

机电工程电气施工难点和管理对策研究

冯伟¹ 宋晓飞² 刘洋³

1. 华润新能源(乡宁)有限公司 山西 临汾 041000

2. 华润新能源(临汾)风能有限公司 山西 临汾 041000

3. 华润新能源投资有限公司山西分公司 山西 太原 030000

摘要: 机电工程电气施工面临技术复杂、管理精细与资源协调等多重挑战,存在管线交叉冲突、设备安装精度不足、多工种进度协调困难、隐蔽工程质量控制难及供应链波动等问题。研究提出通过BIM技术优化设计、模块化预制装配提升效率,采用数字化管理平台与责任矩阵强化管理,结合智能化监测与标准化作业保障质量安全,并构建弹性供应链应对资源风险,为提升电气施工综合效益提供系统性解决方案。

关键词: 机电工程; 电气施工难点; 管理对策

引言: 在建筑工程智能化、集成化发展趋势下,机电工程电气施工的复杂性与技术要求日益提升。其施工涉及多专业交叉协作,常面临管线空间冲突、设备安装精度不足等难题,同时受高压电安全防护、智能化系统兼容性等技术瓶颈制约。管理层面,进度协调低效、质量追溯困难、供应链波动等问题突出。系统剖析施工难点并提出针对性管理对策,对提高施工效率、保障工程质量及推动行业技术升级具有关键价值。

1 机电工程电气施工特点与核心难点

1.1 电气施工的技术特征

复杂性: 电气施工需与管道、通风、弱电系统等多专业交叉作业,各系统管线排布密集,如高层建筑中电气线路需避开给排水管道防渗漏影响,同时与通风管道协调空间走向,易出现管线冲突问题,需提前进行综合管线深化设计。安全性要求: 涉及高压电作业时,需严格遵循绝缘防护、断电操作流程,避免触电事故;防雷接地施工需保证接地电阻值符合规范,防止雷击损坏设备;消防联动系统需与电气设备精准对接,确保火灾时应急照明、排烟风机等设备可靠启动。

1.2 主要施工难点分类

1.2.1 技术难点

电缆敷设与接线工艺中,长距离电缆(如地下管廊内数百米电缆)敷设易受拖拽磨损,需采用牵引机配合保护套管;同时,强电电缆与弱电电缆平行敷设时,需控制间距或采取屏蔽措施,避免电磁干扰影响弱电信号传输。变压器、配电柜安装需保证水平度误差不超过规范要求,且固定螺栓扭矩达标,防止设备运行时振动移位,影响供电稳定性。智能化系统集成时,楼宇自控、物联网设备需兼容不同通信协议,如Modbus、BACnet,需通过网关转换

实现数据互联互通,避免出现数据断层^[1]。

1.2.2 管理难点

进度协调方面,电气施工与土建、装修等工种交叉作业时,易出现时序冲突,如墙面装修与开关插座安装不同步,可能导致二次返工,需制定详细的交叉作业计划,明确各工种施工节点。质量控制中,隐蔽工程(如吊顶内管线、地面下电缆)验收需留存影像资料,确保管线连接牢固、绝缘达标;材料合规性需核查出厂合格证、检测报告,防止使用劣质电缆、开关等设备。安全管理上,高空作业(如桥架安装)需搭设稳固脚手架,作业人员系好安全带;带电操作需执行工作票制度,配备监护人员,避免误操作引发短路、触电风险。

1.2.3 环境与资源难点

(1) 施工空间受限场景中,地下管廊内作业面狭窄,电缆敷设、设备安装需采用小型化工具;高层建筑竖井内施工需协调垂直运输设备,避免与其他材料运输冲突。(2) 资源调配需动态平衡人力、设备、材料,如高峰期需增加电工数量,确保电缆敷设进度;同时,合理规划材料堆放区域,避免电缆受潮、设备损坏,减少资源浪费。

2 机电工程电气施工难点成因分析

2.1 技术层面成因

(1) 设计图纸与现场条件不符: 部分设计单位在绘制图纸时,未充分结合现场实际勘察数据,导致预留孔洞位置、尺寸与实际设备安装需求存在偏差,如配电柜安装所需的预留洞口高度不足,或电缆桥架走向与现场梁柱位置冲突。此外,设计阶段对多专业管线交叉排布的统筹不足,易出现电气线路与给排水管道、通风管道“抢空间”的情况,后续需重新调整设计,延误施工进度。

