

# 垫江县裴兴镇桂花村农村集中安置 点边坡排危方案

编制单位：北固生态建设集团有限公司

二〇二五年十月

# 垫江县裴兴镇桂花村农村集中安置 点边坡排危除险实施方案

项目负责： 李 凯 高级工程师

编 制： 翟亚锋 工程师

审 核： 史 宇 正高级工程师

总工程师： 史 宇 正高级工程师

法人代表： 杜冲亚 正高级工程师

北固生态建设集团有限公司

二〇二五年十月

## 目录

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1、危岩基本情况 .....        | 3  |
| 1.1 危岩基本特征 .....      | 3  |
| 1.2 成因机制分析 .....      | 4  |
| 2、纳入本次排危除险的危岩 .....   | 6  |
| 3、排危除险方案 .....        | 6  |
| 3.1 设计思路及依据 .....     | 6  |
| 3.2 总体工程布置 .....      | 7  |
| 3.3 分项工程设计 .....      | 7  |
| 3.4 主要工程量 .....       | 8  |
| 4、施工组织设计 .....        | 9  |
| 4.1 施工条件 .....        | 10 |
| 4.2 施工方法及工序 .....     | 10 |
| 4.3 施工保障措施 .....      | 16 |
| 4.4 工程项目验收及相关要求 ..... | 17 |

## 1、危岩基本情况

危岩位于裴兴镇桂花村 3 组，地理坐标 E：107.53731146，N：30.13754169，为村民集中安置点，该边坡主要影响下方居民 16 户 74 人的生命财产安全。边坡的危害性较高，风险性较高。该边坡防治工程等级为四级。



图 1-1 边坡全貌图

### 1.1 边坡基本特征

该处边坡长约 230m，地形坡度一般  $30^{\circ}\sim 55^{\circ}$ ，坡顶高程 417m，坡顶地形较平缓，一般坡度  $5\sim 10^{\circ}$ ，底部高程 400m，相对高差 17m。

地层岩性为三叠系上统须家河组(T3xj)砂岩、泥岩。岩层产状： $318^{\circ}$   $\angle 32^{\circ}$ ，总体坡向  $325^{\circ}$ ，为顺向坡。裂隙发育，总面积约 1600m<sup>2</sup>，主要威胁下方居民 16 户 74 人的生命财产安全。

由于边坡已经开挖，坡面未进行支挡。故综合判断边坡处于基本稳定~欠稳状态，在降雨、自重卸荷作用、等众多因素影响下，可能发生倾倒、坠落式破坏，发展趋势为欠稳定~不稳定。

该边坡发育有两组裂隙，①裂隙 L1： $245^{\circ}$   $\angle 85^{\circ}$ ，无填充；②裂隙 L2： $155^{\circ}$   $\angle 73^{\circ}$ ，张开度 1cm，泥质填充，属于主控裂隙。

## 1.2 成因机制分析

边坡为岩质边坡，顶覆有第四系薄层粉质粘土，结构松散，夹少量碎块石。下伏基岩为三叠系上统须家河组薄层状砂岩，边坡高约 9.0~12.0m，长约 105m，边坡坡向  $325^{\circ}$ ，坡度约  $60^{\circ}$ ~ $70^{\circ}$ ，边坡未支护，岩体风化严重顺向坡边坡岩体发生变形破坏具有随机性及不确定性，中下部岩体作为上部岩体的基座，底部失稳后必将导致上部岩体悬空；或四周岩体失稳后导致中心未垮岩体孤立悬挑；或临空岩体失稳滑塌失去支挡作用后，后部岩体沿缓倾临空结构面形成新的危岩单体。

据场地所处的地质环境条件分析，危岩成因及稳定性影响因素包括内部条件和外部条件两类，内部条件包括地貌特征、坡体结构；外部条件包括降雨、风化、植被、人类工程活动等。综合分述如下：

