

热力学基础知识 (二)

水 溶 液

在沉积和变质条件下,几乎所有的矿物反应,都是在水的参加下发生的。由于多数矿物是具有极化学键的无机化合物,因而在水中的溶解度是完全固定的;而水又是影响物质搬运的最广泛的一种溶剂。我们对低温下溶液的性质已有比较详细的了解,但对地质学有价值的许多反应常发生在高温下,对其过程的性质我们了解得还不够。其部分原因,是在高温、高压下,在水中进行许多最简单的物理-化学测量是很难办到的。例如测定导电性、光的吸收性能、静电势、溶解度以及对于无机化学十分重要的其他参数,都往往由于 T 和 P 的增高而变得格外复杂。另一个原因则是缺少适合的容器,象塑料、玻璃乃至贵金属等容器,都会被破坏,或者被大量溶解,或是被腐蚀。当然,这些困难将会逐步得到克服,必要的数据总会搞到。所以,象金属矿床这样一些复杂问题,我们的认识也将随之提高和深化。

水

水的若干不寻常的性质,例如它存在于广泛的温度区间¹⁾,具有很高的介电常数等,是由水分子能够生成很强的氢键所造成的。O—H键上表现出的水分子的极性和不可分蒸气的对称性,导致了这种键的存在,以及水与阳离子和阴离子有效的作用(溶

