

[GIL]

两例气体绝缘输电线路（GIL）故障原因分析及处理

文/锦屏水力发电厂 李尹光 丁中民 徐文刚

锦屏一级水电站气体绝缘输电线路（GIL）投运以来，出现了出线套管屏蔽导体尺寸不匹配及气隔漏气等故障。通过对故障进行查找及原因分析，问题得到了有效处理。

GIL具有受大气环境影响小、对外不产生电磁干扰的优势，能应用于在空间有限的地方。GIL由西门子公司设计、制造并安装。锦屏电厂4回500 kV GIL（其中1回预留）由地下500 kV GIS室通过两个垂直高差约225 m的出线洞引出到地面出线场，每个引出线洞内布置2回GIL。每个出线洞包括1个垂直段和2个水平段，分为下平洞、竖井和上平洞三个部分。出线场内布置有GIL出线套管、避雷器等出线设备。额定电流4 000 A，额定电压550 kV，SF₆额定压力0.59 MPa，年漏气率（每个隔室）<0.3%，最大隔室长度116 m，外壳材料为铝合金。

一般情况下，SF₆气体管道出现故障几率很小，大部分为现场安装工艺不规范及制造工艺不合格存在漏气现象。

例1：出线场500 kV出线套管屏蔽导体尺寸不匹配

1. 问题

2014年5月15日～19日对GIL西锦Ⅲ线A、B相瓷裙局部破损的出线套管进行更换，在更换过程中发现套管底部导体与屏蔽导体配合存在问题，屏蔽导体外缘有过热痕迹。检查发现屏蔽环与出线套管连接处只是外缘接触，中心导体未接触，接触面未达到设计要求。

2. 原因分析

由于厂家没有使用升级版图纸对屏蔽环进行加工、制造，初版为屏蔽环两侧直径均为124 mm，

而新版为与导体连接侧直径124 mm，与出线套管导体连接侧直径为130 mm。导致所供货的屏蔽导体尺寸错误，现场装配中质量把控不到位，导致屏蔽导体与套管导体的设计过流面未接触。

3. 模拟试验

由于汛期来临，更换屏蔽导体需要一段时间，为了不影响发电，采取大电流模拟试验方式，在套管底部导体与屏蔽导体不匹配的旧套管进行温升模拟，以确定在该缺陷未消除的情况下，是否满足电厂GIL单回运行最大电流约1 400 A的运行要求。

按照GIL出线套管的实际连接情况，采用瑞典保珈玛MEGGER Oden AT/3X大电流发生器进行了大电流模拟试验，加载电流在1 100 A、1 300 A、1 500 A、1 800 A，每阶段测量温度，通过1 800 A时屏蔽导体与套管接触面温升为25 k，在设计许可温升60 k（环温40℃）以内。

根据温升试验及直流电阻试验情况，目前屏蔽头与导体之间的线接触情况，可满足3条线路满负荷（3 600 MW）及两条线路（2 100 MW）的正常运行要求。

4. 问题处理

（1）临时处理

发现问题后，没有新的屏蔽导体更换，采取了临时处理措施。对西锦Ⅲ线A相屏蔽环与出线套管连接侧扩大直径为130 mm，打磨光滑，无毛刺、粉末。重新安装紧固，保证与出线套管导体接触良好。



图 现场模拟试验接线图

(2) 更换屏蔽环

厂家提供合格的屏蔽环，对所有出线套管屏蔽环进行更换。通过回收气体、吊出套管、更换屏蔽环、清洁、回装套管、抽真空和充气至额定压力等步骤，完成了屏蔽环的更换工作。

更换完成后，检测SF₆微水合格，均小于标准值150 μL/L，SF₆压力正常，法兰密封良好，无漏气现象。静置24 h后，对500 kV GIL进行耐压试验，局部放电检测正常，无击穿、闪络现象。

例2：GIL气隔漏气

1. 问题

通过巡检发现GIL西锦Ⅲ线B相4#气隔SF₆气体压力逐渐下降，确定存在漏气点，SF₆气体压力值如下表所示。

表 GIL西锦Ⅲ线B相4#气隔SF₆气体压力

时间	SF ₆ 压力/MPa
2013.09.26	0.607
2013.09.29	0.605
2013.10.03	0.604
2013.10.20	0.596

(上接第61页)

速度指令信号与速度反馈信号(与位置检测装置相同)比较后的偏差信号经速度环比比例积分控制器调节后产生电流指令，在电流环中经矢量变换后，由SPWM输出转矩电流，控制伺服交流电动机的运行。

结束语

中压C-GIS三位开关机构研发设计，借助于集成电路，电力电子技术的发展，通过柔性的数字控制技术，实现C-GIS三位开关的正常分合，

利用压降法计算年漏气率 F_y ，即 $F_y = (0.607 - 0.596) / 24 \times 365 \times 100\% = 16.7\%$ 。超过DL/T 978—2005《气体绝缘金属封闭输电线路技术条件》规定的单个隔室最大年漏气率不大于0.5%。

2. 漏气点查找

现场进行漏气点查找，利用SF₆气体检测仪，发现压力表靠出线侧10 m左右的管道上存在漏气点，并用肥皂泡沫进一步确定具体的漏气点。

3. 问题处理

1) 将漏气的气室气压降低到0.1 bar，保持微正压。

2) 拆除临时修复用的铝质补丁，将漏气点边缘及铝质补丁彻底清洁干净。使用Tectyl留下的痕迹必须完全清除。

3) 打磨漏气点边缘以及补丁内壁直到平滑。

4) 制作一块合适大小的铝质补丁(50 × 130 mm)，补丁边缘打磨平滑，用一根扎带将铝质补丁紧紧压在GIL管道上，并用电焊将其固定住(与临时修复相反，不需要使用密封圈)。

5) 拆除扎带，再将铝质补丁完全焊在GIL管道上。

6) 将气室气压恢复到正常值0.600 MPa，重新恢复送电。

设备运行期间，加强红外测温技术的运用，及时发现电气联接的温度异常。**EA**

(收稿日期：2016.09.11)

(编辑：白文亭)

为三位开关的分合速度，精确定位通过了可靠的技术支撑，同时，为产品的系列化设计开辟了一种崭新的思路。

从以下几个方面探索了伺服驱动机构在三位开关机构的制造和创新提供了可能。伺服驱动机构与以往传统的机构作了分析类别；伺服驱动机构在目前C-GIS研发设计；伺服驱动电动机的原理分析设计；伺服驱动机构的原理分析设计；用伺服驱动机构实现三位开关的分合操作。**EA**

(收稿日期：2016.09.06)

(编辑：白文亭)