

智能化变电站电气设备的安装及调试

张保民 刘壮 刘德华 王圆 周卫东

山东送变电工程有限公司

摘要: 随着全球电力需求的持续增长,电力系统和其相关技术正面临巨大的变革。为了满足现代社会对电力的高效、稳定和可靠供应的要求,电力系统正逐步从传统模式向智能化方向发展。智能化变电站作为这一转型中的重要组成部分,充分利用了信息技术、通信技术和自动化技术,实现了对电力设备的实时监控、诊断和优化控制。在这个背景下,变电站中的电气设备不仅需要满足基本的电气功能要求,还要与各种先进的传感器、控制器和通信设备完美集成,确保整个系统的协同工作。该文探讨了智能化变电站电气设备的安装及调试的关键过程和注意事项,以期为相关领域的研究者和工程师提供参考。

关键词: 智能化; 变电站; 电气设备; 安装; 调试

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2022.07.187

引言

变电站是电力系统中的重要组成部分,承担着电能的转换、分配和输送功能。随着科技的发展,智能化技术逐渐融入电力系统,使得变电站的运营更加高效和智能。其中,电气设备起到了核心作用。为了确保变电站能够稳定、可靠地运行,这些电气设备的安装和调试工作必须严格按照标准和规程进行,从选材、安装到测试,每一个环节都需要细致地考量和准备。只有这样才能真正降低设备故障率,减少停机时间,从而提高整体的运营效率。

一、智能化变电站电气设备的安装

(一) 主变压器的安装

智能化变电站电气设备中,主变压器的安装尤为关键。主变压器是变电站中的心脏,负责电能的转换和传输,因此,其安装需要特别细致和专业。首先,在安装之前,应对主变压器进行外观检查,确保没有在运输过程中产生的损伤。在选定的位置,需要预先测量和准备好固定主变的基础,并确保其结构强度可以承受设备的重量。在确定位置后,使用起重设备将主变压器稳定地放置在基础上。电缆的铺设和连接是关键步骤,确保所有的连接都严密,并且按照预定的接线图进行,避免出现接线错误^[1]。此外,主变压器的油箱也需要注意,要确保油箱无泄漏,并进行必要的油位检查。在所有安装步骤完成后,对设备进行初步测试,确保主变压器能够正常工作,没有异常噪声或振动,在测试无误后,主变压器可以与其他设备联合,进行整体的系统测试。

(二) 断路器的安装

在智能化变电站中,断路器作为关键的电气设备,对于电能的控制和保护起到至关重要的作用。其安装工作必须细致、专业,并确保所有操作都满足安全要求。开始前,工作人员首先对断路器进行外观和技术参数检

查,以确定其完好无损并符合技术要求。安装地点选择要考虑到设备的作用位置以及与其他设备的连接关系,确保后续的电缆布线和设备联接方便。当地点确定后,基于设计和预定位置进行基础制作,为断路器提供稳固的支撑。接着,采用专业的起重工具,将断路器精确地安放到预定的位置上,避免任何可能导致设备损伤的碰撞。之后进行电气连接,确保连接紧固并且按照接线图准确完成,特别要注意电气间隙和绝缘距离,以避免后续操作中的短路或击穿。断路器的气体或液体介质也要检查和填充,确保介质纯净并满足压力要求,所有安装步骤完成后,初步的功能测试是必不可少的,以确认断路器的正常工作,最后需要与系统其他部分相连接,进行整站的联合试运行。

