

# 采矿废弃地生态与景观恢复治理模式探讨

王瑞君,李林霞,何玉玲,辜 彬

(四川大学 生命科学学院,重庆 610065)

**摘要:**为进一步加强采矿废弃地的生态与景观恢复治理工作,该文对其景观生态特征以及景观生态重建原则进行了详细的分析,在此基础上提出了生态恢复型、土地开发型和景观再造型的采矿废弃地生态与景观恢复的治理模式,并以浙江省矿山治理工程为例,进行了案例分析。

**关键词:**采矿废弃地;生态;景观;治理模式

**中图分类号:**X171.4

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2014)04-0085-06

随着我国经济建设的快速发展,城市化进程也快速推进,对各类矿产资源的需求迅速增加,由此掀起了一拨又一拨的矿业开发高潮。在经济快速发展、物质财富快速积累、人们收入大幅增加的同时,矿产资源开采造成了矿山自然生态环境的破坏。由于矿产资源乱采滥挖,对森林植被、自然景观破坏严重,导致基岩裸露、青山白化,千疮百孔、满目疮痍。因此,加强对采石场的合理规划和管理,并采取措施恢复其生态系统和景观重建是保障我国生态文明建设的重要措施。

采矿废弃地由于受到剧烈的人为干扰,其生态系统功能和结构均已严重退化,导致使用功能和美学价值也受到破坏。因此,需要通过生态恢复措施与景观重建使矿山废弃地的生态、经济及美学价值再生<sup>[1]</sup>。在矿山生态恢复的基础上,应该考虑如何对其进行可持续利用,根据采矿废弃地所在区域的自然与社会经济发展特点以及城市规划发展方向,确定其开发利用模式<sup>[2]</sup>。

由于国外城市基础设施建设起步较早,矿山生态环境问题发生较早,所以对于矿山生态恢复与景观重建的研究和实践也更为深入,例如日本国营明石海峡公园、法国代斯内娱乐基地和委内瑞拉古里水电站采石场生态恢复等,都是国外成功的经典案例,对于我国进行采矿废弃地生态恢复与景观重建后的可持续利用具有借鉴意义<sup>[3]</sup>。在国

内,浙江省矿产开发业较为发达,然而近年来矿山生态环境问题日益突出,当地政府积极采取相应的治理措施,并已取得一定的成效。同时,广州市在矿山自然生态环境治理方面也有一些创新的做法和成效,例如广州南湖国家旅游度假区内的凤凰山水园和广东番禺莲花山古采石场遗址等<sup>[4]</sup>,均为我国在采矿废弃地生态与景观恢复治理方面的成功案例。

目前,国内学者主要从矿山生态恢复理论、边坡植被恢复技术以及景观生态治理等方面进行探讨<sup>[2]</sup>,但是针对矿山废弃地在生态复绿方面,结合矿区特点进行综合开发与可持续利用的问题较少有系统的介绍。该文通过对采矿废弃地进行深入的分析,在研究其与周边生态环境相互关系的基础上,进行科学的分类,并提出相对应的治理模式,以期对采矿废弃地生态与景观恢复以及后期的可持续利用提供一定的借鉴。

## 1 采矿废弃地景观生态特征

从景观生态学的角度来讲,采矿废弃地属于受到剧烈人为干扰的一种特殊景观类型,是人们为获得矿产资源而不惜以破坏自然生态环境为代价的区域<sup>[1]</sup>。因此采矿废弃地具有特殊的景观生态特征。

### 1.1 景观异质性增强

采矿地往往由废石堆废弃地、开采坑废弃地、尾矿废弃地等景观类型和一些机械设施、厂房建筑、道路等不同性质的景观要素组成。采矿废弃地由于受到采矿活动的破坏,使得原本较为均质的景观变得异质化,同时有了典型的斑块、廊道和基质的镶嵌格局特征<sup>[5]</sup>。

收稿日期:2013-12-18

第一作者简介:王瑞君(1989-),男,云南省大理市人,在读硕士,从事风景园林规划设计与生态工程研究。E-mail:ronoldwang@126.com。

通讯作者:辜彬(1959-),男,重庆市人,博士,教授,从事恢复生态学研究。E-mail:amakusa@126.com。

### 1.2 稳定性被破坏

剧烈的采矿活动,超出了生态系统本身的自我恢复能力,使得其自身的稳定性和生态平衡受到了破坏。最终导致周边生态环境土壤贫瘠、物理结构不良、极端 pH、重金属污染和生物多样性及动植物群落构建等受到影响,进而破坏了当地生态系统,形成极端的生境条件,影响动植物定居<sup>[5]</sup>。

