

变电运行中的事故分析及处理措施

张明明 薛 瑞 任 杰

内蒙古电力（集团）有限责任公司薛家湾供电分公司 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘 要：变电运行是电力电网系统稳定供电的关键环节，运行过程中极易受设备状态、人员操作、外界环境等多重因素干扰，滋生各类运行事故。为稳定电力系统运行秩序，规避各类运行异常带来的供电隐患，本文围绕变电运行常见事故类型展开分类梳理，从设备运维、人员操作、现场管控、风险预判多角度剖析事故诱发根源，针对性制定对应的应急处置方式，搭建常态化的事故防控路径，全方位优化变电运行管理模式，持续提升电力系统运行的稳定性与安全性。

关键词：变电运行；运行事故；故障处理；安全防护；现场管控

引言：电力系统整体具备极强的联动性，变电运行工况直接关系区域供电质量与电网运行安全。变电设备长期连续运行的工作特性，让设备损耗、操作失误、环境干扰、电网波动等问题频繁出现，各类隐患累积会引发不同类型的运行事故。变电运行安全管理需要依托科学的事事故处置与防控方式，改善传统运行管理中的各类短板。通过系统归类运行事故类型，深挖事故产生的内在诱因，落实精细化的应急处理与日常防控工作，可以有效规范变电运行工况，夯实电网安全运行基础。

1 变电运行常见事故类型

1.1 设备故障类事故

变电设备是支撑电网稳定运转的基础载体，长期处于持续运行状态，各类设备构件会随运行时长增加产生损耗与性能衰减。设备故障类事故在变电运行过程中较为普遍，多源于设备自身性能退化、结构老化以及日常管护疏漏。变电设备内部构件磨损、绝缘性能下降、零部件老化松动，都会打破设备正常运行状态，引发运行异常^[1]。部分设备长期处于高负荷运行工况，内部元器件疲劳老化，部件衔接稳定性逐步下降，运行过程中会出现发热、异响、跳闸等异常表现。日常管护工作中，细微隐患未能及时排查处理，会逐步累积发展为实质性故障，干扰变电系统整体运转。

1.2 人为操作类事故

变电运行各项作业高度依赖人工参与，人员作业状态与专业水平直接影响现场运行质量。人为操作类事故多由作业人员不规范作业行为引发，是变电运行隐患的主要诱发来源。部分作业人员专业储备不足，对设备运行逻辑、作业操作规范掌握不够扎实，开展倒闸操作、

设备巡检、日常维护等工作时，容易出现步骤疏漏、操作错位等问题。部分人员作业状态松懈，作业过程中未保持严谨态度，随意简化作业流程、忽视作业细节，破坏变电运行的规范作业秩序。长期固化的不良作业习惯，会持续增加作业失误概率，引发变电运行异常，诱发各类安全事故。

1.3 外界环境类事故

变电设备大多布置于户外场景，运行状态极易受到外部自然环境的影响。复杂多变的自然条件会对变电设备形成外部干扰，引发环境类运行事故。极端天气会直接作用于变电设备本体，雨雪、大风、雷电、霜冻等天气，会造成设备外绝缘污染、线路覆冰、设备短路等问题。恶劣气候带来的温度、湿度剧烈波动，会改变设备运行环境，弱化设备绝缘性能，干扰设备正常启停与运转。沙尘、雾气、潮湿空气等长期侵蚀设备表面与内部构件，会逐步降低设备运行稳定性，引发各类运行故障，扰乱变电系统平稳运行节奏。

1.4 电网运行异常事故

电网系统属于联动运行的整体结构，局部运行状态波动会快速传导至变电环节，引发电网运行异常事故。电网负荷出现无序波动、输电线路运行不稳、系统电压电流偏移等情况，都会影响变电站正常运行状态。电网整体运行平衡状态被打破后，变电设备承载的运行参数会出现异常变化，引发设备过载、电压失衡、系统波动等问题。电网内部运行状态的无序变动，会打乱变电站既定的运行节奏，造成变电运行工况紊乱，触发系统保护机制，引发跳闸、停运等异常状况，干扰区域电力供应的稳定性。

2 变电运行事故成因深度剖析

2.1 设备运维管护存在短板

变电设备长期持续运转,构件损耗与性能衰减属于正常运行常态,常态化运维管护是维持设备稳定运行的关键。当前部分变电站运维工作缺乏细致的执行标准,巡检工作流于表面,对设备细微损耗、隐性缺陷的排查不够深入。管护工作存在固定化套路,仅针对明显故障开展修缮,忽略设备长期老化、绝缘弱化、部件松动等渐进性问题。设备养护节奏缺乏合理规划,不同类型设备的养护频次、养护内容没有差异化区分。老旧设备长期带病运行,积累的隐患无法及时清除,逐步演变为实质性设备故障^[2]。粗放的运维模式无法适配设备长期运行的管控需求,持续削弱变电设备运行可靠性,为各类运行事故埋下隐患。

