

城市河流综合治理与生态建设探讨

江红梅¹,王正中¹,王东刚²,曹 满¹,任 鑫¹

(1 西北农林科技大学 水利与建筑工程学院,陕西 杨凌 712100;
2 西安市城市规划设计研究院,陕西 西安 710082)

〔摘 要〕 【目的】通过对城市河流综合治理与生态建设的探讨,使社会各界更加重视和重新认识城市河流综合治理与生态建设的意义和发展方向。【方法】通过查阅大量国内外相关资料,运用分析归纳的方法对城市河流综合治理与生态建设进行了探讨。【结果】指出了我国城市河流综合治理与生态建设有利于改善城市居民的生存环境,促使生态型城市的形成,促进城市产业结构的合理调整和城市经济的发展;提出了我国城市河流综合治理与生态建设的发展方向,即应以环境生态建设为中心,重视城市河流的多种功能,遵循河流的自然规律,恢复河流的生命力和环境自净能力,使其向自然化、生态化、人文化、景观化发展。【结论】城市建设者应重视城市河流的生态、环境、景观和历史文化内涵建设,研究新一代河流综合治理与生态建设工程技术,实现管理制度的创新。

〔关键词〕 城市河流;综合治理;生态建设

〔中图分类号〕 TV8;TU99 〔文献标识码〕 A 〔文章编号〕 1671-9387(2008)01-0223-06

Inquiry into comprehensive reclamation of urban rivers
and ecological construction

JIANG Hong-mei¹, WANG Zheng-zhong¹, WANG Dong-gang²,
CAO Man¹, REN Xin¹

(1 College of Water Resource and Architectural Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;
2 Xi'an Urban Planning and Design Institute, Xi'an, Shaanxi 710082, China)

Abstract:【Objective】By inquiring into the comprehensive reclamation of urban rivers and ecological construction, the thesis is aimed at changing the general public's ideas to bring people's more attention to it, and to reach a consensus on the benefits and the development orientations of the comprehensive reclamation of urban rivers and ecological construction.【Method】It is studied by referring to a large number of relevant data. And it inquires the comprehensive reclamation of urban rivers and ecological construction by the way of analyzing and generalizing. 【Result】The benefits to improve residential surroundings of the comprehensive reclamation of urban rivers and ecological construction are put forward in this thesis. This can definitely accelerate the formation of ecotypic cities, promote the adjustment of urban industrial structure and develop urban economy. Moreover, it has the realistic significance on building a well-off society in an all-round way. It is clearly pointed out that, following its natural law, great importance of varied functions of urban rivers should be attached to the comprehensive reclamation of urban rivers and ecological construction in China. Centering on the construction of ecological environment, the vitality and self-purification of urban rivers can be restored so that they can develop in the way of naturalization, ecologicalization, hu-

* 〔收稿日期〕 2006-12-31
〔作者简介〕 江红梅(1973—),女,湖北监利人,讲师,硕士,主要从事城市规划理论研究和城乡河流综合治理与生态建设研究。
E-mail:jhmsnow@nwsuaf.edu.cn
〔通讯作者〕 王正中(1963—),男,陕西彬县人,教授,博士生导师,主要从事水力学及水工结构研究。

manism and landscape. 【Conclusion】 Urban construction entails people's transformation of ideas and more attention to the construction of ecology, environment, landscape, and history and culture connotation of urban rivers, which also requires studying the new generation engineering technology of the comprehensive reclamation urban rivers and ecological construction, and realizing the innovation of management system.

key words: urban rivers; comprehensive reclamation; ecological construction

人类与河流的关系非常紧密,人类影响河流的发展演变,河流也服务于人类并促进人类的进步和发展。河流是城市形成和发展中最关键的资源和环境载体,对城市的发展、建设风格和城市环境有着积极的影响。随着经济、社会的快速发展和城市人口的急剧增长,以及城市工业经济的兴起,城市河流不可避免地遭到蚕食,日益增多的工业、农业、生活污水排入城市河流,使河流水质遭到污染,甚至超出了城市河流的最大环境容量,破坏了城市河流的自我恢复能力。河岸被大量的违章建筑所侵占,严重破坏了城市河流防洪、泄洪和供给工业、农业、生活用水的基本功能,影响了城市河流的滨水环境。关注并深入思考城市河流的综合治理与生态建设,对促进城市的建设和发展有十分重要的现实意义。

