

基于结构方程模型的水利工程社会影响路径

贺正齐^{1,2}, 黄德春^{1,2}, 马智杰³, Thomas Rauschenbach^{2,4}

(1. 河海大学商学院, 江苏 南京 211100; 2. 江苏省“世界水谷”与水生态文明协同创新中心, 江苏 南京 211100;
3. 中国水利水电科学研究院, 北京 100038; 4. 德国 Fraunhofer IOSB, Ilmenau, 98693)

摘要:以水利工程产生的社会影响为研究对象,在确定水利工程社会影响变量的基础上构建水利工程社会影响的结构方程模型,比较水利工程的社会影响路径。以富江小水电代燃料工程为例进行实证,结果表明:富江小水电代燃料工程对家庭结构、人文景观以及个人收入产生的影响较大,在水利工程项目评价中应特别注重这些方面的影响。

关键词:水利工程;小水电代燃料;社会影响;结构方程模型;影响路径

中图分类号:F323 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-9511(2017)01-0026-05

水利是农业发展的命脉,是国民经济和社会发展的基础。水利工程具有工期长、投资大、利益相关者众多等特点。目前,我国累计已建成各类型水利工程 97 735 座,这些水利工程对改善生态环境、促进当地社会发展、提高生活质量等方面的社会效益是有目共睹的,但同时引发的一些社会问题也逐渐被重视,成为学者研究的热点之一。水利工程产生的社会影响包括社会、经济、生态等诸多方面。本文将结构方程模型引入水利工程项目的社会影响研究中,以期得到各类社会影响之间的相关关系以及对社会的影响路径。

1 文献综述

国际学术界对工程项目的社会影响评价起源于1969年美国环境政策法的实施,最开始社会影响评价属于环境影响评价的一部分,后来才逐步独立出来,作为一种评价开发引发的社会问题的方法^[1]。社会影响评价在美国最先应用于水资源开发项目中,经过长期的发展已拥有较完善的评价体系。众多学者对工程项目社会影响评价的原则、内容与方法进行了研究,社会影响评价指导原则跨组织委员会和 Vanclay^[2]分别提出了6项和12项社会影响评价原则。国际影响评价协会出版的社会影响评价守则包括了人口特征、社会和体制结构、政治和社会资

源、个体和家庭变化、社区资源5个方面^[3],同时,泰勒等^[4-7]也对社会影响的内容展开了深入研究。社会影响评价方法常见的有快速农村评估(RRA)、社会性别分析(GA)、当地和传统知识(LTK)等。RRA可以使评估者在快速抓住关键问题的同时关注到最容易受工程项目影响的人群^[8];LTK认为社会影响评价必须重视与采用当地的传统知识^[9]。此外,Becker等^[10]分析了以计算机为基础的定量方法、地理信息系统分析方法、社会经济模型、计算机模拟和公共仲裁等方法在社会影响评价中的应用。

与国外学者相比,国内学者进行工程项目社会影响研究的时间不长,主要集中于农业、林业、水利、交通基础设施等行业^[11-13],且多为工程项目社会影响评价指标体系研究。胡永铨^[14]在回顾了国内外工程项目社会评价发展的基础上,分析了各种不同项目的社会评价体系,结合我国建设和谐社会的目标,提出我国工程项目社会评价体系的内容;施娜柯^[15]根据农业工程项目的特点构建了农业技术项目社会影响评价指标体系;贾广社等^[16]基于建设工程社会学理论框架构建了大型工程社会影响评价指标体系;滕敏敏等^[17]从个人与家庭、政治与社会结构、项目的直接影响、公共资源、生态环境、社会适应性以及社区与基础设施7个方面构建了中国大型基础设施项目社会影响评价指标体系。

基金项目:国家国际科技合作专项(2012DFA60830);国家自然科学基金(71573072);江苏省社会科学基金青年项目(14SHC005);江苏省普通高校研究生科研创新计划(KYZZ16_0264)

作者简介:贺正齐(1992—),男,博士研究生,主要从事水利工程项目评价研究。E-mail:hzq1309@163.com

目前对于水利工程项目的社会影响研究多集中于对某项水利工程产生的社会影响大小进行评价,而对水利工程项目产生的不同方面社会影响间的相互关系以及社会影响路径的研究较为缺乏。

结构方程模型(SEM)是一种多元统计技术,多用来进行社会影响因素分析。利用结构方程模型,Doloi等^[18]评价了澳大利亚建设项目各因素的影响程度及相关关系,Vinodh等^[19]对可持续生产与行业竞争力的关系进行研究。

