

活度在冶金物理化学中的应用

魏寿崑編著

中国工业出版社

活度在冶金物理化学中的应用

魏寿崑 編著

中国工业出版社

本书从活度的概念出发，扼要地阐明在冶金过程物理化学中采用活度的必要性，系统地介绍利用实验测定活度和利用数学计算活度的各种方法。对于活度标准状态的选用，活度在冶金物理化学中的应用，均作了扼要的叙述。最后对活度的重要意义及其在冶金物理化学所起的作用，也作了较全面的分析和正确的评价。

本书可供高等工业学校冶金专业、冶金物理化学专业的教师、学生、冶金企业工程技术人员以及科学研究机关的研究人员阅读参考。

活度在冶金物理化学中的应用

魏寿崑編著

*

冶金工业部科学技术情报产品标准研究所书刊编辑室編輯

(北京灯市口71号)

中国工业出版社出版(北京德胜门内大街10号)

(北京市书刊出版事业许可出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ ·印张 $6 \frac{3}{16}$ ·插页2·字数147,000

1964年3月北京第一版·1964年3月北京第一次印刷

印数0001—1,760·定价(科七)1.20元

*

统一书号: 15165·2454(冶金-418)

序 言

“活度”这一名詞在冶金书籍及文献中已广泛地被采用。由于国内外专门闡明活度在冶金物理化学中的应用的著作尚少，一般初学冶金的人感觉活度的概念很难掌握。有些人认为活度的理論很深奥，較难理解，甚至存有幻想，认为一經掌握活度，便可以解决冶金物理化学中理論上任何的疑难問題。但也有另一部分人认为活度只不过是人为的概念；由于活度不能說明物理化学現象的本质，因而认为它不能解决任何問題。我們认为这两种看法都有片面性，都是不正确的。

写这本书的目的，在于使初学冶金的人对活度概念有一正确的理解，在于說明活度是从实际角度出发研究物理化学理論上問題的得力工具。为达到此目的，本书着重說明冶金工作者所用的各种測定活度的方法，和間接利用化学热力学原理計算活度的方法，进一步联系到活度在冶金物理化学中的应用。关于計算活度的标准状态，在实际冶炼过程中采用活度的必要性以及活度所起的作用，均适当地予以強調。某些地方渗入作者个人的理解和認識。这些观点是否有当，殷切希望讀者提出批評性的意見。

本书引用了較新的和必要的重要文献，但作者并不意图举出全部有关文献。限于个人的学习領域，所举例子偏重于鋼鐵冶金方面，特別着重于炼鋼反应。为了較全面的說明問題，对某些例子有意識地选用較旧的数据。

本书是根据 1959 年春为北京鋼鐵学院物理化学及冶金原理教研組教师編写的专题讲稿补充写成，并在 1962 年春曾对北京鋼鐵学院冶金物理化学专业五年級学生进行讲授后再度修改。在編写修改过程中蒙許多同志热情关怀，并蒙北京鋼鐵学院高詒善教授及中国科学院上海冶金研究所邹元珪副所长提出若干宝贵的意見，特向他們表示感謝。

魏 寿 崑 1962 年 9 月
06968

目 录

序言

第一节	活度的意义——逸度与活度	1
第二节	活度的测定和计算	10
第三节	蒸汽压法求活度——活度的标准状态	12
第四节	化学平衡法求活度——饱和溶液中溶质的 活度——溶于铁液时不同元素的标准自由能变量	22
第五节	由二元系相图求活度	42
第六节	由分配定律求活度	54
第七节	由电动势求活度	57
第八节	利用Gibbs-Duhem方程式计算活度	62
第九节	三元系铁液内溶质的活度及其相互间的影响	73
第十节	三元系各组元的活度	94
第十一节	炉渣的活度	113
第十二节	活度在冶金物理化学中究竟解决什么问题	147
文献		175
附录		184
1.	重要符号表	184
2.	高温计算 ΔF 的重要公式	186
3.	溶液各热力学函数的相互关系表	190
(1)	组元 i 的热力学函数 (偏克分子变量)	190
(2)	组元 i 的过剩偏克分子变量	101
(3)	二元系溶液的热力学函数	192
(4)	活度与温度的关系	193
(5)	活度与压力的关系	193

