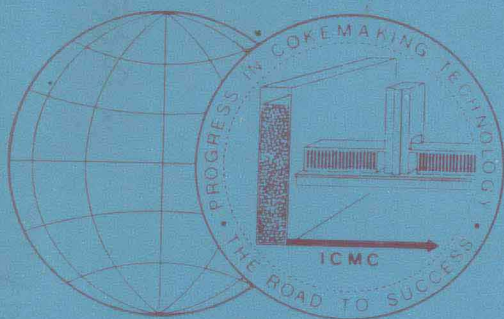




第一届国际焦化会议论文集

陶著 李哲浩 虞继舜 姜荆 何选民 等译

**FIRST INTERNATIONAL
COKE MAKING
CONGRESS**

冶金工业出版社

第一届国际焦化会议论文集

陶 著 李哲浩 虞继舜 姜 荆 何选民 等译

江苏工业学院图书馆
藏书章

冶金工业出版社

第一届国际焦化会议论文集

陶 著 李哲浩 虞继舜 姜 荆 何选民 等译

责任编辑 许晓海

(内部发行)

*

冶金工业出版社出版发行

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

北京昌平百善印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 $36\frac{1}{4}$ 字数894千字

1990年10月第一版 1990年10月第一次印刷

印数: 00,001~3,000册 定价: 20.90元

ISBN 7-5024-0796-0/TQ·34

译者的话

第一届国际焦化会议于1987年9月在联邦德国埃森市召开，它是世界焦化界空前的盛会。这次会议总结了70年代，尤其是80年代世界焦化技术最先进的成果，并且展示了90年代以至21世纪焦化技术的发展前景。

会议英文论文集分1, 2, 3卷(第3卷为增补卷)，共收集73篇论文。中译本将3卷合为1册。内容包括：会议两位主席的主题演讲，欧洲炼焦委员会的专题报告，炼焦配合煤的调整，炭化机理的新发现，焦炭质量和焦炭在高炉中的行为，高效能高炭化室炼焦炉的操作和新炭化技术，自动化、过程的监测和控制，作业安全、健康和环境保护，煤气精制和副产品回收，节能的改进等。

本书可供焦化、燃气、煤化工和综合利用等行业从事生产管理、设计制造、教学、科研的工程技术人员参考，并可作为高等院校煤化工、煤加工工程、煤综合利用等专业的师生和技术人员学习进修当代最先进的焦化技术，进行工程继续教育的读本和参考书。

论文集英文本由各国论文作者用英文撰写打印复制而成，中译本按照原有次序及原有英文编写翻译出版。对原文个别不清楚的图及文字错误处，译者作了适当删改；论文标题、名词术语因国别而不同，中译本中尽可能将其统一。因为参考文献多数为作者本国文献，在我国不易查找，故略去。

由于论文集内容极为丰富、新颖、译者水平有限，书中的缺点和错误在所难免，欢迎读者批评指正。

1990年3月

目 录

第 1 卷

A1	钢铁工业仍将长期依靠高炉焦的供应, 高炉和氧气转炉炼钢工艺仍继续占统治地位	(1)
A2	高炉焦的生产能够长期保证在经济上有利可图并在价格上有竞争力——通向新型炼焦系统的道路	(9)
B1	N. Italsider公司高炉焦的炼制, 配合煤组分的选择标准及其预处理	(29)
B2	炼焦过程的能耗	(37)
B3	欧洲高炭化室焦炉寿命展望	(46)
B4	从焦炉煤气中回收 H_2S 和 NH_3 的工艺的比较	(55)
B5	在欧洲经济共同体焦化工业中改进劳动安全、健康和环境保护的联合研究	(65)
C1	从死料柱焦的分析估计高炉中焦炭的破损	(72)
C2	从死料柱焦炭取样看焦炭在高炉中的行为	(78)
C3	提高焦炭质量改善 $3000m^3$ 高炉生产条件	(88)
C4	高炉焦在 $2000^{\circ}C$ 时的行为	(97)
C5	高炉焦及其抗碱性	(105)
C6	碱对高炉焦的化学和物理的影响	(115)
D1	综合结焦模型的发展	(123)
D2	通过计算机控制层析X射线摄影法(CT)对煤炭化过程的在位观察和对炉室宽度方向上焦炭质量的评价	(131)
D3	固体燃料脱挥发分过程的影响参数和结果函数	(137)
D4	差热分析和热重量分析在炭化研究中的应用	(144)
D5	烟煤的主要性质对炭化过程的影响	(148)
D6	设计焦炭质量的新系统	(156)
E1	炼焦煤的评价	(160)
E2	煤和沥青结焦机理的研究	(166)
E3	加拿大炼焦煤质量的改进	(173)
E4	从配煤及炼焦工艺看焦炭抗碱性的改进	(186)
E5	预热煤研究	(192)
E6	印度煤的捣固装炉	(200)

