

永定河河道修复生态功能区划研究*

彭涛¹ 吴建寨² 姜广辉³

(1. 中国科学技术协会发展研究中心, 北京 100045; 2. 中国农业科学院农业信息研究所, 北京 100081;

3. 北京师范大学资源学院, 北京 100875)

摘要 河道生态功能区划是依据区域生态系统现状、生态环境敏感性、生态服务功能重要性等特征的空间分异性而进行的空间分区, 是进行河流生态修复的科学依据。本文利用 GIS 和 RS 技术, 在区域生态环境调查的基础上, 分析了永定河北京段生态问题、生态功能重要性等, 揭示了区域生态系统的分异规律。综合自然因素与人类活动对区域生态系统叠加影响, 最终形成了永定河北京段生态功能区划方案, 划分为自然段、近自然段、城市景观段、人工绿化段、自然绿化段等 5 个区域, 并结合永定河多元化用途、相关发展规划和社会经济发展状况等因素, 提出各区域的生态修复调控指标, 为永定河北京段生态修复提供了科学指导。

关键词 生态功能; 区划; 永定河

中图分类号 X171 文献标识码 A 文章编号 1002-2104(2010)09-0134-06 doi:10.3969/j.issn.1002-2104.2010.09.023

生态系统服务功能是指生态系统及其生态过程所形成的及所维持的人类赖以生存和发展的生态环境条件与效用^[1]。生态修复强调生态恢复过程中人类的主动性, 一般是对原有的受损生态系统进行改进和修补, 以提高和恢复生态系统的部分结构与功能, 其关键是恢复生态系统的功能, 并使系统能够自我维持^[2,3]。生态功能区划是依据生态系统特征、受胁迫过程与效应、生态服务功能重要性及生态环境敏感性等分异规律而进行的地理空间分区^[4]。生态功能区划能够为维护区域生态系统服务功能, 进行区域生态修复与环境管理提供地理空间上的框架^[5], 目前已成为领域内的研究热点。我国于 2002 年发布了《生态功能区划暂行规程》^[6], 为相关工作提供了原则上的技术指导, 在学术界, 亦有诸多学者开展了相关研究。大部分是以行政区划地域为研究对象, 主要包括省域生态功能区划^[4]、城市生态功能区划^[8-9]、县域生态功能区划^[9], 还有部分学者对地域内具体自然要素生态功能分区进行了探索, 如湖泊生态功能区划^[10]、生态河岸带功能分区^[11]、水生态功能分区^[12]等。20 世纪 80 年代以来, 永定河由于水资源紧缺, 生态系统退化严重, 生态服务功能急剧衰退。随着经济社会的快速发展, 首都北京对永定河生态服务功能提出了新的需求, 永定河生态修复已经提上了议事日程。河流生态修复是一项功在当代, 利在千秋的事业, 即

将大规模展开的永定河生态修复将成为我国生态修复建设的标杆性工程。本研究根据生态功能区划的原理, 结合永定河的自然环境特征, 利用 GIS 和 RS 技术进行永定河生态问题和生态服务功能重要性分析, 在此基础上进行以调控河道生态修复为目标的生态功能区划, 以期永定河生态修复提供科学依据, 亦对生态功能区划技术与方法的应用领域进行探索。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

永定河北京段(幽州—梁各庄)位于北京西部, 流经门头沟、石景山、丰台、大兴和房山五个区, 主河道长约 170 km, 流域面积为 3 168 km²。2007 年永定河北京段流域常住人口 440 万人, GDP 为 1 150 亿元, 地方财政收入 103 亿元, 占全市的 5%。本文生态区划范围为永定河北京段河道两边 500 m 区域, 但考虑到河道功能分区不能脱离河道对应流域范围生态现状、生态功能特征及社会经济发展规划, 因此本文分析相关内容多以流域为对象。

