

铁矿石直接还原法国际讨论会论文译文集

說 明

一九七二年九月十八日至二十三日，在罗马尼亚首都布加勒斯特举行了铁矿石直接还原法技术与经济国际讨论会。参加会议的共有三十三个国家和地区的三百零一名专家和代表。会上共提出了四十五篇论文。现选译了其中的二十一篇，汇编成这本译文集。关于这次讨论会的总的技术概况，冶金部情报标准研究所已编有《铁矿石直接还原法国际讨论会技术概况》做为出国参观考察报告资料印发。本译文集可作为上述报告的一个补充参考资料。由于时间仓促和水平有限，译文内可能有错误的地方，请大家批评指正。

编 者

目 录

铁矿石直接还原的展望.....	1
MIDLAND—ROSS 直接还原法在中小型钢厂的应用.....	16
PUROFER法.....	22
阿姆柯金属化球团法.....	27
“HyL” 直接还原法的过去、现状与未来.....	32
FIOR 铁矿石直接还原法.....	43
SL/RN 法——使用固体还原剂生产海绵铁.....	50
铁矿石的SL/RN 直接还原法.....	56
克虏伯海绵铁法.....	70
预还原法和一些炼钢方法的能量情况.....	84
铁矿石直接还原法与矿石供应的关系.....	101
塑料作为防止海绵铁再氧化的保护品.....	106
关于金属化的铁矿石在储存和转运中的再氧化.....	111
对控制铁矿石还原用的还原气体成分的要求.....	118
对在实验回转窑中决定金属化球团矿质量的因素的研究.....	131
铁矿石在竖炉中直接还原——ICEM法.....	141
传统电还原炉使用直接还原料的结果和注意事项.....	146
用高铁分团块 (HIB) 改善高炉作业——试验高炉的生产效果.....	155
海绵铁在电炉炼钢过程中的应用.....	160
超高功率电弧炉冶炼的经验.....	172
电化公司 (ELKEM) 预处理方法与电炉热装的现状.....	179

铁矿石直接还原的展望^①

1975 到 1985 年的预测

美国俄亥俄钢铁工业公司顾问 J.R. 米勒 (Miller)

导 言

这篇论文所提供的关于铁矿石预还原的趋势和数字，既可以否定亦可以肯定。本文所提供的某些预测曾于15个月以前在卡内斯 (Cannes) 提出过。当时曾有不少同事认为，任何述及预还原在本年代中能大量增长的论文都还不能过早地下结论。关于预还原，不象我那样热心的人，是比去年少了，但人数还是不少的。可是这些人中的大多数，其中有很多是我所知道而尊重的，将告诉你说，他们是预还原发展的坚强支持者，而且盼望它最后成功。

因为有很多钢铁制造者虽有疑虑，但是继续支持预还原，所以，我是有根据地确信预还原的发展是不可避免的。我们仅在时间问题上有所不同；我认为，预还原法将较快地大量出现。它已经是钢铁工业技术的一个小部分。

在1972年9月，就预测到1980年9月时直接还原法将成为钢铁冶炼中广泛使用的技术，那是困难的。气体还原实践在分娩时的剧痛还没被忘掉，而对于用固体碳作还原剂的方法，其痛苦仍然是要来临的。我在三年前描述的“直接还原的七个正面”的项目中，一个（阿拉巴马州莫比尔 (Mobile) 的D-LM设备）已经放弃了；第二个（在南朝鲜的SL/RN工厂）已关闭一年多，因为这个工厂所安装的设备中有一个相关的部分出了事故；另一个（在新西兰的SL/RN工厂）的问题仍然麻烦着操作者与设计者，尽管有近两年的强烈努力，但未解决；而其中最大的一个（在委内瑞拉的奥里诺科 (Orinoco)）是用了很长时间才投产的。

也可以找到预还原法肯定得到发展的支持者。尽管预还原法存在一些困难，但人们可以注意到有三个委托设计项目（在墨西哥韦腊克鲁斯和普韦布拉的2个HyL装置及Midrex Portland厂）已处在工业操作中。可以回想一下，只有极少数冶金生产设备才建设得很容易或很迅速。任何参加过高炉或轧机或铸坯机的开工的人，将可证明，对于早已确立的实践以及新的实践，这种看法是确实的。

论 点

然而，在世界资本最集中的工业之一里，对于新技术方面存在矛盾是完全可以理解的。我们常从有经验的钢铁人员中看到这个矛盾：10年前关于宽坯连续铸锭机；15年前关于用碱性氧气转炉 (BOF) 取代平炉；20年前关于建议大量使用烧结矿作高炉炉料。在每

① 原题是《直接还原铁矿石产量和用途的不断增长》。——译者注

种情况下，都曾怀疑其技术上的可行性，或经济上的合理性，或兼而有之都怀疑；在每种情况下，都是工业对于建议的需要刺激了技术问题的解决，并促进了经济问题的解决。

这篇文章的论点是，对铁矿石预还原也正发生同样的情况。这是因为，只要在世界上和各国内钢铁工业在最近和长远的将来能有预期一样的增长，则铁矿石预还原的发展是必然的。如果到1980年时世界粗钢产量和消耗量达十亿吨，那就需要用直接还原技术来补充传统钢铁工业的实践。

