

基于层次法的预制装配式建筑 目标成本计算及其 AHP 评价

蔡 军¹(副教授), 马丁·斯科特²(教授)

【摘要】 预制装配式建筑方式由于其在时间分配与功能设计等方面存在优势而成为新的建筑风尚, 而其成本控制方法也从传统的连续性方式向装配式转变。本文从预制装配式建筑的成本设计过程入手, 以层次法确定其目标成本, 并引用 AHP 法, 对不同目标成本方案进行相应的评价。

【关键词】 预制装配式建筑; 目标成本; 成本层次; AHP

【中图分类号】 F275.3; N945

【文献标识码】 A

【文章编号】 1004-0994(2016)12-0088-3

一、引言

传统建筑设计的成本控制, 一般是以货币形式预先规定项目进行中的生产耗费总水平, 通过项目的成本计划与项目总投资进行对比, 并根据成本管理层次、成本管理项目开发时间段对开发成本进行分解, 从而确定各层次各阶段实施方案的成本。由于传统的建筑项目一般是一个连续性的施工过程, 只有上一阶段完成后才能进行下一阶段, 时间越长或步骤越多, 最初的规划对全过程的成本控制力度就越弱, 而且下一步骤无法对上一步骤进行纠错与改善, 最后的结果与成本规划的偏离也就越大。预制装配式建筑方式的出现改变了这一现状。预制装配式建筑不仅提高了施工精度, 增大了产品质量的可预见性, 极大地缩短了施工时间, 并且使成本控制更精确、更可行。装配式的方式使各建筑组件如同产品的配件一样, 可在设计阶段即确定精确的成本, 给建筑业成本管理与控制提供了新的思路。

二、预制装配式建筑目标成本管理

(一) 预制装配式建筑成本设计过程描述

众所周知, 装配式生产设计阶段的成本管理十分重要, 因为设计阶段决定了 70% 的全生命周期成本。目标成本是对利润驱动因素的一种直接贡献, 直接影响到投资者回报水平, 是设计阶段成本管理的关键所在, 确定的目标成本需适

应外部动态市场的要求, 同时也要满足内部各种约束条件。

在传统的线性计算成本的方法中, 各个阶段的成本需要上阶段工作完成之后才能准确计量, 所以目标成本存在着高度的不确定性, 而预制施工建筑方法可采用并行工程的理想, 缩短建筑时间, 目标成本的可实现性与准确性大大增加。预制装配式建筑的成本设计过程可以仿照产品成本的设计, 具体如图 1 所示。

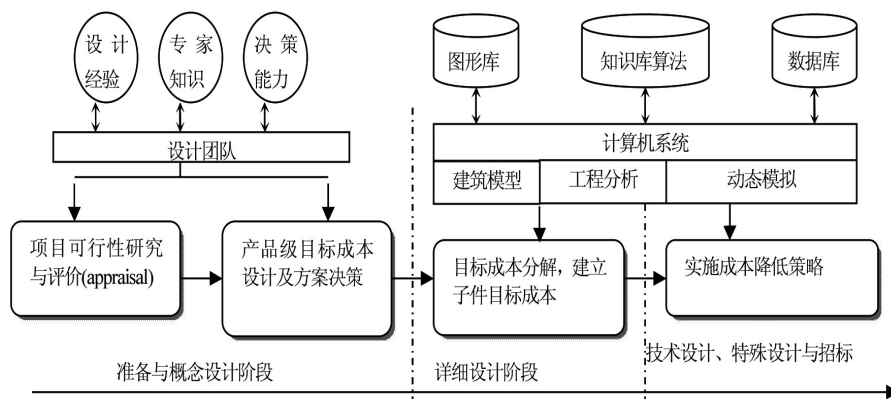


图 1 预制装配式建筑成本设计过程

(二) 层次法确定目标成本

1. 目标成本层次分析。传统的目标成本通常采用倒算法计算, 即在产品生命周期过程中, 以预期的销售收入减去期望利润, 从而得到目标成本。但这种计算方法过于简单, 目标成本的分解难度较大。而对于装配式的生产模式, 目标成本以层次法确定, 比倒算法更准确客观。

