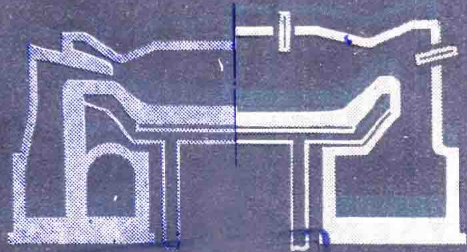


平炉改造



冶金工业出版社

532

平 炉 改 造

《平炉改造》編譯組

冶 金 工 業 出 版 社

內 容 提 要

本书概括叙述了世界一些国家对现有平炉进行改造以提高其产量的主要途径和措施。介绍了在平炉上用氧强化冶炼的经验及改进平炉结构和提高平炉車間吞吐能力的方法。

本书可供炼鋼厂工人、技术人員及大专院校有关专业师生参考。

平 炉 改 造

《平炉改造》編譯組

•

冶 金 工 业 出 版 社 出 版

新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行

北 京 印 刷 七 厂 印 刷

•

开本小32 印张6 7/16 字数139千字

1973年3月第一版 1973年3月第一次印刷

印数00,001~10,000册

统一书号: 15062·3037 定价(科三) 0.50元

毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

外国有的，我们要有，外国没有的，我们也要有。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

古为今用，洋为中用。

编译者说明

在伟大领袖毛主席革命路线指引下，我国冶金工业战线上的广大工人、革命干部、革命技术人员高举毛泽东思想伟大红旗，“抓革命，促生产”，取得了优异成绩。冶金战线革命生产形势一派大好。

遵照伟大领袖毛主席关于“洋为中用”的教导，为适应我国冶金工业生产蓬勃发展的需要，更好地利用和改造现有的平炉，我们编译了《平炉改造》一书。

本书主要内容译自苏联 1970 年出版的 Н.Г. 魏谢柯夫著的《Модернизация мартиновских печей》一书并略加删改。另汇编了一些国家平炉生产技术概况，列在本书第一章。

由于编译者水平有限，书中难免存在缺点和错误，希望读者提出意见。

本书由乔梁、马良福、洪德成、李国祥、武守义、孔金满、徐国志同志编译，由张克仁、刘子明、赵待名同志校对。

1972 年 6 月

目 录

编译者说明

第一章 一些国家平炉生产技术概况	1
第二章 现有的平炉	11
一、平炉产量	12
二、平炉结构和尺寸	18
1. 单上升道的炉头和沉渣室、蓄热室用平吊挂顶的平炉	19
2. 三上升道平炉	26
3. 双上升道平炉	32
4. 倾动式平炉	35
三、炉体结构对钢成本的影响	38
第三章 用氧强化冶炼过程	42
一、熔池吹氧	42
二、火焰富氧	55
三、炉顶煤气—氧气烧嘴	57
四、平炉结构和使用上的特点	61
五、废气的净化	63
1. 在电除尘器中干法净化	66
2. 炉气的湿法净化	69
第四章 平炉的供热	72
一、燃料的特性比较	73
二、火焰组织和炉头结构	80
三、燃料消耗量	86
四、热负荷和自动控制	93
第五章 平炉寿命	97
一、耐火材料的损毁	98
二、炉顶类型	106

三、炉体下部结构的寿命	111
第六章 新型炼钢炉	114
一、双床平炉	115
二、阿捷克斯炼钢炉	122
三、再循环换热式炼钢炉	125
四、平炉車間里的氧气轉炉	127
第七章 炉体结构的改进	131
一、扩大平炉装入量	132
1. 熔池尺寸	132
2. 炉子结构的改造	137
二、炉体结构对平炉热工工作的影响	140
三、提高炉体寿命	142
四、平炉的空气动力学特性	147
第八章 平炉车间的吞吐能力	151
一、废鋼的准备	154
二、平炉跨的貨流	157
三、鑄鋼跨的貨流	161
第九章 平炉车间生产能力的利用	166
一、减少車間的平炉数量	167
二、貨运效果	176
结语	179
附表	181
参考文献	187

