

冶金译丛

純氧頂吹轉爐 自動計測與控制

冶金译丛編譯委員會編

冶金译丛

純氧頂吹轉炉自动計測与控制

冶金译丛編译委员会編

*

上海市科学技术編译館出版

(上海南昌路59号)

商务印书館上海厂印刷 新华书店上海发行所发行

*

开本 850×1156 1/32 印張 5 字數 180,000

1965年12月第1版 1965年12月第1次印刷

印數 1—2,000

編号 15·355 定价(科七) 0.90 元

目 录

氧气炼鋼自动化引起討論的問題	1
氧气轉炉的自动化	15
氧气轉炉炼鋼自动化方面的問題	25
碱性氧气炼鋼法的計算机控制	53
氧气轉炉自动控制的計算方法	66
碳素鋼錳含量的控制	79
氧气轉炉的計算机控制	86
氧气轉炉采用計算机控制适用范围的評价	97
用于純氧頂吹轉炉的西門子控制系統	111
轉炉鋼厂中的測量、調节和运算	119
轉炉炼鋼的热过程控制	125
轉炉吹炼过程中金属温度的連續測量及含碳量控制	129
氧气轉炉的仪器装备	133
連續測定吹炼过程中金属熔池含碳量的方法和裝置	143
采用二硼化鋯作保护套管的热电偶連續測量氧气轉炉內的鋼 液温度	148
采用帶有金属陶瓷的硼化鋯套管的热电偶測量轉炉內金属温 度	152

氧气炼钢自动化引起讨论的问题

Ph. Cesselin 等

氧气炼钢自动化要涉及多方面的技术和资料。除须考虑冶炼过程的自动化之外,还须考虑辅助设备的自动化。

一、炼钢炉辅助设备的自动化

对炼钢炉辅助设备可进行不同程度的自动化。

图1所示各种辅助设备,兹将这些设备的自动化程度分为三个阶段。

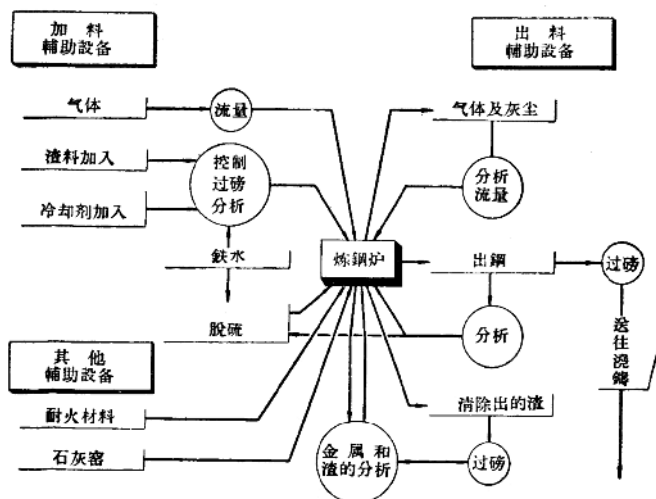


图1 炼钢炉的辅助设备

简单机械化,就是用工具代替人力劳动;

自动调节,就是把参数维持在一定水平,调整工作不需要人力参与;

按预订计划的自动操纵,就是根据从上一次出钢到下一次能够演变的程

序进行若干操作。

这些辅助设备大部分既适用于氧气炼钢法也适用于托馬斯炼钢法。

这些辅助设备的一切固有测量应该具有一个能够直接被计算机所接受的共同的信号。

炼钢炉的加料

这些设备主要指加入渣料(石灰、熔剂)和冷却剂(矿石)的设备。这里出现两个问题:加料的数量和这些物料的质量问题。

加入物料数量的控制

目前,自动化的程度可以做到操作人员只要把程序和指令数值放入调节器的开口处即可工作,其要点如下:

过磅和确定固体物料在加料斗中的水平面。

均匀地用传送带或加料斗分配固体物料:控制加料速度、精确度、均匀性、停止时间。

粉状物料的分配和运输。这个问题已经深入研究过,特别是经法国炼钢研究院加以研究,曾有文献叙述解决办法。

各种气流的分配。已有解决办法,但是,解决办法应该适应对精确度要求很高的氧气的要求,因此必须严格进行许多校正(压力、温度等)。问题已局限于调节工作和对于流量和压力的控制,流量已并入时间项中。

