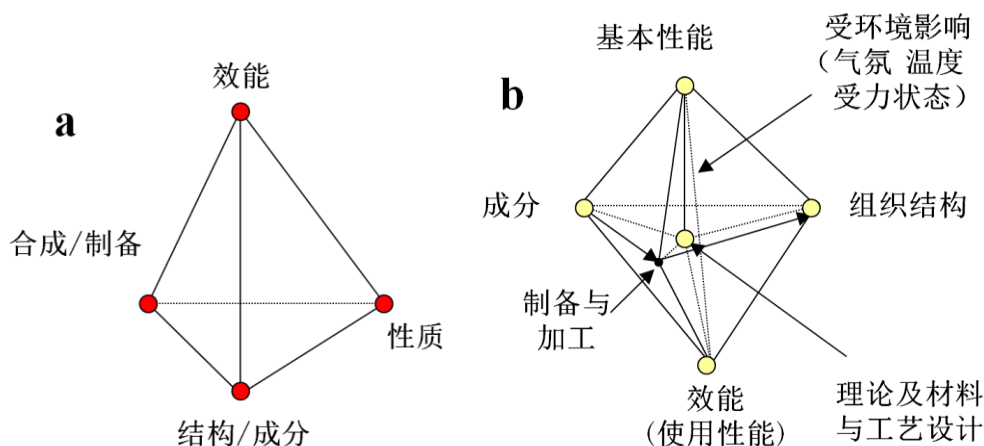


## 第一章

## 1. 材料的四要素：性质和现象、使用性能、结构和成分、合成和加工



## 2. 材料的分类

按材料组成、结构特点分：

金属材料、无机非金属材料、高分子材料、复合材料

复合材料定义：

用经过选择的、含一定数量比的两种或两种以上的组分（或称组元），通过人工复合、组成多相、三维结合且各相之间有明显界面的、具有特殊性能的材料。

## 3. 金属材料

**纯金属及其合金。**合金是由两种或两种以上元素组成，其中至少有一种为金属元素组成具有金属性的材料。金属性的关键特征是具有正的电阻温度系数，这是由于它的导电是自由电子的运动所决定的。

## 1) . 金属材料分类：

## ① 黑色金属（钢和铸铁）

**钢：**碳素钢和合金钢（按成分）；普通钢、优质钢和高级优质钢（按品质）；平炉钢、转炉钢、电炉钢和奥氏体钢（按冶炼法）；结构钢、工具钢、特殊钢及专用钢（按用途）。

**铸铁：**灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁、蠕墨铸铁和特殊性能铸铁等。

## ② 有色金属(非铁材料)

**轻金属**(密度 < 5)、**重金属**(密度 > 5)、**贵金属**、**类金属**和**稀有金属**，如 Al、Cu、Zn、Sn、Pb、Mg、Ni、Ti 及其合金。在工程上占有重要地位。

## 4. 无机非金属材料

主要包括**晶体、陶瓷、玻璃、水泥和耐火材料**等

按性能和用途：**传统陶瓷和特种陶瓷**

### 1). 陶瓷的基本特性:

- ① 化学键主要是离子键、共价键以及它们的混合键;
- ② 硬而脆、韧性低、抗压不抗拉、对缺陷敏感;
- ③ 熔点较高, 具有优良的耐高温、抗氧化性能;
- ④ 自由电子数目少, 导热性和导电性较小;
- ⑤ 耐化学腐蚀;
- ⑥ 耐磨损;
- ⑦ 成型方式为粉末制坯、烧结成型.

### 5. 高分子材料

以 C、H、N、O 元素为基础, 由大量结构相同的小单元聚合组成, 分子量大, 并在某一范围内变化。

#### 1) 塑料是重要的高分子材料, 分为通用塑料和工程塑料。




**通用塑料**包括: 聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、。

**工程塑料 (高强、高模、耐高温):** ABS (丙烯腈-丁二烯-苯乙烯)、聚酰胺、聚甲醛、聚碳酸酯、聚砒、聚酰亚胺。

#### 2). 高分子材料的基本属性

- ① 结合键主要为共价键, 部分范德华键;
- ② 分子量大, 无明显的熔点, 有玻璃化转变温度、粘流温度;
- ③ 力学状态有玻璃态、高弹态和粘流态;
- ④ 强度较高;
- ⑤ 质量轻;
- ⑥ 良好的绝缘性;
- ⑦ 优越的化学稳定性。

### 6. 材料科学与工程的发展趋势

- 趋势:**
- 1). 从均质材料  复合材料
  - 2). 由结构材料  功能材料, 多功能材料并重
  - 3). 材料结构的尺度向越来越小的方向发展.
  - 4). 由被动性材料  具有主动性的智能材料
  - 5). 通过仿生途径来发展新材料.

## 第二章

1. 固态溶体即溶质组元溶入溶剂组元的晶格中所形成的单相固体称为**固熔体**。

### 2. 固溶体的分类

#### (1) 按杂质原子在固溶体中的位置分类:

- 1) **置换型固溶体:** 杂质原子 进入晶体中正常格点位置所生成的固溶体。
- 2) **间隙型固溶体:** 杂质原子进入溶剂晶格中的间隙位置所生成的固溶体

#### (2) 按杂质原子在晶体中的溶解度分类:

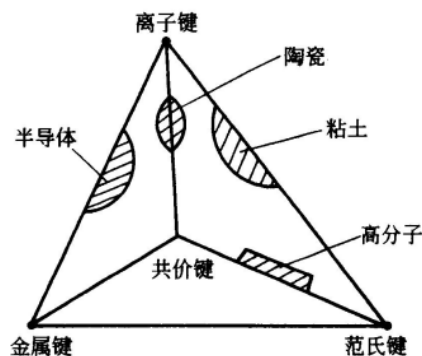
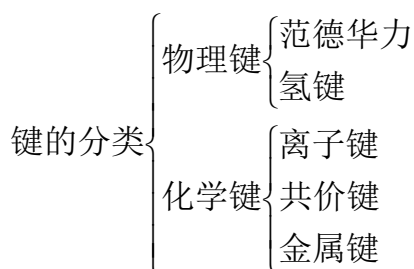
- 1) **无限型固溶体**: 溶质和溶剂两种晶体可以按任意比例无限制地相互固溶。
- 2) **有限型固溶体**: 溶质只能以一定的溶解限量溶入到溶剂中。
3. **聚集体**: 一般金属材料或无机非金属材料由无数的原子或晶粒聚集而成的固体, 对于处于这类状态的材料称为聚集体。
4. **合金**可以看成是母相金属原子的晶体与加入的合金晶体等聚合而成的聚集体。
5. **基体材料**: 复合材料的结构通常是一个相为连续相, 称为基体材料。
6. **复合材料**: 由两种或两种以上的不同材料通过一定的方式复合而构成的新型材料, 各相之间存在明显的界面。
7. **分散相**: 复合材料中不连续的相, 以独立的形态分布在整个连续相中, 称为分散相。
8. **增强材料**: 与连续相相比, 分散相的性能优越, 会使材料的性能显著增强, 称为增强材料。
9. **合金**是由一种金属跟其他一种或几种金属(或金属跟非金属)一起熔合而成的具有金属特性的物质。**黄铜**: 铜和锌的合金, **硬铝**: 铝、铜、镁合金。

10.

