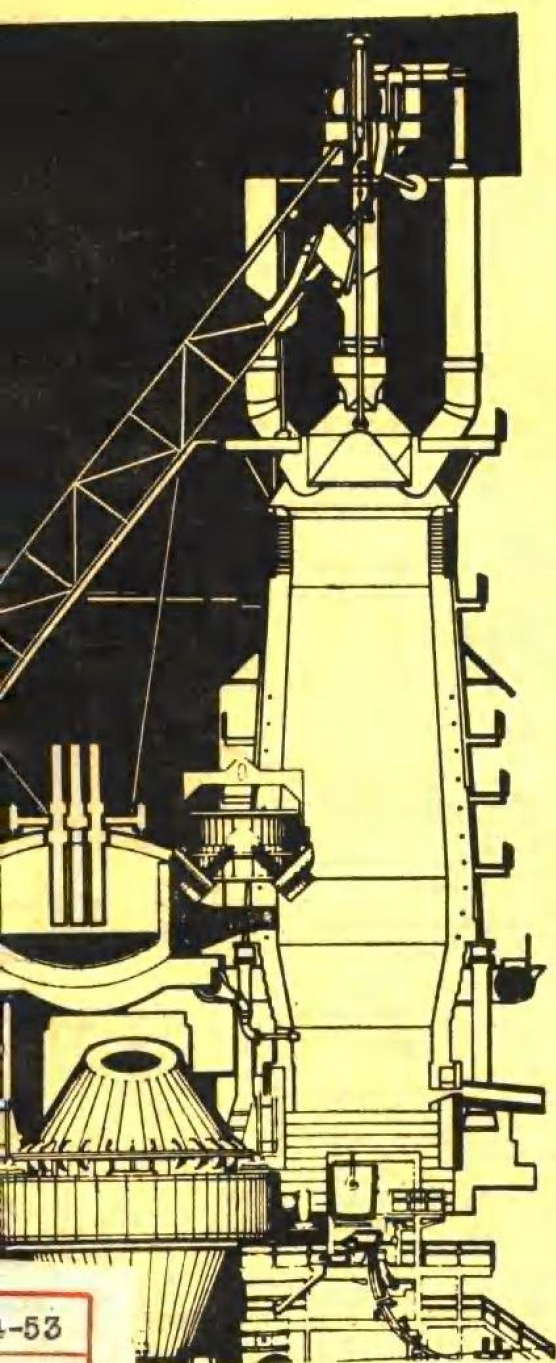


钢铁评论



4-53

科学技术文献出版社重庆分社

世界钢铁工业展望

——阎庆甲

在人类历史上，从两千多年前开始了铁器时代以来，钢铁就对人类的文明和进步作了巨大的贡献。但是，仅只在一百二十年前当大规模炼出钢水的方法——贝塞麦法、托马斯法和西门子-马丁法——获得工业应用之后，钢铁才真正成为最廉价最有用的结构材料。不仅土建工程、房屋建筑、机器制造必须使用钢铁，甚至宇宙飞船和日用器械也离不开钢铁，所以钢铁工业是最重要的基础工业之一。有人甚至认为钢产量的多少是一个国家经济实力大小的衡量标准。这种看法虽然不无片面之处，却也有一定的道理。我国要实现四个现代化，当然也必定要大力发展钢铁工业。本文试图对世界钢铁工业发展概况及发展趋势加以综述和分析，供我国钢铁界人士参考。

发展速度不断加快

钢铁工业的发展速度，是随着人口的增长和技术的进步而不断加快的。从1800年到1900年的一百年中间，世界钢产量由80万吨增加到3700万吨，净增3620万吨。而从1900年到1980年的八十年中间，将增加到80000万吨左右（平均每二十年增加1.0—1.3倍），净增约76300万吨^[1]，为上一世纪增加量的21倍。本世纪内的发展速度也是逐步加快的，这从下面列出的世界钢产量变化情况看出：

1900	80万吨
1920	7500万吨
1940	17500万吨
1950	19200万吨
1960	34200万吨

1970 59800万吨

1980 80000万吨（估计）

当前世界主要产钢国为苏联、日本、美国、和欧洲共同体（西欧九国，以西德为首）。1978年的产量为（万吨）：苏联15200，美国12380，日本10210，欧洲共同体13257（其中西德4125），合计51047，占世界总产量71220的71.7%。

日本一马当先

就钢铁工业的发展而言，在工业化国家中，最快的是日本，其次是苏联。日本1950年仅产钢480万吨，1973年达到11932万吨的最高峰。其后虽受石油危机影响，生产下降，但每年产钢量仍保持在一亿吨以上。苏联1960年钢产量为6529万吨，1967年突破一亿吨大关，以后平均每年增长500万吨（未受石油危机影响），到1978年达到15200万吨（自1974年以来，苏联钢产量一直居世界第一位）。

就钢铁生产技术而言，特别在七十年代，日本在较多领域是领先的，例如大高炉的设计和操作，氧气转炉钢的吹炼控制技术，薄板轧机的发展等。其次是美国、苏联和西德，她们在某些方面也各有独特之点。现在我们着重谈一下日本如何迅速发展钢铁工业的问题。

日本钢铁工业自五十年代后期开始，即一直以较快的速度发展。1956年日本钢产量首次突破一千万吨大关，达到1110万吨。到1960年翻了一番，达到2214万吨。到1965年又将近翻了一番，达到4116万吨。到1970年

翻了一番还多,达到9337万吨。即在十五年内翻了三番多(增长了七倍多)。这样高的发展速度的确是空前的。另一方面,由于经营管理有方,操作技术先进,日本钢铁生产设备的工作效率是很高的,各项技术经济指标是相当先进的。这就使得日本钢铁工业的劳动生产率不断提高,产品成本降低和质量提高,再加上日本的劳动力费用较低(据统计^[2],1977年一个工时的工资费用,在日本为6.36美元,而美国则为12.94美元),便大大提高了日本钢铁产品向外出口的竞争能力。这反过来又促进了日本钢铁工业的发展。

日本钢铁工业所以能发展得这样快,而且在前几年资本主义世界经济衰退时期也没有遭受重大打击(甚至仍然在扩大生产能力)的原因,主要为下列三点:

(1) 在技术上迎头赶上,建造技术上最先进的大型设备,即“在许多巨型钢铁厂中积极而完全地采用世界上可以利用的 latest 技术成就”^[2]。例如日本新建的高炉大多为2000米³以上的容积;到1978年末,日本共有高炉69座,其中容积在2000米³以上的共有39座,其中4000米³以上的12座^[3],5000米³以上的2座。而美国共有高炉195座(在操作的只有119座),绝大多数在2000米³以下;3000米³以上的只有四座(包括最近建成的伯利恒钢铁公司雀点厂L号高炉(3600米³)和内陆钢铁公司印第安纳港厂的新高炉(3500米³)),4000米³以上的没有。日本的顶吹转炉、连铸机和轧制设备也大都是大型的。

(2) 重视技术革新,加强科学研究。日本发展工业技术的战略,是先向外国的先进技术学习(购买专利和设备),而后通过仿制和改造,再出口更为先进的技术和设备。钢铁工业也是如此。这也与日本政府和企业的重视对科技人员的培养、努力创造良好的科研工作条件分不开的。

