

# 论封闭式组合电器 (GIS) 安装的质量控制

张海龙 任伟平 王国铎

河南平芝高压开关有限公司 河南 平顶山 467000

**摘要：**封闭式组合电器 (GIS) 安装质量控制对保障电力系统稳定运行意义重大。构建全过程质量控制体系，需搭建包含组织架构、职责分工、流程设计及标准规范的总体框架，确保各环节协同高效。精准识别设备验收、基础施工、设备安装、气体充注和试验调试等关键环节，实施针对性质量管控。明确建设、施工、监理及供应商等责任主体，建立协同机制，保障质量控制高效执行。在质量控制策略上，通过完善质量管理制度、强化人员培训管理、严格把控设备与材料质量、规范施工过程操作等措施，全方位保障GIS安装质量，为电力系统安全稳定运行筑牢根基。

**关键词：**封闭式组合电器；安装；质量控制

**引言：**随着电力系统的不断发展，封闭式组合电器 (GIS) 凭借其占地面积小、可靠性高、维护方便等诸多优势，在电力工程领域得到了日益广泛的应用。在电力系统中，GIS承担着重要的电力传输与分配任务，其安装质量的好坏直接关系到整个电力系统的稳定运行以及设备的使用寿命。一旦安装环节出现质量问题，不仅可能导致设备故障，影响电力供应的可靠性，还可能引发安全事故，造成巨大的经济损失和社会影响。因此，对GIS安装过程进行严格的质量控制，确保每一个环节都符合高标准的质量要求，对于保障电力系统的安全、稳定、高效运行具有极其重要的意义，是电力工程建设中不可或缺的关键环节。

## 1 封闭式组合电器 (GIS) 概述

封闭式组合电器 (Gas-Insulated Switchgear, 简称GIS) 是一种将断路器、隔离开关、接地开关、电流互感器、电压互感器、避雷器、母线等高压电器元件通过优化设计集成一体，并全部密封于接地金属外壳内，以六氟化硫 ( $SF_6$ ) 气体作为绝缘和灭弧介质的紧凑型高压配电装置。自20世纪60年代实现实用化以来，该设备凭借独特的技术优势已广泛应用于全球电力系统的高压、超高压及特高压领域，成为变电站建设的重要选择。其核心设计特点在于通过金属封闭结构与 $SF_6$ 气体的协同作用，解决了传统敞开式配电装置占地面积大、受环境影响显著等问题。 $SF_6$ 气体作为关键介质，具有化学性质稳定、绝缘强度高（0.29MPa压力下与变压器油相当）、灭弧能力强（空气的100倍）等特性，配合三相共箱或单相分箱式的紧凑布局，使GIS设备占地面积仅为常规空气绝缘装置 (AIS) 的10%-20%，尤其适用于城市电网、山区电站等土地资源受限场景<sup>[1]</sup>。在运行可靠性方面，GIS设备故障率仅为传统设备的20%-40%，主要部件维修间隔可达20

年以上，显著降低了运维工作量。其全密封结构能有效隔绝外界环境干扰，避免污秽、潮湿、冰雪等因素对设备绝缘性能的影响，同时金属外壳可屏蔽电磁辐射，减少对周边环境的电磁干扰。

## 2 GIS 安装全过程质量控制体系构建

### 2.1 质量控制体系的总体框架

#### 2.1.1 组织架构与职责分工

构建完善的组织架构是确保GIS安装质量控制体系有效运行的基础。在项目实施过程中，应明确各参与方的职责和权限，包括项目管理团队、施工队伍、监理单位、设备供应商等。项目管理团队负责整体规划、协调和监督，施工队伍负责具体施工操作，监理单位负责质量监督和验收，设备供应商负责设备供应和技术支持。通过明确职责分工，避免职责不清导致的质量问题，确保每个环节都有人负责，形成一个有机的质量控制整体，为GIS安装质量提供坚实的组织保障。

#### 2.1.2 质量控制流程设计

质量控制流程是质量控制体系的核心，它规定了从项目启动到竣工验收的各个阶段的质量控制活动。在GIS安装过程中，质量控制流程应涵盖安装前的准备、安装过程的实施、安装后的调试与验收等环节。每个环节都有明确的质量控制点和检查标准，确保每个步骤都符合质量要求。例如，在安装前，应对设备进行开箱检查，确保设备完好无损；在安装过程中，要对基础施工、设备安装、电气连接等关键环节进行严格检查；安装完成后，进行系统调试和性能测试，确保设备运行稳定可靠。通过合理设计质量控制流程，能够有效识别和控制质量风险，提高安装质量。

