

Research on Safety Risk Management and Prevention Strategies for Power Electromechanical Installation Engineering

Wenhu Zhang

Gansu Xiangrui Electric Power Engineering Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, 730050, China

Abstract

As a critical component of power infrastructure development, power electromechanical installation projects involve interdisciplinary fields such as high-voltage electrical systems, mechanical equipment, and instrumentation and control systems. These projects are characterized by complex construction environments, stringent technical requirements, and numerous hazards. Effective safety risk management and prevention are directly linked to project quality, construction timelines, and the safety of personnel and property. This paper analyzes common safety risk types and their causes based on the characteristics of power electromechanical installation projects. By examining current industry trends and the status of safety management systems, it explores scientific risk identification, assessment, and prevention strategies. The paper proposes a comprehensive safety risk prevention system centered on systematic management, supported by information technology, and guided by full-process supervision. This framework provides valuable references for power electromechanical installation enterprises to enhance their safety management capabilities.

Keywords

power electromechanical installation; safety risk; prevention and control strategy; risk assessment; safety management

电力机电安装工程的安全风险管理与防控策略研究

张文虎

甘肃祥瑞电力工程有限公司, 中国·甘肃 兰州 730050

摘要

电力机电安装工程作为电力建设的重要组成部分, 涉及高压电气、机械设备、仪控系统等多种专业交叉领域, 其施工环境复杂、技术要求高、危险源众多。安全风险的有效管理与防控直接关系到工程质量、施工进度以及人员生命财产安全。本文从电力机电安装工程的特点出发, 分析了常见的安全风险类型及其成因, 结合当前行业发展趋势与安全管理制度现状, 探讨了科学的风险识别、评估及防控策略。文章提出以系统化管理为核心、以信息化手段为支撑、以全过程监管为主线的综合安全风险防控体系, 为电力机电安装企业提升安全管理水平提供了参考与借鉴。

关键词

电力机电安装; 安全风险; 防控策略; 风险评估; 安全管理

1 引言

电力机电安装工程作为电力建设的关键环节, 涵盖电气设备安装、输变电线路搭建、自动化控制系统集成等多个方面。其施工过程具有高危险性、高技术性与高协调性的特征, 任何环节的失误都可能引发安全事故, 甚至造成重大人员伤亡与经济损失。随着国家能源结构的优化调整与大型电力工程项目的持续推进, 施工现场的安全风险呈现多元化、复杂化趋势。传统的经验式安全管理方式已难以满足现代工程项目的需求, 亟需引入科学化、系统化的风险管理理念。本文旨在通过对电力机电安装工程中安全风险的系统分析与防控策略研究, 探索一种符合行业特点的安全管理模式,

从而实现工程安全、质量与效益的统一。

2 电力机电安装工程的安全风险特征分析

2.1 工程特点与风险耦合关系

电力机电安装工程作为电力建设的重要环节, 具有周期长、环节多、专业交叉性强的显著特征。其施工内容涵盖高压电气设备安装、钢结构吊装、焊接作业、仪控系统调试等多个专业领域, 作业场景复杂且环境多变。施工空间往往狭窄、作业点密集, 人员、机械与材料高度集中, 增加了操作不当和设备干扰的风险。此外, 工程多在高温、高压、高空或封闭环境中进行, 触电、坠落、爆炸等风险频发。由于各环节之间存在高度耦合性, 一处安全隐患极易引发连锁效应, 导致系统性事故。例如, 电气设备安装中若接地不良, 可能在后续调试中诱发设备烧损或人员伤害。因此, 该类工程的安全风险不仅具有多样性与复杂性, 还呈现出强烈的相

【作者简介】张文虎(1989-), 男, 中国甘肃兰州人, 本科, 工程师, 从事电力施工、机电设备安装及工程管理研究。

互作用与扩散特征,要求管理体系具备系统性和前瞻性。

2.2 施工阶段风险分布规律

电力机电安装工程的风险分布具有明显的阶段性特征,不同阶段的作业性质决定了风险类型的差异。前期阶段主要进行基础施工与设备基础预埋工作,涉及土建与机电交叉作业,机械伤害和坠落风险较高;中期阶段以大型设备安装、管线敷设及电气接线为主,吊装失稳、触电及高处坠落成为主要隐患;后期阶段以系统调试与试运行为核心,操作复杂且设备敏感,存在误操作、系统短路及设备损坏等风险。各阶段风险虽有不同,但呈现出明显的连续性和传递性——前期隐患若未得到有效治理,可能在中后期引发严重事故。因此,项目管理应依据阶段特征制定差异化防控策略,实现风险动态识别与分层防控,确保施工全过程安全可控。

