

智能算法在超高层建筑造价精准预测中的应用研究

冷若愚

江西东津发电有限责任公司，江西九江，332400；

摘要：超高层建筑造价管控是工程管理的核心难题，其建设周期长、技术复杂度高、影响因素多元，传统造价预测方法已难以满足精准性需求。智能算法凭借强大的数据处理与非线性拟合能力，为破解这一困境提供了新路径。本文立足超高层建筑造价构成的特殊性，系统梳理造价预测的核心影响因素，深入探讨不同智能算法在造价预测中的适配性。通过对比分析算法的预测精度与应用局限，构建契合超高层建筑场景的造价精准预测模型，为工程决策提供科学依据，推动超高层建筑造价管理向智能化、精细化方向发展，助力工程领域造价管控水平的整体提升。

关键词：智能算法；超高层建筑；造价预测；精准性；工程管理

DOI：10.69979/3029-2727.25.11.092

引言

随着城市化进程加速，超高层建筑成为城市天际线的重要组成部分，在土地集约利用、城市功能集成方面优势显著。但超高层建筑建设中，受地质条件、施工工艺、材料价格波动等多重因素影响，造价失控风险居高不下。传统造价预测方法依赖经验公式或线性回归模型，难以捕捉因素间的复杂耦合关系，预测偏差较大。近年来，人工智能技术迅猛发展，神经网络、支持向量机等智能算法在处理高维数据时优势凸显。

1 超高层建筑造价预测的核心特征与困境

1.1 造价构成与动态特性

超高层建筑造价涵盖土建工程、机电安装、装饰装修、智能系统等多维度费用。这些费用并非固定不变，各要素占比会随建筑功能定位发生动态变化，比如商务办公型超高层与酒店型超高层在机电安装和装饰装修的费用占比上存在明显差异。同时，超高层建筑造价还受市场供求关系、技术革新速度、政策调整方向等多方面因素交叉影响。市场上建材价格的细微波动，技术领域新工艺的推广应用，都会直接作用于造价，使其呈现出显著的动态性与复杂性，给造价管控带来不小挑战。

1.2 造价预测核心需求

超高层建筑普遍投资规模大，少则数十亿多则上百亿，且回报周期长，通常需要数年甚至十几年才能实现投资回收。这一特点对造价预测的精准性、时效性和前瞻性提出了极高要求。精准的造价预测是投资决策阶段的重要依据，能帮助投资者判断项目可行性与预期收益。

在招投标管理中，它可为招标控制价的制定提供支撑，保障招投标过程的公平公正。在施工过程中，精准的造价预测能指导成本管控，及时发现并解决成本偏差问题，为工程全流程提供可靠的数据支撑。

1.3 传统方法的局限

传统造价预测方法如定额法、指标估算法，长期以来依赖历史数据与造价人员的人工经验。这些方法在处理常规建筑项目时具有一定适用性，但在超高层建筑领域逐渐暴露出明显局限。对于新型施工技术如模块化施工、新型材料如高性能混凝土的应用，传统方法缺乏有效的数据积累和分析机制，适应性不足。面对突发风险如疫情导致的供应链中断，传统方法也难以快速做出调整。

2 超高层建筑造价影响因素体系

2.1 工程自身特征因素

工程自身特征类影响因素是决定超高层建筑造价的基础，主要包括建筑高度、结构形式、建筑面积、功能布局等核心指标。建筑高度直接关系到施工机械的选择和施工难度的提升，高度越高，对垂直运输设备和安全防护措施的要求就越严格，相应成本也会增加。结构形式的选择同样关键，框架结构与剪力墙结构在材料用量和施工工艺上存在差异，进而影响造价。建筑面积和功能布局则决定了工程的整体规模和内部构造复杂程度，这些指标共同作用，直接决定工程的施工难度、材料用量及技术需求，是造价预测中不可或缺的基础变量。

2.2 外部环境影响因素

外部环境类影响因素涵盖范围较广,包括建材市场价格波动、区域劳动力成本、地质勘察条件、气象环境以及政策法规导向等。建材市场受供需关系、原材料价格等影响,价格时常波动,而钢材、水泥等主要建材在超高层建筑造价中占比极高,其价格变化会直接传导至工程总造价。不同区域的劳动力成本存在差异,经济发达地区劳动力成本普遍较高。地质勘察条件决定了地基处理的难度和费用,气象环境会影响施工进度,政策法规的调整则可能带来额外的成本支出,此类因素对造价的影响具有传导性与滞后性。

