

各国耐火材料工业 概 况

鞍山焦化耐火材料设计研究院
技术情报科编

各国耐火材料工业概况

(内部参考)

鞍山焦化耐火材料设计研究院编译出版

927321

各国耐火材料工业概况

鞍山焦化耐火材料设计研究院编译出版

(鞍山市铁东区胜利广场)

建平县印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16

印数 6000册

字数 400千字

(内部发行)

1.50元

出 版 说 明

遵照伟大领袖毛主席关于“洋为中用”的教导，我们组织编写了《各国耐火材料工业概况》一书。

本书着重介绍了近十年间美、苏、日、西德、英、法等国家耐火材料产量，技术经济指标，原料分布与开采情况，机械与热工设备进展，生产工艺与各种产品性能，对掌握国外动态有一定参考价值。

本书由我院技术情报科编译整理，由于水平所限，难免有不足之处，欢迎广大读者批评指正。

目 录

第一章 一般情况

一、美国	(6)
二、苏联	(14)
三、日本	(20)
四、西德	(31)
五、英国	(37)
六、法国	(42)
七、意大利	(47)
八、捷克斯洛伐克	(49)
九、奥地利	(50)
十、德意志民主共和国	(51)
十一、加拿大	(52)
十二、罗马尼亚	(53)
十三、印度	(54)
十四、波兰	(54)
十五、西班牙	(54)
十六、比利时	(55)
十七、南斯拉夫	(56)
十八、匈牙利	(56)
十九、瑞典	(56)

参考文献

第二章 耐火原料

一、高岭土和耐火粘土	(63)
二、腊石	(74)
三、蛭石	(76)
四、硅质原料	(77)
五、高铝原料	(78)
1、硅线石类矿物	(79)
2、铝土矿和硬水铝石	(83)
3、刚玉	(88)
4、人造高铝原料	(89)
六、镁质原料	(95)

1、天然镁石	(101)
2、海水镁砂	(108)
3、白云石提氧化镁	(110)
4、合成砂	(110)
5、白云石	(116)
6、橄榄岩	(121)
七、铬铁矿	(121)
八、锆英石	(126)
参考文献	

第三章 机械设备

一、破碎设备	(131)
1、颚式破碎机	(131)
2、锥式破碎机	(131)
3、辊式破碎机	(132)
4、切削机	(133)
5、反击式破碎机	(134)
6、笼形粉碎机	(135)
二、粉碎设备	(143)
1、周边卸料球磨机	(143)
2、筒磨机	(143)
3、自磨机	(143)
4、振动磨机	(147)
5、盘式粉碎机	(147)
6、喷射式磨机	(148)
三、混合设备	(149)
1、碾式混合机	(150)
2、Z形轴混合机	(152)
3、连续式混合机	(154)
4、其他混合机	(154)
四、成型设备	(156)
1、曲柄杠杆压砖机	(156)
2、摩擦压砖机	(158)
3、液压机	(165)
4、振动成型机	(178)

参考文献

第四章 热工设备

一、煅烧设备	(184)
1、竖窑	(184)

2、回转窑	(189)
3、多床式窑	(198)
4、沸腾窑	(200)
二、干燥设备	(203)
1、原料的干燥	(203)
2、砖坯的干燥	(205)
三、烧成设备	(207)
1、倒焰窑	(207)
2、隧道窑	(208)
3、梭式窑	(225)
4、钟型窑	(226)
5、焙烘窑	(227)

参考文献

第五章 生产工艺

一、碱性耐火材料	(233)
1、镁质耐火材料	(233)
2、白云石质耐火材料	(246)
3、镁橄榄石耐火材料	(259)
二、硅酸铝质耐火材料	(267)
1、高铝质耐火材料	(267)
2、粘土质耐火材料	(279)
3、半硅质耐火材料	(296)
三、硅质耐火材料	(299)
1、一般硅砖	(299)
2、高密度硅砖	(302)
3、熔融硅砖	(305)
4、含铬硅砖	(305)
四、碳化硅质耐火材料	(307)
五、碳质耐火材料	(313)
六、锆质耐火材料	(320)
七、电熔耐火材料	(324)
八、轻质耐火材料	(334)
1、粘土轻质砖	(334)
2、轻质硅砖	(334)
3、高铝轻质砖	(336)
4、碱性轻质砖	(339)
5、其他轻质砖	(340)
九、不定形耐火材料	(345)

