

热风烧结技术在莱钢3#105m<sup>2</sup>烧结机上的应用吴志军<sup>1, 2</sup>, 高斌<sup>1</sup>, 曹斌<sup>2</sup>

(1 北京科技大学, 北京100083; 2 莱芜钢铁股份有限公司 烧结厂, 山东 莱芜271104)

摘要: 为完善烧结工艺, 充分利用烧结余热, 达到优质、高产、低耗的目的, 莱钢烧结厂采取稳定热风温度、改造布料系统、改善料层透气性、优化工艺参数等一系列措施, 在3#105m<sup>2</sup>烧结机上成功应用了热风烧结技术, 烧结矿固体燃料消耗降低1.118kg/t, 煤气消耗降低0.0164GJ/t, 成品率提高0.6%, 转鼓强度提高1%。

关键词: 热风烧结技术; 烧结机; 热风温度; 料层厚度; 透气性

中图分类号: F046.4 文献标识码: A 文章编号: 1004-4620 (2006) 03-0015-03

Application of Hot Air Sintering Technology in 3# 105m<sup>2</sup> Sinter Machine in LaigangWU Zhi-jun<sup>1, 2</sup>, GAO Bin<sup>1</sup>, CAO Bin<sup>2</sup>

(1 University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China;

2 The Sintering Plant of Laiwu Iron and Steel Co., Ltd., Laiwu 271104, China)

Abstract: In order to perfect the sintering process, make use of sintering residual heat, and obtain superior quality, high output, low energy consumption, a series of measures such as smoothing hot air temperature, modification of feeding system, improving the bed permeability and optimizing the process parameters etc. were adopted in Laigang sintering plant. As a result, the hot air sintering technology was realized successfully in 3# 105m<sup>2</sup> sintering machine and the obvious effects were obtained, such as solid fuel consumption decreased by 1.118kg/t, gas consumption decreased by 0.0164GJ/t, the productivity of finished sinter increased by 0.6% and TI increased by 1%.

Key words: hot air sintering technology; sinter machine; hot air temperature; bed thickness; permeability

## 1 前言

莱芜钢铁股份有限公司烧结厂(简称莱钢烧结厂)1#、2#、3#105m<sup>2</sup>烧结机分别于1993年6月、1995年6月和2002年12月先后建成投产。近年来,莱钢烧结厂走技术创新之路,不断优化原料配矿结构,烧结矿主要经济技术指标得到大幅度提升(见表1),但烧结工序能耗较国外先进水平平均高出约20kg/t,还有很大差距。为了充分发挥烧结机潜能,完善烧结工艺,循环利用烧结余热,达到优质、高产、低耗、高效的目的,在3#烧结机上应用热风烧结技术,并对相应工艺、设备技术进行优化改造。两年多来的生产实践证明:热风烧结技术在莱钢3#105m<sup>2</sup>烧结机上的应用是非常成功的,烧结矿的实物质量明显改善,能耗大幅度降低,产量提高,取得了显著的经济效益。

表1 近年来莱钢3台105m<sup>2</sup>烧结机烧结矿主要经济技术指标

时间	利用系数/ $\frac{t \cdot m^{-2}}{h^{-1}}$	FeO/%	转鼓指数/%	筛分指数/%	准粉末/%	固体燃料耗/ $kg \cdot t^{-1}$	工序能耗/ $kg \cdot t^{-1}$
2001	1.428	8.84	76.84	9.87	25.98	54	72.21
2002	1.455	8.46	77.31	6.43	28.35	52	69.72
2003	1.547	8.62	76.90	6.83	27.88	52	68.80
2004	1.618	8.74	76.42	5.79	26.53	53	70.08

注：2004年由于原料条件差等原因导致能耗偏高。

## 2 热风烧结技术应用分析

热风烧结技术主要是利用环冷机的高温废气，加热烧结料层进行烧结。在普通厚料层烧结工艺中，自动蓄热作用较强，料层下部热量过剩，上部热量先天不足。而热风烧结通过引入冷却机上部的热废气，使通过料层的气流温度升高，使上部料层的烧结温度升高，减少上、下层的温差<sup>[1]</sup>。同时，还可以替代部分固体燃料的燃烧热，降低固体燃料用量，使固体燃料在烧结料层上、下部的分布更加均匀。可见，采用热风烧结技术对提高烧结矿产质量、降低能耗具有重要意义。而在莱钢以前的烧结生产工艺中，冷却机排出的废气显热约占烧结总热耗的30%~35%，除了一部分用于余热锅炉外，其余部分排入大气，造成了能源的浪费，同时污染了空气。因此，循环利用烧结余热，实施热风烧结工艺技术，无疑是莱钢烧结节能的重要途径和发展方向。

