

Optimization of slag removal system of 880MW Russian supercritical coal-fired unit

Qingfeng Fu

Guoneng (Suizhong) Power Generation Co., Ltd., Huludao, Liaoning, 125222, China

Abstract

Guoneng (Suizhong) Power Generation Co., Ltd. is located on the north bank of Liaodong Bay in Bohai Sea, at the junction of Liaoning Province and Hebei Province, about 40km to Liucun, the terminus of Daqin Line, and 23km to Shanhaiguan Station. The company has four thermal power units with a total installed capacity of 3760MW. Among them, two 800MW supercritical coal-fired units introduced by Russia were installed in the first phase, and the two units were put into operation in 2000. On September 20, 2014 and February 3, 2015, the two units completed energy-saving and environmental protection upgrading successively, and the unit capacity increased to 880MW. This paper analyzes some problems of the existing slag removal system of the Russian unit of the plant and puts forward the optimization scheme. The transformation results show that the new horizontal hydraulic shut-off door can be closed tightly during the unit operation and effectively ensure the safe and stable operation of the boiler. The capacity improvement of the first and second belt conveyors can meet the maximum output requirements of the units under different coal quality, and the problem of load limit of the units caused by insufficient slag transport capacity has been fundamentally solved.

Keywords

Russian; 880MW; supercritical; slag removal; transformation

880MW 俄式超临界燃煤机组除渣系统优化改造

付庆峰

国能（绥中）发电有限责任公司，中国·辽宁 葫芦岛 125222

摘 要

国能（绥中）发电有限责任公司位于渤海辽东湾北岸、辽宁省和河北省交界处，至大秦线终点站柳村约40km，至山海关站23km。公司共四台火电机组，总装机容量3760MW。其中，一期安装两台由俄罗斯引进的800MW超临界燃煤机组，2000年双机投产。2014年9月20日和2015年2月3日两台机组相继完成节能环保升级改造，机组增容至880MW。本文分析了该厂俄式机组现有除渣系统的若干问题并提出优化方案。改造结果表明，新的水平式液压关断门在机组运行期间可以关闭严密，有效保证锅炉的安全稳定运行。一级、二级皮带输送机增容改造后，能满足不同煤质下机组最大出力要求，因输渣能力不足导致机组限负荷的问题得到根治。

关键词

俄式，880MW，超临界，除渣，改造

1 引言

该厂 880MW 俄式超临界燃煤锅炉除渣系统的液压关断门自 2014 年安装投运，现已使用近 10 年，其在机组正常运行中无法严密关闭，导致除渣系统在事故抢修状态下，或在炉底水封破坏期间，锅炉底部漏风量较大，无法维持机组安全稳定运行，存在导致机组非计划停运的风险。同时，当炉内大焦块脱落时，产生的水爆冲击关断门，会造成端门被砸脱落，卡停捞渣机。大焦掉落后也极易造成焦块和水汽喷溅，威胁捞渣机附近作业人员的安全。随着近年来，入炉煤质的逐渐劣化，渣量增加了约 20%，现有捞渣机出力明显不足，

尤其是二级捞渣机，在长期大负荷下频繁被灰渣压停，需进行人工清渣或降负荷运行后才能恢复正常。因此，研究该直流锅炉的除渣系统，对其进行优化和改造，具有重要的理论意义和实际应用价值。本文旨在介绍该厂俄式超临界直流锅炉除渣系统的优化改造计划及效果。

2 除渣系统改造前分析

2.1 除渣系统的作用及原系统组成

直流锅炉除渣系统主要用于清除燃烧过程中产生的灰渣，确保锅炉高效、安全、连续运行^[1]。该厂俄式超临界直流锅炉采用湿式除渣的方式，配备水封插板、水封槽、一级刮板捞渣机、二级刮板捞渣机、渣仓本体等。渣井共分三部分，其中左、右渣井分别设有五对摇扇式液压关断门，中间渣井设置六对摇扇式液压关断门。高温热渣经炉底落入渣井

【作者简介】付庆峰（1981-），男，中国辽宁本溪人，本科，工程师，从事火电机组集控运行研究。

水封内，一级捞渣机刮板将灰渣输送到二级刮板输渣机，再由二级输渣机刮板将灰渣输送到渣仓。渣仓下部留有运渣汽车通道，汽车装渣外运至储灰场进行综合利用。原系统组成见图 1。

2.2 除渣系统的改造方案

结合该厂除渣系统的实际运行情况和常见问题，本次改造主要是将原有的摇扇式液压关断门改造为大出力抗冲击水平对开式液压关断门。一是解决旧关断门无法严密关闭的问题，二是水平液压破碎关断门还能起到对大渣进行预冷却并破碎的作用，三是保护下级设备不受高空大渣冲击。改造后，高温热渣经炉底落入渣井，小渣直接落入捞渣机，大渣经预冷由液压破碎关断门挤压破碎后排入捞渣机内，再由捞渣机将渣输送到渣仓。

