

# 建筑材料价格指数的研究

王凯薇 李世妍 束欣煜 秦志濠 施羿辰

(南京工程学院, 江苏 南京 211100)

**摘要** 工程造价指数是建筑业应用广泛的核算方式,是造价行业结合数学模型的形式。材料指数可以反映各材料的量、价在时间和空间上的变化程度和趋势。分析不同类型的价格指数,通过这些信息分析能够对整个项目成本组成和变化趋势有较为充分的了解,在此基础上对工程进行经济成本分析、估计造价水平等,进而促使项目管理部门能够有效控制工程项目,提高工程项目的管理水平。本文根据工程造价指数理论模型,比较详细和全面地分析了目前各地区、各国普遍使用和计算的各种一般化的指数核算模型,并利用这些模型进行了单项材料价格指数影响因素的研究,旨在为今后的研究提供有效依据。

**关键词** 数学模型 工程造价指数 材料价格指数

中图分类号: TU723

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)02-0056-05

## 1 绪论

### 1.1 研究背景

近些年来,我国的建筑行业如日中天,同时也对成本信息和价格信息提出了更高的要求。工程造价指数是项目成本信息不可或缺的部分,它能够反映出材料、人工和设备等价格的波动对整个项目工程造价的影响及其工程造价的动态变化。

目前,造价指数主要用于工程建设领域的造价的核算,进行价差调整。指数反映的是各种材料的价格、需求量在不同的时间空间上的变化呈指数分布。通过研究工程造价指数,即可知道不同时期、不同地区的建筑市场中不同类型建筑工程的技术经济指标,以及建材设备价格和人工价格变化幅度和趋势。通过材料价格指数的研究可以分析和预测今后的材料价格,为工期较长的项目及时且较为准确地预测造价。同时,对材料价格指数进行研究,可以从大体上把握物价的变化规律,掌握其规律就能估算不同时期的物价水平,对造价有一定的把握。

简而言之,利用材料价格指数可以准确地调整一个项目的造价。在大数据蓬勃发展的今天,价格信息透明,材料价格指数亟待发展,因此要解决现有问题,避免新问题的产生,促进建筑行业的蓬勃向上。

### 1.2 国内外研究现状

#### 1.2.1 国内研究现状

2005年,周仁强<sup>[1]</sup>在《工程造价指数的信息采集

和编制研究》中探讨了我国在工程造价指数的测算和编制问题,同时,文章还提及了除我国之外的关于造价方面的各项研究。不仅如此,还将我国研究现状与国外研究现状进行比较分析,提供了我国在工程造价指数指标编制方面的依据,将其编制范围也做出了相关解释。在研究指数指标的同时,研究了指数的理论,分析我国目前最先进的成果,最后利用灰色理论进行了相关实验预测和应用。

2009年,吴学伟<sup>[2]</sup>在《住宅工程造价指标及指数研究》中,通过剖析国内外成熟的工程造价指数指标的应用设计出一套基础编制。该研究分析了项目成本的影响因素,为数据的收集提供了标准。然后根据其标准,确定了指标体系。最后,以住宅项目的成本指标体系,构建了所有项目的指标体系,并建立出模型。由预测技术的分析和应用,并结合项目成本数据收集的现状和住房项目成本的特点,提出了控制和确定住房项目成本的预测技术和方法,并建立了指标和指标预测模型,预测项目成本指标,建立计算机处理流程框架。

2011年,廖利红<sup>[3]</sup>在《城市住宅建筑项目工程造价指数研究》中探究了城市住宅项目建设,选择合适的指数模型,选取了目前适用性较强的几种指数模型进行分析比较。最后确定 Laplace 指数和 Paisley 指数为研究的工具,用其可以得到工程造价指数的计算模型。通过性质和数量的分析,确定了综合指数的权重。

★基金项目: 本论文用于校园科创项目结题成果,项目名称: 建筑工程材料价格指数的研究;项目编号: TB202009031。

紧接着对工程造价的各类信息进行分析、整合、比较,最后利用最适合的指数预测模型对经典案例进行预测。

2015年,石江波<sup>[4]</sup>《普通住宅工程造价指标及指数编制研究》立足于我国工程造价指标及指数信息工作已取得的成果,参照国内外行业和其他领域认可的研究方法,以普通住宅项目为研究对象,选择典型项目和代表性规格,收集样本信息并筛选出较有效的结果。对离散数据进行研究,对标准化指标结果进行处理,对指标准备基期进行选择,对指标准备权重的确定以及工程造价指标计算模型的选择,对指标编制过程中的关键点进行了分析和讨论,建立了工程造价指标体系。

