

无锡勤新关闭矿山地质环境综合治理效益分析

张波, 刘江丰, 沈奕锋, 曹雪

(张家港市绿岩生态技术有限公司, 江苏 苏州 215600)

摘要:本文要解决的是废弃矿山地质灾害的治理、环境恢复的问题。通过以树为主、自然复绿、免养护技术,选择有针对性植物种群,如同“绿色锚杆”盘结扎入岩土和岩土缝隙中,经历了十年暴雨、雪灾等恶劣的自然环境的考验,山体、边坡稳定,水土保持,无需人工防护这使矿山地质灾害治理与生态恢复成为现实,为这个领域开拓出一条崭新的道路。

关键词:治理;绿色锚杆;恢复

文章编号:1003-8035(2014)04-0119-04

中图分类号:TD164⁺.1

文献标识码:A

无锡市滨湖区舜柯山勤新关闭矿山地质环境生态综合治理项目位于优美的旅游城市——无锡市滨湖区,紧临钱—姚路(城市主干道),惠山森林公园整治区内。原属废弃采石宕口,立面岩面陡峭、全部裸露,为风景区及公路可视范围内,生态效果很差,存在崩塌、滑坡等地质灾害隐患。

勤新关闭矿山项目的实施过程,一是在当时无详尽规定,二是在无遵循参考技术的情况下,自主研发了多项新技术、新工艺、新方法(含专利技术),成功的实践经验印证许多的新理念,包括其中一项既能长久固坡,水土保持,又能恢复原植物群落的“绿色锚杆”技术,起了至关重要的作用。本工程于2004年开工,历经10年的暴风骤雨,山体郁郁葱葱,生长出的乔木胸径已达到4~15cm,与自然山貌融为一体,无崩塌、滑坡现象。

1 “勤新宕口”治理概况

1.1 地理位置

本工程位于江苏省无锡市滨湖区荣巷街道勤新社区,为锡—宜公路(钱—姚路)、锡—宜高速公路可视范围。处于惠山森林公园区域内。垂高168m,坡面 $21.8 \times 10^4 \text{m}^2$,平面面积 $18.7 \times 10^4 \text{m}^2$ 。

1.2 宕口原状

宕口开采起始于20世纪60年代,关闭后,宕口岩面全部裸露,危石耸立,植被破坏、灰尘遍地,坡脚下近 $20 \times 10^4 \text{m}^2$ 土地荒置(图1)。环境的恶化给地方百姓在安全、生活和工作上带来了严重的影响,也与周边的优美环境形成强烈的反差。

1.3 宕口岩体情况

整治区属舜柯山北麓,地貌上属太湖丘陵山区,



图1 宕口原状图

Fig.1 The original figure in down

该地区的地岩层较为单一,为泥盆系茅山群(D1-2ms)紫褐色砂岩夹泥岩及五通组(D3W)灰白色石英砂岩组成,节理发育。宕口垂直最高168m,最大斜高200m,坡度 $60^\circ \sim 90^\circ$,岩土PH值6.5左右,局部有反坡,坡面面积 $21.8 \times 10^4 \text{m}^2$ 。原来开采的无序性,造成多处存在崩塌、滑坡等隐患。

1.4 宕口治理成果

(1) 开竣工期:2004.9.7~2006.12

(2) 最终验收:2008.7.16,省国土厅、财政厅、无锡市国土、公安、园林、农林、环保、安监、勤新社区等参加(图2)。

(3) 质量等级:省优。获江苏省2010年度省土地、矿山地质环境整治项目科技创新二等奖。

(4) 坡面面积: $21.8 \times 10^4 \text{m}^2$ (分1至8期完成)。

(5) 宕底废弃地新治理造田18.67 ha。

收稿日期:2014-08-27;修订日期:2014-10-23

作者简介:张波(1964—),男,汉族,江苏苏州人,本科,园林绿化专业,高级工程师,主要从事环境恢复技术研究。

E-mail:lvyan@lvyan.cn



图2 工程验收图

Fig. 2 The figure of project acceptance

(6) 实际养护时间:每一阶段施工完成后养护一年或一年半,再后来,植物自然生长,无需养护。

(7) 实际效果:

稳定性:10年间,山体稳定,经历了多次暴雨、雪灾等,无崩塌、滑落、泥石流等地灾现象发生,“绿色锚杆”——植物自然生长,无需养护,整体坡面与原山貌基本融为一体。

坡面观感:以树为主(绿色锚杆),四季常绿,四季有花,并有少部分观果树木(野生,已结果,如杨梅、柿子树、花椒、桔子树、桃树及火棘等)。

绿化指标:坡面绿化覆盖率95%以上。木本植物覆盖率40%以上,落叶树胸径6~15 cm,常绿树冠幅1.0~4.0 m,植物群落已演替4次,几近野生群落体系。

坡面植壤土层实际厚度:喷播基材结束时10~12 cm,现在厚度15~18 cm,植壤土层在逐年“长”厚,供给使植物体系养分所需。

2 “绿色锚杆”工艺技术分析

2.1 尊重自然,学习自然

裸露的山体边坡也是有生命的。地灾治理后环境的恢复,主要依靠常绿或落叶灌木及乔木,岩面上喷播基材提供了先期土壤条件,促进植物早期定植。根系发达,生命力强的植物像锚杆一样扎根于基材直至岩体缝隙中和岩(土)吸取必需的养份。

2.2 “绿色锚杆”技术特点

我们在施工中经地质勘查和林相调查,多次实地实验,采用了“以树为主”即“绿色锚杆”技术,木本植物根系扎入岩(土)中,吸取养分,不断生长,稳定坡面,起到类似锚杆加固的作用,也是自然界固有生物防护的一种体现。

矿山地质灾害治理的最终要求应当是在排除地灾隐患的前提下,恢复自然,回归自然生态环境。自然山体的木本植物根系对表层及深表层稳定,起到重要的促进作用。它相当于用于坡体稳定加固的“锚

杆”,锚杆的作用也是对表层及深表层加固。在环境恢复治理中作用不容小视。

通过实践,发现主要优点有:“绿色锚杆”系列由乔木(深直生根和匍匐根系)、半乔木(较深直生根和匍匐根系)、灌木(浅层直生根和匍匐根系)等组成。根系盘综错节扎入岩(土)中,起到生物防护作用。随着时间推移,主根系长粗、变长、次根系也会生成,形成较完整的生物防护体系和环境体系。地被的草本(土著草本)对“绿色锚杆”起一定的保护作用(图3)。

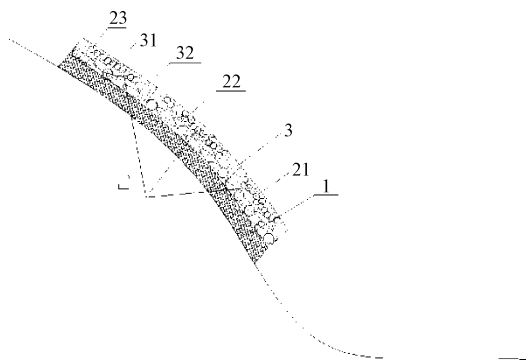


图3 绿色锚杆剖面图

Fig. 3 Profile of green anchor

其中1—提供营养的基材;2—植物种子(a);3—铺设固定;
21—植物种子(b);22—植物种子(c);23—植物种子(d);
31—植物种子(e);32—植物种子(f)

(1) “绿色锚杆”及地被植物在坡面生长,利于水土保持和自然环境的恢复。

(2) 在适合自己的立地条件(岩体)生长成稳定的自然群落,最大限度减少地灾隐患的再次形成、集聚。

(3) “绿色锚杆”植物的选择有针对性。所有木本植物均用种子喷播生长,不使用商品苗木,以确保根系的特性。

(4) 考虑植物自身的营养供给,采用50%的落叶树种,并有30%以上是含有根瘤菌的豆科物种。

2.3 “绿色锚杆”主要工艺分析

2.3.1 制定“绿色锚杆”方案

施工前,通过滑坡稳定性计算^[1],制定削坡、挡墙等支护排险清除地灾隐患方案同时,制定“绿色锚杆”方案。主管部门组织专家评审,设计单位采纳施工单位实验成果“绿色锚杆”和“以树为主,免养护”等工艺并细化,经专家评审论证实施。

(1) 根据整治后坡面情况、地质情况(岩性、走向、节理发育等)及风向、雨水径流、降存雪等情况,制定不同的施工方案,简述如下:

首先,根据在重力及外营力长期作用下产生的影响和整治后坡面坡度的数据对应周边野生植物品种,找出最佳的品种以适应立地条件,同时具有生物锚固防护作用^[2]。

其次,根据降雨引发的崩塌滑坡,泥石流等情况^[3],将坡体沿高程分为五个层次:不规则的四个马道(依山体自然设置);下部以高大常绿与落叶乔木为主(如大叶女贞、臭椿、刺槐、红榉、五角枫等),灌木为辅(如野花椒、火棘、桂花、石楠、扶芳藤、紫穗槐等);上部以常绿灌木为主,落叶灌木、乔木和常绿乔木为辅;中部为过渡带。地被以野生植被(狗牙根、佛甲草等)为主,苜蓿、剪股颖、石竹等为辅。

根据坚石、次坚石、风化岩、强风化岩、土夹石、贫瘠图等,依次为匍匐根系为主,直生根为辅;发展到直生根为主,匍匐根系更为强势;根据走向、节理等,选择为全覆盖、半覆盖、景观裸露等直至野外状态的恢复方式。

针对粉质岩、泥质页岩等,采用“植物垫”技术、生物砼等技术后,喷播基材覆盖;

针对矿渣堆积坡面、坡脚回填压脚等,促沉降稳定、建小马道(0.5~1.2m宽)减荷载、马道植物垫、喷播基材(均内含深根性直生根和发达侧生根乔灌木);

针对挡墙,为避免目视污染和促进坡体稳定,尽量采用“植物垫”技术,其内含的木本种子生长的植物,更有针对性,一方面“植物垫”受滑压越稳定,一方面生长的“绿色锚杆”效果更好。

对截、排水沟等,为保持稳定性、均匀性,永久使用其功能,做好二方面工作:一是水沟的定位一定要根据坡顶承水面情况和喷播后雨水径流情况设置,不能凭主观;二是坡面横、纵向水沟上部和外延采用了“植物垫”砌筑,不但起锚杆稳定作用,植物还会在2~3年间遮掩,避免了视觉污染。

对“景观营造”等,有景观要求的山体,在清除地灾隐患恢复自然的同时,采用“植物垫”凹处成穴等技术,营造出“观花”,“观果”,“色叶”,“文字、图案”等,前提是必须具备“绿色锚杆”功能。

(2)参照本山原山貌及周边类似山貌的植物生长情况,选择性收集植物种子实验,重点选择适宜作为“绿色锚杆”的物种。注意相生相克,避免人为破坏植物生长和群落氛围。

(3)分期实施,喷播基材、补种直至植物群落更替(2~3年),实现生物工程,环境工程措施的局部环

境保护与防护工程,随着时间的延展,风吹落的和鸟类带来的种子会形成新的自然群落体系,演变为新的生态环境^[4]。

2.3.2 “绿色锚杆”阶段性分析

(1)施工两个月后效果

喷播基材3~5d,树种发芽,6~10d草种逐步发芽,20d山体逐步变绿,30~60d成坪,木本根系长0.1~0.4m;覆绿率不低于75%(不包括“景观裸露”部分),树高草低,达到立体绿化效果雏形。

(2)施工一年半后效果

基本达到了免养护。基本达到了生态恢复效果,覆绿率90%(不包括“景观裸露”部分),木本根系长0.8~2.8m;先期喷植的乔、灌木、藤本攀悬植物与草坪共同营造复绿氛围。并伴随野生树、草共同生长。此时树木已定植,茂盛成长,植物根系盘结扎入岩土中。

(3)二年后效果

树木长大成荫,野生草木在边坡上生长,植被坪床稳定,木本根系长0.8~4.5m;落叶及动物、昆虫的废弃物为土壤积淀了更多的养份,雨水顺边坡缓缓而下,达到免养护。

(4)三年半后效果

花草成簇,四季常绿,木本根系部分达到5.5m。动物出没,鸟语花香。植被营养层厚度:采用1/3左右的落叶树木,落叶及枯草等占植被营养层堆积的主体,坪床逐步“长厚”成为现实,也能补给植物生长所需营养(图4)。

