

# 火电厂电气一次设备故障检测与维修分析

李小梦

(国能(连江)港电有限公司 福建 福州 350502)

**摘要:** 对火电厂的电气生产与传输而言, 电气一次设备的安全、可靠、稳定运行至关重要。火电厂电气一次设备出现故障, 不仅会影响到火电厂各系统设备的正常工作, 还会导致机组停运, 给火电厂带来重大的经济损失, 甚至发生人员伤亡事故。因此, 对火电厂电气一次设备的故障原因进行深度剖析, 并与之前的检修情况相结合, 找出故障可能出现的部位, 进而探索出一种更科学、更切实可行的故障检测方法和维修策略是十分有必要的。本文首先阐述了火电厂电气一次设备故障检测与维修的意义, 接着提出了设备状态检修的实施思路, 最后对故障检测与维修方法进行了详细的分析, 以期降低故障率, 保证电气一次设备的安全稳定运行。

**关键词:** 电气一次设备; 火电厂; 故障检测; 维修

## 0 引言

从20世纪80年代以来, 美国和德国等国家便对火电厂的电气一次设备进行重点检修, 以保证电气一次设备的正常运转, 提高其使用寿命。90年代末, 随着电力行业的快速发展, 我国逐渐引进了西方国家的先进电气设备维护技术, 并对电气系统进行经常性的维护。在火力发电厂中, 电气一次设备是最主要的组成部分, 其工作状况对整个火电厂的安全和寿命有很大的影响。在实际生产中, 火力发电厂电气一次设备发生故障是很常见的。所以, 火电厂只有采取有效的检测和维护措施, 降低设备故障的发生率, 才能有效提高火电厂各个单元的运行可靠性和安全性, 从而提高火电厂的生产效率。火电厂电气系统图如图1所示, 经过励磁装置, 发电机发出的电一部分通过厂用变压器, 用于低压配电装置, 即所谓的厂用电系统; 一部分通过主变压器, 送到输电线路, 进入电网。

## 1 火电厂电气设备实施状态检修的意义

20世纪80年代, 人们开始使用监控技术, 进行电气一次设备的维修, 但是, 发电厂电气设备、系统种类繁多, 维修难度较大。目前, 国内火电厂对电气一次设备的维修方式不够灵活, 且维修费用很高, 所以仍以常规维修为主。

### 1.1 减少运行过程中产生的安全隐患

早期的电气行业所采用的常规维护、定期检修系统

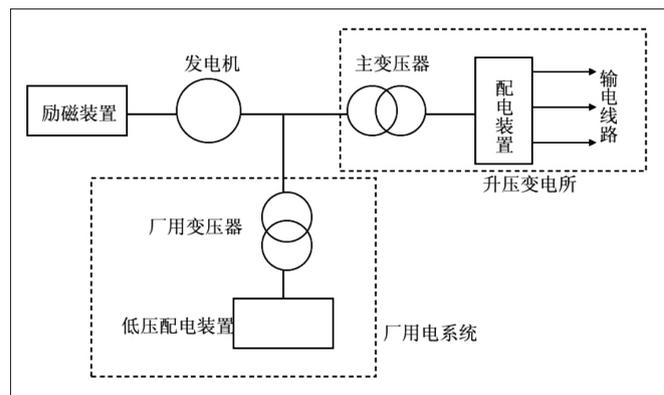


图1 火电厂电气系统图

设备的方案, 会产生很多弊端, 无法对设备的故障进行有效的处理, 造成了大量的安全隐患和事故。大电厂的电气系统设备发生故障, 可能会引起大规模的停电, 影响到人们的生产和生活。尽管目前许多火电厂已经完成了机组的升级和改造, 但是并没有安装预警和安全系统, 没有建立一套完整的事故应对体系, 而且定期检测和维护手段比较落后, 维护人员的专业技术和工作经验不足。这些都会使电力设备的故障率上升, 影响电力设备的正常稳定运行, 同时也会使电厂的运行费用增加。为了有效地解决这些问题, 火电厂应主动引进设备状态检修技术, 使电力设备的安全隐患大大减少, 并对故障部位进行及时维修, 从而保障火电厂的安全生产。

### 1.2 延长设备寿命, 有效控制成本

电气一次设备的投入在整个电力系统的运营费用

中占有很大的比重,电气系统的维护工作大多是在信息化和自动化的基础上进行的。利用电脑终端传来的原始资料,结合电气一次设备的使用状况进行分析,并在专家意见的基础上,将数据反馈至本地火电厂的维修工或相关人员。另外,引入电气设备状态检修技术,不仅能及时消除设备故障,还能提高火电厂电气设备的使用寿命,减少设备的更换率,有效地减低电厂的运营成本,提高经济效益。

### 1.3 火电厂异步电动机状态分析

尽管异步电动机在火电厂中并非必不可少,但是所有异步电动机的转动辅助装置都是基于异步电动机的。异步电动机的转动特性决定了异步电动机的损耗较大。因为大多数部件是在异步电动机上使用的,所以它的使用状态变得更为复杂,会引起多种故障。电气系统中感应电动机的维修在设备维修中占比较大,维修费用很高。异步电动机需要进行多项检测,且检测次数愈多,愈能及早发现故障。选取日检点位,制定周检、月检和季检点位,了解异步电动机的运行情况,从而对异步电动机的运行情况进行分析。

