

# 25 t/h 热风外置式长炉龄冲天炉的设计及调试

孙殿宝

(一汽铸造有限公司 铸造二厂,吉林 长春 130011)

**摘要:**介绍了 25 t/h 热风外置式长炉龄冲天炉的设计背景,首先从生产条件上进行改善,对金属炉料、铸造用焦炭、辅料尺寸、出炉温度和化学成分等进行新的规范;在冲天炉的设计上多采用一些适应长炉龄连续生产的结构和工艺;将炉气产生的 9 MW/h 的热能用于冲天炉生产的鼓风加热、砂芯烘干炉的涂料烘干、职工洗澡水加热、砂准备车间的厂房升温、冲天炉系统鼓风升温。通过对 25 t/h 热风外置式长炉龄冲天炉的设计及调试,大大节约了生产成本,真正实现了铸铁熔炼的高效率、高质量、节能、环保型的现代化生产状态。

**关键词:**冲天炉;长炉龄;节能;环保

**中图分类号:**TG232.1      **文献标识码:**B      **文章编号:**1003-8345(2015)04-0083-05

**DOI:**10.3969/j.issn.1003-8345.2015.04.014

## Design and Commissioning of 25 t/h Durable External Hot Air Cupola

SUN Dian-bao

(Second Foundry, First Automobile Foundry Co., Ltd., Changchun 130011, China)

**Abstract:**The design background of 25 t/h durable external hot air cupola was introduced. The improvements were on the production conditions, the metal charge, foundry coke, accessories size, temperature and chemical composition first. In the design of cupola, some structure and process were applied to make it durable under continuous production condition. The 9 MW/h exhaust thermal energy was used to Blast heating, sand core paint drying, heating bath water for workers, warming sand preparation plant and blast cupola furnace heating system. By Designing and commissioning the 25 t/h durable external hot air cupola, the cost of production was significant reduced, modern iron smelting production status of high efficiency, high-quality, energy-saving and environment-friendly were finally achieved.

**Key words:**cupola; long life; energy saving; environmental friendly

笔者公司一直沿用 1983 年从日本引进的 2 套 20 t/h 热风冲天炉进行生产,除做过一些局部的针对性的改进、修缮工作外,从未做过较大规模的设备和工艺技术方面的提升与投资。

随着汽车工业的迅猛发展,生产能力远远满足不了汽车产能的快速增加和铸件品质日益提升的需要。冲天炉生产排放不达标,而且冲天炉频繁打炉也造成很大浪费,生产中冲天炉系统能源消耗过大,可利用的废气无序、无利用排放等

问题的出现,促使公司进行全面整改。

整改的目标是:解决铸件产能不足问题;解决当前冲天炉生产废气排放不达标问题;大幅度提高冲天炉连续生产能力;解决生产能耗高、降低成本、降低劳动强度问题;全面回收再利用冲天炉生产余热。

### 1 生产条件的改善

在确定项目各参数值前,先后与美国 ECS 公司、日本浪速炉业株式会社和德国 KKG 公司进行多次交流,并去潍柴、日本、欧洲考察。再结合集团未来汽车产能提升、原材料供给结构、造型线匹配度、产量波动以及保证冲天炉熔化的连

收稿日期:2015-05-06

修定日期:2015-08-10

**作者简介:**孙殿宝(1959.11-),男,汉族,辽宁瓦房店人,毕业于一汽职工大学机械制造专业,主要从事冲天炉设备技术与维护管理等方面的工作。

续性等诸多问题,最终确定了新冲天炉设计的基础是:每小时可连续熔化出 22~28 t 铁液,平均生产能力为 25 t;连续自动配加料方式;生产废气100%的收集、再利用;油、水、风综合余热交换技术用于生产、生活、厂房采暖;炉料以废钢为主,不使用生铁的配料工艺;高温鼓风机长炉龄连续熔化,连续出铁,干式除渣方式等。

笔者公司采用的原材料与国内外其它大型企业相比,还是有很大差距的,废钢全部是含油或镀 Zn 的,而且打包钢块度大,回炉料几乎不破碎,焦炭批次质量不均、含灰量大且碎渣多。最后针对新冲天炉的原材料,供方承诺金属炉料的技术参数如表 1 所示,废钢中的镀 Zn 废钢可达 80%,废钢中含油量约 4 kg/t;铸造用焦炭各参数如表 2 所示;各辅料尺寸如表 3 所示;铁液的出炉温度和化学成分如表 4 所示<sup>[1]</sup>。

