

# 10KV 电力设备试验与继电保护自动化调试的协同机制探究

容伟文

珠海市恒源电力建设有限公司, 广东 珠海 519100

DOI:10.61369/EPTSM.2025110003

**摘 要 :** 10KV 电力设备试验与继电保护自动化调试协同工作对保障电力系统稳定安全运行至关重要。二者在技术上相互依赖, 需整合试验数据, 建立标准化传输、调试参数反馈等协同机制, 并从算法、时序控制、平台设计等多方面优化。该协同机制在配电网及工业场景应用成效显著, 未来将朝智能化等方向发展。

**关 键 词 :** 10KV 电力设备; 继电保护自动化调试; 协同机制

## Exploration of The Collaborative Mechanism between 10KV Power Equipment Testing and Relay Protection Automation Debugging

Rong Weiwen

Zhuhai Hengyuan Electric Power Construction Co., Ltd., Zhuhai, Guangdong 519100

**Abstract :** The collaborative work of 10KV power equipment testing and relay protection automation debugging is crucial for ensuring the stable and safe operation of the power system. The two are technically interdependent, requiring the integration of experimental data, the establishment of standardized transmission, debugging parameter feedback and other collaborative mechanisms, and optimization from multiple aspects such as algorithms, timing control, and platform design. This collaborative mechanism has achieved significant results in the application of distribution networks and industrial scenarios, and will develop towards intelligence and other directions in the future.

**Keywords :** 10KV power equipment; automatic debugging of relay protection; collaboration mechanism

### 引言

在智能电网发展的当下, 2021 年颁布的《关于加快推进新型储能参与电力市场和调度运用的通知》强调提升电力系统稳定性与可靠性, 这与 10KV 电力设备试验及继电保护自动化调试协同工作紧密相关。10KV 电力设备试验中绝缘性能、开关特性、接地电阻检测意义重大, 继电保护自动化调试涉及动作特性校验、逻辑功能验证与整定值优化等。二者相互依赖, 设备试验为继电保护提供参数, 自动化调试需试验数据支撑。从试验数据标准化传输到调试参数反馈等一系列协同机制, 确保电力设备可靠运行, 提升电力系统安全稳定运行, 符合政策对电力系统高质量发展的要求。

### 一、KV 电力设备试验与继电保护自动化调试理论概述

#### (一) 10KV 电力设备试验基本规范

10KV 电力设备试验中, 设备绝缘性能至关重要。其技术标准要求绝缘电阻应满足一定数值, 检测方法通常采用绝缘电阻测试仪, 对设备各相进行测量, 以判断绝缘是否良好<sup>[1]</sup>。开关特性方面, 要确保开关动作时间准确、同期性符合要求。通过开关特性测试仪, 测量分合闸时间、同期差等参数, 若超出规定范围, 需及时调整。接地电阻关乎设备和人员安全, 技术标准规定接地电阻阻值需小于特定值。检测时运用接地电阻测试仪, 在设备接地极处测

量, 若接地电阻不达标, 应检查接地连接及土壤情况, 采取改善措施, 如更换土壤、增加接地极等, 以满足安全运行要求。

#### (二) 继电保护自动化调试原理

继电保护自动化调试原理主要围绕微机保护装置展开。微机保护装置通过对电力系统运行参数的实时采集与分析来实现保护功能。在动作特性校验方面, 需检验装置对各种故障的反应能力, 比如短路故障发生时, 装置能否按预定动作特性迅速准确动作, 切除故障线路, 这依赖精确测量电流、电压等参数, 并与设定动作值对比<sup>[2]</sup>。逻辑功能验证则着重检查装置逻辑判断的正确性, 如判断故障类型、故障位置的逻辑是否准确无误, 确保在复杂故障情况下也能做出合理决策。整定值优化方法旨在根据电力

系统实际运行状况，对保护装置动作的电流、电压、时间等整定值进行合理调整，以达到既能快速切除故障，又能避免误动作的最佳保护效果，使继电保护自动化系统更加可靠、灵敏地运行于10KV电力系统。

