**矿山生态修复工程不稳定斜坡**

**治 理 工 程 设 计**

**陕西日升矿业工程有限责任公司**

**2018年**

# 1 前言

## 1.1 治理区概况

治理区不稳定斜坡位于XXX镇，旬河东侧坡体上，坐标N 32°53' 47.10"，E 109°16'45.44"。坡面受采矿弃渣堆积影响，地形起伏较大，目前经过削坡处理，坡体由下到上呈缓—陡—缓，高程位于210-610m之间。该斜坡宽约253m，高约430m，坡向284°，坡度整体约33°（图1-1）。斜坡坡脚处为旬河一级阶地，一旦失稳，容易形成堰塞湖，威胁上游水电站以及对岸居民的安全。



**治理区**

**图1-1 治理区遥感影像图**

## 1.2勘查结论

（1）勘查区地貌类型为中低山，沟谷内侧。

（2）区内无褶皱、断层等构造，未见有环境岩土工程问题。

（3）勘查区出露地层为第四系全新统残坡积物、第四系全新统冲洪积物、泥盆系大枫沟组灰岩以及泥盆系大枫沟组板岩。

（4）通过室内试验值，结合经验值和反分析值，最终确定了坡体土体的物理力学参数，天然状态下土体γ=19.6kN/m3，c=10.1kPa，φ=29.0°；在暴雨饱和状态下γ=19.9kN/m3，c=8.2kPa，φ=17.6°。

（5）结合定性与定量分析结果，在天然状态下，边坡整体处于稳定状态；在暴雨饱和条件下，处于前稳定状态，局部易产生失稳滑塌。

# 2 设计依据及思路

## 2.1 工程治理设计依据及执行的设计规范

### 2.1.1设计依据

《矿山生态修复工程不稳定斜坡地质勘查报告》

（长安大学，2018年4月）。

### 2.1.2执行的设计规范

（1）《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T 32864-2016）；

（2）《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T0219-2006）；

（3）《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009年版）；

（4）《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）；

（5）《混凝土结构设计规范》（GBJ50010-2010）；

（6）《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2015）；

（7）《泥石流灾害防治工程设计规范》（DZT0239-2004）；

（8）《砌体结构设计规范》（GB50003-2011）；

（9）《室外排水设计规范》（GB50014－2006）；

（10）《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）；

（11）《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG D63-2007）；

（12）《铁路路基支挡结构设计规范》（[TB 10025-2006](http://wenku.baidu.com/view/74edda7da26925c52cc5bf57.html)）；

（13）《砌石坝设计规范》（SL25-2006）。

参考资料：

（1）《公路设计手册－路基》

（2）《公路支挡构造物》

（3）《工程地质手册》等。

## 2.2设计思路

### 2.2.1总体思路

根据勘查结论，结合本边坡的基本特征及其变形破坏的一般规律、工程所在场地的范围、空间限制、岩土体条件、边坡上部荷载等条件综合考虑，其治理的总体思路是：最大限度地消除影响边坡稳定性的主要因素，采取有效的支护和排水措施。在此基础上，结合实际情况，分别采用相应的工程治理措施。治理工程应安全可靠，经济环保。

### 2.2.1具体思路

根据不稳定斜坡的特征、形成因素、稳定性评价结果和治理区场地施工条件，结合已有的治理经验，该治理工程可供选择的方案有：

（1）扶壁式钢筋混凝土挡墙+排水：由于坡较高而且坡度陡，设置的挡墙必须陡立，相应地，扶壁必须有足够的强度和抗倾倒能力，而为了保证扶壁有足够的强度和抗倾倒能力，必须嵌入地下一定深度，而且扶壁上必须设置锚索，但该处没有向地下开挖的施工条件，经计算，该方案投资较大。

（2）抗滑桩+排水+挡土板+绿化：即在坡脚设置抗滑桩，桩间设置挡土板和泄水孔，桩高约4m，上部采用绿化。该方案投资大，工期长，在坡脚处开挖基坑施工安全隐患大。

（3）重力式挡墙+锚杆式挡墙+截排水：根据施工条件分别设置重力式挡墙和锚杆式挡墙，坡体的每级平台设置截水沟，坡顶及两侧设置排水沟。既能节省场地空间，又能保证边坡的稳定性和变形要求。

上述方案都可以达到治理效果，但从工程可操作性和经济性进行比较，方案（3）最为合理，因此，本治理工程选择方案（3）。

# 3 治理工程设计

## 3.1 治理工程设计原则和治理目标

### 3.1.1 治理目标

坚持以人为本，着眼长远，兼顾不稳定斜坡工程治理后的安全性和地质环境恢复，为促进经济社会全面协调可持续发展，达到人与自然和谐相处。

### 3.1.2 治理原则

（1）以防为主，预防与治理相结合；与区内规划、环境保护和开发相结合，并在安全、经济、适用的前提下尽量做到美观。

（2）坚持技术上可行性与经济上合理性的统一，针对不同坡体的问题特征，制定切实可行而又安全有效的工程方案，做到一次根治，不留后患；

（3）选择技术可靠、经济合理、结构简单、可操作性强的方案；

（4）最大限度地保护地质环境。

## 3.2设计参数

设计基本参数取采用与勘查报告相同的参数见表3-1。

**表3-1 崩塌设计参数取值表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 天然状态 | | | 饱和状态 | | |
| C(kPa) | φ (°) | γ(kN/m3) | C(kPa) | φ(°) | γ(kN/m3) |
| 10.1 | 29.0 | 19.6 | 8.2 | 17.6 | 19.9 |

