

美国冶金 工业概况

钢铁工业部分

-171.2

冶金工业出版社

美国冶金工业概况

钢铁工业部分

中国金属学会 编

冶金工业出版社

内 容 提 要

本书是《美国冶金工业概况》的钢铁工业部分，概括地介绍了美国炼铁、炼钢及轧钢工业的发展情况、生产能力、装备和技术水平以及主要技术经济指标。可供冶金工业部门的领导干部、科技人员、工人及冶金院校师生参考。

美国冶金工业概况

钢铁工业部分

中国金属学会 编

(限国内发行)

*

冶金工业出版社出版

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/32 印张 5 5/16 字数 116 千字

1978年3月第一版 1978年3月第一次印刷

印数 00,001~11,000 册

统一书号: 15062·3348 定价(科二) 0.38元

出版说明

伟大的领袖和导师毛主席一九五六年在谈到把我国建设成为一个社会主义现代化强国时，指出要在经济上赶超美国。毛主席说：“你六亿人口干什么呢？在睡觉呀？是睡觉应该，还是做工作应该？如果说做工作应该，人家一亿七千万人口有一万万吨钢，你六亿人口不能搞它两万万吨、三万万吨钢呀？”还说：“这是一种责任。你有那么多人，你有那么一块大地方，资源那么丰富，又听说搞了社会主义，据说是优越性，结果你搞了五、六十年还不能超过美国，你象个什么样子呢？那就要从地球上开除你的球籍！所以，超过美国，不仅有可能，而且完全有必要，完全应该。”冶金工业要赶超美国，这是毛主席给我们制定的战略目标。在本世纪内，实现我国农业、工业、国防和科学技术现代化，这是毛主席、周总理的遗愿。英明领袖华主席为首的党中央一举粉碎“四人帮”，领导我们抓纲治国，取得了一个又一个胜利。冶金工业新的大跃进现在已经开始了。我们一定要遵循毛主席的教导，响应华主席的号召，振奋大无畏的革命精神，在本世纪内，使我国的冶金工业，不仅要赶上美国，而且要超过美国。

为了做到知己知彼，赶有方向，超有目标，中国金属学会组织了介绍和评述美国冶金工业的学术报告会。内容包括在冶金各主要专业方面重点介绍美国冶金工业的生产能力、采用的主要技术、机械装备以及主要技术经济指标。也介绍了新技术发展动向、理论研究、科研手段、技术力量（队伍）等。并就国际先进水平进行了综合评述。

美国冶金工业历史较久，技术和装备水平也比较先进。但是，近年来发展缓慢，一些技术、装备和技术经济指标已被日本、西德等国家超过。

自一九七七年九月上述报告会举办以来，各方面反应较好。根据领导同志指示和广大群众要求，中国金属学会将报告会讲稿整理选编成《美国冶金工业概况》一书。本书分“钢铁工业部分”、“有色金属工业部分”和“综合部分”（包括冶金矿山、冶金建筑、自动化、综合利用、环境保护等）三册出版。

由于水平所限，书中不妥之处，请读者批评指正。

一九七八年一月

目 录

第一讲 美国钢铁工业概况	1
一、资源、能源及钢铁厂分布	1
二、炼铁、炼钢及连铸	7
三、新技术动向	23
四、关于平炉问题	26
第二讲 对美国炼铁工业的分析	29
一、美国炼铁工业的特点	29
二、美国炼铁工业原料的特点	30
三、技术经济指标	33
四、老厂改造	35
五、科学研究工作	39
第三讲 对美国炼钢工业的分析	47
一、平炉的黄金时代	48
二、顶吹转炉的发展	48
三、底吹氧气转炉	51
四、转炉炼钢工艺的革新	53
五、“高拉碳”的使用	56
六、电炉和中小钢厂	57
七、生产钢的另一流程——直接还原-电炉	59
第四讲 美国的轧钢技术	62
一、概况	62
二、初轧技术	78
三、宽带钢热连轧技术	85
四、宽带钢冷轧技术	94

