

基于管理成熟度的大型水利水电工程环境绩效评价研究

蒋洪强¹, 刘正广^{1,2}, 徐玖平³

1. 环境保护部环境规划院, 北京 100012; 2. 中国人民大学环境学院, 北京 100872; 3. 四川大学工商管理学院, 四川 成都 610064

摘要: 借鉴项目管理成熟度模型的研究方法, 构建了大型水利水电工程环境管理成熟度模型, 对模型的组成、内容和评价方法进行了定义。结合大型水利水电工程施工过程中的生态环境影响因素分析, 建立了大型水利水电工程的环境绩效评价体系, 并采用数据包络分析 (DEA) 动态评估模型进行了环境管理成熟模型评价。案例研究表明, 大型水利水电工程环境绩效评价结果能较好的反映出工程施工期间的环境管理成熟度水平, 并能反映持续改进方面的环境贡献, 研究成果对于改善我国大型水利水电工程建设对生态环境的影响及制定相关政策具有重要意义。

关键词: 大型水利水电; 管理成熟度模型; 环境绩效; 数据包络分析

中图分类号: X196

文献标识码: A

文章编号: 1674-5906 (2009) 06-2399-05

我国水资源总量不足且时空分布极不均衡, 随着我国经济社会发展的需要, 水资源的配置和水能的开发将处于一个上升时期, 以水利发电、防洪、农业灌溉等为目的的水利水电工程建设项目将会加快实施^[1]。

大型水利水电工程涉及的范围广, 建设周期长, 对生态环境有重要影响^[2]。目前, 大型水利水电工程的项目建议书、可行性研究报告、环境影响评价等对工程可能带来的环境影响进行了识别、预测和评估, 然而, 对工程施工过程和运行期间的环境管理工作不足^[3], 不利于各项环境保护目标的制定和完成^[4]。

近年来, 关于大型水利水电工程施工过程中的环境影响与管理已经有一些研究成果。陈永柏 (1995 年)^[3]初步探讨我国大型水利水电工程建设环境管理的任务与内容, 包括环境管理的基本目标和任务, 工程建设施工环境管理与环境保护设施的竣工验收管理等^[5]; 王沛芳 (2002 年)^[4]在分析工程环境监理特点的基础上, 探讨了水利水电工程中实施环境监理的基本模式、框架体系、工作程序及监管方法^[6]。刘胜祥 (2002 年)^[5]提出了一个综合反映水利水电建设工程生态环境质量定量评价体系, 并根据拟建水库的生态环境效应判别并运用特尔菲法确定各指标的权重^[7]。岳建华 (2004 年)^[6]提出在水利水电工程的建设中引入环境监理机制, 对施工区、物料区、生活区、水库库区和移民安置区等的各类环境问题进行监控。钟诚昌 (2004 年)^[7]结合几座抽水蓄能电站的放射性检测实例, 分析了水利水电工程环境辐射危害的主要来源, 提出了避让、封堵隔离、排放、通风、检测、监测、建筑

材料和装修材料检测等防治措施^[8]。王伟 (2008 年)^[8]通过分析水利水电工程环境影响评价和清洁生产的特点及两者的相互关系, 阐明了清洁生产纳入水利水电工程环境影响评价的必要性^[9]。

综上所述, 我国大型水利水电工程建设项目对生态环境的影响及管理研究主要集中在两个方面, 一是对大型水利水电工程建设的前期环境影响评价, 这是对生态环境影响的分析和预测, 由于建设项目的不确定性, 其准确性仍有待于进一步验证; 二是对大型水利水电工程建设过程中某一领域的环境管理研究, 而未进行全面、系统的分析和研究。本文引入项目管理成熟度模型概念, 通过创新建立环境管理成熟度模型, 将环境管理纳入项目建设的整个管理过程中, 并且运用数据包络分析方法 (DEA) 评价工程建设的环境绩效, 以期提高大型水利水电工程项目的管理水平。

