

设计总说明

第一章 概述

第一节 边坡概况

东莞市茶山镇“鲤鱼山”地质灾害隐患点工程治理项目位于东莞市茶山镇增埗村卢屋鲤鱼山工业一街11号南侧，14号公路南侧，鲤鱼山综合市场东侧，为削坡修路开挖山体而形成的岩土质边坡，中心地理位置坐标：东经113°50'51.70"，北纬23°02'30.61"。经现场调查，拟治理边坡坡长约500m，坡体坡向260~40°，坡高9.91~66.07m，边坡坡度约46~63°。边坡因石料开采开挖形成多年，出露岩石岩性为中细粒花岗岩，坡面乔灌木较发育，边坡坡顶为山体最高点，植被发育。

本次调查将边坡分为三段，详见边坡支护平面布置图，其中AB段位于坡体西侧，坡长约70m，坡高9.91~15.18m，距离坡脚建筑物14.4~31.2m，AB边坡段距离坡脚建筑物较远，但坡脚有种植蔬菜，养殖家禽。BC段坡长约245m，坡高39.86~66.07m，距离即为14号公路，垃圾站，距离坡脚建筑物仅20m。CF段坡长约185m，坡高30~56.09m，距离坡脚14号公路44.7~65.1m。受近年来的持续外界因素作用（强降雨），边坡BC段多次出现了小型崩塌地质灾害，其中2020年6月发生小型崩塌（崩塌1），崩塌物方量约250m³，被动防护网受损约30m；崩塌体已清理并做了应急防护措施。2024年BC边坡段东侧再次发生大面积崩塌（崩塌2），崩塌体约60m³，被挡土墙及被动防护网拦截并堆积于挡土墙上部。边坡多个位置见岩块掉落痕迹，崩塌地质灾害未造成坡脚过往行人及车辆的人员伤亡。

根据现场调查，边坡局部曾做过“土钉+柔性防护网”方式支护，但柔性防护网为单层，已失效。由于边坡开挖后岩土体裂隙较发育且未支护，经坡面雨水的长期下渗和冲刷，软化了坡体岩石节理裂隙面，且边坡开挖高陡，临空面大，在长期不利因素的作用下，最终导致了崩塌地质灾害，在不利因素的进一步作用下，边坡区发生进一步崩塌或滑坡地质灾害的可能性较大，由于边坡坡脚紧邻14号公路及建筑物，已多次发生过崩塌地质灾害的高陡边坡存在较大的安全隐患。

为了消除地质灾害隐患、做好防灾减灾工作、确保人民生命财产安全，拟对该边坡进行整治，受东莞市茶山镇工程建设中心的委托，我司承担了茶山“鲤鱼山”地质灾害隐患点工程治理项目的施工图设计工作。

第二节 边坡治理范围

根据委托方提供的地质灾害隐患点治理范围要求，并结合边坡的地质环境条件综合确定。确定治理范围时主要考虑致灾因素研究、危害范围分析等因素需要以及受影响的建筑物，包括边坡失稳可能影响范围，本次治理范围为AF段，详见边坡支护平面布置图。

第三节 主要目的与任务

本次治理工程施工图设计是针对现状边坡的分布情况，以及今后场地建设可能遭受边坡地质灾害隐患的分布情况，优化边坡的治理范围，细化边坡的施工措施及工程量计算，本着“安全可靠、保护环境、经济合理、技术适用、施工可行”的原则，采取有效的工程措施，消除边坡地质灾害隐患，编制工程施工预算。

第四节 施工图设计编制依据

1. 东莞市茶山镇鲤鱼山地质灾害隐患点整治工程勘察报告(2025年2月)；
2. 本工程地形图等相关资料；
3. 中华人民共和国国家标准，《混凝土结构设计规范》（GB 50010-2010，2015年版）；
4. 中华人民共和国国家标准，《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）；
5. 中华人民共和国国家标准，《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）；
6. 中华人民共和国国家标准，《滑坡防治设计规范》（GB/T38509-2020）；
7. 中华人民共和国国家标准，《建筑结构荷载规范》（GB 50009-2012）；
8. 中华人民共和国国家标准，《建筑抗震设计规范》（GB 50010-2010）2016年版；
9. 中华人民共和国国家标准，《室外排水设计规范》（GB 50014-2006，2016年版）；
10. 中华人民共和国国家标准，《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）；
11. 中华人民共和国行业标准，《建筑地基处理技术规范》（JGJ 79-2012）；
12. 广东省标准，《建筑地基基础检测规范》（DBJ 15-60-2019）；
13. 中国建筑标准设计研究院，国家建筑标准图集 04J008；
14. 中华人民共和国国家标准，《滑坡防治工程勘察规范》（GB/T 32864-2016）；
15. 中华人民共和国地质矿产行业标准，《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）；
16. 《广东省地质灾害特征认定和分级标准》，（粤自然资函〔2021〕1035号）

第二章 边坡工程地质条件

第一节 气象与水文

一、气象

场区地处北回归线以南，属亚热带海洋性季风气候，夏长冬短。阳光充足，雨量充沛，气候温差振幅小，季候风明显等特点。

全年日照时数在 1800 小时左右，从光照分配状况看，以 2、3 月份量小，7、8 月份最多，也较稳定。无霜期达 350 天以上，年平均气温在 21.2~22.2℃之间，绝对最高气温 38.7℃（2004 年 7 月 2 日），绝对最低气温-1.9℃（2008 年 2 月 11 日），最暖为 2002 年，年平均气温为 24.0℃；最冷为 2011 年，年平均气温为 22.1℃。一年中最冷为 1 月份，最热为 7 月份。

根据东莞市气象局资料（1957~2020 年），东莞年平均降雨量 1802.5mm，年降水量最多是 2008 年的 2711.2mm，最少是 1963 年的 972.1mm。东莞市历史上最大 24 小时雨量为 545.4mm，发生于 1981 年 6 月 30 日 5 时至 7 月 1 日 5 时。近年极端强降雨有增多趋势，2005 年 5 月 25 日凌晨莞城局地大暴雨，一小时雨量达 109.3mm，是历史上记录到的最大 1 小时降雨量；2006 年 7 月 14~17 日的持续性暴雨过程；2008 年 5 月下旬到 6 月中旬，遭遇了 1957 年以来最严重的“龙舟水”天气过程，31 天总雨量达 950mm，是历史同期的近 3 倍，创历史新高，尤其是 6 月 13 日凌晨五点到“早上八点三小时雨量为 219.4mm，突破了东莞市三小时最大雨量的历史记录。

降水大于蒸发，形式以雨为主，少有冰雹，终年无雪。降水有明显的季节变化，主要集中在 4~9 月，约占全年降水量的 80%，尤其在夏季常常伴随着台风登陆出现大雨到特大暴雨的降水过程；场区雨量充沛，特别是夏初及热带气旋的暴雨，地表径流强劲，早春长期的低温阴雨，有利雨水渗透。洪、涝、旱是影响项目所在区域的自然灾害。

