

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	零件图样与技术要求（1）
教 者	黄 曙
教案序号	第 1 教案
教学目的	1、了解零件图样的基本内容 2、掌握公差与配合的基本概念 3、掌握公差与配合代号的含义
重点难点	1、公差与配合的基本概念 2、公差与配合代号的含义 3、基孔制基轴制
作 业	1、P33.1 2、P33.2
复 习	
导 入	以前大家学习过机械制图，本章中涉及到的主要是与机械加工密切相关的一些知识，仅作简要回顾。所以每堂课容量较大，讲解较快。
小 结	公差与配合代号的含义

第一章 机械加工入门知识

第一节 零件图样与技术要求

零件是组成机器或部件的最小单元。只有首先制造出合格的零件,才能生产出合格的机器或部件;零件是根据零件图样来进行制造和检验的,如果零件图样不正确,就会影响零件乃至机器的制造质量。由此可见,零件图样是直接指导制造和检验零件的重要技术文件。它必须完整、准确、清晰、合理地表达零件的形状结构、尺寸大小和制造要求,以符合生产的需要。

一、零件图样的基本内容

一张完整的零件图样,应该包括以下内容:

1) 一组完整表达零件形状的图形。以必要的视图、剖视、剖面及其它规定的画法,正确、完整、清晰地表达零件各部分结构的内外形状。如图 1—1 所示,主轴就用了一个局部剖视的主视图,两个剖面图(一个是 B—B 剖面图,另一个是 C—C 剖面图)及一个局部放大图。

2) 一套正确、完整、清晰、合理的尺寸,能满足零件制造和检验的全部需要。

3) 必要的技术要求。通过符号标注或文字说明,表达出制造、检验和装配过程中应达到的一些技术要求,如尺寸公差、形状和位置公差、表面粗糙度值以及热处理和表面处理要求等。

4) 完整的标题栏。其中应包括零件名称、图号、数量、材料、图样的比例以及绘图样绘制和审核的责任者签字等内容。

二、公差与配合

相同的零件或部件,不需作任何挑选或附加修配,就能装配在机器上并达到其技术性能要求的性质,叫互换性。零件或部件具有互换性,对简化产品设计、缩短生产周期、提高装配效率,降低产品成本、方便使用及维修,都有着十分重要的意义。

为了实现零件的互换性,制定了公差与配合等方面的标准,产品制造必须遵守这些标准。下面就这些标准最基本的内容作一些介绍。

有关公差与配合的一些基本概念结合图 1—2 说明如下。

(1) 基本尺寸 设计时给定的尺寸($\phi 80\text{mm}$)。一般图样上标注的尺寸都指的是基本尺寸。

(2) 实际尺寸 通过测量所得到的尺寸。由于存在测量误差,故实际尺寸并非尺寸的真值。

(3) 极限尺寸 允许尺寸变化的两个界限值。两界限值中较大的一个尺寸叫最大极限尺寸,较小的一个尺寸叫最小极限尺寸,如图中孔的最大极限尺寸为 $\phi 80.046\text{mm}$,最小极限尺寸为 $\phi 80\text{mm}$ 。

零件制造后的实际尺寸在最大极限尺寸与最小极限尺寸之间才是合格的。

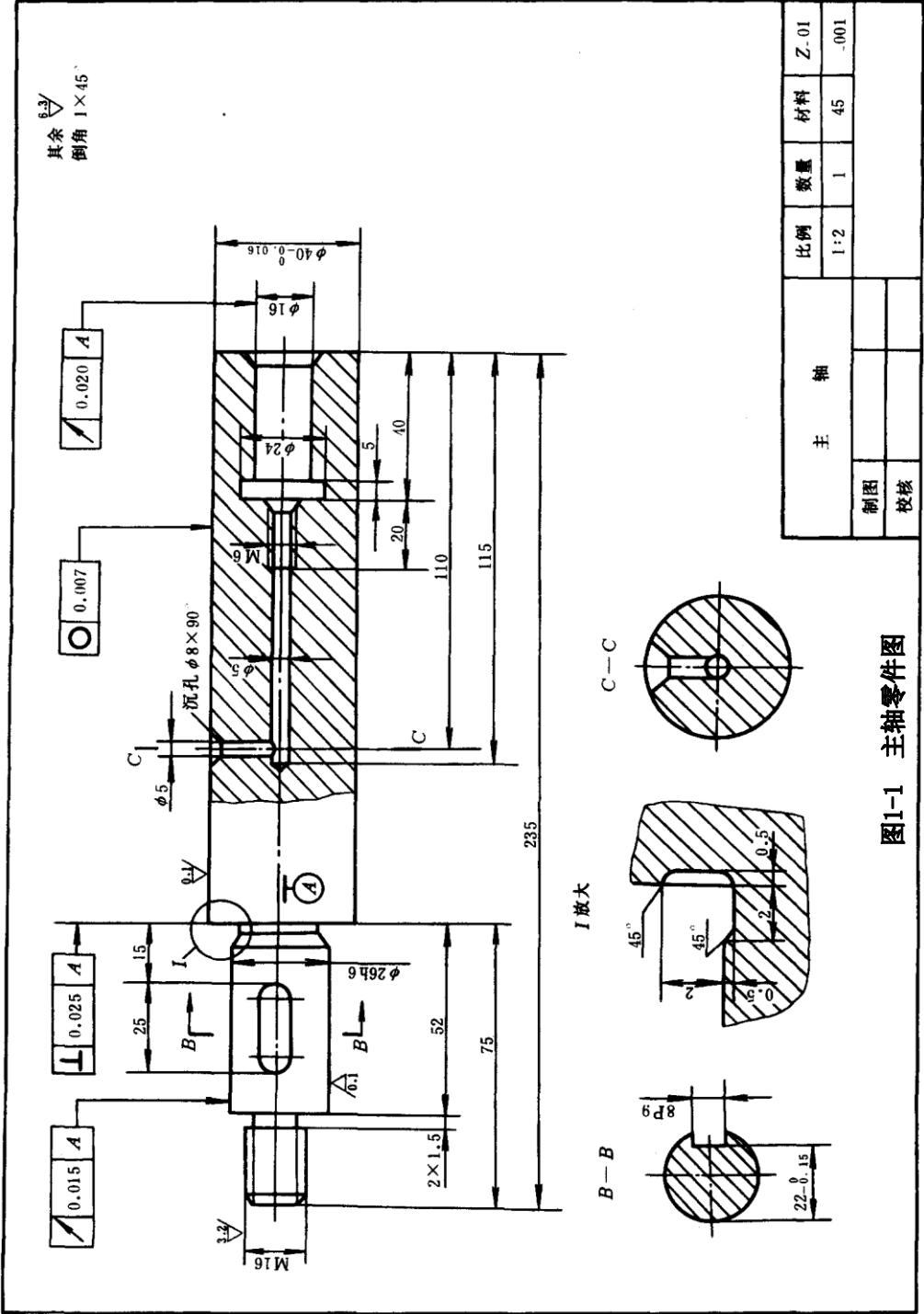


图1-1 主轴零件图

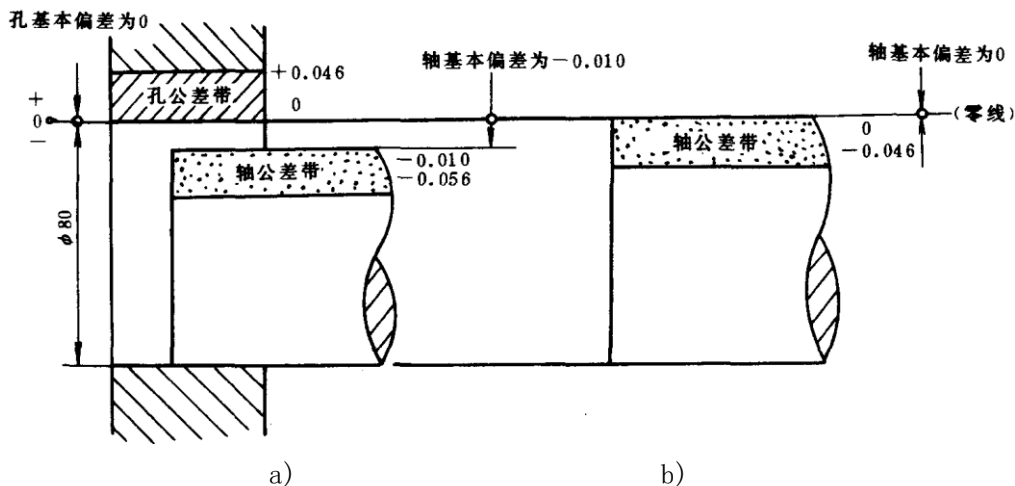


图 1—2 孔与轴的公差示例

孔与轴的基本尺寸均为 $\phi 80$ mm，公差等级为 IT8

a) 孔：基本偏差为 0 (代号为 H) 轴：基本偏差为 -0.01 (代号为 g)

b) 孔：基本偏差为 0 (代号为 H) 轴：基本偏差为 0 (代号为 h)

(4) 尺寸偏差 某一尺寸减去基本尺寸所得的代数差。最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差叫上偏差 ($\phi 80.046 \text{ mm} - \phi 80 \text{ mm} = +0.046 \text{ mm}$)。最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差叫下偏差 ($\phi 80 \text{ mm} - \phi 80 \text{ mm} = 0$)。

零件尺寸实际偏差处于上、下偏差之间，即为合格。

(5) 尺寸公差 (简称公差) 允许尺寸的变动量。公差等于最大极限尺寸减去最小极限尺寸的绝对值 ($\phi 80.046 \text{ mm} - \phi 80 \text{ mm} = 0.046 \text{ mm}$) 或者等于上偏差减去下偏差的绝对值 ($0.046 \text{ mm} - 0 = 0.046 \text{ mm}$)。

(6) 尺寸公差带 “公差带” 是限制尺寸变动的区域。在公差带图中，它是由代表上、下偏差的两直线所限定的一个区域，如图 1—2 所示。

(7) 标准公差 国家标准规定的用以确定公差带大小的任一公差。标准公差是以表格形式列出的系列数值，是由基本尺寸和公差等级两个因素确定的。

公差等级是指用以确定尺寸精确程度的等级。国标规定有 20 个等级，它们是 IT01、IT0、IT1、……、IT18。IT 表示标准公差，公差等级的代号用阿拉伯数字表示，其中 IT01 级精度最高，IT18 级精度最低。

(8) 基本偏差 用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差，一般为靠近零线的那个偏差称为基本偏差。

国标对孔、轴规定了 28 个基本偏差。基本偏差用拉丁字母表示，大写的为孔，小写的为轴。图 1—3 所示为基本偏差系列，基本偏差是以表格形式列出系列数值。

(9) 配合 配合指基本尺寸相同的，相互结合的孔与轴公差带之间的关系。一般分为三类：间隙配合、过盈配合和过渡配合。间隙配合是具有间隙的配合，此时孔的公差带在轴的公差带之上。过盈配合是具有过盈的配合，此时孔的公差带在轴的公差带之下。过渡配合是可能具有间隙或过盈的配合，此时孔的公差带与轴的公差

带相互交叠(图 1—4)。

(10) 基准制配合国标规定采用两种不同方法获得孔与轴的三种配合，称为两种配合制度：基孔制和基轴制(如图 1—4 所示)。

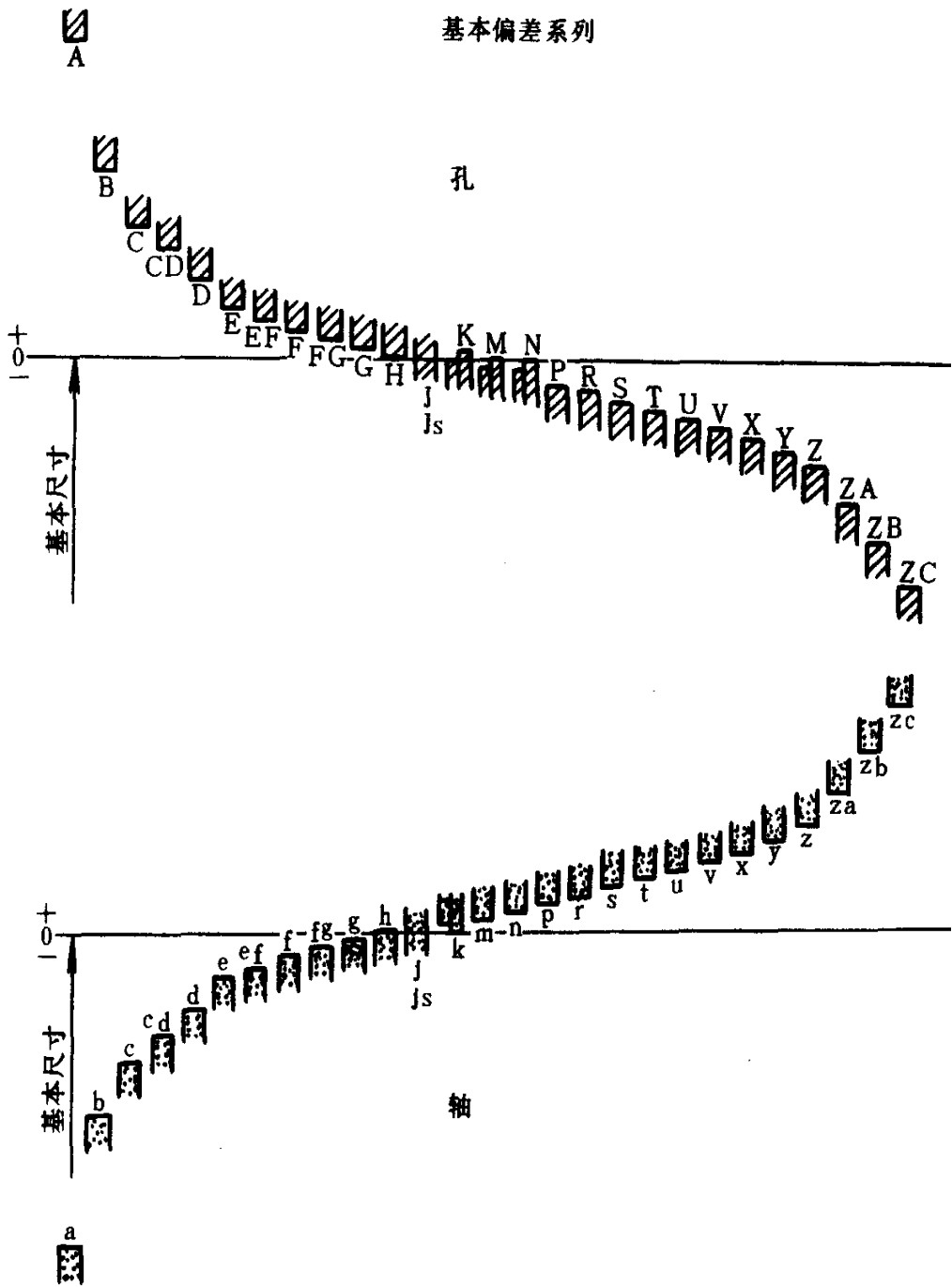
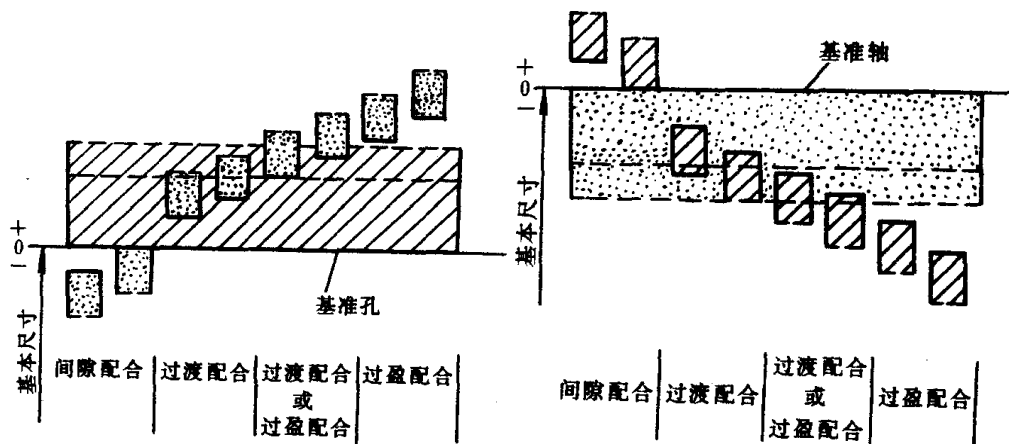


图 1—3 基本偏差系列

编写者：黄 曙



a) 基孔制

b) 基轴制

图 1—4 基孔制和基轴制

基孔制：基本偏差一定的孔的公差带，与不同基本偏差轴的公差带形成各种配合性质的一种制度。国标规定基孔制的孔为基准孔，基本偏差代号为“H”，其下偏差为零。

基轴制：基本偏差一定的轴的公差带，与不同基本偏差孔的公差带形成各种配合性质的一种制度。国标规定基轴制的轴为基准轴，基本偏差代号为“h”，其上偏差等于零。

国标规定，一般情况下优先采用基孔制配合，这样可以减少定值刀具的数量。

(11) 公差与配合的标注

孔、轴公差带代号由基本偏差代号与标准公差等级代号组成，并用一样大小的字母书写，如 H7、H8、h6、f6 等。公差带在图样上有三种标注形式：第一种是在基本尺寸后直接标注极限偏差，如 $\phi 12_{-0.034}^{-0.016} \text{ mm}$ ；第二种是在基本尺寸后直接写公差带代号，如 $\phi 12\text{f}7$ ；第三种是在基本尺寸后同时标注公差带代号和极限偏差，如 $\phi 12\text{f}7_{-0.034}^{-0.016}$ 。

对于有配合要求的尺寸，应在基本尺寸后标注配合代号。配合代号由孔与轴公差带代号用分数组成，分子表示孔的公差带代号，分母表示轴的公差带代号，如

$$\phi 60 \frac{H7}{f6}。$$

图样上标注的公差与配合代号的意义，见表 1-1。

表 1—1 公差与配合代号的含义

序号	实例	表 示 含 义
1	$\phi 20D7$	基本尺寸 $\phi 20\text{mm}$ ，公差等级7级，基本偏差代号是D的基轴制间隙配合的孔
2	$\phi 30H5$	①基本尺寸 $\phi 30\text{mm}$ ，公差等级5级，基孔制的基准孔
		②基本尺寸 $\phi 30\text{mm}$ ，公差等级5级，基本偏差是H的基轴制间隙配合的孔
3	$\phi 40T3$	基本尺寸 $\phi 40\text{mm}$ ，公差等级3级，基本偏差是T的基轴制过盈配合的孔
4	$\phi 60u7$	基本尺寸 $\phi 50\text{mm}$ ，公差等级7级，基本偏差是u的基孔制过盈配合的轴
5	$\phi 30js6$	基本尺寸 $\phi 30\text{mm}$ ，公差等级6级，基本偏差是js的基孔制过渡配合的轴
6	$\phi 40h7$	①基本尺寸 $\phi 40\text{mm}$ ，公差等级7级，基轴制的基准轴
		②基本尺寸 $\phi 40\text{mm}$ ，公差等级7级，基本偏差是h的基孔制间隙配合的轴
7	$\phi 20H6/h5$	①基本尺寸 $\phi 20\text{mm}$ ，基孔制，孔公差等级6级，轴公差等级5级，基本偏差孔是H，轴是h的间隙配合
		②基本尺寸 $\phi 20\text{mm}$ 基轴制，孔公差等级6级，轴公差等级5级，基本偏差孔是H，轴是h的间隙配合
		③基本尺寸 $\phi 20\text{mm}$ ，公差等级孔是6级，轴是5级，基准件间隙配合
8	$\phi 50H7/p6$	基本尺寸 $\phi 50\text{mm}$ ，基孔制，公差等级孔是7级，轴是6级，基本偏差轴是P的过渡配合
9	$\phi 60K8/h7$	基本尺寸 $\phi 60\text{mm}$ ，基轴制，公差等级孔是8级，轴是7级，基本偏差孔是K的过渡配合

出示实例后，讲解第 1、2、4 项，其余学生练习作答。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	零件图样与技术要求（2）
教 者	黄 曙
教案序号	第 2 教案
教学目的	1、掌握形状和位置公差的基本概念 2、了解形状和位置公差的项目符号 3、掌握表面粗糙度
重点难点	1、形状和位置公差对产品质量的意义 2、形状和位置公差的项目符号、标注方法及意义 3、表面粗糙度注法及含义
作 业	1、P33.3 2、P33.4 3、P33.6 4、P34.13
复 习	公差与配合代号的含义
导 入	形位公差以前制图中学过，但对于机械加工中的实际意义大家还不太了解，本节在复习的同时，加进了这些概念在机械加工中的应用。
小 结	课堂问答：P33.5

三、形状和位置公差的基本概念

1. 形状和位置精度

形状精度是指零件加工后，表面或其它几何要素的准确程度。如将图 1—5b 中的圆柱加工成图 1—5c 的形状，按尺寸精度来检验则处处都是 $\phi 11.994\text{mm}$ ，说明尺寸是合格的，但将它与图 1—5a 的孔相配合，却装不进去。按理说，既然尺寸合格，就应该能装入孔中，为什么装不进去呢？经检验分析是因圆柱弯曲所致。这说明零件尺寸精度虽然合格，但由于形状精度不合格而影响了零件质量。因此，仅仅对零件提出尺寸公差要求是不够的，还必须有形状上的精度要求，即应对零件提出“形状公差”要求，如图 1—5d 所示。

位置精度是指零件加工后，各表面之间或者各几何要素之间相互位置的准确程度。例如，图 1—6a 中的阶梯孔和图 1—6b 中的阶梯轴，假如阶梯轴加工后成为如图 1—6c 所示的形状，按尺寸精度检验是合格的，但这个阶梯轴却装不进图 1—6a 所示的阶梯孔中。经检验发现两段轴的轴线不在一条线上，即“不同轴”，偏移了 0.5mm ，所以装不进去。由此可见，此轴仅保证尺寸精度和形状精度是不够的，还应保证其“位置”精度的要求，即对两段轴还应提出相互的位置精度(同轴度)要求。位置公差如图 1—6d 所示。

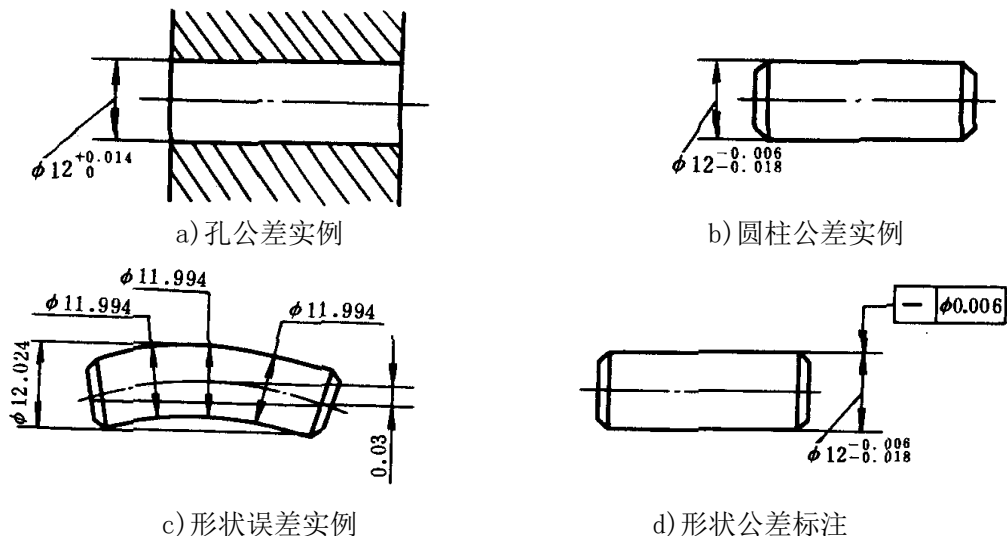
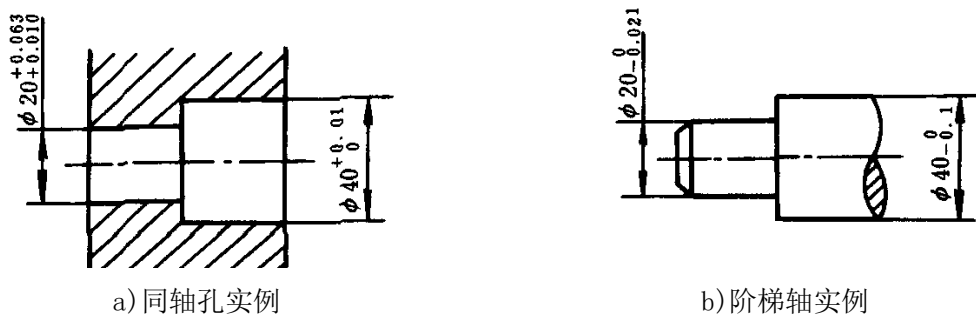


