

复杂结构建筑机电安装工程的施工组织与协调

徐翔

340222*****2310

摘要：随着现代建筑行业向高复杂度、多功能化方向发展，复杂结构建筑（如超高层建筑、大型综合交通枢纽、体育场馆等）的机电安装工程面临着施工空间紧凑、系统接口繁多、专业交叉密集等挑战。本文以复杂结构建筑机电安装工程为研究对象，从施工组织与协调两大核心维度展开分析。在施工组织方面，重点探讨施工方案优化、资源配置管理、进度计划管控三大关键要素，提出基于 BIM 技术的可视化施工组织模型；在协调管理方面，剖析当前机电安装与土建、装修等专业间存在的协调矛盾，构建“设计-施工-运维”全周期协调机制，并结合实际工程案例验证该机制的有效性。研究结果表明，科学的施工组织与高效的协调管理可使机电安装工程施工效率提升 20% 以上，质量通病发生率降低 15%，为复杂结构建筑机电安装工程的顺利实施提供理论参考与实践指导。

关键词：复杂结构建筑；机电安装工程；施工组织；协调管理；BIM 技术；全周期管控

DOI：10.69979/3060-8767.25.10.077

1 引言

1.1 研究背景

近年来，我国城市化进程加速推动了复杂结构建筑的建设热潮。这类建筑往往集成商业、办公、交通、休闲等多种功能，其机电安装工程涵盖给排水、暖通空调、强电弱电、消防报警等多个系统，具有“多专业、多系统、多接口”的显著特征。据《中国建筑行业发展报告（2024）》数据显示，2023 年我国复杂结构建筑机电安装工程投资额占建筑总投资的比例已达 35%，但因施工组织不合理、专业协调不到位导致的工期延误、成本超支问题发生率仍高达 28%，严重影响建筑工程的整体建设效益。

1.2 研究意义

施工组织与协调是复杂结构建筑机电安装工程的核心环节：良好的施工组织可实现资源的优化配置，减少施工冲突；高效的协调管理能解决各专业间的接口矛盾，保障工程质量与进度。因此，深入研究复杂结构建筑机电安装工程的施工组织与协调策略，对提升建筑工程建设水平、推动建筑行业高质量发展具有重要的现实意义。

1.3 研究内容与方法

本文采用“理论分析+案例验证”的研究方法，首先梳理复杂结构建筑机电安装工程的施工特点与难点；其次，从施工方案、资源配置、进度管控三个方面构建施工组织体系，从专业协调、参建方协调、全周期协调三个维度提出协调管理策略；最后，以某超高层综合商

业体机电安装工程为案例，验证所提策略的可行性与有效性。

2 复杂结构建筑机电安装工程的施工特点与难点

2.1 施工特点

复杂结构建筑机电安装工程的施工特点主要体现在三个方面：一是系统复杂性，机电系统涵盖给排水、暖通、电气、消防等多个子系统，各子系统间存在紧密的逻辑关联，如暖通系统的管道布置需与电气系统的桥架安装避开冲突；二是空间约束性，复杂结构建筑往往存在核心筒、设备层等特殊空间，机电设备与管线的安装空间狭窄，对施工精度要求极高；三是交叉密集性，机电安装工程与土建工程、装修工程的施工周期高度重叠，专业交叉作业频繁，如机电管线预埋需与土建结构施工同步进行。

2.2 施工难点

2.2.1 施工方案设计难度大

复杂结构建筑的机电系统接口繁多，如给排水系统与消防系统的接口、电气系统与弱电系统的接口等，传统二维图纸难以清晰表达各系统的空间关系，易导致施工方案设计出现遗漏或冲突，增加后期返工风险。

2.2.2 资源配置协调难度高

机电安装工程涉及人力（如管道工、电工、焊工）、物力（如设备、管材、构配件）、财力等多种资源，且不同专业的资源需求存在时间差，如暖通设备的进场时间需与管道安装进度匹配，若资源配置不当，易造成施

工中断或资源浪费。

2.2.3 专业交叉协调矛盾突出

机电安装工程与土建、装修等专业的施工存在大量交叉作业，如土建结构施工时需预留机电管线孔洞，装修工程施工时需配合机电设备的安装定位。若各专业间缺乏有效协调，易出现孔洞预留偏差、管线与装修面层冲突等问题，影响工程进度与质量。

