

# 论金属矿山露天开采滑坡及防治探究

刘 辉 孙佑恩 孙金龙

山东绿城环境工程有限公司 山东临沂 276000

**摘 要:**我国现下的矿山开采资源正逐渐枯竭,露天开采已往凹陷开发上发展。因此缘故,金属矿山在实际的露天开采过程当中较易发生滑坡现象,稳定性堪忧,容易产生安全事故。若是发生安全事故则会严重影响到金属矿山开采进度,进而影响到采矿效率。本文就国内当下金属矿山开采当中露天开采实情展开分析与探讨,基于边坡稳定性,提出露天开采滑坡问题防治措施。

**关键词:**露天开采;金属矿山;滑坡防治;技术探究

## 引言:

我国金属矿山众多,金属资源丰富,其中露天开采是最常用的一种金属矿山开采手段。露天开采由于地形地貌以及开采方式的影响,极易发生地质灾害。其中最为常见地质灾害就是滑坡,在实际的开采期间,山体构造受外力影响而变形,致使山体整体支撑力骤减,进而导致山体稳定性被破坏,最终出现滑坡灾害。近年来,我国金属矿山开采项目呈逐步增长趋势,开采量的增加使得露天开采安全问题愈发受到各界关注,而矿体边坡稳定性是开采安全当中的关键要素。有关人员应当高度关注金属露天矿体的边坡稳定维护,以降低或避免露天矿山发生边坡安全事故,全面保障开采安全,促进工程效益提升。

## 一、金属露天矿产边坡的现状

其一,边坡稳定失衡。开采作业人员在金属矿体的实际开采过程当中通常采用爆破手段进行开采,而爆破时难免会产生地震波,矿体随着开采深度的不断增加,其所受的地应力跟地下水影响也随之加大,鉴于此,应当要定期对矿体边坡加以维护。就目前现有的边坡施工工艺而言,其整体技术水平偏弱,而不正确的施工手法会是边坡产生振动。结合上述内容可知,边坡动态平衡难以维持及控制,而稳定失衡极易引发一系列的危害。

其二,边坡灾害频发。滑坡事故是矿山露天开采工程众多事故中最为常见的,所以有关人员在实际的开采过程当中应高度重视矿体边坡滑坡灾害。国内金属露天矿体在进行边坡设计时,对边坡高度有着严格的标准控制。高度一旦超过150米的话极易发生滑坡事故<sup>[1]</sup>。开采工程在滑坡事故发生之后未及时停止而继续施工的话则会致使滑坡范围进一步加大。就滑坡事故成因而言,地下应力增大以及地下水量增长也会引发滑坡事故。

## 二、金属露天矿产开采滑坡事故的成因

滑坡现象是矿体斜坡中某一结构面受外力影响而发生位移的现象,这是一种常见的地质现象,金属露天矿产开采安全与矿体边坡稳定性紧密相连,滑坡事故对开采安全造成严重危害,对人身安全跟财产安全造成损失。雨季期间极易发生滑坡事故,金属露天矿产在开采期间致使岩体内部失衡,矿坑一侧呈现临空状态,导致斜坡整体丧失支撑力,坡顶跟坡脚形成应力集中块,应力超标则会引发滑坡事故。开采期间若是人力开挖边坡坡顶跟坡脚,致使岩体结构被破坏,丧失原本应力平衡,那么矿体稳定性也会收到破坏,在雨季时期容易引发滑坡灾害。

### (一)自然因素

第一,岩层特性。矿内岩石的物质成分、内部构造及结构、物理及化学性质是确立边坡的重要因素。厚度、形状、位置不一的岩石相间成层,其稳定性也存在差异。第二,岩体结构。地质结构在演变的过程当中,岩体内部会形成一定规模、方向、特质以及形态

的分割面,即软弱结构面,其具备一定的厚度,组成物质一般是松软、松散或是软弱物质,其中,组成物质的物理属性,如强度、密度等和邻近岩块存在较大差异。其受地下水影响之后容易发生泥化现象、软化现象、崩解现象甚至液化现象,更有甚者存在膨胀及溶解性质,边坡岩体若是存在如此软弱结构面,则对边坡稳定性造成不良影响。第三,风化程度。矿体岩层的稳定性随着风化程度的加深而逐渐降低,其边坡坡度也愈发平缓。譬如花岗岩在受到严重风化时,内部矿物颗粒连接性降低,进而变成松散沙粒,那么边坡稳定值则趋近于砂土<sup>[2]</sup>。第四,水文地质。矿内地下水容易对矿体边坡稳定性造成如下影响:①软化、溶解岩石结构,降低滑面岩体物理强度;②滑面岩体有效法向应力受地下水静压力影响而降低,使得滑面岩体抗滑能力下降;③边坡产生动水压力,促使岩层裂缝的摩擦力下降,进而导致稳定性下降;④地下水在边坡岩体内的裂缝中运动时促使岩体容重增加,进而使得坡体下滑力增加,破坏了边坡稳定性。而地表水所造成的影响为地表水冲刷作用以及夹带物质所造成的寝室现象,由此形成的冲洪积层或是陡峭山崖而引发的滑坡灾害。第五,气象气候因素。雨水能够渗透至具有渗水性质的岩土体当中,进而增加岩体土石容重,破坏器内凝聚力跟摩擦力,让边坡出现变形现象。我国大部分矿体滑坡事故均因雨水下渗而引起的。不仅如此,湿度以及气温的交替变换,风、雨、雪等的侵蚀也会促使边坡岩体结构产生膨胀、收缩、崩解等现象,使得岩体性质发生变化,进而破坏边坡稳定。第六,地震。垂直跟水平地震力的双重叠加会产生复杂地震力,进而引起边坡发生垂直、水平跟扭转变化,导致滑坡灾害发生。地震烈度是触发滑坡灾害的导火索。