第一节 活度的意义——逸度与活度

高温冶金过程经常存在下列七种反应：

(一) 单相的溶液反应，表现在某一元素溶解在另一元素中，生成一种熔体合金；或溶液中某组元与另一组元或化合物有化学反应；

(二) 二相的气体——金属液反应；

(三) 二相的气体——炉渣液反应；

(四) 二相的金属液——炉渣液反应；

(五) 三相的气体——炉渣液——金属液反应；

(六) 三相的炉渣液——金属液——炉衬反应；

(七) 四相的气体——炉渣液——金属液——炉衬反应。

这些反应的主体是属于熔融体系的溶液。在研究这些高温溶液反应时，必须应用若干物理化学定律。由于分子或原子间作用力的复杂关系，由实验得到的数据往往与那些通常适用于稀水溶液或适用于理想溶液的物理化学定律不相符合。研究分析这些实验上的数据，可以采取两种途径，即：(一) 在高温下重新研究发现新定律，把已知的现象系统的概括起来，但这样作是较困难的，同时需要较长的研究时间；(二) 仍旧采用一般适用于理想溶液的物理化学定律，而采用溶液的“有效浓度”（或“作用浓度”）以代替实际的浓度。换句话说，用一个因数把溶液的实际浓度加以校正，使它能够符合一般适用于理想溶液的物理化学定律。此一种方法是通常采用的措施。这个校正因数叫作“活度系数”，而“有效的浓度”或“实际显示作用的浓度”，叫作“活度”。

为了更好地了解活度的意义，首先介绍一下“逸度”的意义。

如所共知，1克分子的理想气体服从气体状态方程式 (1-1)：

$$PV = RT. \quad (1-1)$$

在一定的温度下，1克分子的理想气体的

$$PV = \text{常数},$$

但真实气体的 PV 在一定的温度下是不守常的；只有在 P 很小时，或 V 很大时，它才服从气体状态方程式 (1-1)。表 1-1^① 给出 1 克分子氨气在 200°C 时 P 及 V 的实际测定数据。可以看出， PV 是不守常的；对于一个理想气体来说，在 200°C 时的 PV 值应当等于

$$82.06(200 + 273.2) = 38830 \text{ cm}^3\text{-atm}.$$

200°C 时 1 克分子 NH_3 气 P 和 V 的实际测定值 表 1-1

P, atm	20	60	100	150	200	250	300	400
V, cm^3	1866	570.8	310.9	176.7	107.4	74.18	59.60	47.68
$PV, \text{cm}^3\text{-atm}$	37320	34248	31090	26505	21480	18545	17880	19072
β, cm^3	75.5	76.2	77.4	82.1	86.7	81.1	69.8	49.4

该氨不服从理想的气体状态方程式 (1-1)，可以假定它服从另一个气体状态方程式，例如 (1-2)：

$$P(V + \beta) = RT, \quad (1-2)$$

$$\therefore \beta = \frac{RT}{P} - V.$$

计算出的 β 值也列于表 1-1 之内。

从热力学的观点来看，我们经常需要算出某反应或过程自由能的变量；例如，想求出上列氨气在恒温 200°C 时从 $P_1 = 400 \text{ atm}$ 膨胀到 $P_2 = 100 \text{ atm}$ 自由能的变量 ΔF ②。

热力学证明：

① 方括弧内数字代表引用文献号数，下同。

② “自由能” F 采用 Lewis—Randall 的定义，它相当于欧洲文献内所指的“热力势”或“等压位” Z 或 G 。

$$\left(\frac{\partial F}{\partial P}\right)_T = V. \quad (1-3)$$

假若該氨服从理想气体状态方程式 (1-1)，則：

$$\int dF = \int V dP \quad (T = \text{常数})$$

$$\int_{P_1}^{P_2} dF = \int_{P_1}^{P_2} RT \frac{dP}{P}$$

$$\therefore \Delta F = RT \cdot \ln \frac{P_2}{P_1} \quad (1-4)$$

$$= 2.303 \times 82.06 \times 473.2 \lg \frac{100}{400}$$

$$= -53800 \text{ cm}^3\text{-atm},$$

或

$$\Delta F = -1305 \text{ cal}.$$

但实际上該氨不系理想气体。从式 (1-2) 得知：

$$V = \frac{RT}{P} - \beta$$

$$\therefore \int_{P_1}^{P_2} dF = \int_{P_1}^{P_2} \left(\frac{RT}{P} - \beta \right) dP$$

