

我国城市河流水环境综合评价方法的研究

杜勇 (江苏省水文水资源勘测局南京分局, 江苏南京 210008)

摘要 城市河流的水环境发展在城市化进程中表现的作用越来越明显。随着现代城市的发展, 人类作用于城市河流更为频繁, 也让河流环境受到的污染更为严重, 居民生活质量也受到了不小的影响。在城市河流水环境研究背景及内涵的基础上, 分析了城市河流水环境综合评价方法的评价标准、指标, 以期能为水环境综合治理提供一些有益的参考借鉴。

关键词 城市河流; 水环境; 综合评价方法

中图分类号 S273.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)26-10799-02

Research on Comprehensive Evaluation Way of Urban River Water Environment in China

DU Yong (Nanjing Branch of Jiangsu Hydrology and Water Resources Survey Bureau, Nanjing, Jiangsu 210008)

Abstract The development of urban river water environment performs a more and more significant role in urbanization process. With the development of modern cities, more frequent human effects on urban river, leading to more serious river pollution and poorer residents' life quality. Based on studying the research background and connotation of urban river water environment, the urban river water environment comprehensive evaluation criteria, evaluation index and its calculation method were analyzed, in order to provide some beneficial reference to the water environment comprehensive treatment.

Key words Urban river; Water environment; Comprehensive evaluation method

“城市河流”指的是在城市区域内的河流段以及具备河流特征的运河和沟渠等^[1]。我国有许多有名的河流, 不但促进了城市的发展, 还展现了城市的良好形象, 如南京秦淮河、成都府南河、镇江古运河等。城市河流的功能很多, 它既具有自然河流的生态价值与生命特征, 也具备休闲娱乐、景观旅游、防洪减灾等服务功能。城市河流发展至今, 在人类的干扰之下遇到了许多问题。河流的多样性和水质在人类破坏之下逐渐下降, 植被单一化、闸坝建设、截弯取直、排放污染过多等问题都存在于我国许多地区, 产生了不良的后果。

“十一五”期间, 科技部就根据我国城市河流出现的种种问题开展了实践研究, 有关于水环境的课题“水专项”就提出了要针对河流的污染问题构建河流污染治理技术来控制污染并修复生态环境。在很多城市中也有许多治理河流环境污染的技术, 如构建生态护坡和人工湿地、浮床技术等^[2]。不过, 随着城市发展进程的加快, 城市河流出现了越来越多复杂的问题, 难以通过有效的办法得到根本解决。要想综合治理如此多的问题, 只通过一、两种技术难以马上见到成效。而且每个城市的河流都有着它们不同的特点, 这就让专家们面对了更多的技术难题。只有在基于本土的基础上, 才能有针对性地根治每条河流的问题。所以, 有效评估和诊断不同城市河流的水环境问题是现阶段需要研究的议题。

相对于国外而言, 我国在河流水环境评价的研究成果更多的是关于自然河流的^[3]。在国内外城市河流研究中, 主要在水体的富营养化、水质、固体废弃物污染、生态系统健康、动物栖息地等方面做出评价。尽管从目前来看, 河流水环境问题的研究已经涉及得较为全面, 但是从整体上来看, 城市河流水环境综合评价体系仍然很不完善。

1 城市河流水环境的概念和内涵及其功能分析

1.1 城市河流水环境的概念与内涵 我国对城市河流水环

境在概念与内涵上的表述并不是非常清楚。早期对水环境内涵的理解所存在的说法也不尽相同, “水资源”说、“水体”说、“水质”说等在理解上存在很大的歧义与争端。不过, 目前学者们已经针对水环境治理的内容对河流水环境的内涵形成了普遍共识, 并且结合实践指定了水环境治理的方法和所要达到的目标, 通过对河流污染防治、岸堤保护、生态恢复和河流景观建设等多个方面, 对河流水环境问题进行了综合概括, 形成了更为广泛的水环境概念, 其中涉及到水循环与水质等多方面的内容。笔者从哲学的角度来分析环境, 环境是由相对的两部分构成的, 其中心事物作为一部分是环境所承载的主体, 周围环境作为另一部分则为客体, 两者是相互相生的。伦理学在讨论环境问题时, 在“人”是否是环境的主体方面有分歧。不过在环境科学当中, 强调环境的中心是人类, 其他周围环境则是自然环境与人类对自然环境的改造所共同形成的。人类针对环境所研究的内容主要是发现自然环境的发展规律以及人类对自然环境的影响。人类在环境中生存和发展必然会对环境形成一定的影响, 对环境的研究就是要发掘这类影响在自然环境所表现出来的规律, 进而寻求调节与控制的方法与途径。从环境的“主体”与“客体”进行分析, 水环境就是人与水环境之间的相互关系, 以及自然因素与社会因素使水环境发生演变的过程, 以可持续发展的观点来正确研究水环境。自然因素条件下的水环境是水在自然条件下的形态, 社会因素指的是人类在进行水资源利用时对水在自然条件下所造成的干扰。