(3) 政府在国内经济政策和对外贸易政策上大力扶助钢铁工业。例如为了帮助钢铁工业筹措资金,日本建立了由政府、银行和

钢铁工业组成的资金分配机构,钢铁工业可在政府的保证下从银行取得长期贷款。通过这种办法,日本钢铁工业得以在过去十五年内建成八座平均年生产能力各1000万吨的大钢铁厂;而同期内美国仅新建一座综合钢铁厂,其生产能力不到600万吨。这是因为现代化的大型钢铁厂的建设费用太高(据估计^[4],采用高炉—顶吹转炉路线、年产300万吨钢的钢铁厂的基建投资至少为30—36亿美元),私营企业很难筹措到这么多的资金。

发展中国家不甘落后

为了充分利用本国资源,发展国内钢铁工业,避免对进口钢材的依赖,从七十年代起,发展中国家开始重视钢铁工业的建设与发展。因为要实现工业化和提高人民生活水平,必须从事各项经济建设,这就需要有大量的钢铁。如果本国具备发展钢铁工业的条件而不加利用,仅只依靠进口,显然对国民经济是不利的。

在亚非拉三洲,钢铁工业发展较快的有印度、巴西、南非、墨西哥、阿根廷、南朝鲜等。其中印度的钢铁工业发展得较早,五十年代就开始在苏联的援助下建设大型钢铁厂,1960年产钢328.6万吨,1970年产钢622.8万吨,到1977年突破一千万吨大关,但1978年钢产量又降到943万吨。巴西钢产量在1960年只有226万吨,1970年增加到536万吨,1978年为1200万吨,是发展中国家里发展得最快的。南非钢产量:1960年为211万吨,1970年为476万吨,1978年为797万吨。墨西哥钢产量:1960年150万吨,1970年384万吨,1978年681万吨。阿根廷钢产量:1960年28万吨,1970年182万吨,1978年273万吨。南朝鲜钢产量:1960年5万吨,1970年48万吨,1978年478万吨。

委内瑞拉、伊朗、沙特阿拉伯、印度尼西亚等国近年也开始重视钢铁工业,正在筹建或开始新建规模不等的钢铁厂。

在过去十年中,发展中国家(包括中国)的钢产量每年平均增加百分之七点六。这些国家1975年共产钢6700万吨,1980年将达到12000万吨。

生产技术显著改进

从钢铁工业的生产工艺来看,过去三十年中间在技术上有了很大的进步。在发展趋势上,具有设备大型化、操作自动化、生产连续化的三大特点。在技术革新方面,取得了对今后钢铁工业发展有深远影响的三大成就:氧气顶吹转炉炼钢,连续铸钢,铁矿石直接还原。此外,在炼铁、炼钢、轧钢和能源节约、环境保护等方面都有很大改进。现分述于次。

大型化、自动化、连续化

钢铁工业发展的第一个特点是设备大型化。这是因为大型设备可以提高生产效率、节省操作费用、降低产品成本,从而能够充分利用大规模生产的优越性,获得最大限度的利润。因此,高炉、转炉、电炉、轧机都越建越大。

从1971年起,日本钢管公司福山钢铁厂、扇岛钢铁厂,日本钢铁公司(“新日铁”)君津钢铁厂、大分钢铁厂、户田钢铁厂,住友公司鹿岛钢铁厂,神户钢铁公司加古川钢铁厂等相继建成了有效容积为4063—5070米³的巨型高炉14座。荷兰霍戈文钢铁公司艾莫伊登钢铁厂在1972年投产了一座容积为4470米³的高炉,法国北部和东部联合钢铁公司敦刻尔克钢铁厂在1973年投产了一座4526米³高炉。苏联克里沃罗格钢铁厂在1974年建成了当时世界上最大的、容积为5026米³的第9号高炉^[6]。据报道,苏联还正在修建5580米³的高炉。

就氧气顶吹转炉而言,1952年奥地利林茨钢铁厂的第一座生产用LD炉的容量为30

吨,而六十年代后期和七十年代建造的顶吹转炉大多为200—250吨的,少数为300吨的,个别(在苏联)为350吨和400吨的^[8]。在设计中的有500吨的(荷兰霍戈文钢铁公司艾莫伊登厂)。氧气底吹转炉的容量也已达230—250吨。

炼钢电弧炉的容量在五十年代初期大多在30吨以下。以后不断增大,目前大型钢厂的电炉容量大多为50—100吨,120吨以上的也不少见。而以电炉作为唯一炼钢设备的大型钢铁厂,其容量还会大得多。例如美国琼斯-劳林钢铁公司匹兹堡钢铁厂决定建设电弧炉车间(代替原来的平炉车间),作为该厂现代化计划的部分工程,该车间初期将安装两座直径32英尺、变压器功率135兆伏安、容量350—425吨的电炉^[7]。

二次精炼设备(真空脱气设备、真空感应炉、真空电弧炉、电渣重熔炉、氩氧脱碳炉等)也同样有大型化的趋势。例如西德勒西林-布德鲁斯钢铁公司的电渣重熔炉可熔炼直径2300毫米、重125吨以上的大钢锭(电渣炉最大可重熔400—500吨重的大钢锭);美国阿姆科公司巴特勒厂的氩氧脱碳炉为175吨。

在轧钢机方面,不论是初轧机、型钢轧机和板材轧机,都有大型化的趋势。例如日本川崎钢铁公司水岛厂1970年投产的全连轧带钢热轧机。轧辊宽度为2300毫米,可轧制2200毫米宽的钢带^[8]。日本和苏联在七十年代已出现了年产600万吨的初轧机和宽带钢热轧机。

操作自动化方面可举出的事例有现代化高炉生产过程的计算机控制,顶吹转炉冶炼终点的自动控制,连续式轧机的生产过程计算机控制等。

在生产连续化方面,首先应当提到的是连续炼钢法,这在过去十年中进行了大量的研究,有了较大的进展,有的方法已接近于工业应用阶段。其次是连续铸钢、连续轧制、连续退火和电炉使用海绵铁炼钢时的连续加料,等等。这些在下面还要提到。

过去三十年中的 三大技术成就

顶吹转炉

从五十年代后期开始,氧气顶吹转炉得到很大的发展。由于操作技术的不断改进,冶炼钢种范围的大大扩大,加上冶炼过程很短(每炉钢的冶炼时间总计仅30—40分钟),生产效率很高,安装两台300吨顶吹转炉的炼钢车间可年产原钢300万吨(按单位设备能力的生产率计算,比平炉高得多),使得顶吹转炉得以代替平炉成为主要炼钢设备。这将是炼钢方法的一项重大改变,使用了一百年的贝塞麦法、托马斯法和马丁平炉法即将被淘汰。目前在世界主要产钢国中只有苏联还保留大量平炉(平炉钢产量仍占苏联原钢总产量一半以上)。日本平炉在1977年以前已全部拆除,美国迄今只有少量平炉保留,西欧国家也取消了很多平炉。据统计,全世界顶吹(和底吹)氧气转炉炼钢能力在1979年为46982万吨^[9]吨,预计到1985年将达到6亿吨以上。

连续铸钢

大约在1964年以前,炼钢炉生产的原钢还是全部用锭模浇铸成钢锭,而后在初轧机上轧成方坯(大钢坯)或扁坯(板坯)^[4]。连续铸钢新工艺研究成功并在工业上应用以后,情况就不同了。在连铸法中,钢水是利用水冷的结晶器连续而直接地浇注成不同断面和尺寸的铸坯,从而省掉了钢锭预热和初轧开坯的工序,提高了按原钢计算的收得率。这样不仅大大节省基建投资和操作费用,而且改善了钢材表面质量和内部质量,提高了产品的使用性能。例如,根据英国钢铁公司的统计资料,用连铸大钢坯轧制的钢轨的表面缺陷致废率为1.25%,而用坑铸钢

