

# 兴安直流阀冷系统主过滤器堵塞原因分析及改进建议

田兴旺

(中国南方电网超高压输电公司天生桥局, 贵州 兴义 562400)

**摘要:**根据兴安直流系统发生阀冷系统主过滤器堵塞情况进行总结分析, 找出了产生堵塞的原因, 并提出了针对性的预防措施及改进建议, 以达到避免主过滤器堵塞而导致直流系统停运的目的, 提高了兴安直流的直流可靠率, 保障了直流系统的安全稳定运行。

**关键词:**阀冷系统; 过滤器; 堵塞; 改进

**Abstract:** The reasons for the filter blocking are found out based on the summarization and analyses of filter blocking in valve cooling system of Xing-An HVDC project. In order to prevent the main filter being blocking which will cause the outage of HVDC system, the specific precautionary measures and improvement suggestions are put forward. Therefore, it can improve the reliability of Xing-An HVDC project and guarantee the safe and stable operation of HVDC system.

**Key words:** valve cooling system; filter blocking; improvement

**中图分类号:** TM732 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-6954(2010)04-0080-03

## 0 引言

阀冷系统是换流阀的一个重要组成部分, 它将阀体各元件的功耗发热量排放到阀厅外, 保证晶闸管运行结温在正常范围<sup>[1]</sup>。冷却系统直接影响到换流阀的安全可靠运行, 要求它既要有足够的冷却容量, 又要有较高的可靠性。从兴安直流输电工程运行实际情况看, 内冷水系统作为一个较薄弱的环节已成为制约直流输电系统可靠性进一步提高的重要因素。阀内冷水主过滤器出现较严重的堵塞, 导致内冷水流量降低、主过滤器压差升高、阀塔进出水压差降低, 进一步发展后将导致直流系统跳闸, 更严重的可能损坏换流阀设备, 造成长时间停运。兴安直流自 2008 年 12 月 01 日以来, 已多次出现阀冷系统主过滤器堵塞现象, 经过多次分析、处理, 积累了一些有助于缓解主过滤器堵塞的手段, 在此基础上深入分析可能的原因, 提出了针对性的预防措施及改进建议。

## 1 兴安直流阀冷系统主过滤器堵塞情况

### 1.1 阀冷系统

兴安直流阀冷系统每极可控硅阀配置一套独立的水冷却系统, 该系统由两个冷却循环系统组成<sup>[2]</sup>。

(1)内冷水循环系统: 主要由主循环泵、补水泵、

补水箱、主管道过滤器、离子交换器、膨胀器、补水箱、逆止阀、冷却水管等组成, 通过去离子水对阀进行冷却;

(2)外冷水循环系统: 主要由喷淋泵、排污泵、外冷水过滤器、冷却塔及其风扇、软化器、化学处理容器、喷淋水池等组成, 通过喷淋塔对内冷水进行冷却。其中在内冷水进水管上加装有内冷水主过滤器。阀冷配置图及主过滤器位置如图 1 所示。

主过滤器进出水侧压力传感器 B106、B107(如图 2 所示)的差值可反映主过滤器(如图 3 所示)堵塞情况, 压差越大堵塞越严重。主过滤器堵塞后, 相关定值超过表 1 的启动定值后会出现以下可能。

(1)主过滤器压差升高, 阀冷系统发告警信号, 可能导致主过滤器滤网或阀塔设备损坏;

(2)内冷水流量降低, 超过跳闸定值, 可能导致跳闸;

(3)阀塔进出水压差降低, 流量减小, 影响整体冷却效果, 严重时损坏设备<sup>[3]</sup>。

### 1.2 内冷水堵塞处理情况

从 2008 年 12 月 1 日以来, 兴安直流多次出现阀内冷水主过滤器堵塞引起的内冷水流量降低, 随后出现主过滤器进出水压差逐渐升高的故障现象, 期间多次申请停电处理, 采取了如下处理措施。

