

大红山铁矿土地复垦规划及恢复研究

孙明书¹, 李俊^{1*}, 肖斌¹, 覃龙江²

(1. 昆明理工大学国土资源工程学院, 云南昆明 650092; 2. 玉溪大红山矿业有限公司, 云南玉溪 653405)

摘要 矿山土地复垦是一项复杂的系统工程, 涉及环境科学、工程地质学、水文地质学、矿山环境地质学以及国家相关的法律、法规、政策等。近年来由于矿山过度开发对矿区土地及生态环境造成了极为严重的破坏, 土地复垦是对矿山环境恢复达到可持续发展的重要途径之一。通过对大红山土地复垦规划的研究, 设计相应的治理措施恢复矿区环境, 能获取一定的社会、生态和经济效益, 达到建设绿色矿山的目标。

关键词 大红山铁矿; 土地复垦; 复垦规划; 生态恢复

中图分类号 S181; TD88 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)17-267-04

Study on Reclamation Planning and Restoration of the Dahongshan Iron Mine

SUN Ming-shu, LI Jun*, XIAO Bin et al (Faculty of Land Resource Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan 650092)

Abstract Reclamation of mine is a complicated and systematic project, involved in environmental science, engineering geology, hydrogeology, environmental geology and the relevant national laws, regulations, policies and so on. In recent years, over-exploitation of mines caused very serious damage of mine areas and ecological environment, reclamation is an important way to achieve sustainable development of the mine. Through the study on reclamation planning of the Dahongshan iron mine achieve the goal of building green mines by the appropriate treatment measures.

Key words Dahongshan iron mine; Land reclamation; Reclamation planning; Ecological restoration

昆明钢铁总公司大红山铁矿是昆明钢铁总公司的主要铁矿石基地, 位于云南省新平县戛洒镇境内, 设计采选规模为 400 万 t/a, 服务年限为 50 年。该区铁矿石开采主要有两大采区: 浅部熔岩矿露采区和深部矿体的地下采区。前者主要是哈姆白祖熔岩铁矿, 矿体主要为低品位矿, 呈层状产出, 层位稳定, 连续性较好, 以露天开采为主; 后者主要为矿区内两大断裂 F_1 和 F_2 所夹持的深部铁矿, 矿体主要为富矿和部分贫矿, 基本顺红山组地层产出, 主要采用地下高分段无底柱分段崩落法^[1-3]。

采矿过程中排出的废石堆放于硝水管南部废石场, 经捞出试验证明, 废石为无毒、无腐蚀性的固体物质^[4]。但废石的堆放不仅对矿区的地表景观和土壤结构造成一定程度的破坏, 对矿山生态环境及生活生产有严重威胁, 并且在矿区产生了严重的地质灾害现象, 极大地限制了大红山铁矿的发展。

1 矿区环境概况

1.1 地形地貌特征 大红山矿区属侵蚀成因的中低山地貌, 地形标高 600~1 850 m, 切割深, 起伏大, 沟谷发育, 由戛洒江边往东地势逐渐升高; 由于新构造运动的间歇性抬升, 层状地形发育, 有多级剥蚀面; 具有山高、谷深、顶平、坡陡的地形特点, 地形坡度变化大, 一般坡度为 30~40°, 山顶和阶梯状缓坡为 5~20°。

废石场各平台已基本成型, 硝水管最低拦渣坝顶海拔为 840 m, 最高为 1 140 平台; 南部废石场最低为拦渣坝底, 海拔为 777.5 m, 最高为 1 180 m 平台。废石场目前除 1 140 m 平台和 1 110 m 平台之间的边坡废石粒径较小外, 其他平台之

间的边坡废石粒径均较大。

1.2 自然条件概况 大红山矿区属中亚热带季风气候。夏秋炎热多雨, 冬春温和干燥, 地形温差显著。年平均气温 22.6 °C, 年平均降雨量 940.6 mm, 降雨集中于 6~9 月, 多以阵雨、暴雨形式降落, 平均蒸发量 1 270 mm, 3~5 月最大, 占全年蒸发量的 40%, 12 月最小, 仅占 5%, 矿区风向以西及西南风为主, 年平均风速 0.9 m/s。