2.3 管理与技术因素

管理与技术类影响因素包含施工技术方案、施工企业管理水平、智能化施工设备应用程度以及供应链协同效率等。科学合理的施工技术方案能优化施工流程,减少资源浪费,降低施工成本。施工企业管理水平体现在人员调配、进度管控、质量监督等多个方面,高效的管理能提升施工效率,避免返工等问题带来的额外成本。智能化施工设备的应用能替代部分人工,提高施工精度和速度,尤其在超高层建筑复杂施工场景中优势明显。供应链协同效率则关系到建材的及时供应和成本控制,先进技术与高效管理的结合可显著降低施工成本,是造价预测中不可忽视的关键变量。

3 主流智能算法适配性分析

3.1 神经网络算法特性

神经网络算法是人工智能领域的经典算法之一,通过模拟人脑神经元的结构和工作原理,构建多层网络模型实现对数据的处理。在超高层建筑造价预测中,它能够自主学习造价数据中的复杂非线性关系,完成对特征的自动提取,无需人工进行繁琐的特征筛选。其具备较强的容错性,即使输入数据存在少量噪声,也能保证预测结果的相对稳定。同时,泛化能力使其在处理未见过的数据时也能有较好表现。但该算法也存在明显不足,模型训练需要大量数据支撑,训练周期相对较长,且网络结构中的权重、阈值等参数调整缺乏明确规律,依赖经验进行反复试验,增加了应用难度。

3.2 支持向量机算法优势

支持向量机算法基于统计学习理论,核心思想是通过构建最优分类超平面来实现对数据的分类和拟合。与神经网络算法相比,它在理论上更为扎实,能够有效处理小样本、高维数据问题,这一点在超高层建筑造价预测中尤为重要。超高层建筑项目周期长,积累的完

整造价数据相对有限,小样本学习能力恰好契合这一需求。该算法通过引入核函数,能够将非线性数据映射到高维特征空间,转化为线性可分问题进行处理,从而解决超高层建筑造价影响因素复杂的问题。其模型结构简单,参数数量较少,泛化能力稳定,不易出现过拟合现象,适合超高层建筑造价数据样本有限的场景,在中小规模造价数据预测中表现突出。

3.3 集成学习融合机制

集成学习算法并非单一算法,而是通过组合多个基学习器形成一个强大的集成预测模型。其核心逻辑是利用多个学习器的优势互补,降低单一算法可能存在的偏差与方差,从而提升整体预测性能。在超高层建筑造价预测中,常见的集成策略包括 Bagging 和 Boosting。Bagging 通过对训练数据进行随机抽样,构建多个不同的训练集,分别训练基学习器后综合结果,能有效降低模型的方差,提高预测稳定性。Boosting 则通过逐步调整样本权重,聚焦于之前预测错误的样本,提升模型的拟合能力,降低偏差。这种融合增效机制使其在处理造价多因素耦合问题时展现出突出优势,能够综合各基学习器的预测结果,得到更精准可靠的预测值。

4 造价预测模型构建路径

4.1 数据预处理与优化

数据质量直接影响预测模型的性能,在超高层建筑造价预测模型构建前,必须进行全面的 data 预处理。首先要对收集到的造价数据进行清洗,剔除重复数据,修正录入错误的数据。针对数据中的缺失值,可根据数据类型采用均值填充、中位数填充或基于相似样本的插值法进行补充。对于异常值,通过箱线图、Z-score 等方法进行识别并合理处理,避免其对模型训练产生干扰。数据预处理完成后,结合主成分分析、随机森林等特征选择方法进行特征优化。主成分分析可将高维相关特征转化为低维不相关的主成分,随机森林能评估各特征的重要性,筛选出对造价影响显著的核心因素,降低数据维度,为模型训练奠定良好基础。

4.2 模型构建与参数调优

在完成数据预处理后,需结合超高层建筑造价特征选择适配的智能算法构建基础预测模型。若数据样本量较大,可优先选择神经网络算法;若样本量有限,支持向量机算法则更为合适;若追求更高的预测精度,集成学习算法是优选。模型构建后,参数调优是提升模型性能的关键环节。可通过网格搜索法,将模型的关键参数

