

《材料科学基础》名词解释

晶体

原子、分子或离子按照一定的规律周期性排列组成的固体。

非晶体

原子没有长程的周期排列，无固定的熔点，各向同性等。

空间点阵

指几何点在三维空间作周期性的规则排列所形成的三维阵列，是人为的对晶体结构的抽象。

晶族

依据晶体结构中高次轴 ($n > 2$) 的数目，将晶体划分为低级 (无高次轴)、中级 (一个高次轴) 和高级 (多于一个高次轴) 晶族。

晶带轴定律

所有平行于同一方向的晶面 (hkl) 构成的一个晶带，该方向 $[uvw]$ 就称为晶带轴，则有 $hu + kv + lw = 0$ ，这就是晶带轴定律。

空间群

晶体结构中所有对称要素 (含微观对称要素) 的组合所构成的对称群。

布拉菲点阵

除考虑晶胞外形外，还考虑阵点位置所构成的点阵。

晶胞

在点阵中取出一个具有代表性的基本单元 (最小平行六面体) 作为点阵的组成单元，称为晶胞。

中间相

两组元 A 和 B 组成合金时，除了形成以 A 为基或以 B 为基的固溶体外，还可能形成晶体结构与 A、B 两组元均不相同的新相。由于它们在二元相图上的位置总是位于中间，故通常把这些相称为中间相。

配位数

晶体结构中任一原子周围最近邻且等距离的原子数。

致密度

晶体结构中原子体积占总体积的百分数。

金属键

自由电子与原子核之间静电作用产生的键合力。

共价键

相邻原子由于共享电子对所形成的价键，具有饱和性和方向性。

固溶体

是以某一组元为溶剂，在其晶体点阵中溶入其他组元原子 (溶剂原子) 所形成的均匀混合的固态溶体，它保持溶剂的晶体结构类型。

间隙相

当非金属 (X) 和金属 (M) 原子半径的比值 $r_X/r_M < 0.59$ 时，形成的具有简单晶体结构的相，称为间隙相。

肖脱基空位 (肖脱基缺陷)

在个体中晶体中，当某一原子具有足够大的振动能而使振幅增大到一定程度时，就可能克服周围原子对它的制约作用，跳离其原来位置，迁移到晶体表面或内表面的正常结点位置上而使晶体内部留下空位，称为肖脱基空位。

弗兰克尔空位 (弗兰克尔缺陷)

