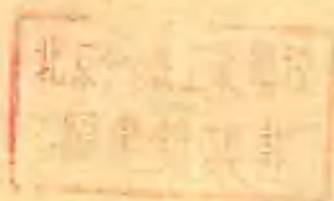


煉鋼爐熔池中的氣體

В. И. 雅沃依斯基 著
閻慶甲 董子昇 吳景銓 合譯
滕忠升 白景章



重工業出版社

煉鋼爐熔池中的氣體

В·И·雅沃依斯基 著

閻慶甲 董子昇 滕忠升
吳景銓 白景章 合譯

重工業出版社

本書對各種工業煉鋼爐在煉鋼時氣體的作用所進行的各項研究工作的結果，做了研討並加以系統化。

書中對熔煉過程中進入鋼中的氣體的主要來源，對鋼液沸騰、脫氧以及出鋼時減少鋼中氣體濃度的方法，也做了研討。

此外，還敘述了各現代煉鋼車間在煉製各種用途的鋼時，實際用來降低鋼中氣體含量的方法。

本書適合於煉鋼車間、工廠實驗室及研究院的工程師閱讀；也可供學院的科學工作者、研究生及大學生參考。

本書由閻慶甲、董子昇、滕忠升、吳景銓、白景章等同志翻譯，閻慶甲同志負責總校訂。

В.И. ЯВОЙСКИЙ
ГАЗЫ В ВАЛНАХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ
Металлургиздат (Москва—1952)

* * *

煉鋼爐熔池中的氣體

閻慶甲 董子昇 滕忠升 吳景銓 白景章 合譯
重工業出版社（北京西直門內大街三官廟11號）出版
北京市書刊出版業營業許可證出字第〇一五號

* * *

重工業出版社印刷廠印

一九五五年十月第一版

一九五五年十月北京第一次印刷（1—1,038）

787×1092 · $\frac{1}{25}$ · 216,000字 · 9 $\frac{19}{25}$ 印張 · 定價（9）2.00元

書號 0341

* * *

發行者 新華書店

目 錄

緒 論	(5)
第一章 氣體和熔鐵及其合金的相互作用	(8)
氣體和熔鐵及其伴隨金屬的平衡	(11)
金屬中氣體的存在形態及鐵合金中氣體的溶解度	(17)
生產中研究的方法	(32)
溶解於鋼水熔池中的氣體之來源	(34)
第二章 煉鋼爐熔池中氣體的分佈	(51)
熔池的沸騰及鋼的脫氣	(85)
爐子的容積和金屬脫氣的條件	(111)
熔煉時熱工制度的影響	(116)
金屬熔池成分的影響	(121)
第三章 氣體及熔渣的相互作用	(137)
總論	(137)
煉鋼熔渣中氫及氮的溶解度	(147)
熔渣中氫溶解過程的作用原理	(157)
煉鋼熔渣中氮的溶解度	(160)
熔煉過程中氣體穿過熔渣的侵入	(163)
氫在金屬與熔渣間的分佈	(176)
各種煉鋼法中各熔煉階段的熔渣內的氣體	(191)
作為從鋼中提取氣體之工具的熔渣	(195)
第四章 降低鋼中氣體含量及獲得優質鋼錠的方法	(199)
造渣制度及熔渣層的性質	(199)
沸騰及其限制	(201)
鎮靜劑的影響	(205)
出鋼及澆鑄過程的影響	(206)
金屬用易熔的合成料及玻璃的處理	(209)

鋼結晶時較高壓力的採用.....	(213)
第五章 各種煉鋼法中氣體的作用情況.....	(214)
碱性平爐法.....	(214)
酸性平爐法.....	(221)
碱性電爐法.....	(229)
酸性電爐法.....	(236)
結 語.....	(238)
名詞對照表.....	(239)
人名對照表.....	(241)