## 3.3不稳定斜坡治理工程设计

该不稳定斜坡治理工程采用“重力式挡墙+锚杆式挡墙+截排水+截排水工程”的治理方法，治理工程平面布置详见附图1。

具体工程设计如下所述：

1、重力式挡墙设计

挡土墙共设计全长87m，挡墙顶宽1.0m，挡土墙总高6m，埋入地下1.5m。挡土墙基础采用混合砂石料垫层，垫层厚为0.15m，每隔15m设置一道伸缩缝，避免墙身开裂。墙后沿水平方向布置两排泄水孔，呈梅花形布置，泄水孔处设置0.2m碎石反滤层，另外，挡土墙与整修后坡面之间的缝隙采用碎石填充，反滤层上下夯填粘土隔水层。

挡墙共分为两段，分别是D2-2段和D2-3段，其中D2-2段长46m，D2-3段长41m。D2-3段挡墙由于地面升高，采用阶梯型基础，每级台阶长1.3m，高0.5m（详细断面图见附图2-2、4-2-5，挡土墙结构图见附图4-2-4，具体平面位置见附图1）。

2、锚杆式挡墙设计

锚杆式挡墙共设计全长89m，分为两段，分别为D1段和D2-1段，其中D1段长51m，D2-1段长38m。

（1）肋柱设计

单根肋柱设计宽0.35m，高0.45m，肋柱横向间距2.5m，D1段设计肋柱21根，D2-1段设计肋柱16根。肋柱选用C30混凝土现浇，钢筋纵筋合力点到外皮的距离为35mm，纵向对称布置两根φ32 HRB400级钢筋，箍筋采用φ16 HRB335钢筋，箍筋间距为200mm（详细断面图见附图2-1、4-1-4、4-2-5，肋柱结构见附图4-1-1、4-2-1，具体平面位置见附图1）。

（2）挡土板设计

挡土板共设计全长89m，其中D1段长51m，D2-1段长38m，墙身总高7.2m，挡土板厚0.4m，板宽0.6m，从上至下共设置挡板12块，挡土板垂直于水平面，埋深1m（D1段挡墙两端均设置14块挡土板，墙身总高8.4m，埋深3.6m）。挡土板采用C30混凝土浇筑，纵向对称布置两根φ32 HRB400级钢筋。挡土板每隔15m设置一道伸缩缝，避免墙身开裂。墙后采用梅花形布置泄水孔，泄水孔处设置0.2m碎石反滤层，另外，挡土板与整修后坡面之间的缝隙采用碎石填充，反滤层上下夯填黏土隔水层（挡土板结构图见附图3-1，具体平面位置见附图1）。

（3）锚杆设计

单根肋柱纵向共设置2道锚杆，第一道锚杆全长18m，锚固长度5.0m，自由段13m，距离墙顶1.5m，第二道锚杆全长20m, 锚固长度6m，自由段14m，距离墙顶4.5m（锚杆长度根据现场施工情况，可按照相关规范调整，要求锚杆进入基岩，锚固段不小于3m，且不宜大于6.5）。单根锚杆孔径170mm，内设4根φ28Ⅱ级螺纹钢，锚孔内灌注M30水泥砂浆。肋柱锚孔与锚杆连接孔隙以M30水泥砂浆填塞（锚杆结构图见附图4-1-1、4-2-1，锚杆大样图见附图4-1-3、4-2-3，具体平面位置见附图1）。

2、截排水沟设计

截排水工程采用横向和纵向排水相结合的方案，在坡体中上部每级平台上各设置一道横向截水沟，以减少坡面流水直接汇入坡体；纵向排水沟将上部三处冲沟以及平台截水沟的水流，通过排水沟排入坡体两侧，并在汇流处设置8处集水池（详细断面图见附图2-1、2-2、2-3，排水沟结构图见附图3-1，涵管大样图见附图3-2，集水池大样图见附图3-3-1~3-3-8，集水池配筋图见附图3-4-1~3-4-4，具体平面位置见附图1）。

排水沟总长约587m，共分为6段，其中L1段长40m，L2段长141m，L3段长91m，L4段长123m，L5段长64m，L6段长128m，采用梯形截水沟断面，顶宽1m，底宽0.5m，高0.5m（L2、L3、L4段的靠山一侧应根据现场情况，按照相关规范制作相应的护壁，以防止岩石掉块堵塞或损坏排水沟；L1、L5、L6段排水沟应制作挡板，防止上方堆积物因雨水冲刷堵塞排水沟）。沟体采用C25混凝土浇筑，底面和侧面厚度均为10cm。底部设置0.5%的底坡，排水沟基础采用混合砂石料垫层，垫层厚为0.15m，排水沟分缝间距为15m。

