

基于 BIM 和物联网技术的施工成本管控研究

胡星炜

中国葛洲坝集团路桥工程有限公司

摘要：随着建筑行业的不断发展和技术的进步，基于BIM和物联网技术的施工管理日益成为关注的焦点。这种技术结合为路桥工程项目的管理和执行提供了全新的思路和方法。在建筑项目的全生命周期中，施工成本管控一直是一个至关重要的问题，直接影响着项目的进度、质量和利润。因此，如何利用先进的技术手段实现对施工成本的有效管控和优化，成为当前建筑行业面临的一个重要挑战。基于此，本文结合BIM和物联网技术在湖北宜昌西陵民生、四川泸州六桥、湖南G59新高速、漯河107国道、湖北武阳公路等公路项目部的应用，阐述了其在施工管理中的作用和优势。重点讨论了BIM和物联网技术结合的优势，并提出一套完整的基于BIM和物联网技术的施工成本管控框架，以期能为建筑项目的成本管控提供科学依据和有效支持。

关键词：BIM；物联网；施工成本

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.18.093

一、BIM 技术应用现状

（一）BIM 在建筑行业的应用现状

BIM作为一种数字化建模技术，在建筑行业的应用已经成了行业发展的主流趋势。其应用覆盖了建筑设计、施工管理、运营维护等全生命周期的各个环节。在建筑设计阶段，BIM技术可以实现多学科信息的集成，通过可视化模型展现建筑结构、设备布置、管道走向等细节，帮助设计师更好地理解 and 协调各种设计方案。在施工管理方面，BIM技术提供了全方位的信息支持，包括施工进度管理、资源调配、碰撞检测等功能，有效提高了施工效率和质量。同时，BIM在施工过程中还能够实现实时监测和数据分析，有助于及时发现和解决施工中的问题，减少延误和浪费。此外，BIM技术还在建筑运营与维护阶段发挥重要作用，通过建立建筑设备管理系统，实现对建筑设备状态的监测和维护计划的优化，延长设备的使用寿命，降低运营成本^[1]。BIM技术已经成为建筑行业的重要工具，不仅提升了建筑设计和施工管理的效率，还为建筑的全生命周期管理提供了可靠的技术支持，对于推动建筑行业的数字化转型和智能化发展具有重要意义。

（二）BIM 在施工成本管控中的作用

BIM技术通过建立三维模型实现了对施工过程的全面可视化，为建筑施工管理提供了强大的工具和支持。在四川泸州六桥项目部通过建立真实的三维模型，施工

管理者可以直观地了解大桥的结构和布局，预见潜在的问题和障碍，从而在施工前阶段做出更加准确和合理的计划。这种可视化的优势有助于避免因施工不当而引起的额外成本支出。同时BIM模型集成了各种相关数据，使得施工管理更加精准高效。施工管理者可以利用BIM技术实时监控施工进度和资源使用情况。通过对模型中的数据进行分析，可以及时调整施工计划，避免资源浪费和施工延误，从而有效控制了施工成本。此外，BIM技术还能够实现施工过程中的碰撞检测和冲突分析。通过对模型中各个构件的空间关系进行分析，可以提前发现设计错误或者施工冲突，从而避免了因此而引起的额外成本和延误。这种预防性的措施有助于确保施工过程的顺利进行，同时也为成本控制提供了重要的保障。最重要的是BIM模型的成本估算和预测为施工管理者提供了重要的数据支持。施工管理者可以利用BIM技术模拟不同的施工方案，进行成本风险评估和优化。这使得施工管理者可以更加准确地估算施工成本，并在施工过程中及时做出调整，从而最大限度地降低了施工成本^[2]。

