

《国外机械工业基本情况》参考资料

重 型 机 械

《重型机械基本情况》编写小组

第一机械工业部情报所

出版说明

在毛主席无产阶级革命路线指引下，在党的十大精神鼓舞下，我国机械工业形势一派大好。广大革命职工，高举毛泽东思想伟大红旗，深入开展批林批孔运动，狠抓革命，猛促生产，巩固和发展了无产阶级文化大革命的丰硕成果，毛主席关于“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”的伟大号召，正在胜利地实现。

“知彼知己，百战不殆”。为了了解国外机械工业基本情况，我们组织有关单位，按机械工业各行业分别编写出版一套《国外机械工业基本情况》参考资料。

毛主席教导我们：“……一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。”资本主义、修正主义国家的东西，必然打上资本主义的社会烙印和带有资产阶级的阶级偏见。因此，在参考国外情况的过程中，必须遵照伟大领袖毛主席的教导，采取分析、批判的态度。

本册为重型机械国外基本情况部分，参加编写工作的单位有：西安重型机械研究所、大连工矿车辆厂、沈阳重型机器厂、第二重型机器厂、第一重型机器厂、太原重型机器厂、上海重型机器厂、陕西压延设备厂、上海机电设计院、一机部机电所、一机部情报所。

由于我们水平有限，编辑工作中定有不少缺点和错误，请读者批评指正。

第一机械工业部情报所

一九七四年

目 录

第一章 概论	1
第二章 冶炼机械	6
一、高炉	6
二、氧气顶吹转炉	16
三、钢液真空处理装置	25
四、连续铸钢机	35
五、冶金车辆	45
第三章 轧机	46
一、开坯机	46
二、钢坯轧机	55
三、型钢轧机	61
四、中厚板轧机	87
五、薄钢板热轧机	107
六、钢板冷轧机	132
七、钢管轧机	161
第四章 冶金设备自动化	190
第五章 重型锻压机械	206
一、重型锻压机械国外发展综述	206
二、自由锻造设备	209
三、模锻设备	217
四、金属挤压设备	237
五、板料成形设备	276

第一章 概 论

一、国外冶金机械制造业

国外冶金机械制造业已有百年以上的历史，其规模与生产能力究竟有多大，缺乏确切的数字。这是因为资本主义国家的工业分类中没有单独的冶金机械制造业这一项。这些国家的冶金机械是分散在冶金企业、通用机械、造船等各类机械制造厂生产的。如日本生产成套冶金机械的三大厂家：石川岛播磨重工、三菱重工、日立公司，均是既生产冶金机械又生产船舶、化工机械、动力机械、矿山机械等产品，而冶金机械所占比重并不大。西德的德马克公司、扎克公司也是如此。所以这些国家的冶金机械制造能力是有弹性的，根据定货需要而定。如日本轧机产量 1967 年为 10.5 万吨，1968 年一跃为 20.5 万吨，1969 年又降为 13.4 万吨。苏联的工业分类中虽有冶金机械制造业这个部门，但缺乏公开发表的资料，一些数字也是估算的。表 1-1 列举了几个国家冶金机械年产量。

苏联：冶金机械制造业的历史不长，从五十年代起才开始生产大型成套轧机。苏联冶金机械品种和数量基本可以自给，还有少量出口。设备技术水平，特别是自动化水平不及美国、西德和日本。轧材精整设备和涂层机组的发展也不及西方资本主义国家。最近开始向这些国家购买专利。

苏联主要重型机器制造厂有乌拉尔重机厂 (УЗТМ)、新克拉马托尔斯克机器厂 (НКМЗ)、电钢城重机厂 (ЭЗТМ)、南乌拉尔重机厂 (ЮУМЗ)、老克拉马托尔斯克机器厂 (СКМЗ)、依佐尔斯克机器厂等。生产大型成套设备主要是乌拉尔重机厂和新克拉马托尔斯克机器厂，前者制造的轧机所生产的轧材占苏联轧材总产量 30%，占冷轧板产量 70%。后者制造的轧机生产的轧材占苏联轧材总产量 20%，占热轧板材总产量 50%。电钢城重机厂主要生产型钢和线材轧机，老克拉马托尔斯克机器厂专门生产轧机辅机。

苏联冶金机械的设计研究单位主要有国立冶金设计院 (ГИПРОМЕЗ) 和全苏冶金机械科学研究院 (ВНИИМЕТМАШ)。前者主要是从事冶金工厂设计，后者主要从事轧制理论、新工艺、新产品和新技术试验研究。

据苏联“工业建筑”杂志称，1971~1975 年苏联钢产量将达 14000~15000 万吨。为此，相应要发展 16 座焦炉，10 台烧碱机，18 台球团矿设备，7 座大型高炉（最大容积为 5000 米³），13 座转炉（其中四座 350 吨氧气顶吹转炉），42 套轧机，其中有亚速钢厂 3600 毫米厚板轧机，切列波维茨钢厂 2000 毫米热连轧板机，下塔吉尔钢厂宽边工字梁轧机以及一个矽钢片车间，一个现代化冷轧车间。近年苏联工业增长速度下降，建设工程迟缓，是否能如期完成计划指标，还是个问题。

1972 年苏联冶金机械产量 32.2 万吨，1966~1970 年，五年间钢产量增加 2488.6 万吨，冶金机械产量为 119.76 万吨，平均每增加 100 万吨钢需冶金机械 4.8 万吨。

日本：二次大战后，日本在美国扶植下，大力发展钢铁工业，进口了大量设备，购买了大批专利，冶金机械制造业到六十年代中期由仿制转入发展本国技术。以连续式冷轧板机为

例，六十年代初期的冷连轧板机均是美国联合工程公司和梅斯塔公司制造的；六十年代中期兴建的冷连轧板机为日本和美国、西德有关公司合制的，轧机的关键部分如液压压下，厚度自动控制均是国外进口；六十年代末期开始自行设计制造冷连轧板机，并在技术上有所发展。1968~1972年共制造了11套冷连轧板机，其中1971年安装投产了世界第一台“无端轧制”的1420毫米五机架全连续冷轧板机，同时在液压压下技术、液压恒辊缝控制技术方面有新的发展。1971年日本轧机年产量达13.5万吨，参与冶金机械制造的厂有210个左右，但制造成套设备的厂商不过十几家，主要的有：

石川岛播磨重工业公司

三菱重工业公司

日立造船公司

日立制作所

住友重工业公司

美国：参与制造冶金机械的主要企业有70~80个。近年冶金机械年产量约30万吨，轧机占的比重大，冶金机械出口量大。

美国钢铁工业的历史比较长，规模也大，冶金机械基本上靠自给。冶金机械的技术水平较高。

美国制造冶金机械的主要公司有：

联合工程公司 (United Enging & Foundry Co.)

