

# 工程建设项目人工成本动态预测模型研究

余亭亭

中国水利水电第十四工程局有限公司

DOI:10.32629/bd.v9i6.4526

**[摘要]** 文章聚焦工程建设项目人工成本动态预测模型研究。理论基础涵盖多学科,分析人工成本直接、间接影响因素及动态性特征。构建以“数据输入—因素解析—预测计算—结果输出—反馈调整”为框架的模型,选用组合预测方法并设计动态调整机制。实现动态预测系统,阐述其在项目投标、施工、竣工阶段的应用,为项目人工成本管理提供精准依据与有效工具。

**[关键词]** 工程建设项目; 人工成本; 动态预测

**中图分类号:** TU723.3 **文献标识码:** A

## Research on Dynamic Prediction Model of Labor Cost in Engineering Construction Projects

Tingting Yu

Sinohydro Bureau 14 Co., Ltd.

**[Abstract]** This paper focuses on the research of a dynamic prediction model for labor costs in engineering construction projects. The theoretical foundation covers multiple disciplines, analyzing the direct and indirect influencing factors of labor costs and their dynamic characteristics. A model is constructed with the framework of "data input - factor analysis - prediction calculation - result output - feedback adjustment." A combined prediction method is selected and a dynamic adjustment mechanism is designed. A dynamic prediction system is implemented, and its application in project bidding, construction, and completion stages is elaborated, providing accurate basis and effective tools for project labor cost management.

**[Key words]** engineering construction project; labor cost; dynamic prediction

### 引言

在工程建设领域,人工成本在项目总投资中占比较大,其精准预测对项目成本控制与效益提升意义重大。然而,工程建设项目受多种因素影响,人工成本具有动态性,传统预测方法难以满足需求。本研究旨在融合多学科理论,深入分析人工成本影响因素,构建动态预测模型并实现系统,为工程建设项目人工成本动态预测提供科学方法与实践指导。

### 1 工程建设项目人工成本动态预测的理论基础

工程建设项目人工成本动态预测的理论基础涵盖多学科交叉内容,核心包括工程经济学、统计学、系统动力学及项目管理相关理论。工程经济学为人工成本的价值衡量提供依据,明确人工成本在项目总投资中的配比逻辑与效益评价标准,指导预测过程中成本与收益的关联性分析。统计学理论是预测方法的核心支撑,通过概率统计、回归分析等手段处理历史人工成本数据,挖掘数据背后的规律特征,为预测模型构建提供数据处理范式。系统动力学理论则聚焦人工成本影响因素的动态关联,将人工成本系统视为多要素相互作用的有机整体,解析各要素随时间变化的传导机制<sup>[1]</sup>。另外,项目管理中的全生命周期理论为动态

预测划定时间维度,要求预测覆盖项目投标、施工、竣工全阶段,确保预测与项目推进节奏精准匹配。

### 2 工程建设项目人工成本影响因素分析

#### 2.1 直接影响因素

工程建设项目人工成本的直接影响因素是指直接作用于人工费用核算、直接决定人工成本额度的核心要素,主要包括人工市场供需状况、人工技能水平要求、项目施工工艺复杂度及地区薪酬标准。人工市场供需关系是核心驱动因素,当建筑行业劳动力短缺时,用人单位需提高薪酬吸引劳动力,直接推高人工成本;反之,劳动力过剩则可能使人工成本趋于稳定或小幅下降。人工技能水平要求与人工成本呈正相关,高技能工种(如特种作业人员、技术管理人员)因培养周期长、技能稀缺性高,薪酬标准显著高于普通工种,直接增加人工成本总量。项目施工工艺复杂度通过影响施工效率间接作用于人工成本,复杂工艺需工人投入更多工时,且对操作规范性要求更高,易产生额外人工消耗。地区薪酬标准由地方经济发展水平、物价水平及行业政策决定,不同地区的最低工资标准、社保缴费基数差异,直接导致同工种在不同区域的人工成本存在明显差距。

## 2. 间接影响因素

工程建设项目人工成本的间接影响因素虽不直接计入人工费用核算,但通过传导机制对人工成本产生显著影响,主要包括宏观经济环境、政策法规、行业发展趋势及项目管理水平。宏观经济环境通过通货膨胀、经济周期等维度发挥作用,通货膨胀导致物价上涨,倒逼劳动力薪酬提升以维持生活水平,进而间接推高人工成本;经济繁荣期建筑市场投资活跃,项目需求增加间接加剧劳动力供需紧张,反之经济低迷期则可能缓解人工成本上涨压力。政策法规层面,社保政策、税收政策、劳动保护法规的调整直接影响企业用工成本结构,如社保缴费比例提高、劳动安全保障标准升级,会使企业除直接薪酬外的人工附加成本增加。行业发展趋势如建筑工业化、智能化转型,虽长期可能提升效率降低成本,但短期需对工人进行技能培训,增加培训投入间接提高人工成本。