2018年,刘练<sup>[5]</sup>《广州市住宅项目造价指标及指数的应用研究》一文中,基于国内外造价指标及指数的研究理论,结合现阶段广州市工程造价计价规范的要求,且借鉴广州市实际工程住宅项目的成熟经验,按照理论联系实践的思路,采用概率论与数理统计方法中的格拉布斯法对工程实际数据进行分析,建立和完善指标、指数体系,构建指数预测模型,运用预测模型预测实际工程案例。

2019年,朱睿<sup>[6]</sup>《工程建筑材料价格波动研究》,主要研究材料价格波动因素。对先前相关的研究成果进行整合,利用结论对其进行改善。将建筑材料价格结合不同的分析方法,形成一套多维的建筑材料价格波动体系。从数量维度、价格维度及经济环境维度来综合分析影响建筑材料价格波动的因素,并优化模型,分析波动情况,找到减少影响产生的因素。

### 1.2.2 国外研究现状

2007年,H Nam, SH Han, H Kim<sup>[7]</sup>指出工程造价指数(CCI)被广泛应用于分析工程造价变化情况,它可以将项目的过去成本或者未来成本计算出来。目前的估算成本只是过去CCI的一个外推,这会导致无法准确估算未来的建设成本。因此,他提出了一种基于小波变换和人工神经网络的预测模型。通过初步试验,该方法在未来CCI短期预测中比现有方法更具有精度和可靠性。

国外关于工程造价的核算与研究很早就开始了,尤其是部分发达国家,更是在工程造价和工程管理方面投入了很大的精力。大约在二十世纪50年代前后,西方发达国家就建立起了比较完善和系统的工程信息整理体系和工程造价核算体系。目前,就世界范围内的工程造价的管理、核算体系来看,英国是目前体系最完善、方法最先进的国家之一。英国工程造价体系建设起步很早,且一直处于不断地发展和完善之中,

很多国家的工程造价的体系建都曾参考英国模式。目前英国的工程造价核算一般分为三大体系:一是英国的政府工程造价核算体系,这是目前英国发展最完善,最具有权威性的造价管理体系;二是有专门业机构编制的造价体系方面,由专门的测量学会负责编制,然后通过与第三方平台合作的模式,由第三方平台负责向企业和个人需求者提供;三是企业编制的工程造价体系,有专门的公司会专门从事工程造价核算体系的编制,例如承包商、咨询公司等。

### 1.3 研究意义

近期,随着社会经济日渐发展,我国城市化进程不断加快,经济体制改革逐渐深化,尤其是在市场价格方面,各种有关建筑工程的价格波动幅度剧烈、地区差异化明显,也给建筑工程的造价核算工作造成了很大的影响。因而我们迫切需要建立更加科学合理的建筑工程造价测算的新体系,再充分地学习和借鉴发达国家先进的,并且已经经过长期实践检验,在有关工程造价指标体系的基础上,逐步建立动态化的、符合我国工程管理的建筑工程指数测算体系。

材料价格指数的发布和编制繁重,但是利用材料价格指数可以分析和预测之后的材料价格,为工期较长的项目及时预测造价。同时,对材料价格指数进行有关研究,可以大致把握物价的变化,掌握其规律方能估算不同时期的物价水平,对造价有整体的把握。

利用材料价格指数可以简单精确地调整一个项目的造价。利用材料价格指数调整价差,也可阻止在投标时试图通过更低的价格在工程中谋取调整费用的人。如此,利用工程造价指数调整价差的方法在结款中需要早日实行。