梅斯塔公司 (MeSta)

威恩工业公司 (Wean Industries)

沃特勃利公司 (Waterburry Co.)

勃洛·诺斯公司 (Blaw-Knox)

布利斯公司 (Bliss) 等。

西德：能够成套制造冶金机械的有十余家，不但能满足本国需要，还大量向外出口，其出口量占总产量的70%。

西德冶金机械1971年产量为17.9万吨。冶金机械制造业从业人数近15000人，全员劳动生产率1971年为69926西德马克/人·年（折合人民币49000元/人·年）。

西德主要冶金机械制造厂家有：

德马克公司 (Demag)

扎克公司 (Sack)

施勒曼公司 (Schloemann)

考克斯公司 (Kocks)

曼奈斯曼公司 (Mannesmann)

西马克公司 (Siemag)

梅勒·诺宜曼公司 (Mueller & Neumann)

逊德威希公司 (Sundwig)

克虏伯公司 (Krupp) 等

英国：参与冶金机械制造的企业近200家，但能提供成套设备的只不过4~5家。英国冶金机械虽然有很大一部分出口。但主要是面向西欧和北欧，它本国所需要的某些设备还要

向美国、西德订货。

英国 1970 年冶金机械产量 11.9 万吨，主要冶金机械制造企业有：

戴维联合公司 (Davy-United)

洛维·罗伯逊公司 (Loewy Robertson) 等。

表1-1 几个国家冶金机械产量

单位：万吨

年份	1960	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
项目									
苏联									
冶金机械	21.83	23.23	25.22	28.99	32.24	30.85	31.4	32.3	32.2
其中轧机	12.06	11.22	12.05	14.29	15.32	14.07	14.01		
日本									
轧机	4.87	5.56	8.6	10.5	20.5	13.4	15.2	15.6	
西德									
冶金机械	13.56	12.66				12.3	13.8	17.9	
其中轧机	5.45	5.84				5.55	5.84	8.76	
英国									
冶金机械	13.92	15.52	16.41	15.73	10.01	9.98	11.9		
其中轧机	6.48	5.51	6.01	6.41	3.88	5	4.6		
美国									
轧机	19.6	21.9			28				
法国									
冶金机械	2.92					3.62	5.6		

二、冶金机械的发展趋向

六十年代国外冶金机械主要发展趋势是：

(1) 资源逐渐贫乏，重视铁矿石的予处理，大力发展烧结、球团矿设备。

1955 年国外烧结矿产量不到一亿吨，到 1971 年就达 4 亿多吨。球团矿也从 1958 年的 1500 万吨发展到 1972 年 14000 万吨。与此同时烧结、球团矿设备也获得迅速发展。目前已兴建了 500 米² 带式烧结机 (日本) 和 430.5 米² 球团矿焙烧机，正在设计制造 750 米² 大型带式烧结机和 600 米² 球团矿焙烧机。

(2) 氧气转炉、连续铸钢机迅速发展

1971 年，国外拥有氧气转炉 388 座，氧气转炉钢产量占钢总产量的 41%，转炉最大炉容为 350 吨。1972 年氧气顶吹转炉生产能力达 36800 万吨。1972 年国外连铸机生产能力将近一亿吨。连铸机流数：板坯 321 流，方坯 1228 流。

氧气底吹转炉也有发展，它比顶吹转炉具有投资少、建设快、收得率高、烟尘少、废钢用量增加等优点。1972 年国外有 10 座氧气底吹转炉投产，美国正在兴建 180 吨氧气底吹转炉。

(3) 注重兴建大型高炉。1971 年国外共有高炉 1045 座，其中 2000 米³ 以上的 51 座，最大的是日本钢管福山厂 4197 米³ 的 4 号高炉。1973 年西德也投产了一座 4084 米³ 高炉，苏联正在兴建 5000 米³ 高炉。最近日本有人提出高炉容积超过 2500 米³ 时，随着炉容的不断增

加，每生产一吨铁所需的操作费用、设备费用的下降幅度将逐渐减少。美国 2000 米³ 以上高炉仅两座（2427 米³ 和 2039 米³）。目前英国、法国高炉平均炉容在 1000 米³ 以下。

（4）板材管材产量占轧材产量的比重日益增大。七十年代初期，几个主要产钢国家板材产量占热轧材的比重：苏联——37%，法国——47%，西德——49%，英国——54~55%，日本——60~62%，美国——62~68%。近年来各种涂层钢板发展很快，除了镀锌、镀锡、镀铝、镀铬等金属镀层外，还有非金属涂层，如有机溶胶、塑料、漆等。涂层钢板在冷轧板中占的比重迅速提高，目前日本达 41%。为此，近年来，各国相继发展连续式冷热轧板机和各种连续涂（镀）层机组。

近十年间，国外钢管产量翻了一番，平均年增长率为 7%。苏联平均年增长率为 8%，日本为 18%。1971 年苏联钢管产量为 1300 万吨，占世界第一位；日本 726 万吨，占第二位。

焊管具有成本低、尺寸精确、生产灵活等优点，发展更为迅速，在许多方面可以取代无缝管。目前可生产直径 3~3660 毫米，壁厚 0.5~25 毫米的各种焊管。焊管在钢管中的比重一般都在 50% 以上。由于石油、天然气工业的发展，大口径（直径 600~1000 毫米）焊管发展更为迅速。