1、浇注料.....	(346)
2、可塑料.....	(349)
3、喷涂料和投射料.....	(353)
4、捣打料.....	(362)
十、耐火纤维.....	(365)
1、硅酸铝质纤维.....	(366)
2、硅质纤维.....	(372)
3、氧化锆纤维.....	(373)
4、碳质纤维.....	(374)

参考文献

第一章 一般情况

耐火材料工业的发展与钢铁工业的发展有密切关系，因为钢铁工业消耗耐火材料总产量的60—70%。钢铁工业消耗的耐火材料中用于炼钢者59%，炼焦3%，炼铁9%，铸锭14%，轧钢15%〔1〕。下面将国外近年来钢铁工业的发展做一概述。

1975年全世界钢产量达6.5亿吨，比1965年增长2.0亿吨。若干国家历年钢产量及耐火材料产量见表1-1及1-2〔2,3〕。

钢产量超过2000万吨的国家有美国、苏联、日本、西德、英国、法国和意大利。

世界铁矿石开采量、生铁产量及钢产量的发展情况见图1-1〔4〕。

国外各种钢的比例变化情况见图1-2〔4〕。

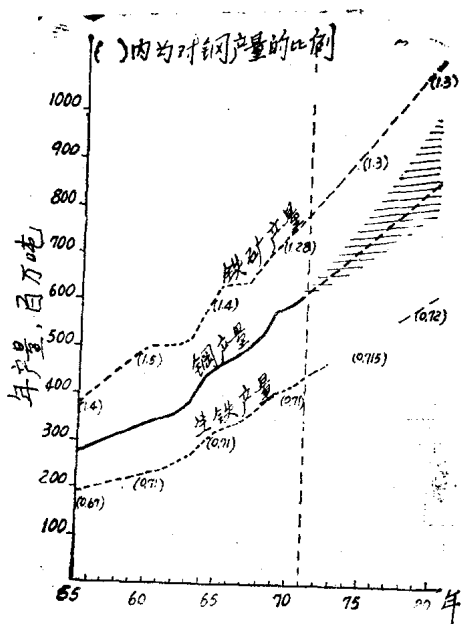


图1-1 1955~1980年世界铁矿石、生铁及钢产量发展情况

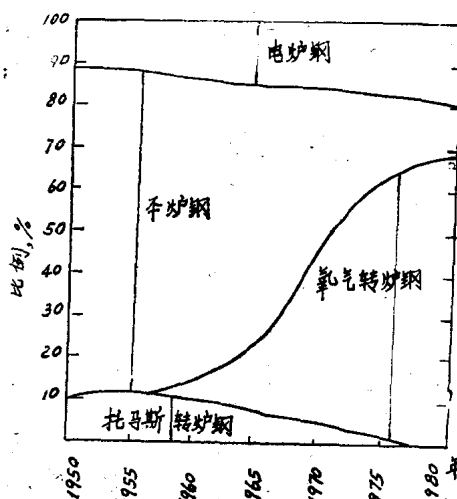


图1-2 全世界各种钢的比例变化

近年来国外钢铁工业发展的特点是大型化、自动化、连续化。

炼铁的特点是，大型高炉日益增多，最大者达5000米³。截至目前为止，国外已建成3000米³以上的大型高炉18座，见表1-3〔5、5a〕。

表 1—1

若干国家历年钢产量，万吨

国 别	年 度	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
美 国		9006.9	8892.8	8920.2	9912.0	11515.0	11898.5	12163.0	11514.1	11893.1	12797.7	11914.0	10905.5	12335.0	13646.2
苏 联		6539.2	7075.1	7630.6	8022.6	8503.4	9100.0	9690.7	10223.5	10653.2	11031.5	11568.6	12100.0	12550.0	13148.1
日 本		2213.8	2826.8	2754.6	3150.1	3979.9	4116.1	4778.4	6215.4	6689.3	8216.8	9332.2	8855.7	9691.7	11932.2
西 德		3410.0	3345.8	3256.3	3159.7	3733.9	3682.1	3531.6	3674.4	4115.9	4531.6	4504.1	4031.3	4370.3	4952.1
英 国		2499.5	2244.1	2082.0	2288.2	2665.1	2744.0	2470.6	2427.9	2627.7	2634.6	2831.6	2417.5	2534.5	2664.9
法 国		1727.9	1757.2	1724.0	1755.7	1978.0	1960.4	1958.4	1965.5	2039.4	2251.2	2377.3	2285.9	2405.4	2526.4
意 大 利		822.9	912.4	975.7	1015.7	979.3	1268.1	1363.9	1589.0	1696.4	1642.8	1727.7	1745.2	1978.4	2099.5
比 利 时		718.8	701.0	736.2	752.9	873.1	916.9	891.7	971.6	1157.3	1283.2	1260.6	1244.4	1453.0	1552.2
波 兰		668.1	723.4	768.4	800.4	857.3	908.8	985.0	1045.4	1100.7	1125.7	1175.0	1275.0	1350.0	1405.7
捷克斯洛伐克		676.8	704.3	763.9	760.0	837.7	859.9	912.4	1000.2	1055.5	1080.2	1148.0	1206.9	1260.0	1315.8
