

特大型工程项目可持续均衡价值指数模型 及其算例分析*

高武^{1,2}, 洪开荣¹

(1.中南大学商学院,长沙 410083; 2.湖南城市学院 城市管理学院,湖南 益阳 413000)

摘要:在分析特大型工程项目多元主体多目标效用函数的基础上,构建特大型工程项目可持续均衡价值指数模型,分别提出经济、社会、环境生态分类价值指数和组合性均衡价值指数的计算原理和方法,并结合“三峡工程”进行了算例分析。研究表明:特大型工程项目可持续均衡价值指数的大小反映了项目内在价值的高低,它随主体信念和时空环境的改变而变化,据此可以判别项目的可行性和优劣性。

关键词:特大型工程项目;三元主体;三重价值;分类指数;组合性指数

中图分类号:F424.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-0598(2014)02-0042-07

一、引言

特大型工程项目具有不同于一般工程项目的特点,即项目投资规模巨大,项目开发对于特定地区乃至全社会的影响复杂而深远^[1],它的评价方式是否科学,直接关系到项目的成败和社会的稳定。项目评价经历了从单指标到多指标、从静态到动态、从单个主体决策分析到多主体动态博弈分析的发展过程。在人口不断增长、生态环境持续恶化和资源快速枯竭的情况下,原有的净现值、实物期权^[2]、期权博弈^[3]等项目评价方法存在一定的缺陷,不能全面反映工程项目的真实价值,也不能满足社会、经济、环境与人与人之间可持续协调发展的要求。因此,寻找一种更为合理和准确的项目评价方法,是提高项目评价质量亟待解决的问题。

结合生态足迹^[4]、可持续发展指数^[5]等可持

续评价理论,以及组合性项目评价思想^[6],并根据特大型工程项目评价的效率增进原则、风险规避原则和互动评价原则^[1],用可持续均衡价值代表项目经济价值、社会价值和环境生态价值的组合性价值^{[7][8]},以及项目主体之间信念和策略互动的均衡结果,用数学公式表达为: $U=U_1 \cap U_2 \cap U_3$ 。然后,再用指数形式直观反映特大型工程项目可持续均衡价值大小和变化,不仅可以保证特大型工程项目的评价质量,而且使不同项目以及同一项目不同时间点的价值显性化和可比较,进而为特大型工程项目行政主体的决策提供帮助。

二、特大型工程项目的多主体多目标效用函数

一个特大型工程项目方案的制定和实施是由

* [收稿日期]2014-01-25

[基金项目]国家自然科学基金项目(71171203);中南大学2013年博士生创新基金项目(2013zzts005)

[作者简介]高武(1974—),湖南益阳人;湖南城市学院城市管理学院副教授,博士生,主要从事特大型工程项目评价研究。

洪开荣(1964—),四川宜宾人;中南大学商学院教授,博士生导师,主要从事项目评价理论与博弈论应用研究。

政府、承包商、材料提供商、质量监测方、社会公众等 m 个利益主体共同完成的。特大型工程项目的组合性价值不仅与均衡结果形成的社会、经济、环境生态价值有关, 而且与多元主体对每种价值的重要性判断相关, 通常而言, 企业更关注经济价值, 政府则重视项目带来的社会公平价值, 而代表当代和后代人利益的社会公众对环境生态价值更为敏感。这种主体价值判断会随着时空和博弈格局的改变而变化, 因此特大型工程项目的可持续均衡价值在其生命周期内也是动态变化的。

根据多元主体在决策博弈中的地位 and 重要性赋予其权重 $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m)$, 再记第 k 个决策者与决策目标 V_i (社会、经济、环境生态价值) 对应的效用值为 $u_k(V_i)$, 那么 m 个主体决策者的加权平均效用值用公式表示为:

$$\bar{U}(V_i) = \sum_{k=1}^m \alpha_k u_k(V_i) \quad (k = 1, 2, \dots, m) \quad (1)$$

为简化起见, 设特大型工程项目主要主体为政府、企业和社会公众三方, 项目主要价值为经

济、社会和环境生态三方面, 每个主体的决策权重和效用如表 1 所示:

表 1 特大型工程项目的三大主体和三大价值

主体 价值	政府	企业	社会公众
经济价值 (EV)	(α_1, u_1)	(β_1, u_2)	(γ_1, u_3)
社会价值 (SV)	(α_2, u_4)	(β_2, u_5)	(γ_2, u_6)
环境生态价值 (EEV)	(α_3, u_4)	(β_8, u_8)	(γ_3, u_9)

