

电力工程继电保护调试与电气试验中的质量检验路径分析

成祥玉

广东珠三角电力工程技术有限公司, 广东 江门 519000

DOI:10.61369/WCEST.2025110010

摘要 : 电力工程继电保护调试与电气试验的质量检验意义重大。系统性方法贯穿设备选型到运行维护全流程, 当前智能检测技术与标准化建设是关键。文中探讨了检验流程、常见缺陷及改进路径, 强调全周期检验流程整合、信息交互平台构建等的重要性, 案例证明协同优化可提升效率与质量。

关键词 : 电力工程; 继电保护调试; 电气试验

Analysis of Quality Inspection Path in Relay Protection Debugging and Electrical Testing of Power Engineering

Cheng Xiangyu

Guangdong Pearl River Delta Power Engineering Technology Co., Ltd., Jiangmen, Guangdong 519000

Abstract : The quality inspection of relay protection commissioning and electrical testing in power engineering is of great significance. The systematic approach runs through the entire process of equipment selection to operation and maintenance, and the current intelligent detection technology and standardization construction are key. The article discusses the inspection process, common defects, and improvement paths, emphasizing the importance of integrating the full cycle inspection process and building an information exchange platform. The case proves that collaborative optimization can improve efficiency and quality.

Keywords : power engineering; relay protection debugging; electrical test

引言

《“十四五”国家能源规划》(2021年颁布)明确提出要提升能源基础设施质量, 保障能源安全稳定供应。在此背景下, 电力工程继电保护调试与电气试验的质量检验意义重大。它通过对材料、设备、工艺等的检查, 确保电力工程符合标准, 保障电力系统稳定安全。从传统检验技术到标准化流程、智能化监测, 从全周期检验流程整合到信息交互平台构建, 质量检验不断优化。然而, 当前仍需深化智能检测技术应用, 加快标准化建设, 以契合政策要求, 进一步提升电力工程质量, 确保电力可靠供应。

一、电力工程质量检验理论概述

(一) 质量检验的基本概念与作用

电力工程质量检验是指通过一系列技术手段和方法, 对电力工程建设过程中的材料、设备、工艺以及最终成果进行检查、测试与验证的活动。其核心目标在于确保电力工程满足相关标准、规范和设计要求^[1]。在保障电力系统稳定性和安全性方面, 质量检验意义重大。一方面, 通过对材料和设备质量的严格把关, 可避免因质量不佳引发的故障与事故, 维持电力系统稳定运行。另一方面, 对施工工艺的检验, 能保证工程按标准执行, 减少因工艺缺陷带来的安全隐患。同时, 对电力工程整体质量的检验, 为

电力系统长期安全运行奠定基础, 确保电力可靠供应, 满足社会生产生活用电需求。

(二) 继电保护与电气试验的检验对象及方法

继电保护的检验对象主要包括各类继电器、保护装置及二次回路等。对继电器, 需检验其动作特性, 如动作电流、动作时间等参数是否符合设计要求。对于保护装置, 要检验其逻辑功能, 包括各种保护判据的正确性。二次回路则着重检验其接线的正确性与完整性。电气试验的检验对象涵盖电气设备, 像变压器、断路器等。针对变压器, 要进行绕组直流电阻测量、绝缘电阻测量等试验, 通过测量这些参数来判断变压器内部绕组的连接情况和绝缘性能。对于断路器, 要检验其分合闸时间、同期性等参数。

传统检验技术如人工观察与简单仪表测量，虽能发现一些明显问题，但在复杂故障诊断与精确参数测量上存在局限，难以满足现代电力系统对继电保护和电气设备高可靠性、高精度的要求^[2]。

二、继电保护调试中的质量检验路径分析

(一) 继电保护调试流程与关键参数检验

继电保护装置调试需遵循标准化流程，从装置的初始检查开始，仔细核对装置外观、硬件配置等是否符合要求。随后进行通电检查，观察装置运行状态。接着开展模拟量校验，通过试验仪器输入不同幅值、相位的电流、电压模拟量，验证装置测量的准确性。

动作特性检验是关键环节，需模拟各种故障场景，如相间短路、接地短路等，观察保护装置能否按照预定逻辑可靠动作，动作时间是否在规定范围内。定值精度检验也不容忽视，依据设定的定值，检验装置在接近动作边界时的动作情况，确保定值的准确性与可靠性。这些核心参数的检验指标体系^[3]为继电保护装置调试质量提供有力保障，只有严格按照标准化流程和检验指标进行调试，才能确保继电保护装置在电力系统中可靠运行。

