

# 500kV变电站主变压器安装施工技术及要点

周成毅

内蒙古送变电有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010020

**摘要:** 本文详细阐述了500kV变电站主变压器的结构与工作原理、安装施工技术及要点。主变压器作为电力系统的核心设备,其安装施工涉及设备运输、验收、绝缘油处理、附件安装、真空注油、密封性试验与二次接线等多个环节。文章重点分析了安装施工前的准备工作、施工流程以及施工中的关键技术,同时探讨了质量控制与安全管理的措施。通过本文的阐述,旨在为500kV变电站主变压器的安装施工提供全面的技术指导和安全管理建议,确保电力系统的稳定运行。

**关键词:** 500kV变电站; 主变压器; 安装施工技术; 要点

## 1 500kV 变电站主变压器概述

### 1.1 主变压器的结构与工作原理

500kV变电站主变压器是电力系统的核心设备之一,其结构与工作原理对于电力系统的稳定运行至关重要。主变压器主要由铁芯、绕组、油箱、冷却系统等关键部件组成。铁芯作为变压器的磁路,通常由高导磁性的硅钢片叠制而成,以减少磁滞和涡流损耗。硅钢片两面涂有绝缘漆,以确保叠片之间的绝缘。绕组则是变压器的电路部分,由铜或铝的绝缘导线绕制而成,分别连接电网和负载。高压绕组和低压绕组分别套装在铁芯柱上,通常采用同心式结构,便于绝缘和引出线的布置。工作原理方面,变压器基于电磁感应原理工作。当交流电源施加于一次绕组时,会在铁芯中产生交变磁通,该磁通同时交链一次绕组和二次绕组。由于电磁感应作用,二次绕组中会产生感应电动势,从而实现电压的变换。变压器的一次、二次绕组电压之比等于它们的匝数之比,这是变压器电压变换的基本规律<sup>[1]</sup>。另外,油箱是主变压器的重要部件,用于容纳绝缘油,起到绝缘和散热的作用。冷却系统则通过散热器、风扇等设备,将变压器运行过程中产生的热量散发出去,确保变压器在安全温度范围内运行。

### 1.2 主变压器在500kV变电站中的应用

500kV变电站作为电力系统的枢纽站,承担着电能传输与分配的重要任务。主变压器在500kV变电站中的应用,主要体现在电压变换、电能传输与分配、以及系统稳定性保障等方面。第一,主变压器通过电压变换功能,将发电机发出的高压电能转换为适合远距离输电的电压等级,以减少输电过程中的电能损耗。同时,在电能到达用户端后,主变压器再次将电压降低至适合用户使用的电压等级,确保电能的安全、高效利用。第二,

主变压器在500kV变电站中起到电能传输与分配的核心作用。它连接着不同电压等级的电网,实现电能的灵活调度与分配,确保电力系统的稳定运行。在电能传输过程中,主变压器能够承受高电压、大电流的冲击,具有极高的可靠性和稳定性。第三,主变压器对于保障电力系统的稳定性具有重要意义。在电力系统中发生故障时,主变压器能够迅速响应并隔离故障区域,防止故障扩散至整个系统。同时,主变压器还具备过载能力和短路承受能力,能够在一定程度上抵御外部干扰和冲击,确保电力系统的安全稳定运行。

## 2 500kV 变电站主变压器安装施工技术

### 2.1 安装前的准备工作

500kV变电站作为电力系统的核心组成部分,其主变压器的安装不仅是一项技术密集型的工程,更是确保电力系统稳定运行的关键。(1)详细的项目规划与图纸会审是安装前的首要步骤。项目团队需深入理解设计图纸,包括电气接线图、基础结构图以及设备安装指南,确保每一个细节都被精准掌握。此阶段,与设计单位的沟通尤为重要,任何设计上的疑问或潜在问题都应得到及时澄清和解决。根据变电站的地理位置、气候条件等因素,制定详细的施工方案和安全措施,确保施工活动既能高效进行,又能充分保障人员安全。(2)对变压器基础进行细致检查与验收是准备工作的另一关键环节。主变压器的基础必须稳固且尺寸精确,以满足变压器的安装需求。这包括对基础的平整度、预埋件的位置和高度、以及基础的强度和耐久性进行严格检测,还需确保基础周围无积水隐患,为变压器提供良好的运行环境<sup>[2]</sup>。(3)设备开箱检查同样不可忽视。在变压器及所有附件到达现场后,应组织专业人员进行开箱验收,详细记录设备的型号、规格、数量及外观状况。对于关键部件

如瓦斯继电器、冷却系统等，还需进行单独的功能性测试，确保其性能完好。绝缘油作为变压器的重要组成部分，其质量与处理同样重要，需提前取样检测，确保其满足相关标准，并制定详细的绝缘油处理计划。