第 2 卷

F1	大容积焦炉的设计.....	(208)
F2	焦炉加热墙面偏移的测量及其意义.....	(215)
F3	大容积焦炉操作经验在凯撒斯图尔新炼焦厂设计中的应用.....	(223)
F4	Solmer 焦化厂运行13年后生产率规律性及质量所达到的水平.....	(229)
F5	Saarberg 捣固装炉技术的最新发展和实践的可靠性.....	(239)
F6	Ancit 热压型焦与热压料球焦.....	(248)
G1	用现代信息技术管理老焦化厂.....	(257)
G2	焦炉加热的最佳方案与初步操作结果.....	(265)
G3	高炭化室焦炉的程序控制及节省人力的效果.....	(271)
G4	Usinor Aciers Dunkirk 新焦炉加热操作控制特性的选择.....	(281)
G5	炼焦自动控制技术的进展.....	(286)
G6	焦炉控制的改进.....	(296)
H1	焦化厂劳动安全、健康保护和环境保护.....	(304)
H2	事故预防和健康保护——有效的管理条例.....	(310)
H3	焦化厂大气污染控制进展.....	(314)
H4	焦炉推焦粉尘对环境的影响——试验和理论研究.....	(321)
H5	降低焦炉废烟气中 NO_x 的含量.....	(328)
H6	干熄焦除尘.....	(335)
I1	SOLLAC 焦化厂焦炉煤气的净化.....	(342)
I2	林茨焦化厂新的 H_2S 洗涤装置.....	(356)
I3	焦化厂化产车间把工艺过程描述性变量的测定作为自动化的必要条件.....	(363)
I4	大阪煤气公司堺厂用焦炉煤气生产代用天然气.....	(367)
I5	煤沥青应用的研究.....	(374)
K1	能耗对焦炭生产的经济影响.....	(379)
K2	荒煤气的余热回收.....	(383)
K3	干熄焦与蒸汽热载体煤预热联合工艺.....	(394)
K4	干法熄焦强化能源利用.....	(401)
K5	从传统到现代化——台湾中国钢铁公司焦化厂副产车间的节能和环保...	(404)

第 3 卷

I.1	焦炭强度基本性质的测定.....	(412)
I.2	高炉冶炼钒钛磁铁矿时焦炭的行为.....	(421)
I.3	根据中国炼焦煤特性预测焦炭质量.....	(425)
II.1	在煤-沥青共炭化体系中惰性组分和流动氢的作用.....	(432)
II.2	预热捣固炼焦的实验室研究.....	(442)

Ⅱ.3 高温焦油中化合物的形成.....	(452)
Ⅲ.1 用活性添加剂提高炼焦配合煤的焦炭强度.....	(462)
Ⅲ.2 Usinor炼焦厂的选配煤技术.....	(467)
Ⅲ.3 改善由高灰分低流动性印度煤生产的焦炭质量的研究.....	(477)
Ⅲ.4 配添加物与煤料压实相结合的炼焦新工艺对焦炭质量的影响.....	(487)
Ⅳ.1 炭化室尺寸对焦炉建造费用的影响.....	(494)
Ⅳ.2 英国煤炭科学院对结焦压力和出焦问题的研究.....	(502)
Ⅳ.3 石灰焦炼铁机理及生产过程中的某些问题.....	(511)
Ⅴ.1 焦炉炭化室墙非接触式温度测量系统.....	(516)
Ⅴ.2 焦化厂可控三相交流驱动操作机械的位置控制.....	(522)
Ⅵ.1 炭-生物膜法处理焦化废水.....	(526)
Ⅶ.1 洗油的综合利用与苯吸收剂性能的改善.....	(533)
Ⅶ.2 焦化设备损坏的原因和煤深度加工设备中材料选择与加工问题的建议.....	(538)
Ⅶ.3 在印度的情况下回收有价值的煤化工产品.....	(552)
Ⅶ.4 管道输送中焦炉煤气和沼气的脱水.....	(557)
附录:	
大连重型机器厂焦炉机械的现代水平.....	(563)
联邦德国DIDIER公司.....	(565)
斯蒂尔-奥托公司简介.....	(566)
克虏伯-考伯斯公司的新技术.....	(567)

第 1 卷

A1 钢铁工业仍将长期依靠高炉焦的供应，高炉和 氧气转炉炼钢工艺仍继续占统治地位

〔西德〕 Karl Heinz Peters, Thyssen Stahl AG,
Duisburg

在当今现代化的工业时代，如果没有钢铁，我们社会生活标准的显著提高将是不可能的。全世界的技术进步和繁荣同钢铁工业密切相关。

如果我们长期以来致力于重点在于高产值的高级钢产品的制造，而在将来则将更多地从顾客的观点出发去考查“钢产品”这一名词。这里存在着很多的开发新钢材质量品种领域的机会。如果全世界的专家们也能首肯的话，不妨说钢仍不失为一种富有吸引力的材料。由于钢逐渐被其他材料所代替，其重要性已经减少，但是炼钢工艺也将奋起冲破它的旧有桎梏。如同过去一样，在将来，应用钢作为一种新的材料的各种可能性虽然是存在的，但关键的事情仍然是通过研究和开发，进行连续不断的炼钢工艺的技术改革。

目前全世界年需钢7亿t，这些钢以不同的工艺冶炼。这些工艺在相当大的范围内是由包括钢制品的数量和型号、原料和能源的利用价值、能源转换形式以及副产品和剩余能源的利用等因素所左右的。

简要地来看，炼钢主要的工艺流程可以分为两种类型，一类为“从矿石到钢”，而另一类为“从废钢到钢”。

毫无疑问，“从废钢到钢”的炼钢工艺流程从能量消耗来看是适宜的，因为这种炼钢流程从开始直到液态钢阶段，所需的能量仅为“从矿石到钢”流程所需的三分之一。

因此，这一炼钢流程不仅合乎逻辑地被采用为一种成功的钢铁自循环方式，并且废钢铁能全部地被用于炼钢工业。

可用的废钢铁包括炼铁和炼钢过程中产生的，轧钢和后续加工过程产生的以及基建或大修理中产生的废钢铁。

由于日渐采用连续铸钢工艺，从炼铁厂和炼钢厂所能收集到的废钢铁越来越少，这就意味着将来轧制钢数量将几乎与原来粗钢产量相等

从轧钢过程中收集到的废钢正常地直接返用于炼钢时是不含杂质的，也可以说是一种炼钢精料。

基建或大修理出来的废钢铁则另当别论，二三十年来都是返用的，在某些情况下含有一

定量的杂质。如果必须制造复杂的高品质钢产品，这类废钢铁还需在电炉中经过一次不太困难的中间精炼，即使这样，仍然比在高炉中由矿石到钢所需的费用少得多。

在全世界年产7亿t的钢产量中，通常每年用于内循环的废钢量为250~300万t。这一数量中三分之二用于废钢熔化法，三分之一用于氧气转炉炼钢法。

每年铁的需要量保持在4.5亿t左右，经由“从矿石到钢”的工艺流程制得。在此把矿石冶炼并还原成生铁，很大一部分的还原作用是被用来分离氧，渣及铁。为此目的所需要的原料，主要是矿石和焦炭。好在那些已经被开发的资源在数量上都能供应很长的时期。

