

氧气转炉炼钢译文集

鞍钢科学技术馆
钢铁情报研究所

一九七八年十二月

目 录

· 控 制 ·

- 1、内陆第二BOF车间炼钢过程的计算机控制.....1
- 2、洛雷恩厂BOF的装料控制.....12
- 3、碱性氧气转炉的动态控制——可控制的快速出钢系统.....18
- 4、快速出钢的BOF操作.....25
- 5、传感器探枪控制系统.....33
- 6、根据噪音的程度控制转炉操作的可能性.....44
- 7、氧气顶吹转炉炼钢工艺过程的自动控制.....48

· 底 吹 ·

- 8、法国LWS底吹转炉的发展.....55
- 9、底吹转炉炼钢工艺现状—Q-BOP领先，但LWS仍是竞争者.....68
- 10、费尔菲尔德厂的Q-BOP车间.....74
- 11、在底吹氧气转炉（Q-BOP）中气体—金属的几种反应速度.....79
- 12、洛林连轧公司瑟雷芒日新钢厂的冶金设备.....87
- 13、底吹氧气转炉耐火材料.....92
- 14、吹炼制钢生铁的氧—燃底吹转炉.....99

· 除 尘 ·

- 15、内陆第二BOF车间OG除尘系统的设计工程.....105
- 16、BOF和电炉车间的除尘.....115

· 渣、热工 ·

- 17、固体石灰在液态渣中溶解速度的研究.....122
- 18、350吨转炉炼钢的热工问题.....133
- 19、对于高温冶金学和冶金化学工程研究中一些问题的论述.....139

· 综 合 ·

- 20、费里德·克虏伯钢铁公司杜依斯堡—莱茵豪森厂的新LD车间.....156
- 21、内陆第二平炉车间的拆除和第二BOF车间的设计和开工.....168
- 22、LD炼钢过程冶金学.....177

内陆第二BOF车间炼钢过程 的 计 算 机 控 制

提 要

本文描述内陆的最新碱性氧气转炉车间的计算机控制。着重点放在人—机器界面(CRT)，以发展氧枪高度和氧流量的计算机控制系统和工业上计算罐内添加料的方法。计算机系统只有硬设备是外购的。在1974年8月开始生产之前，内陆的人员就发展和编制了整个系统。

引 言

1974年8月安装在内陆第二BOF车间的计算机系统，对操作人员来说，已经证明是一种很有用的工具，象在氧枪高度和氧气/煤气流量控制，有较好效果的装料计算，罐内添加料重量计算，准确地纪录和报警整个过程中的事件和数据等方面。

本文的主要任务是描述计算机系统与生产过程的联络，指出对于很宽的钢种范围，计算所需要的罐内添加料重量在工业上独到之处。整个系统，不论是硬件或软件都是由内陆的人员安装和制造的。

阴极射线管(CRT)已成功地用作为计算机和操作者之间的重要联络手段。

背 景

1970年，内陆决定建2座210吨的BOF车间，用来代替有着五十四年历史的，有24座平炉的平炉车间。环境保护当局不断施加压力促进了改造工作。随同新的BOF车间而来的是新一代计算机控制炼钢过程。计算机不仅用于装料计算和提出生产报告，而且也进入在线控制领域。随后就确定，计算机将有控制氧枪高度和氧流量、煤气流量的能力，也能直接计算罐中添加料的数量。所有这些功能对于准确而持续地控制难炼钢种都是很必要的。第二BOF车间将给第二初轧厂提供下述产品组合：

- (1) 29%的0.10%C的低碳钢；
- (2) 53%的钢的含碳量在0.10~0.30%范围内；
- (3) 18%的钢中含碳量超过0.30%。

上述含碳量范围的钢种主要包括：

- (1) 易切削、再硫化、加铅和加磷钢；
- (2) 小型优质棒材和板钢类；
- (3) 特殊优质棒钢类；
- (4) 高碳锻钢和弹簧钢。

合金钢占总产量的18%。

在设计第二BOF车间时，这种方法对于内陆的人来说已不是什么新东西了。从原有的第四BOF车间已获得关于车间操作的计算机通道和作用等方面的大量知识。董事会决定，由过程控制科在第四BOF车间获得的知识和经验应该用于第二车间。因此，要求内陆的人员完成硬设备的装配使之适应工作需要和建立适应车间需要的整个软设备。应当指出，当时，内陆的人实际上必须重新制做原来在第四BOF车间的外购的整套软设备系统。当时认识到车间自己制做整套软设系统，有可能获得下述好处：