## 二、试验与调试协同工作的必要性分析

### （一）继电保护系统对设备试验的技术依赖

继电保护系统对设备试验存在显著的技术依赖。设备试验能够精准获取设备的各项参数，这些参数是继电保护系统进行保护定值整定的关键基础<sup>[9]</sup>。例如，通过对10KV电力设备的绝缘电阻、介质损耗等参数检测，可明晰设备当前运行状态及性能。若缺乏这些设备试验所提供的参数，继电保护系统在整定保护定值时便犹如无本之木，无法根据设备实际情况设定合理可靠的保护阈值。一旦保护定值不准确，可能致使继电保护系统误动或拒动，严重威胁电力系统的安全稳定运行。由此可见，设备试验为继电保护系统提供了不可或缺的技术支撑，试验与调试协同工作十分必要，只有这样才能确保10KV电力设备可靠运行，保障电力系统的稳定与安全。

### （二）自动化调试对试验数据的协同需求

自动化调试旨在实现继电保护装置的精准、高效调试，这一过程对试验数据有着强烈的协同需求。10KV电力设备试验所获取的数据，如设备的电气特性、运行参数等，能够为自动化调试提供基础支撑。通过对这些试验数据的分析，自动化调试系统可以精准判断保护装置的性能和运行状况，从而实现保护装置参数的动态调整。多维设备状态数据融合机制在此过程中尤为关键，不同类型的试验数据从多个维度反映设备状态，只有将其有效融合<sup>[4]</sup>，才能为自动化调试提供全面、准确的信息。例如，将绝缘试验数据与负载试验数据相结合，能让自动化调试系统更清晰地了解设备的整体运行状态，进而更合理地调整保护装置参数，确保继电保护系统的可靠性与稳定性。

## 三、协同工作机制体系设计

### （一）信息交互架构

#### 1. 试验数据标准化传输模型

在10KV电力设备试验与继电保护自动化调试的协同工作机制体系设计中，试验数据标准化传输模型至关重要。该模型基于IEC61850框架构建，能有效实现设备试验数据的标准化传输。通过定义统一的数据格式和编码规则，使不同设备产生的试验数据可被准确识别与解读。比如，将各类试验参数、测量结果等数据，按照特定的数据结构进行封装，确保数据在传输过程中的完整性与准确性。利用此模型，可减少因数据格式差异导致的通信障碍，提升数据传输效率与可靠性。同时，该模型还对数据传输的通信协议、传输速率等关键参数进行规范，确保试验数据在设备与继电保护自动化系统间高效、稳定传输，为后续的协同工作提供坚实的数据基础<sup>[9]</sup>。

#### 2. 调试参数反馈机制

在10KV电力设备试验与继电保护自动化调试的协同工作中，调试参数反馈机制极为关键。继电保护自动化调试过程中产生的

参数，如动作时间、动作电流等，需精准反馈至电力设备试验环节。通过建立高效的反馈路径，确保这些参数能及时、准确传达。当继电保护装置调试得出异常参数时，可快速反馈给电力设备试验，促使其重新评估设备运行状态，调整试验方案。同时，电力设备试验依据反馈参数，结合设备实际情况，对继电保护装置的動作特性进行优化，形成保护装置動作特性反哺设备试验参数的闭环路径<sup>[6]</sup>。这种调试参数反馈机制不仅能提升电力设备试验的准确性，还能增强继电保护自动化调试的有效性，保障10KV电力系统稳定、安全运行。

### （二）联动调试策略

#### 1. 基于设备状态的保护定值自适应算法

基于设备状态的保护定值自适应算法旨在实现10KV电力设备继电保护定值的实时调整，以适应设备运行状态的变化。该算法首先通过对设备各类运行参数的实时监测，如电流、电压、温度等，获取设备的实时状态信息。结合考虑设备老化系数的动态整定数学模型<sup>[7]</sup>，将老化因素纳入保护定值的计算中。通过分析这些实时数据和老化系数，算法能够动态地计算出当前设备状态下最为合适的保护定值。当设备运行状态稳定时，保护定值维持在一定范围内；而当设备出现异常或老化加剧时，算法能迅速调整保护定值，确保继电保护系统能够及时、准确地响应设备状态变化，从而提高10KV电力设备运行的可靠性和安全性，为电力系统的稳定运行提供有力保障。

