

# Safety management and equipment maintenance of power system substation operation

Shuaizhao Wen<sup>1</sup> Haotian Cui<sup>2</sup>

1. State Grid Jibei Electric Power Co., Ltd. Langfang Power Supply Company, Langfang, Hebei, 065000, China

2. State Grid Jibei Electric Power Co., Ltd. Tangshan Power Supply Company, Tangshan, Hebei, 063000, China

## Abstract

The continuity and stability of power grid operations directly impact socioeconomic development and public welfare. As a critical component in power system safety management, distribution networks require rigorous daily safety protocols and equipment maintenance to ensure efficient and reliable operation. With ongoing grid expansion and rising electricity demand, substations now face increasingly complex operational environments and equipment complexity, necessitating stricter safety standards and maintenance practices. Deficiencies in management or equipment malfunctions could trigger localized power outages or even widespread grid failures, potentially causing significant economic losses and social disruptions. This paper identifies key challenges in substation safety management and maintenance within power systems, proposes targeted solutions, and aims to provide actionable insights for enhancing operational safety and power supply efficiency.

## Keywords

power system; substation operation; safety management; equipment maintenance

# 电力系统变电运行安全管理与设备维护

温帅召<sup>1</sup> 崔浩天<sup>2</sup>

1. 国网冀北电力有限公司廊坊供电公司, 中国·河北 廊坊 065000

2. 国网冀北电力有限公司唐山供电公司, 中国·河北 唐山 063000

## 摘要

电网运行的持续性、稳定性会对社会经济发展与民生水平产生直接影响。配电系统作为电力系统运行安全管控的重要系统必须重视做好日常的安全管理与设备维护,才能确保电力系统运行高效、可靠。电网规模扩张及用电负荷持续攀升,变电站运行环境和设备复杂度不断提高,安全管理与设备维护的要求也愈加严苛。若管理不到位或设备状态异常,不仅可能引发局部供电中断,更有可能导致大范围电网事故,造成严重的经济损失和社会影响。为此,文章主要针对电力系统变电运行安全管理与维护存在的主要问题,探讨了相关应对措施,希望能够为提高电力系统运行的安全水平与供电效益提供有益参考。

## 关键词

电力系统; 变电运行; 安全管理; 设备维护

## 1 引言

在社会与经济发展过程中,电力资源不可或缺,是生产生活的基础性资源与保障,可以说电力系统运行的安全性、稳定性会对社会生产生活的正常运转产生直接影响。就电力系统变电运行的现状而言,仍然存在诸多安全隐患对电力系统的运行稳定产生影响,尤其是设备故障问题无法得到快速处理,使得电力系统运行面临严峻的安全风险,甚至酿成严重的安全事故。对此,需要在做好对电力系统变电运行问题全面分析的基础上,采取有效的安全管理与维护措施,

才能为电力系统运行的安全、高效提供保障。

## 2 电力系统变电运行安全管理与设备维护的重要性

电力系统的运行离不开对变电系统的使用,而各种变电设备的内部构成较为复杂且整个运行网络也较为复杂,在运行质量把控方面存在较大难度,对电力系统运行的安全性、稳定性造成较大影响。唯有借助有效的变电设备运行安全管理与日常维护,及时发现各种安全隐患和在故障发生的第一时间采取有效维护措施,才能为电力系统的安全、稳定运行提供保障。针对电力系统变电运行建立完善的安全管理机制,提高对运维管理的重视,要求以严格的技术规范进行标准的设备操作,准确把握设备运行的实时状态,才能确保

【作者简介】温帅召(1994-),男,中国河北邯郸人,硕士,工程师,从事变电运维研究。

电力系统运行的充分可控<sup>[1]</sup>。此外，基于对变电系统运行情况的全面了解，对系统运行安全管理体系进行进一步完善、优化，能够实现延长设备寿命与降低安全风险的双重收益，奠定电力系统安全、稳定运行的重要基础。

### 3 电力系统变电运行安全管理与设备维护存在的主要问题

#### 3.1 规章制度方面的问题

完善的规章制度是电力系统变电运行安全的重要保障。当前，许多电力系统的运行维护在规章制度方面的保障力度不足，对于变电设备的运行维护、检测维修等的规定不够明确，这也是导致电力配电系统运维检修效率低下的重要原因。电力系统运维相关单位部门对于变电运维的职责划分不够明确，责任区域划分不合理，导致变电运维缺乏连贯性。加上运维人员的标准化作业意识不足，许多细小隐患遭到人为忽略，设备的潜在故障得不到充分排查与妥善处理，埋下变电运行的安全隐患。还有些电力企业未能针对设备管理建立运维数据库，设备后期运维以及故障处理缺乏必要的数据支撑，降低设备运行维护效率<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 人员素养方面的问题