2.3 风险形成的根本因素

电力机电安装工程的安全风险形成是多因素交织的结果,既包括技术、管理与人员要素,也受到外部环境的影响。技术层面上,工程设计复杂、系统集成度高,对施工精度与规范化操作要求极高,一旦技术交底不充分,极易引发设备安装偏差或电气短路。管理层面上,部分企业安全管理体系不健全,存在制度执行不到位、责任划分不清和监督机制薄弱等问题。人员因素同样突出,施工人员流动性大、技能水平参差不齐,安全意识淡薄、违章作业频繁。外部环境如气候变化、场地受限及施工时间压力等也会增加风险的不确定性。这些因素相互作用,形成动态复杂的风险系统,使得安全防控工作难度加大。唯有从技术标准、管理制度与人员素质三方面协同发力,方能有效降低系统性风险的发生概率。

3 安全风险识别与评估体系构建

3.1 风险识别的科学方法

风险识别是电力机电安装工程安全管理体系的基础环节。由于该类工程涉及电气、高空、焊接、机械吊装等多种危险作业,必须通过科学手段全面识别潜在风险。应以系统工程理论为指导,采用专家经验分析、历史事故案例比对、作业流程分解与现场勘察相结合的方式,对各施工阶段的危险源进行系统性识别。同时,可引入 BIM 技术与风险矩阵模型,通过三维建模与数据分析手段,将风险点以可视化形式呈现,便于动态调整与精准定位。建立统一的风险数据库,对不同工序、设备、作业人员及环境要素的风险特征进行分类与编码,为后续评估与防控提供标准化依据。科学的风险识别体系不仅提升了隐患排查的全面性与精确度,也为工程项目的全过程安全管理奠定了坚实的数据基础。

3.2 风险评估的量化模型

在完成风险识别后,应通过量化模型对风险进行分级与评估,以便科学决策和资源配置。电力机电安装工程的风险评估应基于概率与后果严重程度的双维度分析框架,利用 FMEA(失效模式与影响分析)法、层次分析法(AHP)及

模糊综合评判模型构建系统性评估体系。通过这些方法,可将复杂的风险因素转化为可量化指标,确定其重要性与优先级,从而实现风险等级划分与动态预警。信息化平台的应用使风险评估结果能够以图表、曲线等形式直观呈现,管理者可依据评估结果实施针对性控制措施。该体系的建立不仅提高了风险评估的科学性与透明度,也为项目安全决策提供了量化支撑。

3.3 动态风险监测机制

电力机电安装工程具有施工环境复杂、作业条件多变的特点,传统静态管理模式难以适应实际需求。因此,应建立基于物联网与智能感知技术的动态风险监测机制。通过在关键区域布设传感器、视频监控与智能穿戴设备,实时采集温度、电流、气体浓度、振动及人员位置等数据,形成多维度监测网络。监测数据自动上传至项目管理平台,通过算法分析识别异常状态并生成预警信号,实现风险的早发现、早干预、早控制。系统可与应急响应程序联动,在出现异常时自动触发安全措施,减少事故发生概率。动态监测机制的应用,使安全管理由事后处置转向实时防控,显著提高了工程安全的可控性与响应效率。

4 安全风险防控的组织与制度保障

4.1 安全管理组织体系优化

科学合理的安全管理组织体系是电力机电安装工程安全运行的核心保障。工程项目应建立“项目经理—安全总监—分项负责人—作业班组”的四级安全管理架构,明确各级职责与权限,形成纵向到底、横向到边的责任链条。项目经理应对整体安全管理负总责,安全总监负责监督执行与制度建设,分项负责人承担分工管理职责,作业班组则是具体执行与反馈的主体。在组织设计中,应特别强调安全监督职能与施工生产职能的相互独立,确保安全管理不受施工进度与经济压力的干扰。通过建立例会制度、安全信息通报机制与隐患上报流程,实现信息流、责任流的高效传递。与此同时,应将安全管理纳入企业治理体系,构建从公司到项目层的双层监管网络。通过组织体系优化,可实现责任明晰、监管有效、应急响应迅速的管理格局,为工程安全运行提供制度性支撑。

4.2 安全培训与能力建设

人员能力建设是电力机电安装工程安全管理的关键环节。施工人员的专业水平和安全意识直接决定事故防范的有效性。企业应建立系统化、分层级的培训体系,对管理人员、技术人员和一线工人分别制定针对性培训方案。培训内容不仅应包括国家安全法律法规、施工安全操作规程和事故案例警示教育,还应涵盖心理健康、团队协作与风险意识培养。借助虚拟现实(VR)、增强现实(AR)等新兴技术,可构建沉浸式培训环境,让工人直观体验风险场景,从而强化安全防范意识。对于高危作业岗位,应严格执行持证上岗制度,

确保每位员工具备相应的技术资质和应急能力。企业还应设立培训档案,对员工培训情况进行动态记录与考核,形成持续改进的培训闭环机制。通过系统性教育与实践结合,能够显著提高员工的安全素养与应急处置水平,为项目安全提供坚实的人才基础。

