

室式锻造加热炉的优化改造

王竹霞¹, 张怀同²

(1. 东北特殊钢集团有限责任公司, 辽宁 大连 116031;

2. 大连万通工业装备有限公司, 辽宁 大连 116023)

摘要:介绍了室式锻造加热炉在炉型结构上进行的优化改造,使其在功能上和使用上更具先进性。与传统炉型相比,具有炉温均匀、节约能源、生产效率高等特点。具有较好的推广前景。

关键词:炉温均匀;节能;生产效率高

中图分类号: TG307 文献标识码: B 文章编号: 1001-6988(2011)02-0057-03

Optimization and Refomation of Chamber Forging Furnace

WANG Zhu-xia¹, ZHANG Huai-tong²

(1. Dongbei Special Steel Group Co., Ltd, Dalian 116031, China;

2. Dalian Wantong Industrial Equipment Co., Ltd, Dalian 116023, China)

Abstract: The optimization and refomation on the furnace structure of the chamber forging furnace are introduced. It is more advanced in the usage and the function. To compare with the traditional furnace, this one has characteristics such as temperature uniformity, energy conservation as well as high productivity, It has good prospect to be widely used.

Key words: temperature uniformity; energy conservation; high productivity

小型室式锻造加热炉是应用比较普遍的一种热加工设备。经过多年的经验积累,针对室式锻造加热炉在实际应用中存在的问题,进行了详细的研究,并逐步在实践中进行了优化改进,形成了目前笔者认为较合理,具有节能效果的炉型。

1 炉型结构设计

室式锻造加热炉(见图 1)主要包括炉体钢结构、炉体耐材、燃烧系统、排烟系统及温控系统。影响其功能发挥的主要为:燃烧系统、排烟系统、温控系统。下面对这 3 个系统的优化进行详细的介绍。

1.1 燃烧系统

在多年的实践之中,在此种炉型上采用过多种类型的燃烧配置方式。例如,以前的炉型很多采用的是直焰烧嘴加热,为达到锻造工艺要求,就要对炉体结构进行更改,以使其能配合直焰烧嘴的加热方

式。炉体结构更改所造成的结果不只是炉型结构复杂化,还使炉体材料用量的增加和用材品质要求的提高,从而使炉子的成本增加。到目前为止,笔者认为较好的燃烧方式为中心加热,而且要采用平焰烧嘴。这是由平焰烧嘴的特点决定的。平焰烧嘴的特点是:火焰会顺沿烧嘴砖的弧面形成薄而展的圆盘形火焰,圆盘面积较大,较其它类型烧嘴相比,平焰烧嘴的圆盘形火焰会增大辐射传热的面积,提高加热

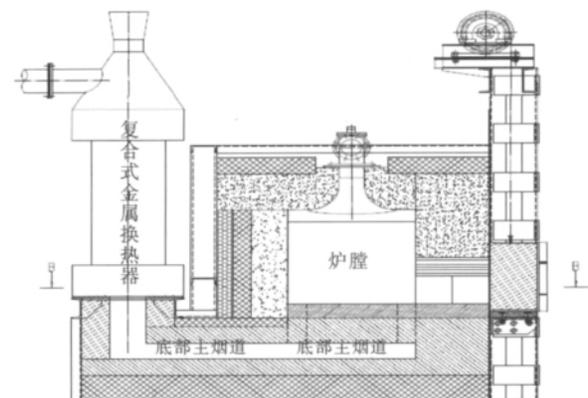


图 1 室式锻造加热炉结构示意图

收稿日期 2010-10-20, 修回日期 2011-02-12

作者简介: 王竹霞(1965—), 女, 工程师, 主要从事热工设备的技术管理工作。

效率。这对于工件加热是非常有利的。这种形式的火焰会使温度场温度分布均匀,加热速度快。平焰烧嘴一般用于炉顶安装,由于其厚度较小,再加之平焰烧嘴的特点,在一定程度上降低了炉膛高度,降低了炉体的制造成本。值得注意的是,平焰烧嘴的火焰有切向性,所以在炉顶与炉墙的结合处密封要做的非常好。

1.2 排烟系统

在以往制造的室式锻造加热炉中,采用过多种排烟方式,例如:上排烟、侧排烟及后排烟等。这些方式均能达到排烟效果,但是排烟方式的优劣直接影响到工件的加热效果、炉子的使用寿命及燃料的利用率。笔者认为较好的排烟方式为:多点下排烟。因为炉气的自身性质为上浮型,如果采用上排烟的方式,一部分炉气将直接从炉顶排烟口流走,而不参与炉内的气流循环,故降低了燃料的利用率,侧排烟及后排烟相对好一些,但是这些排烟方式还有很大的弊端就是炉内的温度场不均匀,造成对工件的加热不平衡,炉温自动控制困难,生产效率低。经过实验研究,认为炉底多点下排烟为较佳的排烟方式,这种方式有以下优点:

(1)烟气沿下分支烟道流出,使工件与烟气有了更充分的接触,在避免部分烟气浪费的情况下,同时提升了烟气的利用,在烟气下排时,烟气会冲刷置于炉底的坯料,相当于烟气对工件进行了预热。

(2)单点排烟极易造成炉内烟气循环简单化,造成炉内炉气分布存在死角,炉内温度场不均匀,炉内的工件所处区域温度差较大,加热效果差别明显,使得生产效率降低,工人操作量增加。多点排烟会造成炉内烟气流场的散乱,使烟气在炉内能够充分循环,炉内温度场均匀,工件加热效果均衡,加热时间短,生产效率高。烟气经分支烟道流入到炉底总烟道后汇集,经过炉后换热器后排出。

1.3 温控系统

传统的燃烧控制方式一般采用连续比例控温,

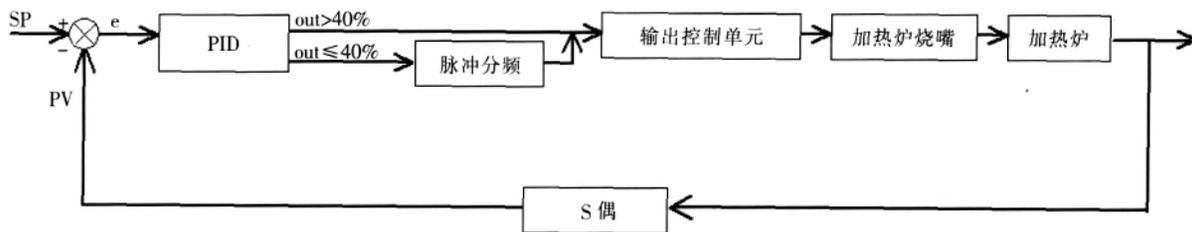


图2 燃烧控制系统图

这种控温方式在小负荷供热控制中由于燃气管路比较细,控制系统的响应能力很难满足流量变化的需要,因此控温误差会有较大的波动。再者当燃烧负荷低于40%时,空气过剩系数会增大,这就意味着烟气的含氧量会提高增大了工件的表面氧化,过剩的空气还会带走更多热量,从而降低了燃烧效率,浪费了能源。为了解决这个问题,采取连续比例控温+脉冲燃烧控温方式进行炉温的智能控制。这种控温方式适合应用在有锻造工艺温度曲线要求的锻造加热炉上。

连续比例控温方式是一种比较传统的控温方式,这里不作详细介绍。脉冲燃烧控温方式是一种间断燃烧的方式,使用脉宽调制的方法通过调节烧嘴燃烧时间的占空比实现温度控制。采用脉冲燃烧控温时烧嘴只会有满负荷或关闭两种状态,烧嘴满负荷时各阀门的位置都是事先调节好的,这样就保证了烧嘴一直保持最佳燃烧状态。燃烧控制系统结构如图2所示。

简要介绍脉冲燃烧控温工作方式,PID运算输出功率负荷变化信号通过脉冲分频系统将功率负荷变化信号转变为烧嘴大火工作的时间并按脉冲周期转换工作。如当前输出功率负荷为25%,则第一个脉冲时段烧嘴为大火工作,第二至第四个脉冲时段为关闭,第五个脉冲时段再次工作,通过此方式不断地循环。脉冲时序图如图3所示。

由于脉冲控制方式需要频繁的点燃烧嘴,所以烧嘴点火必须安全可靠,为了燃烧安全每个烧嘴配有高压点火变压器和点火电极实现自动点火,配有火焰监测器和检测电极来监测气体燃烧时产生的离子电流,从而监控烧嘴的燃烧状态,当烧嘴因故障熄灭时能自动切断燃气管路上的电磁阀并报警,以免发生事故。

