智能变电站继电保护调试验收要点分析

李　伟

菏泽鲁华华成生物电力有限公司　山东菏泽　274200

【摘　要】智能变电站继电保护调试验收指对智能变电站继电保护系统进行检查，确保其性能优良，安全可靠。伴随电网建设不断发展，自动化智能变电站逐渐成为电网组成的一部分，其继电保护系统对电网安全稳定运行起着关键作用，有效提升了智能变电站安全性，为智能化电网建设提供强有力保障，成为推动电网智能化、信息化发展的重要引擎。在此背景下，智能变电站继电保护的调试验收方法成为相关技术人员的重要研究与学习内容。本文从智能变电站与常规变电站的区别出发，分析继电保护调试验收的目的出发，进而对继电保护调试验收的流程和相关要点进行探究，以供参考。

【关键词】智能变电站；继电保护；调试验收；参数设置；动作测试；合闸试验

引言

智能变电站本质上，是基于应用信息通信技术来实现对变电站设备综合参数监控的电力系统，是变电站运维的基础所在。其中，继电保护被作为智能变电站核心组成部分，负责在电力系统故障发生时及时切除故障区域，保护电力设备稳步运作。考虑到变电站在电力系统当中占据的核心地位，因此需确保智能变电站继电保护具备高效可靠性。

1　智能变电站与常规变电站的区别

智能变电站与常规变电站在设计理念、技术应用及功能实现上存在显著差异。智能变电站依托数字化技术和信息通讯技术，实现了设备状态的实时监测、数据共享及自动化控制，能够自动完成故障诊断与隔离、自愈恢复等功能，大大提升了电网运行的可靠性和效率。相比之下，常规变电站主要依赖于传统的继电保护装置和硬接线的控制回路，虽然也能实现基本的电力变换和分配功能，但在数据采集与处理、故障响应速度及智能化运维方面存在明显不足。智能变电站通过IEC　61850标准实现设备间的信息交互，采用电子式互感器和合并单元等先进设备，减少了电缆的使用，增强了数据传输的准确性和实时性，同时支持远程监控与维护，使得电网管理更加灵活高效。而常规变电站则更多依赖于模拟信号传输和人工巡检，难以满足现代电网对智能化、信息化的需求。

2　智能变电站继电保护调试验收的目的

由于智能变电站的工作范畴较为广泛，其间进行的继电保护工作综合性也较强，根据以往工作经验而言，智能变电站继电保护调试验收目的主要被划分为以下几方面：（1）继电保护调试工作被用于判断变电站是否能准确判断电网故障，是检验故障的重要指标，在调试验收过程中工作需基于实际测试数据验证继电保护动作时间、误动率等性能指标是否符合要求，为后续工作提供宏观基础。（2）继电保护参数设置直接影响其动作性能，调试验收过程中通过仿真模拟、实际测试等方式优化参数设置，提高继电保护可靠性。（3）继电保护性能与效果对电力能确保系统稳定运行，调试验收过程中需全面评估继电保护性能，与其他设备构成强大的协同工作能力，以此及时发现问题，采取相应改进措施。

3　智能变电站继电保护调试验收的流程

3.1　前期准备

前期准备在继电保护调试验收流程中作为确保调试工作顺利进行的重要环节，具体可从以下几方面展开论述：一方面，基于被调试保护装置类型选择并测试如校准仪、信号发生器、电流注入装置等必备设备，确保满足测试可靠性；在调试前需详细了解被调试保护装置技术规格、功能特点等信息，有助于调试人员理解装置工作原理，为后续测试提供准确依据。另一方面，调试人员需实地勘察调试现场，仔细记录现场电力系统结构、电气设备布置等信息，发现潜在隐患，确保调试过程安全性。

3.2　调试方案制定

制定调试方案作为确保调试工作有序进行的关键步骤，将从以下方面予以分析：根据前期准备的情况，调试方案需要仔细制定，以明确调试的步骤和方法，确保调试过程的准确性和有效性。调试方案应根据前期准备结果，基于模拟电压异常、电流故障等不同工况下的实际操作全面测

试被调试保护装置功能，调试方案应明确各测试点目标，以便调试人员进行针对性测试。其二，调试方案应充分考虑潜在问题，制定相应解决方案。例如调试过程中常出现的信号传输不畅、保护装置参数设置不准确等问题，应具体问题具体分析，提供相应解决方案，确保工作顺利开展。其三，在调试过程中及时记录测试结果、参数设置和现场情况等信息，记录是验证调试结果的依据，也是后续分析评估的重要资料。因此，调试方案应明确记录内容并提供相应管理方法。

