

矿山生态环境治理图册

——舟山市十年矿山生态环境治理成果与经验

Atlas of Mine Ecological Restoration

——A Decade of Achievements and Experience of
Mine Eco-environment Management in Zhoushan

徐礼根 主编



中国建筑工业出版社

矿山生态环境治理图册

——舟山市十年矿山生态环境治理成果与经验

Atlas of Mine Ecological Restoration

—— A Decade of Achievements and Experience of
Mine Eco-environment Management in Zhoushan

徐礼根 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

矿山生态环境治理图册——舟山市十年矿山生态环境治理成果与经验 / 徐礼根主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 5
ISBN 978-7-112-19468-1

I. ①矿… II. ①徐… III. ①矿山环境-生态环境-边坡绿化-经验-舟山市 IV. ①X322. 255. 302

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第121717号

本书系统总结浙江省舟山市矿山生态环境治理 10 多年(2003 ~ 2014 年)来的成果、技术和管理经验。以矿山生态环境治理为主题,以矿山地质灾害隐患消除、植被重建、土地利用、景观再造、生态恢复为重点,从舟山市过去已治理的 88 个矿山生态环境治理工程项目中选出 23 个有重要影响、有代表性、有特色的项目图文并茂地介绍其治理目的、治理思路、治理过程和治理效果,反映舟山作为我国东南沿海地区矿山生态环境治理的特色(克服海岛地区夏季高温干旱时间长,紫外线强烈,盐雾重,台风暴雨猛烈等不利气候条件取得良好的边坡绿化效果),为我国工程技术人员、国土矿管人员开展矿山生态环境治理修复提供技术和管理上的参考。

本书可供广大从事边坡绿化、水土保持的科研人员 and 高校师生学习参考。

责任编辑: 吴宇江

书籍设计: 京点制版

责任校对: 王宇枢 张 颖

矿山生态环境治理图册

——舟山市十年矿山生态环境治理成果与经验

Atlas of Mine Ecological Restoration

——A Decade of Achievements and Experience of Mine Eco-environment Management in Zhoushan

徐礼根 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京京点图文设计有限公司制版

北京盛通印刷股份有限公司印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 横 1/16 印张: 10 字数: 195千字

2016年8月第一版 2016年8月第一次印刷

定价: 100.00 元

ISBN 978-7-112-19468-1

(28716)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)



大生



德生

曰不

生生不息

孟兆

植

丙申
立春



《矿山生态环境治理图册——舟山市十年矿山生态环境 治理成果与经验》编委会

名誉主任：李振伏

主 任：虞国平

副 主 任：於颖颖 徐礼根

主 编：徐礼根

编 著：李振伏 虞国平 於颖颖 徐礼根 丁庆忠 王元跃 王海光
韩孝勇 汤传龙 朱仁民 辜再元 董芳挺 陈 辉 麻季福
陆 飞 史俊骏 徐文军 陈开云 李景忠 王永苗 金立权
叶伟其 庄志波 方贤钢 肖吉林 田青怀 辜 彬

摄 影：徐礼根

前言

近年来矿山生态环境治理在全国各地陆续展开。露天开采矿山，特别是采石场矿山如何进行生态环境治理对许多先前没有从事过此项工作的矿管干部、矿山企业主、工程技术人员来说可能还不是那么熟悉和有信心，感觉到有技术难度，对将来治理后的效果（特别是岩石边坡上的绿化效果）能否达到持久长效可能心存疑虑。他们很想知道这方面国内外有哪些成功的先例？他人是如何开展这项工作的？有哪些成功的经验与体会？以便为自己将要开展的矿山治理提供参考和借鉴。

地处浙江东部沿海的舟山在全国较早地开展了大规模、系统性的矿山生态环境治理。2003 ~ 2014 年间共完成了 88 个矿山治理，其中绝大部分是废弃采石矿山。舟山的废弃采石场与全国其他地方一样，由于早先的无序开采、不规则开采，通常形成高陡边坡，且边坡上存在危岩、浮石，治理难度大；与全国其他地方不同的是，舟山是海岛，每年有强台风暴雨正面袭击，暴雨易造成边坡绿化基质土壤冲刷和流失，边坡绿化植物会因缺土而死亡；海岛阳光、紫外线强烈，夏季高温干旱，蒸发量大，同时舟山又是个缺水地区，淡水资源缺乏，不仅土壤含盐量高，连海风中都夹带着盐分，边坡绿化植物会因缺水而死亡。试想，在如此恶劣的

