

理 的 鋼 煉 快 驗 經 與 速 論

徐 強 譯

Handwritten signature



重 工 業 出 版 社

快速煉鋼的理論與經驗

К. Г. Трубин; Г. Н. Ойкс
Е. В. Абросимов; Н. И. Ефанов 著
徐 強 譯

鞍鋼編輯委員會印行

譯 者 註

一、這本小冊子是蘇聯國家黑色與有色冶金科學技術書籍出版社一九五二年出版的“我們祖國煉鋼革新者”一書中的有關快速煉鋼的理論與經驗總結的最後兩篇文章。根據這兩篇文章的內容，把它叫作《快速煉鋼的理論與經驗》。

二、這本小冊子經陳茂齋同志熱心校對，譯者特向他衷心致謝。

快速煉鋼的理論與經驗

原 著 者： К. Г. Трубин; Г. Н. Ойкс;
Е. В. Абросимов; Н. М. Ефимов

原出版者： Металлургиядет

原出版期： 1952年莫斯科版

譯者：徐 強；校閱：陳茂齋；編校：侯紫箴

重工業出版社（北京東交民巷26號）出版

鞍鋼編輯委員會印行

新華書店總經售

25開本·共 56 面·定價 3,500元

印數 3,000 冊；1954 年 6 月；旅大人民日報印刷廠印

一、快速煉鋼理論總結問題

莫斯科斯大林鋼鐵學院

技術科學博士 К. Г. Трубин 教授

技術科學碩士 Г. Н. Ойкс 副教授合著

技術科學碩士 Е. В. Абросимов 副教授

序 言

偉大斯大林所擬製的共產主義巨大建設綱領，鼓舞了我國勞動人民忘我地勞動。斯達漢諾夫式的大軍——精通技術的人們無窮盡的首創和創造能力正在日益廣泛地發展着。斯達漢諾夫運動，斯大林同志指出：它爲我們開闢唯一的途徑，去達到更高的勞動生產率指標；也就是從社會主義社會過渡到共產主義社會所必需的指標；爲消滅智力勞動與體力勞動間的對立性所必需的指標……。

在這一卓越運動的前列中行進着的是冶金工作者。

蘇聯冶金工作者以 M·馬賽爲自己的榜樣，掌握技術，日新月異地改進技術操作和生產組織，參加社會主義競賽，因而在勞動生產率提高方面獲得顯著的成就，並爲進一步擴大鋼生產提供了穩固的基礎。

鋼產量的提高，不祇是由於開動新的設備所獲得的，並且是因爲更好地使用現有的爐子和設備，以及貫徹使冶煉過程加速的先進的更合理的生產技術操作所致。這一點已爲快速煉鋼手的實際工作證實。快速煉鋼手藉助於控制測量儀器能正確地組織平爐作業室中的高溫作業，保證原料儘快加熱和熔化，且不降低爐體作業的壽命；他們爲加速裝料，恰當地使用裝料設備；他們在很好研究爐子的工作之後，改變了裝料次序，這使原料熔化階段縮短了。