本工程涉及的工程量汇总见表（表3-2）。

**表3-2 矿山生态修复工程不稳定斜坡治理工程量一览表**

## 3.4治理效果

### 3.4.1 在稳定性验算中采用的方法

基于前期详细的地质勘探工作，稳定性计算按《岩土工程勘察规范》（GB50021－2001）（2009年版）条文说明中5.2.8的公式进行稳定性系数计算。

### 3.4.2 计算参数的确定

根据勘察提供的计算参数，本次采用计算参数如表3-3所示。

**表3-3计算参数综合取值表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 天然状态 | | | 饱和状态 | | |
| C(kPa) | φ (°) | γ(kN/m3) | C(kPa) | φ(°) | γ(kN/m3) |
| 10.1 | 29.0 | 19.6 | 8.2 | 17.6 | 19.9 |

### 3.4.3 重力式挡土墙设计

根据重力式挡土墙结构尺寸，严格按照《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T0219-2006）10.2的相关规定对其进行检算，采用库仑主动土压力理论计算其主动土压力，并分别对重力式挡墙进行抗滑移稳定性、抗倾覆稳定性及基底应力等进行检算。

（1）挡土墙结构设计

**表3-4挡土墙结构设计表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 墙高（m） | 顶宽（m） | 底宽（m） | 胸坡比 | 背坡比 |
| 重力式挡墙 | 6.0 | 1.0 | 2.2 | 1:0.3 | 1：0.1 |

（2）结构计算断面

**图3-1 挡土墙计算断面**

（3）结构验算原理

本设计采用理正6.5建坡挡土墙中的重力式挡土墙板块计算，以下计算均选取典型断面2-2`进行暴雨饱和+地震工况的验算。

a）抗滑移验算Ks：











式中：G——挡墙每延米自重（kN/m）；Ea——每延米主动岩土压力合力(kN/m)；α0——挡墙基底倾角（°）；α——挡墙墙背倾角（°）；δ——岩土对挡墙墙背摩擦角（°）：μ——岩土对挡墙基底的摩擦系数。

b）抗倾覆验算Kt：











式中：z——岩土压力作用点至墙踵的高度（m）；x0——挡墙重心至墙趾的水平距离（m）；b——基底的水平投影宽度（m）。

（4）计算结果

经计算，抗滑移、抗倾覆稳定性及基底应力结果如表3-5，整体稳定性验算结果见表3-8。

**表3-5 挡土墙结构验算表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况条件 | 抗滑移 | | 抗倾覆 | | 基底应力 | |
| 计算值 | 容许值 | 计算值 | 容许值 | 计算值（Kpa） | 容许值（Kpa） |
| 自重 | 2.681 | 1.3 | 2.497 | 1.5 | 178.987 | 300 |
| 自重+暴雨 | 1.173 | 1.1 | 2.260 | 1.2 | 186.016 | 300 |
| 自重+地震 | 1.793 | 1.1 | 2.014 | 1.2 | 183.042 | 300 |