（5）不断增建连轧机。1961~1970 年西方资本主义国家安装了 46 台热连轧板机，年生产能力近 10300 万吨，其中美国 13 台（总年生产能力 3300 万吨），日本 9 台（年生产能力 2600 万吨），西欧——16 台（年生产能力 3250 万吨），其它西方资本主义国家 8 台（年生产能力 1200 万吨）。截止 1972 年，国外拥有热连轧板机 130 套。热连轧板机也由第二代发展到第三代，西德西马克公司 1973 年制造的 2300 毫米连续式热轧板机，最高轧制速度为 28.6 米/秒，板坯重 45 吨，年产量达 540 万吨，被称为第三代连轧机。冷连轧板机也获得迅速发展。1961~1970 年，西方资本主义国家以及发展中国家共安装了近 80 台冷连轧板机，年生产能力为 4200 万吨。目前国外共有冷连轧板机 179 台，最现代化的 2180 毫米五机架冷连轧板机轧速达 30 米/秒，卷重达 60 吨。日本福山厂 1971 年投产了一台 1420 毫米全连续冷连轧板机，实现了“无端轧制”，轧制速度达 30.5 米/秒。美国国家钢铁公司计划在 1973 年也兴建一台“无端轧制”的全连续冷连轧板机。线材连轧机也有所发展，随着轧机结构的改进，采用轧材不扭转的三辊式机架和 45° 机架，轧制速度可达 50~60 米/秒。钢管连轧机也得到各国重视，现世界共有 24 台钢管连轧机，产量占无缝管产量 14%。1972 年日本建成一台连续宽边工字钢轧机，年生产能力达 100 万吨。

（6）广泛应用液压技术、可控硅技术、计算机控制，改进轧机性能，提高轧机自动化水平。

钢铁工业是国外应用电子计算机最多的工业部门之一，1969 年已近千台，占全部工业用计算机的六分之一。电子计算机的应用大体可分为生产管理和生产工艺过程控制两大类。目前，生产过程控制计算机多用于轧机，近年新建的冷连轧板机均采用计算机控制。生产过程控制计算机有五分之一用于炼钢，几乎全用于氧气顶吹转炉，但由于检测仪表等方面的困难，目前还不能根据冶炼过程的变化进行控制。高炉电子计算机控制进展慢一些。把生产管理计算机和过程控制计算机联系起来进行综合控制的钢厂也已出现。

可控硅在高炉卷扬、电炉电极升降方面获得广泛应用，在轧机上正逐渐取代水银整流器和电动——发电机组。

广泛应用液压技术，特别是液压压下和与液压压下相联系的厚度自动控制系统发展更为迅速。现代化钢板冷热连轧机毫无例外均采用这一新技术，此外，如液压传动，液压弯辊装置，液压换辊小车……近年来均得到迅速发展。

(7) 发展小型冶金工厂

国外钢铁工业一方面大张旗鼓地兴建大型联合企业，发展大型设备；一方面又注意建立和发展小型冶金工厂和与之相适应的小型冶金机械。国外兴建的中小型钢厂数：美国——44个，巴西——28个，西班牙——25个，意大利——23个，西德——5个，南非——2个，希腊——2个，瑞士——2个，南斯拉夫——1个。这类中小型钢厂的规模一般为年产5~40万吨，服务半径在500公里之内，生产的产品多数是大厂的空白品种，或地区性另星小批需要的品种，多数是钢筋和小型钢材。这种小厂的建设周期短，投资少。据美国统计，每吨钢生产能力的投资大约只需100美元，只相当大型联合企业的四分之一。

这些厂的设备多数是电炉、连续铸钢机、小型轧机。炼钢所用的原料主要是废钢。近年来随着铁矿石直接还原技术的发展，有些厂以直接还原海绵铁作为原料。随着中小钢厂的发展，美国和欧州、日本一些著名的冶金机械制造厂也开始设计成套的中小型冶金机械。日本石川岛播磨公司、意大利丹尼尔公司已成为国外中小冶金企业设备的主要制造厂家。

第二章 冶炼机械

一 高 炉

(一) 概 况

炼铁生产的历史很悠久,自1825年第一座9米³的高炉出现以后,炼铁技术不断发展。1955年1000米³高炉投产后,生铁产量增长更快。1947年国外生铁产量仅为1亿吨,到1970年达4亿吨,1972年达5亿2千万吨。几个国家的生铁产量详见表2-1。

随着炼铁生产的发展,高炉设备不断完善,高炉的座数和炉容也不断地增加(见表2-2)。

表2-1 几个主要产铁国家生铁产量 (万吨)

国 家 年 代	美 国	苏 联	日 本	西 德	英 国	法 国	国外生铁 总 产 量
1960	6107.2	4675.7	1189.6	2573.9	1601.6	1414.4	22797.6
1961	5923.5	5089.3	1582.1	2543.0	1498.4	1456.6	23766.0
1962	6013.8	5526.5	1797.0	2425.0	1391.1	1395.9	24516.0
1963	6565.7	5869.1	1993.6	2290.9	1482.5	1430.6	26064.6
1964	7821.3	6237.7	2377.8	2718.2	1755.1	1586.3	29523.8
1965	8058.4	6620.0	2750.2	2698.9	1774.0	1576.9	31192.8
1966	8360.5	7026.4	3201.8	2541.3	1596.2	1558.7	32272.9
1967	7950.5	7481.2	4009.5	2736.6	1539.6	1571.4	33721.5
1968	8104.2	7878.8	4631.7	3030.5	1669.5	1644.9	36342.2
1969	8661.7	8163.7	5814.7	3376.4	1665.3	1821.2	39302.0
1970	8332.4	8593.3	6804.8	3362.7	1767.2	1922.1	41023.9
1971	7411.6	8930.4	7274.5	2999.0	1541.6	1834.5	40352.0
1972		9230.0	7405.5				52000.0

表2-2 几个国家的高炉座数 (1971年)

