

长钢高炉提高焦炭负荷冶炼生产实践

王继萍

首钢长钢炼铁厂, 山西 长治
Email: 2564938746@qq.com

收稿日期: 2020年11月24日; 录用日期: 2020年12月7日; 发布日期: 2020年12月14日

摘 要

2019年以来长钢8号9号高炉经过提高负荷攻关活动, 高炉焦炭负荷由4.3提高到4.9, 燃料成本扭亏为赢。其提高焦炭负荷的主要措施有: 精料、提高热风温度、中心加焦、提高富氧率、搞好上下部调剂, 稳定炉况和加强管理, 推行标准化操作等。

关键词

高炉, 负荷, 措施

Practice of Increasing Coke Load Smelting in Blast Furnace of Changgang

Jiping Wang

Shougang Changgang Iron and Steel Co., Ltd., Changzhi Shanxi
Email: 2564938746@qq.com

Received: Nov. 24th, 2020; accepted: Dec. 7th, 2020; published: Dec. 14th, 2020

Abstract

Since 2019, the coke load of No. 8 - 9 BF of Changgang was increased from 4.3 to 4.9 after the load improvement, and the fuel cost turned to win. The main measures to improve coke load include: fine material, raising hot air temperature, coke adding in center, increasing oxygen enrichment rate, adjusting the upper and lower parts, stabilizing furnace condition, strengthening management, and carrying out standardized operation.

Keywords

Blast Furnace, Load, Measures



1. 概述

首钢长钢炼铁厂目前有两座高炉在投产运行,分别为八号高炉、九号高炉,其有效容积均为 1080 m³,设计有 20 个风口,2 个铁口。炉顶采用串罐式无钟炉顶及皮带上料,配套有 3 座霍戈文改进型内燃式热风炉(2019 年八、九号高炉各增加一座顶燃式热风炉),煤气布袋除尘工艺,TRT 发电,喷煤采用中速磨制粉 + 总管 + 分配器 + 双枪直接喷吹工艺等。进入 2019 年,为节能降耗,长钢高炉以精料为基础,采取多项技术措施,实现了高焦炭负荷冶炼,使得高炉各项技术指标都有了不同程度的改善,燃料成本扭亏为赢。2019 年 6 月~2020 年 6 月各项技术指标见表 1。

Table 1. Main technical indexes of Changgang blast furnace from June 2019 to June 2020**表 1.** 长钢高炉 2019 年 6~2020 年 6 月份主要技术指标

项目	6 月	7 月	8 月	9 月	11	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
利用系数 t/(m ³ .d)	3.134	3.139	3.116	2.891	3.280	3.233	3.270	3.281	3.257	3.249	3.276	3.212
焦炭负荷	4.36	4.36	4.17	4.31	4.49	4.77	4.73	4.759	4.75	4.82	4.89	4.78
焦比 kg/t	383.06	389.64	394.24	383.08	373.4	362.93	357.1	355.37	354.16	350.86	346.00	352.61
煤比 kg/t	125.65	125.39	130.27	130.30	139.57	138.43	144.7	141.7	136.80	136.93	142.75	139.44
焦丁 kg/t	21.76	15.06	12.22	22.54	29.72	36.59	34	35.5	36.66	37.92	36.98	34.12
燃料比 kg/t	530.47	530.09	535.93	534.18	542.71	537.95	536.27	532.58	527.63	525.72	525.73	526.17
毛焦比 kg/t	410	412.44	415.42	412.59	407.6	400.04	399.80	400.48	396.06	395.88	390.17	393.79
风温/°C	1158	1165.50	1160	1165	1181	1181	1158	1189	1187	1189	1192	1189
燃料赢- 亏+万元	+82	-60	+113	+87	+185	-86	-98	-102	-129	-217	-297	-234

2. 提高焦炭负荷的措施

2.1. 精料

精料是高炉实现高焦炭负荷冶炼的物质基础。精料的主要内容包括:入炉料的综合品位要高、化学成分稳定、粒度均匀;冶金性能良好,炉料结构合理等方面[1]。

1) 炼铁厂 8 号、9 号高炉采用烧结矿配加球团矿配加生矿的炉料结构,烧结矿全部采用自产烧结,配比在 80%水平微调,生矿采用两到三种矿的混合生矿,配比在 13%水平微调,一方面保证合理的炉料结构,一方面保证入炉综合品位。目前两座高炉的入炉料综合品位已由 56%提高至 57.2%水平。焦炭要求灰分低、冷态、热态强度好。我们使用的焦炭全部是自产焦炭,采用干熄焦工艺,完全满足生产要求。具体原燃料成分见下表 2、表 3。

