

660 MW 机组锅炉冷态启动单侧风组运行的节能试验研究

杨飞平, 李贵波, 何刚

贵州省习水鼎泰能源开发有限责任公司, 贵州省遵义市习水县二郎镇 564611;

Experimental Study on Energy Saving of 660 MW Unit Boiler in Cold State Starting Operation of Single Crosswind Unit

YANG Feiping, LI Guibo, HE Gang

GUIZHOU XISHUI DINGTAI ENERGY DEVELOPMENT CO.,LTD,

Xishui County, Zunyi City, Guizhou Province 564611;

摘要: 针对大容量机组冷态启动时间长, 电耗、煤耗、油耗、水耗量大, 经济性差的问题, 可以通过运行优化调整、设备技术改造等措施解决。文中以某 2×660 MW 机组为例, 阐述了锅炉冷态启动过程中采用运行优化调整的方法达到节能降耗的目的, 具体针对锅炉冷态启动过程中电耗量较大的问题, 提出锅炉冷态启动过程中采取单侧风组运行的方案, 对冷态启动时分别运行 A 侧风组、B 侧风组进行试验, 论证了该方案的可行性, 并与两侧风组同时运行进行对比, 结果表明: 锅炉冷态启动过程中, 采用单侧风组运行的方案可行, 节能效果显著, 且 A 侧风组运行时对粉尘排放浓度影响小, 同时, 对采用单侧风组运行出现的运行侧较另一侧排烟温度上涨较快的问题, 通过关闭运行侧风组空预器入口烟气挡板可解决。

关键词: 660MW 机组; 锅炉; 冷态启动; 风烟系统; 单侧风组

ABSTRACT: Aiming at the problems of long cold start-up time, power consumption, coal consumption, fuel consumption, water consumption and poor economy of large capacity units, the problems can be solved by means of operation optimization adjustment and equipment technical transformation. Taking a 2×660 MW unit as an example, this paper expounds the purpose of saving energy and reducing consumption by using operation optimization adjustment method in the process of boiler cold start-up, aiming at the problem of large power consumption in the process of boiler cold start-up, puts forward the scheme of single-side wind group operation in the process of boiler cold start-up, tests the operation of A side group and B side wind group respectively during cold start-up, proves the feasibility of the scheme, and compares it with the simultaneous operation of both sides wind group. The results show that the scheme of single-side wind resistance operation is feasible in the process of boiler cold start-up, Energy saving effect is remarkable, and A side wind group has little effect on dust emission concentration. At the same time, the problem that the running side of one side wind group rises faster than the other side smoke exhaust temperature can be solved by closing the inlet flue gas baffle of the air preheater of the running side wind group.

KEY WORD: 660 MW unit; boiler; cold start; air smoke system; single side air unit

0 引言

为响应国家节能降耗的政策, 降低发电企业经营成本, 各发电企业不断深挖机组不同工况下节能降耗的潜力, 除了采取运行优化调整、制定相关技术措施、设备改造、配煤掺烧、强化检修质量等举措, 还可通过调整冷态启动运行方式达到降低机组电耗、煤耗、油耗、水耗量的目的^[1-3]。对于降低机组电耗的问题, 大多

数发电企业采取对耗电量大的辅助设备电机实施变频改造解决^[4-6], 鉴于锅炉侧风机耗电量占全厂厂用电率的 25%左右, 耗电量大^[7], 部分发电企业对引风机实施了汽轮机驱动改造^[8-9]; 胡详勇^[10]、刘希念^[11]等人研究了低负荷单侧风机运行的可行性, 并取得了良好的节能效果; 文献[12]论述了锅炉冷态启动过程中单侧风机运行可行性, 实施后降低风烟系统能耗成效显著。

基于以上研究,某2×660MW发电企业结合生产实际,提出锅炉冷态启动单侧风组运行的方案,通过试验对比分析,取得了良好的节能效果,对锅炉冷态启动单侧风组运行出现的问题,采取了可靠措施,制定出冷态启动单侧风组运行的最佳方案。