度。(2)新技术应用不足:目前行业内BIM(建筑信息模型)技术普及率较低,多数项目仍依赖传统二维图纸进行施工规划,无法提前通过三维建模模拟管线碰撞、设备安装流程,难以发现设计隐患。同时,智能化施工设备(如自动化电缆敷设机)应用较少,仍以人工操作为主,不仅降低施工效率,还易因人为操作误差影响施工质量,如电缆接线端子压接不牢固导致接触不良^[2]。

2.2 管理层面成因

(1)责任划分模糊:在工程建设中,总包单位与电气分包单位、其他专业分包单位(如管道分包、通风分包)的职责界定不清晰,存在职责重叠或空白区域。例如,对于交叉作业中的安全管理责任,若未明确划分,出现高空作业防护不到位问题时,总包与分包单位易相互推诿;部分施工环节(如隐蔽工程验收)未明确主导责任方,导致验收流程拖沓,影响后续施工推进。(2)信息化管理滞后:多数项目的进度监控、质量管控仍依赖人工记录与现场巡查,缺乏信息化管理系统支撑。如进度管理中,需工作人员每日到现场统计施工完成量,再手动更新进度表,信息传递存在滞后性,无法及时发现进度偏差;质量问题反馈需通过纸质单据流转,流程繁琐,易出现问题遗漏,难以实现施工全过程的动态管控。

2.3 外部环境成因

(1)政策法规更新快:近年来,国家对建筑工程的绿色施工、安全生产、节能降耗等方面的标准要求不断提高,政策法规更新频率加快。例如,绿色施工标准中对电气设备的能耗等级、施工过程中的扬尘控制要求进一步严格,但部分施工单位未能及时掌握新政策要点,仍沿用旧施工工艺,导致施工成果不符合新规要求,需返工整改,增加施工成本。(2)供应链波动:电气施工所需的核心设备(如智能配电柜、物联网传感器)依赖芯片、电子元器件等关键零部件,受全球供应链波动影响,芯片短缺问题频发,导致设备生产周期延长,供货延迟。此外,电缆、铜排等原材料价格受市场供需关系影响波动较大,若材料采购计划未充分考虑价格波动与供应周期,易出现材料短缺或成本超支情况,影响施工进度与项目预算。

3 机电工程电气施工管理对策

3.1 技术优化对策

(1)引入BIM技术实现三维可视化交底:在施工前,利用BIM技术搭建电气专业与其他专业的协同模型,将设计图纸转化为三维可视化模型,精准呈现电缆桥架、配电箱、管线的排布位置。通过模型提前排查管线碰撞、预留孔洞偏差等问题,如发现电气管线与给排水管道冲突,可

在模型中调整优化后再进行现场交底,让施工人员直观理解设计意图,减少因图纸理解偏差导致的返工,提升施工准确性与效率。(2)模块化预制装配技术:针对电缆桥架、配电箱等构件,推行工厂化预制生产。在工厂内按照设计标准精准加工桥架连接件、配电箱内部接线端子等部件,严格把控尺寸精度与工艺质量,再运输至施工现场进行组装拼接。此举不仅减少现场切割、焊接等作业,降低施工粉尘与噪音污染,还能缩短现场施工周期,避免因现场作业条件受限导致的质量问题,如桥架接口不平整、接线端子松动等。(3)智能化监测系统:在电气设备运行与施工过程中,安装温湿度传感器、电流互感器等监测设备,搭建智能化监测平台。实时采集电缆接头温度、配电箱内湿度、设备运行电流等数据,当数据超出安全阈值时,系统自动发出预警信号,提醒管理人员及时排查故障。例如,若电缆接头温度异常升高,可快速定位故障点并进行处理,防止因过热引发火灾或设备损坏,保障电气系统稳定运行^[3]。

3.2 管理机制创新

(1)全过程动态管理:PDCA循环与精益管理:将PDCA循环(计划-执行-检查-处理)与精益管理理念融入施工全过程。在计划阶段,结合项目需求制定详细的电气施工计划,明确质量、进度目标;执行阶段严格按照计划推进施工,同步记录施工数据;检查阶段对照计划与标准,核查施工质量与进度完成情况,找出偏差;处理阶段总结经验教训,优化后续施工流程,如针对进度滞后问题,分析原因后调整人力调配或施工工艺,实现施工过程的持续改进,减少浪费,提升管理效率。(2)责任矩阵(RACI模型)明确各方职责:运用RACI责任分配矩阵,清晰界定总包单位、电气分包单位、设计单位、监理单位在各施工环节的职责任务,如在隐蔽工程验收环节,明确总包单位负责组织验收、电气分包单位负责提供验收资料、监理单位负责验收监督、设计单位负责技术答疑,避免职责重叠或空白。通过责任矩阵让各参与方明确自身角色与工作内容,减少推诿扯皮现象,保障施工各环节有序推进。(3)数字化管理平台:搭建集成化的数字化管理平台,将进度管理、成本管理、材料管理等模块与ERP系统对接。施工人员通过平台实时上报每日施工进度、材料使用量,管理人员可在平台上查看进度偏差、材料库存情况,实现数据实时共享与动态管控。例如,当某区域电缆敷设进度滞后时,平台可自动关联影响因素,如材料短缺或人力不足,管理人员据此快速调配资源,确保施工进度按计划推进,避免依赖人工记录导致的信息滞后与误差。