### 1.3 生态过程受到影响

采矿地与周边环境形成一个完整的生态系统,剧烈的采矿活动使得采矿地与周边自然生态环境的异质性增强,这势必会影响到该区域生态格局和各种生态过程的连续,例如水循环过程、物种迁徙的过程,同时造成污染扩散<sup>[1]</sup>。

## 2 采矿废弃地生态与景观重建原则

采矿废弃地的生态与景观重建需要先进的科学理论和指导思想作为支撑,以恢复生态学、生态工程理论、景观生态学和自然景观理论为基础,对矿区受损地进行有效的植被生态恢复治理,有效控制水土流失,使受损的景观得到有效改善,提高与周围自然景观的一致性。在采矿废弃地生态景观环境得到改善和恢复的前提下,针对该矿区特点,进行科学合理分类和规划设计,对采矿废弃地进行可持续利用,实现生态效益与经济效益的双赢。

### 2.1 自然优先原则

采矿废弃地生态与景观重建的首要原则就是要尽可能地恢复采矿废弃地的自然生态状况。在进行矿山生态重建的第一步就是要尽量恢复植被群落与演替,改善土壤质量,恢复其自然生态过程,提高该受损生态系统的生产力和稳定性。

### 2.2 环境保护原则

在对采矿废弃地进行生态景观恢复和后期综

合开发利用时,要以环境保护为原则,防止对生态环境造成二次破坏。

### 2.3 整体性原则

在采矿废弃地生态景观恢复治理的过程中,进行全局考虑,综合分析该区域地理特点、经济发展情况及人文特点等要素,提高采矿废弃地治理与开发的可行性和整体性。在前期的矿山生态恢复规划设计阶段,就应该考虑后期如何进行开发利用,统筹兼顾,形成规划—设计—治理—利用的治理模式。

### 2.4 因地制宜的原则

应根据矿山所在区域的特点,与当地的经济发展规划相结合,利用当地特色资源,在生态工程措施的基础上,采用与区域规划发展相协调的采矿废弃地开发治理模式,因地制宜,实现生态与经济共赢。

## 3 采矿废弃地分类治理模式

在对采矿废弃地进行生态与景观重建之前,应该深入了解每一座需治理矿山的特点,包括矿山现状和周边环境因素,从所在区域的地理环境、社会发展和经济环境出发,结合该地区的发展现状、发展趋势和发展优势,对矿山进行归类整合、分类治理,采取不同的治理模式,进行个性化设计<sup>[2]</sup>。当然,采矿废弃地的生态恢复是一大难题,只有在生态恢复的基础上,才能对其进行综合开发利用。

### 3.1 矿山分类

根据矿山的特点,综合分析矿山与矿山之间,矿山与周边环境之间的相互关系,对矿山进行科学合理分类,便于采取不同的治理模式,对其进行生态与景观重建,在后期的开发建设中进行有效的利用。主要采用3种分类方式,即:按空间分布、地理位置、开采方式分类(见表1~表3)。

表1 矿山按空间分布分类

Table 1 Classification according to the spatial distribution

分类 Classification	特点 Characteristics
聚集型 Aggregated distribution	几座矿山相邻,在开挖的过程当中,矿山被挖穿,形成了连片的矿区
分散型 Dispersive distribution	各矿山零星分散,规模参差不齐,有的处于一个大的片区,有的单独存在于所在区域

表 2 矿山按地理位置分类

Table 2 Classification according to the geographical position

分类 Classification	特点 Characteristics
山边 Mountain side	矿区紧靠自然山体
道路边 Road side	位于交通主干线两侧的开采矿山,裸露的山体严重影响道路两侧的景观
海边 Sea side	沿海省份,很多矿山位于海边,严重影响海岸景观
河道边、农田边 River side, Farmland edge	与江河临近或位于河道两侧,水运交通便利采矿矿山周边分布大量农田

表 3 矿山按开采方式分类

Table 3 Classification according to mining methods

分类 Classification	特点 Characteristics
劈山式开采 Opened mining	在地平面以上,对山体进行开挖,会形成山体缺口,同时形成大量裸露的边坡
凹陷式开采 Sag of mining	向地平面以下开挖,形成凹陷式深坑

