# 教　案

## 2025-2026 学年第一学期

课程名称　　机械制造基础

专业班级　数字化设计与制造技术 251

总学时数　　64 学时

任课教师　　陈楠楠

# 课程基本信息

<table>
<tr><td>课程名称</td><td colspan="4">机械制造基础</td></tr>
<tr><td>课程性质</td><td colspan="2">64</td><td>学分</td><td>4</td></tr>
<tr><td>学　时</td><td colspan="4">总学时：　64 学时　　其中：课堂讲授 64 学时；　课内实验 0 学时</td></tr>
<tr><td>开课部门</td><td colspan="2">机电工程系</td><td>任课教师</td><td>陈楠楠</td></tr>
<tr><td>授课<br>专业、班级</td><td colspan="2">数字化设计与制造技术 251</td><td>开课学期</td><td>2025-2026 第一学期</td></tr>
<tr><td>成绩评定</td><td colspan="2">平时成绩占 30 %；期末成绩占 70 %</td><td>考核方式</td><td>考试</td></tr>
<tr><td rowspan="2">选用教材</td><td>书　　名</td><td>主 编</td><td>出版社</td><td>出版日期</td></tr>
<tr><td>机械制造基础</td><td>黎震，谢燕琴</td><td>高等教育出版社</td><td>2021.8</td></tr>
<tr><td>本课程在本专业人才培养方案中的地位和作用</td><td colspan="4">本课程的任务是使学生了解机械制造过程，掌握制造技术文化的基础知识，建立材料与工艺之间的相互关系。通过对机械工程材料的性能特点、热处理方法及选用原则，熟悉铸造、锻压、焊接的工艺基础知识，培养学生综合运用材料及应用工艺知识进行选材与工艺分析的初步能力，为学习选择使用工程材料、选择毛坯、选用无切削或少切削加工方法、为机械零件制定加工工艺路线、学习其它课程和从事技术工作打好必要基础。</td></tr>
<tr><td>本课程<br>教学目标</td><td colspan="4">通过本课程的学习，应使学生达到下列基本要求：<br>1.了解工程材料与材料成形工艺技术在机械制造过程中的地位和作用，建立工程材料、材料生产过程、材料成形工艺与现代制造过程的完整概念。<br>2.掌握常用工程材料的种类、成分、组织、性能、改性方法和用途，具有选用常用工程材料和改变材料性能方法的初步能力。<br>3.掌握常用材料成形工艺方法与工艺操作的基本知识，建立质量与经济观念，培养劳动观点和理论联系实际的作风。<br>4.了解金属零件的铸造、压力加工、焊接和胶接的基本原理、工艺特点和应用范围。<br>5.掌握选用机械零件毛坯的基本知识，具有分析一般零件的毛坯结构工艺性的能力。</td></tr>
</table>

| | |
|---|---|
| **素质（思政）内容与要求** | 1.介绍中国机械制造业的辉煌成就和面临的挑战，激发学生的爱国情怀和民族自豪感。<br>2.强调机械制造领域对精准、细致、耐心的要求，引导学生树立精益求精、追求卓越的工匠精神。<br>3.讨论机械制造业在经济发展和社会进步中的重要作用，培养学生的社会责任感。<br>4.引导学生形成积极向上的学习态度，培养学生的自主学习能力和团队合作意识； |
| **学生用主要参考资料** | 王琼，谭雪松 主编《机械制造基础》 人民邮电出版社<br>唐仁奎 主编《机械制造基础》 西南交通大学出版社 |

# 第 1 章 绪论

**教学目标：**

1.了解本课程的性质、地位和任务；

2.掌握几个机械相关的定义

**教学重点：**掌握几个机械相关的定义

**教学难点：**掌握几个机械相关的定义

**素质（思政）内容与要求：**

1.加强学生对社会主义核心价值观的教育，培养学生的社会责任感和家国情怀；

2.介绍材料科学对国家经济发展的重要性，培养学生珍惜资源、节约能源的意识；

3.引导学生形成积极向上的学习态度，培养学生的自主学习能力和团队合作意识。

**教学手段：**讲授、演示、提问

**教学学时：**2

**教学内容：**

1. 机械制造业的重要性。

机械制造业是国民经济的基础是向其他各行业提供工具、仪器和各种机械设备的技术装备的部门据西方工业国家统计制造业创造了６０％的社会财富４５％的国民经济收入是由制造业完成的如果没有机械制造业提供质量优良、技术先进的技术装备那么信息技术、新材料技术、海

洋工程技术、生物工程技术以及空间技术等新技术群的发展将会受到严重的制约可以说机械制造业的发展水平是衡量一个国家经济实力和科学技术水平的重要标志之一材料科学及毛坯生产在机械制造业中的作用和地位。

2. 本课程的性质和研究内容。

本课程研究的内容是工程材料和机械加工过程中的基础知识具体包括:工程材料铸造、锻压、焊接、金属切削加工基础知识、机械零件表面加工、特种加工、先进制造技术及机械加工工艺规程等考虑到后续课程安排教材内容处理上有所区别“工程材料”部分以剖析铁碳合金的金相组织为基础以介绍工程材料的性质和合理选材为重点“铸造”、“锻压”、“焊接”各占有一定的篇幅因为这方面知识是必不可少的而且本课程前后均未安排与此有关的课程“金属切削加工的基础知识”、“机械零件表面加工”和“机械加工工艺规程”部分则着重在“机加工实训”的基础上把感性知识上升到理论高度进而归纳成系统性基础知识为后续课程打好基础而“特种加工”和“先进制造技术”部分则着眼于拓展知识面、提高人才培养的专业适应性

3. 材料科学及毛坯生产在机械制造业中的作用和地位。

4. 本课程的特点及学习方法。

5. 本课程的任务和要求

本课程的任务在于使学生获得机械制造过程中所必须具备的应用型基础知识和技能。学生学习本课程后，应熟悉各种工程材料性能，并具

有合理选用所需材料的能力；初步掌握和选用，毛坯或零件的成形方法及机械零件表面加工方法；了解工艺规程制订的原则及特种加工、先进制造技术的概念和应用场合

## 第 2 章 金属材料的力学性能

**教学目标**:

1.了解金属材料性能种类；

2.了解金属材料物理性能、化学性能；

3.掌握金属材料力学性能指标及测试方法。

**教学重点**：掌握金属材料力学性能指标及测试方法。

**教学难点**：掌握金属材料力学性能指标及测试方法。

**素质（思政）内容与要求**:

1.在介绍力学性能的测试方法时, 强调严谨的科学态度和精益求精的工匠精神。

2.引导学生思考如何通过改进材料性能来提高产品的质量和可靠性, 培养学生的创新思维。

**教学手段**：讲授、提问

**教学学时**：6

**教学内容**:

**一、金属材料的力学性能**

工程材料是指固体材料领域中与工程（结构、零件、工具等）有关的材料，包括金属材料和非金属材料等。其中金属材料因具有良好的力

学性能、物理性能、化学性能和工艺性能，成为工程中应用最广泛的材料。

本章 主要介绍金属材料的力学性能，包括强度、塑性、硬度、冲击韧性和疲劳强度等。

1. 强度和塑性

通过拉伸试样的实验曲线来确定强度以及塑性的性能指标，包括：

（1）弹性极限

（2）屈服极限

（3）抗拉强度

（4）断面收缩率及伸长率等。

金属材料在载荷作用下产生弹性变形时所能承受的最大应力称为弹性极限，用符号$\sigma_e$表示。金属材料开始明显塑性变形时的最低应力称为屈服强度，用符号$\sigma_s$表示。金属材料在断裂前所能承受的最大应力称为抗拉强度，用符号$\sigma_b$表示。试样拉断后，标距长度的增加量与原标距长度的百分比称为伸长率，用$\delta$表示。试样拉断后，标距横截面积的缩减量与原横截面积的百分比称为断面收缩率，用$\psi$表示。

2. 硬度

硬度有布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度等 3 种衡量指标。横向比较不同硬度的测量方式、表达方式以及优劣点。

布氏硬度测试是用一定直径的钢球或硬质合金球，以相应的试验力压入试样表面，经规定的保持时间，卸除试验力，用读数显微镜测量试

样表面的压痕直径。洛氏硬度是以顶角为 120°的金刚石圆锥体或一定直径的淬火钢球作压头，以规定的试验力使其压入试样表面，根据压痕的深度确定被测金属的硬度值。维氏硬度试验原理与布氏硬度相同，同样是根据压痕单位面积上所受的平均载荷计量硬度值，不同的是维氏硬度的压头采用金刚石制成的锥面夹角α为 136°的正四棱锥体。

3. 冲击韧性：

生产中许多机器零件，都是在冲击载荷（载荷以很快的速度作用于机件）下工作，试验表明，载荷速度增加，材料的塑性、韧性下降、脆性增加，易发生突然性破断，因此，使用的材料就不能用静载荷下的性能来衡量，而必须用抵抗冲击载荷的作用而不破坏的能力，即冲击韧度来衡量。

应用摆锤冲击实验中的断面缺口计算来评判脆性材料、韧性材料。

4. 疲劳强度

交变应力大小和断裂循环次数之间的关系通常用疲劳曲线来描述(图 1.1.6)疲劳曲线表明当应力低于某一值时即使循环次数无穷多也不发生断裂此应力值称为疲劳强度或疲劳极限

