

# Research on Optimizing Furnace Structure to Realize the Lowest Cost

Meng Wang

Ironmaking Plant, Shiheng Special Steel Group Co., Ltd., Tai'an, Shandong, 271612, China

## Abstract

In order to further optimize the structure of raw material and fuel, reduce the cost of molten iron production, and solve the problems of sinter quality and the decline of main indexes in the process of structure optimization, we should actively communicate with the purchasing department, pay close attention to the market changes, optimize the structure of sinter raw materials, and take the stability of sinter quality and furnace conditions as the premise, and formulate reasonable process control standards by optimizing the sintering process, some breakthroughs have been made in matching economic materials and improving the proportion of refined powder, reducing the production cost and finally maximizing the system benefit.

## Keywords

process control standards; ore blending structure; economic materials; production process

## 优化入炉结构实现成本最低研究

王盟

石横特钢集团有限公司炼铁厂, 中国·山东 泰安 271612

## 摘要

为进一步优化入炉原燃料结构,降低铁水生产成本,并解决结构优化过程中出现的烧结矿质量及主要指标下滑等问题,通过积极与采购部门沟通,密切关注市场变化,对烧结原料结构进行优化,并以稳定烧结矿质量及高炉炉况为前提,通过制定合理的工艺控制标准,优化烧结生产工艺,在配用经济料、提高精粉配比方面取得一定的突破,降低了生产成本,最终实现系统效益的最大化。

## 关键词

工艺控制标准;配矿结构;经济料;生产工艺

## 1 引言

入炉结构优化工作是我公司长期坚持开展的一项重点研究课题,项目的持续开展为我公司近几年增加了巨大经济效益。但随原燃料整体质量水平的逐年下滑、环保管控力度的加大,配矿结构优化空间变小。同时在增加经济料消耗后,烧结矿质量及产量控制难度增加,高炉稳定运行水平及指标提升也面临了一定的压力。另外因高炉冶炼强度提高,高炉对于精料的控制要求也相应提高。2019年围绕以上问题炼铁厂进行有针对性的重点研究,提出了多项管理及技术应对措施,有效地推动了结构优化工作的开展,降低了生产成本。

## 2 优化工艺质量标准

### 2.1 有害元素控制

结构优化工作开展的先决条件是要守住生产、质量稳定

的红线,近年来炼铁厂依据实际原燃料质量、高炉炉型及周边钢企控制经验等,制定了入炉有害元素控制标准:锌负荷不超 0.35kg/t、碱负荷不超 3.8kg/t,尤其重点控制钾元素入炉负荷,日常配矿中烧结矿、球团矿  $K_2O$  含量分别控制不超 0.06%、0.07%。每周对入炉锌及碱金属负荷进行计算、平衡,制定《高炉排碱、排锌管理办法》,出现富集时,按照确定的工艺控制标准,调整炉渣碱度、炉渣流动性及布料制度等,进行排锌、排碱操作。

### 2.2 烧结矿质量控制

2019年,高炉冶强大幅提高,烧结机提产压力增大,生产模式的变化,进一步要求烧结提高成品矿质量,2019年烧结矿低温还原粉化指数在公司管控标准 65% 的基础上提高了要求,按不低于 68% 控制。同时为提高烧结主要操控及管理

人员质量服务意识,制定烧结矿粒度质量评价标准及考核办法,其中烧结矿 10~25mm 粒级、< 10mm 粒级标准分别按 ≤ 47%、≤ 26% 控制。

### 3 科学经济配矿

#### 3.1 理顺配矿思路

2019 年,矿石价格震荡运行,在参考各品种铁料性价比排序的同时,根据我公司实际生产应用效果,并结合其它钢企、院校的研究成果,对我公司配矿主结构进行优化。在烧结矿化学成分按方针控制前提下,以长期稳定配用 2~3 种理化品质及烧结性能均较好的富矿粉,外加不低于 15% 国产精粉为原则组织烧结配矿,主体结构的富粉加精粉总配比控制在 55% 左右,该结构可确保烧结料的整体粒度、制粒效果及烧结性能满足日常烧结过程控制要求。

#### 3.2 常用矿粉烧结性能指标及配矿方案确定

表 1 常用矿粉烧结性能参数

指标	同化性	液相流动性	粘结强度
单位	℃	/	/
纽曼粉	1228	强	强
麦克粉	1231	强	弱
PB 粉	1239	强	一般
巴西混合粉	1247	强	强
高硅巴粗	1250	一般	强
岩迪粉	1217	强	一般
南非粉	1253	一般	强
超特粉	1197	一般	一般
碱性精粉	1318	强	一般
酸性精粉	1378	强	强

