

机电工程项目中的质量管理与风险控制策略

刘永思

新余市祥铖建筑工程设备有限公司 江西南余 338000

摘要：随着我国建筑、工业等领域的快速发展，机电工程项目的规模与复杂度不断提升，其质量直接关系到项目的安全运行、功能实现及经济效益。本文围绕机电工程项目的质量管理与风险控制展开研究，首先分析机电工程项目的特 点及质量管理的核心要素，随后从设计、采购、施工、调试等全流程识别潜在风险，包括技术风险、管理风险、环境风险等类型。在此基础上，提出针对性的控制策略，如建立全流程质量管控体系、强化风险预警机制、提升人员专业素养等，旨在为机电工程项目提升质量水平、降低风险损失提供实践参考，保障项目顺利推进并实现预期目标。

关键词：机电工程项目；质量管理；风险识别；控制策略；全流程管控

1 机电工程项目质量管理的核心要素与全流程要点

1.1 质量管理的核心要素

机电工程项目的质量管理围绕“人、机、料、法、环”五大相互关联、相互影响且共同决定项目质量水平的核心要素展开。其中，人员作为质量管理的核心主体，涵盖设计人员、施工人员、监理人员、管理人员等，设计人员专业能力影响技术方案合理性与可行性、施工人员操作规范性决定施工质量是否达标、监理与管理人员监督管控能力关系质量问题及时发现与整改，所以人员的专业素养、责任意识及培训管理成为质量管理首要环节。机电工程项目依赖大量如电气设备、管道阀门、线缆管材等设备与材料，其质量直接决定工程安全性与耐久性，若设备有质量缺陷、材料性能不达标会导致系统运行故障甚至安全事故，故而设备材料的采购选型、进场检验、存储保管等环节需严格管控以符合设计要求与国家标准。机电工程涉及电气安装技术、管道焊接工艺、智能化系统调试技术等多专业技术融合，技术方案科学性与施工工艺规范性是质量保障关键，若技术方案有漏洞、施工工艺不规范易出现管线冲突、设备安装偏差、系统运行不稳定等问题，因此需在设计阶段论证技术方案、施工阶段强化工艺交底与过程管控以确保技术与工艺符合质量标准。机电工程项目实施受施工现场温度、湿度、粉尘污染及室外工程天气条件等环境因素较大影响，恶劣环境可能使材料变质、设备损坏、施工精度下降进而影响工程质量，所以需依据环境条件制定如高温环境下设备降温保护、潮湿环境下防腐处理等针对性防护措施来降低环境对质量的不利影响。

1.2 全流程质量管理要点

机电工程项目的质量管理贯穿设计、采购、施工、调试、验收等全流程，各环节明确质量管控要点以形成闭环管理。其中，设计阶段作为质量管控源头，重点关注技术方案合理性、合规性与可施工性，具体为设计方案符合项目功能需求与国家相关标准（如电气设计满足供电可靠性要求、暖通设计符合节能标准），进行多专业协同设计以避免各系统间管线冲突、接口不匹配等问题，设计文件经严格内部审核与第三方评审确保设计图纸准确性与完整性为后续施工提供可靠依据；采购阶段确保设备材料质量符合设计要求，重点管控供应商选择（评估其资质、生产能力、业绩口碑优先选择信誉良好、质量稳定的供应商）、合同约定（明确设备材料质量标准、检验要求及违约责任）与进场检验（严格执行外观检查、性能测试、合格证核查等检验程序，对不合格产品坚决退换杜绝质量隐患进入施工现场）；施工阶段作为质量形成关键环节，强化过程管控与动态检查，即施工前进行技术交底确保施工人员明确质量要求与工艺标准，加强施工过程巡检与抽检重点关注关键工序与隐蔽工程（如电气接地装置安装、管道压力试验等）及时下达整改通知并跟踪整改情况，建立质量台账记录施工过程质量检查结果、整改情况等实现质量过程可追溯^[1]；调试与验收阶段作为检验工程质量最终环节，确保系统功能正常、性能达标，调试阶段按调试方案逐步开展系统测试（如电气系统绝缘测试、给排水系统流量测试、智能化系统功能测试等）及时优化调整调试中发现的问题，验收阶段依据设计文件、国家标准及合同要求组

织各方进行包括外观检查、性能检测、资料审核等的竣工验收，验收合格后交付使用确保项目质量符合预期目标。

2 机电工程项目的风险识别与类型分析

机电工程项目在实施过程中面临多种风险，若未及时识别与控制，易导致质量问题、进度延误、成本超支等后果。根据风险来源与影响范围，可将其分为技术风险、管理风险、环境风险与外部风险四大类。

