

蒸汽调质装置在燃气蒸汽联合循环电站中的应用

崔合群

(首钢迁钢公司,河北迁安 064404)

【摘要】为满足首钢迁钢燃气蒸汽联合循环发电机组快速热态启动要求,在启动蒸汽系统上增加一套蒸汽调质装置,通过调整蒸汽品质,使之满足机组热态快速启动所需要,以缩短机组启动时间,增加发电效益。

【关键词】 燃气蒸汽联合循环发电;启动蒸汽;蒸汽品质;蒸汽调质

【中图分类号】 TM314

【文献标识码】 B

【文章编号】 1006-6764(2012)01-0044-04

Application of Steam Quality Adjusting Device in Gas-steam Combined Cycle Power Plant

CUI He-qun

(Shougang Qian'an Iron & Steel Co., Qian'an, Hebei 064404, China)

【Abstract】 For meeting the demand of fast hot start-up of Qiangang gas-steam combined cycle power plant (CCPP), a set of steam quality adjustment device is added in the steam start-up system. Adjustment of the steam quality can meet the needs of fast hot start-up of the CCPP to reduce start-up time of the CCPP and to increase generating benefit.

【Key words】 gas-steam combined cycle power plant; steam for start-up; steam quality; steam quality adjustment

1 引言

迁钢公司是首钢搬迁到河北省迁安市新建设的一座现代化高效节能环保钢铁厂,2004年10月建成投产,至2011年形成850万t/a铁,860万t/a钢生产规模,高炉配置为2650 m³+2650 m³+4000 m³三座高炉,经煤气平衡后,于2008年开始配套建设一座150 MW纯燃高炉煤气的燃气蒸汽联合循环发电机组,以消耗富余煤气,从而实现迁钢公司高效、绿色环保、可持续发展的经营模式。

配套的燃气蒸汽联合循环发电机组为引进日本三菱公司(MHI)M701S(DA)150MW纯燃高炉煤气燃气蒸汽联合循环发电机组,该机组采用的是启动蒸汽拖动机组至高盘转速(600 r/min),燃机点火,后烟气冲动燃机和启动蒸汽冲动汽轮机共同拖动转子升速、定速至带负荷,在余热锅炉产汽参数满足后,启动蒸汽自动退出,从而完成启动功能。

迁钢CCPP启动用蒸汽引自老热电站,在CCPP冷态、稳态启动时蒸汽参数满足要求,但在热态启动时无法满足,考虑发电生产中因故障或正常计划性临时停机概率较大,为满足热态启动用蒸汽参数要求,增加一套启动蒸汽调制装置,调整品质,从而达到机组快速启动,缩短机组待机时间,提高发电作业

效益。

2 启动蒸汽品质调整的工艺实现

2.1 CCPP启动蒸汽品质要求

冷态启动,启动蒸汽温度为320~370℃,压力为1.5~2.0 MPa;温态启动,温度为370~420℃,压力为1.5~2.0 MPa;热态启动:温度为420~470℃,压力为1.5~2.0 MPa;各种工况条件下,启动蒸汽最大用量均为40 t/h。

2.2 启动蒸汽汽源品质

启动蒸汽汽源来自迁钢自备电站,电站锅炉出口蒸汽品质为,温度435℃,压力4.9 MPa;考虑管道损失及表面散热,经管道送入CCPP区域的蒸汽极端不利条件为,温度410℃,压力4.7 MPa。

2.3 启动蒸汽品质分析

对2.1、2.2项描述分析得出,对启动蒸汽进行节流减压,启动蒸汽汽源品质只能满足CCPP温态和冷态启动条件,如不对蒸汽进行加温调节,即降压提温,是无法满足热态启动要求的。

为满足CCPP热态启动要求,首先需对蒸汽进行压力调节,即由4.9 MPa减压调节至1.5~2.0 MPa,该过程为等熵节流过程,减压同时蒸汽温度由410℃降至390℃,再对蒸汽进行加温处理,将蒸汽