二、物联网技术应用现状

（一）物联网技术在建筑行业的应用现状

物联网技术在建筑行业的应用已经展现出了巨大的潜力和广泛的应用场景。通过将各种传感器、设备和系统连接到互联网，物联网技术实现了建筑环境的智能化管理和优化。其中，智能建筑是物联网技术在建筑行业的一个重要应用领域。智能建筑通过集成各种传感器和控制系统，实现对建筑内部环境的实时监测和智能控制，包括温度、湿度、光线、空气质量等参数的监测和调节，从而提高了建筑的舒适性、能源利用效率和运行效率。此外，物联网技术还广泛应用于建筑设备的监测与维护。通过远程监测建筑设备的运行状态和性能参数，及时发现故障和异常，实现预防性维护和智能化维修，降低了设备的故障率和维修成本。另外，物联网技术还为建筑安全管理提供了新的解决方案。通过在建筑内部布设视频监控、入侵检测、火灾报警等传感器和设备，实现对建筑安全状态的实时监测和预警，提高了建筑的安全性和应急响应能力。物联网技术在建筑行业的应用已经从传统的建筑物理设施管理向智能化、数字化的方向转变，为建筑行业的发展带来了新的机遇和挑战，也为建筑的可持续发展和智能化转型提供了重要支撑^[3]。

（二）物联网技术在施工成本管控中的作用

物联网技术在建筑施工行业的应用已经成为提高效率 and 降低成本的重要手段。通过实现对施工过程和资源利用的实时监测和数据分析,以及通过预测性维护降低设备故障率,物联网技术为成本控制提供了有效的支持,有助于提高施工效率和降低施工成本。在施工现场和建筑设备上安装传感器是物联网技术的关键应用之一。这些传感器能够收集到关于工人活动、设备运行状态、材料消耗等方面的数据,为施工管理团队提供了丰富的信息基础。通过物联网技术收集到的数据,施工管理团队可以对施工进度、资源利用情况进行实时分析和监控。例如,在漯河107国道项目部监测工人的活动情况和设备的运行状态,可以及时发现是否有资源浪费或者设备异常,从而采取相应的措施进行调整,提高施工效率和降低成本;在该项目部中通过远程监控强力夯机的运行状态和性能参数,系统能够实时地分析强力夯机设备运行的健康状况,并预测可能出现的故障,及时发现并修复潜在故障,可以避免设备故障带来的停工时间和额外维修费用,从而有效地控制施工成本。物联网技术的应用为建筑施工行业带来了全新的管理模式和工作方式。通过实时监测和数据分析,以及预测性维护的手段,物联网技术为施工成本的控制提供了更为精准和高效的解决方案,有助于推动建筑行业向着数字化和智能化的方向发展^[4]。

三、BIM与物联网技术结合的优势

(一) 数据集成与共享

BIM作为建筑项目的信息模型,蕴含了丰富的建筑数据,包括结构、设备布局、材料等。物联网技术通过传感器和设备实现了对建筑内部环境和设备状态的实时监测和数据采集。两者结合,实现了实时数据与BIM模型的无缝集成。这种集成使得BIM模型得以动态更新,准确反映建筑项目的实际情况。此外,BIM与物联网技术的结合还促进了数据的跨平台和跨系统共享。通过连接BIM模型和物联网技术,建筑项目各阶段的数据得以无缝对接和共享。这使得各利益相关者能够实时获取到建筑的最新数据和状态信息,为决策提供了准确和全面的依据。值得注意的是,BIM与物联网技术结合还支持多种数据类型的集成和交互。除了传统的建筑结构和设备信息外,传感器数据、监控视频、实时能耗等多种数据类型也能与BIM模型进行整合^[5]。这种综合性的数据集成成为湖北武阳公路项目、西陵民生市政项目的综合管理和决策提供了更加全面和多样化的数据支持。BIM与物联网技术结合的优势在于实现了建筑数据的实时集成与共享,为建筑项目的全生命周期管理提供了更强大和高效的技术支持,有助于提高建筑项目的效率、质量和可持续性。

