

装配式建筑给排水集成技术发展趋势

肖亚磊

河北建设集团天辰建筑工程有限公司, 河北 保定 071000

摘要: 装配式建筑作为建筑产业现代化的重要方向, 其给排水系统的集成化、智能化和标准化水平直接影响建筑的施工效率、运营安全和环境友好性。装配式给排水集成技术涵盖管道预制、模块化设计、快速连接、智能监测及绿色节能等多个方面, 依托 BIM、物联网和新型材料等前沿技术不断优化升级。本文基于装配式建筑的发展现状, 分析给排水集成技术的应用情况, 探讨其关键技术与未来发展趋势, 为建筑行业提供理论依据与技术参考。

关键词: 装配式建筑; 给排水系统; 智能监测; 节能环保

DOI: 10.63887/fet.2025.1.4.10

前言

装配式建筑采用工业化生产方式, 通过工厂预制构件并现场装配施工, 减少湿作业, 提高施工质量和效率。作为建筑工业化的重要体现, 该模式融合信息化、智能化和绿色节能技术, 符合“双碳”政策和现代建筑产业发展要求, 在住宅、商业和基础设施等领域得到广泛应用, 推动行业向高效、低碳方向发展。给排水系统作为建筑基础设施, 影响使用性能和运维成本。传统现场安装方式施工周期长、连接质量不稳定, 易出现渗漏、堵塞等问题。装配式给排水集成技术采用预制化、模块化、标准化方式, 提高施工精度与系统可靠性, 并结合 BIM 与智能监测技术, 实现高效管理。建筑功能日益复杂, 水资源利用、健康安全与智能管理需求不断提升, 装配式给排水系统需在设计、材料、施工及运维方面持续优化^[1]。深入研究其发展趋势, 有助于推动建筑工业化向智能化、绿色化迈进, 提升建筑可持续性与使用寿命。

1 装配式建筑给排水集成技术现状

1.1 传统建筑给排水系统的弊端

传统建筑给排水系统主要依赖现场施工, 施工过程受环境、气候、工人技术水平等因素影响较大, 导致管道安装质量难以保证。现场测量误差、材料切割精度不足、接口连接质量不稳定, 均可能引发管道渗漏、错位、堵塞等问题, 影响建筑的使用性能与后期

维护成本。由于传统方式采用湿作业施工, 管道安装需要大量现场焊接、粘接或螺纹连接, 施工周期长, 受人员经验影响较大, 质量难以标准化控制。管道布置过程中常与其他建筑结构、机电设备产生空间冲突, 现场调整繁琐, 影响施工进度。由于施工方式以手工安装为主, 管道与构件的连接精度较低, 容易造成水流阻力增大、噪音污染等问题, 影响用户体验。现场施工中材料损耗大, 管道切割、连接件更换频繁, 导致废料产生量增加, 不符合绿色建筑的环保要求^[2]。由于现场安装方式复杂, 后期维护与检修难度较高, 尤其是隐蔽工程部分, 管道泄漏或损坏后修复成本高, 需拆除墙体或地面, 影响整体建筑的长期使用价值。

1.2 装配式给排水集成技术的基本原理

装配式给排水集成技术基于工厂化预制、标准化设计与模块化安装的理念, 将传统现场施工方式转变为高效、精准的工业化生产模式。该技术的核心在于预制管道系统, 将管道、管件、支架等部件在工厂内进行精确加工, 并按照 BIM 模型进行优化排布, 以确保现场快速对接安装。管道连接方式采用快插式、卡箍式、法兰式等装配连接技术, 提高安装效率并降低施工误差。预制组件通常包含多个功能单元, 如同层排水集成模块、卫生间给排水预制模块、厨房管道综合预制单元等, 使施工现场仅需进行快速拼接, 从而减少湿作业, 提高施工质量。BIM 技术在装配式给排水系统中起到关键作用, 通过三维建模优化管道布置,