### (1) 地貌特征

场区属构造剥蚀丘陵地貌，区内边坡开挖坡角较陡，为危岩形成

提供了很好的临空条件。

边坡存在“长期临空卸荷、应力松弛——岩体危岩、高位势能释放——陡崖线后退并形成新的陡崖面——继续临空卸荷、应力松弛”的周期，危岩是必须出现的重要环节，是陡崖响应临空卸荷，应力平衡或相对平衡的唯一途径。

## （2）坡体结构

场区所在边坡由两组优势裂隙结构面陡倾，延伸长度长，间距较大，或直接为陡崖临空面，或相互组合后呈锯齿状分割临空岩体，使陡崖局部段横向呈锯齿状延伸。其裂隙相互切割后将临空崖体切割成大块体状，为危岩体的形成提供了必要条件，特别是陡崖突出锯齿部位岩体在充分卸荷情况下稳定性更差，是危岩体发育的关键部位。

## （3）水的作用

调查区降雨量大，水可增加岩体自重，降雨入渗裂隙产生静水压力和扬压力，同时对裂隙内充填物质有软化作用，在流动时还能带走细粒物质，降低裂隙内充填物的凝聚力。

## （4）风化

风化作用加速了危岩体裂隙的扩展，裂面强度降低，差异风化形成凹腔、岩穴及负地形，促进了危岩体的失稳。

## （5）植物作用

陡崖体上生长了大量树木，树木的根系将加剧岩体裂隙的扩张发育，破坏岩体整体性，同时也会传递风荷载，不利于危岩单体稳定性。

## 2、纳入本次排危除险的范围

边坡现状整体处于基本稳定状态，风化作用强烈，顺向裂隙发育，受裂隙 L1、裂隙 L1 与裂隙 L2 组合交线控制，可能会发生局部崩塌、掉块现象。根据监测数据及现场调查分析该处边坡前期有变形迹象，后期趋于稳定，综合判断其处于基本稳定状态，在降雨、自重卸荷作用、下部岩腔扩展等众多因素影响下，可能发生坠落式破坏，发展趋势为欠稳定~不稳定，严重威胁下方居民 16 户 74 人安全，亟需进行排危除险处置。

## 3、排危除险方案

### 3.1 设计思路及依据

本次排危除险主要思路为对发现的风险较高的边坡采取措施，由于本次排危除险工程仅开展了排危除险调查工作，未开展详细勘查，排危除险实施方案是在调查的基础上开展的，因此，在进行简单排危除险后，需继续加强该区内的巡查、监测，发现异常或者出现险情需及时上报，后期应对整个陡崖带进行专项调（勘）查及设计工作。

本次排危除险实施方案执行的主要技术要求和规范如下：

- （1）《地质灾害防治工程设计标准》（DBJ50/T-029-2019）；
- （2）《地质灾害防治工程勘查规范》（DB50/143-2018）；
- （3）《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010）（2016 年版）；
- （4）《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）；
- （5）《混凝土结构设计规范》（GB50010—2010）（2015 年版）；
- （6）《砌体结构设计规范》（GB50003—2011）；

- (7) 《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）；
- (8) 《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- (9) 《地质灾害治理工程施工技术规范》（DB50 T989-2020）；
- (10) 《地质灾害治理工程施工施工质量验收工程规范》（DB50/T900-2020）。

### 3.2 总体工程布置

根据边坡现阶段的变形迹象和变形特征分析，建议采用“清表+坡面喷浆+挡墙”的排危除险处置方案。

### 3.3 分项工程设计

1) 对边坡岩体采用人工清除的排危除险措施，其施工应自上而下、由外向内逐层开挖，对危岩清除施工采用岩石切割机等工具沿层破碎。考虑到坡脚为居民及道路区域，施工应严格控制规模，破裂后的岩块以人可搬动为准，严禁爆破施工。清方弃体应及时利用人工转运至临时堆场，以便集中外运至指定渣场。

2) 最下部两排锚杆场地设计为 4m，其中高度 5.5m 及以下锚杆长度 4m，高度 5.5-12m 段锚杆长度 6m；采用 1Φ25@2.50m×2.50m 螺纹钢筋。

