

DOI: 10.3969/j.issn.1004-6933.2010.06.021

韩国城市河流生态恢复的案例与经验

梁耀元^{1,2}, 陈小奎³, 李洪远², 郝 翠², 蔡 吧²

(1. 天津市环境保护科学研究院, 天津 300457; 2. 南开大学环境科学与工程学院, 天津 300071; 3. 天津市市容和园林管理委员会, 天津 300381)

摘要 通过介绍和分析韩国清溪川与光州川生态恢复的案例, 在河流生态恢复的设计理念、技术方法等方面提出对我国城市河流治理的借鉴。认为只有把城市河流生态恢复作为系统工程, 对城市河流进行多目标的恢复治理、将河流治理列入城市规划、分区域规划和建设、多学科开展研究和基础调查、营造动物栖息地、恢复河流自然功能才是城市河流生态恢复的归宿。

关键词 韩国 城市河流 生态恢复 清溪川 光州川

中图分类号: X171 文献标识码: B 文章编号: 1004-6933(2010)06-0093-04

Analysis and inspiration of urban river restoration cases in Korea

LIANG Yao-yuan^{1, 2}, CHEN Xiao-kui³, LI Hong-yuan², HAO Cui², CAI Zhe²

(1. Tianjin Academy of Environmental Science, Tianjin 300457, China; 2. College of Environmental Science and Engineering, Nankai University, Tianjin 300071, China; 3. Tianjin Management Committee of Landscape, Tianjin 300381, China)

Abstract: By means of introducing and analyzing ecological cases in Cheonggyecheon and Chuanzucheon in Korea, some reference and inspiration for the design concept and technology of river ecological restoration for urban river management in China are proposed. By considering urban river restoration as system engineering, the conducting multi-object ecological recovery, integration of urban management into city planning, zoning planning and construction, carrying out of multidisciplinary research and basic surveying, building of animal habitats, and recovery of the natural function of rivers can be the end results for urban rivers.

Key words: Korea; urban river; ecological restoration; Cheonggyecheon; Chuanzucheon

河流是城市重要的资源和环境载体, 对城市的发展、风格和城市环境有着积极影响。然而, 随着工业化和城市化的迅猛发展, 城市河流遭到日益严重的污染。如何对城市受损河流生态系统进行修复, 使河流恢复到健康状态已经成为城市发展和复兴的焦点问题之一。

纵观世界发达国家水环境建设和城市滨水区开发的历程, 从 20 世纪 50 年代开始, 以污染治理为主的水质恢复逐步向以水质再生为核心的河流生态恢复转变^[1]。20 世纪 90 年代以后, 对河流进行综合

治理, 开展以恢复河流自然属性为主要内容的生态恢复工程成为国际趋势^[2]。

我国对河流生态建设的研究较晚, 20 世纪 90 年代后期, 城市河流生态化改造及景观设计日益受到关注^[3], 多个城市开展了河流综合治理和生态恢复工程, 但与河流治理和生态恢复先进的国家相比, 在河流生态恢复的理论研究、规划设计理念、工程技术以及后期管理措施等方面, 均有不同程度的差距。笔者通过介绍韩国清溪川、光州川两个河流生态恢复案例, 试图为我国的河流生态恢复提供借鉴。

基金项目 天津市科技支撑计划重点项目(08ZCGSF00200)

作者简介 梁耀元(1984—)女, 吉林敦化人, 助理工程师, 从事植被恢复与绿地景观设计。E-mail: liangyaoyuan@mail.nankai.edu.cn

通讯作者 李洪远 教授。E-mail: hongyuan@nankai.edu.cn

1 韩国两个河流生态恢复案例分析

1.1 清溪川复原和再发展项目

21 世纪首尔开始了生态城市建设,第 1 个成功项目是 2005 年完成的清溪川复原和再发展项目^[4]。清溪川项目展示了一个城市河流改造项目如何能极大地影响人们的生活,并在城市中心提供一个有吸引力的公共空间。

1.1.1 简介

清溪川是一条自西向东穿越首尔的古老河道。随着 20 世纪下半叶经济腾飞,韩国政府于 1958 年开始大规模建设清溪川覆盖工程,填埋了已经污染的河流,并且花了 20 年的时间顺着清溪川建造了一座高速公路桥,日行车量达 12 万辆,一直是城市繁华的象征之一。伴随生态的破坏、生活质量的下降,韩国人重新意识到恢复自然环境的重要性。2003 年 7 月起,为了将首尔建设成低公害清洁城市,首尔市政府开始拆除高架路重建清溪川。