1 环境管理成熟度模型的构建

美国项目管理协会 PMI 于 2003 年提出了项目管理成熟度模型 (Organizational Project Management Maturity Model, 简称 OPM3), 它提供了关于组织项目管理和项目管理成熟度的知识架构, 通过评价成熟度, 不断充实和改善项目管理能力, 表征一个组织项目管理能力从低级向高级发展、项目实施的成功率不断提高的过程^[10]。本文在研究 OPM3 模型的结构及评价机理的基础上, 结合大型水利水电工程项目管理的环境影响因素, 构建了环境管理成熟度模型。

大型水利水电工程环境管理成熟度模型可从三个维度进行评价。第一维度是成熟度的四个等级; 第二维度是项目的管理过程, 包括项目的计划

基金项目: 国家自然科学基金项目 (70831005)

作者简介: 蒋洪强 (1975 年生), 副研究员, 博士, 主要从事环境经济与政策研究。E-mail: jianghq@caep.org.cn

收稿日期: 2009-09-25

书、可行性研究、设计、施工、运行,第三个维度是项目环境管理。其框架结构如图1所示。

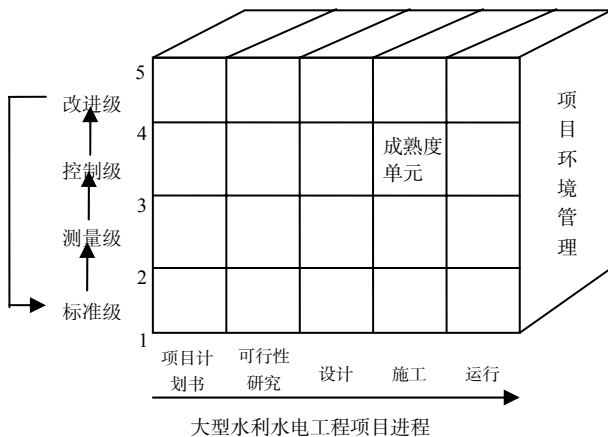


图1 大型水利水电工程项目环境管理成熟度模型结构

Fig.1 Environmental management maturity model of large-scale water conservancy and hydropower projects

1.1 成熟度等级

环境管理成熟度模型按照实现和改进项目管理的步骤划分了四个等级,依次是:标准级(Standard)、测量级(Measure)、控制级(Control)和改进级(Improve),这四个等级构成一个连续闭合的管理循环(图1)。在此维度,设定5个标准,以便评价、执行和改进四个等级。第1个标准是工程意识到环境管理的重要性并且开始理解和接受环境管理的基础知识,但还没有建立相应的标准、经验积累和项目办公室,环境管理计划工作随意性很大,环境管理与个人关系极大。第2个标准是项目意识到需要定义并发展通用的环境管理过程,通过建立结构化的过程,重视知识和经验积累,可以重复应用,并使之标准化、规范化。第3个标准是建设项目意识到环境管理组织体系的重要性,建立标准化、规范化的环境组织体系并使项目环境管理过程制度化。第4个标准是每个项目环境管理过程和组织体系都能用定量化的统计或其他度量方法来管理,使用统计术语解释,并在整个生命周期内得到控制。第5个标准是每个项目环境管理过程都能根据过程的内在因素进行优化和改进,实现满足项目环境保护目标要求的过程优化管理。建设项目渐进式或创新式改进来持续地改善组织和过程管理的范围和内容,并形成不断改进的良性循环。

1.2 项目建设进程

大型水利水电工程建设因其规模大、费用高、制约因素多等特点,建设程序一般分为项目计划书、可行性研究报告、初步设计、施工招标、施工前准备、开工报告、建设实施、试运行、竣工验收

和后评价等几个阶段。由于这些阶段之间联系紧密,又考虑到各阶段环境管理的职能不同,本文将项目进程分为项目计划书、可行性研究报告、工程设计、建设施工、竣工运行五个阶段。