$$\Delta F = RT \ln \frac{P_2}{P_1} - \int_{P_1}^{P_2} \beta dP, \quad (1-5)$$

$$= RT \ln \frac{100}{400} - \int_{400}^{100} \beta dP.$$

式 (1-5) 右边第二項可用图解积分法求出 (參閱图1-1)。

$$\int_{400}^{100} \beta dP = \int_0^{100} \beta dP - \int_0^{400} \beta dP$$

$$= 7590 - 29550$$

$$= -21950 \text{ cm}^3\text{-atm}$$

$$\Delta F = -53800 + 21950$$

$$= -31850 \text{ cm}^3\text{-atm}.$$

也就是說，真實氣體氮在恒溫 200°C 時，從 $P_1 = 400\text{atm}$ 膨脹到 $P_2 = 100\text{atm}$ ， ΔF 值是 $-31850\text{cm}^3\text{-atm}$ ，而不是 $-53800\text{cm}^3\text{-atm}$ 。

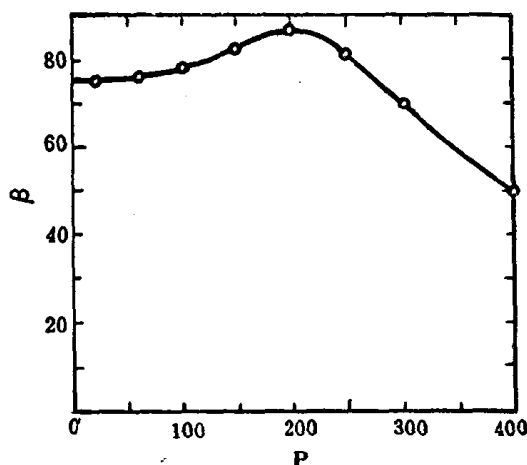


圖 1-1 200°C 時 NH_3 的 P 和 β 的關係

可以看出，使真實氣體符合理想氣體定律，使真實氣體在熱力學上和理想氣體有同樣的作用，在計算上我們不能採用實際的壓力 P 。我們必需採用“修正的壓力”或“有效壓力”。此有效壓力叫做逸度 f 。換句話說，與理想氣體有同樣作用的自由能變量 ΔF 應為：

$$\Delta F = -31850 = RT \ln \frac{f_2}{f_1} \quad (1-6)$$

當 P 極小時或 V 極大時，真實氣體接近於理想氣體而服從理想氣體狀態方程式。

$$\therefore \lim_{P \rightarrow 0} \left(\frac{f}{P} \right) = 1,$$

$$\text{或} \quad \lim_{V \rightarrow \infty} \left(\frac{f}{P} \right) = 1.$$

但如何計算上列氮在 200°C 時，相當於 $P_2 = 100\text{atm}$ 和 $P_1 = 400\text{atm}$ 的逸度 f_2 和 f_1 呢？我們不能用

$$fV = RT$$

以求 f ；此乃因 V 也系變量，隨著 $f \neq P$ ， V 也相應地在改變而不能等於該 P 值時的實測的體積 V 。

根據式 (1-4)，式 (1-6) 可改寫為式 (1-7)：

$$dF = RT d \ln f. \quad (1-7)$$

$$\therefore \left(\frac{\partial F}{\partial P} \right)_T = V$$

$$\therefore \left(\frac{RT \partial \ln f}{\partial P} \right)_T = V$$

或
$$d \ln f = \frac{V}{RT} dP (T = \text{常数})。$$

$$\begin{aligned} \therefore d \ln f &= \frac{1}{RT} \left(\frac{RT}{P} - \beta \right) dP \\ &= \frac{dP}{P} - \frac{\beta}{RT} dP \end{aligned}$$

$$\therefore \ln \frac{f}{f^\circ} = \ln \frac{P}{P^\circ} - \frac{1}{RT} \int_{P^\circ}^P \beta dP, \quad (1-8)$$

式 (1-8) 中 f° 及 P° 分别代表标准状态时的逸度及压力。当 $P^\circ \rightarrow 0$ 时, $P^\circ = f^\circ$ 。因之, 式 (1-8) 可换写如下:

$$\ln f = \ln P - \frac{1}{RT} \int_0^P \beta dP. \quad (1-9)$$

氨在 $P_1 = 400 \text{ atm}$ 时, f_1 应为:

$$\ln f_1 = \ln 400 - \frac{1}{RT} \int_0^{400} \beta dP$$

$$\lg f_1 = \lg 400 - \frac{1}{2.303 \times 82.06 \times 473.2} \times 29550$$

$$\therefore f_1 = 187 \text{ atm}。$$

氨在 $P_2 = 100 \text{ atm}$ 时, f_2 应为:

$$\ln f_2 = \ln 100 - \frac{1}{RT} \int_0^{100} \beta dP$$

$$\lg f_2 = \lg 100 - \frac{1}{2.303 \times 82.06 \times 473.2} \times 7590$$

$$\therefore f_2 = 82.2 \text{ atm}。$$

可以看出, 真实气体氨在恒温 200°C 和理想气体在热力学上

有同样作用时, 当 $P_2 = 100 \text{ atm}$, 实际的有效压力 f_2 只等于 82.2 atm ; 当 $P_1 = 400 \text{ atm}$, 实际的有效压力 f_1 只等于 187 atm 。