緒 論

近五十年來在鋼冶金方面的標誌是開始熔煉優質鋼乃至合金鋼，並有了快速的發展。但在煉製特殊牌號的鋼的過程中判明：鋼的「質量」並不僅僅決定於通常可加控制之有害元素（P、S）的含量或是合金元素的濃度。

多年的觀察使冶金家們相信：常常發生的鋼之機械性質的降低，從鋼錠各部分採取的金屬試樣之機械性能的不固定，內部髮裂，「斑點」偏析，白點，不良斷面以及其他缺陷，都是由於鋼中有氣體而產生的。

因此，需要仔細研究氣體對鋼的性質的影響。

最先解決這個問題的是俄國的學者。

早在1866年A. C. 拉甫羅夫〔1〕就已經注意到氣體的有害影響，並指出：「氣體的數量決定於鐵水和各該氣體氣圈相接觸的時間、鐵水的溫度、尤其是鐵水溫度的超過其熔點」。

在И. К. 切爾諾夫的1876—1878年的著作〔2、3〕中已經指出氧及其他氣體會溶入鋼中，並因而會引起沸騰，引起在鋼結晶時生成氣泡等等。

但是在當時，煉製普通牌號的鋼——所謂「商用鋼」——的實際工作向工程師們提出的問題，却是僅僅利用關於鋼之脫氧程度的資料就可以全部解決的問題。

因此，為什麼當時И. К. 切爾諾夫主要集中注意力去研究氧的作用以及氧和鋼中的碳的反應產物（CO和CO₂）的作用是十分明顯的。

對凝固鋼中排出的各種氣體的最早研究工作是在前一世紀的八十年代進行的。這些工作，以及對鋼錠的氣泡與縮管內之氣體的研究〔4〕，使冶金家們相信在鋼中不僅有氧，而且也有氫和氮。例如，在B. H. 李賓的「冶金學教程」〔5〕中就有關於這個問題的論述。

優質鋼冶煉學的發展、電弧爐的用於特別重要的鋼的熔煉、巨型

鋼錠的生產、以及對鋼之質量要求的不斷提高，所有這些都是迫切需要解決鋼中氣體問題的原因。

在這方面最主要的是關於氣體對金屬各種性質的影響的問題，關於鋼的哪些缺陷是由於其中含有氣體而引起的問題。

如果考慮到鋼號的繁多，鋼之塑性加工及熱處理方法的多樣性，以及裝爐材料、熔煉方法、所用熔煉設備類型的不同，則可明顯地看出：爲了收集實驗資料，以及對於這些資料的即便是大概的綜合，須要化費多麼巨大的勞動。

但是只有在擬定出研究鋼中各種氣體含量的方法之後，才有可能判明氣體對鋼的各種性能的影響和鋼的內部或外部缺陷的性質。

因此在分析化學中產生了分析鋼及其他金屬中氣體含量的一個新的部門，有待此部門解決之問題的主要困難在於所要分析的是微量的氣體，而該氣體又是很難全部從鋼中分出的。

在實際上與理論上都有很大意義而必須加以解決的問題，就是金屬中——特別是鋼中——氣體存在形態的問題。實驗資料表明，鋼的性質在頗大程度上不僅取決於氧及其他雜質的總含量，而且也取決於它們所形成的化合物的性質，以及它們在金屬中分散的程度和分佈的情況。

所以，首先必須確定：

1. 氮和氫在哪種微粒形態（分子、原子或離子）下對鋼的質量爲害最小；
2. 氮和氫分佈在哪些地方，並處於哪種形態（原子、分子或離子），以便查明是否能够在熱處理過程中從鋼中排除它們，或則退一步說，使氣體在鋼錠或製品內部得到均勻的分佈。

