土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	站场闸室区	管道作业带区	山体穿越区	河流及沟渠穿越区	公路穿越区	施工便道区	堆管场区	弃渣场区
1	地表翻扰型	M	$M=100 \cdot RK_{yd} L_y S_y BET$	9979.55	12234.16	11757.36	11757.36	11757.36	8313.71	8313.71	11757.36
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$0.053 p_n^{1.655}$	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42
	年降水量	p_n		1681.5	1681.5	1681.5	1681.5	1681.5	1681.5	1681.5	1681.5
1.2	地表翻扰后土壤可蚀性因子	K_{yd}	$K_{yd}=NK$	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
	可蚀性因子增大系数	N		2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130
	土壤可蚀性因子	K		0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031
1.3	一般扰动地表坡长因子	L_y	$L_y = (\lambda/20)^m$	1.533	1.140	1.346	1.346	1.346	0.952	0.952	1.346
	坡长 (m)	λ	$\lambda = \lambda_x \cos \theta$	46.985	25.981	36.252	36.252	36.252	18.126	18.126	36.252
	水平投影长度	λ_x		50	30	40	40	40	20	20	40
	坡长指数	m		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1.4	一般扰动地表坡度因子	S_y	$S_y = -1.5 + 17 / [1 + e^{(2.3-6.1 \sin \theta)}]$	6.095	10.048	8.175	8.175	8.175	8.175	8.175	8.175
	坡度 (°)	θ		20	30	25	25	25	25	25	25
1.5	植被覆盖因子	B		0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
1.6	工程措施因子	E		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

表 4.3-4 自然恢复期一般扰动地表区植被破坏型土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	站场闸室区	管道作业带区	山体穿越区	河流及沟渠穿越区	公路穿越区	施工便道区	堆管场区	弃渣场区
1	植被破坏型	M	$M=100 \cdot RKL_y S_y BET$	1405.57	1723.12	1655.97	1421.28	1421.28	1230.87	1088.75	1655.97
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$0.053 p_n^{1.655}$	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42
	年降水量	p_n		1681.5	1681.5	1681.5	1681.5	1681.5	1681.5	1681.5	1681.5
1.2	土壤可蚀性因子	K		0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031
1.3	坡长因子	L_y	$L_y = (\lambda/20)^m$	1.53	1.14	1.35	1.36	1.36	1.18	1.19	1.35
	坡长 (m)	λ	$\lambda = \lambda_x \cos \theta$	46.98	25.98	36.25	37.09	37.09	27.82	28.19	36.25
	水平投影长度	λ_x		50	30	40	40	40	30	30	40
	坡长指数	m		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1.4	坡度因子	S_y	$S_y = -1.5 + 17 / [1 + e^{(2.3-6.1 \sin \theta)}]$	6.09	10.05	8.17	6.94	6.94	6.94	6.09	8.17
	坡度 (°)	θ		20	30	25	22	22	22	20	25
1.5	植被覆盖因子	B		0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
1.6	工程措施因子	E		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

(2) 工程开挖面

边坡开挖区域周边布设有排水措施，因此该区域施工期土壤侵蚀模数可按照上方无来水工程开挖面土壤流失量公式计算；工程自然恢复期可参照一般扰动区域植被破坏型土壤侵蚀公式测算，详见表 4.3.3-5。

上方无来水工程开挖面公式如下：

$$M_{kw}=100 \cdot R \cdot G_{kw} \cdot L_{kw} \cdot S_{kw}$$

式中： M_{kw} —上方无来水工程开挖面测算单元土壤侵蚀模数， $t/(km^2 \cdot a)$ ；

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。

根据上述公式，上方无来水工程开挖面土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-5。

(3) 工程堆积体

工程区的开挖土方临时堆放、表土临时堆放及弃渣堆放区域，周边布设有排水措施，因此施工期该区域可按照工程堆积体上方无来水土壤流失量公式计算；工程自然恢复期该部分可参照一般扰动区域植被破坏型土壤侵蚀量测算，详见表 4.3.3-5。

上方无来水工程堆积体土壤流失量公式如下：

$$M_{dw}=100 \cdot X \cdot R \cdot G_{dw} \cdot L_{dw} \cdot S_{dw}$$

式中： M_{dw} —上方无来水工程堆积体测算单元土壤侵蚀模数， $t/(km^2 \cdot a)$ ；

X —工程堆积体形态因子，无量纲；

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

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

L_{dw} —上方无来水工程堆积体坡长因子，无量纲；

S_{dw} —上方无来水工程堆积体坡度因子，无量纲。

根据上述公式，工程堆积体上方无来水土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-6。

表 4.3-5

上方无来水工程开挖面土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	站场阀室区	管道作业带区	山体穿越区	河流及沟渠穿越区	公路穿越区	施工便道区	堆管场区	弃渣场区
1	工程开挖面	M	$M=100 \cdot R G_{kw} L_{kw} S_{kw}$	10019.74	10520.72	10520.72	9942.35	10019.74	10019.74	10019.74	10520.72
1.1	工程堆积体形态因子	X		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.2	降雨侵蚀力因子	R	$0.053 p_n^{1.655}$	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42
	年降水量	p_n		1681.5	1681.5	1681.5	1681.5	1681.5	1681.5	1681.5	1681.5
1.3	工程开挖面土石质因子	G_{kw}	$G_{kw} = 0.004 e^{4.28 SIL(1-CLA)/\rho}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	土体密度	ρ		1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
	粉粒 (0.002~0.05mm) 含量	SIL		0.35	0.35	0.35	0.25	0.35	0.35	0.35	0.35
	粘粒 (<0.002mm) 含量	CLA		0.35	0.35	0.35	0.10	0.35	0.35	0.35	0.35
1.4	开挖面坡长因子	L_{kw}	$L_{dw} = (\lambda/5)^{-0.57}$	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
	坡长 (m)	λ		3.00	3.00	3.00	3	3.00	3.00	3.00	3.00
1.5	开挖面坡度因子	S_{kw}	$S_{kw} = 0.8 \sin \theta + 0.38$	0.80	0.84	0.84	0.80	0.80	0.80	0.80	0.84
	坡度 (°)	θ		30.00	35.00	35.00	30.00	30.00	30.00	30.00	35.00

表 4.3-6

上方无来水工程堆积体土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	站场阀室区	管道作业带区	山体穿越区	河流及沟渠穿越区	公路穿越区	施工便道区	堆管场区	弃渣场区
1	工程堆积体	M	$M=100 X R G_{dw} L_{dw} S_{dw}$	24620.63	38154.89	29529.80	24620.63	24620.63	19055.03	13318.67	38154.89
1.1	工程堆积体形态因子	X		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.2	降雨侵蚀力因子	R	$0.053 p_n^{1.655}$	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42	11556.42
	年降水量	p_n		1681.5	1681.5	1681.5	1681.5	1681.5	1681.5	1681.5	1681.5
1.3	工程堆积体土石质因子	G_{dw}	$G_{dw} = a_1 e^{b_1 \delta}$	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
1.4	堆积体坡长因子	L_{kw}	$L_{dw} = (\lambda/5)^{f_1}$	0.72	1.12	0.87	0.72	0.72	0.56	0.56	1.12
	坡长 (m)	λ		3	6	4	3	3	2	2	6
1.5	堆积体坡度因子	S_{kw}	$S_{dw} = (\theta/25)^{d_1}$	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.53	0.76
	坡度 (°)	θ		20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	15.00	20.00

4.3.4 预测结果

(1) 预测方法

针对本工程预测单元划分情况，分为施工期和自然恢复期两个时段进行水土流失量的预测。计算公式为：

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

式中：W—扰动地表土壤流失量，t；

j—预测时段，1，2，即指施工期（含施工准备期）和自然恢复期；

i—预测单元，1，2，3，……，n-1，n；

F_{ji} —第 j 个预测时段、第 i 预测单元的面积， km^2 ；

M_{ji} —第 j 个预测时段、第 i 预测单元的土壤侵蚀模数， $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ；

T_{ji} —第 j 个预测时段、第 i 预测单元的预测时段长，a。

①预测单元面积 F_i 的确定

预测单元面积 F_i 为各工程单元施工扰动地表面积。本项目施工期各工程单元扰动地表面积合计为 402.37hm^2 ，自然恢复期预测面积应扣除建筑物占地、地面硬化和水面面积，即为 353.10hm^2 。

②预测时间 T_{ik} 的确定

预测时间 T_{ik} 即为各工程单元水土流失预测时段，分施工期、自然恢复期两大时段。各工程单元水土流失预测时段详见表 4.3.2-1。

③ M_i 的确定

M_{ik} 表示不同预测单元扰动后的土壤侵蚀模数； M_{i0} 表示原生土壤侵蚀量。

(2) 计算结果

本工程施工准备期及施工期造成的水土流失面积为 402.37hm^2 ，自然恢复期水土流失面积为 353.10hm^2 。

水土流失预测时段因主体工程施工进度安排而不同，各预测单元的预测时段详见表 4.3.2-1。

扰动后水土流失量为 89766t，新增水土流失量为 80626t，详见表 4.3-7。

表 4.3-6

工程水土流失预测汇总表

线路	一级预测单元	二级预测单元	三级预测单元	施工期面积 (hm ²)	原生侵蚀模数 t/(km ² ·a)	自然恢复期面积 (hm ²)	施工准备期及施工期水土流失量			自然恢复期			水土流失量		
							侵蚀模数 t/(km ² ·a)	预测时间 (a)	流失量 (t)	侵蚀模数 t/(km ² ·a)	预测时间 (a)	流失量 (t)	水土流失总量 (t)	原生水土流失量 (t)	新增水土流失量 (t)
闽粤支干线 (潮州-漳州段)	站场阀室区	一般扰动地表区	地表翻扰型	3.94	530.78	0.50	9979.55	1.0	392.90	1405.57	2	14.06	406.96	26.20	380.75
		工程开挖面	上方无来水	0.52	530.78		10019.74	1.0	52.60	1405.57	2		52.60	2.79	49.81
		工程堆积体	上方无来水	0.79	530.78		24620.63	1.0	193.87	1405.57	2		193.87	4.18	189.69
	管道作业带区	一般扰动地表区	植被破坏型	90.87	863.30	90.87	12234.16	1.0	11117.21	1723.12	2	3131.61	14248.82	2353.45	11895.37
		工程开挖面	上方无来水	109.04	863.30	109.04	10520.72	1.0	11472.25	1723.12	2	3757.93	15230.18	2824.14	12406.04
		工程堆积体	上方无来水	72.70	863.30	72.70	38154.89	1.0	27737.16	1723.12	2	2505.29	30242.45	1882.76	28359.68
	山体穿越区	一般扰动地表区	植被破坏型	1.81	970.00	1.81	11757.36	2.0	425.03	1655.97	2	59.86	484.89	70.13	414.76
		工程开挖面	上方无来水	7.83	970.00	7.83	10520.72	2.0	1648.07	1655.97	2	259.41	1907.48	303.90	1603.58
		工程堆积体	上方无来水	2.41	970.00	2.41	29529.80	2.0	1423.34	1655.97	2	79.82	1503.15	93.51	1409.65
	河流及沟渠穿越区	一般扰动地表区	植被破坏型	6.47	110.01	1.64	11757.36	1.0	761.25	1421.28	2	46.51	807.76	10.72	797.04
		工程开挖面	上方无来水	7.77	110.01	1.96		1.0		1421.28	2	55.81	55.81	12.87	42.95
		工程堆积体	上方无来水	5.18	110.01	1.31	24620.63	1.0	1275.28	1421.28	2	37.21	1312.49	8.58	1303.91
	公路穿越区	一般扰动地表区	植被破坏型	9.52	380.33	6.15	11757.36	1.0	1118.74	1421.28	2	174.69	1293.43	82.94	1210.49
		工程开挖面	上方无来水	10.70	380.33	6.91	10019.74	1.0	1072.57	1421.28	2	196.53	1269.10	93.30	1175.80
		工程堆积体	上方无来水	3.57	380.33	2.30	24620.63	1.0	878.51	1421.28	2	65.51	944.02	31.10	912.92
	施工便道区	一般扰动地表区	地表翻扰型	33.58	430.01	16.31	8313.71	1.0	2791.41	1230.87	2	401.42	3192.83	284.62	2908.21
		工程开挖面	上方无来水	6.30	430.01	3.06	10019.74	1.0	630.79	1230.87	2	75.27	706.06	53.37	652.69
		工程堆积体	上方无来水	2.10	430.01	1.02	19055.03	1.0	399.87	1230.87	2	25.09	424.96	17.79	407.17
	堆管场区	一般扰动地表区	植被破坏型	6.65	428.49	6.65	8313.71	1.0	552.86	1088.75	2	144.80	697.67	85.48	612.18
	弃渣场区	一般扰动地表区	植被破坏型	3.09	1088.26	3.09	11757.36	2.0	727.63	1655.97	2	102.48	830.11	134.70	695.41
		工程堆积体	上方无来水	17.53	1088.26	17.53	38154.89	2.0	13380.70	1655.97	2	580.74	13961.44	763.29	13198.15
合计				402.37		353.10			78052.04		11714.04	89766.09	9139.83	80626.26	

4.4 水土流失危害分析

管道工程建设将挖损、占压土地，对地表、植被造成严重破坏，使原有水土保持设施的功能损失殆尽或降低；土石方开挖将形成大量的临时堆土和弃方，为水土流失的发生提供了丰富的物质源；项目区降水量大，地形复杂，给水土流失的发生提供了条件。工程建设过程中若不及时采取有防护措施或防护不当，可能造成严重的水土流失危害。

（1）管道作业带水土流失危害

由于管道工程建设挖损、占压土地等因素，降低了原有水土保持功能。若不采取水土保持措施，将加剧区域水土流失危害。

管道工程建设过程中，项目区内的原地貌将受到严重扰动，地表土层和植被也将遭到破坏，大大降低了地表土壤的抗蚀能力。

管道沿线经过大量的农田，临时堆土和弃渣若管护不当，遇暴雨冲刷将造成严重的流失，可能掩埋附近的农田，降低土地生产地，影响农业生产。

管道在山地丘陵区敷设时，土石方的开挖回填严重影响土壤的稳定性，如不采取拦挡、截排水及植物措施防护，管道经过坡度较陡区域，可能引发崩岗、滑坡、崩塌等灾害。

（2）河流及沟渠穿越区水土流失危害

管道沿线经过河流沟渠较多，水土流失可能危及河道，泥沙进入河库，可能造成下游河、库、溪、塘淤塞，降低河道的行洪能力，减少塘、库的库容，影响行洪及灌溉，对下游地区人民的生产生活造成危害。穿越河流和沟渠时，其开挖扰动地面易增加进入水体的泥沙，加剧洪涝灾害。

（3）公路穿越区水土流失危害

管道穿公路敷设时，如不防护或防护不当会对公路的安全运营带来危害；大雨或暴雨冲刷下迅速产生的地表径流，在局部地段可冲毁公路及管道。

（4）山体穿越区水土流失危害

隧道施工产生大量弃渣，施工平台的修筑强烈扰动地表，对原地貌形态和植被破坏较大，水土流失严重，将对周边的植被、耕地等带来很大影响。同时，隧道作业平台形成裸露边坡，削弱了自然边坡的稳定性，可能影响山体稳定及管道后期运行安全。

（5）施工便道区水土流失危害

施工便道在施工中，运输机械将反复碾压地表，对原地貌形态和植被破坏较大，水土流失严重，对道路两侧植被、农田带来很大的干扰；同时，道路施工的土石方开挖、回填形成裸露边坡，削弱了原地貌及自然边坡的稳定性，会诱发水力侵蚀，随着降雨等外力影响，可能影响道路修筑及运行安全。

（6）站场闸室区水土流失危害

站场闸室建设损坏原地貌植被，改变原有地表径流状况，减弱了表层土体抗侵蚀能力，增加了地表径流量和冲刷强度，给场区防洪、排水加大压力；同时，场站施工开挖形成裸露边坡，若不及时采取合理的边坡挡护措施，可能会影响主体工程设施安全；另外工程建设产生的水土流失会对站场闸室周边的农田产生一定淤积，影响农业生产条件。在设置管道标志桩施工期间，对标志桩基础进行土石方开挖削弱了原地貌的稳定性，会进一步诱发水力侵蚀，影响标志桩及管道后期运营安全。

（7）弃渣场区水土流失危害

管道山体隧道穿越时多余土石方集中堆放于弃渣场，若不采取有效防护措施，松散渣体在坡面径流与重力的作用下，将会发生严重水土流失，给下游区域带来隐患及重大影响，同时，渣体流失容易淤积河道、抬高河床、增加河道行洪压力，对河流两岸及下游居民安全构成威胁。

因此，工程水土保持措施的实施对控制施工期的水土流失非常关键。

4.5 指导性意见

水土流失预测分为施工准备期与施工期和自然恢复期 2 个时期。施工准备与施工期内，因各项工程施工均使地表植被或地貌遭到破坏，丧失了原有水土保持功能，可能造成严重水土流失。自然恢复期，扰动区域多数被建筑物、硬化或被植被覆盖，水土流失量逐渐减少。经预测，在工程建设过程中，管道作业带区、山体穿越区、施工便道区、弃渣场区是水土流失发生的重点地段。综上，提出如下指导性意见：

（1）防治重点时段与部位

通过以上预测和分析，工程建设产生新增水土流失比较严重的时段是施工期，因此，要加强对施工期各单项工程的临时防护措施。

通过各防治单元水土流失量及危害的分析，确定管道作业带区、山体穿越区、施工便道区、弃渣场区是本工程水土流失防治和监测的重点区域。

（2）防护措施

以上预测结果是在防护措施不完善的情况下可能发生的水土流失，而产生水土流

失的因素较多，地面坡度、地表组成物质与结构及降雨强度是造成水土流失强弱的主导因素，从以往经验看，防治措施需要以工程措施为基础，结合植物措施，并辅以临时措施。

根据各工程分区的施工扰动特点，管道作业带主要加强施工过程中的临时拦挡和后期恢复原土地利用类型。在低山丘陵区，管道顺坡与横坡敷设时以拦挡为主，恢复林草地、耕地、园地等原地貌；隧道穿越山体 and 河流时，主要是隧道出渣的处理及弃渣场防护；开挖穿越河流时主要是开挖土方及开挖边坡的处理与防护；公路开挖穿越主要是开挖土方的处理及防护；站场闸室工程在施工期以拦挡工程和永临结合的排水工程为主，后期以植物措施为主；施工便道主要是挖填边坡的防护及后期绿化与恢复。

（3）对施工进度安排的意见

根据预测结果，施工期是新增水土流失较严重的时期，建议在施工中加速主体工程施工进度，有效缩短强度流失时段。在施工准备与施工期，加强临时防护；施工时避免雨季与大风季节，难以避开时，加强此时段的防护措施。在主体工程施工期间，在其非施工的空地段，考虑先期进行植物措施的种植和抚育。植物措施结合主体工程施工进度的安排，分期、分批地实施。

（4）对水土保持监测的指导性意见

根据工程建设水土流失预测结果，结合项目建设防治责任范围和重点防治区域的划分以及水土流失特征，确定本项目水土保持监测重点地段为：管道作业带顺坡与横坡敷设段、山体穿越区、施工便道区和弃渣场区。

综上所述，工程建设对当地的水土流失影响主要在施工准备与施工期的施工活动改变、损坏或压埋原有地貌及植被，形成地表裸露，降低原有地貌与植被的固土、抗蚀能力，加剧水土流失。从水土流失预测结果可以看出，工程中水土流失主要发生在施工准备与施工期，管道作业带、穿越工程施工占地等是主体工程建设对地面扰动范围较大的区域，可能造成水土流失量也较大，水土流失类型以水力侵蚀为主，因此应采取工程、植物及临时防护措施，构成行之有效的防治体系，遏制新增水土流失的发生和发展。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

本方案根据项目组成及施工工艺将项目划分为：管道作业带区、站场阀室区、河流及沟渠穿越区、公路穿越区、山体穿越区、施工便道区、弃渣场区和堆管场区等 8 个水土流失防治分区。

5.2 措施总体布局

5.2.1 同类生产建设项目水土保持经验

本工程建设过程中不可避免的会造成原地貌扰动和植被占压、损坏，造成水土流失危害，应采取相应的防治措施。本方案对长输管道工程水土流失防治措施和水土保持效果进行了收集和分析，在工程建设期间可借鉴以下防护和治理措施：

（1）施工过程中的临时防护措施

工程施工过程中存在大量土方开挖、回填等活动，遇强降水极易产生严重的水土流失，施工过程中的临时防护措施是生产建设项目水土流失防治的预防保护措施，可借鉴较为有效的临时防护措施有：临时堆土表面苫盖，场地堆土堆料四周采用填土编织袋挡护；施工区周边布设临时排水沟等。

（2）工程防护措施

工程措施是生产建设项目水土流失防治措施体系的重要组成部分，具有长效保障功能。较为有效的水土保持工程措施有：

①场地永久排水工程：沿场地周边布设永久性排水沟，排水沟常用矩形断面，采用浆砌石或混凝土结构，排水出口以明渠或暗涵的方式接入自然排水系统。

②护坡工程：在管道作业带爬坡段及河流沟渠开挖穿越段，采取生态袋/浆砌石护坡护岸或植草护坡防护，保护边坡及岸坡稳定的同时，又保证管道工程安全运行。

③土地整治、复耕：施工结束后及时进行植被恢复或采取复耕，增加地表植被覆盖率，避免裸露地表遇降雨及大风天气发生水土流失。

（3）植物措施

管道项目可借鉴的植物措施主要有：场站管理和办公场所园林景观绿化，临时占地区植被恢复措施等。项目所在区域经长期选育并成功应用的乔木树种主要有樟树、相思树、榕树、杉树等；灌木主要有木槿、假连翘、海桐、三角梅等；自然草类主要有狗牙根、结缕草、百喜草等。

5.2.2 措施布局原则

根据不同水土流失防治分区特点和水土流失状况，确定各分区防治重点和措施配置。措施配置中以工程措施控制面积大、强度高的水土流失，并为植物措施的实施创造条件；措施布置应注重功效性，坚持工程措施、临时措施和植物措施相结合，做到措施布设不重不漏、系统全面，提高水土保持效果、节省工程投资、改善生态环境。本方案将主体工程设计中具有水土保持功能的措施也纳入防治措施体系中。

（1）工程措施

土地整治：对工程开挖面、临时占地裸露区域采取土地整治，土地整治后布设植物措施可提高成活率。

截排水设施：结合地形对项目区周边或来水区段布设截排水措施，同时在排水沟末端布设沉沙池，并顺接自然沟道。陡坡段布设急流槽，消能、沉沙后顺接自然沟道。本方案将主体设计的排水设施一并纳入，增加一定量的沉沙池，并估算工程量。

浆砌石/生态袋护坡：在管道顺坡和横坡段，为保护因开挖扰动而裸露的边坡，对坡面采取浆砌石或生态袋护坡防护。

生态袋/浆砌石护岸：直接开挖穿越河流沟渠时，为避免施工扰动破坏河渠岸坡的土体稳定，在管道敷设后对河道和沟渠岸坡进行整治，采用生态袋护岸或浆砌石护岸，减少对岸坡的冲刷侵蚀。

草袋堡坎：山丘区顺坡敷设时，施工结束后在作业带范围内间隔 10-15m 用草袋装土码砌堡坎，拦挡和稳固坡面土方，减少坡面汇流对地表的冲刷。

表土剥离及回覆：对项目区占用耕地、林地、草地、园地区域剥离表土，剥离厚度平均按照旱地 30cm、水田 35cm、林地 25cm、草地 20cm、园地 30cm 进行，结合实际情况选择机械或人工清表，施工结束后及时将表土回填。

恢复农田田坎：管道作业带施工结束后，对沿线被破坏的农田田坎进行修复和重建，恢复田坎。

恢复农田排灌渠：管道作业带施工结束后，对沿线被破坏的农田排灌沟渠进行修复和重建，恢复农田排水沟。

（2）植物措施

1) 水土保持植物措施在布设上应遵循以下原则：

①因地制宜，适地适树的原则。对造林种草地类进行立地条件分析和植物种生态学特性分析的基础上，参照相关技术标准、规范和同类项目水土保持经验，选择合适

的林草种类，主要选择优良的乡土树种和已经适生的引进树草种等。

②兼顾效益，优化配置的原则。以防护为主、生态效益优先，与工程措施相结合，乔、灌、草相结合，点、线、面相结合，并考虑绿化美化效果，与周边景观相协调，以当地树（草）种为主，多树（草）种优选，科学配置造林种草植物。

③保障管道安全的原则。严格执行国家有关石油天然气工程设计规范和保护条例，管道中心线两侧各 5m 范围内不种植深根性树种。

2) 立地条件类型与树种选择

植物措施布设需根据项目区立地条件类型选择树草种，项目区立地条件划分主要以原地貌土壤类型作为主导因子，依据不同土壤特性进行分类。编制人员通过现场调查、咨询当地主管部门，结合项目沿线跨越的地形地貌及气候特征，对当地乡土树草种的生长情况、生态学和生物学特性进行分析与比选，选择适宜于本项目各防治分区，容易种植、繁殖和管理，根系发达、保水固土和抗病虫能力强的乔灌木及草种。

各防治区树草种选择详见 5.3 各小节植物措施配置表。

(3) 临时措施

本方案临时措施布设主要依据技术标准相关规定，以简便、易行、实用、随主体工程施工进度及时布设的原则，作为本项目临时措施设计标准。

①施工过程中，为防止临时堆土产生新的水土流失，开挖土方应拍实，采用编织袋装土挡护及彩条布苫盖。

②施工过程中，对各工程区施工场地周边布设临时排水沟和沉沙池。

③对施工扰动深度小于 20cm 的机械作业带、堆管场、施工便道等区域，采取临时铺垫措施。

5.2.3 防治措施总体布局

根据水土流失预测和防治责任范围，并结合水土流失防治分区及主体工程设计已有水土保持功能工程的分析评价，确定不同的防治分区采取不同的防治措施及布局。通过现场调查并结合工程实际，借鉴相关成功经验，以临时防护措施为先导，确保施工过程中的水土流失得到有效控制，同时重点保护各防治区的表层腐殖土，便于后期植被恢复；以工程措施为重点，发挥其速效性和保障作用；以植物措施为基础，起到长期稳定的水土保持作用，保证管道建设和运营安全。针对不同施工区水土流失特点和造成危害程度，采取有效的水土流失防治措施，把水土保持工程措施和植物措施、永久措施和临时措施体系有机结合起来，合理确定水土保持措施总体布局，以形成完

整、科学、有效的水土流失防治体系。

本方案根据各防治分区的施工扰动特点、自然条件、水土流失状况以及管道各单项工程水土流失特点，提出各分区水土流失防治措施体系及布局如下：

（1）管道作业带区

管道作业带因涉及不同地貌区和土地利用现状两因素结合，决定了其水土流失的特点和防治措施配置的基本要求。

施工前在管道作业带边界设立警戒标示，控制施工边界；管沟开挖前剥离管沟开挖面的表土，将剥离的表土与生土分开沿线堆放在管沟一侧，表土在外侧、生土在内侧，并采取临时拦挡、苫盖措施；对施工机械运输、焊接、吊装等非开挖区域采用彩条布铺垫。施工过程中，管道作业带外侧布设临时排水沟、沉沙池。施工结束后，进行土地整治，回覆表土。管道经过林地段，在管沟中心线两侧各5米范围内种草，5米范围外选择适生树种栽植乔灌木，林下撒播草籽恢复植被。管道经过草地和其他土地段，撒播草籽恢复植被。管道经过耕地和园地段，恢复农田地埂、排灌沟渠，采取复耕或恢复园地。

管道顺坡敷设时，对坡度较陡、汇水较集中区段在作业带外侧布设排水沟，连接沉沙池后顺接自然沟道。陡坡区段设置急流槽，下方接消力池消能，顺接自然沟道。在主体设计的挡墙墙脚修筑排水沟，与作业带外侧的纵向排水沟相接。本方案对缓坡区段采用草袋堡坎。施工结束后，进行土地整治，回覆表土。管道经过林地段，边坡采取生态袋、浆砌石或植草护坡防护，作业带两侧选择适生树种栽植乔灌木，林下撒播草籽恢复植被。管道经过耕地园地段，根据实际情况恢复土坎和石坎梯田、农田地埂和水渠。

管道横坡敷设时，平整作业带形成挖填边坡，在边坡上方来水段布设截水沟，坡脚布设排水沟、沉沙池，排水末端顺接自然沟道。陡坡区段设置急流槽，顺接坡脚排水沟。本方案对缓坡区段采用草袋堡坎。施工结束后，进行土地整治，回覆表土。管道经过林草地，边坡采取生态袋护坡或植草护坡防护，作业带两侧选择适生树种栽植乔灌木，林下撒播草籽恢复植被。

（2）站场阀室区

施工前，剥离阀室占地范围内的表土，调运至临近的管道作业带堆土区集中堆放和保护。施工过程中，开挖的临时土方集中堆放在施工场地一角，并采取临时拦挡、苫盖等措施。站场内沿建筑物和道路周边布设排水沟；阀室围墙外和进场道路两侧结

合地形布设截排水沟、沉沙池，以永临结合的方式，排水末端顺接自然沟道；山丘区闸室场外边坡和进场道路两侧边坡，采取浆砌石护坡、挂网植草护坡防护。施工结束后，扩建站场和闸室场内空地均进行硬化；闸室场外边坡和进场道路两侧进行土地整治，回覆表土，撒播草籽绿化。

（3）河流及沟渠穿越区

盾构穿越河流时，施工前剥离施工场地表土，集中堆放在征地范围内一角，并采取临时拦挡、苫盖、种草等措施。施工过程中，开挖的临时堆土集中堆放在施工场地一侧，并采取临时拦挡、苫盖等措施；施工场地周边布设临时排水沟、沉沙池，并与自然沟道顺接。施工结束后，对施工场地进行土地整治，回覆表土，采取复耕。

直接开挖穿越河流沟渠时，对开挖产生的临时土方沿线堆放在管沟一侧，并采取临时拦挡、苫盖等措施；对施工机械运输、焊接、吊装等非开挖区域采用彩条布铺垫。施工过程中，在作业带外侧布设临时排水沟、沉沙池。施工结束后对河道沟渠岸坡进行土地整治，采取生态袋、浆砌石护岸，恢复河道断面；对开挖扰动占压林草地区域进行土地整治，回覆表土，恢复植被。

顶管穿越河渠时，施工前剥离施工场地的表土，集中堆放在征地范围内一角，并采取临时拦挡、苫盖、种草等措施。施工过程中，开挖的临时堆土集中堆放在施工场地一侧，并采取临时拦挡、苫盖等措施；施工场地周边布设临时排水沟、沉沙池，并与自然沟道顺接。施工结束后，进行土地整治，回覆表土，采取复耕。

（4）公路穿越区

顶管穿越公路时，施工前剥离施工场地的表土，集中堆放在征地范围内一角，并采取临时拦挡、苫盖、种草等措施。施工过程中，开挖的临时堆土集中堆放在施工场地一侧，并采取临时拦挡、苫盖等措施；施工场地周边布设临时排水沟、沉沙池，并与自然沟道顺接。施工结束后进行土地整治，回覆表土，植乔灌草恢复植被或复耕。

直接开挖穿越公路时，将开挖产生的临时土方沿线堆放在管沟一侧，并采取临时拦挡、苫盖措施；对施工机械运输、焊接、吊装等非开挖区域采用彩条布铺垫。施工过程中，作业带外侧布设临时排水沟、沉沙池，并与自然沟道顺接。施工结束后按原公路标准恢复道路路面，完善道路排水及顺接工程。

（5）山体穿越区

施工前对山体隧道、定向钻穿越施工场地进行表土剥离，集中堆放在征地范围内一角，并采取临时拦挡、苫盖、种草等措施。施工过程中，临时堆土集中堆放在征地

范围内一角，并采取临时拦挡、苫盖措施，弃渣及时转运至弃渣场集中堆放；施工场地周边布设临时排水沟、沉沙池，并与自然沟道顺接。对于山体隧道穿越，根据地形在隧道洞口边仰坡的坡度较缓区域采用挂网喷播植草防护，洞口布设截排水沟、消能沉沙和排水顺接措施。定向钻穿越施工场地内设置泥浆池，施工中产生的废弃泥浆经处理后排入泥浆池内集中存放并循环利用，剩余泥浆委托当地环保部门集中处理。施工结束后填平泥浆池，进行土地整治，回覆表土，植乔灌草恢复植被或复耕。

