

内部资料
注意保存

炼鉄技术資料

—国内外炼鉄技术发展动向

新金属材料編輯部

1973.3·北京

编 者: 新金属材料编辑部
出版者: 北京西直门外太平庄13号
地址: 北京西直门外太平庄13号
资料编号: 73-3

代銷单位: 中国书店机电产品样本代销处
地 址: 北京东城区瑞金路357号
印刷者: 北 京 印 刷 七 厂

工本费: 0.50元 (函购0.55元)

前 言

为了加强炼铁生产经验交流，促进我国炼铁工业的发展及赶超国际水平，特编印此资料供各有关方面研究参考。在本资料中肯定了我国炼铁工业最近的技术进步，介绍了日、苏高炉炼铁的现状，并根据我国的情况提出了在发展高炉炼铁方面的一些见解。此外对国外直接还原的新工艺作了一定介绍。

应该指出，文中所涉及的国外情况并不一定都适合我国情况，而且即使某些方面比较先进但也仍有其不足的一面。例如依靠大量进口原料，在一国内靠“无米之炊”过日子，以及片面无止境地追求设备大型化等，本身都存在着许多难以克服的问题。务请读者特别注意对外国经验作全面的分析。

由于我们对情况了解不多、水平有限，难免有错误和不妥之处，敬希读者批评指正。

冶金部钢铁研究院

普钢研究室炼铁组

1972年11月

目 录

我国炼铁工业的发展状况及几点建议	(1)
外国炼铁生产的一些问题	(18)
日本炼铁技术动向	(24)
苏联炼铁技术发展概况	(43)

我国炼铁工业的发展状况 及几点建议

钢铁研究院 高炉组

为了促进我国炼铁工业的更好发展，现就目前高炉炼铁的发展概况、存在的问题及今后的作法（特别是降低焦比）提出一些粗略看法，仅供研究参考。

（一）近年来我国炼铁工业的主要成就

近年来由于冶金矿山的发展和高炉生产能力的扩大，使我国的生铁产量有了很大增长。与此同时，在高炉炼铁技术上也取得了不少进展。总的说来，这一时期高炉的技术操作特点是：在继续贯彻“精料、大风、高温”的基础上广泛采用了辅助燃料的“喷吹”技术，从而进一步丰富和发展了1961年制定的高炉技术操作方针，并使高炉利用系数和焦比都有了较明显的改善。1971年和1970年相比，在19个重点企业中有14个企业降低了焦比，有13个企业提高了利用系数，涌现了一批比较先进的企业（见表1）；在各企业中也涌现了一批比较先进的高炉（见表2），例如首钢、本钢一铁等厂有一批高炉一直保持较高的利用系数；一批新投产的

大型现代高炉的生产指标正在逐步提高；鞍钢几年来连续保持全面的高产稳产低消耗。特别在最近一个时期以来，更出现了你追我赶不断降低焦比的新形势，上钢一厂1971年全年平均焦比降至506公斤，为全国重点企业的最低焦比；首钢1972年上半年全厂平均焦比507公斤，今年7月又降到472公斤。所有这些都表明我国高炉的技术水平在不断提高。下面扼要说明近几年来在这方面的进展。

表1 部分企业的近期主要指标

指 标	焦 比			利 用 系 数		
	70	71	72 上半年	70	71	72 上半年
上钢一厂	595	506	525	1.488	1.694	1.621
首 钢	535	521	507	1.729	1.768	1.795
鞍 钢	502	524	510	1.631	1.532	1.455
马 钢	615	570	580	1.598	1.612	1.616
本钢一铁	568	575	566	1.878	1.801	1.372
济 钢	633	630	653	1.43	1.521	1.482
湘 钢	930	773	757	0.817	1.020	1.000
攀 钢	1053	818	774	0.411	0.851	0.716
板桥铁厂	1034	736	722	0.468	0.863	1.026

表2 1971年部分高炉的指标

厂 名	首 钢		上 钢		鞍 钢		本 钢	马 钢
	1	3	1	2	4	9	1	9
有效容积, 米 ³	576	1036	255	255	1002	944	334	300
合格率, %	99.66	99.68	99.01	99.42	99.52	99.71	100	99.58
利用系数, 吨/米 ³ 日	2.047	1.751	1.699	1.689	1.722	1.557	2.067	1.610
焦比, 公斤/吨	501	492	507	505	504	491	537	544

续表 2

厂名	首钢		上钢		鞍钢		本钢	马钢
	1	3	1	2	4	9	1	9
总燃料比, 公斤/吨	672	603	647	639	726	633	615	—
重油比, "	59	29	77	74	66	75	154	0.05
煤粉比, "	112	82	63	60	63	49	35	—
人造富矿率, %	98.51	98.05	21.30*	21.05*	95.30	96.05	99.49	83.75
入炉矿石铁量								
不扣CaO, %	50.46	50.45	54.087	54.269	48.23	47.97	51.01	50.49
扣CaO, %	—	—	55.349	55.395	56.49	56.42	58.39	56.76
冶炼强度, 吨焦/米 ³ 日	1.048	0.889	0.833	0.833	0.883	0.775	1.062	0.816
综合冶强, 吨燃料/米 ³ 日	1.405	1.089	—	—	1.111	0.971	—	—
焦炭负荷	3.815	3.816	3.287	3.352	—	—	3.533	3.454
热风温度, °C	1001	1047	991	1018	885	1070	1076	1011
渣量, 公斤/吨	—	—	650	656	739	771	547	685
休风率, %	—	—	1.554	1.574	1.87	1.81	0.34	1.04
生铁含硅, %	—	—	1.36	1.29	0.845	0.982	1.495	0.86
生铁含硫, %	—	—	0.031	0.032	0.03	0.029	0.029	0.036
焦炭灰分, %	—	—	14.15	14.15	13.67	13.67	12.84	—
焦炭硫分, %	—	—	0.675	0.675	0.56	0.56	0.81	—
煤气中CO ₂ , %	—	—	14.72	14.84	—	12.7	13.0	—
碎铁加入量, 公斤/吨铁	33	22	62	62	22	57	24	0.042
氧气, 米 ³ /分	12	5	—	—	—	—	—	—

