

变电站运行维护风险分析

陈文婕

中国电建集团福建工程有限公司 福建 福州 350007

摘要：变电站作为电力系统关键枢纽，其运行维护状况直接关乎电力供应可靠性。本文深入剖析变电站运行维护中的风险因素，涵盖设备故障风险，如老化、过载及质量不佳；自然灾害风险，包含地震、洪水与雷击；人为操作风险，涉及失误、技能欠缺与安全意识淡薄；管理风险，包括制度不完善、人员管理缺失及应急管理不足。并针对性提出控制措施，如设备监测维护、更新改造与选型质量控制；自然灾害的抗震、防洪、防雷；人为操作的培训考核、规范监督与文化建设；管理方面的制度完善、人员管控与应急强化，旨在为变电站安全稳定运行提供全面保障。

关键词：变电站；运行维护；风险分析

引言：随着电力需求的持续增长，变电站在电力传输与分配中的作用日益凸显。其运行维护工作面临诸多挑战，任何细微疏忽都可能引发严重后果，影响大面积电力供应。变电站运行维护涉及复杂的设备系统、人员操作以及管理流程。设备长期运行易出现老化、过载等故障，自然环境中的地震、洪水、雷击等灾害也构成潜在威胁。同时，人为操作不当及管理体的漏洞都可能导致运行风险的产生。因此，深入分析变电站运行维护中的风险因素，并探讨有效的控制措施具有极为重要的现实意义，有助于提升变电站运行的安全性与稳定性，保障电力系统的可靠运行。

1 变电站运行维护概述

变电站运行维护是确保电力系统稳定运行的关键环节。它主要负责变电站内各类设备，如变压器、断路器、母线等的日常运行管理。包括定期巡检设备状态，记录运行参数，及时察觉发热、放电等异常。对设备进行维护保养，如为变压器进行油处理、为设备清洁除尘等，保障其性能良好，运行维护还涉及对继电保护及监控系统的调试与维护，确保在故障时能快速准确动作，通过一系列严谨工作保障变电站安全可靠运行，为电力输送提供坚实基础^[1]。

2 变电站运行维护中的风险因素分析

2.1 设备故障风险

2.1.1 设备老化

设备长期运行，受物理磨损、化学腐蚀等因素影响，绝缘性能下降，机械部件老化。例如，变压器内部绕组绝缘材料随时间老化，可能引发局部放电，损坏绕组。开关设备的触头在多次开合操作后磨损，接触电阻增大，易导致发热甚至熔焊。这些老化问题降低设备可靠性，增加故障发生概率，严重时可能造成停电事故，影

响电力供应稳定性与安全性。

2.1.2 设备过载

当变电站负荷超出设备额定容量时，便会出现设备过载。如夏季用电高峰，大量空调等电器启用，用电需求骤增。过载使设备长时间处于高负荷运行，电流过大导致发热加剧，加速绝缘老化。对于变压器，可能造成油温过高、油质劣化；对于电缆，可能使其绝缘层过早损坏，引发短路故障，不仅威胁设备自身寿命，还可能引发连锁反应，波及整个变电站乃至电网的正常运行。

2.2.2 设备质量问题

部分变电站设备在设计、制造环节存在缺陷，选用的材料质量不佳或工艺粗糙。例如，某些断路器的操动机构设计不合理，在分合闸操作时易出现卡滞、拒动现象。一些互感器的精度不达标，影响计量准确性与继电保护动作可靠性。设备质量不过关，先天性缺陷使其在运行中故障频发，即使正常运行工况下也可能突发故障，大大增加了变电站运行维护的难度与风险，降低电力系统运行的稳定性。

2.2 自然灾害风险

2.2.1 地震风险

地震发生时，强烈的地面震动会对变电站建筑结构造成破坏，可能导致墙体开裂、基础沉降甚至建筑物倒塌，危及站内设备及人员安全。同时，地震引发的振动会使电气设备的连接部件松动、移位，造成线路短路、断路等故障，影响电力正常传输与分配，严重时会使整个变电站陷入瘫痪，大面积停电事故随之而来，对周边地区的社会生产生活秩序产生极大冲击。

2.2.2 洪水风险

洪水来袭，变电站若地势较低或排水系统不畅，会遭受水浸。设备被水淹没后，电气绝缘性能大幅降低，

可能引发短路、漏电等危险，致使设备损坏无法正常工作。洪水还可能携带泥沙等杂物，对设备的散热系统、通风口等造成堵塞，影响设备散热，进一步加剧设备故障风险，而且洪水退去后，潮湿环境也易使设备生锈腐蚀，给后续运行维护带来诸多难题。

