

智能建造技术在高层建筑施工中的效率提升与安全管理研究

赵晓恒

河北建设集团北辰建筑工程有限公司 河北保定 071000

【摘要】随着城市化进程的加快，高层建筑的建设需求日益增长。智能建造技术在高层建筑施工中发挥着至关重要的作用，不仅显著提升了施工效率，还大幅增强了安全管理。通过施工进度的优化、资源配置和管理效率的提高、质量控制精确度的提升以及施工成本的降低，智能建造技术为高层建筑施工带来了革命性的变化。同时，智能建造技术在安全管理方面也展现出巨大潜力，包括实时监测和预警系统的应用、智能安全防护设备的使用、虚拟现实（VR）安全培训的推广以及应急响应和救援的智能化。

【关键词】智能建造技术；高层建筑；施工效率

引言

在现代城市化进程中，高层建筑作为城市发展的标志，其建设规模和速度不断增长。然而，高层建筑施工过程复杂、风险高，传统的施工方法已难以满足现代建筑的需求。智能建造技术作为一种新兴的施工方法，通过集成先进的信息技术、自动化技术和人工智能技术，为高层建筑施工带来了新的解决方案。本文旨在探讨智能建造技术在高层建筑施工中的重要性、效率提升和安全管理方面的应用，以期对相关领域的研究和实践提供参考。

1 智能建造技术对高层建筑施工的重要性

当代，智能建造技术在高层建筑施工中发挥着举足轻重的地位。智能建造技术可以大大提高施工效率。通过自动化设备及智能控制系统能够实现精准化、高效化的施工流程。比如自动化起重机可以迅速而精确地吊运建筑材料、缩短人工操作时间及误差、极大地加快施工进度等等。促进施工质量的提高。该智能监测系统能够对结构变形，混凝土强度以及其他施工期参数进行实时监测，发现问题及时调整，保证了高层建筑质量的稳定性和可靠性。同时智能建造技术也能实现高精度施工放样定位，确保建筑结构精度。再者加强了施工的安全性。高层建筑施工过程中安全风险较多，智能建造技术通过传感器及监控设备能够对施工现场实施全方面监控，并对可能出现的安全隐患及时发出警告。如追踪高空作业人员方位及动作以预防意外事故。最终达到降低施工成本的目的。采用智能建造技术能够减少人力投入、提高材料利用率、降低能源消耗。

2 智能建造技术对高层建筑施工效率的提升

2.1 施工进度优化

智能建造技术使高层建筑施工进度优化发生革命性变化。从一方面看，利用建筑信息模型（BIM）技术，我们可以在施工开始之前，对高层建筑项目进行全面的三维模拟

和视觉分析。这样就可以让施工团队提前识别出设计上存在的问题以及可能存在的矛盾，并及时做出调整与优化，以免施工时产生不必要的返工现象，这样就可以节约很多的时间。同时BIM也能够准确规划施工顺序及进度安排，对每个施工阶段都有详细时间表，保证了施工的有序开展。另一方面采用自动化施工设备，极大提高施工速度。以智能混凝土泵送设备为例，该设备能够根据施工需求对泵送速度及压力进行自动调节，高效率地完成混凝土的浇筑。自动化塔吊可以迅速精确吊运建筑材料及构件，缩短人工操作时间及误差。

2.2 资源配置和管理效率提高

智能建造技术对高层建筑施工资源配置与管理具有重要影响。首先采用大数据分析与人机智能算法相结合的方法能够准确地预测建设期间资源需求。比如根据项目进度，工程量及施工工艺来预测需要多少建筑材料，机械设备及人力资源，以便事先购买及分配，以免造成资源短缺或者浪费。其次，智能管理系统可实现资源实时监控与动态调整。通过设置于建筑材料，设备及人员等处的传感器可实时了解资源位置，利用状态及消耗状况。在检测到资源分配不合理的情况下，该系统能够自动做出调整以保证最优化地使用资源。同时该智能管理系统也能评价与分析资源使用效率，并为后续工程资源管理提供参考依据。再者智能建造技术的应用有利于人力资源管理效率的提升。通过数字化人员管理平台实现施工人员考勤，培训及绩效评估自动化管理。这样既可以减轻管理人员的工作量，又可以提高人员管理准确性、公正性、调动施工人员的积极性、创造力。（见图1）