式 (1-9) 是当真实气体状态方程式为 (1-2) 时, 计算逸度 f 的方程式。

当真实气体服从范德华尔 (Van der Waals) 方程式时, 逸度 f 可用同样方法求出。

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V-b) = RT \quad (1-10)$$

$$P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$$

$$dP = [-RT(V-b)^{-2} + 2aV^{-3}]dV$$

$$\therefore d \ln f = \frac{V}{RT} dP$$

$$\therefore \int_{f^\circ}^f d \ln f = \int_{V^\circ}^V \left[-(V-b)^{-2}V + \frac{2a}{RT} V^{-2} \right] dV$$

$$\ln \frac{f}{f^\circ} = \left[-\ln(V-b) + \frac{b}{V-b} - \frac{2a}{RTV} \right]_{V^\circ}^V$$

$$= -\ln(V-b) + \ln(V^\circ-b) + \frac{b}{V-b}$$

$$- \frac{b}{V^\circ-b} - \frac{2a}{RTV} + \frac{2a}{RTV^\circ}$$

当 $P \rightarrow 0, V \rightarrow \infty$, 而 $f^\circ = P^\circ$;

$$\therefore V^\circ - b = \frac{RT}{P^\circ + \frac{a}{(V^\circ)^2}},$$

$$\text{或} \quad V^\circ - b = \frac{RT}{P^\circ}$$

$$\therefore \ln \frac{f}{f^\circ} = -\ln(V-b) + \ln \frac{RT}{P^\circ} + \frac{b}{V-b} - \frac{2a}{RTV}$$

$$\therefore \ln f = \ln \frac{RT}{V-b} + \frac{b}{V-b} - \frac{2a}{RTV} \quad (1-11)$$

用式 (1-11) 計算 f : 氨在 200°C 時, $a=4.192 \times 10^6 \text{ atm-cm}^{-6}$, $b=37.3 \text{ cm}^3$, $V=310.9 \text{ cm}^3$, $P=100 \text{ atm}$, 求出的 $f=81.2 \text{ atm}$ 。

同樣地, 當真實氣體服從 Berthelot 方程式時, 逸度 f 的求法如下:

$$PV = RT \left[1 + \frac{9PT_c}{128TP_c} \left(1 - \frac{6T_c^2}{T^2} \right) \right], \quad (1-12)$$

式 (1-12) 中 T_c 及 P_c 分別代表氣體的臨界溫度及臨界壓力。

設令 x 代表 $\frac{9}{128} \cdot \frac{T_c}{TP_c} \left(1 - \frac{6T_c^2}{T^2} \right)$, 則:

$$PV = RT(1 + xP)$$

$$V = \frac{RT}{P} (1 + xP)$$

$$\therefore d \ln f = \frac{V}{RT} dP$$

$$\therefore \int_{f^\circ}^f d \ln f = \int_{P^\circ}^P \frac{dP}{P} (1 + xP)$$

$$\ln \frac{f}{f^\circ} = \ln \frac{P}{P^\circ} + xP - xP^\circ,$$

當 $P \rightarrow 0, f^\circ = P^\circ$,

$$\therefore \ln f = \ln P + xP$$

$$\text{或} \quad \ln f = \ln P + \frac{9T_c}{128P_cT} \left(1 - \frac{6T_c^2}{T^2} \right) P. \quad (1-13)$$

用式 (1-13) 計算 f : 氨的 $t_c=132.4^{\circ}\text{C}$, $P_c=111.5 \text{ atm}$, 在 200°C 及 $P=100 \text{ atm}$ 時, 求出的 $f=83.2 \text{ atm}$ 。

