

方案编号：DZKS-SZH-2023-027

嵊州市三界镇帽窝山地块场地平整及边坡防护工程

勘察与设计（最终稿）

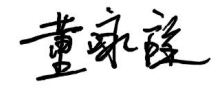


杭州泰川建设技术有限公司

二〇二三年六月

嵊州市三界镇帽窝山地块场地平整及边坡防护工程

勘查与设计

项目负责人：胡国平 
设计：董咏旌 
复核：毛启亮 
审核：郑明耀 
公司总工：郑明耀
总经理：张庆鸣

证书编号：330020232110023

联系电话：0571-82713207

 杭州泰川建设技术有限公司

二〇二三年六月



地质灾害防治单位资质证书

单位名称：杭州泰川建设技术有限公司

资质类别：地质灾害评估和治理工程勘查设计

住 所：萧山区新塘街道南秀路 1999 号

资质等级：乙级

证书编号：330020232110023

有效期至：2028 年 6 月 5 日

发证机关：浙江省自然资源厅

发证日期：2023 年 6 月 5 日



目 录

第一章 工程概述 3

1、概述 3

2、目的与任务 3

3、工程地点 3

第二章 工程勘查 5

1、勘查依据和工作概况 5

2、地质环境条件 6

2.7 人类工程活动对地质环境的影响 9

3、边坡基本特征及稳定性分析 9

3.1 边坡基本特征 9

3.2 稳定性分析方法与稳定程度等级划分 10

3.3 边坡稳定性分析 11

4、影响边坡稳定性的主要因素 11

5、边坡类型及安全等级 12

6、拟开挖人工边坡特征分析 12

7、施工条件分析 15

8、勘查结论与建议 15

第三章 设计方案 16

1、设计依据和标准 16

2、设计标准 16

3、设计原则 16

4、治理设计方案内容 16

5、施工技术质量要求 21

6、施工进度计划及平面布置 24

7、施工管理及保证措施 24

8、工程量和投资概算清单 25

勘查图：

K-1 勘查平面图

K-2 工程地质剖面图 a1-a1’

K-3 工程地质剖面图 a2-a2’

K-4 工程地质剖面图 a3-a3’

设计图：

S-1 工程平面布置图

S-2 工程设计剖面图 A1-A1’

S-3 工程设计剖面图 A2-A2’

S-4 工程设计剖面图 A3-A3’

S-5 工程设计剖面图 A4-A4’

S-6 工程设计剖面图 A5-A5’

S-7 工程设计剖面图 A6-A6’

S-8 工程设计剖面图 A7-A7’

S-9 工程设计剖面图 A8-A8’

S-10 工程设计剖面图 A9-A9’

S-11 工程设计剖面图 A10-A10’

S-12 工程立面图 1

S-13 工程立面图 2

S-14 工程立面图 3

S-15 挂网+喷砼设计图

S-16 格构梁和锚杆设计图

S-17 锚拉式钢筋混凝土设计图

S-18 平台排水沟设计图

S-19 隔离栏大样图

S-20 急流槽设计图

算量图：

- C-1 算量平面图
- C-2 估算剖面图 B1-B1’
- C-3 估算剖面图 B2-B2’
- C-4 估算剖面图 B3-B3’
- C-5 估算剖面图 B4-B4’
- C-6 估算剖面图 B5-B5’
- C-7 估算剖面图 D1-D1’
- C-8 估算剖面图 D2-D2’
- C-9 估算剖面图 D3-D3’
- C-10 估算剖面图 D4-D4’
- C-11 估算剖面图 C1-C1’
- C-12 估算剖面图 C2-C2’
- C-13 估算剖面图 C3-C3’
- C-14 估算剖面图 C4-C4’
- C-15 估算剖面图 C5-C5’
- C-16 估算剖面图 C6-C6’
- C-17 估算剖面图 A1-A1’
- C-18 估算剖面图 A2-A2’
- C-19 估算剖面图 A3-A3’
- C-20 估算剖面图 A4-A4’
- C-21 估算剖面图 A5-A5’

C-22 估算剖面图 A6-A6’

C-23 估算剖面图 A7-A7’

C-24 估算剖面图 A8-A8’

C-25 估算剖面图 A9-A9’

C-26 估算剖面图 A10-A10’

C-27 估算剖面图 A11-A11’

C-28 估算剖面图 A12-A12’

前 言

为了保证嵊州市三碗米业有限公司厂房及配套设施建设的需要，嵊州市三界镇人民政府需要对帽窝山地块用地红线内进行相应的场地平整，目前用地红线内的场地基本为自然山体，根据嵊州市三碗米业有限公司厂房及配套设施建设的需要，需根据厂房建设规划的标高对现有的自然山体进行开挖平整，并进行相应的边坡防护工作，为了保证后期工程建设的顺利推进，受嵊州市三界镇人民政府的委托，我公司（杭州泰川建设技术有限公司）承担了嵊州市三界镇帽窝山地块场地平整及边坡防护工程勘查设计工作。

第一章 工程概述

1、概述

嵊州市三界镇帽窝山地块场地平整及边坡防护工程红线面积 16594.53 m²（其中分为 4 个地块：西面 1#地块面积为 2577.22 m²、东面 2#地块面积为 4569.82 m²、东面 1#地块面积为 8776.20 m²、西面 2#地块面积为 670.69 m²，约 24.89 亩）。该工程现已完成规划设计，未进入施工阶段，需对现有场地进行平整，以满足规划设计的要求及后期配套设施建设的需求。

2、目的与任务

目的：选择技术可行、经济合理的边坡防护措施，通过方案实施，消除场地平整完后形成的人工边坡潜在地质灾害隐患，使场地的自然标高达到设计要求的高度。

任务：（1）开展场地 1:500 地质环境调查，查明场地的地形地貌、地层岩性、气象水文、地质构造、地质灾害特征等地质环境条件与工程条件；

（2）查明岩土体工程地质条件、水文地质条件、岩土类型及其物理力学性质，为场地平整的设计与施工提供详细可靠的岩土工程资料和参数。

（3）根据勘查成果，结合规划设计，进行场地平整设计；

（4）根据设计方案，估算项目工程量及总体费用，形成设计方案文件及相关图纸。

3、工程地点

工程所在地为嵊州市三界镇下双线北侧，朱孟村南侧的帽窝山，地理位置优越，交通便捷。中心位置地理坐标：东经 120° 49′ 48.35″，北纬 29° 47′ 8.55″。详见图 1-1 治理区卫星地图、图 1-2 治理区交通位置图所示。



图 1-1 工程区卫星图

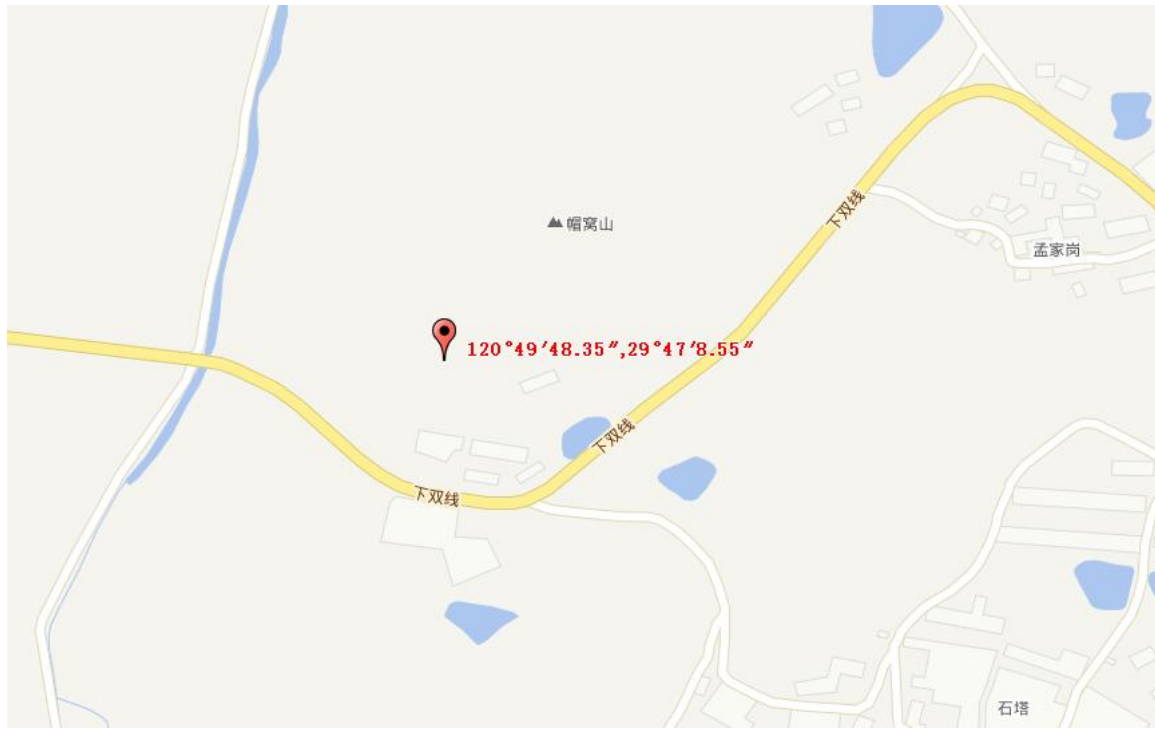


图 1-2 治理区交通位置图



照片 1 项目位置全景照

第二章 工程勘查

1、勘查依据和工作概况

1.1 勘查依据

现行国家设计规范、规程

- ①《地质灾害防治条例》（国务院令 第 394 号）；
- ②《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）；
- ③《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- ④《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T32864-2016）；
- ⑤《省级农事化服务中心地质说明》（华汇工程设计集团股份有限公司 2023.6）
- ⑥其他相关规范及规程。

1.2 勘查手段与工作经过

(1) 本工程勘查手段主要包括：

- ①采用索佳 SET500 全站仪及全球定位系统（GPS）进行地形及地质点的测量与测绘；
- ②采用现场踏勘(全面勘查法)进行工程地质填图。

本次勘查工作均按一定的网度布设填图地质点，同时选择岩石裸露较好的山坡、天然露头点作为观察对象，对每个观察点均作了记录。通过地质填图工作，大致查明了区内地层岩性、构造特征与残坡积层发育程度，概略查明了水文地质、工程地质、环境地质条件。

1.2 勘查方法及质量评述

本次野外工作手图采用 1：500 实测地形图和 1/5 万区域地质图，并以此为基础进行地形和地质图的实测修编。勘查工作的主要内容主要包括：1：500 地形测量；1：500 地质与地质剖面的测绘；1：500 地形地貌、地层与构造、水文地质、工程地质、

环境地质、不良地质现象等的调查与访问；降雨量及相关研究成果资料的收集与分析。在完成地形地质测量及地质灾害勘查的基础上，根据地质环境条件、地质灾害发育与分布特征等，结合前人的资料进行综合分析，编制本次勘查报告。工作成果达到和满足有关规范规程的要求，成果资料经过自检、互检、校核、审核、审定等五级检查校审，质量可靠，符合工程调查要求。

1.3 完成的工作量

为圆满完成本次勘查任务，接受委托任务后，公司成立了勘查小组，对现场进行了地质勘查和地质剖面测量，对重点地段的地质环境条件和地质灾害的发育特征进行定点描述，拍照。素描、特征数据的收集和整理。并在整理室内外数据的基础上编写了本治理设计。完成的工作量见下表 1。

表 1 完成工作量统计表

序 号	工作内容	工作量	单 位
1	工程地质测绘（1：500）	0.062	km ²
2	水文地质调查（1：500）	0.062	km ²
3	地质剖面测量（1：500）	1.5	km
4	地质灾害调查（1：500）	0.062	km ²
5	拍摄照片	85	张
6	调查点	20	点
7	资料查询	4	份

根据华汇工程设计集团股份有限公司 2023 年 6 月 25 日提交的地质勘察报告，现场勘察布置勘探点 12 个（孔号 ZK1-ZK12），均为机钻孔。本次测量放点是根据业主提供的拟建建筑物平面位置图上的尺寸及 2000 国家大地坐标系，采用 GPS 定位仪

确定；孔口高程在勘探完成后采用 GPS 定位仪实测，地下水位在钻探完成后 24 小时实测。

勘察手段采用 XY-1 型钻机进行分层、取样；室内进行岩土试验。野外施工于 2023 年 6 月 17 日开始至 2023 年 6 月 24 日结束。



照片 1、2 现场钻机及钻孔 ZK3 照片



照片 3、4 钻孔 ZK2、ZK4 照片（取自《省级农事化服务中心地质说明》（华汇工程设计集团股份有限公司 2023.6））

2、地质环境条件

2.1 气象、水文

1、气象

勘查区属亚热带季风型气候区，四季分明，温暖湿润，雨量充沛，具有冬夏长、春秋短的特点。冬季以晴冷少雨为主，春季阴雨天增多，降水增大，至春末夏初为每年的“梅雨”季节，雨量丰沛，夏秋季节天气以晴热为主，时有台风侵入，并伴有大雨或暴雨，常造成洪涝灾害，是地质灾害发生的主要季节。

据嵊州市气象局统计资料，市区一带多年平均气温 16.6℃，极端最高气温 42.9℃，极端最低气温-7.1℃。全区年平均降水量 1313.4mm，年最大降水量 2514mm（1975 年），年最小降雨量 813.8mm（1967 年）。降雨量主要集中在 5~6 月的梅雨期和 7~9 月台汛期，合计约占全年降雨量的 60%。据记载，梅雨期降雨天数最多达 23 天，连续最大降

