配电网保护测控远程信息化测试实践

查益荣
南京四方亿能电力自动化有限公司 江苏 南京 211100

摘 要 配电网保护测控装置作为确保电网能够安全且稳定运转的核心部分，其性能好坏会对供电的可靠程度产生直接影响。远程信息化测试借助网络技术以及智能平台，打破了传统现场测试在时间和空间上的约束，为验证装置性能提供了高效的解决办法。本文梳理了配电网保护测控远程信息化测试的实际操作流程，提炼出测试平台选择、通信保障等关键要点，深入分析了当前测试过程中存在的问题，并从技术、制度、人才这些层面提出保障措施，为提高测试质量提供参考。

关键词 配电网；保护测控；远程信息化测试；通信保障

Practical Research on Remote Information Testing for Distribution Network Protection, Measurement, and Control

Zha Yi-rong
Nanjing Sifang Yineng Electric Power Automation Co., Ltd., Nanjing 211100, Jiangsu Province, China

Abstract As a core component ensuring the safe and stable operation of the power grid, the performance of distribution network protection, measurement, and control devices directly impacts the reliability of power supply. Remote information testing, leveraging network technology and intelligent platforms, overcomes the temporal and spatial constraints of traditional on-site testing, providing an efficient solution for verifying device performance. This paper outlines the practical implementation process of remote information testing for distribution network protection, measurement, and control, identifies key aspects such as test platform selection and communication assurance, and conducts an in-depth analysis of existing issues within the current testing procedures. Furthermore, it proposes safeguards from technical, institutional, and talent perspectives, offering references for enhancing testing quality.

Key words Distribution Network; Protection, Measurement And Control; Remote Information Testing; Communication Assurance

配电网是连接电力系统和用户的终端部分，担负着分配电能以及保障供电的关键职责。保护测控装置的性能稳定程度会直接对配电网故障处理的效率和供电的可靠程度产生影响。以往的现场测试模式很难与配电网规模化、智能化的发展要求相契合，远程信息化测试借助搭建智能测试平台，达成装置性能的异地调节控制与精确验证。然而，当下诸如通信链路缺乏稳定性、数据面临安全风险等问题显著，对测试效能的提升形成制约。所以，深度探究远程信息化测试的实际操作途径，对于增强配电网设备的管控而言，具有重要的现实价值。

1 配电网保护测控远程信息化测试的实践流程

1.1 测试准备：需求分析与测试方案制定

测试准备时期是确保测试工作能够有序开展的基石，重点在于达成全方位的需求剖析和科学化的方案拟定。进行需求剖析时，要与运维部门、设备制造商以及技术团队共同协作，清晰界定测试的关键目标，包含对保护测控装置的过流保护、零序保护等功能的验证，对动作时间、测量精准度等性能指标的校验，还有对远程通信稳定性的测试等内容。依据需求剖析的结果制订详尽的测试方案，明确测试范围所涉及的装置型号和数量、测试所采用的技术规范等，划分测试的阶段和时间节点，确定测试人员的职责分配，同时制定应急处理预案，以此保证测试工作能够有序推进。

1.2 系统搭建：远程测试平台构建与设备接入

在系统搭建阶段，要达成远程测试平台的构建以及设备的接入工作，营造出稳定且可靠的测试环境。构建远程测试平台时，应对硬件资源与软件资源加以整合。在硬件方面，要配置高性能服务器、数据采集终端、通信网关设备，从而保证平台拥有强大的数据处理能力及通信能力；就软件方面而言，要开发或者挑选具有测试指令下发、数据实时采集、测试结果分析等功能的测试系统，并且集成保护定值管理、故障模拟等模块。依据设备的通信协议等对通信参数予以配置，借助光纤、

5G等通信链路完成连接[1]。

1.3 核心测试：保护测控功能与通信性能验证

在核心测试阶段，主要关注的是对保护测控功能与通信性能的验证工作，以全方位地检验装置和系统的运行效能。对于保护测控功能的测试，是借助远程平台模拟各种故障场景，比如，配电网出现的单相接地故障，还有相间短路问题等，通过下发测试指令促使装置启动保护动作，随后记录动作时间、动作逻辑等相关数据，以此验证诸如过流保护、速断保护等功能的准确程度。而通信性能验证方面，重点在于对数据传输的实时性、稳定性以及完整性进行测试，通过持续监测从下发测试指令到装置给出响应之间的延迟时间，从而对通信的实时性做出评估。