### 3.4.4 锚杆式挡墙设计

（1）板的内力计算

弯矩



剪力



式中：

*M—*板的跨中弯矩设计值（kN.m）；

*V—*板各端的剪力设计值（kN）；

*K*1——土压力荷载分项系数，见输入界面中的荷载系数，一般为1.2；

*σxi——*第i类板块计算的水平土压力（kPa）；

*l—*板的水平计算跨长（两肋之间的间距）（m）。

（2）肋的内力计算



式中：

*qi——*作用肋上的荷载（kN）；

*K*1——土压力荷载分项系数，见输入界面中的荷载系数，一般为1.2；

*σxi——*第*i*类板块计算的水平土压力（kPa），取同一跨中该类型板最下面板块底边缘的水平土压力，做为该类型板上荷载；

*l—*板的水平计算跨长（两肋之间的间距）（m）。

（3）锚杆拉力计算：



式中：

*Nn——*第*n*个锚杆所受到的轴向拉力设计值（kN）；

*Rn——*第*n*个支点反力设计值（kN）；

*αn——*第*n*个锚杆的入射角（度），既锚杆与水平面的夹角。

（4）板的强度（配筋）计算

**a. 抗剪计算**

矩形和T形截面的受弯构件，当配置箍筋和弯起钢筋时其斜截面抗剪承载力应符合下列规定：





矩形和T形截面的受弯构件，其抗剪截面应符合下列要求：



上述式中：

*Vd——*由荷载效应产生的剪力设计值（kN）；

*γ0——*结构重要性系数；

*Vcs——*抗剪承载力设计值（kN）；

*α*1——异号弯距影响系数；

*α*2——预应力提高系数；

*α*3——受压翼缘的影响系数，α3＝1.1；

*b—*矩形截面宽度，或T形的腹板宽度（mm）；

*h*0——有效高度（mm）；

*P—*纵向受拉钢筋的配筋百分率，P＝100ρ，当P>2.5时，取P＝2.5；

*fcu，k——*边长为150mm的混凝土立方体抗压强度标准值（Mpa），即为混凝土强度等级；

**b. 抗弯计算**

矩形截面：





最后比较计算配筋面积与最小配筋面积的大小，两者取大。





（5）肋的强度（配筋）计算

抗剪计算同板的抗剪计算方式相同

抗弯计算



判别α*s*与α*smax*的大小：

⑴ α*s* ≤ α*smax*

则受压钢筋取构造配筋



然后按已知受压钢筋，计算拉区钢筋面积。







判别*Mc*的大小

1. *Mc* >0，按作用的弯矩为*Mc*的单筋矩形截面计算受拉钢筋*As*1。

单筋计算详见悬臂式挡土墙（第7.8.4.1节）。

 ② *Mc*≤0，按*Mc* = 0处理，取*As*1=0。

则受拉钢筋总面积*As*



最终的配筋面积比较*As*与最小配筋面积取：



⑵ α*s* >α*smax*









判别*As’*的大小

*As’*≤*A’smin*，取*As’*=*A’smin*；按已知受压钢筋面积*As’*，计算受拉钢筋面积*As*2及*As*1，计算方法同上；

*As’*>*A’smin*，取*As’*= *As’*；按下式计算受拉钢筋面积*As*2。



则全部的受拉钢筋总面积*As*为：



再与最小配筋面积比较取大，即



式中：

*As*1——与受压区砼压力对应的受拉钢筋面积（mm2）；

*As*2——与*As*’对应的受拉钢筋面积（mm2）；

*as’—* 受压钢筋合力点至受压截面边缘的距离（mm）；

*fsd’—* 受压钢筋的抗压强度设计值（N/mm2）；

*Ms*1——受压钢筋*A*’*s*与受拉钢筋*As*2承受的弯矩设计值（kN.m）；

*A’smin——*按最小配筋率计算得到的受压钢筋面积（mm2）；

*ρ'smin——*受压钢筋最小配筋率。

（6）  锚杆长度

1. 自由段长度

取锚杆自挡土墙的面板处到第一破裂面处之间的距离为自由段长度。

2. 锚固段长度

取锚杆自第一破裂面处到锚杆端点之间的距离为锚固段长度。锚固段长度根据抗拔计算确定，锚杆的抗拔力取下列三种情况的小值。

（1）根据钢筋面积计算



式中：

*N*1——由锚杆钢筋强度确定锚杆的轴向拉力设计值（kN）；

*D—*锚杆所配置的钢筋直径（mm）；

*ds——*钢筋的锈蚀厚度（mm）；

无侵蚀性地下水时，取*ds* = 2*mm*；

有侵蚀性地下水时，取*ds* = 3*mm*

*N—*锚杆所配置钢筋根数（暂为1）；

*As——*锚杆所需的配筋面积（mm2）；

*fy——*锚杆钢筋的抗拉强度设计值（N/mm2）。

3. 抗拔安全系数

锚杆的抗拔力取上述三种情况的最小值。





式中：

*N—*锚杆所能承受的轴向拉力设计值（kN）；

*K—*锚杆抗拔的安全系数；

*Nn——*锚杆所承受的轴向拉力设计值（kN）详见7.8.3.3节；

其它符号同上。

计算结果如下：

（1）主动土压力计算结果

按《边坡规范》公式(6.2.3)计算主动土压力，计算结果如表3-6。

**表3-6 主动土压力计算结果**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 断面号 | Ea(kN) | Ex(kN) | Ey(kN) | 作用点高度(m) |
| 断面1-1′ | 135.935 | 127.327 | 47.605 | 2.033 |

（2）立柱内力计算结果

背侧最大弯矩(标准值) = 85.694(kN-m) 距离桩顶 4.500(m)

面侧最大弯矩(标准值) = 13.671(kN-m) 距离桩顶 2.6(m)

最 大 剪 力(标准值) = 125.449(kN) 距离桩顶 4.500(m)

最 大 位 移 = -26(mm) 距离桩顶 6.600(m)

第1道锚杆(索)水平拉力 = 57.386(kN) 距离桩顶1.500(m)

第2道锚杆(索)水平拉力 = 240.408(kN) 距离桩顶4.5(m)

（3）挡土板的内力计算结果

板上荷载(取板段最大荷载力)：q = ea×B = 25.046(kN/m)

按照简支板计算板内力(标准值)结果如下：

板上最大弯矩：M = ql2/8 = 15.499 (kN·m)

板上最大剪力：V = ql/2 = 27.864 (kN)

板上支座反力：F = ql/2 =27.864 (kN)

[混凝土抗剪计算]

板荷载折减系数：ks = 1.000

剪力设计值：V = 27.864 (kN)

V ≤ 0.7ft\*B\*h0 = 0.7×1.430×600.000×165.000 = 99098.991(N) = 99.099(kN)

**混凝土抗剪满足要求**

[配筋计算]

板荷载折减系数：ks = 1.000

边坡重要性系数：γ0 = 1.000

弯矩设计值：M = 15.499 (kN·m)

计算配筋面积：As = 240 (mm2)

实际配筋面积：As = As/B = 400 (mm2/m)

（4）立柱配筋结果（见表3-7）

**表3-7 肋柱配筋结果**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 计算项目 | 面侧纵筋面积 (mm2) | 背侧纵筋面积 (mm2) | 箍筋面积 (mm2/m) |
| 计算最大值 | 470 | 470 | 400 |
| 实际配筋面积 | 804 | 804 | 804 |
| 是否满足 | 是 | 是 | 是 |

立柱面侧与背侧对称布置两根Φ32钢筋，箍筋采用Φ16钢筋，间距为200mm。

（5）板的配筋结果，板的最终配筋结果： 400(mm2/m)

