

智能建造中的 BIM 与物联网融合应用研究

张海帆

西安科技大学高新学院, 陕西西安, 710109;

摘要: BIM (建筑信息建模) 与物联网的融合为智能建造的全面发展提供了新路径。这种结合不仅提升了建筑全生命周期的信息管理能力, 还通过动态数据采集与实时交互, 优化了施工效率和资源利用。本文系统阐述了 BIM 与物联网的技术基础, 包括数据互通、系统集成与标准化接口建设, 并进一步分析了其在智能建造中的应用价值, 如全周期数据流的整合、协同智能的提升以及精准决策能力的强化。通过结合实践案例, 探讨了实时交互、智能驱动、一体化安全管理与延展应用等融合应用路径, 强调了 BIM 与物联网在建筑设计、施工及运营阶段的协同效应。

关键词: 智能建造; BIM; 物联网

DOI: 10.69979/3041-0673.24.8.002

引言

智能建造作为建筑业数字化转型的核心方向, 正依托技术创新加速变革。BIM (建筑信息建模) 与物联网技术作为智能建造的重要组成部分, 分别在建筑全生命周期的信息集成与施工现场的实时数据感知方面发挥着不可替代的作用。然而, 传统建造方式中, 数据孤岛现象普遍存在, 信息流转效率低下, 这使得各环节之间难以实现高效协作^[1]。BIM 与物联网的深度融合, 为这一问题提供了全新的解决方案, 其通过构建动态信息系统, 打通了建筑设计、施工与运营管理中的多重障碍, 不仅实现了信息流的实时交互, 还显著提升了建筑管理的智能化水平。

1 BIM 与物联网技术概述

1.1 BIM 技术概述

建筑信息模型 (BIM) 技术以其三维可视化、信息集成和协同管理能力, 成为智能建造的核心工具。BIM 的本质在于构建数字化的建筑虚拟模型, 包含几何、材料、时间进度、成本等多维信息, 为建筑全生命周期的精细化管理提供支撑。作为一种技术手段, BIM 不仅限于几何建模, 更强调其数据共享与多专业协作的能力^[2]。在设计阶段, BIM 可实现建筑构件的碰撞检测和优化排布; 在施工阶段, 基于 BIM 的虚拟施工模拟帮助工程团队识别潜在风险, 并制定高效的施工方案; 在运维阶段, 依托 BIM 模型可以实现设备维护、能耗监测及建筑性能评估的一体化管理。这些功能不仅提高了建筑行业的生产效率, 还推动了传统管理方式的转型与升级。如今, BIM 技术已成为构建智能建造的基础支柱, 为行业数字化转型提供了重要支持。

1.2 物联网技术概述

物联网 (IoT) 技术通过连接物理设备与数字网络, 将传统的静态管理转化为动态的实时监测与决策机制。这一技术的核心在于通过传感器、数据传输协议和智能处理设备, 采集、传递并分析环境和设备状态信息, 实现设备间的自动交互与反馈。例如, 在建筑领域, 现场安装的传感器可以实时监控施工环境的温湿度、振动频率、能耗情况等; 通过无线网络, 这些数据被传送至云端平台, 供项目管理者实时查看并进行分析。这种动态感知与交互能力, 不仅能预警安全风险, 还能通过大数据分析实现施工资源的优化配置^[3]。此外, 物联网技术对建筑行业的绿色化发展也具有深远影响, 通过智能感知和自动控制机制, 可有效降低能耗并提升资源利用率。因此, 物联网技术已成为智能建造的重要技术支撑, 其普及应用为行业带来了全新的管理思维和技术工具。

1.3 BIM 与物联网融合的技术基础

BIM 与物联网的融合推动了智能建造从静态数据管理向动态感知控制的跃升, 这一融合建立在多方面的技术支撑之上。BIM 模型作为建筑全生命周期的数字信息载体, 涵盖几何、进度、成本等多维度数据, 为项目管理提供了全面而精确的基础。而物联网技术通过传感器网络不断采集实时环境数据, 为 BIM 模型注入动态更新的能力, 使得建筑模型与实际施工场景能够保持同步变化, 形成互动反馈机制。这种融合的实现离不开一体化平台的搭建。通过开发集成系统, 将施工现场的传感数据直接嵌入 BIM 模型中, 不仅可以实时监控施工状态, 还能通过数据可视化手段提升问题预警和决策效率。同时, 开放性的数据标准如 IFC 格式和 JSON 协议, 成为数据互联互通的重要桥梁, 确保 BIM 平台与物联网设备

