

公共建筑机电工程中技术需求编制的常见问题探讨

肖文翼

江西省机电设备招标有限公司 330046

DOI: 10.12238/ems.v7i10.15692

[摘要] 本文深入分析当前技术需求编制过程中存在的定义不清、跨专业协调不足、全生命周期考虑缺失、经验依赖和标准化低以及频繁变更等突出问题, 结合工程管理与技术实践, 提出强化需求早期识别、优化协同沟通机制、引入全生命周期理念、提升标准化水平、健全变更控制流程及加强人员培训的系统性改进策略。研究旨在为公共建筑机电工程技术需求编制提供技术指导和管理参考, 提升工程项目整体执行效能。

[关键词] 公共建筑; 机电工程; 技术需求; 需求编制; 全生命周期管理; 变更控制

1. 引言

公共建筑机电工程涵盖供配电、暖通空调、给排水、防排烟、电梯及智能化系统等多个复杂专业, 技术需求的准确编制是保障设计合理性、施工可行性与运维高效性的基础。随着建筑智能化和绿色节能要求的提升, 传统需求编制中存在的模糊表达、跨专业协调不足、全生命周期考虑缺乏及频繁变更等问题愈发凸显, 严重制约工程质量与管理效率。基于此, 本文通过系统梳理当前技术需求编制的典型问题, 结合项目管理和工程技术实践, 提出针对性的改进策略, 助力公共建筑机电工程实现高质量、低风险的项目目标。

2. 公共建筑机电工程技术需求编制的重要性

技术需求编制作为机电工程设计和实施的前置条件, 决定了工程方案的科学性与系统性。准确、完整的需求不仅为设计团队提供明确指引, 还保障后续施工、调试与运维工作的顺利开展。技术需求的合理性直接影响设备选型、系统集成及能效指标, 实现节能环保和智能控制的同时降低后期维护成本。此外, 公共建筑工程项目周期长、专业复杂, 技术需求的科学编制还能有效规避因信息不对称导致的设计返工、施工变更及合同纠纷, 保障工程经济性和社会效益。

3. 公共建筑机电工程技术需求编制的常见问题

3.1 需求定义与表达不清晰

在公共建筑机电工程技术需求编制过程中, 需求定义常常存在模糊和表达不规范的现象, 直接导致设计团队难以准确把握项目目标及关键性能指标。具体表现为需求内容缺乏量化标准, 诸如功率容量、运行效率、控制精度等关键参数未明确界定, 专业术语使用不统一且缺少统一规范, 导致不同人员理解偏差。同时, 需求文档往往未细化功能及性能要求, 技术指标与现场实际条件脱节, 难以满足具体工程环境

的约束。此类模糊和不规范现象导致设计方案偏离预期, 设计反复修改, 资源浪费明显, 进而延长项目周期并增加成本风险。根源在于缺乏系统性的需求分析方法和标准化编写流程, 需求文件难以成为有效的设计指导文件, 影响整个工程质量和进度。

3.2 跨专业协调与沟通不足

公共建筑机电工程涵盖电气、暖通、给排水、防排烟等多个高度耦合的专业领域, 这些专业技术需求彼此依赖, 形成复杂的接口关系。然而, 实际编制过程中, 跨专业协调机制薄弱, 沟通平台不完善, 导致各专业需求多以孤立状态存在, 缺少整体协同规划。专业之间信息不对称, 接口冲突频发, 设计调整耗时且效率低下, 影响资源的合理利用和施工可行性。尤其在大型复杂系统集成阶段, 沟通不畅进一步加剧需求变更频繁, 阻碍项目整体进度, 降低设计和施工质量。跨专业沟通不足不仅带来技术风险, 也导致管理成本攀升, 影响工程的顺利实施与最终交付。

3.3 忽视全生命周期需求

目前公共建筑机电工程的技术需求编制多集中于设计与施工阶段, 往往忽视设备及系统的全生命周期管理, 缺乏对运行维护、节能优化、技术升级及最终报废等阶段的综合考虑。设备选型和系统设计未充分考虑长期运行效率和维护便捷性, 导致机电系统在实际使用中频繁出现故障, 维护成本高企, 能耗水平难以控制, 影响建筑整体的经济性和环境绩效。此外, 缺乏生命周期数据支持和维护策略规划, 导致运行阶段应急响应能力不足, 难以实现绿色可持续发展目标, 降低建筑综合竞争力和用户满意度。

3.4 经验依赖与标准化程度低

公共建筑机电工程技术需求编制工作高度依赖编制人员

的个人经验和专业判断, 缺少统一的标准模板和科学的需求分析工具, 导致需求文件内容存在较大主观性和差异性。不同项目、不同编制团队所制定的需求存在明显差异, 难以形成有效的经验积累和共享机制, 阻碍技术和管理水平的持续提升。此外, 现有技术规范和标准更新滞后, 缺乏与新技术、新材料同步的需求指导, 降低了需求的适应性和前瞻性。标准化不足限制了需求质量和一致性, 影响工程的可复制性、管理效率及风险控制能力。