1.2 数据来源

本研究使用的数据主要包括土地利用/覆被变化数据、自然资源数据、环境质量数据等。土地利用/覆被数据以 2009 年 SPOT 数字遥感影像作为数据源, 解译生成

收稿日期: 2010-07-18

作者简介: 彭涛, 博士, 助理研究员, 主要研究方向为生态环境政策。

*北京市科学技术委员会“永定河生态服务价值与目标体系研究”(No. D090409004009003); 山东省自然科学基金项目(No. 2R2009DL011)资助。

coverage 类型数据,第一大类分为 6 种类型,其下又分为 25 个二级类。自然和社会经济数据主要来自研究区相关的统计年鉴、水资源公报、环境质量报告书等。

2 生态区划目标、方法与原则

2.1 区划目标

永定河河道修复生态功能区划是以指导河流生态修复为总体目标,具体的目标包括:明确流域生态系统类型的结构以及空间分布;明确河段主要生态环境问题及空间分异;确定生态环境敏感性与生态功能重要性分布;提供河道生态功能区划,明确各河段生态修复的方向与调控指标。

2.2 区划原则

在生态功能区划中,将遵循以下原则:全面规划、统筹兼顾原则;突出生态功能体系的整体协调原则;区域共轭性原则;防洪与生态景观优美、农作物经济利益的协调原则;可持续发展与前瞻性原则。

2.3 区划方法与技术路线

研究方法主要是在区域生态环境调查与搜集流域相关资料的基础上,利用 RS 与 GIS 技术,首先进行生态环境现状评价,明确区域生态系统的空间分布;其次进行生态问题分析与生态功能重要性评价,分析主要生态环境问题的现状和趋势,确定生态敏感区域及生态功能重要性的空间差异;最后根据生态环境特征的相似性与差异性及相关发展规划对河道进行分区,提出不同河段生态修复调控指标。具体技术路线见图 1。

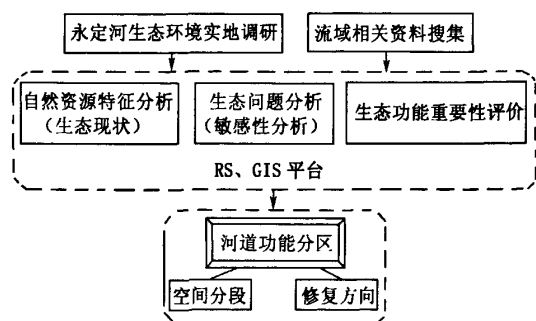


图 1 河道生态功能区划技术路线图

Fig.1 Technical route for river ecological function regionalization

3 永定河河道生态功能区划

3.1 自然资源特征分析

3.1.1 地形地貌

永定河北京段地势北高南低,最高海拔约 2 263 m,最

低为 17 m,总体纵坡为 1.64‰。三家店以上段干流称山峡段(上游),河道长 92 km,河道平均纵坡 3.1‰,地貌类型多为山地侵蚀构造地貌,以中山、低山丘陵和河谷台地为主。三家店至卢沟桥称卢三段(中游),河道长约 17 km,此段河道已脱离山区而进入低山区及平原,河床淤高,河道纵坡为 2.65‰,形成具有河床、滩地、阶地等。卢沟桥至市界梁各庄段称卢梁段(下游),河道长度为 61 km,河道逐渐变宽,河道纵坡为 1‰–0.38‰,为河流冲积扇,沙荒河漫滩地与风蚀沙地较多。

3.1.2 土壤

永定河北京段上游海拔 1 000 m 以上中山地带,土壤为山地棕壤,海拔 1 000 m 以下的低山地带,土壤为地带性土类褐色土;其中,在中山阳坡发育着粗骨性棕壤,低山阳坡发育着粗骨性褐土,而阴坡发育着典型棕壤与淋溶褐土;中游流经城区,多为火山岩及碳酸岩的褐黄色的亚粘土;下游主要成土母质有冲积洪积物、冲积物和冲积风积物,以潮土为主。