高分子化合物	缩写符号	高分子化合物	缩写符号	高分子化合物	缩写符号
聚乙烯	PE	聚甲基丙烯酸甲酯(有机玻璃)	PMMA	聚环氧乙烷	PEOX
聚丙烯	PP	聚丙烯腈	PAN	聚对苯二甲酸乙二醇酯	PET
聚苯乙烯	PS	聚醋酸乙烯酯	PVAC	环氧树脂	EPE
聚氯乙烯	PVC	聚乙烯醇	PVA	聚碳酸酯	PC
聚氟乙烯	PVF	聚1-丁烯	PB	聚砒	PSU
聚四氟乙烯	PTFE	聚异戊二烯	PIP	聚酰胺-66(尼龙-66)	PA-66
聚丙烯酸	PAA	聚氯丁二烯	PCB	聚氨酯	PU
聚丙烯酸甲酯	PMA	聚甲醛	POM	顺式聚丁二烯橡胶	BR

11. **化学键**: 分子或晶体中直接相邻的原子之间的主要的强烈相互作用称为化学键。

键的分类:



12. 金属在形成晶体时倾向于组成极为紧密的结构,使每个原子拥有尽可能多的相邻原子,生成“少电子多中心键”即金属键。也可简洁的说金属晶体中原子之间的化学作用力叫金属键。金属键的强度并不象共价键那样用键级来衡量,而是用原子化热来衡量。

使阴、阳离子结合成化合物的静电作用,叫做离子键。

键的名称	特征
金属键	缺乏方向性和饱和性
共价键	具有饱和性和方向性
氢键	具有方向性
范德华键	没有方向性和饱和性
离子键	有饱和性和无定向性

### 13. 晶体

内部微粒(原子、离子或分子)在空间按一定规律做周期性重复排列,通过结晶过程形成的具有规则几何外形的固体叫晶体。

根据构成晶体的微粒和微粒间的作用分类:

离子晶体、分子晶体、原子晶体、金属晶体

### 14. 键型、晶体和特性

晶体类型	结点微粒	键型	晶体特性
离子晶体	阳、阴离子	离子键	熔点、沸点高,硬度大而脆,熔融或溶于水能导电 典型物质: NaCl, BaO
原子晶体	原子	共价键	熔点高、硬度大,导电性差 典型物质: 金刚石, SiC
分子晶体	分子	分子间力, 氢键	熔点、沸点低,硬度小 典型物质: NH <sub>3</sub>
金属晶体	电子和阳离子	金属键	熔点、沸点有高有低,硬度有大有小,有可塑性及金属光泽,导电性好; 典型物质: Au, Ag

## 15. 晶体的特性

- (1) 具有规则的几何外形。
- (2) 自范性：在适宜条件下，晶体能够自发地呈现封闭的、规则的多面体外形。
- (3) 各向异性：晶体在不同方向上表现出不同的物理性质。
- (4) 对称性：晶体的外形和内部结构都具有特有的对称性。
- (5) 有固定的熔点而非晶态没有。

16. 晶胞：晶体的最小重复单元，通过晶胞在空间平移无隙地堆砌而成晶体。

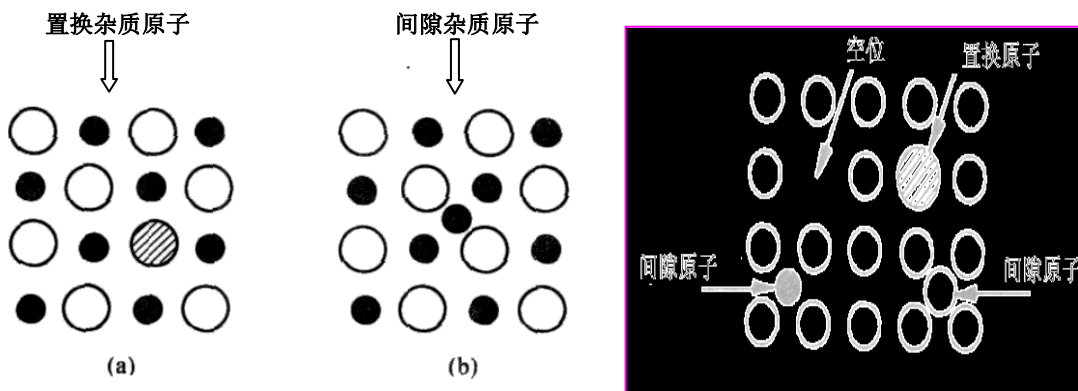
## 17. 晶体结构缺陷的类型

缺陷的类型	特点
点缺陷	其特点是在三维方向上的尺寸都很小，缺陷的尺寸处在一、两个原子大小的级别，又称零维缺陷，分为三类：1) 结构位置缺陷，如空位和间隙缺陷；2) 组成缺陷，如杂质原子；3) 电荷缺陷。
线缺陷	其特点是仅在一维方向上的尺寸较大，而另外二维方向上的尺寸都很小，故也称一维缺陷，通常是指位错。
面缺陷	其特点是仅在二维方向上的尺寸较大，而另外一维方向上的尺寸很小，故也称二维缺陷，例如晶体表面、晶粒间界和相界面等。

## (1) 杂质缺陷的类型：

置换杂质原子：是杂质原子替代原有晶格中的原子位置，如图(a)所示。

间隙杂质原子：是杂质原子进入原有晶格的间隙位置，如图(b)所示



点缺陷根据其对理想晶格偏离的几何位置及成分来划分

- 1、间隙原子      2、空位      3、杂质原子

## (2) 点缺陷（根据产生缺陷的原因来划分）的类型：

1). 热缺陷：在没有外来原子时，当晶体的温度高于绝对 0K 时，由于晶格内原子热振动，使一部分能量较大的原子离开正常的平衡位置，造成缺陷，这种由于原子热振动而产生的缺陷称为热缺陷。

2). 杂质缺陷：由于杂质进入晶体而产生的缺陷。杂质原子又叫掺杂原子，其含

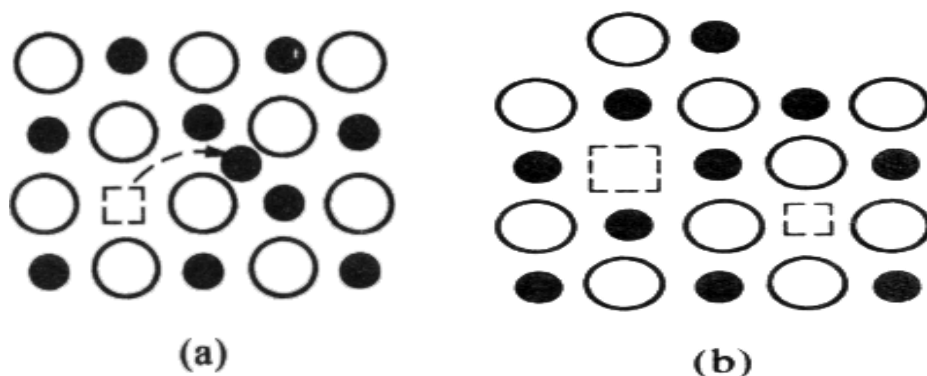
量一般少于 0.1%，进入晶体后，因杂质原子和原有原子的性质不同，故它不仅破坏了原子有规则的排列，而且还引起了杂质原子周围的周期势场的改变，从而形成缺陷。

**3). 非化学计量结构缺陷：**有一些易变价的化合物，在外界条件的影响下，很容易形成空位和间隙原子，造成组成上的非化学计量化，这主要是因为它们能够比较容易地通过自身的变价来平衡由组成的非化学计量化而引起的电荷不中性。这种由组成的非化学计量化造成的空位、间隙原子以及电荷转移引起了晶体内势场的畸变，使晶体的完整性遭到破坏，也即产生了缺陷。

### (3) 热缺陷的类型：

**弗伦克尔缺陷：**在晶格内原子热振动时，一些能量足够大的原子离开平衡位置后，进入晶格点的间隙位置，变成间隙原子，而在原来的位置上形成一个空位，这种缺陷称为弗伦克尔缺陷，如图(a)所示。

**肖特基缺陷：**如果正常格点上的原子，热起伏过程中获得能量离开平衡位置，跳跃到晶体的表面，在原正常格点上留下空位，这种缺陷称为肖特基缺陷，如图(b)所示。



弗伦克尔缺陷

肖特基缺陷

18. 陶瓷材料的组成相的结合键为离子键(MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、共价键(金刚石、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)以及离子键与共价键的混合键。