2.2.3 雷击风险

在雷雨天气，变电站极易遭受雷击。直击雷可能直接击中变电站的建筑物、设备或输电线路，强大的雷电流瞬间产生高温高热，使设备烧毁、线路熔断。感应雷则会在输电线路和设备周围产生过电压，击穿设备绝缘，导致设备故障。雷击不仅损坏设备，还可能引发继电保护误动作，造成不必要的停电，影响电力供应的连续性和稳定性，严重时还会波及整个电网系统。

2.3 人为操作风险

2.3.1 操作失误

操作人员在执行变电站倒闸操作等任务时，可能因注意力不集中、疲劳作业或未严格遵循规程，如误拉合开关、错投退保护压板等。这些操作失误会瞬间改变电力系统运行状态，引发设备过载、短路，甚至大面积停电。严重时，可能损坏昂贵的电气设备，影响电力供应可靠性，给企业和社会带来巨大经济损失及不良影响。

2.3.2 技能不足

部分运维人员专业知识欠缺、实践经验匮乏，对复杂设备的原理、性能及操作流程掌握不精。在面对设备故障排查、参数调整等工作时，难以准确判断和高效处理。例如，不能精准解读设备运行数据异常背后的原因，无法及时采取有效措施，导致小故障演变成大问题，增加设备损坏风险，降低变电站运行效率，威胁电网安全稳定运行。

2.3.3 安全意识淡薄

一些运维人员未充分认识到变电站工作的危险性，在工作中麻痹大意。如违规进入带电间隔、不按规定佩戴防护用品等。这种安全意识的缺失极易引发触电、电弧灼伤等安全事故，不仅危害自身生命健康，还可能因事故处理导致电力供应中断，影响工业生产、居民生活等多方面，给社会带来诸多不便与损失，也给企业形象抹黑。

2.4 管理风险

2.4.1 管理制度不完

变电站管理制度若存在漏洞，如设备巡检周期规定不明确，可能导致部分设备长期未被仔细检查，隐患难以及时发现。工作流程标准模糊，在进行设备维护或故障处理时，易出现职责不清、操作混乱局面。缺乏有效的监督与考核机制，员工工作积极性与责任心受影响，

整体工作效率低下，无法保障变电站运行维护工作的规范化与高效化，增加运行风险。

2.4.2 人员管理不到位

在人员管理方面，若岗位安排不合理，未能依据员工技能特长分配任务，会降低工作质量与效率。培训体系不完善，员工无法及时更新知识技能以应对新设备新技术。对人员的纪律监管松散，迟到早退、违规操作等现象频发。这些问题致使团队协作不畅，工作氛围不佳，影响变电站日常运维工作有序开展，削弱应对突发状况的能力，不利于变电站长期稳定运行。

2.4.3 应急管理不足

当应急管理存在短板时，应急预案可能缺乏针对性与可操作性，面对如设备起火、大面积停电等突发情况，无法有效指导救援行动。应急物资储备不足或管理不善，关键时刻缺少必要的消防器材、抢修工具等。应急演练流于形式，员工在实战中难以迅速响应、协同作战。从而延长事故处理时间，扩大事故影响范围，严重时会导致变电站乃至电网系统长时间瘫痪，对社会造成巨大冲击^[2]。

3 变电站运行维护风险的控制措施

3.1 设备风险控制措施

3.1.1 设备监测与维护

采用多种监测手段，如红外测温、振动分析等，定期对变电站设备进行全方位检查。记录设备运行数据，通过数据分析预测潜在故障。安排专业维护人员按计划进行设备保养，包括清洁、紧固、润滑等基础工作，及时处理小故障，确保设备始终处于良好运行状态，减少因设备突发故障导致的停电事故风险。

3.1.2 设备更新与改造

依据设备运行年限、故障率及技术发展情况，有针对性地更新老旧设备。例如将陈旧的继电器保护装置更新为微机保护系统，提升保护精度与可靠性。对于部分可优化的设备进行改造，如对变压器冷却系统进行改造升级，增强散热能力，从而延长设备使用寿命，提高变电站整体运行效能与安全性。

3.1.3 设备选型与质量控制

在设备选型时，充分考量变电站的电压等级、负荷特性等因素，挑选符合技术规范与运行要求的设备。优先选择有成熟生产工艺、良好市场口碑的厂家产品。建立严格的设备质量检验流程，对到货设备进行外观、性能、参数等多方面检测，确保设备质量合格，从源头上降低因设备质量缺陷引发故障的可能性，保障变电站稳定运行。

3.2 自然灾害风险控制措施

3.2.1 抗震设计与加固

变电站建筑与设备应依据所在地区地震烈度进行抗震设计。建筑采用抗震结构体系，增强整体稳定性与承载能力。设备安装抗震减震装置，如变压器底部加装减震垫、开关柜采用抗震支架固定。对关键部位与薄弱环节进行加固处理，提高其抗震性能。定期开展抗震评估与演练，确保在地震发生时能有效抵御震动，保障人员安全，降低设备损坏风险，维持变电站基本运行功能。