他們在很快的降炭速度下達到金屬正常加熱，因而顯示了卓越的精煉技術，這便良好地保證金屬脫除氣體和夾雜，以及正確的出鋼準備。

我國的快速煉鋼是異常廣泛的。參加這一運動的煉鋼工作組日益增多。這個運動在生產普遍提高的條件下傳遍了各車間。

對於先進快速煉鋼手的工作方法應當深刻和徹底加以研究，俾使快速煉鋼獲得理論基礎。

這便可使煉鋼爐生產率顯著提高和改進鋼的質量。

目 錄

一、快速煉鋼理論總結問題

序言

補爐	1
----	---

廢鋼法	3
-----	---

原料的標準	3
-------	---

熔劑	3
----	---

裝料次序的原理	4
---------	---

裝料速度	6
------	---

放渣與作新渣	8
--------	---

熔畢炭素；沸騰各階段中降炭速度；錳的規律	9
----------------------	---

熔煉過程的溫度條件；脫氧	13
--------------	----

廢鋼礦石法	13
-------	----

生鐵成份對熔煉過程中技術指標的影響	13
-------------------	----

礦石的裝入量	14
--------	----

裝料次序的原理	15
---------	----

裝料速度及供熱制度	15
-----------	----

鐵水的兌入	16
-------	----

放渣	16
----	----

供熱制度；爐溫狀況	19
-----------	----

組織問題及勞動文明	22
-----------	----

二、從快速煉鋼手的經驗中學習什麼

序言	25
----	----

良好的補爐	27
-------	----

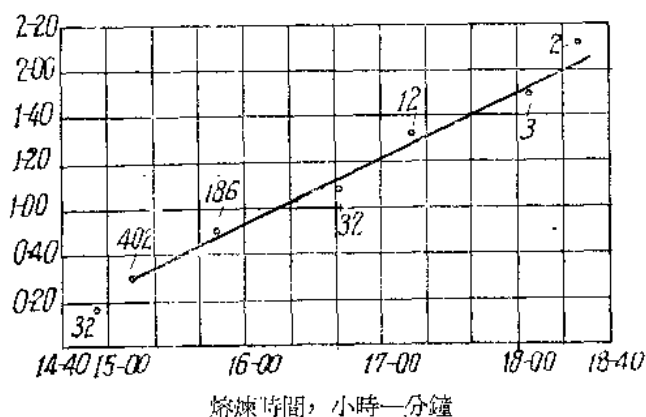
正確的配料	29
-------	----

原料供應及平爐裝料的加速	31
--------------	----

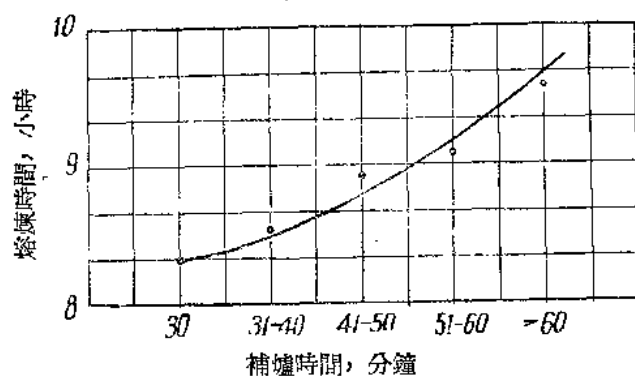
鐵水及時供應和兌入爐中.....	36
在原料熔化階段中及時大量放渣及其清理.....	38
準確遵行鑄鋼桶、鑄模車及地坑準備的計劃圖表.....	41
平爐供熱制度.....	41
爲提高爐體壽命和節約而鬭爭.....	51
完全消滅廢品.....	54
結語.....	56

補 爐

從前採用的補爐方法如下：出鋼之後減低燃料向爐內的供應量，只在此以後開始補爐。在使用此種方法時，由於冷空氣在補爐時滲入作業室中，使作業室與磚格子的溫度下降。由於爐體溫度顯著下降，使熔煉時間延長（見圖1）註。



a



b

圖 1. 300 噸 (a) 與 60 噸 (b) 平爐的補爐時間和熔煉時間的關係

註：M. 瓦. 潘菲洛夫，快速煉鋼法，冶金出版社 1951 年（中文有馬賓譯本，鞍鋼編輯委員會出版）。

在表 1 中表示採用廢鋼礦石法的 185 與 350 噸平爐補爐時間與採用廢鋼法的 110 噸平爐補爐時間的比較。

當補爐與上爐鋼精煉和本爐裝料階段中部分同時進行時，快速煉鋼手便可以使補爐時間減縮至兩倍。

除此而外，新的方法可縮短整個熔煉時間，而在爐體溫度高之下補後牆，使補爐工作的質量良好和保持平爐作業室的高溫與磚格子的加熱。

由於在進行這種補爐時不減少燃料的流量，因而消除了出鋼溫度下降的現象。當少量補爐材料落於熔渣上時，不能嚴重影響其整個成份，因為白雲石來不及全部在熔渣中熔解和在出鋼前很短時間內分散於整個熔鋼範圍內。

