

平炉吹氧和用油

加拿大鋼鐵公司平炉吹氧

英國平炉用油燃燒器

1
新金屬材料編輯部

1972 10 北 京

前 言

碱性平炉主要由于其原料条件的灵活性，发明以后得到很快发展，本世纪初在产量上超过了所有其他炼钢方法，作为世界炼钢方法中的主力。第二次世界大战末期，平炉钢约占世界总产钢量的85%。

1952年最初成功的氧气顶吹转炉，是一个高速度的炼钢方法。它比平炉设备小，产量高，在各国获得非常迅速的发展。1960年世界产钢量3亿4千万吨中，平炉钢占70%，氧气转炉钢只占4%。10年以后的1970年，在世界产钢量5亿9千万吨中，平炉钢占45%，氧气转炉钢已增到41%。这个氧气转炉比重上升、平炉比重下降的趋势目前仍在继续，预计一两年内氧气转炉钢产量即将超过平炉钢。

在氧气转炉的严重竞争下，平炉炼钢的面貌，若干年来也就发生了巨大的变化，一些陈旧的平炉车间被闲置起来，或者被拆除。另一些比较现代化的平炉，则大力发展新技术，在保持其原料灵活性方面的同时，大幅度地增加了生产能力。例如250吨左右的平炉，每年产钢50至60万吨，500吨左右的平炉，每年产钢90至100万吨，这些平炉已达到了很高的技术经济指标，以致在许多情况下，它们不但有条件与新建的氧气顶吹转炉并存，而且由于它们能吸收转炉不能使用的剩余废钢而成为与转炉配合的极好伙伴。

目前我国平炉钢的生产量约占全国总产钢的百分之六、七十。平炉吨位极大部份是在几个现代化的新钢铁企业，以及经过改建后的旧企业中。为了发挥平炉生产潜力，目前在较多的钢铁企业中已经使用小量氧气。尽管如此，与国外同吨位平炉比差距仍大，产量只及其1/3左右。因此，在近几年内，我国平炉即将大量用氧，以便赶上或超过国外平炉的技术经济指标。为此，我们收集了加拿大钢铁公司希尔顿钢铁厂500吨平炉从开始用氧以来，直到现在，他所发表或未发表过的有关文章以及实际考察情况编译成册，目的在于系统了解他们所走过的道路，以便今后我们在厂房改建、冶炼工艺、炉型改造和除尘排气等方面作参考。尤其是老厂房如何适应成倍钢的增长，则是一例。

1960年英国钢铁研究院发表的“平炉油燃烧器的装置和操作”。这本小册子，对于平炉油燃烧器的设计、安装和使用提供了一些理论基础和实践指导。他们搞的燃烧器设计，在英国各钢厂得到广泛的采用。其后该院又在原来的基础上发展了一种可调喉口油燃烧器，对平炉用氧后燃料耗量波动很大的工作条件是特别适合的，在平炉上初步试用的效果较好，有几篇文章作了报道。

在本资料第二部份中，我们把这本关于油燃烧器的小册子和关于可调燃烧器的资料译出（其中对我们没有什么参考价值的部份已删去），供国内平炉厂研究改进油燃烧器的参考。

原文用的是英制单位。使用这个材料进行计算时应作必要的换算。最简便的方法是，先将我们的有关数据变换为文中的单位，进行计算，最后把计算结果换算为我们自己的公制单位。这样作，比起把文中每一公式和图表都加以换算，要方便得多，而且不易出差错。下面是一些必要的换算系数：

1呎=305毫米；1吋=25.4毫米；1磅=454克；1磅重（力的单位）=0.454千克力；1加仑=4.55升；1英热单位=0.252千卡；1磅/平方吋=0.0703公斤/平方厘米。

附录中有许多数学公式推导。了解这些公式可以帮助理解燃烧器的设计和工作原理是

有用的，但对于有效地使用文中的方法来设计或校驗我們的燃燒器，都并不是必不可少的。因此，如果讀者沒有時間或興趣和這些數學推导打交道，那末不去理會它們也未嘗不可。

本資料第一部份是按原文發表的先后次序進行倒排。整理資料過程中承王立中、王玉珍、張玉英同志協助繪圖工作，為此表示謝意。

編 者

1972.7.

目 录

前言

第一部份 加拿大钢铁公司平炉吹氧

加拿大钢铁公司平炉用氧情况.....	(1)
加拿大钢公司的“混血儿”炼钢车间.....	(8)
氧气平炉的装料和燃料控制.....	(11)
加拿大钢公司的氧—燃料炼钢.....	(17)
吹氧平炉的除尘.....	(21)
加拿大钢公司平炉大量用氧炼钢.....	(26)
加拿大钢公司 500 吨平炉的氧气炼钢.....	(31)
平炉炼钢的进步.....	(37)

第二部份 英国平炉用油燃烧器

平炉油燃烧器的装置和操作.....	(43)
“英钢研”可调喉口油燃烧器.....	(54)
简讯.....	(58)

加拿大钢铁公司平炉用氧情况

——赴加考察报告之一

陈 宗 祥

一、加拿大钢铁工业概况

加拿大位于太平洋东岸，面积 996 万平方公里，人口 2180 万，全国铁矿储藏量大约是 336 亿吨（品位 22~64%）。煤储量为 869 亿吨。

加拿大钢产量不大（1970 年为 1201 万吨），但在平炉吹氧技术方面有些特点。

从表 1 中可以看出：加拿大近 10 年来钢铁发展速度确实缓慢，但他的铁矿开采量很大。仅以 1970 年为例：铁矿年产 4831 万

吨，生铁年产 1028 万吨，钢年产 1201 万吨。从这些数字中可以看出他的采矿能力大于炼铁能力，炼铁能力又大于炼钢能力，炼钢的钢锭和半成品每年大约向美国出口 15~40 万吨，加工完的钢又重新输入加拿大，因此，炼钢能力又大于轧钢能力。

加拿大的钢铁工业按年产量居世界第 12 位，按人口平均计算为世界第 9 位。目前加拿大的炼钢方法仍以平炉为主，以 70 年为例，平炉钢占 50%，电炉钢占 19%，转炉钢占 31%。

加 拿 大 的 钢 铁 产 量 (万 吨)

表 1

项 目 \ 年 度	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
铁矿量	—	—	—	—	3421	3661	3639	4304	3474	4831	—
生铁量	501	555	626	621	693	713	841	869	869	1028	—
钢产量	588	651	743	828	912	909	880	1017	935	1201	1277
平炉钢 (%)	61	60	61.5	60	56	54	54	56	52	50	—
电炉钢 (%)	10	9.5	9.5	10	11	12	11	12	16	19	—
转炉钢 (%)	29	30.5	29	30	33	34	35	32	32	31	—
按人口平均 (公斤)	270	298	341	380	418	417	401	466	429	551	586