提前规避碰撞问题，提高空间利用率，并在施工过程中提供精准指导。装配式给排水系统集成智能监测技术，如流量传感器、水质监测装置、智能阀门等，实现对供排水系统的实时监控和远程管理，提高运行可靠性。该技术体系的推广不仅提升施工效率，缩短工期，同时减少材料浪费，降低碳排放，符合绿色建筑的发展方向。

1.3 现阶段国内外装配式给排水技术的发展状况

国外装配式给排水集成技术发展较为成熟，欧洲、日本等国家已建立完善的技术体系与标准。德国广泛应用装配式给排水系统，并结合可再生能源优化水资源管理。日本因地震频发，采用柔性连接与抗震支架，提高管道抗震性能，整体卫浴模块实现高度预制化，提升安装效率。美国依托智慧建筑，融合物联网与大数据，实现远程监测与智能调控，优化运维管理。

国内装配式给排水技术正快速发展，政策支持力度加大，国家住建部发布相关标准，推动建筑产业化进程。部分企业已建立管道预制工厂，并应用 BIM 技术提升施工质量。目前市场主流产品包括整体式卫生间、集成厨房管道系统、同层排水系统，已在高层住宅、酒店、医院等项目中应用，但普及率和标准化程度仍待提高。未来，随着建筑工业化与智能化发展，装配式给排水技术将向更高效、更智能、更环保的方向持续优化。

2 装配式给排水集成技术的关键技术

2.1 管道预制与模块化设计

装配式给排水系统的核心技术之一是管道预制与模块化设计，通过在工厂完成管道的标准化加工和组合，减少现场施工环节，提高安装精度。预制管道采用 BIM 技术进行优化设计，提前模拟排布路径，避免与其他机电系统发生空间冲突。工厂生产过程中，管道按照精确尺寸进行切割、预装阀门及支架，并配置快插式、卡箍式或法兰式连接接口，以实现快速拼装。模块化设计是装配式给排水系统的重要组成部分，将厨房、卫生间、设备间等功能区域的管道系统集成成为独立模块，在现场只需进行接口对接，大幅减少人工操作和施工时间。针对高层建筑给排水需求，采用成

组立管预制模式，将多根竖向管道在工厂内集成，配合柔性抗震支架，提高抗震性能和施工效率^[3]。同层排水系统的模块化应用避免了楼板开孔，降低渗漏隐患，改善室内噪音控制效果。管道预制与模块化设计不仅优化施工流程，还提高了系统的稳定性和维护便捷性。

2.2 智能化与信息化技术应用

智能化与信息化技术在装配式给排水系统中发挥关键作用，通过 BIM、物联网（IoT）、人工智能（AI）等技术，实现管网设计优化、施工过程监控及运行维护的智能化管理。BIM 技术在设计阶段进行三维建模，精确模拟水力流动特性，优化管径选择，减少水锤效应，提高系统稳定性。施工过程中，BIM 结合 RFID（射频识别）标签跟踪管道组件，确保预制构件安装准确，减少施工误差。物联网技术使得给排水系统具备远程监控和智能调控能力，通过水质传感器、压力传感器、流量计等设备实时监测管道运行状态，发现异常情况后自动报警或联动控制，降低水资源浪费和管道故障风险。智能阀门与楼宇自控系统（BAS）结合，可根据用水需求自动调节供水压力，提升系统运行效率。人工智能结合大数据分析技术，实现管网运行趋势预测，优化水力平衡调控，提高能源利用效率。智能化与信息化的深度融合提升了装配式给排水系统的可靠性、节能性和运维便捷性。

