

## 建筑工程与信息技术深度融合的创新发展综述

黄文

辽宁工业大学 辽宁锦州

**【摘要】**本文综述了建筑工程与信息技术深度融合的创新发展。文章首先介绍了建筑工程行业面临的挑战，如劳动力成本上升、项目管理复杂度增加、资源利用效率低下以及环境保护和可持续发展的压力。面对这些挑战，行业正积极寻求与信息技术的深度融合，通过引入 BIM、物联网、大数据、云计算等先进技术，逐步实现设计、施工、运维等全生命周期的数字化、智能化管理。然而，深度融合过程中也面临技术成熟度不足、标准化缺失、人才短缺等问题。文章强调了信息技术发展对建筑业的影响。同时，智慧建筑管理系统的出现实现了建筑物全生命周期的智能化管理。文章还探讨了信息技术在建筑工程中的应用，包括设计阶段的 BIM 技术提升设计效率与质量、施工阶段的智能建造与施工管理、运维阶段的智慧建筑管理系统。最后，文章提出了面临的挑战与对策，并提出了推动建筑行业转型升级的策略建议，如政策引导、市场驱动、技术创新相结合。

**【关键词】** 建筑工程；信息技术；创新发展

**【收稿日期】** 2024 年 4 月 12 日

**【出刊日期】** 2024 年 5 月 20 日

**【DOI】** 10.12208/j.ace.20240014

### A review of the innovative development of deep integration of construction engineering and information technology

Wen Huang

Liaoning University of Technology, Jinzhou, Liaoning

**【Abstract】** This paper reviews the innovative development of deep integration of construction engineering and information technology. The article first introduces the challenges faced by the construction engineering industry, such as rising labor costs, increasing complexity of project management, inefficient resource utilization, and pressure from environmental protection and sustainable development. In the face of these challenges, the industry is actively seeking deep integration with information technology, and gradually realizing digital and intelligent management of the entire life cycle of design, construction, operation and maintenance by introducing advanced technologies such as BIM, Internet of Things, big data, and cloud computing. However, the deep integration process also faces problems such as insufficient technical maturity, lack of standardization, and talent shortage. The article emphasizes the impact of the development of information technology on the construction industry. At the same time, the emergence of smart building management systems has realized the intelligent management of the entire life cycle of buildings. The article also explores the application of information technology in construction engineering, including BIM technology in the design stage to improve design efficiency and quality, intelligent construction and construction management in the construction stage, and smart building management systems in the operation and maintenance stage. Finally, the article puts forward the challenges and countermeasures faced, and puts forward strategic suggestions for promoting the transformation and upgrading of the construction industry, such as the combination of policy guidance, market drive, and technological innovation.

**【Keywords】** Construction engineering; Information technology; Innovative development

## 1 引言

### 1.1 建筑工程行业现状与挑战

当前，建筑工程行业正面临着前所未有的挑战与机遇。随着城市化进程的加速和人口红利的逐渐消退，建筑行业面临着劳动力成本上升、项目管理复杂度增加、资源利用效率低下等现实问题。据国际劳工组织报告，全球建筑业劳动力短缺问题日益严峻，预计未来十年内，该行业将面临约 2000 万劳动力的缺口。这一现状迫使建筑企业不得不寻求技术创新，以提高生产效率和项目管理水平。

同时，建筑工程行业还面临着环境保护和可持续发展的压力。随着全球气候变化的加剧，建筑行业作为能源消耗和碳排放的大户，其绿色转型迫在眉睫。据联合国环境规划署统计，建筑行业占全球能源消耗的近 40%，并产生了约 39% 的温室气体排放。因此，如何在保证建筑质量和功能的同时，实现节能减排和资源循环利用，成为建筑行业亟待解决的问题。

面对这些挑战，建筑工程行业正积极寻求与信息技术的深度融合。通过引入 BIM(建筑信息模型)、物联网、大数据、云计算等先进技术，建筑行业正在逐步实现设计、施工、运维等全生命周期的数字化、智能化管理。例如，BIM 技术的应用不仅提高了设计效率和质量，还通过三维建模和可视化技术，实现了设计方案的直观展示和协同设计，有效降低了设计冲突和变更成本。此外，物联网技术在施工监控中的应用，使得施工现场的安全管理、质量控制和进度管理更加精准高效。

然而，建筑工程与信息技术的深度融合并非一蹴而就。在实践中，仍面临着技术成熟度不足、标准化缺失、人才短缺等问题。为此，建筑企业需要加强与科研机构、高校等单位的合作，共同推进技术研发和标准制定工作。同时，还需要加强人才培养和团队建设，培养一批既懂建筑工程又懂信息技术的复合型人才。只有这样，才能推动建筑工程与信息技术的深度融合，实现建筑行业的转型升级和可持续发展。

### 1.2 信息技术发展对建筑业的影响

随着信息技术的飞速发展，建筑工程行业正经历着前所未有的变革。信息技术的广泛应用不仅极大地提升了建筑工程的设计、施工与运维效率，还深

刻改变了行业的运作模式与竞争格局。以 BIM(建筑信息模型)技术为例，其通过三维建模与可视化技术，使设计师能够更直观地展示设计方案，减少设计错误与冲突，据统计，BIM 技术的应用可使设计阶段的错误率降低 30% 以上。同时，BIM 的协同设计功能促进了各专业团队之间的无缝对接，显著提升了设计效率与质量，为项目成功奠定了坚实基础。

在施工阶段，物联网技术的引入更是开启了智能建造的新篇章。通过传感器、RFID 标签等物联网设备，施工现场的各项数据得以实时采集与分析，为施工管理提供了精准的数据支持。例如，某大型建筑项目采用物联网技术对施工机械进行远程监控，实现了对设备状态的实时监测与预警，有效避免了因设备故障导致的停工损失，项目整体施工周期缩短了约 15%。此外，机器人与自动化设备在施工现场的广泛应用，进一步提高了施工精度与安全性，降低了人力成本，成为未来建筑施工的重要趋势<sup>[1]</sup>。

在运维阶段，智慧建筑管理系统的出现更是将信息技术与建筑运维深度融合。该系统通过集成能源管理、安全监控、环境监测等多个子系统，实现了对建筑物全生命周期的智能化管理。以能源管理为例，智慧建筑管理系统能够实时监测建筑能耗情况，通过数据分析与优化算法，为建筑提供个性化的节能方案，据估算，采用智慧建筑管理系统的建筑能耗可降低 20%-30%。同时，安全监控与应急响应系统的智能化升级，也极大地提升了建筑的安全防范能力与应急响应速度，为居民与企业的生命财产安全提供了有力保障<sup>[2]</sup>。