* 上钢一厂主要用海南岛富矿, 这里指土烧结矿率。

一、烧结操作不断改进, 作到烧结 矿优质高产

近几年来我国各主要烧结厂使用的精矿粉比例都有很大增长, 其中本钢、鞍钢、首

钢等厂都使用100%或接近100%的精矿粉。和原来用富粉矿的烧结相比带来了透气性恶化的不利因素, 因而在一个时期内曾出现产量、质量互相矛盾, 二者不能兼顾的现象,

表 3 本钢二烧近几年的主要指标

年	66	67	68	69	70	71
台时产量, 吨/台时	104.4	104.1	102.1	117	122.6	120.18
利用系数, 吨/米 ² 时	1.392	1.388	1.363	1.561	1.634	1.602
烧结矿含全铁, %	51.36	50.78	49.78	51.12	50.65	50.34
转鼓指数 (小于5毫米), %	21.85	22.4	21.6	20.6	20.9	22.2
料层厚度, 毫米	199	181	175	186	194	195
机速, 毫米/分	3481	3980	4036	4447	4400	4442
垂直烧结速度, 毫米/分	23.19	24.01	23.45	27.57	28.45	28.87
合格率, %	95.31	93.64	89.93	95.82	97.70	94.58
碱度, CaO/SiO ₂	1.08	1.19	1.19	1.16	1.14	1.16
全员劳动生产率, 吨/人年	3667	2549	2681	3605	3900	4491

以致有时不得不保留少量富粉矿的配比以维持其透气性。能不能完全甩掉富粉矿而保持优质高产这是使用全精粉烧结的主要问题。本溪钢铁公司第二烧结车间在几年的实践中，经过反复试验，不断地改进操作、加强设备维护和进行技术革新，终于解决了这个问题。他们在全部使用精矿粉的条件下作到了在质量基本稳定的情况下不断增加产量，为高炉提供了大量优质烧结矿。其主要经验是根据细粒精矿粉的透气性选择合适的水份、炭量、料层厚度和机速；利用控制烧好返矿增加混合料中返矿比例的办法改善透气

性；利用电阻测水和终点自动控制等新技术控制配料及产品质量的稳定；通过适当提高垂直烧结速度等办法保证烧结矿在优质的前提下达到高产。几年来其烧结机的台时产量不断提高，1970和1971年该厂75米²烧结机的台时能力都超过设计能力（90吨/台时）的三分之一（见表3）。近几年来鞍钢（见表4）、首钢、马钢等厂在使用精矿粉进行烧结矿生产方面也取得了大致相同的经验，这些成就的取得不仅把烧结矿的生产技术提高了一步，而且也为现有设备如何挖掘潜力提供了经验。

表4 鞍钢烧结总厂二烧近几年的主要指标

年	66	67	68	69	70
台时产量,吨/台时	125.1	124.1	108.8	128.4	130.5
利用系数,吨/米 ² 时	1.668	1.657	1.451	1.712	1.74
烧结矿全铁, %	49.67	48.12	47.84	46.92	46.68
转鼓指数, %	21.24	22.18	22.96	22.22	22.47
合格率, %	99.19	96.75	91.55	96.68	96.12
碱度 CaO/SiO ₂	1.26	1.22	1.18	1.17	1.17
全员劳动生产率,吨/人年	3410	2367	—	4617	3277
主要原料消耗:					
精矿粉,公斤/吨	773	747	—	633.2	698.2
富矿粉,公斤/吨	54	95	—	126.2	145.2

二、部分企业精料水平进一步提高

良好的原料条件是高炉高产低耗的重要前提。高炉原料质量的好坏既决定于来料的质量，又决定于炼铁厂是否切实抓好对原料的管理。这方面的主要经验是：

1. 搞好矿石的中和破碎和筛分，确保成分稳定、粒度均匀、含粉量少。

上钢一厂几年来由于狠抓了原料管理，生产指标不断获得改进。他们对进厂矿石采取了分别堆放、破碎筛分、平铺切取的办法，坚持了原料无成分单不上料仓的制度和根据矿源变化情况统筹安排进行合理配料的制度，尽量避免乱吃乱用，从而保证了高炉用料具有三大优点即：成分稳定，即使变换

料堆成分波动也不大；含粉量低，粒度均匀，该厂主要使用海南及凤凰山矿石，其基本入炉粒度为10—45毫米，其中小于8毫米者不大于3%，而用粉矿制成的土烧结矿小于6毫米者不大于5%；操作人员事先可以准确地掌握原料变化情况，有利于及时调整炉料配比。

在地方企业中由于大部分没有选矿，所以不少单位对原料的中和及粒度管理都十分重视，山东济南铁厂就是一个很好的榜样，他们多年来对进厂的各种矿石、焦炭及石灰石坚持进行破碎筛分，入炉矿石及焦炭等的粒度一直十分整齐均匀，原料处理过程基本上实现了机械化，在粒度上坚持进行小块矿