莱钢烧结厂3<sup>#</sup>105m<sup>2</sup>烧结机设计料层厚度为800mm，属于超高料层烧结，自动蓄热作用得到进一步加强，料层下部热量更加集中，上、下层温差进一步加大，采用热风烧结工艺技术，缩小上下层热量差，降低固体燃料耗、改善烧结矿质量尤为必要。

同时，实施热风烧结技术具有可行性：（1）3<sup>#</sup>烧结机系统具有安装热风烧结设施所需的空问；（2）环冷机上部排出大量高温废气，可以作为热风烧结稳定、连续的热源；（3）通过冷却鼓风机产生的正压和烧结抽风机形成的负压之间的自然压差，可以满足输送管道阻力损失，使烧结矿冷却时产生的炽热废气与空气的混合气体能顺利流向烧结热风罩内；（4）工艺流程简单，结构紧凑，不污染环境，投资省，见效快，使用周期长；（5）热风烧结具有提高烧结矿的转鼓强度、成品率、降低固体燃料耗和煤气消耗、改善烧结矿冶金性能和粒度组成等优点。

## 3 技术措施

2002年7月至2002年12月，利用3<sup>#</sup>105m<sup>2</sup>烧结机建成投产之际，安装所有热风烧结设施。在环冷机2<sup>#</sup>鼓风机上方安装支架及热风收集罩，通过安装有保温材料的热风管道，环冷机产生的热气流顺利流向烧结机热风罩内，实现了热风烧结。同时对相应工艺、设备进行了优化改造。

### 3.1 稳定热风温度

研究表明：热风温度过高，将会降低垂直烧结速度；过低，热风效能发挥较差。因此，热风温度应稳定在一定的范围内，一般控制在200~300℃之间。为此，进行了相关技术改造和优化：

（1）环冷机上安装平料器和密封改造。由于热矿流槽向环冷机上卸料不均匀，环冷机上布料高低不平，呈“W”形状，造成供给热风管道的热风风量和风温不稳定，严重影响热风烧结的热工制度和效果。为此，在环冷机上安装平料器，同时改进环冷机密封方式，合理调整环冷机机速，尽可能使环冷机上烧结矿分布均匀和透气性良好，确保热风温度和风量连续、均匀、稳定。

（2）加强环冷机和烧结机机速的匹配，烧结机机速调整必须与环冷机机速调整同步。

（3）加强看火操作，合理控制烧结终点温度，严格控制机尾红火层厚度在100~150mm之间，杜绝烧不透和过烧现象，稳定烧结矿热焓，防止环冷机上烧结矿过热和过冷，造成热风温度的波动。

### 3.2 将热风烧结的预热段改造为保温段

投产初期，在点火器之前设计有预热段。由于预热段风温过高，料面水分蒸发过快，失去大部分水的烧结料传热能力差，烧结过程高温带加厚，料层阻力加大，垂直烧结速度明显下降，造成烧结矿含有较多的生料。2003年6月，利用检修机会，取消预热段，并将点火器向机头方向移动3m，原预热段放在热风烧结热风罩后面作为保温段。改造后机速加快，产量增加。

### 3.3 改造布料系统

投产初期，由于布料系统问题较多，摆式漏斗易粘料，混合料沿台车纵横向分布不均，导致台车宽度方向布料呈严重的“W”形，致使热风烧结的热量在烧结料层横向和高度方向分布严重不均匀，烧结矿夹生料多，返矿量达35%~42%，烧结矿强度差，成品率低。利用检修机会，将摆式漏斗改为倒圆锥状，内侧粘贴铸石衬板，粘料现象彻底消除；在漏斗进料口安装迎料板，角度可调，改变物料落点；在十辊布料器上方安装活动导料板，控制下料量，确保下料均匀；在台车料面安装平料器和压料装置，增加配重。通过布料系统的改造，烧结过程氧分压状况得以改善，热风烧结的热量沿料层高度和横向、纵向的分布更加均匀，机尾断面整齐，红火层分布均匀。

