

# EPC 总承包模式下各因素对项目绩效的影响程度评价

张 勇<sup>1,2</sup>, 刘 杰<sup>2</sup>, 李慧民<sup>1</sup>

(1. 西安建筑科技大学土木工程学院, 陕西西安 710055; 2. 西安建筑科技大学管理学院, 陕西西安 710055)

**摘要:** 我国已对工程总承包进行了一定程度的实践应用, 但由于建设单位与施工单位的责任差异, 使其在我国工程项目的实施中仍存在一定的问題. 首先从 EPC 模式下影响项目绩效的因素出发, 再结合模糊综合评价法对相关影响因素进行综合性评价, 确定工程总承包模式下项目绩效影响因素的权重比例, 最后针对权重较大的影响因素提出了控制措施. 该研究将对 EPC 模式下工程顺利实施的深入研究具有一定参考价值.

**关键词:** 工程总承包; 模糊综合评价; 项目绩效; 影响因素

**中图分类号:** TU71

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1006-7930(2015)01-0077-06

## Influence degree evaluation of various factors on the project performance based on EPC model

ZHANG Yong<sup>1,2</sup>, LIU Jie<sup>2</sup>, LI Huimin<sup>1</sup>

(1. School of Civil Engineering, Xi'an University of Architecture & Technology, Xi'an 710055, China;

2. School of Management, Xi'an University of Architecture & Technology, Xi'an 710055, China)

**Abstract:** EPC system has long been used in China, but because of the difference in the responsibility between owners and the construction units, there still exist so it still has many problems in our engineering project. Firstly, the factors affecting the project running under EPC model are analyzed and Secondly, a comprehensive appraisal to the related influencing factor with the fuzzy comprehensive evaluation method is carried out. Thirdly, the weight ratio of each factor is calculated. To conclude, control measures for the larger weighting factors are proposed. The paper study about implementation of engineering based on EPC model has a reference value.

**Key words:** EPC; fuzzy comprehensive evaluation; project performance; influencing factors

工程总承包 (EPC) 模式是指从事工程总承包的企业, 在接受建设单位委托后, 按照合同约定对工程建设项目的设计、采购、施工、试运行等实行全过程或若干阶段的承包. 20 世纪 60 年代, EPC 模式已成为西方建筑业中主要的施工运行模式. EPC 项目成本的影响因素、EPC 项目的采购管理、EPC 项目的风险分解结构和风险项目编码等在国外都已得到研究, 以设计与施工协同工作为标志的 EPC 模式得到了快速发展.

20 世纪 80 年代, EPC 模式进入我国. 此后, 为实行 EPC 制度, 我国颁布了一系列的政策和法规, 这为 EPC 模式在全国的实施提供了一定的条件. 然而, 由于 EPC 制度在我国发展时间较短、实践经验较少, 理论界和工程界均存在对其认识不足等问题. 目前, EPC 总承包模式下施工项目绩效 (主要包括进度、质量、成本) 受到很多因素影响, 但是这些因素对项目绩效到底有多大影响, 各因素中哪

些因素影响更大, 且需针对性的采取相应措施才更有利于实现项目目标.

## 1 EPC 总承包模式下影响项目绩效的因素分析

### 1.1 影响施工进度的因素

工程建设相关单位的影响: 例如政府有关部门、建设单位、设计单位、物资供应单位、贷款单位等, 其工作进度的拖后必将对施工进度产生影响<sup>[1]</sup>; 物资供应进度的影响: 施工过程中需要的材料、构配件、机具和设备等如果不能按期运抵施工现场或运抵施工现场后发现其质量不符合有关标准的要求, 都会对施工进度产生影响; 资金影响: 资金影响主要来自建设单位, 例如建设单位没及时给足工程预付款、拖欠工程进度款等; 设计变更的影响: 施工条件的影 响: 在施工过程中, 一旦遇到气候、水文、地质及周围环境等方面的不利因素, 必然会影响到

施工进度<sup>[5]</sup>;风险因素的影响:风险因素包括政治、经济、技术及自然等方面的各种预见的因素;承包单位(总承包商及各分包商)自身管理水平的影响。