大数据与云计算技术的广泛应用，则为建筑行业带来了前所未有的数据处理能力与资源共享便利。通过大数据收集与分析，建筑企业能够更准确地把握市场需求与行业动态，为决策提供有力支持。而云计算技术则打破了传统 IT 架构的限制，实现了计算资源、存储资源与数据资源的按需分配与灵活调度，为建筑行业的数字化转型提供了坚实的技术支撑。建筑行业正通过大数据与云计算技术的深度融合，加速向智能化、数字化方向迈进。

### 1.3 融合发展综述的目的与意义

融合发展综述的目的在于深入剖析建筑工程与信息技术深度融合的现状、趋势及其对社会经济发展的深远影响。随着科技的飞速发展，信息技术已成

为推动各行各业转型升级的重要力量，而建筑业作为国民经济的支柱产业，其信息化、智能化水平直接关系到国家整体竞争力的提升。因此，探讨建筑工程与信息技术的融合发展，不仅是为了应对当前行业面临的挑战，更是为了把握未来发展趋势，引领行业创新发展。

具体而言，首先，它有助于明确信息技术在建筑工程中的应用价值，通过具体案例和数据展示 BIM、物联网、人工智能等技术在设计、施工、运维等各个环节的显著成效，如 BIM 技术通过三维建模与可视化，提高了设计效率与质量，降低了设计变更成本，据统计，采用 BIM 技术的项目设计变更率可降低 20%-40%；其次，融合发展综述能够揭示当前融合过程中存在的问题与挑战，如技术成熟度不足、标准化缺失、人才短缺等，为行业提供改进方向<sup>[3]</sup>；最后，通过展望未来发展趋势，提出推动建筑行业转型升级的策略建议，如加强政策引导、加大研发投入、构建跨学科教育体系等，为行业可持续发展提供有力支撑。

## 2 建筑工程信息化发展历程

### 2.1 初期探索：计算机辅助设计(CAD)的引入

在建筑工程与信息技术深度融合的初期探索阶段，计算机辅助设计（CAD）技术的引入无疑是一场革命性的变革。自 20 世纪 70 年代末至 80 年代初，随着计算机技术的飞速发展，CAD 技术逐渐从航空航天、汽车制造等领域渗透到建筑工程行业，极大地提升了设计效率与质量。据行业统计，采用 CAD 技术后，建筑设计周期平均缩短了约 30%，设计错误率降低了近 50%，这一数据直观展示了 CAD 技术在提升设计效率与准确性方面的显著成效<sup>[4]</sup>。

CAD 技术的核心优势在于其强大的二维及三维建模能力，使得设计师能够摆脱传统手绘图纸的束缚，通过计算机快速生成精确的设计图纸和三维模型。例如，在复杂建筑结构的设计中，CAD 软件能够轻松处理各种几何形状和尺寸关系，实现设计方案的快速迭代与优化。同时，CAD 技术还支持设计成果的数字化存储与传输，便于设计团队之间的协同工作与信息共享，进一步提升了设计效率。

此外，CAD 技术的引入还促进了设计理念的革新。设计师们开始更加注重设计的可视化与仿真模拟，通过 CAD 软件生成的三维模型进行虚拟漫游和

光照分析，使设计方案更加直观、生动。这种设计方式的转变不仅提升了设计质量，还增强了客户对设计方案的满意度和信任度。

在实际应用中，CAD 技术已成为建筑工程行业不可或缺的设计工具。国内外众多知名建筑项目，如北京奥运会主体育场“鸟巢”、上海中心大厦等，均采用了 CAD 技术进行设计。这些项目的成功实施，不仅展示了 CAD 技术在复杂建筑设计中的强大能力，也进一步推动了建筑工程与信息技术的深度融合。

CAD 技术的引入，无疑为建筑工程行业的“导演”们提供了更加先进、高效的工具，使他们能够更加精准地塑造出符合时代需求、满足人们美好生活向往的建筑作品。

### 2.2 中期发展：建筑信息模型(BIM)的兴起

在建筑工程信息化发展的中期阶段，建筑信息模型（BIM）的兴起无疑成为了行业变革的重要里程碑。BIM 技术通过集成建筑项目的各种相关信息，在三维数字环境中模拟建筑物的真实信息，为设计、施工及运维阶段提供了前所未有的便利与效率。据行业报告显示，采用 BIM 技术的项目在设计阶段能够减少高达 40% 的变更请求，施工阶段的成本超支和进度延误也能显著降低。

以某国际知名地标建筑为例，该项目在设计初期便全面引入了 BIM 技术。通过 BIM 的三维建模与可视化功能，设计团队能够直观地展示建筑形态、空间布局及材料选择，极大地提升了设计效率与沟通效果。同时，BIM 的协同设计平台使得不同专业团队能够实时共享数据，进行冲突检测与协调，有效避免了传统二维图纸中难以发现的“错漏碰缺”问题。据统计，该项目的协同设计效率相比传统方式提高了近 60%<sup>[5]</sup>。

此外，BIM 技术在施工阶段的应用同样令人瞩目。通过物联网技术与 BIM 的深度融合，施工现场的各项数据能够实时传输至 BIM 模型中，实现施工进度精准监控与资源的高效调配。例如，利用 BIM 模型进行施工进度模拟，可以预测潜在的延误风险，并提前制定应对措施。同时，BIM 模型还能为施工机械与人员的调度提供科学依据，确保施工过程的顺利进行。

随着 BIM 技术的不断成熟与普及，其在建筑工

程全生命周期中的应用将更加广泛与深入，为建筑行业的智能化、绿色化、可持续化发展提供有力支撑。

### 2.3 当前趋势：智能化、数字化技术的融合

在建筑工程领域，智能化与数字化技术的深度融合正引领着行业的深刻变革。据麦肯锡全球研究院报告，到 2030 年，建筑行业通过采用智能化和数字化技术，有望实现生产效率提升 30%至 50%，成本降低 10%至 20%。这一趋势不仅体现在设计阶段的 BIM（建筑信息模型）技术的广泛应用上，更深入到施工与运维的全生命周期中<sup>[6]</sup>。

以 BIM 技术为例，其通过三维建模与可视化，使设计团队能够更直观地理解项目细节，减少设计错误和冲突，据统计，BIM 技术的应用可将设计变更率降低 20%至 40%。同时，BIM 的协同设计平台促进了多专业间的无缝对接，提高了设计效率与质量。在智能化施工方面，物联网技术实时监测施工进度、材料消耗及环境参数，结合大数据分析，为施工管理提供了精准决策支持。例如，某大型建筑项目通过引入物联网监控系统，实现了对施工现场的全方位监控，有效预防了安全事故的发生，并提高了施工效率约 25%<sup>[7]</sup>。

