

# 露天矿开采中边坡的稳定性研究

乔文波\*

哈尔乌素露天煤矿供电队 内蒙古 鄂尔多斯 010300

**摘要:** 露天矿边坡的稳定性是影响开采作业安全的主要因素,因此有必要加强对露天矿边坡稳定性的研究,明确露天矿边坡的特征、影响露天矿边坡稳定性的因素,并采取有效的方法评估露天矿边坡的稳定性,制定科学的防治对策,保障露天矿开采的顺利安全进行。

**关键词:** 露天矿; 开采; 边坡; 边坡稳定性

**DOI:** <https://doi.org/10.37155/2717-5197-0311-25>

## 引言

露天矿边坡稳定性是矿产资源进行安全开采过程中十分重要的一个问题,边坡的稳定性是保证工程安全性的主要基础,同时也决定了矿场的采矿程度。随着矿体开采程度的不断加深,边坡的高度随之提高,所以边坡的安全稳定性会出现降低。对于矿产开采来讲<sup>[1]</sup>,需要确保资源的充分回收,有效降低生产成本保证生产效益,因此对于边坡的安全稳定性需要做好实时监测和控制。

## 1 露天矿边坡的特征

露天矿开采势必会导致边坡不断发生改变,这种变化是持续发生的。同时,露天矿开采过程中,堑沟、出入坑线以及工作平台也会导致露天矿边坡的复杂程度不断增加。矿山服务年限对边坡稳定性有着较高的要求,但也允许岩体发生一定程度上的变形、破坏。

## 2 影响边坡稳定性的因素

### 2.1 降雨量带来的影响

降雨是造成露天矿边坡产生移动的主要因素之一,降雨时雨水会对边坡周围的泥土产生一定的冲蚀与入渗现象,在边坡节理缝隙中的矿物颗粒则很容易受到雨水的冲刷作用而被带走,使得矿石内部的支撑性变小,并且由于矿石颗粒的减少,相关的应力状态也会发生一些变化,边坡的稳定性会难以控制。在降雨之后,矿石会经历雨水的冲刷,矿石之间的各种物质也就会越来越少,摩擦力减小,滑动力也就因此不断地增加,边坡也就会更容易出现失稳滑动的现象。虽然本次所研究矿区处于西北内陆<sup>[2]</sup>,但是仍然会有一两次的大降水量,主要是夏季和秋季这两个季节都会有很大的降雨量,所以对于一些已经产生了裂缝的矿区边坡,在遇到较大降雨量所产生的影响是难以估量的。

### 2.2 岩石风化与岩石侵蚀问题的影响

岩石风化主要指的是风、雨、大气、阳光、气温等多种因素长久作用在岩石上,对岩体带来一定的破坏力,久而久之改变了岩体的结构或者特性。使岩体抗压和抗剪的强度变低,从而降低了岩体形变的特性。增加了岩石中小型裂缝数量同时向岩体内部进行持续伸展,岩石表层松动软化出现膨胀情况,严重时分层脱落。加之风化的持续性影响,会使边坡的几何状态出现变化,最终使得边坡失去了稳固性出现坍塌问题。所以,对边坡的表层进行封层处理可充分降低各方因素对边坡的影响程度,在对煤矿进行开采期间需要对边坡实施绿化处理。

### 2.3 露天矿开采技术条件的影响

在露天矿开采的过程中,边坡角、台阶组合形式等都是对边坡稳定性有一定影响的技术因素。在露天矿的开采过程中,工程生产的安全保证、经济效益和边坡角都有着很重要的联系。如果出现边坡角过小的情况则会增加剥离量,从而提升了矿石开发的成本,使得采矿工程的经济效益得到了大大地降低,而边坡角度一旦选择过大则会造成边坡失

\*通讯作者: 乔文波, 1980年7月, 汉, 男, 内蒙古鄂尔多斯市, 哈尔乌素露天煤, 工人, 助理工程师, 大专, 研究方向: 露天矿开采中边坡的稳定性研究。

稳,给工程的开展带来更多的威胁。所以露天边坡角的确定需要进行综合的分析,不仅要考虑到安全稳定性,还需要确保生产技术条件满足要求。安全稳定条件主要指的是根据对边坡体数据的分析,对其稳定性作出合理的计算,确定最为适合的边坡角。在边界的设计阶段需要做好相关资料的考察,通过对相似矿山的实践资料进行参考,利用已经拥有的数据对边坡稳定性进行初步的分析和计算,对于开采技术的选择,则需要根据相关开采条件进行确定,并且还需要按照边坡的构成要素做好边坡角的确定。

### 3 露天矿开采中边坡的稳定性评估

#### 3.1 计算剖面选择、建立

根据《有色金属矿山工程建设项目设计文件编制标准》中阐述“露天矿最终边坡稳定性计算和验证一般可选择有代表性的剖面进行”<sup>[1]</sup>,故本次稳定性分析根据圈定的境界分别选取某矿不同采区设计境界内的剖面,具有代表性的剖面进行了设计露天采场边坡的稳定性计算分析。根据选取不同采区露采边坡不同位置的剖面图,结合矿区露采边坡赋存围岩特征对验算剖面进行概化处理,依托采场边坡设计结构形态,建立境界边坡2D仿真模型,采用极限平衡法借助岩质边坡分析软件Slide进行了设计采场边坡稳定性计算分析。

