

# 机电工程电气施工安全技术措施研究

范津铭

阜新衡天矿山设备安全检测有限责任公司 辽宁 阜新 123000

**摘要：**随着机电工程规模与复杂性不断提升，电气施工安全问题日益凸显。本论文围绕机电工程电气施工安全展开研究，系统构建安全技术措施体系。从基础安全技术措施规范设备安装、临时用电及绝缘防护，到运用物联网、BIM和AI技术实现智能化安全管理；同时完善安全管理制度，构建人员培训体系，并推动安全管理数字化转型与多方协同监管。研究成果为电气施工安全提供系统性解决方案，助力预防施工风险、保障人员安全、提升工程质量，对推动机电工程行业安全可持续发展具有重要理论与实践价值。

**关键词：**机电工程；电气施工安全；技术措施

引言：机电工程电气施工中触电、火灾等事故频发，不仅威胁人员生命安全，更影响工程进度与行业形象。传统安全管理模式在应对现代施工风险时存在局限性，亟需系统性技术与管理创新。本研究基于行业现状，深入剖析电气施工安全问题，从技术措施优化、管理体系完善及智能化应用等维度展开探索，旨在为行业提供科学有效的安全管理策略，推动电气施工安全水平提升。

## 1 机电工程电气施工安全的概念

机电工程电气施工安全，是指在机电工程项目中，涉及电气设备安装、调试、运行及维护等施工环节中，通过技术手段、管理措施和制度规范，预防和控制各类危险因素，保障施工人员生命安全、设备设施稳定运行以及环境安全的系统性要求。这一概念不仅涵盖了对物理风险的防范，还包括对施工流程、人员行为、技术标准的全方位把控。从内涵来看，机电工程电气施工安全包含多重维度。技术维度上，要严格遵循电气施工规范，采用符合标准的设备和材料，确保接地保护、绝缘防护、漏电保护等技术措施到位；管理维度上，建立健全安全责任体系、应急预案和监督机制，通过安全教育培训提升人员安全意识；环境维度上，根据施工环境（如潮湿、粉尘、高温等）制定针对性防护方案，规避环境因素引发的安全隐患。电气施工安全还强调动态性和系统性，需结合施工进度、人员调配、设备状态等因素，实时调整安全策略。对施工人员而言，安全技术措施可有效降低触电、火灾、设备故障等事故风险；对工程项目而言，安全施工是保障工程质量、避免工期延误和经济损失的前提；对社会而言，规范的电气施工安全管理有助于维护行业秩序，减少公共安全事件发生<sup>[1]</sup>。在“安全第一、预防为主、综合治理”的方针指导下，机

电工程电气施工安全已成为行业可持续发展的基石，推动着技术创新与管理模式的升级。

## 2 机电工程电气施工安全技术措施体系构建

### 2.1 基础安全技术措施

在机电工程电气施工中，基础安全技术措施需从电气设备全生命周期管理及临时用电系统标准化设计着手，具体如下：（1）电气设备安装与调试安全规范贯穿设备投入使用的全过程。在安装阶段，严格依据设备安装手册及相关国家标准，确保设备定位准确、固定牢固，各部件连接紧密且符合电气间隙与爬电距离要求，防止因安装不当导致短路、漏电等隐患。调试环节则需制定详细的调试方案，在通电前对设备的绝缘性能、接线正确性进行全面检测，调试过程中实时监测设备运行参数，严格控制电压、电流等指标在安全范围内，避免因调试失误引发电气故障或安全事故。（2）临时用电系统标准化设计。接地保护系统需采用TN-S系统，确保工作零线与保护零线严格分开，通过可靠的接地极将电气设备金属外壳与大地连接，降低人员触电风险；漏电保护装置的选择与安装应遵循分级保护原则，在总配电箱、分配电箱及开关箱处设置不同额定动作电流的漏电保护器，实现对电路漏电故障的快速切断。临时用电线路的敷设需满足防火、防潮要求，架空线路高度、电缆埋深等参数必须符合规范，防止线路受损引发漏电或火灾。（3）绝缘防护与防火防爆技术。选用具有高绝缘性能的电气材料和设备，对易接触部位加装绝缘防护罩，定期对绝缘部件进行检测与维护，确保绝缘电阻值符合标准。在防火防爆方面，针对可能产生电弧、电火花的电气设备，采取隔离、密封等措施，限制火源与易燃物接触；在易燃易爆场所，选用防爆型电气设备，合理设计通风系统，降低可燃气体或粉尘浓度，从源头消除爆