由于水是人们赖以生存的重要自然资源之一, 尤其是城市用水更是与人们的生活息息相关, 因而在理解水环境时必须考虑到人的因素。目前, 河流的功能已经不仅仅是实现水的循环功能, 随着水的发展赋予了河流功能更多的内容, 防洪排涝、景观娱乐、旅游度假等多元化的河流功能正被逐渐开发, 河流在发挥城市功能时也被人类所影响和改变。在没有人类干扰的自然条件中, 河流可以呈现出原始的水文地貌, 其水文、水质、水环境在整个生态中有非常明显的自然特征; 但城市河

作者简介 杜勇(1981-), 男, 安徽巢湖人, 工程师, 从事水文水环境研究, E-mail: 47822728@qq.com.

收稿日期 2013-08-05

流由于受到人们的干扰,原始特征正在逐渐消逝,城市水环境呈现出河流渠道化、水质下降、人造景观、自然生态退化等表征。因此,对于城市水环境的治理也更为复杂。

1.2 城市河流水环境的具体功能 全球人类聚居区多分布在河流旁,城市河流水环境与人类有着非常密切的关系,并且拥有社会与自然双重属性,承载着一个城市的文化与内涵。城市河流水环境的功能随着时间的不同会有所转变,首先在开发初期,城市河流水环境主要承担得是分洪、渔业资源、运输等;其次则是河流水环境治理期,水环境由河流主体和河滨空间两部分组成,其主要的功能是分洪、渔业资源、运输以及水质调节等;再则是规划治理,这个时期河流水环境的构成更为复杂,由河流主体、河滨空间、河流生物、岸堤周边环境等构成,其主要功能也有所拓展,有分洪、渔业资源、供排水、水质调节、城市文化等。

现代城市河流水环境的功能主要体现在维护生态环境、文化遗产以及休闲娱乐 3 个方面。首先,河流水环境是河流生物赖以生存的栖息地,能够维持生物的多样性;其次,河流与城市发展密不可分,能够从中透露出浓重的文化气息;再则,河流是人们进行休闲、散步、娱乐的载体。同时,河流也是城市展示自我的重要标志。

2 城市河流水环境的综合评价方法

2.1 评价基准 从古代到现代化的今天,城市河流的发展都受到了不同程度的影响,而影响最大的不仅是自然环境,还有人文环境的影响。所以,这就让城市河流与自然河流直接区分开来,有着截然不同的评价标准体系。因此,城市河流水环境的评价体系有必要再进行进一步研究,而不能对已有的参照标准照搬照抄。城市河流的综合治理必须遵循人与自然和谐共生的基本原则,在改善自然环境和人文环境的理念下,实现保护生态平衡和合理开发河流的目标。

在实践过程中,河流水环境的综合治理往往都基于河流服务的角度而希望达到预期的目标,因此城市河流水环境可以将这种理想状态的修复目标视为一种基本的参考和原则。水环境以治理实践的服务为准则,根据“修复目标”的标准界线,考虑到达到修复目标时间的长短,笔者将评价对象的标准制定为 I、II、III 这 3 个等级,分别代表差、一般、好 3 个值域。I 级标准即“差”的上限值,表示指标恶化的临界值,III 级标准即“好”的下限值,代表着修复目标的最低临界值。因此,综合评价的结果也根据这一指标相应的分为 3 个不同的等级,来代表河流治理评价系统取得的成效如何。

2.2 评价指标的层次体系 河流综合评价指标体系应当在对城市河流水环境内涵的充分把握基础上考虑,例如,必须将河流的防洪需要、防止河流水土流失和保持岸坡稳定性等

因素纳入到河流形态结构要素的指标中来,还要将植物的蜿蜒性和缓冲带等特点考虑到生态系统的指标中。根据水环境的特点以及各个要素相互作用的关系,将重心放在治理和保护城市河流水环境的需要上,考虑到今后能够在各大城市推广实践的基础上,将城市河流水环境综合评价指标体系分为 3 个层次。第一个层次从整体而言,建立城市河流水环境综合质量评价体系;第二个层次从城市河流构成五要素来考虑;第三个层次从细节着手,建立每个要素具体的评价指标。

