

## 济南破损山体概况及生态修复技术研究

赵入臻<sup>1</sup>, 赵鹏<sup>2</sup>, 赵环金<sup>3</sup>

(1. 山东建筑大学艺术学院, 山东 济南 250101; 2. 烟台南山学院外国语学院, 山东 烟台 265713; 3. 山东省地质测绘院, 山东 济南 250101)

**摘要:**城市破损山体不仅造成了大量陡坡岩面裸露,恶化了城市自然生态环境,而且还带来了坍塌、滑坡等安全隐患,是城市建设发展中亟待解决的问题。该文首先对济南城市破损山体现状及修复情况进行了调查分析,结合破损山体具体的生态修复工程实例,较详细总结研究了破损山体生态修复的技术和方法。经过几年的生态修复建设与养护管理,济南破损山体的生态景观功能得到了极大的恢复提升,该文筛选总结出的台地续坡式等治理方式及挂网喷播等生态修复技术,可为类似破损山体的生态修复提供借鉴。

**关键词:**生态修复;破损山体;治理技术;济南市

**中图分类号:**TU985 **文献标识码:**B

近年来,由于经济建设的快速发展和对自然资源的过度开发利用,不仅产生了大量的破损山体、岩面和陡坡,恶化了城市特别是山体周边的自然环境,而且存在着滑坡、坍塌等安全隐患,使人们越来越意识到破损山体修复治理的必要性。济南市周边地区有大量破损山体,直接影响了济南市的城市面貌。近几年,济南市已经对148座破损山体展开了治理,取得了较理想的修复效果,改善了生态环境。但开展治理的时间短,缺乏系统的理论性的指导和建设技术方法<sup>[1,2]</sup>。

## 1 概况

### 1.1 破损山体现状

从20世纪70年代起到90年代初期,济南市曾经允许和鼓励村民开山采石和修建石灰窑,逐渐形成了许多破损山体,仅大汉峪村一个人口2000多人的村庄,就有石灰窑达100座之多。加上近几年伴随着城市发展,济南市近郊不少山体被挖掘的已是裸露峭壁,采石坑遍布。据统计,济南市“三区一线”(风景名胜、自然保护区、城市规划区和主要交通沿线)可视范围内有破损山体148座,破损平面

1200万m<sup>2</sup>,破损立面430万m<sup>2</sup>,主要分布在济南历下、市中、槐荫、天桥、历城、长清、章丘、平阴和高新开发区在内的9个县(市、区),包括经十路、104国道、103省道、旅游路、二环路和绕城高速两侧。

这些破损山体组成了济南城市山体系统的主体部分,济南的山体系统是泉水地下水资源的涵养补给的源头,被誉为济南市的“后花园”,不仅是济南的天然生态屏障,更是维护城市大气环境正常新陈代谢的重要资源。而破损山体不仅加剧了水土流失,破坏了地质地貌形态,更影响了济南市的城市景观和生态环境质量。

### 1.2 破损山体特点

(1)破损山体数量多,分布范围广,破损面积大,严重影响了城市的生态景观。由于济南的地质自然条件,南部山区由石灰岩构成,是烧制石灰的原材料,也是优质的建筑石材,且分布广储量大,山体边坡的破损成因以石灰岩开采为主,所以裸露的石质边坡和碎石边坡为主。故而山体修复工程量浩大,立面治理技术含量高,难度大,见效慢。

(2)破损山体植草退化严重,植被种类单一。由于山体边坡的养分水分供应较差,植被面临干旱、炎

\* 收稿日期:2012-06-14;修订日期:2012-08-07;编辑:陶卫卫

作者简介:赵入臻(1987—),女,山东青岛人,硕士研究生,主要从事园林景观规划设计及破损山体生态修复方向的研究;E-mail:zhaoruzhenxx@126.com。

热等威胁,极难恢复。传统的坡面绿化模式难以实施养护,所以要对山体的修整措施、植物品种的选择和养护技术进行深入研究。尽可能采取乔、灌、草相结合的方式防止植被退化,使之尽量符合该地的植物群落结构,实现良性的生态循环。