合)。如若没有如此强烈的水合作用,溶解度则不会是很高的,原因是溶剂与溶解物之间相互作用的能量,应当补偿固体的相当大的离子键能。

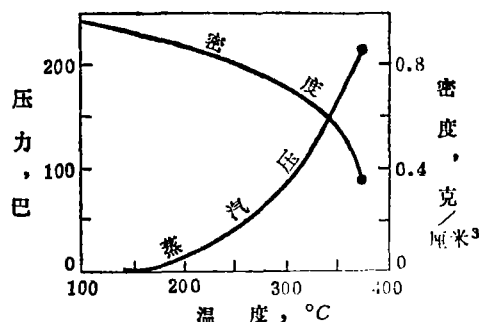


图2 水的密度与蒸气压的变化

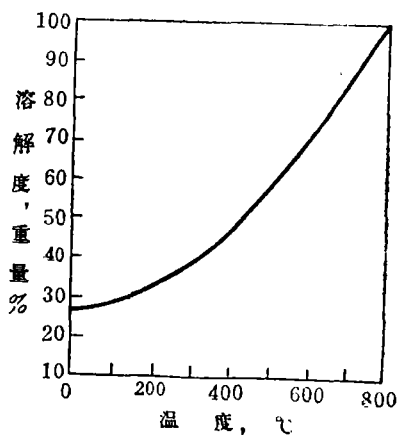


图3 饱和NaCl溶液成分的温度变化

1) 指水的沸点与冰点之间存在着很大的温度区间。

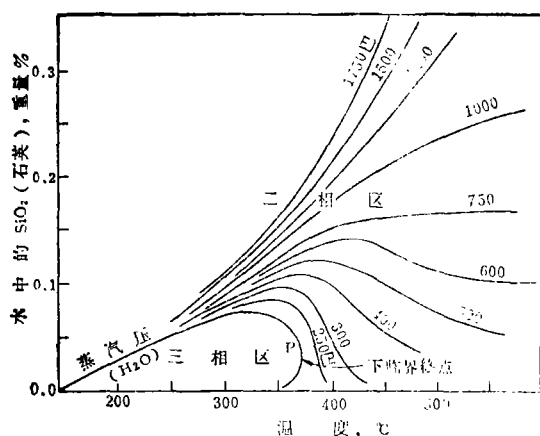


图4 低温和低压下水中石英溶解度的等压曲线

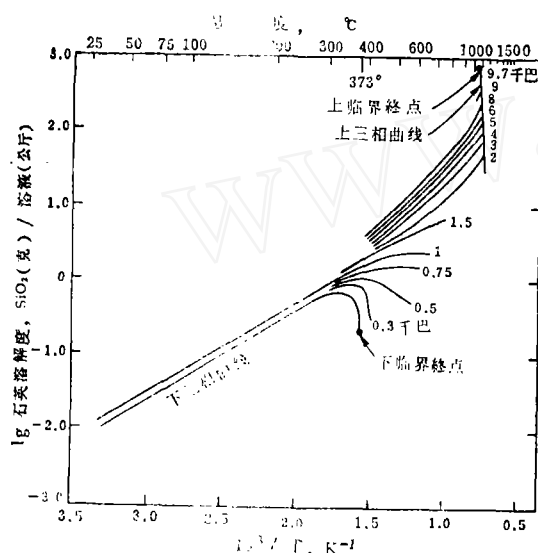


图5 在两个临界点区内石英溶解度的等压曲线(注意溶解度的对数刻度)

水作为液体,能存在到 374.15°C ; 此时的蒸气压为221巴。这就是所谓水的临界点。超越此点,就看不到液体与蒸气的分界线了,蒸气压与液体的密度,用图解的形式示于图2。

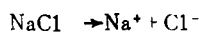
矿物在水中的溶解度有两类。象 NaCl 这样的一些固体,其溶解度是顺着液体—蒸气曲线而增高的,并未见临界现象。因此,在 $\text{NaCl}-\text{H}_2\text{O}$ 系统中,只要存在固相 NaCl ,从冰的溶点到 NaCl 的熔点区间

内,总是有液相存在的,其溶解度曲线见图3。但对于多数矿物来说, $\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ 系统所显示的行为才有其代表性。石英的溶解度是顺着溶体—蒸气曲线而减小的,并在水的临界点附近接近于零,石英的存在,对临界点的性质影响很小。能够观察到这个临界终点的事实,是由下述情况引起的,即还应当存在与液态二氧化硅有关的该系统的另一个高温终点(图4、5)。

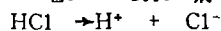
巴恩斯(Barnes)汇总了许多对地质学有用的水溶液方面的数据。应当指出的是,许多矿物都是异元溶解的,即溶解物的成分与受到溶解的相的成分不相同。例如,钠长石部分地溶于水,残留下来的不溶部分则是富铝的。

高温下的水溶液

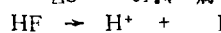
常温下离子溶液性状方面的知识,对于认识高温下简单无机化合物水溶液的性质,是有一定影响的。我们知道,多数的简单盐,在溶解过程中生成简单离子,而酸和碱则依据其离解程度,分解为弱的和强的离子,我们可不可以认为:上面确定的这个模式,也将适用于较高温度下发生的变质和火山作用呢?因为我们是把与温度有关的效应作为此种情况下熵的变化来讨论的。现将若干典型的数值列在下面(均为 298°K):



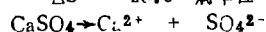
固相 水溶液中 水溶液中
 $\Delta S^0 = -10.3$ 熵单位



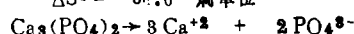
气体 水溶液中 水溶液中
 $\Delta S^0 = -31.4$ 熵单位



水溶液中 水溶液中 水溶液中
 $\Delta S^0 = -28.3$ 熵单位



固相 水溶液中 水溶液中
 $\Delta S^0 = -34.6$ 熵单位



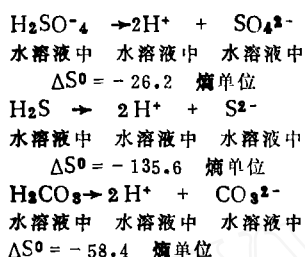
固相 水溶液中 水溶液中
 $\Delta S^0 = -200.0$ 熵单位

上述化合物在水中离解时,固体中断键所需的能,是靠水分子与离子间的离子偶极

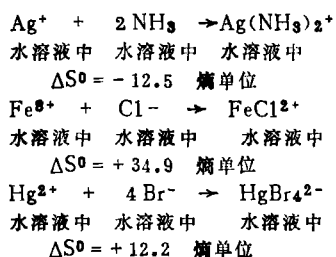
作用来保证的。因此,固体的离子获得自由,从而改变了溶液的熵,水分子则接近离子并失去自由,离子充电越强、离子越少,与离子结合的水分子就越多。