3.5 后期需求变更频繁

公共建筑机电工程项目在实施过程中, 由于设计阶段需求不完善、跨专业沟通不畅以及业主功能调整等原因, 导致技术需求频繁变更。频繁的需求变更不仅引起设计方案反复修改, 导致施工进度延误, 还增加了工程成本和管理复杂度。变更过程缺乏有效的评估与审批机制, 导致变更实施盲目, 质量控制难度加大, 甚至引发合同纠纷和安全隐患。频繁变更降低了工程的稳定性和可预见性, 影响项目的整体交付质量和运营安全, 严重制约了机电工程的高效管理和优质运行。

4. 公共建筑机电工程技术需求编制的改进策略

4.1 强化需求早期识别与分析

需求早期识别与分析是确保技术需求准确性和完整性的关键环节。首先, 应构建多维度的需求调研机制, 涵盖业主功能需求、现场环境条件(如温湿度范围、负荷变化规律)、相关法规标准(如《住宅建筑电气设计规范》JGJ 242-2011、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012等)。在调研基础上, 采用需求建模工具如功能树分析法和层

次分析法, 将复杂需求分解为具体可测量的子项, 如供配电系统需明确额定电压(380V/220V)、最大负载电流(500A)及供电稳定性指标(如电压波动不超过 $\pm 5\%$)。引入需求管理软件(如IBM Rational DOORS、Jama Connect)实现需求文档的版本控制和状态跟踪, 防止需求遗漏和冲突。

其次, 组织跨领域专家进行多轮需求评审, 利用结构化评审表细化性能指标和验收标准, 例如暖通系统应明确设计风量(单位 m^3/h)、送风温度范围($16\sim 24^\circ\text{C}$)、噪声控制指标($\leq 45\text{dB(A)}$)等具体参数, 确保技术指标可被设计与施工团队精确理解。通过反复研讨、修改和确认, 需求文档逐步完善, 减少模糊表述和歧义。此外, 应建立需求变更预警机制, 在项目启动早期及时发现潜在需求风险, 提升需求分析的科学性和可控性。

4.2 优化跨专业协同与沟通机制

为有效解决公共建筑机电工程中跨专业协调难题, 应组建涵盖电气、暖通、给排水及消防等关键专业的联合工作小组, 明确各专业负责人及其接口责任, 推动责任落实到人。采用BIM协同设计平台(如Autodesk Revit结合Navisworks)实现多专业三维模型的集成, 通过模型碰撞检测自动识别管线、设备间的冲突, 提前规划管径尺寸、走向和穿越方式, 确保设计的兼容性和合理性。接口标准化文件应具体规定管线间的最小净距、管道穿墙和吊顶开洞尺寸, 减少后期现场调整的风险和施工难度。表1明确了各专业接口的关键要求和责任, 有助于提高协同效率, 减少冲突和施工问题。

表1 跨专业接口管理关键点及标准化要求

接口类型	关键内容	标准化指标	责任专业
电气-暖通接口	电源容量及接入点	电压等级 380V, 保护装置类型	电气、暖通
给排水-暖通接口	冷凝水排放及排水管径	管径 $\geq \text{DN}50$, 坡度 $\geq 1\%$	给排水、暖通
防排烟-智能化接口	控制信号协议与接口方式	采用标准 BACnet 或 Modbus 通讯协议	防排烟、智能化

此外, 应建立常态化的跨专业评审机制, 定期召开多专业需求协调会议, 会议内容包括设计进度、接口调整、变更请求等, 确保问题能够及时发现和解决。利用云端协作工具同步分发会议纪要和任务清单, 实现闭环管理和责任追踪。即时通讯软件(如Microsoft Teams、Slack)用于跨专业技术问题和进度沟通, 确保信息快速传递, 减少误解。推行基于云计算的协作平台, 支持多用户在线同步编辑需求文档和设计模型, 打破信息孤岛, 提升协同效率。统一沟通模板和术语规范, 保障专业间表达的一致性, 防止多头指令和重复

作业, 提高设计与施工的协同性。

4.3 融入全生命周期理念

技术需求编制应涵盖设备和系统全生命周期管理的各阶段, 尤其要明确设备在运营维护阶段的性能需求。设备选型时需明确节能指标, 如空调系统应满足 $\text{COP} \geq 3.0$ 的能效比要求, 设备运行时风机应支持变频调速以适应负荷波动, 延长使用寿命并降低能耗。维护便利性方面, 应规定设备预留必要的检修空间, 保证最小净空达到600mm以上, 以便维护作业。需求文档中需包含智能化升级接口规范, 支持未来系统

