

燃气加热托辊型网带炉生产线的研制与应用

景国荣, 张海木, 邹懿, 周清飞, 张全根 (姑苏科技有限公司, 江苏 苏州 215121)

摘要:介绍了燃气加热托辊型网带炉生产线的组成、燃气脉冲控制和空气/燃气比例连续调节技术和计算机多媒体集散控制系统。生产应用表明炉温均匀性良好, 处理产品质量稳定, 能耗成本降低, 取得了明显的经济效益。

关键词:网带炉; 燃气辐射管; 脉冲控制; 空气/燃气比例连续调节

中图分类号: TG155.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0254-6051(2007)01-0089-03

Development and Applications of Gas Heating Roller-type Mesh Belt Furnace Production Line

JING Guo-rong, ZHANG Hai-mu, ZOU Yi, ZHOU Qing-fei, ZHANG Quan-gen
(Gusu Technology Co., Ltd., Suzhou Jiangsu 215121, China)

Abstract: The compositions of gas heating roller-type mesh belt furnace production line, gas pulse control and air/gas ratio continuously adjusting technologies, and multi-media distributed computer control system were introduced. The production applications show that the furnace temperature uniformity is good, processing product quality is stable and the energy consumption costs are reduced so as to save energy and have good economic effects.

Key words: mesh belt furnace; gas radiation tube; pulse control; air/gas ratio continuously adjusting

近年来,电加热网带炉生产线已广泛应用于标准件、轴承、五金等行业的热处理生产中^[1],但产量高、生产率 > 1000 kg/h 的网带炉,由于用电量,能耗高制约着这类大型网带炉的发展与应用。随着“西气东输”、“川气东送”的实施,给大型网带炉的加热能源采用天然气提供了条件。我公司在电加热网带炉生产线的基础上,研制开发的天然气加热托辊型网带炉淬回火生产线,生产应用表明,生产线炉温均匀性、热处理产品质量均达到了相应标准的要求,能耗和生产成本均低于电加热网带炉生产线。

1 燃气加热托辊型网带炉生产线的组成

燃气加热托辊型网带炉生产线由磁性上料机、浸泡型前清洗机、燃气辐射管加热托辊型网带式淬火炉、自动提升淬火冷却槽、水平型后清洗机、燃气加热托辊型网带式回火炉、双层发黑槽、烘干炉、上油机以及电气和温度控制柜、计算机多媒体集散式中央控制系统等组成。主要技术参数为额定生产率 800 ~ 1000 kg/h、全线最大燃气功率约 1380 kW、全线额定电功率(包括传动、风机、淬火槽、前后清洗机和烘干加热等)约 60 kW、淬火炉炉内网带有效宽度为 1000 mm、回火炉炉内网带有效宽度为 1200 mm、生产线总长度约 50 m、设备总质量约为 60 t。

2 燃气辐射管加热托辊型网带式淬火炉

燃气辐射管加热托辊型网带式淬火炉的炉体、炉衬、网带及其驱动装置、炉顶循环风机、保护气氛供给系统等与电加热网带炉相同。但其加热系统采用图 1 所示的自身预热式燃气辐射管,该辐射管由辐射管外壳、带翅片式空气预热器、碳化硅内管、点火燃烧装置、烧嘴控制器、燃气和空气电磁阀、燃气和空气管路及相应球阀、蝶阀等组成。辐射管外壳和带翅片式空气预热器均为 1Cr25Ni20Si2 耐热钢离心浇铸,管壳壁厚 8 mm。燃烧室设有碳化硅内管,共分 4 段连接,火焰在管内燃烧,耐热钢管壳弯曲变形时,不会将碳化硅内管折断。碳化硅内管外径 $\phi 120$ mm,四周有若干支脚交错分布,以确保燃烧室的碳化硅内管与耐热钢管壳之间有一定的间隙,达到用以烟气回流预热空气的目的。燃烧装置为德国 LBE 公司制造的空气自身预热式烧嘴,最大燃烧功率 36 kW/支,由电子点火电极直接点火,火焰监测器监测火焰燃烧情况。其天然气的最低发热值为 35600 kJ/m³(标准状态)、燃气节点压力为 3 kPa、每支辐射管的天然气最大耗气量约 3.64 m³/h

