

# 浅谈莱钢炼铁系统技术进步

郭怀功, 李海霞

(莱芜钢铁股份有限公司 技术资源部, 山东 莱芜271104)

**摘要:** 近几年, 莱钢炼铁系统在实施精料方针、优化炉料结构的同时, 进行了一系列的工艺结构优化和技术改造, 从技术、装备等方面为生铁产量的进一步提高创造了有利条件。通过采用粒煤喷吹工艺、紧凑型PW型串罐无钟炉顶、高炉内窥视高温工业电视监视系统等新工艺、新技术, 强化技术管理、实施标准化操作等, 主要技术经济指标取得了明显进步, 2006年铁产量达883万t。

**关键词:** 炼铁系统; 技术进步; 精料; 工艺结构; 标准化操作

中图分类号: TF5 文献标识码: A 文章编号: 1004-4620 (2007) 02-0016-03

## Talking about the Technological Progress of Ironmaking System in Laigang

GUO Huai-gong, LI Hai-xia

(The Technology and Resource Department of Laiwu Iron and Steel Co., Ltd., Laiwu 271104, China)

**Abstract:** In recent years, with the implementation of excellent raw material policy and optimization of the burden design, Laigang ironmaking system has carried out a series of process structure optimization and technical reforming in terms of technology and equipment, to make sure the iron output increasing. By adopting some new process and technology such as granular coal injection, compact PW serial type bell-less top, inside anti-high temperature monitoring video system, through enforcing technology management and implementing standard operation etc, the main technical-economic indexes have been improved significantly, the iron output in 2006 reached 8.83 million tons.

**Key words:** ironmaking system; technological progress; excellent raw material; process structure; standard operation

### 1 概述

莱芜钢铁股份有限公司(简称莱钢)炼铁系统在近几年的发展和建设中, 优化生产工艺, 实现装备大型化, 坚持精料方针, 强化技术管理, 实施标准化操作, 采用新技术, 不断进行技术改造等, 装备水平和生产能力大幅提高, 主要技术经济指标也取得了进步(见表1), 生产稳定, 环境改善, 形成了良性循环。

表1 2005、2006年莱钢高炉主要技术经济指标

时间	高炉	利用系数/ $t \cdot m^{-3} \cdot d^{-1}$	综合焦比/ $kg \cdot t^{-1}$	煤比/ $kg \cdot t^{-1}$	风温/ $^{\circ}C$	入炉品位/%	铁产量/万t
2005年	4×120m <sup>3</sup> 高炉	3.99	555	73	957	58.87	657.96
	4×750 m <sup>3</sup> 高炉	2.78	497	123	1111	59.06	
	2×1880 m <sup>3</sup> 高炉	2.35	580	0	977	58.81	
2006年	3×120 m <sup>3</sup> 高炉	3.70	569	89	947	59.06	883.1
	4×750 m <sup>3</sup> 高炉	2.85	476	148	1142	59.42	
	2×1880 m <sup>3</sup> 高炉	2.41	527	93	1115	59.18	
	2×1000 m <sup>3</sup> 高炉	2.92	488	167	1121	59.69	

### 2 坚持精料方针, 优化炉料结构

## 2.1 实现低硅烧结生产

2001、2002年，莱钢通过调整原料结构，采取厚料层烧结、小球烧结、布料系统改造等措施，成功地完成了低硅烧结课题的攻关。在保证烧结矿强度76%~77%的前提下，烧结矿中SiO<sub>2</sub>含量由原来的5.67%降到了4.0%，烧结矿品位由55.9%提高到58.5%，原料结构也从以国内精粉为主逐步过渡到以进口粗粉为主。近两年，随着国际矿石资源的紧张，莱钢通过一系列的实验室试验和工业试验确定了以澳粗、巴粗等进口矿为主，国内精粉和其他矿粉作为补充与调剂，适合莱钢实际情况的一批烧结用料配比，作为技术储备，指导烧结生产，并在烧结生产过程中不断进行优化，保持烧结矿质量的稳定（见表2）。