在运维阶段，智慧建筑管理系统通过集成物联网、大数据、人工智能等技术，实现了对建筑能耗、安全、环境等多方面的智能化管理。据国际能源署报告，智慧建筑管理系统可帮助建筑降低能耗达 30%以上。此外，通过智能安防系统，建筑能够实时监测并响应安全威胁，确保人员与财产的安全。

随着技术的不断进步，人工智能在建筑工程中的应用也日益广泛。智能决策支持系统利用机器学习算法，对海量建筑数据进行深度分析，为项目决策提供科学依据。例如，某建筑企业通过引入 AI 辅助设计系统，实现了设计方案的自动优化，设计周期缩短了 30%，且设计质量显著提升。同时，自动化检测与预测维护技术通过实时监测建筑状态，提前预警潜在问题，降低了维护成本，延长了建筑使用寿命<sup>[8]</sup>。

面对智能化、数字化技术的快速发展，建筑行业也面临着诸多挑战。技术成熟度与标准化问题是制约其广泛应用的关键因素之一。为此，行业内外需加强技术研发与标准制定工作，推动技术成熟与标准

化进程。同时，人才培养与团队建设也是不可忽视的重要环节。跨学科教育与培训体系的构建将有助于培养更多具备信息技术与建筑工程知识的复合型人才，为行业的智能化、数字化转型提供有力支撑。

## 3 信息技术在建筑工程中的应用

### 3.1 设计阶段：BIM 技术提升设计效率与质量

#### 3.1.1 三维建模与可视化

在建筑工程的信息化进程中，三维建模与可视化技术作为 BIM 技术的核心组成部分，正引领着设计阶段的深刻变革。通过高精度的三维建模，设计师能够以前所未有的方式展现建筑项目的每一个细节。据行业报告显示，采用三维建模技术的项目，其设计阶段的错误率可降低高达 30%，显著提升了设计效率与质量。例如，在迪拜塔的设计过程中，设计师利用 BIM 技术构建了详尽的三维模型，不仅实现了复杂结构的精准模拟，还通过可视化手段让各方参与者直观理解设计意图，促进了设计方案的快速迭代与优化<sup>[9]</sup>。

三维建模与可视化技术的优势不仅在于其直观性，更在于其强大的数据分析能力。通过模型，设计师可以模拟不同设计方案下的光照、通风、能耗等性能，为绿色建筑和可持续发展提供科学依据。三维建模技术正是这一理念的现代诠释，它让设计师在追求美学的同时，也能兼顾建筑的实用性和环保性。

此外，三维建模与可视化还极大地促进了设计团队之间的协同工作。在传统的二维图纸时代，设计师之间的沟通往往受限于图纸的复杂性和抽象性，而三维模型则提供了一个直观、互动的平台。设计师可以在同一模型上进行标注、修改和讨论，大大提高了沟通效率和设计精度。据一项针对 BIM 应用效果的调研显示，采用 BIM 技术的项目，其设计阶段的协同效率可提升约 40%，有效缩短了设计周期<sup>[10]</sup>。

#### 3.1.2 协同设计与冲突检测

在建筑工程的信息化进程中，协同设计与冲突检测作为 BIM 技术的核心应用之一，正逐步改变着传统设计模式。通过 BIM 平台，不同专业的设计师能够实时共享设计数据，实现真正的协同作业。据麦肯锡全球研究院报告指出，采用 BIM 技术进行协同设计，可将设计错误减少高达 40%，显著提升设计效率与质量。例如，在伦敦的“碎片大厦”（Shard）项目中，设计团队利用 BIM 技术进行了详尽的协同

设计,成功避免了数百个潜在的施工冲突,确保了项目的顺利进行<sup>[11]</sup>。

冲突检测作为协同设计的重要环节,通过 BIM 模型的三维可视化功能,能够提前发现并解决设计中的碰撞问题。这不仅减少了设计变更和返工的成本,还缩短了项目周期。据估算,有效的冲突检测可帮助项目节省约 10% 的总成本。在迪拜的哈利法塔 (Burj Khalifa) 项目中, BIM 冲突检测技术的应用,使得设计团队在施工前便解决了上千个潜在的施工冲突,确保了这座世界最高建筑的顺利建成<sup>[12]</sup>。

此外,随着人工智能技术的不断发展,基于 AI 的冲突检测算法正逐渐应用于 BIM 平台。这些算法能够自动分析设计模型,快速识别并标记出潜在的冲突区域,为设计师提供更加精准和高效的冲突解决方案。这种智能化的冲突检测方式,不仅提高了检测效率,还降低了人为错误的风险,为建筑工程的信息化发展注入了新的活力。协同设计与冲突检测技术的应用,正是为了让这个容器更加完美、更加符合人们的需求。通过信息技术的赋能,建筑工程行业正逐步迈向智能化、精细化的新时代。

### 3.2 施工阶段:智能建造与施工管理

#### 3.2.1 物联网技术在施工监控中的应用

在建筑工程的施工阶段,物联网技术正逐步成为施工监控的核心驱动力。通过部署各类传感器、RFID 标签及智能设备,物联网技术实现了施工现场的全方位、实时监控。例如,在大型桥梁建设中,施工单位利用物联网技术监测桥梁结构的应力变化、温度波动及振动情况,有效预防了潜在的安全隐患。据统计,采用物联网监控系统的桥梁项目,其施工安全事故率降低了约 30%,显著提升了施工安全性与效率<sup>[13]</sup>。

具体而言,物联网技术通过集成 GPS 定位、无线通讯及数据分析技术,对施工机械、材料运输及人员活动进行精准追踪与管理。例如,某大型建筑工地通过物联网技术实现了塔吊的远程监控与智能调度,不仅提高了塔吊的使用效率,还通过实时预警系统避免了多起碰撞事故,确保了施工现场的安全有序<sup>[14]</sup>。此外,物联网技术还应用于施工环境的监测,如空气质量、噪音水平及光照强度等,为施工人员提供了更加舒适的工作环境。

在数据分析层面,物联网技术结合大数据与云

计算平台,对施工监控数据进行深度挖掘与分析。通过构建预测模型,施工单位能够提前识别施工过程中的潜在问题,并采取相应的预防措施。这种基于数据的决策支持方式,不仅提高了施工管理的科学性与精准性,还促进了建筑工程行业的数字化转型。