（6）施工便道区

施工便道修筑前，先在道路施工边界设立警戒标识，控制施工边界；对新建便道占用耕地、林草地、园地区域进行表土剥离，将剥离的表土沿线堆放在便道一侧，并布设临时拦挡、苫盖、种草措施。施工过程中，新修便道两侧布设临时排水沟，半挖半填段上边坡来水侧布设临时截水沟，并与自然沟道顺接；半挖半填段路基下边坡采取临时拦挡，上边坡临时种草。整修便道两侧结合实际情况按永临结合的方式布设排水沟。施工结束后，对扰动区域进行土地整治，回覆表土，植乔灌草恢复植被或复耕。

（7）弃渣场区

堆渣前，剥离弃渣场占地范围内的表土，集中堆放在场地地势较高区域，并采取临时拦挡、苫盖、种草等措施。施工过程中，结合地形在渣场周边和临时堆土外侧布设临时排水沟。对于沟道型弃渣场，按照“先拦后弃”的原则，在下游堆渣坡脚修筑挡渣墙；在渣场上游来水区域修筑截水沟，结合地形条件布设排水沟、急流槽、消力池、沉沙池，排水末端顺接自然沟道。对于坡地型弃渣场，在渣场下游坡脚修筑挡渣墙；渣场上游来水区域修筑截水沟，结合地形条件布设排水沟、急流槽、消力池、沉沙池，排水末端顺接自然沟道。堆渣结束后，及时对渣面进行土地整治，回覆表土，植灌草恢复植被或复耕。

（8）堆管场区

对堆管场占地范围内的地表植被进行清理，对堆管场区底部铺设彩条布进行临时铺垫，以减少对地表的扰动。施工结束后进行土地整治，植乔灌草恢复植被或复耕。

本工程各分区水土流失防治措施体系见表 5-2-1，防治措施体系框图见图 5.2-1。各分区防治措施总体布局及典型措施布设见附图 6 至附图 13，典型地段水土保持措施布设图见附图 14。

表 5.2-1 各防治分区水土流失防治措施体系表

防治分区	水土流失防治措施布局		
	工程措施	植物措施	临时措施
管道作业带区	表土剥离、表土回覆、土地整治、恢复农田地埂*、恢复农田水渠*、土坎梯田、石坎梯田、复耕、浆砌石截水沟*、浆砌石排水沟*、急流槽*、生态袋护坡*、浆砌石护坡*、草袋堡坎、消力池、砖砌沉沙池	植草护坡、种植乔灌木、种草	编织袋土临时拦挡、临时苫盖、临时排水沟、临时沉沙池、施工边界警戒标识、彩条布铺垫
站场闸室区	表土剥离、表土回覆、土地整治、混凝土排水沟*、砖砌沉沙池、浆砌石护坡*	挂网喷播植草*、种草	编织袋土临时拦挡、临时苫盖、临时排水沟、临时沉沙池
河流及沟穿越区	表土剥离、表土回覆、土地整治、复耕、生态袋护岸*、浆砌石护岸*	种植灌木、种草	编织袋土临时拦挡、临时苫盖、临时排水沟、临时沉沙池、临时种草、彩条布铺垫
公路穿越区	表土剥离、表土回覆、土地整治、浆砌石排水沟*、复耕	种植乔灌木、种草	编织袋土临时拦挡、临时苫盖、临时排水沟、临时沉沙池、彩条布铺垫、临时种草
山体穿越区	表土剥离、表土回覆、浆砌石截排水沟*、急流槽*、土地整治	挂网喷播植草*、种植乔灌木、种草	编织袋土临时拦挡、临时苫盖、临时排水沟、临时沉沙池、泥浆沉淀池、临时种草
施工便道区	表土剥离、表土回覆、浆砌石排水沟、土地整治、复耕	种植乔灌木、种草	编织袋土临时拦挡、临时苫盖、临时排水沟、施工边界警戒标识、临时种草
弃渣场区	表土剥离、表土回覆、土地整治、浆砌石挡墙、浆砌石截排水沟、急流槽、消力池、砖砌沉沙池、复耕	种植灌木、种草	编织袋土临时拦挡、临时苫盖、临时排水沟、临时种草
堆管场区	土地整治、复耕	种植乔灌木、种草	彩条布铺垫

注：带*为主体设计界定水土保持措施。

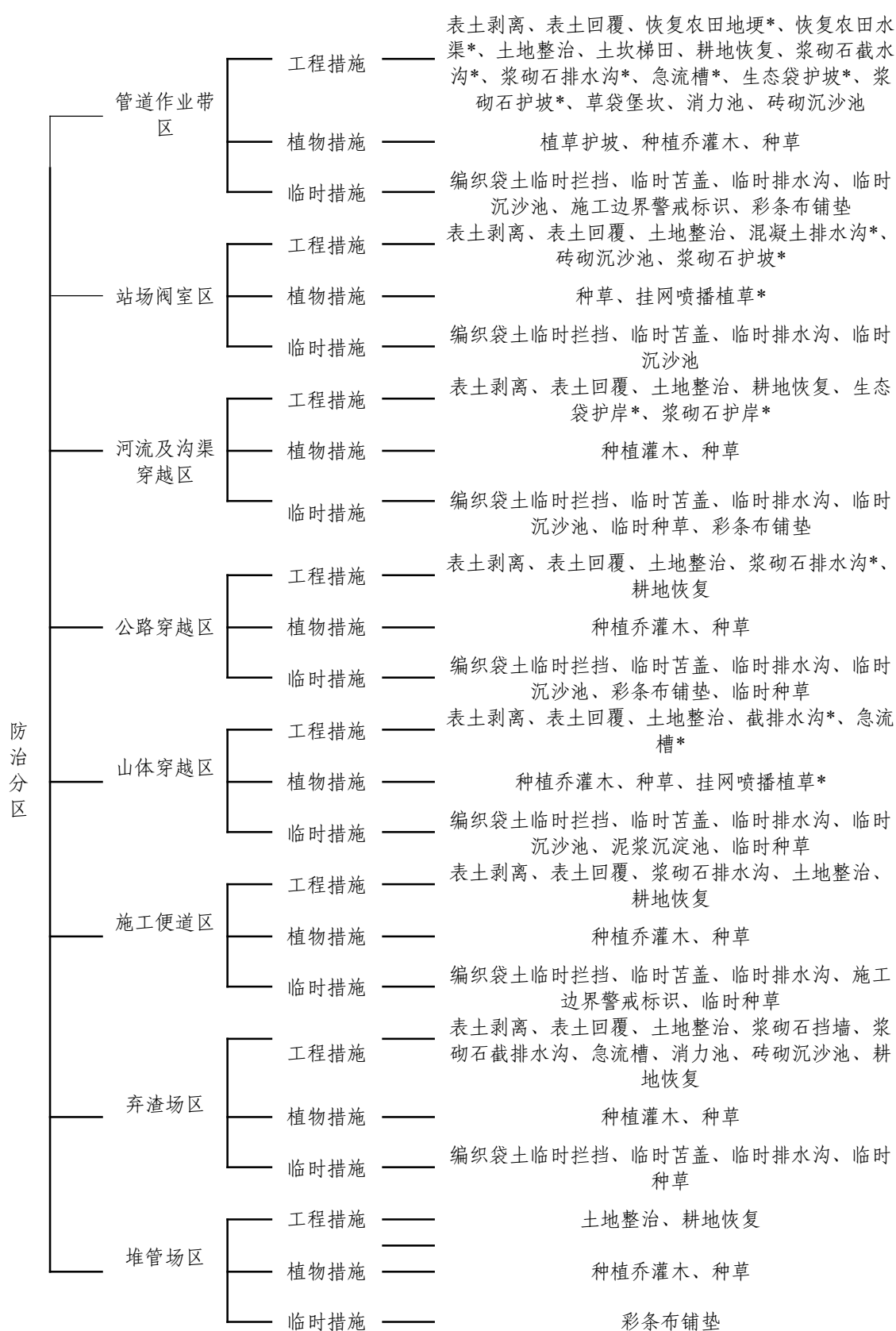


图 5.2-1 水土流失防治措施体系图

5.3 分区措施布设

5.3.1 工程级别及设计标准

按照相关法律法规和规范要求，遵循水土保持方针，在分析评价的基础上，针对项目区自然条件和土壤侵蚀特点，借鉴当地和同类生产建设项目的成功防治经验，针对各防治分区需采取与主体工程协调、安全、经济、具有可实施性的综合防治措施和方案保障措施，做到不重不漏。

1、布设原则：减少扰动地表面积、加大弃方综合利用；防治结合、突出重点、防治新增和减少原有水土流失。

2、布设内容：排水工程、表土保护措施、拦渣工程、边坡防护工程、土地整治工程、植被建设工程、临时防护工程等。

3、设计标准：按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）进行措施布设，因工程途经3个县属于国家级水土流失重点治理区，本方案在该区段布设截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级，同时提高该区段内植物措施标准。

（1）主体设计站场排水工程采用 50 年一遇设计标准，阀室采用 25 年一遇设计标准，其他工程区永久排水工程采用 20 年一遇设计标准。

（2）弃渣场防护工程

根据 GB51018-2014 相关规定，弃渣场级别应根据堆渣量、堆渣最大高度及弃渣场失事后对主体工程或环境造成的危害程度进行确定，弃渣场防护工程建筑物级别则根据弃渣场级别进行确定，本工程弃渣场 22 个为 5 级，6 个为 4 级。其中梅州市和漳州市 22 个渣场（18 个 5 级、4 个 4 级）所在县涉及国家级水土流失重点治理区，在该区县的渣场布设截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级，同时提高林草覆盖率；潮州市 6 个渣场（4 个 5 级、2 个 4 级）所在区县不涉及水土流失重点防治区。弃渣场永久性截排水措施的排水设计标准采用 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨。本方案弃渣场级别及防护工程级别确定详见表 5.3.1-1。

表 5.3.1-1

本方案弃渣场级别及防护工程级别

序号	弃渣场名称	区县	渣场类型	占地面积 (hm ²)	堆渣量 (万 m ³)	最大堆 高 (m)	渣场 级别	汇水面积 (km ²)	拦挡工 程级别	排洪工 程级别	设计防 洪标准 [重现期 (年)]	校核防 洪标准 [重现期 (年)]	永久性截 排水措施 设计标准	涉及水土流失重点防 治区
1	高原出口+高升进 口渣场	潮安区	坡地型	0.90	3.60	19	4	0.10	5	4	20	30	5 年一遇 10min 暴雨	-
2	坪坑进出口+高原 进口渣场	潮安区	坡地型	1.12	4.49	19	5	0.10	5	5	10	20	5 年一遇 10min 暴雨	-
3	高升出口+凤山进 出口渣场	潮安区	坡地型	1.21	4.83	19	5	0.09	5	5	10	20	5 年一遇 10min 暴雨	-
4	丹竹坪进出口渣 场	大埔县	沟道型	0.80	3.19	13	5	0.36	5	4	20	30	5 年一遇 10min 暴雨	粤闽赣红壤国家级水 土流失重点治理区
5	照镜窠进口渣场	大埔县	坡地型	0.25	1.00	10	5	0.06	5	4	20	30	5 年一遇 10min 暴雨	粤闽赣红壤国家级水 土流失重点治理区
6	照镜窠出口渣场	大埔县	坡地型	0.25	1.00	7	5	0.04	5	4	20	30	5 年一遇 10min 暴雨	粤闽赣红壤国家级水 土流失重点治理区
7	下大王坑进口渣 场	大埔县	坡地型	0.20	0.82	6	5	0.17	5	4	20	30	5 年一遇 10min 暴雨	粤闽赣红壤国家级水 土流失重点治理区
8	下大王坑出口+大 埔 1#+大埔 2#进口 渣场	大埔县	坡地型	0.84	4.57	18	5	0.16	5	4	20	30	5 年一遇 10min 暴雨	粤闽赣红壤国家级水 土流失重点治理区
9	大埔 2#出口+大埔 3#进口渣场	大埔县	坡地型	0.77	3.08	20	4	0.17	4	3	30	50	5 年一遇 10min 暴雨	粤闽赣红壤国家级水 土流失重点治理区
10	大埔 3#出口+无特 坑进口渣场	大埔县	沟道型	1.11	4.43	25	4	0.10	4	3	30	50	5 年一遇 10min 暴雨	粤闽赣红壤国家级水 土流失重点治理区
11	无特坑出口渣场	大埔县	坡地型	0.64	2.55	15	5	0.35	5	4	20	30	5 年一遇 10min 暴雨	粤闽赣红壤国家级水 土流失重点治理区
12	马鞍山进口渣场	大埔县	坡地型	0.38	1.52	9	5	0.40	5	4	20	30	5 年一遇 10min 暴雨	粤闽赣红壤国家级水 土流失重点治理区
13	马鞍山出口+石子 岭进出口+教堂里 进口渣场	大埔县	坡地型	2.31	9.23	20	4	0.03	4	3	30	50	5 年一遇 10min 暴雨	粤闽赣红壤国家级水 土流失重点治理区
14	大坪寮 1#+大坪寮 2#+梅仔科进口渣 场	丰顺县	坡地型	0.76	3.03	19	5	0.03	5	4	20	30	5 年一遇 10min 暴雨	粤闽赣红壤国家级水 土流失重点治理区

5 水土保持措施

15	谷山进口+韩江盾构渣场	丰顺县	坡地型	0.88	3.53	5	5	0.09	5	4	20	30	5年一遇 10min暴雨	粤闽赣红壤国家级水土流失重点治理区
16	谷山出口渣场	丰顺县	坡地型	0.23	0.92	8	5	0.02	5	4	20	30	5年一遇 10min暴雨	粤闽赣红壤国家级水土流失重点治理区
17	燕坑进出口渣场	饶平县	坡地型	0.61	2.43	17	5	0.06	5	5	10	20	5年一遇 10min暴雨	-
18	教堂里出口渣场	饶平县	坡地型	0.47	1.88	9	4	0.05	5	4	20	30	5年一遇 10min暴雨	-
19	同罗柯进口渣场	饶平县	坡地型	0.23	0.94	5	5	0.05	5	5	10	20	5年一遇 10min暴雨	-
20	同罗柯出口渣场	平和县	坡地型	0.23	0.94	5	5	0.01	5	4	20	30	5年一遇 10min暴雨	粤闽赣红壤国家级水土流失重点治理区
21	楼后进出口+新村进口+崎岭铺进出口渣场	平和县	沟道型	1.03	4.10	17	5	0.10	5	4	20	30	5年一遇 10min暴雨	粤闽赣红壤国家级水土流失重点治理区
22	焦坪进口+新村出口渣场	平和县	坡地型	0.53	2.13	10	5	0.04	5	4	20	30	5年一遇 10min暴雨	粤闽赣红壤国家级水土流失重点治理区
23	焦坪出口渣场	平和县	坡地型	0.24	0.94	15	5	0.02	5	4	20	30	5年一遇 10min暴雨	粤闽赣红壤国家级水土流失重点治理区
24	后尖尾进口渣场	平和县	坡地型	0.33	1.33	15	5	0.01	5	4	20	30	5年一遇 10min暴雨	粤闽赣红壤国家级水土流失重点治理区
25	后尖尾出口渣场+大伦坪进口渣场	平和县	坡地型	1.09	4.34	16	5	0.60	5	4	20	30	5年一遇 10min暴雨	粤闽赣红壤国家级水土流失重点治理区
26	高仔田 1#进口+大伦坪出口渣场	平和县	坡地型	1.28	5.13	19	5	0.02	5	4	20	30	5年一遇 10min暴雨	粤闽赣红壤国家级水土流失重点治理区
27	高仔田 2#进口+高仔田 1#出口渣场	平和县	坡地型	0.75	3.00	17	4	0.04	4	3	30	50	5年一遇 10min暴雨	粤闽赣红壤国家级水土流失重点治理区
28	大坑进出口+高仔田出口 2#渣场	平和县	沟道型	1.19	4.76	19	5	0.58	5	4	20	30	5年一遇 10min暴雨	粤闽赣红壤国家级水土流失重点治理区

(3) 坡改梯工程

管道横坡或顺坡敷设段,根据坡面和土地利用情况,结合主体设计的护坡和挡墙,采取土坎或石坎梯田。沿管线呈台阶状或平行于等高线布设,一般田坎高1~1.5m,田面宽20~30m,坎宽0.5~0.6m,田坎侧坡75°。筑坎时,应先清除杂草和熟土,坎基挖成向内侧倾斜的反坡,牢固坎基。筑坎要用生土分层夯实,渠弯处,筑坎较高,还要用木夯将生土夯实,宽度不小于1m。坎面用铁钎扣土拍打,并留出一定倾角。坎面要夯实、拍光、打平,坎顶保持水平。当地坎修至预定高度时,再筑20~30cm高蓄水埂。梯田修平后,将地表熟土平铺于田面。

(4) 植物措施

1) 植物措施布设原则:

①因地制宜,适地适树的原则。对造林种草地类进行立地条件分析和植物种生态学特性分析的基础上,参照相关技术规程、规范和同类项目水土保持经验,选择合适的林草种类,主要选择优良的乡土树种和已经适生的引进树草种等。

②兼顾效益,优化配置的原则。以防护为主、生态效益优先,与工程措施相结合,乔、灌、草相结合,点、线、面相结合,并考虑绿化美化效果,与周边景观相协调,以当地树(草)种为主,多树(草)种优选,科学配置造林种草植物。

③保障管道安全的原则。严格执行《石油天然气管道保护法》规定,管道中心线两侧5m范围内不种植深根性树种;乔木和灌木中心至建筑物和地下管线的间距分别在2.0m和1.0m以上。

2) 植被恢复与建设工程级别

本工程阀室、管道作业带、各穿越工程区的植被恢复与建设工程级别为2级,在生态公益林标准的基础上适度提高。施工便道、弃渣场和堆管场区的植被恢复与建设工程级别为3级。植被恢复主要按照乔木株行距3.0m×3.0m,灌木株行距0.5m×0.5m,撒播草籽播种量80kg/hm²。

3) 立地条件类型与树种选择

本工程途经2个省,线路长,沿线地形起伏较大,海拔在60~700m之间,地表以林地、园地、耕地为主。项目区属亚热带湿润季风气候,沿线气温、降水等地带性差异不大,多年平均气温21.0~21.7℃,年降水量1529.4~1785.5mm。植被区划属亚热带东部湿润常绿落叶林区,沿线主要有亚热带常绿阔叶林、常绿针叶林、常绿落叶阔叶灌丛,以及常绿果树园和经济林等农业植被。

本方案通过现场调查、咨询水土保持专家,结合工程工艺选择抗污染能力强与净化能力强的树种,在发挥林草防护与景观协调等综合功能的前提下,尽可能做到美观、防污染。用于植物措施的苗木及草籽均为一级苗和一级种,本方案选取植物及特性见表5.3.1-2。各植物苗木规格、栽植方法和株行距等详见各分区植物措施布设。

表 5.3.1-2 本方案推荐主要绿化树草种生物、生态学特性及主要用途表

类型	名称	科属	主要生物、生态学特性	规格
乔木	香樟	樟科樟属	常绿大乔木,性喜温暖湿润的气候条件,不耐寒冷,对土壤要求不严,于深厚肥沃的粘壤土、砂壤土及酸性土、中性土中发育均佳;较耐水湿,萌芽力强,耐修剪。	胸径 4-6cm
	小叶榕	桑科榕属	乔木,高 15-20 米,树皮深灰色,有皮孔;小枝粗壮,无毛;叶狭椭圆形,全缘,先端短尖至渐尖,基部楔形,两面光滑无毛,干后灰绿色,花果期 3-6 月;耐瘠、耐风、抗污染、耐剪、易移植。	胸径 4-6cm
	马占相思	豆科金合欢属	高大乔木,树高可达 30 米,树皮表面粗、厚,呈纵裂,暗灰棕至褐色;;花序为疏散穗状,花、花丝灰白色或被细软毛;成熟荚果螺旋状卷曲,微木质,果期 5-6 月;喜光,喜温暖湿润气候,不耐寒;耐贫瘠土壤,生长较快。	胸径 4-6cm
灌木	木槿	锦葵科木槿属	落叶灌木,高 3-4 米,小枝密被黄色星状绒毛;叶菱形至三角状卵形,花单生于枝端叶腋间,花萼钟形,密被星状短绒毛,花期 7-10 月;蒴果卵圆形,密被黄色星状绒毛;对环境的适应性很强,较耐干燥和贫瘠,对土壤要求不严格,喜光,喜温暖湿润气候,耐修剪、耐热又耐寒,好水湿而又耐旱,萌蘖性强。	冠丛 高 30cm
	假连翘	马鞭草科假连翘属	灌木,高 1.5-3 米,枝条常下垂,有刺或无刺,嫩枝有毛;叶对生,叶柄有柔毛,叶片纸质,卵状椭圆形、倒卵形或卵状披针形;总状花序顶生或腋生,圆锥状;花萼管状,有毛,花柱短于花冠管,子房无毛,核果球形,熟时红黄色,有光泽,花、果期 5-10 月;喜温暖湿润气候,抗寒力较低,喜光亦耐半阴地,对土壤的适应性较强,较喜肥,耐水湿不耐干旱,萌生性强;根系发达有力,吸水 and 贮水能力强,可以加固土层,有效保持水土。	冠丛 高 30cm
	海桐	海桐科海桐花属	常绿灌木,高可达 6 米,嫩枝被褐色柔毛,有皮孔;叶聚生于枝顶,伞形花序或伞房状伞形花序顶生或近顶生,花白色,后变黄色,花期 3-5 月;蒴果圆球形,有棱或呈三角形,果熟期 9-10 月;对气候和土壤的适应性较强,喜温暖湿润气候和肥沃润湿土壤,能抗风防潮,耐寒冷亦耐暑热,喜光,在半阴地也生长良好。	冠丛 高 30cm
	小叶石楠	蔷薇科石楠属	落叶灌木,高 1-3 米;枝纤细,小枝红褐色。叶片草质,椭圆形、椭圆卵形或菱状卵形;叶柄长 1-2 毫米。花 2-9 朵,成伞形花序,生于侧枝顶端,无总花梗。果实椭圆形或卵形,桔红色或紫色。花期 4-5 月,果期 7-8 月。生于海拔 1000 米以下低山丘陵灌丛中。喜光稍耐荫,深根性,对土壤要求不严,以肥沃、湿润、土层深厚、排水良好、微酸性的砂质土壤最为适宜,喜温暖、湿润气候。萌芽力强,耐修剪,对烟尘和有毒气体有一定的抗性。	冠丛 高 30cm
草种	香根草	禾本科香根草属	多年生粗壮草本,秆丛生,高 1-2.5 米。叶鞘无毛,具背脊;叶舌短,边缘具纤毛;叶片线形,直伸扁平,顶生叶片较小。圆锥花序大型顶生,主轴粗壮,各节具多数轮生的分枝,分枝细长上举,下部长裸露,花果期 8-10 月。栽植于平原、丘陵和山坡;喜生水湿溪流旁和疏松粘壤土;气候适应性广,光合能力强,日平均温度稳定达到 10℃时根开始萌发,温度 22-40℃时为生长高峰,每天可长高 2-3 厘米;在年降雨量 800-2000 毫米地区生长较好;耐瘠薄,施肥能促进其长高、增加分蘖数和积累生物量。	冠丛 高 30cm
	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,高可达 30 厘米,秆壁厚,光滑无毛;叶鞘微具脊,叶片线形,穗状花序,花果期 5-10 月;喜温暖湿润气候,极耐热和抗旱,但不抗寒也不耐荫,喜排水良好的肥沃土壤,耐盐性也较好;耐践踏,侵占能力强,根茎蔓延力强,为良好的固堤保土植物。	一级种
	结缕草	禾本科结缕草属	多年生草本,具横走根茎,须根细弱,秆直立,基部常有宿存枯萎的叶鞘;叶鞘无毛,叶舌纤毛状,叶片扁平或稍内卷,表面疏生柔毛,背面近无毛;总状花序呈穗状,花果期 5-8 月;喜温暖湿润气候,受海洋气候影响的近海地区对其生长最为有利,喜光,在通气良好的开旷地上生长壮实,亦耐阴;抗旱、抗盐碱、抗病虫害能力强;耐瘠薄、耐践踏、耐一定的水湿。	一级种

	百喜草	禾本科雀稗属	多年生草本植物，具粗壮、木质、多节的根状茎，秆密丛生，高达80厘米；叶鞘基背部压扁成脊，叶片扁平或对折，平滑无毛；总状花序对生，腋间长柔毛，小穗卵形，平滑无毛，9月开花结果；适宜于热带和亚热带地区生长，为暖季型的多年生禾草；对土壤要求不严，在肥力较低、较干旱的土壤上生长能力仍很强；基生叶多，耐践踏，匍匐茎发达，覆盖率高，所需养护管理水平低，是南方优良的道路护坡、水土保持和绿化植物。	一级种
--	-----	--------	--	-----

5.3.2 管道作业带区

本工程管道一般平地段敷设长度71.82km，作业带区占地面积146.38hm²。顺坡敷设段管道长度62.29km，作业带区占地124.58hm²。横坡敷设段管道长度0.69km，作业带区占地1.65hm²。

1、平地敷设段

(1) 工程措施

1) 表土剥离与回覆

管沟开挖前，对占压耕地、园地、林地和草地区域管沟开挖面的表土进行剥离，剥离的表土与生土分开沿线堆放在管沟一侧，表土在外侧，生土在内侧，管沟敷设完毕后，将表土回覆至管沟开挖面。项目区表土剥离厚度为旱地0.3m、水田0.35m、林地0.25m、园地0.3m、草地0.2m。

经统计，平地段表土剥离面积32.94hm²，表土剥离量9.04万m³。阀室区剥离的表土调入临近的管道作业带堆土区，施工结束后将其平铺回覆到管沟面，表土回覆面积32.94hm²，表土回覆量10.29万m³。

2) 土地整治

管道敷设完毕后，对扰动地表实施土地整治措施。实施表土回覆后，对机械碾压、人工扰动的地段进行深翻20~30cm，做好回填、覆土、整平、深耕、耙松等工序。土地整治完毕后，按照原土地利用类型进行复耕或恢复林草植被。经统计，平地敷设段土地整治面积为146.38hm²。

3) 农田地埂和排灌沟渠恢复

根据主体设计资料，整地结束后，管道经过耕地段需对原有农田地埂和水渠进行恢复。农田地埂为土埂，梯形断面，顶宽0.3m×底宽0.6m×高0.3m，边坡坡比1:0.5。农田水渠为U型槽混凝土排水沟，上口宽0.77m×深0.6m，圆弧半径0.3m，砼厚5cm。经统计，平地敷设段恢复农田地埂长352m，农田排灌沟渠长176m。

4) 耕地园地恢复

对于管道作业带占用耕地、园地区域，施工结束后进行全面整地，使其达到恢复耕地园地的条件。主要在施工结束后进行场地清理、坑凹回填、人工施肥、机械耕翻

地，以满足作物生长需要。经统计，平地敷设段全面整地面积为 63.75hm²。

(2) 植物措施

本区段植物措施主要为林地、草地恢复。管道敷设完毕后，在作业带土地整治的基础上采取乔灌木相结合的方式恢复植被。本方案根据沿线自然条件，选取不同类型植物品种，其中乔木选择香樟、马占相思、小叶榕等；灌木选择假连翘、海桐、木槿等；草种选择狗牙根、结缕草等。

各区县选取乔灌木、草籽品种及播种量见表5.3.2-1。

表5.3.2-1 管道作业带区植物措施布设表

行政区划	树(草)种	株行距/播种量	栽植坑尺寸/播深	苗木规格	种植方法	整地方式
广东省潮州市、梅州市	香樟	3m×3m	圆形直径0.6m，深0.6m	胸径4~6cm	植苗	穴装整地 (60cm×60cm)
	小叶榕	3m×3m	圆形直径0.6m，深0.6m	胸径4~6cm	植苗	
	马占相思	3m×3m	圆形直径0.6m，深0.6m	胸径4~6cm	植苗	
	木槿	0.5m×0.5m	圆形直径0.4m，深0.4m	冠丛高30cm	扦插	穴装整地 (40cm×40cm)
	假连翘	0.5m×0.5m	圆形直径0.4m，深0.4m	冠丛高30cm	扦插	
	海桐	0.5m×0.5m	圆形直径0.4m，深0.4m	冠丛高30cm	扦插	
	小叶石楠	0.5m×0.5m	圆形直径0.4m，深0.4m	冠丛高30cm	扦插	
	香根草	0.5m×0.5m	圆形直径0.4m，深0.4m	冠丛高30cm	植苗	全面整地
	狗牙根	80kg/hm ²	播深2~3cm	I级种子	混播1:1	
	结缕草	80kg/hm ²	播深2~3cm	I级种子	混播1:1	
福建省漳州市	百喜草	80kg/hm ²	播深2~3cm	I级种子	混播1:1	穴装整地 (60cm×60cm)
	香樟	3m×3m	圆形直径0.6m，深0.6m	胸径4~6cm	植苗	
	马占相思	3m×3m	圆形直径0.6m，深0.6m	胸径4~6cm	植苗	
	木槿	0.5m×0.5m	圆形直径0.4m，深0.4m	冠丛高30cm	扦插	穴装整地 (40cm×40cm)
	假连翘	0.5m×0.5m	圆形直径0.4m，深0.4m	冠丛高30cm	扦插	
	海桐	0.5m×0.5m	圆形直径0.4m，深0.4m	冠丛高30cm	扦插	
	香根草	0.5m×0.5m	圆形直径0.4m，深0.4m	冠丛高30cm	植苗	全面整地
	狗牙根	80kg/hm ²	播深2~3cm	I级种子	混播1:1	
	结缕草	80kg/hm ²	播深2~3cm	I级种子	混播1:1	
	百喜草	80kg/hm ²	播深2~3cm	I级种子	混播1:1	全面整地

1) 林地恢复

对平地段原为林地的区域，按照适地适树的原则，恢复林草措施。根据《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第三十条中（一）的规定，管道作业带中心两侧各5m范围内禁止种植深根植物，因此在管道中心线两侧各5m范围内采取种草，其他区域恢复林地并撒播种草。

乔木株行距3.0m×3.0m，灌木株行距0.5m×0.5m，在林下撒播混合均匀的草籽，混播比例为1:1，播种量为80kg/hm²。

2) 草地恢复

对原为草地的区域，在土地整治后的管道作业带面上撒播混合均匀的草籽，混播比例为1:1，播种量为80kg/hm²。

经计算如下：

广东省平地段共栽植香樟6723株,小叶榕6723株,马占相思13445株,木槿103290株,假连翘103290株,海桐103290株,小叶石楠103290株,穴状整地(40×40cm)413160个,穴状整地(60×60cm)26890个,撒播草籽面积75.05hm²,全面整地面积75.05hm²,需狗牙根3002.14kg,结缕草3002.14kg。

福建省平地段管道作业带占用园地,无林草植被恢复措施。

(3) 临时措施

1) 施工边界警戒标识

作业带扫线前,对平地敷设段在征地边界两侧采用彩旗作为施工边界警戒标识,严格控制工程施工范围。施工结束后回收彩旗,可重复3次利用。经统计,需边界警示彩旗23940.33m。

2) 临时拦挡、临时苫盖

管沟开挖分段施工,将剥离的表土与生土分开沿线堆放在管沟一侧,表土在外侧,生土在内侧,堆土边坡坡比1:1,堆高1.5~2.5m,顶部采用彩条布苫盖,因管道分段施工,彩条布考虑重复3次利用。用编织袋装剥离的表层土,扎口后沿着表土和生土堆放区的外侧垒筑,垒筑时上下层间咬茬错缝踩实。填土编织袋挡墙采用梯形断面,高0.6m×底宽0.9m×顶宽0.3m,单位工程量0.36m³/m。管道敷设完毕后,将袋装土倒出回填至管沟开挖面,回收编织袋可重复利用。