在此基础上,要求每次出铁液 30 min 后应达到 1 500 °C,出铁液 60 min 后正常连续生产平均达到 1 540±15 °C;铁液化学成份稳定,满足铸铁等级要求;炉渣中  $w(\text{FeO})$  量低于 2%;Si 的烧损率≤20%,Mn 的烧损率≤15%。表 5 是熔化车间的生产条件。

除了确定现有条件下冲天炉设计中要实现

表 1 金属炉料  
Tab.1 Metal charge

项目参数	堆积密度/t·m <sup>-3</sup>	尺寸/mm	炉料配比(%)
回炉料	>1	≤300	25~35
打包镀 Zn 废钢	>0.9	≤300	65~75
含油废钢	>0.7	≤300	65~75

表 2 铸造用焦炭  
Tab.2 Foundry coke

尺寸/mm	水分(%)	固定碳(%)	灰分(%)	挥发分(%)	$w(\text{S})$ 量(%)	转鼓破碎程度(%)	反应性气孔率(%)
100~250	≤5	≥85	≤12	≤1.5	≤0.6	≥81	33.4~38.4

表 3 辅料尺寸  
Tab.3 Accessories size

成分	CaCO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Si-Fe	SiC	Mn-Fe	Cr-Fe
尺寸/mm	30~60	30~60	30~80	30~80	30~80	30~60

表 4 铁液出炉温度和化学成分  
Tab.4 Molten iron tapping temperature and chemical composition

出炉温度/°C	$w_b(\%)$				
	C	Si	Mn	S	P
1 500~1 540	3.25~3.40	1.8~1.95	0.50~0.70	≤0.10	≤0.05

的目标外,还要在不影响另一套 20 t/h 冲天炉正常生产的前提下,布置新的冲天炉及其配加料系统,改造仍在使用中的水、电、气、采暖的地下和空中各系统。

## 2 系统布置及工艺流程

为了达到冲天炉长炉龄运行的目的,在冲天炉的设计上多采用一些适应长炉龄连续生产的结构和工艺:

(1)冲天炉配置有水冷 Cu 制风口,用高速水流冷却风口前端,风口呈锥形设计,维修极为简便。(2)采用圆锥体的炉型,使炉壳冷却效果更好,还可以优化气流和物流。(3)采用封闭的干式炉底,冲天炉的铁液和炉渣采用小容量的压力式虹吸分渣器进行自动分离。这样可以得到更高的出铁温度、更精准的铁液成分,图 1 是主系统流程图。

液态渣采用干法处理,即由裙边式炉渣输送机连续接收,并在输送过程中靠现场环境温度将渣冷却。在冷却过程中,炉渣由于体积收缩产生应力的变化,会碎裂成固体碎片和颗粒,最后排

表 5 熔化车间的生产条件

Tab.5 Production conditions in melting shop

项目	参数
动力电源	380/220(±10%)V, 50(±2%)Hz
海拔高度/m	<200
环境温度/°C	-38~36
湿度(%)	40~55
压缩空气压力/MPa	0.45~0.65
自来水压力/MPa	0.2~0.25
冷却水流量/m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup>	280
冷却水压力/MPa	0.4~0.6
冷却水硬度/mg·L <sup>-1</sup>	风口是 50,炉壳是 70~80
天然气热值/MJ·(N·m) <sup>-1</sup>	33~353
天然气工作压力/kPa	12~18