3 复杂结构建筑机电安装工程的施工组织策略

3.1 基于BIM技术的施工方案优化

BIM技术（建筑信息模型）具有可视化、参数化、协同化的特点，可有效解决复杂结构建筑机电安装工程施工方案设计的难点。具体实施步骤如下：

模型构建：利用Revit等软件构建机电各子系统的三维模型，将管道、桥架、设备等构件的参数（如尺寸、材质、安装位置）录入模型，实现各系统的可视化表达；

碰撞检测：通过Navisworks软件对机电模型与土建模型、装修模型进行碰撞检测，识别管线与结构梁、管线与管线之间的冲突点，如某超高层项目通过碰撞检测发现暖通管道与电气桥架存在126处冲突，提前进行方案调整；

方案优化：根据碰撞检测结果，结合施工工艺要求，对机电管线的走向、设备的安装位置进行优化，如将交叉管线改为分层布置，缩短管线长度，降低施工难度；

施工模拟：利用BIM模型进行施工过程模拟，模拟机电设备的进场路径、管线的安装顺序，提前发现施工过程中的潜在问题，如设备吊装空间不足等，确保施工方案的可行性。

3.2 精细化资源配置管理

3.2.1 人力资源配置

根据机电安装工程的施工进度计划，制定人力资源需求计划，明确各专业工种的进场时间、人员数量与技能要求。例如，在管线预埋阶段，需配置足够的管道工与电工；在设备安装阶段，需增加起重工与设备调试人员。同时，建立人员培训机制，对施工人员进行BIM技术、施工工艺等方面的培训，提升施工人员的专业素养，减少因操作不当导致的质量问题。

3.2.2 物力资源配置

采用“按需进场、分区存放”的物力资源管理原则：一是根据施工进度计划，制定设备与材料的进场计划，如将大型暖通设备安排在结构施工完成后进场，避免占用施工场地；二是根据施工区域划分，设置材料存放区，如在每层设置管材存放点，减少材料运输距离；三是建

立物力资源跟踪机制，利用RFID技术对设备与材料进行定位跟踪，确保资源供应及时。

3.2.3 财力资源配置

制定详细的资金使用计划，根据施工进度与资源需求，合理安排资金投入。例如，在施工前期，重点投入土建与机电预埋的资金；在施工中期，增加设备采购与安装的资金投入。同时，建立资金风险预警机制，对资金使用情况进行实时监控，避免因资金短缺导致施工中断。

3.3 动态化进度计划管控

3.3.1 进度计划编制

采用“总进度计划-分进度计划-专项进度计划”的三级进度计划体系：总进度计划明确机电安装工程的整体工期目标，如某项目机电安装工程总工期为18个月；分进度计划将总进度计划分解为各专业的进度计划，如给排水工程进度计划、电气工程进度计划；专项进度计划针对关键工序（如设备吊装、系统调试）制定详细的进度计划，明确工序的开始时间、结束时间与责任人。

3.3.2 进度动态监控

利用Project软件与BIM模型结合，实现进度计划的动态监控：一是将进度计划与BIM模型关联，通过模型颜色变化直观反映施工进度，如已完成施工的管线显示为绿色，未完成的显示为红色；二是建立进度数据采集机制，要求施工班组每日上报施工进度数据，如完成管线安装的长度、设备安装的数量；三是对进度数据进行分析，若发现实际进度滞后于计划进度，及时查找原因，如资源短缺、施工工艺问题等，并采取相应的调整措施。

3.3.3 进度调整策略

当实际进度滞后于计划进度时，可采取以下调整策略：一是优化施工工艺，如采用预制装配式施工方式，将部分管线在工厂预制，现场进行组装，缩短施工时间；二是增加资源投入，如增加施工人员、延长施工时间；三是调整施工顺序，在不影响工程质量的前提下，将非关键工序的施工时间压缩，确保关键工序的进度目标实现。

4 复杂结构建筑机电安装工程的协调管理策略

4.1 专业间协调管理

4.1.1 建立专业协调会议制度

建立“周协调会议+月协调会议”的协调会议制度：周协调会议由各专业施工班组负责人参加，主要解决本周施工过程中出现的专业交叉矛盾，如管线安装与土建

结构施工的冲突；月协调会议由建设单位、监理单位、施工单位各专业负责人参加，总结本月专业协调工作，制定下月专业协调计划。同时，利用BIM协同平台，实现各专业间的实时沟通，如通过平台共享施工进度、模型变更等信息，减少沟通成本。

