

目 录

第一章 概况	1
第一节 各车间设备能力	2
第二节 原、燃料情况	3
第三节 高炉生产技术经济指标	4
第二章 实现高产、优质、低耗必须强化高炉生产	7
第一节 提高冶炼强度和降低焦比并举	7
第二节 高炉生产强化过程	8
第三章 精料是强化高炉生产的物质基础	10
第一节 精料与高炉生产的强化	10
一、精料的内容	10
二、精料与提高冶炼强度的关系	11
三、精料与降低焦比的关系	21
四、精料与生铁质量的关系	23
第二节 挖潜、改造, 实现精料	26
一、土法上马, 自建洗煤机、土焦窑	26
二、自力更生实现精料入炉	30
第四章 大风和高温	39
第一节 鼓风机	39
第二节 高风温	43
一、加强煤气清洗	44
二、热风炉改造	54
第五章 高炉喷吹燃料	64
第一节 自力更生搞喷吹	64
第二节 喷吹效果	69

第三节	高炉喷吹燃料后冶炼过程的变化	75
第四节	影响喷吹量和喷吹效果的因素	78
第六章	高炉强化的其它措施	81
第一节	加强生产管理和设备维修	81
第二节	提高操作水平, 保证炉况顺行	83
第三节	高压操作	93
第四节	提高机械化水平	97
结束语		102

第一章 概 况

一九七〇年十月份，在无产阶级文化大革命胜利凯歌声中，丹阳县人民遵照毛主席关于“一个粮食、一个钢铁，有了这两个东西就什么都好办了”的教导，在地、县党委的领导下，满怀革命豪情，日夜奋战四个月，胜利地建成了一座小型钢铁厂（丹阳钢铁厂）。一九七一年二月二十日顺利开炉投产，流出了第一炉铁水。这是全县人民在毛主席革命路线指引下团结战斗，辛勤劳动的结晶。

高炉投产后，全厂革命职工，坚持阶级斗争为纲，以大庆工人为榜样，高举“鞍钢宪法”的光辉旗帜，发扬自力更生、艰苦奋斗的革命精神，为实现高产、优质、低耗而大干苦干加巧干。没有宿舍住料棚，没有床铺睡地铺，没有设备自己造，没有材料到处找。我厂机修车间只有三车（床）两刨，外加一台“大土造”（自制的大车床）加工设备。加工能力虽然薄弱，但工人同志有那么一股革命热情，有那么一种拼命精神，不畏困难，有条件要上，没有条件也要创造条件上。他们用蚂蚁啃骨头的精神，在小牛头刨上，“啃”出了直径二米，重两吨的大型齿轮；用塑料板代替不锈钢板造出了磁选机；用四百多块钢板拼凑焊成三座蓄热式热风炉；自己还制造了铸铁机、抓斗机、成球机、搅拌机、洗煤机、分级机、球磨机、精矿粉过滤机等设备。初步实现了洗煤、破焦、破矿和筛分的机械化，土烧球团配料、拌料运输机械化，高炉炉前操作机械化及高炉渣铁处理机械化等。

事实雄辩地证明，“群众是真正的英雄”，“人民群众有

无限的创造力”，“群众中蕴藏了一种极大的社会主义的积极性”，这种积极性的发挥就变成了巨大的物质力量。

我厂小高炉的投产，促进了地方工业的发展。以一九七四年同一九七〇年相比，我县电机生产增长了四点八倍，水泵增长了六倍，脱粒机增长了十七倍，加速了农业的机械化和水利化，为农业发展作出了一定的贡献。

第一节 各车间设备能力

一、选矿车间：有自制 $\phi 1500 \times 3000$ 球磨机一台， $\phi 1200$ 分级机一台和 $\phi 600 \times 1500$ 永磁滚筒式磁选机(1600奥斯特)两台，永磁真空过滤机一台。日产精矿粉可达80吨左右，年产精矿粉约2万吨，精矿粉品位可达65%左右。

二、焦化车间：有自制六活塞双面跳汰式洗煤机一台，生产能力15~30吨/台·时；土焦窑12座，每座装窑60吨，出焦40~50吨，每年可产焦炭一万吨。

三、水泥车间正在建设中。已有设备： $\phi 1500 \times 5700$ 球磨机一台，流态式烘干机正在制造。现已投产的两座容积为33.5米³的石灰焙烧窑，每年可产生石灰六千吨。