### 1.4 研究的创新点

1. 工程造价的信息化发展可以直观地表现出行业的发展现状,还可以反映发展的变化趋势。

2. 大型建设项目一般建设周期长,所需人工和材料较多。在长时间的施工中,工程设备和机械班次将随市场情况而波动。

3. 考虑到住宅建筑具有稳定的产品特性和数量范围广的特点,在通用建材价格的基础上,采用根据统计的基本理论和模型,我们探索了合适的材料价格指数。

## 2 指数相关基础理论

### 2.1 指数概述

指数是一种特殊的形式,利用指数分析可以研究社会经济现象。关于指数,目前可以将其分为两大

类——广义指数和狭义指数。

指数在目前的造价行业有着广泛的应用。指数可以反应不能直接加减乘除的现象，并通过综合的手段反应其变换情况，利用指数可以以全面的视角反应社会经济现象，同时研究综合指数中的个体指数可以反应个体对总体现象的影响。

按照不同的标准可以分为不同的种类：按照不同反映的内容可以分为质量指数和数量指数；按照不同的编制方法可以分为平均指数和综合指数等；按照不同的项目可以分为个体指数和综合指数；按照不同的对比角度可以分为时间指数和区域指数等。在不同的研究方法和需要条件下，可以选取不同指数类型进行研究。但是相对来说，综合指数反映的现象更加全面。

## 2.2 指数生成模型研究

### 2.2.1 指数生成模型分类

指数研究源远流长，并且发展至今也出现了各种不同的指数模型，随着研究的深入，一些陈旧的理论早已被淘汰。在国外，工程造价指数的基础就是传统的指数体系，主要有费雪指数、拉氏指数和派氏指数等。指数的模型有所不同，反映的现象也不相同，一般情况下会选择个体指数和总指数研究。

在研究指数前，要将指数公式中不同的变量进行定义，如表1。

表1 指数生成模型参数定义表

基准期商品材料价格指数	$P_0$ 或 $p_0$
报告期商品材料价格指数	$P_1$ 或 $p_1$
基准期商品材料数量指数	$Q_0$ 或 $q_0$
报告期商品材料数量指数	$Q_1$ 或 $q_1$

个体指数是表现个体变化的对数，可以反应个体在不同影响因素下的变化。材料价格指数就可以称之为个体指数。

个体指数的计算方法：

$$k_p = \frac{P_1}{P_0} \quad (2.1)$$

### 2.2.2 拉氏、派氏指数模型

构建拉氏、派氏指数模型：首先确定不同类型的材料  $(X, Y, \dots)$ ，其对应材料价格在基期时为  $(P_{x_0}, P_{y_0}, \dots)$ ，报告期时的价格为  $(P_{x_1}, P_{y_1}, \dots)$ 。

则拉氏物价指数  $L_p$  和派氏物价指数  $P_p$  的计算公式如下：

$$L_p = \frac{P_{x_1}X_0 + P_{y_1}Y_0 + \dots}{P_{x_0}X_0 + P_{y_0}Y_0 + \dots} = \frac{\sum P_1Q_1}{\sum P_0Q_0} \quad (2.2)$$

$$P_p = \frac{P_{x_1}X_1 + P_{y_1}Y_1 + \dots}{P_{x_0}X_1 + P_{y_0}Y_1 + \dots} = \frac{\sum P_1Q_1}{\sum P_0Q_1} \quad (2.3)$$

拉氏物价指数  $L_q$  和派氏数量指数  $P_q$  的计算公式如下：

$$L_q = \frac{P_{x_0}X_1 + P_{y_0}Y_1 + \dots}{P_{x_0}X_0 + P_{y_0}Y_0 + \dots} = \frac{\sum P_0Q_1}{\sum P_0Q_0} \quad (2.4)$$

$$P_q = \frac{P_{x_1}X_1 + P_{y_1}Y_1 + \dots}{P_{x_1}X_0 + P_{y_1}Y_0 + \dots} = \frac{\sum P_1Q_1}{\sum P_1Q_0} \quad (2.5)$$

根据拉氏指数和派氏指数的公式，这两个都代表着数量指数和质量指数，但是唯一的不同就是权数不同。拉氏指数是以基准期的数据为权数，而派氏指数是以报告期的数据为权数。

费雪理想指数模型：

$$F_p = (L_p \cdot P_p)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{\sum p_1q_0 \cdot \sum p_1q_1}{\sum p_0q_0 \cdot \sum p_0q_1}} \quad (2.6)$$

数量指数计算公式：

$$F_q = (L_q \cdot P_q)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{\sum q_1p_0 \cdot \sum q_1p_1}{\sum q_0p_0 \cdot \sum q_0p_1}} \quad (2.7)$$