图 1—5 形状精度



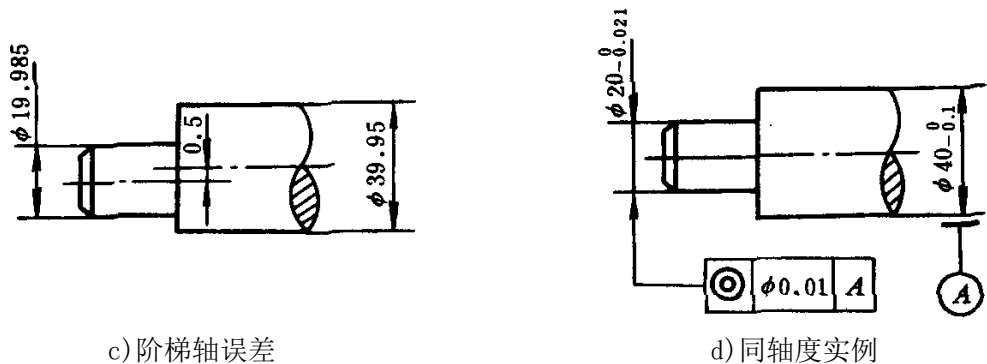


图 1—6 位置精度

2. 形位公差的项目和符号 GB1182-80 规定，形位公差共分 14 项，各项目的名称和符号如表 1—2 所列。

3. 常用形位公差及标注方法

在技术图样中，形位公差是用代号标注的，其代号包括有关项目的符号、形位公差框格和指引线、形位公差数值和基准符号。形位公差框格分成两格或多格，在图样中应水平地或垂直地绘制，其线型为细实线。形位公差框格内从左到右填写，

表 1—2 形状、位置公差项目和符号

分 类	项 目	符 号	分 类	项 目	符 号
形状公差	直 线 度	—	位置公差	定向公差	平行度
	平 面 度	▱		定向公差	垂 直 度
	圆 度	○			倾 斜 度
	圆 柱 度	⊙		定位公差	同 轴 度
	线轮廓度	⌒			对 称 度
	面轮廓度	⌒			位 置 度
				跳动公差	圆 跳 动
					全 跳 动

第一格填写形位公差项目的符号，第二格填写公差数值和有关符号，第三格和以后各格填写基准代号的字母和有关符号。

当实际的形位误差小于形位公差时，即为合格。

国标中规定了 6 项形状公差及 8 项位置公差。常用的有直线度、平面度、圆度

与圆柱度 4 项形状公差以及平行度、垂直度、同轴度与圆跳动 4 项位置公差，下面分别予以讨论。

(1) 直线度 直线度是指被测直线偏离其理想形状的程度。直线度公差是被测直线对于理想直线的允许变动量，其标注如图 1—7a 所示。在平面上给定方向的直线度公差带是在该方向上距离为公差值(如 0.02mm)的两平行直线之间的区域(图 1—7b)。图 1—7c 为直线度误差的一种测量方法，将刀口形直尺沿给定方向与被测平面接触，测得的缝隙即为此平面在该素线方向上的直线度误差。

(2) 平面度 平面度是指被测平面偏离其理想形状的程度。平面度公差是被测平面相对于理想平面的允许变动量，其标注如图 1—8a 所示。平面度公差带是距离为公差值(如 0.05mm)的两平行平面之间的区域(图 1—8b)。图 1—8c 为小型零件平面度误差的一种近似测量方法。将刀口形直尺与被测平面接触，在各个方向检测，其中最大缝隙的数值，即近似为平面度误差。

(3) 圆度 圆度是指被测圆柱面或圆锥面在正截面内的实际轮廓偏离其理想形状的程度。圆度公差是被测圆相对于理想圆的允许变动量，其标注如图 1—9a 所示。圆度公差带是在同一正截面上半径差为公差值(如 0.02mm)的两同心圆之间的区域(图 1—9b)。图 1—9c 为圆度仪检测圆度误差的方法。将被测零件放置在圆度仪上，

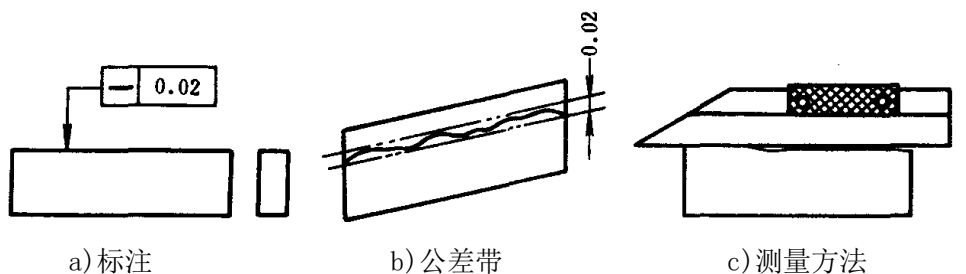


图 1—7 直线度的标注、公差带及测量方法

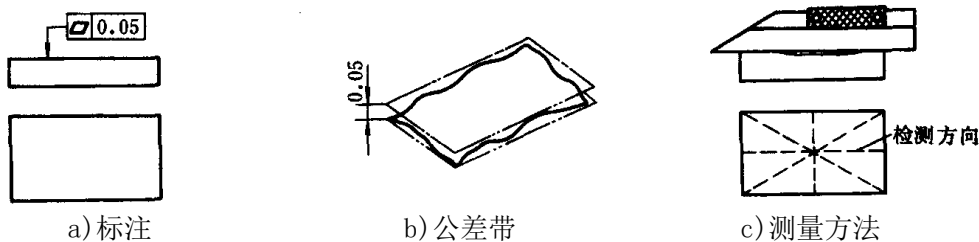


图 1—8 平面度的标注、公差带及测量方法

调整零件的轴线，使其与圆度仪的回转轴线同轴，测量头每转一周，即可确定该测量截面的圆度误差。测量若干个截面，其中最大的误差值即为被测圆柱面的圆度误差。

(4) 圆柱度 圆柱度公差是被测圆柱面相对于理想圆柱面的允许变动量，其标注如图 1—10a 所示。圆柱度公差带是半径为公差值(如 0.03mm)的两同轴圆柱面之间的区域(图 1—10b)。圆柱度误差的检测方法与圆度误差基本相同，不同的是测量头

在无径向偏移的情况下，要检测若干个横截面，以确定圆柱度误差。

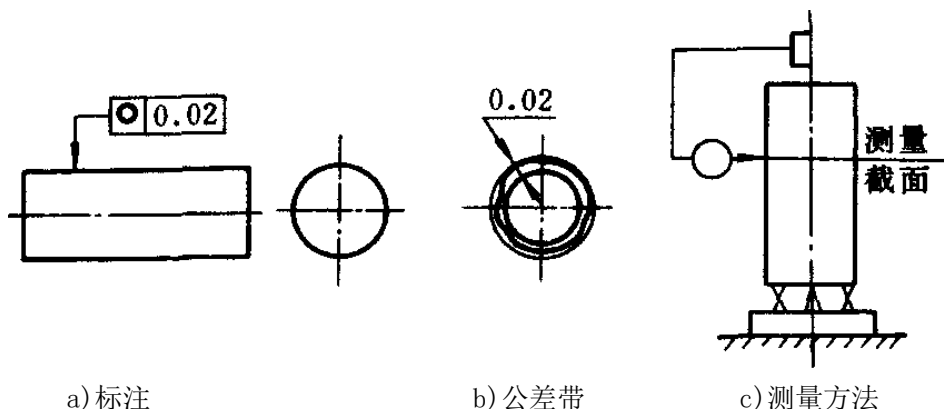


图 1—9 圆度的标注、公差带及测量方法

(5) 平行度 平行度是指零件上被测要素(线或面)相对于基准平行方向所偏离的程度。平行度公差标注如图 1—11a 所示。当给定一个方向时，平行度公差带是距离为公差值(如 0.04mm)且平行于基准面(或线)之间的区域(图 1—11b)。图 1—11c 为平行度误差的一种检测方法。将被测零件放在检验平板上，移动百分表，在被测

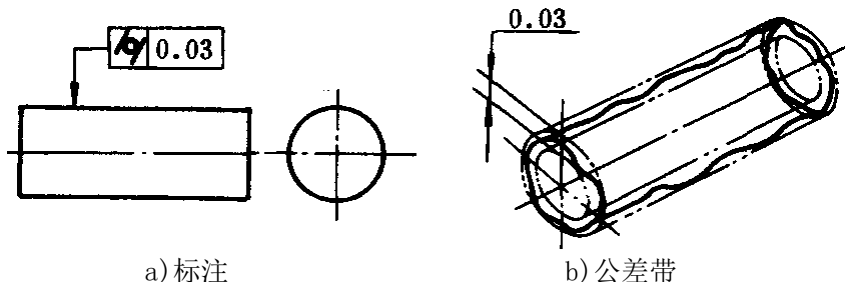


图 1—10 圆柱度的标注及公差带

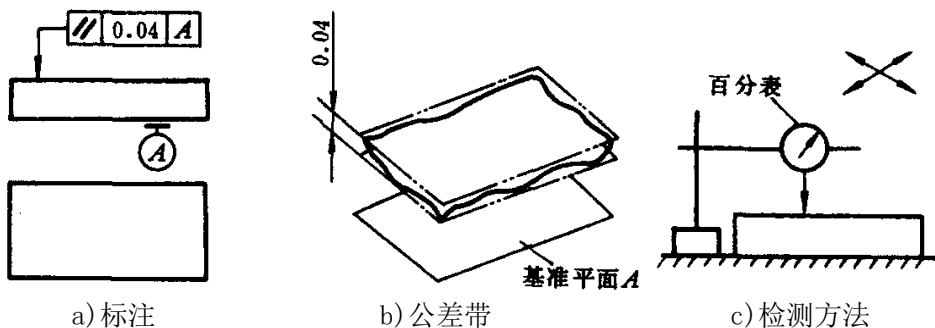


图 1—11 平行度的标注、公差带及检测方法

表面上按规定测量线进行测量，百分表最大与最小读数之差值，即为平行度误差。

(6) 垂直度 垂直度是指零件上被测要素(线或面)相对于基准垂直方向所偏离的程度。垂直度公差标注如图 1—12a 所示。当给定一个方向时，垂直度公差带是距离为公差值(如 0.03mm)且垂直于基准面(或线)的两平行平面(或线)之间的区域(图 1—12b)。图 1—12c 为垂直度误差的一种检测方法。将 90° 角尺宽边贴靠基准

平面 A，测量被测平面与 90° 角尺窄边之间的缝隙，方法同直线度误差的测量，则最大缝隙即为垂直度误差。

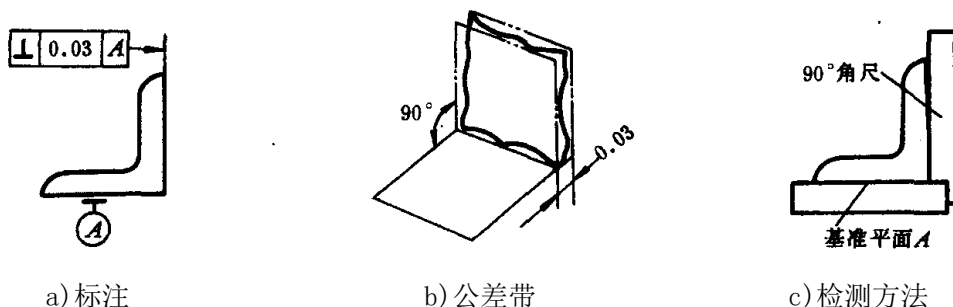


图 1—12 垂直度的标注、公差带及检测方法

(7) 同轴度 同轴度是指零件上被测轴线相对于基准轴线的偏离程度。同轴度公差标注如图 1—13a 所示。同轴度公差带是以公差带值(如 0.05mm)为直径且与基准轴线同轴的圆柱面内的区域(图 1—13b)。图 1—13c 为同轴度误差的一种检测方法，将基准线 A、B 的轮廓表面的中间截面放置在两等高的刃口状 V 形架上。首先在轴向测量，取上下两个百分表在垂直于基准轴线的正截面上所测得的各对应点的读数 $|M_a - M_b|$ ，作为在该截面上的同轴度误差；再转动零件，按上述方法测若干个截面，取各截面测得的读数差中的最大值(绝对值)作为该零件的同轴度误差。

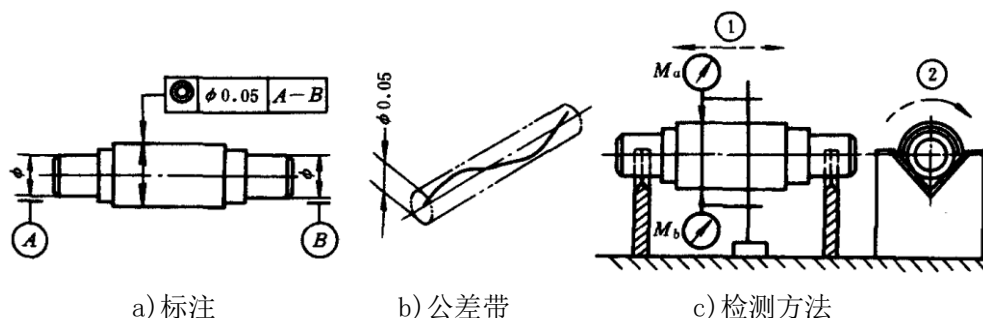


图 1—13 同轴度的标注、公差带及检测方法

(8) 圆跳动 圆跳动是指在被测圆柱面的任一截面上或端面的任一直径处，在无轴向移动的情况下，围绕基准轴线回转一周时，沿径向或轴向的跳动程度。圆跳动公差是在上述条件下用百分表测量时，允许的最大与最小读数之差。径向圆跳动和端面圆跳动公差标注方法如图 1—14a 所示。检测方法如图 1—14b 所示。当零件旋转一周时百分表测量的最大与最小读数之差，即为径向或端面圆跳动误差。

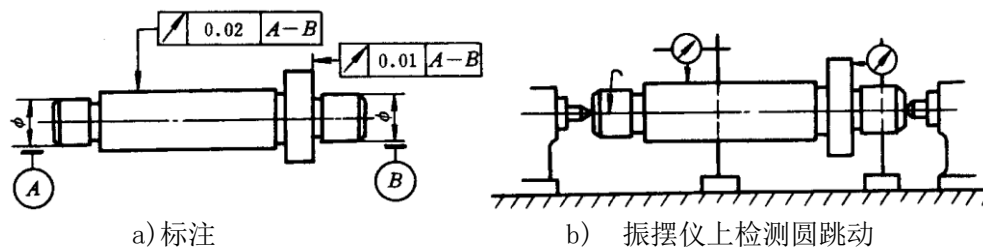
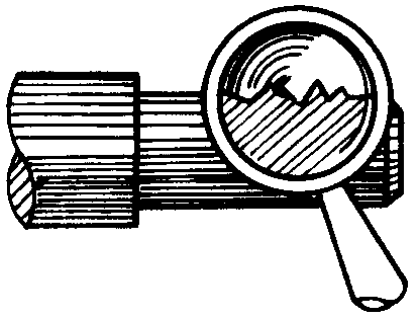


图 1—14 圆跳动的标注及检测方法

四、表面粗糙度

1. 概念

加工后轴的外观晶亮光滑，但放大后看(图 1—15)，表面状况十分不规整。这种零件加工后形成的表面状况叫表面粗糙度。



表面粗糙度一般是由刀具刃口形状、进给量和切削形成过程等因素造成的。

表面粗糙度对零件的使用性能有多方面的影响，诸如：配合的可靠性、疲劳强度、摩擦力、耐磨性、涂层的附着强度、机械结构的灵敏度和传动精度等。

2. 表面粗糙度的评定参数

表面粗糙度是指零件表面微观不平的程度，这种微小的高低不平是不能用一般方法检查的，需要专门仪器进行检验。根据测量评定的方法不同，国标中规定常用表面粗糙度评定参数有：轮廓算术平均偏差 R_a ，微观不平度十点高度 R_z 和轮廓最大高度 R_y 等。轮廓算术平均偏差 R_a 为最常用的评定参数，标注时可省略 R_a 参数值常用 R_a 的允许最大值，单位是 μm ，参数值越小说明表面要求越光滑。

3. 表面粗糙度的标注

(1) 表面粗糙度的符号 表面粗糙度的符号由两条不等长且与水平线成 60° 夹角的细实线组成。

表面粗糙度符号及意义，见表 1—3。

(2) 表面粗糙度的代号 在表面粗糙度符号的基础上，注上评定表面粗糙度的参数后就是表面粗糙度代号。表面粗糙度代号见表 1—4 的说明。

(3) 表面粗糙度在图样上的标注 表面粗糙度代(符)号应注在可见轮廓线、尺寸线、尺寸界线或它们的延长线上，符号的尖端必须从材料外指向表面(图 1—16)。

(4) 表面粗糙度的选用 不同表面特征的表面粗糙度及相应的加工方法列入表 1—5 中，可供选用时参考。

表 1—3 表面粗糙度符号及意义

符号	意 义
✓	基本符号，单独使用这符号是没有意义的
▽	基本符号上加一短划，表示表面粗糙度是用去除材料的方法获得。例如：车、铣、钻、磨、剪切、抛光、腐蚀、电火花加工等
⊖	基本符号上加一小圆，表示表面粗糙度是用不去除材料的方法获得。例如：铸、锻、冲压变形、热轧、冷轧、粉末冶金等，或者是用于保持原供应状况的表面（包括保持上道工序的状况）

提问：表面粗糙度一般不在哪些区域标注？

表 1—5 不同表面特征的表面粗糙度

表面要求	表面特征	第一系列Ra (μm)	加工方法
不加工	毛坯表面清除毛刺	100	
粗加工	明显可见刀纹	50	粗车、粗铣、粗刨、钻、粗镗
	可见刀纹	25	
	微见刀纹	12.5	
半精加工	可见加工痕迹	6.3	半精车、精车、精铣、精刨、粗磨
	微见加工痕迹	3.2	
	不见加工痕迹	1.6	
精加工	可辨加工痕迹的方向	0.80	精铰 刮 精拉 精磨
	微辨加工痕迹的方向	0.40	
	不辨加工痕迹的方向	0.20	
精密加工	暗光泽面	0.100	精密磨削 珩磨 研磨 超精加工
	亮光泽面	0.050	
	镜状光泽面	0.025	
	雾状光泽面	0.012	
	镜面	0.006	镜面磨削研磨

粗加工、半精加工、精加工的特征及加工方法要求学生记忆。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	常用量具(1)
教 者	黄 曙
教案序号	第 3 教案
教学目的	1、了解 SI 国际单位制及钢直尺规格 2、掌握游标卡尺的种类及读数方法 3、掌握游标卡尺的使用方法
重点难点	1、SI 国际单位制 2、游标卡尺的种类及读数方法 3、游标卡尺的使用方法
作 业	1、P34.7 2、附加练习题(印发)
复 习	形位公差、表面粗糙度概念及项目符号
导 入	在机械加工中一个重要的问题就是确定尺寸，请大家例举知道的量具。
小 结	1、学生逐步掌握快速读数方法 2、实测中要求学生在 5 秒内正确读出数值

第二节 常 用 量 具

为了确保零件加工质量，应对被加工的零件进行尺寸、形状和位置精度的测量。用作测量的工具称为量具。量具的种类很多，仅介绍常用的几种。

在介绍量具之前，先介绍机械加工中的长度单位与角度单位。我国的长度单位采用国际单位制(SI)。国际单位制中的长度基本单位是米，符号为 m，长度单位是十进制。SI 制长度单位的名称、符号和关系列于表 1—6。

表 1—6 SI 制长度单位

单位名称	符 号	以m为单位	以mm为单位
米	m	1	1000
分米	dm	0.1	100
厘米	cm	0.01	10
毫米	mm	0.001	1
微米	μm	0.000 001	0.001

平面角的 SI (国际单位制) 单位是弧度(rad)。我国选定与 SI 单位并用的平面角，其单位是度($^{\circ}$)， $1^{\circ} = (\pi / 180)\text{rad}$ 。 1° 是一个圆周的 $1 / 360$ ，平面角的单位还有分(')和秒(")，并均为 60 进制，即 $1^{\circ} = 60' = 360''$ ， $1' = 60'' = (1 / 60)^{\circ}$ 。

在机械零件图样中，长度单位一般以 mm 计，并可将单位符号 mm 省略。

一、钢直尺

钢直尺是用不锈钢片制成的，尺面上刻有尺寸。常用的钢直尺如图 1—17 所示。

钢直尺的长度规格一般有 150、200、300、500mm 等四种，其测量精度一般只能达到 0.2—0.5mm。如果要用钢直尺测量工件的外径或内径尺寸，则必须与卡钳配合使用。

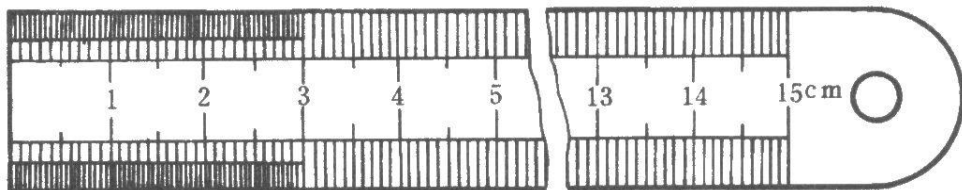


图 1—17 钢直尺

二、游标卡尺

游标卡尺是一种中等精度的量具，可以用来测量工件的外径、内径、长度、宽度、深度和孔距等。

1. 游标卡尺的结构

游标卡尺的种类很多，如普通游标卡尺、游标深度尺、游标高度尺等。

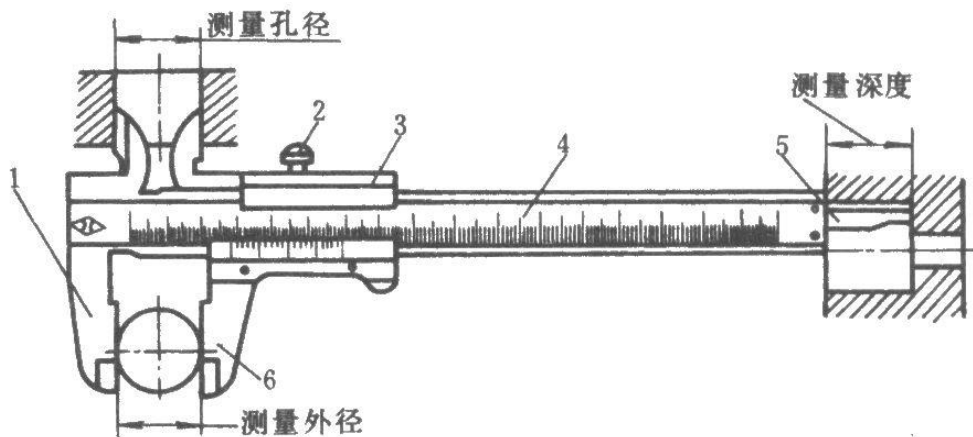
图 1—18 所示为常用游标卡尺的一种结构形式。游标卡尺主要由尺身 4 和游标 3 组成。松开锁紧螺钉 2 可推动游标在尺身上移动。量得尺寸后，可拧紧螺钉 2，使游标紧固，以保证读数准确。上端两内量爪可用来测量工件的孔径、孔距和槽宽等，

下端两外量爪可用来测量轴径、长度等，尺后的测深杆 5 可用来测量台阶和沟槽深度等。

2. 游标卡尺的读数原理及读法

游标卡尺尺身上刻有 1mm 格距的刻度，其刻度全长为游标卡尺的规格，如 125mm、150mm、200mm、300mm 等。

游标卡尺的读数有 0.1mm、0.05mm、0.02mm 三种。游标卡尺的读数值是利用尺身和游标刻线间距离之差来确定的。现将具体读数原理介绍如下。



1-尺框 2-锁紧螺钉 3-游标 4-尺身 5-测深杆 6-内外量爪

图 1-18 游标卡尺

读数值为 0.1mm 游标卡尺，尺身每小格为 1mm，游标刻线总长为 9mm 并等分为 10 格，每格为 $9/10=0.9\text{mm}$ ，则尺身和游标相对一格之差为 $1-0.9=0.1\text{mm}$ ，所以它的读数值为 0.1mm。根据这个刻线原理，如果游标第六根刻线与尺身刻线对齐（如图 1-19），则小数尺寸的读数为 $ab=ac - bc = (6-6 \times 0.9)\text{mm} = 0.6\text{mm}$

读数时，首先读出游标零线左面尺身上的整毫米数，其次看游标上哪一条刻线与尺身对齐，得出毫米小数读数，最后把尺身和游标上的尺寸相加，如图 1-20 所示的尺寸为 37.4mm。游标卡尺的刻线原理及读法见表 1-7。

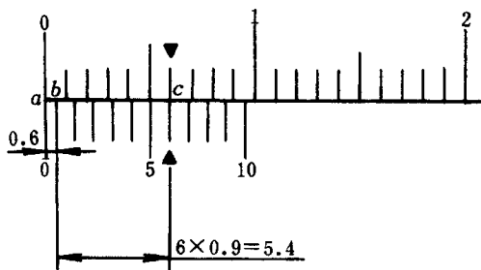


图 1-19 游标卡尺的读数原理

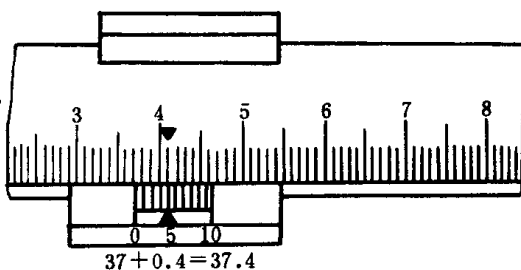


图 1-20 0.1mm 游标卡尺的读数方法

现场实测时，可用快速读数法一口读出数值，因为不论是那种读数值的游标上都分成了 10 份，每份都是 0.1（0.05 的两格一份，0.02 的五格一份），这样实际上