此外, 利用式 (1-9) 可以求出計算逸度簡化的公式。

設式 (1-9) 的 β 為常數, 則:

$$\ln f = \ln P - \frac{\beta P}{RT}$$

$$\ln \frac{f}{P} = -\frac{\beta P}{RT}$$

$$\frac{f}{P} = e^{-\frac{\beta P}{RT}}$$

当 $-\frac{\beta P}{RT}$ 值小时,

$$e^{-\frac{\beta P}{RT}} = 1 - \frac{\beta P}{RT}$$

$$\therefore \frac{f}{P} = 1 - \frac{\beta P}{RT},$$

或

$$\frac{f}{P} = \frac{PV}{RT}$$

也即

$$\frac{f}{P} = \frac{P}{P_{\text{理}}} \quad (1-14)$$

式 (1-14) 中的 $P_{\text{理}}$ 系根据气体的实际温度 T 及体积 V , 如若服从气体状态方程式 (1-1) 时的理想压力。200°C 时, NH_3 在 100 atm 的 $V=310.9 \text{ cm}^3$ (见表 1-1), 由式 (1-14) 计算出的 $f=80.1 \text{ atm}$ 。式 (1-14) 即通常计算逸度的近似公式。

冶金过程中气体的压力通常在 0—3 atm 范围之内; 例如, 托马斯转炉鼓风机风压为 2.5—3.5 atm。所以该情况下的气体一般均服从理想气体定律, 不需要引用逸度, 因之对逸度不再进一步地讨论。

逸度与活度有什么关系呢?

式 (1-7) 可换写为:

$$F - F^\circ = RT \ln \frac{f}{f^\circ}, \quad (1-15)$$

其中 f° 及 F° 分别代表标准状态下的逸度及自由能。

活度 a 的定义可认为:

$$a = \frac{f}{f^\circ}; \quad (1-16)$$

也即是說，活度等于相对的逸度。由于活度通常用于溶液，所以溶液內某組元 i 的活度 a_i 更准确地用式 (1-17) 表示：

$$\bar{F}_i - F_i^\circ = RT \ln a_i. \quad (1-17)$$

式 (1-17) 中的 $\bar{F}_i$ 代表組元 i 的“偏微分克分子自由能”或“化学位”。当活度 $a_i = 1$ 时，也即在标准状态下， $F_i^\circ = \bar{F}_i$ 。

对二元的溶液來說，

$$\bar{F}_1 - F_1^\circ = RT \ln a_1;$$

$$\bar{F}_2 - F_2^\circ = RT \ln a_2.$$

溶液的总自由能 $F_{\text{总}}$ 用式 (1-18) 来表示：

$$F_{\text{总}} = n_1 \bar{F}_1 + n_2 \bar{F}_2, \quad (1-18)$$

而

$$\bar{F}_1 = \left(\frac{\partial F_{\text{总}}}{\partial n_1} \right)_{n_2, P, T}; \quad (1-19)$$

$$\bar{F}_2 = \left(\frac{\partial F_{\text{总}}}{\partial n_2} \right)_{n_1, P, T}. \quad (1-20)$$

式 (1-18)、(1-19) 及 (1-20) 的 n_1 及 n_2 分別代表組元 1 及 2 的克分子数目。

若令 F 代表每克分子溶液的自由能，也即溶液的克分子自由能，而令 N_1 及 N_2 分別代表組元 1 及 2 的克分子分数，从式 (1-18) 可以看出：

$$\frac{F_{\text{总}}}{n_1 + n_2} = \frac{n_1}{n_1 + n_2} \bar{F}_1 + \frac{n_2}{n_1 + n_2} \bar{F}_2$$

$$\therefore F = N_1 \bar{F}_1 + N_2 \bar{F}_2. \quad (1-21)$$

必須注意的是：

$$\bar{F}_1 \neq \left(\frac{\partial F}{\partial n_1} \right)_{n_2, P, T};$$

同样地，

$$\bar{F}_2 \neq \left(\frac{\partial F}{\partial n_2} \right)_{n_1, P, T}.$$

$\bar{F}_1$ 和 $\bar{F}_2$ 正确的关系是由式 (1-19) 及 (1-20) 指出。

对二元的溶液通常以組元 1 指明溶剂，而以組元 2 指明溶质。随着組元相对量的变化，溶剂和溶质的称谓可以互换。

在冶金过程中气体压力通常不大，式 (1-16) 內的逸度可換用压力：

$$a = \frac{P}{P^\circ},$$

或

$$P_1 = P_1^\circ a_1. \quad (1-22)$$

式 (1-22) 实际上是拉烏尔 (Raoult) 定律应用于真实溶液的計算式，在第三节将对該式进一步地討論。

第二节 活度的測定和計算。

第一节已經提到，高溫冶金反应应用某些物理化学定律时，通常須以活度代替浓度。这些物理化学定律是哪些呢？它們是：

- (一) 拉烏尔 (Raoult) 定律；
- (二) 亨利 (Henry) 定律；
- (三) 质量作用定律；
- (四) 涅斯特—西洛夫 (Nernst—Шиллов) 分配定律；
- (五) 冰点下降定律。