加 拿 大		527.0	588.6	650.7	742.7	828.1	913.4	909.0	879.4	1020.7	934.8	1119.6	1104.0	1172.0	1338.6

若干国家历年耐火材料产量，千吨

表 1-2

国别	年度	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1970	1971	1972	1973	1974
美国	耐火砖	3726	3304	3213	3310	3685	3788	3999	3449	3357	3632	3263	2914	3185	3630	3950
	散状料	531	636	626	882	939	1092	1671	1299	1113	1562	1500	1347	1635	1932	1973
苏联	耐火砖	6655	7016	7307	7473	7637	7799	8019	8136	8153	8102	8447	8546	8533	8711	8896
	散状料	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4398*
日本	耐火砖	1558	1775	1337	1516	1724	1647	1874	2285	2372	2639	3010	2507	2423	2688	2606
	散状料	25	34	33	42	57	57	80	193	296	376	494	518	615	754	950
西德	耐火砖	—	—	—	1257	1446	—	1240	1121	1287	1456	1515	1372	1287	1310	1428
	散状料	—	—	—	—	672	—	—	315	363	624	666	652	641	667	717
英国	耐火砖	1640	1487	1231	1222	1402	1395	1208	1119	1168	1253	1216	1101	936	—	—
	散状料	388	354	308	306	332	308	286	260	244	246	—	—	—	—	—
法国	耐火砖	597	648	—	538	590	604	537	517	500	564	630	624	539	543	—
	散状料	—	—	—	45	51	55	58	53	53	64	53	54	120	128	—

• 1975年数据。

国外3000米³以上的大型高炉

表1—3

公 司 (国家)	炉缸直径, 米	炉 容, 米 ³	年生产能力, 百万吨	投产年度
克里沃罗格钢铁厂 (苏)	14.6	5000	4.00	1974
日本钢管公司福山厂 (日)	14.4	4526	4.00	1973
于齐诺尔公司敦刻尔克厂 (法)	14.2	4526	3.00	1973
川崎钢铁公司水岛厂 (日)	14.4	4326	3.65	1973
意大利冶金公司塔兰托厂 (意)	14.0	4358	3.65	1974
新日铁公司大分厂 (日)	14.0	4158	3.95	1972
奥古斯特·梯森钢铁公司施魏尔根厂 (西德)	14.0	4085	3.36	1973
日本钢管公司福山厂 (日)	13.8	4197	3.65	1971
新日铁公司户畑厂 (日)	—	4140	2.88	1975
住友金属工业公司鹿岛厂 (日)	13.8	4080	3.65	1973
新日铁公司户畑厂 (日)	13.5	3799	3.51	1972
新日铁公司君津厂 (日)	13.4	4063	3.90	1971
神户钢铁公司加谷川厂 (日)	13.2	3850	2.97	1973
霍戈文钢铁公司艾莫伊登厂 (荷)	13.0	4470	2.50	1972
川崎钢铁公司水岛厂 (日)	12.4	3363	2.67	1970
新利彼茨克钢铁厂 (苏)	12.0	3200	—	1973
卡拉千达钢铁厂 (苏)	12.0	3200	1.90	1975
住友金属工业公司鹿岛厂 (日)	12.4	3159	2.65	1971