场区内主风向冬季为东北风，夏秋两季为东南风，两个主风向出现的次数基本相等，平均每年受 2~3 次台风侵袭，多集中于 7~9 月间，风力可达 12 级以上；年平均风速 11.33m/s。

二、勘察区水文

拟治理边坡所在自然山体总体较为陡峭，地表径流随季节变化较大，雨季具有汇水迅速、径流路径短、速度快及冲蚀能力强的特征，对边坡稳定有较大影响。勘察区及影响范围地表水体不发育，对勘察区边坡稳定性影响小。根据现场调查，坡脚未见明显片状湿地或地下水露头。边坡汇水面积约 14783m²。

第二节 地形地貌

经调查，边坡地形地貌属剥蚀丘陵地貌单元，边坡区最大高程位于边坡拟治理坡体顶部，约 72.88m，边坡坡脚 14 号公路标高 5.83m~8.21m，山体相对高差 9.91~66.07m，边坡坡度 46~63°。查区植被较发育，主要为乔灌木、杂草等，视野一般，通行不便。山体南侧为居民区，北侧为道路和工业厂房，地势平坦场区地貌类型单一，综上所述，地形地貌条件中等。

第三节 工程地质条件

根据收集的资料以及综合地质调查测绘、钻探成果，按岩土成因和特征，勘察区岩土类型自上而下为人工填土层（Q₄^{ml}）、第四系残积层（Q^{el}）及和中元古界长安岩组花岗岩（Pt_{2c}），具体描述如下：

1、人工填土层（Q₄^{ml}）

素填土（层号 1）：黄褐色、红褐色，稍湿，稍密。主要由粘性土组成，均匀性一般，压缩性中等，具一定程度的湿陷性。坡脚钻孔 ZK1-ZK7、ZK10、ZK11 均有揭露，ZK10 顶部 0.40m 为混凝土砼块，ZK11 在 1.00-4.70m 为花岗岩孤石。素填土层厚 0.30~4.70m，层顶标高 6.00~10.20m，该层位于地表。因坡脚开挖时堆填，堆填时间不详。

2、第四系残积层（Q^{el}）

砂质粘性土（层号 2）：灰色，稍湿，可塑/硬塑，主要成分由粉、粘粒组成，含少许砂粒，局部含碎岩块，遇水易软化崩解，为下伏基岩残积土。层厚 0.50m，层顶标高 3.40m，层顶埋深 4.70m。该层仅在坡脚钻孔 ZK11 揭露。

3、中元古界长安岩组（Pt_{2c}）：

按其风化程度可划分为强风化、中风化。其特征分述如下：

强风化花岗岩（层号 3-1）：土黄色，风化强烈，原岩结构大部分破坏，岩芯呈半岩半土状、碎块状，岩芯手可折断，遇水易软化崩解，风化不均匀，局部夹中风化岩块。属软岩，极破碎，岩体基本质量等级为 V 级。揭露厚度 2.00~18.40m，层顶标高-1.00~72.00m，层顶埋深 0.00~11.00m。该层共做标准贯入试验 7 次，实测标贯试验击数 N' = 71~87 击，修正后标贯试验击数 N = 55.0~76.0 击，平均值 N = 67.7 击。该层共采取土样 7 个，其物理力学性质指标见勘察报告附表 2。

中风化花岗岩（层号 3-2）：灰白色，花岗结构，块状构造。岩芯呈碎块状、块状，锤击声稍清脆，风化不均匀，局部较破碎，夹有强风化岩块。岩体基本质量等级为 IV 级。揭露厚度 1.60~6.50m，层顶标高-8.60~4.10m，层顶埋深 6.10~18.40m。该层共取岩样 8 组，岩石饱和单轴抗压强度校正值=1.54~79.10MPa，平均值 30.74Mpa。

二、地震

场区地处华南地震区东南沿海地震带的中部，地震活动具有“频度高，震级低”的特点。据记载，自公元 288 年至近期，珠江三角洲地震活动比较频繁，有感地震超过 400 次，多数地震强度不大，震级<3~4 级，地震具有“频度高，震级小”的特点。

根据东莞市建设局《关于我市建设工程抗震设计有关问题的通知(东建[2004]32号)》，本场地抗震设防烈度为 7 度，设震加速度为 0.10g，设计地震分组为第一组。

第四节 水文地质条件

根据场区内地下水的埋藏和赋存形式，可将区内地下水划分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两种。地下水类型、赋存条件及其特点分别叙述如下：

一、地下水特征

(1) 第四系松散岩类孔隙水

第四系松散岩类孔隙水含水层位于边坡区顶部，岩性主要为砂质黏性土，岩土体孔隙较大，透水性较好，由于边坡区四周为斜坡地形，有利于地下水补给与径流，不利于地下水的赋存，仅在强降雨状态下，形成临时性的含水层。

基岩裂隙水分布在第四系松散孔隙潜水的下部，含水层为强~中风化花岗岩的裂隙中。该类型地下水在边坡区域广泛分布，但由于风化裂隙细小，呈网状、多被泥质充填、连通性差，其富水性较差，水量贫乏。

地下水位随降水及季节而变化，勘查结束后测得边坡钻孔地下水的稳定水位埋深 2.80~12.30m，标高：-2.50m~7.00m，坡顶钻孔孔中未见地下水。

2. 地下水的补给、径流、排泄条件

勘查区地表水体不发育，切坡剧烈，补、排条件较好，补给以大气降水渗透及河道侧流补给为主；地下水径流方向自高处向低处或沿人工切坡坡面渗出；排泄方式以潜流、侧向径流为主，其次以蒸发方式垂直排泄。

三、地下水对边坡的影响

由于边坡自上而下为残积土及风化岩，残积土遇水易软化、强风化岩遇水易软化、崩解，因此自然边坡在强降雨的情况下导致地下水位上升，强风化岩物理力学性质发生变化，极易发生崩、滑地质灾害。在边坡治理过程中，若对地下水处理不当，可能导致边坡支护工程开裂坍塌或滑坡。但由于地下水水量贫乏，整体上认为地下水对边坡的影响较小，在施工过程中可采取相应排水的防治措施，避免发生险情造成损失。

四、腐蚀性评价

据场地的环境地质条件，场地的环境类型属 II 类，据室内水质分析及土的易溶盐测试报告，场地地下水对混凝土结构具弱腐蚀性；对钢筋混凝土结构中钢筋在干湿交替的情况下具微腐蚀性，在长期浸水的情况下具微腐蚀性。

对埋在地下的混凝土受力构件处理如下：a、混凝土采用普通硅酸盐水泥，水胶比不大于 0.50，最少水泥用量不少于 300kg/m³，最大氯离子含量 0.10%。b、基础垫层采用厚度 100mm 的 C20 素混凝土，基础钢筋的保护层厚度不小于 50mm。c、挡土墙的表面采用以下防护措施之一：环氧沥青或聚氨酯沥青涂层，厚度≥300 μm；聚合物水泥砂浆，厚度≥5mm；聚合物水泥浆两遍。d、土中砼构件保护层：混凝土挡土墙 50mm。