3) 喷射层厚度为 100mm，混凝土强度等级为 C25，采用 Φ8@200\*200 双向钢筋网 1 层。锚杆弯头长度 700mm，与钢筋网之间采用绑扎。喷射混凝土面层进入坡脚以下不小于 200mm。坡面设 Φ110@3000×3000mm 的泄水孔（可根据现场实际情况进行调整，优先设在裂缝出水位置），采用带孔 PVC 管，进口用土工布包裹，泄



水孔外倾 5%，孔深不少于 0.50m。每隔 15m 设置伸缩缝一道，缝宽 30mm，缝中填塞沥青麻筋等有弹性的防水材料。

4) 挡墙长 40m，高 3.0m，挡土墙面坡 1: 0.25，背坡 1:0.00（直立），墙底倾斜坡率 0.10:1，墙底宽 1.00m，墙顶宽 0.50m。墙体采用 C25 混凝土。挡墙基础全断面埋入深度不小于 0.50m，基础承载力不小于 300kpa；挡土墙每隔 10-15m 设置伸缩缝一道，缝宽 30mm，缝中填塞沥青麻筋等有弹性的防水材料，上、内、外三方填塞深度不小于 150mm。泄水孔采用  $\phi 110$ PVC 管制作，间距  $2000 \times 2000$ mm，布置于地面上 0.5m 处，呈梅花型布置，向外倾斜 5%，并做好滤水层。墙后填土按照 5%回填，填土采用透水性材料，分层压实，压实度不小于 93%。

5) 矮脚墙长 77m，高 1.0m，底宽 0.5m，墙顶宽 0.3m。墙体采用 C25 混凝土。挡墙基础全断面埋入深度不小于 0.30m，挡土墙每隔 10m 设置伸缩缝一道，缝宽 30mm，缝中填塞沥青麻筋等有弹性的防水材料，上、内、外三方填塞深度不小于 150mm。泄水孔采用  $\phi 110$ PVC 管制作，间距 2m，布置于地面上 0.5m 处，向外倾斜 5%，并做好滤水层。墙后填土按照 5%回填，填土采用透水性材料，分层压实，压实度不小于 93%。

6) 截排水沟长度 256m。截排水沟采用 C20 混凝土，壁厚 200mm，沟宽 400 mm，沟深 400mm；排水沟具体结构尺寸详见大样图。截、排水沟每间隔 10~15m(岩、土地基分界处单独留设)设一道伸缩缝，缝间采用沥青麻丝填塞，表面沥青防水。截、排水沟设计水力坡度为

5%，当坡度不能满足要求时，应根据实际坡度按设计要求设置跌水。

### 3.4 主要工程量

主要工程量如下表：

表 3-1 主要工作量一览表

| 工程类别   |          | 单<br>位         | 数量   | 备注                |
|--------|----------|----------------|------|-------------------|
| 坡面清除   | 人工清除     | m <sup>3</sup> | 50   |                   |
|        | 脚手架      | m <sup>2</sup> | 500  |                   |
| 余方弃置   | 机械外运石方弃渣 | m <sup>3</sup> | 50   |                   |
| 坡面喷浆   | C25 坡面喷护 | m <sup>2</sup> | 1015 |                   |
| 锚杆     | φ20mm    | m              | 450  |                   |
| 挡墙     | C25 混凝土  | m <sup>3</sup> | 90   |                   |
| 矮脚墙    | C25 混凝土  | m <sup>3</sup> | 30   |                   |
| 排水沟    | C25 混凝土  | m              | 296  | 含两个沉砂井及<br>40 米涵管 |
| 临时安全措施 | 临时竹跳板防护  | m <sup>2</sup> | 50   |                   |
|        | 专职人员监测预警 | 人 /<br>天       | 10   |                   |
| 其他临时措施 | 施工用电     | km             | 0.3  |                   |
|        | 施工用水     | km             | 0.3  |                   |

