

装配式高层住宅建筑工程造价预测研究

王雅婧

(上海城建职业学院)

摘要: 随着近几年我国现代建筑业的蓬勃发展,其经济效益越来越广泛地受到了人们的高度重视。本文通过逐步回归的方法,最后确定了对高层住宅建筑工程造价起决定性作用的因素为:地上建筑面积、基础深度、建设速度、装配率、结构类型和基础形式,并根据这些主要因素建立了高层住宅建筑工程造价预测模型,并且优化改进后的预测模型的拟合优度达到了 0.845,结果证明该预测模型具有实际意义。

关键词: 装配式建筑, 高层住宅, 工程造价, 预测模型

0 引言

在建筑工程项目全生命周期中,工程造价预算贯穿其中每个关键环节。目前,经常在编制工程造价初步概算文件时经常使用的是清单定额计价法和类似工程比较法^[1]。清单定额计价法有国家相关统一制定的各类规则作为计算依据因此该方法是准确性最高的,但编制造价文件所需的时间和精力相对较多,并且在项目前期缺乏资料的情况下,其准确性也大打折扣。类似工程比较法则需要大量实际工程的积累,找出相似度较高的工程项目,但是由于每个工程的具体情况必定会有差异,因此其结果的准确性也存在不确定性。

基于上述的问题,建立一个准确性高、计算简便快捷的工程造价预测模型就显得尤为重要。工程造价预测的模型,更多的时候是可以直接用于前期概算阶段的工程价格走势预测,为其决策工程造价提供依据。在项目前期,可为决策者提供的整个项目工程造价资料有限,为了提高对工程造价模型预测的资料计算效率和数据计算速度,常常需要建立对工程造价预测的模型来对整个工程项目的前期工程造价发展情况做出预测。工程造价的影响因素其实很复杂,在建设期甚至于维护期中,组成工程造价的因素也很多。通过文献分析法和案例研究法,可以发现有一些影响因素被反复提到,将这些因素分别列出,具体为:结构类型、建筑面积、建筑高度、基础类型、基础深度、市场价格、工期和装配率等。

1 逐步回归法建立初步多元回归模型

由于影响工程造价的因素较多,各影响因素的影响程度较为平均,因此可以使用逐步回归法建立多元线性回归的装配式高层住宅工程造价预测模型。逐步回归法是一种选择回归变量,产生最优回归方程的方法。其基本做法是将可能的候选自变量逐一加入到初步建立的回归方程中去,并逐一将已有的变量进行显著性检验,再剔除不显著的变量,以提高回归模型的精确度^[2]。初步建立回归模型时,可以设立自变量的 R 的置信区间水平为 95%,显著性水平 $P \leq 0.05$,套入一般多元回归方程: $Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \varepsilon$ 。

基于装配式高层住宅项目本身特点和研究得出的各影响因素特点,可以优先考虑建立因变量(对数平方米造价 $\ln C$)和建筑总面积($\ln S$)、建筑总高度($\ln H$)、建设速度($\ln V$)、建筑造价指数($\ln A$)以及装配率($\ln L$)等之间的初步回归方程。选取上海及周边地区近 10 年竣工的 74 例典型装配式高层住宅项目的数据为例,建立预测模型,结果如下表 1 所示:

表 1 典型装配式高层住宅项目工程造价预测回归模型及参数表

| 因变量 | 回归模型 | R | 调整后 R ² | F | D-W 值 | 显著性 P | 标准误差 |
|----------------------|--|-------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| 对数平方米造价($\ln C_s$) | $\ln C_s = 4.840 + 0.329 \ln V + 0.658 \ln A + 0.236 \ln H - 0.24 \ln S + 0.012 \ln L$ | 0.586 | 0.305 | 6.305 | 1.639 | 0.014 | 0.214 |

从上表模型以及参数,可以得出以下结论:

第一,因变量为对数建安工程费($\ln C$)的回归模型中的主要影响因素为建造速度($\ln V$)、造价指数($\ln A$)、总建筑面积($\ln S$)、建筑总高度($\ln H$)和装配率($\ln L$)。对数建安工程费与自变量的相关系数 R 的值为 0.586,表明线性相关程度为一般。消除自变量个

数的影响之后,调整后判定系数 R² 为 0.305,拟合程度较低,需要进一步优化模型。

第二,由于大部分的数据符合正态分布,可以使用 F 值检验。F 检验,用于样本均数差别的显著性检验,一般来说 F 越大,表示方程越显著,拟合程度也就越好。对数平方米造价与各自变量的 F 值为 6.305,自由度为 1 和 69, $F = 6.305 > F_{1-0.05}(1, 69) = 3.981$,拟合程度好。

