

doi: 10. 11830/ISSN. 1000-5013. 201702007



# EPC 总承包模式实施效果评价与对策

王铁钢<sup>1,2</sup>

(1. 西安建筑科技大学 管理学院, 陕西 西安 710055;  
2. 陕西职业技术学院 建工学院, 陕西 西安 710100)

**摘要:** 以 EPC(设计-采购-建设)工程总承包模式的实施效果为研究对象,初步确定 EPC 总承包模式实施效果评价的指标体系,运用 DEMATEL(决策试验和评价实验室)分析法对评价指标进行约简,找出关键指标并建立评价模型. 对某热电工程 EPC 总承包项目实施效果进行评价,结果表明:EPC 总承包模式实施效果不理想,主要存在索赔管理薄弱、设计与施工结合不紧密、管理制度不完善等问题,并提出相应的解决对策.

**关键词:** 项目承包; 工程项目; EPC 模式; DEMATEL 分析法; 模糊综合评价

**中图分类号:** TU 721. 4      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-5013(2017)02-0169-06

## Evaluation and Countermeasures of EPC General Contracting Mode

WANG Tiegang<sup>1,2</sup>

(1. College of Management, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China;  
2. School of Civil Engineering, Shaanxi Vocational and Technical College, Xi'an 710100, China)

**Abstract:** Engineering procurement construction (EPC) general contracting mode is widely used in the engineering construction. Taking the effect of EPC general contracting mode as the research object, determining preliminarily the evaluation index system of the EPC general contracting mode effect, using decision making trial and evaluation laboratory (DEMATEL) method to reduce the evaluation index, the key indicators were found out and the evaluation mode was established. The evaluation of a thermoelectric engineering EPC project was carried out, the results show that the EPC pattern implementation effect is not ideal, due to the problems such as weak claim management, loose combination between design and construction, incomplete management system. The corresponding countermeasures are put forward.

**Keywords:** project contract; engineering project; EPC mode; DEMATEL method; fuzzy comprehensive evaluation

工程项目的管理模式包括分阶段分专业平行承包、设计-招标-建造(DBB)、项目管理(PM)、设计-建造(DB)、项目管理承包(PMC)、设计-采购-建设(EPC)工程总承包等. 项目管理模式的不同决定了不同的管理特点,进而造就了不同的适用情形. 在工程建设中,设计、采购、施工分别发包带来工期长、费用超支、质量难以控制、责任相互推诿等问题,而 EPC 总承包模式可以较好地克服这些问题,将设计、采购、施工发包给一个承包商(或联合体),使其在承包单位内部完成,成为承包单位内部的组织协同<sup>[1]</sup>. 在项目施工阶段,EPC 总承包单位可以充分利用自身的人才、技术和管理上的优势及相关的工程经验,实现了保证工程质量、缩短建设工期、节约投资的目的<sup>[2]</sup>. 然而,这种模式的实施效果尚缺乏有效评价和研

**收稿日期:** 2017-02-14

**通信作者:** 王铁钢(1983-),男,讲师,博士,主要从事工程经济与项目管理的研究. E-mail:e\_steel@163. com.

**基金项目:** 国家社科基金青年基金资助项目(12CZZ023); 陕西省软科学基金资助项目(2014KRM07)

究. 因此, 本文通过建立 EPC 模式实施效果评价的指标体系和评价模型, 分析 EPC 模式的实施效果.

## 1 构建评价指标体系

为了全面、客观地评价 EPC 总承包模式的实施效果, 遵循科学、客观、系统、可操作等原则, 通过对 EPC 总承包模式资料的研究, 并咨询相关技术专家意见, 从投资、技术、进度、质量、资源配置、安全、环保、社会影响、项目可持续性、管理水平等 10 个方面初步建立 EPC 总承包项目的评价指标体系.