五、厚板轧制技术·····	110
六、无缝钢管轧制技术·····	118
七、焊接钢管轧制技术·····	134
八、线材轧制技术·····	141
九、型钢轧制技术·····	155

第一讲 美国钢铁工业概况

北京钢铁学院 林宗彩

一、资源、能源及钢铁厂分布

(一) 资源

美国富铁矿贮存量约有90亿吨，另有品位较低的铁矿石约880亿吨。富铁矿已消耗大部分。低品位矿石主要是铁燧岩，含铁约33%，精矿粉品位约66%。最近在新墨西哥州探明贮存量约20亿吨的大铁矿，是含有铜、金、银、稀土等的共生矿，含铁在37~55%左右。

美国最大铁矿在苏必利尔湖区，这是世界最大铁矿之一。美国第二大铁矿区在伯明翰附近。在密执安半岛以及弗吉尼亚州等地区也有铁矿。在明尼苏达州有铁燧岩，贮存量很大。

美国的铁矿石有出口也有进口，但进口的数量比出口的多。也就是说，美国生产的铁矿石还不能做到完全自给。例如，1973年美国的生铁产量为9150万吨，而国内生产的铁矿石只有9820万吨，进口的铁矿石为4850万吨。

美国是一个废钢铁过剩的国家。这是美国发展电炉的原因之一。炼钢的金属料中废钢铁用量平均约占48%。电炉几乎全部用废钢。每年回收的废钢铁，用于炼钢不过25%左右。每年都出口废钢，例如，1973年出口1130万吨。

美国的煤贮存量是世界最多的。估计最大贮存量可达16000亿吨，已证实的贮存量为3900亿吨。如能适当开发和

利用，可以满足美国全国能量消耗之用。但是，1975年美国煤产量只有6亿吨左右，估计1990年的产量可达12亿吨，只能供应美国全国能量消耗的18~20%左右。为了扩大煤的使用范围，近来美国正在大力研究煤的气化和液化的更合理而经济的技术。

美国的煤贮存量以阿巴拉契亚山区最为丰富。西部山区和中部平原也有煤。冶金煤的主要产地在东部近海各州，如宾夕法尼亚州、俄亥俄州、弗吉尼亚州、肯塔基州等。在北达科他州有褐煤。

美国石油主要分布在阿巴拉契亚山区，落基山脉东麓，阿拉斯加州，加利福尼亚州南部。最主要石油产地在得克萨斯州。根据美国政府的可靠估计，美国现有石油贮存量约为68亿吨，而目前年产量为4.4亿吨，如按此开采速度，只能维持15年左右。

(二) 能源问题

美国的资源虽然丰富，但也存在能源问题。1976年美国全国所需要的总能量约相当于每天3800万桶油。估计到1990年的需要量可能增到每天5600万桶油。从1976年到1990年美国全国能源供应的分配比例大约如下。

表 1 美国全国能源供应的分配比例

	油	气	煤	原子能	其它（如地热）
1976年	47%	28%	18%	3%	4%
1980年	49%	22%	20%	5%	4%
1990年	44%	17%	20%	16%	3%

由表 1 看出，在美国全国能量供应中，石油和天然气占很大比例，而国内产量远不能满足需要，因此还要进口

能量。1974年美国进口的石油、石油产品和天然气，约占全国总能量消耗的20%，耗费250 亿以上美元。虽然美国油母页岩的贮存量很多，约相当于70000 亿桶油，但由于经济提取油的技术尚未解决，至今美国的油母页岩还没有得到很好开发。估计到2000年，从油母页岩提取的油产量可能达到200~400 万桶/天，尚不能满足10%的需要。

美国天然气的消耗量和进口量见表2。

表 2 美国天然气的产量和进口量

	1976年	1980年	1990年
国内天然气，10000亿 立方尺/年	19.2	16.8	17.2
国内合成气，10000亿 立方尺/年	0.3	0.3	1.0
进口天然气，10000亿 立方尺/年	1.0	1.5	1.0

