



武汉理工大学
wuhan university of technology

金属工艺学

多媒体课件



第18章 常用金属切削加工方法

主要内容

1 18.1 车削加工

2 18.2 钻削和镗削加工

3 18.3 刨削和拉削加工

4 18.4 铣削加工

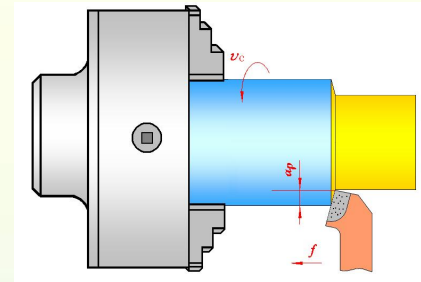
5 18.5 磨削的特点及其应用

重点内容：外圆车削、磨削及平面车削、刨削、磨削及孔的成形基本方法和工艺特点

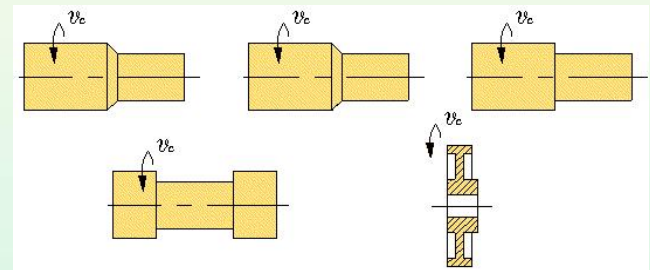
要求：了解各种不同类型的加工方法及相应机床的工艺特点及适用范围，从而能根据不同零件的特点，正确选择加工方法及机床，制订最佳加工方案。

18.1 车削加工

车削加工是指在车床上用车刀加工零件表面。



根据车床的加工原理，车加工的工件表面主要是回转表面。



车床按照用途和结构主要分为：卧式车床、转塔车床、立式车床、仿形车床、单轴和多轴自动车床以及各种专用车床。

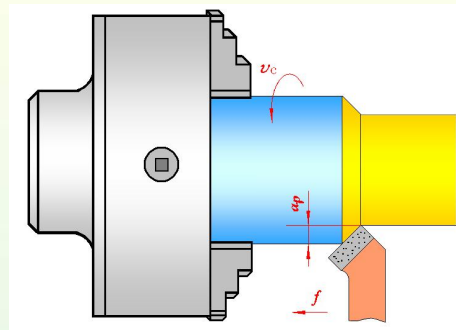
18.1.1 车削的工艺特点

1. **易于保证加工面间的位置精度**：工件一次装夹可车削出外圆面、内孔及端面，依靠机床的精度保证回转面间的同轴度及轴线与端面间的垂直度。

2. **切削过程比较平稳**：一般情况下车削过程是连续进行的，并且当刀具几何形状、切削深度和进给量一定时，切削层的截面尺寸是不变的。因此，车削时切削力基本上不发生变化，车削过程比铣削和刨削平稳。

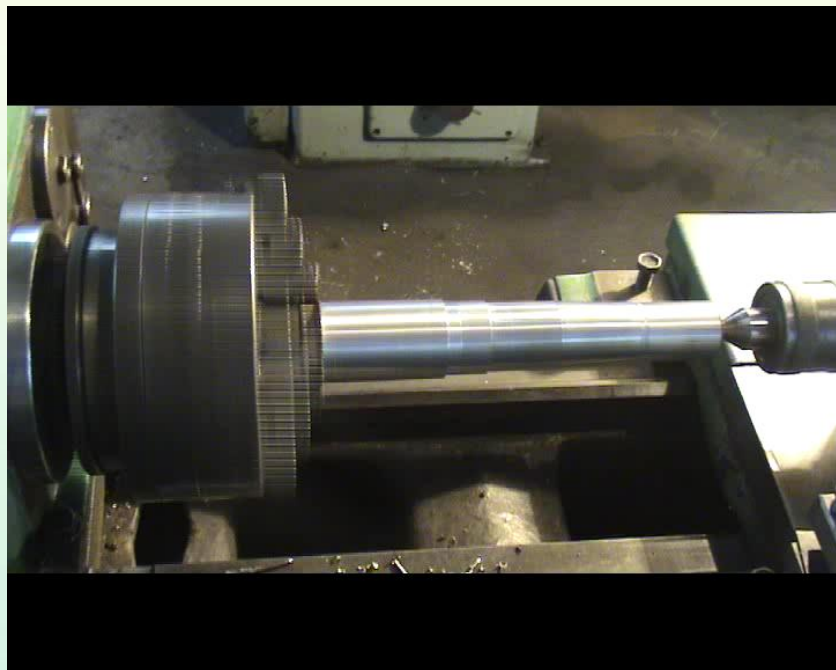
3. **适用于有色金属零件的精加工**：某些有色金属零件，因材料本身的硬度较低，塑性较好，零件表面粗糙度Ra值要求较小时，不宜采用磨削加工，而要用车削或铣削等切削加工。