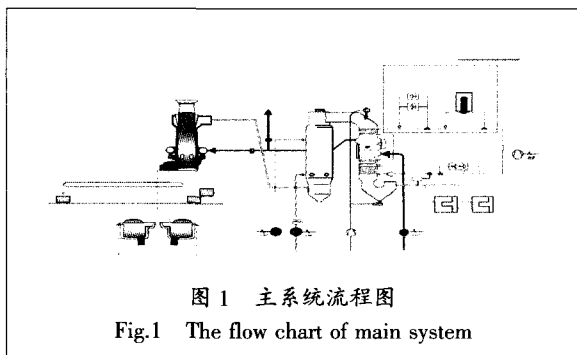


图 1 主系统流程图

Fig.1 The flow chart of main system

入炉渣收集箱。铁液和液态渣从冲天炉体内经过密闭的过桥流入虹吸分渣器,铁液由较低的出铁口和液流槽流入感应保温炉内,液渣由较高的出渣口和导槽流入其处理系统中。

从熔炼炉炉顶精心收集来的炉气要进行2次燃烧,以充分利用其化学潜热和物理显热。首先加热冲天炉熔化用鼓风,然后再经过梯级热交换装置将余热继续用于砂芯涂料烘干、员工洗澡、食堂热水、厂房采暖和冲天炉鼓风机的进风口加热。这些是通过一个可以完全燃烧含尘炉气的燃烧室和一个垂直布置的由一系列换热管束组成的热交换器来实现的。在燃烧前,炉气中的大颗粒粉尘由分离器去除。

冲天炉熔化用的热风由鼓风机从大气(自然温度)吸入后,经安装在进风管路上的小型风/油换热器实现一级加热(使其出口风温达到50~100℃)。再经过系统中主换热器的风(风换热)将其加热到550~600℃。在热风管道和热风环管的内壁砌有特殊设计的保温材料,极大地降低了温度损失。

加料系统采用一台新的10t桥式金属配料吊车,替代现有的配料吊车。吊车配置重载电磁吸铁盘,吸铁能力达3t。配置移动式操作室,吊车驾驶员坐在操作室内只负责将废钢和回炉料的振动料斗加满。由振动给料机自动向称重输送车上的加料桶下料。

焦炭和石灰石从现有存放点通过皮带输送到仓顶,再由刮板机卸料至相应的料仓。合金料在其专用运输吊箱内由配料吊车的辅助吊钩将其送入合金料仓。

非金属炉料由一个移动称重料斗称重,合金料由一个精密秤称重。所有从料仓出来的辅料全部集中到移动称重料斗中,再加入到行走小车上的批料加料桶中,与金属炉料一起行走、提升,最后加入到冲天炉中。一批炉料的配加料工作完成仅需约4.5min,一批料总重约4000kg。

整个生产操作过程及系统中的各装置,都由工艺控制系统进行集中监视和控制。这个系统负责所有相关工艺参数的收集、监视和控制。操作人员也可以通过输入加料配方或设定铁液成分。

控制系统的PLC采用西门子S7-400,PLC和现场测量装置的信号通过信号转换柜送往马

达控制盘。

熔炼装置整个系统的基本数据收集在专家分析系统中,供正常生产使用。专家分析系统中存有原料和冲天炉操作最为典型的数据,是以物料平衡和能源平衡为基础开发的冲天炉专家运算程序。

该冲天炉系统与其配套的加料系统的成功实施,将使铸铁熔炼进入高效率、高质量、节能、环保型的现代化生产状态<sup>[2]</sup>。

### 3 余热利用与生产成本

新25t/h冲天炉系统能够把生产排放的废气100%收集,对灰尘、有害气体通过燃烧和二级除尘而被再利用,表6是新旧冲天炉排放值对比情况。该项目投资成本的快速回收、彻底实现环保排放、降低能耗和生产成本等都是通过冲天炉生产中废气的回收与利用来实现的。

新25t/h冲天炉正常生产中,每小时可以通过炉气100%收集后的再燃烧,产生约9MW/h的热能,具体表现在:

#### (1)用于冲天炉生产的鼓风加热

利用大约3.4MW/h的热能为25t/h冲天炉约20℃的20000Nm<sup>3</sup>/h冷空气鼓风量加热到550℃以上,这部分热能可以把冷风转为热风,实现冲天炉热风生产,大大降低了生产成本。

#### (2)用于砂芯烘干炉的涂料烘干

将3MW/h的热能供给砂芯烘干炉来实现砂芯涂料的烘干。将3MW/h的热能分为13个换热参数不同的换热器,形成13个独立的自循环的风与油的换热系统,最高可以把冷风换热为185℃的热风,总加热风量约为200000Nm<sup>3</sup>/h左右。经测算这样每小时最多可以节省约306m<sup>3</sup>的天然气,基本取代天然气热源。