### 19. 玻璃

1). 定义：凡熔融体通过一定方式冷却，因黏度逐渐增加而具有固体性质与一定结构特征的非晶态物质，都称为玻璃。

#### 2). 性质

(1) **力学性质：**理论强度高，实际强度低。抗压强度高，抗拉强度低。硬度高，脆性大。

(2) **物理性质：**高度透明，具有很重要的光学性质。能透可见光和红外线。



(3) **化学性质**：化学性质稳定。抗酸腐蚀，但不抗碱。

## 20. 金属腐蚀的分类：

(1) **化学腐蚀** 金属表面与介质如气体或非电解质溶液等因发生化学作用而引起的腐蚀，称作**化学腐蚀**。化学腐蚀作用进行时没有电流产生。

(2) **电化学腐蚀** 金属表面在介质如潮湿空气、电解质溶液等中，因形成微电池而发生电化学作用而引起的腐蚀称作**电化学腐蚀**。

## 21. 电化学腐蚀的原因：

两种金属材料或者一种金属材料其内部有两种不同的组成物时，如果它们同处一种电介质中，由于它们各自具有不同的电极电位，电极电位低的形成阴极，这时自由电子由电极电位低的一极流向电极电位高的一极（阳极），这个时候在金属表面形成许多微小电流。发生氧化还原反应。

### 产生电化学腐蚀的基本条件：

必须是两种不同的金属或者是同一种金属由于其化学成分、金相组织有所不同，当它处于一种电解质中，就不可避免地发生电化学腐蚀，而电极电位低的金属就会不断地受到腐蚀。

**金属防腐：金属表面形成保护层**

## 22. 高分子材料防老化：

1)、避免光热氧微生物；2)、绝缘；3)、加防老剂；4)、将活泼性官能团反应，防止产生自由基。

**23. 强度：**材料在载荷作用下抵抗明显的塑性形变或破坏的最大能力。

**强度分类：**拉伸强度、压缩强度、弯曲强度、冲击强度、疲劳强度

1) **拉伸强度：**将试片在拉力机上施加静态拉伸负荷，使其破坏时的载荷。

2) **压缩强度：**是指在试样上施加压缩载荷至断裂（对脆性材料）或产生屈服现象（对非脆性材料）时，原单位横截面上所能承受的载荷。又称抗压强度。

3) **弯曲强度：**采用简支梁法将试样放在两支点上，在两支点间的试样上施加集中载荷，使试样变形直至断裂时的载荷，又称抗弯强度。

4) **冲击强度：**材料在高速冲击状态下发生断裂时单位面积上多需要的能量。

**24. 塑性：**材料在载荷作用下，应力超过屈服点后产生明显的残余变形而不即刻断裂的性质。

**25. 应力应变曲线：**应变为横坐标，应力强度为纵坐标，表示材料在外力作用下的内应力变化情况。分 5 大类：

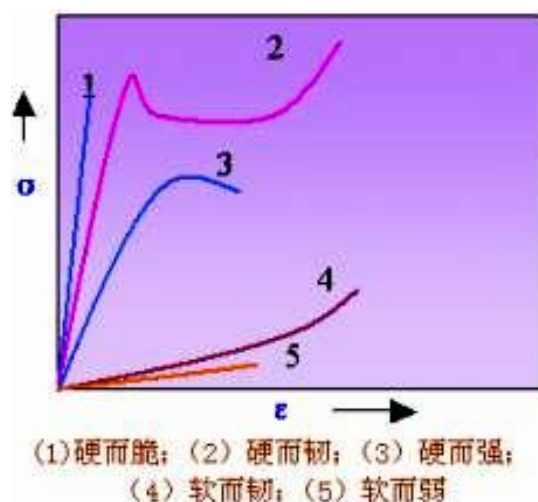
**第一类：**曲线开始部分为直线，随后表现出屈服现象，随着应力的增加应变增大，以致于断裂，如**软钢**。【硬而脆】

**第二类：**曲线开始阶段接近于直线，但不像软钢那样出现屈服现象，随后曲线稍微向上凸起，突然断裂，如**玻璃，硬石块，铸铁**。【硬而强】

**第三类：**曲线在开始时向上凸出，接近于指数变化，在接近断裂时应变急剧增大，如：**软石块，木材的压缩曲线，质硬而脆的塑料**。【软而弱】

**第四类：**曲线在开始阶段接近于直线或表现有向上凸的趋势，随后应力出现极大值，一度屈服，然后应力再次增加而断裂，如：**硬而粘性大的塑料**。【硬而韧】

**第五类：**曲线在开始阶段稍许趋于向下凹，随后应变同应力增加的成正比增加，当应力再度急剧增加时便断裂，如：**软质橡胶**。【软而韧】



**26. 弹性：**材料在载荷作用下产生变形，当载荷除去后能恢复原状的能力称为弹性。

**刚度：**材料在载荷作用下抵抗弹性变形的能力。反应材料的刚度指标是弹性模量。

**硬度：**材料能抵抗其他较硬物体压入表面的能力称为**硬度**。是衡量材料软硬程度的判据，它表征材料抵抗表面局部弹性变形、塑性变形或抵抗破坏的能力。材料的硬度越高，其耐磨性越好。

常用的硬度表示方法有布氏硬度，维氏硬度，洛氏硬度。

## 27. 硬度

硬度类型	定义	优缺点
布氏硬度	是用单位压痕面积的力作为布氏硬度值的计量即试验力除以压痕表面积，符号用HBS（用淬火钢球压头）或HBW（用硬质合金压头）表示；	优点是测定的数据准确、稳定、数据重复性强，常用于测定退火、正火、调质钢、铸铁及有色金属的硬度。 缺点是对不同材料需要更换压头和改变载荷，且压痕较大，压痕直径的测量也较麻烦，易损坏成品的表面，故不宜在成品上进行试验。
洛氏硬度	是用压痕深度作为洛氏硬度值的计量即，符号用HR表示	优点是操作迅速、简便，硬度值可从表盘上直接读出；压痕较小，可在工件表面试验；可测量较薄工件的硬度，因而广泛用于热处理质量的检验。 缺点是精确性较低，硬度值重复性差、分散度大，通常需要在材料的不同部位测试数次，取其平均值来代表材料的硬度。此外，用不同标尺测得的硬度值彼此之间没有联系，也不能直接进行比较。



维氏硬度	也是以单位压痕面积的力作为硬度值计量。试验力较小，压头是锥面夹角为 $136^\circ$ 的金刚石正四棱锥体，维氏硬度用符号HV表示。	优点是可测软、硬金属，特别是极薄零件和渗碳层、渗氮层的硬度，其测得的数值较准确，并且不存在布氏硬度试验那种载荷与压头直径比例关系的约束。此外，维氏硬度也不存在洛氏硬度那样不同标尺的硬度无法统一的问题，而且比洛氏硬度能更好地测定薄件或薄层的硬度。 缺点是硬度值的测定较为麻烦，工作效率不如洛氏硬度，因此不太适合成批生产的常规检验。
------	--	---

## 28. 断裂与韧性

1) 材料的力学断裂是由于原子间或分子间的键断开而引起的，按照断裂时的应变大小来区分。

**脆性断裂：**材料在为断裂前无塑性变形发生，或发生很小塑性变形导致破坏的现象，如：岩石，玻璃，铸铁，混凝土等。

**韧性断裂：**材料在断裂前产生很大的塑性变形的断裂。如：软钢，橡胶，塑料等。

2) 韧性：材料抵抗裂纹萌生与扩展的能力

**冲击韧性：**材料受冲击而断裂的过程中所吸收的冲击功大小，主要评价高分子材料，韧性低的材料不适用。

**断裂韧性：**材料抵抗断裂的能力。常用材料裂纹尖端应力强度因子的临界值表示。

## 29. 疲劳特性和耐磨性

1) 疲劳现象主要出现在较高塑性的材料中。

**疲劳极限：**材料受到拉伸、压缩、弯曲、扭曲或这些外力的复合反复作用时，应力的振幅超过某一限度时材料发生断裂，这一限度就称为疲劳极限。

**疲劳寿命：**在某一特定应力作用下，材料发生疲劳断裂前的循环次数，它反映了材料抵抗产生裂纹的能力。

2) 耐磨性：材料对磨损的抵抗能力称为材料的耐磨性。在一定条件下，磨损量越小，耐磨性越高。

**测试机器：**阿克隆磨耗机（测试步骤：略）

**提高耐磨性方法：**（1）降低材料的摩擦系数；（2）提高材料的表面硬度。

30. 热学性能主要包括：热容，热膨胀，热传导，热辐射，热电势等。

## 31. 导电高分子材料

世界上第一种导电聚合物：掺杂聚乙炔

除了最早的聚乙炔（PA）外，主要有聚吡咯（PPY）、聚噻吩（PTH）、聚对苯乙烯（PPV）、聚苯胺（PANI）以及他们的衍生物。

目前掺杂的方式主要有两种：氧化还原掺杂和质子酸掺杂

## 32. 铁电性

研究介电常数大的物质，当电场增加时，极化程度开始按比例增大，接着突然升高，在电场强度很大时，增加速度又减慢而趋向于极限值。除去电场后剩余一部分极化状态，必须加上相反的电场才能完全消除极化状态，也就是出现滞后现象，与铁磁体类似，称为铁电性。

