

660 MW 超临界燃煤机组低压旁路阀 频繁内漏处理方法探索研究

陈明彦¹, 姜延灿², 梁汉新¹, 彭天超¹

(1. 贵州黔桂发电有限责任公司, 贵州 贵阳 550081

2. 贵州电网有限责任公司电力科学研究院, 贵州 贵阳 550002)

摘 要:本文以某公司 2×660 MW 超临界燃煤机组低压旁路阀频繁内漏(德国西门子原装进口产品)为例,经多次解体发现阀座与阀芯的密封面损坏,主要原因是由于杂质、异物等金属硬物卡涩所致,而系统复杂致锅炉侧死角异物难于彻底吹扫干净,一直严重影响机组安全经济运行。通过对低压旁路阀入口加装滤网、阀门研磨处理、减压孔扩孔、更换阀门、旁路阀阀芯改造等几种方案综合对比优缺点,最后确定对阀芯改造并进行可行性分析,实施效果明显,有效防止了阀芯与阀座密封面损伤,彻底解决了低压旁路阀频繁内漏问题,确保了机组运行安全经济性,无疑对具有类似问题的火电机组解决方案有一定的参考意义。

关键词:低压旁路阀;频繁内漏;密封损伤;安全经济

文章编号:2096-4633(2018)03-0039-05 **中图分类号:**TK26 **文献标志码:**B

燃煤发电机组热力系统阀门内漏,看似一个极为简单问题,实际上它比外漏造成的后果更为严重^[1-3]。外漏的现象较明显且对机组补水率有一定的影响,人们往往比较重视,而内漏由于对机组的补水率影响不大且不易发现却常常被忽视,实际上汽水系统有的阀门尤其是低压旁路阀内漏对机组经济性影响十分明显^[4-5],还威胁着凝结器的安全运行。

1 概述

超临界火电机组一般采用高压旁路和低压旁路二级串联的系统装置,旁路系统的作用是协调汽轮机与锅炉之间的运行,除回收工质、消除噪声、保护再热器的安全运行外,还可使机组在冷态、热态、滑压和定压等各种不同方式下启动;在电网或机组故障时,旁路系统起保护作用,使机组快速甩负荷,并在短时间内低负荷运行,带厂用电。

某公司 2×660 MW 超临界燃煤机组主蒸汽及再热汽系统旁路均为德国西门子原装进口产品,投产以来,经常采用汽轮机厂家推荐的中压缸启动方式,机组带一定负荷后,需有一个将中压缸带负荷转换到高中压缸联合带负荷的过程,如果这个过程操作不当,极易造成高压缸闷缸和发电机逆功率保护动作,引起机组解列^[6]。为了保持中压缸进汽压力稳定,也需要低压旁路阀经常参与开关调节^[7-8],多次动作冲刷后

关闭不严致内漏频繁,造成机组供电煤耗居高不下,严重时影响标煤耗 5-10g 标准煤/千瓦时。

通过对低压旁路阀解体检查,发现阀芯、阀座密封面有缺口、麻点、沟槽等,经堆焊研磨后装复,机组开机运行后又发现内漏,经过 15 次反复解体检修,每次机组启动后又内漏,且每次解体发现阀座与阀芯的密封面损坏原因均是由于杂质、异物等金属硬物卡涩所致,堆焊研磨治标不治本。

杂质、异物等金属硬物来源于主蒸汽及再热蒸汽系统,该机组在过 168 小时试运前虽已严格按照要求及标准对受热面等进行了吹扫并打靶检查合格,但因系统复杂,不可避免留有吹扫死角。机组在开停机过程也利用低旁对再热器进行多次吹扫,依然无法将锅炉侧的死角异物彻底吹扫干净^[9]。

2 解决方案探索与研究^[10-14]

