

数字化技术在土木工程施工管理中的应用

闫丹丹

宁夏浩捷工贸有限公司 宁夏 吴忠 751100

摘要：随着信息技术的飞速发展，数字化技术已广泛应用于各行各业，土木工程领域也不例外。本文旨在探讨数字化技术在土木工程施工管理中的应用，分析其对提升项目管理效率、降低成本、提高工程质量与安全等方面的作用。通过文献综述与理论分析，本文阐述了数字化技术的核心构成、应用现状以及未来发展趋势，旨在为土木工程领域的数字化转型提供理论参考。

关键词：数字化技术；土木工程；施工管理；效率提升；质量控制

引言

土木工程施工管理涉及项目规划、资源调配、进度控制、成本控制、质量与安全监督等多个方面，是一个复杂而系统的过程。传统管理方式往往依赖于人工经验和纸质文档，难以实现信息的即时共享与高效处理。数字化技术的引入，为土木工程施工管理带来了新的变革机遇，通过数据集成、智能分析与决策支持，显著提升了管理效能。

1 数字化技术概述

数字化技术作为当代信息技术的重要组成部分，正深刻地改变着各行各业，特别是在土木工程施工管理领域。其核心组成部分包括但不限于以下几个方面：

1.1 信息建模技术（BIM）

BIM技术不仅仅是简单的三维建模工具，它是集成了建筑项目全生命周期内所有相关信息的数字化表达。通过BIM，项目团队可以创建一个详尽、精确的三维建筑模型，该模型不仅包含了建筑物的几何信息，还涵盖了结构、机电、材料、成本、进度等多维度信息。这一特性使得BIM在项目设计、施工、运维等各个阶段都能发挥重要作用。在施工阶段，BIM能够协助进行碰撞检测、施工进度模拟、材料追踪等，有效减少设计变更和返工，提升施工效率和质量。

1.2 物联网（IoT）

物联网技术通过部署在施工现场的各类传感器、RFID标签、摄像头等设备，实时采集环境参数、设备状态、人员位置等关键信息，并通过无线网络传输至云端或本地服务器进行处理。这种技术使得远程监控与实时反馈成为可能，项目管理者可以随时随地获取现场情况，及时发现问题并采取措施^[1]。同时，物联网还促进了施工现场的智能化管理，如智能门禁、环境监测、设备维护等，提高了管理的精细度和效率。

1.3 大数据分析

在土木工程施工过程中，会产生大量的数据，包括施工进度数据、质量检查数据、材料消耗数据等。大数据分析技术能够处理这些海量数据，通过数据挖掘、关联分析、预测模型等手段，发现数据背后的规律和趋势，为项目管理者提供决策支持。例如，通过分析历史项目数据，可以预测当前项目的成本超支风险；通过关联分析，可以发现影响施工进度的关键因素，从而制定针对性的改进措施。

1.4 云计算

云计算技术为土木工程施工管理提供了强大的数据存储与计算能力。通过云计算平台，项目团队可以轻松实现数据的集中存储、备份与共享，避免了数据孤岛现象的发生。同时，云计算还支持多用户协同作业，不同角色的人员可以基于云端平台同时编辑文档、查看图纸、讨论问题，大大提高了沟通效率和团队协作能力。此外，云计算还提供了弹性伸缩的计算资源，根据项目需求灵活调整计算能力，降低了IT成本。

1.5 人工智能与机器学习

人工智能与机器学习技术在土木工程施工管理中的应用日益广泛。通过训练机器学习模型，可以自动化处理一些重复性的任务，如文档审核、质量检查等，减轻人工负担并提高处理速度。同时，机器学习还可以预测项目风险，如成本超支、进度延误等，为项目管理者提供预警信息。此外，人工智能还可以辅助进行资源配置优化，通过分析历史数据和当前情况，自动调整资源分配方案，实现资源的高效利用。