#### 2.1.3 质量控制标准与规范

质量控制标准与规范是质量控制体系的依据，它为

质量控制提供了明确的衡量标准。在GIS安装过程中，应严格遵循国家和行业相关标准，如《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》《气体绝缘金属封闭开关设备运行及维护规程》等。这些标准规范了GIS安装的各个环节，从设备选型、安装工艺到调试验收，都提出了具体的技术要求。同时，结合项目实际情况，制定详细的内部质量控制标准，如设备安装的精度要求、电气连接的可靠性标准等。通过严格执行质量控制标准与规范，确保GIS安装质量符合设计要求和行业标准，为设备的安全运行和长期稳定提供保障。

## 2.2 质量控制的关键环节识别

准确识别GIS安装过程中的关键环节对于确保安装质量至关重要，这些环节往往对最终的安装质量产生决定性影响，需要投入更多的关注和资源进行严格的质量控制。（1）设备验收环节：这是确保GIS安装质量的第一道防线，必须对设备的外观、性能参数、附件完整性等进行全面检查，防止不合格设备进入安装现场。（2）基础施工环节：基础的平整度、强度和稳定性直接影响GIS设备的安装精度和运行稳定性，需严格按照设计要求施工并进行质量检验。（3）设备安装环节：包括GIS各部件的组装、密封处理等，操作不当可能导致气体泄漏、绝缘性能下降等问题，必须严格遵循安装工艺和操作规程。（4）气体充注环节：SF6气体的纯度、充注压力等参数对GIS的绝缘和灭弧性能至关重要，要确保气体质量合格、充注过程规范。（5）试验与调试环节：通过耐压试验、绝缘电阻测试等手段，验证GIS设备的电气性能是否符合标准，及时发现并处理潜在缺陷，保障设备安全可靠运行。

## 2.3 质量控制的责任主体与协同机制

在GIS安装过程中，质量控制的责任主体主要包括建设单位、施工单位、监理单位和设备供应商。建设单位负责项目的整体规划和质量监督，确保项目符合设计要求和质量标准。施工单位作为安装工作的执行者，需严格按照施工规范进行操作，确保施工质量。监理单位则负责对施工过程进行独立监督，及时发现并纠正质量问题。设备供应商需保证设备质量，并提供技术支持。为确保质量控制体系的有效运行，各方需建立紧密的协同机制。建设单位应定期组织协调会议，及时解决施工中出现的问题<sup>[2]</sup>。监理单位需与施工单位保持密切沟通，确保施工过程符合质量要求。设备供应商应与施工单位协同，确保设备安装的准确性和可靠性。通过明确责任主体和建立协同机制，可以有效提升GIS安装质量，确保项目顺利进行。

## 3 GIS 安装质量控制的策略

### 3.1 建立健全质量管理体系

#### 3.1.1 制定质量管理制度

制定完善且具有可操作性的质量管理制度是GIS安装质量控制的基石。该制度应涵盖从项目启动到竣工验收的全过程，明确各阶段的质量控制要点和操作规范。例如，在设备验收阶段，应规定详细的验收流程和标准，确保设备在进入安装现场前符合质量要求。在施工过程中，制度需明确施工工艺、材料使用、设备操作等方面的具体要求，防止因操作不当导致的质量问题。同时，制度还应包括质量记录管理，要求对所有质量控制活动进行详细记录，以便后续追溯和分析。通过制定全面的质量管理制度，为GIS安装质量控制提供明确的行动指南，确保每个环节都有章可循，从而有效提升安装质量。

#### 3.1.2 明确质量责任

建设单位作为项目的主导方，应负责整体质量规划和监督，确保项目按质量标准推进。施工单位作为安装工作的具体执行者，需对施工过程中的质量负直接责任，严格按照施工规范和技术标准进行操作。监理单位则承担独立监督的责任，对施工过程进行全程监督，及时发现并纠正质量问题，为建设单位提供专业的质量评估意见。设备供应商需保证所提供设备的质量符合合同和技术要求，提供必要的技术支持和售后服务。通过明确各方的质量责任，避免职责不清导致的质量问题，形成一个有机的质量控制整体，为GIS安装质量提供坚实的保障。

#### 3.1.3 加强质量监督

质量监督应贯穿整个安装过程，从设备验收、基础施工到设备安装、调试与验收，每个环节都需进行严格检查。在设备验收阶段，监督人员应参与开箱检查，确保设备无损坏、附件齐全。在施工过程中，监督人员需定期检查施工工艺和操作规范的执行情况，及时纠正违规操作。对于关键环节，如设备安装和气体充注，应进行重点监督，确保操作符合技术要求。同时，监督人员还应定期对质量记录进行审查，确保记录的真实性和完整性。通过加强质量监督，及时发现并纠正质量问题，确保GIS安装过程中的每个环节都符合质量标准，从而有效提升安装质量。

