

Study on the Maturity Model and Evaluation of the Whole Process Cost Management in Power Transmission and Transformation Project

Zhou Fan, Wei Hong

Jiangxi Electric Power Design Institute Co., LTD., Power Construction Corporation of China, Nanchang Jiangxi
Email: 13870065731@163.com, 305684914@qq.com

Received: Jun. 3rd, 2018; accepted: Jun. 18th, 2018; published: Jun. 25th, 2018

Abstract

In order to improve the capacity of the whole process cost management of power transmission and transformation project, we constructed a management maturity model suitable for the whole process cost management of our transmission project, through the perspective of maturity theory. We studied its evaluation by integrating the Analytic Hierarchy Process (AHP), the eigenvector method and the subordinate factor value assignment method. Finally, through example calculation, the method is proven to be effective for the whole process cost management maturity evaluation.

Keywords

Power Transmission Project, Whole Process Cost Management, Maturity Model

输变电工程全过程造价管理成熟度模型及评价研究

范 辏, 洪 微

中国电建集团江西省电力设计院有限公司, 江西 南昌
Email: 13870065731@163.com, 305684914@qq.com

收稿日期: 2018年6月3日; 录用日期: 2018年6月18日; 发布日期: 2018年6月25日

摘要

为提高输变电工程全过程造价管理的能力,从成熟度理论角度出发,构建了适用于我国输变电工程全过程造价管理成熟度模型,并综合层次分析法(AHP)、特征向量法和隶属因子赋值法对其评价进行研究,最后通过实例演算,验证了该方法对全过程造价管理成熟度评价的有效性。

关键词

输变电工程, 全过程造价管理, 成熟度模型

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

近年来在电力行业中,全过程造价管理(Whole Process Cost Management)越来越受到重视,覆盖电力建设工程策划及建设实施各个阶段的造价管理。输变电工程全过程造价管理能力水平是评价、比较电力企业造价实力的一个重要方法。全过程造价管理成熟度模型就是用于全过程造价管理能力评价的一项重要技术。本文从成熟度理论角度出发,针对我国输变电工程全过程造价管理的多目标、多定性指标的特点,构建了适用于我国输变电工程全过程造价管理成熟度模型,并综合层次分析法(AHP)、特征向量法和隶属因子赋值法对其评价进行研究,为我国输变电工程全过程造价管理成熟度评价提供了更加科学的方法与工具。

2. 全过程造价管理成熟度模型的概述

全过程造价管理成熟度模型(WPCMMM,简称WPCM3)是一整套科学的体系和方法,也是表征一个企业(或组织)全过程造价管理能力从低级向高级不断发展的过程[1]。本文所提到的全过程造价管理成熟度模型(WPCM3),主要是针对输变电工程全过程造价管理水平进行评价,希望通过给出可持续评价的成熟度模型,提升输变电工程全过程造价管理水平,并最终达到提高输变电工程项目管理水平的目的。

3. 输变电工程全过程造价管理成熟度模型的思路

输变电工程全过程造价管理模型以现代全过程造价管理及输变电工程全过程造价管理理论为指导,在消化吸收现有的项目管理成熟度模型的基础上,结合我国国情和输变电工程全过程造价管理的特点,建立适用我国输变电工程全过程造价管理操做性强的成熟度模型。

3.1. 输变电工程全过程造价管理分级

当前,许多成熟度模型都使用了确定的改进过程等级,用以构造和表述模型内容。输变电工程WPCM3在综合现有的几种模型成熟度等级基础上,将成熟度划分为五个逐步上升的梯级,依次是初步阶段、成长阶段、提高阶段、成熟阶段、持续改进阶段,其中每个等级的全过程造价管理水平作为达到下一更高等级的基础,全过程造价管理成熟度不断提升的过程也就是其全过程造价管理水平逐步提高的过程[2]。其结构如图1所示,等级评价指标体系如表1所示。

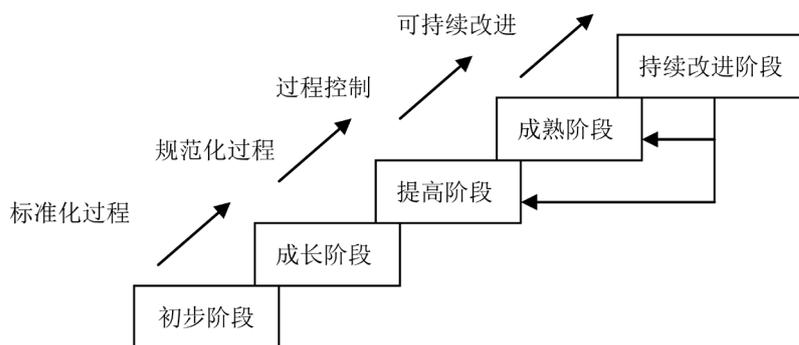


Figure 1. Structure of maturity level of WPCM3 model in transmission and distribution project
图1. 输变电工程WPCM3模型成熟度等级结构