加权平均数指数模型：在社会经济市场内，通过对不同研究对象的个体指数进行简单的加权平均，从而得到加权算术平均数和加权调和平均数指数两种类型。

加权算术平均数指数：

$$K_p = \sum \frac{\sum \frac{P_1}{P_0} p_0q_0}{\sum p_0q_0} = \frac{\sum k_p p_0q_0}{\sum p_0q_0} \quad (2.8)$$

式中， $K_p$  为总体物价指数， $k_p$  为个体物价指数， $p_0q_0$  为权数。

$$k_p = \frac{P_1}{P_0} \quad (2.9)$$

将加权后得到的物价指数进行转化变型最终得到具体公式如下:

$$K_p = \frac{\sum k_p q_0 p_0}{\sum q_0 p_0} = \sum \frac{p_1}{p_0} \frac{q_0 p_0}{\sum q_0 p_0} = \frac{\sum q_0 p_1}{\sum q_0 p_0} \quad (2.10)$$

整合得到:

$$L_p = \frac{P_{X_1} X_0 + P_{Y_1} Y_0 + \dots}{P_{X_0} X_0 + P_{Y_0} Y_0 + \dots} = \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0} \quad (2.11)$$

加权调和平均数指数:

$$K_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum \frac{1}{k_p} p_1 q_1} = \frac{1}{\sum \frac{1}{k_p} \frac{p_1 q_1}{\sum p_1 q_1}} \quad (2.12)$$

式中,  $K_p$  为总体物价指数,  $k_p$  为个体物价指数,  $p_1 q_1$  为权数。

$$k_p = \frac{P_1}{P_0} \quad (2.13)$$

将加权后得到的物价指数进行转化变型最终得到具体公式如下:

$$K_p = \frac{1}{\sum \frac{1}{k_p} \frac{p_1 q_1}{\sum p_1 q_1}} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum \frac{p_0}{p_1} p_1 q_1} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} \quad (2.14)$$

整合比较得到:

$$P_p = \frac{P_{X_1} X_1 + P_{Y_1} Y_1 + \dots}{P_{X_0} X_1 + P_{Y_0} Y_1 + \dots} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} \quad (2.15)$$

由上式可知, 加权调和平均指数和派氏物价指数的同度量单位都选择报告期的, 两者结果相同。

### 2.2.3 指数权数确定

1. 权数的概念及权数的确定。权重是用于在统计计算中测量群体中每个单位的标记值功能的值。权重的函数反映在每组单位占总单位的比例中, 广泛用于计算平均值和指数。权重确定索引的结构, 如果权重发生变化, 则绝对指数值和平均值也会发生变化。因此, 权重是影响指标值变化的重要因素。从上一节的分析可以看出, 在综合指标中, 权重值的确定直接影响计算结果。因此, 权重的确定在指标模型中起着重要作用。

权重问题一直是不同成本指数模型必须面对的问题。重量的确定包括一些定性和定量分析。不同的研究方法和研究因素会影响权重的确定, 不利于成本指标的研究影响项目价格预测的准确性。

2. 确定权数的方法。常用的确定指标的方法有: 专家打分法、比率标度法和熵权法等分析方法。鉴于研究的严密性, 不能简单地使用定性或定量分析来确定权重, 否则会影响研究的结构。

## 3 材料价格指数

### 3.1 材料价格指数介绍

#### 3.1.1 材料价格指数概述

工程造价指数在建筑领域内有着至关重要的作用, 这一经济类型的指数在建筑业也有具体分类。工程造价指数按照类型可以分为单项价格指数和综合造价指数。材料价格指数就是属于单项价格指数的个体指数, 利用材料价格指数, 可以反应一定时间内建筑材料价格波动的趋势。

材料价格指数由材料单项价格指数和综合价格指数这两个类别所组成。

#### 3.1.2 材料价格指数计算

根据个体指数模型, 材料价格指数计算公式为:

$$M_i = \frac{m_{in}}{m_{i0}} \times 100 \quad (3.1)$$

### 3.2 材料价格指数影响因素研究

质量指标权重:

$$k_q = \frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0} \quad (3.2)$$

数量指标权重:

$$k_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_0} \quad (3.3)$$

固定权重:

$$k_p = \frac{\sum kw}{\sum w} \quad (3.4)$$

其中作为  $w$  值大概在很长时间内(一般是几年内)我们会保证它不会发生变化。我们从以上分析中可以看到, 权重的应用是种类繁多的, 我们在进行指数编制时, 也可以采用多种多样的权重, 当然不同权重的含义差异也是非常十分明显的。