只需看 2 格或 5 格内的对齐线了，注意小数点后第 2 位分别只能是偶数（0.02）和只能是 0 或 5 就行了。一般要读出两位小数，不足的以 0 补上。（下表由学生读数）

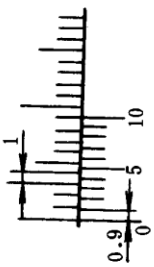
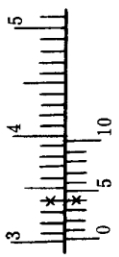
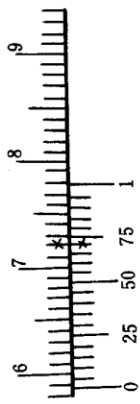
表 1-7 游标卡尺的刻线原理及读数方法		
精度值	刻线原理	读数方法及示例
0.1mm	尺身 1 格 = 1mm 游标 1 格 = 0.9mm，共 10 格 尺身、游标每格差 = $(1 - 0.9) \text{ mm} = 0.1\text{mm}$ 	读数 = 游标左面尺身的毫米数 + 游标与尺身重合线数 $\times$ 精度值 示例：读数 = $(30 + 4 \times 0.1) \text{ mm} = 30.4\text{mm}$ 
	尺身 1 格 = 1mm 游标 1 格 = 0.95mm，共 20 格 尺身、游标每格差 = $(1 - 0.95) \text{ mm} = 0.05\text{mm}$ 	读数 = 游标左面尺身的毫米数 + 游标与尺身重合线数 $\times$ 精度值 示例：读数 = $(58 + 14 \times 0.05) \text{ mm} = 58.70\text{mm}$ 
0.05mm	尺身 1 格 = 1mm 游标 1 格 = 1.95mm，共 20 格 尺身 2 格与游标 1 格差 = $(2 - 1.95) \text{ mm} = 0.05\text{mm}$ 	读数 = 游标左面尺身的毫米数 + 游标与尺身重合线数 $\times$ 精度值 示例：读数 = $(26 + 12 \times 0.02) \text{ mm} = 26.24\text{mm}$ 
	尺身 1 格 = 1mm 游标 1 格 = 0.98mm，共 50 格 尺身、游标每格差 = $(1 - 0.98) \text{ mm} = 0.02\text{mm}$ 	
0.02mm		



图 1—21 用游标卡尺测量工件

3. 游标卡尺的合理使用

游标卡尺测量内容如图 1—21 所示。

使用游标卡尺应注意以下事项：

- (1) 检查零线 使用前应先擦净卡尺，合拢量爪，检查尺身与游标的零线是否对齐。如未对齐，应记下误差值，以便测量后修正读数。
- (2) 放正卡尺 测量内外圆，卡尺应垂直于轴线；测量内圆，应使两量爪处于直径处。
- (3) 用力适当 量爪与测量面接触时，用力不宜过大，以免量爪变形和磨损。
- (4) 视线垂直 读数时视线要对准所读刻线并垂直于尺面，否则读数不准。
- (5) 防止松动 从工件上取下卡尺读数时，应使固定卡脚贴紧工件，轻轻取出，防止游标移动。
- (6) 勿测毛面 卡尺属精密量具，不得用来测量毛坯表面。

图 1—22 所示是专用于测量深度和高度的游标深度尺和游标高度尺。游标高度尺除测量高度外，还可作精密划线用。（只作了解）

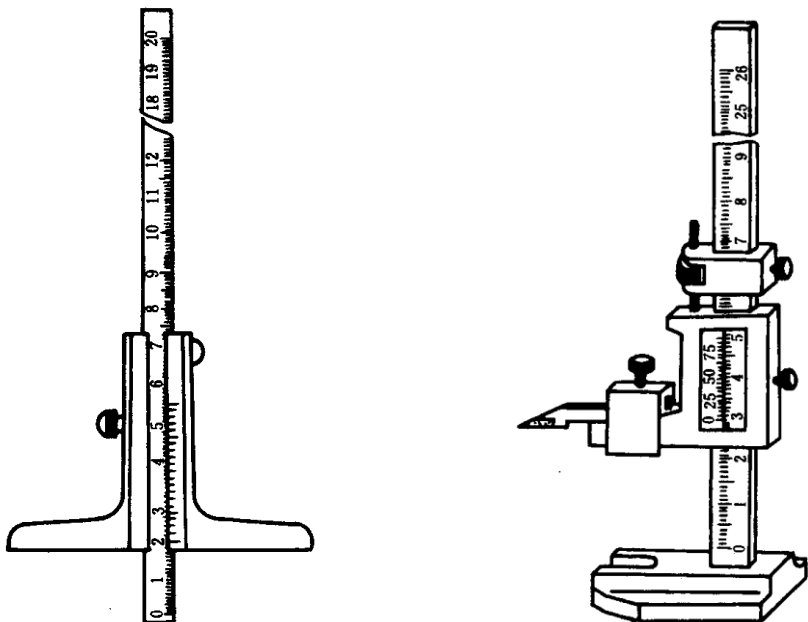


图 1—22 游标深度尺和游标高度尺 a) 游标深度尺 b) 游标高度尺

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	常用量具（2）
教 者	黄 曙
教案序号	第 4 教案
教学目的	1、了解千分尺的结构及原理 2、掌握千分尺的读数方法 3、掌握千分尺的使用方法
重点难点	1、千分尺的读数方法 2、千分尺的合理使用方法 3、
作 业	1、P34.8 2、附加练习（和游标卡尺练习一同印发）
复 习	1、常用游标卡尺的读数值（精度）有哪些？ 2、有人测量出一尺寸为 12.35mm, 这个尺寸是不是读数值为 0.02 的游标卡尺测量的？为什么？
导 入	上面第 2 个问题中，12.35mm 这个尺寸能用什么量具读出来呢？
小 结	使用中注重棘爪响声次数的控制，注意估读的训练。

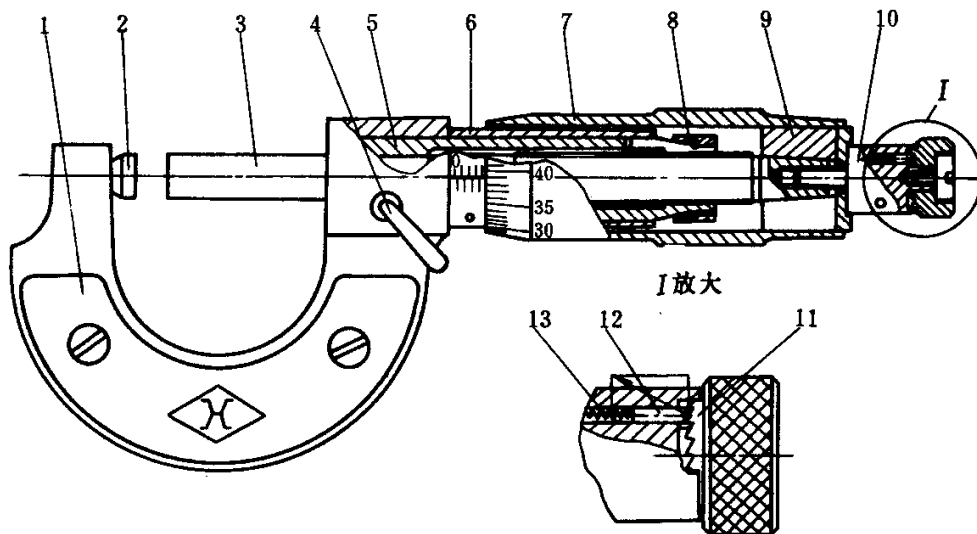
三、千分尺

千分尺是一种比游标卡尺更精密的量具。千分尺的种类很多，如外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺等。

1. 千分尺的结构形式

外径千分尺由尺架 1、砧座 2、测微螺杆 3、锁紧装置 4、固定套管 6、微分筒 7 和测力装置 10 等组成。它的外形和结构如图 1—23 所示。

尺架右端的固定套管 6(上面有刻线)固定在螺纹轴套 5 上,而螺纹轴套又和尺架 1 紧密配合成一体。测微螺杆 3 中间是精度很高的外螺纹,与螺纹轴套 5 上的内螺纹精密配合。当配合间隙增大时,可利用螺母 8 依靠锥面调节。测微螺杆另一端的外圆锥与接头 9 的内圆锥相配,并与测力装置 10 连接。由于接头 9 上开有轴向槽,依靠圆锥的胀力使微分筒 7 与测微螺杆 3 和测力装置 10 结合成一体。旋转测力装置时,就带动测微螺杆和微分筒一起旋转,并沿轴向移动,即可测量尺寸。



1-尺架 2-砧座 3-测微螺杆 4-锁紧装置 5-螺纹轴套 6-固定套管
7-微分筒 8-螺母 9-接头 10-测力装置 11-棘轮 12-棘爪 13-弹簧

图 1—23 外径千分尺结构形式

测力装置是使测量面与被测工件接触时保持恒定的测量力,以便测出正确的尺寸。它的结构如图 1—23 的放大图。棘爪 12 在弹簧 13 的作用下与棘轮 11 啮合,当转动测力装置时,千分尺两测量面接触工件,超过一定压力时,棘轮 11 沿着棘爪的斜面滑动,发出 3~5 声嗒嗒响声,这时就可读出工件尺寸。(着重强调声响次数)

测量时,为了防止尺寸变动,可转动手柄 4 通过偏心锁紧测微螺杆。

2. 千分尺的工作原理及读法

(1) 工作原理

千分尺测微螺杆 3 的螺距为 0.5mm,固定套管 6 上的直线距离每格为 0.5mm。当微分筒 7 转一周时,测微螺杆就移动 0.5mm,微分筒的圆周斜面上共刻 50 格,因此,当微分筒转一格(1/50 转)时,测微螺杆移动 $0.5 / 50\text{mm} = 0.01\text{mm}$,所以千分

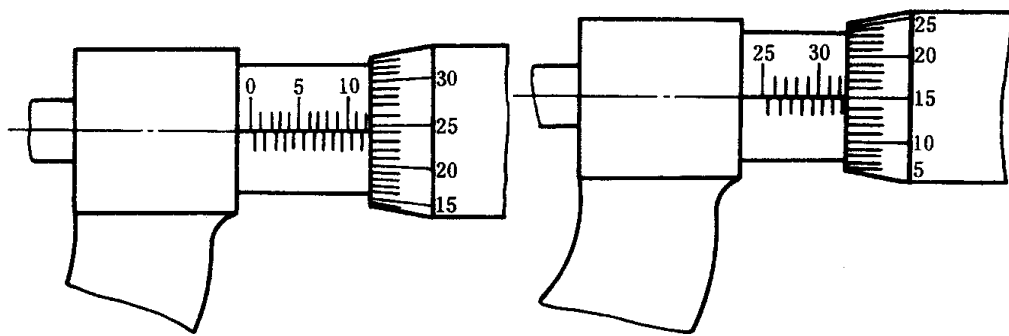
尺的读数值为 0.01mm。通常所说的千分的含义，只是说千分位可以读出数来，但是属于估读，并不能精确到千分位，从而千分尺读数后小数点后第三位不足就不用补上一个 0 了。

(2) 读数方法千分尺读数方法分三步：

1) 先读出固定套管上露出刻线的整毫米数和半毫米数。

2) 看准微分筒上哪一格与固定套管基准对准，读出小数部分的数值，读数时应从固定套管中线下侧刻线看起，如微分筒的旋转位置超过半格，读数应加 0.5mm(图 1—24b)。

3) 将整数和小数部分相加，即为被测工件的尺寸。图 1—24 是千分尺所表示的尺寸。图 1—24a 为 12.24mm，图 1—24b 为 32.65mm(图中小数部分大于 0.5mm，所以由微分筒圆周刻线上读得 0.15mm 之外，还应加上 0.5mm)。



a) 读数=(12+0.24)mm=12.24mm

b) 读数=(32.5+0.15)mm=32.65mm

图 1—24 千分尺的读数

(第 2 个图由学生读数)

3. 千分尺的合理使用

使用千分尺应注意以下事项：

(1) 检查零点使用前将螺杆与砧座的测量面擦净并合拢，仔细检查零点，若圆周的零线与轴向中线未对齐，应记下误差值，以便测量时修正读数。

(2) 合理操作应手握尺架，先转动微分筒。当测量螺杆接近工件时，严禁再拧微分筒而只允许拧动右端的棘轮。棘轮发出嗒嗒声表示压力合适，即应停止拧动。

(3) 擦净工件工件测量表面应擦净，否则将产生读数误差。

(4) 精心维护不能用千分尺测量毛坯尺寸或转动着的工件。千分尺使用后应放入盒中，严禁与硬物撞击，以免磕伤或变形。

4. 内径千分尺及其使用

内径千分尺用来测量内孔直径及槽宽等尺寸。这种千分尺的内部结构与外径千分尺相同。

孔径小于 25mm 可用内径千分尺测量，内径千分尺及其使用方法如图 1—25 所示。这种千分尺刻线方向与外径千分尺相反，当微分筒顺时针旋转时，活动爪向右移动，量值增大。

测量大孔径时，可用管接式千分尺。管接式千分尺的使用方法如图 1—26 所示。

测量时，内径千分尺在孔内摆动，在直径方向上应找出最大尺寸，轴向应找出最小尺寸，这两个尺寸的重合尺寸，就是孔的实际尺寸。

管接式千分尺备有一套接长杆，故可测量 50~500mm 的尺寸范围。

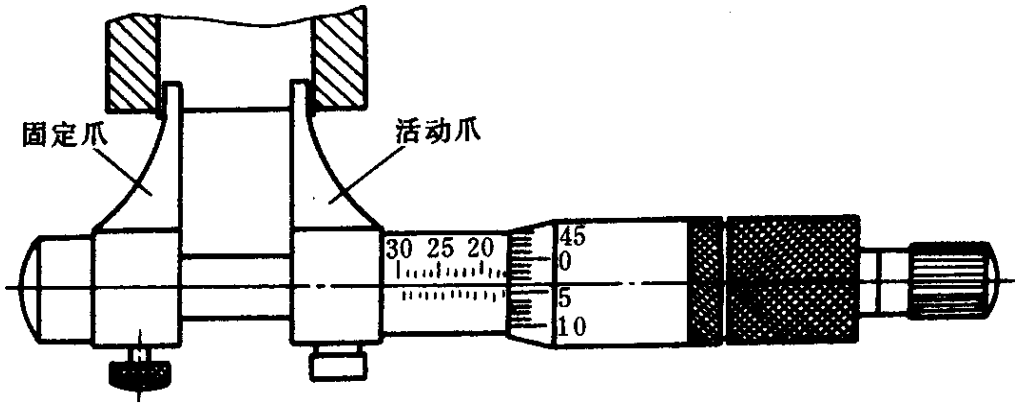
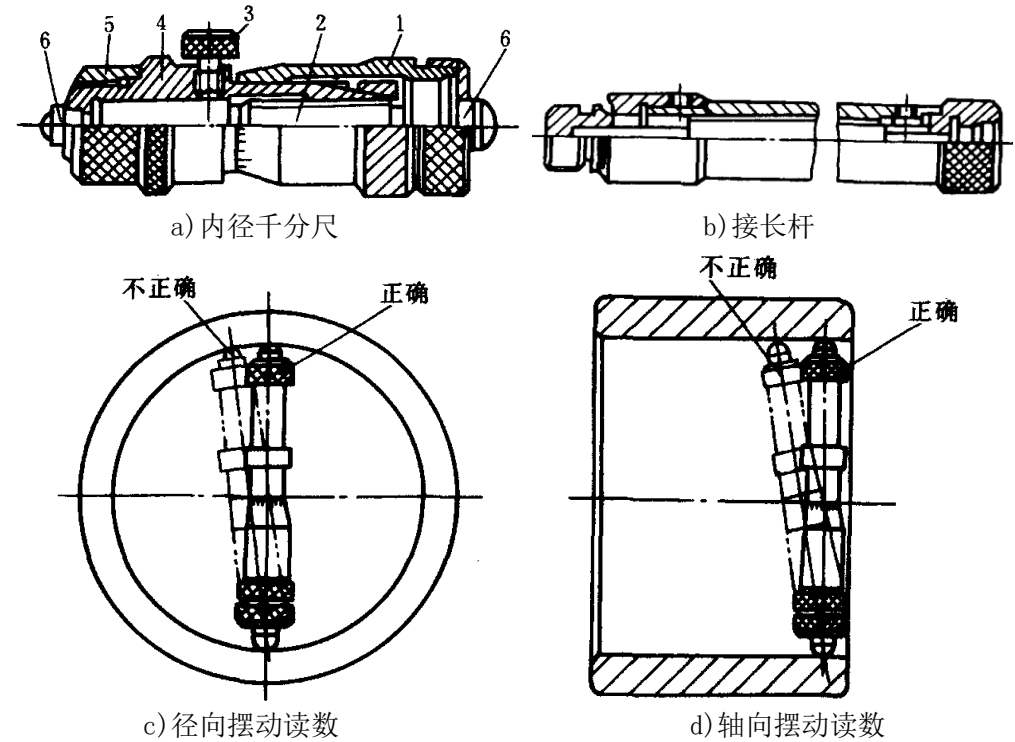


图 1—25 内径千分尺及其使用



1-读数套筒 2-测微螺杆 3-制动螺钉 4-固定套管 5-保护螺母 6-测量头

图 1—26 管接式内径千分尺

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	实训一 测量练习
教 者	黄 曙
教案序号	第 5、6 教案
教学目的	(1)了解钢直尺的规格和作用。 (2)掌握游标卡尺的使用方法。 (3)掌握外径千分尺的使用方法。
重点难点	
作 业	
复 习	
导 入	
小 结	实训是两节连排。

实训一 测量练习

一、实习教学要求

- (1) 了解钢直尺的规格和作用。
- (2) 掌握游标卡尺的使用方法。
- (3) 掌握外径千分尺的使用方法。

二、相关工艺知识

1. 钢直尺 钢直尺是简单量具，其测量精度一般在 $\pm 0.2\text{mm}$ 。钢直尺上刻有米制或英制尺寸，常用米制钢直尺的规格有 150mm、300mm、500mm、1000mm 等四种。一般用来测量长度尺寸。

2. 游标卡尺 游标卡尺是生产中应用较广泛的通用量具。其读数有 0.02mm、0.05mm 和 0.1mm 等三种。常用游标卡尺规格有 0~125mm、0~200mm、0~300mm 等。游标卡尺的应用范围较广，可以用来测量工件外径、孔径、长度、深度以及沟槽宽度等。

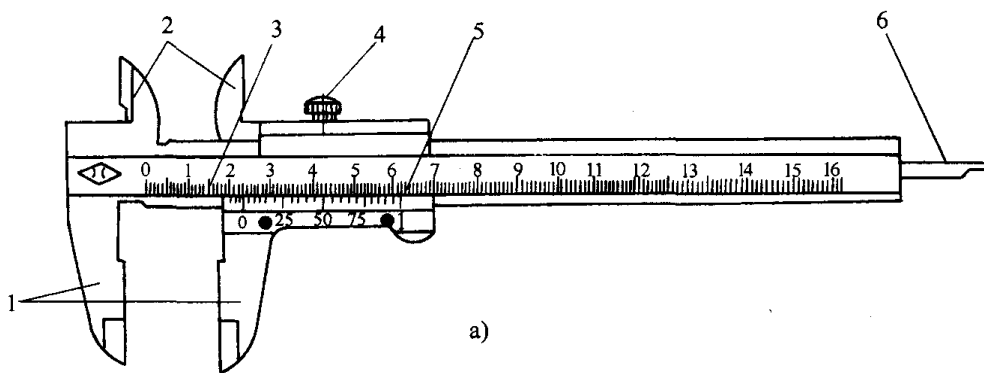
(1) 游标卡尺的结构形状 游标卡尺的式样很多，现以常用的两用游标卡尺和双面游标卡尺为例来说明它们的结构。

1) 两用游标卡尺的结构形状见图 a—1a。它是由尺身 3 和游标 5 等组成。旋松固定游标用的螺钉 4，移动游标，外量爪 1、内量爪 2、深度尺 6 随之移动。

2) 双面游标卡尺的结构形状见图 a—1b。为了调整尺寸方便和准确，在游标 3 上增加了微调装置 5。旋紧固定微调装置的螺钉 4，松开螺钉 2，用手指转动滚花螺母 6，通过小螺杆 7 即可微调游标。1 为上量爪，8 为下量爪。

(2) 游标卡尺的读数方法

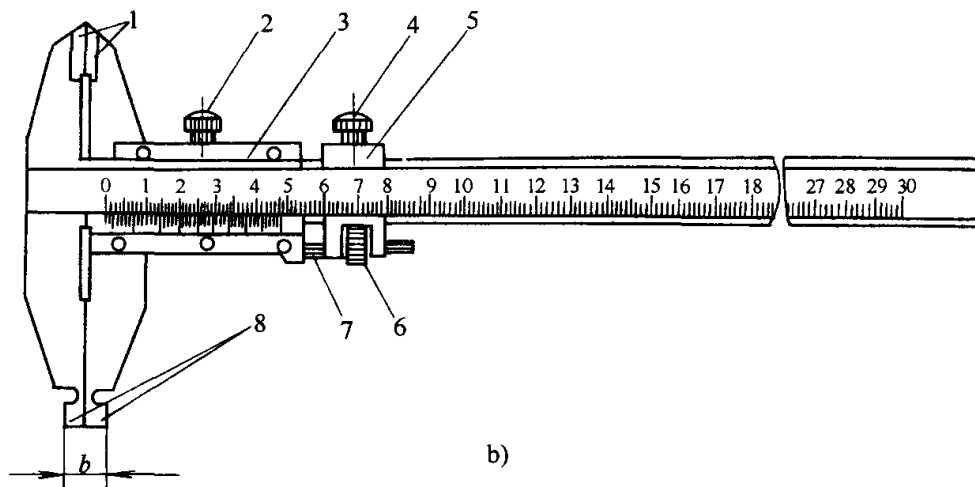
- 1) 先读出游标“0”线左面的尺身整数的毫米数。
- 2) 再看游标上的刻线和尺身上哪一条线对齐，在游标上读出小数毫米。
- 3) 把尺身整数的毫米数与游标读出的小数毫米相加即为测量尺寸如图 a-1c、d 所示。



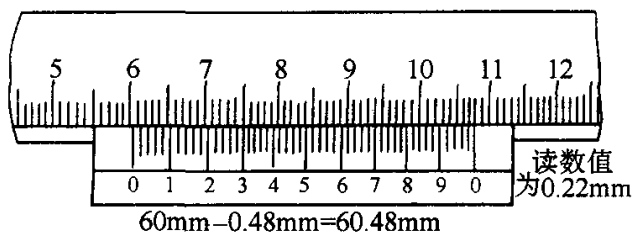
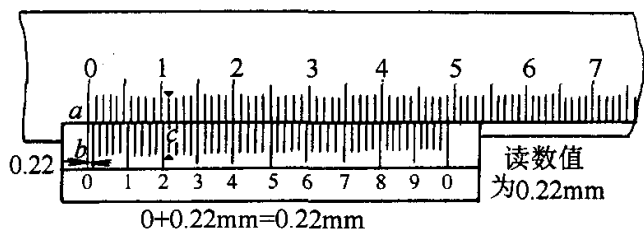
a) 两用游标卡尺

(3) 游标卡尺的使用方法

- 1) 检查零位基准量面用干净棉纱擦净推合后，游标与尺身二者零位应重合，如



b) 双面游标卡尺



c)、d) 测量示例

图 a—1 游标卡尺

不重合应进行调整。

2) 测量尺寸测量外径尺寸时，拉开卡尺两个量爪，卡住工件的所测部位。测量内径尺寸时，先使两个量爪插入工件所测部位，再拉动游标使量面与工件接触，可轻轻摆动量爪，以便找出最大值。

3) 测量力要适当卡尺测量面与工件双侧母线平行并轻轻接触。测量力过大或过小都会造成测量误差。

4) 被测件要尽量放在游标卡尺测量面的中间部位或靠后一些。

5) 测量时，卡尺量爪不能歪斜。测量大直径工件时，要用双手操作，若卡尺稍有歪斜，将会产生测量误差。

6) 两用游标卡尺下量爪 1，用来测量工件的外径见图 a—2a 和长度见图 a—2b，上量爪 2 用来测量孔径和孔距见图 a—2d、e，深度尺 6 用来测量工件深度和台阶的长度见图 a—2c。

双面游标卡尺上量爪用来测量沟槽直径或孔距。下量爪 8 可以测量工件的外径和孔径，测量孔径时，游标卡尺的读数值必须加上下量爪的厚度 b (通常 $b=10\text{mm}$)。

