

宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程 调查及设计方案

 浙江省工程物探勘察设计院有限公司

二〇二三年八月

宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程

调查及设计方案

项目负责：魏振宇
编写：胡钦翔
审核：袁如松
审定：王和

总工程师：刘军强

法人代表：林海

提交单位：浙江省工程物探勘察设计院有限公司

提交时间：二〇二三年八月



资质等级：地质灾害防治工程勘查·甲级
地质灾害治理工程设计·甲级
单位地址：杭州市拱墅区湖墅南路 220 号

电 话：0571-88376619 传 真：0571-88376628 邮 编：310000

证书编号：332018120423
证书编号：332022130057



中华人民共和国

地质灾害防治单位资质证书

(正本)

单位名称: 浙江省工程物探勘察设计院有限公司

资质类别: 勘查

资质等级: 甲级

证书编号: 332018120423

有效期至: 2024年02月01日



发证机关:

发证日期: 2021年02月02日

中华人民共和国自然资源部监制



中华人民共和国

地质灾害防治单位资质证书

(正本)

单位名称: 浙江省工程物探勘察设计院有限公司

资质类别: 设计

资质等级: 甲级

证书编号: 332022130057

有效期至: 2025年07月20日



发证机关:

发证日期: 2022年07月21日

中华人民共和国自然资源部监制

宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程调查及设计方案

专家评审意见

2023 年 08 月 23 日，奉化区莼湖街道办事处组织邀请有关专家（名单附后）对浙江省工程物探勘察设计院有限公司编制的《宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程调查及设计方案》（以下简称《方案》）进行评审，宁波市自然资源和规划局奉化分局到会监督指导。与会人员经现场踏勘、对《方案》认真审阅后，经讨论形成专家评审意见：

一、宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程因历史开挖形成高陡人工边坡，边坡未进行支护，且寺庙人员活动频繁，在降雨入渗、风化、重力等不良因素作用下，易发生崩塌地质灾害，需进行工程治理。

二、编制单位按照现行有关规范、规程，采用收集资料、地形测量、工程地质测绘、现场综合地质调查等综合研究相结合的方法，开展调查、设计工作。《方案》在收集分析现有相关资料的基础上，对建设场地进行了现状调查，通过对治理区的地质环境条件、边坡基本特征及边坡稳定性分析的基础上，结合场地地质环境条件，对边坡 AB、BC 段采用坡率法削坡减载进行治理；对 CD 段边坡采用“主动防护网”进行锚固。为使边坡与周围环境融为一体，治理区边坡 AB、BC 段采用“包塑镀锌铁丝网+厚层基材喷播”进行复绿，平台采用“植生袋围堰 0.5m 移栽灌木”进行复绿，治理思路基本合理可行。

三、《方案》对施工顺序与进度作了安排，图、文、表等清晰、明了，提出了工程质量、施工安全措施与工业卫生、文明施工要求；对工程量进行了统计，对治理费用进行了估算。

四、意见和建议

- 1、优化边坡设计依据以及边坡稳定性分析评价。
- 2、加强信息化施工动态设计原则，施工时发现与方案有出入及时调整。

评审结论：《方案》评审予以通过。编制单位根据专家提出的意见和建议补充修改完善后，可提交使用。

专家组组长：俞明
2023 年 08 月 23 日

专家意见修改对照表

根据 2023 年 8 月 23 日关于《宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程调查及设计方案》评审会专家意见及委托单位要求，我公司对报告修改如下：

序号	专家意见	修改情况
1	优化边坡设计依据以及边坡稳定性分析评价	从现状及削坡后两方面进行了边坡稳定性分析，并进行稳定性计算，计算结果表明，定量计算结果与定性分析结果基本吻合
2	明确编制目的	优化了方案编制原因以及方案编制目的
3	补充剖面线	已在平面图中补充 2 条关键剖面线
4	优化边坡削坡防护措施	增加了相应的坡脚施工防护措施及工作量

修改人：胡钦翔
专家组组长：俞明
2023 年 8 月 23 日

评审专家组名单

项目名称：宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程
评审时间：2023 年 08 月 23 日

专家组	姓 名	单 位	职 称	签 名
组长	俞世明	浙江省地质院	正高	俞世明
成员	俞世明	浙江省地质院	正高	俞世明
	俞世明	宁波市地质灾害防治中心	正高	俞世明

评审会议签到表

项目名称：宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程

姓名	工作单位	联系方式
真智	善济寺	13506676152
戴建峰	奉化区自然资源局	13685881565
卓亮	莼湖街道	15267882401
俞世明	浙江省地质院	13655882279
俞世明	浙江省地质院	15857882289
俞世明	宁波市地质灾害防治中心	13065661530

2023 年 08 月 23 日

目 录

0	前言	1
0.1	目的任务	1
0.2	工程概况	1
0.2.1	地理位置	1
0.2.2	边坡基本概况	1
0.2.3	边坡工程安全等级确定	2
第一部分 地质调查		2
1	调查依据及完成工作量	2
1.1	调查依据	2
1.2	调查工作评述	2
1.3	完成主要工程量	2
2	区域地质环境	3
2.1	气象水文	3
2.2	地形地貌	3
2.3	地层岩性	4
2.4	水文地质条件	4
2.5	工程地质条件	4
2.6	地质构造及区域地壳稳定性	5
3	边坡岩土体结构特征及稳定性分析	6
3.1	边坡岩土体结构特征	6
3.2	边坡岩体物理力学性质指标经验值	8
3.3	边坡稳定性分析及评价	8
3.4	边坡失稳因素及变形破坏模式	8
4	边坡防治方案建议	9
5	结论与建议	9
5.1	结论	9
5.2	建议	9
第二部分 工程治理设计		9
1	边坡支护方案思路	10
1.1	方案设计的依据	10
1.2	方案设计原则	10
1.3	边坡治理设计的具体方案	10
2	防护分项工程技术要求	10

2.1	清坡、削坡	10
2.2	土石方量估算	11
2.3	排水系统	11
2.4	浆砌块石挡墙	11
2.5	锚杆加固	12
2.6	主动防护网	12
2.6	复绿工程	12
2.7	监测点	14
3	施工及要求	14
3.1	清、削坡工程	14
3.2	排水系统	15
3.3	浆砌块石挡墙	16
3.4	锚杆加固工程	16
3.5	主动防护系统	16
3.6	复绿工程	17
4	治理后边坡稳定性计算	19
5	边坡治理工程质量检验、监测及验收	19
6	边坡施工工期	19
7	工程质量保证措施	20
7.1	总目标要求	20
7.2	分项与指标	20
7.3	应急处置	20
8	施工安全、工业卫生	21
8.1	施工安全	21
8.2	雨季施工措施	21
8.3	文明施工及减少扰民降低环境污染和噪音的措施	22
9	工程量统计及费用估算	23

附 图：

序号	图号	图 名	比例尺	图纸尺寸
1	K1-1	地形地质图	1： 1000	A2
2	K2-1	1 号工程地质剖面图	1： 1000	A3
3	K2-2	2 号工程地质剖面图	1： 1000	A3
4	K2-3	3 号工程地质剖面图	1： 1000	A3
5	K2-4	4 号工程地质剖面图	1： 1000	A3
6	S1-1	平面布置图	1： 1000	A3
7	S2-1	1 号治理设计剖面图	1： 1000	A3
8	S2-2	2 号治理设计剖面图	1： 1000	A3
9	S2-3	3 号治理设计剖面图	1： 1000	A3
10	S2-4	4 号治理设计剖面图	1： 1000	A3
11	S3-1	最终境界图	1： 1000	A3
12	S4-1	三角网法土石方量估算示意图	1： 1000	A3
13	S5-1	锚杆大样图	1： 1000	A3
14	S5-2	主动网安装示意图	1： 1000	A3
15	S5-3	排水系统大样图	1： 1000	A3
16	S5-4	“包塑镀锌铁丝网挂网+厚层基材喷播” 大样图	1： 1000	A3
17	S5-5	浆砌块石挡墙大样图	1： 1000	A3
18	S5-6	喷灌系统大样图	1： 1000	A3

0 前言

九峰山治理工程位于宁波市奉化区莼湖街道九峰山水库北侧，治理区北侧、西侧、东侧毗邻山体，南侧为九峰山水库，由于坡脚下存有寺庙，现状边坡存在过高过陡的情况，岩石节理裂隙发育，中上部岩体破碎，且局部存在危岩体，因现状场地无法满足要求，且边坡坡面未进行支护，存在小规模崩塌地质灾害隐患，又因寺院内往来人员较多，在台风降雨等因素影响下随时可能发生崩塌，对寺庙建筑及活动人员生命及财产安全构成威胁。

奉化区莼湖街道办事处委托我院进行应急调查，调查结论为该点存在地质灾害风险，为保证边坡的稳定性，需进行治理消除隐患。受宁波市奉化区莼湖街道办事处委托，我公司承担该边坡的调查及治理工程设计工作。

0.1 目的任务

根据业主要求以及现行有关规范、规程的技术要求，确定本次边坡调查及治理设计的主要目的为对现状边坡及周边地质环境进行地质调查，分析边坡现状稳定性及破坏模式的基础上，选择技术可行、经济合理的治理措施，通过边坡治理工程的实施，实现消除地质灾害隐患，确保建筑及住户生命财产安全。

具体任务如下：

- 1、查明治理边坡的规模形态、岩土体分布规律岩体结构面的基本特征、岩石风化程度、影响边坡稳定的因素及边坡可能发生的灾害形式；
- 2、评价分析现状边坡、自然斜坡的稳定性；
- 3、根据可能出现的地质灾害型式及对边坡稳定性评价的结果，对该边坡提出切实可行、经济合理的治理工程设计方案建议；
- 4、依据地质调查结论，对治理边坡进行治理设计，确保拟建寺庙建筑及活动人员的生命、财产安全以及为寺庙修建提供场地，并进行相应工程量统计及工程估算。

0.2 工程概况

0.2.1 地理位置

治理区位于奉化区人民政府 123°方向，直线距离约 12km 处，行政隶属于宁波市奉化区莼湖街道，距奉化区莼湖街道办事处 342° 方向，直线距离约 3.8km，治理区附近交通便捷，公路路

网较为完善，详见图 0-1。治理区中心地理坐标东经 121°30'22.45"，北纬 29°35'59.48"。



图 0-1 交通位置示意图

0.2.2 边坡基本概况

治理区现状边坡主要包括自然斜坡、早期开挖山体形成的人工边坡。自然斜坡主要位于调查区北西侧，人工边坡顶部，自然坡度约 15~30°，植被发育较好，以乔灌木为主；现状人工边坡坡下为寺庙建筑及配套设施，根据坡向、坡高以及边坡风化程度，现状边坡为岩土混合边坡，边坡高 2.0~23.5m，坡度 35° ~65°，坡体残坡积层较厚约 1.0~2.0m，主要以强风化基岩为主；北侧、东侧（BC、CD 段）边坡为岩质边坡，边坡高 2.0~23.0m，坡度 45° ~65°，主要以强风化基岩为主，开挖后边坡未进行支护治理，现状边坡局部稳定性较差，在长期风化、降雨等诱因下，存在小规模崩塌地质灾害的可能性，一旦边坡发生崩塌，直接威胁坡脚拟建寺庙及活动人员的生命财产安全。

现状边坡划分为 AB、BC、CD 三段边坡，边坡坡脚总长约 114m，整体呈南西-东北走向，坡向南东，总体高度 2.0~23.5m 不等，坡度 35~65°，平面投影面积约为 1100m²，主要为早期开挖

自然山体形成。本次调查设计治理边坡范围主要为场地内人工开挖边坡。

0.2.3 边坡工程安全等级确定

根据上述拟治理边坡现状发育规模及坡体岩性特征，开挖边坡以岩土混合边坡为主，岩体基本质量等级为III-IV类。边坡高度 2.0~23.5m 不等，坡脚为寺庙及配套用房，边坡若发生崩塌等地质灾害将威胁寺庙建筑及活动人员的生命财产安全，破坏后果严重，根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）的 3.2.1 “边坡工程安全等级”表及第 3.2.2 条规定，边坡安全等级为二级。

第一部分 地质调查

1 调查依据及完成工作量

1.1 调查依据

- 1、《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）(2009 年版)；
- 2、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- 3、《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范》（DZ/T 0261-2014）；
- 4、《滑坡防治工程调查规范》（GBT32864-2016）；
- 5、《崩塌防治工程调查规范》（TCAGHP011-2018）；
- 6、《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2021）；
- 7、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；
- 8、《滑坡、崩塌监测测量规范》（DZ/T 0227—2004）；
- 9、《工程测量规范》（GB50026-2007）；
- 10、《工程岩体分级标准》（GB50218-2014）；
- 11、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010（2016 版））；
- 12、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；
- 13、《地质灾害防治条例》（国务院第 394 号令）；
- 14、其他有关设计计算规范、规程等。

1.2 调查工作评述

1.2.1 调查时间

我公司接到任务后，立即进行资料收集，于 2023 年 03 月 04 日及 07 月 07 日先后赶赴调查区开展野外调查及大比例尺地形测量，随后转入内业资料分析整理、绘图及编制方案。

1.2.2 调查范围

根据边坡调查区地形地貌、地质环境条件特征，北、西、东三侧为自然斜坡，治理区南侧为九峰山水库，调查区由 6 个拐点圈定，面积约 0.09km²。详见见表 1-1 及附图 K1-1。

表 1-1 调查区范围拐点编号及坐标

拐点编号	坐标		拐点编号	坐标	
	N	E		N	E
G1	3276981.81	645856.27	G4	3276684.73	646124.53
G2	3276920.06	646049.24	G5	3276561.45	645940.97
G3	3276769.73	646175.15	G6	3276692.64	645827.14
注：CGCS2000 国家坐标系					

1.2.3 工作方法

本次调查工作在技术方法、工作精度上，按照现行的有关规范、规程，采用现场踏勘、收集资料、现场综合地质调查等综合研究方法，按照确定的调查范围开展工作。具体工作如下：

①收集资料

调查工作首先收集了已有的气象水文、区域地形地貌、区域地质、区域稳定性、区域地震和调查区地形图等资料。

②现场踏勘

根据收集资料以及现场的实地踏勘分析边坡存在的潜在灾害，并对岩土体变化较大处及边坡存在潜在灾害的位置等采用照片记录，布置测线分析等。

③综合分析与研究

在研究已有地质资料、现场调查等基础上，分析论证区内构造和岩土体物理力学特征，对人工边坡现状情况进行评价，对可能发生的地质灾害隐患提出防治措施与建议。

1.3 完成主要工程量

本次调查工作通过追索法及穿越法对地质点采用地质罗盘进行岩层结构面产状等地质要素的测绘，并在现场踏勘的基础上，结合区域地质资料进行场地及周边地质环境的分析，工程地质测绘填图，编制相关文本、图件报告。主要完成工作量见表 1-2。

表 1-2 工作量统计表

序号	工作项目	单位	工作量
1	调查面积	km ²	0.09
2	专项地质灾害调查	km ²	0.09
3	调查点	个	16
4	调查路线	km	2.3
5	水文与工程地质调查	km ²	0.09
6	地形测量（1:1000）	km ²	0.36
7	三维实景建模	km ²	0.09
8	工程地质剖面测量（1:500）	条	2
		m	116
9	资料收集	份	3

2 区域地质环境

2.1 气象水文

调查区属北亚热带湿润季风气候区，总的气候特征是：气候温和湿润，四季分明，雨量充沛，冬夏季风交替明显。全年日照时数 1850 小时，无霜期 232 天，年平均气温 16.7℃，一般 7~8 月最热，12~1 月最冷，极端最高气温 43.5℃（2013 年 8 月 7 日），极端最低气温-11.1℃（1977 年 1 月 31 日）。根据 1952~2015 年年降雨量及降雨天数资料，奉化区年平均降雨天数 165 天，降雨天数最多的年份为 1985 年，达 205 天；最少为 2003 年，降雨天数 125 天。多年平均降水量 1573mm（1956~2000 年年平均雨量 1573mm，下同），年最大降水量 2298mm（2015 年），年最小降水量 847mm（1967 年）。

2005 年以来，奉化区主要受台风影响 25 次，其中奉化区平均面过程雨量 100mm 以上的 14 次。近 25 年，奉化区经历暴雨（日降雨量 50mm 以上）106 天，平均每年 4.2 天，其中日降雨量 100mm 以上 10 天，日降雨量 150mm 以上 8 天。最大过程降雨量 582.7mm。暴雨中心重复出现频率高，过程雨量大。

由于奉化依山靠海，特定的地理位置和自然环境使各地气候差异明显。天气复杂，同时也形成了多样气候类型。如沿海一带具有气温年差较小，冬暖夏凉的海洋性气候特色，光照条件较好，但易受台风影响；西部山区则立体气候特征明显，光照、气温、降水随高度变化显著，水资源相

对丰富，但也极易产生洪涝或干旱；而广大平原地区受季风影响明显。一年中，由于季风交替显著，常有春、秋季的低温阴雨，汛期的暴雨和洪涝，夏、秋季的干旱、台风、冰雹、雷电、大风，冬季的霜冻、寒潮、大雪等灾害性天气出现。

调查区内自然山体斜坡未见明显地表水，无冲沟发育。坡脚南东侧可见山间溪沟，场地内已修建坡脚排水沟，宽约 1m，调查时干涸，水量受季节性变化明显；雨季雨水主要以坡面流为主，坡面流水汇集于坡脚排水沟向场地外排泄。

2.2 地形地貌

调查区属侵蚀剥蚀丘陵地貌类型，地形切割一般，区域山体总体地势呈北、东高中间低，调查区最高海拔约 220m，最低海拔约 65m，相对高差约 155m，自然山体坡度一般在 15°~30°（图 2-1）。自然条件下，山体植被发育，覆盖率一般在 80%以上，以乔木、低矮灌木为主。



图 2-1 调查区地貌航片图

调查区人类工程活动频繁，对地貌改造较强，主要为自然斜坡坡脚因寺庙修建平整场地需要对山体进行开挖，形成长约 114m，高 2.0~23.5m 不等，坡度 35~65°，平面投影面积约为 1100m²的人工开挖边坡（照片 2-1）。山体开挖后边坡未进行任何支护，造成了较为严重的地形地貌景观损坏，存在地质灾害隐患。

拟治理边坡主要为调查区人工开挖边坡。



照片 2-1 调查区边坡全貌（镜像北，2023.07 拍摄）

2.3 地层岩性

根据现场调查，结合区域地质资料，边坡所在山体地层包括前第四纪地层与第四纪地层。其中前第四纪地层为白垩系下统高坞组（ K_{1g} ）熔结凝灰岩，第四纪地层主要为残坡积（ $el-dlQ$ ）含碎石粉质粘土。地层由老至新分述如下：

一、前第四纪地层

调查区前第四纪地层为白垩系下统高坞组（ K_{1g} ）熔结凝灰岩，风化面土黄色，新鲜面浅黄色，熔结凝灰结构，假流动构造，岩体节理裂隙较发育。新鲜岩石致密坚硬，抗风化剥蚀能力较强，多呈大块状，完整性较好。岩体风化程度较弱，强风化层厚多在 1.0~2.0m 左右，其下为中风化。

二、第四纪地层

调查区人工边坡表层出露第四纪地层主要为残坡积含碎石粉质粘土（ $el-dlQ$ ），主要成分为碎石、角砾、及粘性土，结构松散，性质不稳定。分布于斜坡表部，厚度分布不均匀，根据对现场裸露边坡调查，厚度一般为 1.0~2.0m。

场地出露地层主要为第四系坡洪积含碎、卵（砾）石粘性土、含粘性土碎石等，灰黄色~棕

黄色，结构松散，主要分布为坡脚地势平缓区域，厚度一般为 1.0~2.0m。

2.4 水文地质条件

据现场调查及区域水文地质资料，按地下水的赋存条件、分布特征等分类依据，调查区内地下水有第四系松散岩类孔隙潜水与基岩裂隙水两类。

1、松散岩类孔隙潜水

①第四系残坡积含粘性土碎石含水层

残坡积层分布于丘陵山体浅表部，含水层厚度一般 1.0~2.0m。由于松散土层空隙较多、大，渗透性较好，水量、水位动态特征随季节降水量、气候变化较大。评估区内含水层厚度较薄，主要接受大气降水补给，以径流方式排泄，地下水位动态随季节变化明显。富水性极贫乏，淡水，水质以 $HCO_3-Na\cdot Ca$ 型为主，水质一般，对钢筋混凝土具微腐蚀性。

②第四系上更新统坡洪积碎砾石夹粉砂土、粘土含水层

分布于建设场地内平缓地带，含水层厚度 1.0~2.0m，地下水位埋深 1.0~2.0m。由于含水层土质较松散，利于降水的入渗及地下水的渗透，透水性中等；该含水层水位埋藏浅，由于含水层分布于斜坡上，地下水补给及径流通畅，地下水迅速向坡下渗流，不利于地下水的赋存，赋水性差，水量贫乏，仅局部有上层滞水。主要接受大气降水入渗补给和基岩裂隙水的侧向补给，补给径流短，动态变化大，以蒸发和下降泉的形式向河流等排泄或补给基岩裂隙水，下降泉一般沿坡体边缘强风化基岩顶板出露。水质以 $HCO_3-Na\cdot Ca$ 型为主，淡水，水质一般，对砼及建筑材料具微腐蚀性。

2、基岩裂隙水

基岩裂隙水含水层岩性为白垩系下统高坞组熔结凝灰岩。地下水主要赋存于构造裂隙和风化裂隙中，连通性差，含水性不均一。上部风化、构造裂隙发育一般，含浅层裂隙潜水。下部岩体趋于完整，呈隔水特征。富水性贫乏，泉点稀疏。主要接受大气降水入渗补给，沿坡向坡脚迳流，局部地形下切，在基岩与上部土体层接触面以泉的形式排泄。根据现场调查，建设场地补给路径较短，其水量较小，且受天气影响较大，雨天相对较大，旱季水量较小或干涸。根据区域水文地质资料，地下水类型主要为 $HCO_3-Na\cdot Ca$ 型，对钢筋混凝土具微腐蚀性。

2.5 工程地质条件

按照地貌特征、地层时代、岩土体成因类型及物理、力学性质不同，调查区地层可分以下几

层并分述如下。

①层：含碎石粉质粘土（el-dlQ）
灰黄、褐黄色，稍湿~湿，稍密；主要成分为碎石、角砾及粘性土，碎石含量一般 10~30%，呈棱角~次棱角状，粒径一般 2~8cm，母岩成分为凝灰岩等硬质岩。粘性土含量占 50~70%，可塑状，结构较松散，属残坡积成因，分布于山体斜坡表部，为边坡坡面松散堆积物的主要物源。厚度一般为 1.0~2.0m。

②₁层：强风化熔结凝灰岩（K₁g）
土黄色，熔结凝灰结构，假流动构造。裂隙面有较多褐色氧化膜，岩体风化较强烈，岩石较硬，锤击声哑，较难击碎。厚度 1.0~2.0m。

②₂层：中风化熔结凝灰岩（K₁g）
浅黄色，熔结凝灰结构，假流动构造。岩质坚硬，单块岩体力学性质好，锤击声脆，不易击碎。

2.6 地质构造及区域地壳稳定性

1、区域地质构造

调查区位于浙闽隆起东南沿海褶皱带，区内以断裂构造为主，褶皱构造不明显。影响奉化区的深、大断裂有两条：长兴-奉化大断裂，在尚田-裘村之间通过，断裂走向北西；温州-镇海大断裂，在桐照附近通过，断裂总体走向北北东向。据收集地质资料及本次调查，拟建场地无区域性大断裂通过，调查区地质构造以岩层面及节理裂隙为主。