第三章 治理措施

第一节 设计等级及标准

本次勘查区的边坡坡体主要由第四系残积层、花岗岩风化岩构成，根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），勘查区内的边坡为岩土质边坡，边坡最大高度 66.07m。坡脚处为 14 号公路及厂房，常有车辆及行人经过，潜在威胁人数约 65 人，潜在经济损失约 2060 万元，边坡破坏后果属于严重级别，由此可确定边坡的安全等级为二级。

边坡地质灾害危害对象主要坡脚道路和厂房、过往车辆及人员，按现行《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T 32864-2016）第 6.2 条规定，边坡地质环境复杂程度为复杂，该边坡防治工程等级为一级。

综合上述两方面，综合判断本边坡的安全等级为二级，边坡治理防治等级为一级。本地质灾害主体防治工程安全运行年限按 50 年标准设计。

第二节 边坡稳定性计算方法

1、潜在滑移面的确定

根据现场调查和勘查资料，从周边裂缝的调查情况、地质剖面所揭露的边坡岩土构成、边坡基岩面埋藏情况及边坡崩塌机理分析，认为目前边坡并未形成滑移面，但并不排除薄弱带的存在，为此将采用理正岩土工程设计软件（6.5 版本）进行对潜在滑移面进行搜索。

2、边坡计算方案及荷载组合

(1) 计算方案

- ①边坡治理后一般工况（瑞典条分法）的稳定性计算；
- ②边坡治理后暴雨工况（简化 Bishop 法）的稳定性计算。

(2) 荷载组合

基本荷载：自重：安全系数不小于 1.30（一般工况）。

组合荷载：自重+暴雨：安全系数不小于 1.20（暴雨工况）。

第三节 治理工程设计参数

计算所选的岩土物理力学参数以勘查报告为依据，并参考有关规范及地区经验确定。计算采用的岩土物理力学参数见下表，

岩土体物理力学性质指标

层号	岩土名称	天然状态			饱和状态			岩土体与锚固体极限粘结强度标准值	岩土对挡土墙基底摩擦系数	承载力特征值
		重度	黏聚力	内摩擦角	重度	黏聚力	内摩擦角			
		Cq	Φq	γ	Cq	Φq	frbk			
kN/m ³	kPa	度	kN/m ³	kPa	度	(kPa)	/	(kPa)		
3-1	强风化花岗岩	19.8	33.1	24.6	20.6	29.8	22.1	270	0.45	500
3-2	中风化花岗岩	32	250	42	34.3	225	37.8	550	0.70	2000

注：土体与锚固体黏结强度标准值适用于注浆强度为 M30。*为经验值。

第四节 截排水系统设计

本次地表排水工程设计主要针对于 BC 边坡段，根据现状边坡地形图及边坡坡顶自然汇水区域面积进行测算，局部可进行适当调整。主要通过在地表上部纵向及横向截排水沟分区、分片汇集坡面降水，将排水区根据地表汇流条件排入坡脚学校内排水系统中，根据设计排水区域面积进行洪水流量计算，本边坡汇水面积 11200m²。地表截排水工程最首要的设计标准是降雨标准（包括暴雨重现期和降雨历时标准）、排水沟的超高标准。

1、降雨标准

根据东莞市气象局资料（1957~2020 年），东莞年平均降雨量 1802.5mm，年降水量最多是 2008 年的 2711.2mm，最少是 1963 年的 972.1mm。东莞市历史上最大 24 小时雨量为 545.4mm，发生于 1981 年 6 月 30 日 5 时至 7 月 1 日 5 时。近年极端强降雨有增多趋势，降水大于蒸发，形式以雨为主，少有冰雹，终年无雪。降水有明显的季节变化，主要集中在 4~9 月。

2、超高标准

排水沟超高标准定为：设计和校核情况下均不低于 0.20m。

3、地表截排水工程布置

截排水工程主要设计有平台截水沟及坡脚排水沟，为矩形断面，平台截水沟净截面尺寸：b=0.4m，h=0.4m。坡脚排水沟净截面尺寸：b=0.5m，h=0.5m。

①设计频率地表汇水流量计算

地表排水工程应根据防治主体的规模、范围及其重要程度，准确、合理的选定设计标准，即选定某一阵雨频率作为计算流量标准。将大于设计标准或在非常情况下使工程仍能发挥其原有作用的安全标准，作为校核标准。本设计采用中国公路科学研究院提出的经验公式进行地表排水工程的地表汇水流量计算，结果见下表。

本边坡汇水面积 < 3km²，流量计算经验公式为：

$$Q_p = \Phi S_p F$$

式中：

Q_p：设计频率地表汇水流量（m³/s）；

Φ：径流系数；

S_p：设计降雨强度（mm/h），50 年一遇设计，100 年一遇校核；

F：汇水面积（km²）。

经过计算可以得出各沟渠段的设计流量和校核流量如下表所示。

地表排水工程流量表

设计沟型	汇流面积 (m ²)	径流系数	降雨强度 mm/h (校核强度)	设计流量 (m ³ /s)	校核流量 (m ³ /s)
第二级平台截水沟	1710	0.20	21.6(22.3)	0.0074	0.0076
第一级平台截水沟	4800	0.20	21.6(22.3)	0.0207	0.0214

挡土墙上部平台排水沟	11200	0.20	21.6(22.3)	0.0484	0.050
------------	-------	------	------------	--------	-------

②截、排水沟断面设计计算

计算公式如下：

$$Q = WC \sqrt{Ri}$$

$$R = W / X$$

$$C = \frac{149}{n} R^{1/6}$$

式中：

Q: 计算流量 (m³/s)；

R: 水力半径 (m)；

W: 沟道过水断面面积 (m²)；

X: 湿周 (m)；

C: 谢才系数；

n: 沟床糙率，（混凝土取 0.013，浆砌石取 0.025）；

b: 设计渠道底宽 (m)；

h: 设计沟道过水高度 (m)；

i: 水力坡降。

根据以上排水沟的水力计算，然后结合最佳水力断面时的各项参数要求得出下表所示的各型沟段水利计算及断面设计结果，其中排水沟的计算流量应大于设计流量，由于降雨量等原因，渠道截面尺寸设计均有所放宽。

截、排水沟设计参数计算表

设计沟型	水利坡降	糙率	设计流量	渠道尺寸		计算流量
	i	n	Q _p (m ³ /s)	h(m)	b(m)	Q(m ³ /s)
第二级平台截水沟	0.003	0.013	0.0074	0.4	0.4	0.116
第一级平台截水沟	0.003	0.013	0.0207	0.4	0.4	0.246
挡土墙上部平台排水沟	0.003	0.013	0.0484	0.5	0.5	0.327