负责电力系统变电运维的人员的专业素养与技术水平不足，以及变电运行维护的思想意识不足，缺乏对变电运维在降低故障，维护电力系统稳定安全方面的重要性。同时，电力企业的业务培训力度不足，变电运维人员的实践操作能力得不到有效提升，尤其是在进行实际的变电运维作业过程中未能实现对安全风险的全面排查，甚至未能严格按照规范要求做好相应的安全防护措施，由此而引发的安全问题屡见不鲜。此外，变电运维人员在信息技术的应用方面不够深入，未能充分发挥数据建模等先进信息技术在变电设备运维检修过程中的优势作用，这也是导致电力系统变电运行安全管理水平与维护效率得不到有效提升的重要原因。

#### 3.3 在技术手段应用方面的问题

许多变电运维单位、部门的技术手段应用较为落后，缺乏对人工智能技术等先进技术的融合应用，无法获得变电设备运行效益的显著提升。比如，在人工智能故障诊断技术工具的应用方面不够深入，运维人员在设备远程监测、数据分析、故障预警等方面的监督管理存在较大的局限性与滞后性，许多先进变电设备的应用不但未能充分发挥优势，反而增加了电力系统运行故障概率。智能诊断仪器与变电设备检修作业的融合应用不够紧密，不利于对故障点的准确、高效排查，电力系统运行维护成本居高不下。

## 4 电力系统变电运行安全管理措施

### 4.1 积极转变认识，完善规章制度

相关单位、部门需积极转变传统的电力系统变电运维管理思想，加强安全管理的全面培训，使得运维人员对于变电安全隐患管理形成正确认识。通过进一步完善电力系统运

行安全管理相关制度，以明文规范的方式对运维职责进行合理划分，对安全作业、标准操作流程、故障应急处理等应予明确规定，确保各项运维工作规范有序。在优化变电运维组织管理体系方面，相关单位、部门需要配置专业的安全管理机构与岗位人员，明确运维管理的内容与范围。对于特殊的运维工序，需要重视加强安全隐患防控，完善应急管理预案，以保障电力系统运行与人员安全<sup>[3]</sup>。对于电力系统变电设备运行常见故障需编制详细的应急预案，做好定期的应急演练，确保一线作业人员能够保持良好的警惕意识，在故障问题发生的第一时间能够采取正确的应对措施，实现故障处理效率最大化，保障电力系统运行安全。除此之外，相关单位、部门还需针对重点作业场所、故障频繁区域、关键设备设置点等定期开展动态的隐患排查工作，逐渐形成针对性的隐患排查评估、防控机制，并做好故障处理经验总结与培训，避免类似事故再次发生。

### 4.2 强化人员培训，全面提高运维人员专业素养

相关单位、部门需要重视加强对运维人员的培训管理，制定科学合理的培训方案切实提高运维作业人员的职业素养与技术水平。尤其是需要重视加强在信息化、数字化运维操作方面的培训，确保运维人员能够借助人工智能工具进行快速、便捷、高效的设备检修与故障处理。通过组织技能竞赛、安全作业知识辩论、安全知识问答等形式丰富的培训活动，激发运维人员的自我学习热情，设立创新奖项鼓励一线运维人员技术创新与经验总结的积极性。此外，相关单位、部门还需重视加强对安全事故真实案例的收集、总结，汇编成册，警醒和教育运维人员提升隐患防范意识与能力。

### 4.3 加强运维手段创新，实施故障动态监测

数字技术在电力系统变电运维中的应用是电力系统安全管理的有效创新。智能电网安全管理理念的有效应用在强化变电安全管理方面发挥着十分重要的作用，变电运维人员需要加强先进技术手段与常见安全事故防控的有效结合，实现安全管理的有效创新。在进行安全管理方法与技术创新的同时，变电设备运行也需同步加强对智能监控技术、传感设备等的融合应用，实现对变电设备动态化、全天候的监测管理，提高对设备运行故障的快速反应。尤其是在计算机网络数据安全融合方面，需要警惕网络的非法攻击的安全风险，结合对防火墙技术、数据加密技术、访问控制技术等的有效应用，提高变电系统运行的安全性与可靠性，以及重视提高运维人员的数据安全保护意识，尽可能地避免网络信息泄露事故的发生。

