

# 我国矿山生态环境及生态恢复技术的现状

吴和政, 郑 薇

(中国地质科学院探矿工艺研究所, 四川 成都 611734)

**摘要:** 经历几十年的矿业开发, 带来了严重的环境问题和诱发日益频繁的次生地质灾害, 已影响到区域社会和经济的发展。概述了我国矿山环境现状及存在的主要问题, 介绍了矿山生态环境保护与防治技术的现状。

**关键词:** 矿业开发; 矿山; 生态环境; 生态恢复; 护坡; 绿化

**中图分类号:** X322    **文献标识码:** B    **文章编号:** 1672-7428(2008)07-0046-02

矿业是一个基础性行业, 同时也是一个高污染的行业。近年来, 随着我国社会经济的高速发展, 无序的矿山开采造成的环境污染已经严重破坏了自然生态环境。然而从我国经济发展趋势来看, 人均矿产资源消耗量还将有相当程度的增长, 在这种势态下, 庞大人口对矿产资源的需求压力潜伏着资源危机和生态危机。

2005 年 12 月, 国务院发布的《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》提出对生态环境保护工作要加强重视和工作力度。因此对矿山生态环境及生态恢复技术的研究是非常必要的。

## 1 矿业开发中的环境问题

矿业开发造成的环境污染实质是矿上资源开采对区域环境中水、空气、土壤和噪声的污染。

(1) 水污染: 主要由于采矿、选矿活动形成的矿山污水危及矿区周围河道、土壤, 甚至破坏整个水系, 影响生活用水, 工农业用水。

(2) 空气污染: 露天采矿及地下开采中形成的有害气体, 废石风化形成的细颗粒物物质和粉尘, 以及尾矿等, 在干燥气候与大风作用下会产生尘暴等, 都会造成局部环境的大气污染。

(3) 土地破坏及土地污染: 矿山开采, 特别是露天开采造成了大面积的土地破坏, 废弃物侵占大量土地; 地表塌陷时有发生等均破坏了大量土地。

## 2 我国矿山生态环境

据有关部门公布的资料表明: 我国已探明储量并具有开采价值的矿产资源种类达 140 余种, 2000 多个县分布有各类矿山; 全国工矿业发展导致的土

地与生态退化的面积达 700 万公顷, 复垦率不足 15%, 目前仍以每年 4 万公顷的速度在增加; 矿井水排放占全国废水排放总量的 10%, 只有 4.23% 得到处理; 矿山固体废弃物排放一直高居所有行业之首, 占 50% 以上, 处理利用率不足 30%。现有的国营矿山企业 8000 多个, 个体矿山企业达到 23 万多个, 如此大规模的矿山开采对自然生态环境的破坏是相当惊人的。一般情况下, 我国矿山企业环境问题主要有以下几方面的表现:

- (1) 破坏山体植被;
- (2) 地面塌陷灾害严重;
- (3) 过量开采地下水引发地面沉降;
- (4) 大量废石尾矿造成污染;
- (5) 矿坑废水污染严重。

本文主要针对固体矿山的露采裸露的山体以及堆放废弃物产生的边坡的生态恢复技术进行介绍和探讨。

## 3 矿山生态恢复技术的现状

生态恢复是将受损的生态系统恢复到历史上的原来状态。要进行矿山的生态恢复, 最重要的任务是矿山植被的恢复, 因为所有的自然生态系统的恢复和重建, 都是以植被的恢复为前提的。

矿山废弃物及尾矿经长期的堆置会在其表面覆盖一层植被。研究表明, 矿上废弃时间在 4~5 年间, 植物种类较少, 且多为一二年生草植物; 植物种类增幅较大时期是 7~15 年间; 而 15~38 年间植物种类增多的幅度较小。所以完全可以利用人工种植植被的办法来改善和恢复生态系统。

我国早在 20 世纪 50 年代就有个别矿山或单位

收稿日期: 2008-05-31

作者简介: 吴和政(1962-), 男(汉族), 四川人, 中国地质科学院探矿工艺研究所室主任、教授级高级工程师, 岩土工程专业, 从事地质灾害防治技术研究开发工作, 四川省成都市郫县成都现代工业港港华路 139 号。

自发地进行了一些恢复治理工作,国家真正重视这项工程是在 20 世纪 90 年代以后,具体地说是在实施可持续发展战略(1994 年)以后。经过十几年的研究,我国在矿山生态恢复技术方面取得了较多的成果,并在工程实践中取得了很好效果。目前我国矿山生态环境恢复与治理的主要技术方法如下。