## 2.2 安装施工流程

500kV变电站主变压器的安装施工流程涉及多个环节，每一步都需要精心组织和严格执行，以确保安装质量和安全。在确保基础准备无误后，利用专业吊装设备将变压器平稳、安全地放置到预定位置。此过程中，应严格控制吊装速度，避免碰撞，确保变压器不受损伤。紧接着是附件的安装与调试。这包括套管、冷却系统、储油柜、瓦斯继电器、温度指示器等关键部件的安装。每一步安装都应遵循厂家提供的安装指南，并进行必要的调整和校验，确保附件与变压器本体紧密配合，功能正常。在变压器内部彻底清洁后，需进行真空注油，以排除内部空气和水分，提高绝缘性能。绝缘油的处理需严格控制温度、压力和时间，确保油质达到最佳状态。完成安装后，还需进行全面的检查和试验。这包括电气性能试验、绝缘电阻测试、局部放电试验等，以验证变压器的性能和安全性。试验过程中，应严格按照国家标准和行业规范执行，确保数据的准确性和可靠性。

## 2.3 施工中的关键技术

在500kV变电站主变压器的安装施工过程中，关键技术的运用直接关系到工程的质量和效率。第一，干燥空气保护技术的应用对于保证变压器内部干燥、防止绝缘性能下降至关重要。通过在安装过程中持续向变压器内部通入干燥空气，可以有效降低湿度，延长变压器使用寿命。第二，先进的吊装技术和工具的使用，确保了变压器及大型附件的安全、精确吊装。这不仅提高了施工效率，还大大减少了施工过程中的安全风险。第三，通过实施严格的质量控制流程、采用现代化的项目管理软件、以及建立高效的沟通机制，确保了施工过程的每一个细节都得到妥善管理和控制。

## 3 500kV 变电站主变压器安装施工要点分析

### 3.1 设备运输与验收

500kV变电站主变压器的安装施工始于设备的运输与验收，在运输过程中，必须制定详细的运输方案，确保变压器在运输途中不受损坏。这包括选择合适的运输车辆和路线，采用专业的固定和保护措施，以及实时监控运输状态等。同时，还需考虑天气、路况等因素，确保运输过程的安全性和稳定性。到达现场后，设备验收成为另一项重要任务。验收人员需对变压器进行全面检查，包括外观是否完好、型号规格是否符合要求、附件

是否齐全等。特别需要注意的是，对于变压器的绝缘性能、油位、油温等关键指标，必须进行严格的测试和记录<sup>[3]</sup>。另外，验收过程中还需核对变压器的出厂文件和技术资料，确保所有信息与实际相符。一旦发现问题或疑虑，应立即与供应商沟通解决，确保设备的完整性和可靠性。

### 3.2 绝缘油处理与注油工艺

绝缘油作为变压器的重要组成部分，其质量和处理工艺直接影响到变压器的绝缘性能和运行寿命。在绝缘油处理方面，需对绝缘油进行严格的过滤和净化，去除其中的杂质、水分和气泡等。在注油前，需对变压器油箱进行彻底清洗和干燥，避免残留物对绝缘油造成污染。注油过程中，需严格控制注油速度、压力和温度，确保绝缘油能够均匀、稳定地填充到变压器内部。同时，还需对绝缘油进行取样分析，确保其在注入变压器前的性能指标符合要求，还需注意绝缘油的存储和管理，避免其受到污染和变质，确保变压器的长期稳定运行。

### 3.3 附件安装与调试

500kV变电站主变压器的附件种类繁多，包括套管、冷却器、瓦斯继电器、温度计等。在安装附件前，需对附件进行全面检查和测试，确保其性能完好、符合设计要求。安装过程中，需严格按照施工图纸和厂家提供的安装指南进行操作，确保附件能够准确、牢固地安装在预定位置上。调试阶段，需对附件进行单独的功能性测试，验证其是否能够正常工作。同时，还需进行整体的协调性和兼容性测试，确保所有附件能够相互配合、协调工作。这一步骤对于确保变压器的整体性能和安全性至关重要。

### 3.4 真空注油与热油循环

真空注油是在变压器内部形成真空后，将经过处理的绝缘油注入变压器内部的过程。在注油过程中，需严格控制真空度和注油速度，确保绝缘油能够均匀、稳定地填充到变压器内部。热油循环则是在变压器内部注入绝缘油后，通过加热和循环的方式，使绝缘油与变压器内部的各个部件充分接触和交换热量。这一步骤可以进一步去除残留在变压器内部的空气和水分，同时加速绝缘油的老化过程，检验其长期运行下的稳定性。热油循环的温度、时间和流速均需严格控制，以确保处理效果并避免对变压器造成不必要的损害。在真空注油与热油循环过程中，还需密切关注变压器油箱内部的压力变化、油温以及油位等关键参数。这些参数的稳定与合理是确保变压器绝缘性能提升的重要标志。一旦出现异常，应立即停止操作，查找原因并采取相应措施。