美国的铀贮存量很大，但原子能发电站的发展，受到环境保护者和法律的制约。法国为了摆脱能源缺乏的困境，正在大力发展原子能发电。目前法国原子能发电已占全国总电能8%，估计到1985年可达70%。为此，美国为了夺回在原子能发电方面的世界领先地位，正在大力研究今后原子能发展规划。

由以上资料可以看出，美国的能源目前存在较大问题，今后可能的解决办法有三方面：

1. 发展原子能技术；
2. 发展煤的液化和气化技术；
3. 发展油母页岩提取油的技术。

美国在钢铁工业方面的能量消耗分配见表3。

1973年美国生铁产量为9150 万吨，粗钢产量为13600万吨，所消耗的主要燃料见表4。

表 3 美国钢铁工业的能量来源

	高炉/转炉	电 炉	总 平 均
冶 金 煤, %	61.7	0	59.5
其 它 煤, %	2.8	1.4	2.7
天 然 气, %	18.4	65.8	20.0
油 , %	7.8	9.2	8.0
外 供 焦, %	5.5	0.3	5.2
外 供 电, %	3.7	23.0	4.4
其 它, %	0.3	0.3	0.3
总能量中由煤得到的能量, %	70.0	1.7	67.4

表 4 1973年美国用在钢铁冶炼的主要燃料消耗量

冶金煤	7760万吨
石 油	$6084 \times 10^3 \text{米}^3$
焦油和沥青	$1090 \times 10^3 \text{米}^3$
天然气 (8900千卡/米 ³)	$18169 \times 10^6 \text{米}^3$

由表 3 和表 4 可以看出, 美国钢铁工业的主要能源是煤, 其次是天然气和石油。1973年冶金煤消耗量为 7760 万吨, 而美国冶金煤的贮存量为 920 亿吨, 另有可能作为炼焦用的烟煤贮存量为 1350 亿吨。虽然美国的冶金煤足够自给, 但美国缺少石油和天然气, 因此, 美国钢铁工业也存在能源问题。由于天然气和石油主要用于炼铁和发电, 因此今后美国钢铁工业解决能源问题的主要办法是发展原子能。

(三) 美国钢铁厂分布和生产概况

根据 1976 年美国出版的《美国钢铁工业四色地图》, 美国共有 93 个公司、165 个工厂。其中 63 个厂是属于 19 家钢铁联合公司, 48 个厂属于 36 家特殊钢公司, 54 个厂属于 38 家

采用废钢或海绵铁为炼钢原料的公司。

美国年产钢量在200万吨以上的钢铁公司有十家。这十家在1975年的产钢量见表5。

表 5 美国十家大钢铁公司1975年产钢量（万吨）

1. 美国钢公司	2640
2. 伯利恒钢公司	1750
3. 共和钢公司	880
4. 国家钢公司	860
5. 内陆钢公司	720
6. 阿姆柯钢公司	700
7. 詹斯拉古林钢公司	570
8. 杨斯敦板管公司	440
9. 会林匹兹堡钢公司	330
10. 开赛钢公司	240

这十家的总产量为9130万吨，约占1975年美国全国总产钢量的78%。

美国钢铁厂绝大部分位于东部，尤其是东北部，如伊利诺斯州、密执安州、俄亥俄州、宾夕法尼亚州、纽约州等，这是因为美国的煤铁资源大部分在东部，而东北部的铁路网最密集。在南部主要靠近石油和天然气产地，如得克萨斯州。在西部主要靠近沿海大城市。在北部和中部的钢铁厂则很少。因此，美国钢铁厂的分布主要位于靠近资源产地和交通便利的大城市附近。

1974年，美国炼钢设备的生产能力为15500万吨。1974年估计，到1980年生产能力可达18000万吨，即平均每年增加420万吨。而在1975年估计，到1983年生产能力可达18500万吨，即平均每年增加330万吨。但是，到1976年底，美国炼钢的实际生产能力只达到15900万吨，平均每年只增加200万

吨。比两次估计的数字都低，这是因为原料和燃料的价格上涨，钢铁公司的利润减少，许多公司放慢了原有的扩大计划。因此，到1980年（或1983年），美国炼钢生产能力究竟能达到多少，尚难预计。