板实际配筋为每十米纵向设置8根Φ32钢筋，平均每米纵筋面积为643.4mm2，满足板的配筋要求。

（6）锚杆设计结果（见表3-8）

**表3-8 锚杆设计结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 锚杆号 | 支护类型 | 自由段长度计算值(m) | 锚固段长度计算值(m) | 自由段长度实用值(m) | 锚固段长度实用值(m) | 实配[计算] 面积(mm2) | 锚杆刚度(MN/m) |
| 1 | 锚杆 | 13.0 | 5.0 | 13.0 | 5.0 | 117.8[90.0] | 3.94 |
| 2 | 锚杆 | 14.0 | 6.0 | 14.0 | 6.0 | 424.0[377.0] | 15.77 |

单根肋柱纵向设置两道锚杆，单根锚杆内设4根φ28Ⅱ级螺纹钢，第一道锚索全长18m，锚固长度5m，自由段13m，距离墙顶1.5m，第二道全长20m，锚固长度6m，自由段14m，距离墙顶为4.5m。均满足锚杆设计要求。

### 3.5.4 排水沟设计

（1）排水沟结构设计

**表3-9 截水沟结构设计表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 净高（m） | 上口宽度（m） | 底宽（m） | 底厚（m） | 断面积（m2） |
| 排水沟 | 0.500 | 1.000 | 0.500 | 0.100 | 0.180 |

（2）排水沟计算断面

（3）排水沟计算原理

根据《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T0219-2006）6.2.1条相关规定，排水沟过流量计算采用下面公式：



式中：Q——过流量(m3/s)；R——水力半径(m)；i——水力坡降；W——过流断面面积(m2)；C——流速系数(m/s)

**图3-2排水沟计算断面图**

流速系数采用如下公式计算：



式中：R——水力半径(m)；（梯形断面的水力半径R为水深h的一半原理，既）；n—糙率。抹光的水泥抹面取0.012。

通过对排水沟过流流量计算，按照50年一遇暴雨强度进行检算，检算参数及结果详见表3-10。

**表3-10排水沟结构验算表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 设计断面（m2） | 水力坡降（‰） | 修正系数 | 允许过流流量（m3/s） | 峰值流量（m3/s） | 检算结果 |
| 排水沟 | 0.18 | 130.0-300.0 | 0.85 | 0.48 | 0.3 | 满足 |

# 4 工程监测设计

## 4.1 监测工作的目的和任务

为了防止发生突发性滑坡，确保变形区人民生命财产安全，同时满足工程设计施工需要，必须建立监测网络进行监测，以掌握其变形规律，积累监测数据，防患于未然，尽可能减少灾害损失。监测工作要达到以下目的：

1、形成立体监测网；

2、监测不稳定斜坡的变形动态，对其发展趋势做出预测；

3、在防治工程施工中进行跟踪监测，超前预报，保证施工安全；

4、为设计反馈现场信息、指导施工；

5、检验防治效果。

## 4.2 监测设计的依据和原则

### 4.2.1设计依据

1、《国家一、二等水准测量规范》（GB12897-2006）；

2、《岩土工程监测规范》（YS5229-96）；

3、《工程测量规范》；（GB5026-2016）

4、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；

5、《建筑变形测量规范》（JGJ 8-2016）。

### 4.2.2设计原则

（1）监测网络应简便有效

采用自动和人工监测相结合，有的放矢。力争采用最简便有效的监测方法，减少投资和运行费用，应兼顾运行的可靠性和易操作性。

（2）多种手段综合监测

监测工作采取地面变形监测、深部位移监测，地下水动态监测等综合手段．各种监测成果可以相互映证，提高监测成果资料的可靠性。

（3）监测点尽可能进行长期监测

监测工作应进行全过程有效观测：地面和井下变形监测、地下水动态监测、施工安全监测、防治效果监测，不但以监测结果作为反馈设计、指导施工和检验防治效果的依据，而且工程完工后变形监测点，防治效果监测点应转为长期监测点。

（4）监测仪器选择原则

a. 仪器应具有可靠性和长期稳定件；

b. 足够的测量精度、灵敏度及相应量程；

c. 现场使用应方便、简单；

d. 仪器不易损坏，尤其是长期监测仪器应具有防风、防雨防潮、防震，防雷电干扰等与环境相适应的性能。

## 4.3 监测工程布置

结合不稳定斜坡的变形特征，观测内容包括地表位移监测、沉降监测。具体布置见附图1。

## 4.4监测工程设计

（1）监测对象和范围

根据勘查报告确定的不稳定斜坡范围作为本次监测网布置范围，重点监测变形区的变形。

（2）监测等级

根据《规程》规定，一般场地崩塌观测，应按《规程》变形测量等级的三级进行观测，即沉降观测时观测点高差中误差≤±1.5mm，位移观测时观测点坐标误差≤10mm的精度要求进行观测。

（3）监测周期的确定

变形观测周期应以能系统反映所测变形的变化过程且不遗漏其变化时刻为原则，根据单位时间内变形量的大小及外界因素影响确定，因此，崩塌场地观测的周期应视崩塌的活跃程度及季节变化等情况确定。在遇暴雨期间，发现滑速增快或观测过程中发现有大滑动的可能时，应立即缩短观测周期，及时增加观测次数。目前在雨季每月观测三次，旱季每月测一次；施工期间持续监测崩塌水平位移和垂直位移的变化，监测周期根据变形情况缩短，以便达到安全监测的目的；施工结束后转为长期监测，每季度观测一次。监测时间应持续到崩塌治理正常运行后5年，以检验防治效果。