根据上述计算可知，所选取平台截水沟及坡脚排水沟净断面为矩形断面，平台截水沟净截面尺寸：b=0.4m，h=0.4m。坡脚排水沟净截面尺寸：b=0.5m，h=0.5m。计算流量均大于设计

流量及校核流量，满足设计要求，故选用该类截面为排水工程截面形式，由此进行排水沟结构形式的确定。

第五节 边坡地质灾害特征

1、边坡地质灾害现状

根据现场调查，拟治理边坡坡长约 500m，坡体坡向 260~40°，坡高 9.91~66.07m，边坡坡度约 46~63°。边坡因石料开采开挖形成多年，出露岩石岩性为中细粒花岗岩，坡面乔灌木较发育，边坡坡顶为山体最高点，植被发育。受近年来的持续外界因素作用（强降雨），边坡 BC 段多次出现了小型崩塌地质灾害，其中 2020 年 6 月发生小型崩塌（崩塌 1），崩积物方量约 250m³，被动防护网受损约 30m；崩塌体已清理并做了应急防护措施。2024 年 BC 边坡段东侧再次发生大面积崩塌（崩塌 2），崩塌体约 60m³，被挡土墙及被动防护网拦截并堆积于挡土墙上部。边坡多个位置见岩块掉落痕迹，崩塌地质灾害未造成坡脚过往行人及车辆的人员伤亡。

2、边坡稳定性分析

勘查区边坡自上往下为坡残积砂质黏性土、风化花岗岩，坡残积土及风化岩具有水理性差、雨季雨水容易下渗等特点，因此在旱季期间，边坡的稳定性通常较好，在雨季，坡体长时间受水浸润将导致重度增大、抗剪强度等力学性质明显降低，从而导致边坡稳定性减弱。综合调查及勘查成果，该边坡在暴雨工况下处于不稳定状态。

3、工程治理的必要性

目前边坡岩土体局部较为松散，裂隙较为发育，多次发生了小范围崩塌，边坡所在山体高差较大，坡残积土及强风化岩厚度大，雨季坡体长时间受水浸润将导致重度增大、抗剪强度等力学性质明显降低，存在边坡再次崩塌隐患，危及坡脚人行道行人、道路车辆以及坡脚厂房及人员的安全，因此对该边坡进行工程治理是十分必要的。

第六节 治理方案设计

本边坡为岩土质边坡，坡体主要由残积土和风化岩构成，坡度较陡，坡体目前稳定性较差。综合考虑现场的周边环境、道路及岩土层组合等条件，本着“安全可靠，经济合理，技术可行，方便施工”的原则，边坡 BC 段支护方案拟选用“清理坡面植被+分级削坡+锚杆+挂网喷砼+截排水系统”或采用“清理坡面植被+分级削坡+锚杆+格构梁+梁间喷播植草+截排水系统”的治理方案，以保证边坡整体稳定，边坡 AB 段及 CF 段支护方案拟选用钢筋混凝土挡土墙以起到拦阻作用，现针对于 BC 段边坡进行方案比选。

1、方案一：采用“清理坡面植被+分级削坡+锚杆+挂网喷砂+截排水系统”

(1) 清理坡面植被：对边坡坡面现有植被进行清理；

(2) 分级削坡：分三级削坡，根据边坡现状坡度，削坡后第一级边坡坡率 1:1~1:0.84，高 20m；第二级边坡坡率 1:0.7，高 20m；第三级边坡坡率 1:0.7，高度根据坡顶地形而定；

(3) 锚杆：采用 C28 锚杆，间距 3.0m（垂直距离）×3.0m（水平距离），钻孔采用 130mm 钻孔直径，成孔角度 20°，全孔内注水泥浆，注浆体强度不小于 M30；

(4) 全坡体挂网喷砂护面；

(5) 截排水系统：在平台及坡脚设置截排水沟，采用钢筋混凝土浇筑，为矩形断面，第一、二级边坡平台截水沟净截面尺寸：b=0.4m，h=0.4m；现有挡土墙上部排水沟净截面尺寸：b=0.5m，h=0.5m。将边坡排水最终引流至 14 号公路市政排水系统。

2、方案二：采用“清理坡面植被+分级削坡+锚杆+格构梁+梁间喷播植草+截排水系统”

(1) 清理坡面植被：对边坡坡面现有植被进行清理；

(2) 分级削坡：分三级削坡，根据边坡现状坡度，削坡后第一级边坡坡率 1:1~1:0.84，高 20m；第二级边坡坡率 1:0.7，高 20m；第三级边坡坡率 1:0.7，高度根据坡顶地形而定；

(3) 锚杆：采用 C28 锚杆，间距 3.0m（垂直距离）×3.0m（水平距离），钻孔采用 130mm 钻孔直径，成孔角度 20°，全孔内注水泥浆，注浆体强度不小于 M30；

(4) 格构梁：格构梁大小 300mm×300mm，混凝土强度为 C30，设置 $\phi 12@200$ 配筋及 $\phi 22$ 加强筋。

(5) 截排水系统：在平台及坡脚设置截排水沟，采用钢筋混凝土浇筑，为矩形断面，第一、二级边坡平台截水沟净截面尺寸：b=0.4m，h=0.4m；现有挡土墙上部排水沟净截面尺寸：b=0.5m，h=0.5m。将边坡排水最终引流至 14 号公路市政排水系统。

(6) 梁间绿化：在格构梁间挂网喷播植草绿化护面。

3、方案比选及推荐

(1) 方案一

本方案是边坡失稳的常用治理方法，该方案在技术是可行的，锚杆施工起到对边坡体很好的深层加固效果，并有一定的控制变形作用，坡面喷砂保护坡面不被雨水冲刷，由内到外形成了整体稳定的支护系统。

(2) 方案二

格构锚固结构体系发展已经相当成熟，并且作为边坡支护的主要方法，锚杆施工起到对边坡体很好的深层加固效果，并有一定的控制变形作用，特别是对边坡表面浅的潜在滑移面起到

加筋效果；格构梁形成统一整体，使得整个坡面处于整体稳定的状态，并且格构梁间植草绿化，有利于环境美化。

(3) 方案推荐

从技术可行性来讲，方案一与方案二均可行。但从生态治理以及边坡治理永久性角度考虑，方案二占优，结合甲方意见最终确定方案二作为本边坡治理方案，并对此方案进行优化设计，形成设计图。

第五章 施工技术要求

第一节 各施工工序要求

(一) 施工顺序

边坡施工开挖应自上而下有序进行，并保持两侧边坡的稳定，保证弃土、弃渣不导致边坡附加变形或破坏现象发生。边坡施工工作宜在枯雨季节进行。

施工顺序：现场围蔽→测量放线→清理坡面植被→施工便道修建→分级削坡→CF 段钢筋混凝土挡土墙施工→锚杆施工→格构梁施工→格构梁间绿化→截排水施工→AB 段钢筋混凝土挡土墙施工。