1 概述

某2×660MW发电厂锅炉为北京巴布科克威尔克斯有限公司生产的B&W B-2090/25.4-M型直流锅炉,采用超临界参数、垂直管圈水冷壁、一次中间再热、平衡通风、固态排渣、全

钢构架、单炉膛露天岛式布置,燃烧方式为“W”型火焰燃烧。单台锅炉引风机、送风机、一次风机各配置两台,均为动叶可调轴流式风机,轴承均为滚动轴承,送风机、一次风机采用循环油+油池的润滑、冷却方式,引风机轴承采用循环油+油池润滑和轴承冷却风机冷却的方式;各风机配套电机轴承为滑动轴承,采用强制油循环润滑方式。引风机、送风机、一次风机及其配套的电机参数如表1、表2所示。A、B侧送风机、一次风机出口母管设置联络门,如图1所示。

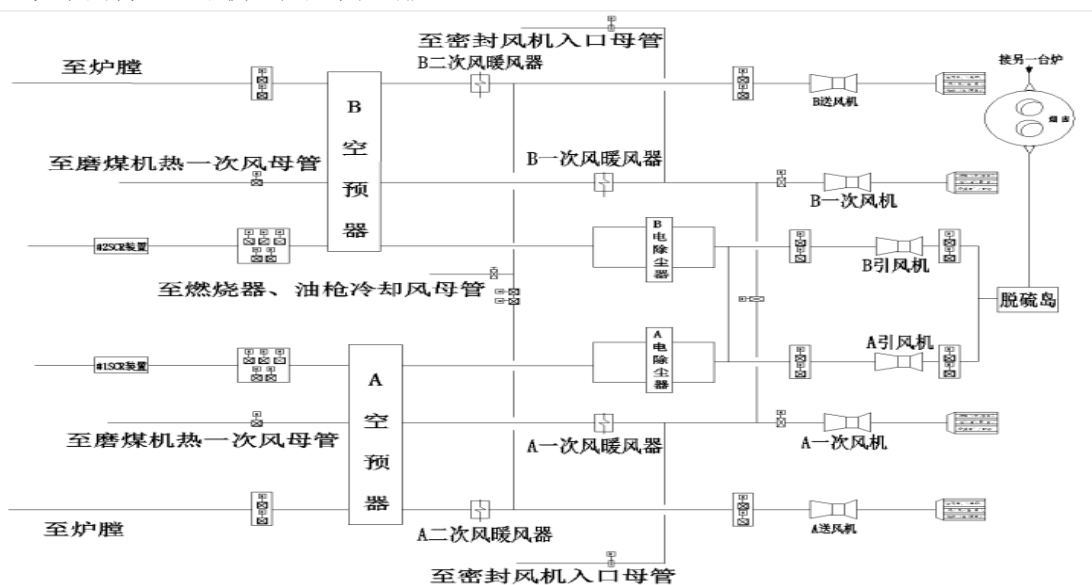


图1 锅炉风烟系统图

表1 各风机参数

名称	型号	转速/ $r \cdot \min^{-1}$	风量/ $万 m^3 \cdot h^{-1}$	全压/Pa	效率/%
引风机	HU16654-02	994	195.95	10 514	86
送风机	GU15236-02	996	98.17	5 285	87
一次风机	GU23632-11	1 490	35.5	11 973	86.4

表2 各风机配套电机参数

名称	型号	转速/r·min ⁻¹	额定功率/kW	额定电压/kV	额定电流/A	效率/%
引风机电机	YKK16636-8Z	994	6 800	10	465	89
送风机电机	YXKK710-6W	990	1 750	10	122	90
一次风机电机	YXKK630-4W	1 490	1 400	10	94.4	87

