

[开关设备]

GIS设备母线PT气室漏气原因分析及不停电快速处理

文/李广吉 刘瑞 骆作凯 张江林
东华能源宁波新材料有限公司

介绍GIS设备采用“冷焊”技术对砂眼漏气的处理方法，减少设备停电、拆解、更换和送电等一系列的步骤，在不停电的情况下一次性处理漏气缺陷成功。此方法适用于漏气量很小以及现场作业工作面的漏气故障处理，在确保检修质量的前提下，缩短检修时间，有效排除设备运行的隐患。

随着电力系统的发展和智能化程度的提高，GIS设备作为电气系统中一种重要的高压配电设备，在电力系统自动化工业生产中承担着不可或缺的角色。GIS是封闭性气体绝缘金属电力开关设备（Gas Insulated Switchgear，GIS）的简称。在电力系统工业化中，GIS也称为封闭式六氟化硫（SF₆）组合电器，由断路器、检修接地开关、隔离开关、母线、避雷器、电流互感器、电压互感器、套管和连接组件等元件组成，GIS有很多优点，如占地面积小、可靠性比较高、安装的周期短、可在工厂内部整机装配调试和检修工作量较少等，因此得到了很多大企业的认可。GIS内部充有SF₆气体，SF₆气体是一种高性能绝缘和灭弧介质，如果有严重泄漏，可能会引起设备的火灾或爆炸，对人体也有一定的危害，如果不小心误吸入会引起窒息、呼吸困难等其他症状。然而在使用过程中由于密封连接部位较多等原因，导致GIS管道出现泄漏问题，已成为一个不容忽视且需要解决的技术难题，为解决这些问题并确保系统正常运行不受影响，下面重点介绍采用外部“冷焊”技术在不停电的情况下对砂眼泄漏的快速处理方法。

本文针对220 kV GIS I段母线PT连接管气压室因质量问题漏气的事故进行调查和原因分析，并对

该问题提供可靠且切实可行的快速解决办法。

故障现象

某厂301变电站内的220 kV GIS为厦门ABB开关有限公司的EFK-14 SF₆绝缘金属封闭开关设备产品，于2016年投运。

某日，由于极端天气原因，对301总降变电站所有高低压设备进行例行巡检，在巡检过程中发现220 kV GIS I段母线PT连接管气压室压力表示数为0.62 MPa。立即进行了记录并向领导汇报（正常情况下母线PT连接管工作气压0.66 MPa，其警示点提示气压值设置为0.62 MPa，报警点报警气压设置为0.6 MPa），对该气室补气至0.66 MPa，并将其作为重点巡视设备安排特殊巡检。在几个周期特巡中看到该气室表指示数又降到0.62 MPa；又将该气室又补气至0.66 MPa，在两个月特殊巡检中发现该气室压力表示数又下降到0.63 MPa，确认该气室存在漏气现象。

故障查找与处理

1. 故障查找

在确认该段母线PT连接管气压室可能有漏气后，马上通知上级主管，协同公司技术人员一起查

找漏气位置。由于漏气量较小不易发现，首先利用SF₆气体检漏仪对220 kV GIS I段母线PT连接管气压室进行检漏，将检漏仪的探头缓慢沿该气室各连接接口密封处和铸件表面移动，在对I段母线PT连接管气压室下部靠近连接面进行检测时，检漏仪发出报警声。对该区域进行局部通风10 min后再次检测，检漏仪依旧发出报警声，检查该气室的连接面螺栓连接牢固，未见有松动迹象，初步确定故障点在I段母线PT连接管气压室底部。

确认泄漏气体的位置后，随即用装有肥皂水的喷壶在PT连接管气压室底部连接部位附近反复喷试，观察有小气泡冒出，经现场检查确定在I段母线PT连接管气压室与隔离连接法兰底部存在砂眼泄漏现象。

2. 故障处理

由于GIS结构是一个整体而且是全密封，故障现场处理起来风险和难度都比较大，维修工作需要厂家技术人员来进行维修处理，因此，在确定漏点大概位置后第一时间联系了维修厂家。在厂家维修人员来到公司后，和技术人员一起到现场进行了漏点测试及分析，通过仔细查阅GIS母线管道安装使用说明书和设备厂家给的安装图样及安装调试记录，综合现场故障现象，判定为I段母线PT连接管气压室与隔离连接法兰底部存在砂眼漏气故障。泄漏部位如图1所示。



图1 泄露部位

(1) 方案制定

为了尽快处理漏气问题，厂家和公司技术人员进行了方案研讨，两种焊接方法即普通焊接和低温“冷焊”。考虑到普通焊接焊接强度高、稳定

可靠、耐久性好，还能够长期稳定运行而不会出现泄漏的问题，但是施工相对复杂，需要进行设备停电、管道抽空等一系列准备工作，增加很多工作量，停电对生产产生一定的影响，施工中产生的废气还会环境污染。最终选择采用低温“冷焊”施工。施工简单、不需要停电且成本较低，只需将管道连接部位清理干净即可进行施工。即在GIS电气设备不停电的条件下对母线电压测量室PT的泄漏气体的部位进行“冷焊”快速堵漏修复，从而防止漏气部位问题进一步扩大，避免泄漏气体对运行设备、工作人员和大气环境造成危害，减少因设备检修而增加的维护工作量。

(2) 准备工作

准备好天山1755高效清洁剂、TS518紧急修复剂、TS528油面修复剂、美国PSI带压堵漏胶棒、10240可塑钢快干修复胶泥、1720增强带，无水酒精两瓶，吸附剂材料和研磨工具等。

(3) 故障处理

1) 表面清洁。首先需要将受到污染的区域进行清理。使用干净软布擦拭漏气区域表面上的灰尘和杂质，确保其表面的灰尘清理干净无水分残留，然后用电动角磨机将漏点砂眼范围约12 cm×12 cm范围内粗糙面和周围油漆表面进行打磨。再用300号砂纸将漏气砂眼的粗糙部分砂平，对即将焊接的金属面用500号细砂纸将漏点四周10 cm直径面积轻砂2遍。

2) 清洗净化。先用破布擦掉磨粒、磨屑等赃物；再用脱脂棉沾1775高效清洗剂或无水酒精擦三遍以上，最后一遍棉布上不留任何可见污物为止（注意防止烟火）。

3) 第一层PSI带压堵漏胶棒引流（气门阀），第二层涂刷TS518紧急修补剂，第三层涂敷10240可塑钢快干修复胶泥做永久性加固，确保厚度达2 cm。如图2所示。



图2 加固

4) 养生固化及喷漆、实干要求12 h, 清理场地, 对修补部位进行防腐喷漆并对其表面进行防护处理。如图3所示。

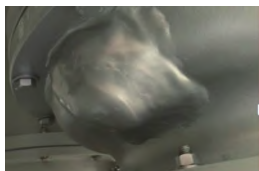


图3 防护处理

5) 在快速处理之后, 需要建立完善的监测机制。定期密封检查、气体微水测试和电气试验, 查看GIS母线管道是否出现新的沙眼问题, 并及时采取相应措施, 避免故障发生。

6) 工作结束后对现场进行认真检查, 并对工作现场进行清理, 在确认问题彻底解决后, 向领导汇报并做好维修记录以备事后检查。在该漏气部位处理结束24 h后, 用SF₆气体检漏仪和肥皂水对漏气部位及周围进行了多次检测均无漏气现象, 其密封性能得到了明显的提升, 投运后没有出现过漏气等其他的问题。

故障原因分析

目前常见并广泛应用于实际操作中检测、诊断以及处理该问题所采取方法与手段证明, 发生这些情况的背后无非以下几个原因。工艺质量差以及客观环境条件变异带来影响, 温度升高、湿度增加等。此外, 由于高电场强度和局部放电等因素的存在也会加剧漏气现象。当内部压强过大时, 密封圈无法完全保持紧闭状态, 使空间内部和外部形成了较大压差, 从而导致内部SF₆气体向外部渗透。检修完毕针对本次GIS设备母线PT气室泄漏事故进行深入分析, 砂眼泄漏故障其产生根源及可能引起此类故障有以下几种原因: ①在母线PT管道加工过程中未能完全清除管道内部杂质是导致沙眼形成的原因。在焊接过程中, 如果没有彻底清理干净管道内部的灰尘、铁屑等杂物, 在高温下会产生气泡或者其他缺陷, 并最终演变为沙眼。②焊接技术不当也可能引起GIS母线PT管道出现沙眼。如焊口处存在夹渣、烧穿等情况时容易造成局部区域结构脆弱并发生裂纹进而形成沙眼。③金属表面处理不到位也是导致GIS母线PT管道出现沙眼问题的原因之一。

总的来说, GIS母线PT管道出现沉积物的原因主要是施工过程中未能完全清除杂物、焊接技术不当以及金属表面处理不到位等。为了避免沙眼问题的发生, 施工过程中要严格控制材料质量和操作规范, 并加强管道内部清洗与检查工作。

结束语

1) 通过在巡检工作中发现的母线PT底部砂眼泄漏的问题, 公司采购部门积极联系维修技术人员前来支援, 通过综合讨论后优选出最佳处理方案, 采用外部“冷焊”技术处理砂眼泄漏故障。

2) GIS 母线电压测量PT底部砂眼漏气的缺陷隐患一般是比较少见的, 本次处理母线电压测量PT底部泄漏缺陷是在电力行业标准检修工艺流程的基础上, 首次采用外部“冷焊”技术对设备砂眼进行带压封堵, 大大减少了停送电、设备拆解和更换等不必要的检修程序, 在设备不停运的情况下彻底解决泄漏缺陷的问题。此方法仅适用于漏气量微小以及现场作业环境方便操作的漏气故障维修, 如果以后遇到类似泄漏的情况也可按照此方法对设备进行快速处理, 从而避免泄漏气体对工作人员、运行设备和环境造成危害, 减少设备检修维护工作量, 提升设备运行稳定性和供电的可靠性, 提高检修效率。

3) 和常规GIS设备需要解体检修管道的泄漏方案相比, 此方案处理方法操作简单、检修时间大幅减少, 同时值班运行人员全程监护, 公司技术人员进行过程验收, 确保了维修质量达标, 说明本次处理方法是有效的。EA

(收稿日期: 2024-02-02)

参考文献

- [1] 何新根, 浅析水电站 GIS 设备 SF₆ 气体泄漏原因及检漏方法[J]. 四川水利, 2018(5): 63-64.
- [2] 黄展. 变电站110 kV GIS设备漏气分析[J]. 电工技术, 2022(11): 76-77.
- [3] 罗学琛. SF₆气体绝缘全封闭组合电器(GIS) [M]. 北京: 中国电力出版社, 1998.
- [4] 周秀, 马飞越, 李秀广, 等. 宁夏电网GIS常见漏气故障及典型案例分析[J]. 宁夏电力, 2019(4): 37-39+66.