Table 1. WPCM3 Level Evaluation Index System for Power Transmission and Distribution Project
表1. 输变电工程WPCM3等级评价指标体系

总指数区间	成熟度等级	特征
[0, 20)	初步阶段	管理水平差或未开展全过程造价管理工作, 还没有建立有关规范标准、经验积累, 投资估算计划随意性很大, 成功依靠的是个人的才能和经验, 管理方式属于反应式。
[20, 40)	成长阶段	初步建立了全过程造价管理制度, 意识到需要发展全过程造价管理规范性过程, 在造价过程中重视技术和经验的逐渐积累, 从而被普遍接受和应用。
[40, 60)	提高阶段	在这一阶段电力企业意识到造价整体过程组织体系的重要, 从而建立一个标准规范的工程造价组织体系, 并使整个造价管理体系制度化。
[60, 80)	成熟阶段	在这一过程中每一个分项工程的管理和组织体系都能根据国家定额规范和计算规则, 再结合技术创新、积累经验、实际施工环境和市场经济形势来确定工程量和工程价, 可以中间穿插统计等其他计量方法, 从而达到从每一个小的分项工程的有效计价来进行单位工程的有效计价。其次, 在这个过程中企业不仅要考虑施工成本还要考虑运营和维护成本, 这样才能更科学地进行设计和选择材料, 利用国家定额规范更好地控制输变电工程造价, 在确保质量的前提下, 降低造价成本。
[80, 100]	持续改进阶段	对于输变电工程全过程造价管理实现了可度量的全面量化管理, 每个造价过程管理都根据每一个子系统的内在和外在的综合因素进行优化和改善, 实现造价管理目标的优化管理, 这一等级并非静止的, 与其他等级之间始终存在着无休止的循环改进过程。

从图1和表1可以看出, 输变电工程WPCM3模型成熟度不断提高的过程就是输变电工程全过程造价管理水平不断改进的过程, 其为企业对于造价管理提供了一份引导图。它将指导企业不断改进其全过程造价管理的缺陷, 最终促使企业达到工程全过程造价管理的最高层次。

3.2. 输变电工程全过程造价管理成熟度评价要素和指标设计

本文指标体系汲取了国内外现有的项目管理成熟度模型的优点, 结合我国输变电工程全过程造价管理实践的需要, 对输变电工程全过程造价管理要素分类进行了调整和重新设计, 本评价结构共设为三个层次: 目标层、准则层、指标层[3]。如表2所示。

4. 输变电工程全过程造价管理成熟度模型及计算方法

在评价的过程中都涉及到了指标权数的确定, 指标权数的大小将直接影响到最终的评价结果。本文采取层次分析法(AHP)与特征向量法相结合的方法来确定指标权数。

4.1. 层次分析法

层次分析法的基本思想是按照相邻上下层元素之间存在着特定的逻辑关系, 将多目标决策问题按层

Table 2. Maturity level model of the entire process of power transmission project cost management
表2. 输变电工程全过程造价管理成熟度层次模型

目标层 A	准则层 B	B 层单排序权数	指标层 C	C 层单排序权数	
输 变 电 工 程 全 过 程 造 价 管 理 成 熟 度	投资决策造价管理	47.35%	可行性研究深度	12.30%	
			投资估算精度	5.37%	
			技术经济论证科学性	51.01%	
			融资方案分析合理性	5.37%	
			投资决策科学性	25.94%	
			设计概预算精度	5.95%	
	规划设计造价管理	30.51%	造价编制方法科学性	46.18%	
			设计方案优选的科学性	28.74%	
			造价审查的真实合理性	14.11%	
			设计变更科学合理性	5.02%	
			最高限价编制科学性	26.34%	
			投标报价合理性	56.38%	
	招投标造价管理	7.11%	合同价类型选择适用性	11.78%	
			中标价合理性	5.50%	
			工程现场变更管理	20.10%	
			工程施工索赔管理	7.76%	
			工程价款结算管理	52.05%	
			投资偏差分析	20.10%	
	施工现场造价管理	11.03%	竣工验收工程量准确性	52.05%	
			竣工决算资料完整性	20.10%	
			决算价款合理性	20.10%	
			工程造价比较分析	7.76%	
竣工验收造价管理			4.00%		

