

# 包钢 4 150 m<sup>3</sup> 高炉降低工序能耗生产实践

高靖文, 渠世平, 闫 风, 曲云玉, 武永平, 高瑞平, 罗海泉

(内蒙古包钢稀土钢板材有限责任公司, 内蒙古 包头 014010)

**摘 要:** 文章对包钢 4 150 m<sup>3</sup> 高炉降低工序能耗生产实践进行了分析和总结。通过强化入炉炉料质量的管理、加强余热余电回收、节能技术改造以及强化节能管理工作, 降低动力消耗, 充分利用二次能源, 2021 年铁水工序能耗较 2020 年降低 9.26 kgce/t, 取得了较好的经济效益。

**关键词:** 大型高炉; 工序能耗; 稳定顺行; 节能管理

中图分类号: TF54

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2022)01-0031-03

## Production Practices on Reducing Unit Process Energy Consumption of 4 150 m<sup>3</sup> Blast Furnace of Baotou Steel

Gao Jing - wen, Qu Shi - ping, Yan Feng, Qu Yun - yu, Wu Yong - ping,  
Gao Rui - ping, Luo Hai - quan

(Inner Mongolia Baotou Steel Rare Earth Steel Plate Co., Ltd., Baotou 014010,  
Inner Mongolia Autonomous Region, China)

**Abstract:** In this paper, the production practices on reducing unit process energy consumption of 4 150 m<sup>3</sup> blast furnace of Baotou Steel are analyzed and summarized. The unit process energy consumption of molten iron in 2021 reduced by 9.26 kgce/t compared with that in 2020 through strengthening the quality management of furnace burden, recovery of waste heat and power, technology - improving of energy saving and energy - saving management as well as reducing power consumption and making full use of secondary energy sources so that better economic benefits are achieved.

**Key words:** large blast furnace; unit process energy consumption; stable trouble - free operation; energy - saving management

包钢稀土钢板材有限责任公司现有 2 座有效容积为 4 150 m<sup>3</sup> 的大型高炉, 设计年产生铁 720 万 t。高炉本体设计为全冷却壁结构、38 个风口, 采用软水密闭循环冷却; 设置平坦化的矩形双出铁场、4 个出铁口, 与其配套有两套俄罗斯圆盘法水渣处理系统, 热风炉系统配置 4 座卡卢金 (Kalugin) 顶燃式热风炉, 整体装备水平较高。但随着钢铁企业竞争日益激烈及响应国家碳达峰、碳中和号召, 后续生产降

低能耗是重点。2021 年通过加强原燃料管理, 开展技术创新, 实现高炉稳定顺行; 加强动力消耗管控, 开展降低氮气消耗攻关, 降低冲渣水消耗, 同时加强能源的二次回收利用, 稳定操作制度, 统一四班操作, 炼铁工序能耗大幅下降。

### 1 降低炼铁工序能耗的主要措施

工序能耗是指钢铁生产过程中的某一基本工序

中,生产单位产品所消耗的能源总量,是衡量整个工序能耗高低的重要指标<sup>[1]</sup>。炼铁工序能耗主要由燃料消耗、能源介质消耗及资源回收利用三部分组成<sup>[2]</sup>。燃料消耗包括焦炭、焦丁、无烟煤、烟煤消耗;能源消耗包括高炉煤气、氧气、水、蒸气、氮气等消耗;资源回收包括高炉煤气回收和 TRT 发电。其中燃料消耗占比 62%,动力消耗占比 10%,回收项占比 28%。

### 1.1 延长炉况顺行周期,减少高炉炉况波动

高炉生产以稳定顺行为基础,稳定顺行是高炉生产的灵魂,也是高炉获得良好经济指标的前提条件。

根据高炉用料的变化情况,统筹管理,做好入炉料的平衡调配,保证高炉用料的稳定供应。严格控制高炉用烧结矿、球团矿、焦炭的槽位,原料系统保持入炉料槽位在 50% 以上,减少入炉料二次摔碎现象。强化筛网管理,控制烧结矿备料速度在 1.3 ~ 1.5 t/min,焦炭备料速度不大于 0.5 t/min,对澳矿过筛情况加强检查,发现有堵筛片情况,及时处理,从而提高入炉原燃料筛分效果,减少入炉粉末,为高炉稳定顺行奠定基础。