(1) 车间自做，开工后操作部门能比较容易地进行改造和提高，因开工后该系统必须进行许多改造；

(2) 系统安装和软设备的成本将大为降低。

安装设备系统的队伍主要是由从开工以来一直在原有的第四BOF车间计算机系统工作中的人员组成。设计工作所需要的附加人员在计算机的软设备上作短期训练。这个队伍的组成是：

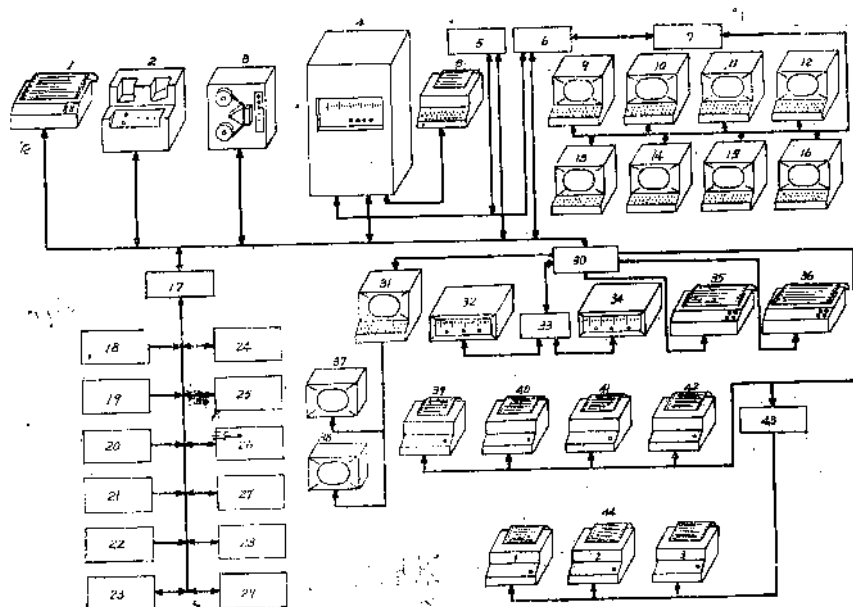
- 1名设计管理人员；
- 1名冶金学者作为管理员的顾问；
- 2名分析学家/程序编制员；
- 2名程序编制员/工程师；
- 1名硬设备工程师。

系统的布置

用于下述目的的与整个第二BOF车间相联系所必需的计算机输入/输出通道可从图1的描述中看出：

- (1) 控制，
- (2) 计算（装料和罐内添加料），
- (3) 报警，
- (4) 数据积累。

此方块各代表了计算机系统与BOF车间的（用线条表示出来的）关系。



1、计算机室线打字机；2、卡片读出/穿孔；3、纸带读出/穿孔；4、SC1700中心处理单元；5、固定磁盘；6、1708缓冲器；7、阴极射线管控制器；8、程序员的电传打字机；9、计算机室；10、控制台10；11、控制台20；12、控制台秘书；13、主办公室；14、化学实验室；15、控制台；16、2号开坯机；17、模拟和数字I/O控制器；18、炉子；19、废气；20、报警；21、熔池、罐中温度记录器；22、废钢场；23、废钢车；24、熔剂系统；25、罐中添加料系统；26、氧气/天然气流量；27、氧枪高度；28、铁水站；29、熔池温度和碳；30、通讯控制器；31、罐中添加料CRT；32、试样实验室计算机1；33、反调制装置；34、试样实验室计算机2；35、主办公室线打字机；36、计算机在线打字机；37、电视监视器1；38、电视监视器2；39、控制台阴极射线管；40、2号开坯机电传打字机；41、场累计TTY；42、冶金观察者TTY；43、废钢场TTY控制器；44、废钢场TTY。

