

审 定 稿

马山县白山镇兴华村板上屯 危岩地质灾害治理工程施工图设计报告

编 制 单 位： 鸿儒勘测设计有限公司
资质证书等级、编号： 甲级、610020241120258
编 制 日 期： 二〇二五年七月



马山县白山镇兴华村板上屯

危岩地质灾害治理工程施工图设计报告

委 托 单 位：南宁市自然资源局
编 制 单 位：鸿儒勘测设计有限公司
资质等级 编号：甲级(证书编号：610020241120258)

项 目 负 责 人：郑敬田
调 查 人 员：郑大月 王金梅 潘秋玲 张 倩
曾小军 袁 敏 吴晶晶 陆家海
编 写 人：郑大月 王金梅 潘秋玲 张 倩
曾小军 袁 敏 吴晶晶 陆家海
审 查 人：杨宏伟
审 定 人：樊广利
资质单位技术负责人：樊广利
评估单位法定代表人：冯鹏飞

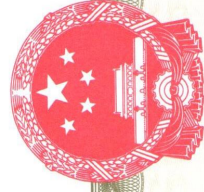
编写单位：鸿儒勘测设计有限公司
提交单位：鸿儒勘测设计有限公司
提交时间：2025 年 7 月



马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程施工图设计报告编写人员分工表

姓名	性别	职称/职务	专业	承担的主要工作	签 字
郑敬田	男	高级工程师	岩土工程、地灾评估勘查设计	项目负责人、野外调查、报告参编	郑敬田
郑大月	男	技术员	地灾评估勘查设计	协助项目负责人、野外调查、报告参编及绘图	郑大月
王金梅	女	技术员	地灾评估勘查设计	资料收集、野外调查、报告参编及绘图	王金梅
潘秋玲	女	技术员	地灾评估勘查设计	资料收集、野外调查、报告参编及绘图	潘秋玲
张倩	女	工程师	岩土工程	资料收集、野外调查、报告主编	张倩
曾小军	男	工程师	岩土工程、注册土工工程师（岩土）	资料收集、野外调查、报告主编	曾小军
杨宏伟	男	高级工程师	岩土工程	技术审查	杨宏伟
樊广利	男	正高级工程师	地质工程、建筑与土木、注册土工工程师（岩土）	技术审定、资质单位技术负责人	樊广利
冯鹏飞	男	工程师	建筑经济、地灾评估勘查设计	法定代表人、报告审批	冯鹏飞

资质证书、企业名称变更说明:



照
务
业
柜

(副)

统一社会信用代码

91610131628104921K



扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息。

名称 鸿儒勘测设计有限公司

注册资本 伍仟万元人民币

类型

成立日期 2000年04月20日

法定代表人 冯鹏飞

住所 西安市高新区华晶商务广场B座11801

經世

[illegible]

登记机关

2024年11月13日

国家企业信用信息公示系统网址:

http://www.gsxt.gov.cn

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家信用公示系统报送公示年度报告。

国家市场监督管理总局

地质灾害防治单位资质证书

单位名称: 鸿儒勘测设计有限公司

资质类别：地质灾害评估和治理

工程勘察设计

住所: 西安市高新区华晶商务广场B座11805

瓷质等级：甲级

证书编号: 610020241120258

有效期至: 2029年10月11日



发证机关：陕西省自然资源厅

发证日期: 2024年10月11日

中华人民共和国自然资源部监制

技术职称证书：

陕西省专业技术职称资格证书

管理号：20220026SZB000048516



本证书表明持证人具有相应专业技术职称任职资格。

签发机关：(盖章)
2022年4月26日

姓名：郑敬田

身份证号：360222198207112817

级别：副高级

资格名称：高级工程师

专业名称：岩土工程

批准文号：陕人社职字〔2022〕26号

授予时间：2021-11-28

申报单位：西安市鸿儒岩土科技开发有限公司

全国地质灾害评估勘查设计

郑大月同志于二〇二四年三月十四日至二〇二四年三月十五日参加了中国地质灾害防治与生态修复协会在北京市举办的“全国地质灾害评估和治理工程勘查设计培训班”，共计16学时。

培训证书



特发此证

证书编号：PGKCSJWL202401124

有效期至：2029年03月14日

中国地质灾害防治与生态修复协会
2024.03.15

全国地质灾害评估勘查设计

王金梅同志于二〇二四年三月十四日至二〇二四年三月十五日参加了中国地质灾害防治与生态修复协会在北京市举办的“全国地质灾害评估和治理工程勘查设计培训班”，共计16学时。

培训证书



特发此证

证书编号：PGKCSJWL202401125

有效期至：2029年03月14日

中国地质灾害防治与生态修复协会
2024.03.15

仅用于“马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程施工图设计报告”项目

姓名张倩

批准文号陕工信发〔2020〕8号

身份证号610104198308200027

授予时间2019-12-08

工作单位西安市鸿儒岩土科技开发有限公司

发证时间2020-04-15

资格名称工程师

专业名称岩土工程

姓名曾小军

性别男

出生日期1989.12

专业岩土工程

职称工程师

证书编号(2019)12120080



职称评审委员会(章)
Appraising and Approval Committee for Professional & Technical Competence
中国建筑西南勘察设计研究院有限公司
发证单位
Issued by
2019年12月04日

中华人民共和国注册土木工程师(岩土)

注册执业证书

本证书是中华人民共和国注册土木工程师(岩土)的执业凭证，准予持证人在执业范围和注册有效期内执业。

姓名曾小军

证书编号AY205101804

发证日期2020年07月07日



仅用于“马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程施工图设计报告”项目



南宁市政府采购

地质灾害治理经费-地质灾害治理工程勘查设计(C分标)合同

项目编号: NNZC2024-G3-990849-KWZB

计划编号: NNZC[2024]2178 号

采购人: 南宁市自然资源局

中标供应商: 鸿儒勘测设计有限公司

签订日期: 2024年7月17日

第一部分 合同书

2024年7月10日,南宁市自然资源局以公开招标方式对地质灾害治理经费-地质灾害治理工程勘查设计项目进行了采购。经地质灾害治理经费-地质灾害治理工程勘查设计评标委员会评定,鸿儒勘测设计有限公司为该项目(C分标)中标人。现于中标通知书发出之日起25日内(根据项目实际情况填写,不能超过25日),按照采购文件确定的事项签订本合同。

根据《中华人民共和国民法典》、《中华人民共和国政府采购法》等相关法律法规之规定,按照平等、自愿、公平和诚实信用的原则,经南宁市自然资源局(以下简称:甲方)和鸿儒勘测设计有限公司(以下简称:乙方)协商一致,约定以下合同条款,以兹共同遵守、全面履行。

1.1 合同组成部分

下列文件为本合同的组成部分,并构成一个整体,需综合解释、相互补充。如果下列文件内容出现不一致的情形,在保证按照采购文件确定的事项的前提下,组成本合同的多个文件的优先适用顺序如下:

- 1.1.1 本合同及其补充合同、变更协议;
- 1.1.2 中标通知书;
- 1.1.3 投标文件及“投标报价”(含澄清或者说明文件);
- 1.1.4 招标文件(含澄清或者修改文件);
- 1.1.5 其他相关采购文件。

1.2 标的物

1.2.1 标的物1 信息

- 1.2.1.1 名称: 地质灾害治理经费-地质灾害治理工程勘查设计-C分标;
- 1.2.1.2 数量: 1项;
- 1.2.1.3 质量: 合格。

1.3 价款

本合同总价为:人民币 700000.00 元(大写: 柒拾万元整人民币,含税)。其中增值税税款为 39622.64 元。如国家税收政策变化,导致增值税税率调整的,则按照调整后的税率开具增值税发票。

1.4 付款方式和发票开具方式

1.4.1 付款方式: 合同签订生效后,甲方支付合同金额的30%预付款;乙方提交项目全部服务成果资料并通过验收后,甲方一次性支付项目剩余合同款。乙方在收到合同款的5个工作日内开具等额有效的发票给甲方;

1.4.2 发票开具方式: 纸质或电子,甲方收到乙方全额的增值税普通发票后通过银行转账方式支付乙

方服务款项。

1.5 标的物交付期限、地点、方式和服务期限

1.5.1 交付期限：2024 年 8 月 20 日前提交项目所有成果资料；

1.5.2 交付地点：南宁市自然资源局；

1.5.3 交付方式：甲方指定方式；

1.5.4 服务及质保期限：质量保证期 1 年（自服务成果验收合格之日起计）在质保期内，当行业标准、技术规范发生改变时，乙方须免费修改相关内容。

1.6 违约责任

1.6.1 除不可抗力外，如果乙方没有按照本合同约定的期限、地点和方式交付标的物，甲方可要求乙方支付违约金，违约金按每迟延交付标的物一日的应交付而未交付标的物价格的万分之五（根据项目实际填写，一般为万分之五）计算，最高限额为本合同总价的 20%（根据项目实际填写，一般为 20%）；迟延超过【20】（根据项目实际填写）日的，甲方有权在要求乙方支付违约金的同时，书面通知乙方解除本合同，乙方应退回全部已收取的合同价款并按合同总金额的 20%（根据项目实际填写，一般为 20%）向甲方支付违约金；

1.6.2 除不可抗力外，如果甲方没有按照本合同约定的付款方式付款，乙方可要求甲方支付违约金，违约金按每迟延付款一日的应付而未付款的万分之五（根据项目实际填写，一般为万分之五）计算，最高限额为欠付金额的 20%（根据项目实际填写，一般为 20%）；迟延付款的违约金计算数额达到前述最高限额之日起，乙方有权在要求甲方支付违约金的同时，书面通知甲方解除本合同；

1.6.3 除不可抗力外，任何一方未能履行本合同约定的其他主要义务，经催告后在合理期限内仍未履行的，或者任何一方有其他违约行为致使不能实现合同目的的，或者任何一方有腐败行为（即：提供或给予或接受或索取任何财物或其他好处或者采取其他不正当手段影响对方当事人在合同签订、履行过程中的行为）或者欺诈行为（即：以谎报事实或者隐瞒真相的方法来影响对方当事人在合同签订、履行过程中的行为）的，对方当事人可以书面通知违约方解除本合同；

1.6.4 乙方在质保期内未按承诺提供售后等服务的，每发生一次向甲方支付违约金额 2000 元。（根据项目实际填写）

1.6.5 任何一方按照前述约定要求违约方支付违约金的同时，仍有权要求违约方继续履行合同、采取补救措施，并有权按照己方实际损失情况要求违约方赔偿损失；任何一方按照前述约定要求解除本合同的同时，仍有权要求违约方支付违约金和按照己方实际损失情况要求违约方赔偿损失；且守约方行使的任何权利救济方式均不视为其放弃了其他法定或者约定的权利救济方式；

1.6.6 除前述约定外，除不可抗力外，任何一方未能履行本合同约定的义务，对方当事人均有权要求继续履行、采取补救措施或者赔偿损失等，且对方当事人行使的任何权利救济方式均不视为其放弃了其他

法定或者约定的权利救济方式；

1.6.7 如果出现政府采购监督管理部门在处理投诉事项期间，书面通知甲方暂停采购活动的情形，或者询问或质疑事项可能影响中标结果的，导致甲方中止履行合同的情形，均不视为甲方违约。

1.7 争议的解决

本合同履行过程中发生的任何争议，双方当事人均应通过友好协商的方式和解或者调解解决；不愿和解、调解或者和解、调解不成的，可以选择下列第 1.7.2 种方式解决：

1.7.1 将争议提交南宁市仲裁委员会依申请仲裁时其现行有效的仲裁规则裁决；

1.7.2 向甲方所在地有管辖权的人民法院起诉。

1.8 合同生效

本合同自双方当事人加盖有效公章或合同专用章时生效。

1.9 合同其他条款

合同延续年限、条件和方式：本项目合同履约期到期后，甲方依据本项目的服务履约评价情况及实际需求，并根据《财政部关于推进和完善服务项目政府有关问题的通知》（财库[2014]37 号）及《政府购买服务管理办法》（财政部令 102 号）等规定，在年度预算保障的前提下，对于购买内容（采购需求）相对固定、连续（延续）性强、经费来源稳定、价格变化幅度小的政府采购服务项目，可以通过一年一续签方式签订合同，期限总长不得超过三年。己方可以自由选择接受或拒绝。

本页为签章页，以下内容无正文。

甲方：南宁市自然资源局

统一社会信用代码：11450100MB19822539

住所：南宁市青秀区锦春路 3-1 号

法定代表人或
授权代表（签字）： 吴晶晶

联系人：吴晶晶

约定送达地址：南宁市青秀区锦春路 3-1 号

邮政编码：530000

电话：0771-5609252

传真：0771-5609251

电子邮箱：nngtdhk@163.com

开户银行：中国建设银行南宁市锦春路支行

开户名称：南宁市自然资源局

开户账号：45001604783059000002

乙方：鸿儒勘测设计有限公司

统一社会信用代码：91610131628104921K

住所：西安市高新区华晶商务广场 B 座 11801

法定代表人或
授权代表（签字）： 冯鹏

联系人：张倩

约定送达地址：西安市高新区华晶商务广场 B 座 11801

邮政编码：710075

电话：029-62669062

传真：029-62669064

电子邮箱：3297549200@qq.com

开户银行：广西北部湾银行南宁市华南城支行

开户名称：鸿儒勘测设计有限公司广西分公司

开户账号：805320125300001

第四部分 合同附件

4.1 中标通知书

南宁市政府采购
中标通知书

鸿儒勘测设计有限公司：

广西科文招标有限公司受采购人委托，就地质灾害治理经费-地质灾害治理工程勘察设计（项目编号：NNZC2024-G3-990849-KWZB）采用公开招标方式进行采购，经评审，采购人确认，贵公司为本项目C分标的中标供应商。

本项目为非专门面向中小企业采购项目。

你公司已享受中小企业价格评审优惠政策。

你公司政策评审后的价格为560000元。

成交金额：700000元

请贵公司接此通知后，按采购文件约定的日期凭本通知书与采购人签订合同，并按采购文件要求和相应文件的承诺履行合同。具体事项请及时与采购人联系。

特此通知

采购人联系人：吴晶晶

联系电话：0771-5609252

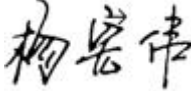


《马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程施工图设计报告》

初审意见

- 1、明确被动网耐久性要求；
- 2、补充废石临时堆放要求；
- 3、缺废石外运距离；
- 4、对危岩治理进一步进行优化设计；
- 5、建议删除“2.2.5. 危岩防治的方法”、“2.2. 6. 治理方案的比选”；
- 6、平面图中，补充完善被动网布置的坐标及图中明显位置的标注；
- 7、剖面图，部分剖面中危岩立面图中的高度和剖面图中的高度标注尺寸不一致，请核实。

鸿儒勘测设计有限公司

审查人：杨宏伟 

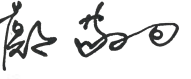
2024 年 8 月 10 日

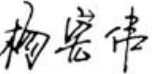
《马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程施工图设计报告》

初审意见及修改说明

- 1、明确被动网耐久性要求；
修改答复：已按意见补充完善了被动网耐久性为 30 年内容，见 2.3.6. 被动防护网防治治理工程设计章节。
- 2、补充废石临时堆放要求；
修改答复：已按意见，文中补充了废石临时堆放要求内容，见 2.3.8. 施工材料二次搬运及废石处理章节。
- 3、缺废石外运距离。
修改答复：已按意见补充了废石暂定外运至马山县周鹿镇，运输距离约 13.5km，见 2.3.8. 施工材料二次搬运及废石处理章节。
- 4、对危岩治理进一步进行优化设计。
修改答复：已按意见对危岩治理进行了优化，见 3.4. 施工顺序与进度章节。
- 5、建议删除“2.2.5. 危岩防治的方法”、“2.2. 6. 治理方案的比选”。
修改答复：已按意见删除该内容。
- 6、平面图中，补充完善被动网布置的坐标及图中明显位置的标注。
修改答复：已按意见补充完善了被动网的坐标及在图中明显位置的标注，见施工图设计平面布置图。
- 7、剖面图，部分剖面中危岩立面图中的高度和剖面图中的高度标注尺寸不一致，请核实。
修改答复：已按意见复核并修正。

鸿儒勘测设计有限公司

修改人：郑敬田 

审查人：杨宏伟 

2024 年 8 月 11 日

广西宁绘空间规划信息技术有限公司

广西宁绘空间规划信息技术有限公司关于 召开《马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾 害治理工程施工图设计报告》 评审会议的通知

各有关单位：

根据组织评审相关要求，受南宁市自然资源局委托，我公司定于2024年8月15日召开《马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程施工图设计报告》评审会。现将有关事项通知如下：

一、评审项目名称

马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程施工图设计报告

二、会议时间

2024年8月15日（星期四）15:30-18:00

三、会议地点

南宁市锦春路3-1号，市国土资源交易综合楼九楼会议室

四、参会人员

- （一）特邀评审专家3人
- （二）南宁市自然资源局地质管理科、财务科相关人员
- （三）南宁市财政局相关负责人

（四）马山县自然资源局、马山县财政局和马山县财政投资项目评审中心

（五）项目编制单位主要编写人员

五、其他事项

（一）请马山县自然资源局负责通知马山县财政局和马山县财政投资项目评审中心相关人员参会。

（二）因我局停车位有限，请各参会人员合理安排出行时间及乘车方式，尽量绿色出行。

广西宁绘空间规划信息技术有限公司

2024年8月10日

（联系人及联系方式：莫凡 电话：0771-5609471）

马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程

勘察与设计审查意见

一、勘察

1. P2 剖面山体不纳入勘察范围？平面图中是否包含？是否纳入治理范围？图例标注清楚。
2. P16 剖面图中 12 剖面未到最高山顶，标高图上 195.01m 为何标高？
3. P16 剖面图中 W1、WQ1 及 W1+WQ1 是否少方量，从特征图看，W1 如此大为何不查？
4. P31 剖面为何机械挖不平？P32 剖面 W1 是否比设计高？剖面为何标高？
5. 平面图中：林盘后边坡，11 剖面为何增加剖面？3 剖面为何标高？

二、设计

1. P4 剖面 W1 防护设计？
2. P5 表 2-11 中一段 4m 高 300 型网与 P8 不一致（遇 200 型 4m 高）
3. P17 剖面是否运下山新人工护坡运？
4. P20 剖面 W1 防护网是否不宜设在网上部。
5. 平面图中，4 号时坑坑点是否设在网上部？
6. 剖面图中，W1 防护网是否考虑在黄坡点处是否会有岩石滚出？
7. 设计剖面图是否标注清楚。

马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程施工图设计报告

审查意见

一、P4 “2.2.5. 治理设计方案” 中建议整合文字描述与表 2-2，精简文字，充实表格内容。把 P14 “被动防护网的必要性” 前移到该小节中并重点分析设置被动防护网的理由。

二、P8 “2.3. 主体分项工程设计” 中明确静态破碎清除是否设置临时堆放点？

三、P16 第一段文字中补充临近山体侧最高建筑物高度具体数值。

审查人：刘昶

日期：2024 年 8 月 15 日

广西大学
刘昶
2024.8.15

马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程

施工图预算审查意见

评审专家	何艳萍	专业	造价
联系电话		单位	桂林建银工程造价咨询公司南宁分公司
马山县白山镇兴华村板上屯危岩共查明 7 处危岩体 5 处危岩群，危岩体规模大小不一，危岩总体积为：8766.62m³，治理措施为：机械破碎清除+静态爆破清除+人力锤击楔裂清除+柔性被动防护网。治理费用为 675.90 万元，其中主体工程费 462.68 万元，施工临时工程费：72.41 万元，独立费：108.62 万元，基本预备费：32.19 万元。根据文本内容及相关规范要求，提出以下审查意见： 1、工程量统计表：① 破碎危岩体除 888.62m³需要搬运到临时堆放点，其余直接可以装车运走吗？工程量汇总表未见搬运工程量，请复核；② 脚手架工程量需要二次搬运吗？请复核； 2、P10 文本表述：钢材按南宁市信息价，南宁市到工地价每吨钢筋超运距费 53.4 元/吨。按南宁市信息价每吨加 53.4 元是到马山县价，不能作为超运距价，超运距是指项目所在地距信息价规定距离超出信息价所包含的距离。本项目距县城为 11.9km，信息价含 5km，超出部分按超运距计算费用，因此，本项目均应考虑超运距费用； 3、材料取值采用信息价加超运距费用，该费用已经是到工地价，不再考虑装卸费、采保费及运输保险费； 4、 P12 施工期监测费计算表中安全巡查计量单位是否有误？请编制单位复核。 专家签名：何艳萍 日期：2024 年 8 月 15 日			

《马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程施工图设计报告》
评审专家名单表

专家组	姓名	性别	专业	职称	工作单位	联系方式
组长	范秋雁	男	岩土工程	教授	广西大学	13077781211
组员	刘昶	男	水文地质	高级工程师	广西地质环境监测站	18007716612
组员	何艳萍	女	预算	高级工程师	桂林建银工程造价南宁分公司	13977100108

组织评审单位：广西宁绘空间规划信息技术有限公司

电话：0771-5609471

评审日期：2024年8月15日

地质灾害治理工程施工图设计报告 评审意见书

宁绘地灾评字（2024）8号

报告名称：马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害
治理工程施工图设计报告

业主单位：南宁市自然资源局

设计单位：鸿儒勘测设计有限公司

广西宁绘空间规划信息技术有限公司

2024年8月18日



专家组审查意见	2024年8月15日，南宁市自然资源局委托广西宁绘空间规划信息技术有限公司组织地质灾害防治工程专家，在南宁市自然资源局办公楼九楼会议室对鸿儒勘测设计有限公司编制的《马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程施工图设计报告》进行审查，到会的有南宁市自然资源局、马山县自然资源局等部门的有关领导、各评审专家和相关业务人员。经阅读施工图设计报告并听取设计单位的介绍后，与会专家和代表一致形成以下意见： 一、马山县白山镇兴华村板上屯西南侧山体近年来雨季时常有大小不等岩体，崩落散落至山脚等地段。当地村民于2021年4月21日在板上屯西南侧后山山坡发现危岩隐患，并上报至马山县自然资源局。经勘查马山县白山镇兴华村板上屯东南侧至西南侧山体上方共存7处可能发生崩塌隐患的危岩体W1~W8及5处危岩群WQ1~WQ5。其中东南侧山体中上部分布有2处危岩体；南侧山体中上部分布有3处危岩体，4处危岩群；西南侧山体中下部分布有2处危岩体，1处危岩群，总方量约8766.62m³。由于危岩体所处地形山体坡度较陡，岩石节理裂隙发育，岩体稳定性较差，在风化、震动、雨水等作用下易产生危岩崩塌地质灾害。一旦发生危岩崩塌，将直接危及山下道路、行人及板上屯居民约370人的生命和财产安全，潜在经济损失约700万元。因此，对马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害进行勘查、设计及治理是非常必要的。 二、根据勘查报告中危岩稳定性分析结果及治理工程的要求，提出防治工程方案为：静态破碎清除+机械破碎清除+人力锤击楔裂清除+柔性被动防护网，方案基本可行。 三、设计提出的施工步骤、技术要求、监测工作设计和检测验收工作设计等基本符合有关规程规范要求，提出的工程质量保证措施、施工安全措施和环境保护措施等内容基本齐全。

	综合以上，现有的施工图设计报告从技术上基本能满足治理要求，但在提交审定稿报告前请根据评审意见复核、修改完善后作为工程治理设计依据。 专家组组长：龙新良 日期：2024年8月18日
组织评审单位意见	受南宁市自然资源局委托，我公司于2024年8月15日组织有关专家对报告进行审查，报告编制单位资质符合要求，专家组组成符合规定，报告编制内容符合相关技术规范。 评审会后，编制单位根据与会专家及代表的评审意见对报告进行了修改，专家组组长对修改后的报告进行了复核，根据专家组组长意见，同意通过评审。 (组织评审单位签章) 日期：2024年8月18日

马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程施工图设计报告专家意见修改说明

2024年8月15日由地质灾害治理工程专家组对我公司编写的《马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程施工图设计报告》（送审稿）进行了审查。根据审查意见，我公司组织编写技术人员按意见作了修改。具体修改内容如下：

（一）关于范秋雁专家评审意见及修改说明

序号	专家意见	修改说明	修改位置
1	P4 清 W1 时需设计临时防护？	已按专家意见修改，考虑到机械破碎有较大震动，对 WQ1 清除时补充了临时防护措施，清除时采用分台阶清除，下一层台阶施工前需解除相邻一道横向钢丝绳及钢绳网，并在道路另一侧设置临时围护，保证其施工安全及防治飞石落入居民区。	正文 P4
2	P15 表 2-11 中一段 4m 高 300 型网与 P8 不一致（还是 200 型 4m 高）。	已按专家意见修改，将第一段 200 型被动网网改为 5.0m。	正文 P7
3	P17 全部废石运下山靠人工搬运？	已按专家意见复核，由于本项目仅有 W7 及 W8 危岩处在较高位置，危岩方量占比不大，故搭设索道费用大于人工搬运费用，且 W7 及 W8 危岩所处位置无平台可搭设索道。最终除 WQ1 外，其余废石均以人工搬运下山。	正文 P16～17
4	P20 被动网安装完成前不宜进行其他工序。	已按专家意见修改，调整施工进度表，令被动网安装完成前不进行其他工序。	正文 P19
5	平面图上，临时堆放点不允许设在网上部。	已按专家意见复核，1#废石临时堆放场所处位置为山体的另一面，且山体另一面无居民区及耕地，考虑其搬运的便捷性，故设置在此处，已补充各废石临时堆放场的现场照片。	正文 P17
6	剖面图上，被动网的计算要考虑在变坡点处是否会有危岩弹出？	已按专家意见复核，被动网设置处无变坡点，且对剖面上变坡点进行模拟时未有危岩弹出并越过被动网。	附件 1 计算书 P4～9
7	缺被动网总安装说明表。	已按专家意见修改，补充被动网总安装说明表。	图 DZSJ04-11

（二）关于刘昶专家评审意见及修改说明

序号	专家意见	修改说明	修改位置
1	P4 “2.2.5. 治理设计方案”中建议整合文字描述与表 2-2，精简文字，充实表格内容。把 P14 “被动防护网的必要性”前移到该小节中并重点分析设置被动防护网的理由	已按专家意见修改，整合文字描述，充实表 2-2 的表格内容；将“被动防护网的必要性”前移到“2.2.5. 治理设计方案”中。	正文P4～6
2	P8 “2.3. 主体分项工程设计”中明确静态破碎清除是否设置临时堆放点？	已按专家意见修改，明确静态破碎清除后的废石均运至废石临时堆放区	正文P16
3	P16 第一段文字中补充临近山体侧最高建筑物高度具体数值。	已按专家意见修改，补充临近山体侧最高建筑物高度具体数值。	正文P14

(三) 关于何艳萍专家评审意见及修改说明

序号	专家意见	修改说明	修改位置
1	工程量统计表:		
(1)	破碎危岩体除 888.62m³ 需要搬运到临时堆放点,其余直接可以装车运走吗? 工程量汇总表未见搬运工程量,请复核。	已按专家意见复核,由于 WQ1 危岩群(方量 7878.00m³)临近道路,采用履带式液压挖掘机(带液压锤)清除完可直接挖装至装载车外运,无需搬运到临时堆放场。已在工程量表中补充说明 WQ1 危岩群可直接外运。	预算书P4
(2)	脚手架工程量需要二次搬运吗?请复核。	已按专家意见修改,已补充脚手架二次搬运工程量。	预算书P5~6和P29~31
2	P10 文本表述:钢材按南宁市信息价,南宁市到工地价每吨钢筋超运距费 53.4 元/吨。按南宁市信息价每吨加 53.4 元是到马山县价,不能作为超运距价,超运距是指项目所在地距信息价规定距离超出信息价所包含的距离。本项目距县城为 11.9km,信息价含 5km,超出部分按超运距计算费用,因此,本项目均应考虑超运距费用。	已按专家意见修改,补充增加钢材超运距费用。	预算书P11、P44
3	材料取值采用信息价加超运距费用,该费用已经是到工地价,不再考虑装卸费、采保费及运输保险费。	已按专家意见修改,预算编制说明中补充说明“材料费用取值采用信息价加超运距费用,不再考虑装卸费、采保费及运输保险费。”	预算书P12
4	P12 施工期监测费计算表中安全巡查计量单位是否有误?请编制单位复核。	已按专家意见复核,施工期监测费计算表中安全巡查计量单位为“点·次”。	预算书P12~13

已修改. 刘永

已修改. 何艳萍

2024.8.18

修改人: 郑敬田 郑敬田 审查人: 杨宏伟 杨宏伟

鸿儒勘测设计有限公司

2024 年 8 月 18 日

目 录

1. 前言 1

1.1. 任务由来 1

1.2. 自然地理概况 1

1.3. 勘察主要结论、建议和存在问题 2

 1.3.1. 结论 2

 1.3.2. 建议 2

 1.3.3. 存在问题 2

2. 治理工程设计 3

2.1. 防治目标、原则及依据 3

 2.1.1. 防治目标 3

 2.1.2. 防治原则 3

 2.1.3. 危岩治理设计依据 3

2.2. 设计指标 3

 2.2.1. 防治工程等级的确定 3

 2.2.2. 设计工况组合 3

 2.2.3. 设计基本参数 4

 2.2.4. 防治设计标准 4

 2.2.5. 治理设计方案 4

2.3. 主体分项工程设计 7

 2.3.1. 人工锤击楔裂清除 7

 2.3.2. 危岩体静态破碎清除 8

 2.3.3. 机械破碎清除 9

 2.3.4. 清除后母岩的稳定性分析 9

 2.3.5. 落地式施工脚手架设计及要求 12

 2.3.6. 施工临时安全防护设计及要求 13

 2.3.7. 被动防护网防治治理工程设计 13

 2.3.8. 施工便道 16

 2.3.9. 施工材料二次搬运及废石处理 16

3. 施工组织设计 18

3.1. 施工条件 18

 3.1.1. 交通条件 18

 3.1.2. 水电供应 18

 3.1.3. 施工场地条件 18

3.2. 主要施工机械设备及材料 18

3.3. 材料堆放及上下山运输 18

3.4. 施工顺序与进度 18

3.5. 施工技术要求及注意事项 19

 3.5.1. 基本要求 19

 3.5.2. 被动防护网技术及施工要求 20

 3.5.3. 脚手架施工平台搭设 26

 3.5.4. 危岩临时防护锚杆施工技术要求 29

 3.5.5. 人工锤击楔裂清除施工技术要求 30

 3.5.6. 静态破碎清除施工技术要求 30

 3.5.7. 机械破碎清除施工技术要求 33

 3.5.8. 危岩施工安全警戒与安全防护 33

 3.5.9. 项目的实施和保障措施 34

 3.5.10. 监测设计 35

 3.5.11. 检测设计 36

 3.5.12. 被动防护网检验 38

4. 施工安全控制措施 39

5. 施工质量检验及验收 39

6. 环境影响评价 39

 6.1. 有利影响 39

 6.2. 不利影响 40

7. 工程总预算 40

8. 建议 40

附件:

附件 1: 马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程施工图设计报告计算书;

附件 2: 马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程预算书。

附图:

附图 1: 马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程施工图设计平面图(比例 1:1500) 共 1 张;

附图 2: 1-1' ~8-8' 施工图设计地质剖面图 (比例 1:1000~1:1500) 共 8 张;

附图 3: 危岩静态破碎清除剖面、平面投影图、立面图 (比例 1:50~1:500) 共 12 张;

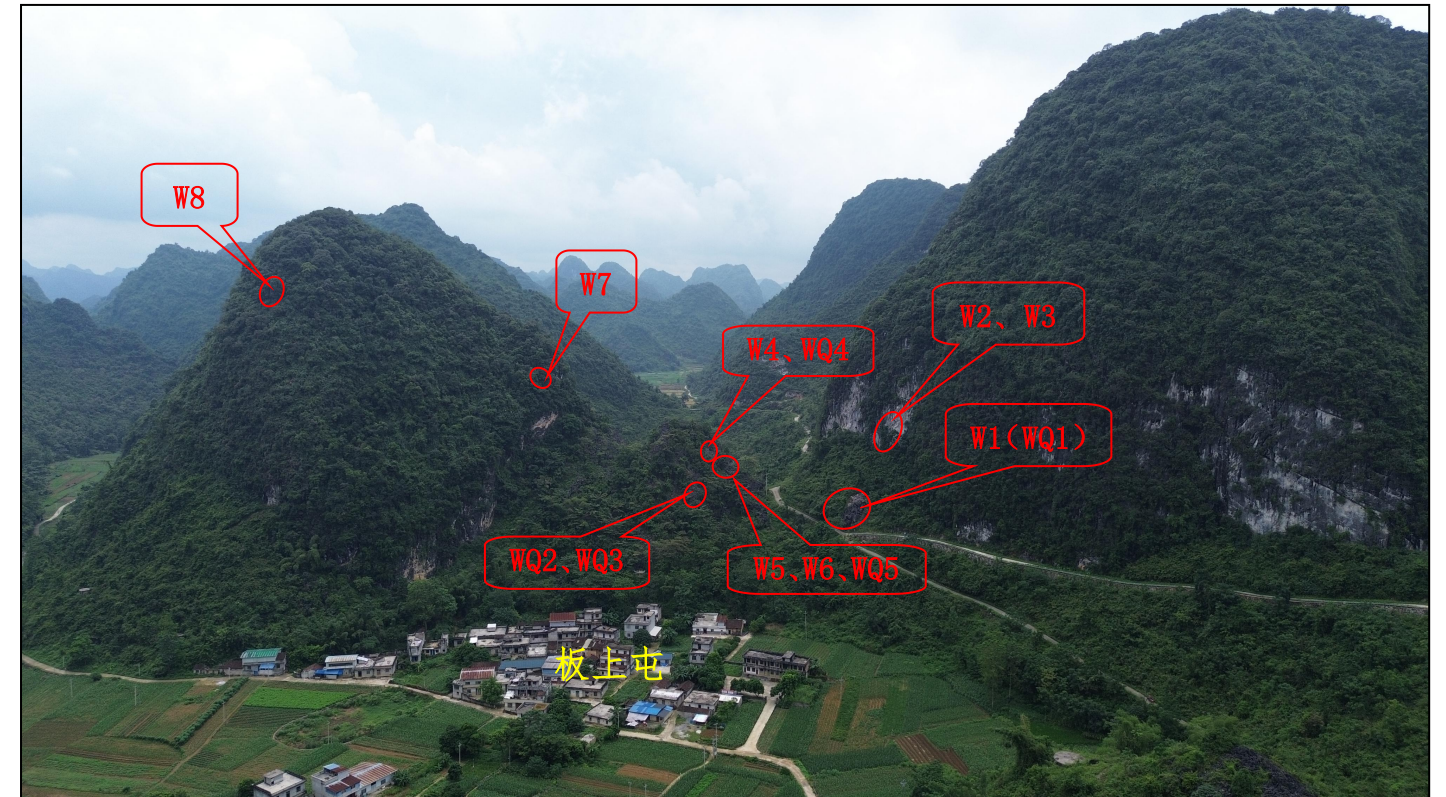
附图 4: 施工图设计大样图 (比例见图) 共 10 张。

1. 前言

1.1. 任务由来

马山县白山镇兴华村板上屯位于灰岩石山区，属于危岩、崩塌地质灾害低易发区。勘查区地势高低起伏，山峰陡峭险峻，地形高差 41.88~310.89m，山体自然坡度以大于 25° 为主，地质环境条件中等~复杂。根据马山县白山镇兴华村板上屯危岩隐患调查简报资料（广西壮族自治区南宁地质环境监测站，2021 年 4 月），当地村民于 2021 年 4 月 21 日上报发现危岩隐患，现场调查后发现，危岩位于板上屯南西侧后山山坡，主要包含 2 处危岩个体和 1 处危岩群，总计 3 处。简报中结论表明三处危岩中，W1、W2 处于不稳定状态，危岩群 W3 目前处于欠稳定状态。在连续降雨或人为不利因素影响下，随时都有可能发生岩质掉块、崩塌地质灾害，威胁到下方马山县白山镇兴华村板上屯居民的生命和财产安全，治理迫在眉睫。

南宁市自然资源局经过公开招投标，鸿儒勘测设计有限公司（以下简称我公司）中标了马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程勘查与施工图设计项目。我公司安排技术人员对马山县白山镇兴华村板上屯西侧至东侧山体进行了危岩勘查、排查，目前发现共存在 7 处危岩体及 5 处危岩群，总方量约 8766.62m³，已查明的危岩体主要分布于板上屯东南侧至西南侧山体中部及中上部。调查发现，板上屯东南侧至西南侧山体分布的危岩体主要位于陡坡、陡坎上，且危岩体所处地形山体坡度较陡，这些危岩体受地质构造影响，节理裂隙发育，部分危岩底部悬空，前缘临空，稳定性较差~差，在风化、降雨、打雷及震动等因素影响下，易产生危岩崩塌地质灾害。根据保护范围和对象，确定板上屯东南侧和西南侧现状危岩发生崩塌直接影响、威胁范围为下方沿山边分布的第四排建筑物，约 45 户 370 人的生命和财产安全，急需采取必要的防治措施。为了尽快给马山县白山镇兴华村板上屯当地居民提供一个安全的居住生活环境，我公司承担了马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程施工图设计工作。



照片 1-1 马山县白山镇兴华村板上屯东南侧~西南侧山体危岩分布位置示意照片

1.2. 自然地理概况

治理区位于南宁市马山县白山镇兴华村板上屯东南侧至西南侧山体，地理坐标大致为：东经 108° 7′ 10.88″ ~108° 7′ 27.43″，北纬 23° 45′ 49.38″ ~23° 45′ 49.39″，中心点直角坐标：X=2629379.730，Y=36512001.074（2000 大地坐标系）。治理区内有村级道路穿过，交通便利，距兴华村约 3.45km，距白山镇约 10.3km，距马山县城约 11.9km，距南宁市约 123.10km，治理区位置见图 1-1。

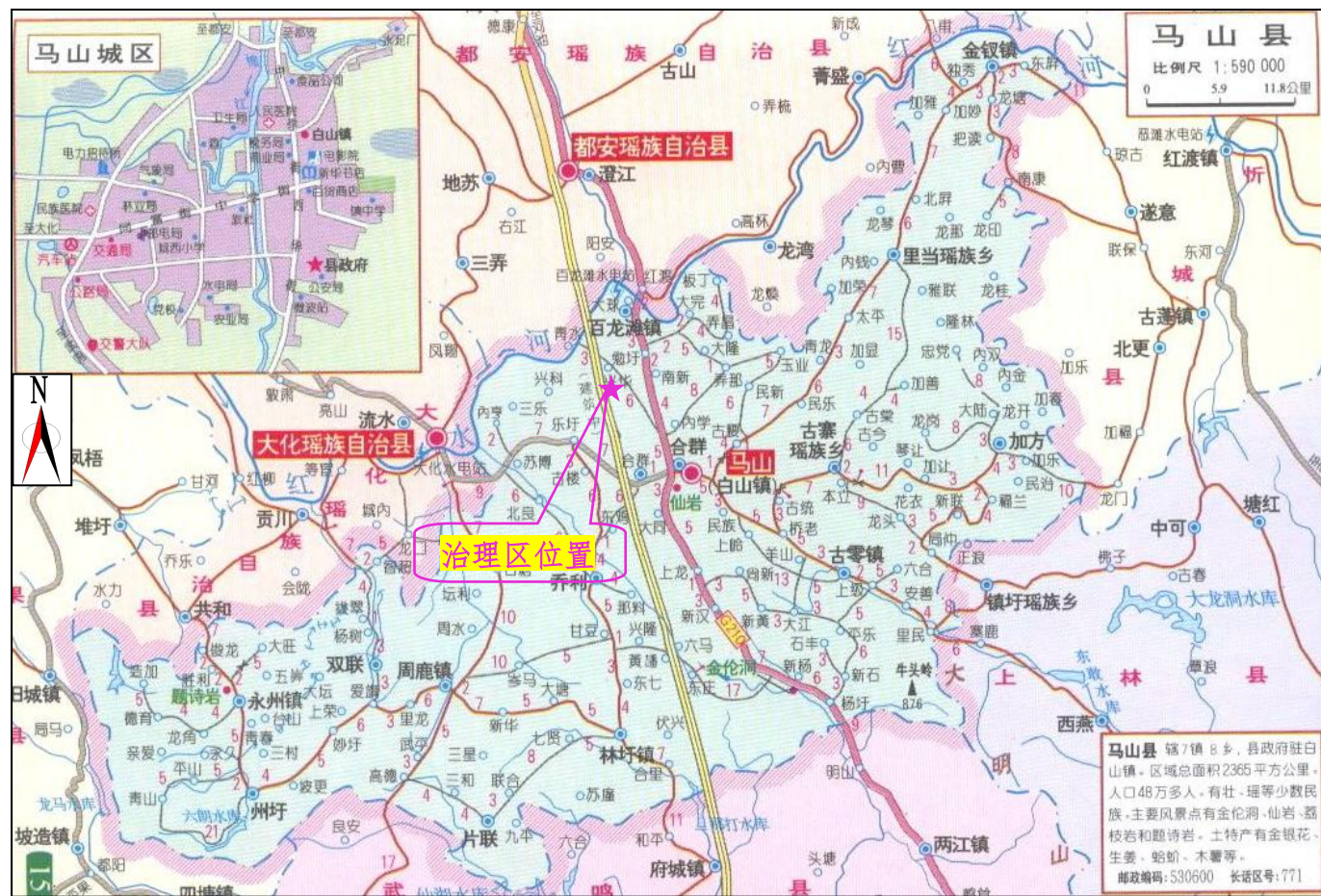


图 1-1 治理区（危岩位置）交通位置示意图

1.3. 勘察主要结论、建议和存在问题

1.3.1. 结论

(1) 经调查，危岩下方为南宁市马山县白山镇兴华村板上屯居民及房屋，一旦发生危岩崩落，将直接威胁山下居民的生命及财产的安全。根据保护范围和对象，确定板上屯北西侧和北侧现状危岩发生崩塌直接影响、威胁范围为下方沿山边分布的第四排建筑物，约 45 户 370 人的生命和财产安全，预测潜在直接经济损失约 700 万元，本工程危岩地质灾害危害程度大，危害对象按民用建筑，危岩防治工程等级为一级，勘察地质环境条件中等～复杂，综合确定危岩防治工程勘察等级为一级。

(2) 本次勘察危岩发育区主要为：山体区面积约 91341.93m²，危岩崩塌影响区面积约 13166.73m²，总勘察平面投影面积约 108702.04m²。

(3) 根据危岩体基本特征，本次危岩稳定分析主要采用半定性稳定性分析（赤平投影分析）和定量稳定性分析（二种不同工况），分析结果为 8 处危岩体（含 WQ1 中

的 W1）隐患点在暴雨工况下处于不稳定状态，结合危岩体的变形破坏机制及稳定性分析结果，在自然风化、降雨、植物根系劈理震动等作用下危岩易发生崩塌地质灾害。

(4) 由于勘察区山体局部地区表面植被较发育，陡坡上也有大量的灌木、乔木、毛竹生长，植被覆盖率约 85%，特别是局部陡壁植被浓密区，勘察没有脚手架辅助，难以攀爬，故本次勘察存在少量勘察盲区，可能仍存在隐伏性的危岩体，工程治理实施阶段，建议采用动态信息化施工措施，勘察精度满足下一步施工图设计要求。

1.3.2. 建议

(1) 本项目危岩体治理建议采用静态破碎清除+机械破碎清除+人力锤击楔裂清除+柔性被动防护网的方案进行危岩治理。

(2) 南宁市马山县白山镇兴华村板上屯危岩威胁山脚下居民及房屋等的生命财产安全，危险性大，建议建设单位及时进行治疗。

1.3.3. 存在问题

本次危岩勘察工作主要采取人工实地开路成简易便道到达为主，由于勘察未能布集整个山体，不能完全查清边坡的危岩隐患，对于分布在崖壁上的危岩体，采用无人机影像测绘进行测量，危岩的实际规模与勘察资料有可能有一定出入，因此在治理区在进行危岩清理下施工时，施工与监理方要根据勘察及设计资料对危岩点进行核实，如实际情况与勘察及设计资料有较大出入，报业主批准由勘察方进行补勘。

2. 治理工程设计

2.1. 防治目标、原则及依据

2.1.1. 防治目标

鉴于治理区危岩体影响范围较广，工程布局应以预防防护为主，综合考虑安全、经济、环保、施工可行性等因素，对危岩威胁区域采取防治措施，最大限度避免或减少因危岩崩塌造成下方楼房和居民的生命财产损失，为了尽快给马山县白山镇兴华村板上屯村民提供一个安全的生活环境是本次危岩治理工程的最终目标。

2.1.2. 防治原则

- (1) 贯彻以预防为主，因害设防，突出重点、综合治理、注重实效。
- (2) 治理工程必须遵循安全可靠、技术可行、经济合理、施工方便。
- (3) 根据生态文明建设需要，危岩治理工程应满足安全、可行、经济要求，同时还应尽可能的保持原有生态条件，保持治理后山体景观的协调性、美观性。

2.1.3. 危岩治理设计依据

本次危岩治理工程设计为施工图设计阶段，主要设计依据如下：

- (1) 《危岩防治工程技术规范》（DB 45/T 1696-2018）；
- (2) 《地质灾害防治工程设计标准》（DBJ50/T-029-2019），重庆地方标准；
- (3) 《边坡柔性防护网系统》（JT/T 1328-2020）；
- (4) 《铁路沿线斜坡柔性安全防护网》（TB/T 3089-2004）；
- (5) 《公路边坡柔性防护网系统构件》（JT/T 528-2004）；
- (6) 《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）2015 年版；
- (7) 《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》（GB50086—2015）；
- (8) 《无声破碎剂静态破碎施工工艺标准》（QB/ZJWS5223-2003）；
- (9) 《无声破碎剂》（JC506-2008）；
- (10) 《爆破安全规程》（GB 6722-2014）；
- (11) 《混凝土结构工程施工及验收规范》（GB50204-2015）；
- (12) 《砌体结构设计规范》（GB50003-2011）；

- (13) 《钢管脚手架扣件》（GB/T 15831-2023）；
- (14) 《建筑施工模板及作业平台钢管支架构造安全技术规范》（DB45/T 618-2009）；
- (15) 《建筑变形测量规程》（JGJ/T8—2016）；
- (16) 《岩土工程测量技术》；
- (17) 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2006）；
- (18) 《铁路边坡柔性被动防护产品落石冲击试验方法与评价》（TB/T 3449-2016）；
- (19) 《热轧 H 型钢和剖分 T 型钢》（GB/T 11263-2017）；
- (20) 《钢丝绳通用技术条件》（GB/T 20118-2017）；
- (21) 《锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢丝、钢绞线》（GB/T 20492-2019）；
- (22) 《钢丝绳夹》（GB/T 5976-2006）；
- (23) 《制绳用圆钢丝》（YB/T 5343-2015）；
- (24) 《人造气氛腐蚀试验：盐雾试验》（GB/T 10125-2012）；
- (25) 《金属覆盖层—钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》（GB/T 13912-2020）。

2.2. 设计指标

2.2.1. 防治工程等级的确定

经调查，危岩下方为马山县白山镇兴华村板上屯，根据保护范围和对象，确定板上屯东南侧和西南侧现状危岩发生崩塌直接影响、威胁范围为下方沿山边分布的第四排建筑物，一旦发生危岩崩落，将直接威胁山下约 45 户 370 人的生命和财产安全，预测潜在直接经济损失约 700 万元，根据《危岩防治工程技术规范》（DB 45/T 1696-2018）表 6、表 7 规定，确定危岩地质灾害危害程度大，危害对象按民用建筑，危岩防治工程等级为一级。

2.2.2. 设计工况组合

危岩的荷载有：自重、裂隙水压力等。

本次设计采用两种工况对危岩体进行稳定性分析，两种工况的具体荷载组合如下：

①工况一：自重(天然状态)

②工况二：自重+裂隙水压力(暴雨)

本工程需治理的危岩体主要为滑移式、倾倒式和坠落式。其中，工况 1，滑移式危岩稳定安全系数取值为 1.4，倾倒式危岩稳定安全系数取值为 1.5，坠落式危岩稳定安全系数取值为 1.6；工况 2，滑移式危岩稳定安全系数取值为 1.4，倾倒式危岩稳定安全系数取值为 1.5，坠落式危岩稳定安全系数取值为 1.6。

计算考虑现状工况（工况 1）、暴雨工况（工况 2），“现状”应是勘查期间的状态，“暴雨”应是强度重视期为 50 年一遇 5 日暴雨（q 全）。

2.2.3. 设计基本参数

本次研究危岩的稳定性，以危岩勘查报告为基础，涉及到的有关岩土参数，原则上使用危岩勘查报告推荐的参数，岩体设计参数取值如下：

表 2-1 计算参数一览表

危岩编号	类别	工况	重度 KN/m³	岩石粘聚力 c (KPa)	岩石内摩擦角 ϕ (°)	单轴抗拉强度 (MPa)	地基承载力设计值 (kpa)
W1~W8	灰岩	天然	24.0	550	35.0	2.5	2500
		饱和	24.2	480	33.5	2.3	2400
类型						参数取值	
锚杆（索）杆体抗拉安全系数						2.2	
锚杆（索）锚固体抗拔安全系数						2.6	
地层与锚固体粘结强度标准值（kPa）						1200	
锚杆与锚固砂浆间的粘结强度设计值（kPa）						1400	
锚索与锚固砂浆间的粘结强度设计值（kPa）						900	
注：以上数值取自《危岩防治工程技术规范》（DB 45/T 1696-2018）表 10~12，本场地灰岩岩体为较硬岩，地层与锚固体粘结强度标准值取值范围为 1000~1500kPa。							

2.2.4. 防治设计标准

根据《地质灾害防治工程设计标准》（DBJ50/T-029-2019）规定，防治工程设计基准期为 30 年标准设计。

2.2.5. 治理设计方案

根据各危岩体的分布位置、特征、规模，本次设计对已查明的危岩体采用静态破

碎清除+机械破碎清除+人力锤击楔裂清除+柔性被动防护网进行治理。具体说明如下：

WQ1（W1）危岩群位于板上屯南西侧山体中部陡坡上，2000 国家大地坐标位置为 X=2629200.616，Y=511988.239，所处地形坡度约 48~55°，分布高程 215.56~233.76m，主崩方向 6°，WQ1 危岩群由整块大的岩体因长期的节理切割、雨水溶蚀及风化作用后，形成由 W1（未完全脱离母岩）和上部的浮石群，呈叠加式俯卧于山体斜坡上，三面临空。该危岩群呈长方体状，长度约 13.0m，宽度约 30.0m，高度约 20.2m，总体积约 7878m³，属小 D 型危岩。现场调查丈量单块危岩最大（W1）方量为 5908.50m³，最小方量为 0.23m³。根据危岩体情况分析，由于 WQ1（W1）危岩群位于道路旁，可通过中、小型机械，故可以采用机械进行破碎清除，清除时需进行临时防护，同时在道路另一侧设置临时围护，防止清除时岩块滚落至下方村庄居住区。该危岩群进行破碎清除后，立即将其形成的石渣外运至马山县城，无须运至临时堆放点。

W2 危岩体位于板上屯南西侧山体中上部的悬崖峭壁上，2000 国家大地坐标位置为 X=2629167.268，Y=511978.231，所处地形坡度约 80~85°，分布高程 256.20~267.90m，主崩方向 13°。危岩体长度 1.0m，宽度 6.7m，高度 11.7m，危岩体积 78.69m³，属小 B 型危岩。根据危岩体情况分析，W2 危岩体直接采用静态破碎清除的治理方案，根据危岩体的分布情况及所处的地形地貌条件，清除时需搭建约 15.2m 高的落地双排脚手架施工平台和临时防护进行辅助治理，在危岩区相应空地设置临时废石堆放区，临时废石堆放区内岩块应及时运离项目区。

W3 危岩体位于板上屯南西侧山体中上部的悬崖峭壁上，2000 国家大地坐标位置为 X=2629166.958，Y=511972.451，所处地形坡度约 80~85°，分布高程 272.71~274.71m，主崩方向 14°，危岩体度 1.0m，宽度 1.5m，高度 2.0m，危岩体积 3.00m³，属小 A 型危岩。根据危岩体情况分析，W3 危岩体直接采用静态破碎清除的治理方案，根据危岩体的分布情况及所处的地形地貌条件，清除时需搭建约 20.5m 高的落地双排脚手架施工平台和临时防护进行辅助治理，在危岩区相应空地设置临时废石堆放

区，临时废石堆放区内岩块应及时运离项目区。

W4 危岩体位于板上屯东南侧山体上部陡坎上，2000 国家大地坐标位置为 X=2629220.607，Y=512068.594，所处地形坡度约 $40\sim 55^\circ$ ，分布高程 256.14～257.04m，主崩方向 310° ，危岩体总长度约 0.6m，宽度约 2.2m，高度约 0.9m，体积约 1.19m^3 ，属小 A 型危岩。根据危岩体情况分析，W4 危岩体采用人力锤击楔裂清除的治理方案，根据危岩体的分布情况及所处的地形地貌条件，清除时需对危岩体进行临时防护，在危岩区相应空地设置临时废石堆放区，临时废石堆放区内岩块应及时运离项目区。

W5 危岩体位于板上屯东南侧山体中部的陡坎上，2000 国家大地坐标位置为 X=2629215.700，Y=512051.720，所处地形坡度约 $40\sim 45^\circ$ ，分布高程 238.40～241.40m，主崩方向 310° ，危岩体总长度约 1.8m，宽度约 3.6m，高度约 3.0m，总体积约 19.44m^3 ，属小 B 型危岩。根据危岩体情况分析，W5 危岩体直接采用静态破碎清除的治理方案，清除时需搭建约 5.1m 高的落地双排脚手架施工平台和临时防护进行辅助治理，在危岩区相应空地设置临时废石堆放区，临时废石堆放区内岩块应及时运离项目区。

W6 危岩体位于板上屯东南侧山体中上部陡坎上，2000 国家大地坐标位置为 X=2629220.048，Y=512047.388，所处地形坡度约 $40\sim 50^\circ$ ，分布高程 233.59～234.79m，主崩方向 310° ，危岩体长度约 0.8m，宽度约 1.7m，高度约 1.2m，体积约 1.63m^3 ，属小 A 型危岩。根据危岩体情况分析，W6 危岩体直接采用人力锤击楔裂清除的治理方案，根据危岩体的分布情况及所处的地形地貌条件，清除时需对危岩体进行临时防护，在危岩区相应空地设置临时废石堆放区，临时废石堆放区内岩块应及时运离项目区。

W7 危岩体位于板上屯东南侧山体中部的陡坎上，2000 国家大地坐标位置为 X=2629280.901，Y=512155.061，所处地形坡度约 $48\sim 55^\circ$ ，分布高程 299.95～307.15m，主崩方向 268° ，危岩体长度约 3.5m，宽度约 6.0m，高度约 7.2m，总体积约 151.20m^3 ，属小 C 型危岩。根据危岩体情况分析，危岩体采用静态破碎清除+人力锤

击楔裂清除的治理方案，对体积较大的岩块采用静态破碎清除，对分布的小块浮石（方量约 17.75m^3 ），采用人力锤击楔裂清除。根据危岩体的分布情况及所处的地形地貌条件，清除时需搭建约 7.7m 高的落地双排脚手架施工平台和临时防护进行辅助治理，在危岩区相应空地设置临时废石堆放区，临时废石堆放区内岩块应及时运离项目区。

W8 危岩体位于板上屯东南侧山体中上部的陡坎上，2000 国家大地坐标位置为 X=2629395.092，Y=512221.422，所处地形坡度约 $75\sim 80^\circ$ ，分布高程 340.09～351.29m，主崩方向 314° 。危岩体长度 5.0m，宽度 7.0m，高度 11.2m，危岩体积 392.00m^3 ，属小 C 型危岩。根据危岩体情况分析，W8 危岩体直接采用静态破碎清除的治理方案。根据危岩体的分布情况及所处的地形地貌条件，清除时需搭建约 11.2m 高的落地双排脚手架施工平台进行辅助治理和临时防护进行辅助治理，在危岩区相应空地设置临时废石堆放区，临时废石堆放区内岩块应及时运离项目区。

WQ2 危岩群位于板上屯东南侧山体中部的斜坡上，2000 国家大地坐标位置为 X=2629257.095，Y=512051.671，所处地形坡度约 $50\sim 64^\circ$ ，分布高程 217.12～221.08m，主崩方向 316° ，危岩群分布平面投影面积 5.70m^2 ，平均厚度 0.80m，所在坡面坡度约 50° ，总体积约 7.09m^3 ，为小 A 型危岩。该危岩群为已完全脱离母岩并在垂直方向发生了位移停留叠架在原陡坡上的浮石群，浮石单体呈块状、长方体状，实地丈量单块浮石最大规模为约 0.53m^3 ，最小规模为 0.1m^3 。根据危岩体情况分析，WQ2 危岩群采用人力锤击楔裂清除的治理方案，根据危岩体的分布情况及所处的地形地貌条件，清除时需搭建约 7.4m 高的落地双排脚手架施工平台和临时防护进行辅助治理，在危岩区相应空地设置临时废石堆放区，临时废石堆放区内岩块应及时运离项目区。

WQ3 危岩群位于板上屯东南侧山体中部的斜坡上，2000 国家大地坐标位置为 X=2629247.624，Y=512054.395，所处地形坡度约 $45\sim 60^\circ$ ，分布高程 226.67～237.89m，主崩方向 316° ，危岩群分布平面投影面积 42.50m^2 ，平均厚度 1.20m，所在坡面坡度约 50° ，总体积约 79.34m^3 ，为小 B 型危岩。该危岩群为已完全脱离母

岩并在垂直方向发生了位移停留叠架在原陡坡上的浮石群，浮石单体呈块状、长方体状，实地丈量单块浮石最大规模为约 0.40m³，最小规模为 0.1m³。根据危岩体情况分析，WQ3 危岩群采用人力锤击楔裂清除的治理方案，根据危岩体的分布情况及所处的地形地貌条件，清除时需搭建约 13.9m 高的落地双排脚手架施工平台和临时防护进行辅助治理，在危岩区相应空地设置临时废石堆放区，临时废石堆放区内岩块应及时运离项目区。

WQ4 危岩群位于板上屯东南侧山体中部的斜坡上，2000 国家大地坐标位置为 X=2629223.416，Y=512063.713，所处地形坡度约 40～45°，分布高程 247.03～255.47m，主崩方向 310°，危岩群分布平面投影面积 40.50m²，平均厚度 1.00m，所在坡面坡度约 45°，总体积约 57.28m³，为小 B 型危岩。该危岩群为已完全脱离母岩并在垂直方向发生了位移停留叠架在原陡坡上的浮石群，浮石单体呈块状、长方体状，实地丈量单块浮石最大规模为约 0.45m³，最小规模为 0.1m³。根据危岩体情况分析，WQ4 危岩群采用人力锤击楔裂清除的治理方案，根据危岩体的分布情况及所处的地形地貌条件，清除时需对危岩体进行临时防护，在危岩区相应空地设置临时废石堆放区，临时废石堆放区内岩块应及时运离项目区。

WQ5 危岩群位于板上屯东南侧山体中部的斜坡上，2000 国家大地坐标位置为 X=2629214.090，Y=512053.257，所处地形坡度约 30～45°，分布高程 237.87～243.36m，主崩方向 310°，危岩群分布平面投影面积 62.60m²，平均厚度 1.20m，所在坡面坡度约 40°，总体积约 98.06m³，为小 B 型危岩。该危岩群为已完全脱离母岩并在垂直方向发生了位移停留叠架在原陡坡上的浮石群，浮石单体呈块状、长方体状，实地丈量单块浮石最大规模为约 0.48m³，最小规模为 0.1m³。根据危岩体情况分析，WQ5 危岩群采用人力锤击楔裂清除的治理方案，根据危岩体的分布情况及所处的地形地貌条件，清除时需对危岩体进行临时防护，在危岩区相应空地设置临时废石堆放区，临时废石堆放区内岩块应及时运离项目区。

本次危岩勘查、排查共发现在马山县白山镇兴华村板上屯东南侧山体分布有 2 处危岩体，南侧山体分布有 3 处危岩体及 4 处危岩群，西南侧山体分布有 2 处危岩体及 1

