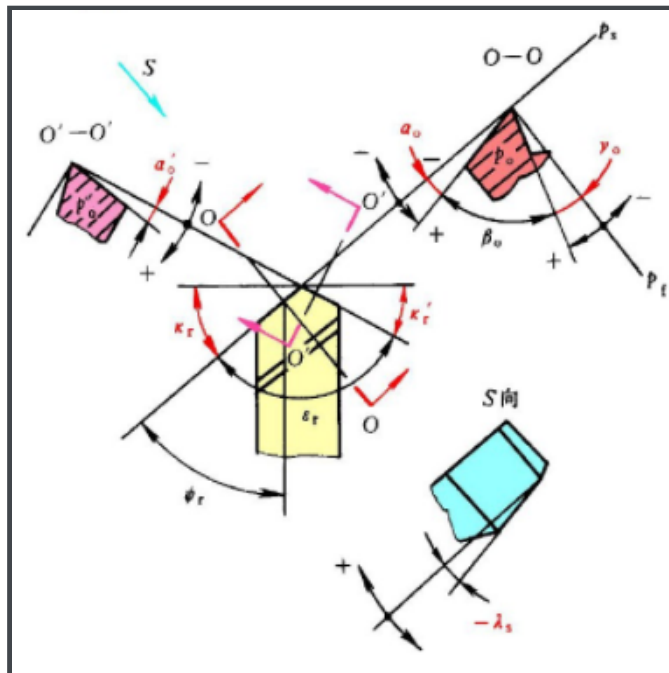


# 机械制造概念

## 第一章

- **金属切削过程是工件与刀具相互作用的过程**
- **加工形成三个表面**
  - 已加工表面：已经切去一部分金属形成的新表面
  - 加工表面：切削刃正在切削着的表面
  - 待加工表面：即将被切去金属层的表面
- **切削运动**
  - 主运动：切下金属所必须的最主要运动
  - 进给运动：使金属不断投入切削的运动
  - 合成运动和合成切削速度：主运动和进给运动夹角矢量方向，速度为两运动方向向量和
- **切削用量三要素**
  - 切削速度： $\pi dn/1000$ (m/s或m/min)，d为工件或刀具某一点回转直径，n为转速
  - 进给速度Vf、进给量f、每齿进给量fz： $Vf=f*n=fz * Z*n$ (mm/s或mm/min)，Z为齿数
  - 背吃刀量： $a_p = (d_w - d_m)/2$ ，钻孔为 $d_m/2$ ， $d_m$ 为已加工直径， $d_w$ 为待加工尺寸
- **刀具切削构造要素**
  - 前刀面：切屑流过的表面Ar
  - 后刀面：主后刀面Aa是与工件待加工表面相对的表面，副后刀面是与工件已加工表面相对的刀具表面
  - 切削刃：前刀面直接切削的锋边；主切削刃是前刀面和主后刀面相交的锋边，副切削刃是前刀面和副后刀面相交的锋边
  - 刀尖：主副切削刃的交点，或是主副切削刃连接起来的一小段切削刃，可以使圆弧或直线，通常被称为过渡刃
- **刀具参考系平面**
  - 基面Pr：通过切削刃选定点，垂直于假定主运动方向平面，通常平行或垂直于刀具上
  - 切削平面Ps：通过切削刃选定点，与主切削刃相切，垂直于基面Pr的平面
  - 正交平面Po：又叫主剖面，通过切削刃选定点，同时垂直于基面Pr和 切削平面Ps
  - 法平面Pn：通过切削刃选定点，垂直于切削刃的平面
  - 进给平面Pf：通过切削刃选定点，平行于进给运动方向并垂直于基面Pr的平面
  - 背平面Pp：通过切削刃选定点，同时垂直于基面Pr和进给平面Pf的平面
- **刀具角度**
  - 前角 $\gamma_0$ ：前刀面与基面的夹角（正交平面中测量）
  - 后角 $\alpha_0$ ：后刀面与切削平面间的夹角（正交平面中测量）
  - 主偏角Kr：基面中测量主切削刃与进给运动方向的夹角
  - 副偏角Kr：基面中测量副切削刃与进给运动方向的夹角
  - 刃倾角 $\lambda_s$ ：切削平面中测量的主切削刃与基面间的夹角



