

# 电力工程中变电站施工技术的应用研究

张高峰

(淮南万泰电气有限公司, 安徽 淮南 232001)

**摘要** 变电站施工技术水平的高低是制约电力工程质量的关键因素。本文聚焦变电站施工技术环节, 剖析了施工组织管理、技术方案选择、质量控制体系等方面存在的突出问题, 从设备安装、主变压器安装、电缆敷设等环节入手, 并结合工程案例分析, 旨在论证相关措施在保障施工质量、提高施工效率等方面的实际成效。

**关键词** 电力工程; 变电站设备安装技术; 主变压器安装技术; 电缆敷设技术

中图分类号: TM63

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.22.037

## 0 引言

变电站是输配电网络的重要组成部分, 其施工质量直接关系到电力系统的安全稳定运行。然而, 由于变电站工程涉及电气、土建、机械等多个专业, 施工环境复杂, 技术要求高, 如何在确保工期的同时实现施工质量的精益求精, 已成为行业亟待破解的难题。随着我国电网建设规模不断扩大, 对变电站的建设质量和运行可靠性提出了更高要求。本文在总结既有研究成果的基础上, 针对变电站施工的关键环节和共性问题提出一套切实可行的施工技术措施, 以期为同类工程提供有益参考。

## 1 变电站施工的重要性与主要问题

### 1.1 变电站施工的重要性

变电站施工质量的高低, 与电力系统能否安全、稳定、可靠运行息息相关。变电站作为电力系统中不可或缺的核心枢纽, 在电能传输与分配过程中扮演着至关重要的角色。一方面, 变电站通过变压器变换电压等级, 优化不同电压等级线路间的电能配置, 实现电力资源的合理调度; 另一方面, 变电站内部复杂的一次、二次设备为电网的实时监测、故障诊断和智能控制提供了重要支撑。鉴于变电站自身的重要地位和特殊性, 加强变电站施工管理, 提高施工技术水平, 已成为电力工程建设的当务之急。高质量的施工不仅是变电站投产后平稳运行的前提, 更关乎亿万用户的用电质量, 对整个国民经济的可持续发展具有深远影响。

### 1.2 变电站施工中存在的主要问题

纵观当前变电站施工领域, 虽然整体管理水平较之过去有了长足进步, 但与电网发展的新要求相比,

仍存在诸多亟待解决的现实问题。一是由于变电站工程专业性强、涉及面广, 施工过程中经常出现多工种交叉作业的情况, 这对施工组织和协调提出了更高要求。二是施工方案缺乏针对性和可操作性, 受传统思维定式影响, 一些施工单位在编制施工方案时, 照搬照抄现成模式, 忽视了对施工现场实际情况的深入调研, 致使方案与现场脱节, 指导意义不强。三是当前不少施工单位质量管理流于形式, 全过程、多角度的质量监督机制尚未建立, 隐蔽工程验收不严格, 质量档案资料缺失等问题不同程度存在, 埋下了安全隐患。对于已经发生的质量问题, 有的单位责任意识淡薄, 未能及时采取有效的纠偏措施, 使小问题演变成大问题, 造成不必要的损失。四是在科技日新月异的今天, 建筑信息模型(BIM)、大数据、物联网等新技术为变电站施工质量提升带来了新的机遇。然而在实际应用中, 很多施工单位受制于观念束缚和技术瓶颈, 创新意识不强, 新技术与传统施工场景的深度融合尚未实现, 难以满足建设高质量、智慧型变电站的新要求。

## 2 变电站施工技术要点及其应用

### 2.1 变电站设备安装技术

#### 2.1.1 基础处理与设备就位

变电站设备安装的首要环节, 是做好设备基础的处理和设备的精确就位。作为承载变压器、断路器等关键设备的重要基础, 基础施工质量的优劣直接关系到设备运行的安全性和稳定性。在实际施工中, 基础处理通常采用钢筋混凝土浇筑的形式<sup>[1]</sup>。为确保基础强度满足设计要求, 施工人员必须严格控制基坑开挖的深度和尺寸, 并对混凝土的配合比、浇筑时的振捣

密实度进行全过程管控。与此同时，预埋件、地脚螺栓等部件的规格、数量、位置也需要经过反复核查，避免出现偏差。设备就位是在基础施工完成后进行的，这一环节的核心在于控制设备的水平度和垂直度。就位前，安装人员要结合设备的安装要求和基础预留情况，提前做好测量放线工作。利用经纬仪、水平仪等精密仪器，对设备的水平度和垂直度进行实时监测，发现偏差及时调整。如有必要，可使用垫铁、膨胀螺栓等辅助工具，微调设备的安装位置。基础处理和设备就位是一项复杂的系统工程，需要施工人员具备扎实的理论功底和丰富的实践经验。