表2 2005、2006年烧结矿主要技术经济指标

指标	2005年		2006年	
	105m <sup>2</sup> 烧结机	265m <sup>2</sup> 烧结机	105m <sup>2</sup> 烧结机	265m <sup>2</sup> 烧结机
品位/%	57.05	56.96	57.76	57.66
转鼓指数/%	76.89	79.45	76.36	78.42
筛分指数/%	5.17	5.55	5.32	5.17
固体燃耗/kg.t <sup>-1</sup>	54.73	52.62	52.40	53.13

## 2.2 提高焦炭质量

对进厂洗精煤的质量严格要求，根据市场变化，在保证焦炭质量的前提下，及时调整配煤结构，原料部门按配煤比均衡进煤，保证煤场贮有的单种煤满足当前配煤比用量。2005年莱钢焦化厂1<sup>#</sup>干熄焦装置投运后，焦炭质量大幅提高，M40稳定在86%以上，焦炭热态强度明显改善，焦炭反应性在28%左右，反应后强度达到60%以上（见表3），基本满足了两座1880m<sup>3</sup>高炉的需求。

表3 2005、2006年焦炭主要技术经济指标

指标	2005年		2006年	
	1 <sup>#</sup> ~4 <sup>#</sup> 焦炉	5 <sup>#</sup> 、6 <sup>#</sup> 焦炉	1 <sup>#</sup> ~4 <sup>#</sup> 焦炉	5 <sup>#</sup> 、6 <sup>#</sup> 、新1 <sup>#</sup> 焦炉
M40/%	82.22	84.51	82.28	86.62
M10/%	7.56	6.58	7.66	6.34
硫分/%	0.70	0.73	0.686	0.66
灰分/%	12.30	12.51	12.33	12.24

## 2.3 重视入炉原燃料的热态性能

随着高炉的不断强化，炉料的热态性能指标越来越受到炼铁人的重视。莱钢利用冶金性能实验室对高炉入炉烧结矿、球团矿的冶金性能，焦炭还原性和反应后强度每两天进行一次检测，烧结、炼铁生产根据提供的数据，正确判断入炉原燃料对高炉冶炼可能产生的影响。

## 2.4 优化炉料结构

大量的理论研究和生产实践表明，高碱度烧结矿与酸性炉料搭配时有一个合适的配比，配入适当比例的高品位块矿，将有利于提高产量和增加效益。莱钢近几年先后建成投产了4条链蓖机回转窑球团生产线，球团主要技术经济指标见表4。通过实验研究和生产实践经验确定了70%烧结矿+20%球团矿+10%块矿的高炉炉料结构，高炉稳定顺行，达到了高产低耗优质的目标。

# 3 优化工艺结构、实施技术改造

从2001年开始，炼铁系统进行了一系列的工艺结构优化和技术改造，从技术、装备等方面为生铁产量的进一步提高创造了有利条件，生铁产量从2001年的176万t，增加到2005年的685万t。

## 3.1 优化工艺结构

(1) 将3×105m<sup>2</sup>烧结机大修扩容至132m<sup>2</sup>，新建3×265m<sup>2</sup>烧结机。采用低硅烧结、厚料层技术，料层厚度保持在700~800mm，利用烧结的自动蓄热作用，降低固体燃耗。同时改善烧结矿转鼓指数、还原性等指

标。

(2) 提高球团矿产能，确保高炉合理炉料结构。莱钢原球团生产线只有2座8m<sup>2</sup>的竖炉，每座年设计能力27万t。利用大修的机会，对两座竖炉进行改造，每座年产能力达到50万t。但是，随着新建高炉的相继投产，球团矿缺口日益明显。经过多次研讨，选择了生产工艺设备简单，生产能力大，耗电量低，对原料的要求比较宽松，球团矿质量优于竖炉球团的链蓖机回转窑球团工艺。目前莱钢建成投产4条链蓖机回转窑生产线，球团矿产能达到310万t。

(3) 新建2×750m<sup>3</sup>、2×1880m<sup>3</sup>、2×1000m<sup>3</sup>高炉。高炉逐步大型化，生铁产量大幅提高，缓解了炼铁工序能力不足的局面。

