

尼尔基水库生态指标体系的构建

金春久,王 超

(河海大学环境科学与工程学院,江苏 南京 210098)

摘要 根据尼尔基水库建设的生态目标、水库建成后所面临的主要生态问题以及嫩江上游土地利用和土地覆被现状,将嫩江上游划分为 6 大生态功能区。针对各生态功能区所面临的主要生态问题,结合流域生态的战略目标,选取 10 大类生态指标构建尼尔基水库生态目标监测及评估的指标体系。分析结果表明,通过对这些指标的监测和评估,可为建设生态水库和改善嫩江下游生态环境质量提供科学依据。

关键词 尼尔基水库;生态功能分区;生态目标;指标体系

中图分类号:X32 文献标识码:A 文章编号:1004-693X(2009)06-0040-05

Establishment of ecologic index system for Nierji Reservoir

JIN Chun-jiu, WANG Chao

(College of Environmental Science and Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract Based on the ecologic objectives of the Nierji Reservoir, the main environmental problems and the status of land use and land cover upstream along the Nenjiang River after construction of the Nierji Reservoir are described. The study area along the Nenjiang River was divided into six ecologic function areas. In light of the main environmental problems of every ecologic sub-area, and the ecologic strategic objectives of the drainage basin, ten types of ecologic indexes were selected to establish the index system for monitoring and evaluating the ecologic objectives of the Nierji Reservoir. The analysis results indicated that monitoring and assessment of those indexes can provide a scientific basis for constructing an ecologically sound reservoir while improving the environmental quality of the study sub-area.

Key words Nierji Reservoir; ecologic function sub-area; ecologic objective; index system

尼尔基水利枢纽位于嫩江干流中游的内蒙古自治区莫力达瓦达斡尔族自治县尼尔基镇与黑龙江省讷河市二克浅乡交界处,是嫩江从大兴安岭山区流向松嫩平原的最后一道隘口。坝址控制流域面积 6.64 万 km²,占嫩江流域面积的 22.4%。枢纽总库容 83.74 亿 m³,具有防洪、工农业供水、发电、环保、航运、调水、渔苇等综合利用效益。尼尔基水库的建设虽然对区域经济发展具有积极作用,但也会给区域环境带来一系列的问题^[1-2]。水利枢纽生态目标的实现,有赖于汇水区及库区生态问题的解决,因而必须构建科学的生态指标体系,以确保通过对各种指标的控制达到生态目标^[3-4]。为此,笔者首先根据尼尔基水库建设的生态目标、水库建成后所面临的主要生态问题以及嫩江上游土地利用和土地覆被现状,将嫩江上游划分为 6 大生态功能区,然后针对各

生态功能区所面临的主要生态问题,结合流域生态的战略目标,选取 10 大类生态指标构建了尼尔基水库生态目标监测及评估的指标体系。

1 尼尔基水库的生态目标及面临的主要问题

1.1 生态目标

根据尼尔基水库建设的任务及流域生态规划,结合整个流域发展的战略目标,松辽流域水资源保护局确立了尼尔基水库的生态目标:水库正常运营后,保证库区水质达到 GB3838—2002《国家地表水环境质量标准》中规定的Ⅱ类水质标准,出库水全年达到Ⅲ类水质标准,适时适量地为下游各行业用水提供水源,保证库区及下游河道的生态蓄水和生态径流,保证河道不断流、湖泊不萎缩并为下游重要湿地补水,防止极端天气现象带来的洪涝干旱灾害,在保证本流域生态需

水的情况下,尽可能地向邻近流域调水,维持汇水区域内生物多样性及完整性,通过生态水库的建设,改善和保护库区及下游的生态环境质量。

1.2 达到生态目标所面临的主要问题

要实现生态目标,必须弄清楚实现生态目标主要应解决的生态问题。根据嫩江上游生态环境现状调查和环境污染预测,水库建成后面临的主要生态问题有水污染、水土流失和资源开发带来的生态破坏等。汇水区域内的污染源主要来自于面源,但点源污染的危害也不容忽视。水土流失主要是由不合理的农业开发活动引起的,同时,由于水库蓄水而新生成的库周带也可能成为水土流失严重的地区,必须严格控制水土流失面积和水土流失量。随着人口的增加和经济的发展,汇水区的各种自然资源将进一步开发利用,不合理的资源开发利用会对区域生态环境带来严重危害,如坡地开垦会使区域内的水土

