

从生产实践分析降低焦比的途径

刘云彩

摘要 总结了首钢高炉降低焦比的实际经验,得出结论:精料是高炉生产的基础,它占首钢降低焦比总量的64.7%。讨论了喷煤、风温、铁水硅含量及装料制度对焦比的影响。

关键词 焦比 降低焦比 高炉节能 高炉操作

MEASURES TO DECREASE COKE RATE ACCORDING TO ANALYSIS OF PRODUCTION PRACTICE

LIU Yuncai
(Shougang Corporation)

ABSTRACT The experience on decreasing coke rate of the blast furnace at Shougang Corporation is analyzed and the following results are obtained: high quality burden is the basis of blast furnace production, which decreases about 64.7% of the total amount of the coke rate cutdown at Shougang Corporation. The factors which affect the coke rate are discussed such as coal injection, blast temperature, silicon content and charging pattern.

KEY WORDS coke rate, decreasing coke rate, energy saving of blast furnace, operation of blast furnace

降低高炉焦比,是提高炼铁经济效益的重要方法。首钢经过多年努力,取得了巨大进步。本文结合首钢的实际,分析降焦方面的成功与不足。

首钢1918年破土动工至今已80周年。旧中国军阀混战,日本侵略,仅有的几座小高炉,经常停产,生产十分落后。今天,首钢一个月的产量就远远超过1949年前历年产量的总和。图1是首钢高炉利用系数和燃料比的变化趋势。与1949年相比,1997年的生铁产量增加268倍,高炉利用系数提高5.47倍,焦比由1 083 kg降到435.4 kg。

首钢经过几代人的努力,在降低焦比方面取得了举世瞩目的成就。1966年首钢焦比已经降到467 kg,进入80年代,焦比在385~443 kg之间波动,超过了当时处于世界领先地位的日本(图2)。分析首钢降低焦比所走过的路,是一段不平凡的、艰苦、曲折、前进的道路。

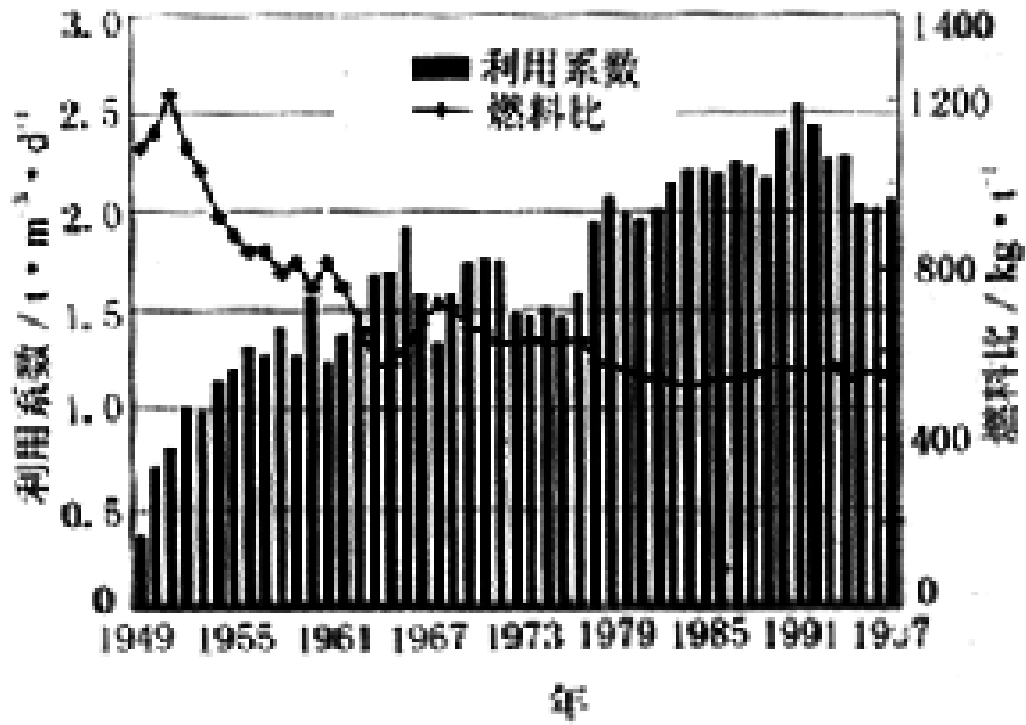


图1 首钢历年高炉利用系数和燃料比的变化
 Fig.1 Development of ironmaking production and fuel rate at Shougang Corporation over years