(4) 游标卡尺的维护保养

1) 使用时轻拿轻放，防止与其他物品碰撞以免影响测量精度。

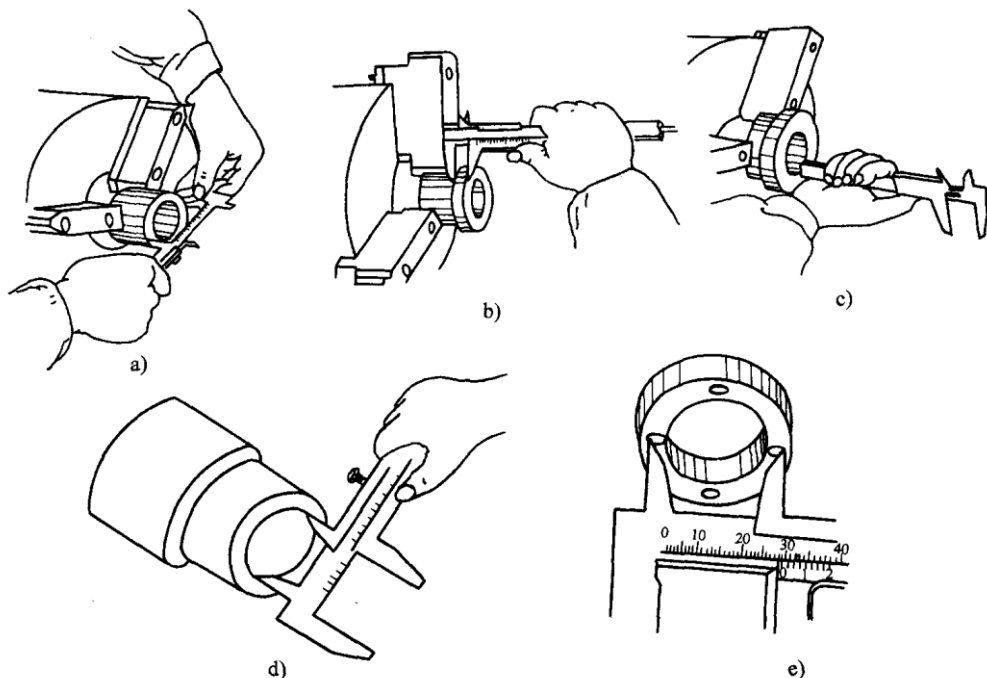


图 a—2 游标卡尺的使用方法

2) 不能放在温差过大的地方，如使用待恢复常温后再测量工件。禁止放在有磁场的地方。

3) 不准用卡尺的尖端当作划针、圆规、一字旋具、卡板等使用。

4) 用后擦净，放入卡尺盒内。

3. 外径千分尺 外径千分尺是生产中常用的一种精密量具。它的读数值为 0.01mm 。其测量范围分别为 $0\sim 25$ 、 $25\sim 50$ 、 $50\sim 75$ 、 $75\cdots 100$ 。每隔 25mm 为一档规格。

(1) 外径千分尺的外形和结构 外径千分尺的外形和结构如图 a-3a 所示，由尺架、微分筒、固定量杆、测微量杆、锁紧装置和测力装置等组成。

(2) 外径千分尺的读数方法

1) 先读出微分筒左面固定套筒上露出的刻线的整数和半毫米数。

2) 看准微分筒上哪一格与固定套筒上的基准线对准，读出小数部分数值。

3) 将固定套筒上读出的整数和半毫米数与微分筒上读出的毫米小数值相加，即为测得的实际尺寸，如图 a-3b、c 所示。

(3) 外径千分尺使用方法

1) 使用前，用干净棉纱把外径千分尺特别是两个测量面擦净，并校正“0”位。

2) 在车床上测量工件时，把外径千分尺两测量面调整到大于所测工件尺寸，左手握千分尺的弓架部分，右手旋转测力装置，使测量面与被测工件双侧母线平行接触，棘轮发出嗒嗒响声(约 3~5 声)后，即可读出尺寸数。

3) 测量时，不要用测量面的边缘测量工件，可以轻微活动千分尺以利于使测量

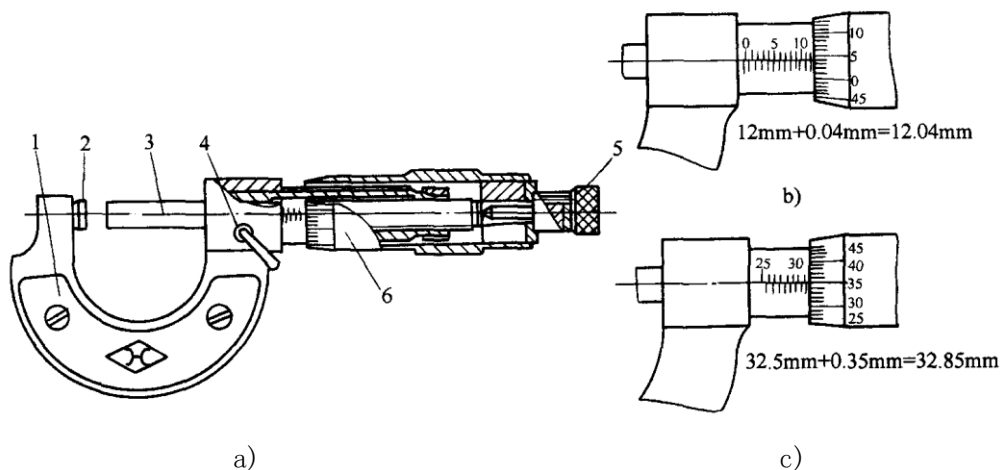


图 a-3 外径千分尺

a) 外径千分尺 b)、c) 测量示例

1~尺架 2—固定螺杆 3~测微量杆 4—锁紧装置 5—测力装置 6—微分筒面与工件双侧母线平行。

4) 对尺寸精度要求较高的工件，为了测出工件的形位误差，测量时应在工件的不同截面和互相垂直的方向进行测量。

5) 用千分尺测量工件时，千分尺可单手握如图 a—4a 所示，双手握如图 a—4c、d 所示或将千分尺固定在尺架上如图 a—4b 所示。

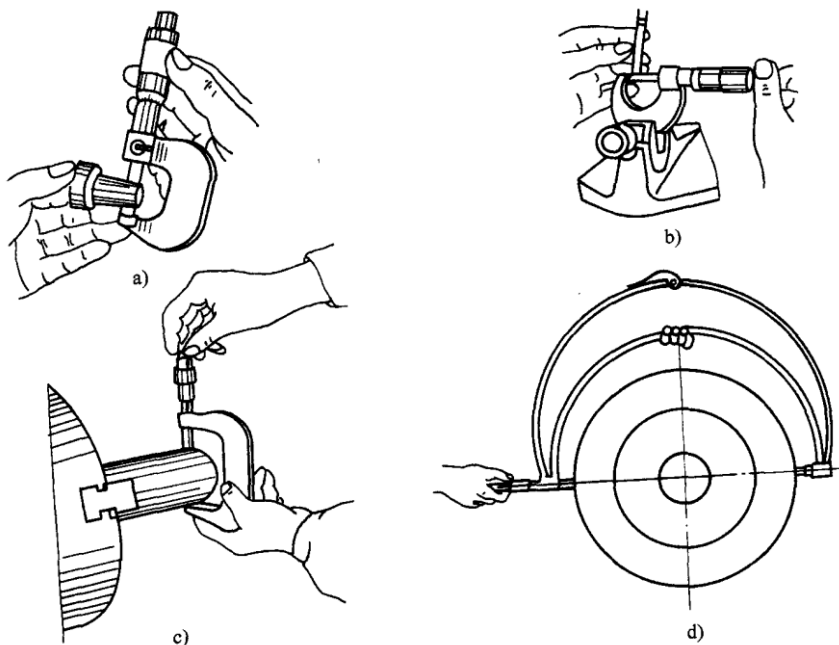


图 a—4 千分尺的使用方法 a) 单手握尺 b) 放在尺架上 c)、d) 双手握尺

(4) 千分尺的保养

1) 使用千分尺应轻拿轻放，防止与刀具、工具等其他物件碰撞，以免影响测量精度。

- 2) 严禁将千分尺放在温差较大的地方，不准放在有磁场的地方。
- 3) 千分尺固定套筒和微分筒之间不允许加任何油脂。
- 4) 不允许拿着千分尺微分筒旋转摇晃，以免造成千分尺丝杠弯曲变形。
- 5) 用后擦净，两测量面应有一定距离放入千分尺盒内。

三、测量练习

(1) 以带有台阶及内台阶孔、沟槽的工件进行测量练习，如图 a—5 所示(可用其他件替代)。

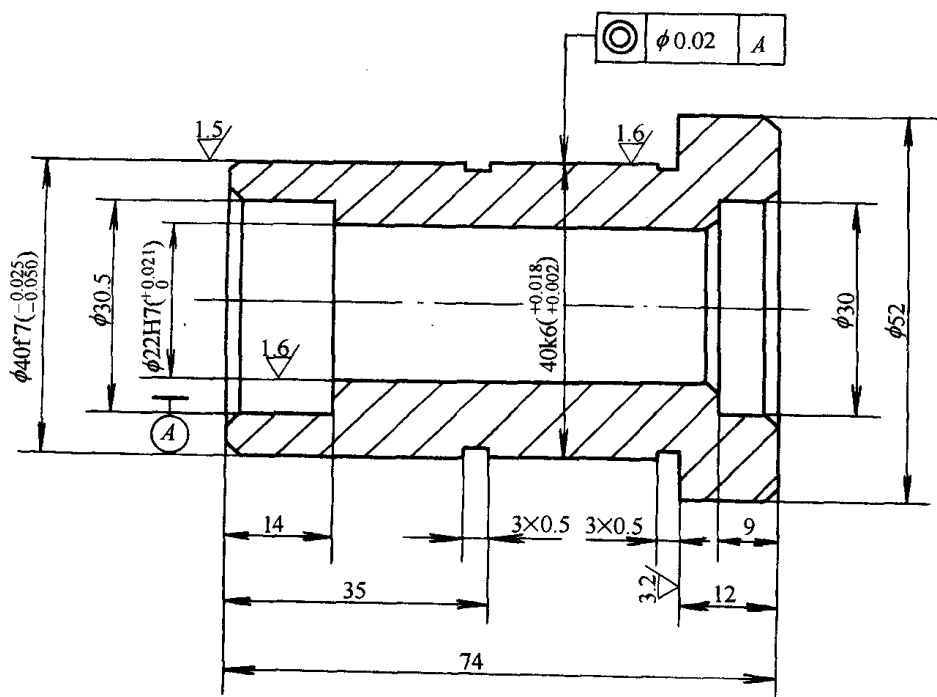


图 a—5 测量练习用工件

(2) 测量练习要求

- 1) 练习测量工件外径、孔径、长度、深度以及沟槽宽度等。
- 2) 能够掌握卡尺、千分尺测量各部尺寸的方法。
- 3) 能够测量出正确尺寸读数。

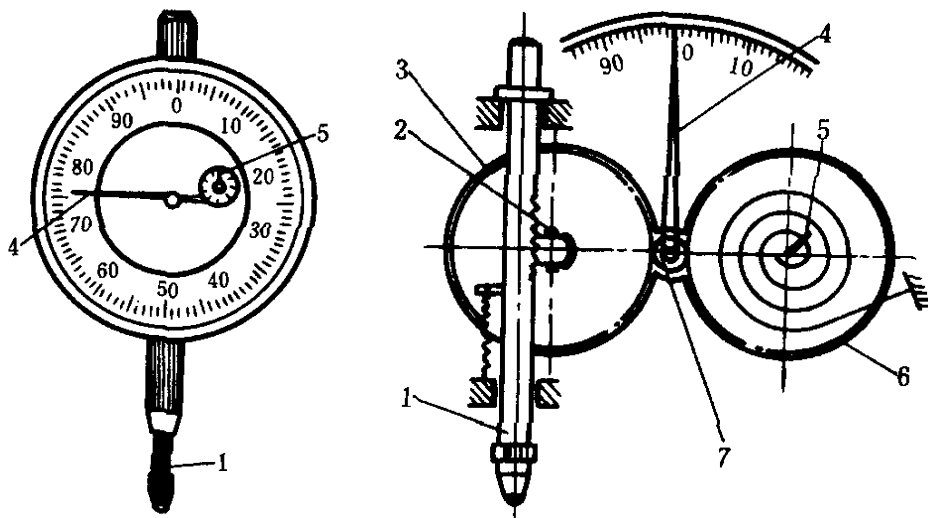
课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	常用量具（3）
教 者	黄 曙
教案序号	第 7 教案
教学目的	1、掌握百分表的原理及使用方法 2、了解直角角尺、界限量规 3、掌握万能游标量角器（万能角度尺）的原理及读数
重点难点	1、百分表的使用方法 2、界限量规 3、万能游标量角器（万能角度尺）的使用方法
作 业	1、P34.9 2、P34.10 3、P34.11 4、34.12
复 习	1、千分尺的读数方法 2、千分尺的微分筒转一转，其边缘移动了多少？0.5 3、千分尺与游标卡尺测量尺寸各有何优劣？
导 入	在机床上校正工件，测量尺寸，有时游标卡尺，千分尺都有不便，角度也不能测量，今天了解一下这方面的量具。
小 结	百分表是比较测量量具，不能直接测量；万能游标量角器不同区域的角度注意组件的调整。

四、百分表

百分表主要用于校正工件的安装位置，检验零件的几何尺寸及相互位置偏差以及测量工件内径等，是一种指示量具。

1. 钟面式百分表的结构与刻线原理

钟面式百分表的结构与刻线原理如图 1—27 所示，其外形做成钟表的形式。百分表有大指针 4 和小指针 5，大指针刻度盘的圆周上有 100 个等分格，小指针刻度盘的圆周上有 10 个等分格。当测量杆 1 向上或向下移动 1mm 时，通过测量杆上的齿条和齿轮 2、3、7、6 带动大指针转一周，小指针转一格。大指针每格读数为 0.01mm，用来读 1mm 以下的数值；小指针每格读数为 1mm，用来读 1mm 以上的整数值。用手转动表盖时，刻度盘也随之转动，可使指针对准刻度盘上的任一刻度。表杆套筒和耳环可用来安装百分表（见图 1—29）。



1-测量杆 2、7-小齿轮 3、6-大齿轮 4-大指针 5-小指针

图 1—27 百分表及其传动系统

2. 百分表的使用

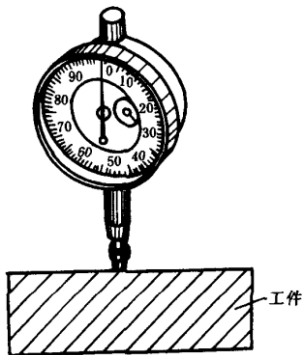


图 1—28 百分表的调整

1) 测量时，先将表头与测量面接触，并使大指针转过一圈，然后把表夹紧，并转动表盖将大指针指到零位，如图 1—28 所示。

2) 百分表大指针对零以后，应轻轻提起测量杆几次，检查测量杆的灵活性，检查指针的指示是否稳定。

3) 测量前，应先擦净量头及被测表面。测量平面时，百分表的测量杆应与平面垂直；测量圆柱形零件时，测量杆应与零件的中心线垂直，如图 1—29 所示。

4) 测量时，转动工件或移动百分表并观察指针的摆动，如图 1—30 所示。测得的百分表指针摆动值，就是被测零件的公差值。（演示后由学生操作）

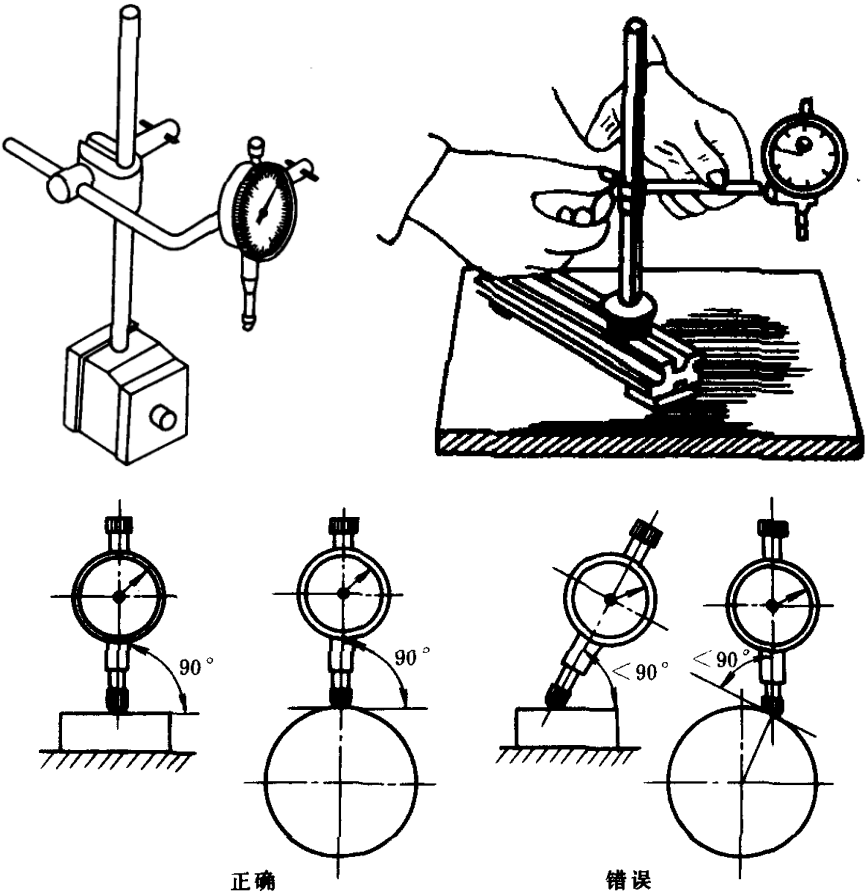


图 1—29 百分表的安装与测量

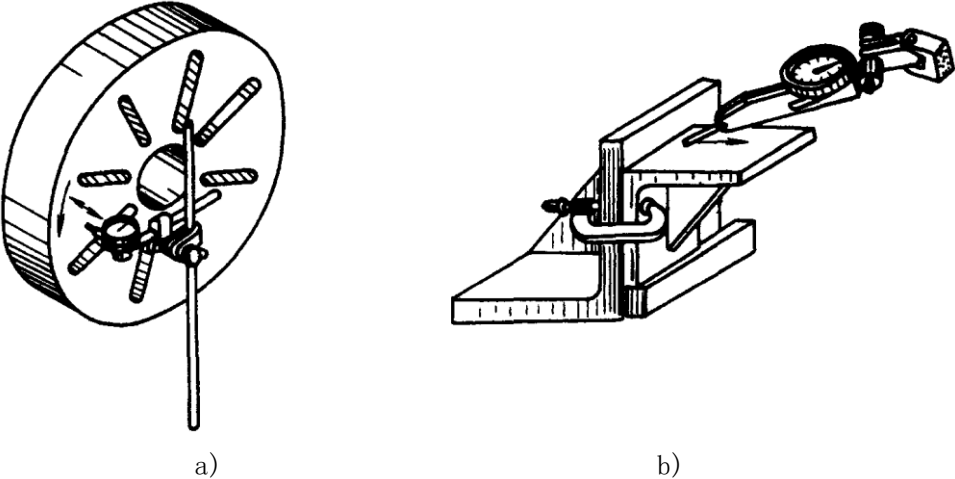
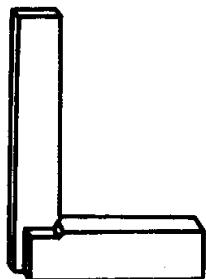


图 1—30 百分表的使用方式

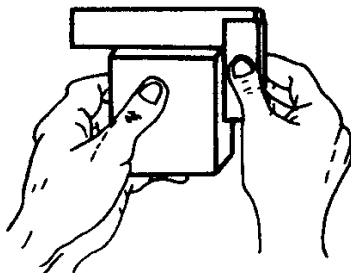
五、 90° 角尺

90° 角尺内侧两边及外侧两边分别相互成准确的 90° ，用来检测小型零件上两

垂直面的垂直度误差(图 1—31)。使用时, 90° 角尺的宽边与零件基准面贴合, 窄边与被测平面贴合。如果被测一边有缝隙(透光), 则既可用光隙判断误差状况, 也可用塞尺比较准确地测量其缝隙的大小。



a) 90° 角尺

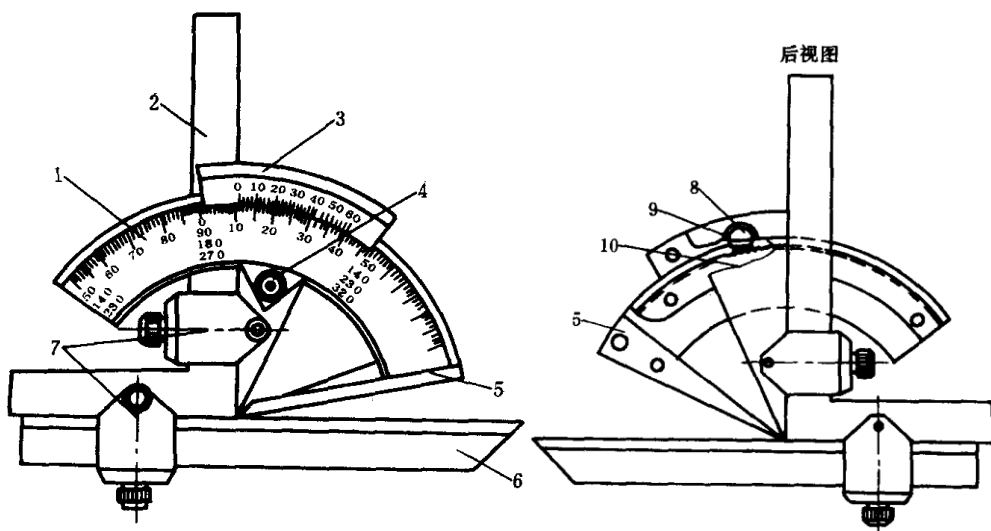


b) 90° 角尺测量垂直度误差

图 1—31 90° 角尺及其应用

六、万能游标量角器

万能游标量角器的结构如图 1—32 所示。它可以测量 $0^\circ \sim 320^\circ$ 范围内的任意角度。

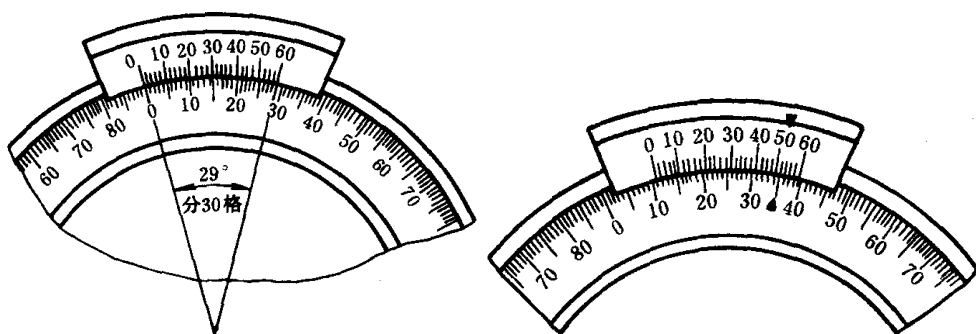


1—主尺 2— 90° 角尺 3—游标 4—制动器 5—基尺 6—直尺 7—卡块 8—捏手 9—小齿轮 10—扇形齿轮

图 1—32 万能游标量角器

万能游标量角器由主尺 1、基尺 5、游标 3、 90° 角尺 2、直尺 6、卡块 7、制动器 4 等组成。基尺 5 可带着主尺沿游标 3 转动, 转到所需角度时, 可用制动器 4 锁紧。卡块 7 可将 90° 角尺 2 和直尺 6 固定在所需的位置上。

测量时, 可转动背面的捏手 8, 通过小齿轮 9 转动扇形齿轮 10, 使基尺 5 改变角度, 见图 1—32 中的后视图。(演示, 并由学生上台操作)



a) 读数原理

b) 读法

图 1—33 精度为 $2'$ 的万能游标量角器的读数原理及读法

万能游标量角器的读数值一般有 $5'$ 和 $2'$ 两种。下面仅介绍精度为 $2'$ 的读数原理。如图 1—33 所示，主尺每格为 1° ，游标上的总角度为 29° ，并分成 30 格。因此，游标上每格的刻度值为

$$\frac{29^\circ}{30} = \frac{60' \times 29}{30} = 58'$$

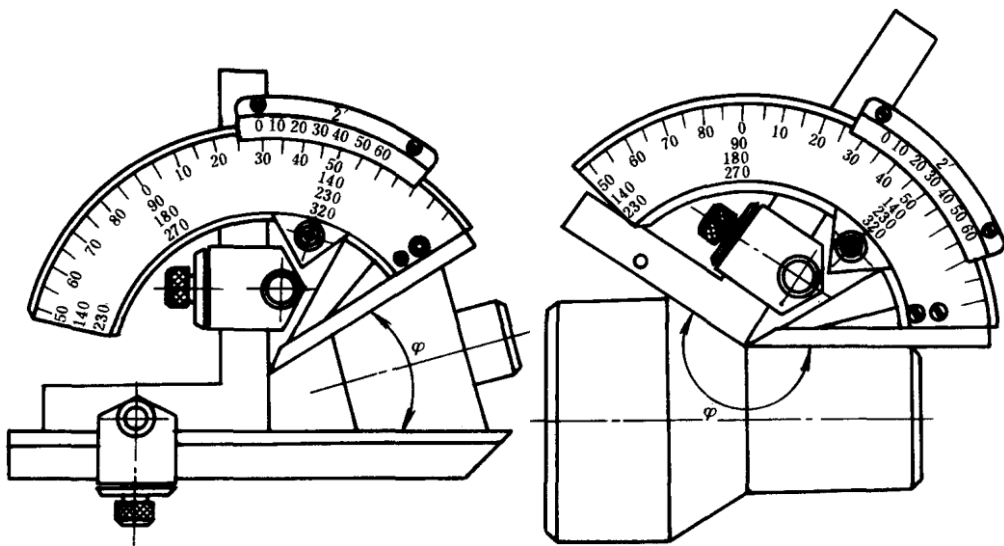
主尺一格和游标的一格之间相差

$$1^\circ - 58' = 2'$$

即万能游标量角器的精度为 $2'$ 。

读数 = 游标 0 线所指主尺上的整数 + 游标尺与主尺对齐时的格数 $\times$ 游标读数值。万能游标量角器的读数方法与游标尺相似。图 1—33b 读数为 $10^\circ 52'$ （书上为 8）。