2.1 低压旁路阀入口加装滤网

最初考虑过在低压旁路阀入口加装滤网,但根据现场勘察滤网安装的位置难度极大无检修空间,且滤网孔径大小难以选择,大了过滤效果不明显,小了通流量难以保证,若实现在线清洗还需增加隔绝阀门且清洗期间低旁失备影响安全,如不清洗滤网堵塞后通流量大幅减小从而威胁到锅炉、汽轮机安全,国内市场也未调研到改造成功的电厂及制造厂,

该方案难度及风险极大。

2.2 传统研磨处理

阀门内漏,传统的处理方式是对密封面研磨处理。但该公司低压旁路阀每次处理投运后可暂时密封不内漏,但当机组启停低压旁路开、闭时,只要来自于再热器系统的再热蒸汽夹带杂物,低压旁路阀就无法关闭严密,再次内漏。

低压旁路阀密封面每次检修时间 4~5 天,检修工时消耗大,阀座密封面研磨损伤严重,投运后当再次发生内漏时,其内漏程度较上次处理前更为严重。该公司 15 次的反复解体检修低压旁路阀,人力、物力消耗极大,事实证明了低压旁路阀内漏靠传统研磨处理方法的效果并不明显。

2.3 低旁减压孔扩孔



图 1 通流减压孔示意图

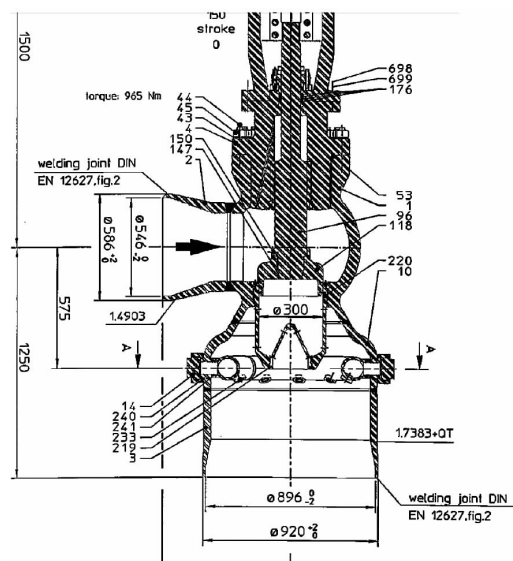
Fig. 1 Schematic diagram of flow pressure-relief vent

通过对阀芯嵌入阀座段的通流减压孔扩大,使硬物通过进入阀座内。

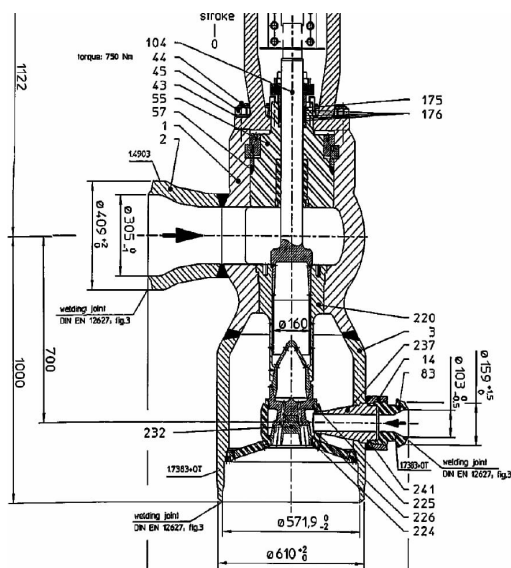
但当在现有阀芯减压孔扩大至 10 ~ 12 mm 时, 导致减压段的结构强度降低, 且对旁路运行参数特性造成较大影响。

2.4 低压旁路阀阀芯改造

2.4.1 旁路阀芯结构示意图



(a) 低压旁路图



(b) 高压旁路图

图 2 旁路阀芯结构示意图

Fig. 2 Structure diagram of bypass valve core

图2为该公司高、低压旁路图,高、低旁路阀芯构造不同,低旁阀芯有一段嵌入阀座的部分(长度80 mm),嵌入段与阀座配合间隙值0.5 mm,但高压旁路阀无此结构,高压旁路阀从安装至今未发生过泄漏。