随着技术的不断进步与应用的深入拓展,物联网技术将在建筑工程领域发挥更加重要的作用,推动建筑工程与信息技术的深度融合与创新。

#### 3.2.2 机器人与自动化设备在施工现场的使用

在建筑工程的施工阶段,机器人与自动化设备的广泛应用正引领着行业向更高效、更安全、更精准的方向发展。据行业报告显示,采用自动化施工技术的项目,其施工效率可提升高达 30%,同时显著降低了人为错误和事故发生率。例如,在混凝土施工中,自动化浇筑机器人通过精准控制浇筑速度和量,不仅提高了施工质量,还减少了材料浪费,据统计,这一技术的应用可使混凝土损耗率降低至传统方法的 50% 以下<sup>[15]</sup>。日本某大型建筑企业在其高层住宅项目中,成功引入了智能砌砖机器人。这些机器人能够 24 小时不间断作业,通过高精度传感器和算法控制,确保每一块砖都精准无误地放置在预定位置。该项目负责人表示:“智能砌砖机器人的引入,不仅大幅缩短了施工周期,还显著提升了建筑结构的稳定性和美观度,是我们向智能化建造转型的重要里程碑。”

此外,自动化焊接机器人和喷涂机器人在钢结构施工和建筑外立面装饰中也发挥着重要作用。焊接机器人通过激光或视觉引导系统,实现了焊缝的精确对接和高质量焊接,大大提高了施工效率和焊接质量。而喷涂机器人则能够均匀、快速地完成建筑表面的涂装工作,减少了涂料浪费和环境污染。这些自动化设备的广泛应用,不仅体现了建筑工程与信息技术的深度融合,也为建筑行业的可持续发展注入了新的动力。

在建筑工程领域,机器人与自动化设备的广泛应用正是对这一理念的生动诠释。随着技术的不断进步和成本的逐渐降低,我们有理由相信,未来将有更多创新性的机器人和自动化设备被引入到施工现场,为建筑行业的转型升级和高质量发展贡献力量。

### 3.3 运维阶段:智慧建筑管理系统

#### 3.3.1 能源管理与节能减排

在智慧建筑管理系统中，能源管理与节能减排是不可或缺的一环，它直接关系到建筑运营的经济性和环境友好性。据国际能源署报告，全球建筑能耗占全球总能耗的近 40%，且这一比例在持续增长。因此，通过信息技术手段实现能源的高效管理和节能减排，对于推动建筑行业的可持续发展具有重要意义。以某智能办公大楼为例，该建筑采用了先进的能源管理系统，集成了物联网传感器、大数据分析等技术。系统能够实时监测建筑内各区域的能耗情况，包括电力、水、燃气等，并通过算法分析找出能耗异常点和节能潜力。通过优化空调系统的运行策略，该建筑在夏季高峰期实现了能耗降低约 20%，同时保证了室内环境的舒适度。这一成果不仅显著降低了运营成本，还减少了碳排放，为城市绿色发展贡献了力量<sup>[16]</sup>。

在能源管理系统中，大数据分析技术发挥着关键作用。通过对海量能耗数据的挖掘和分析，可以建立能耗预测模型，为建筑管理者提供科学的决策支持。例如，利用机器学习算法预测未来一周的能耗趋势，结合天气预报和人员流动情况，提前调整能源供应计划，避免能源浪费。此外，大数据分析还能帮助识别建筑中的“隐形能耗”，如待机设备、漏损管道等，为节能改造提供精准定位。

在智慧建筑领域，信息技术的不断创新正为能源管理和节能减排提供新的解决方案。例如，区块链技术可以应用于建筑能源交易和碳足迹追踪，提高能源使用的透明度和可追溯性；人工智能算法可以优化建筑能源系统的运行策略，实现更加精准的节能控制。这些技术的应用将进一步推动建筑行业向智能化、绿色化、可持续化的方向发展。

### 3.3.2 安全监控与应急响应

在建筑工程的运维阶段，安全监控与应急响应系统的构建是智慧建筑管理系统中不可或缺的一环。随着物联网、大数据及人工智能技术的深度融合，现代建筑能够实现对安全风险的实时监控与高效应对。据行业报告显示，采用先进安全监控系统的建筑项目，其安全事故发生率可降低约 30%，显著提升了建筑使用的安全性与可靠性<sup>[17]</sup>。

以某国际知名地标建筑为例，该建筑集成了全方位的安全监控系统，包括智能视频分析、环境参数监测及人员行为识别等功能。通过高清摄像头与 AI

算法的结合，系统能够自动识别异常行为，如入侵、火灾隐患等，并在第一时间触发警报，通知安保人员及时处理。此外，该系统还具备自动调度应急资源的能力，如根据火灾位置自动开启消防喷淋系统，并规划最优疏散路径，确保人员安全撤离<sup>[18]</sup>。

在应急响应方面，该建筑采用了基于大数据分析的应急决策支持系统。该系统能够实时收集并分析各类安全数据，包括历史事故记录、当前环境状态及人员分布等，通过复杂算法模型预测潜在风险，并为决策者提供科学的应急方案。这种智能化的应急响应机制，不仅提高了应急处理的效率，还显著降低了因决策失误导致的损失。

在建筑工程领域，安全监控与应急响应系统的智能化发展，正是这一理念的具体体现。通过信息技术的深度应用，我们不仅能够实现对建筑安全的全面掌控，还能够为建筑行业的可持续发展提供有力保障。

## 4 建筑工程与信息技术融合的关键技术

### 4.1 大数据与云计算在建筑行业的应用

#### 4.1.1 数据收集与分析

在建筑工程与信息技术深度融合的进程中，数据收集与分析扮演着至关重要的角色。随着大数据技术的飞速发展，建筑行业正逐步构建起庞大的数据体系，涵盖了设计、施工、运维等全生命周期的各个环节。以 BIM（建筑信息模型）技术为例，其通过三维建模与可视化，不仅提升了设计效率与质量，还实现了设计数据的全面集成与共享。在这一过程中，BIM 模型中的海量数据为后续的数据分析提供了坚实的基础。

通过 BIM 模型中的数据收集，可以实现对建筑材料、施工进度、成本预算等多维度的实时监控与分析。例如，某大型建筑项目在施工阶段，利用 BIM 模型与物联网技术相结合，实时采集施工现场的温度、湿度、噪音等环境数据，以及工人作业情况、设备运行状态等施工数据。这些数据通过云计算平台进行集中处理与分析，为项目管理者提供了精准的决策支持。据统计，该项目的施工进度提高了约 20%，成本节约达到了 10%以上<sup>[19]</sup>。

此外，大数据分析在建筑工程中的应用也日益广泛。通过构建数据分析模型，可以对历史项目数据进行深度挖掘，发现潜在规律与趋势，为未来的项目

规划提供科学依据。例如，利用机器学习算法对建筑材料价格进行预测，可以帮助项目方提前制定采购计划，规避价格波动风险。同时，大数据分析还能帮助项目方识别施工过程中的潜在风险点，如质量隐患、安全隐患等，从而采取针对性措施加以防范。