由此观点而来的结论，包括对今后15年从含铁原料生产粗钢的约略估计，如表1所示。

表 1 世界钢生产所消耗的金属原料的估计：1975~1985年
(按万吨计)

年 份	粗 钢 产 量	估 计 消 耗 量			
		生 铁	废 钢	预还原铁矿石	总 计①
1975	73500	46000	31600	1120	80000
1980	91500	54500	40700	4200	100000
1985	102500	55500	46000	8800	110000

除去上述炼钢所消耗的预还原铁矿石以外，还有其他的数量可用于生铁的生产。我估计这方面的需要在1980年是2200万吨，而在1985年是3600万吨，如表2所列。

表 2 对于预还原铁矿石全世界需要量的估计：1975~1980~1985年

年 份	用 于 钢 生 产		用 于 生 铁 生 产		总 计
	万吨	%	万吨	%	万吨
1975	1120	100	—	—	1120
1980	4200	65	2200	35	6400
1985	8800	71	3600	29	12400

将来：关于预还原的预测

炼 钢 生 产

可能消耗的直接还原铁矿石的吨位，将从1975年的1100万吨上升到1980年的6400万吨，而在1985年还要增加一倍。在1980年以后，这些总量的65%至70%用于钢的生产。这些预测是基于对图表A所表示的钢生产吨位的历史材料的分析而得来的。把图表A使用延伸(end-use)测定数据法加工处理，得到列于图表B的预测，此图表也包括了列于表2和附件一的预测。同时为生铁而作的估计见附件二。

炼 钢 方 法

图表B也描绘了我关于世界将来炼钢方法的设想，如表3所示。

① 近似值。

表 3 世界炼钢方法预测：1975~1980~1985年

年 份	总 产 量	碱性氧气转炉		电 炉		平 炉		贝 士 麦 炉	
		万吨	%	万吨	%	万吨	%	万吨	%
1975	73500	38700	52.7	10600	14.4	22600	30.7	1600	2.2
1980	91500	56700	62.0	18300	20.0	15700	17.1	800	0.9
1985	102500	66600	65.0	28700	28.0	6700	6.5	500	0.5

到1975年，氧气转炉和电炉炼钢将占全世界粗钢产量的三分之二，而10年以后它们将占总产量的93%。在1980~1985年间这两种方法在吨位上将有着相等的进展，而从增加的意义上说，电炉炼钢法的增长差不多将为氧气转炉炼钢法的三倍。在来源和成本上，电力和焦炭相比较，发生一种比较有利于电力的变化，这无疑要反映到炼钢方法的转变上。

焦炭和结焦煤

考虑到可预期的燃料和能源情况，为了降低焦炭消耗而更改方法，那是极合乎逻辑的。表4说明了预还原方法对于1985年所预测的高炉需要的和总的焦炭消耗量的影响。世界上，在焦炭消耗总量37700万吨中可能减少8500万吨。结焦煤需要量相应减少——从总量54500万吨减少10500万吨——这是能够达到的，只要在炼钢所需全部110000万吨金属料中使用9000万吨预还原材料，另外加上为生产55000万吨生铁所需大约90000万吨铁矿石烧结料中使用3600万吨预还原材料。从减少污染放射物的意义上说，这就保证了在1985年以前预还原实践在钢铁工业中的不可避免性。对于1985年以及对于1975和1980年，适当的计算结果的细节见附件三至六。

表 4 全世界——1985年用或不用预还原铁矿石时焦炭需要量的估计
(按万吨计)

地 区	不 用 预 还 原			用 预 还 原		
	生 铁	高炉焦	总 焦	生 铁	高炉焦	总 焦
全世界	71000	30920	37700	55500	24190	29220
北 美	12100	5440	6090	10200	4570	5150
拉 美	3300	1650	1820	2500	1310	1440
西 欧	16700	7850	10020	13000	6150	8000
东 欧	18000	8200	10200	13900	6270	7840
亚 洲	16900	5950	7450	12900	4530	5230
非洲和中东	1300	640	740	1000	490	570
大洋洲	2700	1190	1380	2000	870	990

废 钢

关于废钢，在全世界范围内60年代用于炼钢的有83%。在此基础上，按表1所示炼钢所需废钢的吨位，估计全世界所用废钢总量：1975年约为37500万吨，1980年49000万吨，1985年55000万吨。这是空前的废钢消耗量；甚至单是钢生产所需要的吨位——1975，1980和1985年分别为31500万吨，40700万吨和46000万吨——也超过了钢铁工业中过去任何一年的水平。

可以表明——根据一个因本身过长以至不能列于本文的分析研究——最大的潜在的废钢生产量，包括生产过程的和废旧设备的废钢，足以抵补今后 15 年需要的废钢的估计总吨位，这在 1975 年还约多 15%，但对于 1980 和 1985 年所预计的情况，可以伸缩的幅度就极小，如表 5 所示。

表 5 估计的全世界废钢的潜在生产量：1975~1980~1985 年
(按万吨计)

年 份	粗 钢 产 量	估计的废钢总需要量	潜 在 的 废 钢 生 产 量		
			工厂和生产过程	废 弃 品	总 计
1969	57700	33000	18500	14500	33000
1975	73500	37500	25400	15200	42400
1980	91500	49000	31700	16700	48400
1985	102500	55000	36000	19300	55300