冶炼, 该厂 100 立米高炉用的原料粒度, 矿石多在 5—20 及 20—35 毫米, 焦炭上限多在 40—60 毫米, 在基本没有喷吹辅助燃料的情况下几年来他们的焦比一直是 600 多公斤, (以后还计划进一步缩小上限粒度) 这不仅对地方企业是个好经验, 而且对某些大型重点企业也是一个很好的推动和促进。

2. 提高入炉矿品位, 增加熟料使用率。

最近一个时期, 由于首钢认真抓了矿山采选工作, 精矿粉产量大大增加, 使该公司生产的烧结矿的品位由原来的 49% 提高到 54—55%, 成为目前国内品位最高的自熔性烧结矿, 因此相应的提高了高炉的入炉矿品位, 加上炼铁厂的精心操作, 使高炉的焦比

和利用系数不断刷新。今年上半年, 全厂入炉品位为 53.55%, 熟料率为 94.51% 平均焦比降低到 507 公斤, 利用系数提高到 1.795, 该厂三号高炉上半年的平均焦比降到 468 公斤 (见表 5)。首钢的情况充分说明了精料的影响, 说明了多搞选矿的重要性。当然在提高烧结矿品位的同时往往会出现一些新问题, 如强度有所降低的问题需进一步研究解决。

马钢炼铁厂的实践也说明, 在熟料使用率相同时, 入炉矿品位提高 1%, 一般可以降低焦比 2%, 提高系数 2%。而在品位不变时, 熟料率增加 10% 也可收到近似的效果 (表 6)。

表 5 首钢提高入炉品位对焦比的影响

时 期	70年	71年	72年 上半年	全 厂					3 高 炉				
				71年 I 季	71年 II 季	71年 III 季	71年 IV 季	72年 I 季	71年 I 季	71年 II 季	71年 III 季	71年 IV 季	72年 上半年
烧结矿含铁, %	48.87	50.25	—	—	—	—	—	54.45	—	—	—	—	—
入炉矿含铁, %:													
扣 CaO	48.74	50.4	53.55	49.1	50.04	50.70	51.6	54.11	49.28	50.15	50.72	51.66	53.77
扣 CaO	—	57.34	—	56.24	56.98	57.58	58.41	60.02	—	—	—	—	—
焦 比 公斤/吨	535	521	507	558	505	511	514	506	531	481	479	481	468
总燃料比 公斤/吨	661	650	623	669	653	651	628	621	630	604	590	588	561
利用系数 吨/米 ³ 日	1.729	1.768	1.795	1.660	1.703	1.814	1.889	1.853	1.603	1.582	1.901	1.914	1.850
烧结熟料 率, %	95.79	95.87	94.51	95.42	95.94	96.77	95.30	95.03	98.38	98.57	98.43	96.98	96.15
风温, °C	—	1025	995	1047	1073	1023	956	—	1078	1093	1082	931	1050

表 6 马钢高炉的实践数据

炉 号	时 期	烧结率, %	入炉矿品位, %	焦比, 公斤/吨	利用系数, 吨/米 ³ 日
11	70年 1 月	79.93	50.35	585	1.616
11	70年 5 月	79.13	52.35	558	1.808
12	70年 1 月	80.11	50.35	607	1.644
12	70年 6 月	80.30	53.37	574	1.771
2	71年 4 月上旬	55	51	586	1.503
2	71年 4 月上旬	95	51	520	1.685

3. 烧结矿进行过筛，减少入炉粉末量。由于烧结矿在运输过程中的落差和撞击磨损，以及在冷却过程中由于加水引起粉化等原因使烧结矿产生大量粉末，如将其带入炉内就会恶化炉内透气性，所以有的单位除在烧结机机尾过筛外，还在运输途中过筛将小于5毫米的粉末筛除，如首钢一号高炉在高炉料仓前进行二次过筛，二号高炉在料车前进行二次过筛，本钢一铁厂的烧结矿也在进料车前过筛，这些都是对高炉操作很有利的措施。

三、普遍采用了辅助燃料的喷吹技术

向高炉炉口内喷吹辅助燃料是我国高炉近几年来降低焦比的一项重要措施。我国的喷吹技术从1963年开始进行试验，到1966年基本上进入了推广阶段，目前已普遍在各地成功地采用了。

喷吹燃料给降低焦比带来巨大的经济效益。据初步估算，1970年鞍钢全厂每吨铁喷吹燃料（煤粉和重油）100公斤，和喷吹前的1963年比，约代替了100公斤焦炭，相当一年节约50余万吨焦炭。其中仅鞍钢的九号炉一年就相当节约7万吨焦炭（1970年每吨铁喷吹125公斤，比喷吹前的1963年焦比低124公斤）。首钢1966年全厂（三座高炉）共喷煤21万5千吨，节约焦炭19万4千吨，仅这一项该年全厂生铁总成本就降低159万元，亦即全部喷煤粉的设备投资两年就可收回。本钢从1969年8月到1971年9月的25个月内，仅仅由于二号高炉一个炉子喷吹煤粉就降低总成本达100万元，相当于回收了喷煤设备投资的60%。上钢一厂采用富氧重油及煤粉综合喷吹，在扣除了氧气成本之后，每吨铁的成本约降低2元。

由于各厂条件不同，喷吹燃料的具体效果也稍有差别（见表7）。一般每喷1公斤燃料约代替0.8—1.0公斤焦炭（校正值），而且随着喷吹量的大量增加，喷吹效果多少

有些降低的趋势。造成这个现象的主要原因是缺乏足够的补偿热量，仅仅靠热风炉提高风温有一定的局限性，而许多单位又不具备使用富氧的条件；有些单位的雾化效果差，高炉原料条件差，以及冶炼操作水平等等都影响喷吹效果的提高。

