

2×135MW 凝汽式汽轮机供热改造技术的研究与实施

程开献

(上海大屯能源股份有限公司, 江苏 沛县 221611)

摘 要: 135MW 凝汽式机组设计热效率较低, 通过从再热器冷段抽引蒸汽设计选配相应的减温减压器、热电机组运行管理系统、供热传输控制系统等, 完成了抽凝式热电联供技术改造, 实现了集中供热并关闭了四台工业锅炉, 提高了机组热效率。该改造技术投资少并解决了同类机组改造中存在的安全问题。

关键词: 凝汽式; 抽汽; 减温减压; 热电比

热电联产集中供热项目具有节约能源、改善环境、提高供热质量等综合效益, 可以减少取暖小锅炉燃煤对环境的污染, 具有明显的环境效益。

1 改造背景

1.1 企业简介

上海大屯能源股份有限公司是大屯煤电(集团)有限责任公司的全资子公司, 现为中国中煤公司旗下的控股子公司。大屯公司集采煤-洗煤-发电-铝业-铁路运输为一体, 现有 4 对生产矿井, 3 座选煤厂, 1 座发电厂, 1 个电解铝厂等。距发电厂 4km 供热范围内有姚桥煤矿、徐庄煤矿工业锅炉 7 台, 总容量为 80t/h。这些小锅炉热效率低, 且缺乏高效的除尘设施, 更无脱硫、脱硝设备。

1.2 机组概况

表 1 N135-13.24/535/535 汽轮机主要经济参数表

项目	初压 /MPa	初温 /℃	负荷 /MW	背压 /kPa	给水 /℃	汽耗 /(kg/kWh)	热耗 /(kJ/kWh)
数值	13.24	535	135	5.39	243.1	2.923	8149.3

表 2 N135-13.24/535/535 汽轮机各抽汽级监视段参数表

抽汽级数	一级	二级	三级	四级	五级	六级	七级
抽汽压力/MPa	3.5786	2.5013	0.7421	0.4578	0.2543	0.0679	0.0142
抽汽温度/℃	353.2	311.3	375.1	312.8	244.9	124.5	51.8
抽汽流量/(t/h)	20.808	36.294	7.804	12.648	21.241	15.42	6.906

大屯发电厂属上海大屯能源股份有限公司的自备电厂, 始建于 1970 年, 三期 2003 年 12 月和 2005 年 3 月分别投产一台 135MW 级循环流化床机组。汽轮机为上海汽轮机有限公司生产的 N135-13.24/535/535 型超高压、一次中间再热、高中压合缸、双缸、双排汽、单轴、反动凝汽式汽轮

机, 热力系统共有 7 级非调节回热抽汽, 即: 2JG+除氧器+4JD, 其抽汽口位于第 11、14、21、24、27、32/33、36/37 级后。汽轮机主要设计参数如表 1、表 2 所示。

2 供热改造方案与分析

姚桥煤矿有 4 台 SHL10-1.253-A II 型蒸汽锅炉, 发电厂与姚桥煤矿锅炉房蒸汽输送距离 3800km。徐庄煤矿有 1 台 SHL20-1.25-A II 型和 3 台 SHL10-13-AIII 型蒸汽锅炉, 电厂至徐庄矿锅炉房管道距离为 2800km。大屯 #6、#7 机组即 N135-13.24/535/535 型凝汽式汽轮机供热负荷按照所替代的七台锅炉 80t/h 热负荷进行设计, 单台机组供热负荷 50t/h 设计。

2.1 供热改造共设计了三个抽汽方案供比较

2.1.1 方案一: 从高压缸排汽(再热冷段)抽取

该方案由于高压缸排汽抽汽受到锅炉再热器的限制, 经与东锅厂联系, 核定后认为再热器前抽汽量低于 47t/h, “对锅炉各项热力参数有所影响, 但仍在安全范围内”。该方案投资少, 经济性、安全性好。