### (二)人为因素

破坏边坡岩体稳定性的行为主要有:露天开挖、爆破作业、地下开采、地表灌溉、疏干排水、植被破坏、坡顶堆载等。我国绝大多数金属矿体均处在经济发展较为落后的地区,进行露天开采作业时未进行科学合理的计划,私挖滥采现象严重,一些小型矿山安全意识和风险意识薄弱,私自破坏山体及其周边植被结构,引发岩体崩裂,雨季时期极易发生滑坡事故。露天开采作业极易使得山体结构跟稳定性遭到破坏,开采作业期间未及关注边坡角度,未进行弃渣回填致使岩体崩落,受重力影响导致滑坡。下面我们对上述人为因素进行详细分析:

(1) 坡体开挖形态。露天金属矿体的边坡角设计的不恰当亦或是台阶未按设计方案施行,这会大幅度增加滑坡事故发生概率。就由于破体开挖而产生的滑坡坡体形态而言,主要可分为以下几个方面:首先,从平面形状分析可知,采动滑坡现象通常在凸形梁鼻坡体上发生;从竖直剖面分析可知,发生崩塌或采动滑坡现象的竖直剖面通常呈凸形,其坡面外鼓,坡顶通常较为平缓,坡脚呈陡坎状,亦或是坡体上下层均呈陡坎状,而中间存有高低不等的直线或

不规则斜坡体。

(2) 边坡岩体内部或坡脚开挖扰动。开采作业对边坡岩体影响最大的就是致使边坡岩体内应力产生变化,进而致使边坡岩体在发生位移时释放大面积弹性能量,最终使得边坡岩体结构被破坏发生变形。特别是于坡体内部积极下部施工作业时,受地应力变化的影响,滑坡事故发生概率大大增加。

(3) 工程爆破。开采作业时进行大规模爆破会严重破坏山体结构,爆破时瞬发的强劲地震波冲击着岩体,导致岩块内部裂缝变大,破坏边坡整体稳定性<sup>[1]</sup>。

(4) 坡顶堆载。开采作业时,工作人员把一些废弃杂物堆放至坡顶,增加坡顶承重力,进而加速下滑,当坡体抗滑力小于下滑力时,容易致使坡体下滑。

(5) 排水。一些人为性质的废水排放、排泄通道堵塞、边坡灌溉以及排水设施破旧等,导致边坡地下水水位失衡,进而使得边坡岩体应力遭到破坏,层岩容重骤增,孔隙、缝隙水压力增大,下滑力与动水压力增大,抗滑力下降,最终产生滑坡灾害。

(6) 破坏植被结构。山体植被具有固定作用,能够固定边坡土表层结构,防止水土流失。破坏坡体及周边植被会加快水的下渗速度,大幅度增加下滑力,进而诱发边坡滑坡事故。

### (三) 缺乏健全的监管机制

当地有关部门未完善相关监管机制,一些露天金属矿体在实际的开采过程当中未按国家标准以及相关规定执行,未按照规定的开采流程施行,进而引发一系列环境问题,这也大幅度增加了滑坡事故的发生几率。

## 三、露天金属矿山开采滑坡事故的防治措施

### (一) 严格制定开采相关规范准则

有关部门应当按要求严格制定露天金属矿体开采规范准则,严令禁止无证开采及非法开采现象,禁止采用掠夺式开采手法<sup>[4]</sup>。在露天开采作业期间需结合矿山实情与作业设备规格和功能,先明确恰当的坡面角,再按照坡面角大小制定工作台尺寸,及时解决开采作业期间输电设备、运输设备、环境保护等问题,以促露天开采作业实现可持续发展。矿山生活区域必定存有大量边坡及弃渣,这会使得边坡丧失稳定性,一些弃渣还会引发滑坡进而破坏边坡参数,因此,相关人员应当强化现场管理工作,严禁破坏相关设施设备。