3.2 采矿废弃地治理模式 治理模式,对其进行科学合理的治理与开发,生态恢复与综合开发利用并行(见表 4)。

对矿山进行分类后,在生态与景观重建原则的指导下,针对各采矿废弃地的特点,采取相应的

表 4 采矿废弃地治理模式分类

Table 4 Classification of governance modes of the mining wastelands

对象 Objects	治理模式 Management modes	方案 Schemes	适用条件 Applicable conditions
劈山式开采矿山	生态恢复型	边坡生态修复,使裸露的边坡复绿	所有矿山
Opened mining	土地开发型	边坡生态复绿,将矿区空地利用,作为果园、花园、苗圃等	农田边、山边、河边、海边
	景观再造型	石壁雕刻,峭壁攀岩,园林设计等,进行相关旅游开发	山边、路边、海边
凹陷式开采矿山	生态恢复型	边坡生态修复,使裸露的边坡复绿	所有矿山
Sag of mining	土地开发型	用淤泥、建筑垃圾等将采坑回填复垦,作为工农业建设用地;蓄水成湖,进行鱼类养殖或者作为水源涵养地	农田边、山边、路边
	景观再造型	石壁雕刻,峭壁攀岩,园林设计,水上运动场所等相关旅游项目开发	山边、海边、路边

3.2.1 生态恢复型 生态恢复型是指对采矿废弃地裸露、受损和受污染的区域进行植被恢复和生态修复,以缩小与周边自然景观的异质性,即对边坡坡面清理后,利用客土或厚层基材喷附、挂网等施工工艺,并因地制宜地根据矿区特点运用植生袋和穴盘苗等施工方法,同时在坡面栽植攀援植物、灌木和小乔木等树种,使得裸露的坡面能够较快复绿,改善采矿废弃地自然生态环境质量。

3.2.2 土地开发型 土地开发型是指采矿废弃地治理的主要目的是为了开发利用矿区土地资

源,通过对凹陷式采坑治理复垦后,使其成为工农业建设用地、鱼类养殖基地或水源涵养地等。通常采取“边坡生态复绿,采坑土地平整复垦”的综合治理模式。以采矿废弃地所处地理位置、地质条件为依据,进行土地适宜性评价,与当地经济发展和用地规划相结合,在消除地质灾害隐患,实现边坡生态复绿的基础上,因矿制宜地确定各采矿废弃地复垦用途,最大限度地提高土地利用率,发挥采矿废弃地土地效益。

3.2.3 景观再造型 景观再造型是指采矿废弃

地在治理时不是一味地削坡和复绿,而是有选择性地保留和利用一部分特殊的地形、地貌和岩石,对它们进行摩岩石刻,在有水源的地方形成溪水和瀑布等优美的景观环境。通过艺术化的人工景观再造、重塑和修饰使得景观建设与矿山生态恢复相结合,既美化了环境景观,又实现了边坡治理。在设计中,运用生态及景观设计理论,结合矿区现状及区域人文历史,对采矿废弃地进行生态恢复设计<sup>[6]</sup>。

景观再造模式下的采矿废弃地,在生态复绿后,可以开辟为城郊公园、石景公园或供休闲旅游的风景区,开辟为攀岩、蹦极、水上、陆上运动等的运动场所<sup>[7-8]</sup>。

### 3.3 综合治理模式

虽然在工程实践中总结出3种采矿废弃地的治理模式,但是许多采矿废弃地的治理并不一定是单一的,而是多种治理模式相互结合,既有生态效益和景观效益,又能取得良好的社会效益和经济效益。所以,应该把多种治理模式综合利用,因地制宜,因矿而治,最大限度地提高矿山生态环境治理的成效。例如:在生态复绿的基础上,将采矿废弃地进行复垦利用,作为果园、花园及苗圃等。与此同时,也可以进行景观再造,进行旅游开发,使其成为旅游观光点,着力开发生态旅游。对于凹陷式开采矿山,可以将采坑蓄水成湖,开发水上娱乐项目,同时进行鱼类养殖,最大限度地发挥其治理效益。

## 4 生态与景观恢复分类治理实例

### 4.1 生态恢复型——舟山市定海区毕家井石料厂治理工程

毕家井采石场位于舟山市定海城东大洋岱村,定沈公路南侧。由于过度开采,矿区坡面植被荡然无存,水土流失严重,部分山体有滑坡危险,



图1 毕家井矿山治理前<sup>[9]</sup>

Fig. 1 The mine before governance of Bijiaping

严重影响了舟山的市容市貌(见图1)。该工程项目于2006年12月开工,2007年4月完工。

根据坡面不同的特点,设计施工单位将坡面分成A、B、C3个区块,分别采取了不同的复绿施工方案。工程主要采用了PMS生态防护技术进行施工,为使坡面尽快显现立体绿化效果,结合坡面立体防护要求,在工程中进行植物栽植施工,种植大量的乡土乔、灌木。在树种选择时注重常绿与落叶树相结合(见图2)。