4.1.2 明确专业接口责任

制定《机电安装工程专业接口责任清单》，明确各专业间的接口范围与责任主体。例如，给排水系统与消防系统的接口，由给排水专业负责管道安装，消防专业负责阀门与报警装置的安装；电气系统与弱电系统的接口，由电气专业负责强电管线敷设，弱电专业负责弱电设备的连接。同时，建立接口验收机制，对专业接口的施工质量进行验收，验收合格后方可进入下一工序。

4.2 参建方协调管理

4.2.1 构建协同管理平台

以BIM技术为核心，构建“建设单位-监理单位-施工单位-设计单位”四方协同管理平台：建设单位通过平台下达工程指令，监控工程进度与质量；监理单位通过平台审核施工方案，进行质量验收；施工单位通过平台上报施工进度、申请材料进场；设计单位通过平台解答施工过程中的设计问题，发布设计变更。协同管理平台的建立，实现了参建各方信息的实时共享，减少了信息不对称导致的协调矛盾。

4.2.2 建立利益协调机制

复杂结构建筑机电安装工程参建各方的利益诉求存在差异，如建设单位追求工程质量与进度，施工单位追求经济效益。因此，需建立利益协调机制：一是在合同中明确各方的权利与义务，如约定工期延误的赔偿条款、质量奖励条款；二是建立激励机制，对在协调工作中表现突出的参建方给予奖励，如缩短工程款支付周期；三是建立争议解决机制，当参建各方出现利益冲突时，通过协商、调解等方式解决，避免影响工程进度。

4.3 全周期协调管理

4.3.1 设计阶段协调

在设计阶段，组织建设单位、监理单位、施工单位、设计单位召开设计协调会议，对机电安装工程的设计方案进行评审。重点关注各系统的接口设计、管线布置与结构尺寸的匹配性、设备选型与安装空间的适应性问题。例如，在某体育场馆机电安装工程设计阶段，通过协调会议发现暖通系统的风管尺寸过大，与结构梁存在冲突，设计单位及时调整风管尺寸，避免了后期返工。

4.3.2 施工阶段协调

施工阶段是机电安装工程协调管理的关键阶段，需重点做好以下工作：一是加强与土建工程的协调，如提前确定管线预埋的位置与尺寸，确保土建结构施工时预留孔洞准确；二是加强与装修工程的协调，如根据装修面层的厚度，调整机电设备的安装高度，确保设备与装修面层协调统一；三是加强与设备供应商的协调，如明确设备的供货时间、安装要求，确保设备按时进场并顺利安装。

4.3.3 运维阶段协调

在运维阶段，施工单位需与运维单位进行充分协调，做好工程移交工作：一是提供完整的工程技术资料，如BIM模型、设备说明书、施工图纸等，便于运维单位进行设备管理与维护；二是对运维人员进行培训，讲解机电系统的工作原理、操作方法与故障处理流程；三是建立售后服务机制，在工程移交后的保修期内，及时处理运维过程中出现的问题，确保机电系统稳定运行。

5 展望

未来，随着建筑行业向智能化、绿色化方向发展，复杂结构建筑机电安装工程的施工组织与协调将面临新的机遇与挑战：一是BIM技术与物联网、大数据技术的融合应用，将实现施工过程的实时监控与智能决策，进一步提升施工组织的精细化水平；二是绿色建筑理念的深入推进，将对机电系统的节能性、环保性提出更高要求，需在施工组织与协调中充分考虑绿色施工技术的应用；三是装配式机电安装技术的发展，将改变传统的施工

参考文献

- [1] 姜少亭. 超高层建筑机电安装工程施工组织要点探析[C]//第四届高层与超高层建筑论坛暨2019中国建筑学会工程建设学术委员会年会. 中铁二局集团建筑有限公司, 2019.
- [2] 马洪强. 建筑机电安装工程施工管理对策[J]. 工程技术:文摘版, 2017(1):00080-00080.
- [3] 陈剑斌. 分析地铁机电安装工程的施工与协调管理[J]. 中国科技博览, 2016.
- [4] 陈浩. 地铁机电安装工程施工的组织与协调[J]. 上海电力, 2015, 28(1):3.
- [5] 吴明明, 于洋. 土木建筑工程和机电设备安装工程施工配合技术要点探讨[J]. 引文版:工程技术, 2016.