1.3 项目环境管理

大型水利水电工程环境管理是项目建设过程中对生态环境保护所有活动的集合。项目实施的阶段有不同的环境管理任务,如项目可行性研究阶段的环境影响报告书和初步设计阶段的环境保护初步设计所涉及的内容有差异。项目环境管理包括环境管理、环境运行和环境状态。环境管理内容主要反映整个组织的环境目标和规划的执行情况,环境运行主要反映项目运行中的材料投入和污染物排放等方面的信息,环境状态主要反映项目对区域环境质量的影响。

1.4 成熟度水平评价

大型水利水电工程环境管理成熟度划分为两个层次结构,第一层次结构是成熟度水平与项目过程的关系,以成熟度单元为基本评价单位,表示项目每个阶段的环境管理水平,这是环境管理成熟度的总体体系;第二层次是成熟度单元的微观结构,包含若干个环境管理目标,每个目标都要通过若干个实践实施,每个实践都要通过计划、实施、控制、评价4个通用步骤来实施,实践的效果通过评价来反映成熟度水平。项目环境管理成熟度水平则是各项环境管理指标成熟度水平的总体反映,可以借助特定的评价方法对工程环境管理的改善程度进行评价,从而确定其成熟度水平。

2 环境绩效评价指标及评估模型的建立

2.1 大型水利水电工程环境绩效评价指标体系

环境绩效评估是一个内部的环境管理过程和工具,旨在持续地向管理者提供可靠的和可验证的环境信息,以确定一个组织的环境绩效是否满足该组织管理者所设定的标准。本文参照ISO14031环境绩效评价指标体系^[10],结合大型水利水电工程的环境影响因素特点,构建了大型水利水电工程施工期间的环境绩效评价指标体系(见表1)。

2.2 数据包络分析(DEA)动态评估模型

为反映大型水利水电工程施工期间环境管理持续改进的水平,应用DEA模型进行环境绩效动态评估,基本思路是:在n个指标范围内,用工程前一时期的环境监测数据的基分作为参考指数 x_j ,即为输入;工程指标j当期的环境绩效基分,作为当前指数 y_j ,即为输出;利用DEA方法中的BCC模式^[11](见下式1),通过对输入输出值变化趋势和变化程度的分析进行动态评价。

$$\begin{cases} \max Z \\ s.t. \sum_{j=1}^n \theta_j x_j \leq x_{j_0}, \quad \sum_{j=1}^n \theta_j y_j \geq Z y_{j_0}, \\ \sum_{j=1}^n \theta_j = 1, \quad \theta_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n. \end{cases} \quad (1)$$

评估模型的关键是求出最优值 Z^* ，若最优值 $Z^*=1$ ，则说明在这 n 个指标组成的评价系统中，第 j_0 个企业的当前指数 y_{j_0} 已达到 DEA 最优，在持续改进方面达到了最佳水平；若 $Z^*>1$ ，令 $y_{j_0}^*=Z^*y_{j_0}$ ， $y_{j_0}^*$ 为第 j_0 个企业的 DEA 最优水平，该企业的当前指数 y_{j_0} 未达到 DEA 最优水平。 Z^* 值越大，说明环境绩效提高的潜力越大，项目的当前环境表现较上年度改进不足（甚至有所降低）。 Z^* 反映了两方面的因素，其一是当前指数 y_{j_0} 的大小，其二是持续改进方面的变化趋势和程度。因此，评价值 f 如式(2)：

$$f = \frac{1}{Z^*} \times 100\% \quad (2)$$

3 实证研究

以某一大型水利水电工程为例，采用基于项目管理成熟度的环境绩效评估方法对工程的环境管理进行评估。指标的权重根据项目高层主管领导、设计人员、施工技术人员、管理人员、监督人员等多位专家对该工程的实际综合评分得出（见表1）。在工程施工一段时间后（1至2个月），使用工程环境绩效评价指标体系对该工程这一时期的环境管理成熟度水平进行评估。

