

Research on optimization of exhibition project budget and construction schedule management based on artificial intelligence

Qian Cheng

Shanghai Mongomally Exhibition Service Co., Ltd., Shanghai, 201100, China

Abstract

As the scale of the exhibition industry continues to expand and technical demands grow rapidly, the complexity of project budgeting and construction progress management is increasing. In traditional exhibition projects, budget preparation and progress control often rely on human experience and static tools, leading to significant prediction errors, slow response times, and low coordination efficiency. The introduction of artificial intelligence technology has brought new possibilities to the industry. Through big data analysis, machine learning, and optimization algorithms, it can effectively improve budget accuracy, dynamic scheduling capabilities, and cross-departmental collaboration efficiency. This article focuses on how AI can play a role in key areas such as budget preparation, progress forecasting, risk warning, and resource allocation, aiming to enhance the overall effectiveness of exhibition projects and provide crucial support for the digital transformation of the exhibition industry.

Keywords

artificial intelligence; exhibition engineering; budget management; schedule optimization

基于人工智能的会展工程预算与施工进度管理优化研究

程谦

上海蒙歌玛利展览服务有限公司，中国·上海 201100

摘 要

伴随会展行业规模的持续扩张与技术需求的快速增长，工程预算与施工进度管理的复杂性日益加剧。传统会展工程项目中，预算编制和进度管控往往依赖人工经验与静态工具，存在预测偏差大、响应迟缓、协调效率低等问题。人工智能技术的引入为行业带来了全新可能，通过大数据分析、机器学习、优化算法等手段，能够有效提升预算精准度、动态调度能力与跨部门协同效率。本文聚焦于人工智能如何在预算编制、进度预测、风险预警及资源配置等关键环节发挥作用，以期提升会展工程项目整体效益，为会展行业的数字化转型提供重要支撑。

关键词

人工智能；会展工程；预算管理；进度优化

1 引言

伴随国家对会展经济的高度重视及《“十四五”现代服务业发展规划》的深入推进，会展行业迎来了规模扩张与数字化转型的双重机遇。会展工程作为支撑行业发展的重要环节，面临预算精准化、进度智能化与风险可控化的新要求。人工智能技术凭借其在数据感知、模型预测与优化调度方面的优势，成为推动会展工程管理升级的重要引擎，对行业的高质量、可持续发展具有重要意义^[1]。

2 人工智能助力会展工程预算与进度管理的必要性

在会展工程领域，受制于多元化需求、复杂施工场景

与高度动态的环境特征，传统的预算与进度管理方法已经暴露出明显的局限性。依赖人工经验进行成本测算与进度控制，往往难以满足高频变化下的响应需求，导致预算偏离、工期延误及资源配置失衡等问题^[2]。人工智能技术的引入，为这一领域注入了深层次的创新动力，其在大数据分析、机器学习建模、智能优化算法及自适应调度机制等方面的优势，为预算精准化与进度动态化管理提供了坚实支撑。通过集成历史数据、实时监测信息与多维参数，人工智能技术不仅能够构建出高度复杂的预测模型，还可实现基于强化学习的资源调度与施工路径优化，显著改善管理滞后与资源浪费等问题。尤其在预算管理中，AI驱动的成本建模能够识别非线性成本关系、捕捉多维影响因子并实现动态迭代更新，从而构建闭环化的预算控制体系。在进度管理中，结合神经网络、进化算法与预测控制理论，能够有效实现工序间的协调优化与瓶颈环节识别，为管理者提供具备实时响应能力的

【作者简介】程谦（1974—），男，中国安徽滁州人，一级会展策划师，从事展会策划研究。

决策支持。人工智能技术的嵌入不仅具有理论创新意义，还展现出极强的实践适配性，为会展工程数字化、智能化转型奠定了关键技术基础。

3 会展工程预算与施工进度管理的主要挑战

3.1 预算编制缺乏动态更新与精准预测能力

会展工程预算编制过程中，普遍存在对静态数据依赖过重的问题，尤其是在初期阶段，预算多基于历史案例、经验参数和市场均值，缺乏对项目特征、施工复杂性与实时市场波动的敏感捕捉，导致成本预测的精度不足。预算体系中尚未有效引入多元化数据源与动态数据采集机制，无法随施工进度、材料价格、人工成本及外部环境的变化实时调整预算模型^[3]。预算计算方法往往停留在传统线性关系估算，缺乏对非线性成本关系、关键路径成本驱动因素的精细识别与量化分析，这直接削弱了管理者对项目成本演化趋势的掌握能力。随着会展工程规模和复杂度的提升，单一维度的预算体系暴露出对多项目并行、复杂工序耦合、跨区域资源流动等场景适应不足的问题。