温度提高到 420~470 ℃,因此需要利用一套调节装置对启动蒸汽进行减压和升温调节。

2.4 蒸汽处理工艺实现

装置的蒸汽过热器流量确定为 40 t/h,考虑到启动过程蒸汽消耗量存在变化,因此将装置的蒸汽

过热器出口温度确定为 425 ℃,蒸汽过热器出口温升 35 ℃,即 390 ℃→425 ℃,以减少燃料消耗量。

对蒸汽分为温度调节系统和压力调节系统两个蒸汽处理过程(见图 1)。

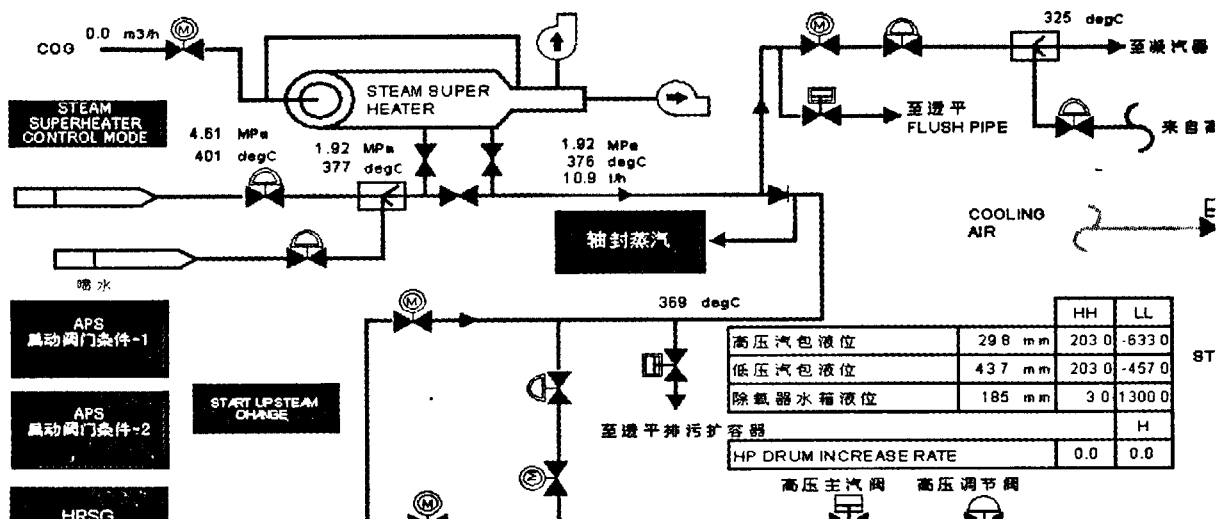


图 1 蒸汽处理过程图

2.4.1 蒸汽温度调节系统

蒸汽温度调节系统采用焦炉煤气与空气燃烧后,产生的高温烟气利用烟气—蒸汽换热器,将 390 ℃的蒸汽过热至 425 ℃,为了综合利用烟气的余热,再采用烟气—空气换热器,将空气预热后,送到燃烧室的烧嘴上,与焦炉煤气燃烧,被综合利用的烟气,温度降至 200 ℃,用引风机通过烟囱排入大气。

2.4.2 蒸汽压力调节系统

根据启动蒸汽要求,对蒸汽进行压力调节,即由 5.0 MPa 减压调节至 1.5~2.0 MPa,压力调节信号取自蒸汽过热器出口管道。过热器出口设安全阀,安全阀起跳压力确定为 2.1 MPa。

3 系统设备

3.1 燃烧室

燃烧室为复合耐火材料,其组成为:重质浇注料:轻质粘土砖绝热板总厚度 335 mm。燃烧室断面直径 1.9 m;燃料最大消耗量:108 m³/h。

3.2 燃烧系统

与燃烧室相配套的燃烧系统主要包括:助燃鼓风机、空煤气管道、阀门、烧嘴等。

3.2.1 鼓风机

鼓风机采用变频驱动,它不仅提供助燃风,与焦炉煤气配比燃烧,还提供过热器前、换热器前、引

风机前的冷却风。

鼓风机参数如下:

流量:9000 m³/h

全压:8915 Pa

电机功率:37 kW

3.2.2 空气管道

从鼓风机出来的空气被分成四路:

一路进入空气换热器进行预热,预热后,通过阀门进入烧嘴与焦炉煤气混合燃烧。热空气管道进行保温包扎;

其余三路,分别经调节阀在过热器前、换热器前、引风机前进入烟道,当烟气超温后,喷入空气与烟气混合达到设定的温度。

3.2.3 煤气管道

外网来的煤气经总管直接与烧嘴进行连接。

3.2.4 阀门

烧嘴前空气阀门由耐高温手动蝶阀和气动快切阀组成。烧嘴前煤气阀门由手动截止阀、空燃比例阀和气动快切阀组成。

3.2.5 烧嘴

烧嘴采用低氮环保型燃烧器。煤气走里环,采用分流导向板使之分成若干流股与轴向平行均匀喷出;助燃空气分三次供入:6%~8%的中心风从里环中心喷出,以确保烧嘴在 10%能力以下火焰刚性