### 2.1.2 设备连接与调试

设备就位完成后，专业工程师需要对设备进行连接和调试，使其各项技术参数和运行状态达到设计标准（如表1所示）。

表1 变电站主要设备安装要点

设备名称	安装要点
GIS	严格控制各单元组件间的同心度和导体连接的接触电阻，确保设备外壳的接地可靠性
断路器	检查断路器动、静触头的接触情况，调整合闸线圈的合闸电流和分闸线圈的释放电流
互感器	核对互感器的变比和极性，检查初、次级绕组的绝缘电阻和直流电阻

一是要严格按照设计图纸进行一次、二次回路的连接。一次回路主要指设备高压侧的接线，施工时必须保证接触面清洁、压接牢固、绝缘良好。二次回路是指设备的控制、信号及电源线路，施工中需要对照端子排列图，逐一进行连接，并检查线路的导通性和绝缘性能。在连接过程中，工程师要时刻保持细心严谨的工作态度，防止出现接错线、虚接等低级错误。二是在设备连接完成后，还需进行一系列的调试工作。例如：对于变压器，通过直流电阻测试判断绕组是否存在断线或短路的情况；对于断路器动作试验促使检查其分合闸性能和机械特性是否满足要求。调试阶段如果发现问题，工程师应分析原因，采取针对性的处理措施。举例来说，如果断路器的动作时间不合格，可能是操作机构存在卡涩，需要进行润滑和调整；如果变压器绝缘电阻不达标，则需要对绕组进行烘干或注油处理。可见，调试是一个复杂的过程，需要工程师具备专业的技术能力和丰富的现场经验<sup>[2]</sup>。

## 2.2 主变压器安装技术

### 2.2.1 吊装就位

主变压器作为变电站的核心设备，其安装质量直接关系到整个变电站的运行可靠性。在众多安装环节

中，吊装就位是最为关键的一步。鉴于主变压器体积庞大、重量惊人，吊装作业通常采用大型起重设备，如汽车吊、履带吊等。为确保吊装过程的安全平稳，施工单位必须根据变压器的实际参数，合理选用起吊设备的型号和容量。在吊装前，专业技术人员要对起重设备进行全面检查，重点关注制动系统、液压系统等关键部件的运行状态，发现问题及时维修或更换。此外，还要对吊装现场进行地质勘察，评估地基的承载能力，必要时采取加固措施。吊装作业开始后，指挥人员应与操作人员密切配合，通过对讲机等通信工具实时沟通。起吊速度要平稳缓慢，严禁急拉猛停，防止变压器产生剧烈摇晃。变压器落位时，技术人员要及时校核设备的位置和姿态，可使用经纬仪、水平尺等工具辅助定位，发现偏差及时调整。待变压器完全落稳后，要对其进行二次找平，确保水平度满足设

计要求。吊装就位是主变压器安装的重中之重，其施工质量直接影响到后续环节的顺利进行。施工单位必须高度重视，精心组织，以高超的技术水平和严谨的工作态度，确保主变压器的平稳就位，为变电站的安全运行奠定坚实的基础<sup>[3]</sup>。

### 2.2.2 油箱注油与密封试验

主变压器就位后，需要对其进行注油和密封试验，以检验设备的绝缘性能和密封性能。在注油前技术人员要对油箱内部进行彻底清洗，去除焊渣、铁屑等杂质，避免影响油质。清洗介质可选用干燥洁净的变压器油，也可使用蒸汽或氮气进行吹扫。清洗完成后，要对油箱进行24小时真空干燥，使其达到注油要求的含水量标准。正式注油时选用符合国家标准的25号变压器油，并使用专业的真空滤油机进行过滤，提高油的洁净度。注油速度要缓慢均匀，避免油流直接冲击绝缘部件，产生气泡或破坏绝缘结构。在注油过程中，技术人员要随时观察油面高度和压力表读数，严格控制在设计范围内。注油完成后，要对油箱进行24小时静置，观察是否有渗漏现象。最后对油箱进行密封试验，具体做法是：在油枕顶部注入一定压力的氮气（一般为0.03～0.05 MPa），保压24小时，观察压力是否

有明显下降。如果发现压力降低，要仔细检查焊缝、法兰等容易泄漏的部位，必要时进行重新焊接或更换密封件。只有通过密封试验，才能确保油箱的气密性满足要求<sup>[4]</sup>。