采用喷吹技术之后，炉子操作上应有相应的变化。主要的问题是要控制炉缸的热制度稳定和配合良好的两股气流。热量的补偿主要是服务于炉缸热制度的稳定，而防止中心气流过分发展一般是在喷吹后上下部调剂的主要任务，多数地区在喷吹之后在下部采取适当扩大风口直径调剂风口前风速（例如鞍钢高炉每增加10公斤喷吹物需增加风口面积2~3%），在上部采取适当边缘的加料制度，是比较有效的办法。

四、高温风促进了扩大喷吹量和降低焦比

提高热风温度是降低焦比的重要措施，也是促进扩大喷吹效果的有利条件。从高炉冶炼看，采用喷吹技术以后也促使高炉能够接受更高的风温。

各企业的风温水平以1966年最高。以后有所下降，1969年以后又开始上升。1971年重点企业中平均风温在1000°C以上的有首钢、本钢、鞍钢、上钢一厂四个单位，在900—1000°C之间的有马钢等三个单位。

从某厂四号高炉在热风炉检修前后的情况（见表8）可以看出风温对焦比和喷吹的影响。该炉由于检修一座热风炉，使对比期的月平均风温降低约200°C，当时喷吹量虽然没有减少，但焦比却升高了89公斤，产量也大大降低。

从各地实践看，欲实现高温风，需要采用以下几个技术改造途径：缩小格孔加大蓄热面；在高温区采用高铝砖（炉顶及蓄热室燃烧室上部）；配用部分焦炉煤气或高发热值煤气进行燃烧，助燃空气进行预热；以及研究改进蓄热式热风炉燃烧室的结构防止火

表7 喷吹燃料对焦比

厂名及炉号	上钢一厂二号炉			本钢一铁二号炉								
	5/69	7/70	8/70	7/69	8/69	12/69	3/70	6/71	10/70	1/71	1上旬/ 71	3/72
产量, %	—	—	—	100	93.1	102.1	102.5	98.69	107.6	105.1	—	103.2
实际焦比 公斤/吨铁	645	575	565	639.4	581	577	479	477	475	474	451.6	476
校正焦比 公斤/吨铁	645	573	588	—	578.36	562.5	532.9	513.1	500.4	486.2	482.4	503.6
利用系数 吨铁/昼夜·立米	1.518	1.599	1.628	1.824	1.706	1.867	1.869	1.858	1.959	1.920	2.000	1.885
冶炼强度 吨焦/昼夜·立米	0.979	0.848	0.891	1.168	0.986	1.075	0.899	0.892	0.933	0.909	0.901	0.914
综合冶炼强度 吨燃料/昼夜·立米	0.979	0.954	1.005	1.168	1.092	1.21	1.134	1.14	1.196	1.201	1.223	1.14
喷煤量, 公斤/吨铁	0	72	72	0	62.5	75.24	128.5	134	135.3	154.5	177.8	73.9
喷油量, 公斤/吨铁	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	54.5
煤油占总燃料, %	—	11.11	11.30	0	9.72	11.65	21.16	21.94	22.17	24.47	26.21	21.24
实际置换比 公斤焦/公斤喷吹物	—	0.937	1.11	—	0.94	0.83	1.25	1.22	1.22	1.07	1.06	1.27
校正置换比 "	—	1.000	0.850	—	0.976	1.02	0.828	0.94	1.027	0.99	0.88	1.057

表8 风温对降低焦比和喷吹效率的影响

年月	利用系数	焦比	油比	煤比	风温	铁分	生铁含硅	渣量	综合强度	焦炭灰分
71.6	1.799	492	65	71	890	48.72	0.828	730	1.138	13.56
71.7	1.356	581	55	68	692	48.27	0.907	751	0.965	13.62

并掉砖延长使用寿命等。在这方面鞍钢及马钢炼铁厂都在三十多座热风炉的长期实践中摸索出了丰富的经验。根据对鞍钢25座热风炉的统计, 有15座采用60毫米的格孔, 而30毫米的格孔大多数都是63年以前采用的; 高炉每立方米有效容积加热面在63年以前为53—55平方米, 而在其后新建或修建的则逐渐增加到63.5、68.5及74平方米。

在实现高风温上, 目前国内已有一种新型的外燃式热风炉在大型高炉上采用, 根据国外经验, 有可能使风温提到更高的水平, 但因投产时间不长, 尚需注意进一步的发展。

除此之外, 本钢一铁厂二号炉还原封不动的保存着三座三通式的老热风炉, 该炉的

表9 本钢一铁两种热风炉的风温

热风炉型式 平均风温, °C	一高炉	二高炉
	考贝式	三通式
1968年	926	931
1969年	981	936
1970年	1050	1079
1971年	1031	1017

单位蓄热面只有50平方米, 使用的格子砖尺寸为145×145毫米及180×190毫米, 是很早就想淘汰的炉子, 但是老工人和技术人员抓住该炉的下部支柱是耐火砖结构而不是金属支柱结构的特点, 采用既加强上部燃烧又提