由于资本主义国家只从经济观点出发，原料距离太远对公司不利时，宁肯进口也不用本国原料，因此加拿大每年从美国进口铁矿和焦炭。同时它又出口铁矿，球团矿等原料。

加拿大钢铁企业计有 50 多家，具有炼焦、炼铁、炼钢和轧钢能力的联合企业只有三大钢铁公司。最大的是加拿大钢铁公司，

其次是阿尔果马 (Algoma) 钢铁公司和多米尼 (Dominion) 钢铁公司。这三家公司的钢铁产量占全国钢铁产量的 80% 以上。他们拥有焦炉 788 孔，年产 500 万吨，高炉 12 座（平均有效容积为 987 米³ 最大为 2000 米³），平炉 20 座（平均容量为 226 吨最大 500 吨），转炉 9 座（最大 110 吨）和电炉 7 座。此外加拿大还有钢管厂 17 家，铁合金厂 8 家。

二、加拿大钢铁公司

加拿大钢铁公司是加拿大最大的钢铁公司。全公司有职工 25000 人。该公司所属两个工厂，一个是安大略省 (Ontario) 希尔顿 (Hiltton) 钢铁厂，另一个是阿尔伯达省 (Alberta) 埃德蒙顿 (Edmonton) 钢厂。这两个厂炼钢设备能力为 443 万吨/年 (去年投产一个 110 吨转炉未算入)。但 1971 年只是希尔顿钢铁厂就生产钢 500 万吨。全公司就生产了 512 万吨。该公司有平炉 14 座，高炉 4 座，转炉 3 座，电炉 3 座，炼焦 264 孔 (有 87 孔正在建设)，还有连续浇注。这些设备除三座 22 吨电炉外，其余全部在希尔顿钢铁厂。

希尔顿钢铁厂是加拿大钢铁公司的主要工厂，它拥有炼焦，炼铁，炼钢和轧钢等设备，是一个大型冶金联合企业，占地面积 348 万平方米，1971 年生产钢 500 万吨，全厂职工 14000 人。

希尔顿钢铁厂位于安大略 (Ontario) 省哈米尔顿市 (Hamilton)，水陆交通方便。该厂有三座焦炉计 370 孔，其中老的 191 孔，新的 79 个孔，其余正在建设，1971 年年产焦炭 191 万吨，日产 6900 吨。为了提高焦炭强度减少焦炭粉末量，采用热水冷焦 (回收全厂废水)，效果很好。焦炉每孔装煤 22 吨，出焦 16.5 吨，成焦时间 16 小时。同时采用密封装煤，热装煤等新技术。

该厂有高炉四座 (实际五座已停一座)，最大的高炉容积为 2000 立方米，采用烧结矿、球团矿入炉 (总铁量为 60% 左右)，利用皮带运输卷扬机上料，炉内喷天然气、重油。焦比为 424 公斤，最高 427 公斤；每吨铁的渣量为 184~194 公斤，炉顶压力为 0.35 公斤/平方厘米，明年将达到 1.05 公斤/平方厘米。每日生产生铁 3600~4100 吨。四座高炉年产生铁 360 万吨左右。炉子寿命 9 年。

希尔顿钢铁厂有平炉 14 座。其中 105、173 和 280 吨平炉各四座，113 和 460 吨平炉 (500 短吨) 各一座。这些平炉分别在两个车间。第二炼钢车间有 105 和 173 吨的平炉各四座，113 吨平炉一座，共九座平炉。目前有八座生产。由于这个车间是在 1912~1920 年建设，厂房较老，很难改造，同时生产指标落后，因此准备淘汰。第三炼钢车间有 4 座 280 吨平炉现已改为 300 吨，一座 460 吨平炉现已接近 500 吨。共五座平炉。该车间有职工 700 人年产钢 280 万吨 (300 万短吨)，日产 8200 吨，采用吹氧技术炼钢。号称世界平炉炼钢各项指标最先进的 500 吨平炉就在该车间，同时他们认为该车间平炉钢的成本比任何一种炼钢方法都低 (设备折旧费已算完，产量也大)，这个车间主厂房有四台 15 吨落地式装料机，三台吊车。浇注工段有四台 650 吨浇注吊车，(原为 450 吨吊车，将吊车普通钢改成合金钢后就可载重 650 吨) 采用上注，浇注成 5.5~25 吨的钢锭。原料工段用三台吊车备料，然后用内燃机车将原料、材料送到平炉。图 1 为车间的平面布置图。所有平炉的废气通过预热锅炉再经静电除尘，然后经过烟囱放入空中。

转炉已建了三座，每座 110 吨，现一座投产，实装 136 吨。每炉纯吹时间为 35 分钟。采用 75% 铁水和 25% 废钢。三吹二，两套除尘器，转炉寿命为 600~700 炉。新建转炉的投资计为 5750 万加元，其中花在除尘方面就用了 550 万加元。

该厂的轧钢设备比较齐全。有一座 1170 毫米的万能轧机，860 和 1120 毫米的粗轧机，一座 460 毫米的连续轧机以及其他各类型的轧机等。产品有钢板、钢条、钢棒和各种规格的建筑钢材，冷热钢带、钢管、镀锌薄板……等等。并且还具有宽达 3.56 米的钢板，1.22 公尺热轧钢带，1.83 米的冷轧钢带。

