

建筑工程管理中智能建造技术的创新应用

王焕庭¹ 苗卉²

1.山东青建智慧建筑科技有限公司; 2.青建集团股份有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i6.6861

[摘要] 随着全球城市化进程的加速, 建筑行业面临着前所未有的挑战, 包括项目复杂性的增加、资源效率的提升、环境保护的要求以及劳动力成本的上升、安全管理的需求等。在这样的背景下, 智能建造技术应运而生, 成为推动建筑行业转型升级的关键力量。智能建造技术为建筑工程管理带来了革命性的变革。本文旨在探讨这些智能建造技术在建筑工程管理中的创新应用, 分析它们如何帮助建筑行业应对当前的挑战, 提高项目管理的效率和质量, 降低成本, 增强可持续性, 并最终推动建筑行业向智能化、数字化和绿色化方向发展。

The innovative application of intelligent construction technology in building engineering management

Wang Huanting Miao Hui

1.Shandong Qingjian Intelligent Building Technology Co., LTD; 2.Qingjian Group Corporation

[Abstract] With the acceleration of global urbanization process, the construction industry is facing unprecedented challenges, including the increase of project complexity, the improvement of resource efficiency, the requirements of environmental protection, the rise of labor costs, the demand for safety management, etc. In this context, intelligent construction technology arises at the historic moment and become a key force to promote the transformation and upgrading of the construction industry. Intelligent construction technology has brought about revolutionary changes to construction engineering management. This paper aims to explore the innovative application of these intelligent construction technologies in construction engineering management, analyze how they help the construction industry to meet the current challenges, improve the efficiency and quality of project management, reduce costs, enhance sustainability, and ultimately promote the construction industry to the direction of intelligent, digital and green development.

引言

通过对这些技术的深入研究, 本文不仅展示了它们在设计、施工、运营维护等各个阶段的实际应用, 还探讨了技术融合、数据安全、人才培养和行业标准等方面的挑战与未来趋势, 以期为建筑行业的智能化转型提供参考和启示。

一、智能建造技术概述

智能建造技术是建筑行业数字化转型的核心, 它们通过集成先进的信息技术, 为建筑工程管理提供了新的工具和方法。以下是对几种关键智能建造技术的概述。

(一) 建筑信息模型 (BIM)

BIM 是一种基于三维模型的智能建造技术, 它通过集成建筑项目的信息, 包括几何形状、空间关系、地理信息、材料属性、成本和进度等, 实现了设计、施工和运营全过程的协同管理。BIM 的核心功能包括可视化、协调、模拟和优化, 它使得项目团队能够在虚拟环境中预见和解决实际施工中可能遇到的问题, 从而提高效率、减少错误和变更。BIM 在复杂建

筑项目的设计优化、施工规划和设施管理中发挥了重要作用。

(二) 城市信息模型 (CIM)

CIM 是 BIM 在城市尺度上的扩展, 它通过整合城市基础设施、建筑物、交通网络等各类信息, 为城市规划、建设和管理提供了一个综合的信息平台。CIM 的特点在于其跨学科、跨尺度的信息集成能力, 它能够支持城市决策者进行数据驱动的规划和管理。在城市规划与管理中, CIM 的作用体现在对城市发展的动态模拟、资源优化配置、环境影响评估等方面, 为智慧城市的建设提供了技术支撑。

(三) 数字孪生技术

数字孪生技术通过创建物理实体的虚拟副本, 实现了对建筑物的实时监控、分析和预测。数字孪生的原理是利用传感器收集的数据, 结合先进的模拟和分析工具, 创建一个与现实世界同步更新的数字模型。在建筑生命周期管理中, 数字孪生技术具有巨大的潜力, 它可以帮助管理者预测建筑性能、优化维护策略、减少能源消耗, 并提高建筑的可持续性。