**铁电居里温度：**在一个特征温度以上，材料将不再具备铁电性，此温度称为铁电居里温度（ $T_c$ ）。

## 33. 压电效应

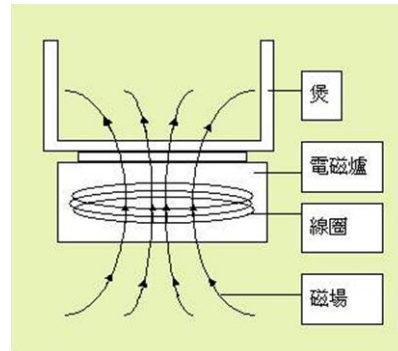
某些电介质，当沿着一定方向对其施力而使它变形时，其内部就产生极化现象，

同时在它的两个表面上便产生符号相反的电荷，当外力去掉后，其又重新恢复到不带电状态，这种现象称**压电效应**。压电材料可以分为两大类：**压电晶体**和**压电陶瓷**

### 34. 磁性

**磁悬浮列车**是运用磁铁“同性相斥，异性相吸”的性质，使磁铁具有抗拒地心引力的能力，使列车完全脱离轨道而悬浮行驶，成为“无轮”列车。磁悬浮列车也有两种相应的形式：一种是**电磁型**，也称**吸力型、常导型**。另一种是**电动型**，也称**斥力型、超导型**。

**电磁炉**的内部有一个金属线圈，当电流通过线圈时，会产生磁场。这一随时间变化的磁场导致在金属煲内产生一感应电场。金属煲内的电子受电场影响进行运动。由于有电阻，电子运动时会放出大量热能，这些热能便可用作煮食。



## 第四章

1. 四种成型方法：自由流动成型、受力流动成型、受力塑性成型、其他成型。

1) **自由流动成型**：将呈流动状态的物料，成型时无外力作用下，倒入模型型腔中或使其附在模型表面，经改变温度或反应，或溶剂挥发等作用，使之固化或凝固，而形成具有模型形状的产品，最终的产品可以是成品，也可以是半成品或毛坯。

2) **受力流动成型**：指成型时在受力作用下，将呈流动状态的物料，注入模型型腔或使物料通过一定形状口模，或附在模型表面，经改变温度或反应，或溶剂挥发等作用，使之固化或凝固，而形成具有模型形状的产品，最终形成成品。

3) **受力塑性成型**：指成型时在受力作用下，在高温，或常温，或塑化剂存在下，固体物料产生塑性变形而获得所需尺寸、形状及机械性能的造型方法。**塑性形变**包括弹性变形和塑性变形。

### 2. 铸造

所谓**金属液态成型**，即**铸造**，是将液态金属借助外力充填到型腔中，使其凝固冷却而获得所需形状和尺寸的毛坯或零件的工艺。

3. 金属锻造方法可分两种：一种是模锻法，另一种是自由锻造。

4. 浇铸：将金属液体浇入铸型的过程称之为浇铸。

## 第五章

### 1. 玻璃

凡熔融体通过一定方式冷却，因黏度逐渐增加而具有固体性质与一定结构特征的非晶态物质，都称为**玻璃**。

## 2. 玻璃的性质

**力学性质**  $\Longrightarrow$  理论强度高，实际强度低。抗压强度高，抗拉强度低。

硬度高，脆性大。

**物理性质**  $\Longrightarrow$  高度透明，具有很重要的光学性质。能透可见光和红外线。

**化学性质**  $\Longrightarrow$  化学性质稳定。抗酸腐蚀，但不抗碱。

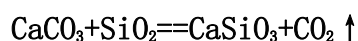
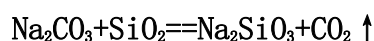
## 3. 玻璃的生产

1) 原料：纯碱、石灰石和石英

2) 主要设备：玻璃窑

3) 生产过程：原料粉碎，玻璃窑中强热，成型冷却

4) 反应原理：复杂的物理、化学变化，主要反应



5) 主要成分： $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 、 $\text{CaSiO}_3$  ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ )

6) 主要性能：玻璃态物质，没有固定的熔点，在一定温度范围内逐渐软化，化学性质稳定，但易被HF酸腐蚀。

## 4. 几种特殊玻璃

玻璃名称	特点	用途
石英玻璃	膨胀系数小、耐酸碱、强度大、滤光	化学仪器；高压水银灯、紫外灯等的灯壳；光导纤维等。
光学玻璃	透光性能好、有折光和色散性(铅玻璃： $\text{PbO}$ )	眼镜片；望远镜用凹凸透镜等光学仪器
有色玻璃	金属氧化物均匀地分散到玻璃态物质里，使玻璃呈现特征颜色。蓝色( $\text{Co}_2\text{O}_3$ )，红色( $\text{Cu}_2\text{O}$ )，淡绿色( $\text{FeO}$ )	用途很多
钢化玻璃	玻璃在电炉里加热软化，再急速冷却得钢化玻璃。耐高温、耐腐蚀、强度大、质轻、抗震裂，破碎时无尖锐棱角不易伤人。	耐高温、耐腐蚀、强度大、质轻、抗震裂，破碎时无尖锐棱角不易伤人。

## 5. 陶瓷材料的结合键特点

陶瓷材料的主要成分是氧化物、碳化物、氮化物、硅化物等，因而其结合键以离子键(如 $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、共价键(如 $\text{Si}_3\text{N}_4$ )及两者的混合键为主。

