

城市水生态系统建设模式研究进展

王沛芳,王超,冯 骞,钱 进,周建仁

(河海大学环境科学与工程学院,江苏 南京 210098)

摘要:在总结城市建设发展历史进程和城市水生态系统研究建设进展的基础上,指出目前国内外对城市水生态系统没有开展全面的综合研究,未能形成系统性的研究体系,缺乏城市-人类-水体相协调的理念.针对这种状况,提出了水安全、水环境、水景观、水文化和水经济五位一体的城市水生态系统建设模式.这种模式可以有效地解决城市涉水规划和建设的单一性问题,有利于完善城市水生态系统的管理体系,为城市生态建设提供理论指导和技术支持.

关键词:城市;水生态系统;建设模式;研究进展

中图分类号: X171.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1980(2003)05-0485-05

河流与城市的产生、发展密切相关.但城市规模的不断扩大和人工构筑物的不断增加,使得城市内河水系逐渐萎缩、内湖富营养化不断加重、水环境质量不断恶化、水生态系统严重衰退、人居环境品位不断下降.因此,城市水生态系统的建设和研究已引起人们的极大关注.本文在分析城市水生态系统研究进展的基础上,提出水安全、水环境、水景观、水文化、水经济五位一体的城市水生态建设模式.这种模式可为生态城市建设和城市生态规划提供理论依据和技术支持.

1 研究进展

城市水生态系统的建设是在城市生态建设过程中提出并日益受到重视的一个生态问题.其建设研究始终贯穿于城市生态建设和研究的过程中,同时水生态系统的建设研究又为城市生态的建设完善提供支持.

1.1 生态城市建设研究进展

生态城市的概念在 20 世纪初开始萌芽,20 世纪 70 年代联合国教科文组织发起“人与生物圈(MAB)计划”以后,国际上许多生态学者对其进行了广泛的研究^[1].

1.1.1 国外生态城市建设研究进展

在农业文明时代,人类生活对城市环境的影响较小.但从 18 世纪的工业革命以后,人口向城市迅速集中,城市在旧的躯体上迅速扩张、盲目蔓延,造成环境质量下降,生态失去平衡^[2].这种状况迫使欧洲人不得不认真研究城市化、工业化所带来的生态问题、生态过程及其对策.1898 年,霍华德(E. Howard)提出的“田园城市”理论,把城市当成一个整体,考虑城乡关系,开创了把城市规划与城市环境绿化等问题结合起来研究的新阶段.随后盖迪斯(Patrick Geddes)提出城市发展规划要同周围地区环境联系起来,建筑形态规划要与社会经济环境因素相统一的思想^[3].在这些思想的影响下,1933 年“国际现代建筑会议(CIAM)”召开了第 4 次会议,指出要把城市与周围影响区域作为一个整体来规划研究^[4],这为今后城市生态发展奠定了基础.1970 年以来以“增长的极限”为催化剂的环境运动和联合国教科文组织人与生物圈计划(MAB)倡导的城市生态研究,为西方国家城市环境的改善和生态功能的强化奠定了科学基础.1990 年在美国加利福尼亚伯克莱召开了第 1 届国际生态城市会议,12 个与会国家介绍了生态城市建设的理论和实践,包括伯克莱生态城计划、旧金山绿色城计划、丹麦生态村计划等.1991 年以后国际生态城市学术讨论会在美洲、澳洲、欧洲和非洲就举行了 20 多次.其中,1996 年 6 月在土耳其联合国人居环境大会上专门制定了人居环境议程,提出了城市可持续发展的目标是:将社会经济发展和环境保护相融合,在生态系统承载能力内去改变生产和消费方式、发展

政策和生态格局,减少环境压力,促进自然资源(水、土、气、林、能)的有效和持续利用,为所有居民提供健康、安全、舒适的生活环境,减少人居环境的生态痕迹,使城市发展与自然和文化遗产相和谐,并对国家的可持续发展目标做出贡献。1997年德国莱比锡召开的国际城市生态学术研讨会将生态城市作为主要议题,对生态城市的建设内容、策略等方面进行了广泛讨论^[2]。由此,当代城市发展观念由单纯的自然优美环境取向趋于更新的全面生态化,包括自然生态、社会经济生态和历史文化生态的平衡、协调发展。