(二) 现场围蔽

因坡面植被清理和挖掘土方从坡面倾泻而下，为减小对坡脚道路、行驶车辆及行人的影响，并保证其生命财产安全，需对坡脚 14 号公路边坡影响范围整段实施封闭，禁止除施工人员及施工车辆外其余人员及车辆进出，并张贴施工相关安全警示标志，围蔽范围详见边坡支护平面布置图。按照安全文明施工等相关规范要求，对现场施工区域进行围蔽处理，围蔽使用材料为双面彩钢夹芯板，围蔽高度 2.2m。

(三) 测量放线

坡顶开挖线为剖面测量进行控制，需严格测量放线后方可施工。

(四) 清理坡面植被

现状坡面乔灌木较发育，在分级削坡挖掘土方前需清理坡面植被，边坡高陡，采用人工清理需做好安全防护，切割树木时必须戴好安全头盔，绑好安全绳，以保证工人的生命安全。

(五) 施工便道

因边坡分级削坡，挖掘机等机械设备需上山作业，可在边坡西侧坡脚垃圾站进入至 AB 段坡脚，沿 AB 边坡段矮而缓部位修路上山，施工便道宽 4m，详见边坡支护平面布置图，**施工便道两侧边坡按 45° 削坡，注意孤石和松散岩体要清理，以免发生次生灾害。**

（六）分级削坡

1、本次边坡分三级削坡，因现状边坡地形下部缓上部陡，为保证边坡安全以及施工机械及人员的安全，两处崩塌出第一级边坡按 1:1 坡率修坡，其余边坡段第一级边坡按 1:0.84 坡率修坡，高度 20m，平台宽 3m；第二级边坡按 1:0.7 坡率修坡，高度 20m，平台宽 2m；第三级边坡按 1:0.7 坡率修坡，高度根据坡顶高度而定；坡脚现状钢筋混凝土挡土墙上部平台标高 10m，宽 4m；

2、机械清理坡面要注意采取合理方案清除危岩；

3、应严格按设计坡率要求修整坡面，操作时应随时注意边坡的稳定情况，发现问题及时加强处理；

4、由于坡体岩石风化不均匀，清坡时应引起重视，对于坡面上的孤石应尽可能清除，清除后用原土夯实填平；不能清除时可采用静态爆破处理；

5、坡面清表后，若存在软弱结构面、外倾结构面，或者（可能）存在的危岩、孤石以及冲刷沟槽，应考虑局部加强处理措施；

6、在清理过程中应注意机械施工会导致坡顶失稳的可能性，施工过程中应派人看护，发现问题及时停止施工；

7、严禁土方挖掘作业与土方运输同时进行，应白天进行挖掘作业，夜间进行土方运输作业。

8、挖掘施工过程中要注意与 B、C 两端的过渡衔接，因边坡高陡，必然会与两端原状边坡形成陡坎，本次设计无法在设计图中体现，与 B、C 两端的过渡衔接处按 50° 修坡，需要施工方在开挖过程中根据现场情况处理。

9、边坡清表后，分级削坡工程从施工便道机械自上而下开挖，坡脚 14 号公路围蔽禁止非工作人员车辆进出，削坡土石方顺坡而下，挖掘过程中需预留足够宽的操作平台保证施工安全。

10、本次开挖方量大，加之边坡高陡，削坡过程中遇到中微风化花岗岩挖机无法掘进时，可采用静力爆破，而静力爆破方量本次设计暂定 4000 立方米，在掘进过程中根据实际情况处理。

11、在削坡工程结束后，解除原封闭，施工区域 14 号公路围蔽两车道，预留两车道供车辆进出。

（七）挡土墙工程

1、墙身用 C30 砼砌筑，施工时须加强养生，避免出现裂缝。

2、墙端与路堑连接时，墙端应嵌入路堑原地面中，入岩质的深度不小于 0.5m。

3、墙后填料为粗粒砂性土或碎石土，填料内摩擦角需达到 35 度，容重为 19kN/m³。如填料为粘性土时，应保证填料综合内摩擦角达到 35 度，同时保证填土压实度和墙后排水顺畅。墙后填土

宜采用小型手扶振动压路机压实，不允许采用大型机械振动压实。墙后填筑需在墙体强度达到设计值 75% 时方可进行。

4、挡土墙墙后须设置 50cm 厚的砂砾反滤层。挡土墙墙身须设置 Φ8cmPVC 塑料排水管作泄水孔，间距为 2.5m，上下排交错设置，在泄水孔进口处用反滤土工布包裹碎石，以利排水。最下排泄水孔的出水口最低位置宜高于地面 30cm，进水口底部与粘土夯实层顶部齐平。PVC 管出水端用 M10 水泥砂浆修饰。反滤土工布采用聚乙烯短纤针刺非织造土工布 SNG-PE-300-3，单位面积质量 300g/m²，幅宽 3m。

5、沿墙身纵向每隔 4~8m 左右或地形突变处设置一道沉降缝，缝宽 2cm，缝内填塞沥青麻筋，沿墙顶和墙身内外侧的填塞深度不小于 25cm。缝表面用 M10 水泥砂浆勾凹缝修饰。

6、挡土墙设置岩石地基上时，应清除岩石风化层，挡土墙地基承载力要求不小 250kPa。

7、因 CF 段 14 号公路与边坡间的空地用于纳土并种植乔灌木，CF 段挡土墙先施工以保证水土不会流失；施工便道需从 AB 边坡段经过，因此 AB 段挡土墙施工放在施工流程最后。

（八）锚杆

1、采用 C28 钢筋，间距 3.0（垂直距离）×3.0m（水平距离），行列式布置；

2、宜采用干法成孔，成孔孔径 130mm；

3、锚孔钻孔角度为允许偏差为 ±3.0°，锚孔水平及垂直方向允许偏差 ±50mm；

4、下杆体前，应进行防腐处理；

5、钻孔深度应超过设计长度 0.5m；

6、钻孔完成后空压机清孔，清除孔底沉渣，清孔后应迅速拔出钻杆，安放锚杆杆体；

7、注浆材料纯水泥浆。水泥标号 42.5R，普通硅酸盐水泥。水泥浆采用水灰比 0.45~0.50。要求 7 天抗压强度 $R_7 \geq 21\text{MPa}$ 。浆液应随拌随用，并应在初凝前用完。浆体材料 28 天无侧限抗压强度不低于 30MPa；