2 数字化技术在土木工程施工管理中的应用

2.1 项目规划与设计优化

在土木工程施工管理的初期阶段，数字化技术，尤其是BIM（建筑信息建模）技术，扮演着至关重要的角

色。BIM技术通过创建三维数字模型，为项目团队提供了一个高度仿真、信息丰富的虚拟环境。在这个环境中，设计团队可以对建筑结构的每一个细节进行精确模拟，包括结构承重、材料性能、空间布局等，从而在设计阶段就预见到潜在的问题和冲突，有效减少后期设计变更的发生。此外，BIM模型集成了项目的全生命周期信息，从设计到施工再到运维，各阶段的数据均可在模型中无缝流转。这种信息集成特性使得项目团队能够基于历史项目数据，进行深入的数据分析，识别出影响施工效率和质量的关键因素。通过对比不同设计方案的成本效益、施工难度及潜在风险，项目团队能够制定出更加合理、经济的施工计划与资源配置方案^[2]。具体而言，BIM技术能够模拟施工进度，预测资源需求，帮助项目管理者提前规划材料采购、设备租赁及人员调配。同时，通过BIM的碰撞检测功能，可以自动识别并解决设计中存在的空间冲突和结构问题，避免施工过程中的返工和延误。这些措施不仅提高了设计效率与质量，还显著降低了项目成本，为项目的顺利实施奠定了坚实基础。

2.2 进度与成本控制

在土木工程施工管理中，进度与成本控制是项目成功的关键要素。数字化技术通过集成多种技术手段，实现了对施工进度与成本的精准监控与动态调整。物联网（IoT）技术在此领域发挥着不可替代的作用。通过在施工现场部署各类传感器和RFID标签，物联网系统能够实时采集材料库存、设备运行状态及人员工作效率等关键数据。这些数据随后被传输至中央处理平台，经过大数据分析，项目管理者可以清晰地了解当前施工进度与成本消耗情况，并快速识别潜在的问题区域。例如，当材料库存低于安全阈值时，物联网系统能够自动触发预警机制，提醒采购部门及时补充，避免因材料短缺导致的停工待料现象。同时，通过对设备使用状态的实时监控，项目团队可以合理安排设备维护与保养计划，避免设备故障导致的生产停滞和成本增加。此外，大数据分析技术还能够帮助项目管理者预测项目偏差。通过对历史项目数据的深入挖掘，结合当前项目的实际情况，大数据分析模型能够识别出影响进度的关键因素，并预测未来可能的延误风险。基于这些预测结果，项目管理者可以及时调整施工计划，采取相应措施，确保项目按时按质完成。

2.3 质量与安全管理

在土木工程施工管理中，质量与安全是两大核心要素，直接关系到项目的成功与否。数字化技术的应用，特别是物联网技术和大数据分析，为施工现场的质量与

安全管理带来了革命性的变化。无人机巡检作为一种高效、灵活的监测手段，正逐渐成为施工现场质量与安全管理的标配。无人机搭载高清摄像头和传感器，能够对施工现场进行全方位、无死角地巡查，及时发现并记录下隐蔽角落的安全隐患和质量问题。这种非接触式的巡查方式不仅提高了检查效率，还减少了人员进入危险区域的风险。智能穿戴设备则为施工人员提供了实时的健康与安全监测。这些设备能够监测工人的心率、血压等生理指标，并在发现异常时立即发出警报，防止工人因身体不适而引发安全事故。同时，智能穿戴设备还具备定位功能，能够在紧急情况下迅速定位被困人员，为救援工作争取宝贵时间。大数据分析则进一步提升了质量与安全管理的前瞻性。通过对历史项目数据、施工现场实时监控数据以及外部环境数据（如气象数据）的综合分析，大数据分析模型能够识别出潜在的质量问题与安全隐患，为项目管理者提供预警信息^[3]。基于这些预警信息，项目团队可以提前制定应对措施，避免问题的发生或将其影响降至最低。这种以数据为驱动的质量与安全管理方式，显著提升了施工现场的整体管理水平。

2.4 沟通与协作效率提升

在土木工程施工管理的复杂环境中，高效的沟通与协作是确保项目顺利推进的关键因素。数字化技术，特别是云平台 and 移动应用的广泛应用，为项目团队成员构建了一个无缝连接的沟通与合作平台，极大地提升了沟通效率与协作水平。云平台作为数据存储与处理的中心，实现了项目信息的集中管理与实时共享。项目团队成员可以通过云端访问权限，随时随地查看项目文档、设计图纸、施工进度报告等关键资料，确保信息的透明度和一致性。这种信息同步机制消除了信息孤岛，减少了重复劳动，提高了决策速度。移动应用则进一步打破了时间与空间的限制，使得项目团队成员能够利用碎片时间进行高效沟通与协作。无论是现场施工人员、技术人员还是管理层，都可以通过移动应用接收任务指令、汇报工作进展、参与视频会议等。这种即时通信能力不仅加快了问题解决的速度，还增强了团队成员之间的信任与默契。此外，云平台和移动应用还支持多用户协同作业。不同职能的团队成员可以在云端平台上共同编辑文档、标注图纸、讨论问题，实现工作流程的无缝衔接。这种协同工作方式减少了信息传递的误差与延误，提高了执行效率，确保了项目目标的顺利实现。