通过三种途径来获取数据：第一种是组织专家评分，对各指标处于何种成熟度水平进行问卷调查，统计各成熟度等级专家数量比例；第二种是统计指标中完成目标的比例；第三种是根据监测数据，对照标准值的区间进行计算，结合监测数据的个数来综合计算成熟度水平等级，得出这一阶段的基分，并提出改进措施。在后一时期（工程实施的3—4个月）使用同样数据获取方法对工程施工过程的环境管理进行再次评分，得出这两个时期的环境绩效基分。再用上述给出的 DEA 动态评估方法对

表 1 大型水利水电工程环境绩效评价体系

Table 1 Environmental performance evaluation system of large-scale water conservancy and hydropower projects

指标	权重	成熟度等级及隶属度					
		初始级 (1)	计划级 (2)	规范级 (3)	系统级 (4)	最优化级 (5)	
环境管理绩效指标 (0.4)	环境保护法规、政策的执行☆	0.2	未遵守全部或部分政策、法规	遵守法规、政策	遵守法规、政策，并形成规章	遵守法规、政策，管理集成化	遵守法规、政策，积极维护和改进
	环境管理计划的编制•	0.1	无环境管理计划，无序	编制进度计划，工作分解结构	应用进度控制方法	集成各项进程控制	持续改进，有效优化
	环境管理系统•	0.1	无项目管理系统	建立环境组织结构	建立环境管理系统	高效的环境管理系统集成和运行	环境管理系统持续改进、优化和维护
	环境信息管理•	0.1	无环境信息报告体系	定义了信息检索和发布体系	环境信息定期进行分析和修正	与环境有关的各项信息得到集成	各项信息通畅，并持续优化和维护
	污染预防措施的实施☆	0.1	无或部分实施	全部实施，未达到环保目标	全部实施，并达到环保目标	优化设计，系统实施	有效计划，采用先进设备，持续改进
	环境保护资金保障•	0.1	预算不足	满足环境防治设施费用	满足环境防治费用，并留有预算	充分满足环境防治设施费用	满足环境防治费用，投入重点环境问题研究开发
	承包方环境管理•	0.1	承包方未进行环境管理	完成了环境管理目标	采用了正规的环境管理方法	与项目方的环境管理集成度高	与项目方的环境管理持续优化
	环境风险管理•	0.1	未制定正规的风险管理计划，被动应对	识别和分析了环境风险，未采取措施	采用正规的风险管理方法	预防潜在风险，为其他进程提供支持	风险管理过程持续改进
环境管理人员•	0.1	没有足够的环境管理人员	有足够的环境管理人员	具备规范化的环境管理队伍	具备较高素质的环境管理团队	具备维护和优化环境管理的高素质人才	
环境运行绩效指标 (0.3)	废水排放浓度△	0.25	低于二级	二级	一级	高于一级	持续改进
	废气排放浓度△	0.25	低于二级	二级	一级	高于一级	持续改进
	固体废弃物处置率△	0.25	30%以下	30%~60%	60%~80%	80%~90%	≥90%
	噪声△	0.25	≥95 db	(85~95) db	(60~80) db	(40~60) db	≤40 db
环境质量状态指标 (0.3)	地表水环境质量△	0.25	V类	IV类	III类	II类	I
	地下水环境质量△	0.25	V类	IV类	III类	II类	I
	空气质量△	0.25	大于三级	三级	二级	一级	大于一级
土壤环境质量△	0.25	大于三级	三级	二级	一级	大于一级	

☆的指标数据是由调查得出；•的指标数据是通过专家评分得出；△的指标数据是通过实测数据计算得出。

这两个时期的环境绩效进行测算,测算结果见表2。

由表2可见,该水利水电工程施工过程中的环境绩效较好,但有待于进一步改进。第一时期工程环境绩效总得分为2.971,处于测量级,第二时期达到3.6,位于控制级,表明目前工程建设的环境管理已得到一定改进。在17项环境管理指标中,有9个指标的最优值 Z^* 均为1,具体表现在管理计划的编制、环境管理系统、环境信息系统、承包方环境管理、环境管理人员、废气排放浓度、土壤环境质量这7个指标在环境绩效改进方面的贡献较大,固体废弃物处置率和地下水环境质量这两项指标的表现优异,并且环境绩效呈上升趋势,通过DEA动态得分均为100,动态综合排名并列第1。