在各种炼钢方法中，氧气转炉发展最快，电炉也得到一定的发展，平炉则逐渐减少，这是世界钢铁工业发展的总趋势。但是，由于各国的具体条件不同，发展的重点也有所不同。例如，日本氧气顶吹转炉钢的质量高，不但能炼所有的平炉钢种，而且能炼大部分的电炉钢种，在日本的特殊钢产量中，氧气顶吹转炉钢的比重已越来越大。同时，日本的废钢资源不多。因此，日本大力发展氧气顶吹转炉，而电炉的发展则处在停顿状态。1974年和1975年日本产钢量的比例见表6。

表 6 日 本 产 钢 量 的 比 例

	1974年	1975年
氧气顶吹转炉	80.8%	82.5%
电 炉	17.9%	16.4%
平 炉	1.3%	1.1%

美国的具体条件则不同。一则美国的废钢资源丰富，这是主要条件。二则美国高炉铁水含Si高，一般约在1.0~1.4%左右，而日本高炉铁水含Si一般只有0.35~0.55%左右。关于高炉铁水含Si差别问题，在高炉一节中再行分析。三则美国氧气顶吹转炉的操作技术水平不如日本，而电炉的操作技术水平比较先进。因此，美国在发展转炉的同时，电炉的发展也很快。美国产钢量的计划比例见表7。

表 7 美国产钢量的计划比例

	1970年	1975年	1985年
转炉（顶吹和底吹）	48%	53%	63%
电 炉	15%	21%	30%
平 炉	37%	26%	7%

二、炼铁、炼钢及连铸

（一）炼铁

1. 高炉炼铁

1975年底统计，美国共有189座高炉，生产能力在1.3亿吨以上。另有两座4000立方米级的高炉在建设中。

美国的生铁产量及计划产量见表 8。

表 8 美 国 的 生 铁 产 量

	1972年	1973年	1975年	1976年	1985年*
生铁，万吨	8130	9150	7250	7915	11210

* 为计划产量。

可以看出，美国生铁产量的历史最高水平没有超过9200万吨，而美国高炉的生产能力在1.3亿吨以上，因此，美国高炉的潜力很大。美国生铁产量一般为钢产量的65%左右，而日本约为80%，这是因为美国使用废钢较多。

美国最大高炉是伯利恒钢公司的 3680 米³高炉，计划在1978年投产。现有高炉容积大多数在1500~1700米³左右。而日本的最大高炉是5070米³（大分厂二号高炉）。日本平均每座高炉的容积比美国大一倍左右。

美国高炉的生产指标比日本差。1975年美国全国平均焦比为611公斤/吨，而同年的日本平均焦比为443公斤/吨。美国全国平均利用系数约在1.5吨/米³/日左右，而日本1974年平均利用系数为2.0吨/米³/日。美国高炉的风温一般在800~1000℃左右，最高的不超过1100℃，约有60座高炉的风温低于800℃。正在建设的新高炉的风温为1200℃。1973年日本全国平均风温为1085℃，1976年建成的新高炉的风温为1300℃。美国高炉炉顶压力也很低，从它们的风压判断，估计平均炉顶压力不超过1.0公斤/厘米²，正在建设的新高炉的炉顶压力为2.0公斤/厘米²。而1973年日本2000米³以上高炉的炉顶压力为2.0~3.0公斤/厘米²，1976年新建高炉为2.5~3.0公斤/厘米²。

高炉采用喷吹燃料的技术在日本和欧洲已普遍应用。但是，美国高炉采用喷吹技术的炉数仅占总炉数的65%左右。主要喷油，其次喷气体或者沥青和煤焦油，喷煤粉只有阿姆可钢公司的两座高炉。煤粉喷入量为121公斤/吨，置换比1:1。美国喷煤技术比较先进，如果油和天然气受到限制，美国喷煤的高炉会增多。