第三,由于数值模型的显著性指数 P 值的数值为 0.014 小于设定的 0.05,说明各自基本变量与因果自变量之间存在线性相关。

第四,由于模型的方程有截距,可以使用 D-W 值来检验变量的自相关性。平方米造价与自变量的 D-W 值为 1.639,数值接近 2,因此不存在(一阶)自相关性,说明模型的残差相对独立,模型的设计合理。

第五,装配率对于整个预测模型的影响不大。目前我国规定的装配式建筑最低装配率为 50%^[3],装配率达到 75%以上可以被认为是高装配率建筑。但是,装配率越高建筑成本也就随之升高^[4],因此大部分高层住宅建筑项目的装配率均在 50%左右,对于整个预测模型的影响也有限。

在建立预测的回归模型后,可以检验回归残值 δ 的分布和形态,来进一步确认该模型的方程的实际意义。在建立回归预测模型的基础上,可以通过剔除和增加其他相关因素对预测模型进行进一步的优化。在引入不同影响因素后,会发现预测模型的数值会有所偏差,说明拆分合适的变量和引入相关的变量对于提高预测模型准确度有一定效果。为了优化模型,提高拟合优度,还可以将建筑总面积、建筑总高度等定量因素分别根据性质进行拆分,并且引入分类型变量,提高拟合优度。除此之外,还可以对模型本身的强影响点进行分析,采取剔除强影响点的方法来提高拟合优度。拟合优度越高的预测模型可以提高预测模型的准确性,也将进一步为装配式高层住宅项目快速概算提供便利。

2 多元线性回归模型的优化

由于初步模型的判定系数 $R^2 = 0.305$,拟合程度不高,可以通过引入若干相关连续自变量和分类型变量来进行进一步改进。实际操作就是将确定的因变量对数平方米造价($\ln C_s$)和自变量,即建筑总面积($\ln S$)、建筑总高度($\ln H$)、建设速度($\ln V$)、造价指数($\ln A$)以及装配率($\ln L$)选取合适的自变量引入或移出回归模型,并进行残差检验,然后将判定系数大于初步多元回归方程的自变量引入预测模型,用以提高回归模型的拟合精度。同时,结合文献分析和案例研究可以考虑引入分类型变量,即结构类型和基础类型,以期提高模型的拟合精度。

第一类,将基础深度($\ln D$)引入初步回归模型中,即影响因素为:基础深度($\ln D$)、总建筑面积($\ln S$)、建设速度($\ln V$)、建筑总高度($\ln H$)、造价指数($\ln A$)和装配率($\ln L$),使用逐步回归法分析后,模型的调整后判定系数 $R^2 = 0.612$,比初步线性拟合回归模型的调整后判定拟合优度系数 $R^2 = 0.305$ 大幅提高,说明初步回归模型的线性拟合回归优度进一步的提升,因此基础深度对工程造价的影响程度较大。

(下转第 120 页)

| | | | |
|---|-------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| | 乐养生 | 养生思想渊源 (2)黄帝内经与音乐养生 (3)古琴与音乐养生 | 族自信; 提高学生传承中华优秀传统文化的使命感 |
| 2 | 西方的音乐治疗 | 团体音乐疗法 | 培养学生的团队意识,加强学生的责任感和团队合作精神,提升自我价值感 |
| 3 | 音乐元素的组成 | 学习合唱歌曲《我的祖国》 | 激发学生爱国情怀,培养民族自豪感,提高其责任意识 |
| 4 | 西方音乐家的音乐养生单 | 莫扎特、肖邦、贝多芬等音乐家创作背景、创作思想 | 培养学生开拓进取、勇于拼搏、用于创新的精神、拓展学生视野 |
| 5 | 中国名人的音乐养生单 | 指挥家曹鹏等名人的音乐生活故事 | 培养学生乐观积极的生活态度、勇于探索的精神 |
| 6 | 生活中的音乐养生处方 | 不同生活情境下的音乐,如失眠、焦虑等 | 激发学生正向生活的理念 |

四、结语

课程作为科学知识的重要载体,蕴含着人类对自身生活场域、真理的探寻和思索,承载着人类实践过程中所形成的认知与理论形态,最终实现人的最高意志。这些目标的达成,并不能依靠单一思维,而应遵循系统思考,抓住事物普遍联系。跨学科课程思政突破了传统思政课程与专业课程的分裂以及“孤岛式”教学的单一模式,挖掘多学科融合课程中的隐性思政元素,传授有温度、有厚度的知识。这种知识传授需要融合人文情节和实践,在育人这一个更高维度中实现互相补益。

在思想政治教育内容方面,应遵循理论性内容和实践性内容有机整合,“理论对本身的解决,只有通过实践,并借助人的实践力量,才是可能的。”在难易程度上要周密协调,循序渐进。在面对“两张皮”甚至“多张皮”的情境时,教师更应该严于律己,提高自身道德修养和人格品质,用自己的言行传递正确的情感、态度和价值观,从而影响和带动学生,从而提升思想政治教育的实效性。

参考文献:

[1] 教育部.高等学校课程思政建设指导纲要[EB/OL].中华人民共和国教育部网
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html,2020-05-28.