影响的部份实例

首钢一号炉					本钢一铁一号炉									
22-25/ 65.12	16-21/ 66.1	17-31/ 66.3	16-30/ 66.4	11-22/ 66.5	9/69	9下旬/ 70	4/71	5/71	7/71	8下旬/ 71	1/72	2/72	10/71	11/71
—	—	—	—	—	100	—	105	104.1	109.5	—	122.2	110.9	113.5	107.5
587	412	375	344	328	646	576	545	538	512	539	512	513	526	515
—	—	—	—	—	—	576.9	556.37	539.25	557.71	508.23	521.04	506.11	499.6	520.75
1.97	2.18	2.55	2.59	2.65	1.896	1.926	1.991	1.899	1.970	1.970	2.207	2.152	2.06	2.004
1.160	0.895	0.95	0.887	0.870	1.152	1.111	1.031	0.994	1.033	1.02	1.076	1.047	1.03	0.98
1.160	1.220	1.485	1.499	1.585	1.152	1.287	1.31	1.255	1.28	1.26	1.321	1.274	1.32	1.289
0	150	210	236	270	—	—	—	—	—	—	—	—	32	37
—	—	—	—	—	—	91.6	151	145.5	126	131	117	113	110	108.4
0	26.6	35.9	40.6	45.0	—	13.72	21.72	21.98	18.89	19.52	18.7	18.7	22.27	23.91
—	1.170	1.010	1.005	1.040	—	0.764	0.669	0.742	0.825	0.817	1.15	1.18	0.846	0.901
—	0.94	0.84	0.79	0.85	—	0.754	0.594	0.734	0.70	1.05	1.068	1.237	1.03	0.86

高下部蓄热温度的办法，结果实现了1000°C以上的高风温，和该厂一号炉（蓄热式热风炉格砖尺寸60×60毫米，单位加热面80平方米）的风温具有相同的水平（见表9），是一个革新挖潜的突出例子。

五、采用比较合理的炉型促进 高产低耗

适当降低炉高度，缩小有效高对炉腰直

径的比值使高炉稍向矮胖发展和适当增加风口数目使炉缸煤气分布更加均匀，更利于强化冶炼和喷吹，是近几年来高炉工作者在炉型方面摸索到的一个经验。首钢、马钢等厂都作了较细致的分析。首钢一高炉大修后比大修前容积增加40%，平均日产量却增加了78%，利用系数提高了27.2%，燃料的总消耗（焦炭及喷吹燃料）降低了10.7%。首钢

表 10 大修前后的炉型

炉 号	一 高 炉		三 高 炉	
	大 修 前 (6代)	大 修 后 (7代)	大 修 前 (1代)	大 修 后 (2代)
对 比 期				
有效容积, 米 ³	413	576	963	1036
有效高度, 毫米	23320	18300	25600	25150
炉缸直径, 毫米	4536	6100	6900	7400
炉腰直径, 毫米	5486	7000	8360	8400
炉缸面积, 米 ²	16.12	29.4	37.6	43.3
炉身角(β)	86°4'46"	85°17'30"	84°17'22"	84°31'0"
炉复角(α)	80°0'19"	81°28'29"	80°47'10"	80°52'30"
有效高/炉腰直径	4.25	2.61	3.16	2.97
有效容积/炉缸面积	25.5	19.6	25.6	24
风口数, 个	8	15	12	15

三高炉1970年大修后比大修前容积增加8%，日产增加22%，利用系数提高14.1%，燃料总消耗量降低7.5%。反映在操作上，炉子更易于鼓入大风量，提高冶炼强度，更利于强化冶炼过程；同时进一步改善了顺行情况，塌料坐料次数显著减少。马钢炼铁厂的210立米高炉改成300立米后也收到相似的效果。致于现在用的具体炉型以及风口数目是否就是最为合理还需经更多炉子的对比和不断发展的实践考察才能确定，但这个倾向无疑是正确的。首钢一、三高炉改前改后的炉

型及操作指标见表10及11。

六、其他方面

1. 高压操作：到71年底为止实行了高压操作的炉子，约占重点企业炉容的60~70%。在国内获得的一致效果是采用高压操作后炉况较顺行易于控制。

2. 在高炉本体及附属设备上有一些新的改进，如高炉装料设备采用快速旋转布料器，卷扬机室的无触点自动控制，称量车的自动称量等都在一定程度上推动了炼铁装备和技术的改进。

表 11 大修前后的操作比较

炉 号	一 高 炉		三 高 炉	
	大 修 前	大 修 后	大 修 前	大 修 后
对比期	1960年五个月平均	1971—1972年五个月平均	1967年五个月平均	1971—1972年五个月平均
有效容积, 米 ³	413	576	963	1036
日产量, 吨/日	711	1270	1635	1996
利用系数, 吨/米 ³ 日	1.733	2.204	1.70	1.94
综合冶炼强度, 吨/米 ³ 日	1.28	1.44	1.06	1.12
焦比, 公斤/吨	737	499	462	475
煤粉和重油比, 公斤/吨	—	159	160	100
总燃料比, 公斤/吨	737	658	622	575
风温, °C	953	973	1140	1025
富氧, 米 ³ /时	—	—	2290	—
矿石含铁, %	48.9	52.2	51.0	52.2
熟料比, %	83	98.3	94.6	96.8
焦炭灰分, %	13.4	12.8	12.96	12.90
风量, 米 ³ /分	1212	1619	1780	2202
风压, 公斤/厘米 ²	1.13	1.29	1.61	1.915
顶 压, "	0.084	0.62	0.58	0.69
压 差, "	1.05	0.66	1.044	1.23
顶温, °C	276	418	442	458
塌料次数, 次/月	453	34	43	9
坐料次数, 次/月	74	4	7	3
生铁含硅, %	1.13	0.56	0.75	0.73