当晶格热振动时，一些能量足够大的原子离开其平衡位置，而挤到晶格的间隙中，形成间隙原子，并在原正常格点上留下空位。

点缺陷

三个方向上的尺寸都很小的缺陷，相当于原子的尺寸，例如空位、间隙原子、置换原子等。

线缺陷

一维尺度的缺陷，在另外二维方向尺寸很小，例如，位错。

面缺陷

二维尺度的缺陷，一个方向上的尺寸很小，另两个方向上的尺寸相对很大，例如晶界、亚晶界等。

位错

是晶体内的一种线缺陷，其特点是沿一条线方向原子有规律地发生错排；这种缺陷用一线方向和一个柏氏矢量共同描述。

柏氏矢量

描述位错特征的一个重要矢量，它集中反映了位错区域内畸变总量的大小和方向，也使位错扫过后晶体相对滑动的量。

全位错

把柏氏矢量等于点阵矢量或其整数倍的位错称为全位错。

不全位错

柏氏矢量不等于点阵矢量整数倍的位错称为不全位错。

肖克莱不全位错

在FCC晶体中位于{111}晶面上柏氏矢量为 $b=1/6\langle 112 \rangle$ 的位错。

单位位错

把柏氏矢量等于单位点阵矢量的位错称为单位位错。

刃型位错

晶体中的某一晶面，在其上半部有多余的半排原子面，好像一把刀刃插入晶体中，使这一晶面上下两部分晶体之间产生了原子错排，称为刃型位错。

螺型位错

位错线附近的原子按螺旋形排列的位错称为螺型位错。

扩展位错

通常指一个全位错分解为两个不全位错，中间夹着一个堆垛层错的整个位错形态。

滑移

位错线沿着滑移面的运动称为位错的滑移。

滑移系

晶体中一个滑移面及该面上一个滑移方向的组合称一个滑移系。

交滑移

当某一螺型位错在原滑移面上运动受阻时，有可能从原滑移面转移到与之相交的另一滑移面上去继续滑移，这一过程称为交滑移。

双交滑移

如果交滑移后的位错再转回和原滑移面平行的滑移面上继续运动，则称为双交滑移。

多滑移

当外力在几个滑移系上的分切应力相等并同时达到了临界分切应力时，产生同时滑移的现象。

位错滑移

在一定应力作用下，位错线沿滑移面移动的位错运动。

位错交割

不同滑移面上运动的位错在运动中相遇发生位错互相切割的现象。

点阵畸变（晶格畸变）

在局部范围内，原子偏离其正常的点阵平衡位置，造成点阵畸变。

有序固溶体

当一种组元溶解在另一组元中时，各组元原子分别占据各自的布拉维点阵的一种固溶体，形成一种各组元原子有序排列的固溶体，溶质在晶格完全有序排列。

置换固溶体

当溶质原子溶入溶剂中形成固溶体时，溶质原子占据溶剂点阵的阵点，或者说溶质原子置换了溶剂点阵的部分溶剂原子，这种固溶体就称为置换固溶体。

间隙固溶体

溶质原子分布于溶剂晶格间隙而形成的固溶体称为间隙固溶体。

有限固溶体

溶质在固溶体中的溶解度有一定限度，这种固溶体称为有限固溶体。

无限固溶体（连续固溶体）

某些元素之间可以任意比例形成固溶体，即不存在极限浓度的限制，称为无限固溶体或连续固溶体。

组分缺陷

在不等价置换的固溶体中，为了保持晶体的电中性，必然会在晶体中产生空位或间隙离子，这种晶体缺陷就成为组分缺陷。

范德华键

由瞬间偶极矩和诱导偶极矩产生的分子间引力所构成的物理键。

同素异晶转变（多晶型转变）

在周期表中，大约有40多种元素具有两种或两种类型以上的晶体结构。当外界条件（主要指温度和压力）改变时，元素的晶体结构可以发生转变，把金属的这种性质称为多晶型性。这种转变称为多晶型转变或同素异构转变。