高炉入炉矿石品位 $>60\%$, 热风温度 $>1300^{\circ}\text{C}$, 炉顶压力2.5大气压⁽⁶⁾。

炼钢方面, 广泛采用氧气顶吹转炉, 它将逐渐代替平炉, 成为主要炼钢设备。1974年, 几个国家氧气顶吹转炉钢所占比例为: 日本80.9%, 西德68.8%, 法国58.5%, 美国56.1%, 英国48%, 意大利43.8%, 苏联21.5% (1972年)^(5, 5a, 5b)。

迄今为止, 苏联所选择的转炉容量为90—150吨, 但是还计划建设300吨转炉; 日本则选择140—180吨转炉, 也有200吨转炉, 约占20%; 美国140—230吨转炉约占50%⁽⁴⁾。

世界最大转炉为410吨。若干国家转炉座数见表1—4⁽⁷⁾。

1973 年 国 外 转 炉 座 数

表1—4

炉子容量, 吨		50	100	150	200	250	300	350	400	合计
国别		(~70)	(75~124)	(125~174)	(175~224)	(225~274)	(275~324)	(325~374)	(375~424)	
日本		19	34	11	18	6	14	6	—	108
美国		—	18	8	25	18	12	2	—	83
苏联		7	21	3	—	—	3	6	6	46
西德		6	9	5	7	2	5	2	2	38
法国		10	4	—	3	5	2	—	—	24
英国		3	2	8	2	—	6	2	—	23
意大利		2	3	3	—	—	3	3	3	14
全世界合计		110	165	70	72	37	45	21	11	53

近几年来，氧气底吹转炼钢法在国外，尤其是在欧洲一些国家发展很快。据报导，截至1975年5月，已经建成或正在建设的氧气底吹转炉有60多座，其生产能力约为三千多万吨。今后氧气底吹转炉将受到钢铁界的重视，可望得到迅速的发展〔7a〕。

氧气顶吹转炉废钢用量少，仅20%，而电炉可以全部吃废钢，同时钢的质量较好，生产品种多，特别是近些年来电炉生产技术改进，使电炉钢成本进一步降低。因此，在氧气顶吹转炉迅速增加的同时，电炉也在稳步增加，1960—1970年，美国电炉钢产量增加一倍，日本电炉钢产量增加二倍。1974年几个国家电炉钢的比例如下：意大利41.4%，英国23.6%，美国19.5%，日本17.8%，法国11.5%，西德10.8%，苏联9.8%（1972年）〔5,5b〕。

世界最大电炉为400吨，小时出钢量达100吨〔8〕。

目前平炉钢的比重还很大，仅次于氧气顶吹转炉，因此平炉作用不容忽视。目前挖掘平炉潜力的最有效措施是吹氧。加拿大希尔顿钢铁厂采用吹氧措施后，使500吨平炉的年产量从30万吨增加到90万吨。世界最大平炉为900吨，小时出钢量最高达108吨〔8〕。

连续铸锭发展迅速，与普通铸锭法比较，可以省掉钢锭模和初轧机，金属收得率提高12—15%，生产成本降低约10%，基建投资节省约30—40%。国外已投产的连铸机约600余台〔9〕。1973年几个国家连铸坯产量占钢产量的比重为：日本20.7%，西德16.5%，美国15.5%，法国7.5%，苏联5.3%，英国3.3%〔6〕。一些钢厂计划采用全连铸代替普通铸锭法。