因此, 特大型工程项目可持续均衡价值 (SBV) 可用三元主体的三重价值来表示:

$$SBV = \sum_{n=1}^3 w_n \cdot EV + w_2 \cdot SV + w_3 \cdot EEV$$

三、特大型工程项目可持续均衡价值评价指标体系的构建

在坚持代表性、组合性、方便性、适用性等原则的基础上, 用层次分析法构建特大型工程项目可持续均衡价值评价指标体系如表 2 所示:

表 2 特大型工程项目可持续均衡价值评价指标体系

目标层	一级指标	二级指标	三级指标	
可持续均衡 价值	效率性指标 (E)	直接经济价值指标	年利润指标	
			动态投资回收期指标	
		期权价值指标	机会收益指标	
			机会损失指标	
		国民经济价值指标	促进区域经济发展价值指标	
			增进产业发展潜力价值指标	
	公平性指标 (J)	利益相关者满意度指标	直接利益相关者满意度指标	
			间接利益相关者满意度指标	
		促进社会公平正义指标	促进阶层公平指标	
			促进地区公平指标	
		风险性指标 (R)	自然环境影响指标	促进代际公平指标
				水、空气、土壤、噪声影响指标
森林、矿产影响指标				
生物平衡影响指标	自然景观影响指标			
	植物影响指标			
	动物影响指标			
重大灾难风险指标	地震和地质滑坡影响指标	水、旱灾影响指标		
		疾病传播影响指标		

四、特大型工程项目可持续均衡价值指数模型

特大型工程项目可持续均衡价值指数模型是用来反映项目可持续均衡价值的应用模型,其最大的特点是“组合性+模糊性+相对性”。

(一)特大型工程项目指标权重的确定方法

指标权重的确定是建立在多元主体价值偏好的调查与实验基础之上的。特大型工程项目三大主体对项目三大价值的重要性判断也是不同的。在现实中,各个主体的信念和决策相互影响,最后

形成策略组合均衡,共同决定项目的可持续均衡价值。在互联网平台上,邀请中南大学、湖南大学等 20 名专家分别代表企业、政府和社会公众等三大项目关联主体,让其对同一层次指标的重要性进行两两比较和模糊打分,然后通过计算得到权重,具体步骤如下:

1. 建立传阶层次结构

目标层:指求解目标;准则层:指影响目标实现的准则(见图 1)。

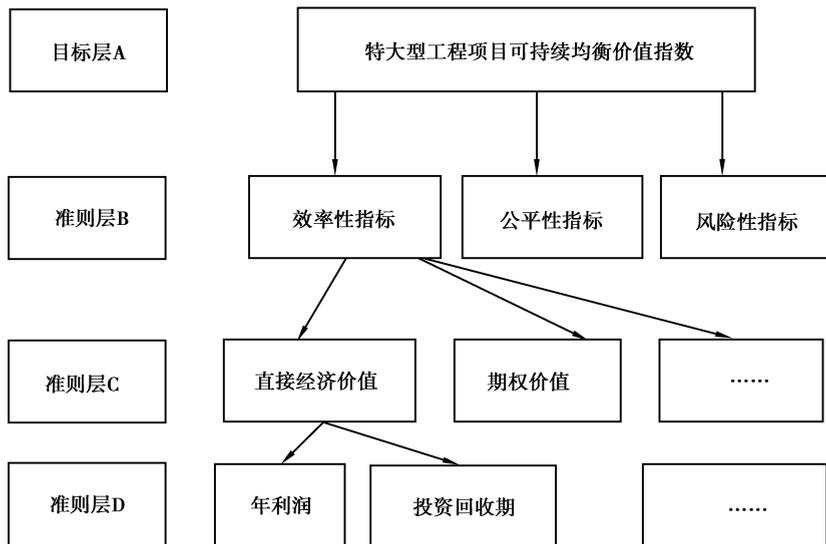


图 1

2. 构建判别矩阵并赋值

原理如表 3 所示。征求所有专家意见后,加权平均得到 $\overline{X_{mn}}$, 填写判别矩阵如表 4 所示。

表 3 重要性标度含义表

重要性标度	含义
1	表示两个指标同等重要
3	表示两个指标相比,前者比后者稍微重要
5	表示两个指标相比,前者比后者明显重要
7	表示两个指标相比,前者比后者强烈重要
9	表示两个指标相比,前者比后者极端重要
2,4,6,8	表示上述判断的中间值
倒数	若指标 m 与指标 n 的重要性之比为 X_{mn} , 则指标 n 与指标 m 的重要性之比为 $1/X_{mn}$

