

装配式建筑给排水模块化设计及安装技术探讨

●董月升 张丽英



[摘要] 模块化设计能够显著提高设计与施工效率、保障施工质量、降低施工成本,并提升系统的可维护性。创新的安装技术如机械化、自动化技术等,在提升施工精度和效率方面发挥了关键作用。本文围绕装配式建筑给排水系统的模块化设计及安装技术展开了研究,探讨了模块化设计在提升装配式建筑给排水系统施工效率、质量和可持续性方面的作用。以期为装配式建筑给排水系统的设计提供新的思路,也为推动装配式建筑的整体发展提供一些技术支持。

[关键词] 装配式建筑;给排水模块化设计;安装技术

装配式建筑的普及推动了建筑设计、施工工艺以及设备安装技术的变革。尤其是在给排水系统等隐蔽工程的设计与施工中,传统的方法已无法适应装配式建筑对模块化、标准化、快速施工的高要求。探索和实施符合装配式建筑特点的给排水系统设计和安装技术,是当前建筑工程中亟待解决的一个问题。

Q 给排水系统在装配式建筑中的特殊挑战

给排水系统需要与预制构件紧密配合,确保管道、排水口、接口等位置的精确匹配,这要求在建筑设计阶段,就必须考虑到给排水系统的布置与各个预制构件的接缝、接口位置。若设计不合理,会导致管道无法精确连接,增加后期调整和改动的难度。由于预制构件的标准化和模块化,给排水系统的管道需要根据构件的结构进行灵活连接,现场安装时的精度要求非常高。如果施工人员在连接过程中出现误差,会影响到整个建筑给排水系统的功能。

在高层建筑和多层建筑中,管道需要穿越多个预制单元,布置时不仅要考虑管道的流动性,还要保证不影响其他系统如电力系统、通风系统等的安装。装配式建筑的一大优势是工期较短,但这种缩短的工期也意味着给排水系统的安装必须更加精确和高效。

Q 装配式建筑给排水系统的模块化设计

(一) 模块化设计的关键技术

1. 预制模块的设计与制造

预制模块的设计需要保证标准化,即不同模块之间可以实现兼容和快速拼装,模块化设计应当根据项目需求、建筑

功能及特殊要求,提供定制化的解决方案。设计团队需要与建筑设计师和结构工程师密切配合,确保给排水模块能够与其他系统如电气、暖通等完美集成,要明确系统功能需求制定模块化设计方案,并进行必要的模拟与优化。给排水系统中的模块需要考虑不同楼层、不同房间布局对管道布置的影响,以确保系统的高效运作。预制模块设计时还需要考虑到运输和安装的便捷性,在设计阶段就要充分考虑模块的重量、尺寸、运输方式及现场的组装难度,确保模块能够顺利到达施工现场并按时安装。

2. 标准化接口与连接方式

为了确保不同模块间能够无缝连接,模块化设计采用了标准化的接口设计,这种接口设计规定了连接部件的尺寸、形状、安装位置和功能,确保模块可以快速且准确地组装在一起。尤其在给排水系统中,管道、阀门、接头等组件的连接接口需要符合统一标准,以保证水流通畅、稳定。连接方式的设计还涉及接头、密封等问题。预制连接件的精确加工对提高连接质量和保证接口密封性至关重要,通过采用先进的制造工艺,如激光切割、数控加工等,可以确保各个模块的连接面和接口精度,防止因接口不匹配而导致的漏水或管道破裂。

3. 质量控制与精度管理

预制模块的制造过程需要在工厂内进行严格的质量检测,常见的质量控制措施包括原材料检测、生产过程中的检验,以及最终成品的功能和尺寸测试。质量控制标准的制定应符合行业标准和相关法规,确保模块的质量满足设计要求。模块化设计要求在生产过程中严格控制每个模块的尺寸和形状,通过精密的测量和加工技术,确保各个模块在装

配时能够完美契合。在给排水系统中，管道的连接精度直接关系到系统的运行安全与效率，任何微小的偏差都会导致水流阻力增大或泄漏问题，因此精度管理是模块化设计中不可忽视的关键技术。在模块到达施工现场后，施工团队需进行质量检查，确保所有模块没有在运输过程中受到损坏。同时，模块安装过程中也需要进行质量监管，避免因安装不当导致的系统故障。

4. 模块化组件的功能集成

在给排水系统中，模块化设计通过将管道、阀门、接头等组件预先集成在模块内，减少了现场操作量。通过合理布局和设计，将水流路径和功能需求融入模块化系统，提升系统的整体效率。根据建筑的需求，给排水系统的模块可以实现定制化功能。例如，模块可以预装节水设备、热回收装置、自动化监测系统等功能模块，不仅提高了系统的整体效能，还能根据使用需求进行灵活调整。在系统更新或升级过程中，模块化组件的替换和维护也更加便利。