经统计,平地敷设段共布设编织袋装土临时拦挡长71821m,编织袋土拦挡与拆除量25855.56m³,彩条布苫盖14.36hm²。

3) 临时排水沟

管道作业带外侧布设临时排水沟,采用梯形断面土质排水沟,底宽0.3m×深0.5m,边坡坡比1:0.5,施工结束后填平临时排水沟。

经统计,本区平地敷设段共计布设临时排水沟长71821m,土方开挖19750.78m³。

4) 彩条布铺垫

管道作业带施工时,对施工机械运输、焊接、吊装等非开挖区域采用彩条布铺垫,以减少对表土资源的占压和破坏,彩条布重复3次利用。经统计,平地敷设段需彩条布铺垫64.64hm²。

2、顺坡、横坡敷设段

(1) 工程措施

1) 表土剥离与回覆

管沟开挖前，对占压林地、草地和园地区域管沟开挖面的表土进行剥离，剥离原则、厚度同平地敷设段，剥离的表土与生土分开沿线堆放在管沟一侧，表土在外侧，生土在内侧，管沟敷设完毕后，将表土回覆至管沟开挖面。

经统计，顺坡段表土剥离面积 28.03hm^2 ，表土剥离量 7.51 万 m^3 ；表土回覆面积 28.03hm^2 ，表土回覆量 7.51 万 m^3 。

横坡段表土剥离面积 0.37hm^2 ，表土剥离量 0.15 万 m^3 ；表土回覆面积 0.37hm^2 ，表土回覆量 0.15 万 m^3 。

2) 土地整治

管道敷设完毕后，对扰动地表实施土地整治措施。对于顺坡敷设段根据坡面和土地利用情况，结合主体设计的护坡和挡墙，采取坡改梯进行整地。土地整治及覆土后，按照原土地利用类型恢复林草植被或恢复园地条件。

经统计，顺坡段土地整治面积 124.58hm^2 ，横坡段土地整治面积 1.65hm^2 。

3) 梯田

对于管道顺坡经过园地段，根据原地貌及周边情况，恢复土坎和石坎水平梯田。梯田沿管线呈台阶状或平行于等高线布设，田坎高 $1 \sim 1.5\text{m}$ ，田面宽 $20 \sim 30\text{m}$ ，坎宽 $0.5 \sim 0.6\text{m}$ ，田坎侧坡 75° 。筑坎时，应先清除杂草和熟土，坎基挖成向内侧倾斜的反坡，牢固坎基。筑坎要用生土分层夯实，渠弯处，筑坎较高，还要用木夯将生土夯实，宽度不小于 1m 。坎面用铁钎扣土拍打，并留出一定倾角。坎面要夯实、拍光、打平，坎顶保持水平。当地坎修至预定高度时，再筑 $20 \sim 30\text{cm}$ 高蓄水埂。梯田修平后，将地表熟土平铺于田面。

经统计，顺坡段土坎梯田面积 26.77hm^2 ，石坎梯田面积 17.85hm^2 。

4) 排水工程

管道顺坡敷设时，对坡度较陡、汇水较集中区段在作业带外侧布设排水沟导水，末端连接沉沙池后顺接自然沟道。陡坡区段沿坡面设置急流槽，下方接消力池消能，顺接自然沟道。顺坡段根据不同山坡坡度，主体设计在作业带每隔 $20\sim 30\text{m}$ 左右设置一道挡墙，在挡墙上方修筑排水沟，与作业带外侧的纵向排水沟相接。

管道横坡敷设时，平整作业带将形成挖填边坡，对边坡上方来水区段布设截水沟，坡脚布设排水沟、沉沙池，排水末端顺接自然沟道。陡坡区段沿坡面设置急流槽，顺接坡脚排水沟。

截水沟：采用 M7.5 浆砌石梯形断面结构，底宽 $0.5\text{m} \times$ 深 0.5m ，边坡坡比 $1:0.5$ ，

侧墙和底板厚 30cm，每隔 15m 设沉陷缝一道，缝内用沥青麻絮填塞。

排水沟：采用 M7.5 浆砌石矩形断面结构，尺寸 0.5m×0.5m，侧墙和底板厚 30cm，每隔 15m 设置一道伸缩缝，缝宽 2cm，缝内填塞沥青麻絮。

急流槽：采用 M7.5 浆砌石矩形断面结构，尺寸 0.5m×0.5m，侧墙和底板厚 30cm。

消力池：采用 M7.5 浆砌石矩形断面结构，尺寸 2m 长×1.5m 宽×1.5m 深，衬砌厚度 30cm。

沉沙池：采用砖砌矩形断面结构，尺寸 2m 长×1.5m 高×1m 宽，有效容积 3m³，衬砌厚度 20cm。

本工程管道线路长，结合沿线地形地貌、气候条件等因素，选取广东省梅州市丰顺县、福建省漳州市平和县进行防治措施典型布设。本方案根据洪峰流量计算和截排水沟过水能力计算，对主体设计的截排水沟过水能力进行校验。根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）和《室外排水设计规范》（GB50014-2006）规定，浆砌石排水沟糙率取 0.025，安全超高取 0.2m，径流系数取 0.50。广东省梅州市丰顺县 20 年一遇平均 1h 降雨量为 89mm，30 年一遇平均 1h 降雨量为 101mm；福建省漳州市平和县 20 年一遇平均 1h 降雨量 87mm，30 年一遇平均 1h 降雨量 96mm。

结合排水沟标准断面数据和实际查勘资料，本方案对截排水沟的过水能力计算结果见表 5.3.2-2 和表 5.3.2-3。

表 5.3.2-2 主体设计截排水沟防洪排导能力计算结果

类别	底宽 h (m)	顶宽 h (m)	高 h (m)	水深 h (m)	过水面 积 A (m ²)	湿周 x (m)	水力半 径 R (m)	糙率 n	水力坡 降 i	流量 Q (m ³ /s)
截水沟	0.5	0.5	0.5	0.3	0.15	1.1	0.14	0.025	0.05	0.36
排水沟	0.5	0.5	0.5	0.3	0.15	1.1	0.14	0.025	0.05	0.36

表 5.3.2-3 管道作业带区截排水沟排导校验结果

行政区划	类别	汇水面积	洪峰流量 (m ³ /s)		过水能力 (Q 设)	过水能力复核分析	
		km ²	Q _{3%}	Q _{5%}	m ³ /s		
广东省梅州市 丰顺县	截水沟	0.01	0.14	0.12	0.36	Q _设 > Q _{3%}	满足要求
	排水沟	0.01	0.14	0.12	0.36	Q _设 > Q _{3%}	满足要求
福建省漳州市 平和县	截水沟	0.01	0.13	0.12	0.36	Q _设 > Q _{3%}	满足要求
	排水沟	0.01	0.13	0.12	0.36	Q _设 > Q _{3%}	满足要求

由表 5.3.2-3 结果可知，主体设计的截排水沟过水能力均大于洪峰流量，且留有安全裕度，能够满足本工程排水要求，本方案将主体设计的截排水沟全部纳入。

经计算统计如下：

顺坡段共布设浆砌石排水沟长 6329m，开挖土方 5589.52m³，浆砌块石 3994.77m³；急流槽长 934.35m，开挖土方 822.23m³，浆砌块石 588.64m³；消力池 12 个，开挖土方 117.95m³，浆砌块石 63.95m³；沉沙池 26 个，挖方量 148.51m³，砌砖 70.51m³。

横坡段共布设浆砌石截排水沟长 412.2m, 开挖土方 403.96m³, 浆砌块石 275.14m³; 急流槽长 34.35m, 开挖土方 30.23m³, 浆砌块石 21.64m³; 沉沙池 2 个, 挖方量 11.42m³, 砌砖 5.42m³。

5) 恢复园地

管道顺坡敷设占用园地区域, 施工结束后进行全面整地, 使其达到恢复园地的条件。主要在施工结束后进行场地清理、坑凹回填、人工施肥、机械耕翻地, 以满足作物生长需要。

经统计, 顺坡段全面整地面积为 44.62hm²。

6) 草袋堡坎

管道顺坡或横坡敷设时, 对于缓坡区域采用草袋素土堡坎作为拦挡工程。顺坡段根据不同山坡坡度, 在作业带范围每隔 10-15m 布设草袋堡坎。横坡段在填方坡脚布设草袋堡坎。草袋素土堡坎均匀码放在坡面上, 每层码砌完成后经过压实, 继续码砌上一层, 且在码砌时不应形成纵向通缝, 草袋素土堡坎厚 0.3m。

经统计, 顺坡段草袋素土堡坎拦挡长 83053.33m, 草袋填土量 43187.73m³。横坡段草袋素土堡坎拦挡长 480.9m, 草袋填土量 250.07m³。

7) 生态袋、浆砌石护坡

管道顺坡敷设时, 对于大于 15°顺坡坡面采用生态袋护坡。管道横坡敷设时, 对高度大于 2m 边坡采用生态袋护坡。生态袋应垂直于轴线方向铺设, 人工装土将土袋容积填充至 80%-90%左右为宜, 上一层土袋与下一层土袋应错缝搭接, 错缝搭接长度控制在 20cm-30cm, 每个生态袋装土 0.3m³。

主体设计对顺坡敷设局部陡坡段设置浆砌石护坡, 以防护因开挖扰动而裸露的边坡, 护坡多与挡土墙结合, 下部为挡墙, 上方为护坡。

经统计, 顺坡段生态袋护坡面积 436030m², 生态袋填土方量 130809m³。顺坡段浆砌石护坡面积 6229m², 浆砌石 3114.5m³。横坡段生态袋护坡面积 1021.91m², 生态袋填土方量 306.57m³。

(2) 植物措施

本区段植物措施主要为林草地的植被恢复。管道敷设完毕后, 在作业带土地整治的基础上恢复植被, 采取乔灌木相结合的方式。本工程根据沿线自然条件, 选取不同类型植物品种, 各区县选取乔灌木、草籽品种及播种量见表 5.3.2-4。乔木株行距 3.0m×3.0m, 灌木株行距 0.5m×0.5m, 在林下撒播混合均匀的草籽, 混播比例为 1:1。

管道顺坡敷设经过林地段，对小于 15° 顺坡坡面采取植草护坡，在作业带两侧选择适生树种栽植乔灌木，林下撒播草籽恢复植被。

管道横坡敷设经过林地段，对高度小于2m边坡采取植草护坡，在作业带两侧选择适生树种栽植乔灌木，林下撒播草籽恢复植被，在管道中心线两侧5m范围内采取种草。对于局部陡坡面主体设计采用挂网喷播植草护坡。

经计算如下：

①广东省顺坡段共栽植香樟5911株，小叶榕5911株，马占相思11821株，木槿17730株，假连翘17730株，海桐17730株，小叶石楠17730株，香根草460980株，植草护坡面积 46.10hm^2 ，穴状整地（ $40\times 40\text{cm}$ ）70920个，穴状整地（ $60\times 60\text{cm}$ ）23642个，全面整地面积 51.20hm^2 ，撒播草籽面积 5.11hm^2 ，需狗牙根2048.17kg，结缕草2048.17kg。

福建省顺坡段共栽植香樟1507株，马占相思1507株，木槿3013株，假连翘3013株，海桐3013株，香根草348790株，植草护坡面积 34.88hm^2 ，穴状整地（ $40\times 40\text{cm}$ ）9040个，穴状整地（ $60\times 60\text{cm}$ ）3014个，全面整地面积 39.99hm^2 ，撒播草籽面积 5.11hm^2 ，需狗牙根1599.67kg，结缕草1599.67kg。

②广东省横坡段共栽植香樟115株，小叶榕115株，马占相思229株，木槿458株，假连翘458株，海桐458株，香根草1139株，植草护坡面积 0.11hm^2 ，挂网喷播植草护坡 0.05hm^2 ，穴状整地（ $40\times 40\text{cm}$ ）1374个，穴状整地（ $60\times 60\text{cm}$ ）458个，全面整地面积 1.31hm^2 ，撒播草籽面积 1.20hm^2 ，需狗牙根52.48kg，结缕草52.48kg。

（3）临时措施

1）施工边界警戒标识

作业带扫线前，对顺坡横坡敷设段在征地边界两侧采用彩旗作为施工边界警戒标识，严格控制工程施工范围。施工结束后回收彩旗，可重复3次利用。经统计，顺坡段需边界警示彩旗20763.33m，横坡段需边界警示彩旗229m。

2）临时拦挡、临时苫盖

管沟开挖分段施工，将剥离的表土与生土分开沿线堆放在管沟一侧，表土在外侧，生土在内侧，堆土边坡坡比1:1，堆高1.5~2.5m，顶部采用彩条布苫盖，因管道分段施工，彩条布考虑重复3次利用。用编织袋装剥离的表层土，扎口后沿着表土和生土堆放区的外侧垒筑，垒筑时上下层间咬茬错缝踩实。填土编织袋挡墙采用梯形断面，高 $0.6\text{m}\times$ 底宽 $0.9\text{m}\times$ 顶宽 0.3m ，单位工程量 $0.36\text{m}^3/\text{m}$ 。管道敷设完毕后，将袋装土倒

出回填至管沟开挖面，回收编织袋可重复利用。

经统计，本区顺坡段共需编织袋装土临时拦挡长62290m，编织袋土总量22424.4m³，彩条布苫盖12.46hm²。横坡段共需编织袋装土临时拦挡长687m，编织袋土拦挡与拆除量247.32m³，彩条布苫盖0.14hm²。

3) 临时排水沟、临时沉沙池

管道作业带外侧布设临时排水沟，采用梯形断面土质排水沟，底宽0.3m×深0.5m，边坡坡比1:0.5，施工结束后填平临时排水沟。顺坡横坡敷设段结合临时排水沟的布置，在排水末端设临时沉沙池，沉沙池为矩形断面，规格为长2m×高1.5m×宽1m。

经统计，本区顺坡段共计布设临时排水沟长56061m，土方开挖15416.78m³；临时沉沙池82座，开挖土方246m³。横坡段共计布设临时排水沟长480.9m，土方开挖132.25m³；临时沉沙池4座，开挖土方12m³。

4) 彩条布铺垫

管道作业带施工时，对施工机械运输、焊接、吊装等非开挖区域采用彩条布铺垫，以减少对表土资源的占压和破坏，彩条布可重复2~3次利用。

经统计，本区顺坡段共需彩条布铺垫56.06hm²，横坡段共需彩条布铺垫0.62hm²。

5.3.3 站场阀室区

(1) 工程措施

1) 表土剥离与回覆

施工前对阀室占用耕地、园地、林草地的表层熟土进行剥离，调运至临近的管道作业带堆土区集中堆放；扩建站场不计表土剥离。表土剥离原则、厚度同管道作业带区。施工结束后，对阀室场外边坡和进场道路两侧绿化区域回覆表土。经统计，本区表土剥离面积5.25hm²，剥离量1.40hm²；表土回覆面积0.50hm²，回覆量0.15万m³。

2) 排水工程

主体工程对站场阀室布置永久截排水沟，主要布设在围墙外四周及进场道路两侧。结合工程沿线地形地貌、气候条件等因素，选取大埔县22#阀室排水沟、平和县26#阀室排水沟进行过水能力验算，结构型式及断面尺寸见表5.3.3-1。

表 5.3.3-1 主体设计站场、阀室排水工程一览表

站址名称	材质	型式	尺寸
22#阀室（大埔县）	混凝土	矩形	高0.5m×宽0.5m，厚15cm
26#阀室（平和县）	混凝土	矩形	高0.5m×宽0.5m，厚15cm

主体设计站场排水工程采用50年一遇设计标准，阀室采用25年一遇设计标准。根

据《水土保持工程设计规范》和《室外排水设计规范》规定，混凝土排水沟糙率取值 0.017，安全超高取 0.2m，径流系数取 0.50。计算结果见表 5.3.3-2 和表 5.3.3-3。

表 5.3.3-2 主体设计站场、阀室截排水沟防洪排导能力计算结果

站址名称	底宽 h (m)	顶宽 h (m)	高 h (m)	水深 h (m)	过水面积 A (m ²)	湿周 x (m)	水力半径 R (m)	糙率 n	水力坡降 i	流量 Q (m ³ /s)
22#阀室（大埔县）	0.5	0.5	0.5	0.3	0.15	1.1	0.14	0.017	0.05	0.52
26#阀室（平和县）	0.5	0.5	0.5	0.3	0.15	1.1	0.14	0.017	0.05	0.52

表 5.3.3-3 站场、阀室截排水沟排导校验结果

阀室名称	25 年一遇 1h 降雨量 (mm)	汇水面积 (km ²)	洪峰流量 (m ³ /s)	过水能力 (Q 设)	过水能力复核分析	
			Q _{4%}	m ³ /s		
22#阀室（大埔县）	89	0.01	0.12	0.52	Q _设 > Q _{4%}	满足要求
26#阀室（平和县）	91	0.01	0.13	0.52	Q _设 > Q _{4%}	满足要求

由表 5.3.3-3 验算结果可知，主体设计的站场阀室排水沟过水能力均大于洪峰流量，且留有安全裕度，因此主体设计截排水沟能够满足防洪排导要求，本方案将其全部纳入。经统计，本区共计布设混凝土排水沟长 2975.11m，土方开挖 1547.06m³，混凝土 803.28m³。

3) 砖砌沉沙池

在各站场、阀室排水沟末端布设砖砌沉沙池，排水经沉沙池消能、减速、沉沙后顺接自然沟道，需定期清除沉沙池内淤积泥沙。本工程设置 1 座站场，10 座阀室，共布设 20 座砖砌沉沙池。砖砌沉沙池采用矩形断面，长 2.0m×宽 1.0m×高 1.5m，容积 3m³，池体采用砖砌，衬砌厚度 20cm，挖方量 114.24m³，砌砖 54.24m³。

4) 土地整治

本工程仅 1 座站场且为扩建站场，生产区及辅助生产区内除工艺设备区、建筑单体和道路之外的空地均采用混凝土方砖铺砌进行硬化；阀室围墙内空地均采取硬化，场外边坡和进场道路两侧进行植草绿化。经统计，施工结束后站场阀室区场地平整面积共计 5.25hm²。

5) 浆砌石护坡

主体设计对山丘区阀室场外边坡和进场道路两侧边坡区域，结合地形条件，适当采取浆砌石护坡，防护因开挖扰动而裸露的边坡。经统计，阀室区浆砌石护坡面积 1980m²，浆砌石量 990m³。

(2) 植物措施

本工程潮州分输清管站是在原站场围墙内进行扩建，无绿化要求。全线阀室围墙内均采取硬化处理，也无绿化要求。本区植物措施主要为阀室场外边坡和进场道路两侧边坡采用挂网喷播植草或撒播草籽绿化。草籽品种及种植方式同管道作业带区。

经计算，广东段闸室区挂网喷播植草面积 0.26hm^2 ，撒播草籽面积 0.4hm^2 ，全面整地面积 0.4hm^2 ，需狗牙根 16kg ，结缕草 16kg 。福建段闸室区挂网喷播植草面积 0.07m^2 ，撒播草籽面积 0.1hm^2 ，全面整地面积 0.1hm^2 ，需狗牙根 4kg ，结缕草 4kg 。

(3) 临时措施

1) 临时拦挡、苫盖

将施工中开挖的生土集中堆放在施工场地征地范围内，为防止临时堆土裸露期间遇大风和降雨出现扬尘和冲刷，堆土区四周采用装土编织袋拦挡，码放在坡脚压实，堆土顶部采用彩条布覆盖，坡脚压实，苫盖材料考虑3次重复利用。

临时堆土堆高约 $1.5\sim 2.5\text{m}$ ，填土编织袋挡墙采用梯形断面，高 $0.4\text{m}\times$ 顶宽 $0.4\text{m}\times$ 底宽 0.6m ，外坡比 $1:0.4$ ，内坡比 $1:0.3$ ，单位工程量 $0.20\text{m}^3/\text{m}$ 。

经统计，编织袋临时拦挡长度 898.42m ，编织袋土拦挡与拆除量 179.68m^3 ，彩条布覆盖 1.21hm^2 。

2) 临时排水沟、临时沉沙池

站场、闸室临时排水沟以永临结合的方式布置，即临时排水沟后期予以保留，临时排水沟为土质排水沟，排水沟断面与布设位置同工程措施中的混凝土排水沟，工程量不重复计算。

在排水沟出口处设置临时沉沙池，对场地排水进行消能、减速、沉沙，本区临时沉沙池布设按永临结合的方式，即临时沉沙池可当作永久沉沙池予以保留，临时沉沙池为土质沉沙池，位置与工程量同工程措施中的砖砌沉沙池，工程量不重复计算。施工过程中，定期清除沉沙池内淤积泥沙。

5.3.4 河流及沟渠穿越区

(1) 工程措施

1) 表土剥离与回覆

施工前，对直接开挖穿越段管沟开挖区域内的林地、草地进行表土剥离，剥离的表土沿线临时堆放在管道作业带一侧；对盾构、顶管穿越施工作业面内的耕地、林地、草地进行表土剥离，剥离的表土集中堆放在施工场地内一角。施工结束后，将表土回覆至原剥离范围，用于后期绿化覆土。表土剥离原则、厚度同管道作业带区。

经计算，本区表土剥离面积 4.91hm^2 ，表土剥离量 1.10万m^3 ；表土回覆面积 4.91hm^2 ，表土回覆量 1.10万m^3 。

2) 土地整治

管道敷设完毕后，对扰动地表范围内的耕地、林草地采取土地整治措施，恢复原土地利用类型。结合管沟回填，将表土覆盖在管沟开挖范围内，以便植被恢复或复耕，本区土地整治面积 19.42hm²。

3) 耕地恢复

对于盾构、顶管穿越占用耕地区域，施工结束后进行全面整地，使其达到复耕条件。主要在施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，机械耕翻地，以满足作物生长需要，全面整地面积约0.56hm²。

4) 生态袋、浆砌石护岸

为避免施工扰动破坏岸坡土体稳定，主体设计在管线敷设后，对开挖的河道和沟渠岸坡进行整治，恢复河道断面，采用生态袋护岸或浆砌石护岸措施。经统计，管道沿线河渠岸坡共铺设生态袋护岸 10818m²，生态袋装土 3786.3m³；浆砌石护岸 2754m²，浆砌石量 1377m³。

(2) 植物措施

施工结束后，对盾构施工场地及直接开挖占压林地区域，按照适地适树的原则，恢复林草措施。根据相关规定，管道作业带中心两侧各 5m 范围内禁止种植深根植物，因此在管道中心线两侧各 5m 范围内采取种草；其他区域采用灌草结合的方式恢复植被。对扰动占压草地范围，采取撒播种草的方式恢复植被，混播比例为 1:1。灌木、草籽选择品种及种植方式同管道作业带区表 5.3.2-4。

经计算如下：

广东省共栽植假连翘4329株，海桐4329株，穴状整地（40×40cm）8658个，撒播草籽面积3.57hm²，全面整地面积3.57hm²，需狗牙根142.87kg，结缕草142.87kg。

福建省共栽植假连翘745株，海桐745株，穴状整地（40×40cm）1490个，撒播草籽面积0.61hm²，全面整地面积0.61hm²，需狗牙根24.59kg，结缕草24.59kg。

(3) 临时措施

1) 临时拦挡及苫盖

直接开挖穿越时，开挖土方沿线临时堆放在管沟一侧，堆土边坡坡比1:1，堆高约2m，堆土顶部采用彩条布苫盖，彩条布考虑重复3次利用；坡脚用编织袋装开挖的生土，扎口后沿着堆土区外侧垒筑成填土编织袋挡墙。管道敷设完毕后，将袋装土倒出回填至管沟开挖面，回收编织袋，重复利用。

对盾构和顶管穿越时，将剥离的表土与施工开挖的生土分开堆放，为防止临时堆

土裸露期间遇大风和降雨出现扬尘和冲刷，堆土顶部采用彩条布苫盖，堆土区四周采用填土编织袋拦挡，码放在坡脚压实，苫盖材料可重复2~3次利用。每处穿越点施工场地表土堆高约2m，生土堆高约1.5m。填土编织袋挡墙采用梯形断面，高0.6m×底宽0.9m×顶宽0.3m，单位工程量 $0.36\text{m}^3/\text{m}$ 。管道敷设完毕后，将袋装土倒出回填至施工场地地区，回收编织袋，重复利用。

经计算，本区共需布设编织袋临时拦挡 4345.2m，编织袋土拦挡与拆除量 1564.28m^3 ，彩条布苫盖 1.72hm^2 。

2) 临时排水沟

盾构及顶管穿越时，在施工场地四周布设临时排水沟，直接开挖敷设时在作业带外侧布设临时排水沟，以排除施工区雨水，最终接入施工区沉沙池。临时排水沟采用梯形断面土质排水沟，底宽0.3m×深0.5m，边坡坡比1:0.5。经统计，本区共布设临时排水沟长4827m，土方开挖 1327.4m^3 。

3) 临时沉沙池

本方案结合临时排水沟的布设，在盾构和顶管穿越施工场地各布设 1 个沉沙池，直接开挖穿越段共布设 53 座沉沙池，沉沙池为矩形断面，规格为长 2m×高 1.5m×宽 1m。经计算，本区共布设临时沉沙池 57 座，开挖土方 171m^3 。

4) 彩条布铺垫

直接开挖穿越时，对施工机械运输、焊接、吊装等非开挖区域采用彩条布铺垫，以减少对表土资源的占压和破坏，彩条布重复3次利用。经统计，本区开挖段需彩条布铺垫 3.7hm^2 。

5) 临时种草

对盾构、定向钻穿越集中堆放在施工场地范围内的表土，以及沿线堆放在管沟开挖一侧的表土采取临时撒播草籽，草种选用狗牙根草籽，播种量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。经计算，临时种草面积 0.14hm^2 ，需狗牙根草籽 11.65kg。

5.3.5 公路穿越区

(1) 工程措施

1) 表土剥离与回覆

顶管穿越公路时，先对占用耕地、园地、林地和草地的施工场地进行表土剥离，集中堆放在施工场地征地范围内一角并采取保护措施。公路桥下开挖穿越时，对占用林地管沟开挖面的表土进行剥离，剥离的表土与生土分开沿线堆放在管沟一侧，表

土在外侧，生土在内侧。施工完毕后，将表土回覆至施工场地范围内。表土剥离原则、厚度同管道作业带区。经统计，本区表土剥离面积 15.36hm^2 ，表土剥离量 4.01万m^3 ；表土回覆面积 15.36hm^2 ，表土回覆量 4.01万m^3 。

2) 土地整治

施工结束后，对施工场地进行土地整治，整治面积共计 23.79hm^2 。

3) 耕地、园地恢复

对顶管穿越施工占用耕地、园地区域，施工结束后进行全面整地，使其达到复耕条件。主要在施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，机械耕翻地，以满足作物生长需要，全面整地面积共计 5.20hm^2 。

4) 修复排水工程

管道直接开挖穿越公路时，扰动现有道路的排水边沟，经调查，项目区公路开挖段排水边沟一般为浆砌石矩形断面，尺寸 $0.3\text{m}-0.5\text{m}$ ，厚 0.3m 。管沟回填后，恢复道路横断面及原状路基排水边沟，以保证道路排水通畅。

经统计，修复排水工程长度 5868m ，土方开挖 4107.6m^3 ，浆砌块石 3168.72m^3 。

(2) 植物措施

对施工场地占用林地区域，采用乔灌草结合的配置方式恢复植被，乔木株行距 $3.0\text{m}\times 3.0\text{m}$ ，灌木株行距 $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ ，在林下撒播草籽。对占用草地区域，采取撒播草籽恢复植被。乔灌木、草籽品种及种植方式同管道作业带区表5.3.2-4。

经计算如下：

广东省共栽植小叶榕5920株，木槿27278株，海桐27278株，穴状整地($40\times 40\text{cm}$)54556个，穴状整地($60\times 60\text{cm}$)5920个，撒播草籽面积 5.46hm^2 ，全面整地面积 5.46hm^2 ，需狗牙根 218.48kg ，结缕草 218.48kg 。

福建省共栽植马占相思3236株，木槿14560株，海桐14560株，穴状整地($40\times 40\text{cm}$)29120个，穴状整地($60\times 60\text{cm}$)3236个，撒播草籽面积 3.03hm^2 ，全面整地面积 3.03hm^2 ，需狗牙根 121.34kg ，结缕草 121.34kg 。

(3) 临时措施

1) 临时拦挡、临时苫盖

顶管穿越公路时，将剥离的表土与开挖的生土分开临时堆放在施工场地征地范围内，为防止临时堆土裸露期间遇大风和降雨出现扬尘或冲刷，堆土顶部采用彩条布苫盖、坡脚压实，临时堆土区四周采用装土编织袋拦挡，苫盖材料考虑2~3次重复利用。

每处顶管穿越施工场地表土堆高约2m，生土堆高约1.5m。填土编织袋挡墙采用梯形断面，高0.6m×底宽0.9m×顶宽0.3m，单位工程量 $0.36\text{m}^3/\text{m}$ 。经计算，顶管穿越段共计编织袋临时拦挡长度1900.98m，编织袋土拦挡与拆除量 684.35m^3 ，彩条布覆盖 6.12hm^2 。

直接开挖穿越公路时，将开挖产生的临时土方沿线堆放在管沟一侧，堆土边坡坡比1:1，堆高约2m，堆土顶部采用彩条布苫盖，彩条布考虑重复3次利用；坡脚采用编织袋装土临时拦挡。编织袋装土挡墙断面为梯形，高0.60m×底宽0.90m×顶宽0.30m，单位工程量 $0.36\text{m}^3/\text{m}$ 。经计算，开挖穿越段共需铺设编织袋临时拦挡4294m，编织袋土总量 1545.84m^3 ，彩条布苫盖 0.86hm^2 。

综上，本区共计编织袋土临时拦挡6194.98m，编织袋土总量 2230.19m^3 ，彩条布苫盖 6.98hm^2 。

2) 彩条布铺垫

直接开挖穿越公路施工时，对施工机械运输、焊接、吊装等非开挖区域采用彩条布铺垫，以减少对表土资源的占压和破坏，彩条布重复3次利用，本区共计需彩条布铺垫 3.86hm^2 。

3) 临时排水沟

顶管穿越及直接开挖公路时，在施工场地周边及作业带外侧布设临时排水沟，采用梯形断面土质排水沟，底宽0.3m×深0.5m，边坡坡比1:0.5。经统计，顶管穿越施工场地周边布设临时排水沟长90240m，土方开挖 24816m^3 ；直接开挖穿越施工作业带外侧布设临时排水沟长4294m，土方开挖 1180.85m^3 。

综上，本区共计布设临时排水沟长94534m，土方开挖 25996.85m^3 。

4) 临时沉沙池

顶管穿越施工区临时排水沟末端设置矩形沉沙池，沉淀后的清水用作施工用水和场地洒水降尘，沉沙池尺寸：长2m×高1.5m×宽1.0m，每处穿越点设置2座沉沙池（出土点、入土点各1座）。经计算，共需布设临时沉沙池353个，土方开挖 1059m^3 。

5) 临时种草

对公路穿越集中堆放在施工场地范围内的表土临时撒播草籽，草种选用狗牙根，播种量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。经计算，临时种草面积 3.44hm^2 ，需草籽量 275.39hm^2 。

5.3.6 山体穿越区

(1) 工程措施

1) 表土剥离与回覆

施工前，对山体隧道、定向钻穿越施工场地的表层熟土进行剥离，集中堆放在施工场地范围内一角，表土剥离原则、厚度同管道作业带区。施工完毕后，将表土回覆至施工场地范围内。经统计，本区表土剥离面积 12.05hm^2 ，表土剥离量 3.01万m^3 ；表土回覆面积 12.05hm^2 ，表土回覆量 3.01万m^3 。

2) 土地整治

施工结束后，对山体隧道、定向钻穿越施工场地机械碾压、人工扰动的地段实施深翻 $20\sim 30\text{cm}$ ，做好回填、覆土、整平、耙松等工作，恢复原土地利用类型。本区土地整治面积共计 12.05hm^2 。

3) 排水工程

山体隧道穿越时，在隧道洞口上方结合地形条件布设截排水沟，与自然沟道顺接。

截排水沟：M7.5浆砌石，矩形断面结构，尺寸 $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ ，侧墙和底板厚 30cm ，每隔 15m 设置一道伸缩缝，缝宽 2cm ，缝内填塞沥青麻絮。