生态城市建设方面,欧洲处于领先地位。1993年10月17日,西班牙《周刊》一篇题为“欧洲建起生态城”的文章对9位建筑师在荷兰中部规划建设历史上第1座生态城市的情况进行了报道^[4]。建筑师们在利用无废无污资源和节约能源方面进行了重要探索和尝试。20世纪90年代末,澳大利亚建造了两座生态城市^[3]。其中一座是Adelaide市外60km外的一片17hm²农田上规划建设的Halifax生态城。该生态城综合开发了各种节水、节能、节物的生态建筑技术,包括太阳能供热水、制冷、取暖、自然采光、中水及雨水利用技术等,较系统地实践了国际社会关于生态城市建设思想。另一座是在一个废弃的钢铁工业基地上利用各种生态恢复措施构筑的Whyalla生态城。其城市形态和格局按生态建设原则进行规划,同时还应用了退化生态系统恢复、环境容量限度内开发、优化能源结构和效率的思想。但到目前为止,所有规划建设的生态城都只是在“生态”的指导思想下设计的示范城,没有描绘真实城市所涉及的人口、经济、社会的全面发展,而且在所有生态城市的研究和建设过程中,对水、土地等子系统均未能进行全面系统的考虑。

1.1.2 国内生态城市建设研究进展

我国城市生态学的研究比国外晚。1980年,吴良镛^[4]发表了要借鉴国际经验,引入生态概念的观点。1984年,马世骏和王如松提出了生态城市发展要综合考虑社会、经济和自然三大子系统建设的思想。此后中国的生态学者和城市建设者们在城市建设方面进行了大量研究。1993年3月28日在北京召开的“山水城市——展望21世纪的中国城市”讨论会,明确了“山水城市的设想是中外文化的有机结合,是城市园林和城市森林的结合”的思想,提出了不仅要把大自然还给城市,还要把艺术美赋予城市的目标。近年来,国内一直致力于生态城市建设研究的科研院所及高等学校有中科院生态环境研究中心、重庆大学、清华大学、同济大学等,其研究内容基本集中在生态城市概念和内涵的探讨、城市生态规划、绿地景观建设、污染控制和水土流失防治等方面。

在城市生态建设方面,黄光宇1985年在四川万源官渡区集镇综合示范点的规划与设计中的应用生态学原理和方法在生态退化及废弃的坡地上通过自建公助和自建自助的方式规划建设了贫困山区小集镇,迈出了我国生态建设的第一步^[5]。之后,江西省宜春市1986年提出了生态城市建设的目标,制订了一系列生态发展措施,并于1988年开始试点建设,取得了良好的效果^[2]。另外,“六五”期间北京和天津等城市的规划和建设部门开展了城市生态研究^[6],并应用经济生态学及系统工程学的研究方法,通过实地调查和大量野外试验、实验模拟与数学模拟,系统地揭示了城市生态系统的现状及规律。近年来,国内许多城市如上海、天津、哈尔滨、扬州、常州、成都、张家港、秦皇岛、唐山、襄樊、太原等都提出了建设生态城市的目标,并进行了生态建设的尝试。总体而言,这一时期的生态城市建设大多集中在生态城市建设框架的构建,以及环境污染治理、绿地景观规划、空气质量净化等技术措施的实施上,虽然为亮化城市起到了一定的作用,但在生态城市建设和城市生态规划中,没有重视水的生态功能,未能将水生态系统建设纳入城市规划和建设中。

1.2 城市水生态系统研究进展

城市发展依赖于城市供水、污水处理和防洪安全等,一旦遭遇干旱、洪水和污染,城市中“短路的”水循环就会被破坏,人民的生命和财产安全就会受到严重威胁^[7]。在早期的城市生态规划中,相关研究侧重于城市结构调整、城市形态布局和城市艺术设计等方面,大多关注城市生态系统中的能源开发、经济发展和环境保护等方面。直到20世纪90年代初,关于城市水问题、水循环的研究才逐渐被重视。