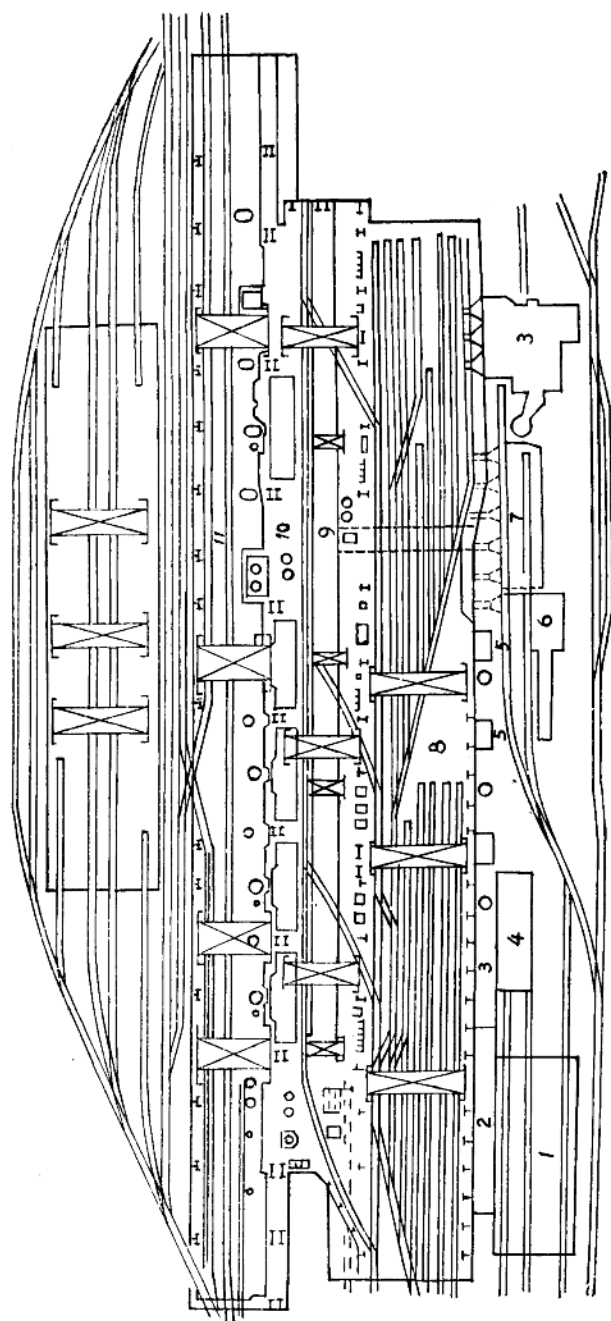


图 1 新式的平炉車間。1961 年 35 号炉投产后包括废鋼跨的車間布置图。(长 378.2 米、寬 109.9 米)

1—料仓；2—混铁車砖；3—鍋炉；4—变电室；5—風扇；6—沉淀控制装置；7—除尘器；8—废鋼場和分析室；9—落地式裝料机；10—平炉跨；11—鑄錠台。

三、希尔顿钢铁厂500吨平炉用氧生产经验

希尔顿钢铁厂第三炼钢车间的500吨平炉（即35号平炉），是加拿大最大的平炉。于1958年筹建，1961年4月投入生产。随即应用氧气炼钢，直到1964年才成为该厂的主要炼钢方法。由于采用了平炉吹氧炼钢，使得500吨平炉在1965年内生产钢82万吨（90万短吨）。七十年代后又采用三个炉顶氧枪，燃料为80%重油，20%天然气，氧耗量为42~50.4立方米/每吨钢，氧压为14公斤/平方厘米。在这种条件下，又在1970年和1971年分别生产了91万吨钢（100万短吨），每炉钢平均冶炼时间为4小时，每小时产钢量为120吨，炉顶寿命平均为1200炉。

（一）冶炼操作

1. 补炉、装料和兑铁水

出完钢后立即用补炉机补炉，补的方法是将整个炉底平铺一层，并保持炉型正常，但补炉的材料必须湿润以免粉状料过多跑入沉渣室和格子孔。补炉时间约占全炉炼钢时间的22%（50分钟左右）。

装料：第一层装入石灰石或废钢，根据炉底情况来定。一般装2.5%的石灰石（即12.5吨），然后装入40%的废钢（即200吨），剩下60%为铁水（300吨）。这些冷料装入1.7立方米的料槽内用两个15吨落地式装料机同时从七个炉门装入，装料时间大约需要20~40分钟，据介绍装料机采用油压装置后获得很高的装料速度。装料期不专花时间来加热炉料。但燃料用到最大，约为 $90 \sim 100 \times 10^6$ 千卡/小时。

兑铁水是在装完料后进行，每炉钢兑入三包铁水，由2号和6号炉门同时兑入。兑入铁水后待铁水淹没废钢时即可放下炉顶氧枪立即吹氧，在吹氧的同时燃料立即减少，氧枪放下位置应该是氧枪端部距离金属液面为150毫米。但氧枪下若有露出废钢则不能

吹氧。铁水兑入后的温度为1370~1430°C。

2. 熔化、精炼和出钢

兑入铁水吹氧后就进入熔化阶段。熔化时的用氧量一般在130~145立方米/分。待废钢即将熔化完毕时就取样分析和测温，同时加入石灰和熔剂。再从图2中查出碳与温度的关系，然后决定下一步操作，从此开始精炼。平炉吹氧以后，实际上它是一个“卧式转炉”。既不同于平炉也不同于转炉，平炉原有的术语如矿石沸腾期，纯沸腾期都已废除了，所以事实上熔化与精炼不能截然分开。

生产经验表明，从图2中标出第一个试样的碳和所测温度的座标点，然后将两点连成直线（温度和碳各有一点），此直线再对应纵座标上的温度，如果此温度在56°C左右，这说明炉内温度正常，可以大量用氧同时大幅度减少燃料，用氧量为224立方米/分。

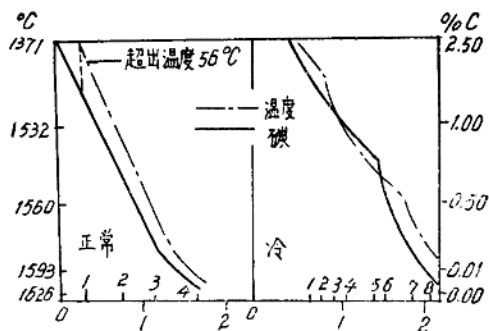


图2 加拿大钢铁公司升温及降碳曲线
(炉冷时两曲线可能交叉)

图左：1—石灰及熔剂；2—萤石；3—5000
呎³/分·氧；4—出钢

图右：1—石灰及熔剂；2—给燃料；3—
增大燃料；4—氧减少，最大燃料；5—萤石
6—关闭燃料；7—5000呎³/分·氧；
8—出钢

如果温度在140°C左右这说明炉内温度太高，不适宜再吹氧，那就立即加入铁矿降温，待温度适当之后再吹氧，如图3所示。如果温度很小，几乎两点重合；这说明炉内温度太

低，需要供给最大燃料，以提高金属温度，并将吹氧量减少。如图 2 所示。因此每炉都有升温（1371~1593℃）和降碳（2.50降至 0.10%）两条曲线。冶金工作者从两条曲线中可以发现炉内任何不正常现象：炉内温度低两条曲线必然交叉，炉内温度高两条曲线之间距离增大，最正常的情况是两条接近平行的线。该炉子如遇着正常情况，只需兑铁水后 1 点半钟左右即可出钢。因此平炉吹氧后的操作只需注意时间，温度和降碳之间的关系。发展更加科学化了。

