

# 莱钢烧结厂 265 m<sup>2</sup> 烧结系统环冷烟气的余热利用

王 珂 夏建刚 张 惠 王继永 李连海

(莱芜钢铁股份有限公司烧结厂)

**摘 要** 本文介绍了莱钢烧结厂新二区 265 m<sup>2</sup> 烧结机环冷烟气余热利用的工艺流程、生产实践以及今后改进的方向,阐述了余热利用在节能降耗方面的重要作用。

**关键词** 余热利用 余热回收装置 节能降耗 实践

## 1 前 言

莱钢股份公司烧结厂二车间 265 m<sup>2</sup> 烧结机于 2005 年 12 月 26 日建成投产,生产中为改善料层透气性,要求烧结料温应提高到 65 以上。为了提高料温,我们采用了加生石灰和在二次混合、小矿槽加蒸汽预热等措施,但由于外购蒸汽压力不稳定,料温基本上徘徊在 60 左右。另外,生活、浴室、冬季取暖也需要蒸汽,蒸汽对烧结二车间而言也是一项长期的消耗,据统计,2006 年 265 m<sup>2</sup> 烧结机月消耗蒸汽为 8584.9 t,年需成本 678.47 万元。投产以来,烧结矿余热仅用在烧结机机头保温段,其余未加利用。如能回收这部分热能来生产蒸汽,则无论是从能源利用还是从经济效益角度看,都具有相当大的意义。考虑到余热锅炉回收技术的换热效率高,蒸汽产生量大,因此我们选择了余热锅炉来回收利用 265 m<sup>2</sup> 烧结机环冷余热。该工程于 2007 年 1 月 16 日开始土建施工,利用 4 月 18 日到 4 月 29 日的年修时间完成本体安装及设备调试,并于 5 月 3 日 21:00 开始投入运行,23:00 生产的蒸汽达到设计要求,莱钢首次成功实施了烧结环冷机烟气余热利用项目。

## 2 工艺简介

烧结生产过程中,从机尾翻卸下的红热烧结矿经单辊破碎机破碎后,通过溜槽布到环冷

机台车上。进台车的矿温约在 500 左右,为保证出矿温度低于 150,烧结环冷机四周布置 5 台鼓风冷却风机,上部设置有冷却风罩,通过鼓风进行热交换使热矿冷却。本项目的设计是将吸热后的烟气引出环冷机,进行余热回收。在方案实施中,将环冷机上部原有的第一段密封罩,即对应 1# 鼓风机的密封罩拆除,在此空间增设钢结构支架,安装水预热器、过热器、热管蒸汽发生器,在热管蒸汽发生器上部新建烟囱一座,高度 35 m,对空放散热废气。在 4# 鼓风机北侧打基础构建另一钢结构支架,用于安装汽包及分汽包,汽包距地面 25 m。将环冷机 4# 风机对应的第二段密封罩保留,采用管道连接将高温烟气输送到烧结机保温段。

根据 265 m<sup>2</sup> 环冷机余热分布特点,设计的余热产汽系统如下:除盐水经过除氧器蒸汽除氧,产生 104 热水,通过锅炉给水泵加压给出至预热器,利用环冷机上 1# 风机鼓风冷却烧结矿产生的热废气(1# 风机距离烧结机单辊破碎机溜槽下料口最近,烧结矿温度高,烟气温度高),加热除盐水进入汽包。除盐水通过汽包下降管,进入热管蒸汽发生器(见图 1),在此处自环冷机 1# 风机来的大约 350 高温烟气横向流经热管受热段,热管的受热段置于热流体风道内,热管元件的放热段插在水—汽系统内。由于热管的存在,使得该水—汽系统的受热及循环完全和热源分离而独立存在于热流体的风道之外,水—汽系统不受热流体的直接冲刷。

热管蒸汽发生器(见图 2)的工作原理如下:

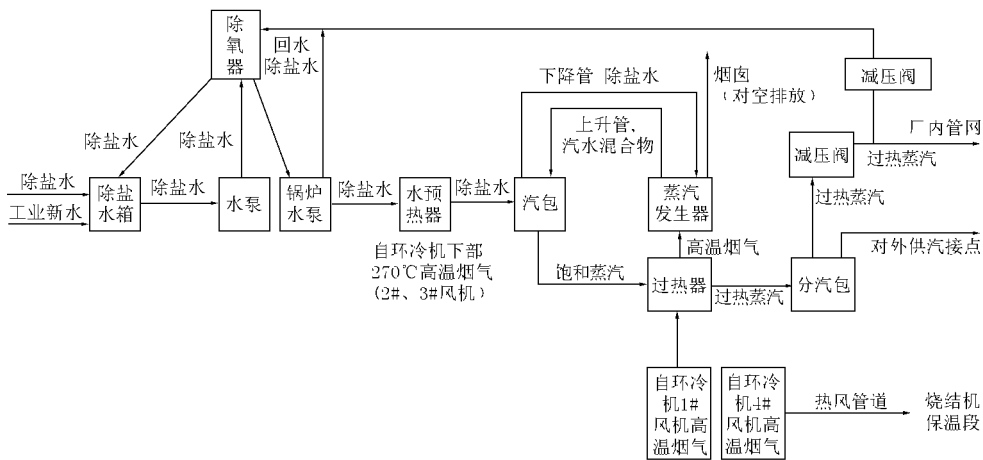


图 1 余热回收换热流程图

热流体的热量由热管传给水套管内的饱和水(饱和水由下降管输入),并使其汽化,所产生的汽水混合物经上升管到达汽包,经集中分离以后再经蒸汽主控阀输出。汽包内的水由 104 除氧水经水预热器加热至 154 后供给。这样由于热管不断将热量输入水管套,通过外部汽—水管道的上升及下降管道构成汽—水循环的基本回路,达到吸收高温废气热量,并转化为蒸汽的目的。饱和蒸汽从汽包出口管道进入过热器,成为 258 的过热蒸汽。过热蒸汽经分汽包分配,一部分通过减压阀减压至 0.8 MPa 进入烧结厂内蒸汽管网主管道,供生产与生活使用;另一部分蒸汽(设计压力约在 1.3 MPa)对外供应。烟气经过过热器、热管蒸汽发生器换热后,通过烟囱排入大气。

热回收效率和产汽量的稳定,我们采取了一系列措施:

1) 提高烧结系统生产稳定性来降低工艺参数波动及非正常停机对烟气品质的影响,以保证烧结矿热源的稳定。

2) 通过不断摸索,我们总结出了一套该系统的较佳操作方式,即:在烧结机重新开机时,开启余热回收系统,缓缓向汽包供水,此时间大约 40~60 min;当汽包达到规定水位,环冷机上烧结热矿也已布到了余热回收蒸发器下部,此时将环冷鼓风机风门全开,使烧结矿的热量尽量多地传递到热管发生器,让系统快速运行产生蒸汽,大约 30~50 min 后,蒸汽产质量便能达到设计要求,开始进行生产供汽。当烧结矿废气温度超过 350 时,逐渐关小 1# 鼓风机风门,甚至停止 1# 鼓风机。正常生产时靠鼓风机风门开度的大小来调节烟气流量以平衡烟气温度,确保烟气热量满足产生蒸汽所需。

