



首钢京唐1[#]高炉TRT工艺优化及生产实践

韩渝京, 曹勇杰, 陶有志

(北京首钢国际工程技术有限公司, 北京 100043)

【摘要】首钢京唐公司建设1[#]5500 m³高炉中, 采用了纯干式全流量并联透平机主体工艺流程, 在主体设备中自主集成透平机三级可调静叶、入口调速阀、高炉减压阀组联合工艺控制顶压的核心技术。工程设计提出了大型化、露天化、集约型设计理念, 实现了新一代钢铁流程自主集成、国际一流的工程目标。

【关键词】5500 m³高炉; 纯干式全流量并联TRT机组; 大型化、露天化、集约化工厂布置

【中图分类号】TF54

【文献标识码】B

【文章编号】1006-6764(2010)04-0020-02

Process Optimization and Productive Practice of Shougang Jingtang No.1 Blast Furnace

HAN Yujing, CAO Yongjie, TAO Youzhi

(Beijing Shougang International Engineering Technology Co., Ltd., Beijing 100043, China)

【Abstract】The main process of dry full-flow parallel turbine was used in building No.1 blast furnace with volume of 5 500 m³ of Shougang Jingtang Co. The combined core technology that integrated autonomously adjustable fixed blade with Class 3, entry speed control valve and pressure relief valve of blast furnace was adopted in the main equipment to control top pressure. A large, open and intensive design concept was set forward in the engineering design. It realized the engineering target of a new iron and steel process that was autonomous integration and top-ranking in the world.

【Key words】5 500 m³ blast furnace; dry full-flow parallel turbine unit; large, open and intensive layout of plant

1 引言

钢铁行业能耗在国民经济中能源消耗中占有较高的比例。铁前系统能耗占钢铁行业的60%~70%, 因此在炼铁工序节能有着很大的空间。高炉炉顶余压发电工艺技术(以下简称TRT)是炼铁工序重大的节能措施, 是国家指导性文件推广的重要节能项目。特别是在高炉煤气采用干式除尘工艺基础上, 煤气显热充分回收, TRT的节能效果更加突出, 高于湿式除尘配置的TRT发电量20%~30%, 因此大型高炉采用全干式TRT发电工艺, 是钢铁厂节能降耗的主要技术, 是高炉节能效果最好的项目。

首钢京唐工程建设1[#]5500 m³高炉, 采用了68项国内外先进技术, 其中高炉煤气净化应用了袋式除尘工艺, 并且不再设置有湿式除尘作为辅助设施, 为纯干式高炉煤气除尘装置。为了充分回收炉顶余压余能, TRT装置应根据其上游工艺条件, 同样为全

干式TRT工艺系统, 实现高炉工序的余压余能回收最大化的节能目标。

2 TRT工艺优化

2.1 透平机相关高炉煤气工艺参数

入口煤气流量: 正常737 200 m³/h, 最高843 900 m³/h;

入口煤气压力: 正常0.27 MPa (g), 最高0.29 MPa(g);

入口煤气温度: 正常120~150 ℃, 最高200 ℃;

入口煤气含尘量: 正常<5 mg/m³, 最高<10 mg/m³;

入口煤气水分含量: 正常<50 g/m³, 最高50 g/m³;

出口压力: 正常15 kPa(g), 最高15 kPa(g)。

高炉煤气各成分的体积百分比: CO₂ 22.4%, CO 21.9%, H₂ 1%, O₂ 0%, N₂ 52.1%, 其他2.6%。

2.2 TRT主体方案比较及确定

TRT装置根据高炉煤气条件进行了分析,结合多年国内外大型高炉建设TRT装置的先进经验,首先进行了主体工艺的优化设计。

TRT装置是在除尘装置下游的工艺技术承载位置,由于除尘工艺的不同,在TRT技术存在不同的工艺技术路线,其主要内容有:

2.2.1 TRT与高炉减压阀组并联设置工艺

国内外在高炉上建设大型TRT装置有着两种不同的TRT与高炉减压阀组设置实例,即并联布置和串联布置,并联布置是可以实现全流量回收高炉煤气流量TRT控制系统,简捷便于维护,TRT旁通系统可随TRT装置同期检修。

