

戴金水 刘灼华 张 强 编著



LUOLU SHANTIZHILI
YU SHUITUBAOCHI

裸露山体治理

与水土保持



黄河水利出版社

裸露山体治理与水土保持

戴金水 刘灼华 张 强 编著

黄河水利出版社
· 郑州 ·

图书在版编目(CIP)数据

裸露山体治理与水土保持 / 戴金水, 刘灼华, 张强
编著. —郑州: 黄河水利出版社, 2010. 7

ISBN 978 - 7 - 80734 - 857 - 3

I. 裸… II. ①戴… ②刘… ③张… III. ①矿区
环境保护—研究②山坡地—水土保持—研究 IV. ①
X322②S157

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 130257 号

组稿编辑: 岳德军 手机: 13838122133 E-mail: dejunyue@163.com

出版社: 黄河水利出版社

地址: 河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层

邮政编码: 450003

发行单位: 黄河水利出版社

发行部电话: 0371 - 66026940, 66020550, 66028024, 66022620(传真)

E-mail: hhsclbbs@126.com

承印单位: 河南省瑞光印务股份有限公司

开本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印张: 8.5

插页: 8

字数: 220 千字

印数: 1—1 000

版次: 2010 年 7 月第 1 版

印次: 2010 年 7 月第 1 次印刷

定价: 29.00 元

前 言

我国是一个水土流失严重的国家,超过国土面积 50% 的山地、丘陵、黄土高原存在大量裸露坡面,侵蚀相当严重,这些地区是我国水土流失防治的重点区域。特别是改革开放 30 多年来国家基本建设速度加快,在修公路、铁路,采石、开矿,建水库、电站等施工过程中形成大量裸露坡面工程创伤,针对这些裸露坡面工程创伤进行治理和开展水土保持工作已经成为我国生态文明建设的重要任务。

以裸露山体矿山为例,石材是人类赖以生存的物质基础,是人类不可缺少、不可再生的自然资源,同时,又是人类生存环境的重要组成部分。古有击石取火,今有石材建筑等等,这些都使人类与石材结下了不解之缘。20 世纪 80 年代以来,随着改革开放和我国经济的快速发展,各项建设工程相继启动,对于建筑材料特别是各种石材的旺盛需求,促使各地形成了许多裸露山体。众多的裸露山体矿山开发虽然满足了经济建设发展的需要,但由于过度开采,缺少科学治理,相关法律法规不健全,由此而产生了一系列严峻的环境和社会问题,如造成水土流失、边坡失稳、环境污染,产生安全隐患,破坏城市生态景观等,已经对社会经济的可持续发展构成了严重威胁。正确认识问题的严重性,研究开发科学的治理方法已成为政府和社会公众必须解决的生态文明建设重要课题。废弃裸露山体的治理首先要解决裸露山体边坡的稳定问题,在坡面稳定的基础上采用景观生态学、环境生态学、恢复生态学、土壤肥科学、植物学、水土保持学、园林园艺学等学科技术,采取工程措施和生物措施相结合的系统工程,实现草、灌、乔相结合,生态效益和社会效益相结合,预防与治理并举,尽可能减轻裸露山体水土流失,改善生态环境,达到资源开发与水土保持和生态环境改善相协调。本书既是开展裸露山体治理与水土保持相关课题的总结,也是裸露山体和矿山治理经验的提炼。

本书由戴金水、刘灼华、张强、张玉昌、高丽霞、于浩森、袁智雷等编著。仲恺农业工程学院高丽霞研究员、刘念教授,东北大学邹宇超教授,广东省水利厅深圳市水土保持办公室陈霞高级工程师等审阅了本书的部分章节,在此深表谢意。

