

CHAOGAOGONGLUDIANLU
JIXIANGGUANJISHU

第二辑

超高功率电炉及相关技术

阎峰 主编



冶金工业部情报研究总所

超高功率电炉及相关技术

第 二 辑

主 编 阎 峰

冶金工业部情报研究总所

1989年11月

前 言

1987年《国外超高功率电炉及相关技术》第一辑出版后,受到电炉炼钢界同行们的欢迎与好评,并希望继续出版,以便随时跟踪超高功率及相关技术的最新发展。故在冶金工业部科技司的大力支持下,又组织翻译出版了《国外超高功率电炉及相关技术》第二辑。

第二辑分综述、电弧炉炼钢的冶金理论、UHP电弧炉操作工艺、提高产量及质量的新技术和新设备、直流电弧炉及等离子炼钢的发展、计算机和自动控制及检测技术等七部分。1986年以后的英、日、德、法、俄等文种的冶金期刊、厂刊、国际会议、专利中有代表性的文章均被选入本辑,共56篇文章,60余万字。内容比较丰富,选题针对性较强。

本文集由冶金部情报所负责编辑出版工作。在出版过程中得到北京科技大学孔祥茂教授、冶金部科技司李继宗、幸超等同志的指导和帮助,在此一并表示感谢。由于编者水平有限,不当与错误之处定所难免,恳请读者批评指正。

编 者

1989年10月

目 录

第一部分 综 述

- 一、在电炉钢厂的改造中现代化技术的应用 G. Schoenfelder 等 (1)
- 二、电炉富氧操作的现状和未来 (10)
- 三、紧凑式电炉钢厂现代化技术的应用 Wolf-Dieter Ropke 等 (29)
- 四、美国蒂姆肯 (Timken) 滚珠轴承公司新的费尔克里斯特 (Faircrest) 电炉钢厂的设计和开工情况 J. K. Preston 等 (38)
- 五、一小钢厂 80t 电弧炉的 10 年进展 Manfred Beirer (47)
- 六、蒂森钢公司奥伯豪森钢厂在 1979~1987 年间的发展 Erich Höffken 等 (51)
- 七、第二届欧洲电炉钢会议简介 A. Turetta 等 (62)

第二部分 电弧炉炼钢的冶金理论

- 一、电炉炼钢的冶金理论和工艺(发展和当前现实意义) ... Dieter Ameling 等 (70)
- 二、电弧炉中泡沫渣形成的研究 Dieter Ameling 等 (82)
- 三、在真空氧气脱碳过程中钢包内金属混合的研究 L. M. Livshit 等 (91)
- 四、装有水冷板的电弧炉的热传递 Cyril K. Lwuji 等 (93)
- 五、电炉用海绵铁炼钢的一些冶金问题 Mohammed Meraikib (97)
- 六、直接还原铁在电炉渣中的加热和熔化 R. J. O. Malley 等 (110)

第三部分 UHP 电弧炉操作工艺

- 一、巴德 (Badische) 钢公司超高效能炼钢 Karl-Heinz Klein 等 (116)
- 二、意大利奥斯塔钢厂的电弧炉超纯净钢生产工艺 C. Borgianni 等 (125)
- 三、80t 电炉从生产普通钢到生产高合金钢的过程 Karl-Heinz Heinen 等 (130)
- 四、在 100t 高功率电弧炉中生产轴承钢 Y. P. Snitko 等 (135)
- 五、电弧炉的操作方法 (137)
- 六、超高功率电弧炉的操作效果 A. N. Morozov 等 (141)
- 七、电弧炉的熔化控制 K. Bergman 等 (144)
- 八、精炼用电炉的初期操作监视方法 (149)
- 九、在电弧炉中用浸入式惰性气体搅拌的技术和经济效益 M. F. Riley 等 (152)
- 十、通过气体搅拌电炉工艺的最佳化 Arturo Lazcano N. (160)
- 十一、Isacor 公司使用回转窑直接还原团块的大型超高功率电炉的操作 Bernd Strohmeier 等 (167)

第四部分 提高产量及质量的新技术和新设备

- 一、电弧炉的氧-燃烧嘴技术 M. B. Wells 等 (184)
- 二、利用氧-燃烧嘴和氧枪使电弧炉操作最佳化的新观念 H. Adoph 等 (191)
- 三、电弧炉 (199)

- 四、用于加热和熔化废钢的新型氧-燃烧嘴系统的发展和操作… D.D.Battles 等(203)
- 五、废钢熔化方法及其装置 …… (206)
- 六、在伯利恒钢铁公司的棒材、线材和钢丝分公司的电弧炉上使用可控制空气、
氧气、燃料烧嘴的经验… Larry Mearns (210)
- 七、在电弧炉上应用的传统的伸缩式烧嘴与两种固定式烧嘴的比较…
… Sara Hornby-Anderson 等 (214)
- 八、用于电弧炉中切割废钢、吹氧和造泡沫渣的遥控喷枪操作器…
… Aziz Ahmed 等 (226)
- 九、利用废气预热废钢的方法 …… (230)
- 十、熔炼炉废气回收方法及其装置 …… (235)
- 十一、小方坯连铸用特殊钢的钢包冶金… Wolfgang Glitscher 等 (241)
- 十二、Ascometal厂钢包精炼 …… (252)
- 十三、钢包喂丝进行脱氧和微合金化… Uday K Sinha (257)
- 十四、俄勒冈州钢厂的偏心炉底出钢及其它 …… K.Bray 等 (260)