2.3 质量控制精确度提升

智能建造技术在很大程度上提高高层建筑施工质量控制精确度。先进的传感器技术及监测系统一方面可以在施工

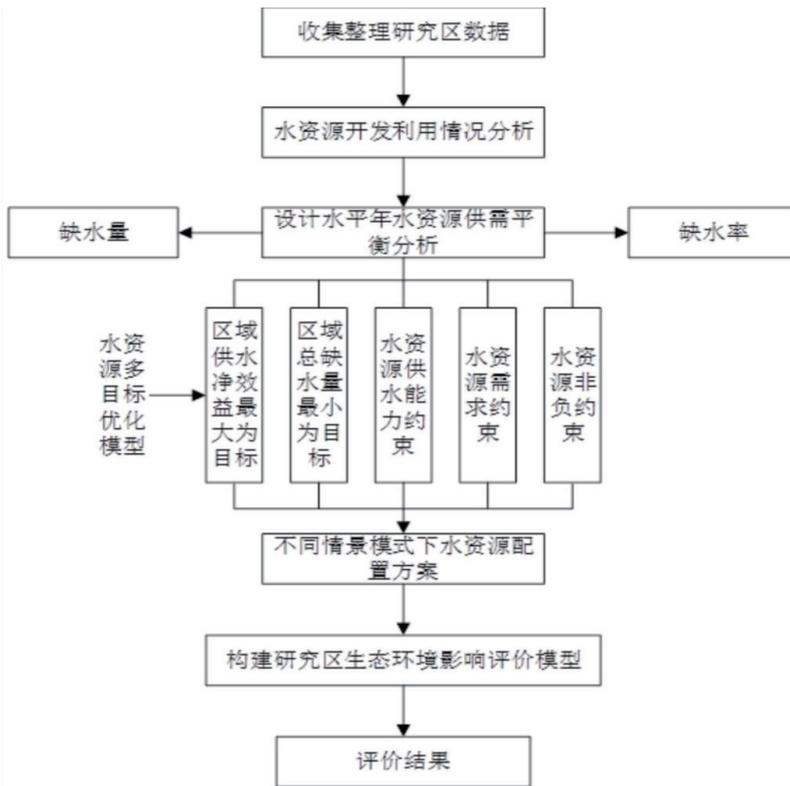


图1: 资源配置和管理效率提高图

过程中实时, 精确地采集各类数据。以混凝土浇筑为例, 利用埋置于混凝土内部的传感器能够对混凝土温度, 湿度以及强度等参数的变化进行实时监控, 当检测到异常现象

时, 随即报警, 施工人员能及时采取调整措施, 保证混凝土质量。针对高层建筑结构变形, 垂直度等重要参数, 智能监测系统能够实现高精度测量与分析, 发现潜在质量问题并及时处理。另一方面建筑信息模型技术 (BIM) 对质量控制也起到了至关重要的作用。通过BIM模型使施工团队能够在施工之前对虚拟施工进行仿真, 预先检测出施工中可能存在的质量问题并制定出解决措施。BIM模型能够实时和实际的施工情况相比较, 及时的发现施工的偏差, 保证施工质量满足设计要求。智能建造技术能够使质量检测自动化、智能化。

2.4 施工成本降低

智能建造技术对于减少高层建筑的施工成本效果显著。首先, 智能建造技术使施工效率更高、工期更短。即能够降低人工成本, 设备租赁费用和管理费用等间接成本。比如应用自动化施工设备能够减少人工操作和人力成本; 同时效率高施工进度能缩短设备租赁时间和设备租赁费用。其次, 智能建造技术有利于资源的优化配置和资源浪费。通过大数据分析与管理智能系统能够对资源需求进行精准预测, 避免过度购买与闲置。同时该智能监测系统能够对资源使用状况进行实时监控, 并对资源分配进行适时调整, 从而提