4.3 制度化监督与激励机制

制度化监督与激励机制是实现安全管理持续改进的重要保障。企业应建立完善的安全绩效考核体系,将安全管理指标与项目绩效、个人晋升和经济奖励直接挂钩,形成以结果为导向的管理模式。安全考核指标应包括事故发生率、隐患整改率、培训完成率和安全创新实践等多维度内容,以量化指标促进行为规范化。同时,对在安全管理中表现突出的个人与团队给予表彰与物质奖励,激发全员参与安全管理的积极性。对于违章操作、隐瞒瞒报等行为,应实行零容忍制度,确保制度威慑力。除内部监督外,还应引入第三方安全评估机构,定期对项目安全管理体系进行独立审查,发现问题及时整改。通过建立闭环式监督体系与激励约束并行的机制,可实现安全管理的透明化、科学化与长效化,推动企业安全文化的持续深化与制度化发展。

5 技术与信息化在安全防控中的应用

5.1 智能化监控系统的集成

电力机电安装工程的施工现场通常环境复杂、作业面广,传统的人为巡检方式在及时性和准确性上存在明显不足。随着智能化技术的迅速发展,监控系统在安全管理中的作用日益显著。通过将视频监控、传感检测与数据分析技术有机结合,可以构建一个多维度的实时监测网络。该系统能够对施工区域的温度、电流、电压、振动及有害气体浓度等关键参数进行实时采集与分析,当监测数据超过设定阈值时,系统会自动发出报警并联动停机、断电等安全措施,从而实现风险的即时干预。此外,智能视频监控可利用行为识别算法自动检测违章行为,如未佩戴安全帽、高空作业未系安全带等,显著减少人工监管的盲区。监控数据通过云端集中存储和分析,不仅便于后期追溯与事故责任认定,也为安全管理的持续改进提供了可靠数据支撑。智能化监控系统的集成,已成为电力机电安装工程从“事后处置”向“事前预防”转变的关键技术手段。

5.2 BIM 与物联网技术的融合应用

BIM(建筑信息模型)技术与物联网技术的融合,为电力机电安装工程提供了全生命周期的安全管控基础。BIM技术能够在设计阶段通过三维模型实现可视化建模,提前识别空间冲突与安装干涉问题,从源头上减少施工阶段的潜在风险。物联网技术则通过传感器、射频识别(RFID)和无线通信,实现设备状态、环境参数及人员位置的实时采集。

两者结合可形成虚拟与现实数据互通的综合管理平台。管理人员可在BIM模型中实时查看施工现场的安全状态,并通过平台远程调整施工计划或应急预案。例如,当某区域检测到有害气体浓度异常时,系统可在模型界面中高亮提示,并自动生成疏散路线建议。该融合系统的优势在于打通设计、施工与运维阶段的数据壁垒,实现信息流与物理作业的同步反馈,使安全风险控制从被动响应转向主动预防,为工程全过程安全管控提供坚实支撑。

5.3 数据驱动的安全决策支持

在电力机电安装工程的安全管理中,数据已成为关键生产要素。基于大数据的安全决策支持系统,通过汇聚施工设备运行记录、人员行为轨迹、环境监测信息及历史事故案例,构建多维度的风险分析模型。利用数据挖掘与机器学习算法,可以从海量数据中提炼出潜在的风险规律与行为模式。例如,通过对不同班组施工数据的分析,可识别出高风险操作频率较高的时间段或作业类型,从而指导现场管理优化排班与资源配置。此外,数据驱动的系统能够实现风险预测与趋势研判,为管理层提供决策依据。当模型预测出潜在的高风险工况时,系统可提前生成预警报告并自动推送至相关责任人,实现精准防控。通过数据闭环管理,工程项目得以建立动态、安全的自适应管理体系。数据驱动的安全决策支持,不仅提升了安全管理的科学化水平,也推动了电力机电安装工程的数字化与智能化转型。

6 结语

电力机电安装工程的安全管理是一项系统性、长期性工作,既需要完善的制度体系,也依赖于先进的技术支撑。通过建立科学的风险识别与评估机制、健全的组织管理体系以及智能化的安全防控平台,可有效提升工程安全水平。未来,随着数字化建设的推进,电力机电安装行业应进一步强化数据驱动的安全管理模式,实现风险防控的精准化与智能化。唯有在制度、技术与文化三方面协同推进,才能构建安全、稳定、高效的现代电力机电安装工程体系。

参考文献

- [1] 陈石峰.机电安装工程项目施工安全风险管控探究[J].电气技术与经济,2024,(04):262-264+284.
- [2] 张亚魁.机电安装工程项目施工安全风险管控研究[J].工程技术研究,2020,5(20):154-155.
- [3] 涂序堂.建筑机电安装工程施工安全风险管控方法研究[J].现代物业(中旬刊),2019,(06):111.
- [4] 张星星.关于机电安装工程项目安全风险管控的探析[J].砖瓦,2020,(07):131+133.
- [5] 刘耀军.地铁机电安装工程项目施工安全风险管控探究[J].人民公交,2024,(24):83-85..