同质多晶

化学组成相同的物质，在不同的热力学条件下会形成结构不同的晶体。

同质异构体

化学组成相同由于热力学条件不同而形成的不同晶体结构。

配位多面体

原子或离子周围与它直接相邻结合的原子或离子的中心连线所构成的多面体，称为原子或离子的配位多面体。

拓扑密堆相

由两种大小不同的金属原子所构成的一类中间相，其中大小原子通过适当的配合构成空间利用率和配位数都很高的复杂结构。由于这类结构具有拓扑特征，故称这些相为拓扑密堆相。

间隙化合物

当非金属(X)和金属(M)原子半径的比值 $r_X/r_M > 0.59$ 时，形成具有复杂晶体结构的相，

电子化合物

电子化合物是指由主要电子浓度决定其晶体结构的一类化合物，又称休姆-罗塞里相。凡具有相同的电子浓度，则相的晶体结构类型相同。

大角度晶界

多晶材料中各晶粒之间的晶界称为大角度晶界，即相邻晶粒的位相差大于 10° 的晶界。

小角度晶界

相邻亚晶粒之间的位相差小于 10° ，这种亚晶粒间的晶界称为小角度晶界，一般小于 2° ，可分为倾斜晶界、扭转晶界、重合晶界等。

固溶强化

由于合金元素（杂质）的加入，导致的以金属为基体的合金的强度得到加强的现象。

弥散强化（沉淀强化）

许多材料由两相或多相构成，如果其中一相为细小的颗粒并弥散分布在材料内，则这种材料的强度往往会增加，称为弥散强化。

细晶强化

通过细化晶粒以提高金属强度的方法称为细晶强化。

形变强化（加工硬化）

金属经冷塑性变形后，其强度和硬度上升，塑性和韧性下降，这种现象称为形变强化。

孪晶

孪晶是指两个晶体（或一个晶体的两部分）沿一个公共晶面构成镜面对称的位向关系，这两个晶体就称为孪晶，此公共晶面就称孪晶面。

晶粒

不具有规则外形的颗粒状小晶体称为晶粒。

晶粒度

实际金属结晶后，获得由大量晶粒组成的多晶体，每个晶粒的大小称为晶粒度，通常采用晶粒的平均面积或平均直径来表示。

亚晶粒

一个晶粒中若干个位相稍有差异的晶粒称为亚晶粒。

单晶体

由一个核心（称为晶核）生长而成的晶体称为单晶体。

晶界

晶界是成分结构相同的同种晶粒间的界面。

亚晶界

相邻亚晶粒间的界面称为亚晶界。

晶界能

不论是小角度晶界或大角度晶界，这里的原子或多或少地偏离了平衡位置，所以相对于晶体内部，晶界处于较高的能量状态，高出的那部分能量称为晶界能，或称晶界自由能。

晶界偏聚

由于晶内与晶界上的畸变能差别或由于空位的存在使得溶质原子或杂质原子在晶界上的富集现象。

表面能

表面原子处于不均匀的力场之中，所以其能量大大升高，高出的能量称为表面自由能（或表面能）。

界面能

界面上的原子处在断键状态，具有超额能量。平均在界面单位面积上的超额能量叫界面能。

亚稳相

亚稳相指的是热力学上不能稳定存在，但在快速冷却或加热过程中，由于热力学能垒或动力学的因素造成其未能转变为稳定相而暂时稳定存在的一种相。

孪生

晶体受力后，以产生孪晶的方式进行的切变过程叫孪生。

上坡扩散

溶质原子从低浓度向高浓度处扩散的过程称为上坡扩散。表明扩散的驱动力是化学位梯度而非浓度梯度。

间隙扩散

这是原子扩散的一种机制，对于间隙原子来说，由于其尺寸较小，处于晶格间隙中，在扩散时，间隙原子从一个间隙位置跳到相邻的另一个间隙位置，形成原子的移动。

反应扩散

伴随有化学反应而形成新相的扩散称为反应扩散。

稳态扩散

在稳态扩散过程中，扩散组元的浓度只随距离变化，而不随时间变化。

非稳态扩散

扩散组元的浓度不仅随距离 x 变化，也随时间变化的扩散称为非稳态扩散。

柯肯达尔效应

反映了置换原子的扩散机制，两个纯组元构成扩散偶，在扩散的过程中，界面将向扩散速率快的组元一侧移动。

一级相变

凡新旧两相的化学位相等，化学位的一次偏导不相等的相变。

二级相变

从相变热力学上讲，相变前后两相的自由能（焓）相等，自由能（焓）的一阶偏导数相等，但二阶偏导数不等的相变称为二级相变，如磁性转变，有序-无序转变，常导-超导转变等。

相平衡

系统中各相的化学势相等，各个组元在各相中的化学势相等。

共格相界

如果两相界面上的所有原子均成一一对应的完全匹配关系,即界面上的原子同时处于两相晶格的结点上,为相邻两晶体所共有,这种相界就称为共格相界。

非共格晶界

当两相在相界处的原子排列相差很大时，即错配度 δ 很大时形成非共格晶界。同大角度晶界相似，可看成由原子不规则排列的很薄的过渡层构成。

再结晶

冷变形后的金属加热到一定温度之后，在原变形组织中重新产生了无畸变的新晶粒，而性能也发生了明显的变化并恢复到变形前的状态，这个过程称为再结晶。（指出现无畸变的等轴新晶粒逐步取代变形晶粒的过程）