在採用新的補爐方法時，可以保持作業室和磚格子的高溫狀態，這便有可能採用快速裝料和加速原料的熔化過程。

表 1

煉 鋼 方 法	裝入量 (噸)	補 爐 平 均 時間, (分鐘)	這些爐鋼平均熔煉時間, 小時—分鐘	補爐時間對整個熔煉時間的百分	
				一般煉鋼下	快速煉鋼下
廢 鋼 礦 石 法	185	36.5 (自265噸)	11—00	5.50	2.70
廢 鋼 礦 石 法	350	57.5 (自100噸)	15—35	6.15	3.07
廢 鋼 法	110	20 (自600噸)	10—00	3.30	1.56

爐底作業 在組織快速煉鋼時保持爐底的良好狀態是有很大大意義的。當煉鋼手和技師相信爐底狀態良好時，平爐全組才可能安心工作。為此則必須嚴格遵守爐底預防性補煉的圖表。在這種情形下，最好提前補爐，並在封閉出鋼口尚未結束之前由兩邊的爐門裝入原料。

出鋼口作業 平爐工作組的有效工作，常常是決定於上班工人將補煉爐體和封閉出鋼口的情形。正確封閉的出鋼口易於迅速打開，而燒結的出鋼口則常常需用氧氣燒開。結果在個別情況下就誤熔煉時間 15—20 分鐘。這便使熔煉總時間增加 2.5%，並由於含有大量氣體而惡化質量，和因成份而造成廢品。

過去在封閉出鋼口時，全部停止向爐內供應燃料，如同上述，這

便使平爐的作業室溫度下降。

快速煉鋼手所採用較正確的現代的封閉出鋼口的作法，就是在於迅速乾燥和不停止往爐內供應燃料下而封閉出鋼口。

在把補爐、爐底狀態、封閉出鋼口當作快速煉鋼的必要條件時，則必須在平爐車間組織各個工作組為建立下班工作組正常工作所必需之條件的社會主義競賽。

廢 鋼 法

原 料 的 標 準

供應標準、成型的原料對快速煉鋼組織的意義是不小的。

不均衡地供應各種形狀的廢鋼時，使煉鋼手無法把原料合理分佈於爐床中和在適當的熱工制度下保持規定的裝料速度（噸/分鐘），並破壞裝料設備全部運用圖表，而最後致使車間產量降低。遵守廢鋼破碎場、本車間原料場所製訂的正確圖表和由軋鋼車間供應返還廢鋼，以此方法可達到原料的標準化。

當裝料設備受限制時，必須有兩種不同容積的裝料箱，以便把容積較大的裝料箱用於體積重量較輕的材料（石灰石、車屑、石灰、薄板邊）。這個方法可以減少裝料時使用的裝料箱的數量，合理地使用機械起重能力，顯著縮減裝料時間。

熔 劑

在採用廢鋼法的大多數情形下，均以石灰石為裝料時的熔劑。但照該方法的性質來說，並不需要在裝料時使用這種材料；用石灰可以很好地代替石灰石。

當使用石灰石時，則必損失於石灰石分解、水份的蒸發和 CO_2 的加熱的高溫熱量。與此同時，在裝料時裝入石灰石，使熔化過程延長和關係着平爐產量的減少。

有75噸平爐的工廠經驗證明：裝入石灰時的熔化時間減縮20分鐘，則節省為熔煉總時間6小時30分的5%。

爲使石灰在煉鋼生產過程中保證使用，則必須在採用廢鋼法的工廠中組織石灰石的大規模的焙燒工作。

裝入爐內原材料的狀態在縮減熔煉時間來說，起着很大作用。即不准許使用潮濕的礦石和鐵礬土，特別在精煉階段中；因爲這能使高溫熱量遭到多餘的消耗和惡化鋼的質量。最好組織潮濕礦石的乾燥和烘烤，以便驅逐吸入水和化合水。這在冶煉高質量鋼尤爲重要，因爲在不當的情形下可能發生金屬爲氫所飽和及在成品鋼中造成缺陷。