项 目 国 家	高 炉 座 数	2000米 ³ 以上的高炉座数	生产能力(万吨/年)	实际产量(万吨/年)
美 国	219	2		7411.6
苏 联	132	18		8934.4
日 本	65	23	8470	7274.5
西 德	94	2	4540	2999.0
英 国	71		2030	1541.6
法 国	97	1	2283	1834.5
国外总计	1046	51		40000

当前炼铁生产的发展趋势是:

- (1) 高炉向大型化发展。
- (2) 不断地改进高炉设备。
- (3) 采用高压,精料,高风温,喷吹高热材料等措施,强化冶炼生产,提高利用系数,

降低焦比。

(4) 采用电子计算机控制, 提高操作自动化水平。

(二) 技术 发展

目前国外高炉有向大型化发展的趋势, 这对提高产量, 提高劳动生产率, 降低成本, 提高高炉利用系数是有利的。据报导, 一座 2700 米³的高炉与一座 2000 米³高炉相比, 劳动生产率提高 17.5%, 成本可降低 15%。

另外, 建立大型高炉与各国的铁矿资源分布及运输条件也有关。一些国家在资源较丰富的地方建立大型联合企业从经济角度来看是有利的。日本是个岛国, 矿石资源奇缺, 只靠掠夺国外原料进行生产, 因此, 多在沿海地区建一些大型工厂。

目前, 世界上投产的最大高炉是日本钢管公司福山 4 号高炉, 容积为 4197 米³, 日产铁 1 万吨。苏联在乌克兰的克里沃洛格厂正在建设 5000 米³高炉。日本计划在福山厂再建 6000 米³高炉。苏联还打算建设 6500 米³的高炉。印度、埃及、伊朗、巴西、秘鲁等一些国家的高炉建设计划中也多为 1000 米³以上的高炉。表 2-3 是世界上 2000 米³以上的高炉的统计。但日本有人提出, 高炉容积超过 2500 米³时, 其每生产一吨生铁的操作费、设备费用随炉容增

表2-3 世界2000米³以上的高炉

国家	公司·工厂	炉号	炉容 (米 ³)	炉缸 直径 (米)	开工时间	国家	公司·工厂	炉号	炉容 (米 ³)	炉缸 直径 (米)	开工时间	
日本	日本钢管·福山	1	2004	9.8	1966.8	苏 联	克里沃洛格厂	7	2000	9.7	1962.5	
	住友金属·和歌山	4	2535	11.0	1967.3		克里沃洛格厂	5	2000	9.7	1962.11	
	川崎制铁·水岛	1	2156	10.0	1967.4		切列波维茨厂	3	2000	9.7	1962	
	新日制铁·名古屋	2	2166	10.3	1967.6		新图拉厂	3	2000	9.7	1963	
	新日制铁·堺	2	2620	11.2	1967.7		奥尔斯科·哈里洛夫	4	2000	9.7	1963	
	日本钢管·福山	2	2626	11.2	1968.2		克里沃洛格厂	6	2000	9.7	1964	
	新日制铁·君津	1	2705	11.5	1968.11		马格尼托哥尔斯克	9	2000	9.7	1964.6	
	川崎制铁·水岛	2	2857	11.5	1969.1		西西伯利亚厂	1	2000	9.7	1964.7	
	住友金属·和歌山	5	2630	11.0	1969.2		日丹诺夫厂	4	2300	10.3	1965.12	
	新日制铁·名古屋	3	2924	11.7	1969.4		马格尼托哥尔斯克	10	2000	9.7	1966.7	
	日本钢管·福山	3	3016	11.8	1969.7		克里沃洛格厂	8	2700	11.0	1967.11	
	新日制铁·户畑	3	2338	10.5	1969.5		切列波维茨厂	4	2700	11.0	1969.4	
	新日制铁·君津	2	2884	11.6	1969.10		下塔吉尔厂	6	2700	11.0	1969.11	
	住友金属·和歌山	2	2147	10.0	1969.12		西西伯利亚	2	2700	11.0	1970.4	
	新日制铁·户畑	4	2548	11.0	1970.6		卡拉干达	2	2700	11.0	1971.3	
	川崎制铁·水岛	3	3363	12.4	1970.10		西西伯利亚	3	3000		1971.3	
	新日制铁·名古屋	1	2518	11.0	1970.12		新里别茨克	4	2700	11.0		
	新日制铁·堺	1	2501	11.2	1970.5		美 国	伯利恒·伯恩斯港	1	2427	11.0	1969.12
	神户制钢·加古川	1	2847	11.6	1970.8		阿姆科·阿希兰		2039	11.7		
	住友金属·鹿岛	1	3159	12.4	1971.1		西 德	奥古斯特蒂森鲁尔奥尔特厂		2200	10.0	1970.7
日本钢管·福山	4	4197	13.8	1971.4		奥古斯特蒂森杜易斯堡	1	4084	14.0	1973.2		
川崎制铁·千叶	5	2584	11.0	1971.6	意大利	塔兰托	3	2575	10.6	1969.12		
新日制铁·君津	3	4063	13.4	1971.9	波 兰	新胡塔	5	2000	9.7	1966.12		
新日制铁·大分	1	4158	14.0	1972.4	加拿大	汉密尔顿厂	5	2004	9.8	1966.8		
住友金属·鹿岛	2	4080		1973.3	法 国	敦刻尔克厂	3	2100	10.2	1968.10		
苏联	新里别茨克厂	3	2000	9.7	1962.7	荷 兰	荷兰皇家钢铁公司艾莫伊登厂	6	2150	10.0	1967.11	

大而下降的幅度开始递减。目前，西德、英国、法国高炉的平均炉容还保持在 1000 米³ 以下。

(三) 高炉设备的发展

1. 高压炉顶设备

多年来采用的是双钟加布料器结构（一般称之为马基式布料器）。自采用高压炉顶以来，对原有的炉顶设备进行了修改，以适应新工艺的要求。

现有的高压炉顶设备主要有三种：双钟式（老式）、三钟式及双室密封阀式（IHI 式）。三种结构相比，双钟式和三钟式寿命较低，而双室密封阀式的较好，寿命较长，目前发展较快。此种炉顶设备是 1963 年由日本石川岛播磨重工业公司设计的（IHI），到 1972 年底共制造了 35 套（见表 2-4）。