急流槽：M7.5浆砌石，矩形断面结构，尺寸 $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ ，侧墙和底板厚 30cm 。

消力池：M7.5浆砌石，矩形断面结构， 2m 长 $\times 1.5\text{m}$ 宽 $\times 1.5\text{m}$ 深，衬砌厚度 30cm 。

结合工程沿线地形地貌、气候条件等因素，选取广东省大埔县、福建省平和县的山体隧道进行防治典型措施布设。本方案根据洪峰流量计算和截排水沟过水能力计算，对主体设计的截排水沟过水能力进行校验。根据《水土保持工程设计规范》和《室外排水设计规范》中规定，浆砌石排水沟糙率取 0.025 ，安全超高取 0.2m ，径流系数取 0.50 。广东省大埔县20年一遇平均 1h 降雨强度（ i ）取 84mm/h ，30年一遇平均 1h 降雨强度（ i ）取 93mm/h 。福建省平和县20年一遇平均 1h 降雨强度（ i ）取 87mm/h ，30年一遇平均 1h 降雨强度（ i ）取 96mm/h 。

结合排水沟标准断面数据和实际勘察资料，本方案对截排水沟洪峰流量和过水能力分别计算结果详见表5.3.6-1。

表 5.3.6-1 主体设计截排水沟防洪排导能力计算结果

类别	底宽 h (m)	顶宽 h (m)	高 h (m)	水深 h (m)	过水面积 A (m^2)	湿周 x (m)	水力半 径 R (m)	糙率 n	水力 坡降 i	流量 Q (m^3/s)
截水沟	0.5	0.5	0.5	0.3	0.15	1.1	0.14	0.025	0.05	0.36
排水沟	0.4	0.4	0.4	0.2	0.08	0.8	0.10	0.025	0.05	0.15

由表 5.3.6-2 验算结果可知，主体设计的截排水沟排导能力均大于洪峰流量，且留有安全裕度，因此主体设计的截排水沟能够满足工程排水要求，本方案将其全部纳入。

表 5.3.6-2 山体隧道截排水沟排导校验结果

行政区划	类别	汇水面积	洪峰流量 (m^3/s)		过水能力 (Q 设)	过水能力复核分析
		km^2	Q _{3%}	Q _{5%}	m^3/s	

广东省梅州市大埔县	截水沟	0.01	0.14	0.12	0.36	$Q_{设} > Q_{3\%}$	满足要求
	排水沟	0.01	0.14	0.12	0.15	$Q_{设} > Q_{3\%}$	满足要求
福建省漳州市平和县	截水沟	0.01	0.13	0.12	0.36	$Q_{设} > Q_{3\%}$	满足要求
	排水沟	0.01	0.13	0.12	0.15	$Q_{设} > Q_{3\%}$	满足要求

经统计，本区共布设截排水沟 3770m，土方开挖 3317.6m³，浆砌块石 2375.1m³。急流槽 580m，土方开挖 510.4m³，浆砌块石 365.4m³。消力池 58 个，土方开挖 570.1m³，浆砌块石 309.1m³。

(2) 植物措施

本区植物措施主要为林地恢复和隧道洞口边仰坡挂网喷播植草。对于山体隧道穿越洞口边仰坡坡度较缓区域，采用挂网喷播植草。对于山体穿越占用林地区域，采用乔灌木结合的配置方式，乔木株行距3.0m×3.0m，灌木株行距0.5m×0.5m，在林下混播草籽。乔灌木、草籽品种及种植方式同管道作业带区表5.3.2-4。

经计算如下：

广东省：挂网喷播植草面积0.13m²，栽植马占相思9389株，假连翘42250株，海桐42250株，穴状整地（40×40cm）84500个，穴状整地（60×60cm）9389个，撒播草籽面积6.76hm²，全面整地面积6.76hm²，需狗牙根270.4kg，结缕草270.4kg。

福建省：挂网喷播植草面积0.05m²，栽植马占相思4000株，假连翘18000株，海桐18000株，穴状整地（40×40cm）36000个，穴状整地（60×60cm）4000个，全面整地面积2.88hm²，撒播草籽面积2.88hm²，需狗牙根115.2kg，结缕草115.2kg。

(3) 临时措施

1) 临时拦挡、临时苫盖

山体隧道、定向钻穿越时，将剥离的表土与施工开挖的生土分开临时堆放在施工场地范围内，为防止临时堆土裸露期间遇大风和降雨出现扬尘或冲刷，堆土顶部采用彩条布苫盖、坡脚压实，临时堆土区四周采用装土编织袋拦挡，苫盖材料考虑2~3次重复利用。每处穿越点施工场地表土堆高约2m，生土堆高约1.5m。填土编织袋挡墙采用梯形断面，高0.60m×底宽0.90m×顶宽0.30m，单位工程量0.36m³/m。

经计算，山体隧道穿越施工共计编织袋临时拦挡长度1049.3m，编织袋土总量377.8m³，彩条布苫盖1.58hm²。山体定向钻穿越施工共计编织袋临时拦挡长度119.5m，编织袋土拦挡与拆除量43.03m³，彩条布苫盖0.10hm²。

2) 临时排水沟

山体定向钻穿越时，在施工场地周边布设临时排水沟，以排除施工区雨水，采用

梯形断面土质排水沟，底宽 0.3m ×深 0.5m ，边坡坡比 $1:0.5$ ，施工结束后填平临时排水沟。山体隧道穿越时，在隧道洞口上方结合地形布设临时排水沟，以永临结合的方式。

经统计，山体穿越区施工共计布设临时排水沟长 10800m ，土方开挖 2970m^3 。

3) 临时沉沙池

定向钻穿越山体时，施工区临时排水沟末端布设沉沙池，沉淀后的清水用作施工用水和场地洒水降尘，每处定向钻布设2座沉沙池（出入土点各1座）。山体隧道穿越时，在隧道洞口上方布设临时排水沟，排水末端连接沉沙池。临时沉沙池尺寸为 2m 长× 1.5m 高× 1m 宽。经计算，本区共计布设临时沉沙池60个，土方开挖 180m^3 。

4) 泥浆沉淀池

管道以定向钻方式穿越山体1处，在定向钻出入土施工场地各布设1座泥浆沉淀池，用于存放泥浆和沉沙的作用。沉淀池与循环泥浆池串联布置，泥浆采用经专用泵泵送至沉淀池，经沉淀后泥浆进入泥浆池，固化沉淀后的钻渣自然晾干后平整回填。施工结束后将泥浆池填平，拆除填土编织袋，拆除的土方回填于池体表层，进行平整。

泥浆沉淀池规格为顶长 10m ×顶宽 8m ，开挖高度 2m ，开挖边坡坡比 $1:0.5$ ，内壁夯实，以利于池身稳定。池口堆土拍实并加盖土工膜，外侧采用填土编织袋围挡，填土编织袋高度 1.0m ×顶宽 0.5m ×底宽 1.5m ，坡比 $1:0.5$ ，填土编织袋土源为池身开挖土。池身开挖的深层土方部分填筑在沉淀池四周。

经计算，泥浆沉淀池2座，开挖土方 256m^3 ，填土编织袋临时拦挡与拆除 72m^3 ，土工膜防渗 240m^2 。

5) 临时种草

对集中堆放在施工场地征地范围内的表土进行临时撒播草籽，草种选用狗牙根，播种量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。经计算，临时种草面积 2.61hm^2 ，需草籽量 208.87kg 。

5.3.7 施工便道区

1、新建便道

(1) 工程措施

1) 表土剥离与回覆

施工前对新建便道占用耕地、林地、草地、园地区域进行表土剥离，将剥离的表土沿线堆放在施工便道一侧，采取临时拦挡、苫盖和种草等措施。表土剥离原则、厚度同管道作业带区。经统计，施工便道区表土剥离面积 20.38hm^2 ，表土剥离量 5.35万m^3 ；表土回覆面积 20.38hm^2 ，表土回覆量 5.35万m^3 。

2) 土地整治

施工结束后, 对新建便道扰动范围进行土地整治, 为复耕或植被恢复创造条件。本区场地平整面积共计 20.38hm^2 , 采用机械整治方式。

3) 耕地、园地恢复

对于新建便道占用耕地、园地区域, 施工结束后进行全面整地, 使其达到复耕条件。施工结束后进行场地清理、坑凹回填, 人工施肥, 机械耕翻地, 以满足作物生长需要, 全面整地面积共计 7.13hm^2 。

(2) 植物措施

施工结束后, 按照原土地利用类型恢复植被, 植物措施布设同“5.3.2节管道作业带区”, 见表5.3.2-4。对新建便道占用林地区域采用乔灌草结合的配置方式, 在林下混播草籽; 对占用草地和其他土地区域采用混播草籽方式进行绿化。

经计算如下:

广东省共栽植马占相思11687株, 木槿95358株, 海桐95358株, 穴状整地($40\times 40\text{cm}$)190716个, 穴状整地($60\times 60\text{cm}$)11687个, 撒播草籽面积 8.41hm^2 , 全面整地面积 8.41hm^2 , 需狗牙根 336.34kg , 结缕草 336.34kg 。

福建省共栽植马占相思770株, 木槿3382株, 海桐3382株, 穴状整地($40\times 40\text{cm}$)6764个, 穴状整地($60\times 60\text{cm}$)770个, 全面整地面积 0.31hm^2 , 撒播草籽面积 0.31hm^2 , 需狗牙根 12.56kg , 结缕草 12.56kg 。

(3) 临时措施

1) 施工边界警戒标识

新修便道前, 在道路征地边界两侧采用彩旗作为施工边界警戒标识, 严格控制工程占地。施工结束后, 回收彩旗, 可重复3次利用。经统计, 需边界警示彩旗13866m。

2) 临时拦挡、临时苫盖

施工过程中, 对新建便道半挖半填段路基下边坡, 以及表土和生土临时堆放区周边采取临时拦挡, 用编织袋装剥离的表层土, 经扎口后在半挖半填段的路基下边坡和临时堆土区外侧垒筑成填土编织袋挡墙。填土编织袋挡墙采用梯形断面, 高 $0.60\text{m}\times$ 底宽 $0.90\text{m}\times$ 顶宽 0.30m , 单位工程量 $0.36\text{m}^3/\text{m}$ 。临时堆土表面采用彩条布覆盖, 在坡脚与袋装土接合并压实, 防尘网可重复2~3次利用。

经统计, 新建施工便道共计编织袋临时拦挡长度41598m, 编织袋土拦挡与拆除量 14975.28m^3 , 彩条布苫盖 9.36hm^2 。

3) 临时排水沟

施工过程中,在新建便道两侧布设临时排水沟,对新建便道半挖半填段的上边坡来水侧布设临时截水沟。临时截排水沟采用土质梯形断面,底宽 $0.3\text{m}\times\text{深}0.5\text{m}$,边坡坡比 $1:0.5$ 。经统计,临时截排水沟长度 83196m ,土方开挖 22878.9m^3 。

4) 临时种草

对新建便道半挖半填段的路基上边坡和集中堆放在施工场地征地范围内的表土进行临时撒播草籽,草种选用狗牙根,播种量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。经计算,临时种草面积 4.64hm^2 ,需草籽量 370.97kg 。

2、整修道路

(1) 工程措施

1) 表土剥离与回覆

整修便道原为乡村路,均为一般路段,无半挖半填段,不计表土剥离。

2) 土地整治

施工结束后,对整修便道扰动范围进行土地整治。本区场地平整面积共计 21.59hm^2 ,采用机械整治方式。

3) 浆砌石排水沟

本工程结合现场实际情况在整修便道两侧修筑排水边沟,排水沟采用M7.5浆砌石矩形断面结构,尺寸规格 $0.3\times 0.3\text{m}\sim 0.5\times 0.5\text{m}$,侧墙和底板厚 30cm ,每隔 15m 设一道伸缩缝,缝宽 2cm ,缝内填塞沥青麻絮,按永临结合的方式。

结合沿线地形地貌、气候条件等因素,选取广东省梅州市丰顺县、福建省漳州市平和县施工便道进行典型措施布设。本方案根据洪峰流量计算公式和排水沟过水能力计算公式(见5.3.1节),对整修便道区排水沟洪峰流量和过水能力进行验算,验算过程同5.3.2节管道作业带区。

经计算,本方案布设的排水沟排导能力均大于洪峰流量,能够满足要求,整修便道区共计布设浆砌石排水沟长 14391.3m ,开挖土方 12664.34m^3 ,浆砌块石 9066.52m^3 。

(2) 植物措施

施工结束后,在整修便道两侧结合现场实际情况栽植乔灌木,进行绿化美化。植物措施布设同“5.3.2节管道作业带区”,见表5.3.2-4。经计算如下:

广东省共栽植马占相思 6552 株,木槿 9828 株,海桐 9828 株,穴状整地($60\times 60\text{cm}$) 6552 个,穴状整地($40\times 40\text{cm}$) 19656 个。

福建省共栽植马占相思7078株，木槿3539株，海桐3539株，穴状整地（60×60cm）7078个，穴状整地（40×40cm）7078个。

（3）临时措施

1）施工边界警戒标识

整修便道前，在道路征地边界两侧采用彩旗作为施工边界警戒标识，严格控制工程占地。施工结束后，回收彩旗，可重复3次利用。经统计，需边界警示彩旗15990m。

2）临时排水沟

施工过程中，在整修便道两侧结合现场实际情况布设临时排水沟，按永临结合的方式布置。临时排水沟布设位置同工程措施中的浆砌石排水沟，工程量不重复计算。

5.3.8 弃渣场区

（1）工程措施

1）表土剥离与回覆

弃渣前，先对弃渣场占地范围内对耕地、林地和草地进行剥离并集中堆放在弃渣场地势较高区域的一角，表土剥离原则、厚度同管道作业带区。经统计，本区表土剥离面积20.63hm²，表土剥离量5.41万m³。弃渣结束后，将表土回覆弃渣表面，表土回覆面积20.63hm²，表土回覆量5.41万m³。

2）拦挡工程

本工程弃渣场22个为5级，6个为4级，弃渣场级别及拦挡工程建筑物级别见表5.3.1-1。本方案在综合考虑各渣场的地理位置、地形、气候、渣场类型、汇水面积、堆渣高度等因素后，选取3#、4#、10#、13#、14#、18#、21#、22#、25#等9个弃渣场开展水土保持措施典型布设，详见表5.3.8-1。

表 5.3.8-1 典型弃渣场及防护工程级别表

序号	弃渣场名称	所在区县	渣场类型	占地面积 (hm ²)	堆渣量 (万 m ³)	最大堆高 (m)	渣场级别	汇水面积 (km ²)	拦挡工程级别	排洪工程级别	设计防洪 [重现期 (年)]	校核防洪 [重现期 (年)]	永久截排水沟设计标准
1	高升出口+凤山进出口渣场	潮安区	坡地型	1.21	4.83	19	5	0.09	5	5	10	20	5年一遇10min暴雨
2	丹竹坪进出口渣场	大埔县	沟道型	0.80	3.19	13	5	0.36	5	4	20	30	5年一遇10min暴雨
3	大埔3#出口+无特坑进口渣场	大埔县	沟道型	1.11	4.43	25	4	0.10	4	3	30	50	5年一遇10min暴雨

5 水土保持措施

4	马鞍山出口+石子岭进出口+教堂里进口渣场	大埔县	坡地型	2.31	9.23	20	4	0.03	4	3	30	50	5 年一遇 10min 暴雨
5	大坪寮 1#+大坪寮 2#+梅仔科进口渣场	丰顺县	坡地型	0.76	3.03	19	5	0.03	5	4	20	30	5 年一遇 10min 暴雨
6	教堂里出口渣场	饶平县	坡地型	0.47	1.88	9	4	0.05	5	4	20	30	5 年一遇 10min 暴雨
7	楼后进出口+新村进口+崎岭铺进出口渣场	平和县	沟道型	1.03	4.10	17	5	0.10	5	4	20	30	5 年一遇 10min 暴雨
8	焦坪进口+新村出口渣场	平和县	坡地型	0.53	2.13	10	5	0.04	5	4	20	30	5 年一遇 10min 暴雨
9	后尖尾出口渣场+大伦坪进口渣场	平和县	坡地型	1.09	4.34	16	5	0.60	5	4	20	30	5 年一遇 10min 暴雨

本方案对 9 处弃渣场均按照“先拦后弃”的原则，对弃渣场布设拦挡措施，在挡渣墙内部布置两排排水孔，排水孔水平间距取 2.0m，排水孔孔径 50mm，上下排水孔梅花形布置，最低一排应高出地面。排水孔附近用粗颗粒材料覆盖，铺设反滤层。挡渣墙水平方向每隔 10m 设置一道伸缩缝，缝宽 1cm，缝中嵌柏油沥青杉板，在地形地质及墙高变化较大处设沉降缝。本方案布设的弃渣场挡墙尺寸见表 5.3.8-2。

表 5.3.8-2 弃渣场挡墙尺寸设计表

型号	墙高 H (m)	顶宽 B1 (cm)	墙趾宽 (cm)	墙趾高 (cm)	面坡坡率	背坡坡率	底坡坡率	墙背高 (cm)	底宽 B3 (cm)	C (cm)
I	2	55	0	0	0.2	0	0.2	182	91	18
II	3	80	0	0	0.2	0	0.2	273	135	27
III	4	110	0	0	0.2	0	0.2	364	183	37
IV	5	135	20	40	0.2	0	0.2	451	245	49

①弃渣场及拦挡工程稳定性分析

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《建筑边坡工程设计规范》（GB50330-2013）、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年版）和《建筑地基基础技术规范》（DB42/242-2014）要求，对 9 处弃渣场进行验算分析。本次计算采用 GB51018-2014 中表 12.2.3-3 堆渣散体的强度参数进行验算，并用项目区附近岩土固结快剪实验强度参数进行再次检验。对于岩土参数取值，选择典型剖面进行断面计算，典型计算断面一般为弃渣场下游主沟方向或最大埋深剖面。本方案对于坡面较陡的弃渣场计算 2 个典型断面的稳定性，对于坡面较缓的弃渣场计算 1 个典型断面的稳定性。

本工程弃渣场稳定性分析方法采用瑞典圆弧法，根据 GB51018-2014 相关规定，

不同级别弃渣场对应的抗滑稳定安全系数、挡渣墙基底抗滑稳定安全系数、挡渣墙抗倾覆安全系数不应小于表 5.3.8-3 规定的数值。

表 5.3.8-3 弃渣场安全系数规定数值

计算工况	抗滑稳定安全系数 (瑞典圆弧法)	挡渣墙基底抗滑稳定安全系数					挡渣墙抗倾覆安全 系数
	弃渣场级别	土质地基		岩石地基			弃渣场级别
		挡渣墙级别		挡渣墙级别		抗剪断公式计 算时	
		4、5	4	5	4		
正常运用	1.15	1.20	1.20	1.05		3.00	1.40
非常运用	1.05	1.05		1.00		2.30	1.30

弃渣场抗滑稳定安全系数采用瑞典圆弧法，计算公式如下：

$$K = \frac{\sum \{[(W \pm V) \cos \alpha - ub \sec \alpha - Q \sin \alpha] \tan \varphi' + c' b \sec \alpha\}}{\sum [(W \pm V) \sin \alpha + M_c / R]}$$

式中：b--条块宽度（m）；

W--条块重力（kN）；

W₁--在边坡外水位以上的条块重力（kN）；

W₂--在边坡外水位以下的条块重力（kN）；

Q、V--在水平和垂直地震惯性力（向上为负，向下为负）（kN）；

u--作用于土条底面的孔隙压力（kN）；

α--条块重力线与通过此条块底面中点的半径之间的夹角（°）；

C'、φ'--土条底面的有效应力抗剪强度指标；

M_c--水平地震惯性力对圆心的力矩（kN·m）；

R--圆弧半径（m）。

项目区地处南方红壤区，弃渣场主要位于山区内，按照GB51018-2014中12.2.5节要求的正常、非常运用工况，增加考虑暴雨天气条件对弃渣场的影响，项目区域地震烈度主要为7度，增加考虑地震的影响。由于弃渣场一般处于地下水位以上，且堆渣体孔隙率较高，只有降雨时可能形成暂时性地下水，但不易形成或赋存稳定连续的地下水，因此计算时不考虑地下水渗透压力。对于天然+暴雨工况，在参数取值方面考虑岩土体结构因素和降雨因素，取堆渣体饱和容重及饱和强度参数进行分析。对于天然+地震工况，采用拟静力法，将地震作用简化为水平地震力施加在堆渣体上。弃渣场稳定性分析需对边坡滑塌变形进行分析计算，土体物理力学参数取值见表5.3.8-4。

表 5.3.8-4 弃渣场边坡土体的物理力学参数建议值

岩性	重度(KN/m ³)		天然散体/近天然散体		饱和强度参数	
	天然	饱和	C(kPa)	φ(°)	C(kPa)	φ(°)
粉质砂土	16.0~17.0	19.0~19.5	0~2	28~32	0~2	27~30
土夹碎块石	17.0~17.5	19.0~20.0	0	29~35	0	27~33

碎块石夹土	18.5~19.0	19.5~20.0	0	30~35	0	28~33
碎块石	18.5~19.5	20.0~20.5	0	35	0	33
红黏土	19.0~19.5	21.0~22.0	12	20	12	20
白云岩	25.0~28.0	26.0~29.5	200	50	200	50

② 拦挡工程稳定性分析

根据 GB51018-2014 规定，挡渣墙级别为 4 级、5 级，地基土类型为土质地基时，基底抗滑安全系数取值在正常运用情况下不应小于规定数值 1.20，非常运用情况下不应小于规定数值 1.05；地基抗倾覆安全系数取值在正常运用情况下不应小于规定数值 1.40，非常运用情况下不应小于规定数值 1.30。在各种计算工况下，挡渣墙平均基底应力不应大于地基允许承载力允许值，最大基底应力不应大于地基允许承载力的 1.2 倍，挡渣墙基底应力最大值与最小值之比不应大于 2.0。挡渣墙抗滑、抗倾覆稳定安全系数计算公式和基地承载力验算公式如下：

A. 挡渣墙的抗滑稳定性计算

挡渣墙的抗滑稳定性采用下列公式计算分析：

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

式中：K_s--最小抗滑安全系数，[K_s]≥1.3；

W--墙体自重，kN；

P_{ay}--主动土压力的垂直分力，P_{ay}=P_{asin}(δ+ε)，kN；

M--基底摩擦系数，参考表 8-6；

P_{ax}--主动土压力的水平分力，P_{ax}=P_{acos}(δ+ε)，kN；

P_a--主动土压力，kN；

δ--墙摩擦角；

ε--墙背倾斜角度。

挡渣墙基底与地基的摩擦系数μ参照表5.3.8-5取值。

表 5.3.8-5 挡渣墙基底与地基的摩擦系数μ值

土的类别		摩擦系数 μ	土的类别	摩擦系数 μ
粘性土	可塑	0.25 ~ 0.3	中砂、粗砂、砾砂	0.4 ~ 0.5
	硬塑	0.3 ~ 0.35	碎石土	0.4 ~ 0.5
	坚硬	0.35 ~ 0.45	软质岩石	0.4 ~ 0.55
粉土	S _r ≤0.5	0.3 ~ 0.4	表面粗糙的硬质岩石	0.65 ~ 0.75

注：表中S_r是与基础形状有关的形状系数，S_r=1-0.4B/L；B为基础宽度，m；L为基础长度，m。

B. 挡渣墙抗倾覆稳定计算

挡渣墙在满足 K_s≥1.3的同时，还须满足抗倾覆稳定性要求，即对墙趾O点取力矩，采用下列公式计算：

$$K_t = (W \cdot a + P_{ay} \cdot b) / (P_{ax} \cdot h)$$

式中： K_t --最小安全系数， $[K_t] \geq 1.5$ ；

$W \cdot a$ --墙体自重 W 对 O 点的力矩， $kN \cdot m$ ；

$P_{ay} \cdot b$ --主动土压力的垂直分力对 O 点的力矩， $kN \cdot m$ ；

$P_{ax} \cdot h$ --主动土压力的水平分力对 O 点的力矩， $kN \cdot m$ ；

其它符号同前。

根据 GB51018-2014 中表 5.7.5-2 规定，土质地基上 4 级、5 级挡渣墙抗倾覆安全系数正常运用不应小于允许值 1.40，非常运用不应小于允许值 1.30。岩石地基上 3 级 ~ 5 级挡渣墙抗倾覆安全系数不应小于 1.40，在特殊荷载组合条件下，不论挡渣墙级别，抗倾覆安全系数均不应小于 1.30。

C. 挡渣墙基底应力

根据规范要求，在各种计算工况下，土质地基上和软质岩石地基上的挡渣墙平均基底应力不应大于地基允许承载力允许值，最大基底应力不应大于地基允许承载力的 1.2 倍。土质地基和软质岩石地基上挡渣墙基底应力最大值和最小值之比不应大于 2.0。

D. 地基承载力验算

基底应力采用偏心受压公式计算：

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

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

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

$\sum W$ --作用在计算截面以上的全部荷载的铅直分力之和， kN ；

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

B --计算截面的长度， m 。

软质墙基最大应力 σ_{max} 与最小应力 σ_{min} 之比，对于松软地基应小于 1.5 ~ 2，对于中等坚硬、紧密的地基则应小于 2 ~ 3。

利用 GeoStudio2007 软件极限平衡法中的 Ordinary 分析方法，根据各渣场特征，计算出弃渣场断面模型在正常运用工况和非正常运用工况下的边坡最小稳定安全系数。结合拦渣墙设计资料，采用理正岩土计算 6.0 软件库伦压力对拦渣墙稳定性及强度进行计算分析。由稳定性计算结果可知，该 9 处弃渣场的抗滑稳定安全系数、挡墙基底抗滑稳定安全系数、挡墙抗倾覆安全系数和基地应力均达到 GB51018-2014 中关于拦挡工程稳定性标准取值，满足防护要求，详见表 5.3.8-6。

经计算，本方案弃渣场区共设置浆砌石挡渣墙长 2306.72m，开挖土方 786.59m³，浆砌石 20299.09m³。

3) 排水工程

①截排水沟

本方案对弃渣场布设完善的截排水工程，包括截排水沟和急流槽。在渣场上游来水区域修筑截水沟，结合地形条件在渣场周边布设排水沟，坡度较陡处设置急流槽，在排水末端布设消力池、沉沙池，最后与自然沟道顺接。弃渣分级堆放时，渣场边坡平台内侧修筑马道排水沟，将上方渣场边坡来水引入两侧排水沟中。

永久截排水沟设计排水流量的计算公式如下：

$$Q_m = 16.67 \varphi q F$$

式中， φ --径流系数；

q --设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度，mm/min；

F --汇水面积，km²。

本工程径流系数按照GB51018-2014中规定取值。弃渣场汇水面积根据1:10000地形图量测。永久性截排水措施的排水设计标准采用5年一遇10min短历时设计暴雨。

截排水沟过水能力按明渠均匀流公式计算：

$$Q_{\text{设}} = A \cdot C \sqrt{Ri} = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

式中， n --截排水沟地面糙率；

A --截、排水沟断面面积，m²；

C --谢才系数；

i --排水沟比降；

R --水力半径， $R = \frac{A}{\chi}$ ，m；

χ --水沟湿周，m。

本方案经综合考虑各渣场的地理位置、地形、气候、渣场类型、堆渣高度、上游汇水面积等因素后，选取3#、4#、10#、13#、14#、18#、21#、22#、25#等9处弃渣场开展防治措施典型布设，参见表5.3.8-1。结合管道沿线水文资料，对9个渣场的永久截排水沟设计排水流量和过水能力分别进行计算，按照GB51018-2014规定，径流系数取0.50，浆砌石排水沟糙率取0.025，安全超高取0.2m。根据过水能力验算结果可知，该9个弃渣场截排水沟的过水能力均满足防洪排导要求，详见表5.3.8-7。

经计算，弃渣场区共计布设浆砌石排水沟长11533.58m，开挖土方12456.26m³，浆砌石8131.17m³。

②急流槽、消力池

根据堆渣量和最大堆高，结合渣场所处地形和汇水情况考虑急流槽的布设，急流槽下方接消力池进行消能。急流槽采用 M7.5 浆砌石矩形断面结构，尺寸 0.60m×0.60m，侧墙和底板厚 30cm。渣场最大堆高 > 10m 时，在排水末端设置消力池，消力池为浆砌石矩形断面，规格为 5m 长×3m 宽×1.5m 深，衬砌厚度 50cm。

经计算，弃渣场区共布设急流槽长 2306.72m，开挖土方 2491.25m³，浆砌石 1660.83m³；消力池 16 个，开挖土方 768m³，浆砌块石 408m³。

③沉沙池

根据现场调查情况及渣场周边自然环境，结合渣场所处地形和汇水情况考虑在弃渣场排水末端布设砖砌沉沙池，排水经消能、减速、沉沙后，顺接排入周边沟渠和水塘等自然水系，需定期清除沉沙池内淤积泥沙。

流入沉沙池的泥沙总量 W_s 按下式计算：

$$W_s = \lambda \cdot M_s \cdot F / \gamma_c n$$

式中： W_s --泥沙总量；

λ --输移侵蚀比，据调查分析取经验值 45%；

M_s --施工期土壤侵蚀模数，取 4500t/(km²·a)；

F --汇水面积，每座沉沙池的汇水面积约 0.02km²左右；

γ_c --淤积泥沙容重，一般取 1.2t/m³；

n --每年清淤次数，本方案 n 取 20。

经计算， $W_s=1.69m^3$ 。本方案沉沙池采用砖砌，沉沙池进水口和出水口为矩形断面，规格为长 2.0m×宽 1.0m×高 1.5m，衬砌厚度 20cm。设沉沙率为 75%，则淤沙高度为 0.63m，泥沙有效沉降设计净水深取 20cm，设计水位线以上超高取 20cm，则 1.03m<1.5m，因此沉沙池尺寸规格满足要求。

经统计，弃渣场区共计布设沉沙池 40 座，开挖土方 228.48m³，砖砌 108.48m³。

表 5.3.8-6 典型弃渣场安全系数计算表

序号	渣场名称	弃渣量 (万 m³)	最大堆高 (m)	挡墙高 (m)	弃渣场级别	拦挡工程级别	弃渣场抗滑稳定安全系数			挡墙基底抗滑稳定安全系数			挡墙抗倾覆安全系数			是否稳定
							正常工况	暴雨	地震	正常工况	暴雨	地震	正常工况	暴雨	地震	
1	高升出口+凤山进出口渣场	4.83	19	4	5	5	2.125	1.933	1.837	1.653	1.421	1.315	4.915	4.286	3.973	稳定
2	丹竹坪进出口渣场	3.19	13	3	5	5	2.087	1.912	1.796	1.607	1.389	1.276	4.853	4.109	3.852	稳定
3	大埔 3#出口+无特坑进口渣场	4.43	25	5	4	4	1.349	1.258	1.175	1.416	1.298	1.231	3.652	3.317	2.879	稳定
4	马鞍山出口+石子岭进出口+教堂里进口渣场	9.23	20	4	4	4	1.352	1.267	1.186	1.478	1.316	1.257	3.733	3.365	2.931	稳定
5	大坪寮 1#+大坪寮 2#+梅仔科进口渣场	3.03	19	4	5	5	1.375	1.274	1.197	3.52	2.653	2.356	5.872	5.231	4.836	稳定
6	教堂里出口渣场	1.88	9	2	5	5	1.876	1.558	1.382	2.334	2.026	1.857	6.537	5.932	5.271	稳定
7	楼后进出口+新村进口+崎岭铺进出口渣场	4.10	17	3	5	5	2.013	1.875	1.697	1.587	1.328	1.267	4.835	4.006	3.528	稳定
8	焦坪进口+新村出口渣场	2.13	10	2	5	5	1.702	1.573	1.375	1.879	1.396	1.283	6.255	6.776	5.637	稳定
9	后尖尾出口渣场+大伦坪进口渣场	4.34	16	3	5	5	1.593	1.462	1.351	1.568	1.431	1.367	5.265	4.983	4.172	稳定

