






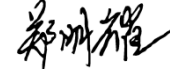
# 嵊州市仙岩镇西鲍村下王舍自然村马德芳等 13 户屋后崩塌隐患地质 灾害治理工程勘查与设计（最终稿）



杭州泰川建设技术有限公司  
二〇二四年八月



# 嵊州市仙岩镇西鲍村下王舍自然村马德芳等 13 户屋后崩塌隐患地质灾害治理工程 勘查与设计

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

编制单位：杭州泰川建设技术有限公司

证书编号：330020232110023

提交时间：二〇二四年八月

单位地址：萧山区新塘街道南秀路 1999 号

联系电话：0571-82713207



中华人民共和国自然资源部监制



《嵊州市仙岩镇西鲍村下王舍自然村马德芳等 13 户屋后崩塌隐患  
地质灾害治理工程勘查与设计》

评 审 意 见

2024 年 8 月 6 日，受嵊州市仙岩镇人民政府的委托，有关专家（名单附后）对杭州泰川建设技术有限公司编制提交的《嵊州市仙岩镇西鲍村下王舍自然村马德芳等 13 户屋后崩塌隐患地质灾害治理工程勘查与设计》（以下简称《勘查与设计》）进行了评审。专家组经质询、审议形成评审意见如下：

一、受“格美”台风带来的强降雨影响，仙岩镇西鲍村下王舍自然村马德芳等 13 户屋后边坡发生块石掉落的现象；经勘查，边坡为早期切坡建房形成，整体高陡，无支护，其中 I 段边坡长约 24.0m，高 3.5-4.2m，整体坡向 255°，坡度 60°~75°，为岩质边坡，边坡后缘有一条上山踏步道；II 段边坡长 115.0m，高 4.5-9.5m，整体坡向 160°，坡度 65°~75°，坡面局部存在临空面及倒坡。调查认为边坡整体基本稳定，但局部坡段，裂隙发育，岩体结构松散，将形成楔形体破坏，局部存在崩塌隐患，潜在崩塌区平面约 150.0 m²，隐患体积约 100.0m³，威胁马德芳等 13 户 52 人，危害程度中等；为消除崩塌隐患，对该边坡进行工程治理。目的任务明确。

二、《勘查与设计》通过工程地质测绘、实测剖面、地面调查访问、资料收集等方法，基本查明了边坡地层岩性、地质构造、水文与工程地质及边坡、崩塌隐患等等地质环境条件，在此基础上分析评价了边坡的现状稳定性，预测了边坡稳定性发展趋势，为边坡崩塌治理工程方案设计提供了地质依据。

三、《勘查与设计》根据边坡的地质环境条件、工程地质现状、边坡稳定性分析以及施工条件，结合委托方要求，采取清（修）坡、坡面锚杆+SNS 主动防护网等措施。设计思路基本正确、技术方法基本可行。

四、《勘查与设计》提出的工程总体部署、分部分项工程施工技术要求及治理工序工期可行，工程量统计及治理费用概算基本可靠。

五、存在问题及修改建议：①补充收集勘查区以往地质灾害调查评价成果；②明确勘查和治理范围；③增加细化脚手架要求；④完善勘查、设计成果图。

综上，专家组认为《勘查与设计》编制依据较充分，勘查结论基本正确，提出的治理方案思路基本可行，评审予以通过。编制单位应根据专家意见，对《勘查与设计》补充修改完善，可提交委托单位使用。

专家组组长：解海旺

2024 年 8 月 6 日

嵊州市仙岩镇西鲍村下王舍自然村马德芳等 13 户屋后崩塌隐患地质灾害  
治理工程勘查与设计评审专家签到表

2024 年 8 月 6 日

成员	专家姓名	工作单位	职称
组长	解海旺	浙江省地矿勘察院有限公司	高工
组员	叶长峰	建德市自然资源综合服务中心	高工



目 录

第一册 勘查部分 ..... 4

一、前 言 ..... 4

    （一）任务由来 ..... 4

    （二）目的任务 ..... 4

    （三）工程名称 ..... 4

    （四）勘查区位置 ..... 4

    （五）勘查依据 ..... 5

    （六）勘查手段、完成的工作量及质量评述 ..... 5

二、勘查区地质环境条件 ..... 6

    （一）气象、水文 ..... 6

    （二）地形地貌 ..... 7

    （三）地层岩性 ..... 7

    （四）区域地质构造和稳定性 ..... 8

    （五）工程地质条件 ..... 8

    （六）水文地质条件 ..... 9

    （七）人类工程活动对地质环境的影响 ..... 10

三、现状边坡基本特征 ..... 10

    （一）边坡基本特征 ..... 10

    （二）稳定性分析方法与稳定程度等级划分 ..... 14

    （三）边坡稳定性分析 ..... 15

    （四）边坡后缘自然斜坡基本特征 ..... 16

    （五）影响边坡稳定性的因素 ..... 16

    （六）边坡类型及安全等级 ..... 16

四、地质灾害发展趋势及危害程度预测、评价 ..... 18

五、施工条件分析 ..... 18

六、勘查结论与建议 ..... 19

    （一）勘查结论 ..... 19

    （二）勘查建议 ..... 19

第二册 工程设计部分 ..... 20

    （一）设计依据 ..... 20

    （二）设计主要技术规范及标准 ..... 20

    （三）设计原则 ..... 20

    （四）设计标准 ..... 20

    （五）设计内容 ..... 20

1、坡面清理及修坡 ..... 21

2、钢绳锚杆+SNS 主动防护网工程 ..... 21

3、安全文明施工 ..... 23

4、监测 ..... 23

5、施工条件分析 ..... 24

    （六）施工技术质量要求 ..... 24

1、边坡修坡及坡面清理 ..... 24



2、锚杆施工 .....	25	S-10	锚头加固大样图
3、SNS 主动防护网施工 .....	26	S-11	SNS 主动式防护系统施工说明
（七）施工管理及保证措施 .....	27	S-12	临时安全防护设施图
（八）施工进度计划及平面布置 .....	28		
第三册 工程量清单 .....	29		

勘查图纸：

- K-1 勘查成果图
- K-2 地质剖面图 a1-a1’
- K-3 地质剖面图 a2-a2’
- K-4 地质剖面图 a3-a3’
- K-5 地质剖面图 a4-a4’
- K-6 地质剖面图 a5-a5’
- K-7 地质剖面图 a6-a6’

设计图纸：

- S-1 设计平面图
- S-2 设计剖面图 A1-A1’
- S-3 设计剖面图 A2-A2’
- S-4 设计剖面图 A3-A3’
- S-5 设计剖面图 A4-A4’
- S-6 设计剖面图A5-A5’
- S-7 设计剖面图 A6-A6’
- S-8 设计立面图
- S-9 GQS2 型 SNS 系统施工安装图



## 第一册 勘查部分

### 一、前言

#### （一）任务由来

受“格美”台风强降雨的影响，嵊州市仙岩镇西鲍村下王舍自然村马德芳等 13 户屋后边坡坡顶区域时常有块石掉落的现象发生，所幸未造成人员伤亡。根据现场调查，该段边坡整体较高陡，坡顶存在临空面及倒坡。在强降雨的影响下，可能会存在崩塌地质灾害隐患。为了保证坡脚房屋及村民的安全，彻底消除地质灾害安全的隐患，需对该崩塌隐患区域的边坡进行彻底的治理，保证边坡的安全、稳定。

受嵊州市仙岩镇人民政府的委托，我公司（杭州泰川建设技术有限公司）承担了嵊州市仙岩镇西鲍村下王舍自然村马德芳等 13 户屋后崩塌隐患地质灾害治理工程的勘查与治理设计工作。

#### （二）目的任务

##### 1、目的

基本查明崩塌隐患区边坡地段的地质环境条件、边坡存在隐患的类型、隐患成因及形成变形破坏机制，并对其稳定性做出评价，为边坡治理工程设计提供必要的工程地质依据。

##### 2、任务

（1）查明勘查区崩塌隐患点的地形地貌、地层岩性、地质构造、岩土体特征及结构面力学性质，以及水文地质和工程地质条件。

（2）查明勘查区崩塌隐患点可能产生的安全隐患类型、基本特征、成因及形成变形破坏机制，分析其发展趋势及危害程度。

（3）根据勘查结果对该崩塌隐患点进行治理设计，并编制工程量及工程概算。

#### （三）工程名称

嵊州市仙岩镇西鲍村下王舍自然村马德芳等 13 户屋后崩塌隐患地质灾害治理工程勘查与设计

#### （四）勘查区位置

本工程位于嵊州市仙岩镇西鲍村下王舍自然村马德芳等 13 户屋后，距离嵊州市人民政府直线距离约 15.30km，距离仙岩镇人民政府直线距离约 3.10km，边坡近中心地理位置为东经 120° 49′ 25.12″，北纬 29° 42′ 2.64″，所在位置交通便利，详见交通位置图 1。



图 1 交通位置图



（五）勘查依据

（1）相关文件

- 《地质灾害防治条例》国务院第 394 号令；
- 《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》（国务院国发[2011]20 号文）；
- 《浙江省地质灾害防治条例》浙江省人民代表大会常务委员会委员令第 18 号公告。

（2）相关规范

- 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2009）；
- 《工程测量规范》（GB50026-2007）；
- 《地质灾害防治条例》（国务院第 394 号令）；
- 《崩塌滑坡泥石流灾害详细调查规范（1：50000）》（中国地质调查局）；
- 《工程地质勘查要求（1：50000）》（DD2019-06）；
- 《水文地质勘查要求（1：50000）》（DD2019-03）；
- 其它有关的工程地质规范、细则等。

（3）收集利用资料

- 《浙江省区域地质志》（浙江省地质矿产局编制，1989）；
- 《浙江省区域水文地质志》（浙江省水文地质工程地质大队，浙江省工程勘察

院，1995.11）；

（六）勘查手段、完成的工作量及质量评述

1、勘查手段

本次地质灾害的勘查手段主要包括：资料收集与整理分析，主要包括自然地理、地质环境概况、地形数据资料，并对收集资料进行了分类整理分析及基础图件编绘。

采用点、线、面结合的方式进行野外勘查，根据边坡的实际分布特征情况，合理布设勘查点、勘查线路，在勘查区内进行详细的专业地质勘查。

室内资料整理及分析研究，通过调查与研究，依据野外稳定性判定，并结合勘查区地质环境条件，对已查明的地质灾害隐患进行危害程度评价、危险性评价，圈定危险区范围，提出防灾措施建议，最终完成成果图及报告编制。

2、完成的工作量

本次勘查野外工作于 2024 年 7 月 20 日开始，于 2024 年 7 月 21 日结束。本次勘查完成的主要工作量见表 1。

表 1 完成工作量统计表

序号	工作内容	单位	工作量	备注
1	地形实测（1：500）	km <sup>2</sup>	0.025	实测
2	工程地质测绘（1：500）	km <sup>2</sup>	0.015	
3	水文地质调查（1：500）	km <sup>2</sup>	0.015	
4	剖面实测	m	500	实测
5	调查访问	人	2	
6	拍摄照片	张	30	
7	地质调查点	个	20	

3、勘查工作质量评述

在本工程在地质勘查工作过程中，严格按照质量管理体系 GB/T19001-2000IS0900（1：2000）标准要求进行全过程标准化管理，严格执行有关



规程规范及我公司质量/环境/职业健康安全管理体系相关程序性文件的规定,以保证用合理的质量成本,按期保质完成本次地质勘查工作。

本次勘查工作的技术方法、资料整理和报告编写按照有关规程规范和技术要求进行。野外调查详细、资料齐全、质量可靠。在收集和分析已有资料的基础上,进行的野外调查和复核、访问工作,经过有关技术人员分析、研究,整理、编写本勘查报告,且勘查报告通过了本单位内部人员审查。

## 二、勘查区地质环境条件

### (一) 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。

从 2024 年 7 月 24 日 08 时至 26 日 09 时,全市面雨量 26.4 毫米。其中新昌 59.7 毫米、嵊州 31.4 毫米、诸暨 22.4 毫米、上虞 15.6 毫米、柯桥 12.7 毫米、越城 8.9 毫米。50 毫米以上有 173 个站,其中 25 个站超过 100 毫米,最大为新昌县小将镇芹塘 197.3 毫米。

有 25 站出现 8 级及以上大风，最大嵊州市石璜镇西白山雷达 10 级（27.5 米/秒，海拔 1103 米）。

绍兴市降水分布图 24年07月24日08时00分-07月26日09时00分

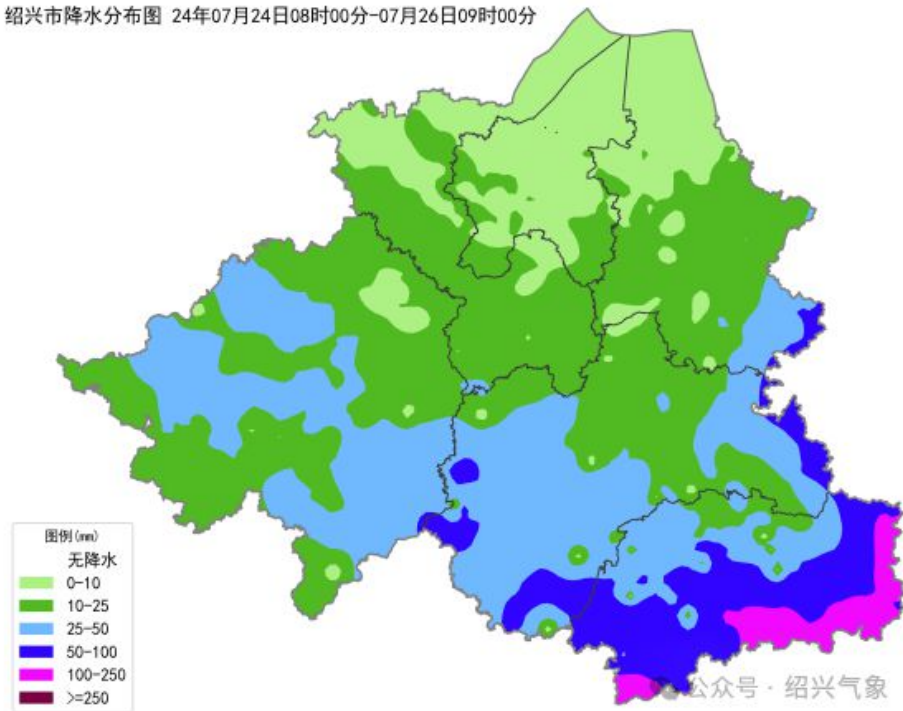


图 3 绍兴市降雨量分布图

## 2、水文

勘查区内水系不发育，地表径流主要来自坡面汇水，水源主要为大气降雨。

## （二）地形地貌

勘查区位于丘陵地貌，地势总体北高南低，勘查区所处山脊呈西南～东北向展布，勘查区山体最高海拔约 58.11m，最低点的海拔在 24.60m，相对最大高差约 33.51m。山坡自然坡度 15～20°。人工边坡最大相对高差约 5.0～9.5m，边坡整体上陡下缓，局部存在临空面。

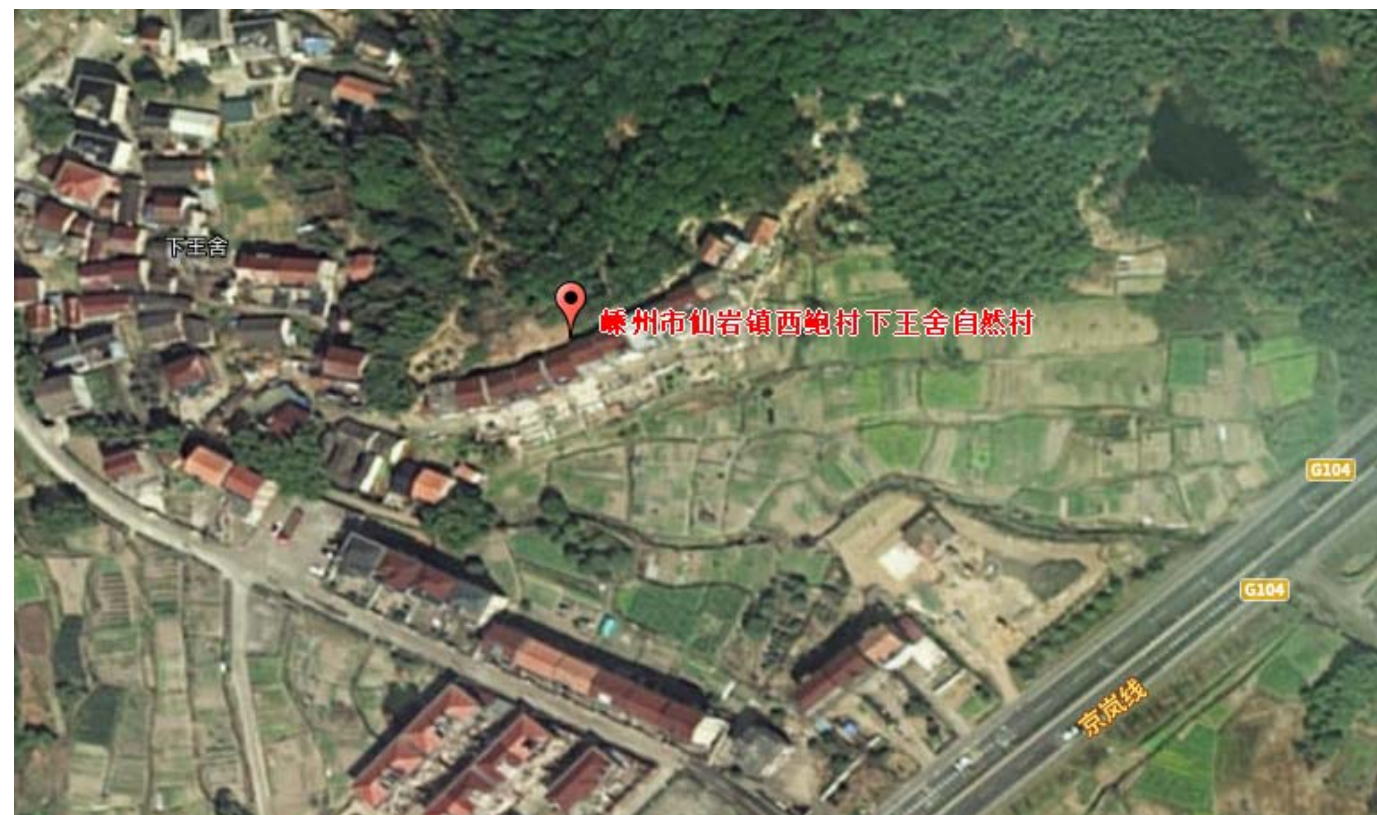


图 3 勘查区谷歌卫星图

## （三）地层岩性

调查区内出露的前第四纪地层主要为白垩系下统高坞组 ( $K_1g$ )，出露的第四纪地层主要为残坡积层 ( $Q^{el-dl}$ )。

### 1、前第四纪地层

白垩系下统高坞组 ( $K_1g$ ): 调查区出露岩性为灰紫色、紫红色熔结凝灰岩等，熔结凝灰结构，假流纹构造，岩石节理裂隙较密集。

### 2、第四纪地层

边坡表部为第四系残坡积层 ( $Q^{el-dl}$ ): 岩性为含碎石粉质粘土，棕黄、褐黄色，可塑，碎石含量 20～30%，粒径一般 1～10cm，磨圆度差，呈棱角状，碎石成份为强风化凝灰岩，边坡表部厚度一般为 0.1～0.2m，仅分布于自然斜坡缓坡地带。