物料质量的控制

块状物料的粒度的控制比较容易。然而,抽取代表性的样品的取样工作却是很细致的,如石灰的成份往往不均匀,而知道它的成份却很重要。后面将要提到的是常用分析的办法。

废钢的加料

应该预见到有不同性质不同形状的废钢加进炼钢炉的可能性。氧气炼钢炉,有几种不同的装置(加料斗、加料槽等),但是都不能令人满意,或者由于工艺上的理由,象钢板的搭桥及炉壁耐火材料的磨损,或者由于冶金上的要求,象废钢用量高的(每吨生铁要用到 650 公斤废钢)大型转炉和 Kaldo 型转炉需要分几次加料。

废钢分析的本身也存在着难题。在不炉炼钢厂和电炉炼钢厂中只采用熔池分析法。氧气炼钢厂中只有用重废钢才可能获得比较精确的平均分析。

铁水的加料

用间断方法炼钢的情况中,似乎不易预定一项自动化的铁水加料,我们仅能考虑某种机械化问题。

不论采取什么方法,不免有过磅问题,对待这个问题应该分两种情况:如

果只要知道加料的重量而不要求符合指定的重量，那末桥式吊車上过磅已够了。但是因为这种过磅不能在倒出鉄水时进行，如果要求一指定的重量，就不可能預先固定，則需要在鉄水从混鉄炉流出时进行过磅（裝在推車上或炉台上的机械磅或电子磅）。余下一个需要解决的問題是把过磅所得的結果直接发送到計算机，甚至送給工作人員。

用热电偶浸入法可以获知鉄水的温度，或者更好用一种双色記錄高温計在出鉄时进行光学測定。

象“Quantavac”牌光譜分析仪器可以快速提供分析結果。但是还要解决碳的含量問題。如果要求象在連續測量熔池的碳含量时所要求的那种良好精确度，燃燒分析法还是最好的方法。該法非常迅速并且可以用比色法或电导法使它自动化。

用混鉄炉使鉄水特性規則化能在自动化上起作用。也可能考虑取消該項措施，因为冶金过程本身比較完善的自动化可以較为容易地处理不規則的鉄水。

出炉物的控制

控制出炉物要符合炼鋼厂的特殊情况，特别是关于鋼水与鋼渣的过磅和分析以及气体与灰尘的控制。

出鋼量通过鋼水車上的电子秤过磅获得，或者用計算重量的方法获得，目的都在于得到澆注时“完整鋼錠”的最大收得率。

第一种情况，鉄水量是測定而不是計算得出的，須知道盛鋼桶內的鋼水重量，并将其最好地分配在鋼錠模內。一項同炉子本身自动化无关的独立过磅裝置就有很大的利益。

第二种情况，加入定量鉄水，为获得給定的鋼水量。炉子本身自动化的要求很高，特別如关于操作时鉄料的收得率。以前所得的結果可以校正加料量，而这些結果是随理論数据和当时的条件而变化。

必須注意，决定鋼水中錳含量的錳鉄加料自动化問題，必須依靠冶炼方法本身的高度自动化，由于炼制的范围相当寬大，机械化搬运錳鉄已是一項革新，但根据目前发展趋势，这项机械化应当能够适应所加液态錳鉄的情况。

鋼水的分析，用光譜分析法不難予以解决。分析的时间應該縮短到几分钟內，因为在出鋼前知道結果是有利的。冶炼过程中的分析問題也是如此。

被扒除的鋼渣的过磅和分析

知道被扒除鋼渣的重量对冶炼过程特別有用，尤其是进行中途扒渣和冶炼含磷量高的鉄水时把一部分鋼渣进行再循环使用的情况下，這個問題可以

相当容易地对放在扒渣道路上的某一距离或者直接放在轉炉下面的渣包用电子秤进行过磅。这个办法在目前不易实现。这个测量經常会被进行扒渣时偶然扒进一些鋼水而称錯。

光譜仪对于鋼渣分析尚未确切了解它能达到什么精确度。但这項輔助設備将成为主要作业过程的一部分。

气体和灰尘的控制

在冶炼过程中,有大量的气体从炉中逸出。70~75 标米³/吨生鉄,生产率可达 8 吨/分钟。氧气轉炉中的气体主要由 CO 組成,其处理的方法;或者让其燃燒排出,或者将其回收。在这两种技术中,都需一套除尘装置。在 Kaldø 型轉炉中,除尘是必需的,但是大部分 CO 在炉内被純氧燒去。气体的控制可視作一項独立的輔助設備,也可視作主要作业过程的一部分。