(3)边坡覆土薄,水土流失程度严重。由于济南市属于北方较为干旱地区,秋冬季干旱,夏季炎热,而开挖后的岩石边坡岩石层厚、整体坡体高陡,土体中的养分随着时间增长逐渐流失,导致肥力逐年降低,山体边坡呈现缺水少土等状态,对植被的修复产生了不利的影 响,最终可能会引起坡面坍塌、水土流失等不良后果的产生。

### 1.3 破损山体生态修复现状

济南市近几年已基本完成奥体中心周边和旅游路、经十路、绕城高速公路、103省道两侧、104国道两侧以及城市主要出入口等重点区域58座破损山体治理,破损总面积1 126万 $m^2$ ,其中破损平面面积810万 $m^2$ ,破损立面积316万 $m^2$ 。历下区已修复破损山体12座、市中区22座、槐荫区2座、历城区10座、长清区7座、高新区5座(表1)。

表1 济南城市生态修复的破损山体概况

市区名称	山体数量	破损面积(万 $m^2$ )		主要生态修复的山体
		平面	立面	
历下区	12	259.13	47.13	紫荆山、洪山、牧牛山、转山、回龙山、野峪顶、长岭山
市中区	22	153.88	84.01	白马山、兴隆山、窟窿山、大秋山、万灵山、金鸡岭、西围子山
槐荫区	2	70	2.55	刘长山、腊山
历城区	10	141.43	70.43	安家南山、凤凰山、狼猫山、驴山、莲花山、将山
高新区	5	125.10	64.94	草山岭、大山坡、大小汉峪、鸡山、围子山
长清区	7	59.46	46.89	西八里东山、平安凤凰山、炒米店西山、范庄西山
合计	58	810	316	

## 2 破损山体生态修复技术

长期以来,破损山体的边坡多是以植草为主,但这种方法主要是用于土质边坡的绿化,而且山体边坡单一种植草本易出现退化,故需要利用山体护坡的土石方工程与植物配置相结合,山体整地方式和边坡生态修复技术相结合,对破损山体进行防护和绿化。济南城市破损山体生态修复工作在借鉴前人经验的基础上,结合该地的气候特点和自然环境条件,运用了台地续坡式处理、爆破削坡砌台、山体开

平整、平面绿化遮挡、开发山体公园的山体整地修复方法和人工植草、植生盆(槽)、挂网喷播、植生带(毯)、框格客土绿化及“高次团粒”喷播等边坡生态修复技术<sup>[3]</sup>。

### 2.1 破损山体生态修复的主要方式

#### 2.1.1 台地续坡式

台地续坡,即利用大小、形态各异的自然山石作为挡土构件,由于山石本身的重力,来围挡山坡土体的护坡形式<sup>[4]</sup>。可适用于各类边坡和多种坡度,这种护坡形式多适合于土质边坡或碎石及弃石边坡的破损山体,灵活多变,简单稳固,能体现自然山体的风貌特色,也能有效地节约建设成本。例如济南建大花园破损山体的土质边坡部分,由于此处土质边坡土壤多为肥沃的砂质粘土,而且坡度起伏小较为缓和,修复时首先用假山石依山势围砌成若干层台地,利用石头本身的重力作为挡土墙,再填覆种植土0.6~1.2 m,然后种植绿化苗木(图1)。假山石的堆叠应当有进有出、高低错落,并保证山石的安全及稳固性。此种修复方式经过一段时间的调研观测,显示土质边坡山石回填土中的大乔木总体长势良好,破损山体修复后的假山石与植被景观效果丰富且长期稳固,可作为济南城市破损山体生态修复的方式之一加以推广。采用这种修复方式的破损山体还有市中区的西围子山、二王寨、万灵山等。