2.3 指标评价标准 根据评价基准和评价指标的层次体系,结合专家咨询和实地调查等方式,同时根据园林、水利和规划部门对河流水环境的界定,明确评价对象的标准 I、II、III,即差、一般、好这 3 个等级的标准。定量类指标直接以指标相应值域作为评价标准,定性类指标对应以分值(0~1)、(1~2)、(2~3)分别对 3 个等级进行赋值量化(表 1)^[4]。其制定标准和计算方法为:

(1) C_2 : 代表水土流失程度。依据水土流失量: $B = MS$, 其中 S 是影响面积, M 是坡面土壤侵蚀模数,考虑到城市河流岸坡的土地人为干扰因素,在同样的 M 值的基础下,将被扰动的坡岸土地面积进行动态计算,从而得知影响的水土流失总量。

(2) C_5 : 代表底质材料。以城市内流内江入口底质材料构成作为参照点,以底质材料中砂石比率确定。

(3) C_{12} : 代表流量满足率。根据生态需水量和现状流量的比值得出最后比值。容污纳垢也是城市河流的一个重要的功能,在流量满足率上,可以将水质拟达到的目标定义为 III 类标准,得出生态需水量的计算值。

(4) C_{16} : 代表水质污染指数。具体评判标准可以参照《地面水环境质量标准》(GB3838-2002)以及内梅罗指数^[4],城市河流的修复目标值为 III(好)类标准考虑的水质情况(III 级标准下限值)。

(5) C_{17} : 代表底质污染指数。以底泥总有机质污染指数 $pi = ci/cs$ (ci 为实测值, cs 为对照值)表征^[5], cs 值则使用城市河流入口处内江底泥总有机质。

(6) C_{19} : 代表底栖生物。以底栖大型无脊椎动物多样性 Shannon-Weaver 指数表征^[6]。

(7) C_{22} : 代表水体透明度。以各地的城市总体规划为依据,考虑到城市河流的旅游休闲和绿化环境等功能,参照《景观娱乐用水水质质量标准》(GB129411-91),结合城市河流的具体情况来决定^[7]。

(8) C_{25} : 代表美学价值。在对城市河流现场考察的基础上,以调查人数中对景观满意程度高低的人群所占比例表征。

表 1 指标评价标准

等级	C_2	C_5	C_{12}	C_{16}	C_{17}	C_{19}	C_{22}	C_{25}	其他
I 级	21~25	0~55	0~64	7~15	2~4	0~2	0~30	0~40	0~2
II 级	10~25	55~75	75~80	4~7	1~3	0~40	55~75	0~35	0~3
III 级	0~7	74~75	0~5	0~4	0~2	2~4	72~78	0~25	1~3

从表 3 可知,人们对水稻的消费量比较大,从而贸易量较小、虚拟水贸易量也就小。玉米和烤烟的消费量很小,但是产量很大,导致玉米和烤烟的出口量很大,造成大量虚拟水的外流。由于甘蔗种植面积小,产量少,造成了通过甘蔗的贸易进口了一定量的虚拟水,但是相对于楚雄州虚拟水的出口量来说,这只是其中的很少一部分。从表 4 可知,猪肉和牛肉的产品贸易量和虚拟水贸易量都是最大的,占畜产品贸易量总和的 87.7%,两种产品导致了大量的虚拟水出口,且畜产品虚拟水贸易量比农作物虚拟水贸易量多一半左右。因此楚雄州应调节产业结构,在利用雨季多余水资源的同时,应考虑到楚雄季节性的干旱问题,从而在实现充分利用水资源且有利于维持良好生态环境的基础上实现利益最大化。

4 结论与讨论

研究结果表明,楚雄州主要粮食作物中单位产品最耗水的是油菜籽,而总耗水量最大的是水稻。由此可知,楚雄地区要想节约水资源的话,就应当在满足当地需求的情况下适当减少水稻和油菜籽的种植面积,增加甘蔗等耗水量小的粮食作物。由于天气的因素,云南地区从冬季到次年的春季都无有效的降雨,从而导致严重的干旱问题。而小麦恰恰是小春作物,春季正值小麦生长之际,却是干旱时节,人畜喝水都是问题,小麦得不到充分的灌溉,造成减产或者更严重的颗粒无收。因此农业部门应认真分析楚雄气候的实际情况,调整种植结构,实现水资源的合理、充分的利用。但是,想要将水效益纳入到区域粮食作物布局的参考因素,需要通过特定措施,如调节水价来实现^[11]。在畜牧业方面,减少总体的饲养头数,努力发展第二、第三产业,实现产业结构的转变,促成水资源的良性循环。因此,第二、三产业的发展问题是 Allan 虚拟水战略能否实施的关键问题^[12]。同时,贸易方面要加大虚拟水含量高的产品进口量,减少输出量,从而减少农畜产品中虚拟水含量的贸易顺差。