欧美及日本对城市河流功能及生态的重视与研究起步较早,现已进入了“生态工程治理”和“近自然河流治理”的高级阶段,其以尊重河流系统的自然发展规律、注重河流自然生态和自然环境的恢复和保护、充分发挥河流的综合服务功能为特征^[1-2]。国内对河流生态建设的研究较晚,建设部副部长仇保兴^[3]提出,应统筹考虑城市水系的整体性、历史性、协调性、安全性和综合性,保障城市水系安全,改善城市生态,优化人居环境,提升城市的功能,实现城市的可持续发展。董哲仁等^[4-7]认为,应重视研究生态水工学,提出采用生态-生物方法水体修复技术,保护和恢复河流形态多样性。汪恕诚^[8]第一次提出,用“人与自然和谐共处”的理念指导水环境建设,以促进水环境可持续发展的探索与实践。

虽然城市河流综合治理与生态建设研究已引起了国内学者的广泛关注,但目前的研究基本属于宏观层面的探讨,缺乏系统的理论支撑,缺少系统的指导原则、方法和共性内容,多部门和公众的积极参与尚显不够。为此,本研究试图通过对国内外城市河流研究现状的分析,提出我国城市河流综合治理与生态建设的意义和发展方向,旨在使社会各界更加重视城市河流综合治理与生态建设,推进我国城市健康、快速的发展。

1 城市河流综合治理与生态建设的研究现状

1.1 国 外

20 世纪 80 年代以来,日本、美国、德国、瑞士等发达国家由于较早地完成了工业化、城市化过程,城市河流治理开始转向城市河流综合治理与生态建设,现已进入“生态工程治理”和“近自然河流治理”的高级阶段,摒弃了经济高速发展时期所形成的“唯效率主义”^[1]的河流治理观念,尊重河流系统的自然规律,注重河流自然生态和自然环境的恢复和保护,充分发挥河流的综合服务功能^[2]。

1.1.1 日 本 日本受德国提出的“近自然型河流”观念的影响,于 20 世纪 90 年代初开始倡导多自然型河流建设,并实施了“创造多自然型河川计划”,仅在 1991 年全国就兴建了 600 多处试验工程^[9]。日本建设部为了掌握全国的河流生态状况,于 1991~1998 年在 109 条一级和二级河流上展开了“水边国情调查”,其目的是为了了解河流系统的栖息生物种类和分布;建设部还在岐阜县的木曾川上建成了“自然共生河流研究中心”,该中心拥有世界上最大的自然河流实验水道,利用此设施进行“河流-生物”相互关系等河流生态学领域的科学研究^[2],以指导河流治理与生态建设的实践。在河道工程方面,对“多自然型河流治理法”进行了大量的研究,强调用生态工程方法治理河流环境、恢复水质、维护景观多样性和生物多样性^[10]。

日本在进行多自然型河流的规划和建设时,遵循生物圈中人类与自然万物唇齿相依的基本原则,不因人类改造自己周边环境的能力随着科学技术的发展得到极大增强,而剥夺其他生物的生存空间和生活权利,提出“建设我们自己的家园”的口号^[10]。建设中重视沿岸居民的参与,鼓励居民参与到多自然型河流的建设活动中来。

在河流整治中,日本河流研究者将河流水域、河滨空间及河畔居民社区作为一个有机的整体,认为河流治理对象应该包括河流水量、水质、河流生态系统、河流水循环、河流水滨空间、河流与河畔居民社

区的关系等^[2]。

1.1.2 美 国 美国在 20 世纪 70 年代以后经历了河流水资源管理模式的转换,与自然相协调的可持续河流规划治理理念得以确立,提出了与经济、生态、文化可持续性相融合的河流治理新模式^[11]。在实践方面,美国各州大力推行综合性的“流域保护方法”^[12],这种方法有别于以往的以污染治理为中心的河流水治理,概括起来具有以下几个特点^[11]:一是治理的最终目的在于河流整体生态功能的恢复,而不是仅仅把重点放在污染源控制上;二是治理决策中除了考虑传统的污染因子之外,还考虑到大量的生态因子,例如栖息地保护、水温、泥沙以及河流流量等;三是从河流规划及相应项目筹划开始,就强调多个政府部门、非政府组织、民间团体、企业、公众在流域治理和管理上的协商与合作;四是重视河流管理情报的公开及分享。

