

电气安全技术与电气安全规范

王 跃

辽宁龙源新能源发展有限公司 辽宁 沈阳 110000

摘要: 电气安全技术与规范是保障电气系统稳定运行、防范事故风险的关键要素。绝缘防护、接地保护与电气隔离等技术,从物理层面构筑安全防线,有效降低触电、火灾等风险;行业通用、企业内部及设备专项规范,则为技术实施与管理提供标准依据。随着智能化、新材料技术发展,电气安全领域正迈向更高水平。二者相辅相成,共同构建起完备的电气安全保障体系,对推动电气行业安全、可持续发展意义深远。

关键词: 电气安全; 技术; 规范

引言

在现代工业与日常生活中,电气系统的应用愈发广泛,电气安全问题也随之凸显。电气事故不仅会造成财产损失,更可能危及生命安全。在此背景下,电气安全技术与规范的研究与实践至关重要。本文围绕电气安全技术的核心类型展开分析,深入探讨绝缘防护、接地保护等技术的原理与应用;梳理电气安全规范体系,剖析行业通用、企业内部及设备专项规范的特点与作用,并展望其未来发展趋势,为电气安全领域研究与实践提供参考。

1 电气安全概述

电气安全作为现代工业与日常生活中不可或缺的关键领域,聚焦于预防因电能使用、传输及转换过程中引发的各类危害,涵盖电击、电气火灾、爆炸、电磁场危害等风险的管控与防护。在电气系统运行中,电流、电压、电磁场等物理量与电气设备、线路的交互作用,若缺乏有效控制,将对人员生命健康和财产安全构成严重威胁。电击事故的发生源于人体直接或间接接触带电体,当人体成为电流通路的一部分时,电流通过人体产生的热效应、化学效应和机械效应,会造成人体组织损伤、心脏骤停等严重后果。不同电流大小对人体的影响差异显著,感知电流仅为毫安级,而致命电流通常在数十毫安以上,且触电时间长短、人体电阻大小等因素也会极大改变电击危害程度。电气火灾与爆炸则是因电气设备或线路故障导致异常高温、电火花或电弧,引燃周围可燃物质引发。绝缘老化、短路、过载、接触不良等是常见的故障诱因,这些故障会使电气设备局部温度急剧升高,当温度达到周围可燃物的燃点时,便会引发火灾。若周围环境存在可燃气体、粉尘等易燃易爆物质,还可能引发爆炸,造成更为严重的灾难性后果。电磁场危害虽不似电击、火灾那般直观,但其对人体健康潜在

影响不容忽视。高强度的电磁场可能干扰人体生物电信号,长期暴露在特定频段和强度的电磁场环境下,可能对神经系统、心血管系统等产生不良影响。电磁场还会对电子设备的正常运行造成干扰,影响通信、控制系统的稳定性与可靠性。保障电气安全,需从电气系统设计、设备选型、安装维护等全流程入手,综合运用绝缘防护、接地保护、漏电保护等技术措施,最大程度降低电气风险,确保电气系统安全稳定运行。

2 电气安全技术分析

2.1 绝缘防护技术

绝缘防护技术作为电气安全的基础防线,通过采用具有高电阻率和介电强度的材料,构建起阻止电流非预期传导的物理屏障。传统绝缘材料如陶瓷、玻璃凭借其稳定的化学特性和耐高温性能,在高压电器设备中持续发挥重要作用;新型纳米复合绝缘材料的研发,则显著提升了材料的机械强度与绝缘寿命。在实际应用中,变压器绕组的多层绝缘包扎,利用不同材料的介电常数差异,实现电场均匀分布,降低局部放电风险;电缆绝缘层通过交联聚乙烯等高分子材料的挤出工艺,形成紧密连续的防护层,不仅能抵御环境湿气与化学腐蚀,还可承受长期高压负荷下的电老化作用。纳米粒子的掺杂技术进一步优化了材料的耐电树枝化能力,使绝缘系统在高频脉冲等复杂电磁环境中仍能保持可靠性能^[1]。

2.2 接地保护技术

接地保护技术通过构建低阻抗的电流泄放通道,将电气设备故障时产生的异常电流安全导入大地,从而避免人员触电和设备损坏。在电力系统中,工作接地、保护接地和防雷接地构成了完整的接地网络体系。基于降阻剂、离子接地极等新材料的应用,大幅降低了接地电阻,提升了故障电流的泄放效率。智能接地系统利用传感器实时监测接地装置的状态参数,通过算法分析土