处危岩群，共存在 12 处可能发生崩塌隐患的危岩体及危岩群，总方量约 8766.62m³。对于 WQ1 中的 W1 采用机械破碎清除，对于其余危岩单体方量较大，且人力锤击楔裂清除较困难，采用静态破碎清除为主，对危岩体周边分布的小块浮石或者危岩群则采用人力锤击楔裂清除。根据危岩体所处的位置，搭建临时施工脚手架及设置临时安全防护网，在危岩区相应山下坡脚处空地设置临时废石堆放区 2 处，清除下来的废石后期由施工单位负责将其运输，运距暂定约为 5.0km（马山县电白小学西北面空地）。

综上，本次设计对已查明危岩（浮石）主要采用静态破碎清除+机械破碎清除+人力锤击楔裂清除进行治理，废石可通过人工搬运至山脚处临时废石堆放区，各危岩体治理方案见表 2-2。

表 2-2 危岩治理方案统计一览表

危岩编号	规模（m³）	破坏模式	建议治理方案	辅助工程
WQ1（W1）	7878.00	滑移及浮石滑移	机械破碎清除	施工临时防护
W2	78.39	危岩坠落（后缘）	静态破碎清除	双排脚手架+施工临时防护
W3	3.00	危岩坠落（后缘）	静态破碎清除	双排脚手架+施工临时防护
W4	1.19	危岩倾倒（底部）	人力锤击楔裂清除	施工临时防护
W5	19.44	危岩滑移（底部）	静态破碎清除	双排脚手架+施工临时防护
W6	1.63	危岩倾倒（底部）	人力锤击楔裂清除	施工临时防护
W7	151.20	危岩滑移（底部）	静态破碎清除+人力锤击楔裂清除	双排脚手架+施工临时防护
W8	392.00	危岩坠落（后缘）	静态破碎清除	双排脚手架+施工临时防护
WQ2	7.09	浮石滑移	人力锤击楔裂清除	双排脚手架+施工临时防护
WQ3	79.34	浮石滑移	人力锤击楔裂清除	双排脚手架+施工临时防护
WQ4	57.28	浮石滑移	人力锤击楔裂清除	施工临时防护
WQ5	98.06	浮石滑移	人力锤击楔裂清除	施工临时防护
合计	8766.62	/	/	/

此外，本项目采用信息化施工，危岩治理清除过程中，施工单位应加强现场检查，查看危岩清除后，后缘或两侧岩石是否存在新的危岩体，如发现存在新的危岩体应及时向勘查及设计单位汇报，设计单位根据危岩的具体情况制定相应的治理方案，避免新的地质灾害的发生。

本次勘查区内查明的危岩体已设计采用静态破碎清除+人力锤击楔裂清除进行

治理，为防止危岩清除施工过程中有小块危岩崩落威胁山下马山县白山镇兴华村板上屯建筑物和村民，同时考虑现有危岩清除后，根据板上屯东南侧至西南侧山体的风化程度，在风化、降雨、打雷、振动以及植物根劈作用等因素长期影响下，可能会形成新的危岩威胁山体下方村民和建筑物，因此，为了确保居民日常生活安全，防止危岩体崩塌滚落山下，危及当地居民的生命和财产安全，设置被动防护网作为安全储备是非常有必要的。另外，施工期间对于本次已查明的危岩体、浮石（浮石群）或新发现的危岩体必须完全清除干净。

本次在危岩清除治理前沿板上屯东南侧至西南侧山体坡脚处设置 3 段柔性被动防护网。据计算、软件模拟结果，进一步优化了柔性被动防护网能级、防护网高、布置位置，布设柔性被动防护网的位置及网高，考虑了板上屯现状沿山边分布的第一排～第二排建筑物的高度、相对位置，本工程在板上屯东南侧至西南侧山体山脚段布置被动防护网的位置标高、型号、网型、防护能级、防护网高度及长度等内容详见下表 2-3。

表 2-3 柔性被动防护网设计方案统计一览表

序号	被动网型号	被动网网型	被动网拦截冲击能级	防护网高度 (m)	防护网长度 (m)	被动网面积 (m²)	高程 (m)
1	PPS-200/DB/A	RN/16/3/300	2000kJ	5	70.20	351.00	186.00
2				5	82.30	493.80	180.00～185.00
3				5	97.60	585.60	185.00
4	PPS-300/DB/A	RN/19/3/300	3000kJ	4	64.50	322.50	178.70
5				5	61.70	370.20	184.00

2.3. 主体分项工程设计

2.3.1. 人工锤击楔裂清除

人工锤击楔裂清除设计：零散落在陡峭山坡的小块浮石以及已崩落滚石和碎裂化岩石面上体积较小的危岩、浮石，采取人工锤击楔裂清除，清除工程量约 262.34m³，详见表 2-4，

表 2-4 人工锤击楔裂清除统计一览表

序号	危岩编号	人工锤击楔裂清除规模 (m³)
1	W4	1.19

序号	危岩编号	人工锤击楔裂清除规模 (m³)
2	W6	1.63
3	W7 周边浮石	17.75
4	WQ2	7.09
5	WQ3	79.34
6	WQ4	57.28
7	WQ5	98.06
合计		262.34

W7 周边小块浮石具体分布位置详见勘查附图 DZSJ-03-07 及设计附图 DZSJ-03-07 的标示和照片。

施工顺序为先防护后施工，在实施危岩（浮石）治理前，先在危岩体分布下方设安全警戒线，对于处于较平缓坡面的危岩（浮石）不搭设脚手架外，其余均要在危岩（浮石）搭设架子平台施作全封闭式竹跳板和脚手架防护。对需清除的每块危岩（浮石）均采取临时锚杆联结钢绳捆绑、挂网的安全防护措施，以防危岩（浮石）崩裂掉下，确保施工及当地居民、来往行人、建筑物的安全，每次破碎后要将碎裂岩块清除干净，再对下一台阶进行破碎，边施工边监测，从上至下逐层清理，人力锤击楔裂法施工技术要求如下：

（1）对于尺寸≤20cm×20cm×40cm 的坡面松动块石，可直接采用人工搬运至废石临时堆放点；

（2）对于尺寸>20cm×20cm×40cm 的坡面松动块石，以人工锤击楔裂将危岩分解成≤20cm×20cm×40cm 岩块后，采用人工搬运至废石临时堆放点；

（3）清除前应对危岩体进行捆绑，捆绑宜采用Φ8～Φ14 钢丝绳在危岩体重心高度处及其上、下部位置进行捆绑，钢丝绳绳索不宜少于三圈。

（4）凿孔宜呈方形分布，凿孔排距宜与孔距相等，利于岩石沿钻孔连线呈直线胀裂。边缘凿孔与危岩边界距离不宜超过 0.3m，孔距不宜大于 0.3m，使开裂的岩块适宜人工清除、搬运以及减轻不慎掉落的岩块对工作平台、防护架的冲击力。

（5）成孔后将铁钎插入孔内，两块铁片插在两侧，使用大锤锤击的方法使危岩通过楔裂作用而开裂、解体，岩体开裂后宜采用风镐、大锤解小。

(6) 清除的废石块人工搬运至下山指定废石临时堆放点。

2.3.2. 危岩体静态破碎清除

危岩体静态破碎是对危岩采用自上而下台阶法静态破碎，逐层将危岩分解成 20cm×20cm×40cm 以下的块石。本工程预计对危岩体需静态破碎危岩体方量约 626.28m³。本工程静态破碎工程量详见下表 2-5。

表 2-5 危岩静态破碎工程量统计表

序号	危岩编号	静态破碎工程量 (m³)	备注
1	W2	78.39	
2	W3	3.00	
3	W5	19.44	
4	W7	133.45	W7 危岩点扣除人工破碎清除方量 17.75m³，剩余方量采用静态破碎清除，即工程量=151.20-17.75
5	W8	392.00	
合计		626.28	

(1) 静态破碎施工工艺

1) 应搭建脚手架及工作平台，脚手架起通行及防护作用，工作平台便于撬岩、破碎、搬运岩块。脚手架顶部应比危岩顶部高 1.5m 以上，工作平台宜比孔口平面低 1.2m~1.5m，宜采用钢管紧靠危岩体搭建，且与山体、脚手架可靠连接并成封闭状，底板和四周应按要求进行铺满，防止碎裂岩块的冲击和掉落。每消除一层危岩工作平台下移一层，层高≤1.5m，宽度≥1.0m。

2) 工作平台与山体之间宜采用钢管、地锚连接。

3) 钻孔前应对危岩体进行捆绑。捆绑宜采用 Φ14 钢丝绳在危岩体重心处及其上、下部位置进行捆绑，钢丝绳绳索不宜少于三圈，松紧度应能调节，既能使危岩在施工过程中保持相对安全状态，又便于岩体开裂后的清理工作。捆绑钢丝绳应与岩地锚相连。

4) 当危岩裂隙发育、较破碎时，宜进一步采用网目 200mm×200mm 的柔性钢丝网从临空侧包裹危岩体施工层，防止危岩体受破碎剂膨胀作用后发生掉块现象；柔性钢丝网不宜包裹过紧，便于危岩体受破碎剂膨胀作用发生胀裂后进行岩块的清理。

5) 宜选用振动较小的轻型凿岩机钻孔。应按设计书的炮孔位置、角度、深度钻孔，钻孔完毕后，应采用高压风将孔内岩粉、水份清理干净。

6) 应根据季节、气温选用静态破碎剂，不同型号破碎剂不可混用，浆体不应掺杂其它化学品。

7) 搅拌后的浆体应不超过 10min、宜在 5min 内灌注完毕，搅拌中发现浆体迅速升温变干，应将浆体舍弃不用。

8) 灌注浆体操作人员应佩戴护目镜及乳胶手套，填充钻孔时脸部不得正对孔口。

9) 应先灌注靠近临空面的炮孔，后按“先四周，后中央”的灌注顺序。灌浆时应连续成线，不得出现空气夹层，浆体应灌注到孔口。

10) 气温在 10℃以上时，使用静态破碎剂施工后可不需加覆盖物（雨天除外），气温在 10℃以下时，灌浆后宜用草帘或彩条布覆盖保温养护。产生裂纹后可用水浇缝，加快其膨胀作用。

11) 危岩胀裂后宜用铁钎、大锤、风镐配合清运工作，应从危岩临坡的外边缘开始向内清除危岩，使危岩重心不向临坡方向外移。堆积在工作平台上的破碎岩块不应超过 100kg，应及时将岩块搬运至安全地带码放。

12) 应清运完上一层岩块后，方可进行下一层施工。

(2) 静态破碎主要施工工序

安全防护→设置防护措施→搭设施工平台→危岩体钻孔→安装静态破碎药物（静态破碎剂）→静态破碎→清理小块危岩体→静态破碎工序→静态破碎完成→场地破碎岩块集中运出→验收→拆施工平台、清理场地。

(3) 静态破碎主要设计参数

- 1) 采用手持式风钻和洛阳电钻凿眼。
- 2) 台阶高度 1m。
- 3) 钻孔直径 30~42mm。
- 4) 最小抵抗线 40cm。

机挖装石渣至自卸汽车→石渣及时运出→验收→拆除临时防护措施、清理场地。

(3) 破碎主要机械设备

- 1) 履带式液压挖掘机（带液压锤），斗容 0.6m³；
- 2) 轮胎式装载机，斗容 1.0m³；
- 3) 自卸汽车载重量，5.0t。

2.3.4. 清除后母岩的稳定性分析

本次勘查已查明的危岩体中，WQ1 中的 W1 和 W2~W8 等 8 块危岩体为未完全脱离母岩，后缘或底部与母岩接触，以后缘或底部结构面控制为主，本次设计对 W1 和 W2~W8 危岩体采用机械破碎、静态破碎及人工锤击楔裂清除的治理方案。现针对 WQ1 中的 W1 和 W2~W8 危岩体清除后，其母岩采用赤平投影进行稳定性分析，坡向取主崩方向，坡度取危岩体后缘或底部山体坡度与岩层产状 62° ∠70° 进行综合分析，其后缘或底部母岩（山体）的赤平投影分析结果见表 2-6，赤平投影分析图见下图 2-1~图 2-4。

表 2-6 危岩体清除后其母岩的赤平投影分析结果表

危岩编号	坡面	岩层产状 S0	稳定性分析结果
W1	6° ∠55°	62° ∠70°	稳定
W2	13° ∠85°	62° ∠70°	稳定
W3	14° ∠85°	62° ∠70°	稳定
W4	310° ∠50°	62° ∠70°	稳定
W5	310° ∠45°	62° ∠70°	稳定
W6	310° ∠25°	62° ∠70°	稳定
W7	268° ∠61°	62° ∠70°	稳定
W8	314° ∠81°	62° ∠70°	稳定

- 5) 钻孔深度 80cm。
- 6) 钻孔角度 90°，各钻孔应平行。
- 7) 钻孔间距 0.2~0.3m，排间呈品字形布置，钻孔装药量 2.5~2.8kg/m，耗药量 12kg/m³。
- 8) 炸药采用高效无声破碎剂。
- 9) 将破碎清除的碎裂岩块清理干净，再对下一台阶的危岩进行静态破碎，逐层将危岩分解成 20cm×20cm×40cm 以下的块石。
- 10) 危岩挂网防护施工，静态破碎后的岩块人工搬运下山，施工过程中严禁危石崩塌的发生。

2.3.3. 机械破碎清除

由于 WQ1（W1）危岩群位于村级道路旁，可采用履带式液压挖掘机（带液压锤）对其进行破碎清除，清除后直接将形成的石渣外运至马山县城，本工程预计对危岩群 WQ1 需机械破碎危岩体方量约 7878.00m³，需要设置的临时围护长度约 41.50m，高度 5.0m。

(1) 机械破碎施工工艺

- 1) 采用自上而下分层分台阶的方式进行破碎，即从道路旁开始，按危岩所处坡度（55°）从上而下清除，分层施工厚度为 0.3m，每隔 10.0m 高度设置台阶，直至危岩底部为止。
- 2) 钻孔前应对危岩体进行捆绑。捆绑宜采用 Φ14 钢丝绳在危岩体重心处及其上、下部位置进行捆绑，钢丝绳绳索不宜少于三圈，横向钢丝绳分布间距一般为 30cm，纵向钢丝绳分布间距为取 50cm，钢丝绳松紧度应能调节，既能使危岩在施工过程中保持相对安全状态，又便于岩体开裂后的清理工作。捆绑钢丝绳应与岩地锚相连，同时在道路另一侧设置临时围护，材料为钢板+脚手架；
- 3) 清除运输完一层岩块后，方可进行下一层施工，下一层施工前需解除相邻一道横向钢丝绳及钢绳网，再进行清除工作。

