

# 某铁矿矿山地质灾害防治与环境恢复治理探讨

童辉

中煤科工生态环境科技有限公司

**摘要:** 陕西省某铁矿位于秦岭山区,多年露天开采对区域及周边地质环境造成较为严重破坏,形成崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害隐患,并对原生地形地貌景观及土地资源造成损毁,本文以该项目实际情况为背景,探讨具有针对性的矿山地质灾害防治与环境恢复治理方案,以期实现矿产资源的绿色开采,达到经济效益与社会效益的最大化。

**关键词:** 地质灾害防治; 矿山; 综合治理

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.02.017

## 一、工程概况及地质条件

陕西省某铁矿为一以采矿为主的矿山生产企业,规划生产规模30万吨/年,属于小型矿山,以露天开采为主。由于开采秩序混乱,加之对地质环境治理工作的忽视,累积了岩质边坡隐患、渣堆滑坡隐患、矿山废弃物侵占与破坏土地等非常严重的地质环境问题,现已严重威胁到矿区下游附近村民生命财产安全及生产生活安全,同时也影响到排渣场下部的工棚、平硐、矿山生产人员及沟口住户的安全,急需进行地质环境恢复治理。

### (一) 地形地貌

矿区位于秦岭南麓,属中低山构造剥蚀沟谷地貌。矿区中间分布有1条沟谷,该沟断面呈“V”字形,坡降约26%,两侧谷坡基本对称,坡度约20°~45°,整条沟谷植被较发育。因采矿在矿区中后部形成了高约130m、坡度约70°的岩质边坡,岩体较破碎,时常有危岩从坡面溜滑而下;因废渣的随意堆放在矿区中前部形成了三面凌空、条状渣堆,渣堆坡度约40°,破坏了原有地形地貌。沟谷两侧坡面植被较好。

### (二) 气象与水文

区域属北亚热带北缘山地暖温带湿润季风气候,夏无酷暑,冬无严寒。根据多年观测资料,年平均气温13.2℃,极端最高气温37.7℃,极端最低气温-11.2℃;年均降水量802.2mm。全年降水量分配不均匀,春冬两季较少,夏秋两季较多,降水多集中在7-9月,其降水量约占全年的50%以上。据统计该区域24h最大降雨量为234.5mm,集中于7-10月的降雨量占全年降雨量的60%,1980—2013年每小时降雨量大于50.6mm的暴雨共36次,日降雨量大于100mm的暴雨为5次,最大暴雨强度达59.9mm/h。连续高强度降雨的雨水渗入土层和岩石裂缝后,加大了土石容重,降低了土石抗裂强度,减弱了山体稳定性,为滑坡泥石流等山地自然灾害创造了外部激发因素。矿区位于长江流域,嘉陵江水系。矿区内分布有1条冲沟,干旱季节无地表水流,强降雨期间洪峰流量较大,加上地形坡度较大和渣堆侵占了谷底,故需要充分考虑洪水的影响。

### (三) 土壤及植被

该区域内主要土壤有效土层薄,耕层浅,土体中碎石土含量高。耕地主要以坡耕地,川地为主。主要农作

物有小麦、玉米等,经济作物以油菜为主。矿区里的山坡天然植被较好,覆盖率达70%。

## (四) 区域地质构造

区域大地构造位置跨一级构造单元昆仑秦岭褶皱系,构造极为复杂,以东西向线状褶皱为主,断裂构造也很复杂,正逆均具,部分有长期复活的现象,一般断层线随大单元构造线的变化而转移,但各主要断裂也常构成不同构造单元的分界线,主要断裂有北东东、北西西、近南北及北西、北东向等几组。治理区位于峡口驿-黑木林基底拼接部西北部,大寨背斜轴部及其北东翼。矿区内部未发现断层、褶皱等地质构造。

## 二、治理区地质环境现状

治理区采取露天开采方式,存在的主要矿山地质环境问题为采矿废渣堆滑坡隐患、露采岩质边坡崩塌隐患以及矿区泥石流隐患等问题。具体如下:

### (1) 采矿废渣堆滑坡隐患

根据调查结合废渣堆分布位置,治理区采矿废渣堆滑坡隐患主要为Z1、Z2、Z3三处。

### (2) 露采岩质边坡崩塌隐患

根据现场踏勘调查,采区以露天开采为主,经过多年的爆破开采,目前采区形成了高约130m,坡度约70°的岩质边坡,未设置平台,坡度较大,边坡地层为片岩,岩体较破碎,易产生崩塌地质灾害。现场勘察期间,坡面时时有危岩从坡体滑落,对矿山生产人员的安全造成了严重威胁。

