

火电厂电气一次设备状态检修探讨

刘志佳

内蒙古大唐国际托克托发电有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010000

摘要：电气一次设备是火电厂运行的关键部分，其运行状态直接影响电网的安全与质量。传统检修模式存在高成本、低效率及缺乏针对性等弊端。状态检修通过实时全面检测电气一次设备，评估分析监测数据，预测潜在故障，制定针对性检修计划，有效降低故障率，提高检修效益和经济性。本文探讨了状态检修的必要性、关键技术与方法，并结合发电机、变压器、断路器及隔离开关等设备，分析了状态检修在火电厂电气一次设备中的实践应用。

关键词：火电厂；电气一次设备；状态检修

引言：随着电力需求的不断增长，火电厂作为重要的能源供应基地，其稳定运行至关重要。电气一次设备作为火电厂电力系统的核心，其性能与状态直接影响到发电效率和安全性。然而，传统定期检修模式已难以满足现代火电厂的高效运行需求。因此，开展电气一次设备状态检修，利用实时监测和数据分析技术，预测故障、优化检修策略，对于提升火电厂运行效能和保障电网安全具有重要意义。本文将深入探讨这一领域的关键技术与实施策略。

1 火电厂电气一次设备概述

1.1 电气一次设备的定义与分类

电气一次设备是指直接参与电能生产、变换、传输、分配和使用的关键设备，这些设备在电力系统中承担着高压操作的任务。在火电厂中，电气一次设备根据功能和特性，可以分为以下几类：首先是生产和转换电能的设备，如发电机和变压器，发电机负责将机械能转换为电能，而变压器则用于电压的升高或降低，以满足输配电的需要；其次是开关设备，如断路器和隔离开关等，用于电路的接通和断开；再次是保护电器，如电抗器和避雷器，用于限制短路电流和防御过电压，确保系统的安全运行；此外，还有载流导体，如裸导体、电缆等，负责电能的传输；最后，接地装置也是电气一次设备的重要组成部分，它通过与大地的直接连接，为电气系统提供安全接地。

1.2 电气一次设备在火电厂中的功能与作用

在火电厂中，电气一次设备发挥着至关重要的作用。发电机作为核心设备，将燃料燃烧产生的机械能转换为电能，为整个电网提供电力。变压器则负责将发电机发出的电能升压至适合远距离传输的高压，或者降压至适合用户使用的低压。开关设备用于灵活控制电路的通断，实现电能的分配和保护。保护电器则能在设备或

系统发生故障时，迅速切断故障电流，防止故障扩大，保护其他设备免受损坏。载流导体和接地装置则分别负责电能的传输和系统的安全接地^[1]。

1.3 电气一次设备故障对火电厂运行的影响

电气一次设备故障对火电厂的运行影响巨大。一旦发电机出现故障，将直接导致电力供应中断，影响电网的稳定性和用户的正常用电。变压器故障则可能引发电压波动或电能质量下降，严重时甚至导致设备损坏。开关设备故障可能导致电路无法正确接通或断开，影响电能的分配和保护。保护电器故障则可能使系统在故障状态下继续运行，加剧设备损坏，甚至引发更大的安全事故。因此，加强电气一次设备的维护和检修，确保其稳定运行，对于火电厂的安全生产和高效运行至关重要。

2 传统检修模式与状态检修的比较

2.1 传统检修模式概述

传统检修模式是电力设备维护领域长期采用的一种方式，主要包括周期检修和停机检修两种形式。（1）周期检修。周期检修是按照预定的时间间隔对设备进行检修。这种方式不考虑设备的实际运行状态，只依据固定的时间表进行维护。例如，火电厂可能会规定每年或每半年对电气一次设备进行一次全面的检查和维护。周期检修的好处在于可以确保设备得到定期的关注和保养，但缺点是可能过度维修或维修不足。如果设备状态良好，频繁的检修反而会造成不必要的浪费；反之，如果设备已经存在隐患，而检修周期未到，则可能引发故障。（2）停机检修。停机检修是指在设备停止运行时进行的检修工作。这种检修方式通常用于设备出现重大故障或需要进行大规模维护时。停机检修的优点是可以对设备进行深入的检查和维修，确保设备在重新投入运行时处于最佳状态。然而，停机检修也会带来生产中断的风险，影响火电厂的电力供应和经济效益。

2.2 传统检修模式的弊端

(1) 高成本、低效率。传统检修模式往往基于经验和固定的时间表进行, 缺乏科学性和针对性。这不仅导致维护成本高昂, 还可能因为过度维修或维修不足而影响设备的性能和寿命。此外, 传统检修模式通常需要大量的人力和时间, 工作效率低下。(2) 缺乏针对性。传统检修模式不考虑设备的实际运行状态和故障历史, 只按照固定的时间或条件进行检修。这种方式往往无法及时发现和处理设备存在的隐患, 导致故障率居高不下。同时, 由于缺乏针对性的维修策略, 传统检修模式也很难实现维修成本的最小化和设备性能的最大化。