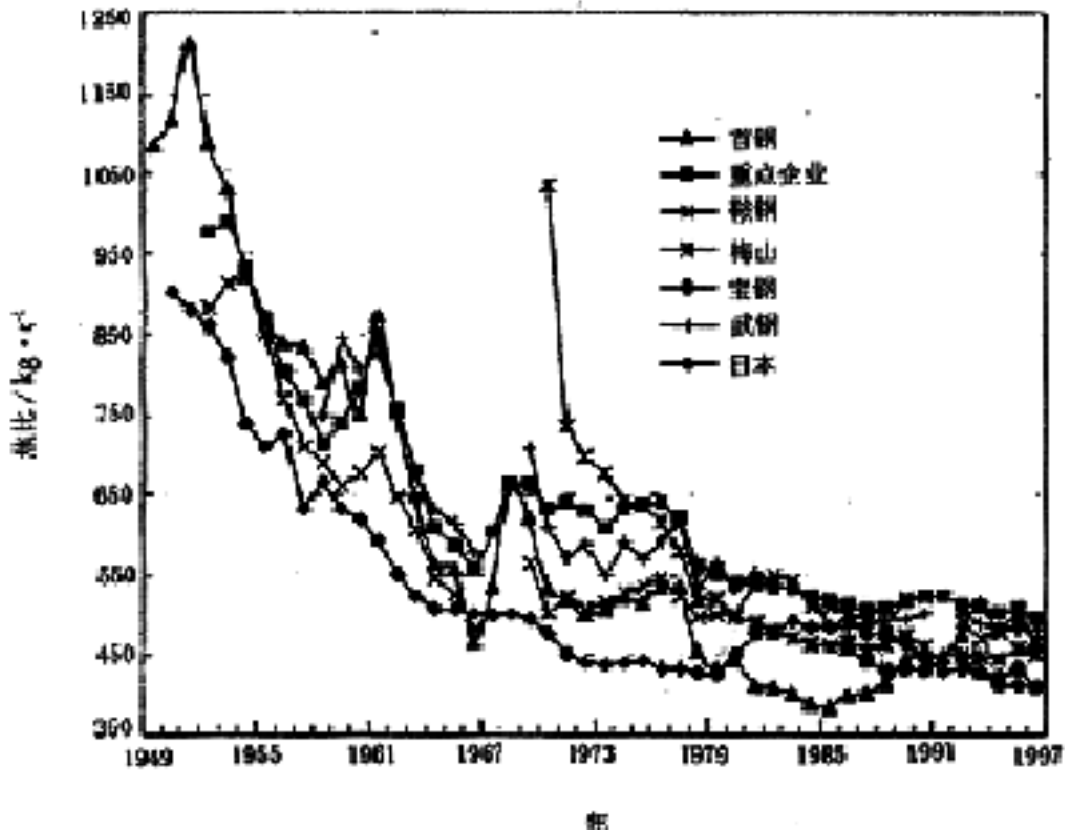


图2 首钢和国内一些炼铁厂及日本的一些平均焦比

Fig.2 Average coke rate of Shougang, some ironmaking plants in China and Japan

1 精料

首钢前总工程师安朝俊一贯强调：“精料是高炉生产的基础，是炼铁获得高产、优质、低耗的物质基础”[1]。基于这一指导思想，首钢大部分时间，把精料放在第一位，努力提高矿石铁含量，特别是1960年首钢迁安铁矿投产后，矿石铁含量很快提高。从表1可以看出，首钢矿石铁含量及原料其它方面的变化。

1949年前，首钢没有烧结矿。1949年后，首钢用自制的烧结锅生产烧结矿。到1958年，已有15个烧结锅，烧结矿使用率达到31%。1959年烧结机投产，从此烧结矿比例迅速增加。对烧结矿深入研究发现，在首钢的原料条件下，烧结矿碱度对其强度和冶金性能均有重要作用。图3是烧结矿碱度与强度的关系，从图3看到，随着烧结矿碱度提高，强度明显上升，强度的低点在0.9附近。由于烧结矿比例增加，碱度提高，石灰石入炉量迅速下降，消耗量减少628 kg/t，仅此一项，降低焦比157 kg。可见，烧结矿对降低焦比的作用。表1给出了原料条件变化及其对焦比的影响。碱度提高，烧结矿的冶炼性能显著改善。从图3可看出，随着碱度提高，烧结矿的还原性明显提高，由于石灰石减少和烧结矿强度的提高，两者合计使焦比下降300.6 kg；从表1还能看到，矿石铁含量的提高以及焦炭灰分的降低，使吨铁焦比分别降低37.8 kg和103.8 kg。