2) 加强原燃料筛粉与料仓位管理

随着焦炭负荷的增加,料柱内矿石量增加,焦炭量减少料柱的透气性变差[2]。只有减少粉末入炉,

才能保护况的稳定顺行。要求加料操作工每班定期清筛、空振筛 4 次, 保证矿筛的透孔率不低于 90%, 对于机烧料碎的料仓, 加装整流挡板, 机烧控制振幅 20~30 kg/s, 把小于 5 mm 的烧结控制在 2%~3%, 5~10 mm 的控制 35% 以下。要求料仓位存料不低于 2/5, 严禁仓底料入炉。

Table 2. Ingredients of raw materials in September 2019

表 2. 2019 年 9 月份原料成分

项目	Fe%	FeO%	SiO ₂ %	CaO%	MgO%	Al ₂ O ₃ %	S%	R	转鼓指数%	Zn
烧结	54.98	8.14	5.64	10.59	2.03	2.18	0.033	1.88	78.71	0.042
球团	62.42		8.37	0.62	0.61	0.81		0.07		0.0044
块矿	64.81		5.25	0.13	0.13	1.35	0.01	0.026		0.0015
高硅块	29.68		51.2	3.32	2.26	1.16	0.34	0.065		0.035

Table 3. Fuel composition in September 2019

表 3. 2019 年 9 月份燃料成分

项目	灰分%	挥发分%	固定碳%	S%	水分%	M ₄₀ %	M ₁₀ %	CRI	CSR
焦炭	12.99	1.01		0.83	1.56	87.73	5.46	68.96	22.04
煤	10.36	11.5		0.37	9.99				
煤粉	9.65	14.96	75.61	0.35	1.58				

2.2. 提高富氧率

富氧提高了理论燃烧温度, 下部高温区热交换明显改善, 热量集中于炉腹以下, 炉缸热量集中[3], 有利于提高渣铁的温度, 富氧和喷吹燃料结合, 能克服喷吹燃料时炉缸冷化问题, 为提高喷煤量创造了条件。根据氧气的富余程度, 2019 年 11 月开始, 八九高炉分别将富氧量由 4000 m³/h 提高至 4300 m³/h、由 4800 m³/h 提高至 5100 m³/h, 提高富氧率后, 高炉煤比由 135 kg/t 左右提高到 140 kg/t 以上。

2.3. 采用中心加焦技术, 确保中心气流顺畅

高炉大量喷煤后, 入炉焦炭量明显减少, 炉料透气性严重恶化, 对炉况顺行构成威胁。[4], 所以尤其要注意中心气流的开放, 进一步以低富氧达到高喷煤比。为了保证大量喷煤下高炉炉况顺行, 必须维持高炉下部焦炭、液体渣铁、煤气流和未燃煤粉四相流的正常运动。随着高炉的进一步强化, 出现风压不稳, 顶压呈锯齿状波动现象, 减风次数明显增多, 严重制约了炉况顺行。经作业区及厂有关技术专家讨论后, 将原来装料制度进行了调整, 在扩大矿批的同时, 进行了中心布焦, 保证了边缘和中心煤气流的两条通道。采取以上措施后, 有效地稳定了上部煤气流, 煤气利用率由 46% 提高到 47% 以上。

2.4. 提高风温水平

高风温是降低焦比和强化高炉冶炼的重要措施, 提高风温能为提高喷吹量和喷吹效率创造条件。同时提高风温可以加快风口前焦炭燃烧, 热量集中于炉缸, 使高温区下移, 有利于间接还原发展[5]。2019 年 8 号、9 号高炉先后增加了一座顶燃式热风炉, 采用两烧两送制, 2019 年下半年开始风温水平逐步提高(见表 4), 由 2019 年 6 月份的 1158℃ 提高到 2020 年 5 月的 1192℃。

1) 大风量烧炉技术。热风炉各配备了一座大风量风机, 风量由原来的 100,000 Nm³/h 提高到现在的 120,000 Nm³/h。由于受原来风机能力限制, 烧炉末温烟道温度一直在 300℃ 以下, 使用大风机后, 控制合理的过剩空气系数, 燃烧后烟气量增大, 提高烟道温度到标准规定的 380℃, 有效增加了热风炉的蓄

