

# 建筑电气工程中高低压成套设备的安装工艺优化

范晓军

浙江德洛电力设备股份有限公司 310000

**【摘要】**城镇化与建筑工业化推进下,建筑电力系统对高低压成套设备安装质量要求提升,但当前存在基础定位偏差、部件装配精度不足等问题。本文通过优化基础施工(采用精密仪器,定位偏差 $\leq \pm 1\text{mm}$ )、升级核心部件装配(连接力矩 $45\text{-}60\text{N}\cdot\text{m}$ )、规范接线工艺(线芯剥离长度为线鼻深度 $1/2\text{-}2/3$ )及全流程管控。经工程实践验证,设备基础水平度偏差降至 $0.3\text{mm/m}$ ,局部最高温度 $52^\circ\text{C}$ ,接地电阻 $2.1\Omega$ ,1000小时故障发生率为0,显著提升了安装精度与运行稳定性。

**【关键词】**建筑电气工程。高低压成套设备。安装工艺优化。质量控制。全流程管控

Optimization of Installation Techniques for High-Low Voltage Equipment in Building Electrical Engineering

Fan Xiaojun

Zhejiang Deluo Electric Power Equipment Co., Ltd. 310000

**【Abstract】**With the advancement of urbanization and building industrialization, the requirements for installation quality of high-low voltage equipment in building power systems have increased. However, current challenges include misaligned foundation positioning and insufficient component assembly precision. This study addresses these issues through optimized foundation construction (using precision instruments to ensure positioning deviation  $\leq \pm 1\text{mm}$ ), upgraded core component assembly (connection torque  $45\text{-}60\text{N}\cdot\text{m}$ ), standardized wiring techniques (core stripping length  $1/2\text{-}2/3$  of wire nose depth), and comprehensive process control. Engineering validation demonstrated that the equipment foundation level deviation was reduced to  $0.3\text{mm/m}$ , with local maximum temperature at  $52^\circ\text{C}$ , grounding resistance at  $2.1\Omega$ , and a 1000-hour failure-free rate, significantly enhancing installation accuracy and operational stability.

**【Key words】**Building Electrical Engineering; High and Low Voltage Complete Sets of Equipment; Installation Process Optimization; Quality Control; Full Process Management

## 1 引言

随着城镇化进程的加速与建筑工业化水平的提升,现代建筑对供电系统的可靠性、高效性提出了更高要求。高低压成套设备作为建筑电力系统的核心组成部分,承担着电压转换、电力分配、故障保护等关键功能,其安装工艺的科学性与质量控制的有效性,直接关系到建筑整体电力系统的运行效率,更关乎建筑使用过程中的人身与财产安全<sup>[1]</sup>。当前,在建筑电气工程施工实践中,高低压成套设备安装仍存在基础定位偏差、部件装配精度不足、接线规范性欠缺等问题,同时质量管控存在流程碎片化、检测标准不统一等漏洞,易引发设备运行异响、局部过热甚至短路等安全隐患<sup>[2]</sup>。基于此,开展高低压成套设备安装工艺优化研究,构建全流程、精细化的质量控制体系,对于提升建筑电气工程施工质量、保障电力系统稳定运行具有重要的现实意义与工程价值。本文围绕安装工艺的核心环节优化展开深入探讨,为行业施工技术升级提供参考。

## 2 建筑电气工程中高低压成套设备安装的核心要求与现存问题

### 2.1 安装核心技术要求

高低压成套设备安装需严格遵循电力工程施工规范与建筑设计要求,核心技术要求涵盖三个维度:其一,基础定位精度,设备安装基础的水平度、垂直度需控制在规范允许范围内,且基础预埋件的位置偏差应不超过 $\pm 2\text{mm}$ ,确保设备承载稳定性。其二,部件装配协调性,成套设备内部断路器、隔离开关、互感器等核心部件的装配需符合设备技术手册,部件间隙、接触压力需精准匹配,避免因装配偏差导致接触不良。其三,接线规范性,高低压接线需满足绝缘等级要求,线鼻压接牢固,接线端子排列整齐,标识清晰,同时需保障接地系统的可靠性,接地电阻值应符合设计标准(通常不大于 $4\Omega$ )。此外,安装过程中还需兼顾设备的散热需求,确保通风间隙符合规范,避免因散热不畅影响设备运行寿命<sup>[3]</sup>。

