

材料科学基础教案

- 第一部分 前言 ➡
- 第二部分 总纲 ➡
- 第三部分 绪论 ➡
- 第四部分 材料的结构 ➡
- 第五部分 晶体缺陷 ➡
- 第六部分 纯金属的凝固 ➡
- 第七部分 二元相图 ➡
- 第八部分 三元相图 ➡
- 第九部分 固体材料的变形与断裂 ➡
- 第十部分 回复与再结晶 ➡



第一部分 前言

材料科学是研究材料的化学成分、组织结构、加工工艺与性能之间关系及变化规律的一门科学。材料科学基础的任务是根据工程和科学技术发展的需要设计研制新型工程材料；解决材料制备原理和工艺方法，获取可供使用的工程材料；解决材料在加工和使用过程中组织结构和性能变化的微观机理，从中找出合宜的加工工艺、强化工艺和延寿措施；创新测试材料成分、组织结构和性能的方法，完善测试技术；合理地选择和使用工程材料。

材料科学基础包含绪论、材料的结构、晶体缺陷、结晶理论、二元相图（含铁碳相图）、三元相图、塑性变形理论、再结晶理论等八部分。



第二部分 总纲

- 一、课程性质及教学目的 ➡
- 二、课程内容 ➡
- 三、与其它课程的关系 ➡
- 四、教学对象
- 五、教学时间
- 六、教学地点
- 七、教学指导思想 ➡
- 八、教学重点 ➡
- 九、教学难点 ➡
- 十、教学方法 ➡
- 十一、学时分配 ➡
- 十二、教学过程 ➡
- 十三、实验内容 ➡
- 十四、教材及教学参考书 ➡



课程性质及教学目的

《材料科学基础》是材料科学与工程、材料加工与控制等各专业一门重要技术基础课，也是金属材料系为材料工程学院各专业开设的院级必修课。

材料科学是研究材料的化学成分、组织结构、加工工艺与性能之间关系及变化规律的一门科学。材料科学基础的任务是根据工程和科学技术发展的需要设计研制新型工程材料；解决材料制备原理和工艺方法，获取可供使用的工程材料；解决材料在加工和使用过程中组织结构和性能变化的微观机理，从中找出合宜的加工工艺、强化工艺和延寿措施；创新测试材料成分、组织结构和性能的方法，完善测试技术；合理地选择和使用工程材料。

本课程的任务是向学生较全面系统地介绍物理冶金原理，注意材料的共性与个性的结合，实现多学科知识的交叉与渗透。

学习本课程的目的的是为后续专业课打下牢固的基础，同时为将来从事材料的研究与开发打下坚实的理论基础。



课程内容

材料科学基础包含绪论、材料的结构、晶体缺陷、结晶理论、二元相图（含铁碳相图）、三元相图、塑性变形理论、再结晶理论等八部分。

纵观材料科学基础所含内容可知，该课程内容较为庞杂。具有三多的特点；即所谓内容头绪多、原理规律多（涉及原理、规律几十个）、概念定义多（名词、定义近300个），由于该课程具有上述特点，加之有些微观结构看不见、摸不到，而且课程内容枯燥、乏味，因此，教师感到难教，学生感到难学。



与其它课程的关系

“材料科学基础”是以化学、物理、物理化学、材料力学、金属工艺学和金工教学实习为基础的课程，在学习时应联系上述基础课程的有关内容，以加深对本课程内容的理解。同时本课程是材料科学与工程的基础，在今后学习有关专业课程时，还应经常联系本书的有关内容，以便进一步掌握所学的知识。



教学指导思想

1. 从材料科学与工程材料应用的角度出发讲授《材料科学基础》，体现21世纪教学理念、教学改革精神和世界工程教育思想。
2. 严格按《材料科学基础》教学大纲及《材料科学基础实验大纲》进行教学，注意课程内容的准确定位和整体优化。
3. 开设的实验及课堂讨论应有利于学生分析问题、解决问题的能力及创新能力培养。