(二) 实时监测与反馈

通过将BIM模型与物联网技术相结合,在新新高速路项目部可以实现对施工过程、设备状态和环境条件等的实时监测。物联网技术通过传感器和设备实现了对建筑内部环境和设备状态的实时数据采集,这些数据可以直接集成到BIM模型中,使得BIM模型能够动态反映建筑项目的实际情况。这种实时监测能力为建筑项目的管理和决策提供了重要的支持。管理人员可以通过实时监测系统追踪施工进度、资源使用情况以及各种设备的运行状态,及时发现潜在的问题并采取相应的措施,以避免延误和成本增加。此外,BIM与物联网技术的结合还能够实现对施工过程中的碰撞检测和冲突分析的实时监测。通过在BIM模型中整合物联网数据,可以对施工中可能发生的碰撞和冲突进行模拟和预测,及时发现并解决可能存在的问题,从而提高施工效率和质量,降低施工风险和成本^[6]。另外,物联网技术还支持实时的反馈机制。通过在湖北武阳公路项目现场和设备上部署传感器和监控系统,可以实现对施工过程和设备运行状态的实时监测,并及时反馈到相关人员,使得问题能够得到及时解决,避免了因延误或故障而带来的额外成本和损失。BIM与物联网技术结合的优势在于实现了建筑项目的实时监测与反馈,为建筑项目的管理和决策提供了更加准确和及时的数据支持,有助于提高施工效率、质量和成本控制水平。

(三) 自动化流程与优化决策

BIM与物联网技术的结合整合了BIM模型和物联网技术的实时数据监测与反馈功能,使得建筑项目管理和执行过程更加智能化和高效化。通过将BIM模型与物联网技术相融合,实现了施工现场的实时监测与数据采集。物联网技术通过各类传感器和设备实现了对建筑内部环境、设备状态和工人活动等的实时数据采集,这些数据与BIM模型相结合,使得管理人员可以实时获取施工现场的各种数据,并且能够自动更新到BIM模型中,实现了施工过程的自动化监测和数据更新。其次,结合BIM与物联网技术能够实现施工流程的智能化优化决策。通过利用BIM模型中的信息和物联网技术实时采集的数据,可以进行数据分析和模拟,以预测施工过程中可能出现的问题和风险,并根据分析结果进行智能化的优化决策。例如,可以优化施工进度计划、调整资源分配、改进工序安排等,以提高施工效率、降低成本和减少风险。BIM与物联网技术结合的优势在于实现了施工流程的自动化和优化决策,为建筑项目的管理和执行提供了智能化的支持,提高了项目的整体效率和成本控制水平,推动了建筑行业的数字化转型和智能化发展。

四、基于BIM和物联网技术的施工成本管控框架设计

(一) 数据采集与处理

数据采集与处理在基于BIM和物联网技术的施工成

本管控框架设计中最关键的一步。以宜昌西岭民生项目部高层办公楼的施工过程为例，在施工现场布置多个类型的传感器，包括温度传感器、湿度传感器、压力传感器等，覆盖建筑各个关键区域。这些传感器通过物联网技术实现实时数据采集，并将数据传输至BIM可视化数据中台系统。平台集成了多项目部的BIM模型相连接，接收并处理来自传感器的数据。在数据处理阶段，采用了实时数据处理算法，包括数据清洗、整合和分析等，确保数据的准确性和完整性。同时，利用数据模型与分拆的BIM模型实时关联，将实时监测的数据与建筑模型进行对比分析，实现了对施工现场的实时监测和数据处理。温度传感器实时监测施工现场的温度变化，湿度传感器监测空气湿度情况，而压力传感器则监测混凝土浇筑过程中的压力情况。这些传感器采集到的数据通过物联网技术传输至BIM可视化数据中台系统，在该系统中进行数据清洗、整合和分析处理。通过实时监测和分析温度数据，可以及时发现施工现场的温度异常情况，预防材料的过热或过冷造成的损坏。通过湿度数据的实时监测和分析，可以避免由于高湿度导致的施工材料吸水膨胀或混凝土的凝固不完整等问题。而通过压力传感器监测混凝土浇筑过程中的压力情况，可以实时了解混凝土的流动性和坍落度，从而调整施工过程，确保混凝土浇筑质量。通过实时监测和处理施工现场的关键数据，为成本管控提供了可靠的数据支持和有效的决策依据。

