

空调机房预制化施工技术应用

周安生

中电系统建设工程有限公司 北京 101299

摘要：空调机房预制化施工技术是一种将现场作业前移至工厂环境进行构件预制，并在施工现场高效组装的新型建造方式。该技术通过模块化设计、BIM建模、机电管线优化等关键技术，实现施工效率提升、质量可控性增强及资源利用优化。本文系统阐述了其技术特点、施工流程与核心工艺，并分析了当前发展趋势，包括智能化、绿色化发展方向及标准化、融合化行业前景，为空调机房建设提供高效、可靠的技术支持。

关键词：空调机房；预制化施工技术；模块化设计；BIM技术；发展趋势

引言：随着建筑行业对施工效率与工程质量要求不断提高，传统施工模式已难以满足现代空调机房建设需求。在此背景下，预制化施工技术应运而生，成为推动机电工程转型升级的重要手段。该技术依托工厂化生产、模块化装配和数字化管理，有效缩短工期、提升施工精度，并为后期运维带来便利。本文围绕空调机房预制化施工的核心技术与实施流程展开探讨，分析其优势与发展潜力。

1 空调机房预制化施工技术

1.1 预制化施工技术概念

预制化施工技术，是一种将原本在施工现场完成的部分或全部施工内容，转移至工厂环境下进行预先制作的建造方式。在工厂内，借助标准化的生产流程与专业设备，对施工所需的各类构件、部件，像管道、设备基础、支架等进行精确加工与组装。这些在工厂精心预制的构件，经质量检验合格后，运输到施工现场，通过科学的安装工艺进行快速拼接与安装。其核心在于打破传统施工模式中现场作业占主导的局限，以工厂化预制实现施工环节的优化重组，让建造过程更具系统性与可控性。

1.2 空调机房预制化施工技术特点

空调机房预制化施工以高效性与质量可控性形成显著优势。工厂稳定的生产环境消除了恶劣天气、场地狭小等外部干扰，多工种可同步开展构件制作，不同工序间无缝衔接。管道加工区持续生产各类风管、水管，设备基础区同步完成钢架焊接，多生产线并行极大压缩制作周期。预制构件到达现场后，标准化接口设计使安装过程如同模块拼装，减少现场切割、焊接等复杂工序，整体施工周期大幅缩短。质量管控贯穿预制化施工全程^[1]。工厂生产采用自动化加工设备，管道切割误差控制在极小范围，钢架焊接通过智能机械臂保证焊缝均匀牢固。专业质检团队对原材料、半成品、成品进行多轮检测，从钢

材硬度测试到管道密封性试验，严格把控质量关。现场安装环节，预制构件凭借精准尺寸实现快速定位，减少因现场施工误差导致的返工问题，保障空调机房设备安装精准度与系统运行稳定性。

1.3 技术发展现状

当下，空调机房预制化施工技术发展势头迅猛。在一些地区，随着建筑行业对施工效率与质量要求不断提升，该项技术应用范围持续拓展。众多大型项目开始采用预制化施工技术建设空调机房，凭借其优势在市场竞争中脱颖而出，吸引更多企业关注与尝试。在技术研发层面，相关研究不断深入，针对空调机房复杂系统与特殊需求，开发出一系列更适配的预制构件与安装工艺，推动技术向更精细化、专业化方向发展，助力空调机房建设朝着高效、优质方向迈进。

2 空调机房预制化施工流程

2.1 施工前期准备

2.1.1 设计阶段

空调机房预制化施工设计强调模块化设计理念。将机房内复杂系统拆解为多个功能模块，如制冷机组模块、管道分配模块、电气控制模块等，每个模块具有独立功能与标准接口，方便后续组装与维护。在参数确定方面，需综合考量机房运行需求、空间尺寸限制，精确计算设备功率、管道管径、构件承重等参数，确保设计符合实际使用要求。同时借助三维建模软件进行可视化设计，模拟各模块组合效果，提前发现设计冲突，优化布局，使设计方案更具可行性与合理性。

2.1.2 场地与资源规划

施工场地布置需满足预制构件运输、存放与现场装配需求。合理规划运输通道，保证构件车辆顺畅通行；设置专门存放区域，根据构件类型与安装顺序分类堆放，避免二次搬运。存放区域地面需平整坚实，防止构

件变形损坏。人员方面,配备专业设计人员、工厂生产技工、现场安装工人,各岗位明确分工。材料准备环节,依据设计方案精准采购钢材、管材、保温材料等,确保材料质量达标且供应及时。设备准备包括工厂生产设备与现场吊装、焊接等施工设备,提前调试检测,保障设备性能良好,满足施工需求。