“鑼刀與鎚頭”工廠的關於用廢氣烘乾礦石和鐵礬土的經驗應當得到其它工廠的運用。

裝料次序的原理

從前廣泛採用的裝料方法如下所述。

當爐底情況正常時，首先加入輕型廢鋼——鋪墊（佔全部金屬材料 10—20%），在此之後分層加入石灰石——廢鋼——生鐵（見圖 2a）。曾被認爲在這種裝料次序下，生鐵是較易熔的材料，在熔化階段中則流入底部，熔解難熔的原料——鐵。但在此種情形下忽略了另一點，即這種裝料方法不能使底層原料很好地吸取熱量，特別是石灰

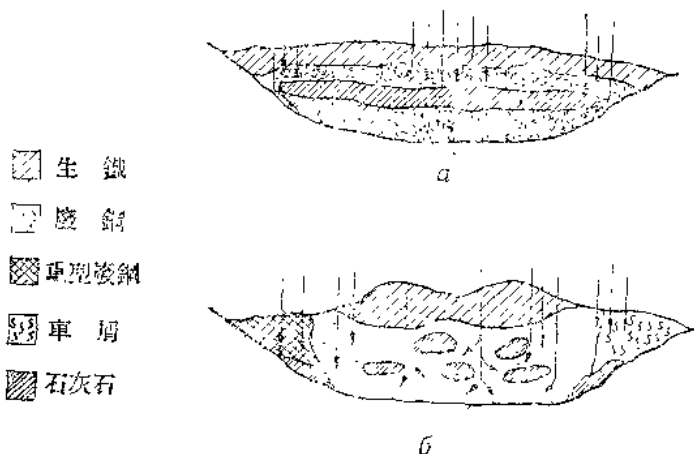


圖 2. 廢鋼法的裝料次序

a——從前廣泛採用的裝料次序； b——最合理的裝料次序

石。同時，即使在上述的裝料方法下也未曾製訂統一的廢鋼裝入方法。例如，重型廢鋼裝於石灰石之上，或相反的裝於生鐵底下。車屑裝於石灰石之上或“亂裝”於生鐵下等等。容易見到：在各種不同的裝料次序之下，廢鋼受熱面積和物理狀態造成了不同的熔化時間。

維爾謝斯基工廠快速煉鋼手學習優秀煉鋼手 М. 烏沙克夫的榜樣，由於長期尋找最好的分佈石灰石位置的結果，作了這樣的結論：

“亂裝”加入石灰石是加速熔化階段最好的方法。

“紅十月”工廠快速煉鋼手、斯大林獎金榮獲者 Н. В. 斯吉爾尼克夫、П. Я. 杜斯卡諾夫和 Н. А. 斯可里波尼克夫（與維爾謝斯基工廠煉鋼手無關）亦採用了同樣的石灰石裝入法，並製訂了原料中廢鋼部份最合理的裝入方法。

對於許多煉鋼手來說，了解“紅十月”工廠快速煉鋼手所採用的難於加熱的材料裝入方法是很有趣味的，也是大有教益的。

大家都知道，車屑的吸熱能力很壞。大塊原料也很難加熱和熔化（如初軋廢棄品、半截錠、廢錠）。快速煉鋼手使用下述的方法：他們把車屑裝在爐內一端堤坡上，但其位置不得阻礙火焰流的形成。車屑不被其它廢鋼掩蓋，經很短時間，當裝入的車屑“下沉”時，則往此地再加下批車屑。此時往另一堤坡和部分爐底上裝入初軋廢棄品。其它材料亦從裝料開始時便裝入爐內。同時爐底其餘部份以較純淨的小型廢鋼遮蓋。

這樣裝入廢鋼的方法能使難化的廢鋼在裝料和熔化階段中受到火焰流的衝洗；結果在全部廢鋼裝入結尾時，部分難化的廢鋼來得及儲存大量的熱，這與其它部份廢鋼良好加熱的程度相同。除此，這種方法從全部裝入較厚的材料的火焰傳熱的觀點來說，亦是有利的，因為在此種情形下沒有隔熱層。