雨量达 476.3mm，连续七天最大降雨量 321.2mm，日最大降雨量 197.4mm，1 小时最大降雨量达 71.3mm（1988 年 7 月 30 日）。

5~10 月多热带风暴及台风，年均 4.7 次，最多 10 次，最少 2 次，7~9 月最盛，常伴有暴雨，易引发地质灾害。2019 年 8 月“利奇马”台风期间，连续降雨达 550mm 以上，引发多处地质灾害。

2、水文

勘察区内水系不发育，地表径流主要来自坡面汇水，水源主要为大气降雨。

2.2 地形地貌

勘察区地貌类型为剥蚀丘陵地貌，山脊呈波状起伏，山顶一般因长期侵蚀剥蚀呈浑圆状，勘察区山体海拔高程 22.5~70.0m，最大相对高差 47.5m，山体自然地形坡度 15~25°，局部区域较陡，坡面植被发育，以杂木为主，植被覆盖率在 95%左右。红线内基本为原始的自然山体，勘察区主要出露人工边坡位于西面 2#地块，有大部分基岩裸露，存在有崩塌、掉块等安全隐患（后期将进行场地平整）。



照片 5 勘察区地形地貌

2.3 地层岩性

勘察区出露的前第四纪地层主要为下白垩统莱阳群杜村组（K₁d），勘察区出露的第四纪地层主要为残坡积层。

（1）下白垩统莱阳群杜村组（K₁d）

基岩区出露地层均属杜村组：岩性为凝灰岩，呈灰黄~褐黄色，节理裂隙发育，岩体坚硬。山间及沟谷处风化层厚，风化程度高。局部节理面见铁锰质渲染。

（2）第四系

第四系主要有残坡积层（Q^{e1-d1}），厚 0.5~1.0m，广泛分布于自然斜坡，主要为粘质粉土，含少量碎石，粒径大小一般 2~5cm，最大可达 8cm，标贯锤击数为 2~9 击，呈松散~稍密状态，碎石多为棱角~次棱角状。土体工程地质性能较差，承载力较低。

2.4 区域地质构造和稳定性

一、地质构造

在区域构造上，本区（图 2-1）属华南褶皱系（I₂）浙东南隆起区（II₄）丽水—宁波隆起带（III₈）之新昌—镇海隆断束（IV₇）北东端。丽水—余姚深大断裂带从勘察区南东侧通过，距离较远。由于断裂均为中生代以前形成，年代久远，加上新构造运动微弱，因此区域地质构造对场区稳定性影响轻微。

根据区域地质报告及野外调查情况，勘察区内未见断层，节理裂隙发育情况见表

2-1。

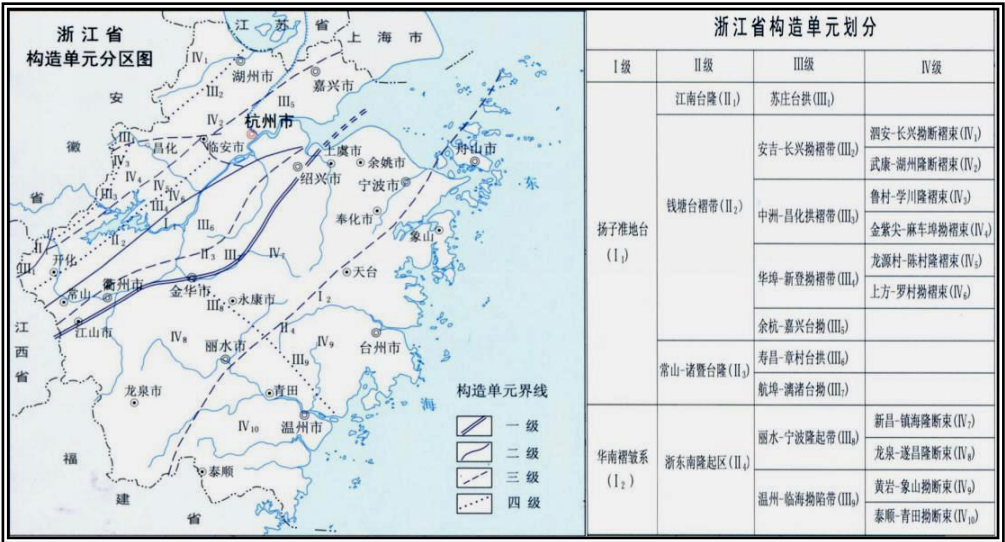


图 2-1 勘察区大地构造位置图

二、区域稳定性

据史料记载及地震台站的统计和监测资料（表 2-2），嵊州市及周边共发生有感地震数十次，最高震级为 4.5 级，发生于 1845 年 11 月 13 日。总体而言本区地震特点为强度弱、震级小、频度低。另据 2015 年颁布执行的 1：400 万《中国地震动参数区划图》（GB18306—2015），在 II 类场地条件下，勘查区所在区域地震动峰值加速度为 0.05g（g—重力加速度），相应的地震基本烈度为 VI 度，属地壳稳定区域。

邻近区历史地震资料统计表 表 2

发震时间	地点	震级	发震时间	地 点	震级
1508 年 4 月	新昌	3.5	1868 年 8 月	绍兴	3.5
1520 年 12 月	奉化	3.75	1806 年	余姚	3.75
1560 年 3 月	绍兴	3.5	1845 年 11 月 13 日	嵊州	4.5
1589 年 8 月 24 日	绍兴	3.75	1846 年 8 月 19 日	余姚	3.5
1683 年 8 月	奉化	3.75	1853 年 1 月 14 日	奉化	3.5
1660 年 12 月	新昌	3.25	1910 年 6 月 5 日	嵊州	4.0

2.5 水文地质条件

根据勘查结果，结合以往的水文地质资料，边坡处于当地侵蚀基准面以上，区内水文地质较简单。地下水类型主要为孔隙潜水和基岩裂隙水，主要受大气降水补给，渗透性受裂缝水网络形态、裂隙张开度/地形地貌等因素控制，具非均质各异向特征。

一、第四系残坡积粉质粘土孔隙水

场区边坡第四系主要为残坡积粉质粘土层，该层厚度总体相对较薄，结构较为松散，富水性较差。无同一的地下水位，流量较小，受大气降水补给，雨天流量增大。现状坡面无渗水点。

二、基岩裂隙水

基岩裂隙水主要赋存于基岩构造裂隙、风化裂隙中，基岩裂隙水的富水性不均一，受构造、地貌、岩石破碎程度控制，无同一的地下水位。基岩裂隙水受大气降水及上部残坡积层孔隙潜水的补给，季节性动态变化大。

边坡坡面较破碎，富水性较差，坡面主要受降雨冲刷。

三、地下水补、迳、排特征

松散岩类孔隙水主要接受大气降水补给，勘查区上部土体及强风化岩层厚度较厚，结构松散，孔隙度较大，渗透性好，大气降水能快速向下渗流，直接补给松散岩类孔隙水，松散岩类孔隙水下渗补给基岩裂隙水。

1. 地下水径流

松散岩类孔隙水：在孔隙水流动，其运动方向是高水位向低水位处呈平面式流动；
基岩裂隙水：基岩裂隙水由于风化节理发育，透水性一般，水位差较大，沿张裂隙下渗至风化或岩层界面，由高处向低处流动。

2. 地下水排泄

地下水排泄方式主要为垂直方向与水平方向排泄。

垂直方向排泄：边坡上部松散岩类孔隙潜水，水量多具季节性，在雨季出现，雨后 1～4 天消失，以蒸发排泄或下渗补给基岩裂隙水。

水平方向排泄：地下水在重力作用下，沿一定水力梯度由高水位向低水位处迳流，部分裂隙水沿裂隙或软弱层面及滑动面径流。

2.6 地基土的构成与工程地质特征

（（取自《省级农事化服务中心地质说明》（华汇工程设计集团股份有限公司 2023.6）））

本次勘察最大控制深度为 17.00m，在勘察深度范围内，根据岩土层的沉积环境及工程地质特性，可将其分为 2 个工程地质层，各土层的分布规律详见《工程地质剖面图》及《钻孔工程地质柱状图》。现将各岩土层的主要特征自上而下叙述如下：

第①层：强风化凝灰岩

灰黄色，原岩结构大部分被破坏，风化蚀变强烈，岩芯多风化呈碎块状，多呈碎块状，局部夹有土块状，偶见短柱状，敲击易碎，局部含中风化残余岩块。风化不均匀。该层均有分布，层顶埋深 0m，层厚 5.00~15.00m。

第②层：中风化凝灰岩

青灰~灰褐色，中风化，凝灰结构，块状构造，岩芯呈短柱状，岩质较致密坚硬，节理、裂隙较发育，强度较高。主要包含物为石英及斜长石。分选性差。岩石质量指标 RQD 较好，一般可达 60%，岩体完整性程度为较差。岩石饱和单轴抗压强度在 43.8~58.4MPa 之间，平均值为 49.67MPa，标准值为 45.24MPa，为较硬岩，岩体基本质量指标为IV级。该层具有揭露，层顶埋深 5.00~15.00m，最大揭露层厚 2.00m。该层未发现破碎带、软弱夹层、空洞及临空面等。

根据边坡的特点，结合《建筑边坡工程技术规范》表 4.3.1、表 4.3.2 取值，详见下表：

边坡结构面力学指标标准值取值表

力学指标 岩土类型	重度 γ (kN/m ³)	岩体内聚力 Ck (kPa)	岩体等效内摩擦角 $\phi_k (^{\circ})$	岩土与挡墙底部摩 擦系数 μ
①强风化凝灰岩	23	*50	*35	0.4
②中风化凝灰岩	25	*100	*40	0.6

备注：（（取自《省级农事化服务中心地质说明》（华汇工程设计集团股份有限公司 2023.6）））

2.7 人类工程活动对地质环境的影响

勘查区内的人类工程活动主要表现为前期切坡建房和场地平整，开挖后的人工边坡未采取任何防护，人类工程活动对地质环境影响程度较强烈。

3、边坡基本特征及稳定性分析

3.1 边坡基本特征

根据现场勘查，勘查区总体呈北东-南西走向，地势总体两边低中间高，边坡主要为岩质边坡，人工边坡由前期切坡建房和场地平整形成，人工边坡整体坡向约 208°，长约 60.0m，人工边坡高约 3.0~5.0m，边坡上陡下缓。山体植被发育，主要为乔、灌木林等为主，覆盖率达 90%以上。上覆残坡积层含碎石粘性土厚度一般 0.5~1.0m，山体基岩以下白垩统莱阳群杜村组（K₁d）凝灰岩为主，坡面节理裂隙较发育。

坡脚堆积大量碎石块度大小不一（位于 D12-D13 调查点区域），堆积物方量约 30.0m³。人工边坡后缘北西侧有一座高压铁塔（后期场地平整时不会触碰到，在机械开挖时需注意避让高压电线）。



照片 6 勘查区全景图（镜向北）



照片 7 坡脚堆积物照片 1（镜向北）



照片 8 坡脚堆积物照片 2（镜向北）

3.2 稳定性分析方法与稳定程度等级划分

主要分析开挖后边坡稳定性，边坡走向、坡度和岩土体工程地质性能及软弱结构面等是影响岩质边坡稳定的主要因素，在走向和坡度确定的条件下，岩质边坡的变形破坏往往是受一组或几组结构面组合所控制。本工程边坡为岩质边坡，本次评价岩质

边坡主要采用地质分析法，原则上以 MarKlands 方法进行分析。

MarKlands 方法是基于一个最简单而理想的破坏条件：组合交线的倾向与坡面一致，楔形破坏体的组合交线在边坡面出露，其倾角小于坡角，不连续面的抗剪强度只考虑摩擦角 ϕ ，从 ϕ 小于组合交线倾角时便会发生破坏，该方法通过赤平投影得出边坡是否稳定后，再根据节理发育程度，可找出优势结构面并与边坡面同作在一张赤平投影图上，即可初步判断边坡稳定状态及得出四类基本变形模式：a 圆弧破坏；b 平面破坏；c 楔体破坏；d 倾倒破坏。

根据《边坡工程勘察规范》、《建筑边坡工程技术规范》、《滑坡防治工程勘察规范》，结合工程区边坡地质环境条件及地质灾害特征，将工程区边坡稳定性评价分为不稳定、欠稳定、基本稳定、稳定四类，其分类标准为表 3。

表 3 边坡稳定性分类标准表

环境条件	不稳定	欠稳定	基本稳定	稳定
坡高 H	$H \geq 50\text{m}$	$50\text{m} > H \geq 25\text{m}$	$25\text{m} > H \geq 15\text{m}$	$H < 15\text{m}$
坡度 A	$A \geq 70^\circ$	$70^\circ > A \geq 55^\circ$	$55^\circ > A \geq 45^\circ$	$A \leq 45^\circ$
地质结构	(IV) 外倾结构面与边坡交角小于 40° ，倾角小于坡角，节理、裂隙、破碎带发育。	(III) 外倾不同结构面的组合线与边坡交角小于 40° ，倾角小于坡角，节理、裂隙、破碎带较发育。	(II) 不存在不利结构面或不利结构面组合，但结构面结合差或一般，节理、裂隙、破碎带较发育。	(I) 结构面结合一般或良好，不存在不利结构面或不利结构面组合。
岩体完整程度	破碎	较破碎	完整性差	较完整
风化程度	强风化	强风化	中等风化	微风化
水的作用	沿外倾面渗水	局部渗水	零星渗水	未见渗水
现状稳定程度	稳定性差	稳定性较差	基本稳定	稳定

