

资本主义国家的 黑色冶金

炼鋼生产

中国工业出版社

苏联黑色冶金部技术管理局

中央情报研究院

資本主义国家的黑色冶金

第 3 卷

炼鋼生产

M.C. 鮑欽柯 A.H. 米勒 O.A. 米哈依洛夫

[苏联] A.Φ. 梅尔柴莫夫 H.A. 尼古拉也夫 著

A.E. 尼泰辛 M.E. 奥尔曼 B.C. 魯泰斯

董少績 知 水 李 力 譯

中国工业出版社

本书介绍了资本主义国家平炉、电炉及转炉生产的概况。

书中叙述了炼钢设备的结构以及冶炼、脱氧及铸锭的工艺实践等基本发展方向。此外，还叙述了主要资本主义国家连续和半连续铸钢的情况。

本书适用于科学研究院的工作者，黑色冶金及机器制造工业的工程技术人员，并可作为冶金学院及专科学校学生的参考书。

本书第一篇平炉钢生产及第二篇转炉钢生产由董少楨翻譯；第三篇电炉钢生产及第四篇连续铸钢由知水、李力翻譯。

ГОСПЛАН СССР

Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии

Центральный институт информации

ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ КАПИТАЛИСТИЧЕСКИХ СТРАН

Часть II

СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

МЕТАЛЛУРГИЗДАТ

МОСКВА 1958

★ ★ ★
资本主义国家的黑色冶金

第 3 卷

炼 钢 生 产

董少楨 知水 李力 译

★
冶金工业部科学技术情报产品标准研究所书刊编辑室编辑
(北京灯市口71号)

中国工业出版社出版 (北京东便门内大街10号)

北京市书刊出版业营业登记证出字第110号

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行，各地新华书店经售

★
开本 $850 \times 1168^{1/32}$ · 印张 $20^{11/16}$ · 字数 545,000

1964年11月北京第一版，1964年11月北京第一次印刷

印数 0001—2,060 · 定价 (科七) 3.40 元

★
统一书号: 15165 · 3213 (冶金-532)

苏联黑色冶金部中央情报研究院于1954—1955年編成的“资本主义国家黑色冶金”共有八卷：

第1卷——资本主义国家黑色冶金技术經濟概論（美国、英国、法国、西德、比利时、卢森堡、奥地利、意大利、瑞典、挪威、印度、日本、澳大利亚、加拿大及六个拉丁美洲国家）。

第2卷——冶炼前矿石的准备及高炉生产。

第3卷——炼鋼生产。

第4卷——軋鋼生产。

第5卷——新鋼种及試驗方法。

第6卷——焦化生产。

第7卷——鉄矿工业。

第8卷——耐火材料工业。

本书主要論述的技术問題，闡明近年来在工艺过程及设备結構方面的重要变化。

本书第3卷第一篇——“平炉鋼生产”，第Ⅲ至X章由工程师M·E·奥尔曼編写；XI至XVIII章由工程师A·И·米勒編写；本篇其余各章（I，II，XIX，XX）及附录由工程师A·И·米勒及M·E·奥尔曼編写。

第二篇——“轉炉鋼生产”，由工程师A·E·尼泰辛編写。

第三篇——“电炉炼鋼生产”，由技术科学碩士O·A·米哈依洛夫及技术科学碩士A·Φ·梅尔柴莫夫合写（A·H·索柯洛夫校閱）。

第四篇——“連續鑄錠”，由技术科学碩士M·C·鮑欽柯，技术科学碩士、B·C·魯泰斯及工程师、H·A·尼古拉也夫合写。

苏联黑色冶金中央情报研究院

目 录

第一篇 平炉钢生产

I. 平炉钢的生产	1
II. 平炉的座数及容量	3
III. 新平炉车间	10
IV. 平炉的尺寸及结构	33
V. 平炉的砌砖	46
VI. 平炉的加热	79
VII. 平炉的汽化冷却	84
VIII. 平炉的自动化	85
IX. 繁重工作的机械化	96
X. 单向炼钢炉	111
XI. 装炉材料	114
XII. 铁水及其准备	115
XIII. 平炉炉料中采用化铁炉铁水	12 ⁹
1. 化铁炉结构及其操作	130
2. 平炉用预炼金属的操作	136
3. 化铁炉铁水成分对平炉操作的影响	141
4. 化铁炉操作制度对预炼金属中碳含量的影响	143
5. 在罐中用氧气吹炼化铁炉金属	147
XIV. 废钢的准备及炉料的装入	148
XV. 用废钢矿石法炼钢的特点	152
XVI. 钢的脱氧	172
1. 用碳化硅作为脱氧剂	177
2. 发热合金的应用	178
3. 锬硅铁合金的应用	179
XVII. 平炉采用氧气	180