1.4 问题处理：测试异常分析与优化整改

在问题处理阶段，要构建一套涵盖“异常定位、原因分析、优化整改以及验证闭环”的完备流程，以解决在测试期间的各类问题。在测试进程中，可借助平台对数据的变化情况进行实时监测，一旦出现装置保护动作呈现异常状况、通信发生中断现象、数据传输产生错误等问题时，要即刻暂停相关的测试环节，随后通过远程日志查询、数据回溯等手段精准定位出现异常的节点。接着，组织技术团队开展深入且细致的原因分析工作，判断是装置存在硬件方面的缺陷、软件程序潜藏有漏洞，还是通信链路出现了故障、测试参数设置存在错误等因素导致的。针对不同的致因因素，拟定优化整改方案[2]。

2 配电网保护测控远程信息化测试的关键要点

2.1 测试平台选型：契合配电网场景的功能适配

平台应拥有极为强大的兼容性，得以支持来自不同厂家以及不同型号的保护测控装置接入，可适配IEC 61850、104、101这类多种不同的通信协议，进而契合配电网设备呈现出的多样化特性。在功能适配方面，除了具备基础性的测试指令下发及数据采集功能，还应具备故障场景模拟、测试用例管理、测试报告自动生成等相关功能。鉴于配电网具有分布式的特点，该平台要支持多终端并行开展测试及进行集中管控。与此同时，平台要具备良好的可扩展性，能够依照配电网的发展状况及测试需求对功能模块加以升级，防止平台过快地落后于实际需求。

2.2 通信链路保障：远程数据传输的实时性与稳定性

在通信技术选型时，要与配电网设备的分布场景相结合综合考量。对于城市的核心区域而言，应优先选用光纤通信技术，光纤通信具备显著优势，凭借这些优势确保测试数据实现高效的传输；而在偏远地区或者移动场景环境下，则可采用5G通信技术，5G通信具有广覆盖、低时延等特性，可满足测试需求。针对重要节点，要采用双链路冗余的设计方式。当主链路出现故障时，系统能够自动切换至备用链路，从而避免通信中断。在链路优化范畴，借助构建专用的通信通道，以及对网络拓扑结构加以优化来削减数据传输的节点数量，进而降低传输的延迟程度；运用数据压缩以及加密的技术手段，在提高传输效率的同时，切实保障数据的安全性[3]。

2.3 测试用例设计：覆盖全场景的精准性与完整性

在开展用例设计工作时，要全面覆盖配电网多种多样的运行场景。这些场景包含了正常运行的情况、出现故障的状态、处于检修的状态等。针对不同的故障类型，如单相接地故障、三相短路故障、过负荷状况等，要专门设计对应的测试用例，并且要清晰确定测试的目的、具体的步骤、预期结果等相关内容。在精准性维度，结合保护测控装置的具体型号及其功能方面的特性，设计具有差异化的用例。

2.4 数据安全防护：远程测试中的信息安全管控

数据传输阶段，运用VPN专属通道及加密传输协定，如SSL/TLS加密手段，以保证测试指令和设备数据于传输进程中不会被窃取或者篡改；针对敏感数据，如保护定值、用户用电信息，开展脱敏操作，从而降低数据泄露的风险。在平台安全层面，配置防火墙、入侵检测和防御系统，以此抵御网络攻击和非法访问；构建严谨的用户权限管理架构，依据测试人员的职责，分派不同的操作权限，达成“最小权限”的管控。操作日志对用户登录和操作行为进行实时记载，便于安全审计和追溯。

3 配电网保护测控远程信息化测试的常见问题

3.1 远程通信延迟，影响测试数据的实时性

在配电网的部分偏远区域，采用的是传统4G通信或者无线专网的通信方式，由于受信号覆盖微弱、网络拥堵等因素的影响，数据传输产生的延迟过长。当从远程下发故障模拟指令时，装置的响应时长会被明显拉长，造成了测试记录中的动作时间和实际情况并不相符，从而无法精确评估装置的性能。通信链路中的中间节点数量过多，是导致延迟出现的关键原因，数据要经过多级路由器进行转发才能够到达平台，而每一级节点都会产生延迟的累积情况。并且，部分测试平台和通信设备之间的兼容性不理想，在数据传输的过程中会出现协议转换耗时的问题，进一步加重了延迟问题的严重程度，情况严重会导致测试指令丢失，进而对测试工作的连续性造成影响[4]。