流失加剧,森林和湿地的破坏使汇水区涵养水源的能力减弱,增大水库防洪压力,使区域生物多样性和生态完整性受到威胁。

2 嫩江上游功能分区及实现各分区生态目标的主要环境问题

生态目标的实现依赖于生态问题的解决,生态问题的解决必须落实到具体的区域^[3]。在确定生态指标体系之前,必须弄清楚嫩江上游生态系统的组成以及各生态系统存在的主要问题。只有这样,才能保证区域生态系统健康评价的准确性^[5,6]。根据尼尔基水库建设的生态目标、土地利用和土地覆被现状以及流域生态规划^[1],将坝址控制区分为5个生态目标区,即点源污染控制区、林草地水源涵养区、林地-湿地水源涵养及生物多样性保护区、农业面源污染及水土流失控制区、防洪蓄水生态供水区,其分布如图1所示。

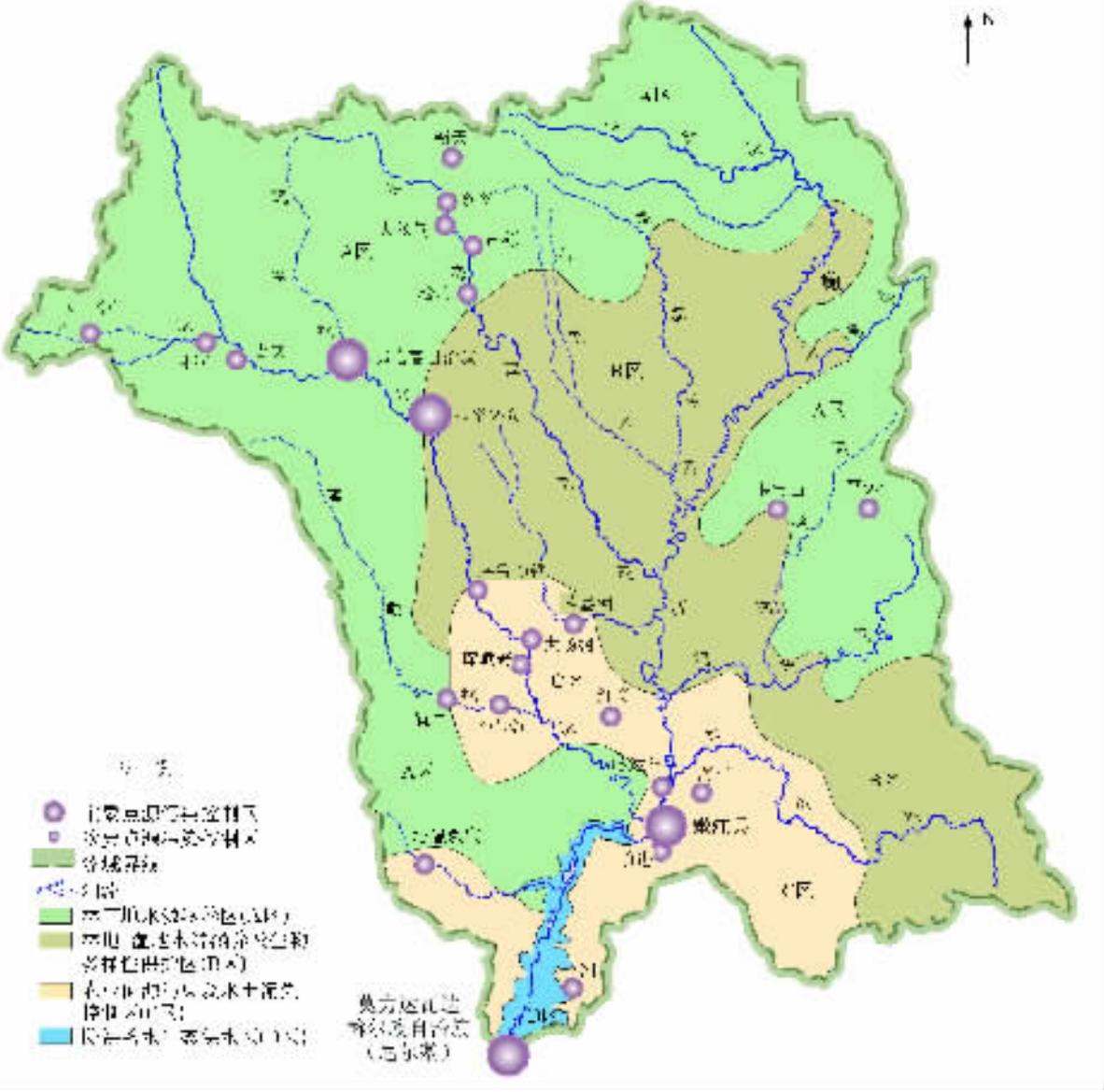


图1 嫩江上游(尼尔基以上)流域生态功能分区

另外, 尼尔基水库约 500 km² 生态湖区开发为生态旅游区。

根据各分区土地利用现状及环境污染预测, 各分区面临的主要环境问题如表 1 所示。

表 1 各生态功能区面临的主要环境问题

生态功能区	主要环境问题
防洪蓄水生态供水区(水库库区)	水质污染及保障下游生态用水
点源污染控制区	点源污染
农业面源污染及水土流失控制区	过量农药、化肥、地膜等的使用, 畜禽粪便污染, 农村废水及固体废弃物污染, 水土流失
林地-湿地水源涵养及生物多样性保护区	湿地破坏及湿地退化, 生物多样性降低
林草地水源涵养区	资源开发造成生态系统退化, 植被覆盖率降低, 水土流失加重, 生物多样性降低
生态旅游区(图 1 未标出)	旅游资源质量降低并造成废弃物污染

3 尼尔基水库生态指标体系构建的原则

生态指标是综合反映生态环境影响某一方面情况的物理量, 指标体系是生态环境评价的根本条件, 指标体系的构建成功与否决定了评价效果的真实性和可行性^[5]。为了确保尼尔基水库生态目标的实现, 在构建尼尔基水库生态指标体系时应较全面地考虑与实现生态目标有关的各类要素, 实现生态目标所面临的主要问题。因此, 尼尔基水库生态指标体系的构建应遵循以下原则:

a. 整体性原则。指标体系的构建必须保证符合水质的安全标准, 保障周围生态系统及各分区生态系统的正常运行, 必须全面、系统反映生态目标的内涵和特征。各种指标的监测结果能综合反映区域生态目标和存在的生态问题。

b. 代表性原则。对某种生态目标来说, 并不是指标选择得越多越好, 不同指标对检验生态目标的实现与否所起的作用并不相同^[3-4]。因此, 应从大量影响生态系统变化的因子中, 选择对生态目标实现贡献率大的能反映生态系统主要特征和表征区域主要生态环境问题的指标来构建指标体系。

c. 可操作性原则。所选择的指标应与生态目标联系紧密。指标体系的数据应易得、计算简便, 应能尽可能利用现有统计指标或可通过调查、监测获得。各指标统计与测算方法科学规范, 能使评价结果真实客观。

d. 针对性原则。不同水利工程所处的自然和社会经济环境不同, 工程建设的生态目标和面临的主要生态问题也不同, 因而构建的生态指标体系也不同。选取的指标应与要求达到的生态目标及主要生态问题保持一致, 监测及评价结果应能反映区域

生态问题。嫩江上游各生态功能分区存在的主要生态问题各不相同, 如果各分区生态目标能够实现, 则总体生态目标也能够实现。为了确保各分区生态目标的实现, 各分区采用的生态指标应有所区别。在构建生态指标体系时应注意各生态分区的主要问题, 有针对性地确定生态监测和评估的指标体系。不同的生态问题具有不同的监测指标, 应针对区域主要生态问题确定指标体系, 并将各种观测指标分配到各分区中去。

根据以上原则构建的指标体系能够反映区域整体和各分区生态目标、实现生态目标所面临的主要问题。通过对这些指标的监测, 并将监测结果与生态目标标准进行比较, 能为决策者采取进一步的生态环境保护措施提供指导。

4 尼尔基水库生态指标体系的选取

根据尼尔基水库建设的生态目标与流域生态规划, 以生态指标选择原则为指导, 对尼尔基水库 6 大生态功能区选取了 10 大类生态指标构成尼尔基水库生态指标体系, 如表 2 所示。