## 2. 3 动态性特征分析

工程建设项目人工成本的动态性特征源于项目全生命周期内各类影响因素的持续变化,呈现出时效性、关联性及不确定性三大核心特征。时效性体现在人工成本随时间维度动态波动,不同项目阶段的影响因素权重存在差异,如投标阶段受市场行情影响显著,施工阶段则更多受现场管理及工艺调整影响。关联性表现为各影响因素相互作用形成动态传导链条,某一因素的变化会引发连锁反应,如宏观经济政策调整可能同时影响劳动力供需、薪酬标准及项目投资节奏,进而从多个维度改变人工成本水平<sup>[2]</sup>。不确定性则源于建筑行业的特殊性,自然环境变化(如极端天气导致工期延误)、政策突发调整、市场供需突变等不可预见因素,会使人工成本偏离预期值,增加动态波动的复杂性。人工成本的动态性还具有累积性特征,前期成本偏差会随项目推进不断累积,对后期成本控制产生放大效应。

## 3 工程建设项目人工成本动态预测模型构建

### 3. 1 模型设计框架

工程建设项目人工成本动态预测模型设计框架以“数据输入—因素解析—预测计算—结果输出—反馈调整”为核心逻辑,构建多维度、全流程的预测体系。数据输入层作为基础模块,整合项目基础信息(项目类型、规模、工期)、历史人工成本数据、实时市场数据(劳动力供需、薪酬标准)及政策法规数据,通过数据清洗、标准化处理确保数据质量。因素解析层基于前文影响因素分析结果,构建影响因素指标体系,采用层次分析法确定各因素权重,明确核心影响因子与次要影响因子的划分标准,为预测计算提供针对性输入。预测计算层是框架核心,结合不同项目阶段特点选择适配的预测算法,实现分阶段人工成本预测。结果输出层以直观形式呈现预测结果,包括人工成本总额、分工种成本明细、成本变化趋势曲线等。反馈调整层建立预测结果与实际数据的对比机制,通过偏差分析反向优化因素权重及预测算法参数,形成“预测—验证—优化”的闭环逻辑,确保模型预测精度持续提升,满足项目全生命周期的动态预测需求。

## 3. 2 关键方法选择

工程建设项目人工成本动态预测模型的关键方法选择需兼顾数据适配性、预测精度及动态调整需求,核心选用组合预测方法,融合时间序列分析、机器学习及灰色预测等多种方法的优势。时间序列分析法适用于处理具有明显时间规律的历史人工成本数据,通过ARIMA模型捕捉数据的趋势性、周期性特征,实现短期人工成本波动预测,尤其适配施工阶段的动态监控需求。机器学习方法以BP神经网络、随机森林算法为核心,具备强大的非线性拟合能力,可精准挖掘影响因素与人工成本之间的复杂映射关系,适用于影响因素多元、关系复杂的投标阶段成本预算编制。灰色预测方法针对数据稀缺场景,如新型项目或特殊工艺项目,可通过少量核心数据建立预测模型,弥补历史数据不足的缺陷。同时引入权重分配算法对各单一方法的预测结果进行融合,通过均方误差最小化原则确定最优权重,实现“优势互补、精度叠加”的组合预测效果,既保证常规场景的预测精度,又提升特殊场景的适应性,为动态预测提供可靠的方法支撑。

## 3. 3 动态调整机制

工程建设项目人工成本动态预测模型的动态调整机制以“实时数据驱动、阶段自适应、偏差反馈优化”为核心,确保预测结果随内外部环境变化及时更新。实时数据驱动机制通过搭建数据实时采集通道,持续获取劳动力市场实时薪酬、政策调整信息、项目施工进度及现场人工消耗数据,设定数据更新周期(如周度、月度),实现预测模型输入数据的动态刷新<sup>[3]</sup>。阶段自适应调整针对项目不同阶段的核心需求,动态优化模型参数及影响因素权重,如投标阶段侧重市场宏观因素权重,施工阶段强化现场管理因素权重,竣工阶段增加历史数据对比权重,使模型适配各阶段的成本预测特点。偏差反馈优化机制通过建立预测值与实际人工成本的偏差阈值,当偏差超过阈值时,自动触发因素重分析及算法参数优化流程,结合专家经验对预测结果进行修正。另外,构建调整效果验证模块,通过后续阶段的实际数据检验调整后的预测精度,形成“数据采集—动态调整—精度验证”的闭环机制,保障模型预测的时效性与准确性。

