

冶金工业出版社



国外

现代炼铁工业

国外现代炼铁工业

《国外现代炼铁工业》编写组 编

冶金工业出版社

国外现代炼铁工业
《国外现代炼铁工业》编写组 编

冶金工业出版社出版

(北京灯市口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张 18 1/8 字数482千字

1981年5月第一版 1981年5月第一次印刷

印数 00,001~2,200册

统一书号：15062·3598 定价2.25元

序 言

为了适应我国钢铁工业实现现代化的需要，1978年5月中国金属学会和冶金部科技办公室在上海召开的“炼铁学术会议”决定编译出版这本论文集。

本《文集》按专题分地区对世界钢铁工业发达国家在炼铁生产技术、设计思想和科研成果及发展方向几个方面，进行介绍并加以简要的评论。它主要取材于国外有关文献，兼有作者自己的见解和分析。本《文集》确定选题后，由出席会议的单位分别负责撰稿，在汇编时除原则及逻辑错误作了修改外，各种观点均保留作者原意，以利百家争鸣。由于每篇文章均自成体系，在个别问题上也难免有所重复。

本《文集》内容较为系统，又有一定深度，涉及所有国外主要钢铁生产国，因而对我国广大炼铁生产、科研和设计工程技术人员及高等院校有关专业师生，均有参考价值。

受上海会议委托，本文集由北京钢铁学院杨永宜、刘述临、杨乃伏同志负责汇编。由于水平所限，工作中难免有缺点和错误，请读者批评指正。

1979年3月

35881

目 录

序 言

- 一、日本大型高炉技术的发展……………李马可 张文礼 (1)
- 二、北美大型高炉技术的发展……………马魁铎 (11)
- 三、西欧大型高炉技术的发展……………李进忠 (25)
- 四、苏联炼铁工业的发展……………王筱留 (53)
- 五、高炉大型化的技术经济效果……………银 汉 (94)
- 六、国外大型高炉内型设计……………李马可 (115)
- 七、大型高炉的耐火材料和冷却系统……………刘述临 (129)
- 八、大高炉供风设施……………崔光辉 (172)
- 九、大型高炉装料设备的发展……………奚兆元 (208)
- 十、国外大型高炉上料系统……………潘长生 (230)
- 十一、大型高炉炉前机械化……………陈显书 李连荃 (263)
- 十二、高炉大气环境保护……………何秉清 (305)
- 十三、大型高炉冶炼制度……………成兰伯 潘作桓 (319)
- 十四、高炉综合喷吹及富氧……………张士敏 (353)
- 十五、高炉电子计算机控制与数学模型……………章光安 (393)
- 十六、国外生铁炉外脱硫……………沈 颢 (432)
- 十七、苏联在还原和炉渣等方面的理论
研究……………董一诚 贾荫隆 (459)
- 十八、西欧炼铁科研发展及近况……………金 心 杨永宜 (484)
- 十九、美国炼铁理论研究——高炉反应……………杜鹤桂 (500)
- 二十、国外高温热风炉
……………重庆钢铁设计研究院炼铁科 (530)

一、日本大型高炉技术的发展

北京钢铁设计研究总院 李马可 张文礼

在钢铁工业发达的国家，炼铁高炉都向大型化、自动化及高效率化方向发展。

日本钢铁工业发展很快，1960年产钢2214万吨，1977年产钢10241万吨。

日本高炉生产指标上升快，居世界首位。十七年来，高炉利用系数由1960年的1.09增至1977年的1.83。焦比由1960年的619公斤降至1977年的434公斤，详见表1-1。

表 1-1 日本高炉生产指标比较

指 标	1960	1965	1970	1973	1976	1977
利用系数,吨铁/立方米·日	1.09	1.42	1.95	2.04	1.9	1.83
焦比,公斤/吨铁	619	507	478	438	432	434
燃料比,公斤/吨铁	619	545	526	518	482	472

(一) 高炉大型化

钢铁工业主要生产设备大型化，高炉也不例外。全世界2000立方米以上高炉101座，日本占38座（即37.6%）；70年代以来，日本高炉容积突破4000立方米的已达12座，其中最大炉容5070立方米。

日本生铁年产量，由1960年1189万吨增至1977年8598万吨。十七年来，生铁增长7.2倍，所增产量主要是新建大高炉生产的。在此期间，高炉座数增加一倍；高炉平均容积增加一倍；高炉平均日产量增加3.5倍。高炉越建越大，1970~1977年日本已有12座4000~5000立方米高炉投产，其它国家如苏联、西德、法国、意大利等各有一座4000立方米以上的高炉。1976年日本4000