4. **刀具简单**：车刀是刀具中最简单的一种，制造、刃磨和安装均较方便，这就便于根据具体加工要求，选用合理的角度。



18.1.2 车削的应用

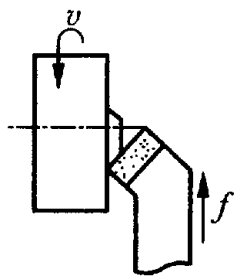
车削加工时，工件作回转运动称为主运动，车刀作进给运动。



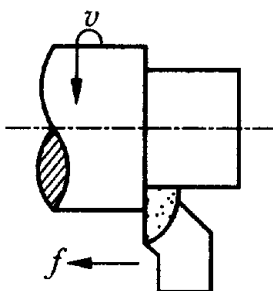
车床的主运动



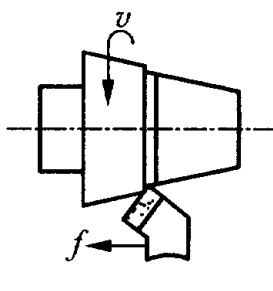
车床进给运动



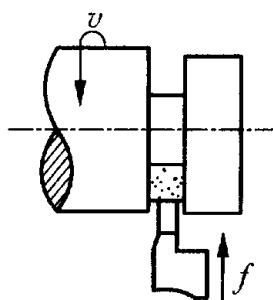
(a) 车端面



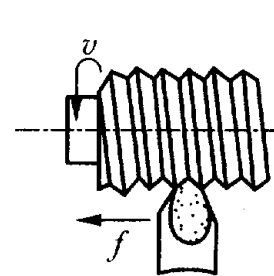
(b) 车外圆



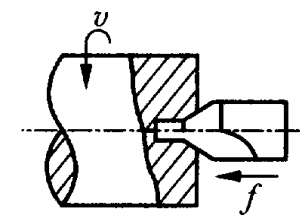
(c) 车圆锥



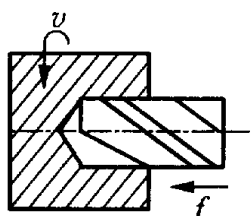
(d) 切槽或切断



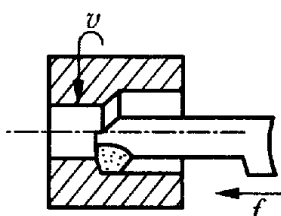
(e) 车螺纹



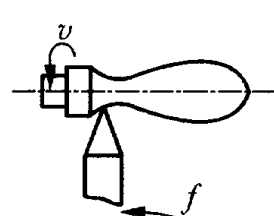
(f) 钻中心孔



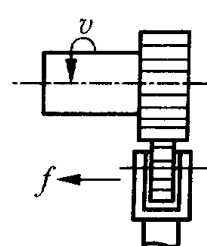
(g) 钻孔



(h) 镗孔



(i) 车成形面



(j) 滚花

车削常用于车内外圆柱面、圆锥面、车环槽及成形回转表面，可以车端面 and 车螺纹、切断及钻孔、扩孔、铰孔和滚花。

加工精度可达IT8~IT7，表面粗糙度Ra值为1.6~0.8 μm 。

18.2 钻削和镗削加工

18.2.1 钻削加工

18.2.1.1 钻孔

在钻床上钻孔时，工件固定不动，钻头既旋转作主运动，又同时向下作轴向移动完成进给运动。

a. 钻头切削部分的组成

b. 钻孔的工艺特点

钻头刚性较差，容易引偏

刀具简单

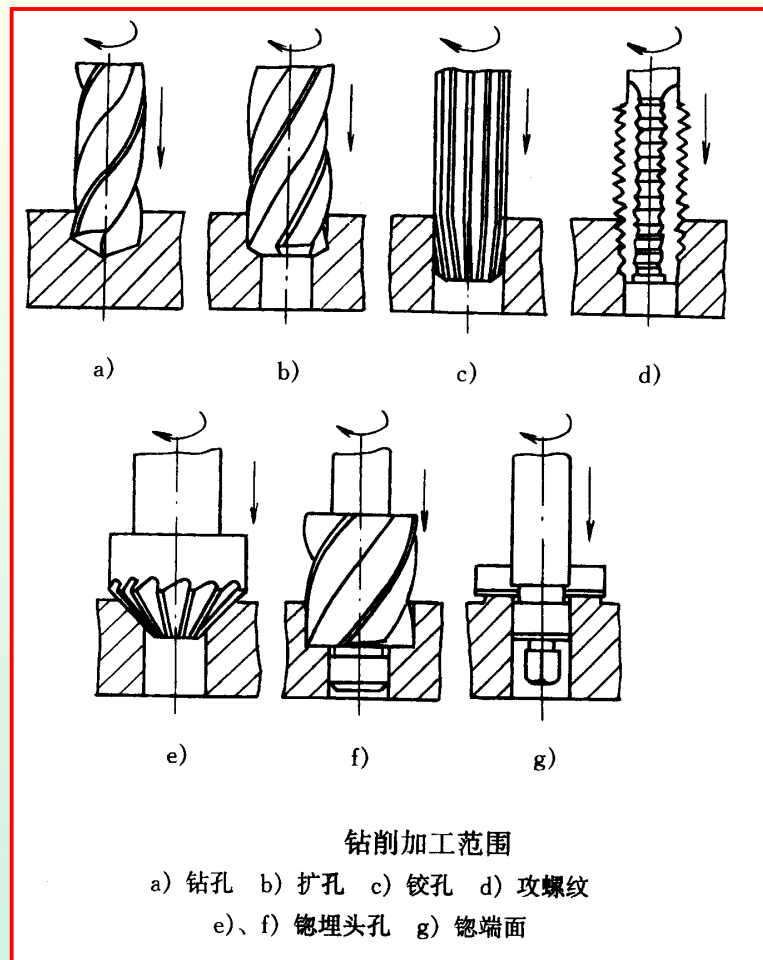
排屑困难

c. 钻孔工艺的应用

低精度孔的最终加工

只能保证单个孔的精度

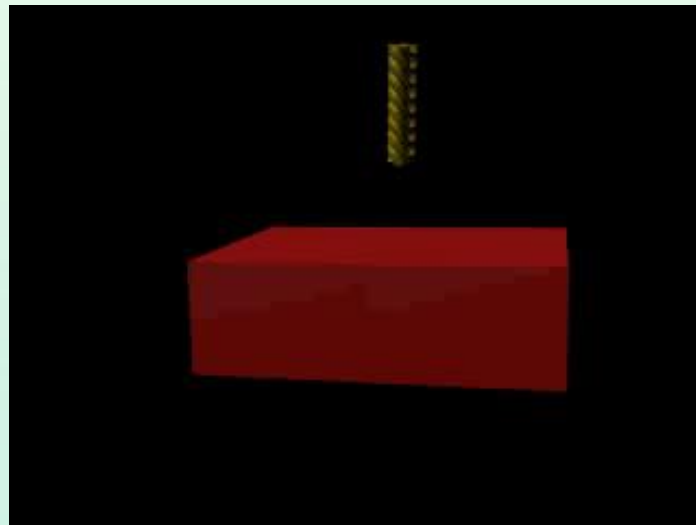
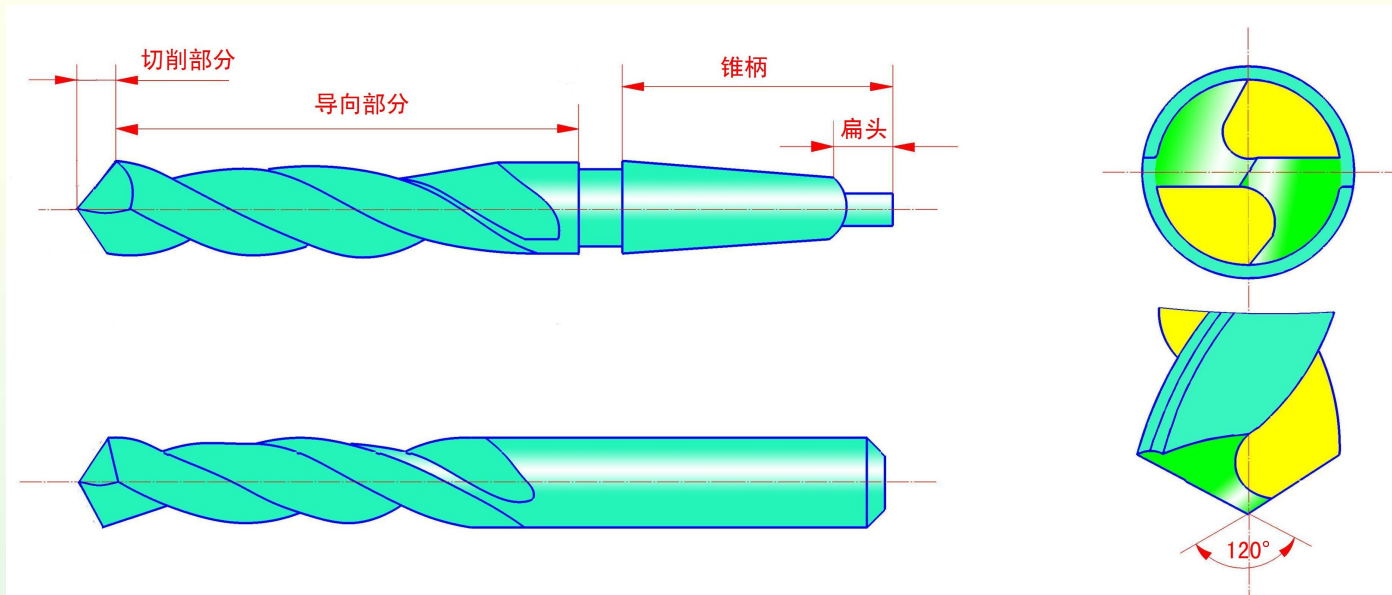
高精度孔的粗加工