第一章 一些国家平炉生产技术概况

平炉炼钢已有一百多年的历史，由于它和底吹转炉相比，具有使用的原料适应性大、品种多、质量高等优点，所以几十年来，平炉一直在炼钢生产中占着统治地位。随着炼钢生产的迅速发展，平炉的生产能力也逐步增长。第二次世界大战前即有200~400吨的大平炉出现，生产能力达到20~30吨/小时，平炉钢在总产量中占有绝对的优势。1937年美国钢产量中有91.5%是平炉钢，苏联有85%，日本有87.5%……当时平炉钢约占世界总产钢量的85%；二次大战后平炉钢生产继续发展，最大的炉子容量超过了500吨，大型车间年产量达200~300万吨，超过一百年前全世界一年总产量的几倍。直到1955年平炉钢产量仍占世界总产量的80%左右。

五十年代以后，世界上另一项炼钢新技术——氧气顶吹转炉的出现，很快使平炉相形见绌，氧气顶吹转炉大有取代平炉的趋势。近年来各国新建的氧气转炉很多，停建平炉，而且将平炉车间改为转炉车间的也为数不少。六十年代是个转折点，氧气转炉钢在1960年仅有1360万吨，到1969年跃为20300万吨，整整飞跃了十五倍，而平炉钢产量在六十年代的十年中几乎没有增长，相对的在全世界总产量中则由71.8%直降到44.1%。虽然目前平炉钢比例日趋减少，但仍占一定地位，它与其他冶炼方法发展变化情况见图1〔1,2〕，表1为几个国家平炉钢产量的变化情况。

美、日等资本主义国家，争相发展生产率高、成本低的氧气转炉。平炉则被拆除、闲置或改建。例如美国60年代初平炉炼钢能力即达年产1亿吨以上，但近年来产量仅到五千

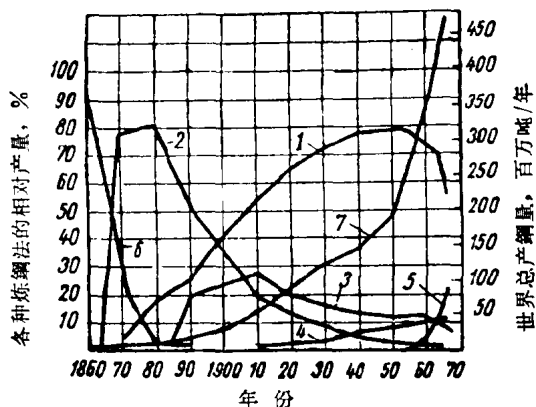


图 1 100年内各种方法冶炼的世界鋼产量的变化曲线 [1,2]

1—平炉法； 2—貝氏麦轉炉法； 3—托馬氏轉炉法； 4—电炉法； 5—氧气轉炉法； 6—还原焙烧法； 7—世界总产鋼量

几个国家平炉鋼产量及占总鋼产量的比例

表 1

		1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
美	平炉鋼,万吨	7835	7666	7526	8059	8904	8542	7713	6413	5995	5527
	比例,%	87.0	86.2	84.5	81.3	77.5	71.7	63.4	55.6	50.5	43.1
苏	平炉鋼,万吨	5510	6004	6492	6808	7116	7630	7964	8176	8382	8426
	比例,%	84.4	85.2	84.7	84.8	83.8	83.8	82.2	80.0	78.7	76.6
日	平炉鋼,万吨	1505	1697	1329	1219	1385	1016	863	904	542	524
	比例,%	68.0	60.0	48.5	38.7	34.9	24.7	18.1	14.5	8.1	6.4
西德	平炉鋼,万吨	1609	1546	1505	1402	1683	1580	1377	1360	1455	1352
	比例,%	47.2	64.4	46.5	44.3	45.1	43.1	39.0	37.0	35.3	29.8
英	平炉鋼,万吨	2086	1868	1699	1738	1879	1749	1460	1387	1441	1418
	比例,%	84.5	83.5	81.7	76.2	70.5	64.2	59.1	57.1	54.3	52.8
世总产量	平炉鋼,万吨	23610	24210	24420	25220	27750	27280	25990	25040	24830	24470
	比例,%	71.8	70.6	69.3	67.1	64.3	61.0	56.4	52.0	48.4	44.1