3.3 质量与安全管理强化

(1) 标准化作业流程(SOP)制定:针对电气施工各环节,如电缆敷设、设备安装、接线调试等,制定详细的标准化作业流程(SOP)。明确各环节的操作步骤、技术参数、质量要求与安全注意事项,如电缆敷设时需明确牵引力控制范围、敷设顺序,设备接线时需规定端子压接扭矩标准。施工人员严格按照SOP操作,同时配备专人对作业过程进行监督检查,确保施工质量统一,避免因操作不规范导致的质量隐患,如电缆绝缘层破损、设备接线接触不良等。(2) 风险分级管控与隐患排查双重预防机制:对电气施工过程中的风险进行全面辨识,根据风险发生概率与危害程度划分风险等级,如将高压带电作业、高空桥架安装列为重大风险,制定专项管控措施,如重大风险作业前需编制专项方案、配备专职安全员监护。同时,建立常态化隐患排查机制,定期组织人员对施工现场的设备状态、防护设施、作业环境进行排查,对发现的隐患及时记录并制定整改计划,明确整改责任人与整改期限,形成“风险管控-隐患排查-整改闭环”的双重预防体系,降低事故发生概率^[4]。

(3) 虚拟现实(VR)安全培训应用:利用VR技术搭建电气施工安全培训场景,模拟高压触电、高空坠落、火灾等常见安全事故场景,让培训人员通过沉浸式体验感受违规操作带来的后果。同时,在VR场景中模拟正确的操作流程,如高空作业时脚手架搭设、安全带佩戴,带电作业时绝缘工具使用等,让培训人员在虚拟环境中反复练习,提升安全操作技能与应急处置能力,增强安全意识,减少因人员操作失误引发的安全事故。

3.4 资源与环境协调策略

(1) 绿色施工理念:在电气施工中融入绿色施工理念,优先选用节能型电气设备与材料,如LED节能灯具、低损耗电缆等,降低工程运行阶段的能耗。同时,对施工过程中产生的废弃物进行分类回收,如废弃电缆、金属构件、塑料包装等,设置专门的回收区域,与

专业回收机构合作进行资源化利用,减少建筑垃圾产生量。此外,优化施工方案,如合理安排施工时间,避免夜间施工噪音扰民,减少施工对周边环境的影响,实现施工与环境的和谐共生。(2) 弹性供应链管理:针对电气施工所需的核心设备与原材料,建立弹性供应链管理体系。对芯片、配电柜、电缆等关键物资,筛选多家资质合格、供应能力稳定的供应商作为备选,与备选供应商签订合作协议,明确供货周期、质量标准与应急供应条款。当主供应商出现供货延迟(如芯片短缺导致设备生产受阻)或质量问题时,可快速切换至备选供应商,保障物资供应连续性。同时,建立物资库存动态监测机制,根据施工进度与供应情况合理调整库存水平,避免因库存不足影响施工或库存过多造成资源浪费,确保供应链稳定可靠。

结束语

机电工程电气施工的复杂性要求技术与管理双轮驱动。本研究系统梳理了施工中的管线冲突、设备精度控制、多工种协同等核心难点,提出以BIM技术、模块化施工提升效率,通过数字化管理平台实现全流程动态监控,结合标准化作业与智能监测保障质量安全。未来需进一步深化物联网、AI等新技术应用,推动行业向智能化、精细化转型,同时完善人才培养体系,以技术创新与管理升级破解施工难题,为机电工程高质量发展提供持续动力。

参考文献

- [1]龙浩.机电工程电气施工中的难点和对策[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(15):103-105.
- [2]易超军,彭艳,陈鹏.机电工程电气施工中的难点和对策[J].大众标准化,2024,(03):22-24.
- [3]崔秉健,沈海东.机电工程电气施工中的难点和对策[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(11):114-116.
- [4]王德璋.机电工程电气施工中的难点和对策[J].黑龙江科学,2020,(08):92-93.