四、原料车间：“平地吹”生产烧结矿，年产量一万五千吨，月平均含铁品位60%左右。一九七四年建成焙烧球团矿的5米²竖炉一座，现正在试产中。

五、炼铁车间：包括上料、卷扬、热风、鼓风、喷油喷煤等设备。手推车供料，0.45米³单料车上料，电动卷扬机提升能力1.5吨，电动卷扬启闭大小料钟和电动探尺。三座蓄热式热风炉。煤气清洗系统采用塔后双文氏管串联。有罗茨风机两台（一台备用），风量120米³/分，风压5000毫米水柱。自制240吨贮油池和10吨贮油罐及简单的一套喷煤设

备，供高炉喷吹重油和煤粉用。13 米³全铁壳小高炉（经过挖潜改造，现已扩大到 15 米³）一座。炉前有自制简易电动泥炮和堵渣机。高炉采用高压操作，炉顶压力可达3000毫米水柱。

六、机修车间：现有刨床两台，车床五台（其中一台为自制土车床），另有250公斤空气锤一台；100公斤小电炉一座（正在扩建0.5吨电炉一座）；1.5吨冲天炉一座，供铸造备品备件用。高炉用水由大运河抽取，经二级加压泵送到高炉，水压可达3.5~4.0公斤/厘米²。为安全起见另备有高25米，容量100吨水塔一座。厂区设变电所一处，变压器总容量为880仟伏安（560及320仟伏安各一台），双回路供电。

第二节 原、燃料情况

在建厂初，铁矿石品种多，品位低，小高炉只能有啥吃啥。一九七三年开始由上黄、盘龙山、土宝山三矿固定供应。矿石、石灰石、白云石、萤石多数是通过水路和铁路运输进厂里。焦炭主要由镇江焦化厂供应，采用汽车和轮船运输。

我厂常用天然矿石、石灰石、白云石、萤石及焦炭的成分见表1、2、3。

几种铁矿石成分

表 1

名 称	成 分 %								
	TFe	S	P	FeO	MnO	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO
上 黄 矿	46.84	0.83				19.60	3.36		
土 宝 山 矿	40.75	0.124				18.45	12.21		2.02
盘 龙 山 矿	50.25	2.87				11.40	2.35		
球 团 矿	61.25	0.25	<0.10	7.56	0.14	5.45	7.07	2.41	0.24
烧 结 矿	61.75	0.114		20.28		5.65	5.49		

各种熔剂成分

表 2

名 称	成 分 %							
	Fe ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaF ₂	H ₂ O	CO ₂
石灰石	0.55	52.93	2.02	0.54	1.26		1.40	41.56
白云石	0.20	29.72	1.42	0.63	20.56		1.50	46.87
萤石			15.33			84.67		

焦炭工业分析

表 3

名 称	成 分 %				
	灰 份	挥 发 份	S	C	H ₂ O
镇 江 焦	16.64	1.38	0.94	81.04	
本 厂 土 焦	16.68	1.15	1.36	80.81	

第三节 高炉生产技术经济指标

我厂高炉自投产以来的生产技术经济指标见表 4。

由表 4 可以看出,一九七一年由于矿石品位低,风温低,所以,生产指标不好,焦比高,产量低,合格率低。一九七一年九月份煤气系统改造后风温提高到 900°C 以上,以及采用大风机,生产指标大有好转。一九七二年由于采用高压操作和喷油等技术措施,生产指标进一步提高。特别是十一月份磁选机投产后,精矿粉品位高达 65%,提高了入炉矿的品位,由 47% 增加到 58% 以上,熟料率由 47% 增加到 80% 以上,生产指标显著改善,焦比降低到 700 公斤/吨铁以下,利用系数超过 3.0 吨/米³·昼夜。