(1)更换滤网: 检查发现主过滤器滤网上有较多杂物且难以清洗干净, 使用备品更换了滤网。

(2)临时调整了阀冷定值: 将内冷水流量低跳闸

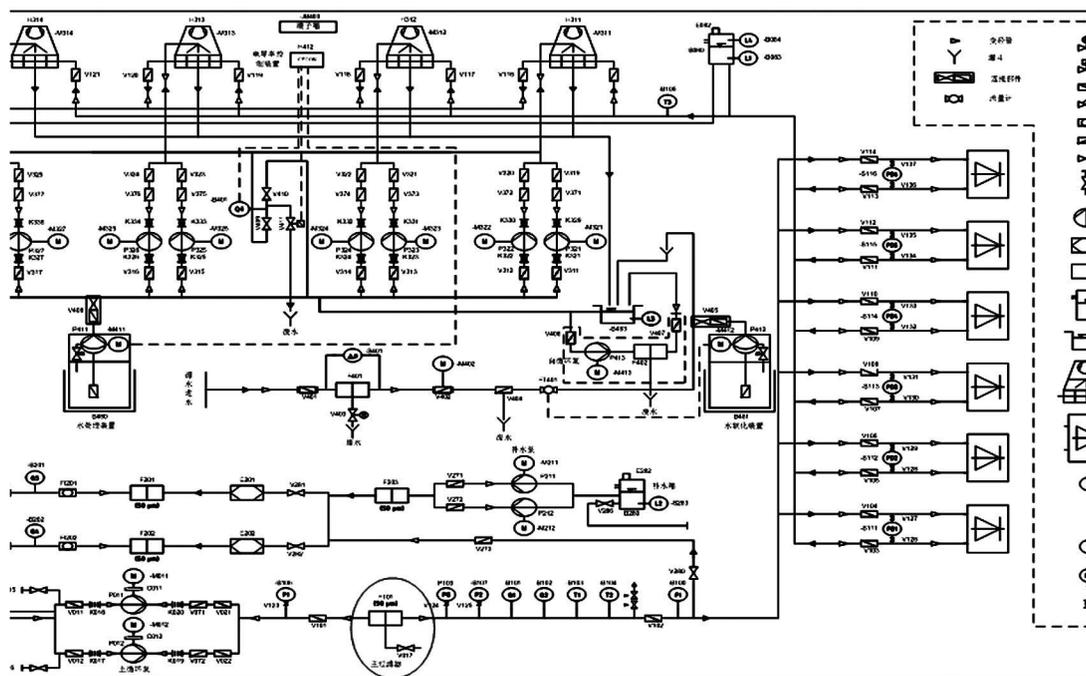


图 1 兴安直流阀冷系统配置图

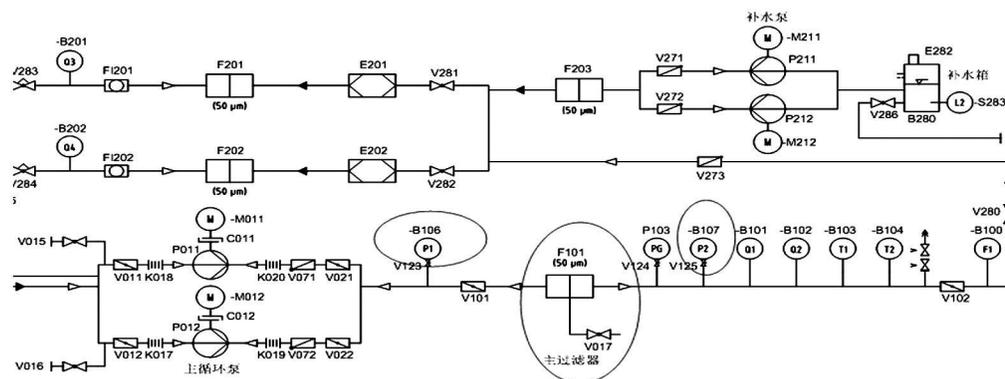


图 2 兴安直流主过滤器差压传感器位置

表 1 主过滤器堵塞相关定值表<sup>[2]</sup>

| 描述                | 测量装置编号    | 启动定值               | 复归定值               | 延时   |
|-------------------|-----------|--------------------|--------------------|------|
| 主过滤器压差高告警         | B106—B107 | $4 \times 10^4$ Pa | $3 \times 10^4$ Pa | 1 s  |
| 内冷水流量低告警          | B100      | 4000 L/m in        | 4100 L/m in        | 10 s |
| 主泵切换时内冷水流量低告警     | B100      | 3700 L/m in        | 4100 L/m in        | 10 s |
| 内冷水流量低跳闸 I 段      | B100      | 4000 L/m in        | 4100 L/m in        | 20 s |
| 主泵切换时内冷水流量低跳闸 I 段 | B100      | 3700 L/m in        | 4100 L/m in        | 20 s |
| 内冷水流量低跳闸 II 段     | B100      | 800 L/m in         | 900 L/m in         | 1 s  |

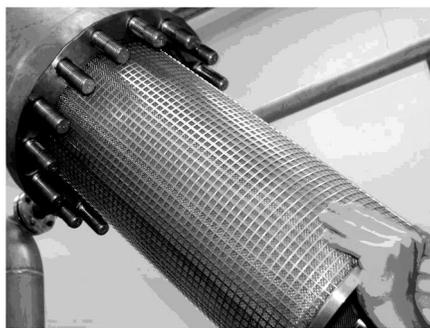


图 3 主过滤器实物图

一段 B100 启动定值、复归定值和延时定值均做调整<sup>[4]</sup>。

(3)清洗滤网:发现主过滤器滤网上堵塞有少部分塑料皮、毛发、垢样等杂质,甚至有碎布。

## 2 内冷水过滤器堵塞原因分析

结合主过滤器堵塞检查情况,分析得以下结论。

(1)主过滤器滤网内发现的碎布、毛发、垫片、石

头等杂质应该是工程阶段遗留于内冷水管内某处“死区”。

(2)在主泵启停过程中,内冷水参数发生变化的诱因作用下,“死区”内部分杂质进入内冷水循环回路,在经过主过滤器时被拦截从而引起过滤器堵塞<sup>[5]</sup>。