锭轧制时该废品率为8.22%^[10]。

在过去十年中,世界连铸钢产量直线上升,1977年该产量估计达到1.35亿吨,约占世界原钢总产量的20%^[11];日本的连铸比为40.8%,意大利为38.5%,西德为34.0%,法国23.6%,美国11.9%,苏联8.3%;在有,的小国家中,例如芬兰,甚至达到83.8%。

连铸机可浇铸大小方坯、板坯、圆坯、空心管坯以及异形坯,适应范围很广。

连铸机最初为立式,以后发展为立弯式和弧型。现在又正在研制水平式连铸机。连铸机有单流、双流、四流、八流的,还有十二流的。从操作方式看,最初是单炉连铸,后来发展为多炉连铸和全连铸。日本一些新建厂采用了全连铸方式,在浇铸工段只安设连铸机,没有坑铸设备。

连铸机过去发展的趋势也是不断加大设备尺寸。例如美国恺撒钢铁公司丰塔纳厂于1978年改建了炼钢车间(用两座230吨顶吹转炉代替原来的三座平炉)以后,添建了一台板坯连铸机,于1979年3月投产,所铸板坯的尺寸为225×1500×6000毫米^[12]。但最大的板坯连铸机要算美国国民钢铁公司大湖钢铁厂1977年投产的那台了,后者能浇铸宽2642毫米、厚241毫米的板坯^[13]。

连续铸钢在技术上也有很多改进,例如采用浸入式水口和保护渣,可防止钢水再氧化,并起润滑作用,从而有助于铸坯表面质量和内部质量的提高;采用组合式结晶器,用以浇铸大型和异型铸坯,如轧制工字梁所用的异型铸坯;发展了对制造无缝钢管用的圆坯进行连铸的回转连铸机;采用电磁搅拌,预防铸坯产生树枝状结晶和中心偏析,实行高速浇铸(板坯铸速可达2米/分,方坯铸速可达4米/分);等等。

截至1978年1月,全世界在生产和建造中的连铸机共计875台、2519流,其中大方坯连铸机160台、594流,小方坯连铸机478台、1546流,板坯连铸机237台、379流^[11]。

直接还原

早在本世纪二十年代,就已提出了铁矿石直接还原工艺。到五十年代,由于炼焦煤的短缺,许多国家开始研究粒铁及海绵铁的生产,申请专利的直接还原方法有好几十种。但能够大批量工业生产的不多。经过二十多年的改进,到七十年代已有几种方法比较成熟,单机生产能力达到40—70万吨/年,并开始在工业上推广应用。

由于直接还原法绕开了设备庞大复杂、操作技术要求较高的高炉,也不需建设烧结厂和炼焦炉(可以不使用昂贵的炼焦煤),所以具备了投资少、建设快、成本低等优点,特别适合于发展中国家。而随着电炉冶炼技术的改进和电炉熔炼海绵铁连续加料技术的发展,有可能用直接还原—电炉路线来代替高炉—顶吹转炉路线,并在下一世纪初叶引起钢铁工业的一场技术革命。

直接还原法的基本原理,就是将经过或未经准备的铁矿石,放在适当的还原炉(例如回转窑、竖炉、甑式还原炉等)内,用气体或固体还原剂在固态下(炉内温度一般不超过1100℃)加以还原。金属化率可以达到96%以上。直接还原铁(海绵铁或球团、团块)的含铁量可达95%,是代替废钢在电炉内炼钢的一种优良原料。

目前工艺上成熟、操作上可靠、经济上有利、已得到较广泛工业应用的方法有伊尔法(HyL法)、米德雷克斯法(Midrex法)和SL/RN法。

伊尔法是墨西哥镀锡板和薄板公司五十年代为克服电炉用废钢原料短缺而发展起来的。1957年建成了第一套生产性直接还原装置(年产能力为9.5万吨)。现在伊尔公司已先后建成了六套还原装置,1977年投产的布埃布拉厂第二套装置的年产能力已加大到70万吨。目前在巴西、委内瑞拉、印尼、伊拉克、赞比亚、伊朗等国都有伊尔法还原厂在

操作或建设中。其生产能力除赞比亚为30万吨以外,印尼为227.5万吨,委内瑞拉为230万吨,其他均在100万吨以上。1978年世界上用伊尔法生产的海绵铁已超过900万吨。此外,还有十四个国家(其中十二个在亚非拉)积极考虑采用此法建厂,所设想的生产能力总计约1400万吨^[14]。

伊尔法是一种固定床气体还原法,系以重整过的天然气作还原剂和燃料在甑式还原炉(其形状类似盛钢桶)中对矿石进行还原。每四个甑式炉为一组,操作时分为装料、还原、冷却、卸料四个阶段,每个甑式炉分别依次各处在一个阶段,循环进行。

米德雷克斯法则是在竖炉内使用天然气作还原剂的直接还原法。系连续操作,从炉顶加入矿石,由炉底通入天然气和空气。在炉内上部被还原的矿石通过下部的冷却带后卸出。此法是六十年代末在美国研究成功的。目前已在操作的有十座竖炉,分布在美国、阿根廷、委内瑞拉、卡塔尔、西德、加拿大。在建设或设计中的有30座,分布在委内瑞拉、伊朗、英国、特立尼达和多巴哥、尼日利亚、厄瓜多尔、苏联、沙特阿拉伯、西德和美国。全部建成后,总生产能力为每年1530万吨海绵铁。其中委内瑞拉和伊朗各有一座年产能力为270万吨的竖炉还原工厂,苏联所建还原工厂的年产能力为180万吨。现时已在生产的竖炉中,生产能力最大的是加拿大魁北克-多米尼翁钢铁厂的2号竖炉,年产海绵铁70万吨^[12, 15]。

用煤作还原剂和燃料的固体还原法主要是采用回转窑,其中比较重要的,除Krupp法外,主要是SL/RN法。此法在六十年代后期和七十年代初期曾一度受到重视,但因操作上有时会遇到困难,所以近年来发展较为缓慢,仅新西兰、印度、巴西等国还有少数回转窑在操作。但因此法可利用世界上储量最多的非粘结性煤操作,将来大概还会得到进一步的发展。

除了上述三种主要直接还原法外,还有

生产高铁团块的HIB法,生产金属化球团的链篦法,以及生产铁粉的流态化床气体还原法。

在过去十年内,直接还原法有了较大的发展。据估计,1980年海绵铁生产能力将超过2000万吨^[16]。而目前世界上已经生产的、正在建设和计划建设的直接还原装置,其生产能力总计约3100万吨^[15],其中米德雷克斯竖炉约1530万吨,伊尔法甑式炉约1200万吨,SL-RN法约270万吨,流化床法约100万吨^[17]。因此,估计到1985年海绵铁产量可能达到4000万吨。

新设备、新工艺、新产品

过去三十年中钢铁工业的技术进展,不仅表现在大型化、自动化、连续化三大特点和顶吹转炉、连续铸钢、直接还原三大成就上,还表现在其他许多新设备、新工艺、新产品上。现将其中较为重要的列举如下。

高炉原料准备

通过采用筛分矿石、烧结矿、球团矿和自熔性人工块矿,大大改善了高炉的操作条件,从而提高了生产率,降低了燃料消耗。加上辅助燃料(重油、天然气、煤粉)的喷吹,以及各种强化冶炼过程的措施,使得高炉燃料比降低了将近一半,而焦比则降低了一半以上。日本1978年全国高炉平均焦比429公斤、燃料比466公斤/吨铁,4000米³以上高炉平均焦比423公斤、燃料比457公斤/吨铁。个别高炉燃料比已降到431公斤以下(四十年代后期焦比一般为900公斤左右)。