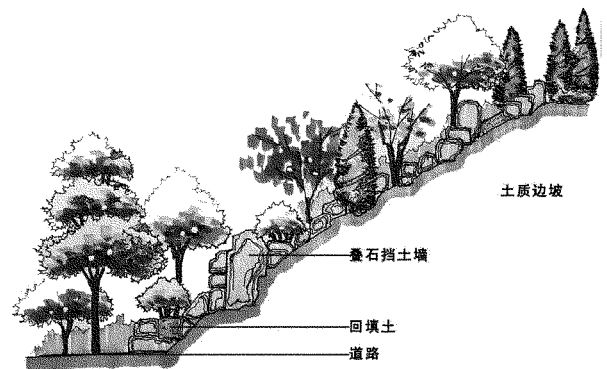


图1 台地续坡式示意图

#### 2.1.2 爆破削坡砌台

削坡砌台是对山体进行削坡砌台处理的修复方式,主要适用于山体破损面较陡,平面腹地较小,顶层缺乏绿化种植条件的山体<sup>[5]</sup>。例如济南奥体中心西侧破损山体一处较为陡峭土质边坡,在 山体排险后进行爆破作业,将坡顶的土壤通过土方搬运填到下方的坡脚处,从而将边坡的倾斜角度修整为 $70^\circ$

以内,做出 4~8 m 的平台宽度及较为缓和的地形,再回填种植土栽植植被进行绿化(图 2)。经过实践调查,爆破削坡砌台法对于较难修复坡度陡峭的破损山体边坡修复效果较好,但需要爆破和搬运土方,总体来说较为适合北方特别是济南的破损山体边坡修复。其他利用此种修复方式的包括如经十路的长岭山、安家南山、济南奥体中心东西侧破损山体等。

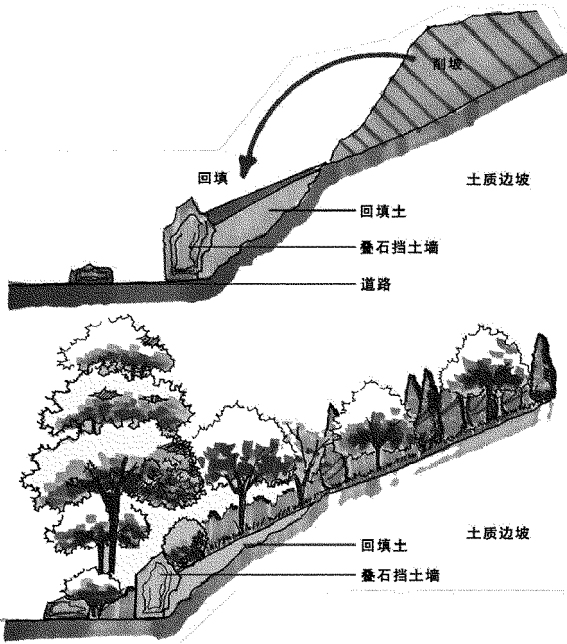


图 2 爆破削坡砌台示意图

### 2.1.3 山体开平整理

对于面积不大,破损严重且无保留价值的山体,可进行开平整理,进行市场化运作。具体步骤首先按照土地规划要求开发成建设用地或整理成农耕地,再进行综合开发利用。采用这种修复方法的破损山体包括槐荫区的腊山石柱,市中区的窟窿山、大涧东山,长清区凤凰山等。

### 2.1.4 平面绿化遮挡

若遇山体高度较小,无法靠近山体或山前难以作业的情况,可经过选点计算,沿山体破损面最高可视线以下在山前一定距离内种植高林带对山体破损面进行全面遮挡。例如位于济南南外环的皇上岭破损山体,从安全及美观的角度出发,以最大可视破损面为基准,在山体 10 m 以下回填种植土并利用林带来全面遮挡山体的破损面(图 3)。经过长期观测,这种修复方法取得了一劳永逸、绿化可靠、生态安全自然的效果,且效果长久安全,对山体起到美化整形的作用<sup>[6]</sup>。其他用此种生态修复方式的破损山体有