气体的控制 控制的重点在于調节气体的燃燒。就轉炉言,最初追求的目的并不是为了回收未燃气体,也不是为了較好地控制冶炼,而是为了减少設備、改善烟罩的清洁而后再尽量回收含有可以利用热量的蒸汽。目前轉炉炉口装設一精細的抽气調节設備,可以收取未燃的一氧化碳。在冶炼过程的自动化中,分析气体和测量气体流速是非常重要的。这点对 Kaldø 炉也是一样,控制炉内气体燃燒的本身就对冶炼工作具有莫大的意义。

灰尘的控制 唯一目的是提高除尘效率。在一些湿式除尘設備中,不論气体条件(流速、成分、温度)如何,均能把提高除尘效率的可調式文氏管作为可能的自动化手段。如采用过滤袋进行干式除尘的情况,調节温度本身也很重要,这些装置本身装有专用的自动設備。

其他輔助設備

除上述一些輔助設備外,还有制造耐火材料的設備和制造石灰的窖。

这些輔助設備虽然完全不是主要过程的一部分,但是也有它們的重要性。耐火材料問題可能与整个管理和炼鋼厂总的規模有关,然而它也牽涉到炼鋼方法的制訂,因为它对炼鋼炉的寿命、生产能力以及鋼渣的分析都有重要的影响。

石灰对热量平衡和鋼渣成分的計算有重要关系。炼鋼过程的自动化有可能采用成分不均匀的石灰,以能够抽取代表性样品为条件。但是,石灰窖有規則的運轉还是肯定会带来很多的益处,并且有利于自动化的建立。

二、炼鋼炉自动控制方法

为了實現炼鋼炉的自动化,除了上述各种輔助設備提供的資料外,还須加

上得自与炼鋼过程有直接联系的控制手段的資料。

在此提一下几項原則，便于了解選擇和研究这些控制手段的实质。

最后要求了解气体-炉渣-金属的物料平衡和热量平衡。平衡能够以不連續的方式建立。知道了气体-炉渣-金属系統的情况，可根据这些調节变数把炼鋼过程操纵到預定的終点。

这些控制手段主要将限于下列各項：为建立物料平衡的各种分析；为建立热量平衡測量到的温度；还有在不易获知甚至不可能获知大多数这些連續数值的困难面前的有关系統变化因素的記錄。

不連續的控制法

到目前为止，工业生产上，金属分析，鋼渣分析和温度的測定方法是在不連續的控制法范疇內的。

金属和炉渣分析

在“預測”式的自动化阶段中，出現样品的代表性問題、分析精确性問題和分析速度問題，而近年来循物理途徑分析技术的发展有了显著的进步。

关于样品的代表性，各种不同的研究証明，一种元素的分析結果随取样方式的不同而有相当显著的差別。取样方法可分炉外取样和用吊桶直接从熔池取样（以吊桶直接从熔池取样较为可靠）。

目前，由化学分析金属的精确度是令人滿意的（見表）。对含碳生鉄及低碳鋼（ $<0.030\%$ ）利用一标准試样进行光譜分析显然是精确而可靠的。

鋼渣的分析还未完全采用物理方法来进行，但正在研究和发展中这是唯一有价值的办法，因为化学方法实在太慢了。

自动化对于光譜分析的要求相当严格。为了建立热量平衡和物料平衡，鋼渣分析的精确度和复現性非常重要。此外，还要在較短時間內获悉分析結果，又須十分仔細地研究样品的制备，必須在精确度和速度之間取得折衷。不能忽視分析的任何延迟，即使在分析金属时，延迟会对炼鋼的进度产生不良的影响。实际上，分析時間不能超过几分钟，这还远未做到。还需要进行若干改进，这些改进对于分批炼鋼法具有特殊意义。