(四) 智慧工地

智慧工地是利用物联网、大数据、云计算等技术，对施工现场进行智能化管理的系统。它通过实时监控施工进度、资源使用、工人安全等关键指标，提高了施工效率和安全性。智慧工地的构成包括传感器网络、数据分析平台、移动应用等，它们共同支持施工现场的自动化和智能化。案例分析显示，智慧工地在减少事故发生、优化资源配置、提升项目管理水平方面取得了显著成效。

(五) 智慧城市

智慧城市是指利用信息和通信技术提高城市管理和效率，提升居民生活质量的城市发展模式。在智慧城市中，建筑工程管理不仅关注单个建筑项目，还涉及城市基础设施的整合与优化。智慧城市的概念强调数据共享、服务互联和可持续发展，它通过集成建筑工程管理与城市管理，推动了城市规划、交通管理、能源利用等方面的创新^[1]。

二、智能建造技术在建筑工程管理中的应用

(一) 设计阶段的协同与优化

在建筑工程的设计阶段，智能建造技术发挥着至关重要的作用，特别是在协同工作和设计优化方面。

BIM 技术通过提供一个共享的信息平台，实现了设计团队成员之间的无缝协作。在 BIM 环境中，建筑师、结构工程师、机电工程师等各个专业的设计师可以在同一个三维模型上工作，实时更新和共享设计信息。这种协同工作方式大大减少了传统设计过程中因信息不对称和沟通不畅导致的错误和返工。BIM 的冲突检测功能能够在设计阶段就发现不同专业之间的设计冲突，提前解决潜在的问题，确保设计的准确性和一致性。此外，BIM 还支持多方利益相关者之间的沟通，如业主、承包商和政府部门，有助于在设计早期就达成共识，加速项目审批流程。

数字孪生技术通过创建建筑物的虚拟模型，为设计优化提供了强大的工具。在设计阶段，数字孪生可以模拟建筑物的性能，包括能源效率、结构稳定性、环境舒适度等，帮助设计师评估不同设计方案的效果。通过与实际环境数据的结合，数字孪生能够预测建筑物在不同条件下的表现，从而指导设计师进行更加精细化的设计调整。例如，通过模拟建筑物的能源消耗，设计师可以优化建筑的朝向、窗户大小和材料选择，以提高能源效率。数字孪生还可以模拟建筑物的维护需求，帮助设计团队在设计阶段就考虑长期的运营成本，实现设计与运营的整合优化。

(二) 施工阶段的精细化管理

施工阶段是建筑工程管理中最为复杂和关键的环节，智能建造技术在此阶段的应用极大地提升了管理的精细化水平。

智慧工地通过集成物联网、传感器、移动通信和云计算等技术，实现了对施工现场的实时监控和管理。在施工监控中，智慧工地系统能够收集关于施工进度、工人位置、设备状态、环境条件等关键信息，并通过数据分析提供即时反馈。例如，

通过安装在施工机械上的传感器，管理者可以远程监控机械的运行状态和效率，及时进行维护和调整，避免机械故障导致的延误。此外，智慧工地还能通过视频监控和人员定位系统提高工地的安全性，及时发现并处理安全隐患。通过这些精细化监控手段，智慧工地有效提升了施工效率和安全性，减少了资源浪费和事故风险^[2]。

城市信息模型 (CIM) 在施工资源调度中展现了其独特的优势。CIM 通过整合城市基础设施和建筑项目的详细信息，为施工管理者提供了一个全面的城市视角。在资源调度方面，CIM 能够帮助管理者评估不同施工活动对城市交通、环境和其他基础设施的影响，从而制定更加合理的施工计划。例如，CIM 可以模拟大型施工车辆在城市中的行驶路线，预测交通拥堵情况，指导施工团队选择最佳的运输时间和路径。此外，CIM 还能够分析施工现场的资源需求，如材料、人力和机械，优化资源分配，确保施工活动的顺利进行。通过 CIM 的辅助，施工管理者能够更加高效地调度资源，减少施工对城市运行的干扰，提升整体施工效率。