圖 26 以圖解的形式表示廢鋼冶煉法最適當的原材料分佈位置。當與圖 2a 相較時，證明此種情形下的熱傳導較好，因為在圖 2a 中所表示出嚴密的石灰石層有如難穿透的渣層，其熱傳導性能低 30—50 倍。

裝料速度

裝料速度大部份取決於裝料設備的起重能力完全使用與否（橋式和地上裝料機）。增大裝料箱容積是增加產量的主要潛在力。在此種情形下，如同上述，原材料的裝入次序是有很大大意義的。難化部分的原料應首先裝入。在採用廢鋼法並使用懸掛式裝入機的裝入速度常常大約為 0.5 噸/分鐘。快速煉鋼手的經驗證明：在用兩台裝入機裝料時，可以顯著增加裝料速度，達到 1 噸/分鐘，這對熔煉時間來說是有好處的。

發現了裝料時間與熔化時間的固定關係：裝料時間延長時，則熔化階段減短（見圖 3）。但這個關係只有在裝料時間一定限度下才表現出來。

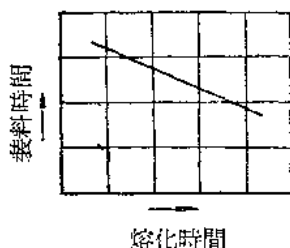


圖 3. 熔化階段的时间與裝料時間的關係

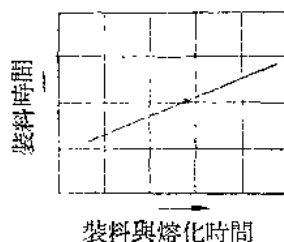


圖 4. 裝料與熔化兩個階段的时间與裝料時間的關係

如果在 110 噸平爐上裝料時間長達 5 小時以上，則不會有上述的關係，並且當裝料時間長時，熔化時間亦延長。原因是當裝料時間過長，則煉鋼手被迫減少燃料的流量，使原料向較冷的爐內裝入。在相反的情形下（為裝料階段所規定正常的燃料消耗），裝料延長時，部份原料熔化，所以在加入下批冷料時則造成凝結現象，這便促使熔化階段延長。

與此同時，根據裝料速度對熔化時間的影響的研究資料分析證明：譬如裝料時間延長一小時的時候，熔化縮減的時間不是一小時，而是非常之少。這證明有必要加速裝料過程，並根據裝料速度保持足

够的熱負荷。

在這樣工作條件下，裝料時間與兩個熔煉最初階段（裝料 + 熔化）時間的關係表示於圖 4 中。當分析這個關係時容易見到：隨着裝料時間的增加，該兩階段的時間也就增加（裝料 + 熔化）。由此可知，如果平爐的熱能允許和原料吸熱的速度足夠而加速裝料，是經常有利的。

快速煉鋼手斯吉爾尼克夫、杜斯卡諾夫、斯可里波尼克夫、米海依洛夫、蘇保金、切斯諾柯夫等在很好研究了平爐熱能之後均有效地運用了這個關係，加速地進行裝料。在利用橋式吊車時的裝料速度達到 1 噸/分鐘，即比從前所規定的定額，縮短裝料時間達兩倍。

使用鉻鎂磚爐頂和氧化鋁含量較高的粘土磚，使我們有新的可能性來提高火焰溫度和顯著地縮短裝料時間。除此，利用氣體氧飽和空氣，使燃料在平爐作業室中燃燒，則使火焰溫度大大提高；這便強烈地增加了火焰對原料的熱傳導。當利用如此巨大的產量潛在能力時，則須立即進行準備工作，因為事實時需要比現有裝料速度的定額提高至 2—3 倍。

