

# Analysis of Common Faults in Substation Operation and Equipment Maintenance

Jincai Yu

State Grid Shandong Electric Power Company Heze City Dingtao District Power Supply Company, Heze, Shandong, 274100, China

## Abstract

Common types of faults include electrical, mechanical, and communication faults, which can be attributed to equipment aging, equipment defects, and operational errors. In addition, the importance of equipment maintenance can not be ignored, the methods include regular maintenance, preventive maintenance and troubleshooting maintenance. The maintenance process includes checking the equipment status, cleaning and lubrication, etc. It is worth mentioning that, it is necessary to pay attention to the safety operation, personnel training and skill improvement during the maintenance, so as to promote the sustainable development of the power system.

## Keywords

substation; power system; fault; equipment maintenance

## 浅析变电运行常见故障与设备检修维护

于进才

国网山东省电力公司菏泽市定陶区供电公司, 中国·山东 菏泽 274100

## 摘要

常见的故障类型包括电气故障、机械故障和通信故障, 故障原因可以归结为设备老化、设备缺陷和操作失误。此外, 设备检修维护的重要性不可忽视, 方法包括定期检修、预防性维护和故障排除维护。检修维护的流程包括检查设备状态、清洁和润滑等方面。值得一提的是, 在进行检修维护时需要注意安全操作以及人员培训和技能提升, 旨在促进电力系统的可持续发展。

## 关键词

变电站; 电力系统; 故障; 设备检修

## 1 引言

随着电力系统的发展和变电站的不断增多, 变电运行常见故障与设备检修维护成了一个重要的研究领域。变电站作为电力系统的重要组成部分, 承担着电能的传输、变换和分配等重要任务。然而, 受变电设备的长期运行和环境因素的影响, 变电站常常面临各种故障和设备损坏的风险。这些故障和损坏不仅会导致电力系统的停电和能源浪费, 还会对电力设备的安全运行和人员的生命财产安全造成威胁。因此, 对变电运行常见故障与设备检修维护进行深入研究具有重要的理论和实践意义。

## 2 变电运行常见故障

### 2.1 故障类型分类

#### 2.1.1 电气故障

①短路故障: 短路故障是指电流在正常路径之外形成

了一条低阻抗的路径, 导致电流异常增大。常见的短路故障包括相间短路、相地短路和相间接地短路等。②过电压故障: 过电压故障是指电压超过了设备或系统的额定值, 可能导致设备损坏或系统运行异常。常见的过电压故障包括雷电冲击、电网电压突变和电网电压波动等。③欠电压故障: 欠电压故障是指电压低于设备或系统的额定值, 可能导致设备无法正常运行或系统负荷无法满足。常见的欠电压故障包括电网电压降低和电网电压波动等<sup>[1]</sup>。

#### 2.1.2 机械故障

①设备损坏: 变压器、断路器、隔离开关等设备可能因损坏而无法正常运行, 导致设备停止工作或无法提供所需的电力或电流。②机械部件故障: 机械部件如轴承、齿轮等可能发生故障, 导致设备产生异常噪音、振动加剧或运行不稳定, 影响设备的正常运行和性能。

#### 2.1.3 通信故障

①通信线路故障: 通信线路可能发生断开、短路或接触不良等问题, 导致通信信号无法传输或传输错误, 造成通信中断或信息传递不准确。②通信设备故障: 通信设备可能发生故障, 如路由器、交换机等设备无法正常工作, 导致通

【作者简介】于进才(1983-), 中国山东菏泽人, 本科, 工程师, 从事电力系统及其自动化研究。

信系统无法正常运行或传输错误的信息,影响通信的可靠性和效率。

## 2.2 故障原因分析

### 2.2.1 设备老化

长期运行使得设备的绝缘材料逐渐老化,导致绝缘性能下降,容易发生绝缘击穿故障。此外,设备的金属部件也会因为长期受到电流和热量的作用而产生磨损,可能导致接触不良、断裂等故障。

### 2.2.2 设备缺陷

设备在制造、安装或维护过程中可能存在的缺陷,这些缺陷可能是由于材料质量不合格、焊接不牢固等原因造成的。这些缺陷可能在设备运行过程中逐渐暴露出来,导致设备故障。例如,电缆接头因为焊接不牢固而导致接触不良,进而引发故障。

### 2.2.3 操作失误

操作人员在变电运行过程中可能出现的失误。这些失误可能是由于误操作、操作不规范等原因造成的。例如,操作人员误操作开关,导致设备过载或短路。此外,操作人员在维护过程中如果不按照规范进行操作,也可能引发设备故障。