3.1.3 水资源

永定河近十年来年平均入京水量约为 4.07 亿 m^3 ,而可供水资源量仅仅只有 0.53 亿 m^3 /年。上游河道水量与降雨紧密相连,一般年份含砂量都在 4% 左右,流量为 3–5 m^3/s 。中下游常年断流,区域地下水类型主要为孔隙潜水,补给来源主要是地下径流及大气降水。每年仍有污水入河,包括工业污水和生活污水,地表水体基本达到了富营养化水平,有水河段总体处于地表水二级标准,为轻度污染。

3.1.4 气候

研究区位于欧亚大陆东部中纬度地带,处在东部湿润区和西部干旱区之间,大陆性气候明显。整个流域年平均降雨量约为 556–560 mm,年际变化大,少雨年仅 200–300 mm,而丰雨年则达 1 300 多 mm,区域降雨多集中在 6–9 月。流域全年平均日照 2 470 小时,年平均无霜期 200 天左右。气温日变化及年内变化都很大,上游门头沟多年平均气温为 11.7 $^{\circ}\text{C}$,1 月份为零下 4.3 $^{\circ}\text{C}$,七月份达到 25.8 $^{\circ}\text{C}$ 。多年平均相对湿度 57%,官厅山峡区间年蒸发量在 1 800 mm 左右,门头沟站为 1 890 mm。

3.1.5 生物多样性

上游山区植被以森林及其次生灌丛群落为主,低山地带气候温和,由于森林遭破坏,植被以落叶灌丛为主。下游几乎已经干涸多年无水,河道几乎是杂草丛生的荒地和几乎寸草不生的荒石滩。河川谷地以农作物和蔬菜等作物为主。流域水生植被主要为沉水植物、浮水植物、挺水植物、湿生草本植物等。流域内野生动物有獾、野兔、布谷鸟等几十种。相关保护区共有国家保护野生动物 5 目 8

科 11 种。

3.2 生态问题分析

3.2.1 山峡段水源涵养能力下降,水土流失敏感性较高

三家店以上流域面积 1 291 km²,多为石质山区,地形破碎,陡、急、险坡面积比例高,是山洪易发区,以暴雨径流造成的水力侵蚀的水土流失类型为主。中游在清水河流域和下马岭流域存在水土流失区。根据 2000 年全国第二次土壤侵蚀遥感调查结果为 759.03 km²,其中,轻度土壤侵蚀 610.16 km²,中度土壤侵蚀 148.87 km²,土壤侵蚀模数 2 000 t/km²·a,年平均侵蚀量 291 万 t。近年来,山地绿化工程、人工河道绿化工程的逐步实施,使得区域的林地、草地覆盖率增加,大大降低了水土流失程度,但从地势、地貌、土壤等自然条件本底看,区域水土流失敏感性较高。

3.2.2 可供水量下降,水质污染

永定河近年来入京水量不断减少,且水质污染仍在继续。上游工业污染源占主要比例,生活污染源所占比例相对较低。据 2008 年北京市水资源公报,永定河三家店以上干流河道水质标准为 II 类,污染属有机污染型,污染最重的项目有 COD、BOD 和总氮。上中游沿河地区及企业缺少市政排水及污水处理设施,绝大部分工业废水及生活污水通过地表直接排入永定河中,每年向永定河排放污水量约为 1 500 万 t。三家店以下河段已多年断水,沿岸首钢、京能电厂、高井电厂等企业大量开采地下水,导致河道及沿岸地区地下水位下降,严重缺水。

3.2.3 下游河道环境差,风沙严重

永定河三家店以下常年断流,使得下游河道干涸,砂石盗采使植被受到破坏,河床裸露,大面积河滩地已严重沙化,成为北京沙尘源地。未被绿化的空白地段,生物多样性较差,每遇大风便尘土飞扬,直接殃及沿岸、城区及下风向更远的地区生态环境。