## 2 设备状态检修的实施

组织开展火电厂电气设备维修工作,其要点如下:一是要构建一个可靠的火电厂设备管理和操作体系,并组建一个专门的团队来负责电厂电气设备的维护工作。二是要从国外引进先进的技术与人才,建立全国性的维护系统。三是要配合公司内部管理及紧急情况处理机构,对设备进行有针对性的检测及评价。下面从设备评估、状态监测方法确定、故障检测与诊断、提供状态检修决策和改进检修流程五个方面进行阐述。

### 2.1 评估设备重要性

在对电气设备进行检测之前,应该明确该设备在操作系统中的重要性。以操作系统的操作流程为基础,对设备的重要程度进行确定,并对其进行优先排序,以便更好地界定下一步的监督步骤。

### 2.2 状态监测方法确定

想要确定状态监控方法,首先要从目前的实际情况出发,对目前的设备进行了解,对其在设备中的具体作用和摆放位置进行了解。根据已有的各种设备类型,采用不同的监控方式,建立准确的监控指数。比如,在热能发电系统中,根据热能的变化趋势及温度梯度,对热能进行相对有效的温度

控制。

### 2.3 故障检测与诊断

通过对设备的实时数据及工作状况的分析,可以对设备的工作状况做出判断。具体的检测与诊断方法可以分为:日常远程诊断、针对性诊断、现场诊断和定期远程诊断。日常诊断方式主要适用于对故障的远程监测,可以根据所设定的目的和检测方式进行远程检测。远端装置通常需要定期检查,例如按月或按季检查,对于重要的线路故障也是如此。

### 2.4 提供状态检修决策

经过上述三个阶段的监测与诊断,第四阶段是对维修状况作出决定。维修决策具有三大特征:时效性、精确性和可操作性。电站电力设备的日常维修人员通常是初级机械师,较高级的工程师并不会定期对电站的设备进行检修。所以,维修人员必须根据装置的维修表制定出解决方案,在高级维修员的远程协助下,进行装置的故障维修工作;对于中、高等级的故障,应由工程师现场处理,并及时、准确地报告。新旧装备的维护计划也要根据不同的产品来决定,所以引入人工神经网络或者专家系统来作为参考。

### 2.5 改进检修流程

通过上述四个阶段的维护工作,整个维护过程得到了持续的优化与完善。在经历了一段长时间的实施应用之后,要对各种设备的需求和特征进行全面的考虑,并对一般电气设备的结构思路和具体的实施阶段进行调整。

## 3 电气一次设备的故障检测与维修方法

### 3.1 基于信号变换的检测方法

在火力发电厂电气一次设备故障诊断中,可采取以信号变换为基础的诊断方法,即通过数字变换技术,解调并分离出故障信号,其中小波变换是最常用的一种方法。例如,利用小波变换,可以发现电气一次设备中的故障信号,并提取出电动机定子绕组的故障信息,进而监测电子电流的变化情况,分析是由于不对称的负荷还是由于外界负荷的改变所引起的异常,从而确定电气一次设备的故障部位。

### 3.2 以人工神经网络为基础的检测方法

由于火电厂电气一次设备故障类型较多,因此,可以采用人工神经网络(ANN)来进行故障诊断,同时其也可以判断出故障的严重性。在目前的电气系统中,人工神经网络是一种应用最广的故障诊断

技术。它的原理是通过对应的传感器，对火电厂电气一次设备的故障信号进行傅里叶转换，并将其频率峰值作为 ANN 的输入，借助 ANN 强大的联想、记忆和自我学习能力，从而快速地找到故障，确定故障的位置，并找到故障的根源<sup>[1]</sup>。

### 3.3 发电机故障检修方法

在火力发电厂的所有装置中，要确保发电机内冷却水的水质符合国家相关法律、法规和电气工业标准，并不断加强对冷却水的监测，以确保其水质。需要指出的是：在内燃机中，应设置一定直径的冷却水管，尽可能地减小无用的拐角，并应慎重考虑增设节流器或管路的可行性，以免冷却水管阻塞。在处理发电机转子匝间短路问题时，应该定期对发电机的密封油系统进行清洁，并将其中的焊渣、金属颗粒等及时清理，以防止发电机因连续低压运行而出现的不良回油现象，并防止杂质进入发电机转子的空气循环管。当碳刷和滑环发生故障时，维护人员应在发电机运行中实时监测碳刷和滑环的运行状态，定时对吸气过滤器进行清洁，并对滑环底部进行防腐处理<sup>[2]</sup>。图 2 为发电机转子。