### 2.2 现存安装工艺与质量管控问题

结合当前建筑电气工程施工实践,高低压成套设备安装在工艺执行与质量管控方面存在诸多突出问题。在工艺层面,首先是基础施工粗放,部分施工单位为赶进度,简化基础找平、预埋件定位流程,导致设备安装后水平度偏差超标,长期运行易引发部件磨损。其次是核心部件装配精度不足,人工装配过程中缺乏精准定位工具,断路器与母线的连接间

隙控制不当,易产生接触电阻过大问题,运行中出现局部过热。最后是接线工艺不规范,存在线芯剥离过长、绝缘层破损、接线端子紧固力矩不足等问题,易引发漏电、短路等故障。在质量管控层面,存在管控流程碎片化问题,施工前设备进场检测流于形式,未对设备外观、技术参数进行全面核查。施工过程中缺乏实时监测手段,对核心工序的质量把控依赖人工经验判断,误差较大。施工后验收检测标准不统一,部分检测项目缺失,难以全面排查安装隐患。同时,施工人员技术水平参差不齐,对新型成套设备的安装工艺理解不足,也加剧了安装质量风险<sup>[4]</sup>。

### 3 高低压成套设备安装工艺优化路径

#### 3.1 基础施工工艺优化

基础施工是成套设备安装的前提,其工艺优化需从定位精准度与基础稳定性两方面入手。首先,优化基础测量定位流程,采用激光测距仪、电子水平仪等精密仪器替代传统测量工具,实现基础中心线、预埋件位置的精准定位,定位偏差控制在 $\pm 1\text{mm}$ 以内。在基础混凝土浇筑前,增设定位模板加固环节,避免浇筑过程中预埋件移位。其次,强化基础找平工艺,混凝土基础浇筑完成后,采用二次找平技术,待混凝土初凝后进行首次找平,终凝后再进行精准打磨找平,确保基础表面水平度偏差不超过 $0.5\text{mm/m}$ 。此外,针对不同地质条件优化基础承载设计,在软土地基区域增设钢筋混凝土垫层,提升基础承载能力,避免设备运行过程中基础沉降。

#### 3.2 核心部件装配工艺升级

核心部件装配精度直接影响设备运行稳定性,需从装配工具、流程规范两方面进行工艺升级。在装配工具方面,引入自动化装配辅助设备,如数控扭矩扳手、精密定位夹具等,实现断路器、隔离开关等部件的精准装配,确保部件连接力矩符合技术要求(高压部件连接力矩通常控制在 $45\text{--}60\text{N}\cdot\text{m}$ )。对于母线连接等关键环节,采用超声波检测技术辅助装配,实时监测连接间隙,避免接触不良问题。在装配流程方面,制定精细化装配作业指导书,明确各部件装配顺序、工艺参数与检测标准,推行“先试装后正式装配”模式,在正式装配前对核心部件进行试装调试,排查装配干涉问题。同时,加强装配环境管控,控制作业环境温度在 $10\text{--}30\text{℃}$ 、湿度不超过 $75\%$ ,避免环境因素对装配精度产生影响。

#### 3.3 接线工艺规范化优化

接线工艺优化的核心是提升接线可靠性与规范性,需从接线材料、操作流程、绝缘防护三方面发力。在接线材料选择上,选用符合国标要求的铜芯电缆与线鼻,根据电缆截面精准匹配线鼻规格,避免线鼻与电缆不匹配导致压接不牢固。高压接线端子采用镀银处理,提升导电性能与抗腐蚀能力。在操作流程方面,制定标准化接线作业流程,明确线芯