1. 煤气发生炉采用氧气	180
2. 用废钢矿石法操作的平炉采用氧气	184
3. 用冷生铁废钢法操作的平炉采用氧气	211
4. 平炉用氧气和托馬斯生铁炼钢	214
5. 向冶金工厂供氧的氧气站	216
XVI. 炼钢过程的控制	218
1. 炉渣制度的控制	218
2. 用沉入式热电偶测量炼钢熔池的温度	218
3. 盛钢桶中钢的温度测量	235
XVII. 钢的浇铸	237
1. 铸钢罐 (盛钢桶)	237
2. 铸钢罐的衬砌	237
3. 铸钢罐的罐口	238
4. 操纵塞棒装置的机械	238
5. 浇铸过程中罐内金属水平面的决定	239
6. 铸钢方法	240
7. 锭模	240
8. 底板中石墨衬板及锭模用的石墨底塞	243
9. 新型保温帽	243
10. 锭模涂油	252
XX. 美国平炉的生产能力	255
参考文献	262
附录	268

第二篇 转炉钢生产

I. 托馬斯生产概况	298
II. 轉炉结构的改变	301
III. 托馬斯法	312
1. 一般托馬斯钢的性质及应用范围	312
2. 高质量托馬斯钢的冶炼工艺	314
IV. 高质量托馬斯钢的性质	346
1. 采用富氧鼓风炼出的钢	346
2. 采用氧气及石灰石炼出的钢	347

3. 采用氧、蒸汽、二氧化碳所炼出的钢	349
V. 法国的托馬斯車間	350
VI. 貝塞麦鋼生产概况	352
1. 貝塞麦轉炉的結構及炼鋼生产工艺	354
2. 改善貝塞麦鋼质量的方法	355
3. 現代化的貝塞麦車間	363
VII. 氧气法（純氧吹炼）	366
采用氧气的新炼鋼方法	394
参考文献	419

第三篇 电炉钢生产

I. 各国电炉鋼产量和电炉的座数和尺寸	420
II. 电弧炼鋼炉	437
1. 大电弧炉結構的特点	437
2. 电弧炉的电气設備	447
3. 电弧炉的电极	457
4. 耐火炉衬	462
III. 电弧炉炼鋼	480
1. 一般情况	483
2. 各鋼种的熔炼特点	488
3. 碱性电弧炉氧气炼鋼	494
4. 熔池的感应攪拌	507
5. 用吹气和注入金属法使熔池成分均匀	509
6. 鋼液脫硫的特殊方法	511
7. 稀土金属在炼鋼中的应用	515
8. 采用鉄水炼鋼	517
9. 鋼的浇注	518
IV. 感应炉炼鋼	534
1. 炉子数量, 应用范围, 結構和工艺特点	534
2. 真空感应炉炼鋼	540
V. 电弧炉和平炉的技术經濟指标	548
参考文献	556
附录	560

第四篇 连续铸钢

I. 連續鑄鋼机的布置	590
II. 連續鑄鋼过程	591
III. 向結晶器中注鋼水的方法	597
IV. 多流式連續鑄鋼設備	598
V. 各国連續鑄鋼机的特点	599
1. 西德	599
2. 美国	614
3. 加拿大	623
4. 英国	636
5. 法国	640
6. 奥地利	645
7. 其他国家	647
VI. 連續鑄鋼过程的优点	648
参考文献	650