图1 计算机系统方框图

	数量
(1) 数字输入	576
(2) 数字输出	384
(3) 模拟输入	128
(4) 模拟输出	20
(5) 中断	64
(6) 阴极射线管	9
(7) 电传打字机	8
(8) 打印机	3
(9) 反调制装置	2

计算机系统是一台“控制数据SC1700系统”。“中心处理单元(CPU)”是系统中的主控制器。中心控制单元内藏32000字(每字16位)，处理程序键控(变换)和执行指令以及与所有系统的外围相联络。

计算机室中的附加设备包括：

(1) 一个150万字（每字16位）的固定磁盘储存程序以及过程数据、规格与方法；

(2) 一台卡片读数/穿孔机

一台纸带读数/穿孔机

一台行式印刷机；

(3) 一台阴极射线管控制器，控制系统中8个阴极射线管；

(4) 一台联络控制器，控制向系统中的7台电传打字机输出(TTY'S)。此通讯联络控制器也通过2个反调制装置控制的化学试验室的界面连接，以得到每一炉的化学分析。一台行式印刷机也接此控制器，遥控第二BOF管理机关的数据积累。控制器也控制罐内添加料的阴极射线管；

(5) 一台与过程相联络的模拟和数字输入/输出控制器。

系统的通讯联络

整个BOF车间都用各种阴极射线管作为系统输入输出的联络工具。阴极射线管系统的编制能使任何阴极射线管和叫出存储器中约75种安排形式的任何一种。然而，只有那些能使用一种特殊安排形式的阴极射线管可以这样做。通过二个数字编码进入阴极射线键盘叫出的安排形式可以有某种数据保护而允许屏蔽的其他部分中的其他数据可以进入或改变。对于一般信息目的来说，一种安排形式是可以采用的，无论何时，当它出现在任何阴极射线管的帘栅极上时都可以连续调整它自身。

“操作员”利用他的阴极射线管帮助炼钢工炼钢，并将原料准备指令传送到各处。这个阴极射线管是车间操作的控制中心。

铸锭坑阴极射线管用来记录浇铸操作和钢锭产量以及发货数据。

化学试验室的阴极射线管用作为实验室计算机的备件，当计算机失灵时，用人工作数据分析。

第二初轧机的阴极射线管用来激发电传打字机向轧机报告炉次冶炼数据。利用这一阴极射线管，在打印车间计划之前，生产控制器偶尔准备调整存储器。

监督站阴极射线管用来接收，如果有必要时，累积炉次数据，计算机则起到报告数据的作用。也可以用于触发将报告打印在行式印刷机上，此印刷机就装在那里。

计算机室阴极射线管主要是程序控制人员用来调整程序并在炼钢过程中跟踪计算机操作。研究部的人员用此阴极射线管激发动态（控制）炉次资料的穿孔并用于装料细算。

其他各个接受信息发回数据以作信号或控制的地区包括：

(1) 废钢场

第二BOF车间废钢场（控制）系统的目的是加快把废钢装入BOF炉内。操作员主要是进行装料计算，计算结果包括适应所炼钢的规格所要求的废钢重量。此信息用电子方法转送到废钢场电传打字机。辅助人员给废钢吊车工发出指令，往指定的废钢箱内装

入哪种废钢，多少重量。当装上废钢后，废钢的种类、重量、箱数、顺序数等通过无线电联系传送到计算机，存储在磁盘中。

废钢场的信息每24小时一次输送到“熔炼累计”（参阅熔炼累计一节），反馈到第二BOF管理部和炼钢工。

(2) 铁水站

铁水站有完全相同的两个控制台，每个倒铁水站一台。完成初步装料计算之后，操作工长把要求的铁水重量送到铁水站，在相应的倒铁水站上显示出来。铁水管理员可利用一系列指轮表明顺序号、罐号和罐车号来区别铁水，倒出要求铁水量的90%时，送一个试样到光谱仪试验室，并作测温，由计算机读出温度。完成最终装料计算之后，最终铁水重量显示在控制台上，倒出剩余那部分铁水，随之按下控制台上的最终重量按钮，计算机读出刻度并按正确的顺序纪录铁水重量。