### 1.2 影响施工质量与安全的因素

人的因素:施工人员存在专业知识少、技术差、素质低等问题<sup>[2]</sup>,管理人员综合素质偏低;施工材料因素:材料是工程施工的物质条件、是保证工程质量的基础;施工方法因素:施工过程中的方法包含整个建设周期内所采取的技术方案、工艺流程、组织措施、检测手段、施工组织设计等,施工方案正确与否,直接影响项目目标能否顺利实现;机械设备因素:必须综合考虑各种因素合理选择和使用机械设备,正确地操作机械设备并加强对施工机械的维修、保养和管理;施工环境因素:如工程地质、水文、气象、噪音、通风等<sup>[6]</sup>。

### 1.3 影响施工成本的因素

盲目追求低价,造成施工质量出现问题,因返工造成成本增加<sup>[3]</sup>;"回扣"是影响材料成本的天敌:当今市场的无序竞争,商家为了扩大销售额导致"回扣";层层转包:EPC模式下,总承包商将工程分包给多个施工队,由于施工队伍不齐,施工分散,会导致成本大大增加<sup>[7]</sup>;建设单位内部影响成本的因素:建设单位对施工的各项指标反复要求改动,比如施工中图纸的改动,承包合同中材料要求不明确,事后要求更换材料等因素而导致的施工成本增加;施工单位内部影响成本的因素:施工企业内部项目部人员盲目迎合上级领导、建设单位等,没有全过程控制施工成本,产生了一系列不良行为,致使施工成本的增加。

## 2 基于 EPC 模式的工程实施影响因素评价

### 2.1 评价的基本步骤

#### (1) 建立影响因素指标集

因素集  $U$  是影响评判对象的各种因素所组成的一个集合,即因素集  $U=\{u_1, u_2, u_3, \dots, u_m\}$ , 其中  $m$  为影响因素集中指标的个数,各元素  $u_i (i=1, 2, \dots, m)$  代表各影响因素,这些因素通常都具有不同程度的模糊性<sup>[8]</sup>。

#### (2) 确定评价集(备择集)

评价集是评判者对评判对象可能做出的各种总的评判结果所组成的集合。常用  $V$  表示,即  $V=\{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$ , 各元素  $v_j (j=1, 2, \dots, n)$  代表第  $j$  个评判结果。

#### (3) 单因素模糊评判

单因素模糊评判是指单独从一个因素出发进行评判,以确定评判对象对评价集元素的隶属程度。设评判对象对因素集  $U$  中第  $i$  个因素  $u_i$  进行评判,对评价集  $V$  中第  $j$  个元素  $v_j$  的隶属度为  $r_{ij}$ ,则按  $u_i$  的评判结果,可用模糊集合  $R_i$ (单因素评判集)表示:  $R_i=\{r_{i1}, r_{i2}, r_{i3}, r_{i4}, r_{i5}\}$ 。

以各单因素评判集的隶属度为行组成的矩阵称为单因素评判矩阵,即:

$$R = [R_{ij}] = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & R_{14} & R_{15} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & R_{24} & R_{25} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_{171} & R_{172} & R_{173} & R_{174} & R_{175} \end{bmatrix}$$

它是评价集  $V$  上的模糊子集,  $r_{ij}$  为因素集  $U$  中第  $i$  个指标对应评价集  $V$  中第  $j$  项的评价值,其中:

$$(i=1, 2, 3, \dots, 17; j=1, 2, \dots, 5).$$

#### (4) 建立因素权重集

a. 用 5 标度法进行两两比较:"1"是"相同重要", "3"是"稍微重要", "5"是"较重要"。

b. 按行元素求积再求  $1/n$  次幂:  $\sigma_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}$ ;

归一化处理得权重:  $\omega_i = \sigma_i / \sum_{j=1}^n \sigma_j$ ; 计算判断矩阵的最大特征根  $\lambda_{\max}$ ,  $\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(A\omega)_i}{n\omega_i}$ , 其中  $(A\omega)_i$  表示向量  $A\omega$  的第  $i$  个元素。

c. 一致性检验<sup>[4]</sup>: 当判断完全一致时, 应有  $\lambda_{\max}=n$ ; 稍有不一致, 则有  $\lambda_{\max}>n$ 。一致性指标  $C.R.=CI/RI<0.10$  时, 认为判断矩阵具有一致性。据此计算的值是可以接受的<sup>[9]</sup>, 其中:

$$CI=(\lambda_{\max}-n)/(n-1).$$

#### (5) 模糊综合评判

单因素模糊评判仅反映一个因素对评判对象的影响。要综合考虑所有因素的影响, 得出正确评判结果, 评判结果, 可表示为:  $B=A \cdot R$  ( $A$  为权重集,  $R$  为单因素评判矩阵,  $B$  为模糊综合评判集)。根据隶属函数最大原则  $\text{Max}(B)$ , 对应评价集  $V$  中相应元素, 则可确定影响该项目的具体因素所占比重。