2 水利工程的社会影响路径 SEM 变量选择与理论假设

2.1 SEM 变量的选择

在结构方程模型中,潜在变量指的是无法直接观测的、不能直接用数字表达的变量。通过对工程项目社会影响评价文献的梳理,设定5个潜变量,分别为社会结构(SS)、经济水平(EL)、生活质量(LQ)、生态状况(EC)和社会和谐(SH)。

社会结构,从广义上讲是社会关系的综合,对社会发展的总体水平以及其他各个系统的状况起着制约作用。本文所指的社会结构是指狭义的社会生产结构,主要包括水利工程项目对当地产业结构、人口结构等方面产生的影响,为内生潜变量,受其他潜变量影响,所包含的测量指标为内生测量变量。

经济水平,在某些时候可以被一些数据说明,但这仅仅指某一方面的经济数据,对于水利工程项目对经济水平产生的影响用一个经济数据来表示是不够准确的,因此将经济水平设定为用多个变量表示的潜变量,为外生潜变量,是由系统外其他因素决定的潜变量,所包含的测量指标为外生测量变量。

生活质量,反映居民对物质生活与精神生活的满足程度,为内生潜变量,受其他潜变量影响,所包含的测量指标为内生测量变量。

生态状况,指水利工程项目实施对生态环境产生的后果,为外生潜变量,由系统外其他因素决定,所包含的测量指标为外生测量变量。

社会和谐,指水利工程项目对当地社会稳定产生的影响,为内生潜变量,受其他潜变量影响,所包含的测量指标为内生测量变量。

2.2 模型假设

2.2.1 测量模型的假设

测量模型表示的是测量指标与潜变量间的关系,潜变量需要借助相关的测量变量来表达,运用SEM,借助相关指标间接测量该潜变量。根据SEM的要求与水利工程项目的特性,做出以下假设:

a. 潜变量 SS,由产业结构(SS1)、就业结构

(SS2)、家庭结构(SS3)、社会生活模式(SS4)与非农人口比例(SS5)5个测量变量表示。

b. 潜变量 EL,由当地GDP(EL1)、财政收入(EL2)、个人收入(EL3)、消费水平(EL4)与城镇化发展(EL5)5个测量变量表示。

c. 潜变量 LQ,由生活水平(LQ1)、娱乐水平(LQ2)、身体素质(LQ3)、文化素质(LQ4)、社会福利(LQ5)、生活质量满意度(LQ6)6个测量变量表示。

d. 潜变量 EC,由资源利用(EC1)、自然景观(EC2)、人文景观(EC3)、环境污染(EC4)与环境保护投资(EC5)5个测量变量表示。

e. 潜变量 SH,由恩格尔系数(SH1)、社会治安(SH2)、社会满意度(SH3)、犯罪率(SH4)4个测量变量表示。

2.2.2 SEM 的假设

SEM描述是潜变量之间的关系,通常用路径图的形式表达。因为SEM本质是用来验证已提出理论模型准确性的统计技术^[20],因此,针对各潜变量提出以下几项假设关系:①水利工程项目对社会结构、经济水平、生活质量、生态状况与社会和谐都产生了正向的社会影响;②经济水平对社会结构具有正向影响;③经济水平对生活质量具有正向影响;④经济水平对社会和谐具有正向影响;⑤生态状况对社会结构具有正向影响;⑥生态状况对生活质量具有正向影响;⑦生态状况对社会和谐具有正向影响;⑧社会结构与生活质量之间有正向影响;⑨生活质量与社会和谐之间有正向影响;⑩社会结构与社会和谐之间有正向影响。

3 实证分析

3.1 数据来源与信度检验

小水电代燃料工程是我国针对水资源丰富的贫困地区实施的一项“精准扶贫”工程。本文以贵州省麻江县富江小水电代燃料工程为例,分析富江小水电代燃料工程对当地社会影响路径。贵州省麻江县是我国最先开始实施小水电代燃料工程的试点地之一,富江小水电代燃料工程在推动当地经济社会发展方面影响较大,具有一定的典型作用。

由于水利工程建设涉及政府、项目法人、行业专家以及普通居民等主体,对水利工程的社会影响路径分析也从这些主体入手,因此,调查问卷发放主要针对这4类群体。最终问卷由25个题目组成,题目全部采用李可特(Likert)标准五点量表,要求回答者对每一题做出回答,以判断富江小水电代燃料工程对当地的影响程度,从1(几乎没有影响)到5(极