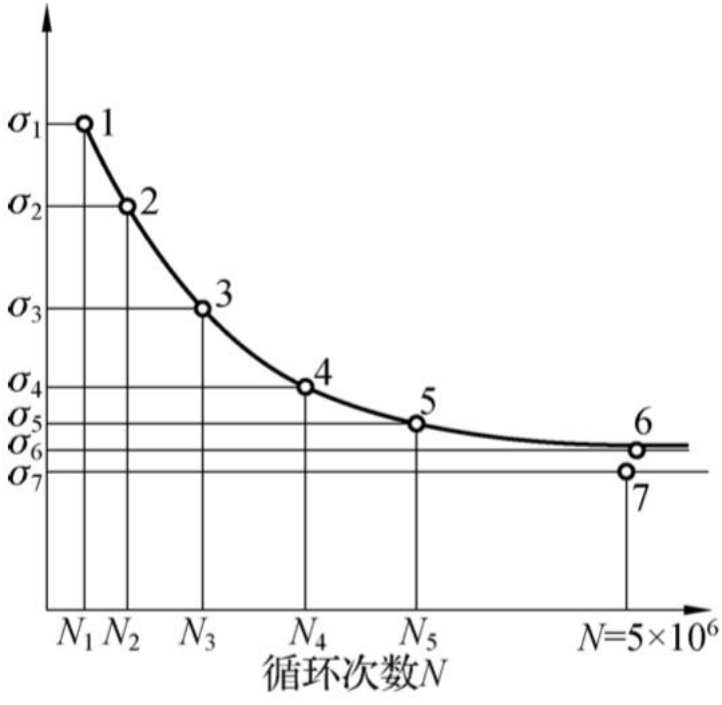



**图 1.1.6　钢的疲劳曲线**

**二、金属材料的其他性能简介**

1. 物理性能：密度、熔点、导热性、导电性、热膨胀性和磁等。

2. 化学性能：耐腐蚀性、抗氧化性

3. 工艺性能：铸造性能、锻造性能、焊接性能和切削加工性能。

## 第 3 章 铁碳合金

**教学目标**：

1.掌握铁碳合金相图；

2.掌握铁碳合金相图的特性线、特性点；

3.学会分析钢的结晶过程。

**教学重点**：铁碳合金相图的特性线、特性点，某钢的结晶过程

**教学难点**：铁碳合金相图的特性线、特性点，某钢的结晶过程

**素质（思政）内容与要求：**

1.在讲解合金的晶体结构和组织时，引入中国在新材料研发方面的突破，激发学生的爱国情怀。

2.强调合金性能的优化对于提升制造业水平的重要性，培养学生的创新意识和实践能力。

**教学手段**：讲授、演示

**教学学时**：8

**教学内容**：

1. 晶体结构

（1）晶体、非晶体、晶格、晶胞

**晶体**：原子按一定次序有规律排列的物质称为晶体。

**非晶体：原子杂乱无章 地堆积在一起的物质称为非晶体。**

**晶格**：为了便于描述晶体中原子的排列规律可以把原子看成一个几何质点用假想的线将这些点用线连接起来构成有明显规律性的空间构架这种表示晶体中原子排列形成的空间格子称为晶格。

**晶胞**：晶格包含的原子数量相当多不便于研究将能够代表原子排列规律的最小单元划分出来这种最小的单元体称为晶胞。

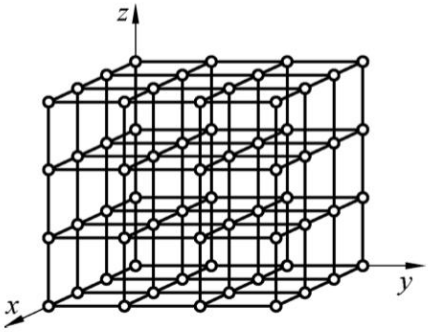



**图 1.1.7　晶格示意图**

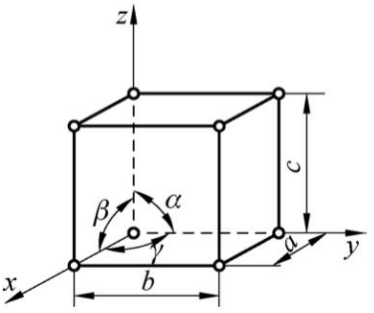



**图 1.1.8　晶胞示意图**

（2）常见晶格类型

1) 体心立方晶格

2) 面心立方晶格

3) 密排六方晶格

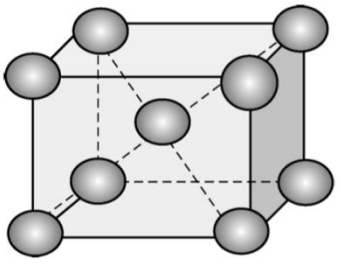


**图 1.1.9　体心立方晶格**

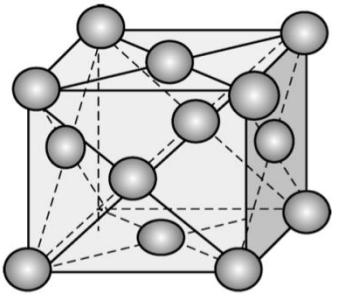


**图 1.1.10　面心立方晶格**

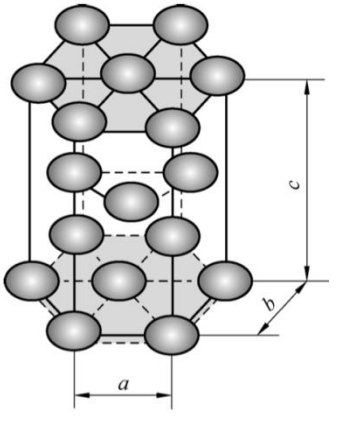



**图 1.1.11　密排六方晶格**

（3）晶体缺陷

1）点缺陷

2）线缺陷

3）面缺陷

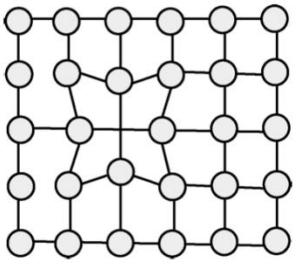


图 1.1.14　点缺陷示意图

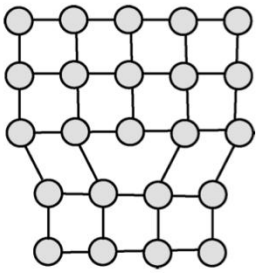


图 1.1.15　刃型位错线缺陷图

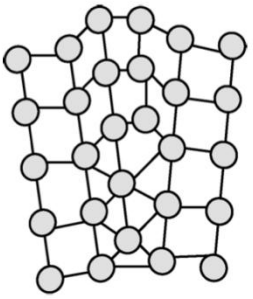


图 1.1.16　晶界示意图

2. 金属的结晶

过冷度曲线的解读；过冷度对结晶的影响；晶粒大小对力学性能的具体影响。

金属由液态转变为具有晶体结构的固态的过程称为**结晶**。

冷却分为三个过程：①是从熔点开始降温，随着时间温度慢慢在下降，这一过程还是属于液态；②是为恒温过程，在整个过程中温度也是在下降的，但由于从液态转变为固态时，原子间要缩短距离进而发生碰撞，释放出大量的热量，补偿了降温消耗的能量，因而为平衡过程，此时液态在向固态转变，最后全部变成晶体；③金属已经变成了晶体状态，随着温度继续下降也不会改变。

结晶的过程实际分为以下两个过程：

**第一个过程：形核。**液态金属中原子作不规则运动，随着温度降低，原子活动能力减弱，原子活动范围也缩小，相互之间逐渐接近，当液态金属的温度下降到接近实际结晶温度时，某些原子按一定规律排列聚集，形成极细微的小集团，当低于理论结晶温度时，这些小集团的一部分就成为稳定的结晶核心，称为晶核，形核方式分为:①均匀形核（自发形核、

均质形核）：依靠稳定的原子集团——相起伏，②非均匀形核（非自发形核、异质形核）：晶核依附于液态金属中现成的微小固相杂质质点的表面形成。

**第二个过程：长大。**晶核向液体中温度较低的方向发展长大，由小变大长成晶粒的过程，在晶核开始长大的初期，原子排布比较规则，随着晶核长大和晶体棱角的形成，棱角处散热条件优于其他部位，因此优先长大，其生长方式像树枝状一样，因而称为枝晶。在结晶的过程中，会有很多的地方散热条件相差不大，同时达到结晶温度，因而就有多个晶核同时形成，它们分布在液体的不同部位，在不同的部位的晶核都遵循枝晶散热最快的方式进行长大，这样就有多个晶粒在形成，最后获得的实际金属材料就是多晶体的结构。

在常温下，细晶粒金属比粗晶粒金属具有更高的强度、硬度、塑性和韧性，因而，我们可以采取以下方法获得细晶粒：①增加过冷度：过冷度增加，形核速率远远大于长大速率；②变质处理：实际就是增加非均匀形核；③机械方法：比如振动或搅拌。

3. 金属的同素异构转变

金属在固态下由于温度的改变而发生晶格类型转变的现象，称为同素异构转变。其实质是:原子排列不同，结构不同，金属体积发生改变的结果。

液态纯铁在１５３８℃进行结晶得到体心立方晶格的δ—Ｆｅ继续冷却到１３９４℃时发生同素异构转变转变为面心立方晶格的γ—Ｆｅ

再冷却到９１２℃时又发生同素异构转变γ—Ｆｅ转变为体心立方晶格的α—Ｆｅ如再继续冷却到室温晶格的类型不再发生变化这种同素异构转变转化如图 1.1.20 所示。

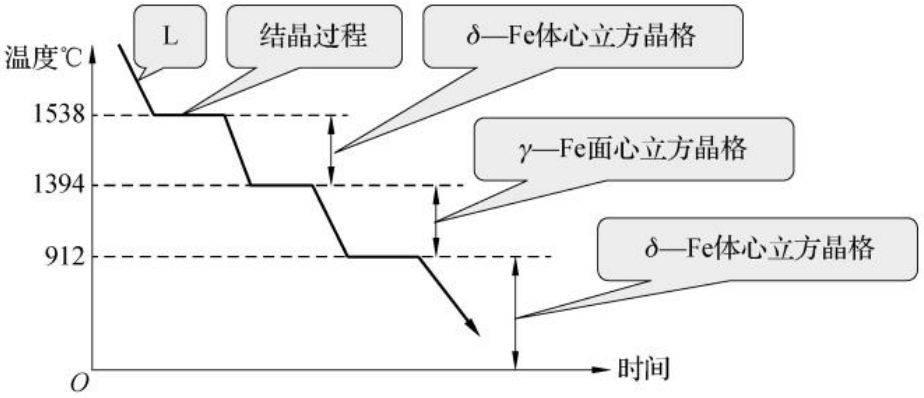



**图 1.1.20　冷却曲线**

$$\delta\text{—Fe} \xleftrightarrow{1394℃} \gamma\text{—Fe} \xleftrightarrow{912℃} \alpha\text{—Fe}$$