本书既可供裸露山体、矿山治理与水土保持规划、设计和施工人员阅读参考,也可供大专院校的相关专业教学参考。

作 者

2010 年 5 月

目 录

前言

第 1 章 裸露山体治理概述	(1)
1.1 裸露山体基本现状和基本特征	(1)
1.2 裸露山体治理和水土保持、生态修复的迫切性	(2)
1.3 国外相关裸露山体治理现状介绍	(3)
1.4 裸露山体治理和水土保持的依据及引用标准	(4)
1.5 裸露山体治理原则	(5)
1.6 裸露山体治理模式和程序	(8)
第 2 章 裸露山体的稳定治理和地质灾害防治	(10)
2.1 裸露山体边坡类型与破坏形式	(10)
2.2 裸露山体稳定性调查	(10)
2.3 裸露山体的勘查	(11)
2.4 裸露山体边坡稳定性评价	(12)
2.5 裸露山体边坡治理	(13)
第 3 章 裸露山体的生态治理和水土保持	(24)
3.1 植被生态修复和水土保持研究概述	(24)
3.2 裸露山体生态修复的关键	(25)
3.3 影响裸露山体生态修复的环境因素	(26)
3.4 裸露山体各区的水土流失危害及分区治理	(31)
3.5 裸露山体水系理顺	(32)
第 4 章 裸露山体坡面生态修复技术	(34)
4.1 70°以下坡面的治理方法	(34)
4.2 70°以上坡面的治理方法	(37)
4.3 安全施工技术	(39)
第 5 章 裸露山体生态修复植物选择	(48)
5.1 裸露山体生态修复植物选择原理	(48)
5.2 生物多样性原理	(50)
5.3 主要乔木、灌木、草种、藤本品种简介	(51)
5.4 裸露山体生态恢复技术的植物配置实例	(58)
5.5 种子处理技术	(59)
第 6 章 裸露山体生态修复养护技术	(63)
第 7 章 裸露山体生态治理安全文明施工	(64)
7.1 裸露山体生态治理安全施工	(64)

7.2 裸露山体治理的文明施工	(66)
第 8 章 主要机械设备及材料介绍	(68)
8.1 主要机械设备	(68)
8.2 主要材料介绍	(76)
第 9 章 废弃裸露山体的景观规划和改造利用	(81)
9.1 废弃裸露山体的景观规划和改造利用概述	(81)
9.2 采石废弃地景观规划与改造利用的理论基础	(81)
9.3 城市内采石废弃地景观规划与改造利用的方式	(83)
9.4 相关工程技术措施	(84)
第 10 章 典型裸露山体整治设计施工案例	(86)
10.1 深圳市布吉郁南、吉岗裸露山体边坡整治绿化工程项目概况	(86)
10.2 项目区现状	(86)
10.3 方案设计原则及重点	(88)
10.4 生态复绿措施设计	(89)
10.5 养护措施	(105)
10.6 验收标准	(105)
10.7 工程量及投资估算	(106)
第 11 章 裸露山体治理工程验收	(111)
11.1 验收条件	(111)
11.2 验收依据	(111)
11.3 验收程序及相关规定	(111)
11.4 主要单位工程质量检验技术要求	(112)
11.5 复绿工程	(118)
第 12 章 裸露山体生态恢复和水土保持经济学	(121)
12.1 裸露山体生态恢复和水土保持经济学的意义	(121)
12.2 生态恢复、水土保持经济学的支撑理论	(121)
12.3 生态恢复经济学的内涵	(122)
12.4 生态恢复、水土保持经济学的学科地位	(123)
12.5 生态恢复、水土保持经济学的特点	(124)
12.6 生态恢复、水土保持经济学的研究对象	(125)
12.7 展望	(125)
参考文献与资料	(126)
后记	(130)

第 1 章 裸露山体治理概述

1.1 裸露山体基本现状和基本特征

裸露山体按形成方式可大致分为自然形成的和工程创伤形成的两种,本书重点讨论的是工程创伤形成的裸露山体(矿山等)的整治和水土保持。

由于裸露山体矿山大多没有完善的开采制度,在开采的时候往往为了追求高的经济效益而不顾一切后果,采后裸露山体存在着很大的隐患和引发一系列的问题。废弃矿山裸露山体主要有以下几个特征。

第一,裸露山体矿山具有数量过多、规模过小、分布不集中和规划布局不合理等特征。裸露山体承包商为了追求经济效益,总是想方设法采取各种手段来降低开采过程中的成本而不顾采后可能引发的各种问题,这样,大大小小的裸露山体便随处可见,而且多以城市主干道、城市周围为轴心来缩短运输距离,从而致使大部分裸露山体分布于交通线路附近、风景区附近和城乡结合部的禁采区内。这样不但影响了城市自然景观和城市对旅游者、投资商及当地居民的吸引力,还破坏了当地的生态环境,造成土地资源破坏、水土流失等一系列环境问题。

第二,裸露山体自然条件、立地条件十分恶劣,复垦技术不成熟,生态恢复难度很大。裸露山体矿山在开采之前由于没有制定出规范、可行的施工计划和做好安全防范措施,在开采过程中往往不能全面考虑裸露山体的位置、角度、坡向和走向及废渣的堆放等,导致裸露山体复垦时需要的土方量和水土保持任务很大;同时,在开采的时候没有采用台阶式开采或者边开采边复绿方式,从而留下了陡峭的石壁,加大了植树种草的难度,更无法保证植物的正常生长。