钻 孔

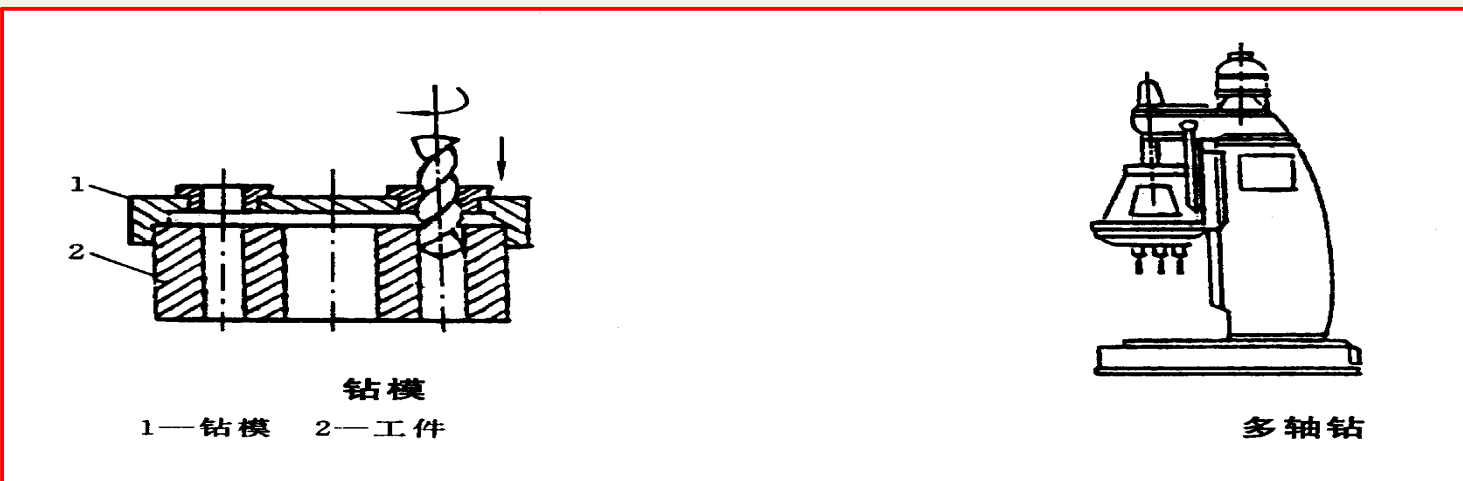
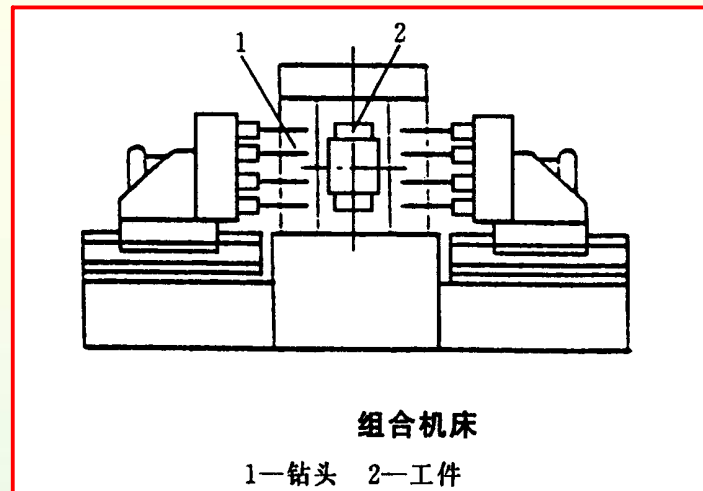
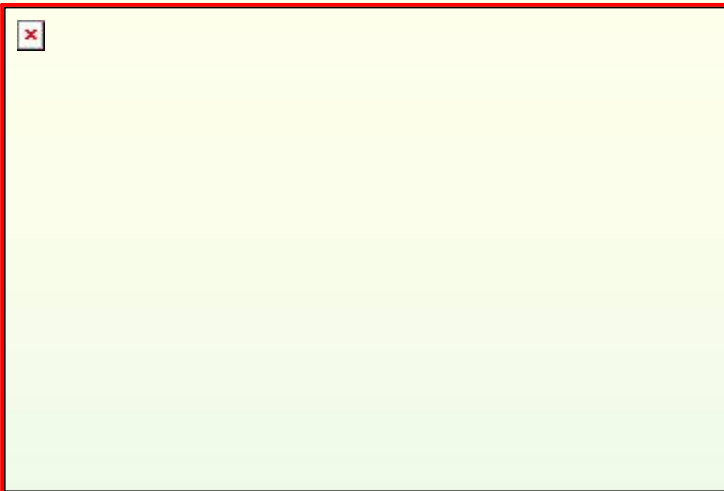


