

# 发电厂电气一次设备故障检修与处理方法研究

黄 浩

大唐滨州发电有限公司 山东 滨州 256651

**摘 要：**发电厂电气一次设备涵盖发电机、变压器等，承担电力生产、传输与分配重任。其运行环境复杂，易出现多种故障，如发电机定子绕组故障、变压器绕组故障等，严重影响供电可靠性、造成设备损坏与经济损失，甚至威胁安全生产。故障检修方法有传统检修、状态检修及在线与离线检修结合。故障处理包括应急处理、修复处理，还需采取预防与改进措施，以保障发电厂稳定运行。

**关键词：**发电厂；电气一次设备；故障检修；处理方法

## 1 发电厂电气一次设备概述

### 1.1 电气一次设备的定义

电气一次设备是指直接用于生产、输送和分配电能的高压电气设备。在发电厂中，这些设备构成了电力生产与传输的核心架构。发电机作为一次设备的核心，将机械能转化为电能，是整个发电过程的起始点。变压器则负责改变电压等级，以适应不同输电和用电需求，实现电能的高效传输。断路器用于在电路发生故障时迅速切断电流，保护其他设备免受损坏。隔离开关主要用于隔离电源，保证检修工作的安全进行<sup>[1]</sup>。母线作为汇集和分配电能的导体，连接着发电机、变压器等重要设备。电力电缆则负责将电能从发电厂输送到各个用电区域。这些一次设备相互配合，共同完成电力的生产、传输和分配任务，其正常运行对于发电厂的稳定供电至关重要。据统计，发电厂中一次设备的投资占比通常超过整个电气设备投资的70%，凸显了其在发电厂中的重要地位。

### 1.2 电气一次设备在发电厂中的运行特点

发电厂电气一次设备运行环境复杂，面临着诸多挑战。首先，设备长期处于高电压、大电流的工作状态，这对设备的绝缘性能和散热能力提出了极高要求。例如，变压器在运行过程中，绕组会产生大量热量，若散热不良，会导致绕组温度过高，加速绝缘材料的老化，降低设备的使用寿命。其次，发电厂一次设备运行负荷波动较大。随着用电需求的变化，发电机的输出功率需要不断调整，这会使设备承受较大的机械应力和热应力，增加了设备故障的风险。另外，设备还受到环境因素的影响，如温度、湿度、灰尘等。在高温环境下，设备的散热效率会降低；高湿度可能导致设备受潮，引发绝缘故障；灰尘积聚在设备表面，会影响设备的散热和绝缘性能。这些运行特点使得电气一次设备容易出现各种故障，需要采取有效的监测和维护措施来保障其稳定

运行。

### 1.3 电气一次设备故障对发电厂的影响

电气一次设备故障对发电厂的影响是多方面且严重的。从供电可靠性角度来看，一旦主要一次设备发生故障，如发电机故障或变压器故障，会导致发电厂发电能力下降，甚至停机，进而影响对电网的供电。这可能引发局部地区的停电事故，给居民生活和工业生产带来巨大损失。例如，某大型发电厂的一台主变压器发生故障，导致该厂约30%的发电能力丧失，周边多个工厂因停电而停产，造成了数百万的经济损失。从设备损坏和经济损失方面考虑，故障不仅会使故障设备本身受损，还可能引发连锁反应，损坏其他相关设备。维修故障设备需要投入大量的人力、物力和财力，包括设备更换、维修费用以及停机期间的发电损失等。此外，故障还可能对发电厂的安全生产构成威胁。例如，断路器故障可能导致无法及时切断故障电流，引发火灾或爆炸等严重安全事故，危及工作人员的生命安全和发电厂的财产安全。

## 2 发电厂电气一次设备常见故障类型

### 2.1 发电机故障

发电机常见的故障类型包括定子绕组故障、转子绕组故障和轴承故障等。定子绕组故障可能由绝缘损坏、绕组短路或断路等原因引起。绝缘损坏可能是由于长期运行导致绝缘老化，或者在制造过程中存在绝缘缺陷。绕组短路会使电流异常增大，产生大量热量，损坏绕组绝缘，甚至引发火灾。转子绕组故障主要表现为匝间短路、接地故障等。匝间短路会导致转子电流不平衡，引起振动和发热，影响发电机的正常运行。轴承故障则通常是由于润滑不良、磨损或过载等原因造成。轴承故障会使发电机振动加剧，产生噪音，严重时可能导致转子与定子摩擦，损坏发电机。这些故障会导致发电机发电效率下降、输出功率不稳定，甚至无法正常运行<sup>[2]</sup>。