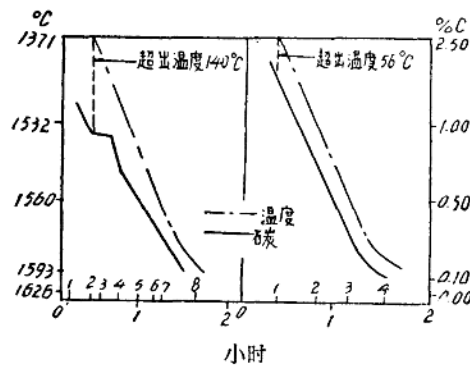


图 3 炉热时两曲线之间距离增大

图左：1—石灰及熔剂；2—矿石；3—矿石；4—矿石；5—萤石；6—5000 呎³/分·氧
图右：1—石灰及熔剂；2—萤石；3—5000 呎³/分·氧；4—出钢

当碳降至 0.30% C 时应将氧降到 140 立方米/分或更低些，一直用到出钢前 5 分钟。在整个冶炼过程中燃料和氧的用量以及大约时间可参看表 2。

燃料和氧的用量 表 2

项 目	燃料消耗量 × 10 ⁶ 千卡/ 小时	用氧量 (米 ³ /分)	时间 (分)
装料至兑第二罐铁水	90~100	0	30~50
兑完第二罐铁水至熔化	50~65	130~145	15~20
熔化末至碳为 0.3%	0~25	224.0	40~60
碳从 0.3% 至 0.1%	60~70	130~140	20~30
出钢前 5 分钟	70~80	0	5

铁合金与一般炼钢方法一样可以在炉内和盛钢桶内加入。

该厂的出钢方法是采用定向爆破出钢。出钢温度为 1590℃。出钢前掏出出钢口外部，其大小和深度能够塞入炸药为宜。用电起火，如果第一次爆不开，可以连续爆破三次，实在不行时用氧气烧开。炸药的形状如图 4 所示。炸药重量 2~3 公斤，点火距离 > 10 米。出钢口掏出塞入炸药后必须在 2 分钟之内点火爆炸。

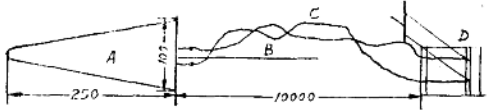


图 4 定向爆破示意图

A—炸药；B—手柄；C—导线；
D—电闸

全炉出钢一包，采用 5.5~25 吨的钢锭模进行上注。从补炉到出钢完所需的时间见表 3，平均冶炼时间在 4 小时左右，每个炉每个班只有三名炼钢工人。

冶炼时间表 表 3

项 目	时 间 (分)	平均时间 (分)
补 炉	30~53	40
装 料	30~40	35
兑铁水	20~30	25
熔化和精炼	100~120	110
出 钢	20~35	30
全 炉		4:00

有了先进的技术在大生产中并不一定都能收到同样的效果，因为有了先进的技术再加上科学的管理和分工才能收到最好的成果。所以车间组织管理和调度工作是获得全年先进指标的关键。同样条件的平炉如果管理工作跟不上，就不能获得全年平均冶炼时间为 4 小时的成绩。这是极重要的经验。

进废热锅炉的废气温度为 540℃，出废热锅炉的温度为 205℃，废气经废热锅炉后

再强制抽风进入电除尘，然后进入烟囱放到空中。这些废气全部是白色气体。这不仅全车间是这样，全厂（连高炉在内）都是如此，甚至我们见到的黑色和有色冶金工厂很少不除尘的，这是值得我们引起注意的。

（二）护炉和炉型

希尔顿炼钢厂的负责人认为：他的500吨平炉炼钢车间主要经济指标都保持了最高纪录，尤其是炉龄列入世界先进行列：500吨平炉炉龄为1100~1350炉，平均炉龄为1200炉左右，极个别的达到1600炉。其基本经验是：

1. 提高炉顶高度，500吨平炉原设计炉顶高度为3.05米，后来提高到3.96米；炉龄由250炉增加为600炉。以后又经过若干次修改才达到现在炉顶的高度4.27米。

（300吨平炉也是这样高）。这个高度，是经过极大努力才获得。包括将炉顶拉梁减薄，吊车修改、熔池面下降等措施，将它改到极限高度。这一点极重要。

2. 强制抽风：保持整个冶炼期炉内稍高于一个大气压，从炉门窥视孔看略有火苗逸出，保持这样的炉内压力对于延长炉体寿命，减少沉渣室，格子房的积灰和改善劳动条件都极为重要。尤其是对提高炉体寿命是一项有效措施。

3. 强制冷却炉顶：炉顶采用风扇冷却，如图5所示。

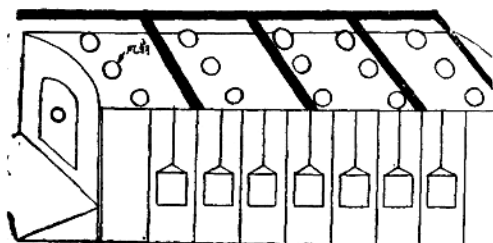


图5 风扇冷却炉顶示意图
○表示风扇

沿炉门和出钢口水平方向的炉顶一端按装三个风扇，沿两个炉头的水平方向安装五

个风扇，这样炉顶就用15个风扇冷却。沿前后墙边沿的风扇稍向内侧，炉顶中部的风扇正吹炉顶。沿前墙五个风扇的直径都为1.22米，沿后墙五个风扇皆为0.762米，炉中正中风扇直径全是0.915米。这样强制冷却，使炉顶散热极快。

据他们介绍曾经试过，水冷炉顶：采用多排水管，每五块砖一排水管冷却。后来因为换炉顶麻烦和漏水不好处理的原因就终止了。

4. 提高炉顶砖的质量：炉顶砖长为457毫米采用高镁砖，其中镁砂含氧化镁为98%，炉顶砖损坏到102毫米时就不能再继续使用。炉体上所使用的碱性耐火材料，按质量和部位都作合理的分配，容易损坏的部位使用高质量的砖，反之，不易损坏的部位则用一般质量的砖。

5. 喷补炉顶：炉顶和前后墙都采用喷补，该厂喷补方法效果良好并且较为简便。如图6所示。喷补材料是由另一家公司配好后出售，据称是大小颗粒都有的“镁砂”。将“镁砂”放入容器内盖上盖，然后通压缩空气，空气的压力为6.3~7公斤/平方厘米，借气体的压力将“镁砂”送入喷枪内与另一支管的来水混合，最后经弯头喷枪喷在炉体上。一人手持喷枪面戴护罩，毫不吃力的进行喷补。喷补容器随时可移动，喷补材料的消耗大约为2.27~2.72公斤/每吨钢。