从下面引用的数字中,也可以明显地看出类似的趋势。在HF的情况下,两个离子,无论是质子还是氟离子,都与水分子激烈作用;而很高的负 ΔS 值则与离解作用相适应。

如果讨论一下弱酸,则可发现下列趋势:



水中的复杂离子有两类,一种是由离子和中性分子形成的;另一种是由阳离子和阴离子形成的:



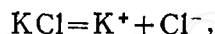
生成中性分子的络合物时,生成的熵一般为负;而生成阳离子和阴离子络合物时,熵的变化为正。在后一情况下,物质的总电荷减少,水的溶合分子数通常也减少。

随着温度的增高,看来电离的可能性越来越小,尤其是高温、低压下更是如此;此时,在水的溶合分子附近,熵比普通水猛增,离子的结合或络合作用,也可以随温度增高而增强。

布鲁尔(Brewer)曾作过另一个重要报道:随着温度的升高,与固体物质处于平

衡的气体的成分变得复杂。低温下,与固相处于平衡的气相是比较简单的,只含有几个分子物质。但温度升高时,各种分子的数目增多,而且聚合作用可能也增强了。这就得出下述结论:由于相的成分的复杂化而可能导致平衡。所以,可以预计,在高温下流体相将逐渐具有分子性质,而分子本身则随着温度的增高而变大。

目前我们掌握的只是有限的几个数据,表1和表2汇总了KCl和HCl的离解常数数据,主要是用以说明压力效应。KCl的离解常数K可写作下述平衡式:



并由下式确定:

$$K = \frac{(\text{K}^+)(\text{Cl}^-)}{(\text{KCl})}$$

式中方括号用于表示浓度。

KCl 的离解常数 表1

T, °C	流体相的密度, g/cm ³		
	0.3	0.5	0.7
	离解常数 K		
450	3.6·10 ⁻⁵	2.8·10 ⁻⁵	4.0·10 ⁻⁵
550	1.0·10 ⁻⁵	1.5·10 ⁻⁵	6.9·10 ⁻⁵
650	6.3·10 ⁻⁶	1.0·10 ⁻⁵	
750	3.7·10 ⁻⁶		

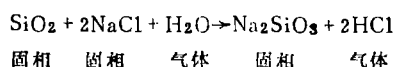
HCl 的离解常数 表2

T, °C	流体相的密度, g/cm ³		
	0.3	0.5	0.7
	离解常数 K		
400	4.2·10 ⁻⁶	1.1·10 ⁻⁴	7.0·10 ⁻⁵
500	2.7·10 ⁻⁶	6.3·10 ⁻⁵	2.9·10 ⁻⁵
600	1.8·10 ⁻⁶	2.9·10 ⁻⁵	1.0·10 ⁻⁵
700	6.7·10 ⁻⁶	1.4·10 ⁻⁵	

水蒸气的密度0.3,在温度400°C时相当于压力约280巴;750°C时相当于约200巴。400°C时,密度0.7相当于1000巴;750°C时,

密度0.5相当于压力2300巴。如果 $K=10^{-4}$ ，则在1体积克分子浓度的KCl溶液中，将只有1%的分子离解。

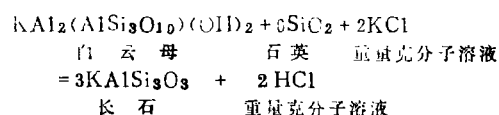
高温溶液中分子占优势（尤其是压力减小、溶剂的密度大大地低于1时），将引起一个极有意义的化学现象。例如下述类型的反应