多万吨，平炉开工率不到 50%，日本到 1969 年平炉钢仅占全国产量的 6.4%，当时全国有 64 座平炉工作，但在 1970 年也纷纷停炉，据资料介绍，至今只剩 46 座平炉在生产；当各国纷纷停建平炉时，苏联则仍大建 600~900 吨的巨型平炉。平炉比之氧气转炉，其最大的弱点是生产率低。以日本的水岛钢铁厂为例，年产 1200 万吨钢，只建了 6 座 200~250 吨的氧气顶吹转炉。同样规模若是用平炉生产，则需 40 座 500 吨的大型平炉。但当前平炉设备能力还是相当大的，要充分利用这些设备或使平炉新生，就必须采取有效的革新措施，围绕着提高平炉的生产率，为发挥现有平炉的作用，采取了大量吹氧，用高发热值燃料和改造炉体结构等措施，来提高产量，延长炉龄。如加拿大钢铁公司的一座 500 吨平炉大量吹氧（ $33.5 \text{米}^3/\text{吨}$ ）小时产量为 125 吨，年产量达 90 万吨以上，炉子个别炉役为 1123 炉。美国一座 185 吨平炉炉龄达 1424 炉。近来各国在下述几方面取得了一定的成效。

一、大量使用氧气强化冶炼

炼钢基本上是氧化的方法，因此往平炉内增加氧气强化冶炼，是提高其生产率的主要途径。供氧的方法有以下几种：

1. 炉头吹氧——一般为 $5 \sim 10 \text{米}^3/\text{吨钢}$ ，空气富氧到 25~28%；
2. 自炉顶用水冷多孔喷枪向熔池直接吹氧——每炉用 2~5 根喷枪，吹氧量为 $15 \sim 30 \text{米}^3/\text{吨钢}$ ，双床平炉则达到 $90 \text{米}^3/\text{吨钢}$ ；
3. 自炉门用渗铝管插入熔池送氧——有用 8~10 根管同时插入送氧，管径为 18~25 毫米，吹氧量约 $5 \sim 20 \text{米}^3/\text{吨}$

钢；

4. 由前后墙的端墙部安装喷枪送氧等。

平炉用氧后，生产能力通常能提高10~40%，燃料消耗降低10~30%。世界主要产钢国家都已大力推广用氧。美国早在二次世界大战期间就在平炉上用氧，到1963年用氧的平炉就占70%；苏联近来也发展平炉用氧，到1970年经吹氧冶炼的钢占总产量的56%；日本更是几乎全部平炉都在用氧，平均每吨钢的耗氧量达30米³左右。

下面介绍几个平炉车间用氧的情况：

1. 美国伯利恒公司约翰斯顿厂有21座170吨平炉，原生产能力为210万吨。自1959年开始吹氧，到1968年有8座平炉吹氧，每炉用4个炉顶喷枪，共喷入7800米³/小时的氧气。1967年共用14.7万吨氧气，每吨钢吹氧量约40米³，由出钢到出钢的时间从1959年的10小时38分降到5小时3分，生产率由16.0吨/小时增到33吨/小时，使平炉的总生产能力比1959年增加一倍；

2. 美国钢铁公司格利厂5号平炉车间有8座170吨和2座310吨平炉，1960年在310吨平炉采用炉头吹氧并加一个炉顶喷枪吹氧，小时产量由23吨提高到28吨，冶炼时间由11小时45分缩短到10小时45分，燃料消耗由0.9百万大卡/吨降到0.74百万大卡/吨，耗氧量约18米³/吨钢；6座170吨平炉各用两个炉顶喷枪，冶炼时间由9小时45分缩短到7小时19分，小时产量由18吨提高到23吨，耗氧量约20.5米³/吨钢，燃料消耗由0.95百万大卡/吨降到0.75百万大卡/吨；综合效果见表2。

3. 日本千叶厂平炉车间有6座160吨平炉，用重油及焦炉煤气为燃料。1957年开始试用熔池吹氧，是从炉门中同时

用氧后综合效果

表 2

	小时产量增加 %	冶炼时间减少 %	燃料消耗降低 %
310 吨炉	20.2	21.6	17.2
170 吨炉	28.4	26.1	23.1

插入多个喷管在熔化和精炼期进行吹氧, 到1961年全部平炉采用吹氧, 用氧量达 $13400 \text{米}^3/\text{小时}$, 氧气纯度为 99.5%, 该车间年生产能力达到 220 万吨。吹氧后的操作指标见表 3。吹氧后出现的问题如炉底易出坑、补炉工作量大、时间长、炉顶寿命缩短、沉渣室和蓄热室易堵塞等, 而钢的成本仍高于氧气转炉钢, 故近年来实际开工率已减到一半。

千叶平炉车间熔池吹氧的操作指标

表 3

	1960.6	1960.9	1960.12	1961.3	1961.6	1961.9	1961.11
吹 氧 量 $\text{米}^3/\text{分}$	27	23	29	24	25	29	36
装料到出钢时间 时:分	3:20	3:38	3:0	3:35	3:20	3:05	2:40
车 间 产 量 万吨/月	12.0	12.8	14.0	16.0	19.8	16.9	17.6

