

川西北龙门山中段石灰岩矿区矿业废弃地生态恢复治理研究

李明辉¹, 贾 平², 袁 莉³, 郑万模¹, 金灿海¹, 邓国仕¹

(1. 成都地质矿产研究所, 成都 610082; 2. 四川省安县国土局, 622651; 3. 成都市建设学校, 610066)

摘 要:从矿山环境生态恢复的角度对西部地区具有典型代表意义的中小型石灰岩矿区矿业废弃地开展了详细的研究, 针对矿业废弃地的不同特点, 采取相应的工程措施与生物措施相结合的方式, 进行综合治理。

关键词:石灰岩矿区; 矿业废弃地; 生态恢复; 川西北

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)01-0187-03

Ecological Restoration Reserch in Mining Wastedland of Limestone Mining Area in Middle Section of Longmenshan in Northwest of Sichuan

LI Ming-hui¹, JIA Ping², YUAN Li³, ZHENG Wan-mo¹, JIN Can-hai¹, DENG Guo-shi¹

(1. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Chengdu 610082, China;

2. Anxian Land and Reseorce Bureau, Anxian, Sichuan 622651, China;

3. Chengdu Construction College, Chengdu 610066, China)

Abstract: In view of ecological restoration of mining environment, an exhaustive study of the mine wastedlands of the typical middle and small limestone mining area in the west China was set off. According to the different characteristic of the mine wastedlands, suitable engineering and vegetation measure should be taken to treat it comprehensively.

Key words: limestone mining area; mine wastedlands; ecological restoration; northwest of Sichuan

1 引 言

在矿山开采过程中,“三场”(露天采场、排土场、尾矿场)占用土地、塌陷破坏土地是矿山废弃地的主要形式;土壤结构破坏、养分流失、植被丧失是矿山废弃地的共同特征;尾矿场的废渣、酸性废水及矸石堆自燃产生的大气污染物是周围环境的严重污染源。上述现象构成了资源浪费-环境污染的典型复合现象,因而矿山废弃地的生态恢复治理已成为世界各国普遍关注的课题,治理的主要手段是依托于恢复生态学原理进行的矿山废弃地的生态恢复技术^[1]。

我国是一个矿业大国,随着国民经济的快速发展和人口的不断增加,矿产资源开发的速度越来越快,矿山废弃地的数量也会逐年增多。据统计资料,目前全国采矿活动破坏的土地面积达 400 万 hm^2 , 平均每年增加近 2 万 hm^2 , 其中露天采场、排土场和尾矿场占地量占其面积的 70 % 左右。矿业废弃地的增多不仅破坏土地资源,同时加剧了矿区脆弱生态环境的恶化,对于我国人多地少的现状,人地矛盾不仅将更加突出,而且也严重地制约了国民经济的发展,因而,对我国来讲,矿区土地复垦具有重要的现实意义,同时重建对国土资源的合理利用及生态环境的保护均有重要意义。我国的矿区土地复垦大致经历了 1989 年《土地复垦法》颁布以前的自发复垦和之后的依法复垦两个阶段。80 年代矿区土地复垦基本上处于零星、分散、小规模、低水平的状态,矿区土地复垦率不到 1 %^[2-5]。通过 90 年代和近年来开展矿山环境恢复治理示

范,取得了长足的进步,不仅克服了以前单一的农业、林业复垦模式,向多元化的方向发展,同时加强了生态学、景观学和植被绿化技术的研究,逐渐形成了不同矿种、不同立地条件的矿业废弃地的生态恢复的技术流程。即使这样目前我国工矿废弃地复垦率仍不足 12 %^[6],离国土资源部“十五”规划的矿山生态环境恢复治理率达到 25 % 以上相差甚远,远远落后于矿业大国和复垦技术先进国家 70 % 以上的复垦率^[7],因而矿山环境生态恢复治理工作可谓任重而道远。我国西部地区矿产资源丰富,矿业开采大多仍停留在先破坏、后治理的状态,矿山地质环境问题突出,由于经济的原因,矿山环境恢复治理滞后,矿业废弃地复垦率非常低。开展西部地区不同立地条件,不同矿种矿山环境恢复治理研究,意义重大。安县梓潼宫石灰岩矿区具有西部中小型乡镇和个体矿山的典型特征,同时位处风景旅游区周边和国家地质公园内,开展矿山环境生态恢复治理研究,可起到良好的示范作用。