第三,裸露山体地质条件复杂、形态各异,因此生态恢复技术要求也不相同。裸露山体之间的地质条件各不相同,就连同一个裸露山体的不同部位的地质条件也有所差别。在进行裸露山体复绿的时候就要根据实际情况,遵循因地制宜、综合运用的原则对裸露山体进行生态修复。根据各类裸露山体状况,特别是开采后的地质结构与外貌特征,一般采后裸露山体可分为以下四部分:①由剥离表土与开采或加工产生的废石堆积而成的废石堆放场或排土场。该部分主要是由散砂石构成的,边坡非常疏松,每当雨季到来的时候,由于雨水的冲刷容易造成泥水泛滥,坡面水土流失严重并通常伴有坍塌等环境问题。废石堆放场或排土场通常坡度比较缓,疏松的坡面植物容易扎根,所以比较容易开展施工,进行植被生态恢复。②采石后余留下来的岩石边坡。该部分岩壁坡度较大,一般在 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$,通常由坚硬的碎石和石块构成,但有的余留边坡还保存着开采期间使用的人行小道,所以在复绿的时候只要采取一定的工程措施,保证植物在生长初期有足够的营养并采取科学的养护管理措施,就可以完成对该部分的生态恢复工作。③石材被挖后留下的平台

或坑口迹地。该部分基本上都是坚硬的石头,对植物生长很不利,由于开采留下了平台,给承受土壤提供了便利,对该部分进行复绿首先要解决的是土壤问题。在遵循因地制宜的原则下选择客土法对它覆盖 10~20 cm 的土层进行复绿。④石壁。石壁是裸露山体的重要组成部分,其最大的特征就是壁面光滑,无任何基质的存在,而且坡度极大,大多超过 80°,甚至高达 90°,是名副其实的“悬崖峭壁”。石壁的复绿极其艰难,几乎是生态恢复中的难度极限。其中主坡壁的复绿是裸露山体复绿工作的重点和难点。

1.2 裸露山体治理和水土保持、生态修复的迫切性

世界各地几乎都存在着裸露山体引起的环境问题。以广东省为例,陈法扬(2002)的统计数据表明,目前在广东省总计约有 13 000 个裸露山体,涉及土地面积超过 30 000 hm^2 ,其中深圳市 2 020 km^2 的土地中,就有大大小小的废弃裸露山体 600 多个。裸露山体矿山在开采的过程中一般都会出现植被的破坏、地表土体的剥离、岩石的开采与破碎产生尘土等现象。这些现象的发生破坏了原始生态系统的稳定和良性循环,影响人类的生存环境,产生了严重的环境危害和地质灾害等问题。

1.2.1 裸露山体的地质灾害隐患

裸露山体矿山初始地形的改变影响了地下水的动态,导致小的可渗透层分解,使裸露山体表面扩散出或渗出流量。在旧的采石面上水流穿过了砂层并导致主要的应力过程,如滑坡、崩塌。此外,裸露山体弃渣量大,大量的废渣堆积在山坡或沟谷,废石与泥土混合堆放,使废石的摩擦力减小,透水性增加,在暴雨下极易诱发泥石流。还有的裸露山体弃渣大都堆放在河道两侧,影响泄洪,威胁公路安全,容易引发山洪、泥石流等地质灾害。

1.2.2 裸露山体对土地资源的影响

裸露山体矿山开挖山体可能侵占大量土地。矿体开采和基础设施的建设需要开挖土地。建设期间产生的弃土、石和运营期间的废石除在废裸露山体集中处理外,大部分以临时堆放的形式占压土地。矿山开发活动中的永久性占地和临时性占地将会导致矿区土地功能和土地利用结构的变化,使区域自然体系的生产能力受到一定影响。在矿山服务期满后,矿区所在地变为不适合农林利用的土地,因此采矿对矿区的影响将会延续相当长的时间。

1.2.3 裸露山体影响城市景观和自然景观

承包商为了赢取更高的经济效益往往将裸露山体选在交通便利的城市主干线和城市各景点附近,根据景观生态学原理,交通道路(廊道)是城市景观的骨架,是一个城市形象的重要组成部分,道路附近的景观直接影响着来往人流对城市的直观印象。废弃的裸露山体留给城市的是残缺不全的光秃秃的山体缺口,给健康城市的皮肤抹上了一道道疤痕,严重影响了城市景观和自然景观。