1.1.2 前期准备

自 2002 年 7 月 1 日起耗费 1 年多的时间,进行了清溪川恢复工程的前期准备工作。其中由专家和普通市民组成市民委员会进行政策指导,收集和反馈公众意见,召开听证会并提供咨询服务,项目研究组负责预先的可行性研究以及项目规划设计;工程总部则负责项目执行。该项目还与有关政府机构紧密合作,建立了若干临时办公室,以利于加强与地方及公共部门的联系,同时还有 25 个独立团体参加与市民的联系和人员培训等工作。

1.1.3 施工过程

施工区域全长 5.8 km,规划建成一条从东到西的绿色水轴线与从南到北的绿色轴线相呼应。2003 年 7 月开始了高架公路的拆除和清溪川河道的清理。此外,为了保证清溪川一年四季流水不断,最终采用 3 种方式向清溪川提供水源,即从汉江引流一部分河水、在地铁沿线的周边区域钻井取水、循环使用经过污水处理的废水。

施工区域分为三段,在自然与实用原则相结合的基础上,对不同河段采取不同的设计理念^[5]。第一河段的建设主题是“开放的博物馆”,景观设计上要求处处体现现代化特点。包括建成可以举办各种文化活动的露天广场,布置假山瀑布等。第二河段设计上强调反映城市生活和滨水空间的休闲特性。与其他河段不同的是,这里要在确保可以安全抗洪的同时,保留现有的下水管道;另外,河体明显变窄变深,一条天然河流从一侧流过,而一座双层的人行道在江的另一侧,这样设计给人空间缩小的感觉,让

人们容易接近。第三河段与第一、二河段的人工化河道设计相比,强调自然和生态特点,河道改造以自然河道为主。保留沿岸连续的野生植被和水生植被,并加入了柳树湿地、浅滩和沼泽,以便留出足够的草地和将来供野生动物生存的空间。

1.1.4 河流的维护管理

施工基本完成后,对该项目进行了环境影响评价。此外,由于清溪川 80% 的水均由汉江抽取而来,是人工的自然景观,需要经常性的人工维护,因此开支较高。

1.2 光州川生态恢复项目

自清溪川河流恢复项目得到普遍好评以来,韩国许多城市开始以清溪川案例为模版,进行河流生态恢复。光州川作为其中较大规模的河流生态恢复项目,又采用了很多新技术,在分区设计、堤岸改造、恢复河流自然属性以及后续管理等方面具有典型性,得到许多人的关注。

1.2.1 简介

光州川是一条穿过光州城区的河流,直至 20 世纪 60 年代,在城市生活中起到了重要作用。然而,20 世纪 70 年代以来,生活污水与工业废水流入河流,加之人为因素的干扰,使得河流水量逐渐减少,许多泥沙沉积下来,河床变浅,失去了河流原有的功能。进入 21 世纪,国民开始意识到环境的重要性,要求净化所有受污染的环境,恢复生态系统。光州市积极响应市民的这种需求,于 2004 年开始进行“光州川自然型河流净化工程”,至 2009 年工程完成 45%,总投资 626 亿韩元。

1.2.2 前期准备

自 2004 年 1 月 15 日至 6 月 25 日,通过频繁开展座谈会及市民意见调查,共得到 240 多项建议,同时组建专家团队开展了细致的现场调查,主要针对河流治水、水文水利、空间结构规划、生态环境保护等方面,最终提出了河流恢复的规划方案。

1.2.3 施工过程

施工区域全长 19.3 km,于 2004 年 12 月底开始实施。将设计重点放在河流功能的恢复上,并且根据地形特点设定 3 个主题(图 1),从而使光州川展现出自然特性^[6]。

上游区间的建设主题是“自然中的河流”,最大限度地恢复河流的原有面貌。为了不破坏河床,扬弃了开凿河床与人工设施的放置,设计高水位地时使河流逐渐变宽,其最小河宽应确保常水量,从而维持河床上的生态系统。