3.2 测试用例针对性不足，覆盖场景存在盲区

部分测试用例运用了通用的模板，并未依据配电网不同区

域的运行特性设计；对于智能分布式终端这类新型保护测控装置，没有设计能够适配其协同保护功能的测试用例，故而无法验证装置的核心性能。场景覆盖方面存在的盲区主要呈现于极端工况以及特殊运行状态的测试不充分。例如，配电网遭遇雷击、电压出现急剧上升或下降等极端情形，或新能源分布式电源并网时交互影响的测试有所缺失，使装置在实际运行过程中碰到此类状况时，可能出现保护拒绝动作或者错误动作的问题。

3.3 跨系统数据交互不畅，联动测试难以推进

配电网的运维工作牵涉远程测试平台、配网自动化系统、调度系统等诸多系统，由于各个系统的建设时间不同，采用的数据格式及接口规范存在差异。部分系统欠缺标准化的数据共享接口，因此测试平台难以获取配网自动化系统的实时运行数据，进而很难开展基于实际运行状况的联动测试。虽然系统之间的权限划分清晰，但是协同机制却有所缺失，在测试的过程中需要人工在多个系统之间进行切换操作，传递数据，这样做不仅效率低下，而且容易出现数据传递错误，从而对联动测试的准确性和完整性产生影响[5]。

4.1 技术保障：优化通信链路与测试平台性能

在通信链路方面，加大对偏远地区通信基础设施的投入，逐步实现5G网络的全覆盖。对关键测试节点采用光纤与5G双链路冗余部署，并利用链路质量监测系统对传输延迟、丢包率等关键指标进行实时监测，超出阈值时自动触发优化机制。在测试平台优化方面，引入边缘计算技术，在配电网现场部署边缘节点，实现测试数据本地预处理与实时分析，减少远程传输的数据量与延迟。同时，升级平台数据处理模块，采用分布式架构提升计算能力，优化系统接口设计，开发标准化数据转换模块，实现与配电网其他系统的无缝对接，提升跨系统交互效率。

4.2 制度保障：建立标准化测试流程与管理规范

制定《配电网保护测控远程信息化测试技术标准》，明确测试范围、技术要求与操作流程，统一数据格式、接口规范和报告模板；建立测试项目全过程管理制度，涵盖项目立项、方案设计、系统部署、测试执行、问题整改等环节，明确各环节质量节点与验收标准。完善测试人员管理制度，明确人员资质与岗位职责，建立岗前培训与考核机制，确保人员具备相应专业能力。

4.3 人才保障：培养具备专业技能与信息化素养的团队

构建多元化人才培养体系，定期开展内部培训，内容覆盖配电网保护测控原理、远程测试平台操作、通信技术与数据安全等知识，并邀请行业专家举办专题讲座，解读最新技术标准与测试方法。推行“理论结合实践”的培训模式，安排技术人员参与实际测试项目，积累故障排查与系统优化经验。同时，组织与设备厂商、科研机构的技术交流活动，学习先进测试技术与理念。完善人才引进机制，重点招聘具有配电网运维经验且兼具计算机与通信专业背景的复合型人才，充实管理团队。

5 结束语

配电网保护测控的远程信息化测试，是智能化运维的关键环节，其质量直接关系装置性能验证的准确性与可靠性，对保障配电网安全稳定运行具有重要意义。当前，远程测试面临一系列相互关联的问题，制约了测试效能的有效发挥。通过技术保障优化通信与平台性能、制度保障规范测试流程、人才保障加强团队建设，可系统性破解现有难题，提升测试质量与效率。未来，随着5G、人工智能、数字孪生等技术的深度融合，配电网保护测控远程信息化测试将朝着全流程自动化、结果精准化、安全防护立体化的方向持续发展。

参考文献

[1]邢鹏.基于远程智能网关的配电室辅检及环境预警系统[J].电力设备管理,2024(18):161-163.

[2]吴冬,王欢.配电自动化系统远程终端设计与实现[J].电气技术与经济,2023(10):17-19.

[3]张福.基于智能技术的配电网自动化系统可靠性影响分析[J].集成电路应用,2023,40(12):200-201.

[4]张碧帅.配电变压器运行状态远程监控系统的设计[J].现代工业经济和信息化,2022,12(10):25-26,45.

[5]赵双双.基于实践教学的便携风光互补低压配电柜设计与制作[J].农业工程与装备,2022,49(5):39-41.

（本文编辑 杜宇琪）