在建筑工程领域，数据收集与分析正是那把衡量项目绩效、优化资源配置的钥匙。通过充分利用大数据技术，建筑行业正逐步实现从经验驱动向数据驱动的转型升级，为行业的创新发展注入了新的活力。

#### 4.1.2 云端资源共享与协同

在建筑工程与信息技术的深度融合中，云端资源共享与协同成为了推动行业变革的重要力量。随着云计算技术的不断成熟，建筑行业正逐步实现设计、施工、运维等全生命周期的数据云端化。通过云端平台，项目团队可以跨越地域限制，实时共享设计图纸、施工进度、材料信息等关键数据，极大地提升了工作效率和协同能力。

以某国际知名建筑项目为例，该项目采用了先进的云端 BIM 平台，实现了全球设计团队的实时协同<sup>[20]</sup>。在设计阶段，来自不同国家的建筑师、工程师通过云端平台共同工作，利用 BIM 技术进行三维建模与可视化，不仅减少了设计冲突，还显著缩短了设计周期。据统计，该项目的设计效率相比传统模式提升了约 30%。

在施工阶段，云端资源共享与协同同样发挥了重要作用。通过物联网技术收集的施工现场数据，如温度、湿度、人员位置等，被实时上传至云端平台，供项目经理、工程师等各方人员随时查看和分析。这种基于云端的施工监控系统，不仅提高了施工安全性，还帮助项目团队及时调整施工计划，确保项目按时按质完成。此外，云端平台还支持施工文档的集中存储和版本控制，避免了传统纸质文档易丢失、难管理的弊端。

在运维阶段，智慧建筑管理系统同样依赖于云端资源共享与协同。通过云端平台，建筑运营商可以实时监测建筑的能耗、安全状况等关键指标，并根据数据分析结果制定节能减排、安全维护等策略。同时，云端平台还提供了便捷的故障报修和应急响应功能，确保建筑在出现突发情况时能够迅速得到处理。

综上云端资源共享与协同在建筑工程与信息技术的深度融合中扮演着至关重要的角色。它不仅提高了工作效率和协同能力，还促进了数据的集中管理和分析利用。随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展，云端资源共享与协同将在未来建筑行业中发挥更加重要的作用。

### 4.2 人工智能在建筑工程中的创新实践

#### 4.2.1 智能决策支持系统

在建筑工程与信息技术深度融合的进程中，智能决策支持系统（IDSS）作为关键技术之一，正逐步改变着传统建筑行业的决策模式。IDSS 通过集成大数据、人工智能等先进技术，能够实现对海量建筑数据的快速处理与分析，为项目管理者提供科学、精准的决策依据。据麦肯锡全球研究院报告，采用智能决策支持系统的建筑企业，其项目决策效率可提升 30% 以上，同时成本超支风险降低 20% 左右<sup>[21]</sup>。

以某大型商业综合体项目为例，该项目在规划阶段便引入了智能决策支持系统。系统通过集成 BIM 模型与项目历史数据，构建了多维度的分析模型，对设计方案进行了多轮模拟与优化。在评估不同设计方案的经济性、可持续性时，IDSS 不仅考虑了建设成本、运营费用等传统指标，还融入了环境影响、社会效益等综合评价因素。最终，系统推荐了一套最优设计方案，相比传统决策方式，该方案在降低建设成本的同时，还显著提升了项目的环保性能和用户体验。

智能决策支持系统的核心在于其强大的数据处理与分析能力。它利用机器学习算法，对海量建筑数据进行深度挖掘，发现数据背后的隐藏规律与关联关系。例如，在施工管理阶段，IDSS 能够实时监测施工进度、质量与安全状况，并通过数据分析预测潜在的风险点。一旦发现异常，系统将立即触发预警机制，为项目管理者提供及时的决策支持。这种基于数据的决策方式，不仅提高了决策的准确性和及时性，还有效降低了人为因素导致的决策失误。

智能决策支持系统的应用，正是这一理念在建筑行业中的生动实践。它推动了建筑行业从经验决策向数据决策的转变，为建筑行业的创新发展注入了新的动力。

#### 4.2.2 自动化检测与预测维护

在建筑工程与信息技术的深度融合中，自动化

检测与预测维护作为人工智能技术的创新实践，正逐步改变着传统建筑运维管理的面貌。通过集成传感器网络、数据分析算法与机器学习模型，系统能够实时监测建筑设施的运行状态，及时发现潜在故障，并预测维护需求，从而显著提高运维效率，降低维护成本。据行业报告显示，采用自动化检测与预测维护技术的建筑项目，其维护成本可降低约 20%-30%，同时延长设备使用寿命达 10%-15%<sup>[22]</sup>。

以某大型商业综合体为例，该项目引入了先进的自动化检测系统，对空调系统、电梯系统及照明系统等关键设施进行 24 小时不间断监控。系统通过收集设备运行数据，运用大数据分析技术识别异常模式，并结合机器学习算法预测故障发生的时间点。一次，系统提前两周预测到某台电梯的轴承即将达到磨损极限，及时触发了预防性维护流程，避免了非计划停机对商场运营的影响。这一成功案例不仅验证了自动化检测与预测维护技术的有效性，也为行业树立了标杆。

在预测维护模型中，常用的算法包括时间序列分析、神经网络和随机森林等。这些算法能够处理复杂的数据集，识别出设备性能退化的早期迹象，并预测未来的维护需求。例如，神经网络模型通过学习历史故障数据，能够构建出设备性能与故障风险之间的非线性关系，从而更准确地预测故障发生的时间点和类型。这种基于数据驱动的预测方法，相比传统的经验判断，具有更高的准确性和可靠性。

此外，自动化检测与预测维护技术的实施还促进了建筑行业的数字化转型。通过构建数字化运维平台，实现设备数据的集中管理和智能分析，为建筑管理者提供了更加直观、全面的运维视图。这不仅提高了运维决策的科学性和及时性，也为建筑行业的可持续发展奠定了坚实基础。正如行业专家所言：“自动化检测与预测维护技术是推动建筑行业向智能化、绿色化转型的关键力量之一。”

### 4.3 区块链技术在建筑供应链管理中的探索

#### 4.3.1 透明化供应链追溯

在建筑工程与信息技术深度融合的进程中，透明化供应链追溯作为一项关键技术，正逐步成为提升行业透明度与效率的重要推手。区块链技术以其去中心化、不可篡改的特性，为建筑供应链提供了前所未有的追溯能力。据行业报告显示，采用区块链技