### (3) 矿区泥石流隐患

根据调查,矿区堆积有大量的矿渣,矿渣为自然堆积而成,已经堆积至沟口地带,大量的矿渣占据了沟谷,影响了排洪,同时为泥石流提供了充足的物源保证。当暴雨来临时,伴随着废渣堆滑坡隐患,易产生泥石流隐患。根据现场踏勘,综合分析认为发生泥石流的可能性中等,直接威胁Z3西侧坡脚的工棚、平硐、矿山生产人员以及沟口住户的安全,危害程度中等,危险性中等。根据《泥石流灾害防治工程勘查规范》判断,该沟道属于一条泥石流隐患沟,易发程度等级为易发,潜在的危险性等级为中型。

### (4) 采矿废渣堆占用和破坏林地

根据现场调查,治理区内现存在采矿造成的废渣堆共3处,共侵占林地65.6亩,堆积废石渣约102.6万m<sup>3</sup>。采矿开挖形成采坑占地面积49.79亩,废石渣主要分布在矿区所在的山谷中,占用林地,对矿区秀美的山川环境造成了极大的破坏。同时废石渣的扬尘对该区空气造成污染,严重影响到附近居民生活质量。

## 三、矿区地质环境治理目标

### (1) 减轻水土流失、改善生态环境

通过沟口拦渣坝的修建、渣堆的平整,排水系统的完善达到减少水土流失的效益,改善生态环境。

### (2) 增加土地资源

通过治理,恢复破坏土地为林地或耕地,为当地农民增加收入。

#### 四、治理方案设计

对矿区沟口位置设置拦渣坝,在谷底设置排水暗管,对坝后渣堆进行平整自下而上分台阶回填,完善渣堆内部的排水系统。同时对露采岩质边坡崩塌隐患采区分级刷坡治理方案。矿山开采完后进行复垦绿化工程,恢复矿区生态。

##### (一) 拦渣坝设计

拦渣坝布置于沟口,坝基位置地层主要由坡残积碎石土,冲洪积卵石、强风化片岩组成,碎石土主要分布于冲沟两侧的坡体上,厚度较薄,施工时可清除。坝基持力层位于卵石层,力学性质稳定、较好,是良好的坝基持力层。布设地段无不良地质作用,工程水文地质条件较好。

拦渣坝为浆砌石重力坝,坝顶标高1100.0m,基础位于卵石层。拦渣坝轴线长(顶面)64.0m,中心部位地面上坝高8.0m。坝体采用M10水泥砂浆砌筑,M10水泥砂浆勾缝,墙身尺寸为墙高12.0m,顶宽1.5m,墙面坡比1:0.4,墙背坡比1:0.1,基础埋深4.0m。在墙身设置排水孔,排水孔水平方向间距3.0m,垂直方向间距3.0m,呈梅花状布置,排水孔坡比不小于5%,坝底设置排水涵管。

沟内废渣堆开挖回填至坝后。对拦渣坝库区采用汽车运输——推土机排土,排土作业采用单台阶作业,下台阶排满后再排置上一个台阶,不实行多台阶同时工作。排土顺序采用从后向前,按着设计的台阶从下向上分台阶进行。设计堆置台阶高度10.0m,各台阶最终平台宽度约4.0m,每个台阶堆积坡比为1:1.5~1:2.0。弃土场最低排土高程1100.0m,最终堆积高程1220.0m,堆置高度12.0m。坝底预埋管道作用水头H为8.0m,管路长度L为20.0m,选用预埋管道型号为DN700铸铁管。

##### (二) 截排水系统设计

该矿山地质环境恢复治理降雨强度按50年一遇考虑。依据地形图,求得该山水汇区内整个汇水面积为0.12km<sup>2</sup>,径流长度426m,平均坡降267‰。根据勘察报告计算结果30年一遇地表水汇流量为3.98m<sup>3</sup>/s。在废渣场周边设计排水沟,排水沟共长471m,排水方法为自流明沟排水,设计排水沟呈梯形,采用浆砌石砌筑,排水沟每隔10m留一伸缩缝,伸缩缝宽1cm,当地形坡度较陡时设消能池。排水沟安全超高取0.1m,设计排水沟呈梯形,底宽0.6m,深度0.6m,坡比1:0.3,采用M7.5浆砌石砌筑,壁厚30cm,渠底厚度20cm,每隔10m留一伸缩缝,伸缩缝宽2cm,用泡沫板塞紧,表面用砂浆抹平,防止漏水。

为防止弃土场雨水下渗造成库区积水压力,在库区沟道底部预埋设渗水管道,管道采用无砂混凝土管,规格Φ700,基础采用C20混凝土找平,排水管接口采用铁丝网和1:2水泥砂浆做好缝口处理。