这些数字仅部分地计入废钢工业努力发展有效的破碎及其它循环设备。要求减少固体废物污染的压力，无疑将要更大量地使用废弃品废钢场。尽管如此，80 年代似乎将是废钢的紧张年份。如有必要，可把氧气转炉、电炉和平炉的炼钢比例小小变动以便得到一定程度的缓和，直到 1980 年当可用的预还原的铁矿石增加了，以便满足没有预见到的废钢不足的时候为止。

所以表 1 中废钢数字是可采用的，只要预计到的直接还原铁矿石量是可以使用的话。除了进一步表明预还原的不可避免性以外，这也表明受到部分歪曲的事实：金属化铁矿石和废钢是，而且将日益是相互支持和补充的而非竞争的。

铁 矿 石

最后，直接还原技术的进展，对于铁矿石需要量的影响极小，由于生产一定数量的钢所需的生铁及预还原矿石消耗量的总吨位是大约地不变的。铁矿石产量和消耗量的估计见表 6。在附件七和八中有更详细的数据。

表 6 世界铁矿石按区域的产量和消耗量：1975~1980~1985 年
(按万吨计)

区 域	1975		1980		1985	
	生 产	消 耗	生 产	消 耗	生 产	消 耗
世 界	91000	91000	108000	108000	125000	125000
北 美	16200	18100	18300	19400	22500	21400
拉 美	11800	4000	15000	5000	19000	5800
西 欧	12100	21200	11200	25500	10500	29400
东 欧	30000	23800	38200	27500	43000	31600
亚 洲	6600	19800	8200	25000	9500	29800
非洲和中东	8500	1300	9600	1700	11500	2300
大洋洲	5800	2800	7500	3900	9000	4700

预计的铁矿石贸易，观察相应区域的产量和消耗量吨位之间的差别就可作出判断。这些数字将从区域之间和集团之间的进出口量加以校正。有了这种调整，所指出的铁矿石贸易估计，是和联合国最近关于铁矿石进出口量“在 1975 年可为 40000 至 44000 万吨，而在

1980年约为50000至60000万吨之间的预测”相符合的。但是，如果采用直接还原法一定会引起重大的变化。对于生产铁矿石的国家来说，从发展国内工业可以获得更大的加工价值，这种有利的机会将大大地增加。这个因素对发展中国家的明显重要性无需推敲了：它是推广使用预还原技术的又一个因素。

现在：根据 1972 年 1 月的资料预还原的发展情况

如果预还原的将来是如此光明而肯定，哪为什么需要这样长的时间才能达到呢？对于这个提得有理的问题的答案，大概能从考察分析1972年初的预还原发展的实际情况中得出来。表7列举了7个在生产中的工厂，加上4个在开工中和11个在建造中的工厂。第一组的工厂的额定年产量超过250万吨直接还原产品；第二组超过150万吨；而第三组300万吨。此外，有约400万吨年产量的工厂已经认真研究一年多^①。这些工厂的大部分将在1975年以前投入生产。

在22个“有效的”项目中，有13个是气体还原，有9个用固体碳作还原剂。在这些项目中，有17个是三种设计方法的代表：HyL法5个，Midrex法5个，和SL/RN法7个^②。其它设备包括日本的一个设计（千叶），南非的一个项目（克鲁伯），美国的一个项目（美国阿姆柯公司休斯顿（Houston）工厂），委内瑞拉的一个工厂（美国钢铁公司奥里诺科（Orinoco）工厂），和西德的发展（Purofer）；这5个单位反映了国际上对预还原法发展的广泛兴趣（到1972年9月，汉堡的Midrex工厂和委内瑞拉的奥里诺科工厂已达到有效的生产水平）。

我将不描述这些不同方法的物理的和热力学的特点；这些问题已被其他许多发言人讲到了。但是，有意义的是要重复一下，在被认为1972年初实际投产的8个单位中，有6个（4个HyL法和2个Midrex法）用气体来还原而2个（SL法）是基于用煤。用固体碳作还原剂的新项目，要达到能接受的工业生产水平是有一段困难时间的。另一方面，6个已在生产的用气体还原的工厂和其它5个在年内要投产的工厂，明确地证明了铁矿石的直接还原已经是钢铁工业中有效的方法了。

还不能说，固体还原剂方法业已获得比较好的操作能力。在很大程度上，这是工程设计不够完善的和开工前后操作不良的结果。对于发展比较早的气体还原法，适当的工程解决方法是在18至30个月中达到的，而在缩小的程度上说，可以推广的操作技能是在3年左右发展出来的。期望在今后一两年内，固体还原剂实践获得类似的经验，是合乎逻辑的。

不论这将发生于1972年还是更晚一些，但是气体还原的工厂中已经有可用的金属化矿石。已经加以使用的这种材料证明用于电炉熔炼中和作为高炉炉料附加物都是适用的。在后一情况下，使用有中等程度金属化率—50%至80%—的预还原的铁矿石已被表明，炉料金属化率每增加10%就可减少焦比而增加产量5%至6%。据报道，在电炉中，海绵铁和废钢混合物能提高熔炼速度10%至35%，并降低电耗10%至25%，同时改善了电极和炉衬的磨损率而大大地减轻了污染问题。名古屋的大同钢铁公司1971年4月的试验计划表明，要求达到的操作改善是十分真实的和有效的。