大影响)。为了避免问卷的发放无效,提前联系了富江小水电代燃料工程当地工作人员、项目法人工作人员、行业专家以及当地群众 200 人,在获得确定答复后发放问卷,共收回 174 份,剔除 14 份填写不全的问卷,共得到有效问卷 160 份,有效问卷率为 80%。应用 SPSS 22.0 对得到的 160 份问卷进行信度检验,检验结果如表 1 所示。

表 1 变量的可靠性分析

潜变量	指标数量 (Cronbach' α)	克隆巴哈系数	KMO 值	巴特利球形检验 (Bartlett' s)		
				卡方检验	自由度	显著性
社会结构(SS)	5	0.607	0.726	40.894	10	0.000
经济水平(EL)	5	0.709	0.604	89.454	10	0.000
生活质量(LQ)	6	0.731	0.657	123.395	15	0.000
生态状况(EC)	5	0.654	0.675	58.071	10	0.000
社会和谐(SH)	4	0.558	0.512	51.632	6	0.000
总体	25	0.692	0.578	814.492	300	0.000

从表 1 可以看出,各分项及整个量表的 Cronbach' α 系数都大于 0.5,符合 Nunnally 等^[21] 提出的信度标准,说明本次问卷的信度是可靠的。各变量的 KMO 值都大于 0.5 的经验值,且显著性为 0.000, Bartlett' s 检验结果良好。5 个主成分的特征值都大于 1,且其总的方差贡献率为 56.254%,是可以接受的,适合做因子分析。

3.2 测量模型的验证性因素分析

利用 AMOS 17.0 对变量进行初步验证性因素分析,得出初步结果。为使模型拟合度更好并符合评价标准,剔除因子荷载小于 0.6 的指标。从因子荷载中看到,LQ6 与 SH4 都小于 0.6,因此剔除这两个指标。对剩余的 23 个指标进行运算,得到修正后的测量模型验证性因素分析模型,如图 1 所示。

修正后测量模型,简约调整后的规范适配指数 (PNFI) = 0.689 > 0.5,简约适配度指数 (PGFI) = 0.667 > 0.5,简约拟合度指数符合标准,说明本文设定的模型较简约且具有较好的拟合度。近似误差均方根 (RMSEA) = 0.027 < 0.05,拟合优度指数 (GFI) = 0.906 > 0.9,绝对拟合指数也较好,比较拟合指数 (CFI) = 0.982,增值适配指数 (IFI) = 0.96 > 0.9,相对拟合指数也较好。

3.3 SEM 的验证性因素分析

在运用探索性因子分析确定因素后,建立 SEM,进行验证性因素分析,分析软件采用 AMOS 17.0,并对模型进行修正。图 2 为富江小水电代燃料工程社会影响结构方程模型修正后的一阶验证性因素分析模型。