炼钢工艺流程迄今仍然是高炉—氧气转炉工艺占着主导地位。

在比较详细地叙述高炉—氧气转炉工艺发展以前，必须简要地回顾一下世界范围内的市场形势变化。

显然，世界钢消耗量急剧上升，并且随着新兴国家内第一流的非常现代化的炼钢能力的建设，工业发达国家的炼钢能力则相形见绌了。

由图1可见，在1976~1986年铁水平均年产为4.9亿t，波动率为±10%。

美国、日本和欧洲共同体的铁水产量已经相当大地下降。

在西德，铁水产量从占全世界铁水产量的6.5%下降到5.8%，而与平均趋势持平。

在中央计划经济国家（即社会主义国家），铁水产量从占全世界的33%稳步地上升到42.5%。在第三世界诸国和地区，巴西、南朝鲜和台湾，在1976~1986年内铁水产量增加80%，并在1986年占世界铁水产量的10%。

图1的比较方式当然共同分担了全统计量中所有负值成分，因此比较表中给出的数据只适用于大范围经济区域，在这些经济区域内部，在不同国家中，由于原料和能源获得程度的不同，其产量的变化会有明显差别。

人们要问，炼钢工艺流程的哪些变化会影响铁水生产的未来发展？图2所示的是世界范围内不同炼钢工艺分占钢总量的百分率。显然平炉钢仍然占有使人震惊的高份额，这主要是由于在某些国家中技术革新进行缓慢。在欧洲共同体中，其图示则非常不同。电炉钢平均占27%份额，而在西德，所占比例稍低于19%。这与前面所述的内容相吻合，即在欧洲共同体中全部使用氧气转炉，每吨粗钢的铁水消耗量只需680kg。

高炉工艺在哪些方面已经发展了？今天的发展情况怎样？有什么成就为我们所公认？

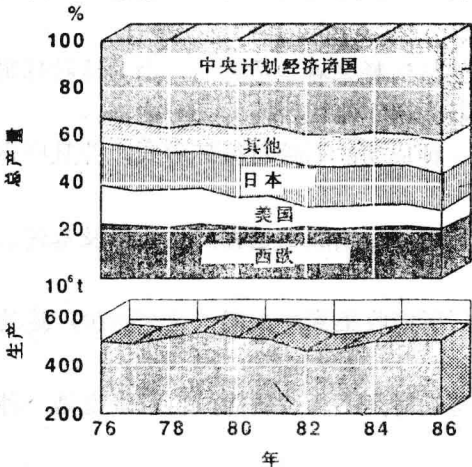


图1 世界铁水生产

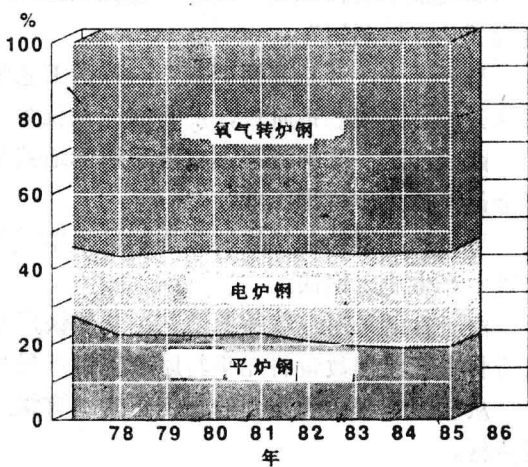


图2 世界上不同方法生产的钢产量

灰口铁是在什么时候和什么地方发明的,不能肯定。但是根据亚里士多德 (Aristotle) 的著作, 铁冶炼工艺在耶稣诞生以前很早就知道了。13世纪, 德国已经在高炉中冶炼出灰口铁。最初用木炭作燃料; 约在1719年, 英国开始试验用炼焦煤炼出的焦炭作燃料。1796年德国第一座用焦炭操作的高炉在Gleiwitz皇家冶炼厂投产了。在鲁尔区, 1850年把焦炭第一次用作高炉燃料。对于燃料 (指木炭) 供应困难的厂家, 其高炉全部用焦炭。同时由于采用了预热鼓风, 降低了焦比并增加了高炉的产率。

1874年, 德国Reich有472座高炉, 其中339座高炉投产, 生产160万t铁水 (图3)。在1896年, 即在德国第一座用焦炭操作的高炉投产100年后, 仅从263座可用高炉中的212座就生产了460万t铁水。在以后的年份中, 高炉的数目进一步减少, 而高炉的尺寸及其产量都增加了。图3表明高炉工艺整个历史的这种趋势。

发展过程这样缓慢的原因不是由于高炉工艺过程本身, 今天它仍然和过去一样基于上升的热煤气使下降的炉料加热和还原的逆流原则。说得更恰当一点, 主要原因是发现在当时使用的机械和电气设备、检测和调节技术以及耐火材料质量的某些不适当。

后来焦炭操作的高炉在尺寸、技术改善、效率以及投入的原料和燃料的利用率方面都已经稳定地进一步发展, 这种发展在过去30年内特别活跃, 从而形成日益合理的操作条件, 使之成为生产铁水的合理而且优化的主要途径。