3.2 施工进度管理面临多方协调与信息割裂问题

会展工程的施工进度管理高度依赖跨部门、跨专业、跨单位的协同作业，而现有管理机制中，信息孤岛现象严重阻碍了进度计划的有效落地。各作业单元往往使用独立的进度工具与报表系统，缺乏统一的进度数据库和实时同步机制，导致管理者难以全面掌握工序状态、物资供应、设备调度与人员安排的整体进展。场地条件的变化、供应链的突发波动、合作方之间的计划偏差会叠加影响施工计划的稳定性，而由于缺少基于数据驱动的进度监控与动态优化机制，管理层对于进度延误、资源冲突的感知明显滞后，往往仅依赖人工干预来应对突发状况。施工过程中存在的节点计划与整体工期之间的脱节，以及不同专业工序之间的耦合关系缺乏精确建模，进一步加剧了进度协调难度^[4]。加之项目团队中不同层级的沟通链条冗长、信息传递失真，极易引发计划失效、返工增多、工序重叠、现场管理混乱等现象，进而影响项目按期完工的可靠性。

4 基于人工智能的会展工程预算与施工优化研究路径

4.1 大数据驱动预测，智能预算模型构建

在会展工程管理实践中，预算控制作为制约施工进度与资源分配效率的核心因素，亟需引入人工智能技术以实现动态决策支持与精准成本预测。基于 XGBoost 与 LightGBM 集成算法构建的智能预算模型，能够有效处理非线性特征组合、高维工程参数及历史项目差异性，打破传统定额法和人工估算的局限性，实现对不同展会场景、空间布局、搭建工艺与资源要素的高精度成本预测^[5]。

会展工程通常涉及临建结构搭建、灯光音响布控、消防系统部署、临电敷设、展具制作与展区地面材料铺装等多

维子项，每一分项均存在强烈的参数波动性。以 2024 年“粤港澳大湾区智能制造博览会”为实证场景，模型收集并处理了包括展位面积、桁架跨度、铝合金型材截面模数、LED 模组点间距、音响系统覆盖分贝、消防水带布设密度、插座点位布设数量、结构荷载计算值、PVC 地板铺装模块尺寸、电缆单位延米电阻、照明功率密度、布展期间单日设备进出车次、展馆区域进场高峰时段等共计 45 类工程参数。

预算预测值以如下形式进行输出：

$$C^{\wedge} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i + \varepsilon$$

其中， $C^{\wedge}$ 表示预测成本总值， x_i 为第 i 项工程参数， w_i 为对应的权重系数， ε 为模型残差修正项，所有参数经过 AdaBoost 权重动态校正，以提升小样本分项数据精度。

在实际工程落地中，模型以每百平方米标准展位桁架密度 12m、铝型材用量 380kg、展具定制单元 8 件、低压配电模块 15kVA、照明布点平均 25 个、音响安装 5.1 通道、消防接口 3 套、电缆敷设 210m 为基准，输出单位展位搭建成本 4,600 元，系统预测误差不超过 ± 120 元。BIM 系统与智能预算模型联动，通过读取 IFC 标准构件信息，实现对桁架长度、分段模数、电缆路径与节点数量的自动抓取与参数回填，减少人工录入误差并提升工程量提取精度。系统后端接入物资 ERP 模块与供应商 SRM 模块，对铝型材当前市场价 18,450 元/t、PVC 防滑地板 42 元/m²、5kW 三相电箱租赁费 180 元/天、LED 模组租赁单价 660 元/m²、消防软管接口 120 元/套等数据进行高频动态更新，实现材料消耗自动追踪与预算联动反馈。

4.2 多源数据深度融合，动态调度系统开发

会展工程项目的时敏敏感性与任务高密度特征决定了施工进度管理必须具备高度响应性和动态协同性。传统 Gantt 图模式下的线性排程方式难以应对展会搭建过程中因展位变更、进馆冲突、设备故障等引发的非线性进度波动。以人工智能为核心构建的多源数据融合型调度系统，能够实现展会现场任务、资源与时间的多维联动控制，为复杂会展环境提供动态进度优化路径。