层次法是综合考虑产品成本各层次上的成本要素, 按其

【基金项目】 广东省科技研发计划项目“基于全生命周期成本控制的知识管理研究”(粤科规划字[2013]137号)

成本驱动因素及成本性态进行合理分解与汇总,以此完成整个产品的目标成本规划。首先,依据库珀层级(Cooper's hierarchy)框架对预制装配式建筑成本进行目标成本层次分析。将各层级的成本项目按具体动因进行分层,并结合我国相关会计核算科目体系进行分析,如表1所示:

表1 预制装配式建筑成本层次分析表

成本层次	成本动因	具体内容	会计核算科目
单位层(构成工程实体的,可直接计入项目的各种成本)	建筑面积,人工工时,机器工时	预制构件(板、梁、柱、楼梯、立面、阳台等预制模块)采购成本,预制构件安装装配成本等	工程费,直接费用 直接材料与直接人工(直接计入部分)
批次层(构成工程实体的,需分配计入项目的各种费用)	施工批次,时间规划	施工批次成本,包括批次材料处理成本(批次运杂费、损耗费、保管费等),施工管理人员人工费、机械折旧费、安拆费、修理费、燃料动力费、场外运费等	工程费,直接费用 直接材料与直接人工(分配转入部分),机械使用费
产品层(发生于项目施工前与施工过程中的非工程实体项目的费用)	产品复杂性	环境保护成本、安全文明施工费、排水费、临时设施成本、脚手架费、检测成本、设计更改成本、施工保障成本等	措施费,直接费用
设施层(政府及相关部门规定缴纳的规费与企业经营管理所需费用)	整个组织的运营,动因多而杂	广告费、保险费、办公费、相关税费等,一般不具体到产品,作为总数列示	期间费用,间接费用

2. 目标成本确定。基于表1,对于可直接计入成本的成本项目,无须分配直接计入总目标成本。但共用的需分摊的项目,则要按照上表的成本层次与成本动因进行分配后,再计入目标成本。目标成本的计算方法如下:

$$C_t = C_{dm} + C_{dl} + C_b \times k_b + C_p \times k_p$$

其中: C_t 表示目标成本; C_{dm} 表示直接材料; C_{dl} 表示直接人工; C_b 表示批次层总成本; k_b 表示批次层成本分配率; C_p 表示产品层总成本; k_p 表示产品层成本分配率。

通过工业工程法,可以较准确地计算直接成本 C_{dm} 与 C_{dl} 的值。例如,直接材料 C_{dm} 的数据,可以从设计图纸中获得零配件数量,再从BOM清单中获得单价;而直接人工 C_{dl} 的数据可以从工艺设计CAPP系统获取流程信息与工时数据,从国家相关标准文件中获得单位人工成本。

间接成本 C_b 与 C_p 需考虑成本动因,分配后再计入不同层次的目标成本。其难点在于确定分配系数,实务中常常根据经验数据估计分配率。如根据历史成本库,采用一定方法分析成本动因与成本结果数据的关系(如线性回归分析法等),由此可以确定作业及其分配比率 k_b 与 k_p ,并分配至产品。

由层次法计算的目标成本,根据设计意图的不同,也会存在不同方案。因此对于目标成本的方案不能简单地取大或取小的计算,尚需进一步进行评价决策。

三、AHP法评价预制装配式建筑目标成本适用性分析

(一)AHP法的原理

20世纪70年代美国运筹学家T. L. Saaty首次提出层次

分析法(Analytic Hierarchy Process,简称AHP),其在解决多目标、多准则、多因素、多层次的复杂非结构化的决策问题时多被应用。利用这种方法,先将复杂决策问题(即目标)由上至下分解成多个层次,每个层次中含有不同的影响准则,将各层次中的影响准则进行两两比较后,确定各准则对于上一层准则的相对权重,为决策方案的选择提供依据。

