电力工程 110kV 电气设备安装方法研究

连　伟
内蒙古东乌铁路有限责任公司　内蒙古　鄂尔多斯　017000

摘　要：本文聚焦电力工程中110kV电气设备安装方法展开研究。先阐述110kV电气设备概述及安装基本原理与规范，接着从安装前准备、主要设备安装、电气连接与布线等方面介绍关键步骤与技术要点。分析安装中常见的技术与管理问题并提出应对策略，还探讨了新技术应用趋势及其对未来电力工程在质量、工期、成本、安全等方面的积极影响，为110kV电气设备安装提供全面参考。

关键词：110kV电气设备；安装工艺；质量控制

引言　110千伏电气设备是区域电网输配电体系的核心载体，其安装质量直接关乎电网运行的稳定性与安全性。随着新能源并网需求激增，传统安装工艺已难以适配高负荷、高精度的工程要求。本文聚焦110千伏电气设备安装全流程，剖析设备定位、接线调试等关键工序的技术要点，对比不同安装方案的优劣，旨在为提升电力工程施工效率与质量提供实践参考。

1 110kV电气设备安装的理论基础

1.1 110kV电气设备概述

110kV电气设备是电力系统中输变电环节的核心组成部分，主要涵盖变压器、断路器、隔离开关、互感器、避雷器、开关柜等关键设备，承担着电能传输、电压变换、故障切除、电能计量及过电压防护等重要功能。该电压等级设备广泛应用于区域电网联络、城市配电网骨干网架及大型工业用户供电系统，其运行稳定性直接决定电网供电可靠性。从结构特性来看，110kV设备具有绝缘等级高、额定容量大、机械性能要求严等特点，设备绝缘需耐受126kV额定电压及相应操作过电压、雷电过电压冲击[1]。设备设计需兼顾电气性能与机械强度，如变压器采用高效铁芯与绕组结构降低损耗，断路器具备快速分合闸能力以切断故障电流。随着电力系统智能化发展，现代110kV设备普遍集成状态监测模块，可实时采集绝缘、温度、机械特性等数据，为运维提供技术支撑。

1.2 电气设备安装的基本原理与规范

110kV电气设备安装以电气传动、电磁感应、绝缘配合等理论为基本原理，核心目标是确保设备安装后达到设计电气性能与机械性能，实现安全稳定运行。安装过程需严格遵循《电气装置安装工程电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》等国家标准及行业规程。绝缘配合原理要求安装中保证设备绝缘距离符合规范，避免绝缘击穿；电磁兼容原理要求合理布置设备，减少电磁干扰。规范明确规定设备安装前的检查项目、安装工艺参数及验收标准，如变压器安装需控制器身暴露时间、真空注油温度及真空度；断路器安装需调整分合闸速度、同期性及接触电阻。同时，安装需满足电气安全要求，落实接地保护、防误操作等措施，所有施工步骤需形成完整技术记录，验收合格后方可投入试运行，确保安装质量符合电网安全运行要求。

2 110kV电气设备安装的关键步骤与技术要点

2.1 设备安装前的准备工作

设备安装前的准备工作是整个施工流程中至关重要的一环，它是保障后续施工质量与施工安全的基础前提，主要涵盖技术准备、现场准备、设备检查以及人员准备四个关键方面。技术准备方面，要组织参与施工的人员全面熟悉设计图纸、施工方案以及相关规范标准。通过开展详细的技术交底工作，让每一位施工人员都明确自身的岗位职责以及施工过程中的关键要点。对于一些复杂工序，例如大型变压器的吊装，必须编制专项施工方案。在方案编制过程中，要进行精确的受力计算，全面评估可能出现的风险，并制定相应的应对措施，确保吊装过程安全可靠。现场准备工作需完成多项任务，首先要对施工场地进行平整和硬化处理，搭建好围挡，合理划分设备堆放区、加工区和办公区，保证场地布局科学合理，同时确保场地排水畅通，避免积水影响施工。其次，要安装好施工所需的电源、照明以及通讯设施，为施工提供必要的条件。另外，还要配备充足的消防器材，设置明显的安全警示标识，营造安全的施工环境。设备检查环节，要仔细核对设备的型号、规格是否与设计文件完全一致。检查设备外观，确保没有损伤，密封性能良好。开箱后，要认真检查附件和备品备件是否齐全，同时核对出厂合格证、试验报告等技术资料是否完整无缺。对于

变压器等关键设备，还需进行绝缘电阻测量、油质化验等预试验，只有试验结果合格，才允许进行安装。人员准备方面，要组建一支专业的施工团队，团队成员应包括电气工程师、起重工、电工等不同专业的人员。所有人员都必须持证上岗，并且要开展全面的安全培训和技能考核，确保每一位施工人员都具备相应的施工能力，能够胜任各自的工作任务[2]。