2.3 新型材料与绿色环保技术

装配式给排水系统采用新型材料，提高管道耐腐蚀性、密封性及环保性能，同时减少对环境的影响。高密度聚乙烯（HDPE）管、交联聚乙烯（PE-X）管和不锈钢双卡压管因其耐高温、抗冲击和使用寿命长等特点，成为装配式建筑中常用的给排水管材。HDPE 管材具有良好的耐化学腐蚀性，适用于污废水排放及雨水回收系统，减少管道结垢和堵塞风险。PE-X 管耐高温性能优异，可用于冷热水供应系统，结合热熔或电熔连接方式，提高管道密封性，降低渗漏风险。不锈钢管材应用于直饮水系统，避免重金属析出，保障水质安全。绿色环保技术的应用提升了装配式建筑的可持续性，如中水回用系统将生活废水经处理后用于冲厕、绿化浇灌，减少市政供水消耗。雨水收集系统

结合智能控制技术，根据天气预报和土壤湿度调节雨水利用策略，提高雨水资源利用率。新型材料的应用和绿色环保技术的结合，使装配式给排水系统具备高效、节能、环保的特点，推动建筑行业向可持续发展方向迈进。

2.4 施工安装与运维管理

装配式给排水系统施工安装采用干式作业方式，通过预制组件的快速拼装，提高施工效率并降低湿作业对施工环境的影响。现场施工依靠工厂预制管段，采用标准化支架系统，减少现场测量和焊接工作量。卡箍式、快插式连接方式代替传统螺纹或焊接连接，提高管道对接的便捷性和密封性，降低施工难度。智能化施工管理系统结合 BIM 技术，实现施工过程的数字化管理，确保每个预制管道模块按图就位，减少返工风险。运维管理方面，智能监测系统实现管道运行数据的远程采集与分析，通过传感器监测水压、水流、温度等参数，及时发现管道泄漏、堵塞等问题，并提供精准定位，提高维护效率。智慧运维平台结合人工智能算法，预测管道运行趋势，制定优化维护策略，延长管道使用寿命^[4]。运维管理系统与建筑能源管理系统（BEMS）结合，优化水泵能耗调节，提升建筑整体节能水平。高效施工与智能运维体系的结合，提高了装配式给排水系统的施工质量、运行稳定性及维护便捷性。

3 装配式给排水集成技术的发展趋势

3.1 标准化与模块化深化

装配式建筑的推广要求给排水系统向更高标准化和模块化方向发展，以提升施工效率、降低成本并提高工程质量。当前市场上的预制管道及组件仍存在尺寸不统一、接口形式多样化、安装适配性不足等问题，阻碍了规模化应用。行业需要建立统一的技术标准，规范预制管道、管件、支架及连接方式，确保各生产厂商的产品互换性，减少施工现场的适配调整工作。管道模块化深化涉及到卫生间、厨房、设备间等区域的集成系统优化，通过标准化设计，使各区域的给排水系统能够快速拼装、灵活适应不同建筑类型需求。模块化深化还包括机电一体化的推进，如将水、电、

暖通等系统综合集成至同一预制单元，提高整体协调性。BIM 技术的广泛应用将推动标准化深化，在设计阶段通过三维模拟预判安装难点，确保管道预制与现场拼装的精准匹配。未来，随着国家政策的进一步完善，装配式给排水系统的标准化和模块化程度将不断提高，为建筑行业带来更高效、更可靠的施工方式。

3.2 智能化与数字化深化

装配式给排水系统的智能化和数字化发展趋势日益明显，依托物联网、大数据分析和人工智能技术，实现管网的自动调控和智能运维。未来，给排水系统将全面集成智能传感器，实现流量、水压、水质、温度的实时监测，结合 AI 算法优化管道运行状态，提高供排水效率，减少管道损耗。数字孪生技术的发展将推动建筑给排水管理方式的变革，基于 BIM 模型与实时数据交互，构建虚拟仿真管网，实现远程运维管理和故障预测。智能控制系统的进一步升级，使得给排水系统能够动态适应建筑用水需求，如智能水泵自动调整供水压力，减少能源消耗。智慧水务平台与城市管网互联，形成全链条水管理体系，提高城市供水系统的安全性和应急响应能力。智能化与数字化的深化发展将改变传统给排水系统的运行模式，使其向更加高效、精准、低成本的方向演进，提升建筑整体的智能化水平。