第一篇 平炉鋼生产

I 平炉鋼的生产

各资本主义国家战后几年平炉鋼生产的資料列于表 1。

1937, 1950—1955 年资本主义国家的平炉鋼生产

表 1

国 名	年 份							
	1937	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
美 国	46900	78257	84521	75158	91148	72871	95565	93309
	91.5	89.2	88.5	88.9	90.0	90.9	90.0	89.3
英 国	12141	14521	13754	14389	15677	16504	17530	18293
	92.0	88	86.7	86.2	87.6	87.8	87.2	87.2
西 德	10493	6661	7252	8175	8536	9801	11342	12106
	60.0	55.0	53.6	51.7	55.4	56.2	53.2	55.2
日 本	5000	3891	5375	5839	6283	6366	7808	8965
	87.5	80.5	82.7	83.7	82.0	82.2	83.0	80.7
法 国	2290	2588	3149	3381	3196	3397	3901	4264
	28.9	29.9	32.0	31.1	32.0	32.0	31.0	31.8
意 大 利	1493	1405	1707	1805	1733	2208	3051	3372
	71.1	59.5	55.8	51.1	49.5	52.5	56.6	57.1
加 拿 大	1320	2534	2674	2769	3235	2456	3577	不詳
	92.0	83.9	84.0	83.7	87.0	85.7	87.1	
澳大利亚①	1090	1255	1473	1552	1829	2160	2195	2640
	99.6	99.4	98.4	98.7	98.4	100.0	98.4	—
印 度	906	1377	1448	1526	1442	1613	不詳	不詳
	100	93.2	96.5	96.5	96.2	95.7		
巴 西①	76	789	843	893	1001	1172	1125	1236
荷 兰①	37	490	554	685	860	928	970	1042
奥 地 利	540	768	800	811	750	804	856	912
	83.1	81.4	78.0	76.5	58.5	48.5	46.9	43.9

續表 1

国 名	年 份							
	1937	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
瑞 典	749	710	721	771	715	724	783	847
	66.7	48.8	47.2	45.7	40.2	38.8	36.4	34.9
西 班 牙	141	540	548	599	574	689	770	769
	84.7	66.4	67.0	66.0	64.2	62.5	63.5	61.8
薩 尔	547	447	565	649	654	678	700	754
	23.3	23.7	21.7	22.9	24.3	24.2	22.1	22.4
丹 麦	不詳	116	152	166	170	188	226	232
		94.7	94.5	94.7	94.2	94.5	95.5	96.7
比 利 时	497	379	622	635	507	501	640	704
	13.1	10.0	12.2	12.4	11.2	10.0	10.9	11.0
墨 西 哥①	106	390	467	537	462	455	480	582
智 利①	19	56	178	246	313	321	300	364
土 耳 其	不詳	91	142	162	173	171	197	201
		99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.6	—
芬 兰	42	30	36	38	30			
	88.1	29.1	28.4	25.2	20.3	不詳	不詳	不詳
希 腊	10	18	19	18	19	21	不詳	不詳
	100	78.2	70.3	52.2	46.5	50		
上述各国总计	84397	117313	127000	120804	139307	122415	150106	154169
	74.8	76.9	75.5	73.7	76.8	73.7	73.4	72.3
北 美 洲	48220	80791	87195	77927	94383	75327	98222	96886
	91.3	88.9	88.4	88.7	89.9	90.8	90.5	89.0
中南美洲	201	1235	1488	1676	1776	1948	1905	2132
	100	100	100	100	100	100	100	92.2
欧 洲	28980	28673	29879	32122	33421	36443	39779	43295
	56.4	55.1	51.9	51.2	53.8	53.6	50.5	53.7
亚 洲	5906	5359	6965	7527	7898	6537	8005	10779
	87.7	83.9	85.3	86.1	84.4	68.0	70.2	82.5

注：分子表示平炉钢的产量（千吨），分母表示占该国钢总产量的%。

① 各种钢。

平炉一直是主要的生产鋼的方法。战后以及战前期間，各主要資本主义国家各种产鋼方法的比例变化列于表 2。

1937, 1950—1955 年各种炼鋼法的比例 (%)

表 2

年 份	平 炉	貝塞麦炉	托馬斯炉	电 炉	其 他	总 計
1937	72.9	3.9	21.1	2.1	0.0	100
1950	77.1	3.4	13.9	5.4	0.2	100
1951	75.5	3.4	14.9	6.0	0.2	100
1952	73.8	2.6	17.1	6.3	0.2	100
1953	77.5	2.6	13.9	5.8	0.2	100
1954	75.4	2.0	16.9	5.6	0.1	100
1955	75.2	2.0	16.4	6.3	0.1	100
1956	73.8	2.0	17.2	6.9	0.1	100