2.2 主要电气设备的安装技术

主要电气设备的安装需要针对不同设备的特性，采用专用的安装技术，以此确保安装精度和设备性能达到标准要求。变压器安装的核心技术包含多个环节。基础验收时，要严格检查基础的平整度和标高是否符合设计要求，使用水平仪精确调整变压器的水平度。器身就位需使用专用的吊装设备，在吊装过程中，必须保持器身平稳，避免发生碰撞，防止对变压器造成损坏。附件安装环节，套管安装时要精准控制密封胶垫的压缩量，确保密封效果良好；瓦斯继电器要水平安装，并进行严格的密封试验；散热器在安装前要进行压力试验，保证其质量可靠。注油工艺采用真空注油方式，要严格控制注油速度和油温，注油完成后需静置规定时间，然后再进行绝缘试验，确保变压器绝缘性能良好。断路器安装的重点在于调整机械特性，对于SF6断路器安装，要严格控制安装环境的湿度，对灭弧室进行抽真空处理，充注SF6气体后，要仔细检查气密性，并测量气体含水量，确保各项指标符合要求。隔离开关安装时，要精心调整触头的接触面积和压力，保证分合闸能够准确到位，传动机构灵活可靠，运行顺畅。互感器安装要确保安装方向正确无误。电流互感器二次侧严禁开路，电压互感器二次侧严禁短路，安装完成后要进行变比、极性试验，通过试验确保计量和保护的精度满足设计要求，保障电力系统的稳定运行。

2.3 电气连接与布线技术

电气连接与布线技术对于设备的导电性能和运行安全有着直接的影响，在施工过程中必须严格遵循载流量匹配、接触良好、绝缘可靠以及布线规范等原则。母线连接通常采用螺栓连接或焊接方式。当进行铜铝连接时，必须采用过渡接头，以防止发生电化学腐蚀，影响连接质量。螺栓连接时，要使用力矩扳手按照规定的力矩进行紧固，确保接触电阻符合要求。连接完成后，要清除接触面的氧化层，并涂抹导电膏，进一步降低接触电阻，提高导电性能。电缆敷设前，要仔细检查电缆的型号、截面是否符合设计要求，同时进行绝缘电阻测试和直流耐压试验，确保电缆质量合格。敷设过程中，要严格控制电缆的弯曲半径，使其不小于规范要求，避免电缆受到挤压、拖拽等损伤。在电缆沟内敷设时，要将电缆排列整齐，并设置标识牌，方便后续的运维管理。当电缆穿越孔洞时，要进行密封处理，防止水分、灰尘等进入，影响电缆性能。二次回路布线要采用铜芯绝缘导线，线径要满足载流量和机械强度的要求。布线要整齐美观，捆扎牢固，不同回路的导线要分开敷设，避免相互干扰。接线时，要严格按照图纸编号对应连接，端子排接线要牢固可靠，线端要加装线号管，方便识别和检修。接线完成后，要进行导通试验和绝缘测试，确保二次回路连接正确，绝缘性能良好。所有连接部位都要进行防腐处理，对于露天布线的部分，要采取防水、防晒措施，确保电气连接可靠，布线符合安全运行和运维检修的要求，为电力系统的稳定运行提供坚实保障。

3 110kV电气设备安装常见问题及应对策略

3.1 安装过程中的技术问题

安装过程中常见技术问题主要集中在设备定位、绝缘性能及机械特性调整等方面。设备定位问题表现为变压器、断路器等设备基础平整度超标，导致设备水平度不符合要求，影响机械传动性能；母线安装后直线度偏差过大，造成连接受力不均。绝缘性能问题包括变压器注油后绝缘电阻下降，多因注油时真空度不足或油质受潮；电缆敷设时绝缘层破损，二次回路布线绝缘电阻偏低，易引发短路故障[3]。机械特性问题体现在断路器分合闸速度不达标、同期性偏差超出规范，隔离开关触头接触不良，导致运行中发热；变压器附件安装后密封不严，出现渗油现象。还存在电气连接部位接触电阻过大，运行中发热严重；互感器极性接反，影响计量与保护系统正常工作等问题，这些技术问题若不及时处理，将直接影响设备运行稳定性与安全性。

3.2 施工管理问题

施工管理问题主要涉及进度控制、质量管控及安全管理三方面。进度控制问题表现为施工计划编制不合理，关键工序衔接不畅，如设备到货延迟未及时调整施工方案，导致工期延误；施工资源调配不当，如吊装设备使用冲突，影响施工连续性。质量管控问题包括施工过程检查不到位，隐蔽工程未经验收即进入下道工序，如电缆沟敷设后未检查就回填；技术资料管理混乱，施工记录不及时、不完整，试验数据填写不规范，影响验收工作。安全管理问题体现在安全管理制度落实不到位，施工人员未按规定佩戴安全防护用品，高空作业未搭设安全防护设施；施工用电管理不规范，临时电源未安装漏电保护器，存在触电风险；现场消防设施不足，易燃易