關於鋼中氫氣存在形態的許多意見在實際上都沒有什麼充分的根據。無論是微量分析、或是 X 光金相組織分析、尤其是熱力學的方法，都不能詳盡地解答這個問題。

關於鋼中氣體的來源、爐料的性質、煉鋼技術操作過程的各種因素（熔池的沸騰、鐵水的溫度、渣層的類型、熔煉室大氣的成分、脫氧的類型等等）對鋼中氣體含量的影響的問題，對冶金家來講是有很

大意義的。

關於鋼錠中氣體分佈特性的問題，也應該是在冶金家的注意範圍之內。鋼中氣體的分佈既取決於氣體本身的性質，也取決於控制着鋼結晶及其最終組織之許多因素的總合。

這方面的純冶金學問題的研究，是非常迫切需要的。可惜冶金家還不知道降低鋼中氣體濃度、及使之轉化成危害性小的形態之十分有效的方法。甚至連已經知道的脫氣方法也常常沒有充分加以利用。所以當用大型合金鋼錠製造鍛件時常常要採用長時間的複雜的熱處理制度，是不足為奇的。而那種熱處理制度只有當金屬在該種情況下能得到對白點或其他由於鋼中有氣體而產生的缺陷的「抵抗力」的時候，才能證明是合理的。

下列的事實也值得加以注意：在蘇聯許多生產鋼軌鋼的工廠裡，設有專門的退火車間，以降低鋼的白點感受度。當然，從國民經濟的觀點看來，在煉鋼設備中直接獲得氣體濃度最小的金屬，要合宜得多。

但是為此必須具有關於煉鋼時氣體吸收及排出過程的更加詳盡的知識。

本書將研究關於煉鋼爐熔池中各種氣體之作用情況的問題，以及與這些氣體作鬥爭的各種方法。在本書中利用了許多參考資料，以及作者本人在最近十二年內研究所得的結果。

鑑於所引證資料的可靠性具有重大意義，著者曾用各種現代的方法驗證過其中的很多資料。

第一章 氣體和熔鐵及其合金的 相互作用

現代世界文獻中有幾千種研究鋼中氣體的專題論著和短篇文章。

在這些著作中，絕大多數研究了固體金屬和氣體的相互作用，研究了由氣體引起的缺陷以及消除缺陷的方法。

關於氣體在熔化了的金屬中溶解過程，以及在熔煉過程中煉鋼爐熔池內氣體的作用，則到現在為止還很少有人加以注意。這在頗大程度上可解釋為：由於表面上看來研究液體金屬中氣體的作用好像是沒有多大實用價值，和由於這種研究的複雜性（後者是主要的）。

在煉鋼操作的條件下，溶解在金屬熔池中的氣體的濃度係同時取決於許多因素，這對於所提出問題的研究增加了不少的困難。

此外，鋼中氣體含量的微少、採取試樣（即使只能大概反映出爐內金屬中氣體含量）的困難、以及測定金屬中氣體含量的方法的不夠完善，使得在組織不夠精密的研究工作中有很大的不準確性。

許多已經發表的研究報告，很可能只給出鋼中氣體總含量中某一多少固定部分的數據。這個情況迫使人們把在實驗室條件下所作的，對於氣體在液體金屬內溶解時的平衡及運動學的研究認為是最有價值的。對於實驗室研究而言，基本上使用下列兩種方法：

1) 測定在一定條件（壓力、溫度和金屬成分）下溶解於金屬中的氣體之絕對數量的方法。這時，首先在惰性氣體中對所研究的金屬、或對所研究的氣體具有惰性的輔助金屬進行所謂「空白」熔煉，並在反應管、真空總管、滴定管（圖1）的系統中測定氣體的「熱體積」。