2.4.2 阀芯改造设想

改造构想:在阀芯密封面后与节流减压组件接触的位置开槽(见图3),开槽后,当硬物颗粒到达节流减压组件处,被挡住后不会直接堆积在阀座密封面上,而是落入槽中,不停留在阀芯和阀座的结合面上,避开异物对密封面的损坏。此改造方案原厂家认为不能根本上解决硬物不沉积在阀芯,可能会影响阀门的运行参数特性。

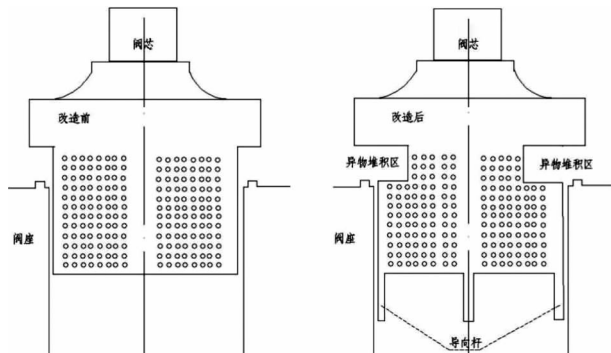


图3 阀芯改造结构示意图

Fig. 3 Structure diagram of reformed valve core

2.5 更换新阀门

阀门内漏,一般先研磨处理,效果不好后直接更

换。该公司低压旁路阀频繁内漏,如直接更换,一方面德国西门子原装进口产品低压旁路阀价格昂贵高达350万元以上,另一方面再热蒸汽夹带杂物未彻底消除前,更换的新阀门依然会因杂物原因关闭不严而内漏。

综合上述几种方案,该公司组织相关专业人员,根据低压旁路阀入口加装滤网、阀门研磨处理、减压孔扩孔、旁路阀阀芯改造、更换阀门等几种方案综合对比优缺点,结合高旁阀芯结构特点对比、低压旁路阀门结构及工作原理和现场实际情况,综合判定:低压旁路阀阀芯改造方案较为合理,决定选择实施低

压旁路阀阀芯改造,改进阀芯结构,防止或躲避硬物颗粒对阀芯阀座密封面造成的损坏,彻底根治机组低旁减压阀的内漏。

3 低压旁路阀阀芯改造可行性分析^[15-16]

3.1 结构原理分析

原装低旁阀芯设计结构主要包含密封面和节流减压组件,因其密封面和节流减压组件为一体式,且中间无任何间隙,当硬物颗粒到达节流减压组件处,被挡住后直接堆积在阀座密封面上,当阀门关闭时就对结合面造成损坏。

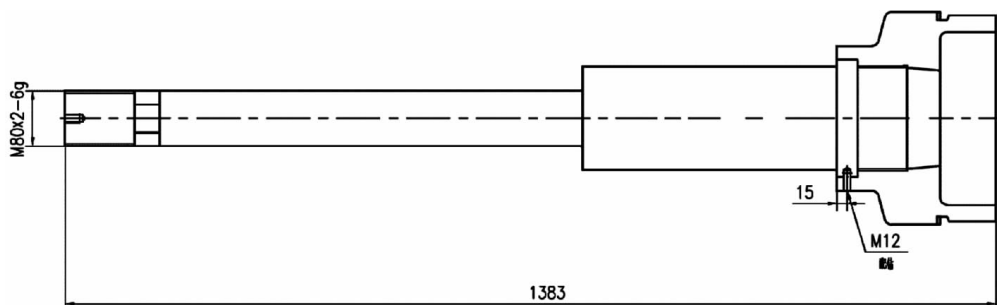


图4 新阀芯结构图

Fig. 4 Structure diagram of renewal valve core

设计改进后的阀芯组件是在阀芯密封面后与节流减压组件接触的位置开槽,开槽深度10 mm,宽度12 mm(见图4),有了开槽后,当硬物颗粒到达节流减压组件处,被挡住后不会直接堆积在阀座密封面上,而是落入槽中,不与阀芯阀座密封面接触,当关闭阀门时,便不会损伤结合面。阀门密封面不受损伤,阀门可严密关闭,自然减少了蒸汽损失,提高了机组运行的安全经济性。