(二) 调试质量缺陷识别与改进路径

在继电保护调试中，常见的质量缺陷包括绝缘故障和逻辑误动等。绝缘故障可能源于设备老化、受潮等，影响设备正常运行甚至引发安全事故；逻辑误动则可能因保护装置逻辑设置错误、二次回路接线不当等造成。为识别这些缺陷，可利用智能化监测手段，实时收集设备运行参数、状态信息等，通过数据分析与智能算法，精准定位潜在问题^[4]。针对已识别的缺陷，一方面可优化设备选型与安装工艺，提高设备绝缘性能与接线可靠性；另一方面，强化对保护装置逻辑的审核与验证，确保逻辑设置正确无误。通过这些改进路径，提升继电保护调试质量，保障电力系统安全稳定运行。

三、电气试验中的质量检验路径优化

(一) 电气设备试验的核心检验项目

在电气试验中，绝缘耐压试验和断路器特性测试是核心检验项目。绝缘耐压试验能检测电气设备绝缘性能，判断其能否承受运行电压。试验时，需严格控制试验电压、时间等参数，依据相关标准，通过高精度仪器测量绝缘电阻、泄漏电流等数据，对设备绝缘状况精准评估^[5]。断路器特性测试旨在确保断路器可靠动作。要测试其分合闸时间、同期性、速度等特性，借助专业测试设备，获取准确数据，分析断路器机械和电气性能，判断是否满足运行要求。通过建立针对这些核心检验项目的全过程质量监控机制，从试验准备、实施到结果分析，全面把控，保障电气设备试验质量，提升电力系统运行可靠性。

(二) 试验数据可靠性评估与校验方法

在电气试验中，试验数据的可靠性关乎整个试验的质量。需深入探讨试验数据误差来源，这可能涉及测量仪器精度、环境因

素干扰、人为操作不当等。为提升数据可靠性，基于冗余测量与算法校验的质量控制技术路径尤为关键。通过冗余测量，即使使用多个相同或相似的测量设备对同一参数进行测量，可有效降低随机误差影响，若不同设备测量结果相近，则数据可靠性提升^[6]。同时，运用算法校验，借助特定算法对测量数据进行分析，检查其是否符合物理规律和预期范围，若数据偏离合理范围，算法能及时发出警示，从而确保试验数据准确可靠，为电气试验质量提供坚实保障。

四、质量检验路径的协同优化与应用实践

(一) 调试与试验检验的协同工作机制

1. 全周期检验流程整合

在电力工程继电保护调试与电气试验中，全周期检验流程整合至关重要。设计从设备安装到投运的跨阶段检验流程整合模型，可有效实现检验闭环管理。在设备安装阶段，针对继电保护装置的安装工艺、接线正确性等进行严格检验，确保硬件基础可靠；电气试验环节，对设备绝缘性能、电气参数等开展精准测试，为设备投运提供数据支撑。继电保护调试时，模拟各种故障场景，验证保护动作的准确性与可靠性。通过整合各阶段检验流程，让不同环节的检验结果相互印证、补充，形成完整的检验链条，实现从设备安装伊始到最终投运整个周期的质量把控，避免因流程脱节造成质量隐患，保障电力工程安全稳定运行^[7]。

2. 信息交互平台构建

为实现电力工程继电保护调试与电气试验质量检验路径的协同优化，需构建有效的信息交互平台。通过开发基于数字孪生的检验数据共享系统，打破调试与试验环节间的信息壁垒。该系统以数字孪生技术为支撑，能精准映射实际设备状态与运行参数，使调试与试验人员可实时获取、共享全面且准确的质量信息。借助这一平台，调试人员能及时了解试验数据，依据试验结果调整调试策略；试验人员也能参考调试情况，针对性开展试验。如此，强化了调试与试验环节的质量信息协同，提升整体工作效率与质量，推动电力工程继电保护调试与电气试验工作的高效开展^[8]。

(二) 智能化检验技术集成应用

1. 在线监测技术应用

在电力工程继电保护调试与电气试验中，在线监测技术应用极为关键。研究继电保护装置在线诊断技术，通过对装置运行数据的实时采集与分析，可精准掌握装置的工作状态。借助传感器、通信网络等技术，将装置各关键部件的电气参数、运行温度等数据实时传输至监测系统。运用智能算法对这些数据进行深度挖掘与分析，能够及时发现潜在故障隐患。在此基础上，建立实时质量预警系统，设定合理的预警阈值，一旦监测数据超出阈值，系统立即发出警报，提醒工作人员及时处理，从而有效保障继电保护装置的可靠运行，确保电力工程的整体质量^[9]。

