

智能变电站电气设备安装及调试技术研究

邵林

山东能源内蒙古盛鲁售电有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i4.6670

[摘要] 本文着重研究智能变电站主要电气设备的安装与调试技术，以优化变电站的运行效率和稳定性。首先，论文概述了智能变电站主要电气设备包括主变压器、断路器、隔离开关、母线和无功补偿装置等；然后，重点介绍了各类设备在安装时应注意的安全问题。其次，论文总结了各类设备在调试前的准备工作和各设备的调试流程和方法。正确进行电气设备安装与调试，是保证变电站可靠运行的重要一环，本文可以为智能变电站建设提供参考。

[关键词] 智能变电站；电气设备；安装调试；技术研究

Research on electrical equipment installation and debugging technology in intelligent substation

Shao Lin

Shandong Energy Inner Mongolia Shenglu Power Sales Co., LTD

[Abstract] This paper focuses on the installation and debugging technology of the main electrical equipment in the intelligent substation, in order to optimize the operation efficiency and stability of the substation. Firstly, the paper summarizes the main electrical equipment of smart substation including main transformer, circuit breaker, disswitch, bus and reactive power compensation device, and then introduces the safety problems that should be paid attention to during installation. Secondly, the paper summarizes the preparation of all kinds of equipment before debugging and the debugging process and method of each equipment. The correct installation and debugging of electrical equipment is an important part to ensure the reliable operation of the substation. This paper can provide a reference for the construction of smart substation.

[Key words] smart substation; electrical equipment; installation and debugging; technical research

随着新能源和智能电网建设的不断深入，智能变电站作为重要节点正日益受到重视。与传统变电站相比，智能变电站在设备功能和控制模式上都有了很大提升，其安装和调试工作也面临新的挑战。研究智能变电站电气设备安装与调试技术，对优化施工质量和保障运行效率具有重要意义。智能变电站电气设备相比传统变电站更加智能和功能复杂，不仅需要满足常规供电功能，还需要实现信息收集、传输和分析处理等智能功能。其设备组成结构和运行模式也随之调整升级。这对设备安装与调试提出了更高要求，需要结合智能化特征对安装与调试流程进行优化，以适应其技术特点。与此同时，随着新能源并网规模扩大，变电站负荷特征也在不断变化，对设备的可靠性和调

节能力提出了更高要求。如何通过优化安装与调试技术来提高设备性能和运行质量成为当前研究的重要内容。本文将全面梳理智能变电站主要电气设备的特点，重点研究其安装与调试中的技术要点。

1. 智能变电站电气设备的安装

智能变电站是在原有变电站设备基础上，在主要设备如变压器、开关设备等增加监测装置，如感应电流检测装置等，用于实时监测这些设备的运行参数如电流、电压等。这些监测装置与以单片机为核心的通信单元连接，对采集到的各设备运行监测数据进行收集和传输。通信单元将监测数据通过通信网络传输到远程控制中心。在控制中心，可以实现对各设备运行状

态的实时监控。同时，必要时还可以在变电站内某些关键部位，比如开关某条输电线路的开关处，增加继电器等执行装置。这样就可以从远程控制中心对这些执行装置发出指令，实现对变电站内部设备的远程控制和调整。通过增加监测装置对设备运行参数进行实时监控，并利用通信网络将监测数据传输至控制中心，从而实现对变电站设备运行状态的全面监控。同时结合继电器等执行装置，还可以实现远程控制和调整功能。这就是智能变电站利用信息化手段实现远程监控和控制的工作模式。

1.1 主变压器的安装

主变压器作为变电站的技术核心设备，其安装质量直接影响变电站的运行效率和可靠性。正确安装主变压器需要严格按照说明书操作。首先，根据变压器类型和变电站设计图纸，选择变压器安装位置。变压器安装基础需要坚实平整，以保证变压器长期稳定运行。此外，需要根据变压器重量和尺寸准备好