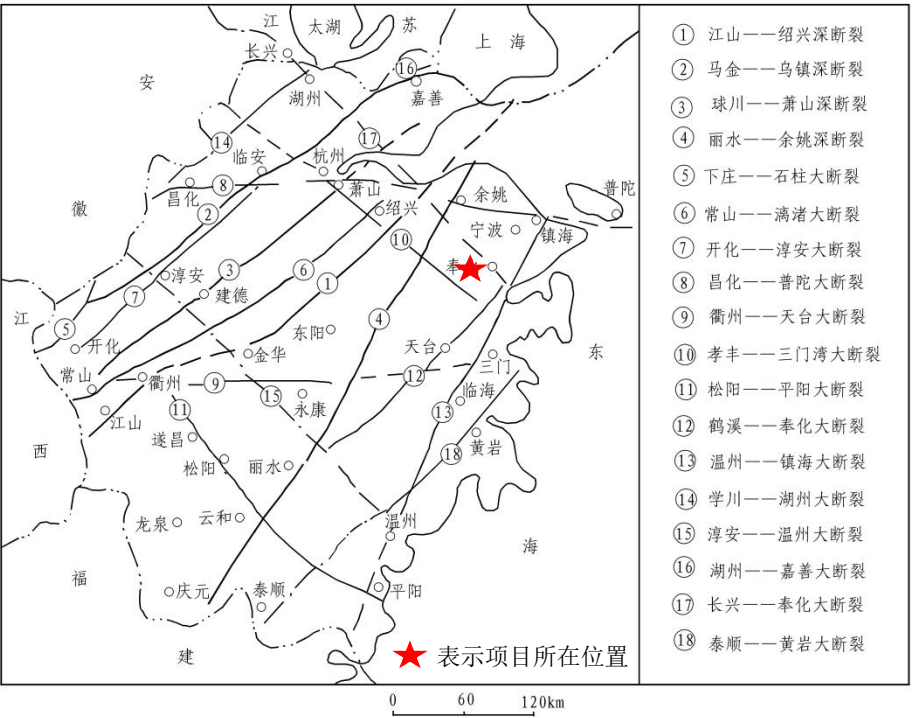


图 2-2 调查区区域构造位置图

2、边坡治理区断裂构造

据现场调查，调查区域未见断裂构造，坡面岩体受风化剥蚀作用，外加地质构造内动力作用影响，节理裂隙较发育。据现场测绘，边坡岩体主要发育三组节理，节理裂隙发育情况如下表 2-1。

表 2-1 治理边坡主要节理裂隙一览表

节理产状	发育特征
49°∠89°	延伸 1~3m，间距 0.2~2.0m，闭合
209°∠46°	延伸 1~4m，间距 0.2~2.0m，闭合
324°∠86°	延伸 1~3m，间距 0.5~1.0m，微张开

3、区域地壳稳定性

调查区所处区域的地震特点是强度弱、震级小、频率低。根据地震台站的历史统计及近期监测资料表明，宁波及邻近地区历史地震很少，震级大多小于 5 级，且震源距调查区距离均较远。

据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），调查区治理区所在区域在 II 类场地类别条件下，地震动峰值加速度为 0.05g，相应的原地震基本烈度为 VI 度，地震活动总的特点是强度较弱，频度较低，区域地壳稳定性属于稳定区。

3 边坡岩土体结构特征及稳定性分析

3.1 边坡岩土体结构特征

治理边坡场地地处剥蚀丘陵区，调查区现状边坡主要包括自然斜坡、平整场地时开挖山体形成的人工边坡。为准确分析调查区斜坡、边坡体现状特征，根据斜坡、边坡倾向、坡面岩体结构及结构面的分布情况等，将所研究对象进行分别描述，依次为：

1、自然斜坡

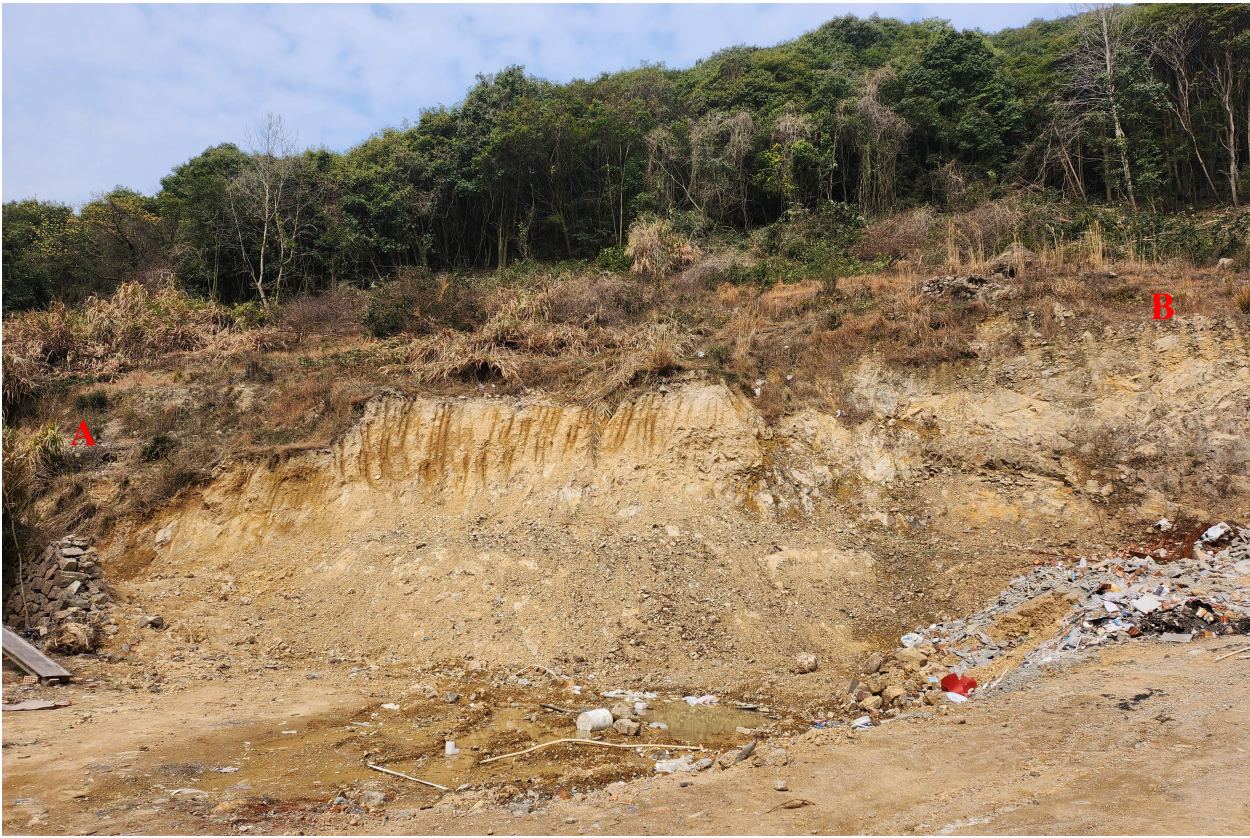
调查区自然斜坡山体自然地形坡度 20~35°，植被发育较好，主要为乔灌木及杂草等，覆盖率一般在 80%以上。丘陵浅部残坡积层厚度一般 1.0~2.0m，下伏基岩为为白垩系下统高坞组熔结凝灰岩，岩体风化程度较强，强风化层厚多在 1.0~2.0m 左右，其下为中风化。自然斜坡区内改造地质环境的人类工程活动较强，主要为坡脚寺庙翻建，自然斜坡现状整体稳定性较好。

2、人工边坡

现状人工边坡坡脚总长约 114m，高 2.0~23.5m 不等，坡度 35~65°，平面投影面积约为 1100m²，主要为场地平整过程中开挖山体形成，开挖坡面坡顶最高高程约+91.05m，坡脚最低标高约+116.48m。人工边坡段坡面上部以残坡积含碎石粉质粘土、中下部以全一强风化凝灰岩为主，岩石风化强度较强。根据现状边坡形态和岩土体特征，将边坡分为三段，分别为 AB、BC、CD 段边坡（详见表 3-1）。

表 3-1 现状开挖边坡规模一览表

段落	坡脚长度（m）	最大开挖高度（m）	开挖边坡坡度（°）	覆盖层厚度（m）	边坡性质
AB 段边坡	56	23.5	45-50	2.0	岩土混合边坡
BC 段边坡	31	23	50-65	1.5-2.0	岩质边坡
CD 段边坡	27	18	65-70	1.0-1.5	岩质边坡



照片 3-1 AB 段边坡全貌（2023.04，镜向北西）

（1）AB 边坡

AB 段边坡位于调查区西侧（照片 3-1），边坡坡脚长约 56m，整体近北东走向，坡向南东，最大开挖高度可达 23.5m，坡面主要出露全-强风化基岩为主，边坡上部为残坡积层含碎石粉质粘土，为岩土混合边坡，自然山体坡度为 20°~35°之间，植被发育较好，主要为竹林、灌木及杂草等，现状自然斜坡稳定性一般。

根据现场调查，AB 段开挖边坡总体稳定性较好，坡面岩体风化较严重，边坡上部松散覆盖层在 2.0m 左右，边坡开挖后未进行支护处理，部分危岩体或不稳定土体在不利工况下易发生小规模崩塌等地质灾害。



照片 3-2 BC 段边坡全貌（2023.07，镜向北）

（2）BC 边坡

BC 段边坡位于治理区北侧（照片 3-2），边坡坡脚长约 31m，整体近南西-北东走向，坡向南东，最大开挖高度可达 23m，坡面主要出露强风化基岩为主，边坡上部为残坡积层含碎石粉质粘土，主要为岩质边坡，自然山体坡度为 20°~35°之间，植被发育较好，主要为竹林、灌木及杂草等，现状自然斜坡稳定性一般。

根据现场调查该段边坡岩体节理裂隙发育，裂隙与坡面组合易形成楔形体，且坡面岩体较破碎，在强降雨等不利条件下易发生小规模崩塌等地质灾害。



照片 3-3 CD 段边坡全貌（2023.07，镜向北）

（3）CD 边坡

CD 段边坡位于治理区北侧（照片 3-3），边坡坡脚长约 27m，整体近东西走向，坡向南，最大开挖高度可达 18m，坡面主要出露强风化基岩为主，为岩质边坡，自然山体坡度为 20°~35°之间，植被发育较好，主要为竹林、灌木及杂草等，现状自然斜坡整体稳定性良好。

根据现场调查，该段边坡坡面主要出露强风化基岩，岩体属较硬岩，边坡整体稳定性较好，上部覆盖层较薄，但岩石节理裂隙发育，岩石较破碎，易发生小规模掉块，且坡脚距离寺庙建筑最近仅 2.5m，仍需对边坡进行防护，防止发生危险，对坡脚建筑以及活动人员造成影响。

3.2 边坡岩体物理力学性质指标经验值

依据边坡岩土体结构发育特征，类比类似工程经验，治理边坡岩土体力学性质指标经验值的选取参加下表 3-2。

表 3-2 边坡岩土体及结构面物理力学性质指标经验值一览表

地层 编号	岩土名称	天然重度 (KN/m³)		抗剪强度				锚杆粘 结强度 标准值	挡墙底 基底摩 擦系数	容许坡 率
				天然		饱和				
				c	Φ	c	Φ			
		天然	饱和	kpa	°	kpa	°	kpa		
①	含碎石粉质粘土	18.0	19.0	20	18	15	12	150	0.40	1： 1
② ₁	强风化凝灰岩	22.5	23.0	50	35	45	30	700	0.55	1： 0.60
② ₂	中风化凝灰岩	25.0	25.5	80	45	70	35	1200	0.70	1： 0.50

注：以上参数是参考有关规范和资料，并结合地区经验而得出的经验值，仅供设计参考。

3.3 边坡稳定性分析及评价

根据影响边坡稳定性的主要原因有边坡区地形地质条件、坡体结构特征、集中降雨及人类工程活动等。根据调查区边坡工程地质特征，结合现场调查，边坡稳定性分析如下：

1、自然斜坡

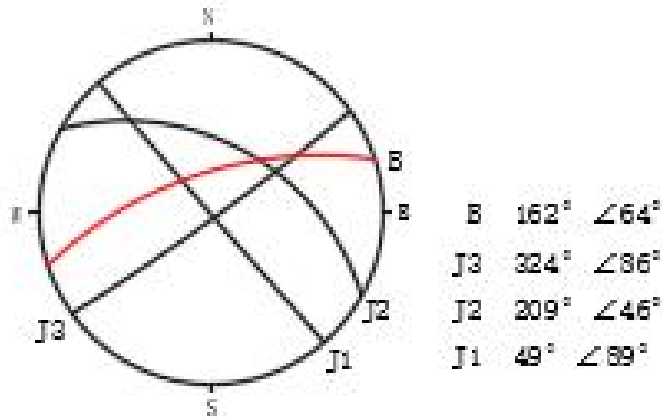
自然斜坡山体自然地形坡度 20~35°，植被发育较好，主要为乔灌木及杂草等，覆盖率一般在 80%以上。丘陵浅部残坡积层厚度一般 1.0~2.0m，下伏基岩为为白垩系下统高坞组熔结凝灰岩，岩体风化程度较强，强风化层厚多在 1.0~2.0m 左右，其下为中风化。自然斜坡区内改造地质环境的人类工程活动较强，斜坡表部未见危岩等不利地质现象，自然斜坡现状整体稳定性较好

2、人工边坡

调查区边坡应力分布及整体稳定性分析：现状边坡岩体以强风化基岩为主，岩体本身性质一般，在一般工况条件下不存在发生大规模破坏的迹象。因此，边坡整体稳定性一般，但因开挖边坡风化裂隙、节理裂隙较发育，且边坡顶部松散覆盖层与全风化层较厚，加之开挖扰动的影响，坡面浅表部岩体易沿强风化层，在长期风化、降雨入渗、重力等作用下，边坡局部发生失稳。

根据现场调查，坡区下部基岩节理裂隙较发育，主要有 3 组，分别为 49°∠89°（J1）、209°∠46°（J2）、324°∠86°（J3），延伸长度一般<4m，间距多在 0.2~2.0m 之间。节理面多平直、闭合，

受长期风化、降雨入渗及开挖震动影响部分呈微张状。根据边坡赤平投影图分析（图 3-1）边坡三组结构面，有两组在不稳定区域内相交，易发生楔形体滑移破坏，但现状边坡整体坡面较完整，未发现较大断裂面，发生大规模崩塌可能性较小，但易发生小规模掉块的可能性。



组合：评价基本稳定

3.4 边坡失稳因素及变形破坏模式

1、 边坡变形破坏影响因素

据上述分析，结合类似边坡失稳经验，治理边坡变形破坏的发生主要与以下因素有密切关系。

（1）地形地貌

边坡区位于山体斜坡地带，自然斜坡地形坡度在 15°~30°，开挖后形成的人工边坡高度较高，坡度较陡，边坡高、陡的形态特征有利于地质灾害的产生。因此，边坡高度较大，坡度陡，为发生地质灾害的不利地形条件。

（2）地层岩性

边坡区浅表部主要分布有 1.0~2.0m 不等的松散覆盖层，主要包括含碎石粉质粘土等，结构松散，物理力学性质较差；其下为强风化及中风化基岩，其中强风化层厚约 1.0~2.0m，多呈碎块状，风化厚度不均，力学性质存在较大的差异，边坡岩土体物理力学性质一般或较好，且在边坡临空面结构面结合程度差，影响了边坡岩土体的完整性和稳定性，遇水力学强度大大降低，地下水入渗使其抗剪强度降低，易导致边坡产生变形破坏或崩塌失稳。

（3）地下水

水是产生边坡失稳的重要因素之一，降雨（特别是大暴雨、特大暴雨或持续降雨）入渗将导

致岩土体饱水，在增加了岩土体重度（即增大下滑力）同时，降雨入渗导致结构面软化，降低了结构面的抗剪强度，加之静、动水压力对坡体稳定性也将产生不利影响，因此导致坡体、地基稳定性降低。

（4）人类工程活动

人类工程活动是引发本工程边坡失稳的重要因素。在斜坡前沿存在切坡，形成临空面，破坏了岩土体原有的应力平衡，导致岩土应力重新分布，集中在临空面处，易引发边坡失稳；以及工程活动引发的震动，导致上部松散覆盖层结构松散，在不利工况影响下易发生小规模崩塌、滑坡地质灾害。

2、 场地边坡变形破坏模式分析

通过对调查区边坡、岩土体结构特征及变形破坏影响因素等的分析，调查区边坡上部松散覆盖层影响较小，主要为结构面与坡面组合产生滑移形成小规模崩塌，因此调查区边坡变形破坏模式主要为崩塌、滑坡两种破坏模式，对治理区边坡变形破坏模式分析详见表 3-3。

由上述可知，治理区边坡在降雨、自重、风化裂隙等内外因多重作用下，边坡存在滑塌的可能。开挖边坡坡脚为寺庙建筑物，边坡失稳直接威胁坡脚寺庙及活动人员的生命财产安全。因此，有必要对边坡进行工程治理，消除安全隐患。

表 3-3 调查区边坡主要变形破坏模式分类表

边坡位置	变形破坏模式	失稳特征	破坏机制	破坏面形态
坡顶	崩塌	上部残坡积层较薄处沿强风化接触带产生失稳	沿强风化接触带产生失稳	土质崩塌
坡体	楔形体破坏	沿结构面交线产生滑移，形成随机的小规模可移动块体，以崩、滑方式失稳	剪切—滑移破坏，结构面临空	两个以上结构面组合，形成岩质崩塌
坡体	滑坡	边坡坡体沿着软弱层发生滑动	沿软弱交界面发生滑动	岩土质滑坡

4 边坡防治方案建议

根据调查成果，调查区边坡开挖后未进行支护，且边坡上部分布有含碎石粉质粘土，结构松散，物理力学性质较差，人类工程活动较剧烈，在降雨入渗、风化、重力等不良因素作用下，易发生崩塌、滑坡等地质灾害。

建议采用的工程措施建议为：AB 段、BC 段边坡采用坡率法进行削坡减载，坡面采用厚层基材喷播绿化消除视觉污染；CD 段边坡采用“主动防护网”锚固。为使边坡与周围环境融为一体，

治理区边坡采用“包塑镀锌铁丝网+厚层基材喷播”进行复绿，平台采用“厚层基材喷播”进行复绿，同时对现状边坡在治理施工完成后，应对边坡变形的长期监测、巡查和观测。

5 结论与建议

5.1 结论

1、本次宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程调查工作，严格按照有关规范、规程的及委托要求进行，基本查清了边坡所在位置的地质环境、岩土体分布特征及其主要边坡失稳形式，达到边坡地质灾害调查的有关技术要求，为下一步边坡治理提供了地质依据。

2、调查区地形地貌条件较简单，出露的地层主要为白垩系下统高坞组（K_{1g}）熔结凝灰岩，地质构造以节理裂隙为主，未发现有大断裂通过，残坡积层、强风化层厚度较大，物理力学性质较差，强-中风化基岩岩体完整性一般，水文地质、工程地质条件简单，人类工程活动较强烈，对地质环境影响程度较强烈。因此，调查区地质环境条件复杂程度为中等复杂类型；

3、调查区现状人工边坡坡脚总长约 114m，高 2.0~23.5m 不等，平面投影面积约为 1100m²，主要为修建寺庙过程中开挖山体形成。坡面岩体风化裂隙、节理裂隙较发育，局部松散覆盖层较厚，在降雨入渗、风化、重力等作用下易发生崩塌、滑坡等地质灾害；开挖边坡坡脚为寺庙及其配套用房，边坡失稳将直接威胁坡脚寺庙及活动人员的生命财产安全，为消除地质灾害安全隐患，采取治理工程是十分必要的。

4、根据相关设计方案以及周边的类似工程，治理区所在的岩土体力学性质指标详见表 3-2。

5.2 建议

1、对边坡治理方案可参照 4 节进行，但不拘于报告中所提出的建议，应从实际出发优化整治方案，全过程采用“信息化施工，动态设计”；尽可能采用施工简便，经济合理的有效措施。

2、现状边坡部分坡段坡度过陡，且距离建筑物较近，在边坡施工前及治理过程中，应加强对边坡的巡查，做好施工区域的隔离。

3、施工时，若改变场地边坡现状或发现与本报告调查成果出入较大的不良地质问题，应及时通知我公司。

第二部分 工程治理设计

1 边坡支护方案设计思路

边坡治理工程位于宁波市奉化区莼湖街道九峰山水库北西侧，由上述调查成果可知，治理区现状边坡整体处于较稳定状态，发生整体失稳可能性小，但存在局部小规模崩塌或滑坡可能性。边坡坡脚现状紧邻寺庙，一旦发生地质灾害，破坏后果严重，根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），该边坡工程安全等级为二级。因此，治理边坡进行有效的工程治理设计施工很有必要。

结合调查成果及建议，类比类似工程经验，按照安全、可靠、经济，合理、技术可行施工便利的原则，边坡采用坡率法进行削坡减载，部分坡面采用主动防护网进行加固；坡面采用厚层基材喷播消除视觉污染。为使边坡与周围环境融为一体，治理区平台采用“平台下挖 0.3m 覆土移栽灌木”，宕底采用“下挖 1.0m 覆土回填坡表 1.0m 种植乔木”进行复绿。

1.1 方案设计的依据

根据委托方的要求并依据有关法律、法规、条例及治理区的地形地貌和现状特征进行编制。

- 1、《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）；
- 2、《地质灾害防治工程设计规范》（DB50/T029-2019）；
- 3、《砌体结构设计规范》（GB50003-2011）；
- 4、《建筑地基基础设计规范》（DB/T1136-2017）；
- 5、《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010，2015 年版）；
- 6、《地基与基础工程施工及验收规范》（GB50202-2018）；
- 7、《混凝土结构工程施工及验收规范》（GB50204-2015）；
- 8、《砌体结构工程施工质量验收规范》（GB50203-2011）；
- 9、场地规划以及其他有关设计计算规范、规程；
- 10、调查成果资料。

1.2 方案设计原则

根据边坡工程地质环境条件，边坡治理工程设计原则如下：

- 1、确保边坡安全的前提下，选择经济合理，技术可行，施工便利的原则，及时优化边坡治

理方案；

- 2、贯彻全过程动态设计原则，采用信息施工法，根据反馈信息，及时完善、优化设计。

1.3 边坡治理设计的具体方案

依据总体设计思路，本治理边坡具体设计方案为：

- 1、AB、BC 段坡脚依地形，因考虑坡脚原地形凌乱不规则，且局部存在危岩体，坡脚少量内退确保消除危岩体，因边坡底部标高主要集中在+66.0m,为后期实施能尽快回复成林地，宕底部分开挖至+65.0m,施工后采用坡表土进行回填，回填至+66.0。最终边坡分别以+66.0m、+69.0m、+73.0m 标高为基准，第一级边坡由南至北按 1:0.6~1:0.75 坡率削坡，单级边坡高 4.0~15.0m，形成+81m 平台后与现状边坡坡脚衔接，第二级边坡按照 1:1 坡率削坡，单级边坡高 13.0m，平台宽度 3.0m；CD 段边坡以坡脚高程为基准，西侧边坡与 BC 段相连，东侧边坡不对现状边坡进行削坡，以清坡为主；

- 2、治理区内汇水面积一般，坡顶修建宽 0.8m，深 0.6m，厚 0.15m 的截水沟，沿场地两侧排出场外；坡脚设置宽 0.5m，深 0.5m，厚 0.15m 的排水沟，将排水沟接入截水沟经西侧涵管排出场地外，截水沟与排水沟连接处以及排水沟跨平台设置的位置设置集水井，控制流速，沉淀泥沙。

- 3、边坡削坡完成后，最上级台阶设置系统锚杆进行加固，横纵间距 2.0m×2.5m，CD 段边坡未进行削坡，但为防止发生掉块采用“主动防护网”进行锚固；

- 4、为了与周边环境相协调，边坡采用“包塑镀锌铁丝网+厚层基材喷播”进行复绿，平台采用“厚层基材喷播+下挖 0.3m 移栽灌木”，宕底采用“下挖 1.0m 覆土种植乔木”进行复绿。

2 防护分项工程技术要求

2.1 清坡、削坡

- 1、削坡采用机械开挖作业，需自上而下进行，采用镐头机破碎、挖掘机铲装，施工前需做好施工放样工作，要求坡面规整，不留松散岩土体，削坡区主要为林地，经初步核查林地类型为四级林地，具体面积以林地审批面积确定，施工开挖前因做好林地报批相关工作，林地面积约为待坡面清、削坡工作基本结束后必须由专人对宕面进行系统排查，以确保消除滑落、崩塌等隐患。

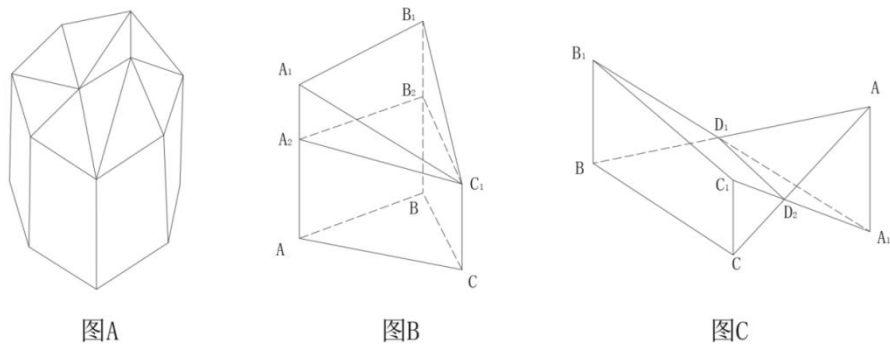
- 1、清坡采用人工及机械清理，如小型撬棍，严禁采用凿岩方式及底脚撬动方式清理，顺序应自上而下进行。对于撬动有困难的松石(生根块石)，不能贸然清理，要查清其与周围岩块的接触关系，当其成为上部岩块的主要支撑石时，则不清理。严禁上下工作面位于同一区段内，防止