国外连续铸钢产量见图1—3〔10〕。

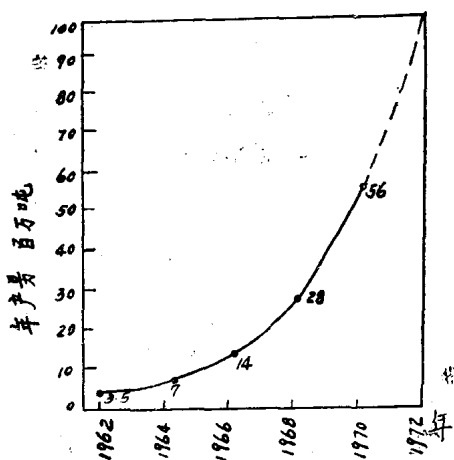


图1-3 国外连续铸钢产量

为了提高钢的质量，国外大量采用真空处理和精炼设备，诸如真空脱气、真空熔炼与精炼、真空一氧化不锈钢的精炼、氩—氧脱碳不锈钢精炼、电渣重熔等设备，已投产的约250余台〔2〕。美国的大型真空处理设备，容量350吨，历时25—30分钟即可脱气完毕〔8〕。

为适应盛钢桶内精炼、真空处理、连续铸钢等新技术的要求，已有26个国家，121

家公司154家钢厂采用滑动铸口砖，总数达947个⁽¹¹⁾。此种铸口砖的优点是不受出钢温度或处理时间的影响，并可实现浇铸远距离操作，减轻劳动强度和增加操作的安全性。

自动化是生产发展的必然趋势，而电子计算技术的应用，标志着钢铁工业的自动化达到一个新水平。截至1969年，国外用于钢铁工业自动控制生产过程的电子计算机达400余台⁽²⁾。

钢铁工业这个古老的工业部门，搞了200多年，技术上有了不少革新，但仍然存在严重的缺点，例如流程复杂，要使用优质原料和燃料，热效率低等。针对这种情况，国外在发展氧气转炉和实行钢铁工业自动化的同时，正在大力探索原子能炼钢及直接炼钢的工艺。

若干国家耐火材料工业发展概况分述如下。

一、美国

1973年美国钢产量达到13646万吨，历年各种钢的生产比例见图1—4^(2、12)。

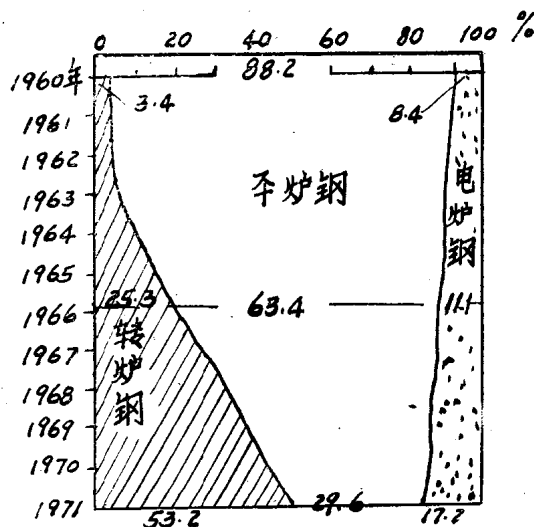


图1-4 美国历年各种钢生产比例

耐火材料的主要用户是钢铁工业，1974年钢铁工业消耗的耐火材料占其总产量的56.5%（见表1—5）^(13、13a)。

美国耐火材料消耗比例, %

表1—5

年 度	1961	1964	1968	1974
钢铁工业	63.0	63.0	62.0	56.5
有色冶金工业	9.0	9.0	9.0	6.3
水泥工业	3.0	3.0	3.0	4.3
玻璃工业	6.5	6.0	6.0	1.4
陶瓷工业	4.0	4.5	4.5	8.0
化学工业	3.0	3.0	4.0	} 2.4
石油工业	1.0	1.0	1.5	
其 它	1.5	1.5	1.0	10.0
出 口	9.0	9.0	9.0	6.5