## 2.2 变压器故障

变压器故障主要有绕组故障、铁芯故障和绝缘油故障等。绕组故障包括绕组变形、短路和断路等。绕组变形可能是由于变压器遭受短路冲击、运输过程中的碰撞等原因引起。绕组短路会使变压器内部温度急剧升高,损坏绝缘材料,甚至引发爆炸。铁芯故障主要表现为多点接地、硅钢片短路等。多点接地会导致铁芯局部过热,产生环流,增加变压器的损耗,降低其效率。绝缘油故障主要是绝缘油老化、受潮或污染。绝缘油老化会使其绝缘性能下降,无法有效隔离高压带电部分,增加放电和击穿的风险。变压器故障会影响其变压和传输电能的功能,导致电压不稳定,影响发电厂和电网的正常运行。

## 2.3 断路器故障

断路器故障常见类型有操动机构故障、触头故障和灭弧室故障等。操动机构故障可能导致断路器无法正常分合闸,如机构卡涩、脱扣失灵等。这会使断路器在需要切断故障电流时无法及时动作,扩大故障范围。触头故障主要表现为触头过热、烧损等。触头过热可能是由于接触不良、电流过大等原因引起,会导致触头电阻增大,进一步加剧发热,甚至引发触头熔焊。灭弧室故障会影响断路器的灭弧能力,使断路器在分断电流时无法有效熄灭电弧,导致电弧重燃,损坏断路器和其他设备。断路器故障会严重影响电力系统的保护功能,增加设备损坏和停电事故的风险。

## 2.4 隔离开关故障

隔离开关故障主要有触头接触不良、操作机构故障和绝缘子故障等。触头接触不良会导致接触电阻增大,在运行过程中产生大量热量,使触头烧损,甚至引发火灾。操作机构故障可能使隔离开关无法正常操作,如操作力矩不足、传动部件损坏等,影响电力系统的正常运行和维护。绝缘子故障主要表现为绝缘子破裂、闪络等。绝缘子破裂会使隔离开关的绝缘性能丧失,导致相间短路或对地短路。隔离开关故障会影响电力系统的倒闸操作和检修安全,增加事故发生的可能性。

## 2.5 母线故障

母线故障主要包括母线短路、接地故障和连接部位故障等。母线短路可能是由于绝缘损坏、动物触碰等原因引起,会导致母线电流急剧增大,产生强大的电动力和热量,损坏母线和其他连接设备。接地故障会使母线对地电压升高,危及设备和人员的安全。连接部位故障主要表现为连接螺栓松动、接触不良等,会导致连接部位发热,引发火灾或设备损坏。母线故障会影响发电厂

内多个设备的正常运行,导致大面积停电。

## 2.6 电力电缆故障

电力电缆故障常见类型有绝缘击穿、短路和断路等。绝缘击穿可能是由于电缆绝缘老化、受潮、过电压等原因引起,会导致电缆漏电,引发短路事故。短路会使电缆电流急剧增大,产生大量热量,损坏电缆绝缘和导体。断路可能是由于电缆受到外力破坏、制造缺陷等原因造成,会导致电路中断,影响电力供应。电力电缆故障会破坏电力传输的连续性,影响发电厂的供电可靠性。

## 3 发电厂电气一次设备故障检修方法

### 3.1 传统检修方法

传统检修方法主要包括定期检修和事后检修。定期检修是按照预先规定的时间间隔对设备进行检修和维护。这种方法的优点是可以提前发现设备的一些潜在问题,进行预防性维修,减少设备突发故障的概率。例如,发电厂会定期对变压器进行绝缘电阻测试、油色谱分析等检查项目,根据检查结果判断设备的运行状况,及时进行维修或更换部件。然而,定期检修也存在一些缺点。一方面,它可能会导致过度检修,增加不必要的维修成本和停机时间<sup>[3]</sup>。另一方面,对于一些运行状况良好的设备,定期检修可能会造成资源的浪费。事后检修是在设备发生故障后进行的维修。这种方法的优点是只有在设备出现故障时才进行维修,减少了不必要的检修工作。但缺点是设备故障会导致停机,影响发电厂的供电可靠性,同时故障维修往往需要投入更多的人力和物力,维修成本较高。

### 3.2 状态检修方法

状态检修作为一种先进的设备维护策略,其核心在于依据设备的实际运行状态来精确定检修时间与具体内容。它借助先进的监测技术和设备,对设备进行全方位、实时化的参数监测,像温度、振动、绝缘性能等关键指标都处于严密监控之下。通过对这些监测数据的深入分析,能够全面掌握设备的运行状况和健康水平,进而精准预测设备可能出现的故障,并据此制定出科学合理的检修计划。以发电机为例,在其上安装在线监测装置,可实时获取发电机的振动、温度、局部放电等重要参数。依据这些实时数据,能够准确判断发电机的运行状态是否正常。一旦监测到异常数据,便能迅速做出反应,及时安排检修工作,将故障扼杀在萌芽状态,避免故障进一步扩大造成更严重的损失。状态检修具有显著优势,它极大地提高检修的针对性和有效性,避免盲目检修和过度检修,减少不必要的检修工作,从而有效降低维修成本。同时还能提高设备的可靠性和可用性,保

