

人工智能在建筑工程定额测定中的应用分析

朱威威

中交二航局第四工程有限公司，安徽 芜湖 241000

DOI:10.61369/ME.2024080039

摘要： 当前日益广泛的是人工智能技术在建筑工程领域的应用，文章以雄忻高铁雄安新区地下段土建工程为研究对象，深入分析了人工智能在施工进度、人工成本、材料成本和机械使用成本等方面的定额测定应用情况，且提出了基于人工智能的智能化定额测定方法，旨在提高定额测定效率与精度，以此达成工程管理的降本增效以及智能管控的目的。

关键词： 人工智能；建筑工程；定额测定

Analysis of the Application of Artificial Intelligence in the Determination of Construction Engineering Quotas

Zhu Weiwei

China Communications Second Highway Engineering Bureau Fourth Engineering Co., LTD. Wuhu, Anhui 241000

Abstract： At present, the application of artificial intelligence technology in the field of construction engineering is increasingly widespread. This article takes the civil engineering project of the underground section of Xiongxin High-Speed Railway in Xiongan New Area as the research object, deeply analyzes the application of artificial intelligence in quota determination in aspects such as construction progress, labor cost, material cost and machinery usage cost, and proposes an intelligent quota determination method based on artificial intelligence. The aim is to enhance the efficiency and accuracy of quota determination, thereby achieving the goals of cost reduction and efficiency improvement as well as intelligent control in project management.

Keywords： artificial intelligence; construction engineering; quota determination

引言

随着建筑工程规模与复杂程度不断提高，传统定额测定方法难满足高效精准完成测定工作需求的情况下，引入人工智能技术并利用其在数据处理、模型构建、优化决策等方面优势，对于提升定额测定水平以适应行业发展需求意义重大，文章重点对人工智能在建筑工程定额测定中的应用实践及未来发展趋势加以探讨。

一、建筑工程定额的基本概念与分类

（一）定额的定义与作用

建筑工程定额是指在一定生产条件下完成单位数量的建筑工程需要消耗的人工、材料、机械等各种生产资源的标准数量，是编制施工成本、确定造价信息以及建筑项目管理的重要依据。定额所反映的物耗和工耗数量，不仅是工程量清单计价招投标的基本依据，也是施工企业控制成本、提高效益的重要工具^[1]。

（二）定额的主要类型

1. 施工定额：施工定额是以施工现场为依据，根据实际施工条件和工艺方法等因素，通过定额测定所得出的各项施工消耗量的标准。施工定额的编制需要大量的实测数据，通过科学的统计分析，最终确定各分项工程的人工、材料、机械消耗量。

2. 预算定额：预算定额是以施工图预算为对象，在施工定额

的基础上，根据设计要求、施工条件、市场价格等因素进行调整编制而成的定额，其主要用于编制工程预算书，是确定建设项目投资的重要依据。

3. 概算定额：概算定额是以设计概算为对象，在预算定额的基础上，根据设计概算深度、项目规模、建设地区等因素进行简化和调整编制而成的定额。概算定额主要用于编制设计概算，为建设项目决策提供重要参考。相对于预算定额，概算定额在编制过程中需要更多地考虑项目建设的宏观因素和不确定性因素。

二、人工智能应用于建筑工程定额测定的必要性

（一）是提高测定效率的需要

随着建筑工程项目规模不断扩大且复杂程度日益提高的状况，传统人工测定方式难以满足快速、高效完成定额测定工作需

求的情形凸显，而引入人工智能技术可凭借机器学习算法自动分析海量历史数据及实时采集的现场数据，以此快速识别关键影响因素并建立精准的定额测定模型，且 AI 系统能 24 小时不间断运行的情况，可极大提高测定效率、缩短测定周期，进而为工程项目顺利实施提供有力保障^[2]。

（二）是适应行业发展的需要

当前，建筑业正处在数字化转型的关键时期，BIM、物联网、大数据等新兴技术的广泛应用，为定额测定工作提供了海量的结构化和非结构化数据。传统测定方法难以有效处理利用这些数据的情况下，可由人工智能充分挖掘数据价值以实现数据驱动的智能测定，且人工智能还能与其他信息化系统无缝对接，进而促进建筑业各环节协同优化，推动行业数字化、智能化发展。

（三）是提升测定精度的需要

定额测定准确性对工程造价合理性及施工成本可控性有直接影响，人工测定因难免受主观因素影响易出现偏差失误，而人工智能可排除人为干扰，能客观、全面分析影响定额各项因素并建立精准数学模型以显著提高定额测定科学性与准确性，且 AI 系统还可通过不断积累的工程案例数据持续学习优化来进一步提升测定精度，从而为建筑工程项目高质量管理提供可靠依据。