钻头切削部分的组成



引偏

[返回](#)



钻孔工艺

18.2.1.2 扩孔 (core drilling) 和铰孔 (reaming)

一、扩孔

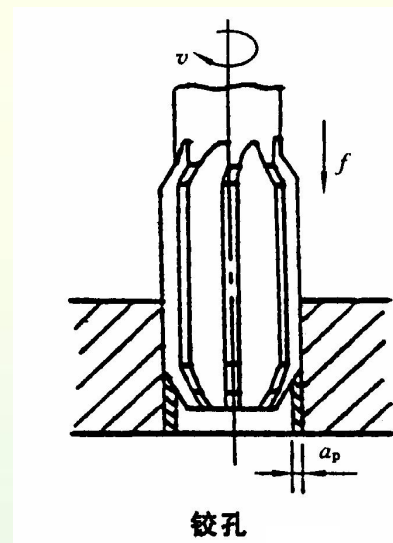
用扩孔刀对已有的孔进行扩大的加工。

- a. 刀具刀刃多，切削用量小，无横刃，刚性好
- b. 加工效率较高
- c. 加工精度较高 IT10, $Ra\ 3.2—6.3\ \mu m$
- d. 用于一般精度孔的最终加工，高精度孔的半精加工



二、铰孔

- a. 铰刀刀刃多, 导向性好, 刚性
性好
- b. 铰刀制造精度高
- c. 铰刀有修光刃, 可校准孔径
和修光孔壁
- d. 铰孔加工余量小, 切削力小,
切削热少, 排屑, 冷却润滑条件好
- e. 加工精度高 IT6-IT8 , Ra
0.4-1.6 μm



18.2.2 镗孔

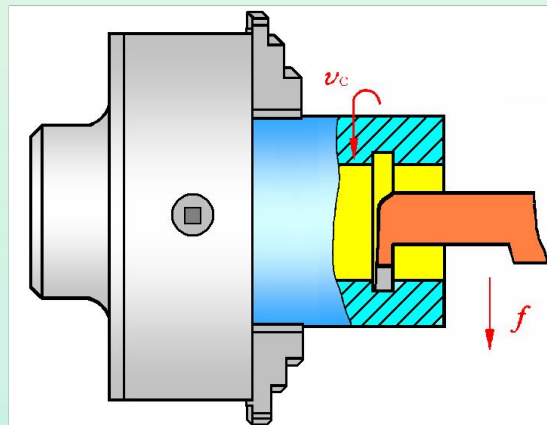
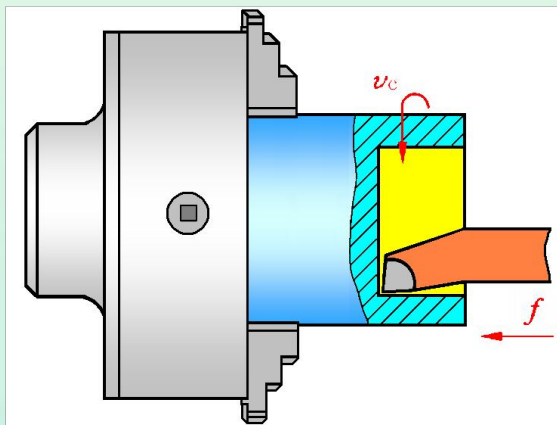
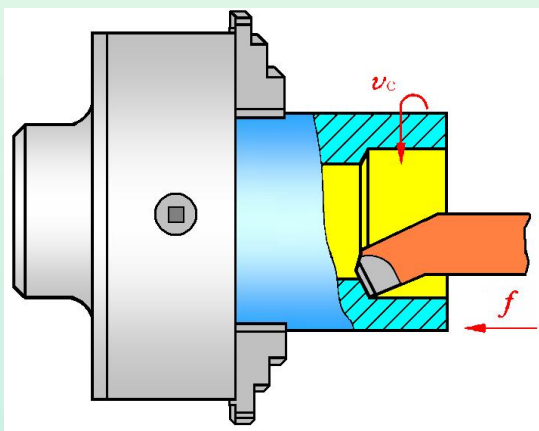
- 1) 车床镗孔
- 2) 镗床镗孔
- 3) 镗削工艺特点

a. 适应性广

b. 不仅可以保证单个孔的尺寸精度和形状, 而且可以保证孔与孔之间的相互位置精度。

c. 广泛用于单件, 小批量生产中的孔或孔系的加工

d. 生产率低



镗 削



18.3 刨削和拉削加工

18.3.1 刨削 (planing)