现将美国开赛钢公司的一个新喷吹技术简介如下。

此专利是综合世界各国几年来操作实践和研究成果而得出的。用“气体改造炉”产生的热还原气，从高炉炉腹喷入高炉。使焦比大为降低，产量大为提高，并且能得到低硫优质铁水。热还原气是用普通煤、未经除尘和冷却的高炉炉气、未经除尘和冷却的转炉废气（顶吹或底吹），在“气体改造炉”中生成的。其成分为：47.0%CO，27.5%H₂，25.5%N₂。热还原气由炉腹上部喷入高炉后，大大改善了炉身部分的间接还原，因而使碳的溶解损失由原来的11.0%

左右降为零。炉况也得到改善。焦比可由原来的 538 公斤 / 吨降到 269 公斤 / 吨, 铁水产量可提高 50% 左右, 铁水成本约降低 10%。另外, 高炉和转炉可以不用除尘设备, 改善了环境卫生。据开赛公司报导, 以上目标很快将要实现。

美国炼铁原料的质量很好, 集中表现在渣量上。多数高炉的渣量为 280~300 公斤 / 吨, 较大一部分高炉的渣量为 200~240 公斤 / 吨。日本福山厂高炉的渣量为 253~290 公斤 / 吨。

美国侧重发展球团矿。球团矿与烧结矿的生产比例约为 2:1。因为美国的高品位精矿粉小于 325 目 (0.044 毫米) 占 80% 左右, 宜于造球, 不宜于烧结。美国有 90% 的高炉使用人造富矿, 约半数高炉的熟料比达 75% 以上。1975 年日本全国平均熟料比为 83.2%。

1974 年在克利夫兰厂投产了目前世界最大的链篦机-回转窑球团系统。一个机组年产量达 400 万吨。

美国也在发展型焦。生产型焦的方法很多, 日本是用 DKS 法, 西德和英国是用 BBF 法, 而美国是用 FMC 法。FMC 法的特点是以烟煤为原料, 在 110°C 下成型, 用沥青作粘结剂。美国型焦含灰份 5.5%, 含 S 0.7%。最近一次试验是在美国内陆钢公司的一个高炉上进行的, 型焦使用量达 16300 吨, 效果良好。由于型焦可以使用各种煤, 而且环境控制容易, 因此, 今后型焦会得到进一步的发展。

美国几个大钢铁公司, 如美国钢公司、内陆、伯利恒等, 在高炉上都应用电子计算机, 都能收到稳定生铁质量和提高产量的效果。但使用的不如日本普遍。

美国高炉铁水一般成份: $S = 0.028\%$, $P = 0.046\%$, $Mn = 1.13\%$ 。这些成份对炼钢是有利的。但美国高炉铁水

含Si较高，与日本对比见表9。

表 9 美国和日本高炉铁水的含Si量比较

	美 国	日 本
铁水温度，℃	1510~1524	1510~1524
Si 含量，%	1.1~1.4	0.35~0.45
炉渣成分，%		
SiO ₂	38~42	30~36
Al ₂ O ₃	8~9	14~15
CaO	38~40	38~42
MgO	11~13	5~6
炉渣熔点，℃	1372	1427

由表9可以看出，美国高炉炉渣熔点比日本低55℃，也就是炉渣过热度比日本高55℃，这是美国高炉铁水含Si较高的主要原因之一。另外原因是美国高炉容积小和送风压力低。由于美国高炉铁水含Si高，给转炉炼钢带来不利影响。

美国高炉一代寿命的产量一般在400~600万吨左右，而日本高炉一代产量已超过1000万吨。主要原因是美国高炉的容积小。美国高炉一代寿命平均为2071天（5.67年），而碳质炉缸寿命可达12~18年。因此，炭质炉缸可用2~3代。最近美国对炉缸以上的损坏部分，采用喷补技术。喷补时间约13天，干燥时间约5天，因修补而停产的时间仅46天左右。喷补的炉衬平均寿命可达1511天（4.1年）。

总的说来，美国高炉在设备大型化、指标现代化方面都比日本落后。今后美国在搞大型化以及与之有关新技术的使用，要从日本进口技术。例如，美国内陆钢公司的新建高炉，容积为3510米³，炉顶压力为2.5公斤/厘米²，就是在日本钢管公司帮助下进行设计的，此高炉可在1978年投产。