高炉冶炼过程强化

为了强化冶炼过程,曾在高炉上先后采用富氧鼓风、鼓风加湿和脱湿^[18]、高风温、高压炉顶等新技术,近年来又在大高炉上采

用了可改善炉料分布的保尔·沃斯式无料钟炉顶。这些措施大大提高了高炉的有效容积利用系数,增加了产量,降低了燃料消耗。日本全国高炉利用系数平均高于1.80吨/米³,大高炉甚至达到2.4吨/米³以上。此外,高炉采用计算机控制,对实现操作自动化、提高生产率和降低焦比也起了很大的作用。

炼焦新技术

为了提高焦炉生产率、回收热能和使用非粘结煤,在焦炭生产中也采用了一些新技术。同时焦炉尺寸也大为增大,主要是增加了高度。20英尺高的焦炉所生产的焦炭约为10英尺高的焦炉的三倍,而工作班的定员不变^[19]。采用装炉前煤料预热技术可提高焦炭强度或掺用次煤,还能增加产量、节约燃料和改进环境控制。改进焦炉装煤及推焦设备,减少了烟尘排放。采用干式熄焦法,既减少污染,又回收热能(每吨焦炭可回收的热能相当于标准煤46公斤)。

用非粘结性煤炼制型焦是一项重要的发展。型焦在西德、美国和罗马尼亚等国多年研究之后,现已初步获得成功,并在高炉上作了掺用50%型焦的冶炼试验,效果良好,有待扩大试验和推广使用。

矿石造块技术改进

在烧结矿和球团矿的生产设备和生产工艺方面,也有不少改进。美国恺撒钢铁公司丰塔纳钢铁厂1978年随着炼钢车间改建(由平炉改为顶吹转炉),生产能力增加,而改进高炉操作方法、提高高炉产量约10%的同时,也改建了原有的两台烧结机,增加了台车数目,使烧结面积增大到450米²,每机日产量从2200提高到3000吨。同时改进了烧结机下面的密封装置,减少了机下空气渗入量;又装设了新型高强度点火机,使点火均

匀：这些都有助于产量的提高和质量的改进。此外，最大的烧结机的有效抽风面积已达600米²。

铁水炉外脱硫

近年来高炉铁水炉外脱硫得到了较大发展。这一方面是为了降低铁水含硫量，以适应顶吹转炉冶炼低硫优质钢的要求。另一方面是为了使高炉可以采用低渣比操作，从而减少石灰石用量，减少渣量，降低焦比，增加产量——这样，高炉铁水的容许含硫量增高，炉外脱硫便成为例行的必要的炉前作业了^[20]（也有将铁水脱硫装置设在炼钢车间的）。

炉外脱硫有多种方法，现代钢铁厂较多采用在铁水罐车上以插入式喷枪往铁水内喷吹脱硫剂的方法，所用脱硫剂可为石灰、苏打、氢氧化钙、镁以及碳化钙—碳酸钙混合物。在采用罐内喷吹法时，一般可在10—20分钟将铁水含硫量降至0.030%以下。

炉外脱硫在日本各厂几乎普遍采用，西欧各国和美国近年来也逐渐采用。例如上节中所说的丰塔纳厂在改建后就是依靠炉外脱硫和低渣比操作，增加高炉产量的。其脱硫装置每次可同时对三辆150吨铁水罐车进行处理。又如美国阿姆科钢铁公司阿什兰厂78年新建的脱硫装置，使用石灰与镁的混合物作脱硫剂，每次处理两辆200吨铁水罐车，只需10分钟^[21]。

炼钢工艺的改进

过去三十年中，炼钢工艺有很大的改进。主要表现在顶吹转炉和电炉的发展上。氧气转炉炼钢工艺的进展主要是顶吹转炉控制技术的改进和终点命中率的提高（目前一般可达到90%以上）、冶炼钢种范围的扩大（特殊钢的比例逐年增大）以及生产效率的提高（吹氧时间一般缩短到20分钟左右，日

本有的转炉可缩短到12分钟）。其次是底吹氧气转炉的工业应用。美国已有三家钢铁厂将原有平炉改建为大型底吹转炉，可比平炉少耗用70%的能量。日本川崎钢铁公司千叶厂在扩建第三炼钢车间时新建了两座235吨底吹转炉，后者在1978年创造了月平均终点命中率达96.1%的世界纪录^[3]。与顶吹转炉相比，底吹转炉具有操作稳定，易控制，喷溅少，收得率高，污染较少等优点，还可缩短加热时间，增加锰的回收率和更好地脱硫。其主要缺点是炉衬寿命低，耐火材料消耗高。但千叶厂通过改进炉底砖等措施已在1978年创造了底吹转炉底寿命1504炉、炉体寿命2215炉的新纪录（顶吹转炉炉龄一般可达1500炉，最高可达5000炉，个别甚至超过10000炉）。所以估计底吹转炉今后将有更大的发展。

最近在日本研究成功的“复合吹炼法”——在顶吹转炉炉底安装喷咀，在上部吹氧的同时从下部吹入惰性气体（氮或氩），加强对钢液的搅拌——可加速脱碳、脱磷过程，改进钢的质量和收得率，提高冶炼控制性能和终点命中率，值得重视。

六十年代以来已得到较多应用的可拆卸式顶吹转炉（活动转炉），便于更换已用坏的炉子，提高炉子利用率，也是一种重要的改革。

在电炉炼钢方面，除了炉子尺寸的加大以外，主要的改进是采用超高功率及高电压操作、从双渣法改为单渣法和装料自动化、连续化，这样就能够缩短加热时间，提高生产效率，从而为电炉的扩大冶炼规模和品种范围创造了先决条件。以往电炉主要用来冶炼特殊钢，现在也用来炼制一般碳素钢，即可以冶炼全部钢种，因此，电炉钢在世界总产钢量中所占的比重不断增大：1960年为11%（3800万吨），1976年上升到19%（12850万吨）^[4]，目前估计在20%以上。就国家而言，电炉钢比重最大的是意大利，1977年达到48.4%，同年英国为30.7%，美国为21.9%，

日本为19.1%。随着电炉海绵铁炼钢技术的日益完善和广泛应用,电炉炼钢法必将有更大的发展。其他与电炉有关的新技术有:往电炉内喷吹氧气和燃料,强化熔炼过程;安设水冷炉墙,提高炉体寿命;入炉废钢预热,缩短电炉熔化期,提高电炉生产率,等等。

平炉在西方国家已很少使用,但苏联和东欧国家以及中国还有较多的平炉在生产。苏联1978年生产的平炉钢有八千多万吨。平炉工艺的改进主要是通过用各种方式向熔池吹氧,来强化冶炼过程,缩短冶炼时间。同时也在大力改造炉型(例如采用双炉室),以提高生产效率。

用氩氧脱碳法(AOD法)炼制不锈钢是六十年代末在美国发展起来的新技术,现已广泛应用。此法可使用高碳铬铁作合金加入剂,原料费用低廉而且电能、耐火材料单耗低,设备简单,生产效率也较高。世界氩氧脱碳炉的设备能力目前三分之一在美国^[2]。

在钢的浇铸方面,除发展了连续铸钢以外,在常规铸锭中采用了滑动水口和保护渣。

炼钢技术的进步还表现在钢材品种的不断扩大,研制出了具有各种特殊性能的合金钢和成本较低、能广泛应用的低合金高强度钢。通过调整合金成分、采用特定热处理制度,已研制出极限强度达到280公斤/毫米²的超高强度钢、能耐750℃以上高温的耐热钢和能在不同腐蚀条件下工作的耐蚀钢。