### 2.2 模糊综合评判法的实践应用

#### (1) 建立项目绩效影响因素的指标集

根据上文对 EPC 总承包模式下项目绩效影响因素的分析, 得出 17 项主要影响因素, 进而可建立项目绩效影响因素的指标集  $U=\{\text{工程建设相关单位; 物资供应进度; 资金; 设计变更; 施工条件; 各种风险因素; 承包单位; 施工及管理人员; 施工}$

材料；施工方法；机械设备；施工环境；盲目追求低价；回扣影响材料成本；层层转包；建设单位；施工单位}

(2) 建立评价集：

$V=\{\text{很大，较大，一般，较小，很小}\}$ 。

(3) 单因素模糊评判

单独从上述每个因素出发，通过专家咨询并设计了调查问卷，以量化各因素对项目绩效的影响大小为目的，分别对各因素进行量化打分。对西安市包括在建工程项目部、建筑企业、工程咨询公司以及高校从事相关研究的专家发放了调查问卷共 120 份，回收有效问卷数为 83 份，通过对每个因素的打分情况进行加权平均等数据处理后分别得出单因素集，具体如下：

工程建设相关单位影响的因素集  $R_1=\{0.0,0.0,0.3,0.4,0.3\}$ ；物资供应进度影响的因素集  $R_2=\{0.1,0.2,0.4,0.3,0\}$ ；资金影响的因素集  $R_3=\{0.2,0.2,0.1,0.4,0.1\}$ ；设计变更影响的因素集

$R_4=\{0.0,0.0,0.0,0.2,0.8\}$ ；施工条件影响的因素集  $R_5=\{0.1,0.6,0.1,0.2,0\}$ ；各种风险因素影响的因素集  $R_6=\{0.0,0.2,0.5,0.2,0.1\}$ ；承包单位自身管理水平的因素集  $R_7=\{0.0,0.2,0.3,0.3,0.2\}$ ；施工及管理人员影响的因素集  $R_8=\{0.1,0.1,0.3,0.4,0.1\}$ ；施工材料影响的因素集  $R_9=\{0.0,0.2,0.2,0.4,0.2\}$ ；施工方法影响的因素集  $R_{10}=\{0.2,0.4,0.2,0.2,0\}$ ；机械设备影响的因素集  $R_{11}=\{0.0,0.0,0.3,0.5,0.2\}$ ；施工环境影响的因素集  $R_{12}=\{0.3,0.3,0.2,0.2,0\}$ ；盲目追求低价的因素集  $R_{13}=\{0.0,0.0,0.0,0.6,0.4\}$ ；回扣影响材料成本的因素集  $R_{14}=\{0.3,0.3,0.2,0.2,0\}$ ；层层转包的因素集  $R_{15}=\{0.2,0.2,0.2,0.4,0\}$ ；建设单位内部影响成本的因素集  $R_{16}=\{0.2,0.3,0.2,0.3,0\}$ ；施工单位内部影响成本的因素集  $R_{17}=\{0.2,0.4,0.2,0.1,0.1\}$ 。进而确定单因素评判矩阵  $R$ 。