(三) 运营维护阶段的智能化支持

建筑工程的运营维护阶段是确保建筑物长期高效、安全运行的关键时期，智能建造技术在此阶段的应用为建筑物的管理和维护提供了智能化支持。

BIM 技术在建筑设计和施工阶段的应用已经证明了其价值，而在运营维护阶段，BIM 与数字孪生的结合进一步提升了设施管理的智能化水平。通过将 BIM 模型与实时数据相结合，创建数字孪生，管理者可以获得建筑物的虚拟副本，实现对设施状态的实时监控和预测性维护。例如，数字孪生可以模拟建筑物的能源消耗，帮助管理者识别节能潜力并实施优化措施。同时，BIM 模型中包含的详细建筑信息，如设备型号、安装位置和维护历史，为设施管理提供了丰富的数据支持。通过 BIM 与数字孪生的结合，管理者可以更加精确地规划维护活动，减少突发故障，延长设施使用寿命，降低运营成本。

智慧城市的概念涉及城市基础设施的智能化和互联互通，这对建筑物的运营维护产生了深远的影响。在智慧城市框架下，建筑物不再是孤立的个体，而是与城市其他系统相互连接的节点。通过与城市数据平台的集成，建筑物的运营维护可以获得来自交通、能源、环境等多方面的信息支持。例如，智慧城市系统可以提供实时的交通状况，帮助建筑管理者优化物流和人员流动。同时，智慧城市的环境监测数据可以用于建筑物的环境控制，如自动调节室内温度和空气质量，提升居住和工作环境的舒适度。此外，智慧城市的应急管理系统可以与建筑物的安全系统相连，提高应对突发事件的能力^[3]。

三、智能建造技术的创新挑战与未来趋势

随着智能建造技术在建筑工程管理中的不断深入应用，行业面临着一系列创新挑战与未来发展趋势。

(一) 技术融合与系统集成

智能建造技术的创新应用要求不同技术之间的融合与系

系统集成。BIM 技术作为建筑信息的核心载体，能够提供建筑物的三维模型和丰富的数据信息，为设计和施工提供精确的指导。物联网技术通过在建筑材料、设备和施工现场部署传感器，实时收集数据，监控施工进度和设备状态。人工智能技术则能够处理和分析大量数据，提供智能决策支持，优化施工流程，预测潜在风险。大数据分析技术通过对历史数据和实时数据的挖掘，揭示建筑工程管理的规律和趋势，为项目管理提供科学依据。然而，这些技术的融合并非易事，它们各自有着不同的数据格式、通信协议和应用逻辑，这导致了兼容性问题 and 数据交换标准的不统一。为了解决这些问题，行业需要制定统一的技术标准和接口规范，确保不同技术平台和系统之间能够无缝对接，实现信息的高效流通和利用。

(二) 数据安全与隐私保护

随着智能建造技术的发展，建筑工程管理中产生了大量数据，这些数据的安全性和隐私保护成为重要议题。数据泄露、非法访问和滥用等风险对个人隐私和商业机密构成威胁。为了应对这些挑战，未来的智能建造技术必须将数据安全和隐私保护作为核心要素来考虑。首先，需要建立一个全面的数据安全管理体系，该体系应包括数据分类、风险评估、安全策略制定、应急响应计划等多个方面。通过对数据进行分类，可以针对不同级别的数据采取相应的保护措施；风险评估有助于识别潜在的安全威胁和漏洞；安全策略的制定则能够确保数据在采集、存储、处理和传输过程中的安全性。其次，采用先进的加密技术是保障数据安全的关键手段。加密技术能够在数据传输和存储过程中对数据进行加密处理，即使数据被截获，也无法被未经授权的用户解读。访问控制机制则可以限制对敏感数据的访问权限，确保只有授权用户才能访问相关数据。此外，数据脱敏技术可以在不影响数据分析的前提下，去除或修改数据中的敏感信息，从而保护个人隐私和商业机密^[4]。