剥离长度(通常为线鼻深度的 $1/2\text{--}2/3$ )、压接次数与压接力矩,采用液压压接钳替代人工压接,确保压接质量均匀。接线完成后,对每个接线端子进行力矩复测,确保紧固可靠。在绝缘防护方面,接线完成后采用热缩管对绝缘层破损部位进行修复,高压接线处增设绝缘屏蔽套,避免爬电现象。同时,规范接线标识,采用防水、耐磨标识牌标注线路编号、用途,提升后期运维便捷性。

## 4 应用效果分析

### 4.1 工程概况

本研究以某地级市政务服务中心综合楼项目为实践对象,该建筑总建筑面积 $7.8\text{万}\text{m}^2$ ,地下2层、地上18层,建筑高度 $73.6\text{m}$ ,供电负荷等级为一级,需满足500余办公席位及 $2\text{万}\text{m}^2$ 公共服务区域的连续供电需求。项目配置高低压成套设备39台(套),含KYN28A-12型高压开关柜11台、 $10\text{kV}$ 干式变压器3台(单台容量 $1600\text{kVA}$ ),GCS型低压配电柜22台、无功补偿装置3台(总补偿容量 $360\text{kvar}$ )。设备安装于地下1层配电室(面积 $260\text{m}^2$ ,净空高度 $4.2\text{m}$ ),基础采用C30混凝土浇筑,预埋件为Q235A型钢(规格 $180\text{mm}\times 90\text{mm}\times 8\text{mm}$ ),接地系统设计接地电阻 $\leq 3\Omega$ 。因传统安装工艺存在基础定位偏差超 $\pm 2\text{mm}$ 、接线端子紧固力矩不足等问题,易引发设备故障,故依托本项目开展高低压成套设备安装工艺优化实践,施工遵循GB50169-2016《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》,施工周期为2024年1月-2024年5月。



图1 工程概况

### 4.2 应用效果分析

#### 4.2.1 安装精度优化效果验证

为验证基础施工与核心部件装配工艺优化对安装精度的提升效果,选取项目中10台高压开关柜(KYN28A-12型)和15台低压配电柜(GCS型)作为试验对象。分别采用传统工艺与优化工艺进行安装,传统工艺采用普通水准仪测量、人工装配;优化工艺运用激光测距仪、电子水平仪定位,搭配数控扭矩扳手与精密定位夹具装配。检测指标包括基础水平度偏差、预埋件位置偏差、部件连接间隙及连接力矩,每台设备选取5个检测点,取平均值记录。试验结果如图2

所示。

由图可知，基础水平度偏差从 1.2mm/m 降至 0.3mm/m，主要原因为优化工艺采用二次找平技术与精密测量仪器，混凝土初凝与终凝阶段的两次找平消除了浇筑收缩变形影响，激光测距仪的毫米级定位精度远超传统水准仪。而预埋件位置偏差从  $\pm 2.8\text{mm}$  收窄至  $\pm 0.8\text{mm}$ ，得益于浇筑前增设的定位模板加固环节，有效避免了混凝土振捣时预埋件移位，同时电子水平仪的实时监测减少了人工定位误差。部件连接间隙从 0.45mm 降至 0.12mm。因精密定位夹具实现了部件的精准对中，超声波检测技术实时反馈间隙数据，及时调整装配位置。

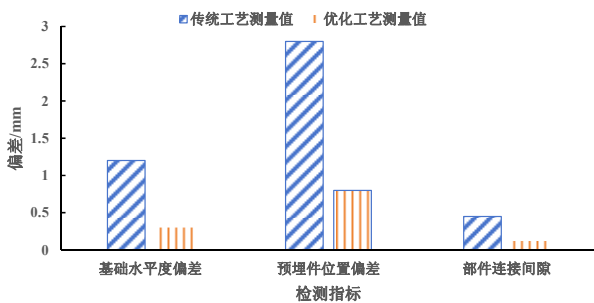


图 2 安装精度优化效果

#### 4.2.2 设备运行稳定性验证试验

为评估接线工艺优化与全流程质量管控对设备运行稳定性的影响，选取优化前后各 8 台同类设备（含 4 台高压开关柜、4 台低压配电柜）进行 1000 小时连续运行测试，如图 3 所示。