3.2.4 防洪标准未达标准,危及防洪安全

历经多年整治,永定河流域已初步形成防洪体系,但仍存在堤防防洪标准不足且有缺口、建筑物壅水、阻水等影响行洪安全的因素。目前,除卢三段左堤外,永定河现状防洪标准只接近 100 年一遇,未达到《北京城市总体规划》(2004—2020 年)提出的北京“中心城按不低于 200 年一遇洪水标准设防”。上游山峡区间没有控制性工程。卢三段石电灰管桥处行洪断面狭窄,形成卡口;广宁路漫水桥、京原路漫水桥行洪标准不足 10 年一遇。下游地区河道内种植农作物现象普遍,阻碍行洪。

3.2.5 植被结构简单,生物多样性下降

永定河水质污染导致上中游湿地富营养化显著,水生生物大量死亡,使得对生存环境敏感的生物群落或物种迁

出湿地。永定河三家店拦河闸以下断流,农作物种植业的发展迅速,河道景观不断变化,生态格局极不稳定,影响生物栖息。过度的资源利用和环境开发建设造成生态环境质量下降,物种多样性降低,并影响了该区域生态系统自我调节和恢复能力,致使流域内水、陆生的鱼、鸟等野生动物变得稀少,生物多样性下降严重。

3.3 生态功能重要性评价

生态服务功能重要性评价是针对典型生态系统,评价生态服务功能的综合特征。根据永定河实际情况,本研究主要针对生物多样性保护、水源涵养、土壤保持、净化环境、娱乐休闲等 5 方面生态服务功能进行重要性评价。首先,根据生态功能价值评估相关的研究成果^[13-14],评估永定河当前生态现状下的生态功能及分项功能的空间差异;在此基础上,结合《北京市永定河综合规划报告》、《北京市永定河生态环境建设规划报告》及相关区县对永定河相应区域的社会经济发展规划,综合确定永定河流域不同河段对应区域的生态功能重要性差异与河段对应的生态功能定位。

3.3.1 水源涵养

生态系统水源涵养服务功能重要性在于整个区域对评价地区水资源的依赖程度以及洪水调蓄作用大小。生态系统水源涵养与水文调蓄能力主要受植被类型及其结构、地表层覆盖状况以及土壤理化性质等因素的影响。森林生态系统具有巨大的涵养水源和调节径流的功能,具体包括蓄水作用、调节径流、减缓洪水、影响径流泥沙等。在国家林业局和财政部联合下发的《国家级公益林区划界定办法》(2009)中对永定河的源头和江河两岸的森林被划分为国家重点生态公益林。永定河北京段水源涵养最重要地区主要分布在三家店以上的区域,区内森林覆盖率较高,生态系统保护较好,对于调控永定河水量、延缓洪峰具有极其重要作用;另外,永定河门头沟段湿地自然保护区的湿地资源十分丰富,对调节径流、涵养水源具有重要作用。

3.3.2 土壤保持

土壤形成与保护功能是在分析现有土地利用/覆被水土保持功能现状的基础上,考虑对于北京市风沙防治的作用,确定不同区域的功能差异。研究区土壤保持功能最为重要区域为三家店以上峡谷区河段,上游峡谷区坡度较高,降雨极易引起山体滑坡与表层土壤的流失。近期通过河段周围的大面积绿化工程的实施,有效防止了水土流失,使永定河水含沙量大为降低。土壤保持功能另一重要区域是下游南五环以外河段,此段常年断流,已经成为影响北京市内风沙的重要源头。当前农田生态系统以及部分规划的人工绿地工程,将对于防风固沙起到重要作用,