1.2.4 裸露山体加剧环境污染和水土流失

由于裸露山体矿山在开采的过程中破坏了地表植被,使整个山体石头裸露在外,在失去地被植物防风固沙、保持水土的功能后,岩体坡面稳定性能减弱,崩塌现象时有发生,在雨水的冲刷作用下,水土流失严重,泥石流和滑坡现象时常发生,从而又间接地危及人类生命财产安全和工程设施的安全;形成的泥石流还会毁坏周边的林地、堵塞交通管道等,从而降低了城市的防洪能力,每当山洪来临的时候地下水道无法正常泄洪,给周边环境带来了负面影响;裸露山体在爆破和石块破碎过程中产生的噪声和粉尘影响了周边居民的健康生活,造成的污染破坏了生态系统的稳定性。

1.2.5 裸露山体影响居民建筑,污染饮用水源

大多数裸露山体矿山为了能够充分利用廉价劳动力,会把场址选择在民居附近,由于当地居民的住宅多是民房,裸露山体爆破产生的震动容易造成居民住宅发生裂缝变形,从而危及他们的生命财产安全。部分裸露山体还会布置在饮用水源保护区内,开采过程中产生的化学与物理污染物对水质产生了一定的影响。

1.2.6 裸露山体对于生态系统的破坏

一般来说,裸露山体矿山的开采以适量适度为宜,但在经济利益的驱使下,一部分裸露山体经营者抱着“要发财、勤开采”、“采矿卖石是致富的快速途径”等错误思想。在一段时间内掀起了采石热潮,大家积极采矿,大大小小的裸露山体遍地开花,屡禁不止,把对生态环境的保护和可持续发展观抛到脑后,严重破坏了生态系统。

方华等(2006)专家指出,裸露山体的生态恢复是实现经济社会可持续发展的必然选择,是我国国情和国家政策的客观要求,是社会发展的必然结果,对改善生态环境具有重要的实践意义。人类社会经济的发展离不开对自然资源的利用,但也必须确保有良好的生存环境。只有人类、资源、环境相互协调,才可能有利于经济社会的可持续发展。因此,要实现社会经济可持续发展,社会不断进步,构建一个人与自然和谐共处的绿色、文明的社会,务必对自然资源进行合理利用和保护。在裸露山体的治理中就要求进行科学规划、合理开采,加强开采中的环境保护和废弃裸露山体的生态修复,做到资源的可持续利用。

通过对裸露山体进行整治复绿和水土保持,可以提高其自身的经济效益、社会效益和生态效益;降低裸露山石对周边环境的破坏程度,增强人文景观和自然景观效果;在保护生态平衡和维持生物多样性方面起到了积极重要的作用;同时,复绿后的裸露山体也给动物提供了更好的栖息之地,裸露山体整治复绿后还具有调节气温、减低噪声、净化水体等功能。

1.3 国外相关裸露山体治理现状介绍

鉴于裸露山体、裸露岩体对生态环境和经济的不良影响,世界各国均对裸露山体的整治给予重视,早在 20 世纪 80 年代,一些发达国家便已立法,要求对所有采石裸地进行综合治理,凡开发中的裸露山体,一律采用台阶式开采方法,边开采边复绿。由于裸露山体

开采立面普遍存在立面高、坡度陡、无土层、易淋溶、植物生长环境恶劣等问题,石壁立面绿化一直是裸露山体生态环境建设的重点和国际性难题。近年来,欧、美、日等发达地区和国家已开发出多种立面石壁绿化方法和技术,主要有客土植生带法、纤维绿化法、生态多孔混凝土绿化法、厚层基材喷射绿化法、挂网喷混法和穴植攀爬植物法等。国内部分科研单位和园林绿化企业亦进行了一些相关研究与应用探索,在植物品种筛选、土壤改良剂、保水剂、黏着剂及施工方法上取得了一些科研成果,在裸露山体石壁立面绿化方面开展了一些探索性工程项目。但由于我国独特的地理位置和气候条件,植物生长条件不同于邻近的日本,故在其他地方成熟的技术,应用于我国尤其是华南地区还存在诸多困难。由于缺乏科学理论和适用技术的指导,目前的很多石质边坡绿化工程技术,普遍存在立面生境改善不明显、群落结构简单、景观难以为继以及成本高、难操作等问题,亦缺乏对于外来物种的生态风险考虑,因而难以大范围推广应用。

近年来,广州、深圳等地有关部门亦采取相应的管理措施,要求营业中的裸露山体同国际上的成功做法接轨,用台阶式的开采方法运作,边开采边复绿。

1.4 裸露山体治理和水土保持的依据及引用标准

近年来,国家十分重视生态文明建设,也出台了一系列关于环境治理和水土保持的法律、法规以及国务院文件、部委规章及相关标准。

1.4.1 法律、法规

- (1)《中华人民共和国水土保持法》,全国人大,1991年6月;
- (2)《中华人民共和国环境影响评价法》,全国人大,2002年10月;
- (3)《中华人民共和国水土保持法实施条例》,国务院,1993年8月。