(4) 用层次分析法计算权重集

1) 确定目标和评判因素集（见图 1）

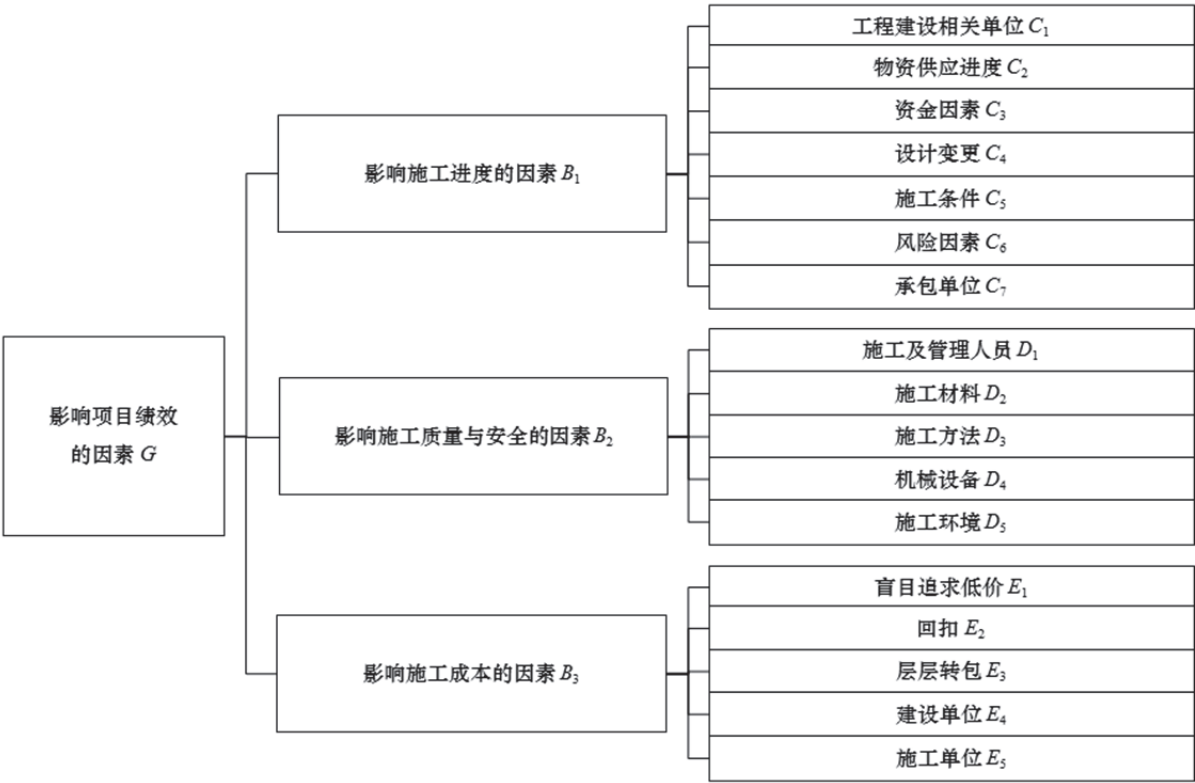


图 1 层次结构模型  
Fig.1 Hierarchy model

2) 确定判断矩阵（表 1~表 4）：

表中各因素之间两两相对重要性比较的结果是通

过专家咨询的方式确定的。

表 1 一级因素  $G$  权重判断矩阵  
Tab.1 The weight judge matrix on  $G$

判断矩阵 $G$				权重计算		$G$ 的一致性检验
$G$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$\overline{\omega}_i$	$\omega_i$	
$B_1$	1	1/3	3	1	0.258	$\lambda_{\max}=3.038$ ; $CI=(3.038-3)/2=0.019$ ; $CR=CI/RI=0.019/0.58=0.033<0.1$
$B_2$	3	1	5	2.466	0.636	
$B_3$	1/3	1/5	1	0.406	0.106	

表 2 二级因素  $B_1$  权重判断矩阵  
Tab.2 The weight judge matrix on  $B_1$

判断矩阵 $B_1$								权重计算		$B_1$ 的一致性检验
$B_1$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$C_7$	$\overline{\omega}_i$	$\omega_i$	
$C_1$	1	2	1	2	3	5	2	1.982	0.243	$\lambda_{\max}=7.257$ ; $CI=(7.257-7)/6=0.043$ ; $CR=CI/RI=0.043/1.32=0.033<0.1$
$C_2$	1/2	1	1/2	1/3	1	3	2	0.906	0.111	
$C_3$	1	2	1	2	3	4	3	2.034	0.248	
$C_4$	1/2	3	1/2	1	2	3	3	1.450	0.177	
$C_5$	1/3	1	1/3	1/2	1	2	3	0.855	0.105	
$C_6$	1/5	1/3	1/4	1/3	1/2	1	1	0.431	0.053	
$C_7$	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1	1	0.512	0.063	