连续炼钢

连续炼钢在过去十五年中有了较大的发展。英国钢铁研究协会(BISRA)的塔式炉铁水雾化炼钢法,法国钢铁研究院(IRSID)使用罐式反应炉和炉渣分离炉的铁水或废钢二级炼钢法,澳大利亚的流槽式炉铁水逆向流动炼钢法(沃克拉法),美国的流槽式炉铁水同向流动炼钢法(伯利恒法),日本的三级单元炉铁水炼钢法(三菱法),苏联的单级四室炉炼钢法(米西斯法),都已通过了

半工业试验。其中三菱法和法国的二级炼钢法已进行了工业试验,可能在不久的将来获得工业应用。

上述各种连续炼钢法的基本原理都和顶吹转炉氧气炼钢法相同,即在炉内向熔池(或雾化的铁水)吹氧,同时喷吹造渣剂,将铁水精炼成钢,而后在炉内或炉外进行渣铁分离,获得成品钢水。

连续炼钢法的优点如下:1.按单位工时及炉子单位容积或按单位设备投资来说,生产率较高;2.耗能量较低,收得率较高;3.工艺系统可闭路操作;4.测量的可能性较好,由于具有时间的稳定态,只需每隔一定时间测量一次(在非连续炼钢法中,测量实际上应当是连续的);5.控制环境的可能性较好;6.耐火材料寿命较高。

钢的二次精炼

随着对钢材质量要求的不断提高,为了降低钢中气体含量和脱除有害元素(硫、磷等),先后发展了钢水真空浇注、真空处理、钢包钢水处理、炉外脱硫、氩气搅拌等钢水炉外处理法和真空感应炉重熔、真空电弧炉重熔、电渣炉重熔、电子束熔炼、等离子电弧重熔等重熔技术。通过上述二次精炼,大大提高了钢的质量和性能。例如使用三根循环脱气管的RH真空脱气设备,每次可处理100吨用铝脱氧的钢水,能在20分钟内将氧含量从100ppm降到30ppm(有的脱气设备的能力达400吨);在钢水罐内用氩枪喷吹CaSi粉末、石灰粉或石灰-萤石粉,可将硫降至0.005%以下,脱硫后添加CaSi粉则可获得球状硫化物。

轧钢设备的现代化

轧钢设备的发展主要表现在大型化、高速化、自动化和连续化。三十年代在热轧机和冷轧机方面一项重大的发展是引入串列式轧机来代替可逆式轧机——热轧机是全部代

替,冷轧机是部分代替。以后从五十年代开始,又由串列式轧机发展为半连续及连续式轧机,用于型材、线材和板材的轧制。现代化连续式带钢热轧机的轧制速度已可达1850米/分^[8];高速线材轧机的精轧速度可达4560米/分。也出现了全部计算机控制的五机架全连续式钢带冷轧机^[2],其轧制速度达到1600米/分。

另一方面由于改进检测控制技术和采用计算机管理,大大提高了轧材尺寸精度和收得率。例如日本川崎钢铁公司水岛厂在1978年5—7月的带钢成材率创造了98.91%的世界记录。

在钢管生产方面,穿孔机、轧管机和焊管机都有很大发展。日本川崎钢铁公司水岛厂利用最大的连铸方坯(400×560毫米)制造无缝钢管,产品质量和尺寸都达到了新的水平^[23]。该公司知多厂的电焊管机组能生产世界上最大的钢管,外径可达660毫米,长度可达20米^[23]。日本钢管公司福山厂1975年建成的螺旋焊管机可生产外径2540毫米的钢管。

在钢带热处理设备方面,日本研制成功连续退火机组。日本钢管公司福山厂1976年建成了处理深冲用高强度(100公斤/毫米²)冷轧带钢的第二代连续退火机组,它把电解清洗、退火、冷却、平整及精整五道工序合并成一条作业线,处理时间由10天减少到只用10分钟^[24]。

与轧钢设备现代化有关的是轧制工艺的改进和新产品的试制。前者如控制轧制法、带钢的升速轧制法、层流冷却法和轧辊润滑工艺。后者如非磁性钢、复合钢板、涂塑料钢板和单面镀锌板等。单面镀锌的薄钢板主要供汽车工业使用,它的镀锌面用以防止腐蚀,另一面可用来很好地涂漆^[19]。

节 能

钢铁工业是最大的能源消费者:全世界耗用的能源中大约8%是钢铁工业消费的,

炼钢总成本中大约24%是能源费用(每生产1吨钢要消耗大约8064兆卡的能量^[19]),其中14%为炼焦煤费用^[1]。因此钢铁工业一向比较重视降低能量消耗,和扩大能源种类——特别是用非粘结煤代替无烟煤。自1974年石油危机以来,节省能源的问题就更为突出了。

目前已经采取的节能措施主要有三类:

1.废气余热或余压的利用:例如热风炉废气余热的回收(利用热交换器来加热热风炉用的空气),高炉炉顶煤气压力的利用(用来发电,到1978年底,日本已建成10座炉顶压力发电设备,其功率分别为9500—14500千瓦^[3]),转炉废气余热发电等。

2.产品余热的利用:除前面已提到的用干式熄焦法回收焦炭余热(用来发电)外,烧结矿的余热可用来加热烧结机点火器的燃烧用空气,并开始研究用来发电。高炉水渣余热也可用来发电(英国已安装一台利用炉渣余热的500千瓦汽轮发电机)。

3.降低工业炉的燃料消耗:通过改进设计和加强管理,特别是加强炉体的绝热,减少散热损失,采用流量自动控制装置和比例调节烧咀等控制空燃比,降低空气过剩系数,以及改进炉子操作方法和冷却系统(例如在高炉和平炉上采用汽化冷却系统),可收到省能的效果。

由于采取各种节能措施,先进的钢铁厂的能量消耗已有显著降低。例如日本钢铁公司(“新日铁”)1978年能耗量已比1974年降低10.4%。神户钢铁公司加古川厂1978年上半年单位能耗达到4478兆卡/吨钢。

此外,在扩大能源种类方面,如型焦的发展,原子能在直接还原中的应用的研究,也都是有希望的。

环 保

钢铁工业在生产过程中要产生大量的废气、废水和废渣,如不很好处理,将造成环

境的污染。“三废”中以含有二氧化硫和固体尘粒的废气数量最多，为害最大。例如每炼1吨铁，就要从烧结装置及焦炉里排放出6吨含有SO₂和粉尘的废气和从高炉里放出2吨废气^[25]。因此，需要安设大量昂贵的废气净化设备。事实上，在过去十五年中，由于各国政府开始重视环境的保护和公害的预防，世界上许多钢铁厂的环境条件已大为改善。例如西德钢产量增加了一倍，但排放的粉尘量反而减少了三分之二。

据粗略统计，美国和日本新建钢铁厂的基建投资中，环保设施的投资平均占20%左右。也有的人认为，空气污染控制装置的费用将占钢铁生产设备基建费用的25—30%，而即使钢铁工业捕集了95%粉尘，每生产1吨钢还会向大气中排放3.5—4公斤的粉尘^[26]。可以设想，年产1亿吨钢的国家，仅只钢铁工业排放的粉尘，在采取控制措施之后，每年还有35000—40000吨之多。如若不加控制，则对环境的污染将会达到多么可怕的程度！