## 2.3 故障对电网运行的影响

### 2.3.1 电网稳定性

变压器故障可能导致电网电压不稳定,使得用户在使用电器时经常遇到电压波动的问题,影响用户的用电质量和设备的正常运行。此外,频率偏差也会导致电网的稳定性下降,可能引发电网的不稳定运行,甚至导致电网崩溃。

### 2.3.2 供电可靠性

变电运行故障会导致供电中断或供电质量下降,影响用户的正常用电。例如,断路器故障可能导致线路断电,造成用户停电。此外,变电设备的故障还可能导致供电质量下降,如电压波动、电压偏低等问题,使得用户的电器设备无法正常运行,甚至损坏用户的电器设备。

### 2.3.3 经济损失

变压器故障可能导致设备损坏,需要进行维修或更换,增加了企业的维修成本。此外,供电中断也会导致企业停产停工,造成生产线的停止运行,进而导致生产能力下降和订单延误,给企业带来巨大的经济损失。其中,供电质量下降也可能导致生产线的异常运行,增加了能源消耗和设备维修成本,进一步增加了企业的经济负担。

## 3 变电运行设备检修维护

### 3.1 检修维护的重要性

检修维护是保障变电运行设备正常运行的重要环节,它的重要性体现在以下几个方面:通过定期检修和维护,可以及时发现设备的潜在问题,并进行修复和更换,从而提高设备的可靠性,减少设备故障的发生;定期检修和维护可以对设备进行保养和维修,及时更换老化和损坏的部件,延长

设备的使用寿命,降低设备的维修和更换成本;通过定期检修和维护,可以保持设备的良好状态,减少设备的能耗和损耗,提高设备的运行效率,降低能源消耗和运行成本;检修维护可以及时发现和排除设备故障,防止故障扩大和蔓延,保障电网的安全稳定运行,减少停电和事故的发生<sup>[2]</sup>。

## 3.2 检修维护的方法

### 3.2.1 定期检修

检查设备的外观和周围环境,清理设备周围的杂物和灰尘,确保设备通风良好;检查设备的接线端子和连接器,确保连接牢固,没有松动或腐蚀现象;检查设备的电气元件和电缆,查找是否有破损、老化或漏电等问题;检查设备的机械部件,如开关、断路器、隔离开关等,确保其运行正常,没有卡滞或异常声音;检查设备的保护装置和控制系统,测试其功能是否正常,是否能够及时响应故障;检查设备的绝缘状况,进行绝缘电阻测试,确保设备的绝缘性能符合要求。

### 3.2.2 预防性维护

定期进行设备的润滑和清洁,保持设备的良好状态;定期检查设备的电气连接,确保连接牢固,没有松动或腐蚀现象;定期检查设备的电缆和绝缘状况,进行绝缘电阻测试,确保设备的绝缘性能符合要求;定期检查设备的保护装置和控制系统,测试其功能是否正常,是否能够及时响应故障;定期检查设备的冷却系统,如风扇、散热器等,确保其正常运行,防止设备过热;定期进行设备的性能测试,如电流、电压、功率等参数的测试,确保设备的性能符合要求;定期进行设备的校准和调整,确保设备的测量和控制准确性。

### 3.2.3 故障排除维护

根据设备的故障现象和报警信息,进行故障诊断,确定故障原因;根据故障原因,采取相应的修复措施,如更换损坏的元件、修复电缆连接等;进行故障恢复测试,确保设备修复后能够正常运行;对故障原因进行分析和总结,以便今后避免类似故障的发生;定期对设备进行故障预测和故障模拟测试,提前发现潜在故障,并采取相应的预防措施。

## 3.3 检修维护的流程

### 3.3.1 检查设备状态

首先,对变电运行设备进行外观检查,包括检查设备是否有损坏、腐蚀、松动等情况。然后,检查设备的电气连接是否正常,如电缆、接线端子等。其次,检查设备的机械部分,包括传动装置、轴承等是否正常运转。最后,检查设备的控制系统,如开关、保护装置等是否正常工作。

### 3.3.2 清洁和润滑

根据设备的不同部位和要求,进行清洁和润滑工作。清洁可以采用擦拭、吹扫等方法,确保设备表面干净。润滑可以使用适当的润滑剂,如油脂、润滑油等,对设备的摩擦部位进行润滑,以减少磨损和摩擦。

### 3.3.3 零部件更换

根据设备的使用寿命和检修计划,对需要更换的零部件

进行更换。更换的零部件可以是磨损严重或已经失效的部件，也可以是根据设备的维护手册或厂家建议进行的定期更换。

### 3.3.4 设备测试和校准

在完成清洁、润滑和零部件更换后，对设备进行测试和校准。测试可以包括设备的电气性能测试、机械性能测试等，以确保设备的正常运行。校准可以包括设备的测量仪表校准、控制系统校准等，以确保设备的准确性和稳定性。