系統中氣體的質量由「熱體積」表示。當在固定壓力下熔煉所研究的金屬時，可以用比較方法按體積的變化來判斷溶入氣體的數量。氣體的數量用瀝有水銀的滴定管加以測量。

這個方法曾由 M. M. 卡爾納烏霍夫和 A. H. 莫洛佐夫（6、

7、8) 作了重要的改進。

有時寧可不測量體積的變化，而利用特殊的水銀壓力計來測量氣體壓力的變化。

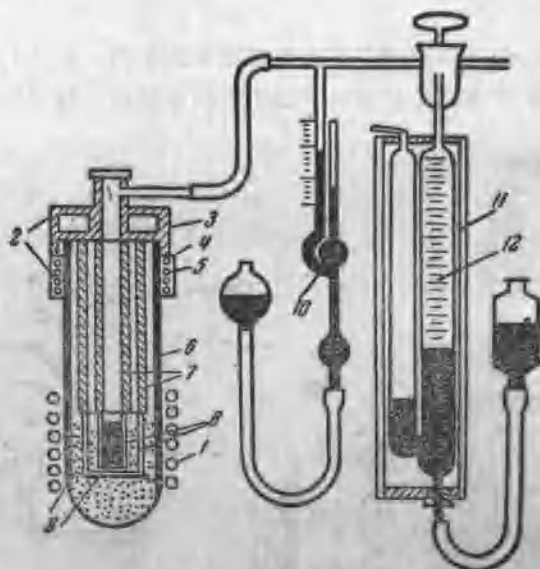


圖 1 M. M. 卡爾納烏霍夫和 A. H. 莫洛佐夫測定液體鐵合金中氣體溶解度的裝置

1—感應器；2—冷卻器；3—黃銅帽；4—雲杉；5—水泥；6—石英試管；7—填充物；8—飽氧土坩堝；9—精鍊的鋁氧土；10—真空計；11—水套；12—測定管

2) 當研究金屬成分對氣體溶解度的影響時，以差示法較為方便。這個方法的要點是在主要金屬和氣體達到平衡之後，往金屬中加入規定重量的合金元素，而研究後者對合金中氣體溶解度的作用。

上述方法使得能够在實驗時間內將金屬的溫度、反應管內的溫度範圍、以及其他各項決定金屬和氣體平衡的因素保持不變，這是很重要的。

這樣，所觀察到的氣體體積（或壓力）的變化，就僅決定於因金屬成分改變（一部分因重量改變）而引起的氣體溶解度的變化。

這個方法使人能够測定加入物對氣體溶解度的影響。如果準確地知道原有金屬的吸收能力時，就也可以充分準確地測定氣體在某種成分的合金中的絕對溶解度。用上述方法測定氣體溶解度的裝置如圖 2 所示。

