● 装备技术 Equipment Technology ●
DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2019.04.021

铸造车间热处理炉烟气余热回用系统设计

苏见波,李晓宾,郝 礼
(机械工业第六设计研究院有限公司,河南 郑州 450007)

摘 要:燃气热处理炉余热回收是一项绿色、高效的余热利用技术,本文阐述了铸造车间热处理炉烟气余热回用系统原理和设备布置方案,介绍了烟气余热收集系统、主循环系统、软化水系统、生活热水制取系统以及电控系统。热处理炉的余热回收可降低企业能源消耗,经济效益显著,在工程设计中应给予足够的重视。

关键词:热处理炉;余热回收利用;节能
中图分类号:TG155 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-8365(2019)04-0410-03

Design of Flue Gas Waste Heat Recovery System for Heat Treatment Furnace in Foundry Workshop

SU Jianbo, LI Xiaobin, HAO Li
(SIPPR Engineering Group Co., Ltd., Zhengzhou 450007, China)

Abstract: Gas heat treatment furnace waste heat recovery was a green and efficient technology. The principle and equipment layout of the flue gas waste heat recovery system of the heat treatment furnace in the casting workshop were described in detail. The flue gas waste heat collection system, main circulation system, softening water system, domestic hot water production system and electric control system were introduced. Heat treatment furnace waste heat recovery can reduce the energy consumption of enterprises, economic benefits are significant, in the engineering design should be given enough attention.

Key words: heat treatment furnace; waste heat recovery and utilization; energy conservation

当前我国经济高速增长,资源短缺、环境保护等问题日益突出,发展循环经济已成为我国经济的必然选择[1]。铸造行业是能源消耗与污染物排放较高的行业,绿色铸造是未来铸造行业的发展趋势,基于循环经济模式的绿色、环保、节能型铸造企业将是今后的发展方向。铸造生产越来越注重节约资源和能源,有效治理污染及减少废弃物排放,改善作业环境,提高资源的综合循环再利用,实现铸造全过程节能减排。

铸造车间燃气热处理炉使用过程中排放的烟气温度较高,具有很大的利用价值,若直接排放掉,既浪费能源,又污染环境。通过利用先进、高效、可靠的余热回收利用技术,把烟气中蕴含的热量收集起来,可预热炉子的助燃空气或加热低温水(自来水)供应企业员工洗浴和生活用水等,不需要运行费用,不仅能够提高能源利用率、节能减排、保护环境,又能够改善生活品质,给公司带来很好的经济效益及社会效益。

1 烟气余热回收原理

燃气热处理炉排烟口加装空气预热器,利用炉内排出的高温烟气加热炉子本身需用的助燃空气,使余热得到利用,提高炉子的热效率。空气预热器不需要掺冷风,换热效率高,可将助燃空气预热到300 ℃以上。但即便如此,排烟口排放的烟气温度仍然高达350~700 ℃,将温度达350~700 ℃的烟气直接排放到大气中,既浪费能源又污染环境[2,3]。如果把这部分烟气通过热回收系统再利用,具有较高价值。

燃气热处理炉烟气余热回用系统利用热管技术,将高温烟气中的热量进行回收,通过烟气与水之间的热交换,用回收的烟气余热来制取高温热水,随后这些高温热水经过板式换热系统,通过水与水之间的热交换来制取生活用热水(制成的热水温度可调,约60~80 ℃)。与此同时,又将排入大气的烟气温度降为130 ℃以下,实现了变废为宝、节能减排。烟气余热回收利用系统原理详见图1。

由于炉子是间歇运行,在停炉时间段内,不能即

收稿日期:2018-12-04
作者简介:苏见波(1980-),河南郑州人,高级工程师.研究方向:铸造工厂的工程咨询、工程设计及总承包工作.
电话:0371-67606436,E-mail:Lysu789@126.com