由于必須預見到几台轉炉同时工作的炼鋼设备的自动化（至少当一台在进行吹氧时另一台在加料），分析的次数是重要的。遇到某些情况，应預备一項专供炼鋼设备用的分析設備，这样可以不用等待工厂中心試驗室的样品。这种分析設備只准备分析炼鋼設備運轉必需的几种元素，即金属中的C、P、Si、Mn、S和鋼渣中的P、Si、Mn、S、Ca、Fe、Mg。

温度的測量

用浸入热电偶測量温度的方法是极其常用的方法。只需提到确保温度測

表 化学分析的精确度

金属分析

(典型样品)

元 素	平均含量 (%)	誤 差
碳	3.60	0.023
	1.07	0.008
	0.61	0.007
	0.089	0.002
磷	1.38	0.020
	0.51	0.005
	0.090	0.001
	0.012	0.0007
硅	1.28	0.011
	0.26	0.003
锰	0.73	0.008
	0.38	0.004

炉渣分析

(同一样品上进行 20 个分析)

元 素	平均含量 (%)	誤 差
CaO	44.7	0.240
P ₂ O ₅	12.4	0.137
Fe(总量)	8.8	0.098
SiO ₂	14.7	0.132

量经常正确的测端与套管的改进问题。尽管如此，应当提及任何可以达到工业上令人满意的连续测量温度措施，以取代不连续测温法。

連續性控制方法

图 2 表示可以考虑的各种不同的办法。这里有两种主要种类的测量：测量轉炉逸出气体与测量熔池温度。还可以设想若干补充手段，其中有几项将简述于下：

对于气体的控制

曾被托馬斯法生产用过的光学方法是火焰辐射法和暗度法。吹氧炼鋼法中，許多炼鋼厂一度用过单色辐射法或全部火焰辐射法。对于这项技术的价

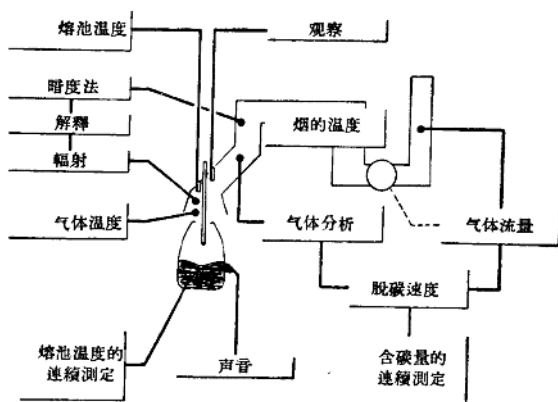


图2 連續性控制方法

值有不同的看法,但是总的說来,它对于炼鋼控制中关于金属噴濺与泡沫流問題是一项有用的标志,尤其在处理托馬斯炉生鉄时。意見之一可能是它所提供的指示有时比一个有經驗的工作人員的观察还迟。此外,这个方法是凭經驗的,似乎难以与一项参与冶金过程的精确的現象作理論上的联系。所以对于所得曲綫的样子和其他装置不同也不用惊奇。然而,我們將看到(图3)在

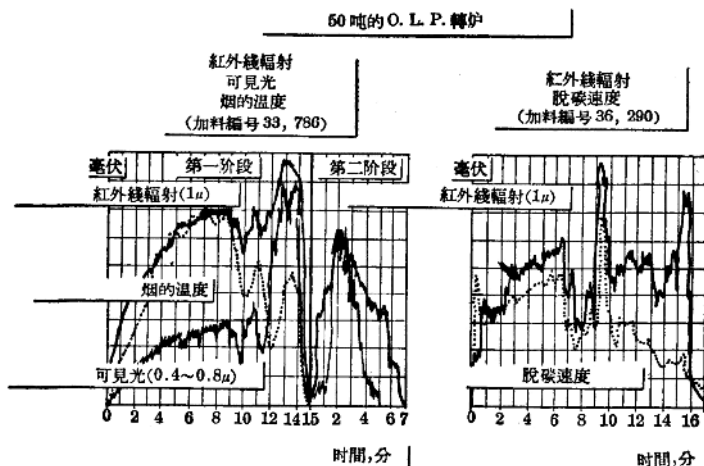


图3 气体控制方法的比較

某些情況下，人們已能把輻射強度的變化與脫碳作用速度的變化聯繫起來。

關於暗度法，由於氣體中的灰塵太多，很少用於氧氣煉鋼廠。要得到一種能看得出的現象，必須在一薄層氣體中進行操作，這個方法比前述的還要靠經驗。不過用暗度法來糾正輻射法的測量並不是不可想象的，然而，在這方面尚待長期的試驗。