清坡时发生不必要的伤害事故。

- 1、清坡以清理坡面浮石、浮土、危岩体为主；
- 2、清坡时应应对坡顶植被根系包裹松散层，上部松散土体及浮动根系进行清除；
- 3、清坡后组织中间验收，现场检查清坡合格后，方可进行下一步工序；
- 4、清坡后应进行稳定性分析，必要时对方案进行动态调整。

2.2 土石方量估算

根据本工程实际，采用 CASS 两期间土石方量算法进行计算，计算方法为三角网法。三角网法是通过生成不规则三角网，使整个计算土石方的地形形成了由三角锥组成的集合（图 A）。并根据给定设计高程确定零平面。把这些三角形分为两种情况种是全挖方或全填方（图 B），另一种是既有挖方又有填方（图 C）。然后根据数学公式将每个不规则三角形的体积计算出来，以“+”表示填方，以“-”表示挖方。最后，分别统计体积为“+”和体积为“-”的形体的体积总和，这样“+”的体积总和就是该地形内的填方数，“-”的体积总和就是该地形内的挖方数。



1.全挖或全填的三棱柱形 ABC-A₁B₁C₁(图 B)，分为 C₁-A₁A₂B₂B₁ 与 A₂B₂C₁-ABC 两部分进行计算获得，计算公式如下：

$$V = \frac{1}{3} \times S (AA_1 + BB_1 + CC_1)$$

式中 S 为三角形 ABC 的面积；AA₁、BB₁、CC₁ 为已知地面高程与给定设计高程之间的高差。

2.部分挖与部分填的三棱柱(图 C)，可分解为楔体 D₁D₂-B₁C₁CB 和三棱锥 A₁-AD₁D₂ 两部分。楔体体积 V₁ 计算公式如下：

$$V_1 = \frac{1}{3} \times S_2 \times BB_1 + \frac{1}{3} \times S_3 (BB_1 + CC_1)$$

三棱锥体积 V₂ 计算公式如下：

$$\frac{1}{3}$$

$$V_2 = \frac{1}{3} \times S_4 \times AA_1$$

式中 S₂、S₃、S₄ 为三角形△BD₁D₂、△D₂BC、△AD₁D₂ 的面积；AA₁、BB₁、CC₁ 为已知地面高程与给定设计高程之间的高差。

设计工作量：根据计算本次削坡方量为 15330m³，其中土方 2203m³，石方 13127m³；场地内宕底绿化回填自用土方为 1084m³，平台绿化回填自用土方为 67m³，挡墙自用量 124m³；剩余土石方 14055m³，其中剩余土方 1052m³，石方 13003m³，削坡土石方量根据政府部门相关要求进行处理。

表 2-1 土石方量估算统计表

项目	削坡	宕底绿化	平台绿化	浆砌块石挡墙	需处置土石方
开挖土方（m ³ ）	2203	/	/	/	剩余土方 1052m ³ ，石方 13003m ³ ，共 14055m ³ 。
开挖石方（m ³ ）	13127	/	/	/	
自用土方（m ³ ）	/	-1084	-67	/	
自用石方（m ³ ）	/	/	/	-124	
合计（m ³ ）	15330	-1084	-67	-124	

注：以上数值不考虑堆土压实或流失等原因引起的土方量变化，具体方量以实际工作为准。

2.3 排水系统

1、坡顶修建截水沟，宽 0.8m，高 0.6m，壁厚 0.15m，采用 C25 混凝土浇筑，内配 Φ8@200×200 双向钢筋网，沟底铺设 0.1m 碎石垫层；

2、+73.0m 平台与+65.0m 坡脚修建排水沟，宽 0.5m，高 0.5m，壁厚 0.15m，采用 C25 混凝土浇筑，内配 Φ8@200×200 双向钢筋网，沟底铺设 0.1m 碎石垫层；

3、东侧截水沟与排水沟相连通过预制涵管接入九峰水库库区中；

4、截水沟与排水沟连接处以及排水沟跨平台设置的位置设置集水井，控制流速，集水井尺寸为 1m×1m×1m，厚度 0.15m；

设计工作量：截水沟全长 166m，排水沟全长 60m，基础开挖 182m³，C25 混凝土 76m³，钢筋 1.9t，碎石垫层 17m³；1 个集水池，基础开挖 2m³，C25 混凝土 2.4m³。

2.4 浆砌块石挡墙

1、宕底采用浆砌块石挡墙支护，挡墙地面上高 4m，挡墙后回填碎石土，墙顶采用 10cm 厚的 C25 砼浇筑；

- 2、挡墙墙背坡率 1:0.2，墙面坡率 1:0.3，墙底坡率 0.1:1，墙趾台阶高 0.5m，宽 0.3m，基础置于强风化层，埋深不小于 0.8m，置于中风化层，埋深不小于 0.5m；
- 3、挡墙采用浆砌块石砌筑，石材强度不低于 MU30，砌筑水泥砂浆用 M7.5；
- 4、墙身泄水管设置 2 排，梅花形布置，横向间距 2.5m，竖向间距 1.0m，外倾 5%坡率，下排泄水管距地面不小于 0.8m；
- 5、挡墙尺寸及结构参见挡墙大样图。

设计工作量：挡墙全长 30m，基础开挖 20m³，块石用量 124m³，水泥砂浆 42m³，C25 混凝土 2.4m³。

2.5 锚杆加固

由于上部边坡残坡积层厚度一般，岩石节理裂隙发育，岩石较破碎，所以上部边坡采用系统锚杆进行加固，锚杆采用 $\phi 25\text{mmHRB400}$ 螺纹钢筋，孔径 90mm，坡面横纵间距 $2.0\times 2.5\text{m}$ ，呈矩形布置，倾角 20° 。

2.6 主动防护网

本次设计选用 GPS-2 主动防护系统，本产品适用于存在小块孤危石或强破碎岩体且整体稳定性较好的岩质边坡防护，主要对边坡浅表层岩体进行加固。增设内层格栅可防护更细小落石。

防护系统通过锚杆和支撑绳固定方式将钢丝绳网或格栅网覆盖在有潜在地质灾害的坡面上，阻止塌落石发生和限制崩岩活动范围，防止落石危害。系统的传力过程为“柔性网—缝合绳—支撑绳—锚杆稳定地层”；网型：钢丝绳 + 钢丝格栅；结构配置：系统钢丝绳锚杆 + 支撑绳 + 缝合绳，孔口凹坑 + 张拉。

- a.钢丝绳：钢丝绳锚杆、纵横向支撑绳、钢丝绳网和缝合绳均采用钢丝强度不小于 1770Mpa 的高强度绳，并采用不低于 AB 级的热镀锌防腐处理。
- b.钢丝绳锚杆：单根 $\phi 16$ 钢丝绳从中点弯折成双股并在一端留置环套，环套内嵌置鸡心环。
- c.支撑绳：纵向支撑绳采用 $\phi 12$ 钢丝绳，横向支撑绳采用 $\phi 16$ 钢丝绳。
- d.镀锌网：包塑镀锌铁丝网采用 14#PVC 包塑镀锌铁丝网，其中铁丝丝径 $\geq 2\text{mm}$ ，网孔尺寸为 $5\text{cm}\times 5\text{cm}$ 。
- e.钢丝绳网：采用 $\phi 8$ 钢丝绳编制，菱形网孔边长为 300 mm，成品网块尺寸规格 $4\text{m}\times 4\text{m}$ 或 $4\text{m}\times 2\text{m}$ 。编网用十字卡扣的材质、结构尺寸和压接工艺必须保证其抗错动拉动力在 5kN~8kN 之

间(两根相互交叉的钢丝绳，在交叉节点处用十字卡扣固定后，使其中一根钢丝绳沿受力方向滑出的拉力最大)。抗脱落拉力不小于 10kN(两根相互交叉的钢丝绳，在交叉节点处用十字卡扣固定后，使两根钢丝绳沿其交叉碾法线方向发生分离力最大)。

表 2-2 GPS2 型主动防护系统单位构件参数表

名称	D0/08/300 钢丝绳网	横向张拉绳	纵向张拉绳	缝合绳	$\phi 16$ 绳卡	$\phi 12$ 绳卡	$\phi 8$ 绳卡	钢绳锚杆	钢绳锚杆	S0/2.2/50 钢丝绳网
规格	4.5m*4.5m	$\phi 16$	$\phi 12$	$\phi 8$	$\phi 16$	$\phi 12$	$\phi 8$	2 $\phi 16\times 3\text{m}$	2 $\phi 16\times 2\text{m}$	2m*10m

设计工作量：设计主动防护网面积约 574m^2 。

2.6 复绿工程

对一级边坡、未进行大规模削坡区域采用“包塑镀锌铁丝网+厚层喷播”进行复绿；平台与宕底采用“覆土移栽乔灌木”进行复绿。

1、包塑镀锌铁丝网+厚层基材喷播

1) 短锚钉制作

按设计布置锚钉孔位，锚钉纵横向间距为 $500\times 500\text{mm}$ ，用风钻(电钻)凿孔，钻孔深度超深2cm，孔深250mm，钻孔方向与坡面垂直，孔径为8mm。锚钉安装时，应长短交错，且锚钉露出坡面长度为4cm。钢锚钉拟采用长为300mm的“L”形锚钉。

2) 包塑镀锌铁丝网铺设和加固

在锚钉安装之后方可进行包塑镀锌铁丝网铺设的铺设和锚钉锚固。用直径为C6，长为300mm的“L”形锚钉，每平方米5个梅花形布设。

包塑镀锌铁丝网采用14#PVC包塑镀锌铁丝网，其中铁丝丝径 $\geq 2\text{mm}$ ，网孔尺寸为 $4\text{cm}\times 4\text{cm}$ 。铺设时网应当拉紧，网间搭接长度不小于10cm，并每隔30cm用18#铁丝绑扎，网与坡面的间隙不小于6cm。坡顶延伸100cm，开沟并用 $\varnothing 14\text{mm}$ ，长度大于50cm的桩钉固定后回填。坡顶固定后，自上而下铺设。

对局部不平顺坡面应增加锚钉密度，以保证铁丝网贴附坡面；对边坡上部岩石风化程度较高的坡面，应增长锚钉，以保证铁丝网与坡面牢固结合。

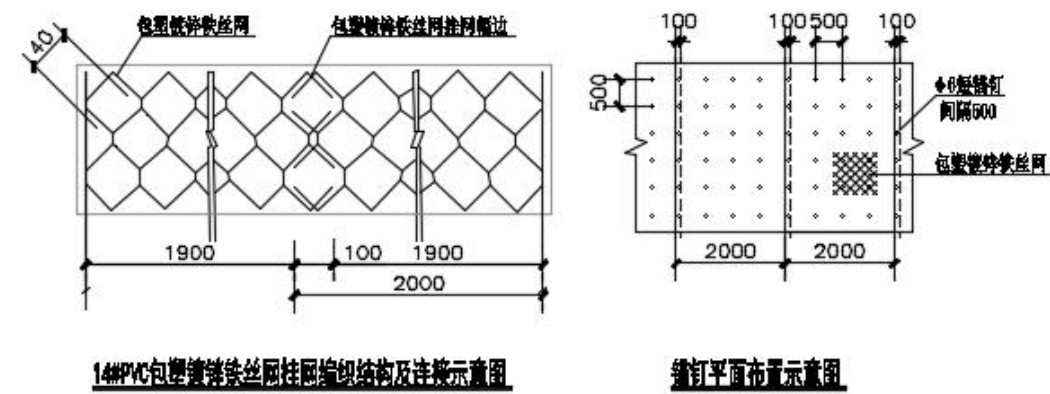


图 2-1 包塑镀锌铁丝网的铺设和加固

3) 施工安装注意事项

①锚钉安放前必须除锈并在运输过程中防止污染，以利于与水泥砂浆的粘接。

②锚孔灌浆前采取临时堵孔或遮盖措施，防止杂物落入孔内。灌浆材料的水泥砂浆严格按照设计的配合比进行配制。

③本工程中的灌浆采用压浆，由孔底开始返浆式灌注，直至灌注的孔口浓浆外溢。注浆过程中若漏浆现象严重，则采用封堵措施及间歇多次注浆法，每次注浆管口均需置于前次注浆砂浆所选顶面，以保证注浆饱满，砂浆初凝收缩后，尚应进行补浆。灌浆完成28h内不得敲击和碰撞锚杆。

4) 厚层基材喷播

①拌和基材混合物

上述安装程序完成后，经检验合格后方可进行厚层基材的喷播施工，混合材料的配比（重量比）见表2-2，基质理化技术指标见表2-3。

表 2-2 边坡喷播用基质原材料配合比

材料名称	壤 土	泥炭土	草纤维	谷 壳	有机肥	复合肥	磷 肥	保水剂	粘合剂	微生物
材料用量	100 kg	16 kg	5 kg	5 kg	20 kg	30 g	50 g	35 g	35 g	100g

注： 施工时可根据现场情况和施工经验在粘合剂等用量上作适当调整。

表 2-3 基质理化技术指标

类别	检测项目	单 位	方法依据	基准范围
物 理 性	基材平均厚度	cm	坡面随机取 20 点	≥12
	基质平均硬度	硬度指数	山中式硬度计	10~22

化学性能	容重	g/cm ³	《土壤农化分析》	0.8~1.2
	龟裂宽	cm		≤0.5
	基质侵蚀面积	%		无沟蚀
	有机质	g/kg	LY/T 1237~1999	≥40.0
	全氮	g/kg	LY/T 1228~1999	≥2.5
	全磷	g/kg	LY/T 1232~1999	≥1.0
	全钾	g/kg	LY/T 1234~1999	≥20.0
	速氮	mg/kg	LY/T 1229~1999	≥150
	速磷	mg/kg	LY/T 1233~1999	≥100
	速钾	mg/kg	LY/T 1236~1999	≥250
	pH		LY/T 1239~1999	5.5~7.5
	电导率（EC）	mS/cm	《土壤农化分析》	0.2~3.0
	阳离子交换量（CEC）	cmol/kg	《土壤农化分析》	≥12.0
备注	检测结果（除基质层平均厚度外）以风干样计。			

②进料

采用人工进料的方式，将拌和均匀的基材混合物倒入喷射机。绿化基材、纤维、种植土及混合植被种子按设计比例依次倒入混凝土搅拌机料中搅拌，搅拌时间不少于1min。绿化基质材料配合要达到良好的多孔性、渗透性、吸水性、保水性、保肥性、抗冲刷性和长效性。喷播基质层厚度不小120mm。

③喷射尽可能从正面进行，避免仰喷，凹凸部及死角部分要充分注意。基材混合物的喷射分二次进行，第一次喷射不含种子的基材混合物，用喷射机械将混合材料加水及PH缓冲剂等，大压力、大比重喷射至岩石面上，以保证铁丝网与岩层间不留空隙并与坡面充分接触，喷播基质层厚度平均不小于12 cm。第二次喷射含种子的基材混合物，喷附到第一次喷附固结的混合材料上，厚度为2cm。对喷射范围作标志线，计算出喷射区的面积，根据材料配比计算出所需基材混合物的总量。喷射按自左至右、从上到下的顺序进行，确保无任何漏喷。

④厚层基材喷播植物种子选择：

a、植物种类的选型原则

- ① 冷季型草和暖季型草结合（适应冬夏气候）；
- ② 豆科和非豆科结合（豆科根瘤菌固氮）；
- ③ 草本和木本结合（固土和抗旱能力不同）；
- ④ 落叶植物和常绿植物结合（冬季不全枯黄）；
- ⑤ 乔、灌、草、花结合（立体多层次绿化）；

- ⑥ 深根与浅根植物结合；
- ⑦ 植物搭配的多样性原则；
- ⑧ 普通树种和色叶树种的搭配；
- ⑨ 外来种与乡土种的恰当组合；

喷播用种子配合比（种子掺入基质材料中搅拌混合后喷入坡面）按表2-4。

表 2-4 喷播植物种子名称及配比

序号	植物名称	用量（g/m²）	序号	植物名称	用量（g/m²）	备注
1	紫穗槐	1.5	11	女贞	1.5	
2	盐肤木	2	12	狗牙根	1	
3	美丽胡枝子	2	13	紫花苜蓿	2.5	
4	刺槐	1	14	高羊茅	3	矮生耐旱型
5	多花木兰	1	15	白三叶	0.5	
6	伞房决明	0.5	16	野菊花	0.5	
7	小腊	1	17	构树	2	
8	荆条	0.5	18	马棘	2	
9	臭椿	0.5				
10	马尾松	1	合计		24.5	

注：可根据施工时间进行适时调整品种、用量。

2、覆土移栽乔灌木

平台采用下挖 0.3m 覆土移栽灌木，种植间距 0.5×1.0m，宕底采用下挖 1.0m 覆土种植乔木，种植间距 2.5m×3.0m，下挖坡率 1:1。

回土时，土质要采用客土或透气性较好的松质熟土，回土过程中应及时清理土块垃圾。为了提高苗木成活率，可以将营养土和细颗粒土搅拌进行回填。

在树木种植时，一定要注意树木的形态，及时调整方向，将树形较好的一面作为观赏面，以达到最好的观赏效果；灌木种植时，土壤颗粒不得有粒径超过 3cm 的土块，确保土球埋与土壤中。若土质过差，要搅拌营养土进行改良处理。

设计工作量：喷播面积共 2458 m²，乔木种植面积 1152 m²，灌木种植面积 223 m²，回填土使用场地内开挖土方。

2.7 监测点

本边坡预定布置 6 个监测点。主要布设在边坡坡顶、坡脚，施工时可根据现场情况作调整。监测点全部采用水泥、砂浆现场浇固有“十”字中心的钢筋标志，作测量照准用。观测点凿孔深

度不少于 20cm，标志顶部露出地面不少于 2cm。

②监测方式

监测内容为边坡水平位移和竖向位移。边坡水平位移报警值为 50mm，控制值为 70mm。水平位移变形频率连续三天不得大于 5mm/天。边坡竖向位移报警值为 50mm，控制值为 70mm。竖向位移变形频率连续三天不得大于 5mm/天。

③监测频率

采用人工定期巡视。施工初期，每天 1 次，后可延长至每 3 天观测 1 次，暴雨期及雨后数天内每天观测一次；施工结束后，观测间隔旱季 10~20 天，雨季 7~15 天，台风暴雨季节应增加监测频率。并做好观测结果记录，分析边坡变形趋势，做好预警预报。

3 施工及要求

3.1 清、削坡工程

清坡：清除表层浮土、浮石。

1、边坡清理必须按照方案要求进行，对确定清理地段进行自上而下清理，消除存在的危岩、松动岩块和残留在坡面上的块石；

2、局部边坡坡脚若存在构筑物的，施工前尤其需要做好坡脚临时拦挡措施，防止削坡过程中发生危险；

3、边坡清理坡度应符合设计要求，严禁出现反坡、坑槽；

4、清理下来的弃石不得堆放在边坡坡体上，应合理安置；

5、清理坡面要稳定平顺，坡面平整度控制±0.10m。

削坡：施工需按由上而下分层、分台阶、分段施工；落渣方式采用机械平面倒渣和坡面溜渣方式；石渣采用机械挖装，汽车外运。块度控制值不得大于 450mm×450mm×450mm（长×宽×高）。

开挖时必须按设计台阶和坡率进行，台阶高程允许偏差值±300mm；坡率允许偏差值±0.5°，不得超挖、欠挖；每级、每段施工后，应及时清除坡面、台阶浮石，经监理和设计验收后，方可进入下一层开挖。

在开挖作业前，边坡外端应设置明显的标志，作业前须自上而下先检查、撬净浮石、险石；不同时在同一立面上、下方垂直作业；在施工过程中严禁掏底开挖，杜绝坡底超挖和坡顶欠挖。

上、下台阶同时作业的挖掘机，应沿台阶走向错开一定的距离；在上部台阶边缘安全带进行辅助作业的挖掘机，应超前下部台阶正常作业的挖掘机最大挖掘半径的 3 倍距离，且不小于 50m；针对机械开挖开采时的倒堆作业，还应采取如下措施：

- ①严禁同一垂直方向上、下同时进行作业；
- ②挖掘机工作时，其平衡装置外型的垂直投影到台阶坡底的水平距离，应不小于 1m；操作室所处的位置，应使操作人员危险性最小；
- ③挖掘机倒堆作业时，必须有安全员在现场指挥下，方可进行作业；
- ④不得在虚坡上进行卸载，卸载下方不得站人；挖掘机作业时，悬臂和铲斗下面及工作面附近，不应有人停留；
- ⑤倒堆平台宽度不小于 7m，确保挖掘机倒堆作业安全；
- ⑥倒堆作业时，下部铲装平台必须设立安全警戒范围，在滚石危及范围内，禁止人员进入；
- ⑦挖掘机进行倒堆作业前，必须先对高边坡侧上的浮、险石清理，确保高边坡稳定后，方可进场作业；
- ⑧挖掘机必须通过检查，确认其车况良好后，才能进场作业；挖掘机汽笛或警报器应完好，进行各种操作时，均应发出警告信号；挖掘机驾驶员必须持证上岗；
- ⑨挖掘机应在作业平台的稳定范围内行走。挖掘机上下坡时，驱动轴应始终处于下坡方向；铲斗应空载，并下放与地面保持适当距离；悬臂轴线应与行进方向一致；
- ⑩挖掘机作业时，悬臂和铲斗下面及工作面附近，不应有人停留。挖掘机、前装机铲装作业时，铲斗不应从车辆驾驶室上方通过。装车时，汽车司机不应停留在司机室踏板上或有落石危险的地方。

施工过程中，如有边坡变形量过大等异常现象时，应立即暂停作业，撤离施工人员并及时通知我公司及各相关单位，并及时采取应急措施进行处理，待处理妥善后方可继续施工。

3.2 排水系统

- 1、测量放线
- 2、水沟基坑开挖

开挖应安排在适宜的时间施工，保护路基和防止水土流失。对于天然湿度接近最佳含水量、构造均匀，不致发生坍塌、移动、松散或不均匀下沉的基土，应采取垂直开挖方法。不符合无支护加固垂直开挖的基坑必须加支撑开挖，水沟深度不大时，一般在沟内两侧用木板垂直开挖，加

水平横撑杆对撑。开挖时应尽量减少对路基的扰动，应选择无雨时作业，注意防水，沟壁超挖部分应用混凝土回填。

3、木模板制安装

计算沟墙内壁尺寸，用 5cm 厚的木板拼成宽等同于沟墙内壁尺寸的面板，刨光，两端及中部加 10cm×10cm 木杆做背肋。连接杆用 10cm×10cm 木杆制作，其长度分别为沟底、沟顶宽度减去面板及背肋厚度。在已初凝的沟底混凝土上定出沟墙底定位线，安装水沟内侧两边模板，在木模板背肋两端安装连接杆件，用扒钉钉牢实。在墙顶部位设临时支撑托住木模板，墙身混凝土灌注至顶部时拆除。若矩形沟顶部需要预留盖板槽，则只需待水沟墙混凝土灌注至预留盖板槽高度时，在盖板槽位置上安设加工好的木条继续浇筑完混凝土即可。

4、沟身混凝土灌注

混凝土应采用机械拌制，其配合比应通过实验确定。混凝土灌注前，水沟基坑应予清理，不得有浮土，垃圾等杂物。对干燥的黏性土基面，应用水润湿，对未风化的岩石，应用水清洗，但其表面不得有积水。沟底混凝土灌注应按伸缩缝分段连续进行，各分段内混凝土应一次灌完，当允许间歇时间超出要求时，应按灌注中断处理，同时留置施工缝。

混凝土试块的制作，每工作班拌制的同一配合比的混凝土，取样不少于 1 组，每组 3 块。

5、沟墙混凝土灌注

沟墙混凝土灌注前应对模板、支架等分别检查，符合要求后方可灌注混凝土，检查的内容有：模板的高程、位置；模板支撑的稳定性；脱模剂的涂刷情况。灌注混凝土前应将模板内的杂物清除，木模板应用水润湿，但不得有积水。

混凝土灌注施工时，一般先灌筑沟底混凝土，待其初凝后（常温下 24h），再立沟墙模板灌注边墙混凝土，亦可将沟底混凝土与沟墙混凝土一次立模灌注完成。沟身混凝土应按一定厚度、分层灌注，各分段内的混凝土应一次性灌完。混凝土灌注过程中表面出现析水的，应采取措施予以消除，不得扰动已灌注的混凝土。

6、混凝土振捣

振捣棒各插入点间距应均匀，插入式振捣棒的移动间距不宜大于振捣器作用半径的倍。最大不超过 50cm，振捣时应“快插慢拔”。振捣时，振捣棒应自然沉入混凝土，不得用力猛插，宜垂直插入，并插到尚未初凝的下层混凝土中 5~10cm，以使上下层相结合。振捣时，振捣时不得碰撞模板，预埋部件。每一振点的振捣时间延续时间宜为 20~30s，以混凝土不再沉落，不出现