气候环境和如此困难的地理条件（如高陡硬岩边坡）下修复被破坏了的矿山生态环境、重建人工植被对在 10 多年前只管开矿、从未做过复绿治理的舟山各级矿管干部来说，其困难是何等大啊！

但舟山矿管干部勇于迎难而上，虚心学习，广泛汲取国内外先进经验，依靠四川大学、北京林业大学、浙江大学等技术支持，创新管理理念，大胆引进外地优秀设计、施工单位，因地制宜，因矿而治，摸索并走出了一条富有舟山特色的矿山生态环境治理之路，取得了显著的成效与巨大的成功。10 多年来，每年有诸多省内外单位来舟山参观学习。许多人在考察矿山现场、听取国土干部介绍后还希望带回图片、声像、文字和经验介绍等资料以便进一步地研习。

本图册从舟山市 2003 ~ 2014 年间已完成治理的 88 个矿山中选择了有代表性的 23 个案例，分 3 种类型（景观再造型、生态恢复型、土地利用型）介绍了各个矿山的治理目的、治理方法、治理结果、治理成效，并附上矿山治理前原貌、治理过程和治理后效果等对比照片，从不同方位、不同角度、不同时期展示矿山治理的场景，让读者有身临其境、眼见为实的感觉。书中还对舟山市过去 10 多年矿山生态环境治理成果和经验作了专题总结。

矿山生态环境治理包括工程（或地质环境）治理和绿化（或生态，或复垦，或复绿）治理两部分内容。我们认为，矿山生态环境治理“源头在规划，关键在设计，难点在边坡，重点在施工，辅助在养护，成败在管理”。边坡绿化效果不仅要看近期（绿化施工后1~3年），还要看中期（4~9年），更要看远期（10~20年）。能否顺利实现边坡绿化人工植被的进化、演替、可持续发展，尽早实现与周边植被在种类、结构和景观上的协调融合，最大限度地发挥植被的护坡功能和生态服务价值应是衡量和评价边坡绿化效果优劣和质量好坏的一个重要指标。岩石边坡绿化“一年绿、二年黄、三年死光光”的现象应在设计方案评审、施工及养护监管早期就被发现和预见，及时采取预防和补救措施，在问题发生之前或有苗头时就加以杜绝。

将如此众多（23个工程实例）、不同类型（景观再造型、生态恢复型、土地利用型）、长达10多年跟踪考察（多数矿山连续跟踪6~12年，部分3~5年，少数1~2年）的由全体参编作者亲自参与设计、施工、管理和科研的矿山生态环境治理成果集成

图册公开出版在国内外尚属首次。我们出版本书的目的：一是为我们治理过的矿山如实地记录它治理前的原貌、治理过程（包括削坡后形成的坡面、加固工程等复绿前的隐蔽性工程）、不同时期的水土保持和绿化效果等，为今后进一步的治理（如将来认为有必要）、管理（国土部门的矿山复绿、复垦工程竣工验收后移交给农林部门后的管理）和科学研究（10~20年后的跟踪观察）积累档案资料；二是为他人开展类似矿山的治理提供经验参考，为“破山”、“白山”恢复为“绿水青山”，继而转变成“金山银山”做贡献；三是抛砖引玉，欢迎读者对我们的治理工作和编书工作多提宝贵意见，以利我们的改进与提高。

浙江大学 徐礼根

2016年3月

目 录

前 言

一、舟山市十年矿山生态环境治理经验与体会	002
二、矿山生态环境治理工程案例——景观再造型	007
(一) 定海长岗山采石场环境治理工程	007
(二) “海上布达拉宫” 矿山景观再造工程 ——舟山普陀朱家尖跨海大桥集散中心裸崖建筑工程	010
三、矿山生态环境治理工程案例——生态恢复型	014
(一) 朱家尖机场的白山矿山复绿工程	014
(二) 舟山机场周边宕口生态环境治理工程	020
(三) 东港“山水人家”建设用地区边坡生态治理工程	024
(四) 蜈蚣岙采石宕口边坡复绿工程	030
(五) 普陀区桃花岛宫前废弃矿山治理工程	038
(六) 舟山东港祥云山庄混凝土边坡复绿工程	043
(七) 六横岛东岗山采石场生态环境治理复绿工程	048
(八) 嵊泗县菜园镇长弄堂轧石厂生态环境治理工程	055