- **刀具材料应具备的性能**

- A.高的硬度和耐磨性（抵抗磨损）
- B.足够的强度和韧性（抗弯强度，避免崩刃折断）
- C.高的耐热性（高温下保持强度，韧性，硬度，耐磨性）
- D.良好的工艺性（切削加工性，铸造性，锻造性，热处理性）
- E.良好的经济性

- **常用刀具材料**

高速钢：钨钼铬钒等合金元素的高合金工具钢

- 1) 通用型高速钢：钨钢，钨钼钢
- 2) 高性能高速钢：高碳高速钢，高钒高速钢，钴高速钢，超硬高速钢

(WC) 硬质合金：难熔金属化合物和金属粘结剂经粉末冶金而制成

- 1) YG(K)类，WC-Co类硬质合金
- 2) YT(P)类，WC-TiC-Co类硬质合金
- 3) YW(M)类，WC-TiC-TaC-Co类硬质合金

涂层：碳化物，氮化物，氧化物，硼化物，碳氮化物

陶瓷：耐高温

金刚石：硬度高，耐磨性好，强度低，脆性大，一般用于磨具，磨料

立方氮化硼：化学惰性大，不易与铁族元素起化学反应，可以加工淬硬钢以及冷硬铸铁，低摩擦，良好导热性

## 第二章

- **切削变形**

- 1) 第I变形区：近切削刃处切削层内产生的塑性变形区，金属剪切滑移变形
- 2) 第II变形区：与前刀面接触的切屑层内产生的变形区，金属的挤压摩擦变形  
切屑与前刀面摩擦的切屑底面一薄层金属里（晶粒纤维化）
- 3) 第III变形区：近切削刃处已加工表层内产生的变形区，金属的挤压摩擦变形  
切削刃钝圆部分和后刀面挤压摩擦（纤维化和加工硬化）

- **积屑瘤**：由于切屑在前刀面上粘结造成的；随着切屑与前刀面间温度和压力的增加，摩擦力也增大，使近前刀面处切屑中塑性变形层流速减小 产生“滞流”现象。
- **影响积屑瘤形成的条件**：主要取决于温度，低温与高温不易形成积屑瘤，而在在中温区摩擦因素 $\mu$ 最大，产生积屑瘤的高度可以达到最大值

- **切削速度对积屑瘤的影响**：低速（ $<3\text{m/min}$ ）和高速（ $>60\text{m/min}$ ）时，积屑瘤的不易形积屑瘤，而在中速区域（ $20\text{m/min}$ ）时积屑瘤的高度会达到最大

- **切屑类型**

- 1) 带状切屑：塑性变形形成，易出现在塑性较高的金属材料，例如碳素钢，合金钢铜和铝合金
- 2) 挤裂切屑：类节状，剪切应力达到材料强度极限，常见切削黄铜或者低速切削钢
- 3) 单元切屑：剪切破坏形成，均匀颗粒状，切削铅，很低速切削钢可得到
- 4) 崩碎切屑：切削脆性金属，不均匀颗粒状，常见铸铁和黄铜等

- **切削变形的变化规律**

- 1) 前角：前角 $\gamma_0$ 增大 $\uparrow$ ，使剪切角 $\phi$ 增大 $\uparrow$ ，变形系数变小 $\downarrow$ ，切削变形减小 $\downarrow$
- 2) 切削速度： $3\text{m/min} \sim 20\text{m/min}$ 低速范围，积屑瘤 $\uparrow$ ， $\gamma_0 \uparrow$ ， $\phi \uparrow$ ，变形系数变小 $\downarrow$

$\downarrow$

切削变形减小 $\downarrow$ ； $20\text{m/min} \sim 40\text{m/min}$ 中速范围，积屑瘤 $\downarrow$ ， $\gamma_0 \downarrow$ ，

$\phi \downarrow$

变形系数变大 $\uparrow$ ；超过 $40\text{m/min}$ ，温度 $\uparrow$ ，摩擦因数 $\mu \downarrow$ ，变形系数