(二) 智能化与信息化技术在模块化设计中的应用

BIM(建筑信息模型)技术通过数字化建模，将建筑的所有信息如结构、管道、设备等集成在一个三维模型中，实现设计、施工、运营等各阶段的信息共享和协同工作。BIM技术使得给排水系统的设计更加精确，设计师可以在三维环境中清晰地展示给排水管道、设备以及配件的位置和关系，避免了传统设计中容易发生的设计冲突。通过模块化设计，BIM技术可以快速生成符合标准化要求的模块，简化设计过程。BIM技术在模块化设计中可以帮助施工团队对模块的生产、运输和安装进行精确管理。在施工现场，BIM模型可以与实际安装过程同步，确保各个模块按照设计方案顺利组装，减少施工过程中可能出现的错误。BIM模型不仅可运用在设计 and 施工阶段，还可以在建筑物的运营阶段提供支持。通过集成传感器和智能监测系统，BIM模型能够实时反馈给排水系统的运行状态，帮助物业管理团队进行高效的维护和故障排查。

在模块化设计中集成智能监测与控制系统，使得给排水系统不仅具备高度的自动化，还能实现实时监控、远程控制和预警功能，提高系统的智能化水平。通过在给排水系统的关键节点安装传感器，系统能够实时监控水流、压力、温度等重要参数，这些数据将被传输至中央控制系统，管理人员可以远程查看系统状态，及时发现潜在问题。智能监测系统不仅提供数据，还可以根据实时监测结果进行自动调节。例如，当某个区域的水压过高时，智能系统会自动调节阀门减小水压，从而保障整个系统的稳定运行，这种自动化的控制方式大大减少了人工干预，提高了系统运行的效率和安全性。智能监测系统能够通过大数据分析 with 机器学习算法，预测系统出现的故障，如管道泄漏、水压异常等。

当系统发现异常趋势时，会通过报警系统通知管理人员进行检查和维护，避免了传统人工巡检的局限性，提高了系统的可靠性。随着物联网技术的发展，给排水系统可以通过网络实现远程监控和维护，无论是日常维护还是应急处理，管理人员都可以通过智能平台远程操作和调控，减少现场维护的时间和成本。

Q 给排水模块化安装技术分析

(一) 模块化安装的技术要求

1. 高精度装配与现场调试

预制模块在工厂生产时，必须严格按照设计图纸和标准进行精密制造，确保模块的尺寸、形状、接口等符合设计要求，这要求生产线具备高精度加工能力，并使用精确的测量工具和设备进行质量控制。尽管模块化组件在工厂内已经完成了预组装，但现场安装时仍需要确保高精度对接。安装人员应仔细核对每个模块的位置、角度、接口等，确保各个模块按照预定的位置和方向连接，避免因对接不当而导致的泄漏、堵塞或功能失效。安装完毕后，需要进行系统的调试与验收，包括检查给排水管道的流通性、阀门的开关功能、压力控制设备的反应等，及时发现和解决安装中的潜在问题，确保系统的正常运行。

2. 系统的防水、防漏设计

给排水系统的防水、防漏设计是模块化安装技术中的重要组成部分，水管、接口及阀门等系统部件的密封性直接关系到整个系统的运行安全性和使用寿命。模块化设计强调通过标准化的接口连接各个模块，确保接口之间的密封性。所有管道接口、阀门接口、管道接头处均需设计为防水、防漏结构，可以采用O型圈、密封垫片等密封材料，或使用专业的防水胶带、硅胶等密封工具，确保接口无渗漏。在模块化系统中，防漏材料的选择至关重要，常见的防漏材料包括橡胶密封圈、聚氨酯密封胶等，这些材料具有较高的耐温、耐压性能，能够有效防止水流渗漏。在完成安装后，必须对每个连接接口进行防水漏测试，可通过压力测试、充水测试等方法验证系统的防水性和防漏性能，确保系统的密封性符合设计标准。

3. 接口的密封技术与连接方式

为确保模块间的接口无渗漏，密封技术至关重要。橡胶密封适用于管道和阀门接口的密封，具有较好的弹性和耐久性；金属密封用于高压、高温环境中，具有更高的耐压性和耐腐蚀性；螺纹密封适用于管道和接头的连接，常用的密封材料有生料带或密封膏。在选择连接方式上，法兰连接通过法兰盘和螺栓进行连接，具有较好的密封性和耐用性，广泛应用于给排水管道系统的连接。对于较小的管道，可以采用焊接或螺纹连接的方式，这些连接方式也具有