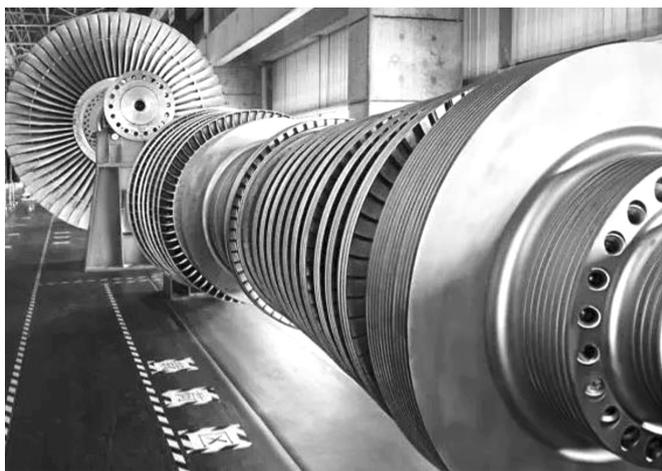


图 2 发电机转子

### 3.4 变压器故障检修方法

在进行变压器的检修时，检修人员可以使用红外线测温仪对变压器进行检查，检查其是否存在安全隐患。如图 2 所示，检查变压器外壳的端部屏蔽层与高低压电线端子之间的温度是否符合相关标准，如果外壳过热，就会发生爆炸。此外，还要注意箱式变压器的高压线槽内有无杂物，变压器的抽头电源是否工作正常。与此同时，维修人员还要仔细检查变压器的小型弹簧、分接开关在工作时的接触面

涂料和接触状态，确保分接线连接正常，紧固件牢固可靠，并对变压器低压侧公用箱总线的接地导线支架、瓷瓶等进行定期保养，以防止由于潮湿或灰尘而造成的短路放电。其次，维修人员要经常检查伴热线是否稳定，一旦出现松动，应及时加固；对变压器的端子要仔细检查，其不能太长；对箱式变压器的油温要进行全方位的监测，以免油流进控制回路中的隔离层而引起爆裂。此外，为防止因漏油或因特殊原因引起的变压器多点接地而导致的故障，应在实际操作中加以严格控制。图 3 为电厂变压器设备。



图 3 电厂变压器

### 3.5 断路器故障检修方法

断路器是保障火电厂机组安全运行和维护电源线路的主要电气一次设备，一旦发生短路故障，就会对线路进行主动堵塞，造成许多安全问题。与此同时，在火力发电厂中，许多细微的失误也会造成断路器失效。针对某些维护成本高、维护困难的高压断路器，引入断路器触头寿命评价软件，通过对断路器开合时间、开合电流的实时分析，达到精确评估触头寿命的目的。此外，为了提高断路器的状态检修质量，可以在此基础上使用红外成像和紫外成像的方法，也就是利用光纤测温或红外无线测温与弧光保护相结合的方式，来检测真空开关的状态，从而判断断路器是否处于良好的工作状态<sup>[3]</sup>。图 4 为电厂断路器。

### 3.6 隔离开关故障检修方法

在火电厂的电气一次设备中，隔离开关是最常用、最易发生故障的设备。一般来说，如果隔离开关的安装方法不正确，在安装时没有对接触面进行足够的打磨，或者在安装时没有对铝间接触进行适当的处理，均会造成火电厂的隔离开关接触不良，进而



图4 电厂断路器

造成触电时的温度较高<sup>[4]</sup>。在此基础上,在对隔离开关进行检测和维修的过程中,检修人员首先需要收集相关数据,并结合以往的维修经验,归纳出隔离开关的常见故障。之后,在这些故障问题的基础上,对隔离开关的制作与安装流程进行全面的了解,并利用先进的工艺,对隔离开关的各个部分进行连接,并对隔离开关的结构进行优化,从而确保了它的运行安全与可靠性<sup>[5]</sup>。

#### 4 结语

综上所述,对火电厂电气一次设备的状态判断,是以各种设备的当前运行情况为依据,运用信息技术进行预警、诊断、监测,其主要目的并不是进行设备

更换,而是要为定期的检查和售后服务提供帮助。在电气系统的运行过程中,通过对电气系统的状态监控,可以更好地对电气系统的设备费用进行管理与控制。所以,火电厂要采取有效的检测和维护措施,只有降低设备故障的发生率,才能有效提高火电厂各个单元的运行可靠性和安全性,提高火电厂的生产效率。总而言之,以状态监测为先,维护为辅,并根据不同的电力设备,制定相应的维护措施,提高电力系统的安全性和可靠度,降低维护成本,延长设备使用寿命,提升火电厂的综合效益。

#### 参考文献:

- [1] 徐青. 火电厂电气一次设备故障检测与维修探究 [J]. 中国设备工程, 2022(19):187-189.
- [2] 邓昕昂. 火电厂电气一次设备故障检测与维修 [J]. 设备管理与维修, 2022(6):83-85.
- [3] 任必勇. 火力发电厂电气一次设备主要故障及对策 [J]. 计算机产品与流通, 2022(6):116-118.
- [4] 高鸿磊. 电气一次设备状态检修的运用研究 [J]. 电力系统装备, 2022(7):115-117.
- [5] 汪欢欢. 火力发电厂电气一次设备常见故障剖析 [J]. 百科论坛电子杂志, 2021(20):2263.

作者简介: 李小梦 (1990.09-), 女, 汉族, 重庆人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 火电厂电气一次设备。