组合成网格,逐一测试每个参数组合的模型性能,找到最优参数组合。也可采用粒子群优化等智能优化算法,模拟粒子群的搜索行为,快速定位最优参数空间。通过迭代优化模型参数,不断调整模型结构,提升模型的拟合精度与泛化能力,确保模型在不同超高层建筑项目中都能稳定发挥作用。

4.3 融合模型构建与验证

单一智能算法在超高层建筑造价预测中各有优劣,构建多算法融合预测模型能实现优势互补。基于权重分配的融合策略是常用方法,通过分析不同算法在历史造价数据上的预测精度,为每个算法分配相应的权重,预测精度越高,权重越大。将各算法的预测结果与对应权重相乘后求和,得到最终的融合预测结果。模型构建完成后,需要进行全面的验证。采用历史数据分组测试的方法,将数据分为训练集和测试集,部分数据留作验证集。通过计算平均绝对误差、均方根误差等指标进行误差分析,评估模型的预测精度。同时,通过多次随机分组测试,验证模型在不同数据组合下的稳定性与可靠性,确保模型具有实际应用价值。

5 模型应用保障与优化

5.1 造价数据共享机制

充足且高质量的数据是智能算法模型有效运行的基础,建立完善的造价数据共享机制至关重要。依托区块链、云计算等先进技术构建工程造价数据共享平台,能够打破设计单位、施工企业、造价咨询机构等各方之间的数据壁垒。区块链技术的去中心化和不可篡改特性,可保障数据的安全性和真实性,防止数据被篡改或泄露。云计算平台则能提供强大的存储能力和计算资源,支持海量造价数据的存储和快速处理。通过平台实现各方数据的实时同步与共享,涵盖不同类型、不同区域超高层建筑的造价数据,为模型训练和更新提供丰富的数据支撑,解决数据孤岛问题。

5.2 模型动态更新调整

超高层建筑造价受市场环境、技术发展等因素影响,具有动态变化的特点,这就要求预测模型必须建立动态更新机制。结合新的工程案例与市场数据,定期对模型进行训练和优化,更新模型参数,使模型能够适应最新的造价变化规律。不同地域的超高层建筑,受当地材料价格、劳动力成本等因素影响,造价水平存在差异。不同功能类型的超高层建筑,如住宅型、商业型、办公型

等,其造价构成也各不相同。因此,需要针对不同地域、不同功能类型的超高层建筑,构建差异化的模型调整策略,对模型的参数和结构进行针对性优化,提升模型在特定场景下的预测精度。

5.3 专业人才培养

智能算法在超高层建筑造价预测中的应用,需要既懂造价管理又掌握人工智能技术的复合型人才。加强造价管理人员与人工智能技术人员的跨界培养,是推动模型落地应用的关键。通过开展专业培训、校企合作等方式,让造价管理人员学习人工智能基础理论和算法模型的基本原理,掌握模型的操作和应用方法。同时,让人工智能技术人员深入了解超高层建筑造价管理的流程和特点,熟悉造价数据的含义和应用场景。打造复合型人才队伍,促进技术研发与工程实践的深度融合,确保智能算法模型能够根据实际工程需求进行调整和优化,在实际应用中真正落地见效,发挥其应有的价值。

6 结论

超高层建筑造价精准预测是工程管理领域的重要课题,传统预测方法已难以适应复杂的造价管控需求。本文通过对超高层建筑造价预测特征与困境的分析,构建了涵盖工程自身、外部环境、管理技术的多维度影响因素体系。在对比神经网络、支持向量机、集成学习等主流智能算法适配性的基础上,提出了“数据预处理—模型构建调优—融合验证”的预测模型构建路径。研究表明,集成学习算法通过多模型融合能有效提升预测精度,更适用于超高层建筑造价预测场景。

参考文献

- [1] 黄亚均,孙海伟,梅晓峰,等.内收曲面智能爬架技术在超高层建筑中应用研究[J].土木工程与绿色建筑,2025,1(05):67-71+96.
- [2] 杨博涵.高层建筑混凝土施工工艺与质量管理研究[J].工程技术研究,2025,10(16):123-125.
- [3] 金会强.智能建造技术在超高层建筑施工中的应用研究[J].张江科技评论,2025,(07):135-137.
- [4] 王敏.超高层建筑智能化施工装备集成平台系统应用[J].居业,2025,(06):239-241.
- [5] 蔡鹏.人工智能驱动超高层建筑采光通风一体化设计的创新实践[J].中国建筑装饰装修,2025,(11):90-92.