美国历年耐火材料产量见表1—6 (13~20)。

从表1—6可见,总的趋势是粘土砖和硅砖的生产在缩减,而碱性耐火材料的生产则有所增加。碱性耐火材料产量的增加,系由于1955年开始采用吹氧转炉炼钢法及1957年开始采用碱性平炉炉顶的缘故。1972年耐火砖总产量中各种砖的比例如下:粘土砖62.8%,高铝砖10.5%,镁砖及镁铬砖12.7%,铬砖及铬镁砖2.7%,硅砖3.3%,其它8%。

1974年美国耐火砖产量为395万吨。火泥16.65万吨,浇注料31.75万吨,塑性料、捣打料42.5万吨,喷涂料44.2万吨,其它粉料78.9万吨,散状料合计197万吨(火泥除外),相当于耐火材料总产量的34.6% (20)。

美国1955—1968年耐火材料单耗见表1—7。

美国历年耐火材料单耗, 公斤/吨钢

表1—7

年 度	铬砖和 铬镁砖	镁砖和 镁铬砖	高铝砖	硅 砖	盛钢桶 衬 砖	袖砖、 铸口砖、 风口砖	优 质 粘 土 粘土砖	粘 土 保温帽砖	粘土塑 性料和 捣打料	粘土浇 注 料	非粘土质 塑性料和 捣打料
1955	2.65	2.4	0.85	9.1	8.4	2.0	2.7	1.3	1.2	0.7	1.75
1956	3.1	2.25	0.95	8.95	8.5	2.1	3.1	1.3	1.3	0.85	1.6
1957	3.2	2.0	0.95	8.75	7.9	1.8	3.4	1.1	1.1	0.9	1.9
1958	2.85	2.45	0.95	7.75	7.9	1.6	3.0	1.0	1.2	1.05	2.2
1959	3.0	3.0	1.0	7.0	9.4	1.9	3.3	0.9	1.45	1.0	2.0
1960	2.6	2.8	1.05	6.0	7.8	1.4	3.0	0.7	1.3	0.95	1.55
1961	2.4	3.3	1.15	4.8	7.6	1.3	2.7	0.8	1.4	1.0	2.55
1962	2.0	3.5	1.35	3.95	7.2	1.6	2.7	0.6	1.45	1.0	1.7
1963	1.85	3.8	1.4	3.55	6.8	1.6	2.6	0.6	1.5	1.1	1.85
1964	1.8	4.3	1.45	3.25	7.0	1.5	2.4	0.6	1.4	1.1	1.4
1965	1.45	4.3	1.65	2.7	6.7	1.5	2.9	0.5	1.45	1.15	1.6
1966	1.5	4.2	1.8	2.5	6.3	1.5	2.9	0.5	1.50	1.3	1.65
1967	1.0	3.95	1.85	1.8	5.9	1.4	2.6	0.4	1.50	1.25	1.85
1968	0.9	3.7	1.95	1.5	6.1	1.4	2.8	0.3	1.35	1.25	1.60

