

恢复生态学在工业废弃地改造中的应用

洪 泉¹ 唐慧超²

(1.北京林业大学 园林学院 北京 100083; 2.北京大学 景观设计学研究院 北京 100871)

摘要:恢复生态学作为应用生态学的一个分支,与当代园林设计的结合越发频繁和广泛。恢复生态学是关于生态恢复的一门科学,它运用生态系统演替理论,研究退化或受损的生态系统的恢复或重建,是生态恢复实践的产物,恢复与重建在自然灾变和人类活动压力下受到破坏的自然生态系统。工业废弃地的生态恢复包括土壤的生态处理、水体净化与循环利用、植被的生态设计和场地废弃材料的处理等措施。在工业废弃地改造中应变废为宝,重新发现工业遗迹之美,设计结合自然,尊重场地自然过程,实现资源的可持续利用。

关键词:风景园林,恢复生态学,工业废弃地,生态恢复,自然生态系统,生物多样性

中图分类号:TU986 文献标志码:A 文章编号:1008-9713(2009)05-0611-04

一、恢复生态学概述

(一) 恢复生态学的定义

恢复生态学(Restoration Ecology)是20世纪80年代迅速发展起来的一门年轻的学科^[1,2],在实践中不断发展,迄今尚无统一的定义。彭少麟等提出,恢复生态学是研究生态系统退化的原因、退化生态系统恢复与重建的技术与方法、过程与机理的科学^[3],美国自然资源委员会认为使一个生态系统回复到较接近其受干扰前的状态即为生态恢复^[4],国际恢复生态学会提出恢复生态学是关于退化生态系统恢复的学科,其定义为帮助研究生态整合性的恢复和管理过程的科学,生态整合性包括生物多样性、生态过程和结构、区域及历史情况、可持续的社会实践等广泛的范围^[5]。尽管上述定义有所差异,但其共同点均认为,恢复生态学是研究退化或受损的生态系统的恢复或重建,是关于生态恢复的一门科学,它所应用的是生态学的基本原理,尤其是生态系统演替理论。恢复生态学是生态恢复实践的产物,致力于恢复与重建在自然灾变和人类活动压力下受到破坏的自然生态系统,为解决人类生态问题和实现可持续发展提供了发展机遇。

(二) 恢复生态学发展概况

国外生态恢复的实践最早开始于1935年。如英、美、澳大利亚等有着悠久的工业史(开矿史)的发达国家,最初在该方面的工作主要集中在开矿后废弃地植被的恢复,“恢复生态学”一词最初源于此^[1]。

自20世纪六七十年代以来,环境问题越发受到人们的关注。1972年6月联合国第1届人类环境会议在斯德哥尔摩召开,会议通过了具有划时代意义的《人类环境宣言》。1973年3月,在美国弗吉尼亚多种技术研究所和州立大学召开了题为“受害生态系统的恢复”国际会议,第一次专门讨论了受害生态系统的恢复和重建等许多重要的生态学问题。1985年,美国学者Aber和Jordan首次提出了恢复生态学的科学术语(Restoration Ecology)。此后,恢复生态学被确定为生态学的一门新的应用分支。

20世纪80年代以来,国际社会及各国都相继开展了有关恢复生态学的研究,恢复生态学得到了迅速的发展^[6]。它致力于研究那些在自然灾变和人类活动压力条件下受到破坏的自然生态景观的恢复和重建问题,即原来受到干扰或者损害的系统恢复后得到持续发展,并为人类持续利用^[7]。1996年在北京召开的生态恢复国际会议主题之一即为“退化生态系统的生态恢复”。1996年在美国召开了恢复生态学国际会议。迄今为止,各国相继实施了一系列大的生态恢复工程,包括工业遗址、采矿废弃地、湿地、草地、森林的生态恢复。恢复生态学的研究和实践已步入了新的时期。