注：本表是根据美国、英国、法国、西德、比利时、卢森堡、薩尔的鋼生产資料編成的。

碱性平炉炼鋼法得到了改进，因此原来只能用酸性平炉炼的某些鋼种已可用碱性平炉来炼，再加上自第二次世界大战前开始的电炉炼鋼得到了发展，因而酸性平炉就逐渐被淘汰了。

战后期間，用酸性平炉所产的鋼，有进一步的縮減。

酸性平炉鋼的比重，不但在过去酸性平炉鋼生产就不占重要地位的美国是減少了，即使在战前用酸性法生产相当多鋼的英国和瑞典也減少了。例如，瑞典在 1937 年用酸性法炼的鋼占 24.6%，到了 1945 年却仅占 10%；英国 1937 年为 17.1%，而在 1955 年为 5.1%，1956 年为 5.5%^[1, 2, 3]。

II 平炉的座数及容量

各資本主义国家的平炉座数列于表 3。

现在美国用平炉法所产的鋼，占鋼总产量的 90%。然而，平炉鋼生产的绝对数虽然是增加了，但近年来平炉鋼占的比重却有某些下降的趋势（見表 2）。

资本主义国家的平炉座数（以年初计）〔4,5及6〕

表 3

国名	1945	1951	1954	1955	1956
欧 洲					
英 国	—	419	397	397	397
西 德	—	—	202	203	203
法 国	—	127	124	122	125
瑞 典	58	45	40	44	44
意 大 利	—	73	75	72	74
比 利 时	—	27	25	27	26
北 美 洲					
美 国	990	951	933	924	不詳
加 拿 大	—	44	46	—	
拉 丁 美 洲					
巴 西	—	—	—	17②	不詳
墨 西 哥	—	—	—	10②	
智 利	—	—	—	4②	
阿 根 廷	—	—	—	5②	
亚 洲					
日 本	—	210	185①	180	不詳
印 度	—	—	19	—	

① 1954年1月1日。

② 主要钢铁厂。

酸性平炉的座数以及其占平炉总生产能力的比重，战后各年继续减少；1954年1月1日，酸性平炉的座数只占3.6%。

1954年平炉合金钢占平炉钢总产量的比重为5.8%，1955年为6.6%。

美国在1955年初有40个冶金工厂年产钢的能力超过100万吨。其中最大者为格里厂，年产能力为640万吨钢。有4个工厂的年生产能力为400至500万吨，有14个工厂为200至400万吨，有20个工厂为100至200万吨（见附录1及2）。

美国平炉的总座数与战后其他国家一样不断在减少，而每座平炉的平均生产能力却增加了，而且持续增加（见附录3及4）。

美国平炉按容量划分的等级列于表4。

美国平炉按容量划分的等级

表 4

（根据1945，1951及1954年1月1日的资料）

炉子按容量划分的等级，吨	绝对数						占总数的%					
	炉子座数			炉容量，吨			炉子座数			炉容量，吨		
	1945	1951	1954	1945	1951	1954	1945	1951	1954	1945	1951	1954
50以下	89	54	39	3132	1901	1272	9.4	5.7	4.2	2.3	1.6	0.9
51—100	322	271	124	25715	21852	9493	2.5	28.7	13.3	23.4	18.7	6.9
101—130	269	243	249	30694	27689	29154	27.0	25.6	26.8	28.0	23.7	21.4
131—150	89	127	180	13159	17615	15072	9.8	13.3	11.6	12.0	15.1	11.0
151—185	171	173	224	28233	28766	36601	17.2	18.1	24.0	26.0	24.6	26.9
186—200	3	27	67	600	5213	13152	0.4	2.8	7.2	0.5	4.5	9.6
201—220	29	41	22	5907	8361	4643	2.9	4.3	2.3	5.4	7.2	3.4
221—300	2	4	76	481	908	17062	0.3	0.3	8.1	0.4	0.8	12.5
300—500	5	11	24	1661	4404	10060	0.5	1.2	2.5	1.5	3.8	7.4
合 计	990①	951②	933	109582	116709	136509	100	100	100	100	100	100
其中容量大于185吨者	39	83	189	8649	18866	44917	4.1	8.6	20.1	7.8	16.4	32.9
大于300吨者	5	11	24	1661	4404	10060	0.5	1.2	2.5	1.5	3.8	7.4
平均容量，吨				111	123	146						