### 3.5 密封性试验与二次接线

密封性试验是500kV变电站主变压器安装施工中的另一项重要测试。其目的是检验变压器及其附件在安装过程中是否保持了良好的密封性能，以防止内部绝缘油泄漏或外部湿气和污染物侵入。密封性试验通常采用压力测试法，即在变压器油箱内部施加一定压力，并观察压力变化情况。若压力在规定时间内保持稳定，则说明变压器及其附件的密封性能良好。若出现异常压力下降，则需立即查找并修复泄漏点；二次接线是连接变压器与电力系统其他部分的桥梁。其正确性、可靠性和稳定性直接关系到整个电力系统的安全运行<sup>[4]</sup>。在二次接线过程中，需严格按照施工图纸和电气规范进行操作，确保每个接线点都准确无误、接触良好。同时，还需进行接线后的测试和校验，以验证其功能和安全性。在密封性试验与二次接线完成后，还需对整个变压器系统全面的检查和调试。通过检查各个部件的安装状态、测试其功能性能以及调整相关参数，可以确保变压器在投入运行前达到最佳状态。

## 4 500kV 变电站主变压器安装施工质量与安全管理

### 4.1 质量控制措施

500kV变电站主变压器的安装施工是电力工程建设中的关键环节，其质量直接关系到电力系统的稳定运行和安全性能。（1）建立完善的质量管理体系是基础。这包括制定明确的质量目标、质量计划和质量控制程序，以及建立质量责任制，将质量控制责任落实到个人。在施工过程中，严格按照质量管理体系的要求进行操作，确保每个施工环节都符合设计规范和行业标准。（2）加强施工过程的监督与检查至关重要。定期对施工现场进行巡查，及时发现和纠正施工中的质量问题。对于关键工序和重要节点，如绝缘油处理、附件安装、真空注油等，需进行旁站监督，确保施工操作的规范性和准确性。同时，对施工过程中使用的材料和设备进行严格的质量检验，确保其质量符合要求。（3）加强施工人员的技术培训和质量控制意识培养也是提高施工质量的关键。定期组织施工人员参加技术培训和质量管理课程，提高其专业技能和质量控制意识。通过培训和教育，使施工人员充分认识到施工质量的重要性，自觉遵守施工

规范和质量控制要求。（4）建立完善的质量验收机制是确保安装施工质量的最后一道防线。在施工完成后，组织专业人员进行全面的质量验收，对变压器的各项性能指标进行严格的测试和评估。对于存在的问题和缺陷，及时进行整改和完善，确保变压器在安装施工后能够达到设计要求和标准<sup>[5]</sup>。

### 4.2 安全管理措施

在500kV变电站主变压器安装施工中，安全管理至关重要。因此，采取一系列安全管理措施：首先，建立包括安全责任制、操作规程、应急预案在内的严格安全管理制度，并加强施工人员安全教育与培训；其次，强化施工现场安全管理，包括定期进行安全检查、专项检查以及施工设备和工具的维护保养；同时，建立有效的安全沟通机制，及时收集和处理安全问题；最后，发生安全事故时，迅速启动应急预案，深入调查事故原因，并采取针对性措施防止再发生。通过这些措施，确保施工全过程的人员与设备安全。

### 结束语

综上所述，500kV变电站主变压器的安装施工是一项复杂而精细的工程，涉及多个环节和关键技术。通过实施严格的质量控制措施和安全管理措施，可以确保安装施工的质量和安全性，为电力系统的稳定运行提供坚实保障。未来，随着技术的不断进步和经验的积累，将进一步优化安装施工流程和技术要点，提高施工效率和质量水平，为电力行业的发展做出更大贡献。

### 参考文献

- [1]任爱平,刘丽花,王凯凯.山西晋中500kV变电站3号主变压器扩建问题研究[J].山西电力,2021(4):59-61.
- [2]江树奇.500kV变电站主变压器安装和维护探讨[J].技术与市场,2020,27(6):120-120+122.
- [3]房英怡.500kV变电站主变压器安装及维护技术研究[J].机电信息,2020(05):66-67.
- [4]方志强,张彬.500kV变电站主变压器安装施工技术要点[J].电工技术,2024(3):116-120.
- [5]夏铭鉴.500kV变电站主变压器安装技术要点[J].自动化应用,2023,64(6):103-105.