（4）监测方法的选择

观测点上水平位移的观测，可采用三方向交会的测角前方交会法，测距导线法，两方向的测角测边两测线交点法以及测线支距法。为了保证测量精度，治理区沉降量的观测采用几何水准测量方法测量。

（5）监测控制点

①选点

按《规程》要求，控制点须选设在变形影响范围以外且便于长期保存的稳定位置，变形观测点选设在变形体上能反映变形特征的位置，观测点应均匀布设（见附图1）。

②埋石

a.岩体上、建筑物顶上的控制点埋设采用水泥、砂浆现场浇固有“十’字中心的钢筋标志，岩体上凿孔深度不小于0.5m，建筑物顶上凿孔深度不小于5cm，埋好后，标志顶部露出岩体面，建筑物顶5～10cm。

b.岩体上的观测点埋石与控制点相同。

c.土体上的观测点埋设预制有“十”字中心的钢筋混凝土标石，标石埋深不小于1米，标石顶部露出地面50cm。

（6）控制点、变形观测点测量

①控制点测量

使用WILDT2经纬仪（测角精度2秒）配合KernDM504型光电测距仪（标称精度2mm+2ppm⋅D）进行观测，其水平角测量按左、右角观测备6个测回，距离测量对向观测4测回，垂直角测量按中丝法对向观测4个测回，仪器高、觇标高在测站上测前及测后各量测一次取中数，测距边经气象（温度，气压）改正后用经两差改正后的垂直角进行倾斜改正，然后采用导线严密平差程序求得各控制点的坐标及高程。

②变形观测点测量

使用WILDT2经纬仪配合KernDM504型光电测距仪作业，在各控制点分别设站，以相应的观测点为前视方向，进行前方交会测量。水平角测量按全圆方向法观测6测回，距离测量观测2测回，垂直角观测2测回，仪器高、觇标高在测站上测前测后各量测一次取中数。在各观测周期，由于气温的不同，在距离测量时须加入相应的温度改正。

各观测点的首次（零周期）观测，应适当增加观测量，以提高初始值的可靠性。零周期的水平角、距离及高程观测按控制点的测回数控制。

（7）监测数据的整理及分析

各周期变形观测结束后，应及时对观测点进行坐标及高程的计算。以各观测点的零周期为初始值，以后观测点各周期的坐标高程值相对于初始值的差，即为变形观测点各周期的水平位移和沉降量的大小。

各周期观测成果的处理，应与实际变形情况一致或接近。对各种测量数据按照规范规程要求进行后期整编分析。

## 4.5监测工程量

分别在不稳定斜坡中下部布置三个位移监测点，三个沉降监测点。坐标点见4-1，总工程量见表4-2。

**表4-1 监测点平面布置表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 点号 | X | Y |
| W1 | 3642269.2870 | 619163.0610 |
| W2 | 3642236.4563 | 619200.4598 |
| W3 | 3642208.6761 | 619412.1019 |
| C1 | 3642328.5581 | 619293.0347 |
| C2 | 3642196.8380 | 619339.3454 |
| C3 | 3642014.4916 | 619391.1057 |

注：表中W代表位移观测点，C代表沉降观测点

# 5 项目施工组织与设计

## 5.1 施工条件

1、交通条件

该处不稳定斜坡，坡体中部已修筑施工便道，交通较为便利。

2、气候条件

XXX属北亚热带湿润季风气候区，年均气温15℃，极端最高气温40.9℃，极端最低气温-10.4℃，四季分明，夏秋两季多暴雨和连阴雨。春冬两季降雨较少，气温也较适宜，是施工的黄金季节。

3、水电供应

施工区电网配套，电力充沛，可保证施工用电，可从工区附近输电线或附近所在单位内接引380V动力电。施工用水可抽取旬河稍加处理后利用。

## 5.2 天然建筑材料

治理所需砂料可从县城运输，块石从周边采石场供应，质量良好，可满足工程要求。

## 5.3 施工方法及施工机械基本要求

锚杆工程采用轻型钻机造孔，孔径170mm，锚杆在入孔前应清洗孔，除锈、除油、平直，每隔2m设置对中支架。压力注浆应加止浆环，注浆后，应将注浆管拔出。

地表排水工程采用人工开挖，多余土方宜运至附近需要填土造地的场地。

## 5.4 施工工序及施工方法

### 5.4.1 施工工序

根据治理方案，不稳定斜坡的治理措施主要为设置挡土墙和排水沟。由于该处斜坡地形较陡，表面多处分布有危岩体，为了防止不必要的扰动造成边坡失稳，各工程措施施工工序如下：

