

钢铁冶金学



[苏]C. Л. 斯杰法纽克 著

东北工学院出版社

ISBN 7-81006-217-4/TF·9

定价：1.36 元

镁 冶 金 学

[苏]C.П.斯杰法纽克 著

霍光庶 路忠胜³ 郭清富 译

东北工学院出版社

内 容 简 介

本书根据苏联冶金工业出版社 1985 年出版的 С.Л.斯杰法纽克著《Металлургия Магния и других ЛЕГКИХ Металлов》的部分章节译出。

书中阐述了镁冶金理论基础,介绍了镁及其合金的物理化学特性,描述了用天然原料生产镁合金、半成品的工艺过程和镁的精炼方法。书中还研讨了安全技术、经济学、生态学和三废处理利用方面的问题。

本书可供镁冶金部门的工程技术人员、科研工作者、教学人员参考,亦可作为高等院校有关专业的教学用书。

С.Л.Стефанюк
МЕТАЛЛУРГИЯ МАГНИЯ И
ДРУГИХ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛОВ
Издательство“Металлургия”,1985

镁 冶 金 学

[苏] С.Л.斯杰法纽克 著
霍光庶 路忠胜 郭清富 译

东北工学院出版社出版 辽宁省新华书店发行
(沈阳·南湖) 东北工学院印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 5.5 字数: 149 千字
1989 年 12 月第 1 版 1989 年 12 月第 1 次印刷
印数: 1~1300 册

责任编辑: 朱玉瑗 责任校对: 张立珩
封面设计: 吴 诚

ISBN 7-81006-217-4/TF·9 定价: 1.36 元

译者序

中国共产党第十三次全国代表大会的政治报告，关于加快国民经济建设一节中，专门提到了有色金属原材料工业。我国现在还处在社会主义发展的初级阶段，因此原材料工业占有极其重要的位置。根据我国的具体情况，我国发展有色金属工业的方针是优先发展铝工业。镁是铝的重要伙伴金属，随着我国铝冶金工业的快速发展，镁冶金工业也必将得到相应的发展，以满足国民经济对有色金属原材料的要求。

近年来世界的镁生产有了迅速的发展，镁已经进入了大规模生产的有色金属行列。80年代用镁作钢铁脱硫剂和压铸件的技术发展迅速，这两项技术的发展将会改变金属镁的地位。镁比铝轻，比重为钢的四分之一，铝的三分之二，并具有比强度高及良好的加工性能等优点。镁的资源极其丰富。我国不仅要增加镁的产量，而且应尽可能扩大用镁代铝的研究和开发工作。

我国镁冶金方面的专著甚少。1955年翻译出版了X.Л.斯特雷列茨(Стрелец), A. Ю. 泰依茨(Тайц)等著《炼镁学》，1981年出版了徐日瑶教授主编的《镁冶金学》，同年还翻译出版了X.Л.斯特雷列茨著《电解法制镁》。这些译著已经不能完全反映当前先进的镁冶金生产技术水平。目前，苏联在镁生产规模、产品产量、质量、种类，无隔板电解槽结构、连续精炼、颗粒镁生产等方面都处于世界领先地位。苏联冶金学家C. Л. 斯杰法纽克(Стефанюк)的近著《镁及其它轻金属冶金》比较全面地反映出了苏联当前镁冶金的先进水平。为此我们译出此书镁冶金部分，以飨读者，为推进我国镁工业的发展，为适应培养我国镁冶金专业技术干部的需要，做出一点微薄的贡献！

参加本书翻译的有郭清富（第一、二、三、四章），路忠胜

(第五、六章)，霍光庶(第七、八、九、十、十一章)。全书最后由郭清富、霍光庶校对。

译者对为本书翻译和校订原稿做了不少工作的程金秀、王敏杰同志以及对本书出版给予大力支持的抚顺铝厂、民和镁厂、锦州铁合金厂致以谢意。

译者热忱希望读者对本书的翻译质量提出宝贵意见。

霍光庶

1988年12月

目 录

译者序

第一章 轻金属冶金的理论基础..... (1)

第二章 镁冶金..... (14)

§ 1. 镁冶金发展概况..... (14)

§ 2. 镁及其化合物和合金的性质..... (16)

第三章 镁的生产和消费..... (24)

§ 1. 镁和镁合金在国民经济中的应用..... (26)