1.1.3 欧洲的德国、法国、瑞士等 出于对工业革命以来大肆破坏河流生态、污染河流水质的反省,以及长期以来养成的热爱自然的民族性格,这些国家十分重视河流系统的生态恢复和保护。德国于 20 世纪 50 年代正式提出了“近自然河道治理工程”理念,提出河道的整治要符合植物化和生命化的原则^[9]。20 世纪 80 年代正式启动了“近自然河流治理”工程,河流治理中普遍采用近自然河流工法,如除去河道硬化层,允许水流自然侵蚀并保持优美的流态;采用鱼类能上溯的落差工程;设置鱼虾产卵场;甚至还专门为老人和儿童修改河滩,以保证他们能安全地接近水体。阿尔卑斯山山脚的阿勒河及著名的莱茵河、塞纳河、多瑙河等都采用了这种近自然工法。采用“近自然河流治理”工程至今虽只有 20 多年,但成效十分突出,与传统工程方法相比,其显著特点是流域内的生物多样性有了明显增长,生物生产力提高,生物种群的品种、密度成倍增加;另一个鲜明的特点是河流自净能力明显提高,水质得到大幅度改善^[2,9]。

1.2 国 内

我国在 20 世纪 90 年代初以前,主要关注的是河流的供水、灌溉、发电、航运等功能,把河流理解为可供人类驱使的工具,河流的价值仅仅是人类能够利用的资源价值。在城市河流整治中,主要考虑水利技术要素,采用水利工程的治理手段。虽然不能否认水利工程对经济与社会发展的巨大贡献,但也必须认识到,水利工程对河流生态系统造成了不同程度的干扰^[13]。20 世纪 90 年代后期,人们对加强

城市河流综合治理和生态建设的呼声不断高涨,城市河流生态化改造及景观设计日益受到关注。以改善水环境和再造生态系统为主要目标的“亲水”工程,成为城市河流建设的重要内容。1996~1999 年北京改造了城市水系、成都治理了府南河、上海治理了苏州河、福州治理了闽江、绍兴治理了城河、临沂治理了沂水、杭州治理了东河,这些河道的治理工程均以景观建设为主,同时也有生态的雏形,但却并未解决好景观与生态的矛盾,没有很好地融入“人与自然和谐统一”的元素。

2 我国城市河流综合治理与生态建设的意义

城市河流是指发源于城区或流经城市区域的河流或河段,也包括一些历史上虽属人工开挖,但经多年演化已具有自然河流特点的运河、渠系等^[2]。在当今社会经济得到迅速发展的条件下,对城市河流进行综合治理和生态建设,具有十分明显的现实意义。

2.1 有利于改善城市居民的生存环境

随着社会的不断进步,我国城市化的脚步逐渐加快,城市人口快速增加,城镇人口比重由 1990 年的 18.9% 上升到 2004 年的 40%。据预测,2020 年我国城镇人口比重将达到 50%~60%^[14]。高密度的城市人口聚居和对经济发展的过分追求与偏重,以及对城市生态的忽视,将会进一步导致人居环境质量的下降,如绿地的减少、河道的污染等等。人们无奈地远离自然,缺乏近水、亲水空间,城市居住环境、投资环境质量的下降,间接地阴滞了城市经济的提升。通过对城市河流科学合理的综合治理与生态建设的规划、实施,能使城市河流的防洪能力、水域景观以及沿河环境有较大的改观,从而改善并提高城市居民的生存环境。

2.2 有利于促使生态型城市的形成

如今,随着人口、资源和环境之间矛盾的加剧,生态环境问题日益成为全球关注的焦点。如何使城市摆脱由于只注重经济发展、忽略城市生态问题而导致的城市河流严重污染的困扰,改善人居环境,实现人与自然的和谐相处,已日益受到城市居民的广泛关注。生态学家呼吁建设“生态城市”,城市规划学家呼吁建设“山水城市”,园艺学家呼吁建设“园林城市”,林业学家呼吁建设“森林城市”,建筑学家则呼吁建设“风水城市”,尽管名称各异,但其基本目标是一致的,即最大限度地强调城市中人与自然的和

