

● 工艺与设备

台车式弯管热处理炉设计

郭孟齐, 徐刚, 王鑫, 郝永伟, 刘涛, 鲁传林

(中国石油集团渤海石油装备制造有限公司, 天津 300457)

摘要: 为改善热煨弯管的力学性能, 设计了台车式弯管热处理炉。介绍了热处理炉的主体设计特点, 说明了热处理炉控制系统的主要内容, 包括炉内温度控制、炉膛压力控制等。实际使用结果表明, 该设计炉型提高了热处理效率, 实现了理想的温控效果, 改善了热煨弯管的力学性能, 满足了西气东输二线工程对大直径、厚壁弯管的性能要求。

关键词: 弯管; 热处理炉; 烧嘴

中图分类号: TG155.1 **文献标志码:** B **文章编号:** 1001-3938(2009)09-0041-03

Design of Trolley Bend Pipe Heat Treatment Furnace

GUO Meng-qi, XU Gang, WANG Xin, HAO Yong-wei, LIU Tao, LU Chuan-lin

(CNPC Bohai Equipment Manufacturing Co., Ltd., Tianjin 062658, China)

Abstract: For improving the mechanical properties of hot bend pipe, the trolley heat treatment furnace was designed. The main design characteristics of heat treatment furnace and its control system main contents were introduced, including temperature in furnace control and hearth pressure control. The practical usage result indicated that this kind of furnace improved heat treatment efficiency, realized temperature control to achieve the ideal results, improved mechanical property of hot bend pipe, and it can meet property requirements of bend pipe used in the Second West to East Gas Pipeline Project.

Key words: bend pipe; furnace for heat treatment; burner

西气东输二线、中俄、中亚等大直径管道工程建设需要用到大量高钢级、大直径、厚壁的弯管, 为了进一步改善热煨后弯管的力学性能, 需要对热煨后的弯管做回火处理。为此, 设计了适用于大直径、厚壁弯管的台车式弯管热处理炉。炉膛尺寸 12 000 mm × 4 400 mm × 5 800 mm (长 × 宽 × 高), 以天然气为介质, 通过高速烧嘴燃烧加热, 最高工作温度 550 °C。台车式弯管热处理炉现场照片见图 1。



图 1 台车式弯管热处理炉现场照片

1 热处理炉主体设计

传统台车式热处理炉炉型采用大跨度炉拱顶, 加强型侧立柱。但是, 较多的横梁钢架加固和热变形易导致炉侧的整体变形, 损坏炉衬, 影响炉子的使用寿命, 因此对传统炉体结构进行了以下改进。

1.1 浮动式全纤维炉顶

为保证炉子高温状态下变形小且均匀, 减少挠度, 首先是确保耐火纤维的良好砌筑, 提高绝热性, 尽量降低炉顶钢结构的温度以减少变形。这种炉型的炉顶两端直接放置在炉顶的边梁上, 不加固定, 形成浮动式炉顶。每块炉顶之间用耐火纤维板密封。这种炉顶是横向平面自由支撑结构, 当炉顶受热变形时, 各板块的热变形易于释放和抵消, 使炉顶整体变形减小, 延长了炉顶的使用寿命, 且这种浮动式炉顶还兼备泄爆功能。

1.2 高铝耐火纤维炉衬

炉体骨架由多种大中型型钢现场组合焊接而成,炉衬全部采用高铝耐火纤维,与耐火砖相比导热系数小,热容量小,所以耐火层的厚度小,且吸热性大大降低,节能效果好。

1.3 组合框架结构炉门

炉门的压紧装置是影响炉子气密性、炉温均匀性的最主要因素。由于现场空间高度的限制,无法采用常规的提升压紧式炉门,将炉门与台车设计成一体式。

炉门采用高铝全纤维耐火纤维丝毯与型钢组合框架结构,炉门密封机构采用长短杠杆弹簧式自动压紧凸轮机构和软边密封装置。

1.4 台车骨架组合焊接

台车骨架是由多种大型工字钢、槽钢、角钢及厚钢板等组合焊接而成的。台车驱动可靠,其传动系统采用电机-减速机,安装方式为轴装式,结构紧凑,装配牢固,进出灵活,操作简单,维修方便。

台车耐火砌体采用高铝定型砖结构,与炉体密封效果好,耐压强度高。台车面搁置垫铁供堆放工件用。台车帮板全部采用浇筑件,保证车体不变形及耐用性。台车与炉衬的密封采用自动压紧结构。

1.5 炉体烟道设置

在保温过程中,炉膛内温度达到 550℃,排出烟气温度较高,需设空气换热器,回收烟气余热,节约燃料。经多种方案比较和分析,预热空气温度 200~250℃ 为宜。

具体布置:由炉后墙引出排烟口,与金属管式换热器相连,设一台高压离心风机供应助燃风,换热器烟气出口引入烟道,由烟囱集中排烟,烟囱前烟道设置烟气蝶阀,由角行程执行器调节炉压。该炉压既可远程自动调节,也可手动调节。