§ 2. 现代镁的原料来源及天然镁原料的预处理 方法..... (27)

第四章 镁电解原理和电解质的制备..... (35)

§ 1. 镁电解原理..... (35)

§ 2. 电解质的制备..... (52)

第五章 电解质制备工艺..... (60)

§ 1. 光卤石一次脱水..... (62)

§ 2. 光卤石彻底脱水和 $KCl-MgCl_2$ 熔体的 精炼..... (69)

§ 3. 光卤石在 CKH 炉 (固定式连续脱水炉) 内的脱水..... (77)

第六章 镁电解工艺..... (82)

§ 1. 镁电解槽设备和工艺参数..... (82)

§ 2. 镁电解工艺.....	(94)
§ 3. 电解工艺对镁电流效率的影响.....	(98)
第七章 镁电解槽工艺计算.....	(109)
§ 1. 电解槽主要构件的计算.....	(110)
§ 2. 镁电解生产的物料平衡.....	(111)
§ 3. 电解槽的能量平衡.....	(113)
第八章 硅热法还原制镁.....	(122)
第九章 镁的精炼.....	(132)
§ 1. 熔剂精炼.....	(133)
§ 2. 连续精炼炉精炼.....	(135)
§ 3. 添加剂精炼.....	(139)
§ 4. 蒸馏精炼.....	(140)
§ 5. 镁的电磁泵唧送.....	(141)
第十章 镁和镁合金的生产工艺.....	(143)
§ 1. 镁及镁合金的熔炼.....	(143)
§ 2. 镁及其合金的铸造.....	(147)
§ 3. 镁合金的切削加工.....	(152)
§ 4. 镁合金的腐蚀及防腐措施.....	(153)
§ 5. 二次镁的生产.....	(155)
第十一章 镁生产的技术经济和生态学特点.....	(156)
§ 1. 镁生产的技术经济.....	(156)
§ 2. 镁生产的安全技术.....	(158)
§ 3. 镁生产中的废气和污水的净化及废品的 再生利用.....	(167)
参考文献.....	(170)

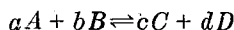
第一章 轻金属冶金的理论基础

任何一种轻金属的生产、制取半成品或成品都需经过连续的化学冶金过程。其中每一个过程均遵循本身的物理-化学规律。掌握冶炼各阶段的变化规律，可以合理地以最少的能量和材料消耗实现生产，更快更好地以中间（或最终）产品的形式提取金属。提取的完全程度，反应变化的合理途径，取决于过程的原始物质和反应产品的热力学特性以及过程的化学反应历程。反应历程的动力学决定着物料由一种状态变化为另一种状态的速度和设备的生产能力。生产方面的动力消耗量由化学过程的热力学与动力学因素的结合来决定，由物质交换条件及生产过程中所得物质诸相的分离情况来决定。

热力学 是关于能量由一种形式转变为另一种形式，由物体体系的一部分转向另一部分的规律的科学；是关于过程自发进行的方向和限度规律的科学。能量守恒和能量转换定律是所有这些规律的基础。

根据热力学第一定律——热化学基础（盖斯定律是这一定律的结果），在已知有关热函数据，即物质的生成热和它的热容后，即可算出物理化学变化的热效应。

过程的焓变 $\Delta H_{\text{反应}}$ （或者它的热效应 $Q_{\text{反应}}$ ， $Q_{\text{反应}} = -\Delta H_{\text{反应}}$ ），可按如下的假定，反应中相互作用物质的焓变代数和求出。



$$\Delta H_{\text{反应}} = \sum \Delta H_{\text{生成物}} - \sum \Delta H_{\text{反应物}};$$

$$\Delta H_{\text{反应}} = (c\Delta H_c + d\Delta H_d) - (a\Delta H_A + b\Delta H_B)$$

由一系列步骤组成的复杂的多段反应的总热效应，等于每个步骤的热效应的代数和。

$$\Delta H_{\Sigma} = \sum_i \Delta H_i$$

用热力学第二定律可以确定出隔离系统中自发（外部不作功）过程的限度，并且这个定律是平衡理论的基础。

反应物 A 、 B 与产物 C 、 D 达到平衡态的特征是，物质的作用质量：浓度 $[c_i]$ ，分压 $[p_i]$ ，摩尔分数 $[n_i]$ ，活度 $[a_i]$ 等在平衡时保持不变。