之间的信息能够高效交换和共享。

2 智能建造中的 BIM 与物联网融合应用价值

2.1 全周期数据流：从设计到运维的深度整合

BIM 与物联网的融合打破了传统建造中各阶段数据割裂的局限，构建了贯穿设计、施工和运维全过程的数据流体系。这种整合带来的显著价值在于，项目生命周期内的信息能够实现动态更新与共享，避免了因阶段性信息丢失而导致的资源浪费与管理低效。在设计阶段，BIM 模型提供了高精度的三维建筑信息，结合物联网的实时感知能力，能更好地模拟实际施工中的环境条件，优化设计方案。在施工阶段，物联网设备采集的实时数据被反馈至 BIM 平台，使施工团队能够根据实际情况动态调整计划，减少偏差与返工^[4]。同时，运维阶段的管理效能也显著提升，例如，通过物联网传感器实时监控建筑设备的运行状态，结合 BIM 模型中存储的设备信息，可预测性地进行维护和优化管理。这种从静态模型到动态信息链的深度整合，为智能建造提供了全方位的支撑，并推动了建筑行业向精细化管理迈进。

2.2 协同与智能：跨部门、多系统的高效协作

建筑项目的复杂性通常表现为跨学科、跨部门的协作难度，而 BIM 与物联网融合有效解决了这一痛点，为不同部门间的高效协作提供了技术保障。通过 BIM 模型构建的共享信息平台，设计师、施工团队和运营管理人员能够在同一界面上查看项目全局信息，极大地提高了信息交互的效率^[5]。同时，物联网实时采集的现场数据为协作提供了动态支持，使各参与方能够基于最新数据迅速作出决策。例如，在施工场景中，物联网感知系统能实时反馈现场进度与资源使用情况，管理人员可通过 BIM 模型协调各方任务安排，确保工序无缝衔接。更为重要的是，这种智能协作不仅体现在人际层面，还通过自动化技术实现系统间的高效互动。不同子系统之间通过标准化协议连接，例如现场传感设备与材料调配系统的数据交互，可直接推动施工资源的精准调度，从而显著提升协同效率与管理质量。

2.3 实时感知决策：精准管理与风险预测能力提升

实时感知与智能决策能力是 BIM 与物联网融合在智能建造中的核心价值体现。这种结合为管理者提供了前所未有的动态掌控能力，通过实时数据分析与可视化模型，帮助快速识别潜在问题并制定针对性解决方案。例如，施工过程中，物联网设备能够实时监控关键设备的运行状态与施工环境的变化，将采集到的数据直接反映在 BIM 平台中，形成直观的三维可视化预警模型。这样的功能使管理者不仅能够直观了解问题所在，还可以基

于历史数据分析可能的风险趋势，从而采取预防措施。除此之外，实时感知技术还可以优化资源利用率，通过动态调整设备的分布与施工顺序，提升项目效率并降低运营成本。这种精准化的管理模式，结合数据驱动的风险预测能力，为建筑行业带来了更高的安全性与效益，同时也推动了施工质量和管理水平的全面提升^[6]。

3 智能建造中的 BIM 与物联网融合应用路径

3.1 实时交互：动态数据采集建模

在智能建造中，实时交互通过动态数据的采集与即时建模，为施工管理提供了更为精准和高效的手段。物联网技术的传感设备能够实时感知施工环境中的各种数据变量，包括温度、湿度、振动、设备状态等，并将这些数据传输到 BIM 平台。在这个过程中，BIM 作为核心平台，不仅存储和展示建筑全生命周期的静态信息，还可通过动态数据的输入更新模型，确保信息的实时性与准确性。这一交互机制赋予了建筑项目更高的灵活性和应变能力。

例如，某企业在大型基础设施项目中可以部署一套动态监测系统，配备物联网传感器以实时采集关键施工数据，如塔吊的载重量、运行角度以及地基的沉降情况。这些数据被直接传输到 BIM 平台，能够构建一个实时动态的数字工地模型。在发现地基沉降速度异常的情况下，系统可以立刻发出预警，并通过 BIM 的可视化界面向管理者展示异常点及其可能引发的结构风险。项目团队据此调整施工策略，能够成功避免地基失稳问题的发生。这一应用表明，实时交互策略通过结合动态数据与三维可视化技术，为智能建造项目的高效管理提供了有力支持，同时也显著提升了施工现场的安全性和应急能力。

3.2 智能驱动：多系统联动一体化

智能驱动旨在通过 BIM 与物联网的协同作用，将设计、施工与运维等多环节纳入统一的管理框架，实现智能化的全周期建筑管理。传统建造方式中，各环节之间往往存在数据孤岛和信息不对称的问题，导致管理效率低下。通过 BIM 与物联网的深度融合，可以实现多系统的联动，构建一体化的智能建造模式。例如，BIM 作为信息集成的核心平台，可以连接施工中的进度管理系统、资源调配系统和质量监控系统，而物联网则通过数据感知与实时传输为这些系统提供动态驱动支持。这种多系统的协同工作模式，不仅能够简化流程，还能够大幅提高管理精度。

例如，在大型商业综合体项目中，管理团队可以利用 BIM 平台集成设备监控、人员调度和能耗管理系统，并通过物联网传感设备实时采集施工现场的数据。这些数据被整合到 BIM 模型中，形成了一个全息可视化的动