3 面临的挑战与应对策略

3.1.1 数据安全性问题

随着数字化技术在土木工程施工管理中的深入应

用,大量敏感数据(如设计图纸、施工合同、成本信息等)被数字化并存储在云端或本地服务器中。然而,这些数据面临着被非法访问、篡改或泄露的风险,一旦发生安全事件,将对项目造成不可估量的损失。为了应对这些挑战,项目团队需采取一系列严格的安全措施。首先,应建立完善的数据加密机制,采用先进的加密算法对敏感数据进行加密处理,确保数据在存储与传输过程中的安全性^[4]。其次,加强访问控制管理,实施严格的身份认证与权限分配策略,防止未经授权的人员访问数据。同时,定期进行安全审计与漏洞扫描,及时发现并修复潜在的安全隐患。此外,还应加强员工的安全意识培训,提高其对数据安全重要性的认识,减少因人为因素导致的数据泄露风险。

3.1.2 技术成熟度不足

在土木工程施工管理的数字化转型过程中,技术成熟度不足成了一个显著挑战。具体而言,BIM技术虽已广泛应用于项目规划与设计阶段,但其在不同软件平台间的兼容性问题却日益凸显。由于各软件厂商采用的技术标准与数据格式不尽相同,导致BIM模型在跨平台共享与协作时常常出现数据丢失、格式错乱等问题,严重影响了书目信息的准确性和一致性。此外,物联网设备在施工现场的应用也面临着稳定性与可靠性的考验。施工现场环境复杂多变,对物联网设备的抗干扰能力、耐用性和数据传输稳定性提出了更高要求。针对这些问题,项目团队需采取积极措施加以应对。一方面,加强与软件开发商的合作与沟通,推动BIM技术标准的统一与数据格式的兼容,提高BIM模型在不同平台间的互操作性。另一方面,严格筛选物联网设备供应商,选择技术成熟、性能稳定的产品,并加强设备的维护与保养工作,确保其在施工现场的可靠运行。同时,项目团队还应持续关注新技术的发展动态,积极引进新技术、新设备,提升项目管理的智能化水平。

3.1.3 人才短缺

在土木工程施工管理领域,数字化技术的快速推进与广泛应用,对人才的专业素养提出了更高要求。当前,市场上普遍存在的一个显著问题是,既具备深厚土

木工程专业知识,又精通数字化技术的复合型人才严重短缺。这种人才短缺现象,直接制约了数字化技术在该领域的深入融合与高效应用。具体而言,这类复合型人才需要掌握土木工程领域的核心技术与知识,如结构设计、施工管理、成本控制等;同时,还需具备扎实的数字化技术基础,包括数据分析、软件开发、物联网应用、云计算与大数据处理等能力。然而,目前的教育体系与培训体系往往难以同时满足这两方面的需求,导致市场上此类人才供给不足。此外,随着技术的不断进步和更新,数字化技术在土木工程施工管理中的应用也在不断深化和拓展。这就要求从业人员不仅要具备现有的知识技能,还要具备持续学习和适应新技术的能力。然而,由于人才短缺,许多项目团队在推进数字化转型时面临着人才储备不足、培训成本高昂等难题。因此,为了破解这一瓶颈,企业、教育机构及政府等相关方需共同努力,加强人才培养与引进工作。通过优化教育结构、完善培训体系、建立激励机制等措施,吸引更多优秀人才投身于土木工程与数字化技术的交叉领域,为行业的持续发展注入新的活力。

结语

数字化技术在土木工程施工管理中的应用,不仅革新了传统管理模式,还极大地提升了项目管理的效率与质量。未来,随着技术的不断成熟与应用场景的拓展,数字化技术将在土木工程领域发挥更加关键的作用,推动行业向智能化、精细化方向转型。

参考文献

- [1] 据云杰.试论信息技术在土木工程建设中的应用[J].信息记录材料,2021,22(03):82-83.
- [2] 王晟宇,黄明知,常欣茹,等.信息技术在土木工程中的应用——以中泰铁路为例[J].城市建筑,2021,18(32):173-175.
- [3] 寇佛真.信息技术在土木工程建设中的应用研究[J].住宅与房地产,2019,(21):185-190.
- [4] 杨秀娟.土木工程信息技术的发展研究[J].现代信息科技,2019,3(13):195-196.