(九) 定海城东街道毕家井石料厂环境治理工程	059
(十) 定海区盐仓街道建胜石料厂泥鳅山宕口生态环境治理工程	068
(十一) 白泉镇皋泄和平采石场生态环境治理复绿工程	070
(十二) 定海区五龙桥矿区生态环境治理工程	077
(十三) 普陀区东港街道芦花村徐家山废弃宕口边坡工程	086
(十四) 岱山县高亭石矿矿山地质环境治理复绿工程	090
(十五) 岱山县衢山镇琵琶栏岛废弃矿山生态环境治理复绿工程	103

四、矿山生态环境治理工程案例——土地利用型..... 109

(一) 大陆连岛公路富翅段周边废弃宕口治理工程	109
(二) 庆丰采石场地质环境治理工程	115
(三) 金海船业公司短跳宕口岩坡复绿工程	125
(四) 岱山县高亭镇公墓区废弃矿山治理复绿工程	130
(五) 浙能六横电厂新建工程石柱头村石柱头山普通建筑石料矿复绿工程	140
(六) 万向石油储运(舟山)有限公司油库边坡防护与复绿工程	144

主要参考文献..... 149

致谢..... 150

矿山生态环境治理图册

Atlas of Mine Ecological Restoration

一、舟山市十年矿山生态环境治理经验与体会

舟山市地处浙东沿海，为海岛型城市，下辖定海、普陀两区和岱山、嵊泗两县。自 20 世纪 80 年代以来，随着舟山经济的迅速发展和城市化的加快推进，对各类建筑石料的需求急剧增加。矿山的开采对当地经济发展提供了重要资源保障的同时，也破坏了原有山体的生态环境，使青山损毁、植被破坏、岩石裸露，形成一个个伤疤，满目疮痍；很多闭矿后的废弃矿山采石场临空面陡峭，边坡坡角 $70^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ，构造裂隙与爆破裂隙交切形成不稳定结构面，在振动及雨水的作用下极易失稳；有的遗留大量的危石、险石，存在崩塌、滚落等地质灾害隐患；有些矿场还大量堆放矿渣、生活及建筑垃圾，造成环境污染。这些历史遗留、数量众多的废弃矿山严重影响了舟山市容市貌和海岛旅游城市形象，因此对这些矿山进行生态环境治理、恢复绿水青山变得必要而紧迫。2003 年开始，舟山市委市政府决定对废弃矿山发起集中恢复治理攻坚战，到 2014 年的 12 年间舟山市已治理废弃矿山 88 个。在治理初始阶段遇到了许多难题，这些难题表现在：

1. 海岛采石矿山治理难度大

这 88 座废弃矿山都是采石场矿山，分布在舟山各地。舟山区

内废弃矿山岩石以火山岩分布最为广泛，其次为次火山岩和侵入岩，沉积岩和变质岩零星分布。火山岩以熔结凝灰岩和晶屑玻屑凝灰岩为主，坚硬块状；次火山岩以流纹斑岩、霏细斑岩为主，少数为英安斑岩、流纹岩，坚硬块状；侵入岩以钾长花岗岩、花岗岩为主，坚硬块状；沉积岩以紫红色含砾砂岩、粉砂岩为主，厚层状，主要分布在朱家尖岛、鲁家寺岛、马峙等地；变质岩以片麻岩为主，坚硬块状，主要分布在岱山衢山岛。原先的无序开采造成了这些废弃矿山边坡陡峭、基岩裸露，由于受客观条件的限制，许多矿山治理还不能按规范要求进行标准化的削坡。加上舟山地处浙东沿海，属北亚热带南缘季风海洋性气候，年平均气温 16.3°C ，极端最高温 39.1°C ，极端最低气温 -6.6°C ，多年平均蒸发量为 1363mm，多年平均降雨量为 1322mm，最大年降雨量为 1888.9mm。5 ~ 6 月为梅雨季节，降雨比较集中；7 ~ 9 月为台风季节，台风或热带风暴十分频繁，带来的暴雨强度大，持续时间长，易引发地质灾害。全年降雨量虽不少但分布不均匀，夏天高温干旱，紫外线强烈，水分蒸发量大，经常 1 ~ 2 个月高温干旱不下雨，加上岛上淡水资源严重缺乏，绿化施工养护用水供应非常困难，又经常会遇到台风暴雨带来对边坡绿化基质和土壤的

