

基于层次分析法的交通建设工程造价控制评价研究

卿 华

华电西藏能源有限公司成都分公司, 四川 成都
Email: 25720120@qq.com

收稿日期: 2021年7月25日; 录用日期: 2021年8月9日; 发布日期: 2021年8月24日

摘 要

工程造价的管控是相关企业不可避免的, 对工程造价进行控制评价具有较大的实际意义。因此, 本文以中国交通建设集团的工程造价业务为例, 采用层次分析法以识别交通建设工程造价影响因素, 分别计算各个影响因素所占比例, 针对权重较大的因素、目前工程造价存在的问题提出合理的建议, 为后续研究交通建设工程造价提供参考。

关键词

交通建设, 工程造价, 层次分析法

Research on Evaluation of Cost Control of Traffic Construction Project Based on Analytic Hierarchy Process

Hua Qing

Huadian Tibet Energy Co., Ltd. Chengdu Branch, Chengdu Sichuan
Email: 25720120@qq.com

Received: Jul. 25th, 2021; accepted: Aug. 9th, 2021; published: Aug. 24th, 2021

Abstract

The management and control of project cost is inevitable for related enterprises, and it is of great practical significance to control and evaluate project cost. Therefore, this article takes the project

cost business of China Communications Construction Group as an example, uses the analytic hierarchy process to identify the factors affecting the cost of transportation construction projects, calculates the proportion of each influencing factor, and addresses the factors with larger weights and the problems existing in the current project cost, to put forward reasonable suggestions to provide reference for the follow-up research on the cost of transportation construction projects.

Keywords

Traffic Construction, Engineering Cost, Analytic Hierarchy Process

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着经济的快速发展,我国交通建设行业欣欣向荣。相关企业需要加强造价管理与控制,减少资源的过度损耗,提高工程项目的经济性,从而实现节能减损的目的。同时,由于交通建设工程造价管理内容繁琐复杂,如工程变更、超预算等问题,造价管理面临较大风险,导致造价控制低效,甚至失效。基于此,本文采用层次分析法全面分析交通建设工程造价影响因素进行控制评价,并结合具体案例构建工程造价模型。

层次分析法(AHP)是由美国运筹学家匹兹堡大学萨蒂教授于20世纪七十年代提出的。它把研究对象看成是一个体系,从分层次解析、比较判断、综合思考这几个角度进行考量,是一种主客观相结合,将人的主观判断量化然后进行科学处理的方法。该方法能够使分析变得更加容易,使人们的逻辑过程形成明显的层次,逐层比较多种关联因素,并将一些定性或半定性的因素加以量化,为评价、决策或控制事物的发展过程提供参考标准。国内外对于造价管理的研究已取得一定的成果[1][2]。英国的造价管理模式大致以时间点为主线,分为前期阶段和建设阶段。该模式可以充分发挥市场竞争的作用,得出较合理的造价。日本将造价管理分为决策、设计、详细设计三个阶段,具有标准化、规范化的特点。美国的造价管理模式注重综合考虑,统筹管理,按照建设程序进行造价估计。首先,前期进行投资估算;其次,进行设计概算编制;最后,进行预算、结算编制。

2. 交通建设阶段及造价影响因素

当前,关于交通工程建设项目评价研究成果丰富,评价指标体系较为成熟。巫玲玲[3]将城市轨道交通工程建设阶段总结为决策、设计、实施、结算四个阶段,并在此基础上归纳影响因素;赵凌晓[4]建立了涵盖投资决策、设计、招投标、施工、竣工验收五个阶段的公路工程造价管理绩效评价指标体系,选取了准则层指标16个,指标层指标37个;于萌[5]等根据公路工程项目各阶段造价管理工作的特点,建立了5阶段公路工程造价管理绩效评价体系。参考以往研究,本文将交通建设阶段总结为投资决策、设计、招投标、施工、竣工结算5个阶段。下面本文将进行具体的分析。

2.1. 投资决策阶段

该阶段主要包括可行性研究报告、投资估算、造价管理法规执行。可行性报告是该阶段主要的工作,做好可行性研究报告具有十分重要的意义,保证可行性研究报告具有一定的深度才能为后期造价管理工

作打好基础[3]。造价管理法规的执行主要包括从业人员凭借证书取得岗位和相关单位资质情况。

2.2. 设计阶段

该阶段是整个项目的第二阶段。其中，初始设计、施工图预算对工程造价影响较大。设计过程中要充分考虑如何实现对造价的有效控制，同时满足客户的要求，既确保项目的可行性，又确保自身的利益。