3.2.2 防洪措施

选址时充分考虑地势与排水条件，避免建于低洼易涝区域。完善站内排水系统，加大排水管道管径，设置多个排水出口，确保雨水快速排出。修筑防洪堤、挡水墙等防洪设施，阻挡外部洪水侵入。配备足够的排水泵并定期维护，在洪水来临时能及时抽水。同时，制定防洪应急预案，储备防洪物资，加强与周边区域的防洪协调联动，最大程度减少洪水对变电站的影响。

3.2.3 防雷措施

在变电站内安装避雷针、避雷线等直击雷防护装置，构建完善的防雷网，引导雷电直击电流安全入地。对于二次系统等弱电设备，设置防雷器、浪涌保护器等，防止感应雷过电压损害。确保接地系统良好，降低接地电阻，增强防雷效果。定期检测防雷装置性能，及时更换损坏部件。加强防雷知识培训，提高运维人员防雷意识与应急处理能力，保障变电站在雷雨季节安全运行。

3.3 人为操作风险控制措施

3.3.1 人员培训与考核

制定系统的培训计划，涵盖电力理论、设备操作、故障处理等内容。定期组织内部培训与外部专家讲座，提升人员专业素养。通过理论考试、实操演练等多样考核方式，检验培训效果并与绩效挂钩。促使员工主动学习，不断更新知识技能，增强应对复杂运维任务与突发状况的能力，减少因知识欠缺与技能不足导致的人为操作失误，保障变电站运行安全。

3.3.2 操作规范与监督

编制详细且标准化的操作手册，明确各项操作流程、步骤及注意事项。操作人员严格依规范执行任务，实行操作票制度，确保操作有章可循。设立多层次监督机制，包括现场监督、视频监控与后台数据监测等。及时纠正不规范操作行为，对违规操作予以严肃处理并记录在案。通过规范与监督并行，约束人员操作，降低因随意性操作引发事故的概率。

3.3.3 安全文化建设

积极营造安全文化氛围，在站内张贴安全标语、设置安全宣传栏，定期开展安全知识竞赛、事故案例分析等活

动。让安全意识深入员工内心，使员工从“要我安全”转变为“我要安全”“我会安全”。鼓励员工相互监督、相互提醒，形成良好的安全行为习惯，为变电站运行维护打造坚实的人为安全防线，提升整体安全管理水平。

3.4 管理风险控制措施

3.4.1 完善管理制度

全面梳理现有制度漏洞，细化设备巡检、维护、故障处理等流程标准，明确各岗位权责，避免推诿扯皮。建立严格的监督与考核机制，对违反制度行为及时纠正并依规处罚。定期对制度进行评估优化，使其契合变电站发展与技术进步，确保管理工作有章可循、高效执行，提升整体运行维护管理的规范性与科学性。

3.4.2 加强人员管理

依据员工技能、经验合理分配岗位任务，做到人尽其才。构建完善培训体系，提供持续学习机会，提升员工业务能力。加强劳动纪律管理，实施考勤、奖惩等制度，规范员工行为。关注员工职业发展与心理状态，营造良好工作氛围，提高员工工作积极性与忠诚度，保障人员队伍稳定高效，促进变电站运维管理工作有序开展。

3.4.3 强化应急管理

制定全面且具针对性的应急预案，涵盖各类突发情况处置流程与方法。定期组织实战演练，检验并提升员工应急响应与协同作战能力。充实应急物资储备，建立管理台账，确保物资随时可用。加强与外部救援力量的联动合作，拓宽应急资源渠道。通过强化应急管理，有效应对突发事件，降低事故损失，保障变电站安全稳定运行^[1]。

结束语

在变电站运行维护的复杂工作中，深入剖析风险因素并实施有效控制措施是保障电力供应稳定可靠的关键。通过对设备故障、自然灾害、人为操作和管理等多方面风险的精准把控，运用科学的监测手段、合理的更新改造、规范的人员操作与完善的管理制度，能够极大程度降低风险发生概率及其带来的不良影响。未来，随着技术的不断进步与管理理念的持续创新，变电站运行维护工作将向着更加智能、高效、安全的方向发展，为社会经济的蓬勃发展筑牢坚实的电力根基。

参考文献

- [1] 谢家力. 变电站运行维护风险分析[J]. 科技风, 2019(36):218+235.
- [2] 梁浩泉. 变电站运行维护风险分析[J]. 机电信息, 2019(27):11-12.
- [3] 刘燕华. 变电运维中存在风险及解决措施研究[J]. 山东工业技术, 2019(06): 176-177.