图 4 区域地质图

（四）区域地质构造和稳定性

一、地质构造

在区域构造上，本区（图 4）属华南褶皱系（I 2）浙东南隆起区（II 4）丽水—宁波隆起带（III 8）之新昌—镇海隆断束（IV 7）北东端。丽水—余姚深大断裂带从勘查区南东侧通过，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，勘查区内未见断层。

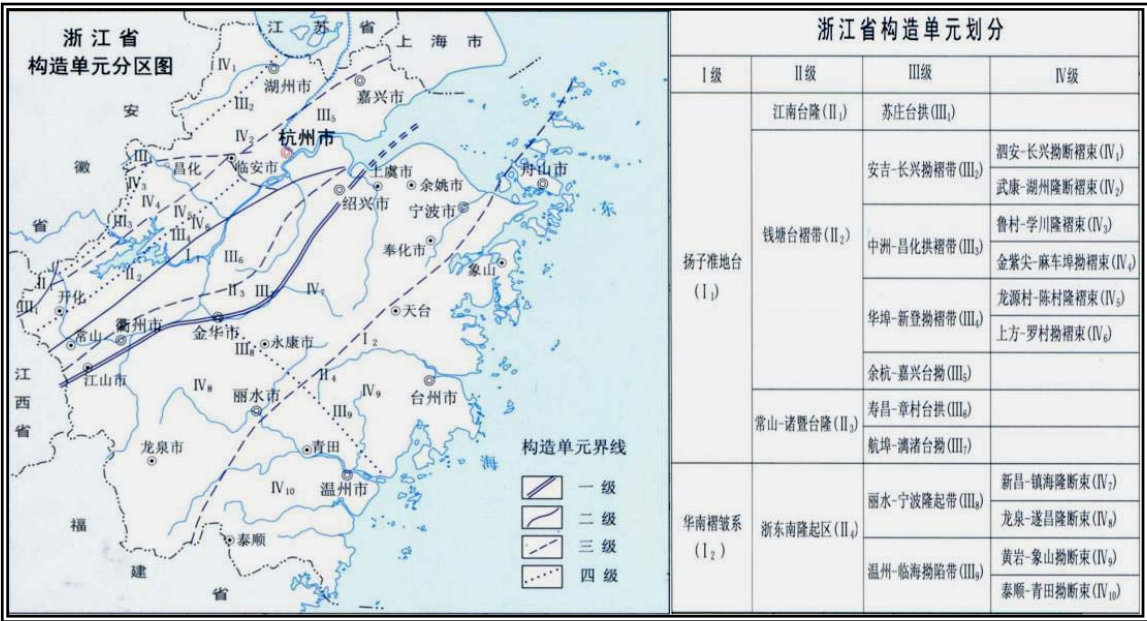


图 5 勘查区大地构造位置图

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），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。

表 2 邻近区历史地震资料统计表

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

（五）工程地质条件

根据边坡及周边裸露区纵向地层结构分析，综合考虑岩土体分布情况、风化程度、

工程地质性质，由上而下划分成三个工程地质层组，具体分布如下：

①含碎石粉质粘土

分布于丘陵区山体表层，强风化层之上，棕黄、褐黄色，松散～稍密，可塑，碎石含量 10～20%，粒径以 2～5cm 为主，个别大于 8cm，棱角～次棱角状，厚 0.1～0.2m，广泛分布于自然斜坡坡顶区域。

②-1 层：强风化凝灰岩

呈灰～紫灰色，块状结构，碎裂块状构造，节理裂隙发育，岩石破碎。强风化层厚度勘察区内分布不均匀，随地形起伏变化而变化，厚度约 0.5～1.0m。

②-2 层：中等风化凝灰岩

呈灰～紫灰色，凝灰结构，块状构造，晶屑玻屑含量小于 10%，晶屑以石英、长石及少量暗色矿物组成，岩体较完整，节理裂隙较发育。岩土体物理力学参数的准确取值直接影响边坡计算、分析的可靠性，本报告计算参数根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）表 4.3.1 以及类似工程相关经验进行选取，详见表 3。

表 3 边坡各岩土层物理力学参数表

层号	岩土名称	重度		抗剪强度				岩土体与锚固体极限粘结强度标准值
		天然	饱和	天然		饱和		
		(kN/m³)		C(kPa)	Φ (°)	C(kPa)	Φ (°)	(kpa)
①	含碎石粉质粘土	18.0	18.5	12.0	10.5	10.5*	9.0*	110
②-1	强风化凝灰岩	23.0	24.0	32.0	28.0	30.0	25.0	390
②-2	中风化凝灰岩	26.0	26.5	48.0	52.0	48.0	52.0	880

（六）水文地质条件

根据对治理区的调查结果，结合以往的水文地质资料，边坡区地势较高，且处于

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，治理区内第四系残坡积层较薄，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。

1、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。

边坡总体表现为岩石较完整，富水性较差，坡面主要受降雨冲刷。坡面汇水面积较大，山体坡面受降雨影响较大。

2、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，勘察区上部土体及强风化岩层厚度薄，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。

2.1 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。

2.2 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。

### 3.3 地下水侵蚀性分析

根据区域水文地质资料判定，地下水对砼及建材无侵蚀性。

### （七）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早期切坡建房等，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。

## 三、现状边坡基本特征

### （一）边坡基本特征

边坡岩体的稳定性主要受地质构造的控制。根据岩体结构，考虑了结构面的组合形态、岩性、变形破坏方式，边坡不稳定因素主要以破碎岩体沿软弱结构面下滑、楔形体崩塌和坠石为特征，由于岩石差异风化明显，且局部呈碎裂块体结构特征，边坡的稳定性较差，存在岩体崩塌地质灾害隐患。

根据工程地质环境条件、边坡形态、边坡整体走向以及地理位置不同，可将边坡划分为两段，分别为 I 段边坡和 II 段边坡。



照片 1 勘查区无人机拍摄全景照片(镜向北)



## 1、I 段边坡

该段边坡因早期切坡建房开挖所形成，边坡整体呈一面坡，人工边坡长约 24.0m，高约 3.5-4.2m，该段边坡整体坡向约  $255^{\circ}$ ，坡度  $60^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ，边坡整体较高陡。边坡上部土层为残坡积层，残坡积层较薄，层厚约 0.1~0.2m，该边坡为岩质边坡。人工边坡后缘有一条上山踏步，离坡顶距离较近，约 0.3-0.5m，上山踏步表面未发现开裂等现象。坡脚离房屋外侧墙体较近，施工空间狭隘。

根据现场调查，整个边坡出露的岩土体以强~中风化砂岩为主，坡顶第四系残坡积层较薄，坡顶后缘山体未见有裂缝现象，在人工边坡坡顶存在倒坡及临空面(位于地质调查点 D2、D4 附近)现象，坡面较破碎，局部坡面有裂缝，前缘下部失去支撑，部分岩体脱离母体，在长期雨水冲刷、淋滤、冻胀等作用的破坏下，岩土体间的粘聚力降低，同时大量雨水渗入岩土体中使得其重量增加，崩塌的区域将会扩大，从而影响边坡坡脚房屋及村民的安全，威胁影响较大，危害程度中等。

由于早期切坡建房，导致该段边坡节理裂隙发育，节理切割岩体易形成楔形体破坏，根据现场勘查，该段边坡存在多处危岩体，其中较为典型的为 1 处，编号分别为 wy1（照片 6），其中 wy1 位于 D3 调查点附近，人工边坡顶部，斜长约 2.0m，宽约 3.0m，厚约 1.0m，体积约  $6.0\text{m}^3$ 。



照片 2 勘查区 I 段边坡坡顶临空面照片位于地质调查点 D2 附近(镜向东)

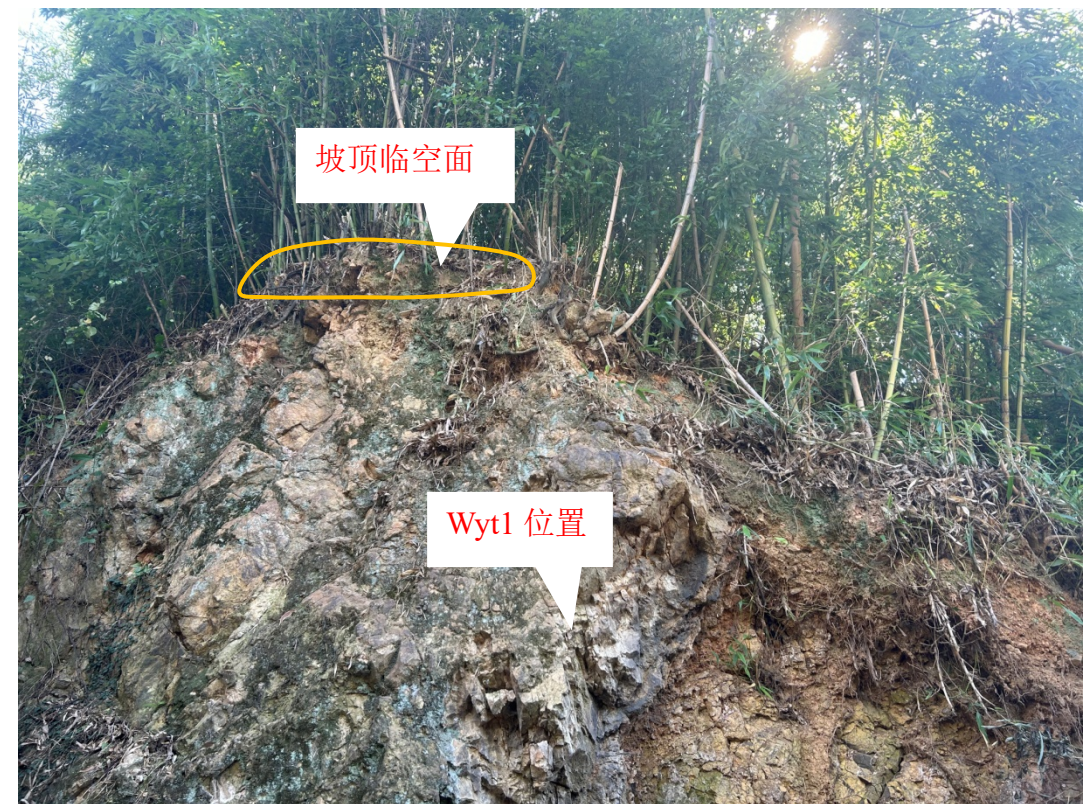


照片 3 勘查区 I 段边坡坡脚现状照片（镜向南）





照片 4 勘查区 I 段边坡坡顶临空面及倒坡照片位于地质调查点 D2、D4 附近(镜向东)



照片 6 勘查区 I 段边坡危岩体照片位于地质调查点 D3 附近（镜向东北）



照片 5 勘查区 I 段边坡边坡中下部现状照片（镜向北）



照片 7 勘查区 I 段边坡危岩体 1 照片位于地质调查点 D3 附近(镜向东北)





照片 8 勘察区 I 段边坡后缘上山踏步现状照片(镜向北)

## 2、II 段边坡

该段人工边坡长约 115.0m，高约 4.5-9.5m，该段边坡整体坡向约  $160^{\circ}$ ，坡度  $65^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ，边坡整体较高陡，受早期切坡建房对山体无序开挖的影响，坡顶局部存在临空面及倒坡。边坡上部土层为残坡积层，残坡积层较薄，层厚约 0.1~0.2m，该边坡为岩质边坡。

根据现场调查，整个边坡出露以强-中风化岩体为主，边坡基本稳定，但局部地方坡度较陡，节理裂隙发育，结构松散，中上部岩体风化强烈，坡面无防护，形成楔形体崩塌破坏，加之坡面存在临空面及倒坡现象，局部坡面前缘下部失去支撑，在长期雨水冲刷、淋滤、冻胀等作用的破坏下，使得岩体裂隙中的填充物或软弱夹层弱化，岩土体间的粘聚力降低，同时大量雨水渗入岩土体中使得其重量增加，从而使边坡存

在局部崩塌隐患。

由于早期切坡建房，导致该段边坡节理裂隙发育，节理切割岩体易形成楔形体破坏，根据现场勘察，该段边坡存在多处危岩体，其中较为典型的为 1 处，编号分别为 wy1（照片 10），其中 wy1 位于 D10 调查点附近，人工边坡顶部，斜长约 3.0m，宽约 3.0m，厚约 2.0m，体积约  $12.0\text{m}^3$ 。

因受近期“格美”台风的影响，坡顶局部区域发生了掉块现象，所幸没有人员受伤。



照片 9 勘察区 II 段边坡坡顶倒坡区域现状照片位于地质调查点 D7 附近(镜向北)





照片 10 勘察区 II 段边坡危岩体 2 现状照片位于地质调查点 D10 附近(镜向北)



照片 11 勘察区 II 段边坡坡脚块石掉落照片位于地质调查点 D6 附近(镜向西)

（二）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  $\phi$ ，从  $\phi$  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	$A \geq 70^\circ$	$70^\circ > A \geq 55^\circ$	$55^\circ > A > 45^\circ$	$A \leq 45^\circ$
地质结构	(IV) 外倾结构面与边坡交角小于 $40^\circ$ ，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 $40^\circ$ ，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。

（三）边坡稳定性分析

1、I 段边坡

现场调查发现，人工边坡长约 24.0m，高约 3.5-4.2m，该段边坡整体坡向约 255°，坡度 60°~75°，边坡整体较高陡。岩体风化强烈，岩体节理裂隙发育，主要发育两组节理：J1 230°∠50°，密度 2~3 条/m，延伸长度 2~5m，张开度 2~4mm；J2 335°∠30°，密度 1~2 条/m，延伸长度 3~8m，张开度 3~5mm。经赤平投影分析（见图 3-1），J1 和 J2 组合构成楔形体，具备楔形体破坏条件；J1 为顺坡向，与边坡产生的角度较大。边坡临空面与岩体结构面组合不稳定，受开挖、震动影响，边坡浅表部节理面多呈微张~张开状，形成松动的危岩体，在强降雨入渗、风化、重力等不利因素进一步作用下，往往易于边坡浅表部形成零星松弛危岩体，从而进一步发生崩塌地质灾害的可能性。

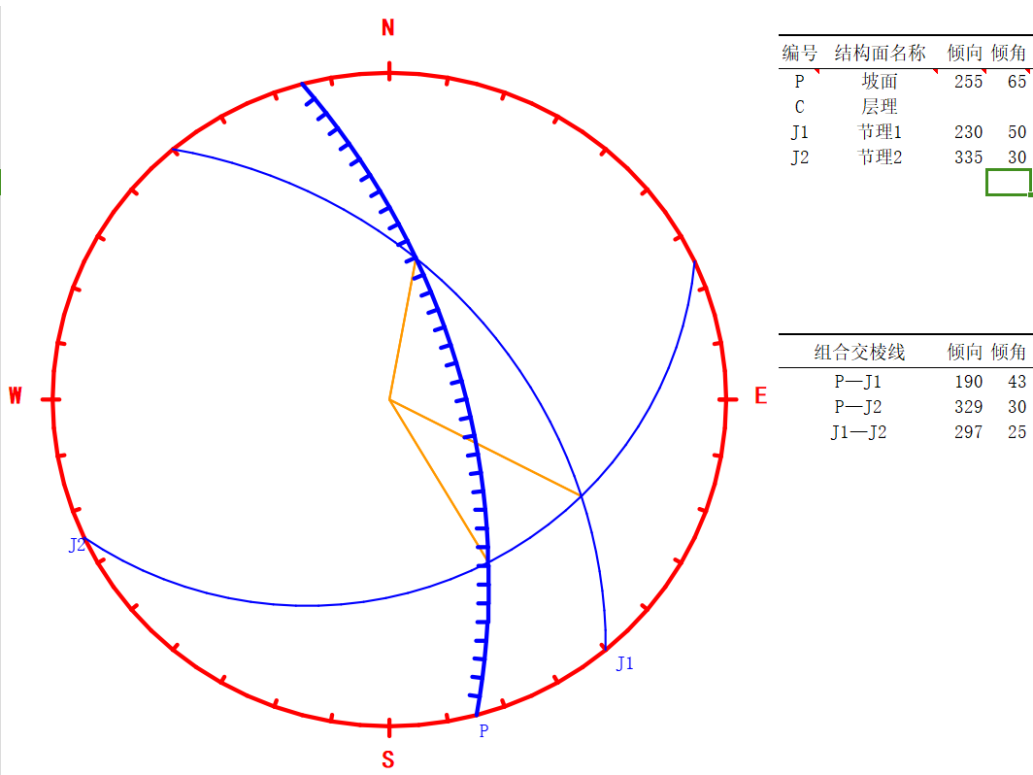


图3-1 赤平投影图

2、II 段边坡

现场调查发现，该段人工边坡长约115.0m，高约4.5-9.5m，该段边坡整体坡向约160°，坡度65°~75°，边坡整体较高陡。岩体风化强烈，岩体节理裂隙发育，主要发育两组节理：J1 185°∠30°，间距2条/m，延伸长度大于3m，闭合；J2 70°∠60°，间距 1~2 条/m，延伸长度大于3m，闭合。经赤平投影分析（见图3-2），结构面J1、J2和结构面组合交棱线P-J1、P-J2、J1-J2倾角小于或等于坡角，为不稳定结构面；J1为顺节理，边坡临空面与岩体结构面组合不稳定，受开挖、震动影响，边坡浅表部节理面多呈微张~张开状，形成松动的危岩体，在强降雨入渗、风化、重力等不利因素进一步作用下，往往易于边坡浅表部形成零星松弛危岩体，从而进一步发生崩塌地质灾害的可能性。