立方米以上高炉生产的生铁占全国总产量的 30%，详见表 1-2。

表 1-2 日本高炉座数与炉容情况

高 炉 内 容 积	1976年末	1977年末
2000立方米以下	35	30
2000~3000立方米	19	19
3000~4000立方米	7	7
4000立方米以上	11	12
共 计	72	68

大高炉的经济性从生产实践中已经显示出来。1972年~1977年日本 4000 立方米以上高炉生产指标与 2000 立方米以下高炉比较，利用系数高 0.233 (0.14~0.38)，焦比低 21.5 公斤 (8~36 公斤)。日本、西德、苏联三个国家 3000~5000 立方米高炉单位容积投资比 1000 立方米高炉低 13~23.5%。但是，大高炉事故或大、中修停产对钢产量影响很大。因此 4000 立方米高炉只有在年产 1000 万吨的钢铁厂建设。高炉大小决定于钢铁厂的规模，一个钢铁厂内最好建设 3 座或 4 座高炉，详见表 1-3 和表 1-4。

表 1-3 日本高炉炉容与生产指标

年 指 标 炉 容	1975			1976			1977		
	利用系数	焦比	燃料比	利用系数	焦比	燃料比	利用系数	焦比	燃料比
2000立方米以下	1.76	450	502	1.80	435	490	1.73	438	484
2000~4000立方米	1.90	439	491	1.82	424	475	1.83	429	471
4000立方米以上	1.93	428	479	1.94	427	477	1.90	426	469
平 均	1.83	440	491	1.85	427	479	1.83	429	472

(二) 从人造富矿看日本七十年代精料水平

七十年代，日本的烧结与球团向更高精料水平发展。日本七十年代精料水平可概括为熟料率高、碱度高、成分均匀、烧结冷却、整粒等。

1. 熟料率高 日本高炉熟料率由1960年46.5%增至1976年

表 1-4 日本若干先进高炉生产指标

厂 名	福 山	福 山	君 津	大 分	名古屋	洞 冈
炉 号	5	4	3	1	3	4
炉容, 立方米	4617	4197	4063	4158	2924	1540
年.月	1974.8	1973. 4~9	1973. 4~9	1973. 4~9	1972. 7~9	1973. 4~9
日产量, 吨	11063	9466	10035	9588	8000	3835
利用系数	2.4	2.26	2.47	2.33	2.73	2.49
焦比, 公斤	404	434	380	396	407	387
燃料比, 公斤	468	490	461	475	482	453
风量, 立方米/分	7341	6805	6890	6372	5905	2735
富氧, %	2.58	2.8	2.7	3.7	3.49	2.6
风温, ℃	1256	1186	1274	1240	1115	1238
风压, 公斤/平方厘米	3.749	—	—	—	4.146	—
熟料率, %	75.1	71.1	100	83	86	86.1
渣量, 公斤	309	293	284	302	—	299
湿分, 克/立方米风	20.6	16.0	17.9	16.7	9.1	16.8
炉顶压力, 公斤/平方厘米	2.363	2.219	2.191	2.090	2.144	1.159

82.9%，每提高熟料率1%，增产约0.3%，降低焦比 1.2 公斤左右。日本认为熟料率80~100%对高炉操作极为有利。小仓厂高炉全部用块矿时焦比是710公斤，全部用烧结矿时焦比降低至550公斤。日本熟料率详见表1-5。

表 1-5 日本高炉熟料率

年 份	1960	1965	1970	1976
烧结率, %	43.5	57.9	63.6	71.7
球团率, %	3	5	13	11.2
熟料率, %	46.5	62.9	79.6	82.9

2. 含铁品位高 日本高炉原料入炉品位平均含铁 59%左右。烧结矿含铁57%左右，球团矿含铁 62%左右，块矿 62%以上，每增加铁分 1%，降低焦比 2%，增产3%，详见表 1-6 和表 1-7。

表 1-6 日本与其它各国原料入炉品位

国 别	日 本	美 国	苏 联	西 德
1954年, %	56	51.5	—	42.6
六十年代中期, %	62	61	—	59
1970年, %	59.2	57.8	56.9	55.8