综上所述,由于原料条件的不断改善,热风温度的提高,采用高压操作和喷吹技术,高炉冶炼强度不断提高,因而焦比显著降低,产量大幅度增加。

表 4

高炉生产经济技术指标

时 间	利用系数 吨/米 ³ ·昼夜	焦 比 公斤/吨 ·昼夜	冶炼强度 吨/米 ³ ·昼夜	喷油 量 公斤/吨	生铁合格率 %	休风率 %	熟料率 %	炉渣碱度 CaO/ SiO ₂	热 风		炉 顶 温 度 ℃	压 力 毫米 汞柱	炉顶煤气		原、燃料主要成份					备 注
									温 度 ℃	压 力 毫米 汞柱			CO ₂ %	CO %	混 合 矿		焦	炭		
															Fe %	S %		C _固 %	S %	
1971年																				
3~4月	1.16	1789	2.07	—	17.62.73	—	1.06	—	566	176	364	19	—	—	45.61.18	76.7	0.79	—	—	煤气系统 改造
5~6月	0.99	1205	1.19	—	54.82.68	—	1.14	—	690	174	160	70	—	—	43.20.305	78.3	0.69	—	—	改用大风 机
9~12月	1.64	1002	1.63	—	82.43.92	38.11.19	—	—	924	214	197	83	—	—	44.70.157	78.34	0.93	—	—	
1972年																				
1~3月	1.95	977	1.91	—	95.52.17	38.21.23	—	—	927	235	242	84	—	—	46.90.136	80.3	0.836	—	—	开始高压 操作
4~5月	2.05	970	1.99	—	94.01.36	47.51.30	—	—	968	311	209	170	—	—	47.80.139	78.5	0.994	—	—	开始喷油
6~9月	2.048	864	1.77	47.797.61.61	38.31.26	—	—	—	963	—	210	188	—	—	47.40.126	79.0	1.127	—	—	
1973年																				热风炉已 改造
6~8月	2.69	689	1.85	43.793.80.415	80.31.282	1053	—	—	336	221	211	10.99	—	—	58.90.083	81.93	0.98	89.0	—	炉形经大 修后作了 修改
9~11月	3.16	650	2.078	33.996.61.21	86.31.34	1080	—	—	380	238	219	10.2	29.7	59.60.20	30.37	1.14	90.0	—	—	
1975年 一季 度 平 均	2.86	686	1.960	37.092.02.7	1001.46	1073	—	—	389	258	244	9.6	—	—	61.20.295	83.6	1.07	84	—	

几年来的高炉生产实践使我们体会到：只要坚定不移地执行毛主席革命路线，贯彻“**鞍钢宪法**”，开展“**工业学大庆**”的群众运动，相信群众和依靠群众，走自力更生的道路，积极采用以精料为基础，大风、高温加喷吹的措施，就能实现小高炉高产、优质、低耗和长寿的目的。

第二章 实现高产、优质、低耗 必须强化高炉生产

当前我国高炉生产实现高产、优质、低耗的措施，主要是不断强化高炉的冶炼过程。从表 5 部分小高炉的生产技术经济指标可以看出，小高炉高产，都是由于抓住了高炉生产的强化的关键问题，即采用提高冶炼强度和降低焦比并举的方针，在提高产量的同时，做到消耗降低，质量提高。

第一节 提高冶炼强度和降低焦比并举

所谓高炉的强化就是提高利用系数。利用系数和冶炼强度、焦比的关系可用下式表示：

$$\text{利用系数} = \frac{\text{冶炼强度}}{\text{焦比}} \quad (1)$$

部分小高炉生产技术经济指标

表 5

厂名	炉容 积 米 ³	利用 系数 吨/米 ³ · 昼夜	焦比 公斤/ 吨铁	冶炼 强度 吨/米 ³ · 昼夜	合格 率 %	热风 温度 °C	矿石 平均 含 Fe %	熟料 率 %	生铁 含 Si %	焦炭 灰分 %	喷吹 量 公斤/ 吨铁	注
烟台牟平铁厂	13	3.66	683	2.5		950	56.5	100.0	—	17.10	—	1973年 上半年
丹阳钢铁厂	13	3.17	672	2.14	96.6	1100	58.5	94.0	2.18	16.40	油41	1973年 10月
苏州钢铁厂	28	1.53	644	0.87		1020	46.0	90.45	2.26	16.05	混108	1974年 1月