教学重点

1. 典型金属的晶体结构。
2. 晶体缺陷
3. 凝固理论应用
4. 铁碳相图及其应用
5. 三元相图的应用
6. 塑性变形后的组织与性能
7. 再结晶



教学难点

1. 典型金属的晶体结构。
2. 晶体缺陷
3. 凝固理论
4. 铁碳相图的分析与应用
5. 三元相图的分析与应用
6. 塑性变形机理
7. 再结晶机制



教学方法

1. 采用启发式、归纳类比法、教学模型、电化教学等传统教学方法。
2. 采用CAI课件、网络教学课件进行教学。
3. 改革实验内容及方法，注重理论联系实际及培养学生分析问题、解决问题的能力，利用电视、计算机等辅助教学手段提高实验教学效果。
4. 正确处理《材料科学基础》与基础课、专业课的关系：即利用基础课所学过的知识来讲授《材料科学基础》，结合专业特点讲授《材料科学基础》。
5. 采用计算机命题与评分系统，实现教考分离。



学时分配

1. 讲课	50
2. 实验	10
3. 课堂讨论	2
4. 机动	1
总学时	63



教学过程

1. 后次复习前次概念
2. 本次讲授内容的引入
3. 新教学内容的讲授过程
4. 小结
5. 思考题
6. 作业



实验内容

- | | |
|---------------|-----|
| 1. 金相试样的制备 | 1学时 |
| 2. 金相显微镜的使用 | 1学时 |
| 3. 铁碳合金平衡组织观察 | 2学时 |
| 4. 金相摄影 | 3学时 |
| 5. 金属塑性变形与再结晶 | 2学时 |
| 6. 位错腐蚀坑观察 | 1学时 |



教材及教学参考书

1. 《材料科学基础教程》 赵品 哈尔滨工业大学出版社
2. 《材料科学基础教程习题与解答》 赵品 哈尔滨工业大学出版社
3. 《材料科学基础》 赵品 哈尔滨工业大学出版社 2019年
4. 《金属学原理》 刘国勋主编 工业冶金出版社 1980年
5. 《金属学》 胡庚祥主编 上海科技出版社 1980年
6. 《金属学教程》 卢光熙主编 机械工业出版社 1985年
7. 《金属学原理》 李 超主编 哈工大出版社 2019年
8. 《材料科学基础》 马泗春主编 陕西科学技术出版社 2019年
9. 《材料科学基础》 石德珂主编 西安交大出版社 2019年



第三部分 绪论

一、教学目的及要求 ➡

二、主要内容 ➡

三、学时安排

四、教学重点 ➡

五、教学过程 ➡

六、思考题 ➡

七、教学参考书 ➡



教学目的及要求

使学生了解材料科学的重要地位与作用，工程材料的分类，课程的任务与内容，材料科学基础的学习方法。



主要内容

材料科学的重要地位与作用；工程材料的分类；材料发展简史，本课程的研究对象、任务与内容；材料科学基础的学习方法；教学参考书。



教学重点

使学生了解本课程在专业培养目标及教学计划中的地位、重要性。，以达到按照教学目的要求，学生能够自觉地学好本课程的教学内容。



教学过程

- 一 讲授内容 ➡
- 二 小结
- 三 思考题



思考题

1. 材料科学在国民经济中的重要地位是什么？
2. 如何对工程材料进行分类？
3. 材料科学的研究对象及任务是什么？



教学参考书

- | | | | |
|-------------|-------|------------|-------|
| 1. 《材料科学基础》 | 赵品 | 哈尔滨工业大学出版社 | 2019年 |
| 2. 《金属学原理》 | 刘国勋主编 | 工业冶金出版社 | 1980年 |
| 3. 《金属学》 | 胡庚祥主编 | 上海科技出版社 | 1980年 |
| 4. 《金属学教程》 | 卢光熙主编 | 机械工业出版社 | 1985年 |
| 5. 《金属学原理》 | 李超主编 | 哈工大出版社 | 2019年 |
| 6. 《材料科学基础》 | 马泗春主编 | 陕西科学技术出版社 | 2019年 |
| 7. 《材料科学基础》 | 石德珂主编 | 西安交大出版社 | 2019年 |