表 4 判别矩阵表

A	B_1	B_2	B_3	...	B_n
B_1	1	$\overline{X_{12}}$	$\overline{X_{13}}$...	$\overline{X_{1n}}$
B_2	$1/X_{12}$	1	$\overline{X_{23}}$...	$\overline{X_{2n}}$
B_3	$1/X_{13}$	$1/X_{23}$	1	...	$\overline{X_{3n}}$
...
B_n	$1/\overline{X_{n1}}$	$1/\overline{X_{n2}}$	$1/\overline{X_{n3}}$...	1

3. 层次单排序与检验

用和法计算权重,对 n 个列向量求算术平均值作为最后权重。

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}} \quad (2)$$

4. 一致性检验

一致性比例 $CR < 0.1$ 时, 认为判断矩阵的一致性是可以接受的; 反之, 则不可接受。

(二) 单项指标的标准化处理和赋值

单项评价指数的计算公式为:

$$r_i = d_i / s_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

式中, r_i 为单项评价指数; d_i 为目标项目某单项评价指标的设计值; s_i 为类比项目某单项指标的参照值, 标准值为 1.0。

s_i 代表社会平均投资利润水平/平均投资回收期/机会收益和成本为零/利益相关者基本满意值/项目对环境生态和社会公平的影响接近于中性。 r_i 是根据单项指标 d_i 与标准值 s_i 的对比赋值的, 如果该项指标具有超出平均(中性)水平 10% 的正向价值, 则专家模糊赋值为 1.1, 如果是负向价值 10%, 则赋值为 0.9, 依次类推, 最后将所有赋值平均后得到 \bar{r}_i 。

(三) 分类价值指数的计算

特大型工程项目的分类均衡价值指数分别包

括效率性指数、公平性指数和风险性指数, 分别代表项目的经济、社会和环境生态价值。特大型工程项目分类均衡价值指数是根据所属各单项指数采用加权平均法而得。其计算公式为:

$$Y = \sum_{i=1}^m \bar{r}_i \times w_i \quad (3)$$

式中, Y 为分类指数(总得分); \bar{r}_i 为单项指数(指标标准化后的得分); w_i 为单项指标的复合权重。

(四) 组合性可持续均衡价值指数的计算

$$CVI = \sum_{i=1}^3 W_i \times Y_i \times \gamma_s \quad (4)$$

项目的组合性均衡价值不仅与分类价值的大小有关, 而且与它们之间的协调性有关。在(4)式中, Y_i 代表特大型工程项目的三大分类价值指数: 效率价值指数(EVI)、公平价值指数(JVI)和风险价值指数(RVI); W_i 是各个指数的权重; γ_s 为组合性修正系数, 如果分类指数之间的协调性好, 则 $\gamma_s > 1$; 反之, 则 $\gamma_s < 1$ 。

表 5 分类指数之间的协调度

协调等级	优质协调	良好协调	中级协调	初级协调	勉强协调	濒临失调	严重失调
协调度	1.21~1.3	1.11~1.2	1.0~1.1	1	0.9~0.99	0.8~0.89	0.7~0.79

(五) 组合性可持续均衡价值指数的分级

根据特大型工程项目可持续均衡价值指数大

小, 将项目可持续性分为五级: 优、良、一般、较差和差, 具体内涵见表 6。

表 6 特大型工程项目可持续价值指数分级

级别	优	良	一般	较差	差
指数区间	≥ 1.40	1.20~1.40	1.00~1.20	0.90~1.00	≤ 0.90
指数内涵	项目组合性均衡价值很高, 经济、社会、环境分类指标高, 指标之间协调性很好。	项目组合性均衡价值较高, 经济、社会、环境分类指标较高, 指标之间协调性也较好。	项目组合性均衡价值一般, 部分分类指标不太理想, 指标之间协调性一般。	项目组合性均衡价值较差, 部分分类价值指标较低, 指标之间协调性较差。	项目组合性均衡价值很差, 多数分类价值指标很低, 指标之间协调性很差。

五、特大型工程项目可持续均衡价值指数的算例分析

“三峡工程”是世界上规模最大的水电项目,

也是中国有史以来建设的最大工程项目。“三峡工程”对中国影响十分巨大, 人们对其利弊的争论也一直没有停止。^{[9][10]} 依据上述指数模型的原

理和方法,在结合文献研究和实地调查的基础上,对“三峡工程”可持续均衡价值评价如下(以下所用原始数据大部分来自于官方统计,少量来自于文献和抽样调查):