反应的平衡状态用平衡常数表示，平衡常数等于反应总方程的化学计量系数次幂的反应产物和原始物质的平衡作用质量的乘积之比：

$$K_c = [C]^c [D]^d / ([A]^a [B]^b),$$

$$K_p = p_c^c p_d^d / (p_a^a p_b^b).$$

作用质量以单位体积浓度 $[c]_i$ (mol/L) 表示，或用分压 p_i (Pa)，或用摩尔分数 n_i (无因次值) 表示；活度 a_i 的大小，也就是有效浓度 (mol/L) 的大小。

如果 A_0 、 B_0 、 C_0 、 D_0 代表平衡反应的原始物质和产物的初始含量，而 ΔA 、 ΔB 、 ΔC 和 ΔD 代表反应开始到建立平衡时的物质含量的变化，则

$$K_c = \frac{[C_0 + \Delta C]^c [D_0 + \Delta D]^d}{[A_0 - \Delta A]^a [B_0 - \Delta B]^b}$$

根据反应的化学计算

$$\Delta A = (a/c)\Delta C = (a/d)\Delta D = (a/b)\Delta B.$$

根据这些关系能够计算出平衡常数、任一反应物的平衡浓度，物质变为产品的转化率和产品的产出率。固体反应物的作用质量为 1。平衡常数与物质的浓度无关，而随温度有明显的变化，根据范特-荷甫方程：

$$\lg(K_2/K_1) = \Delta H / 2.3R(1/T_1 - 1/T_2),$$

式中 ΔH ——反应的焓变； T ——温度， K 、 R ——气体常数。

除焓变 ΔH 外，每种物质还以象熵 S 这样的热力学函数来

表示其特性。在等温等压下，利用 ΔH 和 S 能计算出（根据吉布斯-亥姆荷茨方程）吉布斯能量这样重要的热力学函数 ΔG ：

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S。$$

反应的熵变 ΔS 象 ΔH 一样，可借助于反应物的熵的代数求出：

$$\Delta S = \sum S_{\text{生成物}} - \sum S_{\text{反应物}}^*；$$

$$\Delta S = (cS_C + dS_D) - (aS_A + bS_B)$$

知道 ΔG 以后，可以计算出反应的平衡常数 $K_{\text{平衡}}$ ，根据这个常数实际上可以算出反应的一些重要参数，而不必通过试验来确定反应物的平衡浓度：

$$\Delta G = -RT \ln K_{\text{平衡}}$$

$$\ln K_{\text{平衡}} = -\frac{\Delta H_{\text{反应}}}{RT} + \frac{\Delta S_{\text{反应}}}{R}$$

为了进行化学平衡计算，要利用标准条件下（即 $p = 0.1$ MPa, $T = 298\text{K}$, 活度 $a_i = 1$ ）的物质的热力学函数 (ΔH , S 和 ΔG) 作为最初的参数。焓变、熵和吉布斯函数变的标准值，可在热力学函数手册中查到，分别以符号 ΔH_{298}° , S_{298}° 和 ΔG_{298}° 表示。标准状态下单质的 ΔH_{298}° 等于零。 ΔH 和 ΔG 的计量单位是 kJ, 而 S 是 J/(mol·K)。根据方程 $\Delta G^\circ = \Delta H_{298}^\circ - T\Delta S^\circ$ 可以估算出任意温度下的吉布斯能量 ΔG_T ，但这是个相当差的近似值，因为它没考虑 ΔH° 和 S° 是随温度变化而产生的变化值。如果考虑物质的热容 C_p 及其随温度的变化，则可求出：

$$\Delta H_T = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT \quad \text{和} \quad S_T = \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p}{T} dT$$

ΔG 随温度而变化的计算结果常用图形表示，而 $\Delta G-T$ 关系线通常是一些直线段的连续总和，这个函数曲线的转折处对应于反应物的相变温度。

• 原文为 $\Delta S = \Delta S_{\text{生成物}} - \Delta S_{\text{反应物}}$ —— 疑是作者笔误。

吉布斯能量与电流在电化学氧化-还原过程中完成的功有正比关系： $-\Delta G = n_e F E$ ，式中 E ——反应的电动势； F ——法拉第常数， $F = 96500 \text{ C/mol}$ ； n_e ——由还原转为氧化的电子数。