(3) 熔剂和罐内添加料

熔炼所要求的熔剂重量是在由操作人员完成最终装料计算之后，显示在每座炉子的五个料斗中每个料斗要求重量读数表上。熔剂料的分装可以各别完成，也可以利用一主分装按钮。投入炉内的熔剂重量信号为计算机所接收，以作为数据累积。

罐内添加料系统按与上述相同的方式与计算机相联系。

(4) 温度和碳显示

倒炉温度、钢水罐温度以及从定碳试验中得出的倒炉碳全部由计算机读数，数据是利用再传输滑移线从纪录器传来。为使炼钢工很快知道信息，在炉子平台上有数字显示装置指示出倒炉过程中的熔池温度和含碳量。

(5) 化学分析试验室通讯

在化学分析试验室里设有2台完全一样的光谱仪，每台备有小型计算机。每台小型计算机通过一电话线和反调制装置与过程计算机系统相联接。铁水成分、倒炉钢水成分和最终钢水成分由过程计算机自动接收并打印在炼钢工操纵台的电传打字机上或操作员信号台的电传打字机上。

阴极射线管的基本功能

启动和数据搜集

有各种程序可用于操纵工和操作员与计算机相联络以便校对计算机自动收集的任何炉次的数据（任何时候磁盘里最多可储存99炉的数据）或者把被计算机漏掉的信息送进去。计算机漏掉的信息可能是没有及时按下适当的按钮，计算机暂停工作或者正好没有作好自动拾检数据的准备。为使计算机能起到准确地搜集合适炉次的合适数据，提供了一种启动形式，用此形式，操纵工可使计算机与过程同步。这种安排形式仅需用于计算机系统启动之后。从此时开始，通过把计算机与生产过程联结起来的传感元件，就自动进行调整，把信号校正到与正确的炉次相联系。

装料计算

对此过程的阴极射线管主要功能之一是获得任何炉次的装料计算。正如图4~8（从

略)所示,对于任何炉次来,说为得到铁水重量、废钢重量和熔剂重量、吹氧量等主要计算结果,操纵工只要输入很少的数据,反过来,会有大量的数据显示给他,使他获得必要的信息。此数据自动地从计算机磁盘存储器中取出,存储器里存有以前各炉次的信息。

显示结果的形式被操纵工用来启动把要求的废钢重量送到电传打字机上。铁水站要求的重量显示和/或废钢调整要求的重量显示。此数据也可以在数据送出之前作些改变。

可采用的装料计算程序已经建立起来,以连续评论熔炼性能,并进行装料和吹炼方法校正。已经建立了某种准则,以确定最近一炉次数据的价值。当熔炼数据符合这些标准时,此数据与最近的给出标准的前5炉的数据及在特定炉子上最近5炉的数据相合并。

程序分析了数据确定装料和操作方法是否要作什么纠正,要作的任何变化都应用到下一炉。

罐内添加料计算

因为产品范围很广泛,在车间设计时就显现出需要有一广泛的罐内添加料系统。

为了发展能在相当短的时间内(接到倒炉成分2~3秒钟内)对任何炉次都能标出需要的罐内添加料重量的软件,要用三个人:

1名程序控制工程师(程序编制师)

1名研究和发展工程师

1名冶金学家。

考虑了将线性程序(LP)用于最优化目的的研究。但是不成,因为对这样一个程序在象该车间那样的小型计算机上进行计算需要时间。它的失败也是由于操作部门感到,如果应该是最适用的罐内添加料没有的话,就将不能用于任何目的。确定了炼钢工的知识 and 操作规程应该服从小范围内最优化和查找计算机磁盘储存之间的折衷。

罐内添加料系统所要达到的目的如下:

- (1) 计算要求的添加料重量;
- (2) 在2~3秒钟时间内自动输出计算结果;
- (3) 把结果显示在阴极射线管上和/或罐内添加料电盘上以分批准备;
- (4) 准确地记录重量;

为完成上述任务,对计算机提供下述直接硬件连接:

输入

(1) 反调制装置和电话线把光谱仪计算机与过程计算机相联以自动传输倒炉成分;