(体心立方晶格)　(面心立方晶格)　(体心立方晶格)

4. 合金的结构

由两种或两种以上的金属，或金属与非金属经一定方法合成的具有金属特性的物质，称为合金。组成合金最基本的物质，称为组元。给定合金以不同的比例而合成的一系列不同成分合金的总称，称为合金系。

根据构成各组元之间相互作用的不同，固态合金的相按结构可分为固溶体和金属化合物。合金在固态时，组元之间相互溶解，形成在某一组元晶格中包含其他组元原子的新相，这种新相称为固溶体。按溶质原子所占溶剂晶格中的位置的不同，固溶体可分为置换固溶体与间隙固溶体两种。中间相是由金属与金属，或金属与类金属元素之间形成的化合

物，这些化合物结构一般比较复杂，而且具有金属特性，所以也称为金属间化合物，包括：正常价化合物、电子化合物（电子相）、间隙化合物。

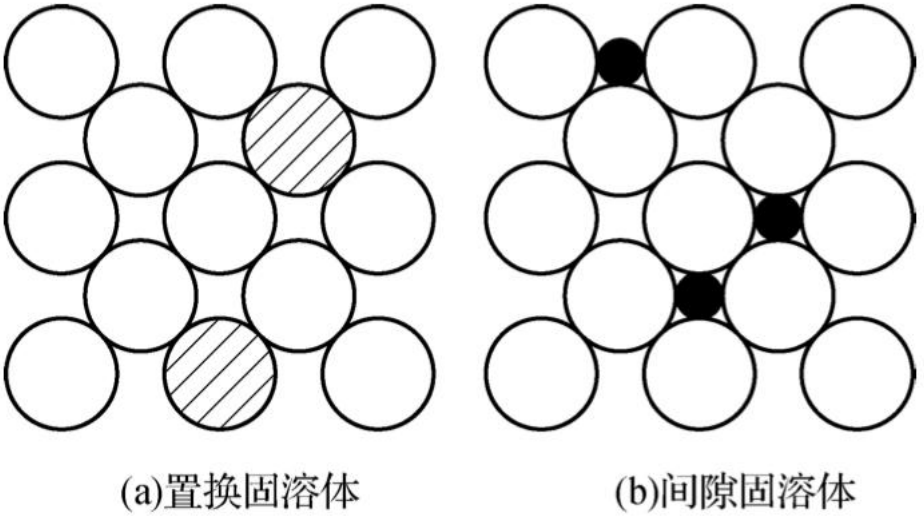



**图 1.1.21　固溶体的两种类型**

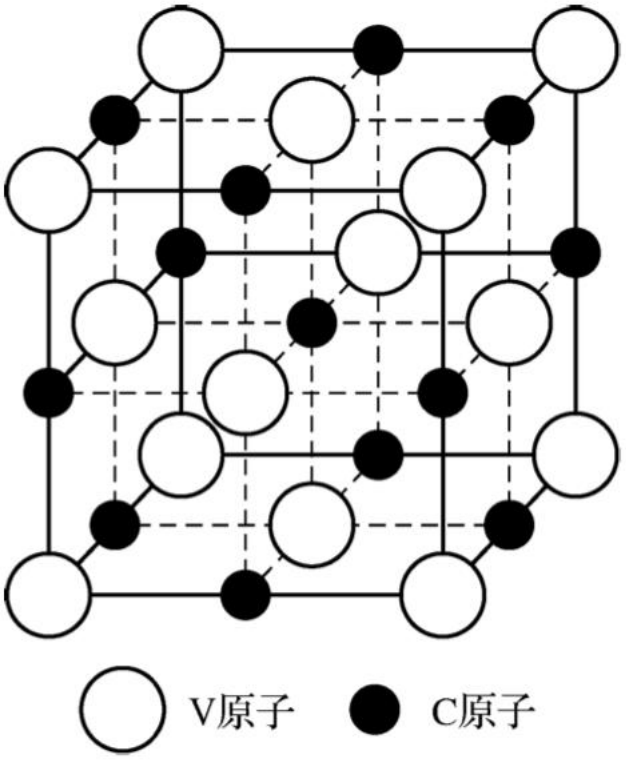



**图 1.1.22　简单间隙化合物**

5. 铁碳合金相图的特性线、特性点及结晶过程

铁碳合金随着温度以及碳含量改变的具体变化，相结构的转变以及随着带来的组织变化与力学性能的变化。

铁碳合金在液态是铁和碳可以无限互溶，在固态时根据含碳量的不同，碳可以溶解在铁中形成固溶体，也可以与铁形成化合物，或者形成固溶体与化合物组成的机械混合物，因此，铁碳合金在固态下出现以下几种基本组织：

①铁素体。碳在α-Fe 中所形成的间隙固溶体，用“F”表示，铁素体还保持α-Fe 的体心立方晶格，体心立方晶格间隙较小，因而溶解碳的能力很小，随着温度上升溶解碳的能力增加。铁素体的力学性能接近纯铁，强度、硬度低，塑性和韧性很好。

②奥氏体。碳在γ-Fe 中的形成的间隙固溶体，用“A”表示，奥氏体仍保持γ-Fe 的面心立方晶格，由于面心立方晶格间隙较大，故奥氏体溶解碳的能力较大。随着温度下降，溶解能力也在下降。奥氏体的硬度不高，塑性极好，因此通常把钢加热到奥氏体状态进行锻造。

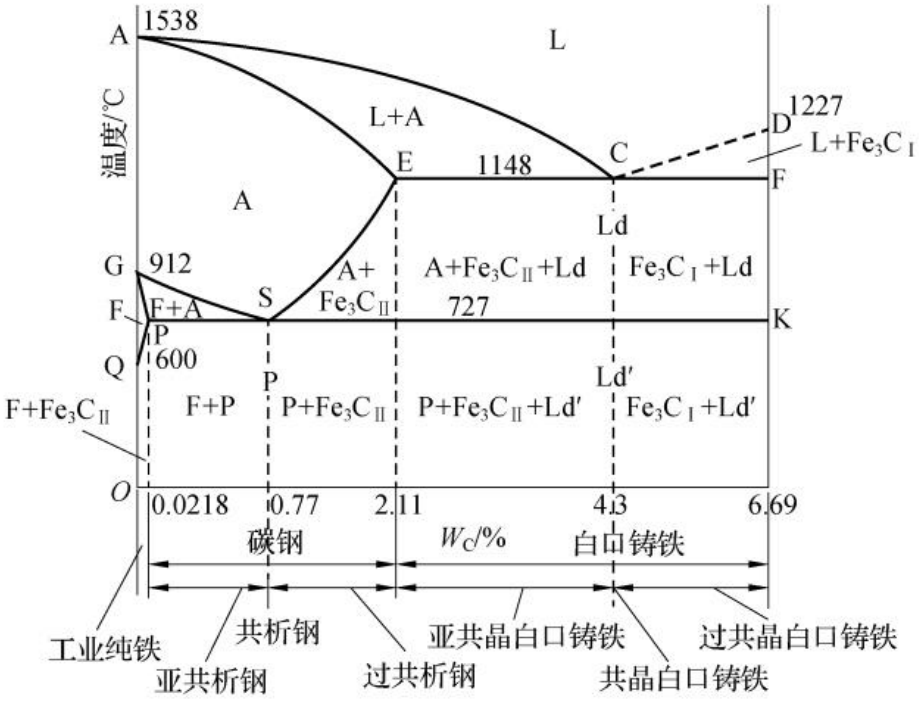
③渗碳体。渗碳体是 Fe 与 C 的金属化合物，用“$Fe_3C$”来表示。是一种具有复杂晶体结构的间隙化合物，其硬度高，脆性大，塑性很差，因此铁碳合金中的渗碳体量过多将导致材料的力学性能变坏，因而渗碳体是钢中主要强化相，可以提高材料的强度和硬度。

④珠光体。

珠光体是 Fe 与 $Fe_3C$ 机械混合物，用“P”来表示。常见的珠光体形

态是铁素体与渗碳体片层相间分布的，片层越细密，强度越高。

⑤莱氏体。含碳量为 4.3%的液态合金，当温度缓慢冷却 1148℃时，析出 A 与 $Fe_3C$ 的机械混合物，即共晶反应的产物，称为高温莱氏体，用“Ld”表示，当冷却到 727℃时由奥氏体转变为珠光体，所以室温下莱氏体由珠光体和渗碳体组成，称为低温莱氏体或变态莱氏体，用符号“Ld’”表示。莱氏体中渗碳体较多，硬度高、塑性差、脆性很大，是白口铁的基本组织。




随着钢中含碳量的增加，其强度、硬度升高，而塑性和韧性下降，这是由于组织中渗碳体量不断增多，铁素体量不断减少的缘故，但当ωc=0.9%时，由于网状二次渗碳体的存在，硬度和强度增高，塑性和韧性降低，随着含碳量的增加，渗碳体以网状分布在晶界处，则材料的塑性

和韧性大为下降，且强度也随之降低。

# 第 4 章 钢的热处理

**教学目标**:

1.掌握热处理的作用相图在热处理过程中的应用固态相变的特点类型;

2.熟练掌握钢在加热和冷却时的组织转变;