绕城高速路周边的龙骨山、大涧东山、104 国道东侧的开山等。

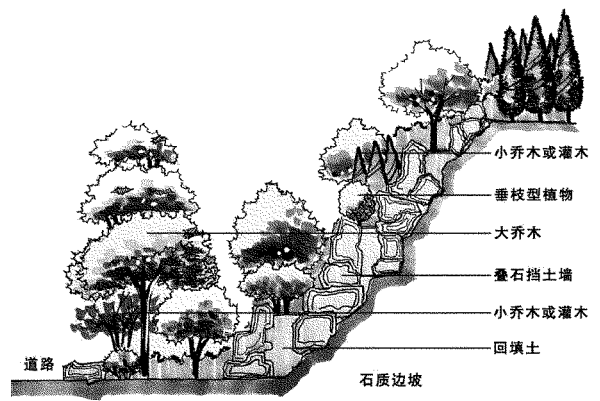


图 3 平面绿化遮挡示意图

### 2.1.5 开发山体公园

对于地理位置重要,交通便利、靠近水源,具备开发为景区条件的山,可因地制宜,进行造景艺术处理或改造为山体公园。例如省委组织部远程教育中心破损山体(图 4),生态修复时首先在山前砌垒层叠假山石,配置各类植物加以分层绿化,做出自然山水的景观及效果,并于山间及平台建造了凉亭、坐凳及各类游憩设施,将整座山体经过艺术处理,改造成为了园林景观式的山体公园,修复后经过一段时间观测,整体生态修复景观效果极佳,但相对资金投入较大,对园林景观绿化设计的要求也较高。其他破损山体例如济南建大花园破损山体、以及旅游路北侧的洪山、狼猫山、牧牛山等也运用了这种生态修复方法。



图 4 省委组织部远程教育中心破损山体

## 2.2 破损山体生态修复的主要技术

### 2.2.1 人工植草技术

人工植被即通过人工在山体边坡播撒草种、铺草皮或者人工栽植树木的一种传统植物防护技术措施。此项修复技术是最为传统的土质边坡修复技术,具有造价低、施工简单的特点,多应用于坡度较缓、高度较低且适宜草类生长的土质破损山体边坡的防护及高速路两侧的路堑和路堤等,但缺点是施工适应性差,植物成活率较低。

### 2.2.2 植生盆(槽)技术

植生盆(槽)技术也是破损山体石质边坡常用的生态修复技术之一,特别针对有裂缝或微凹中等坡度的石壁,但对经济和施工技术的要求较高。修复步骤首先利用石壁的微凹地形,或者在裂隙发育的石壁上打锚杆,然后用高强度砂浆砌砖、砌石或浇筑成盆装的植生工程,再回填种植土种植藤本、灌木或乔木的坡面绿化技术<sup>[7]</sup>。虽然理论上讲植生盆可以适应所有的山体岩质坡面,但在实际应用中由于受到经济、施工技术、养护条件的限制,多用于有裂隙和中等坡度的山体岩质坡面。例如二环西路东侧的白马山的石质边坡,岩面坡度较缓但缝隙较多,利用此处微地形在边坡凹处砌筑植生盆,再回填种植土增加植被生长的水分及养分,最后栽植爬藤植被及小灌木进行分级绿化,来增加山体绿化效果。此种修复方法虽然在南方地区较为适用,但由于植生盆(槽)中种植土有限,故小乔木及灌木的生长情况不够繁茂,加上爬山虎等藤本植被只勉强可以遮挡高度较低的垂直岩面,但高处的植生盆等修筑措施基本暴露在外,景观效果不理想。

### 2.2.3 挂网喷播技术

挂网喷播技术指在坡面上按一定行距人工开挖楔形沟,在沟内回填土壤、土壤改良剂、养料等适宜于草种生长的种植基质材料,然后挂三维植被网并覆盖基质材料进行喷播植草的生态修复技术,也是较为适合北方破损山体坡度较大的生态修复技术之一。例如高新区的大山坡由于坡面较陡且不光滑,土壤很难附着,绿化难度较大。因此在修复时,首先在山体岩面上开挖了楔形沟,并将有机质、肥料、土壤等混合回填,其上铺设复合材料铁丝网,用锚杆固定后将植被混凝土材料喷播形成土层,最后再覆盖一层无纺布防护层,从而解决山体岩面生态修复绿