(2) 机械破碎主要施工工序

安全防护→设置临时防护措施→挖掘机（带液压锤）分层分台阶破碎危岩→挖掘

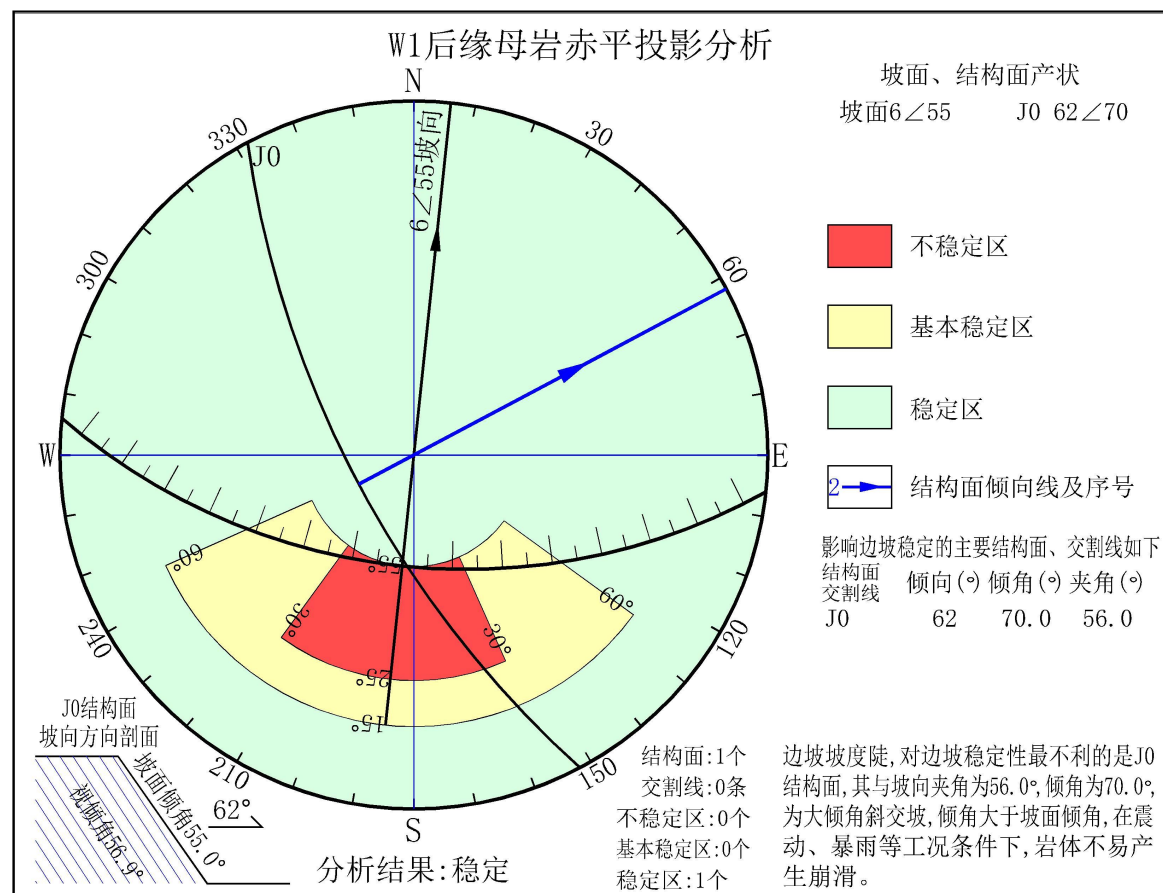


图 2-1 WQ1 中的 W1 危岩体清除后后缘母岩赤平投影分析图

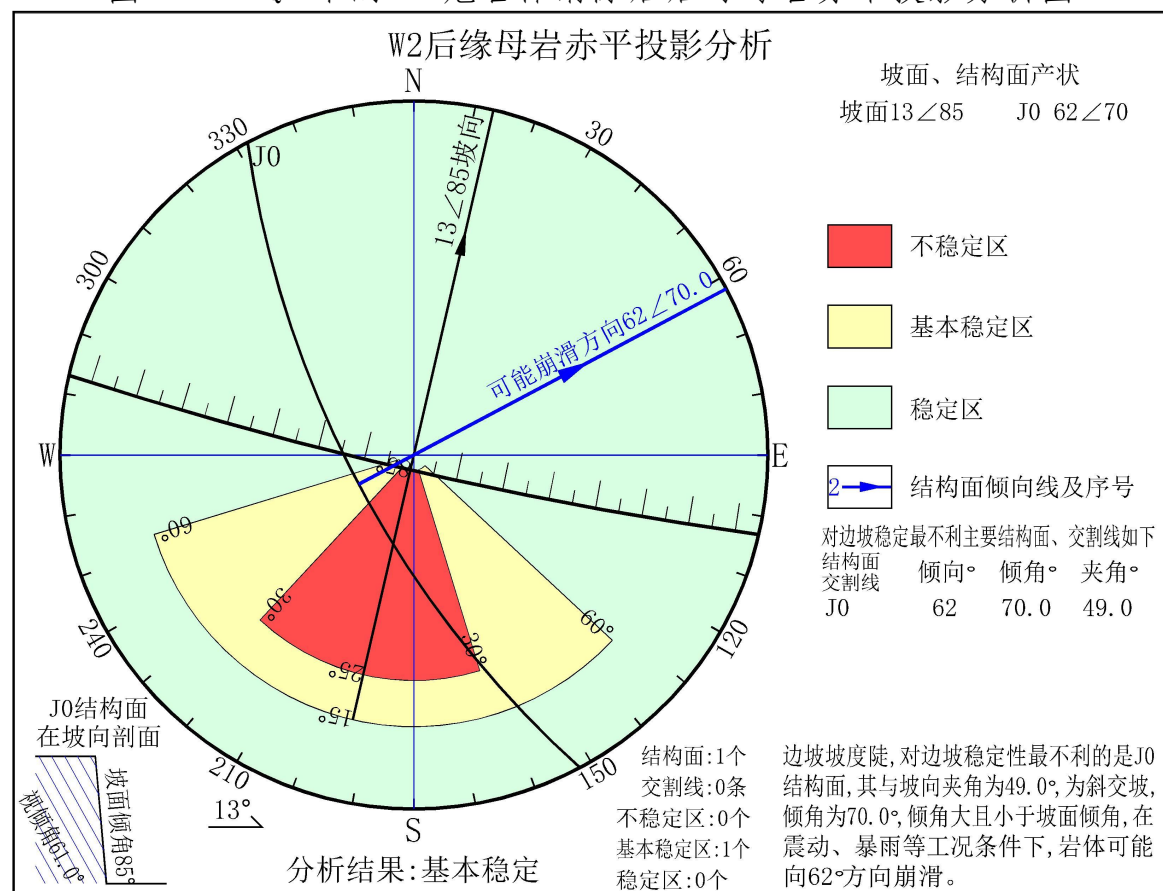


图 2-2 W2 危岩体清除后后缘母岩赤平投影分析图

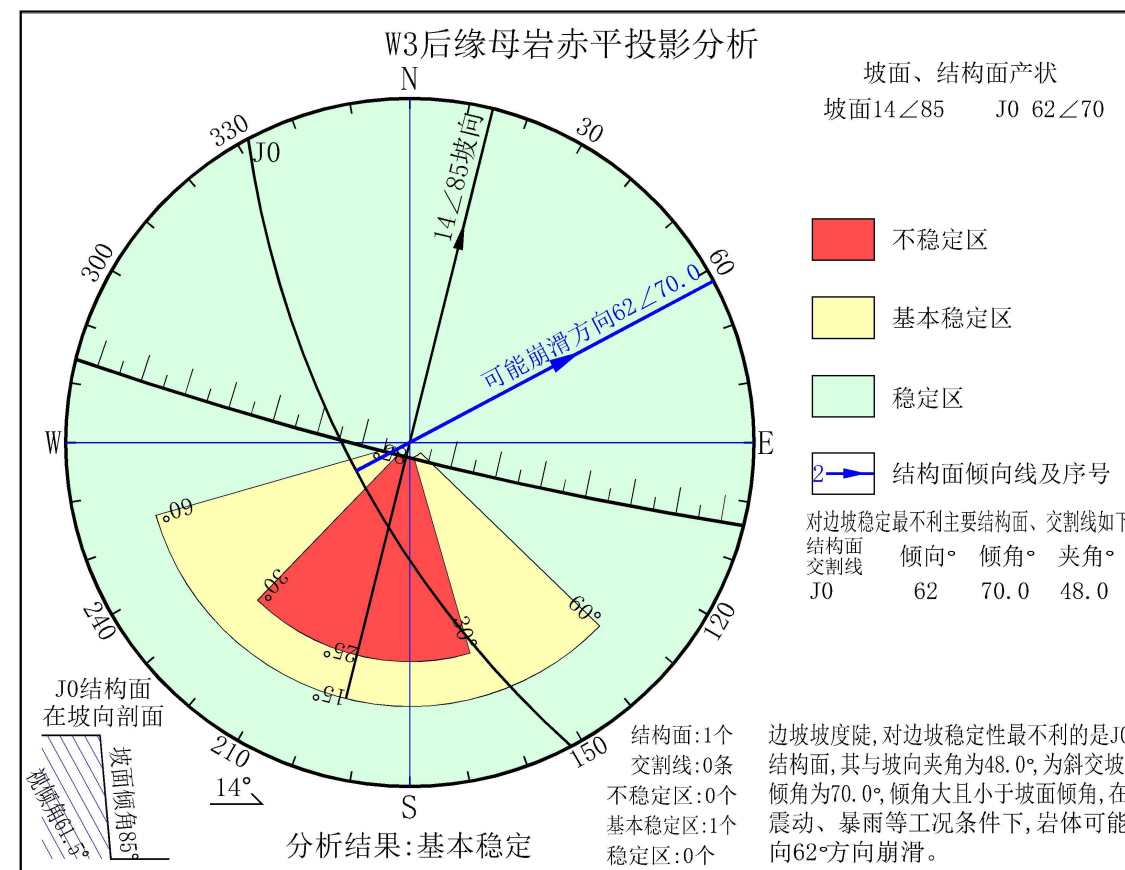


图 2-3 W3 危岩体清除后后缘母岩赤平投影分析图

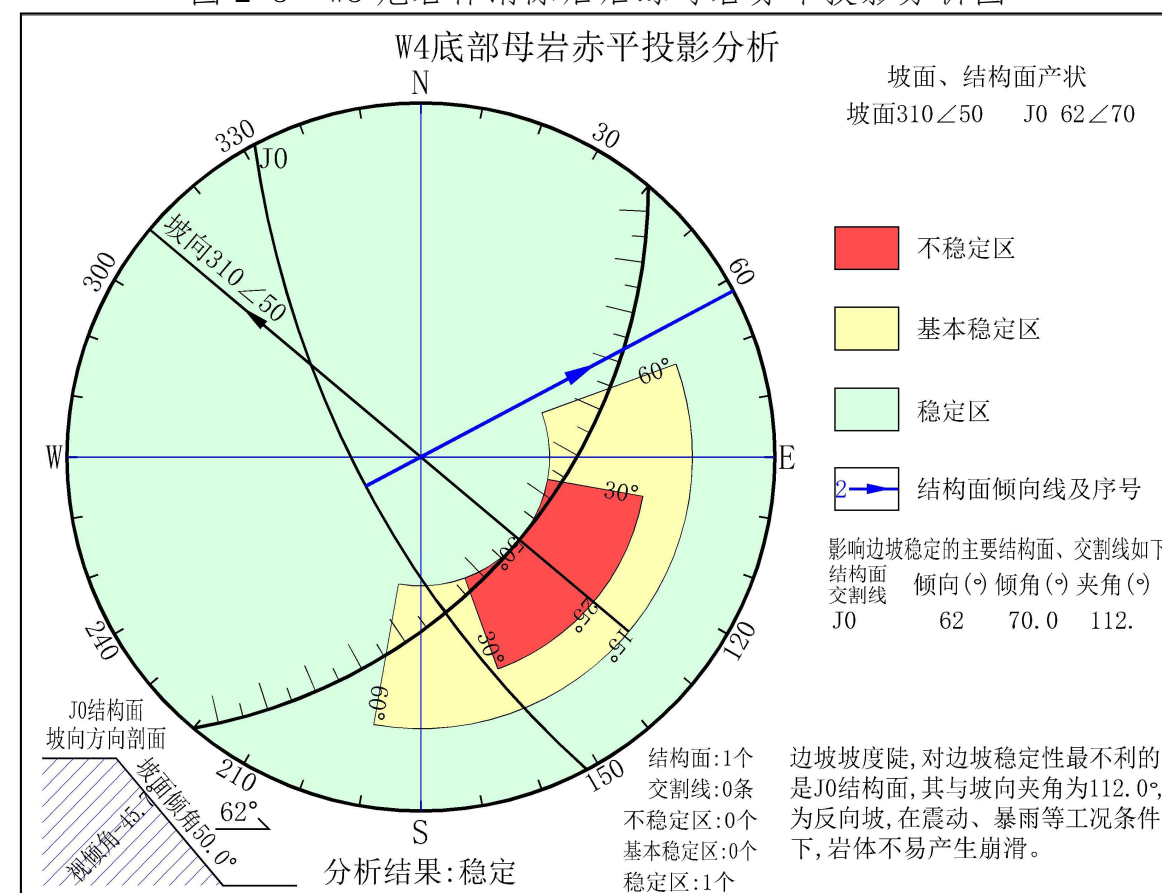


图 2-4 W4 危岩体清除后底部母岩赤平投影分析图

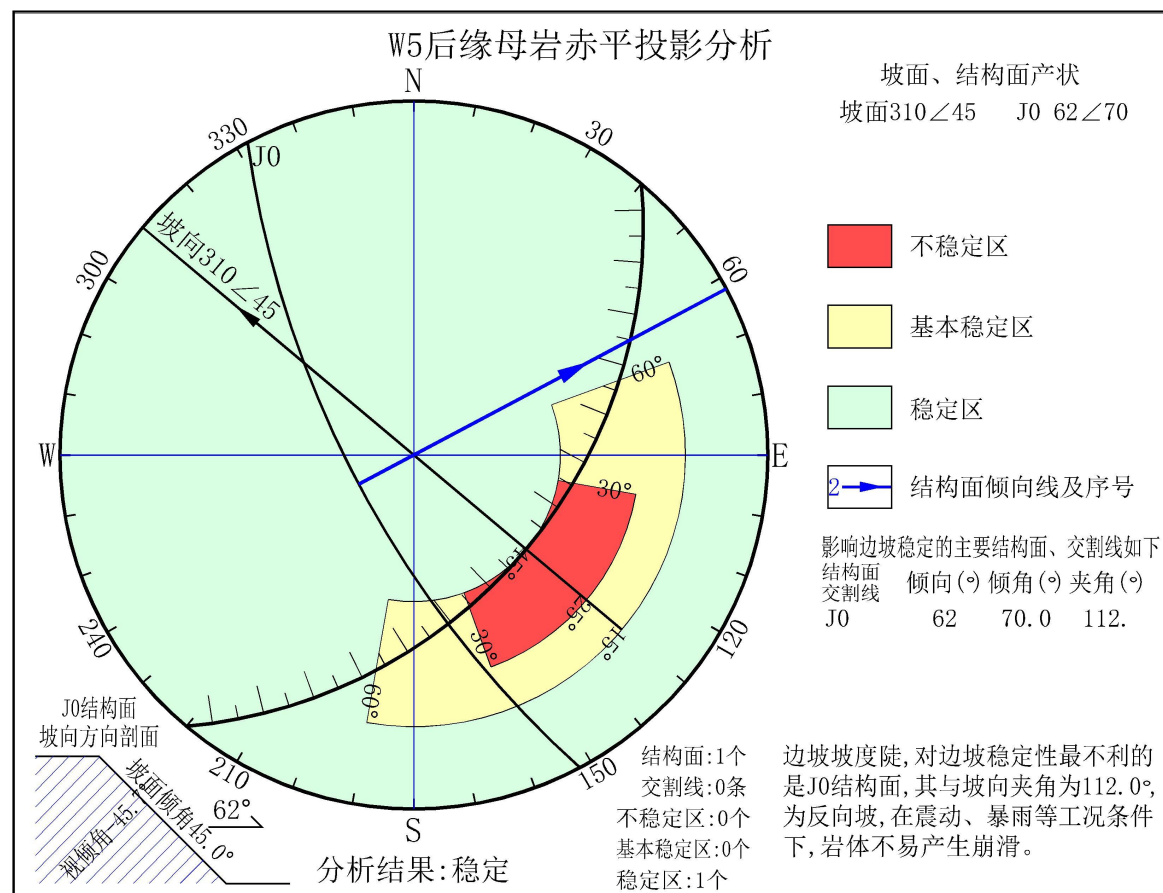


图 2-1 W5 危岩体清除后后缘母岩赤平投影分析图

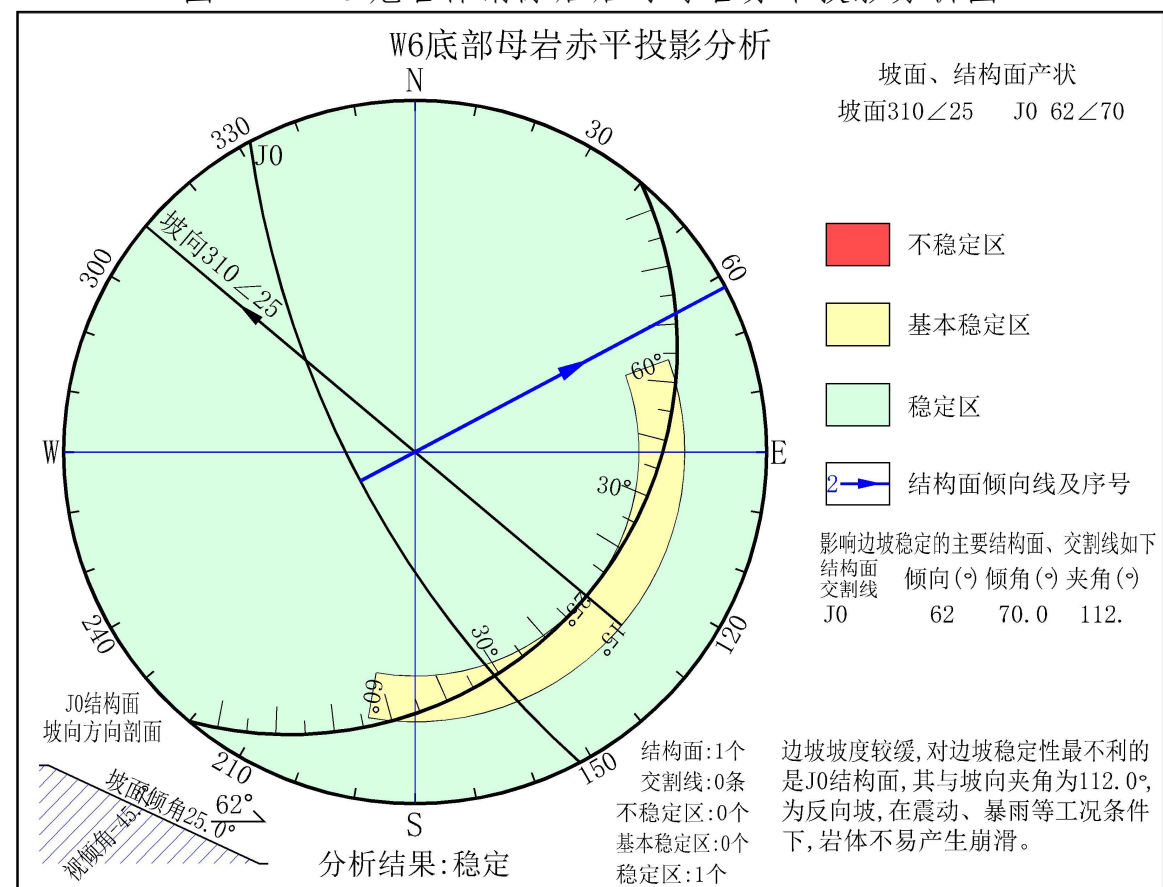


图 2-2 W6 危岩体清除后底部母岩赤平投影分析图

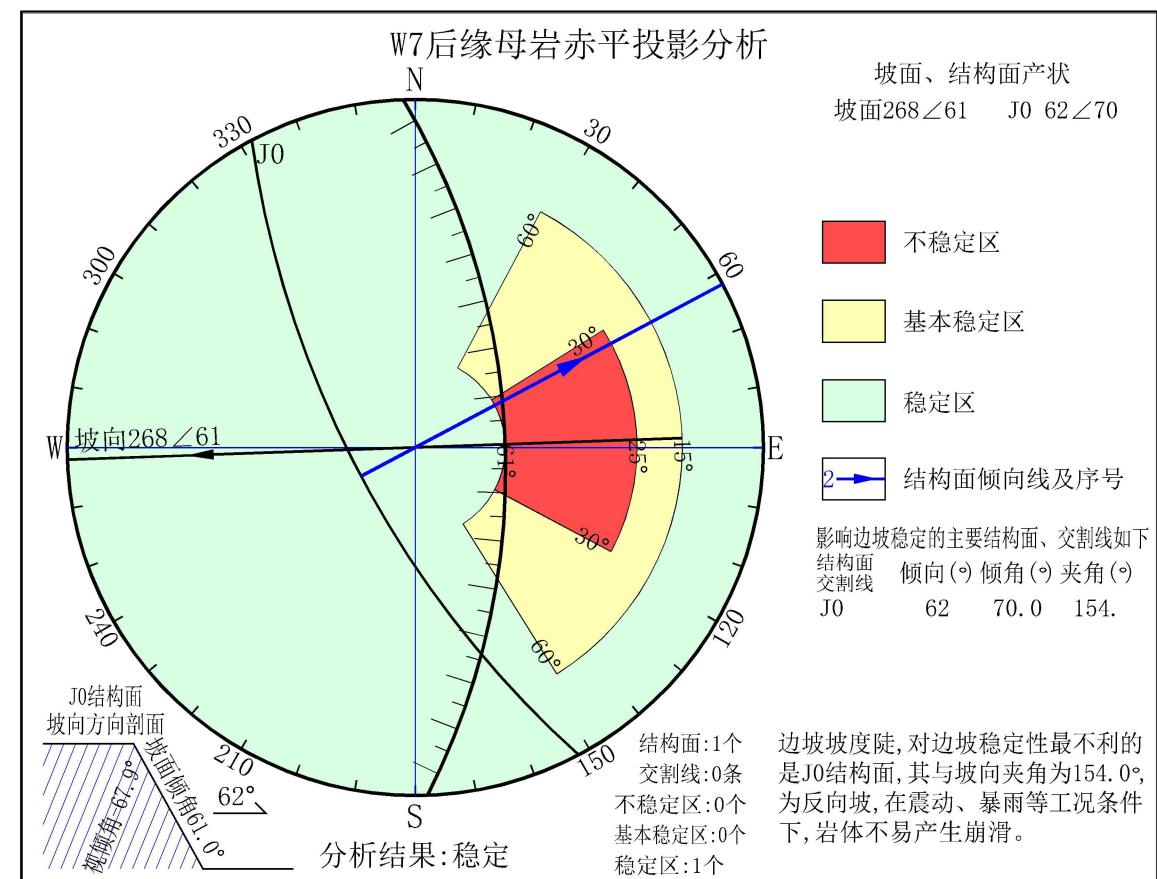


图 2-3 W7 危岩体清除后后缘母岩赤平投影分析图

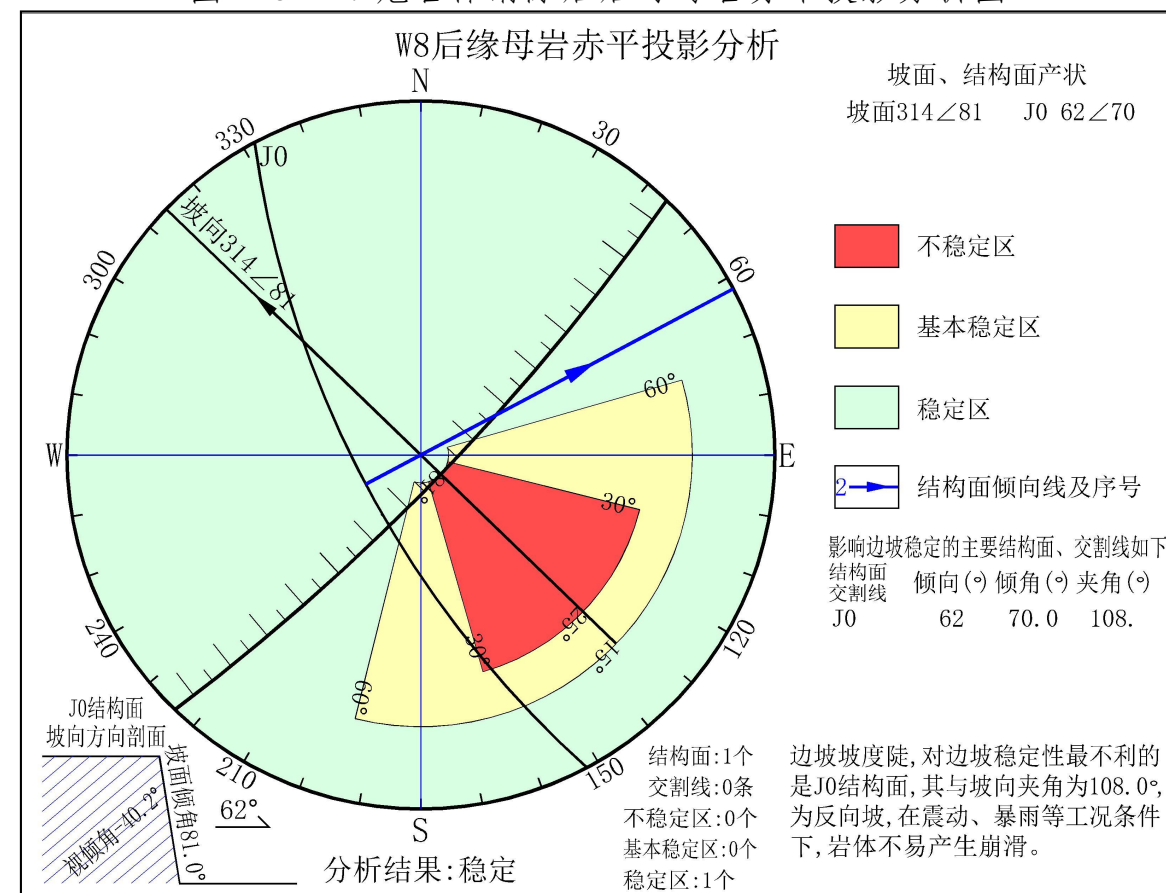


图 2-4 W8 危岩体清除后底部山体赤平投影分析图

2.3.5. 落地式施工脚手架设计及要求

本设计方案危岩施工安全防护主要利用脚手架和竹跳板对工作面采用全封闭式作业方式进行防护，并对施工难度大、危险性大的危岩采用锚杆联结钢绳及钢绳网进行防护。由于危岩体所处位置不同、施工空间不同，因此设计落地式施工脚手架进行施工治理。

落地式施工脚手架设计及要求：脚手架的搭设主要根据危岩体的分布情况、坡面特征、施工平台宽度及施工安全防护要求进行搭设，并对脚手架进行加固及防滑措施。为了保证脚手架的强度和稳固性，工作平台部分可根据工作面承重和防护需要对脚手架钢管间距、拉结绳、竹跳板进行加密。搭建脚手架及工作平台，脚手架起通行及防护作用，工作平台便于撬岩、破碎、搬运岩块，脚手架面积=脚手架平台高×（危岩体宽度+2×1.5）+脚手架平台高×（危岩体长度+1.25）×2，联结锚根据脚手架高度每1.5m布置一根，共布置两排，拉结绳的根数与联结锚的根数相同，生根锚根据脚手架宽度每1.5米布置一根，共布置两排。

根据危岩体所在山体特征及场地条件，对危岩体使用落地式脚手架辅助工程量情况见表 2-7、表 2-8。

表 2-7 脚手架辅助工程量一览表

危岩编号	高度 (m)	面积 (m ²)	Φ 20mm 联结锚（长度 1m/根）每 1.5m 布 1 根		Φ 12mm 拉结绳 （长度 5.0m/根）		Φ 25mm 生根锚（长度 1.5m/根）每 1.5m 布 1 根	
			长度（m）	数量（根）	长度（m）	数量（根）	长度（m）	数量（根）
W2	15.2	215.90	22.00	22	110.00	22	30.00	20
W3	20.5	184.50	30.00	30	150.00	30	21.00	14
W5	5.1	64.80	8.00	8	40.00	8	27.00	18
W7	7.7	142.50	12.00	12	60.00	12	39.00	26
W8	11.2	252.00	16.00	16	80.00	16	48.00	32
WQ2	7.4	85.90	12.00	12	60.00	12	27.00	18
WQ3	13.9	216.20	20.00	20	100.00	20	33.00	22
合计	81.00	1161.80	120.00	120	600.00	120	225.00	150

表 2-8 脚手架工作量统计一览表

序号	项目名称	单位	工作量
1	脚手架（双排，高度≤10m）	m ²	293.20
2	脚手架（双排，高度 10～20m）	m ²	684.10

3	脚手架（双排，高度 20～30m）		m ²	184.50
4	Φ 20mm 联结锚杆（1.0m/根）		根	120
5	Φ 12mm 拉结钢绳(5m/根)		m	600.00
6	Φ 25mm 生根锚杆（1.5m/根）		根	150
7	锚杆钻孔（直径 45mm）	120*0.75+150*1.0	m	240.00

落地式施工脚手架设计说明：

（1）落地式施工脚手架搭建位置的地面必须是平整，地基部分应垫平夯实，同时设置了专用的排水设备，保证底座达到标准要求，检验达标后才能正式搭设。

（2）脚手架顶部应比危岩体顶部高 1.5m 以上，工作平台宜比孔口平面低 1.2m～1.5m，宜采用钢管紧靠危岩体搭建，且与山体、脚手架可靠连接并成封闭状，底板和四周应按要求进行满铺，防止碎裂岩块的冲击和掉落。每清除一层危岩工作平台下移一层，层高≤1.5m，宽度≥1.0 m。

（3）工作平台与山体之间宜采用钢管、生根锚连接。

（4）脚手架施工平台的钢管应满足外径 48.3mm、壁厚 3.6mm、钢材强度等级 Q235-A 的条件。钢管表面应平直光滑，不应有裂纹、分层、压痕、划道和硬弯，新用的钢管要有出厂合格证。脚手架施工前必须将入场钢管取样，送有相应资质的试验单位，进行钢管抗弯、抗拉等力学试验，试验结果满足设计要求后，方可在施工中使用。

（5）本工程钢管脚手架的搭设使用可锻铸铁制作的扣件，应符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》(GB 15831)的要求，由有扣件生产许可证的生产厂家提供，不得有裂纹、气孔、缩松、砂眼等锻造缺陷，扣件的规格应与钢管相匹配，贴和面应干整，活动部位灵活，夹紧钢管时开口处最小距离不小于 5mm。钢管螺栓拧紧力矩达 65N·m 时不得破坏。

（6）采用封闭式作业方式，即在危岩施工平台的底部、正面及两个临空侧面利用 Φ 40mm 钢管脚手架支架平台，铺设和捆绑竹跳板形成封闭的作业系统，防止危石在解体过程发生崩落掉下。

（7）落地式施工脚手架设计及计算详见计算书 P11～P17。

（8）小于 20m 高度的落地式钢管脚手架，应在施工组织方案中说明搭设要求及方案；对搭设高度 20m～39m 落地式钢管脚手架及 1m～14m 的悬挑式脚手架，施工方须编制安全专项施工方案并经监理单位审批；对搭设高度 40m 及以上落地式钢管脚手架、架体高度 15m 及以上悬挑式脚手架，施工方须编制安全专项施工方案并经监理单位审批，同时应进行专家技术论证。专项方案编制和专家论证按照《危岩防治工程技术规范》（DB 45/T 1696-2018）中的 14.1.4 条执行，并参照住房与建设行业危险性较大的分部分项工程安全管理有关规定执行。

2.3.6. 施工临时安全防护设计及要求

本设计方案危岩施工安全防护主要是利用脚手架和竹跳板对工作面采用全封闭式作业方式进行防护，并对危岩体采用锚杆联结钢绳及钢绳网进行防护。危岩防护工程锚杆数量根据计算书得出，防护绳按危岩的（长+宽*2）为围长，然后乘以道数，防护网按剖面图得出的长度乘以危岩的围长。根据各个危岩体特征及场地条件，对清除的危岩体使用施工临时安全防护辅助工程量情况件表 2-9、表 2-10。

表 2-9 各危岩体治理施工临时安全防护工程量一览表

序号	危岩编号	施工临时安全防护工程			
		临时防护锚杆 $\varnothing$ 25mm, 钻孔直径 $\varnothing$ 50mm, L=2m（根）		临时 $\varnothing$ 8mm 防护钢绳网（m ² ）	临时 $\varnothing$ 14mm 防护钢丝绳（m）
		锚杆总数（根）	锚杆总长（m）		
1	WQ1(W1)	197	394	1911	17500
2	W2	94	188	115	1577
3	W3	20	40	10	120
4	W4	13	26	6	63
5	W5	30	60	35	353
6	W6	14	28	7	74
7	W7	63	126	136	1392
8	W8	91	182	260	2667
9	WQ2	38	76	32	400
10	WQ3	92	184	131	1741
11	WQ4	77	154	109	1481
12	WQ5	58	116	90	1092
总计		787	1574	2842	28460

表 2-10 施工临时安全防护工作量统计一览表

序号	项目名称		单位	工作量
1	$\varnothing$ 25mm 防护锚杆（2.0m/根）		根	787
2	锚杆钻孔（钻孔直径 $\varnothing$ 50mm）	787*1.7	m	1337.90
3	$\varnothing$ 14 防护钢绳长度		m	28460.00
4	$\varnothing$ 8mm 钢绳网		m ²	2842.00

施工临时安全防护设计说明：

1）钻孔前应对危岩体进行捆绑，捆绑宜采用 $\varnothing$ 14 钢丝绳在危岩体重心高度处及其上、下部位置进行捆绑，绳两端与 $\varnothing$ 25mm 锚杆联结固定在完整母岩上，钢丝绳绳索不宜少于三圈。钢丝绳的紧度应能调节，既能使危岩在施工过程中保持相对安全状态，又便于岩体开裂后的清理工作，捆绑钢丝绳应与地锚相连。

2）每根 $\varnothing$ 25mm 锚杆（单根锚杆锚固力 75kN），锚杆长 2m，锚固段长 1.7m，锚杆孔径 50mm；锚杆的间距主要受横向及纵向钢丝绳布置的影响，横向钢丝绳间距一般为 0.1～0.3m，一般中下部加密部位取小值，纵向钢丝绳间距要考虑破碎清除施工的方便，一般取 0.5m 左右。另外，一般情况下临时防护网顶部不宜设置锚杆，底部视具体情况设置锚杆。

3）危岩体裂隙发育、较破碎，宜进一步采用网目 200mm×200mm 的柔性钢绳网从临空侧包裹危岩体施工层，防止危岩体受破碎剂膨胀作用后发生掉块现象；柔性钢绳网不宜包裹过紧，便于危岩体受破碎剂膨胀作用发生胀裂后进行岩块的清理。

4）采用封闭式作业方式，即在危岩施工平台的底部、正面及两个临空侧面利用 $\varnothing$ 48.3mm 钢管脚手架支架平台，铺设和捆绑竹跳板形成封闭的作业系统，防止危石在解体过程发生崩落掉下。

2.3.7. 被动防护网防治治理工程设计

（1）被动防护网位置地质条件

本次项目区设计被动防护网布置位置灌木、小树林较多，树木直径≤5cm，砍伐面积占布置被动网场地面积约 70%，由于被动网钢柱基础开挖宽度约 0.8m，为了便于被动网的布置和安装，需清出 1 条宽约 1.5m 施工场地，总长约 381.00m，人工清

理坡面约 571.50m²。

(2) 柔性被动防护网防护能级

本次在坡脚处设置封闭式被动防护网拦挡崩落的石块。本工程的柔性被动防护网型号是以落石撞击能的大小确定，网高不仅满足柔性被动防护网所在位置落石弹跳高度，而且还需满足临近山体侧最高建筑物的高度（网高高于最高建筑物高度），以防止落石越过柔性被动防护网威胁建筑物和当地居民生命、财产安全，柔性被动防护网坡脚处放置的地形、高程位置综合考虑同时满足落石撞击能的大小、落石弹跳高度和设计柔性被动防护网网高高于临近最高建筑物的高度而确定。

根据不利剖面采用公式计算和软件模拟落石从最高点崩塌时滚下的落石滚落动能进行分析，确定被动防护网的型号、能级及高度。根据已崩落至坡脚的危岩体方量最大约 3.0m³，考虑安全性、经济性 & 被动防护网规格的选取，以滚下落石体积为 3.0m³ 考虑，当落石顺坡向运动时，落石的势能变化等于动能变化和克服摩擦所做的功。当落石的速度为零时，即表示落石停止运动，此时落石位置（堆积位置）高程与危岩体所处高程之差即为所求最大落距，落石从开始滚落到停止运动所经过的距离为最远运动距离。

拦石网规格的选择：所以设计都基于这个假设来进行设计，拦石网规格的选择主要依据落石碰撞拦石网能量的大小决定：

$$E=0.6mV_t^2$$

E—危岩落石的平均动能；

m—危岩落石的质量；

V_t—危岩落石的碰撞拦石网的速度。

根据最不利剖面的计算和采用 Rocfall 软件模拟落石（1000 次）运动轨迹结果，及考虑被动防护网规格的优化、放置位置，结合临近山体的现状建构物分布和建构物筑最大高度情况分析，最终结果汇总一览表见表 2-11。

表 2-11 不利剖面的落石计算和软件模拟 1000 次结果汇总一览表

剖面 编号	模拟 落石 方量 (m ³)	斜坡坡 度(°)	被动防 护网放 置高程 (m)	计算的 弹跳高 度 h(m)	模拟落 石至被 动网处 弹跳高 度 H(m)	计算落石 至被动网 处撞击动 能 P(kJ)	模拟落石 至被动网 处撞击动 能 P(kJ)	拟采用被 动防护网 能级 (kJ)	拟设置防 护网高 度 (m)	备注
1-1'	3.0	3~84	184.00	3.00	3.30	2338.52	1771.59	3000	5	网高 考虑 临近 建筑 物高 度， 网高 于最 大建 筑物 高度
2-2'	3.0	5~69	179.00	1.77	1.92	2251.16	1134.34	3000	4	
3-3'	3.0	4~80	182.65	3.57	0.32	1856.91	1179.36	2000	5	
5-5'	3.0	6~80	186.00	3.59	1.82	1820.73	1093.72	2000	5	
7-7'	3.0	8~89	185.00	3.77	3.61	1567.05	1817.62	2000	5	

根据西南面山体 8-8' 地质剖面 3m³(质量 7408.16kg) 落石的公式计算及模拟落石（1000 次）运动轨迹轨迹得知（详见计算书），该剖面上的落石不会威胁到村庄，故此处不布设被动防护网。根据计算及软件模拟结果，结合山体落石分布规模及特征，为防护山下居民的生命和财产的安全，在马山县白山镇兴华村板上屯西至东侧山体坡脚处设置 3 道不连续（端部重叠长度 5.0m）被动防护网拦挡崩落的石块，被动网型号是以落石撞击能的大小确定，网高不仅考虑了防护网所在位置落石弹跳高度，而且还考虑了临近山体侧最高建筑物屋顶高程（180.15~185.75m），网的顶部高高程需大于建筑物屋顶最大高程，以防落石越过网威胁建筑物和人民生命、财产安全，因此网高以防护网所在位置落石弹跳高度和临近山体侧最高建筑物综合确定。考虑安全性、经济性和被动网与现状建筑物高度和相对位置以及需预留当地居民上山出入口，结合计算落石和软件模拟落石滚落撞击动能和弹跳高度进行分析，选用的被动防护网型号为 PPS-200/DB/A 及 PPS-300/DB/A, 被动网使用耐久年限为 30 年。具体分析详见施工图设计计算书，具体分布位置及拐点坐标详见附图 DZSJ01-01 施

工图设计平面图，被动防护网参数及工作量见表 2-12、工程量见 2-13。

表 2-12 被动防护网参数及工作量一览表

型号	网型	结构配置	主要防护功能	工程量	备注
PPS-300/DB/A	RN/19/3/300	钢柱+支撑绳+拉锚绳+柔性金属网+环形消能装置〔钢柱（间距 10m），带环式消能装置的Φ22 上下支撑绳、Φ20 “人”字形上拉锚绳和Φ20 侧拉锚绳，RN/19/3/300 环形网，双绞六边形网（DT/2.2/80×100）。	拦截撞击能 3000kJ 以内的落石。	布设的高程为 184.00m，总长：62.00m，高 5.0m，总面积 372.00m ² 。	拐点编号：A1～A8 段
				布设的高程为 179.00m，总长：66.00m，高 4.0m，总面积 330.00m ² 。	拐点编号：A9～A19 段
PPS-200/DB/A	RN/16/3/300	钢柱+支撑绳+拉锚绳+柔性金属网+环形消能装置〔钢柱（间距 10m），带环式消能装置的Φ22 上下支撑绳、Φ18 “人”字形上拉锚绳和Φ18 侧拉锚绳，RN/16/3/300 环形网，双绞六边形网（DT/2.2/80×100）。	拦截撞击能 2000kJ 以内的落石。	布设的高程为 180～185m，总长：84.00m，高 5.0m，总面积 504.00m ² 。	拐点编号：B1～B10 段
				布设的高程为 186.00m，总长：71.00m，高 5.0m，总面积 426.00m ² 。	拐点编号：B11～B17 段
				布设的高程为 185.00m，总长：98.00m，高 5.0m，总面积 588.00m ² 。	拐点编号：B18～B30 段

本项目设计清理完识别的危岩后，考虑到可能坡上仍存在未识别危岩，故拟在坡脚设置被动防护网进行防护，因此本设计的年限为被动防护网的使用年限。根据《危岩防治工程技术规范》（DB45/T 1696-2018）及《边坡柔性防护网系统》（JT/T 1328-2020），柔性防护网工程设计使用年限应与生产厂家给定的产品使用寿命一致，本项目采用的 PPS-200/DB/A 型及及 PPS-300/DB/A 型被动防护网,其耐久年限为 30 年。

表 2-13 被动防护网工程量一览表

项目名称			单位	工程量
PPS-200/DB/A （高 5m）	被动网钢柱及锚杆基础	土方开挖（不放坡）	m ³	52.74
		钢柱 C30 砼基础（单个方量 0.48m ³ ,共 26 个钢柱）	m ³	12.48
		连接段钢柱 C30 砼基础(单个方量 0.48m ³ ,共 2 个钢柱)	m ³	0.96

项目名称			单位	工程量
		钢柱基础钢筋（Φ14，每个钢柱用量 0.0044t，共 28 个钢柱）	t	0.123
		钢柱基础钢筋（Φ12，每个钢柱用量 0.0179t，共 28 个钢柱）	t	0.501
		上拉锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.6m ³ ，共 29 个）	m ³	17.40
		侧拉锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.75m ³ ，共 2 个）	m ³	1.50
		中间加固锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.6m ³ ，共 4 个）	m ³	2.40
		连接段锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.75m ³ ，一个连接段共 12 个砼基础，现有两个连接段）	m ³	18.00
	被动网（5+1m）	环形网（网型 RN/16/3/300/5×5/T）总长：84+71+98=253m	m ³	1518.00
	上拉锚杆	Φ18mm 钢丝绳锚杆（4.3m/根，共 29 根）	m ²	124.70
	侧拉锚杆	Φ18mm 钢丝绳锚杆（5.3m/根，共 2 根）	m	10.60
	中间加固锚杆	Φ18mm 钢丝绳锚杆（4.3m/根，共 4 根）	m	17.20
	连接段锚杆	Φ18mm 钢丝绳锚杆(5.3m/根，一个连接段共 12 根，现有两个连接段)	m	127.20
PPS-300/DB/A （高 5m）	被动网钢柱及锚杆基础	土方开挖（不放坡）	m ³	19.62
		钢柱 C30 砼基础（单个方量 1.44m ³ ,共 8 个钢柱）	m ³	11.52
		钢柱基础钢筋（Φ14，每个钢柱用量 0.0140t，共 8 个钢柱）	t	0.112
		钢柱基础钢筋（Φ12，每个钢柱用量 0.0435t，共 8 个钢柱）	t	0.348
		上拉锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.6m ³ ，共 9 个）	m ³	5.40
		侧拉锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.625m ³ ，共 2 个）	m ³	1.50
		中间加固锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.5m ³ ，共 2 个）	m ³	1.20
	被动网（5+1m）	环形网（网型 RN/16/3/300/5×5/T）总长：62m	m ²	372.00
	上拉锚杆	Φ20mm 钢丝绳锚杆（4.3m/根，共 9 根）	m	38.70
	侧拉锚杆	Φ20mm 钢丝绳锚杆（5.3m/根，共 2 根）	m	10.60
	中间加固锚杆	Φ20mm 钢丝绳锚杆（4.3m/根，共 2 根）	m	8.60
PPS-300/DB/A （高 4m）	被动网钢柱及锚杆基础	土方开挖（不放坡）	m ³	19.62
		钢柱 C30 砼基础（单个方量 1.44m ³ ,共 8 个钢柱）	m ³	11.52
		钢柱基础钢筋（Φ14，每个钢柱用量 0.0140t，共 8 个钢柱）	t	0.112

项目名称			单位	工程量
		钢柱基础钢筋（Φ12，每个钢柱用量 0.0435t，共 8 个钢柱）	t	0.348
		上拉锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.6m³，共 9 个）	m³	5.40
		侧拉锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.625m³，共 2 个）	m³	1.50
		中间加固锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.5m³，共 2 个）	m³	1.20
	被动网（4+1m）	环形网（网型 RN/16/3/300/5×5/T）总长：66m	m²	330.00
	上拉锚杆	Φ20mm 钢丝绳锚杆（4.3m/根，共 9 根）	m	38.70
	侧拉锚杆	Φ20mm 钢丝绳锚杆（5.3m/根，共 2 根）	m	10.60
	中间加固锚杆	Φ20mm 钢丝绳锚杆（4.3m/根，共 2 根）	m	8.60
被动网布置区域清表（宽 1.5m）		人工砍挖小树林(直径≤5cm),砍伐面积占场地面积 70%，长度 381.00m	m²	571.50