表2-4 采用双室密封阀式炉顶设备的一些厂

安装地点(公司工厂)	炉号	炉容 (米 ³)	炉缸直径 (米)	炉顶压力 (公斤/厘米 ²)	上料形式	投产日期
新日制铁·广畑	2	1409	8.5	1.05	料车	1964.8
新日制铁·室兰	2	1249	8.0	1.05	皮带	1965.8
住友金属·和歌山	3	1672	8.9	0.7	料车	1965.4
日新制钢·吴	2	1348	8.4	1.05	料车	1966.3
新日制铁·广畑	1	1407	8.5	1.05	料车	1966.4
住友金属·和歌山	4	2335	11.0	1.05	料车	1967.3
川崎制铁·水岛	1	2156	10.0	1.5	皮带	1967.4
新日制铁·名古屋	2	2100	10.3	1.5	料车	1967.6
新日制铁·广畑	3	1691	9.1	1.05	料车	1967.9
日本钢管·福山	2	2626	11.2	1.05	皮带	1968.2
新日制铁·室兰	3	1250	8.0	1.05	皮带	1968.8
(澳大利亚)布洛肯海尔	4	1158	7.3	1.05	料车	1968.12
新日制铁·釜石	2	1790	9.35	1.0	料车	1968.12
川崎制铁·水岛	2	2857	11.5	1.5	皮带	1969.1
住友金属和歌山	5	2630	11.0	1.5	料车	1969.2
新日制铁·久保田	3	2338	10.76	1.5	料车	1969.5
新日制铁·室兰	4	1921	9.4	2.0	料车	1969.7
住友金属·小仓	2	1350	8.4	1.05	皮带	1969.10
(美)伯利恒·伯恩斯特港	1	2320	10.67	1.05	皮带	1969.12
新日制铁·和歌山	2	2147	10.0	0.7	料车	1970.5
新日制铁·堺	1	2500	10.2	1.5	料车	1970.7
(西德)奥古斯特·蒂森	6	2200	11.0	1.5	料车	1970.5
(美)琼斯·拉夫林·阿利魁伯		1600	8.8	1.05	料车	1970.5
新日制铁·广畑	4	2598	11.0	1.5	皮带	1970.6
神户制钢·加古	1	2847	11.6	1.5	皮带	1970.8
新日制铁·室兰	2	1249	8.0	1.05	皮带	1970.9
川崎制铁·水岛	3	3363	12.4	2.5	皮带	1970.10
新日制铁·名古屋	1	2500	11.0	1.2	料车	1970.11
住友金属·鹿岛	1	3159	12.4	1.5	皮带	1971.1
(澳大利亚)勃洛根厂	5	2320	11.05	1.4	皮带	1971.2
新日制铁·大分	1	4158	14.0	2.5	皮带	1971.10
住友金属·鹿岛	2	4080	14.0	2.5	皮带	1972.4
新日制铁·大分	2	4200	14.0	2.5	皮带	1972.7
(美)伯利恒·伯恩斯特港	3	3830	9.72	2.0	皮带	1972.1

2. 炉顶设备的液压操作系统

过去, 炉顶的启闭系统多采用电动或气动。现在有些国家采用液压操作系统, 这种设备有重量轻、占地小、高炉只承受垂直力作用等优点。日本 1970 年已有 17 座高炉采用此种系统 (占高炉总数的 28%)。大型高炉的每个料钟有二个液压缸, 相互同步。为了安全操作, 采用双回路系统和备用泵 (能力为额定能力的 50~100%)。日本所应用的液压泵工作压力为 140 公斤/厘米², 工作介质为非燃性的水性乙二醇。

3. 高炉皮带机上料系统的发展

目前高炉上料有三种形式: 料车、料缶和皮带运输机。因皮带上料系统与其他几种相比, 具有装料能力大、连续上料、易于实现自动化操作等优点, 所以自 1950 年第一次应用以来, 发展很快。据不完全统计, 国外有 43 座高炉采用皮带上料系统。近几年新建的大高炉差不多都采用此种上料系统 (见表 2-5)。但也存在一些缺点: 皮带倾斜度不大 (一般为 12°~14°)、需要较长的运输系统、占地多、上料的温度不宜太高等。

表 2-5 一些采用皮带上料系统的高炉

序号	国别	厂名	高炉 (座×米 ³)	皮带机主要参数	投产日期	备注
1	比利时	科克里尔	2×550	双皮带	1950	
2	阿根廷	扎普拉	2×150 (吨/日)	皮带一料车		改造
3	捷	特希聂茨	1×—	单皮带	1950	新建
4	西德	季索夫茨	1×—	单皮带	1953	新建
5	西德	迪林根	3×550 3×850	双皮带; 宽1.4米, 长300米	1957	改造
6	法国	逢贝	1×655	单皮带;	1961	改造
7	法国	路天罗阿尔	3×760	单皮带; 设计能力18000吨/日	1961	改造
8	日本	大阪№1	1×326	单皮带;	1961	新建
9	芬兰	奥科维哈尔	2×528	单皮带; 宽1.2米, 长125米, 速度1.5米/秒, 后段倾角16°	1961	新建
10	日本	户畑№3	1×1947		1962	新建
11	日本	室兰№3	1×1219	单皮带, 宽1米, 槽型, 速度80米/分 能力18吨/分	1963	新建
12	希腊	哈尔符尔纪基	22700	双皮带: 宽1米, 速度1.5米/秒, 能力475吨/时, 倾角15°	1963	新建
13	法国	敦刻尔克	2×1533	单皮带: 速度2米/秒, 能力550 米 ³ /时	1963	新建
14	日本	东田№6	1×648	长340米, 倾角15°	1964	改建
15	意大利	塔兰托	1×1674 1×1817	单皮带: 12°, 长77米, 能力570 米 ³ /时	1964~65	新建
16	日本	东田	1×650	宽1米, 长190米, 倾角15°	1964.9	新建
17	日本	川崎·千叶№5	1×2142		1965	新建
18	日本	日本钢管·鹤见№2	1×620	宽1米, 长204米, 能力700吨/日, 速度100米/分, 倾角15°	1965.8	
19	日本	新日制铁·室兰№2	1×1249		1965.8	
20	日本	日本钢管·福山№1	1×2004	宽1.6米, 长274米, 倾角11°1', 速度100米/分, 能力1200~2000吨/时	1966.8	
21	日本	川崎制铁·水岛№1	1×2156	宽1.6米, 长343米, 速度135米/分, 倾角10°30', 能力1600~2500吨/时	1967.4	
22	日本	日本钢管·福山№2	1×2800	宽1.6米, 长274米, 倾角12°12', 速度120米/分, 能力1750~2200吨/时	1968.2	
23	日本	新日制铁·室兰№3	1×1250		1968.8	