3.3 绿色低碳与节能环保发展

装配式建筑行业的绿色低碳目标推动给排水系统向节能、环保方向发展，提高水资源利用效率，减少能源消耗。建筑用水系统将广泛应用节水型设备，如低流量水龙头、智能感应水阀、节水马桶等，提高日常用水效率。中水回用系统与雨水收集技术将得到更广泛应用，通过膜处理、生物降解等先进水处理技术，使生活废水可循环利用，降低市政供水压力。太阳能与空气能热水系统的结合将提升建筑给水系统的可再生能源利用比例，减少燃气或电能热水供应的碳排放。新型管道材料的研发将进一步提升环保性能，如无铅合金管、不锈钢双卡压管、高性能聚合物管道的广泛应用，提高管道的耐腐蚀性和可回收性，减少建筑废弃物污染^[5]。未来，绿色低碳与节能环保技术将在建筑

给排水领域深度融合，为行业提供更可持续的发展路径，促进建筑行业向更高效、节能、环保的方向迈进。

3.4 装配式建筑与市政管网一体化发展

装配式建筑的快速发展需要与市政基础设施协调配套，给排水系统作为建筑与城市水务系统的重要连接点，将推动两者一体化发展。当前，建筑给排水系统与市政管网衔接存在接口标准不统一、压力波动影响供水稳定性、排水系统容量不足等问题，影响装配式建筑的运行效率。未来，建筑内部管网与市政管网将通过信息化平台实现数据共享，供水系统可根据实时用水需求调节供水压力，提高管网稳定性。建筑排水系统的智能监测与市政污水处理系统联动，实现水质在线监控、流量智能调配，降低排水污染负荷。城市海绵城市建设将进一步推动建筑雨水管理体系的升级，装配式建筑雨水收集系统将和城市排水网络协同优化，提高雨水资源利用率，减少城市内涝风险。装配式建筑与市政管网的一体化发展，将提升整体水资源管理能力，为城市水务系统的智能化和可持续发展提供技术支撑。

4 结语

装配式给排水集成技术依托建筑工业化、智能化和绿色低碳发展，具备高效施工、稳定运行和低成本运维的优势。管道预制、模块化设计、智能监测及新型材料的应用提升了技术成熟度，促进行业升级。随着建筑行业向高质量发展转型，市场需求持续增长，国家政策推动标准化体系完善，使该技术在住宅、商业、工业及基础设施建设等领域具备广阔前景。

当前技术推广仍面临标准化不足、施工适配性不高、智能化成本较高及运维管理体系尚待完善等挑战。管道预制与模块化设计需在标准化与个性化需求间取得平衡，施工组织方式仍需优化，智能化系统应用门槛较高，运维管理需依赖数据分析与智能调度提升可靠性。未来技术将向智能化、标准化、绿色化方向演进。物联网、大数据、人工智能等技术的深度融合推动智慧化升级，新型环保材料与节能技术减少碳排放，建筑与市政管网协同发展提升水资源利用效率。随着技术体系完善，装配式给排水系统将在建筑行业发挥更大作用，助力建筑工业化进程。

参考文献

- [1]王丹玉. 装配式建筑给排水系统的设计及应用[C]//中国建筑设计研究院有限公司, 中国建筑学会建筑给排水研究分会, 上海熊猫机械(集团)有限公司, 北京大可文化会展服务有限责任公司. 第16届建筑给排水大会论文集(2024). 中国船舶集团国际工程有限公司; , 2024: 857-867.
- [2]朱有杰. 预制装配式建筑给排水系统应用[J]. 科学技术创新, 2023, (18): 160-163.
- [3]范碧玉. 装配式建筑给水排水设计分析[J]. 安徽建筑, 2023, 30(05): 94-95+120.
- [4]党潇音. 装配式建筑给排水系统的设计及应用[J]. 科技创新与应用, 2020, (18): 88-89.
- [5]张淑娟. 装配式建筑给水排水系统应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019, (35): 19.