

目 录

第一部分 勘查部分	1
第一章 前言	2
1.1 任务由来及目的	2
1.2 勘查依据	2
1.3 勘查范围与方案	2
1.4 收集资料	2
1.5 工作概况及质量评述	2
第二章 勘查区地质环境条件	3
2.1 自然地理	4
2.2 地层岩性	5
2.3 地质构造与区域稳定性	5
2.4 工程地质条件	6
2.5 水文地质条件	7
2.6 人类工程活动	7
第三章 勘查区边坡基本特征及形成条件	8
3.1 自然斜坡基本特征	8
3.2 边坡崩塌（BT1）特征	8
3.3 危岩体发育特征	9
3.4 边坡变形破坏原因	14
第四章 稳定性分析	15
4.1 自然斜坡稳定性评价	15
4.2 崩塌体稳定性评价	15
4.3 危岩体稳定性分析	16
第五章 发展趋势及防治工程建议	19
5.1 发展趋势及影响范围	19

5.2 防治工程建议	19
第六章 结论和建议	19
6.1 结论	19
6.2 建议	19
第二部分 设计部分	20
第一章 方案编制依据、原则及总体思路	21
1.1 方案编制依据	21
1.2 治理原则	21
1.3 总体思路	21
第二章 设计方案	22
2.1 人工清除危岩体	22
2.2 清坡	22
2.3 主动网	22
2.4 被动网	23
2.5 C20 混凝土墙支撑措施	23
第三章 施工技术要求	24
3.1 清坡施工	24
3.2 人工解体危岩	24
3.3 主动防护网施工	24
3.4 被动防护网施工	24
3.5 混凝土墙施工	25
第四章 施工监测设计	25
4.1、监测项目	25
4.2、监测要求	25
第五章 环境保护与安全生产保证措施	26
5.1 环境保护	26

5.2 安全生产保证措施	26
第六章 施工顺序及工期	26
6.1 施工顺序	26
6.2 施工工期	26

勘查平面成果图	K1
工程地质剖面图1-1'	K2
设计平面布置图	S1
设计剖面图1	S2
设计剖面图2	S3
设计剖面图3	S4
主动防护网大样图	S5
被动防护网大样图	S6
监测点大样图	S7

附图:

图名	图号
----	----

第一部分 勘查部分

第一章 前言

1.1 任务由来及目的

1.1.1 任务由来

2021年6月1日瑞安市高楼镇东坑村后山发生崩塌（BT1），方量约20~30m³，崩塌体堆积于坡面，砸毁山坡截水沟，幸未滚入村庄造成人员伤亡或财产损失。据现场勘查及调查访问，山坡偶尔有土块或块石崩落，掉块方量不大，土块、石块堆积于坡面。现状边坡上方仍有危岩体，存在较大安全隐患，严重威胁下方宝坛寺僧人与香客的生命财产安全，急需进行治理。



照片1 崩塌体堆积于坡面



照片2 崩塌体砸毁山坡截水沟

受瑞安市高楼镇人民政府委托，我单位对该处崩塌及周边危岩体进行勘查暨治理设计，为下一步崩塌的治理施工提供依据。

1.1.2 目的任务

根据委托合同要求，本次工作的目的与任务如下：

- 1.基本查明勘查区地质环境条件，包括地形地貌、岩土体工程地质特征、水文地质特征及地质构造特征；
- 2.查明区内危岩体范围、规模，并分析其成因；
- 3.对区内斜坡进行稳定性评价，分析其变形破坏特征、发展趋势及影响范围；
- 4.根据勘查结果，进行切实可行、经济合理的防治工程设计。

1.2 勘查依据

勘查依据及执行的主要规范标准：

- 1.《地质灾害防治条例》（国务院令 第394号）；
- 2.《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009年版）；
- 3.《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）；
- 4.《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）；
- 5.《工程岩体分级标准》（GB/T50218-2014）；
- 6.《工程地质手册》第四版，中国建筑工业出版社；
- 7.《滑坡、崩塌、泥石流灾害详细调查规范（1:50000）》（DZ/T0261-2014）；
- 8.《滑坡、崩塌、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2006）；
- 9.项目合同。

1.3 勘查范围与方案

根据合同及相关规范要求，勘查范围主要针对危岩体分布山坡及受威胁对象，以边坡坡顶第一斜坡带为界，坡脚至受威胁房屋，面积约64000m²。

1.4 收集资料

1. 1/20万平阳幅区域地质调查，浙江省区域地质测量大队，1976年；
2. 浙江省瑞安市地质灾害调查与区划报告，浙江省地质环境监测总站，2003年

1.5 工作概况及质量评述

1.5.1 工作概况

根据勘查方案，我院于2021年7月15日进入现场开始勘查工作，先后进行了地形测量、工程地质测绘、工程地质调查等工作。完成主要工作量见表1-2。

表 1-2 勘查工作量一览表

项目	单位	工作量	
地形测量	1:2000 地形测量	m ²	90000
	1:2000 地形剖面测量	m/条	205/3
	地形测量控制点	个	2
工程地质测绘	1:2000 工程地质测绘	m ²	90000
	1:2000 专项地质环境、地质灾害调查	m ²	90000
	地质调查点	个	15
	照片	张	45

1.5.2 工作质量评述

本次勘查采用手段多样、方法较齐全，完成主要工作的质量评述如下：

(1) 地形测量

本次地形测量采用 RTK 测量，坡面人工无法到达的悬崖陡坡采用免棱镜测量，地形测量精度为 1:2000，剖面线测量精度为 1:2000，测图范围及精度满足规范设计要求。

(2) 工程地质测绘

勘查范围内进行了的 1:2000 比例尺的工程地质测绘、地质灾害测量，并进行了走访和前期资料收集工作。

(3) 专项地质环境、地质灾害调查

勘查范围内进行了的 1:2000 比例尺的专项地质环境、地质灾害调查，调查范围满足规范设计要求。

本次勘查质量检查严格按照三级质量检查制度严格进行，即项目组互检、岩土所专检以及总工办检查，野外工作和室内资料整理分析成果通过了验收。

第二章 勘查区地质环境条件

2.1 自然地理

2.1.1 交通位置

勘查区位于瑞安市高楼镇东坑村，有村路到达现场附近，交通较方便。灾害点中心地理坐标为东经 120°11'58"，北纬 27°49'10"。交通位置详见图 2-1。



图 2-1 交通位置示意图

2.1.2 气象、水文

1. 气象

勘查区地处中亚热带海洋型季风气候，全年无严寒酷暑，冬短夏长，四季分明，雨水充沛。瑞安全境所处纬度较低，又受海洋影响，温度条件为全省最佳。境内常年平均气温 17.9℃，北麂等海岛略低，为 17.5℃，海拔 400-800m 的山区稍低，在 14℃-16℃ 之间。

境内年降水量 1110-2200mm，历史年平均降水量 1527.2mm。年内各月降水分布很不均匀，全年降水高峰期 3 次，分别为 3-4 月春雨期、5-6 月梅雨期及 8-9 月热带风暴暴雨期，各占全年

降水量的 18.3%、26%、26.2%。

瑞安季风气候明显，夏季多东南偏东风，冬季多西北偏西风，年均风速 1.9m/s，瞬时最大风速 16m/s。

2. 水文

勘查区附近地表水系不发育，坡面及沟谷未见明显冲沟。

2.1.3 地形地貌



照片 3 勘查区鸟瞰图

勘查区属低山丘陵区，山体斜坡总体呈南东倾向，地形坡度 25~40° 左右，区内海拔标高 40.0~180.0m，相对高差为 140m。坡面为灌木和林木，植被较发育。表层覆有 0.3~1.2m 残坡积盖层。勘查区东侧有一条南北走向的“U”型山谷，山谷谷底长 150m，谷底宽 5-12m，谷底纵坡约 35°。

2.2 地层岩性

据区域基础地质资料，结合野外实地调查，勘查区主要出露下白垩统高坞组(K_{1g})和第四系(Q₄)地层。

2.2.1 下白垩统高坞组(K_{1g})

岩性为流纹质晶屑凝灰岩。岩石呈灰色，晶屑凝灰结构，块状构造，岩石主要由晶屑主要由石英、长石及浆屑组成，晶屑大小以3mm~5mm居多，部分可达7mm~8mm，含量在35%以上。岩石质地坚硬，岩层产状120°∠55°。上覆地层为第四系残坡积(Qel-dl)。

2.2.2 第四系(Q₄)

区内第四系地层以残坡积(Qel-dl)为主，其次为崩塌堆积(Qcol)。

1、残坡积(Qel-dl)

主要分布于山体自然斜坡上。岩性为黄褐、棕黄色含碎石粘性土，碎石粒径2-15cm，成分为流纹质晶屑凝灰岩，含量20~40%。残坡积层厚度普遍在0.3~1.2m。

2、崩塌堆积(Qcol)

分布局限在勘查区北部高陡边坡坡脚附近，崩积物由大小不一的崩塌块石及少量残坡积物为组成。崩塌块石呈棱角状，大小0.2-5m，体积相差悬殊，无序堆积在坡脚处，有的呈倒扶状暂稳态。

2.3 地质构造与区域稳定性

2.3.1 区域地质构造

勘查区大地构造单元隶属华南褶皱系浙东南隆起区温州—临海拗陷带，介于泰顺—青田黄岩拗断束的中东部；位于丽水—余姚北东向深断裂的东侧，温州—淳安、平阳—松阳北西向大断裂分别从勘查区的北部和南部通过，区域地质构造断裂构造为主。