這個方法是由烏拉爾工業大學提出並改進的（9、10）。大多數研究者採用較早得多就研究出來的第一種方法。

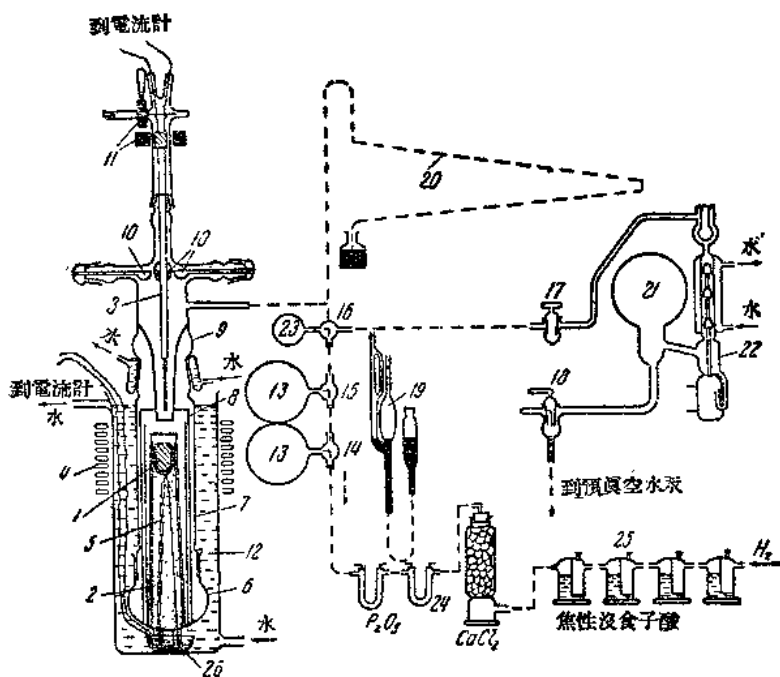


圖 2 烏拉爾工業大學煉鋼教研室測定熔融鐵合金中氫氣溶解度的裝置

- 1—裝有金屬的坩堝；2—剛玉填料；3—上部熱電偶；4—感溫器；5—下部熱電偶；6—皮列克斯玻璃製的下部承管；7—皮列克斯玻璃製的反應管；8—瓷擴散；9—管頭；10—加料勺；11—控制熱電偶的電磁線圈；12—冷卻器；13—裝氣體的玻璃瓶；14—18—真空旋塞；19—真空計；20—壓力計；21—預真空瓶；22—水銀凝結器；23—定量配給氫氣的中間玻璃瓶；24—乾燥系統；25—提淨系統；26—灌入物（瀝青）

氣體和熔鐵及其伴隨金屬的平衡

金屬中氣體的溶解度通常指在一定的溫度及氣體的分壓力為 760 公厘水銀柱時，100 克飽和狀態的金屬中所含氣體的容量或重量。

當然，如果選用其他的飽和壓力，或測定氣體在相對體積中的溶解度也會得到同樣良好的結果。

控制熔化金屬中氣體溶解度的基本規律已經闡明，例如在 K. Γ. 特魯賓 [11]、A. M. 薩瑪林 [12] 等人的著作中就曾加以敘述，茲簡述於後。

氣體在金屬中的溶解度是按照下列公式隨溫度變化的：

$$S = c \cdot l^{-\frac{\Delta H_s}{2RT}} \quad (1)$$

此公式係從反應的等容曲線方程式求出，該方程式在應用於溶解過程時呈下列的形式：

$$\frac{d \ln S}{dT} = \frac{\Delta H_s}{2RT^2} \quad (2)$$

式中 S —— 氣體的溶解度；

c —— 常數，視測量氣體溶解度所用單位而定；

ΔH_s —— 氣體溶解時系統內含熱量的變化；

R —— 氣體常數；

T —— 金屬的絕對溫度。

公式 (1) 和 (2) 的結構表明，溶解度的對數對溫度倒數 ($\frac{1}{T}$)