大红山铁矿地处戛洒江河谷以东的戛洒江流域内, 属红河水系元江的上游区。红河水系自双柏县入境, 上段称石羊江, 下段称漠沙江, 流经县境 100 多千米, 进入元江县境。戛洒江是新平县的一条主要河流, 自北而南, 斜贯新平全境, 支流很多, 有曼岗河、肥味河、老厂河从矿区流过, 三河控制流域面积为 333 km², 汇合为混龙河后, 在矿区西南约 9 km 处注入戛洒江。戛洒江最枯流量为 9.13 m³/s, 最大流量 1 740 m³/s。

废石场上部有两条箐沟, 沟内有季节性来水, 上游来水通过已建排水沟排入下游沟道, 区域内排水条件较好。废石场区内地带性土壤主要为赤红壤。成土母岩以砂岩为主, 土壤主要发育于第四系冲洪积层, 以亚粘土类碎石, 碎石土为主。碎石为风化砂泥岩, 碎石粒径由上往下变粗, 硬塑至硬可塑, 基岩为上三迭干海子组泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、细砂岩、含砾砂岩。

2 复垦土地规划

2.1 复垦土地范围 复垦区面积为废石场占地面积, 即 83.11 hm²。废石场内部交通道路的建设虽然损毁了部分土地, 但废石场在堆排结束后, 将保留原交通道路及管理通道, 累积面积为 6.61 hm²。因此, 复垦责任范围为复垦区扣除废石场内部道路面积, 即 76.50 hm²。区内复垦土地主要为有林地、灌木林地和其他林地以及草地。

2.2 待复垦土地适宜性评价 废石场内土地均为待复垦土

作者简介 孙明书(1992-), 女, 山东聊城人, 硕士研究生, 研究方向: 地质灾害与环境地质。* 通讯作者, 副教授, 博士, 从事矿床地质研究。

收稿日期 2015-04-28

注:数字代表等级,“不”代表不适宜,“1/2”表示1等或2等,“-”表示无关。

表2 项目土地复垦适宜性评价结果及覆土需求量

复垦时段	适宜性评	适宜性等级		周边地类	复垦利	复垦面积	覆土量
	价单元	农	林		用方向	hm ²	m ³
初期	1 160 平台	不	1	有林地	苗圃/林地/道路	8.29	3.43
	边坡	不	1	有林地	灌木林	3.28	0.26
后期	1 180 平台	不	1	有林地	灌木林	2.57	1.03
	边坡	不	1	有林地	灌木林	0.83	0.07
	1 160 平台	不	1	有林地	苗圃/林地/道路	1.69	0.85
	边坡	不	1	有林地	灌木林	0.86	0.07
	1 140 平台	不	1	有林地	灌木林	1.17	0.47
	边坡	不	1	有林地	灌木林	1.19	0.10
	1 120 平台	不	1	有林地	灌木林	1.15	0.46
	边坡	不	1	有林地	灌木林	2.15	0.17
	1 110 平台	不	1	有林地	灌木林	0.84	0.34
	边坡	不	1	有林地	灌木林	1.16	0.09
	1 100 平台	不	1	有林地	灌木林	2.37	0.95
	边坡	不	1	有林地	灌木林	1.09	0.09
	1 080 平台	不	1	有林地	灌木林/道路	3.78	0.93
	边坡	不	1	有林地	灌木林	5.26	0.42
	1 050 平台	不	1	有林地	苗圃/林地/道路	7.53	3.21
	边坡	不	1	有林地	灌木林	3.71	0.30
	1 020 平台	不	1	有林地	苗圃/林地/道路	8.72	3.87
	边坡	不	1	有林地	灌木林	3.52	0.28
	990 平台	不	1	有林地	灌木林/道路	2.62	0.61
	边坡	不	1	有林地	灌木林	3.01	0.24
	960 平台	不	1	有林地	灌木林	1.94	0.57
	边坡	不	1	有林地	灌木林	2.95	0.24
	930 平台	不	1	有林地	灌木林	2.08	0.83
	边坡	不	1	有林地	灌木林	4.02	0.32
	900 平台	不	1	有林地	灌木林	1.45	0.58
	边坡	不	1	有林地	灌木林	1.95	0.16
	895 平台	不	1	有林地	灌木林	0.11	0.04
	边坡	不	1	有林地	灌木林	0.51	0.04
865 平台	不	1	有林地	灌木林	0.06	0.02	
边坡	不	1	有林地	灌木林	0.19	0.02	
840 平台	不	1	有林地	灌木林	0.27	0.11	
边坡	不	1	有林地	灌木林	0.63	0.05	
795 平台	不	1	有林地	灌木林	0.16	0.06	
合计						83.11	21.25
平台面积//hm ²						46.80	18.35
边坡面积//hm ²						36.31	2.90