## 4 动态预测系统实现与应用

### 4. 1 系统架构设计

工程建设项目人工成本动态预测系统采用“分层架构、模块化设计”思路,构建由数据层、核心算法层、应用层及支撑层组成的四层架构体系。数据层作为系统基础,负责数据的采集、存储与管理,整合内部历史项目数据、外部市场数据及实时项目数据,通过数据仓库实现结构化与非结构化数据的分类存储,采用数据清洗、脱敏等技术保障数据质量。核心算法层集成前文构建的动态预测模型,包含时间序列分析、机器学习、灰色预测等多种算法模块,通过算法调度引擎实现不同场景下的算法自动匹配与组合,同时嵌入动态调整机制模块,完成预测结果的实时优化。应用层面面向用户需求,设计投标成本预算、施工成本监控、竣工后评估等功能模块,提供可视化操作界面,支持数据录入、预测计算、结果查看及报表生成等功能。支撑层提供系统

运行保障,包括硬件支撑(服务器、终端设备)、软件支撑(操作系统、数据库管理系统)及安全支撑(数据加密、权限管理、防火墙),确保系统稳定、安全运行。

#### 4.2 应用场景

##### 4.2.1 项目投标阶段: 人工成本预算编制

在项目投标阶段,动态预测系统核心应用于人工成本预算编制,为投标报价提供精准的成本依据,提升投标竞争力与报价合理性。系统通过整合项目招标文件信息(项目类型、规模、工期要求)、行业历史类似项目人工成本数据及当前市场劳动力供需、薪酬标准数据,自动调用适配的组合预测算法,精准预测项目全生命周期的人工成本总额及分阶段成本明细。针对投标阶段数据不完备的特点,系统通过灰色预测模块弥补数据缺口,结合专家输入的工艺复杂度、地区差异等关键参数,优化预测结果。同时,系统支持多方案对比分析,可模拟不同施工工艺、工期安排下的人工成本变化,为投标方选择最优施工方案提供数据支撑。通过该系统编制的人工成本预算,既避免了传统预算编制依赖经验导致的偏差过大问题,又能实时响应市场动态变化,确保预算的精准性与前瞻性,帮助投标方在保证利润空间的前提下,制定更具竞争力的投标报价。

##### 4.2.2 施工阶段: 动态成本监控与偏差预警

施工阶段是人工成本消耗的核心阶段,动态预测系统在此阶段的核心应用为动态成本监控与偏差预警,助力项目成本精准管控。系统通过现场数据采集终端实时获取施工人员出勤、工种调配、工时消耗等数据,结合施工进度计划,动态对比实际人工成本与预测成本的差异。基于预设的偏差阈值(如 $\pm 5\%$ ),当实际成本偏离预测成本超过阈值时,系统自动触发预警机制,通过界面提示、短信通知等方式告知项目管理人员。同时系统深入分析偏差产生的原因,结合动态调整机制,精准定位影响偏差的核心因素(如劳动力闲置、技能不足导致效率低下、市场薪酬突然上涨等),并生成偏差调整建议方案。管理人员可依据系统提供的分析结果及建议,及时优化施工组织方案、调整人员配置、协商薪酬标准,实现人工成本的动态纠偏<sup>[4]</sup>。另外,系统通过可

视化图表实时展示人工成本变化趋势,帮助管理人员直观掌握成本管控状况,保障项目人工成本始终处于可控范围。

##### 4.2.3 竣工阶段: 成本后评估与经验沉淀

竣工阶段,动态预测系统主要应用于人工成本后评估与经验沉淀,为后续项目成本管理提供数据支撑与经验借鉴。系统整合项目全生命周期的实际人工成本数据与各阶段预测数据,构建后评估指标体系,从预测精度、成本控制效果、影响因素识别准确性等维度进行全面评估。通过对比分析实际成本与预测成本的总偏差、分阶段偏差,总结预测模型及动态调整机制在本项目中的应用效果,识别模型存在的不足与优化方向。系统对项目实施过程中产生的人工成本管控经验(如高效的人员调配方案、有效的偏差纠偏措施)、影响因素作用规律等进行提炼与沉淀,形成标准化的知识库与案例库。这些沉淀的经验与数据将作为后续类似项目人工成本预测的重要依据,持续优化预测模型参数与成本管控策略,推动项目人工成本管理水平的迭代提升。

## 5 结束语

本研究构建的建设工程项目人工成本动态预测模型及系统,经理论分析与实际应用验证,能有效应对人工成本动态变化,提升预测精度与成本管控水平。在项目投标、施工、竣工各阶段发挥重要作用,为项目决策提供有力支持。未来可进一步优化模型,拓展应用场景,以更好地适应工程建设行业不断发展变化的需求。

### [参考文献]

- [1]叶静.关于建筑工程项目人工单价核算的相关探讨[J].中小企业管理与科技,2024(9):96-98.
- [2]张华.建筑行业人工成本管理优化路径探讨[J].现代经济信息,2020,38(4):88-90.
- [3]李徽,贾宜斌,郭志坚.市政公路建设工程项目成本管理与控制[J].工程与建设,2021,35(04):861-862.
- [4]吴艳琴,陈亨山.公路建设工程项目成本管理与控制[J].黑龙江交通科技,2020,43(12):220-221.