2.2 预制构件生产

2.2.1 构件分类与制作工艺

空调机房预制构件主要分为结构类构件、管道类构件与设备类构件。结构类构件如设备基础、支架框架,通过钢材切割、焊接、防腐处理等工艺制作,先按设计尺寸切割钢材,采用自动化焊接设备完成拼接,再进行防锈防腐涂层处理^[2]。管道类构件包括各类风管、水管,利用管材切割、卷圆、焊接、保温包裹等工序制作,依据设计管径与长度精准切割管材,卷制成型后焊接,最后包裹保温材料。设备类构件如制冷机组底座、控制柜外壳,结合机械加工与装配工艺,通过数控机床加工零部件,再进行组装调试。

2.2.2 质量控制要点

预制构件生产质量控制贯穿整个流程。原材料进场时严格检验,核查材质证明、规格型号,进行抽样检测,确保材料质量合格。制作过程中,对关键工序实时监控,如焊接工序,控制焊接电流、电压、速度等参数,保证焊缝质量;管道加工严格把控管径误差、圆度。构件制作完成后,进行全面质量检验,包括尺寸测量、强度测试、密封性检测等,不符合质量标准的构件及时返工处理,保证出厂构件质量可靠。

2.3 现场装配施工

2.3.1 装配流程

预制构件运输到现场后,按照先基础后设备、先大型后小型的顺序进行安装。首先吊装结构类构件,完成设备基础与支架框架安装固定,为后续设备与管道安装提供支撑。接着安装管道类构件,从主管道开始,逐步连接分支管道,确保管道走向符合设计要求。最后安装设备类构件,将制冷机组、控制柜等设备精准吊装至基础上,进行定位固定。各构件安装过程中,同步进行测量校准,保证安装精度。

2.3.2 连接技术

空调机房预制构件连接方式多样且要求严格。结构类构件连接多采用螺栓连接与焊接结合,螺栓连接便于拆卸维护,焊接增强连接强度与稳定性,连接前清理构件连接面,保证连接紧密。管道类构件连接,风管采用法兰连接并添加密封胶条防止漏风,水管采用焊接或

卡箍连接,确保连接部位密封不渗漏。设备类构件与基础、管道连接,通过预埋件、减震垫片等实现稳固安装与减震降噪,保障设备运行安全可靠。

3 空调机房预制化施工关键技术

3.1 BIM技术应用

BIM技术深度融入空调机房预制化施工,成为贯穿全流程的核心支撑。在建模阶段,专业软件发挥强大功能,将机房内复杂多样的构件进行数字化呈现。从庞大的制冷主机到微小的管件接头,均依据实际尺寸、材质属性精确建模,形成包含几何形状、物理特性、功能参数等丰富信息的三维模型。该模型并非简单的图形展示,而是整合了整个项目的工程数据,构建起与实际工程一一对应的虚拟信息库,为后续工作提供坚实的数据基础。碰撞检测环节,BIM技术凸显独特价值。在传统施工模式下,因各专业设计信息沟通不畅,机电管线与建筑结构、设备基础之间的冲突难以避免,导致现场频繁拆改。借助BIM模型,能够将建筑、结构、机电等各专业模型进行整合,全方位模拟不同构件在空间中的位置关系。通过细致的碰撞模拟,像管道与梁柱的空间干涉、设备安装空间不足等潜在问题被提前暴露。基于模拟结果,设计团队可及时调整设计方案,修改构件尺寸、位置或走向,避免施工阶段因设计冲突造成的工期延误与成本浪费^[3]。施工模拟基于BIM模型展开,以可视化方式呈现施工全过程。依据施工进度计划,将预制构件生产、运输、现场装配等工序在模型中进行动态模拟。通过模拟,施工人员能够直观了解各工序的先后顺序、施工设备的操作空间以及人员的作业流程。针对大型设备吊装,可模拟吊装路径,判断是否存在障碍物,提前规划最佳吊装方案;对于复杂的装配环节,能模拟操作过程,预测可能出现的施工难点,提前制定应对措施,保障施工安全、高效推进。

3.2 模块化设计技术

模块化设计在空调机房预制化施工中,将机房系统分解为多个功能独立、接口标准的模块。实现方式上,依据机房功能需求与设备特性,划分制冷模块、通风模块、电气控制模块等。每个模块在设计时明确边界条件与连接接口,确保模块间可灵活组合。在工厂生产环节,各模块独立制作,不同专业团队并行作业,提高生产效率。制冷模块包含制冷机组、配套管道与阀门,在工厂完成组装调试;通风模块的风管、风机等构件集中加工,保证制作精度。运输到现场后,模块间通过标准化接口快速连接,如同搭建积木般完成机房组装。模块化设计优势显著。一方面,提高施工效率,工厂化生产