的依賴關係應當由一條直線來表示，該直線對橫坐標軸線之傾斜角的正切等於 $\frac{\Delta H_s}{2R}$ 。

圖 3 示出各種金屬中氫的溶解度對溫度的依賴關係之曲線 [13]，這些曲線可用下列方程式加以表示：

$$\ln S = \frac{\Delta H_c}{2RT} + c \quad (3)$$

從公式 (1)、(2) 和 (3) 及各曲線 (圖 3) 可以看出，所

有的金屬可按 ΔH_s 的值分成兩組：

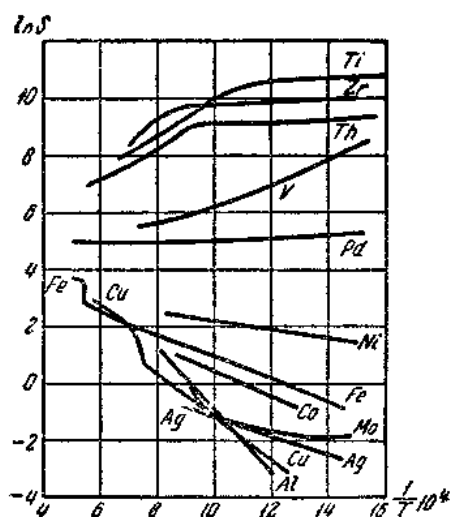


圖 3 許多金屬中氫溶解度的對數 ($\ln S$)
對溫度倒數 $\frac{1}{T}$ 的依從關係

1) 其 ΔH_s 是正值，即溶解過程是吸熱的那些金屬 (Fe, Mn, Cu, Mo 等)；在這些金屬中氫的溶解度是隨着溫度的上升而增大的。

2) 其 ΔH_s 是負值的金屬 (氫的溶解過程是放熱的)，例如，Ti, Zr, Nb, Th, V；對於這些金屬而言，氫的溶解度是隨着溫度的上升而急劇減小的。

對於後一組金屬而言，已經知道能與氫形成穩定的化合物，它們因而被稱為生成氫化物的金屬。

圖 3 中直線的傾斜角度的變化與 $\ln S$ 值的跳躍式的變化，是與固體金屬的同素異形轉化或熔化相應的。

氫溶解於某些金屬時含熱量 ΔH_s 的變化示於表 1 [13]

表 1

氫溶解於某些金屬時含熱量的變化

金 屬	Al	Ag	Cu	Ni	Co	Fe	Mo	Pt	Ti ^①	Zr ^①
ΔH_s (卡/ 克分子氫)	45500	11600	28600	5400	17000	15600	3500	35400	35600	40500

① 對於鈦和鋯而言，所給出的是氫化物 TiH_2 和 ZrH_2 的生成熱。

在鐵的工業合金中伴隨着鐵的大多數金屬 (除鎳和銅以外)，能與氮形成稍為穩定的氮化物。某些有色金屬 (例如銀) 則完全不溶解氮。

表 2 示出某些金屬的氮化物的成分和生成熱 [12]。

表 2

某些氮化物的成分和生成熱①

生成氮化物的反應	氮的含量 (%)	生成熱 (— ΔH) 卡
$4 \text{ Fe} + \frac{1}{2} \text{ N}_2 (\text{氣體}) = \text{Fe}_4\text{N} (\text{固體})$	6.0	+ 1000
$2 \text{ Mo} (\text{固體}) + \frac{1}{2} \text{ N}_2 (\text{氣體}) = \text{Mo}_2\text{N} (\text{氣體})$	6.8	+ 16400
$\text{Cr} (\text{固體}) + \frac{1}{2} \text{ N}_2 (\text{氣體}) = \text{CrN} (\text{固體})$	21.3	+ 29500
$\text{Al} (\text{固體}) + \frac{1}{2} \text{ N}_2 (\text{氣體}) = \text{AlN} (\text{固體})$	34.4	+ 56000
$5 \text{ Mn} (\text{固體}) + \frac{1}{2} \text{ N}_2 (\text{氣體}) = \text{Mn}_5\text{N}_2 (\text{固體})$	9.3	+ 56600
$\text{V} (\text{固體}) + \frac{1}{2} \text{ N}_2 (\text{氣體}) = \text{VN} (\text{固體})$	21.7	+ 78000
$\text{Ti} (\text{固體}) + \frac{1}{2} \text{ N}_2 (\text{氣體}) = \text{TiN} (\text{固體})$	22.8	+ 80300
$\text{Zr} (\text{固體}) + \frac{1}{2} \text{ N}_2 (\text{氣體}) = \text{ZrN} (\text{固體})$	13.4	+ 82200
$3 \text{ Co} (\text{固體}) + \text{N}_2 (\text{氣體}) = \text{Co}_3\text{N}_2 (\text{固體})$	19.6	+ 109500
$3 \text{ Mg} (\text{固體}) + \text{N}_2 (\text{氣體}) = \text{Mg}_3\text{N}_2 (\text{固體})$	28.0	+ 116000
$3 \text{ Si} (\text{固體}) + 2 \text{ N}_2 (\text{氣體}) = \text{Si}_3\text{N}_4 (\text{固體})$	40.0	+ 168000

