

冶金部设备情报网成果交流大会材料

国外钢铁技术装备的新动态

冶金部设备情报网钢铁设备组
北京钢铁设计研究总院

一九八四年十月

F. 4
3-11

前 言

根据1984年5月冶金部设备情报网钢铁设设备组成立大会的要求，我院承担了国外钢铁设备装备水平近况与发展趋势方面的专题任务。结合我院工作实际，编写了《国外钢铁技术装备的新动态》情报专题，作为钢铁设备组的交流资料。为便于进一步了解、联系和跟踪，本专题侧重于工艺设备的发明、制造和应用等信息，公司工厂名称一般保留原文名称不译。本专题由田作栋编写，由董少绩、潘继庆、张詮、竺联祥、谢长溶、马魁铎、张文礼等分别审核有关章节，由冶金设备室施元鼎、余邦健、高荣元等和技术情报室领导总审定稿。

北京钢铁设计研究总院技术情报室

目 录

一、直接还原工艺的发展动态	4
二、高炉炼铁的几项喷吹技术	7
三、氧气转炉顶底复合吹炼法	14
四、电炉炼钢技术的新发展	21
五、炉外精炼工艺	29
六、几种新型连铸机	35
七、无缝钢管轧机的发展简况	44
八、国外轧钢技术动态	49
九、热宽带钢轧机的现状及其改造措施	50
十、热带钢轧机中间辊道的保温措施	52
十一、卷取箱	53
十二、几种新型轧机	56
十三、异步轧制发展动态	58
十四、切分轧制	58
十五、几种新镀层法动态	59
十六、计算机在钢铁工业中的应用问题	61

附 件：国外直接还原工艺动态

国外钢铁技术装备的新动态

世界粗钢年产量1950年接近2亿吨、1960年接近3.5亿吨、1974年为7.1亿吨。可以认为从五十年代初到七十年代初的20年间是钢铁设备能力稳步增长的20年。1953年、1967年和1973年，美、苏和日本相继突破年产粗钢的亿吨大关，而日本的发展较快，1953年—1973年的20年间粗钢产量增长1.5倍，其技术装备水平有一定的代表性，是当今钢铁技术装备水平的橱窗。这方面我国冶金技术情报界已有大量详尽的报导，这里无需叙述。

1977年日本出版的《钢铁生产设备现状》(非卖品)一书对日本各钢铁厂的现有主要设备的规格、台数、投产年份等项目记载详实，可以认为是七十年代成熟工艺设备较为完整的参考资料。

钢铁工业是技术、资源、资金等的密集工业，需要各种技术、大量的机电设备、各种资源和能源。1973年后发生了两次石油危机，加上世界性的经济萧条，各国钢铁技术装备的发展以节能、能源代用、降低消耗、增加品种、提高质量、降低成本等为目标，基本上集中在以节能和能源代用的工艺革新、老设备改造和更新换代、提高工艺的灵活性以适应市场变化、提高产品竞争能力等方面。

西欧是资本主义工业革命的发源地有较深厚的近代科技传统和基础。西欧地区缺乏焦煤、石油等能源，一向致力于钢铁生产工艺技术的革新研究，新的钢铁技术装备多源于西欧各国。美国是一个钢铁大而老的国家，其粗钢年产量1940到1950年间一直占世界粗钢产量的约50%，1970年以来却不足20%，产品无竞争能力，其原因虽有多项，但主要的是设备陈旧；产品无竞争力又影响更新设备资金的筹措。

以致多年的凯撒钢公司，最近却关订设备出卖矿山，改作工程咨询业务。但也说明了美国钢铁界拥有长期的生产经验和技術集累，是一个钢铁技术基础较深厚的国家。所以钢铁新技术基本上集中在西欧各国、日本和美国。

截至七十年代，钢铁工业的发展侧重于设备的大型化、高速化、生产专业化，以提高经济效益，但其投资额大、市场适应性差、对原材料要求高，对经济危机和政治动乱的抗干扰性差。故七十年代以来钢铁工业的发展主要转向于节能和能源代用，产品多样化和提高质量以适应市场变化和对钢材日益严格的要求。技术发展侧重于传统设备的技术改造，节能、综合利用工艺设备的开发，提高产品灵活性；钢厂规模小型化，一机多用，为摆脱资源缺乏的限制和因地制宜的需要，开发新型工艺设备以逐步代替传统工艺设备。