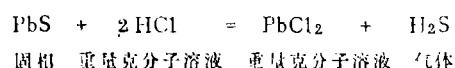
在很低的气压下和温度约600~700°C时进行得完全。此反应中，熵的变化为+27熵单位。需要指出的是，这个反应的结果所得到的气体分子，比预料的要多。类似的反应，可能与火山作用有一定联系。

金属矿床

解释规模较大的、几乎是不溶的金属硫化物堆积，是地质学的一个重要课题。这些金属硫化物（Pb、Zn、Cu等），通常与硅酸盐、碳酸盐和氟化物伴生，产于矿脉或分散在环绕深成侵入体的岩石包裹体之中。地质研究强调指出，它们是由水或热液生成的。但是，常温下 $K=(\text{Pb}^{2+})(\text{S}^{2-})$ 时，铅硫化物的溶解度为 10^{-28} 。就是说，与纯的PbS处于平衡的水，其中的离子数是极少的。许多金属硫化物的溶解度是如此之低，以致产生一个问题：它们怎么会大量地在水溶液中被搬运呢？须知，这需要有极其大量的水！不久前所做的实验，对这个问题作出了回答。有人研究了下列反应



此反应生成相当数量的HCl，之后HCl与PbS发生作用：



氯化铅的溶解度比硫化铅要大得多，在温度约500°C、压力1000巴时，发现溶解的铅的浓度相当大（0.1）。金属硫化物、分布

很广的硅酸盐矿物和碱-卤族溶液伴生，这在地质学上并不是稀罕事。矿物中的气液包体就常常含有很多卤素。赫尔杰森（Helgeson）运用计算机计算了溶液中NaCl—HCl—H₂O系统13个组分的物质的平衡（这些物质直到350°C都与方铅矿处于平衡）后得出，这种溶液足可以搬运大量的铅（由1到600·10⁻⁶），由此可以说金属矿床是热液成因的。在此过程中，最主要的络合物是PbCl⁺、PbCl₄²⁻、H₂S、HCl和NaCl。

多相系统中的平衡

现在，我们来讨论一下决定两个或更多的相之间平衡的若干法则，同时研究一下诸如相的转变（如石墨—金刚石）、多组分物系中的熔性（如岩浆的结晶）和变质岩的矿物组合等属于地质学范畴的一些问题。在许多情况下，可以利用热力学的两个简单定律，即相律和克劳修斯-克拉珀龙方程。

相 律

研究矿物组合（例如变质岩的矿物组合）时，常产生这样的问题：“所有的矿物相是否都处于相互平衡之中？”或者“在给定的物系的化学成分的条件下，有几个相可能处于平衡？”这些问题的部分答案可以从相律中找到。

假定有一个由n组分或化学物质组成的物系；这些物质以某种方式按照φ相分配；各相用字母α, β, …, φ表示。令n组分当中可能的化学反应数等于R。

相律决定着独立变量的数目，这些变量可以在处于平衡的物系中随意选择。此数称为物系的变度。强度参数（温度与压力）和描述每一相成分的变量，在不同的相中都是独立的数值。

相的成分完全可用该相中每一物质或组分的克分子数来表征。由于克分子数的总数一定要等于1，故对每一相均有（n-1）个决定成分的变量。由此，这些变数的总数等

于 $\phi(n-1)$ 。

如果物系处于平衡,则该系统各个部分的温度应当相同。在相反的情况下,热量将由受热较多的点转到受热较少的点,从而引起熵的增长,而系统的性质则将依赖于时间。因此,确定温度只要一个变量就够了。

一般说,为了描述压力,也只需要一个变量就够了,原因是,如果压力不均匀,物质将搬运(这势必重新引起熵的增长),但要有一个条件,就是不对物系附加相应的机械力。在一些天然系统中(如在变质岩中),不一定所有的相都处于同一个压力之下。例如,液体(主要是充填于岩石间隙中的水)就完全可能比固相本身处于较低的压力之下。因此,我们将只用一个变量来描述压力。所以,变量的总数等于 $\phi(n-1)+2$ 。