2 矿区自然地理环境条件

梓潼宫矿区地处四川盆地西北边缘龙门山脉中段与成都平原接壤地带,隶属安县,为中亚热带湿润季风气候,四季分明,气候温和湿润,雨量充沛,日照充足。全年无霜期约 211 d,多年平均气温为 16.3 ,最高年平均气温为 16.7 ,最低年平均气温为 15.4 ,雨量分布不均,多集中在 6 ~ 8 月,冬季雨量少,多年平均降水量为 1 261 mm,多年平均风速 1.6 m/s,最大风速 16 m/s。

* 收稿日期: 2006-01-11

基金项目: 中国地质调查局“四川省丹巴县地质灾害详细调查”(项目编号: 1212010541106 - 4)

作者简介: 李明辉(1968 -),男,副研究员,从事水文地质工程地质和环境地质研究。

区内地表水资源丰富,主要由降水补给,地表径流量与降水基本一致,具有明显的夏洪、秋汛特征。矿区位于前龙门山褶皱带的边缘,矿区海拔 630~850 m,为侵蚀溶蚀构造、侵蚀剥蚀构造低山地貌,山脉走向与区域构造线一致成北东-南西向,山坡坡度一般 25~55°,最大在 80°以上。

矿区出露地层主要为三叠纪灰岩、砂岩及第四纪松散堆积物,构造上位于扬子陆块与松潘-甘孜造山带的结合部位,前龙门山褶皱带中段的边缘,断裂、褶皱构造极为发育,新构造运动较为活跃,地震活动较为频繁,地震烈度七级。矿区地下水按赋存状态分为松散岩类孔隙水、碳酸盐岩裂隙溶洞水及砂岩层间裂隙水三类。地下水径流强烈,水循环条件好,矿化度低,重碳酸钙型,地下水位埋深大,地下水补给河水,未见泉水出露。地下水主要接受大气降水补给,大气降水在矿区范围内形成地表径流大部分可以自然排泄,仅少量渗入岩体内部。

矿区土壤类型为山地黄壤,植被类型为针阔叶混交林,主要树种有马尾松、柏树、青木、水青木、山地杉木等,植物群落主要为乔木、灌木及杂草,植被覆盖率较高。

3 矿区资源开发利用现状和生态环境问题

梓潼宫-烟堆包石灰岩矿区(简称梓潼宫石灰岩矿区)位于安县中部,同时又位于安县生物礁国家地质公园保护区内,紧邻千佛山国家森林公园及白水湖和罗浮山省级风景区,矿区面积 7.21 km²,沿山成北东南西向展布约 20 余 km,地跨 5 个乡镇 8 个村。区内矿业开发始于 20 世纪 80 年代,主要开采做水泥原料,多为乡镇或个体开采的中小型露天矿山,90 年代中后期,随着矿山环境整顿和申报国家地质公园的开展,实行禁采,矿山相继停采或转移,目前区内共有无主石灰岩矿 27 家,废弃采矿点 47 处。

但由于矿山采用原始的一墙式露天开采,弃渣随地堆放,矿山地质环境问题并未随着矿山的关闭而消失,采场残坡陡壁,危岩耸立,垮塌、落石时有发生;顺坡沿沟堆放的弃渣被雨水冲刷,为滑坡、泥石流等地质灾害的发生留下了隐患;据不完全统计,该矿区每年发生大小泥石流、崩塌和危岩体垮落等地质灾害十余起。目前,该区内还有 23 个采矿点存在岩体崩塌隐患,16 个采矿点可能出现点滑坡和泥石流。