3.2 阀芯组件制作与安装条件分析

阀芯生产厂家参照设备图纸资料及实物测量,进行安全性的应力计算、分析、设计,制作阀芯组件,阀芯组件设计生产时间为60天,现场安装只需要停机即可开展。

由此可见从技术可行到制作、安装都满足条件,对阀芯进行改造防止该阀门频繁内漏是可行的。

4 低压旁路阀阀芯改造的实施

(1)低压旁路阀芯改造项目实施,公司(下称需求方)提出改进型阀芯组件的设计要求、外形尺寸、材质说明、通流面积、流体参数等信息。

(2)设计生产厂家按照需求方提出的低压旁路新阀芯设计要求,出版设计图纸,需求方审查修改设

计图纸后,设计生产厂家按照修订后的设计图纸进行物件加工。

(3)改进后的阀芯组件完成生产并供货至现场,做好改造准备,借助机组停运时机,解体低旁减压阀,修复阀座密封面后,装入改进后的阀芯组件并与之对磨、红丹粉吃线检查,以确保阀芯阀座密封面完美配合,阀门装复后重点调试阀门行程。

(4)低压旁路阀改造完成后,通过近6个月的观察,阀门严密性能完好,再解体阀门后,未发现阀芯阀座密封面有损坏的情况。由此判定改进后的阀芯组件有非常好的防硬物颗粒损伤的能力。

(5)该公司2016年,将2号机组低压旁路阀阀芯更换为新设计的阀芯,经过近一年的运行观察,该机组低压旁路阀未发生关闭不严情况,2017年4月,又完成了1号机组低压旁路阀阀芯改造,也未发生关闭不严情况,阀门运行参数特性未发生不稳定情况,效果明显,安全也得到保障。

5 改造效果及经济评价

该公司1号、2号机组低压旁路阀芯本次改造,从改造后运行观察看达到了预期的目的,1号、2号机组均未发生低压旁路阀关闭不严内漏情况,解体

阀门也未发现阀芯阀座密封面损伤的情况,阀门的运行参数特性稳定。

低压旁路新阀芯材质为 F91,该项目共计投入资金 70 万元,主要用于设计、生产、采购改进后的阀芯组件。改造后标煤耗至少降低 5g 标准煤/kW·h 以上,按两台 660 MW 机组年发电 59.4 亿 kW·h (年利用 4500h),与改造前相比年可减少标煤消耗 2.97 万 t,对比减少燃煤成本约 1930 万元(标煤价 650 元/t),经济效益明显。

6 结论和建议

低压旁路阀阀芯的改进,有效防止了阀芯与阀座密封面损伤,彻底解决了低压旁路阀频繁内漏问题,确保机组运行经济性,也不存在原生产厂家所担心不能根本上解决硬物不沉积在阀芯会影响阀门的运行参数特性问题,项目改造试验成功。

低压旁路阀芯的成功改造,可供有类似问题的火电机组借鉴运用^[17]。火力发电运行企业在设备实际使用过程中结合实际情况,提出一些设备优化改进措施并加以改造实施,可以最大限度地改进设备适应性,让设备达到更好的使用效果。

为防范于未然,视情况每次开停机时,利用低旁全开对再热器进行吹扫,逐步减少和消除蒸汽残留硬物;做好汽水品质监督管理,确保汽水品质合格,锅炉受热面更换后,应严格按照标准吹扫,尽可能防止蒸汽系统新增杂物。