本次柔性被动网主要针对危岩体不大于 3m² 进行设计的，场地内排查出的危岩采用机械破碎+静态破碎+人工锤击楔裂的方式全部清除。

2.3.8. 施工便道

危岩体位于马山县白山镇兴华村板上屯东南侧至西南侧山体中部及中上部，山下为当地居民的生活区，施工材料及机械可通过屯内道路运达临时施工用地点，交通较便利。由于临时施工用地点与危岩治理区之间无运输道路，施工机械及材料无法到达危岩治理点，需修建施工便道至危岩体所在部位，为尽可能的减少施工对当地居民的影响，设计施工路线避开居民房，以马山县白山镇兴华村板上屯南侧村级道路开始，往西南至东南侧山体各修建 3 条宽约 1.2m 的上山施工便道，其中从东南侧山体坡脚村级道路修建通往 W8 危岩点的施工便道长约 144.30m；从西南侧山体及南侧山体之间的村级道路修建通往 W4～W7 危岩点及 W2～W5 危岩群的施工便道长约 321.40m；从西南侧山体及南侧山体之间的村级道路修建通往 W2～W3 危岩点及 WQ1（W1）危岩群的施工便道长约 48.50m。施工便道总长约 514.20m，人工清理坡面约 617.04m²。

2.3.9. 施工材料二次搬运及废石处理

据调查，有空地可供废石临时堆放，清除后的废石通过人工搬运送到山脚，至临时堆放场进行堆放。临时堆放场地稍做平整，必须保证堆放区基座母岩稳定的前提下

才可进行堆放。设置 2 处堆放区域，位于板上屯南面及东面的空旷地（具体位置见附图 1 施工图设计平面布置图），堆放废石小于 225.00m³，废石对堆放场单位面积上的压强约为 215KPa，堆砌石块高度控制在 1.50m 以下，平均垒高小于 1.20m，设计堆砌区长约 15.00m，宽约 10.00m，堆放面积约 150.00m²，临时堆放场块石堆放满后需立即运走。如当地居民利用破碎清除的块石，必须在保证安全的情况下，才能使用，且要尽量避免块石堆放造成对土地的压占破坏或产生新危岩，剩余块石由施工单位负责将其运输，暂定外运至马山县电白小学西北面空地，运输距离按 5.0km 计算，临时堆放场推荐位置详见设计总平面图，堆放场现状照片见照片 2-1、2-2。

表 2-14 临时堆放场面积及临时堆放量一览表

堆放场编号	堆放场长度	堆放场宽度	堆放场面积	场地码放废石方量
	m	m	m²	m³
1#废石临时堆放场	15.00	10.00	150.00	225.00
2#废石临时堆放场	15.00	10.00	150.00	225.00
总计：	30	20	300	450.00

表 2-15 堆放场下覆灰岩参数一览表

类别	工况	重度 KN/m³	地基承载力设计值 (kpa)
灰岩	天然	24.0	2500
	饱和	24.2	2400

由于 WQ1 临近道路旁，其施工材料、废石等可直接用机械设备进行运输，其余危岩点或危岩群的施工材料、设备和废石均采用人工运输。施工材料二次搬运根据工作面的高差及折平系数确定，即施工材料二次搬运工作量=工作面高差×运输折平系数。

各施工材料及废石上下山搬运工程量见下表 2-16～表 2-17。

表 2-16 废石（山上至山下或索道运输点）搬运工程量表

人力搬运 废石	1、W7 至 1#废石临时堆放（运输距离 304.10m，平均坡度 47°，折平系数为 1.9，折平运距为 577.80m）	m³	151.20
	2、W4～W6 危岩点及 WQ2～WQ5 危岩群至 1#废石临时堆放（运输距离 98.70m，平均坡度 43°，折平系数为 1.9，折平运距为 187.53m）	m³	264.03
	3、W2～W3 危岩点至 1#废石临时堆放（运输距离 144.00m，平均坡度 30°，折平系数为 1.3，折平运距为 187.20m）	m³	81.39

	4、W8 至 2#废石临时堆放（运输距离 144.30m，平均坡度 50°，折平系数为 1.9，折平运距为 274.20m）	m ³	392.00
--	--	----------------	--------

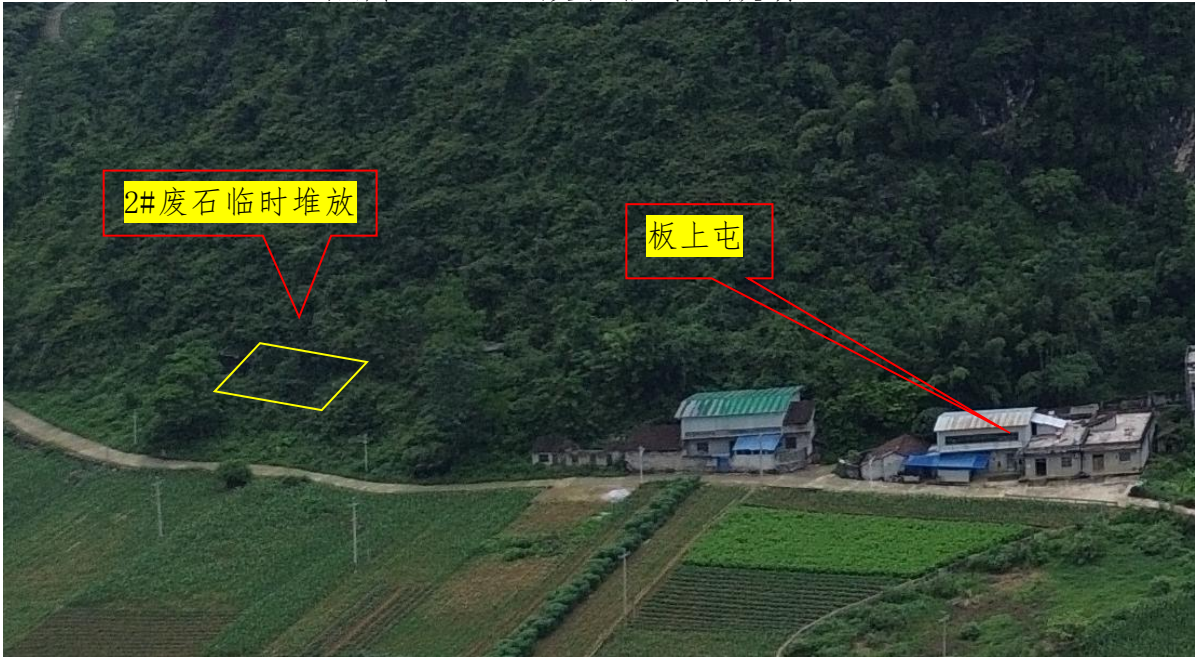
表 2-17 人工二次搬运工程量表

序号	项目名称			单位	工程量
1	机械二次运输材料	工地仓库至南侧坡脚道路	人工装农用车运输水泥（运输距离 517m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 467m）	t	0.968
2			人工装农用车运输钢材（运输距离 517m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 467m）	t	30.489
3			人工装农用车运输砂（运输距离 517m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 467m）	m ³	1.84
4			人工装农用车运输静爆剂（运输距离 517m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 467m）	t	5.747
5		工地仓库至东侧坡脚道路	人工装农用车运输水泥（运输距离 304m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 254m）	t	0.138
6			人工装农用车运输钢材（运输距离 304m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 254m）	t	3.551
7			人工装农用车运输砂（运输距离 304m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 254m）	m ³	0.26
8			人工装农用车运输静爆剂（运输距离 304m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 254m）	t	9.616
9		南侧坡脚道路至 W7 危岩点	人力搬运水泥（运输距离 304.10m，平均坡度 47°，折平系数为 3.5，折平运距为 1064.35m）	t	0.099
10			人力搬运钢材（运输距离 304.10m，平均坡度 47°，折平系数为 3.5，折平运距为 1064.35m）	t	1.961
11			人工装运砂（运输距离 304.10m，平均坡度 47°，折平系数为 3.5，折平运距为 1064.35m）	m ³	0.19
12			人力搬运静爆剂（运输距离 304.10m，平均坡度 47°，折平系数为 3.5，折平运距为 1064.35m）	t	3.274
13	人工二次搬运	南侧坡脚道路至 W4~W6 危岩点及 WQ2~WQ5 危岩群	人力搬运水泥（运输距离 98.70m，平均坡度 43°，折平系数为 3.5，折平运距为 345.45m）	t	0.448
14			人力搬运钢材（运输距离 98.70m，平均坡度 43°，折平系数为 3.5，折平运距为 345.45m）	t	7.514
15			人工装运砂（运输距离 98.70m，平均坡度 43°，折平系数为 3.5，折平运距为 345.45m）	m ³	0.85
16			人力搬运静爆剂（运输距离 98.70m，平均坡度 43°，折平系数为 3.5，折平运距为 345.45m）	t	0.477
17		南侧坡脚道路至 W2~W3 危岩点	人力搬运水泥（运输距离 48.50m，平均坡度 30°，折平系数为 1.8，折平运距为 87.30m）	t	0.448
18			人力搬运钢材（运输距离 48.50m，平均坡度 30°，折平系数为 1.8，折平运距为 87.30m）	t	7.547
19			人工装运砂（运输距离 48.50m，平均坡度 30°，折平系数为 1.8，折平运距为 87.30m）	m ³	0.85
20			人力搬运静爆剂（运输距离 48.50m，平均坡度 30°，	t	1.997

序号	项目名称			单位	工程量
			折平系数为 1.8，折平运距为 87.30m）		
21	东侧坡脚道路至 W8 危岩点		人力搬运水泥（运输距离 144.00m，平均坡度 50°，折平系数为 3.5，折平运距为 504.00m）	t	0.138
22			人力搬运钢材（运输距离 144.00m，平均坡度 50°，折平系数为 3.5，折平运距为 504.00m）	t	3.551
23			人工装运砂（运输距离 144.00m，平均坡度 50°，折平系数为 3.5，折平运距为 504.00m）	m ³	0.26
24			人力搬运静爆剂（运输距离 144.00m，平均坡度 50°，折平系数为 3.5，折平运距为 504.00m）	t	9.616



照片 2-1 1#废石临时堆放场



照片 2-2 2#废石临时堆放场

3. 施工组织设计

3.1. 施工条件

3.1.1. 交通条件

危岩位于马山县白山镇兴华村板上屯东南侧和西南侧山体，属南宁市管辖，施工材料及机械有水泥路通往山脚，但危岩点无道路通达，可通过施工便道，人工搬运施工材料及机械设备至各危岩点。

3.1.2. 水电供应

治理工程下方为马山县白山镇兴华村板上屯，施工临时公棚可搭建板上屯球场中，供施工机械设备的放置，治理地段有电网配套，电力较充沛，可保证施工用电，施工用水量不大，可外接居民自来水接通施工现场。

3.1.3. 施工场地条件

施工区与山脚的地面高差较大，山体坡度较陡，危岩所处地质条件中等~复杂，施工条件较差，施工难度较大。

3.2. 主要施工机械设备及材料

本工程施工选用的机械设备主要有：自卸式载重汽车、起重机、钢筋切割机、钢筋调直机、钢筋弯曲机、千斤顶、混凝土搅拌机、灰浆搅拌机、插入式振捣棒、电焊机、风钻等。

3.3. 材料堆放及上下山运输

由于危岩治理工程施工作业主要在山体上，施工场地较狭小，施工材料应选择专门的区域进行堆放，避免造成场地拥挤，影响施工安全。施工场地位于高陡的岩壁上，通行条件极差，本次北西侧和北侧山体对材料、设备和废石的运输通过施工便道、爬梯或其它简易通道采用人工搬运至各危岩施工点。

- (1) 施工脚手架：采取人工运输至各施工点，然后搭设脚手架施工平台；
- (2) 废石：清除后的危岩采用人工运输至山脚后外运寻找场地堆放。
- (3) 施工材料、机械：通过施工便道、爬梯或其它简易通道采用人工搬运至各施

工点。

3.4. 施工顺序与进度

本工程分两期进行施工，各期施工工序如下：

1、一期危岩治理工程

(1) 施工前后应按如下顺序操作进行：

- 1) 施工前首先要建立完善防治区地质灾害监测网，为制定防灾预警和工程施工过程中进行反馈设计积累监测数据资料；
- 2) 安装柔性被动防护网及脚手架施工平台；
- 3) 实施主体工程

(2) 机械破碎施工

①清除前应对危岩体 W1（WQ1）进行捆绑。捆绑宜采用Φ14 钢丝绳在危岩体重心处及其上、下部位置进行捆绑，钢丝绳绳索不宜少于三圈，横向钢丝绳分布间距一般为 30cm，纵向钢丝绳分布间距为取 50cm，钢丝绳松紧度应能调节，既能使危岩在施工过程中保持相对安全状态，又便于岩体开裂后的清理工作。捆绑钢丝绳应与岩地锚相连，同时在道路另一侧设置临时围护，材料为钢板+脚手架。

②采用自上而下分层分台阶的方式进行破碎，即从道路旁开始，按危岩所处坡度（55°）从上而下清除，分层施工厚度为 0.3m，每隔 10.0m 高度设置台阶，直至危岩底部为止。

③清除运输完一层岩块后，方可进行下一层施工，下一层施工前需解除相邻一道横向钢丝绳，在再进行清除工作。

设计一期危岩治理工程施工计划工期约为 55 天，各项任务工作时间计划详见《进度计划横道图》表 3-1。

表 3-1 本工程一期危岩崩塌地质灾害治理进度计划横道图

分项工程		施工计划工期（天）					
编号	分项工程	10	20	30	40	50	60
1	施工监测工程						

分项工程		施工计划工期（天）					
编号	分项工程	10	20	30	40	50	60
2	柔性被动防护网 (PPS-200/DB/A)						
5	临时防护措施						
7	机械破碎清除 W1 (WQ1)						
8	辅助工程拆除、退场						

2、二期治理工程

（1）施工前后应按如下顺序操作进行：

- 1）施工前首先要建立完善防治区地质灾害监测网，为制定防灾预警和工程施工过程中进行反馈设计积累监测数据资料；
- 2）安装柔性被动防护网及脚手架施工平台；
- 3）实施主体工程

（2）松动危岩人工锤击楔裂清除施工

- ①对于尺寸≤20cm×20cm×40cm 的坡面松动块石，可直接采用人工搬运至废石临时堆放点；
- ②对于尺寸>20cm×20cm×40cm 的坡面松动块石，以人工锤击楔裂将危岩分解成≤20cm×20cm×40cm 岩块后，采用人工搬运至废石临时堆放点；
- ③危岩清除注意事项：清除危岩应从上往下、从外往里清。以人工锤击楔裂清除为主，在清除危岩的过程中，必须设置临时防护网等临时拦防措施，防止清除的危岩往下方滚落，保证下方建筑及施工人员安全。

（3）危岩体静态破碎

对危岩采用自上而下台阶法静态破碎，在实施静态破碎前，先搭架子平台，对危岩采取钢绳捆绑、挂网及加密竹跳板等安全防护措施，以防止失稳崩塌，以确保施工场地的安全。每次爆石后要将碎裂岩块清理干净，再对下一台阶进行静态破碎。

本项目推荐危岩治理顺序为：W3→W2→W4→WQ4→W5→WQ5→W6→WQ3→WQ2→W7 →

W8。设计危岩治理工程施工计划工期约为 50 天，各项任务工作时间计划详见《进度计划横道图》表 3-1。

表 3-1 本工程二期危岩崩塌地质灾害治理进度计划横道图

分项工程		施工计划工期（天）				
编号	分项工程	10	20	30	40	50
1	施工监测工程					
2	施工准备 (修建施工便道)					
3	柔性被动防护网 (PPS-300/DB/A)					
4	脚手架施工					
5	临时防护措施					
6	静态破碎及人工破碎 清除危岩 W2~W8、 WQ2~5					
7	辅助工程拆除、退场					

3.5. 施工技术要求及注意事项

3.5.1. 基本要求

- （1）按设计进行施工放样；
- （2）施工时应搭设拦板等临时防护措施，防止坡顶施工滚落的石块对下部施工人员造成伤害；
- （3）按工程需要进行备料，选用材料的型号、规格要符合设计要求，有产品合格证和质检单；
- （4）砂、石料的杂质和有机质的含量应符合《混凝土结构工程施工及验收规范》（GB50204-92）及《砌体结构设计规范》（GB50003-2001）的有关规定；
- （5）要求采用信息法施工，施工过程中如地质情况变化较大与设计不相附合，请及时通知勘察、设计等部门处理，未尽事宜按《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2012）、《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）及相关规范、规

程要求执行。

3.5.2. 被动防护网技术及施工要求

3.5.2.1. 被动网防护的布置

一般布置于山体临近坡脚处平缓、较平整地段，避开较大的地形起伏，同一道被动防护网垂直于坡面设置在同一等高线上，走向为水平直线，设置于临近坡脚不仅能有效防止被动防护网以上的小块危岩崩落威胁山下建筑物和村民，而且减少了施工难度。

被动防护网高度，一般不能低于前两排构建筑物高度并满足缓冲距离；不能过高而使防护能级过高且要满足被动防护网下方危岩全部清除；被动防护网重叠长度，当被动防护网布置较长且有人员进出需求时，应设置进出口，重叠长度按照《危岩防治工程技术规范》规范 12.3.1 条要求不应小于 5m；为防止落石从被动防护网底部冲出，应在底部预留 1 m 以上的反卷环形网、双绞六边形网和格栅网并采用碎块石压实。

3.5.2.2. 一般要求

边坡柔性防护网系统中的钢丝,钢丝绳及其制品，其防腐性能要求见表 3-2，同腐蚀环境下不同镀层使用年限可参考《边坡柔性防护网系统》（JT/T 1328-2020）附录 B。

边坡柔性防护网系统中钢铁制件的防腐性能应满足 CB/T 13912 的要求，且应满足表 3-2 的要求。边坡柔性防护网系统中构件应便于安装和更换，宜为可独立更换单元。

表 3-2 防腐性能要求

金属镀层	金属镀层等级	样品在中性盐雾测试环境中暴露时间（h）	表面和出现的红锈面百分比（%）
Zn	B	200	≤5
	AB	350	≤5
	A	500	≤5
Zn-5%AI	B	500	≤5
	AB	700	≤5
	A	1000	≤5
Zn-10%AI	B	1000	≤5
	AB	1400	≤5
	A	2000	≤5
注：用于中性盐雾测试的样品为构件成品或从成品中截取，且包含构件的全部主材。			

不同腐蚀环境下不同镀层参考使用年限可参考下表 3-3。

表 3-3 不同腐蚀环境下不同镀层参考使用年限

腐蚀环境等级（与 GB/T19292.1 一致）	金属镀层	金属镀层等级	参考使用年限（年）
低侵蚀 (C2) 温带地区,低污染(SO ₂ ≤5 μg/m ³) 大气环境(如乡村、小镇); 干冷地区,潮湿时间短的大气环境(如沙漠、亚北极地区)	Zn	A	25
	Zn-5%AI	B A	25 50
	Zn-10%AI	B A	50 120
中等侵蚀 (C3) 温带地区,中度污染(5 μg/m ³ ≤SO ₂ ≤30 μg/m ³)或氯化物有些作用的大气环境(如城市地区、低氯化物沉积的沿海地区); 亚热带和热带地区,低污染大气环境	Zn	A	10
	Zn-5%AI	B A	10 25
	Zn-10%AI	B A	25 50
高侵蚀 (C4) 温带地区,重度污染(30 μg/m ³ ≤SO ₂ ≤90 μg/m ³)或氯化物有重大作用的大气环境(如污染的城市地区、工业地区、没有盐雾或没有暴露于融冰盐强烈作用下的沿海地区)	Zn-5%AI	A	10
	Zn-10%AI	B A	10 25
注：参考使用年限仅供参考，实际使用年限受众多不可控因素影响会有一定的差异。			

参照表 3-3，结合本项目场地所在地，腐蚀环境等级属于低侵蚀(C3)，本项目柔性防护网系统中钢铁制件采用 Zn-5%AI 金属镀层，金属镀层等级为 A，参考使用年限（年）为 25 年。

3.5.2.3. 系统

被动防护系统的标称防护能级应满足表 3-4 的规定。

表 3-4 被动防护系统标称防护能级

类型	被动防护网							
型号	PPS-025	PPS-050	PPS-075	PPS-100	PPS-150	PPS-200	PPS-300	PPS-500
标称防护能级(kJ)	250	500	750	1000	1500	2000	3000	5000

被动防护系统容许缓冲距离应满足表 3-5 的规定。

表 3-5 被动防护系统容许缓冲距离

类型	被动防护网							
型号	PPS-025	PPS-050	PPS-075	PPS-100	PPS-150	PPS-200	PPS-300	PPS-500
容许缓冲距离（m）	5	6	7	8	9	10	12	15
注:容许缓冲距离的定义参见 TB/T3449。								

柔性被动防护网应进行易维修性等级分级，分级标准见《边坡柔性防护网系统》

(JT/T 1328-2020) 附录 A。

3.5.2.4. 构件

1、环形网

(a) 单个环应由单根钢丝盘结而成，除边缘环孔外，每个环应与其周边的环相扣联。

(b) 盘绕编织的环至少应采用紧固件在均匀分布的三处紧固，且其中一个紧固点应位于两端头的搭接处；缠绕编织的环在两端头的搭接处应采用紧固件紧固。

(c) 成环后的钢丝不应有明显的松脱、分离和机械损伤。

(d) 盘绕编织的环的钢丝两端头搭接长度不应小于 100mm，缠绕编织的环的钢丝两端头搭接长度不应小于 50mm。

(e) 网片尺寸负误差不应大于 50mm，正误差不应大于一个网孔直径，网孔尺寸不应大于其相应型号网片中的标称值。

(f) 网片的抗拉强度，抗顶破力及环链的最小破断力应满足其配套系统的技术要求。

2、双绞六边形网

(a) 钢丝不应有明显机械损伤、锈蚀、断丝现象。

(b) 网片尺寸误差应符合 YB/T4190 的有关规定，网孔尺寸正误差不应大于 14% 且应满足 YB/T4190 的有关规定。

(c) 网片的抗顶破力、抗拉强度应满足其配套系统的技术要求。

3、环式消能装置

(a) 消能装置外观不应有明显机械损伤。

(b) 消能装置的静力启动荷载、标称能量吸收能力和动力启动荷载应满足其配套系统的技术要求。

(c) 消能装置的防腐性能应满足一般要求中第一点及第二点要求。

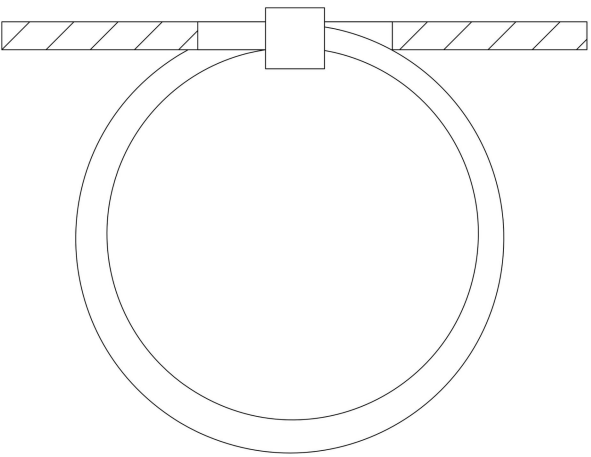


图 3-1 环式消能装置结构示意图

4、连接构件

(a) 卸扣应符合 CB/T 25854 的要求，其防腐性能应满足一般要求中第二点要求。

(b) 绳卡应符合 GB/T 5976 的要求，其防腐性能应满足一般要求中第二点要求。

(c) 其他连接构件应符合其相应的标准或规定要求。

5、钢柱

(a) 如遇到土质地基时，基坑开挖后，PPS-200/DB/A 被动防护网钢柱基座采用现浇钢筋混凝土基础，基础长 800mm，宽 600mm，深 1000mm。地脚螺栓锚杆采用直径 $\Phi 32$ 螺纹钢筋，杆长 1.0m，埋入钢筋混凝土基础 0.9m；PPS-300/DB/A 被动防护网钢柱基座采用现浇钢筋混凝土基础，基础长 800mm，宽 600mm，深 3000mm。地脚螺栓锚杆采用直径 $\Phi 32$ 螺纹钢筋，杆长 3.0m，埋入钢筋混凝土基础 2.9m。

如遇到硬质基岩地基时，PPS-200/DB/A 被动防护网钢柱基座采用直径 $\Phi 32$ 地脚螺栓锚杆，杆长 1.5m，入岩深度 1.4m，钻孔直径 45mm；PPS-300/DB/A 被动防护网钢柱基座采用直径 $\Phi 32$ 地脚螺栓锚杆，杆长 3.0m，入岩深度 2.9m，钻孔直径 45mm。对覆盖层不厚的地方，当开挖至基岩而尚未达到设计深度时，则可在基坑内的锚孔位置处钻凿锚杆孔，待锚杆插入基岩并注浆后才灌注上基础 C30 砼。

(b) 预埋锚杆并灌注基础 C30 砼(对岩石基础，应为钻凿锚杆孔和锚杆安装，

对砼基础，亦可在灌注基础砼后钻孔安装锚杆)。

(c) 基座安装: 将基座套入地脚螺栓并用螺母拧紧， 并做防腐处理。

6、绳夹

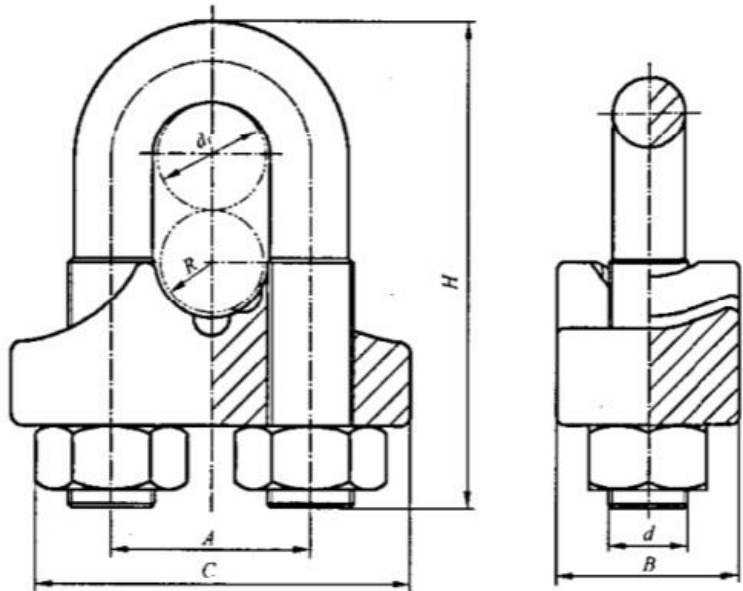


图 3-2 绳夹示意图

被动防护系统各构件型号及参数详见表 3-6、3-7。

表 3-6 PPS-200/DB/A 被动防护系统构件参数表

序号	构件名称	构件型号	构件参数	备注
1	环形网	RN/16/3/300/6×5/T	单环 16 圈，钢丝公称直径 3mm，网孔公称直径 350mm，网片公称尺寸 6m×5m，编织方式为缠绕	本项目柔性防护网系统中钢铁制件采用 Zn-5%Al 金属镀层，金属镀层等级为 A
2	双绞六边形网	DT/2. 2/80×100/3. 6×10	钢丝公称直径 2. 2mm，网孔公称尺寸 80mm×100mm，网片公称尺寸 3. 6m×10m	
3	环式消能装置	EDD/90/145/100/R	静力启动荷载 90kN ， 动力启动荷载 145kN，标称能量吸收能力 100kJ，环式	
4	钢柱	SP/HW175/Q275B/H5	HW175 型钢，钢的牌号为 Q275B/柱高 5m	
5	基座	BP/Q235B/01	钢牌号 Q235B	
6	缝合绳	14/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 14mm，钢丝绳结构：6×19M-IWRC，钢丝绳级：1770MPa，金属镀层等级：A 级，右交互捻	
7	绳夹	GB/T5976-22KTH	A=43. 0mm，B=46. 0mm，C=89. 0mm，R=12. 0mm，H=108mm	
8	上支撑绳	22/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 22mm，钢丝绳结构：6×19M-IWRC，钢丝绳级：1770MPa，金属镀层等级：A 级，右交互捻	

序号	构件名称	构件型号	构件参数	备注
9	下支撑绳	22/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 22mm，钢丝绳结构：6×19M-IWRC，钢丝绳级：1770MPa，金属镀层等级：A 级，右交互捻	
10	侧拉锚绳	18/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 18mm，钢丝绳结构：6×19M-IWRC，钢丝绳级：1770MPa，金属镀层等级：A 级，右交互捻	
11	上拉锚绳	18/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 18mm，钢丝绳结构：6×19M-IWRC，钢丝绳级：1770MPa，金属镀层等级：A 级，右交互捻	
12	中间加固钢绳	18/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 18mm，钢丝绳结构：6×19M-IWRC，钢丝绳级：1770MPa，金属镀层等级：A 级，右交互捻	
13	上拉钢丝绳锚杆	18/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 18mm，钢丝绳结构：6×19M-IWRC，钢丝绳级：1770MPa，金属镀层等级：A 级，右交互捻	
14	下拉钢丝绳锚杆	18/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 18mm，钢丝绳结构：6×19M-IWRC，钢丝绳级：1770MPa，金属镀层等级：A 级，右交互捻	
15	侧拉钢丝绳锚杆	18/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 18mm，钢丝绳结构：6×19M-IWRC，钢丝绳级：1770MPa，金属镀层等级：A 级，右交互捻	
16	中间加固钢丝绳锚杆	18/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 18mm，钢丝绳结构：6×19M-IWRC，钢丝绳级：1770MPa，金属镀层等级：A 级，右交互捻	