## 4 价格指数编制研究

### 4.1 工程造价指数体系建立

我们在工程造价指数编制之前要优先考虑我们编制的指数体系问题,我们在指数编制前的首要问题是编制的工程造价指数体系应该包含哪些方面的内容,以下会做一个介绍。

工程指数体系大体上只包含以下五部分内的内容,即造价指数编制的基础建筑工程指数体系、市政工程指数体系、装饰装修工程指数体系、园林绿化指数体系以及安装工程指数体系。

本原则是既要对于指数体系不断地细化,针对工程每一部分编制个体指数,又要选取不同的权重,之后进行加权计算,得出整个工程的基本造价指数。

### 4.2 基本价格指数编制方法

#### 4.2.1 个体指数

$$k_p = \frac{p_1}{p_0} \quad (4.1)$$

#### 4.2.2 总指数

总指数编制有各种各样的方法,主要方法就是平均指数法和综合指数法。平均指数其实就是对个体指数的加权平均,通过按照工程造价每个部分在总体中的不同地位,进行加权再平均,得出总体造价指数。目前平均指数计算也有两种主要的类型:一是加权平均调和指数,二是加权算数平均指数。加权调和平均指数是将个体指标同时进行加权调和运算得出的指数,具体计算方法又分为固定权数加权平均调和与综合变形加权平均调和。

### 4.3 常见价格指数编制内容

众所周知,建设工程项目的主要投入要素包括人工、机械、材料,它们是引起建设工程项目价格波动的主要原因。由此,无论是建设方还是承包商都对人工、材料、机械密切关注。那么,投入品价格指数可以基本分为以下三种。

#### 4.3.1 人工价格指数

当下通常采用经典指数理论来编制人工价格指数,其具有波动大、幅度变化大的特点。本文仅选取了建设工程中使用比较多的主要材料,反映各期主要工种人工价格水平的波动情况,即报告期人工价格与基期价格之比的波动和幅度变化大的特点。

#### 4.3.2 主要材料价格指数

主要材料价格指数是建筑市场材料价格,也是对

建设工程造价影响较大的因素之一,它具有频繁波动、幅度变化大的特点。本文仅选取了建设工程中使用比较多的主要材料,它的编制方法采用了经典指数计算方法,用报告期材料价格与基期材料价格是对建设工程造价影响较大的因素之一,本文采用报告期材料价格与基期材料价格之比。

#### 4.3.3 施工机械使用费价格指数

因为在整个建设工程造价中,材料费与人工费所占比例远远高于施工机械使用费。同时,在一定阶段内,施工机械台班单价相对比较稳定,此外施工机械又可以分为自有机械与租赁机械,所以针对不同地区、不同类型的工程项目所使用的工程机械类型的差异也是不相同的。

## 5 结论

在建筑业如日中天的今天,社会经济飞速发展,经济体制改革不断深化和完善,尤其是市场价格方面,对于工程造价管理领域影响颇深,工程造价指数的应用更值得我们去关注。工程造价指数模型及工程造价指数的编制值得每一位工程人去学习和研究。

## 参考文献:

- [1] 周仁强. 工程造价指数的信息采集和编制研究 [D]. 重庆:重庆大学,2005.
- [2] 吴学伟. 住宅工程造价指标及指数研究 [D]. 重庆:重庆大学,2009.
- [3] 廖利红. 城市住宅建筑项目工程造价指数研究 [D]. 武汉:武汉理工大学,2011.
- [4] 石江波. 普通住宅工程造价指标及指数编制研究 [D]. 四川:西华大学,2015.
- [5] 刘练. 广州市住宅项目造价指标及指数的应用研究 [D]. 广州:华南理工大学,2018.
- [6] 朱睿. 工程建筑材料价格波动研究 [D]. 郑州:华北水利水电大学,2019.
- [7] Nam H, Han S H, Kim H. Time Series Analysis of Construction cost index using wavelet transformation and a neural network [J]. Iarc, 2007.