2.2 人员操作行为不够规范

变电运行各类作业具备较强的专业性和严谨性,标准化的操作行为是规避运行风险的基础。部分一线作业人员专业基础薄弱,对变电设备操作流程、作业禁忌、操作细节掌握不够熟练。开展倒闸操作、设备核查、日常维护等核心工作时,容易出现流程遗漏、步骤错乱等不规范行为。部分人员作业态度松散,长期凭借个人经验开展工作,刻意简化必要作业流程,漠视标准化作业要求。日常作业中不良操作习惯不断积累,会持续提升作业失误概率,破坏变电系统正常运行状态,逐步诱发各类人为安全隐患与运行事故。

2.3 现场运行管控存在漏洞

变电运行现场环境复杂,设备分布密集,全面细致的现场管控是保障运行安全的重要支撑。部分变电站现场管控体系不够完善,管控范围存在盲区,对户外设备运行环境、现场作业状态的管控不够全面。现场作业的流程约束力度不足,作业前期准备、作业过程管控、作业收尾核查等环节管控不够细致。对现场环境变化、设备运行异动的关注度不足,无法及时发现外界环境侵蚀、现场工况变动带来的运行隐患。松散的现场管控模式,无法有效约束现场作业行为、把控设备运行状态,让各类风险因素持续留存于变电运行场景中。

2.4 风险预判思维存在欠缺

变电运行过程中各类风险具备可预判、可前置防控的特征,超前的风险研判是阻断事故发生的关键。不少作业人员局限于当下运行状态,风险防控思维偏向被动,习惯于事故发生后开展处置工作。日常工作中缺少主动研判意识,不会结合季节环境变化、设备运行

时长、电网运行状态预判潜在风险。对设备老化趋势、电网负荷波动、极端天气影响等潜在隐患的研判不够深入,前置防控举措落实不到位。被动化的风险管控模式,无法提前消解各类潜在隐患,导致各类可控风险持续发酵,最终引发变电运行异常与安全事故。

3 变电运行事故应急处理对策

3.1 搭建标准化应急处置流程

变电运行事故具备突发性、不确定性特点,清晰完整的处置流程是控制事故蔓延、缩减运行影响的核心前提。变电站需要结合各类运行事故的发生特点,搭建全覆盖、可落地的标准化应急处置流程。梳理不同类型事故的处置逻辑,划分事故上报、现场管控、故障隔离、状态核查、恢复运行等各个环节^[3]。明确各环节的处置优先级与操作要点,填补以往应急工作流程混乱、步骤无序的问题。针对轻重程度不同的运行事故,区分层级化处置方案,杜绝盲目作业、无序处置的情况。固定应急处置的整体节奏,明确各阶段工作重心,让作业人员在突发场景下拥有清晰的执行依据。规范的流程体系可以压缩事故处置时长,稳住电网运行基本态势,规避事故持续扩散引发的次生问题。

3.2 细化设备故障处置方法

设备故障是变电运行事故的主要表现形式,针对性的处置方式可以高效化解设备运行异常。结合变电设备的结构特性与故障表现,制定精细化、差异化的故障处置办法。针对设备老化、部件损坏、绝缘失效等常见问题,落实定点排查、精准隔离、专项修缮的处置思路。对跳闸、发热、异响、漏电等不同设备异常状态,匹配对应的排查方式与修复手段。优先排查核心供电设备与关键运行点位,阻断故障点对整体系统的干扰。故障处理完成后,对设备运行状态进行全面复核,确认各项运行参数回归正常水平。精准的故障处置模式可以有效修复设备运行缺陷,恢复设备正常工作性能,保障变电系统平稳运转。

3.3 规范现场人员操作行为

人为失误是诱发变电运行事故的重要因素,规范的作业行为可以从操作层面降低事故发生概率。立足变电日常作业场景,统一各类岗位的作业执行标准,细化倒闸操作、设备巡检、日常养护、故障排查等各项工作的操作细则。明确作业前期核查、作业过程执行、作业后期复查的完整规范,杜绝随意操作、简化流程、经验作业的不良行为。常态化开展作业行为督导,纠正不规范的操作习惯与作业方式。引导工作人员树立严谨的作业