表 2 尼尔基水库生态指标体系

生态功能区	指标类型	指标体系(指标标准)
防洪蓄水生态供水区(水库库区)	水质指标	悬浮物(SS), pH, BOD ₅ , 总氮(TN), 总磷(TP)等
	水量指标	城镇生活及工业供水保证率, 农业供水保证率, 湿地供水保证率, 哈尔滨市环境供水保证率, 航运供水保证率
点源污染控制区	污水处理指标	污水处理率
农业面源污染及水土流失控制区	农业产出指标	农田化肥、地膜使用强度及总量, 固体废弃物总量, 分散畜禽养殖数量, 农村废、污水量及处理率等
	水土流失指标	水土流失量, 水土流失率, 水土流失治理率, 土壤侵蚀模数, 坡耕地面积, 水土流失面积等
林地-湿地水源涵养及生物多样性保护区	湿地面积指标	湿地缓冲带的宽度、面积, 湿地占消落区的面积比例等
	湿地状态指标	消落区开发状况, 湿地植物盖度, 湿地植物种的多样性, 鸟类群种类和数量, 珍稀濒危野生动植物等
林草地水源涵养区	林草生态指标	植被覆盖率, 植物高度, 层次结构, 植物多样性, 生物量
生态旅游区	旅游资源质量指标	湖区水质, 景观质量(各种旅游环境容量)
	旅游污染指标	废弃物回收利用, 废水处理, 文化遗产损坏, 自然生态系统破坏, 野生动植物种类影响等

4.1 防洪蓄水生态供水区生态指标的选取

水质观测的指标很多, 由于尼尔基水库汇水区主要是山区, 工业欠发达, 点源污染排放有限并能得到较好的控制, 污染物主要为农业面源污染物, 农业面源污染物主要包括悬浮物(SS), pH, BOD₅、总氮(TN), 总磷(TP)等^[7-8], 它们成为库区水质的主要监

测指标。按照流域生态规划,尼尔基水库库区划分为保护区,按照水功能区划的规定,保护区的水质保护目标为 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》中的Ⅱ类水体,即尼尔基水库水质监测的各项指标应达到 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》中Ⅱ类水体的标准。

满足下游各行业用水需要,保障下游河道及湿地生态需水的补给是尼尔基水库建设的重要目标之一^[2]。检验尼尔基水库蓄、供水生态目标实现的生态指标主要是城镇生活及工业供水保证率、农业供水保证率、湿地供水保证率、哈尔滨市环境供水保证率、航运供水保证率等。按照流域生态规划及尼尔基水库建设的生态目标,至2010年,城镇生活及工业供水保证率达到93.4%,农业供水保证率达到66.7%,湿地供水保证率达到37.6%,哈尔滨市环境供水保证率达到95%,航运供水保证率达到81.0%;至2015年,城镇生活及工业供水保证率达到93.2%,农业供水保证率达到71.6%,湿地供水保证率达到43.2%,哈尔滨市环境供水保证率达到95%,航运供水保证率达到90%。

4.2 点源污染控制区生态指标的选取

库区水质生态目标最终要通过污染排放的限制来实现。虽然点源排污不是尼尔基水库水污染的重要来源,但根据“谁污染,谁治理”的原则,所有点源排污都应达标排放,按库区及流域人口、工业发展计划确定生活污水、工业污水排放率及削减量。根据流域生态规划,汇水区内污水排放执行 GB 8978—1996《污水综合排放标准》中的一级标准。污水处理率反映了污水治理的程度,决定着进入水体污染物的总量,因此,尼尔基水库汇水区点源排污监测的指标主要是各点源污水处理率。

4.3 农业面源污染及水土流失控制区生态指标的选取

尼尔基水库的主要污染来自于面源污染,面源污染主要包括以散泼形式通过沟渠进入水库的农村生活污水,随地表和地下径流进入水库的农田农药化肥中溶解物,水产养殖、畜禽粪便污染以及固体废弃物污染等。不可能通过径流中污染物质量浓度和总量的监测来评估面源污染对河水和湖水水质的影响,而只有通过生活污水中污染物质量浓度和农药化肥的使用量的限制来控制面源污染对河流和湖泊水质的影响,因而面源污染监测指标主要选择固体废弃物总量、农田化肥、地膜使用强度及总量,分散畜禽养殖数量、农村废、污水量及处理率等。