2 两侧风组运行

该发电厂采取一次风道加装微油点火装置^[13]、B、E磨煤机掺配烟煤等措施，锅炉冷态启动所需时间大幅缩短，从历史台账看，锅炉冷态启动过程中，从锅炉风组启动至并网耗时8 h。2018年10月2[#]机组冷态启动时，采用锅炉两侧风组运行方式，引风机、送风机、总风量、烟尘排放浓度如表3所示，空气预热器入口及出口烟气温度变化如图2所示。

表3 冷态启动两侧风组运行各参数情况

项目	数值
A引风机电流/A	135
B引风机电流/A	134
A送风机电流/A	47
B送风机电流/A	46
总风量/t·h ⁻¹	1 050
粉尘浓度/mg·m ⁻³	5~10

注：电流取平均值。

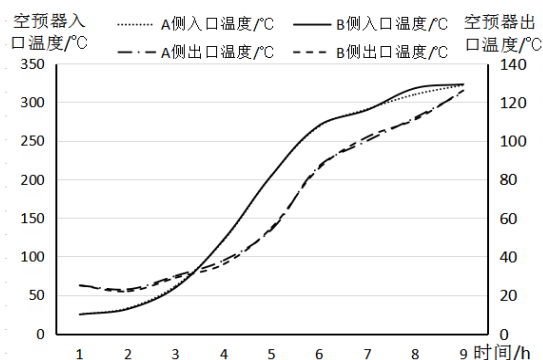


图2 空预器出、入口烟气温度变化趋势

从表1可以看出：锅炉冷态启动所需总风量

在1 050 t/h左右，锅炉两侧引、送风机电流偏差并不大，粉尘排放浓度达标；引、送风机期间耗电24 616 kW·h，按上网电价0.351元/kW·h算，需支出约0.864万元。

从图2可以看出：A、B侧空气预热器入口烟气温度及出口烟气温度变化趋势一致。

3 单侧分组运行

3.1 可行性分析

结合表1引风机、送风机参数和表3锅炉冷态启动所需风量分析，单侧引风机、送风机运行能满足锅炉冷态启动时所需风量；单侧一次风机运行不能保证一次风压>0.65 kPa，且磨煤机启动后粉管风速不能保证，易发生粉管积粉现象，建议一次风机维持两台运行。文献[10]的研究认为：单侧风组运行存在烟温、气温偏差，可通过运行调整控制，因此，此问题可通过试验结果拟定相应调整措施。对于何时启动另一侧风组，从炉内燃烧稳定性、不同阶段燃烧所需风量、并网后机组的安全性等方面综合考虑，建议在机组并网前立即启动另一侧风组。基于此，该发电厂锅炉冷态启动采用单侧风组运行是可行的。

3.2 试验方案及结果分析

3.2.1 试验方案

为验证锅炉冷态启动单侧风组运行的可行性与经济性，锅炉冷态启动其余系统运行方式不变，启动用煤仍按2018年10月B、E磨煤机掺烧相同热值、硫份的烟煤，仅考虑启动A侧还是启动B侧风组对系统影响小的问题。因此，

利用2[#]机组两次启停机会，分别采用启动A侧风组和B侧风组的试验方案，具体方案如下，方案一：①锅炉点火前启动A侧引风机、送风机及A、B侧一次风机；②按冷态启动双侧风组运行风量控制；③机组并网前启动B侧引风机、送风机；④按冷态启动8 h耗时把控其他系统投运事宜；⑤记录A侧风组运行相关参数。方案二：①锅炉点火前启动B侧引风机、送风机及A、B侧一次风机；②按冷态启动双侧风组运行风量控制；③机组并网前启动A侧引风机、送风机；④按冷态启动8 h耗时把控其他系统投运事宜；⑤记录B侧风组运行相关参数。