炸隐患。

## 2.2 作业过程安全控制措施

作业过程安全控制措施聚焦施工中的特殊场景与复杂工况，通过针对性防护技术保障施工安全，具体如下：（1）高空作业与有限空间作业。高空作业时，电气设备与线路安装需配备防坠落装置，施工人员必须系挂安全带并设置安全绳，防止因设备坠落或人员失足引发事故；同时，对高空作业区域的电气设备采取固定与防护措施，避免因晃动或碰撞导致线路破损漏电。有限空间作业则需在进入前对空间内的电气设备进行断电、挂牌上锁处理，检测有害气体浓度与氧气含量，采用安全电压照明设备，并设置专人监护，防止因缺氧、中毒或电气故障造成人员伤亡。（2）交叉施工中的电气隔离与防护技术。通过设置物理隔离设施，如防护围栏、绝缘隔板等，将电气施工区域与其他作业区域分隔开来，防止非电气作业人员误触带电设备；对交叉施工区域的电气线路采用穿管保护、桥架敷设等方式，避免因机械损伤或重物挤压导致线路故障。同时，制定严格的交叉作业协调机制，明确各工种施工时间与空间，减少作业干扰，降低安全风险。（3）面对潮湿、粉尘等恶劣环境。在潮湿环境中，电气设备应具备防水性能，配电箱、开关箱加装防雨罩，临时用电线路采用防水电缆，提高漏电保护装置的灵敏度，降低人员触电概率。粉尘环境下，电气设备需采用防尘型或防爆型，定期清理设备表面及内部积聚的粉尘，防止粉尘进入电气元件引发短路或火灾，同时加强通风换气，保持作业环境空气流通<sup>[2]</sup>。

## 3 智能化安全技术电气施工中的应用

### 3.1 物联网技术

物联网技术通过智能传感器与网络通信的结合，构建电气施工设备的实时监测体系。在施工现场，温度、湿度、电流、电压、振动等各类传感器被部署于电气设备关键部位。在变压器、配电柜等设备表面安装温度传感器，实时采集运行温度；在电缆线路中嵌入电流传感器，监测线路负载变化；将气体传感器置于封闭空间，检测易燃易爆气体浓度。传感器采集的数据经无线网络（如5G、LoRa）上传至云平台，平台利用大数据分析机器学习算法，对设备运行状态进行深度解析。系统预设安全阈值，当监测数据超出正常范围，如设备温度骤升、电流过载、绝缘电阻下降时，立即触发预警机制，以短信、APP推送等方式通知管理人员。物联网系统可生成设备健康趋势报告，预测故障发生概率，指导运维人员提前介入，实现从被动维修到主动预防的转变，降低设备故障引发的安全事故风险。

### 3.2 BIM技术

BIM（建筑信息模型）技术通过三维数字化建模，为电气施工安全管理提供全流程可视化分析工具。在项目规划阶段，基于电气设计图纸、施工进度计划及现场环境数据，构建包含设备参数、管线走向、空间位置等信息的高精度BIM模型。利用4D模拟（三维模型+时间维度），对电气设备安装、线路敷设等施工流程进行动态推演，直观呈现施工顺序与空间变化。模拟过程中，BIM系统自动识别潜在风险，如管线碰撞、空间布局不合理导致的操作安全隐患，以及交叉作业时的施工冲突。技术人员根据模拟结果，优化施工方案，调整设备安装顺序与管线走向，避免因设计缺陷引发安全事故。BIM模型可关联国家及行业安全规范数据库，自动检查电气设备安装间距、接地保护措施等是否符合标准，实现安全风险的数字化预控与合规性验证。

### 3.3 可视化监控系统

可视化监控系统依托AI视频分析技术，实现施工现场的智能化监管。在配电箱操作区、高空作业面、材料堆放区等关键区域部署高清摄像头，实时采集视频数据。采集的视频流通过边缘计算设备或云端服务器进行分析，AI算法运用图像识别、深度学习等技术，自动检测人员行为与设备状态。系统可通过人体姿态识别技术，判断施工人员是否正确佩戴安全帽、安全带，是否存在违规带电作业行为；利用物体检测算法，识别电气设备是否出现火花、烟雾等异常现象。一旦发现违规操作或安全隐患，系统立即触发声光报警，并将预警信息推送至管理人员终端，同时记录违规时间、地点及具体行为，形成安全管理数据台账<sup>[3]</sup>。通过对大量历史数据的学习，AI算法不断优化识别模型，提升在复杂光照、粉尘环境下的检测准确率，实现安全隐患的自动识别与快速响应。

