

# GIS全封闭式组合电器安装和关键工艺控制点

任伟平 张海龙 王国铎

河南平芝高压开关有限公司 河南 平顶山 467000

**摘要:** GIS全封闭式组合电器集成核心部件于金属外壳,以SF<sub>6</sub>气体为绝缘灭弧介质,优势显著。其安装流程包含安装前准备、基础安装、设备安装、气体系统安装及二次回路安装等环节。关键工艺控制点有清洁度、密封性、真空度及回路电阻。需全方位清洁设备与工具,保证密封面及密封圈质量并全面检漏,选好真空设备规范操作,确保导体连接质量并测试,检查绝缘件且进行耐压试验。

**关键词:** GIS; 全封闭式; 组合电器安装; 关键工艺控制

## 引言

在电力系统持续发展的大背景下,对电气设备的性能与可靠性提出了更高要求。GIS全封闭式组合电器因具备占地面积小、可靠性佳、检修周期长等突出优势,在电力系统中得以广泛运用。不过,其安装质量与运行性能、安全性紧密相连。安装流程复杂,环节众多,工艺要求高,稍有差池便可能引发设备故障,威胁电力系统稳定。故而深入研究其安装流程与关键工艺控制点十分必要。

## 1 GIS全封闭式组合电器概述

GIS全封闭式组合电器将断路器、隔离开关、接地开关等核心部件,集成于接地金属外壳内,内部充注SF<sub>6</sub>气体作为绝缘和灭弧介质。各部件通过绝缘盆子与导体相连,构成紧凑的电气整体。以110kV GIS变电站为例,采用三相共箱式设计,将母线、断路器等设备集成于同一金属壳体,使变电站占地面积大幅缩减,有效缓解城市土地资源紧张的问题。其工作依赖SF<sub>6</sub>气体卓越的绝缘与灭弧性能<sup>[1]</sup>。断路器分闸时,电弧在SF<sub>6</sub>气体中快速熄灭,降低设备损耗;隔离开关与接地开关用于隔离电源和接地,保障检修安全;电流、电压互感器则为保护和计量装置提供关键信号。在运行过程中,SF<sub>6</sub>气体的绝缘特性隔绝外界环境干扰,确保设备稳定运行。相较于传统敞开式电器,GIS优势显著。在空间利用上,大幅减少变电站占地面积,契合城市建设需求;全封闭结构使其免受风沙、雨雪等环境因素影响,故障率显著降低,可靠性更高;其检修周期长,大幅减少停电时间,提升供电稳定性;运行时产生的电磁干扰极小,对周边环境影响微弱。某城市中心变电站改造采用GIS设备后,占地减少约70%,且5年内仅进行一次例行检修,供电可靠性得到极大提升。

## 2 GIS全封闭式组合电器安装流程

### 2.1 安装前准备

在GIS全封闭式组合电器安装工作正式启动前,充分的准备工作是保障后续安装顺利开展、确保设备安装质量的关键。技术准备方面,安装人员必须深入钻研设备安装图纸、技术文件以及相关标准规范,像GB 50147-2010《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》就是重要的参考依据。在此基础上,制定一套详尽的安装方案,明确安装步骤、质量标准以及安全措施。组织技术交底活动至关重要,通过交底让每一位安装人员都清晰了解安装要求和技术要点。例如在某220kV GIS安装项目中,安装团队在前期精心组织多次技术培训和交底,使安装人员熟练掌握了安装技术,为后续安装工作的顺利推进奠定了坚实基础。设备及材料检查环节同样不容忽视。安装人员要对照设备清单和装箱单,仔细核对设备及零部件的数量和规格,确保准确无误,同时检查外观是否存在损伤、变形等缺陷。对于关键的SF<sub>6</sub>气体,要严格检查其质量,保证气体纯度、含水量等指标符合规定要求。安装材料如螺栓、密封圈等也要逐一检查,杜绝质量问题。曾经在一次设备开箱检查中,就发现部分螺栓存在生锈现象,安装团队及时进行了更换,避免了因螺栓质量问题影响安装质量。施工现场准备是安装工作顺利进行的保障。安装现场应保持清洁、干燥,无灰尘和杂物,并且要具备足够的安装空间和良好的起吊条件。为防止风沙、雨雪等恶劣天气影响安装,需搭建临时防护棚。要检查现场的照明、通风等设施是否满足安装要求。某GIS安装现场就因未搭建防护棚,在安装过程中突遇沙尘天气,导致设备内部进入沙尘,不得不重新清理,严重延误了工期。