赵紫阳总理最近肯定了钢铁工业改造老基地的经验。要求各工业部门以世界新的技术革命成果，来改造传统工业和老的工业基地。要求冶金部门进一步依靠技术进步，有计划地淘汰一批落后的工艺设备，充分利用检修机会，大修大改，小修小改，逢修必改，把落后的工艺设备变为先进。在全国计划会议上国务院提出我国“七五”计划以至“八五”计划前期要少建新的企业把相当一部份投资用于现有企业的改造和改建扩建，以提高现有企业的技术水平和生产水平。这就为钢铁工业的近期发展指出了方向；也为技术情报工作指出了目标：既要搜集国外改造传统工艺的革新性资料，又要提供工艺和设备的革新性信息。后者更是技术情报工作的主要内容，因为前者已为技术人员往常关心并搜集了一定深度的参考资料。但是何处有这类设备在使用，要考察何处相宜，要引进向何处联系等等，却需情报部门不断提供信息。

钢铁工业技术装备的范围很广泛，本专题的内容，只能结合日常工作实际，选择部分设备项目，重点介绍何处在用，何处出售以及简单情况。参考的文献只限于八十年代初的小部分国内外资料，由于时间仓猝搜集的广度和深度都很不够，遗漏在所难免；限于技术水平和分析能力，谬误一定存在。希望在使用时取去芜存菁，只能作为参考。

本专题的内容共分十六部分，详见目录。

一、直接还原工艺的发展动态

直接还原工艺是一种不用高炉的炼铁工艺，国外文献中常简称为DR工艺。该工艺以非焦性煤、天然气或其它烃类作还原剂和热源（两者统称能源），在固态或液态情况下将铁矿还原成海绵铁（DRI）或铁水。DR工艺的发生和发展，是钢铁工业发展进程中的资源制约特别是能源制约的必然。它的历史虽然较短，工艺尽管不很成熟，但其投资少、建设周期短、见效快等优点已很明显，因而很受资金缺乏、煤和天然气资源丰富的第三世界重视。1973年石油危机后天然气价格暴涨，促进了固体还原剂工艺的发展，形成了近十年来用煤DR工艺的研究高潮，出现了许多工艺类型。因此，用煤工艺的发展滞后于用天然气工艺，在生产技术和工艺设备上前者显得不如后者较成熟。关于国外直接还原工艺发展现状和动态，详见附件材料《国外直接还原工艺动态》。仅将其发展简况概述于后。

DR工艺是从使用煤作还原剂开始的，设备能力很小，采用焦粉和精矿粉作原料，只用于生产铁粉，并不生产炼钢原料。

廉价的天然气田不断增加，一些地区开始研究用天然气作还原剂的新工艺。1957年墨西哥希尔公司（HYL）在蒙特雷建成了世界上第一台天然气还原剂的DR工艺机组，能力95000吨，迄今仍在运行。当时最大的用煤机组是瑞典乌德霍尔姆公司哈格福斯厂的Wiberg机组。1954年投产，能力40000吨，后来拆除了。

1969年第一台Midrez机组建于美国吉尔摩钢公司波特厂，能力为20万吨。这是世界上第二台用天然气还原剂的DR机组。同年HYL在普埃布拉又建了一台年产量2万吨的HYLI机组，从此形成了用天然气DR两大工艺并存的局面。经过二十多年实践和改进，这两

类工艺均比较成熟。

虽然五十年代初期已出现了用煤DR工艺的工业机组，因受技术和成本的限制，只用于特殊的生产领域，尚不能广泛应用，所以没有引起钢铁工业界的重视。1968年西德Lurgi公司为南非Highveld钢与钒公司建了一台年产能力32万吨的预还原机组，用于铁的预还原和熔炼，还不是真正的用煤DR机组。1970年Lurgi公司为新西兰钢公司建了一台能力15万吨的用煤DR机组也只限于还原铁砂。七十年代初期的石油危机引起天然气价格暴涨后，固体还原剂的DR工艺才为钢铁工业界所关注，西欧、美国、日本等相继开始了研究工作，直到八十年代初才有所突破。所以1981年用煤机组的投产能力很小，只占DR机组投产总能力的13%，其中能力较大生产比较稳定的机组，是日本钢管公司1974年投产的SLRM机组，能力35万吨。