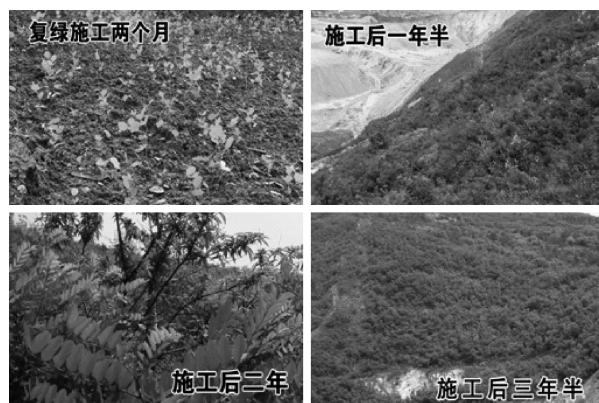


图4 施工阶段性效果图

Fig. 4 Images of different construction phases

(5)十年后效果

山体上部一些木本植物可达到11m高,胸径

15cm,部分根系达到 5~12m(回填压脚区域直生根),部分超过 12m。锚杆效果实现。

(6) 山体目前的状况

在 2~3 年以后,山体无需管护,除施工单位设置的防火隔离林带外,业主需考虑与周边山体一样的防火管理。

目前已与原山貌融为一体,除了原来施工时留下的已狭小的道路,森林中人员已很难走进。目视难见人工痕迹,真正做到了“山体稳定、季相变化有别、四季常绿、动物出没、鸟语花香”,废弃矿山变成了风景区(图 5)。



图 5 2014 年 6 月 20 日,施工 10 年后实景照片

Fig. 5 Photo-realistic after 10 years of construction

3 地质环境治理的效应

3.1 环境效果

勤新矿山生态环境综合治理从 2004 年 8 月中标进场施工(野外实验、参与设计)开始,至 2006 年 12 月最后阶段验收为止,总历时 30 个月经过削坡清除地灾隐患阶段,边坡喷播基材绿化恢复阶段、养护监测阶段,共复垦宕底废弃土地 18.67ha,裸露宕口经喷播基材绿化 $21.8 \times 10^4 \text{ m}^2$ 。秀丽的山坡上不再有“斑秃”,坡上常青树和阔叶树共存,形成一片自然风光。

3.2 社会效果

勤新矿山位于无锡西大门,是无锡治理破损面单体积最大的宕口,以往“雨天满地泥,晴天满天灰”的状况不再存在。通过关停矿山,清除隐患,宕口植被恢复,整修道路以后,已形成部分工业用地和一个生态生活园区,改变了路人对城市的第一印象,改善了城西居民的生活环境,达到良好的社会效应。

3.3 科技示范效果

勤新关闭矿山生态的成功既总结了边治理边复垦边恢复的工作经验,又创新完善了地质灾害治理与

环境恢复技术;既树立了无锡地区关闭矿山生态环境综合治理的典范,又对周边地区开展该工作起到了宣传带动作用,十年来有国内外许多领导、专家、友人参观了勤新宕口生态环境综合治理成果,风趣地称赞“绿色锚杆”,由不相信是真的到赞不绝口,有的也提出了科学性的建议。CCTV-10 等媒体多次现场采访报道,2014 年 4 月 22 日,由中国地质灾害防治工程行业协会主办的第 45 个世界地球日活动,也在本山成功举办。

工程总费用近 2375 万元,中央财政专项 200×10^4 元。

治理十年后,现在山体稳定,植物自然生长演替。达到了清除地质灾害隐患、坡面植被恢复、水土保持和永久复绿的环境恢复目标。与原山貌一样,坡面上的乔木、灌木根系扎入岩土中,形成“绿色锚杆”。通过努力将地灾治理、生物防护与植被恢复自然地融为一体。边坡呈高低错落、四季葱绿、鸟语花香,回归了自然生态。使矿山地质灾害治理与生态环境恢复成为现实,为无锡市这一优秀旅游城市添上了地灾治理与环境恢复的一笔。

参考文献:

- [1] 张彬,柳东委,许中国.边坡稳定性及安全系数确定研究[J].山西建筑,2009,33(35):87-88.
ZHANG Bin, LIU Dongwei, XU Zhongguo. The research of slope stability and the safety factor determine [J]. Shanxi Building, 2009, 33(35):87-88.
- [2] 赵允辉.危岩崩塌地质灾害调查评价与防治[J].中国地质灾害与防治学报,2004,15:33-35.
ZHAO Yunhui. Dangerous rock collapse of the geological hazard investigation and prevention[J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2004, 15:33-35.
- [3] 刘传正.重大地质灾害防治理论与实践[M].北京:科学出版社,2009:180-223.
LIU Chuansheng. Geological disaster prevention and control of theory and practice [M]. BeiJing: Science Press, 2009: 180-223.
- [4] 张业成.中国崩塌滑坡泥石流灾害基本特征与防治途径[J].地质灾害与环境保护,1993,4(1):17-18.
ZHANG Yecheng. China collapse landslide debris flow disasters basic characteristics and the control way [J]. Geological hazards and Environmental Protection, 1993, 4(1): 17-18.

(下转第 128 页)