冲刷，且平时海岛风大，连空气都含有盐分。这种恶劣的客观自然条件组合给舟山的矿山生态环境治理（特别是边坡绿化）带来了严峻的现实困难。

2. 可借鉴的成功经验和案例少

2003年前国内外对采石矿山生态环境治理的成功经验和案例还很少，对海岛地区采石矿山生态环境治理的成功经验和案例更少。岩石边坡绿化在舟山地区（无论是林业还是交通行业）都鲜有成功的案例，而且舟山本土也非常缺乏边坡绿化相关的队伍与人才。

面对困难，舟山各级国土资源部门群策群力、创新思路进行破解：

(1) 科学规划，合理调整矿山布局

按照《舟山市矿产资源总体规划》的要求，编制《舟山市矿山自然生态环境保护与治理专项规划》，将全市需要治理的废弃矿山全部纳入治理范围，科学制定各年度治理计划；遵循环境与资源保护优先的原则，突出风景名胜旅游区、各类保护区、交通主干道、主要航道和城市周边地区的生态环境保护等重点，对开采区、限采区和关停的矿山区分不同类别，分类提出不同的治理

要求。在抓好废弃矿山治理的同时，积极优化开采矿山布局，合理设置采矿权；加大矿山布局结构调整力度，扩大矿山企业生产规模，平稳推进原有矿山整合，严格控制限采区矿山，整合开采区矿山。

(2) 建章立制，强化矿山保护治理监管

对持证开采矿山，严格执行矿山治理备用金制度，按照“谁开发，谁保护；谁破坏，谁恢复；谁受益，谁补偿”原则，及时足额收缴矿山治理备用金。在设置采矿权时，要求矿山企业同时编制《矿产资源开发利用方案》和《矿山地质环境保护与恢复治理方案》。督促矿山企业在按方案设计进行开采的基础上，做好“边开采、边治理”工作。对规划限采区内的矿山以及即将关闭的矿山，按照编制的矿山治理方案，做好治理复绿工作，对已关闭矿山逐个编制治理方案进行治理。以绿色矿山建设和“四边三化”专项行动为抓手，将矿山治理与美丽海岛生态廊道和跨海大桥景观带建设相结合，因地制宜、科学设计，实现了较好的经济和生态效益。

(3) 落实资金，为治理提供资金保障

建立了政府绿化专项基金，将采矿权有偿出让所得除上交部分之外重点用于废弃矿山整治，出台了《舟山市矿山自然生态环境治理备用金收取管理办法》、《关于调整矿山自然生态环境治理

备用金收取办法的通知》、《舟山市市级绿色矿山建设补助资金管理办法》等规定，并完善管理机制，以保证治理所需的资金落实。

(4) 科技支撑，提升治理工程质量与水平

以科技为支撑，依靠四川大学生命科学学院、浙江大学生命科学学院、北京林业大学边坡绿化研究所等单位提供边坡工程绿化技术支持；与日本治山专家进行技术交流，欢迎他们来舟山开展边坡绿化工程试验；邀请省内外矿山生态环境治理专家到舟山调研、考察和指导；引进来自北京、无锡、杭州等地优秀的设计、施工单位到舟山进行矿山生态环境治理工程的设计和施工；组织矿管人员积极到外地学习观摩边坡绿化新技术，提高治理业务和监管能力。

截至 2014 年底，舟山市共治理废弃和关停矿山 88 个，治理边坡面积 130 多万 m^2 。在此过程中，舟山在引进、消化、吸收的基础上根据舟山矿山和环境气候特点开展针对性的设计和治理，并在长达 12 年（2003 ~ 2014 年）的治理实践和科研跟踪中形成了一整套有舟山海岛特色的治理技术，积累了多个各具特色并经得起检验的矿山生态环境治理工程成功案例。这些经验表现在：