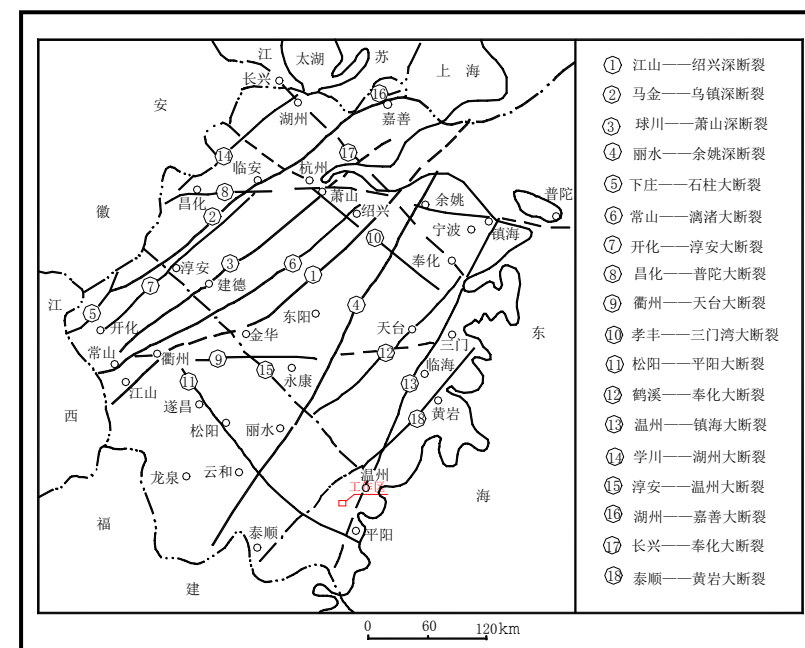


图 2-1 场地区域构造图

2.3.2 区域稳定性

根据《浙江省地震目录统计》，勘查区及周边曾发生三次具破坏性的地震，分别为：1813年10月17日温州的4.75级地震，1926年6月29日浙闽交界以东海域的5.25级地震和1960年7月21日平阳东海域的5.0级地震，2014年9月15日13时23分，在浙江省温州市文成县（北纬27.7度，东经119.9度）发生3.1级地震，震源深度6公里。震中均在瑞安市境以外，对勘查区均未造成损失。

按照全国地震区带划分，本区属东南沿海二等地震区东北段，接近三等地震区，为少震、弱震区。据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），地震动峰值加速度为0.05g，相当于地震基本烈度为6度，属地震基本稳定区（图2-3）。

2.3.3 勘查区构造



照片4 边坡节理较发育

勘查区所处区域构造以脆性断裂构造为主，区内构造主要为节理裂隙，按走向可大致分为北东向、北西向及北西西向三组，共有7组节理，特征如下：

J1：节理面光滑平直，宽一般在0.1-1cm，个别宽3-15cm，长0.5-15m，节理间距0.1-3m，一般以0.1-0.6m为主，局部呈0.5-10cm间距密集发育。产状 $190-205^{\circ} \angle 65-75^{\circ}$ 。

J2：节理面光滑平直，宽0.2-8cm，长15m以上，节理间距0.2-1.2m，节理产状变化较大，倾角陡，产状一般在 $165^{\circ} \angle 80^{\circ}-85^{\circ}$ ，部分地段节理倾角反倾。

J3：节理面粗糙、平直微张，长1.5-2.2m，节理间距0.4-1.0cm，产状 $150^{\circ} \angle 55^{\circ}$ 。

J4：节理面闭合，长0.3-1.2m，节理间距1.0-1.5m。产状 $210^{\circ} \angle 45^{\circ}$ 。

J5：节理面平直、粗糙微张，长5m以上，节理间距0.2-1.0m，产状 $115^{\circ} \angle 22^{\circ}$ ；

J6：节理面微张-张开，面平直光滑，长1.0m左右，节理间距0.5-0.8m，产状 $200^{\circ} \angle 53^{\circ}$ 。

J7：节理面平直，宽0.1-5cm，长0.2-2m以上，节理间距0.3-1.5m，产状 $290^{\circ} \angle 85^{\circ}$ ，

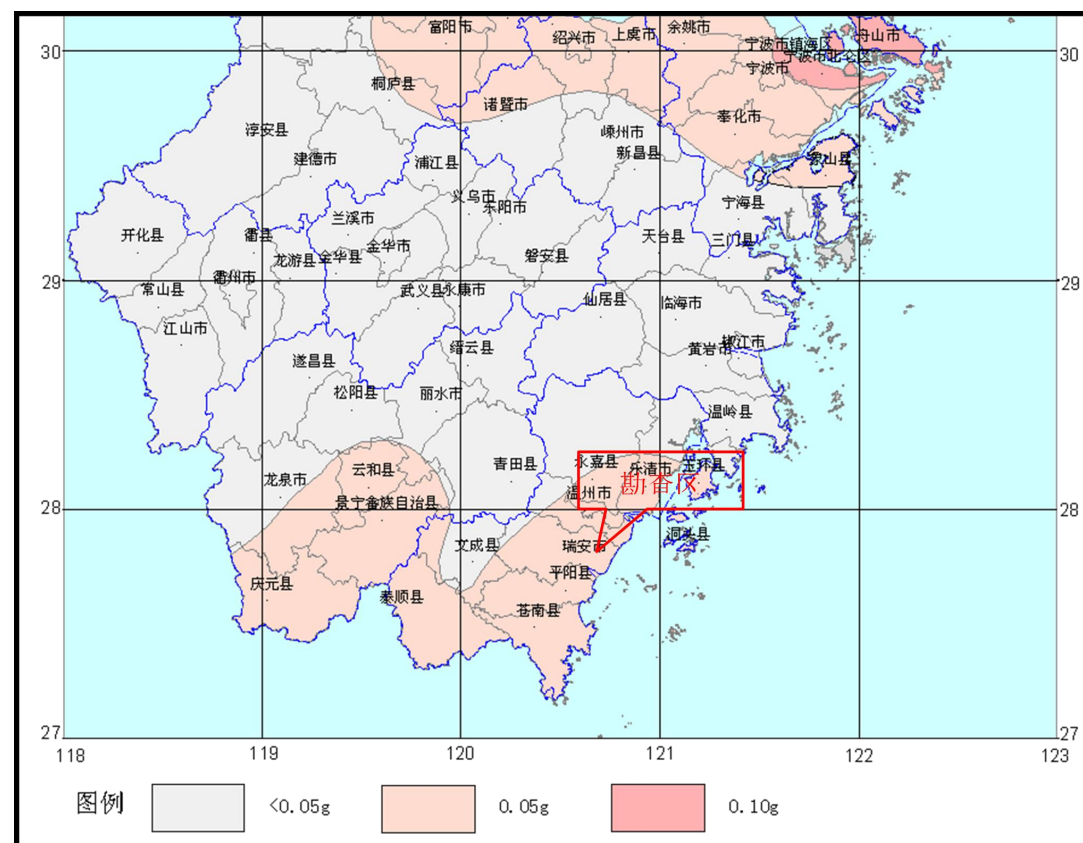


图2-3 场地地震动参数区划图

2.4 工程地质条件

2.4.1 松散岩类工程地质层

勘查区内第四系土体成因类型主要为残坡积及崩积物。

残坡积：深黄色~土黄色，稍湿，松散~稍密，碎石含量20%~40%，粒径 $2\sim 15\text{cm}$ ，成分为流纹质晶屑凝灰岩。层厚0.3~1.2m，主要分布于治理区山坡表部，广泛分布自然斜坡坡地上，下伏流纹质晶屑凝灰岩。推荐承载力特征值 $f_{ak}=140\text{Kpa}$ 。

崩积物：崩积物由大小不一的崩塌块石及少量残坡积物为组成。崩塌块石含量97%-99%，大小0.2-5m，厚度变化大，无序堆积空隙大，分布限于高陡坡脚处。

2.4.2 中风化岩

岩石质地坚硬，节理裂隙较发育，岩体以块状构造为主，其次为碎裂-块状镶嵌构造，根据工程岩体基本质量级别，属III-IV类岩体。勘查区全、强风化层普遍缺失，中风化岩直接上覆与第四系残坡积层。

表 2-1 岩土层工程力学性能一览表一览表

岩土名称	节理裂隙	岩土体结构特征	容重 γ (KN/m ³)	凝聚力 C(Kpa)	内摩擦角 $\phi(^{\circ})$	岩石单轴极限抗压强度标准值 (Mpa)	基底摩擦系数 (μ)	岩体与锚固体极限凝结强度标准值[frbk] (KPa)
含碎石粉质粘土		松散	19*	15*	25*	/	0.35	140
中风化凝灰岩	较发育	镶嵌-碎裂结构块状构造	26*	1000*	35*	20	0.50	600
岩体结构面				50*	19*			

注：带*号为经验值，依《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）并结合瑞安地区工程经验取值。

2.5 水文地质条件

根据现场的调查结果，结合以往的水文地质资料，勘查区最低标高高于当地侵蚀基准面以上，只在浅部或近地表含有少量风化裂隙水和基岩裂隙水，含水性较差。

勘查区地下水主要受大气降水补给，地表无水体，自然排泄条件好，地下水常以渗流方式从边坡排泄，但补给有限，富水性弱，且地形较陡，排泄迅速。故勘查区水文地质条件属简单类型。

2.5.1 第四系松散岩类孔隙潜水

松散岩类孔隙潜水主要贮存于第四系残坡积层空隙和孔隙中，为孔隙潜水。含水层岩性主要为含碎石粉土层中，水位、水量随季节变化。孔隙潜水接受大气降水和地下水的入渗补给，还接受基岩裂隙水等的侧向补给，以渗流或蒸发的形式排泄。地下水位埋深浅，水量小，为弱含水层。

2.5.2 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，无统一的地下水位。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。

勘查区岩石节理裂隙规模、长度均较小，富水性较差，坡面主要受降雨冲刷。坡面汇水面积较小，但区内坡面坡度较陡，山体坡面受降雨影响较大。

2.5.3 地下水补、迳、排特征

松散岩类孔隙水主要接受大气降水补给，勘查区上部土体及强风化岩层厚度薄，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。

2.5.4 环境水和土的腐蚀性评价

依据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009年版）12.2中有关规定判定：按环境类型评价，在III类环境下，地下水和地表水对混凝土结构具微腐蚀性。

2.6 人类工程活动

勘查区人类活动主要房屋修建开挖坡脚，自然山坡人类活动不强烈。

第三章 勘查区边坡基本特征及形成条件

3.1 自然斜坡基本特征

勘查区属低山丘陵区。区内山体总体呈南北走向。自然斜坡最高海拔 80m，最低海拔约 9m，相对高差约 70m。山体坡面坡度普遍介于 25~40° 之间。纵向坡面较为平顺，横向略有起伏。植被以香樟、灌木植物为主，覆盖率约 90%。

山体表面覆盖残坡积层，厚度普遍在 0.3~1.20m 左右，勘查区出露的基岩主要为凝灰岩，岩石较坚硬，其风化程度总体较弱，区内全、强风化层基本缺失。节理裂隙较发育，以剪性节理为主。