#### (3)用于职工洗澡水加热

利用冲天炉1MW/h的余热给员工洗澡水加热,在冲天炉生产中就可以停止使用公司的高温水。

表6 新旧冲天炉排放值  
Tab.6 Emission values of old and new cupolas

项目参数	SO <sub>2</sub> /kg·h <sup>-1</sup>	氮氧化物/ kg·h <sup>-1</sup>	烟气浓度 /mg·(Nm) <sup>-3</sup>	烟气量/kg·h <sup>-1</sup>
新冲天炉	0.46	1.16	2.7	0.11
旧冲天炉	114.66	0.47	1 321.8	53.15

利用现有的一个约 40 t 的蓄水箱,通过一个 1 MW/h 的油/水换热和水/水换热 2 个换热程序,把平均 10 ℃左右的自来水加热到 65~70 ℃,并直接送入该水箱,按现在的控制方式,就可以实现员工洗澡用高温水。浴室储水箱停产前可以有 40 t 高温水的储备,若在夏季可以保证第 2 天的检修用水。

#### (4)用于砂准备车间的厂房升温

砂准备车间厂房内没有采暖,在冬季时生产用原砂冻结问题严重,很难处理,经常阻碍正常生产秩序。

将 1 MW/h 的热能输送到砂准备车间内的原砂库附近,通过油/风换热器换出约每小时 24 000 Nm<sup>3</sup>/h 的 80 ℃左右热风直接吹入车间,冲天炉生产时供给这个独立厂房(7 500 m<sup>2</sup>)取暖,估测可以提升 10 ℃以上厂房温度。这样就可以从根本上解决长期困扰生产的冻砂问题。

#### (5)冲天炉系统鼓风升温

用 0.6 MW/h 的热能给冲天炉生产时鼓风机进口处吸入的冷空气加温。

### 4 投产后预期效果

(1)彻底改变公众对冲天炉生产运行脏、乱、黑、苦的印象。

(2)可以把冲天炉龄由 2 天提升为 60 天。

(3)实现生产秩序稳定。

(4)实现环保排放,各有害气体排放远低于国家和国际标准,车间生产环境可以得到显著改善。

(5)能源消耗大大降低,2012 年度冲天炉生产铁液平均每吨天然气耗量约为 26.13 m<sup>3</sup>,采用新冲天炉后平均每吨天然气耗量约降至 13.8 m<sup>3</sup>。2012 年生产每吨铁液焦炭耗量为 152 kg,若按 2012 年的铸件产量,新冲天炉每吨铁液焦炭耗量为 118 kg。铁焦比从 2012 年度的 6.58 左右,提升到 8.5 左右。按 10 万 t 铁液计算,天然气节约成本 246.6 万元,焦炭节约成本 940.6 万元。

(6)利用余热实现员工洗澡和生活用热水,每年可节约高温水费约为 70 万元左右。

(7)利用余热给砂芯烘干炉对砂芯表面涂料烘干。按天然气平均为 2 元/m<sup>3</sup>,每个工作日 20 h 生产,每年 300 个工作日来计算,一年仅这一项可节约 367 万元。

(8)冬季用 1 MW 的余热给厂房加温,解决原砂冻结问题。

(9)实现环保排放,造福于员工,还世界一片蓝天。

(10)大大降低生产操作人员数量和劳动强度等。

在系统正常生产时,每年节约总成本约在 246.6+940.6+70+367=1 624.2 万元。

### 5 实施情况

新冲天炉及其配加料系统项目完全占据了原熔化车间球铁旧冲天炉系统的原有位置。为此,拆除了旧的系统设备,拆除并加高了(约 10 m)主厂房,改造和位移了地上和空中的各动力管路系统和高压电缆 23 根等。

该 25 t/h 冲天炉主系统已于 2014 年 1 月 17 日完成调试工作正式生产铁液。铸件已通过大众公司、奥迪公司检验,设备系统各运行参数达到设计要求,此冲天炉正在生产运行中,余热利用系统正在调试中。所取得的初步成效如下:

(1)彻底解决了铁液供不应求问题。

(2)实现冲天炉生产废气排放低于环保要求。

(3)大幅提高冲天炉连续生产能力,由旧炉生产每 2 天打一次炉,实现生产最长 47 天打一次炉。

(4)生产用天然气耗量大幅降低,2013 年 4 月每吨铸件消耗天然气 27.66 m<sup>3</sup>,2014 年 4 月每吨铸件消耗天然气 17.14 m<sup>3</sup>,降低 38%。