表 3-7 PPS-300/DB/A 被动防护系统构件参数表

序号	构件名称	构件型号	构件参数	备注
1	环形网	RN/19/3/300/5×5(6×5)/T	单环 19 圈，钢丝公称直径 3mm，网孔公称直径 350mm，网片公称尺寸 5m×5m(6m×5m)，编织方式为缠绕	本项目柔性防护网系统中钢铁制件采用 Zn-5%Al 金属镀层，金属镀层等级为 A
2	双绞六边形网	DT/2. 2/80×100/3. 6×10	钢丝公称直径 2. 2mm，网孔公称尺寸 80mm×100mm，网片公称尺寸 3. 6m×10m	
3	环式消能装置	EDD/90/145/100/R	静力启动荷载 90kN ， 动力启动荷载 145kN，标称能量吸收能力 100kJ，环式	
4	钢柱	SP/HW175/Q275B/H4	HW175 型钢，钢的牌号为 Q275B/柱高 4m(5m)	
5	基座	BP/Q235B/01	钢牌号 Q235B	
6	缝合绳	14/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 14mm，钢丝绳结构：6×19M-IWRC，钢丝绳级：1770MPa，金属镀层等级：A 级，右交互捻	

序号	构件名称	构件型号	构件参数	备注
7	绳夹	GB/T5976-22KTH	A=43.0mm, B=46.0mm, C=89.0mm, R=12.0mm, H=108mm	
8	上支撑绳	22/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 22mm, 钢丝绳结构: 6×19M-IWRC, 钢丝绳级: 1770MPa, 金属镀层等级: A 级, 右交互捻	
9	下支撑绳	22/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 22mm, 钢丝绳结构: 6×19M-IWRC, 钢丝绳级: 1770MPa, 金属镀层等级: A 级, 右交互捻	
10	侧拉锚绳	22/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 22mm, 钢丝绳结构: 6×19M-IWRC, 钢丝绳级: 1770MPa, 金属镀层等级: A 级, 右交互捻	
11	上拉锚绳	22/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 22mm, 钢丝绳结构: 6×19M-IWRC, 钢丝绳级: 1770MPa, 金属镀层等级: A 级, 右交互捻	
12	中间加固钢绳	22/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 22mm, 钢丝绳结构: 6×19M-IWRC, 钢丝绳级: 1770MPa, 金属镀层等级: A 级, 右交互捻	
13	上拉钢丝绳锚杆	20/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 20mm, 钢丝绳结构: 6×19M-IWRC, 钢丝绳级: 1770MPa, 金属镀层等级: A 级, 右交互捻	
14	下拉钢丝绳锚杆	20/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 20mm, 钢丝绳结构: 6×19M-IWRC, 钢丝绳级: 1770MPa, 金属镀层等级: A 级, 右交互捻	
15	侧拉钢丝绳锚杆	20/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 20mm, 钢丝绳结构: 6×19M-IWRC, 钢丝绳级: 1770MPa, 金属镀层等级: A 级, 右交互捻	
16	中间加固钢丝绳锚杆	20/6×19M-IWRC/1770/A/sZ	直径 20mm, 钢丝绳结构: 6×19M-IWRC, 钢丝绳级: 1770MPa, 金属镀层等级: A 级, 右交互捻	

3.5.2.5. 材料

- (1) 柔性被动防护网系统所用钢丝绳应符合 GB/T 20118 的规定。
- (2) 低强度格栅网和双绞六边形网编织所用钢丝应符合 YB/T 4221 的规定。
- (3) 环形网、方形网和高强度钢丝格榻网所用钢丝应符合 YB/T 5343 的规定。
- (4) 钢柱构件用型钢应符合 GB/T 11263 的规定，防腐性能应满足一般要求中第二点要求。

减压环型号	GS-8000	GS-8001	GS-8002
能量吸收能力 kJ	≥30	≥50	≥110
启动荷载 kN	17~57.5	30~95	47~142

3.5.2.6. 验收要求

1、进场前质量检验

产品进场前应提供构件产品原材料的质量合格证书和配套质量检验报告。检验报告须由第三方取得 CMA 或 CNAS、CAL 等认证资格的检验机构或国外知名认证机构出具，检验报告也可由系统供货厂家提供，包括以下内容：

(1) 被动防护系统的原型冲击试验认证的能级认证报告；检测依据 TB/T 3449-2016 或 ETAG027 标准执行；认证能级应≥2000kJ，容许缓冲距离≤10m。冲击试验应在行业认定的试验平台上，由第三方取得 CMA 或 CNAS、CAL 等认证资格的检验机构或国外知名认证机构组织进行试验并成功拦截落石，提供相应检验报告，检验报告的有效期不超过三年。

(2) 环形网、双绞六边形网所用钢丝（具体参数要求见系统技术参数表）应按照 T/CAGHP 066-2019 与 YB/T 5343-2015 等标准规定提供外观检查、尺寸测量、镀层重量和力学性能试验（抗拉强度、环链破断拉力等）检验报告，检验报告的有效期为一年。

(3) 各类规格钢丝绳（具体参数要求见系统技术参数表）应按照 GB/T 20118-2017 等标准规定提供外观检查、尺寸测量、镀层重量和力学性能试验（抗拉强度、最小破断拉力等）检验报告，检验报告的有效期为一年。

(4) 钢柱均为 H 型钢柱体，其外表质量、截面尺寸、力学性能等应符合 GB/T 11263-2017 的规定，钢柱、基座防腐性能应符合 GB/T 13912-2020 的规定并提供相应检验报告，检验报告的有效期为一年。

(5) U 形消能件按技术要求提供相应的检验报告，检验报告的有效期为一年。

(6) 耐腐蚀检验，被动防护网需提供盐雾试验报告，试验报告的有效期限不超过三年。被动防护网盐雾试验暴露时间总体按照 25 年服务年限要求和《边坡柔性防

护网系统》（JT/T 1328-2020）附录 B 表 B.1 中等侵蚀（C3）要求确定，并提供相应合格的盐雾试验报告。最低标准为被动网主网材质的盐雾暴露试验时间不得低于 1000 小时，除立柱、基座、型钢等型材外，其他构件和配件盐雾暴露试验时间不得低于 350 小时。

2、现场质量检验

产品进场后，监理单位应对产品质量进行检验，主要包含以下内容：

（1）质量证明材料：检查构件产品原材料的质量合格证书和配套质量检验报告材料是否完整，内容是否完善。

（2）安装系统配置组成、外观要求和规格尺寸等与设计图是否一致，并进行现场抽样检查。

（3）施工方法、工艺、步骤等是否严格按设计要求进行。

（4）锚杆施工完毕后需要收取每种类型锚杆总数的 5%，且均不得少于 5 根进行锚杆检测。验收试验的锚杆应随机抽样。质监、监理、业主或设计单位对质量有疑问的锚杆也应抽样作验收试验。

3、未尽事宜，严格按相关规范或标准执行。

3.5.2.7. 施工安装说明

1、按设计并结合现场实际地形对钢柱和锚杆基础进行测量定位。现场放线长度应比设计系统长度减少约 3~8%（或者做相应的设计增加），对地形起伏较大，系统布置难沿同一等高线呈直线布置时取上限（8%）；对地形较平整规则，系统布置能基本上在同一等高线沿直线布置时取下限（3%）；在此基础上，柱间距可为设计间距 20% 的增减调整范围。

2、基坑开挖：对覆盖层厚的区域开挖至设计深度，将锚杆安置在基坑后，在基坑内灌注 C30 砼；对覆盖层不厚的区域，当开挖至基岩而尚未达到设计深度时，则可在基坑内的锚孔位置处钻凿锚杆孔，待锚杆插入基岩并注浆后才灌注上部基础 C30 砼；对岩石基础，被动防护网钢柱基座采用直径 $\Phi 32\text{mm}$ 地脚螺栓锚杆（锚杆采用防腐蚀镀层措施），其中 PPS-200/DB/A 杆长 1.5m，入岩深度 1.4m，钻孔直径为 $\Phi 45\text{mm}$ ，钻孔深度

为 1.5m；PPS-300/DB/A 杆长 3.0m，入岩深度 2.9m，钻孔直径为 $\Phi 45\text{mm}$ ，钻孔深度为 2.9m。

3、锚杆孔内插入锚杆并灌注强度等级不低于 M30 的水泥砂浆（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，采用“二次注浆”工艺，注浆液采用水泥砂浆，水泥采用 P.042.5 普硅水泥；根据施工情况可掺加适当早强剂，二次注浆中，第一次注浆压力 0.5~0.8MPa，第二次 1.0~2.0MPa，固结体 28d 强度不低于 20MPa），或者预埋锚杆并灌注基础 C30 砼（对岩石基础，2、3 工序应为钻凿锚杆孔和锚杆安装，对砼基础，亦可在灌注基础砼后钻孔安装锚杆）。在进行张拉、紧固等工序前，砼或注浆体养护不得少于三天。

4、基座安装：将基座套入地脚螺栓并用螺母拧紧，并进行防腐处理。

5、钢柱及上拉锚绳安装

（1）将钢柱顺坡向上放置并使钢柱底部位于基座处；

（2）将上拉锚绳的挂环挂于钢柱柱顶挂座上，然后将拉锚绳的另一端与对应的上拉锚杆环套连接并用绳卡暂时固定（设置中间加固和下拉锚绳时，同上拉锚绳一起安装或待上拉锚绳安装好以后再安装均可）；

（3）将钢柱缓慢抬起并对准基座，钢柱底部插入基座中，然后插入连接螺杆并拧紧；

6、侧拉锚绳的安装：安装方法同上拉锚绳，只是在上拉锚绳安装好后进行。

7、通过上拉锚绳和侧拉锚绳来按设计方位调整好钢柱的方位，拉紧拉锚绳并用绳卡固定。

8、上支撑绳安装

（1）将第一根上支撑绳的挂环端暂时固定于端柱（分段安装时为每一段的起始钢柱）的底部，然后沿平行于系统走向的方向上调直支撑绳并放置于基座的下侧；

（2）将该支撑绳的挂环挂于端柱的柱顶挂座上（对于单支撑绳系统的端部第一根支撑绳，挂环应挂于端柱基座的挂座上，顺钢柱绕过柱顶挂座这根支撑绳一般有颜色标志）；

- (3) 在后续钢柱处，将支撑绳置于挂座内侧，直到本段最后一根钢柱并向下绕至该钢柱基座的挂座上，再用绳卡暂时固定；
- (4) 再次调整减压环位置，当确信减压环全部正确就位后拉紧支撑绳并用绳卡固定；
- (5) 第二根上支撑绳和第一根的安装方法相同，只不过是从第一根支撑绳的最后一根钢柱向第一根钢柱的方向反向安装而已，且减压环位于同一跨的另侧；
- (6) 在距减压环约 40cm 处用一个绳卡将两根上部支撑绳相互并结（仅用 30%标准紧固力或手动拧紧即可）。

9、下支撑绳安装

该工序在环形网挂到上支撑绳后进行。其方法与上支撑绳类似，但支撑绳均直接从网块的底排网孔穿过，对于带减压环的支撑绳，待支撑绳到达减压环的正确位置前 40cm 左右才能套入减压环，同时亦应注意钢柱至减压环外侧约 40cm 段的支撑绳不得穿入网块环孔。

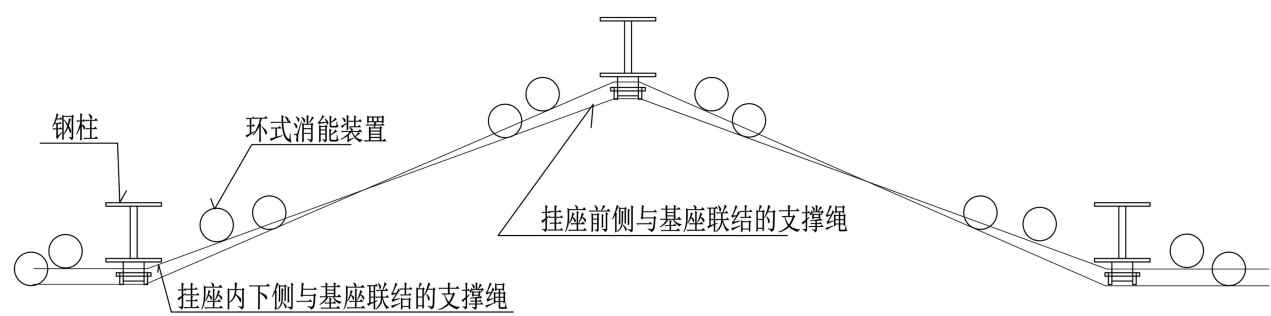


图 3-3 下支撑绳位置示意图

10、环形网的安装

- (1) 环形网的起吊就位方法宜根据现场施工场地、机具（起吊滑轮组、钢丝绳、粗麻绳、葫芦、梯子等）、人力条件以及经验和习惯而定。一般宜采用以下方法：
- (a) 用一根起吊绳（钢丝绳或专门准备的粗麻绳）穿过环形网上缘第二排左右网孔（底排网孔一般有标志色），一端固定在临近钢柱的顶端，另一端穿过悬挂固定于

- 上支撑绳上的起吊滑轮组或临近钢柱的柱顶挂座并使尾端垂落到地面附近；
- (b) 拉动起吊绳尾端，直到环形网上缘上升到上支撑绳水平为止，再用绳卡或卸扣将网与上支撑绳暂时进行松动连接，此后起吊绳可以松开抽出；同时宜用一根绳子穿过网的底排网孔并固定到基座上使网块底缘靠近钢柱，以便下支撑绳的安装，待下支撑绳安装好后即可抽出该绳；
- (c) 重复上述步骤直到全部网块暂时挂到上支撑绳上为止，并侧向移动网块使其位于正确位置；此后即可进行下支撑绳安装（工序 9）；

(2) 缝合连接方式

- (a) 将按单张网缝合边总长约 1.3 倍截短的缝合绳在其中点做上标志；
- (b) 从系统的一端开始，先将缝合绳中点固定在每一张网的上缘中点处支撑绳上。从中点开始各用一半缝合绳向两侧逐步将网与两根支撑绳缠绕在一起；对于朝向钢柱一侧的绳段，直到用绳卡将两根（单支撑绳时为一根）支撑绳并结在一起的地方之后，用缝合绳将网与不带减压环的一根支撑绳缠绕在一起，当到达柱顶挂座时，将缝合绳从挂座的前侧穿过（不能缠绕到挂座上），转向下继续将网与相邻网边缘或支撑绳（上支撑绳的与钢柱平行的单绳段）缝合，直到网块侧边最下一个网孔处将绳端回转合并后用绳卡固定；对于朝向相邻网块一侧的绳段，当到达相邻网块时，将缝合绳转向下与相邻网边缘缝合，直到网块侧边最下一个网孔处将绳端回转合并后用绳卡固定。

- (c) 当支撑绳分段设置而使一段拦石网的部分中部钢柱有与其平行的单支撑绳段时，由于钢柱间距的非完全均匀布置，环形网边缘可能不刚好在该钢柱处，此时在缝合完毕后宜用绳卡先在该绳段柱顶处将支撑绳固定定位，然后松开该绳段尾端原固定绳卡，将该绳段顺钢柱交叉穿过网孔至基座挂座，再用绳卡重新将其固定，此后可拆下柱顶定位绳卡。

- (3) 网块底排网孔由于采用了支撑绳直接穿过方式，其间不需要再采用任何连接方式。

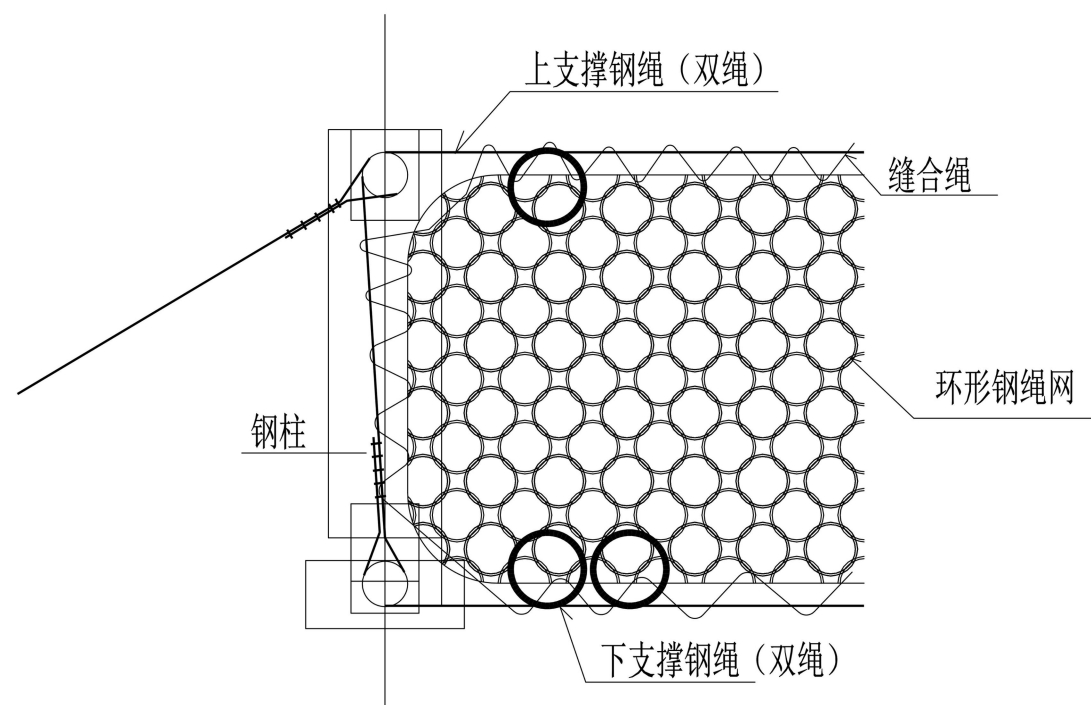


图 3-4 环形网缝合联结示意图

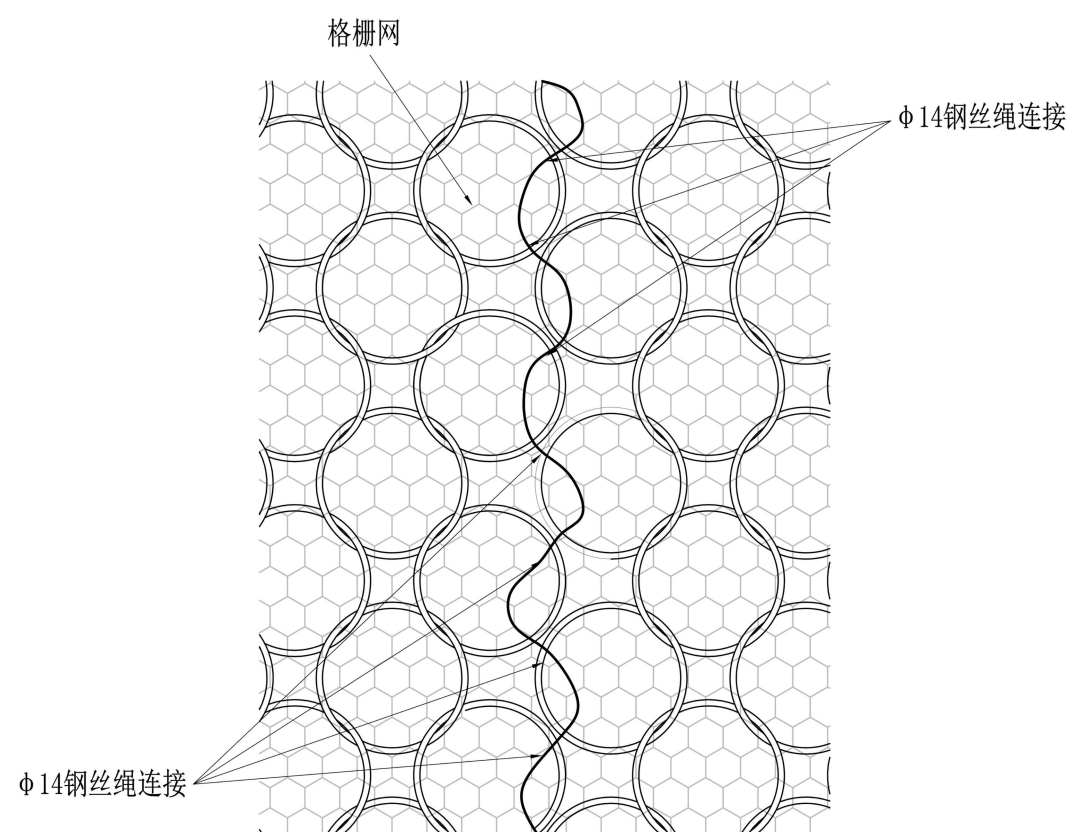


图 3-5 环形网安装示意图

11、双绞六边形网安装

(1) 双绞六边形网铺挂在环形网的内侧，应叠盖环形网上缘并折到网的外侧约 15cm，用扎丝固定到网上；

(2) 双绞六边形网底部应沿斜坡向上敷设 0.5m 左右，并为使下支撑绳与地面间不留缝隙，用一些石块将双绞六边形网底部压住；

(3) 每张双绞六边形网间叠盖约 10cm；

(4) 用扎丝将双绞六边形网固定到网上，每平方米固定约 4 处。

3.5.3. 脚手架施工平台搭设

(1) 脚手架搭设基本要求

危岩治理工程，脚手架搭设于高陡的岩质边坡或危岩治理工作面，具有施工安全防护、施工操作平台及运输功能等，故脚手架搭设除参照《建筑施工脚手架实用手册(含垂直运输设施)》(中国建筑工业出版社)、《建筑施工模板及作业平台钢管支架构造安全技术规范》(DB45T618-2009)及建筑行业规范以外，还要结合本工程具体情况，对脚手架搭设补充说明如下：

1) 脚手架的搭设主要根据危岩体的分布情况、坡面特征、施工平台宽度及施工安全防护要求进行搭设，并对脚手架进行加固及防滑措施。

2) 为了保证脚手架的强度和稳固性，工作平台部分可根据工作面承重和防护需要对脚手架钢管间距、拉结绳、竹跳板进行加密，应根据工程的实际情况编制安全专项施工方案。

3) 小于 20m 高度的落地式钢管脚手架，应在施工组织方案中说明搭设要求及方案；对搭设高度 20m~39m 落地式钢管脚手架及 1m~14m 的悬挑式脚手架，施工方须编制安全专项施工方案并经监理单位审批；对搭设高度 40m 及以上落地式钢管脚手架、架体高度 15m 及以上悬挑式脚手架，施工方须编制安全专项施工方案并经监理单位审批，同时进行专家技术论证。专项方案编制和专家论证按照《危岩防治工程技术规范》(DB 45/T 1696-2018) 中的 14.1.4 条执行，并参照住房与建设行业危险性较大的分部分项工程安全管理有关规定执行。

（2）脚手架方案选择

本工程考虑到施工工期、质量和安全要求，故在选择方案时，应充分考虑以下几点：

- 1) 脚手架体的结构设计，力求做到结构要安全可靠，造价经济合理。
- 2) 在规定的条件下和规定的使用期限内，能够充分满足预期的安全性和耐久性。
- 3) 选用材料时，力求做到安全可靠、常见通用、可周转利用、便于保养维修。
- 4) 结构选型时，力求做到受力明确，构造措施到位，升降搭拆方便，便于检查验收。
- 5) 综合以上几点，脚手架的搭设，还必须符合《建筑施工模板及作业平台钢管支架安全技术规范》（DB45T618-2009）要求。
- 6) 结合以上脚手架设计原则，同时结合本工程的实际情况，综合考虑了以往的施工经验，决定采用双排钢管落地脚手架作为施工安全防护和施工操作平台。

（3）脚手架材料选择

1) 危岩治理工程脚手架均采用扣件式钢管脚手架，脚手架钢管宜采用 Q235 $\Phi 48.3 \times 3.6\text{mm}$ 钢管，每根钢管的最大质量不应大于 25.8kg，钢管表面应平直光滑，不应有裂纹、分层、压痕、划道和硬弯，新用的钢管要有出厂合格证。脚手架施工前必须将入场钢管取样，送有相应资质的试验单位，进行钢管抗弯、抗拉等力学试验，试验结果满足设计要求后，方可在施工中使用。

2) 本工程钢管脚手架的搭设使用的扣件采用可锻铸铁制作，在螺栓拧紧扭力矩达 $65\text{N} \cdot \text{m}$ 时，不得发生破坏；脚手板采用竹脚手板，每块质量不宜大于 30kg，应符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》（GB1583）的要求，由有扣件生产许可证的生产厂家提供，不得有裂纹、气孔、缩松、砂眼等锻造缺陷，扣件的规格应与钢管相匹配，贴和面应干整，活动部位灵活，夹紧钢管时开口处最小距离不小于 5mm。

3) 脚手板采用符合安全可靠，使用方便、耐久。

4) 脚手架施工平台除静态破碎施工使用外，还包括防护、材料运输、废石的转运等，设计施工均布活荷载标准值 $3\text{kN} / \text{m}$ 。

（4）脚手架搭设流程及要求

脚手架的搭设场地应平整、坚实，场地排水应顺畅，不应有积水，地基承载力应满足安全承载要求。搭设的工艺流程为：材料配备→定位→立杆→纵向扫地杆→横向扫地杆→大横杆→小横杆（搁栅）→剪刀撑→安装拉结件→铺竹跳板→扎安全网。

1) 立杆应符合以下要求：

①每根立杆底部应设置在坚实平整的岩面、垫板或生根锚上，脚手架工程施工范围应清除搭设场地松散的岩石、杂物和植物；

②脚手架立杆底部应设置纵、横向扫地杆，纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距底座上皮不大于 200mm 处的立杆上，横向扫地杆应采用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆上；

③脚手架立杆顶端栏杆宜高出作业面上端 1.5m，且应高出危岩体上端 1m；

④搭建脚手架的立杆部位为不平整岩面时，应设生根锚，立杆架设在生根锚上；

⑤立杆必须接生根锚，生根锚采用防滑锚杆，由 $\Phi 20\text{mm}$ 钢筋构成，锚杆长总长 1.5m，套入立杆高 0.5m，入岩深度 $\geq 0.75\text{m}$ ，其锚固长度应符合现行国家标准 GB 50010 中钢筋锚固的规定，见大样图；

⑥脚手架高度超过 3m 时，应与山体通过连山件进行可靠拉结；

⑦脚手架宜依山而建，若山体坡度发生变化则分段进行搭建，单段高度不宜超过 30m，上段与下段之间应有两步以上的连接，立杆与山体之间的距离 $\leq 1.5\text{m}$ ；

⑧静态破碎方法清除工程中立杆应沿山体搭建脚手架作为施工过程的辅助支撑结构及工作平台；

⑨危岩体部位脚手架工作平台按 1.5m 设置一层，工作平台以下的水平杆最大步高 $\leq 1.5\text{m}$ ，立杆最大间距 $\leq 1.5\text{m}$ ；

⑩脚手架搭建高度至危岩体底部时，横向水平杆应延伸至危岩体下方并架牢于坚固岩壁上（伸入岩壁不少于 0.1m），以此水平杆为新的起点，围绕危岩体按层往上搭建工作平台至危岩体顶部。水平杆、外立杆按 0.5m 间距加密布置；

⑪采用双立杆，立杆接头采用对接扣件连接，立杆与大横杆采用直角扣件连接，接头交错布置，两个相临立杆接头避免出现在同步、同跨内。

2) 大横杆、小横杆、扫地杆设置：

①大横杆在脚手架高度方向的间距为 1.80m,以便立网挂设,大横杆置于立杆内侧，长度不小于 3 跨，两根相邻纵向水平杆的接头不得设置在同步同跨内，不同步或不同跨两个相邻接头在水平方向错开的距离大于 500mm,各接头中心至最近主节点的距离小于纵距的 1 / 3；

②主节点处设置必须设置一根小横杆，用直角扣件扣接且严禁拆除。主接点处两个直角扣件的中心距小于 150mm，靠岩壁一端的外伸长度小于 0.4L，且小于 500mm；

③脚手架必须设置纵、横扫地杆，纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距底座上层小于 200mm 处的立杆上，横向扫地杆用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆上；

④钢管杆件端头外伸出扣件边以外 100mm。

3) 剪刀撑应符合以下要求：

①作业平台支架内部分别设置纵横两向竖直剪刀撑，沿支架纵、横向每≤4.5m 设一道，每道竖直剪刀撑均为全高全长设置；

②作业平台支架内部水平剪刀撑位置为：作业平台下支架顶部连续设置 3 道加密的水平剪刀撑，之后每≤4.5m 设一道，每道水平剪刀撑均为全平面设置。

4) 脚手板的铺设要求：

①脚手板铺设于小横杆上，脚手板平铺时，接头处必须设两根横向水平杆，脚手板外伸长度 130~150mm，两块脚手板外伸长度之和应小于 300mm，脚手板搭接时，接头必须支在横向水平杆上，搭接长度大于 200mm，其中伸出水平杆的长度大于 100mm；

②脚手架首层、作业层满铺脚手板，无探头板；

③满铺层脚手板必须铺设到位，不留空位，不能满铺处必须采取有效的防护措施；

④脚手板须用 14#铁丝双股并联绑扎，不少于 2 点，要求绑扎牢固，交接处平整，铺设时要选用完好无损的脚手板，发现有破损的要及时更换。

5) 防护栏杆：

①脚手架外侧使用合格绿色密目式安全网封闭，且将安全网固定在脚手架外立杆里侧；

②张挂安全网，要求严密、平整；

③脚手架操作层外侧必须设 1.2m 高的防护栏杆和 18cm 高踢脚板，顶排防护栏杆不少于 2 道，高度分别为 0.6m 和 1.2m。

6) 连山件应符合以下要求：

①脚手架连山件数量除应满足本规范的计算要求外，还应符合表 3-7 规定；

表 3-7 连山件布置最大间距表

搭设方法	高度	竖向间距（h）	水平间距（la）	每根连山件覆盖面（m ² ）
双排落地	≤50 m	3h	3 la	≤40
双排悬挑	>50 m	2h	2 la	≤27
操作平台	≤24 m	1h	1 la	≤5
h-----步距，la-----纵距				

②应靠近主节点设置，没有主节点的，应增加水平杆作为主节点，偏离主节点的距离≤300mm；

③脚手架高度 24m 以下的采用岩壁锚杆加支顶连结，岩壁锚杆孔径 Φ42mm，锚杆 Φ20 圆钢，杆长度 750mm，埋深 500mm，外露 250mm（含弯头），锚杆孔钻孔方向为向下倾斜，脚手架高度 24 m 以上的采用刚性构件与山体可靠连结，连山件应锚固在坚硬的岩石上；

