

# 重庆市主城区废弃采石场生态与景观恢复对策

宁丰收, 游霞, 杨海林

(重庆工商大学 环境与生物工程学院, 重庆 400067)

**摘要:** 对重庆市主城区废弃采石场进行了调查, 分析了其所造成的自然景观与生态环境破坏现状。结合实际情况, 提出了废弃采石场生态与景观恢复的具体方案, 包括开发性治理、工程整治、景观再造、绿化与生态恢复。对采石场生态恢复与治理的政策措施、管理措施和资金筹措渠道也进行了探讨。

**关键词:** 废弃采石场; 生态恢复; 景观恢复; 工程整治; 重庆

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2005)03-0077-04

中图分类号: TD872; S157

## Countermeasures for Ecological and Landscape Restoration of Abandoned Quarries in Urban District of Chongqing City

NING Feng-shou, YOU Xia, YANG Hai-lin

(College of Environment and Biology Engineering, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400033, China)

**Abstract:** An investigation of abandoned quarries in the urban district in Chongqing City are presented. Degradation of the natural landscape and ecosystem condition in these areas is assessed. In light of this results of the assessment, a preliminary plan for ecosystem and landscape restoration of the abandoned quarries is put forward. The plan comprises developmental renovation, engineering renovation, landscape reconstruction, reforestation and ecological restoration. Possible policy and management measures and the raising of funds during the process of ecological restoration and renovation in abandoned quarries are discussed.

**Keywords:** abandoned quarry; ecological restoration; landscape restoration; engineering renovation; Chongqing City

重庆市是西部唯一的直辖市, 以山城而闻名于世。近几年来, 随着国家西部大开发战略的实施, 重庆市国民经济发展迅速, 建设开发力度日益加大。伴随着建设规模的不断扩大, 对石材的需求急剧增加, 因此导致采石场的数量与规模也随之而扩大。为了大幅度降低开采的成本和运输的费用, 采石场大多就近选点, 给主城区整体景观和生态环境带来严重的负面影响, 主要表现在开山采石导致植被破碎化、自然山水景观遭受破坏、大量粉尘使空气质量下降、水土流失与河道阻塞、生物多样性锐减等方面, 治理与恢复的难度极大。

为了解决采石场造成的生态破坏以及环境污染等问题, 重庆市政府逐步开始对采石场进行重新调整布局, 有计划地关停了主城区范围内的采石场。然而, 多年开采遗留下的大量废弃采石场使城市四周山体满目疮痍, 亟待加以解决。

本研究通过对重庆市主城区范围内关停后的采石场的调查、分析与研究, 提出了治理和生态恢复的方法与工程措施。

## 1 采石场发展情况

重庆市主城区位于川东平行岭谷区内, 山脊海拔一般在 600 ~ 1 000 m, 凡背斜轴部出露石灰岩者, 则石灰岩溶蚀成条状槽谷, 形成“一山二岭一槽”或“一山三岭二槽”地貌。谷地海拔 200 ~ 500 m, 以单斜丘陵和台地为主。主城中心地带被夹在纵贯南北的中梁山和铜锣山脉之间, 两山脉也构成了山城远景的扩展地带和远眺重庆城区中心的优良视觉位置。从经济的角度出发, 采石场均分布于运输距离最短的两山脉中, 因此, 对主城区的景观造成明显损害。

自 20 世纪 70 年代开始, 重庆市主城区 600 km<sup>2</sup> 范围内的采(碎)石场逐渐发展, 到 2003 年底关闭前已达 567 家, 均分布在南岸、巴南、九龙坡、沙坪坝和大渡口区所属的中梁山和铜锣山脉中。全部固定资产约 5.00 × 10<sup>7</sup> 元, 矿山占地约 10 km<sup>2</sup>, 从业人员约 1.00 × 10<sup>4</sup> 人, 年采石约 2.00 × 10<sup>7</sup> t。此外, 附近还分布有窑径 3 m 及以下的立窑水泥厂 9 家, 涉及 15 条立窑生产线, 年产水泥 1.36 × 10<sup>6</sup> t, 职工 3 240