此外，用熱電偶在溫度較低的區域（小於 1000°C ）測量煙道中已與周圍空氣燃燒過的氣體的溫度。該法在 Pompey 鋼廠的氧氣轉爐上獲得成功。它能使工作人員方便地順着典型曲線進行操作。理論上，證明這一溫度是與脫碳速度相關的，這點可在圖 3 中看出。這個方法的缺點是答案的時間相當長，但是這點可以用選擇熱電偶套管的辦法改善。此外，它似乎不適用於收取未燃氣體的設備。

Kaldo 爐中，測量煙罩出口處的氣體的溫度，可以控制爐內 CO 變成 CO_2 的二級燃燒。其實，假使這一燃燒不完全的話，留下的 CO 在煙罩與吸入的空氣燃燒，這樣產生的熱量大都只能被氣體自身帶出，這就使氣體溫度升高。該法在 LaSolla 廠的 Kaldo 爐使用見效。用於美國同類型煉鋼爐的自動化上也很見效。

最後一項辦法是法國煉鋼研究院正在試驗轉爐中研究，而也是現在進行工業規模試驗的一種。它能在任何時刻獲得脫碳速度和熔池的碳含量。在冶煉過程中，能夠從生鐵的含碳量和加料重量，從收取氣體中的 CO_2 含量偶而也收取 CO 的含量，以及從氣體當時的流速等資料中不斷計算碳的平衡。圖 4 是所用原理的圖解。這一理論性原理的應用，由於下列因素會漸漸造成不精確：或者是直接對氣體進行的測量（分析、流速）數據，或者是原始金屬的稱量和分析等冶金數據。這些困難在中間規模中都已解決。脫碳速度的測定和碳含量的精確度都令人滿意，尤其是後者，如果中途扒渣的冶煉過程中採用重複

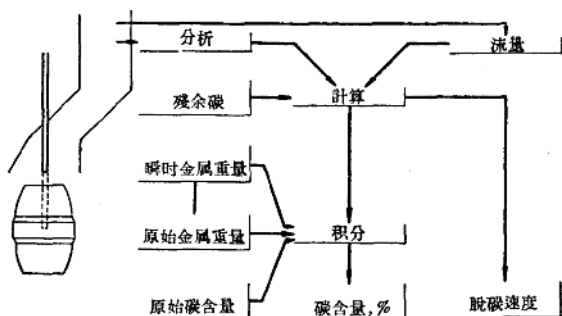


圖 4 熔池含碳量的連續測定原理的圖解

測量，結果更佳。

在純粹分析範圍內（精確度、分析速度、儀器的穩定性）還是有某些尚待改進的地方。其他方面，假使可以滿意地做到測定整個氣體的成分（包括氧氣和氮氣在內），“平衡方法”就可以推廣而接近於過程的完全自動化。在大規模生產中，測定流速就有困難，我們可以預計到用測量抽風機消耗能量的那種輔助測量法來代替，尤其是在這項流速的變化範圍狹小的情況下為宜。