强;其余助燃风采用旋流和直流二次配风从外环喷出,一次风是按一定角度旋转喷出的,用以稳定火焰,加速空、煤气混合,同时保证火焰刚性强、不飘;二次风是在一次风外环与轴向平行喷出的,可延长与煤气混合时间,保证火焰长度达到要求。由于煤气分流导向板特殊的出口结构能形成负压回流区,可保证烧嘴在最大能力时火焰不脱火。旋转喷出的一次风与煤气混合燃烧的同时可大量卷吸周围的燃烧产物,降低了燃烧过程中的氧含量和燃烧温度,从而达到了减少氮氧化物形成的目的。烧嘴头部完全采用高性能的耐热钢。该烧嘴调节比可达1:10;火焰长度调节比比可达1:5;火焰稳定、刚性强,空气过剩系数小于1.05时,一次点火成功率100%。

3.3 40 t/h 蒸汽过热器

3.3.1 设计条件

蒸汽入口温度:390℃,蒸汽出口温度:425℃,蒸汽流量:40000 kg/h,

蒸汽压力:2.1 MPa,烟气进口温度:800℃,烟气出口温度:500℃

3.3.2 设计情况

需要烟气流量:10406 m³/h

管系规格材质:φ42×3.5 mm,12Cr1MoVG (GB5310)

受热面积:172 m²

换热系数:31.9W/m²·℃

烟气入口的超温采用掺冷风的方式

蒸汽出口设喷水减温器,当蒸汽超温时,喷水减温,当蒸汽温度达到430℃时,连锁切断空煤气管道。

3.4 空气预热器

空气预热器采用插入件管式预热器,具有传热效率高,体积小,气密性好,维护方便的特点。在解决预热器寿命、热变形、低温腐蚀等方面采用了独特有效的技术。

空气预热器为带插入件的管状预热器,高温管组材质为0Cr18SiAl和0Cr17,低温管组采用0Cr13和10钢渗铝。

采取以下措施对预热器进行保护:

预热器前烟气温度超过500℃时,掺冷风用以稀释高温烟气。

热风温度过高时自动放散。

3.5 引风机及烟囱

经过换热器的烟气,采用强制排烟的方式,利用引风机经钢烟囱排入大气。

引风机采用变频控制,并控制引风机入口的烟温,超温后,采用掺冷风的方式来降低烟温。

流量:24618 m³/h

全压1192 Pa

介质温度250℃

功率:15 kW

烟囱高度:8m

3.6 电气仪表自动化控制

蒸汽温度调节系统的自动化控制系统包括燃烧自动化系统和基础自动化系统(仪表、电气自动化系统)两部分。

燃烧自动化系统

烧嘴控制采用大小火时序脉冲控制技术,采用PLC编程完成脉冲控制和其它控制。

控制柜的液晶屏上可以监视烧嘴的燃烧状况,可以实现点火、复位、大火、小火的操作。

控制系统具备计算机手动/自动控制功能。

自动化控制系统的燃烧控制系统、电气自动化控制系统由1套SIMATIC S7-300 PLC组成。主要完成温度控制、通讯、数据的采集、重要的逻辑控制等,例如:切断、吹扫、点火正常/故障等。

4 运行结果

2011年2月21日在机组联合调试进行热态启动过程中,在使用启动蒸汽调质装置对启动蒸汽进行调质考核(如图2),调制装置在30 min内能够完成蒸汽的参数调整,维持压力在1.75 MP至1.85 MP,温度维持在420~435℃之间,完全满足机组启动参数要求,保证了机组热态启动时间及蒸汽参数要求,收到很好效果。