## 4 电气施工安全管理措施优化

### 4.1 安全管理制度完善

安全管理制度的完善是保障电气施工安全的基础，需从责任体系划分和应急预案构建两方面系统性推进。（1）在责任体系划分上，施工单位与监理单位需明确各自安全职责。施工单位作为安全管理的核心主体，需建立从项目经理到一线作业人员的垂直责任链条，细化岗位安全职责，将安全目标分解到施工计划、设备管理、人员调度等各个环节；项目经理需统筹全局，监督安全制度执行，协调资源确保安全投入到位；技术人员负责施工方案安全审核与技术交底；作业人员则需严格遵守操作规程。监理单位应履行监督职责，对施工单位安全

制度落实情况、设备安装规范、人员操作合规性进行全程检查,及时发现并纠正安全隐患,确保施工过程符合相关标准与规范。(2)应急预案与应急响应机制的建立。预案需覆盖电气施工可能发生的各类事故场景,如触电、火灾、设备故障等,明确应急组织机构与人员分工,制定事故报告流程、应急处置程序及后期恢复方案。在事故报告环节,需规定现场人员发现事故后立即上报的时限与渠道;应急处置程序需细化到不同事故类型的救援措施,如触电事故的断电急救流程、火灾事故的消防器材使用与人员疏散路线。定期对应急预案进行演练与评估,根据演练结果优化预案内容,确保应急响应机制的有效性可操作性,最大限度降低事故损失。

#### 4.2 人员培训体系构建

人员培训体系的构建涵盖安全操作技能培训和新型安全技术培训两个层面。(1)在安全操作技能培训与考核标准制定。根据电气施工岗位需求,系统设计培训内容,包括电气设备操作规范、临时用电安全要求、防护用品使用方法等基础知识,以及高空作业、有限空间作业等特殊场景的安全防护技能。培训方式采用理论授课与实操训练相结合,通过模拟施工现场环境,让作业人员掌握规范操作流程。建立严格的考核标准,对培训人员进行理论知识与实操技能双项考核,考核合格后方可上岗作业,确保人员具备应对实际工作中安全风险的能力。针对新型安全技术,如机器人施工等,建立专项培训机制。随着智能化技术在电气施工中的应用,作业人员需掌握新设备、新技术的操作与维护方法。培训内容需紧跟技术发展,涵盖机器人操作原理、编程控制、故障排查等知识,以及智能化安全监控系统的使用与数据分析。培训过程中,采用分阶段、分层级的模式,对技术人员进行深度专业培训,使其能够熟练操作与管理新型设备;对普通作业人员进行基础应用培训,确保其了解设备安全使用规范。

#### 4.3 安全管理数字化转型与多方协同监管

通过搭建集成物联网、大数据与人工智能技术的安全管理平台,实现施工安全数据的实时采集、分析与预警。平台可整合智能传感器监测的设备运行数据、AI视频监控的违规行为信息、BIM模型的风险预控数据等,形成动态化安全管理数据库。管理人员通过可视化界面,可直观掌握施工现场安全状态,及时发现潜在隐患并远程调度资源处置,提高管理效率与响应速度。施工单位、监理单位、建设单位及政府监管部门通过共享安全管理平台数据,实现信息实时互通。如监理单位可在线审核施工单位的安全方案与执行记录,建设单位可监督安全投入与进度匹配度,政府部门可远程抽查安全合规性<sup>[4]</sup>。各方通过平台协同开展安全检查、隐患整改跟踪等工作,形成“企业自查、监理核查、政府督查”的闭环管理模式,推动电气施工安全管理从单一主体负责向多方协同共治转变,提升行业整体安全管理水平。

结束语:通过多维度研究,形成了机电工程电气施工安全技术措施体系,实现从传统管理向智能化、协同化管理的转变。研究成果对降低施工风险、保障工程质量具有显著成效。随着技术革新与行业发展,电气施工安全面临新挑战。未来需持续关注新材料、新工艺带来的安全问题,深化智能化技术应用,强化多方协同机制,为机电工程电气施工安全提供更坚实的保障。

#### 参考文献

- [1]张帅斌.机电工程电气施工安全技术措施研究[J].装饰装修天地,2020(16):297-298.
- [2]王蓉.机电工程电气施工安全技术措施研究[J].户外装备,2020(4):116-117.
- [3]酒熹尧.机电工程电气施工安全技术分析[J].消费电子,2023(7):73-75.
- [4]梅月青.机电工程电气施工安全技术措施分析[J].高铁速递,2021(7):121-122.