(二)AHP法在目标成本决策评价中的适用性分析

目标间不可公度性(non-commensurable)普通存在于多目标决策中,即各目标间互相矛盾,各目标缺少统一的评价标准或度量单位,因而难以进行比较。而目标成本的选择正是多属性多目标的决策过程。决策生产商必须权衡各种项目相关的因素(如项目特点、劳动可用性等),确定其目标(如成本最小化、更好的安全记录等),并选择一个合适的方案。

一般而言,由于不同的制约条件,针对同一项目的目标成本决策方案不是唯一的。如对于工期紧迫的预制装配式建筑施工,时间因素非常重要,可能材料获得的时间保证性及施工人员的熟练程度比价格更为重要,这样,不同的材料与人工选择,必然形成了不同的目标成本方案。预制装配式建筑设计成本的方案是各种复杂程度不一和影响程度不一的多因素协同作用的结果。在AHP法中,先按对于评价目标层重要性计算出各层评价指标的权重,再计算各方案对各评价指标的矩阵评价,据此可以做出决策,从而解决这一多目标且互相冲突的决策问题。

四、AHP法评价预制装配式建筑目标成本实例

(一)建立评价指标体系

此步骤是决策的起点,需要专家或人工智能参与。首先分析决策问题,将影响其的因素分组并将它们以由高到低的层次结构排列,即:决策目标层——影响因素准则层——决策方案措施层。通常用树型结构图来表示这种层次结构模型。如广州某创意产业园X期X标根据情况确定了A、B、C三个预制建筑设计的目标成本方案,决策层认为影响预制装配式建筑成本设计相关的因素为功能、质量、外观、人工、材料、时间六项,这六项构成准则层F,如图2:

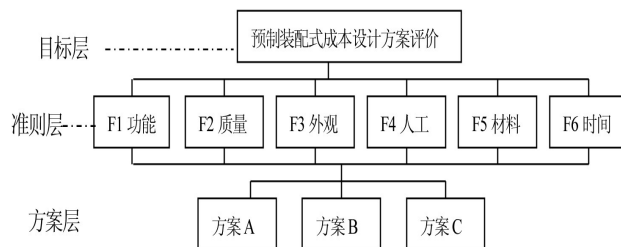


图2 目标成本层次评价指标体系

(二)准则层针对目标层的权重系数确定

AHP通过构建两两比较矩阵的方法,由比较矩阵判断被比较元素相对权重。两两比较时,等级标度按相对重要性以1、3、5、7、9表示,其意义为:“1”表示两者同等重要;“3”表示

□ 业务与技术

前者比后者重要一点;“5”表示前者比后者重要得多;“7”表示前者比后者更重要;“9”表示前者比后者极端重要。相应地,后者对前者的重要性为等级的倒数。当5级不足以满足判断评价时,可采用2、4、6、8这些中值表示相邻判断。两两比较判断矩阵构造后,可依据以下公式计算被比较元素相对权重W及其比重,λ_{max}为判断矩阵的最大特征根。

$$\bar{w}_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}, i = 1, 2, \dots, n$$

$$w_i = \frac{\bar{w}_i}{\sum_{j=1}^n \bar{w}_j} \quad \lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{nw_i}$$

案例中采用专家评价的方式,根据对目标层(即最优的目标成本方案)的重要性判断,将准则层中的六项指标按重要性两两对比,以等级标度标示,由此形成判断矩阵。计算判断矩阵各项指标对于目标层的重要性权重以及一致性检验参数如表2所示:

表2 评价指标相互比较的评分值及对目标层的权重

综合评价	F1	F2	F3	F4	F5	F6	
F1	1	3	9	5	3	2	0.3672
F2	1/3	1	9	1	2	1	0.1756
F3	1/9	1/9	1	1/7	1/5	1/4	0.0278
F4	1/5	1	7	1	1/4	1/3	0.0982
F5	1/3	1/2	5	4	1	2	0.1806
F6	1/2	1	4	3	1/2	1	0.1506

一致性 0.0957 λ_{max}=6.6029

由此可见,按重要性的不同排序为:F1(0.3672)、F5(0.1806)、F2(0.1756)、F6(0.1506)、F4(0.0982)、F3(0.0278)。