表 1-7 日本各厂烧结矿成分

厂 名	年.月	Fe, %	FeO, %	CaO/SiO ₂	S, %	备 注
君 津	1972.2	58.48	5.25	1.43	0.145	八幡
洞 冈	1972.2	57.72	6.80	1.65	0.105	
户 畑	1972.2	56.6	7.79	1.93	0.146	
名 古屋	1972.2	56.2	8.63	2.07	0.140	
釜 石	1972.2	56.7	11.19	1.56	0.127	
福 山	1976.6	57.03	5.74	1.58	—	

日本主要从国外购进富矿粉(国外原料占99%);其它国家提高入炉品位是由于选矿技术的进步,精矿粉含铁多在65%以上;美国赤铁矿也已选至65%铁分。

3. 高碱度 日本烧结矿碱度高($CaO/SiO_2=1.45\sim 2.1$),可提高强度与改善粒度,并且为冶炼低硅、低硫生铁创造条件。日本高炉炉渣碱度为1.20~1.30,生铁含硅0.3~0.6%,含硫0.035%以下。这样才能保证含硫0.017~0.024%的钢板钢种质量(转炉脱硫能力只有50%)。日本JIS标准规定制钢生铁含硫0.05%,实施目标为0.03%以下。苏联烧结矿碱度为1.2,炉渣碱度1.0左右,生铁含硅0.7~0.9%,硫0.06%以下。美国生铁含硫0.05%以下。1970~1972年名古屋3号高炉(2924立方米高炉)采用超高压炉顶(2.5~3公斤/平方厘米)、高碱度烧结矿、高熟料率、长期稳定冶炼低硅低硫生铁;1970年10月至1972年8月,炉渣碱度1.2~1.3,生铁含硅0.3%左右(0.20~0.40%),硫0.03%以下。

球团矿碱度也高(通常1.25以上);加一些氧化镁,可改变

球团矿热强度。日本在使用国外球团矿的实践与研究认为，球团矿有两个缺点：一是热强度差；球团在高炉内高温膨胀率较大（20~40%或更多），高炉使用球团矿20%以上时，透气性恶化、会造成减产；二是球团矿堆角比烧结矿与焦炭小5~10°，易滚向炉喉中心，并与焦炭混层，致使布料不均匀与透气性变差。日本研究认为，球团矿碱度小于0.7与大于1.25，可解决热强度问题。美国铁遂岩制作的球团矿碱度0.2左右，因此美国球团矿产量占世界半数。日本大高炉要求所用球团矿热膨胀系数小于15%。日本加古川球团厂采用高碱度1.25以上，并加3%氧化镁，使球团矿热膨胀系数降低至10~15%。1976年3月加古川高炉使用52%球团矿、22%烧结矿，利用系数为2.10，焦比397公斤，燃料比477公斤。

4. 成分均匀 日本烧结矿含铁分波动只有 $\pm 0.2\%$ ，碱度 ± 0.03 。因为富矿粉在贮矿场上混匀，每一料堆14米高，可铺一千多层，尽管来自多处的富矿粉，混匀后铁分波动很小。日本烧结矿也在贮矿场混匀堆存。苏联烧结矿含铁波动规定 $\pm 1.0\%$ ，实际达到1.5%，苏联预计1990年烧结矿铁分波动 $\pm 0.5\%$ 。

5. 烧结矿冷却 烧结矿冷却对炉顶设备（特别是大钟）寿命与炉顶压力的提高有极重要意义，同时还可以多次破碎筛分，直到槽下过筛。烧结矿整粒（特别是粉末减少）对大高炉稳定顺行有利。

烧结矿冷却设备有三种型式：一是冷却盘，二是冷却带，三是环式冷却机。

6. 整粒 整粒不断改善，是高炉技术发展的基础。保持炉内良好的透气性是高炉高产、低耗的重要因素之一。原料和燃料上限粒度进一步减小，特别是槽下筛除粉矿，能显著增产与降低焦比。日本1953年开始整粒，上限粒度为50毫米，至七十年代上限粒度减为25毫米，下限粒度为10毫米。日本烧结矿粒度为5~50毫米，有的分两级入炉。根据日本高炉实践，槽下过筛后小于5毫米粉矿由10~12%降至3~5%，就能增产10~15%，降低焦比

28~49公斤/吨。日本焦炭粒度是25~70毫米；对中小高炉下限粒度为20毫米。1962年开始破碎焦炭平均粒度由75毫米减少到50毫米左右。

(三) 综合采用国外新技术与新设备

日本高炉综合采用国外新技术，提高了冶炼强度与降低焦比。冶炼强度由0.6~0.7提高到1.0~1.25，焦比降低180公斤。1965年日本已成功地综合采用超高压炉顶、高风温、富氧喷吹等国外新技术与新设备。