(三) 人才培养与行业标准

智能建造技术的应用对人才提出了新的要求。传统的建筑工程管理人才需要掌握新技术，而新兴技术领域的人才则需要了解建筑行业的特点。因此，加强跨学科人才培养，建立与智能建造技术相适应的教育和培训体系，是行业发展的重要任务。为了培养符合未来需求的智能建造人才，教育机构和行业组织需要合作开发新的课程和培训项目。这些课程和项目应涵盖 BIM、IoT、AI、大数据分析等关键技术的理论与实践，同时结合建筑工程管理的实际案例，提供实战演练的机会。此外，实习和学徒制度可以帮助学生和专业人士在实际工作环境中学习和应用新技术，加速其成长为行业所需的复合型人才。在人才培养的同时，制定和完善行业标准也是智能建造技术发展的重要组成部分。行业标准不仅能够规范技术的应用，确保工程质量和安全，还能够促进不同技术平台和系统之间的互操作性，降低技术集成的难度和成本。标准制定应由行业内的专家、技术提供商、建筑企业和政府机构共同参与，确保标准的科学

性、实用性和前瞻性。

(四) 可持续性与绿色建筑

智能建造技术的未来发展趋势之一是与可持续性和绿色建筑理念的深度融合。通过智能建造技术，可以实现建筑材料的高效利用、能源消耗的优化管理、环境影响的减少等目标。智能建造技术在推动可持续性和绿色建筑方面具有巨大潜力。例如，BIM（建筑信息模型）技术不仅能够设计阶段模拟建筑的能源效率，帮助设计师选择更环保的建筑材料，还能够优化建筑的布局 and 朝向，以最大限度地利用自然光照和通风。此外，BIM 还可以用于设计绿色屋顶、雨水收集系统和太阳能板等，进一步提高建筑的环保性能。物联网（IoT）技术在建筑运营阶段也扮演着重要角色。通过在建筑内部署传感器，可以实时监控能源消耗、室内空气质量和设备运行状态，从而实现能源管理和维护的智能化。AI（人工智能）和大数据分析技术则能够处理和分析这些数据，提供优化建议，帮助建筑管理者做出更节能减排的决策^[5]。

结语

综上所述，智能建造技术的发展和运用，正深刻改变着建筑工程管理的面貌。通过集成先进的信息技术、自动化技术和人工智能，智能建造技术提高了建筑项目的规划、设计、施工和运营维护的效率与质量。

展望未来，智能建造技术将继续引领建筑行业的发展方向。随着技术的不断成熟和应用范围的扩大，建筑工程管理将更加智能化、自动化和绿色化。建筑项目将实现更程度的预制化和模块化，施工现场将更加安全、清洁，建筑物的运营维护将更加高效、节能。同时，随着智慧城市建设的推进，建筑将不再是孤立的个体，而是与城市基础设施和公共服务系统紧密相连的智能节点。建筑行业将更加注重环境保护和社会责任，推动绿色建筑和可持续城市的发展。

[参考文献]

[1]马毓蔚.智能建造在公共建筑工程管理中的应用分析[J].建筑, 2024, (03): 111-113.

[2]高文江, 兰晶晶, 曹鸿昂.建设工程管理中智能建造技术的创新应用[J].智能建筑与智慧城市, 2024, (03): 97-99.

[3]李桐.当代建筑工程中的智能建造技术及其应用研究[J].智慧中国, 2023, (12): 24-25.

[4]朱关夫, 嵇威威, 毛秀明, 等.智能建造技术在建筑工程中的应用与发展研究[J].建筑施工, 2023, 45(08): 1714-1717.

[5]魏长专.建筑工程管理中智能信息化技术应用分析[J].居业, 2023, (05): 218-220.

作者简介: 王焕庭, 1990.7.19, 男, 山东, 汉, 本科, 中级工程师, 研究方向: 智慧建造;

苗卉, 1993.10.9, 女, 山东, 汉, 本科, 中级工程师, 研究方向: 工程造价。