1.2.1 国外城市水生态系统研究进展

国外关于水生态的研究大体可归纳为如下几个方面:

a. 城市中水务的控制规划^[8,9]。主要包括城市暴雨水量和水质的控制、利用以及综合管理;城市内河水环境保护;城市水资源的综合利用,一般包括城市供水、排水和休闲娱乐等几个方面。

b. 流域、湿地生态系统修复理论和应用^[10~12]。生态系统修复技术是近年来国外研究的热点,主要通过河流、湿地生态系统,生态系统修复技术,植物对生态修复的作用机理以及有关生态平衡、生态风险评价等

方面的研究,使人类更进一步认识到自身行为对生态系统的影响效应。

c. 水利工程、河道流量变化对河床变迁、水域生态的影响^[13~15] 水利工程由于破坏了水体的连续性,造成河道内流量减少、泥沙淤积、断面萎缩、河床移位、水环境质量下降、生物多样性被破坏等而使生态系统出现失调现象,国外日益关注对这些问题的研究。

1.2.2 国内城市水生态系统研究进展

由于忽视对城市现有水利设施的维护,加上大量生活污水和工业废水排入城市水体,给居民生活和生产带来严重影响,故对城市水生态系统的研究侧重于城市防洪排涝、雨水利用、污水排放、水环境保护及污染控制等几个方面^[16~19]。关于河流在城市生态建设中的作用,文献^[20]作了阐述。该文在分析城市河流在削减城市热岛效应和洪涝灾害、绿地建设、景观多样性组成、物种多样性保护、组成畅捷交通和亲近自然等方面的意义时,只注重城市河流水系的综合功能,而对其建设模式及维护措施等未能涉及。

2 研究状况分析

水生态系统在生态城市的规划建设起着举足轻重的作用。近年来国内外非常重视城市生态建设,在城市形态规划、城市绿地建设、城市景观美化以及城市生态评价等方面进行了大量的理论研究和实践,从一定程度上改变了城市满目钢筋水泥、拥挤不堪的状况。但这些研究和实践仅将城市生态系统中起支撑作用的水生态系统中的“水”作为自然资源的一项因子参与总体分析,而未重视其对城市可持续发展的制约作用。

在城市水生态建设研究方面,国外技术手段先进,其研究成果的理论性和科学性均较强,我国在这一方面与国外有一定的差距,主要表现在:(a)由于城市河流污染严重,存在紧迫的水环境保护和污染控制问题,故比较重视城市水体的污染防治和治理、供水水源的保障等;(b)只注意水利工程的正面效用而忽视其对生态系统干扰的负面作用,造成河道水体流动不畅,混凝土裸露,沿岸景观单调乏味,生态系统退化。

综上所述,目前国内外对城市水生态系统的研究还很不完善,主要问题有:(a)未形成系统的城市水生态系统研究体系;(b)缺乏自然-人类-水体相协调的水生态系统建设模式;(c)对城市水生态系统建设的实质内容界定不清;(d)城市水生态建设理论基础缺乏,实施中盲目性较大,效果不理想。随着人们对城市中水生态系统作用的日益重视,人们更加需要全面、系统的理论体系来指导这项规划建设工作。因此,应加强城市水生态系统的建设研究工作。

3 城市水生态系统建设模式探讨

水在人类生存和城市发展中起着重要作用,应按照水安全、水环境、水景观、水经济、水文化五位一体的模式来建设城市水生态系统。

3.1 水安全

城市水生态系统的水安全体系主要包括城市防洪排涝、供水及生态用水 3 个方面的安全保障体系。城市防洪排涝安全体系是保障水生态系统维护和良性循环的基础,在建设防洪排涝安全体系时要充分考虑城市排水体系和内河排洪体系的耦合作用,并充分发挥洼陷结构在蓄洪调峰中的作用,以提高城市防洪排涝体系的安全性。城市供水安全体系是从城市居民生产、生活用水安全角度出发来考虑城市水生态系统稳定性的,主要包括居民生活用水安全、工业用水安全、城市公共事业用水安全等。生态用水安全体系是对城市水生态系统安全体系的季节性补充,它主要考虑水生态系统的 $\text{最小生态需水量}^{[21]}$ 、内河水系需要的最低生态流速等,以保证枯水期城市的水生态系统也能维持良性循环。这 3 个体系构成了城市水安全体系。