较好的密封效果，尤其是在小型模块化组件中应用广泛。为了提高安装效率可以采用快速连接件，如快速接头、插拔式连接件等，这些连接件在安装时非常便捷，能够在较短的时间内完成管道连接。模块之间的对接需通过标准化接口确保无缝连接，避免因接口不匹配导致的漏水或系统失效，在制造过程中就必须精确把控模块的尺寸和接口精度，确保每个模块都能与其他模块完美对接。

4. 模块化组件的运输与现场操作要求

模块化组件通常需要长途运输，在运输过程中必须采取有效的防震、防护措施，如使用木箱、气垫包装等，防止组件在运输过程中受到损坏。根据模块的尺寸和重量，选择合适的运输工具，如货车、吊车等，确保组件能够安全顺利地送达现场。为了避免组件在运输过程中的位置偏差或损坏，运输过程中需要确保模块固定牢靠，特别是精密组件，需要格外小心。模块化组件在现场需要科学合理地堆放，避免因长时间暴露在外界环境中而受潮、腐蚀或损坏，堆放时应按照模块的规格和尺寸分类存储，并确保组件不受外力撞击。大尺寸或重量较重的模块需要使用吊车、起重机等设备进行吊装和搬运，搬运时应确保吊装点与模块的重心对齐，避免模块发生倾斜或损坏。现场操作时应根据施工顺序合理安排安装顺序，优先安装较大的模块，并确保小模块与大模块的顺利对接。

(二) 施工过程中的创新安装技术

机械化和自动化设备的应用，在建筑给排水系统的安装中发挥了重要作用。这些设备能够高效地完成一部分需要大量人力的安装任务，在大规模施工中能够有效地缩短工期并提高安装精度。自动化焊接设备可以根据预设的参数自动进行焊接和切割，大幅度提高了焊接的精度和速度；自动化切割设备能够快速、准确地切割管道，并减少材料的浪费。在安装过程中，大型模块或重型管道的吊装和运输需要使用吊车、升降机等机械设备，这些设备不仅能够提高重物搬运的效率，还能够确保运输过程中的安全性，防止因人工操作失误导致的事故。自动化安装机器人如管道安装机器人、阀门安装机器人等，能够自主完成一些较为复杂的安装任务，如管道的自动连接、阀门的自动安装等。通过集成激光测量、传感器技术、视觉识别技术等，自动化安装机器人可以精确执行安装任务，提高了施工精度。

模块化安装与智能建筑系统的结合为建筑施工带来了更加智能化的管理和控制手段，通过将模块化安装系统与智能建筑系统集成，能够实现实时数据监控、故障预测和远程诊

断，进一步提升施工和后期维护的效率。通过物联网技术，安装过程中的各个模块可以安装传感器来收集数据，如水流、压力、温度等，这些数据会实时传输至云平台，项目管理人员可以通过智能终端设备远程监控整个系统的运行情况，确保施工进度和质量。一旦发现任何异常数据如水压不稳、管道堵塞等，系统会立刻发出警报，便于及时调整安装策略。

故障诊断与预警系统：通过将给排水系统的各个模块接入物联网，建筑的整体管理平台可以实时追踪系统运行状态，一旦发现系统出现故障或异常，平台可以发出警报，提示维护人员进行检修。例如，在管道出现漏水、阀门失灵时，系统能够自动识别问题所在并推送给相关人员，便于快速定位和修复。

Q 结束语

综上所述，在装配式建筑给排水工程中，模块化设计因其标准化和预制化的特点，有效提升了装配式建筑给排水系统的设计与施工效率。通过在工厂内预制组件，减少现场施工的复杂性和不确定性，从而缩短了工期并提高了安装精度。利用机械化、自动化安装设备等创新技术可有效提高模块化给排水系统的安装效率和施工质量，减少人工操作带来的误差，提升施工精度。同时可降低现场工作的复杂性，减少施工过程中出现的安全隐患。

参考文献

- [1] 姜琳, 黄楠. 装配式建筑给排水安装施工技术探讨[J]. 居业, 2021(08): 57-58.
- [2] 陈振. 装配式建筑给排水设计与施工技术探讨[J]. 中国建筑金属结构, 2022(08): 148-150.
- [3] 李静文. 装配式住宅建筑给排水管线的设计研究[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(05): 18-19.
- [4] 张文文, 高冉, 彭鹏. 装配式住宅建筑给排水系统设计与应用研究[J]. 节能, 2019, 38(09): 25-29.
- [5] 王坤. 装配式住宅给排水设计要点探析[J]. 住宅与房地产, 2019(05): 77.

作者简介：

董月升(1995—), 男, 汉族, 山东聊城人, 本科, 山东茂盛建筑工程有限公司, 研究方向: 给排水工程。

张丽英(1986—), 女, 汉族, 山东聊城人, 本科, 工程师, 山东达宇市政工程有限公司, 研究方向: 给排水工程。