稳定既定操作制度,利用高风温、喷煤等措施保证炉缸活跃、炉温稳定和降硅操作,严格执行既定的操作方针,确保炉况顺行。严禁低料线作业,严格控制班料批差,统一四班操作。根据工艺实际情况,合理调整送风面积,以提高风速和鼓风动能,将实际风速提高并稳定在 240 m/s 以上,从而保证吹透中心及中心煤气流的稳定;确保全风口喷煤,提高高炉的稳定性和适应能力。

长期冶炼实践证明,为保证高炉炉缸热量充沛,要把铁水物理温度放在首要位置,保证铁水的物理温度在 1 500 °C 以上,铁水 Si 含量按照操作方针严格控制,坚决杜绝出现连续低炉温。如若发生低炉温,先提高炉温,再进行其他调节,保证炉缸的热状态和活跃度,提高高炉抗波动能力。

高炉操作人员对外加强与原燃料化验和喷煤主控等部门的信息沟通,及时了解原燃料成分的变化,争取“早调、少调”,为高炉稳定顺行赢得主动权。

### 1.2 降低水、电、气消耗

按照公司能源管理部和炼铁部“四降两提”工作要求,通过节能技术改造以及强化节能管理工作,杜绝跑冒滴漏,同时为各岗位制定标准化作业指导书及量化指标,并进行攻关,从而降低高炉动力介质

消耗。

#### 1.2.1 降低氮气消耗

通过精细化措施降低喷吹煤粉氮气体量及高炉布料器用氮气体量,2021 年氮气消耗较 2020 年降低 270 万 m<sup>3</sup>,折算降低工序能耗 0.16 kgce/t。

提高喷煤固气比降低氮气消耗。喷吹岗位加强与配管沟通,降低空喷枪数。在操作中,根据煤量变化,及时调整输送风、管路风量,合理控制罐压。

高炉布料器密封室氮气用量约 280 m<sup>3</sup>/h,通过调整布料器水量,合理匹配氮气用量,最终稳定在 200 m<sup>3</sup>/h。另外,在高炉休风过程中,及时减少布料器氮气用量,休风后,保持最小量,从而达到节约氮气的目的。

#### 1.2.2 降低生产水消耗

高炉生产水消耗主要为冲渣用水,现两座高炉设置 4 套俄罗斯圆盘法水渣处理系统,为降低生产水用量,采取以下措施:

(1)在圆盘接料率下降或出铁不规律、渣量非常大时,水渣提渣能力不足,生产水溢流,投产前期溢流生产水直接进入雨排,浪费非常大。经过论证,在水渣厂房外设置储水池,将溢流生产水通过水泵进行回收,杜绝生产水外排,减少浪费。

(2)从工艺上优化操作参数,冲渣泵压力控制在 0.45 ~ 0.51 MPa,流量控制在 1 750 ~ 2 000 m<sup>3</sup>/h;根据出铁前后期渣量变化,及时调整气提开度,从而达到高效率提渣。

2021 年生产水消耗量较 2020 年降低 68 万 m<sup>3</sup>,折算工序能耗降低 0.03 kgce/t。

#### 1.2.3 降低压缩空气消耗

高炉水渣提渣需要大量的压缩空气,经过优化操作及技术改进,2021 年压缩空气较 2020 年降低 5 847 万 m<sup>3</sup>,折算工序能耗降低 0.36 kgce/t。

(1)减少皮带吹扫及水渣气提压缩空气使用量。高炉正常生产时(包括高炉小于 4 h 休风)铁口正常堵口,水渣 4 条皮带上无料后,将气提用压缩空气量减至 1 000 m<sup>3</sup>/h。

(2)水渣计划检修或高炉休风大于 8 h,水渣根据检修要求排水,正常排水后停气提,复风后开气提,气提用压缩空气量保持 1 000 m<sup>3</sup>/h。