人,占地 78 hm<sup>2</sup> (其中矿山占地 13.3 hm<sup>2</sup>)。多年的开山采石,已对山体自然景观造成严重破坏,空气中粉尘长期保持较高的浓度,影响到城乡人民的生活。为了有效解决这一问题,市政府已于 2003 年底,完全关闭了主城区所有采(碎)石场和小水泥厂,如表 1 所示。伴随着采石场和小水泥厂的发展,还逐步形成了与之配套的水泥构件、汽车运输与修理、餐饮、道路维护、房屋出租等产业链,采石场的关闭也使其产业转移与人员安置困难重重。

表 1 主城区采石场及小水泥厂分布及关闭情况

区域	采(碎)石场总数	2002 年关闭数	2003 年关闭数	小水泥厂关闭数
南岸区	258	172	86	1
巴南区	156	104	52	3
九龙坡区	134	89	45	2
沙坪坝区	18	12	6	3
大渡口区	1	1	0	0
总计	567	378	189	9

## 2 采石场生态与景观破坏现状分析

### 2.1 景观破坏

关闭的采石场和小水泥厂造成的景观破坏以铜锣山脉中的南山最为突出,分布有 286 家采石场和 4 家小水泥厂,其中以黄桷桠镇荷塘公园以南至南泉镇自由村石梯沟一线最为集中,约 10 km 长的公路沿线低山地带分布了 253 家采石场,占地 600 hm<sup>2</sup>。数十座山体被挖空,几十个巨大的人造天坑和众多的坑口迹地沿山岭密集分布,最大的直径超过 1 000 m,坑深近百米。空旷的天坑里碎石遍地,裸露岩石形成悬崖陡壁,地质灾害与安全隐患突出。

南山是重庆两南(南山—南泉)风景区的核心区域,是重庆都市短程旅游的最佳路线之一,年接待游客达数百万。众多采石场分布在景区的连接通道上,挖空的山体严重破坏了景区自然景观,造成不良的视觉效果,与风景区连绵的天然植被形成极大反差,恢复异常困难。同时,对旅游业的进一步发展也带来不利影响。

### 2.2 植被破坏

采石场分布的低山区属山地石灰岩与山地黄壤森林植被区植被,海拔 300~500 m,土层厚 0.3~0.8 m,土壤肥力较差。由于人为因素,已无原生植被。低山上半部分由马尾松、杉木等树种组成乔木层,林下灌木有百栎、槲栎、铁仔等,草本以铁芒萁、芒、白茅为主。谷地及低山下半部分由果树、桑树、茶树等经济林和农作物为主,一般分散栽培。

除水泥厂自有的采石场外,其余私营采石场均规模较小,受利益的驱动,在开采时均未考虑采石场的位置、角度、坡度和走向,也未考虑剥离表层弃土和废渣的堆放,随意性大,结果造成采石场密集分布,大型植被区域被分隔与破坏,呈现明显的碎片化,恢复困难。此外,长期开采产生的粉尘和硝烟的扩散对周边区域植被也产生了一定的影响,植被覆盖降低,物种减少,种属退化。

### 2.3 侵占和毁坏农田

采石场开挖山体可能侵占大量土地,它们产生的大量弃土和弃石的长期堆存也可能占用大量土地,处置起来非常困难。研究区目前所占用的土地达 10 km<sup>2</sup>,占主城区总面积的 1.7%,其中包括大片的耕地和林地。这些土地即使进行工程整治后也无法复耕,只能变更用途。

### 2.4 水土流失

由于废弃的土石随意堆放,均未设置挡土墙和排水沟,到雨季时易造成水土流失、泥石流、滑坡、泥沙堵塞溪流河道等。此外,运载石材的重载卡车长期密集通行,道路损毁严重,沿线尘土飞扬,雨天变成白色泥浆路,部分泥浆经雨水冲刷带入溪流,污染作为景区旅游载体的花溪河水体。

### 2.5 生物多样性

长期进行大面积开山采石活动对植被的毁坏,使植物物种减少,种属退化,生物多样性受到威胁。此外,由于开山采石的隆隆炮声,使林区无法宁静,众多鸟类改变了栖息地,野生动物的生存环境恶化。