气泡，表面呈现浮浆为度。

- 7、混凝土养护
- 混凝土灌注完成后，应在收浆后 12h 内覆盖和洒水养护。

3.3 浆砌块石挡墙

挡墙砌筑应分段跳槽开挖，分段长 5~10m，禁止大面积开挖，边坡长时间裸露，以免边坡在施工过程中出现垮塌现象。

- 1、构造：墙顶采用 C25 砼克顶，厚度为 10cm；墙面采用 M7.5 水泥砂浆勾缝；
- 2、材料：墙身材料采用强度不低于 MU30，块石上下面应尽可能平整，块石厚度不应小于 200mm。砂浆材料采用 M10 水泥砂浆；
- 3、砌筑：坡脚护坡挡墙必须分段开挖砌筑，严禁大断面开挖。基槽开挖验收合格后应及时施工挡土墙基础。浆砌块石挡墙采用座浆法砌筑，砂浆稠度不宜过大，所用砂浆宜用机械拌合，块石表面应清洗干净。砌筑时要分层错缝砌筑，砌筑过程所有的块石应坐在新拌的砂浆上，砂浆必须饱满，不允许采用灌浆方法砌筑。基底及墙址台阶转折处，不得做成垂直通缝；
- 4、排水：施工前应做好地面排水，保持基坑干燥，岩石基坑应使基础砌体紧靠基坑侧壁，使其与岩层结为整体。墙身砌出地面后，基坑应及时回填夯实，并做成不小于 5%的向外散水坡，以免积水下渗而影响墙身稳定。护坡挡墙墙背应铺设大于 0.3m 厚的砂砾石反滤层，墙体排水管坡体一端应用土工布包裹。挡墙上应设置向墙外坡度不小于 5%的泄水孔，横向间距 2.5m，竖向间距 1.0m，折线墙背的易积水处必须设置泄水孔；
- 5、分缝：挡土墙沉降缝与伸缩缝合在一起，间距 10~15m 设置一道，而在地形变化、挡墙高度变化以及拐角处都应设置，缝宽 2~3cm，缝内以沥青木板或沥青麻丝等沿缝内、外、顶三方填塞，填塞深度不小于 20cm；
- 6、墙后填土：挡墙后侧需要回填，顶部用粘土压实，防治雨水入渗，回填后的边坡平台以 10%的坡率外倾，便于坡面水排泄顺畅。宜采用透水性好的碎石土，应分层夯实。需待墙体砂浆强度达到设计强度的 70%以后，方可回填墙背填料，墙后填土的压实系数均应达到 0.9，接着进行上一层墙体的砌筑。分层夯实时要注意墙身不要受到影响，以保证施工过程中墙身的稳定；
- 7、验槽及地质编录：挡墙基础施工属于隐蔽工程，施工过程中，应做好基底岩性编录及各种施工检验记录，加强验槽。

3.4 锚杆加固工程

锚杆采用主筋直径 25mm 砂浆锚杆，锚孔孔径为 D90mm；锚杆入射角 20°。锚杆长度由分别为 6.0m、9.0m 不等。锚杆坡面横纵间距 2.0×2.5m，锚杆以入中风化基岩大于或等于 3m 控制（坡顶风化层厚度较大时以入强风化 3m 控制）；钻孔的孔深、孔径均应符合设计要求。

- (1) 钢筋锚杆采用 Φ25mmHRB400 螺纹钢筋制作，φ6.5mmHPB235 钢筋对中支架，钻机成孔 φ90（110）mm，为全长粘结型锚杆。
- (2) 系统钢筋锚杆长度为见设计图。
- (3) 锚杆头制作按设计图制作。
- (4) 锚杆孔距允许误差±100mm，成孔倾角偏差±5%，钻孔深度超出锚杆设计长度不小于 0.2m。锚杆安装前清除孔内岩粉、积水等杂物；钢筋应除锈、调直，锚杆体每间隔 1.5m 设一对中支架，以确保杆体砂浆握裹厚度。
- (5) 注浆采用 M30 水泥砂浆，配合比宜试验确定，注浆压力 0.5~1.0MPa。注浆用水泥采用强度等级为 42.5R 的普通硅酸盐水泥。

3.5 主动防护系统

- a.钢丝绳锚杆布置：钢丝绳纵横标准间距为 4.5m×4.5m(与网块尺寸为 4m×4m 钢丝绳对应)，对部分边沿区域，为减少不必要的覆盖区域采用网块尺寸为 4m×2m 的钢丝绳网，相应的锚杆纵横标准间距为 4.5m×2.5 m。锚杆孔尽量布置在天然低洼处（局部可对锚杆的间距进行适当的调整），以确保系统尽可能贴紧坡面；局部区域根据实际需要可增补锚杆，增补的锚杆用钢筋锚杆。锚杆孔向下倾斜与水平方向的夹角不小于 15°。
- b.钢丝绳锚杆长度和锚固力：上部钢绳锚杆长度均为 3m，其抗拔力不小于 60kN，其余钢绳锚杆长度均为 2m，其抗拔力不小于 50kN，增补锚杆长度为 1m~2m，其抗拔力不小于 50kN。
- c.支撑绳：纵横向支撑绳均穿过沿程钢丝绳锚杆的环套，并用紧线葫芦张拉手感不在松动为止，两端用绳卡固。
- d.铁丝格栅：格栅覆盖全部防护区域，网块间搭接宽度不小于 5cm，网块间及网块与支撑绳间需用铁丝绑扎。
- e.钢丝绳网：每相临四根钢丝绳锚杆构成的一个矩形挂网单元内铺设一张钢丝绳网，网块与支撑绳间缝合张拉连接。

（1）施工安装方法

施工顺序：根据治理工程现状，采用先设置锚杆后铺设格栅施工顺序。其优点是孔径不受限制，钻孔工作不受格栅影响，格栅不受砂浆污染等。

a.清除坡面危岩体及威胁施工安全的浮土及浮石，对不利于施工安装的和影响系统安装后正常功能发挥的局部地形进行适当修整和局部加固。

b.从防护区域下沿中部开始向上和两侧放线测量确定锚杆孔位(根据地形条件，孔间距可有0.3m 的调整量)，在孔间距允许的调整量范围内，尽可能在低凹处选定锚杆孔位；对非低凹处或不能满足系统安装后尽可能紧贴坡面的锚杆孔(一般连续悬空面积不得大于 5m²，否则增设局部锚杆，增补锚杆采用 $\phi 12$ 带弯钩的钢筋)。在每一孔位处凿一口径 20cm,深 15~20cm 的凹坑（深度不小于锚杆外露环套长度）。

c.按设计深度钻凿锚杆孔并井清孔，孔深大于设计锚杆长度 5cm~10cm，孔径 $\phi 50$ 。

d.注浆并插入锚杆，浆液标号不低于 M20，水泥砂浆灰砂比 1:1~1:2，水灰比 0.45~0.50，水泥宜 425 普通硅酸盐水泥，中粗砂粒径不大于 3mm，确保灌浆液饱满。在进行下一道工序前，注浆液养护不少于 3d。

e.安装纵横向支撑绳，张拉紧后两端各用 2~4 个绳卡与锚杆外露环套固定连接(支撑长度小于 15m 时用两个，大于 30m 时用四个，在 15m 和 30m 之间的用 3 个)。

f.从上向下铺挂格栅网，格栅网间重叠宽度不小于 5cm，两张格栅网间以及必要时格栅网与张拉绳间用 $\phi 1.5$ 铁丝进行扎结，扎结点间距一般不大于 1m。

g.从上向下铺设钢绳网并缝台，缝合绳用 $\phi 8$ 钢绳，每张钢绳网均用一根长约 31m 的缝合绳与四周支撑绳进行缝合并进行预张拉。缝合绳两端各用两个绳卡与网绳进行固定联结。

h. 用 $\phi 1.2$ 铁丝对钢绳网和格栅网间进行相互扎结，扎结点纵横间距 $\pm 1.0m$ 。

（2）施工安装注意事项

a.锚杆安放前必须除锈并在运输过程中防止污染，以利于与水泥砂浆的粘接。

b.锚孔灌浆前采取临时堵孔或遮盖措施，防止杂物落入孔内。灌浆材料的水泥砂浆严格按照设计的配合比进行配制。

c.本工程中的灌浆采用压浆，由孔底开始返浆式灌注，直至灌注的孔口浓浆外溢。注浆过程中若漏浆现象严重，则采用封堵措施及间歇多次注浆法，每次注浆管口均需置于前次注浆砂浆所选顶面，以保证注浆饱满，砂浆初凝收缩后，尚应进行补浆。灌浆完成 28h 内不得敲击和碰撞锚

杆。

（4）施工安装注意事项

①锚钉安放前必须除锈并在运输过程中防止污染，以利于与水泥砂浆的粘接。

②锚孔灌浆前采取临时堵孔或遮盖措施，防止杂物落入孔内。灌浆材料的水泥砂浆严格按照设计的配合比进行配制。

③本工程中的灌浆采用压浆，由孔底开始返浆式灌注，直至灌注的孔口浓浆外溢。注浆过程中若漏浆现象严重，则采用封堵措施及间歇多次注浆法，每次注浆管口均需置于前次注浆砂浆所选顶面，以保证注浆饱满，砂浆初凝收缩后，尚应进行补浆。灌浆完成 28h 内不得敲击和碰撞锚杆。

3.6 复绿工程

1、包塑镀锌铁丝网挂网+厚层基材喷播

（1）工艺流程

工艺主要包括清坡、放样、锚钉成孔、安装、挂网、潮润坡面、喷射基材、滴灌系统安装、植被种植、交验前养护管理等，其工艺流程见详图 3-1。

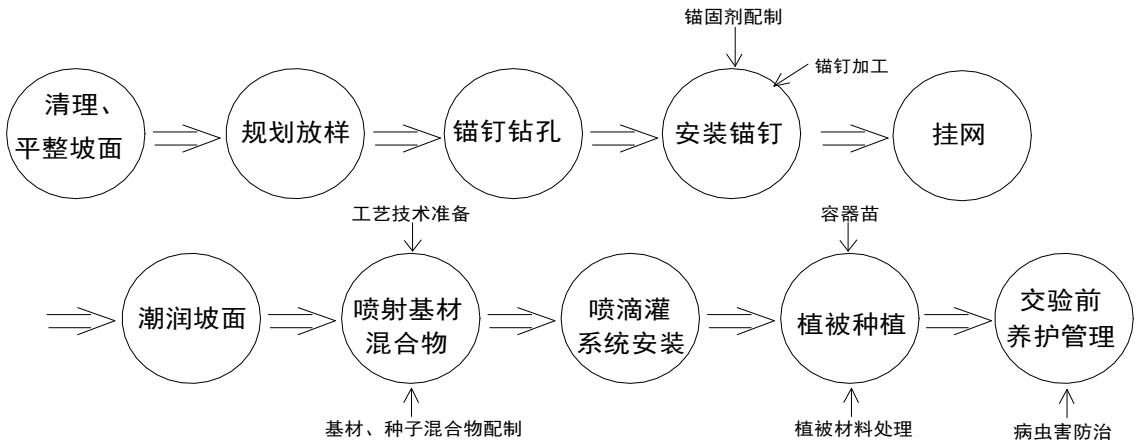


图 3-1 包塑镀锌铁丝网+厚层基材喷播工艺流程

（2）主要施工工艺及技术措施

①固网短锚钉制作、安装

在坡面清理、平整完成后，按设计规划进行放样，挂网短锚钉采用 C6 钢筋制作，钢锚钉拟采用“L”形，长 300mm，其中锚钉露出坡面长度为 4cm，入岩长度 300mm，按设计布置锚钉孔位，锚钉纵横向间距为 500×500mm，用电钻或风钻凿孔，钻孔方向与坡面垂直，孔径为 8mm，

钻孔深度超深 2cm，孔深 250mm。成孔后，用注浆机将 7.5 # 的水泥砂浆注入孔内，再将锚钉插入孔中，使锚钉与水泥砂浆紧密结合。锚钉安装时，应长短交错。

②包塑镀锌铁丝网铺设和加固

在固网短锚钉制作、安装固定之后方可进行包塑镀锌铁丝网铺设。为防锈和延长网的使用寿命，特采用 14#PVC 包塑镀锌铁丝网，其中铁丝丝径 $\geq 2\text{mm}$ ，网孔尺寸为 $5\text{cm} \times 5\text{cm}$ 。铺设时网应当拉紧，网间搭接长度不小于 10cm，并每隔 30cm 用 18 # 镀锌铁丝绑扎，网与坡面的间隙不小于 6cm。坡顶延伸 100cm，开沟并用 C14，长度大于 50cm（松散层、风化层厚度较大时，加大锚钉长度，确保坡顶铁丝网稳固）的桩钉固定后回填，顶部锚钉分布位置为 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 的 4 个角上各 1 个。坡顶固定后，挂网自上而下铺设，注意坡顶网材延长 100cm，采用锚钉加固后将网材覆土下压。

对局部不平顺坡面应增加锚钉密度，以保证铁丝网贴附坡面；对边坡上部岩石风化程度较高的坡面，应增长锚钉，以保证铁丝网与坡面牢固结合。

包塑镀锌铁丝网（单层）的铺设和加固见图 3-2、包塑镀锌铁丝网挂网+厚层基材喷播剖面示意图见图 3-3。

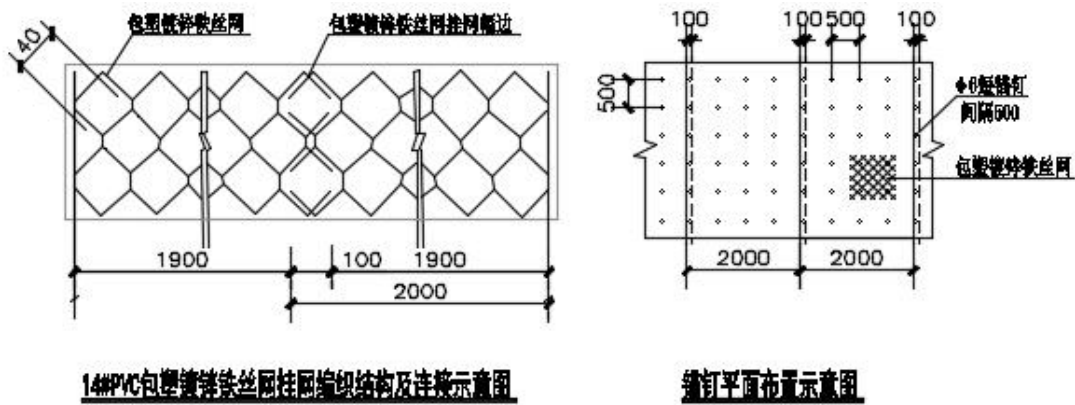


图 3-2 包塑镀锌铁丝网（单层）的铺设和加固

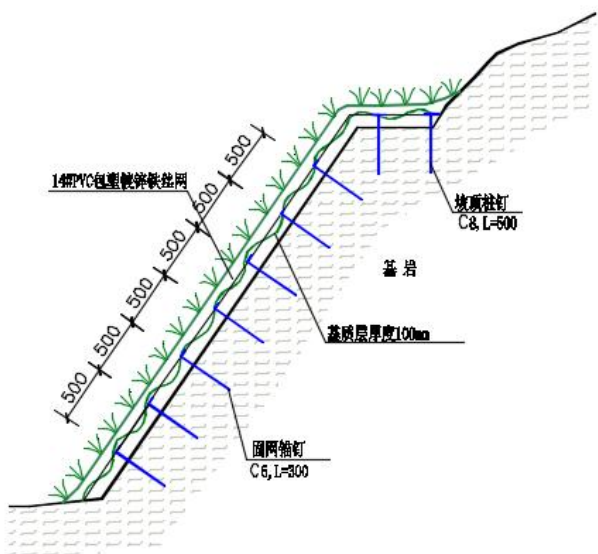


图 3-3 包塑镀锌铁丝网挂网+厚层基材喷播剖面示意

③厚层基材喷播

A、拌和基材混合物

上述安装程序完成后，经检验合格后方可进行厚层基材的喷播施工，混合材料的配比（重量比）见表 2-1，基质理化技术指标见表 2-2。

B、进料

采用人工进料的方式。共两次喷播。第一次喷播进料为基材混合物（不含种子），将晒干的泥炭土、腐殖土（过筛）和木（草）纤维、保水剂及缓释复合肥、粘合剂等绿化基材按设计比例依次倒入混凝土搅拌机料中搅拌，用搅拌机搅和均匀，搅拌时间不少于 1min。要求绿化基质材料配合要达到良好的多孔性、渗透性、吸水性、保水性、保肥性、抗冲刷性和长效性。将拌和均匀的基材混合物与适量的水倒入喷射机进行喷射。

第二次喷播进料为基材混合物+含种子将晒干的泥炭土、腐殖土（过筛）和木（草）纤维、保水剂及缓释复合肥、粘合剂等绿化基材和植物种子按设计比例依次倒入混凝土搅拌机料中搅拌，用搅拌机搅和均匀，搅拌时间不少于 1min。要求绿化基质材料配合要达到良好的多孔性、渗透性、吸水性、保水性、保肥性、抗冲刷性和长效性。将拌和均匀的基材混合物与适量的水倒入喷射机进行喷射。

C、喷射

尽可能从正面进行，避免仰喷，凹凸部及死角部分要充分注意。基材混合物的喷射分二次进行，第一次喷射不含种子的基材混合物，用喷射机械将混合材料加水及 PH 缓冲剂等，大压力、

大比重喷射至岩石面上，以保证铁丝网与岩层间不留空隙并与坡面充分接触，喷播基质层厚度平均不小于 120mm。第二次喷射含种子的基材混合物，喷附到第一次喷附固结的混合材料上，厚度为 20mm。对喷射范围作标志线，计算出喷射区的面积，根据材料配比计算出所需基材混合物的总量。喷射按自左至右、从上到下的顺序进行，确保无任何漏喷。

在坡面上喷播基质层厚度平均为 100mm。鼓励基质层能做得厚的地方尽量厚一点，这样植物生长好，更能应对坡面缺水和高温干旱，以后养护管理上也能节省投入。

D、厚层基材喷播植物种子选择：

a、植物种类的选型原则

- ① 冷季型草和暖季型草结合（适应冬夏气候）；
- ② 豆科和非豆科结合（豆科根瘤菌固氮）；
- ③ 草本和木本结合（固土和抗旱能力不同）；
- ④ 落叶植物和常绿植物结合（冬季不全枯黄）；
- ⑤ 乔、灌、草、花结合（立体多层次绿化）；
- ⑥ 深根与浅根植物结合；
- ⑦ 植物搭配的多样性原则；
- ⑧ 普通树种和色叶树种的搭配；
- ⑨ 外来种与乡土种的恰当组合；

喷播用种子配合比（种子掺入基质材料中搅拌混合后喷入坡面）按表 2-4。

④坡面常绿和彩色树种苗木补植绿化

为保证由喷播种子生长出来的木本和草本植物在冬季即使落叶或枯黄后坡面上仍有绿色存在，以及平时季节有彩色或开花树种，对在喷播后的边坡结合坡面条件，栽种女贞、小叶女贞、侧柏、桧柏（蜀桧）、红叶石楠、枫香、青冈、木荷、云南黄馨、小腊、继木、夹竹桃等抗旱常绿多彩植物。种植密度为株高 20~40cm 容器苗，每 4 平方米面积 1 株。栽植植物按适地适树原则混合分散种植，以营造自然野生式景观。

2、前期养护

厚层基材喷播施工完成后，必须定期进行养护，养护内容包括浇水、施肥、补种、病虫害防治等。在养护期内，应一直保持坡面湿润至草种全满、齐苗。在干旱季节应适当增加浇水次数，雨季适当减少。后期浇水应遵循“多量少次”的原则。

高温季节及雨季，可覆盖遮阳网，待草生长高度达 4~5cm，揭开遮阳网，以免阻碍植物生长。施工完成一个月后，应全面检查草本植物生长情况，对于生长明显不均匀的位置应予补播处理。

施工中后期植被逐渐演替发展，达到预定的植物群落形成、水土保持、景观恢复等目标，应进行保育和更新等维持作业，同时开展植物的病虫害防治工作。工程施工结束后要求两年的养护期。

4 治理后边坡稳定性计算

第一级边坡由南至北按 1:0.6~1:0.75 坡率削坡，单级边坡高 4.0~15.0m，形成+81m 平台后与现状边坡坡脚衔接，第二级边坡按照 1:1 坡率削坡，单级边坡高 13.0m，平台宽度 3.0m；CD 段边坡以坡脚高程为基准，西侧边坡与 BC 段相连，东侧边坡不对现状边坡进行削坡，以清坡为主，以上诉坡率为参数进行稳定性计算，计算安全系数为 1.424，满足二级边坡治理要求。

5 边坡治理工程质量检验、监测及验收

1、施工开始前应完成施工组织设计，施工过程中应做好记录，并由专人负责，并与设计图纸及勘查资料进行对比，发现问题及时报告，以便及时调整和完善已有的设计方案，即进行动态设计和信息化施工，达到经济合理和安全可靠的目的。

2、边坡治理施工中应进行阶段验收，工程结束后，要进行全面验收。

3、施工过程中，施工单位委派专人对边坡周围进行巡视，雨天应加强巡视频率，出现坡体松动或裂缝等现象，立即通知各方主体单位。

4、边坡变形监测以施工安全监测和长期监测为主，布网点供长期监测利用。在施工期间，监测结果作为判断边坡稳定状态、指导施工、反馈设计和防治效果检验的重要依据。长期监测为在治理工程竣工后，对边坡进行动态跟踪，了解边坡稳定性变化特征。

5、本项目治理施工必须有具备地质灾害治理专业资质单位组织施工完成。

6 边坡施工工期

根据各单项工程的施工特点，以及各分项工程量、相互干扰因素和施工难度，建议各分项施工项目按以下程序进行：施工前准备—坡面清坡、削坡—场地平整—中间验收—测量放线—截、排水沟—主动网—喷播复绿—监测桩埋设—验收，施工工期预期 100 天，边坡施工工期预计如下表（施工工序见表 5-1）。

表 5-1 边坡防治施工顺序表

<div>时 间</div> <div>项 目</div>	施工之日~ 第 25 天	第 26 天~ 第 50 天	第 51 天~ 第 75 天	第 76 天~ 第 100 天
施工准备	—			
清坡、削坡	—	—		
场地平整			—	
中间验收			—	
截、排水沟			—	
主动网			—	
喷播复绿			—	—
监测桩埋设				—
验收				—

7 工程质量保证措施

7.1 总目标要求

工程质量目标：合格

质量保证体系：为实现上述质量目标，施工单位在本工程应委派优秀的项目经理，负责该工程的建设，在工作中认真贯彻执行 ISO9002 质量体系，在政府质监部门、业主及监理公司的共同指导下，以项目经理部为质量管理核心，建立质量管理控制体系，具体实现质量管理的目标和措施。

7.2 分项与指标

- 1、培训教育
- 认真抓好职工质量意识教育，牢固树立“质量是企业的生命”的观点。
- 2、建立质量责任制
- 认真执行 ISO9002 建立健全的经国家认证机构审核通过的质量保证体系，实行包括项目经理在内的岗位责任制，并制定严格的奖罚制度，对工程全过程，全方位进行严格控制。

7.3 应急处置

- (1) 响应分级
- 针对事故危害程度、影响范围和单位控制事态的能力，将事故划分为一般事故、较大事故、

重大事故和特别重大事故。按照分级负责的原则和项目部应急领导小组的责任划分，根据事故类型明确应急响应级别。

- (2) 响应程序
- 1) 项目经理部必须高度重视施工安全，牢固树立“安全第一，预防为主”思想在施工中严格安全管理，尽量避免发生安全事故。
- 2) 当发生轻微事故时，可由项目副经理指挥工程技术部、质安部、物资设备部现场提出抢救整改意见，监督落实，并以书面形式上报项目经理主管领导。
- 3) 当发生重大事故时。由项目副经理负责迅速召集各应急教授队伍和调集救援物资进行抢险救灾，避免事态进一步扩大。同时以最快速度向主管领导汇报事故损失估算情况。
- 4) 应急救援小组组长对事故处理意见向各级领导上报，上报内容必须包括发生的时间、地点、过程、损失情况、采取的措施、整改情况、调查结论和初步处理意见等。特大事故必须及时向公司领导详细汇报，由公司领导确定对项目经理的最终处理意见或结论。