## 6. 陶瓷材料的性能

(1) 陶瓷材料的性能特点：

1) 陶瓷材料具有高熔点、高硬度、高化学稳定性，耐高温、耐氧化、耐腐蚀等特性。

2) 陶瓷材料还具有密度小、弹性模量大、耐磨损、强度高等特点。

3) 功能陶瓷还具有电、光、磁等特殊性能。

(2) 陶瓷材料的热学性能

**熔点**

陶瓷材料由离子键和共价键结合，因此具有较高的熔点。

## 热容

陶瓷材料在低温下热容小，在高温下热容增大。

## 热膨胀

陶瓷材料的热膨胀系数小，这是由晶体结构和化学键决定的。一般为  $10^{-5} \sim 10^{-6}/K$ 。

## 7. 陶瓷材料的相组成特点

陶瓷材料通常由三种不同相组成即晶相(1)、玻璃相(2)和气相(3)[气孔]。晶相是陶瓷材料中主要的组成相，决定陶瓷材料物理化学性质的主要是晶相。

玻璃相的作用是充填晶粒间隙、粘结晶粒、提高材料致密度、降低烧结温度和抑制晶粒长大。玻璃相对陶瓷强度、介电常数、耐热性能是不利的。

气相是在工艺过程中形成并保留下来的。气孔对陶瓷的性能是不利的。它降低材料的强度，是造成裂纹的根源。



## 8. 陶瓷材料的分类

### 1) 按化学成分分类

可将陶瓷材料分为氧化物陶瓷、碳化物陶瓷、氮化物陶瓷及其它化合物陶瓷。

### 2) 按使用的原材料分类

可将陶瓷材料分为普通陶瓷和特种陶瓷

### 3) 按性能和用途分类

可将陶瓷材料分为结构陶瓷和功能陶瓷两类。

## 9. 陶瓷不透明的原因即改变方法

陶瓷材料由于晶界和气孔的存在，一般是不透明的。可以通过烧结方法的改变和控制晶粒的大小，制备出透明的氧化物陶瓷。

**制造透明陶瓷的关键：消除气孔和控制晶粒异常长大！**

## 10. 功能陶瓷

是指具有电、光、磁以及部分化学功能的多晶无机固体材料，其功能的实现主要来自于它所具有的特定的电绝缘性、半导体性、导电性、压电性、铁电性、磁性、生物适应性等

**功能陶瓷的种类：**

电子陶瓷、光学陶瓷、超导陶瓷、生物陶瓷、磁性陶瓷、敏感陶瓷

## 11. 水泥

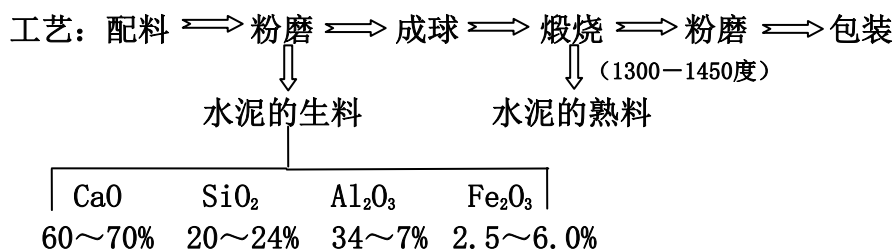
凡细磨成粉末状，加入适量水后，可成为塑性浆体，既能在空气中硬化，又能在水中硬化，并能将砂、石等材料牢固地胶结在一起的水硬性胶凝材料，通称水泥。

**凝结时间**：初凝时间不得早于45min，终凝时间不得迟于10h。

## 12. 水泥的生产过程

原料：石灰石、黏土、铁粉、煤粉、矿化剂等





### 生产工艺——“两磨一烧”

第一阶段（第一磨）——磨制生料

第二阶段（一烧）——将生料于1450℃煅烧成熟料

第三阶段（第二磨）——磨制水泥成品

### 13. 熟料中化学组成及国际通用代号

简写规则：

以氧化物分子式第一个字母为代表符号

化学组成	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	TiO <sub>2</sub>	CaF <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
代号	C	A	S	F	M	T	$\overline{F}$	H

### 14. 硅酸盐水泥熟料的矿物组成（主要矿物）

有用矿物：

硅酸三钙： $\text{Ca}_3\text{SiO}_5 - 3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  一代号： $\text{C}_3\text{S}$  36-60%

硅酸二钙： $\text{Ca}_2\text{SiO}_4 - 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  一代号： $\text{C}_2\text{S}$  15-37%

铝酸三钙： $\text{Ca}_3(\text{AlO}_2)_2 - 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  一代号： $\text{C}_3\text{A}$  7-15%

铁铝酸四钙： $\text{Ca}_4[(\text{Al} \cdot \text{Fe})\text{O}_5]_2 - 4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  一代号： $\text{C}_4\text{AF}$  10-18%

有害矿物：

游离CaO Free—CaO ——代号： $\text{F—C}$

游离MgO Free—MgO ——代号： $\text{F—M}$

含碱矿物及玻璃体Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O等

### 15. 硅酸盐水泥熟料主要矿物的性质

- 1) 水化速率——快  $\text{C}_3\text{A} > \text{C}_3\text{S} > \text{C}_4\text{AF} > \text{C}_2\text{S}$
- 2) 水化热——大  $\text{C}_3\text{A} > \text{C}_3\text{S} > \text{C}_4\text{AF} > \text{C}_2\text{S}$
- 3) 早期强度——高  $\text{C}_3\text{S} > \text{C}_3\text{A} > \text{C}_4\text{AF} > \text{C}_2\text{S}$
- 4) 后期强度  $\text{C}_3\text{S} > \text{C}_2\text{S} > \text{C}_4\text{AF} > \text{C}_3\text{A}$
- 5) 耐腐蚀性——差
- 6) 抗冻性——好
- 7) 耐热性——差

### 16. 硅酸盐水泥熟料主要矿物的水化



- 1).  $C_3S$   
 $3C_3S + 6H_2O \rightarrow C_3S_2H_3(\text{胶}) + 3CH(\text{晶})$
- 2).  $C_2S$   
 $2C_2S + 4H_2O \rightarrow C_2S_2H_3(\text{胶}) + CH(\text{晶})$
- 3).  $C_3A$   
 $3C_3A + 6H_2O \rightarrow C_3AH(\text{晶}) + AH_3(\text{胶})$
- 4).  $C_4AF$   
 $4C_4AF + 7H_2O \rightarrow C_3AH_6(\text{晶}) + CFH(\text{胶})$

### 17. 影响硅酸盐水泥凝结硬化、性能的主要因素

- 1) 熟料矿物组成的影响
- 2) 水泥细度
- 3) 拌合加水量
- 4) 养护制度（温度和湿度）
- 5) 养护龄期
- 6) 外加剂
- 7) 贮存与运输

### 18. 碳钢的分类

- 1) 按碳的质量百分数分：低碳钢（C:  $\leq 0.25\%$ ）  
 中碳钢（C:  $0.25\% \leq C \leq 0.6\%$ ）  
 高碳钢（C:  $> 0.6\%$ ）

含碳量越高，硬度、强度越大，但塑性降低

- 2) 按钢的质量分（主要是杂质硫、磷的含量）：

普通碳素钢（S  $\leq 0.055\%$ , P  $\leq 0.045\%$ ）

优质碳素钢（S  $\leq 0.040\%$ , P  $\leq 0.040\%$ ）

高级优质碳素钢（S  $\leq 0.030\%$ , P  $\leq 0.035\%$ ）

- 3) 按用途分：碳素结构钢：主要用于桥梁、船舶、建筑构件、机器零件等  
 碳素工具钢：主要用于刀具、模具、量具等

### 19. 碳钢的牌号与用途

普通碳素结构钢：Q195、Q215、Q235、Q255、Q275等。

数字表示最低屈服强度。

Q195、Q215、Q235塑性好，可轧制成钢板、钢筋、钢管等。

Q255、Q275可轧制成型钢、钢板等。

优质碳素结构钢：钢号以碳的平均质量万分数表示。

如20#、45#等。20#表示含C: 0.20%（万分之20）

用途  $\Rightarrow$  主要用于制造各种机器零件

碳素工具钢：钢号以碳的平均质量千分数表示，并在前冠以T。

如T9、T12等。T9表示含C: 0.9%（千分之9）。

用途  $\Rightarrow$  主要用于制造各种刀具、量具、模具等

**铸钢：**铸钢牌号是在数字前冠以ZG，数字代表钢中平均质量分数（以万分分数表示）。如ZG25，表示含C：0.25%。

**用途**  $\Rightarrow$  主要用于制造形状复杂并需要一定强度、塑性和韧性的零件，如齿轮、联轴器等。

## 20. 碳钢的常规热处理

### 1) 退火

将钢加热到适当温度，保温一定时间，然后缓慢冷却（随炉冷却），以获得接近于平衡状态组织的热处理工艺。

**完全退火、等温退火、球化退火、扩散退火、去应力退火**

### 2) 正火

将钢件加热到 $A_{c3}$ 和 $A_{cm}$ （组织转变温度）以上30—50度，保持适当时间后，在空气中冷却，得到珠光体类组织的热处理工艺。

### 3) 淬火

将钢件加热到奥氏体化后，快速冷却，使组织转变为马氏体的热处理工艺。所得的马氏体的形态与钢的成分、原始奥氏体晶粒的大小以及形成条件有密切关系。奥氏体晶粒越小，马氏体越细。