第五部分 直流电弧炉及等离子炼钢的发展

- 一、直流电弧炉及其在炼钢和铁合金生产中的应用… Hans Stickler (272)
- 二、在法国小钢厂中满负荷生产的直流电弧炉 …… (274)
- 三、佛罗里达(Florida)钢公司的单电极直流电弧炉的操作经验 ……
… John Siekas 等 (278)
- 四、等离子冶金发展现状及远景 …… 李吉夫 (284)
- 五、用于钢包处理炉的等离子加热… J.F.Oliver 等 (298)

第六部分 计算机、自动控制及检测技术

- 一、新加坡国家钢铁公司熔炼车间的计算机控制… Khoo Eng Hock 等 (307)
- 二、电弧炉自动控制系统 …… Harald Schafer 等 (323)
- 三、电弧炉最佳操作现代电子仪表系统… William E.Schwabe 等 (330)
- 四、伯利恒钢公司斯蒂尔顿厂的钢水温度控制… L.F.Barnhardt 等 (343)
- 五、100t电弧炉熔池温度的连续监测… O.E.Molhanov 等 (355)
- 六、用于超高功率电弧炉的电极调节系统… Terry Menges 等 (358)

第七部分 其 它

- 一、功率需求和能量管理系统… D.L.Schroeder 等 (370)
- 二、废钢条件和炉料成分对电弧炉供电功率和熔炼的影响… W.E.Schwabe 等 (378)
- 三、减少UHP电炉供电电网的功率损耗… M.Porteanu (387)
- 四、现代电炉炼钢的散放物控制… Manfred Bender 等 (395)
- 五、镁碳砖在电弧炉和二次精炼设备中的经济使用… Gerald Buchebner 等 (404)
- 六、涂层电极操作经验 …… Robert H.Kaltenhauser 等 (411)
- 七、具体不同特点的电极涂料 …… (417)

(二) 电弧炉的改进

初期提高电弧炉炼钢生产率的途径是缩短出钢→出钢的时间。图2示出过去20多年来出

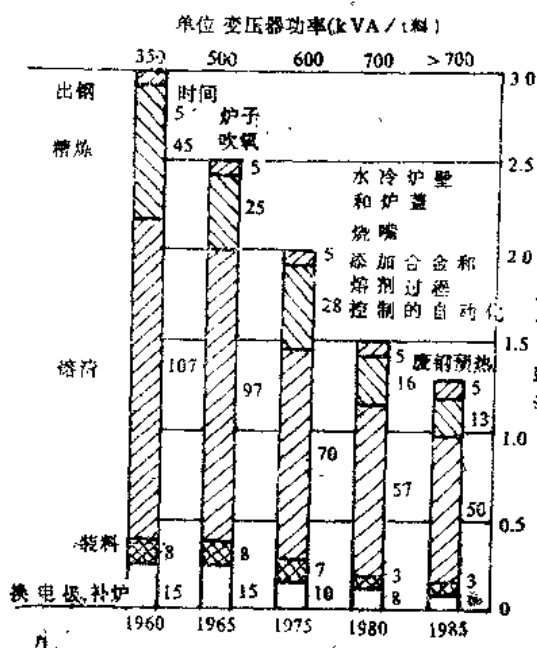


图2 出钢→出钢时间的缩短

钢→出钢时间缩短的情况。在这段时间里，出钢→出钢的时间从3h缩短到1.5h以下。这些变化是通过以下措施取得的：

- 1) 扩大炉容；
- 2) 采用水冷炉壁和炉盖及长弧泡沫渣操作；
- 3) 采用烧嘴和自动氧枪设备和第5孔加料；
- 4) 采用过程控制和电极调整，以达到最佳功率利用率和避免电极断裂，并且采用电炉操作的自动控制；
- 5) 重新匹配现有炉子的动力，以减少给定生产量的炉子数。

