

一起 110kV 变电 GIS 故障的原因分析及对策

许 勇

(常州供电公司, 江苏 常州 213200)

摘 要: 目前电网中SF₆全封闭组合电器GIS设备正在广泛应用, 但其对施工质量、制作工艺要求十分严格。本文介绍了一起因施工质量安装工艺不过关导致的典型的GIS事故, 阐述GIS设备安装过程必须严格遵守的一般原则, 通过加强全过程管理, 确保电网安全可靠运行。

关键词: GIS; 绝缘子; 安装; 试验

0 引言

随着近几年电网规模的快速建设, SF₆全封闭组合电器GIS (Gas Insulated Substation) 由于其设备运行可靠性高和占地面积小等优点, 在新建和改造变电所中得到广泛应用。然而在安装过程中对施工工艺、安装质量的要求比较高, 必须按照规定流程严格把关。2012年1月, 某变电所在启动送电时, 在进线间隔进行充电过程中, 旁联距离保护动作跳开关, 显示三相短路故障。经过综合分析, 导致此次事故的直接原因是在进线电缆罐中进行电缆进仓、打耐压以及完成电缆终端与组合电器的导体连接的两次开仓操作过程中, 异物进入该电缆罐内部, 污染了绝缘子表面。而厂家现场安装人员未能有效对绝缘子表面进行彻底清洁处理, 导致送电时出现了相间击穿问题。

1 全过程情况

某 110kV 变电所GIS设备、进线电缆由A公司配合B开关厂家进行安装调试。第一次GIS本体耐压试验(对 712 间隔设备)时, 由于试验套管问题未成功, 更换设备后试验成功, 对 711、712 间隔设备耐压试验数据合格。1月6日晚, 线路电缆附件制作进仓结束, 7日下午对线路电缆进行耐压试验, 数据合格; 随后厂家指导最后的导电杆安装、GIS设备抽真空、充SF₆工作, 完成后密封待投运。

1月10日上午启动投运, 由水北变 720 旁联带正母线对水尧、水塘间隔设备进行充电, 未发现问题。由水北变水塘间隔带水塘 783 线和 110kV 尧塘变 712 进线间隔进行充电, 未发现问题。由水北变水尧间隔带水尧 7834 线和 35kV 尧塘变 711 进线间

隔进行充电, 随后水北变 720 旁联距离保护动作跳开关, 故障显示三相短路, 故障点大致为 4.5km 处。初步诊断为 110kV 尧塘变侧有接地。线路人员随后对全线进行巡线检查, 未发现有接地部分, 该开关厂家服务人员对 GIS 设备各个气室气体进行检查, 发现进线仓气体有异味, 判断为进线仓故障, 放气开仓之后, 发现进线仓盆式绝缘子有闪络放电痕迹(如图 1 所示)。



图 1 进线仓盆式绝缘子闪络放电痕迹

2 过程及试验分析

2.1 产品出厂试验、现场试验及送电情况

B 开关厂家绝缘子在制造完成后经过严格的检验: 外观检查、尺寸检查、水压试验、检漏试验、X 射线探伤、工频耐压、局放试验等零件检验。在组合电器完成厂内试验, 该绝缘子在零件检验、出厂检验过程中均顺利通过。

产品在现场安装完毕后进行了工频 230kV 1min 耐压试验, 并且顺利通过。随后安排送电, 先对 2#主变进线间隔进行送电, 顺利完成。在对 1#进线进行充电时, 发生跳闸现象。经现场排查, 发现 1#进线电缆罐内气体异味, 其他气室无异常。在打开该电缆罐后发现朝向电缆罐侧的组合电器绝缘

子的表面有灼烧现象，而绝缘子无裂纹或崩裂。

2.2 绝缘子返厂后进行的检验试验

2.2.1 外观检查

绝缘子运回厂内后，首先进行了外观检查，经仔细观察，在绝缘子烧损发黑的表面留存有灼烧碳化粉末，绝缘子无裂纹或崩裂。

2.2.2 绝缘电阻测试

使用 2500V 绝缘摇表对绝缘子分别对三相相间进行绝缘电阻测试，均达到 10000MΩ。

2.2.3 X 射线探伤试验

绝缘电阻测量后，对该绝缘子进行 X 射线探伤试验，试验情景如下：

经对绝缘子三相高压嵌件周围、地电位法兰周围及环氧树脂内部仔细探伤，在整个绝缘子材质均匀，无气泡、裂隙和杂质存在。

2.2.4 工频耐压试验

在绝缘子擦拭前、擦拭后分别装配至耐压工装进行工频耐压试验：

a) 绝缘子在未擦拭的情况下进行耐压试验，进行相间及对地的耐压。电压上升到 110kV 时，击穿放电。

b) 然后将绝缘子烧灼碳化表面擦拭干净，再次进行相间及对地耐压试验 230kV 1min 通过。

2.2.5 局放试验

在 1min 工频耐压通过后，降压至 88 kV（1.2 倍相电压）进行对地及相间局放试验，测试结果三相分别为 2.42pC、2.61 pC、2.85 pC，绝缘件局放试验合格（局放试验时的环境背景为 2.28pC）。

3 原因分析

根据以上对绝缘子进行的返厂试验结果：绝缘子质地均匀无杂质，内部及界面周围均无缺陷。经过擦拭后的绝缘子通过了 230kV 1min 工频耐压试验及局放试验（说明绝缘子的材质可以保证其绝缘性能）。通过以上试验分析，证明绝缘子本身制造质量合格。该组合电器分别通过了出厂及现场两次绝缘试验，也从侧面加以证明。

该组合电器现场耐压试验合格后，需要对 1#进线电缆罐进行两次开仓操作，分别是完成电缆进仓与耐压、完成电缆终端与组合电器的导体连接。结合所有相关单位反馈的其他设备均正常的信息，综合分析认为：送电时出现绝缘问题，应是在该两次

进仓操作时异物进入该电缆罐内部，污染了绝缘子表面。而厂家现场安装人员未能有效对绝缘件表面进行彻底清洁处理，最终导致送电时出现了相间击穿问题。

4 防范对策

4.1 加强技术安全培训

工程有效管理依赖一支高素质的管理团队。工程管理人员必须熟悉和掌握工程的各个环节，具备较高业务技能，同时要督促各安装、监理单位加强业务技术管理，提高相关工作人员的安全技能和业务素质，强化全体人员的安全意识和事故防范意识。

4.2 加强过程管理

加强工程全过程管理是工程有效实施的关键。必须严格执行各专业技术标准和工艺流程，重视不同时期、不同单位交圈地带的安全和技术管理，明确各自工作职责，防止各类漏洞的发生。

4.3 加强工程监理

工程主管单位和监理单位要把好现场监理关。把监理工作重点放在抓质量保证体系的运作，重点监督检查施工单位质量保证体系是否正常运作，施工单位的技术力量是否符合施工项目的作业要求，重大施工项目技术措施是否正确实施等，从根本上纠正不符合规范的行为。

4.4 加强工程验收管理

工程验收是工程建设与改造的一个重要组成部分。必须坚持安全生产为中心，设备质量为抓手，全面参与工程全过程管理，严格执行输变电工程验收大纲、二十五项反措及相关设备施工验收标准，将验收工作前移，将输变电工程缺陷消除在工程建设过程中，力争做到“零缺陷”投运。

4.5 加强缺陷的闭环管理

对验收中发现的问题，均形成书面记录，提出整改措施，会同有关部门落实整改责任单位，逐条落实。对影响设备安全运行的缺陷没有整改坚决不投运，对疑似缺陷进行确认，确保设备安全。

5 结束语

性能优异的 GIS 设备在电网建设和改造过程中得到了广泛的应用，但其对施工质量、制作工艺要求十分严格。因此在 GIS 的安装过程中要严格执行控制措施和相关步骤，从而确保电网的安全可靠运

行。

作者简介：

许 勇（1974-），男，江苏金坛人，工程师，现任常州供电公司金坛县域检修分公司副经理，长期从事输变配电专业运行检修管理。