1、重力式挡土墙施工工序

（1）基础施工时应采取措施防止基坑边缘的堆积物坍塌，避免人身事故及影响工程进度；

（2）按设计要求的深度进行基坑开挖，确保墙体坐在设计的基础持力层上，并由施工、设计、监理三方共同进行验槽和隐蔽工程验收，然后进行下一工序施工；

（3）在施工中，应保证排水孔顺流方向有5%的坡度，严禁施工成平坡或倒坡；

（4）挡土墙后回填土地表面，应结合坡面整治工程进行，应使地形呈倾向坡外的缓坡，坡度取1：20~1：30；

（5）挡土墙砌体设置的伸缩缝、排水孔，均符合设计图纸的要求；

（6）浆砌块石采用座浆法施工，应严格按照有关浆砌石规范要求进行。浆砌石第一层摆放大块石。大面朝下，砂浆要求饱满、捣实，错缝砌筑，严禁通缝；

（7）挡土墙施工中，应结合设计图纸，在保证墙前水渠不少于1‰的比降前提下，可根据地形适当调整墙前水渠的高度，以便于水渠的排水通畅；

（8）由于该地区地质条件复杂，施工前应认真阅读复核设计图纸，做到严格按设计要求施工，并做好放线、开挖等的各项记录。放线后遇地形变化而工程位置不合适或基坑开挖后出现地质情况与勘查成果不符，则应及时会同有关人员研究处理。

2、锚杆式挡墙施工工序

（1）按设计边坡坡率自上而下分层开挖，使坡面光洁规整，及时喷射3cm厚的C30混凝土，初步封闭坡面，防治风化；应做到快速开挖、快速封闭。

（2）当开挖至锚孔位置时，在坡面初喷混凝土初凝后，锚孔准确定位，钻孔、清孔、将锚索置于锚孔中心。

（3）采用孔底注浆法灌注M30水泥砂浆，从孔底往外注浆，注浆压力采用0.2Mpa，必须保证注浆饱满。

（4）继续下一循环，当开挖至4~6m时，绑扎肋柱钢筋及挡土板钢筋、立模灌注C30混凝土。

（5）重复上述工序直至挡墙完工，浇筑挡墙时，应边浇筑墙板边进行墙背排水系统施工。

2、排水沟施工工序

（1）按设计进行放线，遇实际地形变化出现位置不合适时可据实际地形进行适当调整；

（2）施工中应首先开挖基槽，并对槽底进行整理，然后分层铺土夯实，做好垫层；

（3）排水沟浇筑时应保证浇筑质量。

### 5.4.2施工注意事项与要求

1、重力式挡土墙施工要求

（1）测量控制

 对施工使用的测量仪器，计量试验检测仪器要按计量要求定期到指定的单位进行校定，施工过程中，如发现仪器误差过大，应及时送去修理，并重新校定，满足精度要求后，方可使用。

测量组拟定施工测量实施方案，负责控制网点的自检、施工全过程中的测量放样及测量验收工作，并提交工程师进行审核。

（2）模板控制

①模板经过结构设计，保证有足够的强度和刚度，并要求装拆方便 。

②加工木模要严格按技术规范施工，实行三级验收程序。

③木模要统一调拨，安装前加贴防漏胶条，并注意控制高差、平整度、轴线位置、尺寸、垂直度等技术要求，流水作业，逐一检查，防止露浆、错装等错误。

④模板安装后，应派专人不断的检查，发现问题及时解决。

（3）砼控制

①对进场材料严把质量关，不合格材料不许进场，按规范要求，按批、按时、按生产厂家，检验进场材料各项指标。所有原材料、半成品必须有合格证，进场时做好进货检查、检验，对有二次检验要求的材料，按要求取样送试验室进行试验，对不合格产品予以退场。

②根据砼的强度要求准确计算出砼的施工配合比，并报监理工程师审批同意后方可使用，使用过程中，要严格按配比执行。

③砼运抵现场后，必须经过坍落度试验，符合要求后才能浇筑，若坍落度损失过大，试验人员可根据实际情况征得监理工程师同意后适量水泥浆，以确保砼的水灰比不变，并要搅拌均匀后方可浇注。

④砼浇注前，全部模板应清洗干净，不得有杂物，模板若有缝隙应填密，砼的浇注方法，必须经过监理工程师的批准。

⑤挡土墙现场分段立模浇筑，砼连续进行，不得形成水平通缝。 ⑥施工中由监理工程师全过程监督。

⑦砼终凝以后要采取适当的措施养护，并在浇注部位注明养护日期，以免遗漏。

2、锚杆式挡墙施工要求

2.1锚杆施工要求

（1）施工前，应充分核对设计条件、土层条件和环境条件，锚杆、钢管桩施工可能带来的影响；对所需原材料的型号、品种、规格及锚头、钢管桩桩身等部件的加工质量应符合设计要求。

（2）在支护结构施工期间，应严密监测边坡本身的变形，及时反馈监测成果，以便采取应急措施，竣工后应按永久性支护结构监测要求持续监测。

（3）对成孔高压风清孔后，立即将锚杆进孔。入孔时，应防止锚杆挤压，弯曲或扭转。锚杆入孔的倾角和方位应与锚孔一致，要求平顺推送，在锚杆安装承载体的一端先入孔。先慢慢入孔，摆正方向，然后加快速度推送，依靠锚杆重力及惯性下滑。尽量不要停顿，严禁抖动，扭转和窜动，防止中途散索和卡阻。如中间卡住，可稍微拔出一点再下推，直至下到设计深度。若遇锚杆进孔困难，再用高压风吹洗孔一次；若还不行再次钻孔直到锚杆入孔安装就位为止。