崩塌、滑坡、采空区	发育	较发育	局部发育	不发育
-----------	----	-----	------	-----

注：1、由不稳定向稳定推进，首先满足其中四项者，即为该稳定状态；

2、具崩塌、滑坡地质灾害发育或现状稳定性差任一者，即边坡稳定状态为不稳定。

3.3 边坡稳定性分析

现场调查发现,人工边坡整体坡向约 208°,长约 60.0m,人工边坡高约 3.0~5.0m,边坡上陡下缓。主要测得 3 组节理构造:①215° ∠58°,1~3m/条,延伸长度为 2~5m,闭合;②176° ∠73°,1~3m/条,延伸长度为 3~5m,闭合;③156° ∠60°,1~3m/条,延伸长度为 2~5m,节理闭合或微张坡面及周边出露的基岩节理分布总体较为发育,节理延伸总体不长,节理面一般呈现微张~紧闭、平直,其力学性质具有压剪性或压扭性特征,中上部陡立段节理产生松弛,呈现微张或松动现象,局部充填有沙泥质物。节理面 2 和节理面 3 组合构成楔形体,具备楔形体破坏条件;节理面 1 为顺坡向,与边坡产生的角度较大;坡面现状凹凸不平,坡面上部存在松散岩土体,稳定性较差,在强降雨天气下存在崩塌的可能性,现状地质灾害危险性中等。

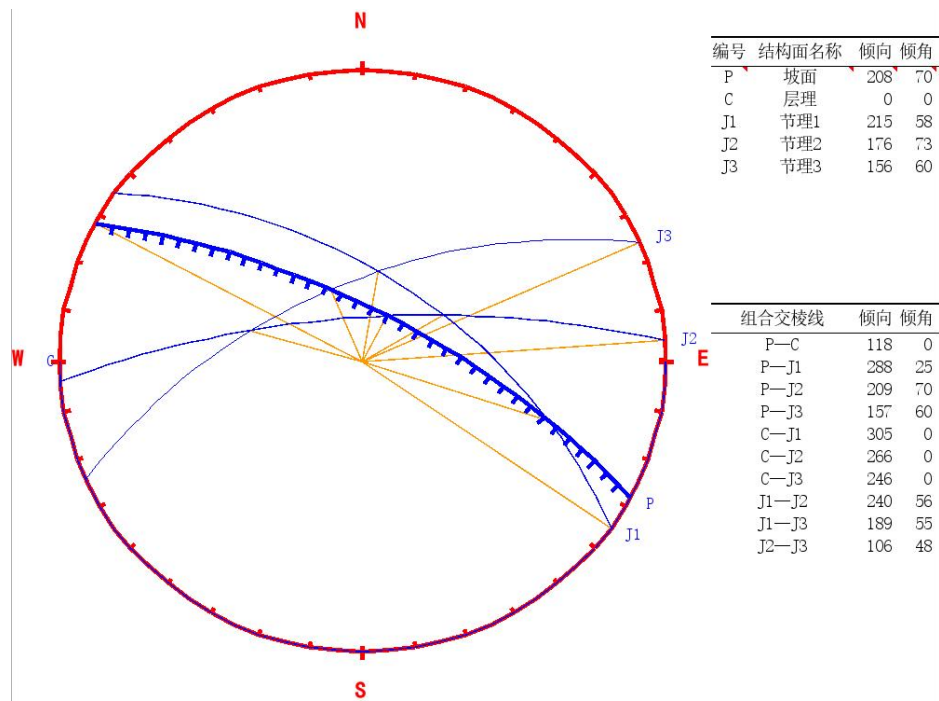


图 4-1 人工边坡赤平投影图

由边坡岩体裂隙与岩层面和坡向绘制的赤平投影图（图 4-1）可知，不具备明显的平面滑移的破坏条件。而两两组结构面的交面线与坡面构成的角度构成楔形体交面线理，但其倾角平缓，根据边坡现状，结合赤平投影可判断，楔形体破坏不明显，总体认为该斜坡及边坡基本稳定。

综上所述该边坡基本稳定，局部存在崩塌、掉块。

4、影响边坡稳定性的主要因素

根据勘查资料分析，影响边坡稳定性的因素主要有以下几方面：

岩质边坡主要控制因素一般是岩体的结构面与坡面的关系以及结构面(或层面)的强度指标，因此，正确确定这些参数是边坡稳定分析和边坡设计的关键。

边坡稳定性分析评价，应在确定边坡破坏模式的基础上进行，不同的边坡有不同的破坏模式，不同的破坏模式有不同的计算方法，查明边坡存在的主要破坏方式，是调查设计及治理的基础。

工程地质特征是判断边坡稳定与不稳定的主要内因，本工程主要包括以下几个方面：

(1) 内在因素

由于修路开挖形成高陡边坡，岩石风化较强烈，且岩体节理裂隙发育，使得人工边坡较破碎，易形成崩塌岩体，在重力因素下发生崩塌。

(2) 降雨

受降雨的影响，雨水沿顶部渗入坡面岩体，坡面在接收地表水补给后，处于过度饱和状态，岩体的自重增加，抗剪性能降低，造成岩体开裂面不断扩张、连通，最后在重力作用下脱离母体，向下滑动，从而形成崩塌。

(3) 人为工程活动

早期开挖形成高陡边坡，坡面未进行有效的防护措施。切坡改变了山体的自然平衡状态，易诱发崩塌的发生。

综上所述：早期修建房屋和场地平整对山体进行开挖形成现状高陡边坡，坡面

未进行相应的防护措施，坡面岩体节理裂隙发育，受降雨的影响，易造成岩体的开裂面不断扩张、连通，岩体的抗剪性能降低，在外力或自重因素下从而形成崩塌地质灾害。

5、边坡类型及安全等级

根据国家标准《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），根据规范对边坡工程安全等级划分的规定，破坏影响有限，边坡安全等级定为二级。因此，本边坡确定为：

- 安全等级：二级；
- 安全系数：K=1.30；
- 边坡工程重要性系数： $\gamma_0=1.00$

崩塌防治工程等级可根据崩塌灾害威胁对象及其重要性等因素进行划分。

崩塌防治工程等级划分 表 5-1

崩塌防治工程等级		特级	I 级	II 级	III 级
威胁对象	威胁人数/人	≥5 000	≥500 且<5 000	≥100 且<500	<100
	威胁设施的重要性	非常重要	重要	较重要	一般
注：表中只要满足 1 项即可按就高原则划为对应等级。					

受崩塌威胁设施重要性分类 表 5-2

重要性	设施类别
非常重要	放射性设施、核电站、大型地面油库、危险品生产仓储、政治设施、军事设施等
重要	城市和城镇重要建筑(含 30 层以上的高层建筑)、国家级风景名胜区、列入全国重点文物保护单位的寺庙、高等级公路、铁路、机场、学校、大型水利水电工程、电力工程、大型港口码头、大型矿山、油(气)管道和储油(气)库等
较重要	城市和城镇一般建筑、居民聚居区、省级风景名胜区、列入省级文物保护单位的寺庙、边境口岸、普通二级(含)以下公路、中型水利工程、电力工程、通信工程、港口码头、矿山、城市集中供水水源地等
一般	居民点、小型水利工程、电力工程、通信工程、港口码头、矿山、乡镇集中供水水源地、村道等
注：表中未列项目可根据有关技术标准和规定按大、中、小型分别确定其重要性等级。大型为重要，中型为较重要，小型为一般。	

崩塌稳定安全系数 表 5-3

破坏模式	防治工程等级					
	I 级		II 级		III 级	
	一般工况	校核工况	一般工况	校核工况	一般工况	校核工况
滑移式	1.4	1.15	1.3	1.1	1.2	1.05
倾倒式	1.5	1.2	1.4	1.15	1.3	1.1
坠落式	1.6	1.25	1.5	1.2	1.4	1.15
注 1：一般工况指天然工况和暴雨融雪)工况,校核工况指地震工况。						
注 2：防治工程等级为特级时的安全系数应进行专门论证。						

参照表 5-1、5-2、5-3，得出崩塌防治工程等级为 II 级；

- 安全系数：K=1.30；
- 边坡工程重要性系数： $\gamma_0=1.00$

6、拟开挖人工边坡特征分析

根据工程地质环境条件、边坡形态及边坡整体走向不同，可将边坡划分为三段，分别为 I 段边坡、II 段边坡和III段边坡。

I 段边坡(ab 边坡):拟开挖人工边坡长约 87.50m，最大垂直高度约 10.0m，拟开挖台阶坡面角约 63°，拟开挖人工边坡主体倾向 100°，开挖后的人工边坡坡体主要由坡体表层上部的第四系残坡积层含碎石粉质粘土及中下部中等风化凝灰岩组成，第四系残坡积层含碎石粉质粘土厚度约 0.1~0.5m。拟开挖后的人工边坡高度较高，坡面岩体节理裂隙较发育，拟开挖后形成的人工边坡存在崩塌隐患，须治理。

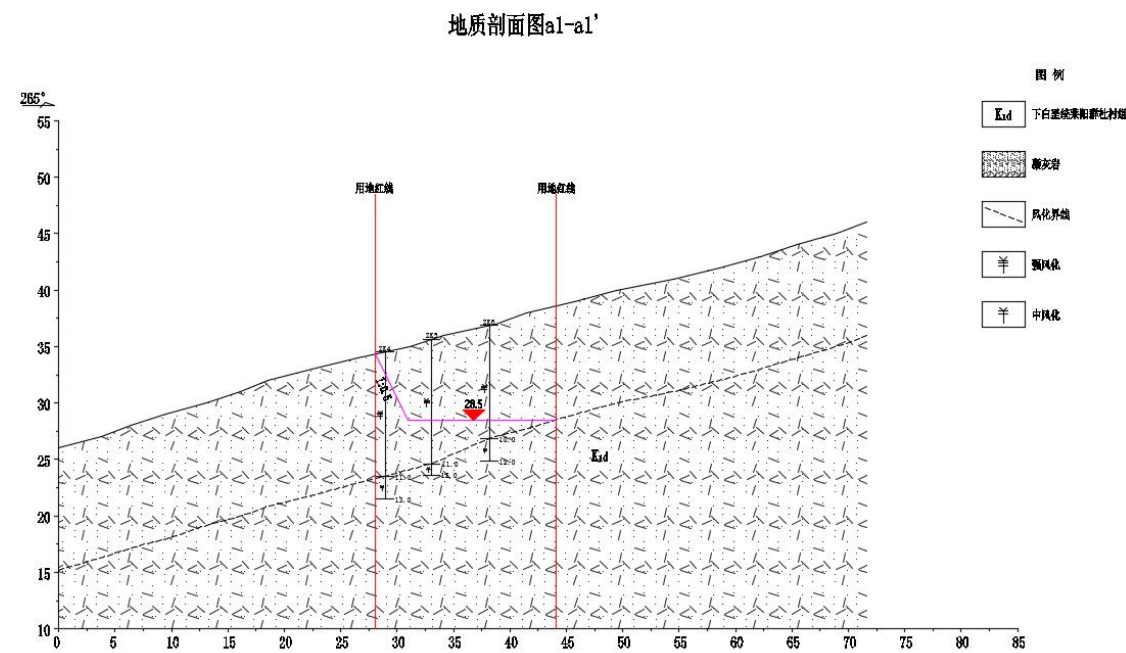


图 6-1 经典剖面线 a1-a1'

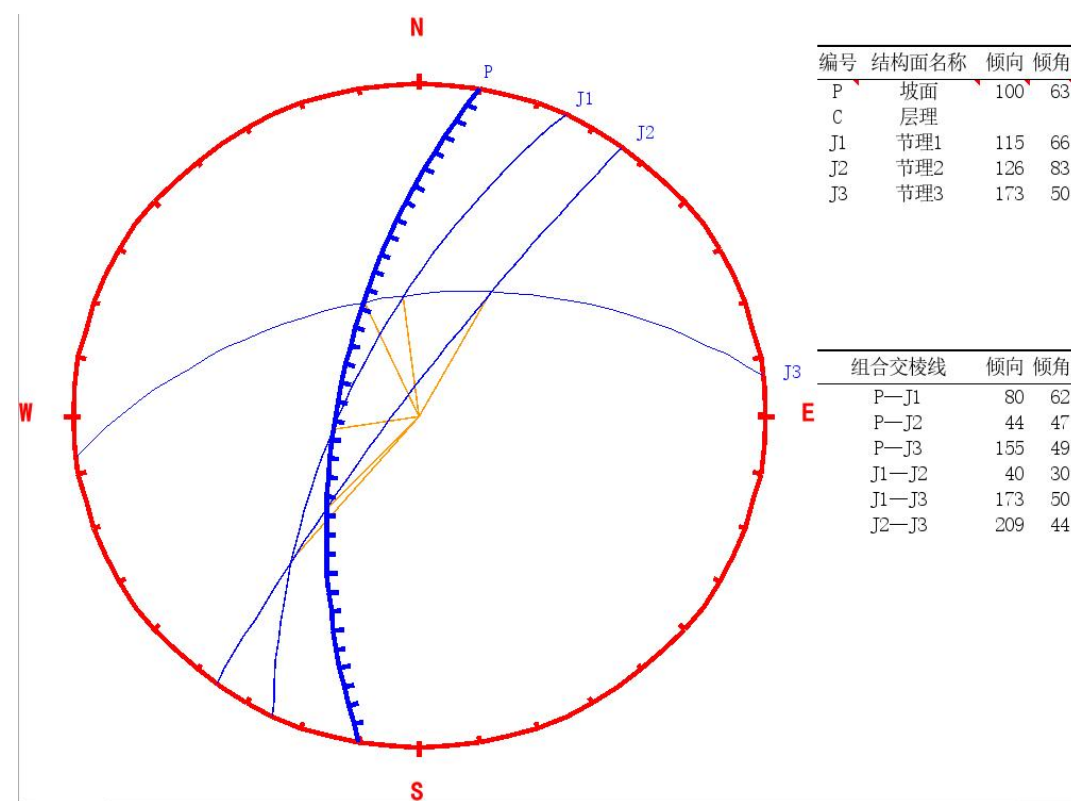


图 6-2 节理面赤平投影图

根据现场调查及边坡赤平投影图分析（图 6-2）可知，节理面与边坡面组合对边坡稳定性影响较大，人工边坡存在崩塌地质灾害隐患。削坡时需设置合理坡率或对人工边坡进行防护。