表 5.3.8-7 典型弃渣场永久截排水沟过水能力计算表

序号	弃渣场名称	底宽 (m)	顶宽 (m)	高 h (m)	水深 (m)	过水面积 A (m²)	湿周 x (m)	水力半径 R (m)	糙率 n	水力坡降 i	过水能力 Q _设 (m³/s)	汇水面积 (km²)	排水流量 Q _m (m³/s)	过水能力复核分析	
1	高升出口+凤山进出口渣场	0.7	1.6	0.6	0.4	0.40	2.30	0.17	0.025	0.05	1.11	0.09	1.06	Q _设 >Q _m	满足要求
2	丹竹坪进出口渣场	1.0	2.5	1.0	0.8	1.28	4.20	0.30	0.025	0.05	5.18	0.36	4.65	Q _设 >Q _m	满足要求
3	大埔 3#出口+无特坑进口渣场	0.7	1.8	0.7	0.5	0.54	2.70	0.20	0.025	0.05	1.64	0.10	1.43	Q _设 >Q _m	满足要求
4	马鞍山出口+石子岭进出口+教堂里进口渣场	0.5	1.0	0.5	0.3	0.20	1.47	0.13	0.025	0.05	0.45	0.03	0.43	Q _设 >Q _m	满足要求
5	大坪寮 1#+大坪寮 2#+梅仔科进口渣场	0.5	1.0	0.5	0.3	0.20	1.47	0.13	0.025	0.05	0.45	0.03	0.42	Q _设 >Q _m	满足要求
6	教堂里出口渣场	0.5	1.1	0.6	0.4	0.28	1.79	0.16	0.025	0.05	0.73	0.05	0.64	Q _设 >Q _m	满足要求
7	楼后进出口+新村进口+崎岭铺进出口渣场	0.7	1.8	0.7	0.5	0.54	2.70	0.20	0.025	0.05	1.64	0.10	1.33	Q _设 >Q _m	满足要求
8	焦坪进口+新村出口渣场	0.5	1.1	0.6	0.4	0.28	1.79	0.16	0.025	0.05	0.73	0.04	0.53	Q _设 >Q _m	满足要求
9	后尖尾出口渣场+大伦坪进口渣场	1.1	2.9	1.2	1.0	1.85	5.10	0.36	0.025	0.05	8.42	0.60	8.01	Q _设 >Q _m	满足要求

4) 土地整治

堆渣结束后,对渣体顶部平台和堆渣边坡采用人工配合机械的方式进行土地整治,对于机械碾压、人工扰动的地段进行深翻20~30cm,做好回填、覆土、整平、耙松等工序,弃渣场区土地整治面积共计20.63hm²。

5) 耕地、园地恢复

施工结束后,对原土地利用类型为耕地、园地的渣顶平台进行全面整地,恢复耕地条件,主要进行场地清理、坑凹回填、人工施肥、机械耕翻地,以满足作物生长需要,全面整地面积约7.08hm²。

(2) 植物措施

渣面整治完成后,对原占地类型为林草地的渣顶平台和堆渣边坡采用灌草结合的配置方式恢复植被。灌木、草籽品种选择及种植方式见表5.3.2-4。

经计算如下:

广东省共栽植假连翘52221株,海桐52221株,穴状整地(40×40cm)104442个,撒播草籽面积10.74hm²,全面整地面积10.74hm²,需狗牙根草籽429.53kg,百喜草草籽429.53kg。

福建省共栽植假连翘5711株,海桐5711株,穴状整地(40×40cm)11421个,撒播草籽面积0.96hm²,全面整地面积0.96hm²,需狗牙根草籽38.37kg,百喜草草籽38.37kg。

(3) 临时措施

1) 临时排水沟

施工过程中,结合地形条件在弃渣场周边和临时堆土外侧布设临时排水沟,采用梯形断面土质排水沟,底宽0.3m×深0.5m,边坡坡比1:0.5。经计算统计,本区共布设临时排水沟长1392.5m,土方开挖382.94m³。

2) 临时拦挡、临时苫盖

将弃渣场区剥离的表土集中堆放在渣场地势较高区域一角,用编织袋装剥离的表层土,扎口后沿着表土临时堆放区的外侧垒筑成编织袋挡墙,堆土顶部采用彩条布苫盖、坡脚压实,拦挡和苫盖材料考虑2~3次重复利用。表土堆高约2m,编织袋拦挡采用梯形断面,高0.6m×底宽0.9m×顶宽0.3m,单位工程量0.36m³/m。

经统计,本区共计编织袋装土临时拦挡长1392.5m,编织袋土拦挡与拆除量501.3m³,彩条布苫盖2.88hm²。

3) 临时种草

对集中堆放在施工场地征地范围内的表土进行临时撒播草籽，草种选用狗牙根，播种量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。经计算，临时种草 4.69hm^2 ，需狗牙根草籽 375.29kg 。

5.3.9 堆管场区

(1) 工程措施

1) 土地整治

施工结束后，及时对堆管场地进行场地清理与平整，为复耕或绿化创造条件，土地整治面积共计 6.65hm^2 。

2) 耕地、园地恢复

对扰动占压耕地、园地区域，施工结束后进行全面整地，使其达到复耕条件。施工结束后进行场地清理、坑凹回填、人工施肥、机械耕翻地，以满足作物生长需要，全面整地面积为 3.04hm^2 。

(2) 植物措施

对占用林草地区域采用乔灌木相结合的方式植被恢复，乔木株行距 $3\text{m}\times 3\text{m}$ ，灌木株行距 $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ ，在林下混播草籽。乔灌木、草籽品种及种植方式同管道作业带区。

经计算如下：

广东省：栽植马占相思 2031 株，假连翘 9140 株，海桐 9140 株，穴状整地 ($40\times 40\text{cm}$) 18280 个，穴状整地 ($60\times 60\text{cm}$) 2031 个，撒播草籽面积 2.62hm^2 ，全面整地面积 2.62hm^2 ，需狗牙根草籽 104.74kg 、结缕草草籽 104.74kg 。

福建省：栽植马占相思 231 株，假连翘 1040 株，海桐 1040 株，穴状整地 ($40\times 40\text{cm}$) 2080 个，撒播草籽面积 0.58hm^2 ，全面整地面积 0.58hm^2 ，需狗牙根草籽 23.3kg 、结缕草草籽 23.3kg 。

(3) 临时措施

1) 彩条布铺垫

对堆管场占地范围内铺垫彩条布，以减小对地表作物和植被的碾压破坏。考虑管线分段施工，堆管区彩条布可 2~3 次重复利用。经统计，本区共需彩条布铺垫 6.65hm^2 。

5.3.10 水土流失防治措施工程量汇总

工程措施：表土剥离 36.99万 m^3 ，表土回覆 36.99万 m^3 ；恢复农田地埂 352m；恢复农田水渠 176m；浆砌石截排水沟 42304.08m，开挖土方 38539.28m^3 ，浆砌块石 27011.42m^3 ；混凝土截排水沟 2975.11m，开挖土方 1547.06m^3 ，混凝土 803.28m^3 ；急

流槽 3855.42m, 开挖土方 3854.11m³, 浆砌块石 2636.52m³; 消力池 86 座, 开挖土方 1456.03m³, 浆砌块石 781.03m³; 砖砌沉沙池 88 座, 土方开挖 502.66m³, 砖砌 238.66m³; 草袋堡坎 83534.23m; 生态袋护坡 437051.91m², 浆砌石护坡 8209m²; 生态袋护岸 10818m², 浆砌石护岸 2754m²; 浆砌石挡墙 2306.72m, 开挖土方 786.59m³, 浆砌块石 20299.09m³; 土地平整 402.37hm², 恢复耕地园地 131.38hm², 土坎梯田 26.77hm², 石坎梯田 17.85hm²。

植物措施: 挂网喷播植草 0.56hm², 撒播草籽 130.73hm², 栽植灌木 1205475 株, 栽植乔木 104898 株, 植草护坡 81.09hm²; 全面整地 211.82hm², 穴状整地(40cm×40cm) 104898 个, 穴状整地(60cm×60cm) 1205475 个。

临时措施: 临时截排水沟 323112.41m, 开挖土方 88855.91m³; 临时沉沙池 556 个, 开挖土方 1668m³; 泥浆沉淀池 2 座, 开挖土方 256m³, 土工膜防渗 240m², 临时拦挡与拆除 72m³; 彩条布铺垫 135.53hm²; 编织袋土拦挡长 190395.96m, 编织袋土拦挡与拆除 68398.8m³; 彩条布苫盖 50.79hm²; 临时种草 15.53hm²; 边界彩条旗 74789m。

表5.3.11-1 本工程水土流失防治措施工程量汇总表

项目分区		工程措施																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		表土剥离	表土回覆	恢复农田地埂	恢复农田水渠		混凝土截排水沟			浆砌石截排水沟			急流槽			消力池			砖砌沉沙池			草袋堡坎		生态袋护坡		生态袋护岸		挡墙			浆砌石护坡		浆砌石护岸		土地整治				耕地恢复																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
					长度	混凝土	长度	开挖土方	混凝土	长度	开挖土方	浆砌块石	长度	开挖土方	浆砌块石	数量	开挖土方	浆砌块石	个数	土方开挖	砖砌	长度	草袋土	面积	生态袋	面积	生态袋	长度	开挖土方	浆砌块石	面积	浆砌块石	面积	浆砌块石	土地平整	全面整地	土坎梯田	石坎梯田																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
万m³	万m³	m	m	m³	m	m³	m³	m	m³	m³	m	m³	m³	个	m³	m³	个	m³	m³	m	m³	m²	m³	m²	m³	m	m³	m³	m²	m³	m²	m³	hm ₂	hm ₂	h m²	hm²	hm²																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
站场 闸室区	站场																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	闸室及三桩	1.40	0.15				2975.11	1547.06	803.28								20	114.24	54.24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
管道 作业带区	平地	9.04	10.29	352	176	66.89																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

续表5.3.11-1 本工程水土流失防治措施工程量汇总表

项目分区		植物措施								临时措施													
		植草 护坡	挂网喷 播植草	栽植 乔木	栽植灌 木	撒播 草籽	穴状整地 (60*60cm)	穴状整地 (40*40cm)	全面 整地	临时截排水沟		临时沉沙池		泥浆沉淀池				彩条 布铺 垫	编织袋土拦挡与拆除		彩条 布苫 盖	临时 种草	边界彩条 旗
										长度	开挖土方	数量	开挖土方	数量	开挖土 方	土工膜	临时拦挡 与拆除		长度	临时拦挡 与拆除			
										hm²	hm²	株	株	hm²	个	个	hm²		m	m³		个	m³
站场闸室 区	站场																	48.99	9.80	0.02			
	闸室及三桩		0.33			0.50			0.50									849.43	169.89	1.19			
管道作业 带区	平地			26890	413160	75.05	26890	413160	75.05	71821.00	19750.78							64.64	71821.00	25855.56	14.36		23940.33
	顺坡	80.98		26656	79960	10.22	26656	79960	91.20	56061.00	15416.78	82	246.00					56.06	62290.00	22424.40	12.46		20763.33
	横坡	0.11	0.05	458	1374	1.20	458	1374	1.31	480.90	132.25	4	12.00					0.62	687.00	247.32	0.14		229.00
河流及沟 渠穿越区	盾构穿越									360.00	99.00	2	6.00					97.98	35.27	0.07	0.10		
	顶管穿越									360.00	99.00	2	6.00					140.23	50.48	0.14	0.04		
	开挖穿越				10147	4.19		10147	4.19	4107.00	1129.43	53	159.00				3.70	4107.00	1478.52	1.51			
公路穿越 区	顶管穿越			9156	82400	8.35	9156	82400	8.35	90240.00	24816.00	190	570.00					1900.98	684.35	6.12	3.44		
	开挖穿越				1276	0.14		1276	0.14	4294.00	1180.85	163	489.00				3.86	4294.00	1545.84	0.86			
山体穿越 区	隧道穿越		0.18	12889	116000	9.28	12889	116000	9.28	10440.00	2871.00	58	174.00					1049.32	377.76	1.58	2.51		
	定向钻穿越			500	4500	0.36	500	4500	0.36	360.00	99.00	2	6.00	2	256.00	240.00	72.00		119.52	43.03	0.10	0.10	
施工便道区				26087	224213	8.72	26087	224213	8.72	83196.00	22878.90							41598.00	14975.28	9.36	4.64	29856.33	
弃渣场区					231725	9.84		231725	9.84	1392.51	382.94							1392.51	501.30	2.88	4.69		
堆管场区				2262	40720	2.88	2262	40720	2.88								6.65						
合计		81.09	0.56	104898	1205475	130.73	104898	1205475	211.82	323112.41	88855.91	556	1668.00	2	256.00	240.00	72.00	135.53	190395.96	68398.80	50.79	15.53	74789.00

表 5.3.11-2

分省水土流失防治措施工程量表

分省			工程措施																																						
省级行政区	项目分区		表土剥离	表土回覆	恢复农田地埂	恢复农田水渠		混凝土截排水沟			浆砌石截排水沟			急流槽			消力池			砖砌沉沙池			草袋堡坎		生态袋护坡		生态袋护岸		挡墙			浆砌石护坡		浆砌石护岸		土地整治				耕地恢复	
						长度	混凝土	长度	开挖土方	混凝土	长度	开挖土方	浆砌块石	长度	开挖土方	浆砌块石	数量	开挖土方	浆砌块石	个数	土方开挖	砖砌	长度	草袋土	面积	生态袋	面积	生态袋	长度	开挖土方	浆砌块石	面积	浆砌块石	面积	浆砌块石	土地平整	全面整地	土坎梯田（园地）	石坎梯田（园地）		
						m	m³	m	m³	m³	m	m³	m³	m	m³	m³	个	m³	m³	个	m³	m³	m	m³	m²	m³	m²	m³	m	m³	m³	m²	m³	m²	m³	hm²	h m²	h m²	h m²		hm²
广东省	站场阀室区	站场																																0.19							
		阀室及三桩	1.05	0.12				2254.67	1172.43	608.76							14	79.97	37.97											1800	900			3.87							
	管道作业带区	平地	6.59	7.52	352	176	66.89																										110.05	27.42			10.42				
		顺坡	3.99	3.99							3626.00	3206.88	2290.38	531.90	468.07	335.10	10	98.29	53.29	20	114.24	54.24	47280	24585.6	248220	74466						3546	1773			70.92					
		横坡	0.15	0.15							412.20	403.96	275.14	34.35	30.23	21.64				2	11.42	5.42	480.90	250.07	1021.91	306.57										1.65					
	河流及沟渠穿越区	盾构穿越	0.12	0.12																														0.40	0.40			0.40			
		顶管穿越	0.05	0.05																														0.16	0.16			0.16			
		开挖穿越	0.80	0.80																						7128.00	2494.80					1944	972	13.08							
	公路穿越区	顶管穿越	2.56	2.56																															9.76	3.38			3.38		
		开挖穿越	0.04	0.04							3204.00	2242.80	1730.16																						4.74						
	山体穿越区	隧道穿越	2.00	2.00							2600.00	2288.00	1638.00	400.00	352.00	252.00	40	393.16	213.16																8.00						
		定向钻穿越	0.11	0.11																															0.45						
		施工便道区		5.02	5.02						5896.80	5189.18	3714.98																					27.97	6.69			3.82			
		弃渣场区		3.47	3.47						7875.61	8505.66	5552.31	1575.12	1701.13	1134.09	10	480.00	255.00	28	159.94	75.94												1575.12	537.12	13861.08			13.96	1.55	
	堆管场区																																	4.57	1.59			0.71			
	合计		25.94	25.94	352	176	66.89	2254.67	1172.43	608.76	23614.61	21836.48	15200.97	2541.37	2551.43	1742.83	60	971.45	521.45	64	365.57	173.57	47760.9	24835.67	249241.91	74772.57	7128	2494.8	1575.12	537.12	13861.08	5346	2673	1944	972	269.77	41.19			20.44	
福建省	站场阀室区	站场																																							
		阀室及三桩	0.35	0.03				720.44	374.63	194.52										6	34.27	16.27										180	90			1.19					
	管道作业带区	平地	2.45	2.77																															36.33	36.33					
		顺坡	3.52	3.52							2703.00	2382.64	1704.39	402.45	354.16	253.54	2	19.66	10.66	6	34.27	16.27	35773.33	18602.13	187810	56343						2683	1341.5			53.66	44.62	26.77	17.85		
横坡																																									

5 水土保持措施																																							
河流 及沟渠穿 越区	盾构穿 越																																						
	顶管穿 越																																						
	开挖穿 越	0.14	0.14																			3690	1291.5							810	405	5.79							
公路穿 越区	顶管穿 越	1.42	1.42																													5.44	1.82				1.82		
	开挖穿 越									2664.00	1864.80	1438.56																				3.85							
山体穿 越区	隧道穿 越	0.90	0.90							1170.00	1029.60	737.10	180.00	158.40	113.40	18	176.92	95.92																3.60					
	定向钻 穿越																																						
施工便道区		0.33	0.33							8494.50	7475.16	5351.54																						14.00	0.44			0.25	
弃渣场区		1.94	1.94							3657.96	3950.60	2578.86	731.59	790.12	526.75	6	288.00	153.00	12	68.54	32.54						731.59	249.47	6438.02						6.67	5.53			
堆管场区																																				2.08	1.46		
合计		11.05	11.05				720.44	374.63	194.52	18689.46	16702.8	11810.45	1314.04	1302.68	893.69	26	484.58	259.58	24	137.09	65.09	35773.33	18602.13	187810	56343	3690	1291.5	731.59	249.47	6438.02	2863	1431.5	810	405	132.60	90.2	26.77	17.85	2.08

续表 5.3.11-2 分省水土流失防治措施工程量表

分省			植物措施							临时措施														
省级行政区	项目分区		植草护坡	挂网喷播植草	栽植乔木	栽植灌木	撒播草籽	穴状整地 (60*60cm)	穴状整地 (40*40cm)	全面整地	临时截排水沟		临时沉沙池		泥浆沉淀池				彩条布 铺垫	编织袋土拦挡与拆除		彩条布 苫盖	临时 种草	边界彩 条旗
			长度	开挖土方	数量	开挖土方	数量	开挖土方	土工膜	临时拦挡 与拆除	长度	临时拦挡 与拆除												
	hm²	hm²	株	株	hm²	个	个	hm²	m	m³	个	m³	个	m³	个	m³	m²	m³	hm²	m	m³	hm²	hm²	m
广东省	站场阀室区	站场																	48.99	9.80	0.02			
		阀室及三桩		0.26			0.40			0.40									635.29	127.06	0.87			
	管道作业带区	平地			26890	413160	75.05	26890	413160	75.05	53656.00	14755.40						48.29	53656.00	19316.16	10.73		17885.33	
		顺坡	46.10		23642	70920	5.11	23642	70920	51.20	31914.00	8776.35	64	192.00				31.91	35460.00	12765.60	7.09		11820.00	
		横坡	0.11	0.05	458	1374	1.20	458	1374	1.31	480.90	132.25	4	12.00				0.62	687.00	247.32	0.14		229.00	
	河流及沟渠穿越区	盾构穿越									360.00	99.00	2	6.00					97.98	35.27	0.07	0.10		
		顶管穿越									360.00	99.00	2	6.00					140.23	50.48	0.14	0.04		
		开挖穿越				8657	3.57		8657	3.57	2906.00	799.15	36	108.00				2.62	2906.00	1046.16	1.07			
	公路穿越区	顶管穿越			5920	53280	5.32	5920	53280	5.32	86160.00	23694.00	122	366.00					1114.58	401.25	2.16	2.22		
		开挖穿越				1276	0.14		1276	0.14	2370.00	651.75	89	267.00				2.13	2370.00	853.20	0.47			
	山体穿越区	隧道穿越		0.13	8889	80000	6.40	8889	80000	6.40	7200.00	1980.00	40	120.00					781.00	281.16	1.10	1.73		
		定向钻穿越			500	4500	0.36	500	4500	0.36	360.00	99.00	2	6.00	2.00	256.00	240.00	72.00		119.52	43.03	0.10	0.10	
	施工便道区				18239	210372	8.41	18239	210372	8.41	78060.00	21466.50							39030.00	14050.80	8.78	4.35	19562.00	
	弃渣场区					208883	9.07		208883	9.07	998.18	274.50							998.18	359.35	1.86	3.01		
	堆管场区				2031	36560	2.33	2031	36560	2.33								4.57						
	合计		46.21	0.44	86569	1088981	117.35	86569	1088981	163.56	264825.08	72826.90	361	1083.00	2.00	256.00	240.00	72.00	90.14	138044.77	49586.63	34.61	11.55	49496.33
福建省	站场阀室区	站场																						
		阀室及三桩		0.07			0.10			0.10									214.14	42.83	0.31			
	管道作业带区	平地									18165.00	4995.38						16.35	18165.00	6539.40	3.63		6055.00	
		顺坡	34.88		3014	9040	5.11	3014	9040	39.99	24147.00	6640.43	18	54.00				24.15	26830.00	9658.80	5.37		8943.33	
		横坡																						
	河流及沟渠穿越区	盾构穿越																						
		顶管穿越																						
		开挖穿越				1490	0.61		1490	0.61	1201.00	330.28	17	51.00				1.08	1201.00	432.36	0.44			
	公路穿越区	顶管穿越			3236	29120	3.03	3236	29120	3.03	4080.00	1122.00	68	204.00					786.40	283.10	3.96	1.23		
		开挖穿越									1924.00	529.10	74	222.00				1.73	1924.00	692.64	0.38			
	山体穿越区	隧道穿越		0.05	4000	36000	2.88	4000	36000	2.88	3240.00	891.00	18	54.00					268.32	96.60	0.48	0.78		
		定向钻穿越																						
	施工便道区				7848	13842	0.31	7848	13842	0.31	5136.00	1412.40							2568.00	924.48	0.58	0.29	10294.33	
	弃渣场区					22842	0.78		22842	0.78	394.32	108.44							394.32	141.96	1.02	1.68		
	堆管场区				231	4160	0.55	231	4160	0.55								2.08						
	合计		34.88	0.12	18328	116494	13.38	18328	116494	48.26	58287.32	16029.01	195	585.00				45.39	52351.19	18812.16	16.18	3.98	25292.67	

5.4 施工要求

5.4.1 施工条件

按照“三同时”制度，水土保持措施实施进度与主体工程建设进度相适应，及时防治新增水土流失。水土保持工程均围绕主体工程布设，与主体工程相配合、协调，实行同时施工，在不影响主体工程施工的前提下，可利用主体工程一切施工场地、道路交通、物资供应、供电供水等施工条件，减少施工辅助设施工程量。

5.4.2 施工方法

本方案防护措施主要有工程措施、植物措施和临时措施，不同的措施其施工组织形式不同，应区别对待。施工时根据各防治区域具体的工程措施合理安排各施工工序，减少或避免各工序间的相互干扰。施工道路、弃渣场等的防护工程措施是主体工程的一部分，其施工应充分利用主体工程施工提供的施工条件与主体工程施工一并进行。

（1）工程措施施工

本方案采取的工程措施为土地整治、排水沟、截水沟、急流槽、沉沙池、生态袋护坡、草袋堡坎、表土剥离与回填等。

土地整治、表土剥离、表土回填采用推土机推运表层土和人工整治；排水沟、截水沟、急流槽、沉沙池土方开挖主要采用反铲挖掘机进行开挖，人工施工为辅；生态袋护坡、草袋堡坎采用人机配合进行；上述均为常规施工工艺。

土地整治应根据地形条件和用地要求进行整理，同时要考虑排水条件。本工程土地整治以机械施工为主，以人工施工为辅。工程整地处理将对后期植被存活及长势起到至关重要的作用，故应加强整地处理。主要采取整地深翻法和增施肥法。①整地深翻法：对绿化区域土壤进行深耕深松处理。首先削高垫底，然后深耕晒垡，切断毛细管，提高土壤活性，增强保墒抗旱能力，改良土壤的营养状况。深翻整地时段，春宜迟，秋宜早。②增施肥：通过增施肥，提高土壤腐殖质含量，利于团粒结构的形成，从而最终使得栽植植物易于发苗，并长势良好。基施要多施有机质含量高的生物有机肥，减少化肥用量。而化肥尽量不靠近种子，以免增加土壤溶液浓度，影响发芽。追肥根据情况，及时施入，避免过量。

表土剥离主要采用机械辅以人工开挖方式进行。剥离的表土沿线堆放或集中堆放在堆土区，施工结束后用于复耕或恢复植被。表土剥离宜采用推土机结合液压反铲挖掘机开挖，局部机械难以施工部位辅以人工挖掘。先清理土壤层上部植被，对于根系

较深的林木应清至新鲜土层下。再根据土壤厚度分布情况进行掘取，掘取的表土应按指定位置堆存，堆置表土应适当压实，并采取保护措施。施工完毕后，对覆土区场地进行平整后，按设计覆土厚度均匀的铺垫表土，覆土时应充分考虑到表土的沉降量。

草袋素土堡坎作为拦挡工程，主要为管道在山丘区沿顺坡和横坡敷设时，在坡度较缓区域采用。顺坡段根据不同山坡坡度，在管道作业带范围每隔 10-15m 布设草袋堡坎。横坡段在填方坡脚缓坡区域布设草袋堡坎。草袋素土堡坎均匀码放在坡面上，每层码砌完成后再经过压实，继续码砌上一层，且在码砌时不应形成纵向通缝，草袋素土堡坎厚 30cm。

砌石工程，用机械开挖基础后进行人工清理后准确放样，块石采用质地较好均匀的石料，砌筑及勾缝砂浆抗压强度及抗冻标号应符合设计要求和规范规定，砌筑采用 M7.5 防冻砂浆，水泥采用优质水泥，砂采用优质中砂。浆砌石采用坐浆法施工，砌筑顺序为先砌“角石”，再砌“面石”，最后砌“腹石”。角石用以确定工程的位置和形状，砌筑时须加倍注意，要选择比较方正的大石块，先行试放，必要时须稍加修凿，然后铺灰安砌。角石的位置必须准确，角石砌好后，就可以把样线移挂在角石上。面石选用长短不等的石块，以便与腹石交错衔接。砌筑面石也可先行试放和修凿，然后铺好砂浆，将石翻回座浆，并使灰浆挤紧。放填第一层腹石时，须大面向下放稳，尽量使石块间缝隙最小，再用砂浆填满空隙的 $1/3 \sim 1/2$ ，并放入合适的石块，用锤轻轻敲击，使石块挤入灰缝中。在砌筑各层腹石时，每砌筑一块，必须先铺灰浆，并使各邻石块互相交错紧密衔接。

砖砌沉沙池：①定位放线测量。②沟槽开挖：槽底开挖宽度等于排水沟结构基础宽度加两侧工作面宽度，用机械开槽或开挖沟槽后，当天不能进行下一道工序作业时，沟底应留出 200mm 左右的一层土不挖，待下道工序前用人工清底；沟槽土方应堆在沟槽的一侧，便于下道工序作业；堆土底边与沟槽边应保持一定的距离，不得小于 1.0m，堆土高度应小于 1.0m。③基底处理：含水量接近最佳含水量的疏干槽超挖深度小于或等 150mm 时，可用含水量接近最佳含水量的挖槽原土回填夯实，其压实度不低于原天然地基上的密实度，或用石灰土处理，其压实度不应低于 95%。槽底有地下水或地基土壤含水量较大，不适于压实时，可采用天然级配砂石回填夯实。④砌筑：砂浆的配合比应采用质量比，并经试验确定；搅拌机拌合砂浆，拌合时间宜为 1~1.5min，人工拌合砂浆应采用“干三湿三”法拌制；已经拌合好的砂浆应在初凝前使用完毕。砌砖前应检查垫层或平基尺寸，高程及中线位置，垫层混凝土抗压强度满足要

求后，方可开始砌砖；垫层或平基顶面应先清扫，并用水冲刷干净；砌砖前应根据中心线放出墙基线，摆砖撂底，确定砌法；砌砖体应上下错缝，内外搭接，宜采用“三顺一丁”砌法，但最下一层和最上一层砖，应用丁字砌筑；砌砖时，砂浆应满铺满挤，灰缝不得有竖向通缝，水平灰缝厚度和竖向灰缝厚度应为 10mm，允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。

（2）植物措施施工

植物措施主要是结合主体工程进行种撒播草籽、植草护坡或栽植乔灌木进行绿化美化。植物措施施工要选择雨季或雨季即将来临之前进行，防止恶劣天气造成的不必要的损失，造成新的水土流失。种籽播撒前，在种草区域内铺填一定厚度的表土，施足底肥，深耕细作，保证土壤温度为草种正常生长创造良好的条件。

1) 放线、打号：严格按照绿化工程施工图纸的布局要求，用测量仪器进行定点测量、放线，标出种植地段、种植位置及品种的轮廓，据此进行放样。

2) 整地：按设计文件进行整地。

3) 苗木栽植

①栽植进行挂线作业，做到“高低一线，左右一线”。

②栽植技术做到规范化。栽植时先将苗木放入穴中，理好根系，使其均匀舒展，不窝根，更不能上翘、外露，同时注意保持深度，适当深栽，超出原土印 2~3cm，然后分层覆土，做到“三埋两踩一提”，把肥沃的湿润土壤填于根际，提根并分层踏实。踏实后穴面可再覆一层虚土，或盖上塑料薄膜、植物茎干、碎石等，以减少土壤水分蒸发。种植宜选择在无风的阴天或多云的天气。

③及时发现倾斜苗和根部覆盖不严苗，进行扶正和培土。

④浇水：植苗前检查树坑规格，然后浇灌底水，待水全部渗透后方可种植。种植后做土埂，其半径比树坑半径大 20~30cm。种植后须立即浇灌定植水，定植水浇足浇透，待水全部渗下后及时覆土或封埂。及时浇水 4~5d 后再浇第二遍水，10d 之内要浇第三遍水，干旱无雨季节，要增加浇水的次数。每次浇水后，发现土壤出现裂缝或洞穴后，及时覆土夯实。浇水量为灌木、花卉 50kg/次、株。

4) 种草

植草严格按杂物清运、场地平整、浇水、坪床、施入底肥、机械撒播、镇压覆盖、浇水、清理现场等施工工序进行施工，完工后交付管护。

①杂物清运：对场地进行细致的清理，除去所有不利于植物生长的元素，如不能破碎的土块，大于 25mm 砾石、树根、树桩和其它垃圾等用铁耙清理干净。

②场地平整：大面积绿地深耕 30~40cm 平整地面，并采用机械耙耢，使其地形符合设计要求。机械不到的地段采用人工进行细致平整。

③浇水：在坪床之前对植草地段浇一次透水，对草种发芽非常有利。

④撒播：播种以撒播为主，选择人工或机械撒播，播撒均匀。播种选择在无风雨的天气播种。

5) 抚育管理

乔灌木种植后，在种植穴周围筑成 10~15cm 的灌水土堰，不漏水。新植苗木在当日浇透第一遍水，一般隔 3~5d 浇第二遍水，再隔 7~8d 浇第三遍水。为了保证植物成活率，管理工作包括洒水、施肥、修剪、清除杂草杂物及垃圾、防治病虫害等。草籽播种后必须立即浇透水，第一次喷水量以入土深度不低于 10cm 为宜，生长初期应经常喷水保持湿润。对缺苗地段进行集中补播，增加植被覆盖度，同时做好病虫害防治工作。

(3) 临时措施施工

在工程开工建设之前，应做好各类临时防护措施，做到“预防为主、先拦后弃”。尤其是各类拦挡工程，必须在施工准备期就应先行实施；对于施工建设中的各类临时堆土必须设置专门堆放地，集中堆放，并采取拦挡、苫盖等措施；对施工开挖、剥离的表土，应安排场地集中堆放，用于工程施工结束后的回填。

1) 临时排水沟、沉沙池：根据水土保持工程设计图纸，按施工有关规范施工。

①测量放样，②开挖采用人工开挖的方法进行施工，施工时应严格按照标高、轴线控制桩进行检查，其标高、沟渠几何尺寸、坡度应符合设计要求，并接近沟渠底标高时采用人工进行修整，以免超挖。③沟渠开挖前应采用控制水平板复核管沟的中心线，边线及坡度，确认符合设计要求后方可开挖，开挖时严格按照标高控制桩进行检查，确保标高、坡度符合设计要求。④沟渠开挖到沟底时，在沟底补设临时桩控制标高，防止因多挖而破坏自然土层，一般可在挖至接近标高时留出 10cm 深土层暂时不挖，留至沟渠底夯实施工时清底找平。⑤开挖后进行人工原土夯实，夯实厚度一般为 5cm，以保证沟渠不渗漏和边坡稳定。