水土流失也是造成农业面源污染的主要原因,水土流失会导致土壤肥力下降、大量肥沃的表层土壤丧失、水库淤积、河床抬高、通航能力降低、洪水泛

滥成灾^[7]。区域水土流失程度及危害主要是通过水土流失量、水土流失率、水土流失面积、水土流失治理率、土壤侵蚀模数、坡耕地面积等反映出来的,因而将其作为水土流失监测的主要指标。区内坡度大于或等于16°的所有耕地,坡度11°~15°且分布在脊、上、中部的耕地,坡度8°~10°且分布在脊、上部的耕地,坡度小于或等于7°且分布在脊部的耕地,退耕还林还草,对缓坡地段的耕地采取相应的生物措施和非生物措施进行治理。

4.4 林地-湿地水源涵养及生物多样性保护区生态指标的选取

由于湿地在维护区域生态安全方面具有重要作用,如滞留污染物、净化水质、调蓄洪水、维持生物多样性和生态完整性等^[9],目前区域内的沼泽湿地基本上都已受到保护。尼尔基水库建成蓄水后必然在库周形成一定宽度和面积的湿地缓冲带,但由于区域经济发展的需要,必然会把部分新生库周湿地用于农业开发,这不仅削弱了库周湿地的缓冲功能,而且还会带来面源污染。研究表明,库周缓冲带是控制农业面源水体污染的一条重要途径^[7-9]。为保证水库水质达标,必须严格控制库周新生湿地的开发,保护库周带动植物资源和生物多样性,发挥湿地降解污染物的功能,减少库周湿地开发所造成的面源污染。参考其他边缘湿地生态建设的成果,将尼尔基水库库周湿地生态指标分为湿地面积指标和湿地状态指标2大类。湿地面积指标主要选取湿地缓冲带的宽度、面积、湿地占消落区的面积比例等指标,湿地状态指标主要选取消落区开发状况、湿地植物盖度、湿地植物的多样性、鸟类种群数量和数量、珍稀濒危野生动植物等指标。

4.5 林草地水源涵养区生态指标的选取

林草地的生态目标是在确保总面积不减少的情况下,努力使林草地的生态质量不断提高,因此,选取林草地总面积、植物高度、植物多样性、生物量等作为林草地生态目标监测与评价的指标。

4.6 生态旅游区分生态指标的选取

尼尔基水利枢纽工程将为莫力达瓦达斡尔族自治旗的旅游业带来勃勃生机。水库建成后,水库约500 km²的生态湖区开发为生态旅游区,主要旅游项目有中国达斡尔民族园、库区风光和漂流探险生态旅游。生态旅游区的生态指标主要包括旅游资源质量指标以及旅游污染指标^[10]。旅游资源质量指标主要包括湖区水质及景观质量指标,水质指标与库区水质生态指标相同,景观质量指标主要是各种旅游环境容量指标。旅游污染指标主要包括游客旅游过程中的废弃物和废物回收利用、废水处理、文化遗产损坏、自然生态系统破坏、野生动植物种类影响、

环境有害物质的排放管理等指标。其中,对旅游污染物的管理和处理是最为重要的指标。

5 结论

a. 笔者根据尼尔基水库建设的生态目标、水库建成后所面临的主要生态问题、流域生态规划,结合整个流域发展的战略目标,将研究区划分为6大功能区,并针对6大功能区的主要环境问题,选取10大类生态指标作为尼尔基水库生态目标监测及评价的指标。

b. 通过对10大类生态指标的监测和评估,可为建设生态水库和改善下游生态环境质量提供科学依据。

c. 通过有效的治理和管理,尼尔基水库的生态环境问题将在一定程度上得到解决。

d. 水库运行过程中,将面临一些新的生态环境问题,必须不断调整指标体系和各项措施,并不断对一些相应的指标进行监测和评估,才能确保尼尔基水库的水资源质量安全,实现环境与经济的协调发展,使尼尔基水库的环境效益、经济效益和社会效益相互促进,形成可持续的良性循环。