根据1983年的资料，全世界DR工艺项目共计129项，其中正常生产和间歇生产的53项，停产和推迟建设的16项，在建和拟建的60项，若按还原剂分类，其中用天然气的67项，用煤的43项，用焦粉的10项，用等离子技术的3项，工艺未定的6项。

这129项的投产年份分别为：五十年代的5项，六十年代的7项，七十年代的41项，1980-1983年的27项，1984年以后的在建、拟建、计划项目共49项。在这129项中1958-1972年只建了19项，1973年以后建成、拟建和计划中的却有110项。所以1973年是DR工艺开始行时的年份。

据1983年5月欧洲DR会议预测：DR工艺设备今后几年里不会有更大的发展。现有高炉总容量过大、工业国家能源价高、发展中国家资金不足等都将影响对DR设备的投资积极性，而过去十年DR工艺

发展很快，无疑也将影响今后的发展速度。这十年间，DR设备能力平均每年增长20%以上，到1982年年底已建成的设备总能力已达1900万吨，在建的1670万吨和正签定建设合同的150万吨，都将于1987年前后竣工投产。五年内设备能力将翻一番。

最后想强调指出：在评价各种DR工艺时，必须注意起步的时差以及世界性经济危机和地区性政治动乱，对发展进程的影响，对各种工艺的评价进行去伪存真的思考和分析。

二、高炉炼铁的几项喷吹技术

1 喷吹煤粉

焦炭是高炉炼铁的主要而昂贵的燃料，占生铁生产成本的 $\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$ ，故节约焦炭一直是炼铁生产的重大技术课题，少用焦炭，甚至不用焦炭已成为炼铁生产者研究与追求的目标。六十年代以来高炉生产的发展经历了高炉大型化、强化冶炼与低燃料比操作三个阶段，都以节焦为核心。高炉喷吹辅助燃料是高炉生产少用焦炭的主要技术措施。六十年代前后美、苏、法等国相继开展喷吹煤粉的试验研究。各国的资源条件不同，喷吹的燃料亦不同。而欧和日本喷油为主，苏联喷天然气为主，美国则油、气各半。石油危机以来油、气涨价，高炉喷煤技术又受到普遍的重视。

关于国外高炉喷吹煤粉的情况，文献资料报导很多，其中：冶金出版社1980年出版的《高炉喷吹粉状物料》是一本综合材料，我馆1981年编写的《国外高炉喷煤技术》是一本较实用的参考资料。国外坚持长期连续喷煤生产的高炉是美国阿姆科公司阿什兰厂的而座高炉和苏联顿涅茨克钢铁厂的一座高炉，美苏的喷煤装置和煤种不同，但都经过生产检验，可以认为基本上是成功的。1980年日本新日铁从美国阿姆科引进了喷煤技术，神户制钢从美国帕特罗卡布引进了POI喷煤装置，从此日本各大高炉钢厂几乎都竞相安装喷煤装置。八十年代高炉喷煤技术在日本的迅速推广，足以证明该项技术已经成熟，经济效益比较明显。

各国高炉喷煤技术简况参见附表。

国外高炉喷煤技术情况简表

国名	公司工厂	情 况 简 介	备 注
1	2	3	4
美国	National Steel 公司 Hanna 厂	3号高炉、464 m ³ 、1961-62年喷吹、吨铁 (最大喷吹量、下同)129 kg	
	同公司 Weirton 厂	3号高炉、1329 m ³ 、1964-65年喷吹、吨 铁96 kg	
	Armco 公司 Ashland 厂	B. 高炉、1488 m ³ 、1966年起喷吹、吨铁95 kg、第一代喷吹装置	Babcock & Wilcox 设计制造
		A. 高炉、2040 m ³ 、1973年起喷吹、吨铁 115 kg、第二代喷吹装置。是世界上比较成熟的装 置之一。	Babcock & Wilcox 专利(1971.5.6 申请1973.3.13 批准)
	Republic Steel 公司 Cleveland	5号高炉、喷吹煤与油混合燃料(COM)其中添加 “A-76”后可在82℃静态贮存而无煤粉沉淀	Ashland Oil 公司 的 Allied Oil公司 研制
	美国矿业局	宾州布鲁塞顿美国矿业局高炉研究室的试验高炉	