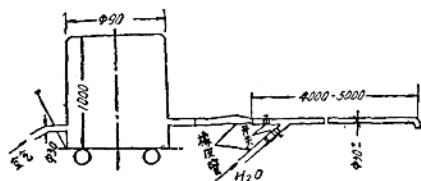


图6 喷补机的示意图

6. 炉顶结构改变：平炉吹氧以后对平炉的冶炼、热工和炉型都带来很大的改革。平炉的热源主要部分是靠氧与金属中的硅等元素进行化学反应所放出的热，因此从炉头供

给的热退居次要地位，所以原来用发生炉煤气的炉头结构已不适应吹氧了，故将原来如图 7 所示的炉顶形状改变成如图 8 所示的形状。这样不仅提高图 7 中 A 处的寿命而且还有利修炉和气体流动。整个炉顶是采用悬挂式化学粘合的镁砖炉顶。

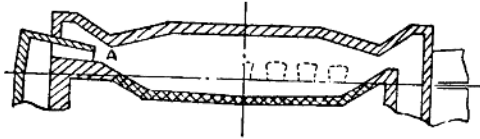


图 7 原有平炉炉顶图

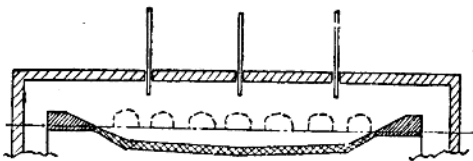


图 8 喷枪位置示意图

(三) 炉体冷却和氧枪

1. 冷却：平炉用氧后随着氧量增大必然带来炉子的两个端墙损坏加剧，因此必须像图 9 所示那样进行冷却。

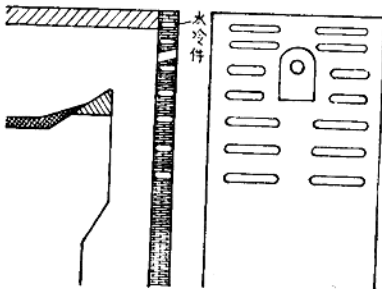


图 9 炉头冷却部位示意图

从沉渣室的上部开始至炉头喷枪止，每隔 6 层砖用一个水箱，从炉头喷枪至炉顶每隔 4 层砖用一个水箱，水箱的宽和高是根据具体条件确定，水箱的长度大致与墙厚相等。

前墙两个炉门之间也用水箱冷却。前墙水箱从钢水面起一直到炉顶，每隔四层砖安装一个水箱。水箱的宽度同前墙垛子一样宽，长度与墙的厚度相等，高可以任意选

择，以利砌砖为宜。这是保护前墙垛子不塌的好办法。

2. 氧枪

希尔顿炼钢厂 500 吨平炉用三支氧枪，300 吨平炉用 2 支氧枪，500 吨平炉氧枪安装的位置如图 8 所示。

沿炉顶横向中心线位置垂直插入三根氧枪，中间一根氧枪插到炉顶纵横中心线的交点上（即中门位置）氧枪共有 6 孔，每孔的直径为 25.41 毫米，每个孔的中心线与氧枪中心线的夹角为 30° 如图 10 所示。

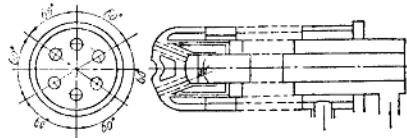


图 10 氧枪示意图

其余两支氧枪分别插入第 1、2 号和第 6、7 号炉门之间每支氧枪都是 6 孔 每孔直径均为 19.0 毫米，夹角仍是 30° 。氧枪喷头与枪体用电焊连接，喷头为铜铸件，每个氧枪使用寿命为 300 炉。最大供氧量为 $224 \text{米}^3/\text{分}$ ，氧压力 14 公斤/平方厘米。

(四) 修炉和炉体主要尺寸

500 吨平炉的炉型尺寸近几年来除炉顶、炉顶砖增大外其余未加修改如表 4 所示。

500 吨平炉炉体主要尺寸 表 4

名 称	尺 寸
炉顶高度	4.27 米
炉顶砖厚	457 毫米
熔 池	长 21.3 米宽 5.6 米深 1.03 米 面积 123 平方米
炉 门	7 个高 2.2 米宽 1.5 米
蓄热室面积	2×49.6 平方米
沉渣室面积	72.9 平方米
沉渣室容积	219 立方米
沉渣室至蓄热室间面积	19 平方米
单上升道面积	23.5 平方米
烟 道	高 3.20 米宽 4.636 米

废热锅炉和除尘 (續)

名 称	项 目
废热锅炉	
锅炉单位能量	63504公斤/小时
抽风机功率	强制抽风 350馬力 引流抽风 1500馬力
抽风机能力	强制抽风 2832立方米/分 引流抽风 8830.8立方米/分
除 尘	
除尘速率	进口容积8830.8立方米/分, 温度 290°C按2%水分和27迁移容量算 由11.8克/立方米降至0.069克/ 立方米 由23.14克/立方米降至0.16克/ 立方米

500吨平炉炉顶可以连续生产4~6个月左右,但中间由于沉渣室积渣过多必须停炉清理三次,每次约停60小时左右,停时不一定都修前后墙和炉顶。每天修一次大约停炉9天。

四、结 语

加拿大希尔顿钢铸厂500吨平炉连续两年产钢都为91万吨,平均冶炼时间为四小时,炉龄1200炉。这些用氧生产经验是:

(一) 平均冶炼时间短的原因主要取决于大量用氧。最高用氧量为224立方米/分,平均每吨钢用氧量为42~50立方米,基本上与氧气顶吹转炉用氧相等。其次是生产组织、技术管理,调度配合搞的好。这是获得平均冶炼时间为4小时的两大经验。

(二) 炉子寿命平均为1200炉,主要经验是提高炉顶高度(炉顶高为4.27米);强制抽风,保持炉内压力稍大于一个大气压;强化炉顶冷却(15个风扇冷却);提高炉顶砖质量(MgO为98%);喷补炉顶和修改炉顶结构等。有了这些措施,炉龄达到1200次甚至更高些都是不难理解的。

(三) 远望全厂所有烟囱都放出白色烟雾,消灭了黑、黄、红等烟尘放入空中。这是除尘良好的结果,这不仅保持厂区卫生而且还将得到废物利用。

加拿大钢公司的“混血儿”炼钢车间

它看来象平炉。有时也象平炉那样工作。但日产9200吨(短吨,每短吨等于0.907公吨;下同)钢,说明它并不象平炉那样生产。

1971年某个时候,加拿大钢公司将有一个三座炉子的氧气转炉车间揭幕。它的120吨转炉将代替2号平炉车间的八座平炉。只有16号平炉将留着。这样,加钢公司将成为北美拥有氧气炼钢的最后一个主要钢厂。