(续)

序号	国别	厂名	高炉 (座×米 ³)	皮带机主要参数	投产日期	备注
24	日本	川崎制铁·水岛№2	1×2857	宽1.6米,长343米,倾角10°30', 速度135米/分,能力1600~2000吨/时	1969.1	
25	日本	新日制铁·名古屋	1×2857	宽1.8米,长278米,倾角11°36', 速度120米/分,能力2000~3600吨/时	1969.4	
26	日本	日本钢管·福山№3	1×3016	宽1.8米,长303米,倾角11°28', 速度120米/分,能力2300~3300吨/时	1969.8	
27	日本	新日制铁·君津№1	1×2700	宽1.6米,长297米,倾角12°,速度1 20米/分,能力1500~2600吨/时	1968.11	
28	日本	新日制铁·君津№2	1×2800	宽1.8米,长278米,倾角11°30', 速度120米/分,能力2000~3600吨/时	1969.4	
29	日本	住友金属·小仓№2	1×1350		1969.10	
30	美国	伯利恒·伯恩斯港№1	1×2320		1969.12	
31	日本	新日制铁·广畑№4	1×2598		1970.6	
32	日本	神户制钢·加古川№1	1×2847		1970.8	
33	日本	新日制铁·室兰№2	1×1249		1970.9	
34	日本	川崎制铁·水岛№3	1×3363		1970.10	
35	日本	住友金属·鹿岛№1	1×3159		1971.1	
36	澳大利亚	勃洛根№5	1×2320		1971.2	
37	日本	新日制铁·大分№1	1×4158		1971.10	
38	日本	住友金属·鹿岛№2	1×4168		1972.2	
39	日本	新日制铁·大分№2	1×4200		1972.7	预计
40	美国	伯利恒·伯恩斯港№3	1×3830		1972.1	
41	日本	日本钢管·福山№4	1×4197		1971.4	
42	西德	奥古斯特·蒂森	1×4084	宽2.0米,速度2.09米/秒,能力3500 吨/时	1972.2	

4. 高炉辅助设备的发展

(1) 泥炮

目前各国的泥炮变化不大,多数仍是电动泥炮。液压泥炮处于开始使用阶段。日本的大型高炉也未见单独配用液压泥炮。一般是用电、液泥炮配合,或全部采用电动泥炮。日本1963年设计出液压泥炮后,目前最新型的是TFOH-70型的,装泥量为0.25米³。

(2) 开铁口机

现在国外的开铁口机,主要有电动和气动两种。西德DDS型双杆开口机和日本TFO型单杆开口机均属气动的遥控开口机。现日本东洋工业公司制造的用压缩空气使钢钎冲击的回转式开口机应用较多。该公司到1973年1月共制造了119台,用在几个国家(见表2-6)。另外,现在正研究一机多用的开口机,这种开口机,除打通铁口外,配上专用工具后,还可以修理和捣实铁口泥套等工作。

(3) 高炉风机

随着高炉向大型化发展,高炉风机的容量也日趋扩大。由于压力提高,鼓风动力消耗也大大增加了。近几年许多国家采用轴流风机,它与离心风机相比,绝热效率高,重量轻,体积小。表2-7列举了一些日本的高炉用轴流风机。

5. 电子计算机的应用

由于计算机的发展和应用,为高炉生产实现全自动化开辟了新的途径。自1958年美国钢公司首次使用电子计算机控制高炉配料以来,现在不少国家对采用电子计算机控制高炉

表2-6 东洋工业公司的开铁口机

名称	单位	调整送进	气动提升	气动提升	名称	单位	调整送进	气动提升	气动提升
		马达型 (5型)	5型	3型			马达型 (5型)	5型	3型
总重量	公斤	160	250	80	最大功率时空气耗量	米 ³ /分	5.5	5.5	
全长	米	7.38	7.84	6.13	链轮齿列	列	1		
全宽	米	5.05	5.06	6.10	链轮齿数		18		
全高	米	3.55	5.13	5.40	链轮节径	毫米	182.84		
活塞直径	毫米	80	80	60	滚子链节距	毫米	31.75		
活塞行程	毫米	50	50	40	提升开口机能力	吨		2.4	7.0
发动机最大输出功率	马力	7.5	7.5	5.0	圆筒直径	毫米		250	252
发动机最大转数	转/分	1500	1500	1900	钢丝绳种类			JIS14	JIS14
速比		1/41	1/30.7	1/32.14	钢丝绳直径	毫米		14	12