热量。由于热风炉蓄热量增加,使得送风时风温能长时间保持稳定,实现定风温(1180℃)操作,减少了风温波动对炉况的影响。

2) 交叉并联送风技术。三座热风炉时,热风炉送风烧炉采用两烧一送制,热风炉增加到四座,使并联送风成为可能。根据每座热风炉的特点,通过摸索并联送风时间、烧炉时间,减少焖炉时间,保证了为高炉提供长期稳定的高风温。现在风温能长期稳定在 $1180^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$,为高炉稳顺和节约燃料打好了基础。

3) 在线炉外压浆维护送风管道。送风管道在高压、高温作用下,内部耐材容易出现裂缝甚至脱落,造成外壳温度升高甚至烧穿等事故。通过班组加强点检,利用红外线测温仪发现温度变化点,在温度升高到警戒线前利用炉外压浆技术,修补管道内耐材裂缝,阻止裂缝扩大,保护送风管道安全。

4) 高炉上、下部调节确保使用高风温。提高风温能增加鼓风动能,提高炉缸温度活跃炉缸工作,促进煤气流初始分布合理,改善喷吹效果。固定风温在较高水平,使用喷煤量来调节炉温,这样可以最大限度发挥高风温的作用,维持合理的风口前理论燃烧温度。结合上部装料制度调整,稳定煤气流,提高煤气利用率,降低燃料消耗。

Table 4. Comparison of wind temperature between 2018 and 2019

表 4. 2018 年与 2019 年风温对比情况

月份	4	5	6	7	8	9	11	12
2018 年	1122	1116	1113	1108	1121	1102	1091	1116
2019 年	1126	1138	1159	1166	1161	1165	1182	1181

2.5. 提高顶压

8 号、9 号高炉顶压由 165 kpa 提高至 170 kpa 使用。提高炉顶煤气压力,有利于增加风量,提高产量;有利于降低压差,促进顺行;有利于降低焦炭消耗,提高煤气利用率,减少碳的气化反应;降低炉尘吹出量;利于低硅冶炼;也可以实现余压发电、实现能源的二次利用[6]。

2.6. 加强管理,推行标准化操作

炼铁厂岗位操作标准化经历了“从无到有,从粗到细,从细到精”三个阶段,这对规范各岗位操作,促使炉况稳定起到了至关重要的作用。

1) 值班室操作。加强四班统一操作,严禁操作自由化,处理好局部与整体的关系。通过对日常操作过程的监控,来保持操作指标的合理。定期召开炉况分析会来统一操作人员的操作理念。

2) 规范炉前操作,推行标准化作业。对铁口深度、出铁正点率、出铁均衡率等主要操作指标都制定了详细标准化作业条例。严格的考核细则,使各项操作规范化、制度化,确保按时出净渣铁,满足了高炉高强度、快节奏生产的需要。

3) 推行全员设备管理。为减少设备故障,降低设备慢风和休风率,提出“操作者是设备第一责任人”,实行包机到人制,加强操作者的责任感,保证设备正常运行,为生产创造条件。

3. 结束语

1) 精料是实现焦炭高负荷冶炼的基础,在大喷煤量喷吹的条件下,焦炭作为料柱骨架的作用愈加明显,但也不能忽视机烧粒度的均匀性。

2) 高炉的长期稳定顺行是实现焦炭高负荷冶炼的保证。一方面炉料结构优化有利于改善料柱的透气性,另一方面炉缸工作状况的不断改善为炉况顺行提供了保障。因此,高炉操作者应采取各种调节手段维持高炉顺行。

3) 推行标准化作业需锲而不舍。加强对操作人员的培训, 对标准内容比较欠缺或不充实的标准进行修订, 使各岗位操作更趋合理化和可操作性, 减少操作失误, 保证高炉在高煤比条件下长期稳定顺行。

参考文献

- [1] 任贵义. 炼铁学[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2003: 322-323.
- [2] 王筱留. 高炉生产知识问答[M]. 第2版. 北京: 冶金工业出版社, 2003: 155.
- [3] 尤文泉. 实用高炉炼铁技术[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2002: 331-332.
- [4] 尤文泉. 实用高炉炼铁技术[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2002: 328.
- [5] 任贵义. 炼铁学[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2003: 327-329.
- [6] 周传典. 高炉生产技术手册[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2003: 362-364.