减少现场作业时间,模块预调试降低系统整体调试难度与时间;另一方面,增强系统可维护性,当某个模块出现故障,可快速拆卸更换,不影响其他模块运行,降低维护成本与停机时间。同时模块化设计便于机房功能升级扩展,可根据需求增减模块,灵活调整机房性能。

3.3 机电综合管线优化技术

空调机房机电综合管线优化依托多种技术协同实现。BIM模型作为核心工具,将给排水、电气、通风空调等专业管线信息进行整合,以三维可视化形式呈现管线布局。在虚拟空间中,全面分析管线走向、交叉节点以及空间占用情况,为管线优化提供直观依据。依据管线特性制定科学排布原则。重力流管道因对坡度要求严格,优先确定其走向与位置;压力流管道根据重力流管道布局进行避让调整;大管径管道因其空间占用大,先行规划路径,小管径管道灵活适配。通过BIM模型反复调整管线空间位置,减少不必要的管线交叉与弯折,降低流体输送阻力,提升系统运行效率。优化过程充分考量施工与维护需求。合理规划管线安装顺序,确保施工操作便捷高效;预留足够的检修空间与通道,方便后期设备检修与管线维护。同时采用综合支吊架设计,将多专业管线集中固定在统一支架上,减少支架数量,提高空间利用率。通过精确计算支架承载能力与安装间距,增强管线整体稳定性,保障机房机电系统长期可靠运行。

4 空调机房预制化施工技术的发展趋势

4.1 技术创新方向

智能化预制化施工技术正成为发展焦点。物联网技术应用于生产环节,在预制构件制造设备上部署传感器,实时采集生产数据,监控设备运行状态与构件制作进度。大数据分析这些数据,预测设备故障,优化生产流程,提升生产效率。运输过程中,通过定位装置与物联网平台,实现构件运输路径优化与实时跟踪,确保按时送达现场。安装阶段,借助智能终端设备,施工人员获取精准安装指引,提高安装准确性与效率^[4]。智能设备的广泛应用也在革新预制化施工。自动化焊接机器人凭借高精度操作,保障构件焊接质量与一致性,减少人工操作误差。智能吊装设备具备自动识别与定位功能,能够精准抓取和安装预制构件,降低施工安全风险。3D打印技术可用于制作复杂形状的构件,满足空调机房个性

化设计需求。绿色环保技术同样是重要发展方向。在预制构件领域,研发和应用新型环保材料,如可降解复合材料、再生环保建材等,降低构件生产对环境的影响。施工过程中,采取节能减排措施,优化生产工艺减少能源消耗,采用清洁能源设备替代传统高耗能设备,对施工废弃物进行分类回收处理,实现绿色施工。

4.2 行业发展趋势

预制化施工技术标准化和规范化发展是必然要求。随着技术的普及应用,制定和完善相关技术标准和规范迫在眉睫。从构件设计、生产工艺到现场安装,建立统一标准,明确质量验收指标与操作流程,避免因标准不统一导致的质量差异。标准化发展有助于提高行业整体水平,保障工程质量,促进行业健康有序发展。与其他建筑技术的融合发展将拓展预制化施工的应用空间。与装配式建筑技术融合,实现空调机房与建筑主体的协同设计与施工,提高建筑整体装配率,缩短建设周期。与绿色建筑技术结合,从设计、施工到运营全生命周期贯彻绿色理念,打造节能、环保、高效的空调机房,满足可持续发展需求。通过技术融合,发挥不同技术的优势,推动建筑行业向更高水平发展。

结束语

空调机房预制化施工技术具有高效、质量可控等优势,在提高施工效率、保障工程质量方面成效显著。通过BIM技术、模块化设计技术及机电综合管线优化技术等关键技术的应用,施工过程更加科学、精准。未来,随着智能化、绿色环保等技术创新及标准化、融合化等行业发展趋势,预制化施工技术将在空调机房施工中发挥更大作用,推动建筑行业高质量发展。

参考文献

- [1]施俊杰.装配化施工技术在机场空调机房中的应用[J].安装,2021,(04):66-69.
- [2]王建国,陈思远.空调机房综合降噪技术应用案例分析[J].建筑科学,2022,38(4):112-120.
- [3]杨爱明,蒋森柯.基于PLC的中央空调机房智能控制设计[J].建筑科技,2020,4(06):30-32.
- [4]江淑秋,陆银春.高效中央空调机房系统建设实践[J].山西青年,2021(21):246-247.