吊装设备，以防止在吊装过程中因重量或位置错误导致变压器受损。然后，进行主变压器的吊装工作。吊装时需要注意保持吊线平稳，同时多人配合小心吊放，确保变压器安放位置到位。吊装结束后，需要检查变压器是否平稳安放且四角固定装置都已拧紧，防止变压器在运行时产生震动。安装好变压器后，需要将各电连接线正确接入变压器对应的端子。电连接线的接法需要严格按照规范，确保接线牢固且绝缘性好。同时，需要安装好变压器的监测设备，如电流传感器、温度传感器等，并将采集信号线正确接入智能监控系统。最后需要进行绝缘检测和调试，检查变压器及其连接线是否有绝缘问题，同时对变压器进行简单负载试运行。只有经过全面调试验证变压器安装质量合格，才能正式投入运行。如此周到的安装流程可以确保主变压器长期稳定可靠运转，七智能化设备的安装逻辑与技术如图1所示。

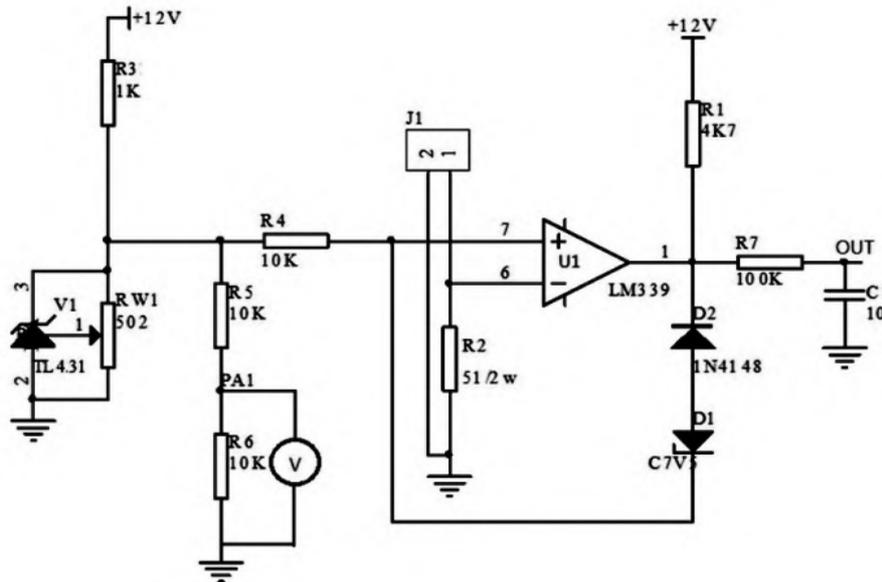


图1 主变压器智能电流/电压感知设备电路图

1.2 断路器的安装

断路器作为变电站重要的保护设备，其安装也需要严格按照规范操作，以保证安全可靠运行。首先需要根据断路器型号和变电站设计图，选择安装位置。断路器基础应选择在变电站内较为开阔通风的位置，并且基础应坚固平整。然后根据重量和尺寸，使用合适的吊车工具小心吊放断路器。吊放时需要多人配合，防止因重量不平衡而导致设备受损。安装好后，需要将各电连接线正确接入断路器两端子。连接线应选择规格合适的导线，接法要求牢固可靠。同时需要将断路器与其他设备如变压器相连，以实现电路闭环。此外，还需要安装好各种监测设备，如温度传感器等，以监测回路运行状态。安装完毕后，需要进行绝缘检测与试运行。首先对接线进行高压电试，检查绝缘性能。然后对断路器进行空载试运行，观察运行情况是否正

