

建筑机电设备安装的施工程序优化研究

马 涛

京兴国际工程管理有限公司 北京 100000

摘 要：建筑机电设备安装施工程序现存环节衔接不畅、资源分配不合理、信息化水平低等问题，成因在于管理模式落后、技术应用不足及协同机制缺失。本研究依托精益建造、工业工程、协同管理理论，运用BIM、物联网等技术及流程再造方法，从施工准备、安装实施、验收交付三阶段提出优化策略，并强化协同管理，通过多专业协同平台与项目管理软件应用，实现流程高效运转、资源合理配置与质量精准管控，提升施工效率与质量。

关键词：建筑机电；设备安装；施工程序优化

引言：在建筑行业飞速发展的当下，机电设备安装作为关键环节，其施工程序的高效性与质量直接关乎建筑整体性能与使用体验。然而，当前建筑机电设备安装施工程序存在诸多弊端，如各环节衔接不畅、资源分配失衡、信息化管理滞后等，不仅导致施工效率低下、成本增加，还影响了工程质量与进度。因此，开展建筑机电设备安装施工程序优化研究迫在眉睫，对提升行业竞争力、保障建筑品质具有重要意义。

1 建筑机电设备安装施工程序现状分析

1.1 机电设备安装的主要流程

（1）施工准备阶段：此阶段是安装施工的基础环节，需组织专业技术人员开展图纸审核工作，重点核查图纸与现场实际情况的匹配度、各专业图纸间的衔接性，避免设计漏洞；材料采购需结合施工进度计划，筛选符合质量标准与设计要求的供应商，确保材料规格、数量精准；人员组织则要根据施工需求，组建具备相应资质的施工团队，明确各岗位职责并开展岗前培训。

（2）安装实施阶段：管线敷设需严格按照图纸标注的路径与规范要求进行，保证管线走向合理、固定牢固；设备定位要借助专业测量工具，确保设备安装位置与设计坐标一致，为后续调试奠定基础；调试运行阶段需分系统逐步开展，先进行单机调试，再进行联动调试，实时监测设备运行参数，及时排查故障。（3）验收交付阶段：质量检测需依据国家相关标准与合同约定，对设备安装质量、系统运行性能等进行全面检测，形成检测报告；文档整理则要收集施工过程中的图纸、合同、检测记录等资料，按规范分类归档，为后续运维提供依据^[1]。

1.2 现有流程存在的问题

（1）各环节衔接不畅：设计阶段与施工阶段缺乏有效沟通，设计图纸常存在与现场施工条件不符的情况，导致施工过程中频繁变更设计；各施工工序间衔接不合

理，易出现工序冲突，影响施工进度。（2）资源分配不合理：人力资源配置缺乏科学性，部分施工环节人员过剩，而关键环节人员不足；施工设备调度不当，部分设备长期闲置，增加设备租赁成本，同时影响施工效率。

（3）信息化水平低：施工过程中仍依赖传统经验进行管理，缺乏先进的信息化管理手段；各部门间数据信息无法共享，形成数据孤岛，难以实现对施工过程的实时监控与精准管理。

1.3 问题成因分析

（1）管理模式落后：采用传统的分段管理模式，各管理部门职责划分不清，缺乏统一的协调管理机制，导致各环节间配合不畅，无法形成高效的施工管理体系。

（2）技术应用不足：BIM技术、物联网等先进技术在建筑机电设备安装施工中的普及率较低，未能充分利用技术优势实现设计、施工、运维的一体化管理，难以解决施工过程中的复杂问题。（3）协同机制缺失：建筑机电设备安装涉及多个专业领域，但各专业间缺乏有效的协同工作机制，专业间沟通交流不足，易出现专业间施工冲突，影响整体施工质量与进度。

2 建筑机电设备安装的施工程序优化理论基础与方法

2.1 流程优化相关理论

（1）精益建造理论：该理论核心是“消除浪费、创造价值”，通过价值流分析梳理机电安装全流程，识别等待、返工、过度加工等浪费环节。例如在材料管理中，通过精准测算用量减少库存积压浪费；在工序安排上，优化作业顺序避免人员与设备等待，以最小资源消耗实现施工效率最大化，保障安装流程高效运转。（2）工业工程理论：聚焦“工序优化与时间研究”，借助科学方法分析机电安装各工序的作业内容、时间消耗与资源需求。通过时间研究确定各工序标准作业时间，避免工序耗时过长或过短导致的流程失衡；同时对工序进行