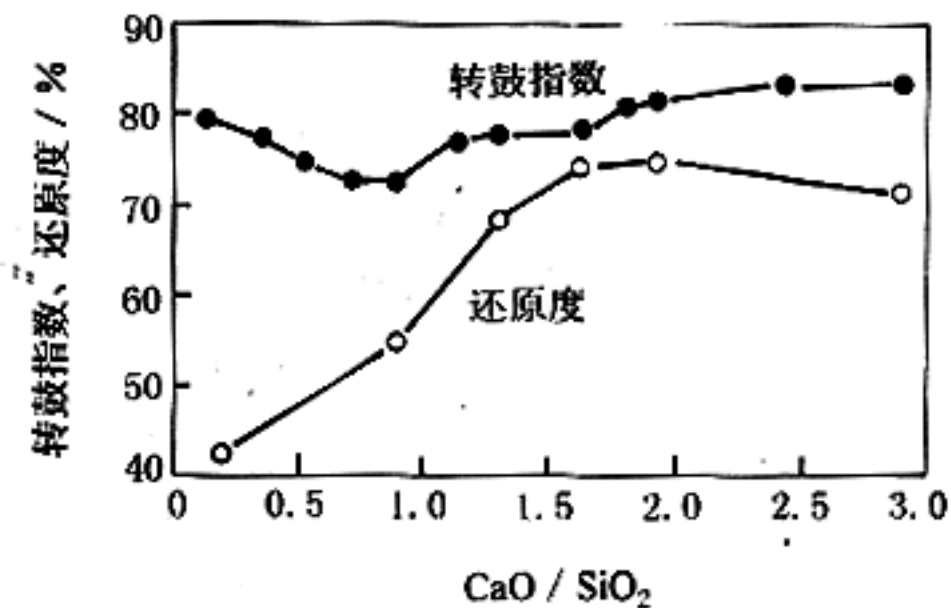


图3 烧结矿碱度与强度和还原度的关系

Fig.3 Relation between basicity of sinter
and strength, reduction

原料的作用不仅仅限于降低焦比，它对高炉稳定、顺行均有重要作用。

2 喷煤和风温

首钢是世界上大规模商业性喷煤最早的公司之一。高炉喷煤是由首钢、北京钢铁设计研究院和北京科技大学协力合作共同完成的。1964年4月30日

表1 原料条件变化及其对焦比的影响

Table 1 Change of burden data and its effect on coke rate

年份	矿石含铁/ %	熟料率/ %	石灰石/ kg*t ⁻¹	焦炭灰分/ %
1949	48.82	0	965	22.61
1950	55.04	0	628	17.18
1960	48.80	77.96	183	13.58
1970	48.74	95.79	23	12.53
1980	58.64	97.63	17	13.04
1990	57.97	99.19	4.3	12.62
1997	57.29	85.57	0	12.54
1997年与1950年				
差值	2.25	85.57	-628	-4.64
影响焦比	37.8	143.6	157	103.8

1号高炉正式喷煤，1965年喷煤量达到200 kg/t。与此同时，首钢深入研究喷煤过程，进行大喷煤量试验。表2给出当时1号高炉的实践结果。喷煤使首钢焦比大幅度降低，图4列出近年首钢的喷煤量。由于首钢生产规模迅速发展，高炉喷煤设施未能相应扩充，再加上一度忽视精料，高炉顺行不好，喷煤量有些下降。

图4显示一种巧合，喷煤量和风温几乎同步升降。喷煤需要高风温，风温也是降低焦比的重要手段。从图4可以看出，1966年全厂平均风温1 091 ℃，其中1号高炉是1 105 ℃。但首钢也象我国有的老企业一样，风温未能持续、稳定地提高，有一段时间炉况不够稳定，在一定程度上也影响了风温的使用。与1950年相比，1997年风温和喷煤分别提高了445 ℃和100 kg/t，大约降低焦比75.6 kg/t和80 kg/t。