二、采用高发热值燃料

老式的平炉是采用发生炉煤气(发热值为 $1400 \sim 1600$ 千卡/米³); 30 年代后改用焦炉煤气和高炉煤气混合使用(发热值为 2000 千卡/米³); 近代随着石油和天然气工业的发展, 已大量采用高发热值的重油和天然气(发热值为 $8000 \sim 16000$ 千卡/米³)。美国的平炉绝大部分是用重油和天然气; 苏联在 1967 年用天然气作燃料的平炉钢产量已占平炉钢总产量的

77%。使用高发热值燃料不仅使冶炼时间缩短、提高生产率、降低燃料消耗，而且能简化平炉结构。通常可由三上升道改为单上升道，炉底面积也可以扩大。将高发热值燃料与氧气配合使用，效果则更好。例如美国内陆钢铁公司在200吨平炉顶安装6个氧—天然气烧嘴，炉头端部各安一个烧嘴，使用烧嘴时生产率达到50~54吨/小时，1968年冶炼记录一炉钢为4小时10分，生产率达74.6吨/小时，耗氧量虽增到69米³/吨钢，但燃料消耗有所降低，同时减少了炉尘和喷溅。

三、提高平炉寿命

由于平炉采用强化冶炼措施后，炉体各部分寿命显著下降，已成为影响生产率的重要因素，一般采用以下措施予以改善。

1. 提高耐火材料质量：近年来各国使用镁砖的比例有所增加，如表4所示。同时纷纷采用高镁质、高密度和较纯的原料，提高制品的高温强度。美日等国采用海水镁砂（含MgO96~99%，SiO₂0.5~0.8%）作制砖原料，另外还制作直接结合镁砖。美国在400座平炉中有100座用直接结合砖，使每吨钢的耐火材料消耗减少30%，在个别部位甚至使

碱性耐火材料总产量中镁砖和镁铬砖比例的变化 表4

国 家	年 份	% 年 份			
		1960	1965	1967	1968
美 国		52	75	79	80
英 国		31	52	57	—
日 本		70	78	—	82

用电熔高镁砖，但都存在成本高的缺点。

2. 改进结构，加强维护。平炉强化冶炼后，炉顶寿命显著降低，一般铬镁砖炉顶，不吹氧时可达500~800炉，但吹氧后寿命将降低一半。在采用喷补和提高炉顶高度后，有效地提高了寿命。如美国内陆钢铁公司7座250~300吨的平炉（吊挂式拱顶）在出现损毁后开始喷补，使炉顶寿命由370次增加到708次；日本钢管公司鹤见制铁所在85吨和165吨平炉用氧后（30米³/吨钢）提高了炉顶高度，对前后墙分别用二个冷却水箱和四根冷却管进行水冷，使炉顶寿命分别达到2250~2350次和1000~1100次，耐火材料消耗显著下降；苏联伊里奇厂的650吨和900吨平炉由于主炉顶高度提高了500毫米，使每炉钢炉顶砖损耗降为1.05~1.10毫米，比过去减少20~25%。由于扩大炉顶中心角，使止推力下降，保证炉顶砖能用到70~100毫米厚度，表5列出一些工厂提高炉顶高度炉顶对寿命的影响。

提高用氧平炉炉顶高度对炉顶寿命的影响 表 5

	平炉容量 吨	耗 氧 量 米 ³ /吨钢	炉顶高度，毫米		炉顶寿命，次	
			原 有	提高后	原 有	现 有
美约翰·劳林公司	315	—	2920	3455	242	545
加拿大明顿公司	450	—	3000	3960	250	600
日本住友公司	200	26	2600	2800	—	增加100
日本钢管公司	85	30	—	—	—	2250
	160	20	—	—	—	2350
苏联伊里奇厂	650	综合用氧	3350	3850	211	1000
	900	综合用氧	3360	3860	187	1100
						266
						240

加强炉顶维护，通常用空气吹，每昼夜吹灰三次，炉顶

下部空间用空气和蒸汽喷吹。美国伯利恒公司的约翰斯顿钢厂试验用气冷却和水冷却主炉顶，前者使一炉役炉顶寿命提高了23.8%，后者未见效果；美国约翰·劳林钢铁公司在10座平炉炉顶下面采用空气幕，使其寿命由242炉增到352炉。

