

# 电力系统变电运行故障的排除与检修对策分析

杨 燕

国网河北省电力有限公司石家庄市鹿泉区供电分公司 河北石家庄 050200

**摘 要：**论文聚焦于电力系统变电运行过程中常见故障及其排除与检修对策。通过深入研究母线故障、电容器故障、接地故障及主变各侧开关范围内故障等典型问题，提出了针对性的故障排除方法和检修策略。研究内容包括故障的定位、原因分析、排除技巧以及预防性检修和应急性检修对策。研究表明，有效的故障排除方法能快速恢复电力系统正常运行，减少停电时间，而科学的检修对策则能显著提高电力系统的稳定性和安全性。

**关键词：**电力系统；变电运行故障；排除与检修

## 前言

电力系统变电运行故障的排除与检修，是确保电力稳定供应的关键环节。在新时代背景下，我国电力事业飞速发展，对变电设备的安全稳定运行提出了更高要求。运维和检修人员不仅负责时刻监测和管控电力变电设备的运行状态，迅速定位并排除各类变电运行故障，同时进行必要的设备维护和更新，以及时发现并解决潜在的故障隐患，保障电力系统的持续稳定运行。

## 一、电力系统变电运行过程中的常见故障

### （一）母线故障

母线作为电力系统中的重要组成部分，负责将电能分配到各个分支线路，因此其运行状态直接关系到整个电力系统的稳定性和安全性。当母线发生故障时，会出现电压异常波动、电流不稳定或是设备出现异常声响等现象。这种故障的原因多种多样，可能是由于母线本身的质量问题，如材料老化、接触不良，或者是由于外部环境因素，如雷击、过载等引起的。母线故障不仅会影响电能的正常传输，还可能导致设备损坏，甚至引发更广泛的电力系统故障。

### （二）电容器故障

电容器主要用于储存电能、调节系统电压、提高功率因数以及改善系统运行的稳定性。但在实际运行过程中，电容器也会出现各种故障，其中最常见的是电容器渗漏油、外壳膨胀变形、异常声响及温升过高等（如图1所示）。渗漏油现象通常是由于密封不严或长期运行导致密封材料老化所致，不仅影响电容器的绝缘性能，还引发更严重的故障。外壳膨胀变形则源于电容器内部压力过大。异常声响一般是电容器内部元件松动或损坏

的信号，而温升过高则是因过载运行或通风不良导致的，这些都会对电容器的性能和寿命造成严重影响。



图1 电容器常见故障示意图

### （三）接地故障

接地故障指的是电力系统的某一部分意外地与大地形成导电通路，导致电流流向大地。一般是由于设备老化、绝缘材料破损、操作不当或外部因素干扰等引发的。接地故障发生时，电流的异常流动会导致设备过热、损坏，甚至引发火灾。接地故障还会导致保护装置的误动作，进而造成停电事故，影响供电的连续性和可靠性。因此，运维人员应定期进行设备的绝缘性能测试，检查接地线路和接地装置的完好性，以确保电力系统的安全稳定运行。

### （四）主变各侧开关范围内故障

主变各侧开关范围内故障主要涉及变压器的高压侧、中压侧和低压侧的开关设备及其相关联的电气设备。故障可能由设备老化、接触不良、绝缘损坏、过载运行或错误操作等多种因素引起。当主变各侧开关范围内发生故障时，可能会导致开关误动作、跳闸或无法正常合闸，进而影响电力系统的稳定运行。这种故障若不及时处理，将引发连锁反应，扩大故障范围，甚至造成整个变电系

统的瘫痪。

## 二、电力系统变电运行过程中常见故障的排除方法

### (一) 母线故障排查及恢复方法

当母线出现故障时，应迅速切断故障母线的电源，以确保设备和人身安全。接着，对母线进行全面检查，如观察母线外观是否有明显的破损、变形或烧焦痕迹，这些都可能是故障的直接原因。其次，使用专业的检测工具对母线进行详细的检测。例如，可以利用红外线测温仪检测母线的温度分布，若发现局部过热区域，则可能是接触不良或负载不平衡导致的。此外，还应检查母线的连接处，如螺栓是否松动、接触面是否氧化等，这些都可能影响母线的导电性能。在排查过程中，一旦发现故障点，应立即进行修复。对于接触不良的部分，可以清理接触面，紧固螺栓，确保良好的电气连接。若母线出现破损或断裂，需及时更换损坏部分。