## 3 采石场生态与景观恢复措施

### 3.1 开发性治理

对于采石场众多坑口迹地,可结合城镇总体规划变更为旅游、休闲、商业、居住以及生态农业和工业用地,向社会出让,走开发性治理的路子,减少政府投资。同时,收取的出让费专项用于解决采石场的整治与绿化,引入的项目也可安置部分待业人员。南泉镇小泉至黄桷桠镇荷塘公园一带属于重庆两南风景区的过境通道,分布红星、红旗、金竹、泉山和龙井几个村,人口超过 1 万,其中从事采(碎)石和水泥生产以及相关配套业的人员近半数。采石场的关闭,给这几个村的经济与就业带来严重影响。因此,应结合社会经济的发展,引进资金与项目,充分考虑废弃采石场的合理利用,解决突出的矛盾。

(1) 旅游开发。对于大面积的裸露地块和渣场,可考虑结合适当的新上旅游项目进行土地置换。老龙洞一带开采面大、坡度缓,可建设度假村,利用缓坡

发展山地卡丁车项目,除车道与建筑物外的区域应尽量考虑立体绿化。红旗村采石场形成的陡壁地带,可根据实际地形发展攀岩项目、商业射击、陪都历史文化主题岩壁画等。通过成片区整体商业开发,形成新的休闲旅游点。

(2) 文化、商业等开发。黄桷桠镇重庆水泥厂以北地段的采石场及文峰水泥厂地块可结合必要的工程整治后,变更为镇区文教、商业、休闲、度假以及农副产品加工的扩展用地,如考虑重庆教育学院的迁入,小型旅游宾馆区和火锅城等饮食文化片区的建立,农副产品加工园的建设等。

(3) 农民新村建设。结合金竹、泉山、红星、红旗和自由几个农民新村的规划与建设,考虑将部分采石场废弃地平整后作为农村居民的集中居住用地。但应注意避开陡坡地带,防止滑坡等地质灾害的发生,保障居民安全。

(4) 生态农业。自由村一带的废弃采石场以开发生态农业用地为主,进行承包经营,种植果树、花卉等,既提高了农民收入,也绿化了废弃的采石场。

### 3.2 工程整治

裸露采石场及渣场的生态恢复是综合整治的核心,其技术难度大,国内外供借鉴的经验不多。应从可持续发展与保持城市景观的战略高度,充分利用一切有利地形或人工创造地形,结合必要工程措施,模拟与恢复自然生态系统,改善裸露山体缺口景观。

3.2.1 渣场 几家水泥厂附近的大型渣场可结合水泥厂的关停变更土地用途,集中综合整治。分散的小型渣场的整治较易进行,可结合地形地貌进行适当的平整后填土绿化。

有边坡的渣场应注意消除坡面松动的石块,在坡面开挖 $1\text{ m} \times 2\text{ m} \times 0.2\text{ m}$ 的网格种植槽,回填营养土,压实后绿化。坡度稍大的坡面还应按 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的网格打入竹筋加固抗滑。大坡度滑坡面可铺放一层土工网,在坡顶和坡脚处置于固定槽内,并按 $1\text{ m}$ 间距打入U型钉固定后填土压实,坡面以 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 网格打入U型钉固定土工网。

3.2.2 坑口迹地 采石场采石均从山头向下挖,先后形成数10个 $50\sim 100\text{ m}$ 深的人造天坑。但开采作业平台较为平整,遗留下的坑口迹地向地下发展的不太多,大多为平台型或阶梯平台型构造,内壁多危岩,遇刮风下雨极易发生滑坡。尽管绿化条件差,但结合工程整治,平整场地,理顺迹地水系,回填表层土,打穴植树,恢复植被,仍可达到较好的绿化效果。为避免石壁碎石滚落伤人,应在平台同石壁交界处,建造宽约 $10\text{ m}$ 的绿色安全缓冲带。

由于采石场作业区属喀斯特地貌,石灰岩质抗渗性差,少数开采活动遗留下的深坑无法保水,要开辟为水塘难度极大,投资高;若回填,土石方量太大,不太现实。对大型的深坑陡壁可进行适当的工程技术处置,开发为攀岩活动等休闲运动场所。