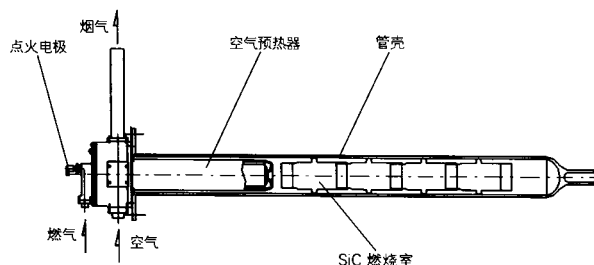


图 1 自身预热式燃气辐射管示意图

Fig. 1 Drawing of gas radiation tube with self preheating

作者简介:景国荣(1939.11—),男,江苏江阴人,高级工程师,主要从事热处理设备的设计开发、金属材料热处理工艺研究,已发表论文 30 余篇,曾获机械部科技进步二等奖两项,三等奖一项。联系电话:0512-65079651 E-mail: stove@gusu.com.cn

收稿日期: 2006-08-22

(标准状态)、助燃空气压力为 5 kPa、每只烧嘴的助燃空气需要量约为 40 m³/h(标准状态)。

烧嘴采用开/闭式脉冲方式控制,保证辐射管表面温度均匀及低污染废气的排放。脉冲燃烧强化了燃烧和排出气体的质量、动量和热量的传递^[2],使燃烧效率高,强度大,排烟污染小,从而确保炉膛横向和纵向以至整个炉膛的炉温均匀性。脉冲燃烧是一种间断式燃烧方式,采用脉宽调制技术,通过调节燃烧时间的通断比来实现对网带炉的炉温控制^[3],系统的燃烧流量通过压力调整预先设定最大燃烧功率,使烧嘴燃烧时的流量、压力处于稳定状态。烧嘴一旦工作就处于满负荷状态,保证烧嘴燃烧时的燃气出口速度不变。通过调整燃烧和不燃烧两种状态的时间比进行温度调节,即需要升温时,烧嘴燃烧时间长,熄火时间短,相反需要降温时,烧嘴燃烧时间短,熄火时间长,一次性调整好即可投入运行,其控制原理见图 2。由于省掉了价格昂贵的 MPT700 脉冲燃烧控制器而采用 PLC,当 PLC 接收到控温仪的 4~20 mA 连续信号(对应烧嘴能力 0~100%),将此信号转换为脉冲信号传输给烧嘴自动控制器,由它来控制烧嘴实现脉冲燃烧,如控温仪只要求 50%(10 mA)热负荷,则在一个脉冲周期内,烧嘴的开闭时间相等;如要求 25%的热负荷,则烧嘴的关闭时间是开启时间的 3 倍。排烟方式采用每支辐射管的烟道通入总烟道后经烟囱排至室外。

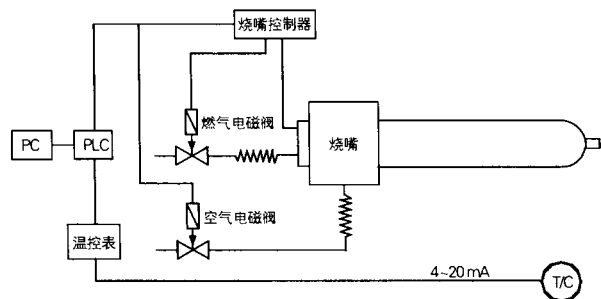


图 2 燃气辐射管脉冲控制系统

Fig. 2 Pulse control system of gas radiation tube

3 燃气加热托辊型网带式回火炉

燃气加热托辊型网带式回火炉的炉体、网带及其驱动装置与淬火炉类似,炉衬为轻质耐火粘土砖及硅酸铝纤维复合炉衬。独特的燃气加热装置和炉顶循环风机及导风系统,采用德国 Krom Schroder 公司制造的燃气烧嘴,每个加热区装有两只,在炉墙两侧交错安装,由于炉膛较宽,为了更好地保证炉温均匀性,在火焰口加装了二次进风的耐热钢管,耐热钢管四周开有若干火焰孔,加大高压空气的风量,除了助燃外,还用于二次进风。烧嘴型号为 SIC65HB,冷空气助燃,开放