### (二) 电容器故障检测与修复指南

在检测电容器故障时，可以采用多种方法。一是使用万用表进行检测，将万用表置于电容测试档位，测试笔依次接触电容器的两端，观察示数变化。若示数持续为0或固定值，则表明电容器可能存在故障。也可以通过电压表测量电容器的电压变化，或者利用替换法和换位法来定位故障电容器。在确认电容器故障后，根据故障类型采取相应的修复措施。对于漏电、短路等严重故障，通常需要更换电容器。在选型时，应考虑电容器的容值、额定电压等因素，以确保新电容器与原有电路相匹配。对于容值变化等轻微故障，可以尝试修复，如更换电容器内部的介质材料、清洗电容器内部或调整电极间距等。修复完成后，务必使用测量工具进行再次检测，确保故障已完全解决。为了减少电容器故障的发生，应采取预防措施，如避免电容器长时间超负荷工作、定期维护和检修设备、及时清除灰尘和异物等。

### (三) 接地故障定位与解决策略

在定位接地故障时，应依次检查电源线路、地线及系统的绝缘状况。使用电路测试仪逐步检测电路的各个部分，有助于准确找到故障点。当发现绝缘电阻值低于标准要求时，需对绝缘进行修复。断路查找法也是一种有效的定位手段。通过将电路分成两部分进行检测，逐步缩小故障范围，最终能够精确锁定故障点。在找到故障点后，还需测量故障电路的电流，以排查是否存在电缆阻抗不匹配等问题。在解决策略上，一旦定位到具体的接地故障点，若故障部件无法修复，则应立即更换配件。例如，在处理蓄电池漏液导致的接地故障时，将漏

液的蓄电池退出运行。对于交流电源串入引起的接地故障，应断开交流电源与直流系统的连接点。最后进行全面的电路测试，以验证故障是否已被彻底排除。

### (四) 主变各侧开关范围内故障处理

当发生故障时，应迅速切断故障部分的电源，以确保设备和人身安全，并防止故障扩大。对主变各侧开关进行全面检查，包括开关本身的状态，如是否有烧焦、变形等异常现象，以及开关周围的设备是否受到影响。同时检查开关的控制回路和保护装置，确保其正常工作。接着，根据故障现象和检查结果，判断故障类型和原因。可能的故障类型包括开关误动、跳闸等，而故障原因可能与设备老化、接触不良、短路等有关。在判断故障时，需要综合考虑保护动作情况、开关状态以及设备的运行历史等因素。然后根据故障类型和原因，采取相应的处理措施。对于开关误动，可以检查操作机构、调整开关参数等；对于跳闸故障，需要检查保护定值、排除短路故障等。在处理过程中，应严格按照安全操作规程进行，避免造成二次故障。

## 三、电力系统变电运行的检修对策分析

### (一) 预防性检修对策

预防性检修对策注重设备状态的实时监测与数据分析，利用人工智能、大数据、云计算等先进的技术手段预测设备故障趋势，及时采取措施进行维修，从而保障电力系统的连续供电和电网的安全运行。以卷积神经网络(CNN)技术的运用为例，利用CNN实时监测变电设备的多维数据，如振动、温度和电压等关键参数，能够迅速捕捉设备的异常状态并发出预警。通过CNN对历史数据的分析，可以预测设备可能发生故障的时间点，从而提前进行维护，避免设备性能下降或突然停机。此外，借助CNN的精确监测能力，为设备参数设定合理的预警阈值，一旦超过即刻报警，确保问题得到及时处理。这种基于CNN的预防性检修对策，不仅能提高设备的运行效率和安全性，还能显著降低故障率，为电力系统的稳定运行提供有力保障。通过整合CNN的先进技术，预防性检修对策将变得更加智能、高效，为电力系统的变电运行保驾护航。(见下表1)