8、永久性非预应力锚杆应进行防腐处理：锚固段需除锈；

（九）格构梁工程

1、钢筋混凝土格构护坡坡面应平整、夯实，无溜滑体、蠕滑体和松动岩块；

2、钢筋可在现场进行制作与安装，但钢筋的数量、配置按设计确定，接头应符合规定。

3、对已浇注完毕的格构，应及时派专人进行养护，养护期应在 7 天以上。

4、砼浇筑：砼浇捣时要保持混凝土表面平整，湿润光泽，无干斑及滑落流淌现象。

5、格构梁混凝土强度等级为 C30 商品混凝土；混凝土保护层厚度为 50mm。

6、格构每隔约 20m 宽度设置伸缩缝，压底梁有高度变化的地方格构梁设置变形缝，缝宽 20~

30mm，填塞沥青麻筋或沥青木板。

7、混凝土及钢筋施工应符合现行《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）的有关规定。

（十）梁间绿化

坡面采用喷播的形式进行绿化。工序流程：坡面整理和局部地形整平→挂网→客土喷播→种子喷播→盖无纺布→养护管理。具体如下：

1、坡面处理：在挂网前清除杂草及松动岩石，对较小的低洼处适当覆土夯实，使坡面基本平整。对较大超挖部位，拟采取土包填筑的方法进行填筑，所用包袋的材料必须可快速降解。

2、挂网：坡面处理完成后进行挂网，采用14号镀锌菱形铁丝网（直径2mm），网孔40mm×40mm，铁丝网挂于格构梁面上，固定于膨胀螺栓或C16插筋（插入坡面不少于2.0m）上。在梁格中间岩质坡面安装膨胀螺栓，稍微用力按压铁丝网然后用铁线连接膨胀螺栓和铁丝网，拉紧固定，使得梁格形成一个凹面网。对于超挖部位，必须先打膨胀螺栓连接固定铁线后方可码堆土包。膨胀螺栓锚固于格构梁上用M8规格（长60mm）、锚固于岩层用M10（长150mm）。完成后凹面网能更有效地稳定客土层和其上的植被。

3、喷播：铁丝网挂好固定后，即可以喷播客土（所用土必须是粘性土壤），最后喷播草种。坡面绿化推荐选用灌木草种用量为每平方米配以狗牙根15克、百喜草10克、小冠花10克。也可以选用适合本地区生长的其它植物种籽。喷播植草须采用专门的液压喷播技术及机械进行，喷播前须将草籽和附着剂、纸纤维、复合肥、保湿剂及水按一定比例混合搅拌，形成均匀混合浆液。将配好的混合材料用液压喷播植草机直接喷射在种植基材表面上，喷射设计厚度为10cm，为了指示喷播均匀程度，可选用着色剂。由于夏季气温高，蒸发量大，阳坡的种子发芽率多有降低，应适当加大种子的用量。喷播前种子进行催芽处理，待种子开始萌动发芽时才能播种。

表3 有机基质材料配比表

材料		重量比	材料		重量比
土壤	普通红土或黄土	54.0	肥料	三元复合肥	0.5
	园土或肥土	20.0		长效复合肥	0.5
有机质	蘑菇肥	6.2	保水剂	PR3 005	1.0
	锯木屑	6.0		SAP吸水王	1.0
粘合剂	普通硅酸盐水泥	10.0	PH缓冲剂	碱性中和因子（石灰）	0.8

4、覆盖无纺布：雨水季节可用无纺布（16g~18g/m²）覆盖以防止雨水冲刷，覆盖无纺布时，应扎紧边口（用U型钉，两头用土埋），无纺布幅之间重叠10~15cm。注意不露边口，轻柔操作，保持布面完好。覆盖的目的，一是防止雨水冲刷，二是防止水分蒸发过快，三是保温利于种子发芽。

5、养护：喷播后如未下雨则每天浇水以保持土壤湿润。至草苗长到5~6cm时，逐步揭掉无纺布。揭布之前应适当露苗锻炼，然后逐步揭布，禁止大晴天猛然揭布。在养护期间应随时观察草坪的水肥情况，水分主要是看根系土壤的湿润程度。在草坪成坪后由于其自身形成了一层草毯，对土壤中的水分散失有一定的保护性。一年以后，草坪基本上形成了其自身的生态，不需要特别的养护。根据土壤肥力、湿度、天气情况，酌情追施化肥和灌溉，转入常规管理阶段。

6、在修建钢筋混凝土挡土墙后，与坡体间呈“真空带”，在覆土后拟进行复绿，覆土来源可取挡土墙基础开挖土方，覆土后撒播草籽，可供选择的草本植物有台湾草、狗牙根、香根草、芒草等，撒播厚度2~3cm，撒播密度为20g/m²，种植密度应满足《造林作业设计规程（LY/T1607）》等相关要求；成活率应达到85%以上。撒播草籽后需对土壤进行改良，翻耕土地及施加有机肥、复合肥等。

（十一）材料要求

（1）水泥宜采用P.O.42.5普通硅酸盐水泥，并有出厂合格证及试验报告，不得使用高铝水泥。水泥的质量应符合国家GB175《硅酸盐水泥，普通硅酸盐水泥》的规定。

（2）砂应采用坚硬耐久的中粗砂，细度模数宜大于2.5，含水率应控制在5~7%的范围，最大粒径应小于2mm的中粗砂，含泥量小于3%。

（3）钢筋品种的规格符合设计规定，并有合格证及试验报告。

（4）水：采用符合要求的水质，混合水中不应含有影响水泥正常凝结与硬化的有害物质，不得使用污水以及pH值小于4的酸性水。

（5）混凝土结构用普通钢筋及结构混凝土的强度标准值应具有不小于95%的保证率。

（6）钢筋和混凝土的材料要求应符合《混凝土结构通用规范》GB55008-2021第3章规定。

（7）结构混凝土的材料耐久性基本要求应满足《混凝土结构设计规范》GB50010-2010表3.5.3二b类环境等级要求。应采用预拌混凝土和预拌砂浆。

第二节 截排水施工要求

1、填方基础必须按规定尺寸分层夯实，每层20cm，压实系数大于0.94；

2、按照设计及规范要求绑扎钢筋和安装、固定模板；

3、沟渠开挖与边坡处理：排水沟开挖深度必须大于沟底厚度与侧边墙高度之和，开挖边坡比1:0.15~1:0.2。浇筑后两侧超挖部分用粘土进行回填夯实，边坡陡坎对沟渠有落石影响的部位应进行衬砌、挡土或削坡处理。尚要填方地段应分层夯实，确保水渠稳定安全；

第六章 监测方案

第一节 监测工作的任务与目的

边坡工程由设计提出监测要求，由业主委托有资质的监测单位编制监测方案，经设计、监理和业主等共同认可后实施。

监测工作的主要任务是对易治理边坡进行变形监测、施工安全监测和防治效果检查监测。突出重点，建立较完整的监测剖面 and 监测网。整个监测系统应包括监测仪器、数据采集、储存和数据处理、信息反馈等环节，以便能及时、快速对边坡变形破坏进行分析反馈。仪器的选型，应考虑其精度、量程、防潮湿和抗干扰等性能与其设置环境相适应，以保证监测系统的正常运行及监测结果的可靠。监测要达到以下目的：