次进行分解, 将上层次的每一个元素与它有着逻辑关系的下层元素用直线连接起来, 从而构成一个由上而下递阶层次的结构模型[4]。

输变电工程全过程造价管理成熟度的层次结构模型如表2所示, 第一层次为目标层: 评价的目标是输变电工程全过程造价管理成熟度; 第二层次为准则层: 对输变电工程全过程造价管理成熟度要素类型进行识别与分析, 确定了5种主要要素作为评价二级指标; 第三个层次为指标层: 采用22个指标分别对5个准则层评价要素进行描述, 指标主要依据输变电工程全过程造价管理要素的具体内容, 同时借鉴了已有的项目管理成熟度模型的评价测试指标[5]。

在明确了结构层次关系后, 就可以针对每一个上层元素, 考查与其有逻辑关系的下层元素, 并在各个元素之间采用1~9标度法进行两两比较, 之后将判断的结果汇成判断矩阵[6]。有了判断矩阵后, 可以根据矩阵计算出权数, 此时将用到特征向量法。

4.2. 特征向量法

特征向量法是确定多因素之间关系的常用方法之一。其具体做法是：得到判断矩阵后，根据判断矩阵进行计算，求出最大特征根 λ_{\max} 和规范化的特征向量 ω ， ω 的分量 ω_i 即是对应于单元排序的权数， ω_i 和 λ_{\max} 可以通过方根法求解，具体的方法见公式1-1、1-2。

$$a_i = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n a_{ij}} \quad (1-1)$$

$$\omega_i = \frac{a_i}{\sum_{i=1}^n a_i} \quad (1-2)$$

在得到各个底层因素的权数后，为避免在两两对比中逻辑循环矛盾的出现，如：甲因素比乙因素重要，乙因素比丙因素重要，而丙因素又比甲因素重要，需要进行一致性检验。计算一致性指标 CI 、一致性比率 CR ，其方法见公式 1-3、1-4、1-5。

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (1-3)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1-4)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} \omega_j}{\omega_i} \quad (1-5)$$

公式中由于元素个数不同所对应的随机指标 RI 如表 3 所示。

注意：一阶、二阶判断矩阵总是完全一致性的；当阶数大于 2 时，判断矩阵的一致性指标 CI 与同阶平均随机一致性指标 RI 之比称为判断矩阵的随机一致性比率，记为 CR 。当 $CR = CI/RI < 0.1$ 时，认为判断矩阵具有理想的一致性，否则需要调整判断矩阵，使之具有理想的一致性[7]。

4.3. 隶属因子赋值法

隶属因子赋值法，也称综合分析判断法，是一种改进了的定性评价方法，评价结果更具有较高的可靠性。该方法将所有定性指标视为独立的多个因子，每个因子都有一定的属性，通过评价人员已有的知识、经验和分析判断能力，对评价对象的多个因子进行分析判断，形成对被评价对象整体的综合分析结论[8]。计算方法见公式1-6和公式1-7。

$$\text{单项指标得分} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{指标权数} \times \text{每个评价人员的等级系数分})}{n} \quad (1-6)$$

$$\text{评议指标总分} = \sum_{j=1}^m \text{单项指标得分} \quad (1-7)$$

Table 3. n -order matrix random index RI

表3. n 阶矩阵随即指标 RI

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

其中指标权数可以通过前面介绍的特征向量法、层次分析法来确定; 等级系数分是评价人员选定的评价等级对应的水平参数, 客观地反映各阶段(档次)评价标准值所代表的水平, 本文结合成熟度模型将成熟度水平等级系数分定义为: 持续改进阶段[100, 80)、成熟阶段[80, 60)、提高阶段[60, 40)、成长阶段[40, 20)、初步阶段[20, 0); n 为参与测评人员的数量, 最低不少于5人。

在具体运用中, 隶属因子赋值法、特征向量法和层次分析法综合使用, 从而达到整合各定量、定性指标的作用。最终可以计算出输变电工程全过程造价管理的成熟度得分, 并判断所处的成熟度等级。

5. 评价实施案例

以某输变电工程为例, 采用经过简化后的5类22项评价指标(见表2), 对其全过程造价管理水平进行评价, 使用AHP方法确定其指标层次后, 具体评价过程如下:

为了使判断矩阵更具权威性, 我们选取该领域的 4 名管理人员、3 名技术骨干, 让他们分别对指标间重要性进行判断。当判断矩阵的随机一致性比率 $CR < 0.1$ 时, 认为判断矩阵具有满意一致性。否则要对矩阵进行适当的调整, 直到通过一致性检验, 这样计算出 λ_{\max} 所对应的特征向量 ω , 经过单位化后, 作为各指标单排序的权数。构造的判断矩阵见表 4~表 9。

在得到所有权数后, 即可由隶属因子赋值法确定本输变电工程全过程造价管理成熟度等级。参与定性指标打分的专家人数为 7 人, 分别为该领域的 4 名管理人员、3 名技术骨干, 对各指标项评分如表 10 所示。

Table 4. $A - B_{1-5}$ judgment matrix

表4. $A - B_{1-5}$ 判断矩阵

A	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	权数
B_1	1	3	5	5	7	0.4735
B_2	1/3	1	5	5	7	0.3051
B_3	1/5	1/5	1	1/3	3	0.0711
B_4	1/5	1/5	3	1	3	0.1103
B_5	1/7	1/7	1/3	1/3	1	0.0400

$\lambda_{\max} = 5.394, CR = CI/RI = 0.088 < 0.1$

Table 5. $B_1 - C_{11-15}$ judgment matrix

表5. $B_1 - C_{11-15}$ 的判断矩阵

B_1	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	权数
C_{11}	1	3	1/5	3	1/3	0.1230
C_{12}	1/3	1	1/7	1	1/5	0.0537
C_{13}	5	7	1	7	3	0.5101
C_{14}	1/3	1	1/7	1	1/5	0.0537
C_{15}	3	5	1/3	5	1	0.2594

$\lambda_{\max} = 5.136, CR = CI/RI = 0.030 < 0.1$

Table 6. $B_2 - C_{21-25}$ judgment matrix**表 6.** $B_2 - C_{21-25}$ 的判断矩阵

B_2	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{24}	C_{25}	权数
C_{21}	1	1/5	1/5	01/3	1	0.0595
C_{22}	5	1	3	5	5	0.4618
C_{23}	5	1/3	1	3	7	0.2874
C_{24}	3	1/5	1/3	1	5	0.1411
C_{25}	1	1/5	1/7	1/5	1	0.0502

$$\lambda_{\max} = 5.357, CR = CI/RI = 0.080 < 0.1$$

Table 7. $B_3 - C_{31-34}$ judgment matrix**表 7.** $B_3 - C_{31-34}$ 的判断矩阵

B_3	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{34}	权数
C_{31}	1	1/3	3	5	0.2634
C_{32}	3	1	5	7	0.5638
C_{33}	1/3	1/5	1	3	0.1178
C_{34}	1/5	1/7	1/3	1	0.0550

$$\lambda_{\max} = 4.117, CR = CI/RI = 0.067 < 0.1$$

Table 8. $B_4 - C_{41-44}$ judgment matrix**表 8.** $B_4 - C_{41-44}$ 的判断矩阵

B_4	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	权数
C_{41}	1	3	1/3	1	0.2010
C_{42}	1/3	1	1/5	1/3	0.0776
C_{43}	3	5	1	3	0.5205
C_{44}	1	3	1/3	1	0.2010

$$\lambda_{\max} = 4.043, CR = CI/RI = 0.025 < 0.1$$

Table 9. $B_5 - C_{51-54}$ judgment matrix**表 9.** $B_5 - C_{51-54}$ 的判断矩阵

B_5	C_{51}	C_{52}	C_{53}	C_{54}	权数
C_{51}	1	3	3	5	0.5205
C_{52}	1/3	1	1	3	0.2010
C_{53}	1/3	1	1	3	0.2010
C_{54}	1/5	1/3	1/3	1	0.0776