## 5 电力系统变电运维设备维护措施

### 5.1 强化设备状态检修

全面的电力变电设备状态检修，需全面包括定期检查、实时监测、离线测试等内容，以维护电力系统安全、稳定运行为目标，实现有效的事前防控。变电设备状态检修机制

的发挥需要全体人员时刻保持隐患方法意识,做好各项设备检修作业,尤其是针对长期运行的设备需要适当提高检修频次,对需要进行大修或者是运行负荷状态明显低下的变电设备需要进行深入的解体检查<sup>[4]</sup>。重视综合对设备运行指标的采集与上传,充分发挥远程自动化在线监测系统的作用,及时发现电力系统变电设备运行的数据异常情况,作出准确的故障预警。在设备的离线监测方面需要合理运用油液分析仪、变电震动检测器、超声检测设备等专业仪器与人工智能设备相结合,更为准确、快速、全面地把握变电设备真实的运行状态。针对不同设备需要严格按照变电设备检修周期制度要求制定合理的维护计划,实施全面设备检修维护。相关单位、部门需要针对变电设备运行维护制定完善的安全保障制度,明确设备的预防性维护、定量维护与定期大修等标准、要求,以及确保维修流程、安全措施、责任履行等的高效、透明的制度。设备维护的整个过程中,技术人员必须做到对设备隐患的及时发现,并落实有效的维修措施,同步更新设备的维修记录,以便于为故障发生规律的总结提供依据,提高电力系统变电设备运行故障的处理效率。

## 5.2 做好完善的设备缺陷记录

电力系统变电设备长期运行后往往会出现各种各样的设备缺陷,检修维护人员需要做好对这些缺陷的详细记录,为后续的故障处理提供支持。相关部门以设备缺陷记录为依据采取有效的防控措施,能够有效避免重大事故的发生。在设备的定期巡检过程中,运维人员应及时排查变电设备的缺陷,及时更换存在重大安全隐患的设备。变电设备的维修需要以详细的维修操作流程为指导,严格落实安全防范措施,明确职责划分,按照设备重要程度划分使得调整检修频率,提高各项维修记录数据的可追溯性。相关单位可通过加强与第三方专业检测机构合作的方式,利用专业仪器设备进行设备缺陷的准确评估,准确把握变电设备运行的真实状况,避免缺陷记录较大的数据误差。此外,相关单位还需重视加强对变电设备维护形式有效创新,严格按照相关技术标准,结合设备管理、变电运行通信、系统性能测试等功能模块要求进行变电设备运行数据通信与维护平台建设,打造智能化的

变电站运行维护体系,实现对电流互感器、电压互感器、变压断路器关键设备的实时监测与智能化调节,实现变电设备运行维护的智能管理,提高电力系统变电运行的设备维护水平<sup>[5]</sup>。

## 5.3 完善故障排查处理措施

电力系统变电运行故障的处理讲究时间效率,而往往需要对各种故障类型进行逐一排查,才能得到最佳的故障处理方案,为实现变电故障处理成本最优化,在必要时应当果断采取更换故障部件,实施全面维修的方式进行故障排除。设备的维护与保养也是故障排查过程中至关重要的措施,如做好设备润滑、表面清理、除尘等措施,有利于降低设备故障率,提高电力系统运行的可靠性。对此,相关单位需要加强对“智能巡检机器人”等先进技术手段的应用,借助超声传感器、激光雷达、可见光摄像、远程遥控等技术,实现对变电设备,尤其是恶劣运行环境下设备作业故障的监测、排查,保障电力系统变电运行安全。

## 6 结语

综述可知,电力系统变电运行的安全性、可靠性,在较大程度上影响着电力系统的整体运行效益。对此,必须对变电运行安全管理与设备维护予以高度重视,结合电力系统中变电设备的运行情况,从制度制定、人员培训、技术创新、运行机制等方面着手,采取有效的安全管理与维护措施,切实提高电力变电系统运行效益。

## 参考文献

- [1] 高峰,郭宏波,贾越博,等.电力系统变电运行安全管理与设备维护技术分析[J].仪器仪表用户,2024(12).
- [2] 任强.电力系统变电运行安全管理与设备维护研究[J].电脑校园,2024(42).
- [3] 陈钱丽.安全管理和设备维护在电力系统变电运行的应用[J].现代制造技术与装备,2023,59(S01):85-87.
- [4] 陈虎,周津,狄璟煜.电力系统变电运行维护存在的问题及对策[C]//智慧建筑与智能经济建设学术研讨会论文集(一).2025.
- [5] 羊大海.电力系统变电运行潜在问题与防范方法研究[J].电气技术与经济,2024(2):209-211.