(三) 高压隔离开关的安装

高压隔离开关在智能化变电站中起到切断非工作电路、为维护提供安全隔离以及显示电路断开或合闸状态的作用。其在变电站中的角色不容小觑,因此其安装过程需要严谨细致^[2]。在安装之前工程人员需要对高压隔离开关进行仔细的外观检查,确保在制造或运输过程中未受损伤。同时,确认选定的安装地点满足安装的技术和空间要求,以及能确保与其他设备的有效连接。安装前要确保基础已经制作完成并具备足够的稳定性和强度。随后,使用专门的起重工具将高压隔离开关稳妥地吊装到指定位置。电气连接步骤十分关键,所有连接应按照电气图纸精确进行,并保证连接处严密、可靠。考虑到隔离开关的操作方式,其机械联锁装置也要进行检查和调整,确保在实际操作中能达到预期的功能。完成安装后,初次测试是必须的,这旨在确认隔离开关在操作中的稳定性和准确性。此外,确保其隔离功能和表示功能都符合工程要求。完成所有测试后,高压隔离开关便可以与其他智能化变电站中的其他设备配合,共同为电力

系统提供稳定、安全的运行环境。此过程不仅要求技术专业性和效率至关重要，因此，其安装过程需要专业、严谨。无功补偿装置的安装首先开始于仔细的设备检查，确保其在制造、运输过程中未出现损伤或性能降低。随后，确定其在变电站中的最佳位置，这通常需要考虑与其他设备的连接距离和方便后续的维护工作。在确立了设备位置后，对地基和支撑结构进行处理，确保它们有足够的强度来支撑设备的重量和工作载荷。使用适当的工具和设备，将无功补偿装置放置到预定位置，随后进行电气连接工作。这里特别要注意连接的稳固性和正确性，确保能有效地实现无功补偿的目的。考虑到无功补偿装置可能涉及的电容器、电抗器等关键部件，其参数设置和调试也不容忽视。确保这些部件的参数与系统需求相匹配，并进行初步的功能测试。

（四）无功补偿装置的安装

智能化变电站为实现电网的稳定运行和提高功率因数，通常会安装无功补偿装置。这些装置对电网的稳定性和效率至关重要，因此，其安装过程需要专业、严谨。无功补偿装置的安装首先开始于仔细的设备检查，确保其在制造、运输过程中未出现损伤或性能降低。随后，确定其在变电站中的最佳位置，这通常需要考虑与其他设备的连接距离和方便后续的维护工作。在确立了设备位置后，对地基和支撑结构进行处理，确保它们有足够的强度来支撑设备的重量和工作载荷。使用适当的工具和设备，将无功补偿装置放置到预定位置，随后进行电气连接工作。这里特别要注意连接的稳固性和正确性，确保能有效地实现无功补偿的目的。考虑到无功补偿装置可能涉及的电容器、电抗器等关键部件，其参数设置和调试也不容忽视。确保这些部件的参数与系统需求相匹配，并进行初步的功能测试。

（五）防雷装置的安装

智能化变电站内，防雷装置是至关重要的，它不仅保障电气设备免受雷击直接损伤，还确保间接雷击引发的过电压对系统造成的潜在危害最小化。在变电站中，雷电带来的瞬时高电压可能对电气设备造成致命损害，因此防雷装置的合理安装与布局显得尤为关键。首先要确保已选定的防雷装置与站内的其他设备兼容，并能满足其技术性能要求。选择合适的位置进行安装，位置的选择需要考虑到变电站的整体布局、周边建筑物的高度以及地形等因素。为防雷器提供坚固的支撑和固定点是关键，特别是对于避雷针这类需要高空安装的设备。在安装过程中，电气连接和接地处理尤为重要。确保防雷器与地面之间的连接严密，以实现高效地接地，从而有效地引导雷电流入地下，减少对电气设备的威胁。同时，考虑到防雷器的工作特点和保护范围，与其他电气设备的距离也需要合理控制，确保在雷击发生时，所有设备均在防雷装置的保护范围内。完成安装后，进行防雷性能测试，验证其实际的防护效果。确保在实际运行中，防雷装置能够提供持续、可靠的防护，为智能化变电站的稳定运行提供坚实的保障^[3]。