参考文献:

- [1] 杨小琨,李丽萍,李建刚. 中间再热机组低压旁路阀门内漏的影响分析[J]. 汽轮机技术,2013(02):141-143.
YANG Xiaokun, LI Liping, LI Jiangang. Effect analysis of leakage in low-pressure bypass valve of reheat unit [J]. Turbine Technology, 2013(02):141-143.
- [2] 柳亦兵. 火电厂高压蒸汽阀门泄漏的振动诊断[J]. 现代电力,2000(03):1-5.
LIU Yibing. Vibration diagnose of leakage in high pressure by-pass valve of power plant[J]. Modern Electric Power, 2000(03):1-5.
- [3] 郭延秋. 大型火电机组检修实用技术丛书汽轮机分册[M]. 北京:中国电力出版社,2003.
- [4] 朱玉娜,王培红,吕震中. 凝汽器变工况核算及其传热系数的确定方法. 电站系统工程,1998(06):9-11.
ZHU Yuna, WANG Peihong, LU Zhengzhong. Check computation and calculation of heat-transfer coefficient for condensers under varying operating modes [J]. Power System Engineering, 1998(06):9-11.

- [5] 吴昊,石奇光,李磊,等. 利用火电厂管道热效率反平衡方法分析汽轮机旁路内漏[J]. 动力工程学报,2010(02):110-114.
WU Hao, SHI Qiguang, LI Lei, et al. Analysis of steam turbine bypass inner leakage by anti-equity method of power plant piping thermal efficiency [J]. Journal of Chinese Society of Power Engineering, 2010(02):110-114.
- [6] 张世海,马新惠,范斌. 660 MW 超临界机组切缸跳机原因分析及处理[J]. 贵州电力技术,2017(05):37-40.
ZHANG Shihai, MA Xinhui, FAN Bin. The trip reason analysis of cylinder reversal for a certain 660 MW supercritical unit [J]. Guizhou Electric Power Technology, 2017(05):37-40.
- [7] 胡日查,史建良,彭福瑞. 330 MW 汽轮发电机组高低压旁路配合中压缸启动的分析[J]. 中国电力,2000(12):1-4.
HU Richa, SHI Jianliang, PENG Furui. Analysis of coordination of HP & LP bypass with start-up through IP cylinder for 330 MW steam-turbine set [J]. Electric Power, 2000(12):1-4.
- [8] 郑凤才,许怀志,柴家香. 600 MW 汽轮机中压缸启动中二级旁路系统控制分析[J]. 热力发电,2007(02):63-65.
ZHENG Fengcai, XU Huaizhi, CAI Jiaxiang. Analysis of dual-stage bypass system in the start-up process by using IP cylinder of 600 MW steam turbine [J]. Thermal Power Generation, 2007(02):63-65.
- [9] 杨作梁,温新宇,李永玲,等. 利用汽轮机旁路系统应对固体颗粒侵蚀的方法研究[J]. 汽轮机技术,2017(01):67-69.
YANG Zuoliang, WEN Xinyu, LI Yong-ling, et al. Study on solid particle erosion in supercritical unit using turbine bypass system [J]. Turbine Technology, 2017(01):67-69.
- [10] 王兴国,钟顺阔,等. 国产 600 MW 汽轮机低压旁路系统内漏原因分析及对策[J]. 河北电力技术,2009(02):6-7.
WANG Xingguo, ZHONG Geshun, XU Chundong. Causes analysis on inner leakage of low voltage bypass system in homemade 600 mw turbine and counter measures [J]. Hebei Electric Power, 2009(02):6-7.
- [11] 高胜利. 低压旁路蒸汽变换阀内漏分析及处理方法探讨[J]. 机械工程与自动化,2015(06):186-187.
GAO Shengli. Treatment of low pressure steam bypass switching valve leakage [J]. Mechanical Engineering & Automation, 2015(06):186-187.
- [12] 郑光华. 西门子汽轮机旁路系统的剖析[J]. 江苏电机工程,2001,(03):26-28.
ZHENG Guanghua. Analyses of steam turbine bypass control system of siemens company [J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2001(03):26-28.
- [13] 邹世浩. 超临界高低压旁路阀的研究[J]. 锅炉制造,2013(05):51-53.
ZOU Shihao. The research on HP and LP bypass valves used by super critical thermal power unit [J]. Boiler Manufacturing, 2013(05):51-53.
- [14] 陆军,董勇军,李杰义. 低压旁路调节减压阀阀芯裂纹成因