### (二) 应急性检修对策

电力系统变电运行应急检修制度应明确各级检修人员的职责与分工，确保在紧急情况下能够迅速响应。责任分工要细化到个人，从故障检测、诊断到修复，每个环节都有专人负责，形成高效的应急处理机制。流程安排要涵盖从故障发现、报告、响应到修复的全过程。内

**表 1 卷积神经网络技术在电力系统变电运行预防性检修中的应用流程**

内容	技术手段	目标	预期效果
数据采集	使用传感器、监控设备等收集变电设备的运行数据	获取设备实时状态信息	确保数据的准确性和实时性
数据预处理	对采集到的数据进行清洗、去噪和标准化处理	提高数据质量，减少干扰信息	优化数据质量，为后续分析提供基础
构建CNN模型	设计适合变电设备故障检测的卷积神经网络结构	提取设备运行状态的特征和规律	实现高效准确的特征提取和分类识别
模型训练与验证	使用预处理后的数据对CNN模型进行训练和验证	优化模型参数，提高识别准确率	确保模型在实际应用中的可靠性和稳定性
实时监测与预警	将训练好的CNN模型应用于实际的变电设备监测中	及时发现设备异常状态，预测故障趋势	降低故障率，提高电力系统的稳定性和安全性

容简洁明了，确保在紧急情况下能够迅速启动并执行。此外，在日常工作安排中，定期举行培训和模拟演练，以提高检修团队的应急反应能力和协同作战能力。通过优化应急检修制度、明确责任分工、合理安排流程，更好地应对电力系统变电运行中的突发情况，最大程度地减少故障带来的影响，保障电力系统的稳定运行。

#### 四、电力系统变电运行故障的排除与检修案例分析

##### (一) 案例背景

在华东地区某城市的电力系统中，一个关键的220kV变电站出现了主变高压侧开关跳闸的故障。该故障导致了区域性的停电，对当地居民的生活和企业的正常运营造成了严重影响。故障发生时，保护装置显示差动保护动作，初步判断可能为主变内部故障或差动保护区内的故障。

##### (二) 具体措施

当地电网公司工作人员在确保人员安全的情况下，断开故障主变电源并进行隔离，防止故障影响扩大。随后，利用专业检测设备对主变外观、油位、油温以及绕组温度等进行全面检查，同时分析差动保护装置的动作记录和波形，精确定位故障点。在确定故障位于主变高压侧差动保护区内后，立即对故障区域进行详细解体检查，发现并及时更换了损坏的绕组。修复完成后，对主变进行了全面的绝缘测试、耐压测试和局部放电测试，确保所有性能指标恢复正常。最后，在各项测试均合格的前提下，逐步恢复供电，并持续监测主变的运行状态，确保其稳定、安全运行。整个处理过程中，严格遵循安全操作规程，高效、准确地完成了故障排除与修复工作，

为电力系统的稳定运行提供了有力保障。未来，该地区将继续加强设备的预防性维护和日常巡检工作，以确保电力系统的持续、稳定运行。

#### 结语

综上所述，电力系统变电运行中常见的故障包括母线、电容器、接地及主变开关故障等，这些故障对电力系统的稳定和安全运行构成威胁。针对这些故障，有效的排除方法和检修对策是确保电力持续供应的关键。本文所探讨的故障排除指南和检修策略，不仅能够帮助迅速应对突发状况，减少停电时间，还能通过预防性措施降低故障发生的概率。这些对策的实施，对于提升电力系统的可靠性、保障用户用电需求、减少经济损失具有显著的现实意义，同时也为电力行业的稳健发展提供了技术支持。

#### 参考文献

- [1] 闻亮. 探析110kV以下变电检修中关键技术[J]. 当代化工研究, 2022, (03): 171-173.
- [2] 崔晓飞, 徐策, 张群, 等. 电网变电运维检修技术研究[J]. 能源与环保, 2022, (11): 203-208.
- [3] 陈琦. 维护技术在变电运行故障处理中的应用[J]. 光源与照明, 2023, (05): 216-218.
- [4] 周文磊. 卷积神经网络信号处理在变电故障诊断与预测中的应用[J]. 电子技术, 2024, (04): 430-431.
- [5] 申宝松, 许传敏, 刘腾飞. 智能技术在变电故障诊断系统中的应用[J]. 电子技术, 2023, (10): 132-133.