表2-7 日本的一些高炉用轴流风机

厂名	炉号	炉容 (米 ³)	风机型式	传动方式	最大风量	最大风压	功率	炉顶压力
					(米 ³ /分)	(公斤/厘米 ²)	(瓩)	
日本钢管·福山	1	2004	轴流·可调叶片	同步电机	4400	3.5	18000	1.0
日本钢管·福山	2	2626	轴流·可调叶片	同步电机	6330	3.7	23000	1.5
日本钢管·福山	3	3016	轴流·可调叶片	同步电机	7250	4.5	37000	2.0
日本钢管·福山	4	4197	轴流·可调叶片	同步电机	8700	5.2	52000	2.5
川崎制铁·水岛	1	2156	轴流·可调叶片	汽轮机	4500	3.5	18000	1.5
川崎制铁·水岛	2	2857	轴流·可调叶片	汽轮机	6300	4.7	34000	1.5
川崎制铁·水岛	3	3363	轴流·可调叶片	汽轮机	7500	5.5	43000	2.5
新日制铁·君津	1	2705	轴流·可调叶片	同步电机	6200	4.3	30000	1.0
新日制铁·君津	2	2884	轴流·可调叶片	同步电机	7400	5.1	38000	1.4
新日制铁·君津	3	4063	轴流·可调叶片	同步电机	9200			2.5
新日制铁·名古屋	3	2924	轴流式	汽轮机	7400	4.5	51000	2.5
新日制铁·大分	1	4158	轴流可调叶片	同步电机	10000	5.7	60000	2.5
住友金属·鹿岛	1	3159	轴流可调叶片	汽轮机	7900	4.5	40000	1.5
神户制钢·加古川	1	2843	轴流可调叶片	同步电机	6500	4.5	36000	1.5
苏联2000米 ³ 高炉		2000	离心式	汽轮机	3800	3.0	18000	1.0
苏联2700米 ³ 高炉		2700	离心式	汽轮机	5000	3.5	22000	1.7

生产进行了研究和应用。据报导，已有 15 个国家 83 个厂采用计算机进行自动控制。应用最多的是日本，其次是美国。目前应用电子计算机控制的高炉占高炉总数的 30.8%，预计到 1975 年可达 42%。

目前主要是对原料的综合管理、自动装料、自动分析、调节热风炉及炉况控制等进行自动控制。但是，由于冶炼过程复杂，检测仪表尚存在问题，因此还没有达到根据冶炼过程的变化进行闭环控制。

(四) 高炉炼铁工艺的发展

1. 提高入炉矿石品位

实践证明，提高入炉矿石品位和熟料入炉比，加强对矿石混匀及分级入炉等是提高高炉产量、降低焦比的有效措施。例如自熔性烧结矿配比每增加 10%，焦比可降低 20 公斤。所以十年间（1960~1970）美国的熟料入炉比从 52.8% 增加到 74.2%，日本由 46.5% 增加到

76.6%，苏联从73.6%增加到93.0%，而且几乎全部是自熔性烧结矿（平均碱度为1.2，含铁量在53%以上）（见表2-8）。

表2-8 几个主要产铁国家的熟料入炉比（公斤/吨·生铁）（球团，烧结矿）

年 份	美 国	苏 联	日 本	西 德	英 国	法 国
1960	857	1369	709	890	938	437
1962	957	1470	872	1058	1143	722
1964	992	1591	979	1054	1217	1095
1965	994		991	1108	1220	1166
1966	1051	1586	1032	1145	1222	1245
1967	1101	1624	1039	1118	1238	1342
1968	1145	1541	1094	1067	1246	1371
1969	1150	1673	1179	1088	1176	1450
1970	1180	1670	1199	1128	1175	1436
1971			1276			

2. 高压炉顶操作

1944年美国共和钢铁公司首次进行研究。此后苏联马格尼托哥尔斯克钢铁公司也进行了此项研究工作。据报导，一般炉顶压力每提高0.1公斤/厘米²，产量可增加2~3%，焦比下降0.5%。目前此项技术在不少国家均被广泛采用。苏联1970年有107座高炉采用高压炉顶操作（顶压在1~1.5公斤/厘米²的有72座，1.5~2.0公斤/厘米²的有20座），95%的生铁由具有高压炉顶的高炉生产出来。日本现有44座高炉采用高压炉顶，压力一般在1.0~1.5公斤/厘米²，近几年新建的大高炉顶压均在2.0~2.5公斤/厘米²。

3. 喷吹燃料

从六十年代初期，喷吹技术在国外得到广泛的应用。目前差不多有一半以上的高炉采用此项技术。喷吹燃料的种类根据各国的资源条件也有所不同，现分述如下：

（1）喷吹天然气：苏联和美国主要是喷吹天然气（重油为辅）。苏联1957年开始喷吹天然气，现有103座高炉喷吹天然气，喷吹量为60~75米³/吨。据苏联38座高炉统计，每增加喷吹一米³天然气，可节省焦炭0.85~1.0公斤。估计由于喷吹天然气，苏联每年可节省焦炭550万吨。美国现有70座高炉喷吹天然气，喷吹量为50~70米³/吨。实践证明，在喷吹天然气的同时，采用富氧鼓风效果更好。

（2）喷吹重油：1959年加拿大的哈米尔顿厂首次试验。后在美国、加拿大、西欧及日本应用。目前美国和加拿大有30座高炉喷吹重油。喷油量为35~70公斤/吨。日本1962年开始试验，现在几乎所有的高炉均采用此项技术，喷吹量为40~90公斤/吨。法国1971年有62座高炉喷吹重油，生产的生铁占铁总产量的85%。

（3）喷吹还原气体：由于在高炉风口喷吹燃料，造成炉缸温度降低，使喷吹燃料受到限制。为了弥补这种缺点，国外试验将天然气或重油在高炉外部先转化成CO、H₂等还原气体，并在1000℃以上的温度下喷入高炉的工艺。日本的新日制铁公司和美国的德萨科公司共同研制了FTG法，即用氧气、蒸汽将重油裂化成还原气体，并在1000℃时喷入高炉。日本的京滨厂实验表明，焦比可降低到360公斤/吨，1969年日本的广畑厂在1700米³高炉上应用，据称效果很好。苏联新图拉厂在930米³高炉上进行实验，焦比从536公斤/吨降到444公斤/吨。