- 5) 处置措施
- a、机械伤害事故处置措施：
- 发生各种机械伤害时，应先切断电源，再根据伤害部位和伤害性质进行处理。
- 根据现场人员被伤害的程度，一边通知急救医院，一边对轻伤人员进行现场救护。
- 对重伤者不明伤害部位和伤害程度的，不要盲目进行抢救，以免引起更严重的伤害。
- b、机械伤害事故引起人员伤亡的处置
- 迅速确定事故发生的准确位置、可能波及的范围、设备损坏的程度、人员伤亡等情况，以根据不同情况进行处置。
- c、交通伤害事故处置措施：
- 事故发生后，事故现场人员应及时组织现场其他人员临时救护，并将受伤人员送往安全地带，同时通知项目部的值班人员，再由值班人员及时上报人员抢救领导小组，启动人员伤害救护预案程序。
- 抢救领导小组人员组织进行抢救，卫生员及时带上担架和医疗器械赶到事故现场急救。
- 办公室人员在接到通知应及时到医院或电话联系急救手续，并派出车辆到事故现场迎接，如受伤人员情况严重应联系医院急救 120 救护车。

- (3) 坍塌和滑坡事故处置措施：

当工地发生坍塌事件时，最先发现情况的人员应大声呼叫，呼叫内容明确：某某地点或某某部位坍塌，将信息准确传出。

听到呼叫的任何人，均有责任将坍塌信息报告给与其最近的项目部管理人员，使消息迅速报告到应急响应小组现场总指挥处。

应急响应小组现场总指挥负责现场组织工作。

（4）高空坠落事故处置措施：

当工地发生高空坠落事件，最先发现情况的人员应大声呼叫。呼叫内容要明确：某某地点或某某部位发生某某情况！将信息准确传出。

听到呼叫的任何人，均有责任将信息报告给与其最近的项目部管理人员、抢救小组成员，使消息迅速报告到伤亡伤害应急响应小组现场总指挥处。

（5）物体打击伤害事故处置措施：

发现情况：

当发生物体打击事故后，现场救援小组人员首先抢救负伤人员，对负伤人员做必要的处理，抢救的重点放在对颅脑损伤、脊柱骨折和出血上进行处理，处理后立即送医院救护。

8 施工安全、工业卫生

8.1 施工安全

1、影响安全的主要因素

- （1）施工边坡过陡；
- （2）场地生产边坡上作业；
- （3）装、卸载作业；
- （4）机电设备操作失误；
- （5）粉尘环境中的人员可能的职业病，夏季作业人员可能中暑。
- （6）施工运输道路不符合要求，车辆超载、超运、带病运行；
- （7）施工设备进场问题等。

2、防止安全事故的主要措施

工程施工环节都是在露天进行的，作业场地不安全因素多，劳动条件差、强度大，因此在生产组织中必须时时、处处、事事加强安全生产教育与管理，确保安全生产。

（1）安全管理措施

①实行企业法人代表为安全生产第一责任人，建立完善的各级生产负责人为主的安全责任制网络，贯彻实施国家、政府颁发的有关安全生产的各项法令、法规，并针对施工场地实际，制定实施细则；

②设立企业专职安全生产科室及管理人员对施工场地生产现场进行安全生产监督和管理；

③制订各工种岗位操作规程，尤其是凿岩机、挖掘机及汽车驾驶操作规程；

④建立并制订各种生产设备的维护、检修和保养（润滑）制度，使各种设备处于良好技术状态，杜绝设备和人身事故。

（2）防尘及其他安全措施

①对施工场地运输公路、挖掘机作业场地应进行定时喷洒水，降低扬尘对环境污染，保护从业人员健康；

②施工场地及运输道路均设安全标志和晚间照明设备；

③加强对汽车驾驶员的安全行车教育。该工程的土石运输都是在重车下坡状态下进行，车辆行驶密度较大，要加强对汽车制动、方向系统的检查；驾驶员要文明礼貌、限速行车（采场内行驶不大于 20km/h 的设计行车速度），杜绝交通事故；

④在公路交叉路口要设置安全标志和警示牌；交汇必须慢速通过；公路下坡外侧要有防护栏；

⑤施工场地地处浙江东部沿海，夏秋季节受极端气候影响较多（如台风、暴雨、大雾天气等），在极端天气情况下作业，要采取必要的个人防护措施，停止作业或控制连续作业时间，尽可能改善作业区的环境条件；在盛夏高温季节，要调整作业时间，避开高温时段的露天生产作业；

⑥在接到强台风警报后，应停止一切工程施工，及时把施工场地设备撤离至安全地带，并把挖掘机放置水平状态。

8.2 雨季施工措施

1、雨季施工措施

（1）安排专人负责道路维护、排水系统疏通工作、边坡稳定性检查；

（2）编制雨季施工工作程序。工作程序中明确各人的职责、详细的工作日程安排、针对各种突发意外情况的应急措施；

（3）排水人员须确保开挖区四周截水沟、排水沟畅通，防止开挖区外山体坡面上因下雨形成的径流进入施工开挖掌子面上影响开挖区正常施工；

（4）雨季施工时，主管经理定期组织人员对边坡的稳定性进行检查，发现不稳定情况或其他安全隐患时，及时上报，由项目部工程部制定具体处理措施，必要时，上报监理、业主。确保不发生塌方事故；

（5）确保施工道路安全畅通。平时，特别是雨季安排专门人员巡视、检查，发现施工道路有塌方，及时竖警示牌，立即安排专人抢修。施工路面结构满足晴、雨天施工要求，路面损坏道路维修队伍要及时修补；

（6）下雨期间尽量减少或停止在边坡上的作业施工，以免出现意外；

（7）雨季施工时，特别是雷暴天气要加强对设备的维护管理等。

8.3 文明施工及减少扰民降低环境污染和噪音的措施

1、文明施工目标

（1）施工布置合理，安全、文明施工及环境保护设施完善，安全标示醒目，场容场貌整洁、有序。

（2）施工人员遵章守纪，行为规范。

（3）施工道路平整畅通，路边排水设施完好。

（4）风、水、电管线、通讯设施、照明等布置整齐，标识清晰。

（5）施工机械设备定点停放，材料工具摆放有序，车容机貌整洁，消防器材齐备、通道畅通。

（6）工序安排合理，施工作业有序、工完料尽场地清。

（7）创建“文明施工工区”。

2、主要的文明施工实施措施

（1）施工现场场容场貌管理措施

①严格按批复的范围进行全部临时设施的布置，保证施工总布置和临时设施布置满足施工总布置统一要求。

②临时房屋建筑和公用设施、各种露天堆放材料，按施工总布置规划的场地进行布置设计，场地周围及场地内采取防洪、排水等保护措施以防止冲刷和水土流失。

③施工现场按照平面布置图实行施工区、生产区、办公生活区隔离，按照项目部职能部门分工和施工队专业施工范围划分文明施工责任区，责任区域实行挂牌制度，明确责任单位、责任人，责任目标、责任范围。

④安全标志牌、道路交通标志牌和警示用语牌针对作业危险部位统一按规范配置，在施工现场的施工区、生产区、办公生活区等醒目位置悬挂，满足数量和警示要求。安全标志符合《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）的要求，道路交通标志符合《道路交通标志和标线》（GB5768-2009）的要求，并安排专人负责施工现场标牌的维护工作。

⑤施工现场的用电线路、用电设施的安装和使用符合安装规范和安全操作规程，并按照临时用电施工组织设计进行架设，严禁任意拉接电线。施工现场设有保证施工安全要求及照明度要求的夜间照明。

⑥施工机械设备按照施工总平面布置图规定的位置和线路停放，不任意侵占场内道路。施工机械进场后经过安全检查，经检查合格的方能使用。施工机械操作人员遵守其操作机械的安全操作规程，并依照有关规定持证上岗，禁止无证人员操作等措施。

（2）施工人员管理措施

①对所有进入施工现场的人员，进行入场教育、文明施工与职业道德教育，提高员工文明施工意识，增强员工做好文明施工工作的自觉性。

②严格按照国家法律法规规定，为员工配备劳保用品；所有进入施工现场人员严格按劳保着装，佩戴安全帽等相关防护用品，没有按规定劳保着装和佩戴相关防护用品的人员，禁止其进入施工现场。

③为员工创造安全的施工条件和生活环境，使员工以健康的身体，正常的精神状态投入到施工作业。

④严格按照国家法律法规有关规定办理员工有关保险。

⑤严格执行各项规章制度，在施工区内适当的位置设置宣传栏，进行文明施工公示。

（3）施工道路管理措施

①施工道路满足施工运输量和运输强度的需要。

②修建道路做好路基和路面的排水设施，施工道路路面平整、畅通、干净、无积水、路边排水设施完好、排水通畅、安全标志、设施齐全。

③施工道路设置明显的道路标志和限速标志，重点地段及恶劣天气，采取专项的安全防护措施；必要时，安排专人指挥交通。

④安排专人对道路进行维护，配置洒水车洒水控制道路扬尘等。

（4）水、电管线、通讯、照明设施管理措施

①施工用电按《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ46-2012）编制临时用电施工组织设计。

②动力线与照明线分开架设，动力架空线架设专用电杆（水泥杆、木杆），架空线设横担和绝缘瓷瓶，其规格、线间距离、档距等符合架空线路要求。架空线高度不低于 5m，机动车道宽保证在 6m 以上。支线和照明电线布置有序，保证绝缘良好，无老化、破损和漏电现象。

③在施工作业区、施工道路、临时设施、办公区和生活区设置足够数量及照明度的照明。

④施工现场配置专门电工，负责用电线路和用电设施的安装、检查与维护、拆除，电工实行持证上岗。

⑤施工供排水管道由综合队专门供排水人员按业主/监理批准的施工方案，负责供排水管道的安装、检查与维护、拆除。

⑥水、电管线、通讯和照明等按安全文明施工的要求，统一布置规范、整齐、有序，并采用不同颜色标识，识别明显，风、水管画箭头标明流动方向。明确责任单位和责任人，定期检查维护等。

（5）施工设备管理措施

①机械设备在技术性能、安全性能、数量等各项性能指标上满足工程施工质量和施工进度需要以及职业健康安全、文明施工和环境保护的要求。

②施工机械进场前，经检查验收合格后，方能使用，施工机械设备的标识编号醒目，安全装置可靠。

③施工机械操作人员熟悉所操作机械的机械性能和操作规程，特种作业人员持证上岗。

④建立和完善设备检修和保养制度，提高设备完好率，对施工机械进行定期检查与保养，灯光、方向器、安全制动装置可靠，做到不带病运行，运行中不冒黑烟。

⑤大型施工机械实行机长负责制，机长对机械设备的使用、经常性检修、保养、清洁负责，并带领机组人员做好机械设备“十字”（清洁、紧固、润滑、调整、防腐）工作。

⑥施工机械设备按照规定的停放场位置和线路有序停放，通道畅通，工具配件摆放有序，车容机貌整洁。

3、减少扰民降低环境污染和噪音的措施

（1）减少扰民和噪音防治措施

①采用低噪声施工设备和施工工艺，对产生强烈噪声或震动的施工工序或作业，采取减振措

施，选用低噪弱振设备和工艺。对固定的大的噪声源，设置必要的隔音间或隔音罩。

②机械设备尽量选用装有消声装置的机械设备。

③合理安排施工活动，加强施工设备的维护及保养。保持机械润滑，减少运行噪声。

④对机械操作人员采取可靠的防护措施：配带耳塞或耳罩、耳棉。合理安排施工作业人员的作息，加强对施工人员的操作培训，减少突发噪声的发生。

⑤合理调整施工时段，晚间控制高噪声机械的设备运行作业，晚上控制钻孔作业时间，深夜停止全部作业。

⑥在靠近居民区作业时避免在夜间、休息时间进行作业，防止影响附近居民的生活。

⑦施工期间，将动力机械设备合理分布在施工场地，尽量避免在敏感受体附近同时布置或运行多套动力机械设备。

⑧加强道路的养护和车辆的维护保养，设置禁鸣标志牌，降低噪声源。

⑤系统污泥不任意堆存，保证不进入排水系统，脱水处理后运至业主、监理指定地点处理。

9 工程量统计及费用估算

宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程主要包括坡面清坡、削坡、排水系统、主动网、监测点埋设、复绿等。

经估算，本治理工程直接工程费为 135.15 万元，其他费用为 39.62 万元，合计估算总费用为 174.76 万元。主要工程量统计如表 9-1：

表 9-1 边坡治理工程量及估算一览表

序号	项目名称		单位	数量	单价 (元)	金额 (元)	备注
一、直接工程费						1351451	
1	削坡-土方		m³	2203	12	26436	
2	削坡-石方		m³	13127	40	525080	
3	清坡		m²	2667	10	26670	
4	主动网		m²	574	180	103320	
5	系统锚杆		m	918	150	137700	含锚杆检测
6	排水系统	基础开挖	m³	182	50	9100	
		混凝土	m³	76	750	57000	C25
		钢筋	t	1.9	6000	11400	Φ 8
		碎石垫层	m³	17	150	2550	
7	平台绿化	灌木	棵	444	100	44400	灌木间距 0.5m，使用 场地内开挖 土方
		回填土	m³	67	15	1005	
8	宕底绿化	乔木	棵	153	150	22950	乔木间距 2.5m，使用 场地内开挖 土方
		回填土	m³	1084	15	16260	
9	浆砌块石挡 墙	基础开挖	m³	20	50	1000	
		块石	m³	124	180	22320	场地内石方
		水泥砂浆	m³	42	120	5040	M7.5
		混凝土	m³	2.4	750	1800	C25
10	集水井	基础开挖	m³	4	50	200	
		混凝土	m³	4.8	750	3600	C25
11	厚层基材喷播		m²	365	45	16425	
12	包塑镀锌铁丝网+厚层基材 喷播		m²	2093	95	198835	
13	临时支挡		m²	200	80	16000	高于房顶 1.5m

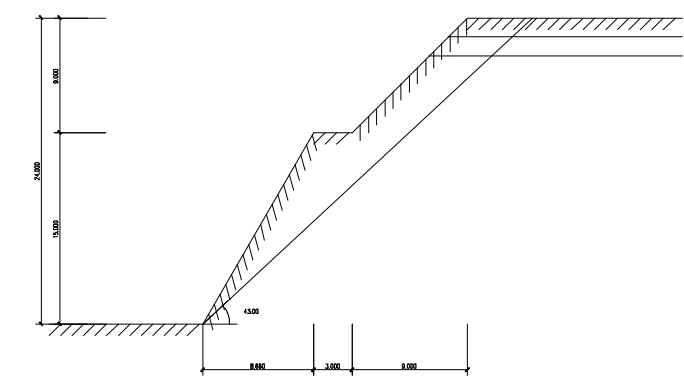
14	脚手架	m²	769	40	30760	
15	绿化养护	m²	2680	20	53600	全面养护 2 年, 含安装费
16	监测点埋设	个	6	3000	18000	
二、措施费					396178	
1	不可预见费	项	1	8%	108116	
2	监理费	项	1	3.5%	47301	
3	建设管理费	项	1	5%	67573	
4	税金	项	1	11%	173188	
合计					1747629	

说明：以上工作量为估算值，实际工程量以现场施工实际为准。

附 1：稳定性计算书

计算项目：简单平面滑动稳定分析 1

[计算简图]



[计算条件]

[基本参数]

计算方法：极限平衡法
计算目标：计算安全系数
边坡高度：24.000 (m)
结构面倾角：43.0 (°)
结构面粘聚力：35.0 (kPa)
结构面内摩擦角：25.0 (°)

[坡线参数]

坡线段数	3		
序号	水平投影 (m)	竖向投影 (m)	倾角 (°)
1	8.660	15.000	60.0
2	3.000	0.000	0.0
3	9.000	9.000	45.0

[岩层参数]

层数	2		
序号	控制点 Y 坐标 (m)	容重 (kN/m3)	锚杆和岩石粘结强度 frb (kPa)

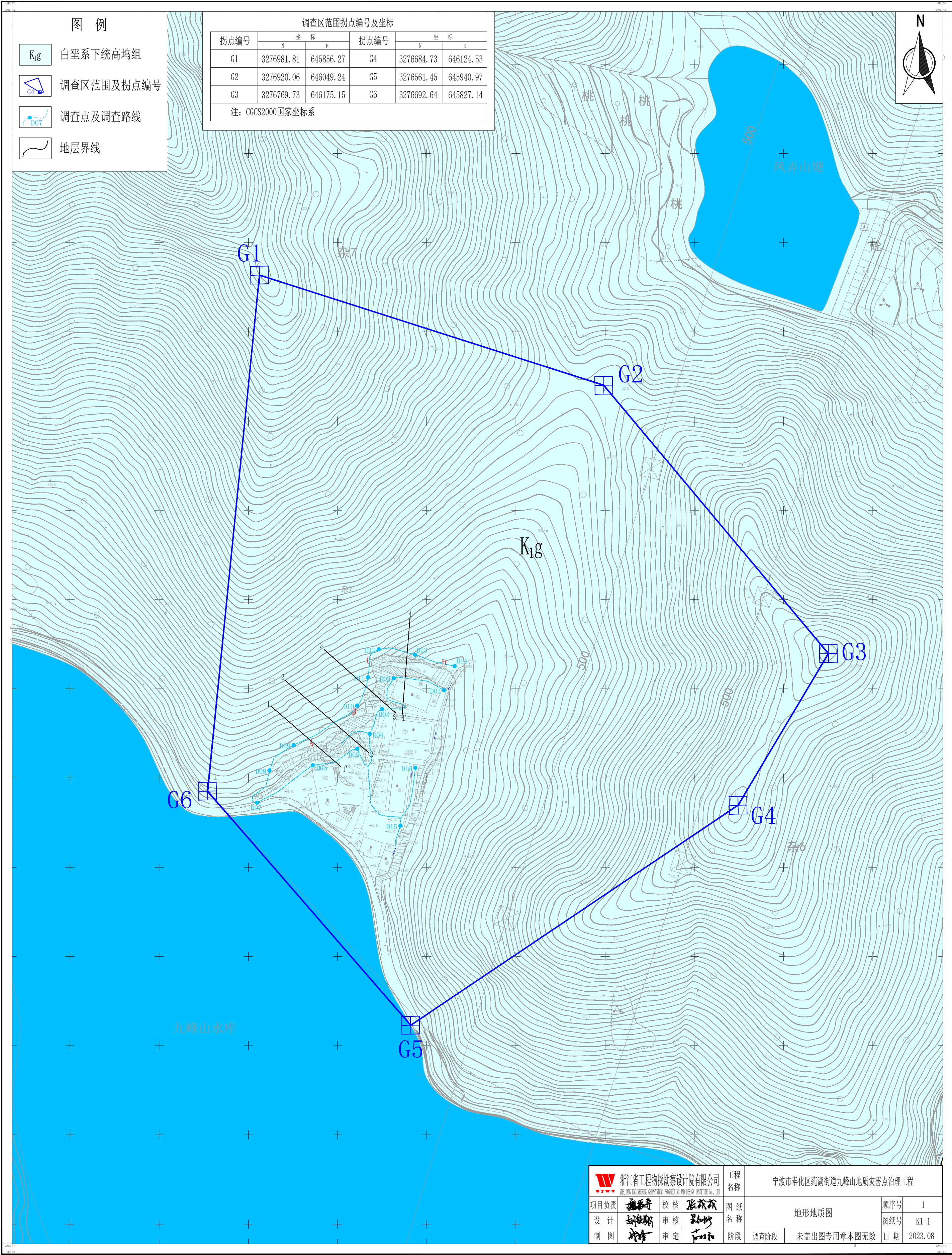
1	22.500	18.0	150.0
2	21.000	20.0	200.0


[计算结果]

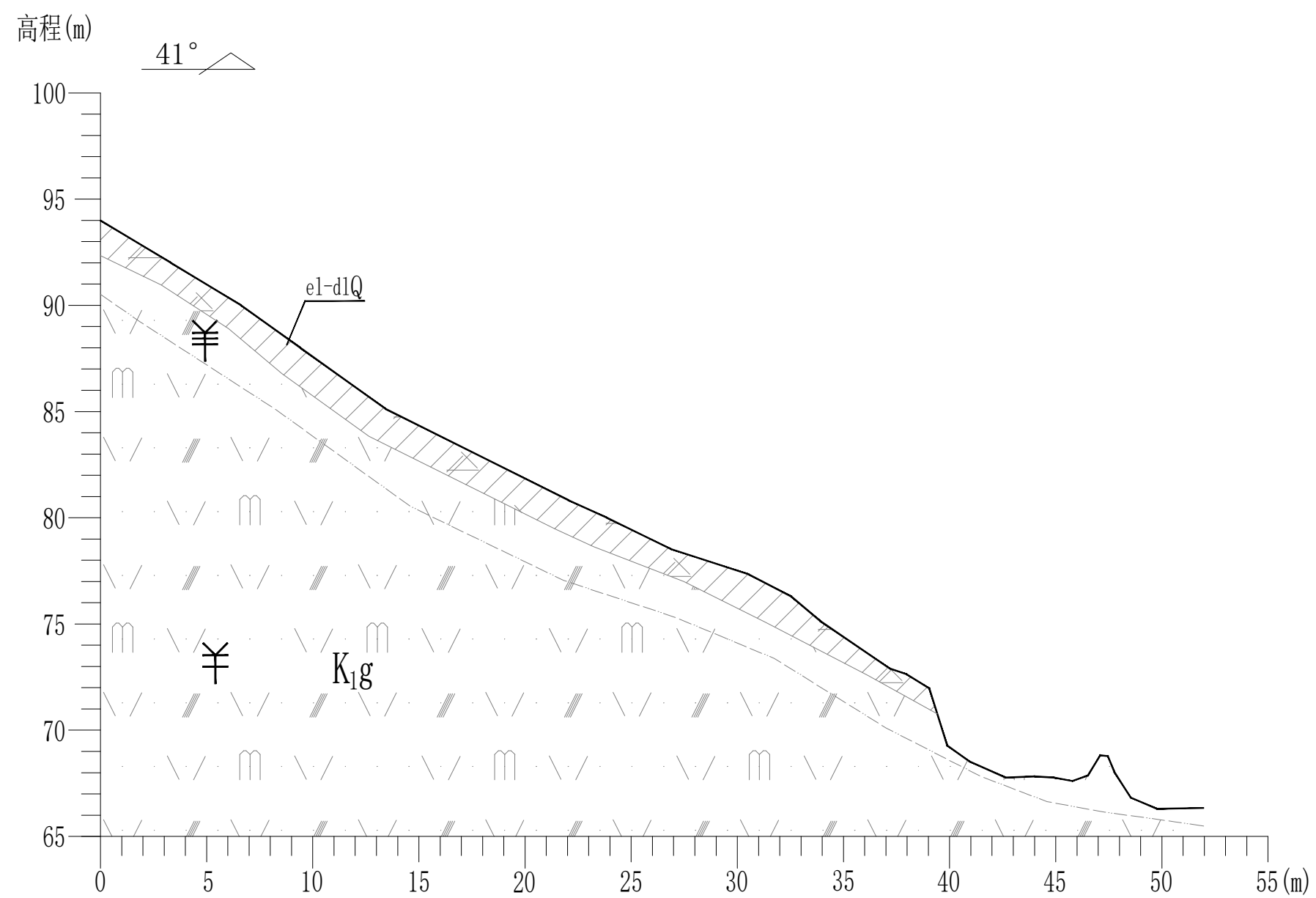
岩体重量：	1953.9 (kN)
水平外荷载：	0.0 (kN)
竖向外荷载：	0.0 (kN)
侧面裂隙水压力：	0.0 (kN)
底面裂隙水压力：	0.0 (kN)
结构面上正压力：	1429.0 (kN)
总下滑力：	1332.6 (kN)
总抗滑力：	1898.0 (kN)
安全系数：	1.424

宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程地形地质图

比例尺1:1000



		浙江省工程物探勘察设计院有限公司		工程名称		宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程		
ZHEJIANG ENGINEERING GEOPHYSICAL PROSPECTING AND DESIGN INSTITUTE CO., LTD.								
项目负责人	张永奇	校核	张永奇	图 纸 名 称	地形地质图		顺序号	1
设计	孙世翔	审核	孙世翔	图 纸 号	K1-1		图纸号	K1-1
制图	孙世翔	审定	孙世翔	阶段	调查阶段	未盖出图专用章本图无效	日 期	2023.08