收稿日期 2009-05-12

作者简介 洪 泉(1984-),男,北京林业大学硕士研究生,从事城市规划与设计研究。

(三) 中国恢复生态学发展概况

在我国,关于生态恢复的研究始于 20 世纪 50 年代末,一些学者在华南地区退化坡地和北方科尔沁沙地南部开展恢复生态学研究,并进行了长期的定位观测,对我国发展热带亚热带地区和北方沙漠化地区的植被恢复生态学起到了非常重要的推动作用。70 年代以后,我国在农牧交错地区、干旱半干旱荒漠化地区、湿地、丘陵山地等生态脆弱地区以及部分水域的退化生态系统开展了大量的恢复与重建工作,建立了许多成功的恢复模式^[8]。自 80 年代以来,生态退化、环境污染等问题已日益成为困扰我国农业持续发展的重要因素,从而引起了有关政府部门和相关科学家的关注和重视^[9]。“七五”“八五”“九五”期间,国家有关部委及地方政府分别从不同角度支持了有关恢复生态学的研究,开展了多项研究课题^[2]。

我国的恢复生态学研究,最初主要是以土地退化,尤其是土壤退化为主。近期,有关生态系统退化的研究除继承前期的研究内容外,重点逐渐转移到区域退化生态系统的形成机理、评价指标及恢复重建的研究上。目前,已在生态系统退化的原因、程度、机理、诊断以及退化生态系统恢复重建的机理、模式和技术方面做了大量的研究。同时,对退化生态系统的定义、内容及恢复理论也有了一定的完善和提高,提出了一些具有指导意义的应用基础理论。综合我国多年来的研究,从生态系统层次上,既有森林、草地、农田、水域等方面的研究,也有地带性生态系统退化及恢复方面的研究,如干旱、半干旱区、荒漠化及水土流失地区生态恢复的工程、技术、机理方面的研究。此外,我国还在采矿废弃地、湿地的恢复重建方面开展了研究^[10]。

二、工业废弃地对环境影响及其生态恢复措施

工业废弃地是指曾为工业生产用地和与工业生产相关的交通、运输、仓储用地,后来废置不用的场地,如废弃的矿山、采石场、工厂、铁路站场、码头、工业废料倾倒场等^[10]。

(一) 工业废弃地对环境的影响

1. 污染空气、水和土壤 采矿、垃圾倾倒以及化工生产等活动往往会对场地自身及周边地区环境带来严重的污染。污染源主要包括露天堆放的矿产品、废弃物及化工产品等。大量的悬浮物和污染物质,由于利用率较低,大部分会直接排入环境,导致空气、地下水和土壤的质量下降。露天堆放的矿产品与废弃物易发生氧化、风化和自燃,大量如 CO_2 、 SO_2 、 CO 、 NO_2 等有害气体及矿物粉尘会威胁人体健康,影响空气质量^[11]。而露天堆放的矿物经雨水淋溶、地表水冲刷以及人为的洗煤污染水系,形成浊流。同时有毒矿物元素会存在于尾料中,随废弃物堆放会加剧土壤的污染和退化,对植物的生长产生不利影响。例如,在美国马萨诸塞州军事保护区的修复案例中可以看到,因为频繁的军事训练给场地的土壤和水源造成了严重的伤害,该地区逐渐变成了一块工业废弃地。20 世纪 70 年代末,该保护区内的污染水源已经超越了界限,并开始威胁到附近集镇的饮用水安全^[12]。

2. 破坏水系的过程 工业活动对植被的破坏会造成水分涵养下降,破坏了地表径流的流动和下渗过程。如河岸防护林、乡土水生和湿生植物群落起着涵养水分、提供生境的作用,但往往在固化处理中被破坏,直接影响河流的生态效应的发挥。同时河流作为天然水的运输通道,在矿区往往被作为废水排放的直接途径,河床常当作堆场阻碍行洪。另外,如采矿活动中的地下开采会改变地下水流的方向,严重会使河溪断流^[13]。

3. 破坏生物栖息生境 工业生产活动破坏了一些地区的原生生境,土壤和水质的污染直接影响乡土植物群落的正常演替,也造成了野生物种如鸟类栖息数量和种类的减少,生物多样性降低。栖息环境的恶化和改变是生物濒危和绝灭的主要原因。例如,2002~2003 年国内有学者在安徽省南部对野生扬子鳄栖息地现状进行调查,发现工业“三废”的排放造成土壤、水分和大气污染,是造成野生扬子鳄数量急剧下降的重要原因之一^[14]。再如,热带雨林是生物多样性最高的地方,但因为人为的资源开发活动,如天然林砍伐与自然植被的破坏、工业废物与农用化学品的污染等,使热带雨林面积正急剧缩小,使很多生物失去生存场所和必需的生活资源。