2.2.2 TRT与高炉减压阀组串联布置工艺

在大型高炉采用环缝洗涤器中,由于环缝工艺位置在TRT装置之前,就形成TRT装置与减压阀组的串联工艺,由于环缝洗涤器一方面在TRT运行时采用定压差控制方式,仅作为除尘元件使用不控制顶压。另一种运行工作是TRT不运行时,环缝元件不仅是除尘中的控制载体也是高炉顶压控制的元件。因此就出现TRT装置与减压阀组串联的工艺,首钢1*2*2500 m³高炉TRT装置就是串联的工艺控制,串联工艺主要优点是可实现TRT的低压启动控制,提高TRT启动的可靠性,其次可进行阶梯式发电运行方式。主要缺点:TRT旁通阀不能与TRT同期检修,影响了TRT装置安全运行的可靠程度。

2.2.3 TRT装置共同型工艺布置

国内外TRT发展过程是随高炉容积加大而逐渐发展形成的,当市场上需要中小型高炉也建设TRT项目时,针对两座以上的中小型高炉采用单炉单机则显得设备重叠,投资相对较大而不经济,为此制造厂研制了两座高炉共用1台TRT^[4];首钢京唐工程建设规格共2座高炉,初期方案时考虑共同集中布置原则,结合以往TRT在小型高炉中采用过的两座高炉共用1套TRT装置工程实例,它可以少上一台透平发电机组,节约投资,但经过分析认为两座高炉中心距320 m,两个TRT装置合并一处,就要相应地增加TRT入口管线长度,两高炉不同时投产,一侧透平机组进行相应建设但不能投运,给运行增加了难度。另外,两座高炉投产后也会出现两座高炉TRT必须同期停运为检修一侧透平的先决条件,维护不方便。

综上所述,几种工艺条件所实施设备、投资几个方面都进行了优化,最终选择为TRT装置与高炉减压阀组并联,单机TRT对单高炉的序列式主体工艺

方案见图1。

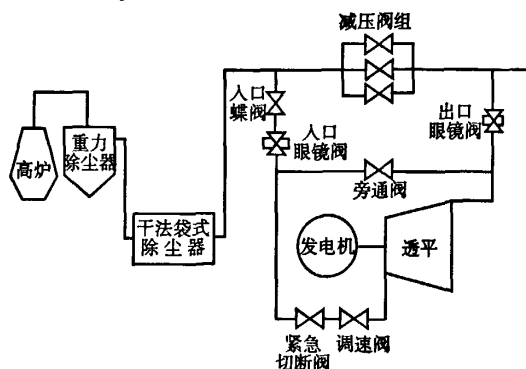


图1 首钢京唐1*5500 m³高炉TRT工艺流程图

3 京唐1*高炉TRT装置主要技术特征

通过工艺优化,确定了主体工艺方案,形成了5500 m³高炉全干式TRT装置及工程设计。

3.1 TRT装置性能

TRT运行点	透平轴端表 出力/kW	透平TRT装置性能 温度/℃	效率/%	发电机 出力/kW	发电机功 率因数/%
干气 120℃	28800	35.7	97.5	28090	85
干气 150℃	30750	47.4	97.6	30010	85

3.2 透平机轴

透平主轴采用轴流反动式三级静叶可调,考虑到干法除尘特点,叶片表面及联接缝处应用喷涂耐腐蚀涂层,提高了设备使用寿命,焊接机壳减轻了设备重量,节约了投资。下进气轴向出气结构,减少了气体阻力,增加了透平出力,同时给外部配管创造了有利条件。

3.3 入口调速阀

TRT装置在变工况要稳定控制炉顶压力,具有很好的负荷调节手段和承受变工况的能力,静叶由于空气动力学原因和结构设计在大变工况范围内有不敏感区间,应运用调速阀可以实现透平机流量调节范围增加,同时减轻在静叶非最好调节区域内煤气流速变化对静叶不利的影响,改善动力学条件,有利于机组调节炉顶压力的稳定和提高精度等级;同样提高TRT运行时间,增加TRT运行经济效益。