3.2 水环境

解决城市水环境问题,要在合理的城市水功能区划的基础上^[22]实施污染源控制和污染水体修复 2 种方案。控源是从减少污染物进入水体的角度来保障水生态系统的环境净化,主要包括工业点源治理、生活污水处理、城市初雨径流及其他面源污染物的收集控制等。污染水体修复技术大体可分为生态工程措施和生物工程措施 2 大类。生态工程措施包括 3 个方面:通过化学方法,向水体中投加化学药剂,杀灭藻类等易于引起富营养化的污染物;利用物理方法,通过机械除藻、清除底泥、引水稀释等方式降低水中污染物的浓度;应用生态方法建设生态岸坡、恢复河湖自然形态,以修复良性循环的水生态系统。生物工程措施大体可分为 2 类:一是种植水生植物或投放水生生物,通过生态系统的调节能力,逐渐将水生态系统恢复到未被破坏的状态;二

是借助生物处理工程的作用,如生物廊道、生物模块、生物滤池、生物接触氧化、生物曝气等工艺,强化提高水生态系统的净化恢复能力。

生物修复技术,由于其处理效果好,实施工程造价低,运行成本低廉,净水所需的微生物和动植物来源广、繁殖迅速,如果能选择到优势菌群和物种,可实现对大多数有机物的生物降解而不会形成二次污染,因此被广泛应用于水环境治理工程中。

3.3 水景观

城市水生态系统景观的功能,狭义上是指水域形态、面积及沿岸带从视觉上对城市的景观美化作用。城市中良性循环的水域,本身就是一道亮丽的风景线。城市水域的景观规划,应考虑城市的现状、发展规划及城市定位,应协调好城市土地利用和景观布置的关系,并根据城市不同景观结构分区、分段进行。

3.4 水经济

城市中的水经济多指因“水”的存在而产生的与经济有关的事务,涉及城市取水、供水、用水及由于水生态系统的参与所带来的城市经济变化等方面。目前不少城市都在建设适合自身经济发展模式的城市水市场,即着眼于建立合理的水分配利益调节机制,以产权改革为突破口,明晰水资源产权,建立由价格制度、保障市场运作的法律制度为基础的合理的水权分配和市场交易管理模式。同时,由于水生态系统的参与,提高了相邻地域的居住适宜度,进而拉升了房地产的价格,促进了行业经济的发展,改善了城市的投资环境。这也是水经济价值的一种体现。

3.5 水文化

水文化是一种反映水与人类社会、政治、经济、文化等关系的行业文化,是人类从事水务活动时所创造的以水为载体的各种文化现象,是民族文化中以水为轴心的文化集合体。城市水生态系统中水文化的建设主要应结合城市景观效应,体现以水为轴心的文化,一般表现在历史遗迹、历史人物、神话传说、文人墨客的典故等几个方面。城市中的水生态系统具有丰富的文化内涵及历史底蕴,在城市规划尤其是城市水景观规划时要特别重视挖掘,形成完善的水景观体系。

4 结 语

由于目前国内外城市水生态建设和研究还很不全面,加上管理不善,使得现状的水生态系统成为许多城市发展的制约因素。如果能按照水安全、水环境、水景观、水经济、水文化五位一体的模式进行城市水生态系统的建设,则可实现城市水环境净化、水景观秀丽、水文化丰富、水经济活跃的水生态系统,为城市的可持续发展提供坚实的基础。

参考文献:

- [1] 沈清基. 城市生态与城市环境[M]. 上海:同济大学出版社,1999.47—50.
- [2] 陈勇. 生态城市:可持续发展的人居模式[J]. 新建筑,1999,(1):12—14.
- [3] 王如松. 系统化、自然化、经济化、人性化——城市人居环境规划方法的生态转型[J]. 城市环境与城市生态,2001,(4):1—5.
- [4] 钟晓青. 从田园城市、园林城市到生态城市[J]. 生态科学,1996,(1):75—79.
- [5] 黄光宇. 中国生态城市规划与建设进展[J]. 城市环境与城市生态,2001,(4):6—8.
- [6] 王如松,周启星,胡蚬. 城市生态调控方法[M]. 上海:同济大学出版社,1999.47—50.
- [7] RIPL W. Management of water cycle: an approach to urban ecology[J]. Water Pollution Research Journal of Canada,1992,(2):221—237.
- [8] SCHMITT T G. Integrated storm water management in urban area[J]. European Water Pollution Control,1996,(3):14—20.
- [9] SERGEI K, LUDMILA E. Water quality and ecology of water bodies in urban territories: St. Petersburg as a case study[J]. Regulated Rivers: Research & Management,1998,(4):86—105.
- [10] HESSION W C, JOHNSON T E. Ecological benefits of riparian reforestation in urban watersheds: study design and preliminary results[J]. The Journal of Chinese Geography,1999,(2):155—162.
- [11] KNOBEN R A E, BEEK M A. Application of species sensitivity distributions as ecological risk assessment tool for water management[J].

Journal of Hazardous Materials ,1998 ,61(3) :203—207.

[12] ALEXANDER J P R. Ecological rehabilitation of the Dutch part of the River Rhine with special attention to the fish[J]. Regulated Rivers : Research & Management 2001 ,17 :131—144.

[13] GROWNS I O ,GROWNS J E. Ecological effects of flow regulation on croinvertebrate and periphytic diatom assemblages in the Hawkesbury-Nepean River ,Australia[J]. Regulated Rivers : Research & Management 2001 ,17 :275—293.

[14] HOWARD R F ,ROBERT L W ,HEATHER M M. Impact of river regulation and climate change on the barred estuary of the Oued Massa Southern Morocco[J]. Regulated Rivers : Research & Management . 2001 ,17 :235—250.

[15] ANGELA T B. Undamming rivers : a review of the ecological impacts of dam removal[J]. Environmental Management ,2001 ,27(6) :0803—0814.

[16] 李怀恩 ,沈冰 ,沈晋. 暴雨径流污染负荷计算的响应函数模型[J]. 中国环境科学 ,1997 ,17(1) :15—18.

[17] 徐丽花 ,周琪. 人工湿地控制暴雨径流污染的实验研究[J]. 上海环境科学 2002 ,21(5) :274—277.

[18] 汪慧贞 ,李宪法. 北京城区雨水径流及控制[J]. 城市环境与城市生态 2002 ,15(2) :116—118.

[19] 王祖琴 ,李田. 上海市雨水污染控制初探[J]. 上海环境科学 2002 ,21(5) :305—312.

[20] 阎水玉 ,王祥荣. 城市河流在城市生态建设中的意义和应用方法[J]. 城市环境与城市生态 ,1999 ,12(6) :36—38.

[21] 丰华丽 ,王超 ,李剑超. 河流生态与环境用水研究进展[J]. 河海大学学报(自然科学版) 2002 ,30(3) :19—23.

[22] 王超 ,朱党生 ,程晓冰. 水功能区划分系统的研究[J]. 河海大学学报(自然科学版) 2002 ,30(5) :7—11.

Advances in research of urban water ecosystem construction mode

WANG Pei-fang , WANG Chao , FENG Qian , QIAN Jin , ZHOU Jian-ren
(College of Environmental Science and Engineering , Hohai Univ . , Nanjing 210098 , China)

Abstract :A summary is made of the development of urban construction and research on urban water ecosystem , and it is concluded that there lacks an overall and systematic research at home and aboard in this field , and also a notion concerning the coordination between cities , human beings , and water bodies. Aiming at the fact , an urban ecosystem construction mode , which integrates water security , water environment , water scene , water culture , and water economy , is put forward. The mode can effectively avoid the separation of water planning from construction , and is helpful to the improvement of the urban water ecosystem management system , providing a theoretical guidance and technical support to urban ecological construction.

Key words :city ; water ecosystem ; construction mode ; advances in research