扩展或改造。

建立详细的运行维护数据库,包括设备型号、维护周期、备品备件规格等信息,结合数字孪生技术,通过仿真平台实时监测系统运行状态和关键参数(如电流、电压、振动频率、温度等),实现故障预警和维护预测。数字孪生模型能够模拟机电设备在不同工况下的表现,辅助优化维护计划和降低突发故障风险,实现设计需求与后期运维的无缝衔接,确保系统稳定运行和资源合理配置。

4.4 提升标准化与规范化水平

制定统一的技术需求标准模板,明确结构框架,如基本信息、功能需求、性能指标、接口要求和验收标准等模块。模板中需规定专业术语统一标准,例如供电系统中电压等级、保护装置类型、负荷计算方法须严格符合 GB 50303 及相关标准。引入自动化编写和校验工具,利用自然语言处理技术检测需求文档中的模糊表述和不规范项,确保文本符合规范要求。建立动态标准库,涵盖最新国家及行业标准、技术规范,定期更新并推送至编制团队。

同时,建设需求知识库,收集典型项目的需求案例和标准条款,提供快速检索和引用功能,提升需求编制效率和一致性。知识库中包含详细设备参数、接口协议和性能指标数据,支持需求模板自动填充。结合内部质量审查流程,组织定期需求质量评审,确保标准执行的持续性和一致性。

4.5 建立健全需求变更控制流程

完善的需求变更控制流程首先应明确变更申请的标准提交渠道和格式,确保所有变更请求均以规范的文档形式提交,内容必须详细涵盖变更原因、涉及的系统或设备范围以及对项目整体的初步影响评估。为科学评估变更的合理性,应成立由项目管理、设计、施工及业主代表组成的变更评审委员会,利用成本分析、工期调整及技术风险多维度评估方法,对每一变更方案进行严格审核,避免盲目变更造成资源浪费和进度延误。审批通过后,变更内容应及时同步更新至技术需求文档,并迅速通知相关设计、施工和采购部门,防止信息孤岛和传递滞后引发的执行偏差。

其次,结合项目管理信息系统(PMIS)实现变更全过程的数字化管理,系统自动记录变更申请、评审、实施和验收等关键节点,形成完整的变更轨迹,保障流程透明且可追溯。PMIS应具备变更影响模拟功能,实时计算和量化变更对项目总工期、预算及资源配置的影响,辅助项目管理层科学决策和风险控制。同时,应加强变更相关文件的归档管理,确保

设计变更图纸、合同附件和采购计划同步修订,避免现场施工因信息更新滞后而产生返工或安全隐患。

4.6 加强专业人员培训与能力建设

针对技术需求编制的复杂性,需制定系统培训计划,内容涵盖需求分析方法、跨专业协同技术、最新规范标准及BIM、数字孪生等新兴技术应用。培训课程应结合实际案例,采用模拟演练、专题讲座和现场观摩等多种形式,帮助人员掌握具体操作流程和工具使用。定期组织需求管理研讨会,邀请行业专家解读标准更新和技术发展,提升团队技术敏感度和创新能力。

建立导师制度,安排经验丰富的技术骨干带教新进人员,促进知识传承和技能提升。推行项目轮岗机制,让人员在设计、施工及运维等不同阶段积累多元经验,形成系统化视野。鼓励技术人员参与国家标准制定和行业技术交流,保持专业技术前沿的同步。通过持续能力建设,打造一支兼具理论素养和实践经验的复合型人才队伍,为技术需求编制提供坚实人才保障。

5. 结论

公共建筑机电工程技术需求编制在保障工程设计合理性和施工实施效率方面发挥着基础且关键的作用。当前需求编制存在定义不清晰、跨专业协调不足、忽视全生命周期、标准化程度低及变更频繁等突出问题,亟需从需求早期识别、跨专业协同、生命周期管理、标准规范制定、变更控制及人员培训六个方面进行系统改进。通过引入先进管理工具和技术手段,建立科学规范的编制流程,强化专业团队建设,能够有效提升技术需求的准确性和实用性,为公共建筑机电工程的高质量建设提供坚实保障。

[参考文献]

- [1] 邓功志. 建筑工程中机电安装管理分析及优化策略[J]. 建筑, 2024, (06): 89-91.
- [2] 徐云龙. 机电安装施工技术 in 建筑中的实际应用[J]. 四川水泥, 2021, (08): 51-52.
- [3] 郑少概. 机电安装施工技术 in 建筑中的应用及要点研究[J]. 建设科技, 2023, (24): 86-89.
- [4] 花勤健, 花斌斌. 施工组织设计 in 机电工程施工管理过程中的重要性分析[J]. 工程与建设, 2020, 34 (05): 1017-1018.
- [5] 王刚全. 建筑机电工程安装施工的关键技术研究[J]. 工程机械与维修, 2023, (05): 166-168.