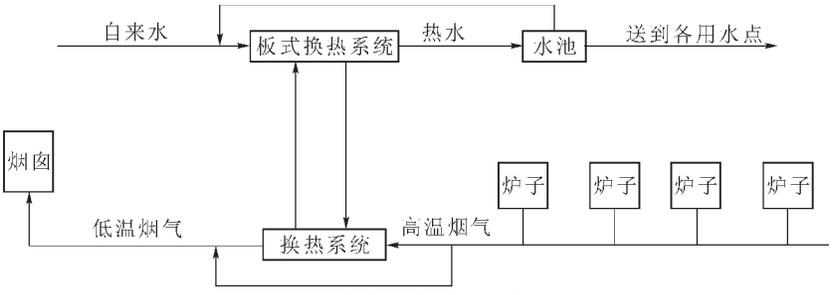

图 1　烟气余热回收利用系统原理图

Fig.1　Principle diagram of flue gas waste heat recovery and utilization system

时产生热水，为了保证热水的供应，在此系统内增设了热水蓄水池，可将产生的热水进行储存，以便用水之时保证热水的供应。另外，当水池内的水温低于要求时，可启动循环水泵，将水池内的水再次经过换热器，进行二次加热，直至满足使用要求。与此同时，在余热回收利用系统中装有旁通烟道，即使余热回收系统在维护期间，也能保证热处理炉的正常排烟，从而保证生产的正常进行。

2　设计方案

2.1　设备布置

某厂铸造车间选用 4 台台车式燃气热处理炉，炉体有效加热区尺寸分别为：1#/2# 热处理炉 5 m×1.5 m×1.5 m，3#/4# 热处理炉 2 m×1.3 m×1.5 m，最高工作温度 1 050 ℃，采用下供热上排烟炉型。炉子的总燃气管路从车间供气管道引接，在炉前的总燃气管路上装有燃气专用手动截止阀、过滤器、减压阀、燃气快速切断阀、流量计、安全释放阀、压力表和压力开关等。在保证热处理炉正常运行的情况下，车间 4 台燃气热处理炉组成一个炉群，该炉群通过一个集中烟道连在一起。当其中任一热处理炉工作时，其炉内燃烧生成的烟气在该系统中引风机的作用下通过各自分烟道进入到集中烟道，进而排至余热收集系统。集中烟道选用 4 mm 厚耐热钢板制造，烟道外用 150 mm 厚硅酸铝耐火纤维毯保温，耐火纤维外面再用 0.5 mm 厚镀锌钢板进行防护和隔热。

热处理炉的烟气余热回收利用设备主要由余热回收和利用系统、生活热水供应系统、电气控制系统等组成。热处理炉及余热利用设备布置详见图2。

2.2　余热回收和利用系统

余热回用系统主要包括：排烟及烟气余热收集系统、主循环系统、软化水系统、生活热水制取系统。

炉群烟气通过车间集中烟道进入排烟及烟气余热收集系统，能产生最大抽力约 500 Pa，具有排出炉群烟气和收集炉群烟气余热的功能，在不需要进行烟气余热回收或余热采集系统出现故障时，经旁通烟道也可将炉群烟气排出，确保不影响炉群正常运行。设计选用两台排烟风机(一用一备)为炉群排烟提供动力，保证各炉子排烟口处烟道压力为负压，并保持恒定，确保炉群烟气能够及时、顺利排出。排烟风机采用变频控制，以适应炉群烟气量的变化，降低风机噪声，节约电能。烟气余热收集器不仅用作排烟的通道，也是收集烟气热量的装置，是整个余热回收利用系统的关键重要部件之一，需要特殊设计和