由于 EPC 总承包项目管理模式实施效果评价的复杂性、系统性, 就需要对初次建立的指标体系进行约简、优化. 指标体系优化的方法常有相对核属性约简法、主成分分析法、决策试验和评价实验室 (DEMATEL) 分析法等<sup>[3-4]</sup>. 其中, DEMATEL 分析法综合了图论中有向图和矩阵工具确定系统要素之间的影响程度, 构造要素之间的关系矩阵, 进而分析各个影响因素之间的影响程度以确定因素间的主次关系, 进行影响因素约简. 文中采用 DEMATEL 分析法进行指标体系的优化<sup>[5]</sup>, 主要有以下 4 个步骤.

**步骤 1** 组织专家分析确定各因素之间的直接关系, 并运用有向剪线表示影响关系, 箭头方向为被影响因素, 箭尾为影响因素, 从而建立起因素之间关系的影响有向图.

**步骤 2** 对因素间的影响程度进行标度, 构造两两因素间直接影响关系矩阵. 具体为: 以影响有向图为基础, 通过两两比较判断的方式确定两两因素之间的直接影响程度, 并进行标度. 标度方法为: 设  $a_{i,j}$  表示第  $i$  因素对第  $j$  因素的影响程度 ( $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$ ), 并用 1~9 标度其影响的大小; 若因素  $i$  对

因素  $j$  没有直接影响, 则标度为 0, 可以得到直接影响关系矩阵  $\mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,n} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \cdots & a_{n,n} \end{pmatrix}$ .

**步骤 3**  $\mathbf{A}$  的各行求和, 设行和最大值为  $M$ , 矩阵  $\mathbf{B}$  的元素  $b_{i,j} = a_{i,j}/M$ , 计算综合影响矩阵  $\mathbf{C} = \mathbf{B} \times (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ , 其中,  $\mathbf{I}$  为单位矩阵.

**步骤 4** 以综合影响矩阵  $\mathbf{C}$  中  $c_{i,j}$  为基础, 计算每个要素的影响度  $Z_i$ , 被影响度  $R_i$ , 中心度  $X_i$  和原因度  $Y_i$ , 并判断确定关键影响因素. 其中,  $\mathbf{C}$  中各行要素之和  $Z_i = \sum_{j=1}^n c_{i,j}$  ( $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$ ), 表明各行对应要素对其他要素的综合影响值;  $\mathbf{C}$  中各列要素之和  $R_i = \sum_{i=1}^n c_{i,j}$  ( $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$ ), 表明各列对应要素对其他要素的综合影响值. 要素  $F_i$  中心度为  $X_i = Z_i + R_i$  ( $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$ ), 表示该要素在评价指标体系中的位置及其所起作用大小. 要素  $F_i$  原因度为  $Y_i = Z - R_i$ , 如果  $Y_i > 0$ , 表示该要素对其他要素影响大, 称为原因要素; 如果  $Y_i < 0$ , 表示该要素受其他要素影响大, 称为结果要素<sup>[6-7]</sup>.

## 2 指标优化步骤

1) 根据大量实地和问卷调查, 结合相关专家的建议, 确定 EPC 总承包模式实施效果评价指标体系的直接关系矩阵  $\mathbf{A}$ , 即

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 0 & 5 & 5 & 0 & 7 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 5 & 3 & 9 & 0 & 9 & 0 & 3 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 5 & 3 & 7 & 5 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 7 & 7 & 5 & 3 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 9 & 3 & 0 & 3 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 5 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 7 & 7 & 7 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 9 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

2) 将直接关系矩阵  $A$  标准化.