讲授内容

- 1、材料在国民经济中的重要地位与作用 ➡
- 2、材料的分类 ➡
- 3、材料的发展历史 ➡
- 4、材料科学的发展方向 ➡
- 5、本课程的任务与内容 ➡



材料在国民经济中的重要地位与作用

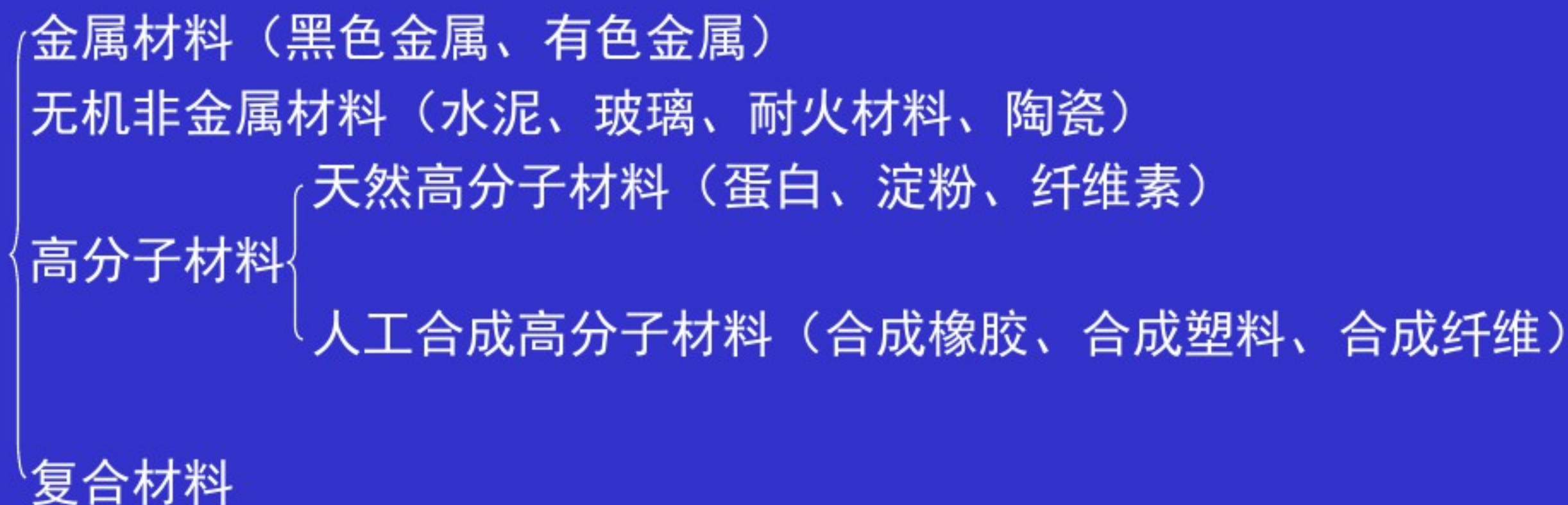
材料是用来制造各种有用物件的物质。

它是人类生存与发展、征服和改造自然的物质基础，也是人类社会现代文明的重要支柱。因此史学家将人类发展分为石器时代、青铜器时代、铁器时代、水泥时代、钢时代、硅时代和新材料时代。材料科学的发展及进步成为衡量一个国家科学技术发展的重要标准。材料科学的发展在国民经济中占有极其重要的地位，因此，材料、能源、信息被誉为现代经济发展的三大支柱。

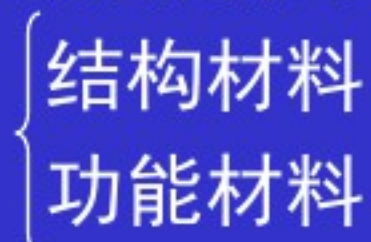


材料的分类

1、按材料的化学成分组成分类



2、按材料的使用性能分类



材料的发展历史

- 1、1808~1871年，研究并实现了金相分析的方法。
- 2、1871~1903年，手机、分析及总结了大量实验结果，导致了系统的理论研究
- 3、1903~1945年，由研究合金相的平衡状态过渡到从动力学角度研究相的变化。
- 4、1946~现在，继续向金属材料因状态不同导致性能差异的方向发展，进一步弄清相变和强化的机理，在更深的层次上研究结构与性能的关系。