3.掌握钢的热处理的目的、工艺及选用。

**教学重点**：钢的热处理工艺及应用范围

**教学难点**：钢的热处理工艺及应用范围

**素质（思政）内容与要求**:

1.在介绍热处理工艺时, 强调工艺参数的精确控制和优化对于提高产品质量的重要性，培养学生的工匠精神。

2.引导学生思考如何通过热处理工艺的创新来降低能耗和减少污染, 培养学生的环保意识。

**教学手段**：讲授

**教学学时**：8

**教学内容**:

**一、热处理**

热处理是通过加热、冷却的方法，以改变金属内部组织为手段，以改变金属的力学性能为目的的工艺方法。

本章 节主要介绍结合上一章 所学金属材料的性能，着重介绍改善

其性能所采用的热处理方法，使读者掌握金属材料的成分、组织和性能之间的关系，为合理选材和制定加工工艺打下基础。

并介绍热处理新技术：

1. 激光热处理

2. 真空热处理

3. 形变热处理

## 二、钢的热处理

钢的热处理是将钢件在固态范围内，采用适当方式进行加热、保温、冷却，以获得所需组织与性能的工艺。

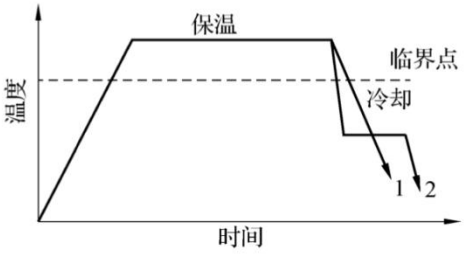



**图 2.1.3　热处理工艺曲线**

1—等温处理；2—连续冷却

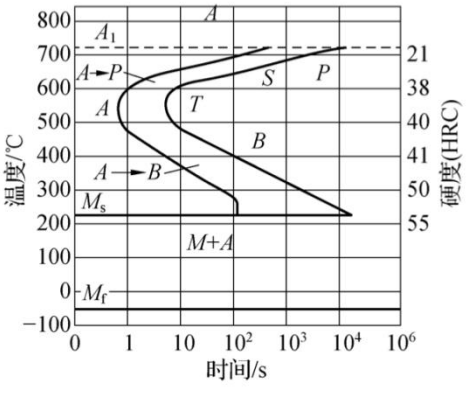



**图 2.1.4　共析钢的过冷奥氏体等温转变曲线**

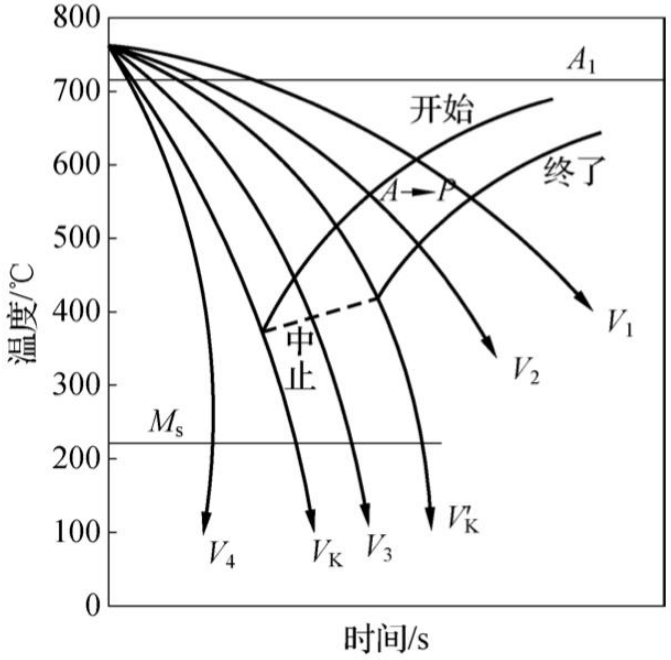



**图 2.1.5　共析钢连续冷却转变图**

钢的热处理可分为整体热处理和表面热处理:

热处理
- 普通热处理：退火、正火、淬火、回火
- 表面淬火：
  - 感应加热表面淬火
  - 火焰加热表面淬火
  - 激光加热表面淬火
- 化学热处理：渗碳、渗氮、碳氮共渗

**整体热处理**包括退火、正火、淬火和回火。

将组织偏离平衡状态的钢加热到适当温度，保温一定时间，然后缓慢冷却（一般为随炉冷却）以获得接近平衡状态组织的热处理工艺叫做退火。根据处理的目的和要求不同，钢的退火可分为完全退火、等温退火、球化退火、扩散退火和去应力退火等。

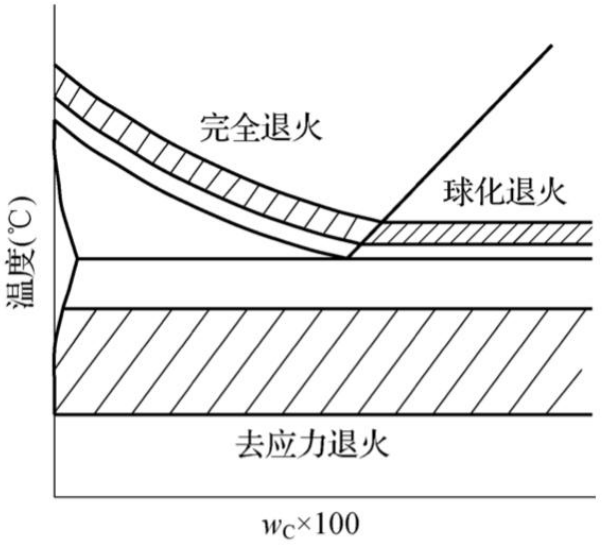



**图 2.1.7　退火的加热温度范围**

钢材或钢件加热到 $Ac_3$（对于亚共析钢）、$Ac_1$（对于共析钢）和 $Ac_{cm}$（对于过共析钢）以上 30~50℃，保温适当时间后，在自由流动的空气中均匀冷却的热处理称为正火。

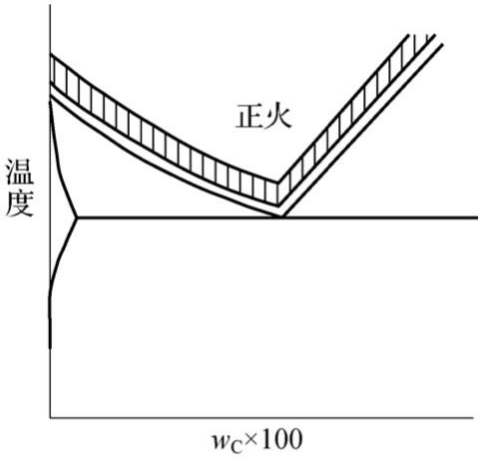



**图 2.1.8 正火的加热温度范围**

淬火就是将零件加热到 $Ac_1$ 或 $Ac_3$ 以上 30~50℃保温一定时间，然后快速冷却（一般为油冷或水冷）从而得到马氏体的一种热处理工艺。

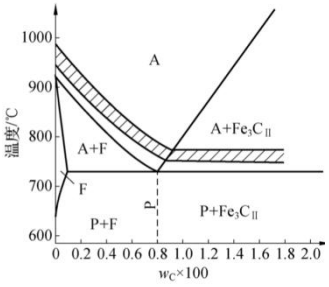



图 2.1.9　碳钢的淬火加热温度范围

表 2.1.3　常用的淬火冷却介质的冷却能力

| 淬火冷却介质 | 冷却速度/（℃.s$^{-1}$） | |
|---|---|---|
| | 650~550℃ | 300~200℃ |
| 水（18℃） | 600 | 270 |
| 水（50℃） | 100 | 270 |
| 10%NaCl+水 | 1100 | 300 |
| 10%NaOH+水（18℃） | 1200 | 300 |
| 矿物油 | 100~200 | 20~50 |
| 0.5%聚乙烯醇+水 | 介于油水之间 | 180 |

回火是将淬火钢重新加热到 $A_1$ 点以下的某一温度，保温一定时间后，冷却到室温的一种操作。

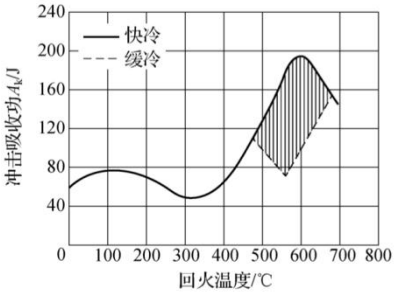



图 2.1.12　回火温度对冲击韧性的影响

不同热处理手段所应用的温度区间以及冷却方式不同；退火与正火的比较与选择；淬火和回火的工艺选择；调质处理（淬火并高温回火）。

**表面热处理**包括表面淬火和化学热处理，一些在弯曲、扭转、冲击、摩擦等条件下工作的齿轮等机器零件要求具有表面硬、耐磨而心部韧性好，能抗冲击的特性，仅从选材方面去考虑是很难达到此要求的，应用表面热处理可以在维持心部韧性的同时改善表面硬度。

（1）表面淬火：感应加热表面淬火、火焰加热表面淬火

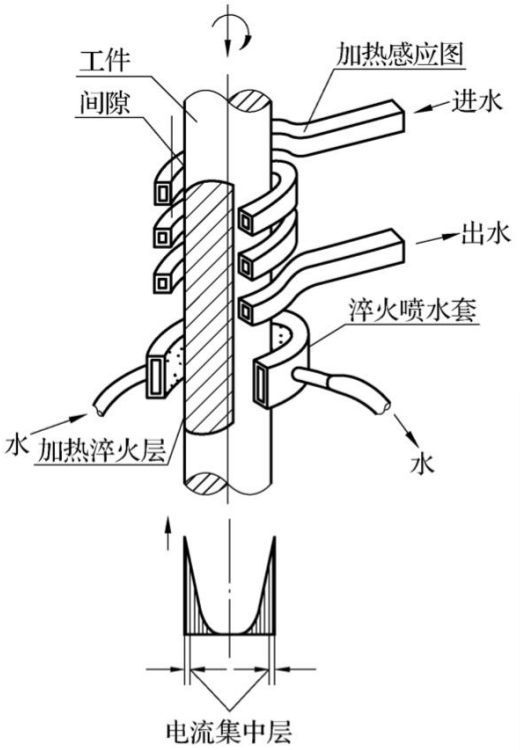
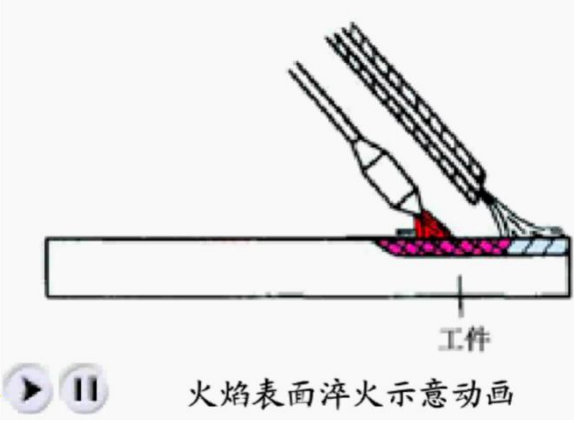