不仅炼铁流程, 而且高炉的结构及其辅助设备也都有了长足的发展, 这在30年前是无法想象的。

叙述整个技术革新和改革的细节未免过于烦琐, 必须指出的只是少数主要措施和变化 (图4和图5)。

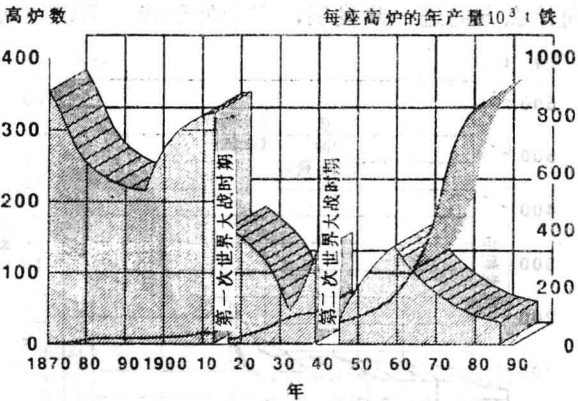


图3 德国操作的高炉数和高炉年产量

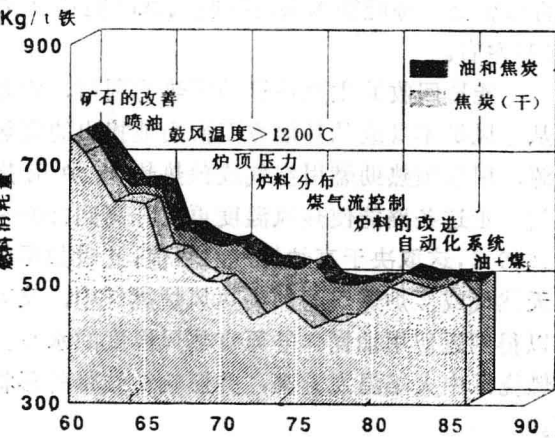


图4 降低燃料消耗的措施

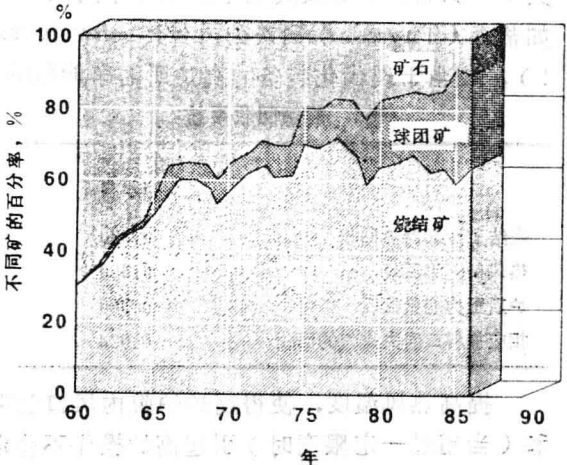


图5 用于炼铁的矿料

1) 从自产低品位铁矿到国外富铁矿的转变, 因而配料结构有很大的变化;

2) 大规模生产烧结矿和球团矿, 在配料中增加到100%;

3) 高炉容积增大到2倍以上, 炉缸直径扩大到15m, 高炉产量增加10倍, 达到日产万吨以上。每吨铁水渣量从700kg降低到300kg。焦比从每吨1700kg降低到500kg, 同时鼓风温度升高到1300℃以上。富氧鼓风, 提高炉顶压力的操作技术也采用了。用新开发的炉顶炉料分布系统实现选择性的炉料分布。喷吹燃料增加到占整个燃料消耗的25%以上。

今天, 上述各项高炉工艺改革和技术革新的成功, 必然促使对炉料(焦炭、烧结矿和球团矿)质量标准予以调整。原料检验新方法的采用, 首先是高炉操作条件下的在线检验方法已经成为主流。

从1960年起到1973年爆发第一次石油危机止, 工艺技术上喷吹油以节约焦炭。在1973~1980年(从现在观点来看, 这一石油危机时期只能说是中等油价时期), 高炉工艺技术应当向什么方向进一步发展, 完全处于徬徨莫定的状况(图6)。

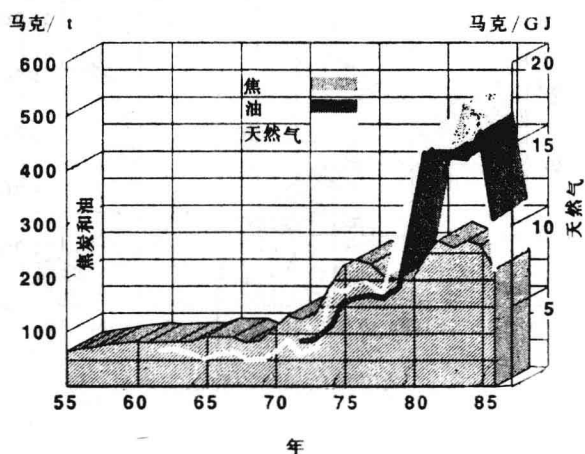


图6 能源的价格

由于第二次石油危机在1980年爆发, 迫使人们不得不采用最合理价格的能源, 一度中止了喷吹油, 采取在热风炉内喷入天然气以达到高鼓风温度, 并在鼓风中添加氧气。全用高炉煤气加热的热风炉, 其鼓风温度较低, 使得高炉产率下降6~8%, 并且吨铁焦比升高20~30kg, 因而无疑地意味着是个不经济的操作方法。