通过利用电炉废气预热废钢的技术，可望进一步缩短现代化电弧炉操作的能耗和出钢→出钢的时间。

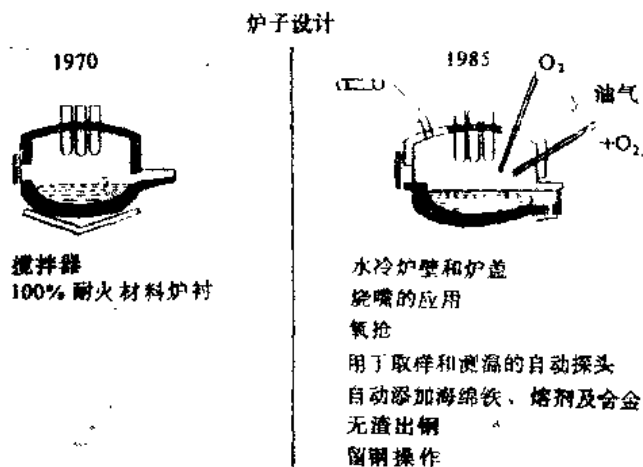


图3 老式电炉与现代化电炉的比较

图3表示老式电炉与现代化电炉的比较。现代化电炉在设计上有以下几方面的改进：

- 1) 电气设计；
- 2) 炉子设计；
- 3) 提高输入能量的方法；
- 4) 熔池搅拌；

- 5) 连续装料;
- 6) 计算机化;
- 7) 钢包冶金;
- 8) 电炉与连铸机同步。

这些特点和操作实践及技术的改进一起, 提供了改进电炉炼钢生产、大幅度降低成本的有效方法。今天, 这种技术为现有炼钢车间的现代化提供了重要的方法。

(三) 革新改进

现代化电弧炉的这些发展确立了单一的超高功率 (UHP) 电弧炉操作的潜在生产水平和可靠性, 成为今天现有电炉炼钢车间现代化的基础。电弧炉的发展趋势可用于改造有电炉改进计划的现有工厂。

在这种现代化的计划中打算达到的特定目标包括以下一项或多项:

- 1) 利用现有设备提高钢产量;
- 2) 在多座电炉车间可用较少的设备维持现有的钢产量, 以便将过剩的电炉改成钢包炉;
- 3) 可提高工厂现有产品的质量, 并通过改造过剩设备扩大市场。

改造现有炼钢车间每个设备的技术要求和现有设备现代化设计的技术标准随计划达到的特定目标而变化。

降低现有操作费用的一个最普遍的目标就是降低现有冶炼车间的操作费用。这可通过确立提高炉子生产率、降低电能和电极消耗的途径达到。

1. 提高炉子的生产率

缩短熔炼时间可导致生产率的提高和电力消耗的降低。用运转速度更快的设备更换现有的炉盖提升和旋转机械, 以及炉子的倾动机械, 以缩短现有车间的熔炼时间。在更换变压器的情况下, 采用 5 脚变压器还允许单独更换每相的接头。这为操作者在熔炼期维持电弧炉在最大的功率下进行操作创造了条件。

2. 降低电力消耗

通过高电导体的特定排列及使电炉操作和变压器功率应用最佳化的过程计算机的应用,

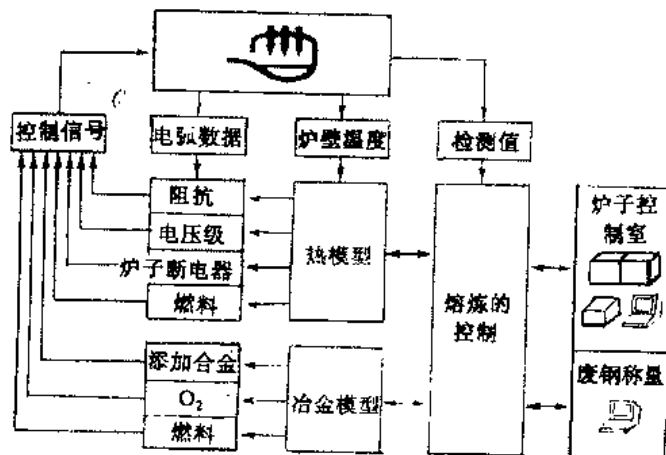


图 4 用于电弧炉过程控制的典型计算机控制图形

可降低电力消耗。典型的计算机控制图形示于图 4。这样的装置设有自动换接头和监测炉子水冷构件的系统。根据要求的 S 含量, 控制系统可包括热模型和冶金模型。带有这种装置的所有的炉子, 供电和添加材料的操作, 包括氧-燃烧嘴和氧枪, 均可自动控制。

3. 降低电极消耗

降低电极消耗对于降低电炉操作费用是非常重要的。通过改进炉子操作, 用高电压低电流熔化, 采用泡沫渣操作技术等可降低电极消耗。在低温区设置高效射流烧嘴也有助于减少因塌料造成的电极断裂。

在已有的电弧炉上采用了上述所有的设备和水冷炉壁板及水冷炉盖, 并对工艺进行了改进。

(四) 电弧炉改造费用的最佳化

根据设备的操作条件和地区的材料、劳动力和能源费用, 改造费用可达到最佳化的程度。总的来说, 熔炼用的能量、电极和耐火材料大约占电弧炉改造费用的 70%。这包括钢包、炉子的水冷构件、燃料和其它类型能量的费用, 如图 5 所示。所有这些费用指数都直接与能源价格有关。因此, 任何电弧炉的改造计划必须使明显影响改造费用的这些费用比例最佳化。