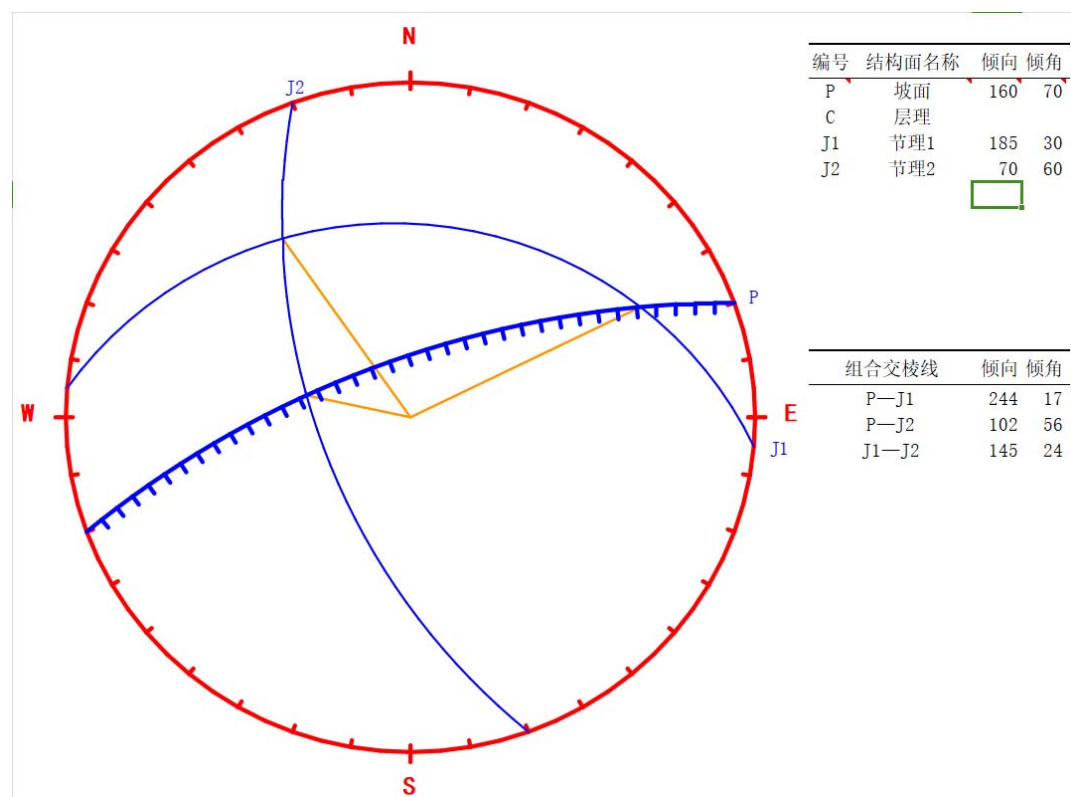


图3-2 赤平投影图

综上所述：据现场调查，自然斜坡整体基本稳定，未发现滑坡、崩塌等地质灾害及其变形迹象，勘察区内两段人工边坡整体完整性较好，局部区域节理切割坡体，易形成楔形体破坏可能会存在崩塌地质灾害隐患。

（四）边坡后缘自然斜坡基本特征

I 段边坡坡顶后缘为上山踏步，II 段边坡后缘均为原始自然斜坡，坡度一般 15～20° 不等，局部坡度稍陡，在 25° 左右，斜坡植被较发育，以乔、灌木为主，斜坡、上山踏步上未见不良地质现象。

（五）影响边坡稳定性的因素

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

人工边坡坡度较高陡，节理裂隙发育，结构松散，中上部风化强烈，且人工边坡坡顶土体及风化层岩体易吸水饱和，物理力学性质降低。

2、外在因素

人为工程活动：早期切坡建房对山体进行了开挖，改变了山体的自然平衡状态，且边坡坡面无防护措施，易诱发崩塌的发生。

植物的根劈作用将破坏岩体整体稳定性，沿裂隙发育的根系所释放出的酸性物质对岩体又具有腐蚀作用。

降雨形成的坡面径流直接冲刷坡面或沿裂缝进入孔隙中，粘聚力降低，岩土体抗剪强度显著降低，是产生崩塌的主要外在因素。

3、诱发因素

降雨：由于近期降雨影响严重，长时间降雨天气，强降雨和连续降雨对地质灾害的诱发起到主导作用，大气降雨形成坡面径流冲刷了松散层及基岩裂隙，使岩土体软化和粘聚力下降，是产生崩塌或潜在崩塌的主要外在因素。

综上所述，短时强降雨形成的坡面径流直接冲刷坡面或渗入松散土体及基岩裂缝，使岩土抗剪强度显著降低，导致斜坡局部失稳，发生崩塌。

（六）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：边坡工程重要性系数： $\gamma_0=1.00$

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。

表 4 崩塌防治工程等级划分

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	$\geq 5\,000$	$\geq 500$ 且 $< 5\,000$	$\geq 100$ 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。					

表 5 受崩塌威胁设施重要性分类

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。	

表 6 崩塌稳定安全系数

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 4、5、6，得出崩塌防治工程等级为 II 级；

安全系数： $K=1.30$ ；



## 四、地质灾害发展趋势及危害程度预测、评价

### （一）发展趋势预测

现边坡因早期切坡建房对山体进行开挖形成，该崩塌隐患为人类工程活动诱发，边坡现状稳定性较差，隐患边坡较高陡，大气降雨形成坡面径流冲刷了松散层，使岩土体软化和粘聚力下降，在内因与外因的作用下，包括地表水、地下水及人类活动的作用下，崩塌范围进一步扩大，产生更大的危害。

### （二）危害程度预测

在人工活动及强降雨等条件下，该边坡存在再次崩塌的可能，估计潜在崩塌区总平面面积约为 150.0 m<sup>2</sup>，结合边坡实际情况，确定隐患体总方量为 100.0m<sup>3</sup>，崩塌隐患物质主要为第四系残坡积物和基岩风化破碎物碎石，属于小型岩土体崩塌隐患，主要对坡脚房屋及村民的安全构成威胁，危害程度中等。需对崩塌隐患点及所处的边坡进行专项治理。

### （三）危害程度评价

根据现场勘查及分析，边坡失稳发生地质灾害主要威胁对象为嵊州市仙岩镇西鲍村下王舍自然村马德芳等 13 户 52 人，危害程度中等。

## 五、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：**人工边坡紧靠房屋，交通条件不利，施工人员可直接到达施工场地但机械无法直接达到。因此，该边坡修坡采用人工结合风镐进行，材料只能运输到马德芳等 13 户屋前的位置，需要进行人工的二次转运。

（2）**场地条件：**边坡坡脚区域有钢棚、围墙等建筑物，需全部清除出后可满足施工场地所需，方便施工材料进场。施工过程中需要与周边百姓进行协调，确保施工的顺利进行。

（3）**边坡条件：**人工边坡隐患主体以第四系残坡积层和强风化凝灰岩为主，边坡坡度整体较陡，局部存在临空面，自然山体平缓。

（4）**水源条件：**勘查区靠近村民房屋，可满足施工期间用水需要。

（5）**供电条件：**勘查区靠近村民房屋，可接入使用与附近的供电系统。

（6）**政策条件：**边坡上部为乔、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。



## 六、勘察结论与建议

### （一）勘察结论

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

1、勘察区山体表层出露的第四系残坡积层厚度约 0.1~0.2m；人工边坡主要出露白垩系下统高坞组 ( $K_1g$ ) 凝灰岩。

2、根据工程地质环境条件、边坡形态、边坡整体走向以及地理位置不同，可将边坡划分为两段，分别为 I 段边坡和 II 段边坡。

3、I 段边坡边坡整体呈一面坡，人工边坡长约 24.0m，高约 3.5~4.2m，该段边坡整体坡向约  $255^\circ$ ，坡度  $60^\circ \sim 75^\circ$ ，边坡整体较高陡；II 段边坡长约 115.0m，高约 4.5~9.5m，该段边坡整体坡向约  $160^\circ$ ，坡度  $65^\circ \sim 75^\circ$ ，两段边坡整体较高陡坡顶局部存在临空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。

4、根据现场勘察及分析，边坡失稳发生地质灾害主要威胁对象为嵊州市仙岩镇西鲍村下王舍自然村马德芳等 13 户 52 人，危害程度中等。

5、在人工活动及强降雨等条件下，该边坡存在再次崩塌的可能，估计潜在崩塌区总平面面积约为  $150.0\text{ m}^2$ ，结合边坡实际情况，确定隐患体总方量为  $100.0\text{ m}^3$ ，崩塌隐患物质主要为第四系残坡积物和基岩风化破碎物碎石，属于小型岩土体崩塌隐患，主要对坡脚房屋及村民的安全构成威胁，危害程度中等。需对崩塌隐患点及所处的边坡进行专项治理。

### （二）勘察建议

- 1、对该崩塌隐患点进行专项治理，确保边坡稳定；
- 2、应加强施工过程中的监测工作，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；
- 3、在未彻底治理之前，应先设置警示牌并作好巡查观测工作，定期巡查（平时半月一次，汛期一周一次，强降雨或持续降雨期应天天巡查），短历时强降雨期（尤其是台风暴雨期）或持续降雨期及其后两、三天应作好应急避险工作，尽量减少坡体失稳造成的损失；
- 4、根据该崩塌隐患点的勘察结果，建议对该崩塌隐患点采取坡面清理及修坡、坡面钢绳锚杆+SNS 主动防护网等工程。
- 5、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。加强施工过程中的监测工作，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。



## 第二册 工程设计部分

### （一）设计依据

- （1）勘察设计合同；
- （2）1：500 地形测量图；
- （3）勘察成果。

### （二）设计主要技术规范及标准

- 国家标准：《混凝土结构设计规范》（GB050010-2018）；
- 国家标准：《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）；
- 行业标准：《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》（GB50086-2015）；
- 行业标准：《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2019）；
- 行业标准：《崩塌防治工程设计规范（试行）》（T/CAGHP 032-2018）；
- 行业标准：《地质灾害防治工程设计技术规范》（DB37T 3657-2019）；
- 行业标准：《铁路沿线斜坡柔性安全防护网》（TB/T3089-2004）；
- 行业标准：《公路边坡柔性防护系统构件》（JT/T528-2004）；
- 政策文件：《地质灾害防治条例》（国务院第 394 号令）；
- 政策文件：《浙江省地质灾害防治条例》（2010.3.1）；
- 其它：业主对治理提出的期望和要求及相关规程规范。

### （三）设计原则

根据该崩塌点的治理工程可能造成的破坏后果的严重性、边坡类型和坡高等因素，本工程安全等级为二级，治理设计应采用动态设计法。结合业主要求、场地地质环境

条件、崩塌点的稳定性状况及当地的技术经济条件，优先采用技术可靠、施工简便、投入少的防治方法，按地质灾害治理点进行专项设计，消除地质灾害的安全隐患。根据业主要求及本项目特点，本次边坡设计主要遵循的原则如下：

- 1、为了彻底消除崩塌隐患点的安全隐患，对坡脚房屋、村民的安全得到保障；
- 2、根据崩塌隐患区域的特点和地质、工程地质环境条件，结合场地施工条件，本着经济、有效的原则；
- 3、设计方案应便于施工，技术路线要具易可操作及安全性；
- 4、贯彻动态设计原则，采用信息施工法，根据反馈信息，及时完善、优化设计；
- 5、安全第一，兼顾环境美化，最大限度消除崩塌点的安全隐患，保障当时村民的生命财产的安全。

### （四）设计标准

该边坡因前期切坡建房开挖原始山体形成，边坡区存在小型岩土体崩塌地质灾害隐患，破坏后果严重，根据《崩塌防治工程设计规范（试行）》（T/CAGHP 032-2018），其安全等级为二级，边坡设计为永久边坡，设计工况为饱水工况（规范中未考虑饱水工况，在一般工况下稳定安全系数二级永久边坡为 1.30），因此，结合工程实际，设计稳定安全系数 $\geq 1.30$ 。工程使用年限为 50 年。

### （五）设计内容

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 and 设计原则，本治理工程涉及治理范围边坡长 145.0m，主要设计内容包括：坡面清理及修坡、坡面钢绳锚杆+SNS 主动防护网等工程。



1、坡面清理及修坡

为了便于钢绳锚杆+SNS 主动防护网措施的实施，决定需要对 A1-A6 整个坡面及坡顶临空面的区域进行人工结合风镐修坡（在施工空间条件允许的情况下可以采用人工结合小型机械），剖面线 A2-A6 人工边坡区域现有坡顶线往山体方向内推 1.5m 作为治理后的坡顶线，从上至下修坡，修坡坡率为 1:1，以消除上部安全隐患为宜，对坡脚区域块石堆积物进行全部清除。使坡面更加平整，确保后期坡面防护的安全。

本工程采用人工结合风镐进行清、修坡，清坡面积约为 1400.0 m²，修坡方量约 100.0m³，坡脚块石堆积清理约 10.0m³，外运 184.0 m³（包含清坡产生的土石方量），运距暂定 3.0 km。

边坡开挖时注意对预留边坡的保护。作业时，必须做好警戒工作，及采取相应的技术措施，确保施工安全，减少对周边环境的影响。

工程量计算：清坡面积约为**1400.0m²**，修坡方量约**100.0m³**，坡脚块石堆积清理约**10.0m³**，外运**124.0 m³**（包含清坡产生的土石方量）。

2、钢绳锚杆+SNS 主动防护网工程

清、修坡完成之后，可能还存在局部掉块、崩塌等地灾隐患，为了保证后期边坡的整体稳定，对剖面线 A1-A6 区域整个坡面采用钢绳锚杆+SNS 主动防护网支护，钢绳锚杆采用 2 根 Φ 16，长度为 1.5m 和 3.0m。2 根钢绳锚杆之间内置 1 根 Φ 20mmHRB400 钢筋，长度为 1.5m 和 3.0m。在离地垂直高度 1.0m 开始布设第一排锚杆，锚杆间距 4.0 × 4.0m，坡顶外翻不少于 2.0m。在局部坡面较破碎区域 SNS 主动防护网正中间增设一根 1.0m 长随机锚杆。

（一）钢绳锚杆

钢绳锚杆采用 2 根 Φ 16，长度为 1.5m 和 3.0m，入射角 25°。

（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 3.0m 长钢绳锚杆的轴向拉力设计值为 40.0kN。

（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：

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

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： $N_t=40\text{kN}$ ， $f_{ptk}=400\text{N/mm}^2$ ， $K_0=1.8$ 。计算结果： $A\geq 180.0\text{ mm}^2$ 。

综合考虑，单根 3.0m 长钢绳锚杆杆体选择 II 级热轧钢筋，直径为 16mm。

### 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；

$\xi$ ——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： $N_t=40.0\text{kN}$ ， $K=2.2$ ， $D=90\text{mm}$ ， $d=16\text{mm}$ ， $n=1$ ， $q_r=0.8 \times 1.0$

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

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，综合考虑单根钢绳锚杆长度为 3.0m，杆体直径为  $\phi 16\text{mm}$ 。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。

1.5m 长钢绳锚杆轴向拉力设计值 20kN 和 3.0m 长钢绳锚杆轴向拉力设计值 40kN，经验算，锚杆抗剪切稳定系数为 1.355（即大于安全系数 1.30），满足设计要求。锚杆检测每 100 根应不少于 5 根）。

### （4）锚杆的防腐设计

杆体应除锈处理，需增加锚杆的海水腐蚀的防腐措施。



## （二）SNS 主动防护网

本工程坡面灾害防治可选用 SNS 主动防护来实施防止坡面坠落物造成下方构筑物及人员伤亡的目的。

从防止灾害发生的思路考虑进行治理，本工程防护可以采用 SNS 主动式柔性网防护系统（即 GQS2 型主动防护网）。在目前 SNS 系统的产品系列中，适合该工程边坡的地形特征、危害防护特点及防护要求的产品类型主要有 GQS2 型主动式防护网。

GQS2 型主动防护网是主动防护网系统的第三代产品，具有更高强度级别，性能超越 GPS2，更先进、更灵活的安装方式，试用范围更加广泛。高级别的防腐涂层，抗腐蚀性强提高 100%无十字卡扣设计，节点强度增加，同时减少维护成本。GQS2 绞索网边坡稳定系统是一种以高强度 Q/280 型钢绞线螺旋网片为主体的全新主动防护形式。其由 3 根 3mm 单丝强度不小于 1770N/mm<sup>2</sup>Q/280 型钢绞线网+4.0m 间距系统锚固+纵横向支撑绳+S0/2.2/50 铁丝格栅组成。GQS2 型主动防护网以单丝强度为 1770Mpa、经过热镀锌处理的钢绞线编织成的网孔直径为 280mm 的钢绞线网 4.0×4.0m（或 4.0×2.0m）为主要受力构件，结合经过超强防腐处理的钢丝编织成的 S0/2.2/50 型格栅网（方格边长 50mm）的组成的双层主动防护系统。产品选用强度足够的材质并经过有效的防腐处理，在该工程使用时不仅有足够的防护效果，同时可以确保系统满足 50 年以上的使用寿命。

在主动防护系统中 GQS2 型防护网适用于坡面崩塌、风化剥落、溜坍、溜滑或塌落类地质灾害的加固防护，其明显特征是采用钢绳锚杆固定，通过锚杆来对柔性网部分实现预张拉，从而对整个边坡形成连续支撑，并通过其预张拉作业使系统尽可能紧

贴坡面，形成了抑制局部岩土体移动或在发生局部位移或破坏后将其裹缚于原位附近的预应力，从而实现其主动防护功能。该系统在施工工艺上为确保其尽可能紧贴坡面，锚杆孔口应开凿孔口凹坑或灵活利用天然低凹位置设置锚杆进行系统布置。

该系统在作用原理上类似于喷锚支护和土钉墙等面层护坡体系，但因其柔性特征能使系统将局部集中荷载向四周均匀传递以充分发挥整个系统的防护能力，即局部受载、整体作用，从而使系统能承受较大的荷载并降低单根锚杆的锚固力要求。此外，由于系统的开放性，地下水可以自由排泄，避免了由于地下水压力的升高而引起的边坡失稳问题；该系统除对稳定边坡有一定贡献外，同时还能抑制边坡遭受进一步的风化剥蚀，且对坡面形态特征无特殊要求，不破坏和改变坡面原有地貌形态和植被生长条件，其开放特征给随后或今后有条件并需要时实施人工坡面绿化保留了必要的条件，绿色植物能够在其开放的空间上自由生长，植物根系的固土作用与坡面防护系统结为一体，从而抑制坡面破坏和水土流失，反过来又保护了地貌和坡面植被，实现最佳的边坡防护和环境保护目的。

工程量计算：1.5m长钢绳锚杆79根，3.0m长钢绳锚杆46根，SNS主动防护网面积约为1312.0m<sup>2</sup>，钢筋约650.0kg，锚头125个，1.0m长随机锚杆40根（暂定）。

## 3、安全文明施工

考虑到坡脚为房屋，为了避免不必要的安全事故发生和对房屋的破坏，在边坡坡脚靠近房屋处设置一道安全防护栏全长 150.0 米，采用钢管，靠下方设置斜支撑，上方铺设毛竹片，作为缓冲平台。

## 4、监测

监测方案应包括监测项目、监测目的、测试方法，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

监测主要以人工巡查为主。

巡视检查：主要由有经验的监测人员定期对治理区进行巡视检查。

检查内容如下：

地表及边坡的位置、规模、方位、时间等；滑移、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，日常巡视检查宜每日一次；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