由于原始能源(焦炭)价格过高, 高炉工作者抱怨不能充分发挥设备的工艺技术水平。这就必须试验提高系统中能源回收的程度, 方法是早就为人熟知的, 但因投

资太高长期未被采用, 现在由于能源价格上升, 这些方法在经济上变成有竞争力的了。

在1980~1984年之间, 这些措施被采用并被人们所理解(这也与环境保护条例实施有关)。从高炉本身及其上下道工序车间及设备来的“废能”被引入循环(回收后利用), 例如蒂森(Thyssen)钢铁公司在其Schwelgern的高炉上, 每吨铁水共约回收1.2GJ能量(表1), 相当于现代化装备的高炉所需净能量的10%左右。

表1 能源回收系统

项 目	能量回收 GJ/t铁
烧结矿冷却器热回收	0.420
热风炉废热回收	0.300
炉顶压力能量回收	0.360
相应加料口漏失煤气的回收	0.024

能量回收的主要项目是废热的利用, 它是从热风炉本身或从其他方面恰当地找出的废热源, 用来预热助燃用空气或预热热风炉用燃气。走这条路能使热风温度再度升高到1200~1250℃, 这取决于高炉煤气的热值; 此时如再将天然气或焦炉煤气添加到热风炉燃气中, 又可以得到近似用油操作的原有热风温度的水平。

提高热风温度, 使得高炉炉腹内风口前端燃烧区中火焰温度升高, 并影响粘结带的形状和(当超过一定限度时)引起高炉操作不稳定。

只要添加一些价格合理的替用燃料就能获得较高而稳定的火焰温度(图7)。如果作一

个热值方面的对比,除了石油以外,其他如天然气、焦炉煤气、煤焦油 and 不同种类的煤,都可以按不同的燃料置换比而加以利用。在西德,将来无疑是采用煤粉作喷吹燃料。以前,喷吹煤粉仅在少数国家采用,在中国和美国 Armco 公司开始采用。1980 年起日本的第一座高炉转为喷吹煤粉,1985 年起,西德也采用煤粉喷吹技术;近来(1985~1987 年)在西德已有 10 座以上的高炉安装了喷煤的装置。

在完全配套的钢铁厂中的高炉是一巨大而完善的设备,尤其是对采用不同种类的能源很灵活。它不仅可以考虑上述的天然气、重油、焦油及目前采用的喷吹煤粉作为辅助的还原剂,而且还可以考虑采用等离子体技术加热。最终从焦炭生产的观点来说,最低焦比的问题当前将显得更为突出了。

因为焦炭在高炉内作为支撑结构和透过气流的料柱,高炉内使用起码数量的焦炭还是很需要的。不能不这样说,存在着最低的(必需)焦比,过去许多资料中都简称为“最低焦比”。G.Hernert 和 K.Hedden 于

1961 年给出每吨铁水 420kg 焦炭的最低焦比(指总燃料消耗),随后 M.Higuchi 等人于 1980 年提出,在技术上可能的最低燃料比(包括喷吹燃料与焦炭)为每吨铁水 405kg。对于焦炭生产者来说,重要的不是总燃料比而是最低焦比。

从 1980 年起,由于使用不同的喷吹燃料,把每吨铁水的焦比降到 380kg 左右是很平常的事,在个别情况下,生产每吨铁水的焦炭消耗量为 350kg 左右,如表 2 所示。今天,在喷煤的高炉中,焦比已降到每吨铁水约为 320kg 焦炭。可以大胆地设想,将来在最理想的条件下并采用喷煤的措施,在最新设计的高炉上用 250kg 的焦比进行操作将是可能的。

在小型高炉试验的基础上,C.R.M 和法国钢铁研究院(IRSID)甚至相信,如果采用所谓的等离子技术,即用电过热鼓风,加上喷吹煤粉,每吨铁水耗用的焦炭可以达到 200kg 或者更低。但此法在最近的将来不可能达到工业规模。

在西德和欧洲,要作出未来焦炭年需要量的预测是困难的,由于在这个区域内钢的需求和生产的未来发展是不确定的。

铁水生产从第一次出铁直到现在,始终主要集中在一个工艺流程,即高炉法。而炼钢生产,自从上世纪重工业生产出现以来,曾经由很多方法生产过,如图 8 所示。锻铁法(又称精炼法)、贝塞麦法和碱性贝塞麦法,已经变成过去的事情了。

在前几十年,通常被描写为炼钢的“黄金时代”,出现过一些闪烁着光芒的新发展。氧气精炼、真空和钢包冶炼及连续铸钢,就是这些上面所述新发展的例子。在最近的将来不可能期望有如此的跃进,但是还会有稳步的发展来降低成本,改进质量和保持市场中主导产品的使用价值。

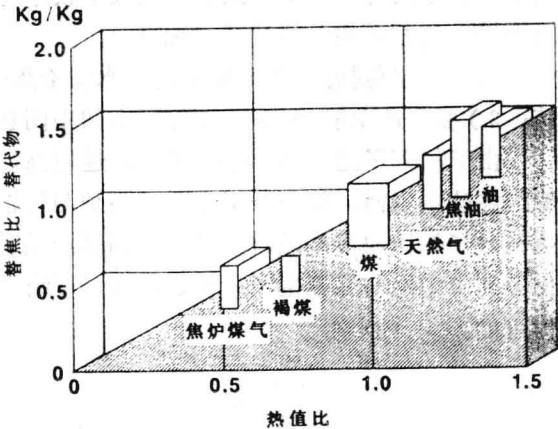


图7 燃料的置换

表2 已达到的最低焦比

燃料 kg/t铁	关西制钢 KSC	日本钢管 NKK	高炉试验 TST
焦炭	381	354	320
重油	37		
焦油		42	
煤			155

不仅高炉工作者，还有炼钢工作者都在为改进工艺技术，产品质量及进一步降低成本而不断地奋斗着。关于工艺技术将来发展的问题经常被人们提到，并且在下列委员会会议上讨论过。包括：1) 转炉炼钢委员会；2) 电炉炼钢委员会；3) 二次冶炼委员会；4) 连续铸钢委员会；5) 90年代钢厂改建会议等。