100t 炉子的功率最佳化模型预示电能消耗明显的降低。图 6 表明不同的电炉设备和操作因素对电能消耗的影响。每吨钢通过氧-燃烧嘴供给 1 m^3 天然气, 可代替 7.8 kWh 的电能。每吨钢吹入 1 m^3 的氧气, 单位电能消耗可降低 4.4 kWh 。如果有效功率提高 1 MW , 每吨钢电能消耗可降低 2.2 kWh , 这是由于高功率的输入缩短熔化时间的结果。从而, 热损失降低。另外, 如果熔化时间延长 1 min , 电能消耗增加 2 kWh/t 钢, 因为损失功率的影响继续存在。

出钢温度提高 10°C , 每吨钢则要求增加 5 kWh 的电能。因为在熔清以后基本上用较低的输入功率操作, 仅有输入能量的一半进入熔池, 而另一半在延长熔化时间的过程中以热的

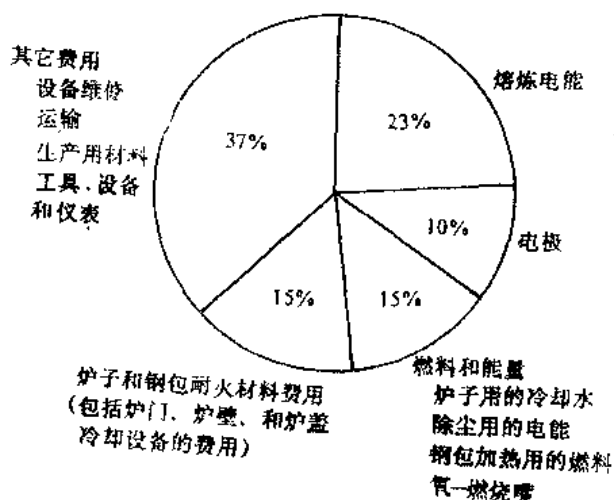


图 5 电弧炉改造费用 (不包括主要炉料)

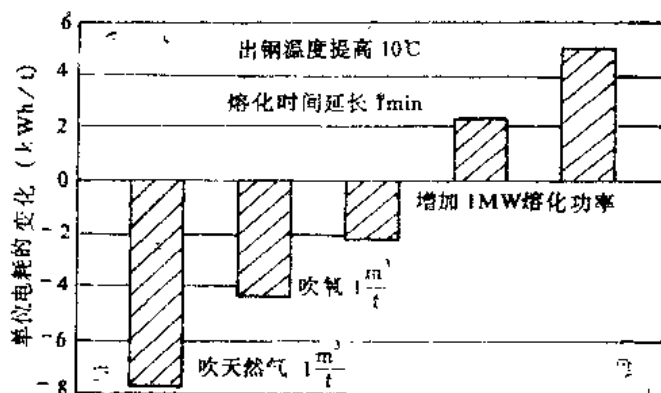


图 6 不同的电弧炉设备和操作因素对功率消耗的影响

形式损失了。这种条件可以通过以下两种方法有效利用：1) 将过热用的功率和冶金工作一起转移到钢包炉中；2) 把电弧炉作为一个超级熔化设备进行操作，以较低的温度出钢并采用留渣（钢）操作。

(五) 电炉炼钢车间现代化的实例

从Krupp钢公司钢厂的合理化配备的新电炉设备和操作技术所取得的经验已得到认可，并成为改建及合理化其它老电炉车间有效的方法。为证明这种电炉改造计划的效果，现介绍两种不同情况的炼钢车间采用电炉改造计划的实例。每种情况所采取的措施和获得的结果在下面两部分中分别介绍。

情况 A

情况 A 包括意大利北部一家用现有的130t电炉生产优质钢的厂家。用户的主要目标是：

- 1) 采用钢包冶金；
- 2) 提高生产率；
- 3) 降低耐火材料和电极消耗。

通过进行全面研究以后（参看表 1 所列的结果），采取了以下 4 个现代化步骤：

- 1) 改进料流；
- 2) 改装炉子；
- 3) 改善冶金操作；
- 4) 培训。

1. 改进料流

(1) 废钢

建议减少出钢量(从130t减少到115t)与留渣(钢)操作同时采用。这样可以减少两料罐废钢的装入量。随着运输废钢吊车工作负荷的减轻，在炉子中等待废钢的时间也减少了，而且不影响炉子的产量。炉子容量的减小还可使输入功率最佳化，以加速炉料的熔化，而且仍然可

表 1

情况 A 的改造和现代化计划的结果

年 平 均	改 造 前	改 造 后	差 别
	1979年	1981年	(%)
产 量 (t)	224774	313373	+39
炉数/天	7.5	12.5	+66
日产量 (t/d)	980	1380	+41
出钢重量 (t)	131	115	-14
维修时间 (min)	15	15	0
补炉时间 (min)	33	24	-38
熔化时间 (min)	82	58	-41
精炼和出钢时间 (min)	37	31	-19
出钢→出钢时间 (min)	179	137	-31
电 耗 (kWh/t):			
熔 化	407	391	-4
总 耗	513	507	-1
氧气消耗 (Nm ³ /t):			
烧 嘴	0	35	
炉门氧枪	4.8	7.6	+58
电极消耗 (kg/t)	6.5	3.3	-49