(2) 阴极射线管键盘从控制区输入请求在任何炉次用变化的数据进行计算。也准备输入或校正用于本炉次的实际罐中添加料重量,通过充满空白型阴极射线管形式;

(3) 从8根与罐内添加料箱相联系的标尺中的每一根作模拟输入;

(4) 电钮(开始/停止)的数字输入用以读出从8个罐内添加料箱的每个箱中倒出实际重量;

(5) 位于罐内添加料电盘后面的控制台中的选择开关的数字输入用以激发将所要

求的重量显示在每个箱上，从炉子平台就能看到。

提供了3个位置：

①计算机计算的重量；

②手轮定的重量；

③显示不出的定为零；

(6) 位于炼钢工阴极射线管下的选择开关作数字输入，以选择3个计算方法中的任何一个显示出来；

(7) 按电钮中断以激发要求的重量显示。

输出

(1) 阴极射线管屏栅极自动输出或在要求时输出结果。为自动显示结果；必须购入一单独的阴极射线管单元，能够带动位于车间平台上的电视监视器。此单元位置在炼钢工的控制台旁边；

(2) 存储数字显示，以显示出8个料箱的每一个料箱和批料漏斗（加法计算器）所要求的重量。

为使罐内添加料计算程序正确起作用，下列存储器或方法必须存于磁心或磁盘记忆器：

(1) 规范存储器存有最小/最大到16个元件；最多有3个罐内添加料法编码（罐方法编码1、2和3）；

(2) 罐内添加料法存储器由294总方法组成，包括车间所要炼的整个标准规范（图10）；

(3) 可用性存储器指明所有可能的合金料和合金料包装；

(4) 罐内添加料料箱内，料的编码。

下面简单解释一下系统现在是如何工作的：当过程计算机从光谱仪实验室计算机系统接收到倒炉成分时，开动罐内添加料计算程序，计算出来炼某种规格钢所需的罐内添加料重量。程序瞄准方法所含元素规范的平均值。对在规格中可用的所有方法作计算（最多3种）。完成计算（接到倒炉成分后2~3秒钟）后，将结果自动显示在罐内添加料阴极射线管上。如果在用任何一种方法进行计算的过程中，一个元素量发现超过了规定的平均值，阴极射线管屏栅极上开始显示出一个指示信号，指出用这种方法将偏离标准的结果。

于此时，炼钢工核实在阴极射线管的屏栅极上所显示的结果。为了选择合适的方法来显示在主罐内添加料箱的要求的重量指示表和补充罐内添加料电视屏幕上。用一选择器开关（位于阴极射线键盘旁）按下启动按钮。按下此按钮的一个结果是一个新的形式就可显示出来，与所选择的方法的结果一同返回（在这种情形，标准中的方法1，在方法存储器中是方法264），也有一些其他信息从可用性和包封存储器导出。材料的分批是从控制台外面进行的，把罐料装进小车以加入罐内。

氧燃枪和氧枪位置控制

自动—手动预定

氧枪高度控制和氧流量控制有三种操作模式：1) 手动，2) 预定和3) 计算机。在手动模式中，在吹炼的每个阶段由操纵工降低氧枪，氧流量调整也是由操纵工进行的。设有指轮，操纵工可作预定操作，以对4种不同的吹氧量选择4种不同氧枪高度。在每一次吹炼阶段，氧流量也是变化的。计算机模式类似于预定模式，不同的是计算机决定流量阶段，并通过改变这些定点来调整氧枪高度和氧流量。

方法

计算机包括十种氧枪操作方法。当一种方法出现在阴极射线管上的例子如下：

氧枪高度, 米	3.048	2.438	1.829	1.676	2.286
吹氧量, 米 ³ /分	5663	5663	4530	5663	5663
氧计数, 米 ³ /100	4.57	13.9	66.1	83.7	93.0
总体积, 米 ³ /100	93.0				
分钟	0	1	11	3	1
%	5	10	55	20	10
炉次周期					

图19用流程图形式表明了第2 BOF的炉次周期。通过一系列程序（由车间事件信号触发的）计算机从车间接收数据。操作职员对进入的数据（例如后吹原因）和对校正误差数据负责。炼钢工可以叫出储存在计算机内的装料计算数据。计算机帮助班组使车间操作最优化（参阅上述氧枪控制节）。在计算机出故障时，车间可以手动操作，班组手动记录数据，把它的经验应用于调节装料计算单所读出的结果，装料计算单是由计算机程序算出的。