① 被省略的还有旧式设备如瑞典的维伯（Wiberg）和豪甘那斯（Hoganas）工厂及西班牙的埃切维里亚（Echeverria）工厂；若干在北美和欧洲的“全规模试验装置”；和若干已经暂时或永久停产的项目。

② 鲁尔卡和韦尔克工厂常被描写为“原SL”法设计的范例。

表 7 直接还原项目的情况

(根据1972年1月的资料)

方 法 和 地 点	已在生产的	已 开 工 的	在建造中的	计 划 中 的
气体还原剂	(工厂数目和年产量, 按万吨计)			
HyL——墨西哥; 蒙特雷	1~25.0①		1~30.0	
——墨西哥; 韦腊克鲁斯	1~20.0			
——墨西哥; 普韦布拉	1~25.0			
——巴西; 巴伊亚			1~20.0	
Midrex——美国; 俄勒冈州	1~40.0			
——美国; 乔治顿	1~40.0			
——美国; 路易斯安那州			1~80.0	
——加拿大; 康提拉柯育尔			1~40.0	
——西德; 汉堡		1~40.0		
Orinoco——委内瑞拉; 圭亚那城		1~100.0		
Armco——美国; 得克萨斯州			1~40.0	
Purofer——西德; 奥伯豪森			1~15.0	
固体碳还原剂				
SL和SL/RN——希腊; 勒尔卡	1~10.0②			
——南非; 维提班克	1~80.0②		1~20.0	
——新西兰; 格林布鲁克		1~15.0		
——南朝鲜; 仁川④		1~15.0③		
——加拿大; 苏德伯里		1~20.0		
——巴西; 皮腊梯尼			1~6.0	
——西澳大利亚; 哈默斯利				1~140.0⑥
——印度; 果阿			1~15.0	
Krupp——南非; 丹斯瓦特			1~10.0	
其它——南斯拉夫; 斯科普里		1~25.0⑤		
——印度; 马德拉斯				1~100.0
——日本; 神户加古川				1~200.0②
——日本; 千叶			1~25.0	

① 两台设备。

② 部分还原, 用于炼铁。

③ 铸铁用。

④ 1970年11月停产。

⑤ 1971年5月停产。

⑥ 正在考虑用气体还原剂代替。

出席大同表演会的约50位日本炼钢工作者的反应, 反映出主要是关心成本问题。据说他们觉得, 尽管用60%的废钢和40%的哈默斯利 (Hamersley) 球团矿的混合料的操作是令人佩服的, 但是要完全接受此项技术还有待于进一步的降低成本。这就差不多一定要使用超精选的预还原材料, 其脉石总含量为2%至3%。这本身并不引起特殊问题, 但它强调了这一事实: 目前直接还原的成本——全部投资和全部材料费用及生产费用——是太高了。

这个论断同样适用于各种固体和气体还原剂方法。但我并不借此暗示, 高投资和过多的生产费用是预还原生产所固有的。但至今在过去三、四年中建造起来的工厂, 其大多数在建造中都遇到了下述所有问题或其中某些问题: 交货迟缓, 设计发生变化, 工程错误以及劳动力问题。最后当工厂完成和开工时, 发生事故, 设备破坏, 修理迟缓, 生产的不平衡和薄弱环节, 设计和修改设计的变动, 缺少材料和公用设施, 工人与管理部门之间的矛盾

和冲突。不管什么理由，它们在很大程度上反映了，在直接还原设备的工程和建造中缺乏专门的能力，而且更缺乏可以采用的操作经验。不幸的结果是大大超过了建造时间和费用，而获得合理的生产水平的时间却拖延很长。

当预还原法的工程和操作问题获得更多经验时，这些困难将会减少。但是，同时，预还原产品的基建成本“现实地”按每年吨35至40美元估计，比计划晚了三至四年才准备好，而单位投资费用大了两倍。对于一个日产500吨的工厂，这意味着仅仅固定费用又要增加6.00至8.00美元。由于开工延缓，一个本来可用约37美元生产1吨还原铁的工厂，每吨的生产成本就会高达45美元。这个范围和据报导的1971年8月在日本港口交货的国外预还原球团矿每吨接近50美元的定价是一致的；在那个时候，当地黑色废金属的市价是每吨38美元。

说直接还原的基建成本和生产费用太高，也就是说预还原工厂的生产能力，对于它们的基建成本和生产费用来说是太低了。对于一个年产100万吨的工厂，如果铁矿石供应具有合适的所有权或控制权，我估计每吨金属化铁矿石的生产费用为29.70美元至32.10美元。对于可比的假设条件来说，这和1971年一个权威所估计的25.85美元是相当一致的。有了目前十多个预还原工厂正在发展的工程和操作技术，这种完全能生存的生产费用在1975年以前似乎是能达到的。

直接还原铁矿石的可用性以及使用它们的有效技术，对于铁矿石及废钢的价格表似乎要有长远的稳定的影响，而且要促进质量标准的更广的形式和应用，这个质量标准包括预还原产品以及用它制得的成品。这些因素的第二个尤其重要。在要进行金属化的矿石中及其处理过程中，均匀性的意义已在大同试验中，在HyL和Midrex工厂的操作经验中，并且在新西兰及他处的开工结果中，清楚地表现出来了。需要强调的是，直接还原不是对“任何”低品位矿石都能有效地工作，除非把它适当地和均匀地预备好。对于“任何”碳氢化合物：固态的，液态的，或气态的，这是同等正确的。