二次再结晶

再结晶结束后正常长大被抑制而发生的少数晶粒异常长大的现象。

再结晶退火

所谓再结晶退火工艺，一般是指将冷变形后的金属加热到再结晶温度以上，保温一段时间后，缓慢冷却至室温的过程。

再结晶温度

形变金属在一定时间（一般1h）内刚好完成再结晶的最低温度。

热加工

在再结晶温度以上的加工称为热加工。

冷加工

在再结晶温度以下的加工称为冷加工。

动态再结晶

再结晶温度以上变形和再结晶同时进行的现象。

柯氏气团

通常把溶质原子与位错交互作用后，在位错周围偏聚的现象称为气团，是由柯垂尔首先提出，又称柯氏气团。

时效

过饱和固溶体后续在室温或高于室温的溶质原子脱溶过程。

过时效

铝合金经固溶处理后，在加热保温过程中将先后析出 GP 区， θ'' ， θ' 和 θ 。在开始保温阶段，随保温时间延长，硬度强度上升，当保温时间过长，将析出 θ' ，这时材料的硬度强度将下降，这种现象称为过时效。

回火脆性

淬火钢在回火过程中，一般情况下随回火温度的提高，其塑性、韧性提高，但在特定的回火温度范围内，反而形成韧性下降的现象称为回火脆性。对于钢铁材料存在第一类和第二类回火脆性。他们的温度范围、影响因素和特征不同。

回火索氏体

淬火钢在加热到400-600°C温度回火后形成的回火组织，其由等轴状的铁素体和细小的颗粒状（蠕虫状）渗碳体构成。

回复

指新的无畸变晶粒出现之前所产生的亚结构和性能变化的阶段。

形变织构

多晶体形变过程中出现的晶体学取向择优的现象叫形变织构。

应变时效

第一次拉伸后，再立即进行第二次拉伸，拉伸曲线上不出现屈服阶段。但第一次拉伸后的低碳钢试样在室温下放置一段时间后，再进行第二次拉伸，则拉伸曲线上又会出现屈服阶段。不过，再次屈服的强度要高于初次屈服的强度。这个试验现象就称为应变时效。

临界变形量

加热到再结晶温度以上时能使金属材料发生再结晶的最小预变形量。

临界变形度

给定温度下金属发生再结晶所需的最小预先冷变形量。

施密特因子

亦称取向因子，为 $\cos\Phi\cos\lambda$ ， Φ 为滑移面与外力F中心轴的夹角， λ 为滑移方向与外力F的夹角。

临界分切应力

滑移系开动所需的最小分切应力；它是一个定值，与材料本身性质有关，与外力取向无关。

过冷度

相变过程中冷却到相变点以下某个温度后发生转变，平衡相变温度与该实际转变温度之差称过冷度。

正温度梯度

一般液态金属在铸型中凝固，其热量是通过型壁传导散出，故靠近型壁温度最低，凝固最早发生，而越靠近熔液中心，温度越高，即具有正温度梯度。

负温度梯度

结晶前沿液相中，温度由固液界面向液相内部逐渐降低的分布称为负温度梯度。

成分过冷

界面前沿液体中的实际温度低于由溶质分布所决定的凝固温度时产生的过冷。

伪共晶

非平衡凝固条件下，某些亚共晶或过共晶成分的合金也能得到全部的共晶组织，这种由非共晶成分的合金得到的共晶组织称为伪共晶。

离异共晶

共晶体中的 α 相依附于初生 α 相生长，将共晶体中另一相 β 推到最后凝固的晶界处，从而使共晶体两组成相相间的组织特点消失，这种两相分离的共晶体称为离异共晶。

均匀形核

新相晶核是在母相中存在均匀地生长的，即晶核由液相中的一些原子团直接形成，不受杂质粒子或外

表面的影响。

非均匀形核

新相优先在母相中存在的异质处形核，即依附于液相中的杂质或外来表面形核。

合金

两种或两种以上的金属或金属与非金属经熔炼、烧结或其他方法组合而成并具有金属特性的物质。

相图

描述各相平衡存在条件或共存关系的图解，也可称为平衡时热力学参量的几何轨迹。

相律

相律给出了平衡状态下体系中存在的相数与组元数及温度、压力之间的关系，可表示为： $f=C+P-2$ ， f 为体系的自由度， C 为体系的组元数， P 为相数。

自由度

在相平衡系统中，在一定范围内可以任意改变而不引起旧相消失或新相产生的独立变量称为自由度。

重心法则

处于三相平衡的合金，其成分点必位于共轭三角形的重心位置。

连线规则

在三元系统中如果相邻的两个相区（初晶区）的界线（或其延长线）与其相应的连线（或其延长线）相交，则此交点是该界线上的温度最高点。

切线规则

将界线上某一点所作的切线与相应的连线相交，则交点在连线上，则表示界线上该处具有共熔性质；如交点在连线的延长线上，则表示界线上该处具有转熔性质，远离交点的晶相被转熔。