常。只有通过以上检测断路器安装质量合格，才能正式投入使用。通过标准化的安装流程，可以有效保证断路器长期稳定运行，预防安全隐患。

1.3 室外高压隔离开关及母线的安装

首先，对高压隔离开关进行功能测试，检查其各个部件是否活动灵活，齿轮是否能顺畅转动。然后，选择合适的安装位置，使用起重机小心将开关吊装到预定位置。安装时需要多人配合，保证开关受力均匀，同时注意调节开关两端的安装力度，使其咬合紧密而不松动。安装好后进行绝缘与试运行检测。安装母线时，根据设计选择使用硬母线或软母线。施工前必须对母线进行检测，排除绝缘损坏等问题。然后，断开母线两端的电源，接好接地线，确保无电后才开始安装工作。母线的安装顺序应符合电路原理，端子连接要牢固可靠。母线安装完毕后，

需要对接线进行高压试验，检查绝缘性能是否合格。安装过程中，应注意高压隔离开关各组件的相对位置，如瓷柱水平位置误差不超过 5mm，相邻瓷柱间隙控制在 0.05mm 以内。母线安装时，端子间距应符合规范，保证不同设备接触同期。只有严格按规范完成安装，才能保证设备长期稳定运行，防止由于安装不当引起的事故。

1.4 无功补偿装置的安装

无功补偿装置主要根据补偿原理可以分为静止无功补偿装置 SVC 和有源电力滤波补偿装置 APF 两种，其技术原理图如图 2 所示。SVC 通过静态电容器或电抗器实现无功功率的补偿，它属于主动式补偿方式。安装 SVC 时，由于电容器体积大，重量达 4.3 吨，需要使用起重机小心吊装到指定位置。同时，应保证电容器保持水平并牢固固定，以发挥其最大补偿效果。APF

通过电子变换器和滤波电路实现动态补偿，它属于主动式补偿方式。安装 APF 时需要选择安装环境良好的位置，远离电磁干扰源，并进行隔离安装。同时控制柜需要安装在通风良好、防潮防尘的地方。安装过程中应注意防止其内部电子元器件受到震动和冲击损伤。无论是 SVC 还是 APF，安装过程都需要严格执行安全规程，如断电接地等。同时各部件连接应牢固可靠。此外，安装完成后还需要对接线和控制线进行绝缘检测，并对各部件功能进行调试，以确保设备能够正常运行。总体来说，SVC 和 APF 安装时应注意防护电容器和电子元器件的安全，保证设备各部件连接牢固，并进行调试，以实现其最大补偿效果，从而提高变电站供电质量。只有按规范完成安装，无功补偿装置才能长期高效运行。