### 2.3 电缆敷设技术

#### 2.3.1 电缆沟施工

在变电站内部，电缆的铺设通常采用电缆沟的形式。电缆沟施工是电缆敷设的重要前提，其施工质量直接影响到电缆线路的安全可靠。在施工过程中，技术人员首先要对照设计图纸，准确放出电缆沟的位置和尺寸，并进行现场复核，避免与建筑物或其他地下管线产生冲突。其次，在开挖电缆沟时，要严格控制开挖深度和边坡坡度，防止坍塌或超挖。开挖过程中如遇到地下障碍物，要及时向设计单位反映，商讨处理方案。再次，电缆沟建成后进行混凝土浇筑。为保证混凝土强度和耐久性，技术人员要严把原材料质量关，优化配合比设计，并在浇筑过程中采用平仓振捣等措施，提高混凝土的密实度，同时在电缆沟内预埋支架、桥架等附件，为后续电缆铺设创造条件。最后，在回填土方时，分层夯实控制填土厚度避免沉降不均引起电缆沟变形或开裂。电缆沟施工完成后，及时进行验收重点检查沟道尺寸、混凝土强度、预埋件规格等是否符合设计要求。

#### 2.3.2 电缆敷设

电缆沟建成后，施工单位需要对电力电缆进行铺设。电缆是变电站内部连接各种一次设备的重要纽带，其敷设质量直接关系到变电站的供电可靠性<sup>[5]</sup>。在实际施工中，技术人员应先对电缆的规格、型号、长度等参数进行复核，确保与设计要求相符。对于交流电缆严格控制每盘电缆的最大长度，避免电容充电电流过大影响系统稳定。其在电缆铺设前对电缆进行绝缘电阻测试和耐压试验，淘汰不合格产品。铺设时按照施工方案确定的排列顺序和位置，将电缆平直地敷设在桥架或支架上，并采用合适的固定方式，如螺旋式绑扎、卡子固定等，防止电缆发生位移或下垂。对于电缆的弯曲部分，严格控制弯曲半径不得小于电缆外径的 12 倍，避免损伤电缆绝缘层或导体。在电缆穿越墙体或楼板时，加装防火封堵材料阻止火灾蔓延。电缆头的制作也是重要环节，技术人员要掌握电缆头的结构特点和制作工艺，确保电缆芯与设备端子可靠连接，并做好绝缘、屏蔽等处理。电缆敷设完成后进行

通电试验，检查电缆能否正常工作，并测试电缆线路的绝缘电阻、泄漏电流等参数，确保满足设计要求<sup>[6]</sup>。

### 3 案例分析

为充分论证本文提出的变电站施工技术措施的可行性和有效性，下面结合我公司承建的某 110 kV 智能变电站项目，对其施工过程进行具体剖析。该工程采用全封闭组合电器（GIS）布置形式，变电容量为  $2 \times 50$  MVA，施工难度较大。面对复杂的施工环境和严格的工期要求，项目团队通过合理选用吊装设备、精确控制就位偏差，GIS 设备实现了平稳就位，各相间隔距离满足设计要求。此外，电缆沟施工尺寸准确，电缆敷设整齐有序，绝缘电阻满足使用要求。经过 60 天的紧张施工，该工程顺利通过验收并一次性投入运行。实践证明本文总结的变电站施工技术措施具有较强的针对性和可操作性，能够有效指导类似工程的施工实践，值得在行业内推广应用。

### 4 结束语

立足于变电站工程实际，围绕设备安装、主变压器安装、电缆敷设等关键环节，总结了一套切实可行的施工技术措施。但未来还需在智能设备安装、绿色施工等领域加大技术创新力度，建立更加科学规范的质量管理体系，为打造安全、高效、环保、智能的现代化变电站提供有力的技术支撑。同时，积极探索建筑信息模型（BIM）、物联网等先进技术在变电站施工中的融合应用，不断提升施工的数字化、智能化水平。

### 参考文献：

- [1] 张思锦. 变电站安装施工过程中电气安装技术探讨 [J]. 电站辅机, 2024, 45(04): 23-26, 50.
- [2] 罗正旭. 变电站电气安装技术重点及施工工艺分析 [J]. 科技资讯, 2024, 22(22): 99-101.
- [3] 俞守君. 变电站电气安装技术重点及施工工艺 [J]. 中国高新科技, 2024(06): 72-74.
- [4] 金庆庆, 朱骏鸿. 变电站电缆敷设施工技术要点分析 [J]. 电工技术, 2024(S2): 498-500.
- [5] 伦贺, 杭玉宇. 变电站施工中 GIS 设备与变压器的安装技术探究 [J]. 中国战略新兴产业, 2024(33): 139-142.
- [6] 陆海波, 牛安. 变电站施工中 GIS 设备安装调试技术研究 [J]. 自动化应用, 2024, 65(S1): 357-359, 362.