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 0.09 & 0 & 0.16 & 0.16 & 0 & 0.22 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.16 & 0.09 & 0.28 & 0 & 0.28 & 0 & 0.09 & 0.09 \\ 0 & 0 & 0 & 0.16 & 0.09 & 0.22 & 0.16 & 0.22 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.03 & 0.22 & 0.22 & 0.16 & 0.09 & 0.09 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.28 & 0.09 & 0 & 0.09 & 0.16 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.09 & 0.16 & 0.16 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.22 & 0.22 & 0.22 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.16 & 0.16 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.28 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

3) 由矩阵  $B$  计算综合影响矩阵为

$$C = B \times (I - B)^{-1}.$$

其中,  $I$  为单位矩阵. 则有

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 0.51 & 0.22 & 0.12 & 0.16 & 0.07 & 0.3 & 0.13 & 0.15 & 0.41 \\ 0 & 0 & 0.15 & 0.14 & 0.02 & 0.01 & 0.03 & 0.02 & 0.03 & 0.01 \\ 0 & 0 & 0 & 0.11 & 0.27 & 0.1 & 0.29 & 0.34 & 0.18 & 0.25 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.44 & 0.32 & 0.23 & 0.24 & 0.32 & 0.27 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.29 & 0.11 & 0.04 & 0.15 & 0.28 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.41 & 0.03 & 0.41 & 0.22 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.29 & 0.29 & 0.15 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.35 & 0.28 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.31 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

4) 根据综合矩阵  $C$ , 可计算各个影响因素的中心度和原因度, 如表 1 所示, 并进行分析.

表 1 各影响因素的中心度和原因度

Tab. 1 Center and reason degree of various factors

$F_i$	$Z_i$	$R_i$	$X_i$	$Y_i$	$F_i$	$Z_i$	$R_i$	$X_i$	$Y_i$
$F_1$	1.87	0	1.87	1.87	$F_6$	1.07	0.79	1.86	0.28
$F_2$	0.41	0.51	0.92	-0.10	$F_7$	0.73	1.37	2.10	-0.64
$F_3$	1.54	0.17	1.71	1.37	$F_8$	0.63	1.09	1.72	-0.46
$F_4$	1.82	0.37	2.19	1.45	$F_9$	0.31	1.88	2.19	-1.57
$F_5$	0.87	0.89	1.76	-0.02	$F_{10}$	0	2.20	2.20	-2.20

由表 1 可知: 各指标中心度相差不大, 说明各指标在指标系统所起作用差别不大. 其中,  $F_1, F_3, F_4, F_6$  等 4 个因素的原因度为正值, 说明在 EPC 总承包项目管理模式中, 评价指标体系中的投资效果评价、进度控制效果、质量控制效果和安全控制效果为关键指标.

根据优化后的指标体系, 构建分指标体系, 如表 2 所示.

表 2 EPC 总承包模式实施效果评价指标体系

Tab. 2 Effect evaluation index system of EPC general contracting mode

指标		分指标	量化方法
EPC 总承包 模式实施效果 评价指标体系	投资评价	通过限额和优化设计的成本降低率	定量
		索赔的防范措施	定性
		投资节约率或超出额	定量
	进度评价	项目进度计划的合理性	定性
		各阶段进度的实施情况	定性
		总工期提前或拖后	定量

续表

Continue table

指标		分指标	量化方法
EPC 总承包 模式实施效果 评价指标体系	质量评价	质量管理体系和控制措施	定性
		设计、材料设备、施工质量、评价	定性
		工程质量问题	定性
	安全评价	安全管理体系	定性
		施工中的安全检查	定性
		施工的伤亡率或人数	定量

3 实施效果评价模型

对 EPC 总承包模式实施效果评价属于项目后评价的范畴. 在评价指标体系中存在定性、定量指标, 模糊综合评价法是一种基于模糊理论的综合评价方法. 该方法具有结果清晰、综合性强的特点, 能较好地解决模糊的、难以量化的评价问题<sup>[8-9]</sup>.

因为 EPC 项目管理模式实施效果评价指标体系为两级, 所以采用模糊综合评价中的多级模糊综合评价. 评价模型的建立有以下 4 个步骤.

**步骤 1** 根据 EPC 项目管理模式实施效果的评价指标体系, 确定评价因素集  $U = \{U_1, U_2, U_3, U_4\}$ . 其中:  $U_1 = \{U_{1,1}, U_{1,2}, U_{1,3}\}$ ,  $U_2 = \{U_{2,1}, U_{2,2}, U_{2,3}\}$ ,  $U_3 = \{U_{3,1}, U_{3,2}, U_{3,3}\}$ ,  $U_4 = \{U_{4,1}, U_{4,2}, U_{4,3}\}$ .