[2] 国务院办公厅.国务院办公厅关于加快医学教育创新发展的指导意见(国办发[2020]34号)政府信息公开专栏
http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-09/23/content_5546373.htm, 2020-09-23.

[3] 教育部.新文科建设宣言[EB/OL].中国教育新闻网
https://baijiahao.baidu.com/s?id=1682338046599301649&wfr=spider&for=pc,2020-11-03.

[4] 肖峰.论科学与人文的当代融通[M].南京:江苏人民出版社,2001: 3.

[5] 马克思,恩格斯.马克思恩格斯全集:第42卷[M].北京:人民出版社,1979: 127.

基金项目:海南科技职业大学教改项目“职业本科院校科学课程思政建设的研究与探索——以“音乐与健康”课程为例(编号:HKJG2020-13)。

(上接第118页)

第二类,将地上建筑檐口高度(lnHg)和基础深度(lnD)同时引入初步回归模型中,即影响因素为:基础深度(lnD)、总建筑面积(lnS)、建设速度(lnV)、建筑总高度(lnH)、造价指数(lnA)、装配率(lnL)和檐口高度(lnHb),使用逐步回归法分析后,模型的调整后判定系数R²=0.645,比模型1的调整后判定系数有了进一步提高,说明檐口高度对工程造价也有一定的影响,但是影响程度比基础深度要小。

表 2.1 模型情况概述(a)

| 模型序号 | 方程表达式 |
|------|---|
| 1 | lnCs=-2.659+6.307lnD-0.544lnS+0.281lnV+0.158lnH+0.493lnA-0.012lnL |
| 2 | lnCs=-3.335+5.675lnD-0.423lnS+0.186lnV+2.249lnH+0.642lnA-0.003lnL-2.063lnHb |

表 2.1 模型情况概述(b)

| 模型序号 | R | 调整后 R ² | F | D-W 值 | 显著性 P |
|------|-------|--------------------|-------|-------|-------|
| 1 | 0.799 | 0.612 | 4.375 | 1.946 | 0.040 |
| 2 | 0.821 | 0.656 | 7.228 | 1.905 | 0.009 |

根据上面的模型分析结果显示工程造价受到基础深度的影响较大,说明工程造价受到其结构选型和基础形式的影响。根据文献分析和案例的研究,样本的高层住宅建筑按结构类型分为3种:高层住宅建筑的结构选型集中在框剪结构和剪力墙结构,分别占到样本容量的37.8%和50%。框剪结构的平方米造价平均值比剪力墙结构的平方米造价大。而从标准偏差值上看,框剪结构和剪力墙结构的标准差水平基本相同,框架结构的标准差值比较小,说明结构类型对工程造价有一定影响,影响程度不大。

综合上述的模型,根据判定系数R²来判断,不考虑分类变量可以选取模型2。由于模型2是建立在以基础深度(lnD)、总建筑面积(lnS)、建设速度(lnV)、建筑总高度(lnH)、造价指数(lnA)、

装配率(lnL)和檐口高度(lnHb)这些指标上的预测模型,因此,在高层住宅建筑项目初期只要有以上数据,套用该模型就可以快速准确的得出该项目的平方米造价,再结合总建筑面积即可快速得到总造价。

3 结论

通过观察和分析装配式高层住宅建筑工程造价预测的多元线性回归模型后,可以发现以下的规律:

- 1) 预测模型是建立在所有变量的对数基础上的,因此因变量和自变量之间呈现指数对应的关系,即地上建筑面积上升时,平方米造价成指数曲线形状上升。
- 2) 对于工程造价影响具有主要直接影响因素的有:所采用的建筑面积、建筑高度、建设结构速度、工程造价指数、结构类型、基础结构形式、装配率等。按照其对于工程造价的主要影响程度的大小依次排序分别表示的是:所采用的建筑面积、建筑高度、建设结构速度、造价指数和装配率。

参考文献:

[1] 黄小雁,郑伟煌,章凌云.工程量清单计价法与定额计价法对比分析[J].长江大学学报(自科版),2013,10(31):131-133.DOI:10.16772/j.cnki.1673-1409.2013.31.054.

[2] 陆雄文.管理学大辞典[M].上海:上海世纪出版股份有限公司上海辞书出版社,2013: 795.

[3] 陶兵,邵文海,李胤松,罗妍,夏尚志.高装配率住宅建筑技术策略研判和实践[J].建筑结构,2021,51(S2):1129-1133.

[4] 韩海雷,曲小美,李绪良.装配式建筑中满足最低装配率的组合类型研究——以装配式混凝土建筑为例[J].房地产世界,2021(23):1-3.

上海城建职业学院校级科研项目成果 项目编号: cjky202219