II 段边坡 (BC 边坡): 拟开挖人工边坡长约 131.0m，最大垂直高度约 36.0m，拟开挖台阶坡面角约 63°，拟开挖人工边坡主体倾向 191°，开挖后的人工边坡坡体主要由坡体表层上部的第四系残坡积层含碎石粉质粘土及中下部强-中等风化凝灰岩组成，第四系残坡积层含碎石粉质粘土平均厚度约 0.2m。拟开挖后的人工边坡高度较高，坡面岩体节理裂隙较发育，拟开挖后形成的人工边坡存在崩塌隐患，须治理。

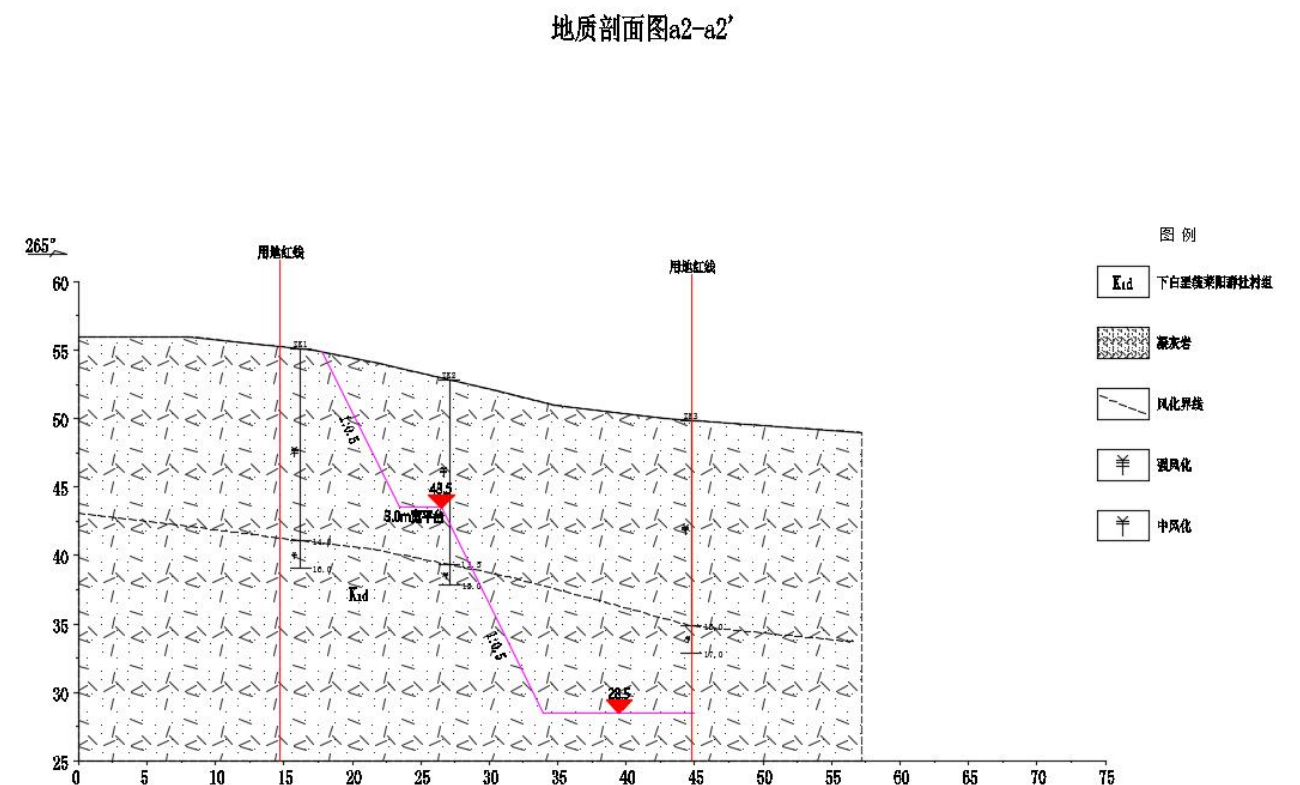


图 6-3 经典剖面线 a2-a2'

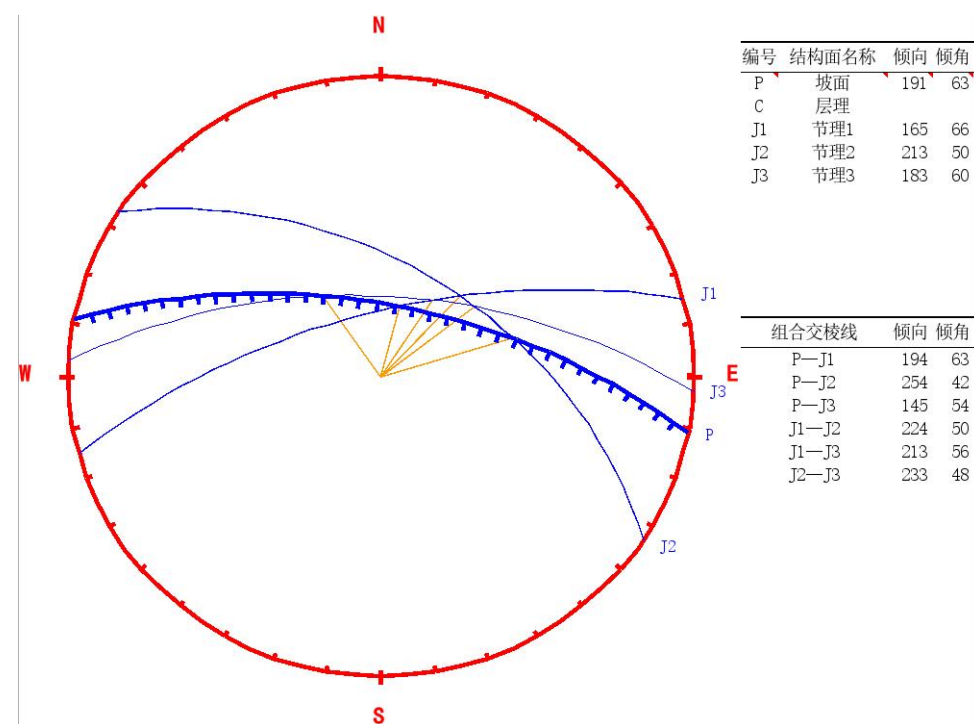


图 6-4 节理面赤平投影图

根据现场调查及边坡赤平投影图分析（图 6-4）可知，节理面与边坡面组合对边坡稳定性影响较大，人工边坡存在崩塌地质灾害隐患。削坡时需设置合理坡率或对人工边坡进行防护。

III段边坡(CD 边坡):拟开挖人工边坡长约 55.0m，最大垂直高度约 7.5m，拟开挖台阶坡面角约 45°，拟开挖人工边坡主体倾向 281°，开挖后的人工边坡坡体主要由坡体表层上部的第四系残坡积层含碎石粉质粘土及中下部中等风化安山玄武岩组成，第四系残坡积层含碎石粉质粘土最大厚度达 0.1m。拟开挖后的人工边坡高度较高，坡面岩体节理裂隙较发育，拟开挖后形成的人工边坡存在崩塌隐患，须治理。

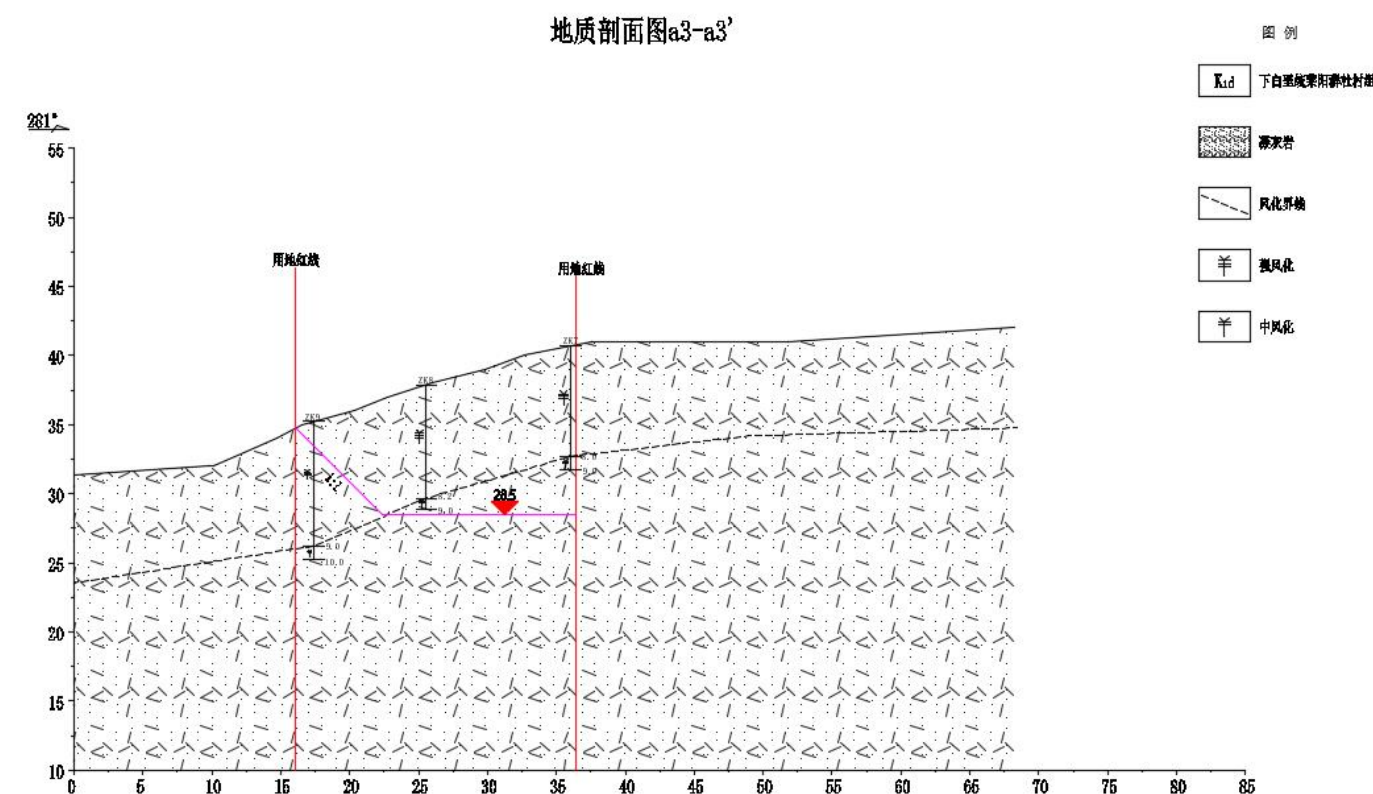


图 6-5 经典剖面线 a3-a3'