2.1 技术风险

技术风险指因技术方案不合理、技术水平不足或技术变更等因素引发且作为机电工程项目主要风险类型之一的风险，具体涵盖：设计方面存在因设计方案漏洞（如系统选型不当、管线布置不合理、接口设计不匹配等）致施工无法正常进行或系统运行功能失效，以及因设计文件审核不严格（存在图纸错误、标注不清等问题）引发施工偏差的设计风险^[2]；施工技术方面存在因施工人员技术水平不足无法掌握复杂工艺要求（如高精度设备安装、管道焊接等）导致施工质量不达标，以及在新技术、新工艺推广应用过程中因缺乏成熟经验易出现技术适配问题的施工技术风险；调试方面存在因调试方案不完善、测试流程不规范导致系统性能无法达到设计要求，以及因调试过程中未采取有效防护措施引发设备损坏或安全事故的调试风险。

2.2 管理风险

管理风险指因项目管理体系不健全、管理流程不规范或人员管理不到位等因素引发且直接影响质量管理与项目推进效率的风险，其中包括：组织管理风险为项目组织架构不合理致使各部门职责分工不明确而造成协同效率低下，以及管理制度不完善如质量管控流程、风险预警机制缺失从而无法及时发现与处理质量问题；人员管理风险是施工人员因流动性大且培训不到位导致操作规范性不足，管理人员因责任意识薄弱使监督管控流于形式致质量问题无法及时整改，监理人员因专业能力不足而无法有效履行质量监督职责；合同管理风险系合同条款约定不清晰如质量标准、验收流程、违约责任等界定模糊引发后续纠纷，以及合同执行过程中对供应商、分包商的履约监管不到位进而影响设备材料质量与施工进度。

2.3 环境风险

环境风险指因施工现场环境、自然环境或周边环境因素引发且对施工质量与安全造成不利影响的风险，具体包括：

施工现场因场地狭窄、作业面有限致使材料堆放混乱、施工操作空间不足进而易引发质量问题，以及因粉尘、噪音污染严重影响施工人员健康与操作精度的施工现场环境风险^[3]；室外机电工程受暴雨、高温、严寒等天气影响导致施工暂停、材料变质或设备损坏，以及因地下水位过高、土壤腐蚀性强等复杂地质条件影响管道、电缆等设施安装质量与耐久性的自然环境风险；项目周边因存在居民区、商业区或其他在建工程，施工过程中可能因噪音、振动等因素引发投诉导致施工中断，以及因供电不稳定、供水不足等周边基础设施不完善情况影响施工进度与设备调试的周边环境风险。

3 机电工程项目质量管理与风险控制的具体策略

针对机电工程项目质量管理的核心要素与全流程要点，结合风险识别结果，需从建立管控体系、强化风险预警、提升人员能力、优化技术方案等方面制定针对性策略，实现质量与风险的有效管控。

3.1 建立全流程质量管控体系，筑牢质量保障基础

完善质量管理组织架构方面，通过明确项目各参与方（建设单位、施工单位、监理单位、设计单位）的质量责任，建立“建设单位主导、施工单位落实、监理单位监督、设计单位配合”的质量管理体系，并设立专门的质量管理部门且配备专业质量管理人员来负责全流程质量管控与协调工作。制定标准化质量管控流程方面，围绕设计、采购、施工、调试、验收等环节制定标准化的质量管控流程与操作规范，像设计审核流程、设备材料进场检验规范、施工工序质量验收标准等，同时利用信息化手段建立质量管理信息系统以实现质量数据的实时采集、分析与共享，从而提高质量管控效率。强化质量考核与奖惩机制方面，将质量管理纳入项目绩效考核体系并明确考核指标，例如质量合格率、整改完成率等，对质量管理表现优秀的团队与个人给予奖励，对因管理不当导致质量问题的单位与个人进行处罚，以此激发全员参与质量管理的积极性。

3.2 构建风险预警与应对机制，降低风险损失

建立风险识别与评估机制，于项目启动阶段组织技术、管理、监理等专业人员，运用风险矩阵法、故障树分析法等工具对全流程潜在风险进行系统识别，并对识别出的风险通过分析风险发生概率与影响程度进行量化评估，划分风险等级（高、中、低）以制定风险清单与优先级排序。完善风险预警系统，借助物联网、大数据等技术对施工现场的设备运