态建筑模型。当施工现场需要调配额外资源时,系统通过实时分析施工进度与库存数据,自动优化资源分配,并在 BIM 平台中生成具体的调度方案。同时,在设备运行监控方面,物联网传感器实时反馈机械设备的运行状态,如塔吊的载重及运行轨迹,一旦检测到异常,系统会立即报警并提供解决方案。这展示了智能驱动策略在优化多系统联动、提升管理效率方面的突出优势,同时也为其他智能建造项目提供了可参考的实施路径。

3.3 一体化控: 智慧工地安全管理

智慧工地的安全管理是 BIM 与物联网融合应用中的重要场景,旨在通过数据的实时感知与一体化控制,显著降低施工现场的安全隐患。传统施工安全管理方式多依赖于人工巡查和经验判断,无法及时预警潜在风险,而 BIM 与物联网的结合则提供了更加智能化的解决方案。通过布设物联网传感器网络,可以实时采集施工环境中的温度、噪声、振动等数据,并将这些数据传输到 BIM 平台进行可视化展示。结合一体化的控制机制,系统能够针对高危作业区域、设备运行状态以及人员行为进行全方位监控,从而实现了对潜在安全隐患的动态感知和预警。

例如,企业在高层建筑施工项目中,可以在高空作业设备上安装物联网传感器,实时监控设备的运行状态,包括载重、倾斜角度以及风速变化。这些数据被传输至 BIM 系统后,生成动态风险模型,帮助管理者直观了解设备的运行情况。一旦设备运行参数超出安全阈值,系统会自动触发警报,并在 BIM 平台中标注风险点。此外,为防止无关人员进入危险区域,工地入口还可以部署基于物联网的智能人脸识别系统,与 BIM 平台的人员管理模块联动,实现施工区域的精确管控。这种一体化控的策略,不仅显著提高了工地安全管理的效率,还有效降低了因人为疏忽导致的事故发生率,为智能建造领域的安全管理提供了新思路。

3.4 延展应用: 全场景覆盖至运营

BIM 与物联网的融合应用不仅局限于施工阶段,还在建筑物运营阶段展现了广泛的延展潜力。传统建筑管理方式往往在运营阶段缺乏动态信息的支持,而通过 BIM 平台与物联网设备的协同,可以实现建筑性能的持续优化与资源的精准配置。这一策略的核心在于对建筑全生命周期的信息进行全场景覆盖,通过物联网传感器对建筑物内的能源使用、设备运行状态以及环境参数进行实时监测,并将数据反馈至 BIM 模型形成动态运维模型。这种全生命周期的管理模式,不仅优化了建筑的使

用效率,还延长了设备的使用寿命,为绿色建筑的发展提供了技术支撑。

例如,在智慧办公楼项目中,管理团队通过在建筑物内安装物联网传感设备,实时采集空调系统的能耗数据以及室内空气质量参数。这些数据被直接传输至 BIM 平台进行分析,并根据实时情况调整空调的运行策略,实现了室内舒适度的动态优化。此外,电梯系统也纳入了动态监控范围,物联网传感器实时记录电梯的运行频率和载重情况,一旦检测到异常,系统会立即生成维护任务并通知相关人员。这种全场景覆盖的策略,不仅实现了建筑的智能化管理,还在资源节约和可持续发展方面取得了显著成效,为后续建筑项目提供了可复制的成功经验。

4 结论

BIM 与物联网的深度融合,是智能建造实现动态管理与全周期优化的关键驱动力。通过构建实时交互的平台、多系统联动的机制以及延展至运营阶段的全场景覆盖,BIM 与物联网共同塑造了新型建筑管理模式,为项目的智能化和高效化提供了强有力的支撑。这一模式不仅提升了施工现场的安全性 with 资源利用效率,还通过全生命周期的动态管理,实现了绿色建筑的可持续发展目标。在实际应用中,企业和相关部门需要结合具体项目特点,完善技术标准与数据接口,强化平台开发与融合能力,以进一步释放这一融合模式的潜力。

参考文献

- [1] 姜立,王瑶,周盼. 基于自主 BIM 技术的智能建造体系研究应用[J]. 中外建筑, 2023(12):14-22.
 - [2] 丁东山,卢皓. BIM 技术在装配式建筑智能建造中的应用研究[J]. 建筑经济, 2023, 44(S01):293-296.
 - [3] 苗苗,徐文龙,谭园,等. BIM 技术与智能建造设计施工一体化应用实践[C]//2024 第十三届“龙图杯”全国 BIM 大赛获奖工程应用文集. 2024.
 - [4] 郭凯颖,董正清. 智能建造与 BIM 技术在建筑工程管理中的应用研究[J]. 住宅与房地产, 2024(5):106-108.
 - [5] 李真. BIM 技术在智能建造中的应用探索与研究[J]. 居舍, 2023(25):177-180.
 - [6] 杨红娟. BIM 技术在智能建造管理中的应用研究[J]. 产业创新研究, 2024(6):100-102.
- 作者简介:张海帆 (1992.3-) 女,汉,陕西长武,硕士,工程师,研究方向:建设工程