(三)一致性检验

构造的判断矩阵中,一致性不是必要条件,但当判断偏离一致性过大时,有可能出现违反常识的结果,这样将降低依据排序向量计算结果形成的决策判断的可信度。因此一致性检验是有益的。C.I.是判断矩阵的一致性检验指标,C.R.是一致性比例指标,二者计算公式如下:

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}$$

公式中,R.I.表示平均随机一致性指标,是将重复多次计算(500次以上)随机判断矩阵特征值进行算术平均得到。本例中由于有6个指标,故用到6阶R.I.=1.26,此外有三个方案,故用到3阶R.I.=0.52。当C.R.≤0.1时,一般认为可接受判断矩阵的一致性。

本例中C.R.=0.0957<0.1,可见判断矩阵的一致性令人满意,各指标项对于目标层的影响权重的判断结果可以接受。

(四)针对各评价指标各个方案的评价值确定

此过程中,针对不同的评价指标将各个方案两两比较形成判断矩阵,然后可由此计算出各方案对于各指标的重要性权重,在一致性满足的条件下,结果可接受,方法同上。计算结果详见表3。

表3 各方案相对于各准则的评分权重

一致性 0.0089 λ _{max} =3.0092					一致性 0.0176 λ _{max} =3.0183					一致性 0.0520 λ _{max} =3.0540				
F1	A	B	C	Wi	F2	A	B	C	Wi	F3	A	B	C	Wi
A	1	8	2	0.6274	A	1	6	3	0.6530	A	1	1/6	1/4	0.0869
B	1/8	1	1/3	0.0868	B	1/6	1	1/3	0.0960	B	6	1	3	0.6393
C	1/2	3	1	0.2859	C	1/3	3	1	0.2510	C	4	1/3	1	0.2737
一致性 0.0036 λ _{max} =3.0037					一致性 0.0313 λ _{max} =3.0325					一致性 0.0237 λ _{max} =3.0247				
F4	A	B	C	Wi	F5	A	B	C	Wi	F6	A	B	C	Wi
A	1	5	2	0.5813	A	1	1/7	1/4	0.0796	A	1	1/5	1/4	0.0982
B	1/5	1	1/3	0.1096	B	7	1	3	0.6555	B	5	1	2	0.5679
C	1/2	3	1	0.3092	C	4	1/3	1	0.2648	C	4	1/2	1	0.3339

(五)各备选方案的综合评价

表4列示了表3中各方案针对准则的评估结果,此结果均通过了一致性检验。采用加权平均法,将表2中的各项评价准则的评分作为目标层综合评价指标的权重系数,乘以各方案的每个指标评分,即可以获得针对目标层的综合评价价值,见表4末列。计算结果显示,方案A综合评价得分最高,这表明该预制建造成本的设计思路在功能、质量、外观、人工、材料、时间这六项因素下,是最佳的解决方案。

表4 目标成本方案综合评价

评价指标	F1	F2	F3	F4	F5	F6	综合排序
权重系数	0.3672	0.1756	0.0278	0.0982	0.1806	0.1506	
方案A	0.6274	0.6530	0.0869	0.5813	0.0796	0.0982	0.4337
方案B	0.0868	0.0960	0.6393	0.1096	0.6555	0.5679	0.2812
方案C	0.2859	0.2510	0.2737	0.3092	0.2648	0.3339	0.2851

本文创新性地将决策方法在广州某创意园的预制装配式设计中应用,此结论并非对所有的项目评估均有普遍适用性,因为不同的决策项目评价会有不同的评价准则与评价价值。但这一决策评价方法对于目标不可公度性的多目标决策具有良好的适用性。

主要参考文献:

Cooper R., R. S. Kaplan. Activity-based systems: Measuring the costs of resource usage [J]. Accounting Horizons, 1992(6).

王瑞强.谈预制装配式建筑[J].山西建筑,2013(22).

作者单位:1.广东技术师范学院会计学院,广州510262; 2.昆士兰科技大学科学与工程学院,澳大利亚布里斯班QLD4000