(一)“三峡工程”项目的效率性价值指数

经专家赋值后计算,“三峡工程”效率性指标的赋值及其权重如表 7 所示。

表 7 “三峡工程”效率性价值指数体系

分类指数	二级指标	三级指标	赋值	复合权重
效率性 指数(E)	直接经济价值(E ₁)	年利润(E ₁₁)	1.25	0.2
		投资回收期(E ₁₂)	0.9	0.13
	期权价值(E ₂)	机会收益(E ₂₁)	1.3	0.12
		机会成本(E ₂₂)	0.8	0.13
	国民经济价值(E ₃)	促进区域经济发展价值(E ₃₁)	1.3	0.15
		增进产业发展潜力价值(E ₃₂)	1.2	0.15
		加速技术创新和运用价值(E ₃₃)	1.3	0.12

说明:直接经济价值指标赋值=项目水平/行业平均水平,期权价值指标、国民经济指标赋值=基准值 1±对项目直接经济价值的损益程度(%)。

因此,“三峡工程”的效率性价值指数为:

$$E = \sum_{i=1}^m E_i \times W_i = 1.16$$

(二)“三峡工程”项目的公平性价值指数

经专家赋值后计算,“三峡工程”公平性指标的赋值及其权重如表 8 所示。

表 8 “三峡工程”公平性价值指数体系

分类指数	二级指标	三级指标	赋值	复合权重
公平性 指数(J)	利益相关者满意度指数(J ₁)	直接利益相关者满意度(J ₁₁)	0.92	0.32
		间接利益相关者满意度(J ₁₂)	0.86	0.24
	促进社会公平正义指数(J ₂)	促进阶层和地区间公平程度(J ₂₁)	1.18	0.22
		促进代际间公平程度(J ₂₂)	0.85	0.22

说明:利益相关者满意度以 60 分为标准值 1,上下 10 分,则赋值加减 0.1;促进社会公平程度指标主要以缩小(扩大)收入差距的程度来计算,缩小 10%,则指标为 1.1。

因此,“三峡工程”的公平性价值指数为:

$$J = \sum_{i=1}^m J_i \times W_i = 0.95$$

(三)“三峡工程”的风险性价值指数

经专家赋值后计算,“三峡工程”风险性单项指标的赋值及其权重如表 9 所示。

因此,“三峡工程”的风险性价值指数为:

$$R = \sum_{i,j=1}^m R_{ij} \times W_{ij} = 0.87$$

(四)“三峡工程”组合性可持续均衡价值指数

经专家赋值后计算,“三峡工程”的效率性指数、公平性指数和风险性指数及其权重如表 10 所示。

因此,“三峡工程”的组合性均衡价值指数为:

$$CVI = \sum_{i=1}^3 W_i \times Y_i \times \gamma_s = 0.91$$

其中 $\gamma_s = 0.96$ 。

(五)“三峡工程”项目价值指数的内涵

1. 分类价值指数的内涵

“三峡工程”项目效率性指数为 1.2,反映该

表 9 “三峡工程”风险性价值指数体系

分类指数	二级指标	三级指标	赋值	复合权重
风险性价值 指数 (R)	自然环境影响 (R ₁)	空气质量影响 (R ₁₁)	1.3	0.1
		水资源影响 (R ₁₂)	0.8	0.25
		气候影响 (R ₁₃)	0.9	0.05
		自然景观影响 (R ₁₄)	0.9	0.05
	生物平衡影响 (R ₂)	动物平衡影响 (R ₂₁)	0.8	0.1
		植物平衡影响 (R ₂₂)	0.9	0.1
		地震和地质滑坡影响 (R ₃₁)	0.6	0.1
	重大灾难风险 (R ₃)	水、旱灾影响 (R ₃₂)	0.7	0.2
		疾病传播影响 (R ₃₂)	0.9	0.05

说明: 如项目对环境生态没有任何影响则赋值为 1, 如改善则加, 破坏则减, 改善 (破坏) 程度为 10% 以内则相应 ±0.1, 20% 则 ±0.2, 以此类推。

表 10 “三峡工程”组合性可持续均衡价值指数体系

组合性指数	分类指数	数值	权重
“三峡工程”可持续 均衡价值指数 (C)	效率性价值指数 (E)	1.2	0.142 8
	公平性价值指数 (J)	0.95	0.428 6
	风险性价值指数 (R)	0.87	0.428 6