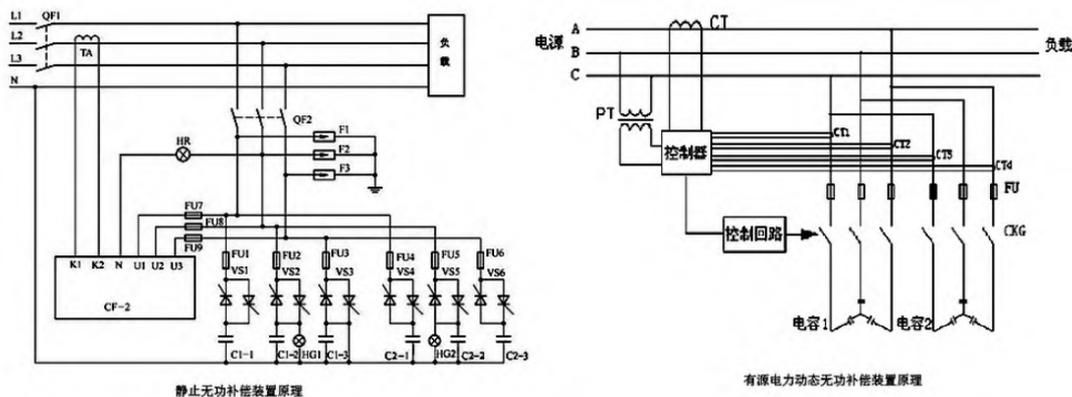


图 2 两种无功补偿装置原理技术示意图

2. 智能变电站电气设备的调试技术

2.1 继电保护装置调试

智能变电站继电保护装置与传统变电站不同，其调试工作方式也有所变化。继电保护装置通过 SV 和 GOOSE 等数字信号进行输出，而非传统的模拟信号，这需要调试人员使用专业的光纤数字保护仪对保护装置与二次设备之间的光纤网络进行测试，确保数字信号在各个节点之间能够正常传输。调试时需要对保护装置本体及其与二次设备的合并单元进行联合调试。由于保护装置主要产生数字信号驱动二次设备，所以需要保护装置和二次设备作为一个整体进行功能测试。在最大保护距离试验时，应使用突然短路法模拟故障，以检验保护反应时间是否符合要求。同时，为防止人身事故，操作人员应穿戴防护装备，且不要随意操作面板按键。试验装置必须可靠接地，以防止电击事故。整个调试过程需严格按照安全操作规程进行，多次重复测试以确保系统各环节能够良好运行。智能变电站继电保护装置调试与传统方式不同，需要对其数字通信能力和与二次设备的联合作用进行测试，同时注重操作安全，以确保智能保护系统能够高效运行。

2.2 断路器调试

智能变电站断路器调试是一个系统性的过程，需要从多个方面进行详细检查，以确保其安全可靠运行，具体技术路线以及调试项目如图 3 所示。首先，需要检查断路器本体的各个部件，如拉杆是否咬合牢固，线圈绕组是否正确，触头触点位置是否匹配等，以检验其基本结构是否符合设计要求。其次，需要对断路器的各种信号进行功能测试。例如检测控制信号输入后，断路器的开闭动作是否及时精准，各个开关回路是否能正常工作并承受额定电流等。同时也需要测试遥信号对断路器的控制是否高效可靠。然后，重点检查手合和遥合功能，以及断路器在不同条件下的接地情况，这是保证变电安全的中中之重。通过多次模拟实际运行场景，验证其应急处理能力。最后，整体测试断路器在不同负载下的运行状况，监测各项电气参数是否在允许范围内。只有通过一系列详细检查后，确定无误后，才能正式投入使用。智能变电站断路器调试需要系统、全面地检查其各个部件和功能，通过模拟不同运行条件下的多次测试，以保证其性能指标和安全性能符合设计要求。这是保证变电可靠运行的重要一环。