万能游标量角器测量零件的角度如图 1—34 所示。



a) 测量锐角

b) 测量钝角

图 1—34 万能游标量角器测量零件的角度

六、塞规与卡规

塞规与卡规(又称卡板)是用于成批生产的一种专用量具,其操作方便、测量准确。

1. 塞规

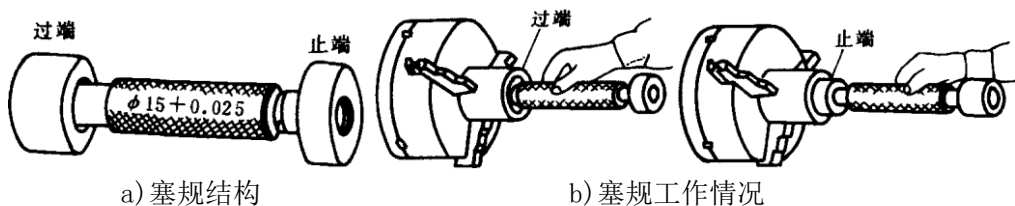


图 1—35 塞规及其使用

塞规如图 1—35a) 所示,是用来测量孔径和槽宽的,较长的一端,其直径基本等于孔的最小极限尺寸,称为“过端”;较短的一端,其直径基本等于孔的最大极限尺寸,称为“止端”。测量孔径时,“过端”能进去而“止端”进不去,即为合格。

用它来测量零件时,只能判断零件是否合格,不能量出实际尺寸。

图 1—35 所示为塞规及其工作情况。

2. 卡规

卡规用来测量圆柱形、长方形、多边形的外部尺寸。卡规止端的测量尺寸,等于工件的最小极限尺寸,卡规过端的测量尺寸,等于工件的最大极限尺寸。为了使用方便,有些卡规将过端、止端做在卡规的一个方向,如图 1—36b 所示。

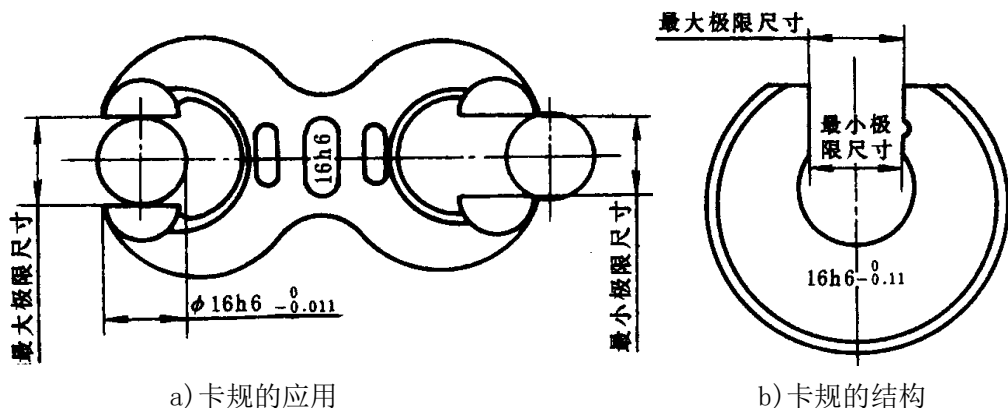


图 1—36 塞规、卡规及其使用

(出示工件及尺寸,由学生测量后判断)

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	机械加工的基本概念
教 者	黄 曙
教案序号	第 8 教案
教学目的	1、了解机械产品生产过程和机械加工工艺过程 2、掌握机械加工工艺过程的组成 3、了解生产纲领和生产类型
重点难点	1、机械加工工艺过程 2、加工工艺过程的名词含义及相互关系 3、生产纲领和生产类型
作 业	1、P35. 15 2、P35. 16 3、P35. 17 4、P35. 20
复 习	1、有人说他用百分表测出工件尺寸为 3.28mm，你认为可信吗？ 2、一个大约 150° 的角度，用万能游标量角器测量，应该怎么组合量角器？
导 入	常常听说某某是机械工程师，机械设计师，好不威风，大家都很羡慕，也很崇敬。那就来吧，让我们万丈高楼从地起，我们从最基本的概念开始吧。
小 结	课堂问答：P35. 14 P35. 18

第三节 机械加工的基本概念

机械加工就是在机械上改变加工件尺寸和形状的一种加工。这种加工一般是在常温状态下进行的，故又称为冷加工。机械加工所用的机械一般都是机床，因而机械加工实际上是在机床上所进行的加工。机械加工方法可以分成两大类，一类是采用经过铸造、锻造或焊接等热加工方法所制造的毛坯，它的尺寸和形状不够准确，表面也比较粗糙。要改变这种毛坯的状态，必须切去一部分表面层金属，以达到尺寸和形状的准确要求。这种切去毛坯表面层金属的机械加工也称为切削加工或有切屑加工。另一类是加压力于工件的表面使之改变尺寸和形状，以制出符合质量要求的零件。这是不用切去表面层金属而通过金属的塑性变形来改变其尺寸和形状的压力加工。这种压力加工也叫无切屑加工。目前切削加工在生产中所占的比例还是较大的，它是机械加工中的一种主要方法。

一、机械产品生产过程的机械加工工艺过程

1. 机械产品生产过程

机械产品生产过程是指从原材料到该机械产品出厂的全过程。它包括：生产的准备工作、毛坯的制造、机械加工、热处理、装配、检测与试验、油漆和包装等过程。在这些过程中凡使被加工对象的尺寸、形状或性能产生变化的均称为直接生产过程。机械产品生产过程还包括：工艺装备的制造、原材料的供应、工件的运输和储存、设备的维修及动力供应等，这些过程不使被加工对象产生直接的变化，故称为辅助生产过程。

2. 机械加工工艺过程

机械加工工艺过程是指对工件采用各种加工方法直接改变毛坯的尺寸、形状、表面质量及物理力学性能，使之成为机械产品中的合格零件的全部劳动过程。如机械加工、热处理和装配等过程，均为机械加工工艺过程。机械加工工艺过程是机械产品生产过程的—部分。

二、机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程是由一系列的机械加工程序组成的。

1. 工序

工序是指一个(或—组)工人，在一个工作地，对同一个或同时对几个工件，连续完成的那—部分工艺过程。这里工人、工作地、工件和连续作业是构成工序的四个要素，其中任一要素的变更即构成新的工序。

工序的划分与生产类型有关，如图 1—37 所示阶梯轴：

工序号	工序名称	设 备
1	铣端面，钻中心孔	铣床，钻床(车床)
2	粗车外圆	车床
3	精车外圆，倒角，切槽	车床
4	铣键槽	铣床
5	磨外圆	磨床
6	去毛刺	钳工台

表 1—8 阶梯轴大量生产的工艺过程

当大量生产时，其工艺过程见表 1—8。

当单件小批生产时，其工艺过程见表 1—9。

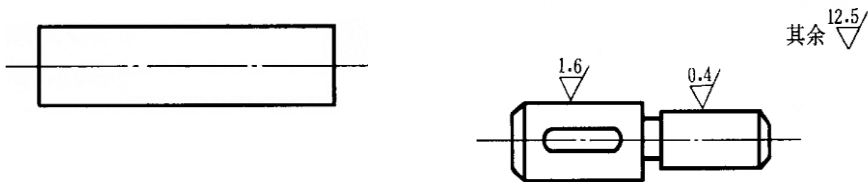


图 1-37 阶梯轴及毛坯

表 1—9 阶梯轴单件小批生产的工艺过程

工序号	工序名称	设 备
1	车端面，钻中心孔，车外圆，切槽，倒角	车 床
2	铣键槽	铣 床
3	磨外圆，去毛刺	磨 床

2. 安装

安装是指工件(或装配单元)经一次装夹后，所完成的那一部分工序。在一个工序中，工件可能只需要一次安装(见表 1—9 中的工序 2)，也可能需要几次安装(见表 1—9 中的工序 1)。

3. 工位

在加工中，为了减少安装次数，往往采用回转夹具、回转工作台或移动夹具，使工件在一次安装中，先后处于几个不同位置进行加工。此时每个位置所完成的那部分加工都叫工位。一个工序可以包括一个或几个工位。如图 1—38 所示，在具有回转工作台的铣床上，工位 1 用来装卸工件，工位 2~4 分别用来加工零件的三个表面，因此，该工序具有 4 个工位。由此可见，工件在机床上占据每一个加工位置均称为工位。

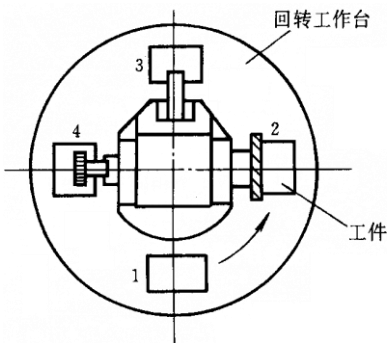


图 1-38 包括 4 个工位的工序

4. 工步

工步是指在加工表面(或装配时的连续表面)和加工(或装配)工具不变的情况下，所连续完成的那一部分工序。

一个工序可以包括一个或几个工步。如图 1—39 所示，在转塔自动车床上加工零件的一个工序，包括了 6 个工步。改变构成工步的任一因素(加工表面、加工工具)后，一般即为另一工步。但对于那些在一次安装后连续进行的若干相同工步，如图 1—40 所示零件上 4 个孔径为 18 mm 的钻削，可视为一个工步(即钻 4×Φ18 孔)。

实际生产中为了提高生产率，用几把刀具同时加工几个表面的工步，称为复合工步。在工艺规程中，复合工步应视为一个工步。

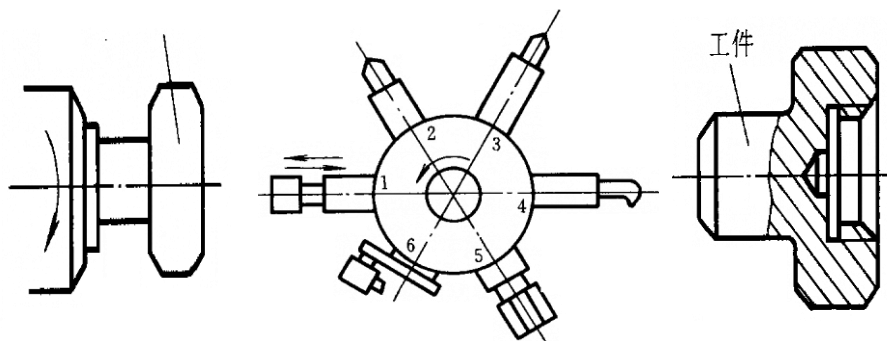


图 1—39 包括 6 个工步的工序

5. 走刀

在一个工步内，当被加工表面的切削余量较大、需要分几次切削时，每进行一次切削，都称为一次走刀。

一个工步可以包括一或几次走刀。如图 1—41 所示，第一工步为一次走刀，第二工步则分为两次走刀，其中 I 为第二工步第一次走刀；II 为第二工步第二次走刀。

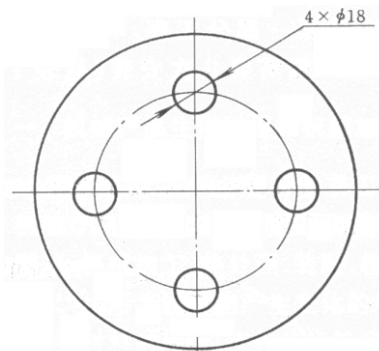


图 1—40 包括 4 个相同表面加工的工步

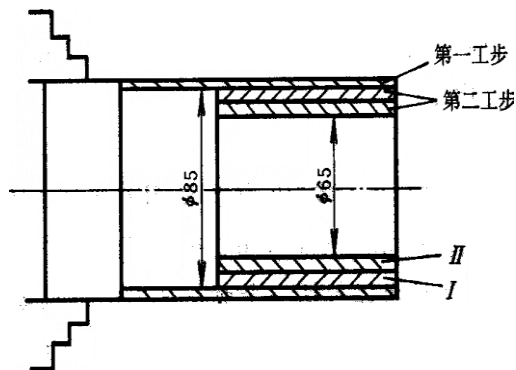


图 1—41 用棒料制造阶梯轴

三、生产纲领和生产类型

1. 生产纲领

产品的生产纲领是指包括备品和废品在内的该产品的年产量。

零件的生产纲领可按下列公式计算

$$N = Q n(1 + \alpha + \beta)$$

式中：N——零件的生产纲领，件 / 年；

Q——产品的年产量，台 / 年；

n——每台产品中该零件的数量，件 / 台；

α ——备品百分率；

β ——废品百分率。

2. 生产类型及工艺特点

生产类型是指企业(或车间、工段、班组、工作地)生产专门化程度的分类，一般

表 1—10 生产类型与生产纲领的关系

生产类型		零件质量 / kg		
		>2 000	100—2 000	<100
		同类零件的产量 / (件 / 年)		
单件生产		1~5	1~20	1~100
成 批 生 产	小批	>5~100	>20~200	>100~500
	中批	>100~300	>200~500	>500~5 000
	大批	>300~1 000	>500~5 000	>5 000~50 000
大量生产			>5 000	>50 000

分为大量生产、成批生产和单件生产三种类型。(本表要求学生记忆)

表 1—10 所列为生产类型与生产纲领的关系,可供确定生产类型时参考。

不同生产类型零件的加工工艺特点有很大的不同,表 1—11 列出了各种生产类型的工艺特点

表 1—11 各种生产类型的工艺特点

工 艺 特 点	生 产 类 型		
	单件生产	成批生产	大量生产
加工对象	经常变换	周期性变换	固定不变
机床设备 及布置	通用机床、机群式布置	通用机床及部分专用机床, 按工艺路线布置成流水线	广泛采用专用设备和自动生产 线或专用设备流水线
夹具	通用夹具、标准附件或组合 夹具	通用夹具、专用夹具和特种 工具	高效专用夹具和特种工具
刀具量具	通用刀具、标准量具	专用或标准刀具、量具	专用刀具、量具,自动测量
零件 互换性	互换性差,多采用钳工修配	多数互换,部分试配	全部互换,高精度偶件采用分组 装配,配磨、配研
毛坯制造	木模手工造型,自由锻造	金属模造型,模锻	机器造型,模锻,离心铸造等方法
工艺文件 的要求	只编制简单的工艺过程卡 片	编制详细的工艺过程卡片 及关键工序的工序卡片	编制详细的工艺规程,工序卡 片,调整卡片
生产率	低	中	高
成本	较高	中	低
发展趋势	采用成组工艺,数控机床, 加工中心及柔性制造系统	采用成组工艺,用柔性制造 系统或柔性自动线	用计算机控制的自动化制造系统、 车间或无人车间,实现自适应控制

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	工件定位基准
教 者	黄 曙
教案序号	第 9 教案
教学目的	1、了解基准的定义 2、掌握基准的分类 3、
重点难点	1、设计基准 2、工艺基准 3、
作 业	1、P35. 20 2、
复 习	1、机械加工工艺过程有哪些？ 2、一吨重的工件生产 100 件，属什么生产类型？小批
导 入	机械加工零件的实质就是做出零件的表面，要按要求做好表面，必须确实各表面相互间的位置，所以加工中必须能准确定好位置。
小 结	基准的分类不能混淆

第四节 工件定位基准

零件是由若干几何表面所组成的，这些表面之间有一定的相互位置和距离尺寸的要求。在加工过程中，也必须相应地以某个或某几个表面为依据来加工其他表面，以保证图样上所规定的要求。

一、基准的定义

确定零件上某一个点、线、面的位置时，所依据的那些点、线、面称为基准。

二、基准的分类

基准根据其作用的不同可以分为设计基准和工艺基准两大类，前者用在产品零件的设计图上，后者用在机械制造的工艺过程中。

1. 设计基准

零件图上确定某些点、线、面的位置时，所依据的那些点、线、面称为设计基准。

如图 1—42 所示，图中 B 面为 C、D 面的设计基准； $\Phi 60$ 的轴线是 $\Phi 40h6$ 外圆表面径向跳动的设计基准。作为设计基准的点、线、面在工件上有时不一定存在，例如表面的几何中心、对称线、对称平面等。

2. 工艺基准

零件在工艺过程中所采用的基准称为工艺基准。工艺基准按其用途的不同又可分为工序基准、定位基准、测量基准和装配基准。

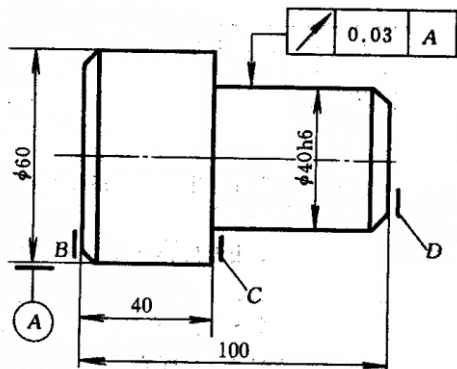


图 1—42 设计基准示例

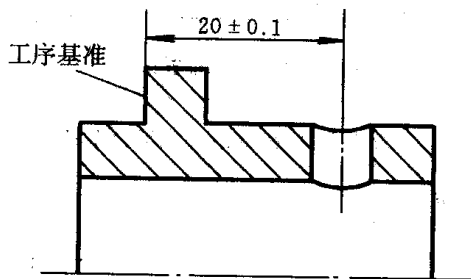


图 1-43 工序基准示例

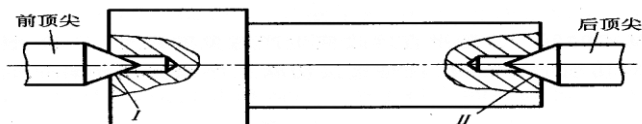


图 1—44 定位基准示例

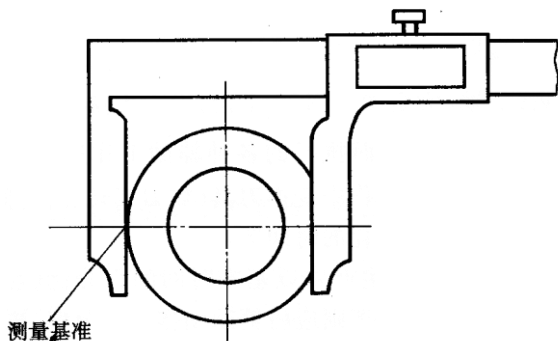


图 1—45 测量基准示例

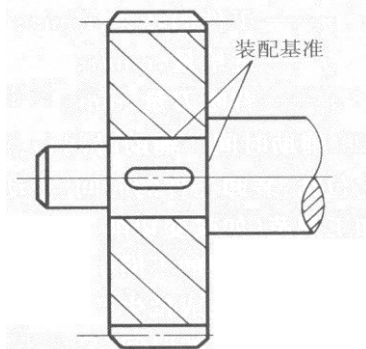


图 1—46 装配基准示例

(1) 工序基准 在工序图上，用以标定该工序被加工表面位置的基准称为工序基准。图 1—43 所示为钻孔工序图的工序基准示例。

(2) 定位基准 在工序图上，用以确定该工序被加工表面与刀具相互位置关系的基准称为定位基准。图 1—44 所示，顶尖孔 I、II 的锥面为加工零件外圆表面的定位基准。

定位基准除了是工件的实际表面外，也可以是表面的几何中心、对称线或对称平面等，但必须由相应的实际表面来体现。

(3) 测量基准 在检验零件已加工表面的尺寸和位置时所依据的基准称为测量基准，如图 1—45 所示。

(4) 装配基准 在装配时，确定零件在部件或产品中的位置所依据的基准称为装配基准，如图 1—46 所示。

(出示工件，由学生确实各类基准。)

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	机械加工的劳动生产率
教 者	黄 曙
教案序号	第 10 教案
教学目的	1、了解时间定额 2、了解提高劳动生产率的工艺途径 3、
重点难点	1、基本时间，辅助时间 2、缩减时间定额 3、
作 业	1、P35. 22 2、P35. 23 3、P35. 24
复 习	工件定位有哪些基准？
导 入	人们对产品的要求总是要价廉物美，怎样才能做到呢？提高劳动生产率就是一种重要的措施。
小 结	课堂问答：P35. 21

第五节 机械加工的劳动生产率

制订机械加工工艺规程的基本原则是优质、高效、低成本，也就是说，在保证零件质量要求的前提下，尽量提高劳动生产率和降低成本。

劳动生产率是指在单位时间内制造出合格产品的数量，或者是指用于制造单件合格产品所消耗的时间。

经济性是指机械加工中用最少的费用制造出合格的产品。

一、时间定额

劳动定额是衡量劳动生产率的一项重要指标，它表现为时间定额(计时)和产量定额(计件)两种基本形式。时间定额是在一定生产技术组织条件下，规定生产一件产品或完成一道工序所消耗的时间。产量定额是在一定生产技术组织条件下，规定在单位时间内生产合格产品数量的标准。目前，时间定额这一劳动定额形式为多数企业所采用。

时间定额是安排生产计划、计算产品成本和企业经济核算的主要依据，也是设计或扩建工厂时决定设备、人员数量和车间布置的依据。制定时间定额应合理，时间定额过紧，会成为束缚工人积极性和创造性的羁绊；时间定额过松，又会失去其指导生产和促进生产的作用。因此，制定时间定额应该具有平均的先进水平，并应随着生产水平的提高及时修正。

1. 单件工序时间(T。)

在机械加工中，完成一个工件的一道工序所需要的时间，称为单件工序时间，简称单件时间。它包括下列组成部分：

(1)基本时间 基本时间(t_b)是指直接改变生产对象的尺寸、形状、性能或相对位置等工艺过程所消耗的时间。对切削加工而言，就是直接切除工序余量所消耗的时间。如车削的基本时间可由下式计算

$$T_b = (L + Z) / n f a_p$$

式中： L ——工件行程的计算长度(包括加工表面的长度、刀具切入和切出长度)，mm；

z ——工序余量，mm；

n ——工件的转速，r / min；

f ——进给量，mm / r；

a_p ——背吃刀量，mm。

(2)辅助时间 辅助时间(t_a)是指为保证完成基本工作而执行的各种辅助工作所需的时间。它包括：装卸工件的时间、开动和停止机床的时间、机床工作中变换刀具(如刀架转位)时间、改变加工规范(如改变切削用量)时间、试切和测量工件等所消耗的时间等。

随着生产类型的不同，其辅助时间的确定也不一样：单件生产常以基本时间的百分比(查有关手册)进行估算；成批生产则可根据统计资料来确定；大量生产则应将辅助动作进行分解，再分别确定各分解动作的时间，最后予以综合，得到规定合

理的辅助时间。

(3) 技术服务时间 技术服务时间(t_c)是指在工作班内,消耗在照看工作地而分摊到每一个零件上所消耗的时间。一般包括:更换刀具、润滑机床、清理切屑、修磨刀具、修整砂轮和修整工具等所消耗的时间。

(4) 组织服务时间 组织服务时间(t_g)是指在整个工作班内,消耗在照管工作地而分摊到每一个零件上所消耗的时间。一般包括:班前和班后领换及收拾工具、检查及试运转设备、更换切削液或润滑剂、下班前打扫工作场地、清理设备等所消耗的时间。

(5) 自然需要及休息时间 自然需要及休息时间(t_n)是指工人在工作班内为恢复体力和满足生理上的需要而分摊到每一个零件上所消耗的时间。

在实际工作量计算时,为简化起见,通常把技术服务时间、组织服务时间和自然需要及休息时间三部分统一化为占基本时间、辅助时间之和的百分比,即

$$t_c + t_g + t_n = (t_b + t_a) \beta$$

式中: β —— t_c 、 t_g 、 t_n 占 t_b 、 t_a 的百分比。

在单件生产和大量生产中, $\beta = 0.05 \sim 0.10$; 在成批生产中, $\beta = 0.10 \sim 0.20$ 。因此,单件时间可用下式计算

$$T_o = (t_b + t_a) (1 + \beta)$$

单件时间不应包括以下内容:与基本时间重合的辅助时间;换件或换工序所需要的机床调整时间;由于生产组织、技术状态不良和工人偶然失误造成的时间损失;为返修工件或制造代替废品的工件而花费的时间等。

2. 调整时间(T_j)

调整时间是指在成批生产中,为了更换工件或工序而对设备及工艺装备进行重新调整所需要的时间,又称为准备 - 终结时间。例如,在成批生产中,每次开始加工一批工件时,工人需要熟悉工艺文件、领取毛坯材料和工艺装备、安装刀具和夹具、调整机床和其他工艺装备等所消耗的时间,以及加工一批工件结束后,需拆下和归还工艺装备、送交成品等所消耗的时间。可见,调整时间是消耗在一批工件上的时间,所以分摊到每一个工件上的时间为 T_j / N (N 为批量数)。

3. 计价时间(T_n)