毕家井采石场通过削坡加复绿的综合治理,基本恢复了山体自然面貌,消除了边坡隐患。此外,有开采形成的山前平地通过平整治理,新增1.34 hm<sup>2</sup>建设用地。

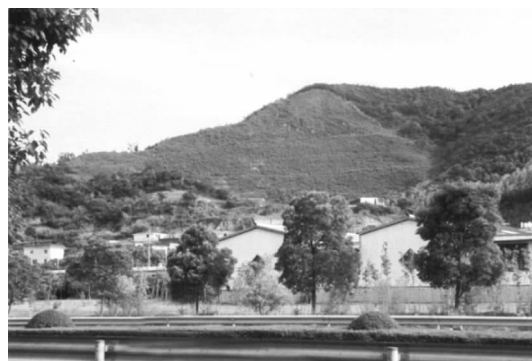


图2 毕家井矿山治理后<sup>[9]</sup>

Fig. 2 The mine after governance of Bijiaping

### 4.2 土地开发型——湖州市堂子山废弃矿区治理工程

堂子山废弃矿区治理工程地处湖州市南大门,杭宁高速公路的东北侧。治理工程区内多家矿山企业,经多年开采,已形成长720 m、宽370 m的极不规则的开采面和采空区,存在诱发崩塌、滑坡和滚石等安全隐患,严重影响了当地群众的生命财产安全,且浪费土地,影响自然生态环境,破坏城市形象(见图3)。



图3 堂子山矿山治理前<sup>[9]</sup>

Fig. 3 The mine before governance of Tangzishan

当地政府与2003年对该废弃矿区实施整治工作,开展矿区复垦复绿工作。

工程采用“台阶式削坡卸荷+挡墙支护+场地平整”的治理方案。整个工程分为削坡平整和复绿复垦两期。一期工程内容包括削坡、平整、挡墙砌筑、除危、尾矿处理及宕底平整复垦等,二期复绿复垦工程以宕面边坡绿化为主。

该工程复垦废弃矿山土地 16 hm<sup>2</sup>,已建成一个苗木基地。完成边坡绿化 8 hm<sup>2</sup>,改善了城市视觉环境。堂子山废弃矿区生态环境治理工程的实施,不仅消除了矿山安全隐患,改善了环境,提高了城市整体品位,而且有力地推进了集约化用地,提高了土地利用率(见图 4)。



图 4 堂子山矿山治理后<sup>[9]</sup>

Fig. 4 The mine after governance of Tangzishan

#### 4.3 景观再造型——绍兴市永兴石料厂治理工程

绍兴城市北面约 3 000 m 处有一座风景秀丽的梅山公园,它是镜湖国家城市湿地公园的主要景点之一。在梅山的西南面山体上,“镜湖湿地公园”几个大字格外醒目,与山体融为一体。山体下面是休闲广场,花木葱郁,是市民健身休闲的好去处。然而,这风景宜人之处原来是一个满目疮痍的废弃矿山。

该矿山原为灵芝镇永兴石料场,1998 年停采关闭,停采后形成了大面积的岩质边坡和采空区,其中岩质边坡面积约 0.4 hm<sup>2</sup>、采空区面积约 0.9 hm<sup>2</sup>,合计 1.3 hm<sup>2</sup>。采坑边坡裸露,坡中存在临空岩、活动性危岩,仅少量草、灌木生长,随时有岩体坍塌、滑落的可能,不但危险,还与周边环境极不协调,构成了严重的视觉污染,损害了城市的整体形象(见图 5)。

2005 年,随着镜湖国家城市湿地公园的批准成立,梅山作为湿地公园的重要景观,其复绿工程被纳入湿地公园的整体规划。鉴于该矿山三面环山,一面环水,有较大面积的岩质边坡和采空区的状况,建设单位采取了因势造景的生态治理方式。先对不规则且有松动的岩质边坡进行爆破,有效



图 5 永兴矿山治理前<sup>[9]</sup>

Fig. 5 The mine before governance of Yongxing

清除活动性危岩,然后通过塑石施工,对岩面进一步加固,形成一块面积较大的平整岩面。为达到景观与湿地公园的有机融合,在岩面开凿了“镜湖湿地公园”几个大字,并采取大面积客土喷附技术,在坡面上种植了矮生灌木为主的植物群落,使山体面的生态景观与周围山体植被融为一体。对于宕口采空区,则通过地面修整、种植观赏性植物,使其成为一个休闲广场(见图 6)。