刨削工艺特点

- 加工精度中等
- 生产率较低
- 加工成本低

刨削方法及应用

- 牛头刨
- 龙门刨
- 刨削的主要应用



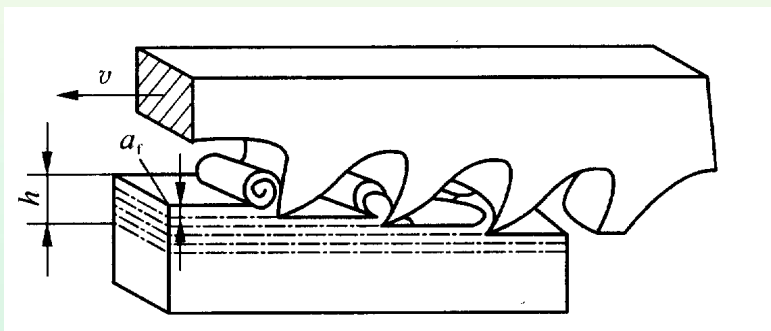
刨平面



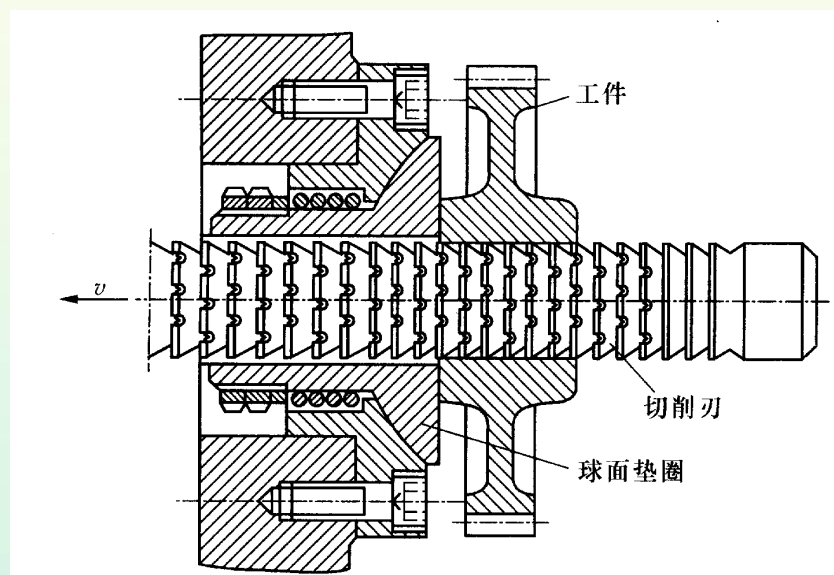
刨垂直面

18.3.2 拉削

拉削可以认为是刨削的进一步发展。如下图所示,它是利用多齿的拉刀,逐齿依次从工件上切下很薄的金属层,使表面达到较高的精度和较小的粗糙度值。



平面拉削



拉孔

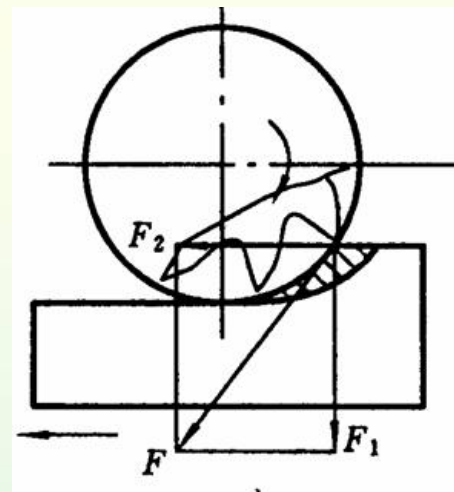
18.4 铣削加工

一、周铣法

用圆柱铣刀的圆周上分布的刀齿加工平面的方法。

1、顺铣法 (down milling)

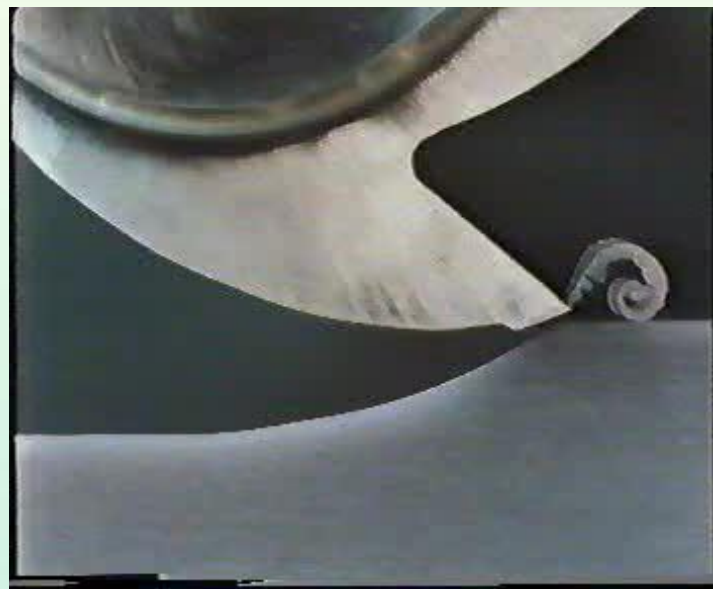
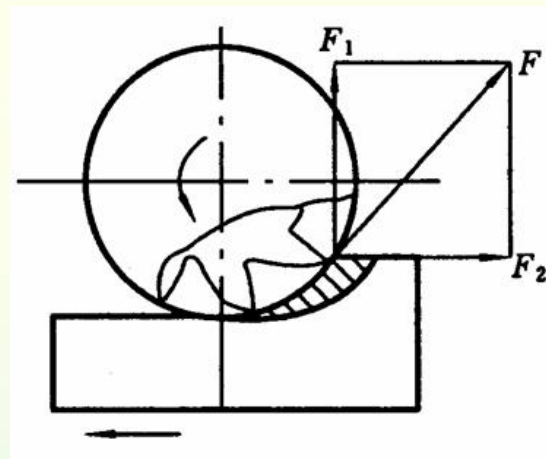
- 顺铣时每齿切削厚度从最大到最小，刀具易切入工件，刀具耐用度较高。
- 刀齿对工件的切削分力 F_1 向下，有利于工件的夹紧，故顺铣的切削过程比较平稳。
- 顺铣时因切削水平分力 F_2 与工件进给方向一致，当水平分力大于工作台的摩擦阻力时，易造成工作台串动。
- 顺铣在开始切削时切削力较大，如果刀杆刚性较差，就会出现扎刀现象。



顺铣

2、逆铣法 (up milling)

- 逆铣时切削水平分力 F_2 方向与工件进给方向相反，因此，切削送进平稳，有利于提高表面质量和防止扎刀现象。
- 逆铣时水平分力 F_1 向上，不利于工件的夹紧。
- 逆铣时刀齿从已加工表面开始进刀，刀具磨损较大，且影响已加工表面质量。



逆铣

二、端铣法 用圆柱铣刀端面分布的刀齿加工平面的方法

三、周铣与端铣的比较

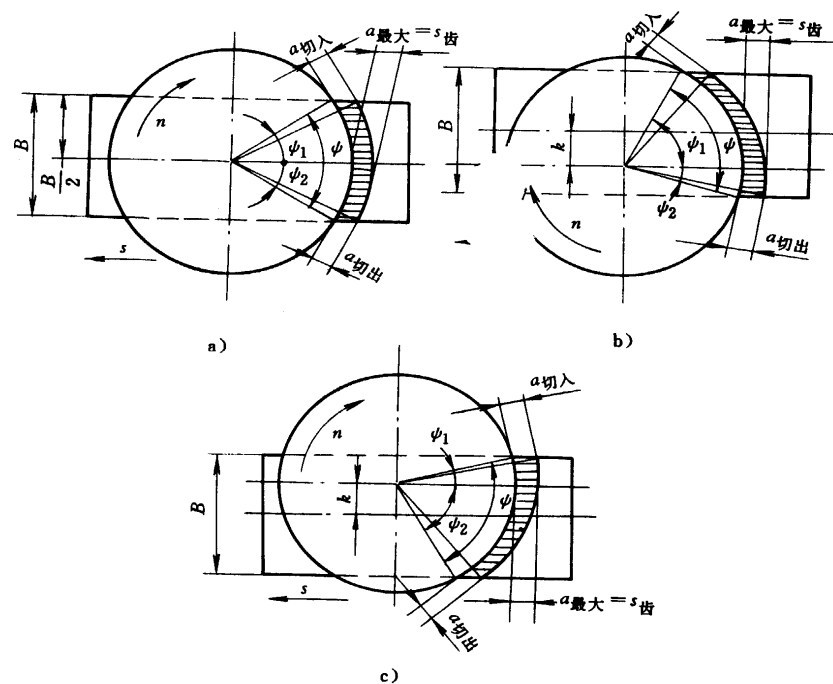
加工质量：端铣比周铣高

加工效率：端铣比周铣高

加工适应性：端铣比周铣差

四、铣削加工工艺特点

- a. 生产率较刨削高
- b. 加工精度及表面粗糙度较差
- c. 刀具耐用度高
- d. 适用范围广



端铣的三种方式

a) 对称铣削 b) 不对称逆铣 c) 不对称顺铣

18.5 磨削加工 (grinding)