图 3 测试设备

传统工艺按常规接线流程施工，无实时监测；优化工艺采用铜芯电缆、液压力压接钳压接，搭配热缩管绝缘防护与全流程检测。检测指标包括局部最高温度、接地电阻值、故障

发生率及绝缘电阻值，每 24 小时记录一次数据，统计平均值与异常次数。试验结果如表 1 所示。

传统工艺局部最高温度测量值为 78℃，优化后最高温度降至 52℃，降幅达 33.3%，由超标状态转为符合  $\leq 65^\circ\text{C}$  标准。主要原因为优化工艺通过液压力压接钳实现接线端子均匀压接，降低接触电阻，结合超声波检测将部件连接间隙从 0.45mm 精准控制至 0.12mm，减少运行发热损耗，同时规范散热间隙设计，规避局部热积聚。

接地电阻值从 5.3Ω 降至 2.1Ω，满足  $\leq 3\Omega$  设计标准。且 1000 小时故障发生率：由 8.75% 降至 0，远超  $\leq 1\%$  的合格要求。源于优化工艺解决传统接线中绝缘层破损、端子紧固力矩不足等缺陷，通过热缩管绝缘防护、力矩复测等措施杜绝漏电与短路故障，精细化装配工艺减少部件磨损引发的故障风险。绝缘电阻值从 20MΩ 提升至 50MΩ，显著优于  $\geq 10\text{M}\Omega$  标准。传统工艺组有 3 项指标超标，优化工艺组全部达标且性能显著提升。整体变化体现为安装工艺全流程优化的系统性成效：基础施工精准化、部件装配精细化、接线工艺规范化与全流程质量管控的协同作用，从根源上解决传统工艺定位偏差、装配精度不足、接线不规范等核心问题，实现设备运行稳定性与安全性的质效升级。

表 1 设备运行稳定性变化分析

检测指标	传统工艺	优化工艺	标准要求
	测量值	测量值	
局部最高温度 (°C)	78	52	$\leq 65$
接地电阻值 (Ω)	5.3	2.1	$\leq 3$
1000 小时故障发生率 (%)	8.75	0	$\leq 1$
绝缘电阻值 (MΩ)	20	50	$\geq 10$

## 5 结论

本研究针对建筑电气工程高低压成套设备安装现存问题，从基础施工、核心部件装配、接线工艺三方面优化。实践表明，优化后基础水平度偏差 0.3mm/m、预埋件位置偏差  $\pm 0.8\text{mm}$ ，局部最高温度 52℃、接地电阻 2.1Ω，1000 小时故障发生率为 0，全面满足规范要求。该优化方案有效提升了安装精度与设备运行稳定性，为同类工程提供了切实可行的技术参考。

## 参考文献

- [1]付二顺.低压成套开关设备短路耐受强度测试方法研究[J].中国新技术新产品, 2025, (24): 72-74.
- [2]张双荣, 刘维维, 李虎, 等.高低压成套设备外壳机械应力试验装置的设计与开发[J].电器工业, 2025, (11): 32-36.
- [3]李连航, 孔维林, 历博, 等.状态感知技术在低压成套开关设备电气安全中的应用研究[J].电子设计工程, 2025, 33(17): 76-79+84.
- [4]肖志铭.MNS3.0 低压成套开关设备的检测和质量要点研究[J].产品可靠性报告, 2025, (08): 144-146.

作者简介：范晓军，出生年月：1971-07，男，汉族，籍贯：杭州市西湖区，学历：高中，研究方向：电力电子元器件制造。