(1) 因地制宜，分类治理

废弃矿山的治理目标不是单一的，而是多用途、多功能、综

合型的，既有生态效益、景观效益，又有社会效益和经济效益。舟山的治理经验是：因地制宜，因矿而治，一矿一方案，最低程度地减少环境破坏，最大限度地恢复生态环境，最大限度地发挥其功用效益。舟山废弃矿山生态环境治理按其治理的目的和功用主要可分为 3 类：

1) 景观再造型

对废弃矿山不是一味简单地进行削坡、复绿，而是有针对性地保留和利用其部分特殊的地形、地貌、岩石，进行艺术化的人工景观再造、重塑和修饰，形成溪水、瀑布、摩崖石刻等公园化的生态环境景观。如舟山长岗山森林公园入口废弃矿山治理，宕口采用了生态恢复与景观建设相结合的边坡工程绿化技术体系进行设计、施工，规划布局结合自然艺术欣赏要求，营造人造景观效果，使治理后的长岗山森林公园矿山成为市民休闲的好去处。又如普陀朱家尖蜈蚣峙废弃矿山则采用裸崖前面建造“布达拉宫”式的建筑来遮挡矿山，恰到好处地修复了破损山体景观，实现了结构与功能、工程与艺术的完美结合。

2) 生态恢复型

对裸露、受损和被污染的矿区进行植被重建和生态修复，使其恢复成与周边自然生态（包括生物多样性和植被景观）相近的状态。其中俗称“复绿”的占了大多数，如舟山机场周边白山矿山治理等。白山矿山治理方式和效果详见正文和封面图。

3) 土地利用型

充分挖掘矿区尤其是宕底的土地资源,使其成为农用地(复垦)、林业用地、建设用地等。几年来,舟山通过对废弃矿山的治理,全市新增耕地 1.67hm^2 、建设用地 80.04hm^2 ,取得了较好的经济和社会效益。治理后形成农用地(复垦)的如舟山定海富翅石料矿。形成建设用地的如庆丰废弃矿山治理,工程投入 3000 多万元,治理宕面面积 7 万余 m^2 ,通过复绿治理、矿地平整,形成建设用地 3.34hm^2 ,其潜在的经济价值可达近亿元。

(2) 选对工艺,多措并举

根据舟山废弃矿山地形地貌、岩石结构性质特点和高温干旱、土壤条件差、淡水资源缺乏、台风灾害频繁、盐雾等限制植被发育的因素,积极引进国内外先进技术和工艺,采取工程治理与生态重建相结合,现代喷播绿化工艺与传统种植工艺相结合,引进吸收与自主创新相结合,构建具有舟山特色的海岛矿山生态环境治理技术体系。如条件可能,尽量采用削坡、堆坡方法,减小边坡坡度;采用“高挖低填,场内平衡”方法,减小土石方工程和绿化造价;对高陡、光滑、硬质岩石坡面,采用挡土翼、生态棒、绿化棚架、植生袋等新工艺以增加基质层的厚度和坡面粗糙度防止其被雨水冲刷流失;将舟山岩石边坡上喷播基材层的厚度设计标准从原先的 10cm (如《日本斜面安定指针(类似于标准)》、《日本道路坡面工程指针》、《浙江省露天开采矿山生态环境治理工程

技术指南》等)增加到 $12\sim 15\text{cm}$,给植物生长提供更好的水热、营养条件,确保高温干旱季节条件下边坡绿化植物的成活与生存;在复绿植物的运用上,还筛选出数种方便栽种、成活率高、效果好的边坡绿化植物(特别是适宜海岛环境生长的当地乡土树种);运用“上爬下挂中遮挡”的治理模式,以解决垂直岩壁绿化难题;在喷播种子出苗生长的坡面和平台上还补植容器苗、穴盘苗等常绿或彩色树苗,以消除单一喷播通常会出现冬季植被落叶或枯黄的景观缺陷,让边坡绿化人工植被呈现多层次的立体景观和有绿有彩的良好效果。

