

# 电气试验的自动化控制技术分析

梁建涛<sup>1</sup> 霍刚<sup>2</sup>

1. 河南源网荷储电气研究院有限公司 河南 许昌 461000

2. 许继电气股份有限公司 河南 许昌 461000

**摘要:** 电气试验是确保电力设备安全稳定运行的关键环节, 自动化控制技术的引入为电气试验带来革命性的变化。本文深入分析了电气试验中自动化控制技术的应用现状, 探讨其在提高试验精度、效率和安全性方面的显著优势。通过集成高精度传感器、先进的数据处理技术和远程通信技术, 自动化控制系统实现试验流程的自动化管理, 为电力设备的质量控制、故障诊断和预防性维护提供了有力支持。本文的研究对于推动电气试验技术的进一步发展具有重要意义。

**关键词:** 电气试验; 自动化控制; 技术分析

## 1 电气试验在电气工程中的重要性

电气试验在电气工程中占据着举足轻重的地位, 其重要性不容忽视。电气工程作为现代建筑、工业生产和日常生活中不可或缺的一部分, 其安全性和可靠性直接关系到人们的生命财产安全以及社会经济的稳定运行。电气试验作为确保电气工程质量和性能的关键环节, 通过一系列专业、严谨的检测和测试, 能够及时发现并解决潜在的电气问题, 从而保障电气系统的安全、高效运行。第一, 电气试验有助于验证电气设备和系统的设计与制造质量, 在电气设备的生产和安装过程中, 可能存在材料缺陷、工艺瑕疵或设计错误等问题, 这些问题一旦未能及时发现并处理, 将可能导致电气故障, 甚至引发安全事故。电气试验通过模拟实际运行条件, 对电气设备和系统的各项性能指标进行全面检测, 确保它们能够满足设计要求和安全标准。第二, 电气试验能够评估电气设备和系统的绝缘性能, 绝缘性能是电气设备安全运行的重要保障, 一旦绝缘失效, 就可能发生短路、漏电等故障, 对设备和人员构成威胁。通过电气试验, 可以准确测量电气设备的绝缘电阻、泄漏电流等参数, 及时发现绝缘老化、受潮或损伤等问题, 并采取相应的修复或更换措施, 确保电气系统的绝缘性能始终处于良好状态<sup>[1]</sup>。第三, 电气试验还有助于优化电气设备和系统的运行效率, 通过试验, 可以了解电气设备的功率因数、效率等性能指标, 为调整设备运行参数、优化系统配置提供依据, 从而降低能耗、提高能源利用效率。电气试验还可以为电气设备的预防性维护和故障排查提供数据支持, 减少因设备故障导致的停机时间和维修成本。

## 2 自动化控制技术的基本原理

自动化控制技术的基本原理是基于一系列传感器、

执行器、控制器以及相应的算法和软件, 实现对生产过程或系统的自动监测、调节和控制的技术体系。这一原理的核心在于通过集成电子技术、计算机技术、通信技术和控制理论, 使设备和系统能够按照预设的程序或根据实时数据反馈自动调整其运行状态, 以达到提高生产效率、保证产品质量、减少能耗和人力成本的目的。具体来说, 自动化控制技术首先通过传感器采集被控对象(如机械设备、生产线、工艺流程等)的各种物理量(如温度、压力、流量、速度等)或状态信息, 然后将这些信息转换为电信号或其他形式的信号, 传输给控制器。控制器内部运行着预先设计好的控制算法或程序, 这些算法或程序根据接收到的信号, 计算出使被控对象达到期望状态所需的控制量, 如电机转速、阀门开度等。控制器将计算出的控制量转换为相应的控制信号, 发送给执行器(如电机、电磁阀、加热器等)。执行器接收到控制信号后, 将其转换为机械动作或物理效应, 直接作用于被控对象, 从而实现对生产过程或系统的调节和控制。自动化控制系统通常还具备反馈机制, 即控制器会不断接收来自传感器的实时信息, 评估被控对象的当前状态与控制目标之间的偏差, 并根据这一偏差调整控制策略, 形成一个闭环控制系统。这种闭环控制能够持续监测和调整, 确保被控对象稳定、准确地运行在期望状态, 实现高效、精确的自动化控制。

## 3 电力设备电气交接试验的主要方案

### 3.1 电气试验

电力设备电气交接试验的主要方案之一是进行全面的电气试验。这一方案旨在通过一系列具体的测试项目, 验证新安装的电力设备是否满足投入电力系统运行的技术条件要求。电气试验主要包括几个关键环节;