2.1.2 方案二: 从再热热段抽取

该方案的抽汽量虽不受锅炉的影响, 但最大抽汽量受到汽轮机在低负荷时, 低压缸需要的最小流量的限制, 与上汽厂联系最大抽汽量为每台机组~70t/h。

2.1.3 方案三: 从汽轮机至除氧器加热蒸汽(三段抽汽)抽取

经与汽轮机厂联系, 目前 125MW 等级的供热机组可以在三段抽汽(除氧器加热蒸汽)上, 抽取

压力在 1.0MPa 的可调整抽汽, 压力调整范围在 0.8~1.27MPa 范围内, 最大抽汽量可达到 200t/h。该方案经济性是好的, 而且是可调整抽汽, 供热参数比较稳定, 但为满足供热参数 1.0MPa, 需要对汽轮机的通流部分进行改造, 原有管道及系统也相应改造, 成本比较大且时间较长。

2.2 方案确定

通过调研、论证, 确定从 2×135MW 机组(#6、#7 机组)再热器进口即冷段抽汽的方案一。该方案较方案二可使减温减压装置及其前部抽汽管道材质由耐热 10CrMo910 钢管降低为 GB3087-2008 的 20g 锅炉钢, 抽汽蒸汽温度由 535℃降至 311.3℃, 减少了高温蒸汽与减温水温差, 通过对类似供热改造机组选用方案二的实地调研发现, 其供热减温减压母材普遍发现纵向裂纹问题, 均为高温蒸汽(535℃)与减温水(常温)温差较大引起。

3 改造实施

(1) 该工程每台机组从二根再热蒸汽冷段 $\Phi 133 \times 5$ 辅助蒸汽系统抽汽管接入一根 $\Phi 219 \times 6$ 供热管路, 每台机组供热能力为 50 t/h。受现地限制, 抽汽压力为 2.5MPa、蒸汽温度 311℃二路 $\Phi 219 \times 6$ 供热管路接入一套 WY80-3.37/340-0.5/200-2.5/40 型减温减压装置, 额定出力为 80 t/h, 出口蒸汽度 200~300℃, 减温水温度 10~40℃, 减温水流量 0~6.4t/h, 进口管径 $\Phi 273 \times 8$, 出口管径 $\Phi 600 \times 8$ 。减温减压后供热管道为 $\Phi 325 \times 10$, 接入厂内 $\Phi 478 \times 7$ 供热蒸汽总管, 至姚桥煤矿的供热蒸汽管道为二根管径 $\Phi 325 \times 7$ 的输送管道。热力管网保温材料为 ZBT-750 热堵料, 材料的敷设, 疏水管及膨胀节选型设计与安装工作。改造后的供热系统图见图 1。

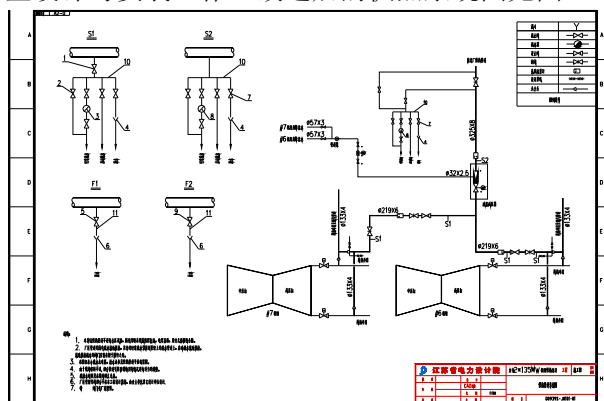


图1 #6、#7机组供热系统图

(2) 供热系统安装了 FT8150 热电机组运行管

理系统, 实现了与江苏省热电机组运行管理系统联网, 实时有效地远程传输#6、#7 机组的运行参数, 有效监控热电机组的抽汽压力、温度、流量及热效率、热电比等参数动态并进行跟踪分析。该系统终端采用 ARM 和 X86 架构的双处理器和 IEC61870-5-102 标准数据传输协议, 通过 GSM 网络的 GPRS 数据传送功能进行数据的传送和接收, 数据传送间隔时间为 5min, 同时选用拨号方式作为备用方式。