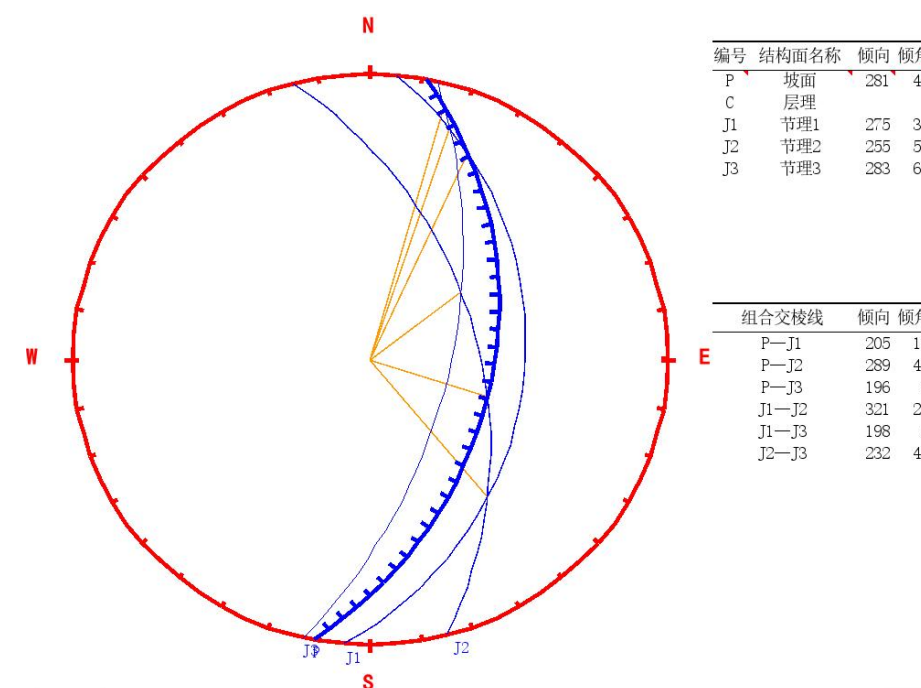


图 6-6 节理面赤平投影图

根据现场调查及边坡赤平投影图分析（图 6-6）可知，节理面与边坡面组合对边坡稳定性影响较大，人工边坡存在崩塌地质灾害隐患。削坡时需设置合理坡率或对人工边

坡进行防护。

7、施工条件分析

根据现场实际情况，对施工条件主要从以下六个方面进行分析：

（1）交通条件：人工边坡坡脚前一条沥青道路（下山线），交通条件方便，施工人员可直接到达施工场地。

（2）场地条件：坡脚处场地地势平坦，开阔，场地满足施工所需。

（3）边坡条件：人工拟开挖边坡高度总体较高，拟削坡坡度较陡，自然山体平缓，场地开阔，满足人工施工条件。

（4）水源条件：勘查区近临居民区，可满足施工期间及后期养护用水需要。

（5）供电条件：勘查区近临居民区，已有较完善的供电系统，可直接接入使用。

（6）政策条件：边坡上部为各种乔、灌木，在施工前应根据划定的施工区域联系当地村委协助解决相关政策性处理问题。

8、勘查结论与建议

8.1 勘查结论

通过本次勘查，查明了勘查区的地质基本情况，查清了地层埋藏分布规律，经以上分析可以得出结论：

（1）勘查区出露的前第四纪地层主要为下白垩统莱阳群杜村组（K₁d），勘查区出露的第四纪地层主要为残坡积层。

（2）基本查明了场地周边地形地貌、地质构造、地层岩性、岩土体特征、水文地质条件、以及人为工程活动对地质环境的影响程度等地质环境条件。

（3）勘查区地貌类型为剥蚀丘陵地貌，山脊呈波状起伏，山顶一般因长期侵蚀剥蚀呈浑圆状，勘查区山体海拔高程 22.5～70.0m，最大相对高差 47.5m，山体自然地形坡度 15～25°，局部区域较陡，坡面植被发育，以杂木为主，植被覆盖率在 95%左右。

（4）地质勘察的报告结论：①根据现场调查及原勘察资料，边坡开挖后边坡主要为凝灰岩，结构松散，均一性差。一般不易发生滑坡或圆弧滑动等破坏形式，主要存在的问题是坡面岩体破碎，易发生坍塌或崩落等，易软化崩解，对坡下的道路造成危害；②根据场地开挖整平标高 16.33-34.42m，边坡开挖最大坡高约 15m，开挖后边坡出露岩土主要为强风化凝灰岩。根据场地东南侧已开挖边坡的地质露头揭露，出露岩体较破碎，主要呈强风化状，坡面存在局部岩块崩落现象，坡面稳定性较差，需进行防护设计。摘自《省级农事化服务中心地质说明》（华汇工程设计集团股份有限公司 2023.6）

8.2 建议

建议采取以下措施：

（1）对于场地平整开挖形成的高陡人工边坡应采取相应的防护措施；

（2）工程建设中应注意保护地质环境，尽量减少生态环境和地质环境的破坏，同时加强工程建设过程中及建成后的地质环境监测；

（3）结合规划，完善范围内的截、排水系统。

第三章 设计方案

1、设计依据和标准

- ①《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号）
- ②《浙江省地质灾害防治条例》（2009 年 11 月 27 日）
- ③《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）
- ④《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）
- ⑤《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）
- ⑥《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）
- ⑦其他有关标准及规范。
- ⑧业主提供测绘底图、规划图纸。

2、设计标准

规划区场地进行平整，平整后产生的边坡，参照《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），边坡等级定为二级。

3、设计原则

根据工程特点，结合委托方要求，设计原则为：

- (1)综合设计、就地取材、以防为主、确保施工；
- (2)在确定方案时，遵循安全可靠、技术可行和经济合理的原则；
- (3)加强地质灾害险情的动态监测，由于边坡体地质条件的多变性，边坡治理施工过程中加强地质编录，及时反馈，动态设计、信息化施工。

4、治理设计方案内容

根据现行相关岩土工程规范和技术标准，结合边坡地质环境条件和设计原则，本治理工程主要设计内容包括：场地平整、削坡、锚拉式护面墙、锚杆+挂网喷砼支护、锚杆+格构梁支护、排水系统、隔离栏等工程。

4.1 场地土石方平整工程设计

依据业主提供测绘底图、规划图纸对西面 2#地块和东面 2#地块进行场地平整，标高至+28.50m 及边坡开挖。具体见详见平面布置图。

主要施工方法：

- (1) 山体在清除表层植被及表土后，采用台阶法“自上而下”的方式进行开挖；
- (2) 土层采用挖掘机开挖装车，石方主要为采用镐头机破解，挖掘机开挖，开挖完成后采用挖掘机开挖装车；
- (3) 修坡开挖，确保周边设施安全以及山体边坡面稳定。

4.1.1 地表植被清理

土石方开挖前必须对山体表面的植被进行清除，在本工程中植被、耕植土及腐植土挖除采用挖掘机配合自卸车现场挖除集中处理，作为边坡区的绿化用种植土。

4.1.2 土方开挖工程设计

土石方的开挖自上而下地进行，机械施工。开挖的土方除利用以外，弃方用自卸车运至弃土场，弃土场要堆置整齐、稳定并保证排水畅通，以免对周围的环境产生不好的影响。

4.1.3 石方开挖工程设计

石方的开挖，由于该项目临近公路及民房，因此无法进行爆破的方式进行开挖，只能采用机械开挖的方式进行场地平整及边坡开挖，在开挖工作中需做好安全保证措施。

4.2 边坡削坡设计

因对用地红线内进行场地平整，会对用地红线内山体进行开挖，在剖面线 A8-A9 区域形成挖方边坡，开挖边坡坡率按照 1:0.5 坡率进行设置；剖面线 A10-A1 区域按 1:0.5 坡率削坡，在+43.50m 和+58.50m 高程处设置一级 3.0m 宽平台；在剖面线 A4 区域开挖坡率按 1:0.3 削坡，在+43.50m 高程处设置一级 3.0m 宽平台；在剖面线 A8 区域开挖坡率按 1:0.1 削坡（该区域一坡到底削坡）；在剖面线 A6-A7 区域开挖坡率按

1:1 削坡，削坡过程中必须采取“自上而下”的顺序进行施工，削坡过程中做好安全防护措施。

4.3 锚杆+喷砼支护设计

考虑该人工边坡较高陡，坡面节理裂隙较发育，受节理组合切割影响易产生楔形体破坏，其主要崩塌隐患为上部陡立段风化程度较高的坡面，通过边坡修坡清理不能完全消除其安全隐患，因此，对剖面线 A8-A9 区域、剖面线 A10-A4 区域以及剖面线 A6-A7 区域在+28.50m~+43.50 m 高程进行系统锚杆+挂网喷砼支护。

锚杆喷砼支护区设置 3.0m 和 6.0m 长锚杆，具体详见剖面图及立面图所示。锚杆排距间距：2.5m（横向）×2.5m（竖向），锚杆孔径均为 90mm，入射角 25°（局部区域可根据现场进行适当调整），锚杆呈梅花形布置，采取直径 28mmHRB400 钢筋。锚杆间以 2 φ 12mm 加强筋连接，锚杆采用对中支架对中，间距为 2.0m 一个。锚杆露头处采用井字架焊接（详见设计图）。

坡顶外翻 1.5m 钻制 1 排挂网锚杆，挂网锚杆间距为 1.5m，孔径为 90mm，长度为 3.0m，杆体直径为 25mm。加固锚杆竖直打入坡顶并且应与坡面处钢筋网片及加强筋相连接。喷砼厚度 0.12m。

（1）锚杆轴向拉力设计值的确定

根据边坡岩土体力学分析，锚杆所提供的锚固力可由下式 1-1 求得：

$$P_n = \frac{T - c \cdot L - f / m \cdot N}{\sin \psi + f / m \cdot \cos \psi} \tag{1-1}$$

式中 Pn——锚杆轴向拉力设计值（kN）；

m——安全系数，本次取 1.3；

T——结构面上方岩体自重所产生的下滑力（kN）；

N——结构面上方岩体自重所产生的抗滑力（kN）；

L——结构面长度（m）；

c——结构面的粘结力（KPa）；

f——结构面的摩擦系数；

ψ——锚杆与滑动面垂直线的夹角（°）。

经验算，单根锚杆的轴向拉力设计值为 120.0kN。

（2）锚杆结构设计

①锚杆钢筋的选择

锚杆钢筋的截面积应满足下式 1-2 的要求：

$$A \geq \frac{K_0 N_t}{f_{ptk}} \tag{1-2}$$

式中：A——钢筋的截面积（mm²）；

Nt——锚杆轴向拉力设计值（kN）；

fptk——钢筋抗拉强度标准值（N/mm²）；

K0——钢筋截面设计安全系数，永久性锚杆取 1.8。

参数选取：Nt=120kN， fptk=400N/mm²， K0=1.8。计算结果：A≥540.0 mm²。

综合考虑，单根锚杆杆体选择 HRB400 钢筋，直径为 28mm。

②锚杆锚固力计算及锚固长度计算

综合考虑水泥结合体与周围岩层的摩擦力及水泥结合体与钢筋的摩擦力的大小。

锚杆的极限抗拔力：P=K · Nt= π · D · La1 · qr

$$P=K \cdot N_t=n \cdot \pi \cdot d \cdot L_{a2} \cdot \xi \cdot q_s$$

则锚固段长度为：

$$L_{a1} = \frac{K \cdot N_t}{\pi \cdot D \cdot q_r}, \quad L_{a2} = \frac{K \cdot N_t}{n \cdot \pi \cdot d \cdot \xi \cdot q_s}$$

式中：La——锚杆的锚固段长度（mm）；

Nt——锚杆轴向拉力设计值（kN）；

K——安全系数；

D——锚固体直径（mm）；

d——单根钢筋或钢绞线直径（mm）；

n——钢筋或钢绞线根数；

q_r ——水泥结合体与岩石孔壁间的粘结强度设计值，取 0.8 倍的标准值；

q_s ——水泥结合体与钢绞线或钢筋间的粘结强度设计值，取 0.8 倍标准值；

ξ ——采用 2 根或 2 根以上钢绞线或钢筋时，介面粘结强度降低系数，取 0.60~0.85。

参数选取： $N_t = 120.0\text{kN}$ ， $K = 2.2$ ， $D = 90\text{mm}$ ， $d = 28\text{mm}$ ， $n = 1$ ， $q_r = 0.8 \times 1.0 = 0.8$ ， $q_s = 0.8 \times 2.0 = 1.6$ ， $\xi = 0.85$ 。

根据规范要求，锚固段长度应取计算值与结构要求的大值，结合岩石风化层厚度、破碎程度、自由段长度等因素，综合考虑单根锚杆长度为 9.0m，杆体直径为 $\Phi 28\text{mm}$ 。杆体采用 M30 水泥浆固结，注浆时，为了使水泥浆更充分地渗入岩石裂隙中，采用压力注浆，注浆压力不小于 0.5MPa。

（3）锚杆抗剪切稳定性验算

锚杆抗剪切稳定系数按下列公式 4-3 进行验算：

$$m = [f \cdot (G_n + P_n) + C \cdot L] / [G_t - P_t] \quad (4-3)$$

式中： m ——稳定系数；

f ——剪切面（不利结构面）的摩擦系数， $f = \tan \phi$ ；

C ——剪切面的粘聚力；

L ——剪切面的长度（m）；

G_n ——作用在剪切面上岩土体重量 G 垂直于剪切面的垂直分力；

G_t ——作用在剪切面上岩土体重量 G 平行于剪切面的切向分力；

P_n ——锚固力 P 垂直于剪切面的垂直分力；

P_t ——锚固力 P 平行于剪切面的切向分力。

锚杆轴向拉力设计值 150kN，倾角 25° （或垂直于岩层面）。经验算，锚杆抗剪切稳定系数为 1.45（即大于安全系数 1.30），满足设计要求。

（4）锚杆的防腐设计

杆体应除锈处理，为了保证锚杆居中，杆体内的使用对中支架，间隔 2.0m。

（5）锚杆抗拉拔设计

3.0m 长锚杆抗拉拔设计值 40.0kN，6.0m 长锚杆抗拉拔设计值 80.0kN。

拉拔试验抽样检测每组不低于 3 根，总数不低于 5%。

4.4 锚杆+格构梁支护设计

削坡完成后，对 A1~A4 剖面线间+43.50m 高程以上边坡坡面进行锚杆+格构梁支护，锚杆采用长度为 9.0m 和 12.0m，锚杆排距间距：2.5m（横距） $\times$ 2.5m（斜距），矩形布置，采取直径 28mmHRB400 螺纹钢钢筋。锚杆采用对中支架对中，间距为 2.0m 一个。并采用 C25 砼浇筑封闭。