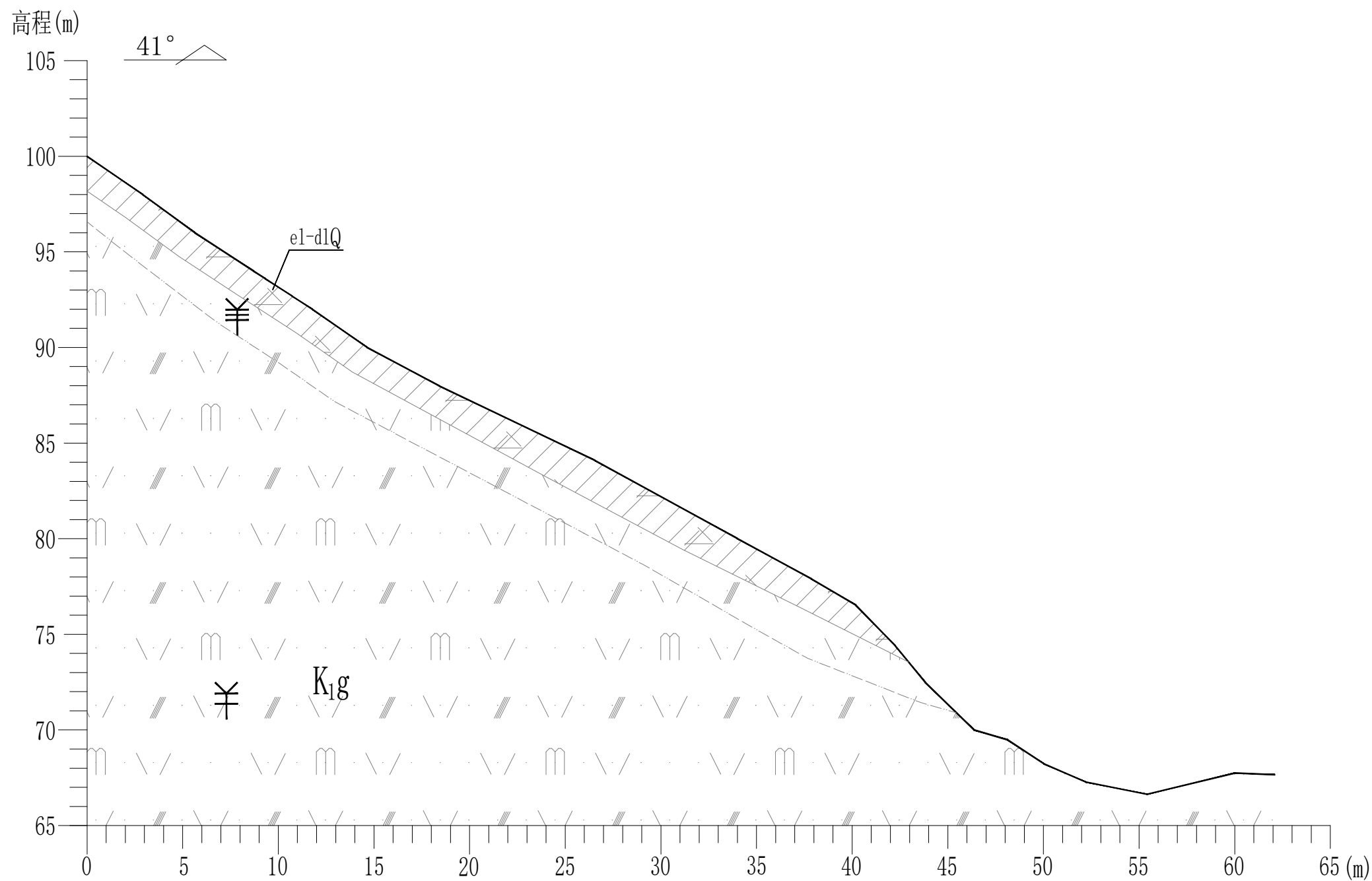
1号工程地质剖面图 (1:1000)

- K_{1g}

白垩系下统高坞组
- 风化层界线
- 强风化
- 中风化
- 熔结凝灰岩
- e1-d1Q

第四系残坡积层
- 含碎石粉质粘土

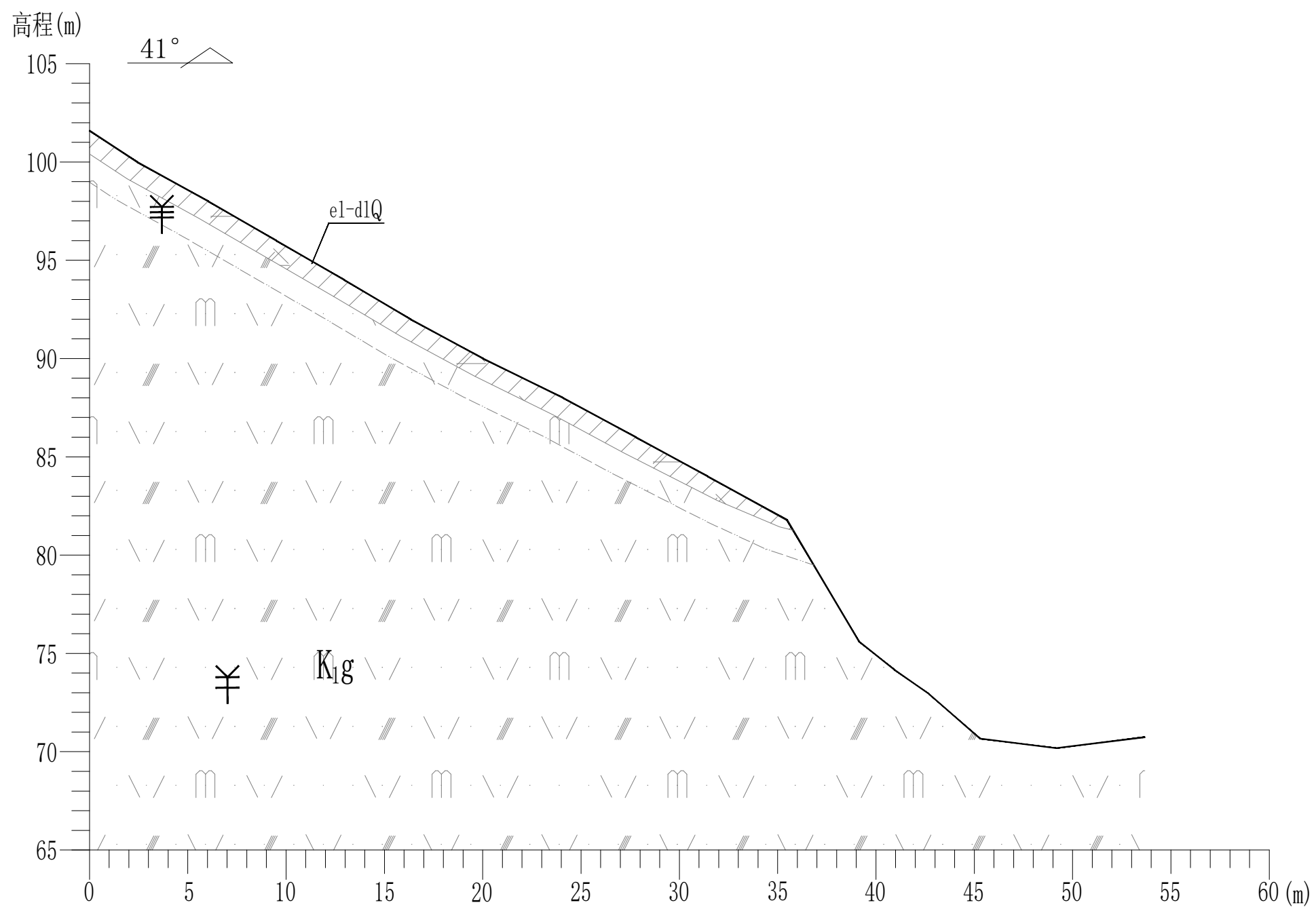
<div><div>浙江省工程物探勘察设计院有限公司</div><div>ZHEJIANG ENGINEERING GEOPHYSICAL PROSPECTING AND DESIGN INSTITUTE Co., LTD</div></div>				工程名称	宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程			
项目负责	施永奇	校核	张成成	图 纸 名 称	1号工程地质剖面图		顺序号	2
设 计	刘敏朝	审核	吴加彬				图纸号	K2-1
制 图	沈伟	审定	高伟				阶段	调查阶段



2号工程地质剖面图 (1:1000)

K _{1g}	白垩系下统高坞组		熔结凝灰岩	e1-dlQ	第四系残坡积层		含碎石粉质粘土
	风化层界线		强风化		中风化		

<div><div>浙江省工程物探勘察设计院有限公司</div><div>ZHEJIANG ENGINEERING GEOPHYSICAL PROSPECTING AND DESIGN INSTITUTE Co., LTD</div></div>			工程名称	宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程				
项目负责人	施永奇	校核	张成成	图纸名称	2号工程地质剖面图		顺序号	3
设计	刘敏朝	审核	吴加彬				图纸号	K2-2
制图	沈伟	审定	高和	阶段	调查阶段	未盖出图专用章本图无效	日期	2023.08




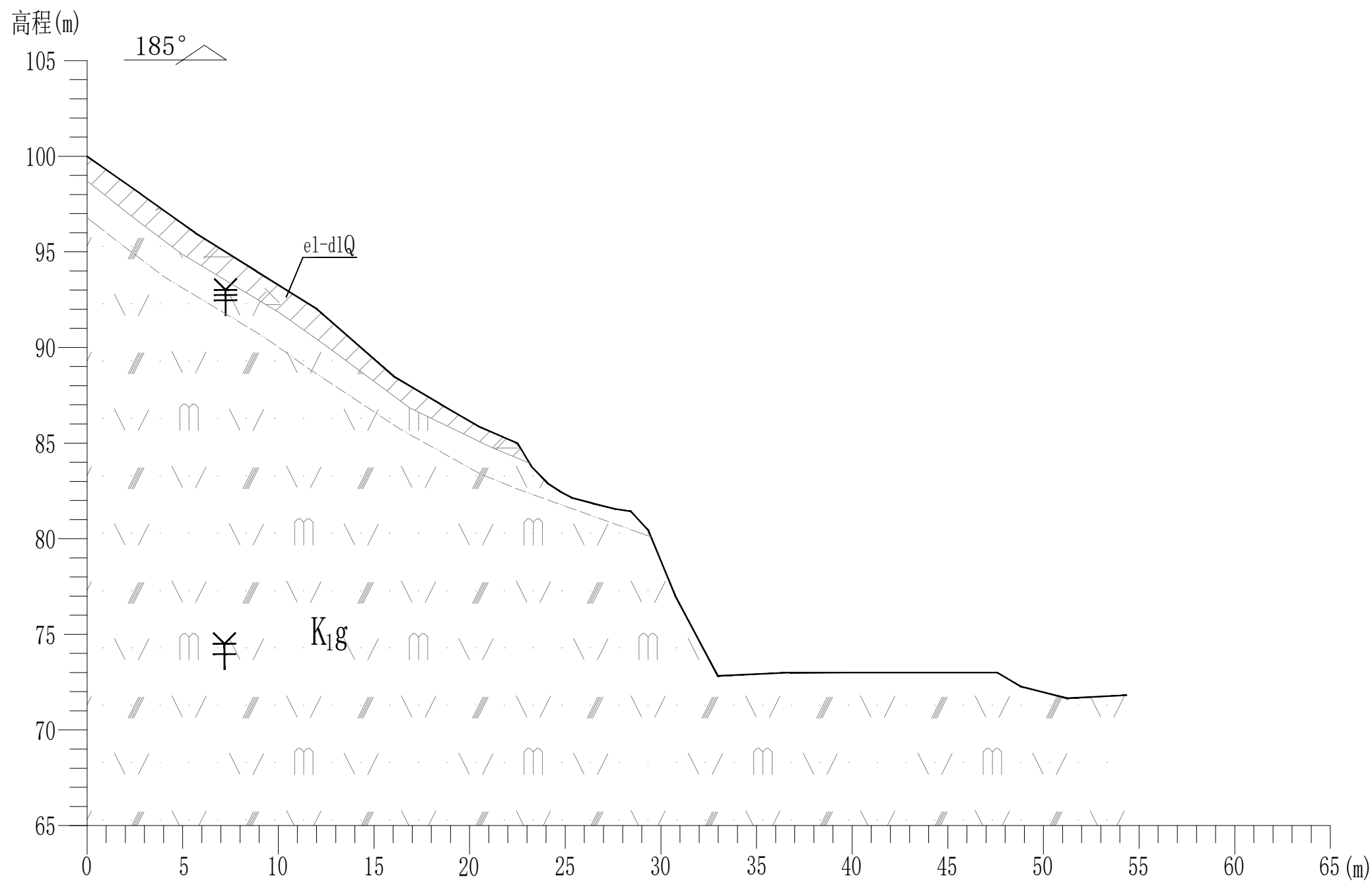
3号工程地质剖面图 (1:1000)

- K_{1g}

白垩系下统高坞组
- 熔结凝灰岩
- el-dlQ

第四系残坡积层
- 含碎石粉质粘土
- 风化层界线
- 强风化
- 中风化

<div><div>浙江省工程物探勘察设计院有限公司</div><div>ZHEJIANG ENGINEERING GEOPHYSICAL PROSPECTING AND DESIGN INSTITUTE Co., LTD</div></div>				工程名称	宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程			
项目负责	施书奇	校核	张成成	图 纸 名 称	3号工程地质剖面图		顺序号	4
设 计	刘敏朝	审核	吴加彬				图纸号	K2-3
制 图	沈伟	审定	高和				阶段	调查阶段

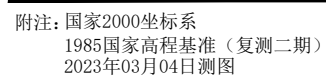


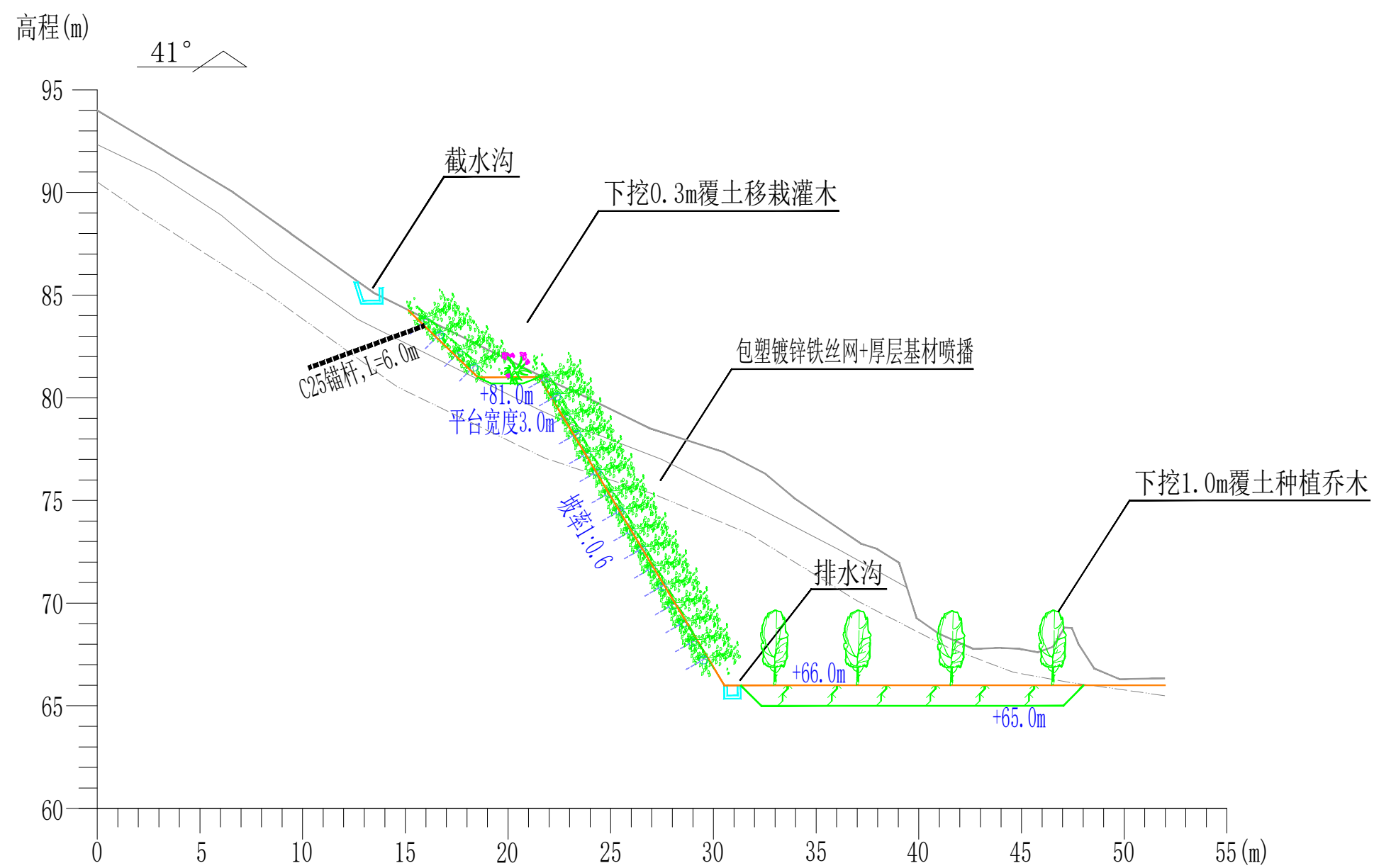
4号工程地质剖面图 (1:1000)

K _{1g}	白垩系下统高坞组		熔结凝灰岩	el-dlQ	第四系残坡积层		含碎石粉质粘土
	风化层界线	羊	强风化	羊	中风化		

<div><div>浙江省工程物探勘察设计院有限公司</div><div>ZHEJIANG ENGINEERING GEOPHYSICAL PROSPECTING AND DESIGN INSTITUTE Co., LTD</div></div>			工程名称	宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程				
项目负责人	施永奇	校核	张成成	图纸名称	4号工程地质剖面图		顺序号	5
设计	刘敏朝	审核	吴加彬				图纸号	K2-4
制图	沈伟	审定	高和	阶段	调查阶段	未盖出图专用章本图无效	日期	2023.08

比例尺1:1000




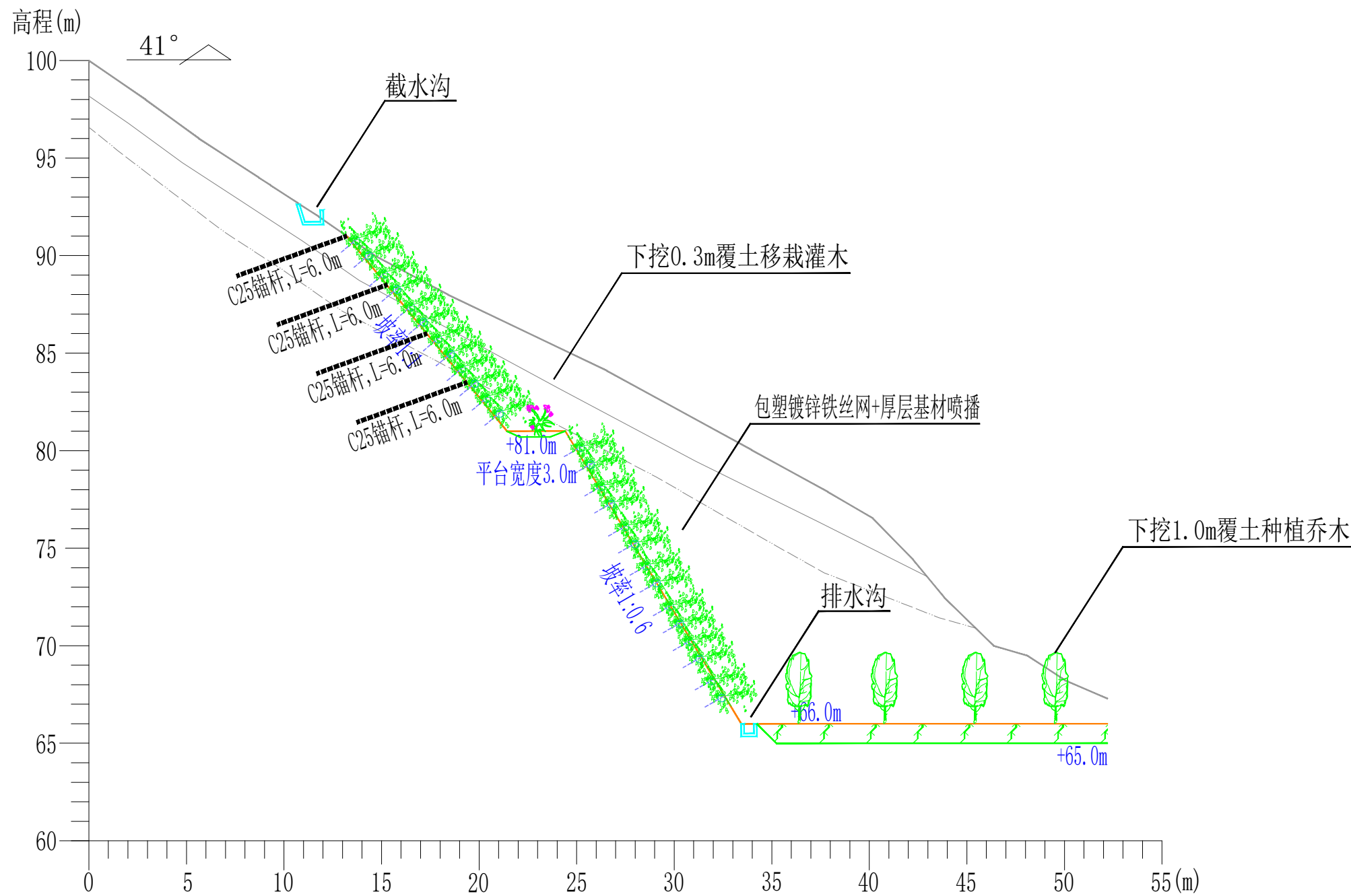


1号治理设计剖面图 (1:1000)

说明:

- 1、第一级边坡高15m，削坡坡率为1:0.6，第二级边坡至坡顶，削坡坡率1:1；
- 2、场地平整详见最终境界图；
- 3、平台覆土移栽灌木，覆土厚度0.5m；
- 4、施工时必须做好相关临时安全防护措施，未尽事宜，详见其他设计图及相关规程、规范。

<div><div>浙江省工程物探勘察设计院有限公司</div><div>ZHEJIANG ENGINEERING GEOPHYSICAL PROSPECTING AND DESIGN INSTITUTE Co., LTD</div></div>				工程名称	宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程			
项目负责	施永奇	校核	张成成	图 纸 名 称	1号治理设计剖面图	顺序号	7	
设 计	刘敏朝	审 核	吴加彬			图纸号	S2-1	
制 图	沈伟	审 定	高伟			阶段	设计方案	未盖出图专用章本图无效

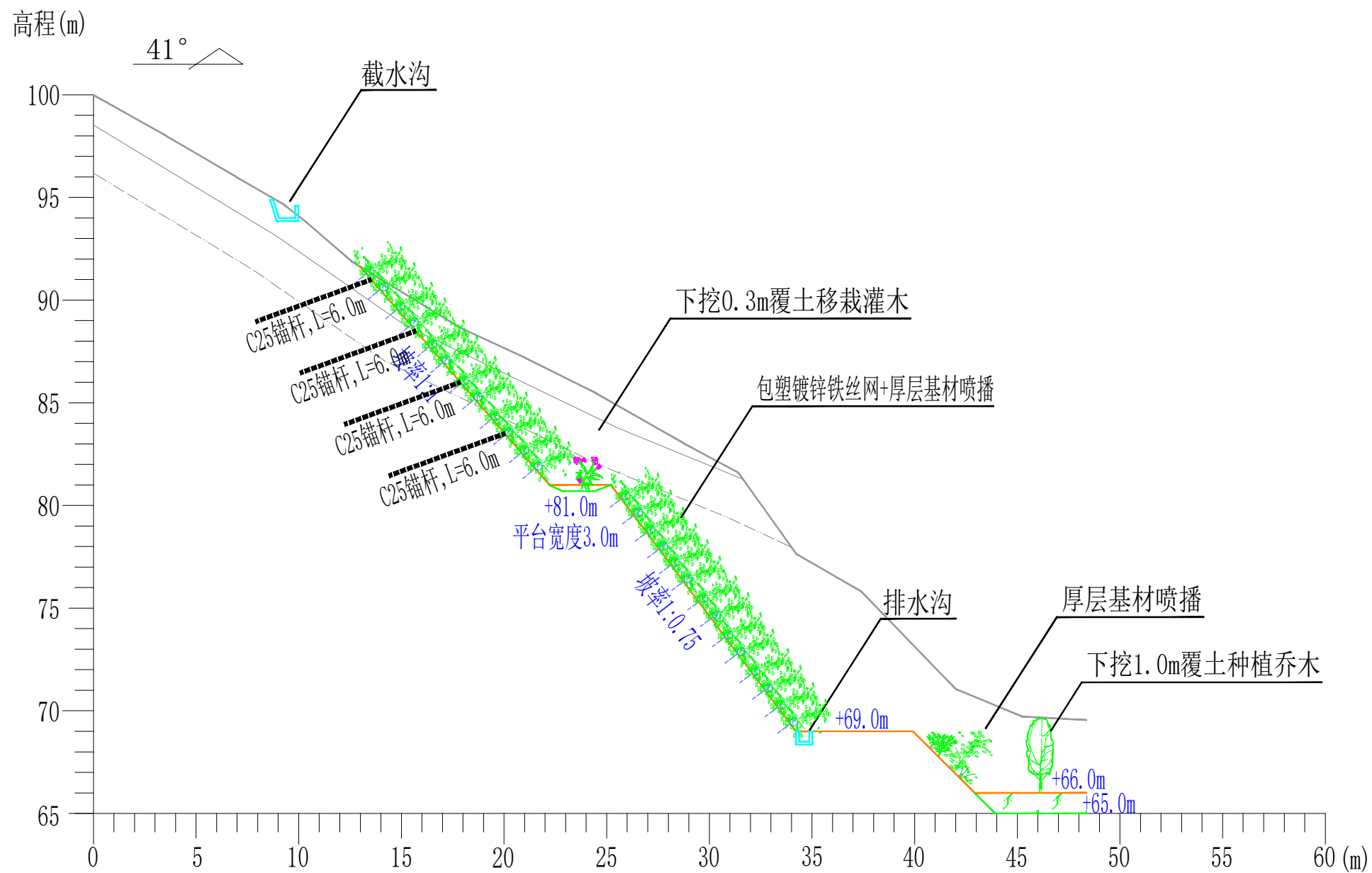


2号治理设计剖面图 (1:1000)