3.2.2 试验结果

按上述方案进行试验，记录、统计两组试验所得数据，发现B侧风组运行较A侧风组运行时，引风机电流略高，送风机电流较为接近；B侧风组运行粉尘排放浓度比A侧风组运行时偏高，如表4所示；A侧风组运行引、送风机耗电17 000 kW·h，B侧风组运行引、送风机耗电17 272 kW·h，A侧风组运行较B侧风组运行经济。

表4 两组方案试验数据

方案	项目	数值
方案一	A引风机电流/A	196
	A送风机电流/A	54
	粉尘浓度/mg·m ⁻³	3~8
方案二	B送风机电流/A	201
	B引风机电流/A	53
	粉尘浓度/mg·m ⁻³	7~13

注：电流取平均值

图3、图4所示为方案一、方案二试验过程中，空气预热器入口、出口烟气温度变化趋势，从图中可以看出：两种方案中，对应侧空气预热器入口、出口烟温比另一侧上涨较快，同时，运行侧风组主蒸汽温度较另一侧高；试验中还发现：随着烟气温度的上涨，对应侧空气预热器电流波动较另外一侧大。

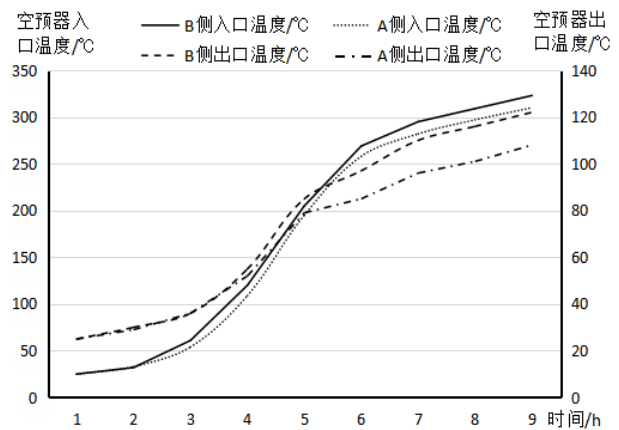


图3 方案一空预器烟出、入口烟气温度变化趋势

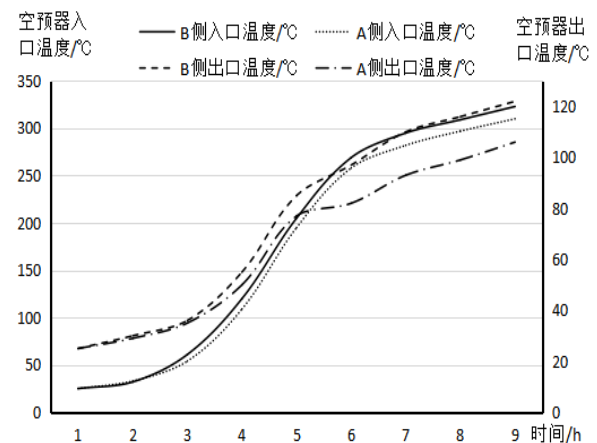


图4 方案二空预器出、入口烟气温度变化趋势

4 问题分析及节能效果

随着2[#]炉空气预热器运行时间增长，空气预热器差压不断上涨，为对比空预器换热片间隙对其造成的影响，调大了A侧空预器间隙，B侧烟道阻力较A侧大，因此，方案二试验中引风机电流略高。此问题可在空预器换热片间隙对空预器差压影响试验完成后进行调整。

鉴于方案二中粉尘排放浓度较高的问题，从两组试验中电除尘振打方式、二次电流调整等方面分析，电除尘器运行方式差别不大，非主要原因；对粉尘浓度计重新标定，判断粉尘浓度计无问题；从表计布置结构分析，粉尘浓度计布置于B侧引风机出口风道，在B侧风组运行时，B侧烟气通道烟气流量高于A侧，单位质量的烟气携带粉尘量较大，而A侧风组运行时，B侧烟气通道烟气流量较少，单位质量的烟气携带粉尘量较少。因此，粉尘浓度主要是