表2 首钢1号高炉1966年大量喷煤的实践数据

Table 2 Coal injection and operating data of No.1 BF in 1966

月份	利用系数/ $t \cdot m^{-3} \cdot d^{-1}$	综合冶炼强度/ $t \cdot m^{-3} \cdot d^{-1}$	喷煤量/ $kg \cdot t^{-1}$	喷煤率/ %	焦比/ $kg \cdot t^{-1}$	燃料比/ $kg \cdot t^{-1}$	风温/ °C	风中氧/ %
2	2.294	1.305	196	34.0	375	571	1 102	23.4
3	2.324	1.362	209	35.6	378	587	1 130	22.9
4	2.425	1.442	226	38.0	370	596	1 144	23.4
5	2.450	1.523	276	45.4	336	615	1 150	24.9
6	2.264	1.581	319	46.4	369	688	1 150	25.2
平均	2.264	1.440	246	40.2	365	611	1 135	23.97

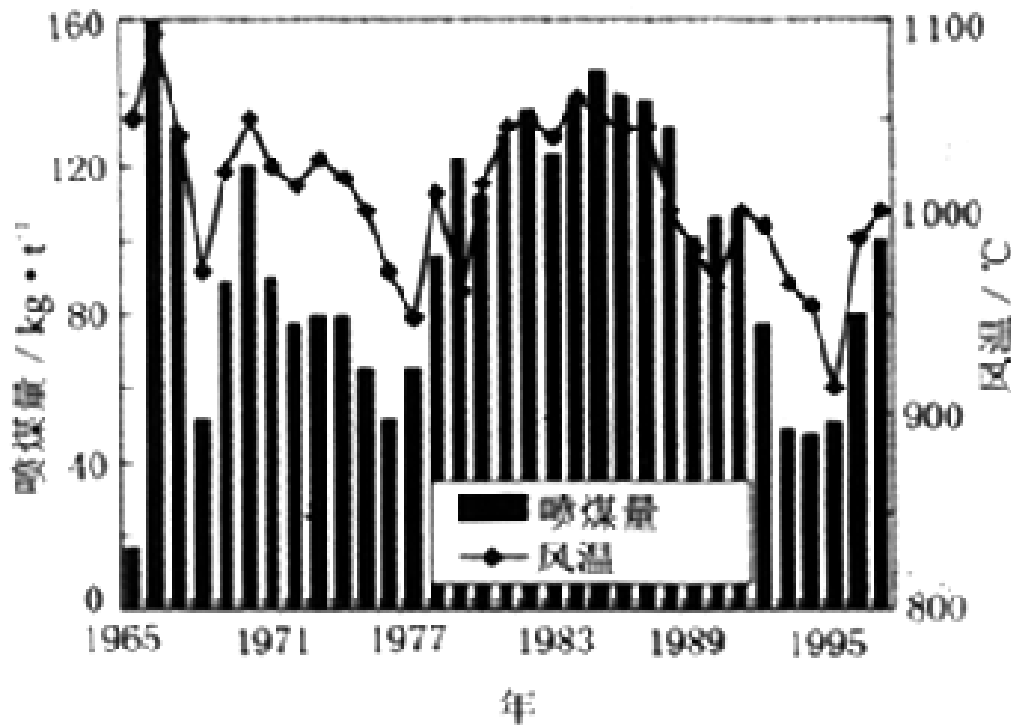


图4 近年首钢的喷煤量和风温演变

Fig.4 Development of coal rate and blast temperature in Shougang Corporation in recent years

3 高炉操作

五六十年代，首钢高炉操作方针主要是在高炉生产上坚持以精料为基础，以顺行为前提，争取高产、稳产、优质、低耗^[2,3]。首钢的实践证明，这一方针是科学的、正确的。首钢在装料制度和降低硅含量等高炉操作方面取得了显著的实效。

1955年继鞍钢3号高炉之后，首钢自己设计的我国第二座马基式旋转布料器在首钢1号高炉应用。由此开始高炉布料探索。六七十年代，在矿石批重、装料次序和料线深度等多方面进行试验。曾使用深料线操作，料线降到2.5~2.8 m；研究单一批重以及大、小批重结合；正常批重下的抽矿、抽焦操作；正常批重与部分双装搭配；在分装

条件下，相等料线及不等料线装料等，在不同时期、不同条件下，都有不同的收获。1979年，首钢新2号高炉在我国首先使用无钟炉顶，在以后的几年里，又研究更灵活的无钟装料。通过炉料分布，控制煤气流分布，在改善煤气利用、保持高炉稳定、顺行等方面，均发挥了重要作用。

降低铁水硅含量，既能有效地降低焦比，又能有效地降低炼钢消耗，效益是可观的。实践证明，冶炼低硅铁，首先要学会稳定热制度。早在1954年，丁书慎就指出：“稳定原料化学成分是使高炉热制度稳定的最重要手段之一”[4]。图5是首钢近些年来铁水硅含量的演变。经验表明，炼钢铁的硅含量每下降1%，大约可降低焦比40 kg/t。