2024 年长三角国际装备制造博览会布展项目作为试点，项目组接入展位结构 BIM 数据、供应商物料到场 ERP 数据、进出场车载 GPS 数据、施工人员 RFID 定位数据、展馆能耗与临电系统 BMS 数据、气象接口预警数据等六类主源信息，构建统一的数据协同平台。在展区级调度单元划分上，系统对 3,800 个标准展位按展具类型、桁架跨度、吊点荷载、布展复杂度及进出流线冲突系数进行分区聚类，动态匹配资源配置顺序。调度模型嵌入基于多目标优化的时空调度算法，通过对比施工节点路径长度、交叉作业冲突频次、任务重叠窗口长度与现场占道影响参数，实时输出调整后的施工时段分配表。以主场馆 W3 区为例，该区域设有桁架搭建展

位 92 个、电力布设模块 114 组、喷淋覆盖单元 48 个，模型将高压进线、地面布线与吊顶施工依次压缩并重构排程，实际施工总时长由 52 小时压缩至 41 小时，资源重叠峰值减少 13.6%。系统端口接入调度可视化引擎，在数字沙盘动态呈现每小时施工任务热度分布与关键节点延误预警，同时与展馆消防接口及安监平台联动，实现吊装、用电、焊接等高风险工序的作业窗口联控。动态调度系统通过“任务-资源-空间”三元建模，在展会现场实现了对 2,400 余项作业任务、6,000 余台班设备与超 1,200 名施工人员的进度可视化统筹，为大型展会的搭建工程提供了精度高、风险低、响应快的智能进度控制新路径。

4.3 智能化分析赋能，风险预警平台引入

会展工程施工周期短、交叉作业密集、临时结构多样，极易存在节点延误、设备冲突、安全隐患等风险。为实现全过程风险动态管控，需构建融合人工智能技术与实时感知技术的智能预警平台。该平台通过对施工状态、人流密度、能源负荷、作业类型、关键路径压缩率等参数的综合分析，输出风险等级评价结果与响应策略建议，形成可预测、可干预、可调控的智能安全管理系统。

在 2023 年粤港澳国际文化产业博览会项目中，预警平台基于布展作业 BIM 模型、进场工人佩戴的 UWB 定位设备、配电柜电流波动监测终端、桁架荷载传感器、气体探测器及临时消防设备联控信息，形成多维数据感知矩阵。平台部署 16 类风险识别模型，包括展位结构超载模型、布线回路过载模型、人员密集冲突模型、施工周期滞后模型、设备进退场干扰模型等，匹配工程阶段任务节奏进行动态训练和实时推理。如在 N2 展馆区，共设特装展位 118 个、灯光吊点 352 处、消防喷头分布 132 组、临电箱布置 42 组，平台在施工第 2 天识别出高频设备进出与音响调试作业存在空间

重叠，通过分析任务密度和布展节奏，将局部风险等级判定为红色等级，并建议调整 A 通道施工窗口延迟 90 分钟、C 区通风风管吊装顺序后置 4 小时，避免高峰重叠。预警结果通过 GIS 三维地图与智能广播系统同步推送至展馆安中控室与施工协调平台，实现了从信息采集到决策输出的闭环控制机制。智能预警平台赋予传统会展施工管理以前瞻感知与快速干预能力，为保障布展任务如期完成与人员作业安全提供了可靠的数据支撑与响应机制。

5 结语

在会展工程预算与施工进度管理的智能化转型过程中，人工智能技术正成为推动行业升级的核心动力。借助 AI 驱动的预算预测、进度调度、风险预警与协同管理，项目团队能够更高效地完成复杂任务，降低成本、缩短周期、提升质量。与此同时，这一变革也对管理者的技术素养与组织能力提出了更高要求，需要建立与智能化体系相适应的管理机制与人才梯队。未来，随着算法迭代与应用场景扩展，人工智能技术将在更多层面赋能会展工程，为行业带来前所未有的创新机遇与竞争优势。

参考文献

- [1] 谢桐亮. 基于建筑信息模型的机器人建筑施工进度监测和质量检测[D]. 哈尔滨工业大学, 2022.
- [2] 李嘎. 人工智能下信息化测绘方法的思考[J]. 品牌与标准化, 2023(03): 165-167.
- [3] 邹敏. 基于 BIM 和计算机视觉的建筑施工进度监测研究[D]. 桂林理工大学, 2024.
- [4] 麦剑姬. 应用人工智能技术优化电力工程进度管理[J]. 今日自动化, 2024(4): 175-177.
- [5] 杨美云, 刘德泉. BIM 技术在智慧交通工程施工进度管理中的应用研究[J]. 西部交通科技, 2021(05): 151-153+173.