### (二) 加大边坡巡查及除水力度

高度重视边坡排水,及时清理边坡周边杂物,清楚边坡地下水跟表面积水,防止滑坡事故发生。可以通过建造排水沟来截堵地表水,通过钻孔排水手法降低坡体地下水水位,以有效避免发生滑坡事故,提高其稳定性。矿山及边坡周边的杂物要及时清除,结合实际情况平整边坡土层,以确保其稳定性。此外,还需配备专门矿山安全维护人员,强化一线生产人员开采安全意识,组织员工定期巡查矿山,及时整改及取缔违反相关规定的开采行为,在发现危险元素后,应当立即拆除相关设备并撤离,采取科学合理且切实可行的安全措施,确保护坡工作的有序实施,对于潜在的安全隐患应当加大人工防护力度,设立抗滑墙,定期维护根检查边坡,增加绿化,设立适当的排水体系,避免地表水对边坡造成冲刷,此外,还应在露天矿坑外围设立防泥石流以及山洪隔离带。

### (三) 加固山体并设立防滑坡装置

防止滑坡事故发生的重要措施就是设立防滑装置,其中包含:锚定板挡墙、抗滑挡墙跟预应力锚索挡墙,其原理是将预应力施加在锚索上,促使滑面正应力增加,确保山体结构平衡,进而提升滑面结构的抗剪强度。要分析、预测可能出现滑坡事故的区域,对其加大监控力度,观察山体结构变化,进而达到防滑坡目的<sup>[5]</sup>。降低或消除地下水跟地表水的不良影响,削减已发生滑坡坡体的荷载。

合理使用注浆及喷浆等技术来防护与修复山体结构。

### (四) 增加绿化, 保护植被

水土流失对露天矿山开采作业有严重不良影响,恢复植被,增加绿化,恢复矿山生态系统。不可随地堆放开采弃渣,对弃渣及其他杂物进行统一规整,合理处置弃渣,有其不可将弃渣堆放至公路两旁,应将弃渣放置到规划区域,随后进行统一处理在在表面覆盖土层,制定复垦计划,通过种树种草来恢复矿区生态。充分利用植被、矮灌木丛等相关功能,稳定边坡平衡,加固山体结构,避免造成人员伤亡及经济损失。

### (五) 强化滑坡监测工作

加强对山体滑坡的监测,可以预先得知滑坡预兆,如此便可及时应对与撤离,有关人员需借助监测系统实时远程监测山体状态,精准掌握应力位置以及其他敏感数据的变化,做好滑坡频发区的规律分析工作。做好滑坡灾害相关的技术预测工作以及物理防治工作,通过先进技术设施来计算整个山体的稳定度,借助预报系统来精准提取矿山边坡实际稳定预告图,以便进行滑坡加固工作以及边坡防滑工作,做好矿业废水以及雨水的导流工作,强化不稳定边坡的巡查力度,防止突然滑坡事件。有关部门在实际的矿山开采审核期间应勘察矿产周围地势地貌,还要加大对于易滑坡地区的监测力度,加强露天开采监管力度,坚决把非法矿山跟小型矿山取缔掉,在矿山边坡处设立挡墙,确保边坡参数的合理性,一旦发现开挖开裂现象要及时上报,随后视情况处理<sup>[6]</sup>。

### (六) 加强滑坡治理力度

一般在滑坡处的边缘处能够看见较为明显的位移痕迹跟擦痕,滑坡后缘处裂缝数量较多且密集,裂缝发展迅速,而且坡面植被以及建筑物出现明显的形变以及破坏痕迹,边坡前缘一旦出现 鼓胀或者松脱现象需要及时采取治理措施以确保滑坡稳定性。若是滑坡后缘处的裂缝不再连续发展,并且后缘壁形变程度不明显则可采取清理废土石的方式来恢复场地状态,修建排水或者拦挡工程能够有效避免新的灾害隐患形成。对于一些潜在性的滑坡事故,可采取截水、抗滑排水、锚固等方式予以加固,以有效消除潜在隐患。做好系统性抗滑预防工作,切实消除诱发滑坡相关因素。

### 结束语:

由上文内容可知,随着金属矿采工程的不断增多,露天开采项目发生滑坡事故的概率也随之增加。频发的滑坡事故会对开采进度造成严重影响,限制了开采工程的安全运行,由此可知滑坡事故防治工作尤为重要。相关人员应当强化安全跟责任意识,增强开采工作的安全性跟科学性,降低滑坡及其他事故发生概率,强化防滑设施的运用,构建滑坡监控及预警机制,确保安全开采,进而保障开采效益。

### 参考文献:

- [1] 李建华. 露天矿边坡稳定性的安全因素及防治策略试析[J]. 世界有色金属, 2021 (24): 3.
- [2] 刘双辰. 不良地质作用对金属矿山边坡稳定性影响及防治措施[J]. 中国矿山工程, 2021, 50 (5): 5.
- [3] 涂金地. 露天金属矿山边坡稳定性的影响研究[J]. 世界有色金属, 2021.
- [4] 尹玉静. 金属矿山主要地质灾害类型分析与防治对策研究[J]. 中国金属通报, 2022 (4): 3.
- [5] 胡斌, 杨为, 李京, 等. 露天矿滑坡应急治理的爆破排险研究[J]. 有色金属工程, 2021.
- [6] 李玉山. 矿山滑坡地质灾害形成的原因及防治对策探析[J]. 世界有色金属, 2021 (12): 2.