2.3 状态检修的概念与优势

状态检修是一种基于设备实时运行状态的检修方式, 它利用先进的电子技术、计算机技术和故障诊断技术, 对设备全面的监控和评估, 以制定针对性的维修策略。(1) 利用电子技术采集设备数据。状态检修通过安装在设备上的传感器和监测设备, 实时采集设备的运行数据, 如振动、温度、电流等。这些数据可以反映设备的运行状态和性能变化, 为后续的故障诊断和维修提供重要依据。(2) 计算机处理与状态评估。采集到的设备数据被输入到计算机系统中, 通过专门的软件进行分析和处理。软件系统可以对数据进行趋势分析、故障诊断和状态评估, 从而确定设备的健康状况和维修需求。(3) 针对性解决策略, 降低故障率。基于设备状态评估的结果, 状态检修可以制定针对性的维修策略。对于存在隐患的设备, 可以提前进行维修或更换, 避免故障的发生; 对于状态良好的设备, 则可以延长检修周期, 减少不必要的维修成本。这种方式不仅可以降低设备的故障率, 还可以提高维修工作的效率和准确性。

3 状态检修的关键技术与方法

3.1 红外诊断技术

(1) 红外辐射采集与热像图获取: 通过高性能的红外热像仪, 可以实时采集设备表面的红外辐射信息, 并将其转化为直观的热像图。这些热像图以不同的颜色表示不同的温度区域, 使得运维人员能够迅速识别出设备表面的温度异常区域, 为后续的诊断和维护提供重要线索。(2) 应用于设备过热故障检测: 过热故障是电气设备中常见的一种故障类型, 它可能导致设备性能下降、绝缘损坏甚至引发火灾等严重后果。红外诊断技术通过实时监测设备的温度分布, 能够及时发现潜在的过热故障, 如接触不良、过载运行等, 为设备的预防性维护提供有力支持。

3.2 神经网络诊断技术

(1) 自动获取信息, 高适应性: 人工神经网络能够自动从海量的监测数据中提取特征信息, 通过学习算法不断优化自身的诊断模型, 实现对设备状态的实时监测和精准预测。这种高适应性的特点使得人工神经网络能够适应不同类型和规格的设备, 提高诊断的准确性和效率。(2) 故障诊断与严重程度判断: 基于学习到的特征信息, 人工神经网络能够准确识别设备故障的类型和位置, 并判断其严重程度。这为运维人员制定合理的维修策略提供了科学依据, 有助于降低设备的维修成本和停机时间^[2]。

3.3 数据挖掘技术

(1) 处理海量数据, 建立故障诊断模型: 数据挖掘技术能够高效处理设备监测产生的海量数据, 通过聚类分析、关联规则挖掘等手段, 发现数据之间的内在联系和规律, 从而建立准确的故障诊断模型。这些模型能够帮助运维人员及时发现设备故障并采取相应的维护措施。(2) 在电气设备状态检修中的应用案例: 以变压器为例, 数据挖掘技术能够分析油色谱数据中的特征气体含量变化, 判断变压器内部是否存在过热、放电等故障, 并预测其发展趋势。这为变压器的预防性维护和故障处理提供了有力支持。

3.4 信号变换技术

(1) 小波变换在故障信号提取中的应用: 小波变换作为一种时频分析方法, 能够将复杂的信号分解为不同频率和时间尺度的成分, 从而实现对故障信号的精细提取和分析。这种技术在电动机定子绕组故障检测中发挥着重要作用, 能够准确识别出绕组中的匝间短路、相间短路等故障。(2) 电动机定子绕组故障检测实例: 通过采集电动机定子电流信号并应用小波变换进行分析, 可以提取出故障信号中的特征频率成分。这些特征频率成分与定子绕组故障类型之间存在对应关系, 因此可以用来判断故障的类型和位置。这为电动机的预防性维护和故障处理提供了科学依据。

4 火电厂电气一次设备状态检修实践

4.1 发电机状态检修

发电机作为火电厂的核心设备, 其状态检修至关重要。(1) 冷却水水质管理与监测: 发电机的运行过程中, 冷却水起到了至关重要的作用, 其水质的好坏直接关系到发电机的冷却效率和运行安全。因此, 必须加强对冷却水水质的管理与监测。通过定期检测冷却水的电导率、pH值、浊度以及溶解氧等指标, 可以及时发现水质中的潜在问题, 如腐蚀、结垢等。同时, 采用在线水质监测系统, 实现水质的实时监测与预警, 确保冷却水