### 4) 回火

将钢件淬火后，为了消除内应力并获得所要求的性能，将其加热到 $AC_1$ 以下的某一温度，保温一定时间，然后冷却到室温的热处理工艺。

## 21. 合金钢

在碳钢中加入一种或多种合金元素，形成的钢称之为**合金钢**。

### 合金钢分类

1) **按所含合金元素的多少分：**低合金钢（总质量分数低于5%）、中合金钢（总质量分数5%—10%）、高合金钢（总质量分数高于10%）。

2) **按主要合金元素种类分：**铬钢、铬镍钢、锰钢、硅锰钢等。

3) **按用途分：**结构钢、工具钢、特殊性能钢。

## 22. 合金元素的作用

1) 耐腐蚀性要求越高，碳的质量分数应越低；

2) 加入主要的合金元素Cr。Cr能提高基体的电极电位。在氧化性介质中极易钝化，形成致密的氧化膜，提高耐腐蚀性

3) 加入合金元素Ni。可获得单项的奥氏体组织，显著提高耐腐蚀性并改善钢的塑性，通过热处理还可以改善钢的强度。

4) 加入合金元素Mo、Cu等：提高钢在非氧化性酸中的耐腐蚀能力。

5) 加入合金元素Ti、Nb等：能优先同C形成稳定的碳化物，使Cr保留在基体中，避免晶界贫Cr，提高钢的耐腐蚀性。

6) 加入合金元素Mn、N等：部分替代Ni以获得奥氏体组织，并能提高铬不锈钢在有机酸中的耐腐蚀性。

23. 炼铝的原料：电解法用的原料是：冰晶石 ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ )

#### 24. 铝及铝合金的特点

- 1) 密度低、比强度高。纯铝的密度只有 $2700\text{kg/m}^3$ ，仅为铁的 $1/4$ 。
- 2) 优良的物理、化学性能。导电性能好、磁化率低、耐腐蚀等。
- 3) 加工性能好。铸造性能好、易于塑性变形，经热处理后还具有很高的强度。

#### 25. 铜

纯铜为紫色，又称紫铜。主要用于制作电导体及配制合金。工业纯铜分为4种：T1、T2、T3、T4。编号越大，纯度越低。

#### 铜及铜合金的特点：

- 1) 优良的物理、化学性能。导电、导热性能好、耐腐蚀等，是抗磁材料。
- 2) 加工性能好。容易冷热成形，铸造铜合金铸造性能好。
- 3) 具有某些特殊力学性能。比如优良的减摩性和耐磨性高的弹性极限和疲劳强度。
- 4) 色泽美观。

#### 26. 铜合金的种类：

黄铜 $\Rightarrow$ 以Zn为主要合金元素。良好的加工性能，优良的铸造性能，耐腐蚀性能也好。

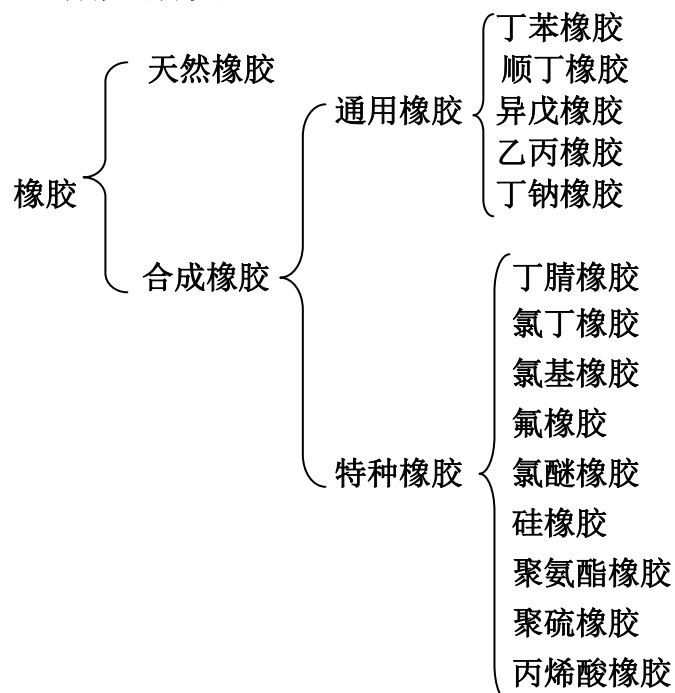
青铜 $\Rightarrow$ 以Sn为主要合金元素。用于铸造形状复杂的零件。抗腐蚀性比黄铜还好。

白铜 $\Rightarrow$ 以Ni为主要合金元素。具有较好的强度和塑性，能进行冷加工变形，抗腐蚀性能也好。

#### 27. 橡胶：

是一种在外力作用下能发生较大的形变，当外力解除后，又能迅速恢复其原来形状的高分子弹性体。

#### 28. 橡胶的分类



## 29. 橡胶的特点

- 1) 具有橡胶状弹性;
- 2) 具有粘弹性;
- 3) 有缓冲减震作用;
- 4) 对温度依赖性大。

## 30. 聚乙烯的品种类型(按密度和结构的不同分):

低密度聚乙烯 (LDPE)、中密度聚乙烯 (MDPE)、高密度聚乙烯 (HDPE)、线型低密度聚乙烯 (LLDPE)、超高分子量聚乙烯 (UHMWPE) ——可作为工程塑料

## 31. 纤维的分类

1) 天然纤维: ① 植物纤维: 如棉花、麻等; ② 动物纤维: 丝、毛等。

2) 合成纤维:

① 人造纤维: 如粘胶纤维、硝化纤维等;

② 合成纤维:

涤纶——聚酯(的确良);

锦纶——聚酰胺(尼龙);

腈纶——聚丙烯腈(人造羊毛);

维纶——聚乙烯醇缩甲醛;

丙纶——聚丙烯;

氨纶——聚氨酯。

## 3) 成纤高分子物条件:

- |                        |                |
|------------------------|----------------|
| a) 具备一定的分子量            | d) 具有一定的耐热性    |
| b) 具备一定的分子结构(线形或支化度很低) | e) 具有一定的机械物理性能 |
| c) 超分子结构具有取向并部分结晶      | f) 具有一定的化学稳定性  |
|                        | g) 具有一定的染色性    |

## 32. 合成纤维的优缺点:

优点: 强度高、弹性好、耐穿耐用、光泽好、化学稳定性强、耐霉腐、耐虫蛀

缺点: 吸湿性差、耐热性差、导电性差、防污性差、易起毛起球、不易染色、腊状手感

## 33. 合成纤维的纺丝方法, 目前大致可分为以下三种:

分类	纺丝液制备	凝固方法	应用举例
湿法纺丝	溶于水或水溶液	凝固浴凝固成型	维纶、腈纶
干法纺丝	溶于非水溶剂	蒸发溶剂凝固成型	醋酸纤维
熔融法纺丝	加热熔融	冷却凝固成型	锦纶、涤纶、丙纶

新方法: 复合纺丝法、拉裂法、切割法等。

## 1) 熔融纺丝法

纺丝液是熔体，纺出的丝在空气中固化。

熔融纺丝加工成本低，但喷丝板孔数少，丝的截面多为圆形。

## 2) 湿法纺丝

湿法纺丝纺出的丝在溶液中固化

湿法纺丝加工成本高且对环境污染较严重，纺出丝的截面多为非圆形，有皮芯结构。

## 3) 干法纺丝

干法纺丝纺出的丝在空气中固化

干法纺丝溶剂挥发易污染环境，成本高，但丝的质量好，此法多用于制作长丝。

# 第六章

## 1. 生物降解高分子材料

是指通过自然界微生物（细菌、真菌等）作用而发生降解的高分子。

一般来说，生物降解高分子指的是在生物或生物化学作用过程中或生物环境中可以发生降解的高分子。

## 2. 降解形式：无规断链、解聚、弱键分解、取代基的脱除

## 3. 农用材料的种类与应用

### 1) 聚氯乙烯（PVC）薄膜

### 2) 聚乙烯（PE）薄膜

### 3) 乙烯-醋酸乙烯（EVA）多功能复合薄膜

## 4. 各种功能薄膜

### 1) 反光膜

种类：混铝膜、蒸汽涂铝膜、镜面反射膜

作用：提高可见光反射能力，增加室内光照；

阻挡热辐射散失，有保温作用。

### 2) 漫反射薄膜

漫反射薄膜通过在聚乙烯等母料中添加调光物质，使直射光进入大棚后形成更均匀的散射光，作物受光变得一致，设施中的温度变化减小，可促进植物的光合作用。

### 3) 转光膜

转光膜通过在聚乙烯等母料中添加光转换物质和助剂，使太阳光中的能量相对较大的紫外线转换成能量较小有利于植物光合作用的可见光。许多试验表明，转光膜还具有较普通薄膜更优越的保温性能，可提高设施中的温度。