二、智能化变电站电气设备安装的影响因素

（一）人为因素

在智能化变电站电气设备的安装过程中，人为因素是影响整个工程顺利进行和设备后续运行稳定性的重要因素，人为因素涉及多个方面，其中最显著的包括技术

水平、经验积累、操作规范以及团队协作。技术人员的技术水平直接关系到设备安装的质量和准确性，如果技术人员对设备的性能、工作原理和安装要求不够了解，可能会导致设备安装不当，影响其正常工作或降低其使用寿命。经验在这种技术性很强的任务中也十分关键。面对一些突发情况或特殊的安装环境，经验丰富的工程师往往能够迅速做出判断，避免潜在风险。操作规范对于确保设备安装的质量和安全性至关重要。不遵守规范可能导致安装过程中的意外伤害，或是设备在后续使用中出现故障。此外，团队间的有效沟通和协作也是人为因素中的关键一环，一个团队如果缺乏良好的沟通机制，可能会在安装过程中出现重复工作，或者遗漏关键步骤。

（二）施工材料

电气设备自身的材料质量是决定设备性能和寿命的重要因素，例如，使用劣质金属制造的电气设备可能会在短时间内发生腐蚀或疲劳，从而导致设备故障。同时，内部的绝缘材料如果不符合标准，可能会导致设备间隙不足，增加故障的风险。为了确保设备稳定地固定在位，必须使用高质量的固定和支撑材料。这些材料的强度、耐候性和抗老化性能都必须满足工程要求，以确保长时间地稳定运行。电气连接中使用的导线、电缆、接头和其他部件的材料质量也十分关键，不良的连接材料可能导致接触电阻增加，从而影响系统的整体效率和稳定性。保护材料如防腐涂层、绝缘材料等也不可忽视，它们为电气设备提供了额外的保护，使其免受环境因素如湿度、盐雾等的侵害。

（三）安装程序

在智能化变电站电气设备的安装过程中，安装程序无疑是确保设备正确、稳定、并能持久运行的关键，一个合理和科学的安装程序不仅确保了设备的性能和安全，而且还能避免后期因安装问题带来的不必要的维护和修复工作。安装程序首先要确保设备的顺序和布局合理，这意味着在安装开始之前，工程师和技术人员必须对整个变电站的设计和布局有深入的了解，确保每个设备都被放置在其应有的位置，并且其相互之间的距离和连接都能满足技术要求和安全标准。错误的布局或者设备之间的干扰可能会导致运行不稳定，甚至可能产生安全隐患。同时安装的每个步骤都需要仔细规划和执行。从地基处理到设备吊装，再到电气连接和系统测试，每一个细节都不能忽视^[4]。疏忽或不当地操作可能导致设备损伤、连接不良或其他问题，这些问题在设备运行时可能会放大，导致更严重的后果。安装程序中还需要考虑到与其他系统和设备的交互和集成，智能化变电站中

的设备常常需要与监控系统、数据分析平台或其他自动化设备进行通信。这要求在安装程序中，相应的数据线和接口也得到妥善处理，确保系统的整体性和稳定性。

三、智能化变电站电气设备的调试

(一) 继电保护装置的调试

在智能化变电站中，继电保护装置的调试是确保电网安全稳定运行的关键步骤。继电保护装置作为电力系统的安全守护者，对于故障的检测、判别与隔离起到至关重要的作用。调试过程中，需要验证装置的各种保护功能是否正常、反应是否迅速和准确。模拟真实的电网故障情景是调试的基础，这包括短路、过载、接地等常见故障。在模拟故障时，要观察继电保护装置是否能够准确识别并在规定的时间内发出切断指令，从而隔离故障区域，确保电网的其他部分不受影响。除了响应速度和准确性，还要考察装置的故障记录和报警功能。在实际运行中，当发生故障时，继电保护装置不仅要实时介入，还要存储相关的故障数据和参数，为后续的故障分析和诊断提供重要依据。通信功能也是继电保护装置在智能化变电站中的一个重要特点。调试中要确保装置能够与上位机、控制中心或其他智能设备顺畅地交换数据，保障整个电网的智能、高效运行。