三、人工智能在建筑工程定额测定中的应用——以雄忻高铁雄安新区地下段土建工程为例

（一）工程项目概况

雄忻高铁雄安新区地下段土建工程及相关配套工程 6 标段作为国家“八纵八横”高速铁路主通道中京昆通道的重要组成部分，其工程总合同额达 26.02 亿元人民币，规模庞大，计划于 2023 年 3 月 30 日正式开工且在 2026 年 3 月 29 日完成全部工程，工期长达 3 年，本标段工程内容丰富，涵盖铁路隧道、市政桥梁、道路、管廊、地下空间等多个子项目，施工难度高技术复杂，给项目管理带来了极大挑战。

（二）人工智能在定额测定中的具体应用

1. 施工进度定额的智能测定：针对本项目的复杂性和工期紧张性，项目引入基于计算机视觉和深度学习的智能进度监控系统，该系统通过在施工现场部署高清摄像头，实时捕捉施工作业画面，利用目标检测和语义分割等算法，自动识别不同施工环节的作业情况，如钢筋绑扎、模板安装、混凝土浇筑等，系统还能通过目标跟踪技术，精确计算各工序的实际工作量和完成速度。在此基础上，系统结合 BIM 模型中的工程量信息、劳动力和材料供应计划等因素，使用长短期记忆神经网络（LSTM）等时序预测算法，动态预测后续施工进度，并根据实际情况自动调整进度定额^[3-4]。与传统人工巡检和进度统计方式相比，这种智能化的进度定额测定方式可提供更加准确、实时、全面的数据支撑，大幅提升了进度管控效率和精度。

2. 人工成本定额的精确计算：为精确计算本项目的人工成本定额，项目应用了融合人脸识别、行为识别等多项人工智能技术的智慧劳务管理系统。一方面通过在施工现场部署人脸识别闸机

和智能安全帽，系统可自动采集各工种作业人员的出勤情况，并使用深度学习算法准确识别不同工种；另一方面系统利用计算机视觉技术对人员的施工行为进行分析，判断其是否处于正常工作状态，据此记录有效工时，同时系统还与劳务管理平台对接，获取各工种的人工单价信息，自动核算人工成本定额。这种人机协同的智能人工定额测定方式，较传统人工统计更加准确高效，有效规避了人为错误和数据遗漏，使项目人工成本控制更加精细化、数字化。

3. 材料成本定额的精细化管理：材料成本管理对本项目这种大型土建工程至关重要。项目利用物联网和机器学习技术，对材料采购、运输、存储、使用等环节实施精细化管理：在料场和仓库安装 RFID 电子标签，对材料进出场进行自动登记；在运输车辆上安装 GPS 定位器，实时掌握材料流向；在塔吊、料斗等设备上安装智能称重传感器，精准计量材料使用量。海量材料管理数据通过物联网汇聚至智慧工地平台，借助机器学习算法进行数据挖掘分析，准确预测材料用量，优化采购和库存策略，并基于大数据分析择优选择材料供应商。此外，系统还能基于计算机视觉技术，对施工现场的材料堆放和使用情况进行智能监测，及时发现浪费和违规行为。

4. 机械使用成本定额的优化：在本项目的隧道、基坑等大型土建工程中采用人工智能技术对机械设备实施全生命周期智慧管理，通过在塔吊、挖掘机、盾构机等主要设备上安装多传感器智能终端，采集设备的工况参数，如能耗、转速、压力等高频时序数据，结合设备的作业量、维修记录等结构化数据，借助机器学习算法进行多维度建模分析，实时评估设备的作业效率和健康状态，一旦监测到效率低下或故障征兆，系统可自动预警并生成优化决策，指导设备调度和维护。同时，系统还能通过强化学习算法，在海量历史数据中持续学习和优化，探索适合不同施工环境的最佳机械作业参数组合，最大限度提升机械化效率、降低使用成本。

（三）应用中发现的问题与解决方案

1. 定额数据采集与标准化问题

在本项目建设过程中定额数据采集与标准化是应用人工智能技术进行定额测定时遇到的一个突出问题。由于本项目涉及多个专业工种和施工环节，不同来源的数据格式、精度、时效性等差异较大，给数据集成和应用带来困难。为解决这一问题，项目组加强了数据采集设备的规范化配置，统一了数据接口和传输协议，还开发了数据标准化处理模块，通过人工智能算法对异构数据进行清洗、转换和关联，建立了跨专业、跨系统的定额数据中心，为后续定额测定奠定了数据基础。

2. 定额测定模型的适用性问题

工程定额测定的核心是根据工程特点选用合适的定额模型，但本项目建设难度大，地质条件复杂多变，传统定额模型很难完全匹配。项目组发现，单纯采用统计学方法难以应对施工现场的动态变化，而粗放的经验系数法又无法满足精细化管理要求。为此，项目组创新性地融合了人工智能中的深度学习技术，构建了一套自适应的智能定额测定模型，该模型能够持续学习施工过程

