

第一章

1.三种典型晶胞结构:

体心立方: Mo、Cr、W、V 和 α -Fe

面心立方: Al、Cu、Ni、Pb 和 β -Fe

密排六方: Zn、Mg、Be

	体心立方	面心立方	密排六方
实际原子数	2	4	6
原子半径	$r = \frac{\sqrt{3}}{4}a$	$r = \frac{\sqrt{2}}{4}a$	$r = \frac{1}{2}a$
配位数	8	12	12
致密数	68%	74%	74%

2.晶向、晶面与各向异性

晶向: 通过原子中心的直线为原子列, 它所代表的方向称为晶向, 用晶向指数表示。

晶面: 通过晶格中原子中心的平面称为晶面, 用晶面指数表示。

(晶向指数、晶面指数的确定见书 P7。)

各向异性: 晶体在不同方向上性能不相同的现象称为各向异性。

3.金属的晶体缺陷: 点缺陷、线缺陷、面缺陷

4.晶体缺陷与强化: 室温下金属的强度随晶体缺陷的增多而迅速下降, 当缺陷增多到一定数量后, 金属强度又随晶体缺陷的增加而增大。因此, 可以通过减少或者增加晶体缺陷这两个方面来提高金属强度。

5.过冷: 实际结晶温度 T_n 低于理论结晶温度 T_0 的现象称为过冷。

过冷度 $\Delta T = T_0 - T_n$ 过冷度与冷却速度有关, 冷却速度越大, 过冷度也越大。

6.结晶过程: 金属结晶就是晶核不断形成和不断长大的过程。

7.滑移变形: 单晶体金属在拉伸塑性变形时, 晶体内部沿着原子排列最密的晶面和晶向发生了相对滑移, 滑移面两侧晶体结构没有改变, 晶格位向也基本一致, 因此称为滑移变形。

晶体的滑移系越多, 金属的塑性变形能力就越大。

8.加工硬化: 随塑性变形增加, 金属晶格的位错密度不断增加, 位错间的相互作用增强, 提高了金属的塑性变形抗力, 使金属的强度和硬度显著提高, 塑性和韧性显著降低, 这称为加工硬化。

9.再结晶: 金属从一种固体晶态过渡到另一种固体晶态的过程称为再结晶。 作用: 消除加工硬化, 把金属的力学和物化性能基本恢复到变形前的水平。

10.合金: 两种或两种以上金属元素或金属与非金属元素组成的具有金属特性的物质。

11.相: 合金中具有相同化学成分、相同晶体结构并有界面与其他部分隔开的均匀组成部分称为“相”。 分类: 固溶体和金属间化合物

第二章

1.铁碳合金相图 (20 分) P22

2.铁碳合金相图的基本相性能：P23

铁素体（用 α 表示）：碳溶于 α -Fe 中形成的体心立方晶格的间隙固溶体，金相显微镜下为多边形晶粒。铁素体中碳的溶解度很小。铁素体的强度和硬度低、塑性好，力学性能与纯铁相似。铁素体在 770°C 以下具有磁性。

奥氏体（用 γ 表示）：碳溶于 γ -Fe 中形成的面心立方晶格的间隙固溶体，金相显微镜下为规则的多边形晶粒。奥氏体中碳的溶解度较大。奥氏体的强度和硬度不高，塑性好，容易压力加工。奥氏体没有磁性。

δ 固溶体（又称高温铁素体，用 δ 表示）：碳溶于 δ -Fe 中形成的体心立方晶格的间隙固溶体。 δ 固溶体的性质与铁素体相同，但 δ 固溶体只存在于 1394~1538°C，在 1495°C 碳的溶解度最大，达到 0.09%。

渗碳体（即是 Fe_3C 相）：渗碳体的硬度很高，强度极低，脆性非常大，对铁碳合金的力学性能有很大影响。

液相（用 L 表示）：铁和碳在一定温度下生成的液相熔体。

3.铁碳合金相的转变：P24

4.钢的平衡结晶过程（三选一）P24~26

共析钢 亚共析钢 过共析钢

第三章

1.珠光体转变为奥氏体的过程主要有三个阶段：奥氏体的形核与长大；剩余渗碳体的溶解；奥氏体成分的均匀化。

2.热处理有两种冷却方式：

等温冷却：将钢由加热温度迅速冷却到临界点 A_{c1} 以下的既定温度，保温一定时间，进行恒温转变，然后再冷却到室温的过程。

连续冷却：将钢由加热温度连续冷却到室温，在临界点以下进行连续转变的过程。

3.**退火**：将钢加热到临界点 A_{c1} 以上或者在临界点以下某一既定温度保温一定时间，然后缓慢冷却（一般是随炉冷却）的一种热处理工艺。

4.退火的分类：完全退火 等温退火 球化退火 去应力退火（低温退火） 扩散退火

5.**正火**：将钢加热到 A_{c3} 以上 30~50°C（亚共析钢）或者 A_{ccm} 以上 30~50°C（过共析钢），保温一定时间后在空气中冷却，**得到索氏体组织**。目的：P36

6.**淬火**：将淬火钢加热到 A_{c3} 以上 30~50°C（亚共析钢）或者 A_{c1} 以上 30~50°C（共析钢、过共析钢），保温一定时间，然后快速冷却（油冷或水冷），**使奥氏体转变为马氏体的热处理工艺**。 目的：获得马氏体组织以提高钢的强度和硬度。

7.**回火**：将淬火钢加热到 A_{c1} 以下的某一温度，保温一段时间，然后冷却至室温，改善组织并消除内应力的热处理工艺。

8.回火的种类和应用：

低温回火（150~250°C）：得到马氏体组织

中温回火（350~500°C）：得到回火屈氏体组织

高温回火（500~650°C）：得到回火索氏体

9.习惯上把淬火加高温回火的热处理称为**调质处理**。

第四章

- 1.合金化的原因：碳钢的性能有许多不足，特别是淬透性低，强度和屈强比低，回火稳定性差；在抗高压，耐腐蚀，耐高、低温和耐磨方面也较差。合金化是改善金属使用和加工性能最根本的方法。
- 2.合金化的基本原则：强化铁素体，细化晶粒，提高淬透性、回火抗力和耐蚀性，防止高温回火脆性和改善加工性能。
- 3.钢的分类（给 10 个钢种，写出它的名称）P52~54

第五章

- 1.金属材料的力学性能是指材料在力或能量的作用下所表现的行为。
- 2.金属的力学性能指标：
强度：
硬度：衡量材料软硬程度的一种性能指标。
塑性：
韧性：材料在断裂前吸收变形能量的能力。
- 3.冲击吸收功 A_k ：试样在冲击实验力一次作用下折断时所吸收的功。

第六章

- 1.金属材料常见的失效形式：变形失效 断裂失效 表面损伤（腐蚀、磨损）
- 2.蠕变：金属材料在长时间恒温、恒应力作用下，即使应力低于屈服点也会缓慢产生塑性变形的现象。
- 3.断裂：金属材料在应力的作用下分为互不相连的两个或两个以上部分的现象。
- 4.断裂的分类：P75
按断裂前变形程度：韧性断裂、脆性断裂
区别：
韧性断裂：金属材料在断裂之前产生显著的宏观塑性变形的断裂叫做韧性断裂。特征：缓慢，有可见的塑性变形，断裂过程中吸收了较多的能量，有变形前兆，危害小。
脆性断裂：金属材料在断裂之前没有发生或很少发生宏观可见的塑性变形的断裂叫做脆性断裂。特征：快速，没有可见的塑性变形，断裂过程中材料吸收的能量很小，没有变形前兆，危害大。
疲劳断裂：金属材料在交变载荷作用下，经过一定的周期后所发生的断裂叫做疲劳断裂。
- 5.过程装备及其构件失效的原因：
 - ①设计不合理
 - ②选材不当及材料缺陷
 - ③制造工艺不合理
 - ④操作和维修不当

第七章

1. 压力容器的使用工况

压力：高压 温度：高温 介质特性：易燃、易爆、有毒介质 操作特点：

2. 压力容器失效形式

由于力学性能因素引起的失效：韧性断裂、脆性断裂、疲劳断裂

3. 压力容器对材料性能的要求

- ① 压力容器用钢大都为低碳钢
- ② 良好的冶金质量
- ③ 优良的综合力学性能
- ④ 良好的材料组织和组织稳定性
- ⑤ 良好的加工工艺性能和焊接性能

4. 低温用钢和高温用钢的特点和性能要求（15分）

高温用钢

特点：一是高温下钢会产生蠕变现象；二是高温下钢的力学性能随温度及载荷持续时间而变化；三是高温下钢的组织结构常会产生转变。

蠕变：金属在长时间的恒温、恒应力作用下，发生缓慢的塑性变形的现象。蠕变使材料变脆并使材料的力学性能下降。

P100~102

分类	珠光体耐热钢	马氏体耐热钢	铁素体耐热钢	奥氏体耐热钢
特点	合金元素含量少，膨胀系数小，导热性好，具有良好的冷、热加工性能和焊接性能	淬透性好，空冷就能得到马氏体	抗氧化性强，但高温强度低，焊接能力差，脆性大	具有高的热强性和抗氧化性，高的塑性和韧性，良好的可焊性和冷成形性
热处理	正火+回火	退火	正火	固溶
常用钢号	15CrMo、12Cr1MoV	1Cr11MoV、1Cr12WMoV	1Cr13Si3、1Cr13SiAl、1Cr18Si2	0Cr19Ni9、0Cr18Ni9Ti、0Cr17Ni12Mo2、2Cr25Ni20

低温用钢 P107~108

分类	低合金低温用钢	镍钢	高锰奥氏体钢	铬镍奥氏体不锈钢
特点				
热处理	正火或调质		热轧固溶	
常用钢号	16MnDR、09Mn2VDR	2.25Ni、3.5Ni、9Ni	20Mn23Al、15Mn26Al4	0Cr18Ni9、1Cr18Ni9

第九章

选材的基本原则：使用性能原则、加工工艺性原则和经济性原则