行状态、环境参数（温度、湿度）、施工进度等数据实时监测，设定如设备温度超过安全范围、材料进场检验不合格率超标等风险预警阈值，一旦触发阈值，系统自动发出预警信号通知相关人员及时处理。制定针对性风险应对措施，针对不同等级与类型的风险制定差异化应对策略：高风险如关键设备质量缺陷、重大设计漏洞，采取规避措施重新选型或优化设计方案且制定应急预案以确保风险发生时能快速响应；中风险如施工人员技术不足、供应商履约能力不稳定，采取控制措施加强人员培训、增加供应商考察频次来降低风险发生概率；低风险如轻微环境影响、小额材料价格波动，采取转移措施通过购买保险、签订固定价格合同等方式将风险转移给第三方。

3.3 提升人员专业素养，强化质量与风险意识

加强针对不同岗位人员的人员培训与教育，即针对设计人员重点就新技术、新标准（如绿色建筑、智能化技术）制定个性化培训计划，针对施工人员重点就施工工艺、安全操作规范制定个性化培训计划，针对管理人员重点就质量管理方法、风险管理工具制定个性化培训计划，并通过定期组织培训考核且考核合格后上岗的方式确保人员具备相应专业能力。强化全员的质量与风险意识，通过召开质量专题会议、案例分享会（如展示因质量问题导致的事故案例）、张贴宣传标语等方式向全员灌输“质量第一、风险可控”的理念，且将质量与风险意识纳入员工入职教育与日常管理，以使全员认识到质量管理与风险控制的重要性，形成“人人关注质量、人人防范风险”的良好氛围。引入专业人才与第三方机构来充实管理团队及提升质量管理与风险控制的专业性，一方面招聘具有丰富机电工程项目经验的专业人才，另一方面对技术复杂、风险较高的项目引入第三方咨询机构或专家团队以提供技术支持与风险评估服务。

3.4 优化技术方案与工艺，提升质量稳定性

加强设计阶段技术论证方面，在设计阶段通过组织多专业技术人员与专家对设计方案进行充分论证以重点审查技术可行性、系统兼容性与施工便利性，且采用BIM（建筑信息模型）技术进行三维建模与管线综合优化来提前发现并解决管线冲突、空间布局不合理等问题从而减少设计变更与施工返工^[5]。推广成熟新技术与新工艺方面，关注行业技术发展动态并优先采用经过实践验证的新技术、新工艺，像模

块化施工技术（将机电设备与管线在工厂预制，现场组装）、智能化调试技术（利用自动化测试设备提高调试精度与效率），且在新技术应用前进行技术试点与工艺交底以确保施工人员掌握操作要点。强化施工过程技术管控方面，施工前技术人员向施工班组进行详细工艺交底以明确质量要求与操作步骤，施工过程中对关键工序（如管道焊接、电气接线）实行“样板引路”制度，即先制作样板，验收合格后再全面施工，同时加强技术资料管理，及时整理设计变更、技术交底记录、检测报告等资料以确保技术方案与施工过程的一致性。

4 结论

通过分析质量管理的核心要素与全流程要点，识别出技术、管理、环境、外部四类主要风险，并提出建立全流程质量管控体系、构建风险预警与应对机制、提升人员专业素养、优化技术方案与工艺等策略，结合实际项目具体特点（如规模、复杂度、环境条件）灵活运用这些策略以实现质量与风险的动态管控，且随着智能化技术、信息化手段在工程管理领域的广泛应用，向数字化、精细化方向发展以进一步提升项目质量水平与风险管控能力并为行业高质量发展提供有力支撑，贯穿项目全流程且涉及人员、设备、技术、管理等多个维度的机电工程项目的质量管理与风险控制是一项系统工程。

参考文献：

- [1] 郭靖宇 .X 高速公路机电工程项目施工质量管理研究 [D]. 太原理工大学 ,2024.
- [2] 王康 . 交通机电工程项目的质量管理分析 [J]. 集成电路应用 ,2023,40(06):190–191.
- [3] 项瑞 . BIM 技术在高速公路机电工程项目管理中的运用研究 [J]. 工程建设与设计 ,2023,(08):86–88.
- [4] 崔鹏飞 . 高速公路机电工程项目质量管理办法优化 [J]. 交通世界 ,2022,(14):18–21.
- [5] 林海 . 机电工程项目经理胜任力模型研究 [D]. 云南大学 ,2021.

作者简介：

刘永思(1991.1-),男,汉,江西人,大学本科,研究方向:机电工程