1.4.2 部委规章

- (1)《开发建设项目水土保持方案管理办法》,水利部、国家计委、国家环保局,1994年11月;
- (2)《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》,水利部5号令,1995年5月;
- (3)《水土保持生态环境监测网络管理办法》,水利部12号令,2000年5月;
- (4)《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》,水利部16号令,2002年11月;
- (5)《水利部关于修改部分水利行政许可规章的决定》,水利部24号令,2005年7月8日;
- (6)《水利部关于修改或者废止部分水利行政许可规范性文件的决定》,水利部25号令,2005年7月8日。

1.4.3 规范性文件

- (1)《全国生态环境建设规划》,国务院,1998年11月;
- (2)《全国生态环境保护纲要》,国务院,2000年12月。

1.4.4 规范标准

- (1)《水土保持综合治理 技术规范》(GB/T 16453.1~16453.6—1996);
- (2)《水土保持综合治理 验收规范》(GB/T 15773—1995);
- (3)《室外排水设计规范》(GB 514—87);
- (4)《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190—2008);
- (5)《水土保持监测技术规程》(SL 277—2002);
- (6)《水利水电工程制图标准水土保持图》(SL 73.6—2001);
- (7)《城市防洪规划编制大纲》(水利部,1991年);
- (8)《防洪标准》(GB 50201—94);
- (9)《住宅建筑规范》(GB 50368—2005);
- (10)《开发建设项目水土保持技术规范》(GB 50433—2008);
- (11)《开发建设项目水土保持防治标准》(GB 50434—2008);
- (12)《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZ 0240—2004);
- (13)《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330—2002);
- (14)《土地复垦技术标准》(试行)(UDC—TD);
- (15)《森林生态系统定位观测指标体系》(LY/T 1606—2003);
- (16)《造林技术规程》(GB/T 15776—1995);
- (17)《森林土壤测定方法》(GB 78(30-92)—87);
- (18)《生态公益林建设技术规程》(GB/T 18337.2—2001)。

近年来,我国许多省(市)都加大了对裸露山体的治理和水土保持的工作力度,相继出台了地方性法规、政策或政府文件,所有这些都推动了裸露山体的治理和水土保持工作的开展。

1.5 裸露山体治理原则

1.5.1 长期安全原则

裸露山体治理工程是一项利及千秋的系统工程。为保障治理工程的长远效益和安全,必须采用多学科交叉的科学技术,科学、合理、安全的设计方法和规范的治理、管理措施,最大限度地避免建设期和管理期中可能发生的滑坡、崩塌、飘台倒塌等安全问题。在施工过程中也必须贯彻安全第一的思想。

1.5.2 生态优先原则

裸露山体治理工程又是一个生态恢复工程,生态修复的目的主要是要营造一个与周围环境协调发展的、能够自我调节的小生态环境,以利于整个生态系统的平衡。所以,在复绿过程中务必遵循“生态优先”和“可持续发展”的原则,依照恢复生态学、水土保持学

等有关学科的理论指导,采用一系列科学合理的工程技术措施和生物技术措施,以恢复与营造一个良好的生态环境和取得最佳的生态效益、社会效益及经济效益为目的,并采用科学合理的养护管理措施,正确处理好先锋植物和目标植物的关系,并保护好目标植物和目标群落,使人工营造的植物群落逐步向自然群落过渡,最终形成一个可自我更新、循环并进展演替的稳定、高效的生物群落,进而维持当地生态系统的平衡,改善人类生存环境,提高城镇的自然景观和人文景观。

1.5.3 景观再造原则

裸露山体复绿工程应在“生态优先”、“可持续发展”和依照当地城镇建设总体规划要求的前提下,综合考虑工程地质、边坡高度、地理条件、环境条件等因素,尽可能采用综合开发利用的方式,因地制宜,科学设计,合理布局,通过各种科学的工程技术将废弃的裸露山体矿山营造成能够为人类提供休憩、运动、观光旅游及其他活动的公共场所。如珠海的板樟山森林公园,深圳的凤凰山矿山公园、莲花山公园等,都是将原有的废弃裸露山体通过景观再造法而形成的为人类提供活动场所和休憩环境的典型例子。