经过 AMOS 17.0 的检验,模型的卡方拟合指数 (V^2) = 394.062,自由度 (df) = 220, V^2/df = 1.791 < 2,

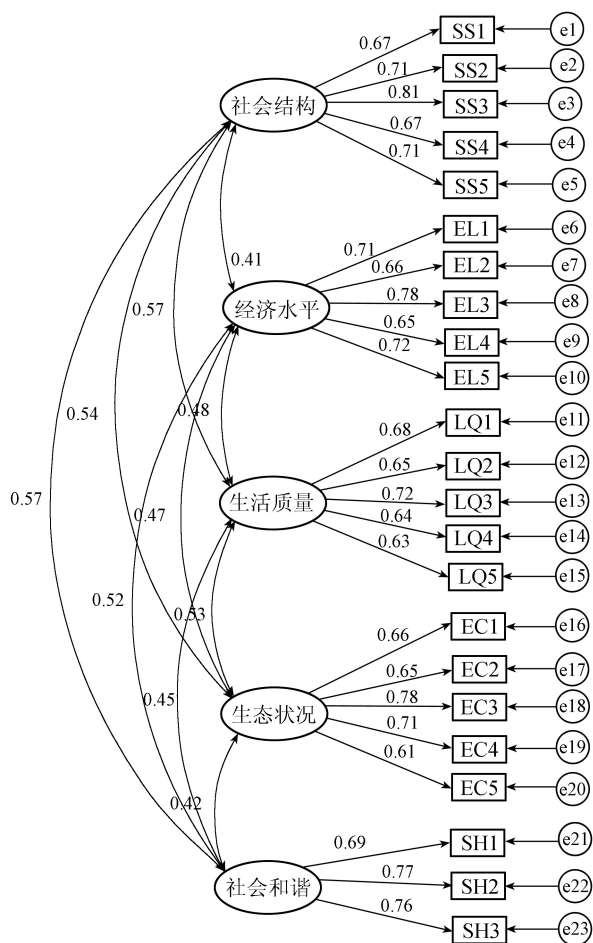


图 1 修正后测量模型的验证性因素分析模型

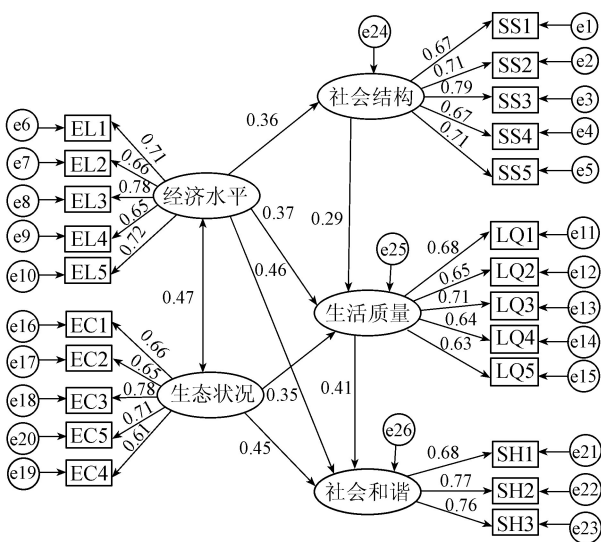


图 2 结构模型修正后的一阶验证性因素分析模型

达到理想值,比较拟合指数 (CFI) = 0.916,非规范适配指数 (TLI) = 0.905,都达到 0.9 的理想水平,近似误差均方根 (RMSEA) = 0.047 比建议值 0.05 略小,符合要求。

在 SEM 中,如果潜在变量因素背后有着更高层次的共同因素,这个共同因素称为高阶因素,涉及高阶因素的验证性因素分析称为二阶验证性因素分

析。社会结构、经济水平、生活质量、生态状况与社会和谐潜变量背后有着更高层次的共同因素,因此需要进行二阶验证性因素分析。图3为富江小水电代燃料工程社会影响结构方程模型路径图,给出了模型中各变量间的关系,并描述了模型路径系数。

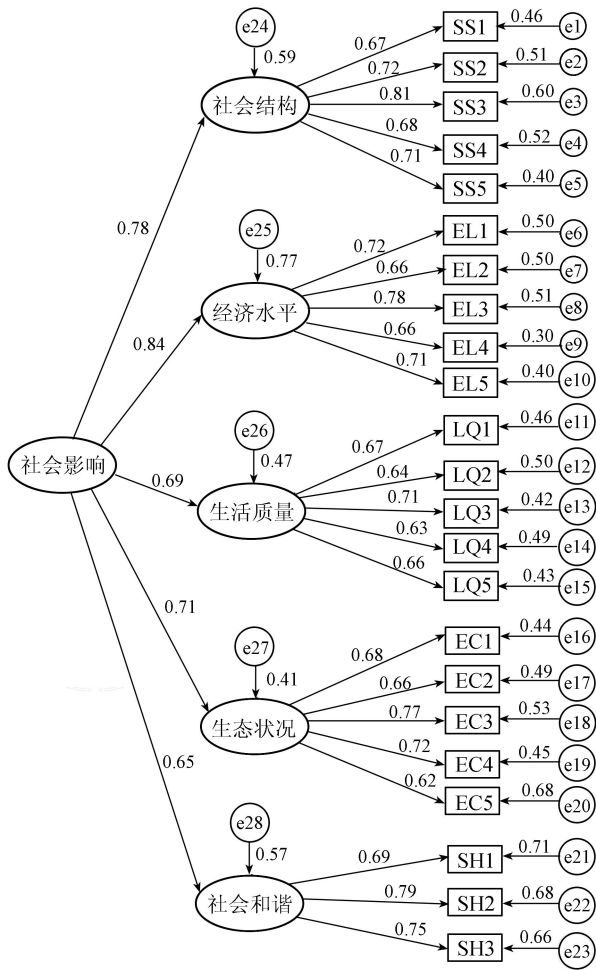


图3 结构模型的二阶验证性因素分析模型

经过检验,模型比较拟合指数(CFI) = 0.946 > 0.9,增值适配指数(IFI) = 0.92 > 0.9,相对拟合指标满足条件;拟合优度指数(GFI) = 0.906,近似误差均方根(RMSEA) = 0.028,说明问卷得到的数据与本文设定模型拟合较好;绝对拟合指数等其他指数值都符合条件,模型拟合较好。