中游区间位于城市中心,市民较易接近,建设主题是“文化中的河流”,形成具有休闲文化与生活痕

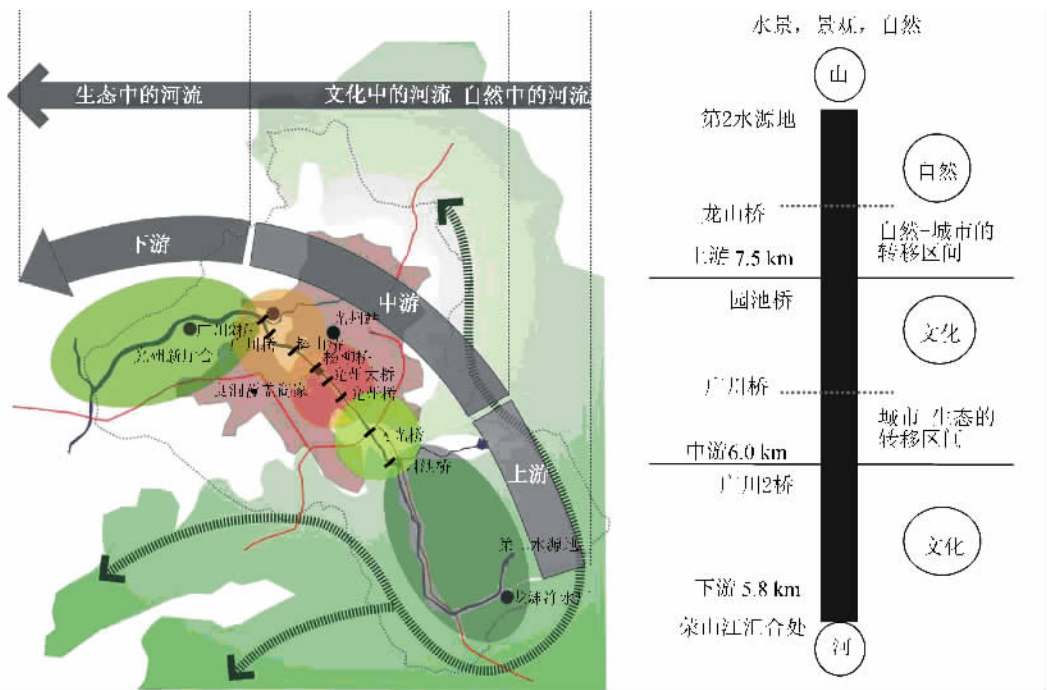


图1 光州川按区间特性设定主题^[6]

迹的文化区间。基于此,人们将作为景观不良因素的半覆盖构造物改造成良好的景观优势因素,并将区间的下段部分作为休闲空间。

下游区间是生态环境良好的区域,建设主题是“生态中的河流”,使得人类与生态环境进行交流。为了保护荣山江良好的生态环境,在荣山江汇流处至市政府附近约2.5 km 区间内,限制放置人工设施,积极保留沙洲。为了强调高水位地与生态的联系,没有设置低水护岸,使其形成自然草地。

此外,为了增强日渐干枯的光州川的河流功能,计划将上游水的排放量从原来的 4.3 万 t/d 扩大到 14.3 万 t/d,维持良好的水质,以保证河流的生态功能。

1.2.4 河流的维护管理

河流恢复工程完成后,对项目进行了环境影响评价。并且陆续开展了后期的维护管理,包括对竞争植物进行抑制性管理、建造动物栖息地、禁止放牧、亲水空间的维护等措施。

2 对我国城市河流生态恢复的启示

2.1 河流生态恢复是多目标的河流治理

长久以来,人们对城市河流的治理是围绕着某种功利价值的功能进行工程设计的,比如行洪、排水等,仅将河道作为工程实体而非城市公共空间来看待,较少考虑城市的整个生态系统、人的心理和生理方面的需求。这种传统的河道治理方法安全但理念僵硬,快速但违反生态原则。单纯考虑工程上的效果,最终难免会产生更多的生态问题。近年来,建设

生态河堤已成为国际大趋势,而提出“生态”这个词以来,人们有些过于拘泥于生物的生存环境与流路等细部环节中,忽略了河流的自我存在。所谓河流的自我存在,应该包括河流的自然生态、景观、历史、文化等特征。清溪川生态恢复的设计理念可概括为:景观设计上的现代化,确保治水合理的基础上发挥河流的休闲功能;强调自然生态特点。而光州川的设计主题则是“自然”、“文化”、“生态”。这两个案例告诉我们,在进行河流生态恢复时应从多角度出发,以治水为基础,考虑到自然生态、景观、历史、文化等各种要素,使河流成为延续承载的地方,成为有生命的河流。