(二) 工业废弃地改造中生态恢复的主要措施

1. 土壤的生态处理 土壤条件是景观改造实施的决定性因素。工业废弃地由于积累了大量废弃沉积物、矿物渗出物和其他污染物,土壤中缺少自然的营养物质,基质肥力很低,不适合植物和微生物的生长。种植设计

前一般要对土壤进行分析测试,选择相应的生态处理对策。一是对受污染的表土和其他污染严重的有毒物质完全移除,用新运来的土壤恢复植被,而深层土壤和其他污染程度较轻的土壤,通过其他方法处理。二是深埋有害物质和污染物,在上面覆盖清洁的表土,然后种植植被。三是自然恢复,在一些游人活动很少的区域,适当地保存轻微的污染物,允许其通过自然进程缓慢的恢复。这种做法不仅减少了投入,同时废弃物表层的自然恢复过程也成为公园景观的一部分。四是采用生物疗法处理污染土壤,增加土壤的腐殖质,促进微生物的活动,种植能吸收有毒物质的植被,使土壤状况逐步改善。以上这些方法在实践中经常混合使用,如在西雅图煤气厂改造项目中,设计师麦克·哈格首先将表层污染最严重的管道、煤气制造设备清除,并从附近运来未受污染的土壤。对于深层的二甲苯、石油等污染物,则利用底层土中的矿物质和细菌,在深层耕种中引入能消化石油的生化酶,并添加下水道中沉淀的淤泥、修剪草坪剩下的草屑和其他可以做肥料的废弃物,促进泥土里的微生物消化场地积累的化学污染物。

2. 水体净化与循环利用 即通过园林设计手法对场地中的雨水、污水等水体进行收集、处理和再利用,逐步修复场地中水的自然过程,改善水质。一般采取雨污分流的原则,可采用工程措施和生态技术对雨水和污水分别处理,包括设置雨污分流系统拦截地表水,阻止地表径流流入污染源,从而减少污水的补给量,封闭各种废弃矿井巷道,以隔绝空气减少氧化作用,排除生成酸性水的各种条件,设置污水处理系统来处理污染。可以通过利用植物、动物或微生物将废水中的矿物成分中和或除去,种植耐受酸性水污染的植物去除废水中的矿物离子。同时,改造并修复河道为自然形式,恢复水的自然过程。对处理后的雨水和污水进行循环再利用,供给景观用水。在工业废弃地改造项目中,一些设计师还会将水体的净化与利用通过景观方式展现出来,让游人能够体验到水体净化的过程,成为一种动态的文化景观。

3. 植被的生态设计 运用植被进行生态设计,一般采用下列四种方式:一是尊重植物自然再生的过程,保护场地上的野生植物。植被的自然再生是物种竞争、适应环境的结果,这些植被更能吸引野生动物栖息,最终在场地重新建立起新的生态平衡;二是采用可以吸收污水或土壤中有毒物质的植物,用它们来处理污染问题;三是某些植物对环境具有监测作用,可以进行辅助科学研究;四是利用可适应胁迫的环境,如干旱、盐碱地、含重金属离子的土壤或矿渣矿石等介质的植物,用来改造工业废弃地,创造有自然野趣的生态环境。

4. 场地废弃材料的处理 场地上的废料包括废置不用的工业材料、建筑材料和不再使用的生产原料以及工业产生的废渣。废弃材料在某种意义上来说也是一种资源,在废料和污染处理中,原则是就地取材、就地消化,如果污染严重,无法在场地内处理时,要对污染源进行清理、外运。一般采用两种方式使这些材料循环利用:一是就地使用对环境没有污染的废料,使工业废料成为独特的园林造景材料。这些被大多数人认为是丑陋、肮脏的工业设备,重新获得了极高的审美情趣和文化价值。二是对废料二次加工后再利用,利用后看不到原来废料的原形,例如钢板熔化后铸造其他设施,砖或石头磨碎后当作混凝土骨料,建筑废弃物当作场地的填充材料等。