3) 为避免因除盐水供应系统故障导致回收装置受损,在水箱进口处增加一组工业新水管道组(见图 1),保证了设备的安全运行,降低了故障停机率。

4) 强化设备维护,利用停机机会对设备存在的问题及时整改,使设备性能不断完善,减少了非计划性检修,提升了设备作业率。

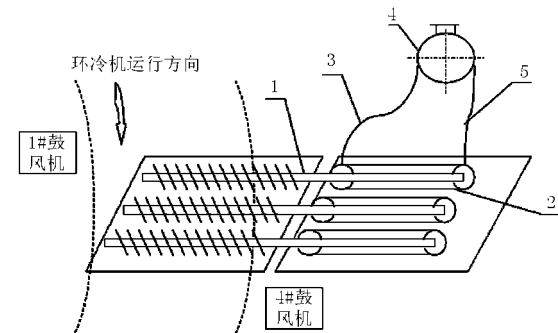


图 2 热管蒸汽发生器基本结构图

1—热管;2—水套管;3—下降管;4—汽包;5—上升管

### 3 生产中采取的措施

在余热利用系统投入运行后,为了保证余

### 4 余热利用效果

该烧结余热利用项目共投资 600 万元,采

用了换热效率高、制作简便、工作寿命长的热管元件作锅炉主要组成部分,通过预热器、蒸汽发生器、过热器等换热器件,吸收烧结环冷机烟气余热产生蒸汽,用于烧结二次混合机、小矿槽加热混合料、浴室和取暖。该余热回收系统投入运行后,至今运行安全、平稳、可靠,所属设备运行正常。余热回收平均每日除盐水用量维持在180 t左右,最高蒸汽压力1.34 MPa,正常蒸汽压力控制在1.0 MPa,生产蒸汽管道压力0.8

MPa,汽包蒸汽出口最高流量达到11 t/h,正常流量在7~8 t/h,蒸汽最高温度可达350℃,正常温度在260℃左右,达到了设计能力和生产要求。烧结混合料温度达到70℃以上,既减少了焦粉配加量,降低了固体燃耗,又满足了生产、生活用汽需要,免除了蒸汽外购。通过计算,在减去运行成本后,烧结余热利用项目年创效益351.99万元,节能降本效果十分显著。余热利用投产前后相关指标对比见表1。

表1 2007年余热利用投产前后指标对比

月份	产汽量 /t·h <sup>-1</sup>	余热压力 /MPa	料温 /℃	利用系数 /t·m <sup>-2</sup> ·h <sup>-1</sup>	综合合格 率/%	一级品率 /%	转鼓指数 /%	筛分指数 /%
1	0	0	60	1.172	97.42	65.19	76.98	5.17
2	0	0	59	1.169	95.98	56.25	76.90	5.18
3	0	0	61	1.183	97.06	65.77	76.73	5.21
4	0	0	61	1.165	97.60	66.47	76.88	5.23
5	6.8	8.2	65	1.194	98.51	68.66	77.06	5.10
6	9.2	1.06	71	1.218	99.17	69.50	77.15	5.01

## 5 下步改进的方向

1) 继续对该余热回收系统进行扩容改造。余热系统投入运行后,虽然烧结生产的不稳定对蒸汽生产有一定的影响,但该系统本身的热废气利用率较低也是不争的事实,从蒸发器和预热器排出的热废气还高达200℃左右,部分热能还是浪费了,所以余热回收系统还有扩容改造的空间。

2) 余热回收利用系统的运行受制于烧结生产,当烧结机处于生产状态时,余热回收系统无法停机维护;烧结矿产生的高温辐射(达200℃以上)也导致维修人员无法靠近蒸发器、过热器

等设备进行维护。所以,余热锅炉只要出现问题,就必须停烧结机,制约了烧结生产,影响了烧结矿的产、质量。因此,下一步还应对该系统的工艺进行改造,如通过增设隔断装置等,来调节通过余热系统的烟气体量,使检修与生产互不干扰。

## 6 结 语

余热回收利用是烧结生产走节能减排、实现循环经济的必由之路。莱钢烧结厂烧结二车间回收环冷余热工艺获得了成功,取得了良好的效果,从而使烧结生产的工艺水平得到进一步的提升和完善。

## Waste Heat Utilization of the Circular-Cooler Gas in 265 m<sup>2</sup> Sintering Plant

Wang Ke et al.

**Abstract** The process flowsheet and its operating practice of the circular-cooler waste heat recovery system in LAIGANG 265 m<sup>2</sup> sintering plant were presented in this paper. The essentiality of waste heat recovery for energy saving and consumption decreasing was discussed.

**Keywords** waste heat utilization, waste heat recovering device, energy saving and consumption decreasing, practice