采场及渣场植被破坏,水土流失严重,绿荫成群的青山绿水变得千疮百孔,自然景观、地质遗迹、旅游资源及生态环境遭到严重破坏,严重制约了安县旅游产业的发展。据初步统计,该矿区共有 47 处植被剥离,形成的破坏面积达 682.8 hm²,矿山修路、建房占用耕地、林业用地约 126.7 hm²。据测算,倒入溪沟、河道的矿渣和废矿近 30 万 m³,顺坡堆放且未采取防护措施的有 70 万 m³。据水保部门观测,该矿区水土流失面积约 4 km²,平均侵蚀总量近 2 500 t,已被列为水土剧烈流失地区。

4 矿区矿业废弃地类型及特点

4.1 矿业废弃地的一般分类

矿业废弃地是指为采矿活动所破坏的,未经治理而无法使用的土地^[8],根据其来源可分为 4 种类型:

一是由剥离的表土、开采的废石及低品位矿石堆积形成的废石堆废弃地;二是随着矿物开采形成的大量的采空区域及塌陷区 9 即开采坑废弃地;三是利用各种分选方法分选出精矿物后的剩余物排放形成的尾矿废弃地;四是采矿作业面、机械设施、矿山辅助建筑物和道路交通等先后占用后废弃的土地^[3,5,9]。

4.2 梓潼宫矿区矿业废弃地的类型及特点

梓潼宫石灰岩矿区,由于开采主体为乡镇和个体私人企业,开矿时忽视生态环境保护,未考虑矿场的位置、角度、坡向和走向及废渣、废土的堆放,为了追求效益最大化,无序乱采滥挖,废渣、废矿随地堆放,破坏侵占了大量的土地,矿山停采后,形成以下三类矿业废弃地:(1)采矿场挖掘、破坏的废弃地。(2)废渣场(排土场)堆积、侵占的矿业废弃地。(3)厂房、道路占用的废弃地。矿业废弃地具有数量多,规模小,分布零散的特征,目前,沿睢水烟堆包-梓潼宫一线 20 多 km,零星分布废弃矿山 27 家,废弃采矿点 47 处,各类矿业废弃地共计 827 hm²。造成了矿区植被丧失、土壤结构破坏、养分流失、水源涵养能力降低、表土流失、森林覆盖率降低;使矿区土地资源、生态旅游景观、地质遗迹、生物资源及环境质量受到严重破坏。

4.2.1 采矿场矿业废弃地特征

由于未采用台阶式开采,采场边坡一般形成上陡下缓的地形,下部一般小于 50°,上部直立甚至大于 90°,形成反倾凹岩腔,加之为爆破开采,裸露岩石破碎、松动,孤石、危岩随时有崩落的可能,坡高一般 20~70 m 不等,边坡高耸陡峭或乱石嶙峋或巨石镶嵌或平滑如镜或粗糙凹凸不平,立地条件极差,缺少植被生长所需的条件,是废弃地生态恢复的难点。

4.2.2 废渣场矿业废弃地特征

废渣场一般堆积高度 5~40 m,灰色碎块石夹黄土堆积,结构松散,稍湿,碎块石含量大于 85%,棱角状,块径一般 3~6 cm,少量大于 15 cm,碎块石主要为灰岩,成分主要为 CaO,含量达 50%,无有毒有害元素,混杂堆积物风化作用时间短,物理性状较差,孔隙度大,缺肥、缺水、无生物作用,氮、磷及有机质含量较低,缺少植物直接生长的条件。恢复植被需整地覆土,让土熟化,结合相应的拦挡和排排水措施以保持渣场稳定,防治水土流失,关键是造林技术问题。