2.2 将河流治理纳入城市规划

一条有生命的城市河流离不开城市这一载体。城市河流贯穿于城市之中,是与人类息息相关的环境,而只有融入城市居民的生活中,河流才能得到可持续发展,另一方面,城市的发展也离不开河流,河流在改造和恢复中保持和延续生命力,也是对城市的贡献。清溪川恢复工程的目的是:恢复河流的自然生态系统,将首尔打造成环境友好型城市;建造休闲娱乐空间,构建城市文化中心,重建河流两岸的商业环境,使首尔成为国际金融大都市^[7]。恢复工程处处都能体会到河流治理与城市规划的紧密联系,通过治理河流,带动城市的综合发展,提升城市的整体价值。河流治理不仅仅是河流本身的问题,更是城市规划中的问题,应将防洪、治污、河流水域景观建设等提升为城市规划重点,从而更加宏观准确地把握河流治理。

2.3 分区域恢复和建设

河流生态恢复既然是多目标的治理工程,其设计主题必然是多样化的。分析清溪川与光州川的计划内容,都是根据地形特点划分几个区域,并对不同区域赋予不同的主题。清溪川生态恢复中将河道分为三个区间:第一区间位于政治金融中心,周边有政府、新闻中心、银行等,景观设计上要求处处体现现代化的特点;第二区间有许多小商品市场,是市民最常去的地方,设计上强调滨水空间的休闲特性;第三区间为居民区和商业区的混合区域,发展相对落后,设计上强调自然生态特点。光州川则根据上、中、下游区间分为3个主题:上游区间最大的特点是流水,其建设主题为“自然中的河流”;中游区间位于城市中心,其建设主题为“文化中的河流”;下游区间的生态环境良好,其建设主题为“生态中的河流”。这种分区域设定主题的方法,充分考虑到了河流周边的地形特点,包括人文、历史等等,能够较好地体现河流特点并发挥其功能,节省大量人力、财力的同时,使河流与城市融为一体,既满足人类的需求,还考虑到了生态系统的恢复。

2.4 多样化生境营造与恢复技术

2.4.1 重视前期调查

清溪川与光州川的恢复工程在开工之前都做了详细的前期调查,主要是专家座谈、现场调查、市民意见调查等,其耗费的时间与精力都是相当多的。就是在这种缜密的前期调查的基础上,提出了多目标治理、分区域设定主题的规划书。

2.4.2 营造生物栖息空间

恢复过程中应确保生物栖息空间,以促进生物多样性。鸟类栖息地的恢复方法有:保护自然退化地、沙石地、植物群落等现有的生态环境,建造人工湿地,铺设观测道路等。鱼类栖息地的恢复方法有:建造鱼类通道,修建多孔质植被护岸(图2、3)、浅滩和水潭、多段式跌水设施、护栏等。其中,利用护栏营造静水区的方法非常值得借鉴。一种是在岸边设置浸水方框,向方框内填满沙石,形成多孔质空间,



图2 自然石积护岸(施工初期)

栽植植被,形成水草带(图4(a))。另一种是离护岸有一定距离处打入木桩,内部铺设巨石,从而减缓水流、防止潮水(图4(b))。



图3 自然石积护岸(施工后第3年)



(a)



(b)

图4 护栏

2.4.3 景观功能的保全

栽植植被时应尽量选择乡土物种,给动物提供栖息地。特别值得学习的是对人工建筑物进行全方位绿化,例如,恢复光州川时,对桥梁、桥墩和堤坝坡面也进行了绿化,从而提高水边景观的水平,促进亲水活动。此外,两个河流案例中都修建了自然学习基地,在人们娱乐之余,还可以了解大自然,提高人们的环保意识。

2.5 河流恢复是一个系统工程

总结清溪川与光州川生态恢复的全过程,其步骤大致为:前期进行详细调查,设计过程中清楚了解每一个环节、明确设计思路,建设过程具有灵活性,根据实际情况营造河流特色;建设过程结束后,持续进行维护管理,保证河流具有良好的(下转第100页)

本试验所选用的 3 种填料中,石灰石的钙含量最大,但总金属含量很低;页岩陶粒的钙含量不高,但是总金属含量高。沸石的钙含量比页岩陶粒高,总金属含量略低于页岩陶粒。试验结果表明沸石对 TP 的平均去除率最高。石灰石初期对磷的去除率不高,而后迅速增大,这可能与填料对磷的吸附速率有关。

人工绿地主要去氮机理是微生物的硝化与反硝化作用,由于试验填料高度不够高,厌氧环境空间相对较小,限制了反硝化作用^[6],因此填料对氮的处理效果不是很好,TN 平均去除率为 28%~66%,NH₃-N 平均去除率为 31%~74%,对 NH₃-N 的处理效果好于 TN。石灰石对氮的去除率最低,可能是由于填料本身的特性不利于脱氮细菌的生长,这有待于进一步的试验证实^[5]。