从而促进该河段的土壤形成与保护。

3.3.3 净化环境

生态系统的净化环境功能主要是指生态系统的固碳释氧、吸收有害气体的功能。森林、草地、农田等生态系统通过绿色植物的光合作用,能够固碳释氧,中国北方森林的 CO_2 吸收率为 13.6 t/hm^2 ^[15],吸收有害气体主要包括吸收 SO_2 、氟化物、氮氧化物。区域净化环境功能第一关键区域是上游峡谷区,这一区域存在大面积林地,其固碳释氧、吸收有害气体能力极强;第二关键区域是中游城市景观段,包括河道两侧的防护林区域及规划城市景观湿地,其对于吸收 SO_2 等有害气体,减噪作用巨大;另外,下游部分地区的农田生态系统对北京市的具有生态屏障作用,农田作物具有很强的光合作用,固碳释氧能力较强。

3.3.4 生物多样性

生物多样性重要性评价主要是评价区域内各地区对生物多样性保护的重要性。本研究遵循优先保护生态系统及野生动物物种分布与生态系统相关性原则,对该区生物多样性保护重要性进行定性评价。永定河北京段的生物多样性十分丰富而且独特,考虑到不同区域内动植物,特别是珍稀濒危动植物的分布、保护级别、特有性、干扰程度不同,以及人力物力有限,区域社会发展需求等,划分出优先保护地区。根据《永定河绿色生态走廊建设规划》,从 2009 年起,北京段上游的山峡段,将建设景观面积为 180 hm^2 的 6 处湿地;城市段,将形成由溪流连通的湖泊和湿地,6 处湖泊面积达到 680 hm^2 湿地。区域生物多样性保护最为重要的区域是上游峡谷区,主要包括目前已经存在的森林生态系统、湿地生态系统以及规划中的湿地生态系统。

3.3.5 娱乐休闲

生态系统为水生生物和陆地生物提供了不同的生境,同时也为人类提供了重要的休闲娱乐服务和美学文化功能。根据实地调查与相关景观规划,永定河北京段休闲娱乐功能最重要区域为上游峡谷区、其次是中游河道两岸与下游个别点状分布的景点、娱乐区域。三家店以上基本常年有水,使得该区域的休闲娱乐功能最为突出,如珍珠湖旅游风景区、妙峰山以及落坡岭河道两岸等地区;中游城市段规划的人工景观公园是周边市民工作之余娱乐、散步的第一选择,娱乐休闲功能突出;下游大兴段个别景观区,是人们休闲娱乐常去之处,如黄村公园、半壁店森林公园等。另外,各县区规划发展的多个景点区,也可以提供休闲娱乐的重要功能,如首钢滨水公园、宛平湖、晓月湖等。

4 永定河河道修复生态功能区划

在充分认识永定河流域生态系统结构、功能及其形成

演变规律的基础上,以可持续发展理念与生态系统服务功能理论为指导,以实现区域生态修复分区控制为目标,通过对流域区域社会、经济及自然复合生态系统的特点进行综合调研分析,结合永定河防洪功能的基本定位,考虑永定河(北京段)区域经济社会发展状况及其发展规划,确定河流修复生态功能分区,共 5 段,并提出修复方向与调控指标。

4.1 官厅山峡—自然段(幽州—落坡岭)

官厅山峡—自然段(幽州—落坡岭),主河道长约 65 km。山峡—自然段为天然河道,对应流域范围内土地覆被以林地为主,夹有零星未利用地,在整个永定河生态系统中具有最为重要的水源涵养、生物多样性保护功能;官厅水库是北京市水源地之一,担负着向北京供水的重任,河道承担保护引水水质的任务。

根据最新《北京城市总体规划(2004 年—2020 年)》,在功能分区中,本河段主导功能为“生态涵养发展区”,需要进行重点治理、恢复和保护,开展山区水土保持、改善河道水质、绿化及配水工程等,通过草、灌木、树木合理搭配种植与修剪,减缓土壤侵蚀,减少含氮磷等污染物的暴雨径流入库区,控制面源污染,起到稳定水体生态系统,缓冲陆地污染物对水体的冲击作用。