壤电阻率变化和接地体腐蚀情况,提前预警潜在风险。在工业领域,等电位联结技术通过将建筑物内的金属构件、管道等进行电气连接,消除设备间的电位差,有效防止因漏电引发的跨步电压触电事故。特高压输电工程中,采用深孔爆破接地技术,通过爆破松动土壤并填充降阻材料,显著改善高土壤电阻率地区的接地性能,保障系统稳定运行。

2.3 电气隔离技术

电气隔离技术通过切断电气回路间的直接电气连接,实现不同电位系统的安全分隔,有效阻断故障电流的传播路径。电磁隔离技术利用变压器的电磁感应原理,在一、二次侧之间形成电气绝缘,广泛应用于电源转换与信号传输领域。高频隔离变压器通过优化磁芯材料和绕组结构,在实现电气隔离的同时,提升了功率密度和转换效率。光电隔离技术则借助光信号作为媒介,将电信号转换为光信号传输,再还原为电信号,彻底消除电气连接,常用于自动化控制系统和测量仪表中,有效抑制电磁干扰对信号传输的影响。在新能源汽车领域,隔离式DC-DC转换器采用先进的软开关技术,实现电池系统与车载电气系统的安全隔离,确保车辆在故障情况下的电气安全。固态变压器利用电力电子器件和高频隔离技术,在实现电压变换的同时,提供灵活的电能管理与电气隔离功能,为智能电网的分布式电源接入提供了可靠解决方案。

3 电气安全规范体系

3.1 行业通用规范

在电气领域,行业通用规范犹如贯穿整个行业的基础线,为各类电气活动与应用构筑起坚实的安全框架。其涵盖范围广泛,从电气系统设计时对电路拓扑结构、绝缘材料选型的技术要求,到电气设备安装过程中对布线间距、接地方式的精确规定,均进行系统性规范。这些规范融合了大量工程实践经验与理论研究成果,综合考虑不同环境下电气系统的运行特性,确保电气设施在各类工况下都能维持安全稳定运行。行业通用规范注重电气系统各环节的协同安全,对电气设备的防护等级标准有着严格界定,要求设备在不同湿度、粉尘浓度等环境条件下,具备相应的防尘、防水、防漏电能力。在电气线路的电流承载能力方面,规范根据不同材质、规格的线缆,明确其最大安全载流量,避免因线路过载引发火灾等安全事故。针对电气系统的电磁兼容性,也制定了详细的技术指标,防止电气设备间的电磁干扰对系统运行安全和稳定性造成影响,通过这些细致且全面的规范内容,为行业内电气安全提供统一的、基础性的保障。

3.2 企业内部规范

企业内部规范是基于企业自身生产经营特点和实际需求,对电气安全要求的进一步细化与深化。不同企业在生产工艺、设备配置、人员操作习惯等方面存在显著差异,企业内部规范能够贴合这些独特性,为企业量身定制电气安全方案。在一些自动化程度较高的制造企业,内部规范会着重对自动化生产线电气控制系统的安全联锁机制进行详细规定,确保设备在异常情况下能够迅速触发保护动作,避免因设备失控对生产安全和人员造成伤害。企业内部规范在电气设备维护保养方面也具有高度针对性。根据企业设备使用频率、运行环境等因素,制定专属的设备巡检周期、维护流程和故障排查标准。结合企业的生产计划和运营节奏,规范电气设备的检修时间安排,以减少因设备维护对生产进度的影响。企业内部规范还会对员工在电气操作过程中的行为进行规范,从设备的启动、停止操作流程,到日常工作中的安全注意事项,都给出具体的明确的指导,使员工在工作中能够严格遵循安全操作准则,从而降低企业内部电气安全风险,保障企业生产活动的顺利进行^[2]。

3.3 设备专项规范

设备专项规范聚焦于各类电气设备自身的安全特性,对不同类型、功能的电气设备制定专属的安全标准和技术要求。对于高压电气设备,设备专项规范详细规定其绝缘结构设计、耐压试验标准以及过电压保护装置的配置要求,确保高压设备在高电压环境下能够可靠运行,防止绝缘击穿、电弧短路等严重安全事故的发生。针对电气传动设备,规范对其电机的启动方式、调速系统的稳定性以及过载保护功能等方面进行严格规范,以保证设备在驱动负载过程中能够平稳、安全地运行。在新兴电气设备领域,如新能源发电设备中的光伏逆变器、储能变流器等,设备专项规范同样紧跟技术发展步伐,对其特有的电气安全性能指标进行明确界定。包括设备的电能质量指标、孤岛保护功能、充放电管理策略等方面的规范要求,确保这些新型设备在接入电网或独立运行时,既能发挥其功能优势,又能保障电气系统的整体安全。通过设备专项规范对各类电气设备安全性能的精准把控,有效提升设备自身的安全性和可靠性,进而保障整个电气系统的稳定运行。