2) 编织袋装土临时拦挡：采用就近的临时堆土装入编织袋，边装边砌筑，相互错开接缝；砌筑一层装土编织袋，铺设一层 5cm 碎石土，边砌边堆置堆土，使编织袋挡墙和堆土形成一体，增加墙体的稳定性。

临时防护工程要求：施工期各种车辆、运输设备应固定行驶路线，不得任意开辟

道路，减少对地面的扰动；明确标识场内交通道路边界，规范车辆行驶，减少对原地貌的扰动。临时道路应采取压实、洒水等措施，减轻水土流失；合理确定工程的施工期，避免在暴雨时施工。

3) 彩条布苫盖：要求全面覆盖，并利用编织袋装土对彩条布压实，施工结束后拆除、清理。

5.4.3 施工质量要求

水土保持工程实施后，各项治理措施必须符合规定的质量要求，并经规定的质量测定方法确定后，才能作为治理成果。

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）等相关规定，水保各项治理措施的基本要求是总体布局合理，各项措施位置符合规划要求，规格、尺寸、质量使用材料、施工方法符合施工和设计标准经暴雨考验后基本完好。

排水沟能有效地控制地表径流，排水去处有妥善处理。在经规定频率的暴雨考验后，排水沟及护坡等的完好率在95%以上。

水土保持种草的位置应符合各类草种所需要的立地条件，种草密度达到设计要求。采用经济价值高、保土保水能力强、抗污染性能好的优良草种，当年出苗率与成活率在95%以上，三年后保存率在85%以上。

5.4.4 水土保持措施施工进度安排

严格执行水土保持工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的制度，施工进度安排坚持“保护优先、先拦后弃、及时跟进”的原则，根据主体工程施工进度及水土保持工程特点，确定完成全部防治工程的期限和年度计划。在制定具体计划时，一是要在可能产生水土流失的地段采取防治措施；二是部分工程在主体工程建设前就要布设水土保持措施，如堆管场使用前铺设彩条布，管沟开挖前布设临时排水沟，施工开挖的弃土石渣应在主体工程建设的同时建好挡渣墙、护坡和排水沟等；三是主体工程竣工时绝大部分水土保持措施也应竣工。另外，水土保持措施在安排时序上，一般是先采取临时性措施，其次为工程措施，最后是植物措施，如临时堆土先采取拦挡、苫盖措施，弃渣场先采取拦挡措施，临建工程施工完毕后，按原占地类型及时进行恢复，植物措施在整地的基础上尽快实施，总体上工程措施应避开汛期，植物措施应在春、秋两季布设，排水工程应在主体工程完工之前建成。各分区施工时序如下：

(1) 管道作业带区: 表土剥离及防护→临时排水、坡面排水工程布设→管沟开挖→管沟土开挖堆放及防护→管道敷设及管沟回填→主体水保措施→表土回填→土地平整、土地整治→恢复排水沟、农田地埂→复耕或恢复植被。

(2) 站场阀室区: 表土剥离及防护→挖填场平→临时堆土防护→临时排水沟→主体工程挡墙→边坡防护→建构筑物施工→排水工程布设→土地整治→硬化。

(3) 河流及沟渠穿越区

盾构穿越: 表土剥离及防护→临时排水沟布设→盾构隧道施工→表土回填→土地整治→复耕。

顶管穿越: 表土剥离及防护→临时排水沟布设→顶管施工→临时堆土防护→表土回填→土地整治→复耕。

开挖穿越: 围堰修筑→管沟开挖及敷设→管沟回填→主体水工保护措施(防冲墙、稳管、浆砌石护面)→修筑护岸→拆除临时围堰。

(4) 公路穿越区

顶管穿越: 表土剥离及防护→临时排水沟布设→顶管施工→临时堆土防护→表土回填→土地整治→复耕或恢复植被。

开挖穿越: 管沟开挖→临时堆土防护→管沟回填→路面硬化及恢复→恢复排水及排水顺接工程。

(6) 山体穿越区

山体隧道穿越: 表土剥离及防护→主体工程边仰坡防护→临时排水、永久排水沟布设→隧道开挖→敷设管道→表土回填→土地整治→恢复植被。

山体定向钻穿越: 排水工程、泥浆池布设→表土剥离及防护→定向钻施工→泥浆回收利用→剩余泥浆运输→泥浆池回填→表土回填→土地整治→恢复植被。

(7) 施工便道区: 表土剥离及防护→临时排水、永久排水沟布设→道路路基填筑→边坡防护→表土回填→土地整治→复耕或恢复植被。

(8) 弃渣场区: 表土剥离与防护→临时排水沟→修筑挡渣墙、排水盲沟→弃渣堆放→永久排水及顺接工程布设→表土回填→土地整治→复耕、恢复植被。

(9) 堆管场区: 临时铺垫→管材临时堆放→土地整治。

根据本方案布设的水土保持措施及主体工程的工期计划, 水土保持工程实施进度安排见表 5.4-1。

表 5.4-1

水土保持工程实施进度安排表

[illegible]

5 水土保持措施

[illegible]

5 水土保持措施

弃渣场区	工程措施	排水工程	——	——	——	——	——	——	——	——	——
		挡墙	——	——	——	——	——	——	——	——	——
		表土剥离	——	——	——	——	——	——	——	——	——
		表土回填		——	——	——	——	——	——	——	——
		土地整治工程		——	——	——	——	——	——	——	——
	植物措施	撒播草籽		——	——	——	——	——	——	——	——
		种植灌木		——	——	——	——	——	——	——	——
	临时措施	临时排水沟、拦挡、苫盖	——	——	——	——	——	——	——	——	——
	主体工程		——	——	——	——	——	——	——	——	——

注：“——”表示主体已有水土保持措施，“——”表示方案新增水土保持措施，“——”表示主体工程。

6 水土保持监测

6.1 范围和时段

6.1.1 监测范围

本工程水土保持监测范围为水土流失防治责任范围。监测单元划分原则上与工程水土流失防治分区一致，即划分为：管道作业带区、站场阀室区、河流及沟渠穿越区、公路穿越区、山体穿越区、施工便道区、弃渣场区、堆管场区等 8 个监测分区。

根据水土流失预测结果，结合水土流失防治责任范围、重点防治区划分及水土流失特征，确定本工程水土保持监测重点区域为：管道作业带区顺坡及横坡敷设段、山体穿越区、施工便道区、弃渣场区。

(1) 管道作业带区：重点监测低山丘陵段管道顺坡与横坡敷设时施工作业带内水土流失对周边的影响及恢复期的水土保持效果；

(2) 山体穿越区：重点监测山体隧道施工时水土流失状况及对周边造成的影响；

(3) 施工便道区：重点监测道路开挖边坡稳定性、坡面流失量；

(4) 弃渣场区：重点监测弃土弃渣量、渣土防护率，堆渣过程中水土流失变化情况、对周边造成的影响及恢复期的水土保持效果。

6.1.2 监测时段

为及时了解和掌握工程建设中水土流失状况及水土保持措施实施效果，水土保持监测应与主体工程同步实施。根据主体工程施工进度安排，结合水土保持措施特点，本工程水土保持监测时段为施工准备期开始至设计水平年结束，即 2022 年 5 月至 2024 年 12 月，共计 32 个月。项目区降雨大多集中在 4 月~9 月，降雨量大、持续时间长，每年 4 月~9 月为重点监测时段。本工程应在 2022 年 5 月施工及设备进场前进行本底值监测。

6.2 内容和方法

6.2.1 监测内容

本工程水土保持监测内容主要包括水土流失自然影响因素、项目施工全过程各阶段扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效、水土流失危害等。

(1) 水土流失自然影响因素

主要包括气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素。

施工扰动前进行本底监测，收集项目区地形地貌、地面组成物质、气象水文、

土壤植被、土地利用现状等基本信息。水文气象因子监测包括降雨量，气温、风等（可参照当地气象监测资料），水位、流量、泥沙量及水系的变化情况。水土流失因子监测包括调查地形地貌、植被、地表组成物质及其扰动变化情况。地表组成物质及土地利用类型可按GB/T 51297-2018附录B统计。

（2）扰动土地情况监测

主要包括项目建设对原地表、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，项目弃渣场占地面积、弃渣量、堆置方式及变化情况。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。

建设项目的防治责任范围包括项目建设区，项目建设区分为永久征占地和临时占地，永久征占地面积在项目建设前已经确定，施工阶段及项目运行阶段保持不变，临时占地的面积则随着工程进展有一定变化，防治责任范围变化情况监测主要是通过监测征地红线内永久、临时占地的面积，确定工程建设过程中水土流失防治责任范围面积。扰动土地情况监测包括扰动土地面积，占地土地利用类型，占压和损毁原地表、植被以及损坏水土保持设施数量等。同时监测工程土石方挖填数量、临时堆土和弃渣数量及其处理方式，包括临时堆土及弃渣场的占地面积、弃渣量、堆放方式及其变化情况；以及工程项目区林草植被覆盖度、地表径流变化情况等。通过监测及时了解和掌握水土保持方案实施和工程区水土流失动态变化情况。

（3）水土流失状况监测

重点监测实际造成的水土流失面积、分布、土壤流失量及变化情况等，包括：

- 1) 水土流失类型、形式、面积、分布与强度；
- 2) 各监测分区及其重点对象、重点部位的土壤流失量。土壤流失量是指输出项目建设区的土、石、沙数量。
- 3) 分析弃土（石、渣）潜在土壤流失量和水土流失危害。

弃土（石、渣）潜在土壤流失量是指项目建设区内未实施防护措施，或未按方案实施且未履行变更手续的弃土（石、渣）数量。水土流失危害是指项目建设引起的基础设施和民用设施的损毁，水库淤积、河道阻塞、滑坡、泥石流等危害，包括工程建设过程产生的水土流失及其对下游河道的影响；弃渣场下游河道泥沙变化及其危害；工程建设区植被及生态环境变化；工程建设对环境的影响等。

（4）水土流失防治成效监测

重点监测采取水土保持工程、植物和临时措施的位置、数量，以及实施水土保持措施前后的防治效果对比情况等，包括：

- 1) 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；
- 2) 工程措施的类型、数量、分布和完好程度。
- 3) 临时措施的类型、数量和分布；
- 4) 主体工程和各项水土保持措施的实施进展情况；
- 5) 水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用；
- 6) 水土保持措施对周边生态化境发挥的作用。

(5) 水土流失危害监测

重点监测水土流失对主体工程、周边重要设施等造成的影响及危害等，包括：

- 1) 水土流失对主体工程造成的危害的方式、数量与程度；
- 2) 水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点等的数量、程度；
- 3) 生产建设项目造成的崩塌、滑坡、泥石流等灾害；
- 4) 对高等级公路、铁路、输变电、输油（气）管线等重大工程造成的危害；
- 5) 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渣情况。

6.2.2 监测方法与频次

6.2.2.1 监测方法

按照监测与评价标准及相关文件要求，结合工程实际及监测内容和重点，本工程主要采取地面观测、实地量测、调查巡查、遥感监测（卫星遥感及无人机遥感）、资料分析相结合的方法。根据项目各施工区不同特点及监测内容采取不同的监测方法，具体如下：

(1) 地面观测

地面观测法主要是针对不同地表扰动类型、侵蚀强度的监测，利用确定的地面监测点位进行定位观测。本工程定位地面观测点宜采用沉沙池法和简易观测场。

①沉沙池法：在工程区排水系统末端修建沉沙池，通过量测沉沙池内泥沙沉积量计算控制区域内的土壤流失量，重点可监测排水含沙量。通常在沉沙池的四个角分别量测泥沙厚度，通过下式计算侵蚀量：

$$S_T = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} S\gamma_s \left(1 + \frac{X}{T}\right)$$

式中： S_T 为排水系统控制区域的侵蚀总量； h_i 为沉沙池四角的泥沙厚度； S 为沉沙池底面积； γ_s 为侵蚀土壤密度； $\frac{X}{T}$ 为侵蚀径流泥沙中悬移质与推移质重量之比。

②简易水土流失观测场法：在汛期前将直径5~10mm、长500~1000mm、类似钉子形状的钢钎，根据坡面面积，按一定距离分上中下、左中右纵横各3排、共9根布设。钢钎应沿铅垂方向打入坡面，钉帽与坡面齐平，并应在钉帽上涂上红漆，编号登记入册。坡面面积较大时，钢钎应适当加密。每次大暴雨之后和汛期終了，观测钉帽距地面高度，计算土壤侵蚀厚度和总的土壤侵蚀量。

计算公式采用： $A=ZS/1000\cos\theta$

式中： A 为土壤侵蚀量(m^3)； Z 为侵蚀厚度(mm)； S 为水平投影面积(m^2)； θ 为斜坡坡度值。

有人为扰动的地方，钢钎应在汛期末收回，来年再用，布设数量可适当增加。人为扰动少时可长期固定不动，但应注意保护，长期观测。新堆放的土堆应考虑沉降产生的影响，在平坦地段设置对照观测或应用沉降率计算沉降高度。

③侵蚀沟量测法

在坡面侵蚀沟发育具有代表性的区段设立坡面侵蚀沟观测样地，样地面积根据坡面实际情况确定，一般不小于100m²。坡面侵蚀沟土壤流失量采用断面量测法，等距离布设测量断面，通过测定多个断面侵蚀沟宽度、侵蚀沟深度、断面间距离及土壤容重来计算得出土壤流失量，侵蚀沟量测法应用时最好配合插钎法同时使用，以免忽略样地上游产生的面蚀和下游产生的淤积，从而保障监测结果的准确性。

(2) 实地量测

实地量测法是通过工程现场实地调查、量测确定工程扰动土地面积、土壤流失面积、水土保持措施实施数量、水土流失防治效果等。

实地量测需要定期采取全区域调查的方式，通过现场实地勘测，采用GPS、相机、标杆、尺子、测距仪等工具，按不同工程扰动类型分类测定扰动面积。填表记录每个单项工程区的扰动土地情况（特别是开挖面坡长、坡度、岩石类型等）、弃土情况及水土保持措施实施情况。各项水土保持措施实施后，利用标准样地法监测水土流失防治效果。

(3) 调查巡查

1) 地形、地貌植被的扰动面积及扰动强度的变化，采用实地量测、线路调查、

地形测量等方法，应用对地形和植被的变化进行监测。

2) 场地占用土地面积和扰动地表面积

采用查阅设计文件资料，沿扰动边际进行跟踪作业，结合实地情况调查，地形测量分析，进行对比核实，计算场地占用土地面积和扰动地表面积。

3) 项目挖方、填方数量，弃渣、临时堆土数量和堆放面积

采用查阅设计文件资料，沿扰动边际进行跟踪作业，结合实地情况调查，地形测量分析，进行对比核实，计算项目区挖方、填方数量，各个施工阶段所产生的弃土、弃石、弃渣数量和堆放面积，以及临时堆土数量和堆放面积。人工开挖与填方边坡坡度、弃渣体高等采用地形测量法。

4) 项目区林草覆盖度采用抽样调查、测量等方法，选择有代表性的地块，分别确定调查地样方，并进行现场测量和计算。林草覆盖度先计算各草树种盖度或郁闭度，再计算出场地的林草覆盖度。具体方法为：

①林地郁闭度监测采用树冠投影法。在典型地内选定 20m×20m 样方地用皮尺将标准地划分为 5m×5m 方格，测量每株立木在方格中的位置，用皮尺和罗盘测定每株树冠东西、南北投影，在图上求出树冠投影面积和标准地面积，即可计算林地郁闭度。

②灌木盖度监测采用线段法。在典型地块内选定10m×10m标准地，用测绳或皮尺在所选定样方10m×10m灌木上方拉过，垂直观察灌丛在测绳上的投影长度，并用皮尺测量。灌木总投影长度与测绳或样方总长度之比，即为灌木盖度。

③草地盖度监测采用针刺法。在典型地块内选取2m×2m小样方，测绳每20cm处用细针(直径=2mm)做标记，顺次在小样方内上下左右间隔20cm点上，从草的上方垂直插下，针与草相接触即算有，不接触即算无。针与草相接触点数占总点数的比值，即为样方草地盖度。

④林地的郁闭度或灌草地的盖度计算公式为：

$$D = \frac{f_e}{f_d} \times 100\%$$

式中：D为林地的郁闭度（或灌草地的盖度），%；F_d为样方面积，m²；F_e为样方内树冠（或草冠）的垂直投影面积，m²。

⑤项目建设区内各种类型场地的林草植被覆盖度计算公式为：

$$C = \frac{f}{F} \times 100\%$$

式中：C为林木（或灌草）植被的覆盖度，%；F为类型区总面积， km^2 ；F为类型区内林地（或灌草地）的垂直投影面积， km^2 。

样方规格：乔木 $20\text{m}\times 20\text{m}$ ，灌木 $10\text{m}\times 10\text{m}$ ，草地 $2\text{m}\times 2\text{m}$ 。

植被状况观测在水土流失背景调查、地表扰动和地面监测后期进行。背景调查扰动区域植被覆盖率变化、多年生植物破坏状况。观测时段为工程开工至监测结束。

2) 水土保持措施的实施面积、数量和质量

采用抽样调查的方式，通过实地调查核实。对于工程措施，主要调查其稳定性、完好程度、质量和运行状况，按照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》中规定的方法进行调查；植物措施主要调查林草的成活率、保存率、生长发育情况及其植物覆盖度的变化。

3) 水土流失防治效果，监测主要通过实地调查和核算的方法进行。

4) 水土保持措施的保土效益，拦渣效益通过量测实际拦渣量进行计算。

(4) 卫星遥感

遥感监测是通过遥感信息和其他信息监测土壤侵蚀的类型、强度及空间分布，以及水土流失防治措施与效果，适用于大范围水土保持情况的监测，本方案用于监测整个管道建设区域的水土保持情况。采用卫星遥感监测实现对监测区域与实地调查法相结合的方式水土保持监测，是为了更全面、准确的获取水土流失背景数据和监测数据，能节省人力、缩短工作周期、提高成果精度，且可全面的对项目区进行水土流失动态监测。对1:1万数字化地形图进行解译，得出监测所需因子数据，对照地面监测相互印证。本工程拟采用空间分辨率不低于 1m 的高分辨率遥感影像（QUICK BIRD、IKONOS、SPOT中根据卫星情况选择一种）为主要数据源，结合相关资料和实地调查、第一次在施工前获取各水土流失类型区和土壤侵蚀等级分布、面积和空间特性数据。

遥感监测应按照资料准备、遥感影像选择与预处理、解译标志建立、信息提取、野外验证、分析评价和成果资料管理等程序进行。资料准备时应选择性搜集已有成果资料，包括项目区地形图、土地利用状况、地貌、土壤、植被、水文、气象、水土流失防治等资料。基础地理信息数据应根据监测成果精度要求选择对应的比例尺收集。

1) 监测要求：按照监测技术规定要求，通过高精度卫星影像处理、计算，对工程建设全区土地扰动情况、各类防治措施分布状况、林草植被覆盖率、弃渣和临

时堆土等变化情况进行监测。依据施工进度确定遥感信息获取频次，满足工程建设水土保持监测需要。

2) 监测目的：利用遥感RS获取数据的快速性，地理信息系统GIS信息管理、处理和分析功能，全球定位系统GPS定位精度高的特点，三者结合满足了数据量大、高效、准确、周期性、动态监测的目的和要求，使项目区内与水土流失有关的大量信息得到统一管理，为防治水土流失和分析防治效益提供及时、可靠的依据。

3) 监测方法：以高精度遥感影像为主要数据源，结合相关资料和实地调查，通过解译获得施工前项目区域内的土地类型、植被分布、地面坡度、地质土壤、地形地貌及土壤侵蚀的分布、面积和空间特性数据，利用遥感监测获得施工期重点监测地块（弃渣场、开挖面、地表扰动地块、水土保持工程地段、植被破坏及恢复地块、重点绿化地段等）在不同时段的水土流失数据和防护措施实施情况，将不同时期遥感监测成果进行数据对比、空间分析等，可实现对项目区的水土流失进行动态监测。通过项目建设区地形图，建立数字高程模型DEM，对遥感卫星影像进行处理，同时在施工现场建立野外解译标志，采取人机交互式解译方法，提取项目建设区的土地利用信息，依照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》要求完成遥感监测。具体如下：

①基础资料收集。包括项目区1: 2000地形图、多光谱影像与全色影像、地质图、土壤图、土地利用现状图等资料。

②项目区1: 2000地形图数字化（等高线、高程点、水系、道路、特征线、居民点和施工建筑物等），建立项目区数字高程模型DEM，生成坡度图。

③对多光谱影像与全色影像预处理、几何校正、裁剪和镶嵌，并对多光谱与全色影像进行融合，提高解译精度。

④调查建立影像野外解译标志。对项目区不同监测区进行现场调查，用GPS进行精确定位，建立全面、系统的各类土壤侵蚀类型及其强度分级的影像解译标志，包括色彩、形状、大小、影纹、结构等直接解译标志和水系、地貌、土壤类型、岩石种类等间接解译标志。

⑤室内人机交互解译。根据影像解译标志，对项目区土地利用、植被覆盖、工程开挖和各种施工现状进行遥感解译。在计算机上直接生成各种专题矢量图层。

⑥建立项目区水土流失GIS系统。包括地形矢量、坡度、DEM、原始影像、融合影像、土地利用、植被覆盖、水土保持措施等图层，并建立各数据层拓扑关系，

生成项目区水土保持监测GIS数据库。

⑦数据库集成。将含地理坐标的各数据层进入ARCGIS，进行空间关联，便于快速方便地查询、检索、分析、显示全区任意区域的任何数据层，实行项目区全方位的水土流失和水土保持监测。

⑧专题图件制作。土地利用现状、植被覆盖度、水土流失现状、工程开挖及扰动地表、水土保持措施、植被等图件。

⑨报告编写。通过各影响因子数据分析、统计等，进行水土流失、水土保持工程数量、质量和效果等方面监测分析、统计，编制遥感监测报告，为监测工作提供数据，为控制人为水土流失提供依据。

（5）无人机遥感

以监测区域地形图为基础，根据监测区域地形、地貌设计航摄方案；依据无人机在航摄区域内拍摄的航片，对数据进行预处理，再利用遥感影像处理软件对影像进行拼接、纠正、调色等处理；通过野外调查，建立解译标志，依据解译标志针对影像提取植被覆盖度及土地利用信息，利用地理信息系统GIS坡度分析功能从项目区域数字高程模型DEM数据空间分析获取坡度信息。主要适用于低空、小范围、高精度监测扰动地表面积、防治措施数量等。

（6）应急监测

在常规监测之外，针对重大监测源和突发性重大水土流失事件情况，制定应急监测预案，设立应急监测机构，配备经验丰富、技术全面的监测人员，采用快速反应、测量准确的三维激光测量、远程监控、卫星遥感、无人机等先进技术，确保应急监测工作的实时性、高效性。应急监测机构和人员在突发性重大水土流失事件发生后10天内及时入场补测，并向建设单位和水行政主管部门提供原始影像和解析数据，以达到对水土流失突发事件的快速反应的目的，及时为相关单位和部门的应急决策提供科学依据。

6.2.2.2 监测频次

根据项目工程特点，在施工前应对项目区进行一次全面调查，摸清工程建设前项目区域内影响水土流失因子的基本情况和水土流失背景状况。监测期内对应不同的监测内容具体监测频次如下：

（1）水土流失自然影响因素

地形地貌状况整个监测期监测1次；地表组成物质在施工准备期和设计水平年

各监测1次；植被状况施工准备期前测定1次；气象因子（降水量、平均风速、风向等）每月统计1次。

（2）扰动土地情况

地表扰动情况：点式分区每月监测1次，线型分区全线巡查每季度不少于1次，典型地段每月1次。

弃渣场：正在使用的弃渣场至少每两周监测1次。

（3）水土流失状况

水土流失状况应至少每月监测1次，发生强降水等情况后及时加测。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。

（4）水土流失防治成效

工程措施和植物措施实施情况及防治效果至少每季度监测1次，临时措施实施情况及防治效果至少每月监测1次。

（5）水土流失危害

结合上述监测内容与水土流失状况监测一并开展；若遇灾害事件，则发生后1周内完成监测工作。

6.3 点位布设

根据监测与评价标准中监测点布设原则和选址要求，在实地查勘基础上，针对项目区工程特点、施工规划布置、水土流失特点和水土保持措施布局特征，并考虑观测与管理的方便性，本方案共布设 91 个监测点，其中定位观测点 19 处、调查监测点 50 处、植物样方点 22 处。重点监测施工期扰动地表面积、破坏植被面积、防治措施布设情况及其防治效果等。

（1）定位观测点

本方案布设定位观测点 19 处，其中管道作业带顺坡及横坡敷设段 6 个、站场阀室区 2 个、河流及沟渠穿越区 2 个、公路穿越区 1 个、山体穿越区 2 个、施工便道区 2 个、弃渣场区 4 个。

（2）调查监测点、植物样方点

本方案布设调查监测点 50 处，植物样方点 22 处。其中，管道作业带区平均每 30km 设 1 处，山体隧道穿越和施工便道区按不低于 30% 设调查点，每个弃渣场设 1 处，其它工程区至少各布设 2 个调查点，上述点位主要采取调查、巡查的方式；植物样方点平均按每个区县和典型植物措施配置类型设 1 处考虑。

监测点位及监测内容、频次见表 6.3-1，具体点位布设见表 6.3-2 及附图 4。

表 6.3-1 监测点位及监测内容、频次一览表

监测点项目	定位监测点 19 处		调查监测点 50 处、植物样方点 22 处
监测区域	管道作业带区、站场阀室区、河流及沟渠穿越区、公路穿越区、山体穿越区、施工便道区共 15 处	弃渣场区 4 处	项目全部监测分区
监测时段	2022 年 5 月至 2024 年 12 月		
监测方法	定位监测为主，调查巡查为辅		
监测主要内容	(1)临时堆土流失情况；(2) 植被恢复生长情况；(3) 对周边水土流失状况的影响；(4) 原地貌水土流失情况	(1)扰动地表情况；(2) 堆渣后弃渣流失情况；(3)对周边水土流失状况的影响	(1)损坏地表植被面积；(2) 扰动土地整治情况；(3) 水土保持措施实施效果
监测重点	水土流失量、主体已有水保措施实施效果和水土保持方案实施效果	弃渣流失量、拦渣工程、排水工程、土地整治措施的实施效果	施工期扰动地表面积、破坏植被面积、水土保持措施的防治效果
监测频次	在施工前对项目区进行一次全面调查，摸清工程建设前项目区域内影响水土流失因子的基本情况和水土流失背景状况。(1) 地形地貌状况整个监测期监测 1 次；地表组成物质在施工准备期和设计水平年各监测 1 次；植被状况施工准备期前测定 1 次；气象因子每月统计 1 次。(2) 扰动土地情况点式分区每月监测 1 次，线型分区全线巡查每季度不少于 1 次，典型地段每月 1 次。正在使用的弃渣场至少每两周监测 1 次。(3) 水土流失状况至少每月监测 1 次，发生强降水等情况后及时加测。(4) 水土流失防治成效至少每季度监测 1 次，其中临时措施至少每月监测 1 次。(5) 水土流失危害与水土流失状况监测一并开展，灾害事件发生后 1 周内完成监测。		
监测目的	(1)掌握项目区水土流失及防治效果状况，为建设单位提供方案实施信息，以便加强管理；(2) 验证方案防治体系及布局的合理性，进一步完善防治措施体系，促进防治措施到位，以提高防治效果；(3) 为水行政主管部门的监督执法、水土保持设施专项验收提供依据；(4) 为同类项目水土流失预测和布设防治措施体系提供借鉴资料；(5) 为研究不同类型项目的水土流失规律、防治技术提供基础；(6) 及时发现重大水土流失危害隐患，提出防治对策及建议，以便采取有效的防治措施。		

表 6.3-2 监测点位布设一览表

项目分区		定位观测点		调查巡查点	植物样方点		监测点数
		沉沙池	简易观测场	据动态变化调整	据动态变化调整		
管道作业带区	平地敷设段			5	5	(植物样方点平均按每个区县和典型植物措施配置类型设 1 处考虑)	10
	顺坡敷设段		5	3	5		13
	横坡敷设段		1		1		2
站场阀室区	潮州站			1			1
	20#阀室	1					1
	27#阀室	1					1
	其它阀室			2			2
河流及沟渠穿越区	韩江盾构穿越	1					1
	九峰溪开挖穿越		1		1		2
	河流小型开挖			2	2		4
山体穿越区	丹竹坪隧道	1			1		2
	教堂里隧道		1		1		2
	水口村定向钻			1			1
	其它隧道			2			2
公路穿越区	顶管穿越			2			2
	开挖穿越		1				1
施工便道区	潮安区新修段		1		1		2
	平和县新修段		1		1		2
	其余区县施工便道			3			3

弃渣场区	高升出口+凤山进出口渣场	1			1	2
	下大王坑出口+大埔1#+大埔2#进口渣场	1			1	2
	教堂里出口渣场		1		1	2
	后尖尾出口渣场+大伦坪进口渣场		1		1	2
	其他弃渣场			24		24
堆管场区	每个区县			5		5
合计		6	13	50	22	91

6.4 实施条件和成果

6.4.1 实施条件

6.4.1.1 监测设施设备

本工程水土保持监测需建立的观测设施及购置的设备详见表 6.4-1。

表 6.4-1 水土保持监测设施与设备一览表

序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	折旧	合计(元)
(一)	消耗性材料					1842
1	50m 皮尺	个	3	150		450
2	卷尺	个	3	30		90
3	直径 0.6cm 钢钎	根	112	6		672
4	采样工具	套	3	160		480
5	温度计	个	3	20		60
6	湿度计	个	3	30		90
(二)	监测设施设备					527950
1	电子天平	台	2	1000	按 25%折旧	500
2	台秤	台	1	1000	按 25%折旧	250
3	烘箱	台	1	400	按 25%折旧	100
4	便携式浊度仪	台	2	1500	按 50%折旧	1500
5	自计雨量计	个	3	2000	按 50%折旧	3000
6	自制简易径流小区	个	13	3500		45500
7	坡度仪	个	3	1000	按 50%折旧	1500
8	手持式 GPS 定位仪	个	3	5000	按 30%折旧	4500
9	计算机	台	9	10000	按 20%折旧	18000
10	摄像机	台	2	8000	按 30%折旧	4800
11	数码照相机	台	3	4000	按 15%折旧	1800
12	全站仪	架	2	60000	按 10%折旧	12000
13	rtk	台	1	45000	按 10%折旧	4500
14	无人机	台	2	100000	按 30%折旧	60000
15	驻点监测项目部管理费	年	3	50000		150000
16	监测车辆(越野车)	年	3	55000	含路费油费	220000
(三)	遥感影像资料费					190000
1	遥感影像资料购置及解译费	景	25	6000		150000
2	重点监测区段无人机监测费	点	16	2500		40000
	总计					719792

6.4.1.2 监测机构及人员配备

按照有关要求,在工程建设过程中必须及时开展水土保持监测工作。建设单位可自行开展水保监测,或委托具有相应水保监测能力的监测机构承担监测工作。

（1）监测项目部组建

为确保本工程监测工作顺利开展，承担委托的监测机构应实行驻点监测，在现场设立监测项目部。项目属线型工程，可根据实际情况在线路中段设立监测项目分部。监测单位应及时将项目部组建情况报送建设单位，并按照相关规定编制水土保持监测实施方案。

（2）项目部主要职责

①负责监测项目的组织、协调和实施；②负责监测进度、质量、设备配置和项目管理；③负责与施工单位日常联络，收集主体工程进度、施工报表等资料；④负责日常监测数据采集，做好原始记录；⑤负责监测资料汇总、复核、成果编制与报送；⑥开展施工现场突发性水土流失事件应急监测。

（3）人员配备及岗位职责

本工程监测项目部下设总监测工程师、技术负责人、监测工程师、监测员等岗位，共安排9人，其中总监测工程师（项目负责人）1人、技术负责人1人、监测工程师3人、监测员4人。各岗位职责为：

①总监测工程师为项目负责人，全面负责项目监测工作的组织领导及统筹安排，协调各方技术工作，审定相关技术成果，联络建设单位和施工单位，协助向水行政主管部门报送监测成果，签署有关文件等；