式燃烧,烧嘴最大功率 70 kW/支,可在 10%~40% 功率下稳定燃烧,火焰长度 230~400 mm,火焰出口速度 80 m/s。烧嘴控制采用空气/燃气比例阀连续自动调节火焰大小,控制原理如图 3 所示。烧嘴燃烧时空气/燃气比是一个重要的控制参数,它关系到炉内气氛、能源消耗等重要指标,空气/燃气比并不是线性关系,每个加热区采用一台空气/燃气比例电磁阀和电动执行器,使助燃空气流量与燃气流量成固定比例,在调试过程中,首先找出最佳空气/燃气比。当该区控温仪表传出的 4~20 mA 信号至空气/燃气比例阀自动调节空气流量和随之调节的燃气流量来实现大小火焰燃烧的连续调节,从而确保各区的炉温均匀性。排烟方式为炉子进料端的烟道汇总后通入烟囱直接排至室外。

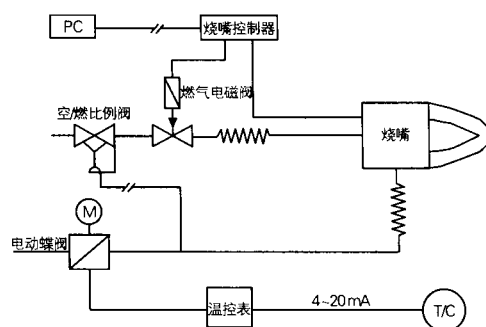


图 3 空气/燃气比例控制系统

Fig. 3 Air/gas ratio control system

4 计算机多媒体集散式中央控制系统

燃气加热托辊型网带炉生产线设备台数多,动作复杂要求高,如淬火炉燃气辐射管的脉冲控制、回火炉烧嘴的空气/燃气比例连续调节控制,烧嘴的自动点火、复位、熄火等,对这些控制的自动化程度和可靠性提出了更高的要求,为此建立了手控调节、仪表智能化控制和计算机中央控制 3 级控制方式,集成了计算机技术、多媒体技术、图像显示和过程控制技术、智能化自动控制技术等当今诸多高新技术,实现了全线运行状况的图像显示及点火、超温、自动熄火、动作故障等图像显示和声光报警。作为集中管理和监控的多媒体工控机、触摸式液晶显示屏操作界面的图像显示,采用自主开发的控制软件,具有良好的人机界面,通过 RS485 和 RS232 通讯网络分别与下位机高性能、高可靠性的 PLC 系统、智能化温控系统、变频调节系统相连接,实现对生产线上各个环节和各个烧嘴的自动监控。同时采用开放式远程接口,与工厂的局域网计算机管理相联接,实现远程控制和专家在线诊断指导。

5 生产应用效果

燃气加热托辊型网带炉热处理生产线自 2006 年

4月调试投产以来,连续稳定运行,炉温均匀性和处理产品质量均达到用户和相关标准要求。

(1) 炉温均匀性 采用炉膛横向 850 mm 范围内左、中、右 3 支铠装热电偶,离网带面高 50 mm,炉膛纵向间断测定。结果表明,淬火炉(电控柜控温仪表指示值各区均为 860 ℃)温度范围为 858.6 ~ 868.3 ℃,炉温均匀性为 ± 4.8 ℃,实际炉温较仪表指示值平均偏高 5 ~ 6 ℃;回火炉(仪表值 460 ℃)温度范围为 458.7 ~ 468.5 ℃,炉温均匀性为 ± 4.9 ℃,实际炉温平均偏高 5 ℃左右,符合热处理工艺和 JB/T 6206—1992《RCW 系列网带式电阻炉》标准要求。