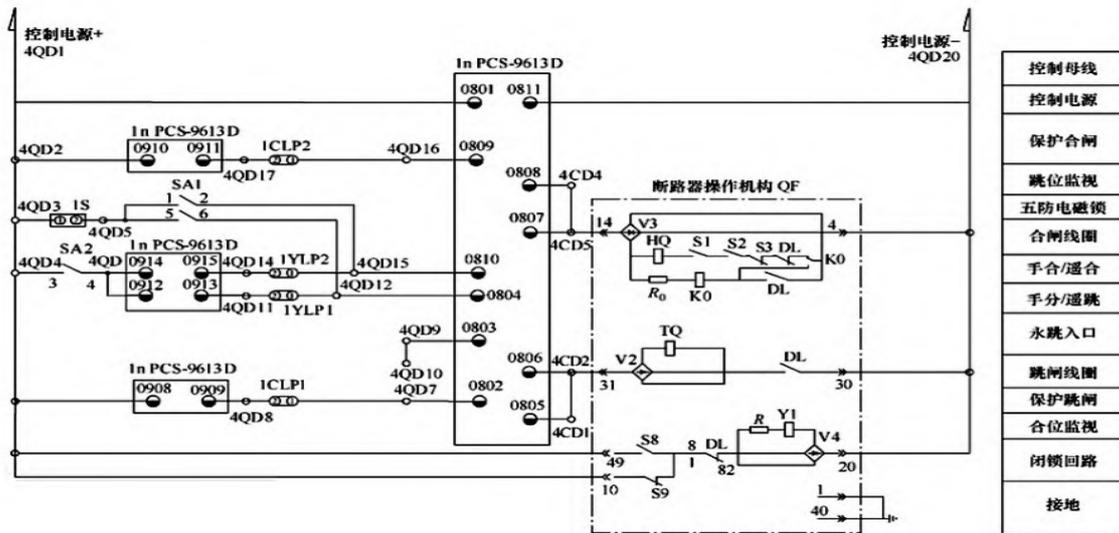


图3 变电站断路器调试结构及项目示意图

2.3 回路传动调试

智能变电站电气设备回路传动调试的目的是为了验证设备在供电后各个回路是否能正常工作,以保证变电站安全可靠运行。回路传动调试的首要任务是对各回路进行静态检查。这需要调试人员全副戴革,使用专业仪表和工具对每条回路进行详细检查,包括线路接地情况、接线是否规范、各部件是否完好等。如发现任何问题,需要及时处理和报告。静态检查通过后,需要进行动态调试实验。同期试验是最基础的实验,目的是检查各回路在同一时刻是否能同期工作。操作人员在保证安全的前提下,同时给予试验回路通电,观察其各部件是否能同期工作。然后进行一次通流试验,给予试验回路单次短时通电,记录通电前后各部件参数,检查是否在规定范围内。两次通流试验则重复给电,目的是观察回路是否有累积性问题。最后进行通压试验。这是最重要的实验,需要给予回路额定电压通电一定时间,监测各部件的温升和绝缘情况,以验证其能否长时间承受额定负荷。只有通过以上调试,包括静态检查和多轮动态实验,才能确定回路传动是否正常可靠,从而保证变电站安全运行。

2.4 高压开关安装调试

高压开关安装调试的目的是为了验证高压开关在安装后是否能正常工作,保证其在高压环境下安全可靠运行。调试前首先需要检查高压开关柜的外形结构是否完好,以及各部件是否牢固连接。然后对照说明书,检查内部母线连接是否规范,线路回路是否按规划布设,不能有交叉或错接情况。如果发现问题,需要立即修正。检查通过后,需要进行各项参数测试。这包括测量母线电阻值是否符合要求,开关柱运动是否灵活顺畅等。同时对开关柱绝缘性能进行检测,检查其是否能长时间承受额定电压。然后进行各种功能测试。例如对开关柱进行多次合分操作,观察是否存在异状;测试保护装置的故障信号是否及时和准确;模拟不同类型的短路故障,验证保护措施能否

及时切断电源等。最后进行综合性能试验。在保证人身安全的情况下,给予高压开关柜额定电压通电,长时间监测各部件温升和绝缘性能。只有通过以上各项调试,才能确定高压开关安装质量是否合格,是否能够稳定工作。这套流程系统完整,是智能变电站高压开关安装调试的重要技术手段。

3. 结束语

本文系统梳理了智能变电站主要电气设备的安装与调试技术。安装过程重点强调了设备智能化改造与安全可靠运行,给出了主变压器、断路器、母线等设备智能化的技术思路;调试过程重点分析了断路器与高压开关柜的调试项目与方法,给出了实操操作的具体步骤。该研究对智能变电站电气设备安装调试技术进行了系统总结,为后期工作提供了参考依据。只有深入开展相关技术研究,不断提升产品和工艺水平,才能真正实现变电站的智能化运营管理。未来还需要广泛开展实践,将理论研究成果转化为可操作的技术方案,促进智能变电的高质量发展。

[参考文献]

- [1]孙浩.智能变电站中的电气设备安装与调试分析[J].集成电路应用, 2023, 40(12): 168-169.
- [2]桑伟.智能变电站电气设备安装与调试技术分析[J].集成电路应用, 2023, 40(11): 284-285.
- [3]李建业.智能变电站电气设备安装及调试技术研究[J].中国高新科技, 2023, (12): 20-22.
- [4]林昌榕.智能变电站电气设备安装与调试技术要点[J].光源与照明, 2023, (02): 151-153.
- [5]张志成.智能变电站电气设备安装及调试技术探讨[J].机电信息, 2020, (23): 84-85.