1. 超高压炉顶 炉顶高压保证了还原与热交换的顺利进行，有利于煤气潜热与物理热的利用，同时降低煤气速度，防止透气性恶化。特别是大高炉使用超高压炉顶对稳定顺行创造条件，其效果是：每增加0.1公斤/平方厘米，增产1.2~2.0%，降低焦比1~1.5%。1962年日本引进美国0.7公斤/平方厘米高压炉顶技术；1969年又引进苏联2.5公斤/平方厘米超高压炉顶技术。1973年日本有高压高炉45座，常压高炉19座（1000立方米以下高炉全是常压，1000~2000立方米高炉三分之一是常压）。1000~2000立方米高炉炉顶压力是0.7~1.5，4000立方米以上高炉为2.5~3公斤/平方厘米（千叶6号炉容4540立方米，炉顶压力已达2.3公斤/平方厘米）。炉顶压力提高之后，麦基式双钟炉顶已不适应。日本创造三种新式炉顶结构：一是石川岛播磨式，双钟双阀，旋转斗在阀下面；一是新日铁式，双钟四阀，旋转斗在阀上面；一是钢管式（NKK式），三钟（上另有旋转小钟）。上述三种炉顶的共同特点是均压室移至小钟之上，大钟上、下压力保持相等。这样，大钟寿命由2~4年提高到高炉一代寿命（6~8年）。

但是，大高炉大钟的制造与运输较困难，并且布料欠均匀（炉喉中心矿石较少）。为了弥补后者，日本引进西德两种炉喉导料板：一是克虏伯式（KRUP式）；一是GHH式。日本又创造两种导料板：一是新日铁式，导料板上摆；一是钢管式（NKK

式), 导料板水平往复运动。福山4号高炉(4197立方米)使用NKK式,降低焦比30公斤,炉喉中心煤气温度由600°C降至300°C;煤气利用率由0.85提高到0.91。

为了消除大钟制造与运输的问题,卢森堡1972年创造出无钟炉顶(PW式)。无钟炉顶是比较理想的炉顶上料设备。它是由2~3个带有密封阀的炉顶料斗与边倾斜边旋转的溜槽组成的。无钟炉顶布料均匀,调节手段灵活,比有钟炉顶设备重量约轻一半,投资节省近一半,炉顶结构较低,炉顶吊车可由100吨级改为30吨等。世界已有54座高炉制作和装设无钟炉顶。1973年~1977年日本有5座高炉(室兰1号、千叶2、6号、釜石1号、广畑3号)使用无钟炉顶。无钟炉顶是有发展前途的。

2. 高风温 内燃式热风炉风温一般为1200°C以下,外燃式热风炉风温为1250~1350°C。提高风温是降低焦比与增产的主要措施之一。每提高风温100°C,降低焦比20公斤左右,增产约5%。日本高炉风温年年上升:1963年为900°C,1970年为1020°C,1972年为1090°C,1975年为1107°C。1975年有20%高炉风温超过1200°C。苏联1966年为950°C,而1975年为1040°C。

1963年以来,日本高炉引进西德两种外燃式热风炉。日本结合两种型式优点创造出新日铁外燃式热风炉,双拱相等,用管连通。上述几种型式热风炉的共同特点是燃烧室移至炉外,高温区砌硅砖与使用无焰和短焰陶瓷燃烧器。优点是基本消除了燃烧室墙裂开短路与顶墙倒塌,燃烧时产生脉冲等内燃式热风炉的严重缺点。

3. 富氧喷吹燃料 高炉喷吹碳氢化合物(包括气、液、固体)燃料,每吨生铁可置换几十公斤或一百多公斤焦炭。富氧喷吹燃料还可置换更多焦炭。一般喷油30~50公斤/吨铁,富氧喷油可达80~100公斤/吨铁,从而降低焦比至400公斤左右。1971年3月新日铁24座高炉富氧,平均焦比419公斤,喷油78公斤。

为了提高高能率化(即高产低耗),国外认为应该使用富氧喷吹燃料。1960年日本钢铁技术共同研究会进行了喷吹燃料的理

论研究；1961年引进法国喷吹重油技术。全世界85~90%生铁是喷吹燃料的高炉生产的，日本高炉喷油50公斤左右。

日本高炉富氧鼓风从1962年的0.2%至1973年的2.1%。每增加氧1%，增加产量约5%，焦比有些降低，可置换10公斤左右焦炭。富氧4%以上，焦比反而有所回升。由于制氧耗电，氧成本仍高，因此在国外高炉富氧尚未普遍使用。富氧效果都在精料的基础上取得的。