续上表

1	2	3	4
苏联	卡拉干达钢铁公司 顿涅茨克钢铁公司	5号高炉、1086 m ³ 、1965—70年喷吹、吨铁80 kg 3号高炉、700 m ³ 、1968年起喷吹、吨铁32 kg (同时喷吹天然气), 全厂三座高炉都要安装喷吹装置。是世界上比较成熟的装置之一	
英国	Stanton and Staveley 公司	5号高炉、541 m ³ 、1961—64年喷吹、吨铁183 kg	
法国	Compagnie des Hauts Fourneaux de Chasse Usinor 公司 Louvroil 厂	2号高炉、84 m ³ 、1961喷吹6个月, 吨铁155 kg B号高炉、760 m ³ 、1964—63年喷吹	
波兰	Huta Florian	A号高炉、450 m ³ 、1969年喷吹、吨铁37 kg (同时喷吹天然气)	
荷兰	霍戈文公司艾莫伊	C号及7号高炉	Armco

续上表

1	2	3	4
卢森堡	Arbed 公司 Esch-Belval 厂	1376 m ³ 高炉进行喷吹试验。 1980年5月第一次试验，喷福煤粉。 1981年8月24日到10月14日，第二次试验，喷褐煤粉吨铁76kg，共喷褐煤粉17800吨。 1983年3月喷不易挥发的炉内煤粉2700吨，吨铁53kg。	各种煤喷吹均顺利、可靠、灵活，提高铁水质量，含硫很低，原因不明
日本	新日铁 大分厂	1号高炉、4158 m ³ 、1981年6月21日起喷吹	1980年从美国 Armco 引进自用并可出售的技术
	同公司 名古屋	3号高炉、1845 m ³ 、1983年4月起喷吹	大分装置改进型
	同公司 八幡	1号高炉	
	同公司 户畑	4号高炉	

续上表

1	2	3	4
	神户制钢 加古川 日本钢管扇岛 同公司 福山 住友金属和歌山 川崎制铁 日新制钢吴厂	2号高炉、3850 m ³ 、1983年3月起喷吹 3号高炉 1983年5月起喷吹 计划 1984年喷吹 计划 1978年研究喷吹煤、油混合燃料 (COM) KDP 喷煤系统在试验中 1号及2号高炉、1983年1月起开始建设	引进美国帕特罗卡布煤粉 分记系统 新日铁或神钢 川铁和电化工程咨询公司 美国 Aruco 技术 新日铁设计和设备
澳	Wundowie 厂	2号高炉、68 m ³	
美国	US Steel 公司 芝加哥厂	南厂 12号高炉、1444 m ³ 、1968年喷吹 11个月、吨铁 125 kg	

2 其它喷吹技术

关于高炉炼铁的新喷吹技术近年来时有报导，现将有代表性的项目简介如下。

(1) 高温还原气体等离子喷吹法 (Pirogas 法)

比利时冶金研究中心指导下研究该法已经成功。该法是向高炉喷吹等离子炉产生的 2000°C 还原气体，部分或全部代替高炉鼓风。还原气体的喷吹量不受限制，可以代替 80% 的焦炭而不影响冶炼过程总的热能消耗。

在炉缸直径 0.3m 的试验小高炉的试验结果表明：采用焦比 105 kg 和喷吹含 40% 氮的气体进行操作，是可行的；喷用气体的质量和温度立即影响到铁水的质量，便于利用它来控制冶炼过程。