(1) 式表明，提高冶炼强度和降低焦比是强化高炉生产，提高利用系数的关键。

在不同焦比的条件下，按式（1）计算，利用系数和冶炼强度的关系见图1。图1表明，若高炉达到较高的利用系

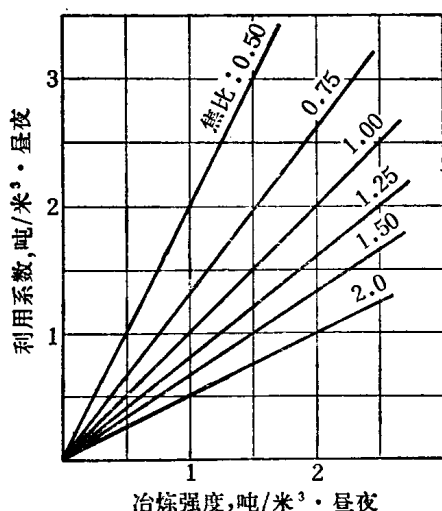


图1 利用系数和冶炼强度的关系

数，如在3.0以上，靠单方面的措施都是比较困难的。一九七一年三月份我厂高炉焦比高达1.866吨/吨铁，冶炼强度尽管高到2.37吨/米³·昼夜，利用系数也只有1.27吨/米³·昼夜。到一九七三年九月份，焦比降到0.662吨/吨铁，冶炼强度提高到2.11吨/米³·昼夜，利用系数也就突破了3.0吨/米³·昼夜大关，达到3.18吨/米³·昼夜的水平。几年来的生产实践证明，提高冶炼强度和降低焦比同时并举，是高炉大幅度增产的关键。

第二节 高炉生产强化过程

我厂高炉强化大体上可分为三个阶段。一九七一年三至

六月份为第一阶段。除原料条件较差外，主要矛盾是煤气净化效果不好，热风炉经常积灰堵塞。风温只有 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ ，焦比很高。冶炼强度虽然曾一度提上去，但炉况不顺，崩悬料频繁，结瘤严重，生铁合格率低，高冶炼强度无法维持，造成生产被动。为了扭转这种被动局面，一九七一年七、八月份我们对煤气净化系统进行了改造，并换上 $120\text{米}^3/\text{分}$ 、 5000毫米 水柱的大风机。九月份复风，开始进入第二阶段。由于煤气净化良好，风机能力大，风温显著提高（ 950°C 左右），生产指标有了很大的改善。由于原料条件差，高炉结瘤仍很严重，后期（一九七二年四月）尽管采用了高压操作和喷油技术，结瘤减少，炉况较顺，但产量仍不能大幅度提高。一九七二年六月份原料供应紧张，生产指标波动较大，于一九七二年十月停炉进行第二次改造。这次除了对热风炉进行了改造，进一步提高风温外，主要是抓“精料”工作。在设备上自制了磁选机和碎矿、碎焦一条龙。并且进行土烧结生产，为高炉准备了一定数量的高品位（ $55\sim 60\%$ ）、小粒度的烧结矿。经过八个月的准备和改造，于一九七三年五月二十日第二次开炉生产，从此进入了第三个阶段。

第三个阶段，由于原料质量较好，风温比较高，因此焦比显著下降，冶炼强度大幅度提高，从而初步地实现了小高炉高产、优质、低消耗。

几年来的生产实践告诉我们，高炉要实现高产、优质、低耗就应贯彻提高冶炼强度和降低焦比同时并举的方针，和以精料为基础，采用大风、高温和喷吹的措施。其中“精料”往往是主要矛盾，它对高炉生产起主要的和支配的作用。因此，一定要认真对待，努力抓好。

第三章 精料是强化高炉生产的 物质基础

第一节 精料与高炉生产的强化

一、精料的内容

“精料”可以概括为六个字：净、匀、小、熟、高、足。

净：原料要干净。筛除粉末，要求入炉原料中3毫米以下的粉末不超过2%。

匀：首先，原料要混匀，保证入炉原料成分稳定。其次，粒度要均匀，分级入炉。我厂由于原料数量不足，储备不多，混匀工作做得差，入炉料成分不能稳定，在一定程度上影响了生产的正常进行。

小：缩小粒度。要求矿石粒度在3~20毫米的应占总入炉料的80%以上，焦炭粒度在10~40毫米。我厂各种原、燃料入炉粒度见表6。

熟：多用熟料。努力发展自熔性烧结矿和球团矿生产。天然矿石，最好在入炉前也进行焙烧。采用生石灰代替石灰石。

入 炉 原、燃 料 粒 度

表 6

原料名称	天 然 矿		烧 结 矿		焦 炭	熔 剂			
	大块	小块	大块	小块		石灰	石灰石	白云石	萤石
粒度，毫米	20~35	3~20	20~35	3~20	0~4	10~40	10~40	10~40	10~50