**步骤 2** 建立评语集, 并对每个一级评价指标  $U_i$  进行模糊评价. 根据 EPC 总承包项目管理模式的实施效果, 将评价等级确定为好、一般和差 3 个等级, 对应的评语集为  $V = \{V_1, V_2, V_3\}$ .

由层次分析法确定  $U_i$  中各因素的权向量为  $w_i = \{w_{i,1}, w_{i,2}, \cdots, w_{i,m}\}$ , 且  $U_i$  中各因素组成的评价矩阵为  $R_i$ , 则一级评价为

$$w_i \circ R_i = \{b_{i,1}, b_{i,2}, \cdots, b_{i,v}\} = B_i, \quad i = 1, 2, \cdots, n.$$

从而计算确定  $U_i$  的单因素评价结果  $B_i$ , 为下一级综合评价奠定基础.

**步骤 3** 根据步骤 2 的评价结果, 把  $U_i$  作为一个整体考虑, 将一级评价的评价结果作为矩阵中的元素, 从而得到一级评价中的各单因素模糊评价的评价矩阵为

$$R = [B_1, B_2, \cdots, B_n]^T.$$

通过层次分析法、熵值法等计算各指标的权重, 进而确定各因素权重组成的权向量, 即

$$W = (W_1, W_2, \cdots, W_n).$$

将权向量与一级评价矩阵  $R$  进行矩阵合成运算, 得到合成结果, 即方案的评价结果为

$$W \circ R = \{b_1, b_2, \cdots, b_v\} = B.$$

**步骤 4** 通过模糊变换将  $B$  评价向量转化成可计算、量化比较的数值, 依据这个数值大小判断方案的实施效果, 其数值越大, 说明评价结果越好, 反之则越差.

用  $l_j$  表示 EPC 总承包模式实施效果各个等级, 设定好, 中, 差 3 个等级, 分别用 30, 20, 10 表示. 然后, 用模糊向量中对应分量将各等级的等级数值加权求和, 可表示为

$$m = \sum_{j=1}^v b_j^k l_j / \sum_{j=1}^v b_j^k.$$

上式中:  $l_j$  是 EPC 总承包模式实施效果各等级数值,  $l_1, l_2, \cdots, l_v$  从大到小即表示评价结果由好到坏, 赋值间距应保持相等;  $k$  为待定系数, 一般可取 1 或 2. 通过上式以很好地将模糊综合评价结果  $B$  转化为一个具体数值  $m$ , 然后依据  $m$  与设定等级  $l$  进行评价, 数值越大说明实施效果越理想, 越小则越不理想.

4 实施效果案例分析

以某公司热电一期工程为例, 工程由 A 热电有限公司筹资建设, 采用 EPC 总承包模式发包.

1) 建立隶属矩阵. 对 EPC 项目管理模式实施效果评价, 邀请 10 名专家进行评价, 评价结果如表 3 所示.

2) 对项目的每一个  $U_i$  进行单级模糊综合评价. 采用模糊综合评价最佳的合成算子是  $M(\cdot, \oplus)$  算子, 进行单级模糊综合评判. 以  $U_1$  为例, 对  $U_1$  的单级模糊评价如下.

指标  $U_{1,1}, U_{1,2}, U_{1,3}$  的权重为

$$\mathbf{A}_1 = (0.52, 0.31, 0.17),$$

$$\mathbf{A}_1 \circ \mathbf{R}_1^1 = (0.52, 0.31, 0.17) \circ \begin{bmatrix} 0 & 0.4 & 0.6 \\ 0.2 & 0.3 & 0.5 \\ 0.2 & 0.6 & 0.2 \end{bmatrix} = (0.156, 0.403, 0.501).$$