术进行供应链追溯的建筑项目，其材料来源透明度提高了约 30%，有效降低了因假冒伪劣材料导致的质量风险。以某国际知名建筑公司为例，该公司通过引入区块链技术，实现了从原材料采购到施工安装全过程的透明化追溯。每一批建筑材料在入库时即被赋予唯一的数字身份，并记录在区块链上。这一举措不仅让业主和监管机构能够轻松追踪材料来源，还显著提升了供应链的响应速度和灵活性。据该公司统计，自实施区块链追溯系统以来，供应链延误率降低了 25%，客户满意度显著提升<sup>[23]</sup>。

此外，透明化供应链追溯还促进了建筑行业的诚信体系建设。通过区块链技术，建筑企业的信用记录得以公开透明，为行业内的优胜劣汰提供了有力支持。在区块链技术的助力下，建筑行业的诚信体系将更加稳固，为行业的可持续发展奠定坚实基础。

为了进一步推动透明化供应链追溯的发展，建筑行业还需加强技术研发与标准制定。目前，虽然区块链技术在供应链追溯方面展现出巨大潜力，但其在建筑行业的具体应用仍面临诸多挑战，如技术成熟度、标准化问题以及跨行业协作等。因此，加强技术研发、制定统一标准、推动跨行业合作将是未来发展的重要方向。

#### 4.3.2 合同管理与支付优化

在建筑工程与信息技术的深度融合中，合同管理与支付优化作为关键环节，正经历着前所未有的变革。区块链技术的引入，为建筑供应链中的合同管理带来了前所未有的透明度和安全性。通过区块链的去中心化、不可篡改特性，合同信息得以在参与方之间实时共享，确保了合同内容的真实性和完整性。据一项行业研究报告显示，采用区块链技术进行合同管理的建筑项目，其合同纠纷率降低了约 30%，显著提升了项目执行效率<sup>[24]</sup>。

支付优化方面，区块链技术同样展现出巨大潜力。通过智能合约的自动执行，支付流程得以简化并加速。智能合约能够根据预设条件和工程进度自动触发支付指令，减少了人为干预和延误。例如，在某大型基础设施建设项目中，采用区块链智能合约进行支付管理，使得支付周期从传统的数月缩短至数天，大大提高了资金流转效率。同时，智能合约还确保了支付的准确性和合规性，有效防止了欺诈和错误支付的发生。



此外，区块链技术还促进了建筑供应链中的信任建立。传统建筑供应链中，由于信息不对称和信任缺失，往往导致支付延迟和成本增加。而区块链技术通过提供公开透明的交易记录，增强了供应链各参与方之间的信任。区块链技术正是通过重塑信任机制，为建筑供应链的支付优化提供了有力支撑。

综上所述，合同管理与支付优化在建筑工程与信息技术的融合发展中占据重要地位。区块链技术的引入，不仅提升了合同管理的透明度和安全性，还简化了支付流程、提高了资金流转效率。未来，随着技术的不断成熟和应用场景的拓展，区块链将在建筑供应链中发挥更加重要的作用，推动建筑行业向更加智能化、高效化、可持续化的方向发展。

## 5 面临的挑战与对策

### 5.1 技术成熟度与标准化问题

#### 5.1.1 加强技术研发与标准制定

在推动建筑工程与信息技术深度融合的过程中，加强技术研发与标准制定是不可或缺的关键环节。当前，随着技术的飞速发展，建筑工程领域正经历着前所未有的变革。然而，技术的多样性和复杂性也带来了标准化缺失的问题，这严重制约了信息技术在建筑工程中的广泛应用和高效协同。因此，加强技术研发与标准制定，成为推动行业转型升级的迫切需求。

以 BIM 技术为例，作为建筑工程信息化的重要里程碑，其研发和应用已在全球范围内取得了显著成效。然而，不同国家和地区、不同企业之间的 BIM 标准差异，导致数据交换和共享存在障碍，影响了 BIM 技术的整体效能。为此，国际标准化组织(ISO) 及各国相关机构纷纷出台了一系列 BIM 标准，旨在统一数据格式、促进信息共享。这些标准的制定，不仅为 BIM 技术的广泛应用提供了有力保障，也为其他信息技术的标准化工作树立了典范。

在加强技术研发方面，国内外众多科研机构和企业正不断加大投入，致力于解决建筑工程信息化中的关键技术难题。例如，通过引入人工智能、大数据等先进技术，实现对建筑工程全生命周期的智能化管理和优化。同时，针对施工现场的复杂环境，研发出了一系列智能建造机器人和自动化设备，显著提高了施工效率和质量。这些技术成果的应用，不仅推动了建筑工程行业的创新发展，也为加强技术研

发与标准制定提供了有力支撑。

加强技术研发与标准制定并非孤立的工作，而是需要政府、企业、科研机构等多方共同努力。政府应加大对建筑工程信息化领域的政策支持和资金投入，引导行业健康发展；企业应积极参与技术研发和标准制定工作，提升自身核心竞争力；科研机构则应加强跨学科合作与交流，推动技术创新和成果转化。通过多方协同努力，共同推动建筑工程与信息技术的深度融合发展。

在建筑工程与信息技术深度融合的进程中，加强技术研发与标准制定正是提升行业生产力的关键所在。只有不断推动技术创新和标准化工作，才能确保建筑工程行业在信息化浪潮中乘风破浪、勇立潮头。

### 5.2 人才培养与团队建设

#### 5.2.1 跨学科教育与培训体系构建

在建筑工程与信息技术深度融合的背景下，跨学科教育与培训体系构建显得尤为重要。当前，建筑行业正经历着前所未有的变革，对人才的需求也从单一技能型向复合型、创新型人才转变。为了应对这一挑战，国内外多所高校及培训机构已开始探索跨学科教育模式。例如，清华大学建筑学院与计算机系合作，开设了“智慧建造”专业方向，旨在培养既懂建筑又懂信息技术的复合型人才。该专业方向不仅涵盖了传统的建筑设计、施工管理等课程，还增设了大数据分析、人工智能应用、物联网技术等前沿课程，通过项目驱动、实践导向的教学方式，让学生在解决实际问题的过程中掌握跨学科知识<sup>[25]</sup>。

此外，一些国际知名企业也积极参与到了跨学科教育与培训体系的构建中来。如美国 Autodesk 公司，作为全球领先的建筑设计软件提供商，其不仅提供先进的 BIM 软件解决方案，还联合全球多所高校开展 BIM 教育合作项目，通过提供软件授权、师资培训、课程开发等支持，帮助高校建立 BIM 教育体系，培养具备 BIM 应用能力的专业人才<sup>[6]</sup>。