计价时间是指完成一件产品的一道工序规定的时间定额,又称为单件核算定额。它是企业进行计划编制,生产能力核算和进行经济核算的依据。因此,计价时间应由单件时间和分摊到每一个工件上的调整时间两部分组成,即

$$T_p = T_o + T_j / N$$

在大量生产中,由于 N 的数值很大,即 $T_j / N \approx 0$,可忽略不计,所以

$$T_o \approx T_p = (t_b + t_a) (1 + \beta)$$

二、提高劳动生产率的工艺途径

提高劳动生产率,必须在广泛开展技术革新和技术改造的基础上,推广各种经济效益好的成果,积极采用新技术、新设备、新工艺和新材料,使制造单件产品所消耗的人力、物力和财力最少,经济效益最高。

提高劳动生产率的措施很多，技术性方面的措施又涉及产品设计、制造工艺和组织管理等多方面。现从制造工艺方面作一简要分析。

1. 缩减时间定额

缩减时间定额应缩减占时间定额中比重较大的部分。例如，在单件小批生产中，辅助时间和调整时间所占比重较大，为此，就应着重缩减辅助时间；在大量生产中，基本时间所占比重较大，为此，则应着重缩减基本时间。

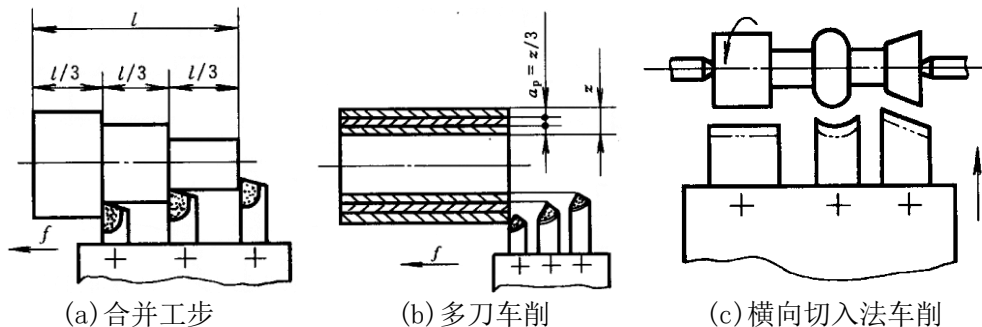


图 1—47 减少或重合切削长度的方法

(1) 缩减基本时间

①提高切削用量增大切削速度、进给量和背吃刀量都可以缩减基本时间。这是机械加工中广泛采用的提高劳动生产率的有效方法，但必须有机械加工工艺系统的刚性作保证。

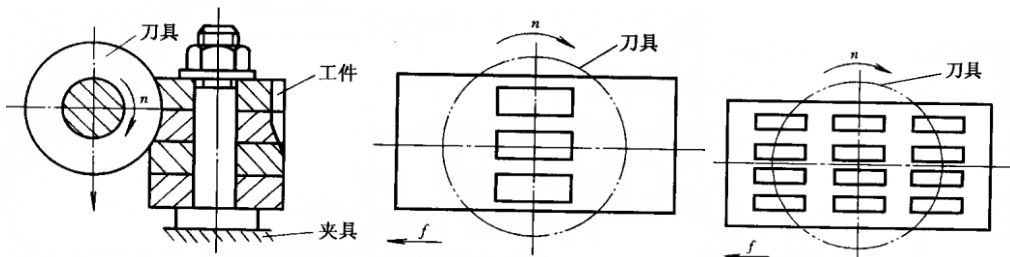
②减少或重合切削行程长度减少或重合切削行程长度也可以缩减基本时间。例如，用几把刀具同时加工同一表面或几个表面，或采用横向切入法加工等，如图 1-47 所示。

③采用多件加工通常零件较小、有一定批量时，可采用多件加工的方法，其方式有以下三种：

a) 顺序多件加工 即工件顺着走刀方向一个接一个地安装，如图 1—48a 所示。这种方式减少了刀具切入和切出的时间，也减少了分摊到每一个工件上的辅助时间。

b) 平行多件加工 即在一次走刀中同时加工 N 个平行排列的工件，如图 1—48b 所示。这种方式加工 N 个工件所需要的基本时间与加工一个工件相同，则每一个工件的基本时间就减少到原来的 $1/N$ 。

c) 平行顺序多件加工 即上述两种方式的综合应用，如图 1—48c 所示。这种方式主要用于工件尺寸较小、批量较大的场合。



(a) 顺序多件加工

(b) 平行多件加工

(c) 平行顺序多件加工

图 1-48 多件加工示意图

(2) 缩减辅助时间

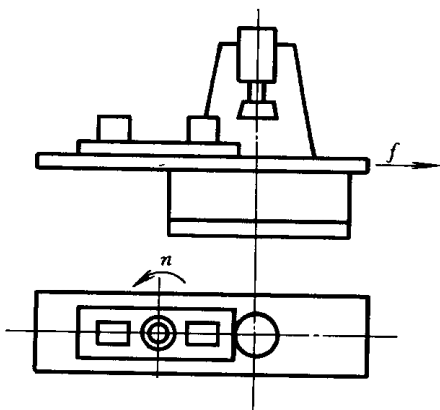


图 1-49 转位夹具示意图

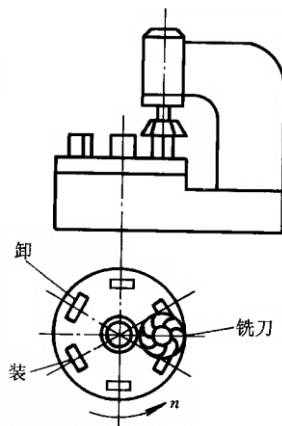


图 1-50 立式连续回转工作台铣床

辅助时间若占单件时间的 55%~70% 以上时，用提高切削用量来提高劳动生产率，其效果不太显著，而应考虑缩减辅助时间。

①采用先进夹具采用先进夹具可大大减少装卸或找正工件的时间，同时比较容易保证加工质量。

②采用转位夹具、转位工作台、直线往复式工作台等 这种方式可将装卸工件的辅助时间与基本时间重合，如图 1—49 所示。

③采用连续加工采用图 1—50 所示立式连续回转工作台铣床进行加工，由于工件连续送进，使机床的空行程时间明显减少，装卸工件也不需停止机床，因此能显著提高劳动生产率。

④采用多种快速换刀、自动换刀装置在钻床或镗床上采用不需停车即可装卸钻头的快换夹头，在车床或铣床上采用不重磨硬质合金刀片、专用对刀样板或对刀样件、机外对刀的快换刀夹以及数控机床上的自动换刀装置等，都可以节省刀具的装卸、刃磨和对刀的辅助时间。

⑤采用主动检测或数字显示自动测量装置 主动测量的自动测量装置能在加工过程中测量工件的实际尺寸，并能用测量的结果控制机床的自动循环。它在车床、磨床和金刚镗床等机床上使用已取得了显著的效果。

(3) 缩减调整时间

①使刀具和夹具调整通用化 把结构形状、技术条件和工艺过程都近似的工件归为一类，制定出典型的工艺规程，并为之选择或设计好一套工装夹具。当更换下一批工件时，就不需更换工装夹具或只需作少量调整就能投入生产，从而缩减了调整时间。

②采用可换刀架或刀夹 如在转塔车床上配备几个备用的转塔刀架、刀夹，按加工对象事先调整好，当更换加工对象时，只需把事先调整好的刀架或刀夹换上，

用较少的调整时间就可投入生产。

③采用刀具的微调和快调 在多刀加工中，刀具的调整往往耗费很多时间，如果在每把刀具的尾部装上微调和快调装置，就可大大减少调整时间。

④减少夹具的安装找正时间 在夹具体上装有定向键，安装时，只要将定向键靠向机床工作台 T 形槽的一边，不需找正就可迅速将夹具在机床上定位，减少了调整时间。

⑤采用调整时间极少的先进设备 如液压仿形、插销板式程序控制、数控机床等。

2. 同时看管多台机床

一个工人同时管理几台机床(同类型或不同类型)，其劳动生产率可相应提高几倍，它是一种先进的劳动组织措施。

3. 采用新工艺、新技术

(1)采用先进的毛坯制造方法 在毛坯制造中，诸如精密铸造、粉末冶金、精密模锻、挤压、爆炸成形等新工艺的应用都可大大提高毛坯件的精度和减少机械加工余量，并能节约原材料。

(2)采用少或无切屑加工工艺 如用滚压代替铰、磨削，冷挤压齿面代替剃齿，其劳动生产率可提高 4 倍左右。

(3)采用特种加工如电火花成形加工机床加工冲模可减少很多钳工工作量。

(4)改进加工方法根据生产类型确定合理的加工方法，如在大量生产中采用拉削，在中小批生产中采用精刨、精磨、金刚镗代替刮研，用粗磨代替铣平面等，都可以明显提高劳动生产率。

4. 提高机械加工自动化程度

在大量生产中，可采用专用的组合机床和自动线，其劳动生产率极高；在中小批生产中，可采用各种数控机床或柔性制造系统，同样也有很高的劳动生产率。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	切削运动和切削要素
教 者	黄 曙
教案序号	第 11 教案
教学目的	1、掌握切削运动及其三个特征表面 2、掌握切削要素及其含义
重点难点	1、切削运动的三个特征表面 2、削要素及其图示含义 3、选择切削用量的原则
作 业	1、P49.2 2、P49.3 3、P49.4
复 习	提高劳动生产率的工艺途径有哪些？你偏重于哪一种？（了解学生的意向，为今后的发展作引导，因为我的教鞭下有瓦特）
导 入	具备了一点机械加工基本知识的我们，要想做好机械加工，还必须具有对金属切削加工的知识，本章就是为大家准备的这方面的知识。
小 结	课堂问答： 1、P49.1 2、P49.5

第二章 金属切削加工基本知识

切削加工是依靠刀具与工件之间的相对运动，是指工人利用机床和切削工具从工件表面切去多余的金属，以获得几何形状、尺寸及表面粗糙度等符合图样要求的零件的加工方法。在切削过程中会产生金属变形、切削力、切削热和刀具磨损等物理现象。研究这些现象的实质和规律是为了提高切削加工的劳动生产率、降低成本、保证产品质量，以满足使用要求。

切削加工分为钳工和机械加工两种。

钳工一般是由工人用手动工具对工件进行切削加工。它的工作内容一般包括划线、锯削、錾削、锉削、刮削、研磨、钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹、套螺纹、机械装配和设备修理等。随着加工技术的发展和自动化程度的提高，为了减轻劳动强度和提高劳动生产率，目前钳工加工的部分工作已被机械加工所替代，机械装配也在一定范围内不同程度地实现了机械化和自动化，而且这种替代现象将会越来越多。尽管如此，由于钳工具有加工灵活、方便、经济、在某些情况下更容易保证产品的质量等优点和特点，所以不会被机械加工完全替代，是切削加工中不可缺少的一部分。**(因为本课程重在机械加工，所以手工加工知识这里略过，在实训中加以补充)**

机械加工简称机加工，是由工人操纵机床进行切削加工的。切削加工按其所用切削工具的类型又可分为刀具切削加工和磨料切削加工。刀具切削加工的主要方式有车削、钻削、镗削、铣削、刨削等；磨料切削加工的方式有磨削、珩磨、研磨、超精加工等。

本章简要介绍切削运动及切削用量，切削过程中的基本变形、切削力的来源与分解、切削热的产生与传散和切削液的作用、常用金属材料简介等基础知识。

第一节 切削运动和切削要素

一、切削运动

切削运动是指在切削过程中刀具与工件之间的相对运动，它包括主运动和进给运动。

1. 主运动

主运动是指切下切屑形成工件表面形状所需要的最基本运动，它促使刀具和工件之间产生相对运动，从而使刀具前面接近工件。所以，主运动是提供切削可能性的运动。它是切削加工中速度最高，消耗的功率最大的运动。

2. 进给运动

进给运动是指使切削工具不断切下切屑所需要的运动，它使刀具与工件之间产生附加的相对运动，加上主运动，即可不断地或连续地切削，并得出具有所需几何特性的已加工表面。

通常，切削加工中的主运动只有一个，而进给运动可能有一个或数个。主运动和进给运动可以由刀具和工件分别完成，也可以由刀具单独完成；这两种运动可以

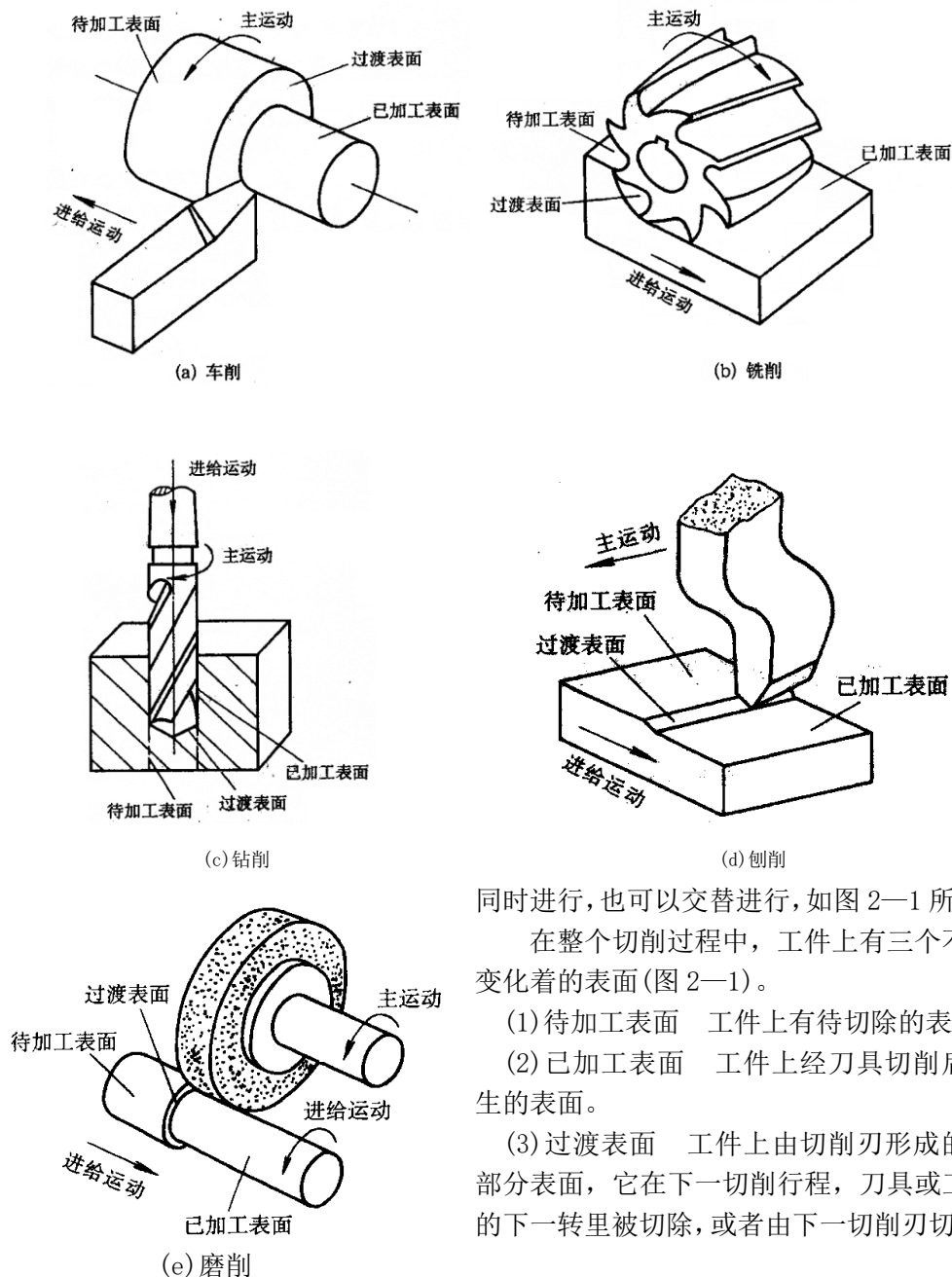


图 2—1 切削运动和加工表面

二、切削要素

切削要素包括切削用量和切削层参数。

1. 切削用量

切削用量包括切削速度、进给量和背吃刀量三个要素，如图 2—2a 所示。切削

同时进行，也可以交替进行，如图 2—1 所示。

在整个切削过程中，工件上有三个不断变化着的表面(图 2—1)。

- (1)待加工表面 工件上有待切除的表面。
- (2)已加工表面 工件上经刀具切削后产生的表面。
- (3)过渡表面 工件上由切削刃形成的那部分表面，它在下一切削行程，刀具或工件的下一转里被切除，或者由下一切削刃切除。

用量选择得合理与否，对切削加工的生产率和加工质量有着显著的影响，应予以重视。

(1) 切削速度 切削速度(V_c)是指切削刃上选定点相对于工件的主运动的瞬时速度，单位是 m/s 。当主运动是旋转运动时，切削速度可按下式计算

$$V_c = \frac{\pi d_w n}{1000 \times 60}$$

式中： d_w ——工件待加工表面的直径或刀具的最大直径， mm ；

n ——工件或刀具的转速， r/min 。

(2) 进给量 进给量(f)是指在进给运动方向上刀具相对工件的位移量，可以用刀具或工件每转或每行程的位移量来表述和度量，单位是 mm/r 或 $mm/行程$ 。切削刃上选定点相对工件的进给运动的瞬时速度，称为进给速度 V_f ，单位是 mm/s 。

(3) 背吃刀量 背吃刀量(a_p)是指在通过切削刃基点并垂直于工作平面的方向上测量的吃刀量，单位是 mm 。如车外圆、镗孔、扩孔、铰孔时，可按下式计算

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2}$$

对于钻削加工时

$$a_p = \frac{d_m}{2}$$

式中： d_m ——工件已加工表面的直径， mm 。

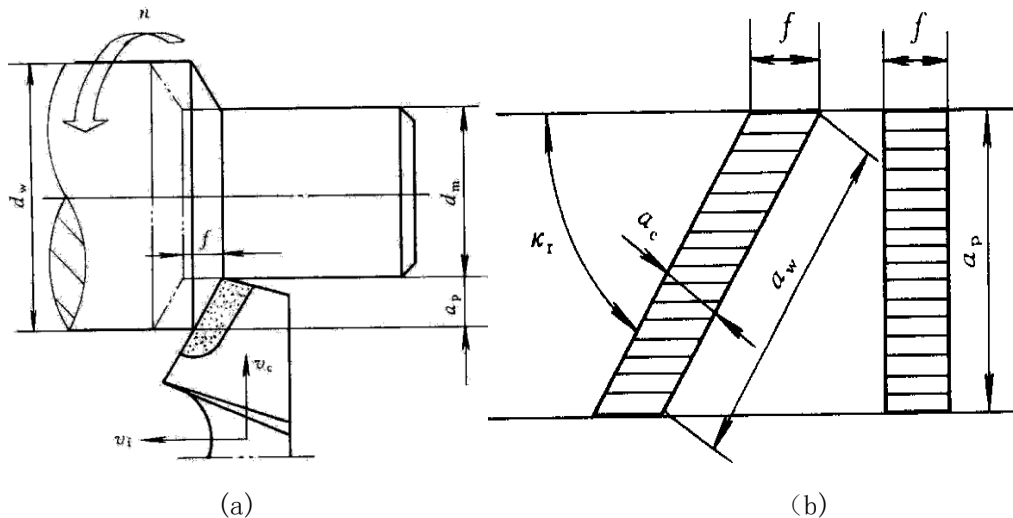


图 2—2 车削外圆时的切削层要素

选择切削用量的基本原则是：首先尽量选择较大的背吃刀量；其次在工艺装备和技术条件允许的情况下选择最大的进给量；最后再根据刀具耐用度确定合理的切削速度。

2. 切削层参数

切削层是指刀具与工件相对移动一个进给量时，相邻两个过渡表面之间的切削

层。切削层的轴向剖面称为切削层横截面，如图 2—2b 所示。切削层参数包括切削宽度、切削厚度和切削面积三个主要参数。

(1) 切削层公称宽度 切削层公称宽度 (a_w) 是指刀具主切削刃与工件的接触长度，单位是 mm。它在垂直于主运动方向上的截面内测量，若车刀主偏角为 κ_r ，则

$$a_w = \frac{a_p}{\sin \kappa_r}$$

(2) 切削层公称厚度 切削层公称厚度 (a_c) 是指刀具或工件每移动一个进给量时，刀具切削刃相邻的两个位置之间的距离，单位是 mm。车外圆时

$$a_c = f \sin \kappa_r$$

(3) 切削层公称面积 切削面积 (A_c) 是指切削层横截面的面积，单位是 mm^2 ，即

$$A_c = f a_p = a_c a_w$$

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	切削加工对工件表面的影响
教 者	黄 曙
教案序号	第 12 教案
教学目的	1、切削加工对表面粗糙度的影响 2、切削加工中表层材质变化 3、
重点难点	1、积屑瘤的形成原理及特点 2、加工硬化 3、残余应力
作 业	1、P49.7 2、P49.8 3、P49.9
复 习	1、切削用量有哪几种？选用的原则是什么？ 2、切削层参数有哪几种？
导 入	同是一样的机床，有人加工出的表面很光亮，有人加工的是个哑色，这是为什么呢？我们来分析一下吧
小 结	对积屑瘤要正确认识，它不只有坏处的。粗加工时就可以很好的利用它来减轻刀具的磨损。

第二节 切削加工对工件表面的影响

金属材料零件毛坯经切削加工后，零件的已加工表面不可避免地存在着一些缺陷，即零件最外层表面存在一定的几何形状误差；而在一定深度的表层内，由于金属的晶粒组织发生严重畸变，其机械、物理甚至化学性能都可能发生变化。这层存在各种缺陷的表面层通常称为加工变质层。变质层的厚度可能是几微米到几百微米，变质层的质量对零件的耐磨性、耐蚀性、疲劳强度及使用寿命等都有很大的影响，特别是高温、高速、重载条件下工作的零件其影响程度尤其显著。

一、切削加工对表面粗糙度的影响

对表面粗糙度的影响主要有以下几个方面：

1. 残余面积

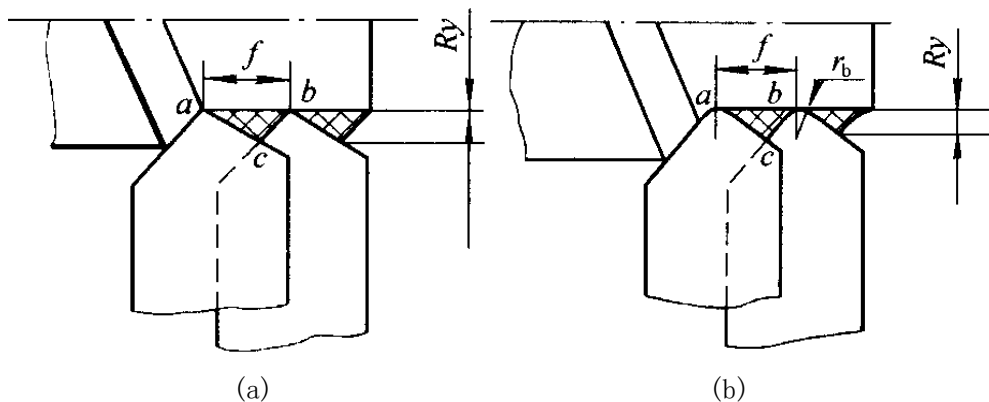


图 2—3 车外圆时的残余面积

如图 2—3 所示，在车削时，工件每转一转，刀具沿进给运动方向移动一个进给量(f)，也就是说刀尖在工件表面的运动轨迹是一条螺旋线，致使工件上始终有一个三角形区域($\triangle abc$)残留在工件表面上， f 越大， $\triangle abc$ 就越大；反之， f 越小， $\triangle abc$ 就越小。

2. 积屑瘤(刀瘤)

在采用中等切削速度而又能形成连续性切屑的情况下，加工一般钢料或其他塑性材料时，切屑沿刀具前面滑出时，其底层受到很大的摩擦力。当摩擦阻力超过切屑内部分子间的结合力时，一部分金属停滞下来，常在刀具切削刃附近的前面上粘附上一块很硬的金属。它是在高压、强烈磨擦和一定温度的作用下，由滞流层转化而成的。这块很硬的金属称为积屑瘤。在切削处于相对稳定的状态时，积屑瘤可以代替刀刃进行切削，粗加工时对刀刃有保护作用。但积屑瘤轮廓很不规则，时生时灭，出现频率达 $10\sim 100\text{Hz}$ 。积屑瘤增大时，其顶端伸出刀尖之外，积屑瘤消失时又是实际刀刃在切削，故切削时会将工件表面划出深浅和宽窄不一的沟纹；脱落的积屑瘤碎片还会粘附在工件已加工表面上，形成鳞片状毛刺；积屑瘤还可造成过切削量。以上这些因素都会增大表面粗糙度值。

3. 振动波纹

当工艺系统刚性不足、切削力不稳定时，切削过程中机床会产生振动。这种振动致使工件和刀具之间产生附加的相对位移，导致工件已加工表面出现周期性的纵横向波纹，增大了表面粗糙度值。振动严重时，会引起崩刃打刀，加速刀具的磨损，致使切削过程无法进行下去。振动还会使机床连接部分产生松动，影响传动副的工作性能。