烧嘴点火分为手动和自动两种方式。在手动情况下,操作工可以在现场通过烧嘴控制器上的点火按钮或者上位机显示器上的点火按钮给出点火指

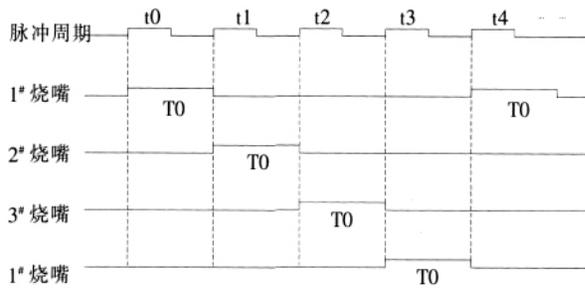


图3 脉冲时序图

令,烧嘴控制器得到点火指令后,点火变压器得电放出点火电弧,同时燃气电磁阀打开将燃气送入烧嘴,点火时间根据不同的烧嘴控制器有所区别,一般点火时间持续在5s左右。在点火期间,如果烧嘴点火成功,点火变压器自动断电,燃气电磁阀保持打开,同时在烧嘴控制器和上位机上有烧嘴运行(燃烧)指示;如果烧嘴没有点燃,烧嘴控制器会自动切断燃气电磁阀,点火变压器断电,同时在烧嘴控制器和上位机上会有报警指示,提醒操作工判断并排除故障后,重新点火。在自动情况下,点火指令由在PLC中运行的程序给出,点火时序与手动情况下一致,运行及报警指示相同。

2 实际应用

在实际应用中,与传统炉型相比,此种炉型的优点得到了充分的发挥。从下面几点进行说明:

(1)节约能源,降低能耗 优化改造后的炉型采用平焰烧嘴加热,同等燃料条件下,其加热速度快,加热时间短;采用多点下排烟,既避免了部分烟气的

浪费,又促使烟气与工件充分接触,对烟气余热进行了回收利用。

(2)生产效率高 优化改造后的炉型炉内温度场均匀,整炉内工件加热均匀,可实现整炉工件同时完成加热工艺。这样既节省了工件加热时间,也缩短了整炉工件加热后的锻造加工时间,可实现整炉工件的连续锻造,避免了因要等待全炉工件完成加热而使炉子一直燃烧造成的时间及能源浪费。

(3)降低工人劳动强度 优化改造后的炉型整体性好,结构简单,维修率低。再加之独特的炉型结构,使得在工件加热过程中对炉子的操作量少,控制简单,降低了工人的劳动强度。

(4)锻造加热炉改造前锻件氧化烧损2.5%~3.0%,控温精度为 $\leq \pm 10^\circ\text{C}$,班平均能耗为 $300\text{ m}^3/\text{t}$ 。改造后锻件氧化烧损 $\leq 1.5\%$,控温精度为 $\leq \pm 3^\circ\text{C}$,班平均吨耗为 $160\text{ m}^3/\text{t}$ 。

3 结语

优化改造后的室式锻造加热炉炉型归纳为:中心加热,多点下排烟。使用效果表明,优化改造是成功的,效果良好,满足了锻造工艺和节能减排的要求。

参考文献:

- [1] 王秉铨.工业炉设计手册[M].2版.北京:机械工业出版社,1996.
- [2] 吴嘉麟.化工过程自控原理及应用[M].广州:华南理工大学出版社,1993.
- [3] 姚铭,罗锦才.自控原理及计算机控制实验教程[M].厦门:厦门大学出版社,2008.

(上接第56页)

表2 650℃拖偶测试结果

项目	实测结果	保证值要求
温度均匀性/℃	± 5	± 10
断面温差/℃	最大3.3,平均2.1	
同板温差/℃	最大7.8,平均3.8	

表3 450℃拖偶测试结果

项目	实测结果	保证值要求
温度均匀性/℃	± 7	± 12
断面温差/℃	最大6,平均3.6	
同板温差/℃	最大10,平均5.3	

表4 200℃拖偶测试结果

项目	实测结果	保证值要求
温度均匀性/℃	± 10	± 15
断面温差/℃	最大8.6,平均1.3	
同板温差/℃	最大8.6,平均1.2	

4 结语

2# 辊底式炉自改造投产以来,燃烧系统运行可靠,设备故障率低,炉温控制精度高,钢坯温度均匀,产品质量稳定。在生产实践中,针对这套燃烧系统,还在进一步精调、优化,以达到更优的使用效果。

参考文献:

- [1] 王玉民,闫晓强.马钢CSP辊底炉燃烧控制系统[J].工业炉,2006(3):43-45.
- [2] 朱立夯,张占强.辊底式加热炉有关问题探讨[J].工业加热,2004(4):31-34.
- [3] 柳昊.中厚板辊底式热处理炉顺序控制系统的设计[D].沈阳:东北大学材料与冶金学院,2009.