偏析

合金中化学成分的不均匀性。

异质形核

晶核在液态金属中依靠外来物质表面或在温度不均匀处择优形成。

结构起伏

液态结构的原子排列为长程无序，短程有序，并且短程有序原子团不是固定不变的，它是此消彼长，瞬息万变，尺寸不稳定的结构，这种现象称为结构起伏。

调幅分解

过饱和固溶体在一定温度下分解成结构相同、成分不同的两个相的过程。

枝晶偏析

固溶体在非平衡冷却条件下，匀晶转变后新得的固溶体晶粒内部的成分是不均匀的，先结晶的内核含较多的高熔点的组元原子，后结晶的外缘含较多的低熔点的组元原子，而通常固溶体晶体以树枝晶方式长大，这样，枝干含高熔点组元较多，枝间含低熔点组元原子多，造成同一晶粒内部成分的不均匀现象。

定向凝固

在凝固过程中，铸件中各个组织全部沿同一方向生长，由此产生由取向相同的柱状、层片状及棒状所构成的单相或多相纤维状组织，这种凝固技术称为定向凝固。

平均分配系数

一定温度下，两相平衡时固液两相成分之比，即 $k_0=C_S/C_L$ 。

包晶转变

在二元相图中，包晶转变就是已结晶的固相与剩余液相反应形成另一固相的恒温转变。

共晶转变

二元合金中一个液相在恒定温度下同时转变为两个不同固相的转变。

共析转变

由一种固相分解得到其他两个不同固相的转变。

包析反应

由两个固相反应得到一个固相的过程为包析反应。

伪共析转变

非平衡转变过程中，处在共析成分点附近的亚共析、过共析合金，转变终了组织全部呈共析组织形态。

铁素体

碳在 α -Fe中形成的间隙固溶体称为铁素体。

奥氏体

碳在 γ -Fe中形成的间隙固溶体称为奥氏体。

珠光体

铁碳合金共析转变的产物，是共析铁素体和共析渗碳体的层片状混合物。

莱氏体

铁碳相图共晶转变的产物，是共晶奥氏体和共晶渗碳体的机械混合物。

索氏体

中温段珠光体转变产物，由片状铁素体渗碳体组成，层片间距较小，片层较薄。

马氏体相变

钢中加热至奥氏体后快速淬火所形成的高硬度的针片状组织的相变过程。

贝氏体相变

钢在珠光体转变温度以下，马氏体转变温度以上范围内（ 550°C - 230°C ）的转变称为贝氏体转变。

珠光体相变

Fe-C合金奥氏体在冷却过程中，在共析转变温度以下同时转变为铁素体和渗碳体的共析组织的相变。

铝合金的时效

铝合金在经过高温固溶处理后，迅速冷却形成过饱和固溶体，并在随后的加热保温过程中析出亚稳相的过程。

热弹性马氏体

马氏体相变造成弹性应变，而当外加弹性应变后可以使马氏体相变产生逆转变，这种马氏体称为热弹性马氏体。或马氏体相变由弹性应变来协调。这种马氏体称为热弹性马氏体。

热弹性马氏体相变

当马氏体相变的形状变化是通过弹性变形来协调时，称为热弹性马氏体相变。

淬透性

淬透性指合金淬成马氏体的能力，主要与临界冷速有关，大小用淬透层深度表示

淬硬性

淬硬性指钢淬火后能达到的最高硬度，主要与钢的含碳量有关。

惯习面

固态相变时，新相往往在母相的一定晶面开始形成，这个晶面称为惯习面。