变小 $\downarrow$

切削变形减小 $\downarrow$

- 3) 进给量：进给量 $f \uparrow$ ，切削厚度 $h_D \uparrow$ ，正压力 $F_n \uparrow$ ，平均正应力 $\uparrow$ ，摩擦因素 $\mu \downarrow$ ， $\phi \uparrow$

变形系数 $\downarrow$

- **切削力变化规律**

- 1) 工件材料硬度或强度越高 $\uparrow$ ，剪切屈服强度 $\tau$ 越高 $\uparrow$ ，切削力 $\uparrow$
- 2) 背吃刀量 $a_p$ 和进给量 $f \uparrow$ ，切削宽度 $b_D \uparrow$ ，切削厚度 $h_D \uparrow$ ，切削面积 $A_d \uparrow$ ，变形抗力 $\uparrow$ ，切削力 $F_z \uparrow$ ； $f$ 影响系数为 $0.75 \sim 0.9$ ， $a_p$ 影响系数为 $1$
- 3) 低速到中速（ $5 \sim 20\text{m/min}$ ），随着速度 $\uparrow$ ，切削变形 $\downarrow$ ，主切削力 $\downarrow$ ；中速区间（ $20\text{m/min}$ ），变形 $\downarrow$ ，主切削力 $\downarrow$ ；超过中速后，切削变形 $\uparrow$ ，主切削力 $\uparrow$ ；更高速度范围（ $>35\text{m/min}$ ），速度 $\uparrow$ ，切削变形 $\downarrow$ ，切削力 $F_z \downarrow$ 后趋向稳定
- 4) 前角 $\gamma_0 \uparrow$ ，切削变形 $\downarrow$ ，切削力 $F_z \downarrow$
- 5) 主偏角 $K_r(30^\circ \sim 60^\circ) \uparrow$ ，切削厚度 $h_D \uparrow$ ，变形 $\downarrow$ ， $F_z \downarrow$ ；主偏角 $K_r(60^\circ \sim 90^\circ) \uparrow$ ，刀尖圆弧和副前角影响更为突出， $F_z \uparrow$

尖

- 6) 刀倾角对 $F_z$ 影响小，对 $F_x$ （进给抗力）， $F_y$ （切深抗力）影响大，负的刀倾角会增大 $F_y$ 得到作用产生振动
- 7) 刀具的棱面提高了刀具强度，剪切角 $\phi \downarrow$ ，切削变形 $\uparrow$ ，为了减少 $F_y$ 的作用，应让前刀面宽度与 $f$ 比值小于 $0.5$
- 8) 刀尖圆弧参加工作比例越多，切削力 $\uparrow$ ，但当 $0.25\text{mm}$ 到 $1\text{mm}$ 时， $F_y$ 可以增大 $20\%$ 左右，容易引起振动
- 9) 刀具磨损，摩擦加剧，切削力 $\uparrow$ ，磨损大到一定程度，切削力 $F_y$ 会成倍 $\uparrow$ ，产生振动

动

- **切削热与切削温度**

- 1) 切削用量包含背吃刀量，进给量和切削速度，其中切削速度对切削温度影响最大，进给量次之，背吃刀量最小，在金属切除率相同的情况下，为了减少切削温度的影响，防止刀具迅速磨损，保持刀具耐用度，增大背吃刀量 $a_p$ 和进给量 $f$ 比增大切削速度 $V_c$ 更有利
- 2) 前角增大（ $-10^\circ \sim 12^\circ$ ），摩擦减少，切削温度下降；主偏角（ $<70^\circ$ ）减少，摩擦增大，