为使物系处于平衡,全部物质 i 的化学势,在所有各相中都应是相同的,故

$$\mu_i^\alpha = \mu_i^\beta = \dots = \mu_i^\phi \quad (i=1 \dots n)$$

这种关系的总数等于 $n(\phi-1)$ 。如果可能发生 R 个不同的反应,则为了描述平衡必须 R 个补充条件。

变度,或 f 系统的自由度,是由变量数与变量间的键数(结合数)之差决定的。

$$f = \phi(n-1) + 2 - [n(\phi-1) + R] \\ = n - R - \phi + 2 \quad (5-11)$$

如果 $f=0$,则变量恰好是变量间的键数(结合数);在这种情况下,理论上可以解方程,并计算出每一变量的数值。若 $f<0$,则方程式多于变数,一般说,方程式不能够成立,同时也不能认为物系是处于平衡的。若 $f=1$,则可以选择一个任意的变量,而其余所有变量可由平衡条件决定。这个变量为任意数值时,平衡都是可能的。

应当记住:方程(5-11)中2这个数,在某种程度上说它的出现是随意的,因为它只是在下述情况下才有意义,即用一个压力值来描述系统的机械条件。如果也考虑

到其他变量(电场或磁场、表面张力等),或者系统是封闭的,即每个组分的质量是固定的、不变的,那么相律(5-11)将有各种形式。甚至在某些相(如 γ 相)中;如果一些组分(例如 n_j)完全缺失,这里给出的形式也是正确的,因为变量的数目必将减少

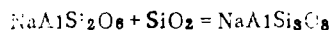
($n_j^Y=0$)到平衡关系数减小的同一个数,

而平衡关系决定着化学势的等式。

$n-R$ 数,通常用 c 表示,它是独立的化学组分数。

让我们看看相律是如何起作用的?若所研究的物系只由钠长石 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ 组成,则 $n=1$, $R=0$, $c=1$, $\phi=1$ 和 $f=2$ 。可以认为,在某一压力和温度区内,钠长石将是稳定的。现在,我们假定:钠长石与同样成分的液相处于平衡。 c 重新等于1,但 $\phi=2$ 和 $f=1$ ($f=1$ 的物系,我们把它叫做多变物系)。因此,只有一个变量(压力或温度)可以随意选择,同时这个选择又决定着其他变量。在 P 和 T 分别落在横座标和纵座标的图解上,多变平衡表现为一条单独的曲线;该曲线各点上的所有 P 、 T 值均相当于平衡。曲线把 PT 面分为两个区;在该两区内,钠长石可分别存在于固相和液相。

对于钠长石—石英—硬玉系统, $n=3$, 但 $R=1$, 由于可能有下列反应



硬玉 石英 钠长石

所以, $c=2$, 而 f 与以前一样仍等于1。这个多变平衡(钠长石熔化)可用一条曲线表示,该曲线是作为压力的函数来描述平衡温度的(或作为温度的函数来描述平衡压力的)。

很显然,在单组分的物系中,可能存在的相不多于3。它们是在固定的 P 和 T 值(三相点)下共同存在的。

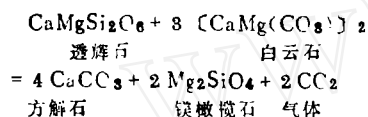
为了求得已知并固定成分相的该组合的自由度数,可利用简化方程式(5-11)。由于每一相的成分都是准确测定了的,所以