图 2.1.13　感应加热表面淬火示意图




（2）化学热处理：渗碳、渗氮、碳氮共渗与氮碳共渗

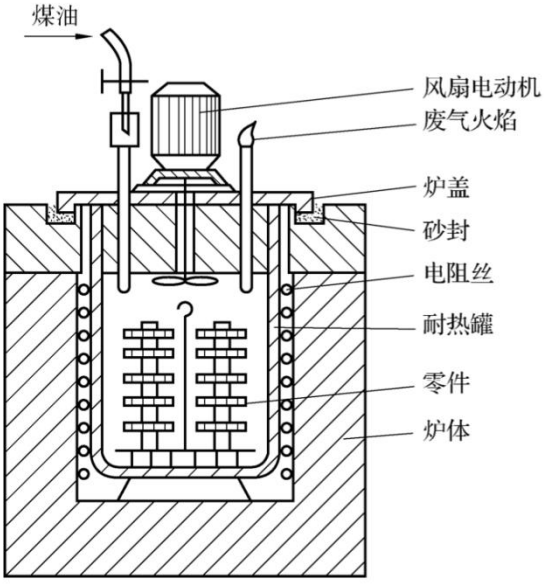



图 2.1.14　气体渗碳装置示意图

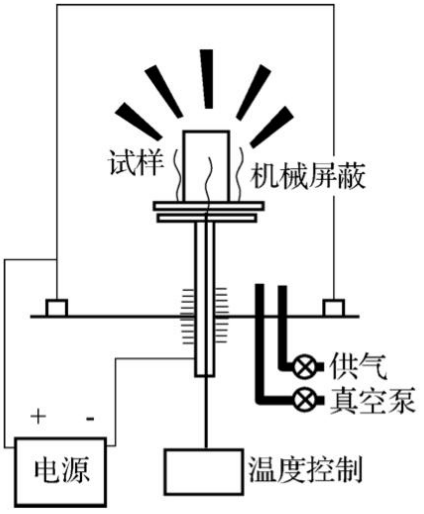



图 2.1.15　离子渗氮装置示意图

# 第 5 章 金属材料

教学目标：

1.了解黑色金属和有色金属及其他材料；

2.掌握钢铁材料的牌号及性能；

3.掌握铜和铜合金、铝和铝合金的性能。

**教学重点**：掌握钢铁材料的牌号及性能

**教学难点**：掌握钢铁材料的牌号及性能

**素质（思政）内容与要求：**

1.在讲解不同金属材料的性能和应用时，引导学生关注材料的可回收性和环保性，培养学生的可持续发展意识。

2.强调中国在新材料领域的领先地位和创新能力，激发学生的民族自豪感。

**教学手段**：讲授

**教学学时**：8

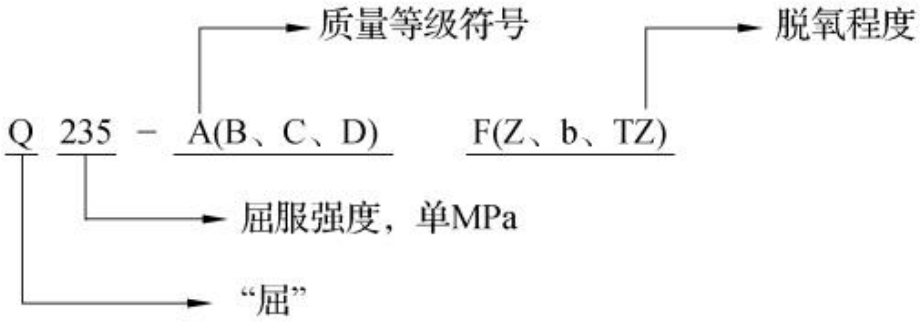
**教学内容**：

金属材料是由金属元素或以金属元素为主而组成的并具有金属特性的工程材料。包括黑色材料和有色材料两大类。为了更好区分不同材料以及方便人们选取材料用牌号来区别不同的材料或者参杂其他元素的同种材料。

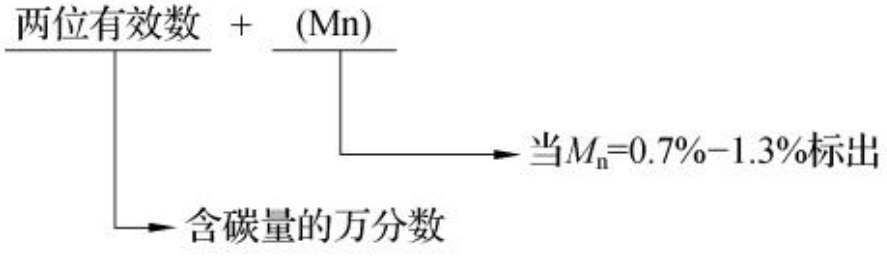
**一、常用的钢铁材料**

1. 碳钢：

钢按碳含量可分为低碳钢（$\omega_c < 0.25\%$）、中碳钢（$\omega_c = 0.25\% \sim 0.6\%$）、高碳钢（$\omega_c > 0.6\%$）。




碳素结构钢牌号




优质碳素结构钢牌号

2. 低合金高强度结构钢

3. 合金钢

合金钢是指合金元素的各类和含量高于国标规定范围的钢。

4. 铸铁

铸铁可分为白口铸铁、灰铸铁、球墨铸铁、可锻铸铁等。

**二、有色金属**

1. 铝与铝合金

1）钝铝 2）铝合金分为变形铝合金、铸造铝合金两大类。

2. 铜与铜合金

1)钝铜 2）铜合金：青铜、黄铜

3. 轴承合金：用来制造滑动轴承中轴瓦及轴瓦内衬的合金称为轴承合金。

## 第 6 章 铸造成型

**教学目标**:

1.掌握铸造成型的原理;

2.铸造材料的牌号及选用;

3.分析铸造结构工艺性;

4.铸造工艺设计等。

**教学重点**：铸造材料牌号、铸造工艺设计及工艺性分析

**教学难点**：铸造工艺设计及工艺性分析的热处理工艺

**素质（思政）内容与要求:**

1.在介绍铸造工艺时, 强调工匠精神和精益求精的态度对于提高产品质量的重要性。

2.引导学生思考如何通过技术创新来降低铸造过程中的能耗和污染, 培养学生的环保意识。

**教学手段**：讲授、视频

**教学学时**：8

**教学内容**:

**1. 砂型铸造工艺基础**

铸造生产的实质、特点及应用。砂型铸造工艺过程。手工造型基本方法、特点及应用。

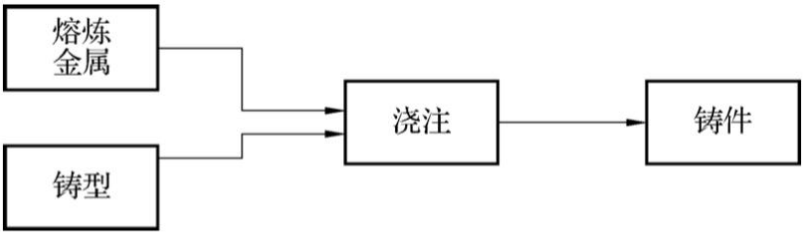
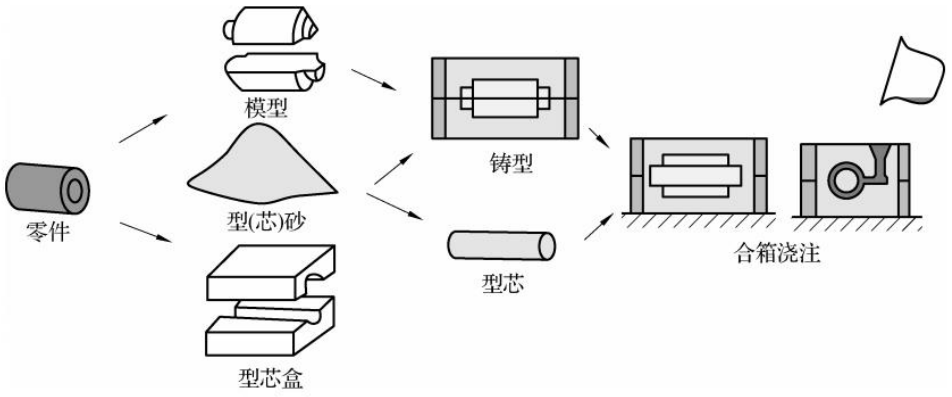



**图 3.1.1　铸造生产过程框图**

砂型铸造主要工序有制造模样和芯盒、备制型砂和芯砂、造型、造芯、合型、浇注、落砂清理和检验等，其中造型（芯）是砂型铸造最基本的工序，按紧实型砂和起模方法不同，造型方法可分为手工造型和机器造型两种。手工造型操作灵活，工装简单，但劳动强度大，生产率低，常用于单件和小批量生产。




手工造型的方法很多。有整模造型、分模造型、挖砂造型、活块造型、刮板造型等。机器造型（芯）使紧砂和起模两个重要工序实现了机械化，因而生产率高，铸件质量好，但设备投资大，适用于中、小型铸件的成批大量生产。机器造型按紧实的方式不同，分压实造型、震击造型、抛砂造型和射砂造型四种基本方式。