其表计布置和烟气流量的影响。

锅炉冷态启动单侧风组运行时，运行侧风组的烟气温度比另外一侧高，主要是因为炉内燃烧所产的烟气被运行侧引风机抽走，运行侧风组烟道内烟气流量较大、流速较快，使其烟气温度升高较另一侧快，烟温高一侧受热面换热能力强，烟温低一侧受热面换热能力较弱。为平衡两侧烟量，可通过关闭运行侧风组空气预热器入口烟气挡板。实践证明，关闭运行侧风组空气预热器入口中间 1~2 块烟气挡板时，两侧烟道烟气温度趋于平衡。

综上所述，对于锅炉冷态启动采用单侧风组运行出现的问题，均可以采取避免，保证锅炉运行安全，从试验结果分析，方案一较方案二优势明显。按照上述实验数据，锅炉采用方案一进行冷态启动时，引、送风机耗电为 17 000 kW·h，按上网电价 0.351 元/kW·h 计算，锅炉冷态启动采取方案一时，引、送风机能耗费用 0.596 7 万元，较两侧风组同时运行时节省 0.267 3 万元。

5 结语

通过两组方案试验研究表明：锅炉冷态采用单侧风组运行可行，对于该电厂而言，锅炉冷态启动运行 A 侧风组的方案较为可佳，节能效果显著，针对采取单侧风组运行中出现的问题，可采取相关措施解决。目前，大容量火电机组参与调峰现象越来越明显，调停启动次数频繁，在保证机组安全运行的条件下，各发电企业可结合实际，借鉴文中所述锅炉冷态启动单侧风组运行方式，达到节能降耗的目的，降

低企业经营成本。

致谢

向在百忙之中抽时间对本文提出修改意见的各位专家和同仁表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 韩志成.600 MW 机组冷态启动优化措施及节能效益分析[J].内蒙古电力技术, 2009, 27(6):24-26.
- [2] 邢希东, 马成伟, 吴宝忠.大容量火电机组启停过程中节能措施[J].热电技术, 2011(1):21-25.
- [3] 何刚, 罗腾, 薛波.“W”型火焰锅炉冷态启动燃用烟煤的研究[J].重庆电力高等专科学校学报, 2020, 25(1):18-20.
- [4] 梁增光.高压风机变频改造节能分析[J].电力安全技术, 2017, 19(4):49-51.
- [5] 王磊.660 MW 超临界机组应用凝泵变频技术节能分析[J].应用能源技术, 2013(12):29-32.
- [6] 胡令芝, 郭培彬, 郑云凌.高压变频器在 300 MW 机组一二次风机上的节能改造[J].变频器世界, 2019(6):98-103.
- [7] 郑磊, 杨馥宁.锅炉低负荷节能运行研究与应用[J].化工管理, 2015(22):161-163.
- [8] 柳桐.电站引风机汽轮机驱动可行性分析[J].应用能源技术, 2015(8):19-23.
- [9] 殷培光, 李秋白, 任子芳, 等.引风机汽动驱动联合供热系统节能效果分析[J].热力发电, 2018, 47(3):99-103.
- [10] 胡祥勇.340 MW 锅炉单侧风机运行经济性分析[J].江西电力职业技术学院学报, 2012, 25(4):26-29.
- [11] 刘希念, 唐晶, 江永.1 000 MW 机组锅炉单侧风机的节能试验及分析[J].电站辅机, 2018, 39(1):21-24.
- [12] 柳兆印.600 MW 燃煤锅炉单侧风机启动方式研究[J].科技资讯, 2015, 13(5):244-245.
- [13] 彭朝勇, 谭志强.微油点火在 W 型火焰锅炉热一次风道的研究与应用[J].重庆电力高等专科学校学报, 2018, 23(6):41-43.

投稿日期: 2021.09.12

作者简介:

杨飞平 (1979-), 男, 本科, 四川省宜宾市人, 工程师, 火力发电厂运行与管理