④应从底层第一步纵向水平杆处开始设置；

⑤作业平台的连山件应采用菱形、方形、矩形布置，作业平台周边每步和每跨均设置连山件，连山件与山体之间宜采用岩壁锚连接，岩壁锚在完整岩体内的长度≥0.6m，且向下与岩壁成 45° ；

⑥开口型脚手架的两端应设置连山件，连山件的垂直间距≤3m；

⑦连山件应呈水平设置，当不能水平设置时，应向脚手架一端下斜连接，连山件长度≤4m；

⑧架高超过 40m 且有风涡流作用时，应采取抗上升翻流作用的连山措施。

7) 斜道：

①对于无法修建施工通道的工程，应在脚手架上搭设施工人行通道；

②斜道应附着外脚手架或山体设置。

8) 架体内封闭

①脚手架的首层和作业层必须满铺脚手板，内立杆与山体的距离小于 120～150mm；

②施工层及作业层以下外架每隔 10m 用密目网或其他措施进行封闭。

9) 作业平台应符合以下要求：

①按脚手板铺设的需要增加横向水平杆；

②除工作面外应设置防护栏杆，上下作业平台不应同时作业；

③作业层脚手板应铺满、铺实、铺稳，并延伸至危岩体岩壁，脚手板宜按满铺木板、竹脚手板、橡胶三层，防止碎裂岩块的冲击和下落；

④对倾倒式危岩、滑落式危岩，应在脚手架外侧加设斜杆起支撑作用，对坠落式危岩，应加密立杆，工作平台水平杆也应加密，增大脚手架的刚度及对危岩的垫托力度；

⑤应设 1.2m 高防护栏，防护栏四周应用木板或竹跳板紧密围挡，防止岩块冲出平台；作业平台应围绕危岩体搭设，宽度应≥1.5m，如有>Φ50mm 的钻孔作业，宽度则应增加至 2.0m。若为清除工程，每层作业平台宜相隔 1.5m，若是锚固工程宜相隔 2.2m 或按锚杆孔距搭设；

⑥作业层采用双直角扣进行连接。

10) 防护设施应符合以下要求：

①脚手架的底部外侧下方应设置防护挡板，防护挡板应坚固耐用；

②临街或临道路搭设脚手架时，应设置双层防护棚，外侧应有防止坠物伤人的防护措施；

③脚手架临近房屋时，在脚手架和房屋之间应采取隔离措施；

④脚手架搭设的技术要求、允许偏差与检验方法见表 3-8。

表 3-8 脚手架搭设的技术要求、允许偏差与检验方法

项次	项目		技术要求		允许偏差 (mm)	检验方法与 工具	
1	地基与基础	表面	坚实平整			观察	
		排水	不积水				
		垫板	不晃动				
		底座	不沉降		-10		
2	双排脚手架 立杆垂直度	最后验收立杆垂直度		—		±100	用经纬仪或 吊线和卷尺
		下列脚手架允许水平偏差（mm）					
		搭设中检查偏差的高度(m)	总高度				
			50m	40m	30m		
		H=2	+7	±7	±7 ±50 ±100		
		H=10	+20	±25			
		H=20	+40	±50			
		H=30	+50	±75			
H=40	+80	+100					
H=50	+100						
3	双排 脚手架间距	步距			±20	钢卷尺	
		纵距			±50		
		横距			+20		
4	纵向水平 杆高差	一根杆的两端		+20	水平仪或 水平尺		
		同步内两跟纵向水平杆高差		+10			
5	剪刀撑斜杆与地面的倾角		45° ～60°			角尺	
6	扣件 安装	主结点处各扣件中心点相互距离		α ≤150mm		钢卷尺	
		同步立杆上两个相隔对接扣件的高差		α ≥500mm		钢卷尺	
		立杆上的对接扣件至主节点的距离		α ≤h/3		钢卷尺	
		纵向水平杆上的对接扣件至主节点的距离		α ≤ln/3		钢卷尺	
		扣件螺栓拧紧扭力距		40N. m～65N. m		钢卷尺	

脚手架搭设未尽事宜参照《建筑施工模板及作业平台钢管支架构造安全技术规范》（DB45/T 618-2009）及相关规范执行。

3.5.4. 危岩临时防护锚杆施工技术要求

（1）本设计方案危岩施工安全防护主要是利用脚手架和竹跳板对工作面采用全封闭式作业方式进行防护，并对危岩体采用锚杆联结钢绳及钢绳网进行防护；

（2）锚杆施工应严格按照施工图进行，钻进过程中应及时对地质情况进行编录，以利于反馈设计，采用信息化施工方法。钻孔结束后应复核孔深，并应保证设计内锚固段进入岩层的长度；

（3）危岩体采用规格为Φ8mm，200mm×200mm 的钢绳网包裹防护，防止静态破

碎碎裂的岩块崩落，采用Φ14 钢绳捆绑，两端用Φ25 锚杆固定在完整基岩上，锚杆间距≤1.0m，按每根锚杆设计值 75kN/根，锚杆长 2.0m/根，锚杆数量根据计算书得出，防护绳按危岩的（长+宽*2）为围长，然后乘以道数，防护网按剖面图得出的长度乘以危岩的围长；

- （4）锚杆杆体在入孔前应除锈、除油，平直；
- （5）砂浆配合比宜为：灰砂比 1:1~1:2，砂浆强度为 M30；
- （6）危岩安全防护锚杆的布置原则；
- （7）锚固段应保证在较完整的岩层区域，保证抗拔力满足设计要求；
- （8）为防止危岩在清除过程中发生崩塌、滚落等危险情况，本次在全封闭式脚手架防护的基础上，对危岩体采用锚杆联结钢绳及钢绳网进行防护。

3.5.5. 人工锤击楔裂清除施工技术要求

（1）施工前应对危岩体进行捆绑。捆绑采用Φ14 钢丝绳在危岩体重心高度处及其上、下部位置进行捆绑，钢丝绳绳索不宜少于三圈。钢丝绳的紧度应能调节，既能使危岩在施工过程中保持相对安全状态，又便于岩体开裂后的清理工作。捆绑钢丝绳应与地锚相连。

（2）成孔后将铁钎插入孔内，两块铁片插在两侧，使用大锤锤击的方法使危岩通过楔裂作用而开裂、解体。岩体开裂后宜采用风镐、大锤解小，并搬运至安全地带。

3.5.6. 静态破碎清除施工技术要求

- （1）静态破碎原理：
无声破碎剂是通过与水反应，形成固相体积增大的结晶，结晶生长力对孔壁施加压缩应力。当与压缩应力成垂直方向的张拉应力超过了脆性物体的极限强度时，物体发生龟裂，随着无声破碎剂的膨胀压不断增长，被破碎物体的裂缝不断扩大，直到破碎，常规施工方法是将无声破碎剂用水拌成浆体，填充在岩石钻孔中，在常温下可产生 30Mpa 以上的膨胀压，经 6h~24h 将岩石破碎，无声破碎剂施工时，无震动、噪音、毒气，加上不是危险品，所以便于运输、保管和使用，安全方便。

（2）静态破碎施工工艺：

对危岩采用自上而下台阶法静态破碎，在实施静态破碎前，先搭架子平台，对危岩采取钢绳捆绑、挂网及加密竹跳板等安全防护措施，以防止危石崩裂掉下，对一些堆积斜坡面上较小的岩块，由于周边没有捆绑拉结点，可因地制宜采用其它方法，如利用施工平台垫托及防护，以防浮石滚动崩塌，确保施工及周围建筑物的安全，每次爆石后要将碎裂岩块清理干净，再对下一台阶进行静态破碎。

（3）静态破碎主要施工工艺：

安全防护→设置防护措施→搭设施工平台→危岩体钻孔→安装静态破碎药物（静态破碎剂）→静态破碎→清理小块危岩体→静态破碎工序→静态破碎完成→场地破碎岩块集中运出→验收→拆施工平台、清理场地、退场。

（4）静态破碎施工方法：

1) 准备工作

①测量放线：

根据危岩特点及现场地形确定并测放危岩开挖线，放出危岩清理范围及施工控制参照线；

②做好防排水工作；

③挖除覆盖层：根据现场地形条件，人工挖除表面覆盖土层并弃至运离石方区，将表层碎裂岩石用人工全部清除，使整体岩石全部裸露，为钻眼静态破碎做好准备；

④准备好静态破碎所用材料：药剂、洁净拌和水、盛水桶、拌和盆、捅棍（水平灌装）、防护眼镜、橡胶手套、备用洁净水和毛巾。

2) 钻孔设计

钻孔设计岩石的破碎设计首先要了解山体的地质构造、岩质、节理发育状况(倾斜角度)，岩石的抗压强度和抗拉强度，然后确定破碎时的最小抵抗线形 W、孔距 a 和排距 b、孔径 D、孔深 L、钻孔方向和钻孔布置。根据施工取得的经验，各种参数一般估计值如下：

①最小抵抗线形 W 最小抵抗线根据岩石的形状、节理、钻孔孔径和要求破碎的块度等因素来确定，一般取值为：破碎中、硬质岩石：W=25cm~40cm。根据设计资

料及现场查勘情况，危岩岩体属于中、硬质岩石，所以取 W=35cm；

②孔距 a 和排距 b 岩石破碎块度较小时，W、a、b 均取小值，相反，取大值，一般取值为：

破碎中、硬质岩石：a=30cm～50cm，排距 b 根据岩体的自由面多少决定，自由面多，b 取较大值，反之，b 取较小值；多排孔分次破碎时，b 一般等于 (0.6～0.9)a，多排孔采用梅花形布孔。

危岩岩体属于中、硬质岩石，所以取 a=40cm，b=0.8a=32cm。

③孔径

D 孔径是决定无声破碎剂破碎效率的重要因素。孔径 D 较大，无声破碎剂装药量较多，产生的膨胀压较大，其破碎效果较高。但由于无声破碎剂水化同时放出热量，当内部蓄热状态达 100℃时，无声破碎剂浆体中未水化的水分就会沸腾，产生蒸汽压，从而把无声破碎剂浆体喷出来。所以，最大孔径 D 主要取决于无声破碎剂浆体是否喷出来，一般孔径不小于 20mm，但不大于 50 mm，取 D=38mm。

④孔深 L

孔深大小主要取决于破碎面的高度(H)和岩石的约束程度。无声破碎剂浆体填满钻孔时，由于孔底部分发生裂纹较困难。所以，冬季施工，最大孔径 D 可以适当放宽。

当设计破碎面为岩石的节理面或断裂面时：L=80cm。

对于岩体节理面不清楚时，除创造人工自由面外，由于无声破碎剂对孔底部分破坏困难，孔深要比设计破碎深度大 5%Hcm。相反，对于孤石破碎，因其四面凌空，L 可为 H 的 80%左右。

⑤钻孔方向

钻孔方向与岩体的节理方向互相垂直，其破碎效果最好。一般来说，尽可能钻垂直孔，钻孔施工和填充无声破碎剂浆体方便简单。如岩石节理不清楚，则要在破碎面上打水平孔或斜孔、再打垂直孔，分段切割或破碎，以达到最佳破碎效果。

⑥钻孔布置

a 孤石：根据孤石的大小、形状和破碎块度，来调节无声破碎剂用量。取值为：D=30

mm～50 mm，a=40 cm～60 cm，L=80cm；

b 岩石切割：有节理情况下，钻孔方向要与节理面垂直；对于远离自由面的采取梅花型及在岩石破碎面的上面和侧面同时钻孔的形式进行破碎；在无节理面或节理面不清楚时，要在预定破碎面上钻水平孔，创造人工自由面，方可奏效。取值为：D=30mm～40 mm，a =20cm～40 cm，L=80cm；

c 钻孔位置与裂纹形状：岩石钻孔灌入无声破碎剂浆体后，裂纹一般按相邻接近的孔首先联成线；

d 孔距与孔径的关系：一般情况下，孔距与孔径之比为 10 倍左右。

3) 钻孔

根据钻孔设计确定的相关参数在岩石上用空压机带动风钻进行钻孔，初步确定静态破碎参数后，选择代表性段落进行试爆，根据试爆效果修正静态破碎参数后，再进行正式施工。

4) 拌浆、灌浆

①无声破碎剂型号的选择施工中，根据施工期间的气温或工作环境温度选择无声破碎剂型号，见下表。

表 3-9 无声破碎剂型号和使用范围

型号	使用温度范围	使用季节
无声破碎剂 I	20℃～35℃	夏季用
无声破碎剂 II	10℃～25℃	春秋用
无声破碎剂 III	5℃～15℃	冬季用
无声破碎剂 IV	-5℃～8℃	寒冬用

表 3-10 推荐膨胀剂规格/型号

材料名	规格/型号	单位
膨胀剂	UEA-W	t
膨胀剂	UEA-III 泵送	t
膨胀剂	UEA-III 非泵送	t

②无声破碎剂使用量估算

根据试验测得无声破碎剂的比重和每立方米浆体中无声破碎剂重量 K，见下表。

表 3-11 无声破碎剂比重及浆体容重			
型号	比重/g·cm ⁻³	水灰比	K/kg·m ⁻³
无声破碎剂 I、II	3.28	0.33	1730.0

无声破碎剂用量=Q= π R²LK

式中：Q——每米钻孔的无声破碎剂理论用量，kg/m³；

R——钻孔半径，m；

L——钻孔深度，m，L=1.0 m；

K——每立方米浆体中无声破碎剂用量，kg/m³；

当钻孔直径不同和使用无声破碎剂型号不同时，算出每米钻孔的无声破碎剂使用量，见下表。

无声破碎剂-III、IV：Q=3.14×R2×1×1730=5432×R²（kg/m）。

表 3-12 每米钻孔的无声破碎剂使用量表											
型号	钻孔直径/mm										
	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
无声破碎剂 I、II	1.06	1.22	1.39	1.56	1.76	1.96	2.17	2.39	2.62	2.87	3.12

③无声破碎剂质量检查无声破碎剂为塑料袋包装，只要不受潮，存放一年左右不会变质。

现场可用如下直观试验法鉴别:取 200g 无声破碎剂与 60ml 水拌成浆体,灌入 100ml 玻璃瓶中，在相应温度下，经 8 h～24 h 玻璃瓶破裂，则此无声破碎剂有效，可以继续使用。

④拌浆无声破碎剂每袋为 5 kg，加水量一般为无声破碎剂重量的 30%，即加入 1500ml 的水，无声破碎剂浆体以畅流入孔为准，无需多加，否则会降低破碎效果。搅拌时，先把水倒入桶中，再倒无声破碎剂，用人工搅拌时，要戴橡胶手套，搅拌时间一般为 60s～90s。无声破碎剂如果结块久置，会降低它的性能，所以残留在桶底的无声破碎剂结块，要随时清理。搅拌好的无声破碎剂浆体，要在 10 min 以内用完，久置会使灌孔困难，效率降低。

⑤灌浆

a 对于垂直孔，可直接倾倒进去，孔口留 2cm 左右空隙，用废纸或废布将口堵实，有利于提早破碎时间；

b 对于斜孔或水平孔，为防止倒流的现象，可用水灰比为 0.25～0.28 的水与无声破碎剂拌成浆体，用手搓成条，塞入孔中，再用木棒捣压密实，最后用塞子堵口；

c 多排孔采用梅花型布置：邻近自由面的孔，容易开裂，中间孔因受四周限制，开裂困难，因此，在灌无声破碎剂浆体时，要有一定的时间差，即先灌边缘一、二排孔，经 1～3h，再灌三、四排孔，以此类推；

d 灌浆时，为确保施工人员安全需配戴防护眼镜及口罩，避免浆体冲出伤及眼睛和其它部位因无声破碎剂具有轻度腐蚀性，所以碰到皮肤时要立即用清水冲洗；

e 施工期间，聘请生产厂家现场指导。

5) 药剂反应时间的控制

药剂反应的快慢与温度有直接的关系，温度越高，反应时间越快，反之则慢。药剂（卷）反应时间过快易发生冲孔伤人事故。实际操作中，控制药剂反应时间太快的方法有两种,一种是在拌合水中加入抑制剂或促发剂,加入量为拌合水的 0.5%～6%；另一种方法是严格控制拌和水、干粉药剂和岩石温度。气温较高时，破碎前对被破碎物遮挡，药剂存放低温处，避免暴晒，将拌合水温度控制在 15℃以下，气温较低时，药剂反应时间会延长，反应时间太长会给施工带来不便。一般解决办法是加入保温剂和提高拌和水温度，保温剂加入过多，会降低药剂膨胀力，拌和水温度可根据实际适当提高，但最高不可超过 40℃（否则可能冲孔）。反应时间一般控制在 15～30 分钟为较好，施工现场条件较好时，可根据实际缩短反应时间，以利于施工。每次静态破碎的数量控制在 20m³左右，钻孔数量控制在 60～100 个，灌装静态破碎剂的时间控制在 30 分钟以内。

6) 注意事项

①工作人员必须佩戴相应的安全保护用品，一个安全桩，只准一人使用，每条安全绳承重大于 400Kg。破碎剂呈碱性，对皮肤有轻度腐蚀，在破碎剂搅拌、装药

时，操作人员必须戴防护眼镜及乳胶手套，防止药剂飞入眼内。填充钻孔直至裂纹发生前勿对着孔口直视，以防发生的冲孔现象伤害眼睛，装药完成后，要做好警示标志，无关人员不许入内，防止出现冲炮伤人；

②搅拌后的浆体应在 3min 内填孔完毕，搅拌中发现浆体迅速升温且烫手变干，应将浆体舍弃不用；

③不同型号破碎剂不可混用，严禁勾兑其它化学品；

④严格防潮，拆包后尽量用完；

⑤大雾、雷雨天气或晚上禁止在危岩上凿岩打孔、撬石和装药静态破碎作业；

⑥危岩静态破碎前须预先设好防护措施及安全警戒，施工过程，在山脚危险区内的人员必须撤离；

⑦静态破碎过后，为确保边坡安全，妥善处理好静态破碎后的岩块，防止岩块二次崩塌酿成灾害，及时将工作面上危石、浮石搬运至废石临时堆放处，之后作为建筑石材外运，运距暂定为 1km；

⑧健全组织机构，建立全面的安全管理制度，各负其责，发现问题及时处理；

⑨必须严格执行《无声破碎剂静态破碎施工工艺标准》（QB/ZJWS5223-2003）、《无声破碎剂》（JC506-2008）及自治区有关法规条例，严禁无证作业。

3.5.7. 机械破碎清除施工技术要求

①清除前应对危岩体进行捆绑。捆绑宜采用 Φ14 钢丝绳在危岩体重心处及其上、下部位置进行捆绑，钢丝绳绳索不宜少于三圈，横向钢丝绳分布间距一般为 30cm，纵向钢丝绳分布间距为取 50cm，钢丝绳松紧度应能调节，既能使危岩在施工过程中保持相对安全状态，又便于岩体开裂后的清理工作。捆绑钢丝绳应与岩地锚相连。

②开挖阶段应严格按照由外至内、从上到下的施工顺序进行施工。待岩面完全清理后，再破碎下一层，下一层施工前需解除相邻一道横向钢丝绳及钢绳网，再进行清除工作。清除时应严格按照之前测定的放线结果进行施工，在石方开挖前应准备需要的施工器械，包括挖掘机、运输车、推土机。待边坡岩石出现松动后，再按照预定的施工顺序开展相关的开挖工作。

③岩方开挖过程中严格遵循“逐层推进”的原则，待正式施工时遵循“逐步边清理、逐层开挖”的原则。在清除过程中，精准测量清除厚度，清除厚度控制在 0.3m 左右。

四破碎施工时，应合理选择破碎点，结合施工现场地质地形决定破碎点位置，待选定破碎点后使用红色油漆进行标注，每个点位之间的间隔应控制为 30c，使用破碎锤开展破碎作业。本项目施工时选用液压破碎机开展破碎施工，可保证破碎岩石满足设计要求。为了保障岩石破碎质量，施工时应确保液压破碎机压力设定达到标准值后，再开展破碎作业，破碎施工完成后再装车运输。

⑤考虑到本项目在施工过程中，会受到石块松动和飞落等因素影响，在施工前应组织施工人员留设保护层，石方的留设厚度应控制在 1m，以确保施工现场具有安全的施工环境。在开挖线距离原有边坡 1m 的位置处，下挖一道挖槽，并利用挖掘机钩回石方。

⑥坡面比值控制是本项目制定破碎方案时重点考量的因素之一，在施工过程中应严格控制坡面比值，尤其在使用液压机械开展破碎施工作业时，应更严格控制坡面比值。

⑦破碎施工过程中，应及时清理产生的碎渣，并向外运输。坡面清理较为重要，本项目使用了液压破碎机械、开挖机器，可充分发挥彼此间的联合作用，确保施工作业可顺利完成。坡面碎石清除时，选择的标高值须保证与设计方案中的数值相等，以确保施工质量，便于后续施工的顺利开展。

3.5.8. 危岩施工安全警戒与安全防护

危岩治理是一项高风险作业工种，危岩主要分布在高陡的岩壁上，在施工振动、静态破碎解体、装车吊运等人工作业下易发生失稳崩塌，对下方人员、建筑物和施工安全构成严重威胁，因而，危岩治理必须在安全警戒和施工安全防护有效的情况进行。

（1）地面安全警戒范围的确定

根据地形高差、坡度以及古崩塌历史调查法，确定工作区危岩崩塌安全距离应

该距坡脚 50m 以外，但由于受下方建筑物的分布等客观条件所限，确定本次危岩治理地面安全警戒范围：沿山边分布的第一排建筑物。

对警戒区设置安全警戒线与安全标志，施工期间，进出口安排专人值守，严禁无关人员进入警戒区内。

（2）危岩施工安全防护

本设计方案危岩施工安全防护主要是利用脚手架和竹跳板对工作面采用全封闭式作业方式进行防护，并对危岩体采用锚杆联结钢绳及钢绳网进行防护。其主要内容如下：

- 1) 采用 $\Phi 14\text{mm}$ 钢绳捆绑，两端用 $\Phi 25\text{mm}$ 锚杆固定在完整基岩上。按每根锚杆设计值 $75\text{kN}/\text{根}$ ，锚杆长 $2.0\text{m}/\text{根}$ ；
- 2) 采用规格为 $\Phi 8\text{mm}$ ， $200\times 200\text{mm}$ 的钢绳网包裹防护，防止静态破碎碎裂的岩块崩落；
- 3) 采用封闭式作业方式，即在危岩施工平台的底部、正面及两个临空侧面利用 $\Phi 48.3\text{mm}$ 钢管脚手架支架平台，铺设和捆绑竹跳板形成封闭的作业系统，防止危石在解体过程发生崩落掉下。
- 4) 针对居民区靠山区域设置简易三级安全防护，采用彩钢围挡，并在围挡后方设置支撑杆。

3.5.9. 项目的实施和保障措施

（1）组织机构与人员组成

治理工程按有关规定实行治理工程项目法人负责制，法人由南宁市自然资源局承担，下设治理工程项目部，项目部人员编制确定为 6 人，其中正、副经理各 1 名，业务员 2 人，财务 1 人，后勤工作人员 1 人。主要包括以下几方面职责：

- ①主持整个工程的实施；
- ②发包勘察、设计、监理、施工合同；
- ③负责筹措资金；
- ④负责工程的竣工验收。

治理工程应成立施工项目经理部及监理。项目经理部由施工单位成立，由项目经理、施工员、材料员、安全员等相关人员组成，施工项目经理负责制定施工进度计划、人员组织、质量控制、机械设备与材料采购，落实各分部的岗位责任制。

监理部由监理单位成立，设总监 1 名、监理工程师 1 名、监理员 1 名，监理部除对工程质量进行检查、监督外，尚应负责协调施工项目经理部与业主的关系，在有效的管理和监督下，使治理工程按时按质按量完成。

（2）质量保障措施

- ①管理机构要明确任务与职责。认真贯彻执行《地质灾害防治管理办法》和上级部门的指示；建立健全岗位责任制，熟悉工程设计、施工、监理、验收等有关程序，及时掌握工程建设动态；发现问题及时处理，处理不了的要及时向上级汇报；按合同规定及时支付施工单位工程款项；建立健全各项目档案资料；
- ②治理工程投入的资金要及时到位，确保治理工程的实施有资金保证。项目资金由业主负责管理，根据工程的进度要求拨款。治理资金应设立专门帐号，专款专用，不得挪用；
- ③严格审监理、查勘察、设计、施工单位资质，对无地质灾害防治工程相关资质或资质不够的单位，不能从事设计、施工和监理工作；
- ④施工单位应配备足够的专业技术人员、施工设备，严格按上级批复的设计进行施工，施工中应设立专门的质检员，严格检查各工序质量，发现问题应及时纠正。各工序、标段应经常开展自检、互检工作，消除质量隐患。
- ⑤监理单位要严格按国家地质灾害防治有关规定进行监理工作，对项目设计、施工、竣工验收各阶段全方位进行质量监控，对项目制定质量进度和投资控制的责任制和监理工作制度；
- ⑥业主、监理和施工单位经常举行质量会议，总结质量情况，解决疑难问题，指出下阶段质量要求；
- ⑦重视生产安全，施工单位、监理应严格检查施工中安全情况，施工方应设立安全员，对施工中的安全生产情况进行监督，消除安全隐患。

3.5.10. 监测设计

(1) 监测工程设计的任务

监测工程设计的任务是为了防止危岩突然崩塌，确保居民和施工人员的生命财产安全，根据马山县白山镇兴华村板上屯北西侧和北侧山体危岩的具体分布情况，危岩监测的任务是：

1) 在正式施工前对危岩事先进行一次观测，并预测施工对山下可能造成的危害及次生灾害。在可能造成危害里民宅等建筑物，以及可能造成次生灾害处建立简易的观测点，对这些简易观测点进行素描和拍照。

2) 在施工期间对施工前建立的简易观测点进行定期和不定期的观测，随时掌握这些观测点的变化，分析判断施工对道路的影响，以及造成的次生灾害的可能，及时报导分析判断的结果，一则保证施工人员和居民的生命财产安全，二则指导下一道工序施工。

3) 施工完成后，对已经治理的危岩、在施工前建立简易的观测点进行定期观测，一则分析判断治理效果，二则对可能发生新崩塌作出预报。

(2) 监测设计原则与依据

1) 设计原则

①针对性：第一，治理区内山体危岩崩塌点多面广，小崩塌点距山脚道路有一定距离；第二，治理工程以清除和锚杆锚固为主，诱发大的次生灾害的可能性较少。

②简易性：第一，观测的仪器简单实用，尽量能做到利用钢尺、皮尺即可；第二，技术要求不高，一般工人、农民都可以进行观测。

2) 主要依据

- ①《建筑变形测量规程》（JGJ/T8—2016）；
- ②《岩土工程测量技术》；
- ③《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2006）；
- ④《危岩防治工程技术规范》（DB 45/T 1696-2018）；
- ⑤《工程测量标准》（GB50026-2020）；

(3) 简易观测点的布置

施工期安全监测方案：在施工前及施工中对治理区内北西侧和北侧山体分布的12处危岩体，共布置12个短期监测点（监测至施工完成），设计监测频率4次/月/点，雨季增加监测次数6次/月/点（4~9月）。观测危岩段变形情况，以保证施工作业人员安全。主要开展人工巡查、裂缝简易监测工作，发现异常变形时，结构面张开加剧时要及时报警，迅速撤离施工区所有人员，以确保人员安全。

施工后安全监测方案：对于被动防护工程布置建立1个水文年的长期监测点，在被动网两端位置各布置1个监测点，被动网衔接处距离较近，可共用同一个监测点。

表 3-13 监测工程统计表

安全监测	施工期危岩变形监测（施工期进行危岩水平位移监测，一等，单向，离山脚高差163.76m，单价附加调整系数取1.5，治理工期3个月15天，按雨季施工计算，6次·点/月，共12个监测点）	次	252
	施工期危岩变形监测（施工期进行危岩垂直位移监测，一等，离山脚高差163.76m，单价附加调整系数取1.5，治理工期3个月15天，按雨季施工计算，6次·点/月，共12个监测点）	次	252
	安全巡查（施工期人工（简易）监测，离山脚高差163.76m，单价附加调整系数取1.5，治理工期3个月15天，4次·点/月，共18个监测点）	次	252
	安全巡查（被动网监测点巡查，初验后一个水文年，人工（简易）监测，约12个月，1次·点/月，雨季（4~9月）2次·点/月，共6个监测点）	次	108

(4) 观测内容和方法

变形监测方法应根据危岩体所在的通视条件、气候条件、地形条件等，因地制宜地进行选择，对于无法攀登的高陡绝壁构成的危岩体，可选择近景拍摄法，也可定期进行高精度激光扫描监测，监测的主要内容为裂缝的水平位移、垂直位移、变形方向等。危岩治理工程变形情况，危岩一带松动块石有无变形塌滑坠落现象等，总之巡查灾害的变形迹象、变形破坏前兆特征及施工过程中的变形迹象。

(5) 其他监测内容

1) 观测人员：施工前和施工过程主要是设计和施工人员，施工后主要是当地居

民。

2) 观测时间: 施工期间随时进行, 竣工以后重点在雨季, 尤其是大雨和连续降雨期间进行。

(6) 监测预警

预警条件: 危岩体与母岩之间裂缝宽度增加累计值超过 5mm 或日均裂缝宽度增加速率大于 2.0mm/d 进行预警。当裂缝观测数据出现上述情况时, 监测人员应立即向建设方、设计、监理和施工单位汇报, 以利各方及时进行原因分析, 商讨和提出解决措施, 确保边坡安全。

3.5.11. 检测设计

3.5.11.1. 混凝土检测要求

1) 混凝土所用的水泥、砂石、水和外掺剂的质量和规格必须符合设计和有关规范的要求, 按规定的配合比施工。施工用原材料水泥、钢筋、砂、石等, 使用前必须进行检验, 合格后方可允许使用, 选用材料必须具有出厂合格证, 保护层厚度满足设计要求;

2) 应满足《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2002) 等相应规范规程, 如下:

a) 水泥进场时, 应对其品种、代号、强度等级、包装或散装编号、出厂日期等进行检查, 并应对水泥的强度、安定性和凝结时间进行检验, 检验结果应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 等的相关规定。

检查数量: 按同一厂家、同一品种、同一代号、同一强度等级、同一批号且连续进场的水泥, 袋装不超过 200t 为一批, 散装不超过 500t 为一批, 每批抽样数量不应少于一次。