在污染控制装置方面取得的成就主要有两方面：尽可能采用密闭操作和改进烟气及污水净化设备。例如焦炉在装煤、推焦时采用密封装置，集中收集烟尘；顶吹转炉炉口上方采用排烟罩；电炉上方安装顶蓬式烟罩，并利用覆盖着全车间的布袋收尘室捕集烟尘；等等。在净化设备方面，静电收尘器、高炉煤气洗涤器、顶吹转炉烟气净化设备等都有不少改进。对于在净化操作中回收有用产品（如含铁泥渣、高炉水渣、硫），也作了很多工作。以日本钢管公司新建的扇岛钢铁厂为例：在接受原料的原料场安装由计算机控制的洒水机；在转运间使用带有防护盖的运输机，安装收尘器，使用鼓型润湿机，这样就可以防止粉尘扩散。焦炉上安设固定式布袋收尘器。烧结车间、高炉和初轧车间的粉尘用各种不同类型的集尘器加以捕集。烧结机的废气与焦炉煤气混合后进行净化与回收处理，用硫氨烟气脱硫法把废气中的

SO₂制成硫酸铵。顶吹转炉车间安设OG型气体回收系统。在轧钢车间，均热炉和加热炉采用低NO_x燃烧器，以减少NO_x的生成。轧钢废水经过处理后，严格符合水质标准，96%以上能循环使用。全厂污水用管道输送到处理池，用活性泥浆法或其他方法予以处理^[27]。这样，该厂的环境污染就得到完全的控制。

未来的发展趋势

世界钢产量在1973和1974年达到历史上最高水平——70000万吨左右。由于1973年的石油危机，资本主义世界发生了经济衰退，1975—1977年的世界钢产量降至64500—67600万吨。1978年才开始回升，达到71220万吨，超过历史最高水平。目前西方发达国家的经济也仍然处于复苏阶段，工业总产值的年增长率一般不到2%。但是，由于第三世界的兴起，估计世界钢铁工业仍将有较大的发展。国际钢铁协会预测，1985年全世界钢的消费量约为10亿吨；联合国工业发展组织预测2000年世界钢产量为17亿吨^[4]，亦即在二十年内仍将增长一倍以上。

世界布局逐渐改变

在将来，发展中国家人口及国民生产总值的增长都将比工业化国家来得快。因此，新增钢铁生产能力必然主要安装在发展中国家。这不仅是因为她们想要拥有本国的钢铁工业，也因为这些国家确实需要用钢铁来实现工业化，以达到国民生产总值和人民生活水平的不断提高。另一方面，发达国家的人口增长率极低，经济的不景气也不足以刺激大量的投资活动，因而其钢铁生产能力的增长速度将慢得多。据国际钢铁协会估计，西方世界钢铁工业生产能力从1976到1985的十年间将只增长14200万吨，即年增长率为1.5%，而同期内世界钢消费量的年增长率为

4%^[4]。显然，发展中国家必须有大得多的增长率才能满足钢的需求。因此，对于到1985年为止的钢铁工业生产能力年增长率可作如下估计^[4]：

美国	2.5%
日本	2.6%*
欧洲	≤1.7%
苏联	4.2%
中东	12.1%
拉美	8.5%
中国	5.8%

把1977年实际钢产量同1985年预计钢产量及其地区分布百分比加以对照^[10]，也可看出这一趋势：

	原 钢 产 量			
	1977年实产		1985年预计	
	(万吨)	(%)	(万吨)	(%)
北 美	12700	19	16000	18
西 欧	15400	23	20000	22
日 本	10200	15	13500	15
经互会国家	23200	35	30000	33
发展中国家	5500	8	10500	12
全世界合计	67000	100	99000	100

上表中把1985年世界钢产量预计为9亿吨，可能有些偏低；如按10亿吨估计，则发展中国家所占百分比可能还要大些（另外的估计是发展中国家在1985年产钢15000万吨^[28]）。

又据联合国工业发展组织估计，到2000年，全世界生产的17亿吨钢中，大约30%（5亿吨）是由发展中国家生产的，而1976年她们仅生产7000万吨，只占10.5%。

从上述分析中可以看出，世界钢铁工业布局将逐渐改变，发展中国家钢铁工业的较快发展将使其在全世界所占的比重逐步增大。近年来的实际建厂情况，也可说明这一点。

首先，由于建设费用高昂，资金筹措困

难，美国钢铁工业的投资较少。据估算1981年每吨钢的市场价格为381美元，而新建企业生产1吨钢的计算的有利价格为435元（即每生产1吨钢赔钱54元），扩建企业产钢的有利价格为385元^[28]。因此，1978年统计的美国钢铁工业预定投资额还不到28亿美元，都是扩建改建项目和环保项目^[30]。西欧各国也很少建设新厂。只有日本因为得到政府的大力支持和经济上具有一些有利条件，还继续在建设新厂，但规模也远不如七十年代初期。所以，可以说除苏联还在大力扩展钢铁工业外，工业化国家中的发展速度已相对减慢。

另方面，近年来发展中国家的钢铁工业有了较快的发展。巴西在七十年代新增的钢铁生产能力已超过700万吨，到1985年可能还要增加800万吨，使其钢产量达到2000万吨以上。印度在波卡洛新建的钢铁厂将可增加几百万吨的钢产量。委内瑞拉有一座新的大型钢铁厂即将建成，可增加钢产量400万吨左右。墨西哥在七十年代增加的生产能力在500万吨以上。中东和北非到1985年将增加钢铁生产能力1200—1400万吨。亚洲的南朝鲜和菲律宾在1980年前后也将分别增加290万吨和100—200万吨的生产能力^[28]。

工艺路线及产品构成发生变化

技术革新是钢铁工业发展的推动力，同时也促使工业结构——工艺路线及产品构成——发生显著的变化：五十年代中期平炉钢产量占世界总产钢量的90%，目前不到15%；另方面氧气转炉钢那时很少，现在占65%以上；这些都是技术发展的必然结果。

从前文所述可以看出，未来在工艺路线及产品构成方面还将有明显的变化。即直接还原—电炉路线将有较大的发展，而高炉—顶吹转炉路线则将相对地缩小。亦即电炉钢所占比重将有较大的增加。估计到2000年在

*据日本资料，其年增长率估计为4%。

世界钢产量中,各种炼钢法所占的比重如下:

氧气转炉钢 65—70%

电炉钢 25—30%

平炉钢 <5%

亦即电炉钢产量在今后二十年内将增加两倍多,达到4亿吨以上。

钢铁工业结构所以会发生这种变化,有下列几方面的原因:

1. 直接还原和海绵铁电炉炼钢在技术上已经成熟。

2. 从生产技术、原料供应、能源需求、环境控制、市场销售及投资能力等着眼,高炉—顶吹转炉路线已接近极限^[1],继续按这种流程搞设备大型化,已经没有好多优越性了。

3. 发展中国家的钢消费量今后将有较大的增长。这将促使她们努力发展本国的钢铁工业。但建设采用高炉—顶吹转炉路线的综合钢铁厂,必须具有年产300万吨以上的生产能力,才能够充分利用大型化的优点,进行最为经济有利的钢铁生产^[4]。而按目前估计,这种大型钢铁厂的基建投资,在一般情况下,将需要36—42亿美元,而建设一座采用直接还原—电炉路线、年产能力为60万吨的小型钢铁厂只需投资4—4.5亿美元。并且这两种工厂能在相同成本下生产相同的产品。因此,从投资小、见效快、建厂灵活性大(可分批、分散建厂)等优点看来,采用电炉炼钢路线对发展中国家较为合宜。近年来发展中国家以及美国、意大利等工业化国家发展钢铁工业的实际作法也证实了这一点;修建“小钢联”也将成为一种发展方向了。