(二) 断路器的调试

断路器在智能化变电站中起到关键的角色，它是电气系统中用于切断或接通电路的重要装置。调试断路器的目的是确保其在各种运行状态下都能可靠、准确地执行操作指令。调试过程中，一个主要的关注点是断路器的动作性能。这涉及断路器在收到操作指令后的反应时间、开关速度以及接触压力等参数。通过特定的测试仪器，如断路器分合闸特性测试器，可以对其动作性能进行全面的检查和验证。除动作性能外，还要检查断路器的绝缘性能。确保其在高压条件下具有良好的绝缘，防止发生电弧或短路^[5]。同时，对于SF6气体断路器，需要对气体压力和纯度进行监测，确保其在规定范围内。通信功能也是现代智能断路器的特点之一，在调试过程中，需要验证断路器是否能够与监控系统或其他智能设备顺畅地交换数据，确保其在整个智能化变电站中的协同作用。可见断路器的调试过程着重于验证其机械性能、电气性能以及通信功能，确保其在实际运行中可靠、高效地发挥作用，为变电站的安全稳定运行提供保障。

(三) “虚”回路的调试

“虚”回路在智能化变电站的调试中是一个特殊的概念，它并不直接参与电气设备的实际工作，而是用于模拟、测试或验证系统的功能和响应。它可以模拟各种

工作条件和场景，确保电气设备和系统在实际运行中的稳定性和可靠性。调试“虚”回路主要是为了确认系统的反应是否与预期相符。例如，在一个“虚”回路中，可以模拟某一电气设备的故障，看系统是否能够准确检测到这一故障并作出正确响应。这样的模拟可以为实际运行中可能出现的各种情况提前做好准备。在进行“虚”回路的调试时，需要对其进行完整地测试，从简单的功能测试到复杂的场景模拟。这样可以确保电气设备和系统在各种条件下都有良好的表现，通过对“虚”回路的调试，也可以发现和解决系统中存在的潜在问题^[6]。

(四) 通道的调试

在智能化变电站中，通道的调试是为确保数据和控制信息能够准确、迅速地在各个设备和系统之间传递。通道在这里是指用于通信的物理或逻辑链路，它是实现变电站智能化功能的基础。通道的调试主要关注其传输能力和稳定性。要验证所传输的数据是否准确无误，没有被损坏或误码。同时，要检查通道的传输速度，确保其能够满足实时数据交换的需求。这涉及通道的带宽、延迟以及传输效率的检测。除此之外，通道的安全性也是调试的重要内容，要确保通道在传输过程中不受到外部干扰或攻击，数据的完整性和机密性都得到了保障。这可能需要对通道进行加密或采取其他安全措施。在实际的调试过程中，可能会采用特定的测试工具和方法，如网络分析仪、数据包捕获工具等，来详细检查通道的性能。同时，要确保通道与变电站中的其他设备和系统能够完美集成，保障整个智能化变电站的协同工作。

总结

综上所述，智能化变电站电气设备的安装及调试是一个系统性、技术性很强的工程项目，每一个步骤都需要精准地执行和严格地监控。想要确保智能化变电站的稳定性和可靠性，就必须对电气设备给予足够的重视，确保其安装质量和调试精度。相信期望随着技术的不断进步和实践的积累，变电站的建设和运营将更加高效、智能和绿色。

参考文献

- [1] 付奎霖. 智能化变电站电气设备安装及调试[J]. 大众用电, 2021, 36(09): 72-73.
- [2] 张青. 浅析智能化变电站电气设备安装与调试[J]. 中国新技术新产品, 2017(08): 93-94.
- [3] 周寒湘. 智能化变电站电气设备安装及调试[J]. 通信电源技术, 2018, 35(10): 277-278.
- [4] 陈蕾. 浅谈智能化变电站电气设备在实际应用中的安装与调试[J]. 绿色环保建材, 2017(12): 222.