谐相处,保持城市的可持续发展。因此,城市河流综合治理和生态建设,迎合了人类发展和社会发展的需要,是促进形成生态型城市有效且有益的措施之一。

2.3 有利于促进城市产业结构的合理调整和城市经济的发展

城市河流综合治理与生态建设涉及到环保产业、绿色产业、建筑行业、休闲产业、旅游业、商业、服务业、房地产业和交通运输业等等。进行城市河流综合治理和生态建设将能带动这些行业的进一步发展,促进城市产业结构向更合理的结构调整和转变,同时能提供大量的就业岗位,带动城市周边区域的经济发展和人均 GDP 的增长,进一步促进城市经济的跨越式发展。

2.4 有利于全面建设小康社会

在本世纪的前 20 年,我国将集中力量全面建设更高水平的小康社会。而要全面建设小康社会,不仅要实现经济、政治、文化方面的全面进步,还有很重要的一条就是要实现生态环境质量的全面提升,对于具有河流的城市而言,城市河流水环境的好坏直接影响着城市的生态环境质量。如果不能做到城市的可持续发展,不能改善并维护城市良好的生态环境,经济水平再高,人民生活再富足,也是一种不健全的发展,满足不了人们日益增长的物质和精神文化需求。因此,通过城市河流综合治理与生态建设,形成良好的城市生态环境,提升城市居民的生活环境质量,非常有利于我国小康社会的全面建设。

3 我国城市河流综合治理与生态建设的发展方向

我国城市河流综合治理与生态建设的发展方向就是要重视城市河流的多种功能,遵循河流的自然规律,以环境生态建设为中心,恢复其生命活力和环境自净能力,使其自然化、生态化、人文化、景观化。以解决现存问题为目标,可以从以下五个方面考虑创造具有“水安全、水环境、水景观、水文化、水经济”五位一体功能的城市河流^[15]。

3.1 确保城市河流系统用地

由于城市化的快速发展及城市用地的日趋紧张,在我国许多城市,河流用地难以保障。城市河流空间受到挤压,导致河流水文特性、生态环境质量受损。因此,应在城市土地利用规划和城市总体规划中明确划定河流用地,在有关法规中应明确规定市政建设和住宅开发不得侵占河滨土地;城市中的小

型河叉、沟渠不得随意占用和填埋;在旧城区的改造中应有计划地恢复历史上被占用的河流用地。目前,一些发达国家正在掀起挖掘以往填去的水系、再塑城市自然景观的热潮,以实现城市的可持续发展。如韩国首尔清溪川开挖重建工程,其目的就是促进地域水文化与城市河道的亲密接触^[16]。

3.2 引入“人与自然和谐相处”的城市河流综合治理与生态建设理念

我国以往的城市河流治理理念,主要是以保护城市居民生命和财产安全为目标,未考虑城市居民对河流的情感需求。随着我国经济的快速发展和人民生活水平的日益提高,现代城市河流的综合治理与生态建设,应当在满足保护人民生命财产安全的基础上,充分体现“人与自然和谐相处”的理念,充分满足人们回归自然、亲近河水的情感需求。河岸带空间的设计应以安全性、开放性和舒适性为原则,突出河流的自然景态,尽可能满足城市居民的日常休闲要求,提升城市的景观品质,以促进城市经济的发展。

3.3 恢复城市河流生物多样性和自然景观生动性

河岸带空间属于水陆交汇地带,在野生河流中,其原本具有很高的生物多样性和形态各异的自然地形,由此形成了丰富多变的自然景观和季相特点。但从我国城市河流治理的结果看,河滨空间自然地形被整平,植被单一化、人工化和草坪化。生态结构和自然景观被大大简化,致使城市河流失去了作为城市生态廊道、保存河流生物多样性和绿色休闲通道的功能。因此,在城市河流综合治理与生态建设中,不能将城市河流河岸地带的生态建设简单地视为“绿化”和“美化”,将河道的治理简单地视为“渠化”处理,而要从整体上保护和恢复原有的自然生态结构和天然景观,避免过多的人工化,从而实现城市河流的生物多样性和自然景观的生动性。