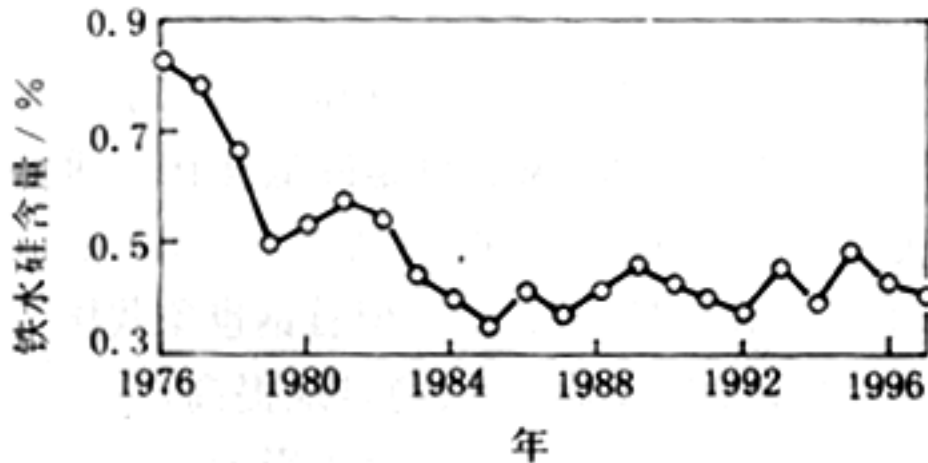


图5 首钢铁水硅含量的演变

Fig.5 Silicon content in Shougang Corporation over years

4 结论

首钢的实践表明，高炉降低焦比主要靠精料。与1950年比较，1997年焦比下降683.6 kg/t，精料作用占64.7%，各冶炼参数对降低焦比的具体贡献如下：

冶炼参数	精料	喷煤	风温	操作	合计
降低焦比/ kg*t ⁻¹	442.2	80	75.6	85.8	683.6
%	64.7	11.7	11.1	12.5	100.0

首钢多年实践证明，精料是生产的基础。‘基础’建设往往比提高冶炼强度或扩大生产规模更困难。它所以困难，并不是由于缺少资金，而是部分决策者的认识不够；也是由于计划经济体制下，生产不精算成本，没有市场竞争，消耗大、成本高，不为人们重视所致。今天，面临的是世界市场，面对的是发达国家的竞争，降低生产成本成为企业的重要任务。对于部分企业，可能是生死存亡的问题。把有限的资金投入到“精料”当中，对于大部分炼铁厂会得到很高的回报；也能帮助高焦比的炼铁厂‘起死回生’。

喷煤，已经得到较普遍的重视。对绝大部分厂，喷煤是降低生产成本的有效措施。首钢由于高炉扩容较快，制粉设施建设相对较慢，喷煤量远远低于历史记录。煤粉的降低焦比作用未能充分反映出来。

我国早在60年代，有些重点企业的风温已经达到世界水平。目前，除宝钢外多半落到后边。有些厂尽管在热风炉方面投入很多，但风温并未提高。更有甚者，风温比自己的历史水平低很多，应当仔细研究这一较普遍的现象，采取措施，创造新水平。

我国高炉工作者有重视高炉操作的传统。在这一领域除日本外，我国的成绩也最显著。在精料的基础上，操作的潜力是很大的。保持高炉顺行，是操作的第一任务；其次是改善煤气利用、提高产量。少数炼铁工作者忽视顺行，把追求风量当成操作的首要任务，实践证明是不好的、有时是错误的。多年来，部分高炉冶炼强度高，焦比高，寿命短，这种‘两高一短’的操作，大半是过多强调大风，忽视顺行的结果。

在首钢，操作在降低焦比的作用中占12.5%，其中包括改进布料操作和降低铁水硅含量等方面。

作者单位：(首钢总公司)

参 考 文 献

- [1] 安朝俊.高炉工作五十年.北京：冶金工业出版社，1992.46.
- [2] 高润芝.首钢高炉的技术方针.首钢科技，1979，(试刊)：1~9.
- [3] 刘正五.从石钢高炉生产实践看今后炼铁的发展.高炉生产.北京：首都钢铁公司出版，1983.2.
- [4] 丁书慎.全国高炉生产技术会议资料汇编.北京：重工业出版社，1956.146~163.