3.2.3 石壁 采石场遗留下的石壁情况复杂,其坡度范围广,地形与地质条件差异大,应根据实际情况采取不同的方法进行整治。对于坡度不太大的石壁,可采用阶梯整形覆土绿化技术<sup>[1]</sup>,将其改造成阶梯形,平台宽度控制在 $2\sim 5\text{ m}$ ,覆土 $0.5\sim 1\text{ m}$ 。为防治雨水对平台覆土的冲刷,开采范围外侧设截流沟,阶梯平台内侧设排水沟。

采用锚固三维土工网复合植被技术<sup>[2]</sup>可有效解决高、陡岩质边坡的水土流失、边坡的整体和局部强度及稳定性问题,有助于边坡植被的生长和生态的恢复,使其具有明显的景观价值,实现边坡长久稳定。

3.2.4 排水 目前,关闭的采石场均无排水沟道,雨季时地表径流无规流向就近溪流,易造成水土流失。因此,应结合采石场附近地形地貌特征,采取适当工程措施,开挖截水沟,引导地表径流有序排向附近溪流,必要时可建造沉沙缓冲池,减少水流对地表的冲刷和水土流失。

### 3.3 景观再造

对于离交通线和旅游点较近,且可视面积较大的石壁,可结合镇区规划,有选择性地对石壁进行景观再造。其形式主要有植物造景、石雕、石刻等,可因地制宜,以全新的理念和生态景观美学为标准进行选择。植物造景应注意乔灌藤草的布局以及形体、线条、叶色等对景观的影响;石雕和石刻造景应充分反映重庆地方历史和人文特色。两南风景区内具有众多的抗战时期人文遗址,可考虑结合抗战题材在石壁上进行雕刻创作。

### 3.4 绿化与生态恢复

绿化植物的选择和种植应注意考虑地形、环境、气候、光照、水、温度、土质、边坡特点和植物特性等因素,尽量选择耐瘠、耐酸碱,耐旱、冷暖适宜的优良植物组合,以维持物种多样性和生态平衡,减少后期维护工作,使其尽快形成人工植物群落。应以本地常见植物为主,乔木选松树、柏树、杉树、岩青杠、楠木、桉树、黄葛树、柳杉等,灌木选白栎、映山红、铁仔、榉栎、乌饭树、栀子、悬钩子、野牡丹等,草本选铁芒萁、白茅、巴茅、蕨类、金鸡菊、小仙草等。攀藤植物则以爬山虎、葛藤为主。

3.4.1 渣场 由于各采石场均采取边剥离表层边开采的方式,渣场中表层土同碎石混杂,无大块弃石的

区域禾草类易于繁殖生长,也有利于植物的人工栽培。2002 年底关闭 378 家采石场后,荒弃 1 a 多的部分渣场已自然生长出禾草,而且,部分泥土含量高的区域禾草茂盛。经工程整治后的渣场边坡,可采用植苗喷播草种技术,将不同的苗木相间种植在槽内,然后再喷覆一层含草种的营养土,覆盖地膜后定期维护,恢复植被。

3.4.2 坑口迹地 经工程整治,回填表土后,坑口迹地即可开始绿化。对于乔木,可开挖 0.4 m × 0.4 m × 0.4 m 以上的大穴种植,灌木则适当减小,移植时以带营养土的 1~2 a 的实生树苗为宜。地表则栽植多年生匍匐生长的禾草。

3.4.3 石壁 石壁绿化是采石场整治的重点和难点,其陡峭的开采面无土壤,保水能力极差,植物生长条件极度恶劣。因此,应根据各采石场的具体位置、岩石特点、坡度、高度、表面粗糙度等情况,综合制定方案。

低而平缓的石壁,可采取直接挂网喷草技术<sup>[3]</sup>。先将石壁表面整修平整,然后将土工网或麻网、铁丝网锚固到石壁上,再向网内喷一定厚度的含胶结物、肥料和保水剂等的植物生长基,最后将草籽同固定浓度的黏土液混合后喷射到生长基上,定期养护。