观测时间不少于两个水文年。

5、施工条件分析

(1) 施工条件

治理区交通方便，施工设备进出场及原材料只能运输到马德芳等 13 户屋前的位置，需要进行人工的二次转运，周边靠近村民房屋可以接驳施工工电以及施工用水，

以保证正常的锚杆钻孔、挂网的用电，并做好相关的防护措施。

(2) 材料准备

工程所用的钢筋、水泥、砂石可从就近的市场购买。水泥、钢筋须采用正规厂家生产的优质水泥与钢筋，其标准应符合国标规定，水泥运到工地后，应尽快使用，不能搁置太久，以免潮湿硬化，对每批次水泥及其它建材均应报监理工程师审批，复检合格后方可使用。

施工所用的脚手架、扣环、绳索由承建的施工单位自备，但牢固度必须符合脚手架搭节规定，确保施工安全。

施工期间为防止堆填土、残坡积土层滑动，施工场地应禁止其他无关人员入内。

(六) 施工技术质量要求

1、边坡修坡及坡面清理

为了不破坏原有山体的稳定性，在清理作业过程对治理点边坡主要采用人工结合风镐（在施工空间条件允许的情况下可以采用人工结合小型机械）作业，修坡坡率为 1:1。

边坡岩面修坡清理必须按照方案要求进行。修坡清理人员应遵照“先易后难、先上后下、先撬后顶、先挤后搜”等次序操作。一般采用先挖后碎再推的方法进行排险清理，但在施工前应对下方房屋做好保护工作。遇危险性较大、清理难度较大的“高危、高难”的工作点应先由现场经理组织经验丰富的工人组成技术小组现场勘察后，确认危险因素及程度，做出规避方案及工作方案，由现场经理现场指挥技术小组成员按预定方案实施定点清除。

在修坡清理时，要在坡脚划定施工区域，竖立警示牌及设置防护栏，禁止人员进



入。在作业时，在相关部门的协助下，对施工区域附近的道路进行临时交通管制，以确保进出人员的安全。对确定重点地段，进行自上而下修坡清理，消除存在的危岩、松动岩块和残留坡面上的块石。对具有一定规模的松动块石要重点采用风镐、电锤等辅助工具进行清除，最后通过全面修坡清理达到消除边坡存在的松动、浮石等明显的安全隐患。

修坡的施工工艺流程主要为：

修坡准备→清理坡面杂物→测量放线→人工修坡→土石方外运→修整→单项工程验收。

修坡首先按平、剖面图对工作区进行放样，按最终修坡顶线位置开始，从上至下分步骤进行修坡。上部尽快开挖，并逐步往下过渡，使之形成较为合理的工作坡度。严禁由下而上进行施工，修坡时应尽量减少对围岩的扰动和破坏。保证弃土、弃渣地堆填不应导致边坡附加变形或破坏现象发生。

作业人员按相关安全法规要求系安全带、戴安全帽。施工前在坡下适当位置铺设松散填土及修筑拦碴坎，减少岩块滚动距离，并在坡下设置必要的警戒范围，设置明显的警示牌，禁止任何人员进入警戒区。

## 2、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（锚杆连接方式一般采用连接件相连，不宜采用焊接）。

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，水泥砂浆的灌注质量，进而影响到锚杆与砂浆以及砂浆与孔壁的粘接力，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 25 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 6-1 的所示。

表 6-1 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
一般项目	1	锚杆位置(mm)	±20	用钢尺量
	2	钻孔倾斜度(°)	±1	测斜仪等
	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

3、SNS 主动防护网施工

(1) 清除坡面防护区域内威胁施工安全的浮土及浮石，对不利于施工安装和影响系统安装后正常功能发挥的局部地形(局部堆积体和凸起体等)进行适当修整。

(2) 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，尽可能将锚杆孔位选定在天然低凹处；当设计目的是为了加固具有区域性潜在滑动失稳的土质或似土质边坡或者强破碎岩石边坡时，对非低凹处或不能满足系统安装后较好紧贴坡面的锚杆孔(一般连续悬空面积不得大于 5m²，否则宜在支撑绳路径上或网片区域增设长度不小于 0.5m 的局部锚杆，该锚杆可采用

直径不小于 φ 20 的带弯钩或专用锚垫板的钢筋锚杆，或者直径不小于 φ 12 的钢丝绳锚杆)，应在其孔位处凿一深度不小于锚杆外露环套长度并能将其容纳在内的凹坑或凹槽。

(3) 按设计深度钻凿锚杆孔并清孔，孔深应大于设计锚杆长度 5cm~10cm，孔径不应小于 φ 42，在确保锚杆与水平面的夹角不小于 15° 的前提下应尽可能垂直于坡面；当局部孔位处因地层松散或破碎而不能成孔时，可以采用断面尺寸不小于 0.4 ×0.4m 的 C15 砼基础置换不能成孔的岩土段。

(4) 注浆并插入锚杆。应采用强度等级不低于 M20 的水泥砂浆或水泥浆（建议浆体配制的水灰比宜为 0.45~0.55，水泥砂浆的灰砂比宜为 1.0~2.0），确保浆液饱满，在进行下一道工序前注浆体养护不少于三天。

(5) 安装纵横向支撑绳（有条件时本工序可在下一工序后完成而使支撑绳位于格栅网之上），张拉紧后两端各用 4 个绳卡与锚杆外露环套紧固连接（本设计所有绳卡间距宜为钢丝绳直径的 6~7 倍，其 U 形螺栓应位于尾绳段一侧）。

(6) 从上向下铺挂格栅网，格栅网间重叠宽度不宜小于 5cm，两张格栅网间以及必要时格栅网与支撑绳间用 φ 1.5 扎丝进行扎结，当坡角小于 45° 时，扎结点间距一般不宜大于 2m， 当坡角大于 45° 时，扎结点间距一般不宜大于 1m。

(7) 从上向下铺设 QUAROX 绞索网并缝合，缝合绳为 φ 8 钢绳，每张绞索网均用一根长约 33m 的缝合绳与四周支撑绳进行缝合并预张拉，缝合绳两端各用两个绳卡与网绳进行紧固连接（需要注意的是缝合绳不得直接连接到锚杆上）。

(8) 未尽事宜，严格按照相关规范和标准执行。

（七）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。削坡过程中尽可能的减少扬尘对水库产生的水质污染。

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。

（3）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。

（4）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，锚杆施工时必须带防尘罩；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，应着重做好以下的安全防范工作：清、修坡、钢绳锚杆施工以及 SNS 主动防护网等安全；浇水、养护安全操作。

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，“四口”、“五临边”所需的防护，垂直

运输、脚手架所需要的安全防护材料，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。

2、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)对员工进行安全生产教育，避免废气、污水、废油等造成污染。

3、其他

（1）该项目必须由具有自然资源部（厅）颁发的专业地质灾害防治施工、监理资质单位进行正常的施工、监理工作，对分部、分项工程严格按照工程管理规定进行验收、签证工作。隐蔽工程须经业主、设计、监理、施工单位的相关人员验收，并做好影像资料的存档工作，确保各项工作符合《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号），《浙江省地质灾害防治条例》中的要求。

（2）治理施工应该避开雨天，施工时要有明显的警示牌和有效的安全防护措施。

（3）由于本工程坡脚区域为房屋，因此在工程施工期间，必须保障坡脚房屋、人员的安全，保证项目顺利的实施。

（4）整体施工要分段进行，施工期间需每天观测和巡查，施工过程中应加强监测，发现问题及时汇报、处理，确保施工安全；要加强施工信息反馈，以便不断补充，完善设计。



（八）施工进度计划及平面布置

1、平面布置

根据地形情况和场地布局，以及施工内容，为方便管理生活，满足生产，确保质量和进度，确定平面布置。

2、建议施工顺序

设置临时安全防护措施→清、修坡→坡面钢绳锚杆+SNS 主动防护网→监测。

3、工期安排

根据工程特征，确定总工期为 60 天。各分项工程工期安排见表 9。

表 9 计划工期安排表

序 号	项 目	工期(d)	时间（天）					
			1~10	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60
1	施工准备	2	-					
2	清、修坡	8	-					
3	钢绳锚杆	17		-	-			
4	SNS 主动防护网	30				-	-	-
5	验 收	3						-

备注：工期内不包含养护期，养护期一个水文年。

第三册 工程量清单

1、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》省水利厅，2021；

③ 《浙江省水利水电建筑工程预算定额》省水利厅，2021；

④ 《浙江省水利水电工程施工机械台班费定额》省水利厅，2021；

⑤ 《工程勘察设计收费标准》国家计委、建设部，2022；

⑥材料单价：包括定额工作内容规定应计入的为计价材料，按当地市场价取费；

⑦按治理方案设计图、工程量清单；

⑧取费按费用定额三类工程取费；

⑨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 10。

表 10 治理工程量及工程造价概算

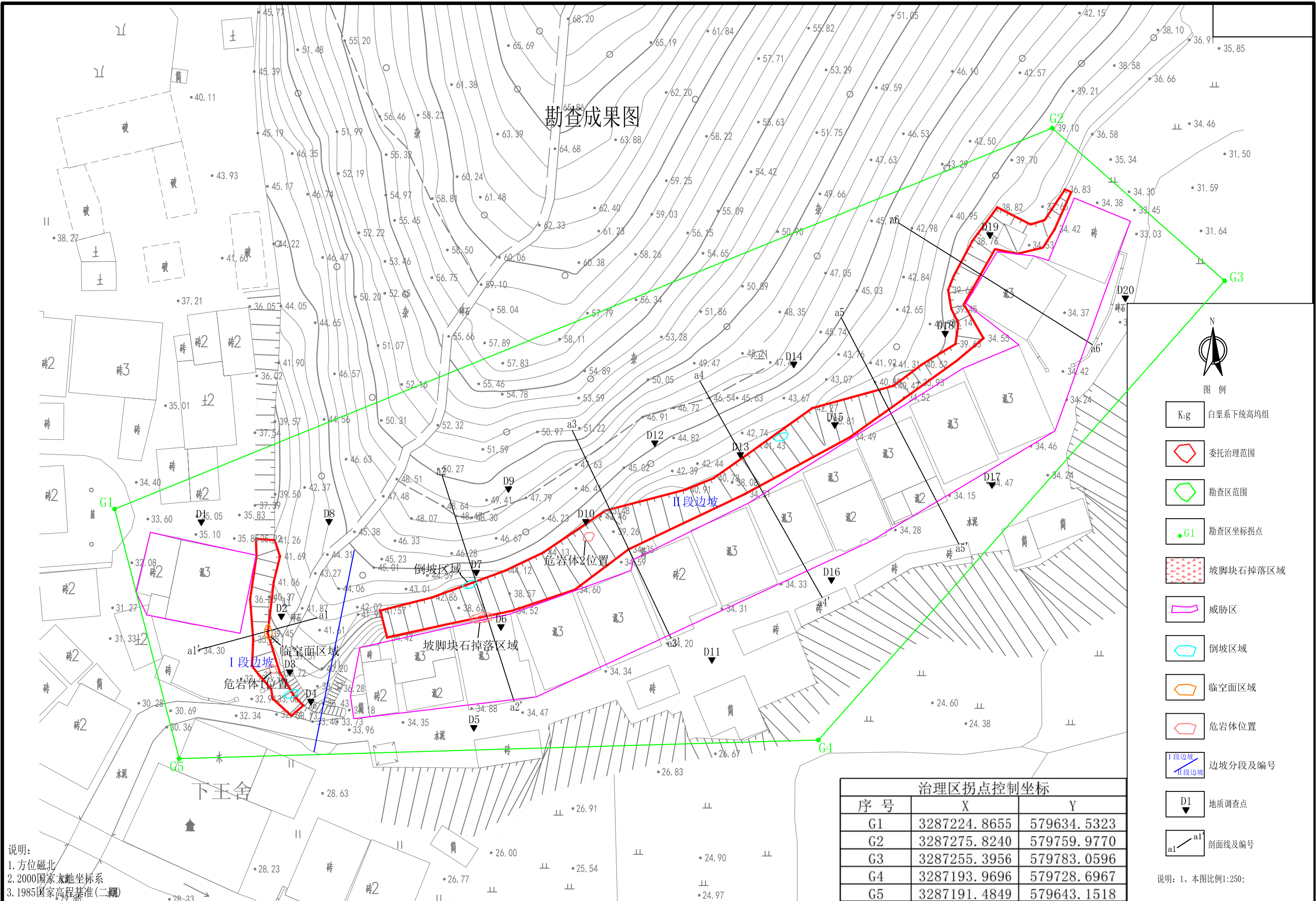
序 号	项目名称	单 位	工 程 量	单 价	合 价	备 注
一	建设工程直接费合计				181205.00	
(一)	清、修坡工程				16600.00	
1	清坡	m²	1400.00	6.00	8400.00	人工结合风镐
2	修坡	m³	100.00	50.00	5000.00	人工结合风镐
3	坡脚块石清理	m²	10.00	10.00	100.00	人工结合风镐
4	外运	m³	124.00	25.00	3100.00	暂定 3.0km
(二)	钢绳锚杆+SNS 主动防护网工程				138605.00	

1	2Φ16 钢丝绳锚杆,长 3.0m	m	138.00	80.00	11040.00	46 根,含材料、定位器制作、钻孔、注浆等,单价按每延米综合单价计算
2	2Φ16 钢丝绳锚杆,长 1.5m	m	118.50	80.00	9480.00	79 根,含材料、定位器制作、钻孔、注浆等,单价按每延米综合单价计算
3	SNS 主动防护网	m²	1312.00	80.00	104960.00	82 张,含材料、制作安装,单价按每平方米综合单价计算
4	钢筋	kg	650.00	7.50	4875.00	2 根钢绳锚杆之间内置 1 根Φ20 L:1.5m 和 3.0m 钢筋锚杆
5	1.0m 长随机锚杆	m	40.00	50.00	2000.00	暂定 40 根,含材料、定位器制作、钻孔、注浆等,单价按每延米综合单价计算
6	锚头	个	125.00	50.00	6250.00	含材料、浇筑
(三)	其它工程				26000.00	
1	锚杆检测费	组	3.00	2000.00	6000.00	
2	临时安全防护费	项	1.00	10000.00	10000.00	含安装+材料(临时安全维护采用毛竹脚手片,长度约 150.0m)
3	人工二次搬运费	t	50.00	200.00	10000.00	包含 SNS 主动防护网、钢筋等材料搬运
二	工程建设其它费用				24000.00	
1	工程勘察、设计费用	项	1.00	18000.00	18000.00	
2	工程监理费用	项	1.00	6000.00	6000.00	
第一、二部分合计					205205.00	

说明:

- 1、概算表中未包含政策处理费用。
- 2、清、修坡产生的土石方建议由村委会指定堆放地点，由当地政府统一处置，严禁施工单位随意倾倒污染周边环境。





地质剖面图a1-a1'

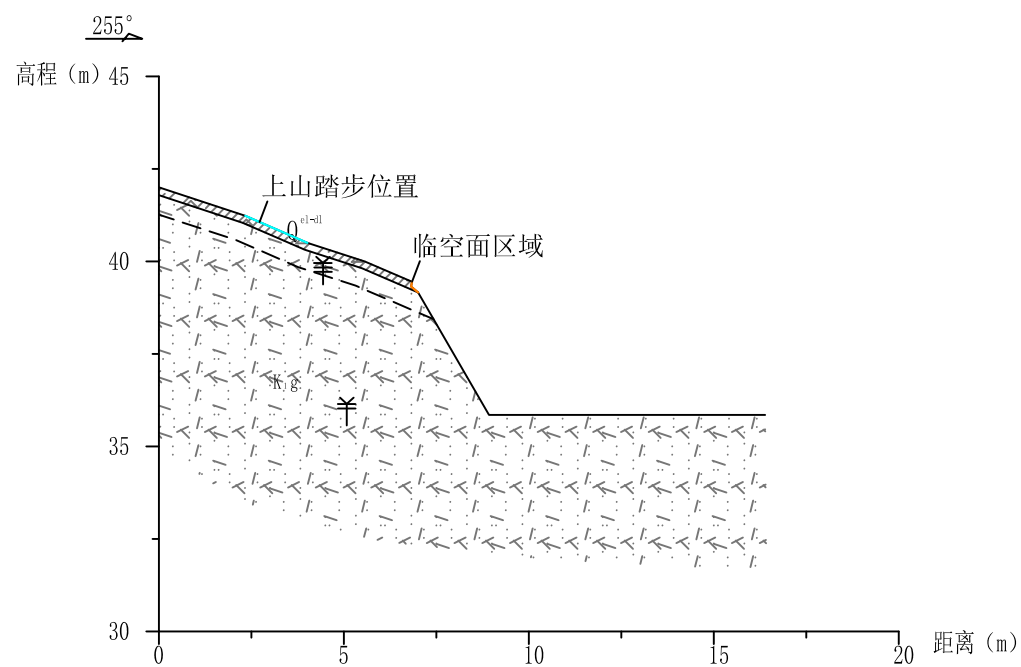


图 例

- $Q^{el-dl}$  第四系残坡积层
- $K_1g$  白垩系下统高坞组
- 含碎石粉质粘土
- 凝灰岩
- 强风化
- 中风化
- 风化界线
- 地层界线



地质剖面图a2-a2'