表 3 二级因素  $B_2$  权重判断矩阵  
Tab.3 The weight judge matrix on  $B_2$

判断矩阵 $B_2$						权重计算		$B_2$ 的一致性检验
$B_2$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$\overline{\omega}_i$	$\omega_i$	
$D_1$	1	1/3	1/2	2	3	1.000	0.160	$\lambda_{\max}=5.068$ ; $CI=(5.068-5)/4=0.017$ ; $CR=CI/RI=0.017/1.12=0.015<0.1$
$D_2$	3	1	2	4	5	2.605	0.417	
$D_3$	2	1/2	1	3	4	1.644	0.263	
$D_4$	1/2	1/4	1/3	1	2	0.608	0.098	
$D_5$	1/3	1/5	1/4	1/2	1	0.384	0.062	

表 4 二级因素  $B_3$  权重判断矩阵  
Tab.4 The weight judge matrix on  $B_3$

判断矩阵 $B_3$						权重计算		$B_3$ 的一致性检验
$B_3$	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$\overline{\omega}_i$	$\omega_i$	
$E_1$	1	1/3	1/3	1/3	1/5	0.371	0.058	$\lambda_{\max}=5.204$ ; $CI=(5.204-5)/4=0.051$ ; $CR=CI/RI=0.051/1.12=0.046<0.1$
$E_2$	3	1	3	1	1/3	1.246	0.195	
$E_3$	3	1/3	1	1/3	1/5	0.582	0.091	
$E_4$	3	1	3	1	1/3	1.246	0.195	
$E_5$	5	3	5	3	1	2.954	0.461	

(5) 二级权重指标计算

二级指标权重为:  $\omega_{12} = \omega_1 \times \omega_2$ , 建立的影响因素指标集中的各个因素的最终权重为:

$u_1=0.258 \times 0.243=0.063$ ;  $u_2=0.258 \times 0.111=0.028$ ;  
 $u_3=0.258 \times 0.248=0.064$ ;  $u_4=0.258 \times 0.177=0.046$ ;  
 $u_5=0.258 \times 0.105=0.027$ ;  $u_6=0.258 \times 0.053=0.014$ ;  
 $u_7=0.258 \times 0.063=0.016$ ;  $u_8=0.636 \times 0.160=0.102$ ;  
 $u_9=0.636 \times 0.417=0.265$ ;  $u_{10}=0.636 \times 0.263=0.167$ ;  
 $u_{11}=0.636 \times 0.098=0.062$ ;  $u_{12}=0.636 \times 0.062=0.039$ ;  
 $u_{13}=0.106 \times 0.058=0.006$ ;  $u_{14}=0.106 \times 0.195=0.021$ ;  
 $u_{15}=0.106 \times 0.091=0.010$ ;  $u_{16}=0.106 \times 0.195=0.021$ ;

$u_{17}=0.106 \times 0.461=0.049$ .

计算得权重集为:

$A=\{0.063,0.028,0.064,0.046,0.027,0.014,0.016,0.102,0.265,0.167,0.062,0.039,0.006,0.021,0.010,0.021,0.049\}$

(6) 模糊综合评判

由此可以说明这些因素总体对于施工项目的影响: 9.59 %为影响很大, 21.65 %为影响较大, 21.46 %为影响一般, 32.13%为影响较小, 15.17 %为影响很小. 根据隶属函数最大值原则  $\text{Max}(B)$

=0.321 3, 对应评价集为“较小”, 是可以通过管理而减小的因素, 因此, 在施工过程中需要进行适当控制以使施工项目的损失降到最小。

$$B = A \times R = \begin{bmatrix} 0.063 \\ 0.028 \\ 0.064 \\ 0.046 \\ 0.027 \\ 0.014 \\ 0.016 \\ 0.102 \\ 0.265 \\ 0.167 \\ 0.062 \\ 0.039 \\ 0.006 \\ 0.021 \\ 0.010 \\ 0.021 \\ 0.049 \end{bmatrix}^T \times \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 & 0.3 & 0.4 & 0.3 \\ 0.1 & 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.0 \\ 0.2 & 0.2 & 0.1 & 0.4 & 0.1 \\ 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.2 & 0.8 \\ 0.1 & 0.6 & 0.1 & 0.2 & 0.0 \\ 0.0 & 0.2 & 0.5 & 0.2 & 0.1 \\ 0.0 & 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.2 \\ 0.1 & 0.1 & 0.3 & 0.4 & 0.1 \\ 0.0 & 0.2 & 0.2 & 0.4 & 0.2 \\ 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.2 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 0.3 & 0.5 & 0.2 \\ 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0.2 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.6 & 0.4 \\ 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0.2 & 0.0 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.4 & 0.0 \\ 0.2 & 0.3 & 0.2 & 0.2 & 0.1 \\ 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.1 & 0.1 \end{bmatrix}$$