① 总数中包括两个容量不明的炉子。

② 1951年的统计资料中其总数未包括匹兹堡的琼斯·拉弗林厂的四座平炉。

由表4可以看出，自1945年以来，容量小于100吨的平炉座数显著地减少，但较大容量的平炉，主要是180吨及200吨的平炉，却增长了。特别是容量为150至200吨的，以及200至300吨的平炉座数增加很多。最后两级的炉子座数（221—500吨），自1945年到1954年由31座增加到98座。1954年24座容量大于300吨的平炉当中，有8座建在威尔顿钢铁公司，10座建在大湖钢铁公司伊克尔斯厂，5座建在伯利恒钢铁公司雀点厂，一座装在福特汽车公司迪尔博恩厂。容量为450吨及540吨的两座最大平炉建在威尔顿厂（见附

录1)。

1945至1950年間，美国有24座平炉投入生产，其平均容量为170吨，而1951至1954年間有68座炉子投产，其平均容量为225吨。这样，在1945至1954年期间总共有92座平炉投产，其平均容量为210吨。同一期间，拆除及停产了198座平炉，其平均容量为65吨（見附录3）。

近年美国所建的炉子，其容量大都为200—265吨。

在新建的平炉車間里，鑄錠吊車的起重能力已考虑了进一步能够扩大炉子容量的問題。例如凡萊斯·希尔厂的平炉車間，为260吨的平炉安装了405吨的吊車。

1957年1月1日，美国有921座平炉，总生产能力为1.06亿吨。

美国的平炉大多是固定式的（1954年1月1日，傾动式平炉占平炉总数的3.6%，为33座）。一大部分傾动式平炉建在采用双联法操作的工厂里。大部分平炉燃烧液体燃料，同时也采用焦炉高炉煤气及天然煤气作燃料。

加拿大有85%的鋼是用平炉炼的。和美国一样，虽然平炉鋼的绝对产量有显著的增加，但占鋼总产量的比重却有降低的趋势（見表1）。1954年1月1日，在46座平炉中有10座容量小于50吨，12座容量为50至100吨，24座容量为100至180吨。

英国平炉鋼的产量占鋼总产量的87%。平炉鋼产量所占的百分比，与美国和加拿大一样近年来有些下降，但生产的绝对数却仍有增加。

第二次世界大战以前，英国平炉生产的特点是酸性平炉鋼的产量比重較大。近年来用酸性法所产的鋼，可由下述資料明显地看出是大大降低了。

年份.....	1939	1946	1949	1953	1954	1955
用酸性法所产的鋼，%...	16.3	7.9	8.9	6.4	5.1	5.5

虽然如此，但现时英国酸性平炉鋼的生产所占的比重仅次于瑞典（11%），而居第二位（5.1%）。平炉合金鋼占平炉鋼总产量的比重，1953年为3.0%，1954年为2.8%，1955年为3.2%。

1953 年，平炉的平均容量为 96 吨，平均年生产能力为 5.3 万吨；1955 年为 6.1 万吨。1953 年每座炉子平均炼出了 411 炉钢。

平炉钢产量的增长是由于改建平炉扩大了炉子容量，以及新建了許多新車間和改建了許多旧車間（表 5 及附录 5）。

英国平炉按容量划分的等級（以年初計）%

表 5

炉 容 量, 吨	年 份						
	1937	1951	1952	1953	1954	1955	1956
60以下	28①	26	33	30	28	29	29
60—100	61①	59	46	44	42	37	35
101—200	7	9	14	18	20	24	25
200以上	4	6	7	8	10	10	11
合 計	100	100	100	100	100	100	100
炉子总計	442	419	405	391	397	397	391