对沉渣室和蓄热室，由于用氧后废气温度升高并携带喷溅物和熔损的耐火材料增加，炉气含尘量到 $15\sim 30$ 克/米³，使沉渣室迅速充满和使蓄热室格子砖磨损、堵塞，因而对沉渣室要适当增大容积，采用机械化清渣；对蓄热室则加大砖格的格孔，提高耐火材料质量，采用高镁石、橄榄石或高铝砖。如日本住友公司吹氧平炉，1964年后蓄热室全部采用高铝砖（含 Al_2O_3 60~70%）使砖对炉尘吸附性降低，200吨平炉蓄热室上部格子孔扩大到 300×300 毫米，下部为 150×150 毫米；苏联几乎所有用氧强化冶炼的平炉格子孔都被迫加大，由互通式改为直通式，格孔增大至 270×270 毫米。为了保证蓄热室加热面积不减少，将砖的厚度由75毫米减薄至50毫米，以及用高压水冲洗格孔，在氧气中加水、加蒸汽等方法以减少炉气的含尘量。

四、平炉炉型的革新

在平炉冶炼强化后，原来的炉型难以适应，所以各国对炉型的改革也进行各种试验。如英国佛罗廷汉钢厂，曾先后将6座倾动式平炉改建成由炉头一端轮换倾斜插入吹氧管的炉体对称式炉子（称为“阿捷克斯”平炉），用圆筒形可卸式蓄热室和沉渣室，可以与备用的迅速互换，以缩短修理时间。试验数据说明生产率比过去提高70~100%，但由于炉砖磨损过快而没有推广。

另一种革新是把一个平炉分成二个炉床，炉顶有氧枪

供氧，一个炉床精炼时将所排出的废气导向相邻的第二个炉床，用以预热其中的废钢，二床轮流预热和精炼。1964年加拿大钢铁公司将一座270吨平炉改为 2×145 吨双床平炉，使生产率提高一倍，达到40~45吨/小时，耗氧量为60~90米³/吨钢。燃料消耗降低50%，炉顶寿命一般为200炉；1965年苏联马钢的560吨平炉改为双床后，经过多年的工艺改革，其经济指标和生产率到1970年达到较高的水平，该炉的生产技术指标如表6所列；1967年捷克斯洛伐克哥特瓦尔德钢厂将400吨的倾动式平炉改成能单独倾动的双床炉，用一倾

苏联马钢双床平炉生产技术指标

表 6

	1965	1966	1967	1968	1969	1970
产量, 万吨/年	39.5	49.8	73.2	83.0	98.3	114.9
产量增长, %	100	126	185	210	248	291
生产率, 吨/小时	50.30	65.24	89.90	107.24	123.07	141.20
金属料消耗, 公斤/吨	—	1157.9	1161.7	1161.7	1140.0	1133.1
良锭收得率, %	—	86.3	86.0	86.5	87.7	—
耗氧量, 米 ³ /吨钢	71.4	64.4	80.4	84.0	74.0	62.6
耗燃料, 公斤/吨钢	61.8	40.9	23.2	14.5	10.8	9.5
耗耐火材料, 公斤/吨钢	—	—	—	8.4	7.1	4.7
修炉, %	11.9	12.9	7.65	11.3	8.8	7.1
炉顶寿命, 吨钢	—	284	285	397	475	764
工序消耗, 卢布/吨钢	—	6.28	5.58	5.29	4.75	4.63

斜式走行车架喷枪向熔池吹氧，生产率提高约3倍，达到115~130吨/小时，最高达到136吨/小时，1968年该炉产钢41.5万吨、1969年为59.6万吨、1970年约68万吨，金属收得率为89%；耗氧量为79~90米³/吨钢，钢质良好，品种也很广，该车间拟将10座平炉改成3座串联炉，二座保持经常生产，年产量可达到320万吨。

五、縮短非冶煉時間

平爐的生產率還可以通過改進加料（冷料）方法得到提高，傳統的裝料機要提高效率一般是加大起重重量、提高爐頂、擴大爐門、增加廢鋼容量等，而這些不但受設備和爐體結構限制，而且大爐門將影響爐的熱效率。有的廠試用拋帶加料，據稱此料槽加料效率大為提高，每加10噸廢鋼僅需45秒鐘，因此可以縮短總的冶煉時間。另外，在提高平爐生產率的同時，要相應地改進鑄錠和其它輔助工段的設備和操作，提高計量測視儀表的效率等，其目的都是為了將冶煉時間壓縮到最低限度。