按快速方法進行工作的新的條件，便要求改變裝料組織。根據負荷程度而規定選擇吊車設備的現有定額已不能保證正常工作。

同時用兩台裝入機往一座平爐中裝料已成為規律。這便使原材料的供應組織改變，並使爐前的裝料箱放置台擴大，以及嚴格地按照預先製好的圖表把材料放於料台上等等。

裝料時的熱負荷應保證平爐作業室中有足夠高的溫度。平爐作業室中爐頂溫度不降低並且穩定，可以說是裝料階段中正常工作的理想條件。

如果燃料的燃燒是由於普通的蓄熱空氣所進行的，則 1946 年在馬格尼托哥爾所召開的全蘇煉鋼會議提出的熱負荷，可以認為是足夠的。

某些煉鋼工作者的意見是在現有的熱負荷之下，增快裝料速度是不能為火焰熱量所保證的，但這與快速煉鋼手的實際經驗是不符合的。所以，裝料速度在各地均應增大。

放渣與作新渣

從前規定的技術操作，放渣時需要關閉煤氣（燃料），這自然會使鋼水與爐體溫度降低。這樣工作方法的目的，是爲了使金屬更能完全的脫磷及使其轉入冷凝狀態的熔渣裡。近代的實際經驗證明，即使不關閉煤氣亦有可能有效地進行該作業（熱脫磷）。採用這樣方法工作的有斯大林馬格尼托哥爾鋼鐵公司及其它工廠。

但使用新的脫磷方法時，熔渣起沫層的厚度不大，因而不得不用強制方法扒出，即使用套於裝入機空心桿的裝料箱扒除之。在這樣的方法之下，熔渣的扒出較舊的方法爲快，且鋼液不能遭致嚴重的冷卻，作業室和磚格子能保持扒渣前已達到的溫度，這會使沸騰提前開始。

該種除渣方法最好在廢鋼法的平爐上推廣。

在強制除渣下增快鋼液加熱時，則須速作新渣。爲此則應使用預先備妥之石灰和鐵礬土所組成的造渣劑。

至於在完全熔化時，熔渣應具備什麼樣的化學成份及流動性呢？

熔渣是脫硫劑和脫磷劑，同樣也是火焰向金屬的熱傳遞者。初期原料熔化速度絕大部份取決於所組成熔渣的化學成份。當裝料時裝入大量石灰使組成初期熔渣的熔點提高，因而向底層原料的熱傳導不良。從這個觀點來看，最好減少石灰的裝入量。在此種情形下，原料的熔化獲得加速，而熔渣由於含有大量錳、鐵的矽酸鹽，以及含有少量的 CaO ，所以其熔點較低。因此，當石灰裝入量稍微減少時，則能稍使熔化階段縮短。

如果車間中有可能放渣，則在裝料時使用少量的石灰可以說是有利的；如果車間中沒有這種可能性，則須裝入較多的石灰。

大致可以判定熔化後熔渣的適當碱度爲： $\text{CaO}:\text{SiO}_2=1.5-1.6$ 。此種渣具有足夠的流動性，並容易由爐內自動流出。當在裝料時裝入大量石灰，則熔渣熔畢碱度爲： $\text{CaO}:\text{SiO}_2=1.8-2.2$ 。該渣流動性較低，須用強制方法從爐內清除。

快速煉鋼手勿論在裝料時使用多少石灰，均盡力在全部熔化很早

之前，便注意作渣操作，以便獲得具有足夠活躍和流動性的初期渣。為此他們向熔渣中加入粘土塊及鐵礬土等。提前除掉大量初期熔渣時，煉鋼手得以加速作新渣，以使熔渣化學成份達到碱度的提高。

保持一層不厚的熔渣對熱傳導是有幫助的。如同上述，爐底的耐用性異常良好是取得活動性良好的熔渣的不可缺少的條件；只有在此情形下才能消除難於轉變為同性狀態的鎂化渣。

熔畢炭素；沸騰各階段中降炭速度；錳的規律

在一系列情形下，現行的操作規程中的含炭量的上限是很高的，因而需要更多的時間用於炭的氧化（近一小時）。

仔細的分析證明：快速煉鋼手的配料方法大大不同於車間中普通實行的方法。例如“紅十月”工廠平爐車間冶煉中炭鋼時，生鐵裝入量不超過全部金屬原料之28—30%，而規定的車間定額為34.5%。結果熔畢時爐床中含炭量通常超過要求成份之熔畢炭素只0.4—0.6%，但按操作規程該超過數量應為0.4—1.0%。