同理, 指标  $U_{2,1}, U_{2,2}, U_{2,3}$  的权重为

$$\mathbf{A}_2 = (0.16, 0.3, 0.54),$$

$$\mathbf{A}_2 \circ \mathbf{R}_2^1 = (0.162, 0.308, 0.53).$$

指标  $U_{3,1}, U_{3,2}, U_{3,3}$  的权重为

$$\mathbf{A}_3 = (0.3, 0.47, 0.23),$$

$$\mathbf{A}_3 \circ \mathbf{R}_3 = (0.093, 0.423, 0.531).$$

指标  $U_{4,1}, U_{4,2}, U_{4,3}$  的权重为

$$\mathbf{A}_4 = (0.51, 0.28, 0.21),$$

$$\mathbf{A}_4 \circ \mathbf{R}_4 = (0.102, 0.307, 0.549).$$

3) 将  $U_i$  作为一个综合因素,  $\mathbf{B}_i$  为它的单因素评价结果, 可得隶属关系矩阵为

$$\mathbf{B}_i = [B_i^1, B_i^2, B_i^3]^T.$$

则二级模糊综合评价模型为

$$\mathbf{A} \circ \mathbf{R}_i = (b_1, b_2, b_3) = \mathbf{B}.$$

二级综合评价为

$$\mathbf{A} \circ \mathbf{R}_1 = (0.32, 0.24, 0.27, 0.17) \circ \begin{bmatrix} 0.156 & 0.403 & 0.501 \\ 0.162 & 0.308 & 0.530 \\ 0.093 & 0.423 & 0.531 \\ 0.102 & 0.307 & 0.549 \end{bmatrix} = (0.156, 0.403, 0.501).$$

4) 进行模糊综合评价, 将评价结果转化为可评价的形式.

取评价结果等级划分为好、中、差, 分别赋值为  $k=1, l_1=30, l_2=20, l_3=10$ , 计算可得 EPC 总承包模式的综合评价值  $m = \frac{30 \times 0.131 + 20 \times 0.366 + 10 \times 0.503}{0.131 + 0.366 + 0.503} = 16.28$ .  $m$  为 16.28, 位于中和差之间, 说明该电厂项目的 EPC 总承包模式实施效果并不理想.

针对上述评价, 结合项目的情况和以往工程案例, EPC 总承包模式项目实施效果不理想, 主要存在以下 3 方面的问题.

1) 项目的风险及索赔管理环节薄弱. 在项目部机构设置中, 没有一个专管风险的部门, 也没有相应的风险防范措施, 致使风险管理只局限在现场的安全管理, 同时, 尚未建立与 EPC 总承包模式相适应的工程保险体系, 一旦出现自然灾害或意外事故, 后果不堪设想. 索赔管理薄弱是 EPC 总承包模式实施中暴露出的又一突出问题. 在大多数的 EPC 项目中, 虽制定了索赔的程序、制度、规范, 然而工程部负责索赔的技术工作<sup>[8]</sup>, 预算部门负责索赔费用的结算、索赔谈判等, 不利于索赔问题的发现和及时处理, 给 EPC 项目的实施带来组织风险.

2) 设计、采购、施工结合不紧密, 设计变更多. 设计是工程建设的灵魂, 只有设计、采购与施工紧密结合才能真正发挥 EPC 模式的优势. 然而, 在工程实践中, EPC 总承包商主要有两种: 一种是大型工程公司即企业集团, 在集团内部有设计子公司、施工子公司, 且设计子公司、施工子公司是独立经营、自负盈亏的; 另一种是由设计院与施工企业联合共同实施 EPC 项目, 设计院负责设计, 施工企业负责施工, 是一种合同关系, 只是共同对业主承担连带责任. 这两种 EPC 总承包方式的共同问题是在设计工作中,

表 3 专家评价结果

Tab. 3 Expert evaluation results

指标	评价结果		
	V <sub>1</sub> (好)	V <sub>2</sub> (一般)	V <sub>3</sub> (差)
U <sub>1,1</sub>	0	4	6
U <sub>1,2</sub>	2	3	5
U <sub>1,3</sub>	2	6	2
U <sub>2,1</sub>	3	5	2
U <sub>2,2</sub>	2	4	4
U <sub>2,3</sub>	1	2	7
U <sub>3,1</sub>	0	4	6
U <sub>3,2</sub>	1	4	5
U <sub>3,3</sub>	2	5	3
U <sub>4,1</sub>	2	3	5
U <sub>4,2</sub>	0	4	6
U <sub>4,3</sub>	0	2	8

施工部门参与热情低、主动性差,没有真正实现设计中有施工专家的建议,施工中有设计专家的指导.