(1) 设备安装验收试验。首先, 需要检查电气设备的安装位置、固定方式和接地情况, 确保设备按照设计要求正确安装。检查设备的配线盘、电缆桥架和接线盒是否安装牢固、整洁, 接线是否正确。这一步骤是确保设备在安装过程中未受损, 且安装质量符合规程要求的基础。(2) 设备线缆接地试验。对设备的线缆进行连通性测试, 确保线缆的正确连接, 进行接地电阻测试, 确保接地电阻满足要求。接地电阻的大小直接关系到设备的安全性和稳定性, 通过这一测试可以确保电气设备的接地系统符合规范要求, 有效防止电击和电气火灾等事故的发生<sup>[2]</sup>。(3) 设备运行试验。包括设备开关操作试验和运行稳定性试验。开关操作试验涉及手动切换、遥控切换等, 旨在验证设备的操作灵活性和可靠性。运行稳定性试验则包括温升试验、运行负载试验等, 以评估设备在长时间运行下的稳定性和性能。

### 3.2 非破坏性试验

非破坏性试验是电力设备电气交接试验的重要组成部分, 其特点是在不损坏被测试对象的前提下, 通过检测其某些特性或参数来评估其性能和安全性。非破坏性试验主要包括几个项目; 第一、绝缘电阻测量: 母线、开关柜、变压器等电气设备的绝缘性能直接影响到电力系统的正常运行。通过测量这些设备的绝缘电阻, 可以判断其绝缘性能是否良好, 从而预防因绝缘失效导致的电气故障。第二、介质损耗角正切值测量: 这一测试旨在评估电气设备的介质质量, 通过测量介质损耗角正切值, 可以了解设备在运行过程中介质的损耗情况, 进而判断设备的性能状态。第三、局部放电测试: 局部放电是电力设备中常见的故障现象之一, 通过局部放电测试可以及时发现设备中的潜在放电点, 为设备的维修和更换提供依据。第四、信号线连通性测试: 信号线的连通性直接影响到电气设备的控制和监测功能。通过测试信号线的连通性, 可以确保电气设备的控制系统正常运行。非破坏性试验在电力设备电气交接试验中起着至关重要的作用, 它们不仅有助于评估设备的性能状态, 还能在不损坏设备的前提下发现潜在的安全隐患, 为设备的稳定运行提供有力保障。

## 4 电气试验自动化控制技术

### 4.1 自动化控制调压过程在电气试验中的应用

电气试验是确保电力设备安全、稳定运行的关键环节, 而自动化控制技术在其中的应用, 特别是在调压过程中, 显著提高了试验的效率和安全性。自动化控制调压过程的核心在于利用先进的传感器、控制器和执行机构, 实现对电压的精确、快速调节。在电气试验中, 电

压的稳定性和准确性至关重要。传统的调压方式往往需要人工手动操作, 不仅效率低下, 而且存在误操作的风险。而自动化控制技术则通过集成高精度传感器, 实时监测电压的波动情况, 并将这些信息传输给控制器。控制器根据预设的算法和程序, 迅速计算出所需的电压调整量, 并控制执行机构(如变压器、调压器等)进行相应的调整。这一过程是闭环的, 即控制器会不断接收来自传感器的反馈信号, 并根据实际情况调整控制策略, 确保电压始终保持在设定的范围内。自动化控制调压过程的优势在于其高精度、高效率 and 安全性。高精度传感器能够实时监测电压的微小变化, 确保调整的准确性; 控制器的高速运算能力使得调整过程几乎可以在瞬间完成, 大大提高了试验效率; 同时, 自动化控制系统能够减少人为干预, 降低了误操作的风险, 从而提高了试验的安全性。自动化控制调压过程还具备自诊断功能, 当系统检测到异常情况时, 如电压波动超出预设范围、传感器故障等, 会自动触发报警机制, 提醒操作人员及时采取措施。这种自诊断功能不仅有助于及时发现和处理潜在问题, 还能在一定程度上延长设备的使用寿命, 降低维护成本<sup>[3]</sup>。

### 4.2 局部放电试验中的自动化控制技术

局部放电是电力设备中常见的故障现象之一, 它不仅会损害设备的绝缘性能, 还可能引发更严重的电气故障, 局部放电试验是电气试验中不可或缺的一环。而自动化控制技术在局部放电试验中的应用, 则进一步提高了试验的准确性和效率。在局部放电试验中, 自动化控制系统通过集成高精度传感器和信号处理技术, 能够实时监测和记录设备中的局部放电信号。这些信号经过处理后, 可以转化为直观的数据和图像, 供操作人员分析。自动化控制系统还能够根据预设的阈值和算法, 自动判断局部放电的严重程度, 并给出相应的处理建议。自动化控制技术在局部放电试验中的另一个重要应用是自动定位技术, 通过集成多个传感器和先进的信号处理技术, 系统能够精确地定位局部放电的位置。这对于及时发现和处理潜在故障具有重要意义, 因为它可以帮助操作人员迅速找到故障点, 并采取相应的维修措施。自动化控制系统还能够实现局部放电试验的自动化操作, 操作人员只需输入试验参数和阈值, 系统即可自动完成整个试验过程, 包括传感器的校准、信号的采集和处理、数据的分析和存储等。这不仅大大提高了试验效率, 还减少了人为干预带来的误差。