日本高炉控制风口燃烧温度2300°C (2200~2450°C)，自动调节油量与氧过剩系数。日本几座高炉发现当富氧至4%以上时炉况不稳、大凉。

过去高炉是加湿或调湿鼓风，喷吹后不调湿，进而脱湿鼓风。日本认为，新近的新技术之一是脱湿鼓风。1974年广畑4号高炉(1685立方米)使用5台氯化锂液脱湿一半(5~6克/标准立方米)，降低焦比10~15%，增产10%。每脱湿8.1克/标准立方米，可降低焦比18公斤(包括多喷油置换的焦炭10公斤在内)，一般脱湿至稳定5克/标准立方米左右(夏天6~10克/标准立方米)，经3、4个月可回收设备投资。

近年世界各主要产铁国家都在试验炉身下部喷吹还原气，期望工业生产能进一步降低焦比至250~275公斤。日本、苏联、西德等国家试验研究原子能炼铁，利用热还原气或热氢喷吹。

4. 大高炉结构与设备特点 日本大高炉(4000立方米以上)结构与设备有以下特点：

(1) 高炉内型朝增大直径方向发展，只有炉缸与炉腹高度稍有增加。采用多风口与多出铁口，渣口少，甚至完全取消渣口。

(2) 自立式炉体框架结构，炉顶重量支承在四根大支柱的框架上，炉缸周围无支柱，便于风口平台机械化更换风口，特别对预防地震也较有效。

(3) 皮带上料便于自动控制装料，炉料偏析现象也少。

(4) 采用轴流式鼓风机，效率高、结构轻、适应大风量与

高压化的要求。1966年日本有电动与气动两种风机，前者起得快、设备重量轻。日本轴流式鼓风机最大风量是10000立方米/分。

(5) 贮矿场贮料1.5个月以上，用卸矿机与堆取料机装卸与混匀，用皮带输送，这些在日本是不可缺少的设施。原料既要有数量，还要有质量。

(6) 外燃式热风炉，前面已叙述。

(7) 双钟双阀，双钟四阀，三钟与无钟炉顶等前面均已叙述。

(8) 出铁场机械化与除尘，出铁场设有：50~100吨吊车，可换主铁沟，矮式液压泥炮，钻冲两用开铁口机，换风口机，摆动流槽，250~600吨混铁车，铁沟盖板，布袋或电除尘等。

(9) 干渣坑，详见后面。

(10) 改进炉衬：碳砖炉底、炉缸与炉腹、炉身下部砌高铝砖或硅炭系砖。炉墙与炉底朝薄壁发展。

(11) 炉体冷却方式用插入式冷却板或冷却壁，用水或汽化冷却，炉腹、炉缸喷水与炉底水冷，风口高流速（15米/秒）水冷等。

(四) 电子计算机控制

日本工业走向全面使用电子计算机之时，高炉使用计算机控制技术也走在各国前面。除了装料、热风炉的燃烧与换炉以及送风喷吹实行自动控制以外，在高炉操作过程自动控制方面做了很多工作。通过四座高炉大修熄火解剖，搞清楚了炉内动态，如燃料层与粒度、还原程度、温度分布、矿石熔融滴落等。根据数学模型进行炉况控制。

日本引进的国外先进检测技术如：炉喉半径方向各点煤气成分与温度的自动分析，炉体连续测温，检测风口燃烧温度、风口风量、风压与水温、炉内铁渣液面、铁水温度，铁渣成分快速分析、设置炉顶与炉身水平、垂直探针，采用风口电视，原料、燃

料的自动称量，焦炭水分连续测定等。

计算机控制的目的是，在于控制炉温（生铁含矽变动 $\pm 0.1\sim 0.15\%$ ），风口燃烧温度控制在 $2200\sim 2450^{\circ}\text{C}$ 范围内的指定温度，铁水温度为 $1510^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$ ，并包括炉况异常的预报（悬料和冷却设备漏水等报警）。