优化重组,如将管线测量与敷设的部分关联工序整合,减少工序切换时间,提升整体施工节奏与效率。(3)协同管理理论:强调“多专业集成与信息共享”,针对机电安装涉及水电、暖通、消防等多专业的特点,构建跨专业协同体系。通过建立统一信息平台打破专业壁垒,实现设计参数、施工进度、质量数据等信息实时共享,减少因专业间信息不对称导致的施工冲突,保障各专业有序衔接、同步推进。

2.2 优化方法与工具

(1) BIM技术:凭借“三维建模、碰撞检测、进度模拟”三大核心功能赋能流程优化。三维建模可直观呈现机电设备与管线的空间布局,提前发现设计中的不合理之处;碰撞检测能精准识别各专业管线间的空间冲突,避免施工中返工整改;进度模拟则可将施工计划与三维模型结合,动态展示施工进度,及时调整滞后工序,保障施工按计划推进。(2) 物联网技术:通过“实时监控、设备定位”提升流程管控精度。利用传感器实时采集设备运行参数、施工环境温湿度等数据,远程监控施工状态,及时预警异常情况;借助设备定位技术掌握施工机械与工具的位置信息,优化设备调度,减少设备闲置时间,提升资源利用效率。(3) 流程再造:依据ECRS原则(取消、合并、重排、简化)对现有流程重构。“取消”冗余工序,如删减重复的质量检查环节;“合并”关联紧密的工序,如将设备验收与调试准备合并;“重排”不合理的工序顺序,如调整管线敷设与设备安装的先后顺序;“简化”复杂工序的操作步骤,如优化设备调试流程,降低操作难度,全面提升流程运转效率^[2]。

3 建筑机电设备安装的施工流程优化策略

3.1 施工准备阶段优化

(1) 基于BIM的图纸会审与冲突预解决:传统图纸会审依赖二维图纸,易因专业间信息割裂导致隐藏冲突未被发现,进而引发施工阶段的设计变更与返工。引入BIM技术后,可将各专业设计图纸整合为三维可视化模型,实现多专业图纸的协同会审。在模型中,能够直观呈现管线、设备与建筑结构之间的空间关系,通过碰撞检测功能自动识别各专业间的管线交叉、设备与结构冲突等问题。设计、施工、监理等多方人员可基于同一模型开展会审工作,实时沟通并确定冲突解决方案,在施工前完成图纸优化,从源头减少施工阶段的变更风险,为后续安装工作奠定精准的设计基础。(2) 模块化设计与预制加工(减少现场作业):传统施工准备阶段多依赖现场加工制作,不仅占用大量现场空间,还易受环境因素

影响,导致加工效率低、质量不稳定。推行模块化设计与预制加工,可在施工准备阶段根据BIM模型将机电系统拆解为若干标准化模块,如管线集成模块、设备安装单元等。这些模块在工厂内完成预制加工,借助专业设备保障加工精度,同时避免现场恶劣环境对加工质量的干扰。预制完成的模块经质量检验后运输至施工现场,直接进行组装拼接,大幅减少现场切割、焊接等作业环节,缩短现场施工周期,降低现场作业强度,同时提升安装质量的稳定性。

3.2 安装实施阶段优化

(1) 并行施工与动态调度(减少工序等待):传统安装实施阶段多采用串行施工模式,前一工序完成后才能启动后一工序,易出现工序间等待时间过长、施工效率低下的问题。优化后采用并行施工模式,在合理规划的前提下,将可同步开展的工序进行统筹安排,如在管线敷设的同时,同步推进部分设备的基础浇筑工作,实现多工序并行作业,压缩整体施工周期。同时,建立动态调度机制,通过实时掌握各工序的施工进度、资源使用情况,对人力、设备等资源进行灵活调配。当某一工序出现进度滞后或资源过剩时,及时调整资源分配,将闲置资源调配至需求紧张的工序,避免资源浪费与工序等待,保障施工流程的顺畅推进^[3]。(2) 智能监控与质量追溯系统(实时反馈与修正):传统安装实施阶段的质量监控多依赖人工巡检,存在监控不及时、覆盖范围有限、问题追溯困难等问题。引入智能监控与质量追溯系统后,通过在施工现场部署传感器、视频监控设备等,实时采集施工过程中的关键数据,如管线安装精度、设备运行参数、施工人员作业状态等。这些数据实时传输至管理平台,管理人员可远程实时监控施工动态,一旦发现质量偏差或安全隐患,立即发出预警并通知现场人员进行整改,实现问题的及时反馈与修正。同时,系统对施工全过程数据进行记录存储,形成完整的质量追溯链条,当后续出现质量问题时,可快速追溯至具体施工环节、人员与时间,明确责任并为后续质量改进提供依据。