当运行人员通过摄像头发现有大渣落在格栅上，根据需要进行挤压破碎。挤渣门全部关闭时，具有关断门作用，用于下级设备故障，须紧急处理时的事故抢修状态。

2.2.1 液压关断门改造方案

液压破碎关断门采用独立支撑方式，关断系统由隔栅、挤压头、箱体、驱动部件、摄像监视系统及液压泵站系统组成^[2]。每台炉格栅数量为 45 个，格栅直径 121mm，间距 577/385mm。左、右两侧渣井分设四对水平对开式液压关断门，中间渣井设置七对水平对开式液压关断门。防护隔栅结构能满足炉膛内任何高度掉落的各种焦块的冲击要求，可有

效防止大渣下落造成设备的冲击破坏，可 100% 防止结焦对捞渣机冲击进而造成水爆的情况。液压破碎关断门的形式为大出力抗冲击水平对开式，挤压头为锯齿自锁互嵌式。挤渣门部件采用液压驱动，开关灵活，能起到隔离门的作用。同时能有效地实现大渣块的预冷却、预破碎。挤渣门打开或关闭状态均为水平移动，垂直作用力由静止的隔栅承受，关断门不受力，即使油缸失灵也不会自动打开。捞渣机故障时，能耐不小于 900℃ 高温的液压破碎关断门，其强度能承受渣井贮存满负荷工况下 4h 排渣量（BMCR 工况下燃用校核煤种）的荷载。577mm×577mm 以上的渣块首先落到隔栅上，预冷却后，经水平移动的齿形挤压头将其破碎，随后下落由捞渣机运出。液压破碎关断门下带有水封插板，插板插入捞渣机上槽体的水深（冷态时）不小于 300mm。水封插板插入捞渣机水槽的水封高度满足锅炉的炉膛压力保护值要求。水封插板材质为不锈钢，强度应能防止因渣水波动、温度变化、炉膛负压而引起的任何变形。

炉渣下落及破碎过程，均由摄像系统监视。每口装置对应两只 400W 像素耐高温彩色全数字高清摄像头。挤渣头采用耐高温、耐磨材料，热变形小。每口关断门壳体两侧均应设置快开捅渣孔和高温玻璃观察孔^[3]。在液压破碎关断门旁应设有检修操作平台。液压控制系统可实现远方（PLC）、就地的设备启停功能。改造后系统组成见图 2。

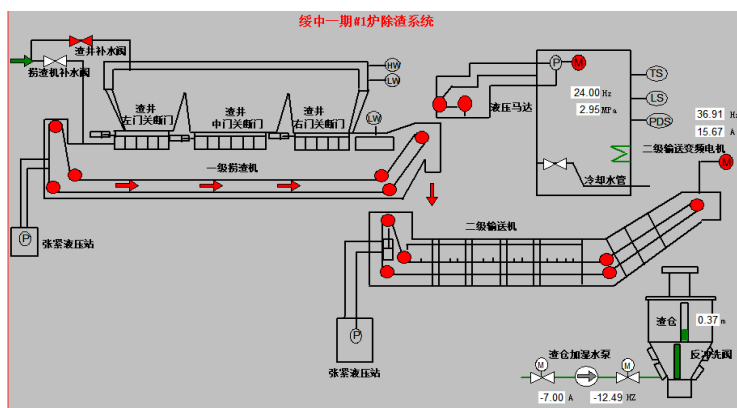


图 1 改造前除渣系统流程图

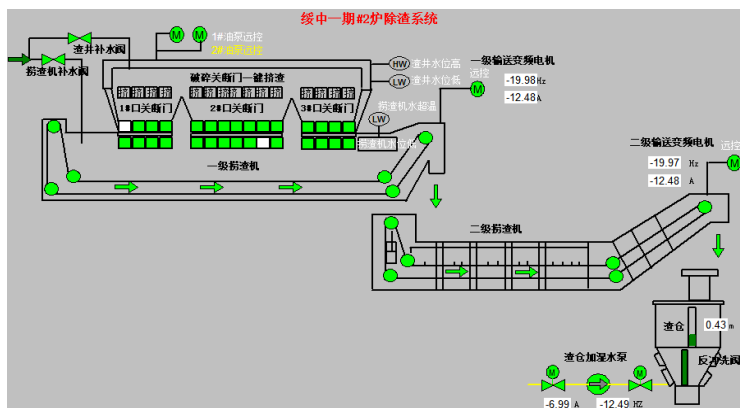


图 2 改造后除渣系统流程图

2.2.2 灰渣系统输送能力改造方案

针对捞渣机出力不足的情况,计划拆除原刮板捞渣机的马达驱动系统以及刮板输送机的变频电机驱动系统,安装新变频电机驱动系统。电机采用变频调速同轴冷却风扇电机,变频器及就地控制箱内主要电气原件采用进口施耐德产品,就地控制箱的防护等级为 IP54。