298K 时的平衡常数按下列公式计算：

$$\lg K_{\text{平衡}} = \frac{n_e F E}{2.3 RT} = n_e E \frac{96500}{2.3 \times 8.31 \times 298} = 16.9 n_e E$$

在轻有色金属冶金中，根据热力学关系式能够计算出金属和合金的蒸发（升华）以及金属冷凝时的蒸气压，这些过程的热效应，物质在金属和合金中的溶解度，金属的氧化和氧化物分解的平衡过程，金属还原的热过程、电解过程等等。

动力学 物质的反应能力表现在它的化学转化速度，也就是表现在反应过程进行时它的数量的变化。化学冶金反应的比速系由在单位反应空间中，在单位时间内反应（或生成）的物质的量来确定。这里所谓的单位反应空间，对单相过程指的是单位体积，对多相化学反应指的是单位相界面面积。

单相反应的比速 v 以 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 或 $\text{g}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 表示，而多相反应的比速以 $\text{mol}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ ， $\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ 等表示。反应的动力学方程式——反应速度与参加反应物质的浓度 c （或分压 p ）的数学关系式为 $v = dc/dT$ 。这种关系式经常以指数方程的形式给出，方程中表示浓度（压力）的多因式时的指数，称为对这个物质的反应级数（例如， $v = K c_A^m c_B^n$ ，其中 c_A 和 c_B 为 mol/L ， K 是速度常数）。

反应速度取决于质点的有效碰撞次数，而反应效率取决于质点的能量，质点的能量根据麦克斯韦-波耳兹曼的分布定律与温度有很大关系。

阿伦尼乌斯方程式准确地表示出了反应速度与温度的关系： $K = K_0 e^{-E/RT}$ ，式中 E ——活化能； K_0 ——频率因数——单位体积内质点的碰撞总次数。

$$\text{活化能 } E = 2.3R \frac{\lg K_1 - \lg K_2}{1/T_2 - 1/T_1} \quad \text{或} \quad E = \frac{\lg V_1 - \lg V_2}{1/T_2 - 1/T_1}$$

化学变化的速度随着温度的提高而明显提高，因为活化能通常为 80~200 kJ/mol。

在多相反应过程中，即对冶金生产有代表性的多相反应来说，抑制总过程的并不是动力学阶段，而是反应发生之前反应物的混合以及反应物向反应界面的传输。

在一般情况下，变化速度 $v = dc/dT$ 与反应容积内反应物由于对流传质产生的运动速度 $v_{\text{对流}} = w_x dc/dT$ 和质点的扩散接近的速度 $v_{\text{扩散}} = D_i d^2c/dx^2$ 有关，式中： w_x —— x 轴方向上的流速(cm/s)； D_i ——扩散系数(cm^2/s)，即变化速度可用下列方程表示：

$$\frac{dc_i}{dT} = K c_i^{m_i} c_j^{m_j} - w_x \frac{dc_i}{dx} + D_i \frac{d^2c_i}{dx^2}$$

如果物质 i 生成了，则 $dc_i/dT > 0$ 。在化学反应进行得慢，而对流和扩散的质量传输进行得快的情况下，反应表面总是有过剩的原反应物。在这种情况下，反应过程是在动力学范围内进行。对生产工艺而言，感兴趣的是另外一种范围，那就是化学变化的速度增加到反应容积内还来不及实现浓度均匀化，就产生了浓度梯度： $\Delta c = c_{\text{容积}} - c_{\text{表面}}$ ，式中： $c_{\text{容积}}$ ——容积内反应物的浓度； $c_{\text{表面}}$ ——表面上反应物的浓度，因而 $c_{\text{表面}} \approx 0$ 。

在这种情况下，扩散传质通常是限制步骤，从而变化速度逐渐变为与它相等：

$$v_{\text{扩散}} = dc/dT = D(d^2c/dx^2)。$$

因为温度对扩散系数影响不大 ($E_D = 8 \sim 12 \text{ kJ/mol}$)，所以在这种情况下对整个过程温度不起什么作用。在多相反应过程的实践中，须注意观察在表面上是否生成反应产物层，因为这个产品层的生成对全过程有极大的抑制作用。多相反应过程的速度总方程将有如下形式：

$$v = \frac{c_0 S}{1/K + \delta_i/D_e}。$$

式中 c_0 ——容积内物质的浓度（表面上它的浓度近似于零）；
 K ——速度常数； δ ——产物层厚度； D_e ——反应物 c 经过 δ 层的扩散系数； S ——反应的表面积。