材料科学的发展方向

精细化

超高性能化

高功能化

复杂化（复合化、杂化）

生态环境化

智能化



本课程的任务与内容

材料科学是研究材料的化学成分，加工过程与其组织、结构和性能之间关系及其变化规律的一门学科。

材料的成分不同，则组织结构不同，其性能也不同；材料的成分相同，但加工过程不同则导致组织结构不同，性能也不同。因此化学成分、组织结构是决定材料性能的内因，而加工工艺则是促使材料组织结构变化最终导致性能变化的外因。

材料科学的任务是根据工程和科学技术的发展的需要设计研制新型的工程材料；解决材料制备原理和工艺方法，获得可供使用的工程材料；解决材料加工和使用过程中组织结构和性能变化的微观机理，从中找出合宜的加工工艺，强化工艺和延寿措施；创新测试材料成分、组织结构和性能的方法，完善测试加速；合理的选择使用材料。

材料科学基础包含绪论、材料的结构、晶体缺陷、结晶理论、二元相图（含铁碳相图）、三元相图、塑性变形理论、再结晶理论等八部分。



第四部分 材料的结构

一、教学目的及要求 ➡

二、主要内容 ➡

三、学时安排

四、教学重点 ➡

五、教学难点 ➡

六、教学过程 ➡

七、思考题 ➡

八、作业 ➡

九、实验 ➡

十、教学参考书 ➡



教学目的及要求

使学生们掌握三大固体材料的结构特点、性能特点，建立材料结构与性能之间的关系。



主要内容

材料的结合方式、金属材料的结构、高分子材料及陶瓷材料的结构特点。



教学重点

- 1、典型金属材料的晶体结构；
- 2、合金相结构
- 3、金属材料的结构与性能的关系；
- 4、高分子材料及陶瓷材料的结构及性能特点。



教学难点

1. 晶体结构；
2. 合金相结构
3. 高分子材料、陶瓷材料的结构特点；



教学过程

一、复习上一节内容 ➡

二、导入新课

三、讲授新课 ➡

四、小结

五、思考题 ➡

六、作业 ➡



复习上一节内容

- 1、材料科学在国民经济中的重要地位是什么？
- 2、如何对工程材料进行分类？
- 3、材料科学的研究对象及任务是什么？



思考题

1. 三大固体材料的键性如何？
2. 金属的特性是什么？
3. 纯金属的晶体结构有几种类型？
4. 合金相结构有几种？都是什么？
5. 金属材料性能特点是什么？
6. 高分子材料的结构及性能特点是什么？
7. 陶瓷材料的结构及性能特点是什么？



作业

- 1、氯化钠和金刚石各属于那种空间点阵？试计算配位数与致密度。
- 2、试说明一个面心立方等于一个体心正方结构。
- 3、在立方系中绘出 $\{110\}$ 、 $\{111\}$ 晶面族所包括的晶面，及 (112) 和 (10) 晶面。
- 4、 (121) 与 (100) 所决定的晶带轴和 (001) 与 (111) 所决定的晶带轴所构成的晶面的晶面指数。
- 5、计算面心立方结构 (111) 、 (110) 与 (100) 面的面密度和面间距。
- 6、FeAl 是电子化合物，具有体心立方点阵，试画出其晶胞，计算电子浓度，画出 (112) 面原子排列图。
- 7、合金相 VC、 Fe_3C 、CuZn、 ZrFe_2 属于何种类型，并指出其结构特点
- 8、在立方系标准投影图上确定极点 (111) 、 (11) 、 (11) 、 (1) 、 (12) 、 (0) 的位置。



实 验

- 1、金相试样的制备 1学时；
- 2、金相显微镜的使用 1学时。






教学参考书

1. 《材料科学基础》 赵品
哈尔滨工业大学出版社 2019年
2. 《高分子材料导论》 张留成
化学工业出版社 1993年
3. 《工程陶瓷材料》 金志浩、周敬恩
机械工业出版社 1986年