(二) 存在的主要问题

一、就国内情况看：

1. 在较先进企业中有些指标尚未达到本企业历史最好水平：以鞍钢、本钢、首

钢、马钢、上钢一厂等较好企业为例，(到1971年止)除其中个别单位外，高炉冶炼的主要指标还没有达到文化革命初期(1966年)或大跃进时期(1958—1960年)的历史最好水平(见表12)。例如1959—1960年

间连续 12 个月平均系数在 2.0 以上而指标比较过硬的高炉至少有四座，而 1971 年利用系数在 2.0 以上的却只有一座（见表 13）。按炉子统计，年平均焦比突破历史最低水平的（除上钢一厂和本钢一厂的炉子外）并不多。例如 1966 年鞍钢九高炉的焦比为 399 公斤，总燃料比为 539 公斤，利用系数为 2.097；这一年该炉有六个月的月平均焦比都低于 400 公斤，有一个月最低为 347 公斤，这样

的指标在当时早已超过日本的先进高炉，而日本直到 1971 年才有几个炉子的月平均焦比低于 400 公斤。而最近几年来鞍钢各炉指标虽都在逐步接近历史最好水平，但却还缺少个别炉子达到上述最好水平的实例。今年上半年首钢的焦比为 507 公斤，是全国领先的，但尚未达到 1966 年 467 公斤的水平；首钢 3 号炉今年 7 月份焦比低至 432 公斤，但也未达到 1966 年 5 月该厂个别炉的水平。

表 12 部分企业主要指标历史的比较

指 标	利 用 系 数			焦 比		
	历史最高年	70年	71年	历史最低年	70年	71年
上钢一厂	1.694 (71年)	1.488	1.694	506 (71年)	595	506
首 钢	1.903 (66年)	1.729	1.768	467 (66年)	535	521
鞍 钢	1.869 (66年)	1.631	1.532	482 (66年)	502	524
马 钢	1.781 (66年)	1.598	1.612	552 (66年)	615	570
本 钢	2.09 (59年)	1.878	1.801	568 (70年)	568	575

2. 各重点企业发展极不平衡，先进和落后企业的差距太大。仅以 1972 年上半年为例，我国还有几个老厂的利用系数低到 0.6—0.8，焦比高达 955—1175 公斤。个别的厂在 1513 米³的大炉子上利用系数还不到 0.2，一天生产不到 300 吨生铁，对于这种极端的情况，应当设法尽速扭转。

3. 一些影响焦比和产量的因素在起变化：以我国较先进的现代化大型企业鞍钢为例，该厂的生产形势，文化革命以前以 1966 年最好，最近几年以 1970 年较好，在表 14 中列出了这两年各种生产活动分析的比较，从中可以大致了解我国炼铁存在问题的一般面貌，致于一部分条件更差的厂子的问题就更突出了。从表 14 中看出，1970 年和 1966 年相比其主要变化有如下几点即：

(1) 入炉矿石的含铁量降低 2%；

(2) 高炉瓦斯灰量增加 25 公斤/吨，相当相对增加 70%；

(3) 生铁含硅量增加 0.452%，相当相对增加 86%；

(4) 风温降低 60°C；

(5) 冶炼强度降低 0.1%，相当相对降低 11%。

在上述几点中(1),(2),两点说明入炉品位下降，烧结矿强度降低、粉末增加。例如 1971 年一段时期烧结矿含粉率曾高达 25% 以上。同时原料储备不多，供应紧张，质量波动比以前增多，高炉使用加空焦的机会增多，在一定程度上被迫采用炉温上限操作以致含硅量显著增高。加上风温水平的降低、冶炼强度提不上来，都构成了 1970 年指标不如 1966 年的不利因素。因此带来了操作上的不顺行程度增加，更换风口渣口频繁，休风慢风率提高，原料燃料消耗和渣量的增加，利用系数和焦比等主要指标的恶化。应该指出鞍钢广大职工是克服了不少困难，依靠精心操作在生产上获得的成绩是十分优异的。但类似上述情况不仅依然不同程度的存在，而且对多数企业仍是带有普遍性的（少数原料自给情况较好的单位除外），而且对于一些条件较差的厂则更为严重，例如重钢现用

表 13 1971及1959—1960年系数2.0以上的高炉

炉 别	首钢 1 炉		本钢 1 炉		本钢 2 炉		鞍钢 3 炉		鞍钢 9 炉	
	有效容积, 米 ³	576	333	324	831	944				
时 期	1971年	1959年	1959年	1959年 5—12月	1960年 1—6月	1959年 4—12月	1960年 1—7月			
系数, 吨铁/日米 ³	2.047	2.407	2.401	2.138	2.10	2.19	2.267			
强度, 吨焦/日米 ³	—	1.582	1.546	1.31	1.31	1.38	1.5			
综合强度, 吨燃料/日米 ³	1.405	—	—	—	—	—	—			
焦比, 公斤/吨	501	663	654	605	—	622	—			
总燃料比, 公斤/吨	672	—	—	—	—	—	—			
矿石含铁, 不扣CaO%	50.46	53.74	53.92	53.7	52.3	53.5	52.05			
扣CaO%	—	60.2	60.33	60.5	59.8	60.3	59.94			
烧结率, %	98.51	99.92	100	99.9	99.98	99.7	99.94			
熔剂单耗, 公斤/吨	75	41	58	54.5	35.6	81	53			
废铁单耗, 公斤/吨	33	57	21	65	—	51	49			
焦炭灰分, %	—	13.09	13.61	14.2	14.4	13.77	14.29			
风 温, °C	1001	850	952	925	866	892	783			
湿分, 克/米 ³	—	25.6	26	24.0	18.2	20.8	13.2			
合格率, %	99.66	99.72	99.36	94.5	—	97.2	—			
作业率, %	—	98.398	98.89	97.78	98.8	94.0	98.07			