**表 3.1.4　常用手工造型方法的特点和应用范围**

| 造型方法 | 特点 | 应用范围 |
| --- | --- | --- |
| 整模造型 | 整体模、分型面为平面、铸型型腔全部在一个砂箱内，造型简单，铸件不会产生错箱缺陷 | 铸件最大截面在一端，且为平面 |
| 分模造型 | 模样沿最大截面分为两半，型腔位于上、下两个砂箱内，造型方便，但制作模样较麻烦 | 铸件最大截面在中间，一般为对称性铸件 |
| 挖沙造型 | 整体模，造型时需挖去阻碍起模的型砂，生产率低 | 单件小批量生产，分模后易损坏或变形的铸件 |
| 假箱造型 | 利用特制的假箱或型板进行造型，自然形成曲面造型，可免去挖砂操作，造型方便 | 成批生产需要挖砂的铸件 |
| 活块造型 | 将模样上阻碍起模的部分，做成活动的活块，便于造型起模，造型和制作模样都较麻烦 | 单件小批量生产带有突起部分的铸件 |
| 刮板造型 | 用特制的刮板代替实体模样造型，可显著降低模样成本，但操作复杂，要求工人技术水平高 | 单件小批量生产等截面或回转体大、中型铸件 |
| 三箱造型 | 铸件两端截面尺寸比中间部分大，采用两箱造型无法起模时，铸型可由三箱组成，关键是选配高度合适的中箱，造型麻烦，容易错箱 | 单件小批量生产具有二个分型面的铸件 |
| 地坑造型 | 在地面以下的砂箱中造型，一般只用上箱，可减少砂箱投资，但造型劳动量大，要求工人技术较高 | 生产批量不大的大、中型铸件，可节省下箱 |

## 2. 合金的铸造性能

合金的流动性、收缩性及常用合金的铸造性能。

合金的铸造性能是指合金在铸造生产过程中，铸造成形的难易程度。熔融金属充满型腔，形成形状完整、轮廓清晰的铸件的能力叫做液态合金的充型能力，影响液态合金充型能力的因素有两个：一是合金的流动性，二是外界条件。

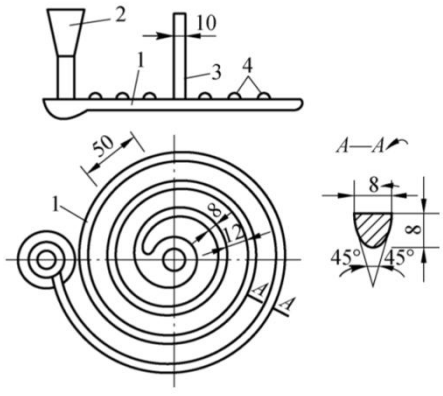



**图 3.1.2　螺旋形流动性试样示意图**

1—试样；2—浇口杯；3—冒口；4—试样凸点

铸件在冷却、凝固过程中，其体积和尺寸减小的现象叫做收缩，合金的收缩量通常用体收缩率和线收缩率来表示。铸造合金收缩要经历三个相互联系的收缩阶段，即液态收缩、凝固收缩和固态收缩。

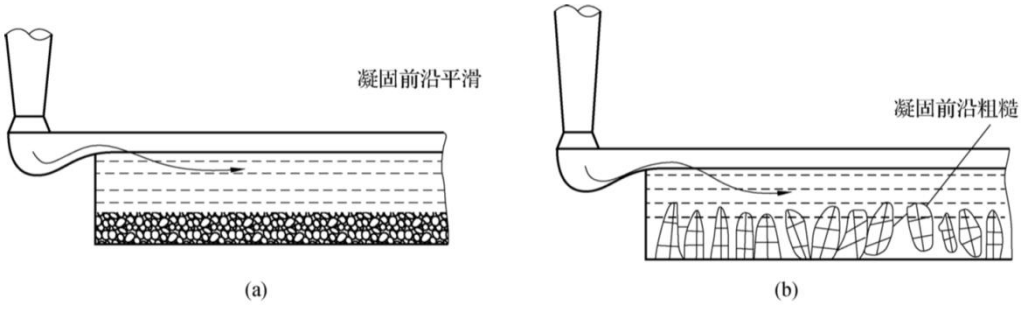



**图 3.1.3　凝固方式对合金流动性的影响**

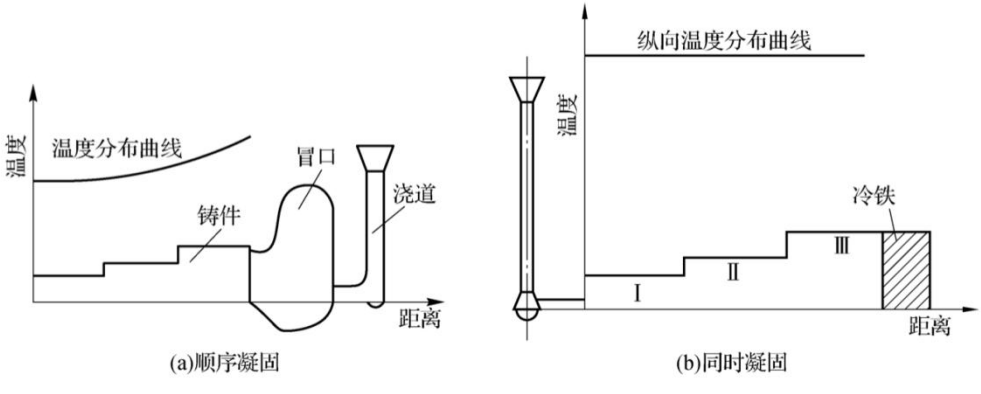



**图 3.1.7　凝固原则**

## 砂型铸造工艺设计基础

铸造生产要实现优质、高产、低成本、少污染，必须根据铸件结构

的特点、技术要求、生产批量、生产条件等进行铸造工艺设计，并绘制铸造工艺图，铸造工艺图就是根据零件图利用各种铸造工艺符号、各种工艺参数，把制造模样和铸型所需的资料直接绘制在图纸上的图样，图中应表示出铸件的浇注位置、分型面、型芯的形状、数量、尺寸及其固定方式，工艺参数，浇注系统等，这既是生产管理的需要，也是铸件验收和经济核算的依据，依据铸造工艺图，结合所选造型方法，便可绘制出模样图及合箱图。

铸造工艺图的作用和内容。工艺设计主要内容：浇注位置、分型面、主要工艺参数、浇注系统。

铸造工艺参数是指铸造工艺设计时需要确定的某些数据，主要指加工余量、起模斜度、铸造收缩率、型芯头尺寸、铸造圆角等，这些工艺参数不仅和浇注位置及模样有关，还与造芯、下芯及合型的工艺过程有关，在铸造过程中，为了便于制作模样和简化造型操作，一般在确定工艺参数前要根据零件的形状特征简化铸件结构。

**3. 铸件的结构工艺性**

铸件的结构工艺性及铸造工艺过程的影响。铸件的结构工艺性与合金铸造性能的关系。铸件结构设计的基本知识。

铸件结构工艺性是指铸件的结构应在满足使用要求的前提下，还要满足铸造性能和铸造工艺对铸件结构要求的一种特性，它是衡量铸件设计质量的一个重要方面，合理的铸件结构不仅能保证铸件质量，满足使用要求，而且工艺简单、生产率高、成本低。

**4. 铸造毛坯的选用**

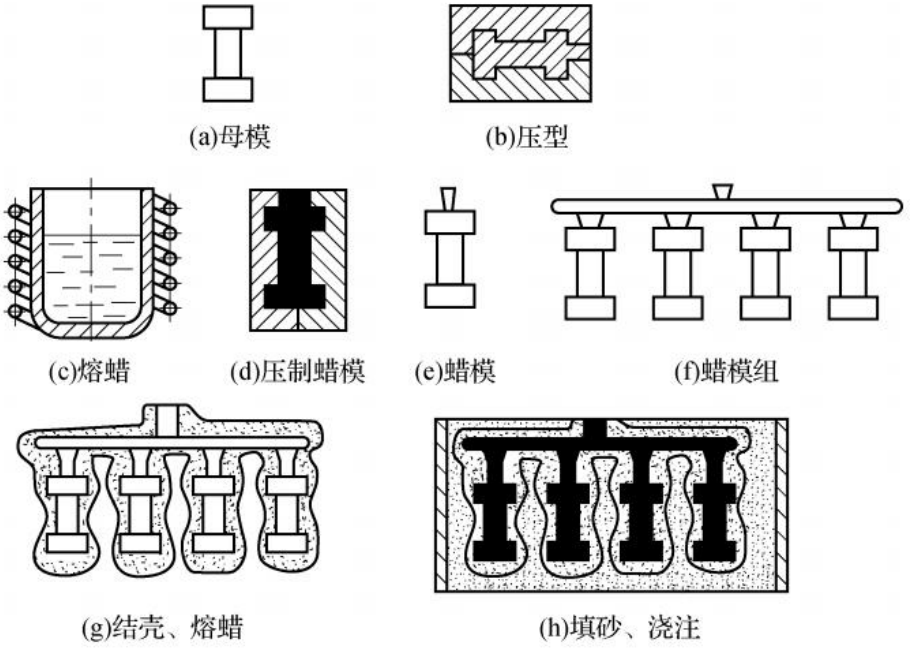
铸件的性能特点及铸造毛坯选用条件。

课堂讨论：结合生产实例，正确选用铸造毛坯。

**5. 特种铸造简介**

金属型铸造、压力铸造、熔模铸造、离心铸造的基本原理、特点和应用。

将蜡料制成模样，在上面涂以若干层耐火涂料制成型壳，然后加热型壳，使模样熔化、流出，并焙烧成有一定强度的型壳，再经浇注，去壳而得到铸件的一种铸造方法。由于熔模广泛采用蜡质材料来制造，所以熔模铸造又称“失蜡铸造”。