注:液相流动性、粘结强度按“强、一般、弱”三级划分。

依据各品种矿粉试验性能指标及实际应用效果,技术科对常用矿粉的烧结性能进行了评价,选择了同化性、高温液相下流动性及冷却过程中粘结强度均较好的纽曼粉<sup>[1]</sup>、巴西混合粉这两种矿粉作为烧结主配矿结构,并配用部分酸性精粉,以提高烧结矿强度。2019 年我公司精粉开发品种及数量较多,因酸性精粉有利于改善矿相整体粘结强度,炼铁厂对烧结、球团精粉结构进行优化,烧结重点提高了东平宏达、中钢苍山等质量较稳定的酸性精粉配比,适当下调了鲁中、金岭等碱性精粉配比,该部分碱性精粉由球团配用消化。经优化后烧结配矿主结构确定如表 2 所示。

表 2 烧结配矿主方案

结构	纽曼	巴混	FMG 粉等	酸性精粉	碱性精粉	内循环料	其它
单位	%	%	%	%	%	%	%
主配矿方案	15 ~ 25	15 ~ 25	12	≥ 15		20	5 ~ 10

在配矿主结构确定后,其它可配用部分性价比较好的经济料,2019 年该部分配比控制 5~10%。

#### 3.3 特殊情况下的配矿预案

正常情况下纽曼粉、巴混等主流矿现货资源是较充足的,我公司 BHP 及 Vale 长协资源也以该类矿粉为主,但现货市场资源受价格、钢企消耗等不确定因素影响较大,会出现短期内资源短缺甚至无货的情况。针对该问题,炼铁厂一方面与采购部门及时沟通,降低纽曼粉或巴混配比,提前对烧结主配矿结构进行调整应对;另一方面制定了纽曼粉、巴混断料情况下的配矿预案,具体如表 3 所示。

表 3 烧结配矿预案

结构	PB 粉	巴粗	岩迪粉	酸性精粉	碱性精粉	内循环料	其它
单位	%	%	%	%	%	%	%
主配矿方案	20 ~ 25	15 ~ 20	15 ~ 25	≥ 15		20	5 ~ 10

在烧结无法配用纽曼粉、巴混时,烧结配料结构按以上方案执行,其中作为日常配矿用的副品种如 FMG 粉、麦克粉、超特粉暂停采购及配用,配用理化指标及烧结性能相对较好的 PB 粉、巴粗及岩迪粉代替纽曼粉、巴混,可实现配矿结构及生产调整的平稳过渡。

#### 3.4 适当配用部分经济料

烧结主配矿结构优化后,进一步稳定了烧结过程及烧结矿质量,在此生产条件下,炼铁厂及时对经济料的使用问题跟进研究,积极开发使用新品种矿。

经济料多为铁品位低、硅铝含量及有害元素含量较高的含铁料<sup>[2]</sup>,按照单一性价比公式测算其倒折成本对比主流矿性价比优势在 10 美元以上,但实际上该类料存在品质波动大、烧结配矿后影响入炉品位降低等问题,从分厂、公司范围上讲,其在烧结的使用有使系统成本升高的潜在风险,因此经济料使用效益问题应利用综合配矿模型,并结合实际生产指标变化等,进行系统测算后确定。按照以上原则,在确保生产稳定及系统效益最大化前提下,对比 2018 年,2019 年提高了经济料使用量,截止 11 月份经济料总消耗达 15.0 万 t,创

表4 经济料使用品种、消耗量及效益

消耗品种	WPF	吉布森	伊朗粉	镍矿	朝鲜粉	马来粉	硫酸渣	泰和矿	罗泊河	南非块	合计
消耗量 (t)	10004	22404	2940	8267	3033	4306	5024	18610	29500	46000	150088
创效 (万元)	14.01	125.46	20.58	86.80	31.85	45.21	52.75	195.41	123.90	193.20	889.17

效889.17万元/年。其中新开发使用的矿有WPF粉、吉布森粉、泰和矿、伊朗粉、朝鲜粉、南非块(低品位)。具体使用数量、效益如表4所示。

### 3.5 提高烧结精粉配比

2019年随周边矿山开工率的提高,精粉供应较充足,其对比外矿的价格优势达到4美元/吨以上。为降低烧结配矿成本,2019年下半年对如何提高精粉配比问题进行了重点研究,主要工作有以下两点:一是在块矿对比粉矿有性价比优势时,高炉提高块矿入炉比例、降低烧结矿消耗,在烧结产量压力较小,通过优化配矿结构,烧结可适当提高精粉配比。二是通过优化烧结工艺细节,为提高精粉配比创造技术条件。2019年通过优化配混系统加水方式及布料系统、提高混合料料温、改善混合料制粒效果等措施,精粉配比逐步由上半年的18%提高至22%,按对比外矿优势4美元/吨测算精粉消耗增量可创效246.76万元/年。