化问题(图5)。选用的植物材料多为甘菊、臭蒿等草本植被。该方法更适应于大面积土质、砂土类边坡和土石混合山体边坡,通过观测得出,挂网喷播法的成坪速度快且适用范围广,植被生长茂盛且覆盖率高,开花时节还能形成独特的景观特色,生态景观效果佳,故在济南破损山体生态修复中得到了广泛的应用并取得了较好的效果。

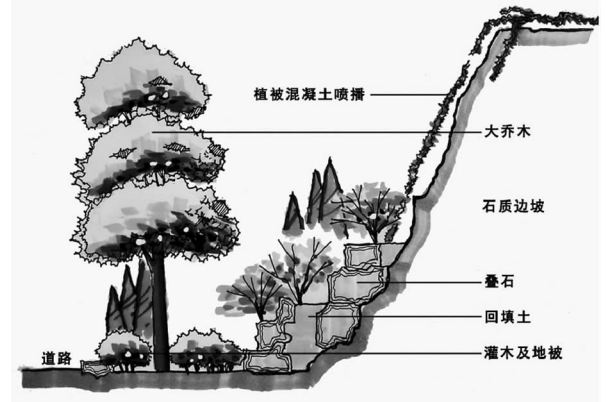


图5 挂网喷播技术示意图

### 2.2.4 植生带(毯)绿化技术

这是一种将植物种子夹在多层无纺土工织物或天然纤维垫中直接密贴在山体边坡表面进行快速绿化的方法。该方法适合于小于 $60^\circ$ 的土质边坡或砂土类边坡。植生带的立体网状纤维结构由于吸收雨水冲击所产生的能量,优点是可以防止土壤侵蚀,有效阻止土壤颗粒移动,使植被种子不受人为和雨水因素的干扰,保持稳定、均匀的分布状态,节约了种子播种量,从而改善了绿化效果。目前该方法在我国北方山体边坡绿化、城市园林绿化和水土保持应用较广,但在南方应用较少。

### 2.2.5 框格客土绿化技术

框格绿化技术即在山体的边坡坡面上拼铺、砌筑一定形状,例如方格形、正六边形等的混凝土框砖,在框砖网格内铺填种植土或土袋等来种植草种的山体边坡生态修复措施。框格绿化技术的优点为由于框砖受力结构合理,在边坡上能够有效减缓和分散雨水冲刷的速度和力度,且可大批量的生产;缺点是施工过程繁琐,故多用于坡度较陡的土质山体、填方后的山体修复和易风化的岩质山体。

### 2.2.6 “高次团粒”喷播技术

“高次团粒”是采用经特殊生产工艺制成的客土材料,加入植物的种子,采用喷播、机械作业的方式

制成最适于植物生长的土壤培养基。这种“人工土壤”具有高次团粒结构,既有保水性,又有透水性、透气性,适于植物生长,又能有效抵抗雨蚀和风蚀,防止水土流失。施工顺序为:人工整形作业→清理坡面,去除浮石、危石→打植生孔→填土密实→铺设植生毯→铺设金属网→打设锚固件固定→布置喷灌系统→喷播施工。例如奥体中心东西侧破损山体即运用了这种修复技术,首先对坡面进行清理并人工排险,在确保安全的基础上,利用锚网固定喷浆,然后将含有种子及特殊工艺制成的保水剂等混合成的材料喷播其上,来快速形成破损岩面的景观与生态效果。通过观测发现,“高次团粒”喷播技术施工速度快,抗风蚀、雨水冲刷能力强,所以在喷播后破损山体的坡面不需要任何无纺布覆盖物,也因此可以培育幼芽生长极其缓慢的木本植物,更适用于破损山体岩石和土质坡面的生态修复。