高：提高入炉矿的含铁量和焦炭的含炭量，要求入炉矿品位达到55%以上。

足：具有足够数量的原料储备，这不仅是维持高炉连续高产、稳产的需要，也是保证达到净、匀、小、熟、高的必要条件。没有足够的数量，质量就很难保证。

高炉生产为什么必须精料，为什么必须做到净、匀、小、熟、高、足呢？因为精料与提高冶炼强度和降低焦比有密切关系。下面就我厂实际情况进行分析。

二、精料与提高冶炼强度的关系

冶炼强度是指每昼夜每立方米高炉有效容积燃烧的焦炭量。提高冶炼强度就是加大风量，多烧焦炭的意思。以一九七三年九月份生产条件计算，冶炼强度和风量的关系见图2。

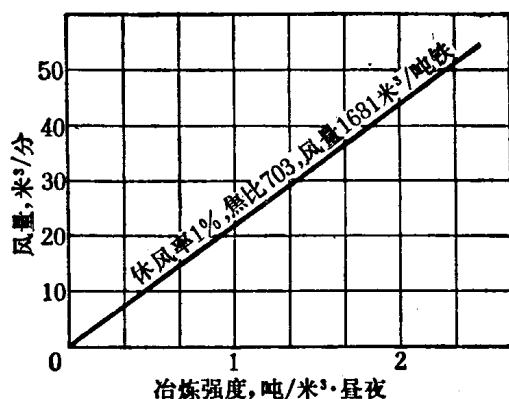


图2 冶炼强度与风量的关系

高炉加大风量会出现以下两个主要问题。

1. 风量加大后，单位时间内燃烧的焦炭量增加，高炉下料变快。炉料在炉内停留的时间缩短，矿石和煤气的接触

机会减少。

实验室测定结果（见图3）表明：对于粒度相同的矿石（武安赤铁矿）还原时间越短，矿石被还原的程度越小。

以我厂高炉一九七三年九月份条件计算，冶炼强度和冶炼周期的关系见图4。

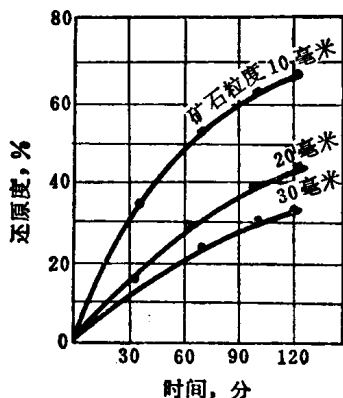


图3 矿石还原度和时间的关系

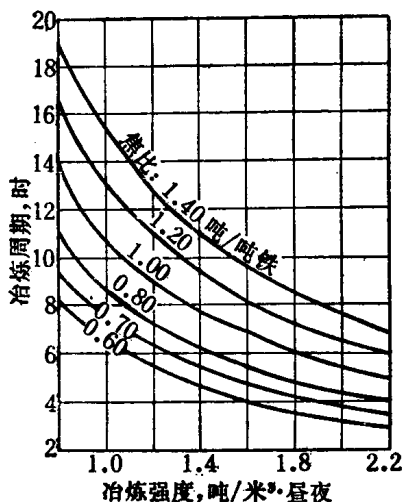


图4 冶炼强度、焦比和冶炼周期的关系

由图4可以看出：① 在焦比一定的条件下，随着冶炼强度的提高，冶炼周期缩短，在冶炼强度比较低的情况下，更为明显。② 在同样冶炼强度下，焦比越低，冶炼周期也越短。

如我厂一九七一年六月份冶炼强度为 $1.08 \text{ 吨/米}^3 \cdot \text{昼夜}$ ，焦比 1.23 吨/吨铁 ，由图4查得冶炼周期为 12.3 小时 ；而一九七三年九月份，冶炼强度为 $2.15 \text{ 吨/米}^3 \cdot \text{昼夜}$ ，焦比 0.703 吨/吨铁 ，冶炼周期为 3.6 小时 。一九七三年九月份由于

冶炼强度的提高和焦比的降低，冶炼周期大大缩短，较一九七一年六月份缩短了3.4倍。

为了适应这样短的冶炼周期的需要，则要求入炉矿石必须具有良好的还原性能。否则，由于矿石在高炉上部还原和加热不够，将大量进入炉缸，使炉温下降或炉况恶化。严重时会导致焦比升高，产量和质量降低。

为改善入炉矿的还原性，适应高炉强化的需要，我们采取了以下做法：

① 使用自溶性烧结矿。由生变熟，并尽量降低烧结矿中的FeO含量。在烧结原料一定的条件下，提高烧结矿碱度，可以使FeO含量降低，改善还原性，这已为我厂几年来的生产实践和实验室的研究所证实（见表7）。

某铁厂烧结矿碱度和还原度的关系

表 7

烧结矿碱度 CaO/SiO ₂	TFe %	FeO %	还 原 度 % (试验条件: 900℃, 用CO还原一小时试 样 2 克, 粒度 3~5 毫米)	烧结用 固定碳 %
0.8	47.5	17.9	12.4	4.5
1.2	45.7	12.7	30.6	4.1
1.5	43.4	10.0	41.7	4.0