把液体金属浇入用金属制成的铸型内而获得铸件的方法称为金属型

铸造(又称硬模铸造或永久性铸造)。制造金属型的材料熔点一般应高于浇注合金的熔点。按照分型面的位置不同，金属型分为整体式、垂直分型式、水平分型式和复合分型式。

压力铸造是将熔融的金属在高压下，快速压入金属铸型的型腔中，并在压力下凝固，以得到铸件的一种铸造方法。

离心铸造是将熔融的金属浇入高速旋转的铸型中，使金属液在离心力的作用下凝固成形，以得到铸件的一种铸造方法。

## 第 7 章 锻压成型

**教学目标**:

1.掌握锻压成型的原理;

2.分析锻件结构工艺性;

3.锻造工艺设计等。

**教学重点**：板料冲压工艺，锻造工艺设计

**教学难点**：锻造工艺设计

**素质（思政）内容与要求**:

1.在讲解锻造工艺时，强调团队合作和协作精神在制造业中的重要性。

2.引导学生思考如何通过锻压工艺的创新来提高产品的性能和可靠性，培养学生的创新思维。

**教学手段**：讲授，视频

**教学学时**：8

**教学内容**：

**1. 锻造工艺基础**

锻造生产的实质、特点及应用。了解自由锻造、锤上模锻、胎模锻造的基本方法。

利用冲击力或压力使金属材料在上下两个砧铁之间或锤头与砧铁之间产生变形，从而获得所需形状、尺寸和力学性能的锻件的成形过程，称为自由锻造(又称自由锻)。自由锻分为手工自由锻和机器自由锻，机器自由锻是自由锻的主要生产方法，手工自由锻劳动强度大、生产率低、锻件精度低，适于形状简单的单件小批量生产，也适于重型、大型锻件生产。

模锻是在高强度金属锻模上预先制出与锻件形状一致的模膛，使坯料在模膛内受压变形，而获得所需形状、尺寸以及内部质量的锻件的加工方法。目前模锻生产广泛用于国防工业和机械制造业中，模锻按使用设备的不同，可分为锤上模锻、胎膜锻、压力机上模锻。

锤上模锻是在自由锻基础上最早发展起来的一种模锻生产方法，是在模锻设备(主要是蒸汽 – 空气锤)上将上、下模块分别固紧在锤头与砧座上，将加热透的金属坯料放入下模型腔中，借助于上模向下的冲击作用，迫使金属在锻模型糟中塑性流动和填充，从而获得与型腔形状一致的锻件。

**2. 合金的锻造性能**

金属的塑性变形及实质。金属的可锻性及其影响因素。常用合金的锻造性能。

金属在外力作用下首先要产生弹性变形，当外力增大到切应力超过材料的屈服点时，就产生塑性变形，锻压成型加工就利用了塑性变形，它是锻压成形的基础，材料塑性变形时都伴随着弹性变形，弹性变形是压力加工时产生形状回弹的原因。

多晶体的变形首先从晶格位向有利于变形的晶粒内的那些取向因子最大的滑移系开始，由于多晶体内各晶粒位向不同，若某一晶粒要发生滑移，会受到周围位向不同的其他晶粒的约束，使滑移的阻力增加，必须在克服相邻晶粒的阻力之后才能滑移。这就说明，晶粒越细，单位体积所包含的晶界越多，并且不同位向的晶粒也越多，因而塑性变形抗力就越大，强度和硬度越高。同时，由于塑性变形时总的变形量是各晶粒滑移效果的总和，所以晶粒越细，变形可分散在越多的晶粒内进行，金属的塑性和韧性便越高。

金属的锻造性能是指金属经受锻压加工时成形的难易程度的工艺性能，其优劣常用塑性和变形抗力综合衡量，塑性高、变形抗力小则锻造性能好，它决定于金属的本质和变形条件。

**3. 锻造工艺设计基础**

锻件图绘制（确定余量、公差和余块），计算其坯料的质量和尺寸，确定其变形工序等。

**4. 锻件的结构工艺性**

自由锻造零件、胎模锻造零件、模锻零件的结构工艺性。

**5. 锻造毛坯的选用**

锻件的性能特点、锻造毛坯的选用条件。

课堂讨论：结合生产实例，正确选用锻造毛坯。

**6. 板料冷冲压**

冲压的基本工序。冷冲压模的结构和材料。冷冲压件的结构工艺性。典型冷冲压件生产举例。

冲压是利用安装在压力机上的模具对金属或非金属材料施加压力，使其产生分离或塑性变形，从而获得所需零件的一种压力加工方法，通常是在室温下进行的，所以又称为冷冲压，冲压件的厚度一般都不超过 3～4 mm，故也称薄板冲压。

**7. 特种锻造简介**

辊锻、精密模锻、轧制、挤压、冷拔的基本原理、特点及应用。

## 第 8 章 焊接成型

**教学目标**：

1.掌握焊接成形的原理；

2.分析焊缝布置工艺性；

3.焊接接头性能及坡口形式等。

**教学重点**：焊接接头性能及坡口形式。

**教学难点**：焊接接头性能及坡口形式。

**素质（思政）内容与要求：**

1.在介绍焊接工艺时，强调安全意识和操作规程的重要性，培养学生的安全责任意识。

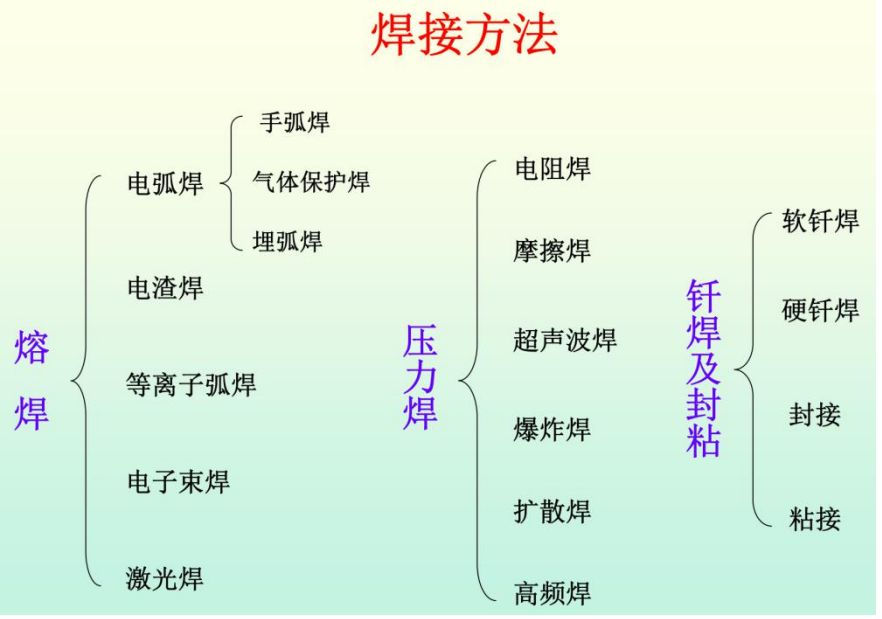
2.引导学生思考如何通过焊接工艺的创新来降低能耗和减少污染，培养学生的环保意识。

**教学手段**：讲授，视频，讨论。

**教学学时**：8

**教学内容**：

**1. 焊接种类**




**2. 熔化焊工艺基础**

熔化焊的实质、特点及应用。手工电弧焊、埋弧自动焊、气体保护焊基本原理、特点及应用。

焊接就是通过加热或加压，或两者并用，用或不用填充材料，使焊件达到原子间结合的一种加工工艺方法。

手工电弧焊又称焊条电弧焊，是指用手工操作焊条进行焊接的电弧焊方法，手工电弧焊是目前生产中应用最多和最普遍的一种金属焊接方法。

气体保护电弧焊是指采用外加气体作为电弧介质并保护电弧和焊接区的电弧焊，常用的保护气体有氩气和二氧化碳气体两种，气体保护电弧焊是明弧焊接，焊接时便于监视焊接过程，故操作方便，可实现全位置自动焊接，焊后还不用清渣，可节省较多时间，大大提高了生产率。另外，由于保护气流对电弧有冷却压缩作用，电弧热量集中，因而焊接热影响区窄，件变形小，特别适合于焊接薄板。

**3. 焊接接头及金属焊接性能**

焊缝及热影响区的组织和性能。金属的可焊性。碳钢、合金钢、铸铁的焊接性能。

用焊接方法连接的接头称为焊接接头(简称接头)，焊接接头包括焊缝、熔合区和热影响区。焊条电弧焊常用的基本接头形式有对接接头、搭接接头、角接接头和 T 形接头 4 种。坡口是根据设计或工艺需要，在焊件的待焊部位加工成具有一定几何形状并经装配后构成的沟槽，将接头开成一定的角度叫做坡口角度，其目的是为保证电弧能深入到焊缝根部使其焊透，以及便于清渣并获得良好的焊缝成形，而且坡口还能起到调节母材金属和填充金属比例(即熔合比)的作用。焊缝是焊件经焊接后所形成的结合部分，焊缝按不同分类的方法有下列几种形式：①按焊缝在空间位置的不同可分为平焊缝、立焊缝、横焊缝及仰焊缝 4 种形式；②

按焊缝结合形式不同可分为对接焊缝、角焊缝及塞焊缝 3 种形式。

**4. 焊接应力与焊件的结构工艺性**

焊接应力与变形：应力产生的原因，变形形式和防止变形的措施。焊接件的结构工艺性。

**5. 熔化焊工艺设计基础**

确定焊缝位置和焊接方法。确定焊接接头及坡口的形式和尺寸。合理选用焊条。简单焊接件工艺设计。

为保证焊缝质量，焊接时必须选择合理的焊接工艺参数，焊条电弧焊的焊接工艺参数通常包括：焊条直径、焊接电流、电弧电压、焊接速度和焊缝的层数等。

１)焊条直径的选择：焊条直径是指焊芯直径，焊条直径一般根据焊件厚度确定，同时还要考虑接头形式、施焊位置和焊缝层数，对于重要结构还要考虑焊接热输入的要求，这是保证焊接质量和效率的重要因素。２)焊接电流的选择：焊接电流对焊缝质量有较大的影响，如果焊接电流过小会使电弧不稳，熔宽和熔深均减小，易造成未焊透、未熔合、夹渣以及焊缝成形不良等缺陷。反之，若焊接电流过大，会使熔宽和熔深增大、飞溅增多、焊条发红发热时药皮失效，易造成气孔、焊瘤和烧穿等缺陷，也会使焊接接头由于过热而发生组织变化。