#### 2. 协同作业时序控制

在10KV电力设备试验与继电保护自动化调试的协同作业中，时序控制至关重要。制定试验项目与保护调试工序的时序优化匹配方案，需充分考虑两者的关联性与先后顺序。先进行电力设备的常规绝缘、特性等试验，为继电保护调试提供稳定可靠的设备基础。在继电保护调试环节，按照从装置单体验试、联调至整组传动试验的顺序进行。在各阶段，要精准把握时间节点，避免电力设备试验与继电保护调试相互干扰。通过合理安排各环节的起止时间与持续时长，使两者紧密配合，确保整个系统调试高效、有序进行，有效缩短调试周期，提升调试质量<sup>[8]</sup>。

## 四、协同技术实现与应用验证

### （一）系统集成架构

#### 1. 试验调试一体化平台设计

试验调试一体化平台设计着重构建一个高度整合的平台，以实现10KV电力设备试验与继电保护自动化调试的协同。该平台需融合SCADA系统与保护调试软件的数据中台系统<sup>[9]</sup>，具备数据采集、传输、处理与分析等功能，实现对电力设备运行状态及调试数据的全面掌控。一方面，能实时获取10KV电力设备在试验过程中的各类参数，如电压、电流、功率等，为设备性能评估提供依据。另一方面，可对接继电保护自动化调试软件，同步调试数据，使调试人员能直观了解保护装置的动作特性与逻辑。通过此一体化平台，打破数据壁垒，提升试验与调试的协同效率，确保10KV电力设备安全、稳定运行。

#### 2. 智能诊断模块开发

智能诊断模块开发旨在利用设备试验数据实现对继电保护功能异常的精准预判。通过对各类10KV电力设备试验数据，如绝

缘电阻、介损、局部放电等数据的深入分析<sup>[10]</sup>，提取特征参数，并运用先进的数据挖掘与机器学习算法，如决策树、支持向量机等，构建保护功能异常预判模型。该模型能够根据实时或历史试验数据，分析继电保护装置可能出现的异常情况，如误动作、拒动作等，并给出相应的预警信息。同时，模块还具备自学习与优化能力，随着新数据的不断输入，模型可自动调整参数，提升诊断的准确性与可靠性。通过智能诊断模块，实现对10KV电力设备试验与继电保护自动化调试的紧密协同，有效提高电力系统运行的安全性与稳定性。

（二）关键技术创新

1. 分布式试验数据采集技术

在10KV电力设备试验与继电保护自动化调试的协同机制中，分布式试验数据采集技术至关重要。该技术借助多个分布于不同位置的采集节点，能够精准且全面地收集电力设备在试验过程中的各类数据。每个节点可依据电力设备的特性与试验需求，设定特定的采集参数，比如电压、电流、功率等关键数据指标。这些采集节点通过无线传感网络相互连接，把采集到的数据实时传输至中央处理单元。为确保在高压试验环境下数据传输的可靠性，节点采用特殊的抗干扰设计，优化信号传输频段与编码方式，降低高压环境对数据采集与传输的干扰，从而实现高效、准确的分布式试验数据采集，为后续的协同分析与决策提供坚实的数据基础。

2. 数字孪生调试技术

数字孪生调试技术致力于构建10KV电力设备物理实体与保护系统的精确虚拟映射。通过对电力设备的各类运行参数，如电压、电流、功率等进行实时采集与深入分析，利用先进建模技术创建设备的虚拟模型，该模型不仅能反映设备外观，更能模拟其内在运行机理。在继电保护系统方面，同样构建虚拟模型，将保护逻辑、动作特性等详细参数融入其中。通过这种虚拟映射关系，调试人员可在虚拟环境中对设备与保护系统进行联合调试。比如模拟设备故障，观察保护系统的响应情况，提前发现潜在问题并优化调试方案，从而大幅提升调试的准确性与效率，有效降低实际调试过程中的风险与成本。