① 許多表列的氮化物的生成熱數值，最近曾有一些校正 [14]。

對於表中所列的大多數金屬而言，氮的溶解度在很寬的溫度範圍內是隨着溫度的上升而減小的。

氣體在金屬中的溶解度對其壓力的依賴關係（當溫度不變時）可用下式表示：

$$c (\text{氣體}) = K p^n, \quad (4)$$

式中 c ——溶解於金屬之氣體的濃度；

K ——決定於溫度、氣體與金屬性質的比例常數；

p ——壓力；

n ——係數，在大多數系統中等於 $\frac{1}{2}$ 。

公式 (4) 除了有較大的實際意義以外，還有很大的理論價值。它使我們有可能對於氣體在金屬中之溶解過程的作用原理及存在的形態作出一些結論。

例如，假設 $n = \frac{1}{2}$ ，則可以斷定在金屬與氣體的分界面上發生着下列的過程：氣體分子先解離成原子，然後以原子形態或以 $Me_m G$ (其

中 Me 代表金屬、 G 代表氣體、 m 代表整數) 型化合物的形態溶解。

對於氫在固體鐵和熔融鐵中的溶解度，所有的研究者都認為是相當準確地遵守平方根定律的。這樣，氫之溶解度與壓力的關係的公式如下：

$$[H] = K_H \sqrt{p_{H_2}} \quad (4')$$

在一定溫度下， K_H 的值決定於測量氫氣溶解度及其分壓力所用的單位。

不論對於固體鐵抑或對於液體鐵而言，不管測量所用單位如何， K_H 都是溫度的函數。當 $p_{H_2} = 1$ 大氣壓時， K_H 值符合於溶解度。因此在圖 4 中，除了溫度對氫在鐵中的溶解度的影響以外，還給出在固體鐵與液體鐵各自的溫度範圍內的 K_H 值。

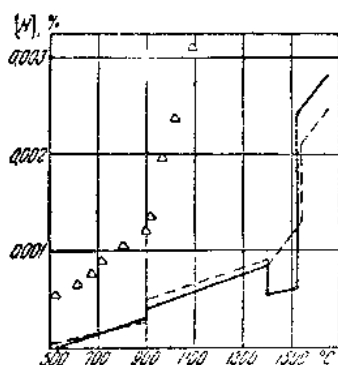


圖 4 純鐵中氫的溶解度
虛線——卡爾斯魯厄的奧洛茨夫的資料；實線——西維爾茲的資料；
三角——依代更的資料

人們注意到當鐵從液態轉為固態時，及從 γ 相轉為 α 相時，圖中所示的溶解度（及溶解度的常數）有跳躍式的變化。這與溶液性質的根本變化有關。

氫在固體與液體鐵中的溶解度，可完全相似地用下列公式表示：

$$[N] = K_N \sqrt{p_{N_2}} \quad (4'')$$

從圖 5 可以看出，隨着溫度的變化，尤其是當鐵從此一形態轉化到另一形態時， K_N 的值有着明顯的變化。值得注意的是在 γ 鐵的範圍內溶解度常數（以及溶解度）隨着溫度的上升而減小，這才使 A. M. 薩瑪林和 A. H. 季雅科諾夫有可能假定說：在這個溫度範圍內生成穩定的氮化鐵 [15]。但是，此假定遭到了很多金屬學家的反對。

熔鐵中氮化鐵的存在問題不能認為是已經解決了。在接近室溫的溫度下，多種氮化鐵 (Fe_2N , Fe_4N , Fe_3N , 甚至 Ee_3N) 都是穩定

的。無論如何，在這種條件下，除了氮以原子狀態溶解於固體鐵以外，顯然還必須考慮到氮化物的生成。

因為以後所要研究的只是在熔煉過程中煉鋼爐熔池內氣體的情況，所以我們可以只限於研究液體鐵及其合金中的氮與氫的溶解度，以及它們和溫度的關係。根據西維爾茲及其共同工作者的資料，液體鐵中氫的溶解度的數值如表 3 所示。