### 3.4 改善料层透气性

由于热风烧结的废气温度较高，显著提高表层烧结料料温和烧结温度，燃烧带变厚，烧结料层阻力加大，有效风量明显降低，垂直烧结速度势必降低。因此，在厚料层烧结基础上采用热风烧结工艺技术，必须采取技术措施改善料层透气性，热风烧结的作用才能有效发挥。为此，采取了以下措施：

(1) 优化原料结构，合理搭配矿种，增加品位高、粒度组成合理、烧结性能优良的矿粉比例，提高烧结料层的原始和热态透气性。

(2) 改造一次、二次圆筒混合机倾角和转速，优化加水方式，延长物料滚动成球时间，提高圆筒混合机的造球效果。

(3) 采用生石灰强化烧结，配加生石灰既能提高料温，又显著改善制粒效果和混合料的粒度组成，显著提高料层透气性。

(4) 强化水、碳平衡，降低过湿层、燃烧层厚度，提高烧结过程热态透气性。

(5) 由于没有热返矿预热混合料，料温较低，过湿层较厚。因此，在料仓内加设两排蒸汽管网向混合料喷射蒸汽，适当控制料仓料位，埋住蒸汽，使蒸汽热量传给混合料，提高烧结料温。

### 3.5 优化操作工艺参数

采用热风烧结工艺技术后，烧结行为发生变化，必定引起料层中气体动力学和燃烧动力学发生变化，相应的工艺操作参数必须修改。具体参数修改如下：

(1) 适当降低点火温度。热风烧结实施后，烧结料层热量分布趋于均匀，解决了烧结料层上部热量先天不足的问题，故烧节点火温度必须降低，否则表层矿将出现过熔和结壳，恶化料层透气性。根据生产实际，点火温度降为900~1000℃，可降低煤气消耗约0.98m<sup>3</sup>/t，即0.0164GJ/t。

(2) 调整配碳量。热风烧结的物理热可代替部分固体燃料的燃烧热，固体燃料用量可适当下调，但固体燃料降低幅度必须与热风增加的物理热水平匹配，如果降低过多，热风带入的物理热不足以弥补固体燃料降低部分的热量，将会降低烧结矿产质量。结合烧结生产具体情况，燃料湿配比可降低0.4%~0.5%，相应固体燃耗可降低1.118kg/t。

(3) 降低烧结矿FeO含量。由于热风烧结固体燃料下降，烧结过程氧位得到提高，氧化气氛增强，会促进低价铁氧化物的再氧化，使烧结矿FeO含量降低。在目前3#105m<sup>2</sup>烧结机800mm厚料层烧结条件下，结合现在的工艺技术情况，3#机烧结矿中的FeO含量应控制在7.5%~8.5%之间。

(4) 降低总管废气温度控制目标值。大烟道总管废气温度既是烧结过程中的被控目标又是控制目标。由于热风烧结使烧结过程总热耗下降，总管废气温度应下降。因而，根据生产实际，3#机总管废气温度控制在90~110℃。

(5) 合理选择料层厚度和机速。为确保热风的热量较好地传给烧结料，提高热风烧结效率，减少热量损失，必须保证充足的作用时间和较短的作用距离。为此，根据3#机工艺设备配置，结合烧结料层透气性状况和抽风机能力，确定实际料层高度为750~800mm，烧结机速在1.15~1.30m/min之间。

## 4 应用效果

(1) 3<sup>#</sup>105m<sup>2</sup>烧结机应用热风烧结机技术后, 实现了烧结矿废气显热循环利用, 解决了烧结上、下部热量分布不均匀的问题, 实现了均匀烧结, 烧结矿实物质量得到改善, 烧结矿表面强度提高1.5%左右, 转鼓强度提高1%, 固体燃耗降低1.118kg/t, 煤气消耗降低0.0164GJ/t, 烧结矿FeO含量降低约1.5%, 成品率提高约0.6%, 年创经济效益188.96万元。达到了烧结矿优质、低耗、高产的目的, 为热风烧结技术在1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>烧结机上的应用奠定了基础, 积累了丰富的经验。

(2) 改善环冷机工作区域环境, 减少了废气粉尘排放量, 减轻了热辐射对人体的伤害。

参考文献:

[1] 习乃文, 黄天正, 等. 烧结技术[M]. 昆明: 云南人民出版社: 1993.

---

[返回上页](#)