1.5.4 注重景观原则

裸露山体复绿工程同时也是一个景观恢复工程,通过人工创造环境最终向自然景观演替,形成一个可自我更新、循环并进展演替的稳定高效的生物群落。所以,裸露山体复绿工程不是一个盲目的景观恢复工程,它必须考虑工程本身的景观效果,以及与周边环境的相互协调关系。尽可能地设计和营造一个赏心悦目、美观得体的城市生态景观,充分发挥绿化植物的生态效益和社会效益。

1.5.5 长期效益原则

裸露山体复绿是一个长期而艰巨的任务,复绿效果不可能在短时间内达到设计要求,同时,该工程是一个福泽当代、利及千秋的环境生态工程,复绿的目的是形成一个可自我更新、循环并进展演替的稳定高效的生物群落。所以,工程必须从长远效益出发,设计和营造一个可以长期发挥效益的自然、优美的生态景观工程。

1.5.6 经济效益原则

裸露山体复绿工程要求在满足上述原则的前提下,采用一系列科学、合理的技术方法和工程措施,将工程造价控制在一个合理的水平,尽可能地提高工程投入的经济效益。

1.5.7 施工安全原则

工作人员在施工和养护过程中经常要高空作业,为了保障工作人员的安全,必须对工程地质条件加以熟悉,从设计环节入手,采用科学、合理、安全的设计,采取各种保障施工期、养护期安全的技术措施,确保施工和养护期间工作人员的安全。

1.5.8 规划先行、因地制宜的原则

由于裸露山体分布不太集中,而且裸露山体地质、地形条件复杂,施工环境恶劣,情况各异,因此裸露山体生态修复应该根据各裸露山体的具体情况进行具体分析,在裸露山体开采之前就进行合理规划,并收取充足的复绿保证金,尽可能地避免裸露山体复绿中遇到不必要麻烦,保证复绿工程的正常运行,因地制宜地选用一种或多种相土建技术相结合的复绿方式,以求达到更好的复绿效果和生态效益。

1.5.9 适地适树原则

裸露山体复绿工程在选用植物时,应该按照“适地适树”的原则,优先选用当地优良的乡土植物,特别是本地区的原有物种,以及一些能够适应本地气候和生长条件的优良的外来植物,并要求植物具有良好的抗逆性(耐旱、耐瘠等)和本地适应性;选择植物时还要考虑多选择具有改良土壤能力的固氮植物,不要选用生长势超强的有害植物,如“微甘菊”、“紫茎泽兰”之类;选择植物种类时不仅要考虑植物配置方式以及在短时期内的复绿效果,更应该注重长期的发展前景,着重植物长远的效益。

1.5.10 生物多样性原则

植物种群单一的森林群落往往极易受到外界因素的干扰,其抗干扰能力远低于植物种类组成较丰富、结构较复杂的森林群落。在裸露山体复绿工程中,不能仅考虑经济效益和复绿速度,而忽视了植物群落对生态环境的影响,如选取单一的树种来进行绿化,单一的树种(如桉树林、相思林、马尾松林)等极易受到外界因素的干扰,容易出现病虫害、群落结构简单化、绿地生态功能退化、生态系统不平衡等现象。据报道,广州地区曾有过大面积的马尾松纯林,在20世纪80年代末90年代初遭受松突圆蚧(*Hemiberlesia pitysophila*)的袭击,出现大面积连片松林死亡的现象,给当地经济造成巨大损失,破坏了当地生态系统的稳定性,对人类的健康生活造成危害。然而,在同一地区,某些局部性的连片人工阔叶混交林和针阔叶混交林却能抵御这种虫害。因为松突圆蚧主要危害松树的生长点,虫害的扩散是通过邻近的植株逐步传播,而混交林的种类配置可以抑制该病虫害的传播途径,从而使得松树林免遭病虫害的破坏。

一个良好生态系统的建造必须依靠生物多样性,而生物多样性的维持又要依靠生态系统的存在与正常运行。生物多样性、植物群落结构合理、稳定、连续的生态系统是各种生物物种生存和栖息的理想环境,是生态系统内部环境与外部环境进行物质和能量交换、物种交流所必需的,许多动植物的生存、繁衍、迁徙,都需要以这种连续的绿色走廊为通道,一旦这些环境被破坏,就会出现食物链的简单化和生态系统的片面化,进而导致物种多样性的减少和生态效益的降低。因此,裸露山体复绿工程在选择植物的时候,不仅需要遵循适地适树的原则,还要遵循生物多样性原则,尽可能进行多种植物配置,以增加生态系统的稳定性和可持续性。在两种以上植物混种时,要考虑植物之间的“相克”作用,同时也要考虑先锋植物和目标植物的选择,尽可能地将裸露山体恢复成为具有优美景观效果的城市绿衣。