(上接第 10800 页)

(9)其他指标。主要考虑到各地河流水环境的不同,在咨询当地专家的基础上确定修复目标。

3 结论

在全国各地的城市河流中,每一条河流都发挥着自己应有的效果。水环境是体现城市河流面貌的一个重要因素,对居民的生活也有着不小的影响。改善城市河流水环境必须将自然因素和社会因素统一结合起来,以实现人和自然和谐相处的目标为根本动力,从而制定出一套适合城市发展的水环境综合评价体系,才能让城市河流水环境的综合治理取得更为显著的成效。

参考文献

[1] 赵彦伟,杨志峰.城市河流生态系统健康评价初探[J].水科学进展,

因为获取资料的限制,笔者只计算了农畜产品的部分产品,还有其他虚拟水含量较高的农畜产品,都存在虚拟水贸易,其所含的虚拟水量不可能被忽略,所以计算广度有待加大、计算深度有待加深。由于历年各种虚拟水含量不是一个定值,而且幅值较大^[13],笔者计算的数据值反映了 2010 年楚雄州的虚拟水贸易情况。另外由于一些产品的计算是粗略估计,所以计算精度有待提高。

参考文献

- [1] 时丽艳,王力,河冬晓.水资源短缺的有效解决途径——虚拟水战略[J].资源与环境,2007,23(8):740-743.
- [2] ALLAN J A. Virtual Water: A long term solution for water short Middle Eastern economies [C]//Paper presented at the 1997 British Association Festival of Science. Leedes, 1997.
- [3] 余艳玲,王新华,饶碧玉.云南省滇中地区虚拟水贸易初步研究[J].人民长江,2011,42(21):53-55.
- [4] OHLSSON L. The turning of a screw: Social resource scarcity as a bottleneck in adaptation to water scarcity[J]. Stockholm Water Front, 2000(1): 10-11.
- [5] RENAULT D. Value of virtual water in food: principles and virtues [G] // HOCKSTRA A Y. Virtual water trade: proceedings of the international expert meeting on virtual water trade. The Netherlands: IHE Delft, 2003: 77-91.
- [6] HOEKSTRA A Y, HUNG P Q. Virtual water trade: A quantification of virtual water flow between nations in relation to international crop trade [C]// HOEKSTRA A Y. Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Value of Water Research Report Series No 12. Itheloft, 2003: 25-47.
- [7] 王新华. 中部四省虚拟水贸易的初步研究[J]. 中国农村水利水电, 2004(9): 30-33.
- [8] 曹建廷,李原园,张文胜,等. 农畜产品虚拟水研究的背景、方法及意义[J]. 水科学进展, 2004, 15(6): 829-834.
- [9] 王新华. 中部四省虚拟水贸易的初步研究[J]. 中国农村水利水电, 2004(9): 30-33.
- [10] 云南统计局. 云南统计年鉴 2011 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2011.
- [11] 黄姣,高阳,李双成. 东北三省主要粮食作物虚拟水变化分析[J]. 北京大学学报, 2011, 47(3): 505-512.
- [12] 徐忠民,宋晓瑜,程国栋. 虚拟水战略新论[J]. 冰川冻土, 2013, 35(2): 490-495.
- [13] 韩宇平,雷宏军,潘红卫,等. 农产品虚拟水含量计算方法研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(8): 4423-4426.

2005, 16(3): 349-355.

- [2] HE H Z, SHE L K. Treatment of wastewater in chemistry laboratory through flocculent settling and constructed wetlands[J]. Meteorological and Environmental Research, 2010, 1(4): 15-17.
- [3] WANG Y L. Comprehensive assessment and analysis of water environmental quality in the mainstream[J]. Meteorological and Environmental Research, 2012, 3(8): 28-31, 39.
- [4] 汪常青,吴永红,刘剑彤. 武汉市城市湖泊水环境现状及综合整治途径[J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13(5): 499-502.
- [5] 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.
- [6] 谷朝君,潘颖. 内梅罗指数法在地下水水质评价中的应用及存在问题[J]. 环境保护科学, 2002, 28(1): 45-47.
- [7] 彭静,廖文根. 对水环境研究的认识及展望[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2004, 2(4): 271-275.