4 电气安全技术与规范的发展趋势

4.1 智能化监测技术的应用

(1) 在电气安全范畴,智能化监测技术正逐渐崭露头角。借助传感器技术的不断革新,能够对电气设备的运行参数,如电流、电压、温度等,展开全方位、实时

性的精准采集。例如在智能电网中,大量分布的传感器可实时监测电网各节点数据,一旦某个节点出现电流异常增大,可能预示着线路过载或短路故障,系统能迅速捕捉到这一变化。(2)大数据与人工智能算法的深度融合,赋予了监测系统强大的分析能力。通过对海量历史数据和实时数据的深度挖掘,系统可以精准识别电气设备的运行状态,提前预判潜在故障。以大型工厂的电气设备为例,系统可根据长期积累的数据,判断设备何时可能出现部件老化、性能下降等问题,从而提前安排维护,避免故障引发安全事故。(3)智能化监测技术还实现了远程监控与智能预警功能。工作人员通过移动终端或监控中心,就能随时随地掌握电气设备的运行情况。一旦设备出现异常,系统会立即以短信、弹窗等形式发出预警信息,极大提高了故障响应速度。如城市中的智能变电站,运维人员即便不在现场,也能通过远程监控及时处理设备异常,保障电力供应安全^[3]。

4.2 新型安全材料的研发与应用

(1)在电气安全技术演进历程中,新型安全材料的研发与应用占据关键地位。高绝缘性能的新型聚合物材料不断涌现,相较于传统绝缘材料,其在耐高压、耐高温、耐磨损等方面性能更为卓越。比如一些特种工程塑料,可用于制造高压电气设备的绝缘外壳,能有效防止漏电现象,确保设备在恶劣环境下稳定运行。(2)具有自修复功能的材料也成为研究热点。这类材料在遭受一定程度的损伤后,能够自动进行修复,维持材料的原有性能。例如部分用于电线电缆绝缘层的自修复材料,当绝缘层因外力刮擦出现微小破损时,材料能迅速自动修复,防止破损处进一步扩大导致漏电风险,大大提高了电线电缆的使用寿命和安全性。(3)纳米材料在电气安全领域也展现出独特优势。纳米级的金属氧化物具有独特的纳米结构,其表面原子活性高,添加到电气设备的散热材料中后,能迅速与热量进行交互,显著提升散热效率,使设备产生的热量快速散发出去,有效防止设备因过热引发故障。一些纳米复合材料还具备优异的抗电磁干扰性能,可用于电子设备的屏蔽材料,保障电气系统的稳定性。

4.3 安全规范的细化与协同

(1)随着电气技术的飞速发展,电气安全规范正朝着更为细化的方向迈进。针对不同领域、不同类型的电气设备,安全规范制定了更为详尽、精准的要求。在医疗电气设备方面,规范对设备的漏电电流限值、接地可靠性等指标规定得极为严格,因为医疗设备直接关乎患者生命安全,任何细微的电气安全隐患都可能造成严重后果。(2)不同行业之间的电气安全规范协同性也在不断增强。在建筑行业与电力行业的交叉领域,对于建筑物内供配电系统的设计、安装与维护,双方规范逐渐达成统一标准。建筑设计单位与电力部门在电气安全方面沟通更为顺畅,避免了因规范不一致导致的设计冲突或安全漏洞,确保建筑物内电气系统的安全性与可靠性。(3)国际间的电气安全规范也在逐步走向协同。各国积极参与国际标准的制定与修订,努力使本国规范与国际接轨。例如在新能源汽车充电设施的安全规范方面,各国通过交流与合作,共同制定统一的安全标准,促进新能源汽车产业在全球范围内的安全、有序发展,减少因标准差异带来的国际贸易壁垒和安全风险^[4]。

结语

综上所述,电气安全技术与规范是保障电气系统安全运行的双重要素。技术通过创新升级,不断增强电气系统的本质安全水平;规范则以标准化的要求,确保技术得以正确实施与管理。二者协同发展,在智能化监测、新型材料应用等趋势下,将进一步完善电气安全保障体系。未来,需持续关注电气安全技术与规范的融合创新,推动电气行业安全发展迈向新高度。

参考文献

- [1]张海波.浅谈电气安全技术和电气安全规范[J].化工安全与环境,2020(10):8-9.
- [2]刘宇.电气安全技术和电气安全规范分析[J].中华建设,2020(35):181-182.
- [3]宋聪.浅谈电气安全技术及其防范措施[J].百科论坛电子杂志,2020(10):1213.
- [4]王军.电气安全技术及其防范策略研究[J].广东安全生产技术,2024(24):103-105.