讲授新课

- 1 材料的结合方式 
- 2 晶体学基础 
- 3 材料的晶体结构 



材料的结合方式

一、化学键

1. 离子键 ➡

2. 共价键 ➡

3. 金属键 ➡

4. 范德华键 ➡

二、工程材料的键性 ➡



离子键

1、形成

当两种电负性相差很大（如元素周期表相隔较远的元素）的原子相互结合时，其中电负性较小的原子失去电子成为正离子，电负性较大的原子获得电子成为负离子，正、负离子靠静电引力结合在一起而形成的结合键。

2、特性

无方向性，无饱和性，结合力很大

3、具有离子键物质的特性

离子晶体的硬度高、强度大、热膨胀系数小，但脆性大。离子晶体具有很好的绝缘性。因不吸收可见光，典型的离子晶体是无色透明的。



共价键

1、形成

元素周期表中的ⅣA、ⅤA、ⅥA族大多数元素或电负性不大的原子相互结合时，原子间不产生电子的转移，以共价电子形成稳定的电子满壳层的方式实现结合。这种由公用电子对产生的结合键称为共价键。

2、特性

方向性，饱和性，结合力很大

3、具有共价键物质的特性

共价晶体强度、硬度高，脆性大，熔点、沸点高，挥发性低。



金属键

1、形成

金属原子结构的特点是外层电子少，原子容易失去其价电子而成为正离子。当金属原子相互结合时，金属原子的外层电子（价电子）就脱离原子，成为自由电子，为整个金属原子所共有。这些公有化的自由电子在正离子之间自由运动形成所谓电子气（或电子云）。这种由金属正离子与电子气之间相互作用而结合的方式称为金属键。

2、具有共价键物质的特性

- ①、良好的导电性及导热性。
- ②、正的电阻温度系数，即随温度升高电阻增大。
- ③、良好的强度及塑性。
- ④、具有金属光泽。



范德华键

1、形成

有些物质的分子具有极性，其中分子的一部分带有正电荷，而分子的另一部分带有负电荷，一个分子的正电荷部位和另一分子的负电荷部位间，以微弱静电引力相引，使之结合在一起称为范德华键（或分子键）。