检验方法: 检查质量证明文件和抽样检验报告。

b) 混凝土外加剂进场时, 应对其品种、性能、出厂日期等进行检查, 并应对外加剂的相关性能指标进行检验, 检验结果应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 和《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119 等的规定。

检查数量: 按同一厂家、同一品种、同一性能、同一批号且连续进场的混凝土外加剂, 不超过 50t 为一批, 每批抽样数量不应少于一次。

检验方法: 检查质量证明文件和抽样检验报告。

c) 混凝土外加剂进场时, 应对其品种、性能、出厂日期等进行检查, 并应对外加剂的相关性能指标进行检验, 检验结果应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 和《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119 等的规定。

检查数量: 按同一厂家、同一品种、同一性能、同一批号且连续进场的混凝土外加剂, 不超过 50t 为一批, 每批抽样数量不应少于一次。

检验方法: 检查质量证明文件和抽样检验报告。

d) 混凝土中氯离子含量和碱总含量应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定和设计要求。

检查数量: 同一配合比的混凝土检查不应少于一次。

检验方法: 检查原材料试验报告和氯离子、碱的总含量计算书。

e) 首次使用的混凝土配合比应进行开盘鉴定, 其原材料、强度、凝结时间、稠度等应满足设计配合比的要求。

检查数量: 同一配合比的混凝土检查不应少于一次。检验方法: 检查开盘鉴定资料 and 强度试验报告。

3) 注浆体强度检验试块数量每 30 根锚杆不少于 1 组, 每组试块数量为 6 块;

4) 混凝土强度检验试块数量每 100 盘, 但不超过 100m³ 的同配合比的混凝土, 取样次数不得少于一次, 每一工作班拌制的同配合比的混凝土不足 100 盘时其取样次数不得少于一次, 每组三个试件应在同一盘混凝土中取样制作, 混凝土强度检测结果达到设计强度 136%, 该试块合格。

5) 未尽事宜按有关规范进行检验/检测。

3.5.11.2. 锚杆验收检测要求

1) 锚杆应进行基本试验和验收试验, 抽查锚杆的选定应具有代表性, 遵守随机抽样的原则;

- 2) 锚杆正式施工前应进行基本实验，每种拉力设计值相同的锚杆，施工前对各规格锚杆（钢丝绳锚杆）性能的基本实验不得少于 3 根，提供每种类型锚杆的极限承载力标准值，以便进行动态设计。
- 3) 验收试验：锚杆的数量取每种类型锚杆总数的 5%，且均不得少于 5 根；试验荷载为锚杆轴向设计拉拔力的 1.50 倍。
- 4) 检测未尽事宜见相关规范。

表 3-14 检测工程统计表			
检测	被动网钢丝绳（施工前基本实验，检测钢丝绳极限承载力标准值，每道抽取 3 根）	根	9
	被动网钢丝绳锚杆（锚杆抗拔试验，每种类型锚杆的检测数量不应少于总数的 5%，且不少于 5 根）	根	15

3.5.11.3. 锚杆拉拔试验

1) 试验目的

锚杆拉拔力试验的目的是判定岩石的可锚性、评价锚杆、树脂、围岩锚固系统的性能和锚杆的锚固力，试验必须在现场进行。

2) 试验工具和设备

- A. 锚杆拉力计（量程>200kN、分辨率≤1.0kN）；
- B. 钻孔机具。

3) 试验步骤

按下图所示安设仪器，确保锚杆拉力计油缸的中心线与锚杆轴线重合。试验前，检查手动泵或电动泵的油量和各连接部位是否牢固，确认无误后再进行试验。试验由两人完成，一人加载，一人记录。试验时应缓慢均匀地操作手动泵压杆。当锚杆出现明显位移时，停止加压，记录锚杆拉力计此时的读数，即为拉拔试验值。

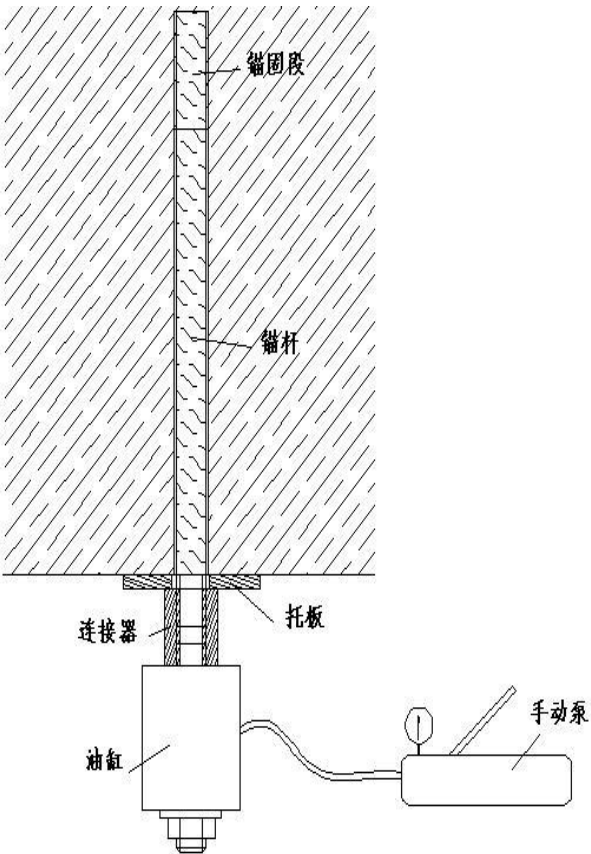


图 3-6 锚杆拉拔力试验示意图

4) 锚杆拉拔测试要求

- A. 非预应力锚杆的检测根数不宜小于锚杆总数的 5%。被动网上、下、侧拉锚杆均为每装 100 根抽试 5 组锚杆，被动网上、下、侧拉锚杆应分开均匀分布检测。
- B. 试验要求：
被动网拉锚系统网高（m）及钢丝绳锚杆长度（m）/设计抗拔力 (KN) 选用值见下表。

表 3-15 检测工程统计表	
锚杆名称	钢丝绳锚杆长度（m）/设计抗拔力（KN）
	H=4、5
上拉锚杆	2.0/50
侧拉锚杆	2.5/60
下拉锚杆	2.0/50
中间加固锚杆	2.0/50
注：H 为被动网高，单位为 m。	

5) 注意事项：

- A. 锚杆拉拔计在试验过程中应固定牢靠；
- B. 锚杆拉拔时应缓慢地逐级均匀加载，直到锚杆滑动或杆体破坏为止，并作详细记录；
- C. 拉拔锚杆时，拉拔装置下方和两侧不得站人；
- D. 拉拔时设专人监视试验情况，以保证操作人员安全；
- E. 测试锚杆按规定比例测试，选择好测试点，不能做破坏性试验；
- F. 拉拔合格的锚杆要挂好合格标签，如发现不合格的锚杆要按规定补打，在进行测试；
- G. 拉拔时严禁有人通过，两边放好警戒，以防止工具脱落伤人；
- H. 测试后要将锚杆螺母拧紧，保管好设备。

3.5.12. 被动防护网检验

3-16 柔性被动防护网检验项目

序号	项目名称	技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验
1	系统性能	5.2	6.2	+	-
2	钢丝绳网紧固件抗脱落拉力和抗错动拉力	5.3.1.6	6.3.1.6	+	+
3	防腐性能	5.1.1,5.1.2,5.3.6.3,5.3.7.1,5.3.7.2,5.4.4	6.1.1,6.1.2,6.3.17,6.3.2.7,6.3.3.7,6.3.4.4,6.3.5.4,6.3.6.3	+	-
4	外观	5.3.1.1,5.3.1.2,5.3.2.1,5.3.2.2,5.3.2.3,5.3.3.1,5.3.3.2,5.3.3.3,5.3.4.1,5.3.5.1,5.3.6.1	6.3.1.1,6.3.1.2,6.3.2.1,6.3.2.2,6.3.2.3,6.3.3.1,6.3.3.2,6.3.3.3,6.3.4.1,6.3.5.1,6.3.6.1	+	+
5	规格尺寸	5.3.1.3,5.3.1.4,5.3.2.4,5.3.2.5,5.3.3.4,5.3.3.5,5.3.4.2,5.3.5.2	6.3.1.3,6.3.1.4,6.3.2.4,6.3.2.5,6.3.3.4,6.3.3.5,6.3.4.2,6.3.5.2	+	+
6	消能装置静力、动力	5.3.6.2	6.3.6.2	+	-

序号	项目名称	技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验
	性能				
7	连接构件性能	5.3.7	6.3.7	+	-
8	网片抗顶破力、抗拉强度	5.3.1.5,5.3.2.6,5.3.3.6,5.3.4.3,5.3.5.3	6.3.1.5,6.3.2.6,6.3.6.6,6.3.4.3,6.3.5.3	+	-
9	环链破断力	5.3.2.6	5.3.2.6	+	+
注：1、表中条款规范引自《边坡柔性防护网规范》（JT/T 1328-2020）表 7； 2、“+”表示检验项目，“-”表示不检验项目。					

4. 施工安全控制措施

本工程安全管理的目标是重大伤亡事故率为零，为实现目标必须按下列措施保证实施。

(1) 施工前，认真学习有关安全管理规定，严格执行《建筑施工安全法规标准手册》和《机械工人安全技术操作规程》等；

(2) 认真检查和处理作业区的危石，施工机具应布置在安全地带；

(3) 施工前在作好技术交底的同时，必须进行安全交底，每天施工前，应对所用安全设施、安全用具进行仔仔细细的枪查，杜绝事故隐患；

(4) 所有施工机具使用前必须检查试运转，方能专人使用；

(5) 处理机械事故时，必须在设备停机时检查、维修；

(6) 进入施现场的工作人员必须经过三级安全教育和培训，经考试合格后方准上岗，特殊工种必须具有中国国家和地方有关部门发给的合格证方准上岗，所有管理人员、技术人员均要挂牌上岗；

(7) 坡脚树立醒目的告示牌，提醒过往车辆及行人注意安全；

(8) 坚持和完善安全生产责任制度、安全生产教育制度、安全检查制度及事故调查处理制度，把各项安全施工指标层层分解到班组，提高全体员工的安全意识；

(9) 检查各作业面安全技术措施落实情况，调查分析事故原因，坚持三不放过原则（事故原因不清楚不放过，没有防范措施不放过，群众和个人没有受到教育不放过）；

(10) 施工现场设置明显的安全标志，进入现杨设立“必须戴安全帽”标志，进入施工现场的一切人员必须戴安全帽，非工作人员不得进入正在进行施工的作业区；

(11) 架空线路用混凝土杆或木杆；

(12) 施工现场文明整洁，材料、设备、机具堆放有序，道路通畅，各工序各分项完成后即刻清理场地，材料应按不同种类、规格挂牌堆放；

(13) 防火保证措施

1) 防火工作以预防为主；

2) 全体员工作为义务消防员，随时随地检查消防工作；

3) 施工现场总平面布置时，各种临时建筑物要按防火要求布置；

4) 废弃的棉纱、油类等易燃品处理时，挖坑掩埋在规定安全区域；

(15) 环保施工措施：施工中尽量减少植被破坏；

(16) 未尽事宜严格按现行有关规范执行。

5. 施工质量检验及验收

施工质量检验及验收应按《广西地质灾害防治项目管理办法》有关规定执行。主要是进场机械、设备、材料、混凝土、钢筋制安、施工质量检验、工程分部验收、工程竣工验收等。

(1) 施工组织设计审查；

(2) 进场开工前，进场设备及有关材料检验；

(3) 钢筋网制作应对钢筋规格、焊条规格、品种、焊口规格、焊缝长度、焊缝外观及质量、主筋和箍筋的制作偏差进行检查；

(4) 混凝土试块检验，混凝土所用水泥、砂、石子、毛石等原材料进行检查，施工中，应对放置的钢筋、灌注的混凝土等进行全过程检查；

(5) 危岩静态破碎清除后，其周围岩壁不能残留其它松动岩石；

(6) 退场前，对施工影响范围内残留的危石及建筑垃圾进行全面清理；

(7) 施工完毕后经设计、监理、业主和施工方共同验收合格后交付业主使用，并形成竣工验收会议纪要。

6. 环境影响评价

6.1. 有利影响

治理工程全面实施完成后，危岩地质灾害将得到有效控制，有助于改善危岩所在山体的地质环境，改善地质灾害区居民的生存与发展环境。

危岩治理后，消除了区内稳定性差的岩块以及危害特别严重的危岩体崩塌坠落的隐患，将改善该区的地质环境，解除危岩边居民的后顾之忧，将改善居住环境，有利于人民的安定。

6.2. 不利影响

治理危岩主要是石方机械破碎、静态破碎、锚杆工程等，施工过程中必然将对危岩下方造成一定的破坏，施工过程中的锚杆钻机及石方施工机械，产生的噪高在 60～70DB，对施工人员存在一定的影响；同时，破坏地表植被；在危岩清除过程中可能造成随机落石。

治理过程中会对危岩体周边植被造成破坏，对周边植被生态造成影响，施工时根据现场条件采用信息法施工，减少对植被的毁坏。

7. 工程总预算

本治理工程一期主要工程量为对危岩 W1（WQ1）进行清除，同时在危岩 W1（WQ1）的影响区域布置 PPS-200/DB/A 型被动网进行防护，项目工程量详见附表 01。一期治理工程总投资人民币 3779771.73 元，其中主体工程 2649486.71 元，占比 73.60%；施工临时工程 340038.11 元，占比 9.45%；独立费用 610257.78 元，占比 16.95%；基本预备费 179989.13 元，占比 4.76%，具体详见马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程（一期）预算书。

本治理工程二期主要工程量为对危岩 W2～W8、WQ2～5 进行清除，同时在板上屯东面布置 PPS-300/DB/A 型被动网进行防护，项目工程量详见附表 02。二期治理工程总投资人民币 2750114.97 元，其中主体工程 1663029.65 元，占比 63.49%；施工临时工程 437021.58 元，占比 16.69%；独立费用 519105.88 元，占比 19.82%；基本预备费 130957.86 元，占比 4.76%，具体详见马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程（二期）预算书。

8. 建议

- （1）根据现场勘查情况，危岩 W1（WQ1）危险性较高，方量较大，建议先对进行一期的治理施工工作。
- （2）做好危岩区安全警示牌，禁止施工影响区段车辆和行人通行；
- （3）当监测危岩发生明显不稳定迹象时，应及时通知现场施工人员和受威胁人员

撤离，并应立即向有关部门汇报，确保生命财产安全；

（4）采用动态信息施工法施工，出现与设计不符的情况时，应及时通知设计人员，并会同有关单位协商解决；

（5）本治理工程仅对业主指定的调查区域已发现的危岩进行治理设计。由于危岩区山体植被较发育，局部地形为陡崖，建议在工程施工过程中增加对隐蔽危岩体的排查，及时补充必要的治理工程。采用动态设计与信息法施工，及时调整设计方案；

（6）保护治理危岩区的周边环境及自然地形，限制不利于危岩稳定的人类活动；

（7）未尽事宜严格按现行有关规范执行。

项目目标绩效计划表

项目名称	马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程			
所属专项	单点治理项目实施方案			
中央主管部门	中华人民共和国自然资源部	省级财政部门	广西壮族自治区财政厅	
省级主管部门	广西壮族自治区自然资源厅	具体实施单位	南宁市自然资源局	
资金情况（万元）	一期总投资	377.98	二期总投资	275.01
	拟申请财政资金	377.98	拟申请财政资金	275.01
总体目标	一期主要工作内容为：机械破碎清除危岩 W1（WQ1）+PPS-200/DB/A 型柔性被动防护网；二期主要工作内容为：静态破碎及人工破碎清除危岩 W2～W8、WQ2～5+PPS-300/DB/A 型柔性被动防护网。采用以上措施对实施区地质灾害进行治疗，消除实施区地质灾害隐患，保障人口约 370 人、减少财产损失约 700 万元。			
绩效指标	一级指标	二级指标	三级指标	指标值
	产出指标	数量指标	广西壮族自治区南宁市马山县白山镇兴华村板上屯危岩地质灾害治理工程	开工率 100%，完工率 100%。
			申请配套资金额度	本年度财政配套资金额度 100%
		质量指标	治理项目验收合格率	治理项目验收合格率 100%
		时效指标	资金拨付率	资金拨付率 100%
		成本指标	预算支出进度	预算支出进度 100%
	效益指标	经济效益指标	地质灾害排除危险及时性	提高
		社会效益指标	威胁人员数量	减少威胁 370 人
			威胁财产数量	减少威胁财产 700 万元
		环境效益指标	地灾隐患消除率	地灾隐患消除率 100%
	满意度指标	服务对象满意度指标	实施区域受益人群满意度	实施区域受益人群满意度大于 95%

附表：

附表 01 危岩地质灾害治理工程一期被动防护网、脚手架、辅助工程等工程量统计表

项目名称				单位	工程量	
一、破碎清除危岩体			机械破碎石方（采用履带式液压挖掘机（带液压锤）清除完可直接挖装至装载车外运，无需搬运到临时堆放场。）		m ³	7878.00
二、被动防护网	PPS-200/DB/A （高 5m）	被动网钢柱及 锚杆基础	土方开挖（不放坡）		m ³	52.74
			钢柱 C30 砼基础（单个方量 0.48m ³ ,共 26 个钢柱）		m ³	12.48
			连接段钢柱 C30 砼基础（单个方量 0.48m ³ ,共 2 个钢柱）		m ³	0.96
			钢柱基础钢筋（Φ14，每个钢柱用量 0.0044t，共 28 个钢柱）		t	0.123
			钢柱基础钢筋（Φ12，每个钢柱用量 0.0179t，共 28 个钢柱）		t	0.501
			上拉锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.6m ³ ，共 29 个）		m ³	17.40
			侧拉锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.75m ³ ，共 2 个）		m ³	1.50
			中间加固锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.6m ³ ，共 4 个）		m ³	2.40
			连接段锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.75m ³ ，一个连接段共 12 个砼基础，现有两个连接段）		m ³	18.00
		2000kJ 被动网 （5+1m）	环形网（网型 RN/16/3/300/5×5/T）总长：84+71+98=253m		m ²	1518.00
	上拉锚杆	Φ18mm 钢丝绳锚杆（4.3m/根，共 29 根）		m	124.70	
	侧拉锚杆	Φ18mm 钢丝绳锚杆（5.3m/根，共 2 根）		m	10.60	
	中间加固锚杆	Φ18mm 钢丝绳锚杆（4.3m/根，共 4 根）		m	17.20	
	连接段锚杆	Φ18mm 钢丝绳锚杆（5.3m/根，一个连接段共 12 根，现有两个连接段）		m	127.20	
被动网布置区域清表（宽 1.5m）			人工砍挖小树林(直径≤5cm)，砍伐面积占场地面积 70%，长度 253.00m		m ²	379.50
三、辅助工程	机械二次运输 材料	工地仓库至南 侧坡脚道路	人工装农用车运输水泥（运输距离 517m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 467m）		t	0.236
			人工装农用车运输钢材（运输距离 517m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 467m）		t	21.578
			人工装农用车运输砂（运输距离 517m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 467m）		m ³	0.45
	废石外运		外运至马山县电白小学西北面空地，运距按 5km 计算		m ³	7878.00
	施工临时安全防护工程 （包裹危岩）		Φ25mm 防护锚杆（2.0m/根）		根	197
			锚杆钻孔（钻孔直径Ø50mm）	197*1.7	m	334.90
			Φ14 防护钢绳长度		m	17500.00
			Φ8mm 钢绳网		m ²	1911.00
	WQ1 施工临时围护		钢板围护（围长 41.50，高 5.0m）		m ²	207.50
	施工仓库		租用板上屯空置房及操场空地		项	1
五、检测工程			被动网钢丝绳（施工前基本实验，检测钢丝绳极限承载力标准值，每道抽取 3 根）		根	3
			被动网钢丝绳锚杆（锚杆抗拔试验，检测数量不应少于总数的 5%，且不少于 5 根）		根	11
六、安全监测			安全巡查（被动网监测点巡查，初验后一个水文年，人工（简易）监测，约 12 个月，1 次·点/月,雨季（4~9 月）2 次·点/月，共 4 个监测点）		次	72

附表 02 危岩地质灾害治理工程二期被动防护网、脚手架、辅助工程等工程量统计表

项目名称				单位	工程量					
一、破碎清除危岩体				静态破碎石方	m ³	626.28				
				人工破碎清除				m ³	262.34	
				人力搬运废石	1、W7 至 1#废石临时堆放（运输距离 304.10m，平均坡度 47°，折平系数为 1.9，折平运距为 577.80m）				m ³	151.20
					2、W4～W6 危岩点及 WQ2～WQ5 危岩群至 1#废石临时堆放（运输距离 98.70m，平均坡度 43°，折平系数为 1.9，折平运距为 187.53m）				m ³	264.03
					3、W2～W3 危岩点至 1#废石临时堆放（运输距离 144.00m，平均坡度 30°，折平系数为 1.3，折平运距为 187.20m）				m ³	81.39
4、W8 至 2#废石临时堆放（运输距离 144.30m，平均坡度 50°，折平系数为 1.9，折平运距为 274.20m）					m ³	392.00				
二、被动防护网	PPS-300/DB/A （高 5m）	被动网钢柱及锚杆基础	土方开挖（不放坡）			m ³	19.62			
			钢柱 C30 砼基础（单个方量 1.44m ³ ,共 8 个钢柱）			m ³	11.52			
			钢柱基础钢筋（Φ14，每个钢柱用量 0.0140t，共 8 个钢柱）			t	0.112			
			钢柱基础钢筋（Φ12，每个钢柱用量 0.0435t，共 8 个钢柱）			t	0.348			
			上拉锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.6m ³ ，共 9 个）			m ³	5.40			
			侧拉锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.75m ³ ，共 2 个）			m ³	1.50			
			中间加固锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.6m ³ ，共 2 个）			m ³	1.20			
		3000kJ 被动网（5+1m）	环形网（网型 RN/16/3/300/5×5/T）总长：62m			m ²	372.00			
		上拉锚杆	Φ20mm 钢丝绳锚杆（4.3m/根，共 9 根）			m	38.70			
		侧拉锚杆	Φ20mm 钢丝绳锚杆（5.3m/根，共 2 根）			m	10.60			
	中间加固锚杆	Φ20mm 钢丝绳锚杆（4.3m/根，共 2 根）			m	8.60				
	PPS-300/DB/A （高 4m）	被动网钢柱及锚杆基础	土方开挖（不放坡）			m ³	19.62			
			钢柱 C30 砼基础（单个方量 1.44m ³ ,共 8 个钢柱）			m ³	11.52			
			钢柱基础钢筋（Φ14，每个钢柱用量 0.0140t，共 8 个钢柱）			t	0.112			
			钢柱基础钢筋（Φ12，每个钢柱用量 0.0435t，共 8 个钢柱）			t	0.348			
			上拉锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.6m ³ ，共 9 个）			m ³	5.40			
			侧拉锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.75m ³ ，共 2 个）			m ³	1.50			
			中间加固锚杆 C30 砼基础（单个方量 0.6m ³ ，共 2 个）			m ³	1.20			
		3000kJ 被动网（4+1m）	环形网（网型 RN/16/3/300/5×5/T）总长：66m			m ²	330.00			
		上拉锚杆	Φ20mm 钢丝绳锚杆（4.3m/根，共 9 根）			m	38.70			
侧拉锚杆		Φ20mm 钢丝绳锚杆（5.3m/根，共 2 根）			m	10.60				
中间加固锚杆	Φ20mm 钢丝绳锚杆（4.3m/根，共 2 根）			m	8.60					
被动网布置区域清表（宽 1.5m）		人工砍挖小树林(直径≤5cm)，砍伐面积占场地面积 70%，长度 128.00m			m ²	192.00				
三、辅助工程	机械二次运输材料	工地仓库至南侧坡脚道路	人工装农用车运输水泥（运输距离 517m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 467m）			t	0.800			
			人工装农用车运输钢材（运输距离 517m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 467m）			t	8.956			

项目名称				单位	工程量
			人工装农用车运输砂（运输距离 517m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 467m）	m ³	1. 52
			人工装农用车运输静爆剂（运输距离 517m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 467m）	t	5. 747
			人工装农用车运输脚手架钢管（运输距离 517m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 467m）	t	0. 843
		工地仓库至东侧坡脚道路	人工装农用车运输水泥（运输距离 304m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 254m）	t	0. 154
			人工装农用车运输钢材（运输距离 304m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 254m）	t	3. 869
			人工装农用车运输砂（运输距离 304m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 254m）	m ³	0. 29
			人工装农用车运输静爆剂（运输距离 304m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 254m）	t	9. 616
			人工装农用车运输脚手架钢管（运输距离 304m，考虑定额中包括仓库至工作面水平距离 50m，运输距离为 254m）	t	0. 126
	人工二次搬运	南侧坡脚道路至 W7 危岩点	人力搬运水泥（运输距离 304. 10m，平均坡度 47° ，折平系数为 3. 5，折平运距为 1064. 35m）	t	0. 111
			人力搬运钢材（运输距离 304. 10m，平均坡度 47° ，折平系数为 3. 5，折平运距为 1064. 35m）	t	2. 107
			人工装运砂（运输距离 304. 10m，平均坡度 47° ，折平系数为 3. 5，折平运距为 1064. 35m）	m ³	0. 21
			人力搬运静爆剂（运输距离 304. 10m，平均坡度 47° ，折平系数为 3. 5，折平运距为 1064. 35m）	t	3. 274
			人力搬运脚手架钢管（运输距离 304. 10m，平均坡度 47° ，折平系数为 3. 5，折平运距为 1064. 35m，搬上）	t	0. 057
			人力搬运脚手架钢管（运输距离 304. 10m，平均坡度 47° ，折平系数为 1. 9，折平运距为 577. 79m，搬下）	t	0. 057
		南侧坡脚道路至 W4～W6 危岩点及 WQ2～WQ5 危岩群	人力搬运水泥（运输距离 98. 70m，平均坡度 43° ，折平系数为 3. 5，折平运距为 345. 45m）	t	0. 476
			人力搬运钢材（运输距离 98. 70m，平均坡度 43° ，折平系数为 3. 5，折平运距为 345. 45m）	t	7. 704
			人工装运砂（运输距离 98. 70m，平均坡度 43° ，折平系数为 3. 5，折平运距为 345. 45m）	m ³	0. 91
			人力搬运静爆剂（运输距离 98. 70m，平均坡度 43° ，折平系数为 3. 5，折平运距为 345. 45m）	t	0. 477
			人力搬运脚手架钢管（运输距离 98. 70m，平均坡度 43° ，折平系数为 3. 5，折平运距为 345. 45m，搬上）	t	0. 168
			人力搬运脚手架钢管（运输距离 98. 70m，平均坡度 43° ，折平系数为 1. 9，折平运距为 187. 53m，搬下）	t	0. 168
		南侧坡脚道路至 W2～W3 危岩点	人力搬运水泥（运输距离 48. 50m，平均坡度 30° ，折平系数为 1. 8，折平运距为 87. 30m）	t	0. 213
			人力搬运钢材（运输距离 48. 50m，平均坡度 30° ，折平系数为 1. 8，折平运距为 87. 30m）	t	2. 966
			人工装运砂（运输距离 48. 50m，平均坡度 30° ，折平系数为 1. 8，折平运距为 87. 30m）	m ³	0. 40
			人力搬运静爆剂（运输距离 48. 50m，平均坡度 30° ，折平系数为 1. 8，折平运距为 87. 30m）	t	1. 997
			人力搬运脚手架钢管（运输距离 48. 50m，平均坡度 30° ，折平系数为 1. 8，折平运距为 87. 30m，搬上）	t	0. 292
			人力搬运脚手架钢管（运输距离 48. 50m，平均坡度 30° ，折平系数为 1. 3，折平运距为 63. 05m，搬下）	t	0. 292
		东侧坡脚道路至 W8 危岩点	人力搬运水泥（运输距离 144. 00m，平均坡度 50° ，折平系数为 3. 5，折平运距为 504. 00m）	t	0. 154
			人力搬运钢材（运输距离 144. 00m，平均坡度 50° ，折平系数为 3. 5，折平运距为 504. 00m）	t	3. 869
			人工装运砂（运输距离 144. 00m，平均坡度 50° ，折平系数为 3. 5，折平运距为 504. 00m）	m ³	0. 29
			人力搬运静爆剂（运输距离 144. 00m，平均坡度 50° ，折平系数为 3. 5，折平运距为 504. 00m）	t	9. 616
			人力搬运脚手架钢管（运输距离 144. 00m，平均坡度 50° ，折平系数为 3. 5，折平运距为 504. 00m，搬上）	t	0. 126
			人力搬运脚手架钢管（运输距离 144. 00m，平均坡度 50° ，折平系数为 1. 9，折平运距为 273. 60m，搬下）	t	0. 126

项目名称			单位	工程量
	废石外运	外运至马山县电白小学西北面空地，运距按 5.0km 计算		m ³ 888.62
四、临时工程	便道	施工便道（长 514.20m，宽 1.2m）		m ² 617.04
	落地式脚手架	脚手架（双排，高度≤10m）		m ² 293.20
		脚手架（双排，高度 10～20m）		m ² 684.10
		脚手架（双排，高度 20～30m）		m ² 184.50
		Φ 20mm 联结锚杆（1.0m/根）		根120
		Φ 12 拉结钢绳(5m/根)	120*5	m600.00
		Φ 25mm 生根锚杆（1.5m/根）		根150
		锚杆钻孔（直径 45mm）	120*0.75+150*1.0	m240.00
	施工临时安全防护工程 （包裹危岩）	Φ 25mm 防护锚杆（2.0m/根）		根590.00
		锚杆钻孔（钻孔直径Ø50mm）	590*1.7	m1003.00
		Φ 14 防护钢绳长度		m10960.00
		Φ 8mm 钢绳网		m ² 931.00
	施工仓库	租用板上屯空置房及操场空地		项1
五、检测工程		被动网钢丝绳（施工前基本实验，检测钢丝绳极限承载力标准值，每道抽取 3 根）		根6
		被动网钢丝绳锚杆（锚杆抗拔试验，检测数量不应少于总数的 5%，且不少于 5 根）		根13
六、安全监测		安全巡查（被动网监测点巡查，初验后一个水文年，人工（简易）监测，约 12 个月，1 次•点/月,雨季（4～9 月）2 次•点/月，共 3 个监测点）		次54