3.4 TRT装置露天化布置

露天化布置是有毒可燃气体装置推荐的工艺,它有良好的通风条件,检修设备可不受空间的限制,同时还能降低投资。TRT装置是高速旋转设备,根据高炉煤气条件进行了无缺陷设计,由此保证了系统的可靠性和安全性,因此取消了建筑物,TRT整机完全露天化布置,

(下转第25页)

在 HZ4 和 HZ5 之间装有阀门, 阀门开启时, 在 GZ1 和 GZ2 之间没有内压推力存在。当阀门关闭时, 在阀门的两侧都有内压推力存在, 其合成的推力为 $(P_1 - P_2) \pi D_N^2 / 4$ 。当左侧管道内介质压力大于右侧管道内介质压力时, 阀门有向右侧移动的趋势; 当右侧管道内介质压力大于左侧管道内介质压力时, 阀门有向左移动的趋势。此时补偿器 BC1 将会受到拉伸或压缩, 如固定支架 GZ2 不能抵抗较大的轴向推力, 补偿器 BC1 将会被破坏。解决的方法是固定支架 GZ2 必须是重载固定支架。

在 HZ6 和 HZ7 之间管道有变径 A, 因为变径处两侧受力面积不同, 将会产生轴向推力, 受力方向指向直径小的一侧, 内压推力的数值为 $P\pi(D^2-D_2^2)/4$ 。此时补偿器 BC2 将会受到内压推力的作用, 为保证

补偿器不会因内压推力而遭到破坏，其固定支架 GZ2 应是重载固定支架。

管道形成之后,设计要求的固定支架必须与管道固定牢靠,否则管道投运后,管道在固定支架处发生窜动,没按设计的情况进行补偿,会对补偿器造成破坏。

4 结束语

波纹管补偿器是管道运行中的薄弱点,极易发生破坏和漏泄,是我们的监视重点。波纹管补偿器的受力分析对我们在管道的设计、安装和使用时有很重要的意义,要按照其特性进行使用,符合规范。

收稿日期:2010-03-10

作者简介:田野(1980—),男,2004年毕业于长春工程学院热能动力专业,工程师,现从事热能动力专业技术工作。

(上接第 21 页)创造了良好的通风条件。管线布置流畅,与高炉减压阀组位置符合工艺操作运行要求,设备性能发挥达到最高经济效益水平。

3.5 设备大型化

采用 1 座高炉对 1 台 TRT 的对应炉机关系,实现高炉煤气全流量进入 TRT 装置,从而实现了高炉—TRT 机组的生产序列式工艺配置,便于高炉系统的统一化操作、维护和检修。

3.6 附属设备集约撬装化

TRT 装置除透平主机外,还有润滑油站、控制油站及相应的控制阀台等附属设备,这些设备通过有机组合集中于一撬装主体上,靠近主机就地安装,以形成辅助设备撬装集约化,使设备安全性能提高,减少了管道路由,降低了工程占地。由于靠近主体装置,联结管线缩短,滞后现象有较好的改善。

4 生产实践

2009年8月份投产以来,先后经历了负荷调试、初期负荷、适度负荷等试生产环节,目前机组运行平稳,达到 $50\text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{t}\cdot\text{铁})$ 发电量,最高已达 $31323\text{ kW}\cdot\text{h}$,最高日平均达到 $29536\text{ kW}\cdot\text{h}$ 。

5 结语

首钢京唐高炉 TRT 装置系统从主机布置到工厂布置,充分体现了新一代钢铁流程的设计理论,实现了全流量回收,采用多种单项先进技术,实现了自主集成的国际一流的先进目标。

〔参考文献〕

[1] 叶长青. 高炉煤气余压发电装置(TRT)的发展与创新[J]. 节能, 2000, (8): 14.

收稿日期:2010-02-21

作者简介:韩渝京(1956-),男,大学学历,高级工程师,现从事冶金企业燃气设计工作。