- 1、形成立体监测网；
- 2、监测斜坡的变形动态，对边坡发展和斜坡变形趋势作出预测；
- 3、在整个防治工程施工过程中进行跟踪监测，超前预报，确保施工安全；
- 4、反馈设计、指导施工；
- 5、检验防治效果。

第二节 监测方案设计主要技术依据及原则

一、监测施工图设计主要技术依据

- (一) 《国家水准测量规范》；
- (二) 《国家三角测量和精密导线测量规范》；
- (三) 《大地形变测量规范》；
- (四) 《岩土工程测试技术》。

二、监测施工图设计的指导原则

(一) 充分利用现有监测设施及监测资料基础上，建立系统化、立体化监测系统，在防治施工全过程中及时测定和预报边坡的变形及地下水动态等变化情况，确保施工安全，并为长期稳定性预测研究提供资料；

(二) 全过程监测包括变形监测、施工安全监测、防治效果监测，以监测结果作为设计、反馈设计、指导施工和检查防治效果的依据；

(三) 变形监测、施工安全监测、防治效果监测应尽可能转变为长期监测；

(四) 方法选定和仪器选择要考虑其能准确反映斜坡变形动态，且要节省投资。

4、截水沟应能保证迅速排除地面水流，沟底纵坡不应小于 0.3%，以免水流停滞；截水沟弯曲段的弯曲半径，应保证圆滑顺畅，不应小于沟底宽度的 5 倍；陡坡和缓坡段沟底应设伸缩缝，缝间距为 10~15m；

第三节 安全施工及环保施工

1、安全施工措施要求：边坡作业中的安全标志、工具、仪表、电气设备等各种设备必须在施工前加以检查，确认其完好，方能投入使用。施工前应做好预防措施，预备一定数量的沙袋作为抢险之用。建立安全生产负责制、安全教育制度、安全交底制度、安全预防制度、安全检查制度、安全事故处理制度等各项安全管理制度，并坚持执行，确保施工顺利进行。

2、施工用需用综合脚手架，宜采用扣件式钢管脚手架，其设计施工应符合相关规范要求；脚手架在投入使用前应由施工单位和监理单位组织联合验收，合格后方可投入使用。

3、环保施工措施要求：成立环境保护小组，专门负责环境保护工作，采取措施对粉尘、噪声、污水等进行控制，比如：现场定期洒水，减少灰尘对周围环境的污染；夜间施工时，尽量减小噪音，施工时严禁大声喧哗；食堂采用燃气灶，现场设电开水炉，减少废水污染等。

4、边坡治理施工中应考虑清表、土方二次转运及临时道路修建等费用，施工方需编制专项施工方案并提交专家评审，合格后方可施工。

第四节 应急措施

边坡支护坚持信息化施工，针对现场情况采取相应处理措施；加强变形观测，安排专人昼夜值班，24h 观察边坡周边变形情况，发现异常应及时汇报，并启动应急措施。

一、坡顶变形异常防范

由于边坡地质条件比较复杂，施工过程中若边坡有失稳趋势或引起周边道路、排水沟出现裂缝、沉降异常等现象时应立即停止开挖施工，及时用砂浆或沥青将裂缝抹平，防止雨水下渗，并及时通知监理、设计等有关单位，以便制定对策。

二、坡面雨水冲刷维护

对土质边坡段，由于坡面防护不够及时，雨水对坡面冲刷剧烈，在暴雨来临之前，应及时采用塑料布等不透水材料全坡面覆盖，坡顶用土压实，防止雨水下渗。

(五) 监测仪器的选择应考虑以下原则:

- 1、仪器的可靠性和长期稳定性;
- 2、足够的测量精度、灵敏度及相应量程;
- 3、现场使用比较方便、简单;
- 4、仪器不易损坏,尤其是长期监测仪器应具有防风、防雨、防腐、防潮、防震、防雷电干扰等与环境相适应的性能。

第三节 监测工作方案

一、监测工程布置及要求

本工程监测工作的主要任务是各治理工程边坡的变形监测。本次监测方案为:根据边坡可能的变形特点,按照一定的时间间隔对监测点进行测量。测量精度满足三等精度要求,监测点要求与坡体牢固连接,不可因风、雨或人为移动。

施工过程中的监测:对支护结构进行位移、沉降观测(两点合一)。

二、监测要求

- (一) 沿坡顶缘及平台设位移、沉降观测点;观测点间距 20~25m,变形允许值为 0.002H (H 为边坡高度),垂直偏离度不超过 2%,预警值为变形允许值的 80%,共布设 31 个监测点;
- (二) 变形观测点应布设 3 个监测基准点。并建立初读值,观测频率根据施工的进度及监测的情况确定;
- (三) 变形观测的技术要求应符合现行的《工程测量规范》有关变形测量的规定,观测精度应满足不低于二等精度要求;
- (四) 观测资料应包括:观测基准点和观测点的位置、编号、观测日期、本次观测值和累积观测值;观测资料应编制成表或绘制成曲线,变形观测结束应将上述资料汇总并附必要的文字说明;
- (五) 监测工作应由专业人员进行。对监测结果及时反馈,发现异常情况及时通知施工方和设计人员,以便及时采取对策;
- (六) 监测工作由第三方进行监测,施工单位在施工过程中可同步进行监测,监测原始数据和监测报告与施工资料一并整理归档,提供竣工验收。

三、监测频率及时间

施工期间监测频率为每 2 天一次。可根据变形情况适当调整监测频率,遇台风和暴雨天气时应加强监测频率,原则上台风暴雨天气后应及时进行监测。竣工后观测频率:3 个月内每十五天

一次,三个月后每月一次;可根据变形速率调整观测间隔时间;观测期为二年。

四、监测点布置

施工单位应在施工场地设置一定数量的施工安全监测点,特别是在边坡支护区布置地面位移监测点,以随时掌握施工进度中地面的变形情况。

五、监测工作实施步骤建议

- (一) 监测工作在项目确定后即应进行布置和实施,可先布置几条边坡主剖面的综合监测点,以利反馈设计,观测时间间隔按有关规范确定。
- (二) 施工阶段再布置位移监测点,其观测应根据施工进度和信息化施工的要求进行观测。
- (三) 施工结束后应继续对主剖面进行长期观测,并对治理后的边坡进行位移及变形观测,一般监测周期应达竣工后二年。

六、人工巡视

人工巡视包括对植物状态、支护结构状态及岩土体状态的巡视,观测密度在施工期间要求不少于每 3 天一次,竣工后半年内要求半个月一次,在两年内每个月一次。

第七章 质量检测及验收

第一节 质量检测

(一) 一般规定

- 1、支护施工使用的水泥、钢筋、砂和碎石等原材料和成品,应按现行有关施工验收规范和标准进行检验。
- 2、施工单位应在每道工序完成后进行相应的自检和验收,监理工程师必须参加,并做好隐蔽工程记录。不合格时,严禁进入下道施工工序。重要的中间工程和隐蔽工程检查应由建设单位代表、监理工程师和设计代表共同参加检查验收。
- 3、工程完成后,施工单位应对工程质量进行自检和评定,自检合格后,将竣工验收报告和有关资料提交建设单位。由建设单位或承包单位组织当地工程质量监督部门、监理工程师、设计代表进行检查、验收和质量评定。验收文件必须经以上各方签字认可。
- 4、工程验收应检查竣工档案、工程数量和质量,填写工程质量检查评定表,评定工程质量等级。
- 5、工程检查项目由保证项目、基本项目、允许偏差项目和竣工档案资料四部分组成。保证项目必须符合质量评定标准的规定。在该前提下根据其他项目的情况评定质量等级。