美国历年耐火材料产量, 千吨

表1-6

年 度	1950	1955	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
粘土砖	3215	3156	2474	2160	2146	2158	2348.5	2409.8	2507.8	2186	2150.5	2244.3	2028.8	1830.7
高铝砖	63	102	110	112	132	150	170.1	230	269.8	254.4	272.3	324.3	327.6	307.8
硅 砖	968	1018	568	450	370	370	396	397	286.7	209.8	175.6	202.4	133.8	98.9
铬砖、铬镍砖	233	271	221	206	166	176	196.7	633	169.8	116.4	105.9	112.8	88.2	80.8
镍砖、镍铬砖	137	239	238	278	294	348	451.4	633	498	448.7	435.5	493.6	442.4	370.8
锆英石砖、锆质砖	—	3	6	4.6	4.5	5.1	5.2	—	10.0	8.2	10.6	14.2	11.3	12.0
碳化硅砖	—	20	17	15.5	16.5	16.8	12.9	118.8	17.2	17.3	18.3	16.3	15.5	14.5
石墨砖	—	11	10	10.8	11.3	11.8	12.5	—	17.7	15.1	13.4	15.9	14.5	13.4
隔热砖	70	92	82	87	73	75.1	91.5	—	100.5	78.5	66.5	79.9	73.2	54.8
其它砖	—	—	—	—	—	—	—	—	122.2	115.4	108.6	128.7	138.5	130.9
砖 合 计	4676	4912	3726	3303.9	3213.3	3310.7	3685.0	3788.6	3989.7	3449.8	3357.2	3632.4	3283.6	2914.6
浇注料	52	91	111	127	135	126	161.7	189.6	215.3	201.9	214.2	234.0	240.7	237.5
塑性料、捣打料	172	228	260	308	283	316	331.6	364.6	181.7	358.4	350.6	361.9	349.3	323.7
喷涂料、粉料	—	—	—	—	—	—	—	538.7	—	566.9	370.5	772.1	732.0	624.9
火 泥	94	163	160	201	198	260	229.3	204	225.5	172.1	177.6	194.5	178.8	160.9
散状料合计	318	482	531	636	626	882	939	1092.9	632.5	1299.3	1113	1562.5	1500.8	1347
死烧镁砂	—	—	—	—	—	180	216.4	176.8	124.3	91.4	106.3	105.5	145.0	93.3

• 包括电熔砖、白云石砖、碳砖、腊石砖。

1957年以前,美国平炉全部采用硅砖炉顶,后来逐渐被碱性炉顶代替。由于平炉采用吹氧操作,目前趋向于采用MgO含量高的直接结合砖。美国已有100座平炉炉顶使用直接结合碱性砖,30座平炉炉顶使用熔融料再结合砖或熔铸镁铬砖。直接结合碱性砖炉顶的寿命为360—667炉次。在不断提高吹氧强度的条件下,伯利恒钢铁公司采用直接结合砖获得一定经济效果(见表1—8)〔21〕。

平炉炉顶使用直接结合砖的效果

表1—8

炉 顶 砖	使 用 年 度	炉 役 数	平均寿命, 炉次	砖 和 粉 料 单耗, 公斤/吨钢
不 烧 砖	1960~1962	5	215	1.54
普通烧成砖	1962~1965	5	300	1.21
直接结合砖	1964~1965	8	436	1.14

据美国合众钢铁公司八个工厂不同容量平炉26个炉役的统计表明,用直接结合砖代替化学结合砖以后,炉顶寿命提高13%。

1968年美国平炉钢产量为5995.8万吨,占钢总产量的50%,因而当时平炉仍是耐火材料的主要用户。到1974年,美国平炉钢的比例下降为24.4%。

美国扬斯顿钢厂185吨平炉最高寿命达到1424炉次〔22〕。

美国历年平炉用耐火材料单耗见表1—9。

在氧气转炉炼钢方面,自1955年采用这种炼钢方法以来,其产量急剧增长,到1980年,碱性吹氧转炉将代替平炉,成为主要的炼钢方法。目前美国有83座氧气转炉,其中最大者为340吨〔7〕。

美国历年平炉耐火材料单耗, 公斤/吨钢

表1—9

年 度	硅 砖	铬 砖 和 铬 镁 砖	镁 砖 和 镁 铬 砖	碱 性 砖 合 计	硅砖和碱性砖 合 计
1955	5.5	2.2	2.0	4.2	9.25
1956	5.0	2.6	1.9	4.5	9.5
1957	4.85	2.65	1.7	4.35	9.2
1958	4.5	2.4	2.05	4.45	8.95
1959	4.0	2.45	2.5	4.95	8.95
1960	3.45	2.2	2.35	4.55	8.0
1961	2.8	2.05	2.8	4.85	7.65
1962	2.35	1.7	3.0	4.7	7.35
1963	2.15	1.65	3.4	5.05	7.2
1964	2.1	1.65	4.0	5.65	7.75
1965	1.9	1.45	4.2	5.65	7.55
1966	1.85	1.65	4.55	6.2	8.05
1967	1.65	1.2	4.65	5.85	7.5
1968	1.6	1.15	4.85	6.0	7.6