熔池溫度的控制

連續控制熔爐的溫度是許多次試驗的目標，提出的辦法有三種：觀測轉爐爐口，通過開在爐壁的孔眼直接觀測金屬和用與熔池接觸的熱電偶。這些方法在托馬斯轉爐中都使用過。

在托馬斯轉爐中，爐口觀測法極為成功，結果可以獲知操作過程前階段的溫度，並可預測由於濃厚的紅色煙幕而難於直接觀察到的終點溫度。

這個方法，由於煙量多，不能直接用於氧氣煉鋼爐。但是並不排除選擇較大波長可以應用此法的可能性，這一途徑正在法國煉鋼研究院中間試驗煉鋼爐中進行試驗。

双色高溫計通過爐底孔眼觀測熔池的辦法可以對托馬斯煉鋼法進行有益的研究，但是為了工藝上理由，特別是為了觀察孔的開孔問題使該法不能發展到工業階段。氧氣頂吹轉爐中，也考慮過使用該法，作過中間規模的試驗。觀察孔的開孔問題更為困難。為了克服困難，企圖用透明棒嵌裝在爐壁中。進行這些研究的同時，法國煉鋼研究院也力圖致力於研究儀器的電子學部分，並已完成了小規模的試驗。關於自動化的光學方面，不可忘記這種高溫計對於測量鋼流的溫度是有益的。

最後，主要在德國進行試驗的一種方法，中間性規模和工業規模一樣，都用一只熱電偶放在爐壁中，其一端和金屬接觸。主要問題是耐火套管的熔損，目前可以把該熱電偶連續使用幾爐，但是它在鉄料加入時被打碎的問題是急待解決的。目前的重要任務是設法解決如何把這套管很快換上（2~3分鐘內）的技術問題。由於熱量的惰性，溫度的可靠性成了問題，但是，溫度的測量還是十分有益的，特別能建立了熱量制度，甚至還可能在出鋼時取消用浸入法測量溫度。

其他控制

圖2指出的還有除上述之外的一些方法，特別是測量噴嘴或轉爐所發出的聲音。後一種方法已在托馬斯煉鋼爐中試驗過，並且已在一氧氣頂吹轉爐上使用過。這個方法好象有些多余，因為一個訓練有素的工作人員很容易凭聽覺斷定鋼渣形成的時刻。

此外，也值得注意研究測量轉爐中金屬-爐渣乳狀物的活動液面。

最后,还有一项建立热平衡的重点,是炉口本身出口处的气体温度。用抽气式高温计类型的设备可以进行这种测量,但是由于灰尘多和喷溅物的影响,使其操作困难而不能投入生产。

在研究控制方法时,不能忽略任何炉子周围测量到的数据。兹举Kaldo 炉的牵动电动机为例,在该炉中,牵动电动机在钢渣形成时功率突然变化。

三、计算机的应用-预测的自动化

炼钢过程自动化需要若干辅助设备的自动化和控制手段的恰当使用。从经验操纵到炼钢过程的最高自动化可分四个阶段(即分四步,见图5)。

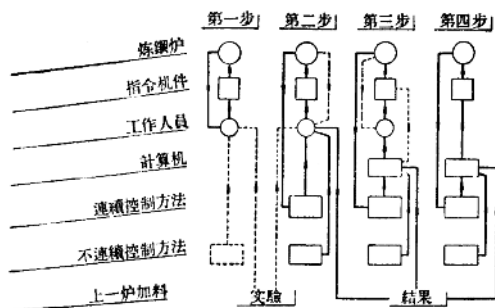


图5 自动化发展的阶段

第一阶段,操作人员只凭感觉指导自己的工作,例如观察转炉炉口火焰的景象以及利用上一次加料的一些结果。控制手段实际上是不存在的。

第二阶段中,发展了不连续的控制手段,例如,用浸入高温计测量温度,各种过磅法,迅速获悉所生产钢的分析结果。操作人员还掌握了在冶炼过程中直接测量到的资料,有时是连续性的,例如吹入氧气的数量,火焰辐射的强度,气体的分析或气体的温度。这一阶段随控制方法的数量和质量而多少有了改进。

第三阶段,只有在前一阶段的发展基础上才能实现。在前阶段中,计算尺已不能解决问题,必须备有一架计算机。从这时起,可能获得的数据量突增,敞开了通向预测自动化的道路。但在这阶段,工作人员成为必要的中间人,并保留决定权。

第四阶段是最后阶段。控制手段十分丰富,并且已可予以信任。炼钢的

机理已知道得很清楚,或者由于物理化学的研究和一项数学模拟的建立,或者由于炼钢用上一项大量的统计方法,此外,这两种研究方法还是互相补充的。工作人员的任务只是监督而已,因为计算机将按照指令的机件直接工作。最后,这些计算机逐渐从炼钢过程本身推广到整套炼钢设备。