在充分保护自然生态系统的同时重点发展旅游、探险、度假、休闲、会议、运动为主的产业,推动原生态景观的保护与旅游业的生态化改造,可适度开发珍珠湖、落坡岭等旅游风景区。修复工程可进一步划定河岸水土保持缓冲区、中上游生态治理功能区、自然保护区、生态旅游区、水生植物观赏区等。

总之,此段河道周边自然生态系统保护较为完整,在未来应以限制开发、充分保护为主,努力维护和增强其水源涵养、风沙防护、水土保持等方面的生态功能。河道生态修复指标应以水量、水质、生物多样性、湿地面积等指标为主。

4.2 官厅山峡—近自然段(落坡岭—三家店)

官厅山峡—近自然段(落坡岭—三家店),主河道长约 27 km。此段属官厅山峡的延伸部分,地势较第一段稍低。对应流域范围内土地覆被中林地比例降低,有较大面积的未利用土地及一定比例的建设用地。未来对该流域的发展主要应加强绿化建设和生态恢复,以生态维护、水源保护、适度旅游和生态农业开发为主。严格控制乃至关停破坏生态环境的产业,综合采取流域生态环境建设、河道防参与渗滤系统等多种措施,展开水体修复工程建设。尤其是周边湿地的保护,包括三家店核心区湿地、落坡岭核心区湿地等,亦要加强防洪设施建设,提高地区的防洪标准。

从历史变化来看,人类活动进入该区域的程度正逐步

加大,此段为自然保护与人类活动的过度区,对应区域生态服务功能以水土保持为主,在未来应以控制开发、合理保护为主。生态修复指标以水土保持、水质类指标、湿地面积为宜。

4.3 城市景观段(三家店-卢沟桥)

城市景观段(三家店至卢沟桥),主河道长约 17.4 km。此段河道毗邻市区,对应流域范围内以建设用地为主,受人类活动影响显著。由于此段开始,永定河开始常年断流,几乎没有水生生态系统存在,生态系统以陆地生态系统为主。植被系统受到严重破坏,覆盖率不高。

河道上半段位于城区中心,防洪设施水平直接影响着两岸安危,目前河道为高出地面的地上悬河,两侧为高筑的水泥大坝,将来在永定河生态修复工程中,此处要重视生态工程建设和非工程体系建设,切实注意防洪建设;同时,要防止污水排泄,以免污染地下水水质。

河道下半段已出城区中心,河道下降,两岸或河道内出现绿化带以及农业经济作物的种植。在未来,此段应主抓一些重点河道综合整治工程,要注意疏挖石灰管桥卡口段,改造京原路漫水桥和广宁路漫水桥等阻水建筑物,平整、疏挖京原公路桥以上及黄良铁路桥以下河道。

另外,此河段周围,历史遗迹和文化遗留非常多,如乾隆帝亲笔题写的“卢沟晓月”碑刻等,应加强恢复与治理,发展旅游休闲产业,亦可适度发展沿岸种植经济带。

在未来在控制水质的同时,生态建设要结合景观设计,在保证防洪要求的前提下,积极营造城市景观河道,既改善周边的生态环境,又为市民提供休闲娱乐场所,开发此河道沿岸的历史文化资源。生态修复指标以生态用水量、地下水位、人工湿地、绿化面积、人文景观、水质、防洪类指标为主。

4.4 郊野-人工绿化段(卢沟桥-黄良路)

郊野-人工绿化段(卢沟桥至京良路南约 20 km),此段河道长约 39.8 km。此段开始常年无水,河道干枯,河床裸露,每遇大风便尘土飞扬,成为北京沙尘源之一。对应流域范围内以耕地为主,并有建设用地分散分布,目前人工林地、草地逐渐增多。此段河道较为开阔,有大面积的滩地,河道内种植大量庄稼,生态服务功能以农产品产出为主。未来在保障行洪安全的前提下,应综合利用、开发荒滩地,增加人工绿地面积,增强其休憩功能,使其成为北京郊野公园。受水资源的制约,河道生态建设以绿化及配水工程为主。修复指标应以人工绿地、防风固沙、植被保护、生态用水、人文景观、防洪类指标为主。