#### 3.2 破坏模式分析

露天矿边坡破坏模式主要取决于岩体构造、地质构造特征以及岩体介质的力学特征。岩体各种不连续面与边坡的组合关系,是评估边坡破坏模式的主要依据。根据滑动面类型,可以将边坡破坏模式分为曲线型、圆弧形、同倾向双滑面型、同倾向单滑面型、不同倾向双滑面型等。

### 4 边坡问题的预防治理措施

#### 4.1 进行边坡削裁

在现实的露天矿开采过程中,可以根据实际的情况对边坡进行一定的削裁,通过减轻边坡自身的重量来减小边坡产生的应力,从而可以适当的降低边坡角,有效地做到防止矿石的掉落,减少边坡滑落现象的产生。同时还需要做好对新岩层面的加固,防止岩石出现进一步的风化和渗水,最终确保边坡具有良好的稳定性。

#### 4.2 控制地表水的影响

露天矿开采过程中,大气降水是引起滑坡事故的主要原因。大气降水可以补给地下水,导致地下水水位上升,也会导致上部岩土体中出现孔隙水压力,降低岩土强度,导致边坡滑移。为了预防由大气降水导致的滑坡事故,应针对地表水采取有效的截排水措施,实现对地表水的拦截、排放。目前常用的截排水措施主要是在上盘、下盘边坡顶部建造截洪沟。在实际修建截洪沟的时候,可以结合实际情况进行分段施工,沟底要用水泥进行保护,两侧用块石浆砌,根据当地的最大暴雨洪水量确定排洪容量。上盘边坡的每个台阶位置均要修筑排水沟,排水沟与边坡走向垂直,排水沟的间距为200m,将各台阶处的排水沟连接起来<sup>[4]</sup>,从而构建完整的排水系统。

#### 4.3 加强监测和预警工作力度

当前露天矿边坡稳定性的远程智能监测系统中已经投入使用,对露天矿边坡采场会进行实时的监控和预警,此预警系统能够实时收集边坡动态数据,同时还会在边坡出现问题时作出预警,使得采场周围的工作人员有足够的离场时间,虽然此系统可以做到有效地实时监测,但是其对于边坡滑塌问题的出现缺乏了最为直接的帮助,因此需要完善系统的功能,实现对边坡问题的全面预防治理。

#### 4.4 其他方案

一般来讲,露天煤矿边坡要比煤炭裸露在环境中的时间长很多,所以应该利用一些方法对边坡煤炭进行遮盖,以免产生煤炭自燃问题,进而降低了边坡的稳固度。在工作环境良好的状态下,可利用靠帮内排的方法实施处理工作,进而充分降低边坡外露的时长,最终有效提升边坡的稳固性。第四,露天开采场地边坡设置参数的推荐。露天采掘最后的边坡角度、台阶边坡角度和边坡采掘各个部分的岩石情况,构造面生产情况、综合状态和边坡之间的空间联系、采掘扰动详情与边坡出现时长等具有较大关联性<sup>[5]</sup>,当前计划的边坡角主要是按照现在项目地质情况与煤矿采掘详情明确的,在后续生产过程中,煤矿企业可以综合深处暴露的岩石地质详情,在存有不稳固因素的区域对边坡进行放缓设置,确保采掘工作的安全性<sup>[6]</sup>。

## 5 结束语

露天矿边坡既是矿山生产的安全和经济边界,又是生产作业的对象,矿山边坡稳定对矿山安全生产至关重要。虽然将有关已知条件代入公式计算,得出了某矿露天采场边坡设计参数的推荐值。同时还需说明的是,经风化淋滤和采矿作业活动影响,在坡形较陡处重力作用下有发生垮塌风险,开采过程中应引起重视。露天矿边坡稳定性研究工作应贯穿于矿山开采的整个过程,矿山应建立健全的边坡安全管理制度,并应制定针对边坡滑塌事故的应急救援预案。

## 参考文献:

- [1]杨明财,盛建龙,叶祖洋,等.基于FIAC-(3D)的露天矿边坡稳定性及影响因素敏感性分析[J].黄金科学技术,2020,26(2):179-186.
- [2]陈洁,韦建全,CHENJie,等.礞下村响水石英岩矿地质特征及成因浅析[J].甘肃冶金,2020,38(3):78-79.
- [3]李胜.测量机器人地表位移监测系统在露天矿边坡监测中的应用[J].工程建设与设计,2020,No.384(10):271-272.
- [4]段进超,李华华.基于岩体冻融损伤特性的高海拔高寒地区露天矿边坡岩体力学参数修正方法[J].有色金属(矿山部分),2020(1).102-103.
- [5]和大钊,胡斌,姚文敏,等.基于块体化程度和云模型的露天矿边坡稳定性分级评价方法[J].矿冶工程,2020,37(4):6-10.
- [6]韩亮.安太堡矿与东露天矿换界开采对南帮边坡稳定性的影响[J].露天采矿技术,2020,33(06):51-55.