4. 高温鼓风

这也是提高高炉产量，降低焦比，补偿由于喷吹燃料而造成的炉缸温度下降的有效措施。近来国外鼓风温度有所提高（见表2-9）。

表2-9 几个国家的鼓风温度

项 目 \ 国 家	日 本	苏 联	西 德	英 国
一般风温(°C)	1000~1150	1150以上	~	800
最高风温(°C)	1300	1370	1380	1000

为了提高风温，对热风炉必须进行改进，原来的考贝式热风炉要改为外燃式热风炉，要增加热风炉的加热面积（当风温在1200°C时，加热面积要有65~75米²/米³高炉）要提高耐火砖质量等来实现。

在高炉生产中，由于采用了一系列的新技术和新工艺，使生产指标不断更新，表2-10，2-11，2-12分别列出几个国家的一些高炉生产技术经济指标。

新日制铁公司共24座高炉，1971年2月平均焦比为430公斤/吨，最低是室兰厂2号高炉，为360公斤/吨。

表2-10 几个国家的焦比

（单位：公斤/吨）

年 份	美 国	苏 联	日 本	西 德	英 国	法 国
1960	749	723	619	826	825	971
1961	708		599	797	818	955
1962	690	670	552	748	774	917
1963	669	644	523	719	719	848
1964	655	619	509	691	698	808
1965	656		507	668	680	784
1966	641	616	504	617	674	742
1967	631	601	501	599	651	696
1968	623	588	504	577	656	691
1969	626	581	496	564	650	650
1970	630	574	478	559	627	626

表2-11 新日制铁9座高炉的焦比及燃料比

工 厂 及 高 炉	容 积(米 ³)	焦 比(公斤/吨)	重 油 耗 量(公斤/吨)	总 燃 料 比(公斤/吨)
东田一号	892	376	99	475
洞风2号	934	399	80	479
洞风4号	1279	399	76	475
户畑1号	1911	389	83	472
户畑2号	1907	370	95	465
室兰2号	1249	366	93	459
户畑3号	2335	389	97	486
名古屋3号	2924	398	95	493
君津1号	2705	397	83	480

表2-12 几个国家高炉生产的技术经济指标

	日本福山 4*	日本水岛 2*	日本 久保田	苏联 亚速钢厂	苏联 顿涅茨克	美国 伯利恒	意大利 塔兰托	法国 敦格尔克	西德 奥古斯特·蒂 森-杜易斯堡
投产日期	1971.4	1969.1				1962	1969	1968.10	1973.2.6
容积(米 ³)	4197	2584	212	1719	700	2427	1675	2100	4084
利用系数(吨/米 ³ ·日)	2.39	2.24	2.17	1.607	1.52	1.78	2.10	1.77	5000吨/日
焦比(公斤/吨)	437	469	470	531	610	542	452	419	
重油比(公斤/吨)	52	45	63					56	
富氧度(%)	1.4								160
喷天然气(标米 ³ /分)					84	56	34		
湿度(克/标米 ³)		31			22				
风量(标米 ³ /分)	7722	3920	455		1290	5204		3110	8333.3
风温(°C)	1200	1144	1200	1166	1003	1021	1046	1170	1300
风压(大气压)	3.61	2.731	0.8		1.19	2.5			3.8
炉料比%: 烧结矿	80	70.7	100	(熟料)97.9	100	100	75	957公斤	
球团矿		—	—	—	—	—	15	246公斤	
矿石		29.3	—	—	—	—	—	—	
炉顶压力(公斤/厘米 ²)	2.42	2.50	0.6	1.012			1.0	0.71	2.5

(五) 直接还原炼铁的发展

用高炉——氧气转炉的工艺流程生产钢铁，加上配套的炼焦、烧结球团等工艺，需要耗费大量的投资及焦煤。目前国外焦煤紧张，所以各国都在探索其他的工艺途径。直接还原法就是一种想甩掉高炉和焦炉的方法，现已引起广泛的注意。直接还原法是以天然气，重油或其他的固体燃料为还原剂，将铁矿石还原成含铁很高的产品，用于炼铁或炼钢。

表2-13 国外几个直接还原工厂

所在国 (地区)	生产能力 (万吨/年)	直接产品	投产日期	设备型式 及数量	方 式	还原剂	最 终 产 品	设 备
1. 新西兰	19	还原球团矿	1969.2	回转窑 1台	SL/RN	褐 煤	炭化钛硬质合金	电炉炼钢
2. 南朝鲜	23	予还原矿	1969.9	回转窑 1台	SL/RN	无烟煤	镍铬合金	电炉炼铁
3. 南非	100	予还原矿	1968初	回转窑 4台	SL/RN	亚沥青煤	镍铬合金	电炉炼铁
4. 加拿大	42.5	还原球团	1970.8	回转窑 1台	SL/RN	亚沥青煤	炭化钛硬质合金	球团外销
5. 澳大利亚	140	还原铁	计划	回转窑 2台	SL/RN	亚沥青煤	炭化钛硬质合金	球团外销
6. 美国	40	还原铁	1970	竖 炉	MR	天然气	Midvex	
7. 美国	40	还原铁	1971.4	竖 炉	MR	天然气	Midvex	
8. 美国	80	还原铁	计划	竖 炉	MR	天然气	Midvex	
9. 美国	40	还原铁	原订1971夏	竖 炉	MR	天然气	Midvex	
10. 日本	80	还原铁	计划	竖 炉	MR	天然气	Midvex	
11. 秘鲁	44	还原铁	原订1973	竖 炉	MR	天然气	Midvex	
12. 美国	10	还原铁		溜 槽	ESSO-FIOR	天然气	铁合金	
13. 美国	150	还原铁	原订1972	溜 槽	ESSO-FIOR	天然气	铁合金	
14. 委内瑞拉	100	还原铁	原订1971	溜 槽	Nu-IRON	天然气	HIB	UHP电炉炼钢
15. 墨西哥	100	还原铁	建设中	蒸馏罐	HYL	天然气		
16. 西德	20	还原铁	在运转	竖 窑	Purofer	天然气		
17. 加拿大	200	还原球团矿	原订1973			天然气		还原铁-电炉-连铸