还有一些其他原因，如鳞刺、刀具的边界磨损、排屑不畅而划伤工件已加工表面等，均会使表面粗糙度值增大。

二、表层材质变化

1. 加工硬化

加工硬化是指在切削过程中，工件已加工表面受刀刃和后面的挤压和摩擦而产生塑性变形，使表层组织发生变化、硬度显著提高的现象。其硬化层深度可以达到0.02~0.30 mm，表层硬度约为原工件材料的1.2~2倍。

在切削过程中，由于切削力的作用，工件已加工表面产生了很大的塑性变形且温度升高。而晶格扭曲，晶粒长大、破碎，阻碍了表层金属的进一步变形，使材料强化，硬度提高；同时较高的切削温度又将引起金属的相变。可见，工件已加工表面的硬度变化就是这种强化和相变作用的综合结果。当塑性变形引起的强化起主导作用时，已加工表面就硬化；当较高的切削温度引起的相变起主导作用时，则根据相变的具体情况而定，如在磨削淬火钢时，若发生退火，则表层硬度降低，但在充分冷却的条件下，却可能引起二次淬火而使表层硬度提高。切削过程中往往是塑性变形起主导作用，因此，加工硬化现象比较明显。刀具几何参数、切削条件和工件材料都在不同程度上影响着加工硬化。一般来说，凡增大变形和摩擦的因素都将加剧硬化现象，凡有利于弱化的因素都会减轻硬化现象。

2. 残余应力

残余应力是指在没有外力作用的条件下，物体内部保持平衡而存留的应力。产生表层加工硬化的同时，常伴随着残余应力和微观裂纹。产生表层残余应力的原因主要有机械应力引起的塑性变形、热应力引起的塑性变形和相变引起的体积变化。三者综合决定残余应力的性质、大小和分布。在切削加工时，起主要作用的往往是冷塑性变形，表面层常产生残余压应力。磨削加工时，起主要作用的往往是热塑性变形或相变引起的体积变化，使表面层常产生残余拉应力。

综上所述，要减小表面粗糙度值、加工硬化、残余应力等不良影响，就必须减小残余面积、积屑瘤、振动波纹、切削力、切削热等。要做到这些，可以从刀具材料、刀具角度、切削用量、工件材料、切削液等多方面着手，尽可能地减轻以上因素对工件已加工表面质量的不良影响。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	切 削 力
教 者	黄 曙
教案序号	第 13 教案
教学目的	1、了解总切削力的来源 2、掌握总切削力的分解 3、掌握影响总切削力的因素 4、掌握切削分力和功率的估算
重点难点	1、切削力、进给力、背向力 2、影响总切削力的因素 3、切削分力的估算
作 业	1、P49. 10 2、P49. 11 3、P49. 12
复 习	1、切削加工对工件表面有哪些影响？ 2、谈谈你对积屑瘤的认识。
导 入	机械加工要切削金属，总免不了力的作用，切削时有些什么力？它是怎样来的？又能对加工有什么影响？这些本节我们一起来探讨。
小 结	切削力、进给力、背向力三力关系及对加工的影响。

第三节 切削力

切削时将刀具切入工件，使工件发生变形而成为切屑所需要的力，称为切削力。切削力对机床、夹具和刀具的设计和使用，都具有很重要的意义。

一、总切削力的来源

在切削过程中，被切层金属产生弹性变形和塑性变形，就有变形抗力作用在刀具上，其方向分别与前面、后面垂直，如图 2—4 中的 F_{nx} 和 F_{ny} ；切屑与刀具前面相摩擦，已加工表面与刀具后面相摩擦，产生了摩擦阻力，其方向与刀具的相对运动方向相反，即图 2—4 中的 F_{fx} 和 F_{fy} 。这里的变形抗力和摩擦阻力就是总切削力 F 的来源。

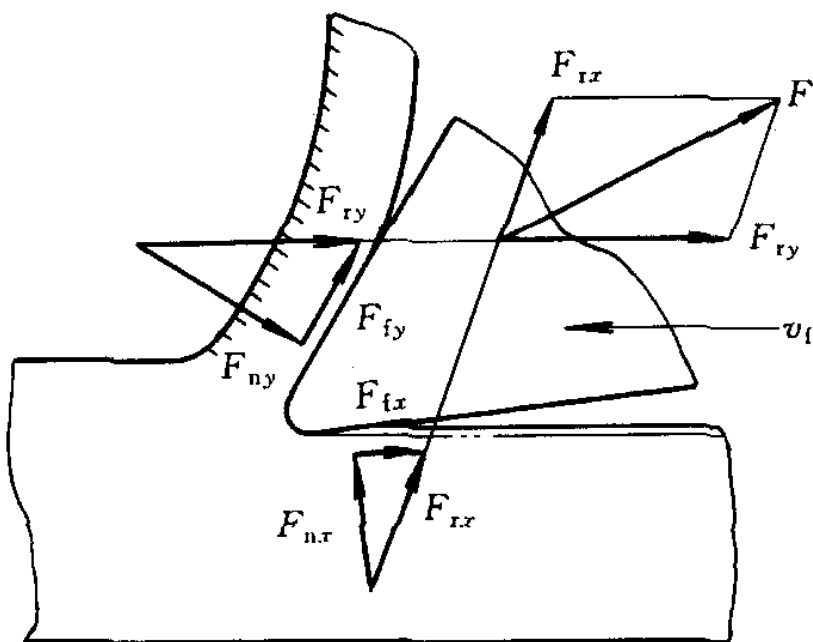


图 2—4 切削力的来源

根据作用与反作用定律，切削过程中的总切削力是工件与刀具之间的相互作用力，其大小相等，方向相反。

二、总切削力的分解

为了实际生产的需要，或作为设计机床、夹具和刀具的依据，通常将总切削力分解为具有既定方向的三个分力，如图 2—5 所示。（人为分解，目的是便于分析）

1. 切削力

切削力(F_c)是指总切削力在主运动方向上的正投影，它消耗的功率最多，是计算机床动力、设备强度和刚度、刀具强度的基本依据。

2. 进给力

进给力(F_f)是指总切削力在进给运动方向上的正投影，它是设计和校验走刀机构的主要依据。

3. 背向力

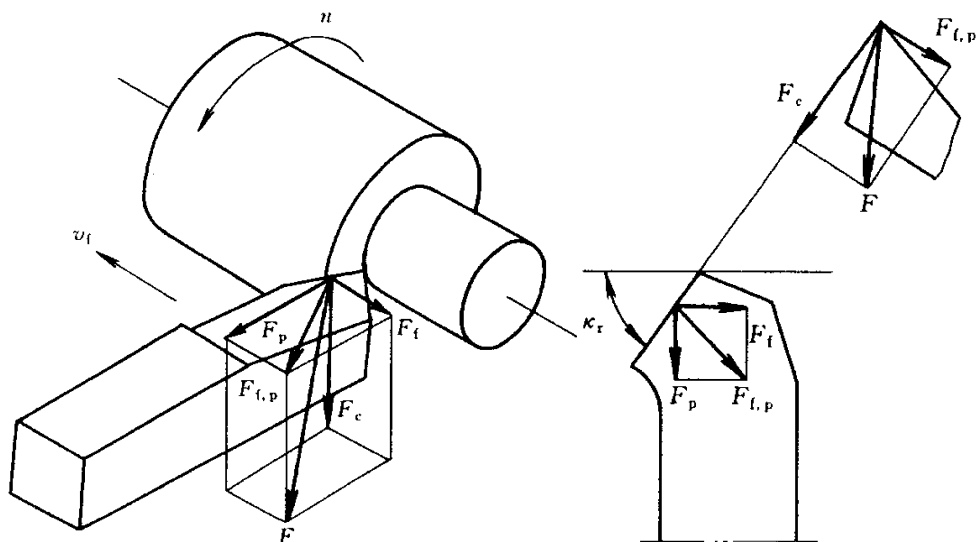


图 2—5 切削力的分解

背向力(F_p)是指总切削力在垂直于进给运动方向上的分力,它作用在工艺系统刚度最薄弱的方向上,容易引起振动和形状误差,是设计和校验工艺系统刚度和精度的基本数据。

总切削力与各切削分力之间的关系式为

$$F = \sqrt{F_c^2 + F_f^2 + F_p^2}$$

三、影响总切削力的因素

在切削过程中,凡对切削过程中的变形和摩擦有影响的因素,都将对总切削力产生影响,其中主要是工件材料的力学性能、刀具的几何角度、切削用量和切削液等因素。

1. 工件材料

工件材料的强度、硬度越高,切削时变形抗力越大,总切削力也越大。如果材料的强度、硬度大致相同,而塑性、韧性较大的材料,其总切削力也较大。

2. 刀具角度

刀具角度中,对总切削力影响较大的是前角(γ)和主偏角(K_r)。前角适当增大,能减小切削变形,排屑也较顺利,使总切削力减小。主偏角对总切削力的影响较小,但对进给力 and 背向力的分配比例影响较明显。由图 2—5 可知

$$F_f = F_{f,p} \sin K_r$$

$$F_p = F_{f,p} \cos K_r$$

因此,当主偏角增大时,进给力会增大,而背向力则会减小,这对防止工件弯曲变形是有利的。

3. 切削用量

切削用量中的进给量和背吃刀量越大，切削面积也越大，切屑又宽又厚，切削力亦随之增大。切削速度对总切削力的影响不大。

4. 切削液

合理使用切削液，可以减小材料的变形抗力和摩擦阻力，使总切削力减小。

四、切削分力和功率的估算

1. 切削分力的估算

总切削力的影响因素很多，要想准确地计算总切削力是十分复杂的，生产实践中，一般只采用下列公式来估算切削分力的大小。

车削钢料时

$$F_c = 2\ 000\ \alpha_p f$$

车削铸铁时

$$F_c = 1\ 000\ \alpha_p f$$

式中： F_c ——切削力，N；

α_p ——背吃刀量，mm；

f ——进给量，mm/r。

通常情况下，取 $F_p = 0.4F_c$ ， $F_f = 0.25F_c$ 。例如，在 $\alpha_p = 5\text{ mm}$ 、 $f = 0.5\text{ mm/r}$ 的条件下，车削钢料时，其切削分力为

$$F_c = 2\ 000 \times 5 \times 0.5\text{ N} = 5\ 000\text{ N}$$

$$F_p = 0.4 \times 5\ 000\text{ N} = 2\ 000\text{ N}$$

$$F_f = 0.25 \times 5\ 000\text{ N} = 1\ 250\text{ N}$$

（以上公式要求学生记忆）

2. 切削功率的估算

切削功率是各切削分力所消耗的功率的总和。但在一般情况下，背向力不做功，进给力所消耗的功率很小，故切削功率常以下式计算

$$P_m = \frac{F_c v_c}{1\ 000}$$

式中： P_m ——切削功率，kw； v_c ——切削速度，m/s。

机床电动机的功率(P_E)为

$$P_E \geq \frac{P_m}{\eta_m}$$

式中： η_m ——机床传动效率，一般取 0.75~0.85。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	切削热
教 者	黄 曙
教案序号	第 14 教案
教学目的	1、了解切削热的成因 2、掌握切削热的传导 3、掌握切削温度
重点难点	1、产生切削热的三个变形区 2、切削热的传导比例 3、影响切削温度的因素
作 业	1、P49. 13 2、P49. 14
复 习	谈谈切削力、进给力、背向力三力关系及对加工的影响
导 入	切削中总会产生热的，怎么来的？怎么散的？
小 结	对切削热的来源和分布不均匀要充分认识

第四节 切削热

切削热是指在切削过程中，由变形抗力和摩擦阻力所消耗的能量而转变的热能。

一、切削热的成因

切削热主要产生于三个变形区(图 2—6)，即：

- ①切削层剪切滑移变形区的弹性变形和塑性变形产生的热；
- ②切屑塑性滑动变形区的切屑底层与刀具前面的剧烈摩擦产生的热；
- ③工件弹性挤压变形区的已加工表面与刀具后面挤压和摩擦产生的热。

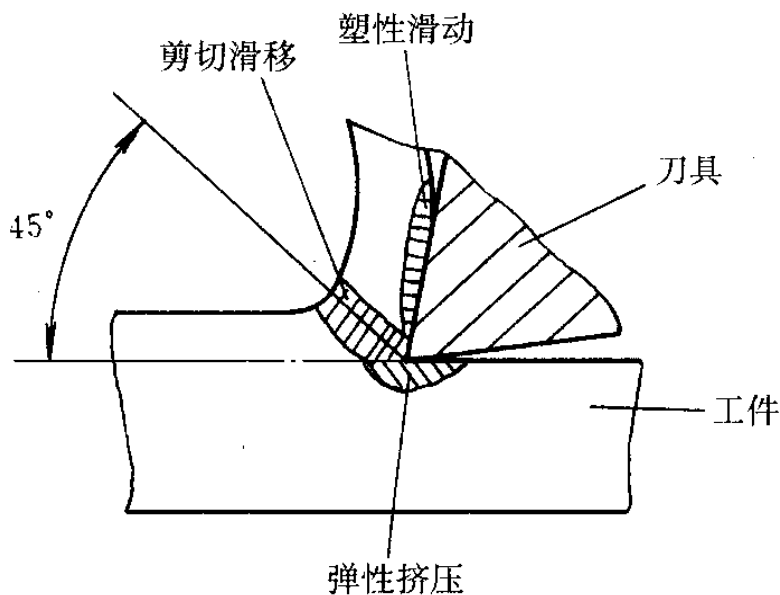


图 2-6 切削时的变形区

切削塑性金属时，切削热主要来源于剪切滑移变形区和塑性滑动变形区；切削脆性金属时，切削热主要来源于剪切滑移变形区和弹性挤压变形区。

二、切削热的传导

在一般干切削的情况下，大部分的切削热由切屑传导出，其次由工件和刀具传导，而周围介质传导出热量很少。但各自传导热量的比例，随工件材料、刀具材料、切削用量、刀具角度及切削方式等切削条件的不同而异。例如，以中等切削速度干车削钢件时，其切削热的传导比例：切屑为 50%~86%，工件为 10%~40%，刀具为 3%~9%，空气为 1%。切削速度越高，由切屑带走的热量就越多，而由刀具和工件传导的热量就越少。同样，以上述条件在钢件上钻孔时，其切削热的传导比例大致是：刀具为 52%；切屑为 28%；工件为 15%；空气为 5%。

切削热传导给切屑和周围介质，对切削加工没有影响，且传导得越多越好。切削热传导给刀具切削部分的热量虽然不太多，但因刀具切削部分体积小，因而使刀具温度上升得很高(高速切削时可超过 1000℃)，使刀具材料的切削性能降低、磨损加快、缩短了刀具的使用寿命。切削热传导给工件，导致工件产生热变形，甚至引

起工件表面烧伤，影响工件的加工精度和表面质量。切削热还会通过刀具和工件传导给机床和夹具，对工件加工精度产生不良影响，尤其是在精加工时影响更明显。

为了减小切削热对工件加工质量的不良影响，可采取两方面的工艺措施：

一方面减小工件金属的变形抗力和摩擦阻力，降低功率消耗和减少切削热；

一方面则要加速切削热的传导，以降低切削温度。

三、切削温度

1. 切削温度的概念

切削温度是指刀具表面与切屑及工件接触处的平均温度。切削温度的高低，取决于产生热量的多少和传导热量的快慢。

由于切削热分布不均匀，所以切削区各个部位的实际温度也不相同。切削塑性金属时，刀具前面靠近刀尖和主切削刃处温度最高；切削脆性金属时，靠近刀尖的后面上温度最高。

切削温度可以测量得到，但实际生产中，常常凭经验目测切屑的颜色来判断切削温度。银白色切屑温度最低，约为 200℃；深蓝色切屑温度为 600℃左右，总的趋势是：切屑颜色越深，切削温度就越高。

2. 影响切削温度的因素

影响切削温度的主要因素有工件材料、切削用量、刀具角度及切削液等。

(1) 工件材料 在工件材料的各种物理及力学性能中，对切削温度影响最大的是强度、硬度和导热系数。工件材料的强度、硬度高，切削力大，切削过程中消耗的能量就多，转换成的热量也愈多，故切削温度高。材料的导热系数小，导热性就差，由工件和切屑传散的热量就少，切削温度就越高。

(2) 切削用量 增大切削用量，必然使单位时间内金属的切除量增多，消耗的能量就多，切削温度势必升高。在切削用量三要素中，切削速度对切削温度的影响最大，其次是进给量，背吃刀量影响最小。

(3) 刀具角度 在刀具几何角度中，前角和主偏角对切削温度的影响较大。适当增大前角，切削层金属变形减小，可降低切削温度；减小主偏角，切削时主切削刃工作长度增加，改善散热条件，也可降低切削温度。此外，刀具磨钝后继续切削，会增大变形抗力和摩擦阻力，将使切削温度迅速升高。

(4) 切削液 在切削过程中，合理选用并正确加注切削液可改善刀具和工件的润滑条件及散热条件，并能带走一部分热量，可以有效地降低切削温度。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	切削液及常用金属材料简介
教 者	黄 曙
教案序号	第 15 教案
教学目的	1、了解切削液的作用及种类 2、掌握切削液的选用及加注方法 3、了解常用金属材料
重点难点	1、切削液的作用 2、切削液的种类 3、切削液的选用 4、切削液的加注方法
作 业	1、P49. 15 2、P49. 16 3、P49. 17
复 习	切削热是怎么形成的？降低切削温度已有哪些方法？
导 入	降低切削温度最重要的方法就是使用切削液
小 结	常用金属材料在机械基础中已学习过，这里仅作简介

第五节 切削液

一、切削液的作用

1. 冷却作用

切削液能将切削热迅速地从切削区带走，使切削温度降低，从而提高加工质量和延长刀具寿命。切削液的流动性、导热系数、热容和汽化热等参数越大，冷却性就越好。

2. 润滑作用

切削液能渗透到刀具、切屑及工件之间，形成不完全的润滑膜，以减少金属表面的直接接触、降低摩擦系数、减少切屑变形、抑制积屑瘤的生长、减小已加工表面的表面粗糙度值和提高刀具的耐用度。

3. 清洗和排屑作用

切削液能将切屑、金属粉尘和砂轮上脱落的磨粒等及时地从工件、切削工具上冲走，以免其堵塞并划伤已加工表面。这一作用在磨削加工和深孔加工等工序中更为重要。

4. 防锈作用

为了防止机床、刀具、工件等不受周围介质的腐蚀，除切削液本身具有的防锈性能外，还要适当加入一些防锈添加剂，以确保切削液的防锈功能。

二、切削液的种类

常用的切削液分为水溶液、乳化液和切削油三大类。

1. 水溶液

水溶液是以水为主要成分并加入防锈添加剂的切削液。

水溶液的主要作用是冷却。新型的离子型水溶液，在切削时，由于静电摩擦而产生的静电荷，可与水溶液中离子反应而迅速消除，从而降低了切削温度，提高了刀具耐用度。

2. 乳化液

乳化液是由水和油再加乳化剂均匀混合而成的。

乳化液既能起冷却作用，又能起润滑作用。浓度低的乳化液冷却、清洗作用较强，适于粗加工和磨削时使用；浓度高的乳化液润滑作用较强，适于在精加工时使用。

3. 切削油

切削油主要是由矿物油，再加入动、植物油和油性或极压添加剂配制而成的混合油。

切削油的主要作用是润滑，它可大大减少切削时的摩擦热，降低工件的表面粗糙度值。加入添加剂后，油膜能耐高温、高压，润滑作用可显著增强。

三、切削液的选用

应根据工件材料、刀具材料、工艺要求和切削方式等不同情况，以及切削液所具备的冷却、润滑、清洗等不同作用合理选用切削液。

①从刀具材料考虑,高速钢刀具一般应采用切削液。粗加工时多采用以冷却为主的水溶液或乳化液;精加工时多采用以润滑为主的切削油。硬质合金刀具一般不用切削液,必要时应充分地、连续地浇注切削液,以免冷热不均而使刀片脆裂。

②从工件材料考虑,铸铁件一般不用切削液,如精加工时需要提高表面质量可加注煤油。钢件需用具有极压性的切削液。切削铝及其合金时不得使用水溶液,切削铜及其合金时不宜使用含硫的极压乳化液,切削镁及其合金时不得使用任何切削液。切削含有铬、镍、锰、钛、钒、钨、铝、铌等元素的难加工材料时,宜选用极压切削油或极压乳化液。

四、切削液的加注方法

1. 浇注法

浇注法使用方便、应用广泛,但冷却效果较差,切削液消耗量较大。

2. 喷雾法

喷雾法是将切削液经雾化后,喷到切削区域,雾状液体在高温的切削区域很快就被汽化,因而冷却效果显著,切削液消耗量较少。

3. 高压法

高压法是将切削液经高压泵压出,浇注到切削区域,当加工深孔或较难加工材料时,用此法较好。

第六节 常用金属材料简介*

一、常用金属材料的力学性能*

金属材料的力学性能主要有强度、塑性、硬度及冲击韧度等。

(1)强度 金属材料在静载荷作用下抵抗塑性变形或断裂的能力,称为强度。强度大小通过应力(N/mm^2)表示。强度可分为抗拉强度、抗剪强度、抗压强度、抗弯强度和抗扭强度等五种。一般情况下,多以抗拉强度 σ_b 作为判别金属强度高低的指标。强度越高,表示材料的抗拉能力越大。

(2)塑性 金属材料在断裂前发生塑性变形的能力,称为塑性。它常用金属材料拉断后的伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 来表示。伸长率和断面收缩率越大,表示材料的塑性越好。

(3)硬度 金属材料表面抵抗局部变形,特别是塑性变形、压痕或划痕的能力,称为硬度。金属材料的硬度值越大,表示材料硬度越高。

(4)冲击韧度 金属材料抵抗冲击载荷作用而不破坏的能力,称为韧性,其大小用冲击韧度来衡量。

(5)疲劳强度 许多机械零件,如轴、齿轮、轴承、弹簧等,在工作过程中各点的应力随时间作周期性变化,这种随时间作周期性变化的应力称交变应力。当应力低于一定值时,金属试样可以经受无限周期循环的交变应力而不破坏,此应力值称为材料的疲劳极限。

力学性能的基本指标及其含义见表 2—1。

表 2—1 常用的力学性能指标及其含义

力学性能	性能指标			含 义
	符号	名 称	单位	
强度	σ_b	抗拉强度	Mpa	试样拉断前承受的最大标称拉应力
	σ_s	屈服点		拉伸过程中，力不增加(保持恒定)仍能继续伸长(变形)时的应力
		规定残余伸长应力		规定残余伸长率达0.2%时的应力
	$\sigma_{0.2}$	力		
塑性	δ	、 伸长率	(%)	标距的伸长与原始标距的百分比
	ψ	断面收缩率	(%)	缩颈处横截面积的最大缩减量与原始横截面积的百分比
硬度	HBS(W)	布氏硬度值		HRC=100-e HRB=130-e 用洛氏硬度相应标尺刻度满量程与残余压痕深度增量e之差计算的硬度值 HRA=100-e
	HRC	C标R洛氏硬度值		
	HRB	B标R洛氏硬度值		
	HRA	A标R洛氏硬度值		
	HV	维氏硬度值		
韧性	a_K	冲击韧度	J / cm ²	冲击试样缺口处单位横截面积上的冲击吸收功
抗疲劳性	σ_{-1}	疲劳极限	MPa	对称循环时，在指定循环基数下的中值疲劳强度

二、常用金属材料的分类

金属材料通常分为黑色金属和有色金属两大类。

钢和铸铁都是由铁和碳两种元素组成的合金，其区别在于含碳量的多少，理论上将含碳量在 2.11% 以下的铁碳合金称为钢，以上的称为铸铁。

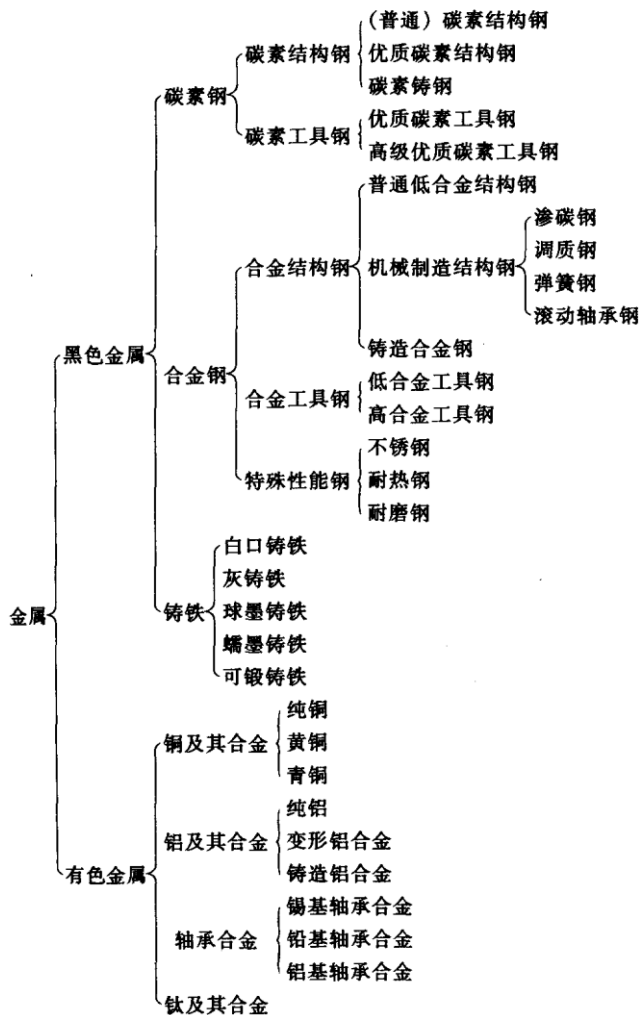
钢具有较好的力学性能，可以满足一般机械零件的使用性能要求，而且还能锻造、轧制、焊接和切削加工，因而应用广泛。一般情况下，随含碳量的增高，钢的强度、硬度升高，塑性、韧性降低。