4. 从环境保护着眼,采用电炉路线所造成的污染较小,污染控制费用也较少。

5. 从长远看,拥有原料及能源的发展中国家生产低碳钢(采用上述电炉路线的主要产品)的成本较为有利。

6. 直接还原路线的能量消耗量比高炉路线的低,前者在使用能源的类型上也有较大的灵活性。

生产技术进一步发展

科学技术的进步促进工业的发展。今后钢铁工业的生产技术也必将随着整个科学技术的发展而进一步发展。从现有资料看来,未来一二十年内的发展方向大体如下:

炼 铁

高炉将继续通过强化冶炼过程、改进操作技术(包括计算机控制)来提高效率、降低焦比。估计到2000年,焦比可能降到350公斤/吨铁以下。另方面,向大型化发展的趋势将逐渐消失,虽然也可能在八十年代末期出现6000米³容积或更大的高炉。此外,直接还原技术将有更大的改进和发展。在开辟炼铁原料和扩大低质煤应用(包括型焦的推广使用)方面将取得进展。

炼 钢

在顶吹转炉方面,除了努力改进现有控制技术,提高终点命中率,确立快速出钢技术^[3]以外,还将力求改革现有工艺,把准备工序(造渣)和调整工序(终渣精炼)从转炉中分出(在炉外预先准备炉渣熔体和在转炉内将钢液吹炼至很低含碳量时停吹,然后在钢水包内将碳增至规格含量并进行二次精炼),这就可以使终点吹炼大大简化,并能用标准化的高生产率的工艺手段冶炼出品种广泛的优质钢。

电炉方面,超高功率大型电弧炉(变压器单位功率为500—800千瓦/吨装料)将进一步发展。随着海绵铁炼钢的逐步扩大,大吨位电炉冶炼碳素钢的比率可能达到75%以上^[31]。此外,电炉内吹氧和电磁搅拌的技术可能获得广泛的应用。

在钢水二次精炼方面,较有发展前途的是向钢水喷吹携带有活性元素粉末或化合物

的惰性气体的炉外精炼法，以及钢水的真空处理和合成渣处理。各种重熔法也将有相应的发展。其中氩氧脱碳炉将朝着提高炉衬寿命、用较廉价气体（如氮气）代替氩气的方向发展。

在连续铸钢方面，将发展连铸的自动控制及计测技术，并研究如何扩大连铸生产、加大铸坯、增加断面形状和扩大浇铸钢种。连铸在整个浇铸能力中所占的比重，目前大约为22%，预计在今后十年内可能达到50%。

轧 钢

轧钢工艺将继续在自动化、连续化方面得到改进和发展。即在计算机控制的基础上加强轧件和产品的测量和检验工作，保证以精确的最小公差快速地连续地轧制出最佳质量的钢材。

为了节省能耗，在热轧时将推广直线轧制和热装料，在冷轧时将推广采用连续退火工艺。

钢铁生产连续化

如何利用连续炼钢技术，配合以连续铸钢和连续轧制，组成从矿石到钢材的真正的连续作业线，这是钢铁工程师几十年来努力追求的宏伟目标。如果实现了这个目标，则可使生产流程大大简化，能量消耗大降低。那将真正是钢铁工业发展过程中的一项重大突破。

现时所谓连续炼钢是指将铁水（生铁）连续冶炼成钢水，其优点是很多的，上文中已经论述。也有一些缺点（例如难于小批量地生产不同的钢种），但不是不可以设法补救的。可是，把连续炼钢同连铸连轧配合起来，构成大规模高效率的连续生产线，还有许多问题需要解决。而铁水的连续生产则尚须高炉实现连续出铁或从直接还原到电炉炼铁（炼钢）实现连续作业才行。因此，真正的大规模连续生产线能否在本世纪内出现，是有疑问的。但在这方面将逐步取得进展，则是肯定

的。

能 源

据国际钢铁协会的研究，现代化钢铁厂的总能量消耗量已接近于对模型工厂计算的理论消耗量——4859兆瓦/吨钢（其中大部分耗用于铁矿石的还原）。因此今后的主要问题是能量的节省和使用能源类型的灵活性^[1]。估计除了继续发展各种节能措施外，扩大燃料类型（如推广使用型焦）和探索新能源仍将是发展的方向。例如日本已拟定了设置有5万千瓦出热量的高温气冷反应堆的原子能炼钢系统（定名为FM-50系统，采用竖炉直接还原法，利用反应堆的热量将还原性气体加热到850—1000℃）。按此系统设计和建造的试验工厂将在1986年前后投产。这一新技术可望在九十年代试验成功，并在工业上应用。又如苏联正在研究利用磁流体动力学原理来发电和运输铁水以及利用细菌进行污水净化处理和铁矿石选别，这些也都是部分解决能源问题的措施。

环 保

今后对环境保护工作将更加重视。在这方面的主要研究方向是减少或停止排放有害物质，减少淡水消耗量，发展更有效地净化工业废气和污水的新技术和新设备以及不受污染的供水系统。但是解决环境问题的根本对策是消除产生污染的根源。目前的努力在很大程度上针对如何降低烟尘、高温、噪音、气流等的影响，可是单靠修建高烟囱、安装更多的滤气器、使用更大马力的风扇或采用更有效的护耳器等消极防御措施是不够的。真正的解决办法是发展很少产生或不产生三废的生产工艺（即对全部原料、半成品和产品都进行彻底处理），例如完全取消产生特多烟尘的生产工序（烧结、炼焦），在所有工艺设备中不再使用空气，从而大大减

少烟气量,避免从炉内放出的铁水、钢水及烟气随意暴露在大氣中,等等^[25]。

结 束 语

历史总是向前发展的,人类总是不断进步的,钢铁工业的生产技术也必然要不断改进。由于历史的原因,亚非拉地区的钢铁工业比较落后,但是今后将得到较快的发展。一方面许多发展中国家具备发展钢铁工业所必需的原料和能源,另方面直接还原—电炉炼钢路线的技术成就又为钢铁工业的分批稳步发展创造了条件。同时发达国家为了自身的经济利益也乐于向发展中国家输出技术和设备,帮助她们发展钢铁工业。因此,发展中国家必然要充分利用这些有利条件,逐步实行工业化,并提高国民生活水平。

一般说来,发展中国家在发展本国的钢铁工业时,应该根据本国的资源情况、经济及技术水平来进行。在废钢和粘结煤缺乏、但天然气、矿石和电力资源丰富的国家和地区,应当修建用海绵铁炼钢的“小钢联”,着重满足当地的需要。我国的钢铁工业虽已有一定基础,但就其生产能力而论,是远远不能满足实现四个现代化的需要的,今后还必须来一个大发展。这除了须要按照“调整、改革、整顿、提高”的方针努力挖掘现有设备潜力以外,还须要分批建设一些新的钢铁厂。由于我国幅员辽阔,人口众多,资源分布不平衡,似可考虑在沿海平原地区修建一些现代化的年产300—600万吨的大厂,而在偏远地区修建一些年产20—50万吨的小厂。在修建大型钢铁厂时,自然要尽量采用最先进的技术和设备。而在修建小型钢铁厂时,则应因地制宜,采用不同的直接还原—电炉路线,以充分利用当地的资源。在扩建改建原有企业时,从现有条件出发,似乎不一定都改为最大型的设备,2500米³左右的高炉和250吨上下的转炉可能是比较合宜的。原有平炉也还需要保留一段时间。