$$\lambda_{\max} = 4.043, CR = CI/RI = 0.025 < 0.1$$

Table 10. Scores of each indicator
表 10. 各指标得分

目标层	准则层	指标层	指标权数	评语集							平均得分	综合得分	总评分
				y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	y ₅	y ₆	y ₇			
输变电工程全过程造价管理成熟度	投资决策造价管理	可行性研究深度	5.83%	100	80	80	60	60	80	80	77.14	4.49	78.79
		投资估算精度	2.54%	80	80	80	80	80	80	100	82.86	2.11	
		技术经济论证科学性	24.15%	100	100	80	80	80	80	100	88.57	21.39	
		融资方案分析合理性	2.54%	80	60	60	40	60	80	80	65.71	1.67	
		投资决策科学性	12.28%	80	80	80	80	80	80	100	82.86	10.18	
		设计概预算精度	1.82%	100	80	80	80	80	100	80	85.71	1.56	
	规划设计造价管理	造价编制方法科学性	14.09%	80	80	60	80	80	60	60	71.43	10.06	
		设计方案优选的科学性	8.77%	80	60	80	80	80	80	60	74.29	6.51	
		造价审查的真实合理性	4.31%	80	80	60	60	60	80	80	71.43	3.08	
		设计变更科学合理性	1.53%	60	80	80	80	80	100	80	80.00	1.23	
	招投标造价管理	最高限价编制科学性	1.87%	80	80	60	60	80	80	80	74.29	1.39	
		投标报价合理性	4.01%	60	80	80	80	80	60	80	74.29	2.98	
		合同价类型选择适用性	0.84%	80	60	60	40	60	80	60	62.86	0.53	
		中标价合理性	0.39%	80	80	80	80	80	60	80	77.14	0.30	
	施工现场造价管理	工程现场变更管理	2.22%	100	80	80	60	80	80	80	80.00	1.77	
		工程施工索赔管理	0.86%	80	60	60	40	60	60	60	60.00	0.51	
		工程价款结算管理	5.74%	80	80	80	80	80	80	80	80.00	4.59	
	竣工验收造价管理	投资偏差分析	2.22%	80	60	60	40	80	80	60	65.71	1.46	
		竣工验收工程量准确性	2.08%	80	80	80	80	60	60	80	74.29	1.55	
		竣工决算资料完整性	0.80%	80	80	80	60	80	80	80	77.14	0.62	
决算价款合理性		0.80%	80	80	80	80	80	60	60	74.29	0.60		
工程造价比较分析		0.31%	80	60	60	40	80	80	80	68.57	0.21		

基于以上所得数据, 根据公式 1-6 和公式 1-7, 计算出其得分为 78.79, 即该输变电工程全过程造价管理成熟度为 78.79, 处于成熟阶段, 可以高效的完成相应的全过程造价管理活动, 这一阶段也是最高等级的准备阶段, 其具备了实现可持续过程改进方面的基础条件。但指标权数排在第二位的造价编制方法科学性(14.09%)单项指标平均得分排在第 16 位仅为 71.43, 表明该项指标还有很大的提升空间, 因此输变电工程概预算编制单位要进一步提高工程造价编制人员的素质, 造价编制人员要严格按照现行输变电工程造价编制依据及原则, 深入工程第一线, 了解输变电工程施工过程, 区分现场的实际情况和图纸上的差别, 完善工作内容, 减少造价误差, 保证输变电工程造价的有效控制。

6. 结论

本文从全过程造价管理成熟度评估的目的与要求出发, 分析研究了输变电工程全过程造价管理等级

评估的内容与过程,从而达到整合各定量、定性指标的作用,建立了输变电工程全过程造价管理成熟度模型,从而满足了评价的多目标、多定性指标的需要,并针对影响输变电工程全过程造价管理成熟度的敏感点提出相应的对策及建议,提高了评价的效率和效果,具有较强的可行性和准确性。

参考文献

- [1] 张桂林, 范辏. 输变电工程项目质量管理成熟度模型及评价研究[J]. 华北电力大学学报, 2011, 38(1): 66-70.
- [2] 范辏. 煤电企业供应链管理成熟度模型构建及应用研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 华北电力大学, 2012.
- [3] Strutt, J.E., Sharp, J.V., Terry, E. and Miles, R. (2006) Capability Maturity Models for Offshore Organizational Management. *Environment International*, **32**, 1094-1105.
- [4] 李慧, 王建国. 工程造价管理成熟度模型的分析[J]. 工程管理学报, 2014(4): 102-106.
- [5] 朱广君, 姚林. 建筑施工项目管理与组织成熟度模型研究[J]. 产业安全, 2006(3): 58-61.
- [6] Pennypacker, J.S. (2002) Benchmarking Project Management Maturity: Moving to Higher Levels of Performance. Paper Presented at Project Management Institute Annual Seminars & Symposium, San Antonio, TX. Project Management Institute, Newtown Square, PA, 9-13, 18-19.
- [7] 哈罗德, 科兹纳. 项目管理的战略规划、项目管理成熟度模型的应用[M]. 张增华, 吕义怀, 译. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [8] 李桂林. 浅谈全过程工程造价管理与控制[J]. 城市建设, 2010(12): 95.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2160-7311, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: mm@hanspub.org