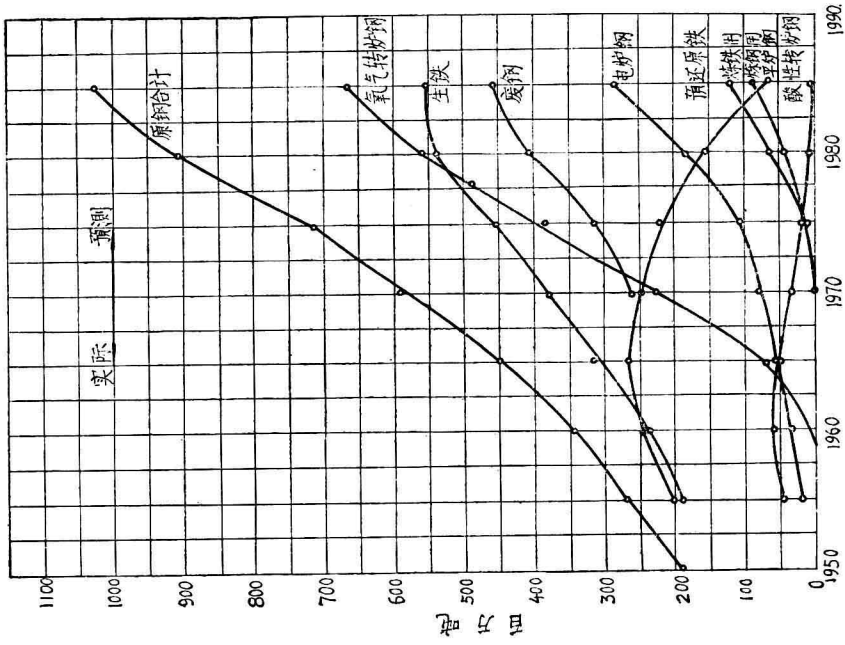
预还原的产品和使用它们的合适技术，对在其他经济不发展的地区设计和建立有生命力的钢厂，它减轻了厂址选择的、规模大小的和财政的束缚。这对于工业上发展的国家和发展中的国家来说都是对的。小厂更有可能采用预还原的方法，在美国已是紧紧地照着做了，美国有近50个这种工厂，其生产粗钢的总能力约7百万吨。兴趣是世界性的；从意大利到印度，前者约有50个小厂已在作业中，后者有总产钢量约2百万吨的十多个小厂正在设计中，都用海绵铁和废钢为电炉炉料来炼钢。

结 论

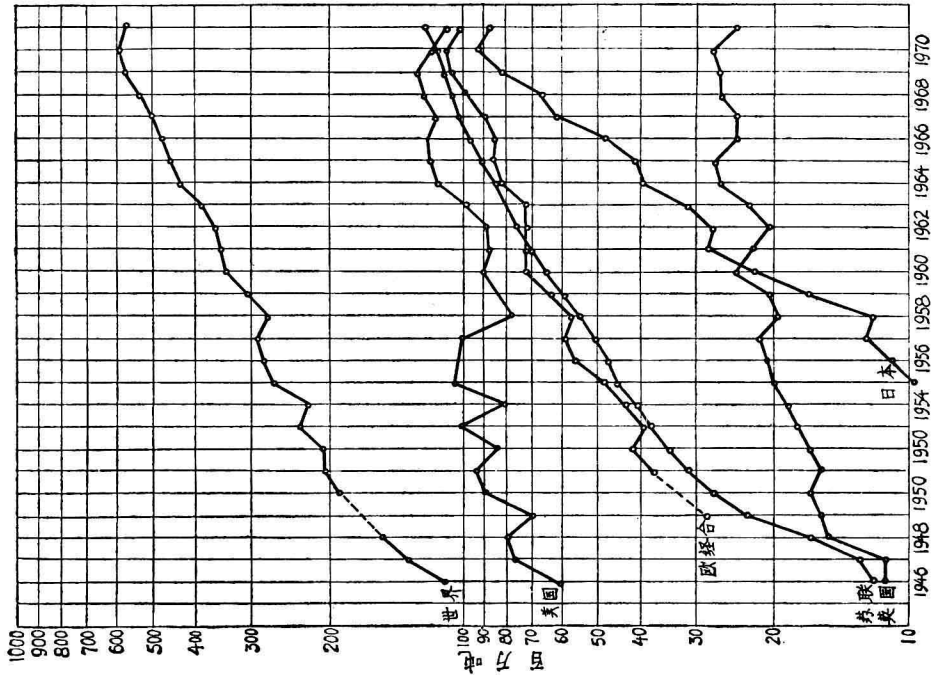
一般地说，在过去三年中气体还原法已有相当大的进展。在回转窑中用固体碳的实践进展相当慢，但是必须克服的主要困难业已十分清楚了。在所有情况下，这些问题中最重要的是基建成本和生产费用高的问题，它们最后可用扩大生产规模来解决。

然而，更重要的是，要在整个钢铁工业中为预还原物料建立一个有保证的地位的条件，是在不久的将来全世界钢铁企业的广泛而日益增长的需要有压力。在钢铁工业中用氧气吹炼和用电炉熔炼已是生产的鲜明的趋向，在1980年后废钢将不得不用预还原的铁矿石来补充。已知高炉炼焦煤的价格要上升，可用于炉料中加入预还原的矿石来降低焦比。已知在发展中国家的非工业化区域和工业化国家的不发达区域的有迫切要求建立小规模的地