总体而言，区内自然斜坡坡度 25~40°，松散层厚度较薄，下伏中等风化基岩埋深较浅，工程地质性质较好，植被保持良好，调查未见明显整体性变形破坏迹象。

3.2 边坡崩塌（BT1）特征

勘查区于 2021 年 6 月，曾因暴雨影响，发生坡面岩石崩塌地质灾害。崩塌位于边坡上部 100~110m 高程段（BT1），崩塌岩块高约 8m，宽 6.5m，厚 3.2m，方量 160m³。属滑移式崩塌，岩体主要受顺坡节理 J2(165° ∠85°) 和 J5(115° ∠22°) 组合，切割破碎为块体，在强降雨的诱发下沿 J5 节理面发生崩塌脱落，堆积于坡面（见照片 5）。



照片 5 崩塌物堆积于坡面

崩塌发生后，坡面上出现宽约 6m，高约 8m，厚约 1.5m 的临空面，边坡上方岩体还有进一步失稳的可能。

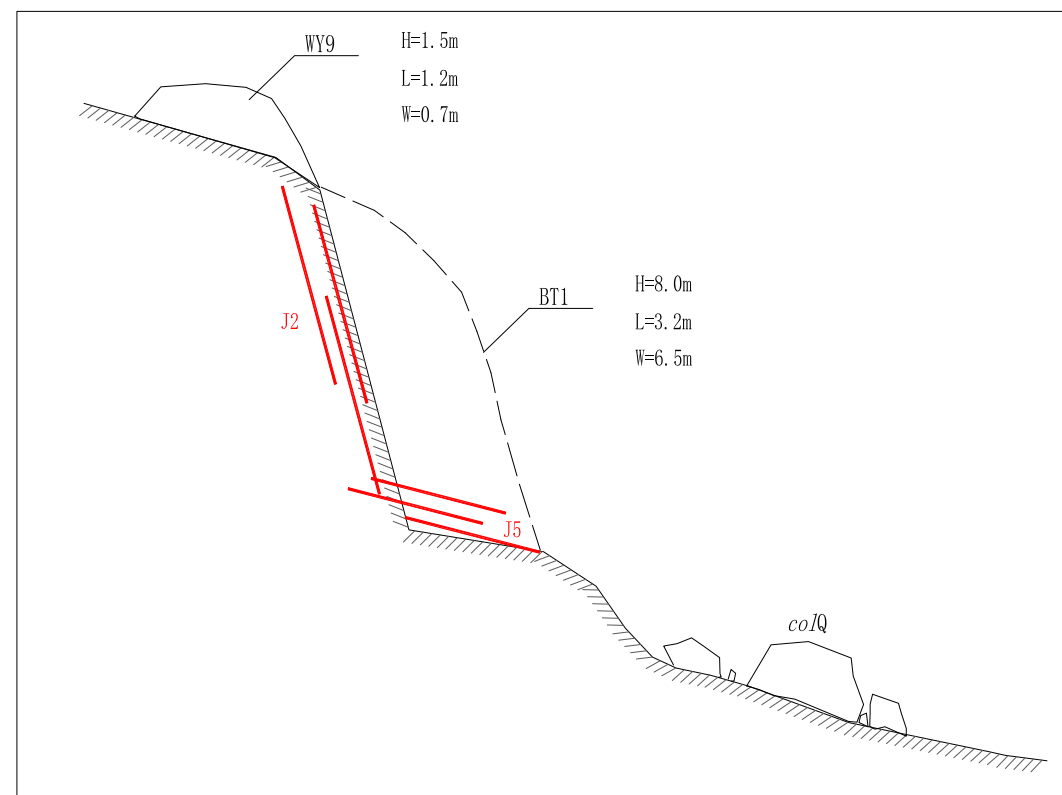


图 3-1 崩塌 BT1 剖面图

3.3 危岩体发育特征

根据野外调查资料，勘查区边坡共发育 10 处危岩体

3.3.1 危岩体 (WY1)

危岩体 WY1 属独立危岩体，分布在标高+110m，分布区域宽 1.0m，高 3.5m，厚 1.5m，方量约 5m³。受顺坡向节理 J3 (150° ∠55°) 控制，裂隙较发育，风化剥落强烈，岩体底部掏空处于悬空状态。可能发生倾倒式崩塌，崩落方向为 155°。



照片 6 危岩体 WY1

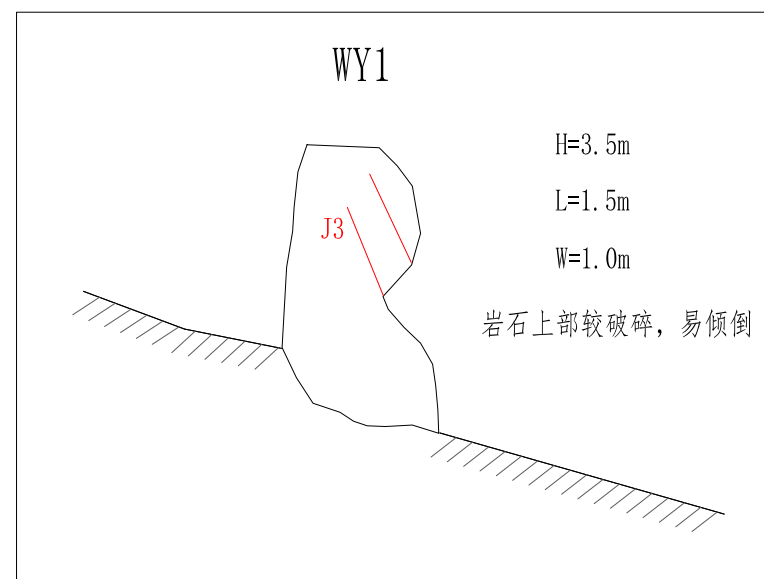


图 3-2 WY1 剖面图

3.3.2 危岩体 (WY2)

危岩体 WY2 属独立危岩体，分布在标高+110m，分布区域宽 2.5m，高 4.0m，厚 8.0m，方量约 80m³。受顺坡向节理 J5 (115° ∠22°) 控制，裂隙较发育，风化剥落强烈。可能发生滑移式崩塌，崩落方向为 115°。



照片 7 危岩体 WY2

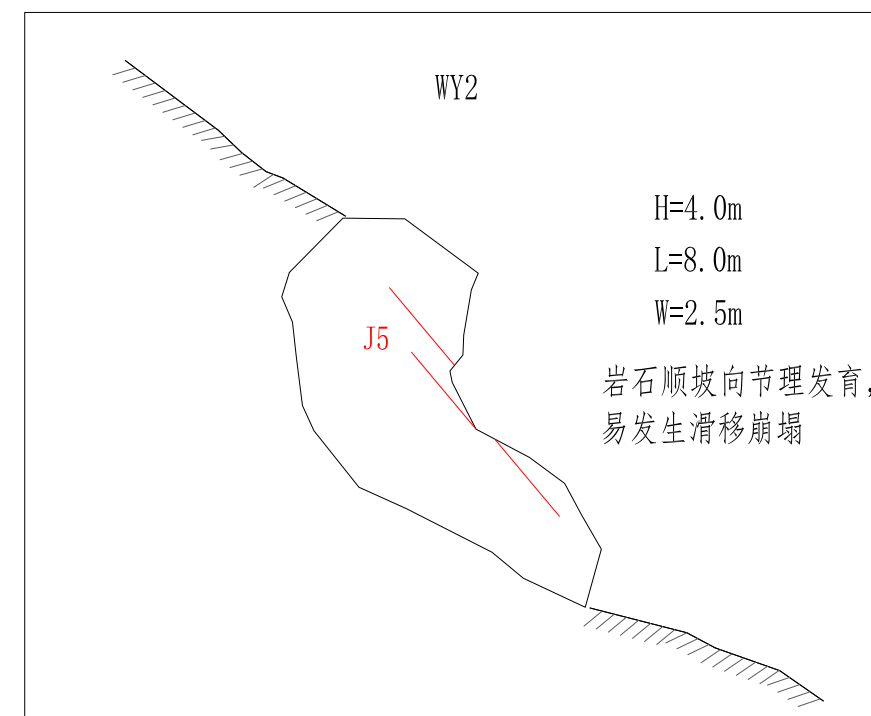


图 3-3 WY2 剖面图

3.3.3 危岩体 WY3

危岩体 WY3 属群体型危岩体，分布在标高+120m，分布区域宽 4.2m，高 4.5m，厚 2.0m，危岩体单块体积 0.2~12m³ 不等，方量约 35m³。受顺坡向节理 J4（210° ∠45°）控制，裂隙较发育，风化剥落强烈，可能发生滑移式崩塌，崩落方向为 200°。



照片 8 危岩体 WY3 下部

照片 9 危岩体 WY3 上部

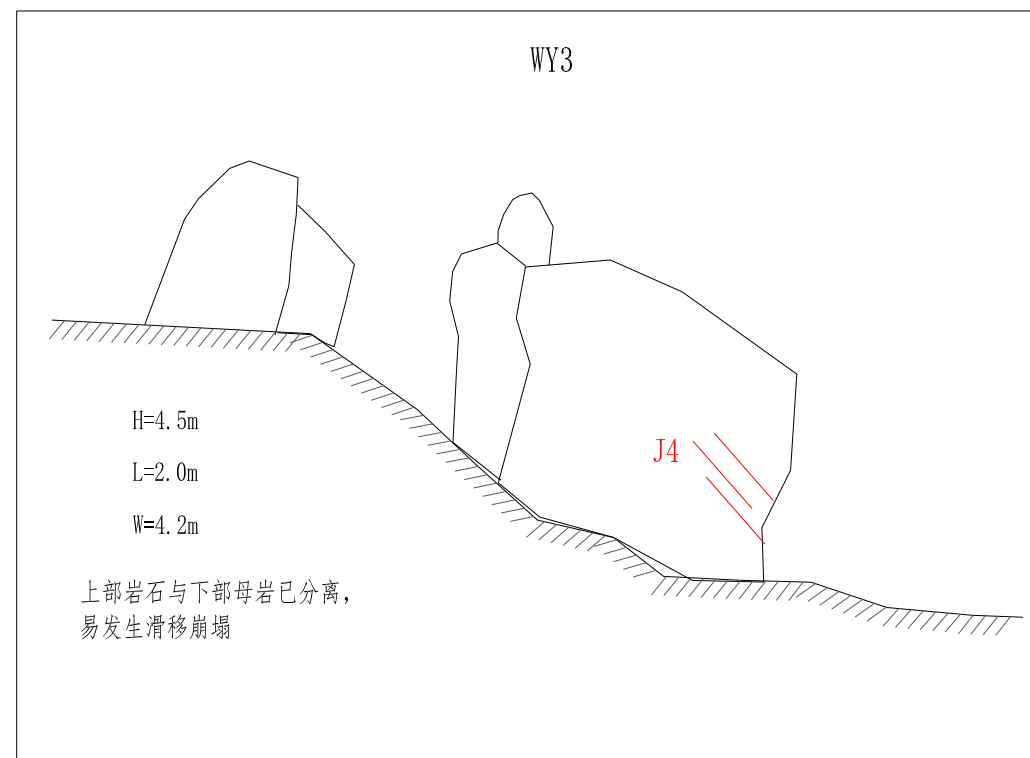


图 3-4 WY3 剖面图

3.3.4 危岩体 WY4

危岩体 WY4 属群体型危岩体，分布在标高+140m，分布区域宽 7~10m，高 4~5m，厚 3.0m，危岩体单块体积 0.5~50m³ 不等，方量约 135m³。受顺坡向节理 J3（150° ∠55°）控制，裂隙较发育，风化剥落强烈。可能发生滑移式崩塌，崩落方向为 150°。



