

SF₆ 全封闭组合电器漏气处理方法探讨

Discussion on Air Leakage Treatment Method of SF₆ Full Enclosed Combined Electric Appliances

位亚飞 骆涛*

Yafei Wei Tao Luo*

浙江浙能长兴发电有限公司 中国·浙江 长兴 313100

Zhejiang Zheneng Changxing Power Generation Co., Ltd., Changxing, Zhejiang, 313100, China

摘要: 发电厂升压站是发电厂的重要组成部分,它直接影响整个发电系统的安全运行。SF₆全封闭组合电器(GIS),具有占地面积少、一次投资少、运行可靠性高等优点,因此越来越多的发电厂升压站采用GIS设计。由于SF₆全封闭组合电器设备集成度高,一旦出现气室漏气故障,漏气处理工序烦琐且需要停运母线,影响发电厂正常发电。论文以浙江浙能长兴天然气热电220kV GIS为例,讨论GIS漏气处理的新方法,尽可能地减少GIS维修对发电厂发电的影响。

Abstract: Power plant booster station is an important part of the power plant, it directly affects the safe operation of the entire power generation system. SF₆ fully enclosed combined electric appliances (GIS) has the advantages of less footprint, less primary investment and high operation reliability, so more and more power plant booster stations adopt GIS design. Due to the high integration degree of SF₆ fully enclosed combined electrical equipment, once the air chamber air leakage failure occurs, the air leakage treatment process is complicated and the bus line needs to be stopped, which affects the normal power generation of the power plant. This paper taking Zhejiang Zheneng Changxing natural gas thermal power 220kV GIS as an example, discusses the new method of GIS air leakage treatment, and reduces the impact of GIS maintenance on power plant generation as far as possible.

关键词: 发电厂; SF₆全封闭组合电器; 漏气处理

Keywords: power plant; SF₆ fully enclosed combined electrical appliance; air leakage treatment

DOI: 10.12346/peti.v4i2.6608

1 引言

全封闭组合电器(GIS)具有较高的安全可靠性能,在中国110kV及以上电压等级的电力网中得到越来越广泛的应用。SF₆全封闭组合电器体积小、技术性能优良,实现了小型化、模块化;绝缘不受外界影响;对周围不产生电磁场、杂音和无线电干扰,合乎环保要求;具有可靠性高、安全性好、配置灵活、安装周期短、维护方便和检修周期长等优点的开关装置全封闭组合电器(GIS)是由断路器和隔离开关、接地开关、电流互感器、电压互感器、避雷器、电缆终端及进出线套管,母线等组成。它能够实现自动控制,操作简单,维护方便。它与传统分散元件式开关装置相比有很多新的特点,由于设备集成度高,出现漏气故障处理步骤复杂,检修处理需陪停相关设备,影响设备正常运行。

论文以浙江浙能长兴天然气热电220kV GIS #2主变母线侧CT气室漏气为例,探讨厂用电不中断漏气处理方法。

本次设计可以将我们在课本上学的理论知识与实际结合,掌握水电厂电气部分设计的基本方法,为我们将来的学习和工作打下了坚实的基础。本次设计拟解决主接线确定,电气设备选择校验,配电装置布置等问题。在设计过程中,要严格按照发电厂设计规程的要求设计并论证,要做到每一步都要有理有据,严谨认真。

2 设备概况

设备情况:浙江浙能长兴天然气热电装机容量为2×435MW,采用发电机主变单元接线,升压站主接线方式为220kV双母线接线,采用SF₆全封闭组合电器(GIS)户

【作者简介】位亚飞(1989-),男,中国河南周口人,本科,从事发电厂输配电系统研究。

【通讯作者】骆涛(1977-),男,中国湖北嘉鱼人,本科,工程师,从事发电厂输配电系统研究。

外型，双母线上下布置，母线采用三相共箱式设计，共 83 个气室。开关气室 SF₆ 额定压力 0.70Mpa，一级报警压力 0.66Mpa，二级报警压力 0.62Mpa，并闭锁开关；其他气室额定压力 0.65Mpa，一级报警压力 0.62Mpa，二级报警压力 0.60Mpa；于 2013 年投运^[1]。

2019 年 1 月 9 日，燃机 220kV GIS #2 主变母线侧 CT 气室 (T1) 出现压力低一级报警，气室压力 0.62Mpa。考虑环境温度影响气室压力，连续观察几天，发现压力没有回升，报警未消失。随后电气检修人员决定对该气室进行补气，使气室压力恢复到 0.66Mpa。