方式不应包含表征成分的变量, 则变量的总数减少到 2。变量间的结合数 R , 乃是与相的自由能有关的平衡条件数; 它等于各相之间可能的化学反应数, 由此,

$$f = 2 - R$$

如果我们把每一相都看成是一个“组分”, 同时相应地假定 $n = \phi$, 则该式也就是方程式 (5-11)。

为了说明此点, 我们再讨论一下固相和液相中斜长石的组合。对于这两个相来说, 在自由能之间除唯一的一个点之外, 不能确定任何联系, 在这一点上两相的自由能和成分都相等。因此, 除了 $f = 1$ 这一个点之外, f 总是等于 2。还可以讨论一下矿物组合 镁橄榄石—方解石—白云石—透辉石— CO_2 (气体)。在这种情况下有一个反应:



并且 $f = 1$, 在 $n = c = 4$ (CaO 、 MgO 、 SiO_2 、 CO_2) 时, 据方程式 (5-11) $\phi = 5$ 。

相律不能够决定在给定成分的物系中将有多少相存在; 它只是确定其中处于平衡的最大相数。这个定律可用来证明不平衡性 (当 $f < 0$ 时), 但只这一个定律还不足以证明平衡的存在。

由于温度和压力是随时间而改变的 (特别是在变质条件下), 所以, 甚至发现不变物系的可能性也是很小的, 因为这种物系应当存在于严格固定的 P 和 T 值之下; P 、 T 的任何变化都将破坏平衡。由此可以预料, 岩石中将主要是发现 f 至少等于 2 的组合。因而, 数值 $f = 1$ 或 $f = 0$ 可能表明系统的不平衡性。请注意前句中的可能二字。

克劳修斯-克拉珀龙方程

克劳修斯-克拉珀龙方程是表述多变平衡 (熔化、相的转变等) 情况下压力与温度之间的关系的。该方程是从方程式 (5-3) 直接得出的。若两个或两个以上的相最初处于

平衡, 则 $\Delta G = 0$ 。若压力改变而这些相仍保持平衡, 则温度也应变化, 以使 ΔG 仍等于零, 即 $d(\Delta G) = 0$, 从方程 (5-3) 得

$$\frac{dT}{dP} = \frac{\Delta V}{\Delta S} \quad (5-12)$$

在地质人员感兴趣的许多相的转变过程中, ΔV 和 ΔS 值具有相同的符号¹⁾, 因此压力较高时熔点或转变点通常要高些。在只有几个固相 (如石英—陨石英或蓝晶石—硅线石) 参加的转变过程中, 低压下 dT/dP 值一般为 10 到 30 度/千巴。这个关系不是绝对线性的, 因为 ΔV 和 ΔS 依赖于 T 和 P , 而平衡曲线的斜度, 至少是在熔化的情况下将随着压力的增加而减小。

多组合物系中的熔化

鉴于熔化现象对于岩浆的生成和结晶十分重要, 下面先从含有组分 A 和 B 的两组物统开始, 略微详细地谈谈熔化问题。

低共熔态 我们先假设: 固体组分 A 和 B 是互不相溶的, 因此在这种情况下将只有纯组分 A 和纯组分 B 两个固相。我们再假设: 组分 A 和 B 在液相中可以任一比例混合并形成理想溶液 (即不存在混合热)。下式中上角的字母 l 表示液相, s 表示固相; 下角的字母 o 表示纯相, m 表示纯相的熔化温度。

我们先看看纯相 A, 其熔点为 T_m , 将有

$$\mu_{a,o}^l = \mu_{a,o,m}^s \quad (5-13)$$

现在, 我们再向液相加一定数量的 B; 由此液相中 A 的克分子数由 1 而变为 X_a 。液相中组分 A 的化学势, 根据方程 (5-9) 将等于

$$\mu_a^l = \mu_{a,o}^l + RT_m \ln X_a$$

因为 $X_a \leq 1$, 故其化学势比 $\mu_{a,o}^l$ 要小。由于这个原因, 液相将不再与固相处于平衡;