以使用原来的变压器容量和可用的二次抽头电压。

(2) 造渣剂及合金的添加

推建的这种熔化、炉渣控制和操作技术要求通过炉盖上的第五孔将粒状材料连续加入或在出钢过程中加到包中。因此,紧挨着炉子设置了一组带有喂入系统的加料料斗。

(3) 钢包运输车的添加

为了提高出钢吊车的有效利用率,推建采用带称量系统的钢包运输车。知道钢包的重量就能准确的计算在出钢时和钢包冶金站加入钢包中的需要的合金量。

2. 改装炉子

(1) 变压器

设置75/90MVA容量的变压器足以满足新的生产目标的要求。发现这台变压器在原来的车间里没有得到充分利用,因为在不损坏的情况下电炉没有适应提高输入功率的能力。

(2) 水冷炉壁和炉盖

为了使电炉的利用率最佳和增加炉壳装废钢的容积,在原有的炉子上设置了水冷炉壁和炉盖板。这些水冷构件是Krupp设计的管式结构的,在实践中证明这种结构非常好。水冷炉壁和炉盖对在超高功率下用长弧和泡沫渣操作提供了高的可靠性。

(3) 氧-燃烧嘴

快速熔化废钢和弥补冷点不均匀熔化的需要,要求用3支对着冷点的氧-燃烧嘴。氧-燃烧嘴可提供特殊的好处,因为过去在冷点剩余废钢的塌落造成了电极的大量断裂。在一炉中要求使用两次氧-燃烧嘴,每一次使用8~10min。

(4) 氧枪装入设备

为了在熔化过程中氧化碳,建议与留渣(钢)操作一起设置遥控氧枪装入设备。这有助于促进和控制熔化后的短时间内形成泡沫渣。当要求用渣子保护水冷板和允许长弧操作时,需要采用这种设备。

(5) 虹吸出钢

采用钢包冶金要求无渣出钢(至钢包)。为了简单而有效的达到此目的,安装了Krupp虹吸式出钢口。Krupp公司还可以提供偏心底出钢系统,但在此情况下没有推建采用偏心底出钢装置,因为这种出钢装置会减小炉子的容积。用虹吸式出钢口,在出钢过程中渣子可完全留在炉内。虹吸出钢成功操作的先决条件是在炉子中保留一定的钢水。其优点是可以保护电炉炉底免受电弧的高温辐射和其它机械损坏。虹吸出钢还要求监测耐火炉衬的情况。这可以通过在炉底钢壳表面的关键部位设置几个热电偶来达到。这就必须在炉壳温度升到400℃以上时发出警报。在这种情况下,炉子必须完全排空,当需要时检查和修补炉底。

(6) 电极的控制

现代化的电子电极控制系统代替原有的用低电流控制长弧的设备。

3. 操作方法的改进

(1) 熔化

在电炉炼钢概念中,超高功率电炉主要是作为熔化设备操作的。这就限制了原先在电炉中脱P的冶金过程,并且把所有的最后的冶金过程都转移到后面钢包冶金设备中进行。采用留渣(钢)法操作。为了使能量利用效率最佳和降低电极消耗,在Krupp的电炉操作中采用第一料罐装入2/3的废钢,第二料罐装入1/3的废钢。这是为了保持最高的炉子装满率(达80%),这将导致向炉子水冷构件辐射的热损失最低。当装料时,第二料罐补充熔化期前熔化掉的废钢体积。这又导致了高的炉子装满率和高效率的熔化操作。这种操作方法能以最低的热损失和最高的能量利用率熔化废钢。用这种方法水冷板暴露在电弧中的时间最短。

推建的电炉操作方法还要求一炉钢在炉子里的大部分时间保持长弧,以便使传入熔池的热量达到最大。通过确保废钢对水冷板的覆盖厚度使辐射损失最小的方法,在熔化期可维持长弧操作。在废钢完全熔化后的短时间内必须使熔液过热时,可通过采用特定的泡沫渣操作保持长弧。这些方法可形成防止长弧对水冷板热辐射的保护屏蔽和水冷板的保护渣涂层。

留渣(钢)操作和熔化期吹氧(氧化剩余熔液中的碳)还有助于稳定电弧,同时还在废钢炉料下面提供了额外的熔化能。在冷点用氧-燃烧嘴(理想的区域是电极周围的外侧)可使冷点的废钢熔化,从而促使整个炉内的废钢均匀熔化。