## 4、施工组织设计

#### 4.1 施工条件

工程区下方有乡村道路，机械可直接进场，交通较便利，所需水电可从下部居民区搭设，搭设距离暂按 300m 考虑，危岩清除后水平人工转运按 100m 考虑，弃渣转运距离暂按 10km 考虑。

#### 4.2 施工方法及工序

施工工序：范围核实→施工临时安全防护→脚手架搭设→坡面清除及转运→锚杆施工→锚杆浇筑→坡面喷护→挡墙基础开挖→挡墙浇筑→水沟开挖→水沟浇筑→核实验收→场地清理

施工方法：人工清除，采用人工凿石，化整为零、逐步剥离。

施工要求：

##### （1）坡面清除

施工总体思路是先防护后施工，先浮石、浮土后危石，边施工边监测，从上至下逐层清理，对于浮土浮石采用人工撬除清理的方法，对于危岩体采用人工机械配合凿成小块，然后清除。

##### （2）脚手架工程

为了施工作业安全，先在危岩陡崖表面顺坡度至下而上搭设双排连墙脚手架，作为危岩清除的一级防护。根据施工条件，运输车辆无法直接到达施工场内，钢管、扣件只有靠人工转运至施工场地。

A、因脚手架高度较大，对其脚手架作如下构造要求及措施。

①脚手架地基处理：脚手架立杆直接置于先修施工便道上，地质坚硬，具有良好的持力能力。局部位置下部需要 200mm 厚 C20 砼垫层，所有基础必须平整，不得悬空。

②立杆搭设应符合下列规定：相连立杆的对接扣件不得在同一高度内，立杆上的对接扣件应交错布置，两根相连立杆的对接接头不应设在同步内，同步内隔一根立杆的两个对接接头在高度方向上错开的距离不得大于 500mm，各接头与主节点的距离不宜大于步距的 1/3。当搭至有连墙件的构造点时，在搭设完该处的立杆、纵向水平杆、横向水平杆后应立即设置连墙件。顶层立杆采用搭接时，最小搭接长度不得小于 1m，应采用不少于 2 各螺旋扣件紧固，端部扣件盖板的边缘至立杆距离不得小于 100mm，立杆顶端应高出顶层水平杆 1.5m。立杆横距  $b=1.5\text{m}$ ，主杆纵距  $L=1.25\text{m}$ ，内立杆距墙 0.5m。脚手架步距  $h=1.25\text{m}$ ，脚手板只在作业面搭设，脚手架与危岩连接点的位置，其竖向间距  $H1=2h=2\times 1.8=3.6\text{m}$ ，水平间距  $L1=2L=2\times 1.5=3\text{m}$ 。

③纵向水平杆搭设应符合下列规定，大横杆置于小横杆之下，在立杆的内侧，用直角扣件与小横杆连接，同步大横杆四周要交圈，每部脚手架大横杆中间设一根牵杆。纵向水平杆应设置在立杆内侧，其长度不少于 3 跨。纵向水平杆连接应采用对接扣件连接，应恶客采用搭接，应等距分布的螺旋扣件连接。纵向水平杆的接长规则，同一跨内的相连两杆，不得同时出现接头，隔一跨内的两杆的接头相互错开的距离大于 500mm。接头应尽量靠近主接头设置，接头中心与主节点中心距离大于 1/3L。

④小横杆：每一档内外立杆、每一步都必须设置小横杆，并采用十字口扣件紧固，大横杆与小横杆采用十字扣件连接。小横杆伸出外挑立杆边缘距离不小于 10cm，求长度要去基本一致，最大不超过

20cm。小横杆应在立杆分上下两层相向布置。小横杆位置的确定，因为脚手架事先是用来清理危石作防护和操作平台，之后用作锚杆施工平台。每层锚杆都有确切的数据，为此为了避免二次搭设，在搭设小横杆时，小横杆的间距应符合施工锚杆的要求，并严格按照要求执行。