(3)优化操作参数。根据炼铁工况变化,及时将搅浑泵的压力控制在 0.15 ~ 0.18 MPa,流量控制在 260 ~ 299 m<sup>3</sup>/h,达到高效提渣。

#### 1.2.4 降低电消耗

高炉生产过程中,水渣圆盘设备及喷吹的制粉系统是耗电大户,生产中采取以下措施。

(1)制粉系统。放宽煤粉粒度,将粗粉分离器角度由4°调整到3°,将煤粉粒度由原来的小于0.074 mm占比85%降低到80%;另外将煤粉仓底煤由500 t降低到450 t;实时监控及调整磨机入口、出口温度,磨机入口温度控制在200~300℃,出口温度控制在80~90℃之间。

(2)水渣圆盘在铁口堵口后,岗位确认沉渣池中水渣提完后,及时停圆盘,从而降低电耗。

通过采取措施,2021年电耗较2020年全年降低44.6万kWh,折算工序能耗降低0.08 kgce/t。

### 1.3 增加回收利用

#### 1.3.1 提高炉顶压力,增加发电量

TRT技术是通过透平机将高炉炉顶煤气的压力转变为机械能,再由机械能转为电能的装置,是炼铁高炉一项很好的节能措施。2020年年初,两座高炉顶压一直维持在220 kPa,至2020年6月顶压已逐步提高至235 kPa。2021年,8#高炉逐步将顶压提高至250 kPa,7#高炉因送风管系及炉顶封罩情况,顶压限制至245 kPa。提高炉顶压力,可降低煤气流速,使矿石进行的间接还原向有利方向发展,有利于炉况稳定,尤其有利于TRT发电。2021年TRT发电量较2020年多回收621.2 kWh,折算工序能耗降低0.25 kgce/t。

#### 1.3.2 增加风量,提高煤气回收量

从2020年逐步探索大风量操作,通过优化操作参数及根据炉况变化积极调整装料制度,并制定合适的控制参数,积极组织炉前出铁,合理调整钻头直径,防止出铁前期受憋,及时调配渣铁罐,出净渣铁,为高炉稳定顺行上风量奠定基础。各班统一操作,执行标准化作业,加强基础管理,消除耽误,保证生产稳定运行。8#高炉风量由6 300 m<sup>3</sup>/min逐步提高至7 000 m<sup>3</sup>/min,7#高炉风量由6 300 m<sup>3</sup>/min逐步提高至6 600 m<sup>3</sup>/min,通过增加风量增加煤气回收量。2021年高炉煤气回收量较2020年增加34 749.6万m<sup>3</sup>,折算工序能耗降低9.8 kgce/t。

通过采取以上措施,达到降耗的目的,2021年高炉工序能耗达到350.84 kgce/t,见表1。

表1 高炉工序能耗

时间	工序能耗 kgce/t
2020年全年	360.11
2021年1月	359.97
2021年2月	358.90
2021年3月	351.77
2021年4月	348.46
2021年5月	340.85
2021年6月	348.96
2021年7月	363.89
2021年8月	358.91
2021年9月	351.84
2021年10月	342.87
2021年11月	340.59
2021年12月	343.13
2021年全年	350.85
2021年与2020年差值	-9.26

## 2 结论

(1)强化原燃料管理,改善入炉炉料的质量,减少入炉料粉末,延长高炉顺行周期,为降低铁水工序能耗创造有利的条件。

(2)加强高炉煤气回收及TRT发电、节能技术改造以及强化节能管理工作,炼铁工序能耗逐步降低。

(3)维持高炉的稳定顺行是降低能耗的先决条件。

### 参 考 文 献

- [1] 敖爱国,居勤章. 宝钢高炉节能降耗生产实践[J]. 炼铁,2005,24(4):21-23.
- [2] 高波. 新钢公司2 500 m<sup>3</sup>高炉降低炼铁工序能耗生产实践[J]. 科技创新导报,2017,14(30):74-75.