① 1937 年所列举的资料为小于 50 吨及 50—100 吨的炉容量。

近几年，英国建的炉子，容量超过 100 吨；从 1947 年到 1955 年，100 吨以上的平炉座数由 47 增长到 135 座。容量超过 200 吨的平炉增长一倍多。

傾动式平炉的座数增加了，最大容量由 150 吨增到 360 吨。用鉄水操作的固定式平炉，其容量达 200 吨，用冷料操作的达 150 吨。

然而，必須指出，在英国同在美国一样，容量大于 200 吨的大型平炉的相对数量依然不多，且仅占炉子总数的 11%（美国为 13%）。

英国一大部分平炉用发生炉煤气作燃料；近年来，有些平炉改烧液体燃料。

法国平炉钢占钢总生产的比重，在 1956 年为 31%。几乎全部的平炉钢都是用碱性炉炼的；1951 年仅炼了 6300 吨酸性钢，1953 年炼了 2300 吨。

1948 至 1951 年期间，法国新建和改建了 13 座平炉。1953 年初又有 3 座新平炉投入了生产，阿干丹厂建有法国最大的容量为 170 吨的平炉。

有关法国平炉座数的变化资料列于表 6。

法国冶金工厂的平炉座数（以年終計）〔4〕

表 6

年 份	平 炉 总 計		其 中 現 存 者	
	碱 性	酸 性	碱 性	酸 性
1938	146	9	72	4
1951	126	1	91	—
1952	128	1	89	—
1953	123	1	74	—
1954		124		71
1956		125		89

每座正在生产的碱性平炉，平均每年的产鋼量由 1937 年的 28700 吨增加到 1952 年的 38000 吨。

西德在 1957 年的鋼产量中有 52% 以上是用平炉炼的。平炉鋼占鋼总生产的相对比重，近年来略有降低（見表 1）；西德几乎不生产酸性平炉鋼（仅有一座酸性平炉）。

在平炉車間中，小容量和中等容量的平炉占优势。1956 年終，西德有 205 座平炉。平炉所用的燃料为焦炉和高炉的混合煤气，发生炉煤气，以及液体燃料。

意大利 52.5% 的鋼是用平炉炼的。近年来平炉鋼占总产鋼量的比重逐步下降（見表 1）。

1954 年初，意大利有 82 座平炉在操作，炉子容量如下：

容量，吨……40 以下 41—50 55—65 90 100 150 200

炉子座数……44 17 8 1 3 4 5

瑞典现时約有 39% 的鋼是用平炉炼的。近年来平炉鋼的产量有所降低（見表 1）。約 30% 的平炉鋼得自碱性炉。

相当数量的平炉鋼是用酸性平炉炼的，酸性炉占炉子总座数的 40.4%。

近十年来，酸性平炉鋼的生产約为每年 20 万吨（占鋼总生产的 11%）。30 吨平炉的生产能力平均稍高于 3 吨/小时。

大多数的平炉容量为 20 至 60 吨；法格斯塔厂有瑞典最大的容量为 80 吨的平炉在生产。平炉炉墙及炉頂是用碱性耐火材料砌成的。

炉子通常均以重油为燃料。

日本 82.2% 的鋼是用平炉炼的。酸性平炉的生产能力占平炉总生产能力的 5%。酸性平炉主要是炼特殊鋼。

日本平炉的座数及生产能力的资料列于表 7。

日本各厂的平炉座数及其生产能力（以年初計）〔9〕 表 7

年 份	炉 子 座 数		年 产 量	
	总 計	其中，酸性	总 計	其中，酸性
1951	210	14	7921	359
1952	210	14	7921	359
1953	195	13	7868	328
1954	185	不詳	7760	不詳
1955	180	"	7820	"
1956	163	"	7538	"

碱性平炉的容量为 25 至 150 吨；倾动式平炉的容量大都为 150 吨。大多数的炉子是固定式的。

印度总共有 19 座平炉，所炼的鋼占鋼总产量的 96%。平炉的容量等級列于表 8〔10〕。

印度各厂平炉的座数及容量（1954 年的資料） 表 8

容 量	炉 子 座 数	炉 子 的 特 征
25	2	碱性固定式
50	2	一座碱性，一座酸性，倾动式
70	3	碱性固定式
90	3	"
130	3	"
200	1	碱性倾动式
225	3	"
250	2	"