1) 这个法则有一个众所周知的例外, 它涉及到在大量水 (足以使液体饱和) 存在时冰以及花岗岩或玄武岩的熔化。

为保持平衡, 温度应降至数值 $T (T \leq T_m)$ 。若假设A组分的熔化熵与温度无关, 但不完全正确, 则该值可以计算出来。

温度 T 时, A组分固相的化学势等于

$$\mu_{a,o}^s = \mu_{a,o,m}^s + S_a^s (T_m - T)$$

同一温度下液相中的化学势等于

$$\begin{aligned} \mu_a^l &= \mu_{a,o}^l + RT \ln X_a \\ &= \mu_{a,o,m}^l + S_a^l (T_m - T) + RT \ln X_a \end{aligned}$$

用方程式 (5-13) 整理右边最后两项方程, 得

$$\begin{aligned} S_a^s (T_m - T) &= S_a^l (T_m - T) \\ &+ RT \ln X_a \end{aligned}$$

或用 ΔS_a 表示 $S_a^l - S_a^s$ (纯组分A的熔化熵), 写如下式:

$$\begin{aligned} \ln \frac{1}{X_a} &= \frac{1}{RT} \Delta S_a (T_m - T) = \\ &= \frac{\Delta S_a}{R} \left(\frac{T_m}{T} - 1 \right) \quad (5-14) \end{aligned}$$

此方程可确定 $T \leq T_m$ 的任一温度下与固相A处于平衡的液相的成分。相反,

$$T = \frac{T_m}{1 - (R/\Delta S_a) \ln X_a}$$

对于组分B也可以得出类似的关系式 (注意: $X_b = 1 - X_a$)。可以作出两条曲线, 分别表示A和B组分的熔化温度与液相成分的关系。曲线的交点表示低共熔成分及低共熔温度。低于这个温度, 在一定压力下 (假设是不变的), 物系中不可能有任何液相存在。相反, 加热A和B混合物首先生成的或当熔浆冷却在结晶过程中保留到最后的液体, 将一定有低共熔成分。

由方程 (5-14) 看出, 若熔化熵很小, T/T_m 的比值将很大, 而低共熔成分将富含组分A。正是由于这个原因, 具有高熔点、但熔化熵低的二氧化硅, 才富集于前述结晶过程的最后阶段的液体中

固溶液 如果A和B组分是互溶的, 则将出现不同的情况。如果无论是固体溶液还是液体溶液都是理想的, 则有

$$X_a^s = \frac{e^{\lambda_b} - 1}{e^{\lambda_b} - e^{-\lambda_a}}$$

$$X_a^s = \frac{e^{\lambda_b} - 1}{e^{\lambda_a + \lambda_b} - 1} \quad (5-15)$$

式中

$$\lambda_b = -\frac{\Delta S_b}{R} \left(\frac{T_m,b}{T} - 1 \right),$$

$$\lambda_a = -\frac{\Delta S_a}{R} \left(1 - \frac{T_m,a}{T} \right)$$

异元熔化 假设两个组分A和B生成补充的组分AB (如 SiO_2 和 MgO 形成顽辉石 MgSiO_3), 则具有完全固定性质的化合物已经不只是A和B组分的固溶液了。A和B组分的熔化温度和熔化熵将有一种情况, 即熔化曲线位于AB组分熔点之上。“AB组分的熔点”表示AB组分与同一成分的液体处于平衡的温度。在上述情况下, 我们说A、B组分是“异元”熔化的, 即它的分解伴随生成其他成分的新的固相和液相。 SiO_2 — MgO 系统中有两个补充化合物: 镁橄榄石 Mg_2SiO_4 和顽辉石 MgSiO_3 。后者异元熔化并生成镁橄榄石+富 SiO_2 的液相。相反, 顽辉石熔浆冷却时, 在温度 T 下由镁橄榄石生成顽辉石。在顽辉石异元溶化温度 T_i 时, 固体的镁橄榄石与液相作用并生成顽辉石。若液相开始时含 SiO_2 比顽辉石多, 则结晶过程在 T_i 之后继续进行到低共熔温度 T_a ; 在此温度下有顽辉石和二氧化硅晶出。