2. 大数据分析平台建设

大数据分析平台建设对于电力工程继电保护调试与电气试验质量检验路径的优化至关重要。平台建设应整合各类试验设备采

集的数据，涵盖不同时段、不同工况下继电保护装置和电气设备的运行参数。运用先进的数据清洗与预处理技术，去除噪声和异常数据，确保数据的准确性与一致性。在此基础上，搭建数据挖掘与分析模块，结合深度学习、机器学习算法，如神经网络、决策树等^[10]，深度挖掘数据中潜在的规律和特征，构建试验数据深度挖掘模型，以实现对质量问题的智能诊断与预测，助力技术人员提前发现潜在隐患，为电力工程的安全稳定运行提供有力的数据支持。

（三）典型工程实践与效果验证

1.220kV变电站改造项目分析

以某220kV变电站改造项目为例，在继电保护调试与电气试验过程中，应用质量检验路径的协同优化策略。从调试前期准备，对设备参数精准核对，到试验过程中采用先进检测设备及科学方法，多环节紧密协同。继电保护装置调试时，与电气试验数据实时交互比对，发现偏差及时修正。如此一来，有效缩短了调试周期。传统方式下该变电站改造调试预计需60天，应用协同检验路径后，实际仅用50天完成。同时，返修率显著降低，从过往类似项目平均10%降至3%。通过此项目实践充分证明，质量检验路径的协同优化在电力工程中能切实提升效率、保障质量。

2.检验合格率对比分析

在电力工程继电保护调试与电气试验中，统计应用新型检验路径前后关键设备一次投运成功率等核心指标变化，能直观体现

其效果。以某典型电力工程为例，在应用新型检验路径前，关键设备检验合格率处于一定水平，但仍存在因检验疏漏导致的故障隐患。应用新型检验路径后，通过对检验流程、方法等的协同优化，检验过程更为全面、精准。对比发现，关键设备一次投运成功率显著提升，设备运行初期故障发生率明显降低。这表明新型检验路径有效避免了检验盲区，提高了检验质量，进而提升了整体电力工程的可靠性，为电力系统稳定运行奠定坚实基础。

五、总结与展望

在电力工程继电保护调试与电气试验中，质量检验至关重要。系统性的质量检验方法涵盖从设备选型到运行维护的全流程。在设备选型阶段，严格筛选符合标准的产品，为后续调试与试验奠定基础；调试过程中，对各项参数细致检测与调整，确保保护装置精准动作；电气试验则通过多种试验手段全面评估设备性能。当前，智能检测技术的应用已成为重要突破方向，利用智能化手段可提升检测效率与准确性。同时，标准化建设需求迫切，统一的标准能规范操作流程，提高不同项目质量检验的一致性与可靠性。未来，应持续深化智能检测技术应用，加速标准化建设进程，进一步提高电力工程继电保护调试与电气试验的质量，保障电力系统安全稳定运行。

参考文献

- [1]倪盛繁.电力工程施工过程中的造价管理与控制研究[D].天津工业大学,2021.
- [2]周佳颖.可柔性配置的电力工程施工监管系统的设计与实现[D].华中科技大学,2022.
- [3]易敏.基于PHP的电力工程造价管理软件系统设计与实现[D].电子科技大学,2021.
- [4]石文亮.基于CBR的电力工程造价预算系统研究与实现[D].华中科技大学,2021.
- [5]郝克.基于无功补偿的特高压电力工程分系统调试大回路注流试验研究与应用[D].山东大学,2021.
- [6]王荣琛.电力变压器的电气试验与继电保护探讨[C]//中国电力技术市场协会.2023年电力行业技术监督工作交流会暨专业技术论坛论文集(上册).神华(故城)新能源有限责任公司,2023:1086-1089.
- [7]陈勇.电力变压器的电气试验与继电保护[J].电子技术与软件工程,2022,(17):115-118.
- [8]潘勇.数字化变电站继电保护调试技术研究[J].通讯世界,2018,25(12):190-191.
- [9]王斌.试述智能变电站继电保护调试关键问题及解决措施[J].电子元器件与信息技术,2019,3(12):87-88.
- [10]李高峰.智能变电站继电保护调试关键问题及解决措施[J].通信电源技术,2018,35(06):240-241.