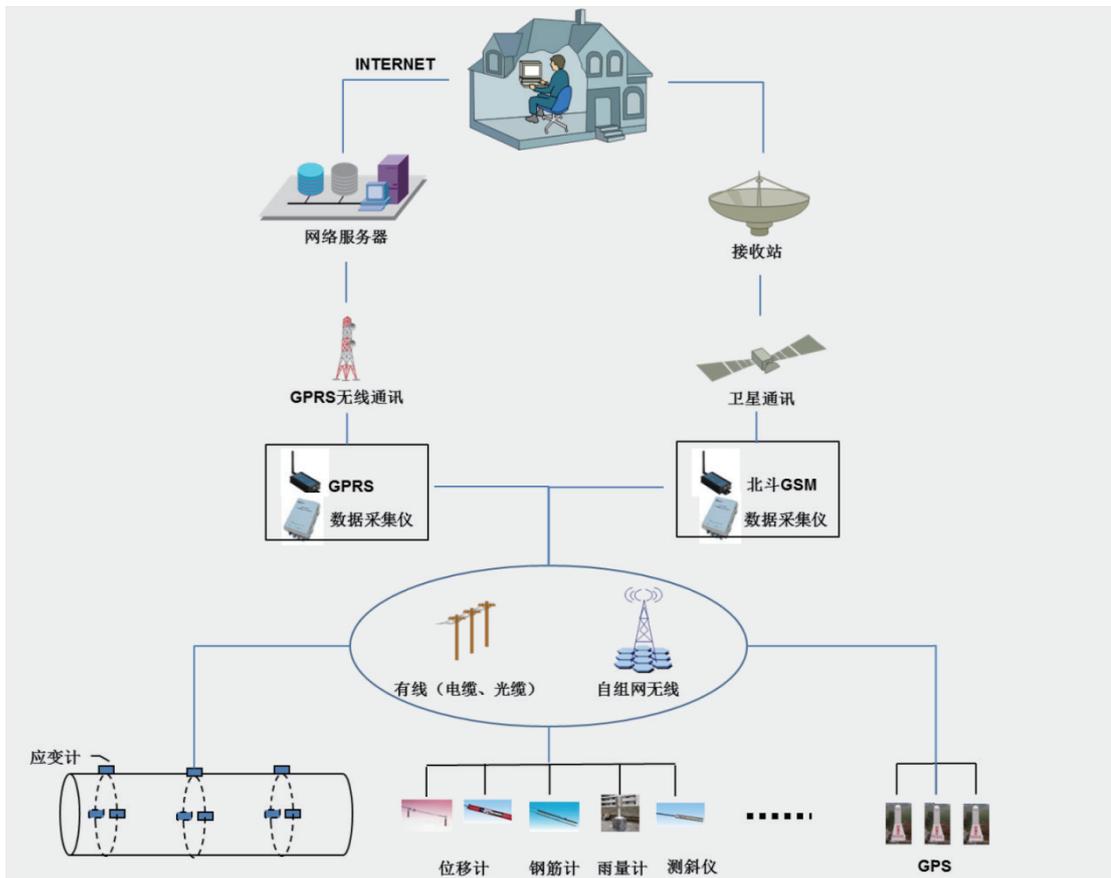


图2: 实时监测和预警系统图

高了资源利用率。以混凝土搅拌为例，利用智能控制系统能够对水泥，砂石等原材料配比进行准确控制，降低材料浪费。再者智能建造技术促进施工质量提升和后期维护成本的下降。高质量的建设能够减少建筑使用中出现的的质量问题以及安全隐患，减少维护以及整改费用。

3 智能建造技术在高层建筑施工中安全管理

3.1 实时监测和预警系统

就高层建筑施工而言，智能建造技术所引发的实时监测与预警系统发挥着关键的安全保障作用。通过在施工现场部署各种先进的传感器设备，例如位移传感器、应力传感器和倾斜传感器等，能够对建筑结构、施工设备以及周围环境进行全面和实时的监控。这些传感器可以准确的收集各类数据并传送给中央控制系统分析处理。中央控制系统采用功能强大的数据分析算法可以及时发现可能存在的隐患。比如在监控建筑结构某一位置出现异常位移或者应力大于安全阈值等情况下，该系统将即时发出预警信号提示施工人员采取相关措施。同时系统能够监控施工设备工作状态，例如塔吊起重量，起幅，起高等，当发生过载，超幅等险情时系统将自动终止设备工作以预防事故。另外实时监测及预警系统可与气象部门资料对接并实时采集天气信息。在遭遇如大风、暴雨或雷电这样的恶劣气候时，系统会提前发出警告，确保施工团队有充裕的时间采取必要的安全措施，并暂停可能的危险操作。（见图2）

