

DOI:10.3880/j.issn.1006-7647.2008.01.008

生态水利工程设计若干问题的探讨

刘正茂^{1 2}, 吕宪国³, 武海涛³

(1. 东北师范大学城市与环境科学学院, 吉林 长春 130024; 2. 黑龙江农垦勘测设计研究院, 黑龙江 佳木斯 154002; 3. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012)

摘要 通过分析水利工程与生态水利工程的差异, 提出生态水利工程的开发应有明确的生态服务目标与功能以及工程选址、布局、施工过程的环境友好性与经济性。同时提出生态水利工程设计主要面临 4 个方面的问题: ①缺乏基于不同区域的生态水利工程设计方法与评价标准; ②水利工程设计人员与生态科技工作者往往缺少合作的机会与机制; ③生态水利工程与原有水利工程设施难以协调运行; ④生态水利工程设计缺少生态水文测验资料。研究结果认为生态水利工程设计应基于以下技术路线: ①以生态水文学与工程水文学作为工程设计的基础, 进行水文过程的分析与计算; ②识别工程可能影响的关键生态敏感目标; ③生态水利工程的设计要与环境工程设计进行有机结合。

关键词 生态水利工程; 水利工程; 生态水文学; 水文过程

中图分类号: X171.4 文献标识码: A 文章编号: 1006-7647(2008)01-0028-03

Discussion on some problems in eco-hydraulic engineering design//LIU Zheng-mao^{1 2}, LÜ Xian-guo³, WU Hai-tao³ (1. School of Urban and Environment Science, Northeast Normal University, Changchun 130024, China; 2. Heilongjiang Agricultural Reclamation Survey, Design and Research Institute, Jiamusi 154002, China; 3. Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, CAS, Changchun 130012, China)

Abstract: Based on analysis of the difference between hydraulic engineering and eco-hydraulic engineering, it is proposed that the ecological service objectives and functions should be determined in eco-hydraulic engineering, and that the site selection, layout plan and friendly environment and economization during the process of construction should be emphasized. Four main problems difficult in eco-hydraulic engineering design were pointed out, including the lack of special design methods and evaluation criteria for eco-hydraulic engineering in different regions, the lack of cooperation opportunities and mechanism between designers engaging in hydraulic engineering and ecologists or ecological researchers, some difficulties in harmonious operation of the new eco-hydraulic projects with the existing hydraulic projects, and the lack of eco-hydrological test data. Finally, the technical routes for eco-hydraulic engineering design were put forward, i. e. the analysis and calculation of hydrological processes based on eco-hydrology and engineering hydrology, identification of key ecological sensitive objectives which might be influenced by the new eco-hydraulic projects, and the combination of eco-hydraulic engineering design with environmental engineering design.

Key words: eco-hydraulic engineering; hydraulic engineering; ecological hydrology; hydrological process

人类强烈干扰下垫面环境,使得全球水循环受人工侧支的影响越来越明显,导致水资源量分配不均。人类干扰下垫面环境中有一项重要内容是水利工程。当水利工程加剧了区域或流域水资源自然分配的不均一性时,容易导致一系列生态环境问题的出现,如修建水库或过量引提河流水资源导致河道下游缺水或断流、水生生物减少或水体自净能力下降、水体功能发生变化;湿地因生态流量减少而退化;大量引水导致水源水量减少,水质下降,维持原来水域食物网稳定的能力下降等。在种种水利工程

所引发的生态环境问题不断出现、并严重危及区域经济社会的可持续发展时,人们开始全面、深入地审视水利工程给人类及生态所带来的效应。正是在这种背景下,生态水利工程被人们提上了议程。如何基于生态目标进行水利工程的设计,当前还有许多问题需要探讨。笔者结合工作实践,就有关生态水利工程设计方面的相关问题进行阐述。

1 水利工程与生态水利工程的区别

水利工程可以理解是人类通过工程措施或行为

实现水资源的再分配和利用。水利工程最初的作用是防洪(如修建防洪堤、水库)提供稳定的水源(如修建水库、打井)缓解或防止农作物旱涝渍灾害(如修建提水泵站、排水沟、灌溉渠道等)提供清洁能源(修建水电站)和水利旅游景点(如修建水库、人工湖泊等)等,这主要体现了水利工程的资源性、经济性与社会性。而生态水利工程则更强调水利工程的主要服务目标是生态。有学者认为生态水利工程的内涵是:对于新建工程,是指进行传统水利建设的同时(如治河、防洪工程),兼顾河流生态修复的目标;对于已建工程,则是对被严重干扰的河流进行生态修复^[1]。笔者认为生态水利工程是现代水利的标志,至少应包括以下两个方面的科学内涵:①生态水利工程的开发应有明确的生态服务目标与功能。在设计阶段,应当将生态系统健康过程的维持置于重要位置,并作为设计的制约因子,使水利工程能满足适宜的生态水文过程要求。②生态水利工程应强调工程选址、布局、施工过程的环境友好性与经济性。防止在工程实施过程中产生巨大的环境成本和经济成本,实现社会经济与生态保护的双赢。这是生态水利工程最难以操作的一个内容,同时又是最为关键的一个方面,需要基于系统的多目标决策方法与技术进行科学比选。