照片 10 危岩体 WY4

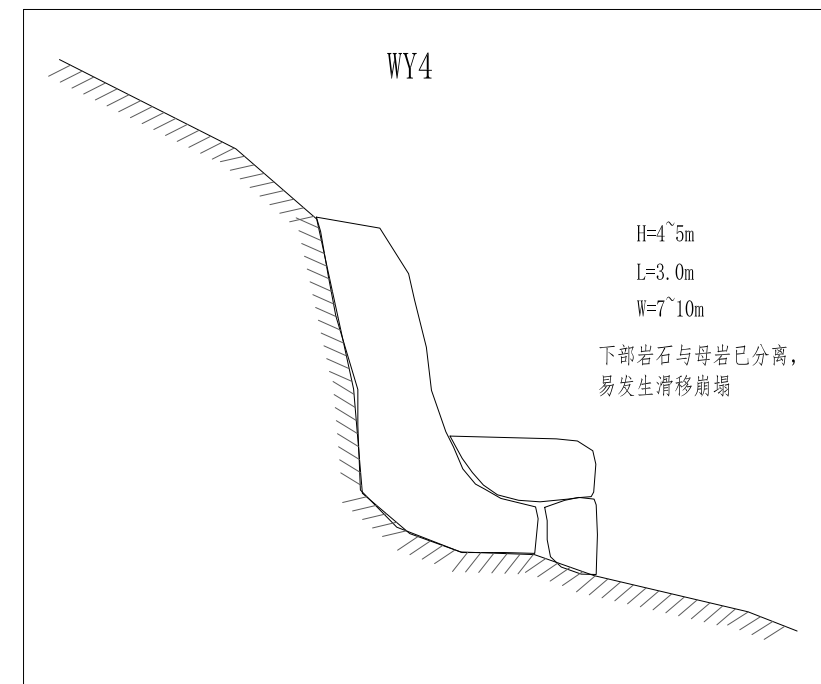


图 3-5 WY4 剖面图

3.3.5 危岩体 WY5

危岩体 WY5 属群体型危岩体，分布在标高+125m，分布区域宽 5m，高 4m，厚 3m，危岩体单块体积 0.2~20m³ 不等，方量约 60m³。受顺坡向节理 J6 (200° ∠53°) 控制，裂隙较发育，风化剥落强烈，岩体底部掏空处于悬空状态，后侧受结构面 J1 (200° ∠75°) 切割。可能发生滑移式崩塌，崩落方向为 200°。



照片 11 危岩体 WY5

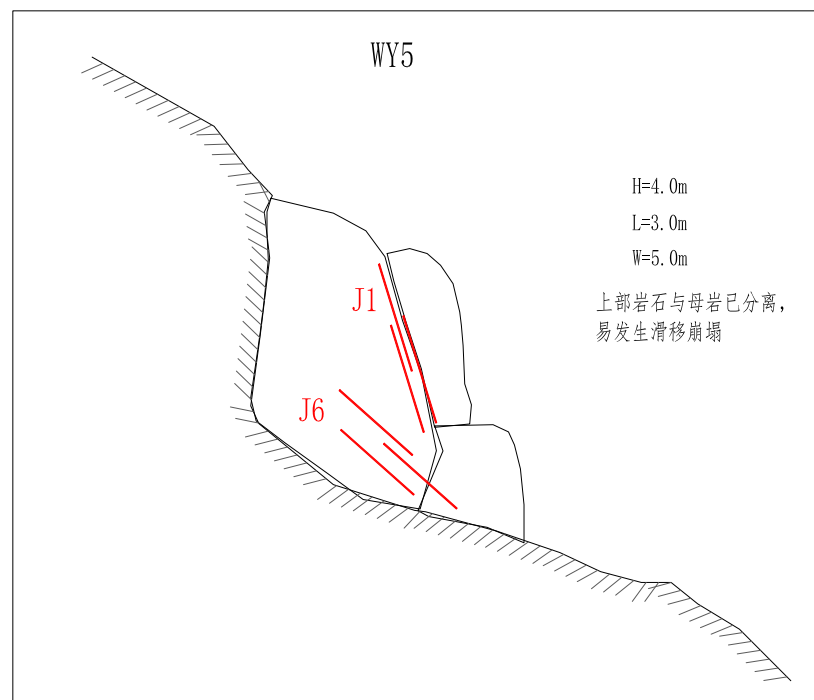


图 3-6 WY5 剖面图

3.3.6 危岩体 (WY6)

危岩体 WY6 属群体型危岩体，分布在标高+115m，分布区域宽 4.8m，高 5m，厚 2.5m，危岩体单块体积 0.5~20m³ 不等，方量约 60m³。受顺坡向节理 J4 (210° ∠45°) 控制，裂隙较发育，风化剥落强烈，岩体底部掏空处于悬空状态，可能发生滑移式崩塌，崩落方向为 210°。



照片 12 危岩体 WY6

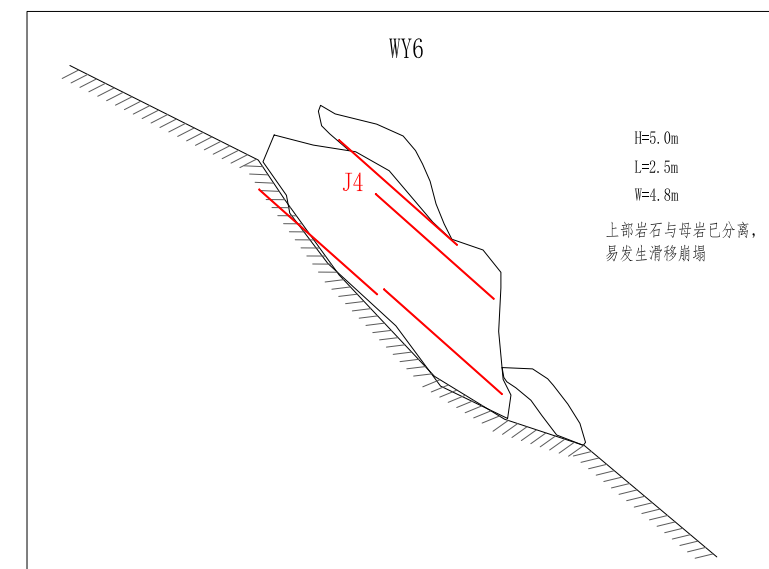


图 3-7 WY6 剖面图

3.3.7 危岩体 (WY7)

危岩体 WY7 属群体型危岩体，分布在标高+110m，分布区域宽 2.5m，高 4.6m，厚 2.7m，危岩体单块体积 0.2~10m³ 不等，方量约 32m³。受顺坡向节理 J6 (200° ∠53°) 控制，裂隙较发育，风化剥落强烈，岩体底部掏空处于悬空状态，后侧受结构面 J7 (290° ∠85°) 切割。可能发生倾倒式崩塌，崩落方向为 200°。



照片 13 危岩体 WY7

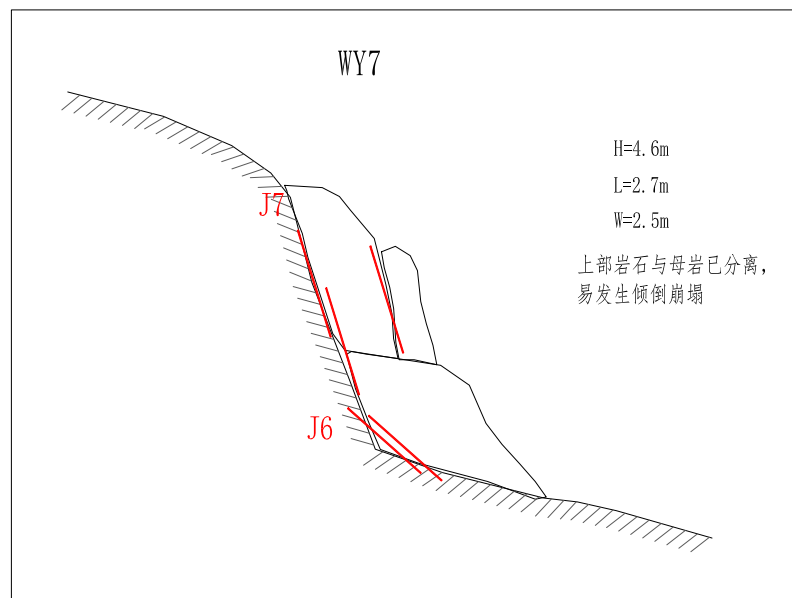


图 3-8 WY7 剖面图

3.3.8 危岩体 (WY8)

危岩体 WY8 属独立危岩体，分布在标高+100m，分布区域宽 4.5m，高 3.3m，厚 2.0m，方量约 20m³。受顺坡向节理 J3 (115° ∠22°) 控制，裂隙较发育，风化剥落强烈，岩体底部掏空处于悬空状态。可能发生倾倒式崩塌，崩落方向为 155°。