自动化的最后目的在于降低成本。对于炼钢者而言,要实现这目的得依靠物料平衡和热平衡的确定。事实上,在这一发展中,需要达到的一系列已很明确的技术目标中有一些已经知道,还有一些将要陆续明确。要把所有可能想象得到的东西作出一个整体观是困难的,我们仅试将若干明确的例子加以叙述。

低含磷量生铁的冶炼

出钢温度是重要的问题,从前述第二阶段起,用若干简单的方法可以做到相当近似的固定温度,这样也可限制返吹次数,据一钢厂报道,有48%的出钢炉次是在指定温度(20°C)范围内。若操作人员还知道生铁的分析结果(不能忘记含碳量),并掌握加入反应物的某些特性,如石灰中未烧透物的含量,他能很精确决定加入冷却剂的数量。

阿里奎巴(Aliqvipa)氧气炼钢厂中,考虑了炉渣的碱度、铁水温度及吹炼終了时的喷枪高度等数据。用一支合适的计算尺可能算出要入炉铁料的重量,这样可得65%的炉次是在指定温度(20°C)范围内。这个计算中引入与炉渣的含铁量有关的喷枪高度,因为炉渣的含铁量对于热平衡是重要的。这两个数据的相互关系是用统计方法在许多次加料中建立起来的。目前该钢厂采用一种模拟计算机,成功率有70%。

可以考虑应用连续性平衡方法,有如用于测量气体中的CO和CO₂的含量以及测量抽取装置中的气体流速的方法那样。一项更完全的抽取气体的分析能使达到炉内氧气在气态与炉渣-金属系统间的分配成为可能。这当然要精确知道吹入氧气的数量为条件。考虑到生铁含磷量低以及硅在冶炼的初期燃烧,我们就能在碳、铁和锰之间分配氧气;既知任何时刻熔池的碳含量,就可以由此直接知道FeO、MnO形成的数量。也就可以测定有关钢渣形成的热效应,因为铁和锰的氧化热是相近的。由于系统的情况差不多肯定,我们可以进行连续测量熔池的温度。这个方法似乎是理论的,但是这是能够“操纵”一次吹炼成钢的仅有可能方法之一。

高磷生铁的冶炼

这里的出钢温度问题也属重要,然而,由于冶炼中包含一次或几次的中间扒渣,对于最后温度的调节比较简单。事实上我们可以知道中间停顿时的温

度，这一温度常与冶炼最后温度相当接近。工作人员根据所生产钢的不同要求而采用各种不同的计算机，输入的数据主要有：含碳量和最后阶段入炉的石灰的数量和温度以及偶然扒出炉渣的含铁量。图6所示是 OLP 法的一次倒渣的冶炼情况的例子。用此法，可以容易地获得 60% 的出钢进入 20°C 温度差的范围。这一结果是比较满意的，但如果掌握新的数据，结果应该还要良好。

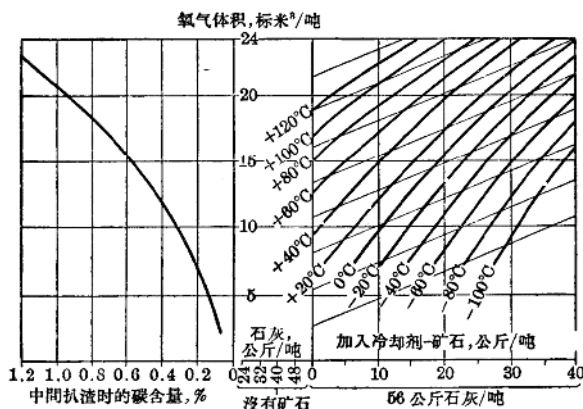


图6 第二阶段的测量曲线 O. L. P. 法 (80 吨转炉)

可以提供更能清楚物料平衡的数据。倒渣时，对金属进行完全分析，扒渣后炉渣的数量和成分，最终炉渣的成分，主要的是它的铁含量，每一阶段开始时的金属重量。计算机要处理的问题是计算炉渣的重量和事先研究要做到的条件。