如果 δ 层厚或它的渗透性小（ D 值小），则 $1/K \ll \delta/D$ 、
 $v \approx c_0 \frac{D}{\delta} S。$

在这种情况下，反应速度的减少与反应产物层的厚度成正比。

电化学动力学，是影响轻有色金属冶金生产的重要因素之一。

根据法拉第定律，电化学变化的速度与电流强度 I ——单位时间、单位电极表面通过的电子数（库仑）有关：

$$v = dm/dT = I \frac{\Theta_x}{F}$$

式中 Θ_x ——电化当量； F ——法拉第常数；1 法拉第 = 96500/3600 = 26,8 A·h。

电化学过程以扩散形式进行，同时扩散阻力集中在 $\delta = 0.1$ mm 的电极附近的层内。

相平衡 实际上参与冶金生产的所有物质都是多相体系——盐类或金属熔体，这些熔体中的固相悬浮物与悬浮在气体容积内的分散质点的蒸气混合物具有不同结构和不同化学成分的各种固相结合着的结晶固体合金。这些体系处于近似平衡的状态，也就是在保持它们的成分和外部条件——温度和压力恒定时，它们永远不变化。

为了弄清某种金属相或必需成分的中间化合物相的最稳定存在的条件和不希望出现某一相的条件，必须进行相状态的研究。

利用相平衡的一些数据，能够确定出用优选结晶法，溶解

法，化学试剂处理法，物理-机械净化（过滤，沉降，熔析）等方法进行相分离过程的一些数量和质量参数。

相平衡理论，就是用热力学方法研究不同的相稳定共存的条件与原始组分的数量，外部条件和组分之间化学反应的关系。体系的组分是足以构成体系内各相的最少数量的独立物质（简单的或复合的）。相是多相体系中，用相界同其它隔开的，成分和性质相同的宏观均匀部分的组合，是物理-化学体系，或者是同外部环境相互作用的体系（敞开体系），或者是由于它的组分之间的相互作用结果才变化的体系（封闭体系）。例如单一物质金属钠或它的盐氯化钠是单组元体系。当加热时这些物质熔化，且在熔点温度下（ $T_{\text{熔化}} = \text{常数}$ ）三相共存：固相、液相和气相。此时，不论是金属（钠）的蒸气压，还是盐（氯化钠）的蒸气压，当这三相共存的时候，都同样是不变的。

在固相熔化并进一步加热之后，单组元的液相体系中的蒸气开始增加，近似符合克拉贝隆-克劳修斯方程：

$$dp/dT = \Delta H_{\text{液}}/[T(V_{\text{气}} - V_{\text{固}})],$$

式中 $\Delta H_{\text{液}}$ ——摩尔蒸发热（焓）； $V_{\text{气}}$ ——1 摩尔气相的体积； $V_{\text{固}}$ ——1 摩尔固相的体积。因为 $V_{\text{固}} \ll V_{\text{气}}$ ，而 $V_{\text{气}} = RT/p_0$ （ p_0 ——单体物质的蒸气压），所以：

$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{液}} &= RT^2[d(\ln p_{\text{气}})/dT] \\ &= 2.3RT_1T_2(\lg p_1 - \lg p_2)/(T_1 - T_2)\end{aligned}$$

类似地，在只存在固相和气相的情况下，也就是当固体物质产生升华作用（升华）的时候（越过熔化阶段）。

$$\Delta H_{\text{固}} = RT^2[d(\ln p_{\text{固}})/dT]$$

式中 $p_{\text{固}}$ ——固相上面的蒸气压； $\Delta H_{\text{固}}$ ——升华热（焓）。

这样一来，在保持两相（分别为液-固和固-气）的条件下，任意变化温度，可以得到物质的不同蒸气压数值。而液-固-气三相同时共存，只是在体系的 T 和 p 的数值固定时才可能做到这一点，并且在这种情况下，外部参数选择的自由度等于零。其数