### 4.3 工作人员进行严格的安全意识培训

尽管自动化控制技术在电气试验中的应用已经大大

提高了试验的效率和安全性，但工作人员的安全意识仍然是不可忽视的重要因素。安全意识培训对于确保电气试验的顺利进行和保障工作人员的人身安全具有重要意义。首先，安全意识培训能够增强工作人员对电气试验危险性的认识，通过了解电气试验中可能遇到的各种风险和隐患，工作人员能够更加谨慎地操作设备，避免误操作和违规操作带来的安全风险。其次，安全意识培训能够提高工作人员应对突发事件的能力，在电气试验中，可能会出现各种意外情况，如电压波动、设备故障等。通过培训，工作人员能够掌握正确的应急处理方法和自救技能，从而在紧急情况下迅速做出反应，减少损失。安全意识培训还能够促进工作人员之间的沟通和协作，在电气试验中，多个岗位和部门之间需要密切配合，共同完成试验任务。通过培训，工作人员能够了解彼此的工作内容和职责，增强团队意识和协作能力，从而提高整个试验团队的效率和安全性。

#### 4.4 应用新的试验设备在电气试验自动化控制技术中的革新作用

随着科技的飞速发展，电气试验领域正经历着前所未有的变革，其中，应用新的试验设备成为推动电气试验自动化控制技术进步的关键一环。这些新型试验设备不仅极大地提升了试验的精度和效率，还为实现更高级别的自动化控制提供了可能。新型试验设备通常集成了最新的传感器技术、数据处理技术和远程通信技术，使得电气试验能够实时、准确地获取并分析大量数据。例如，高精度电压电流传感器能够捕捉到微小的电气参数变化，为精确控制提供了可靠依据；而高速数据处理芯片则能在短时间内处理海量数据，快速识别出潜在问题，为决策支持提供及时信息，远程通信技术使得试验数据可以实时传输至云端或远程控制中心，便于专家远程监控和指导，进一步增强了试验的灵活性和安全性<sup>[4]</sup>。在应用新的试验设备时，自动化控制系统能够充分发挥其优势，实现试验流程的自动化管理。通过预设的试验方案，系统能够自动调整试验参数，控制试验设备的运行，同时监控试验过程中的各项数据，确保试验在安全、高效的条件下进行。这种高度自动化的试验模式不仅减轻了操作人员的负担，还提高了试验的准确性和可重复性，为电力设备的质量控制和故障诊断提供了有力

支持。

#### 4.5 科学开展回检工作在电气试验自动化控制技术中的实践意义

电气试验完成后，科学开展回检工作是确保试验结果准确性和设备安全性的重要环节。在自动化控制技术背景下，回检工作不再仅仅局限于简单的复查和确认，而是融入了更多的科学方法和技术手段，以实现更为全面、深入的检查。科学开展回检工作，要建立完整的回检流程和标准，这包括明确回检的内容、方法、步骤以及合格标准，确保回检工作的规范性和一致性。利用自动化控制系统记录试验过程中的关键数据和操作记录，作为回检的重要依据，便于追溯和分析。采用先进的检测技术和设备对试验结果进行验证，这包括使用高精度测量仪器对关键参数进行复核，利用无损检测技术对设备内部状态进行检查，以及通过模拟试验验证设备在实际运行中的性能等。这些技术手段的应用，能够更准确地评估试验结果的准确性和设备的安全性。科学开展回检工作还应注重数据的分析和利用，通过对回检数据的深入分析，可以发现试验过程中可能存在的问题和隐患，为后续的改进和优化提供依据，建立回检数据库，积累历史数据，为未来的电气试验提供经验和参考。

#### 结束语

电气试验的自动化控制技术为提高电力设备的安全性和可靠性提供了重要手段。随着技术的不断进步和应用场景的拓展，自动化控制系统将在电气试验中发挥越来越重要的作用。未来，应继续深化自动化控制技术的研发和应用，不断优化试验流程，提高试验精度和效率，为电力设备的安全稳定运行提供更加全面、高效的技术支持。

#### 参考文献

- [1]卢海蛟.电气自动化技术在供配电系统中的应用探析[J].中国设备工程,2020(20):212-214.
- [2]张延平.电气自动化技术在供配电系统中的应用探析[J].数字通信世界,2020(10):184-185.
- [3]周晓梅.电气试验的自动化控制技术分析[J].集成电路应用,2022,39(01):216-217.
- [4]赵国铎.供配电系统中电气自动化技术的应用[J].中国设备工程,2020(20):188-189.