在 Cockerill-Sambre-Seraing 的 3 号炉上进行了工业试验，炉缸直径 4.6m、风口 8 个、在一个风口上装了最大功率 3.5 兆瓦的 Westinghouse 等离于炬。试验结果表明：对高炉操作无任何干扰，对电网不产生干扰即无谐波，功率因数 ≥ 0.95 ；等离子炉阴极寿命 200 小时、阳极 400 小时，功率 2 兆瓦时其热效率 80%，从试验结果看，电极寿命还可以更多地提高，热效率可高达 90%。

日本的日本钢管扇岛厂的一座高炉装用了 Westinghouse 等离子炬。

(2) 高炉喷吹锅炉废气

日本川铁水岛厂试验一种节焦新方法，在风机进风口处喷吹含 CO_2 的锅炉废气，风温与喷入的废气量成比例地上升。利用风机把废气和冷风压送到热风炉再进到高炉中去。

在风口区，由于吸热反应，废气中的 CO_2 转化为 CO 。假如吸热

的热损失以提高风温来补偿，则喷入废气中的 CO_2 可用作还原气体，这样，碳的消耗量只有普通操作方法的 $\frac{1}{2}$ 。因此只要进行热补偿，废气即可作为无灰分无硫的碳的来源。这种方法还可以降低生铁的硅含量，由于增加风口前 CO 的部分压力减少来自焦炭灰的 SiO_2 输入到风口区而限制了 SiO 的产生。

45天试验结果：喷吹废气后风的 CO_2 含量增加到2%；风温从1144增加到1273℃；焦比从483降到454公斤，生铁含硅量从0.49降到0.40%。

当热风炉有过剩的燃料气体，当热风炉的加热能力能满足所需风温，而且当燃料气体的费用比焦炭低，则该新方法可望降低生产费用。

参考文献

1. 国外高炉喷煤科技—北京钢铁设计院1981
2. 国外冶金动态—冶金部情报所总号452, 464, 467, 479, 482, 487, 495, 503, 518, 525
3. 国外现代炼铁工业—冶金工业出版社1981

三、氧气顶吹转炉顶底复合吹炼法

氧气转炉顶底复合吹炼法(简称复合吹炼法)的奠基人是

Edward M. MICHAELIS, 1953年初在奥地利申请了专利。之后他受雇于现在的 Voest-Alpine 公司。简言之,该专利提出在 LD 转炉上除顶吹氧枪外又增加了如 OBM 法的底吹同心套管喷嘴喷吹氧和冷却用焦炭。该法兼具顶吹转炉和底吹转炉之长。十余年来西欧和日本相继开展试验研究,其中 LBE 法较为成熟,根据最近文献报导世界各国 LD 转炉已改和拟改的就有 63 座(表 1)。1977 年起国外关于复合吹炼的文献增多,我院从 1981—1983 年编译了四集专题资料。

复合吹炼的优点:降低渣中含铁量 2.5—5%;提高生产率 0.5—0.8%;降低石灰用量 3—10 kg/t;降低停吹终碳含量 0.01—0.03%;提高锰的残余量 0.02—0.05%;降低停吹含磷量 0.002%,降低金属含氧量 0.04%;钢包中添加锰、硅和铝的回收较好;炉衬寿命较长;减少甚至消灭了喷溅;吹炼平稳;节约氧和铁合金用量以及缩短吹炼时间。各种工艺简介见表 2。

附带介绍苏联的三向复合吹情况:

苏联最近试验成功顶、底、侧三向复合吹转炉炼钢法,可全部用废钢而完全不用铁水。苏联试验这项新技术是为了解决国内及厂内的大量废钢问题(1982 年废钢量为 286 万吨)。其工艺特点是从转炉的顶部、底部和炉帽锥体部三向吹入氧气和燃料进行冶炼。它不同于传统转炉炼钢,利用天然气和煤粉喷吹熔化废钢。吹炼时用顶枪吹氧,炉帽锥体部侧枪吹氧和天然气,底喷嘴喷吹氧、天然气、石灰和煤粉。该法脱硫、磷的效果较好,能耗只有电炉的 $\frac{1}{2}$ 、平炉的 $\frac{1}{5}$ 。试验证明:每吨钢只需 100—120 m³ 氧、58—80 kg 煤、33—40 m³ 天然气,