⑤剪刀撑：脚手架剪刀撑随立杆纵横向水平杆同步搭设，沿价高连续布置。并在整个场面上连续布置。各剪刀撑岸三步三跨设置一道，剪刀撑相交点处于砿一条直线上，并沿价高连续布置。剪刀撑的连接采用搭接，其搭接长度不小于 1m。并用不少于 2 各旋转扣件连接，端部扣件盖板的边缘至杆端的距离不小于 10cm。剪刀撑的一根斜杆扣在立杆上，另一根斜杆扣在小横杆伸出的端头上，两端分别用旋转扣件紧固。

⑥脚手板：清危操作平台采用  $0.25 \times 3.0\text{m}$  竹脚手板铺设。采用对接平铺，平铺处设两道横向水平杆，板端悬出长度和横向水平 间距为 130~150mm,其板端均应与支承杆可靠地固定。脚手板的两端应采用直径为 4mm 的镀锌钢丝各设两道箍。

⑦刚性连墙件：连墙杆采用刚性连接，垂直间距不大于 3.4m，水平间距不超过 4.5m，连墙杆用直径  $48 \times 3.5$  的钢管，连墙杆应固定在岩体面稳定位置处。预埋杆（预埋锚钉）的设置，当下部脚手架搭设至待设连墙件的位置时，事先将其表层松动的岩块通过人工或机械的方法对其清除，直至稳定岩层表面，然后采用风钻在岩石上钻孔 54mm，深度 2.0m，钻孔开口方向，最好顺坡面开孔；之后安置一根

C16 钢筋，外露部分弯起长度为 60mm，方向同脚手架小横杆方向；最后将其钻孔空隙用砂浆充填。待砂浆强度达到一定值时，将预埋连墙钢筋和脚手架小横杆采用焊接的连接方式连接，使其整个脚手架和岩体形成一个整体，起到脚手架加固的作用，增强稳定性。

⑧点锚拉杆（柔性连墙件）：在搭设脚手架的内侧按照间距 2.0m（竖向）×3.0（水平向）布置点锚拉杆，点锚锚入稳定岩层中不小于 1.5m，锚筋采用 1 根 16HRN400 钢筋，M30 砂浆灌注，外侧采用拉锚钢丝绳与脚手架牢固连接。

⑨立杆锚固：脚手架立杆垂直放置在垫木板上，当立杆地基位于斜坡的基岩面时，应将斜坡凿平或将立杆锚固于斜坡面上。立杆锚固方法：钻深度不小于 800mm，直径 54mm 的锚孔，将 1 根长 1000mm 的 C16HRB400 钢筋植入锚孔内，钢筋外露 200mm，用 M30 砂浆灌满锚孔，将脚手架立杆垂直套入钢筋上，立杆横距 1.5m，立杆跨距 1.25m，步距 1.25m。