项目整体经济价值 (包括直接经济价值、期权价值和国民经济价值) 较好, 这是当时政府积极推动该项目建设的主要动力, 因为“三峡工程”立项上马之时正是我国追求经济发展速度的时期。然而, “三峡工程”项目公平性价值指数仅为 0.95, 反映出包括移民在内的重要利益相关者满意度并不高, 甚至有部分主体利益受损; “三峡工程”项目的风险性价值指数为 0.87, 说明该项目造成了一定的生态失衡并存在潜在的生态灾难风险, 尽管这些风险发生的概率很低, 但由于其危害和影响面极大, 也是项目主体无法承受的。

2. 组合性价值指数的内涵

“三峡工程”项目组合性均衡价值指数为 0.91, 根据表 6 的指数分级, 所处等级为“较差”, 反映出在当前追求社会和谐、生态文明和经济质量的理念之下, “三峡工程”项目整体上不具有理想的可持续均衡发展价值。“三峡工程”属于政府投资型项目, 当时政府强力推动该项目的

动因在于其巨大的能源经济价值。事实证明, “三峡工程”项目建成以来, 虽产生了巨大的经济效益, 但对长江中下游区域人民群众的生活质量和生产活动造成了一些负面的影响, 很多被破坏的动植物资源和生态环境无法逆转, 潜在的生态灾难风险令人担忧。如果当时决策者能延缓该项目的开发, 在以后合适的时机以更合适的方式进行开发, 或许具有更好的可持续均衡发展价值。

六、结论

特大型工程项目可持续均衡评价指数模型是一种简明、实用的项目评价工具, 可以综合反映项目可持续均衡价值内涵, 判别项目的可行性以及对多个项目和同一项目不同时期进行价值对比, 从而为企业决策、政府制定公共政策和进行公共建设提供有效的工具。在本文中, 项目价值指标的评价虽带有一定的模糊性和不精确性, 但基本上反映了经济、社会和环境协调发展的要求以及项目主体的价值偏好和策略互动特征。下一步可以考虑对多个特大型工程项目进行价值比较研究, 在更大范围内验证模型的有效性和实用性。

[参考文献]

[1] 洪开荣. 特大型工程项目的可持续均衡评价[J]. 社会科学辑刊, 2009(3): 90-93.

- [2] 樊霞, 刘西林. 基于实物期权的项目组合投资决策研究[J]. 中国管理科学, 2006(1): 21-24.
- [3] 洪开荣. 期权博弈评价: 基于主体和项目视角的理论模型[J]. 科技进步与对策, 2008(10): 162-165.
- [4] Wackernagel M. Ecological footprint and appropriated carrying capacity: A tool for planning toward sustainability [D]. Columbia: The university of British Columbia, 1994.
- [5] 田辉. 人类可持续发展指数(HSDI)构建及其应用研究[D]. 南京: 南京理工大学博士论文, 2007.
- [6] 洪开荣. 可持续均衡评价理论[M]. 北京: 经济科学出版社, 2012: 50-54.
- [7] 黄溶冰, 胡运权, 冯立新. 基于可持续发展理论的大
- 型建设项目评价模式研究[J]. 技术经济与管理研究, 2005(1): 54-55.
- [8] 段世霞. 大型公共工程项目三重绩效及其协同评价[J]. 中国社会科学院研究生院学报, 2012(1): 73-76.
- [9] 孟令伟. 关于三峡工程的心路追索与灵魂拷问[EB/OL]. (2006-08-19) [2012-07-18]. <http://club.xilub.com/zenzenzen/msgview-816613-7822.html>.
- [10] 沈国舫. 三峡工程对生态和环境的影响[J]. 科学中国人, 2010(8): 48-53.

(责任编辑:夏东,朱德东)

Sustainable Balanced Value Index Model of the Super-huge Type Projects and Its Calculation Case Analysis

GAO Wu^{1, 2}, HONG Kai-rong¹

(1. Business School, Central South University, Changsha 410083, China; 2. School of City Management, Hunan City University, Hunan Yiyang 413000, China)

Abstract: Based on the analysis of multi-objective utility function of multiple main bodies of super-huge type projects, this paper builds sustainable balanced value index model of super-huge type projects, points out the calculating principle and method for classified value index of economy, society and environmental ecology and combinational balanced value index, and makes calculation case analysis based on "Three Gorges Project". Research shows that the size of sustainable balanced value index of super-huge type projects reflects the internal value magnitude of the projects and changes with the change of main body intention and time-space environment, based on this, the feasibility, advantage and disadvantage of the projects can be determined.

Key words: super-huge type project; triple main bodies; triple values; classified index; combinational index