### 3.1 植生卷铺盖法

适用于较缓的、低矮的需要迅速得到防护或绿化的土质边坡,而且要求草皮来源容易,铺种方便。

### 3.2 挂三维网植草

适用于较缓的土质及部分沙石土边坡,不能用于陡坡和岩石边坡。

其施工工艺为:对边坡坡面进行清理浮石、平整处理。铺挂和固定三维网,对挖方边坡,三维网先在埋入坡体上部截水沟或土中,然后自上而下平铺到坡肩,相邻网间机械搭接并网紧贴坡面,无褶皱和悬空现象。用锚钉(U形钉)固定。

三维网固定后,用粘性土、复合肥或泥炭肥组成的泥浆状混合土注入三维网内,肥料可采用进口复合肥或泥炭肥,要求填土和土壤改良剂,再加入消毒剂 and 肥料,通过高压喷播植草机均匀地喷洒到经过处理的边坡上。

选择合适的草种,使边坡达到四季常绿的目的。

### 3.3 液压喷播

液压喷播包括湿法喷播、客土液压喷播和挖沟换土液压喷播 3 种技术。湿法喷播适用于较缓的土质边坡;如果土过少或完全是石质边坡,则选用客土液压喷播;如果是强风化岩石坡面,则可选择挖沟换土液压喷播(严格地说,它也是客土液压喷播中的一种)。

液压喷播植草护坡机械化程度高、速度快、效果好、适应性广,是一种快速建立绿化草坪的植草护坡方法。液压喷播植草护坡的成坪速度主要受草籽的生态学特性、种子萌芽条件及生长环境等因素的影响,即与草籽种类、植物生长调节试剂及土壤状况与气候条件等因素密切相关。

### 3.4 生态多孔混凝土绿化法

混凝土上长草技术在 2002 年天津外河改造工程中开展了野外大面积实验,目前绿草长势良好。混凝土上长草技术是在无沙大孔混凝土中掺加部分酸性聚合物及聚丙烯纤维等高分子材料预制砌块,同时在砌块孔隙中充填腐植土、种子、缓释肥料、保水剂等混合材料,并在混凝土表层采用植物纤维覆盖,创造适宜植物生长的环境,种子发芽生长形成植

物被。该技术在 2003 年才开始大面积推广。

### 3.5 浆砌空心砖培土种草和喷混植草

适用于不太陡的岩质边坡或土少的岩、土混合边坡。一般铺在框格内,对于稳定坡面也可全坡面铺设而不用框格。这种方法是目前许多公路和地质灾害边坡都应用得比较普遍而且比较成功的一种方法。

### 3.6 喷混植草

适用于所有岩质坡面,可代替挂网喷砼。可防止边坡局部的小滑移。对于大体积的滑移则需要锚索或锚杆框格和拱架内实施喷混植草。对于坡度较小、岩体结构稳定的边坡,可不挂网,而向岩面直接喷混植草。它比客土液压喷播更适用于较陡的边坡。

此项技术的核心是植被混凝土配方。它是集岩石工程力学、生物学、土壤学、园艺学、环境生态学和水土保持工程学等学科于一体的综合环保技术。植被混凝土是根据边坡地理位置、边坡角度、岩石性质、绿化要求等来确定水泥、沙壤土、腐植质、保水剂、长效肥、混凝土绿化添加剂、混合植绿种子和水组成比例的。混合植绿种子是根据生物生长特性混合优选而成,所生植被能四季常青、自然繁殖。技术核心中最关键的技术是混凝土绿化添加剂,混凝土绿化添加剂可以增强护坡强度和抗冲刷能力,而且使植被混凝土层不龟裂,同时可以改善植被混凝土物理、化学特性,营造较好的植物生长环境。

### 3.7 高陡岩石边坡绿化的新型防护结构体系

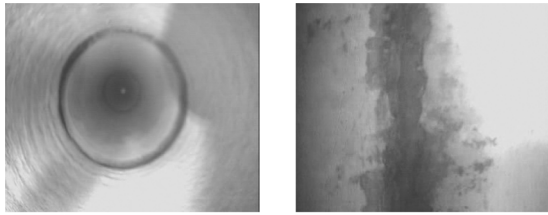
该项技术是由我所组织成都理工大学参加共同完成的科研成果。

岩体边坡实现绿化必须具备 2 个条件:(1)坡面上有植物赖以持续生长的种植基质;(2)种植基质能永久固定在岩面上,不怕风吹,不怕大雨、暴雨和流水的冲蚀。这 2 个条件的实现,依赖于新型防护结构的良好保土性能。研究成功了 2 种较好的具有良好保土、保水、保肥和透气性能且成本较低的高陡岩石边坡绿化的新型防护结构,并在野外工程中进行了试验,取得了较好的成果。

采用农民废弃的秸秆,制作固土的板状结构,使秸秆变废为宝,这本身就是一个环保工程。而且,秸秆作为边坡防护结构的材料,到一定年限后可以自身降解,不存在二次污染问题。

同时对不同地质条件进行了植物种子的选型和室内外生长试验,研究表明,不同的地域条件和地质

(下转第 93 页)