②技术负责人负责指导监测人员开展具体工作，组织编制监测实施方案，开展人员培训，质量检查和控制，数据汇总分析，审核监测季报、总结报告；

③监测工程师负责具体监测工作，包括开展定位地面观测、调查监测、遥感监测、试验分析等，完成各项驻点监测任务，配合做好工程水土保持专项验收，负责监测数据的采集、整理、汇总、校核，编制监测实施方案、监测季报、总结报告等；

④监测员负责协助监测工程师开展各项监测具体任务，完成现场监测数据的采集和整理，参与编制监测实施方案、监测季报、总结报告等，并负责监测原始记录、文档、图件、成果的管理。

6.4.2 监测成果

按照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）、《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）要求，需提交水土保持监测实施方案、监测季度报告表、监测总结报告、观测及调查数据、图件和影像资料等监测成果。

(1) 报送要求

项目开工前,建设单位应向项目区所属流域管理机构报送水土保持监测实施方案,同时抄送沿线2省水利厅。项目建设期内及时按要求开展监测工作,定期整理监测资料数据并汇编成册,编制监测季度报告表,并于每季度第一个月报送上季度的水土保持监测季度报告表至所在流域管理机构,同时抄送各省水行政主管部门,并将监测中发现的问题及时通报各参建单位;因降雨或人为原因发生严重水土流失危害事件的,应于事件发生后1周内报送有关情况;监测年度报告于次年第一季度第一个月内编制完成并及时报送;项目建设期间自觉接受水土保持监督管理部门的指导和监管。监测任务完成后,及时对监测资料和成果进行统计、整理和分析,竣工验收时提交水土保持监测总结报告,并按照水保验收有关规定公示监测总结报告,与验收报告一并完成向水行政主管部门的验收报备。

(2) 成果要求

1) 要求每次监测前对监测仪器进行校验,合格后方可投入使用,监测结果须准确可靠,能够真正为项目建设服务。

2) 监测成果包括监测实施方案、记录表、水土保持监测意见、监测季度报告、监测汇报材料、监测总结报告及相关图件、影像资料等。

①监测实施方案:合同签订生效后30天内并在全面开展监测工作前,根据相关行业的规定和工程进展情况分项目编制、修改及完善监测计划及实施细则。根据工程实际情况编制详细的监测实施方案并提交建设单位。

②监测季度报告表:全面反映季度监测过程及监测结果,主要内容包括:季度内项目区水土流失情况、水土保持工作情况、水土流失防治措施实施情况(数量、质量及进度)、特别是因项目建设造成的水土流失及其防治情况、以及造成的水土流失危害、存在的问题和建议等。

③监测数据记录附表:作为监测成果报告的附件,包括监测设备明细表,监测项目、方法、频次设计表,监测数据记录表,监测成果汇总表。如果数据较多,可作为监测成果报告的附件单独成册。对水土流失危害须附专项调查报告。

④监测总结报告:监测任务完成后,整理、分析监测季度报告和监测年度报告,分析评价土壤流失情况和水土流失防治效果,编制监测总结报告,对防治责任范围、扰动土地情况、弃渣情况、水土流失情况、水土保持措施效果等重点评价,应内容全面、语言简明、数据真实、重点突出、结论客观。主要提纲包括:**a.**建设项目及

水土保持工作概况：项目概况、水土流失防治工作情况、监测工作实施情况；b.监测内容与方法；c.重点部位水土流失动态监测：防治责任范围监测、弃土（石、渣）监测结果，根据实际情况说明其他重点监测情况；d.水土流失防治措施监测结果：工程措施监测结果、植物措施监测结果、临时防治措施监测结果、水土保持措施防治效果；e.土壤流失情况监测：水土流失面积、土壤流失量、弃土（石、渣）潜在土壤流失量、水土流失危害；f.水土流失防治效果监测结果：表土保护率、水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、林草植被恢复率和林草覆盖率；g.结论：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。

⑤图件和照片：附图包括项目区地理位置图、水土流失防治责任范围图、监测分区及监测点布设图。影像资料包括照片集和影音资料，照片集应包含监测项目部和监测点照片。监测点照片应包含施工前、施工期和施工后三个时期同一位置、角度的对比，同一监测点每次监测应拍摄同一位置、角度照片不少于三张，照片标注拍摄时间。

⑥监测附件：包括监测技术服务合同和水土保持方案批复函。

上述报送的监测报告书和报告表等成果均要加盖建设单位、监测单位公章，并由水土保持监测项目负责人签字。

（3）监测三色评价

监测单位应依据扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等监测结果，对项目水土流失防治情况进行评价，在监测季报和总结报告中明确“绿黄红”三色评价结论。三色评价结论是建设单位落实各参见单位责任、控制施工过程中水土流失的重要依据，也是流域管理机构和地方各级水行政主管部门实施监管的重要依据。三色评价以方案确定的防治目标为基础，以监测获取的实际数据为依据，针对不同的监测内容，定量评价和定性分析相结合来进行量化打分。

（4）档案管理

应按照档案管理相关规定建立监测技术档案，内容包括：①水土保持的监测记录文件；②水土保持设施的设计及建设文件；③监测设备及仪器的校验文件；④各项监测成果（监测实施方案、水土保持监测意见、监测季度报告、监测汇报材料、监测总结报告及相关图件、影像资料）；⑤其它与监测有关的技术文件资料等。

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) 凡治理因工程建设造成的水土流失所采取的措施和所需费用，均列入主体工程投资中。投资估算包括新增水土保持工程投资和主体工程中已有的具有水土保持功能工程的投资。

(3) 投资估算的基础单价及取费原则上与主体工程一致，未明确的部分按照《水土保持工程概（估）算编制规定和定额》或其他行业、地方标准和当地现行市场价格计算。价格水平年与主体工程一致，以 2021 年 4 季度市场价格为准。

(4) 水土保持投资费用构成按《水土保持工程概（估）算编制规定》执行。

7.1.1.2 编制依据

(1) 《中国石油天然气集团公司建设项目可行性研究投资估算编制规定》（中国石油天然气集团公司，中油计〔2013〕429 号）；

(2) 《水利部关于颁发〈水土保持工程概（估）算编制规定和定额〉的通知》（水总〔2003〕67 号文）；

(3) 《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》（办水总〔2016〕132 号，2016 年 7 月 5 日）；

(4) 《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，2019 年 4 月 4 日）；

(5) 《关于印发〈水土保持补偿费征收使用管理办法〉的通知》（财综〔2014〕8 号，2014 年 1 月 29 日）；

(6) 《关于水土保持补偿费收费标准（试行）的通知》（发改价格〔2014〕886 号，2014 年 5 月 7 日）；

(7) 《水利部办公厅关于转发国家发展和改革委员会财政部降低水土保持补偿费收费标准的通知》（办财务〔2017〕113 号，2017 年 7 月 18 日）；

(8) 《广东省发展改革委 广东省财政厅 广东省水利厅关于规范水土保持补偿费征收标准的通知》（粤发改价格〔2021〕231 号，2021 年 12 月 24 日）；

(9) 《福建省发展和改革委员会 福建省财政厅关于重新制定我省水土保持补偿费收费标准等有关问题的函》(闽发改服价函〔2020〕267号, 2020年6月28日);

(10) 《关于“营改增”实施后调整石油化工工程建设计价依据的通知》(中国石化建〔2016〕307号, 2016年7月6日)。

7.1.2 编制说明与估算成果

7.1.2.1 基础单价

(1) 人工预算单价

人工工资与主体工程人工费标准一致, 广东省人工单价为 14.86 元/工时, 福建省人工单价为 14.00 元/工时。

(2) 水电价格

广东省施工用水价格为 3.75 元/m³, 施工用电价格为 0.87 元/(kw·h); 福建省施工用水价格为 3.53 元/m³, 施工用电价格为 0.80 元/(kw·h)。

(3) 主要材料价格

材料价格中主要包括材料原价、材料运杂费、材料采购保险费等。主要工程材料如水泥、砂子就近从市场购买, 主要材料预算价格即为当地市场价。其他次要材料预算价格参考市场价确定, 材料、苗木等参照当地现行价格计算, 见附表 3。

(4) 施工机械使用费

施工机械使用费根据主体工程施工机械台时费定额计算, 对于定额缺项的施工机械参考《水土保持工程概算定额》附录和相关行业的施工机械台时费定额, 见附表 4。

7.1.2.2 工程植物措施单价编制

水土保持工程措施及植物措施单价均由直接工程费、间接费、企业利润和税金等四部分组成。

(1) 直接工程费

由直接费、其他直接费和现场经费组成。

1) 直接费

人工费、材料费、机械使用费三项之和。

2) 其他直接费

按直接费乘以其他直接费率计算, 其他直接费率根据《水土保持工程概(估)算编制规定》按不同地区及工程分类标准取值, 工程措施取 2.3%, 土地整治取 1.5%。

3) 现场经费

包括临时设施费和现场管理费，按直接费乘以现场经费费率计算，现场经费费率根据《水土保持工程概（估）算编制规定》按工程分类标准取值，土石方工程取 5%，混凝土工程取 6%，基础处理工程取 6%，其他工程取 5%，土地整治取 3%，植物措施取 4%。

（2）间接费

按直接工程费乘以间接费率计算，土石方工程取 5.5%，混凝土工程取 4.3%，基础处理工程取 6.5%，其他工程取 4.4%，土地整治取 3.3%，植物措施取 3.3%。

（3）企业利润

按直接工程费与间接费之和乘以企业利润率计算。工程措施按直接工程费和间接费之和的 7% 计算。植物措施按直接工程费和间接费之和的 5% 计算。

（4）税金

按直接工程费、间接费和企业利润三项之和的 9% 计算。

7.1.2.3 水土保持投资估算编制

水土保持投资由第一部分工程措施，第二部分植物措施，第三部分临时工程，第四部分独立费用，以及预备费和水土保持补偿费组成。

（1）工程措施

按方案布设的工程量乘以相应的工程单价进行编制。

（2）植物措施

由苗木、草、种子等材料费及种植费组成，按方案布设的植物措施量乘以植物措施单价进行编制。

（3）施工临时工程

由临时防护工程和其他临时工程两部分组成。其中，临时防护工程按方案布设的工程量乘以单价计算，其他临时工程按工程措施及植物措施投资之和的 2% 计算。

（4）独立费用

包括建设管理费、科研勘测设计费、工程建设监理费、水土保持监测费、水土保持设施验收报告编制费等 5 项。

①建设管理费：按一至三部分之和的 2% 计算，与主体工程合并使用。

②科研勘测设计费：科研勘测设计费包括水土保持方案编制费和勘测设计费，本项目参考有关资料，根据实际工作量并结合市场价格计列，总计 119 万元。

③工程建设监理费：本项目水土保持监理费参考有关资料，根据实际工作量并结

合市场价格计列，取 387 万元。

④水土保持监测费：水土保持监测费包括人工费、土建设施费、监测设备使用费和消耗性材料费，按实际监测工作人员、设备配置需要进行分项计算。本工程设监测项目部 1 个，配备水土保持监测工程师 9 人，其中教授级高工 1 人、高级工程师 4 人、中级工程师 4 人，人工费按教高 20 万元/人·年、高工 16 万元/人·年、工程师 12 万元/人·年计算，按 3 年共计 396 万元。土建设施费、监测设备使用费、消耗性材料费（含遥感影像购置及解译）等按实际配置计算分别为 4.55 万元、48.25 万元、19.18 万元。因此水土保持监测费共计 467.98 万元。

⑤水土保持设施验收报告编制费：主要结合市场价格计列，本项目取 123 万元。

（5）预备费

基本预备费按第一至第四部分投资合计数的 6% 计取。根据《国家计委关于加强基本建设大中型项目概算中“价差预备费”管理有关问题的通知》（国家发展和改革委员会投资〔1999〕1340 号文，1999 年 9 月 20 日）规定，价差预备费为零。

（6）水土保持补偿费

根据《关于印发〈水土保持补偿费征收使用管理办法〉的通知》及广东和福建两省关于补偿费征收规定，广东省水土保持补偿费按征占用土地面积每平方米 0.6 元一次性计征（不足 1 平方米的按 1 平方米计），福建省水土保持补偿费按征占用土地面积每平方米 1 元一次性计征（不足 1 平方米的按 1 平方米计）。本工程位于广东省境内境内占地面积 269.77hm²，福建省境内占地面积 132.60hm²，经计算，水土保持补偿费共计 294.46 万元。

7.1.2.4 投资估算成果

本工程水土保持估算总投资 19648.63 万元，其中工程措施投资 10805.54 万元、植物措施投资 2650.33 万元、临时措施投资 3369.30 万元、独立费用 1433.48 万元（含水土保持监测费 467.98 万元、水土保持监理费 387.00 万元）、基本预备费 1095.52 万元、水土保持补偿费 294.46 万元。

广东省措施费 10434.37 万元、补偿费 161.86 万元，福建省措施费 6390.80 万元、补偿费 132.60 万元。

分年度投资中，2022 年水土保持投资 5667.16 万元，2023 年水土保持投资 8872.52 万元，2024 年水土保持投资 5108.96 万元。

详见表 7.1-4 至表 7.1-8。

表 7.1-4

水土保持投资估算总表

单位: 万元

序号	工程或费用名称	建安工程费			植物措施						独立费用	合计
					栽（种）植费			苗木、草、种子费				
		广东	福建	小计	广东	福建	小计	广东	福建	小计		
I	第一部分 工程措施	5951.76	4853.77	10805.54								10805.54
1	站场阀室区	98.11	19.21	117.32								117.32
2	管道作业带区	3852.88	3787.21	7640.09								7640.09
3	山体穿越区	162.02	66.48	228.49								228.49
4	河流及沟渠穿越区	163.78	68.08	231.86								231.86
5	公路穿越区	157.42	107.04	264.46								264.46
6	施工便道区	325.76	294.94	620.71								620.71
7	堆管场区	7.14	3.27	10.41								10.41
8	弃渣场区	1184.65	507.55	1692.20								1692.20
II	第二部分 植物措施				614.57	296.87	911.44	1588.22	150.68	1738.89		2650.33
1	站场阀室区				0.07	0.02	0.08	10.24	2.50	12.73		12.81
2	管道作业带区				327.81	232.55	560.36	882.21	12.23	869.98		1430.34
3	山体穿越区				56.36	29.87	86.23	111.68	39.97	151.65		237.89
4	河流及沟渠穿越区				6.25	0.70	6.95	6.07	1.33	7.40		14.35
5	公路穿越区				36.53	18.46	54.99	71.18	36.93	108.12		163.11
6	施工便道区				138.81	5.66	144.47	231.24	57.34	288.58		433.05
7	堆管场区				0.38	0.21	0.59	58.10	6.49	64.59		65.18
8	弃渣场区				48.36	9.41	57.76	217.49	18.34	235.83		293.60
III	第三部分 临时措施	2279.82	1089.49	3369.30								3369.30
1	站场阀室区	9.43	2.94	12.37								12.37
2	管道作业带区	1259.22	829.21	2088.43								2088.43
3	山体穿越区	21.44	5.72	27.16								27.16
4	河流及沟渠穿越区	48.38	17.13	65.51								65.51
5	公路穿越区	141.16	68.96	210.12								210.12
6	施工便道区	585.95	37.21	623.17								623.17
7	堆管场区	27.44	11.88	39.32								39.32
8	弃渣场区	23.71	10.40	34.11								34.11
9	其他临时工程	163.09	106.03	269.12								269.12
第一至第三部分合计												16825.17
IV	第四部分 独立费用											1433.48

7 水土保持投资估算及效益分析

1	建设单位管理费										336.50	336.50
2	工程建设监理费										387.00	387.00
3	科研勘测设计费										119.00	119.00
4	水土保持监测费										467.98	467.98
5	水土保持设施验收报告 编制费										123.00	123.00
第一至四部分合计												18258.65
V	基本预备费											1095.52
VI	水土保持补偿费											294.46
VII	水土保持总投资											19648.63

表 7.1-5

分区措施投资表（广东省）

防治分区	序号	措施名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
第一部分 工程措施						5951.76
站场闸室区	1	表土剥离	万 m ³	1.05	5.59	5.87
	2	表土回覆	万 m ³	0.12	9.59	1.15
	3	混凝土排水沟	m	2254.67		
		开挖土方	m ³	1172.43	28.46	3.34
		混凝土	m ³	608.76	517.00	31.47
	4	砖砌沉沙池	个	14		
		开挖土方	m ³	79.97	30.38	0.24
		砌砖	m ³	37.97	747.87	2.84
	5	土地平整	hm ²	4.06	1.52	6.17
	6	浆砌石护坡	m ²	1800.00		
		浆砌石	m ³	900.00	522.56	47.03
	合计					98.11
管道作业带区	1	恢复农田水渠	m	176.00		
		混凝土	m ³	66.89	517.00	3.46
	2	恢复农田地埂	m	352.00		
		夯实土方	m ³	47.52	72.48	0.34
	3	表土剥离	万 m ³	10.73	5.59	59.91
	4	表土回覆	万 m ³	11.66	9.59	111.80
	5	浆砌石排水沟	m	4038.20		
		开挖土方	m ³	3610.84	28.46	10.28
		浆砌块石	m ³	2565.52	515.47	132.25
	6	砖砌沉沙池	个	22.00		
		开挖土方	m ³	125.66	30.38	0.38
		砌砖	m ³	59.66	747.87	4.46
	7	急流槽	m	566.25		
		开挖土方	m ³	498.30	28.46	1.42
		浆砌块石	m ³	356.74	515.47	18.39
	8	消力池	个	10.00		
		开挖土方	m ³	98.29	30.38	0.30
		浆砌块石	m ³	53.29	515.47	2.75
	9	土地平整	hm ²	182.62	1.52	277.45
	10	全面整地	hm ²	27.42	1222.40	3.35
	11	生态袋护坡	m ²	249241.91		
		生态袋	m ³	74772.57	315.85	2361.69
	12	浆砌石护坡	m ²	3546.00		
		浆砌石	m ³	1773.00	522.56	92.65
	13	草袋堡坎	m ³	24835.67	310.85	772.01
	合计					3852.88
山体穿越区	1	表土剥离	万 m ³	2.11	5.59	11.80
	2	表土回覆	万 m ³	2.11	9.59	20.26
	3	浆砌石排水沟	m	2600.00		
		开挖土方	m ³	2288.00	28.46	6.51
		浆砌块石	m ³	1638.00	515.47	84.43
	4	急流槽	m	400.00		
		开挖土方	m ³	352.00	28.46	1.00
		浆砌块石	m ³	252.00	515.47	12.99
	5	消力池	个	40.00		
		开挖土方	m ³	393.16	30.38	1.19
		浆砌块石	m ³	213.16	515.47	10.99
	6	土地平整	hm ²	8.45	1.52	12.84
	合计					162.02
河流及沟渠穿越区	1	表土剥离	万 m ³	0.97	5.59	5.39
	2	表土回覆	万 m ³	0.97	9.59	9.26
	3	生态袋护岸	m ²	7128.00		

7 水土保持投资估算及效益分析

		生态袋	m ³	2494.80	310.85	77.55
	4	浆砌石护岸	m ²	1944.00		
		浆砌石	m ³	972.00	522.56	50.79
	5	土地平整	hm ²	13.64	1.52	20.72
	6	全面整地	hm ²	0.56	1222.40	0.07
	合计					163.78
公路穿越区	1	表土剥离	万 m ³	2.60	5.59	14.50
	2	表土回覆	万 m ³	2.60	9.59	24.91
	3	浆砌石排水沟	m	3204.00		
		开挖土方	m ³	2242.80	28.46	6.38
		浆砌块石	m ³	1730.16	515.47	89.18
	4	土地平整	hm ²	14.50	1.52	22.03
	5	全面整地	hm ²	3.38	1222.40	0.41
	合计					157.42
施工便道区	1	表土剥离	万 m ³	5.02	5.59	28.04
	2	表土回覆	万 m ³	5.02	9.59	48.15
	3	浆砌石排水沟	m	5896.80		
		开挖土方	m ³	5189.18	28.46	14.77
		浆砌石	m ³	3714.98	515.47	191.50
	4	土地平整	hm ²	27.97	1.52	42.49
	5	全面整地	hm ²	6.69	1222.40	0.82
	合计					325.76
堆管场区	1	土地平整	hm ²	4.57	1.52	6.94
	2	全面整地	hm ²	1.59	1222.40	0.19
	合计					7.14
弃渣场区	1	表土剥离	万 m ³	3.47	5.59	19.38
	2	表土回覆	万 m ³	3.47	9.59	33.27
	3	浆砌石排水沟	m	7875.61		
		开挖土方	m ³	8505.66	28.46	24.20
		浆砌块石	m ³	5552.31	515.47	286.20
	4	急流槽	m	1575.12		
		开挖土方	m ³	1701.13	28.46	4.84
		浆砌块石	m ³	1134.09	515.47	58.46
	5	挡墙	m	1575.12		
		开挖土方	m ³	537.12	30.38	1.63
		浆砌石	m ³	13861.08	515.47	714.50
	6	消力池	个	10		
		开挖土方	m ³	480.00	30.38	1.46
		浆砌块石	m ³	255.00	515.47	13.14
	7	砖砌沉沙池	个	28		
		开挖土方	m ³	159.94	30.38	0.49
		砌砖	m ³	75.94	747.87	5.68
	8	土地平整	hm ²	13.96	1.52	21.21
	9	全面整地	hm ²	1.55	1222.40	0.19
	合计					1184.65
防治分区	序号	措施名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
第二部分 植物措施						2202.79
站场闸室区	1	撒播草籽	hm ²	0.40		
		狗牙根草籽费	kg	16.00	28.60	0.05
		结缕草草籽费	kg	16.00	35.75	0.06
		狗牙根播种费	hm ²	0.20	400.06	0.01
		结缕草播种费	hm ²	0.20	423.60	0.01
	2	挂网喷播植草	m ²	2600.00	38.97	10.13
	3	全面整地	hm ²	0.40	1222.40	0.05
	合计					10.30
管道作业带区	1	撒播草籽	hm ²	81.36		
		狗牙根草籽费	kg	3254.31	28.60	9.31

7 水土保持投资估算及效益分析

		结缕草草籽费	kg	3254.31	35.75	11.63
		狗牙根播种费	hm ²	40.68	400.06	1.63
		结缕草播种费	hm ²	40.68	423.60	1.72
	2	种植灌木				
		苗木费（木槿）	株	127552	5.67	72.27
		苗木费（假连翘）	株	127552	5.89	75.11
		苗木费（海桐）	株	127552	5.44	69.44
		苗木费（小叶石楠）	株	127071	6.89	87.53
		栽植费（木槿）	株	121478	4.48	54.37
		栽植费（假连翘）	株	121478	4.49	54.52
		栽植费（海桐）	株	121478	4.46	54.22
		栽植费（小叶石楠）	株	121020	4.54	54.99
	3	种植乔木				
		苗木费（香樟）	株	13385	44.56	59.65
		苗木费（小叶榕）	株	13385	47.75	63.91
		苗木费（马占相思）	株	26770	42.44	113.61
		栽植费（香樟）	株	12748	6.87	8.76
		栽植费（小叶榕）	株	12748	7.00	8.93
		栽植费（马占相思）	株	25495	6.78	17.29
	4	植草护坡	hm ²	46.21		
		狗牙根草籽费	kg	1848.47	28.60	5.29
		结缕草草籽费	kg	1848.47	35.75	6.61
		狗牙根播种费	hm ²	23.11	400.06	0.92
		结缕草播种费	hm ²	23.11	423.60	0.98
		苗木费（香根草）	株	485225	1.11	53.91
		栽植费（香根草）	株	462119	4.22	195.05
	5	挂网喷播植草	m ²	515.25	38.97	2.01
	6	穴状整地（40*40cm）	个	364434	2.06	75.21
		穴状整地（60*60cm）	个	50990	6.98	35.57
	7	全面整地	hm ²	127.57	1222.40	15.59
	合计					1210.02
山体穿越区	1	挂网喷播植草	m ²	1260.00	38.97	4.91
	2	撒播草籽	hm ²	6.76		
		狗牙根草籽费	kg	270.40	28.60	0.77
		结缕草草籽费	kg	270.40	35.75	0.97
		狗牙根播种费	hm ²	3.38	400.06	0.14
		结缕草播种费	hm ²	3.38	423.60	0.14
	3	种植灌木				
		苗木费（假连翘）	株	44363	5.89	26.12
		苗木费（海桐）	株	44363	5.44	24.15
		栽植费（假连翘）	株	42250	4.49	18.96
		栽植费（海桐）	株	42250	4.46	18.86
	3	种植乔木				
		苗木费（马占相思）	株	9858	42.44	41.84
		栽植费（马占相思）	株	9389	6.78	6.37
	4	穴状整地（40*40cm）	个	84500	2.06	17.44
		穴状整地（60*60cm）	个	9389	6.98	6.55
	5	全面整地	hm ²	6.76	1222.40	0.83
	合计					168.04
河流及沟渠穿越区	1	撒播草籽	hm ²	3.57		
		狗牙根草籽费	kg	142.87	28.60	0.41
		结缕草草籽费	kg	142.87	35.75	0.51
		狗牙根播种费	hm ²	1.79	400.06	0.07
		结缕草播种费	hm ²	1.79	423.60	0.08
	2	种植灌木				
		苗木费（假连翘）	株	4545	5.89	2.68
		苗木费（海桐）	株	4545	5.44	2.47

7 水土保持投资估算及效益分析

		栽植费（假连翘）	株	4329	4.49	1.94
		栽植费（海桐）	株	4329	4.46	1.93
	3	穴状整地（40*40cm）	个	8657	2.06	1.79
	4	全面整地	hm ²	3.57	1222.40	0.44
	合计					12.31
公路穿越区	1	撒播草籽	hm ²	5.46		
		狗牙根草籽费	kg	218.48	28.60	0.62
		结缕草草籽费	kg	218.48	35.75	0.78
		狗牙根播种费	hm ²	2.73	400.06	0.11
		结缕草播种费	hm ²	2.73	423.60	0.12
	2	种植灌木				
		苗木费（木槿）	株	28642	5.67	16.23
		苗木费（海桐）	株	28642	5.44	15.59
		栽植费（木槿）	株	27278	4.48	12.21
		栽植费（海桐）	株	27278	4.46	12.18
	3	种植乔木				
		苗木费（小叶榕）	株	6216	47.75	29.68
		栽植费（小叶榕）	株	5920	7.00	4.15
	4	穴状整地（40*40cm）	个	54556	2.06	11.26
		穴状整地（60*60cm）	个	5920	6.98	4.13
	5	全面整地	hm ²	5.46	1222.40	0.67
	合计					107.72
施工便道区	1	撒播草籽	hm ²	8.41		
		狗牙根草籽费	kg	336.34	28.60	0.96
		结缕草草籽费	kg	336.34	35.75	1.20
		狗牙根播种费	hm ²	4.20	400.06	0.17
		结缕草播种费	hm ²	4.20	423.60	0.18
	2	种植灌木				
		苗木费（木槿）	株	110445	5.67	62.58
		苗木费（海桐）	株	110445	5.44	60.13
		栽植费（木槿）	株	105186	4.48	47.08
		栽植费（海桐）	株	105186	4.46	46.95
	3	种植乔木				
		苗木费（马占相思）	株	19151	42.44	81.28
		栽植费（马占相思）	株	18239	6.78	12.37
	4	穴状整地（40*40cm）	个	210372	2.06	43.41
		穴状整地（60*60cm）	个	18239	6.98	12.72
	5	全面整地	hm ²	8.41	1222.40	1.03
	合计					370.05
堆管场区	1	撒播草籽	hm ²	2.33		
		狗牙根草籽费	kg	93.04	28.60	0.27
		结缕草草籽费	kg	93.04	35.75	0.33
		狗牙根播种费	hm ²	1.16	400.06	0.05
		结缕草播种费	hm ²	1.16	423.60	0.05
	2	种植灌木				
		苗木费（假连翘）	株	19194	5.89	11.30
		苗木费（海桐）	株	19194	5.44	10.45
		栽植费（假连翘）	株	18280	4.49	8.20
		栽植费（海桐）	株	18280	4.46	8.16
	3	种植乔木				
		苗木费（马占相思）	株	2133	42.44	9.05
		栽植费（马占相思）	株	2031	6.78	1.38
	4	穴状整地（40*40cm）	个	36560	2.06	7.54
		穴状整地（60*60cm）	个	2031	6.98	1.42
	5	全面整地	hm ²	2.33	1222.40	0.28
	合计					58.48
弃渣场区	1	撒播草籽	hm ²	9.07		

7 水土保持投资估算及效益分析

		狗牙根草籽费	kg	544.04	28.60	1.56
		百喜草草籽费	kg	544.04	35.75	1.95
		狗牙根播种费	hm ²	4.53	400.06	0.18
		百喜草播种费	hm ²	4.53	423.60	0.19
	2	种植灌木				
		苗木费（假连翘）	株	109663	5.89	64.57
		苗木费（海桐）	株	109663	5.44	59.70
		栽植费（假连翘）	株	104441	4.49	46.88
		栽植费（海桐）	株	104441	4.46	46.62
	3	穴状整地（40*40cm）	个	208883	2.06	43.11
	4	全面整地	hm ²	9.07	1222.40	1.11
	合计					265.85
防治分区	序号	措施名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
第三部分 临时措施						2279.82
站场闸室区	1	编织袋土拦挡填筑	m ³	136.86	300.84	4.12
	2	编织袋土拦挡拆除	m ³	136.86	37.35	0.51
	3	彩条布苫盖	hm ²	0.90	5.36	4.80
	合计					9.43
管道作业带区	1	土质截排水沟	m	86050.90		
		土方开挖	m ³	23664.00	28.46	67.34
	3	彩条布铺垫	hm ²	80.82	6.00	0.05
	4	编织袋土拦挡填筑	m ³	32329.08	300.84	972.59
	5	编织袋土拦挡拆除	m ³	32329.08	37.35	120.75
	6	彩条布苫盖	hm ²	17.96	5.36	96.32
	7	边界彩条旗	m	29934.33	0.72	2.17
	合计					1259.22
山体穿越区	1	编织袋土拦挡填筑	m ³	324.19	300.84	9.75
	2	编织袋土拦挡拆除	m ³	324.19	37.35	1.21
	3	彩条布苫盖	hm ²	1.20	5.36	6.44
	4	泥浆沉淀池	个	2.00		
		土方开挖	m ³	256.00	30.38	0.78
		土工膜	m ²	240.00	24.73	0.59
		临时拦挡与拆除	m ³	72.00	300.84	2.17
	5	临时撒播草籽	hm ²	1.83	400.06	0.07
		草籽费	kg	146.47	28.60	0.42
	合计					21.44
河流及沟渠穿越区	1	土质排水沟	m	3626.00		
		土方开挖	m ³	997.15	28.46	2.84
	2	临时沉沙池	座	40		
		土方开挖	m ³	120.00	30.38	0.36
	3	编织袋土拦挡填筑	m ³	1131.92	300.84	34.05
	4	编织袋土拦挡拆除	m ³	1131.92	37.35	4.23
	5	彩条布苫盖	hm ²	1.28	5.36	6.85
	6	临时撒播草籽	hm ²	0.15	400.06	0.01
		草籽费	kg	11.65	28.60	0.03
	合计					48.38
公路穿越区	1	土质排水沟	m	88530.00		
		土方开挖	m ³	24345.75	28.46	69.28
	2	临时沉沙池	座	211		
		土方开挖	m ³	633.00	30.38	1.92
	3	彩条布铺垫	hm ²	2.13	6.00	12.81
	4	编织袋土拦挡填筑	m ³	1254.45	300.84	37.74
	5	编织袋土拦挡拆除	m ³	1254.45	37.35	4.69
	6	彩条布苫盖	hm ²	2.63	5.36	14.12
	7	临时撒播草籽	hm ²	2.22	400.06	0.09
		草籽费	kg	177.22	28.60	0.51
	合计					141.16