(2) 热处理产品质量 该生产线安装在常州高力紧固件有限公司,处理 ML35 钢制造的 M8、M10、M12、M16 等各种规格螺栓,力学性能达到 GB/T 3098—2000《紧固件机械性能》中规定的各项要求,淬、回火硬度分别在 44 ~ 50 HRC 和 24 ~ 30 HRC。该生产线的生产率随热处理的螺栓规格不同达到 800 ~ 1100 kg/h。经核算该生产线淬、回火炉的天然气消耗为 46 m³/t(标准状态),达到了当前欧洲的热处理能耗水平^[4],按常州地区的工业用天然气价格 2.40 元/m³(标准状态)核算,淬、回火炉的燃气加热能源费用为 46 m³/t \times 2.40 元/m³ = 110 元/t(标准状态)。而电加热网带炉生产线同样处理紧固件,其淬、回火炉电加热的能耗通常为 340 kW · h/t,按电能平均价格 0.70 元/kW · h 核算,则淬、回火炉电加热能源费用为 340 kW · h/t \times 0.70 元/kW · h = 238 元/t。由此可见,网带炉采用一

次能源的天然气加热的能耗成本较二次能源的电加热低得多,约低 50% 左右,加上其它电能和辅助材料的消耗,产品热处理生产成本约降低 30% 左右。这对于有条件利用天然气加热的企业,为降低热处理生产成本是有很强吸引力的。

6 结语

(1) 网带式淬火炉采用燃气辐射管加热、脉冲控制,回火炉采用开放式烧嘴加热、空气/燃气比例连续调节大小火控制,炉温均匀性均可达到 ± 5 ℃ 以下。

(2) 生产线采用计算机多媒体集散式中央控制系统,是集计算机技术、多媒体技术、图像显示和过程控制技术、智能化自动控制技术于一体的高新技术,运行稳定可靠。

(3) 热处理产品的质量达到相关标准要求,硬度和力学性能稳定。

(4) 生产线产量达到设计要求,最高达到 1100 kg/h,淬、回火炉天然气加热的能耗成本较电加热降低 50% 左右,总的产品热处理综合成本降低 30% 左右。

参考文献:

- [1] 张先鸣. 浅述网带炉热处理技术的新进展及现场经验[J]. 机械工人, 2002(11): 53-54.
- [2] 邹江,等. 微小型燃烧技术介绍[A]. 第六届全国工业炉学术年会论文集[C]. 北京, 2002.
- [3] 周伟国,等. 燃气脉冲燃烧技术[M]. 上海: 同济大学出版社, 1998.
- [4] 吴光治. 关于热处理节能和环保若干问题的思考[J]. 热处理技术与装备, 2006, 27(2): 1-3.

热处理分会荣获中国机械工程学会工作成果奖、三位副理事长入选总会理事会、多人获先进工作者称号

我会武兵书、董企铭、廖波 3 位副理事长于 2006 年 11 月杭州年会期间,被选为中国机械工程学会第九届理事会理事。我会“第 14 届国际热处理与表面工程联合会大会”、“第八次全国热处理大会”、“中国热处理活动周”、“编辑出版《材料热处理学报》”、“计算机在热处理行业中的应用与推广”被评为中国机械工程学会学会工作成果奖,同时周敬恩、叶俭、石康才、陈乃录、水洪、刘肃人、魏兴钊、朱文明、董小虹等人荣获中国机械工程学会先进工作者称号。

“材料热处理工程师、见习材料热处理工程师”资格考试通知

根据中国机械工程学会机学教[2005]033 号文的批复,材料热处理工程师资格考试工作由中国机械工程学会热处理分会全权负责。由热处理学会签发的资格考试合格证书是申请材料热处理工程师资格必须具备的有效文件之一,现将材料热处理工程师、见习材料热处理工程师资格考试及培训相关事宜通知如下:

考试报名 ①报名条件:在材料加工和机械制造领域中,从事材料热处理专业方面的科研、设计、生产、管理,具备材料热处理知识和技能,并能在材料热处理相关活动中具有分析和解决实际问题能力的专业技术人员(其他相关要求详见“实施细则”,可通过学会网站 www.chts.org.cn 查询)。②报名办法:凡申请参加资格考试的人员,请将《资格认证考试、培训报名表》填写后交热处理学会,也可由学会授权的培训机构集中后上报热处理学会。(资格认证考试、培训报名表可从热处理学会网站下载)

考前培训 ①培训教材:《材料热处理工程师资格考试指导书》(中国机械工程学会热处理分会编辑出版),价格 65 元/本。②培训时间和地点:根据报名人员情况另行通知。

联系方式 中国机械工程学会热处理分会:电话 010-82755375,62920613(传真),联系人:荆秀华。