18.5.1 磨削的实质及磨削过程

砂轮的组成
与分类

砂轮是由磨料与
粘结剂组成的多
孔物体

磨料种类 (刚玉, 立方氮化硼)
粘结剂种类 (金属, 橡胶, 陶瓷)
砂轮硬度 (Y, ZR, R)
磨料的粒度 (40#, 60# 120#)

磨削运动

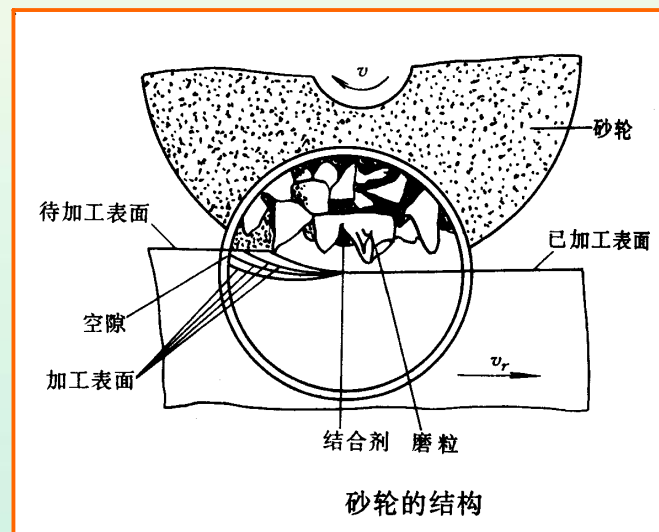
磨削运动演示

磨削的实质

磨削的实质演示

中心磨

无心磨



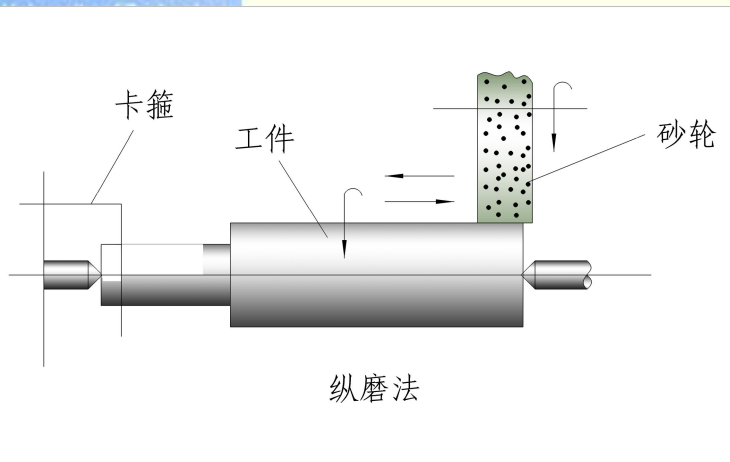
砂轮的组成

砂轮粒度及其选择

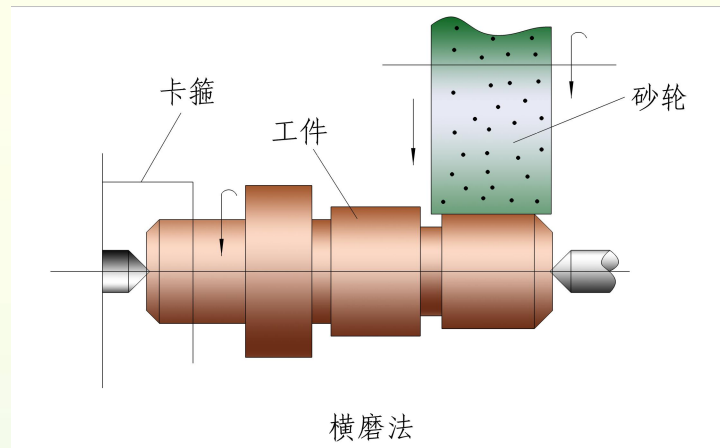
粒度指磨料颗粒的大小。粒度分磨粒与微粉两组。磨粒用筛选法分类，它的粒度号以筛网上一英寸长度内的孔眼数来表示。例如 60 # 粒度的磨粒，说明能通过每英寸长有 60 个孔眼的筛网，而不能通过每英寸 70 个孔眼的筛网。

磨 粒		磨 粒		微 粉	
粒度号	颗粒尺寸 (mm)	粒度号	颗粒尺寸 (mm)	粒度号	颗粒尺寸 (mm)
14 #	1600~1250	70 #	250~200	W40	40~28
16 #	1250~1000	80 #	200~160	W28	28~20
20 #	1000~800	100 #	160~125	W20	20~14
24 #	800~630	120 #	125~100	W14	14~10
30 #	630~500	150 #	100~80	W10	10~7
36 #	500~400	180 #	80~63	W7	7~5
46 #	400~315	240 #	63~50	W5	5~3.5
60 #	315~250	280 #	50~40	W3.5	3.5~2.5

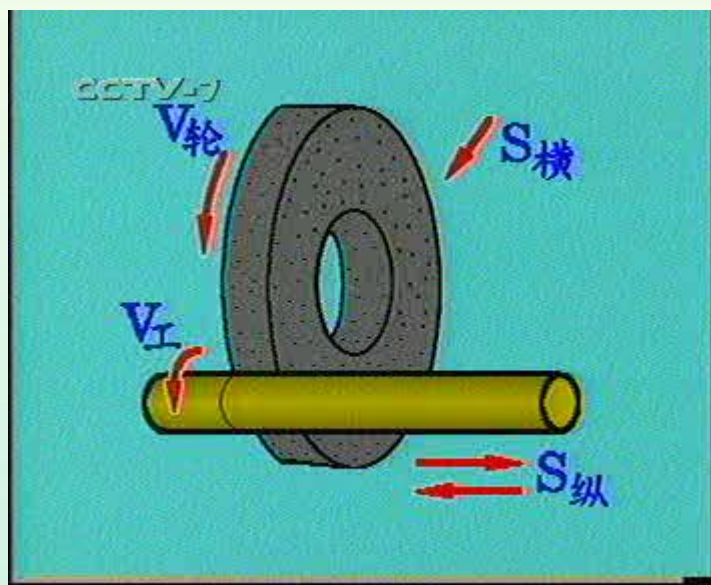
[返回](#)