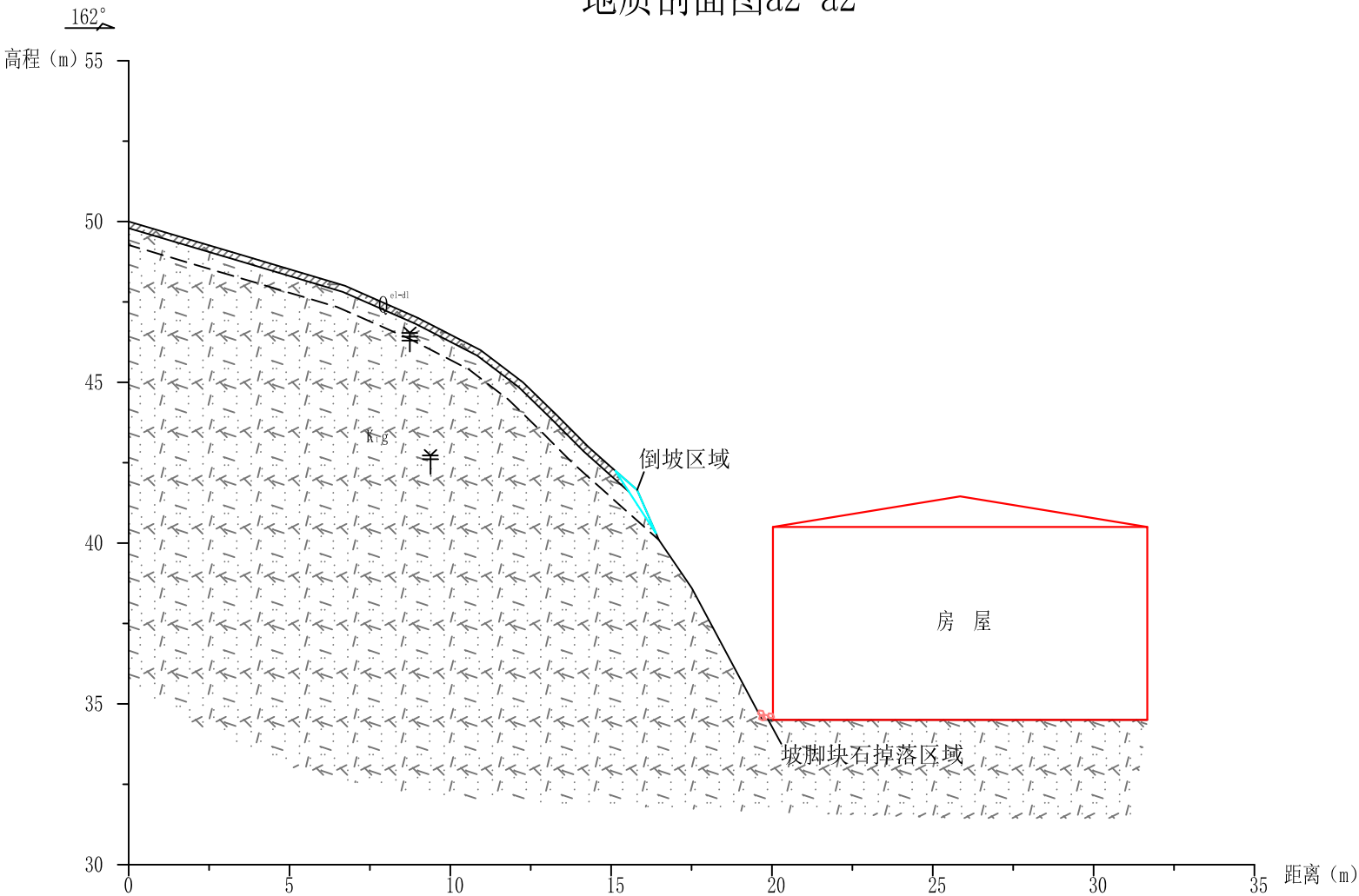


图 例

- |                              |          |
|------------------------------|----------|
| <div>Q<sup>el-dl</sup></div> | 第四系残坡积层  |
| <div>K<sub>1</sub>g</div>    | 白垩系下统高坞组 |
| <div></div>                  | 含碎石粉质粘土  |
| <div></div>                  | 凝灰岩      |
| <div>羊</div>                 | 强风化      |
| <div>羊</div>                 | 中风化      |
| <div></div>                  | 风化界线     |
| <div></div>                  | 地层界线     |

地质剖面图a3-a3'

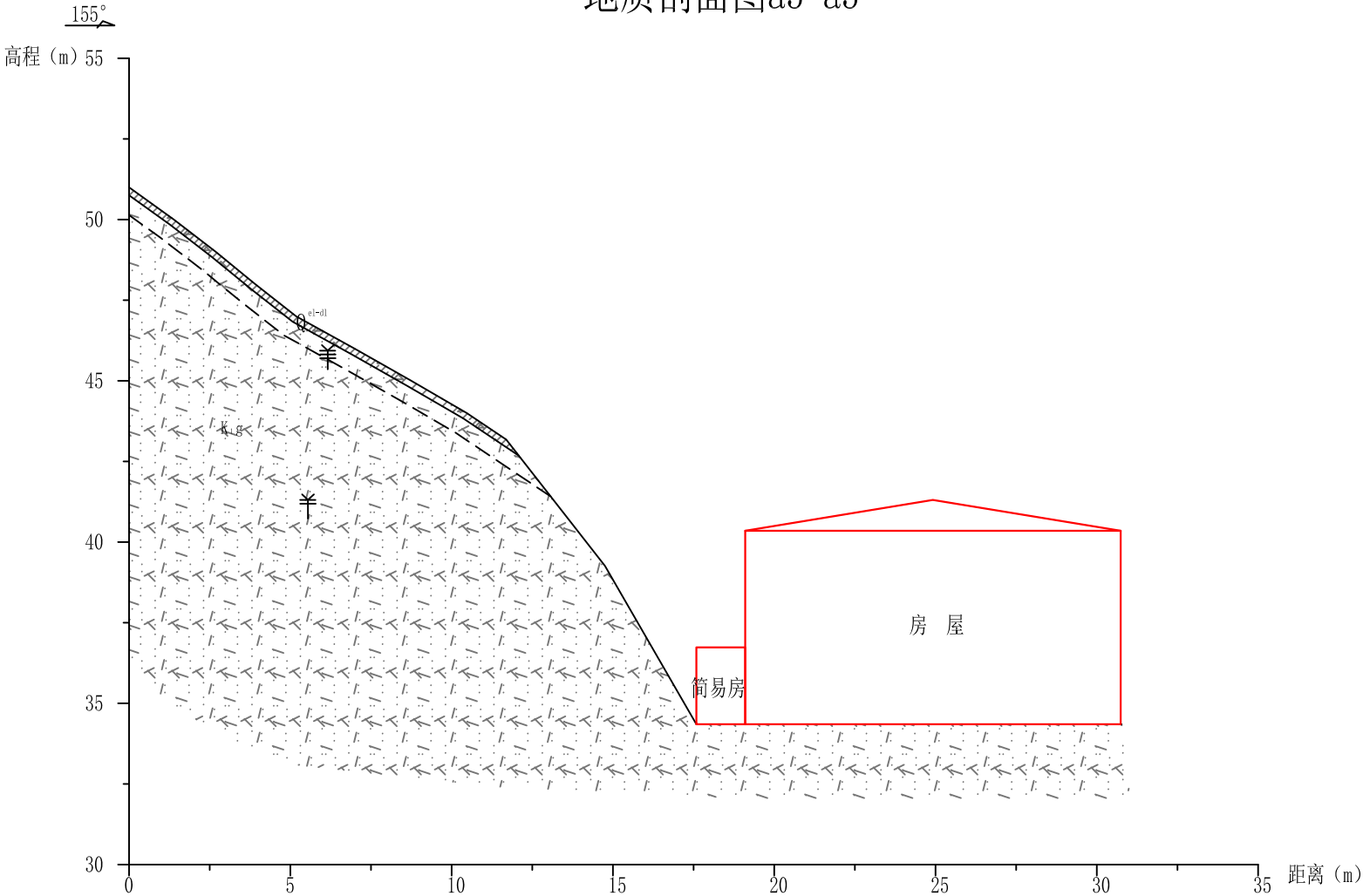


图 例

- |             |          |
|-------------|----------|
| $Q^{el-dl}$ | 第四系残坡积层  |
| $K_1g$      | 白垩系下统高坞组 |
|             | 含碎石粉质粘土  |
|             | 凝灰岩      |
|             | 强风化      |
|             | 中风化      |
|             | 风化界线     |
|             | 地层界线     |



地质剖面图a4-a4'

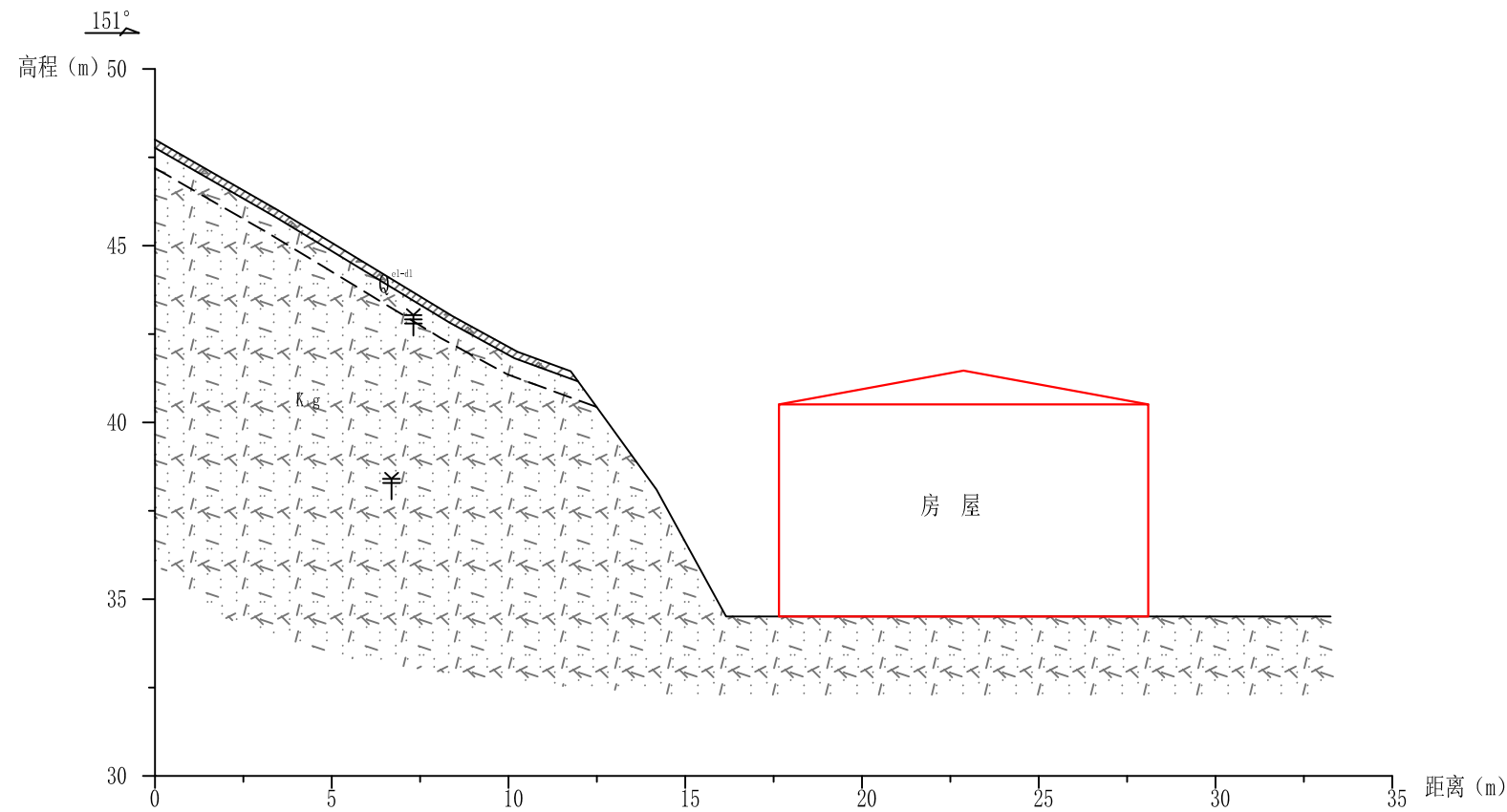


图 例

- $Q^{el-dl}$  第四系残坡积层
- $K_1g$  白垩系下统高坞组
- 含碎石粉质粘土
- 凝灰岩
- 强风化
- 中风化
- 风化界线
- 地层界线

地质剖面图a5-a5'

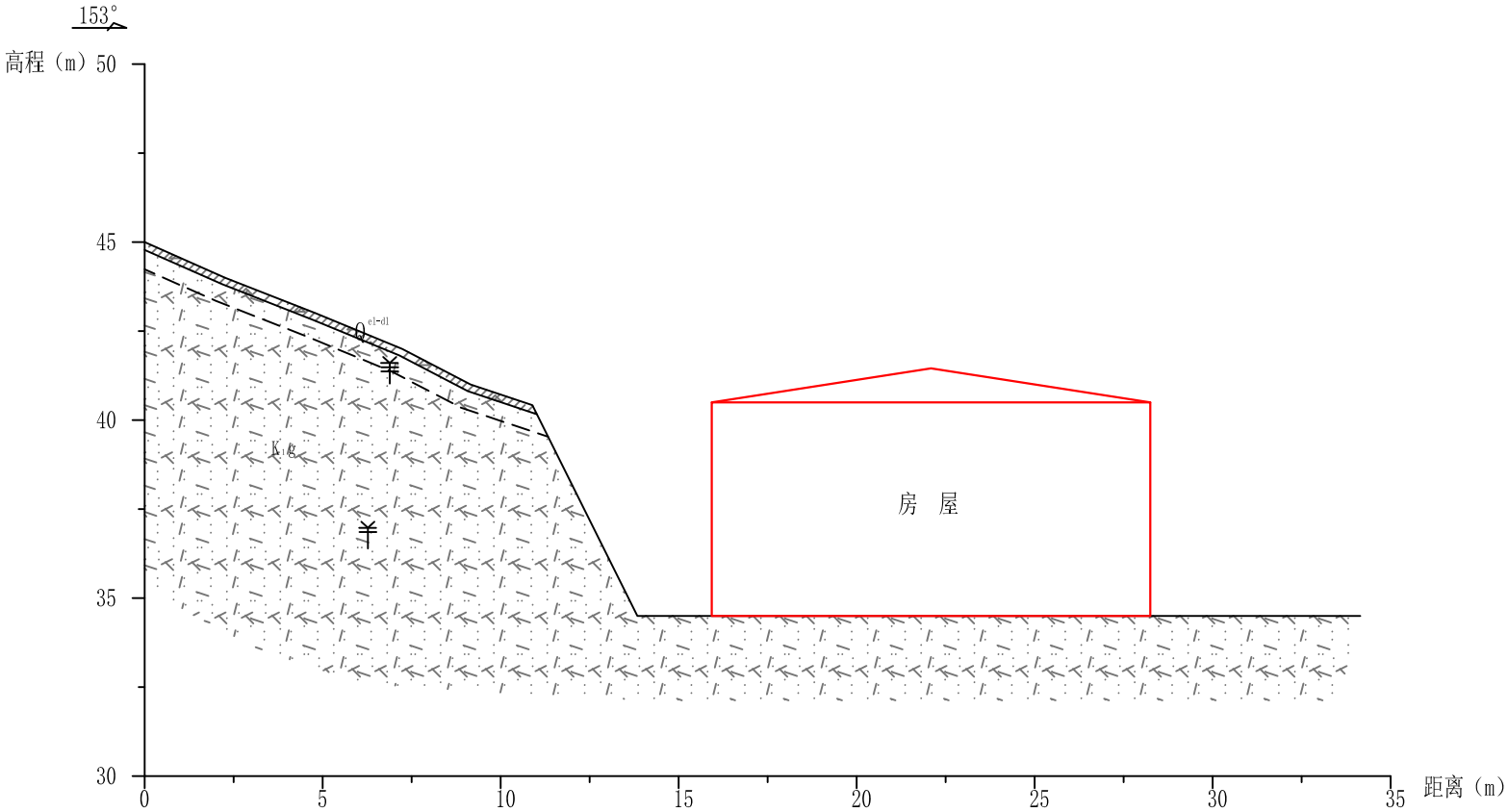


图 例

- $Q^{el-dl}$  第四系残坡积层
- $K_1g$  白垩系下统高坞组
- 含碎石粉质粘土
- 凝灰岩
- 强风化
- 中风化
- 风化界线
- 地层界线



地质剖面图a6-a6'

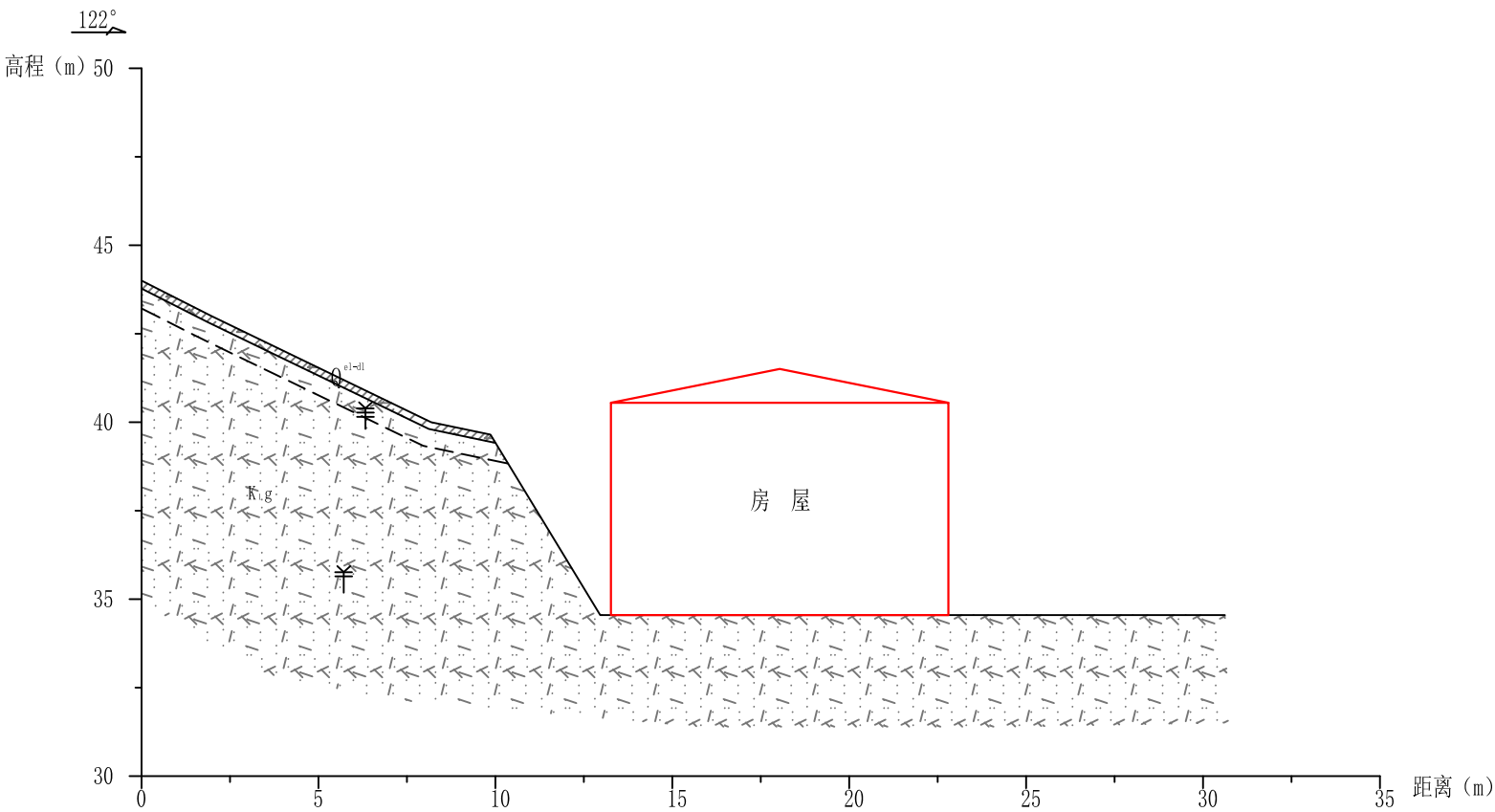
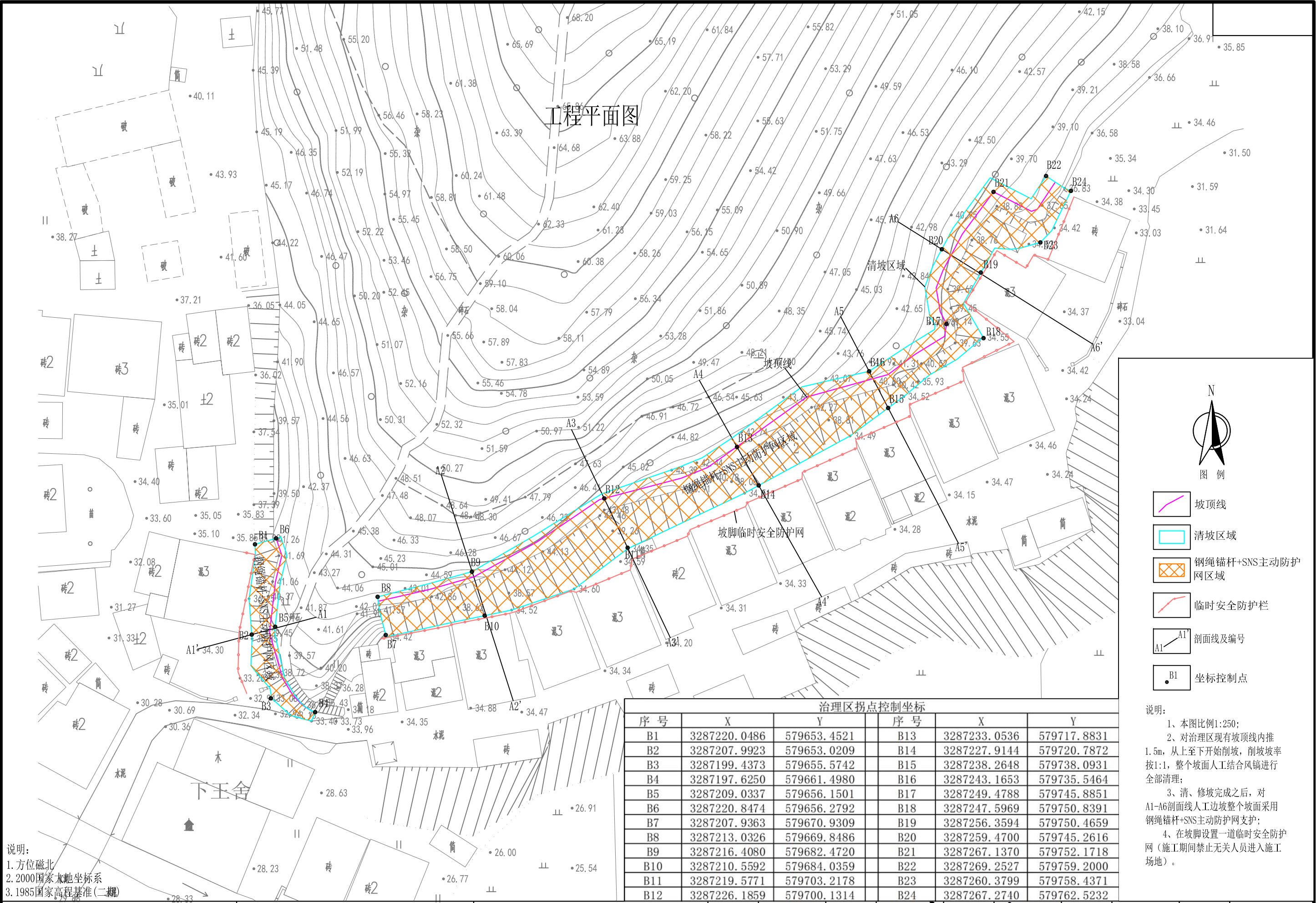