（1）锚杆轴向拉力设计值的确定

根据边坡岩土体力学分析，锚杆所提供的锚固力可由下式 1-1 求得：

$$P_n = \frac{T - c \cdot L - f / m \cdot N}{\sin \psi + f / m \cdot \cos \psi} \quad (1-1)$$

式中 P_n ——锚杆轴向拉力设计值（kN）；

m ——安全系数，本次取 1.3；

T ——结构面上方岩体自重所产生的下滑力（kN）；

N ——结构面上方岩体自重所产生的抗滑力（kN）；

L ——结构面长度（m）；

c ——结构面的粘结力（KPa）；

f ——结构面的摩擦系数；

ψ ——锚杆与滑动面垂直线的夹角（ $^\circ$ ）。

经验算，单根锚杆的轴向拉力设计值为 120.0kN。

（2）锚杆结构设计

①锚杆钢筋的选择

锚杆钢筋的截面积应满足下式 1-2 的要求：

$$A \geq \frac{K_0 N_t}{f_{ptk}} \quad (1-2)$$

式中： A ——钢筋的截面积（ mm^2 ）；

N_t ——锚杆轴向拉力设计值（ kN ）；

f_{ptk} ——钢筋抗拉强度标准值（ N/mm^2 ）；

K_0 ——钢筋截面设计安全系数，永久性锚杆取 1.8。

参数选取： $N_t=120\text{kN}$ ， $f_{ptk}=400\text{N/mm}^2$ ， $K_0=1.8$ 。计算结果： $A\geq 540.0\text{ mm}^2$ 。

综合考虑，单根锚杆杆体选择 HRB400 钢筋，直径为 25mm。

②锚杆锚固力计算及锚固长度计算

综合考虑水泥结合体与周围岩层的摩擦力及水泥结合体与钢筋的摩擦力的大小。

锚杆的极限抗拔力： $P=K \cdot N_t = \pi \cdot D \cdot L_{a1} \cdot q_r$

$$P=K \cdot N_t = n \cdot \pi \cdot d \cdot L_{a2} \cdot \xi \cdot q_s$$

则锚固段长度为：

$$L_{a1} = \frac{K \cdot N_t}{\pi \cdot D \cdot q_r}, \quad L_{a2} = \frac{K \cdot N_t}{n \cdot \pi \cdot d \cdot \xi \cdot q_s}$$

式中： L_a ——锚杆的锚固段长度（ mm ）；

N_t ——锚杆轴向拉力设计值（ kN ）；

K ——安全系数；

D ——锚固体直径（ mm ）；

d ——单根钢筋或钢绞线直径（ mm ）；

n ——钢筋或钢绞线根数；

q_r ——水泥结合体与岩石孔壁间的粘结强度设计值，取 0.8 倍的标准值；

q_s ——水泥结合体与钢绞线或钢筋间的粘结强度设计值，取 0.8 倍标准值；

ξ ——采用 2 根或 2 根以上钢绞线或钢筋时，介面粘结强度降低系数，取 0.60~0.85。

参数选取： $N_t=120.0\text{kN}$ ， $K=2.2$ ， $D=90\text{mm}$ ， $d=28\text{mm}$ ， $n=1$ ， $q_r=0.8\times 1.0=$

0.8 ， $q_s=0.8\times 2.0=1.6$ ， $\xi=0.85$ 。

根据规范要求，锚固段长度应取计算值与结构要求的大值，结合岩石风化层厚度、破碎程度、自由段长度等因素，综合考虑单根锚杆长度为 9.0m，杆体直径为 $\varnothing 28\text{mm}$ 。杆体采用 M30 水泥浆固结，注浆时，为了使水泥浆更充分地渗入岩石裂隙中，采用压力注浆，注浆压力不小于 0.5MPa。

（3）锚杆抗剪切稳定性验算

锚杆抗剪切稳定系数按下列公式 4-3 进行验算：

$$m = [f \cdot (G_n + P_n) + C \cdot L] / [G_t - P_t] \quad (4-3)$$

式中： m ——稳定系数；

f ——剪切面（不利结构面）的摩擦系数， $f=\tan \phi$ ；

C ——剪切面的粘聚力；

L ——剪切面的长度（ m ）；

G_n ——作用在剪切面上岩土体重量 G 垂直于剪切面的垂直分力；

G_t ——作用在剪切面上岩土体重量 G 平行于剪切面的切向分力；

P_n ——锚固力 P 垂直于剪切面的垂直分力；

P_t ——锚固力 P 平行于剪切面的切向分力。

锚杆轴向拉力设计值 120kN，倾角 25° （或垂直于岩层面）。经验算，锚杆抗剪切稳定系数为 1.45（即大于安全系数 1.30），满足设计要求。锚杆检测应不少于总数的 3%。

（4）锚杆的防腐设计

杆体应除锈处理，为了保证锚杆居中，杆体内的使用对中支架，间隔 2.0m。

（5）锚杆抗拉拔设计

12.0m 锚杆轴向拉力设计值 180.0kN。

12.0m 长锚杆一共为 162 根，锚杆检测每组不低于 3 根，总数不低于 3%。

(6) 格构梁

锚杆之间设格构联接，格构采取 C25 砼浇筑，横梁及竖梁规格均为 40×35cm, 格构中钢筋保护层厚度不小于 3cm，主、次梁主筋采用直径 18 的 HRB400 螺纹钢，箍筋采用直径 8 光圆钢筋。格构梁需挖槽，嵌入坡面 20cm。详见大样图。

格构梁内侧边坡坡面进行挂网喷砼支护。

4.5 锚拉式护面墙

受用地红线的制约，A8 剖面线区域无法进行正常的分台阶及正常坡率的边坡开挖及削坡工作，只能根据红线确定的坡顶线及坡脚线进行削坡工作，坡度为 1:0.1(84°) 削坡完成之后，需要对 A8 剖面线间边坡坡面采用锚拉式护面墙进行支护，护面墙墙高 6.5-18.5m(根据地形变化而变化)，厚 0.4m, 基础埋深 0.5m，采用 C25 砼浇筑。挡墙设置泄水管，泄水管间距 1.5×1.5m，φ10mm，泄水管内侧设置反滤层。离地 1.0m 开始布设，锚杆间距 2.5（高）m×2.5（宽）m，采用孔径 90mm，φ25 的 HRB400 钢筋，锚杆长度为 6.0m 和 9.0m。墙身横筋采用 Φ16@200 的 HRB400 螺纹钢，箍筋采用 Φ10@200 的圆钢。钢筋混凝土挡墙与山体间空隙采用 C25 砼填塞。钢筋混凝土护面墙支护设置伸缩缝，每 10.0m 设置一处，伸缩缝宽 2.0~3.0cm，内部采用沥青麻丝填塞，具体详见剖面图及立面图所示。施工前做好安全防护，钢筋混凝土护面墙全长 75.0m。

4.6 排水系统

通过设置科学合理的排水系统，减少地表及地下水对灾害点造成影响。

(1) 设计径流量计算

地表排水工程设计的频率地表汇水流量计算，采用推理法按下式计算确定：

$$Q_p = 0.278 \Phi S_p F / \tau^n$$

式中：

- Q_p ——设计频率地表水汇流量,单位为立方米每秒(m^3/s)；
- Φ ——径流系数,具体取值数据可按 GB 51018 规定选取；
- S_p ——设计降雨强度,单位为毫米每小时(mm/h),可按当地水文手册相应图表选取和计算；
- F ——汇水面积,单位为平方米(km^2)；
- τ ——流域汇流时间,单位为小时(h)；
- n ——降雨强度衰减系数。

当缺乏足够的流域资料时,设计频率地表水汇流量可采用式(4)和式(5)计算,即：

a) 当 $F \geq 3 \text{ km}^2$ 时 , $Q_p = \Phi S_p F^{2/3}$

b) 当 $F < 3 \text{ km}^2$ 时 , $Q_p = \Phi S_p F$

(2) 排水沟和排水管的水力计算
沟或管的泄水能力按下式计算：

$$Q_c = vA$$

- 式中： Q_c —沟或管的泄水能力
- v —沟或管的平均流速
- A —过水断面面积

沟或管的平均流速按满宁公式计算：

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

式中： n —沟或管的粗糙系数

R —水力半径, $R = A_g / \rho$

ρ —过水断面湿周

I —水力坡度

计算参数取定：

降雨强度利用气象资料，结合标准降雨强度等值线图以及重现期转换系数和降雨历时转换系数的方法；排水沟用素砼浇筑，沟或管壁的粗糙系数 n 为 0.017, 明沟的最大流速取 10.0m/s。

根据以上参数进行计算，计算结果排水沟布置：

- (1) +43.5m 及+58.5m 高程平台内侧设置平台排水沟，拦截边坡面的水流，平台

排水沟厚度 0.15m，底内径宽为 0.55m，深度为 0.40m，采用 C25 砼浇筑，平台排水沟全长 180.0m。

(2)坡脚外侧设置排水沟，采用 C25 钢筋混凝土浇筑，排水沟底宽 0.6m，深 0.6m，厚 0.15m；间隔 15m 设置一条沉降缝，缝宽 2cm，内用沥青麻丝填塞，排水沟纵坡按不小于 0.3%。排水沟总长为 400.0m。

(3)在坡面较陡区域及坡面纵向排水区域均设置急流槽，急流槽净深 1.0m，净宽 0.8m，壁厚 0.20m，采用 C25 钢筋混凝土浇筑，每 10.0m 设置一道沉降缝，急流槽全长 40.0m。

4.7 隔离栏

为防止当地居民、牲畜等进入治理区边坡威胁范围内造成不必要的人员伤亡和财产损失。设计在对平台外侧修建一道安全防护拦网（最终实际位置可由所处位置权属的所在地村民委员会进行确定后稍作调整，暂见工程平面布置图所示），栏高为 1.70m（详见防护栏设计图），防护栏产品规格为：网片浸塑丝径 4.0mm；网孔大小：8×16cm；立柱：48mm×2m 钢管浸塑处理，立柱间距 2.0-3.0m，立柱伸入基岩 0.4m 以上；防护栏网相关产品附件：连接卡、防盗螺栓、防雨帽；连接方式：卡式连接。产品必须出具出厂合格证及质保单等。设计隔离栅长度 600.0m。

4.8 监测

监测方案应包括监测项目、监测目的、测试方法，测点布置、监测项目报警值、信息反馈制度和现场原始状态资料记录等内容。监测由施工单位自行监测。

监测目的、内容

(1) 监测目的

为了了解治理施工期间及治理后坡面的基本状态、受力变形规律，确保安全可靠和工程的正常运行，须对坡面区进行安全监测。

(2) 监测内容

监测主要以仪器监测为主。

巡视检查：主要以专业的仪器进行监测坡面破坏情况。

检查内容如下：

地表及边坡的位置、规模、方位、时间等；滑坡、坍塌发生的时间、位置、范围等；边坡破坏情况，地表植被歪曲情况，以及水质特征变化等。一般情况下，巡视人员应按巡视检查内同对边坡做日常的巡视检查，日常巡视检查宜每周一次；当发生有感地震、洪水、暴雨以及其他特殊情况时，应立即进行巡视检查。

每次巡视检查后做好现场记录，如有异常，复查后上报主管单位。

(3) 监测要求

观测时间不少于一个水文年。

5、施工技术质量要求

5.1 削坡

1、采用机械削坡作业，削坡自上而下进行，按照设计坡顶线及坡率进行施工放坡，对坡面凹凸差异较大坡段进行修整，削低凸坡，使坡面达到基本平整（保证稳定），对坡面转角处及坡顶的棱角处及存在的危岩体进行修整和清除，清坡完成后不允许有松动岩块等存在。

2、危岩清理按平、剖面图对工作区进行放样，从上至下分步骤进行危岩清除。严禁由下而上进行施工，危岩清除时应尽量减少对围岩的扰动和破坏。

3、清坡后的土石方须运至业主指定的地点合理堆置，防止产生二次危害。

4、施工影响区段设立警示标志，作业面影响范围内人员撤离，坡脚建筑和边坡距离较近，施工时需采取安全隔离措施。

施工影响区设置警示标志，作业影响范围内无关人员须撤离；特种作业人员，必须经过专门安全技术培训，熟悉本工种的操作规程，并取得相应上岗资质；施工过程中应加强边坡体监测，施工期间必须每天观测，以确保施工安全。

5.2 脚手架搭设要求

本工程脚手架搭设区设置于系统锚杆加固区。

（1）脚手架搭设前，应明确脚手架的设计及使用标准，编制方案或作业指导书。

（2）脚手架应按照国家颁布的有关安全技术规范及规定进行设计、施工；严格履行方案的设计审批、验收程序；使用过程中，加强维护和管理。不准随意修改和变动其结构。

（3）脚手架宜采用扣件式钢管脚手架，其设计施工应符合《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》（JGJ130-2011）的规定，还应编写设计计算书，对脚手架结构的承载力、刚度和稳定性等进行计算，并按规定审批。