(3)可能的“死区”有:水泵处的“U”形水管处、盲管、膨胀水箱、外冷却塔内的内冷水盘管等。

(4)目前阀内冷水主过滤器堵塞后的处理难点,根本在于主过滤器无冗余设计,另外就是内冷水管路存在盲端或不利于进行反冲洗的地方。

(5)主过滤器上堵塞的垢样需要长期观察是否持续产生。滤网内杂质化学分析结果见表 2。

表 2 滤网水垢样本化验结果

| 分析项目  | 滤网杂质成分 /% | 备注 |
|-------|-----------|----|
| 三氧化二铁 | 4.6       |    |
| 三氧化二铝 | 63.37     |    |
| 氧化钙   | 3.1       |    |
| 氧化镁   | 0.53      |    |
| 氧化铜   | 0.040     |    |
| 氧化锌   | 0.055     |    |
| 二氧化铝  | 2.21      |    |
| 氧化钠   | 10.93     |    |
| 氧化钾   | 1.23      |    |

### 3 预防措施及改进建议

根据以上的原因分析,针对性地提出如下预防措施及改进建议。

(1)根据兴安直流的实际情况,考虑到主过滤器压差和主水流量的启动定值,建议更改定值,做到可控、在控,找出较优的运行方式。

(2)彻底清理内冷水主水管道“死区”可能存在杂质。

(3)继续通过化验等技术手段彻底弄清杂物来历,找出原因,为后续工程积累经验<sup>[6]</sup>。

(4)双重化主过滤器。建议每极配置两台并联的主过滤器(如图 4),实现冗余配置。

(5)平衡两台主泵的出力。改进主泵进出水管的形状。主泵进出水管与主管连接处一个为 T 形、一个为弧形,导致两台主泵的实际出力不完全一样,在主泵切换时,工况差异带来一定的不确定性。建议主泵进出水管参考喷淋泵出水管采取弧形并接的方式(如图 5),可以消除差异性。

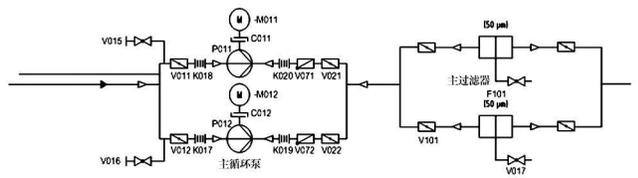


图 4 在主管道上增设一台主过滤器

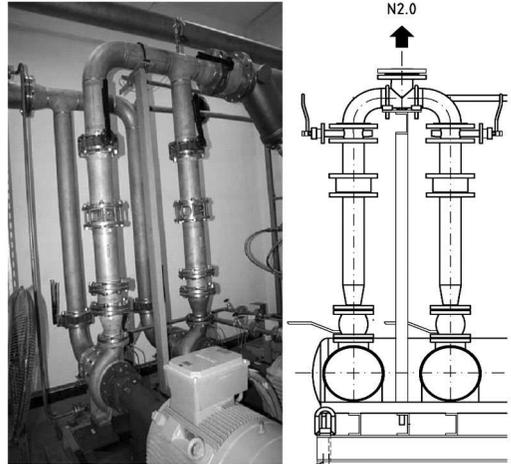


图 5 主泵进出水管改进措施

### 4 结 语

根据兴安直流系统发生的阀内冷水主过滤器堵塞情况进行总结分析,找出了产生堵塞的原因,并根据实际情况提出了针对性的预防措施及改进建议,以达到避免主过滤器堵塞而导致直流系统停运的目的。提高了兴安直流的直流可靠率,保障了直流系统的安全稳定运行。

### 参考文献

- [1] 赵婉君. 直流输电 [M]. 浙江大学发电教研组直流输电教研组, 1982.
- [2] Siemens. Gui-Guang II Line ±500 kV DC Transmission Project Valve Cooling System Maintenance Manual EB4-121. XS-0[Z]. Siemens/CSG, 2007.
- [3] 李和明, 李俊卿. 汽轮发电机定子冷却水路堵塞时的温度场分析与计算 [J]. 中国电机工程学报, 2005, 25(21): 163-168.
- [4] 夏拥, 左干清, 等. 高压直流阀冷系统漏水检测功能的改进 [J]. 南方电网技术, 2009, 3(4): 53-55.
- [5] 邓本飞, 孙恒明, 曹继丰. 高压直流阀冷系统的除垢工艺 [J]. 南方电网技术, 2008, 2(3): 73-76.
- [6] 王远游, 郝志杰, 林睿. 天广直流工程换流阀冷却系统腐蚀与沉积 [J]. 高电压技术, 2006, 32(9): 80-83.

### 作者简介:

田兴旺 (1980-), 男, 工程师, 从事高压直流系统运行维护工作。

(收稿日期: 2010-03-19)