**6. 焊接件选用**

焊接件的性能特点、焊接件的选用条件。

课堂讨论：结合生产实例，正确选用焊接件。

**7. 其他焊接方法简介**

气焊、接触焊、电渣焊基本原理、特点及应用。

## 第 9 章 机械加工成型基础

**教学目标**:

了解切削运动及切削要素，车削加工，铣削加工，刨削加工，拉削加工，磨削加工，工艺过程的基本知识。

**教学重点**：切削运动及切削要素，车削加工，铣削加工，刨削加工，磨削加工。

**教学难点**：切削运动及切削要素，工艺过程的基本知识。

**素质（思政）内容与要求:**

1.在介绍切削加工时, 强调工匠精神和精益求精的态度对于提高加工精度和效率的重要性。

2.引导学生思考如何通过机械加工技术的创新来提高产品的质量和可靠性，培养学生的创新思维和实践能力。

3.强调机械加工过程中的节能减排和绿色制造理念, 培养学生的可持续发展意识。

**教学手段**：讲授

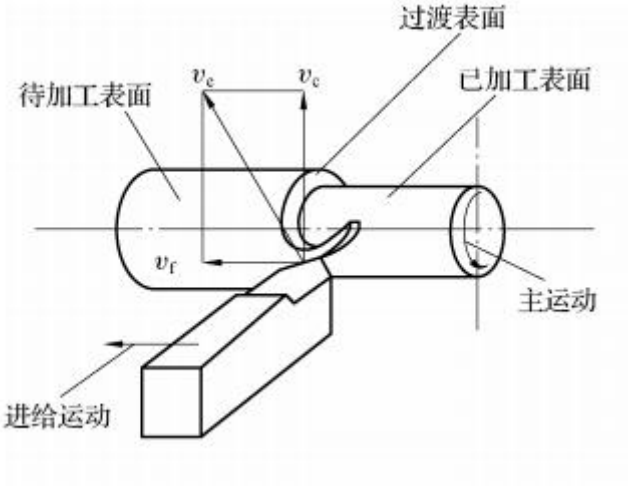
**教学学时**：6

**教学内容**:

1. 零件表面的形成及切削运动

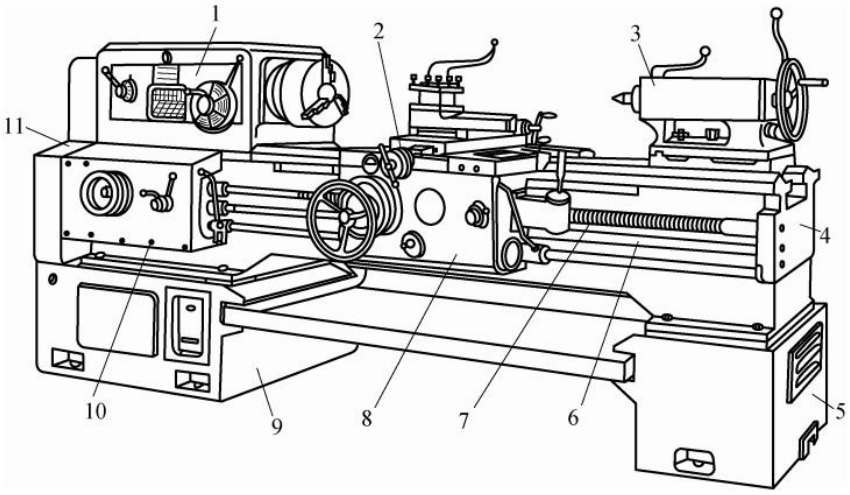
金属切削过程中，刀具和工件之间必须要有一定的相对运动，按刀

具和工件在运动中所起作用不同，切削运动可分为主运动和进给运动。



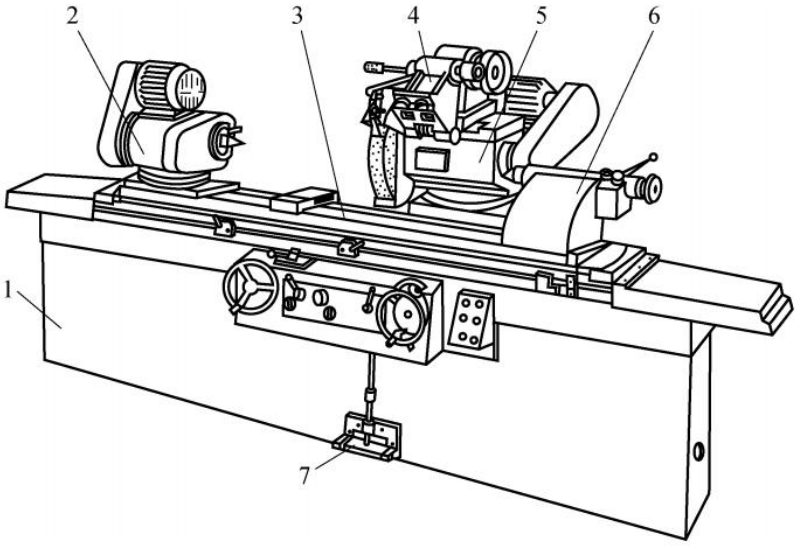

2. 切削用量（切削三要素如何选择）

切削用量是指切削过程中切削速度 vc、进给量 f 和背吃刀量 ap 三者总称，它表示主运动及进给运动量，是用于调整机床的重要参数。

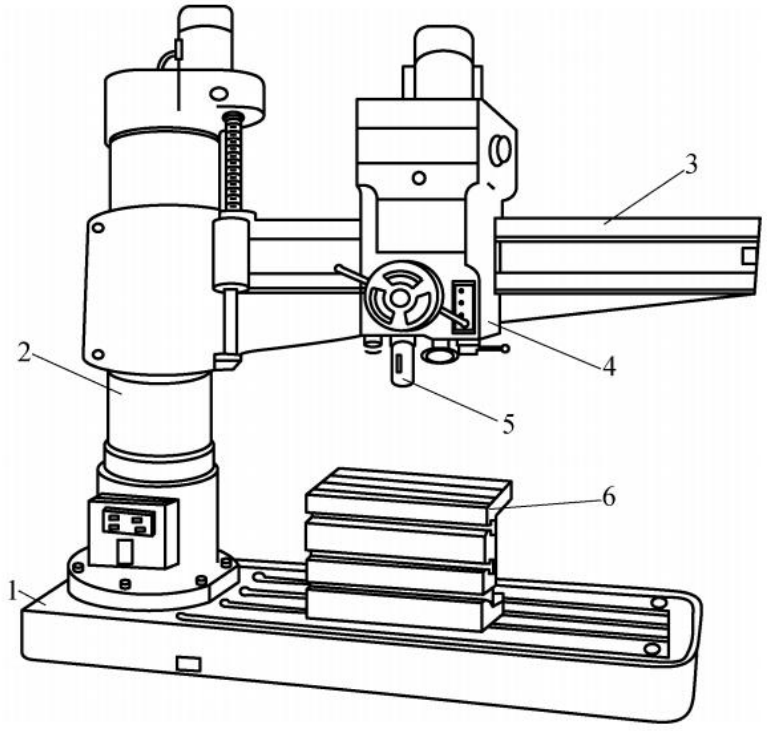



车床

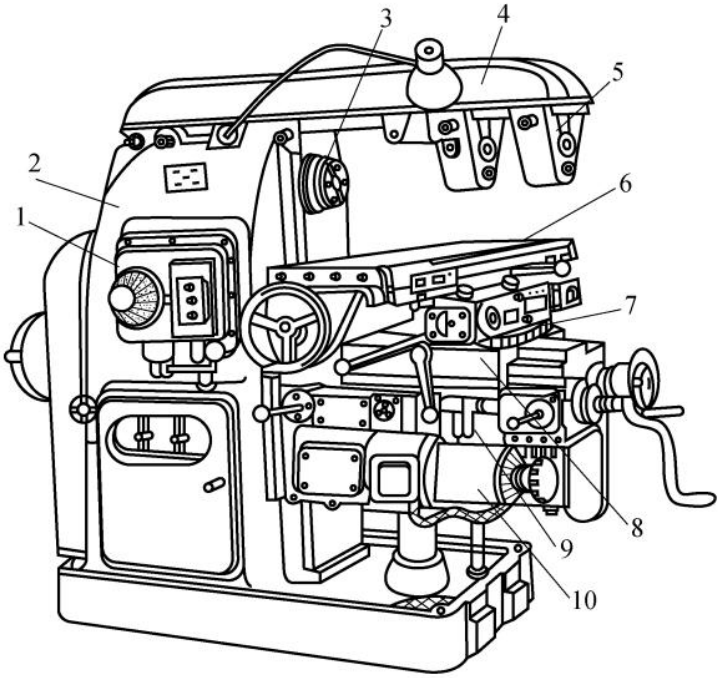
3. 切削机床的分类及型号编制，加工不同零件以及零件表面所许选取的不同的切削方法以及切削机床




磨床




钻床




铣床

4. 刀具材料，高速钢以及硬质合金的选取

刀具材料必须符合下列要求：

1）高的硬度和耐磨性

2）足够的强度和韧性

3）良好的耐热性和导热性

4）良好的工艺性

5）良好的经济性

5. 刀具磨损与刀具耐用度，刀具磨损不同于一般的机械零件的磨损，因为与刀具表面接触的切屑底面是活性很高的新鲜表面，刀面上的接触压力很大，接触温度很高，所以刀具磨损存在着机械的、热的和化学的作用，既有工件材料硬质的刻划作用而引起的磨损，也有粘接、扩散、

腐蚀等引起的磨损。