4 结 语

a. 填料的比表面积、粒度分布、粒度大小和孔隙率等自身的物理性质对填料的去污能力也会有很大的影响。

b. 沸石的比表面积和连通孔隙率均大于页岩陶粒和石灰石,更适宜作为人工生态绿地的填料。

c. 由实验结果可知页岩陶粒对 COD 的去除效果最好,沸石对 TP、TN、NH₃-N 的综合去除效果最好。

参考文献:

- [1] 周金娥. 人工绿地在景观水循环处理中的应用[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2005.
- [2] 曹英兰, 林建清, 陈辉. 城镇生活污水人工绿地处理技术及其应用[J]. 厦门科技, 2007(4): 12-14.
- [3] 刘强. 生态绿地污水处理系统设计探讨[J]. 科技情报开发与经济, 2004(7): 142-143.
- [4] 胡小琴. 人工绿地处理景观水系统优化试验研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2007.
- [5] 高磊, 丁建彤, 操家顺. 不同填料的人工湿地生物膜特性与处理效果研究[EB/OL]. [2009-06-01]. <http://www.paper.edu.cn>
- [6] 王世和. 人工湿地污水处理理论与技术[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 62-67.
- [7] 徐丽花, 周琪. 不同填料人工湿地处理系统的净化能力研究[J]. 上海环境科学, 2002, 21(10): 603-605.

(收稿日期 2009-08-28 编辑 徐 娟)

(上接第 96 页)生态功能,河流治理工程独立开展环境影响评价,这是需要国内河流治理工程借鉴学习的。此外,河流生态恢复需要多学科参与和多部门配合,例如生物学、植物学、统计学、水利、园林、建筑学、环境影响评价等。综上所述,河流恢复是一个系统工程,并且是多学科共同合作的过程。这告诉我们,河流恢复中不仅要重视建设过程,更应该注重前期调查与后期的维护管理,只有这样才能达到恢复的最优化效果。

2.6 城市河流治理的难点问题

韩国两个河流生态恢复的案例在基本实现了恢复目标的同时,也留下了一些问题。清溪川 80% 的水均由汉江抽取而来,对河流生态与永续经营等问题考虑不足,是一条人工排水道,维护管理开支较高。而光州川存在着相同的问题,河床底部与两侧由于铺设防渗层,影响了生物的生长,河流本身的自净能力也没有得到恢复。此外,设置过多的人工设施、原本应自由渗透的岸边却以亲水为由做成了水泥地等等,这些设备造价高、且破坏了生态系统。在恢复河流自然特征的同时如何协调城市文化和满足市民的需要,这是城市河流生态恢复的难点。

3 结 语

城市河流的生态恢复不仅需要满足治水要求,也要符合城市的需要。把河流治理列入城市规划之中,结合公众意见,根据景观、生态、文化、历史等不

同的功能需要,对城市河流恢复进行分段设计,采取多样化的生境营建技术保持河道的自然化。在恢复工程结束后,对工程进行环境影响评价,评估其环境影响。此外,对河流的日常维护管理也是保证城市河流健康发展的必要条件。将城市河流生态恢复作为一个系统工程、进行多目标的恢复治理、最终使城市河流成为生活中的河流,或许就是城市河流生态恢复的归宿。

感谢韩国 sangmyung 大学具本学教授和延边大学朱卫红教授提供部分资料。

参考文献:

- [1] 董哲仁. 美国基西米河生态恢复工程的启示[J]. 水利水电技术, 2004, 35(9): 8-12.
- [2] 何松云, 韦亚芬, 杨海军. 城市河流生态恢复的研究现状与问题[J]. 东北水利水电, 2005, 23(12): 44-50.
- [3] 江红梅, 王正中. 城市河流综合治理与生态建设探讨[J]. 西北农林科技大学学报, 2008, 36(1): 223-227.
- [4] 李京鲜, 曾玲. 韩国首尔清溪川的恢复和保护[J]. 中国园林, 2007(7): 30-33.
- [5] <http://cheonggye.seoul.go.kr>. 清溪川恢复工程主页[EB/OL]. [2007-03-16]. <http://cheonggye.seoul.go.kr>.
- [6] <http://gjstream.gjcity.net>. 光州川自然型河流净化工程[EB/OL]. [2008-05-07]. <http://gjstream.gjcity.net>
- [7] 冷红, 袁青. 韩国首尔清溪川复兴改造[J]. 国际城市规划, 2007, 22(4): 43-47.

(收稿日期 2009-07-16 编辑 高渭文)