（二）数据分析与预测

通过对施工现场实时采集的大量数据进行分析 and 处理，可以发现潜在的问题和趋势，预测未来可能发生的情况，为成本管控提供科学依据和有效支持。例如，在考虑湖北武阳公路项目部的材料采购方面的数据分析与预测。首先要通过物联网技术实时监测材料的使用情况和库存量，同时结合BIM模型中的材料清单和设计信息，建立了一个材料数据模型库。通过对历史数据进行分析，可以发现材料使用的规律和趋势，可能出现某种材料在特定时期的使用量增长或减少。基于这些分析结果，可以利用数据模型进行材料使用的未来预测，预测未来几周或几个月内各种材料的需求量，并提前进行采购计划的制定。同时，通过对市场行情和供应商情况的分析，可以预测材料未来价格的变化趋势，从而合理制定采购计划，降低材料采购成本。通过实时监测和分析施工现场的情况，及时发现问题并做出调整，从而保证了材料采购的及时性和准确性，降低了采购成本，并最终为整个建筑项目的成本管控提供了重要的支持。数据分析与预测在基于BIM和物联网技术的施工成本管控框架中起着至关重要的作用，通过对大量数据的分析和处理，可以实现对未来情况的预测，并为成本管控提供科

学依据和有效支持，从而实现施工成本的有效管控和管理。

（三）成本控制与优化

通过实时监测和数据分析，可以及时发现施工过程中的潜在问题和成本影响因素，从而采取相应的措施进行成本控制和优化。例如，漯河107国道项目部中的施工进度管理方面，利用物联网技术在施工现场布置传感器，实时监测各个WBS工序的进度情况，以及人员和设备的活动情况。这些数据通过WBS工序分解、0#台账清单与BIM模型进行整合和分析，可以实时了解施工进度的情况，并与计划进度进行对比分析。如果发现某个工序的进度滞后或存在工时浪费的情况，可以及时采取措施，调整施工计划，优化资源分配，从而提高施工效率，降低施工成本。还可以通过对施工现场的实时监测和数据分析，可以发现施工过程中可能存在的资源浪费和低效率现象。如通过监测大型设备的运行状态和能耗情况，可以发现设备的能效问题，及时维修和优化设备，减少能源消耗和维修成本。同时，通过对分部分项工程的物料消耗使用情况的监测和分析，可以发现材料的浪费和过度消耗现象，采取相应的措施减少材料损耗，降低成本。成本控制与优化通过实时监测和数据分析，能够及时发现施工过程中的问题和风险，从而采取相应的措施进行成本控制和优化。这种方法不仅能够降低施工成本，提高施工效率，还能够提升项目的整体竞争力，实现可持续发展。

五、结语

综上所述，建筑行业的数字化转型和智能化发展已经势在必行，而基于BIM和物联网技术的施工成本管控框架设计无疑将在这一过程中发挥重要作用。基于BIM技术的建模和物联网技术的数据采集相结合，使得施工现场的管理和监控更加智能化和精细化。通过实时监测施工现场各项数据并结合数据分析技术，可以及时发现预测趋势，为项目管理和决策提供科学依据。同时，成本控制与优化方面的设计使得项目在保证质量的同时，有效控制成本，提高效率，实现了可持续发展。

参考文献

- [1] 李鸿. 物联网技术在电力工程建设中的有效运用研究[J]. 中国信息化, 2024, (03): 57-58.
- [2] 李东, 吕爽. 物联网和人工智能技术在农业中的应用研究[J]. 现代农机, 2024, (02): 11-13.
- [3] 吕成旺. 基于BIM技术的城市地铁衔接土建施工成本管控方法[J]. 工程机械与维修, 2024, (02): 90-92.
- [4] 王义海. 数字经济背景下建筑企业的成本管控体系建设[J]. 中国集体经济, 2023, (36): 39-42.