仅提一下近年内在欧洲召开的上述几个重要会议，它们表明，在高炉，氧气转炉工艺流程中，在不同的上下工序里已经完成了技术的高度发展，使能与目前和将来为提高钢产品质量而采取的技革措施迅速成龙配套。

这些工序包括：1) 高炉炉前铁水沟冶炼；2) 在铁水运输车（鱼雷罐）或计量桶中冶炼；3) 复合吹氧转炉法；4) 炼钢车间中间包冶炼等。

由于加入了这些局部冶炼工序，遂使高炉和氧气转炉之间一直牢不可破的锁链开始瓦解。在这些方面，第一个工序是在高炉与炼钢厂之间采用工业规模的铁水脱硫。无疑铁水脱硫改进了炼钢的成本效益，灵活性和钢产品的质量。铁水脱硫的高度机动性使得分析检验工作必须牢牢地与炼钢生产中每炉冶炼过程结合在一起，从而使以前认为达不到的低硫含量成为可能。

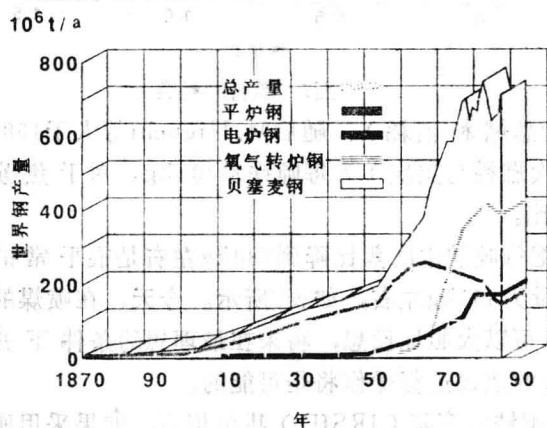


图8 钢生产方法

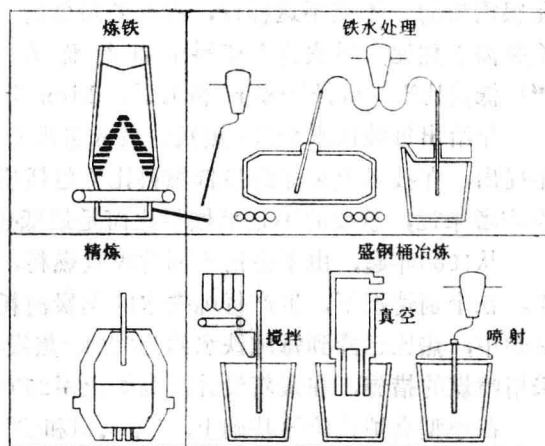


图9 氧气炼钢的工艺流程

将转炉冶炼划分为一些单独的局部的工序，即铁水预脱硅和脱磷以减轻转炉的工作负担，这也是发展的一部分。除非在高炉中凭借工艺检测技术预先准备好低硅的铁水，并且由选择恰当的原料以获得低含磷量，脱硅和脱磷的操作可以采取高炉出铁沟内冶炼的形式，或在转炉冶炼之前的铁水包内冶炼形式来完成。这些措施，尤其是在日本，正在进一步发展。

多阶段铁水处理和现代化炼钢技术的采用，无疑地是走向“连续”炼钢法的重要环节。

在这个方向中最重要的一道工序，在过去几年内由于引入铁水包预处理已经实现，由此各种不同的炼钢项目都可以在最佳的冶炼条件和最经济的成本下完成。

图10表明铁水包冶炼的现行的可能性，其中所介绍的如钢水在真空下处理、固体粉末的喷吹及熔融钢的加热等，仅仅只是提到的一些重要的处理方法。留给转炉的任务主要是脱碳。

还有，如果在下步生产流程中采用上全部带坯连铸，一个全新的未来远景即将展现出来（图11）。

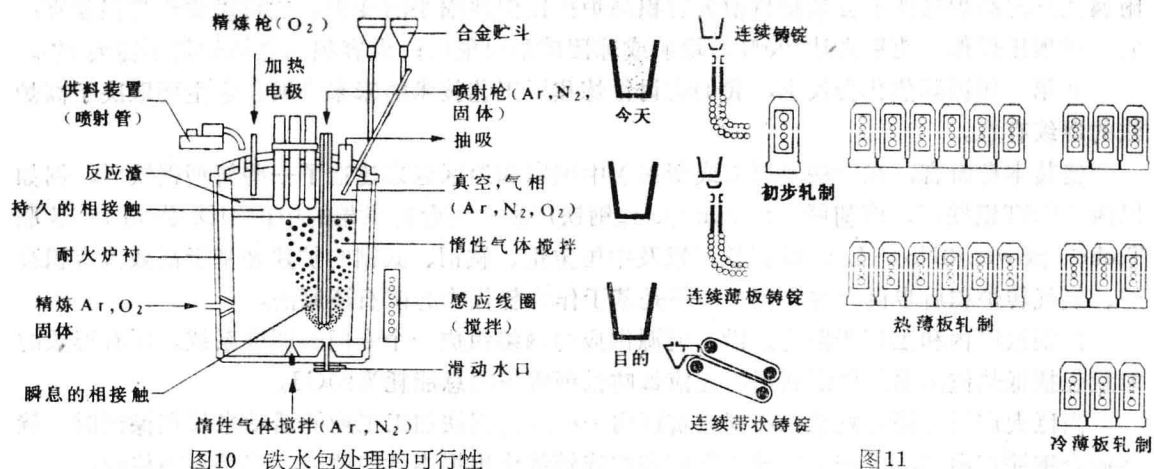


图10 铁水包处理的可行性

图11

如果今天尖端的高级板材只能在生产能力大的生产宽幅板材的轧钢厂生产的话，那将来在生产能力有限的工厂里也应该能有利可图地生产板材。这样的钢厂应该建在急需使用钢材的工业的邻近。