值能随意变化的外部参数的个数 C (即所谓的自由度——体系的变量数) 与共存相(ϕ) 的数目、外部参数的总数目 (此数目一般等于 2, 因为这两个参数就是温度和压力) 和体系的组分数 k 有关:

$$C = k - \phi + 2$$

在单组分体系中($k=1$) $C = 1 - \phi + 2 = 3 - \phi$

当只存在 1 相时($\phi=1$) 可以变化 T 和 p ($C=3-1=2$), 且此时相数不变。当两相共存时, 自由度等于 1 ($C=1-2+2$), 因此只有一个外部参数可以独立变化; 在温度变化时, 压力必具有一个定值, 而不是任意值。三相体系是零变量体系($C=1-3+2=0$)。

冶金生产中的单组元体系只是在最终产品中——金属和某些伴生产品 (在镁冶金中是氯, MgCl_2 ; 在钛和铍等生产中是镁, 锂、铍、钠, MgCl_2 和 BeF_2) 中出现 (一定程度上接近)。

多元体系同样遵守吉布斯相律, 然而用由两个成分组成的二元系来解释这个规律最简单。当加入第二个组分时, 可挥发的第一个组分的蒸气压和熔点就会降低。根据拉乌尔定律, 溶液上面的挥发组分的蒸气压为:

$$p_A = p_A^0 n_A$$

式中 p_A^0 ——单一组分 A 的蒸气压; n_A ——混合物中挥发组分的摩尔分数。

同样

$$n_A = (a/M_A) / [b/M_B + a/M_A]$$

式中 M_A 和 M_B —— A 和 B 组分摩尔质量; a 和 b ——混合物中组分的质量;

第二个组分 B 的结晶温度的降低和沸腾温度的升高为:

$$\Delta T_{\text{结晶}} = K_{\text{结晶}} m_A, \quad \Delta T_{\text{沸}} = K_{\text{沸}} m_A$$

式中 m_A ——组分 A 的质量摩尔浓度, mol/kg 第二组分 B ;

$K_{\text{结晶}}$ 和 $K_{\text{沸}}$ ——所谓溶剂 B 的冰点下降和沸点升高常

数。

什列捷尔方程表征出含 A 和 B 组分的二元合金的结晶温度 (n_A 和 n_B ——组分的分子分数, $n_A + n_B = 1$) :

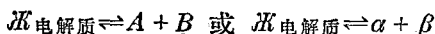
$$\ln n_A = \Delta H_{\text{液}} / R \left[(1/T - 1/T_{\text{熔化}}) \right]$$

$$1/T = 1/T_A + \ln n_A (R/\Delta H_{\text{熔}})$$

式中 T_A ——组分 A 的熔点; $\Delta H_{\text{熔}}$ ——熔化热; $\Delta H_{\text{熔}} = \Delta H_{\text{固}}^* - \Delta H_{\text{液}}$; $\Delta H_{\text{固}}$ —— A 物质升华热; $\Delta H_{\text{液}}$ —— A 物质气化热。

如果用坐标图的方法表示组分的温度-含量的关系, 则可以作组分 A 和 B 组成的体系的相图。通常是研究体系中气-液和液-固之间的相的相互关系。对冶金实践而言, 相互作用的两种类型都有意义, 而通常是首先研究体系的熔度, 也就是多种组分的均质液体溶液 (熔体) 中诸相的结晶规律。

在这种情况下, 外压作用 (由于组分本身低压) 不大, 且可忽略不计, 而吉布斯相律可记为 $C = K - \phi + 1$ 。共存相的最大数目 (当零变量平衡时, $C = 0$) 等于 3 ($0 = 2 - \phi + 1$)。这种状态的特点是决定体系存在条件的所有参数 (温度和成分) 都具有一定的数值。在温度-成分关系图上, 称之为共晶点的点就符合这种状态。在共晶点、共晶成分的熔体和两个固相 (组分 A 和 B 或以它们为基础的固溶液 α 和 β) 之间建立平衡:



二元系组分交互作用有各种方式: 生成共晶混合物, 连续的或者是有限的一些固溶体; 熔化时稳定的或是分解的化合物 (固液同成分的或固液异成分的熔化) 以及以它们为基的固溶体。

图 1 举出一些不同类型的氯化物二元系相图 (状态图) 的例子。结晶相的成分与原始熔体和状态图的类型有关。根据状态图不仅能确定出初晶温度 (根据液相线) 和完全凝固的温度 (根据固相线), 而且还可以确定出液相线和固相线之间过渡的任意温

• 原文误写为 ΔT_T ——译者注。