## 3.4 检修维护的注意事项

### 3.4.1 安全操作

在进行设备检修维护前，必须确保设备已经停电并进行安全隔离，避免电击和其他安全事故的发生；检修维护人员必须佩戴符合要求的个人防护装备，如安全帽、防护眼镜、防护手套等，以保障人身安全；在操作过程中，必须按照操作规程和操作指导书进行操作，严禁擅自修改或忽略操作步骤；在操作过程中，必须注意设备周围的环境安全，如防止滑倒、碰撞等意外事故的发生；在操作过程中，必须严格遵守相关的安全操作规定，如禁止吸烟、禁止使用明火等<sup>[3]</sup>。

### 3.4.2 设备保养记录

在进行设备检修维护时，必须详细记录设备的检修维护情况，包括检修维护的日期、时间、内容、人员等信息；检修维护记录应该准确、清晰，并保存在指定的档案中，以备日后查阅和参考；检修维护记录应该包括设备的故障情况、维修方法、更换的零部件等详细信息，以便于后续的维护和排查故障。

### 3.4.3 人员培训和技能提升

检修维护人员应该接受相关的培训，了解设备的基本原理、操作规程和 safety 注意事项；定期组织技能培训和考核，提升检修维护人员的技能水平和操作能力；检修维护人员应该定期参加相关的技术交流和学习，了解最新的设备维护技术和方法，不断提升自己的专业知识和技能。

## 4 案例分析

某电力公司的一个变电站在运行过程中出现了频繁的故障，导致供电可靠性下降，影响了用户的正常用电。为了解决这一问题，电力公司决定进行变电站设备的检修维护，并对常见故障进行深入分析，以提高变电站的运行可靠性。

### 4.1 案例分析步骤

收集变电站近期的故障数据，包括故障类型、故障发生时间、故障持续时间等信息。根据数据建立故障数据库，以便后续分析；根据故障数据，对故障进行分类和统计，找出常见的故障类型和发生频率。可以使用数据表格进行统计，如表 1 所示。

### 4.2 故障原因分析

对常见故障类型进行深入分析，找出故障的根本原因。例如，对于短路故障，可以分析是由于设备老化、绝缘损坏、操作不当等原因导致。可以使用故障原因分析表格进行记录，如表 2 所示。

表 1 故障统计表

故障类型	发生频率
A 相短路	10 次
B 相短路	8 次
C 相短路	12 次
过电压	5 次
欠电压	3 次
电流过载	6 次

表 2 故障原因分析表格

故障类型	故障原因 1	故障原因 2	故障原因 3
A 相短路	设备老化	绝缘损坏	操作不当
B 相短路	设备老化	绝缘损坏	操作不当
C 相短路	设备老化	绝缘损坏	操作不当
过电压	设备故障	维护不及时	操作失误
欠电压	设备故障	维护不及时	操作失误
电流过载	设备故障	维护不及时	操作失误

### 4.3 设备检修维护计划制定

根据故障原因分析结果，制定相应的设备检修维护计划。例如，对于设备老化导致的故障，可以制定定期更换老化设备的计划；对于绝缘损坏导致的故障，可以制定定期进行绝缘检测和维修的计划。

### 4.4 设备检修维护执行与效果评估

按照设备检修维护计划实施，并对维护后的设备进行效果评估。评估指标可以包括故障发生频率的降低、设备运行稳定性的提高等。通过以上分析步骤，可以帮助电力公司找出变电站常见故障的原因，并制定相应的设备检修维护计划，以提高变电站的运行可靠性<sup>[4]</sup>。

## 5 结语

综上所述，通过对变电站运行常见故障与设备检修维护的研究，我们了解了变电站运行中可能出现的各种故障原因和解决方法。在实际工作中，我们应该加强对变电设备的定期检修和维护，及时排除潜在故障隐患，确保变电站的安全稳定运行。同时，我们也需要不断学习和更新知识，掌握新的检修技术和方法，提高自身的维修能力。只有这样，我们才能更好地保障电力系统的正常运行，为社会经济发展作出更大的贡献。

### 参考文献

- [1] 李曼丽.探讨变电运行设备的维护与常见故障处理[J].中国科技投资,2021(4):104-105.
- [2] 付静,韩依凝.变电运行设备的维护与常见故障的处理措施[J].轻松学电脑,2021(7):1.
- [3] 黄雄,李华.变电运行设备的维护与常见故障的处理措施[J].百科论坛电子杂志,2020(7).
- [4] 解冰.变电运行设备的维护与常见故障的处理措施[J].百科论坛电子杂志,2020(12).