表 3

熔鐵中氫的溶解度 ($P_{H_2} = 1$ 大氣壓時)

溫度 (°C)	溶 解 度			
	毫克 H_2 100克 Fe	$\frac{H}{Fe}$ 體積 體積	標準公分 H_2 100克 Fe	H 的重量 百分數
1550	2.5	2.183	27.7	0.0025
1650	2.79	2.437	31.0	0.0028

M. M. 卡爾納烏霍夫和 A. H. 莫洛佐夫給出稍微小一些的數值 [6]。

根據與 α 、 γ 和 δ 鐵的比較，沈克 [16] 假定在熔鐵中氫的溶解度是隨着溫度的升高而直線上升的。但是這種關係沒有得到實驗的證明。西維爾茲及其共同工作者只是在兩個溫度——1550° 和 1650° ——下測定了液體鐵中氫的溶解度。

在理論上更有根據的是溶解度常數之對數對絕對溫度之倒數的直線式依賴關係。按照 H. A. 季雅科諾夫和 A. M. 薩瑪林的意見 [15]，它可列成下式：

$$\lg K_H = \lg \frac{[H]}{p_{H_2}^{1/2}} = -\frac{1590}{T} - 1.71. \quad (5)$$

契勃門及其共同工作者給出下列公式 [17]：

$$\lg K_H = \lg \frac{[H]}{p_{H_2}^{1/2}} = -\frac{1670}{T} - 1.68. \quad (6)$$

在這些公式中 p_{H_2} 以大氣壓表示，而 $[H]$ 為重量百分數。

M. M. 卡爾納烏霍夫和 A. H. 莫洛佐夫 [6] 根據自己的觀

察給出下列的氫之溶解度的公式：

$$\lg v = 0.5 \lg p_{H_2} - \frac{1745}{T} + 0.888,$$

式中 v —— 氫的溶解度（標準公分³/100克鐵）；

p_{H_2} —— 壓力（公厘水銀柱）。

簡單的變化一下，這個公式就也可以化成與上述公式相似的形式。實際上，當 p_{H_2} 等於 1 大氣壓時，則：

$$\lg K_H = \lg \frac{[H]}{p_{H_2}^{1/2}} = -\frac{1745}{T} - 1.72. \quad (7)$$

按公式（5）、（6）和（7），對於 $\frac{1}{2}H_2$ （氣體） $\rightarrow H\%$ Fe（即按一個克原子計算）的過程而言，自由能的變化是：

$$\Delta F^\circ = 7280 + 7.82 T; \quad (5')$$

$$\Delta F^\circ = 7650 + 7.69 T; \quad (6')$$

$$\Delta F^\circ = 8000 + 7.88 T. \quad (7')$$

下面示出關於液體鐵中按一個克分子計算（即對於 H_2 （氣體） $\rightarrow 2 H\%$ Fe（氣體）的過程而言）的氫的溶解熱的資料：

作者…………… [13] [18] [15] [10] [19]

ΔH (卡/克分子) -15600 -14500 -14560 -17800 -16000

從這個小表中可以看出，所引證的各作者的資料都是很相近的。因此很難說上述數字中哪一個較為準確，因為它們都是用無可置疑的方法求得的。相反的，依伐則的數字（圖 4）則大得多，這是由於在實驗中有很多錯誤的緣故。

液體鐵中氮的溶解度比氫的溶解度高，其數字如表 4 所示。

液體鐵中氮之溶解度常數對溫度的依賴關係，作者們用下列的不同公式加以表示：

按薩瑪林和季雅科諾夫 [15]：

$$\lg K_N = \lg \frac{[N]}{p_{N_2}^{1/2}} = -\frac{634}{T} - 1.06. \quad (8)$$

按契勃門和穆爾費 [20]：