如果将来的发展能遵循这一趋势，假设全世界的废钢铁蓄积量不变，那么以矿石还原得到的生铁仍应达到70%。

这一问题已经并且重复地被提出：生铁生产是否可能不采用“必不可少”的焦炭而使用其他方法？对效率高的高炉的指责是为此必须建设烧结厂和焦化厂，这意味着增加额外投资。

基于此，人们提出当设计新的小型轧钢厂时建设直接还原厂或者（最近提出）熔融还原厂作为生产的第一步。

使用煤气或煤的直接还原法是20年前推出的，其产品是海绵铁，因为它是未熔融的，含有全部夹杂物，对后步加工来说也就具有所有不利条件。相对居高操作费用迫使直接还原厂在世界上只有少数特殊的地方才能立脚，这些地方的原料和能源供应条件都是特殊的。70年代人们常说“直接还原将取代高炉”，现在已经很少有人持此观点了。在1986年仅生产了1270万t海绵铁，与年产量为23600万t规模的高炉铁比较，其产量为1986年全世界矿石炼铁的生铁年产量的2.5%。

新的熔融还原法具有下列优点，如同在高炉中一样，得到的是无渣的液态铁。将它进一步加工为粗钢的优点是，除去显热之外，还有以硅和碳形式存在的化学潜热可以有效地利用。含铁的原料被加工成块状，粉状矿的使用也正在试用之中。煤和氧气作为能源用来产生所需的热量和还原剂。

此法的缺点是废气发生量相当大，要让此法在成本上具有竞争能力，其物理热和化学热的利用显然是一个重要的必须解决的前提。

第一个工业规模的熔融还原厂还在建设中。如果规模为年产100万t铁的工厂能够在1990年中满意地操作的话，该法的知情人和开发者预测，按照乐观的估计到2000年熔融还原法年产量规模可以达到2000万t，相当于目前铁水产量的4%。

当设计和建设这样小型轧钢厂时，时常将附设一座小高炉考虑在内，以便作为第一步工序的替代物。即使作为反应物的煤炭，按照工艺技术上的要求应该事先加工成块状。具有其

附属装置的高炉自然不会是把目前大容积高炉按比例地缩小的变型。它可以建筑得很便宜，它无需顶压操作。使用高达100%的块矿或球团矿是可能的；大容积的热风炉是不需要的。

在第一届国际焦化会议上，我们将讨论炼焦厂工艺技术的未来发展，它主要取决于高炉法的继续存在。

就其本身而言，在一些发展（或新兴）国家和地区近来建造了一些新型钢铁厂，例如巴西的CST钢铁厂，南朝鲜的Kwangyang钢铁厂和中国台湾高雄的中国钢铁公司，苏联Tscherepowez和Now-Lipezk钢铁厂以及中国宝钢、鞍钢、武钢的扩建是基于高效大容积高炉、氧气转炉和后步巨大的轧机，而不是基于作为替代物的矿石还原法。

在钢铁厂内和工厂界限的边沿，能源供应的网络组成一个专门的调度系统。所有形式的能量包括低热值能源的仔细利用，能使每吨粗钢所需的总能耗为20GJ。

当巨大产量的销售只靠在不同经济区内一些大的钢铁加工工业的活动来长期保证时，就将联合钢铁厂中那些大产量的设备所存在的连锁线作出根本性的改变，将是靠不住的。

由于连续带坯连铸的采用，在生产大型宽幅板板的轧钢厂中免去以后所需要的更新投资是可能的。

转炉工艺或许可能在将来发展成或多或少的“连续炼钢”工艺。

一个利用由焦炉出来的富氢煤气操作的小型直接还原装置也是可以建造的。或者在高炉旁边建一个在供应能源上与高炉连结成一体的小型熔融还原装置，也将是正常的。

高炉作为生铁的主要生产设备决不会被取代，并且高炉操作也不可能不用焦炭。

上述最充分的可能性将长期占优势。为了展望未来，这个趋势将是用高炉炼铁和氧气转炉炼粗钢，尤其当这两种工艺联合起来的时候，将显得非常灵活并且能够相当迅速地适应市场的变化。

由于替代工艺的竞争或者由于这样的竞争所加速，高炉是经常更新的，在容积和产品质量方面都能够满足炼钢厂不断增加的需求。

由此引出的任务将驱使高炉工作者和炼焦工作者。象过去那样，在今后的岁月使用技术上的进展进一步改进炼焦和炼铁的工艺技术，经过有目的的和成功的开发工作，今后也能经济地生产出铁水并以适合的产品质量将其进一步加工成钢。

陶 著 译 王五喜 校

A2 高炉焦的生产能够长期保证在经济上有利可图并在价格上有竞争力——通向新型炼焦系统的道路

〔西德〕 Gerd Nashan, Ruhrkohle AG, Essen,
F. R. of Germany

在走向21世纪伊始，今天以铁矿石为基础的炼钢生产工艺流程在下个世纪仍将保持着统治地位。

对于长期地以焦炭供应高炉在环保和价格竞争力上有无可靠性的批评性论调，已经用事实作出了正确的鉴定。现在谁都清楚，高炉焦的供应将来也是有把握的。炼焦技术的发展就是它的能令人信服的证据。它表明炼焦技术在各个转变时期都能够适应现代技术，也能够适应高技术标准的要求。