照片 14 危岩体 WY8

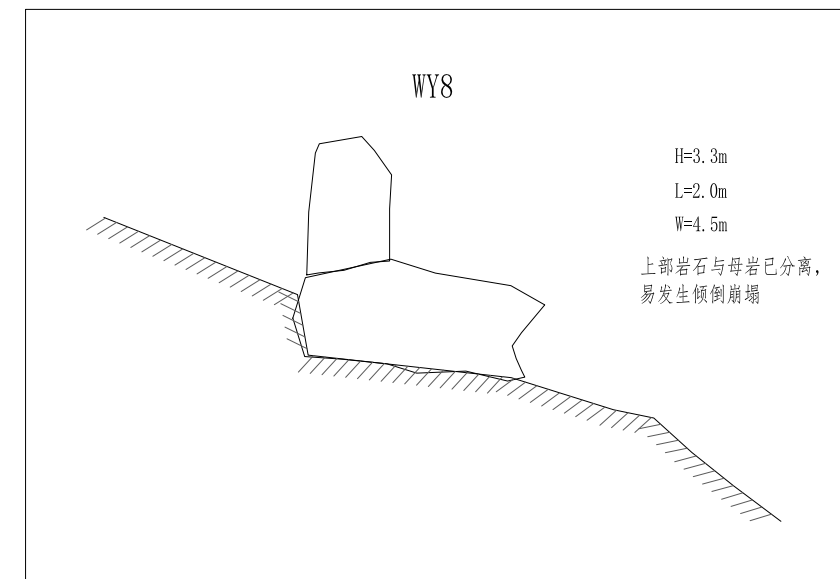


图 3-9 WY8 剖面图

3.3.9 危岩体 (WY9)

危岩体 WY9 属独立危岩体，分布在标高+160m，分布区域宽 0.7m，高 1.5m，厚 1.2m，方量约 1.5m³。受顺坡向节理 J5 (115° ∠22°) 控制，裂隙较发育，风化剥落强烈，岩体底部掏空处于悬空状态。可能发生滑移式崩塌，崩落方向为 160°。



照片 15 危岩体 WY9

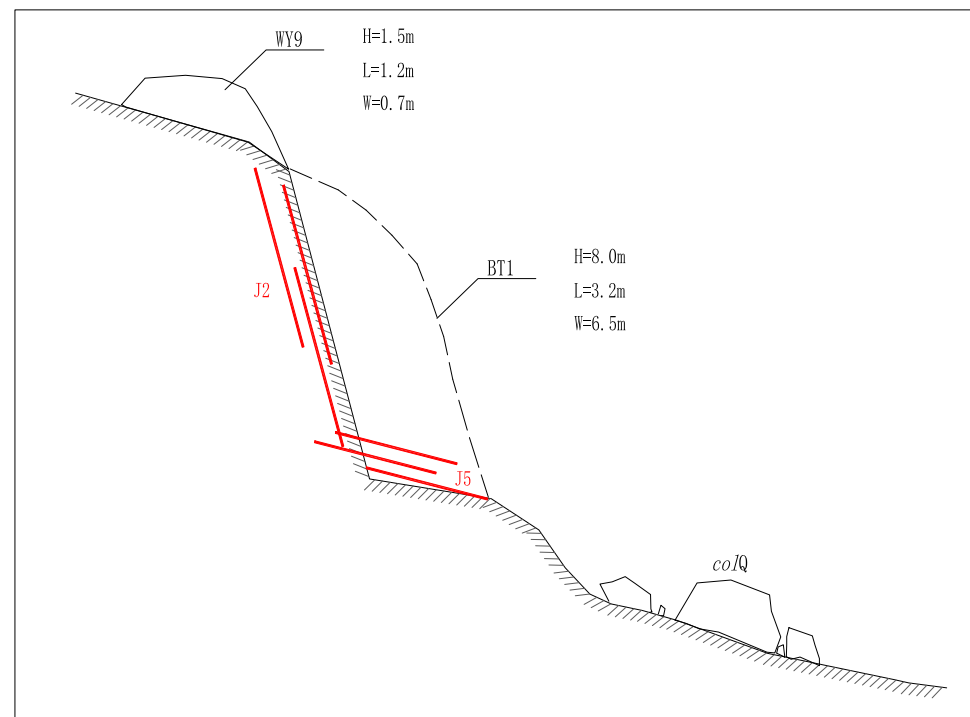


图 3-10 WY9 剖面图

3.3.10 危岩体 (WY10)

危岩体 WY10 属独立危岩体，分布在标高+125m，分布区域宽 4.0m，高 3.0m，厚 4.0m，方量约 45m³。岩体底部掏空处于悬空状态，与母岩分离。可能发生滑移式崩塌，崩落方向为 155°。



照片 16 危岩体 WY10

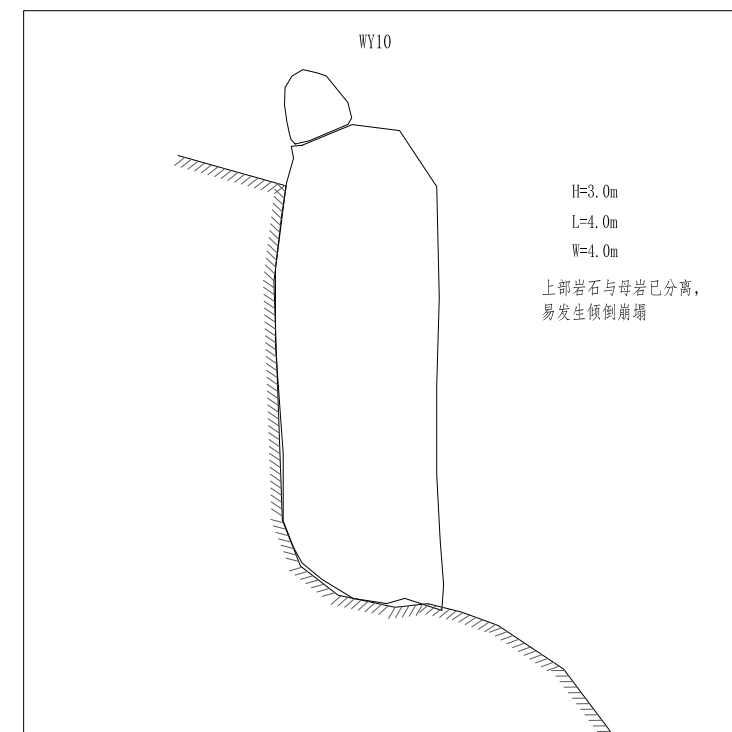


图 3-11 WY10 剖面图

3.4 边坡变形破坏原因

3.4.1 主导因素（内因）

（1）地质构造

区内未见断裂带通过。晶屑凝灰岩节理、裂隙较发育，完整性较差，裂隙与岩层面所形成的块体为崩塌的形成提供有利条件。

（2）地层岩性

危岩体岩性为晶屑凝灰岩。凝灰岩接近地表，地下水作用增强。岩体受原生节理切割影响而成一个个不太规则的块体。

3.4.2 诱发因素（外因）

（1）风化作用

岩体受原生节理切割而成的立方、长方形的块体，受风化作用容易变成不太规则的块体。

（2）大气降水

水入渗不仅促进了风化作用，更主要的是裂隙水的瞬时性静水压力效应对危岩体的稳定性影响极强，并且侵蚀裂隙和软化基座，加速了危岩的变形破坏。

（3）植物作用

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。

3.4.2 危岩变形破坏机制简析

东坑村崩塌隐患的变形破坏机制相对较为简单，一般以一种形式为主。

勘查区危岩变形破坏主要有倾倒式、滑塌式二种破坏模式。

第四章 稳定性分析

4.1 自然斜坡稳定性评价

勘查区属低山丘陵区。区内海拔标高 40.0~180.0m，相对高差为 140m。地形坡度 25~40°左右，坡面为灌木和少量林木，植被发育一般。山谷以开阔型为多，山脊相通对狭小，但较平缓，表层 1~2m 的残坡积覆盖层。勘查区出露的基岩主要为凝灰岩，岩石较坚硬，其风化程度总体较弱，区内全风化层基本缺失，节理裂隙较发育。

总体而言，区内岩体工程地质性质总体是较好；斜坡无冲沟发育，坡面为山脊，汇水面积小，植被保持良好，调查未见明显整体性变形破坏迹象。勘查区自然斜坡整体稳定。

4.2 屋后边坡稳定性

勘查范围内屋后边坡局部采用浆砌块石挡墙支护，挡墙无外鼓或开裂等不利现象；未采用挡墙支护的边坡也未发现滑塌或裂缝等不良地质现象。边坡整体稳定。



照片 17 屋后挡墙整体稳定



照片 18 屋后边坡稳定，无裂缝、滑塌等现象

4.3 崩塌体稳定性评价

崩塌边坡展布为直线型，长约 6.5m，高 8.0m，坡向 175°，坡度 85°，总体呈一坡到顶的

形态。根据边坡周边地质情况调查，边坡以岩质为主。边坡表层为残坡积成因的粉质粘土含碎石，厚 1.0~2.0m，下部为凝灰岩，岩石较坚硬，凝灰质结构，边坡坡面岩体呈镶嵌-碎裂结构，岩体类型为 III~IV 类。节理裂隙较发育，以剪性节理为主，主要节理：

J2：节理面宽 0.2~8cm，长 15m 以上，产状一般在 165° ∠80° -85° J5：节理面节理间距 0.2~1.0m，产状 115° ∠22°；边坡持续崩塌掉块，每逢强降雨后必有不同程度的崩塌掉块，目前已经发生崩塌 BT1。由于节理切割，易导致边坡沿坡面形成不稳定楔形体，发生掉块、崩塌，因此认为该边坡失稳破坏主要以顺坡向发生的崩塌、掉块及危岩体为主。

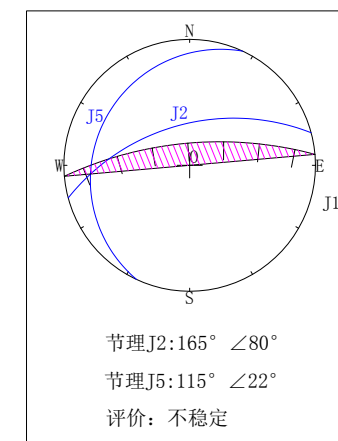


图 4-1 BT1 赤平投影图

4.4 危岩体稳定性分析

对于危岩体的稳定性评价，由于危岩群体的地质结构、结构面抗剪强度指标获取十分困难，尤其是本次危岩体基本位于陡崖，无法进行原位测试，无法真正进行稳定性的定量计算。因此本次勘查主要结合危岩体的岩性、结构面组合、可能的变形破坏模式等因素，并基于赤平极射投影法进行综合分析。