（4）钻孔过程中，随时对泥浆各项指标进行检查，并报据泥浆和地实情况作出相应的调整。确保在钻进过程中泥浆的各项指标满足施工技术规范要求，同时做好原始记录工作。

（5）注浆时注浆管不得弯折缠绕，时刻注意压力表，以免压力过高管炸伤人。 现场插拔注浆管人员配带防护眼镜，以免浆液溅入眼中。 每根桩注浆结束后，注浆管要保持压力3分钟，等压力消散之后拔掉注浆管，这样既有利于注浆效果和保证桩身质量，也避免了压力过高造成安全事故。

（6）每注完10根桩以后，要及时核实水泥实际用量，如果以上不符合设计要求要及时调整,并对已施工过的桩进行补灌。

2.2肋柱和挡土板施工要求

（1）肋柱式锚杆挡土墙应自上而下分级施工，每一级边坡开挖后暴露时间不宜过长，并应及时装配构件。当锚孔中砂浆强度达到70%以后，方能浇筑肋柱。

（2）锚杆与肋柱连接时，应立即用M20水泥砂浆将预留锚孔填塞紧密，并以混凝土保护锚头以防腐。

（3）挡土板内填土，夯实。

3、排水工程施工要求

（1）开挖土方基坑必须留够稳定边坡，以防滑塌、软粘土、淤泥质土、淤泥等松软土层，应尽量挖除。重要的大落差跌小、陡坡地基，还可用夯压加固处理。

（2）填方基础必须按规定尺寸分层夯实，达到设计要求。

（3）开挖出的沟基，如地基承载力达不到设计要求时，应进行地基处理加固，如除泥换土、填石砾石料，扰动土夯实，灰土夯实等。

（4）排水沟底板和边墙砌筑要求砌筑层面大体平整，块石大面向下，石块间必须靠紧，石缝要以砂浆填满捣实。

（5）砌石时，基础铺设50～80mm砂浆垫层，第一层宜选用较大片石，分层砌筑，每层厚约250～300mm，每层由外向里，先砌面石，再灌浆塞实，铺灰座浆要牢实。

（6）须勾缝的砌石面，在砂浆初凝后，应将灰缝抠深30～50mm，清净湿润，然后填浆勾缝。

施工应严格执行施工规范、规程，按设计施工，遇到设计变更必须按程序办事，做到各种手续齐全，加强控制力度，使作业在受控渠道内运行。

现场施工人员应认真学习并执行相关安全责任制度、安全教育制度、安全设施验收制度及安全检查制度。进入现场人员应严格遵守安全生产规章制度、安全操作规程和各项安全措施规定，做好各级安全交底，加强安全教育，做好对新工作人员和零散人员的安全培训交底。施工期间，严格执行安全规程，操作人员持证上岗，确保机械设备和人身安全。

## 5.5施工管理

### 5.5.1 技术质量管理

为确保工程施工质量，应做好以下工作：

（1）在专门工作小组领导下实行公开招标，选择具有相应施工与监理资质，且以往业绩突出，质量保证体系健全的施工与监理单位来完成本项任务；

（2）施工前，施工单位和监理单位应编制施工组织设计和监理工作细则，做到事前、事中、事后都有相应的质量保障措施；

（3）施工中应加强对施工质量的现场检查，发现问题及时研究处理，把质量问题消灭在萌芽中；

（4）各分项工程完成后应按有关规范、规程的相关规定进行相应的质量验收，对验收发现的问题应及时进行处理。

### 5.5.2 安全与文明施工

为确保安全施工和保护环境，应做以下工作：

（1）制定安全应急预案，责任落实到人，准备好安全应急设备等；

（2）施工前编制安全与文明施工细则，组织现场全体施工人员学习；

（3）严格按安全生产操作规程办事，经常检查施工现场有无安全隐患，发现问题及时研究处理；

（4）做到文明施工，使施工现场整洁，交通通畅；

（5）施工中如有因无法避免而造成的环境问题，事后应及时进行恢复治理。

### 5.5.3 财务管理

本项目应做到专款专用，完成立项确定的治理目标。治理工程应实施项目资金预算管理，如实汇报资金运转情况，坚持杜绝弄虚作假、截留、挪用和挤占项目资金等违法违纪行为，确保资金支持力度，以便使治理工程顺利完成。

### 5.5.4工程监理

施工监理是保证地质灾害治理工程施工质量，控制施工工期和造价，提高工程效益和施工管理水平的重要办法。地质灾害治理工程施工必须由国土资源部执有监理证书的监理单位进行工程监理。

1、监理机构组织：

根据国土资源部颁发《地质灾害治理工程施工监理办法》，以及崩塌等地质灾害治理工程的需要，应设总监、驻地监理工程师，共需监理工程师2人，辅助工作人员2～3人，其监理机构如下：



2、监理单位的主要工作内容：

（1）协助业主编制招标文件。

（2）协助业主组织招标活动。

（3）协助业主与中标单位签字承包合同。

（4）审批施工组织设计。

（5）检查工程使用的材料、构件、设备的规格和质量。

（6）检查施工技术措施和安全防护措施。

（7）督促履行承包合同，主持协商合同条款的变更，调解合同双方争议，处理索赔事项。

（8）检查工作和施工质量，验收分部分项工程，签署工程付款凭证。

（9）组织工程师竣工预验收、提出竣工验收报告。

3、监理工程师的职责与权限

监理工程师在计划管理、质量控制、计量与支付、合同管理等方面的职责权限按国土资源部颁发《地质灾害防治工程施工管理办法》执行。