图 例

- Q<sup>el-dl</sup> 第四系残坡积层
- K<sub>1</sub>g 白垩系下统高坞组
- 含碎石粉质粘土
- 凝灰岩
- 强风化
- 中风化
- 风化界线
- 地层界线



图例

- 坡顶线
- 清坡区域
- 钢绳锚杆+SNS主动防护网区域
- 临时安全防护栏
- 剖面线及编号
- 坐标控制点

说明:

- 本图比例1:250;
- 对治理区现有坡顶线内推1.5m, 从上至下开始削坡, 削坡坡度按1:1, 整个坡面人工结合风镐进行全部清理;
- 清、修坡完成之后, 对A1-A6剖面线人工边坡整个坡面采用钢绳锚杆+SNS主动防护网支护;
- 在坡脚设置一道临时安全防护网(施工期间禁止无关人员进入施工场地)。



图 例

	第四系残坡积层
	白垩系下统高坞组
	含碎石粉质粘土
	凝灰岩
	强风化
	中风化
	风化界线
	地层界线
	修坡顶线
	清坡区域
	钢绳锚杆+SNS主动防护网区域

说明:

- 1、本图尺寸均以m计;
- 2、对治理区山体进行修坡, 整个坡面全部清理;
- 3、清、修坡完之后的边坡采用钢绳锚杆+SNS主动防护网支护;
- 4、施工顺序应严格按照如下规定进行:  
防护栏网→清、修坡→钢绳锚杆+SNS主动防护网;
- 5、未尽事宜严格按照相关规范和标准执行。

设计剖面图A1-A1'

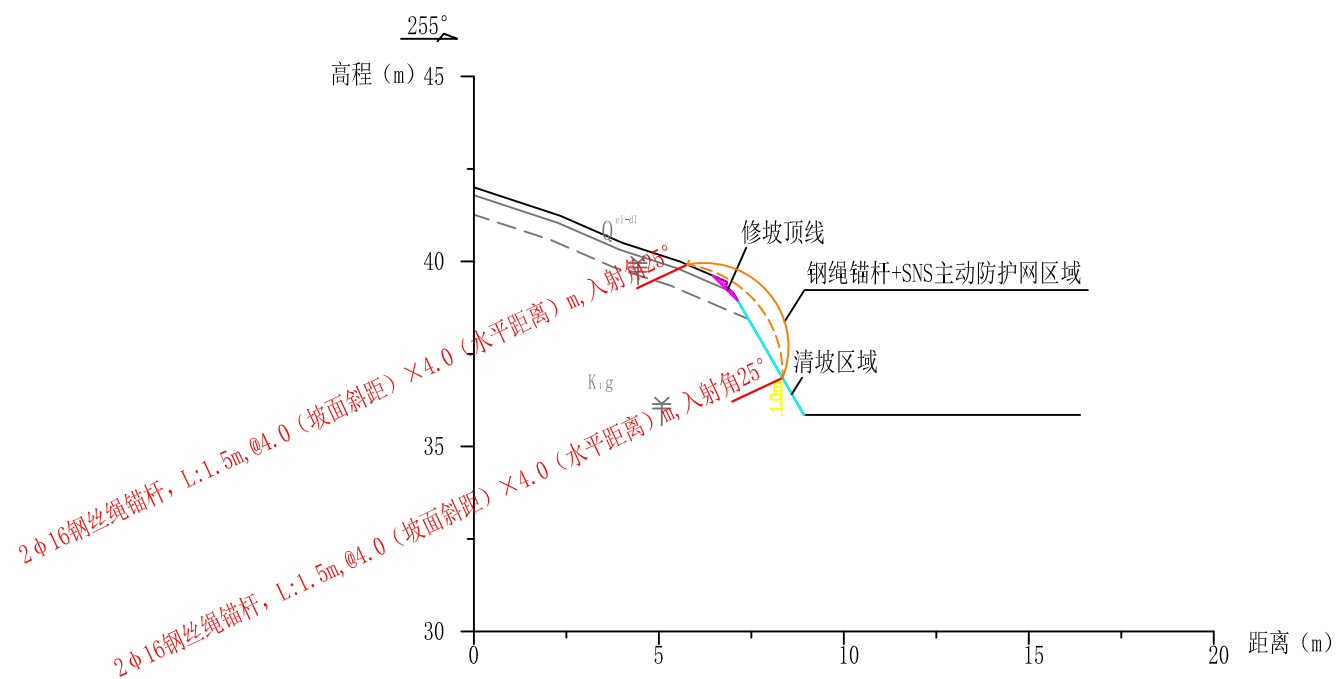


图 例

- $Q^{el-dl}$  第四系残坡积层
- $K_1g$  白垩系下统高坞组
- 含碎石粉质粘土
- 凝灰岩
- 强风化
- 中风化
- 风化界线
- 地层界线
- 修坡顶线
- 清坡区域
- 钢绳锚杆+SNS主动防护网区域

说明:

- 1、本图尺寸均以m计;
- 2、对治理区现有坡顶线内推1.5m, 从上至下开始修坡, 修坡坡率按1:1, 整个坡面人工结合风镐进行全部清理;
- 3、清、修坡完之后的边坡采用钢绳锚杆+SNS主动防护网支护;
- 4、施工顺序应严格按照如下规定进行: 防护栏网→清、修坡→钢绳锚杆+SNS主动防护网;
- 5、未尽事宜严格按照相关规范和标准执行。

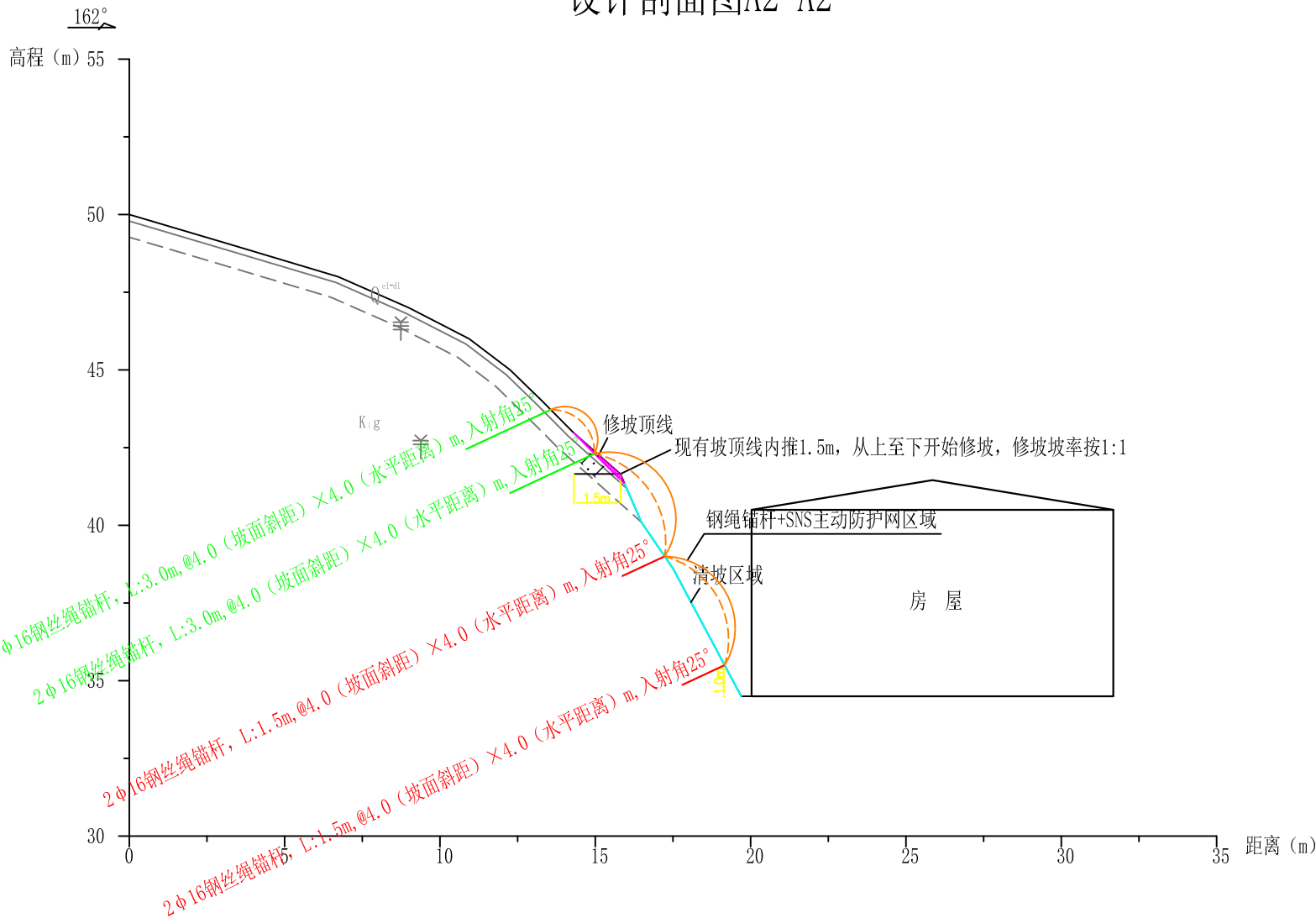
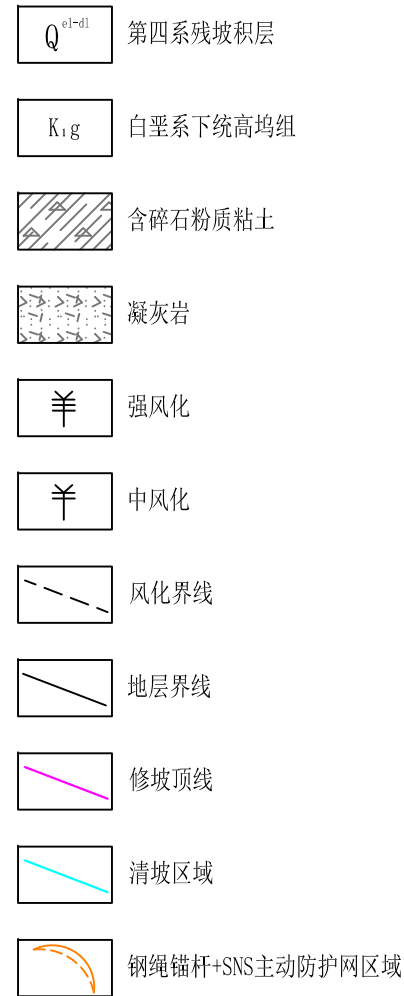




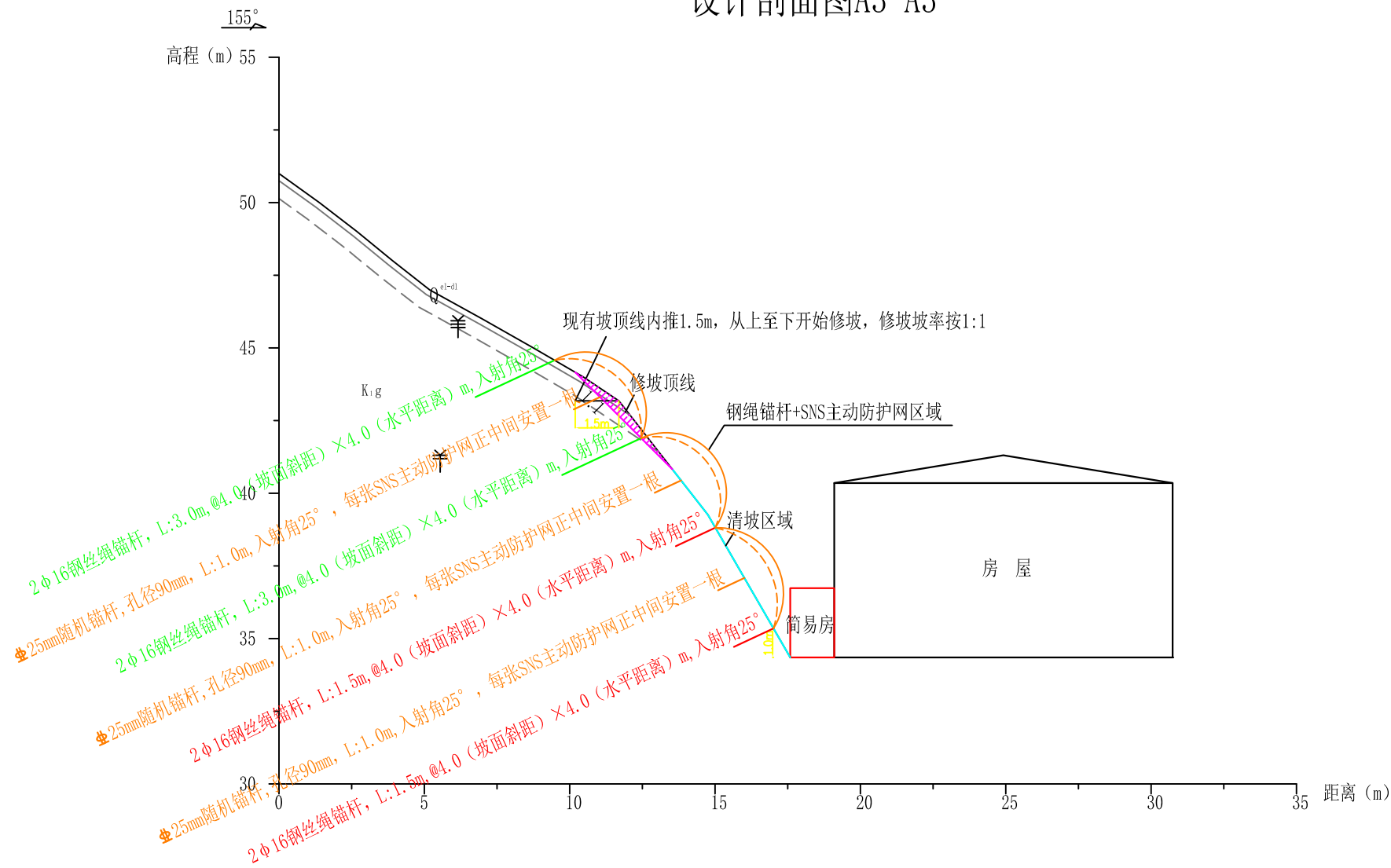
图 例



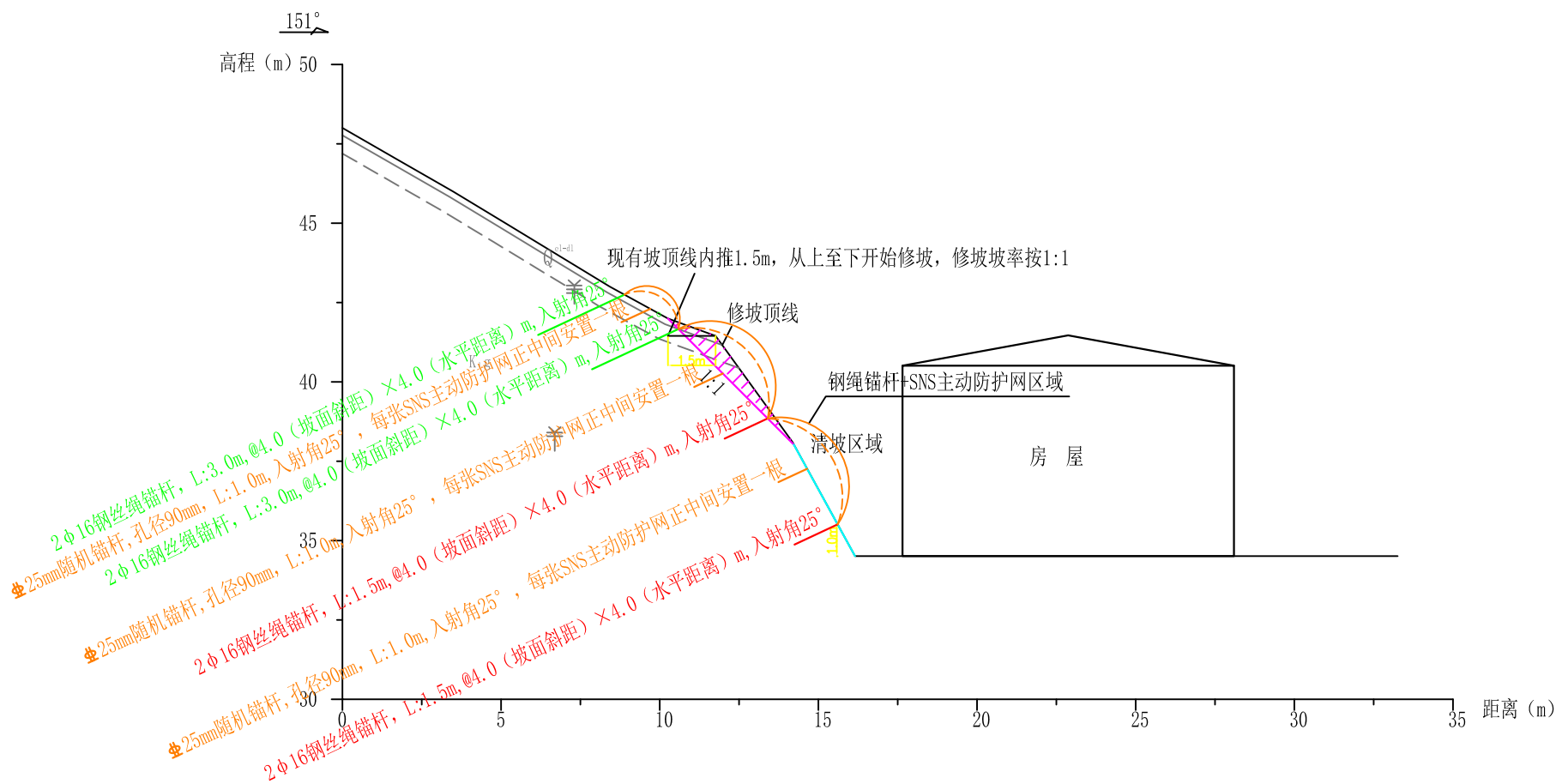
说明:

- 1、本图尺寸均以m计;
- 2、对治理区现有坡顶线内推1.5m, 从上至下开始修坡, 修坡坡率按1:1, 整个坡面人工结合风镐进行全部清理;
- 3、清、修坡完之后的边坡采用钢绳锚杆+SNS主动防护网支护;
- 4、施工顺序应严格按照如下规定进行: 防护栏网→清、修坡→钢绳锚杆+SNS主动防护网;
- 5、未尽事宜严格按照相关规范和标准执行

设计剖面图A3-A3'



设计剖面图A4-A4'



图例

- $Q^{el-dl}$  第四系残坡积层
- $K_1g$  白垩系下统高坞组
- 含碎石粉质粘土
- 凝灰岩
- 强风化
- 中风化
- 风化界线
- 地层界线
- 修坡顶线
- 清坡区域
- 钢绳锚杆+SNS主动防护网区域

说明:

- 1、本图尺寸均以m计；
- 2、对治理区现有坡顶线内推1.5m，从上至下开始修坡，修坡坡率按1:1，整个坡面人工结合风镐进行全部清理；
- 3、清、修坡完之后的边坡采用钢绳锚杆+SNS主动防护网支护；
- 4、施工顺序应严格按照如下规定进行：防护栏网→清、修坡→钢绳锚杆+SNS主动防护网；
- 5、未尽事宜严格按照相关规范和标准执行



设计剖面图A5-A5'

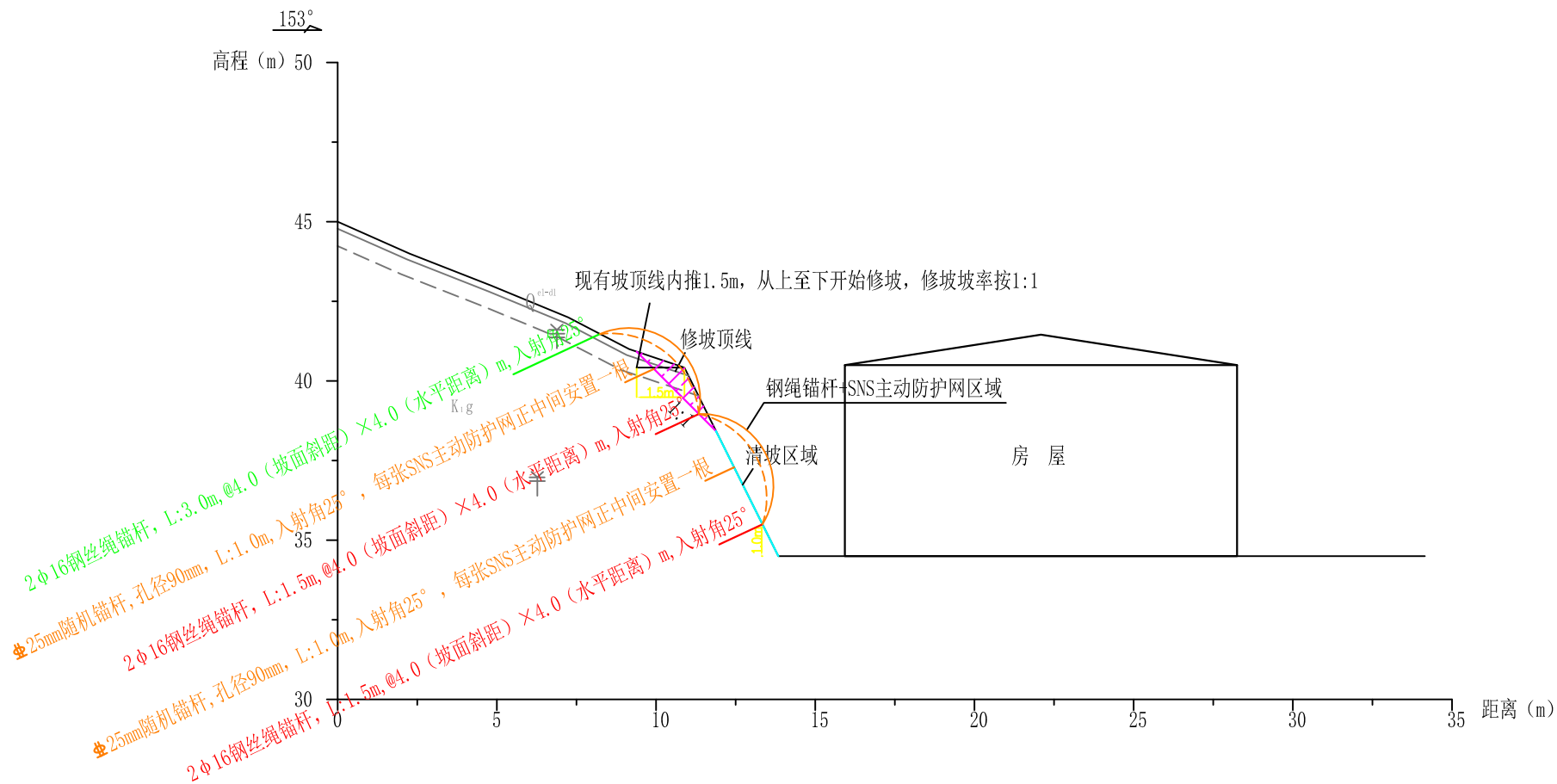


图 例

- Q<sup>el-dl</sup> 第四系残坡积层
- K<sub>1g</sub> 白垩系下统高坞组
- 含碎石粉质粘土
- 凝灰岩
- 强风化
- 中风化
- 风化界线
- 地层界线
- 修坡顶线
- 清坡区域
- 钢绳锚杆+SNS主动防护网区域

说明:

- 1、本图尺寸均以m计;
- 2、对治理区现有坡顶线内推1.5m, 从上至下开始修坡, 修坡坡率按1:1, 整个坡面人工结合风镐进行全部清理;
- 3、清、修坡完之后的边坡采用钢绳锚杆+SNS主动防护网支护;
- 4、施工顺序应严格按照如下规定进行: 防护栏网→清、修坡→钢绳锚杆+SNS主动防护网;
- 5、未尽事宜严格按照相关规范和标准执行

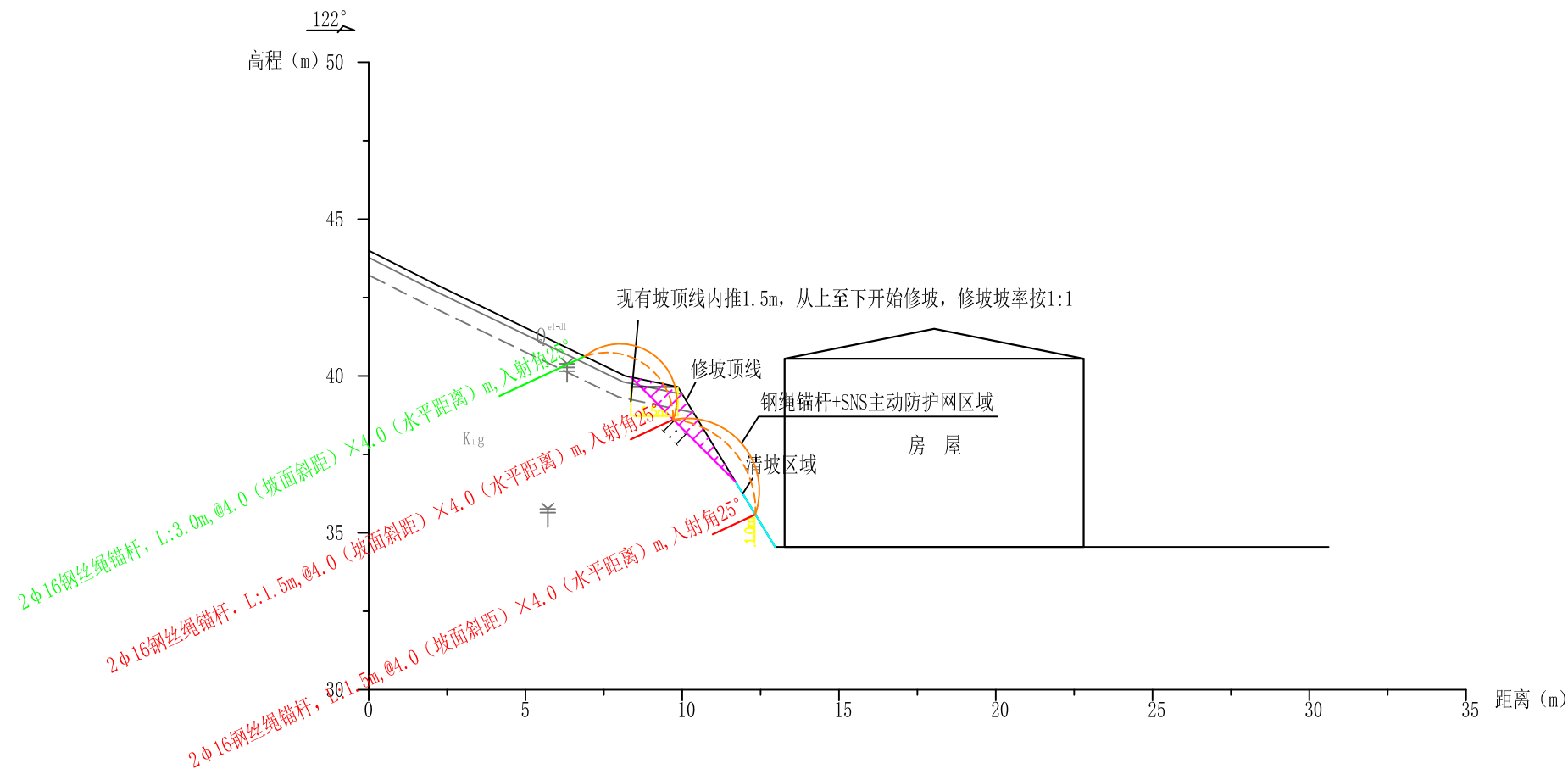
图 例

	第四系残坡积层
	白垩系下统高坞组
	含碎石粉质粘土
	凝灰岩
	强风化
	中风化
	风化界线
	地层界线
	修坡顶线
	清坡区域
	钢绳锚杆+SNS主动防护网区域

说明:

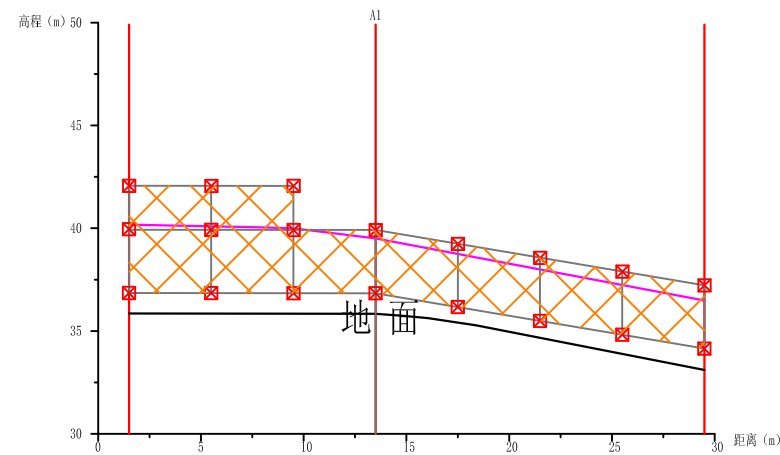
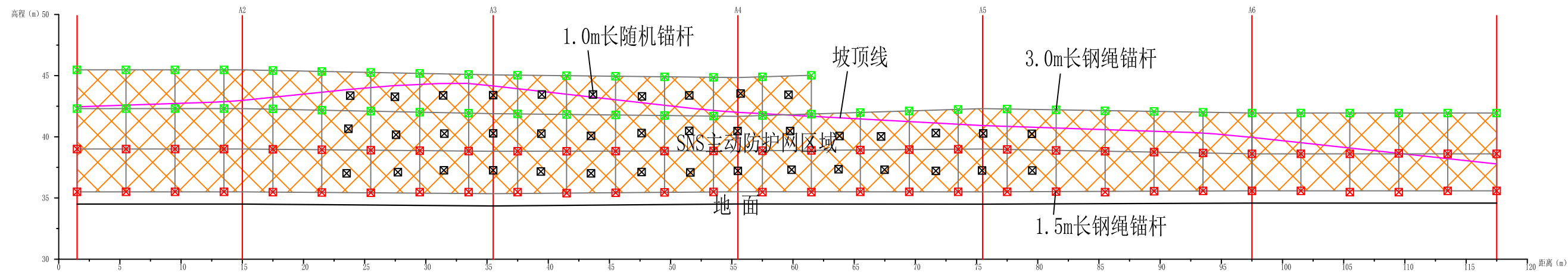
- 1、本图尺寸均以m计;
- 2、对治理区现有坡顶线内推1.5m, 从上至下开始修坡, 修坡坡率按1:1, 整个坡面人工结合风镐进行全部清理;
- 3、清、修坡完之后的边坡采用钢绳锚杆+SNS主动防护网支护;
- 4、施工顺序应严格按照如下规定进行:  
防护栏网→清、修坡→钢绳锚杆+SNS主动防护网;
- 5、未尽事宜严格按照相关规范和标准执行

设计剖面图A6-A6'





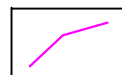
设计立面图



说明:

1、剖面线A1-A6区域该段边坡为挖方边坡，采用钢绳锚杆+SNS主动防护网进行支护，锚杆孔径为 $\Phi 90$ ，钢筋为 $\Phi 25$ （HRB400），锚杆水平间距为4.0m，竖向间距为4.0m，锚杆长度为1.5m和3.0m，矩形布置，锚杆抗拔力分别不小于20KN和40KN。1.5m长钢绳锚杆根数79根，总长为118.50m和3.0m长钢绳锚杆根数46根，总长为138.0m。