炼钢工业的评论家也许要说,这件事早该发生。但访问过希尔顿厂的任何人,都在其3号车间看见过世界上最好,最先进的平炉。任何氧气转炉车间能与这样的平炉相竞

争,是一件奇事。加钢的第一个氧气转炉车间来自炼钢工业的两种趋势:生产能力的扩展和控制污染的需要。

虽然公司的新的依丽河工厂计划已暂时搁置,公司将以希尔顿氧气转炉车间来补偿其钢产。除代替现有二号平炉车间生产的吨位以外,还打算再多生产120万吨钢锭。二号平炉车间工作的平炉中有7座没有污染控制(注:除尘设备)第8座平炉,即16号平炉有这种装置,并向连续铸坯机供应钢水。3号平炉车间留着。

3号车间无疑可以算西方世界平炉车间的尖子,也许全世界的尖子,虽然俄国的炼

钢者可能反对这个说法。公司副董事长高登对3号车间只有推崇，“世界上没有更好的平炉车间了，这是这一种族的最好的和最后的一个了”。至于公司的将来计划，高登并不犹豫：“我看不出什么理由，为什么这个车间不能与希尔顿厂共存到底”。

继续利用3号平炉车间的决定来自无可争辩的操作和经济因素。没有什么产钢者肯宣布每吨钢锭的确实成本，但高登道出了一点预期的节约。“新的氧气转炉车间最多能比3号车间降低钢锭成本3%，比2号车间降10%”，而加拿大钢公司的平炉车间能胜过美洲一切转炉车间，只有最好的转炉车间除外。这句话不是排印错误。有几个氧气炼钢车间能每天出9200吨以上的粗钢？不太多。

如果你在猜想一个11座平炉的车间那就忘了它罢。希尔顿3号车间只有4座300吨和1座500吨平炉。碰上破记录的日子，这个车间在24小时内出过32炉钢。就是说每座炉子出6炉钢还多。

两合一的车间

不过在许多方面，把3号车间叫作单一的平炉车间是欠公平的。35号平炉（出500吨钢）几乎可以说本身就是一个平炉车间。副车间主任巴克斯顿指出这点。“35号平炉有它自己的装料机，铸锭机和铸锭台。它使用兑铁水吊车有优先权”。请注意，这“吊车”一字用的是复数。35号炉装铁水（63%热装）时，从2号和6号炉门同时使用两台吊车。巴克斯顿还说“这座炉子有4个专用的500吨盛钢桶”。

这座500吨平炉的操作记录足够证实钢公司工作者的心花怒放。例如，1970年早春结束的第20个炉役：

炉数	1067
清渣次数	3
平均出钢量	509.2吨
装料到出钢	3时3分
出钢到出钢	3时54分

平均小时吨数	130.52
铁水百分数	59.4
冷生铁百分数	4.8
兑生铁百分数	64.2
百万英热单位/吨	1.768
(相当于每公吨0.353百万千卡)	
精炼用氧立方呎	1377
(相当于每公吨43立方米)	
燃烧用氧	0

5300平方呎炉床面积

加钢公司的工作者已经不再把他们的车间与美国任何平炉车间作比较。当你在你的最接近的竞争者面前如此突出，可能会发生自满情绪。这在加钢还未发生。离希尔顿3号车间最近的是伯利恒公司的有6座420吨平炉的斯巴罗点车间。表1比较了两处平炉操作的主要统计数字。

伯利恒与加钢平炉比较 表1

	加钢希尔顿厂		伯利恒斯巴罗点4号车间 (6座平炉)
	31~34号平炉	35号平炉	
每座平炉小时产量，吨	71.3	120.7	67.4
吨/1000平方呎炉床面积	71.3	93.9	54.5
燃料消耗10 ⁶ 英热单位/吨	1.648	1.468	1.484
O ₂ (吹熔池) 立方呎/吨	1377	1377	1250
%铁水	58.9	59.8	65.4
平均每炉出钢，吨	311	511	420
出钢到出钢，小时	4.3	4.0	6.2
炉床面积，平方呎	1000	1285	1250

表1中最值得注意的是关于燃料和氧气的数字。现今大多数平炉仍在追求近乎每吨300万英热单位的燃料消耗，而达到的并不多。应承认，它在某些程度上与装入铁水的百分数有关。但许多装50%或更多铁水的平炉车间燃料消耗超过每吨300万英热单位很多。作为记录，伯利恒的约翰斯顿车间（8座180吨平炉）燃料消耗在100万英热单位以下。约翰斯顿钢厂装铁水超过70%而且氧气用到1900立方呎/吨，完全用于精炼。

这些车间熔化期全都不用氧——燃烧器。加钢的炉子可以在装料期用到3亿5千万英热单位的燃料。在精炼期(兑铁水至出钢),燃料大大减少。完全不用氧气助燃。

水平式顶吹氧气转炉

一个平炉工作者如果以为“哦,你看过一座平炉,那你就等于看见了所有的平炉”,那么可以再想一想。加钢3号车间是半平炉半转炉炼钢,甚至大半转炉。“水平转炉”是个合适的名称。

就同在现代顶吹转炉车间一样,在希尔顿3号车间谁也不费多少时间去观看炉子。这些炉子平均吹氧期为85到90分钟,吹氧率可达每分钟8000标准立方呎(合227立方米)。氧气是从沿炉顶中线安装的4支喷枪吹入的。吹氧以后的操作完全以时间和温度为基础。象氧气转炉一样,碳随吹氧时间而降低。长期以来平炉操作中的那些名词,如熔化,石灰沸腾,矿石沸腾,在希尔顿已经几乎废弃了。炉子是按一个时间表操作的。主要问题在于遵守这个时间表。

每座炉子每次熔炼都有一个降碳曲线图。在图纸上,一助手画出温度和含碳量对兑铁水后的时间之间的曲线关系。铁水入炉后,燃料大幅度减少,并吹入氧气。在整个精炼期中测量温度并取样定碳,在温度从兑铁水后的1370~1430°C上升到出钢时的1595°C左右的过程中画出曲线。与此同时,含碳量从2.5%降到0.10%或更低。熔池含碳接近0.30%时,将氧气减到每分钟5000立方呎(合142立方米)或更低。

把温度和含碳量作成曲线,炉子操作者就能很快发现熔炼中的任何不正常情况。在理想的熔炼中,两条曲线几乎平行而且互相很靠近,直到熔炼的末期。如果太热,两条线之间的距离就增大。炉子太冷则两条线可能交叉。