通过炉盖第五孔将石灰装在剩余的熔液上面,与此同时,在第一料篮中装入石灰石并吹氧,这加强了在熔化期较低的温度下的脱P反应。满足吹氧要求所需要的碳由第一废钢料篮中最初的碳和由第五孔添加在剩余熔液中的碳来提供。高P炉渣在熔化期和熔化完了通过渣门溢出。当需要时可通过第五孔添加石灰以连续形成泡沫渣和确立造好泡沫渣的方法。用炉门氧枪切割废钢的同时加入碳促进泡沫渣的形成,并可向炉内增加补充能量。

(2) 出钢

Krupp推建的操作方法(用计算机帮助电炉操作)的目标是搅拌熔池和把碳含量降低到这样的水平,即出钢分析的碳含量与所生产钢种的目标碳含量无关。同时,要求达到出钢温度。这种生产方法可得到最短的出钢→出钢时间和最高的生产率。高生产率是降低操作费

用最重要的因素。而且还可节约在炉子里为达到特殊钢种要求的碳含量而浪费的时间。过去的电炉操作方法是吹氧和取样时中断炉子操作。

(3) 钢包冶金

在电弧炉改造计划第一阶段所提供的冶金实践不包括钢包加热炉。因此,钢水必须在电炉中过热,以补偿加热包衬、熔化添加的合成渣和合金,以及随后的真空处理、允许的辐热损失和一定的保险余量所需要的热量。

这种操作方法要求快速进行电炉冶炼、充分加热钢包、掌握出钢量和钢水成分。为了使炉子操作和成品最佳,计算机对于计算合金添加量和出钢温度是很有意义的。

4. 培训

当采用新的冶金方法和操作工艺规程时,通常需要几个月才能达到设计指标。因为经验和实践是比任何理论都好的老师。Krupp制定了培训计划,包括教室里的和在炉子上掌握实际操作。开始在Krupp公司的钢厂中进行培训,投产后在改造的炉子上进行培训。对工程师、领班、操作人员和维修人员均进行培训。

通过在建设、投产和开始操作期间采用这个培训措施,在很短的时间内即可达到设计指标,并且经常超过。表1列出情况A电炉改造计划的结果。

情况 B

新西兰的一座废弃的电炉被改造,这座电炉带有一台低功率的变压器。

熔化功率增加到现代电弧炉生产的水平,同时添加现代化设备以达到生产目标。现有电炉的主要技术数据如下:

炉壳直径	4.9m
炉子容量	40~45t
变压器	12.5MVA, 250~100V

炉壳采用Krupp管式结构的水冷板。并且用相似结构的水冷板代替耐火材料炉盖。从炉壳引入3个氧-燃烧嘴对着冷点,以帮助熔化。由带有提升和旋转座的半门式结构和带有支臂和夹持器的电极支柱组成的上部结构,完全由现代化的液压操作结构所代替。

通过用二次电压为530~420V(稳定功率)和420~170V(稳定电流)的新的35MVA变压器代替原有的12.5MVA变压器,提供了快速熔化能力。二次短网也必须更新。在高压侧,电路开关和电容器组(为了提高功率因数)也进行了更换。设置了新的现代化电极控制调整系统,提供适应新的用较长或较短的稳定电弧操作方法和提高功率因数需要的快速响应的控制系统。

除了现代化电炉本身以外,由于因现代化电炉生产率的提高,产生废气体积的增加和限制声音,需要增加环保设备。添加的环保设备如下:

- 1) 为降低二次废气体积和提供隔音罩的围绕电炉的炉罩;
- 2) 增设了废气的收集和净化系统,并且为了不污染空气对该系统进行了特殊的设计。

情况B电炉改造计划的结果列于表2。

情况B电炉改造计划总共添加的设备包括下列几项:

- 1) 重新配备电力(增加变压器的容量,达35MVA);

表 2

情况B电炉改造和现代化计划的结果

年 平 均	改 造 前 1979年	改 造 后 1981年	差 别 (%)
产 量 (t)	110000	190000	+73
炉数/日	8.5	13.5	+58
日产量 (t)	375	551	+53
出钢重量 (t)	43	43	0
维修时间 (min/d)	91	90	-4
补炉时间 (min/d)	52	30	-43
熔化时间 (min)	96	55	-43
精炼和出钢时间 (min)	65	25	-62
出钢→出钢时间 (min)	160	90	-44
电 耗 (kWh/t)			
熔 化	575	441	-30
总 消 耗	580	484	-20
氧气消耗 (Nm ³ /t)	1.5	1.5	0
电极消耗 (kg/t)	5.3	4.2	-21

- 2) 水冷炉壁和炉盖;
- 3) 新的上部结构和液压系统;
- 4) 3个氧-燃烧嘴;
- 5) 自动氧枪送入和泡沫渣方法的采用。

在此电炉改造计划成功的基础上,最近Krupp接受了一项用被改造的电炉的废弃部分和被代替下来的多余的变压器(12.5MVA)建一座钢包炉。计划钢包炉在1986年投产。投产后将会增加钢产量,改进钢的质量,增加操作的灵活性和降低成本。