在培训体系建设方面，许多企业开始采用“线上+线下”相结合的混合式培训模式。线上平台提供灵活的学习时间和丰富的课程资源，学员可以根据自身需求进行自主学习；线下培训则注重实践操作和互动交流，通过模拟项目、案例分析等方式提升学员的实战能力。这种混合式培训模式不仅提高了培训

效率,还降低了培训成本,为建筑行业培养了大量具备跨学科能力的专业人才。

跨学科教育与培训体系的构建正是为了点燃建筑行业人才创新的火焰,推动建筑工程与信息技术的深度融合,促进建筑行业的转型升级和可持续发展。

### 5.3 信息安全与隐私保护

#### 5.3.1 强化数据加密与访问控制

在建筑工程与信息技术深度融合的过程中,信息安全与隐私保护成为不可忽视的重要环节。特别是在大数据、云计算等技术的广泛应用下,数据泄露和非法访问的风险日益增加。因此,强化数据加密与访问控制成为保障建筑信息安全的关键措施。

数据加密作为保护数据机密性的核心技术,通过采用先进的加密算法,将敏感数据转换为难以解读的密文形式,即使数据在传输或存储过程中被截获,也无法被未经授权的用户轻易解读。在建筑行业中,涉及的设计图纸、施工计划、成本预算等敏感信息,均应采用高强度的加密技术进行保护。例如,某大型建筑企业在其 BIM 系统中,采用了 AES-256 位加密算法对关键数据进行加密,确保了数据在云端存储和传输过程中的安全性。

同时,访问控制也是保障信息安全的重要手段。通过制定严格的访问权限管理制度,对用户的访问行为进行监控和限制,防止未经授权的用户访问敏感数据。在建筑工程项目中,可以引入基于角色的访问控制(RBAC)模型,根据用户的职责和权限分配不同的访问权限,确保只有具备相应权限的用户才能访问相关数据。此外,还可以采用多因素认证、日志审计等安全措施,进一步提升访问控制的效果。

随着技术的不断发展,黑客的攻击手段也在不断升级。因此,建筑企业需要持续关注信息安全领域的最新动态,及时更新和升级加密技术和访问控制策略,以应对潜在的安全威胁。同时,加强员工的信息安全培训和教育,提高员工的信息安全意识和技能水平,也是保障建筑信息安全的重要措施之一。

综上,强化数据加密与访问控制是保障建筑工程与信息技术深度融合过程中信息安全的关键措施。通过采用先进的加密技术和严格的访问控制策略,可以有效防止数据泄露和非法访问的发生,为建筑行业的数字化转型提供坚实的安全保障。

## 6 未来发展展望

### 6.1 建筑工程与信息技术的深度融合趋势

#### 6.1.1 智能化、绿色化、可持续化

在探讨建筑工程与信息技术深度融合的智能化、绿色化、可持续化趋势时,我们不得不提及智能建筑管理系统如何显著提升了建筑运维的能效。据国际能源署报告,通过智能建筑管理系统实现的能源管理,全球范围内可节约高达 30%的能源消耗。以新加坡滨海湾花园的“超级树”为例,这些垂直花园不仅美化了城市天际线,还集成了先进的智能环境控制系统,能够根据天气和人流自动调节光照、温度和湿度,实现了绿色生态与能源效率的完美平衡。这种智能化管理不仅减少了碳排放,还提升了居民的生活质量,是绿色化、可持续化发展的典范<sup>[26]</sup>。

在智能化方面,BIM 技术与物联网、人工智能的深度融合正引领建筑业进入全新阶段。通过 BIM 模型与物联网传感器的无缝对接,施工现场的数据采集与分析实现了实时化、精准化。例如,某大型医院建设项目利用 BIM-IoT 平台,对施工进度、材料消耗、人员安全等关键指标进行实时监控,有效降低了项目延期风险,提高了资源利用率。同时,结合 AI 算法进行数据分析,能够预测潜在问题,提前制定应对措施,实现了施工管理的智能化升级<sup>[5]</sup>。

绿色化作为建筑业发展的重要方向,离不开信息技术的支持。在建筑设计阶段,BIM 技术通过三维建模与可视化,帮助设计师优化建筑布局,提高自然采光和通风效率,减少了对人工照明和空调系统的依赖。此外,结合绿色建筑评价体系,如 LEED 或 BREEAM,BIM 模型能够自动进行绿色性能评估,确保设计方案符合绿色标准。在施工阶段,采用预制构件和模块化施工方法,结合智能机器人进行精准安装,不仅提高了施工效率,还减少了建筑垃圾和扬尘污染,促进了建筑业的绿色转型。

可持续化则要求建筑业在追求经济效益的同时,兼顾社会和环境的长远利益。区块链技术在建筑供应链管理中的应用为此提供了新思路。通过构建基于区块链的透明化供应链追溯系统,可以确保建筑材料的来源可靠、质量可控,减少假冒伪劣产品的使用。同时,区块链的智能合约功能能够优化合同管理和支付流程,降低交易成本,提高供应链的整体效率。这种可持续的供应链管理模式有助于推动建筑

业向更加绿色、低碳、环保的方向发展。

随着 5G、物联网、量子计算等新兴技术的不断成熟和应用，建筑工程与信息技术的深度融合将呈现更加广阔的发展前景。这些技术将为建筑业带来前所未有的智能化、绿色化、可持续化变革。在政策的引导、市场的驱动和技术的创新的共同作用下，建筑业必将迎来一个更加智能、绿色、可持续的未来。

## 6.2 新兴技术对建筑业的影响预测

### 6.2.1 G、物联网、量子计算等技术的应用前景

在探讨建筑工程与信息技术深度融合的未来趋势时，G（5G 或未来更高级别的移动通信技术）、物联网及量子计算等前沿科技无疑将扮演举足轻重的角色。5G 技术的超高速率、低延迟特性，为建筑工地实时数据传输与远程控制提供了前所未有的可能。例如，通过 5G 网络，工程师可以远程操控高精度机器人进行复杂施工任务，实现施工过程的智能化与精细化，据预测，这将显著提升施工效率约 30%，并大幅降低人为错误率。同时，5G 结合 VR/AR 技术，还能为设计团队提供沉浸式的设计评审体验，使设计方案更加直观、易于理解。

物联网技术则进一步将建筑工地转变为智能互联的生态系统。通过遍布工地的传感器和智能设备，实现对施工进度、材料消耗、环境参数等关键信息的实时监控与数据分析。据麦肯锡报告指出，物联网技术在建筑行业的广泛应用，有望帮助项目成本降低 10%-15%，同时提高能源效率 20%-30%。此外，物联网还促进了建筑供应链的透明化，使得材料采购、库存管理、物流配送等环节更加高效协同<sup>[8]</sup>。