1 月 31 日 220kV GIS #2 主变母线侧 CT 气室再次压力报警。气室 SF₆ 补气至 0.66Mpa 后报警消失^[2]。

1 月至 6 月对该气室进行气室压力跟踪记录。该气室平均每月出现气压低一级报警，分析该 GIS 气室可能存在漏气点；汇报领导、专业点检决定对该气室进行堵漏处理。

为了准确找出漏气点，用塑料薄膜将怀疑点包裹起来，静置收集气体，再用 SF₆ 检漏仪检测，经过两天的仔细检查，最终确定漏气点处：220kV GIS #2 主变母线侧 CT 与 Q2 气室间的 CT 侧隔离绝缘子处。

3 处理过程

经分析发现 220kV GIS #2 主变母线侧 CT 气室通过法兰与正、副母线气室直接连接，漏气处理需要将正、副母停电（全厂停电），考虑到本次检修工期较长，全厂停电安全风险较大。

汇报领导后，经燃机电气专业人员与厂家协商，决定采取如下方案：将燃机 220kV GIS #2 主变间隔对应的正、副母线主导体依次拆除，检修过程中采用导母线的方式保证厂用电不中断^[3]。如图 1 所示。

将 220kV GIS #2 主变间隔对应的正、副母线主导体从

伸缩节处依次拆除。具体检修步骤如下：

①将正母上负荷切至副母运行，停运 220kV 正母。

②回收高备变间隔正母气室 SF₆ 回收至 300kPa、#2 主变间隔母线侧 CT 气室 SF₆ 至 300kPa、#2 主变间隔正母母线气室 SF₆ 气体至 0kPa。

③打开正母上高备变间隔和#2主变间隔之间的伸缩节，拆除正母主导体，并用密封端盖将高备变侧密封，并充入 SF₆ 气体至额定；高备变正母母线气室充 SF₆ 气体至额定^[4]。

④对以上两个气室进行 SF₆ 纯度试验、微水试验，合格后对正母进行绝缘、耐压试验，冲击试验。合格后 220kV 正母送电运行，将副母上的负荷切至正母，停运 220kV 副母。

⑤回收燃机 2U20 线间隔副母母线气室 SF₆ 气体，#2 主变间隔副母母线气室，高备变母线侧 CT 气室，#2 主变开关、CT 气室 SF₆ 至 300kPa。