(六) 结束语

总之,电炉炼钢现代化的发展趋势为使现有炼钢车间的现代化提供了一种手段,达到下述目标:

- 1) 降低成本;
- 2) 提高生产率;
- 3) 炼钢生产的合理化;
- 4) 提高质量。

在西德的Siegen和Bochum的Krupp钢厂是钢铁工业合理化和现代化的最好的例子。这两个例子都是使用一座电炉设备生产所有的钢种。他们在实践中证明了电炉炼钢的新发展和现代化技术。这一经验已用于上面讨论的两个电炉车间的改造计划。

译自《I&SM》1986年11月

阎峰 译 李戈 校

二、电炉富氧操作的现状和未来

(一) 日本电炉炼钢法的概况

1. 电炉炼钢生产

电炉炼钢法和转炉炼钢法是现在具有代表性的炼钢方法。在日本, 1977年停止了平炉炼钢生产, 电炉炼钢法的地位越发重要。

在世界主要产钢国家也是这种趋势。电炉炼钢法与高炉-转炉炼钢法相比, 具有以下几

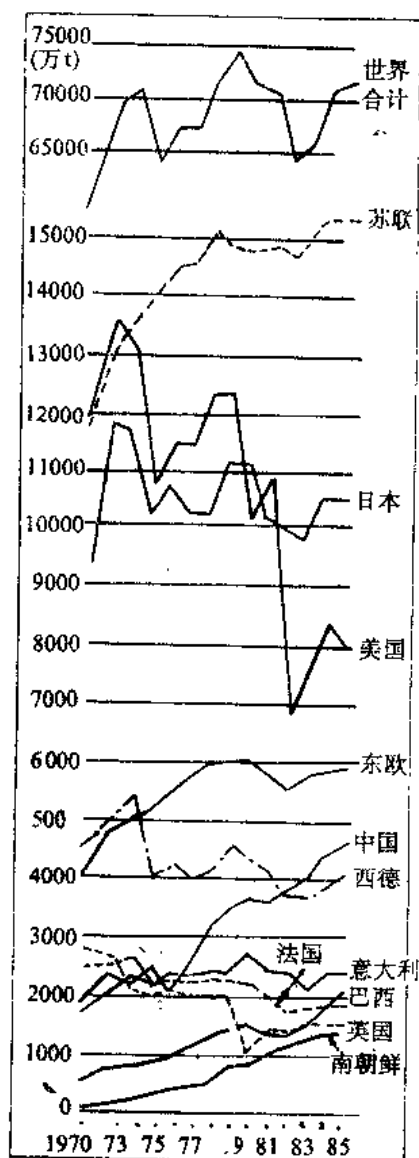


图1 主要产钢国家钢产量的变化

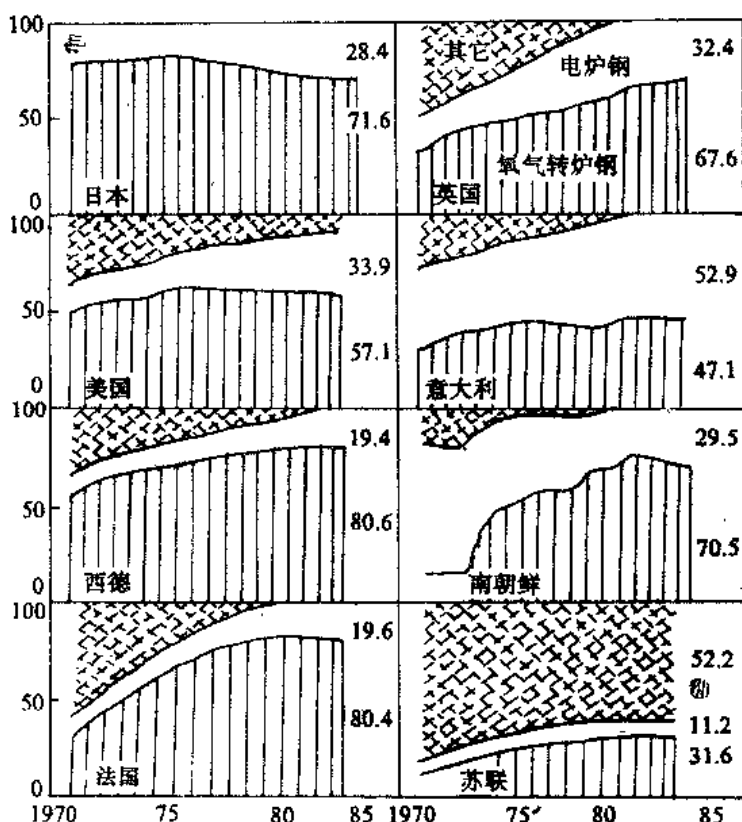


图2 主要产钢国家不同炼钢方法钢产量的变化

个优点:

- 1) 可以用较少的投资生产较多的钢;
- 2) 可以使用廉价的废钢作为主要原料;
- 3) 设备的操作具有灵活性 (根据经济情况, 可以随时停产和生产)。

这些优点符合目前钢铁工业所处的环境。图1表示世界主要产钢国家钢产量的变化。图2表示世界主要产钢国家不同炼钢方法钢产量的变化。

表 1 日本电炉的设置情况 (1984年12月)

炉容量 (公称)	设置或变压器增容年份								1984年末				与辅助设备的组合 (电弧炉台数)				备 注		
	1959年以前		60~69年		70~79年		80年代以后		台数	平均容量 (MVA)	变压器 容量 (MVA)	变压器 容量的区分		助燃	废钢 预热	二次 精炼炉		连铸	
	台数	平均容量 (MVA)	台数	平均容量 (MVA)	台数	平均容量 (MVA)	台数	平均容量 (MVA)				RP	HP						UHP
<12 t	73	—	60	—	29	—	5	—	167	—	—	—	—	3	2	16	2	HP的范围 (MVA)	
15~25 t	11	—	21	—	19	—	5	—	56	—	—	—	—	8	4	16	20	30 t 15~19 10 t 18~13	
30~40 t	2	15	19	16	55	23	6	33	51	22.4	10	13	31	24	29	17	35	50 t 21~27 60 t 21~32	
50~60 t	0	—	11	21	28	32	4	45	13	30.1	10	10	23	24	12	18	31	70 t 26~35 80 t 28~33	
70~90 t	0	—	7	26	9	16	5	48	21	45.7	1	4	16	12	6	13	16	90 t 32~43 100 t 31~47	
100~120 t	0	—	2	32	7	62	0	—	9	55.7	1	3	5	0	4	16	5	120 t 38~52	
140~200 t	0	—	1	50	2	72	0	—	3	64.7	0	1	2	3	0	0	3	110 t 10~54	
大型炉共计 (30t以上)	2	15	40	23	71	35	17	41	333	—	22	31	77	80	57	86	112		

2. 电炉设备及生产率

给日本电炉炼钢法带来重大变化的转机是高功率化，是1964年 W.E.Schwabe 等人提倡的UHP (Ultra High Power) 操作，每吨电炉容量配备550~600kVA以上的变压器，投入大电力炼钢时间缩短。

炉子的容量，在70年代多建设100t以上的超大型炉，80年代以后没有设置，由于生产批量的关系，设置40~70t炉子的较多。表1列出1984年12月日本电炉的操作状况。

出钢→出钢时间作为电炉生产率的一个指标示于下式：

$$\text{出钢} \rightarrow \text{出钢时间} = \frac{C(\text{kWh/t}) \times W(\text{t})}{T(\text{kVA}) \times \eta} \times 60 + A$$

式中C：单位电耗；

W：钢水总重量；

T：变压器容量；

η：变压器利用率（操作一个周期平均出力与变压器容量之比）；

A：一炉中非通电时间。

根据该公式提高电炉生产率的措施如下：

- 1) 降低单位电耗；
- 2) 扩大炉子容量（增加每一炉的出钢量）；
- 3) 炉用变压器容量的大型化及变压器利用率的改善；
- 4) 缩短非通电时间。

图3表示实际装入量和生产率的关系，图4表示变压器功率和生产率的关系。

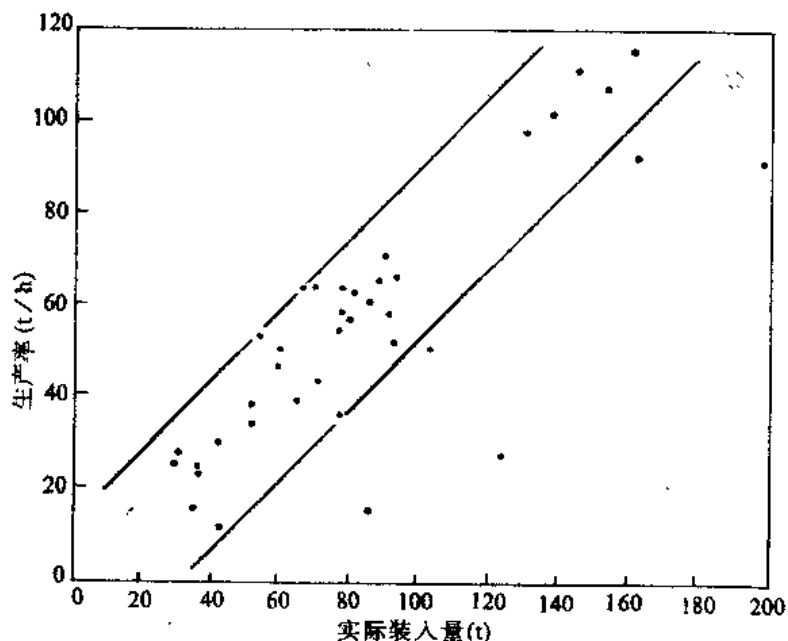


图3 装入量与生产率的关系