3) EPC 总承包模式的管理体系不完善,“懂技术、知法规、精管理”的复合型项目管理人才匮乏. 现有从事 EPC 工程总承包企业,组织结构、管控方式上还基本延续原有“设计管设计、施工管施工”的管理模式,内部没有真正共享互通,尚未真正形成适合 EPC 总承包的管控组织体系,没有把项目的整体利益放在第一位. 复合型管理人员的缺乏也是 EPC 总承包模式实施过程中遇到的突出问题. 此外,在 EPC 项目的实施过程中,智能化、信息化、可视化的新型管理手段应用还不普及,特别是以 BIM 技术为基础的全过程项目管理还未被广大工程总承包单位的重视.

## 5 管理建议与对策

1) 强化企业风险意识,重视项目风险管理. EPC 总承包管理模式与 DBB(设计、施工分别发包)相比,总承包企业面临的风险更大、影响因素更多、环境更复杂. 所以,EPC 总承包企业更应高度重视项目的风险,成立专门的部门负责 EPC 总承包项目实施过程中的风险识别、评价、对策、控制等工作,同时,为项目管理人员提供风控建议.

2) 完善 EPC 总承包模式的组织、技术、管理、合同管理体系. 工程总承包商实施效果的好坏很大程度上取决于管控模式和项目治理结构,建立目标一致、运行便捷、信息共享、互联互通的项目管控体系. 打破原有“条块分割、各自为政”组织结构体系,建立并完善以项目为对象,以组织、技术、管理、合同管理制度建设为重点,以为工程建设增值为根本目标的综合管理体系.

3) 培育“精技术、知法规、通管理”的复合型项目管理人才. EPC 工程总承包项目的管理者应是具有丰富的工程管理经验、熟通国际惯例、掌握工程法规的复合型高级人才. 这就要求 EPC 总承包企业建立培育、引进复合型项目管理人才的机制,建立重点人才的轮岗制度、培训制度,并与高等院校合作开设相关的人才培养课程,有针对性地培育符合总承包工程特点的项目管理人才.

### 参考文献:

[1] 李明明. EPC 工程项目管理模式的研究与应用[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2007:17-24.  
[2] 师朝辉. EPC 总承包模式在烟气脱硫改造工程中的应用研究[D]. 北京:华北电力大学,2007:12-16.  
[3] 赵艳华,窦艳杰. DB 模式与 EPC 模式的比较研究[J]. 建筑经济,2007(7):49-52.  
[4] 王健,徐余法,陈国初. 基于相对核的属性约简[J]. 华侨大学学报(自然科学版),2013,34(1):10-12.  
[5] 曾晓文. 高速公路工程项目管理绩效关键影响因素分析[J]. 生态经济,2010(2):141-143.  
[6] 赵丽丽. 工程项目管理模式评价与创新研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2009:34-41.  
[7] 项剑平,王玉芳,张云波,等. 代建制多项目管理风险评价指标体系的构建[J]. 华侨大学学报(自然科学版),2014,35(3):581-585.  
[8] 吴晶晶,张云波,祁神军,等. 总承包建设企业多项目管理成熟度的模型构建[J]. 华侨大学学报(自然科学版),2014,35(3):332-335.  
[9] 詹丽华. EPC 总承包模式在水利工程中的应用[D]. 广州:华南理工大学,2010:31-35.

(责任编辑:黄晓楠      英文审校:方德平)