

变电设备运行的故障排除和安全管理分析

杨飞燕

(国网重庆市电力公司市南供电分公司 重庆市 401336)

摘要: 变电设备是电力系统中枢支撑设备,其安全稳定运行直接影响着电网的供电可靠性。但是长期使用过程中,变电设备也不可避免地会出现各种故障。电力企业必须高度重视变电设备故障问题,采取有效的预防和处理措施,确保电网安全。本文分析了预防和处理变电设备故障的对策建议,内容具有一定的理论指导与实践意义。

关键词: 变电设备运行;故障排除;安全管理对策

一、变电设备运行故障的常见原因分析

(一) 电气部件故障原因

1. 变压器故障

电气故障主要有:绕组短路,是最常见的电气故障,导致变压器烧毁;绕组间短路,降低变压器的绝缘电阻,产生漏电流;开路,导致线圈无法工作;电容过充,使绝缘受损;脉冲过电压,损坏绝缘体。机械故障主要有:注油不当,导致绝缘随时降低;给油管路堵塞,影响绝缘和冷却;加油口不密封,造成漏油;激冷激热,导致绝缘材料老化;冷却器故障,无法带走热量;引起变压器故障的原因复杂多样,需要定期检查与维护。

2. 断路器故障

常见的机械故障有:驱动机构故障,导致断路器无法正常动作;弹簧失效,使动作时间过长;接触器接触不良,接触电阻过大,造成电弧;支承绝缘子老化,机械强度下降。电气故障有:齿轮传动误差过大,导致动作不精确;绝缘损坏,发生相间短路和漏电流;线圈故障;电控系统故障等。这些故障如果不能及时排除,会危及系统安全。应定期检查断路器,一旦发现故障,要立即停止供电,进行检修或更换损坏部件。

3. 避雷器故障

常见的电气故障有:放电间隙过大,无法实现避雷功能;放电器烧毁,失去避雷作用;绝缘子破裂,发生漏电流;接地装置接触不良,无法引下雷流。机械故障有:套管机构故障,无法实现放电间隙调节;支柱断裂,影响机械强度;连接螺栓松动,发生电气不良接触。一旦发现避雷器故障,要立即切除故障装置,防止发生二次事故。同时,要仔细检查避雷器的各个部件,更换或处理损坏部位。

(二) 机械部件故障原因

1. 接地装置故障

接地装置在长期使用中容易出现故障,主要表现为接地电阻增大。导致接地电阻增大的原因可能有接地体受到腐蚀和机械损坏,接触面积减小;接地线接触不良断路,接地回路不完整;接地体周围土壤含水量减少,如长期干旱导致的;接地体与土壤接触不充分;接地体与接地线连接松动等。如果接地电阻过大,会降低避雷器的放电效果,同时也无法为设备提供可靠的工作接地,可能诱发触电事故。

2. 零部件老化故障

变电设备在长期运行过程中,其金属零部件会因电流负载、机械应力和环境腐蚀而逐渐老化。常见的有导线和电缆老化断裂,导致电气故障;机械传动轴承磨损,导致运动部件卡滞;金属外壳及其连接螺栓锈蚀,降低机械强度。零部件老化是电力系统运行中需要重点防范的故障类型之一。要定期对关键部位进行检查、打磨、润滑、补漆等维护保养措施,同时关键备件也需定期更换。一旦发现零部件老化情况,要及时处理更换,避免发展成严重故障。

(三) 外部原因导致的故障

变电设备在室外环境中运行,容易受到各种外部因素的影响而发生故障。例如鸟类、啮齿类动物等可能会啃咬电缆电线的绝缘层,造成短路故障;大风、暴雨、冰雹以及雷击都可能使外部连接线路受损,引发供电中断;污秽、盐雾的沉积会加速外部绝缘子和金属结构的劣化等。这些外部因素导致的故障发生具有一定的随机性,但也可以通过加强预防措施来降低概率和影响。如采用抗啃咬绝缘材料,设置防鸟装置;充分重视外部环境对变电设备的影响,可以提高其抗风险能力。

二、变电设备故障的安全和有效排除

(一) 制定故障排除预案

制定科学合理的故障排除预案,是保证变电设备安全可靠运行的重要措施之一。预案需针对不同类型故障制定相应的处理程序,内容应包括:明确故障现象及可能原因,列出需要的检修工具和备品备件,详细说明隔离操作步骤,正确的现场检修方法,作业人员的资质要求及防护措施等。预案中应考虑不同故障的严重程度和风险性,采取适当的应急处理方式。预案制定后,还需组织仔细研读,并通过模拟操作演练,提高工作人员的熟练程度。现场作业时,要严格按照预案进行,以科学标准化的方式开展故障排查与处理,避免出现盲目性操作的安全隐患。建立完善的故障排除预案,对施工人员起指导作用,也使管理人员易于监督。

(二) 采取隔离措施确保人身安全

对于出现故障的变电设备,作业人员在进行现场检修前,必须首先采取隔离措施,确保操作人员和设备的安全。具体措施通常包括:首先切断电源,断开设备端子处连接,避免故障设备带电;设置明显的警示标志,

防止他人误操作；用绝缘垫盖住带电部位，避免接触；检查本地/远程操作刀闸是否已经断开，避免被重新供电；用绝缘操作杆取代直接用手操作；佩戴绝缘手套、绝缘鞋和绝缘台垫；安装临时接地线和短接线，将电容电荷放电；在潮湿环境下还需要加装防水遮盖，防止漏电。充分采取隔离措施，确保作业人员只接触完全断电的设备，避免触电和电弧危害，从而保障人身安全。