3.3 调试过程

调试人员在继电保护调试验收流程中按照制定调试方案进行一系列测试，以验证保护装置各项性能符合要求，应注意以下几点进行调试：调试人员需按照调试方案中如测试保护装置功能、参数设置等规定步骤进行，严格遵守操作要求，以确保测试准确性。调试过程中调试人员需通过模拟不同故障类型和工况，测试涵盖保护装置动作时间、灵敏度等各项性能，验证保护装置在多元化工况下的稳定性；密切观察保护装置反应，并记录相关数据，有助于分析后续数据，及时解决潜在问题，确保调试工作顺利进行。最后，调试人员在调试过程结束后分析测试结果，对比调试方案要求评估保护装置是否符合要求，以及是否需要进一步优化。

3.4 调试记录

调试记录作为继电保护调试验收流程中的重中之重，通过详细记录测试数据，为后续分析提供科学依据，而由于调试记录当中涉及多方面内容：为此调试记录应包括对每次测试的测试日期、测试点具体位置等详细描述，记录各测试步骤中所用仪器设备、操作过程，上述记录有助于保留测试可追溯性；每次测试需记录保护装置动作时间、动作特性等相关测试结果与保护装置延时时间、整定值等参数设置，有助于评估保护装置可靠性。在测试过程中出现异常情况时应详细记录，并录入解决措施与结果；记录测试现场环境条件，以便评估后续数据。最后，在调试记录中应注重通过图表、曲线等形式对全部测试数据进行可视化分析，并按照调试方案要求存档，以便直观掌握测试结果。

4 智能变电站继电保护调试验收中的注意要点

4.1 设备外观与接线检查

智能变电站继电保护调试验收首先要对设备外观与接线进行全面细致的检查。具体而言，实践中需要检查屏柜及其内部装置的外观是否完好无损，确保没有物理损伤或明显的磨损，因为任何外部损害都可能影响设备的正常运行。其次，确认所有的光纤接口、电缆连接是否正确无误，这是确保数据传输准确性和可靠性的基础。在智能变电站中，光纤接口用于高速数据通信，电缆则用于信号传输和电源供给，因此正确的连接至关重要，任何错误的连接都可能导致数据丢失或设备故障。

检查过程中，技术人员还应逐一对比设计图纸与实际接线情况，确保每一条光纤和电缆的连接位置准确无误，尤其是涉及保护装置之间的通信链路，比如GOOSE（Generic Object Oriented Substation Event）和SV（Sampled Value）链路。GOOSE链路用于传输跳闸信号和其他控制命令，而SV链路则用于传输采样值数据，这两类链路的正确连接直接关系到继电保护系统的正常工作。

此外，还需检查屏柜内的空开（空气开关）、切换开关、电流切换端子等二次安全措施是否符合要求。空开和切换开关的正确配置可以防止过载和短路，确保电力系统的安全运行；电流切换端子用于切换不同的电流回路，其正确安装和接线能够保证继电保护装置在各种运行方式下的准确动作。检查时，应确认所有空开和切换开关的位置正确，并确保电流切换端子没有松动或接触不良的情况，以避免因电气连接不良而导致的保护误动或拒动。

4.2 保护装置参数设置

在继电保护调试验收中，保护装置参数设置是确保其准确、可靠运行的重要环节。这些参数需根据电力系统实际情况调整，以适应变电站具体要求，其中包括以下几方面：（1）保护装置参数设置需考虑电力系统拓扑结构，根据变电站线路配置、变压器类型等因素，确定合适参数设置范围。如针对不同线路传输能力，保护装置灵敏度需进行相应调整。（2）保护装置参数设置需考虑电力系统负荷情况与故障类型，调试人员根据变电站负荷变化与预期故障类型，选择合适参数设置，以确保保护装置准确响应故障信号并采取适当保护措施。（3）设置保护装置参数时还需注意协调其他保护装置，不同保护装置间需进行适当参数设置，以确保在协调动作时发挥各自功能。例如，差动保护和过电压保护间的参数设置应相互匹配，实现全面保护设备。（4）保护装置参数设置需考虑系统运行稳定性，调试人员根据电力系统负荷变化、故障频率等因素选择合适参数设置，确保保护装置在各种工况下稳定运行。