参 考 文 献

1. G. W. van Stein Callenfels, «Metals and Materials», 1979, July/August, 45—52.
2. Karl L. Fethers, «Iron and Steel-maker», 6 (1979), №6, 7—13.
3. «铁と钢», 65 (1979), №5, 3—47.
4. W. Korf, «Steel Times», 207 (1979), №2, 125—128.
5. «Metal Bulletin», 1975, №4, 7.
6. Joseph K. Stone, «Iron and Steel Engineer», 56 (1979), №9, 41—46.
7. John A. Kotsch et al., «Iron and Steel Engineer», 54 (1977), №2, D1—D24.
8. «Iron and Steel International», 49 (1976), №3, 163—170.
9. Joseph K. et al., «Iron and Steel Engineer», 56 (1979), №9, 41—46.
10. J. D. Young, «Steel Times», 207 (1979), №6, 84—89.
11. H. Hatzenbichler, «SEAISI Quarterly», 8 (1979), №2, 16—26.
12. «Ironmaking and Steelmaking», 6 (1979), №3, 6.
13. «33 Metal Producing», 16 (1978), №11, 37—39.
14. «Steel Times», 207 (1959), №7, 481—485.
15. Norman L. Samways, «Iron and Steel Engineer», 56 (1979), №2, 49—50.
16. «Revue de Métallurgie», 74 (1978), №12, 232-E.
17. «Stahl u. Eisen», 99 (1979), №12, 599—607.
18. 面田和利: «铁と钢», 64 (1978), №13, 112—117.
19. J. David Carr, «Iron and Steel Engineer», 56 (1979), №2, 51—53.
20. 阎庆甲: «高炉生铁的炉外脱硫», 科学

- 技术文献出版社 重庆分社, 1979, 1—14.
21. «Iron and Steel Engineer», 56(1979), №1, 63.
 22. H. Ooi et al.: «Iron and Steel Intern.», 52 (1979), №3, 135、137、139、141、143.
 23. 伊木常世: «铁と钢», 65 (1979), №1, 3—23.
 24. «Steel Times», 205 (1977), №1, 65.
 25. Sven Eketorp: «Iron and Steelmaker», 5 (1978), №12, 37—41.
 26. Y. Kalinnikov: «Iron and Steel Engineer», 56 (1979), №9, 39—40.
 27. Yasaburo Yazawa: «Iron and Steel Engineer», 55 (1978), №6, 25—30.
 28. William T. Hogan: «Iron and Steel Engineer», 54 (1977), №11, 25—37.
 29. «Iron and Steel Engineer», 56(1979), №2, 65.
 30. John A. Kotsch et al.: «Iron and Steel Engineer», 56 (1979), №2, D1—D38.
 31. «Сталь», 1979, №2, 111—114.

八十年代世界钢铁生产技术预测

J. David Carr*

近年来, 世界钢铁工业已经多少经历了它本身漫长而严酷的萧条期——这是这个时期的基本轮廓。国有化的英国钢铁工业, 去年估计损失 8 亿美元。法国钢铁工业不得不依靠政府帮助来摆脱困境。情况最好的日本人, 据说也只能做到盈亏相抵。同时, 他们还在输入美国时不顾所谓“自控价格”的规定, 不断地打击美国钢铁公司——世界上唯一显得还有盈余的主要钢铁联合企业。

虽然如此, 世界钢铁工业的前景仍有其光明积极的一面。这个前景植根于对钢铁的需求这个基本的经济法则和满足这个需求所必要的技术上。

以下是最近提交“美国工业工程师协会”的一个报告。

生产 1 吨钢铁, 就得采掘、运输、混合和加工处理 3.5 吨之多的原料, 还要消耗大约

3200 万英热单位 (8064 兆卡) 的能量。这些工作, 只有通过集中在适当组织之内的非常庞大而又昂贵的运输和生产设备才能有效完成。使这些设备能够高度利用和协调一致地工作, 对于成功地保持上述操作的连续性而言, 是至关重要的。

基于这些, 世界钢铁工业是以大型工业设备为其特点的。就是发展中国家在建立它们各自的钢铁工业能力时, 除产品种类和产量都极其有限的所谓小型钢厂外, 情况也是如此。

应该记住全世界钢铁的基本点。

第一、对任何工业经济而言, 钢铁是基本工业物资, 又是可能得到的成本最低、用途最广的工程材料。每一个工业国家所关心的, 不只是它所逐日需用的钢铁的来源, 还有为其发展所必需的长远的钢铁可能供应量。

*本文作者为美国钢铁公司所属工程顾问公司顾问部副主任。文中主要讲美国的情况, 且不无为美国吹嘘之处, 请读者予以注意——编者

第二、钢铁冶炼没有秘密。工艺、管理、原料、设备等都可世界市场上购得。

第三、现今的钢铁冶炼工艺，在提高生产效率 and 提供优质产品上都显然超过了其它设备的工艺。美国在传播这方面的知识上起着领先的作用。

第四、钢铁是一种世界性商品，是按相当标准的型式出售的。世界任何地区的剩余能力能够满足其它地区的需要。同时，对钢铁的需求，在世界经济范围内是相互关联的，往往是同时增加或减少。

最后，钢铁工业要受资本支配。一个相当规模的钢铁联合企业需要一笔巨大的投资。大约一个250—300万吨的经济上合理的联合工厂，其投资要超过40亿美元。

要弄清世界今后对先进钢铁工艺的需要的前景，必需从钢铁产地着眼。产地是决定工艺需要的关键。市场完全是另一回事。因为每4吨产品中大约只有1吨进入了国际贸易。所以，以下将完全用吨位来说明生产。

在考察下一个十年的世界钢铁生产时，有些情况是很清楚的，但有的则比较模糊。清楚的是，将需要较多的生产能力，但是在世界各个地区略有差异。

不清楚的是，需要的能力究竟多大和什么地方需要。当然，世界大部分地区的现有能力，现在并未全部利用；但对钢铁需求量的增长，却又无疑地要求今后十年要有较多的能力。关于这方面的情况，美国钢铁公局作了一个接近真实的估计。先看一下1977年的实际钢产量：

	1977年原钢产量	
	(万吨)	(%)
北美	12700	19
西欧	15400	23
日本	10200	15
共产党国家	23200	35
发展中国家	5500	8
全世界(合计)	67000	100

这6.7亿吨原钢产量，看来是略低于世

界大部分地区的全部能力的。以下的数字是对1985年所作的估计，也很可能是85年以后2—3年的情况。

	1985年估计钢产量	
	(万吨)	(%)
北美	16000	18
西欧	20000	22
日本	13500	15
经互会国家	30000	33
发展中国家	10500	12
全世界(合计)	90000	100

这些数字表明，八十年代中期或后期的世界钢铁生产，从产量分布看变化并不是很显著的。只是在地区的百分比上，发展中国家所占的比例，因其它地区相对减小而有较大的增长。

所以，在下一个十年结束之前，全世界究竟需要增加多少原钢生产能力是不清楚的。也许在1—2亿吨这个范围内。但不管多少，总意味着世界上新增加很多大型钢铁联合企业，可能还有从现有设备发展起来的联合企业。

由此可知，对最新钢铁工艺的一个主要要求，就是在未来十年内有效地提高钢铁产量。而且根据合理的判断，这种要求在10年以后自然还要增大。增产的要求是要随着许多经济因素而变化的，其中无疑要包括未来的石油可用性和油价。这方面的影响，在世界不同地区可能有很大差异。

1977年用不同方法生产的原钢所占的比率(%)

国别	氧气转炉	平炉	电炉
美国	62	16	22
西德	74	13	13
日本	81	<1	19
苏联	27	63	10
印度	22	64	14

上表是几个主要国家的按工艺类型分类