爆物品存放不符合规定，易引发安全事故。

3.3 应对策略与改进措施

针对安装技术与管理问题，需采取针对性应对策略与改进措施。技术方面，设备定位前加强基础验收，采用水平仪精确调整设备水平度，母线安装使用专用夹具保证直线度，连接前进行预组装；绝缘问题处理需严格控制注油真空度与油质指标，对受潮油质进行过滤干燥处理，电缆敷设前检查绝缘层完整性，破损处及时修复，二次回路布线后进行绝缘测试。机械特性问题需使用专业仪器检测断路器分合闸参数，通过调整传动机构弹簧力度、连杆长度确保达标，隔离开关触头涂抹导电膏并按力矩紧固，变压器附件安装后进行气密性试验。管理方面，优化施工计划，明确关键节点，建立设备到货预警机制，合理调配施工资源；强化质量管控，实行“三检制”，隐蔽工程必须经监理验收合格后方可施工，规范技术资料填写与归档。安全管理需完善安全管理制度，加强施工人员安全培训与现场监督，高空作业落实防护措施，规范施工用电管理，定期开展安全隐患排查，确保施工安全与质量。

4 110kV电气设备安装技术发展趋势

4.1 新技术应用

110kV电气设备安装领域新技术应用呈现智能化、高效化与绿色化趋势。智能化技术方面，BIM（建筑信息模型）技术广泛用于施工前期模拟，通过三维建模优化设备布置与施工方案，提前规避管线冲突、吊装干涉等问题；安装过程中采用智能监测设备，如无线温度传感器实时监测母线连接点温度，超声波检测仪检测设备密封性能，数据实时上传至管控平台，实现施工质量动态监控。高效化技术体现在模块化安装技术推广，设备厂家将变压器、开关柜等预制成标准化模块，现场进行拼接组装，大幅缩短安装工期；大型设备吊装采用无人机勘测现场环境，配合智能吊装系统实现精准定位，提升吊装效率与安全性。绿色化技术应用包括环保型绝缘材料使用，如采用环保型SF6替代气体减少温室气体排放；施工过程中采用节能型施工设备，推行建筑垃圾回收利用，减少对环境影响。另外，数字孪生技术开始应用，构建安装过程数字镜像，实现施工全流程可视化管理与数据追溯。

4.2 对未来电力工程的影响

新技术应用正以前所未有的深度与广度重塑未来110kV电力工程建设格局，其影响贯穿工程全生命周期。在工程质量管控领域，基于物联网的智能化监测系统可实时采集设备安装参数，结合数字孪生技术构建三维质量模型，实现从基础施工到设备调试的全流程精准溯源。通过AI算法对200余项关键指标进行动态分析，将人为误差率降低至0.3%以下，使主变压器安装精度达到±0.5mm级，显著提升设备运行稳定性[4]。工期优化方面，模块化预制技术将GIS组合电器、电缆终端等核心设备在工厂完成标准化生产，现场装配时间压缩60%。BIM+5D模拟平台可提前识别127类施工冲突，优化工序衔接方案，使某试点项目较传统工期缩短42%。在应急抢修场景中，预制舱式变电站实现“搭积木”式快速部署，72小时内即可恢复供电能力。成本控制体系通过三维算量软件减少材料损耗8%，智能巡检机器人降低运维人力成本35%。安全管理创新采用无人机倾斜摄影建立三维安全模型，结合UWB定位系统实现人员危险区域智能预警，高空作业量减少45%，事故率下降至0.12次/万工时。这些技术变革推动电网向“透明化、自适应”方向演进，为智能电网构建提供数据底座。

结束语

110kV电气设备安装是电力工程建设的关键环节，其质量直接影响电网稳定运行。本文详细剖析了安装的理论基础、关键步骤、常见问题及应对策略，还展望了新技术应用趋势。随着智能化、高效化、绿色化新技术不断涌现，110kV电气设备安装将更精准、高效、安全。未来，需持续探索创新，提升安装技术水平，以适应电力行业发展需求，为构建安全可靠的智能电网贡献力量。

参考文献

[1]李丹.电力工程110kV输电线路施工方法及技术要点研究[J].电力设备管理,2025,(07):207-209.

[2]倪嘉晖.电力工程110kV电气设备安装方法研究[J].工程技术研究,2025,10(08):105-107.

[3]何思研.智能电力工程技术在10kV输配电迁改工程中的应用[J].电力设备管理,2025,(08):212-214.

[4]郎开静.110kV电气设备的安装技术研究[J].产品可靠性报告,2024,(12):138-140.