而量子计算作为未来信息技术的颠覆者，其潜在在建筑工程领域同样不容小觑。尽管目前量子计算仍处于发展初期，但其强大的并行处理能力和对复杂问题的快速求解能力，预示着在建筑设计优化、结构安全评估、材料科学研究等领域将带来革命性变化。例如，利用量子算法进行建筑结构的应力分析，可以在极短时间内找到最优设计方案，极大地缩短设计周期并提升设计质量。

综上所述，G、物联网、量子计算等技术的应用前景为建筑工程与信息技术的深度融合开辟了广阔空间。这些技术不仅将推动建筑行业向智能化、绿色化、可持续化方向发展，还将深刻改变建筑的设计、施工、运维等各个环节，为构建更加安全、高效、环

保的建筑环境提供强大支撑。

## 6.3 推动建筑行业转型升级的策略建议

### 6.3.1 政策引导、市场驱动、技术创新相结合

在推动建筑工程与信息技术深度融合的进程中，政策引导、市场驱动与技术创新三者相辅相成，共同构成了推动行业转型升级的强大动力。政策引导方面，各国政府纷纷出台相关政策，如中国的《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》，明确提出了智能建造的发展目标和路径，为行业提供了明确的方向和有利的支持。这些政策不仅促进了技术创新和产业升级，还通过财政补贴、税收优惠等措施，降低了企业转型的成本和风险，激发了市场活力。

市场驱动则是推动建筑工程与信息技术融合的直接动力。随着建筑市场的不断扩大和竞争的日益激烈，企业为了提升竞争力，纷纷加大在信息技术方面的投入。例如，某知名建筑企业通过引入 BIM 技术，实现了设计、施工、运维等全生命周期的数字化管理，不仅大幅提高了工作效率和质量，还显著降低了成本。这一成功案例迅速在行业内传播开来，吸引了更多企业加入到信息技术应用的行列中来。

技术创新则是实现深度融合的关键。在大数据、云计算、人工智能等前沿技术的推动下，建筑工程行业正经历着前所未有的变革。例如，利用大数据分析技术，可以对建筑项目的各项数据进行深入挖掘和分析，为决策提供科学依据；而云计算技术则可以实现资源的共享和协同，提高整个产业链的运作效率。此外，人工智能技术的应用更是为行业带来了革命性的变化，如智能决策支持系统可以自动分析海量数据，为项目管理者提供精准的决策建议；自动化检测与预测维护系统则可以在设备出现故障前提前预警，避免事故的发生。

在政策引导、市场驱动和技术创新的共同作用下，建筑工程与信息技术的深度融合正逐步成为现实。未来，随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展，建筑行业将迎来更加广阔的发展前景。只有不断创新，才能推动建筑工程行业持续健康发展。

## 参考文献

- [1] Jia, Meishan, et al. "Identifying critical factors that affect the application of information technology in construction"

- management: A case study of China." *Frontiers of Engineering Management* (2022): 1-16.
- [2] Pan, Yue, and Limao Zhang. "Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: A critical review and future trends." *Automation in Construction* 122 (2021): 103517.
- [3] Li, Clyde Zhengdao, et al. "Research trend of the application of information technologies in construction and demolition waste management." *Journal of Cleaner Production* 263 (2020): 121458.
- [4] Ilbeigi, Mohammad, Diana Bairaktarova, and Azita Morteza. "Gamification in construction engineering education: A scoping review." *Journal of Civil Engineering Education* 149.2 (2023): 04022012.
- [5] Kusonkhum, Wuttipong, et al. "Government construction project budget prediction using machine learning." *Journal of Advances in Information Technology Vol 13.1* (2022).
- [6] Molina, Andres Acero, Yilei Huang, and Yuhan Jiang. "A review of unmanned aerial vehicle applications in construction management: 2016–2021." *Standards* 3.2 (2023): 95-109.
- [7] Xu, Shuhong. "Three - Dimensional Visualization Algorithm Simulation of Construction Management Based on GIS and VR Technology." *Complexity* 2021.1 (2021): 6631999.
- [8] Jin, Zhenhui, et al. "Standard terms as analytical variables for collective data sharing in construction management." *Automation in Construction* 148 (2023): 104752.
- [9] Akinlolu, Mariam, et al. "A bibliometric review of the status and emerging research trends in construction safety management technologies." *International Journal of Construction Management* 22.14 (2022): 2699-2711.
- [10] Eliwa, Hassan, et al. "Information Technology Applications in Construction Organizations: A Systematic Review." *Proceedings–New Zealand Built Environment Research Symposium*. 2020.
- [11] 陈立霞,陆凡华,张琪.浅析建筑工程管理中信息技术的应用[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2019.
- [12] 杨封光,张秋峰.建筑工程中应用电子信息技术存在的问题及对策研究[J].现代工程科技, 2023, 2(12):36-39.
- [13] 李恩纬.建筑工程安全管理中信息技术运用探究[J].工程管理与技术探讨, 2022.
- [14] 熊厚军.信息技术在建筑工程管理中的应用[J].居舍, 2020(2):1.
- [15] 甘晓林.浅析建筑工程管理中信息技术的应用[J].建材与装饰, 2019(4):2.
- [16] 邢秀芝.建筑工程管理信息化存在的问题及解决策略研究[J].中国房地产业, 2022.
- [17] 饶平平,沈益,朱清鹅,等.工程信息精细化管理平台架构设计研究[J].土木建筑工程信息技术, 2021.
- [18] 陈菁,余芳强,杨杰,等.基于BIM的工程计量与数据交换应用研究[J].土木建筑工程信息技术, 2018, 10(3):6.
- [19] 刘爽.建筑施工企业采纳BIM技术影响因素研究[D].深圳大学,2018.
- [20] 王佳博.动态管理控制在建筑工程造价中的应用[J].建材发展导向, 2020, 18(2):1.
- [21] 陈羽玲;韩祖丽.浅析新形势下建筑信息化管理的必要性及对策[J].求知导刊, 2018(31).
- [22] 徐刚.新时期背景下建筑工程管理信息技术应用[J].现代装饰, 2022(26):73-75.
- [23] 童琴.建筑工程管理信息技术研究[J].建筑与装饰, 2019 (15):2.
- [24] 王海卿.建筑工程管理中信息技术的应用[J].智能城市应用, 2024, 7(4):55-57.
- [25] 袁剑.建筑工程管理中信息技术的应用探究[J].电脑爱好者(电子刊), 2023(3):1287-1288.

版权声明：©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS