

第一章

晶胞：在晶格中选取一个能够完全反映晶格特征的最小的几何单元，用来分析原子排列的规律性，这个最小的几何单元称为晶胞。

组元：组成合金最基本的独立的物质。

相：合金中结构相同，成分和性能均一并以界面相互分开的组成部分。

置换固溶体：溶质原子位于溶剂晶格的某些结点位置所形成的固溶体。

间隙固溶体：一些原子半径小的溶质原子溶入溶剂中是，不是占据溶剂晶格的正常结点位置，而是填入溶剂晶格的间隙中，形成间隙固溶体，

固溶强化：随溶质原子含量的增加，固溶体的强度硬度升高，塑性韧性下降的现象称为固溶强化。

点缺陷：空位（热平衡缺陷），间隙原子，置换原子

线缺陷：刃型位错，螺型位错

面缺陷：外表面（表面，自由界面）、内界面（大小晶界，亚晶界，孪晶界，堆垛层错，相界：共格、半共格、非共格）

位错：晶体中原子的排列在一定范围内发生有规律错动的一种特殊结构组态。位错的柏氏矢量具有的一些特性：

①用位错的柏氏矢量可以判断位错的类型，表示位错的性质，晶格畸变的大小和方向②柏氏矢量的守恒性，即柏氏矢量与回路起点及回路途径无关；③位错的柏氏矢量个部分均相同。

刃型位错的柏氏矢量与位错线垂直；螺型平行；混合型呈任意角度。

晶界具有的一些特性：

①晶界的能量较高，具有自发长大和使界面平直化，以减少晶界总面积的趋势；②原子在晶界上的扩散速度高于晶内，熔点较低；③相变时新相优先在晶界出形核；④晶界处易于发生杂质或溶质原子的富集或偏聚；⑤晶界易于腐蚀和氧化；⑥常温下晶界可以阻止位错的运动，提高材料的强度。

固溶体：在固态下合金中组元相互溶解而形成的均匀固相

配位数：晶体结构中，与任一原子最近邻并且等距的原子数

致密度：致密度=单位晶胞中原子所占有的体积/单位晶胞体积

金属键：金属中的自由电子与金属正离子相互作用所构成的键合

空间点阵：抽象的几何点在三维空间规则排列的队列

间隙相：当非金属原子半径与金属原子半径的比值小于0.59时，形成具有简单晶体结构的间隙型化合物

间隙化合物：当非金属原子半径与金属原子半径的比值大于0.59时，形成复杂晶体结构的间隙型化合物

第二章

过冷度：理论结晶温度与实际结晶温度的差称为过冷度。金属种类的不同，过冷度的大小也不同；金属的纯度越高，过冷度越大；冷却速度越快则过冷度越大。

近程有序：材料的结构在原子、分子范围内有一定的规则排列。

结构起伏：液态金属中近程有序的原子集团处于瞬时出现，瞬时消失，此起彼伏，变化不定的状态中。

能量起伏：液态金属中处于热运动的原子能量有高有低，同一原子的能量也在随时间不停地变化，时高时低的现象。

均匀形核：新相晶核在母相中均匀地生成，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。

结晶潜热：结晶时1mol物质从液相转变为固相所放出的热量。

融化潜热：融化时1mol物质从固相转变为液相所吸收的热量。

细化晶粒的方法：增加过冷度、变质处理、振动与搅拌。晶粒越细小，金属的强度，硬度增加同时塑性，韧性也越好。

形核功：形成临界晶核必须获得的能量

粗糙界面：从微观上高低不平，有几个原子厚的过渡层，过渡层中约50%的位置占有原子的界面称为粗糙界面。

变质处理：在液态金属中加入形核剂，在液态金属中形成大量基底，起非自发形核的作用，促进形核，抑制长大，从而达到细化晶粒，改善性能的目的。

均匀形核的条件：（1）过冷（2）必须同时具备尺寸条件和能量条件 $r > r^*$ / ΔG^* 靠能量起伏补偿

晶体长大：光滑界面(速度慢)：二维晶核长大、螺位错长大；粗糙界面:垂直长大速度快

伪共晶：不平衡的结晶条件下，成分在共晶点附近的合金全部转变成共晶组织，这种非共晶成分的共晶组织称为伪共晶

离异共晶：有共晶反应的合金中，如果成分离共晶点较远，由于初晶相数量较多，共晶相数量很少，共晶中与初晶相同的那一相会依附初晶长大，另外一个相单独分布于晶界处，使得共晶组织的特征消失，这种两相分离的共晶称为离异共晶

第三章

相律： $f = c - p + 1$ 其中， f 为自由度数， c 为组元数， p 为相数。

偏析：使塑韧性下降，抗蚀性下降，采用扩散退火或均匀化退火消除。

均匀化退火：将钢加热到略低于固相线温度，长时间保温（10-15h），然后随炉冷却，以使钢的化学成分和组织均匀化

枝晶偏析的因素：（1）冷却速度越大，扩散进行越充分，则偏析程度越大
（2）合金的结晶温度范围越大，则成分偏析的范围越大

影响成分过冷的因素：（1）合金的液相线越陡（ m 越大），合金含溶质浓度 C_0 越大，液体的扩散系数 D 越小， $k_0 < 1$ 时， k_0 越小； $k_0 > 1$ 时， k_0 越大，则成分过冷倾向越大（2）液相中实际温度分布越平缓（ G 越小），凝固速度（ R ）越快，成分过冷倾向越大。

成分过冷：在固液界面前方一定范围内的液相中，其实际温度低于平衡结晶温度，在界面前方出现了由液相中的成分变化而引起的一个过冷区域

成分过冷判据： $G/R < (mC_0/D) * (1 - K_0/K_0)$

成分过冷对结晶形貌的影响：当成分过冷从零开始增加时晶体形貌由平面晶依次发展为胞状晶、树枝晶（胞状、柱状、等轴）。

铸锭缺陷：缩孔：集中缩孔、分散缩孔；气孔；偏析：显微偏析、区域偏析（正偏析、反偏析、比重偏析）

简述铸件（锭）典型宏观凝固组织的三个晶区。

表面激冷区的形成：当液态金属浇入温度较低的铸型中时，型壁附近熔体由于受到强烈的激冷作用，产生很大的过冷度而大量非均质生核。这些晶核在过冷熔体中也采取枝晶方式生长，由于其结晶潜热既可从型壁导出，也可向过冷熔体中散失，从而形成了无方向性的表面细等轴晶组织。

中间柱状晶区的形成：在一般情况下柱状晶区是由表面细晶粒区发展而成的，但也可能直接从型壁处长出。稳定的凝固壳层一旦形成，柱状晶就直接由表面细等轴晶凝固层某些晶粒为基底向内生长，发展成由外向内生长的柱状晶区。

内部等轴晶的形成：1“成分过冷”理论：当成分过冷大到足以发生非均质生核时，便导致内部等轴晶的形成。2激冷等轴晶型壁脱落与游离理论：在浇注的过程中，由于浇注系统和铸型型壁处的吸热产生大的过冷，促使大量晶核形成，产生大量的细小等轴晶，这些小等轴晶从型壁脱落并随着浇注液流而分布于整个铸件。3枝晶熔断及结晶雨理论：生长着的柱状枝晶在凝固界面前方的熔断、游离和增殖导致了内部等轴晶晶核的形成，称为“枝晶熔断”理论。液面冷却产生的晶粒下雨似地沉积到柱状晶区前方的液体中，下落过程中也发生熔断和增殖，是铸锭凝固时内部等轴晶晶核的主要来源，称为“结晶雨”理论。

第四章

工业纯铁——含碳量 $<0.0218\%$ ，显微组织为铁素体。

亚共析钢：含碳量 $0.0218\% \sim 0.77\%$ ，具有先共析铁素体 α +珠光体P的组织，且含碳量越高（接近 0.77% ），珠光体的相对量越多，铁素体量越少。含碳质量分数 $\approx P\% \times 0.8\%$

共析钢：含碳 0.77% ，组织是全部珠光体P。

过共析钢：含碳量 $0.77\% \sim 2.11\%$ ，组织是珠光体P+渗碳体 Fe_3C 。

亚共晶白口铁：含碳 $2.11\% \sim 4.30\%$ ，组织是珠光体P+渗碳体 Fe_3C +莱氏体 Ld' 。

共晶白口铁：含碳 4.30% ，组织是莱氏体 Ld' 。

过共晶白口铁：含碳 $4.3\% \sim 6.69\%$ ，组织是渗碳体 Fe_3C +莱氏体 Ld' 。

δ -Fe：体心立方，A4点 $1394^\circ C$ 以上，高温铁素体，无磁性。

γ -Fe：面心立方，奥氏体，A3点 $912^\circ C$ 以上，无磁性。

α -Fe：体心立方，铁素体，居里点 $770^\circ C$ 以上无磁性，A1点 $600^\circ C$ 以上有顺磁性。

铁素体F：碳溶于 α -Fe中的间隙固溶体，最大溶碳量 0.0218% ，具有软韧性。

δ 铁素体：碳溶于 δ -Fe中的间隙固溶体，最大溶碳量 0.09%

奥氏体A：碳溶于 γ -Fe中的间隙固溶体，最大溶碳量 2.11%

渗碳体 Fe_3C ：铁与碳形成的间隙化合物，高硬度，塑性为0，A_o点 $230^\circ C$ 以上铁磁性消失，

莱氏体 Ld ：共晶转变形成的奥氏体与渗碳体的混合物，塑性很差。含 Fe_3C 量= $(4.3-2.11) / (6.69-2.11) = 47.8\%$

珠光体P： 0.0218% 的铁素体与渗碳体的混合物，呈层片状， $F = (6.69-0.77) / (6.69-0.0218) = 88.7\%$ ， $Fe_3C = 11.3\%$ 。

一次渗碳体：过共晶白口铁结晶时从液相中结晶出的粗大板片状先共晶渗碳体。硬度上升，脆性增加，塑韧性下降，

二次渗碳体：温度低于 A_{cm} 线时从A中析出的网状渗碳体。强度下降，脆性增加。

三次渗碳体：温度低于 $727^\circ C$ 时沿F晶界呈点状析出的渗碳体。含量为 $0.0218 / 6.69 = 0.33\%$ 基本无影响。

共析渗碳体：共析反应时P中的层片状渗碳体。强硬度升高，塑韧性下降。

共晶渗碳体：共晶反应时P所依附的基体渗碳体。脆性增加，强度降低。

热脆：硫引起钢在加热时开裂。

冷脆：磷提高钢的强硬度，使韧性剧烈下降，尤其是低温韧性。

脱磷：感应炉活炼脱磷，钢液还原脱磷，钢液氧化脱磷

第六章

软取向：当外力与滑移面、滑移方向的夹角都是 45° 时，金属最容易进行滑移，表现出最大塑性的取向。

硬取向：当外力与滑移面平行（ $\psi=90^\circ$ ）或者垂直 $\lambda=90^\circ$ 时，晶体不能进行滑移，直至断裂的取向。

弹性变形：金属的晶格结构在外力作用下产生的弹性畸变。

金属塑性变形：滑移和孪生

临界分切应力：能引起滑移或孪生所需要的最小分切应力

滑移系：一个滑移面和此面上的一个滑移方向的组合。体心、面心立方结构12个，密排六方结构3个。

交滑移：两个或两个以上的滑移面沿同一滑移方向进行交替滑移的过程。

复滑移：由于晶体的转动，使另一个滑移系参加滑移，从而形成双滑移、多组滑移系参加滑移的过程

孪生：晶体的一部分沿一定晶面（孪晶面）和晶向发生切变

变形组织：多晶材料因塑性变形后的晶粒取向偏离非随机分布状态所形成的组织，分丝状组织和板状组织。

多晶体塑性变形特点：不同时性，传递性，协调性，不均匀性

残余应力：宏观内应力（第一类内应力），微观内应力（第二类内应力），点阵畸变（第三类内应力）

加工硬化：由位错的运动和交互作用产生，1、能提高金属材料的强度，2、是材料能够拉伸或冷冲压加工成型的重要基础，3、提高零件使用过程中的安全性。

回复：冷变形金属在加热温度较低时，金属中的一些点缺陷和位错的迁移，使晶格畸变逐渐减小，内应力逐渐降低的过程。

再结晶：冷变形金属的加热温度高于回复温度时，在变形组织的基体上产生新的无畸变晶核，并迅速长大形成等轴晶粒，逐渐取代全部变形组织的过程。（动力：存储能；过程：形核长大；形核方式：亚晶形核，晶界凸出形核）

储存能：冷塑变时，外力所作的功尚有一小部分储存在形变金属内部，这部分能量称为储存能

再结晶晶粒大小控制：变形程度，原始晶粒尺寸，杂质与合金元素，变形温度，退火温度

再结晶温度影响因素：变形程度，金属的纯度，原始晶粒尺寸，加热时间和加热速度。

第七、八章

奥氏体形成过程：

1.亚共析钢：A形核，A长大，剩余Fe₃C溶解，F转变，A均匀化

2.共析钢：A形核，A长大，剩余Fe₃C溶解，A均匀化

3.过共析钢：A形核，A长大，剩余Fe₃C溶解，Fe₃C II 溶解，A均匀化

影响A形成速度因素：1.加热温度的影响2.原始组织的影响3.化学成分的影响（质量分数的影响。合金元素的影响）

影响A长大：1.加热温度和保温时间的影响2.加热速度的影响3.质量分数的影响4.合金元素的影响。

起始晶粒度：A转变刚刚完成，其晶粒边界刚刚互相接触时的A晶粒大小。

实际晶粒度：钢在某一具体的热处理或热加工条件下获得的A的实际晶粒大小

本质晶粒度：在（930±10）℃保温3~8h后测定的A晶粒大小。

马氏体强硬的本质：固溶强化，相变强化，时效强化，晶界强化。

马氏体转变特点：1.热力学特点：快速冷却，深度过冷2.晶体学特点：无扩散性，切变性，共格性，严格的位向关系和惯习面3.动力学特点：降温转变，A的稳定化（热稳定化、机械稳定化）4.M转变的可逆性：无扩散的形成A。

残余奥氏体：一般钢淬火都是冷却到室温，高碳钢和许多合金钢的Ms在室温以上，Mf在室温以下，则淬火冷却到室温就会保留相当数量的未转变奥氏体。

第九章

热处理：将钢在固态下加热到预定的温度，并在该温度下保持一段时间，然后以一定的速度冷却下来，让其获得所需要的组织结构和性能的一种热加工工艺。

退火：将组织偏离平衡状态的金属或合金加热到适当的温度，保持一定时间，然后缓慢冷却以达到接近平衡状态组织的热处理工艺称为退火。

退火的目的：均匀钢的化学成分及组织；细化晶粒；调整硬度，改善钢的成形及切削加工性能；消除内应力和加工硬化；为淬火做好组织准备。

退火具体工艺有：扩散退火、完全退火、不完全退火、球化退火、再结晶退火和消除应力退火。

球化退火：是使钢中的碳化物球化，获得粒状珠光体的一种热处理工艺。主要应用于共析钢，过共析钢和合金工具钢。目的是为了降低硬度、改善切削加工性能，以及获得均匀的组织，改善热处理工艺性能，为以后淬火作组织准备。有一次球化退火，等温球化退火，往复球化退火。

正火：将钢加热到Ac₃（对于亚共析钢）或Accm（对于过共析钢）以上适当的温度，保温一定时间，使之完全奥氏体化，然后空冷以得到珠光体类组织的热处理工艺。

正火的目的：改善钢的切削加工性能；细化晶粒，消除热加工缺陷；消除过共析钢的网状碳化物，便于球化退火；提高普通结构零件的机械性能。

淬火：把钢加热到临界点（ A_{c1} 或 A_{c3} ）以上保温并随之以大于临界冷却速度（ V_c ）冷却，以得到介稳状态的马氏体或下贝氏体组织的热处理工艺方法称为淬火。

淬火目的：提高工具、渗碳零件和其它高强度耐磨机器零件等的硬度、强度和耐磨性；结构钢通过淬火和回火之后获得良好的综合机械性能；此外，还有很少数的一部分工件是为了改善钢的物理和化学性能。如提高磁钢的磁性，不锈钢淬火以消除第二相，从而改善其耐蚀性等。

淬火具体工艺有：单液淬火法；中断淬火法(双淬火介质淬火法)；喷射淬火法；分级淬火法；等温淬火法。

热应力：工件在加热(或冷却)时，由于不同部位的温度差异，导致热胀(或冷缩)的不一致所引起的应力称为热应力。

组织应力：由于工件不同部位组织转变不同时性而引起的内应力。

淬透性：是指钢在淬火时获得马氏体的能力的特性。由钢的种类，零件尺寸，冷却介质决定

淬硬性：指淬火后形成的马氏体组织所能达到的硬度。取决于M中的含碳质量分数。

淬火缺陷：过热，过烧，表面氧化，脱碳。

淬火加热温度，主要根据钢的相变点来确定。对亚共析钢，一般选用淬火加热温度为 $A_{c3} + (30 \sim 50^{\circ}\text{C})$ ，过共析钢则为 $A_{c1} + (30 \sim 50^{\circ}\text{C})$ ，合金钢一般比碳钢加热温度高。确定淬火加热温度时，尚应考虑工件的形状、尺寸、原始组织、加热速度、冷却介质和冷却方式等因素。在工件尺寸大、加热速度快的情况下，淬火温度可选得高一些。另外，加热速度快，起始晶粒细，也允许采用较高加热温度。

回火：将淬火后的钢再加热到 A_{c1} 以下的某一温度，保温一段时间，冷却到室温的热处理工艺。

回火的目的：为了稳定组织，减小或消除淬火应力，提高钢的塑性和韧性，获得强度、硬度和塑性、韧性的适当配合，以满足不同工件的性能要求。

回火具体工艺：低温回火，中温回火，高温回火。

调制：淬火加高温回火。

回火稳定性：淬火钢对回火时发生软化过程的抵抗能力。

回火脆性：钢在一定的温度范围内回火时，其冲击韧性显著下降，这种脆化现象叫做钢的回火脆性。

过冷奥氏体：在临界温度以下处于不稳定状态的奥氏体称为过冷奥氏体。

名词解释

晶体：原子在三维空间中有规则的周期性重复排列的物质。

空间点阵：描述晶体中原子（离子、分子或原子集团）规律排列的空间构架

配位数：指晶体结构中在任一原子最邻近、等距离的原子数目。

均匀形核：新相晶核是在母相中均匀地生成，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

过冷度：金属的实际结晶温度 T_n 与理论结晶温度 T_m 之差

伪共晶：不平衡的结晶条件下，成分在共晶点附近的合金全部转变成共晶组织，这种非共晶成分的共晶组织称为伪共晶。

离异共晶：有共晶反应的合金中，如果成分离共晶点较远，由于初晶相数量较多，共晶相数量很少，共晶中与初晶相同的那一相会依附初晶长大，另外一个相单独分布于晶界处，使得共晶组织的特征消失，这种两相分离的共晶称为离异共晶

回复：冷变形金属在加热温度较低时，金属中的一些点缺陷和位错的迁移，使晶格畸变逐渐减小，内应力逐渐降低的过程。

软取向：当外力与滑移面、滑移方向的夹角都是 45° 时，金属最容易进行滑移，表现出最大塑性的取向。

硬取向：当外力与滑移面平行（ $\psi=90^\circ$ ）或者垂直 $\lambda=90^\circ$ 时，晶体不能进行滑移，直至断裂的取向。

淬透性：是指钢在淬火时获得马氏体的能力的特性。由钢的种类，零件尺寸，冷却介质决定。

淬硬性：指淬火后形成的马氏体组织所能达到的硬度。取决于M中的含碳质量分数。

简答

固态金属扩散的条件是什么？

①温度要足够高，温度越高原子热振动越激烈原子被激活而进行迁移的几率越大；②时间要足够长，只有经过相当长的时间才能造成物质的宏观迁移；③扩散原子要固溶，扩散原子能够溶入基体晶格形成固溶体才能进行固态扩散；④扩散要有驱动力，没有动力扩散无法进行，扩散的驱动力为化学位梯度。

什么是过冷度？为什么金属结晶一定要有過冷度？

过冷度：理论结晶温度与实际结晶温度的差称为过冷度。

液态金属结晶的过程是形核与晶核的长大过程。从热力学的角度上看，没有过冷度结晶就没有驱动力。根据 $R_k \propto 1/\Delta T$ 可知当过冷度 ΔT 为零时临界晶核半径 R_k 为无穷大，临界形核功 ($\Delta G \propto 1/\Delta T^2$) 也为无穷大。临界晶核半径 R_k 与临界形核功为无穷大时，无法形核，所以液态金属不能结晶。晶体的长大也需要过冷度，所以液态金属结晶需要过冷度。

合金元素Cr、Mn、Ni、强碳化物形成元素在钢中的主要作用是什么？

Cr在钢中的主要作用有：溶入基体，提高淬透性，固溶强化；形成第二相提高强度、硬度；含量超过13%时提高耐腐蚀性；在表面形成致密的氧化膜，提高抗氧化能力。Cr促进第二类回火脆性的发生。

Mn在钢中的主要作用有：溶入基体，提高淬透性，固溶强化；形成第二相提高强度、硬度；含量超过13%时形成奥氏体钢，提高耐磨性；消除硫的有害作用。Mn促进第二类回火脆性的发生，促进奥氏体晶粒的长大。

Ni在钢中的主要作用有：溶入基体，提高淬透性，固溶强化；扩大奥氏体区，提高钢的韧性，降低冷脆转变温度。

强碳化物形成元素（Ti、Nb、Zr、V）的主要作用有：形成碳化物提高硬度、强度、耐磨性，提高回火稳定性，细化晶粒，防止晶间腐蚀。

钢材在热处理过程中出现脆化现象的主要原因及解决方法。

答：①过共析钢奥氏体化后冷却速度较慢出现网状二次渗碳体时，使钢的脆性增加，脆性的网状二次渗碳体在空间上把塑性相分割开，使其变形能力无从发挥。解决方法，重新加热正火，增加冷却速度，抑制脆性相的析出。②淬火马氏体在低温回火时会出现第一类回火脆性，高温回火时有第二类回火脆性，第一类回火脆性不可避免，第二类回火脆性，可重新加热到原来的回火温度，然后快冷恢复韧性。③工件等温淬火时出现上贝氏体时韧性降低，重新奥氏体化后降低等温温度得到下贝氏体可以解决。④奥氏体化温度过高，晶粒粗大韧性降低。如：过共析钢淬火温度偏高，晶粒粗大，获得粗大的片状马氏体时，韧性降低；奥氏体晶粒粗大，出现魏氏组织时脆性增加。通过细化晶粒可以解决。

20CrMnTi、40CrNiMo、60Si2Mn、T12属于哪类钢？含碳量为多少？钢中合金元素的主要作用是什么？淬火加热温度范围是多少？常采用的热处理工艺是什么？最终的组织是什么？性能如何？

20CrMnTi为渗碳钢，含碳量为0.2%，最终热处理工艺是淬火加低温回火，得到回火马氏体，表面为高碳马氏体（渗碳后），强度、硬度高，耐磨性好；心部低碳马氏体（淬透）强韧性好。Mn与Cr提高淬透性，强化基体，Ti阻止奥氏体晶粒长大，细化晶粒。

40CrNiMo为调质钢，含碳量为0.4%，最终热处理工艺是淬火加高温回火，得到回火索氏体，具有良好的综合机械性能，Cr、Ni提高淬透性，强化基体，Ni提高钢的韧性，Mo细化晶粒，抑制第二类回火脆性。

60Si2Mn为弹簧钢，含碳量为0.6%，最终热处理工艺是淬火加中温回火，得到回火托氏体（或回火屈氏体），具有很高的弹性极限，Si、Mn提高淬透性，强化基体，Si提高回火稳定性。

T12钢为碳素工具钢，含碳量为1.2%，最终热处理工艺是淬火加低温回火，得到回火马氏体 + 粒状Fe₃C + 残余奥氏体（γ'），强度硬度高、耐磨性高，塑性、韧性差。

过共析钢淬火加热温度为什么不超过Accm？

过共析钢淬火加热温度为AC₁ + 30 ~ 50℃。加热温度超过Accm时，温度高，容易发生氧化、脱碳；奥氏体晶粒容易粗大，淬火后马氏体粗大，产生显微裂纹，强度下降；渗碳体全部溶解，失去耐磨相，奥氏体中的含碳量高，淬火后残余奥氏体量多，硬度降低、强度降低。

亚共析钢正火与退火相比哪个硬度高?为什么?

正火后硬度高。正火与退火相比，正火的珠光体是在较大的过冷度下得到的，因对亚共析钢来说，析出的先共析铁素体较少，珠光体数量较多(伪共析)，珠光体片间距较小。此外由于转变温度较低，珠光体成核率较大，因而珠光体团的尺寸较小。

用T12钢（锻后缓冷）做一切削工具，工艺过程为：正火→球化退火→机加工成形→淬火→低温回火。各热处理工艺的的目的是什么？得到什么组织？各种组织具有什么性能。

- ① 正火：消除网状的二次渗碳体，同时改善锻造组织、消除锻造应力，得到片状的珠光体，片状的珠光体硬度较高，塑性韧性较差。
- ② 球化退火：将片状的珠光体变成粒状珠光体，降低硬度，便于机械加工；组织为粒状珠光体，这种组织塑性韧性较好，强度硬度较低。
- ③ 淬火：提高硬度、强度和耐磨性；组织为马氏体+粒状碳化物+残余奥氏体；这种组织具有高强度高硬度，塑性韧性差。
- ④ 低温回火：减少或消除淬火应力，提高塑形和韧性；组织为回火马氏体+粒状碳化物+残余奥氏体。回火组织有一定的塑性韧性，强度、硬度高，耐磨性高

低碳钢（15、20）、中碳钢（40、45）、共析钢（T8）获得良好综合力学性能的最终热处理工艺及组织。

低碳钢：淬火加低温回火，组织为回火马氏体。中碳钢：淬火加高温回火，组织为回火索氏体。共析钢：等温淬火，组织为下贝氏体。

金刚石结构属于什么点阵？每个晶胞所占原子数为多少？原子半径、配位数、致密度为多少？

- 1.两个面心立方点阵沿着体对角线方向相对位移了体对角线长度的1/4后构成的（金刚石属于立方晶系、面心立方点阵。
- 2. $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} + 4 = 8$ 个。
- 3.配位数4 点阵参数 $a = 0.3599$ 致密度0.34 原子半径 $\frac{\sqrt{3}}{8}a$

金属凝固的热力学条件：液态金属要结晶，其结晶温度一定要低于理论结晶温度 t_m ，即要有一定的过冷度，此时的固态金属的自由能低于液态金属的自由能，两者的自由能之差构成了金属结晶的驱动力，冷却速度越快则过冷度越大。

过冷度对形核率 N 有何影响：开始时，形核率随过冷度的增加而增大，超过极大值后，形核率随过冷度增加而减小，当过冷度很大时，形核率接近于0.

简述铸件（锭）典型宏观凝固组织的三个晶区。

表面激冷区的形成：当液态金属浇入温度较低的铸型中时，型壁附近熔体由于受到强烈的激冷作用，产生很大的过冷度而大量非均质生核。这些晶核在过冷熔体中也采取枝晶方式生长，由于其结晶潜热既可从型壁导出，也可向过冷熔体中散失，从而形成了无方向性的表面细等轴晶组织。

中间柱状晶区的形成：在一般情况下柱状晶区是由表面细晶粒区发展而成的，但也可能直接从型壁处长出。稳定的凝固壳层一旦形成，柱状晶就直接由表面细等轴晶凝固层某些晶粒为基底向内生长，发展成由外向内生长的柱状晶区。

内部等轴晶的形成：1“成分过冷”理论：当成分过冷大到足以发生非均质生核时，便导致内部等轴晶的形成。2激冷等轴晶型壁脱落与游离理论：在浇注的过程中，由于浇注系统和铸型型壁处的吸热产生大的过冷，促使大量晶核形成，产生大量的细小等轴晶，这些小等轴晶从型壁脱落并随着浇注液流而分布于整个铸件。3枝晶熔断及结晶雨理论：生长着的柱状枝晶在凝固界面前方的熔断、游离和增殖导致了内部等轴晶晶核的形成，称为“枝晶熔断”理论。液面冷却产生的晶粒下雨似地沉积到柱状晶区前方的液体中，下落过程中也发生熔断和增殖，是铸锭凝固时内部等轴晶晶核的主要来源，称为“结晶雨”理论。

碳对钢性能的影响：碳钢的组成相只有铁素体和渗碳体两种，组织组成物有先共析铁素体、珠光体和二次渗碳体三种。由于铁素体硬度低、塑性好，渗碳体硬度非常高、塑性为0；所以，由铁素体和渗碳体均匀混合的珠光体具有良好的综合性能，即具有良好的强度和硬度,同时也具有较好地塑性和韧性。对于亚共析钢，随着含碳量的增加，珠光体的相对量提高，钢的强度、硬度增高，塑性、韧性下降。对于过共析钢，随着含碳量的增加，二次渗碳体数量增加，并且形成网状结构，不仅造成钢的塑性、韧性下降，同时也使强度下降；只有硬度增高。