### 3 结语

通过结合济南不同类型破损山体的生态修复实例,对破损山体生态修复的技术和方法做出了较详细的分析研究,从中筛选出适合不同类型边坡的破损山体的修复技术及方法。对于坡度较缓、破损立面积较小或土壤条件较好的土质边坡,台地续坡是最常用的修复方式,而对于坡度大且土壤少的破损山体应当先采用削坡等整地技术后进行地形处理再景观改造;平面绿化遮挡和挂网喷播修复技术是石质边坡的破损山体最常用的方式和技术,若两者结

合应用实际修复效果更佳。植生盆(槽)技术由于在实际应用中受经济费用高、施工及养护技术难度系统高等多重限制,在北方尤其是济南破损山体中实际应用效果相对差一些;对碎石及砌石边坡的破损山体,特别是针对坡面短、坡度小及坡面碎石破损不严重的情况下,通常将台地续坡与平面遮挡相结合进行修复,而对于坡面高、坡度大的碎石边坡,为了达到快速覆盖植被也可应用挂网喷播绿化。

城市破损的生态景观修复的技术研究是一项长期且重要的课题,既增加了山体的安全系数,涵养了水源,减少了水土流失,又美化了环境,提高了城市形象,是改善日益恶化的生态环境质量,提高人居环境质量,实现生态、景观协调发展的有效措施之一。

### 参考文献:

- [1] 许凤娟,王立红.济南市南部山区采石废弃地的生态恢复探讨[J].海南师范学院学报,2005,18(2):176-179.
- [2] 张安霞.济南高新区破损山体治理成效显著[J].山东国土资源,2009,25(1):46-47.
- [3] 章梦涛,邱金淡,颜冬.客土喷播在边坡生态修复与防护中的应用[J].中国水土保持科学,2004,2(3):10-12.
- [4] 彭凤,赵德君.凤凰山采石矿山的景观恢复探讨[J].安徽农业科学,2007,35(12):3566-3567.
- [5] 周芸,周建华,段展展.基于生态角度的山地公园道路规划[J].安徽农业科学,2011,39(12):7230-7232.
- [6] 尚红,杨波.济南皇土岭破损山体修复治理方案设计[J].山东建筑大学学报,2011,26(2):158-160.
- [7] 王元波,姚春梅,张莉莉,等.蒙阴县京沪高速公路沿线破损山体治理方法探讨[J].山东国土资源,2011,27(3):27-29.

## Study on Present Condition of Damaged Mountains and Ecological Restoration Technology in Jinan City

ZHAO Ruzhen<sup>1</sup>, ZHAO Peng<sup>2</sup>, ZHAO Huanjin<sup>3</sup>

(1. Arts College of Shandong Architectural University, Shandong Jinan 250101, China; 2. Foreign Languages College of Yantai Nanshan University, Shandong Yantai 265713, China; 3. Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250101, China)

**Abstract:** Urban damaged mountains are becoming an important and urgent problem in development of urban construction because it not only has caused a large number of abrupt slopes, and rocky slopes became bare and worsened the urban ecological environment, but also has caused security threats, such as collapses and landslides. In this paper, current situation and restoration works of damaged mountains in Jinan have been investigated and analyzed. Combining with specific examples of ecological restoration projects of damaged mountains in Jinan, techniques and methods of ecological restoration of damaged mountains have been summarized and studied. Through ecological restoration construction and maintenance, the function

of ecological landscape of damaged mountains in Jinan city has been promoted and restored. Technologies for continuing and cutting down the slope of platform for topographical reform, plant cultivation on plant and elevation, cutting down the slope of platform and building steps, mountain park development, as well as Suspending net spray - sowing, cage brick, frame space replace with out - soil etc, which provide examples and references for the ecological restoration and landscape design in similar urban damaged mountains.

**Key words:** Ecological restoration; damaged mountains; restoration technologies; Jinan city