炉次和总和累计

第二BOF炉次累计报告是每一炉次情况的总和。每一炉次从计算机输出一个报告，每天把前一天的全部炉次作一次报告。报告包括炉子、铸锭坑和交货情况；铁和钢的化学成分；炼该炉钢的班组。预先印刷好的熔炼纪录安排成可以为第二BOF管理和服务人员所很好利用，并将操作经验传告给正在操作的班组。

第二BOF总结报告是车间操作的综合，用于纪录分析操作数据。类似于炉次累计，总结报告也是写在预先印刷好的表上，有日报，周报和月报。

利 益

如在第二BOF所用的程序控制计算机能提供手工操作所不能得到的好处，有些转炉车间即使有程序控制机，也得不到这些好处。

(1) 操纵工操作方法的一致性

我们以前在第四转炉车间的经验是，可在任何时间进行，只要此炉次的数据仍存储在计算机中。

炉料类型，如废钢场来的废钢种类、废钢、铁水和熔剂的重量都并列打印出来，当需要将计算机的计算值和实际装料量相比较时。全部氧枪操作和氧流量操作偏差都累积起来。在设法确定为什么一炉钢改钢号时，这是一个有价值的信息。

倒炉过程中，熔池碳和温度由计算机显示在二个位于装料侧的辅助控制台中的专用面板上。这就消除了控制台和平台人员（在倒炉过程中）之间声音联络的误差。

全部炉料当它们出现在炉子操纵台电传打字机上时都打印出来，作为某些熔剂或罐内添加料是否加入了的问题的参考。

废钢场的指令打印在位于吊车高度的废钢跨电传打字机上，从而消除了用声音联络可能产生的误差。控制台上也产生出这些指令的付本以作校验。

计算机从化学分析实验室得来的全部成分分析都作校验，并给实验室职员显示在阴极射线管上作为校验。如果检查出有任何误差，可以由实验室职员通过他的阴极射线管很容易纠正。

生产控制员可以通过一阴极射线管在任何时候从他的办公室进行校正调节。调节的硬付本在计算机室的行式印刷机上一天印刷二次分发到车间全体人员。

一炉钢铸成钢锭之后，第二初轧机的电传打字机打印出一份关于浇铸顺序、钢锭传送和偏差。第二初轧机和第二BOF之间没有必要作人工处理。

(3) 训练工具

软件系统已经作了这样的配套，使计算机能够在车间生产过程中训练新的职员和操纵工。例如，炉次在车间的序号数从1~99。序号100用作为假序数，在操作过程中训练职员去进行装料计算。

全部形式可用于所有阴极射线管站进行显示，但是某种输入仅能从特定的阴极射线管进入，有些输入要求有专用键使系统完全不受意料不到的干扰的影响。

将 来 的 目 的

(1) 调整模型（装料和罐内体加料计算）

通过研究发展组以卡片的形式作连续的在线数据搜集，利用我们在研究部的计算机能力对在线系统作小干扰，使调整装料计算模型的设想成为现实。罐内添加料计算和实施办法常常由冶金部门作评论和调整，以帮助过程控制工程师的工作。

(2) 熔池温度和碳预测的改进

洛雷恩厂BOF的装料控制

洛雷恩厂BOF车间有两座220吨炉子，配有两座1100吨混铁炉，1971年2月投产，1973年3月满负荷生产。设备的特点之一是有一改造部分燃烧法废气除尘系统；也配备有液压铁水扒渣器、GE4010程序控制计算机。

装料控制模型

模型是热化学性质的，根据BOF法冶金系统的化学和热性能，模型的90~95%是根据冶金原理，其余是根据反映特定的BOF车间的单独操作的实验关系。模型适用于任何BOF车间，仅需考虑适应于特定车间的实验关系。大部分调整工作是关于渣的氧化铁含量和吹炼过程中炉内的热损失。