### 4) 有色膜

有色膜通过在母料中添加一定的颜料以改变设施中的光环境，创造更适合光合作用的光谱，从而达到促进植物生长的目的。这方面虽然有很多的研究，但由于效果不稳定，加上使用有色膜后降低了光透过率，限制了有色膜在生产上的使用。

### 5) 红光/远红光(R/FR)转换膜



R/FR转换膜主要通过添加红光或远红光的吸收物质来改变红光和远红光的光量子比率，从而改变植株特别是茎的生长。R/FR越小，茎节间长度越长，我们可利用这类薄膜在一定程度上调节植株的高度。

#### 6) 光敏薄膜

光敏薄膜通过添加银等化合物，使本来无色的薄膜在超过一定光强后变成黄色或橙色等有色薄膜，从而减轻高温强光对植物生长的危害。

#### 7) 红外线反射薄膜

红外线反射薄膜通过在PE薄膜中添加 $\text{SnO}_2$ 等金属氧化物并夹在玻璃中，可解决夏季的高温问题。

#### 8) 近红外线吸收薄膜

近红外线吸收薄膜通过在PVC、PET、PC和PMMA等薄膜中添加近红外线吸收物质，从而可以减少光照强度和降低设施中的温度，但这类薄膜只适合高温季节使用，而不适合冬季或寡日照地区使用。

#### 9) 温敏薄膜

温敏薄膜利用高分子感温化合物在不同温度下的变浊原理以减少设施中的光照强度，降低设施中的温度。由于温敏薄膜是解决夏季高温替代遮阳网等材料的重要技术，因此，许多国家正在积极研究开发。

### 5. 建筑材料的发展趋势

传统上的基本功能：安全、适用

发展到现在：——轻质高强

——抗震耐久

——无毒环保

——节能

### 6. 水玻璃

水玻璃的组成：

俗称泡花碱—石英砂+苛性钠

品种：硅酸钠水玻璃 ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ )、硅酸钾水玻璃 ( $\text{K}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ )、  
硅酸锂水玻璃 ( $\text{Li}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ )

通式： $\text{R}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$      $n$ —水玻璃模数

### 7. 混凝土

广义上——凡由胶凝材料、骨料按适当比例配合，拌合制成的混合物，经一定时间硬化而成的人造石材统称之为**混凝土**。

目前工程上使用最多的是以水泥为胶结材料，以砂、石为骨料，加水及掺入适量外加剂和掺和料拌制的普通水泥混凝土（简称**普通混凝土**）。

### 8. 混凝土组成材料的作用

水和水泥成为水泥浆,在硬化前的混凝土拌和物中,水泥浆在砂、石颗粒之间起润滑作用,硬化后,水泥浆成为水泥石,将骨料牢固地胶结成为整体。混凝土中的骨料,一般不与水泥浆起化学反应,其作用是构成混凝土的骨架。

9. 包装材料: 用于制造包装容器和构成产品包装的材料总称。

#### 10. 定量

单位面纸的重量,一般以每平方米纸重量的克数( $\text{g}/\text{m}^2$ )表示。

定量与厚度的比值即为紧度。

#### 11. 铜板纸

又称涂布印刷纸,是以原纸涂布白色涂料制成的高级印刷纸。它是将颜料、黏合剂和辅助材料制成涂料,经专用设备涂布在纸的表面,经干燥、压光后在纸面形成一层光洁、致密的涂层,从而获得表面性能和印刷性能良好的铜版纸。

#### 12. 瓦楞纸的几种结构

##### (1) U形楞

U形楞的楞顶是圆弧形的。

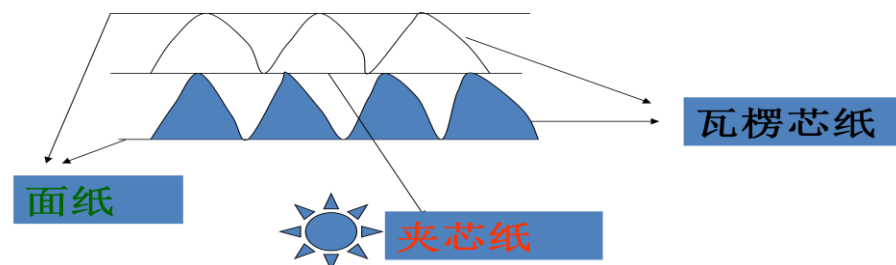
##### (2) V型楞

V型楞的楞顶近似三角形的特点

##### (3) UV型

形状与性能均介于U型与V型之间

双瓦楞纸板的结构示意图:



#### 13. 绿色包装材料

是指在制备、生产、使用、废弃以及回收处理再利用的整个生命周期过程中,对环境和人体不会造成危害,能节约资源和能源,废弃后能迅速自然降解或再利用,不会破坏生态平衡,而且来源广泛,耗能低,易回收且再生循环利用率高的材料或材料制品。

#### 14. 绿色包装材料的性能

##### 1) 保护性能

对包装产品具有好的保护功能,在流通过程中不破损、不变质,能保鲜、防潮、防水,具有良好的阻隔性。

##### 2) 加工适应性能

具有一定的强度、刚度、韧性,易于机械加工,并具有加工中所需要的热合性、光滑性能.

### 3) 装饰性能

具有好的印刷性能,易上色彩、造型、装饰等,并具有装饰加工所需要的抗吸尘性、光泽度、透明度等性能.

### 4) 经济性能

即具有合理性价比,有足够的功能,而成本较低或适中.

### 5) 环境性能

在生命周期过程中对环境污染小,即原材料制备提取、加工生产、运输流通复合清洁生产要求,使用废弃后便于循环再用或能在自然界中自行消解.

### 6) 资源性能

材料来源丰富,价格经济,在制品生产过程中消耗资源、能源少.

### 7) 减量化性能

是指材料制作的包装在履行保护、方便、促销功能的同时,能够轻量化,即节省资源又经济,还可以减少废弃物的数量.

### 8) 回收处理性能

易回收、易处理、易再用、易再生或易降解是绿色包装材料最重要的特性,因为具有这种特性,绿色包装材料才能循环利用,节省资源,同时又保护了环境.

## 15. 五绿模型

绿色包装环境性能最优

绿色材料、绿色设计、绿色加工、绿色消费、绿色处置

## 16. 复合包装材料

是在微观结构上遵循扬长避短的结合,发挥所组成物质的优点,扩大使用范围、提高经济效益,使之成为一种更实用、更完备的包装材料。

## 17. 腐蚀

是材料与它所处环境介质之间发生作用而引起材料的变质和破坏。

## 18. 金属腐蚀破坏的形态

按形态分类:

①全面腐蚀

②局部腐蚀: 电偶腐蚀、小孔腐蚀、缝隙腐蚀、晶间腐蚀、选择腐蚀

### 1) 全面腐蚀

**特征:** 腐蚀分布在金属整个表面,结果使金属构件截面尺寸减小,直至完全破坏。

**控制:**

a) 合理选材、留有裕量;