## 3.2 人员培训与管理

在GIS安装项目中，人员培训与管理是确保质量控制体系有效运行的核心要素。通过系统的培训，提升安装人员的专业技能和质量意识，是保障安装质量的关键。开展全面的技能培训，涵盖GIS设备的基础知识、安装工

艺、操作规范以及常见故障排除等内容。培训应结合实际操作，通过模拟安装场景，让安装人员在实践中掌握技能要点，提高应对复杂情况的能力。同时，定期组织技能考核，确保培训效果，对考核不合格的人员进行针对性的补训，直至其具备合格的操作能力。强化质量意识教育，通过案例分析和质量法规学习，让安装人员深刻理解质量控制的重要性。在日常工作中，建立质量奖惩机制，对严格遵守质量规范的人员给予奖励，对违反质量要求的行为进行严肃处理，从而营造良好的质量文化氛围。实施严格的人员资质管理，确保所有参与安装的人员都具备相应的资质证书和丰富的实践经验。对于关键岗位，如电气试验、焊接等，要求持证上岗，定期对人员资质进行复审，确保其持续符合岗位要求。

### 3.3 设备与材料质量控制

设备与材料质量是GIS安装工程的基础保障，需从源头消除隐患。（1）严格供应商资质审查：优先选择具有ISO9001认证及同类项目业绩的厂商，核查SF6气体、绝缘件等关键材料的生产许可证与型式试验报告，确保供应链可靠性。（2）实施到货全检制度：采用抽样与逐件检查相结合的方式，重点检测壳体镀层厚度（ $\geq 20\mu\text{m}$ ）、导体表面粗糙度（ $\text{Ra} \leq 0.8\mu\text{m}$ ）及O型圈密封性能，对不合格品实行“零容忍”退场。（3）强化仓储环境管控：建立恒温恒湿库房（温度5-40℃，湿度 $\leq 60\% \text{RH}$ ），对SF6气瓶、环氧树脂绝缘件实施防潮、防震包装，并利用RFID标签实现物料全生命周期追溯。（4）开展预安装前复验：在洁净车间内对导体接触面、密度继电器等部件进行二次校验，确保运输过程中无损伤或性能衰减。（5）建立质量追溯档案：记录设备批次号、检验数据及责任人，为后期运维提供数据支撑，实现质量问题“可追溯、可追责”。

### 3.4 施工过程质量控制

施工过程是GIS安装质量控制的关键阶段，其质量直接影响到设备的运行性能和使用寿命，必须通过严格的管理和监督确保施工过程的每个环节都符合质量标准。施工前的准备工作至关重要，项目团队需制定详细的施

工计划，明确各工序的操作流程、技术要求和质量标准，并对施工人员进行技术交底，确保每个施工人员都清楚自己的职责和操作要点。对施工现场进行清理和平整，确保施工环境符合要求，为后续施工提供良好的基础。在施工过程中，应严格按照施工方案和操作规程进行操作，对关键工序进行重点监控<sup>[3]</sup>。例如，在基础施工阶段，要确保基础的平整度、水平度和强度符合设计要求，对基础的混凝土浇筑、模板安装等环节进行严格检查。在设备安装阶段，要确保设备的安装精度，对设备的定位、连接、密封等环节进行细致检查，确保安装质量。对于隐蔽工程，必须在隐蔽前进行验收，确保施工质量符合要求。同时，加强施工过程中的质量检查和验收，建立定期检查制度，由项目管理人员、监理人员和施工人员共同参与，对已完成的工序进行质量验收，发现问题及时整改。对于关键工序和隐蔽工程，应进行专项检查，确保施工质量符合设计要求。

### 结语

未来，GIS安装质量控制体系的智能化升级将聚焦三大方向：一是构建“数字孪生+物联网”监测网络，通过部署高精度传感器实时采集气室压力、微水含量等关键数据，结合三维建模实现设备状态可视化与故障预警；二是应用AI算法优化工艺参数，例如通过机器学习分析历史安装数据，自动生成法兰紧固扭矩推荐值，提升施工精度；三是打造云端协同管理平台，整合设备台账、试验报告与运维记录，实现跨部门数据共享与质量追溯。通过技术融合，可将安装缺陷率降低30%以上，推动质量控制从“事后检验”向“全程预判”转型，为新型电力系统建设筑牢安全基石。

### 参考文献

- [1] 宁灯亮,朱述园.浅谈封闭式组合电器(GIS)安装的质量控制[J].营销界(理论与实践),2020(1):359-359.
- [2] 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.
- [3] 李世英.GIS组合电器安装工艺和关键控制重点分析[J].电子乐园,2020(10):182-182.