水质始终处于良好状态,从而保障发电机的稳定运行^[3]。

(2) 发电机转子匝间短路处理: 转子匝间短路是发电机常见的故障之一, 会导致转子温度升高, 甚至引发严重事故。为了及时发现并处理匝间短路问题, 可以采用转子阻抗测试、局部放电检测等技术手段。通过定期检测转子的阻抗变化, 可以判断匝间是否存在短路现象。一旦发现异常, 应立即停机进行详细检查, 必要时进行转子绕组修复或更换, 以防止故障进一步扩大。(3) 碳刷与滑环故障检修: 碳刷与滑环是发电机励磁系统的重要组成部分, 其运行状态直接影响到发电机的性能和稳定性。为了预防碳刷与滑环故障, 应定期检查碳刷的磨损情况, 及时更换磨损严重的碳刷, 确保碳刷与滑环之间的良好接触。同时, 对滑环表面进行定期清理和润滑, 减少摩擦和磨损, 提高滑环的使用寿命。此外, 还应关注碳刷和滑环的温度变化, 及时发现并处理过热问题。

4.2 变压器状态检修

变压器是电力系统中不可或缺的设备, 其状态检修同样重要。(1) 红外线测温仪检查变压器安全隐患: 红外线测温仪是一种非接触式的测温工具, 可以直观地反映变压器各部位的温度分布情况。通过定期对变压器进行红外线测温, 可以及时发现变压器内部的过热、局部放电等潜在安全隐患。一旦发现温度异常, 应立即进行进一步检查和处理, 防止故障进一步发展。(2) 变压器油温监测与漏油控制: 油温是反映变压器运行状态的重要指标之一。为了确保变压器的安全运行, 应实时监测油温变化, 并结合负荷情况进行分析。同时, 变压器漏油问题也不容忽视。漏油不仅会导致油位下降, 影响变压器的绝缘性能, 还可能造成环境污染。因此, 应定期检查变压器的密封件和焊缝, 及时发现并处理漏油问题, 确保油位的稳定。

4.3 断路器状态检修

断路器是电力系统中实现电路开闭和保护的关键设备。(1) 触头寿命评价软件应用: 断路器的触头因频繁开闭而磨损, 其寿命直接影响到断路器的性能和可靠性。为了准确评估触头的剩余寿命, 可以采用触头寿命评价软件。该软件通过收集断路器的操作次数、开断电流等数据, 结合触头材料的磨损特性, 可以预测触头的剩余寿命, 为合理安排检修计划提供依据。(2) 红外成

像与紫外成像检测真空开关状态: 红外成像技术可以检测真空开关触头及连接部位的发热情况, 而紫外成像技术则可以捕捉真空开关内部的放电现象。通过结合这两种成像技术, 可以全面评估真空开关的绝缘状态和真空度, 及时发现并处理潜在的放电和过热问题, 确保断路器的正常运行^[4]。

4.4 隔离开关状态检修

隔离开关主要用于隔离电源和检修设备, 其状态检修同样不容忽视。(1) 接触不良故障处理: 隔离开关的触点因长期暴露在空气中, 易受腐蚀和氧化等因素的影响, 导致接触不良。为了预防和处理接触不良故障, 应定期对触点进行清洁和润滑, 保持其良好的接触状态。同时, 对触点的磨损情况进行定期检查, 及时更换磨损严重的触点, 确保隔离开关的正常运行。(2) 制作与安装流程优化: 隔离开关的制作与安装质量直接影响到其运行性能和寿命。因此, 在制作和安装过程中, 应严格遵守相关标准和规范, 确保隔离开关的结构合理、材料优质、工艺精湛。同时, 对制作和安装流程进行持续优化和改进, 提高隔离开关的可靠性和耐用性, 降低故障率。

结束语

综上所述, 火电厂电气一次设备状态检修是提高设备运行效率、保障电网安全稳定运行的有效途径。通过运用先进的监测技术和诊断方法, 我们能够及时发现设备隐患, 优化维修策略, 降低维修成本, 提升设备可靠性。未来, 随着智能化、数字化技术的不断发展, 电气一次设备状态检修将更加精准高效, 为火电厂的可持续发展提供有力支撑。我们应持续关注技术创新, 推动状态检修在火电厂领域的广泛应用。

参考文献

- [1]姜星安,邵芃源.探究火电厂电气一次设备的状态检修措施[J].电气时代,2022(06):63-64.
- [2]陆凯.火电厂电气一次设备状态检修要点研究[J].电力系统及自动化,2024,(08):81-82.
- [3]江美慧.火电厂电气一次设备状态检修要点研究[J].电力系统及自动化,2024,(10):105-106.
- [4]张文博.火电厂电气一次设备状态检修要点研究[J].电力系统及自动化,2021,(06):67-68.