⑥回收高备变副母母线气室、#2 主变间隔母线侧 CT 气室 SF₆ 至 0kPa。

⑦拆除 220kV 副母高备变间隔和 #2 主变间隔之间的伸缩节，并用密封端盖将副母在高备变侧封住。

⑧回收 #2 主变 220kV 开关电流互感器 T2 气室 SF₆ 压力至 300kPa。

⑨回收 #2 主变 220kV 开关电流互感器 T2 气室至进线套管之间的气室 SF₆ 至 0kPa。

⑩将正母 #2 主变间隔气室沿法兰盘拆下，并吊至一边。

⑪将 #2 主变 GIS 开关电流互感器 T2 气室至进线套管伸缩节之间的气室连段拆除吊起。

⑫将副母 #2 主变 GIS 间隔气室沿法兰盘、伸缩节拆除吊起。

⑬对 #2 主变间隔母线侧 CT 气室进行漏气处理（沿着密封圈圆弧方向慢慢打磨凹陷区域，使其形成比较缓的过渡段，同时用酒精清洁金属法兰密封面，更换被腐蚀的物料和

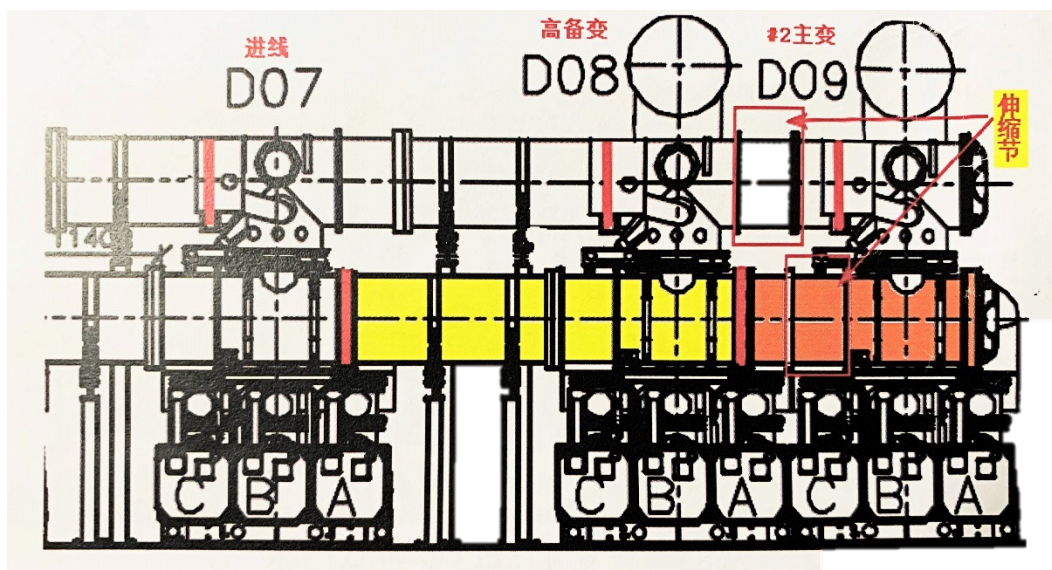


图 1 示意图

所有打开法兰的密封圈,更换干燥剂)。

⑭将副母#2主变GIS间隔气室、正母#2主变间隔气室装回。

⑮对#2主变间隔母线侧CT气室、高备变母线侧CT气室、副母所有气室补SF₆至额定压力。

⑯对以上气室进行SF₆纯度试验、微水试验,合格后对副母进行绝缘、耐压试验,冲击试验。合格后220kV副母送电运行,将正母上的负荷切至副母,停运220kV正母。

⑰将正母#2主变间隔气室与正母对接装回,同上对气室及正母做相关试验。试验合格后220kV正母送电运行,投母联开关220kV母线恢复正常运行。

⑱将#2主变GIS开关电流互感器T2气室至进线套管伸缩节之间的气室装回,并对相关气室补SF₆气体至额定值。

⑲对以上各气室进行SF₆纯度试验、微水试验,导体进行绝缘、耐压试验,冲击试验。合格后将#2主变投入正常运行。

4 故障原因分析及建议

原因分析:在解体过程中看到CT壳体密封(隔离绝缘子)面上有一个凹坑,恰好处于密封圈和金属密封面的交界处,如图2所示,由此基本确定SF₆气体由该处泄露出来^[5]。

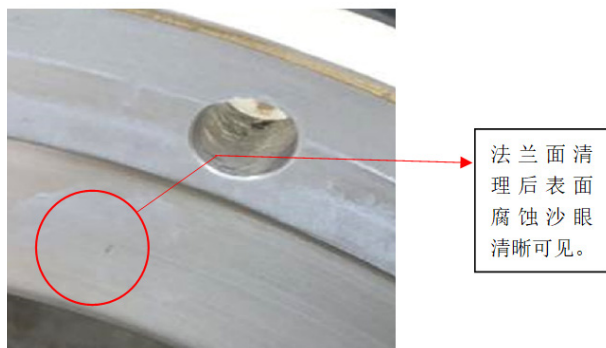


图2 设备故障情况

通过现场解体细致检查,分析发现当外部雨水通过GIS壳体外表面流下,会混合表面沉积的腐蚀性物质,形成腐蚀性液体,一些腐蚀性液体会通过螺栓孔灯位置慢慢深入到金

属法兰连接面,腐蚀性液体会侵蚀疏松的法兰面,引起一些凹陷,进而造成气室内SF₆气体缓慢泄露。

建议:自2015年以来,燃机GIS气室漏气故障频发。据专业上了解,浙江台州、乌沙山、半山热电等多个电厂的户内型GIS,其设备可靠性高,投运十数年以来未发生过漏气事件。而燃机投产以来,漏气故障多次发生^[6]。

燃机220kV GIS为户外型,位于火电厂区域,长期运行GIS外壳有腐蚀性物质积累,经过雨水的冲刷,形成腐蚀性液体慢慢深入到GIS各法兰面、螺栓孔、洞。长此以往腐蚀性液体慢慢对法兰面、密封条腐蚀,造成GIS气室漏气,GIS漏气处理成本较高,且漏气处理工序复杂^[7-8]。

建议在220kV升压站区域加装防雨设施,防止雨水对设备的进一步腐蚀,从根源上遏制GIS漏气故障的发生。

5 结语

本次220kV GIS漏气处理广泛听取了厂家及公司各位专业人员的建议,最终探索出一种厂用电不中断的气室补漏方法,为以后的工作打下坚实基础。

参考文献

- [1] 电力工业部西北电力设计院.电力工程电气设备手册(电气一次部分1)[M].北京:中国电力出版社,1998.
- [2] 电力工业部西北电力设计院.电力工程电气设备手册(电气一次部分2)[M].北京:中国电力出版社,1998.
- [3] 卓乐友.电力工程设计手册 1 电气一次部分[M].北京:能源部西北电力设计院,1992.
- [4] 卓乐友.电力工程设计手册 2 电气二次部分[M].北京:能源部西北电力设计院,1992.
- [5] 孟祥萍,高熾.电力系统分析[M].北京:高等教育出版社,2004.
- [6] 熊信银,朱永利.发电厂电气部分[M].4版.北京:中国电力出版社,2009.
- [7] 张保会,尹项根.电力系统继电保护[M].北京:中国电力出版社,2009.
- [8] 电力工业部电力规划设计总院.电力系统设计手册[M].北京:中国电力出版社,1998.