(5)大大降低了劳动强度和操作人员数量(每班由 8 人降为 5 人)。

(6)热风温度由原 350 ℃提高至 550 ℃以上,最高达 610 ℃以上。

(7)铁液出口平均温度达到 1 540 ℃左右。

(8)几乎不使用生铁,2013 年 4 月每吨铸件生铁消耗量 274.95 kg,2014 年 4 月每吨铸件生铁消耗量 0.85 kg。

### 6 结束语

通过对 25 t/h 热风外置式长炉龄冲天炉的设计及调试,彻底改变公众对冲天炉生产运行脏、乱、黑、苦的印象,大大节约了生产成本,真正实现了铸铁熔炼的高效率、高质量、节能、环保型

# 排气歧管材料的选择及质量控制

赵新武,王姗姗,张银生

(西峡县内燃机进排气管有限责任公司,河南 西峡 474500)

**摘要:**介绍了排气歧管的结构设计、材料选择、冶金质量及显微组织要求,提出了耐疲劳性能是排气歧管的重要性能指标。根据多年来生产排气歧管的经验,总结出以下要点:(1)根据排气歧管的工作温度选择相应的材料;(2)铁液熔炼和处理工艺对耐热材料的性能起决定性作用,特别是预处理对提高材料的耐疲劳性能至关重要;(3)为提高排气歧管在冷热交变温度下的耐疲劳性能,须重视显微组织缺陷对疲劳性能的影响;(4)排气歧管在台架试验和使用过程中变形、开裂与结构密切相关。要防止变形,不仅铸造工艺设计要合理而且要优化,铸件结构也需要进行优化。

**关键词:**排气歧管;耐疲劳性;变形;开裂

中图分类号: TG250      文献标识码: A      文章编号: 1003-8345(2015)04-0087-05

DOI: 10.3969/j.issn.1003-8345.2015.04.015

## Material Choice and Quality Control of Manifold

ZHAO Xin-wu, WANG Shan-shan, ZHANG Yin-sheng

(Xixia Intake & Exhaust Manifold Co., Ltd., Xixia 474500, China)

**Abstract:** The construction design, material choice, metallurgical quality and microstructure requirement were introduced. It was proposed that the fatigue resistance property was an important property index. Based on the experiment with manifold production for many years, the following key points were summarized: (1) Choose proper material according to the working temperature of manifold; (2) The iron melting and treating processes have the determining effect on the property of heat-resistant material, especially the pretreatment was the vitally important factor to elevate the fatigue resistance property; (3) In order to elevate the fatigue resistant property of the manifold under the cold-heat alternating temperature; it was necessary to pay attention to the influence of microstructure defects on fatigue property; (4) Distortion and cracking of the manifold in bench test and usage process were closely related with its construction. In order to prevent distortion, not only the casting process and method must be rational and optimized, and the construction of casting also to be optimized.

**Key words:** manifold; fatigue resistance; distortion; cracking

排气歧管作为汽车发动机的关键零部件,其主要作用是以尽可能小的排气阻力和噪音,将气缸中废气通过排气歧管、排气总管、催化转换器、消声器排放到大气中。发动机气缸中产生的高温、高压气体对排气歧管不断冲击,因此极易发

生氧化起皮、变形、开裂故障,直接影响发动机的稳定性和尾气排放质量。特别是石油能源紧张、汽车排放标准的不断提高,缸内直喷、涡轮增压技术在发动机中应用更加广泛,排气歧管需要承受更高的排气温度和压力,对排气歧管材料提出了更高的要求。

排气歧管是各种内燃机中的重要部件,是在高温下作业、又难以实现强制冷却的部件。当工

收稿日期: 2015-01-12      修定日期: 2015-06-20  
作者简介: 赵新武(1949-),男,高级工程师,主要从事铸造工艺的研究。

的现代化生产状态。

### 参 考 文 献

[1] 马顺龙, 石营. 20 t/h 热风除尘冲天炉熔炼工艺的优化[J]. 现代

铸铁, 2008, (03): 73-76.

[2] 龚出群, 陆文华. 正确认识和应用现代化冲天炉[J]. 现代铸铁, 2011, (06): 11-23.

(编辑: 吕姗姗, E-mail: xdzt\_lss@126.com)