(4) 新建4座6m焦炉，焦炉大型化，提高自产焦炭质量。7<sup>#</sup>焦炉2006年12月份投产，8<sup>#</sup>焦炉将于2007年2月中旬投产，届时焦炭年产能将达到350万t。

### 3.2 实施技术改造

(1) 取消烧结热筛，混合料的成球性改善、水分波动减小，烧结过程更加稳定，同时将原来的二混加蒸汽预热改为小矿槽加蒸汽预热为主，混合机预热为辅，确保料温不降低。

(2) 对烧结机成品系统进行改造，将三道成品筛由原来的直线振动筛改用悬臂筛网弹性共振筛，提高了冷筛的筛分效率，降低了烧结矿含粉率。

(3) 降低烧结机漏风率改造，包括重新优化设计烧结机台车拦板，烧结机机头、机尾密封装置改造，机头机尾风箱负压调节装置改造，风箱伸缩节改造等，使得烧结机系统漏风率由57.6%下降到47.1%，主风机负荷大大下降，为节能降耗创造了条件。

(4) 借2×8m<sup>2</sup>竖炉大修，将烘床面积增至焙烧面积的两倍，同时减小烘床倾角，提高烘干速度；增加润磨工艺，膨润土消耗从2000年的50kg/t降低到2006年的18kg/t。

(5) 增设竖炉助燃风机，并配烧焦炉煤气。增设了1台D300风机专供助燃风，原风机只供一次冷却，实现了一机一用，提高了空气过剩系数，加大燃烧废气量，提高了生球烘干速度，同时配烧焦炉煤气，提高燃烧温度。

(6) 750m<sup>3</sup>和120m<sup>3</sup>高炉实施大风机改造，750m<sup>3</sup>高炉利用系数从2.4t/(m<sup>3</sup>·d)提高到2.9t/(m<sup>3</sup>·d)；120m<sup>3</sup>高炉利用系数从2.9t/(m<sup>3</sup>·d)提高到4.3t/(m<sup>3</sup>·d)。

(7) 炉体冷却壁改造。4×120m<sup>3</sup>高炉和1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>750m<sup>3</sup>高炉炉体冷却方式由汽化冷却改成了软水密闭循环冷却，解决了在高冶强条件下，冷却壁损坏的问题，稳定了生产，高炉寿命达到10年以上，单位炉容产铁万吨以上。

(8) 高炉喷吹粉煤技术。2座1000m<sup>3</sup>高炉喷煤比达到180kg/t；750m<sup>3</sup>高炉通过新增喷煤能力，喷煤比达到150kg/t，富氧率1.5%~2%，四期喷煤工程于2006年12月投产，2007年1月喷煤比达到170kg/t，随着工艺优化，喷煤比可逐步达到180kg/t以上。

## 4 采用新技术

(1) 粒煤喷吹工艺。粒煤喷吹工艺设备简单，投资少，效益高。莱钢1880m<sup>3</sup>高炉喷吹粒煤工艺在国内属于第一家，通过近一年的探索，现煤比基本稳定在120kg/t，阶段性达到150kg/t。

(2) 紧凑型PW型串罐无钟炉顶。1880m<sup>3</sup>、1000m<sup>3</sup>、750m<sup>3</sup>高炉都采用了紧凑型PW型串罐无钟炉顶，设备简单紧凑，投资低，改善炉料粒度偏析状况，设备故障率低且检修空间大。

(3) 卡鲁金顶燃式热风炉。卡鲁金顶燃式热风炉使用纯高炉煤气燃烧，风温达1150~1200℃，寿命25年以上。与传统的内燃式热风炉相比，投资小，可提高风温100℃，吨铁降焦比15kg，经济效益明显。

(4) 高炉冷却壁检漏技术。莱钢研制开发了高炉冷却壁检漏技术，并在4座高炉上成功应用，该技术投资少，安装改造方便，通过简单的阀门操作及数据处理，可以快速、准确地检测出漏点位置。

(5) 高炉炉顶余压全干式TRT技术。全干式TRT技术为配套全干法高炉煤气除尘应用的余压回收透平发电装置，莱钢目前在6座高炉全干法除尘系统中均进行了配套建设和投运，实现了余能回收，小时发电量