3.4 恢复城市河流水体自净能力

我国在城市河流综合治理与生态建设方面,基本仍在沿用传统的河道治理工程技术,结果使河流成为一条冷冰冰的人工渠:三面衬砌,线条生硬,水生生物缺乏,河流水体自净能力低下,城市居民难以接触水面。因此,从对城市河流进行简单“渠化”和“硬化”的实践结果看,以这种措施治理的城市河流存在许多不尽人意之处。日、美、德、法等国正在城市河流建设中积极研究并大力推广近自然河流治理法,我国成都市也率先进行了这方面的尝试^[2]。实践表明,在保证河流防洪安全的前提下,近自然河流

治理法的运用,对恢复水质、维护河流自然生态和自然景观具有良好的效果。因而,我国也应该在城市河流综合治理与生态建设中引入近自然河流治理法,积极推行生态-生物方法水体修复技术。

3.5 建立并完善社会化的城市河流综合治理与生态建设管理机制

城市河流综合治理与生态建设属于典型的公共项目,需要多部门的协作及居民的积极配合和主动参与。

3.5.1 多部门协作 从城市河流的环境、生态、人文等综合功能出发,需要水利、城建、环保、园林、环境卫生等部门共同参与治理。多部门的密切协作,能使各自的治理思想、观点相互交汇和融合,确保城市河流规划和治理方案的全面性、科学性,避免因观点片面、技术偏好而导致不当的城市河流综合治理与生态建设决策。

3.5.2 公众参与 城市居民是城市河流综合治理与生态建设中最直接的利益相关群体,其需求和意见应得到充分满足与尊重。但在我国的城市河流综合治理与生态建设的规划、管理程序中,目前仅仅由政府、专业部门、专家学者决策,缺乏城市居民的参与。为了充分体现及落实“以人为本”的科学发展观,城市河流综合治理与生态建设及其日常管理,应确立居民作为城市河流综合治理与生态建设的规划者、治理者、管理者的主体地位,建立居民广泛参与的城市河流综合治理与生态建设的管理机制,充分提供居民参与城市河流综合治理和生态建设的规划、治理、管理的机会及渠道。

4 结 论

在我国未来的城市河流综合治理与生态建设中,建设者应当转变观念,重视城市河流的生态、环境、景观和地方历史文化内涵的建设,实现城市河流的自然化、生态化、人文化、景观化;引入近自然河流治理法,积极推行生态-生物方法水体修复技术,研究与河流生态、环境共存的新一代河流综合治理与生态建设工程方法;实现城市河流管理方式上的创新,形成多部门协作管理、城市居民广泛参与的城市河流综合治理与生态建设的管理新模式。

[参考文献]

[1] 秋原良已,秋原清子,高桥邦夫.都市环境与水边计划[M].东京:劲草书房,1998.
Chouyuan Lionye,Chouyuan Tsingzi,Kaoqiao Bonfu. City envi-

ronment and waterside planning[M]. Tokyo:Jing Cao Study, 1998. (in Chinese)

[2] 宋庆辉,杨志峰.对我国城市河流综合管理的思考[J].水科学进展,2002,13(3):377-382.
Song Q H,Yang Z F.Thought on the comprehensive reclama-tion of urban rivers in china[J]. The Development of Water Science,2002,13(3):377-382. (in Chinese)

[3] 王 雷.水的忧患,关注我们的水环境[J].城乡建设,2005(8):41-47.
Wang L.Stress and conservation of water resource show con-cern for our water environment[J]. Urban and Rural Develop-ment,2005(8):41-47. (in Chinese)

[4] 董哲仁.生态水工学——人与自然和谐的工程学[J].水利水电技术,2003(1):14-16.
Dong Z R.Ecological water conservancy engineering-Harmoni-zation engineering of man and nature[J]. Water Conservancy and HydroPower,2003(1):14-16. (in Chinese)

[5] 董哲仁,刘 倩,曾向辉.受污染水体的生物-生态修复技术[J].水利水电技术,2002(2):1-4.
Dong Z R,Liu Q ,Zeng X H.Lives in contaminated waters-E-cology reclamation Technology [J]. Water Conservancy and Hydro-Power,2002(2):1-4. (in Chinese)

[6] 董哲仁.保护和恢复河流形态多样性[J].中国水利,2003(6):53-56.
Dong Z R,Protection and reclamation of the diversity for river's morphology[J]. Water Conservancy in China,2003(6):53-56. (in Chinese)