计算机第一个重点是控制化验室中的巴德光谱仪并将分析的化学成分输送至操纵台。

车间操作的第一年，装料是根据装料图表控制的（1972年2月以前）。从4月末开始，全部用计算机作装料计算，至10月份，根据所达到的结果，对模型计算方案进行了修正。所以，洛雷恩的装料控制可分为三个阶段：装料控制图表；计算机的初步使用，修改了的计算机模型的应用。

装料图表

装料图表是在美国钢铁公司研究试验室用CDC6500计算机制作的。决定装入原料的综合输入数据为铁水硅含量和温度，目标碳和温度。铁水磷和锰含量和炉子装入量保持固定；否则，该表将不能使用。

装料图表应用的问题在于如果装料的实际重量与指定的不同时，它们不能向冶炼者提供进行改正的辅助措施，或者铁水的硅量和温度与那些规定装料重量所用的不同时也是如此。

计算机控制

在其他项目中，铁水的锰和磷及炉子装入量不固定时，操作者可以改变，以适应实际情况，计算机提供三种计算方法如下：

初步的：初步计算完成与计算图表用样的功能，根据来自混铁炉预先给定的铁水成分

和温度，操纵工完成初步的计算，确定合适的铁水、废钢和熔剂的装入量。计算用的输入和输出示于表1。

到此阶段，计算机比计算图表优越之处为较准确而迅速，能够把实际的铁水磷和锰含量和装入量的变化考虑进去。计算机的其余两种计算模式提供这种主要的优点。

调整：当规定铁水的化学成分和温度，以及废钢和铁水的实际重量知道时，进行调整计算。这种计算将向操作者指出吹炼过程是否将要热行或冷行。如果钢水将要过热，计算结果告诉操作者需要再加入多少熔剂或冷却剂（在这种情形为铁矿石）的加入量，或者，如果钢水温度过低，就加入适当的燃料（此时为碳化硅）（表1）。根据实际的铁水数据以及所需的矿石或碳化硅也可以调整用氧量。

氧的调整：氧调整是很有用的，当所有的附加炉料—熔剂、矿石或碳化硅的重量已

装 料 控 制 图 表 表 1

输 入	输 出
铁水Si 铁水温度 目标碳 目标温度	铁水重量 废钢重量 石灰、白云石、萤石重量 氧气
计算机计算 初步计算	
铁水、Si、Mn、P 铁水温度 目标碳、目标温度 装入量 废钢旋模，坑废钢	铁水重量 废钢重量 石灰、白云石、萤石重量 达到目标碳所需的氧气
调整计算	
实际铁水温度 实际铁水Si、Mn、P 实际铁水重量 实际废钢重量 加上所有初步计算的输入项	热或冷铁矿（冷却用） 碳化硅，（燃料用） 石灰、白云石、萤石 达到目标碳的校正后的氧气量
氧调整	
实际的石灰、白云石、萤石重量 实际缺矿或碳化硅的加入量 加所有调整计算的输入项	热或冷 达到目标规定的或新的过吹的碳含量 时所需的氧量

知时进行。这种计算指出冶炼是否将要热行或冷行和为达到终点碳所需的氧量是否需作调整。这种计算的进一步的特点是过吹程序。如果模型指出钢水温度将过低时，计算自动指出该炉应当过吹到一种新的、碳较低的水平以达到规定的温度。对于这种新的目标

碳所需的氧量也被指示出来（表1）。过吹程序对那些在调整计算中要求碳化硅的冶炼特别有用。在洛雷恩车间使用碳化硅是稀少的，通常这些冶炼需要某种程度的过吹以达到目标温度。

图2是计算程序的图解，在洛雷恩，一旦初步计算已从炉子操纵台开始后，计算就自动地履行。对于初步计算，熔炼操作和（规定的）分类编码以及任何非标准的原料为三氧化钼或氧化镍进入操纵台的阴极射线管（CRT）屏幕中，当适当的参数已由计算机读出时，初步计算结果显示于操纵台作为调整和氧调整的结果。对调整或氧调整的计算不需要从操纵台输入额外的资料，除非初步计算结果已经做出后需要改变为新的目标碳和温度。