= {0.095 9, 0.216 5, 0.214 6, 0.321 3, 0.151 7},

#### (7) 施工因素权重分析

一级权重分析: 由表1知  $B_2 > B_1 > B_3$ , 即工程施工质量与安全影响因素对项目绩效的影响最大 (为  $0.636 > 0.5$ ), 其次是工程施工进度的影响因素, 最后是工程施工成本的影响因素。

二级权重分析: 由二级权重指标计算结果知  $u_9 > u_{10} > u_8 > u_3 > u_1 > u_{11} > u_{17} > u_4 > u_{12} > u_2 > u_5 > u_{14} = u_{16} > u_7 > u_6 > u_{15} > u_{13}$ , 其中  $u_9 + u_{10} + u_8 = 0.534 > 0.5$ , 这3个因素的权重之和大于另外14个因素的权重之和, 即“施工及管理人员因素”“施工材料因素”“施工方法因素”对工程施工绩效的影响最大。

综上权重分析得知: 我们在施工过程中要着重对“工程施工质量与安全影响因素”中的“施工及管理人员因素”“施工材料因素”“施工方法因素”采取重点控制措施, 才会更有效的实现项目目标。

#### 2.3 EPC 模式下对项目绩效影响较大因素的控制措施

施工及管理人员因素的控制措施: 施工单位要树立“以人为本、和谐管理”理念。首先, 应提高施工及管理人员的质量安全意识, 树立五大观念即质量第一的观念、预控为主的观念、为用户服务的观念、用数据说话的观念以及综合效益 (社会效益和企业效益) 观念; 定期组织岗前或在岗的安全教育培训, 管理人员要关心施工人员的身心健康。其次, 应加强对施工人员的职业技能培训, 对技术操作人员进行严格的技术水平测试, 严格实行持证上岗制度, 确保相关施工人员技术水平有所保证<sup>[2]</sup>。再

者, 实行质量安全责任制, 严格监督检查考核。最后, 提高施工及管理人员的综合素质, 特别是监理及施工人员的综合素质, 除进行质量安全教育外还可采用精神和物质激励相结合的方法。

施工材料因素的控制措施: 优选采购人员, 提高其自身素质和质量鉴定水平; 掌握材料信息, 优选供货厂家; 加强材料的检查验收; 合理组织材料供应, 确保正常施工; 抓好材料的现场管理及存储并合理使用; 加强监管力度, 避免偷工减料; 搞好材料试验检验工作。

施工方法因素的控制措施: 制定和审核施工方案时, 必须结合工程实际, 从技术、管理、工艺、组织、操作、经济等方面进行全面分析, 力求方案技术可行、经济合理、工艺先进、措施得力、操作方便, 且有利于提高质量、加快进度以及降低成本。

### 3 结语

通过对我国工程总承包制度的调查和分析, 提出了工程总承包的各个影响因素和评价指标体系, 利用模糊综合评价法对各个因素指标进行了权衡分析, 得出影响施工绩效的因素对施工项目的影响较小, 且这些影响可通过管理来减小, 因此我们在施工过程中可以进行适当控制以使施工项目的损失降到最小。于是我们通过权重排序找到了影响施工绩效的较大因素并针对这些因素提出了控制措施。此外, 影响工程实施的因素太复杂, 本文仅对其进行了浅要的分析与评价, 将对EPC模式下工程顺利实施的深入研究有一定参考价值。

#### 参考文献 References

- [1] 王琳. 论工程施工进度的影响因素及控制措施[J]. 科技经济市场, 2010(07):42-45.  
WANG Lin. Influence factors and control measures of construction schedule[J]. Science & Technology Economy Market, 2010(07):42-45.
- [2] 马玉亮, 张爱萍. 房屋建筑工程质量影响因素分析[J]. 中国住宅设施, 2012(04):40-41.  
MA Yuliang, ZHANG Aiping. Influencing factors on building quality[J]. China Housing Facilities, 2012(04):40-41.
- [3] 薛新颖. 施工项目成本控制的影响因素与有效措施分析[J]. 山西建筑, 2013, 39(14):227-228.  
XUE Xinying. Analysis on influence factors and effective measures of construction project cost control[J]. Shanxi Architecture, 2013, 39(14): 227-228.

(下转第86页)