如果一切顺当,石灰、熔剂及萤石在兑铁水后一时间内就都加完。除了在吹氧期将近

结束时把氧流减小以外,其他不需要操什么心。如果炉子太热,可能必须加几批矿石,以使碳——温度曲线恢复正常。反之如炉子太冷,燃料可以增到最大(如果需要)而将氧气减小,把碳和温度的关系拉到规定的状态。如果万事顺利,兑铁水之后1½小时左右,钢水就往盛钢桶流了。一度被称作技艺的炼钢操作,现在大半变成了一种科学方法,只有出现特殊情况的少见的一些炉次是例外。

氧气转炉与加钢平炉的比较,到出钢为止。氧气转炉也许要费几分钟搞炉鼻或稍作喷补,而希尔顿平炉则需要将近一小时,为下一炉作准备。5年前加钢出钢到开始装料要80分钟,现已减到53分。考虑到炉子大小,这个时间还是相当出色的。

补炉、清渣、耐火材料

希尔顿的整个炼钢过程已缩短到略多于3小时,而许多别的平炉车间平均每炉要8至10小时。这个车间补炉时间百分数比别的车间高,约占22%。把时间耗费在补炉而不是炼钢并不能赚钱,这是加钢的炼钢工很明白的。要知道35号平炉按装料到出钢计算,每分钟大约要出2.6吨钢哩。

加钢的炉子从沉渣室以上是用碱性砖砌的。这个车间采用计划喷补,其程度由经济所限制。由于碱性结构,这些炉子不用“一炉役几次炉顶”的老算法。这些炉子重砌以前平均炉役高达1290炉。炉龄如此之高,必须周期地停炉清渣,即从沉渣室除渣。平常每炉役要清三次渣。清渣期通常停止燃料稍多于60小时。在此期间检查前后墙厚度,必要时加以修理。如遇必要,炉顶修理也在此时进行。

按加钢筑炉部的意见,这些大平炉都有一个比较均衡的耐火材料寿命。炉子并没有某一处特别受到突出的毁坏或损耗。35号炉被认为在均衡耐火材料寿命方面是最好的。

从双床炉和计算机学得

没有谁会否认,希尔顿炼钢车间是平炉

炼钢技艺或科学上的一个革新。在60年代中期,这个车间试验了双床操作。32号炉这样工作了9个炉役。由于许多原因,包括经济和操作方面的原因,后来停止了。按高登说,换新和维护费用高,扼杀了这个操作。但加钢从试验操作中学到了许多东西。出现了效率更高的操作方法。现有平炉熔炼时间的缩短,就是这种学习的不可否认的见证。

60年代后期,希尔顿在35号炉上引进了小型计算机。来指导它的操作。它证实现

有的操作方法的确是一种科学,它已经从平炉炼钢排除了几乎一切的技艺。计算机方案现在已成为历史。但它在帮助和促进炼钢工作者的进取心方面是起过作用的。

没有疑问,希尔顿的3号车间还会存在十年、二十年。很可能当希尔顿车间成为北美洲最后一个平炉车间时,高登关于“种族中的最后一个”的说法将又一次说中。

(毕铭译自《金属生产33号

杂志》1970.12.)

氧气平炉的装料和燃料控制

氧气平炉所要求的预控程度小于碱性氧气转炉现在所使用的程度。氧流量较低及平炉熔池更适合于系统取样和测温,使平炉得以采用“固定”式的热工控制方法。

添加冷却剂并与现有的燃料输入量相结合,使精炼期的碳和温度得以控制。即使是这样,配料和成分的波动也会导致钢液“热”或“冷”,从而造成:(1)耐火材料损坏;(2)钢锭表面不好;(3)大量添加矿石冷却剂必然造成麻烦;(4)热量分布不均;(5)由于降低氧气流量和额外加铁水而使时间拖长。

因此,对装料和燃料控制系统发展的基本要求是要能保证各炉钢之间的冶炼热平衡。最初,平炉热工制度是从分析炉子数据而找出的,然后,将此制度进行了冶炼实验,经过改进成了最终形式,并在生产规模上用它来控制各炉钢的冶炼。

本文叙述加拿大钢公司氧气平炉的装料和燃料控制制度的发展,提供了用这种控制办法所得出的结果,并将这些结果和应用标准操作的预控制度作了比较。

标准操作

加拿大钢公司35号500吨平炉以前的燃

料—氧操作制度见表1。

35号炉采用60%铁水的

标准燃料—氧操作 表1

时 间	燃料用量 $\times 10^6$ 英热 单位/小时	氧气输入量 呎 ³ /分
开始加料到第一次兑铁水	375	0
第一次兑铁水到精炼	250	4,800
精炼到0.50C	0-100	8,000
0.50C到0.20C	250	5,000
0.20C到0.10C	300	2,500
出钢前5分钟	350	0

时间大约为1小时15分的废钢熔化时期,采用流量为 375×10^6 英热单位/小时的固定燃料流量,兑铁水期间燃料减少到 250×10^6 英热单位/小时,同时由三个炉顶喷枪开始吹氧,总流量为4800呎³/分。铁水兑完之后,氧流量增加到8000呎³/分,燃料减少到不超过 100×10^6 英热单位/小时,或者,在碳—温度关系曲线容许的情况下,全部停止燃料供应。

精炼期,每5分钟记录一次碳和温度,并由第一助手绘到如图1所示的精炼期控制图表上。

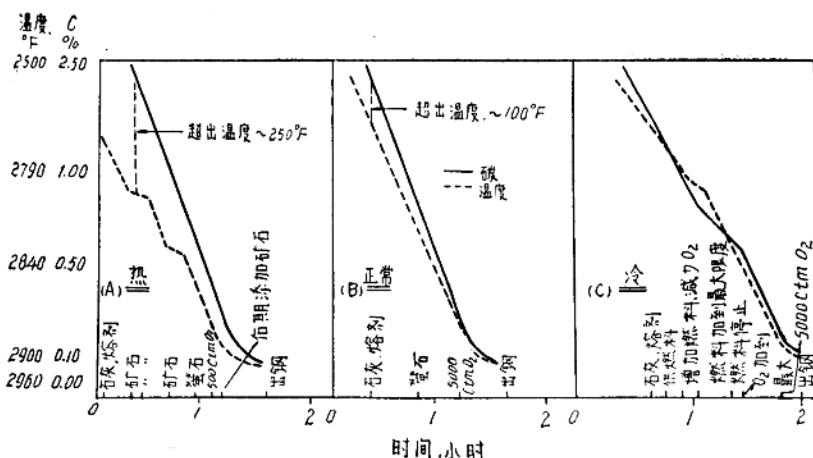


图 1 典型精炼控制图

图表上的碳和温度比例(即增温和降碳)是按照高出钢液温度 100°F 时碳和温度的重合点而组合的。图中所示的“温度超出”表示温度的增高超出钢液温度 100°F 。

经验指出,在精炼期早期, 100°F 的超出温度是精炼期间正常运行所要求的最低超出温度(图1B)。可以按规定的吹氧制度进行,只需添加石灰石、萤石。

有时会出现很高的超出温度(图1A),因此,术语上所谓的热及耐火砖的损坏,就成为冶炼工长经常关切的问题。从图1下部比例尺中就可看出,出现上述的热现象时,就需要频繁地添加矿石,从而使装料机紧张,操作人员负担加重。有些情况,就只有热出钢,造成浇注困难,钢锭表面不好。