2.3 水土资源平衡分析

2.3.1 水资源平衡分析。根据现场踏勘,建设单位已在废石场上部修建了高位水池,其水源为矿区下游的老厂河。老厂河为常年流水,水量满足矿山需求。根据调查,废石场项目区上部汇水面积较大,约为 0.91 km²。上游箐沟内有季节性来水,该工程可对箐沟天然降水产生的地表径流进行收集用于浇灌用水。

根据地表径流水库来水计算公式: $W=1\,000FCP$,式中, W 为来水量,m³;1 000 为单位换算系数; F 为汇水面积,km²; C 为径流系数,与地形、植被、土质有关,一般取 0.3~0.5; P 为该地区年降雨量,mm,计算得项目区地表来水量为 381 162.6 m³。

废石场复垦的方向主要为林地,浇水主要考虑平台区域,边坡主要针对客土栽植区域,累计浇水面积为 54.06 hm²。每半月浇水一次,用水量按 200 m³/hm² 计算,则每次浇灌用水量为 1.08 万 m³。考虑到项目区年降水量较大,故每年的降雨天数按照全年的 1/3 计算,则需浇水的天数为 240 d 左右。因此每年需浇水次数为 16 次,则年用水量为 17.30 万 m³。因废石场浇灌为间歇性用水,且建设单位已建的供水系统供水量较大,供水系统满足废石场供水要求。同

时废石场上游箐沟每年来水量约为 38.11 万 m³,如果修建一些蓄水措施,可有效地减少浇灌用水的投资。

2.3.2 土资源平衡分析。根据土地适宜性评价结果,确定复垦单元复垦林地、苗圃和灌木林。根据相关要求,苗圃覆土厚度不得<0.5 m,灌木林、边坡客土覆土厚度不得<0.4 m。据现场踏勘,废石场上部堆存的绿化覆土约为 40 万 m³,约合松方 52 万 m³,该废石场覆土量约为 21.17 万 m³(松方)。堆存的剥离的表土满足废石场植被恢复覆土的需求。所需覆土如表 2 所示。

2.4 复垦的目标任务 根据以上土地复垦适宜性评价结果,该次废石场土地复垦目标:拟复垦土地总面积 83.11 hm²,复垦地类主要为苗圃、灌木林地等,土地复垦率为 99.80%。

3 土地复垦技术

3.1 工程技术措施 工程复垦阶段的目的是完成规划的复垦工程量,为后期生物复垦奠定基础,使土地达到可利用状态。在复垦规划阶段,对复垦工程各项任务 and 进度都进行了详细的规划。根据复垦分析,复垦工程措施有场地清理、覆土、灌木种植、草本撒播及管护措施等。各项工程具体情况如表 3 所示。

表 3 工程项目情况

复垦单元	复垦利用方向	主要复垦工程措施		
		一级项目	二级项目	三级项目
边坡	灌木林	土壤重构工程	清理工程	场地清理
			土壤剥覆工程	覆土
		植被重构工程	林草恢复工程	植树、种草
平台	有林地	监测与管护工程	管护工程	培垄、定株、修枝、施肥、浇水、喷药等
		土壤重构工程	清理工程	场地清理
			土壤剥覆工程	覆土
		植被重构工程	林草恢复工程	植树、种草
		监测与管护工程	管护工程	培垄、定株、修枝、施肥、浇水、喷药等
	苗圃	土壤重构工程	清理工程	场地清理
			土壤剥覆工程	覆土
			平整工程	土壤翻耕
				田埂垒砌
			生物化学工程	土壤培肥
	配套工程		道路	道路修建
			管线工程	供水管线
			灌排工程	平台排水沟

3.2 生物技术措施 在该项目建设及生产过程中,对可复垦区域及时进行生物复垦,快速恢复植被,从而有效地控制水土流失、改善项目区生态环境。它是实现土地复垦的关键环节,主要内容有土壤改良、植被品种的筛选和植被工艺^[5]。