速

切削温度升高；

3) 工件材料导热系数 $\uparrow$ ，切削温度 $\downarrow$ ；脆性 $\uparrow$ ，切削温度 $\downarrow$

4) 浇注切削液，温度 $\downarrow$

- **刀具磨损**：正常磨损，非正常磨损（破损，卷刃）

- **刀具磨损原因**

1) 磨粒磨损：深浅不一沟痕，磨粒硬质点来源于切屑底层和切削表面材料中含有氧化物，碳化物，氮化物等硬颗粒

2) 粘结磨损：由于接触面滑动在粘结处产生剪切破坏造成的

3) 扩散磨损：高温条件下，接触面分子活动能量大，合金元素相互扩散置换

4) 相变磨损：最高温度超过材料相变温度，刀具金相组织发生变化

5) 氧化磨损：化学性质磨损，氧化皮，硬化层等摩擦和冲击作用，形成边界磨损

- **切削液**

1) 冷却作用

2) 润滑作用——边界润滑原理

3) 洗涤和防锈作用

4) 种类：水溶液，切削油，乳化液，极压切削油(硫化油)和极压乳化液

- **金属切削过程的四大定律**

1) 切削变形规律：工件材料硬度，强度 $\uparrow$ ，切削变形 $\downarrow$ ；刀具前角 $\uparrow$ ，切削变形 $\downarrow$ ；切削速度 $\uparrow$ ，切削变形 $\downarrow$ ；进给量 $\uparrow$ ，切削变形 $\downarrow$ ；

2) 切削力变化规律：工件材料硬度，强度 $\uparrow$ ，切削力 $\uparrow$ ；切削温度 $\uparrow$ ，切削力 $\uparrow$ ；刀具前角 $\uparrow$ ，切削力 $\downarrow$ ；刀具磨损，切削力 $\uparrow$ ；

3) 切削热与切削温度变化规律：工件材料硬度，强度 $\uparrow$ ，切削温度 $\uparrow$ ；切削用量 $\uparrow$ ，切削温度 $\uparrow$ ，刀具前角 $\uparrow$ ，切削温度 $\downarrow$ ，刀具磨

损 $\uparrow$ ，

切削温度 $\uparrow$

4) 刀具磨损与寿命变化规律：工件材料硬度，强度 $\uparrow$ ，磨损 $\uparrow$ ，寿命 $\downarrow$ ；切削用量

$\uparrow$ ，

寿命 $\downarrow$

### 第三章

- **机床分类**：通用机床，专门化机床，专用机床

- **机床的类别代号**：车床C，钻床Z，镗床T，磨床M，铣床X，刨插床B，拉床L，锯床G，其他机床Q

- **通用特性代号**：高精度G，精密M，自动Z，半自动B，数控K，加工中心H，仿型F，加重型C，简式和精致型J，柔性加工单元R，数显X，高速S

- **各类主要机床的主参数和折算系数**

立式车床，龙门铣床，龙门刨床都为1/100；摇臂钻床，拉床为1/1；

其他的机床都为1/10；

- **传动器的传动路线**

$$\begin{array}{c}
 \text{电动机} \left( \begin{array}{l} \phi 130 \\ \phi 230 \\ 7.5\text{kW} \\ 1450\text{r/min} \end{array} \right) - \text{I} - \left\{ \begin{array}{l} M_1 \text{ 左} - \left\{ \begin{array}{l} 56 \\ 38 \\ 51 \\ 43 \end{array} \right\} - \\ M_1 \text{ 右} - \frac{50}{34} - \text{VII} - \frac{34}{30} \end{array} \right\} - \text{II} - \left\{ \begin{array}{l} 39 \\ 41 \\ 30 \\ 50 \\ 22 \\ 58 \end{array} \right\} - \\
 \left\{ \begin{array}{l} \frac{20}{80} \\ 50 \\ 50 \end{array} \right\} - \text{IV} - \left\{ \begin{array}{l} \frac{20}{80} \\ 51 \\ 50 \end{array} \right\} - \text{V} - \frac{26}{58} - M_2 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \frac{20}{80} \\ 50 \\ 50 \end{array}} \right\} - \text{VI (主轴)} \\
 - \frac{63}{50} -
 \end{array}$$

因为轴Ⅲ至轴Ⅴ间的两个双联滑移齿轮变速组得到的四种传动比中，有两种重复，实际低速传动路线只有18级转速；高速传动路线获得6级转速，主轴共可以获得24级转速；主轴反转时有12级转速；

$$n_{\text{主}} = n_{\text{电}} \times \frac{D}{D'} \times (1 - \varepsilon) \times \frac{Z_{\text{I-II}}}{Z'_{\text{I-II}}} \times \frac{Z_{\text{II-III}}}{Z'_{\text{II-III}}} \times \frac{Z_{\text{III-IV}}}{Z'_{\text{III-IV}}} \times \dots$$