说明:

- 1、第一级边坡高12m, 削坡坡率为1:0.75, 第二级边坡至坡顶, 削坡坡率1:1;
- 2、场地平整详见最终境界图;
- 3、平台覆土移栽灌木, 覆土厚度0.5m;
- 4、施工时必须做好相关临时安全防护措施, 未尽事宜, 详见其他设计图及相关规程、规范。


 浙江省工程物探勘察设计院有限公司 ZHEJIANG ENGINEERING GEOPHYSICAL PROSPECTING AND DESIGN INSTITUTE Co., LTD				工程名称	宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程			
项目负责人	施永奇	校核	张成成	图 纸 名 称	2号治理设计剖面图		顺序号	8
设计	刘俊朝	审核	吴加彬				图纸号	S2-2
制图	沈伟	审定	高伟	阶段	设计方案	未盖出图专用章本图无效	日期	2023.08

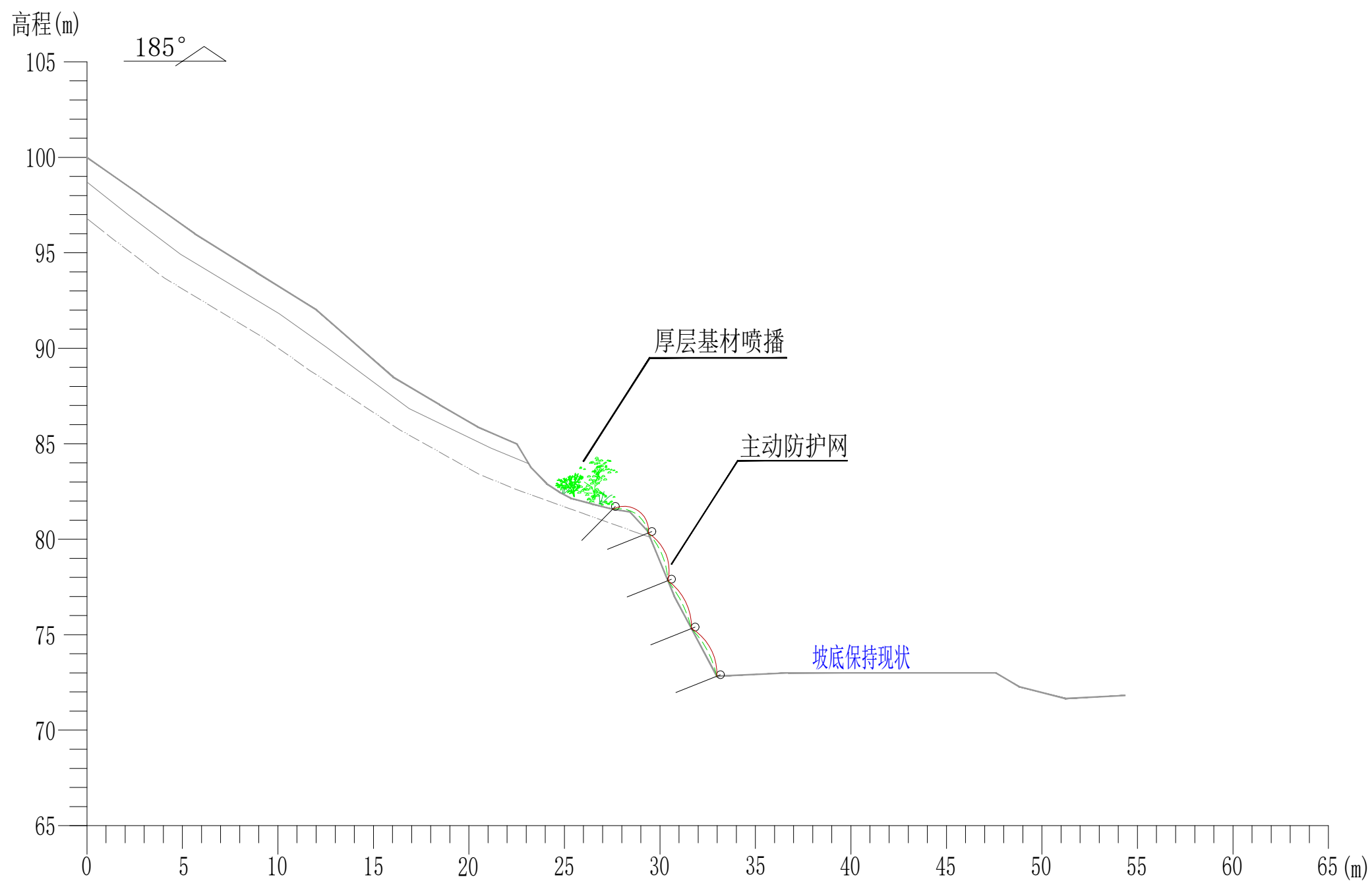


3号治理设计剖面图 (1:1000)

说明:

- 1、第一级边坡高12m, 削坡坡率为1:0.75, 第二级边坡至坡顶, 削坡坡率1:1;
- 2、场地平整详见最终境界图;
- 3、平台覆土移栽灌木, 覆土厚度0.5m;
- 4、施工时必须做好相关临时安全防护措施, 未尽事宜, 详见其他设计图及相关规程、规范。


<div><div>浙江省工程物探勘察设计院有限公司</div><div>ZHEJIANG ENGINEERING GEOPHYSICAL PROSPECTING AND DESIGN INSTITUTE Co., LTD</div></div>			工程名称	宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程				
项目负责	施永奇	校核	张成成	图 纸 名 称	3号治理设计剖面图	顺序号	9	
设 计	刘敏朝	审 核	吴加彬			图纸号	S2-3	
制 图	沈伟	审 定	高伟	阶段	设计方案	未盖出图专用章本图无效	日 期	2023.08



4号治理设计剖面图（1:1000）

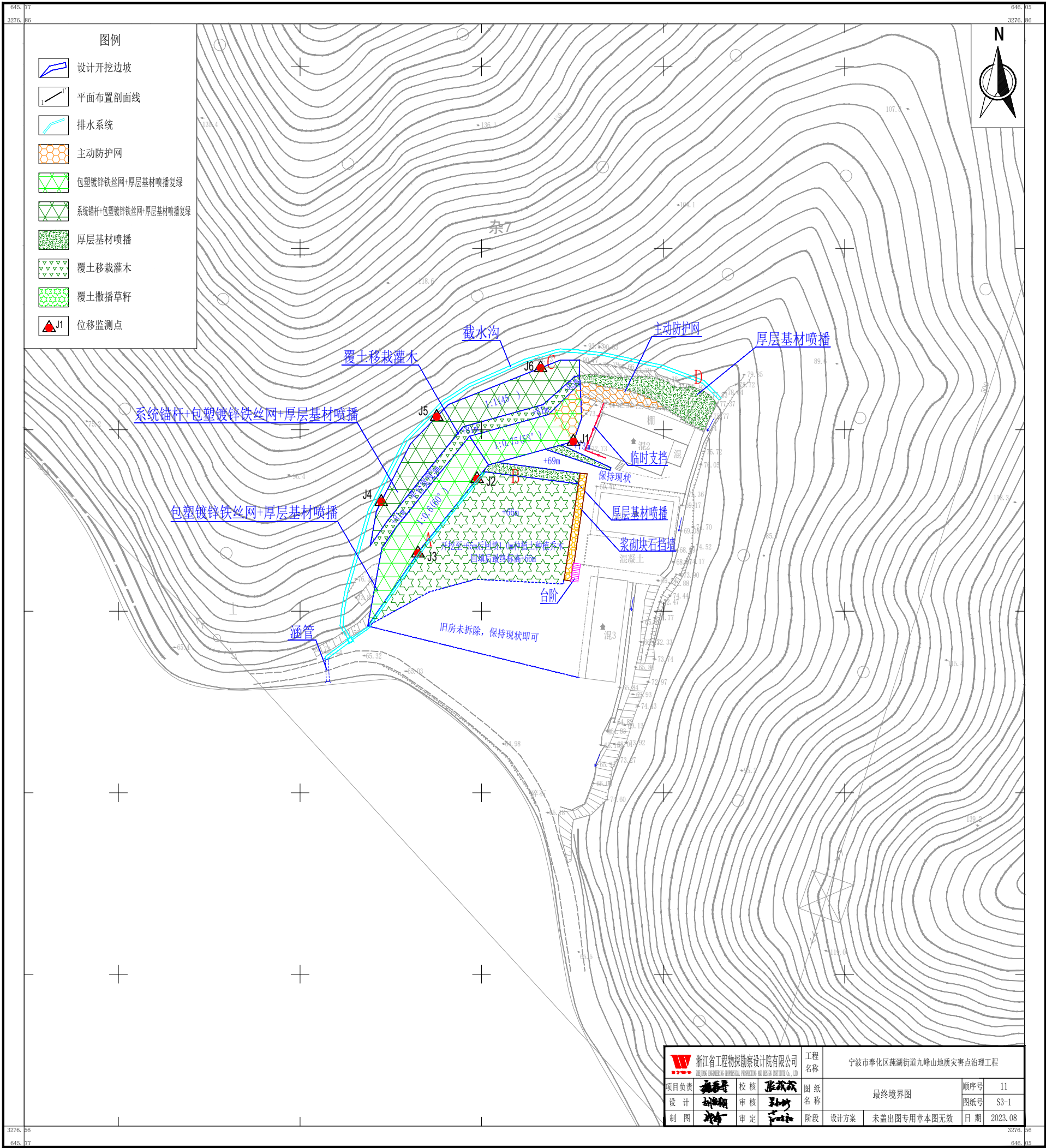
说明:

- 1、第一级边坡高12m，削坡坡率为1:0.75，第二级边坡至坡顶，削坡坡率1:1；
- 2、场地平整详见最终境界图；
- 3、平台覆土移栽灌木，覆土厚度0.5m；
- 4、施工时必须做好相关临时安全防护措施，未尽事宜，详见其他设计图及相关规程、规范。

<div><div><div>浙江省工程物探勘察设计院有限公司</div><div>ZHEJIANG ENGINEERING GEOPHYSICAL PROSPECTING AND DESIGN INSTITUTE Co., LTD</div></div></div>				工程名称	宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程			
项目负责	施永奇	校核	张成成	图 纸 名 称	4号治理设计剖面图		顺序号	10
设 计	刘敏朝	审核	吴加彬				图纸号	S2-4
制 图	沈伟	审定	高和	阶段	设计方案	未盖出图专用章本图无效	日 期	2023.08

宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程最终境界图

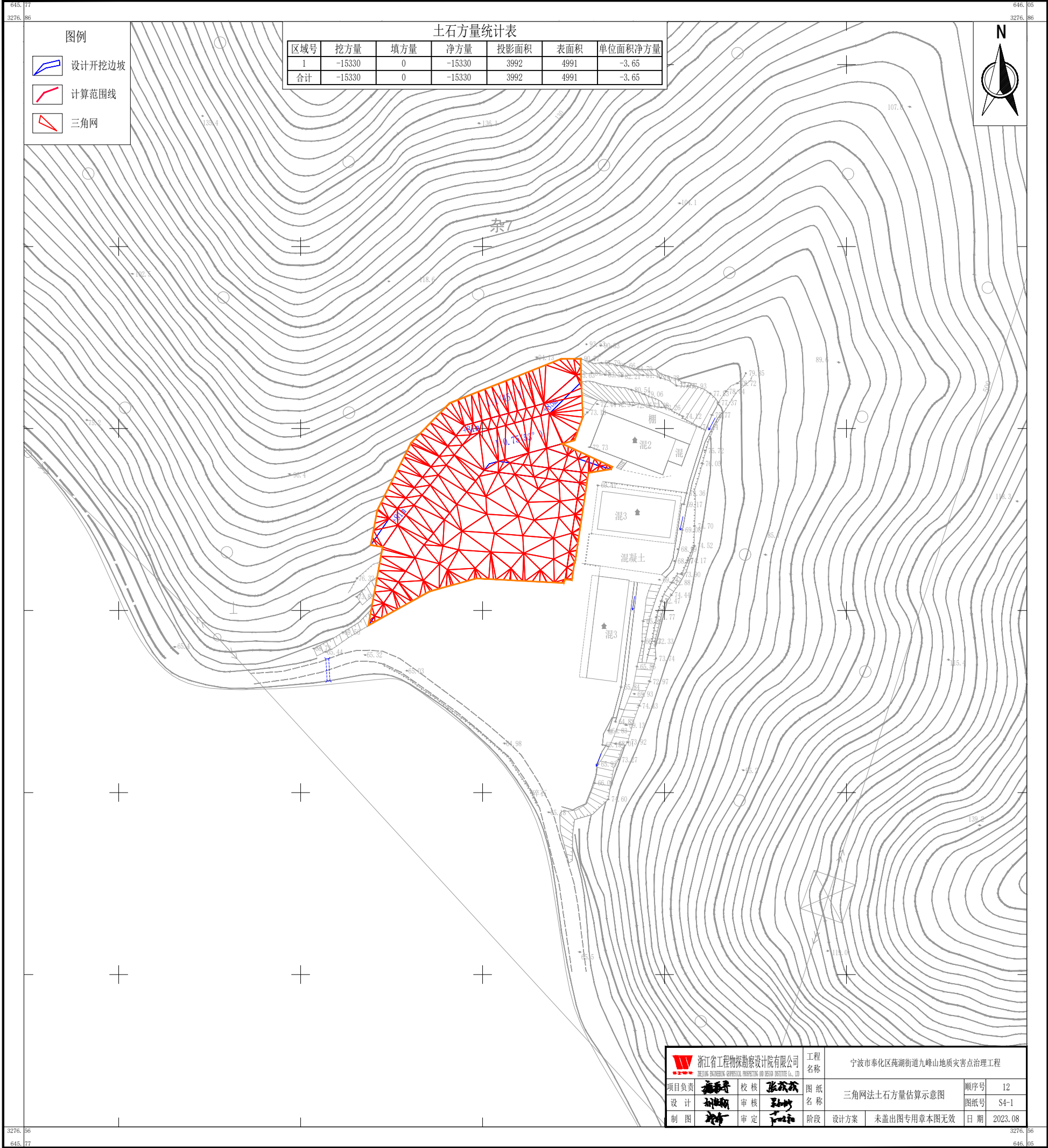
比例尺1:1000



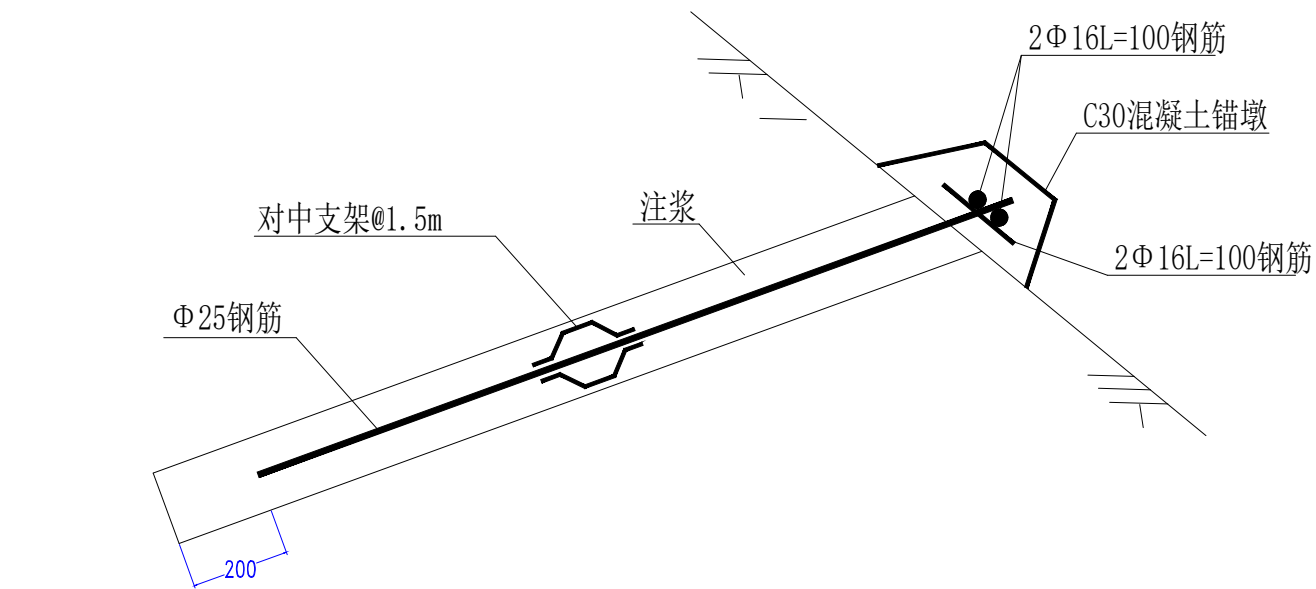
附注: 国家2000坐标系
1985国家高程基准(复测二期)
2023年03月04日测图

宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程三角网法土石方量估算示意图

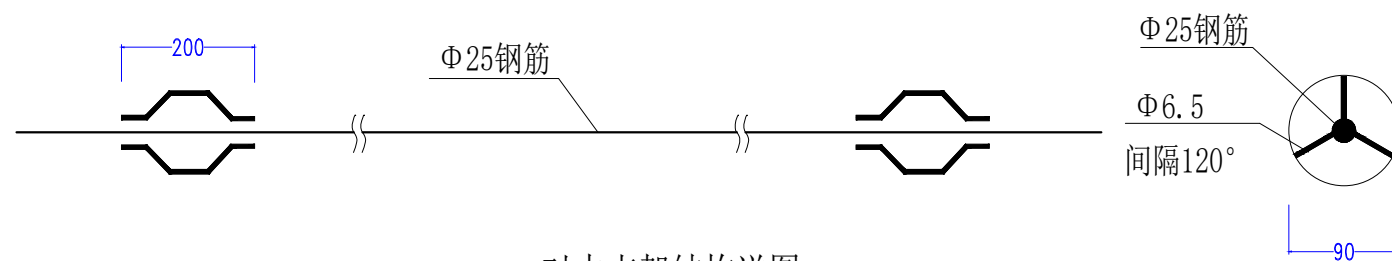
比例尺1:1000

附注：国家2000坐标系
1985国家高程基准（复测二期）
2023年03月04日测图

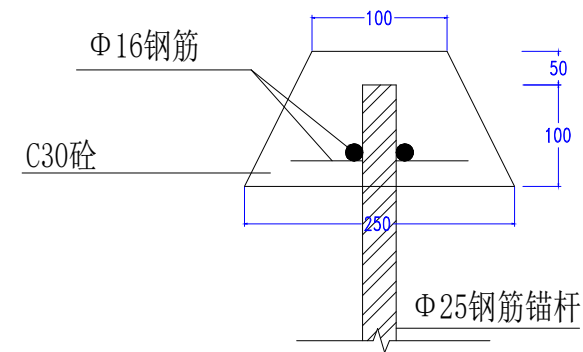
1985国家高程基准（复测二期）
2023年03月04日测图



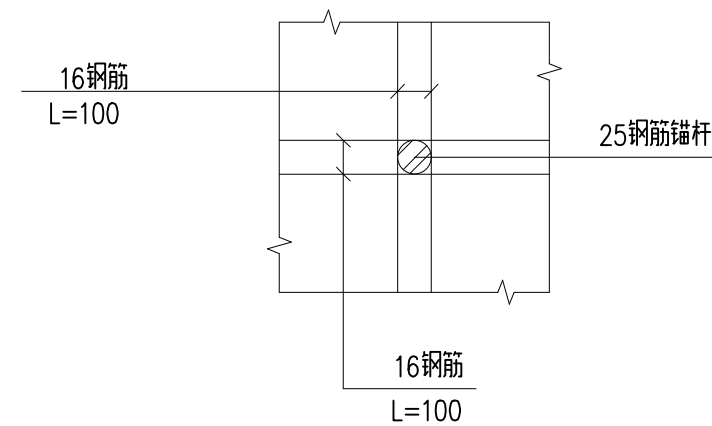
锚杆结构示意图



对中支架结构详图一



锚杆头构造示意图

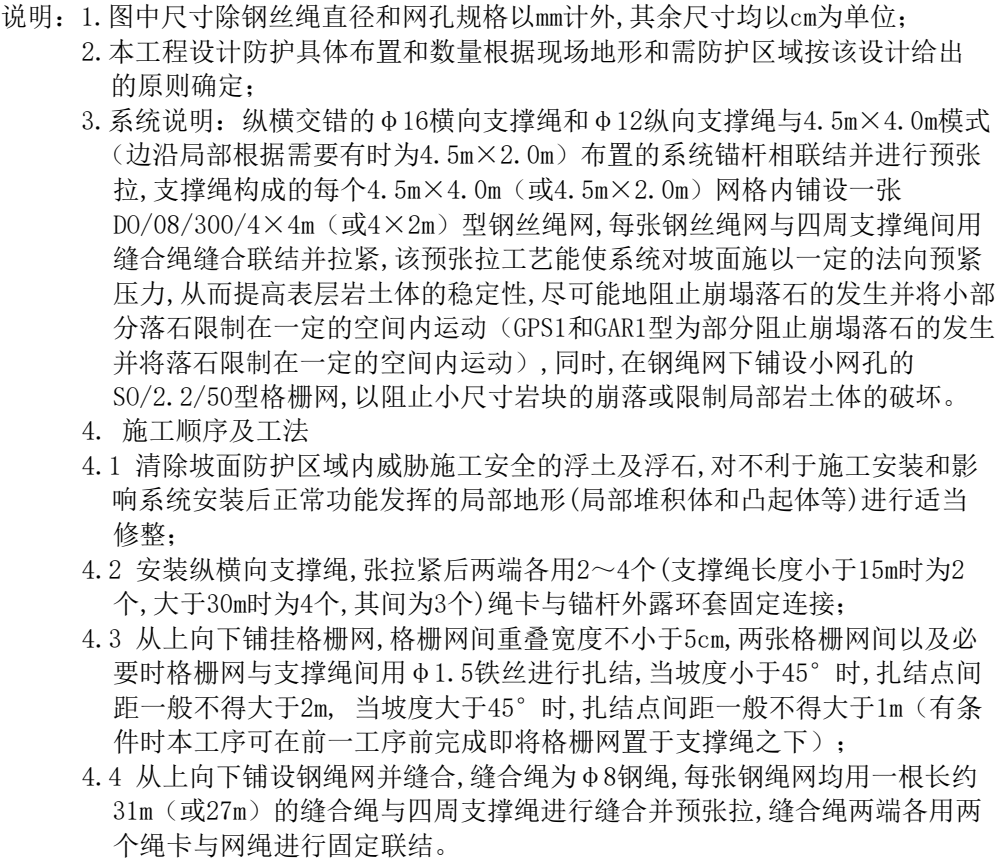


锚杆头构造详图

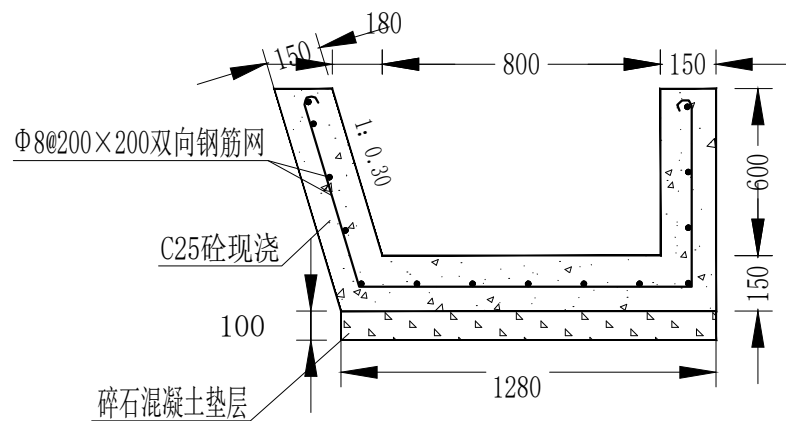
说明:

- 除注明外, 图中数字单位以mm计;
- 钢筋锚杆采用 25mm三级螺纹钢制作, $\Phi 6.5$ mm钢筋对中支架, 钻机成孔 $\Phi 90$ mm, 倾角暂定 20° , 为全长粘结型锚杆.
- 锚杆孔距允许误差100mm, 成孔倾角偏差 $\pm 5\%$, 钻孔深度超出锚杆设计长度不小于0.5m.
锚杆安装前清除孔内岩粉, 积水等杂物; 钢筋应除锈, 调直, 锚杆体每间隔1.5m设一对中支架, 以确保杆体砂浆握裹厚度.
- 注浆采用M30水泥砂浆, 配合比宜试验确定, 注浆压力0.3~0.5MPa. 注浆用水泥采用强度等级为42.5R的普通硅酸盐水泥.
- 未及之处按现行规范, 规程及规定执行.