1.5.11 创新原则

由于裸露山体地质、地形条件复杂,施工环境恶劣,限制因子较多,裸露山体的治理和水土保持一直是国内外环境治理和水土保持的难题,而且现有的工程技术基本上都处在一个试验性阶段,还没有形成一个完整的施工体系和成熟的技术体系,各种技术都或多或少有自己的缺陷,植物选择和植物配置方法也存在着不尽如人意的地方,这就使得在施工过程中存在着很多隐患,复绿效果不明显。随着社会的飞速发展和科学技术的不断进步,也推动了人类对裸露山体复绿技术的研究和创新。在开展裸露山体治理和水土保持工作的过程中要打破技术的局限,采用交叉科学技术,尽量采用国内外先进成熟的新成果、新技术,争取达到更理想的裸露山体治理、生态恢复和水土保持效果。

1.6 裸露山体治理模式和程序

就裸露山体矿山生态环境治理工程的现状来看,有地质灾害治理和水土保持生态恢复两个方面,因此也涉及两种技术手段:一种是地质灾害治理和边坡稳定技术,另一种是植被恢复工程技术。第一种技术与工程地质学中的一个应用分支边坡防护工程技术等基本相同。因为露采矿山留下的开采遗迹具有共同性,几乎都呈现山体岩石裸露,表层岩石受到爆破遗迹地质构造的影响,裂隙发育,岩面凹凸不平,坡度较大,有的甚至出现反坡。由此可见,露采矿山的地质灾害治理,其实就是工程地质中的边坡治理、边坡稳定性和边坡防护的问题,因此其工程技术完全可以照搬边坡的相关技术方法。

裸露山体矿山环境整治工程可按治理方式分为综合治理型、景观再造型、生态复绿型和土地整理型四种主要整治模式(见表 1-1)。

表 1-1 主要整治模式

整治模式	具体内容	适用范围	主要手段
综合治理型	边坡稳定治理和生态复绿,场地土地平整,作为建设用地或农林用地	适宜于重要城镇周边对生态环境有重大影响的,裸露山体矿区面积较大、具有较大开发利用价值的以及存在较大安全隐患的整治矿山	边坡稳定治理可采用坡率法、人工加固等方法,生态复绿可采用直接植树、普通喷播、挂网客土喷播、厚层基材喷播等方法
景观再造型	采用“复绿、留景、点缀、修饰”的理念和技术手段,恢复生态环境和景点开发相结合	适宜于主要城镇、风景区、历史文化保护区附近、人流量较大、有造景需求和条件的整治矿山	通过规划和景观设计,合理运用生态复绿、岩面裸露等方式,开发与周边相协调的新景点
生态复绿型	边坡进行适当处理后,在确保稳定的原则下进行单纯边坡复绿	适宜于重要交通干线两侧可视范围内、场地面积较小的、边坡稳定的整治矿山	生态复绿可采用直接植树、普通喷播、挂网客土喷播、厚层基材喷播等方法
土地整理型	直接将场地推平,新增土地面积	适宜于开采多年的老矿山,山体已基本采完,场地高低不平、不规则	采用挖高垫低的方式平整土地,覆客土或整理成具有微地形的地貌