方钢铁企业的压力，根据废钢和预还原铁矿石的小厂概念将以高速度和高效能推广起来。已知这些情况和在1980与1985年之间全世界每年粗钢的需要将一定扩大到100000万吨以上，在那些日期以前预还原技术的进展事实上是不可避免的。



图表 B 至 1985 年钢铁工业预测



图表 A 钢产量：1946~1971 年

附件一 世界粗钢产量预测，有选择的地区和国家：1975~1980~1985年

(按万吨和百分率计)

地 区	1970		1975		1980		1985	
	万 吨	%	万 吨	%	万 吨	%	万 吨	%
全世界	59220	100.0	73500	100.0	91500	100.0	102500	100.0
北美洲	13170	22.3	14900	20.3	17000	18.6	18100	17.7
美 国	12020	20.3	13500	18.3	15400	16.8	16300	15.9
拉丁美洲	1300	2.2	2800	3.8	4300	4.7	4900	4.8
阿根廷	180	0.3	300	0.3	500	0.5	800	0.8
巴 西	540	0.9	1100	1.5	1800	2.0	2200	2.1
墨西哥	390	0.7	600	0.8	1000	1.1	1200	1.2
委内瑞拉	90	0.2	200	0.3	300	0.3	400	0.4
欧洲西部	16110	27.2	17400	23.7	21900	23.9	24300	23.7
(欧洲经济共同体及英国)	(13710)	(23.2)	(14000)	(19.1)	(16800)	(18.4)	(18700)	(18.2)
比—卢	1810	3.1	1800	2.4	2200	2.4	2400	2.4
法 国	2380	4.0	2300	3.1	2700	3.0	3000	2.9
西 德	4500	7.6	4900	6.7	6000	6.5	6500	6.4
意大利	1730	2.9	1600	2.2	1900	2.1	2200	2.1
荷 兰	500	0.9	600	0.8	700	0.8	800	0.8
英 国	2790	4.7	2800	3.9	3300	3.6	3800	3.7
奥地利	410	0.7	500	0.7	600	0.6	700	0.7
西班牙	740	1.2	1000	1.3	1600	1.7	1800	1.7
瑞 典	550	0.9	700	1.0	900	1.0	1000	1.0
欧洲东部	15460	26.0	18700	25.4	22700	24.8	25600	25.0
苏 联	11500	19.4	13500	18.4	16000	17.5	17800	17.4
捷克斯洛伐克	1150	1.9	1500	2.0	1900	2.1	2100	2.1
德意志民主共和国	540	0.9	700	1.0	1000	1.1	1100	1.1
波 兰	1160	2.0	1500	2.1	1800	2.0	2000	1.9
罗马尼亚	640	1.1	1000	1.3	1200	1.3	1300	1.3
亚 洲	11960	20.2	16900	23.0	21200	23.2	24100	23.5
日 本	9330	15.8	13500	18.4	16600	18.1	17800	17.3
中 国	1700	2.9	2200	3.0	2500	2.7	3500	3.4
印 度	630	1.1	800	1.1	1500	1.6	1800	1.7
非洲和中东	540	0.9	900	1.2	1300	1.4	1800	1.7
“南非共和国”	470	0.8	800	1.1	1000	1.1	1400	1.4
大洋洲	680	1.2	1900	2.6	3100	3.4	3700	3.6
澳大利亚	680	1.2	1900	2.6	3000	3.3	3600	3.5

附件二 世界生铁产量预测,按地区用或不用预还原法: 1975~1980~1985 年

(按万吨计)

地 区	近 似 的 生铁/粗钢	1975		1980		1985	
		用预还原 铁矿石	不用预还原 铁矿石	用预还原 铁矿石	不用预还原 铁矿石	用预还原 铁矿石	不用预还原 铁矿石
全世界	0.69	45970	50400	54550	63700	55550	71000
北美洲	0.66	8800	9930	10050	11470	10180	12100
美 国	0.66	8160	8910	8860	10160	8930	10760
拉丁美洲	0.66	1710	1850	2440	2900	2560	3230
阿根廷	0.64	180	190	280	310	320	510
巴 西	0.68	680	750	1040	1260	1070	1500
墨西哥	0.68	370	410	590	690	630	820
委内瑞拉	0.67	120	130	170	200	190	270
欧洲西部	0.68	11080	1183	12860	15100	13040	16720
(欧洲经济共同体和英国)	(0.71)	(9030)	(9940)	(10240)	(11930)	(10450)	(13280)
比—卢	0.87	1490	1570	1600	1900	1640	2020
法 国	0.79	1730	1820	1820	2110	1840	2410
西 德	0.70	3110	3430	3720	4140	3760	4460
意大利	0.62	890	990	960	1160	1010	1360
荷 兰	0.68	380	410	420	480	430	540
英 国	0.66	1430	1720	1720	2140	1770	2490
奥地利	0.69	310	350	370	410	380	480
西班牙	0.63	570	630	900	1010	920	1130
瑞 典	0.50	330	350	410	450	420	500
欧洲东部	0.70	11890	13090	13750	16200	13940	18020
苏 联	0.72	8920	9720	9750	11520	9820	12820
捷克斯洛伐克	0.64	900	960	1030	1220	1060	1340
德意志民主共和国	0.69	450	480	580	690	590	760
波 兰	0.68	940	1020	1020	1220	1040	1360
罗马尼亚	0.67	620	670	720	800	730	870
亚 洲	0.69	10510	11660	12720	14830	12900	16930
日 本	0.68	8250	9180	9600	11290	9720	12100
中 国	0.82	1740	1800	1780	2050	1800	2850
印 度	0.82	600	660	880	980	880	1050
非洲及中东	0.72	630	650	880	940	970	1300
“南非共和国”	0.72	560	580	680	720	690	1010
大洋洲	0.73	1350	1390	1850	2260	1960	2700
澳大利亚	0.73	1350	1390	1710	2190	1740	2680