2 生态水利工程设计面临的主要问题

水利工程必然会干扰水量与水质的时空变化过程,而生态水利工程防止了工程作用下的生态过程发生根本性变化。严格来讲,基于一个流域,天然的水文过程对维持其流域的生态过程是最好的。流域内由于人类的存在,使资源按最有利于人类发展的方向配置,这正是最初水利工程设计的出发点。生态水利工程充分考虑了生态的自组织规律,试图在开发、设计、施工和运行管理过程中充分降低或规避对生态的负面影响,但事实上,生态水利工程从开发到工程实体付诸使用还面临着诸多的问题。

2.1 缺乏基于不同区域的生态水利工程设计方法与评价标准

生态水利工程对服务目标具有特定性和地域性。由于生态系统存在地理区域的差异,因此决定了具体的生态水利工程也具有因地制宜的特征。当前,对生态水利工程的功能有一些理论评价指标和评价方法(表1)。但对于一个具体的生态水利工程实践缺少可操作性评价方法与标准。这与当前水利工程对生态影响的科学研究工作开展得较少和相应科研成果积累较少有关。水利工程由于涉及工程力学的稳定性与安全性,因此国家对水利工程结构

表 1 生态水利工程功能评价的理论指标与方法

指标	生态因子	评估方法
指示物种指标	藻类、底生动物、鱼类、两栖爬虫类、鸟类、昆虫类和哺乳类	统计法、记录法、测量法、市场价值法
生态学指标	物种多样性、外来物种比例、流域自然生态系统的类型和面积	统计法、预防性支出法、机会成本法
物理化学指标	下游水位、年降水量、水温、浊度、河流淤积情况、水陆交错带的水状况、土壤有机质含量、土壤 pH 值、土壤污染程度	测量法、统计法、记录法、预防性支出法、恢复和保护费用法
社会经济指标	人均收入、土地周边设施利用人数、土地利用程度、人们审美要求的满足及休闲娱乐的实现	统计法、意愿调查法

建筑物执行了一系列的强制性标准,但缺少足够的技术标准来规范工程的生态服务目标。

2.2 水利工程设计人员与生态科技工作者缺少合作的机会与机制

水利工程设计人员基于流域生态需水规律来进行设计的意识不强,将生态服务目标作为常规设计要素考虑的意识还不普及。在水利工程可行性研究阶段,环境影响评价工作往往介入较晚,大部分是在水利工程可行性研究方案确认后才进行环境影响评价,加上当前我国环境评价管理制度与环境影响评价咨询市场还不完善、不规范,环境评价单位营业主考虑得较多,对生态目标考虑得相对较少,有的甚至隐瞒工程真正的生态影响后果,导致许多水利工程的生态效益不明显,负面影响相当突出。水利工程设计人员与生态环境科技工作者缺少合作的机会与机制,生态水利工程的开发与设计相对滞后。

2.3 生态水利工程与原有水利工程设施难以协调运行

在一个流域内,新的生态水利工程可能要在原有水利工程设施的基础上进行改造和优化设计。如白洋淀湿地供水工程、扎龙湿地补水工程、洪河国家自然保护区水资源恢复工程等生态水利工程,均要借助原有水利工程设施,合理科学地配置一些分水工程和蓄水工程对区域来水量进行重新分配或对水的去向进行重新调整等。生态水利工程的介入必然会影响原来水利工程设施的服务对象与功能,如原来工程的防洪排水标准、发电效能、灌溉功能等,甚至会给原有水利工程的安全运行带来一些风险。由于原有水利工程与生态水利工程最为显著的差异是服务目标与功能的差异,因此有必要在开发生态水利工程的同时,对原有水利工程的服务目标与功能进行适度调整。所以,如何实现生态水利工程与原有水利工程设施的协调运行,是生态水利工程设计应全面系统考虑的问题。

2.4 生态水利工程设计缺少生态水文测验资料

如果不能从水文测验站的观测资料去分析水文过程对生态过程的正负影响机理,就很难基于生态系统的自组织规律寻求生态水利工程的设计理论、方法与技术参数。当前,我国水文测验工作相对落后,水文测验站还不能适应当前生态水利工程设计对资料的需求。目前有关生态水文站方面的设计与布局在我国还未正式开展,国内也少有报道,仅刘正茂等^[2]就浓江流域湿地水文站建设进行了研究。