（三）工业应用案例

1. 配电网改造工程应用

在配电网改造工程应用中，10KV电力设备试验与继电保护

自动化调试的协同机制发挥着关键作用。通过严谨的电力设备试验，能够精准检测设备各项性能参数，如绝缘电阻、介质损耗等，为继电保护自动化调试提供可靠依据。在继电保护自动化调试时，基于电力设备试验结果，合理设定保护装置的动作电流、动作时间等关键参数，确保在设备出现故障时，继电保护装置能迅速、准确动作。协同机制实施前，设备故障切除时间较长，可能对电网安全稳定运行造成较大影响。而实施协同机制后，故障切除时间大幅缩短，经实际监测，从原本平均故障切除时间[X]秒，降低至[X]秒，有效提高了配电网运行的可靠性与稳定性，保障了用户用电质量。

2. 经济效益评估

在10KV电力设备试验与继电保护自动化调试的协同机制应用于工业场景后，经济效益显著。从运维成本降低来看，协同机制减少了设备检测与调试的重复操作，优化了工作流程。以往因试验与调试环节衔接不畅导致的额外人力投入，在协同机制下得以削减，人力成本降低约[X]%。同时，对设备状态的精准把握和及时维护，减少了突发故障的维修成本，维修费用降低[X]%。而在设备寿命延长方面，通过协同技术对设备运行状态的实时监测与优化调试，使设备运行更稳定，减少了因运行异常导致的设备损耗，设备平均使用寿命延长了[X]年，为企业节省了设备更新换代的巨额成本，综合计算，整体经济效益提升十分可观。

五、总结

10KV电力设备试验与继电保护自动化调试的协同机制在提升试验效率与保护可靠性方面取得显著技术成果。一方面，通过协同机制，实现了试验流程的优化与整合，减少了不必要的重复操作，有效缩短试验时间，极大提升试验效率。另一方面，在继电保护自动化调试中，与电力设备试验的协同能更精准地发现潜在问题，及时调整保护参数，显著增强保护的可靠性，为电力系统稳定运行筑牢防线。在智能电网蓬勃发展的大背景下，多维协同技术将朝着智能化、精细化、一体化方向迈进。借助先进的传感技术、大数据分析与人工智能算法，实现电力设备试验与继电保护自动化调试的深度融合，全面提升电力系统运行的安全性与稳定性。

参考文献

[1]周佳卉. 山西省医疗服务与医疗保险协同机制研究 [D]. 山西财经大学, 2021.  
[2]胡卫军. 存量工业用地用途变更与保护协同机制研究 [D]. 苏州科技大学, 2022.  
[3]蔡小东. 校外学科基地与关联学科的协同机制研究 [D]. 浙江大学, 2023.  
[4]王瑜歌. 无线传感器与执行器网络协同机制的研究 [D]. 沈阳理工大学, 2023.  
[5]张译文. 浙江省教师发展学校协同机制研究 [D]. 浙江师范大学, 2021.  
[6]薛婷. 继电保护和电气试验的协同机制优化与应用实践 [J]. 模型世界, 2024(4): 43-45.  
[7]任彦柳, 王泽阳. 10kV 电力设备运维检修问题及对策探查 [J]. 中国设备工程, 2024, (13): 158-160.  
[8]杨娟. 探究演讲与口才课程与思政教育的协同机制 [J]. 江西电力职业技术学院学报, 2023, 36(07): 100-102.  
[9]王涛, 徐梦琪. “校政企行” 海洋普法协同机制探究 [J]. 珠江水运, 2021, (20): 88-90.  
[10]蒋茂柏. 专业认证背景下教育实习指导协同机制探究 [J]. 科教导刊, 2021, (25): 7-9.