- **车削米制螺纹：**  $L=7u_{\text{基}} \times u_{\text{倍}}$  (1~12mm)
- **米制螺纹表**  
 $u_{\text{基}1} = 6.5/7$     $u_{\text{基}2} = 7/7$     $u_{\text{基}3} = 8/7$     $u_{\text{基}4} = 9/7$     $u_{\text{基}5} = 9.5/7$     $u_{\text{基}6} = 10/7$   
 $u_{\text{基}7} = 11/7$     $u_{\text{基}8} = 12/7$   
 $u_{\text{倍}1} = 1/8$     $u_{\text{倍}2} = 1/4$     $u_{\text{倍}3} = 1/2$     $u_{\text{倍}4} = 1$
- **车削英制螺纹**  
 $\alpha = 7/4 \times u_{\text{基}}/u_{\text{倍}}$  (扣/in)

## 第五章

- **工艺过程**
  - 1) 工序：一个（或一组）人，在一个固定的工作地点（一个机床或一个钳工台），对同一个（或同时对几个）工件所连续完成的那部分工艺过程
  - 2) 安装：工件在加工前，在机床或夹具中相对刀具应有一个正确的位置并给予固定，这个过程称为装夹，一次装夹所完成的那部分加工过程
  - 3) 工位：在一次安装中，可先后在机床上占有不同的位置进行连续加工，每一个位置所完成的那部分工序
  - 4) 工步：工步是工序的组成单位，在被加工表面，切削用量，切削刀具均保持不变的情况下所完成的那部分工序
- **定位基准的选择**
  - 1) 粗基准：以为加工过的表面进行定位的基准(不可重复选择)
  - 2) 精基准：已加工过的表面进行定位的基准
- **精基准的选择**
  - 1) 基准重合原则：尽量选择工序基准作为定位基准，减少定位不准确所引起的误差
  - 2) 基准不变原则：尽可能使各个工序定位基准相同，避免基准转换过多带来的误差
  - 3) 互为基准，反复加工原则：当两个表面相互位置精度要求较高时，提高定位基准精度，保证两个表面之间相互定位位置精度
  - 4) 自为基准的原则：当加工或光整加工工序要求余量小而均匀时，可选择加工表面本身作为精基准，以保证加工质量，提高生产效率
  - 5) 应使工件装夹稳定可靠，夹具简单：采用面积大，精度较高和粗糙度较低的表面作为精基准
- **粗基准的选择**

- 1) 选择要求加工余量小而均匀的重要表面作为粗基准，以保证加工表面有足够而均匀的加工余量
- 2) 某些表面不需要加工，则应该选择其中与加工表面有相互位置精度要求的表面
- 3) 选择比较平整，光滑，有足够大面积的表面作为粗基准，不允许有浇口，冒口的残迹和飞边
- 4) 粗基准只允许在第一道工序中使用，尽量避免重复使用

#### • 工序的安排

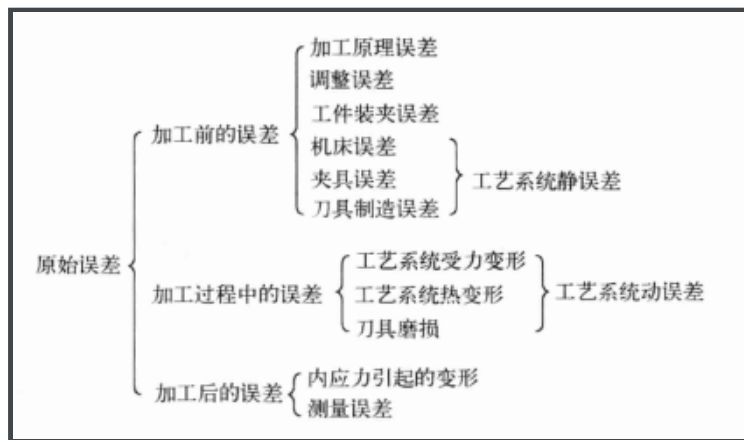
- 1) 加工顺序：先粗后精；先基准面后其他面；先主要表面加工后次要表面加工，先平面后孔加工
- 2) 热处理工序安排：退火正火可消除内应力，一般安排在加工前；复杂铸件粗加工后进行人工时效处理，粗加工前最好采用自然时效；调质处理改善材料的力学性能，一般在粗加工后进行；淬火处理或渗碳淬火处理，提高零件表面耐磨性和硬度，淬火一般安排在磨削之前，高频淬火可安排在最后工序，渗碳淬火可安排在半精加工前或之后；表面处理（电镀或发黑）可提高零件抗腐蚀能力，增加耐磨性，使表面美观，一般安排在最后进行
- 3) 检验工序安排：保证产品质量和防止产生废品的重要措施
- 4) 其他工序安排：毛刺，去磁，清洗，可安排在一些工序之后