⑩防护栅栏：在连墙防护架的内侧杆上，满挂竹跳板。竹跳板横向布置，排列紧密，用铁丝绑扎牢固，能够起到阻止清理下来的危石翻滚的作用，大大降低危险性。

为了保证本工程顺利进行，为了现场附近和过往群众的安全与方便，在确有必要的时候和地点，按监理工程师或有关部门的要求，提供照明、警卫、护栏、警告标志等安全防护措施。

### 3) 锚杆施工

①锚杆为普通砂浆全长粘结锚杆。杆体采用 II 级螺纹钢筋，使用

前须除锈。

②锚杆开孔偏差应小于 100mm，孔斜偏差应不大于  $2^{\circ}$ ；孔深需大于设计深度 500mm。

③锚杆钻孔孔径应大于杆体直径 25mm 及以上，确保杆体的砂浆结构保护层厚度不小于 25mm。钻孔完毕下道工序施工前应将孔内岩粉和积水吹洗干净。

④锚杆施工采用先插杆后注浆的注浆工艺。

⑤ 锚杆注浆压力控制在 0.3~0.5MPa。

⑥锚杆防腐：锚筋除锈后，每 2m 焊上定位支架，确保锚筋位于锚孔中部，锚固砂浆作为防腐层。

#### 4) 喷射混凝土施工

①喷射混凝土混合料的搅拌采用强制式搅拌机。

②喷射作业分区段自下而上进行，作业面范围视实际施工情况确定。

③喷混凝土前应埋设控制厚度的标志，并清除受喷面上的岩粉、岩渣和其它杂物。

④ 喷射过程中若发现砼表面干裂松散、下坠滑移或拉裂，应清除并重新喷射。

⑤ 喷射过程中回弹下落的混凝土必须清理干净，禁止将回弹的混凝土回收再用于喷射或复喷。

⑥ 喷混凝土终凝 2h 后即开始喷水养护，14d 内保持湿润状态，在喷混凝土充分凝固前，不得受水流直接冲刷。

⑦ 坡面溶蚀裂缝和小溶洞可采用喷射混凝土进行填充。

## 5) 挡墙支挡工程

挡墙工程工序：定位放线--基槽开挖—墙体施工—回填压实。

①挡土墙砌筑材料采用 C20 毛石混凝土，挡土墙面坡度、背坡、墙底逆坡、挡土墙具体作法、尺寸、材料要求等见设计图纸。

②挡土墙埋入深度不小于 50cm，应严格按照设计要求。施工中应加强验槽工作,确保足够的嵌入深度。

③挡土墙后面的填土应选择透水性强的填料。当采用粘性土作填料时，宜掺入适量的碎石。

④做好泄水孔的施工,孔眼间距 2.0m, 泄水孔采用  $\phi 110$ PVC 管制作，呈梅花型布置，布置于地面上 0.5m 处，向外倾斜 5%，并做好滤水层。

⑤为防止泄水孔堵塞，应做好泄水孔进口处反滤层施工，反滤层必须用透水材料，为防止积水渗入基础，在最低排泄水孔下部夯填至少 300mm 厚的粘土隔水层。

⑥沉降缝（伸缩缝）每 10-15m 设置一道，缝宽 30mm，缝中填塞沥青麻筋或其它各种弹性的防水材料，沿内、外、顶三方填塞深度不小于 150mm。

⑦ 墙后填土必须分层夯实，挡墙墙体强度达到设计强度的 75% 以上时，方能进行填土，注意墙身不要受到夯击影响。

## 6) 截排水工程

按设计位置放线，遇障碍，在不影响排水功能时，根据实际情况



调整。水沟必须置于稳定岩土层上。

①截排水沟砌筑材料用 C20 混凝土，具体作法、尺寸、材料要求等见设计图纸。

②沿排水沟方向,每 10-15m 设一道伸缩缝,缝宽 30mm，内填沥青玛蹄脂油膏。坡度大于 20%的地段，沟底断面应根据地形变化砌成多级跌水，跌水的台阶宽 1m，高度根据地面纵坡调整确定。

#### 4.3 施工保障措施

1、施工单位应选取有与本次排危除险施工能力的单位承担。

2、施工时应与施工监测同步进行。当出现变形等情况，并将危及施工人员安全时，及时通知人员撤离；

3、施工前，认真学习有关安全管理规定；

4、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检查，杜绝安全隐患。

5、所有施工机具使用前必须检查试运转，方能专人使用。

6、处理机械事故时，必须在设备停机时检查，维修。

7、进入施工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；

8、非操作人员不得进入正在进行施工的作业区。

9、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。

10、施工现场设置明显的安全标志。进入现场设立“必须戴安全帽”标志等等。安全标语要规范。

11、夜间施工照明要充分。

12、施工现场文明整洁，材料、设备、机具堆放有序，道路畅通，各工序各分项完成后即使清理场地。材料应按不同种类，规格挂牌堆放。

13、防火保证措施：防火工作以预防为主，全体员工作为义务消防员，随时、随地检查消防工作。

14、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。

15、各种道路随时畅通。

16、施工现场植被茂密，注意森林防火。

17、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

#### **4.4 工程项目验收及相关要求**

本次工程主要为边坡防护，完工后需经业主、设计现场确认达到要求后方可。

清除坡面岩体主要内容包括：坡面清除是否到位，外观是否完整等。