附件三 全世界高炉需要焦炭及总用量的估计：1975年

地 区	燃料比 公 斤	焦 比 公 斤	不 用 预 还 原			用 预 还 原		
			生 铁 万 吨	高 炉 焦 万 吨	总 焦 量 万 吨	生 铁 万 吨	高 炉 焦 万 吨	总 焦 量 万 吨
全世界	552	505	50400	25460	33240	46000	23210	30310
北美洲	563	525	9930	5220	5880	8800	4620	5200
美 国	560	520	8910	4630	5160	8160	4250	4750
拉丁美洲	615	600	1850	1110	1210	1710	1030	1120
巴 西	600	585	750	440	470	680	400	420
墨西哥	615	600	410	250	280	370	220	240
欧洲西部	580	530	11830	6300	9130	11080	5880	8520
(欧洲经济共同体及英国)	(575)	(520)	(9940)	(5400)	(8170)	(9030)	(4920)	(7350)
比 卢	610	570	1570	890	1100	1490	850	1050
法 国	620	565	1820	1030	1410	1730	970	1330
西 德	563	520	3430	1780	2700	3110	1620	2460
意大利	600	555	990	550	1130	890	500	1030
荷 兰	590	550	410	230	410	380	210	380
英 国	580	530	1720	920	1320	1430	760	1100
西班牙	600	550	630	350	450	570	310	400
欧洲东部	535	505	13090	6620	9300	11890	6000	8400
苏 联	525	485	9720	4710	5660	8920	4320	5200
捷克斯洛伐克	610	590	960	570	860	900	530	790
德意志民主共和国	625	610	480	290	570	450	270	530
波 兰	615	600	1020	610	1160	940	560	1070
罗马尼亚	625	580	670	390	760	620	360	700
亚 洲	525	440	11660	5130	6450	10510	4630	5840
日 本	470	385	918	352	4300	8250	3180	3880
中 国	700	680	1800	1220	1400	1740	1180	1360
印 度	640	610	660	400	570	600	370	530
非洲及中东	615	585	650	380	450	630	370	440
“南非共和国”	615	585	580	340	410	560	330	400
大洋洲	530	500	1390	700	820	1350	680	790
澳大利亚	530	500	1390	700	820	1350	680	790

附件四 全世界高炉需要焦炭及总用量的估计：1980年

地 区	燃料比 公 斤	焦 比 公 斤	不 用 预 还 原			用 预 还 原		
			生 铁 万 吨	高炉焦 万 吨	总焦量 万 吨	生 铁 万 吨	高炉焦 万 吨	总焦量 万 吨
全世界	492	445	63700	29130	36410	54500	25210	31350
北美洲	525	480	11470	5300	5950	10050	4830	5300
美 国	525	480	10160	4880	5380	8860	4250	4660
拉丁美洲	590	560	2900	1630	1780	2440	1370	1490
巴 西	570	545	1260	690	760	1040	570	630
墨西哥	580	555	690	380	420	590	330	360
欧洲西部	545	500	15100	7550	10380	12860	6430	8840
(欧洲经济共同体及英国)	(540)	(490)	(11930)	(5890)	(7930)	(10240)	(5080)	(6870)
比—卢	550	510	1900	970	1130	1600	820	940
法 国	555	510	2110	1070	1340	1820	930	1160
西 德	510	475	4110	1950	2800	3720	1770	2540
意大利	560	515	1160	600	1080	960	500	900
荷 兰	555	515	480	250	320	420	220	280
英 国	540	490	2140	1050	1260	1720	840	1050
西班牙	560	510	1010	520	650	900	460	580
欧洲东部	500	470	16200	7620	10200	13750	6460	8650
苏 联	490	450	11520	5210	5800	9750	4400	4900
捷克斯洛伐克	555	530	1220	650	850	1030	550	720
德意志民主共和国	560	540	690	370	610	580	310	510
波 兰	555	530	1220	650	1070	1020	540	890
罗马尼亚	560	515	800	410	680	720	370	610
亚 洲	455	375	14830	5460	6260	12720	4780	5500
日 本	425	335	11290	3780	4380	9600	3220	3740
中 国	600	570	2050	1170	1350	1780	1020	1170
印 度	620	570	980	580	800	880	520	720
非洲及中东	575	535	940	500	590	880	470	550
“南非共和国”	575	535	720	380	460	680	360	430
大洋洲	500	475	2260	1070	1250	1850	870	1020
澳大利亚	500	475	2190	1030	1200	1710	820	950