2.3. 招投标阶段

该阶段主要受三个因素影响，分别是合同管理、投标控制价、招标管理。合同管理主要是确保合同形式规范、内容全面、签订合规；招标管理主要是确保招标过程合规、标底编制合理、评标方法合理。

2.4. 施工阶段

该阶段受工程变更管理、工程索赔管理、资金使用计划制定影响较大。工程变更管理主要有工程变更资料合规性、变更金额比、变更金额报审偏差率。工程索赔管理主要进行工程索赔资料是否完备真实，内容是否合理，程序是否易行以及费用是否合理的监督工作。

2.5. 竣工结算阶段

该阶段主要包括工程决算管理以及量价审核。工程决算管理的具体指标包括工程决算编制标准和工程决算报审偏差率。量相对隐性，子目类别较多，计算琐碎，耗时长，容易出错，且不易检查；价相对显性，在量价审核时以量为主，价格次之。

本文将交通建设工程造价的主要影响因素按 5 个阶段划分，涵盖一级指标 5 个，二级指标 13 个，建立层次分析模型，如图 1 所示。

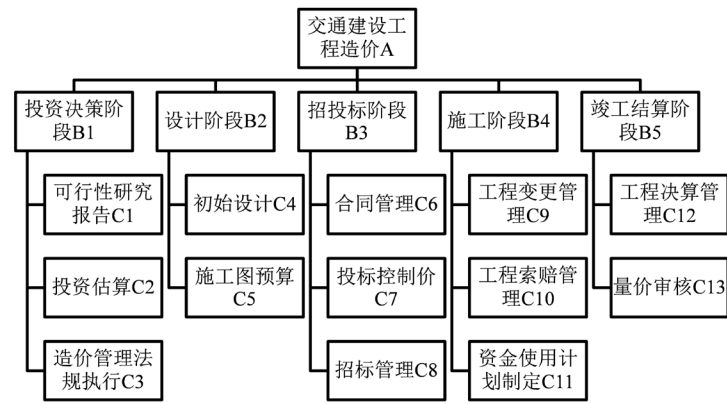


Figure 1. The cost analysis model of transportation construction project
图 1. 交通建设工程造价层次分析模型

3. 构建基于层次分析法的工程造价控制模型

由图 1 可知，该评价体系以交通建设工程造价为目标层，5 个一级指标为第一层次，又称类别层；13 个二级指标为第二层次，又称准则层。建立层次分析法模型，依次求出每一个因素对交通建设工程造价的影响权重，具体计算步骤将从以下几个方面详细讲述。

3.1. 建立判断矩阵

首先，建立层次结构。下一步是确定各层次元素的权重。比较复杂的问题，元素的权重不容易直接

获得,这时就需要通过适当的方法导出它们的权重,AHP所用的导出权重的方法就是分别将两个元素进行比较。

假设某层有 n 个影响因素, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 。将 n 个因素对准则层的影响程度进行排名,用 a_{ij} 表示第 i 个因素和第 j 个因素相对重要性的比较结果。其中, $i, j = (1, 2, \dots, n)$ 。得到判断矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$ 。本文层次分析法采用 1~9 标度方法给出数量标度(见表 1)。

Table 1. AHP method quantity scale
表 1. AHP 法数量标度

标度	含义
1	两个因素对某个属性同样重要
3	两个因素比较,一个因素比另一元素稍微重要
5	两个因素比较,一个因素比另一元素明显重要
7	两个因素比较,一个因素比另一元素重要得多
9	两个因素比较,一个因素比另一元素极端重要
2, 4, 6, 8	上述判断的中间值

3.2. 层次单排序和一致性检验

首先,计算判断矩阵中每一影响因素对其准则层的相对权重。如果判断矩阵没有通过一致性检验,则进行归一化处理,得到对应的权重。对 n 个列向量取算术平均值作为最后权重,得到