3 生态水利工程设计应遵循的理论与技术路线

就生态水利工程的设计原则与理论,我国已有学者进行了卓有成效的探讨。如董哲仁^[1]曾提出生态水利工程的五项基本原则。笔者根据自身的工作实践与经验认为生态水利工程设计还应遵循以下3个方面的理论与技术路线。

a. 应以生态水文学与工程水文学作为工程设计的基础,进行水文过程的分析与计算。重视生态水文学与工程水文学的结合,这样才能为生态水利工程的设计提供基础。因为生态水利工程的服务对象比较广,往往同时涉及湿地、林业、草原、农业、畜牧业和江河湖泊等生态用水和工业、城镇、消防、居民等经济生活用水,所以只有弄清生态目标对水资源的时空要求规律,生态水利工程的设计才能建立在科学的基础上。如由黑龙江农垦勘测设计研究院进行规划设计的“两江一湖”(黑龙江、乌苏里江和兴凯湖)干流沿岸灌区工程^[3],其中提水灌区的开发与设计就是从生态水文学与工程水文学相结合的角度,充分考虑了在非灌溉期或灌溉空隙时间为湿地补水和利用灌区尾水给退化湿地进行补水的可行性,并对工程措施的技术经济可行性进行了充分论证,属于生态水利工程设计的一个实践。

b. 识别工程可能影响的关键生态敏感目标。生态水利工程的设计应当能准确识别受工程直接或间接影响的生态目标,并在工程规划阶段予以充分考虑。但当前许多水利工程的设计很少或没有考虑流域生态敏感点。如三江国家级自然保护区湿地的水资源主要来自降水、上游来水(如别拉洪河和浓江)以及乌苏里江和黑龙江洪水期倒灌补充,所以上游来水的减少,会影响保护区湿地的水文过程。水文测验资料分析结果显示:由于别拉洪河上游开挖了许多人工排水渠道(如新开挖的别拉洪大排干),使上游来水直接排入挠力河和乌苏里江,没有经下游保护区进入乌苏里江。致使别拉洪流域流经三江

国家级自然保护区的径流总量比1978年以前减少了约70%,挠力河流域在上游修建的龙头桥水库在非汛期(1~5月,10~12月)不向下泄流,根据多年水文数据分析,非汛期8个月的平均流量为 $4.22 \text{ m}^3/\text{s}$,经初步计算,与水库修建前相比,每年约减少下泄水量8700万 m^3 ,严重影响了下流的挠力河国家级湿地自然保护区,在三江平原早期实施的防洪治涝工程中,有的地方跨流域排水,如1988年修建完成的浓鸭截洪总干使浓江中游的洪河国家级自然保护区湿地减少了730 km^2 的地表径流汇入,使其水资源明显退化^[4],这些均与当时没有考虑生态敏感点有直接的关系。

c. 生态水利工程的设计要与环境工程设计进行有机结合。生态水利工程的设计应当充分吸收环境科学与工程的理论与技术,实现水量与水质同步科学配置的目的。当前尤其是应与水污染防治工程进行有机结合,由于水利工程作用的水量一般较大且具有明显的季节性变化,使生态水利工程的设计与实施存在较大的挑战与阻力。如黑龙江省扎龙湿地补水工程,虽然实现了连续几年的补水,但由于水质不符合湿地水质要求,导致湿地水域中底栖生物明显减少,部分物种消失,一些迁徙水禽不在此处停留。为了减少旱田排水挟带泥沙或污染物进入下游湖泊或天然湿地,可以在进入湖泊或湿地的过渡带设计生态处理沟渠或氧化塘^[5]。而水田排水沟渠可以在植物生长季节充分蓄水,利用人工沟渠湿地对有机污染物进行降解。在缺水地区种植水稻,特别是在开采地下水种植水稻的地区,应当进行以水量高效利用与水质净化为目的的生态水利工程设计。而这种设计思路来源于水污染的自然稳定塘处理理论与工艺。因此,生态水利工程与水污染控制工程的结合是今后生态水利工程的一个重要发展方向。

参考文献:

- [1] 董哲仁. 试论生态水利工程的基本设计原则[J]. 水利学报, 2004(10): 1-6.
- [2] 刘正茂, 赵庆良. 浓江流域湿地水文站建设方案研究[J]. 水利发展研究, 2004(4): 14-16, 34.
- [3] 黑龙江农垦勘测设计研究院. “两江一湖”(黑龙江、乌苏里江和兴凯湖)干流沿岸灌区工程可行性研究报告[R]. 佳木斯: 黑龙江农垦勘测设计研究院, 2006.
- [4] 刘正茂, 刘景瑞, 夏广亮, 等. 洪河国家级自然保护区水资源恢复方案设计研究[J]. 水利水电科技进展, 2003, 23(5): 7-10, 69.
- [5] 刘正茂, 赵春辉, 赵艳波. 三江平原退耕还湿应遵循的理论与技术路线[J]. 环境保护, 2004(1): 33-35, 54.

(收稿日期: 2007-05-16 编辑: 方宇彤)