3.2.1 土壤改良。项目区土地经覆盖或平整后,肥力有所下降,并且伴有限制植物生长的危害产生,像土壤酸化等。土壤改良技术是对土壤团粒结构、pH 等理化性质的改良及土壤养分、有机质等营养状况的改善^[6]。项目区内的土壤改良对于土壤养分、有机质及营养状况的改善应当着重进行。具体措施如下:

3.2.1.1 土壤营养状况改良。由于项目区内土壤酸化等现

象严重,对于土壤的营养状况改良显得尤为重要,区内主要采用绿肥法及施肥法对土壤进行营养改良。绿肥法就是将植物用作有机肥料,作为绿肥的植物多为豆科植物,少数十字花科、禾本科及薯类植物也作为绿肥使用。将有机植物作为肥料进行添加不仅可以满足植物对于养分的持续吸收的需要,并且有机质作为一种良好的胶结剂可以使土地快速形成结构,并使土壤的持水保肥能力大大提高。作为绿肥的植物还可以为土壤中的微生物及昆虫提供养分,土壤中的微生物可以加快土壤肥力和活性的恢复。在施加化学肥料时应注意综合施加多种肥料,像氮磷钾综合施加比单一施加效果好很多。

3.2.1.2 土壤物理性状改良。土壤物理性质主要包括孔隙度、容量及结构。改良其物理性状就是提高土壤孔隙度、降低容量及改善结构。改良土壤物理性质的长期方法就是植被覆盖,但短期内只能采用犁地翻耕和施用农家肥等方法。

3.2.2 项目区种植物种的选择。适宜的种植物种的选择是生态重建的关键^[7]。根据大红山铁矿的地理位置以及新平县的气候条件,作为复垦的植物应当具有以下特征:①适应于大红山气候,具有耐旱、耐贫瘠、喜阳等特性。②短期内可以大面积覆盖项目区内土地,具有一定固氮能力,生长、繁殖能力强。③植物的萌芽能力强,根系发达,可以有效地固结土壤,增强土壤持水固氮能力,可防止水土流失。植物播种、栽植容易,成活率高。所选草本植物要求尽量以乡土树种为主,以节约成本。依据上述原则和经过对当地植物种类的调查,最终确定主要采用乔、灌、草混交方式,乔木、灌木混合布设,空地撒播草籽防护。

4 土地复垦效益分析

4.1 社会效益 由于废石场占地面积较大并且长期裸露,对场地周边环境有较大的影响。场地内地质灾害频发,如 930 m 平台处多次发生滑坡现象,对矿区正常生产生活产生较大影响。因此,对废石场的土地复垦可较好地改善矿区及周边的生态环境,减少自然灾害的发生,是企业可持续发展的需要^[8]。

4.2 生态效益 该项目所在区域主要以林业为主,按“合理布局、因地制宜”的原则进行治理^[9],在大红山铁矿生态恢复区构建“土壤-植被-微生物系统”有机复合体,形成新的人工和自然景观,将工程对生态环境影响减少到最低,以改善项目区的生态环境^[10]。合理利用该有机复合体的生态修复能力,充分发挥自然恢复能力,快速有效地修复铁矿区生态环境并节约治理成本。

4.3 经济效益 苗圃和有林地占据了废石场内主要复垦土地,苗圃主要配备城市绿化常用树种,如小叶榕、叶子花、清香木和黄花槐等。苗圃园的树种在 3~5 年后均成长为大树,适合城市绿化建设,并且也远超栽植时的经济价值^[11]。

(上接第 222 页)

5.2.2 系统的时间指标。响应时间,简单的查询少量数据时间在 1 s 以内;复杂的多的查询少量数据时间在 2 s 以内;简单的批量的查询数据时间在 3 s 以内;一般性的统计查询时间在 10 s 以内。系统更新一条记录的时间在 1 s 以内;更新批量记录(指一次可能输入的最大记录数)的时间不超过 10 s。系统连接数据库(包括确认身份、操作权限认证)一般在 3 s 内完成。