表 4-1 危岩体 WY1 稳定性分析表


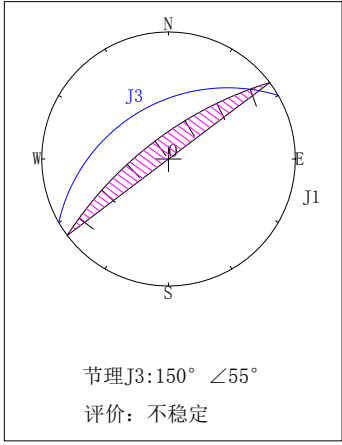
编号	WY1	位置		
危岩体特征	估算体积	5m ³	岩性	凝灰岩
	坡面倾向/倾角	143°/75°	破坏模式	倾倒式
	控制性结构面产状	J3: 150°∠55°	稳定性分析	受顺坡向节理150°∠55°控制，裂隙较发育，风化剥落强烈，可能发生倾倒式崩塌，稳定性差。
照片			危岩体赤平投影图	

表 4-2 危岩体 WY2 稳定性分析表


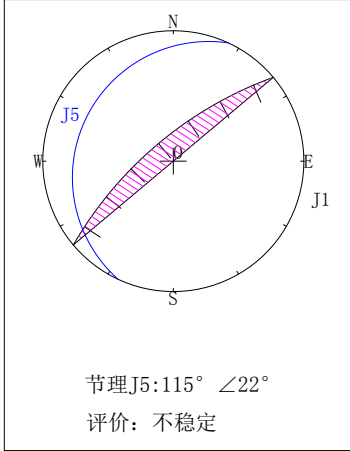
编号	WY2	位置		
危岩体特征	估算体积	80m ³	岩性	凝灰岩
	坡面倾向/倾角	140°/65°	破坏模式	滑移式
	控制性结构面产状	J5: 115°∠22°	稳定性分析	受顺坡向节理115°∠22°控制，裂隙较发育，风化剥落强烈。整个块体以斜靠形式覆于山体坡面。稳定性差。
照片			危岩体赤平投影图	

表 4-3 危岩体 WY3 稳定性分析表


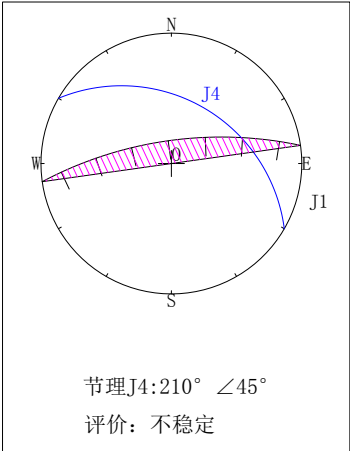
编号	WY3	位置		
危岩体特征	估算体积	35m ³	岩性	凝灰岩
	坡面倾向/倾角	172°/70°	破坏模式	滑移式
	控制性结构面产状	J4: 210°∠45°	稳定性分析	受顺坡向节理210°∠45°控制，裂隙较发育，风化剥落强烈。整个块体以斜靠形式覆于山体坡面。稳定性差。
照片			危岩体赤平投影图	

表 4-4 危岩体 WY4 稳定性分析表


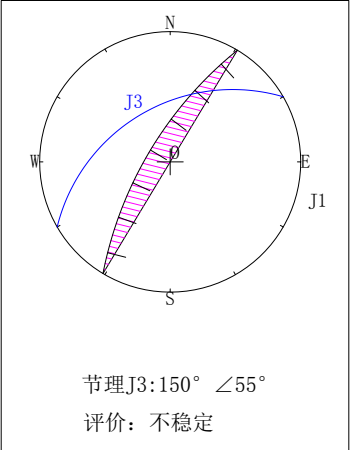
编号	WY4	位置	边坡北东侧，倚靠坡脚	
危岩体特征	估算体积	135m ³	岩性	凝灰岩
	坡面倾向/倾角	121°/70°	破坏模式	滑移式
	控制性结构面产状	J3: 150°∠55°	稳定性分析	受顺坡向节理 150°∠55° 控制，裂隙较发育，风化剥落强烈。整个块体以斜靠形式覆于山体坡面。稳定性差。
照片			危岩体赤平投影图	

表 4-6 危岩体 WY6 稳定性分析表


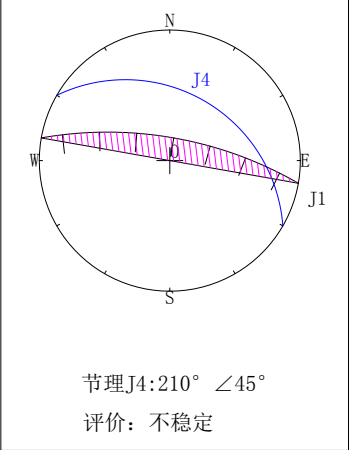
编号	WY6	位置		
危岩体特征	估算体积	60m ³	岩性	凝灰岩
	坡面倾向/倾角	190°/59°	破坏模式	滑移式
	控制性结构面产状	J4: 210°∠45°	稳定性分析	受顺坡向节理 210°∠45° 控制，裂隙较发育，风化剥落强烈。整个块体以斜靠形式覆于山体坡面。稳定性差。
照片			危岩体赤平投影图	

表 4-5 危岩体 WY5 稳定性分析表


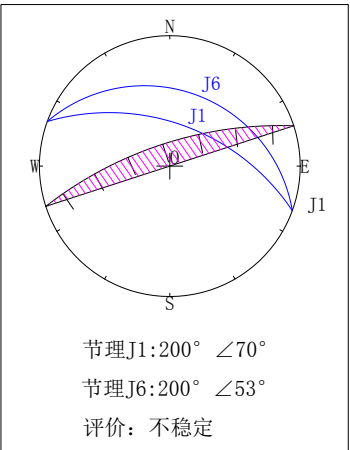
编号	WY5	位置		
危岩体特征	估算体积	60m ³	岩性	凝灰岩
	坡面倾向/倾角	162°/78°	破坏模式	滑移式
	控制性结构面产状	J1: 200°∠70° J6: 200°∠53°	稳定性分析	受产状 J1: 200°∠70° 和 J6: 200°∠53° 切割已经形成楔形体，出现多处纵向裂缝，缝宽 5cm~15cm，基本贯通，整个块体以斜靠形式覆于边坡坡脚。可能发生滑移式崩塌，稳定性差
照片			危岩体赤平投影图	

表 4-7 危岩体 WY7 稳定性分析表


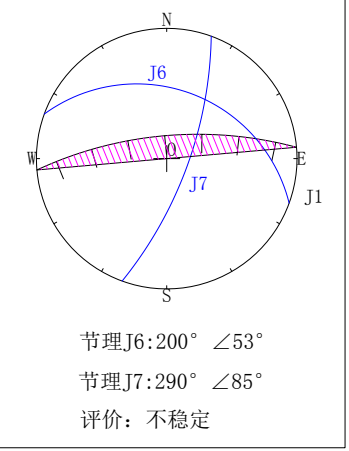
编号	WY7	位置		
危岩体特征	估算体积	32m ³	岩性	凝灰岩
	坡面倾向/倾角	175°/80°	破坏模式	倾倒式
	控制性结构面产状	J6: 200°∠53° J7: 290°∠85°	稳定性分析	受产状 J6: 200°∠53° 和 J7: 290°∠85° 切割已经形成楔形体，出现多处纵向裂缝，缝宽 1cm~5cm，基本贯通，整个块体以斜靠形式覆于边坡坡脚。可能发生坠落式崩塌，稳定性差
照片			危岩体赤平投影图	

表 4-8 危岩体 WY8 稳定性分析表


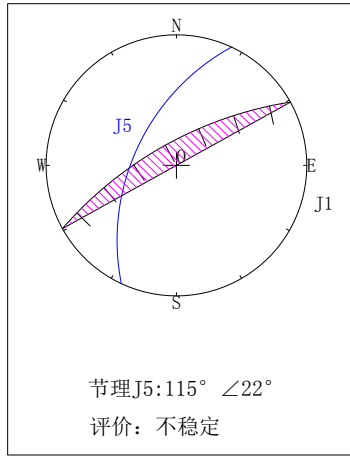
编号	WY8	位置		
危岩体特征	估算体积	20m ³	岩性	凝灰岩
	坡面倾向/倾角	151°/60°	破坏模式	倾倒式
	控制性结构面产状	J5: 115°∠22°	稳定性分析	受顺坡向节理 115°∠22° 控制，裂隙较发育，风化剥落强烈。整个块体以斜靠形式覆于山体坡面。稳定性差。
照片			危岩体赤平投影图	 节理J5:115°∠22° 评价：不稳定

表 4-9 危岩体 WY9 稳定性分析表


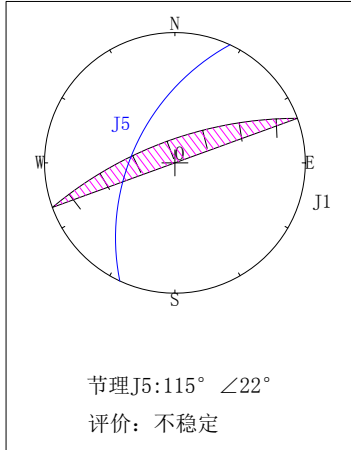

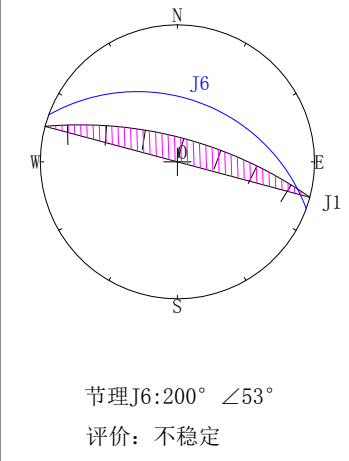
编号	WY9	位置		
危岩体特征	估算体积	1.5m ³	岩性	凝灰岩
	坡面倾向/倾角	160°/45°	破坏模式	滑移式
	控制性结构面产状	J5: 115°∠22°	稳定性分析	受顺坡向节理 115°∠22° 控制，裂隙较发育，风化剥落强烈。整个块体以斜靠形式覆于山体坡面。稳定性差。
照片			危岩体赤平投影图	 节理J5:115°∠22° 评价：不稳定

表 4-10 危岩体 WY10 稳定性分析表

编号	WY10	位置		
危岩体特征	估算体积	45m ³	岩性	凝灰岩
	坡面倾向/倾角	195°/85°	破坏模式	滑移式
	控制性结构面产状	J6: 200°∠53°	稳定性分析	受顺坡向节理 200°∠53° 控制，裂隙较发育，风化剥落强烈。整个块体以斜靠形式覆于山体坡面。稳定性差。
照片			危岩体赤平投影图	 节理J6:200°∠53° 评价：不稳定