（五）综合利用

日本钢铁厂热能与废料综合利用也有特点：

1. 设置干渣坑。1964年开始使用炉前干渣坑，炉前设有2个或4个干渣坑，轮流放渣，水冷、电铲取渣。

2. 炉顶煤气压力能量回收。高炉透平发电机组在日本得到重视，日本已建成九套，千叶六号高炉使用苏式12000千瓦两台。

3. 炉尘利用。高炉灰、洗气泥、转炉灰等粉尘，用链篦机-回转窑或用竖炉生产金属化球团，作为高炉原料。

4. 余热利用。1973年室兰1号高炉热风炉废烟气，用金属散热片换热器回收余热，用以预热燃烧热风炉的空气或煤气。

5. 日本干式熄焦法，是1973年从苏联引进的。干法熄焦可以回收 $80\sim 90\%$ 的焦炭显热，还可以提高焦炭强度与抗磨性，降低焦炭的反应性，使高炉焦比降低 $0.5\sim 2.3\%$ ，产量提高 $1\sim 1.5\%$ 。此外，对环境保护、防止大气污染有一定好处。

二、北美大型高炉技术的发展

北京钢铁设计研究总院 马魁铎

(一) 美国高炉的设备能力及变化情况

1977年美国共有高炉183座，设备能力为年产11520万吨。1977年美国生铁产量为7345万吨，高炉的开工率约为63.6%。美国高炉炼铁生产技术水平在五十年代处于领先地位，但到了六十年代，发展缓慢，从精料、强化冶炼、喷吹燃料、高炉大型化、装备现代化等新技术综合水平看，落后于日本和苏联。

美国高炉的生产能力变化情况如表2-1。

表 2-1 美国高炉的生产能力变化情况

年 份	1930	1940	1950	1960	1977
高炉总座数	316	232	248	260	183
总年生产能力, 万吨	5790	5570	7160	9650	11520
平均生产能力每炉日产量, 吨	463	608	770	1072	1723

目前在183座高炉中，工作容积在1000~1500立方米（相当于我国有效容积约1220~1830立方米）范围内的占高炉总数的53.5%；工作容积小于1000立方米的高炉占44.3%；工作容积在2000立方米以上的有4座，其中最大高炉的工作容积2835立方米（有效容积3456立方米）见表2-2。

表 2-2 美国4座2000立方米以上大高炉情况

公 司、 厂 别	炉 号	炉缸直径 米	工作容积 立方米	有效容积 立方米	开炉日期 年.月
美国钢铁公司格里厂	13	12.2	2835	3456	1974.1
伯利恒钢铁公司伯恩斯港厂	1	11.0	2427	2920	1969.12
伯利恒钢铁公司伯恩斯港厂	2	11.7	2526	3040	1972.初
阿姆柯钢铁公司阿什兰厂	1	10.2	2040	2500	1972

美国高炉在六十年代以后采用新技术，逐渐扩大高炉容积，减少座数，向大型化发展。新建的大型高炉有以下几座：

1. 伯利恒钢铁公司雀点厂的“L”高炉，炉缸直径13.7米，工作容积3680立方米（有效容积约4500立方米），它是西半球最大的高炉之一，设计能力日产8000吨，将代替六座旧高炉，计划于1978年投产。

2. 美国钢铁公司菲尔菲德厂一座炉缸直径9.75米的新高炉在建设中。该高炉在西半球是最现代化的高炉之一，它具有高度完善的计算机控制，日产5000吨生铁，每天将消耗约8000吨铁矿、球团及烧结矿，3000吨焦炭，500吨石灰石，计划于1978年建成。投资约1500万美元。

3. 内陆钢铁公司印第安纳港厂的7号高炉，工作容积3480立方米（有效容积约4250立方米），炉缸直径13.7米，设计的最初日产量为7000吨，潜在日产量为8000~9000吨，炉顶压力2.6公斤/平方厘米，风压4.56公斤/平方厘米。此高炉采用皮带上料，无钟炉顶，喷吹燃料，设计最高风温1204°C，风量7550立方米/分，计划于1979年建成投产。

在加拿大斯太柯湖伊利新建一座日产5500吨的高炉，此高炉采用几个国家的炼铁新技术和新设备，与荷兰、西德、日本、苏联和卢森堡等国在炼铁技术方面全面合作。

美国格里厂13号高炉的设计参数简介如下：

有效容积3456立方米，炉缸直径12.2米，三个铁口，无渣口，炉腹以下用炭砖，炉底水冷，料车上料，计算机控制，钟阀双均压室炉顶，顶压2公斤/平方厘米，可调炉喉，液压传动，四座带有陶瓷燃烧器的外燃式热风炉，设计风温1150°C，富氧2~4%，喷吹重油，高炉采用两台轴流风机并联送风，出口风压4.4公斤/平方厘米时每台风机出风量为4250标准立方米/分。

（二）美国高炉生产特点

1. 资源丰富 焦煤、铁矿贮量多，开采条件好，价格低。