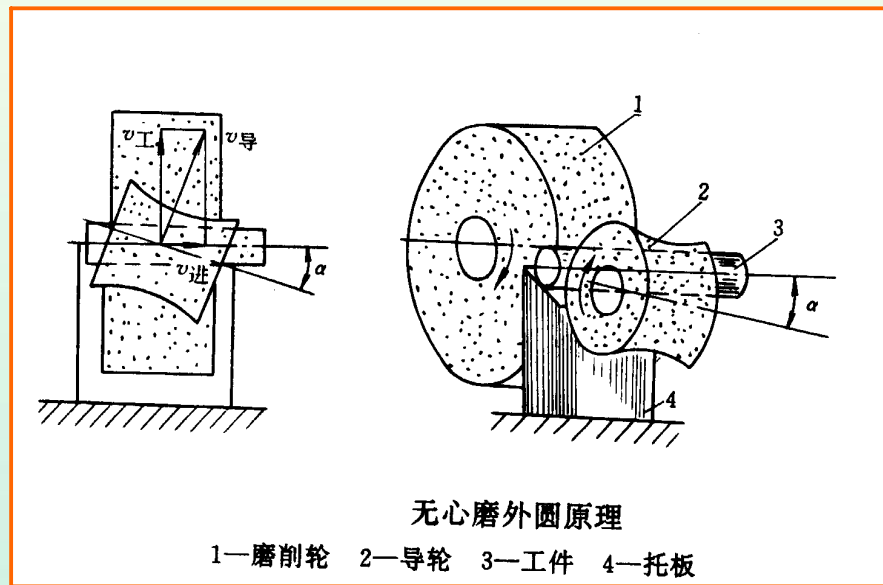
纵向进给



横向进给



磨削运动



无心磨外圆原理

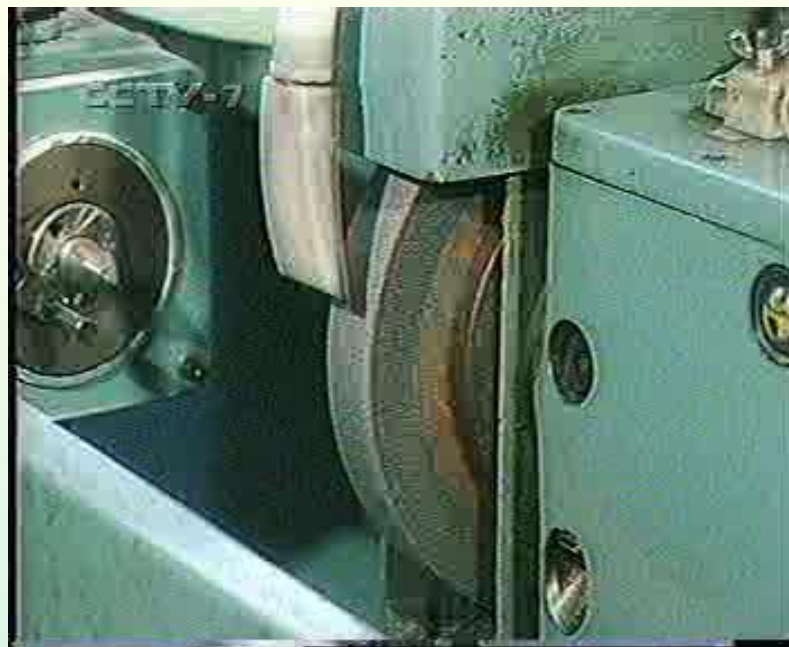
1—磨削轮 2—导轮 3—工件 4—托板

无心磨

[返回](#)

18.5.2 磨削的工艺特点

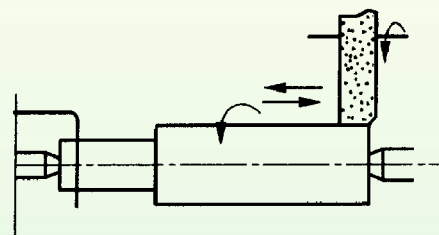
1. 精度高、表面粗糙度小
2. 砂轮有自锐作用
3. 背向磨削力 F_p 较大
4. 磨削温度高