7 水土保持投资估算及效益分析

施工便道区	1	土质截排水沟	m	78060.00		
		土方开挖	m ³	21466.50	28.46	61.09
	2	编织袋土拦挡填筑	m ³	14050.80	300.84	422.71
	3	编织袋土拦挡拆除	m ³	14050.80	37.35	52.48
	4	彩条布苫盖	hm ²	8.78	5.36	47.09
	5	临时撒播草籽	hm ²	4.35	400.06	0.17
		草籽费	kg	348.07	28.60	1.00
	6	边界警示彩旗	m	19562.00	0.72	1.42
	合计					585.95
堆管场区	1	彩条布铺垫	hm ²	4.57	6.00	27.44
	合计					27.44
弃渣场区	1	土质排水沟	m	998.18		
		土方开挖	m ³	274.50	28.46	0.78
	2	编织袋土拦挡填筑	m ³	359.35	300.84	10.81
	3	编织袋土拦挡拆除	m ³	359.35	37.35	1.34
	4	彩条布苫盖	hm ²	1.86	5.36	9.97
	5	临时撒播草籽	hm ²	3.01	400.06	0.12
		草籽费	kg	240.54	28.60	0.69
	合计					23.71
其他临时工程					2.00%	163.09

表 7.1-6 分区措施投资表（福建省）

防治分区	序号	措施名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
第一部分 工程措施						4853.77
站场闸室区	1	表土剥离	万 m ³	0.35	5.47	1.89
	2	表土回覆	万 m ³	0.03	9.39	0.28
	3	混凝土排水沟	m	720.44		
		开挖土方	m ³	374.63	26.81	1.00
		混凝土	m ³	194.52	451.00	8.77
	4	砖砌沉沙池	个	6		
		开挖土方	m ³	34.27	28.62	0.10
		砌砖	m ³	16.27	700.04	1.14
	5	土地平整	hm ²	1.19	1.49	1.77
	6	浆砌石护坡	m ²	180.00		
		浆砌石	m ³	90.00	473.13	4.26
	合计					19.21
管道作业带区	1	表土剥离	万 m ³	5.97	5.47	32.65
	2	表土回覆	万 m ³	6.29	9.39	59.05
	3	浆砌石排水沟	m	2703.00		
		开挖土方	m ³	2382.64	26.81	6.39
		浆砌块石	m ³	1704.39	465.49	79.34
	4	砖砌沉沙池	个	6.00		
		开挖土方	m ³	34.27	28.62	0.10
		砌砖	m ³	16.27	700.04	1.14
	5	急流槽	m	402.45		
		开挖土方	m ³	354.16	26.81	0.95
		浆砌块石	m ³	253.54	465.49	11.80
	6	消力池	个	2		
		开挖土方	m ³	19.66	28.62	0.06
		浆砌块石	m ³	10.66	465.49	0.50
	7	生态袋护坡	m ²	187810.00		
		生态袋	m ³	56343.00	301.26	1697.40
	8	浆砌石护坡	m ²	2683.00		
		浆砌石	m ³	1341.50	473.13	63.47
	9	草袋堡坎	m ³	18602.13	296.26	551.11
	10	土坎梯田	hm ²	26.77	151836.90	406.50
	11	石坎梯田	hm ²	17.85	410826.80	733.24

7 水土保持投资估算及效益分析

	12	土地平整	hm ²	89.99	1.49	133.94
	13	全面整地	hm ²	80.95	1182.45	9.57
	合计					3787.21
山体穿越区	1	表土剥离	万 m ³	0.90	5.47	4.92
	2	表土回覆	万 m ³	0.90	9.39	8.45
	3	浆砌石排水沟	m	1170.00		
		开挖土方	m ³	1029.60	26.81	2.76
		浆砌块石	m ³	737.10	465.49	34.31
	4	急流槽	m	180.00		
		开挖土方	m ³	158.40	26.81	0.42
		浆砌块石	m ³	113.40	465.49	5.28
	5	消力池	个	18		
		开挖土方	m ³	176.92	28.62	0.51
		浆砌块石	m ³	95.92	465.49	4.47
	6	土地平整	hm ²	3.60	1.49	5.36
河流及沟渠穿越区	合计					66.48
	1	表土剥离	万 m ³	0.14	5.47	0.75
	2	表土回覆	万 m ³	0.14	9.39	1.29
	3	生态袋护岸	m ²	3690.00		
		生态袋	m ³	1291.50	296.26	38.26
	4	浆砌石护岸	m ²	810.00		
		浆砌石	m ³	405.00	473.13	19.16
	5	土地平整	hm ²	5.79	1.49	8.61
	6	全面整地	hm ²	0.00	1182.45	0.00
	合计					68.08
公路穿越区	1	表土剥离	万 m ³	1.42	5.47	7.74
	2	表土回覆	万 m ³	1.42	9.39	13.30
	3	浆砌石排水沟	m	2664.00		
		开挖土方	m ³	1864.80	26.81	5.00
		浆砌块石	m ³	1438.56	465.49	66.96
	4	土地平整	hm ²	9.29	1.49	13.82
	5	全面整地	hm ²	1.82	1182.45	0.22
	合计					107.04
施工便道区	1	表土剥离	万 m ³	0.33	5.47	1.81
	2	表土回覆	万 m ³	0.33	9.39	3.10
	4	浆砌石排水沟	m	8494.50		
		开挖土方	m ³	7475.16	26.81	20.04
		浆砌石	m ³	5351.54	465.49	249.11
	5	土地平整	hm ²	14.00	1.49	20.84
	6	全面整地	hm ²	0.44	1182.45	0.05
	合计					294.94
堆管场区	1	土地平整	hm ²	2.08	1.49	3.10
	2	全面整地	hm ²	1.46	1182.45	0.17
	合计					3.27
弃渣场区	1	表土剥离	万 m ³	1.94	5.47	10.62
	2	表土回覆	万 m ³	1.94	9.39	18.25
	3	浆砌石排水沟	m	3657.96		
		开挖土方	m ³	3950.60	26.81	10.59
		浆砌块石	m ³	2578.86	465.49	120.04
	4	急流槽	m	731.59		
		开挖土方	m ³	790.12	26.81	2.12
		浆砌块石	m ³	526.75	465.49	24.52
	5	挡墙	m	731.59		
		开挖土方	m ³	249.47	28.62	0.71
		浆砌石	m ³	6438.02	465.49	299.68
	6	消力池	个	6		
		开挖土方	m ³	288.00	28.62	0.82

7 水土保持投资估算及效益分析

		浆砌块石	m ³	153.00	465.49	7.12
	7	砖砌沉沙池	个	12		
		开挖土方	m ³	68.54	28.62	0.20
		砌砖	m ³	32.54	700.04	2.28
	8	土地平整	hm ²	6.67	1.49	9.93
	9	全面整地	hm ²	5.53	1182.45	0.65
	合计					507.55
防治分区	序号	措施名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
第二部分 植物措施						447.54
站场闸室区	1	撒播草籽	hm ²	0.10		
		狗牙根草籽费	kg	4.00	27.55	0.01
		结缕草草籽费	kg	4.00	33.68	0.01
		狗牙根播种费	hm ²	0.05	378.85	0.002
		结缕草播种费	hm ²	0.05	399.02	0.002
	2	挂网喷播植草	m ²	690.00	35.85	2.47
	3	全面整地	hm ²	0.10	1182.45	0.01
	合计					2.51
管道作业带区	1	撒播草籽	hm ²	5.11		
		狗牙根草籽费	kg	204.51	27.55	0.56
		结缕草草籽费	kg	204.51	33.68	0.69
		狗牙根播种费	hm ²	2.56	378.85	0.10
		结缕草播种费	hm ²	2.56	399.02	0.10
	2	种植灌木				
		苗木费（木槿）	株	3164	5.89	1.86
		苗木费（假连翘）	株	3164	5.78	1.83
		苗木费（海桐）	株	3164	5.33	1.69
		栽植费（木槿）	株	3013	4.25	1.28
		栽植费（假连翘）	株	3013	4.24	1.28
		栽植费（海桐）	株	3013	4.22	1.27
	3	种植乔木				
		苗木费（香樟）	株	1582	45.62	7.22
		苗木费（马占相思）	株	1582	43.50	6.88
		栽植费（香樟）	株	1507	6.67	1.01
		栽植费（马占相思）	株	1507	6.59	0.99
	4	植草护坡	hm ²	34.88		
		狗牙根草籽费	kg	1395.16	27.55	3.84
		结缕草草籽费	kg	1395.16	33.68	4.70
		狗牙根播种费	hm ²	17.44	378.85	0.66
		结缕草播种费	hm ²	17.44	399.02	0.70
		苗木费（香根草）	株	366230	1.00	36.62
		栽植费（香根草）	株	348790	3.97	138.58
	5	挂网喷播植草	m ²	0.00	35.85	0.00
	6	穴状整地（40*40cm）	个	9040	1.94	1.76
		穴状整地（60*60cm）	个	3014	6.57	1.98
	7	全面整地	hm ²	39.99	1182.45	4.73
	合计					220.32
山体穿越区	1	挂网喷播植草	m ²	540.00	35.85	1.94
	2	撒播草籽	hm ²	2.88		
		狗牙根草籽费	kg	115.20	27.55	0.32
		结缕草草籽费	kg	115.20	33.68	0.39
		狗牙根播种费	hm ²	1.44	378.85	0.05
		结缕草播种费	hm ²	1.44	399.02	0.06
	3	种植灌木				
		苗木费（假连翘）	株	18900	5.78	10.92
		苗木费（海桐）	株	18900	5.33	10.08
		栽植费（假连翘）	株	18000	4.24	7.63
		栽植费（海桐）	株	18000	4.22	7.59

7 水土保持投资估算及效益分析

	3	种植乔木				
		苗木费（马占相思）	株	4200	43.50	18.27
		栽植费（马占相思）	株	4000	6.59	2.63
	4	穴状整地（40*40cm）	个	36000	1.94	7.00
		穴状整地（60*60cm）	个	4000	6.57	2.63
	5	全面整地	hm ²	2.88	1182.45	0.34
	合计					69.84
河流及沟渠穿越区	1	撒播草籽	hm ²	0.61		
		狗牙根草籽费	kg	24.59	27.55	0.07
		结缕草草籽费	kg	24.59	33.68	0.08
		狗牙根播种费	hm ²	0.31	378.85	0.01
		结缕草播种费	hm ²	0.31	399.02	0.01
	2	种植灌木				
		苗木费（假连翘）	株	782	5.78	0.45
		苗木费（海桐）	株	782	5.33	0.42
		栽植费（假连翘）	株	745	4.24	0.32
		栽植费（海桐）	株	745	4.22	0.31
	3	穴状整地（40*40cm）	个	1490	1.94	0.29
	4	全面整地	hm ²	0.61	1182.45	0.07
	合计					2.04
公路穿越区	1	撒播草籽	hm ²	3.03		
		狗牙根草籽费	kg	121.34	27.55	0.33
		结缕草草籽费	kg	121.34	33.68	0.41
		狗牙根播种费	hm ²	1.52	378.85	0.06
		结缕草播种费	hm ²	1.52	399.02	0.06
	2	种植灌木				
		苗木费（木槿）	株	15288	5.89	9.00
		苗木费（海桐）	株	15288	5.33	8.15
		栽植费（木槿）	株	14560	4.25	6.18
		栽植费（海桐）	株	14560	4.22	6.14
	3	种植乔木				
		苗木费（马占相思）	株	3397	43.50	14.78
		栽植费（马占相思）	株	3236	6.59	2.13
	4	穴状整地（40*40cm）	个	29120	1.94	5.66
		穴状整地（60*60cm）	个	3236	6.57	2.13
	5	全面整地	hm ²	3.03	1182.45	0.36
	合计					55.39
施工便道区	1	撒播草籽	hm ²	0.31		
		狗牙根草籽费	kg	12.56	27.55	0.03
		结缕草草籽费	kg	12.56	33.68	0.04
		狗牙根播种费	hm ²	0.16	378.85	0.01
		结缕草播种费	hm ²	0.16	399.02	0.01
	2	种植灌木				
		苗木费（木槿）	株	7267	5.89	4.28
		苗木费（海桐）	株	7267	5.33	3.88
		栽植费（木槿）	株	6921	4.25	2.94
		栽植费（海桐）	株	6921	4.22	2.92
	3	种植乔木				
		苗木费（马占相思）	株	8240	43.50	35.85
		栽植费（马占相思）	株	7848	6.59	5.17
	4	穴状整地（40*40cm）	个	13842	1.94	2.69
		穴状整地（60*60cm）	个	7848	6.57	5.16
	5	全面整地	hm ²	0.31	1182.45	0.04
	合计					63.00
堆管场区	1	撒播草籽	hm ²	0.55		
		狗牙根草籽费	kg	21.9648	27.55	0.06
		结缕草草籽费	kg	21.9648	33.68	0.07

7 水土保持投资估算及效益分析

		狗牙根播种费	hm ²	0.27456	378.85	0.01
		结缕草播种费	hm ²	0.27456	399.02	0.01
	2	种植灌木				
		苗木费（假连翘）	株	2184	5.78	1.26
		苗木费（海桐）	株	2184	5.33	1.16
		栽植费（假连翘）	株	2080	4.24	0.88
		栽植费（海桐）	株	2080	4.22	0.88
	3	种植乔木				
		苗木费（马占相思）	株	243	43.50	1.06
		栽植费（马占相思）	株	231	6.59	0.15
	4	穴状整地（40*40cm）	个	4160	1.94	0.81
		穴状整地（60*60cm）	个	231	6.57	0.15
	5	全面整地	hm ²	1.56	1182.45	0.18
	合计					6.69
弃渣场区	1	撒播草籽	hm ²	0.78		
		狗牙根草籽费	kg	31.07	27.55	0.09
		百喜草草籽费	kg	31.07	36.74	0.11
		狗牙根播种费	hm ²	0.39	378.85	0.01
		百喜草播种费	hm ²	0.39	409.10	0.02
	2	种植灌木				
		苗木费（假连翘）	株	11992	5.78	6.93
		苗木费（海桐）	株	11992	5.33	6.40
		栽植费（假连翘）	株	11421	4.24	4.84
		栽植费（海桐）	株	11421	4.22	4.81
	3	穴状整地（40*40cm）	个	22842	1.94	4.44
	4	全面整地	hm ²	0.78	1182.45	0.09
	合计					27.74
防治分区	序号	措施名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
第三部分 临时措施						1089.49
站场闸室区	1	编织袋土拦挡填筑	m ³	42.83	286.26	1.23
	2	编织袋土拦挡拆除	m ³	42.83	35.18	0.15
	3	彩条布苫盖	hm ²	0.31	5.00	1.57
	合计					2.94
管道作业带区	1	土质截排水沟	m	42312.00		
		土方开挖	m ³	11635.80	26.81	31.19
	2	彩条布铺垫	hm ²	40.50	5.71	231.25
	3	编织袋土拦挡填筑	m ³	16198.20	286.26	463.69
	4	编织袋土拦挡拆除	m ³	16198.20	35.18	56.99
	5	彩条布苫盖	hm ²	9.00	5.00	45.01
	6	边界彩条旗	m	14998.33	0.72	1.08
	合计					829.21
山体穿越区	1	编织袋土拦挡填筑	m ³	96.60	286.26	2.77
	2	编织袋土拦挡拆除	m ³	96.60	35.18	0.34
	3	彩条布苫盖	hm ²	0.48	5.00	2.42
	4	临时撒播草籽	hm ²	0.78	378.85	0.03
		草籽费	kg	62.40	27.55	0.17
	合计					5.72
河流及沟渠穿越区	1	土质排水沟	m	1201.00		
		土方开挖	m ³	330.28	26.81	0.89
	2	临时沉沙池	座	17		
		土方开挖	m ³	51.00	28.62	0.15
	3	编织袋土拦挡填筑	m ³	432.36	286.26	12.38
	4	编织袋土拦挡拆除	m ³	432.36	35.18	1.52
	5	彩条布苫盖	hm ²	0.44	5.00	2.20
	合计					17.13
公路穿越区	1	土质排水沟	m	6004.00		
		土方开挖	m ³	1651.10	26.81	4.43

7 水土保持投资估算及效益分析

	2	临时沉沙池	座	142		
		土方开挖	m ³	426.00	28.62	1.22
	3	彩条布铺垫	hm ²	1.73	5.71	9.89
	4	编织袋土拦挡填筑	m ³	975.74	286.26	27.93
	5	编织袋土拦挡拆除	m ³	975.74	35.18	3.43
	6	彩条布苫盖	hm ²	4.35	5.00	21.75
	7	临时撒播草籽	hm ²	1.23	378.85	0.05
		草籽费	kg	98.18	27.55	0.27
	合计					68.96
施工便道区	1	土质截排水沟	m	5136.00		
		土方开挖	m ³	1412.40	26.81	3.79
	2	编织袋土拦挡填筑	m ³	924.48	286.26	26.46
	3	编织袋土拦挡拆除	m ³	924.48	35.18	3.25
	4	彩条布苫盖	hm ²	0.58	5.00	2.89
	5	边界警示彩旗	m	10294.33	0.72	0.74
	6	临时撒播草籽	hm ²	0.29	378.85	0.01
		草籽费	kg	22.90	27.55	0.06
	合计					37.21
堆管场区	1	彩条布铺垫	hm ²	2.08	5.71	11.88
	合计					11.88
弃渣场区	1	土质排水沟	m	394.32		
		土方开挖	m ³	108.44	26.81	0.29
	2	编织袋土拦挡填筑	m ³	141.96	286.26	4.06
	3	编织袋土拦挡拆除	m ³	141.96	35.18	0.50
	4	彩条布苫盖	hm ²	1.02	5.00	5.11
	5	临时撒播草籽	hm ²	1.68	378.85	0.06
		草籽费	kg	134.76	27.55	0.37
	合计					10.40
其他临时工程					2.00%	106.03

表 7.1-7 独立费用计算表

序号	名称及规格	单位	单价	数量 (元)	合计 (万元)
一	建设管理费	项			336.50
	按第一至第三部分之和的 2% 计算	项	2.00%	16825.17	336.50
二	工程建设监理费	项			387.00
三	科研勘察设计费	项			119.00
四	水土保持监测费	项			467.98
五	水土保持设施验收报告编制费	项			123.00
合计					1433.48

表 7.1-8 基本预备费计算表

序号	费用名称	单位	费率	取费基数 (万元)	合计 (万元)
1	基本预备费	%	6.00	18258.65	1095.52

表 7.1-9 水土保持补偿计算表

序号	地区	单位	征收面积 (hm ²)	补偿标准 (元/m ²)	合计 (万元)
1	广东省	元	269.77	0.60	161.862
2	福建省	元	132.60	1.00	132.601
合计			402.37		294.463

表 7.1-10 水土保持分年度投资表 单位: 万元

序号	工程或费用名称	合计	分年度投资		
			2022	2023	2024
I	工程措施	10805.54	3324.78	4987.17	2493.59
1	站场闸室区	117.32	36.10	54.15	27.07
2	管道作业带区	7640.09	2350.80	3526.19	1763.10
3	山体穿越区	228.49	70.31	105.46	52.73
4	河流及沟渠穿越区	231.86	71.34	107.01	53.51

7 水土保持投资估算及效益分析

5	公路穿越区	264.46	81.37	122.06	61.03
6	施工便道区	620.71	190.99	286.48	143.24
7	堆管场区	10.41	3.20	4.80	2.40
8	弃渣场区	1692.20	520.68	781.02	390.51
II	植物措施	2650.33	313.90	1223.23	1113.20
1	站场闸室区	12.81	0.99	5.91	5.91
2	管道作业带区	1430.34	220.05	660.16	550.13
3	山体穿越区	237.89	18.30	109.79	109.79
4	河流及沟渠穿越区	14.35	1.10	6.62	6.62
5	公路穿越区	163.11	12.55	75.28	75.28
6	施工便道区	433.05	33.31	199.87	199.87
7	堆管场区	65.18	5.01	30.08	30.08
8	弃渣场区	293.60	22.58	135.51	135.51
III	临时措施	3369.30	1036.71	1555.06	777.53
1	站场闸室区	12.37	3.81	5.71	2.86
2	管道作业带区	2088.43	642.59	963.89	481.95
3	山体穿越区	27.16	8.36	12.54	6.27
4	河流及沟渠穿越区	65.51	20.16	30.23	15.12
5	公路穿越区	210.12	64.65	96.98	48.49
6	施工便道区	623.17	191.74	287.61	143.81
7	堆管场区	39.32	12.10	18.15	9.07
8	弃渣场区	34.11	10.50	15.74	7.87
9	其他临时工程	269.12	82.81	124.21	62.10
一至三部分合计		16825.17	4675.39	7765.46	4384.32
IV	第四部分 独立费用	1433.48	393.19	604.84	435.45
1	建设单位管理费	336.50	93.51	155.31	87.69
2	工程建设监理费	387.00	119.08	178.62	89.31
3	科研勘测设计费	119.00	36.62	54.92	27.46
4	水土保持监测费	467.98	143.99	215.99	108.00
5	水土保持设施验收报告编制费	123.00	0.00	0.00	123.00
一至四部分合计		18258.65	5068.58	8370.30	4819.77
V	基本预备费	1095.52	304.11	502.22	289.19
VI	水土保持补偿费	294.46	294.46		
VII	水土保持总投资	19648.63	5667.16	8872.52	5108.96

7.2 效益分析

7.2.1 防治效果分析

水土流失防治效益分析主要是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、林草植被恢复率和林草覆盖率等 6 项控制性指标。根据本方案布设的水土保持措施数量，明确方案实施后水土流失治理达标面积、林草植被建设面积、可减少水土流失量、渣土挡护量、表土剥离及保护量，以及各防治分区工程措施面积、植物措施面积、永久建筑占地（包括场地、道路硬化面积和水面面积）、可绿化面积等，从而计算出设计水平年六项防治指标的预期达到值。

本项目设计水平年水土流失治理面积 402.37hm²，布设各项水土保持措施面积 353.48hm²，林草植被建设面积 215.06hm²，渣土挡护量 186.11 万 m³，表土剥离及保护量 36.12 万 m³。各分区措施面积统计见表 7.2-1。

表 7.2-1 项目区水土流失防治措施面积统计表 单位 hm^2

防治分区	水土流失面积	水土保持措施面积	建筑物或道路硬化面积	水土保持措施达标面积	可恢复林草植被面积	林草类植被面积
站场闸室区	5.25	0.88	4.37	0.87	0.50	0.49
管道作业带区	272.61	272.61		267.68	164.24	159.31
山体穿越区	12.05	12.05		11.69	12.05	11.69
河流及沟渠穿越区	19.42	4.91	14.52	4.78	4.35	4.22
公路穿越区	23.79	15.36	8.42	15.06	10.16	9.86
施工便道区	41.97	20.38	21.59	19.85	13.25	12.72
堆管场区	20.63	20.63		20.52	3.61	3.50
弃渣场区	6.65	6.65		6.38	13.55	13.28
合计	402.37	353.48	48.89	346.83	221.71	215.06

①水土流失治理度=（水土流失治理达标面积/项目区水土流失总面积） $\times 100\%$

本项目工程建设造成水土流失总面积 402.37hm^2 ，通过实施工程措施和植物措施后，到设计水平年水土流失治理达标面积为 395.72hm^2 ，因此水土流失总治理度达到 98.35% 。

②土壤流失控制比=容许土壤流失量/治理后每平方公里年平均土壤流失量

本项目位于南方红壤区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，通过治理后到设计水平年，每平方公里年平均土壤流失量可到 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，土壤流失控制比达到 1.0。

③渣土防护率=（采取措施实际挡护的永久弃渣和临时堆土量）/（永久弃渣和临时堆土总量） $\times 100\%$

本项目永久弃渣量为 59.69 万 m^3 ，各工程区开挖的临时堆土总量 132.04 万 m^3 ，通过采取各项防治措施后，实际挡护的永久弃渣量 59.09 万 m^3 ，挡护的临时堆土量 127.26 万 m^3 ，渣土防护率可达到 97.19% 。

④表土保护率=（保护的表土数量/可剥离表土总量） $\times 100\%$

本项目各工程区剥离的表土总量为 36.99 万 m^3 ，通过采取防治措施实际保护的表土数量为 36.12 万 m^3 ，表土保护率可达到 97.64% 。

⑤林草植被恢复率=（林草类植被面积/可恢复林草植被面积） $\times 100\%$

本项目可恢复林草植被面积为 221.71hm^2 ，实际林草类植被面积为 215.06hm^2 ，林草植被恢复率可达到 97.00% 。

⑥林草覆盖率=（林草类植被面积/项目区总面积） $\times 100\%$

本项目工程占地总面积为 402.37hm^2 ，实际林草类植被面积为 215.06hm^2 ，林草覆盖率可达到 53.45% 。

本工程水土保持方案实施生态效益计算见表 7.2-2。

表 7.2-2 工程水土保持方案实施生态效益计算表

防治指标		目标值	计算依据	单位	数量	计算结果	
综合 值	水土流失治理度	96.95%	水土流失治理达标面积	hm ²	395.72	98.35%	达标
			水土流失面积	hm ²	402.37		
	土壤流失控制比	1.0	容许土壤流失量	t/(km ² ·a)	500	1.0	达标
			治理后每平方公里年平均土壤流失量	t/(km ² ·a)	500		
	渣土防护率	96.30%	采取措施实际挡护的永久弃渣和临时堆土量	万 m ³	186.35	97.19%	达标
			永久弃渣和临时堆土总量	万 m ³	191.73		
	表土保护率	90.26%	保护的表土数量	万 m ³	36.12	97.64%	达标
			可剥离表土总量	万 m ³	36.99		
	林草植被恢复率	96.95%	林草类植被面积	hm ²	215.06	97.00%	达标
			可恢复林草植被面积	hm ²	221.71		
	林草覆盖率	25.26%	林草类植被面积	hm ²	215.06	53.45%	达标
			防治责任范围面积	hm ²	402.37		

本方案在施工期对临时堆土等采取了拦挡和苫盖等临时防护措施，有效防止了乱取滥挖和乱堆乱放现象的发生，使得侵蚀程度大幅度降低；在自然恢复期，硬化部分不再产生土壤流失，各项水土保持措施已经布设到位，正在逐步发挥作用，侵蚀程度逐步减小，防治效果较为显著。随着项目区人为扰动因素的停止和防治措施逐步发挥作用，工程扰动区域土壤侵蚀强度逐渐趋于稳定，达到预期治理目标。经分析计算，本工程建设造成的水土流失总量 8.98 万 t，方案实施后可减少水土流失量 8.41 万 t。到方案设计水平年，水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率等 6 项指标均达到或超过方案制订的目标值，起到了较好的生态效益。

7.2.2 生态效益分析

通过本方案的实施，项目区内水土流失得到有效控制，土地利用结构得到一定调整，水土流失得到全面治理。特别是防治了建设过程中的水土流失，既涵养水源又遏制水土流失，改良了土壤物理化学性质，提高了土壤肥力。本方案设计在土建施工前对沿线经过耕地、林地、草地、园地，先将剥离的表土集中堆放并保护，待土建施工结束后，再将这表土回覆用于复耕或恢复植被，合理有效的保护了水土资源，使工程建设破坏的植被得到最大限度的恢复，土壤侵蚀程度大大降低。主体工程完工后，站场闸室、路面等已经硬化，管道作业带、各穿越区施工场地等临时占地均进行植物绿化或复耕，基本不再产生土壤流失，布设植物措施的区域经过植被生长恢复期，林草覆盖率会大大提高，临时占地全部能够恢复原土地利用功能，有利于生态环境的恢复和改善。

通过水保方案的实施，将有效地控制项目建设造成的水土流失，沿途周边生态环

境将得到有效保护，同时可使工程建设破坏的生态环境得到有效的治理及恢复，对于全面落实生态文明建设理念、建设资源节约型和环境友好型和谐社会的战略思想，具有重要的意义。

8 水土保持管理

8.1 组织管理

本方案经水行政主管部门批准后，建设单位将加强领导和组织管理，认真实施本方案并全面落实方案既定的各项内容，配备专人负责水土保持工作，全力保障本工程水土保持工作按年度、按计划进行；制定水土保持方案实施的目标责任制，以及实施、检查、验收水土保持工程的具体办法和要求，并从施工招投标入手，落实施工单位防治责任，坚持“三同时”制度；与地方水行政主管部门保持密切联系，自觉接受并积极配合其监督检查，确保水土保持工程按方案要求落到实处，并最终顺利通过竣工验收。工程开工前，注重积累并整理水土保持相关资料，特别是临时防护措施的影像资料和质量评定的原始资料。

8.2 后续设计

水土保持方案经水行政主管部门批复后，建议建设单位及时开展水土保持后续设计工作，委托设计单位进行水土保持工程初步设计和施工图设计，全面落实方案确定的各项防治措施和投资，并单独成章。建议初步设计进一步分区复核土石方平衡及弃渣场布设，进一步复核水土流失防治责任范围、水土流失防治分区和水土保持措施总体布局。施工图设计要将批复方案的措施体系纳入，并进行水土流失防治单项工程的施工图设计，核算并完善水土保持工程量和投资预算。在施工图阶段，如主体工程设计变更应同时进行水土保持措施变更设计，且须报经原批准单位同意，按规定程序报批。当项目建设地点、规模发生重大变化的，或弃渣场发生位置调整或渣量变更的，或水土保持方案实施过程中水土保持措施需作出重大变更的等，应及时补充或者修改水土保持方案并报水行政主管部门批准。

8.3 水土保持监测

根据《水利部关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》要求，项目开工前建设单位应及时委托具有水土保持监测能力的监测机构承担本项目水土保持监测工作，有能力完成水土保持监测工作的建设单位可自行开展监测工作。监测单位应编制监测实施方案，定期将监测成果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，监测单位按要求提交水土保持监测总结报告、监测季报、监测点位和影像资料。监测工作必须提前进行，注重背景值监测、施工过程中情况监测、完工后效益监测等。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。

8.4 水土保持监理

水土保持生态工程的建设纳入基本建设管理程序，在水土保持生态工程建设中全面实行建设监理。建设单位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，确保水土保持工程与主体工程同时施工、同时投产使用。

本水保方案经批准后，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。水土保持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。水土保持竣工验收时需提交水土保持专项监理报告及临时措施的影像资料。

建议本项目及时委托水土保持监理单位开展本工程的水土保持监理工作。水土保持监理单位在监理过程中，将对水土保持工程进行质量、进度和投资控制，建立施工过程中临时措施照片、影像等档案资料和质量评定的原始资料。承担水土保持监理工作的单位根据监理合同开展工作，并及时编制项目水土保持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，接受各级水行政主管部门的监督检查，定期将监理成果向建设单位。在水土保持设施验收时，监理单位需提交水土保持监理报告。

8.5 水土保持施工

在主体工程施工招标文件和施工合同中，已明确水土保持要求，对施工单位提出水土保持措施的施工要求。施工单位应组织学习、宣传《中华人民共和国水土保持法》，强化施工人员的水土保持意识，配备水土保持专业人员，以解决水保措施实施过程中的技术问题，并自觉接受当地水行政主管部门的监督检查。

施工单位要加强施工人员培训教育，增强生态保护意识，严格按照设计要求进行开挖和堆放弃土，不得随意抛洒，严格控制扰动面积和占地范围，加强土方运输过程中的防护，防治沿途撒落。同时施工单位要合理安排施工期，合理安排工序，缩短工期，避免返工，重复开挖。避开雨季或雨天施工。自觉接受水行政主管部门的监督管理，

在后期定期或不定期地对水土保持工程进行检查、观测，随时掌握其运行状态，进行日常维修养护，消除隐患，维护水土保持工程完整。工程发生重大险情或事故，应及时向上级主管业务部门报告，并研究补救措施。

8.6 水土保持设施验收

根据《水利部关于加强事中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）、《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号文）规定，在本项目竣工验收阶段，建设单位应委托第三方机构，依据批复的水土保持方案报告书、设计文件的内容和工程量，对水土保持设施完成情况进行检查，编制水土保持设施验收报告。编制完成后，建设单位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，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。对于公众反映的主要问题和意见，建设单位及时给予处理或者回应。在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，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。

本项目通过水土保持设施验收后，建设单位及时将各方资料整理归档，以备后期水行政主管部门的监督核查。建设单位在工程运营期要安排专人对水土保持措施进行巡查管理，着重关注水土保持措施完好情况，对后期出现破损的水保措施，做到及时修补完善，以保证其能充分发挥水土保持功能。

附表