(6) 智能控制专家系统。该项目建立了多目标优化模型和多层次的实时数据库，给出了炉墙结瘤、管道悬料、炉缸堆积四种主要异常状况的诊断和冷却系统故障诊断模型，可进行炉温预测和智能控制。通过运行客户端软件，实现了信息化和数据资源共享，使“智能控制专家系统”在操作—技术—管理上得到“三位一体”应用，对于实现炼铁过程的多目标优化具有重要价值。

(7) 高炉内窥视高温工业电视监视系统。2005年6月，莱钢完成了新一代高炉内窥视高温工业电视监视系统，使高炉操作人员能及时了解高炉炉内的状况，变被动操作为主动操作。

(8) 十字测温技术。可以直观地了解煤气流分布情况，由传统的5点改为8点，为操作人员提供及时调整布料矩阵的依据，改善煤气利用效果，为高炉稳定顺行高产低耗长寿创造了良好的条件。

(9) 干熄焦技术。莱钢1<sup>#</sup>干熄焦于2005年底投入运转后，提高了焦炭质量，有效地降低高炉焦比，提高高炉生产能力，同时在焦化工序可以从焦炭中回收热能，产生蒸汽。改善了生产环境，减少因湿法熄焦排放到大气中的水蒸汽夹带的酚、氰等有害物质。

## 5 加强技术管理

### 5.1 加强入厂原燃料质量把关

对入厂原燃料制定严格的质量标准，加强检验和督察。同时，进一步完善原燃料的检测手段，为相关检验室、站配置了自动取样装置，显微光度仪、原子吸收、X荧光仪（进口）等先进分析仪器，缩短了检化验时间，提高了检化验的准确性。为烧结、焦化生产的高产、稳产、低成本提供了科学依据。

### 5.2 加强原燃料质量管理

保持烧结一次料场的合理库存，严禁缺料种配料或私自配料，混匀料层数达到450层以上，实现了端部料返回重新参加配料，减少了端部料造成的成分波动，使混匀料稳定率明显提高。

为降低入炉原燃料的含粉率，改善筛分效果，高炉槽下筛、焦炭和烧结矿的成品筛均改成了新型高效弹性共振筛，筛分效率大幅提升，烧结矿筛分指数由10%降到了5.5%，入炉粉末低于3%，焦炭入炉粉末含量在5%以下。

### 5.3 加强工艺纪律检查

对炼铁系统主要控制参数、高炉炉料结构、焦化配煤比、烧结、竖炉原料配比，以及有关工艺技术文件规定的执行情况，进行不定期抽查，严格工艺纪律，为实现炼铁系统的均衡稳定生产保驾护航。

### 5.4 推行标准化操作

结合每个高炉的特点和生产实际，对高炉操作方针和操作过程中的各种现象都做了详细规定，通过调剂上部装料制度和下部送风制度来实现煤气流的合理分布。上部调剂实行高顶压、低压差，定料线操作，通过调整装料顺序、扩大矿批、提高煤气利用率。在下部调剂方面，则以制定合适风速，调整风口直径、长度，兼顾炉况顺行、炉缸活跃和高炉长寿。做到了“三高”（高风温、高煤比、高顶压）、“三低”（低粉末入炉、低休风率、低[Si]冶炼）、“一稳定”（保证高炉稳定顺行，达到均衡生产和高炉长寿），高炉各项技术指标取得了明显的进步。

## 6 存在问题

近5年菜钢炼铁系统通过引进新技术和技术创新，其技术装备与工艺水平得到了大幅提升，高炉生产水平明显提高。但是，随着炼铁技术的不断进步，莱钢仍有待进一步提高：（1）新老工艺并存，工艺结构有待进一步优化，逐步淘汰小高炉。（2）大高炉运行规律掌握不够，高炉稳定性差，操作水平有待于进一步提高。（3）由于大量配入进口矿粉，高炉炉渣中 $Al_2O_3$ 增加，高炉操作加强应对，以确保高炉稳定顺行高产。在原料管理方面，需不断降低 $Al_2O_3$ 含量。（4）不断研究粒煤喷吹技术，进一步提高喷吹粒煤的煤比。

[返回上页](#)