3.3 验收交付阶段优化

(1) 标准化验收流程构建:传统验收因无统一标准,常出现参与方对指标理解偏差、环节顺序混乱的问题,既延长周期,又可能遗漏关键项留下质量隐患。优化需从体系标准化入手,首先结合国家规范与合同要求,明确管线安装、设备运行等分项工程的验收指标,细化偏差范围、检测方法与判定标准;其次梳理流程,划分“分项预验收—系统联调验收—整体竣工验收”三

级环节,明确各环节参与主体(施工、监理、建设、运维方)、职责与时间节点,如分项预验收由施工方自检后提交监理复核,系统联调需联合供应商与运维团队;同时制定异常处理机制,明确问题整改时限与复查流程,避免验收停滞,保障规范高效推进。(2)数字化文档管理体系搭建:传统纸质文档管理存在诸多短板,大量资料占用物理空间,查找需人工翻目录效率低,且易因潮湿、磨损损坏或丢失,给后续运维带来不便。优化需全面推行数字化管理,第一步将施工全周期的设计图纸、材料证明、检测记录等文档,统一转为PDF、CAD等标准化电子格式,确保内容完整、格式规范;第二步搭建云端或本地专用管理平台,按“项目—阶段—文档类型”建多级目录,如“机电安装项目”下分“施工准备—安装实施—验收交付”子目录,再细分为“图纸类—报告类—合同类”存储;第三步开发检索与共享功能,支持多维度快速查找,同时设分级权限(如施工方仅看本单位文档,建设方可看全项目文档)保障安全;此外,平台需有版本管理功能,记录修改痕迹,确保运维时查阅的是最新准确文档,为设备维护、改造提供支撑。

3.4 协同管理优化

(1)建立多专业协同平台(设计、施工、供应商联动):传统建筑机电设备安装过程中,设计、施工、供应商等多方主体之间缺乏有效的沟通渠道,信息传递滞后且易出现信息偏差,导致各主体间配合不畅,影响施工进度与质量。建立多专业协同平台后,将设计单位、施工单位、设备供应商、监理单位等所有参与方纳入同一平台,实现各方的实时联动。设计单位可通过平台及时传递设计变更信息,施工单位可反馈现场施工问题与需求,供应商可共享设备生产进度与供货计划,各方在平台上实时沟通、协同决策。例如,当施工单位发现设计与现场条件不符时,可在平台上上传现场情况照片与说明,设计单位及时查看并给出调整方案,供应商根据调整后的设计方案调整设备生产计划,避免因信息传递不畅导致的工期延误与资源浪费,实现各主体间的高效协同^[4]。(2)引入项目管理软件(如Primavera、

MicrosoftProject):传统项目管理多依赖人工记录与Excel表格,难以实现对项目进度、资源、成本的全面动态管理,易出现进度失控、资源浪费等问题。引入专业项目管理软件后,可实现对建筑机电设备安装项目的全流程精细化管理。利用软件功能可制定详细的项目进度计划,将项目分解为具体的工作任务,明确各任务的起止时间、依赖关系与负责人员,并通过甘特图等可视化形式呈现项目进度,便于管理人员直观掌握项目进展情况。同时,软件可实现资源的动态管理,对人力、设备、材料等资源的分配与使用情况进行实时跟踪,当资源出现冲突或闲置时,及时进行调整优化。此外,软件还具备成本管理功能,可对项目成本进行预算编制、实时核算与动态监控,确保项目成本控制在预算范围内。通过项目管理软件的应用,提升项目管理的精细化程度与效率,保障项目按计划、按成本顺利推进。

结束语

建筑机电设备安装作为现代建筑功能实现的关键支撑,其施工流程的优化对提升工程整体效益至关重要。本研究通过系统分析当前流程中的瓶颈问题,提出了基于精细化管理与技术创新的多维度优化方案。实践表明,优化后的施工流程在缩短工期、降低成本、保障质量等方面成效显著。未来,随着建筑智能化趋势的深化,我们将持续探索新技术与流程的深度融合,推动建筑机电安装施工迈向更高水平的标准化与智能化。

参考文献

- [1]孙殿璞.浅谈建筑机电设备安装技术要点与安全控制措施[J].建筑工人,2025,(06):43-44.
- [2]杨先东.建筑机电设备安装工程施工技术要点[J].中华建设,2025,(16):177-179.
- [3]石强,江春晓,宣昱仰,董超,刘铭.建筑机电设备安装中常见问题及质量控制研究[J].城市建筑,2025,(S1):151-152.
- [4]李金宝.建筑工程机电设备安装的施工管理探究[J].中国设备工程,2025,(09):252-254.