相反地,精炼期也可能出现另一情况,即氧气未能使温度升高,而使炉子冷下来,

(图1C)。为了增加热量,操作工就要减少氧气流量,增加补充燃料。这种做法的结果是使时间延长并且由于废钢没有熔化常常造成熔池沸腾。如果降低氧气流量,增加燃料还未能使温度提高,则必须补加铁水,花费的时间就更多,并且破坏了物料的正常流程。

最初的研究认为精炼期所遇到的许多困

难可能是由于铁水中的显热和化学热的波动不一造成的。根据这一早期研究得出,使精炼期以前的热量输入平衡,而不是采取标准的工艺(即对一定的铁水比使用一定的燃料流量),就可以减少热或冷炉次的发生。为此目的而拟定的制度如下节所述。

控制制度

典型制度:要建立炼钢过程中的热工制度,需要考虑一系列因素。但是“实际的热工制度”必须考虑的只是那些对热平衡起主要作用的因素,而对那些即使能准确的测出,对最终结果起作用不大的因素则可不管。因此,很快就废除了过时的热工制度。

加拿大钢公司35号平炉所制定的热工制度,综合了被认为对精炼期顺行有重要作用的那些热工制度。

根据100炉统计数据所作出的多重回归线,相关变数即是精炼期间所要求的正或负的温度校正度数。所得出的系数和理论上计算得出的数完全一致。结果换算为终点温度的方程式,即:

$$T = 36.3HM + 3.7Si - 0.51tt + 333 \log smt \quad (1)$$

式中: T = 规定的熔池终点温度;

$HM = \text{铁水率 (装料比\%)} = \text{铁水\%} + 0.43\% \text{冷铁};$

$Si = \text{铁水中硅的平均含量};$

$tt = \text{从高炉出铁到兑入平炉的时间 (分)};$

$smt = \text{从开始装料到兑铁水 (分)}。$

从高炉出铁到铁水兑入平炉的时间是获得铁水温度的间接方法。对大量炉数的时间-温度所进行的研究指出, 温度损失平均为 $54^{\circ}\text{F}/\text{时}$ 。从开始装料到兑铁水的时间是废钢加热期, 它与热传递理论所计算的模拟条件成指数函数的关系。

方程式 1 只不过是碱性氧气转炉装料控制制度的简化, 并加上燃料而已, 这个方程式便成为装料和燃料控制制度的基础。根据对一炉钢所规定的终点温度应当作适当的调整。如果对一炉钢所规定的终点温度是 3050°F , 那么, 就需要减少输入的热量使规定的终点温度达到所要求 $2910^{\circ}\text{F} - 2940^{\circ}\text{F}$ 的范围。降低热量可以通过减少燃料流量, 缩短废钢加热时间和加入矿石来实现。相反, 如果对一炉钢所规定的终点温度为 2850°F , 那末, 就需要增加输入热量或者增大燃料流量, 或者添加冷生铁。

计算方法

对控制所作的计算由装在平炉车间的 265 计算机系统程序编制。图 2 是计算机输入和输出信号的一个例子 (略)。

该程序也可供冶炼工用图 3 中所示的计算尺来计算燃料和装料。图 3 是燃料和装料滑尺计算。

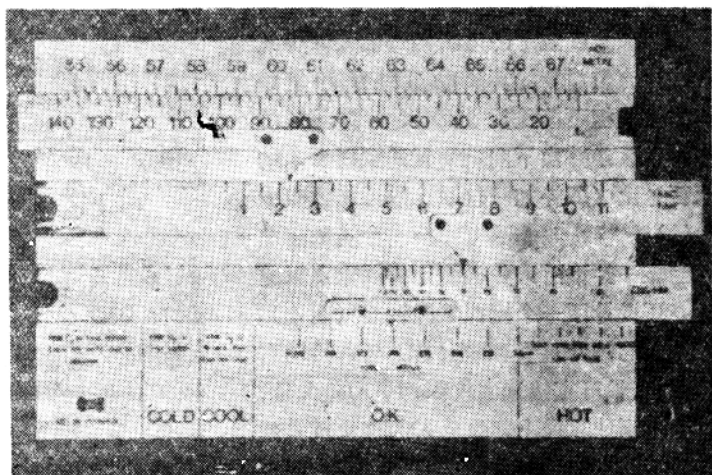


图 3 燃料和装料计算尺

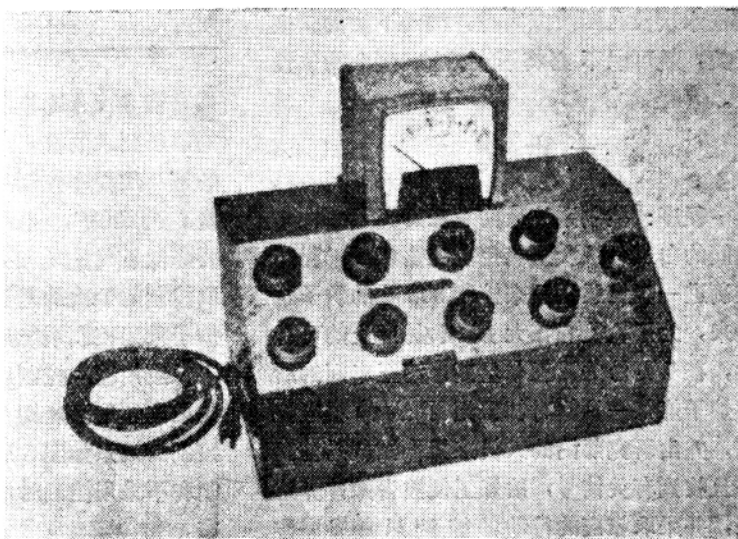


图 4 模拟“铁水混合器”

在计算燃料时, 计算尺是由上向下计算的。铁水的百分比与其平均硅含量相配好,