4.5 郊野-自然绿化段(黄良路-梁各庄)

郊野-自然绿化段(京良路南约 20 km-梁各庄),此

段河道长约 21 km。此段为永定河出京的最后一段,常年无水,河床裸露,遇风沙尘多。河道善冲善淤,堤防宽窄变化很大,行洪河道与滩地之间没有明确的固定界限,河床较高。对应流域范围内土地利用覆被主要为耕地和建设用地。河道内或周围建立高尔夫球场或种植庄稼,一方面能起到防风固沙、净化空气作用,并在一定程度上改善河床生态环境;但是另一方面,河道内种植大量庄稼,会延缓水流速度,降低排洪能力。生态服务功能以农产品产出、防风固沙为主。未来应加强其土地利用方向的控制,引导当地农民合理利用土地,不可忽视对排洪能力的维护。目前大部分河道已经被当地农民种植农作物,因此可在保障泄洪顺畅的同时,进行适度开发。该段河道河堤内淤有细土滩地,滩地多有冲淤,弯折较多,主流左右迂回,水流很浅。将重点通过植物配置创造植物景观。修复指标应以防风固沙、防洪、人工景观、人工绿地、人文景观类指标为主。

5 结论

本文探讨了以河流修复为目标的河道生态功能分区方法与步骤,重点考虑河段生态系统结构和功能,充分利用 GIS 技术,把永定河主河道分为 5 个区段,并结合当地社会经济发展状况和相关规划等因素,提出了各生态系统分区修复指标,为顺利开展河流生态修复打下了坚实基础;同时,本研究亦是对生态功能分区理论与成果应用的积极尝试。由于数据等原因,使得本研究在单元精度、量化分析方面还稍显不足,今后在研究过程,将进一步加强与改进。

(编辑:温武军)

参考文献(References)

- [1]Daily GC. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems [M]. Washington: Island Press, 1997
- [2]崔爽,周启星.生态修复研究评述[J]. 农业科学, 2008, 25(1): 87-91. [Cui Shuang, Zhou Qixing. The Researching Progress and Prospect of Ecological Remediation [J]. Pratacul Tural Science, 2008, 25(1): 87-91.]
- [3]陈奇伯,陈宝昆,董映成等.长江上游洋派河流域生态修复研究[J]. 水土保持学报, 2004, 18(1): 154-157. [Chen Qibo, Chen Baokun, Dong Yingcheng, et al. Study on Ecological Restoration of Yangpaihe Watershed in Upper Reaches of Yangtze River [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2004, 18(1): 154-157.]
- [4]贾良清,欧阳志云,赵同谦,等.安徽省生态功能区划研究[J]. 生态学报, 2005, 25(2): 254-260. [Jia Liangqing, Ouyang Zhiyun, Zhao Tong Qian, et al. The ecological function regionalization of Anhui Province[J]. Acta Ecologica Sinica. 2005, 25(2): 254-260.]
- [5]陶星名.生态功能区划方法学研究[M]. 杭州:浙江大学出版社, 2004, 9-10. [Tao Xingming. Ecological Function Regionalization for