所以必須力爭做到最低規定的熔畢炭素。但在各種具體情況下對每個爐，必須根據其壽命來修正所提出的數字，以便完成沸騰階段的任務。

在炭的氧化階段中，須能使鋼液來得及提高到出鋼溫度及驅除鋼中熔解的氣體和非金屬夾雜物。單位時間內炭的氧化愈激烈，上述沸騰階段的任務則愈易完成。

過去存在着這樣一種意見，即祇有金屬中氧濃度高時才適於炭的快速氧化，但此種意見並沒有為最近時期大量試驗所證實。相反，正確地證實了：爐床中炭濃度在0.15%以下時，炭是金屬氧化性的調節物。這從圖5中即可見到。此圖表示氧與炭的平衡數值及實際濃度，這些都是在試驗中和生產條件下所發現的。從圖中可以見到，在任何炭濃度下，鋼液中含氧量均超過平衡數值，如果氧化炭的壓力為一大氣。

應當強調，金屬含氣程度取決於由爐內大氣中所吸取的氣體和在此時間內由爐床中所驅除的氣體之間的差。根據經驗證實：隨着脫炭

的加速，溶解於金屬中氣體數量則減少。由此便知，在沸騰過程中降炭速度應保持於極大的水平上。到目前為止，尚未有可能確定出降炭速度的上限，如果在這種情形下鋼液溫度受到保證。反之，降炭速度遲緩和沸騰不良的現象是不允許的。當溫度良好時也可能發生沸騰不良的現象，這便是由於渣中缺少氧化鐵所致。此時應往爐床中加入烤熱的鐵礦石，以便獲得良好的降炭激烈性。

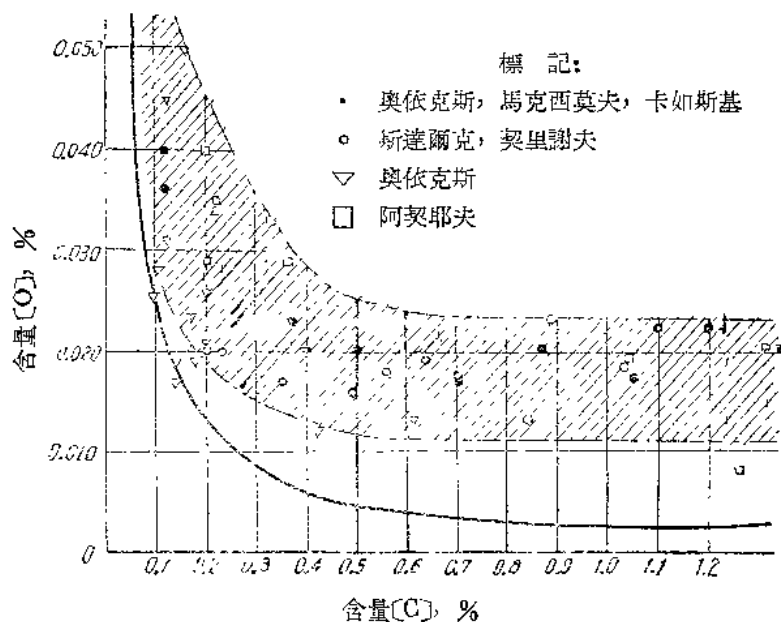


圖 5. 金屬中氧與炭濃度的關係

對於用廢鋼法的 40—120 噸平爐，可以規定在整個沸騰階段中每小時降炭速度為 0.35—0.6% 的中間數字；在此情形下熔畢時，當炭濃度高而鋼溫足夠的快速煉鋼的條件下，可以達到並實際上也做到了較高的降炭速度。沸騰階段結尾時，脫炭速度應逐漸降低，以減輕脫氧的調整，並且要符合於廠內規程中所規定的數值。

在爐床沸騰階段中使用乾燥的鐵礦石是很重要的。煉鋼手必須記住：潮濕的礦石會使金屬中增加氫氣，而這恰恰惡化了它的質量，引