## 第六章

- **六点定位原理**：采用六个按一定规则布置的定位支承点，并保持与工件定位基准面的接触，限制工件的六个自由度，使工件位置完全确定的方法
- **完全定位**：工件的六个自由度全部被限制的定位。一般当工件在x、y、z三个坐标方向上均有尺寸要求或位置精度要求时采用
- **不完全定位**：根据工件的加工要求，有时并不需要限制工件的全部自由度
- **欠定位**：根据工件的加工要求，应该限制的自由度没有完全被限制定位。此种定位无法保障加工要求，所以是绝对不允许的
- **过定位**：重复限制工件的同一个或几个自由度的现象。此种定位往往会带来不良后果，应尽量避免
- **定位误差**：工序基准在加工尺寸方向上的最大变动量；产生原因：其一、基准不重合误差其二、基准位置误差

## 第七章

- **加工精度**：是零件加工后的实际几何参数(尺寸，形状和位置)与理想几何参数相符合的程度
- **加工误差**：是零件加工后的实际几何参数(尺寸，形状和位置)与理想几何参数的偏离程度
- **原始误差**



- **误差敏感方向**：对加工误差影响最大的那个方向（即通过刀刃的加工表面的法线方向）
- **主轴回转误差**
  - 1) 径向跳动：实际回转轴线平行于理想回转轴线，在一个平面内等幅度跳动
  - 2) 轴向窜动：实际回转轴线始终沿着理想回转轴线等幅度窜动
  - 3) 角度摆动：实际回转轴线与理想回转轴线始终成一个倾角，平面内等幅摆动

主轴回转误差的基本形式	车床上车削			镗床上镗削	
	内、外面	端面	螺纹	孔	端面
纯径向跳动	影响极小	无影响		圆度误差	无影响
纯轴向窜动	无影响	平面度误差垂直度误差	螺距误差	无影响	平面度误差垂直度误差
纯角度摆动	圆柱度误差	影响极小	螺距误差	圆柱度误差	平面度误差

- **导轨误差**
  - 1) 垂直面内直线度误差
  - 2) 水平面内直线度误差
  - 3) 前后导轨的平行度误差
  - 4) 主轴回转轴向平行度误差
- **传动链误差**：机床内联系传动链始末两端传动元件之间相对运动的误差，一般末端元件转角来衡量
- **减少传动链误差措施**
  - 1) 缩短传动链，即减少传动环节
  - 2) 降低传动比
  - 3) 减小传动链中各传动件的加工，装配误差，直接提高传动精度
  - 4) 采用校正装置

## 第八章

- **零件切削加工表面质量完整性**
  - 1) 一、是与表面形貌或表面纹理组织有关的部分，属于外部加工效应
  - 2) 二、是与加工表层物理力学性能状态有关的部分，属于内部加工效应
- **表面质量的含义**：一、表面层几何形状；二、表面层的物理力学性能
- **控制加工表面质量的工艺途径**
  - 1) 减小残余拉应力，防止磨削烧伤和磨削裂纹
  - 2) 采用冷压强化工艺
  - 3) 采用精密和光整加工工艺
- **影响冷作硬化的主要因素**
  - 1) 刀具切削刃圆角和后刀面的磨损，此两值增大，冷硬层深度和硬度随之增大；前角减少，冷硬增大
  - 2) 切削用量
  - 3) 被加工材料，塑性越大，冷硬化越严重