图例



坡顶线



SNS主动防护网区域



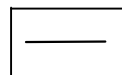
1.5m长钢绳锚杆



3.0m长钢绳锚杆

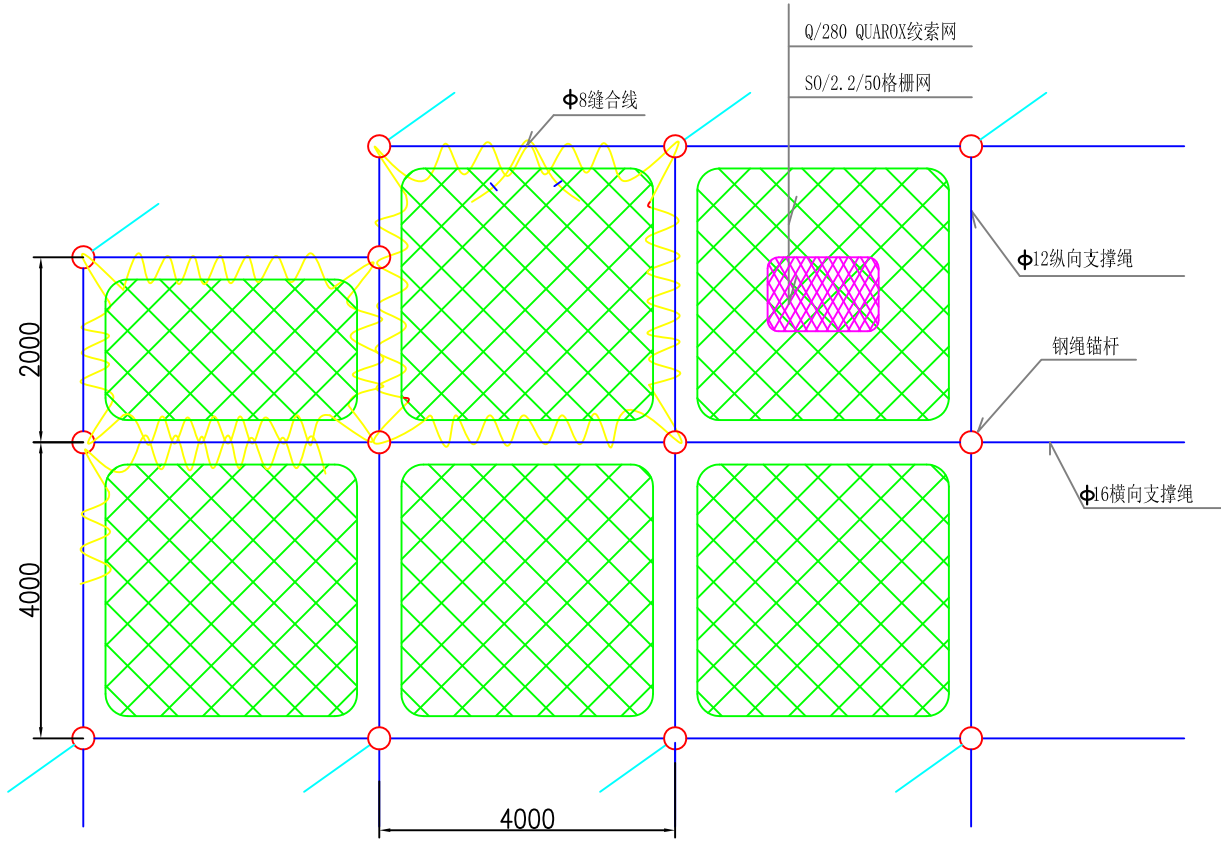
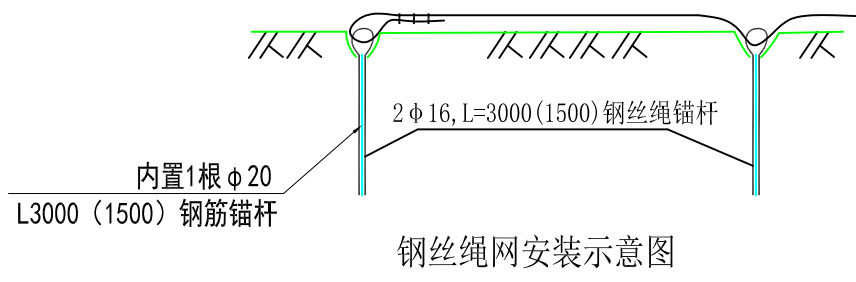
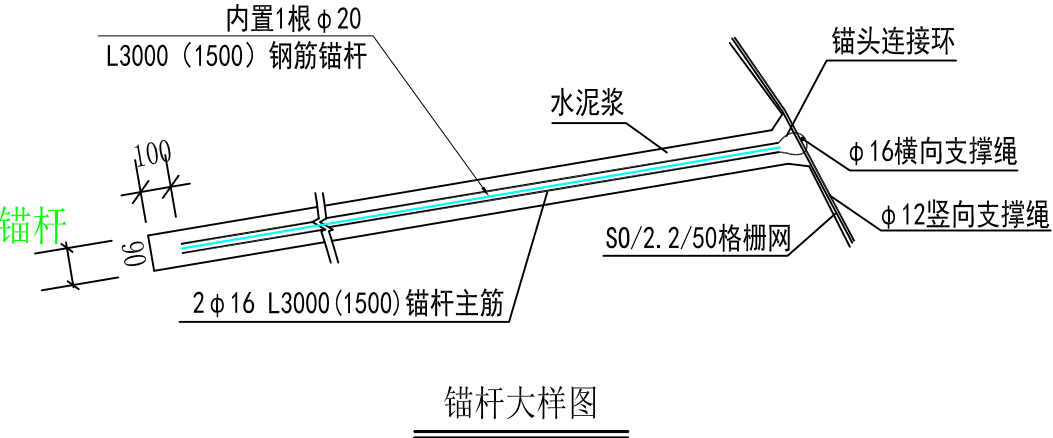
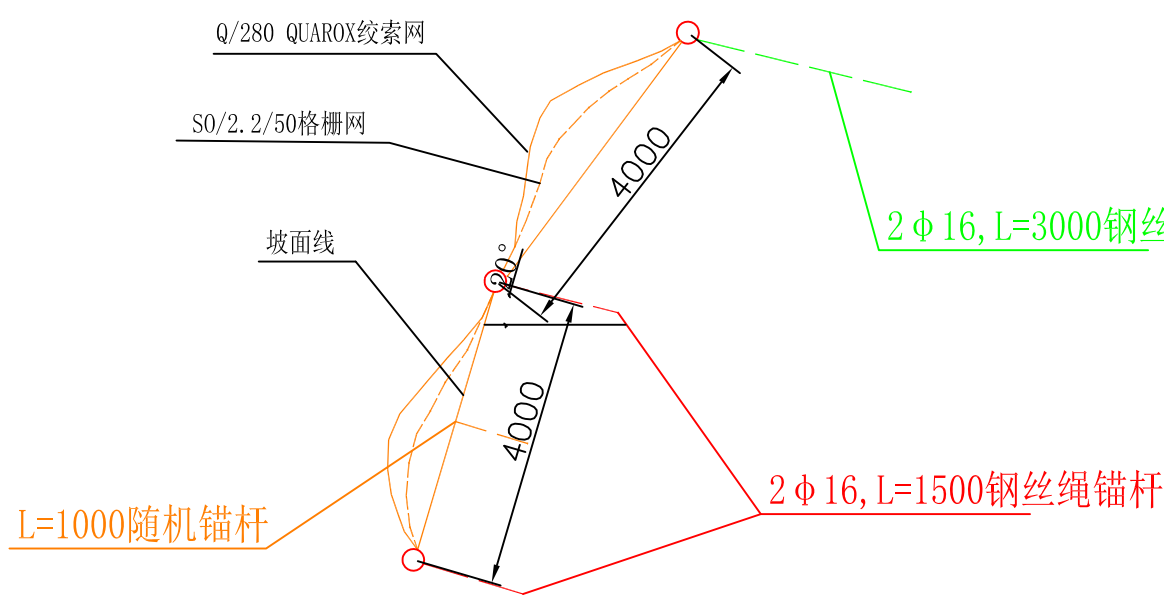


1.0m长随机锚杆



地面

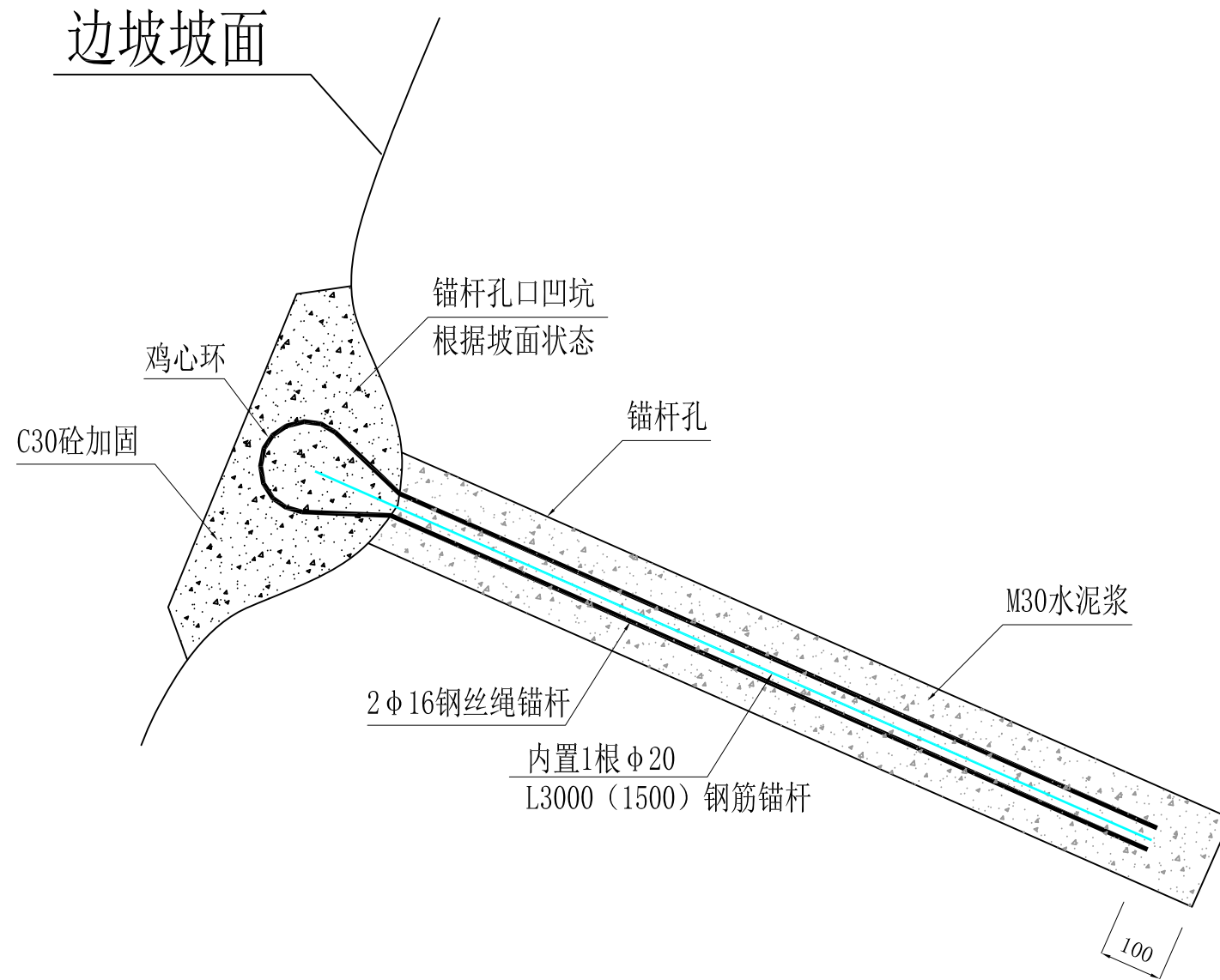
钢丝绳锚杆大样图



- 设计说明:
- 1、图中尺寸与标注均以mm计;
  - 2、锚杆采用2φ16钢丝绳锚杆, 锚杆长度1.5m和3.0m, 内置1根φ20 L3000(1500)钢筋锚杆。
  - 3、每张钢丝绳网与四周支撑绳间用φ8缝合绳缝合联结并拉紧;
  - 4、支撑绳应穿过锚杆U形孔后折回用锁扣固定。折回长度应至少300mm;
  - 5、未尽之处详见设计报告及有关施工规范。

系统标准布置及缝合





设计说明:  
1、图中尺寸与标注均以mm计;

施工说明:

1. 图中尺寸除钢丝绳直径和网孔规格以毫米计外, 其余尺寸均以厘米为单位; 括号内标注为建议采用规格尺寸, 其余为一般条件下宜采用的标准尺寸。

2. 本图直接适用于GQS2型, 本工程设计防护网由强度为1770Mpa的热镀锌钢丝绳编制, 格栅网材料防腐处理工艺为锌铝稀土合金, 产品的工作寿命不低于50年。

3. 系统说明: 纵横交错的 $\phi 16$ 横向支撑绳和 $\phi 12$ 纵向支撑绳与 $4.0\text{m}\times 4.0\text{m}$ 正方形模式(边沿局部根据需要有时为 $4.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ )布置的锚杆相联结并进行预张拉, 支撑绳构成的每个 $4.0\text{m}\times 4.0\text{m}$ (或 $4.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ )网格内铺设一张Q/280型 $4.0\times 4.0\text{m}$ (或 $4.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ )绞索网, 每张绞索网与四周支撑绳间用缝合绳缝合联结并拉紧, 该预张拉工艺能使系统对坡面施以一定的法向预紧压力, 从而提高表层岩土体的稳定性, 尽可能地阻止崩塌落石的发生并将小部分落石限制在一定的空间内运动, 同时, 在QUAROX绞索网下铺设小网孔的S0/2.2/50型格栅网, 以阻止小尺寸岩块的崩塌或限制局部岩土体的破坏。

4. 施工顺序及工法

4.1 清除坡面防护区域内威胁施工安全的浮土及浮石, 对不利于施工安装和影响系统安装后正常功能发挥的局部地形(局部堆积体和凸起体等)进行适当修整。

4.2 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 $5\text{m}^2$ , 否则宜增设长度不小于0.5m的局部锚杆, 该锚杆可采用直径 $\phi 28$ 的带弯钩的钢筋锚杆), 应在每一孔位处凿一深度不小于锚杆外露环套长度的凹坑, 一般口径20cm, 深20cm。

4.3 按设计深度钻凿锚杆孔并清孔, 孔径不小于 $\phi 90$ ; 当凿岩设备限制时, 构成每根锚杆的两股钢绳可分别锚入两个孔径不小于 $\phi 90$ 的锚孔内, 形成人字形锚杆, 两股钢绳间夹角为 $15^\circ\sim 32^\circ$ , 以达到同样的锚固效果; 当局部孔位处因地层松散或破碎而不能成孔时, 可以采用断面尺寸不小于 $0.4\times 0.4\text{m}$ 的C20砼基础置换不能成孔的岩土段。

4.4 注浆并插入锚杆, 采用标号不低于M30的水泥砂浆, 宜用灰砂比1:1~1.2、水灰比0.45~0.50的水泥砂浆或水灰比0.45~0.50的纯水泥浆, 水泥宜用42.5普通硅酸盐水泥, 优先选用粒径不大于3mm的中细砂, 确保浆液饱满, 在进行下一道工序前注浆体养护不少于三天。

4.5 安装纵横向支撑绳, 张拉紧后两端各用4个绳卡与锚杆外露环套固定连接, 绳卡间距宜为钢丝绳直径的6~7倍, 其U形螺栓应位于尾绳段一侧。

4.6 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支撑绳间用 $\phi 1.5$ 铁丝进行扎结, 当坡度小于 $45^\circ$ 时, 扎结点间距一般不得大于2m, 当坡度大于 $45^\circ$ 时, 扎结点间距一般不得大于1m(有条件时本工序可在前一工序前完成即将格栅网置于支撑绳之下);

4.7 从上向下铺设QUAROX绞索网并缝合, 缝合绳为 $\phi 8$ 钢绳, 每张QUAROX绞索网均用一根长约33m的缝合绳与四周支撑绳进行缝合并预张拉, 缝合绳两端交叉反转合并后各用两个绳卡进行紧固连接(需要注意的是缝合绳在四个角部网孔处需两次穿插缝合, 且缝合绳不得直接连接到锚杆上)。

5. 材料质量等相关要求

5.1 编网、支撑绳及拉锚系统所用钢丝绳应符合GB/T8918-2006的规定, 其钢丝强度不应低于1770MPa, 热镀锌等级不低于AB级。

5.2 钢丝格栅编织用钢丝S0/2.2/50应符合YB/T 5294-2009的规定, 热镀锌等级不低于AB级, 其中高强度钢丝格栅亦可采用重量不低于150g/m<sup>2</sup>的锌铝合金镀层处理。

5.3 编网用两根钢丝绳交叉联结点处的固定件采用钢质卡扣, 其厚度不小于2mm, 并经电镀锌处理, 镀锌层厚度不小于8 $\mu\text{m}$ 。

5.4 钢丝绳交叉结点处的抗错动拉力不应小于10kN, 错动后钢丝绳残余抗破断拉力不应小于原始最小抗破断拉力的90%。

5.5 钢绞线抗破断拉力不低于195kN。

5.6 编制成网的钢丝绳不应有断丝、脱丝现象。

5.7 网的形状平整, 网绳无打结和明显扭曲现象。

5.8 钢丝不应有明显机械损伤和锈蚀现象。

5.9 高强度钢丝格栅端头应至少扭结一次, 扭结处不应有裂纹。

5.10 钢丝绳抗破断能力检验按GB/T8358-2014的规定进行。

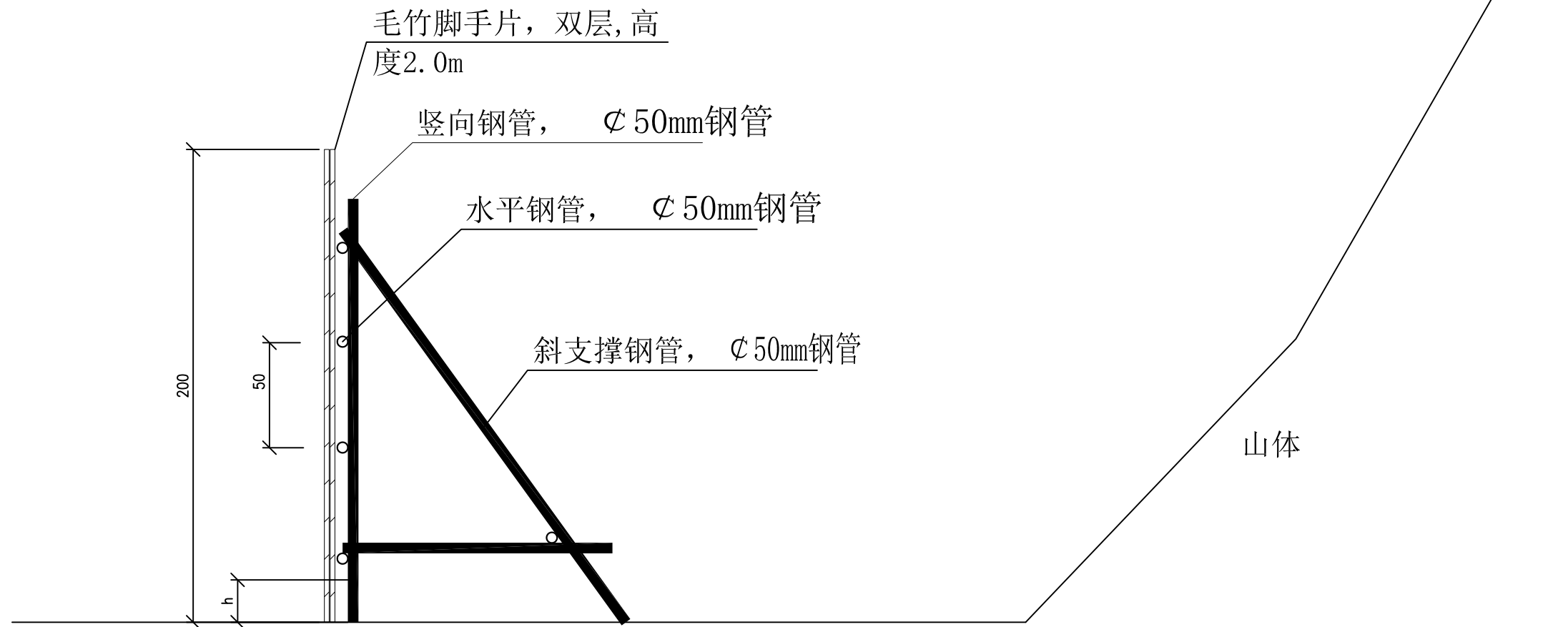
5.11 钢丝(绳)表面镀锌检验按GB/T2973-2004的规定进行。

5.12 未尽事宜, 应满足《铁路沿线斜坡柔性安全防护网》(TB/T3089-2004)及《公路边坡柔性防护系统构件》(JT/T528-2004)的相关质量要求及施工技术要求。

5.13 鉴于目前市场上SNS主动防护网品种繁多, 质量参差不齐, 本工程中采用布鲁克公司相应产品作为预算依据。



# 临时安全防护设施图



说明：  
1. 本图尺寸以cm计。  
2. 钢管直径为50mm，毛竹脚手片为双层。