裸露山体矿山环境整治工程程序一般可按图 1-1 进行。

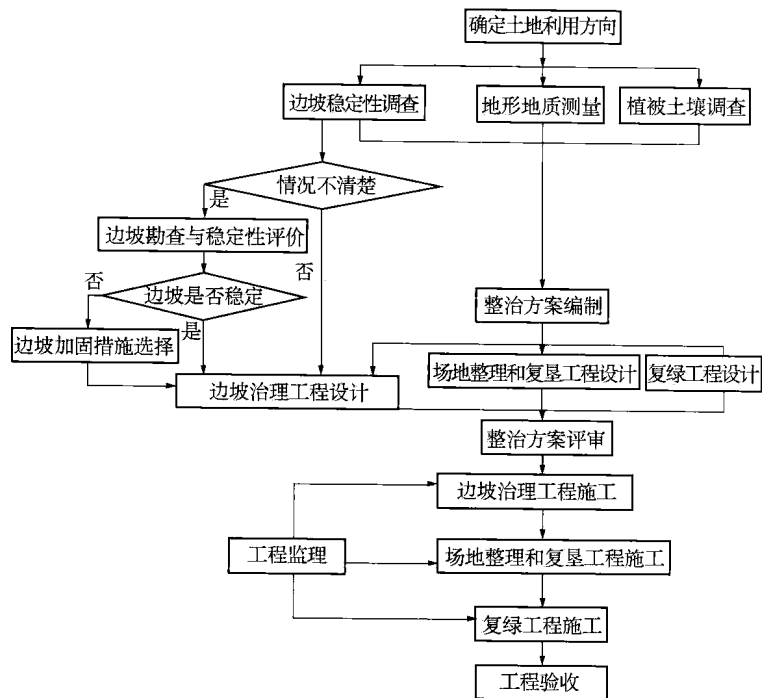


图 1-1 裸露山体矿山环境整治工程程序框图

第 2 章 裸露山体的稳定治理和地质灾害防治

2.1 裸露山体边坡类型与破坏形式

裸露山体边坡可分为土质边坡和岩质边坡。岩质边坡的主要破坏形式见表 2-1。

表 2-1 岩质边坡的主要破坏形式

破坏形式	岩体特征		破坏特征
滑移型	由外倾结构面控制的岩体	硬性结构面的岩体	沿外倾结构面滑移，分单面滑移与多面滑移
		软弱结构面的岩体	
	不受外倾结构面控制和无外倾结构面的岩体	整体状岩体,巨块状、块状岩体,碎裂状、散体状岩体	沿极软岩、强风化岩、碎裂结构或散体状岩体中不利滑动面滑移
崩塌型	危岩		沿陡倾、临空的结构面塌滑;由内、外倾结构不利组合面切割,块体失稳倾倒;岩腔上岩体沿竖向结构面剪切破坏坠落

2.2 裸露山体稳定性调查

2.2.1 调查范围

调查范围包括整治区内的边坡地段、迹地、马道等。

2.2.2 调查内容

- (1)地质构造条件:地质构造、地层岩性、产状、厚度、断裂、节理、裂隙发育特征、地震烈度等。
- (2)地形地貌条件:边坡坡度、坡向,地层倾向与边坡坡向的组合关系等。
- (3)水文地质、工程地质条件:地下水类型、分布、补径排条件,边坡周围地表水渗入对边坡的影响,采矿等人为工程活动对边坡的破坏情况等。

2.2.3 调查方法

边坡稳定性地质调查应采取资料收集和野外调查方式进行。调查方法应采用地形图

调绘(比例尺 1/5 000 ~ 1/10 000),也可采用航片判读、地形图与实地调查相结合的方法。调查应对裸露山体矿山是否存在地质灾害隐患提出明确的结论,必要时应进一步开展边坡勘查与稳定性评价工作。

2.3 裸露山体的勘查

2.3.1 勘查范围

裸露山体边坡的勘查范围应包括不小于岩质边坡高度或不小于 1.5 倍土质边坡高度,以及可能对整治区有潜在安全影响的区域。

2.3.2 勘查内容

(1)地形地貌特征。地貌调查内容应包括项目区内的地形、地面坡度、沟壑密度、地表物质组成、土地利用类型等。

(2)岩土的类型、成因、性状、覆盖层厚度、基岩面的形态和坡度、岩石风化和完整程度。

(3)岩、土体的物理力学性能。

(4)主要结构面(特别是软弱结构面)的类型和等级、产状、发育程度、延伸程度、闭合程度、风化程度、充填状况、充水状况、组合关系、力学属性和与临空面的关系。

(5)气象、水文和水文地质条件。气象调查内容应包括项目区所处气候带,干旱及湿润气候类型,气温,大于等于 10℃有效积温,蒸发量,多年平均降水量、极值及出现时间,降水量年内分配,无霜期,冻土深度,年平均风速,年大风日数及沙尘天数。水文调查内容应包括一定频率(5年、10年、20年一遇)、一定时段(1h、6h、24h)降水量,地表水系,河道不同设计标准对应的洪水位等与工程防护布设和设计标准相关的水文、气象资料。调查方法应以收集和分析资料为主,辅以必要的野外查勘。气象资料系列长度宜在 30 年以上。

(6)不良地质现象的范围和性质。

2.3.3 勘查方法

边坡勘查主要用地面测绘与钻探、坑(井)探和槽探等方法结合进行,必要时可辅以硃探和物探方法。

2.3.4 勘探线布置

勘探线应垂直于边坡走向或平行于可能滑动的方向布置,其间距应视地质条件的复杂程度而定,对每一单独边坡段勘探线不宜少于 2 条,每条勘探线不应少于 2 个勘探点。勘探点一般应布置在坡顶、坡腰、坡脚处,深度根据工程地质测绘资料分析确定。主要岩土层和软弱层应采集试样进行物理力学性能试验。