### 2.2 基础安装

基础安装是GIS全封闭式组合电器安装的重要起始环节,其安装质量直接影响后续设备的安装精度与运行稳定性。基础定位与预埋工作要求安装人员严格按照设计

图纸进行操作,首先,要精准测量基础中心线和标高,以此确定基础的具体位置<sup>[2]</sup>。基础预埋件必须牢固可靠,其位置偏差要严格控制在规范允许的范围内。基础槽钢的安装更是关键,要确保其水平度,水平度偏差不能超过1mm/m,且全长偏差不能超过5mm。在某110kV GIS基础安装项目中,安装人员凭借精湛的技术和严谨的态度,通过精确测量和反复调整,将基础槽钢水平度偏差控制在0.5mm/m以内,为后续设备的精准安装奠定了坚实基础。基础施工完成后,基础验收环节必不可少。验收人员要全面检查基础的各项指标,包括基础尺寸、预埋件位置以及基础强度等,确保这些指标都符合设计要求。基础表面应保持平整,不能出现裂缝、蜂窝等缺陷。只有当基础验收合格后,才能进行后续的设备安装工作。如果在验收过程中发现基础存在问题,必须及时整改,直至基础质量完全满足设备安装要求,这样才能保障GIS设备在后续运行中的安全性和可靠性。

### 2.3 设备安装

(1) 设备就位,设备就位是GIS全封闭式组合电器安装的重要步骤。安装人员需根据安装顺序,选用合适的起吊设备,将GIS设备各单元平稳吊运至基础上。起吊过程中,必须格外小心,采取有效措施保护设备,防止碰撞和损伤。设备就位后,要使用专业工具对设备的水平度和垂直度进行调整,确保其达到安装要求。在某35kV GIS设备就位过程中,由于起吊设备操作人员经验不足,操作不当,致使设备外壳发生轻微碰撞。所幸经仔细检查,设备内部结构未受影响。但此次事件为安装团队敲响了警钟,事后对起吊人员进行了严格的安全教育和操作培训,以杜绝类似情况再次发生。(2) 设备连接,设备连接环节需严格遵循厂家安装说明书进行操作。在连接设备各单元时,要着重保证导体接触良好,螺栓紧固力矩必须符合规定标准。密封面的清洁工作不容忽视,密封圈要安装到位,防止SF<sub>6</sub>气体泄漏。设备接线端子应保持平整、清洁,并涂抹电力复合脂,以确保接线牢固可靠。在某GIS设备连接过程中,安装人员通过细致检查,发现部分螺栓紧固力矩未达到要求,立即进行了重新紧固,有效避免了因螺栓松动导致接触电阻增大,进而可能引发设备发热甚至故障的问题。

### 2.4 气体系统安装

在GIS全封闭式组合电器气体系统安装中,气体管道与SF<sub>6</sub>气体充注环节至关重要。气体管道需选用不锈钢管,连接方式采用焊接或法兰连接,保证连接牢固且密封良好。安装时管道要横平竖直、走向合理,杜绝死弯和锐角,与设备连接时留意接口方向和密封,避免气体

泄漏。曾有项目因管道焊接质量问题引发泄漏,后经重新焊接和严格检漏才确保密封性。SF<sub>6</sub>气体充注前,必须对气室进行抽真空处理,真空度要达到厂家规定,一般不高于133Pa,且抽真空时间不少于2小时,以此彻底排出气室内的水分和空气。充注时要使用专用设备,严格按照规定压力和速度操作。充气完成后,需检查气体压力和含水量是否达标。某GIS设备就曾出现充注后气体含水量超标的情况,安装人员通过再次抽真空并充注合格气体,成功解决了问题,保障了气体系统的正常运行。

### 2.5 二次回路安装

电缆敷设需严格依照设计图纸操作,合理规划电缆路径,防止交叉和重叠,确保敷设整齐美观且固定牢固。电缆保护管的安装也不容忽视,管口要密封良好,以防杂物进入。某GIS二次电缆敷设时,因路径规划不当,部分电缆交叉,给后续检修和维护带来不便,最终不得不重新敷设。二次接线则要依据接线图进行,保证接线牢固可靠,线号清晰准确。接线端子需压接良好,杜绝松动和虚接。二次回路接线完成后,必须进行回路导通和绝缘测试,以此确保二次回路正常工作。某GIS二次接线测试中,发现部分回路短路,经排查,是接线时线头误碰所致。安装人员重新整理接线后,再次测试,结果显示合格,保障了二次回路的正常运行,为GIS设备的稳定工作提供了有力支持。

## 3 GIS全封闭式组合电器关键工艺控制点

### 3.1 清洁度控制

GIS全封闭式组合电器对清洁度要求极高,清洁度控制是安装过程中的首要关键环节。在设备安装前,必须使用清洁无纤维的白布和无水酒精对设备内部进行全方位、彻底的清洁。白布能有效吸附灰尘,无水酒精则可溶解油污和金属屑等杂质<sup>[3]</sup>。清洁人员需仔细擦拭设备内部的各个角落,确保无灰尘、油污、金属屑等残留。清洁完成后,使用吸尘器吸净残留杂质,防止二次污染。整个清洁过程应在无尘环境中进行,可搭建临时洁净棚,减少外界灰尘进入设备内部。曾有某GIS设备在安装后进行耐压试验时出现不合格情况,经详细检查发现是设备内部存在金属屑。这些金属屑导致电场畸变,影响了设备的绝缘性能。这一案例充分说明设备内部清洁的重要性。安装工具的清洁也不容忽视。安装工具频繁接触设备内部,若工具不清洁,杂质可能被带入设备内部。安装工具应始终保持清洁,使用前用酒精仔细擦拭,严禁使用已污染的工具进行设备安装。在某GIS安装现场,工作人员发现部分安装工具表面有油污,立即进行清洗和擦拭,避免了因工具污染影响设备清洁度。