附件五 全世界高炉需要焦炭及总用量的估计：1985 年

地 区	燃料比 公 斤	焦 比 公 斤	不 用 预 还 原			用 预 还 原		
			生 铁 万 吨	高 炉 焦 万 吨	总 焦 量 万 吨	生 铁 万 吨	高 炉 焦 万 吨	总 焦 量 万 吨
全世界	480	437	71000	30920	37700	55500	24190	29220
北美洲	490	450	12100	5440	6090	10180	4570	5150
美 国	480	440	10760	4750	5230	8930	3920	4300
拉丁美洲	545	510	3230	1650	1820	2560	1310	1440
巴 西	520	485	1500	730	800	1070	490	540
墨西哥	530	490	820	400	440	630	310	340
欧洲西部	510	470	16720	7850	10020	13040	6150	8000
(欧洲经济共同体及英国)	(500)	(455)	(13280)	(6200)	(8110)	(10450)	(5080)	(6570)
比—卢	520	480	2020	970	1130	1640	790	910
法 国	520	480	2410	1160	1450	1840	990	1210
西 德	490	450	4460	2010	2820	3760	1790	2470
意大利	530	485	1360	660	1060	1010	490	780
荷 兰	520	480	540	260	330	430	210	260
英 国	505	455	2490	1140	1320	1770	810	940
西班牙	520	470	1130	530	640	920	430	520
欧洲东部	485	450	18020	8200	10200	13940	6270	7840
苏 联	450	410	12820	5250	5840	9820	4030	4480
捷克斯洛伐克	510	480	1340	650	810	1060	510	640
德意志民主共和国	515	480	760	370	520	590	290	390
波 兰	505	485	1360	650	880	1040	500	700
罗马尼亚	515	465	870	410	580	730	390	550
亚 洲	435	350	16930	5950	7450	12900	4530	5230
日 本	410	310	12100	3760	4330	9720	3040	3500
中 国	550	515	2870	1480	1700	1800	930	1070
印 度	565	530	1070	570	770	880	470	640
非洲及中东	525	490	1300	640	740	970	490	570
“南非共和国”	525	490	1010	490	570	690	340	400
大洋洲	480	410	2700	1190	1380	1960	870	990
澳大利亚	480	410	2630	1160	1340	1740	770	790

附件六 結焦煤需要量估計

(按万吨計)

地 区	煤 焦 产出率	1975				1980				1985			
		没有预还原		有预还原		没有预还原		有预还原		没有预还原		有预还原	
		高炉用	总计	高炉用	总计	高炉用	总计	高炉用	总计	高炉用	总计	高炉用	总计
全世界	—	36690	47810	33430	43610	48950	49520	36320	45110	44550	54530	34850	44070
北美欧	0.690	7570	8510	6700	7540	7690	8640	7010	7690	7880	8820	6630	7470
拉丁美洲	0.680	1630	1780	1520	1650	2400	2620	2020	2190	2430	2680	1930	2120
欧洲西部	0.705	8940	12950	8350	12100	10700	14700	9100	12540	11100	14450	8730	11360
欧洲东部	0.700	9460	13280	8580	11980	10880	11710	9240	12360	11710	14580	8950	11200
亚 洲	0.685	7500	9430	6760	8540	7980	9150	6990	8030	8750	10890	6620	9640
非洲及中东	0.680	560	660	540	650	740	870	690	810	940	1090	720	840
大洋洲	0.685	1030	1200	980	1150	1560	1830	1270	1490	1740	2020	1270	1440
其中包括:													
美 国	0.690	6730	7500	6170	6890	7080	7810	6170	6780	6890	7600	5680	6240
巴 西	0.680	650	690	590	620	1020	1120	840	930	1070	1180	720	800
欧洲经济共同体及英国	0.700	7710	11680	7030	10500	8420	11320	7260	9810	8860	11600	7260	9400
苏 联	0.690	6840	8200	6260	7540	7540	8410	6380	7110	7610	8460	5850	6510
日 本	0.670	5250	6420	4740	5800	5650	6550	4810	5540	5610	6470	4540	5230
中 国	0.688	1760	2030	1720	1970	1700	1960	1480	1700	2150	2470	1350	1580
澳大利亚	0.685	1030	1200	990	1160	1500	1750	1200	1390	1690	1960	1130	1150

附件七 全世界铁矿石产量估計: 1975~1980~1985 年

(按万吨計)

地 区	1975			1980			1985		
	铁矿石	矿 石 中的铁	%Fe ^③	铁矿石	矿石中 的 铁	%Fe	铁矿石	矿石中 的 铁	%Fe
全世界	91000	51000	56.2	108000	62300	57.7	125000	74000	59.2
北美洲	16200	10200	61.7	18300	11500	62.8	22500	14300	63.4
美 国	10200	6300	60.3	10800	6700	61.0	12700	7900	62.5
加拿大	6000	3900	63.5	7500	4800	63.7	9800	6200	65.3
拉丁美洲	11800	7400	62.6	15000	9600	63.8	19000	12300	65.0
巴 西	6200	4000	64.7	7800	5000	64.3	10500	7000	66.2
智 利	1400	800	53.8	1600	1000	62.5	1800	1200	65.0
秘 鲁	1300	700	54.5	1600	900	58.3	2000	1300	64.3
委内瑞拉	2400	1600	66.6	3000	2000	65.3	4200	2700	64.3