障发电厂的稳定运行。然而,状态检修也面临一些挑战,监测技术的准确性和可靠性仍需持续提升,数据分析和管理人员对专业技术人员的要求较高,需要不断加强相关技术人才的培养和引进。

### 3.3 在线检修与离线检修相结合

在线检修是在设备运行状态下进行的检修工作,它可以在不影响设备正常运行的情况下,对设备进行检测和诊断。例如,利用红外热成像仪对运行中的电气设备进行温度检测,及时发现设备的过热故障。离线检修则是在设备停机状态下进行的检修,可以对设备进行更全面、深入的检查和维修。在线检修与离线检修相结合的方法可以充分发挥两者的优势。在线检修可以及时发现设备的潜在问题,为离线检修提供依据;离线检修则可以对设备进行彻底的维修和保养,确保设备的性能和可靠性。例如,在发电厂中,可以先通过在线监测系统发现变压器可能存在的绝缘问题,然后在设备停机检修时,对变压器进行绝缘油化验、绕组直流电阻测试等离线检修项目,进一步确认故障原因并进行修复。

## 4 发电厂电气一次设备故障处理方法

### 4.1 故障应急处理

当电气一次设备发生故障时,首先需要进行故障应急处理,以尽快恢复设备的正常运行,减少停电时间和损失。应急处理的主要步骤包括迅速切断故障设备的电源,防止故障扩大。例如,当断路器发生故障无法正常分闸时,应立即采取手动分闸或其他紧急分闸措施,切断故障电流。同时,要及时隔离故障设备,避免影响其他正常设备的运行。对于发电机故障,应立即将发电机与电网解列,防止故障电流对电网造成冲击。在应急处理过程中,要确保工作人员的安全,采取必要的安全防护措施,如佩戴绝缘手套、使用绝缘工具等。另外,要及时向上级汇报故障情况,协调相关部门和人员进行处理。

### 4.2 故障修复处理

在完成故障应急处理后,需要对故障设备进行修复处理。修复处理的方法根据故障类型和设备损坏程度而定。对于一些简单的故障,如触头接触不良、螺栓松动等,可以通过调整、紧固等简单操作进行修复。对于较为复杂的故障,如绕组短路、绝缘损坏等,可能需要进行部件更换或设备大修。在修复过程中,要严格按照设备的维修工艺和标准进行操作,确保修复质量。例如,

在更换变压器的绕组时,要保证绕组的绝缘性能和电气连接符合要求。修复完成后,要对设备进行全面的测试和试验,如绝缘电阻测试、耐压试验等,确保设备恢复正常运行。

### 4.3 故障预防与改进措施

为有效减少电气一次设备故障的发生,必须采取全面且系统的故障预防与改进措施。在日常运维方面,要强化设备的日常巡检与维护工作。制定详细的巡检计划,定期对设备进行清洁,清除设备表面的灰尘和杂物,防止因积尘影响设备散热和绝缘性能;仔细检查设备的紧固件,如螺栓等,确保其连接牢固,避免因松动引发故障;按照规定对设备的运动部件进行润滑,像定期为发电机的轴承添加润滑脂,减少磨损,延长设备使用寿命<sup>[4]</sup>。例如,每周对隔离开关的触头接触情况进行检查,查看是否有发热、氧化等异常。提升设备运行管理水平,科学合理安排运行负荷,杜绝设备长期过载运行。加强对设备运行环境的监测与控制,安装温湿度传感器,实时掌握环境数据,通过通风、除湿等手段为设备营造良好的运行环境。另外,重视检修人员培训,提升其技术水平和责任心,还可引入新技术、新材料对设备进行升级改造,增强设备可靠性与性能。

### 结束语

发电厂电气一次设备的稳定运行对电力供应至关重要。本文详细阐述了电气一次设备的定义、运行特点、故障影响、常见故障类型、检修方法以及处理方法。通过深入了解这些内容,发电厂能够更好地应对设备故障,采取有效的检修与处理措施,降低故障发生率,提高设备的可靠性和可用性,从而保障发电厂的稳定供电,为电力系统的安全运行提供有力支持。

### 参考文献

- [1]徐翔.电气一次设备状态检修的应用分析[J].电力设备管理,2021(08):87-88+102.
- [2]郑建欣,吕俊霞.电力设备的故障及诊断技术[J].灯与照明,2022,46(1):34-37.
- [3]郭强,赵勇,杨胜涛.火力发电厂电气设备的检修与维护[J].自动化应用,2023,64(22):113-115.
- [4]金志刚.电厂电气设备故障的解决对策分析[J].集成电路应用,2023,40(10):200-201.