### 3.2 密封性控制

密封性控制是保障GIS设备安全稳定运行的重要环节。设备密封面的质量直接影响密封性能，密封面应平整、光滑，无划伤、凹坑等缺陷。安装前，需用细砂纸对密封面进行精心打磨，去除表面氧化层和微小缺陷，使密封面达到良好的平整度和光滑度。打磨完成后，清洁密封面并涂以适量密封脂，以填充密封面的微小缝隙，增强密封效果。密封圈也是保证设备密封性的关键部件。要选择合适规格的密封圈，安装前仔细检查其外观有无损伤、变形。密封圈应正确安装在密封槽内，无扭曲和偏移，安装过程中要小心操作，避免损伤密封圈。安装完成后，需检查密封圈压缩量是否符合要求，一般压缩量为15%-20%。在某GIS设备密封圈安装中，发现部分密封圈压缩量不足，安装人员及时重新调整安装，确保了密封圈的密封效果。设备安装完成后，还需采用灵敏度不低于 $1 \times 10^{-8}$ （体积比）的检漏仪对各气室密封部位、管道接头等进行全面检漏，检漏时间不少于24小时，重点检查密封面、焊缝、阀门等易泄漏部位。若发现泄漏点，应及时处理，直至检漏合格。

### 3.3 真空度控制

真空度控制对于GIS设备内部气体的干燥和纯净至关重要。在抽真空设备选择方面，应选用性能良好的真空泵，其抽气速率需满足气室抽真空要求。真空泵应配备真空表和逆止阀，真空表可实时监测真空度，确保抽真空过程达到规定要求；逆止阀能防止气室内的气体倒流回真空泵，保证抽真空过程安全可靠。曾有某GIS设备在抽真空过程中，因真空泵性能不佳，导致抽真空时间过长且真空度无法达到要求，后更换真空泵才顺利完成抽真空工作。抽真空操作也有严格规范。抽真空前，要仔细检查气室与真空泵连接管路是否密封良好。抽真空过程中，密切关注真空表读数，确保真空度达到厂家要求。当抽真空到规定真空度后，应继续抽真空一段时间，一般不少于30分钟，以彻底抽出气室内残留的水分和空气。若未按照规定时间继续抽真空，气室内水分含

量可能超标，影响设备绝缘性能。某GIS设备在抽真空时未按规定操作，导致水分含量超标，后重新进行抽真空处理才解决问题。

### 3.4 回路电阻控制

回路电阻控制是确保GIS设备电气性能良好的关键。导体连接质量直接影响回路电阻大小，导体连接应牢固可靠，接触良好。连接部位要清洁，无氧化层和污垢，以降低接触电阻。采用螺栓连接时，螺栓紧固力矩应符合要求，确保接触电阻符合标准。在某GIS设备回路电阻测试中，发现部分导体连接部位接触电阻偏大，经检查是螺栓紧固力矩不足，重新紧固后测试合格。设备安装完成后，需使用回路电阻测试仪对各回路电阻进行测试。测试电流应不小于100A，以保证测试结果的准确性，测试结果应不大于厂家规定值。对测试不合格的回路，应查找原因并进行处理，直至测试合格。在某110kV GIS设备回路电阻测试中，发现一条回路电阻超出标准，经检查是导体连接处存在接触不良问题，重新处理连接部位后，回路电阻测试合格。

### 结语

GIS全封闭式组合电器安装工作复杂且关键，安装质量与设备运行性能、电力系统安全稳定息息相关。本文详细阐述安装流程，深入剖析关键工艺控制点，明确了各环节操作要点与质量标准。实际安装务必严格依规操作，于各环节及关键工艺把控上精益求精。如此，方能保障安装质量，提升设备可靠性与使用寿命，为电力系统稳定运行筑牢根基。未来，技术持续发展，安装工艺需不断优化，安装水平也应稳步提升。

### 参考文献

- [1]曾军.GIS全封闭式组合电器安装和关键工艺控制点[J].水泥工程,2022(2):65-67.
- [2]师嘉辰.GIS全封闭组合电器设备的安装及注意事项[J].电脑爱好者(校园版),2020(13):230-231.
- [3]胡良山.运行中的SF6全封闭组合电器故障检测与分析[J].机电信息,2020(33):80-81.