理念,严格依照作业标准开展各项工作。稳定规范的作业模式,能够减少人为失误带来的运行波动,筑牢变电运行安全操作防线。

3.4 落实运行异常处置工作

电网参数波动、环境干扰、系统负荷变动引发的运行异常,需要依托完善的处置机制完成管控。工作人员需要提高对变电运行异常状态的敏感度,及时捕捉电压波动、负荷偏移、线路不稳等各类异常信号。快速定位异常出现的区域与诱因,针对性开展调控干预工作,调整电网运行参数,平衡系统运行负荷。对异常状态进行持续跟踪,观察参数变化趋势,直至运行状态完全恢复稳定。建立异常问题登记复盘机制,记录异常表现、处置过程与整改方式,积累异常管控经验。扎实的异常处置工作,能够及时化解各类运行隐患,维持变电系统持续稳定的运行状态。

4 变电运行事故常态化防控路径

4.1 健全设备常态化巡检模式

设备保持稳定工况,是变电站安全运转的先决条件,日常巡检能够从源头减少各类安全隐患。结合站内不同变电设备自身构造与长期运行规律,划分差异化巡检间隔,梳理每一类设备需要重点检查的部位。细化日常巡检涵盖的各项内容,对设备外观完整程度、运行温升、绝缘状态以及零部件紧固程度逐项核对记录^[4]。长期承载高负荷、更容易出现老化损耗的设备,需要增加检查力度,及时捕捉性能细微变化与潜藏缺陷。完整留存每次巡检记录,将排查到的隐患做好分类归档,依照轻重次序推进修缮整改。持续调整巡检执行细则,尽早识别并消除设备隐患,让各类变电设备长期维持稳定可用的运行状态。

4.2 推进操作人员能力提升

一线作业人员的专业能力与实操水平,直接决定变电运行安全防控的整体成效。依托长效培育机制贴合岗位实际需求,稳步提升作业队伍综合素养。围绕倒闸操作规范、设备辨识技巧、隐患排查方式及故障预判思路等重点内容,开展常态化岗位培训。结合日常作业中频繁出现的实操问题开展针对性讲解,补齐人员专业薄弱环节。增加实景化实操训练频次,帮助工作人员熟练掌握标准作业流程,熟练运用各类风险防控技巧。引导人员在日常工作中积累实操经验,主动改正不规范作业习惯。持续更新岗位知识储备,适配设备迭代、运行模式调整带来的全新工作要求,打造综合素质过硬的作业团队,最大限度减少人为失误引发的安全隐患。

4.3 优化现场运行管控模式

科学完善的现场管控,能够有效压缩安全风险滋生空间,维持变电站稳定有序的运行秩序。细化各类现场作业的管控标准与作业范围,让现场管理有清晰的执行依据。贯穿作业全流程开展闭环管控,认真落实作业前期核查、作业过程监管、作业结束复核的完整工作流程。紧盯现场作业细节,规范操作流程、设备摆放及现场环境保护等各项工作。及时整改现场管理中暴露的薄弱问题,补齐日常管理盲区。持续规整站内运行环境,降低天气、沙尘、潮湿等外界因素对变电设备的干扰影响。依托精细化现场管理手段,规范整体作业氛围,搭建安全稳定的变电运行作业环境。

4.4 建立常态化风险防控模式

变电运行各类风险长期存在且处于动态变化状态,单纯依靠事后处置,无法满足高标准的安全管控要求。搭建常态化风险防控机制,能够推动安全管理重心前移,完成从被动处置到主动预防的模式转变。结合季节气候更迭、设备运行时长、电网负荷变动等实际情况,梳理各阶段潜藏的运行风险。根据不同风险类型制定前置防控手段,提前做好设备防护、参数调整、隐患排查等前置准备工作。定期梳理汇总运行风险清单,总结各类风险的出现规律,持续优化防控手段。潜移默化强化全员风险防控意识,让主动预判、提前防控成为常态化工作习惯。前置化防控模式可以有效降低事故发生概率,稳固变电系统长期安全运行的基础。

结束语

变电运行安全管理是电力运维工作的重点内容,事故处置与常态化防控共同构成完整的变电安全管理体系。立足变电运行工作实际,精准区分各类运行事故的特征与诱因,落实标准化的应急处置手段,能够快速化解突发运行异常。持续优化设备巡检、人员培育、现场管控、风险防控等工作内容,补齐传统运维管理的各类短板,可有效减少变电运行事故的发生,维持电网系统平稳有序的运行状态,保障电力供电体系稳定运转。

参考文献

- [1] 李思达,杨坤. 电气工程中变电运行事故分析及处理[J]. 电力设备管理,2024(7):48-50.
- [2] 张赛飞,王宇楠,张健行,等. 变电站异常及事故应急处理分析与应用[J]. 模型世界,2025(11):252-254.
- [3] 车哲,毕明哲,官庆晖. 变电运行中跳闸故障及处理技术分析[J]. 模型世界,2023(17):83-85.
- [4] 裴海玲,杨轩. 变电站变压器主保护动作事故分析及处理[J]. 现代工业经济和信息化,2022,12(12):233-234,237.