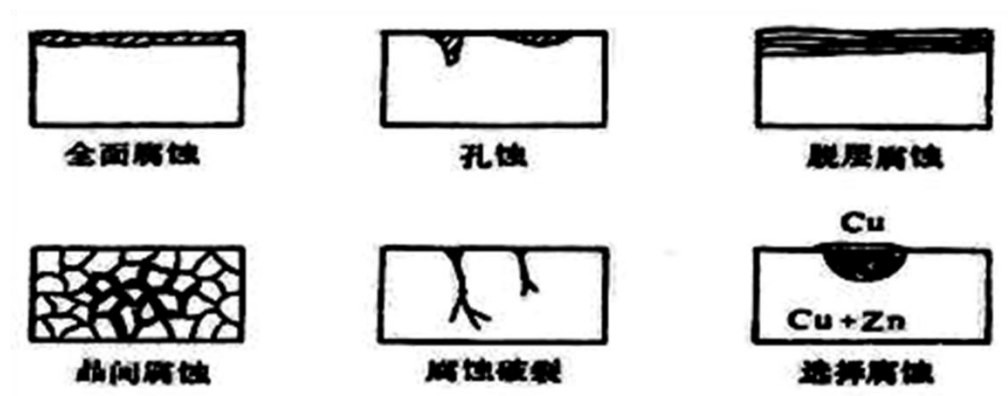
c) 缓蚀剂;

b) 施加保护性覆盖层;

d) 电化学保护。

### 2) 局部腐蚀

腐蚀集中在金属表面局部地区,而其它大部分表面几乎不腐蚀,称为**局部腐蚀**。



### 3) 小孔腐蚀

金属表面局部出现向深处发展的腐蚀小孔，其余地区不被腐蚀或者只有轻微腐蚀，也称孔蚀或点蚀。

## 19. 阴极保护与阳极保护的比较

- 1) 阴极保护适用范围广；阳极保护则是有条件的。
- 2) 阴极保护效果取决于阴极极化的程度，极化电流不代表腐蚀速度的大小；阳极保护通过阳极极化建立钝态，极化电流的大小能反映腐蚀速度的快慢。
- 3) 阴极保护时，电位的偏移只会影响保护效果，不会造成腐蚀速度的显著变化（自钝化金属除外）。阳极保护时，电位的偏离可能造成腐蚀速度加快。
- 4) 当介质具有强氧化性时，采用阴极保护需要大电流阴极极化。采用阳极保护时，由于钝化膜建立容易，易于进行阳极保护，且效果较好。
- 5) 阴极保护时析氢反应对具有氢脆敏感性的设备有造成氢脆的可能性。阳极保护时，析氢发生在辅助阴极上，被保护设备不会有产生氢脆的可能性。
- 6) 阴极保护时，辅助电极是阳极，在强氧化性介质中容易腐蚀，选择合适的阳极材料是一大难事。阳极保护时，辅助电极是阴极，其本身就处于被保护状态。

## 20. 缓蚀剂

是一种在很低的浓度下，能阻止或减缓金属在腐蚀性介质中腐蚀速度的化学物质或复合物。

## 21. 电镀

是使电解液中的金属离子在直流电作用下，于阴极（待镀零件）表面沉积出金属而成为镀层的工艺过程。

## 22. 化学镀

是利用一种合适的还原剂，使溶液中的金属离子还原并沉积在基体表面的过程。它也被称为自催化镀或无电电镀。

**优点：**不需要通以直流电，将镀件直接浸入化学镀液；在金属、半导体、非导体材料上直接进行；表面上可以获得均匀镀层；镀层孔隙少、致密，具有很好的耐磨性，很高的硬度。

**缺点：**镀液的维护要求较高、需加热设备、成本高、镀层有较大脆性。

## 23. 渗镀

将一种或几种元素从表面扩散到基体金属中去，形成渗层，以改变表面层的化学成分及组织，从而改善金属材料表面性能。

## 24. 腐蚀与防护基本原理

### (1) 防蚀结构设计

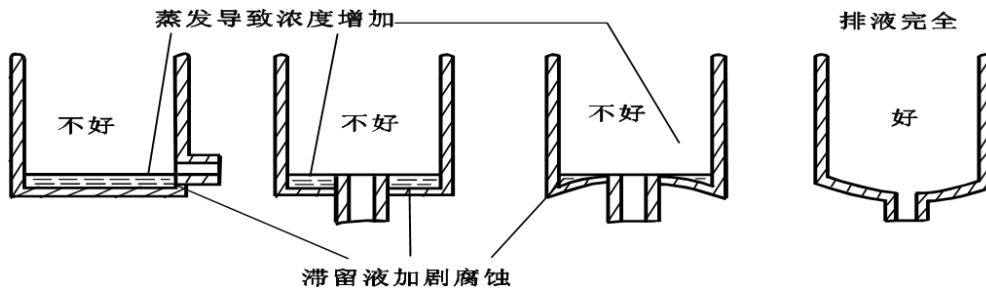
原则：

#### ① 构件形状尽量简单、合理

简单的结构件易于采取防腐措施、排除故障，便于维修、保养和检查。

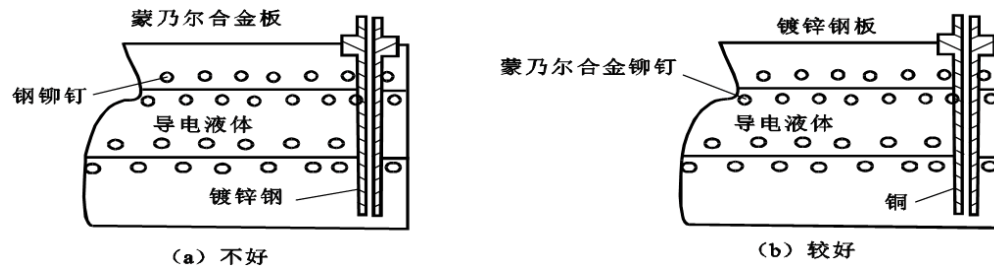
#### ② 避免残留液和沉积物造成腐蚀

应力求将容器、设备内部的液体排净，避免滞留的液体、沉积物遗留在出口管及底部造成浓差腐蚀或沉积物腐蚀。



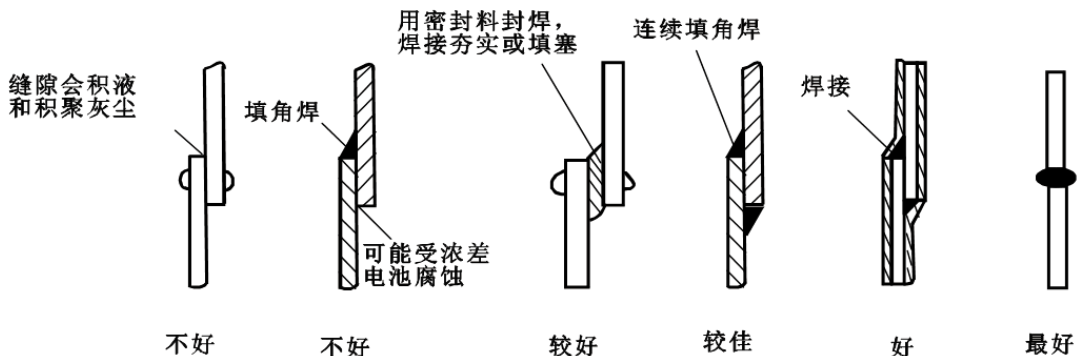
#### ③ 防止电偶腐蚀

材料相同；电偶序相近；大阳极小阴极的有利结合，避免大阴极小阳极的危险连接。



#### ④ 防止缝隙腐蚀

连接除焊接外还有铆接、销钉连接、螺栓连接、法兰连接等。





模拟试卷

一 选择题

1. 混混合键型晶体
2. 粘土价键类型
3. 属于通用塑料的是
4. 硬铝中含有的主要元素
5. 牌号 ZG20 的钢是

二 填空题

1. 双瓦楞的形状 3
2. 橡胶的共性 4
3. 提高材料耐磨性 3
4. 写出中英文对照 6

三 判断题

1. 金属键的强度是用键级来衡量
2. 晶体是指原子排列短程有序，有周期
3. 优质碳素钢中  $S < 0.055\%$   $P < 0.045\%$
4. 各等级建筑的初凝时间不得小于 45 分总，终凝时间不得大于 10 小时
5. 陶瓷材料在低温下热熔下，在高温下热熔大

四 名词解释

1. 非化学计量结构缺陷
2. 铁电性
3. 铸造
4. 混泥土
5. 金属键
6. 凝结时间
7. 置换型固熔体
8. 晶胞
9. 生物材料
10. 近红外线吸收薄膜
11. 电镀

五 简答题

1. 陶瓷有哪些基本特性
2. 常用的硬度表示方法，他们的区别是什么
3. 画出电饭锅示意图，并说出他的工作原理
4. 说明生产玻璃需要的原料，主要设备，生产过程和反应原理
5. 热缺陷的类型有哪些，写出定义，并画出示意图
6. 成纤高分子物必须具备的条件

六 论述题

1. 防腐蚀好坏的顺序及工作原理
2. 陶瓷材料 1、2、3 相，各个的作用是什么，制造陶瓷关键是什么
3. 应变力曲线，并举例