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{W_i} \quad (1)$$

在获取数据时,为了比较影响因素相对重要性程度,本文通过搜集专家意见进而根据上述数量标度进行两个元素分组比较。专家填写的判断矩阵由于存在人为因素的影响,不一定能够通过一致性检验,因此,在拿到填写结果后,首先需要检验判断矩阵是否通过检验,就是看一致性比例的大小,即 CR。当 $CR < 0.1$ 时,说明通过了检验;否则需要把判断矩阵表反馈到专家手中重新填写调整。

$$\text{定义: } CR = \frac{CI}{RI} = \frac{\lambda_{\max}}{(n-1)RI}$$

其中, $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}$; 平均随机性指标见表 2。

Table 2. Random consistency index RI value

表 2. 随机一致性指标 RI 值

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49

$\lambda_{\max}$ 为矩阵最大特征值; n 为两个元素互相比对的组合个数。

3.3. 层次总排序和一致性检验

通过数学处理得出某一层次元素对于目标层的排序权值配置,称为层次总排序。若上一层 M 涵盖 m 个指标 $M_1, M_2, \dots, M_m$, 对应的层次总排序权值分别为 $m_1, m_2, \dots, m_m$, 下一层次 N 对应于 M_i 指标下

的子指标共有 n 个, 记为 $N_{i1}, N_{i2}, \dots, N_{in}$, 则对于因素 N_j 的层次单排序权值为 $n_1, n_2, \dots, n_n$, 则 N 层第 i 个因素对目标层的权值计算公式如下:

$$n_i = \sum_{j=1}^m m_j n_{ij} \tag{2}$$

如果 N 层某些因素对于 M_i 单排序的一致性指标为 $C.I._i$, 相应的平均随机一致性指标为 $R.I._i$, 那么 N 层次总排序一致性比例为:

$$C.R. = \frac{\sum_{i=1}^m m_i C.I._i}{\sum_{i=1}^m m_i R.I._i} \tag{3}$$

与前文一样, 当 $C.R. < 0.1$ 时, 认为层次总排序结果具有完全一致性, 否则将判断矩阵表再次反馈到专家手中重新进行选值。

4. 计算结果分析

本文以中国交通建设集团的交通建设工程造价业务为例, 对其工程造价控制情况进行评价。首先, 分别将两个因素组合, 让专家打分, 以区分其重要性。为了避免主观性对专家打分的影响, 保证数据的可靠性, 选取 20 名来自交通建设领域不同单位、岗位, 工作年限、教育背景各不相同的专家进行打分。得到的工程造价判断矩阵如下表 3~8。

Table 3. The cost judgment matrix of the transportation construction project
表 3. 交通建设工程造价判断矩阵

交通建设工程造价 A	投资决策阶段	设计阶段	招投标阶段	施工阶段	竣工结算阶段
投资决策阶段	1	5	7	9	9
设计阶段	1/5	1	5	5	9
招投标阶段	1/7	1/5	1	3	9
施工阶段	1/9	1/5	1/3	1	9
竣工结算阶段	1/9	1/9	1/9	1/9	1

Table 4. Judgment matrix at the investment decision stage
表 4. 投资决策阶段判断矩阵

投资决策阶段 B1	可行性研究报告	投资估算	造价管理法规执行	w	一致性检验
可行性研究报告	1	1	5	0.4545	$\lambda_{\max} = 3$
投资估算	1	1	5	0.4545	CI = 0
造价管理法规执行	1/5	1/5	1	0.0909	完全一致

Table 5. The judgment matrix at the design stage
表 5. 设计阶段判断矩阵

设计阶段 B2	初始设计	施工图预算	w	一致性检验
初始设计	1	5	0.8333	$\lambda_{\max} = 2$
施工图预算	1/5	1	0.1667	CI = 0 完全一致

Table 6. Judgment matrix at the bidding stage
表 6. 招投标阶段判断矩阵

招投标阶段 B3	合同管理	投标控制价	招标管理	w	一致性检验
合同管理	1	1	5	0.4545	$\lambda_{\max} = 3$
投标控制价	1	1	5	0.4545	CI = 0
招标管理	1/5	1/5	1	0.0909	完全一致

Table 7. Judgment matrix during the construction phase
表 7. 施工阶段判断矩阵

施工阶段 B4	工程变更管理	工程索赔管理	资金使用计划制定	w	一致性检验
工程变更管理	1	1	5	0.4545	$\lambda_{\max} = 3$
工程索赔管理	1	1	5	0.4545	CI = 0
资金使用计划制定	1/5	1/5	1	0.0909	完全一致

Table 8. Judgment matrix at the completion and settlement stage
表 8. 竣工结算阶段判断矩阵

竣工结算阶段 B5	工程决算管理	量价审核	w	一致性检验
工程决算管理	1	1	0.5000	$\lambda_{\max} = 2$
量价审核	1	1	0.5000	CI = 0
				完全一致