[7] 董哲仁.天人合一与生态保护[J].中国水利,2005(18):7-10.
Dong Z R.The complete integration of heaven and man and e-cology protection[J]. Water Conservancy in China,2005(18):7-10. (in Chinese)

[8] 汪恕诚.人与自然和谐相处[J].今日国土,2004(5):6-9.
Wang S C,Harmony of man and nature[J]. Territory Today, 2004(5):6-9. (in Chinese)

[9] 刘晓涛.城市河流治理规划若干问题的探讨[J].水利规划设计,2001(3):28-33.
Liu X T.Discussion on certain question of urban river's recla-mation and planning[J]. Planning and Design of Water Conser-vancy,2001(3):28-33. (in Chinese)

[10] [日]河道整治中心.多自然型河流建设的施工方法及要点[M].周怀东,杜 霞,李怡庭,等译.北京:中国水利水电出版社,2003.
[Japan]River Course Management Center Compiled. Construc-tion steps and major points on multi-natural rivers construction [M]. Zhou H D,Du X,Li Y T,et al,Translated. Beijing:Chi-na's Water Conservancy and Hydropower Press, 2003. (in Chinese)

[11] 贺缠生,傅伯杰.美国水资源政策演变及其启示[J].资源科学,1998,20(1):71-77.
He C S,Fu B J.The evolution and enlightenment of America's water resources policy[J]. Environment Science,1998,20(1):7177. (in Chinese)

[12]

韦保仁. 美国的流域保护方法[J]. 环境科学进展, 1998, 6(6): 56-60.
Wei B R. River drainage area protection in America[J]. The Development of Environment Science, 1998, 6(6): 56-60. (in Chinese)

[13]

董哲仁. 水利工程对生态系统的胁迫[J]. 水利水电技术, 2003 (7): 1-5.
Dong Z R. Threats on eco-system by water conservancy engineering[J]. Water Conservancy and Hydro-Power, 2003(7): 1-5. (in Chinese)

[14]

李德华. 城市规划原理[M]. 3 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001: 58.
Li D H. Planning theory of cities[M]. 3rd Edition. Beijing: China's Construction and Industry Press, 2001: 58. (in Chinese)

[15]

王沛芳, 王 超, 侯 俊. 城市河流生态系统建设模式研究及应用[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2005(1): 45-48.
Wang P F, Wang C, Hou J. Research and application of eco-system construction model of urban rivers[J]. Journal of Hehai University: Natural Science Edition, 2005(1): 45-48. (in Chinese)

[16]

郭 军. 重建韩国清溪川: 地域水文化与城市河道的亲密接触[N]. 中国水利报, 2005-10-15(4).
Guo J. Reconstruction of Qingxichuan in south Korea: The close connection between regional water culture and urban river course[N]. China's Water Conservancy Newspaper, 2005-10-15(4). (in Chinese)

(上接第 222 页)

[12]

翟 鹏. 属性约简方法评介[J]. 科技情报开发与经济, 2004, 14(4): 98-99.
Zhai P. Evaluation and introduction of attribute reducing methods[J]. Sci-Tech Information Development& Economy, 2004, 14(4): 98-99. (in Chinese)

[13]

张群峰, 王静红, 李 笔. 基于属性约简的决策表算法[J]. 河北省科学院学报, 2005, 22(3): 6-9.
Zhang Q F, Wang J H, Li B. Decision table algorithm based on attribute reduction[J]. Journal of the Hebei Academy of Sciences, 2005, 22(3): 6-9. (in Chinese)

[14]

陈婷婷, 梁 川. 云南省水资源可再生性的多级模糊综合评价[J]. 云南水力发电, 2005, 21(6): 7-10.
Chen T T, Liang C. Multi-level fuzzy comprehensive discrimination for assessing water resources renewability in Yunnan Province[J]. Yunnan Water Power, 2005, 21(6): 7-10. (in Chinese)

[15]

沈珍瑶, 杨志峰. 黄河流域水资源可再生性评价指标体系与评价方法[J]. 自然资源学报, 2002, 17(2): 188-197.
Shen Z Y, Yang Z F. Index system and method for assessing water resources renewability of the Yellow River Basin[J]. Journal of Natural Resources, 2002, 17(2): 188-197. (in Chinese)