2、特性

结合力较弱

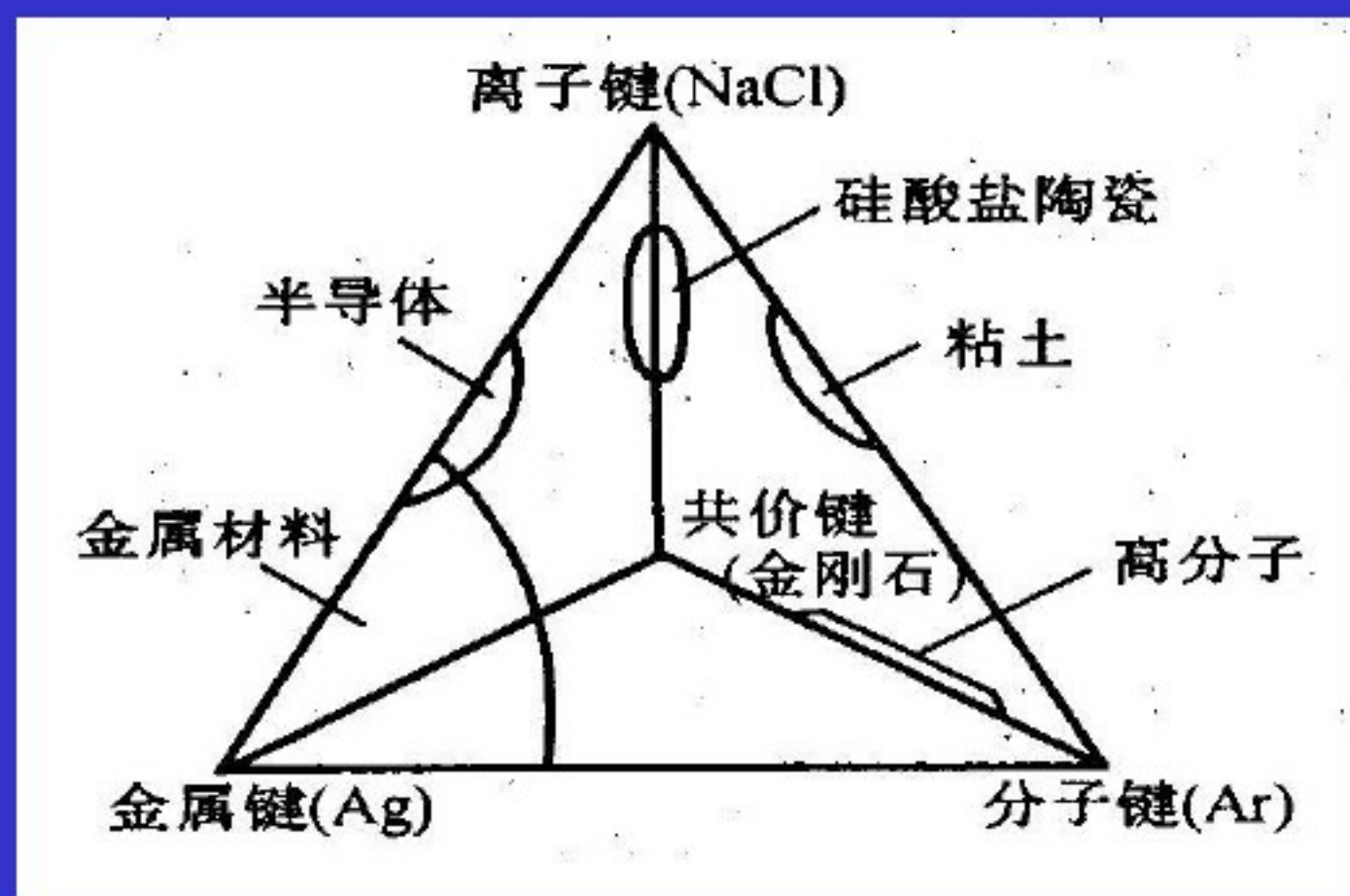
3、具有共价键物质的特性

硬度低、沸点低，绝缘性。



工程材料的键性

实际上使用的工程材料，有的是单纯的一种键，更多的是几种键的结合。如果以四种键为顶点作一个四面体，就可以把材料的结合键范围示意地表示在这个四面体上，具体材料地键特性见图。



晶体学基础

- 1、晶体与非晶体 ➡
- 2、空间点阵 ➡
- 3、晶向指数与晶面指数 ➡
- 4、晶体的晶体的极射赤面投影



晶体与非晶体

1、晶体：

物质的质点(分子、原子或离子)在三维空间作有规律的周期性重复排列所形成的物质叫晶体，如图。

2、非晶体：

非晶体在整体上是无序的，但原子间也靠化学键结合在一起，所以在有限的小范围内观察还有一定规律，可将非晶体的这种结构称为近程有序。



空间点阵

1、空间点阵：

实际晶体中，质点在空间的排列方式是多种多样的。为了便于研究晶体中原子、分子或离子的排列情况，近似地将晶体看成是无错排的理想晶体，忽略其物质性，抽象为规则排列于空间的无数几何点。这些点代表原子(分子或离子)的中心，也可是彼此等同的原子或分子群的中心，各点的周围环境相同。这种点的空间排列称为空间点阵，简称点阵，这些点叫阵点。

2、晶胞：

从点阵中取出一个仍能保持点阵特征的最基本单元叫晶胞。

3、晶格：

将阵点用一系列平行直线连接起来，构成一空间格架叫晶格。

a、晶胞选取的条件 ➡

b、14种空间点阵，布拉菲点阵 ➡



晶胞选取应满足的条件

- (1) 晶胞几何形状充分反映点阵对称性。
- (2) 平行六面体内相等的棱和角数目最多。
- (3) 当棱间呈直角时，直角数目应最多。
- (4) 满足上述条件，晶胞体积应最小。