6、其他未尽事宜执行《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）及《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）。

（二）排水工程

1、质量检验

（1）排水工程的质量检验内容：包括原材料质量、砌石、混凝土及导（引）水钻孔检验。

（2）实测项目

1) 排水明沟：长度、平面位置、断面尺寸、沟底纵坡、跌水、表面平整度、砂浆强度等项目；

2) 排水盲沟：长度、混凝土强度、平面位置、断面尺寸、沟底纵坡、砂浆强度、反滤层等项目。

2、质量评定标准

（1）保证项目

1) 排水工程的原材料质量必须符合设计要求，砂浆、混凝土的配合比应经试验确定；

2) 排水明沟的沉降缝的数量必须符合设计要求，且沟底、沟壁及沉降缝处必须按设计要求进行防渗处理；

3) 排水盲沟的埋置深度、反滤层、防渗处理必须符合设计要求。

（2）允许偏差项目

1) 排水明（盲）沟的平面位置、断面尺寸、沟底纵坡、沟底高程及表面平整度应符合表4的规定。

表4 排水明（盲）沟允许偏差项目表

序号	检查项目		允许偏差	检查方法
1	长度		±500mm	不小于2条沟
2	平面位置	临近建（构）筑物	±50mm	每20m用经纬仪或全站仪检查3点
		远离建（构）筑物	±50mm	
3	断面尺寸		±20mm	每20m用直尺检查3处
4	沟底纵坡		±1%	每20m用水准仪检查1点
5	沟底高程		±50mm	每20m用水准仪检查1点
6	表面平整度（凹凸差）		±20mm	每20m用2m直尺检查3处

（三）锚杆工程

1、质量检测

（1）质量检验的内容

包括混凝土、钢筋、锚管（杆、索）原材料质量及制作质量的检查。

（2）锚杆（索）实测项目

A、验收试验锚杆的数量取每种类型锚杆总数的5%，自由段位于I、II、III类岩石内时取总数的1.5%，且均不得少于5根；

B、验收试验荷载对永久性锚杆为锚杆轴向拉力标准值的1.50倍；

C、锚杆（索）抗拉试验按有关《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）规范执行。

锚杆允许偏差项目表

序号	检查项目	允许偏差	检查方法
1	孔位	±1%	全部，经纬仪、钢尺测量
2	孔深	±50mm	全部，钢尺测量
3	杆长	±50mm	全部，钢尺测量
4	锚固角度	<2.5°	全部，钻孔测斜仪

第二节 竣工验收

竣工验收分为初步验收和最终验收，工程完成后，由建设方组织设计、施工、监理等单位进行初步验收，对存在问题进行整改；整改完成后，由业主单位组织设计、施工、监理单位，聘请省内地质灾害治理工程专家共同进行验收，并邀请东莞市自然资源局茶山分局及有关部门负责人参与验收，形成竣工验收报告。

工程验收应取得以下资料，并按东莞市自然资源局地质灾害治理竣工验收文件清单进行准备。

- 1、勘查报告、施工图、图纸会审纪要（记录）、设计变更单及材料代用通知单等；
- 2、经审定的施工组织总设计、分部分项工程施工施工组织设计、施工方案及执行中的变更情况；
- 3、防治工程测量放线图及其签证单；
- 4、原材料（钢筋、水泥、砂、石料、外加剂及焊条）出场合格证及复检报告；焊件试验报告；
- 5、锚杆（索）的各种承载力试验报告；
- 6、混凝土配合比通知单和混凝土试块强度试验报告；
- 7、砂浆配合比通知单及砂浆试块强度试验报告；
- 8、各隐蔽工程检查验收记录；
- 9、各种施工记录表格；

- 10、各分部分项工程质量检验报告；
- 11、竣工图及竣工报告；
- 12、坡顶与周边建筑物监测报告（包括整个施工期及施工完成一个水文年或经历了一个雨季）。

（一）一般规定

1、支护施工使用的水泥、钢筋、砂和碎石等原材料和成品，应按现行有关施工验收规范和标准进行检验。

2、施工单位应在每道工序完成后进行相应的自检和验收，监理工程师必须参加，并做好隐蔽工程记录。不合格时，严禁进入下道施工工序。重要的中间工程和隐蔽工程检查应由建设单位代表、监理工程师和设计代表共同参加检查验收。

3、工程完成后，施工单位应对工程质量进行自检和评定，自检合格后，将竣工验收报告和有关资料提交建设单位。由建设单位或承包单位组织当地工程质量监督部门、监理工程师、设计代表进行检查、验收和质量评定。验收文件必须经以上各方签字认可。

4、工程验收应检查竣工档案、工程数量和质量，填写工程质量检查评定表，评定工程质量等级。

5、工程检查项目由保证项目、基本项目、允许偏差项目和竣工档案资料四部分组成。保证项目必须符合质量评定标准的规定。在该前提下根据其他项目的情况评定质量等级。

6、锚杆检测：根据《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）进行锚杆验收试验；验收试验锚杆的数量取每种类型的锚杆总数的 5%，且不得少于 5 根；试验最大荷载值取 1.5 倍的抗拔力设计值。

7、其他未尽事宜执行《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）及《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）。

第八章 设计工程量及工程概算

根据上述设计方案，本治理工程主要设计工程量见下表。

治理工程主要设计工程量表

序号	项目	单位	工程量（暂定）	备注
1	施工围蔽	m	46	双面彩钢夹芯板，围蔽高度 2.2m
2	施工便道	m	250m	宽 4m
3	植被清理	m ²	18000	挡土墙与边坡间填方

4	岩土方	m ³	63652.4	土方约占 30%，石方约占 70%
5	钢筋混凝土挡土墙	m ³	1500.8	
6	Φ28 锚杆	m	16524	
7	格构梁	m ³	1217.2	
8	顶梁	m ³	97.2	
9	底梁	m ³	92.4	
10	喷播植草	m ²	17600	
11	平台硬化	m ²	1872.2	
12	坡脚排水沟	m	53.3	
13	第一、二级平台截水沟	m	373.7	
14	挡土墙上部平台截水沟	m	235	
15	跌水踏步	m	280	
16	消能池	个	9	
17	静力爆破	m ³	4000	暂定工作量

说明：1、以上工作量为估算，仅供参考，不作为预算直接依据，

2、施工中应考虑清苗等费用。