供配电系统电气安全风险识别及防范措施研究

崔明罡

（辽宁省数据中心，辽宁 沈阳 110033）

摘 要 供配电系统是建筑运行的关键基础设施，其电气安全水平直接决定系统设备的稳定运转效率，更与现场作业人员、建筑使用人员的生命财产安全紧密相关。本文对供配电系统全流程电气安全风险进行梳理，从设备、施工、运维、环境等多个方面进行风险识别，分析各种风险产生的原因，有针对性地提出设备管控、施工管理、运维检修、制度建设等防范措施，旨在降低电气事故的发生率，提高供配电系统的运行可靠性，为建筑电气安全管控工作提供理论与实践层面的双重借鉴。

关键词 供配电系统；电气安全；风险识别；运维管理；安全管理

中图分类号：TM08 **文献标志码**：A **DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2026.28.040

0 引言

随着社会经济的不断发展，各类建筑场景的用电负荷密度与总规模持续攀升，供配电系统作为电能输送、电压变换与负荷分配的核心载体，是保障人们生产生活正常进行的核心基础。加强供配电系统电气安全管理工作，可以筑牢用电安全防线，保证社会生产活动的正常进行，保护人民群众的生命和财产安全。开展电气安全风险识别和防范措施的研究，有利于健全电气安全控制体系，提高整个系统的抗风险能力，对推动电力行业安全高质量发展具有重要的现实意义。

1 供配电系统主要电气安全风险识别

1.1 设备本体固有风险

设备是供配电系统物质的承载者，设备自身质量缺陷、老化损耗属于主要的安全风险源。一方面，设备采购环节如果使用不合格、参数不匹配的元器件，电缆绝缘层材质不符合要求、配电箱阻燃性能不够、变压器保护装置缺失等，设备出厂就存在安全缺陷，投入使用后很容易造成绝缘击穿、短路起火。另一方面，设备长时间使用所产生的自然老化现象有电缆绝缘层开裂老化、触头氧化锈蚀、电容器容量下降、避雷器性能降低等[1]。老化之后设备绝缘性能下降，容易产生漏电、局部放电现象。一些老旧的供配电设备超期服役，没有及时进行更新换代，保护元件的灵敏度降低，发生故障的时候保护装置拒动，从而扩大了事故的影响范围。设备选型不合理也会造成风险，负荷增大后原有的开关、电缆的载流量不能满足要求，长期过载运行会使设备损坏加快。

1.2 施工安装环节衍生风险

施工阶段的不规范操作会留下长期隐蔽的电气隐患，也是造成住宅及建筑供配电故障的原因之一。电缆敷设过程中电缆弯折过多、外力挤压损伤绝缘外皮，后期运行出现绝缘破损短路；接线施工时接线端子压接不牢，虚接导致接触电阻增大，通电后持续发热，引燃周围线缆和柜体。接地系统施工质量不符合要求，接地极埋深不足、接地连接线截面积太小、接地电阻超差等都会导致漏电、雷击等故障发生时故障电流无法流通，造成外壳带电而发生触电事故[2]。交叉作业过程中，不同专业的施工会破坏已经敷设的电气管线；施工过程中的安全防护缺失，没有做好绝缘防护，也会导致施工阶段触电伤害。

1.3 运行运维管理风险

运维管理是保证系统长期安全运行的重要环节，管理缺失会增大各种隐患。日常巡检缺乏针对性，不能及时发现设备发热、异响、绝缘老化等早期故障的征兆，设备检修维护工作不到位，停电检修没有严格执行停电、验电、接地、挂牌制度，造成人员触电事故的发生。保护定值管理混乱，继电保护装置定值随意变动，定值与现场实际负荷工况不符，发生短路故障时保护拒动或者误动，造成停电范围扩大。作业人员专业能力欠缺、安全意识薄弱，违规带电作业，不按照操作规程进行倒闸操作。运维档案管理不健全，缺少设备检修记录和隐患整改记录，不能反映设备的历史状态，隐患整改闭环不到位，同类风险反复出现。

作者简介：崔明罡（1971-），男，本科，工程师，研究方向：电气设备运行维护与管理。

1.4 人为使用与管理体系风险

管理制度缺失属于电气安全的重大风险。安全管理制度不健全，岗位安全职责不清，质量安全管理相脱离，质量控制与安全控制各自为政，造成隐患后责任不能落实。安全培训教育不到位，运维人员、现场作业人员对电气风险认识不清，不懂操作规程。缺少安全考核机制，违章作业没有相应的约束，各种习惯性违章不能得到控制。部分单位存在着重供电保障、轻安全管控的现象，设备出现小隐患就选择带病运行，把安全隐患推到后面再处理，不断地积累安全风险。