（4）脚手架搭设人员必须是《特种作业人员安全技术考核管理规则》（GB5036）考核合格的架子工，施工前应对现场搭设人员进行技术、安全交底，没有参加交底的人员不得上架作业。

5.3 锚杆施工

锚杆施工工序：锚杆制作、钻孔、锚杆安放与注浆锚固。

锚杆施工前，作好各项准备工作，确定锚杆注浆工艺、检查原材料的品种、质量、规格型号及相应的检验报告，本工程锚杆为永久支护锚杆，应特别注意加强各工序质量控制，严格按照施工规范要求进行施工，具体施工中应注意以下内容：

① 钻 孔

造孔是锚杆施工中重要的一环，如果造孔速度，会直接影响到工程成本和经济效益，如果造孔质量差，则会影响到锚杆的安装，水泥沙浆的灌注质量，进而影响到锚杆与沙浆以及沙浆与孔壁的粘接力，致使锚杆达不到设计要求，必须严格按照设计要求施工，以确保锚杆成孔质量。在施工前应确定钻孔的孔位，钻孔方位，打入标注，注明钻孔编号。施工中钻孔孔口误差不得大于 3cm，钻机定位后应使锚杆水平方向孔距误差一般不大于 5cm，垂直方向误差不得大于 10cm。钻进中能不采用冲洗液的尽量不用，能使用清水冲洗的尽量用清水，如果使用了泥浆或者润滑剂，完孔后必须进行

清洗工作，对于锚杆钻孔应满足下列要求：

钻孔直径不得小于设计直径，钻孔轴线应在垂直于墙面的平面内；不得损伤边坡岩体结构。应防止岩层裂隙扩大，避免塌孔和灌浆困难；钻孔轴线准确。孔口误差不得大于 3cm，孔底误差应小于钻孔长度的 4%；应将孔内岩粉，碎小及积水排除，保持孔内干燥，及孔壁的干净粗糙；场地平整稳定，方便人员操作，装机平稳，施工中应随时检查；钻孔时，锚孔的倾角应符合设计要求，一般沿水平方向倾斜 10-45 度，清孔后在岩层中的有效锚固长度应满足设计要求。

②锚杆安放

锚杆杆体的安放应注意以下几点：杆体放入钻孔前，应检查杆体质量，确保杆体组装满足设计要求；安放杆体时，应防止杆体扭压，弯曲，注浆管宜同锚杆一同放入钻孔；杆体插入孔内深度不应小于锚杆设计要求。

③注浆锚固

注浆锚固是锚杆施工的重要工序之一，本工程采用一次注浆法，开始注浆时管底距孔底 50cm 左右，随一次浆液的注入，一次注浆管可慢慢拔出，待一次注浆结束即可回收。

灌注砂浆采用 M30 水泥砂浆，砂为中粗砂，水泥采用 42.5 级，为防止锚杆与砂浆接触部分产生裂隙，影响抗拔力，采用微膨胀水泥，水灰比为 0.5 左右，灰砂比 1：1-1：2。

浆体强度检验用试块的数量每 30 根锚杆不小于一组，每组试块不应少于 6 个。

锚杆的质量检验应见表 4 的所示。

表 4 锚杆的质量检验标准

项 目	序 号	检查项目	允许偏差或允许值	检查方法
主控 项 目	1	锚杆杆体长度(mm)	+100-30	用钢尺量
	2	锚杆拉力设计值	设计要求	现场坑试验
一般	1	锚杆位置(mm)	±20	用钢尺量
	2	钻孔倾斜度(°)	±1	测斜仪等

项目	3	浆体强度		设计要求	试样送检
	4	注浆量		大于理论计算浆量	检查计算数据
	5	杆体插入长度	全长粘结型锚杆	不小于设计长度的 95%	用钢尺量
			预应力锚杆	不小于设计长度的 98%	

5.4 格构施工要求

格构施工不分序，与坡面修整保持一致，随着坡面削坡工程的完成，格构施工开始进行。

施工所用水泥、钢材等各种材料必须有出厂合格证，并符合国家标准，使用前必须提供材质检测资料。格构锚杆施工质量符合规范要求。

由于格构梁场地分布广阔，分段同步施工，若干个格构锚杆施工完成后，进行格构梁施工。利用经纬仪测放出格构梁施工位置后，做上标记。

格构梁钢筋绑扎由专门班组完成。钢筋在进场后使用前应送样检验，合格后使用。钢筋制作加工，由专门班组完成。钢筋连接采用点焊，所有焊接施工由持有焊工操作证的熟练焊工完成。

格构梁钢筋施工完成，由现场监理检查验收合格后进行模板安装及混凝土浇注。模板采用钢模，混凝土分段进行浇注，每组格构梁为一个最小浇注量。格构梁材料为C25 砼，混凝土采用机械搅拌。

5.5 锚拉式护面墙施工

（1）支撑墙墙体材料为C25混凝土，混凝土拌制过程要加强现场监控，并按一定厚度、顺序和方向浇筑，使得层面粘结为一体，浇筑长度等同挡墙分段长度。浇筑应均质密实、平整，无蜂窝麻面，做到搅拌均匀、振捣密实、养护及时。混凝土浇筑完毕后再注意墙体的覆盖浇水，对有缺陷部位及时进行处理，保证墙体和墙面的质量。

（2）泄水孔出口高于地面线20cm左右，间距1.5×1.5m呈梅花形预埋，采用Φ100PVC管，外倾5%，进口处用U-300无纺土工布包裹（反滤包）。墙背设置30cm厚砂

砾反滤层，其下部设不小于30cm厚粘土隔水层，粘土需夯实，砂砾石滤水层为不同粒级的砂、卵砾石，颗粒不均匀系数不大于5。

（3）在施工前要做好地面、基坑的排水工作，保持基坑干燥。

（4）在基坑开挖完成后，须进行验槽，验槽通过后方进行墙体浇筑。

表 5 墙体总体实测项目及标准

序 号	检 查 项 目	规定值或允许误差	检查方法和频率
1	墙顶平面位置（mm）	+50，-100	每 20m 检查 3 处
2	墙体垂直度或坡度 顶高程（mm）	±50	每 20m 用水准仪测 3 点
3	墙体面竖直度或坡度（mm）	+0.5%H 及+50 或-1%H 及-100	每 20m 吊垂线或坡度板量 2 处
4	面板缝宽（mm）	10	每 20m 至少检查 5 条
5	墙体面平整度（mm）	15	每 20m 用 2m 直尺测 3 处

施工时应及时进行地质研判工作（如浅基的验槽，开挖边坡工程地质描述），及时将有关问题反映给监理人员和建设单位，做到及时调整施工方案。进行地质灾害防治施工时，应防止因施工扰动影响边坡稳定性。

5.6 排水沟施工

严格按施工规范进行施工，排水沟按平面图上座标确定位置，可以主要利于施工便道的位置进行排水沟的混凝土开挖及浇筑工作，如与实际地形不符，可作适当调整。

施工要求及检测项目见表 6 所示。

表 6 浆砌排水沟允许偏差标准

项次	检 查 项 目	规定值或允许值	检查方法和频率
1	砂浆强度（Mpa）	在合格标准内	参见有关砌体工程要求
2	轴线偏位（mm）	50	经纬仪：每 100m 测 5 点
3	沟底高程（mm）	±50	水准仪：每 100m 测 5 点
4	墙面直顺度（mm）或坡度	±30 或不陡于设计	20m 拉线、坡度尺：每 100m 查 2 点

5	断面尺寸（mm）	±30	尺量：每 100m 查 2 点
6	铺砌厚度（mm）	不小于设计	尺量：每 100m 查 2 点
7	基础垫层宽、厚（mm）	不小于设计	尺量：每 100m 查 2 点

水沟采用 C25 砼浇筑，施工要求参照《建筑工程质量验收统一标准》（GB50300-2013）及《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）。

6、施工进度计划及平面布置

6.1 平面布置

根据地形情况和现有植被布局，以及施工内容，为方便管理施工，满足生产，确保质量和进度，确定平面布置。

6.2 工期安排

由于该项目工期时间较紧，根据工程特征，确定总效工期为 12 个月，因此施工单位在中标后需要合理的安排人员、设备，分区域、分工序，交叉施工，确保项目场地平整及边坡防护的工作按期完成，按期交付使用，各分项工程工期安排见表 6-1。

表 6-1 计划工期安排表

序号	项 目	工期 (d)	时间（天）					
			1～60	61 ～ 120	121 ～ 180	181 ～ 240	241 ～ 300	301 ～ 360
1	施工准备	5	—					
2	场地开挖平整及削坡	250	—	—	—	—		
3	锚杆+喷砼	40					—	
4	锚杆+格构梁	20						—
5	锚拉式护面墙	30						—
6	排水系统	10						—

7	验 收	5						—
---	-----	---	--	--	--	--	--	---

7、施工管理及保证措施

加强对施工过程中的水土保持、环境保护和施工安全的控制措施，施工单位编制专项施工组织方案等技术文本，确保水土保持、环境保护和施工安全等的措施到位。

7.1 施工质量管理及保证措施

（1）质量目标

本工程质量等级目标：合格工程。

（2）认真贯彻质量保证体系，建立质量管理网络。

7.2 安全生产保护措施

（1）安全生产保护措施

建立安全责任制为中心的各项安全生产制及各项工种制，制定安全生产措施，如：

①加强宣传、教育工作

②建立安全责任制

③安全例会制度

④安全交底制度

⑤持证上岗制度

⑥安全检查制度

（2）具体措施

①粉尘防治

加强对工人安全教育，严格按照操作规程施工，对各类工作面进行洒水除尘，防止粉尘的二次飞扬。

②作业安全

作业时，应着重做好以下安全防范工作：场地平整、削坡、锚拉式护面墙、锚杆

+挂网喷砼支护、锚杆+格构梁支护以及排水系统等工程安全操作。

对于安全所需的合理资源，必须给予重点包括人、财、物等方面，如个人使用的安全防护用品，机械设备所配的防护设施，安全用电所需的标准电壳配电箱、漏电保护器、过载保护器所需的防护措施等，以确保从资源配置上不留缺口，给安全生产奠定了良好的基础。

7.3 文明施工、环境保护措施

应做好施工场地的文明施工、环境保护工作，并采取相应的措施，确保文明施工，保持环境。

- (1)施工场内经常保持场地清洁，保持环境整洁，不乱倒污水、垃圾，应集中处理。
- (2)材料进出防止抛、洒、滴、漏，实行专人清理。
- (3)场内已有树木除业主指令迁移外，其他树木或构建筑物根据建设的需要也要进行相应的迁移。
- (4)现场应该建设公共厕所，不得随地大小便。
- (5)对员工进行安全生产教育，避免废气、污水、废油等造成污染。
- (6)车辆经过周边道路时，应降低车速，并应经常进行洒水，减少扬尘，做好施工过程中的环境保护工作。

8、工程量和投资概算清单

8.1 治理工程主要工程量

根据实测 1：500 平整区地形图的范围，结合地质构造、岩石结构、开采后的现状以及业主对平整区治理的要求，主要涉及场地平整、削坡、锚拉式护面墙、锚杆+挂网喷砼支护、锚杆+格构梁支护以及排水系统等工程。

土石方量计算：
根据山体地形变化情况，通过布置条控制性剖面，计算出山体削坡开挖的石料体

积和重量。剖面成图后视相邻剖面面积的差额情况，采用相应的计算公式，算出每个块段的体积。各块段的体积之和与石料的比重之积为开采治理区的石料重量。

- 1) 平行断面法计算块段体积计算公式
 - ①块段呈柱状，两端大小剖面相对面积之差小于 40%时，按 $V= (S_1+S_2) L/2$ 计算；
 - ②块段呈柱状，两端大小剖面相对面积之差大于 40%时，按 $V= (S_1+S_2+ \sqrt{S_1 \bullet S_2}) \times L/3$ 计算；
 - ③块段呈楔形尖灭时，按 $V=S \times L/2$ 计算；
 - ④块段呈锥形时，按 $V=S \times L/3$ 计算 (S 取 S_1 或 S_2)。
- 式中：V—岩石体积（立方米）；
 S_1, S_2 —分别为块段两侧剖面的面积（平方米）
L—块段剖面间的距离（米）
- 2) 不平行断面法计算块段体积计算公式
- 当相邻两断面不平行时，块段体积的计算比较复杂，常采用辅助线（中线）法，其公式为：

$$V = S_1' \frac{S_1}{L_1} + S_2' \frac{S_2}{L_2}$$

或 $V = S_1' m_1 + S_2' m_2$

式中：V—不平行断面间块段矿体总体积；
 S_1, S_2 —两断面上矿体面积；
 S_1', S_2' —被中线 C_1-C_2 分割的两块段矿体（水平）投影面积；
 L_1, L_2 —两断面上矿体宽度（ $a_1 b_1 = L_1, a_2 b_2 = L_2$ ）；
 m_1, m_2 —两断面上矿体平均厚度（平均垂直深度）。

3) 东面 1#开挖土石方总量，见表 8-1。

东面 1#	开挖土石方总量估算表 表 8-1					
块段编号	剖面面积 S(m²)		面积差比值 (%)	间距 L(m)	采用公式	块段体积 V(m³)
	S1	S2				
0-B1	0.00	645.15	100	27	③	5806
B1-B2	645.15	1121.57	42	33	②	28791
B2-B3	1121.57	1185.11	5	23	①	26527
B3-B4	1185.11	1349.90	12	27	①	34223
B4-B5	1349.90	1419.42	5	16	①	22155
B5-0	1419.42	0.00	100	28	③	13248
合 计						130750
①：V=1/2(S1+S2)×L ②：V=1/3(S1+S2+√S1×S2)×L ③：V=1/3×SL						