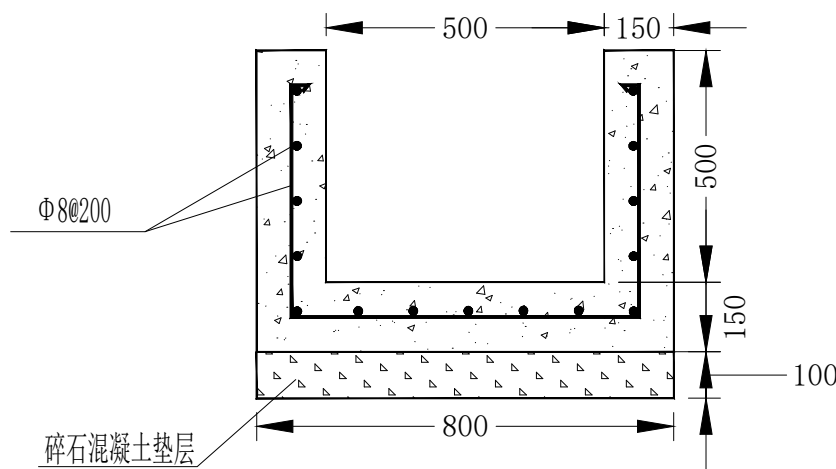
浙江省工程物探测察设计院有限公司 ZHEJIANG ENGINEERING GEOPHYSICAL PROSPECTING AND DESIGN INSTITUTE Co., LTD				工程名称	宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程			
项目负责人	施永平	校核	张成成	图纸名称	锚杆大样图		顺序号	13
设计	胡建刚	审核	吴加林	图纸号	S5-1		图纸号	S5-1
制图	沈涛	审定	沈涛	阶段	设计方案	未盖出图专用章本图无效	日期	2023.08



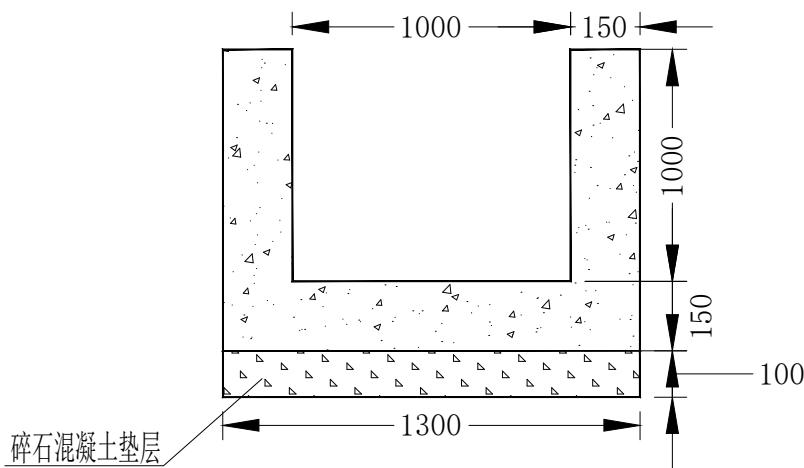
 浙江省工程物探勘察设计院有限公司 ZHEJIANG ENGINEERING GEOPHYSICAL PROSPECTING AND DESIGN INSTITUTE CO., LTD.		工程名称		宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程	
项目负责	施永平	校对	张成成	图 纸 名 称	主动网安装示意图
设 计	刘海翔	审 核	刘 敏		顺序号 14
制 图	陈 芳	审 定	冯 磊		图纸号 S5-2
阶段		设计方案		未盖出图专用章本图无效	日 期 2023.08



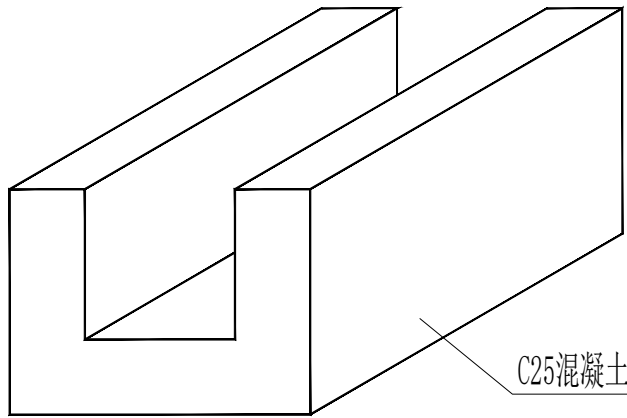
截水沟配筋图



排水沟配筋图



集水井剖面图



排水沟轴视图

说明:

- 1、图中标注尺寸均以mm为单位;
- 2、排水沟: 采用C25混凝土浇筑, 内置Φ8@200钢筋网;
- 3、排水沟伸缩缝: 沉降伸缩缝间距一般为15m, 缝宽2cm, 应横向贯通, 采用沥青麻筋、沥青竹绒或沥青木板等弹性材料沿墙填塞, 深度不小于15cm。
- 4、截水沟: 坡顶外推1~5m位置设置截水沟, 底宽0.8m, 深0.6m, 外侧垂直, 高0.6m, 内侧依坡高0.6~1.0m, 坡率为1: 0.3。采用C25混凝土浇筑, 厚15cm, 内配Φ8@200×200; 每10米设置一道伸缩缝, 缝宽2厘米, 应横向贯通, 采用沥青麻筋、沥青竹绒或沥青木板等弹性材料沿墙填塞。依地形找坡, 直接舒顺, 沟底纵坡不小于0.5%, 当坡度大于25°时, 对截水沟急流部位应设置跌水(消力槛, 或嵌入10cm×10cm的坚硬小石块), 用以消能和减少流速。
- 5、须遵照《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2002)、《混凝土结构工程施工规范》(GB50666—2011)及本设计要求施工、验收;
- 6、未尽适宜见相关规范。

 浙江省工程物探勘察设计院有限公司 ZHEJIANG ENGINEERING GEOPHYSICAL PROSPECTING AND DESIGN INSTITUTE Co., LTD		工程名称	宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程		
项目负责	施永奇	校核	张成成	图纸名称	排水系统大样图
设计	胡明	审核	吴小华	图纸号	S5-3
制图	沈华	审定	沈华	阶段	设计方案
未盖出图专用章本图无效				日期	2023.08

```

graph LR
    A((清理、  
平整坡面)) --> B((规划放样))
    B --> C((锚钉钻孔))
    C --> D((安装锚钉))
    D --> E((挂网))
    D --> F((潮润坡面))
    F --> G((喷射基材  
混合物))
    G --> H((喷滴灌  
系统安装))
    G --> I((植被种植))
    J((工艺技术准备)) --> G
    K((容器苗)) --> I
    H --> L((交验前  
养护管理))
    I --> L
    M((植被材料处理)) --> L
    N((病虫害防治)) --> L
  
```

Technical drawing of a reinforced concrete slab cross-section. The drawing shows a rectangular slab with a width of 2000 mm and a height of 500 mm. The reinforcement details are as follows:

- Top Reinforcement:** 3 bars, labeled $\phi 6$ 短锚钉 (Short anchor bolts), with a spacing of 100 mm.
- Bottom Reinforcement:** 3 bars, labeled $\phi 6$ 短锚钉 (Short anchor bolts), with a spacing of 100 mm.
- Internal Reinforcement:** 3 bars, labeled $\phi 6$ 短锚钉 (Short anchor bolts), with a spacing of 500 mm.
- Reinforcement Mesh:** A cross-hatched area labeled 包塑镀锌铁丝网 (Plastic-coated galvanized iron mesh).
- Dimensions:** The total width is 2000 mm, divided into two 1000 mm sections. The total height is 500 mm.

包塑镀锌铁丝网

包塑镀锌铁丝网挂网幅边

40

1900

100

1900

2000

14#PVC包塑镀锌铁丝网

500

500

500

500

500

500

500

500


固网锚钉
C6, L=300

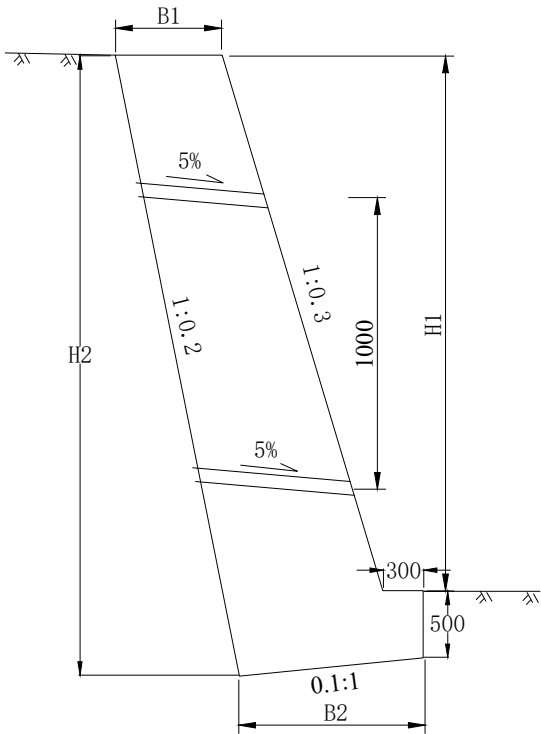
基岩

基层厚度100mm

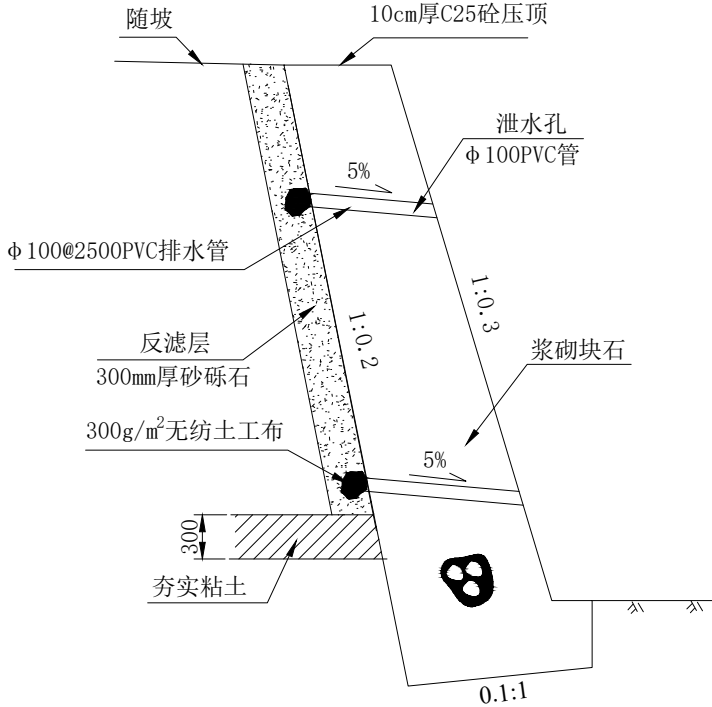
坡顶桩钉
C8, L=500

- 1、图中尺寸以mm计;
- 2、本图适用于边坡平台及缓坡部位,地形坡度多小于53°部位;
- 3、基材混合物由由土壤、有机质、化学肥料、保水材料、粘结剂及纤维配比构成。植壤上应以壤土类的中壤土为主,有条件时可选养分含量高、砂粒少、土壤团粒性好的菜园土,过8mm筛,含水量≤20%,风干过筛后的植壤土应采取防水措施;有机基材一般是泥炭土、草炭土、蘑菇肥、垃圾土的一种或多种混合物;客土喷播应加入长效肥和速效肥;保水材料是喷播材料重要组成部分,用于喷播层的保水;粘合剂的主要提高木纤维对土壤的附着性能并使纤维之间相互粘接,以保证喷播层抗风吹、雨冲而不脱落;纤维按一定的比例添加到基质中起到草筋作用,有利于坡面基准质的稳定,纤维可就地取秸秆、树枝等粉碎成10~15mm长,含水量≤20%。根据本地区地理及边坡条件,客土厚度≥10cm。
- 4、绿化取材采用C型,其技术指标应符合Q/71189.91-9.1-2001《绿化营养(绿化基材)》的规定;
- 5、植物配置:植物配置综合考虑边坡类型、坡度和当地的气候等多种因素。草种配制:百喜草、狗牙根、高羊茅、白三叶、野菊花组合,每平方米种子用量7.5g。灌木配制:紫穗槐、盐肤木、多花木兰、构树、火棘、马棘、胡枝子、小腊、荆条、伞房决明等混播,每平方米种子用量24.5g。灌木配制:合欢、臭椿、刺槐、女贞、马尾松等混播,每平方米种子用量5.0g。植被种子在使用前应做发芽率试验,发芽率达90%以上方可使用,对难发芽的植被种子使用前应作催芽处理;
- 6、边坡整理:清除坡面杂物,消除落石隐患,坡面的平整度≤30cm;
- 7、固网锚钉:采用C6钢筋制作,钢锚钉拟采用“L”形,长300mm,其中锚钉露出坡面长度为50mm,入岩长度250mm,按设计布置锚钉孔位,锚钉间距为500×500mm(固网锚钉位于根系生长孔及木档板之间,避免锚钉与根系生长孔相互影响),用电钻或风钻凿孔,钻孔方向与坡面垂直,孔径为30mm,钻孔深度超深2cm,孔深270mm。锚钉安装时,应长短交错;
- 8、铺网固网:挂网应在锚钉受受力后进行,铺网采用14mm镀锌铁丝网,网间搭接长度不小于10cm,并每隔30cm用18#铁丝绑扎,网与坡面的间隙为6cm左右,坡顶需延伸100cm左右,开沟并用桩钉固定后回填。坡顶固定后,自上而下铺设;
- 9、施工时必须做好相关临时安全防护措施,未尽事宜,详见其他设计图及相关规程、规范。

<div></div> <div>浙江省工程物探勘察设计院有限公司</div> <div>ZHEJIANG ENGINEERING GEOPHYSICAL PROSPECTING AND DESIGN INSTITUTE CO., LTD</div>				工程名称	宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程			
项目负责人	张永平	校核	张永平	图纸名称	"包塑镀锌铁丝网挂网+厚层基材喷播"大样图		顺序号	16
设计	张永平	审核	张永平	图纸名称			图纸号	S5-4
制图	张永平	审定	张永平	阶段	设计方案	未盖出图专用章本图无效	日期	2023.08



浆砌块石挡墙尺寸图 1:50

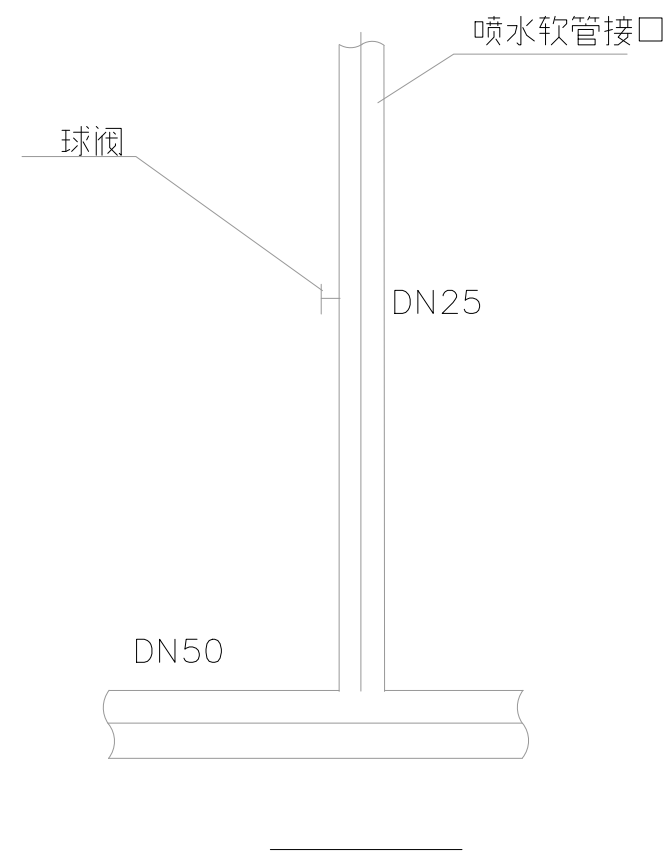
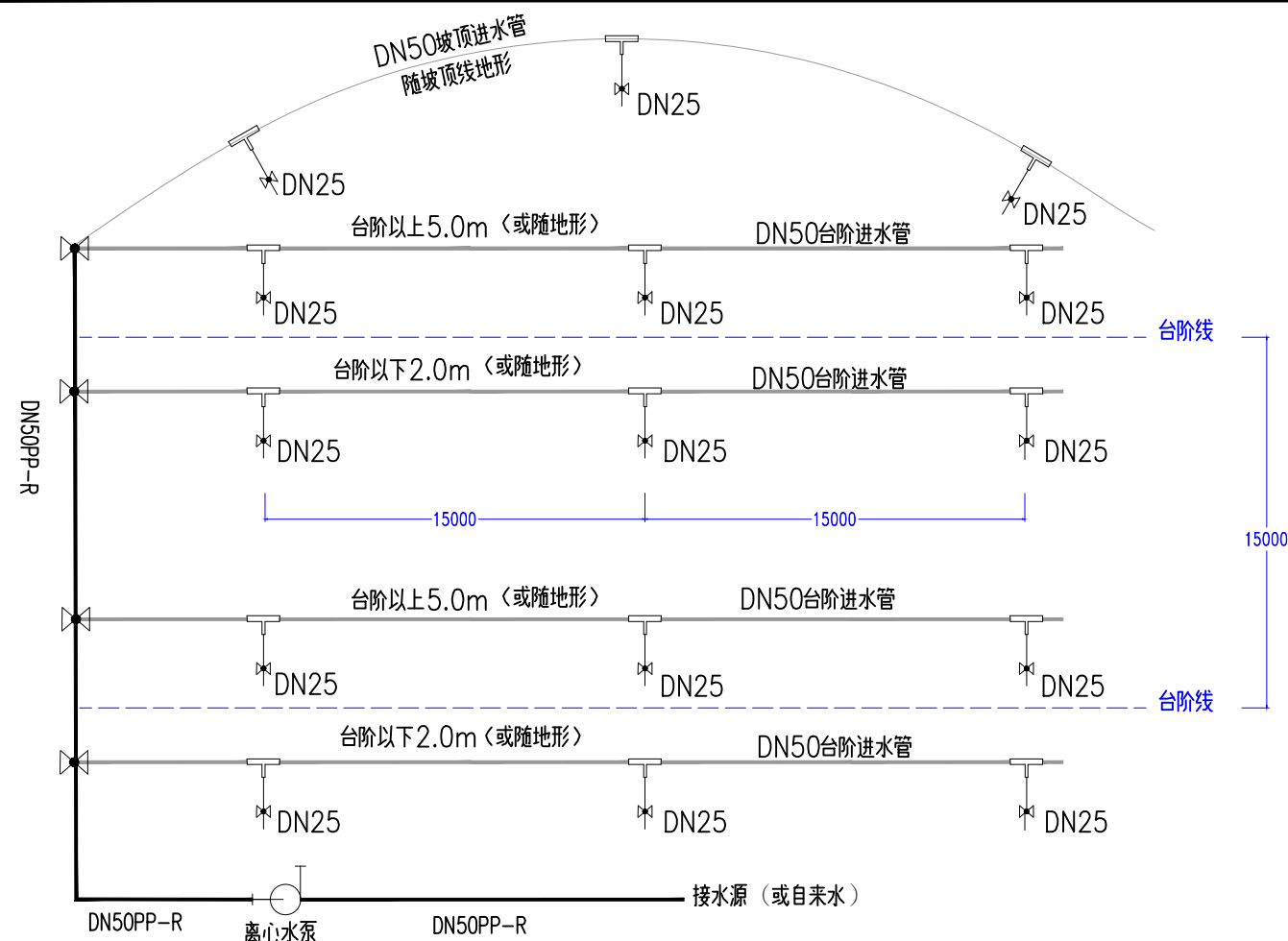


浆砌块石挡墙结构图 1:50

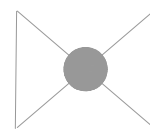
挡墙尺寸					
B1 (cm)	50	60	60	70	80
B2 (cm)	90	105	110	125	140
H1 (cm)	200	250	300	350	400
H2 (cm)	260	310	360	410	460
断面积 (m ²)	1. 72	2. 42	2. 88	3. 79	4. 83

- 说明:
- 图中尺寸除注明外,均以mm计。
 - DE段边坡坡脚采用浆砌块石挡墙护坡。
 - 挡墙墙背坡率1:0.2, 墙面坡率1:0.3, 墙底坡率0.1:1, 墙趾台阶高0.5m, 宽0.3m, 基础置于强风化层, 埋深不小于0.8m, 置于中风化层, 埋深不小于0.5m;
 - 浆砌块石挡墙石材强度不低于MU30, 砌筑水泥砂浆用M7.5, 挡墙采用座浆法砌筑, 砌筑时应先铺设砂浆后砌筑, 石块应分层卧砌, 上下错缝, 内外搭砌。
 - 挡墙泄水孔设置2排, 上下排交错布置, 横向间距为2.5m, 纵向间距为1.0m, 排水管为φ50mmPVC管, 排水坡率为5%, 其进口端设砂砾滤层, 并用土工布包裹。
 - 挡墙后填方体宜采用透水性好的碎石土, 应分层夯实, 顶部用粘土压实, 防治雨水入渗。
 - 挡墙顶回填后的边坡平台以10%的坡率外倾, 便于坡面水排泄顺畅, 表层灌草护坡。
 - 未尽事宜按相关规范执行。

 浙江省工程物探勘察设计院有限公司 ZHEJIANG ENGINEERING GEOPHYSICAL PROSPECTING AND DESIGN INSTITUTE CO., LTD.				工程名称	宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程			
项目负责人	张永奇	校核	张永成	图 纸 名 称	浆砌块石挡墙大样图		顺序号	17
设 计	孙海翔	审 核	孙海翔				图纸号	S5-5
制 图	孙海翔	审 定	孙海翔	阶段	设计方案	未盖出图专用章本图无效	日 期	2023. 08



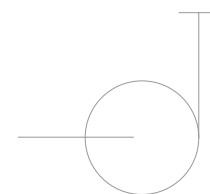
图例



球阀



异径三通



离心水泵



给水管

说明：

1. 坡脚“九峰山水库”水源充足，可通过高压泵将水源送至坡顶、坡面。
2. 水泵采用离心式水泵，扬程不小于100m，流量不小于12m³/h。
3. 供水管主管采用DN50PP-R冷水管，抗压强度不低于10MPa。
4. 喷灌系统见图。
5. 管路沿斜坡及马道铺设，每条马道分出同样规格的PP-R管道支线，用锚钉固定。
6. 马道分管上每隔15m设置一出水口，要求采用φ50-25的异径三通，三通前缘设置φ25球阀以控制每个出水口的工作状态和流量。
7. 出水口球阀连接一段DN25PP-R管，用于连接日后养护使用的软管。
8. 喷灌系统采用热融焊接器连接，并做闭气试验。
9. 根据施工的地形及施工范围，应采用1台离心泵独立工作，电源从水库泵房接入。
10. 养护操作中，所开启的供水阀应根据水泵动力进行调整，浇水时遵循应从下向上浇灌的原则。
11. 图中高程单位以m计，尺寸单位以mm计，管径以mm计。

<div></div> <div>浙江省工程物探勘察设计院有限公司</div> <div>ZHEJIANG ENGINEERING GEOPHYSICAL PROSPECTING AND DESIGN INSTITUTE CO., LTD</div>			工程名称	宁波市奉化区莼湖街道九峰山地质灾害点治理工程				
项目负责	张永平	校核	张永平	图 纸 名 称	喷灌系统大样图	顺序号	18	
设 计	孙德明	审核	孙德明			图纸号	S5-6	
制 图	孙德明	审定	孙德明	阶段	设计方案	未盖出图专用章本图无效	日期	2023.08