2 热处理炉控制系统设计

热处理炉控制系统主要由可编控制器 PLC 和烧嘴控制箱等组成,主要包括炉内温度控制、炉膛压力控制、安全连锁等。热处理炉控制系统结构示意图如图 2 所示。

2.1 炉内温度控制

炉体上下两排布置高速烧嘴,每 2 个烧嘴为

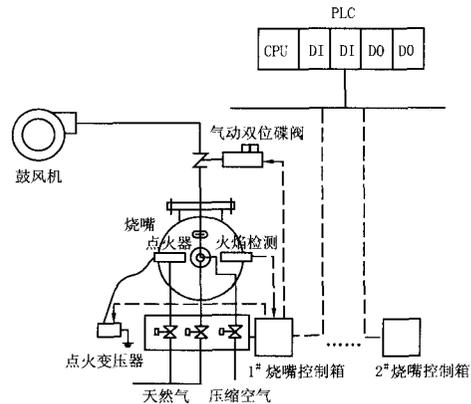


图 2 热处理炉控制系统结构示意图

一区,每区设有 1 个热电偶检测温度,采用分区炉温控制。PLC、测温元件、烧嘴、智能温控仪组成温度闭环控制。通过调节烧嘴的天然气和空气流量,实现炉内温度控制。

温度控制系统有全套的点火、大小火运行、火焰检测、熄火报警、熄火切断和再点火功能,且每套烧嘴各有 1 个独立的控制箱,能够做到单独控制。在部分设备出现故障或维修的过程中,热处理炉仍能工作,很好地实现了温控,大大提高了热处理炉的可用性。

高速烧嘴的特点是燃料在烧嘴的燃烧室内完全燃烧后产生的烟气在高温下急剧膨胀,在喷口形成高速气流,当烧嘴满负荷时,喷出的气流速度最高,为了充分利用高速烧嘴的这一特性,提出了对烧嘴实现大小火控制的要求。

通过调节进入烧嘴的燃料流量,实现对烧嘴的连续调节,从而达到调节烧嘴燃烧功率的目的。进入烧嘴的燃料流量越大,烧嘴输出的热功率也就越高,反之越小,燃料的流量对应烧嘴的输出功率。

取单位时间内进入烧嘴燃料的平均流量,对其进行最大和最小 2 段分配,使其平均流量和烧嘴在这段时间内所需要的能量相匹配,同样可以实现对烧嘴燃烧功率的调节,燃料流量控制原理示意如图 3 所示。

由此可见,选择合适的控制周期,用大小火可同样达到连续调节的效果,大小火脉冲控制所构成的系统简单,维护方便,造价低廉,同时,由于充分利用了高速烧嘴的特点,使炉内热气流加速对流扰动,加剧了炉内工件的热交换强度,提高了炉内温度均匀性,有利于保证产品质量。

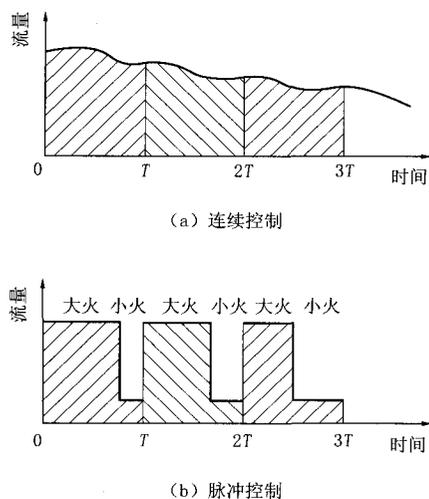


图3 燃料流量控制原理示意图

2.2 炉膛压力控制

炉压的高低对加热炉的使用效果影响很大,炉压高时炉气会冲出炉体的各密封间隙形成气流冲刷,对采用纤维材料密封的炉门及炉底影响较大,同时,高温气流对炉体周围环境和控制器件也会造成影响。而炉压低时冷空气从密封间隙吸入,除增加工件的氧化外还会使炉内高温被负压迅速抽出造成燃料浪费。所以,使炉压保持在零位或微正压状态,可使炉气不外泄,冷气不内渗,燃烧产生的热能能够有效地被利用。

台车式弯管热处理炉实现了炉压自动控制,即通过压力变送器把炉膛压力信号与设定值比较,输出信号传到烟囱的执行器,通过改变烟囱的开度自动控制炉膛内的压力。

2.3 安全连锁

在仪表柜上设有温度、炉压、各烧嘴、各管路参数的操作值显示和异常情况报警及紧急保护措施,确保操作安全。空气、天然气压力、压缩空气的压力达不到规定要求时,烧嘴的燃烧将不能启动,若正在燃烧时则安全关闭,同时设有天然气总管快速切断装置。

3 控制结果

回火处理温度控制过程曲线如图4所示,整个过程包括升温-保温-降温。升温、降温过程温度按照设定时间直线变化,整个保温过程温度被控制在 $550 \pm 3^\circ\text{C}$,满足了对钢管回火热处理的要求。

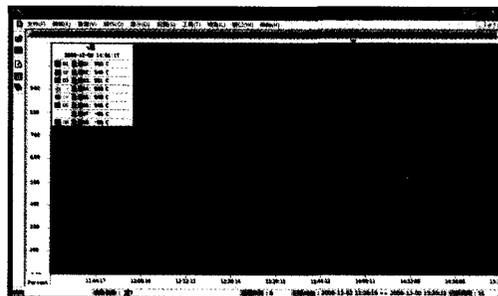


图4 回火过程温度控制示意图

4 结语

台车式弯管热处理炉安装调试完成后的实际使用结果表明,通过合理地调整升温-保温-降温热处理曲线,在保证热处理工艺的基础上,提高了热处理效率,实现了理想的温控效果,提高了热煨弯管的性能,满足了西气东输二线工程对大直径、厚壁弯管的性能要求。

参考文献:

- [1] 张伟. 热处理炉的安装、调试与维修[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [2] 黄忠柱, 李军. 脉冲燃烧控制系统在台车式热处理炉上的应用[J]. 工业加热, 2007(3): 23-26.

作者简介: 郭孟齐(1961-), 男, 1982年毕业于西安交通大学, 高级工程师, 主要研究方向为机械工艺与设计。

收稿日期: 2009-01-15

编辑: 谢淑霞

找检测仪器, 请上:

www.QCTester.com (QC检测仪器网)