拉烏尔定律可用式 (2-1) 表示：

$$P_1 = P_1^\circ N_1, \quad (2-1)$$

式中 P_1 及 N_1 分別代表溶剂的分蒸汽压及克分子分数， P_1° 代表純溶剂的蒸汽压，它在一定溫度下系一常数。在真实高溫溶液里，通常

$$\frac{P_1}{N_1} \neq \text{常数} \neq P_1^\circ;$$

換用活度 a_1 后，則 $\frac{P_1}{a_1}$ 即为常数，而

$$\frac{P_1}{a_1} = P_1^\circ,$$

$$P_1 = P_1^\circ a_1. \quad (2-2)$$

亨利定律适用于溶质；它指出：在一定的温度下溶液内的溶质浓度 c_2 和溶质本身的分蒸汽压 P_2 成正比 也即是：

$$P_2 = kc_2. \quad (2-3)$$

但对真实高温溶液来说，通常

$$\frac{P_2}{c_2} \neq \text{常数};$$

当以溶质活度 a_2 代浓度 c_2 后， $\frac{P_2}{a_2}$ 方守常，而

$$P_2 = ka_2. \quad (2-4)$$

同样地，对高温冶金反应来说，质量作用定律的平衡常数和分配定律的分配常数一般地均不守常。当参加反应的物质浓度换以活度时，这两个定律方能适用。

溶液冰点下降定律可用式(2-5)表示：

$$\ln N_1 = -\frac{\rho}{R} \cdot \frac{T_0 - T}{TT_0}, \quad (2-5)$$

式中： ρ ——纯溶剂的熔化热；

T_0 ——纯溶剂的冰点；

$T_0 - T$ ——溶液冰点下降值。

对某一定组成的溶液言，在一定温度下， $-\frac{\rho}{R} \cdot \frac{1}{TT_0}$ 系一常数；换句话说，

$$\Delta T = T_0 - T = -k \ln N_1.$$

对高温冶金溶液来说，一般将 N_1 换以 a_1 ， k 值方能守常；也即

$$\ln a_1 = -\frac{\rho}{R} \cdot \frac{T_0 - T}{TT_0}. \quad (2-6)$$

利用上列五个物理化学定律可以测定活度。

此外，还可以利用溶解度及电动势测定活度，也可利用示踪

同位素来测定活度。

知道活度与自由能变量的关系，也可以利用相图计算出活度。这里除上面提出的冰点下降法外，尚有两个方法：（1）熔化自由能法；（2）斜率截距求化学位法。

二元系溶液的某一组元的活度如已知，则可利用 Gibbs—Duhem 方程式计算第二组元的活度。同样地，在已知二元系溶液各组元的活度条件下，运用数学计算可求出三元系溶液各组元的活度。

以下各节将分述活度测定及计算的不同方法，并讨论活度在冶金物理化学中的应用。

第三节 蒸汽压法求活度— 活度的标准状态

以蒸汽压法测定活度曾广泛地被冶金工作者采用；它最适宜应用于挥发性强的有色金属的溶液。文献中〔2〕、〔3〕、〔4〕载有不同测量蒸汽压的方法。由于示踪同位素日渐在冶金工业及研究方面推广应用，利用同位素测定蒸汽压已由应用于有色金属〔5〕推广到蒸汽压很小的钢铁溶液 Fe—S、Fe—Si〔6〕及 Fe—Cr〔7〕等二元系了。本文对各种实验测定方法不拟介绍和讨论；下面将对蒸汽压法求活度的基本理论加以分析。

与以蒸汽压求活度有关的物理化学定律是拉乌尔定律及亨利定律。

表3—1示800°C时 α 和 β 黄铜内 Zn 的分汽压的测定值〔8〕， α 和 β 相均系固溶体。

可以看出，不同成分的黄铜的 $\frac{P_{Zn}}{N_{Zn}}$ 值并非常数，而不同成分黄铜内 Zn 的蒸汽压都小于纯锌的蒸汽压 P_{Zn}^0 。所以 Zn 在 Zn—Cu 系