新的电机与减速机采用对轮连接,满足捞渣机最大出力可达 70t/h,较原系统 50t/h 的最大出力提高 20t/h。刮板输送机最大出力可达 80t/h,较原系统 40t/h 的最大出力提高 20t/h。控制系统可实现远方(PLC)及就地的运行速度调整、信息显示、系统故障自检及显示等功能。控制系统具备可靠接入现辅控网 PLC 控制系统的条件,且能接受来自 PLC 的启、停、调速指令信号,并留有与 PLC 通讯的状态干接点信号。

就地控制箱防护等级为 IP55,电气元器件均采用 ABB、施耐德和西门子优质产品,箱内端子采用菲尼克斯、魏德米勒产品。箱内端子排布置在易于安装接线的地方,且预留充足的空间,方便接线、汇线和布线。带变频器的柜体配备了通风散热装置,所有紧固件采用热镀锌件,盘柜内所有非导电的金属板、金属件均可可靠接地,箱门以足够截面的铜软线与箱体可靠连接。

3 改造过程

为顺利完成该厂锅炉捞渣机关断门及驱动机构更换工作,本次液压破碎关断门及驱动机构改造工程为 EPC 总承包,主要工作内容有液压破碎关断门改造和驱动机构改造两部分内容。

3.1 液压关断门改造过程

利用机组 C 级检修时机,首先拆除原有关断门设备及其液压系统、热工、电气设备及线缆。然后进行新液压破碎关断门基础施工,安装新液压破碎关断门及与渣井连接部位的金属膨胀节,安装新供液压系统,包含管路固定以及与油缸、液压站的对接。

最后进行新液压破碎关断门涉及的热工控制部分及线缆安装、施工、组态及调试工作。

质量关键控制点为:

油缸、油缸接管、挤渣门,三件一线。油缸推动接管,接管推动挤渣门。任何的倾斜、不正会导致额外应力,加大磨损,甚至系统故障,允许的最大偏差应 $\geq 2\text{mm}$ 。

双缸一门。两条油缸推动一扇门,因此两条油缸及其油缸接管应完全一致。任何安装的不正和运行时长不一,均会导致磨损,甚至系统故障。油缸安装和使用时同步偏差应 $\geq 2\text{mm}$ 。

导轨水平。挤渣门导轨为厚壁钢管,每个挤渣门有三个导轨,导轨水平度以及水平高度偏差应 $\geq 2\text{mm}$ 。

液压系统。安装应在清洁环境中,大量灰尘会堵塞换向阀、滤油器,破坏密封。液压系统安装检查合格后,煤油清洗管路,再进行空载试车。液压系统额定破碎压力为 8~13MPa。

3.2 捞渣机驱动机构改造过程

在捞渣机驱动机构改造方面,首先拆除原刮板捞渣机的马达驱动系统以及刮板输送机的变频电机驱动系统,然后安装新变频电机(同轴冷却风扇)驱动系统,在新系统中,电机与减速机采用对轮连接,可实现远方(PLC)及就地的启停功能。

4 工程质量控制

为保证施工质量,该厂在改造实施前制定明确的质量目标,编制了质量计划,细化工程质量保证措施,强化质量过程控制。改造后验收阶段,制定了规范的质量验收程序,按照三检制执行,在所有合同工程完工后,按照国家相关规定、规范及配套技术要求进行整体验收。

5 结语

通过此次改造,该厂俄式超临界直流锅炉的除渣系统在正常运行中,可以满足各入炉煤种的出力要求,不再发生因除渣系统出力不足而导致的机组负荷受限情况。新系统在日常运行过程中,当格栅上存在较大焦块时,运行人员可以通过操作液压破碎关断门将其破碎,掉落至渣井中,然后由一级、二级捞渣机将灰渣运至渣仓。一旦捞渣机需要不停炉检修,或者炉底水封被破坏,运行人员可以迅速关闭液压关断门,控制炉底漏风量,以获得足够的抢修时间,有效保证锅炉在异常工况下可较长时间的维持安全稳定运行。

参考文献

- [1] 赵宏伟,张江.湿式排渣系统改造技术研究及应用[J].神华科技,2019,17(12):3.
- [2] 冀长坤.火力发电厂除渣系统技术及应用[J].科技与创新.2017,(23)
- [3] 张学禅.燃煤电厂干式除渣与湿式除渣系统设计特点及分析[J].广西电力,2008,31(5):2.