（三）正确使用专业的检修装置和仪器

现场检修变电设备故障，需要使用各种专业的检修装置和测量仪器，才能安全、快速地进行故障判断与处理。例如使用绝缘插头替代设备连接端子，以防再次通电；使用钳形电流互感器，测量电流大小而不直接接触带电部位；使用测距望远镜，避免近距离观察带电区域；使用热像仪检查发热部位，找出故障点；使用高压探测器检查电压存在与否等。合理正确使用这些装置和仪器，可以避免直接接触带电部位，大大降低了操作的危险性。

三、变电设备运行的安全管理对策

（一）加强安全操作规程培训

为预防和减少变电设备的人身事故，企业必须加强对操作人员的安全操作规程培训。培训内容根据电力企业最新的刀闸操作要求和专用运行规程要求，应覆盖设备运行前的安全检查事项、启动流程、正常操作注意事项、异常情况下的应急措施等，特别要增强对关键部位的安全操作意识。在一线运维人员每月的安全分析会上，反复多次强调关键变电设备的刀闸操作要求。培训方式可以采用讲解、示范、模拟操作、检查考核等多种形式结合进行，并对不同层次的运维人员采取分级培训。培训后还需组织仔细研读操作规程，开展消化吸收，确保员工深入理解各项规定要求，严格按照操作规范开展工作，从源头上规范操作行为，降低事故隐患。

（二）有效落实安全生产责任制

为有效预防变电系统的安全生产事故，企业必须落实安全生产责任制，将责任层层分解落实到每一个工作岗位，形成全员参与的安全生产格局。可以通过签订安全目标责任书，明确各级负责人在安全管理工作中的具体责任和任务措施，并将完成情况与绩效考核挂钩。对一线操作人员，一方面落实设备主人制，使每座变电站都有相应固定的运维人员，作为其主人，全权负责该站的设备维护和土建设施维护。另一方面，要完善安全奖惩机制，对设备主人的维护工作质量进行岗位绩效考核。对各级责任岗位，工作质量突出的个人给予表彰和奖励，对失职渎职者进行严肃处理。建立起自上而下的安全生产责任体系，才能形成全员参与、人人有责的良好氛围。

（三）建立完善的应急预案

为应对变电设备运行过程中可能出现的各类紧急情况，必须建立完善的应急预案。预案中应明确不同紧急情况下的应急响应级别，制定应急小组及其成员，并明确每个成员的职责。为了加强应急预案的针对性，应该按照“一站一案”的原则，制定每个站专用的应急规程。预案需包含两部分内容，一是关于设备故障的处理方法，

二是关于公共安全类，例如洪灾、地震、公共卫生等方面的安全。预案中关于设备故障处理，要制定详细的应急操作流程，比如在设备故障跳闸后隔离措施、设备失火时的灭火方法，设备被洪水淹没后的排水操作等方法。制定预案后还需要定期进行培训和演练，提高工作人员的应变能力。现场应急处置时，要严格执行预案要求，做到快速反应、有序处置、减小事故损失。

（四）加强设备状态监测和预防性保养维护

为预防变电设备的故障，必须加强对其运行状态的监测和预防性保养。可以建立有效的状态监测系统，在线检测设备的电流、电压、温度、振动等参数，一旦发现异常，快速定位潜在故障。通过智能巡检系统设置定期巡视，加大设备巡视频次，及时发现无人值班变电站的设备异常；尤其在恶劣天气后，及时开展设备特殊巡视和设备在线监测，第一时间确认恶劣天气对设备运行有无影响。应规定故障报警后汇报的程序、顺序和方式，列出应急处置所需的器材和资源。在预防保养维护方面，要制定保养计划，定期对关键部件进行检查、清洁、打磨、加油和补漆等，延长使用寿命。对一些易损易耗部件，如接触器、保险丝、开关等，要按照运行周期进行更换。

（五）落实设备技改、大修的项目储备和实施方案。

未雨绸缪，防患于未然。针对各类常见的电气故障、机械故障，需要加大设备技改、大修的项目储备的投入。通过大修、更换相关设备，彻底解决设备的安全隐患。一是要梳理常见故障零件，准备充足的备品备件。二是要提前谋划辖区老旧变电站的技改方案，根据方案编制设备和设施改造项目储备目录，积极主动联系项目管理部门，加快老旧变电站的改造进度。三是要持续开展变电设备的数字化转型项目推进，加大智能化设备的覆盖率，采用先进的智能化设备，替代传统的人工巡视维护设备，手工操作设备等，降低故障时人身的安全隐患。

结束语：

综上所述，变电设备故障直接威胁电网主网架的安全稳定运行，电力企业必须高度重视。要加强设备的预防保养与状态监测，做好日常运行管理，杜绝人为疏漏。一旦出现故障，要按规程采取隔离措施，合理选用检修装置，确保操作安全。并及时排除故障，消除事故隐患。同时，还需要加强从业人员的业务培训与技能考核，积极营造安全生产氛围。系统采取各项治本与对症的综合措施，持续推进变电设备的安全管理，才能保障电网高效可靠运行，这需要电力企业各相关部门的共同努力与密切配合。希望本文的分析与建议能对电力系统的安全生产工作提供一定借鉴与参考。

参考文献：

- [1]李明.变电设备故障原因与预防对策研究[J].河南电力, 2019, 33(3):36-38.
- [2]王凯.变电系统设备故障应急处置机制探讨[J].中国新技术新产品, 2020(7):19-20.