(a) 行走时拍摄的管道内壁图像 (b) 摄像头转动90°拍到的接缝图像

图6 管道内壁及管壁接缝处的图像

试验表明:(1)管道车在管道内前进、后退行走自如,行程显示准确;(2)摄像装置纵、横向转动灵活;(3)拍摄到的管道内壁图像清晰;(4)从拍摄到的图像看出,该条地下管线各接头连接处光滑平整,砂浆饱满,符合安装质量要求。

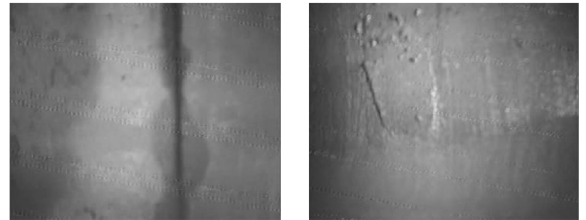
存在问题:两盏各 35 W 的照明灯光线太强,图像上有的部位发白,须减小照明灯功率,每盏灯 20 ~ 25 W 即可。

### 3.2 成都市宁夏街路口自来水管道的试验

工区概况:成都自来水公司欲在宁夏街路口的地下自来水管中加一阀门,自来水管直径为 600 mm。开挖后发现,自来水管上方 1 ~ 2 m 处回填的砂砾石层中两处有水流出,怀疑是开挖处前方 7 ~ 8 m 范围内的自来水管有破损,自来水渗漏到砂砾石层中,开挖后即流出。为了找到漏失点,用听音检漏仪进行了检测,但未发现漏失点。为了保险起见,成都沃特地下管线探测有限责任公司决定用“地下管线内损伤电视检测系统”进行检测,以便确定自来水管是否破损。

试验情况:把管道车从切割开的管道口放入管道内,通过地面控制台打开摄像装置和照明灯,启动管道车,管道车前进,摄像头拍摄到的管壁图像显示并记录在 PC 机上。可见管道内余留有 7 ~ 8 cm 高的水位。对于该管道的检测,主要是从图像上看管道内壁是否有裂缝、孔洞、管道接头处是否完好无损,还可以根据是否出现滴水、管底水面是否出现大

的波动来判断漏失点。这次试验检测的管道长度为 22 m,为了看仔细,管道车在管道内反复多次前进、后退。在 5 个管道接头处,专门停车使摄像头转动 320°,对管道接头进行了仔细观察和录像,对认为可疑的地方,也专门停车转动摄像头对其进行仔细观察和录像。图 7 是本次试验所拍摄的图像。



(a) 水管接缝

(b) 管道侧壁

图7 拍摄到的水管接缝及管道侧壁图片

检测结果:(1)从拍摄到的管道内壁图像看,没有发现裂缝和孔洞,5 个管道接头完好无损,也没有见到滴水现象,由此判断所检测的管道段没有破损;(2)管道车在管道内前进、后退行走自如,行程显示准确;(3)摄像装置纵、横向转动灵活;(4)拍摄到的管道内壁图像清晰。

## 4 结语

地下管线内损伤电视检测系统的研制,具有自主知识产权,该检测系统能将管道内壁信息根据指令采集、输送到 PC 机上;管道车能自动行走,CCD 可做绕纵轴 320°转向和绕横轴 90°扫描摄像;可清晰地分辨出内壁、接头连接缝及伤损情况,从而满足管道检测要求,在国内处于领先水平,为非开挖检测管线提供了一种直观、快速、定性、定量的可靠方法。

## 参考文献:

- [1] 编委会. 机电工程手册(第四卷电机)[M]. 上海:机械工业出版社,1982.
- [2] 机械工业部. 电线电缆产品样本(第一册)[M]. 北京:机械工业出版社,1983.

(上接第 47 页)

条件,植物的选择是关系到绿化成败的关键环节。一定的植物品种其生长环境是十分有限的,但在植物的选择上总的原则是选择根系发达、保水耐寒耐旱的植物品种。

## 4 结语

我国矿山开发生态环境现状是严峻的,阻碍了矿业的进一步良性发展,对于国民经济和社会长期

持续发展也带来一些困扰。我国生态保护的目标是:到 2010 年,生态环境恶化趋势得到基本遏制,部分地区生态环境质量有所改善。重点生态功能保护区的生态功能基本稳定,自然保护区、生态脆弱区的管理能力得到提高,生态保护法规体系进一步完善。在这样的大环境条件下,进一步研究适合不同类型的矿山生态恢复技术,使工程治理与生态恢复有机结合,对人与自然的和谐相处具有重大意义。