4.3 保护动作测试

在继电保护调试验收中，保护动作测试是检验保护装置

动作性能的重要环节。在测试保护装置动作性能时需考虑个性化故障情况与负荷变化等因素，并制定相应测试方案，确保保护装置在各种工况下正确动作。在测试过程中需针对不同故障类型（如短路、接地故障等）进行相应测试，验证保护装置动作性能；考虑负荷变化等因素对保护装置的影响，选择适当负荷模拟方式保护动作测试。其中，测试方案应涵盖测试方法、测试结果判定等内容。测试目的需明确测试重点与目标：差动保护测试验证保护装置可靠性；过电压保护测试验证保护装置动作时间与误动率等。测试方法需选择适当测试程序，确保测试准确性；测试参数设置需根据实际情况调整，确保测试结果可靠性；测试结果判定需结合实际情况综合评估，确保测试结果准确反映保护装置动作性能。最后，保护动作测试需通过相应软件工具，分析测试过程中产生的数据，以便后续数据处理确保测试结果可靠性，为后续保护装置调整提供参考。

4.4 合闸试验

进行继电保护调试验收的合闸试验时需特别关注保护装置动作性能与安全问题，确保电力系统稳定运行与人员安全，具体可从以下几方面予以分析：

其一，保护装置动作性能。合闸试验目的在于验证保护装置能否正确合闸，保护装置动作误动率等指标，满足相应技术规范。具体落实而言，进行合闸试验前需校准保护装置参数，确保其能准确判断电力系统状态，按照设定逻辑操作；同时进行负荷变化、故障模拟等测试，验证保护装置对不同工况响应能力。

其二，安全问题管控。相关操作人员，进行合闸试验前需检查试验现场的安全指数情况，判别是否存在影响试验线路运行的隐患因素。确保相关隐患因素被隔离后，试验人员进而需按照操作规程进行操作，正确使用试验工具，配备必要个人防护装备，防止事故发生。同时在多工作内容实行时，需注意与其他运维人员之间协调配合，确保试验过程中能安全进行。

其三，进行数据核对。在合闸试验当中，相关技术人员需对合闸试验过程的输出数据进行记录，详细到具体的微绕数据，以供后续数据分析。进而技术人员便能基于评估试验结果，判断保护装置动作性能是否满足要求，是否能通过合闸试验判断。

4.5 继电保护设备的通讯测试

随着电力系统不断发展与智能化水平日益提高，继电保护设备之间的通讯在实现系统自动化与信息交换中占据一席之地。在继电保护调试验收中，继电保护设备通讯测试是至关重要的环节，可从以下几方面予以分析：（1）通讯连接可靠性作为通讯测试中的关键性环节，在进行通讯测试前需确保设备间通讯连接稳定可靠，包括检查通讯线缆质量与接线是否牢固，确认设备通讯端口设置是否正确。通过有效防干扰措施与合理布线规划，减少通讯故障发生率，确保通讯连接可靠性。（2）通讯协议正确性判定。不同继电保护设备通常采用如IEC 61850、Modbus等不同通讯协议进行数据交换，这是由于区域间的变电需求存在不同，因而导致了继电保护设备呈现多样化途径。因此进行通讯测试时，需验证设备所采用通讯协议是否正确，是否与需求间能构成特定的一对一关系，若不满足要求，则需要调整。同时确保通讯协议兼容性，使不同厂家生产的继电保护设备协调工作。（3）管控通讯速率与数据传输稳定性。通讯速率决定数据传输效率与响应时间，而数据传输稳定性则影响通讯可靠性，二者共同构成了通讯能否高效运作的要求。期间，通讯测试中需测试设备在不同通讯速率下的特定性能表现，确保设备满足实际运行需求。

5 结语

本文在此领域已有基础上，基于深入分析智能变电站继电保护调试验收要点，进而详细阐述了继电保护调试验收流程、调试过程关键点等内容，能从一定程度上，提升智能变电站继电保护调试验收工作的效能。但由于智能变电站继电保护内容广为宏观，本文内容仍存在不足。因此，未来研究需在此基础上，深入探索智能变电站继电保护调试验收的新兴方法技术，提高调试工作效能，推进电力系统安全稳定运行。同时，针对相关新兴技术应用，提出一系列指导性建议，以期对相关工作提供一定参考，为发展智能变电站开辟广阔创新路径。

参考文献：

[1]李俊.变电站自动化调试验收系统设计[J].光源与照明,2022,(04):120-122.

[2]殷学功.智能变电站继电保护调试验收要点分析[J].电工技术,2019,(01):73-74+76.

[3]李义荣.新一代智能变电站继电保护现场工作流程探讨[J].电子测试,2016,(22):132-133.

[4]李康星.数字化变电站继电保护调试验收分析[J].广东科技,2013,22(20):92+69.

[5]张洪武.继电保护装置调试及验收注意事项探讨[J].广西轻工业,2009,25(12):47-48.