表2 某大型水利水电工程环境绩效动态评价结果

Table 2 Environmental performance dynamic evaluation value of a case of large-scale water conservancy and hydropower projects

指标	第一时期 参考指数 基分	第二时 期指数 基分	最优值 Z^*	DEA动 态评分 值	动态综 合排名 位次
环境保护法规、政策的执行	2.7	3.5	1.029	97.22	11
环境管理计划的编制	2.7	4.1	1.000	100.00	1
环境管理系统	1.9	4.4	1.000	100.00	1
环境信息管理	2.1	4.4	1.000	100.00	1
污染预防措施的实施	2.5	2.6	1.323	75.61	17
环境保护资金保障	2.5	2.9	1.152	89.81	13
承包方环境管理	2.3	3.1	1.000	100.00	1
环境风险管理	1.9	2.5	1.275	78.41	15
环境管理人员	2.4	3.5	1.000	100.00	1
废水排放浓度	2.7	2.6	1.139	87.81	14
废气排放浓度	1.9	2.5	1.000	100.00	1
固体废弃物处置率	3	3.6	1.000	100.00	1
噪声	2.4	2.9	1.069	93.55	12
地表水环境质量	3.5	3.7	1.026	97.50	10
地下水环境质量	3.7	4	1.000	100.00	1
空气质量	2.7	2.8	1.279	78.21	16
土壤环境质量	2.7	3.5	1.000	100.00	1
总得分	2.971	3.6	-	-	-

最优值 $Z^*>1$ 的指标共有8个,虽然地表水环境质量第一时期的环境绩效提升值较小,但由于基分高,所以DEA动态得分位于第10。环境保护法规、政策的执行和噪声环境绩效提升较小,分别位于第11和12位。虽然废水排放浓度与环境保护资金保障第二时期的环境绩效相等,但是废水排放浓度在这两阶段的环境绩效在下降,而环境保护资金保障在升高,综合考虑各指标不同时期的环境绩效水平和环境绩效持续改进方面的贡献,最终得到环境保护资金保障的DEA动态得分高于废水排放浓度,则环境保护资金保障和废水排放浓度的动态综合排名分别为第13和第14。环境风险管理、空气

质量、污染预防措施的实施的环境绩效分值较低,上升幅度也较小,分别位于第15,16,17位。

由此可知,此水利水电工程还需要继续提高各指标的绩效,提升成熟度水平,尤其要改进污染预防措施的实施、空气质量、环境风险管理、废水排放浓度和环境保护资金投入等方面。

4 结论

借助项目管理成熟度模型,构建了大型水利水电工程环境管理成熟度模型结构,建立起工程建设各个阶段的环境管理成熟度评价指标和标准,说明了环境管理成熟度模型的基本评价结构和评价方法。在此基础上,针对大型水利水电工程的特点,提出环境绩效评价体系,并采用DEA动态评价模型进行环境绩效的成熟度水平计算。通过建立环境管理成熟度模型,加强了我国大型水利水电工程建设过程中的环境管理,使环境保护过程融入到整个项目建设的规范化管理当中,并且提出了持续改善环境的理论框架和方法。

某大型水利水电工程实证分析结果表明,环境管理成熟度模型具有可操作性,DEA动态评价法能客观、有效地反映各指标在不同时期的环境绩效变化,综合反映各指标一定时期的环境绩效水平和环境绩效持续改进方面的贡献,有利于提升各指标和整体的成熟度水平,从而为管理决策部门提供更为全面的环境管理信息,有助于大型水利水电工程环境管理水平的整体提高。在实际应用时,可根据不同大型水利水电工程建设对生态环境的不同影响,提出更有针对性的环境绩效评估体系,再运用此方法对环境绩效进行评价,因地制宜地提出科学的环境改善措施。

参考文献:

- [1] 程晓冰. 对水利水电建设项目环境影响评价工作的思考[J]. 中国水利, 2004, (16): 44-45.
CHENG Xiaobin. Environment impact assessment of water resources and hydropower projects[J]. China Water Resources, 2004, (16): 44-45.
- [2] 彭盛华, 翁立达. 水利水电工程环境管理与监测计划探讨[J]. 水利学报, 2001, (10): 62-66.
PENG Shenghua, WENG Lida. Study on environmental management and monitoring planning of hydropower projects[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2001, (10): 62-66.
- [3] 陈永柏. 水利水电工程施工环境管理的初步探讨[J]. 环境保护, 1995, (5): 65-66.
CHEN Yongbo. Study on environmental management in the construction of water conservancy and hydropower projects[J]. Environmental Protection, 1995, (5): 65-66.
- [4] 王沛芳. 水利水电工程环境监理模式刍议[J]. 人民黄河, 2002, 24(11): 40-41.
WANG Peifang. A modest proposal for environmental monitoring

- mode of hydro-electric engineering works[J]. Yellow River, 2002, 24(11): 40-41.
- [5] 刘胜祥. 水利水电建设工程生态环境质量定量评价体系研究[J]. 环境科学与技术, 2002, 25(5): 24-25.
- LIU Shengxiang. A studies on the synthetically quantitative evaluation system of ecological environment quality of the water conservancy and hydroelectric power project[J]. Environmental Science & Technology, 2002, 25(5): 24-25.
- [6] 岳建华, 周海燕. 试论水利水电工程的环境监理[J]. 人民黄河, 2004, 26(10): 34-36.
- YUE Jianhua, ZHOU Haiyan. Trial discussion on environmental monitoring of hydraulic and Hydro-electric projects[J]. Yellow River, 2004, 26(10): 34-36.
- [7] 钟诚昌. 水利水电工程环境辐射危害的来源与防治[J]. 水利发电, 2004, 30(4): 11-14.
- ZHONG Chengchang. Sources of radiation harmfulness of water resources and hydropower projects and their control[J]. Water Power, 2004, 30(4): 11-14.
- [8] 王伟. 论清洁生产纳入水利水电工程环境影响评价[J]. 山西科技, 2008, (4): 34-35.
- WANG Wei. Incorporation of cleaner production into the environmental assessment of water conservancy and hydropower projects[J]. Shanxi Science and Technology, 2008, (4): 34-35.
- [9] Project Management Institute. Organizational Project Management Maturity Model Knowledge Foundation[M]. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2003.
- [10] ISO-14031. Environmental management performance evaluation-Guidelines[R]. 1998.
- [11] 魏权龄. 数据包络分析[M]. 北京:科学出版社, 2004.
- WEI Quanling. Data Envelopment Analysis[M]. Beijing: Science Press, 2004.

Environmental performance evaluation of large-scale water conservancy and hydropower projects: Based on OPM3

JIANG Hongqiang¹, LIU Zhengguang^{1,2}, XU Jiuping³

1. Chinese Academy for Environmental Planning, MEP, Beijing 100012, China;

2. School of Environmental and Natural Resources, Renmin University of China, Beijing 100872;

3. School of Business and Management, Sichuan University, Chengdu 610064, China

Abstract: Using Organizational Project Management Maturity Model (OPM3) for reference, this paper constructed environmental management maturity model (EM3) of large-scale water conservancy and hydropower projects, and defined the framework, contents and evaluation methods. Based on the influencing factors analysis of large-scale water conservancy and hydropower projects to natural environment, a performance evaluation index system was established and DEA model was adopted to evaluate the environmental management maturity. A case study shows that this method can reflect the level of environmental management in the construction of large-scale water conservancy and hydropower projects, and recognize the sustainable environmental improvement at each stage. This research is important to reduce the influence of construction of large-scale water conservancy and hydropower projects to nature environment and it is significant for government to constitute relevant policies.

Key words: large-scale water conservancy and hydropower projects; Organizational Project Management Maturity Model (OPM3); environmental performance; DEA