(3) 重视施工,也重养护

“边坡复绿”无论是施工还是养护与城市园林绿化和林业植树造林都有很大不同。俗话说“三分种,七分养”,这对边坡新建植被仍然非常有效,需要制定合理、规范、科学的养护管理措施。初期养护包括灌溉、施肥、病虫害防治、基质修补、补苗、间苗等工作。养护的目的是确保植物的生长发育适应边坡特殊立地条件并建立与周边环境相融的近自然植被为最终目标。养护也要从初期的“精养护”向中期的“简养护”,再向远期的“免养护”过渡。在这个过程中要切实做好各个环节的工作,按科学规律办事,不应急于求成。通过上述综合措施,一般经过一年的精心养护,和一年的“简养护”,保证边坡植被总覆盖率达到 85% 以上,实现裸露矿区生态恢复,展现乔、灌、草多层

次，冬季仍有绿，与周边植被生物学、生态学初步相融的景观，而且今后在自然力的作用下随着植物群落的演替，植物生长朝越来越好的方向发展。

十年治理，治理者付出了辛勤和汗水，也收获了成功与喜悦。

曾经千疮百孔，满目疮痍的矿山，一一得以修复，再现绿水青山的原貌。十年治理，治理者进行了探索和尝试，也收获了经验与教训。希望舟山的经验与体会能为今后同类矿山的治理积累经验，提供参考。

二、矿山生态环境治理工程案例——景观再造型

（一）定海长岗山采石场环境治理工程

舟山市定海长岗山采石场位于舟山市长岗山森林公园入口处。长岗山森林公园位于定海城区东北侧山麓、城东街道范围内，涉及东湾、胜利、长岗山、洞桥、小洋岙、大洋岙等6个行政村，面积较大，是广大群众游览的好场所。先前一到公园南入口处，就能看到这一裸露的废弃采石场宕口，坡面面积约7000m²，地面面积约2600m²，坡面极不规则，乱石嶙峋。裸露的山体、纵横的沟壑，在青山绿水中留下了一块大伤疤，造成了自然景观的严重破损，矿区坡面植被荡然无存，水土流失严重，坡度很陡，没有采取边坡加固稳定措施，部分地段还有滑坡的危险，对下面宕底和广场的晨练人群有一定的危险隐患。由于地处开放的森林公园内，市民健身以及游人逐年增多，其影响越来越大，用篷布遮盖不能长久，也达不到绿化美化的效果。为了消除地质灾害的隐患、修复生态景观，国土部门决定对该宕口进行综合治理。

宕口景观复绿工程于2005年6月26日开工，同年9月10日完工。该工程的主要目标是稳定边坡、恢复生态环境和改善景观效果，体现以生态恢复和景观建设为目标的边坡绿化。对坡面

上的危岩用静态爆破进行了少量削坡及锚杆加固等处理，使坡面尽量保持自然原始景观。坡面复绿崇尚与周围环境协调、共生、和谐的理念。结合园林景观塑造法，综合各种景观元素，如山、水、驳岸等，将废弃采石场经景观再造后变为公园入口的亮点。除此之外，利用山体自然汇集雨水的优势条件，适当整理坡面，自然形成水流，利用GRC材料，模仿自然山石、流水，达到“虽由人做，宛自天开”的佳境。

对可绿化坡面采用了先进的PMS生态防护工程技术进行修复。植物繁殖采取播种为主、适当栽培的方式。材料选择上主张就地取材、当地生产、杜绝浪费、保证质量。植物品种的选用上强调乡土化、生态化，主要以当地土生、适合野外栽培和四季变化大的水保植物和观赏植物为主，以迅速恢复山体为目标。

治理工程因势造景，融合了“边坡生态绿化、平地园林绿化、山体瀑布涌现”的三大特色，提高了长岗山森林公园南入口及周围的生态景观效果，为群众的生活提供了一个更加美好、安全的环境。“静谷荡松风，喧溪带鸟声”，长岗山成为了海岛百姓休闲健身的天然“氧吧”。



▲ 位于森林公园入口处的采石场原貌，治理前的宕口破败不堪，坡面不稳，有落石



▲ 削坡治理后再建造的人工塑石仿真自然



▲ 治理4年后的宕口，成了人们晨练的场所（摄于2009年7月）



▲ 治理8年后的宕口，自然瀑布与人工塑石交相辉映（摄于2013年6月）