② 缩小入炉矿的粒度，增加煤气同矿石的接触表面积，加速矿石的还原过程。矿石粒度对矿石还原度（r）的影响可用下式表示：

$$r = \left[1 - \left(\frac{D - 2\delta}{D} \right)^3 \right] \times 100\% \quad (2)$$

式中 D——矿石块直径；

δ——还原层厚度。

由（2）式和图5可以看出，在同样还原时间内，即在

相同还原层厚度(δ)的条件下, 矿石粒度越小, 还原度(r)越大。也就是说, 在同样时间内, 小粒度的矿石容易被完全还原, 而大块矿石的中心部分就不易被还原, 块度越大, 矿

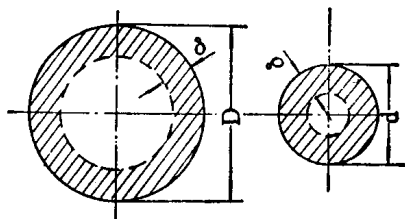


图 5 矿石粒度与还原层厚度的关系

石中心未被还原的数量就越多。可见, 要使大块矿石完全还原必须延长还原时间。因此, 随着冶炼强度的提高和焦比的降低, 冶炼周期的缩短, 缩小矿石粒度就成为重要条件了。

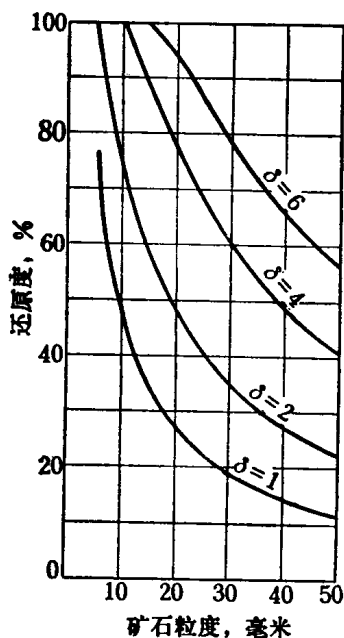


图 6 矿石粒度与还原度的关系

以不同矿石粒度 (D) 和不同还原时间 (即还原层厚度 δ), 用 (2) 式计算 r 值, 见图 6。此图进一步表明, 矿石粒度越大, 缩小粒度改善还原性能的效果越好。特别是当冶炼周期很短 (δ 小), 矿石粒度缩小到 20 毫米以下时的效果就更为明显。可见, 小型高炉在高冶炼强度低焦比的冶炼条件

下，应把矿石的粒度缩小到 20 毫米以下，并增加粒度下限的比例。

我厂一九七四年十二月份，由于烧结矿数量不足，对质量注意也不够，烧结矿中的 FeO 高达30%左右；粒度也较大，入炉矿中5~20毫米只有三分之一，20~45毫米占三分之二，并且大块上限大到50毫米左右（因为有时不回破）。因而高炉煤气利用不好，煤气中 CO_2 含量降低到8%以下，直接还原度上升到0.703，焦比显著上升。与冶炼强度相同，但采用小块烧结矿和用三分之二球团矿时（一九七三年十二月份）相比，煤气中 CO_2 下降了4%，焦比升高了65公斤/吨铁。

从一九七五年二月份开始，将烧结矿粒度进一步缩小，3~8毫米的占入炉矿的25%，高炉压差升高了3.4%，炉况基本顺行，煤气利用得到改善，焦比又降低了2.6%。可见，缩小粒度的效果是十分显著的。

2. 提高冶炼强度后出现的第二个问题是：随着风量的增大，在炉缸内单位时间产生的煤气量增加，煤气上升对炉料的浮力（或者说煤气上升通过料柱所受到的阻力即压力降 ΔP ）增加，从而引起炉料下降的困难，气流分布失常。

煤气在高炉料柱中穿过的道路，可以看作是由很多弯曲的、断面形状变化复杂的、互相连通的管束所组成。压降（ ΔP ）的变化规律可用一般管道中气体流过时压力降（阻力损失）的公式表示：

$$\Delta P = M \frac{H}{d} \cdot \frac{W_0^2}{2g} r_0 \left(1 + \frac{t}{273} \right) \cdot \frac{P_0}{P} \quad (3)$$

式中 M ——阻力系数；
 d ——管道的水力学直径；
 H ——管道长度；