数据,自动优化模型参数,不断提高定额测定的准确性和适用性。实践表明智能模型能够较好地适应本项目的复杂施工环境。

3. 定额动态调整机制问题

建筑工程施工这一动态变化过程中,影响定额的因素错综复杂致使单一静态定额标准难适应实际需求,在本项目智慧工地应用时项目组遇到定额动态优化问题,针对此问题项目组充分发挥人工智能的数据挖掘与预测优势建立定额动态调整机制,其经实时采集分析人工、材料、机械、环境等多源数据可智能预测定额变化趋势并结合施工进度、成本控制目标等约束条件利用启发式优化算法自动调整定额参数,同时还能依据反馈数据不断修正优化策略,如此人工智能驱动的定额动态管理模式提高了定额测定的灵活性与时效性。

(四) 应用效果

通过在本项目中应用人工智能技术进行定额测定,取得了显著的效果,主要体现在降本增效和智能管控两个方面。一方面智能化的定额测定大大提高了定额编制的效率和精度,优化了人工、材料、机械等生产要素的配置,有效控制了工程成本,实现了降本增效的目标,与传统定额管理模式相比,应用智慧工地系统后,人工成本节约8%,材料成本节约5%,机械成本节约12%,综合成本节约7%,效益提升明显;另一方面人工智能与定额管理的深度融合,实现了工程全要素、全过程、全方位的智能管控,系统通过持续集成工程大数据,形成了完整的数字孪生模型,使项目管理者能够实时洞察施工动态,预判风险隐患,优化资源配置,提高了现场管理水平。同时,智慧工地平台还为各参建方提供了数据共享和业务协同的载体,促进了跨专业、跨组织的高效协作,提升了建设管理的整体效能。

四、人工智能在建筑工程定额测定中的未来发展趋势

(一) 智能化平台的构建

随着人工智能、大数据、云计算、物联网等新一代信息技术

快速发展的态势,智能化成为建筑工程管理必然趋势的情况已然形成。未来,人工智能进一步深度融合进建筑工程定额管理各个环节的进程会推动智能化管理平台构建。这种智能化管理平台集成BIM、CIM、ERP等多源异构数据的情形下,通过人工智能算法实现数据自动采集、清洗、关联和分析的操作,进而形成工程全生命周期数字孪生模型的结果。基于该模型的平台可实现智能生成定额文件、动态优化资源配置、实时监控施工进度与成本偏差、预判风险隐患并提供优化决策建议等功能,且智能化平台还将提供可视化、交互式管理界面以支持各参建方移动办公与远程协同从而大大提高定额管理的效率与效能,而智能化管理平台的构建当属建筑工程定额管理的重要发展方向^[5-7]。

(二) 定额测定标准的智能化更新

当前,建筑工程定额测定主要依据国家和地方颁布的定额标准,这些标准通常几年更新一次,滞后于建筑技术和市场的快速变化,难以适应建筑工程管理的精细化、动态化要求。未来有望通过人工智能突破这一瓶颈以实现定额测定标准的智能化更新,即借助持续采集和分析全国范围内建筑工程大数据,让人工智能系统可自主学习发现定额标准与实际情况的偏差进而自动生成定额修订建议。同时,人工智能可结合不同地区、不同类型工程特点的智能生成更加精细化、个性化的定额标准,在技术层面充分利用知识图谱、迁移学习等人工智能前沿技术实现智能化更新以不断优化定额知识库和计算模型,进而实现定额测定标准的智能化更新极大提升定额的科学性、准确性和时效性^[8-10]。

五、结束语

综上所述,以人工智能技术与建筑工程定额测定的深度融合为依托,实现了定额编制效率和管理精度的有效提升,达成工程管理降本增效及智能管控之成效。未来,构建智能化管理平台以及智能化更新定额测定标准,会成为建筑工程定额管理的重要发展方向,为建筑业数字化转型及高质量发展给予有力支撑。

参考文献

- [1] 武赞. 基于无人机航拍图像识别技术的路基工程定额测定试验研究[J]. 铁路工程技术与经济, 2021.
- [2] 杜欣芮. 基于神经网络方法测定企业定额[D]. 兰州交通大学, 2022.
- [3] 房月. 公路工程补充预算定额编制与测定技术[J]. 交通世界, 2018(14): 2.
- [4] 王琼. 面向人工智能的建筑工程造价计算性模式研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2021(04): 120-124.
- [5] 吴仁有. 基于公路工程施工水平视角下的定额测定对象选择方法分析[J]. 写真地理, 2020, 000(018): P.1-1.
- [6] 王旭. 人工智能技术在智能建筑中的应用[J]. 江苏建材, 2024(02): 124-126.
- [7] 龙义夫. 建筑工程领域中人工智能技术对施工管理的影响[J]. 建设科技, 2024(18): 27-29+33.
- [8] 步跃超. 浅谈公路工程“四新”定额测定及其在公路建设“三年决战”期间的的作用[J]. 黑龙江交通科技, 2012(1): 1.
- [9] 何印. 基于人工智能技术的建筑工程造价估算研究[J]. 建材与装饰, 2018(28): 152-153.
- [10] 高伟峰. 人工智能技术在建筑施工中的运用[J]. 建筑科学, 2022(11): 177.