## 4 优化生产工艺、合理组织生产

我司高炉冶强提高后,烧结产能压力持续紧张,正常生产时烧结矿入炉比例仅可维持在71~72%。进入采暖季烧结阶段性停产,烧结矿入炉比例降低至不足70%,高炉被迫增加了性价比较差的外购烧结矿及块矿配比。为最大程度减少外购烧结矿及块矿消耗,降低高炉配矿成本,通过优化生产工艺,10月份后两台烧结机日产始终稳定在13900t以上,大烧结日产突破9100t,并组织老3#烧结复产,主要工作开展如下。

### 4.1 提高混合料温度与强化制粒

混合料经二混制粒再由皮带倒运、分料漏斗碰撞时料温会出现降低,且水分蒸发严重,不利于稳定混合料成球性及烧结生产过程,通过以下措施可有效减轻以上现象。

(1) 提高并稳定二混蒸汽压力至0.3Mpa以上,把二混圆筒内的蒸汽管道改造为安装在出料端,并使通入蒸汽直接与物料接触。这样蒸汽预热完的物料直接通过皮带运输走,

比原来的头部安装蒸汽管道减少了一段距离的蒸汽发散。

(2) 在蒸汽管道进入圆筒前500mm的位置开孔增加一处水管道,加入一定量的水通过蒸汽管道喷入圆筒内,使水能够更均匀的与混合料接触,提高了混合料中>3mm小球的比例,使烧结过程表现出良好的透气性,也为精粉比例提高创造有利条件。

(3) 改进一混加水方式,把原直径100mm、长10m的水管截去一半,将头部接进去的水管喷头按圆弧形安装在进料斗正面和两侧,正面的喷头与直冲下来的物料成垂直角度,两侧喷头方向呈V形顺物料而下,90%的水分由头部水管加入;另一路水管竖向加在一混进料端的皮带上,水管上加装喷头使水直接喷在生石灰上面,改善了石灰粉消化效果及混合料成球性,也减少了扬尘。

### 4.2 优化烧结布料系统

1#烧结机上采取圆辊+多辊的布料方式,长期以来因烧结产能压力大,烧结料层厚度偏低,多辊布料器下沿离烧结料面距离大(达300mm),混匀料下料轨迹是垂直落到台车上,很大一部分大颗粒到不了烧结台车底部,布料偏析效果差,同时会产生压料现象,影响烧结料层透气性。通过增设反射板可有效解决该现象,具体做法:在多辊布料器下方,沿料流运动方向安装一块长3m、宽350mm的反射板,将落料点与台车上沿距离缩小至30~50mm,改变混合料下料轨迹,可使一部分混合料大颗粒落到烧结台车底部,布料偏析趋于合理,减轻压料现象,改善烧结料层透气性<sup>[1]</sup>。

### 4.3 做好老3#烧结复产工作

按单一性价比公式测算,2019年大部分时间内块矿倒折成本对比粉矿、烧结矿均倒挂,为提高烧结矿入炉比例,降低块矿消耗,2019年炼铁厂对老3#烧结阶段性生产运行方式中涉及的相关问题进行了研究,通过分析现场工艺流程及设备运行情况等,制定了老3#烧结临时复产方案,解决了三条烧结机并行生产时的原料供应、物流运输、生产人员组织及设备维护等问题。2019年老3#烧结阶段性复产期间生产运行

稳定, 1 ~ 10 月份累计完成产量 15.85 万 t, 按全年对比块矿优势 3 美元 / 吨测算代替块矿可创效 332.85 万元 / 年。

## 5 结语

通过优化入炉原料结构可有效降低生产成本, 但结构优化的过程往往伴随着原料质量下滑以及生产指标的退步, 需针对性地采取管理及技术应对措施, 确保生产及质量稳定。目前, 对于含铁料价值的评估还是以单一性价比公式测算为主, 实际生产中部分含铁料对炼铁指标的影响在性价比公式中未体现, 需对性价比公式作相应修订。对于部分经济料的

烧结性能、冶金性能及在生产中的应用缺乏较深入的研究, 需进一步总结配矿结构调整对工艺参数、技术指标及质量变化的影响。

## 参考文献

- [1] 臧跃, 等. 提高澳矿配比, 优化烧结配矿方案研究与实践 [J]. 四川冶金. 2012(4):12-17.
- [2] 赵志星, 等. 550m<sup>2</sup> 烧结机优化配矿技术研究 [J]. 炼铁. 2010,4:270-275.
- [3] 尚策, 等. 烧结机板 - 辊联合布料器的半工业应用试验研究 [J]. 鞍钢技术. 2010,4:25-28.