##### (三) 露采岩质边坡崩塌隐患刷坡

采区以露天开采为主,经过多年的爆破开采,目前采区形成了高约130m,坡度约70°的岩质边坡。对该岩质边坡形成的崩塌灾害隐患采取分级修坡治理方案,台阶宽度10.0m,台阶高度5.0~15.0m,各级坡比1:

0.5。

#### (四) 绿化

鉴于陕南山区雨水充足,故采用自然复绿。或者由矿山企业自筹资金在平台上植树。

#### 五、材料选用及要求

(1) 选用石料抗压强度不低于30MPa;块石应大致方正,厚度不小于15cm,宽度和长度应为厚度的1.5~2倍。

(2) 拦渣坝砌筑砂浆标号为M10,截排水渠砌筑砂浆标号为M7.5,勾缝砂浆标号M10,砂的含泥量应不大于3%。

(3) 本工程所用水泥强度等级为P.042.5R,并经进场复试合格后方可使用。

#### 六、施工主要技术要求

##### (一) 拦渣坝基础开挖

施工流程:施工准备——确定开挖顺序和坡度——放坑槽轮廓线——分层开挖——修整槽边——清底——报验复核——下道工序施工。

施工方法:设计的拦渣墙,在山坡较陡地段,必须放坡开挖,坡度为1:0.5。开挖顺序为从两边开始分段分层开挖。开挖前在其顶部设置截水沟(雨季),根据地质情况确定其开挖线,严格按照开挖线进行开挖,应先按施工方案规定的坡度,粗略开挖,再分层按坡度要求做出坡度线,每隔5m左右做出一条,以此线为准进行铲坡。基础可用机械开挖多辅以人工修整成型,必要时可采用打浅眼小炮爆破,人工清理、抬运。在距基底10~15cm,用人工准确修凿至标高。开挖时,挖出的土石方装入手推车或翻斗车,运至弃土地点。

开挖后,在挖到距槽底50cm以内时,测量放线人员应配合抄出距槽底50cm平线;自每条槽端部20cm处每隔2~3m,在槽帮上钉水平标高小木橛。在挖至接近槽底标高时,用尺或事先量好的50cm标准尺杆,校核槽底标高。最后由两端轴线(中心线)引桩拉线,检查距槽边尺寸,确定槽宽标准,据此修整槽帮,最后清除槽底土石方,修底铲平。

土石方若开挖在雨季进行,应在坑(槽)外侧围以土堤或开挖水沟。在坑内设排水沟、集水井疏干积水,做好排水工作,应保证基底无浸泡。

沿拦渣墙立面开挖基坑时,因基底高程不同,应在与山体连接处将拦渣墙基底开挖成台阶状。

##### (二) 拦渣坝砌筑施工

施工工艺:砌筑基础——基坑回填——埋设钢管——砌筑墙身——清理、勾缝。拦渣墙施工按相关技术规范要求进行。

##### 浆砌块石施工技术要求:

(1) 基坑开挖验收合格并经监理单位同意后方可砌筑。

(2) 砌筑前须对地基进行整平夯实,确保基础稳定。

(3) 石料符合要求并在使用前浇水湿润,表面如有泥土、水锈应清洗干净。

(4) 所有的块石均须坐在新拌和砂浆上,砂浆缝必须饱满,石块间不得直接紧靠,不允许采用灌浆方法砌石。竖缝较宽时,可在砂浆中塞以小石块,但不得在

底座上或石块下面用高于砂浆层的小石块支垫。

(5) 应分段砌筑。分段位置应尽量设在基础岩性变化较大处,分段间距约10~15m,分段处设沉降缝(伸缩缝),缝宽2cm。

(6) 砌体片石长短相间,交错排列,上下层竖缝应错开至少8cm,但不能在片石上方或下方布设竖缝。

(7) 砌筑上层石块时应避免振动下层石块;砌筑工作中断后再行砌筑时,原砌筑层表面应加以清扫和湿润。

(8) 石料应采用石质一致、颜色均匀、不易风化、无裂缝、无其他结构缺陷的坚硬石料,其强度不得低于设计要求;石料不得含有妨碍砂浆正常粘结的污泥、油渍或其他有害物质。

(9) 浆砌块石所用砂料的杂质和有机质的含量应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2002)的有关规定,砂浆为M10水泥砂浆。