3.4 结果分析

3.4.1 模型假设验证

从SEM的验证性分析结果可以看出模型整体拟合度较高,说明本文设定的模型较为合理。采用标准化路径系数来评价各变量之间的影响强度,本文10个研究假设有8个成立,均属于正相关关系。①假设1成立,水利工程项目对社会结构、经济水平、生活质量、生态状况与社会和谐都产生了正向的社会影响,路径系数都大于0.6,效果显著。②假设2成立,经济水平对社会结构具有正向影响,路径系

数为0.36,效果显著;③假设3成立,经济水平对生活质量具有正向影响,路径系数为0.37,效果显著;④假设4成立,经济水平对社会和谐具有正向影响,路径系数为0.46,效果显著;⑤假设5不成立;⑥假设6成立,生态状况对生活质量具有正向影响,路径系数为0.35,效果显著;⑦假设7成立,生态状况对社会和谐具有正向影响,路径系数为0.45,效果显著;⑧假设8成立,社会结构与生活质量之间具有正向影响,路径系数为0.29,效果显著;⑨假设9成立,生活质量与社会和谐之间具有正向影响,路径系数为0.41,效果显著;⑩假设10不成立。

3.4.2 结构模型解析

在得到的二阶验证性因素分析(图3)中,可以看出水利工程项目对各潜变量产生的影响程度。

从图3可以看出,水利工程项目产生的社会影响中,对经济水平产生的影响最大,路径系数为0.84,接近1;其次是社会结构,路径系数为0.78,影响程度最小的是社会和谐,路径系数是0.65。并且可以看出各潜变量的影响程度均大于0.6,说明它们的影响程度都很大,这些都是水利工程项目产生社会影响时需要考虑的变量。

3.4.3 测量模型解析

从图1修正后的测量模型验证性因素分析模型可以得出各测量指标对潜变量的影响关系,如表2所示。

表2 测量模型解析

指标	路径系数	说明
环境保护投资(EC5)	0.61	
社会福利(LQ5)	0.63	
文化素质(LQ4)	0.64	
消费水平(EL4)	0.65	
娱乐水平(LQ2)	0.65	
自然景观(EC2)	0.65	测量指标能较好地表达潜变量,影响程度较大,需要考虑
财政收入(EL2)	0.66	
资源利用(EC1)	0.66	
产业结构(SS1)	0.67	
社会生活模式(SS4)	0.67	
生活水平(LQ1)	0.68	
恩格尔系数(SH1)	0.69	
就业结构(SS2)	0.71	
非农人口比例(SS5)	0.71	
当地GDP(EL1)	0.71	测量指标能很好地表达潜变量,影响程度很大,需要考虑
环境污染(EC4)	0.71	
城镇化发展(EL5)	0.72	
身体素质(LQ3)	0.72	
社会满意度(SH3)	0.76	
社会治安(SH2)	0.77	测量指标能很好地表达潜变量,影响程度极大,必须考虑
个人收入(EL3)	0.78	
人文景观(EC3)	0.78	
家庭结构(SS3)	0.81	

从表2可以看出潜变量中各指标的影响路径系

数。在水利工程项目产生的各种社会影响中,对家庭结构、人文景观以及个人收入的路径系数分别达到了 0.81、0.78、0.78,影响最大,在进行水利工程项目评价时需要考虑这些内容。

a. 在潜变量社会结构各指标中,影响最大的是家庭结构,路径系数是 0.81,说明水利工程建设对家庭结构的影响最大;就业结构与非农人口比例路径系数在 0.8 和 0.7 之间,影响较大,在进行水利工程项目评价时需要特别注意这些方面。

b. 在潜变量经济水平各指标中,影响较大的是个人收入、当地 GDP 与城镇化发展,路径系数都在 0.65 以上,说明水利工程建设对个人收入、当地 GDP 与城镇化发展产生了较大影响。