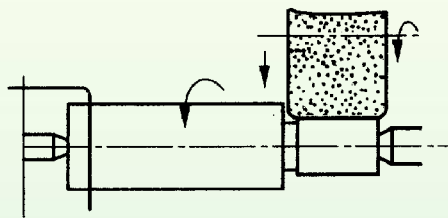
磨削过程实质

18.5.3 磨削的应用和发展

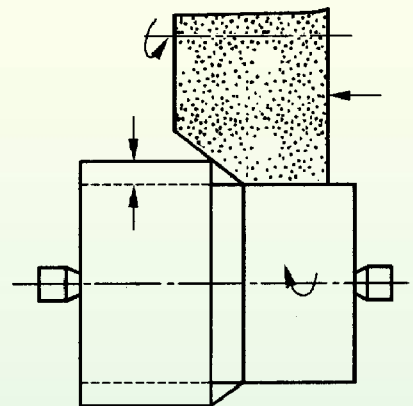
1、外圆磨削法



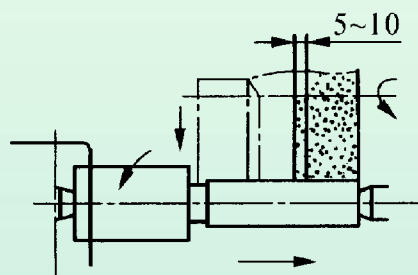
(a) 纵磨法



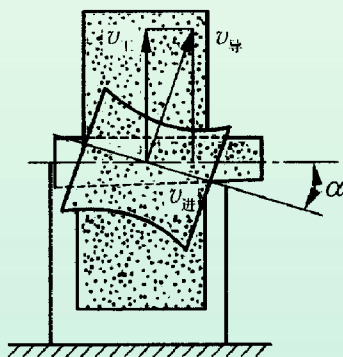
(b) 横磨法



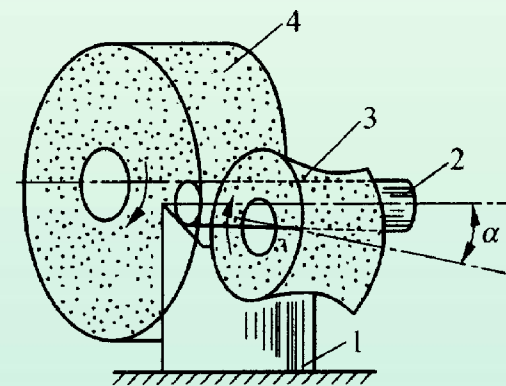
(c) 深磨法



(d) 综合磨法

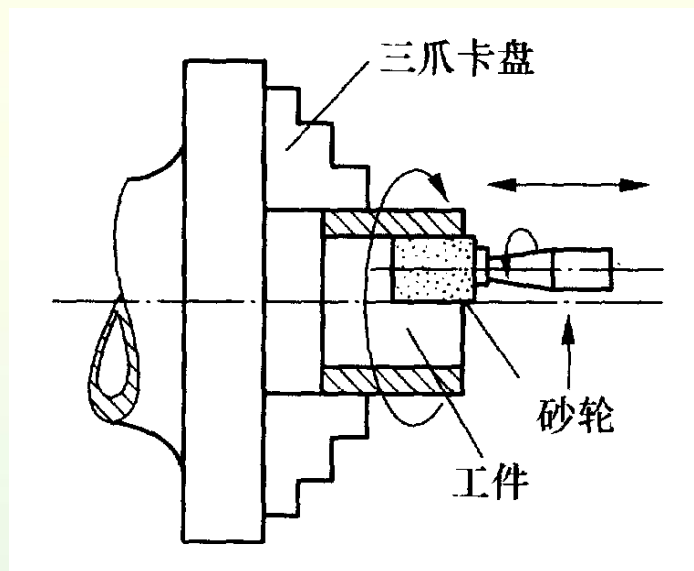


(e) 无心外圆磨削



2. 孔的磨削

孔的磨削可以在内圆磨床上进行，也可以在万能外圆磨床上进行。目前应用的内圆磨床多是卡盘式的，它可以加工圆柱孔、圆锥孔和成形内圆面等。



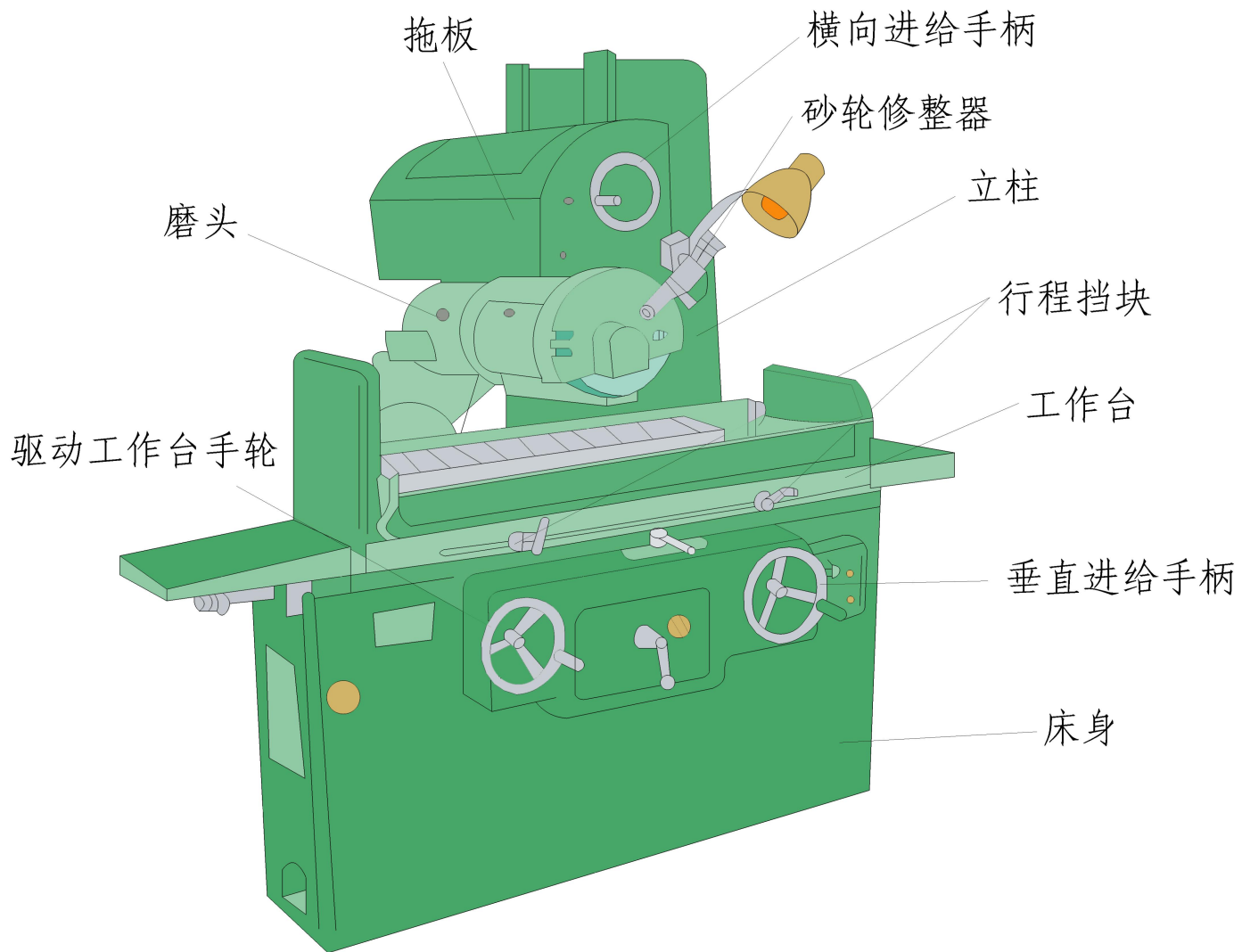
3. 平面磨削

(1) 周磨

- a. 砂轮与工件接触面积小，磨削热少，排屑和冷却条件好
- b. 加工精度高
- c. 生产率低
- d. 适用于批量生产磨削精度较高的中小型零件。

(2) 端磨

- a. 接触面积大，磨削热多，排屑和冷却条件差
- b. 磨削精度低
- c. 生产率高
- d. 适用于成批大量生产



平面磨床