2 各类电气安全风险产生的主要成因

2.1 物资设备管控力度不足

设备采购环节只考虑采购成本，对设备安全性能指标把关不严，材料进场验收只核对合格证，忽略绝缘、阻燃等安全性能检测，不合格设备进入施工现场。设备全生命周期台账不健全，设备投运后缺乏老化跟踪，超期服役设备没有及时识别和更换，设备缺陷不能做到早发现早处置。部分采购招标压低报价，导致低价低质设备入围，抽样检测流于形式，缺少对关键元器件的第三方复检，从源头上埋下了设备安全隐患。

2.2 施工阶段质量安全协同管控缺失

施工过程质量控制和安全控制互相分离，质量检查只关注实体工艺，忽略电气安全防护相关内容；安全检查侧重作业人员现场防护，对施工工艺质量缺陷监督不足。参建各方责任划分不清，建设、施工、监理单位之间缺乏协同，交叉作业工序管控薄弱，隐蔽工程验收不到位，很多接线、接地等隐蔽部位的施工缺陷在竣工验收时无法被发现，投运后逐渐暴露为安全事故[3]。各方没有联合检查工作机制，过程资料归档不全，出现质量安全问题时很容易造成各方互相推卸责任、责任无法界定的局面。

2.3 运维管理模式存在短板

运维工作缺乏统一的流程，风险识别大多依靠人的经验，缺少系统的风险辨识制度。PDCA 闭环管理落实不到位，隐患排查、隐患整改、复查销号流程执行不到位，部分隐患排查完成后没有跟进整改。人员队伍建设滞后，新设备、新技术不断应用，但是相应的技能培训更新不及时，作业人员专业水平跟不上设备的发展。数字化应用程度低，用人工记录的方式进行运维数据的采集和分析，风险预警能力差，不能提前预测出设备的老化故障。风险评估工作开展的次数少，没有根据负荷的变化及时更新风险清单，被动处理故障的现象比较普遍。

2.4 安全管理制度建设不完善

部分单位的电气安全管理制度照搬通用模板，没有结合本项目供配电系统实际情况细化条款，制度可操作性差。岗位责任清单不清楚，发生风险之后很难追究责任。考核奖惩制度不健全，违章作业、隐患拖延整改没有相应的约束措施，制度只停留在纸上，不能落实到实际工作中。缺乏配套的监督检查细则，制度执行情况没有被纳入常态化的督查当中，安全教育、隐患治理等管理工作缺少了硬性的约束，造成了制度和现场实际管理相脱离的情况。

3 供配电系统电气安全风险防范措施

3.1 严格设备物资全流程管控

设备源头控制属于防范固有设备风险的第一道防线。设备采购阶段严格按照设计参数选型，考虑载流量、绝缘等级、阻燃性能、防护等级等安全指标，不片面压低采购成本选用劣质设备。落实材料进场双验收制度，除核对产品合格证外，还对电缆、配电柜、避雷器等主要设备做安全性能抽样检测，绝缘、阻燃等安全指标不符合要求的设备一律退场，不得使用。建立设备全生命周期台账，完整记录设备型号、投运时间、检修记录、缺陷记录，定期对设备老化情况进行评价，对超期服役、性能劣化严重的设备及时进行更换[4]。对变压器、高压开关柜、电容器等重要设备定期做绝缘试验、耐压试验，根据试验数据了解设备健康状况，将设备本体风险消灭在萌芽状态。

3.2 强化施工安装过程质量安全协同管理

借鉴协同管理思想，使施工质量与电气安全管控一起推进。图纸会审阶段由建设单位、设计单位、施工单位、监理单位参加，对接地系统、电缆选型、保护配置等电气安全有关的设计内容进行审查，提前对设计中存在的问题进行修改。施工实施阶段成立质量安全联合检查小组，质量检查和电气安全检查同时进行。电缆敷设、接地装置施工、接线作业等重要工序实行联合检查，重点对电缆绝缘保护、接线压接质量、接地电阻数值进行检查，隐蔽工程必须经过验收合格后方可进入下一道工序。严格规范接地系统施工，保证接地极埋设深度、接地导体截面符合规范，完工后实测接地电阻。落实监理旁站制度，高风险电气作业旁站监督。竣工验收阶段除了实体质量检验之外，还同步进行电气安全评价，检查接地情况、保护装置整定、绝缘测试报告等，质量验收不合格或者安全评价不达标，不得通过竣工验收，必须整改复查。完善合同条款，明确建设、施工、监理各方在电气安全方面的责任，