3.2 智能安全防护设备

智能安全防护设备对于高层建筑的建设起到了至关重要的作用。如智能安全带及安全绳上安装有传感器及报警装置，施工人员高空作业过程中，一旦发生安全带佩戴不到位，安全绳放松，该装置将即时发出报警提醒施工人员进行及时的调整以保证自身的安全。同时这些装置也可接入施工现场监控系统，管理人员可实时掌握施工人员安全状况。智能防护栏与防护网相比，同样有着显著优点。它们由高强度材料制成，装有压力传感器及自动报警系统。在防护栏或者防护网受外力冲击或者超过一定的压力后，该系统立即报警，并告知施工人员及管理人员检查、修理。部分智能防护栏具备自动升降功能，可根据施工进度及需要进行调节，在确保安全的前提下提高施工效率。智能安全帽还是必不可少安全防护设备之一。本实用新型既具备传统安全帽保护功能，又集定位系统，通信系统，环境监测系统于一体。该定位系统能够实时了解施工人员位置，方便管理人员对人员的调度以及安全管理。该通信系统能使施工人员与施工现场的其他人及时交流，提高了工作效率及处理突发事件能力。

3.3 虚拟现实（VR）安全培训

利用虚拟现实（VR）技术，高层建筑的施工安全培训获

得了前所未有的体验和明显的成果。通过建立高度真实的虚拟施工现场环境使施工人员能够沉浸在多种施工场景及潜在安全风险中。VR安全培训时施工人员可模拟从事高空作业，塔吊操作和电气施工等危险工作环节，切身感受到不按安全操作规程操作会造成的严重后果。该沉浸式培训方式可大大提高施工人员安全意识，提高突发事件处理能力。相较于传统安全培训方式，VR安全培训更生动直观，能使施工人员对安全操作规程及注意事项记忆更深。同时VR安全培训也可针对不同施工项目及岗位要求定制化，以适应不同施工人员对培训的要求。

3.4 应急响应和救援智能化

高层建筑施工过程中的智能建造技术使应急响应与救援变得更智能。施工现场设置智能监测设备及传感器能够对施工现场安全状况进行实时监控。系统在突发事件出现时会即时自动报警，迅速向应急指挥中心传送事件信息。应急指挥中心通过大数据分析 with 智能决策系统可以快速地制定科学、合理的应急救援方案。比如根据事故类型，现场情况以及人员分布情况来确定最优救援路线以及救援方法。同时智能指挥系统也能和消防和医疗部门实时连接，保证救援力量能及时赶到现场。智能救援设备在抢险过程中同样扮演着举足轻重的角色。比如无人机能够迅速飞到事故现场进行空中侦察与拍摄并向救援人员实时提供现场图像与资料。该智能机器人能够进入危险区域内开展搜救及救援作业，降低救援人员危险。

结束语

智能建造技术在高层建筑施工中的应用，不仅提高了施工效率和质量，还极大地增强了施工安全。随着技术的不断发展和成熟，未来智能建造技术将在高层建筑施工中发挥更加重要的作用。通过持续的技术创新和应用推广，智能建造技术有望进一步优化施工流程，降低施工风险，为建设更加安全、高效、可持续的建筑环境做出贡献。

参考文献：

- [1] 杨晓彤, 段皓. 智能建筑BIM技术在高层住宅施工中的运用研究[J]. 中国住宅设施, 2024, (01): 7-9.
- [2] 宋子龙. 智能建造技术在建筑施工中的应用[J]. 绿色建筑与智能建筑, 2024, (01): 48-50.
- [3] 盛学东. 智能建筑BIM技术在高层住宅施工中的应用探寻[J]. 居舍, 2023, (06): 166-169.
- [4] 赵海英, 薛俭, 王海鹏. 智能建筑BIM技术在高层住宅施工中的应用[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2019, 41(02): 159-162.

作者简介：

赵晓恒（1992.9-），女，河北省保定人，工程师，管理学学士。研究方向：建筑工程管理。