分析及修复工艺[J]. 山西电力,2005(02):65-66.

LU Jun, DONG Yongjun, LI Jianyi. Analysis for the reason of regulating relief valve creak for unit1 LP by-pass in HJPP [J]. Shanxi Electric Power,2005(02): 65-66.

[15] 赵宗彬,孙鹏. 浅析汽轮机低压旁路内漏治理[J]. 电站辅机, 2009(03):16-18.

ZHAO Zongbin, SUN Peng. Treatment of the internal leakage of low pressure bypass in steam turbine[J]. Power Station Auxiliary Equipment,2009(03): 16-18.

[16] 杨冬,陈听宽,侯书海,等. 汽轮机旁路系统的设计与运行 [J]. 中国电力,1998,31(07): 14-17.

YANG Dong, CHEN Tingkuan, HOU Shuhai, et al. Design and operation of by-pass system of steam turbines[J]. Electric Power, 1998,31(07):14-17.

[17] 魏海蛟,周坤胜,张富宏,等. 600 MW 汽轮发电机组低压旁

路阀内漏原因分析及处理[J]. 内蒙古电力技术,2017,35 (05):61-64.

WEI Haijiao, ZHOU Kunsheng, ZHANG Fuhong, et al. Cause analysis of low pressure bypass valve internal leakage for 600 MW steam turbine unit and its treatment[J]. Inner Mongolia Electric Power,2017,35(05):61-64.

收稿日期:2018-01-25

作者简介:



陈明彦(1969),男,本科,工程师,主要从事火力发电 生产技术管理及经济运行分析工作。

(本文责任编辑:范 斌)

Research on frequent internal leakage processing method of low pressure bypass valve for 660 MW supercritical coal-fired unit

CHEN Mingyan,JIANG Yancan,LIANG Hanxin,PENG Tianchao

(1. Guizhou Qiangui Power Generation Co. ,Ltd. ,Guiyang 550081Guizhou,China;

2. Electric Power Research Institute of Guizhou Power Grid Co. ,Ltd. ,Guiyang 550002 Guizhou,China)

Abstract: This article takes low-pressure bypass valve frequent internal leakage (Siemens imported products from Germany) of 2 × 660 MW supercritical coal-fired unit of a certain company as an example. It is found that the sealing surface of the valve seat and the valve core is damaged through repeatedly disintegration,the main reason is due to the impurities,foreign bodies such as hard metal jamming, however,the system is complicated to cause the dead side of the boiler dead corner to be difficult to completely clean,which has seriously affected the safe and economic operation of the unit. By means of equipping with filters at the entrance of low pressure bypass valve, surface mechanical attrition, enlarging pressure-relief vent, replacing the valve, reforming valve core, the bypass valve reconstruction schemes of comprehensive contrasted, Finally, it is accepted to reforming valve core with feasibility analysis, the implementation effect is obvious. As a result, it is significantly effective to prevent the damage of valve core and valve seat sealing surface,completely solved the problem in low pressure bypass-valve frequent leakage,ensuring the safety and economy of the unit operation,providing a reference to the thermal power unit solution with similar problems.

Key words:low pressure bypass-valve;frequent internal leakage;seal damage;safety and economy