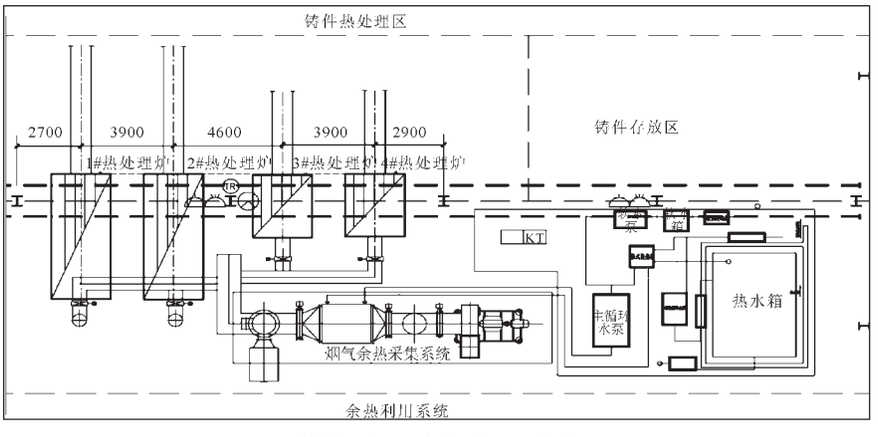

图 2　热处理炉及余热利用设备布置图

Fig.2　Layout of heat treatment furnace and waste heat utilization equipment

制造。

主循环系统的功能是把烟气余热收集系统收集的热量送到热水制取系统，在循环泵的作用下，热水不断经过电动阀、电动调节阀、逆止阀、板式换热器、烟气余热采集器等，热水循环反复不断被加热。

软化水系统包括全自动软水器、软水箱、软水供应泵、膨胀罐、安全阀、手动阀门、逆止阀、压力表、管路等，向主循系统提供软化用水。该系统可减少水中的钙、镁离子量，避免或减少热水结垢现象产生，确保余热回收系统安全、长期、可靠运行。

生活热水制取系统的功能是利用收集到的余热来制取 60~80 ℃的生活热水[4]，系统包括电动阀、电动调节阀、手动阀、过滤器、辅助循环水泵、热水换热器等。

3 电控系统及辅助加热装置

电气控制系统包括电控柜、压力传感器、温度传感器、电线、电缆、桥架等，控制内容包括动力控制、烟道抽力控制、压力控制、温度控制、连锁控制等。电控柜内装有空气开关、交流接触器、变频器、PLC 等各种控制元件，电控柜面板装有按钮、开关、指示灯、触摸屏等元件。显示监控装置采用触摸屏，可以方便查看系统运行情况，并检查系统的故障状态。

辅助应急加热装置作为余热热源的补充，在一般情况下不工作，只有在无烟气余热或余热量不足时，应急制取洗浴热水等。此装置采用天然气加热，由燃烧筒、烧嘴、电磁阀、气动双位蝶阀、助燃风机、电气控制等组成。

4 结束语

铸造车间热处理炉在工作时产生大量的余热，以往都通过烟道排往空气，造成运营成本高和环境污染。通过实施高温废气的余热回收再利用系统，可以提高工业炉的热效率，节约能源，减少温室气体排放，可以使能源的利用率提升大约 10%~15%[5]。铸造生产的发展趋势是绿色清洁生产，企业应高度重视在生产全过程中循环经济的减量化、再利用、再循环、再回收技术，同时加大企业环境保护和节能减排的设备投入。

参考文献：

[1] 张昌高. 基于循环经济下我国企业的发展对策研究 [J]. 科技与企业, 2015(7): 13-14.

[2] 高秀洁，张军，郑黎明，等. 利用热泵技术对精密铸造生产中的余热采暖和制冷 [J]. 特种铸造及有色合金，2011，31(12): 1131-1133.

[3] 贾宝强，范永强. 曲轴锻造生产线循环冷却水余热利用设计[J]. 价值工程，2012，31(11): 36-37.

[4] 张冰，谢国威. 锻造加热炉烟气余热利用节能改造 [J]. 冶金能源，2014，33(1): 38-40.

[5] 刘玲玲，王东霞，李保强，等. 锻铸车间热处理炉烟气余热二次回收利用系统[J]. 铸造技术，2016，37(7): 1749-1752.

技术资料邮购

《铸造质量控制应用技术第2版》

《铸造质量控制应用技术第2版》推出后收到了广大技术人员和相关专业人员的一致好评。本书针对各种铸造工艺方法、造型材料、生产工序及铸造合金，全面系统地介绍了铸造质量控制原理及控制技术要点，为生产高质量的铸件提供了理论和技术支持。本书主要内容包括：砂型铸造质量控制、消失模铸造质量控制、特种铸造质量控制、铸造合金及其熔炼质量控制、铸件清理技术及质量控制。本书内容丰富，以介绍铸造质量控制原理为基础，介绍典型的铸造质量控制技术为目的，体现了铸造技术的新成果，具有较高的学术及应用参考价值。

特快专递邮购价：88元。

邮购咨询：李巧凤　　电话/传真：029-83222071