5 矿区矿业废弃地生态恢复研究

5.1 概述

矿业废弃地的植被恢复与重建对国土资源的合理利用及生态环境的保护均有重要意义。而所有自然生态系统的恢复和重建,总是以植被的恢复为前提的。从理论上来说,只要不是在极端的条件下,没有人造的破坏,经过一定的时间,植被总会按照自然的演替规律而慢慢恢复的,但通常这个过程太漫长,据专家估计至少需要 50~100 年的时间^[10]。因此需要采取积极的人工办法来加快植被的建植过程和缩短水土流失过程,在获取生态效益的同时,又可获得良好的经济效益。

矿山废弃地生态恢复的类型及其选择通常根据矿种、采掘方式、废弃地类型、自然环境以及社会发展的需要等因素确定,开展矿区土地复垦是其主要手段之一。矿区土地复垦是指对因开矿活动而造成的被破坏或废弃的土地,采用生物、化学或工程等途径和治理措施,使其恢复到可供重新利用的状态或人们所期望的状态。

根据矿区地处山区,主要占用林业用地,结合矿区位于风景旅游区周边和国家地质公园内的实际情况,把矿业废弃地生态恢复与资源充分利用结合起来,按照“因地制宜,综合整治,宜耕则耕,宜林则林,宜渔则渔,宜草则草”的原则进行土地复垦利用。因地制宜采取工程措施与生物措施相结合的方式综合治理,以生态复绿为主,爆破削坡卸荷,结合挡墙排水沟配套为辅,确定在根治地质灾害的基础上,兼顾环境美化和经济承受能力进行林业复垦,恢复植被,还原生态地貌景观,推动生态旅游发展。

植被恢复是重建任何生物群落的第一步,它是以人工手段促进植被在短期内得以恢复,根据矿区实际,生态恢复的目标是建设生态旅游,因而需要在最短的时间内,采用科学、有效的办法,把遭到采矿破坏的矿区植被恢复起来,选择适合当地生长的树形美观的树种,人工恢复植被。根据国内外矿区复垦经验,树种尽可能引入本地种,少用外来种,以保证群落结构和物种的多样性,增加群落与生态系统的稳定性,树种组成倾向于营造 1 种主要树种 + 伴随树种 + 灌木组成的人工林^[11]。矿区选择乡土树种马尾松 + 伴随树种柏树 + 灌木组成混交林,采用正方形、三角形或长方形植被配置模式^[12],初植高密度造林。

5.2 矿区采矿场挖损废弃地生态恢复研究

根据矿区石灰岩岩质采场边坡陡峭的特性,经过比较国外引进的客土喷播技术和本土的各种技术^[6,10,13~16],从技术可行性、经济合理性、施工安全性以及植被景观恢复的持久性,拟对低矮的、小规模边坡,清除边坡危石,沿坡脚种植攀沿藤类植物;高度较大的边坡,拟采用梯级爆破法,即将采场边坡设计为阶梯形,由设计开挖线向内,逐级分台进行爆破,自上而下形成台阶,每个台阶高 10~12 m,宽 2~4 m,为了减少开挖量,坡角控制在 70°左右,削坡平台用沟壑造林技术,开挖沟槽,宽 1~1.5 m,深 1 m,覆土种植当地树种马尾松、柏树及灌木,平台内侧及坡脚种植攀沿藤类植物,平台外侧种植悬垂植物,进行矿山复绿,以达到对裸岩的遮蔽效果,突出还原生态景观效应,同时也可降低坡高,加强边坡岩体的稳定性,减少地质灾害的发生。

参考文献:

- [1] 舒俭民,王家骥,刘晓春. 矿山废弃地的生态恢复[J]. 中国人口资源与环境, 1998, 8(3): 72 - 75.
- [2] 李庆华. 矿山复垦技术[J]. 云南环境科学研究, 2003, 22(1): 46 - 47.
- [3] 李娟,赵童英,陈伟强. 矿区废弃地复垦与生态环境重建[J]. 国土与自然资源研究, 2004, (1) 27 - 28.
- [4] 覃家恩,徐琪. 恢复生态学研究的一些基本问题探讨[J]. 应用生态学报, 1999, 10(1): 109 - 113.
- [5] 吴欢,周兴. 矿山废弃地生态恢复研究[J]. 广西师范学院学报, 2003, 第 20 卷(增刊): 32 - 35.
- [6] 汤惠君,胡振琪. 试论采矿场的生态恢复[J]. 中国矿业, 2004, 13(7): 38 - 42.
- [7] 周连碧. 矿山复垦与生态恢复[J]. 有色金属工业, 2004, (6): 19 - 21.
- [8] 宋书巧,周永章. 矿业废弃地及其生态恢复与重建[J]. 矿业保护与利用, 2001, 10(5): 43 - 44.
- [9] 周进生. 矿区土地复垦规划研究[J]. 国土资源, 2004(3): 36 - 38.
- [10] 陈波,包志毅. 国外采石场的生态和景观恢复[J]. 水土保持学报, 2003, 17(5): 71 - 73.
- [11] 高国雄,高保山,周心澄,等. 国外工矿区土地复垦动态研究[J]. 水土保持研究, 2001, 8(1): 98 - 103.
- [12] 吴积善,王成华,程尊兰. 中国山地灾害防治工程[M]. 成都:四川科学技术出版社, 1997.
- [13] 柯水根. 浙江最大矿山复绿工程正式启动[J]. 浙江国土资源, 2004, (2): 54 - 55.
- [14] 赵华,黄润秋. 岩石边坡生态护坡特点及其关键技术问题探讨[J]. 水文地质与工程地质, 2004, (1): 87 - 89.
- [15] 罗松,郑天媛. 采石场遗留石质开采面阶梯整形覆土绿化方法研究[J]. 中国水土保持, 2001(2): 36 - 37.
- [16] 张俊云,周培德,李绍才,等. 岩石边坡生态护坡研究简介[J]. 水土保持通报, 2000, 20(4): 36 - 38.

(上接第 186 页)

参考文献:

- [1] 张国盛,等. 毛乌素沙地几种植物蒸腾速率的季节变化特征[J]. 内蒙古林学院学报, 1998, 20(1): 7 - 12.
- [2] 阮宏华,等. 次生柞林蒸腾强度与蒸腾量的研究[J]. 南京林业大学学报, 1999, 23(4): 32 - 35.
- [3] 张维江,等. 毛乌素沙地南缘赖草生育期蒸腾速率过程线的初步研究[J]. 水土保持研究, 2004, 11(3): 37 - 40.
- [4] 宋炳煜. 草原区不同植物群落蒸发蒸腾的研究[J]. 植物生态学报, 1995, 19(4): 391 - 328.
- [5] 宋炳煜. 几个主要地面因子对草原群落蒸发蒸腾的影响[J]. 植物生态学报, 1996, 20(6): 485 - 493.
- [6] 周海燕,黄子琛. 不同时期毛乌素沙区主要植物种光合作用和蒸腾作用的变化[J]. 植物生态学报, 1996, 20(2): 120 - 131.
- [7] 蒋高明,何维明. 毛乌素沙地若干植物光合作用、蒸腾作用和水分利用效率种间及生境间差异[J]. 植物学报, 1999, 41(10): 1114 - 1124.
- [8] 吉川贤,王林和. 切り枝の蒸腾速度からみた树木への水ストレスの影響[J]. 日本绿化学会志, 1992, 1(4): 11 - 19.
- [9] 王林和,吉川贤,永森通雄. アカマツ,アラカシ,ケヤキ,柠条苗木の蒸散について() - 土壌の水分状態と树木の蒸散量 - [J]. 日本绿化学会志, 1989, 15(2): 16 - 27.