正长石多元熔化生成石榴石 KAlSi_3O_8 和液相。与顽辉石的情况一样, 在高压下熔浆变为异元的。在某些火山岩的结晶过程中, 异元熔化起着重要作用。

多相系统 在含有三个或更多组分的理

想系统中, 实验数据的计算和图解是异常复杂的, 但近年来这方面取得了很大进展。一般认为, 在这种复杂的系统中, 含固定的阳离子和阴离子配位数的液体, 具有固定的结构。附加某些变量(这些变量是描述理想程度的偏差的)的统计混合模型, 可能对这种带“晶格”的液体是适用的。为了进行全部必要的计算(这些计算全都是观察所有可能的二元系统的行为为基础的, 例如四组分系统中的A—B、A—C、A—D、B—C、B—D和C—D), 必须应用高效的计算技术。在这方面布兰德尔(Blander)的尝试已经奏效, 人们预言类似岩浆这样的多组分岩石系统熔浆行为的日子, 看来已经为期不远了。

杨伟忠译自:《THE EARTH An introduction to physical geology》

(上接第64页)

大的火山岩岩流, 以及采自轴带范围底部沉积物样品中的火山玻璃与玄武岩碎屑, 都支持一种看法, 即可以认为在海底推移过程中曾有玄武岩溢出。红海区域内的地震次数相当少, 但地壳形变的标志却有不整合、地块运动、褶皱作用和不久前珊瑚礁上升等方面的表现。玄武岩的溢出可能伴随着热盐水通过红海海底而减少。显然, 时代最近的热盐水溢流发生在“大西洋Ⅰ号”盆地的南部。看来过去曾周期性地有更多的盐水进入, 使盆地的盐水量增加, 经过鞍部溢流到相邻的洼地, 使它们底部的沉积物增温。继盐水溢流之后就是活动减少时期, 其间盐水与沉积物变冷。但可以证实仍有热量进入的就是盐水的温度略有升高。

(未完待续)

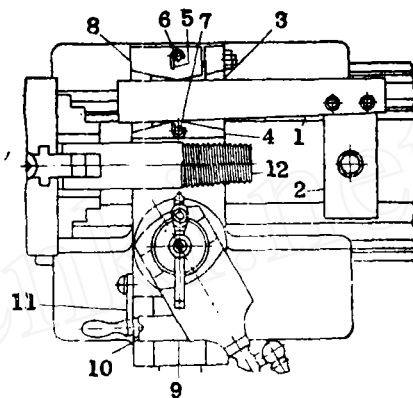
莫昶行译自:《Современное гидро-термальное рудоотложение》, Изд.

《Мир》, 1974, стр.

7~25

车锥形螺纹的专用装置

许多野外队由于没有专用机床, 加工锥形丝扣比较困难。为此向大家推荐一种专用装置(见附图), 靠它的作用, 可在普通车床上切削出合乎要求的锥形螺纹。



其结构及各部分的作用是: 斜尺(1)用两个螺钉扭紧在扁方的铁板(2)上, 安置在床面导轨的内部(用螺钉和压板由下面固定)。尺后面的垂直面与导轨平行, 前面按要求的角度制造(与工件12的斜度相同), 尺的下面放在横滑架(3)的上平面上, 压臂(4)固定在横滑架上, 紧压住斜尺的拉力弹簧(5), 套在圆销(6)上, 弹簧另一端固定在圆销(7)上, 导板(8)沿后面的床面导轨滑动, 横滑架碰上导向卡板(9)就停止, 并引起杠杆(10)活动, 以后通过终点, 把动作传到与其相连接的杠杆(11)上, 使装有车刀的刀架离开工件(12)。以后, 托架转到起初的位置并松开杠杆。最后将刀具重新对在开始切削的位置, 进行第二次切削。

使用此装置时, 只保留上部的小刀架丝杠, 而把中拖板的丝杠卸下来, 否则, 中拖板不会随斜尺(1)的斜面移动。

(刘彦骅编译)