三、恢复生态学对工业废弃地生态恢复的启示

(一) 变废为宝,重新发现工业遗迹之美

工业废弃地是人类活动的遗存,承载着时代的文化记忆。国内外的工业废弃地改造项目,融入了现代景观设计的思想,尊重场地特征,重新发现工业废弃地的历史价值和文化价值,将工业废弃地视为工业文化遗产。经过筛选、保留和重新利用,工业废弃地能够产生新的景观形式,同样也能满足人们对休闲、娱乐的需求。需要指出的是,并非所有工业废弃地都要采用上述途径进行改造,应根据当地具体的地理、历史、文化条件,选择适宜的改造途径。

(二) 设计结合自然,尊重场地自然过程

采用自然演替是工业废弃地生态恢复的重要手段,因此对场地的设计要注重对自然过程的尊重和利用,包括对场地进行最小的干预,改善土壤质量,恢复自然河道与水的自然过程,采用乡土物种,恢复植被群落与演替等,以提高自然生态系统的生产力和稳定性。

(三) 资源可持续利用

工业废弃地所遗留的大量资源是场地改造与设计的重要元素,应因地制宜地加以利用。这些资源包括土地、水体、植物、废弃的厂房和材料等。可持续利用不仅可以节约资源,也可以使改造后的景观更具有场所特征。在大力提倡“可持续发展”和“创建节约型社会”的今天,这种做法应该得到广泛的宣传与推广。

参考文献

- [1] 赵晓英,孙成权.恢复生态学及其发展[J].地球科学进展,1998,13(5):474-480.
- [2] 谢运球.恢复生态学[J].中国岩溶,2003,22(1):28-34.
- [3] 彭少麟.退化生态系统恢复与恢复生态学[J].中国基础科学,2001,3(3):18-24.
- [4] CAIRNS J J R. Restoration Ecology. Encycloped ia of Environmental Biology,1995,3(3):223-235.
- [5] JACKSON L L, LOPOUKINE D, HILLYARD D. Ecological Restoration: a Definition and Comments [J]. Restoration Ecology, 1995, 3(2):71-75.
- [6] 章家恩,徐琪.恢复生态学研究的一些基本问题探讨[J].应用生态学报,1999,10(1):109-113.
- [7] 彭少麟.恢复生态学与热带雨林的恢复[J].世界科技研究与发展,1997,19(3):58-61.
- [8] 朱德华,蒋德明,朱丽辉.恢复生态学及其发展历程[J].辽宁林业科技,2005,(5):548-550.
- [9] 张光富,郭传友.恢复生态学研究历史[J].安徽师范大学学报(自然科学版),2000,23(4):395-398.
- [10] 王向荣,任京燕.从工业废弃地到绿色公园—景观设计 with 工业废弃地的更新[J].中国园林,2003,3(3):11-19.
- [11] 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,2004,2(2):323-330.
- [12] 杨锐.景观城市主义在工业废弃地改造中的应用[J].现代城市研究,2008,(10):71-76.
- [13] GREGORY K J, WALLING D E. Man and Environmental Process[M].England: Dawson Westview Press,1979:169-180.
- [14] 江红星,吴孝兵,吴陆生.野生扬子鳄栖息地水环境重金属元素含量及 pH 值的初步研究[J].应用生态学报,2005,16(11):2158-2161.

The Application of Restorative Ecology to Renovation of Industrial Wasteland

HONG Quan¹, TANG Hui-chao²

(1.School of Landscape Architecture, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Graduate School of Landscape Architecture, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: As a branch of applied ecology, Restorative Ecology is increasingly widely combining with contemporary landscape design. Restorative Ecology is a science on ecological restoration. It researches the restoration or reconstruction of degraded or damaged ecosystems based on the theory of ecological system succession. Also, it is a product of the ecological restoration practice, which focuses on the rehabilitation and reconstruction of natural ecosystems under the pressures of natural disasters and human damages. Ecological restoration of industrial wasteland includes ecological treatment of soil, water purification and recycling, eco-design of vegetation, ecological treatment of waste materials and so on. A conclusion is drawn that in renovation of industrial wastelands the abandoned industrial wastes should be transformed into treasure; the beauty of industrial heritage be discovered anew; designing be combined with nature; the natural process be respected; and sustainable use of resources be realized.

Key words: landscape architecture; Restorative Ecology; industrial wasteland; ecological restoration; natural ecosystems; biodiversity

[责任编辑 于洪飞]