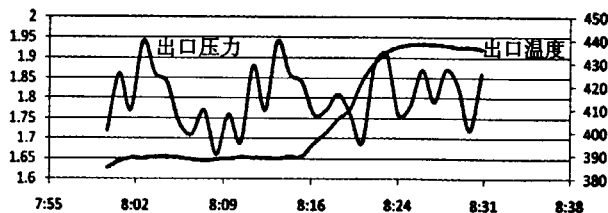


图2 启动蒸汽调质装置参数曲线

如果机组在正常运行时因故障跳机,12小时内处理完故障,需要重新热态启动,这时汽轮机金属密封环处温度在400℃以上,完全可以采用上述蒸汽调质装置处理启动蒸汽,使之满足启动条件。否则,如果蒸汽不满足启动条件,故障处理完后,因启动蒸汽品质不能满足启动条件,就只能等汽轮机金属密封环处温度降到230~400℃,才能符合启动逻辑条件,一般情况下,金属密封环处

(下第48页)

3 原理分析

中低温废气余热利用除了要考虑烟气总能量外,也要考虑烟气能量的有效能,烧结环冷机Ⅰ段和Ⅱ段排出的烟气温度相差大约 30~100 ℃,不能简单地将两者混合后直接进入锅炉,应该按照烧结环冷机中低温废气余热分级回收和梯级利用的思路进行设计,将烧结环冷机Ⅰ段排出的高温烟气和Ⅱ段排出的低温烟气分别引入锅炉的高温段进口和低温段进口。图1为邯钢余热锅炉余热利用的 $Q-T$ 图,图中实线代表单压蒸汽系统锅炉吸收的焓值,实线和点划线组合代表双压蒸汽系统锅炉吸收的焓值,虚线代表烟气所含的焓值,组合线比实线更逼近虚线,也就是说双压蒸汽系统锅炉比单压蒸汽系统锅炉吸收的焓值越接近烟气所含的焓值,即烟气余热的回收利用效率越高。双压蒸汽系统能更充分利用烟气各能级的热能,降低排烟温度,提高烟气余热的利用率。

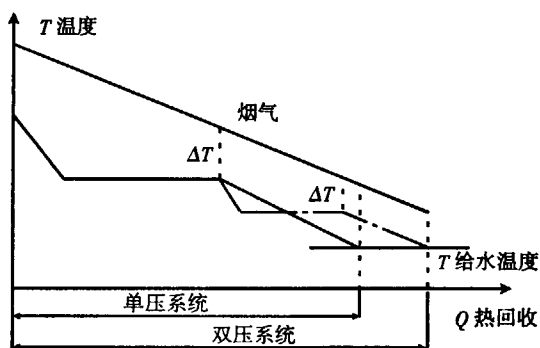


图1 余热锅炉余热利用的 $Q-T$ 图

根据上述原理,我们在邯钢选择新型高效的双烟道双压余热烟气回收技术,真正实现了余热分级回收和余热的梯级利用,实现了锅炉出口的中压和低压蒸汽均为过热蒸汽,有别于单烟道余热锅炉的技术。

采用双烟道双压余热烟气回收技术后,高温烟气的温度品质得到充分利用,相对单烟道锅炉提高了锅炉中压过热器出口蒸汽温度,根据朗肯循环的原理,提高蒸汽动力循环发电效率的措施包括:a.提高过热器出口蒸汽压力与温度。b.降低排汽压力。c.改进热力循环方式,如采用中间再热循环,给水回热循环和供热循环等。

对于烧结合余热低温发电,采用双烟道双压余热锅炉可以提高锅炉中压过热器出口蒸汽温度,即提高了进入汽轮机的主蒸汽温度,提高了余热发电循环效率,最终提高了烧结合余热利用效率。

4 效果

通过以上参数的比较,双烟道双压余热锅炉产生的 49 t/h 中压蒸汽(1.96 MPa, 375 ℃)和 19 t/h 低压蒸汽(0.49 MPa, 235 ℃),实现了对中低温废气余热进行分级回收和梯级利用。余热锅炉余热利用效率达到 60%,比单烟道余热锅炉余热利用率提高了约 9 个百分点。

收稿日期:2011-07-28

作者简介:齐楠楠(1982-)男,大学本科学历,工程师,现从事动力设备技术管理工作。

(上接第 46 页) 温度每小时下降 2~3 ℃,由热态启动改为稳态启动,启动时间要延长 12 至 24 h,造成不必要的待机发电时间,浪费是巨大的。

由于能够按照蒸汽用户的用汽条件进行蒸汽调质,因此还可以运用在其他蒸汽不满足质量条件而

需要对蒸汽进行质量处理冶金热力系统中。

收稿日期:2011-06-23

作者简介:崔合群(1968-)男,1990年毕业于北京钢铁学院分院热能工程专业,工程师,现从事燃气蒸汽联合循环发电生产技术管理。