5.2.3 系统的总体性能。用户界面风格一致、友好,满足业务需求;操作灵活方便,具有详细的操作手册;事务处理在客户、服务器端分布合理,系统运行稳定;具有相关的系统维护功能,保证管理模式发生变化时系统不受影响;充分保证数据的安全性、一致性、正确性和低的冗余度。

同时,通过栽植各种林木资源,一定程度内增加了木材的储备量,对成材的林木可开发利用,获得的经济价值也是相当可观。土地进行复垦修复会避免造成社会或自然灾害发生后在进行治理或赔偿所带来的经济损失,间接地为矿山经济节约成本^[12]。

5 结论与讨论

(1)土地复垦原则应尽量将土地复垦为农业耕地,但由于项目区内土地不适宜,项目区内大部分复垦为灌木林地。但复垦方向较为单一,大部分土地复垦成为灌木林地,对于矿区内生态系统的修复作用缓慢,并且经济效益不明显。

(2)土壤改良及生物修复是要在后期时间里通过精心的管理和照顾才能达到土地复垦的目标,其中有很多不稳定因素。后期的管理是土地复垦的关键,还需要进一步加强研究。

参考文献

- [1] 何芳,乔冈,刘瑞平,等. 矿山土地复垦模式探讨[J]. 西北地质, 2013 (2): 201-209.
- [2] 张国联,邱景平,宋守志. 无底柱分段崩落法最佳结构参数的确定方法[J]. 中国矿业, 2003, 12(12): 49-51.
- [3] 胡斌. 大红山铁矿主采空区顶板强制崩落爆破[J]. 现代矿业, 2014 (11): 156-157, 178.
- [4] 北京环境评价联合公司. 昆明钢铁总公司大红山铁矿 400 万 t/a 采选工程环境影响报告书[R]. 北京, 1997: 4-20.
- [5] 范军富,白旭君,孙彬. 生态结构稳定性与功能协调性原理在土地复垦中的应用[J]. 矿业安全与环保, 2005, 32(4): 39-41.
- [6] 李晓伟. 典型平原区采煤塌陷区土地复垦中生态工程重建技术研究[D]. 郑州:河南农业大学, 2009.
- [7] 苏成西,曾和平. 昆钢大红山铁矿生态恢复技术初探[J]. 矿业安全与环保, 2005, 32(1): 22-24.
- [8] 常秋玲,康鸳鸯. 河南采煤塌陷区土地复垦与生态恢复浅析[J]. 中国矿业, 2006, 15(11): 43-45.
- [9] 颜世强,姚华军,胡小平. 我国矿业破坏土地复垦问题及对策[J]. 中国矿业, 2008, 17(3): 35-37.
- [10] 黄芳芳,李艺,郭秀莲. 广西木圭锰矿区复垦效果及生态恢复治理对策[J]. 矿业研究与开发, 2011(4): 88-90.
- [11] 刘振肖,陈建宏. 基于模糊综合评判的尾矿库土地复垦效益评价[J]. 矿业研究与开发, 2010(4): 97-100.
- [12] 刘云超,王旭,欧阳江城. 土地复垦的适宜性评价——以牛夕河铁矿采选项目为例[J]. 安徽农业科学, 2012(9): 5688-5691.

参考文献

- [1] 管太裕. 地面气象信息化资料处理系统[J]. 广西气象, 2005(2): 53-56.
- [2] 高峰. 数据库实时监控系统的设计与实现[J]. 气象, 2005(3): 81-84.
- [3] 沈文海,赵芳,高华云. 国家级气象资料存储检索系统的建立[J]. 应用气象学报, 2004(6): 727-736.
- [4] 高梅,接连淑,张文华. 气象科研数据共享系统建设[J]. 应用气象学报, 2004(21): 17-25.
- [5] 高梅,张文华,接连淑. WebGIS 技术在气象科研数据共享系统中的应用尝试[J]. 应用气象学报, 2004(21): 168-170.
- [6] 中国气象局. 地面气候资料 30 年整编常规项目及其统计方法(国标) QX/T22-2004[S]. 北京:中国标准出版社, 2005.
- [7] 俞卫平. 地面气象观测数据文件和记录簿表格式[M]. 北京:气象出版社, 2005.
- [8] 俞卫平. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社, 2003.
- [9] 成秀虎. 地面气象测报业务系统软件操作手册[M]. 北京:气象出版社, 2005.