表 14 鞍钢 1966与1970年指标比较

续表 14

	1966年	1970年	1970年比 1966年增减		1966年	1970年	1970年比 1966年增减
生铁合格率, %	99.85	99.68	-0.17	煤气中CO ₂ % P	13.5	11.7	-1.8
制钢铁含硅, %	0.526	0.978	+0.452	Z	15.2	13.5	-1.7
制钢铁含硫, %	0.023	0.027	+0.004	风口更换, 个	504	574	+70
日历利用系数, 吨/日米 ³	1.869	1.631	-0.238	渣口更换, 个	390	1132	+742
冶炼强度, 吨焦/日米 ³	0.901	0.824	-0.077	休风率, %	0.86	1.92	+1.06
综合冶炼强度 吨燃料/日米 ³	—	0.989	—	减风率, %	1.17	5.37	+4.20
矿石含铁, % (不扣CaO)	49.78	47.63	-2.15	矿石单耗, 公斤/吨	1987	2113	+126
(扣CaO)	58.12	56.13	-1.99	灰石单耗, 公斤/吨	7	18	+11
渣量, 公斤/吨铁	651	729	+78	金属附加物单耗 公斤/吨	15	18	+3
瓦斯灰量, 公斤/吨铁	35	60	+25	焦炭单耗, 公斤/吨	482	502	+20
焦炭灰分, %	12.97	13.29	+0.32	重油单耗, 公斤/吨	60	62	+2
焦炭含硫, %	0.55	0.57	+0.02	煤粉单耗, 公斤/吨	18	38	+20
焦炭转鼓, 公斤	325	321.5	-3.5	天然气单耗, 米 ³ /吨	—	3	—
热风温度, °C	1071	1013	-58				
热风湿份, 克/米 ³	17.7	13.7	-4.0				
悬料次数, 次	98	436	+338				
坐料次数, 次	99	436	+337				
崩料次数, 次	406	954	+548				

的矿石如不解决选矿问题就很难得到好的结果。

二、从国外高炉看国内高炉：

从六十年代到七十年代，世界各主要国家的钢铁产量都有显著增长，其主要技术经

济指标也获得了显著改善。就发展规模、速度和技术水平来看以日本最为突出，其次是苏、美。从1960年~1970年，日本钢产量增加了3.2倍，铁增加了4.5倍；苏联钢和铁各增加了0.8倍；美国钢和铁各增加了0.3倍。在短短的几年之内日本的钢铁产量上升到世界第三位，见表15。

表 15 主要国家的钢铁产量 (万吨)

	年	美	苏	日	西德	英	法
钢	1960	9009	6529	2211	3410	2469	1728
	1970	11931	11600	9333	4504	2832	2377
	1971	11220	12000	8550	4031	2416	2284
铁	1960	6220	4675	1234	2589	1601	1436
	1970	8332	8590	6805	3363	1767	1913

日、苏、美等国炼铁技术的发展方向主要是：

1. 建设大型化的高炉：由于对钢铁需要量的日益增加和大型氧气顶吹转炉的发展，要求采用大型高炉使炼铁能力与之相适应。高炉的大型化也带来了烧结设备的大型化。到目前为止，已投产的最大高炉为日本钢管公司福山铁厂的4号高炉，其容积为4197米³(144,790呎³)，日产约10000吨生铁；已在建设的福山5号炉容积为4500米³(159000呎³)；川崎制铁公司千业制铁所已设计了4830米³，日产12000吨的高炉。目前苏联最大的生产高炉为2700米³，据说苏联也正在设计5000米³的高炉。至1971年日本有68座高炉，总容积114,323米³，平均每座高炉容积为1681米³；苏联1959年共117座高炉，平均容积为873米³，1965年平均容积为1020米³，到1970年共有137座高炉，平均容积增至1142米³；美国1954年共有260座高炉，平均容积为954米³，到1968—1970年共有223座高炉，但其平均容积却增加到1340米³。

生产实践表明，大型高炉具有产量高、

消耗低、劳动生产率高、易于采用先进技术和有利于大型氧气转炉操作等优点，但大型化以后必须要求有足够的机械制造能力与之相适应，如大型高压鼓风机、新型炉顶装料设备、新型出铁出渣设施等都与以前(2000米³以下)的高炉有很大差别。我国的钢铁工业要坚定不移地走大中小并举的路线，在考虑更好的发挥重点企业的骨干作用时往往也需适当发展大型高炉，但必须注意和我国的机械制造业水平及其他冶金条件配合适宜，防止盲目的追求过大高炉造成被动。

2. 加强原料的准备。在确保矿石中和混匀的基础上加强矿石的筛分整粒，做到既缩小入炉矿石的粒度又减少入炉的粉末量。

3. 提高入炉矿石的品位，生产高含量的自熔性烧结矿和球团矿，尽量增加烧结矿和球团矿的使用率。对烧结矿也要求严格的粒度并实行合理过筛。(应该指出日本高炉实行精料首先是依赖于对进口矿石的高质量要求)。

4. 采用新式的外燃式高温热风炉及其他相应措施进一步提高热风温度。

5. 采用富氧及从风口喷吹燃料的综合鼓风。

6. 采用炉顶高压操作，提高炉顶压力到1.5—2.5公斤/厘米²。

7. 配备高能鼓风机，保证冶炼强度得以提高。

8. 高炉生产过程逐步向自动化方向发展并进一步提高高炉前机械化水平。

由于上述各项措施的实施结果，使日本高炉具备高系数、低焦比、低渣量的显著特点。表16列举日本几个先进高炉的操作资料就证明了这一点。从表16中可以看出：

- (1) 每炼一吨生铁的渣量都低于300公斤，一般为270—290公斤。这一点不仅有很大经济意义，而且在理论上也突破了低渣量不易冶炼的陈旧观点。而我国高炉的渣量，一般较好的都在600公斤以上，个别高