- Hangzhou City [M]. Hangzhou: Press of Zhejiang University, 2004, 9-10.]
- [6] 国务院西部开发办领导小组办公室、国家环境保护总局. 生态功能区划暂行规程[R]. 2002. [Office of Western Development Leading Group of China State Council, China State Environmental Protection Administration. Ecological Function Regionalization Provisional Rule [R]. 2002.]
- [7] 李卫国, 赵彦伟, 盛连喜. 长春市生态功能区划及其调控对策研究[J]. 中国人口、资源与环境, 2008, 18(1): 160-165. [Li Weiguo, Zhao Yanwei, Sheng Lianxi. Typical Urban Ecological Function Zoning and Their Countermeasures in Changchun of China [J]. China Population, Resources and Environment, 2008, 18(1): 160-165.]
- [8] 王伟, 步伟娜, 纪江海. 资源型城市生态功能区划研究—以焦作市为例[J]. 自然资源学报, 2005, 25(1): 78-84. [Wang Wei, Bu Weina, Ji Jianghai. Study on Ecological Function Division of Resourceful City: A Case in Jiaozuo [J]. Journal of Natural Resources, 2005, 25(1): 78-84.]
- [9] 陈加兵, 郑达贤. 福建省县域生态功能区划研究[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2006, 22(3): 95-99. [Chen Jiabing, Zheng Daxian. Study on the Eco-functional Regionalization of County in Fujian Province [J]. Journal of Fujian Normal University (Natural Science Edition), 2006, 22(3): 95-99.]
- [10] 王志宪, 唐永顺. 山东东昌湖生态功能区划及保护与建设[J]. 湖泊科学, 2004, 16(4): 381-384. [Wang Zhixian, Tang Yongshun. Eco-functional Regionalization, Protection and Construction in Dongchang Lake, Shandong Province [J]. Journal of Lake Sciences, 2004, 16(4): 381-384.]
- [11] 夏继红, 胡玲. 生态河岸带功能区划的定性定量研究[J]. 水利学报, 2007, 10(增刊): 542-546. [Xia Jihong, Hu ling. Qualitative and Quantitative Function Regionalization of Ecological Riparian Zone [J]. Shuili Xuebao, 2007, 10: 542-546.]
- [12] 李艳梅, 曾文炉, 周启星. 水生态功能分区的研究进展[J]. 应用生态学报, 2009, 20(12): 3101-3108. [Li Yanmei, Zeng Wenlu, Zhou Qixing. Research progress in Water Eco-functional Regionalization [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2009, 20(12): 3101-3108.]
- [13] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189-196. [Xie Gao di, Lu Chunxia, Leng Yunfa. Ecological Assets Valuation of the Tibetan Plateau [J]. Journal of Natural Resource, 2003, 18(2): 189-196.]
- [14] 李波, 宋晓媛, 谢花林. 北京市平谷区生态系统服务价值动态[J]. 应用生态学报, 2008, 19(10): 2251-2258. [Li Bo, Song Xiaoyuan, Xie Hualin. Dynamic Changes of Ecosystem Service Value in Pinggu District of Beijing [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2008, 19(10): 2251-2258.]
- [15] 余新晓, 鲁绍伟, 靳芳等. 中国森林生态系统服务功能价值评估[J]. 生态学报, 2005, 25(8): 2096-2102. [Yu Xinxiao, Lu Shaowei, Jin Fang, et al. The Assessment of the Forest Ecosystem Services Evaluation in China [J]. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(8): 2096-2102.]

Study on River Ecological Function Regionalization of Yongding River in Beijing

PENG Tao¹ WU Jian-zhai² JIANG Guang-hui³

(1. Development Research Center of China Association for Science and Technology, Beijing 100045, China;

2. Agriculture Information Institute, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Beijing 100081, China;

3. College of Resource Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract River ecological function regionalization is a kind of spatial division based on the distribution of ecosystem, ecological sensitivity and ecological service importance, which is the scientific basis for river ecological restoration. According to the investigation on ecological environment of Yongding river in Beijing, the ecological problems and ecological service importance were characterized and the ecosystem special changes were revealed based on the GIS and RS. Considering the influence of nature factors and human activity, ecological function regionalization of Yongding river in Beijing was worked out, which including natural reach, near-natural reach, urban landscape reach, artificial-greening reach, natural-greening. Combining with several influence factors composed of diversified purpose of Yongding river, development planning, social and economy development condition, etc, the regulation index for ecological restoration of each reach was also proposed, which focus on ecological restoration of Yongding river in Beijing.

Key words ecological function, regionalization, Yongding river