第五章 发展趋势及防治工程建议

5.1 发展趋势及影响范围

根据边（斜）坡特征分析及稳定性分析，勘查区地质灾害发展趋势及威胁范围如下：

- 1、自然斜坡无整体变形破坏迹象，其整体稳定性较好，发生大规模整体失稳的可能性较小；
- 2、屋后边坡整体稳定，发生滑坡、崩塌等地质灾害的可能性小；
- 3、边坡受顺坡向节理控制，存在顺坡向发生崩塌、掉块的可能。影响范围为坡脚寺庙，威胁财产 500 万，属 II 类地质灾害隐患。
- 4、针对边坡上的危岩体专门进行了稳定性分析，危岩体在暴雨影响下均存在失稳的可能，威胁对象为下方村庄。

5.2 防治工程建议

针对勘查区地质灾害发育特征，建议治理方案采取“人工清除危岩体+主动网+被动网”的设计思路，具体防治工程措施如下：

- 1、对破碎危岩体建议采用人工方式清除；
- 2、清除边坡松散危岩、浮石、残留的崩塌堆积体以及坡顶松散土体，整体采取系统主动防护网的防护措施。
- 3、在接近坡脚处设置被动网。

第六章 结论和建议

6.1 结论

1、勘查区位于瑞安市高楼镇东坑村后侧山坡。本次勘查通过工程地质测绘、野外调查，基本查明了勘查区内的地形地貌、岩土体特征、水文地质特征和工程地质条件，提出的防治工程建议较为合理，可作为下一步治理工程设计工作的依据。

2、勘查区位于以构造侵蚀、剥蚀丘陵地貌，出露的基岩主要为白垩系下统高坞组（K_{1g}）凝灰岩，第四系主要为残坡积层(Qel-dl)，节理裂隙较发育，以剪性节理为主，属III-IV类岩体；水文地质条件简单，人类工程活动主要为房屋建设开挖坡脚。

- 3、勘查区自然斜坡整体稳定，边坡受顺坡向节理控制，存在顺坡向发生崩塌、掉块的可能。
- 4、屋后边坡整体稳定，发生滑坡、崩塌等地质灾害的可能性小；
- 5、勘查区边坡上发育 10 处块岩体，可能发生倾倒或滑移崩塌，稳定性处于不稳定状态。
- 6、崩塌影响范围为坡脚村庄，威胁财产 300 万，属 II 类地质灾害隐患。

6.2 建议

(1) 参数建议

岩土名称	节理发育程度	岩土体结构特征	容重 γ (KN/m ³)	凝聚力 C(Kpa)	内摩擦角 ϕ (°)	岩石单轴极限抗压强度标准值 (Mpa)	基底摩擦系数 μ	岩体与锚固体极限凝结强度标准值 [frbk] (KPa)
含碎石粉质粘土		松散	19*	15*	25*	/	0.35	140
中风化凝灰岩	裂隙较发育	镶嵌-碎裂结构	26*	1000*	35*	20	0.50	600
结构面				50*	19*			

(2) 在治理完成之前，应做好监测工作，定期巡查，在台风暴雨期间，危险区居民应撤离。

(3) 做好施工阶段的记录工作，及时反馈信息以便优化设计。

第二部分 设计部分

第一章 方案编制依据、原则及总体思路

1.1 方案编制依据

根据委托方的要求并依据国家及省厅相关规程、规范和要求以及治理点地形测量数据进行编制。治理方案编制依据如下：

- 1、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- 2、《建筑地基基础设计规范》（GB5007-2012）；
- 3、《混凝土结构设计规范》（GB50010-2009）；
- 4、《砌体结构设计规范》（GB50003-2011）；
- 5、《锚杆喷射混凝土支护技术规范》(GB50086-2001)；
- 6、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》DZ/T0219-2006；
- 7、《浙江省地质灾害防治条例》；
- 8、当地的水文气象资料以及勘查结果；
- 9、其他有关标准及规范；
- 10、勘查与治理设计合同。

1.2 治理原则

- 1、治理方案满足安全可靠、经济合理、施工便利；
- 2、全过程贯彻动态设计原则，加强施工过程的安全监测和监理，一旦发现该方案与实际相差较大，及时调整或优化本方案。

1.3 总体思路

1、由于边坡发育 10 块危岩体，稳定状态处于不稳定，因此必须采取适当措施对其进行清理，防止其滑落、坠落。

2、人工清坡，清除坡面上的崩积物、松散岩土体、植被等，施工过程中注意避免清除后形成凹腔，而影响周边围岩的稳定，

3、由于边坡受顺坡向节理控制，存在顺坡向发生崩塌、掉块的可能，因此在人工清除危岩体、清坡之后采用主动加固手段来保证边坡的稳定。在系统锚杆加固的基础上，采取主动网进行坡面防护，可有效的防止坡面小规模溜塌、落石、浅层滑动、风化剥落等。

4、由于人工清除危岩体在一定程度上会影响下方居民房屋，因此必须做好临时安全防护措施。

综合上述分析，根据区内地质灾害类型，并结合上述防治工程设计思路，确定边坡主体工程设计方案为：**人工清除危岩体+清坡+主动防护网+被动网+支撑墙。**

表 1-1 危岩体治理措施表

编号	规模 (m ³)	治理措施	编号	规模 (m ³)	治理措施
W ₁	5	人工解体危岩 4m ³	W ₆	60	人工解体危岩 60m ³ ，主动防护网 80m ²
W ₂	80	人工解体危岩 80m ³ ，主动防护网 40.5m ²	W ₇	32	人工解体危岩 25m ³ ，C20 砼支撑墙 3m ³
W ₃	35	人工解体危岩 25m ³ ，C20 砼支撑墙 2.5m ³	W ₈	20	人工解体危岩 12m ³
W ₄	135	人工解体危岩 85m ³ ，C20 砼支撑墙 4.0m ³	W ₉	1.5	人工解体危岩 1.5m ³ ，主动防护网 130m ²
W ₅	60	人工解体危岩 60m ³ ，主动防护网 63m ²	W ₁₀	45	人工解体危岩 45m ³

第二章 设计方案

本次治理设计主要采用人工清除危岩体+清坡+主动防护网+被动网+支撑墙。等综合措施。

2.1 人工清除危岩体

利用人工钢钎或小风镐系统凿除危岩体，修坡时应尽量减少对围岩的扰动和破坏，清除危岩体坡面应予以周围平顺连接。人工凿除清理危岩施工进度慢，危险性较高，必须做好工人的自我保护和在施工过程中对危岩的监控，并做好高空作业的防护措施。

坡面人工清除危岩体方量约 397.5m³，清除后危岩有序堆积于山坡平缓处。

基于待处治危岩体的地形、地质及环境条件，危岩体采取人工解体的方式进行危岩体的清除。由于东坑村位于山脚下，一旦岩石从山上滚下，势必会毁坏山下的居民住房，作业时应做好安全保护工作。

本设计提供建议的防护方案，采用 $\phi 50\text{mm}$ 钢管，按 0.5m 的间距，露出地表 1.0m，钻入地表以下 0.5m，靠下方设置斜支撑，上方铺设毛竹片，堆积松土，作为缓冲平台。如果支撑处长有树木、竹子，可充分利用树木、竹子，再横向铺设毛竹片，堆积松土，作为缓冲平台，防护措施设置于坡面相对较缓地带。危岩清除后，预留边坡应平整，无危岩体分布。

2.2 清坡

对整个边坡残留崩塌堆积体、松散岩土体、浮石，进行修整、清理，清表范围应在边坡区范围适当外延，除构筑物外，还要清除树木及杂草。需清除破碎松动岩体，对局部陡倾坡段进行适当削方及强风化层挖除，以及规定区域内的全部垃圾、杂草、树根、废渣、表土和监理工程师认为必须清除的其它有碍物，坡面清理厚度一般应为 0.5-0.6m 为宜，坡面清理不得有较大的突起和凹陷，尤其是清除危岩体坡面应与周围平顺连接。

若钢钎撬挖有难度，可采用小风镐协助，修坡时，应尽量减少对围岩的扰动和破坏，充分发挥围岩的自承能力。对局部低凹或存在岩石悬坡时，先用浆砌块石“填平补齐”支撑加固。

根据估算，本次清坡面积约为 800m²。

2.3 主动网

由于本次治理的崩塌隐患所处位置边坡为人工开挖形成的岩质边坡，整个边坡基岩裸露面积大，危岩体进行人工清除后，由于出露基岩面面积较大，所以在边坡（详见工程平面图）采取铺设 GPS2 型主动防护网。

GPS2 型主动柔性防护系统主要布置在北侧边坡面，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。

1、构件参数和技术要求

(1) 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。

(2) 钢丝绳锚杆：单根 $\phi 16$ 钢丝从中点弯折成双股并在一端留置环套，环套内嵌置鸡心环。

(3) 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。

(4) 铁丝格栅：采用强度不低于 350Mpa，镀锌量不少于 100/m² 的热镀锌 $\phi 2.2$ 铁丝无扭结编制，网孔尺寸为 50×50mm，网格规格一般为 2.25m×10.2m。

(5) 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 4m×4m 或 4m×2m。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)。

2、系统布置的技术要求和参数

(1) 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 20°。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 锚杆：锚杆采用 3m 长 2 Φ 16 主动网自带钢绞线锚杆，打设角度 20°。

2.4 被动网

沿山坡截水沟外侧设置 RX-075 型 sns 被动防护网，防护网参数见以下各条：

- 1、网型：DO/08/250，so/2.2/50*50
- 2、上/下支撑绳（每跨平均减压环数）： Φ 12 双绳，每跨各一个减压环（共 3 个）
- 3、上拉锚绳： Φ 16 单绳，“1”字形布置，每根一个减压环。
- 4、侧拉锚绳： Φ 12 单绳
- 5、下拉及中间加固拉锚绳： Φ 12 单绳
- 6、缝合绳： Φ 8
- 7、钢柱选择型号为 22B 加强型工字钢
- 8、减压环：带消化动能的 Φ 12 的双支撑绳。



照片 17 山坡截水沟

2.5 C20 混凝土墙支撑措施

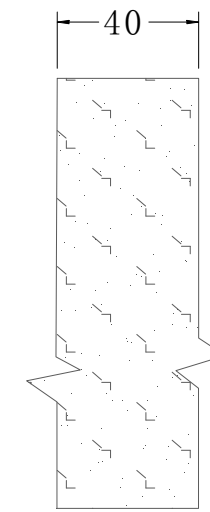


图 2-1 C20 混凝土墙

在危岩底部临空处设置 C20 混凝土墙，混凝土柱截面厚 0.4m，高度由危岩体底部临空高度决定，基础挖深约 0.3m，混凝土采取人工搅拌方式，下方采用 25HRB400 钢筋作为地锚锚固，地锚排距 1m，每排 2 根，长度 1m。