4) 东面 1#开挖土方总量，见表 8-2。

东面 1#	土方开挖方量估算表 表 8-2					
块段编号	剖面面积 S(m²)		面积差比值 (%)	间距 L(m)	采用公式	块段体积 V(m³)
	S1	S2				
0-B1	0.00	0.10	100	27	③	1
B1-B2	0.10	54.62	100	33	①	628
B2-B3	54.62	0.00	100	23	①	419
B3-B4	0.00	13.89	100	27	①	125
B4-B5	13.89	58.18	76	16	①	536
B5-0	58.18	0.00	100	28	③	543
合 计						2252
①：V=1/2(S1+S2)×L ②：V=1/3(S1+S2+√S1×S2)×L ③：V=1/3×SL						

5) 东面 1#开挖强风化总量，见表 8-3。

东面 1#	强风化开挖方量估算表 表 8-3					
块段编号	剖面面积 S(m²)		面积差比值 (%)	间距 L(m)	采用公式	块段体积 V(m³)
	S1	S2				
0-B1	0.00	507.63	100	27	③	4569
B1-B2	507.63	371.20	27	33	②	14501
B2-B3	371.20	325.35	12	23	②	8010
B3-B4	325.35	429.44	24	27	①	10190
B4-B5	429.44	473.34	9	16	②	7222

B5-0	473.34	0.00	100	28	③	4418
合 计						48910
①：V=1/2(S1+S2)×L ②：V=1/3(S1+S2+√S1×S2)×L ③：V=1/3×SL						

6) 西面 2#开挖土石方总量，见表 8-4。

西面 2#	开挖土石方总理估算表 表 8-4					
块段编号	剖面面积 S(m²)		面积差比值 (%)	间距 L(m)	采用公式	块段体积 V(m³)
	S1	S2				
D1-D2	92.67	33.23	64	10	②	605
D2-D3	33.23	5.96	82	9	②	160
D3-0	5.96	0.00	100	2	③	4
合 计						769
①：V=1/2(S1+S2)×L ②：V=1/3(S1+S2+√S1×S2)×L ③：V=1/3×SL						

7) 西面 2#回填总量，见表 8-5。

西面 2#	总回填方量估算表 表 8-5					
块段编号	剖面面积 S(m²)		面积差比值 (%)	间距 L(m)	采用公式	块段体积 V(m³)
	S1	S2				
D3-D4	7.05	13.53	48	10	②	101
D4-0	13.53	0.00	100	9	②	41
合 计						142
①：V=1/2(S1+S2)×L ②：V=1/3(S1+S2+√S1×S2)×L ③：V=1/3×SL						

8) 西面 1#开挖土石方总量，见表 8-6。

西面 1#	总开挖方量估算表 表 8-6					
块段编号	剖面面积 S(m²)		面积差比值 (%)	间距 L(m)	采用公式	块段体积 V(m³)
	S1	S2				
C1-C2	39.25	152.26	74	30	②	2688
C2-C3	152.26	135.22	11	30	①	4312
C3-C4	135.22	12.58	91	30	②	1890
C4-C5	12.58	45.55	72	30	②	821
C5-C6	45.55	77.67	41	30	②	1827

C6-0	77.67	0.00	100	5	③	129
合 计						11667
①： $V=1/2(S1+S2) \times L$ ②： $V=1/3(S1+S2+ \sqrt{S1 \times S2}) \times L$ ③： $V=1/3 \times SL$						

9) 西面 1#开挖土方总量，见表 8-7。

西面 1#	土方开挖方量估算表 表 8-7					
块段编号	剖面面积 S (m²)		面积差比值 (%)	间距 L (m)	采用公式	块段体积 V (m³)
	S1	S2				
C1-C2	0.10	0.10	0	30	①	3
C2-C3	0.10	0.10	0	30	①	3
C3-C4	0.10	0.10	0	30	①	3
C4-C5	0.10	7.94	99	30	②	89
C5-C6	7.94	0.10	99	30	②	89
C6-0	0.10	0.00	100	5	③	0
合 计						187
①： $V=1/2(S1+S2) \times L$ ②： $V=1/3(S1+S2+ \sqrt{S1 \times S2}) \times L$ ③： $V=1/3 \times SL$						

10) 西面 1#开挖强风化总量，见表 8-8。

西面 1#	强风化开挖方量估算表 表 8-8					
块段编号	剖面面积 S (m²)		面积差比值 (%)	间距 L (m)	采用公式	块段体积 V (m³)
	S1	S2				
C1-C2	39.24	88.10	55	30	②	1861
C2-C3	88.10	130.57	33	30	①	3280
C3-C4	130.57	12.58	90	30	②	1837
C4-C5	12.58	37.60	67	30	②	719
C5-C6	37.60	77.67	52	30	②	1693
C6-0	77.67	0.00	100	5	③	129
合 计						9519
①： $V=1/2(S1+S2) \times L$ ②： $V=1/3(S1+S2+ \sqrt{S1 \times S2}) \times L$ ③： $V=1/3 \times SL$						

11) 东面 2#开挖土石方总量，见表 8-9、8-10。

东面 2#	总开挖方量估算表 表 8-9
-------	----------------

块段编号	剖面面积 S (m²)		面积差比值 (%)	间距 L (m)	采用公式	块段体积 V (m³)
	S1	S2				
A1-A2	206.44	378.28	45	20	②	5761
A2-A3	378.28	459.52	18	20	①	8378
A3-A4	459.52	530.34	13	20	①	9899
A4-A5	530.34	393.38	26	20	①	9237
A5-0	393.38	0.00	100	15	②	1967
合 计						35242
①： $V=1/2(S1+S2) \times L$ ②： $V=1/3(S1+S2+ \sqrt{S1 \times S2}) \times L$ ③： $V=1/3 \times SL$						

东面 2#	总开挖方量估算表 表 8-10					
块段编号	剖面面积 S (m²)		面积差比值 (%)	间距 L (m)	采用公式	块段体积 V (m³)
	S1	S2				
A6-A7	371.89	263.05	29	20	①	6349
A7-A8	263.05	39.04	85	20	②	2690
A8-A9	39.04	9.90	3082	20	②	457
A9-A10	9.90	138.44	93	20	②	1236
A10-A11	138.44	169.75	18	20	①	3082
A11-A12	169.75	137.46	19	20	①	3072
A12-0	137.46	0.00	100	10	③	458
合 计						17344
①： $V=1/2(S1+S2) \times L$ ②： $V=1/3(S1+S2+ \sqrt{S1 \times S2}) \times L$ ③： $V=1/3 \times SL$						

11) 东面 2#开挖土方总量，见表 8-11。

东面 2#	土方开挖方量估算表 表 8-11					
块段编号	剖面面积 S (m²)		面积差比值 (%)	间距 L (m)	采用公式	块段体积 V (m³)
	S1	S2				
A6-A7	11.85	0.10	99	20	①	87
A7-A8	0.10	0.10	0	20	②	2
A8-A9	0.10	0.10	0	20	②	2
A9-A10	0.10	0.10	0	20	②	2
A10-A11	0.10	0.10	0	20	①	2

A11-A12	0.10	0.10	0	20	①	2
A12-0	0.10	0.00	100	10	③	0
合 计						97
①：V=1/2(S1+S2)×L ②：V=1/3(S1+S2+√S1×S2)×L ③：V=1/3×SL						

12) 东面 2#开挖强风化总量，见表 8-12、8-13。

东面 2#	强风化开挖方量估算表 表 8-12					
块段编号	剖面面积 S(m²)		面积差比值(%)	间距 L(m)	采用公式	块段体积 V(m³)
	S1	S2				
A1-A2	206.44	333.37	38	20	①	5398
A2-A3	333.37	336.81	1	20	①	6702
A3-A4	336.81	334.56	1	20	①	6714
A4-A5	334.56	312.90	6	20	①	6475
A5-0	312.90	0.00	100	15	③	1565
合 计						26854
①：V=1/2(S1+S2)×L ②：V=1/3(S1+S2+√S1×S2)×L ③：V=1/3×SL						

东面 2#	强风化开挖方量估算表 表 8-13					
块段编号	剖面面积 S(m²)		面积差比值(%)	间距 L(m)	采用公式	块段体积 V(m³)
	S1	S2				
A6-A7	135.06	107.91	20	20	①	2430
A7-A8	107.91	17.85	83	20	②	1131
A8-A9	17.85	6.18	65	20	②	230
A9-A10	6.18	98.71	94	20	②	864
A10-A11	98.71	140.95	30	20	①	2397
A11-A12	140.95	134.10	5	20	①	2751
A12-0	134.10	0.00	100	10	③	447
合 计						10250
①：V=1/2(S1+S2)×L ②：V=1/3(S1+S2+√S1×S2)×L ③：V=1/3×SL						

13) 汇总表，见表 8-14。

嵊州市三界镇帽窝山地块土石方量分地块计算					
地块编号	总开挖量	土方开挖量	强风化开挖量	中风化开挖量	回填量
西面1#地块	11667m³	187m³	9519m³	1961m³	0
西面2#地块	769m³	0	769m³	0	142m³
东面1#地块	130750m³	2252m³	48910m³	79588m³	0
东面2#地块	52586m³	97m³	37104m³	15385m³	0

8.2 工程概算

(1) 编制依据

①按治理方案设计图、工程量清单；

②《浙江省水利水电工程费用定额及概算编制规定》（2006）；

③《浙江省水利水电建筑工程预算定额》（2010）；

④根据嵊州市当前工程材料市场价格。

(2) 工程概算

工程量概算见表 8-7。

表 8-7 治理工程量及工程概算

序 号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合计（元）	备注
一	建设工程直接费合计				13858103.00	
(一)	土石方工程				10817068.00	
1	土方开挖	m³	2536.00	10.00	25360.00	人工结合机械
2	强风化开挖	m³	96302.00	28.00	2696456.00	人工结合机械
3	中风化开挖	m³	96934.00	33.00	3198822.00	人工结合机械
4	回填	m³	142.00	40.00	5680.00	
5	土石方外运	m³	195630.00	25.00	4890750.00	暂定 3.0km
(二)	锚拉式护面墙工程				615855.00	
1	孔径 90mm, 长 6.0m, Φ28mm 系统锚杆	m	444.00	120.00	53280.00	74 根
2	孔径 90mm, 长 9.0m, Φ28mm 系统锚杆	m	549.00	150.00	82350.00	61 根

3	护面墙 C25 埋石砼浇筑	m³	320.00	850.00	272000.00	
4	挡墙挖基	m³	30.00	60.00	1800.00	机械开挖
5	立模	m²	1800.00	40.00	72000.00	
6	泄水管	m	205.00	25.00	5125.00	含制安
7	反滤包	个	410.00	30.00	12300.00	含制安
8	钢筋制安	kg	15500.00	7.50	116250.00	
9	外运	m³	30.00	25.00	750.00	考虑外运 3km
(三)	截、排水系统工程				62640.00	
1	平台排水沟 C25 砼浇筑	m³	43.20	850.00	36720.00	
2	平台排水沟 立模	m²	648.00	40.00	25920.00	
(四)	锚杆+喷砼工程				832020.00	
1	孔径 50mm, 长 3.0m, φ 25mm 锁口锚 杆	m	513.00	90.00	46170.00	171 根
2	孔径 90mm, 长 3.0m, φ 28mm 锚杆	m	507.00	90.00	45630.00	169 根
3	孔径 90mm, 长 6.0m, φ 28mm 锚杆	m	1998.00	120.00	239760.00	333 根
4	喷砼区域	m³	380.00	850.00	323000.00	
5	钢筋安置	kg	22040.00	7.50	165300.00	
6	泄水管	m	608.00	20.00	12160.00	
(五)	锚杆+格构梁工程				1194520.00	
1	孔径 90mm, 长 9.0m, φ 28mm 系统锚 杆	m	1125.00	150.00	168750.00	125 根
2	孔径 90mm, 长 12.0m, φ 28mm 系统锚 杆	m	1944.00	180.00	349920.00	162 根

3	格构梁立模	m²	2100.00	40.00	84000.00	
4	格构梁 C25 砼浇筑	m³	196.00	850.00	166600.00	
5	钢筋制安	kg	25000.00	7.50	187500.00	
6	喷砼区域	m³	180.00	850.00	153000.00	格构梁内部 喷砼
7	钢筋安置	kg	10500.00	7.50	78750.00	
8	泄水管	m	300.00	20.00	6000.00	
(六)	其他工程				336000.00	
1	锚杆检测费	组	22.00	3000.00	66000.00	
2	脚手架	m²	6000.00	25.00	150000.00	
3	坡顶隔离栅	m	600.00	200.00	120000.00	
二	工程建设不可预见费				692905.15	
1	—*5.0%				692905.15	
三	建设项目总概算（一+二）				14551008.15	

说明：

1、本该概算中未包含政策处理费；

2、由于该项目范围大，区域地形结构复杂，因此本工程采用动态设计，施工过程中遇到问题及时根据实际情况协调、解决。由于该项目土石方量较大，因此，最终的土石方开挖、外运及回填量以第三方储量报告为准；