(上接第39页)污水处理厂,主要接纳工业污水、商业服务及附近村庄的生活污水。新污水处理厂建成使用后,本区污水处理率将有较大的提高,能极大地改善水环境,同时完善配套的雨污分流管网建设,将保证污水处理厂正常运行。

研究区内垃圾产生量约92~93t/d,目前已经建设了较好的垃圾收集系统,按照“村收集、镇转移、市焚烧”的处理模式,在各居住点配备垃圾箱和专职环保队伍,生活垃圾集中投放、定期清运,集中安全焚烧,并结合填埋式集中处理。

5 结语

近年来,伴随着城市化和社会经济的快速发展,农村水系格局发生较大变化。在水面积不断减小的同时,水环境日益恶化,破坏了河网的水生态平衡,甚至成为经济发展的障碍。因此,加强河网水系建设,改善河网水环境,成为目前新农村发展建设的首要任务。

大力开展以河道综合整治为基础的河网水系建设,是吴江市今后5年内河道整治的主要工作。在建设过程中,应遵循河网演化的自然规律,尽量保留现有的河道水系,特别是天然河道,保持适当的水面率以及足够的水面空间,可以加大对季节性洪水的接纳容量,提高河网水系的调蓄能力,降低洪峰水

参考文献:

- [1] 赵峰,田竹军,韩鲁亮,等.基于GIS技术进行尼尔基水利枢纽生态环境影响评价[J].东北水利水电,2005,23(10):51-53.
- [2] 许今玉,张琪,刘伟.尼尔基水库蓄水对下游环境及生态影响研究[J].东北水利水电,2004,22(4):45-46.
- [3] 王振祥,朱晓东,石磊,等.安徽省沿淮地区生态安全评价模型和指标体系[J].应用生态学报,2006,17(12):2431-2435.
- [4] 杨树华.高原湖泊流域生态系统评价指标体系研究[J].云南大学学报:自然科学版,1999,21(2):149-152.
- [5] 蔡小滨.水利工程生态环境影响评价指标体系的构建[J].科技资讯,2007(14):159.
- [6] 王治良,王国祥.洪泽湖湿地生态系统健康评价指标体系探讨[J].中国生态农业学报,2007,15(6):152-155.
- [7] 林素兰,袁立新.大伙房水库水源地农村面源污染防治研究[J].农业环境与发展,2008(2):82-83.
- [8] 汪洪,李录久,王凤忠,等.人工湿地技术在农业面源水体污染控制中的应用[J].农业环境科学学报,2007,26(S):441-446.
- [9] MITSCH W J, GOSSELINK J G. Wetland[M]. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons Inc. 2000.
- [10] 程道品,何平,张合平.国家生态旅游示范区评价指标体系的构建[J].中南林学院学报,2004,24(2):28-32.

(收稿日期:2008-12-30 编辑:陈吉平)

位,减小洪水威胁。建立一个良好的河网水环境,是该市新农村建设的重要基础、重要条件和重要保障,同时也是新农村建设的重要内容。

参考文献:

- [1] 钱正英,陈家琦,冯杰.人与河流和谐发展[J].河海大学学报:自然科学版,2006,34(1):1-5.
- [2] 车伍,黄宇,李俊奇,等.北京城区河湖水系治理中的问题与建议[J].环境污染与防治,2005,27(8):593-596.
- [3] 胡杨,郑雪芳.宁波市河网水环境存在问题及综合整治措施[J].浙江水利科技,2004(5):75-76.
- [4] 赵政.浅谈上海地区河道淤积成因及对策[J].上海水务,2001(3):6-7.
- [5] 徐向阳.水灾害[M].北京:中国水利水电出版社,2006:7-8.
- [6] 马秀梅.平原河网地区水系规划研究[D].南京:河海大学,2006.
- [7] 刘俊,张建涛,刘翔,等.平原河网城市水资源综合规划防洪校核研究[J].河海大学学报:自然科学版,2006,34(6):603-605.
- [8] 张世清,李京辉,翟金旺.对城市河湖水质改善的探讨[J].北京水利,2005(6):13-15.
- [9] 蔡颖.上海市水景观水系规划[R].上海:上海市水务规划设计研究院,2005:18-27.
- [10] 章恒全,苏青,江军.苏州河网水环境保护法律制度的完善[J].水资源保护,2007,23(6):56-59.

(收稿日期:2008-11-14 编辑:徐娟)