c. 在潜变量生活质量各指标中,影响最大的是身体素质,路径系数为 0.72,与小水电代燃料工程实施的初衷相符合,减轻了当地农民上山砍柴的辛苦。

d. 在潜变量生态状况各指标中,人文景观与环境污染影响较大,说明水利工程建设在一定程度上破坏了当地的人文景观与环境状况。

4 结 论

各类水利工程建设都是以促进地方经济发展为目的,具有一定的社会效益和经济效益,以往的水利工程项目评价主要集中于财务评价与经济评价,忽略了社会影响评价。本文以水利工程产生的社会影响为研究对象,重点构建水利工程社会影响结构方程模型,通过调查问卷以及结构方程模型的运用进行指标选取与量化计算,结果表明:水利工程建设对社会结构、经济水平、生活质量、生态状况与社会和谐 5 个方面都产生了一定影响,其中影响最大的为经济水平,其次是社会结构,最小的为社会和谐;在社会结构、经济水平、生活质量、生态状况与社会和谐 5 个潜变量的各指标影响路径中,家庭结构、人文景观与个人收入是影响较大的 3 个因素。水利工程项目社会影响结构方程模型的建立解决了水利工程社会影响评价中指标的客观性、复杂性以及定性指标量化的问题。

参考文献:

[1] MOMTAZ S. Institutionalizing social impact assessment in Bangladesh resource management: limitations and opportunities [J]. Environmental Impact Assessment Review, 2005, 25(1): 33-45.

[2] VANCLAY F. International principles for social impact assessment [J]. Impact Assessment and Project Appraisal, 2003, 21(1): 5-12.

[3] Interorganizational Committee. Guidelines and principles for social impact assessment [J]. Impact Assessment, 1994, 12(2): 107-152.

[4] 泰勒, 布赖恩, 古德里奇, 等. 社会评估: 理论与过程与技术 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2009.

[5] VANCLAY F. Review of a community guide to social impact assessment [J]. Journal of the Institute of Australian Geographers, 2006, 44(3): 329-330.

[6] VANCLAY F. Conceptualising social impacts [J]. Environmental Impact Assessment Review, 2002, 22(3): 183-211.

[7] NIETO-MOROTE A, RUZ-VILA F. A fuzzy approach to construction project risk assessment [J]. International Journal of Project Management, 2011, 29(2): 220-231.

[8] CHAMBERS R. Shortcut and participatory methods for gaining social information for projects [J]. Sustainable Development: Social Organization, Institutional Arrangements and Rural Development, 1997, 6: 177-208.

[9] BAINES J. Making better use of local knowledge [J]. Impact Assessment New Zealand, 2000, 12(2): 7-9.

[10] BECKER H A, VANCLAY F. The international handbook of social impact assessment: conceptual and methodological advances [M]. London: Edward Elgar Publishing, 2003.

[11] 姜喜山. 世行贷款林业项目的创新实践 [J]. 林业经济, 2010(11): 11.

[12] 陈岩, 王蕾. 基于和谐发展观的水利项目社会影响评价 [J]. 价值工程, 2011, 30(35): 88-89.

[13] 王征兵, 郭斌, 姚顺波, 等. 退耕还林对经济社会影响评价的研究 [J]. 农业经济与管理, 2012(5): 60-69.

[14] 胡永铨. 基于和谐发展观的项目社会评价体系研究 [J]. 科技进步与对策, 2006(1): 129-131.

[15] 施娜柯. 农业技术项目社会影响评价指标体系 [J]. 科学管理研究, 2007(6): 66-68.

[16] 贾广社, 杨芳军, 游锐, 等. 基于 GA-BP 的大型建设工程社会影响评价指标体系研究 [J]. 科技进步与对策, 2010, 27(19): 148-152.

[17] 滕敏敏, 韩传峰, 刘兴华. 中国大型基础设施项目社会影响评价指标体系构建 [J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(9): 170-176.

[18] DOLOI H, IYER K C, SAWHNEY A. Structural equation model for assessing impacts of contractor's performance on project success [J]. International Journal of Project Management, 2011, 29(6): 687-695.

[19] VINODH S, JOY D. Structural equation modeling of sustainable manufacturing practices [J]. Clean Technologies and Environmental Policy, 2012, 14(1): 79-84.

[20] MCQUITTY S. Statistical power and structural equation models in business research [J]. Journal of Business Research, 2004, 57(2): 175-183.

[21] NUNNALLY J C, DURHAM R L, LEMOND L C, et al. Introduction to statistics for psychology and education [M]. New York: McGraw-Hill Book, 1975.

(收稿日期: 2016-07-27 编辑: 胡新宇)