表 16 日 本 高 炉

厂 名	日本川崎、水島			日 本 钢		
	2 号			1 号		
有 效 容 积	2857			2004		
热 风 炉 型 式	外 燃 式			外 燃 式		
时 间、年-月	70—3	70—4	70—5	70—5	70—6	70—7
日产量, 吨	6571	6377	6420	4822	4901	4670
利用系数, 吨/昼夜米 ³	2.31	2.23	2.25	2.41	2.45	2.33
焦比, 公斤/吨铁	481	475	467	447	448	447
油比, 公斤/吨铁	32	36	38	45	47	48
燃料比, 公斤/吨铁	513	511	505	492	495	495
矿比, 公斤/吨铁	—	—	—	1593	1597	1597
烧结矿率, %	72.1	64.9	69.7	大粒 76.4	75.3	74.4
球团矿率, %	0	1.5	1.2	小粒 22.6	23.6	23.5
过筛矿石率, %	27.9	33.6	29.1	—	—	—
焦炭灰分, %	10.7	10.7	11.3	10.6	10.5	10.7
渣量, 公斤/吨铁	284	276	290	272	276	274
风量, 标立方米/分	5135	4906	4939	3738	3783	3764
风压, 公斤/厘米 ²	3.112	3.006	2.991	2.399	2.466	2.404
风温, °C	1112	1137	1133	1171	1169	1170
湿度, 克/标立方米	45	37	36	21	26	27
氧气, %	1.1	1.2	1.6	1.26	1.38	1.61
炉顶压力, 公斤/厘米 ²	1.307	1.244	1.147	大气压/ 厘米 ² 0.87	0.872	0.870
炉顶煤气温度, °C	—	—	—	169	167	167
金属附加物, %	—	—	—	1.0	1.1	2.1
烧结矿含铁量, %	—	—	—	59.20	59.13	58.93
炉尘量(干), 公斤/吨铁	18	14	15	炉尘 20.4	18.9	19.2
熔剂配用量, 公斤/吨铁	—	—	—	洗泥 14.7	13.8	16.9
休风时间, 时~分	15~02	29~05	17~36	1~34	1~47	28~22
悬料次数	10	5	4	0	0	0
塌料次数	—	—	—	31	90	45
焦炭负荷	—	—	—	—	—	—
生铁含Si, %	0.53	0.61	0.62	0.74	0.71	0.74
S, %	0.039	0.042	0.045	0.056	0.046	0.050
Mn, %	0.82	0.81	0.85	—	—	—
炉渣含Al ₂ O ₃ , %	14.81	14.56	14.10	14.8	14.9	14.6
MgO, %	4.35	4.45	4.59	—	—	—
CaO/SiO ₂	1.11	1.10	1.09	1.16	1.14	1.16
炉顶煤气含CO, %	23.7	23.8	23.8	—	—	—
CO ₂ , %	20.7	21.4	20.7	—	—	—
H ₂ , %	4.0	3.8	3.8	—	—	—

的典型指标

管、福 山						日本新日·户畑		
2 号			3 号			1 号	2 号	3 号
2626			3016			—	—	2340
外 燃 式			外 燃 式			—	—	—
70—5	70—6	70—7	70—5	70—6	70—7	70—3	70—3	70—3
5636	5899	5719	6834	6929	6901	3790	3709	5123
2.15	2.25	2.18	2.27	2.30	2.29	—	—	2.19
465	458	463	465	468	474	413	440	411
33	39	37	41	41	38	94	83	82
498	497	500	506	503	512	507	523	526
1600	1609	1614	1611	1614	1617	—	—	—
76.2	75.3	75.2	76.5	75.2	74.5	52.5	52.6	50.3
23.8	24.7	24.8	22.9	24.2	24.5	23.4	21.1	29.0
—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.6	10.6	10.7	10.6	10.5	10.7	—	—	—
277	279	282	273	280	279	—	—	—
3593	4670	4558	5381	5444	5327	—	—	—
2.449	2.532	2.470	2.935	2.988	2.879	—	—	—
1154	1153	1151	1159	1162	1158	1093	1077	1143
21	25	30	22	22	30	—	—	—
0	0	0.25	0.74	0.82	1.09	2.77	2.03	3.52
0.976	1.002	0.995	1.358	1.368	1.362	1.46	1.66	2.5
159	160	163	173	173	175	—	—	—
0	0	0	0.6	0.6	1.0	—	—	—
59.34	58.99	59.19	59.00	59.06	59.08	—	—	—
16.0	15.0	14.3	15.6	14.1	15.1	—	—	—
11.5	11.5	12.6	7.6	5.6	4.7	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
17~01	3~33	13~32	16~37	15~36	5~10	—	—	—
0	0	0	1	0	2	—	—	—
6	2	5	24	35	36	—	—	—
—	—	—	—	—	—	3.948	3.715	3.641
0.76	0.73	0.79	0.66	0.64	0.69	0.58	0.66	0.64
0.059	0.047	0.048	0.050	0.048	0.046	0.030	0.032	0.034
—	—	—	—	—	—	—	—	—
15.1	15.1	14.8	15.1	15.0	15.0	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.14	1.15	1.15	1.16	1.15	1.16	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—