经计算, 求出各层级指标相对于交通建设工程造价的权重, 经检验分析, 竣工结算判断矩阵通过一致性。交通建设工程造价一级指标对目标层的权重、排序及一致性比例见表 9, 二级指标对目标层的权重、排序及一致性比例见表 10。

Table 9. The weight ranking of the first-level indicators of traffic construction to the target layer
表 9. 交通建设一级指标对目标层的权重排序

指标	权重	排序	一致性比例
投资决策阶段	0.5335	1	0.07534 < 0.1 (通过)
设计阶段	0.2345	2	
招投标阶段	0.1211	3	
施工阶段	0.0850	4	
竣工结算阶段	0.0259	5	

Table 10. The ranking of the weights of the secondary indicators of traffic construction on the target layer
表 10. 交通建设二级指标对目标层的权重排序

一级指标	二级指标	权重	排序	一致性比例
投资决策阶段	可行性研究报告	0.2425	1	0 < 0.1 (通过)
	投资估算	0.2425	2	
	造价管理法规执行	0.0485	6	

Continued

设计阶段	初始设计	0.1954	3	0 < 0.1 (通过)
	施工图预算	0.0391	7	
招投标阶段	合同管理	0.0550	4	
	投标控制价	0.0550	5	
	招标管理	0.0110	12	
施工阶段	工程变更管理	0.0386	8	
	工程索赔管理	0.0386	9	
	资金使用计划制定	0.0077	13	
竣工结算阶段	工程决算管理	0.0130	10	
	量价审核	0.0130	11	

由表 9 可以看出,投资决策阶段权重值为 0.5335,设计阶段权重值为 0.2345,两个阶段权重总和为 0.7680。可见投资决策阶段和设计阶段是交通建设造价控制过程中应重点关注的两个环节。因此,前期的造价控制情况是交通建设的关注重点。由表 10 可以看出,可行性研究报告、投资估算、初始设计、合同管理排序较前。为实现资源的充分利用,做好项目整个阶段的造价管控工作,工程管理者应高度重视项目的可行性研究报告、投资估算、初始设计、合同管理这 4 个关键因素。同时,分析表中数据可以看出,目前我国交通建设工程造价管理更加偏向项目前期的控制,而忽略了建设中后期,因此需加强对其的管理控制。

5. 结语

道路等交通工程建设项目能够为人民提供良好居住、生活环境,是建设好公共基础设施体系的关键环节[6]。本文建立了涵盖交通建设五个阶段的工程造价控制评价体系,包括 1 个目标层指标,5 个类别层指标,13 个准则层指标。采用层次分析法分析出同一层级中各个指标的权重配置,通过搜索文献、国家相关法律法规、专家咨询等方式选取合适的指标,识别出交通建设工程造价应重点控制的 2 个重要环节和 4 个主要影响因素。其中,前两个阶段是应该重点关注的阶段;可行性研究报告、投资估算、初始设计等前期工程受到了广泛的关注,而中后期工程建设相对来说被忽略。在此基础上,本文提出了加强关键因素控制和提高对中后期工程关注度的建议与措施,可为其他工程项目的造价管理与控制提供参考。工程造价管理控制如何顺利进行,是需要结合实际情况深入研究的,合理的指标会影响评价的准确性,本文仅以交通建设事业为例,为其他性质工程造价的研究提供一定的参考价值。当然,随着交通建设事业的发展,今后的研究工作还需要与时俱进,不断修改指标体系。

参考文献

[1] 刘江涛. 城市轨道交通工程项目造价控制研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2009.

[2] 于娟. 新形势下城市轨道交通发展的前景、问题与对策[J]. 中国经贸导刊, 2019(8): 33-36.

[3] 巫玲玲. 基于层次分析法的城市轨道交通工程造价控制研究[J]. 项目管理技术, 2020, 18(7): 14-17.

[4] 赵凌晓. 高速公路工程造价管理绩效评价研究[J]. 湖南交通科技, 2017, 43(1): 193-199.

[5] 于萌, 赵久欢. 基于模糊评价的公路工程造价管理绩效评价[J]. 交通科技, 2015(1): 179-182.

[6] 陈桂芳. 工程造价中的疑难问题与解决措施[J]. 四川水泥, 2020(11): 235-236.