(3) 该项目安装了独立的热力控制传输系统, 提供 60 个 I/O 点与#6、#7 机组 INFI-90 DCS 系统连接, 选用 P-HA-RPS-32200000 冗余的电源及机柜附件, 采用 IEMMU21 模件安装单元, INNIS21、INNPM12 冗余的网络接口模件, IPBRC300 冗余的桥路控制器模件和 IMFEC、IMASI 模拟输入子模件。

(4) 该项目安装了提供减温水的 DG12-25*12 管道增压泵一台, 泵的额定流量 12t/h、泵的扬程 250-300m, 出水压力 1.0MPa, 电机功率为 25kW, 水源取稳除盐稳压水箱, 减温水的水质、水量能够有效保证, 满足供热减温减压能力, 能够在特性曲线的最高效率区满足运行工况点的流量、扬程、效率、汽蚀余量要求, 并采用变频调速节能控制。2×135MW 机组供热管网系统 DCS 运行示图见图 2。



图2 2×135MW机组供热管网系统DCS运行示图

(5) 该项目采用标准流量孔板和标准喷嘴等智能节流装置, 安装集流量、温度、压力检测功能于一体的 EJA530-EBS4N-02NA 型智能变送器。经过安装荷重、工作荷重、结构荷重计算, 确定梁(柱)侧悬臂吊、滑动支架吊架、螺纹吊杆、双板整定弹簧组件、立管支座、焊接固定支架、管夹导向支座等,

并对冷态位移、热态位移和弹簧绝对压缩值进行了验算。

2008年7月起开展2×440t/hCFB锅炉+2×135MW纯凝机组改抽凝式热电联供机组的研究与筹备,2009年9月进入施工实施阶段。实施阶段最大限度地利用现有场地和设施,如拆除原#6、7锅炉综合管架的水力冲灰水管道,利用该空档布置安装供热管网;管道增压泵就近安装在稳压水箱旁,取水即减温水选用稳压水箱除盐水。2010年1月底完成供热改造,实现了对姚桥煤矿的集中供热。姚桥煤矿同年3月份关闭了该矿四台采暖工业锅炉。

4 经济效益评价

(1) 该项目设计的单台机组额定供汽量50t/h,年对外可供热量876174GJ,热电比达43.84%,机组热效率由原39.7%提高至46.915%,供电煤耗由原352g/kWh降低至332g/kWh,年可节约标准煤8996t。

(2) 该项目实施后,2010年对外向姚桥煤矿供热624892GJ,较该矿原工业锅炉节约原煤

13423t。因采用可掺烧劣质煤的循环流化床锅炉,为姚桥煤矿可置换销售价格较高的原煤31811t。同时因集中供热关闭了工业锅炉,2010年大屯公司共减少烟尘排放量为519.7t,二氧化硫排放量294t。

参考文献:

- [1] 岑可法,倪明江,倪明江,等.循环流化床锅炉理论设计与运行[M].北京:中国电力出版社,1998.346-371.
- [2] 上海汽轮机有限公司.N135MW-13.24/535/535型135MW中间再热凝汽式汽轮机产品说明书[Z].
- [3] 徐州大屯工程咨询有限公司.大屯发电厂2×60MW机组供热方案设计优化[Z].
- [4] 江苏省电力设计院.上海大屯能源股份有限公司2×135MW机组供热发行工程可行性研究报告[R].2008.

作者简介:

程开献(1966-),男,江苏沛县人,高级工程师,从事发电厂热力方面节能减排研究与运行、检修技术管理工作, E-mail: dy_kjhb@126.com。