### (三) 截排水沟施工

放线——开挖——基础夯实——砌筑排水沟——清理、勾缝——抹面。但要特别注意夯实基底,以防下陷造成水渠断裂。排水沟施工应根据库区弃土堆积情况逐步建设,无砂混凝土管应在每级台阶堆积前预埋。开挖前应准确确定其开挖线,严格按照开挖线进行开挖,基础可用人工开挖,开挖时,挖出的土石方装入手推车或翻斗车,运至弃土地点。开挖时,测量放线人员应严格控制标高,严禁超挖。开挖后人工夯实基底,验收合格后进入下道工序施工。沟底预埋管道,在每级台阶回填开始以前,首先在沟底铺设无砂混凝土管。管道铺设先对沟道进行整平,基础设置C20混凝土厚度10cm,铺设宽度1.0m,管底两边采用砂石堆积,保证管道安装稳定。

### (四) 刷坡卸载

#### (1) 施工原则

施工时,先按放线关系图尺寸放线,并打木桩标记,然后采用逆做法按坡比要求施工,刷坡时小弯取直,大弯就势。

#### (2) 施工流程

施工流程为:施工准备→确定开挖顺序和坡度→分层开挖→修整边坡→清底→报验复核→下道工序施工。

#### (3) 土石方开挖施工方法

①开挖采取自上而下分层开挖,不得乱挖或超挖。坡面按设计要求做成形

②根据开挖地段的平面位置、标高和横断面,精确定位开挖边线,并提前做作出临时截、排水设施,土石方工程施工期间的临时截、排水设施尽量与永久性截、排水设施相结合。

③鉴于边坡坡角处分布有大量的生产人员,开挖前应制定安全防范措施,加强安全管理和检查,要求人员撤离施工区。

④考虑场地施工环境,土石方开挖以挖掘机挖土并采用装载机运土。开挖应从上到下逐层施工。

⑤开挖中要注意边坡的整修,避免边坡不顺。

⑥在清理坡面过程中,如出现裂缝或滑移迹象,应立即暂停施工并将施工人员及设备撤至安全区域,及时

通知设计及相关单位,进行必要的设计和施工方案调整,在查清原因、采取可靠的安全措施后方可恢复施工。

## 七、施工安全

该治理区的施工,必须严格执行《安全生产法》等有关法律、法规的相关规定,确保安全生产,为此必须采取如下措施:

(1) 施工单位必须具备相关的资质和安全生产许可证,整个工程施工过程中,必须按照建筑企业安全生产条例的要求进行,开工前对现场环境因素和重大危险源向所有人员进行交底,并进行三级安全教育和培训。施工单位必须编制施工组织设计和安全应急预案。

(2) 所有管理人员必须经考核合格,取得安全合格证,特种工种必须取得操作合格证和学习《操作规程》后,才能从事相应的岗位工作。

(3) 施工前必须对现场四周设置安全警戒标志,严禁无关人员进入,防止发生人员伤亡事故。

(4) 墙基开挖施工时必须在下部设置安全警戒线,严禁人员和设备进入警戒线内,并派专人值班管理,防止上部边坡发生安全事故。基槽开挖必须制定合理施工方案,保证废石渣堆边坡稳定。

(5) 必须采用信息化施工,加强对边坡的监测和检查,遇险情立停工并通知相关人员撤离,通报相关单位采取措施消除隐患后方可继续作业。

(6) 必须严格执行施工组织设计,有序作业,严禁乱挖。

## 八、结语

(1) 秦岭山区地质环境复杂、脆弱,矿山开采易诱发滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害,并且会对采区及周边地形地貌景观、土地资源造成较为严重的破坏,对周边人民财产及人身安全造成威胁,因此,必须贯彻落实新发展理念,坚持谁开发谁治理治理,边开发边治理,防治结合等原则,将矿山开采与生态环境保护统筹考虑,使经济效益、社会效益均得以实现<sup>[1]</sup>。

(2) 露天开采对采区及周边环境破坏严重,且引发的矿山地质环境问题多样化,既有地质灾害隐患、又破坏原生地形地貌景观及土地资源,故而在治理方案设计中要采取多种治理手段协同,才能达到预期治理目标。如本案中就综合采用了废渣清运、分级刷坡减载、沟口设置拦渣坝、周边截排水、绿化等综合治理措施<sup>[2]</sup>。

(3) 地质灾害治理必须防治结合,矿山企业在生产过程和日常管理中,需加强边坡变形监测及矿区及周边日常巡查,并做好应急预案,做到防患于未然,遇险情要立即撤离并上报。

## 参考文献

[1] 尚红霞. 河南省卫辉市某石灰岩矿矿山地质环境治理勘查设计探讨[J]. 冶金与材料, 2021, 41(05): 123-124.

[2] 李复勇, 唐尧, 张成信, 杨力, 范冬丽. 矿山地质环境影响评价及修复研究——以汶川某废弃露天矿山为例[J]. 中国地质调查, 2021, 8(05): 122-128.