知道了上述数据，再要能够做出一项完全的热平衡表，特别是关于热量损失的数据。

炉渣重量的计算

计算炉渣的重量是相当困难的，因为由于一部分炉渣要再循环，各次加料并不是独立无关的；如此必须在每次出钢开始时确定新的条件，扒渣后也须这样做。这里连带到以后对炉渣重量的计算。进行这一计算可有下列几种不同的方式，或者做出 CaO 和 P 的平衡表，这一方法的困难是必需测定炉渣 CaO 和 P₂O₅ 的含量，或者从炉渣的含铁量、金属分析和加入石灰的重量算出。要在扒渣后立刻知道余下炉渣的重量，必须称得扒出炉渣的重量。扒出炉渣的重量也可以在事后计算，并且可以在出钢完了时在过磅与计算出的平衡表之

間作一補正。這些測定必須在長時間的一系列加料過程中不出偏差。關於爐渣重量的資料顯然包含某些誤差，但是這些資料僅供改善正常溫度調節之用，其調節上的誤差可被認為是次要的。

這項測定可以知道在第一階段開始時的來自上次加料的爐渣數量，並且可控制這一階段的爐渣重量，其結果如下：

更易控制吹煉時的金屬噴濺和泡沫渣問題，這可能增加吹氧速度。

依靠一更完全的氧氣平衡表，使終點更有規律，還由於對含碳量的連續測定，這一規律性更易做到。

用作肥料的扒出渣成分有更大規律性。

這項測定還能借以獲知扒出鋼渣的數量，從而可以控制最後階段中的鋼渣數量，這對在規定點停止加料是有用的，特別是關於脫磷方面。

這項測定最後還能借以建立鉄料的細分類平衡表；這樣使工作人員可以知道每次出鋼時的各種損失的分布情況，因而知道對於隨後出鋼的做法。這個鉄料平衡表應該被計算機本身用來確定最高入爐量和計算每一階段開始時的金屬重量。

在發展自動化方面，必須注意，在一段相當長的時間內，計算機的一項重要任務是完成“數據記錄”，以便改進在預測基礎上的已知參數。這需要一架數字計算機。

預測自動化一般注意事項

我們主要敘述了進行非連續計算的可能性（分階段或逐次出鋼），並且覺得計算機的方案已夠複雜，而需要一架相當龐大的機器。該機器事實上要輸入所有的冶煉資料。它要完成一切事先和事後的物料平衡和熱量平衡，它要預測（依靠這些平衡）用來建立事先平衡的要求達到的條件，它要計算並向工作人員或輔助設備提供工作進行情況的資料和指令的數值。最後它還要提供關於加料的主要物性。

我們很少談到連續計算的可能性，除非也許關於冶煉赤鉄礦生鉄時的物料平衡和對碳的連續測定。然而，再設想另外一項連續的熱平衡是可能的。知道吹氧時任何時刻的物料平衡和熱量平衡，或者至少知道一次吹氧中許多次的物料平衡和熱量平衡，可使一個方案更好地遵照如吹氧條件（氧氣流速、吹氧管位置）、熱制度、爐渣成分等各種數據。這一切可以逐步實現，譬如說，可想象到在純氧頂吹轉爐中吹氧管在熔池面上的高度同含碳量及脫碳速度聯繫起來。這種改進究竟必要到什麼程度還不清楚，但要把這些改進搞好的話，每一次改進都要在計算機方面進一步作出努力，尤其是在大多數情況常有兩只轉爐同時進行生產。

結 論

关于氧气炼鋼自动化引起爭論問題的簡短概論，望能說明要实现这种自动化需要利用多方面的資料和技术。为了說明这些問題範圍的广泛起見，有必要列出涉及面較广的資料和技术的名称目录。

用物理化学确定代表炉气体-炉渣-金属系統和机理研究的情况图解以及反应的动力学图解。

研究“流体”現象对于冶炼过程中的影响。

对于各种不同的变数之間的相互关系的統計研究。

建立表示各个程序的特性的“典型”。

使用化学分析和物理分析法分析金属和炉渣。分析时不能忽略取样以及样品具有代表性的重要性。

利用各种极其不同的測量工具，大部分得求助于电子学。

要充分利用所有这些結果，只有与长期的冶炼实际經驗相接合才能做到。
(参考文献从略)

[默 森节譯自 «Revue de Métallurgie»

61, 3: p. 281(1964)]