Abraham Darby I 于1709年在英格兰的煤炭峪 (Coal brookdale) 地方为工业革命创造了一个先决条件 (图1)，当时森林由于几世纪来用于生产木炭已经受到毁灭性的砍伐，Darby经营用沥青煤生产适于炼铁的焦炭。这种焦炭能够在一种竖炉里代替木炭还原铁矿石并将铁熔化。如果没有炼焦工业的发展，在今天，森林将成为罕见之物。

278年后的今天，炼铁生产技术已进步到叹为观止的程度，它仍然是炼钢生产的基础，并且还将长期保持。

278年以来，炼焦生产配合上最新的行之有效的技术诀窍，给图2中的工业发展奠定了基础，而且功居首位！

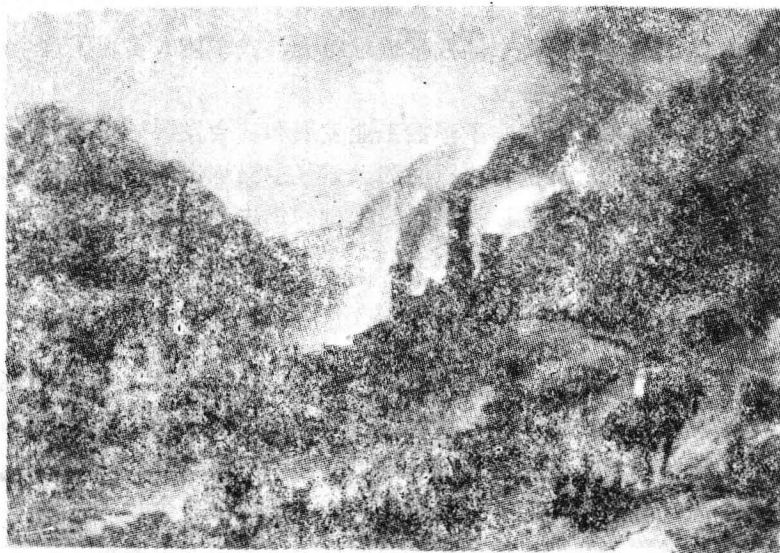


图1 18世纪中叶建于煤炭峪的冶金工厂

18世纪末叶，煤炼焦产生的煤气将光明带给黑暗的房屋和城镇（因此它被称之为城市煤

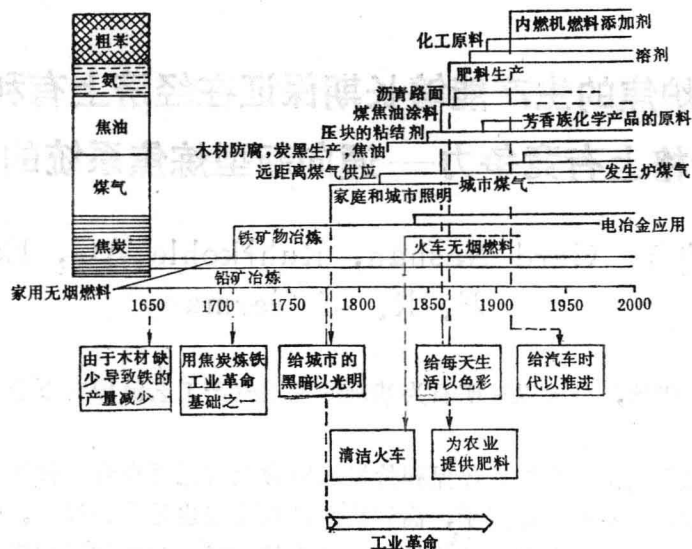


图2 炼焦产品及其在工业和社会上的影响

气)，并且创造了用煤气跨地区供应动力的基础。

焦炭代替煤炭作为铁路的无烟燃料，欧洲已在19世纪用了几十年。直到1860年，铁路营运公司已成为最大的焦炭生产者。

从炼焦生产回收的煤焦油成为有机化学发展的基础物质，尤其是染料化学，给19世纪后半期的日常生活带来了更多的色彩。

同时，作为炼焦副产品的氨，回收后成为农业的重要肥料，它促进了农业生产，并使农业能够由粗放型转变为密集型。这个发展由哈柏—布希制氨法所加速，从而为迅速增加的世界人口提供了营养保证。

最后，从1900年起，象苯、甲苯及二甲苯等芳烃除了作为化学工业原料以外，它们对于改进奥托内燃机的效率也就是说对汽车的效率贡献很大，汽车使人实现了这个名词 *automobiles* 的真正涵义，即不受束缚的独立。

具有化工产品精制的炼焦工业参与了形成工业发展和社会发展进程中非凡的一章。这些产品的作用载入了过去的史册。从由石油原油和天然气中提炼出的原料，大大地取代了炼焦化学产品的重要性。只有焦炭仍然是以铁矿石为基础的钢生产的最重要的基础材料和能量载体，并且这个重要性仍将实实在在地保持下去！

1 在高炉过程中的焦炭

几十年来，依靠焦炭的高炉法（炼钢生产的基础）已经与不依靠焦炭的炼钢工艺进行了竞争，直到现在，依靠焦炭的高炉法已经赢得了这场竞争。效率和生产率已经改进。生产中焦炭和生铁、轧材的比价已趋稳定（图3），因而要做的事只是如何分摊这些成本。

高炉的焦比（生产每吨铁水消耗的焦炭质量）能够分解为各个单项，见图4。经过高炉风口喷吹二次能源引起了许多改进。但是进一步降低高炉焦比的措施是有限度的，因为焦炭不仅是高炉过程的热载体和还原剂，并且是刚性的支撑结构和疏松物。焦炭也是产生熔化和还原过程的基础，焦比越低对所供应的焦炭质量要求越高，并且在长期内焦炭必须以有竞争