第三章 施工技术要求

3.1 清坡施工

坡面清理及危岩体清除采用人工配合手持风镐及镐头机破碎方法。

- 1、需严格按照设计坡率自上而下进行，彻底清坡，弃土应及时分散处理；此外，复查边坡上方是否有浮石、危岩体等，若发现有则一并清除；
- 2、加强施工防护工作，脚手架架设必须牢固可靠，工作人员配安全帽、安全绳，确保上面作业人员和设备的安全。在施工前，应及时通知施工现场及附近人员，坡脚应有临时遮挡结构，防止落石危害，确保坡脚行人、车辆安全，设专人负责，加强现场监测。
- 3、边坡清坡平整结束后应对坡面进行检查、验收，是否达到设计要求。
- 4、应遵循“信息施工、动态设计”的原则，发现特殊情况，应立即与设计方联系。

3.2 人工解体危岩

危岩体位于边坡中部，危岩体与母岩处于基本脱离状态，人工解体时，需将已处于脱离状态的危岩体清除，施工过程中需注意施工安全，防止凿除过程中，碎石崩落砸伤施工人员。

3.3 主动防护网施工

SNS 主动防护系统须采购正规厂家的正规产品，产品应有合格证及各项试验合格证。

SNS 主动防护系统的施工安装主要工序：

①清除或就地临时处理坡面防护区域内影响施工安全的浮土及浮石；②放线测量确定锚杆孔位，对于起加固作用的标准主动防护系统，需在不具备天然低凹条件的孔位处凿一大小不小于锚杆外露环套或锚垫板的凹坑；③按设计深度钻凿锚杆孔并清孔；④注浆并插入锚杆；⑤安装纵向支撑绳，张拉紧后两端用绳卡与锚杆外露环套固定连接（TECCO®系统无此工序）；⑥从上向下铺挂格栅网；⑦格栅网铺设的同时，对钢丝绳网系统从上向下铺挂钢丝绳网并缝合。

（1）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。

（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。

3.4 被动防护网施工

1、基座及拉锚绳施工

1) 确定拉锚及基座位置，沿着基座位置修一条基本等高的小道，同时清除或就地临时处理坡面防护内的浮土及浮石；在确保系统稳定和所配置拉锚绳长度足够的基础上，允许灵活调整；拉锚锚杆在确保向下的角度不小于 45° 的基础上，宜与拉锚绳方位一致。

2) 桩孔开挖及灌注混凝土（土质地层）或钻凿锚孔并清孔（岩质地层）。对地脚螺栓锚杆，孔深误差宜不大于 50mm；开挖桩孔灌注混凝土时，对覆盖层不厚的地方，开挖至基位达到设计深度时，则在基坑内的锚孔位置处钻凿锚孔，待锚杆插入基岩并注浆后再浇筑上部基础混岩面上泥土。

3) 锚杆安装与注浆。锚杆杆体使用前应平直、除锈、除油；锚杆应位于钻孔中部，杆体出入孔内长度不应小于设计规定的 95%；地脚螺栓外露丝口端长度不应小于 80mm；每个基座的 4 根地脚螺栓锚杆间的纵横间距误差不应大于 5mm；锚杆安装后其外露环套不应高出地面；注浆锚杆长度大于 3m 时，宜采用机械注浆，锚杆安装后不得随意敲击，3 天内不得悬挂重物或进行会使其受载的下道工序施工；注浆砂浆强度等级不应低于 M20。

2、基座安装

1) 安装基座的基础顶面应平整，一般不应高出地面 10cm，以使下支撑绳尽可能紧贴地面；但亦不可太深，以免防护网防护高度降低或基座坑积水。

2) 基座安装时必须使其挂座朝向坡下。

3、将工字钢柱先顺边坡一一摆放在基座的上，蒋上拉锚绳的挂环分别挂于钢柱顶端挂座和锚杆上，最后调整钢柱方位并与基座固定，误差不得大于 5°。拉紧上下锚拉绳并最终固定，。侧拉锚绳安装与上同。拉锚绳绳端用不少于 4 个绳卡固定。上锚拉绳上的减压环宜距钢柱顶 0.5~1.0m。

4、上、下支撑绳安装、调试。上、下支撑绳都是双绳，先安装上支撑绳，再安装下支撑绳，第二根下支撑绳与第一根安装同法反向，最后在距减压环约 40cm 处用一个绳卡将 2 个底部支撑绳相互联结，形成 2 根相互交错的双支撑绳结构。

5、挂钢绳网并缝合。将钢绳网展开放在两根钢柱之间，用挂在上支撑绳上的五、六个紧线器将绳网拉起来，一直它的上缘拉到与上支撑绳齐平；将缝合绳的中点固定在每一张网的上缘中央，从中点开始分别向左、右一个网眼一个网眼地把钢绳网和支撑绳缝合在一起。到安装消能环的地方，用缝合绳将钢绳网与不带消能环的那一根支撑绳缝合起来。到达柱顶时将缝合绳从挂座的前侧穿过，不要缠绕在挂座上，转向下顺着钢柱继续缝合，到柱底后也从挂座的前侧通过，把钢绳网和下支撑绳缝合在一起。遇到消能环时，同样的只与不带消能环的下支撑绳缝合在一起。到了钢绳网下缘中点，两边的缝合绳各穿过中点 1m，用绳卡在距中点 0.5m 和 1.0m 处固定，使缝合绳在网下缘重叠长度超过 1m。

6、格栅网的铺设。格栅网铺设在钢绳网的内侧，上缘要高上支撑绳，并要翻转到钢绳网的外侧，叠盖宽度不小于 15cm。栅底部要沿边坡面向上铺设 0.5m，封住下支撑绳与地之间的缝隙，并用石块压住。相邻两块格栅网之间叠压宽度不于 10cm。用扎丝将格栅网固定在钢绳上，每 m² 的固定点不于 4 个。

3.5 混凝土墙施工

施工工序：挖基础 0.3m、支模、混凝土浇筑。

1. 混凝土浇捣

- (1) 混凝土强度为 C20。
- (2) 浇捣过程中必须防止松散土块混入砼中。
- (3) 浇捣时要保持混凝土表面平整，湿润光泽，无干斑及滑移流淌现象，表面人工抹平压光。
- (4) 混凝土浇捣完必须覆盖浇水养护，养护时间不少于 7 天。

第四章 施工监测设计

由于岩土工程的复杂性，地质调查工作不可能全面掌握地质情况，需要对施工及运营期间进行系统的监测，监测须由专业的监测队伍进行。

4.1、监测项目

本项目考虑安全等级、支护结构变形控制要求、地质和支护结构特点，主要进行：边坡区位移、沉降监测等，验证边坡加固的长期稳定；本次边坡坡顶以巡查为主，并在坡中部布设监测点 3 处（具体位置可详见设计平面图）。

4.2、监测要求

1、施工期监测

施工期监测以专业单位精密仪器（全站仪、经纬仪、GPS 等）进行位移、高程监测。

监测基准点为测图基准点，监测点共布置 3 个位移监测基准点（见工程布置平面图 S1），监测时间为施工全过程，监测密度不小于 2 次/月，监测内容为水平位移和沉降量。若遇暴雨或观测过程中发现有滑动的可能时应立即缩短观测周期，竣工时提交监测成果资料。

监测等级要求：基准网按平面二级精度执行，监测网平面位移按三级精度，沉降监测精度不低于四等水准。

监测警戒值：边坡水平位移达 30mm 或变形连续出现速率大于 2mm/d；边坡沉降达 30mm，或变形连续出现速率大于 2mm/d。

2、竣工后巡查观测

竣工后监测以“群测群防”定期及不定期的巡查观测为主。应对区内边坡进行长期巡查观测，以人工巡查为主，一旦发现变形破坏迹象（如混凝土面开裂、边坡土体变形裂缝等），及时向相关主管部门汇报。

长期巡查观测的时间间隔以平时半月一次，汛期（5~9 月）一周一次，台风暴雨等强降雨或持续降雨期应天天巡查。

第五章 环境保护与安全生产保证措施

5.1 环境保护

治理施工期间对周边环境的影响不可避免，主要涉及有汽车运输带来的噪声、粉尘和场地水土流失、施工污水等，根据边坡周边现状，对周边环境影响较大，因此，做好环境保护工作尤为重要。

- 1、做好场地及边坡的排水系统，疏导地表水，防止水土流失造成对周边环境的影响；
- 2、施工过程加强管理，防止机械、车辆发生漏油等现象，施工污水应加以处理后排放，严禁直排。

5.2 安全生产保证措施

要确保本工程按期、保质、保量、安全、快捷的完成，必须采取积极稳妥的安全措施。

1、建立健全安全管理组织体系

项目部成立后，由项目经理、专兼职安全员和各作业队队长组成项目安全组织机构。负责实施本项目的安全管理工作。

2、安全警戒

为了保证治理区附近居民、行人、施工人员及交通运输的安全，在组织施工前必须作好撤离和警戒工作。

3、搭建安全防护措施。

为防止清坡作业时清理下来的落石、滚石对民房形成威胁，为此，在施工首先搭建防护墙，防护墙的形式采取钢管架联合毛竹作为防护墙立架，配合毛竹片进行防护。在每道防护墙底部放置柴草，作为缓冲材料，以利于阻挡石渣。

第六章 施工顺序及工期

6.1 施工顺序

防治工程主要包括人工清理危岩体、清坡、被动防护网、主动防护网工程。为确保施工期间安全，加快施工进度，在施工过程中须遵照一定的施工程序，顺序为：

- 1、前期准备工作，重点做好安全防护工作，搭建安全防护墙；
- 2、人工清除危岩体；
- 3、清除崩塌堆积体、坡面松散岩土体及危岩体，清坡要彻底；
- 4、铺设主动防护网；
- 5、自上而下，安全文明，合理衔接好各个施工阶段，尽量加快工程施工进度，缩短工期；
- 6、收尾工程。

6.2 施工工期

施工单位在进场施工前应进行详细的施工组织设计工作，整个施工时间约 3 个月，按设计要求施工。见表 6-1。

表 6-3

计划工期安排表

序号	项目	工期 (d)	时间 (天)					
			第 1 月		第 2 月		第 3 月	
1	施工准备	3	—					
2	清除危岩	60	—————					
3	被动网	20	—————					
4	主动防护网	20	—————					
5	支撑墙	5	—————					
6	验收	2	—————					