形成责任清单，施工全过程做好影像、文字档案留存，实现问题可追溯。

3.3 构建标准化运维检修作业体系

完善运维巡检和检修作业流程，减少运维环节造成的安全风险。制定分级巡检制度，分为一般设备和关键重要设备，确定巡检周期、巡检内容，重点检查设备有无发热、异响、渗漏、绝缘破损等情况，做好巡检记录。严格按照电气检修安全操作规程执行，做好停电、验电、挂接地线、悬挂警示牌等安全技术措施，杜绝无票作业、带电违章作业。建立隐患闭环管理机制，用PDCA循环管理思想对排查出的风险隐患进行登记造册，确定整改责任人和整改时限，整改完毕后复查销号，形成排查、整改、复查、总结的闭环[5]。规范继电保护定值管理，定值修改要经过审批程序，负荷发生改变时立刻复核保护定值。积极采用红外测温、局部放电检测等带电检测手段，在不停电的情况下发现设备内部的早期隐患。完善运维档案，完整保存试验报告、检修记录、隐患台账，用数字化手段做风险的动态追踪。

3.4 做好环境风险防控与外力破坏防护

根据环境因素所造成的电气安全风险，采取相应的防护措施。配电房、电缆沟做防水排水设计，定期清理沟内积水，加装除湿装置，控制柜内湿度；粉尘严重场所使用高防护等级的电气设备，定期清扫设备表面积尘。健全防雷体系，定期对避雷器、防雷接地装置进行检测，雷雨季节来临前做好防雷设备的试验校验工作。配电房设防鼠挡板、封堵电缆孔洞，防止小动物进入。对户外电缆线路设置明显的警示标志，与土建施工单位做好沟通交底，防止开挖施工破坏电缆；定期检查线路周围施工活动，提前做好防护。洪涝、台风等极端天气到来之前做好设备的防护工作，灾后对电气设备进行专项安全检测，确认无隐患后再恢复送电。

3.5 完善安全管理制度，提升人员综合素养

健全供配电电气安全专项管理制度，根据项目实际情况细化设备管理、施工控制、巡检检修、隐患治理、事故处理等相关条款，保证制度具有可操作性。细化各岗位电气安全责任清单，明确建设、管理、运维各岗位的安全职责，责任到人，建立责任追溯机制。完善考核奖惩制度，把电气安全工作纳入绩效考核，对违章作业、隐患拖延整改的行为进行约束。常态化地开展人员安全教育培训和技能考核，对设备操作、风险识别、应急处置等有关内容进行培训，定期开展事故案例学习，提高作业人员的风险辨识、安全操作能力。制定触电、电气火灾等事故应急预案，定期组织应急演练，发生事故时能够及时有效地进行处置，最大限度地降低事故造成的损失[6]。

3.6 运用数字化手段提升风险预警能力

推进供配电系统数字化安全控制，创建电气安全监控系统。在配电柜、变压器等重要设备上安装温度、电流、漏电检测传感器，实时获取运行数据，一旦出现过载、温度异常、漏电超标等状况就会立刻发出警报信号，从而取代了传统的依靠人工定期巡查的方式，使风险得以提前发现。创建数字化安全档案，把设备台账、试验报告、隐患记录全部录入系统，自动追踪设备老化周期、隐患整改期限，辅助管理人员做风险评价。依靠数字化平台来达成多方信息共享，建设、监理、运维单位可以同时查看风险信息，从而提高协同管理效率。

4 结束语

供配电系统电气安全风险存在于设备采购、施工安装、运维检修的全过程之中，各种风险诱因相互交错，风险防控工作还存在着很多需要不断反思改进的地方。现阶段风险识别的方式、现场协同管控的方式还有待提高。未来要不断加强全生命周期风险识别、协同管理、闭环整改体系的完善，用数字化技术来助力安全管控，补齐安全管理的短板，减少电气事故发生的概率，保证供配电系统正常运转。

参考文献：

[1] 张俊菊.基于人工智能的供配电系统高效运行技术[J].灯与照明,2026,50(04):238-240.

[2] 肖钰.数据中心供配电系统常见故障及运维防护措施[J].现代制造技术与装备,2026,62(07):167-169.

[3] 孔先建.电气工程施工阶段监理要点与安全风险防控措施研究[C]// 北京市朝阳区国际绿色经济协会.新征程·新范式—共筑绿色经济新生态：低碳建筑工程与技术管理会议文集(2026年上),2026.

[4] 林康.提升电气工程安全管理效能的制度与实践研究[C]// 中国企业评价协会科研成果出版与交流专业委员会.“首届新技术应用与企业发展”学术交流会论文集,2026.

[5] 魏良星,王慧明,段伟明.智能配电系统安全风险的识别与控制策略研究[J].智能建筑电气技术,2025,19(03):48-52.

[6] 雷小军.低压电气配电系统安全运行及维护策略研究[J].产品可靠性报告,2025(04):116-117.