采用阶梯整形覆土的石壁可考虑在平台外缘和石壁与平台交接处种植攀缘性强的藤本植物,底部向上爬,顶部向下垂,使其沿石壁攀伸,平台外缘种植少量灌木,形成立体效果。

坡度约 45°且岩层表面凹凸不平的石壁,可直接将种子、肥料、泥浆、保水剂等混合材料喷射到岩层表面,厚度不小 0.1 m,注意后期的养护。

坡度较大的石壁,宜采用从国外引进的喷混植生技术<sup>[4]</sup>,将钢丝网锚固于石壁上,网下喷一层厚度 5~10 cm 的混凝土作为填层,再利用特制喷混设备将土壤、肥料、有机质、保水材料、植物种子、水泥等混合湿料喷射到填层上,营造出一个既能让植物生长发育又不被冲刷的多孔种植基质,空隙内既是种植基质的填充空间,也是植物的生长空间。此法费用较高,施工难度大,同时对植物后期养护难度大。

针对 70°以上陡壁挂网喷草困难的情况,应考虑选择攀缘植物实施爬藤绿化。由于藤本植物攀生距离小于 20 m,而部分石壁高度高达几十米。因此,可考虑在石壁上每隔 15 m 开凿人工植生槽,加填客土,栽培藤本植物。应充分利用石壁凹凸不平的开采面和缝隙,必要时进行适当修整。植生槽长 1~2 m,宽度和深度均大于 0.5 m。所栽培的藤本植物应注意上爬和下垂品种的合理搭配。

对于无规则且景观影响较轻的石壁,可采用点状种植法,利用石壁缝隙、不规则小平台或微凹处,回填种植土,种植藤本(爬山虎、葛藤等)或其它植物,以达到绿化石壁目的。必要时可将石壁的凹陷处加工成能够供植物生长的植生槽(盆)。

## 4 保障措施

重庆市主城区废弃采石场的生态与景观恢复是保障山水园林城市建设的重要措施之一,相关的各级政府部门应严格执行重庆市人民政府令第 121 号《关于控制主城区采(碎)石场和小水泥厂尘污染的通告》,对主城区现已关停的采石场进行定期检查,杜绝极少数人违规重新开采,严防借采石场危岩整治之名恢复开采。

尽快采取措施,调整产业和经济结构,制定相关政策,妥善安置好以采石为生的人员,引导他们实现就业转移。同时,结合对关闭采石场的开发性整治,变更土地用途,发展旅游及相关的第三产业,使原来为采石场配套服务的各行业尽快实现整体转行。

废弃采石场所在区政府应确定相关部门和人员负责生态与景观恢复全过程的管理,各相关乡镇政府应担负起日常管理责任。

根据对重庆市主城区废弃采石场生态与景观恢复全部工程整治项目的粗略估算,需要  $2.0 \times 10^9$  多元的资金才能基本实现整治任务。因此,各项工程整治资金的落实成为保障生态与景观恢复实施的关键。政府应充分调动全社会对废弃采石场整治投资的积极性,从国家、企业、社会多渠道筹集资金,统筹安排,专项使用,严格管理,强化监督,保障整治工程项目的顺利实施。

要积极推进整治工程项目的市场化,结合用地变更将部分整治工程交由市场营运,引进具有一定规模和实力的公司进行专业化和社会化的服务。鼓励不同经济成分与各种投资主体,以合资、独资、租赁、承包、拍卖、股份制、股份合作制等形式参与废弃采石场生态与景观恢复项目,实现多方共赢的良好局面。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 罗松,郑天媛. 采石场遗留石质开采面阶梯整形覆土绿化方法研究[J]. 中国水土保持, 2001(2): 36—37.
- [2] 姜仲连,董志良. 岩质边坡的生态恢复工程新技术研究[J]. 地下空间, 2001, 21(4): 318—322.
- [3] 陈法扬. 城市化过程中的废弃采石场治理技术探讨[J]. 中国水土保持, 2002(5): 39—40.
- [4] 章梦涛. 岩质坡面喷混植生快速绿化新技术浅析[J]. 水土保持研究, 2000, 7(3): 65—66.