图 6 永兴矿山治理后<sup>[9]</sup>

Fig. 6 The mine after governance of Yongxing

对该废弃矿山进行的一系列治理及复绿施工,既使原有裸露的山体坡脚得到有效的防护,消除了岩石滑落的安全隐患,也使生态得到了恢复,环境得到了美化。尤其是对矿山坡面及采空区进行的景观利用,使其成为了镜湖国家城市湿地公园代表性景点之一,成为周围居民健身休闲的一个好去处。

#### 5 结论

人们为了向大自然索取资源,不惜以牺牲自然环境为代价,采矿废弃地的产生正是源于此。对于采矿废弃地的治理,不仅仅只是简单的生态重建,而是应该达到可持续的利用,从而创造一个可持续发展的整体区域生态系统<sup>[10]</sup>。因此,对采矿废弃地生态恢复的同时,考虑后期利用的治理

模式,有助于实现资源的可持续利用。

通过工程实践总结出在采矿废弃生态与景观恢复过程中的3种治理模式:生态恢复型、土地开发型、景观再造型,并分析浙江省在矿山治理规划中的案例,得到的体会是:

(1)应对采矿废弃地进行科学的分类,因地制宜,结合矿区自身特点,采取与之相对应的治理模式。当然,对采矿废弃地的分类,并不是绝对的,各种分类方式之间均会有交叉,但只要与区域发展规划相对接,适地适用,就能实现社会、生态、经济效益的协调和统一。

(2)在采矿废弃地的生态治理规划中,应该将生态重建后的可持续利用问题与生态工程紧密结合,提前做好前期规划,以利于后期的景观设计和土地开发等。

(3)在后期的景观规划时,应结合当地的自然条件、民风民俗、山水环境等优势,通过景观设计的艺术处理,创造出具有文化特色的景观工程。

(4)在对采矿废弃地进行生态与景观重建的过程中,应该因矿制宜,科学合理地采用生态治理工法,以加快植被群落构建,改善土壤条件为首要目标,避免对生态环境造成二次破坏。

近年来,我国在采矿废弃地的自然生态环境治理方面已经取得了飞速的发展,并取得了一定的成效,但是距离国外先进的治理水平还有一定的差距。所以,应该在结合我国国情以及地域发

展特色的基础上,学习借鉴国外先进的生态恢复治理模式,积极推动我国的矿山生态环境保护与治理工作,提高我国的生态环境质量。

#### 参考文献:

- [1] 刘海龙. 采矿废弃地的生态恢复与可持续景观设计[J]. 生态学报, 2004, 24(2): 323-329.
- [2] 杨利琴, 雷昌伟, 黄毅, 等. 采石场生态恢复与综合开发利用研究[J]. 生态环境, 2011(12): 175-178.
- [3] 王向荣, 任京燕. 从废弃地到绿色公园——景观设计与工业废弃地的更新[J]. 中国园林, 2003, 19(3): 11-18.
- [4] 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.
- [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, 20(Z1): 32-35.
- [6] 李军, 李海凤. 基于生态恢复理念的矿山公园景观设计——以黄石国家矿山公园为例[J]. 华中建筑, 2008, 26(7): 136-139.
- [7] 彭瑶玲, 刘敏. 山地废弃采石场恢复治理与再利用规划模式探索——以《重庆四山地区关闭采石场再利用规划》为例[C]//生态文明视角下的城乡规划——2008中国城市规划年会论文集. 大连: 大连出版社, 2008: 1-12.
- [8] 王存存, 陈东田, 王永佼. 论采石场的生态恢复和景观重建——以山东省菏泽市巨野县为例[J]. 山东农业科技, 2006(6): 37-39.
- [9] 潘圣明. 矿山又绿——浙江省矿山开发与环境保护协调发展的探索实践[M]. 浙江: 浙江科学技术出版社, 2009: 50-180.
- [10] 王仰麟, 韩荡. 矿区废弃地复垦的景观生态规划与设计[J]. 生态学报, 1998, 18(5): 454-462.

## Governance Mode of Ecological and Landscape Restoration for Mining Wastelands

WANG Rui-jun, LI Lin-xia, HE Yu-ling, GU Bin

(Life Science College of Sichuan University, Chongqing 610065)

**Abstract:** In order to strengthen the ecological and landscape restoration of the mining wastelands further, the principles of landscape features and landscape ecological reconstruction of mining wasteland were analyzed in detail, the types of governance modes about the ecology and landscape restoration of abandoned mine were carried out, including ecological restoration, land development and landscape reconstruction. Taking mine management projects of Zhejiang province as example, some cases were analyzed.

**Key words:** mining wastelands; ecology; landscape; governance mode