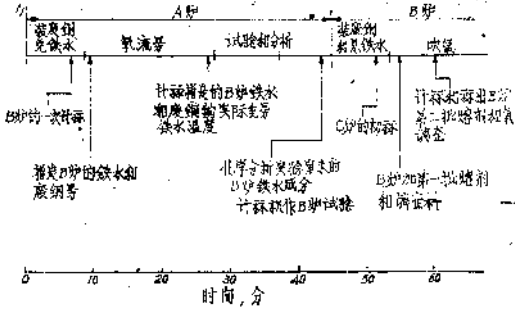


图2 洛雷恩厂典型的BOF操作的装料计算和物料处理时间顺序

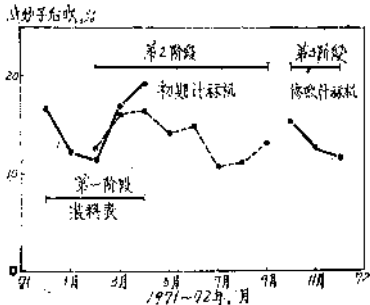


图3 按月统计的后吹炉次的百分数

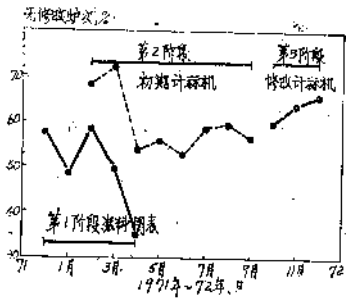


图4 按月统计的不进行改正操作的炉次百分数

结 果

评价和比较一个BOF车间的装料控制操作有若干方法：需要冷却或后吹或不需校正动作的炉数；符合规定的目标碳和温度的炉数；以及测定倒炉时碳和温度与目标规定的条件的偏差。进行比较的炉数为1971年12月和1972全年。第一阶段（图表控制）3503炉，第二阶段（初期计算机）5739炉，第三阶段（修改后的计算机）2955炉。

需要校正的炉数%

表 2

操 作	第一阶段 71.12~72.4	第二阶段 72.2~72.9	第三阶段 72.20~72.12
不需校正操作	52.0	57.0	63.0
后吹	14.4	13.4	13.2
需冷却	33.6	29.6	23.8

校正动作：从表 2 中可以看到不需校正操作的炉数逐期增加。从图表控制阶段到修改后的计算机控制改进了 11%。表 2 图 3 所示的后吹百分率中除因碳和温度等原因外也包括因为硫的原因而后吹，通常约占后吹的 20~25%。

温度和碳的偏差：

将每一阶段的冶炼炉数根据目标碳分成三类：1) $\leq 0.10\%C$ ；2) $0.11 \sim \leq 0.2\%C$ ；3) $> 0.2\%C$ 。图 5、6、7 表示实际碳减目标碳的分布情况。

图 8 为实际温度减目标温度的分布情况，没有根据碳的分类区别温度的分类。

作为符合目标碳和温度能力的比较办法，将第一次倒炉时温度和碳符合要求的规定出一定的范围。对低碳钢碳偏差为 $0.0 - (-0.02)\%$ 时满足要求；中碳钢 ($0.11 \sim 0.2\%C$) 的碳偏差如 $+0.01 - (-0.03)$ ； $> 0.2\%C$ 的钢碳偏差为 $+0.02 - (-0.05)\%$ 。满意的温度范围为实际温度减目标温度为 $\pm 20^\circ F$ 。

满意的倒炉碳和温度的概况 (炉数百分数)

表 3

	第一阶段	第二阶段	第三阶段
碳范围	(71.12~72.4) 图表控制	(72.2~72.9) 初步计算机	(72.10~72.12) 修改的计算机
碳			
$\leq 0.10\%$	42.1	35.0	65.3
$0.11 \sim 0.2\%$	31.9	36.6	57.2
$> 0.2\%$	31.2	46.0	52.2
温 度			
所有范围	48.0	54.9	61.6

从表 3 看出符合目标碳和温度是逐阶段的增加。从表 4 也可表明温度和碳范围逐阶段的有了改进。

成功的原因

静态的装料控制工艺需要输入原料重量和成份的准确资料，以及再现的氧枪和吹炼