如果在碳钢的基础上加入一定量的合金元素，如锰、硅、铬、镍、钼、钨等，就可以形成合金钢。由于合金元素的作用，使钢具有更高的强度、硬度和塑性等特别性能。

铸铁含碳量一般在 2.5%~4% 之间，含 Si、S、P 比钢多一些。铸铁的塑性和韧性差，不能锻造和轧制，也难以焊接，但是它有良好的铸造、减振、耐磨性能以及切削加工性能，所以应用也很广泛。

常用金属材料的分类见下框架：

金属材料综合分类



一、按含碳量分类

低碳钢: $w_C \leq 0.25\%$

中碳钢: $w_C > 0.25\% \sim 0.6\%$

高碳钢: $w_C > 0.6\% \sim 1.3\%$

二、按含合金量分类

低合金钢: $w_E \leq 5\%$

中合金钢: $w_E > 5\% \sim 10\%$

高合金钢: $w_E > 10\%$

三、按质量分类

1. 普通质量钢

$w_S \leq 0.050\%$, $w_P \leq 0.045\%$

优质钢

$w_S \leq 0.035\%$, $w_P \leq 0.035\%$

高级优质钢

$w_S \leq 0.025\%$, $w_P \leq 0.025\%$

2. 特级质量钢

$w_S < 0.015\%$, $w_P < 0.025\%$

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	机床传动基础
教 者	黄 曙
教案序号	第 16 教案
教学目的	1、了解机床的运动 2、掌握机床的传动链 3、掌握机床的传动比 4、熟悉机床传动系统图
重点难点	1、机床的传动链 2、掌握机床的传动比及与机械传动比的区别 3、识读和理解机床传动系统图
作 业	1、P100.3 2、P100.4 3、P100.5 4、P100.7
复 习	1、切削液有什么作用？ 2、切削液有哪些种类？
导 入	机械加工一个主要特征就是加工要使用机床，加工的表面形状和要求不同，机床的种类就繁多，本章以应用最多最广的车床为主，介绍常用机械加工机床。
小 结	课堂问答： 1、P100.1 2、P100.2 3、P100.6

第三章 常用机床

金属切削机床是机械加工的主要设备之一，它用切除的方法将金属毛坯加工成为机械零件。在机械加工过程中，由机床——夹具——刀具——工件组成的系统，统称为工艺系统。工艺系统中的每一个环节都对保证零件的加工质量具有至关重要的作用。本章重点介绍了车床，其它一些常用机床也作了简介。

第一节 机床传动基础

对机床传动系统的分析就是根据在机床上加工的各个表面和使用的刀具类型，分析得到这些表面的方法和所需的运动，以及为了实现这些运动，机床必须具备的传动联系，实现这些传动所需要的机构及机床运动的调整。尽管机床种类繁多，结构各异，但归结起来机床的运动都是由几种基本运动类型进行组合和转化而来的。

一、机床的运动

要实现切削加工的要求，机床必须具备切削运动和辅助运动。切削运动即为表面成形运动，它通过主运动和进给运动的不同组合，以形成各种不同形状的表面。根据不同的切削运动也就制成了不同类型的机床及相应的机床结构。辅助运动是快速进退、送夹料、转位分度等运动，其主要作用是减轻劳动强度、缩短辅助时间、提高劳动生产率。

机床一般是由执行件、驱动装置和传动装置所组成的。执行件是执行机床运动的部件，如主轴、刀架及工作台等，其任务是装夹刀具和工件，并带动它们准确地完成一定形式的运动。驱动装置是为执行件提供动力的装置，如三相异步交流电动机、伺服电机等。传动装置是传递运动的装置，通过它把执行件和动力源或一个执行件和另一个执行件按照一定的运动关系联系起来，使执行件获得一定速度和方向的运动，并使有关执行件之间保持准确的相对运动。

二、机床的传动链

在机床上为了得到所需要的运动，通常用一系列的传动件把执行件和驱动装置或把两个执行件之间联系起来，这种传动联系称为传动链。机床上的每一个运动都由一条传动链来完成。机床有多少个运动，就相应地有多少条传动链。机床上所有相互联系的传动链，构成了机床的传动系统。根据传动联系的性质，传动链可以分为外联系传动链和内联系传动链两类。

1. 外联系传动链

外联系传动链联系的是相互独立的运动分量，它不要求驱动装置与执行件之间有严格的传动比关系。例如，在车床上车削圆柱面时，主轴的旋转和刀架的移动就是两个互相独立的运动。这两条传动链中，主轴的旋转速度和刀架的移动速度，不影响圆柱面的成形，只影响生产率和表面粗糙度。主轴的旋转和刀架的位移之间没有严格的相对运动关系。这类传动链中，可以采用瞬时传动比有变化的传动机构，如摩擦传动、链传动等。

2. 内联系传动链

内联系传动链联系的是相互制约的运动分量，因而传动链所联系的执行件之间的相对速度(及位移)有严格的要求，用来保证复合运动的正确轨迹。例如，在车床上车削螺纹时，为了保证所加工螺纹的导程准确，主轴(工件)每转一转，车刀必须移动一个导程。内联系传动链有严格的传动比要求，否则，就不能保证被加工表面的成形。这类传动链中只能采用瞬时传动比没有变化的传动机构，如齿轮传动、蜗杆传动等。

三、机床的传动比

机床的传动比是指传动副的从动件转速与主动件转速之比，用 u 表示。它的作用是便于进行机床传动系统的分析和计算，与机械传动比 i 为倒数关系。

对于带传动，由于主动轮和从动轮在同一时间内转过的弧长理论上是相等的，故有

$$\pi D_1 n_1 = \pi D_2 n_2$$

可得 $u = n_2 / n_1 = D_1 / D_2$

式中： n_1 ——主动带轮的转速， $r / \min$ ；

n_2 ——从动带轮的转速， $r / \min$ ；

D_1 ——主动带轮的直径， mm ；

D_2 ——从动带轮的直径， mm 。

对齿轮传动，由于主动轮和从动轮在同一时间内转过的齿数是相等的，故有

$$n_1 z_1 = n_2 z_2$$

可得 $u = n_2 / n_1 = z_1 / z_2$

式中： z_1 ——主动齿轮齿数；

z_2 ——从动齿轮齿数。

四、机床传动系统图

机床传动系统图是指按照国家标准(GB / T 4460--1984)规定的图形符号画出机床各个传动链的综合简图(见表 3—1)。它能清晰地表示机床传动系统中各个零件及其相互连接关系，是分析机床运动、计算机床转速和进给量的重要工具。

机床传动系统图一般都绘制成平面展开图，并尽可能地绘制在机床的轮廓线内，如图 3—1 所示。在机床传动系统图上，必须表明机床的传动路线、传动件、变速方式和运动调整计算的有关数据。

阅读机床传动系统图的方法和步骤是：

第一步是找出需要分析的传动链的两端件，即找出动力输入的主动件和动力输出的从动件；

第二步是分析传动链中，各个传动零件之间的连接关系和各传动轴之间的传动方式及传动比；

第三步是分析整个运动的传动关系，列出传动路线结构式和运动平衡式(带传动比)；

第四步是根据运动平衡式，计算机床运动，如主轴转速、刀架或工作台进给量、

位移量、调整机床运动的挂轮齿数等。

表 3—1 机械传动系统中常用的符号

名 称	符 号	名 称	符 号	名 称	符 号
轴		齿轮与轴用 固定键连接		固定齿轮传动	
轴与滑动轴承		双联齿轮与轴 用导向键连接		圆锥齿轮传动	
轴与深沟球轴承		双联齿轮用 花键连接		蜗轮蜗杆传动	
轴与推力轴承		牙嵌式离合器		齿轮齿条传动	
轴与圆锥 滚子轴承		锥面摩擦离合器		整体螺母 与丝杠传动	
齿轮与轴 活动连接		三角胶带传动		对开螺母 与丝杠传动	

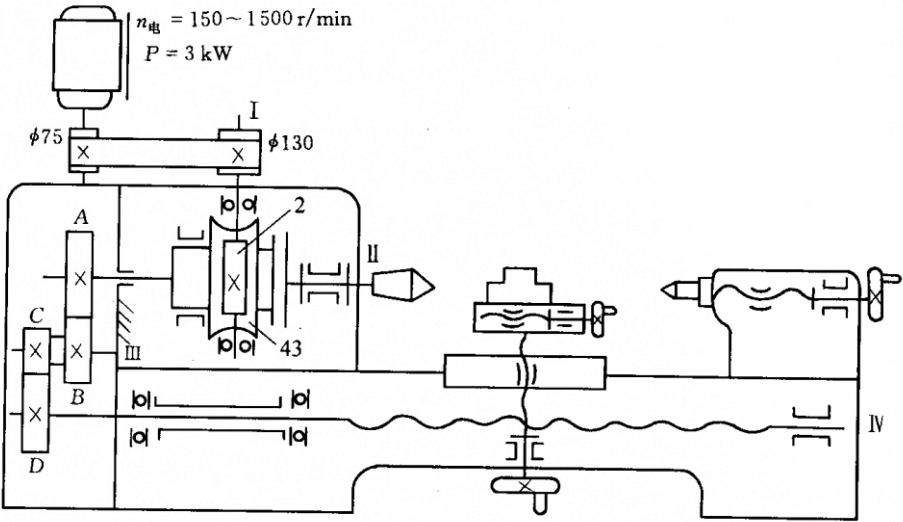


图 3—1 CA6140 车床传动系统局部图

编写者：黄 曙

例如，在图 3—1 中，机床主运动的传动路线的结构式为：

电动机—— $\phi 75/\phi 130$ —— I 轴 —— $2/43$ —— II 轴 (主轴)
主运动的平衡式为：

$$n = n_{\text{电}} \times \frac{\phi 175}{\phi 130} \times \frac{2}{43}$$

式中：n——主轴转速，r/min；

$n_{\text{电}}$ ——电动机转速，r/min。

再如刀架直线移动车螺纹运动的传动路线的结构式为：

II 轴 (主轴)——A/B——III 轴——C/D——IV 轴 (丝杠)——开合螺母——刀架
车削螺纹运动的平衡式为：

$$S_w = \frac{A}{B} \times \frac{C}{D} \times S_s$$

式中： S_w ——工件螺纹的导程，mm；

S_s ——丝杠螺纹的导程，mm；

A、C——主动挂轮的齿数；

B、D——从动挂轮的齿数。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	车床的种类及用途
教 者	黄 曙
教案序号	第 17 教案
教学目的	1、了解车床的型号 2、熟练掌握车床主要部件及功用 3、其他车床简介
重点难点	1、车床的型号含义 2、车床主要部件及功用 3、立式车床
作 业	1、P100.8 2、P100.9
复 习	1、内联系传动链和外联系传动链有何区别？ 2、说明机床传动比的作用
导 入	车床上各种零件叫什么？有什么作用？本节就来分解。
小 结	安排实训课，在实训工场现场讲解车床主要部件。

第二节 车 床

车床是用来进行车削加工的机床，它在金属切削机床中所占的比重最大，约占金属切削机床总台数的 1/3~1/2。

一、车床的种类及用途

车床的种类很多，大致可分为卧式车床、立式车床、转塔车床、仿形车床、多刀车床、自动车床等。其中，CA6140 型卧式车床是加工范围很广的万能性车床，如图 3—2 所示。

1. 车床的型号

我国机床的型号，是按照 1995 年 8 月实施的 GB / T 15375—1994 “金属切削机床型号编制方法”编制的。每一台机床的型号必须反映出机床的类别、结构特性和主要技术参数等。通用机床的类代号见表 3-2。

表 3-2 通用机床的类代号

类别	车床	钻床	镗床	磨床			齿轮加工机床	螺纹加工机床	铣床	刨插床	拉床	特种加工机床	锯床	其他机床
代号	C	Z	T	M	2M	3M	Y	S	X	B	L	D	G	Q
读音	车	钻	镗	磨	二磨	三磨	牙	丝	铣	刨	拉	电	割	其

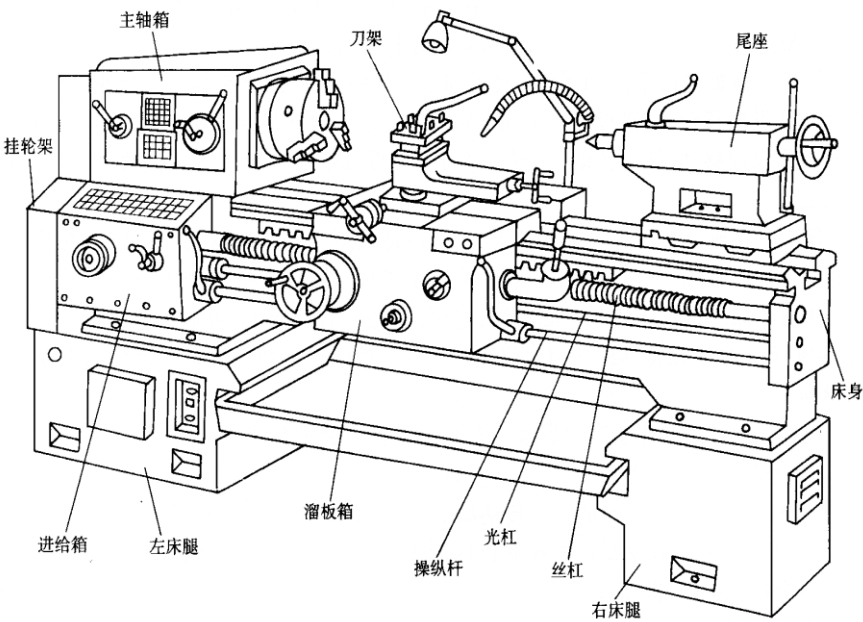
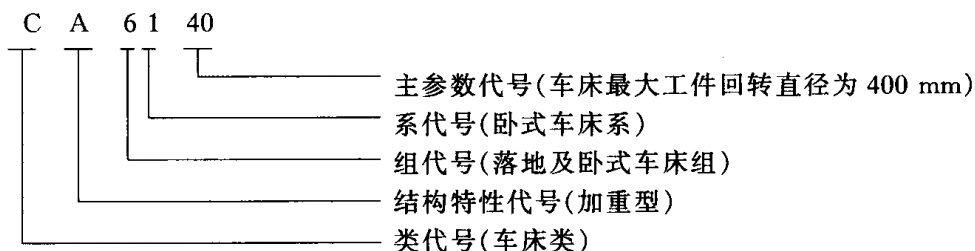


图 3—2 CA6140 型卧式车床

如：CA6140 型卧式车床中的代号和数字的含义为：



2. 车床主要部件及功用

(1) 主轴箱(又称床头箱) 主轴箱固定在床身的左上部。内装主轴及部分变速齿轮，它将电动机的旋转运动传递给主轴，并通过夹具带动工件一起旋转。改变箱外手柄位置，可使主轴得到正、反转不同的多种转速。

(2) 进给箱(又称走刀箱) 进给箱固定在床身的左前下侧。内装进给运动的变速齿轮，通过挂轮把主轴的旋转运动传递给丝杠或光杠。改变箱外手柄位置，可以改变丝杠或光杠的转速，进而达到变换螺距或调整进给量的目的。

(3) 溜板箱(又称拖板箱) 与刀架相连，是车床进给运动的操纵箱。溜板箱固定在床鞍的前侧，随床鞍一起在床身导轨上作纵向往复运动。通过它把丝杠或光杠的旋转运动变为床鞍、中滑板的进给运动。变换箱外手柄位置，可以控制车刀的纵向或横向运动(运动方向、起动或停止)。

(4) 挂轮架 挂轮架装在床身的左侧。其上装有交换齿轮(挂轮)，它把主轴的旋转运动传递给进给箱，调整挂轮架上的齿轮，并与进给箱配合，可以车削出不同螺距的螺纹。

(5) 刀架 刀架固定在小拖板上，用来安装各种车刀，可作纵、横、斜向进给。

(6) 拖板 拖板包括床鞍、中滑板、转盘和小滑板四个部分，床鞍装在床身外组导轨上，并可沿床身导轨作纵向移动；中滑板可沿床鞍上部的燕尾形导轨作横向移动；小滑板可沿转盘上部的燕尾形导轨作纵向移动，转盘转动一个角度后，小滑板可带动车刀作斜向移动，用以车削较短的内外圆锥面。

(7) 尾座 尾座装在床身内组导轨上，并可沿床身导轨作纵向移动。尾座上的套筒锥孔内可安装顶尖、钻头、铰刀、丝锥等刀、辅具，用来支承工件、钻孔、铰孔、攻螺纹等。

(8) 床身 床身是车床的基础零件，它固定在左、右床腿上，用来支承车床上的各主要部件，并使它们在工作时保持准确的相对位置。床身上的两组导轨为床鞍和尾座的纵向移动提供准确的导向。

(9) 丝杠 丝杠主要将进给运动传给溜板箱，完成螺纹车削。它是车床上主要的精密件之一，为长期保持丝杠的精度，一般不用丝杠作自动进给。

(10) 光杠 光杠将进给箱的运动传递给溜板箱，实现床鞍、中滑板的纵向、横向自动进给。

(11) 操纵杆 操纵杆是车床的机构的主要零件之一。在操纵杆的左端和溜

板箱的右侧分别装有一个操纵手柄，操作者可以方便自如的操纵手柄以控制车床主轴的正转、反转或停车。

概括起来就是：三箱三杠（杆）两架，一板一座一身。

3. 其他车床简介

(1) 立式车床 立式车床与卧式车床的主要区别在于，前者主轴的回转轴线是垂直的，而后者主轴的回转轴线是水平的。立式车床有一个水平回转工作台，能承受较大的重量，便于找正和装夹形状复杂且较笨重的工件，又由于工件和工作台的重重量均匀地作用在工作台底座的导轨和推力轴承上，因此，能长期保持其工作精度。它主要用于加工大型圆盘类零件。

如图 3—3 所示，立式车床由底座、工作台、立柱、横梁、垂直刀架和侧刀架等部分组成。工作台安装在底座上，工件装夹在工作台上并由其带动作主运动(旋转运动)；进给运动由垂直刀架和侧刀架来实现。两刀架的进给运动可同时进行，也可独立进行。侧刀架可沿立柱上的导轨移动作垂直进给，还可沿其刀架滑座的导轨作横向进给。垂直刀架可沿横梁上的导轨移动作横向进给，也可沿其刀架滑座的导轨作垂直进给。中小型立式车床的垂直刀架上通常带有转塔刀架，在转塔刀架上可安装几组刀具，供轮流切削之用。横梁可根据工件的高度沿立柱导轨调整位置。

(2) 转塔车床 转塔车床与卧式车床相比，其结构上的主要区别在于它没有尾座和丝杠，而在尾座的位置上装有一个带溜板箱的只能在床身导轨上纵向移动且能装夹多把刀具的后刀架，故工件在一次安装后，可以进行多道工序的加工，精度容易保证，效率高。转塔车床根据后刀架的结构不同，可以分为转塔式转塔车床(图 3—4)和回转式转塔车床(图 3—5 为回转式转塔车床的回转刀架)。这两种车床的后刀架均设有定程机构，加工到位时，可以自动停止进给，并快速返回原位。这类车床主要用于成批生产工序较多的盘套类零件及连接件的加工。

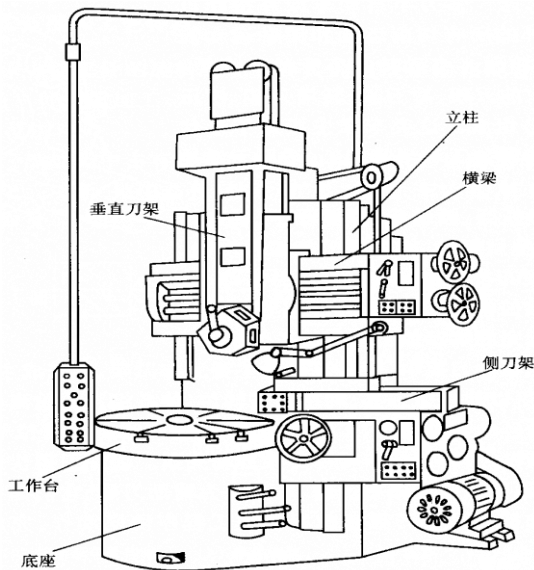


图 3—3 立式车床

编写者：黄 曙

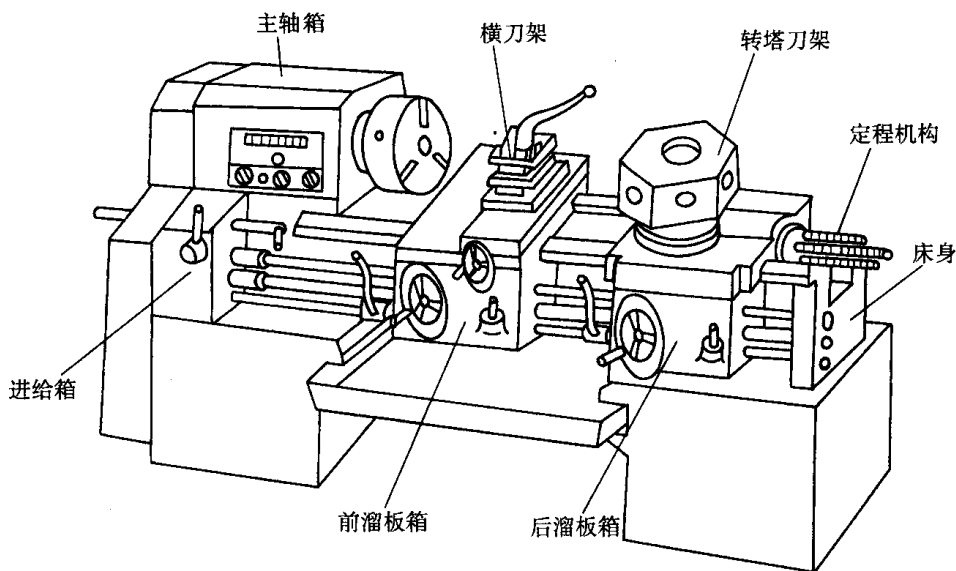


图 3—4 转塔车床

转塔车床主要由床身、前溜板箱、后溜板箱、进给箱、主轴箱、前刀架、后刀架等部分组成。车床的主运动是由电动机经主轴箱传递给主轴并带动卡盘作旋转运动；进给运动是由主轴经进给箱传递给光杠并带动前、后溜板箱使两刀架移动来实现的。前刀架既可以在床身导轨上作纵向移动，也可以作横向移动，以适应加工较大直径的外圆柱面、内外端面及沟槽的需要。后刀架只能作纵向进给，它上面安装的多把刀具主要用于对工件进行钻、扩、铰或镗孔加工等。

由于没有丝杠，所以只能用丝锥或板牙加工内、外螺纹，且加工精度较低。

(3) 多刀半自动车床 多刀半自动车床是指能自动完成除装卸工件以外的所有切削运动和辅助运动的车床。图 3—6 所示为液压半自动转塔车床的外观图。它主要由床身、主轴箱、前刀架、后刀架、转塔刀架、液压装置和电气装置等部分组成。这类车床主要用于形状较复杂的盘套类零件的粗加工和半精加工，适用于成批和大量生产。

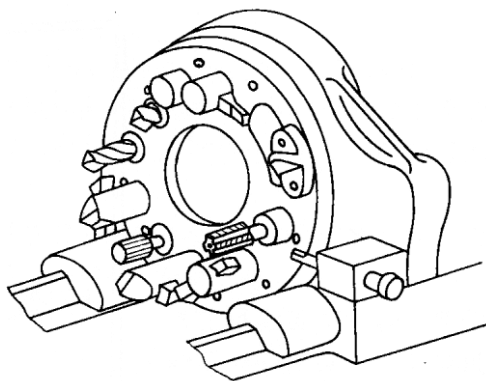


图 3—5 回转刀架

主轴箱正面装有操纵板、插销板(调整程序、预选转速和进给量)和一些其他供调整、操纵用的旋钮和按钮。插销板和行程开关是发布指令的装置，指令由电路、油路和一些机构传递给被控制的工作部件，控制它们的行程、速度和方向，使车床完成规定加工程序的工作循环。

车床上的三个液压驱动刀架中，转塔刀架是主要工作刀架，它完成主要的切削加工。刀具安装在六角转塔上，每面可以装一组刀具，利用转塔转位，使各组刀具轮流参与切削，实现多工步的自动循环。它的自动循环由快速进给、工作进给、快速退回和转塔转位等主要动作组成。此外，转位之前转塔刀架自动松开；转位完毕转塔刀架自动夹紧。转塔刀架快速退回之前，为了避免刀刃划伤工件表面，转塔还可以自动微抬。前、后刀架为辅助刀架，它们都有各自的快速进给、工作进给和快速退回的工作循环。各刀架还能根据加工程序协同动作，完成整个加工过程的自动循环。

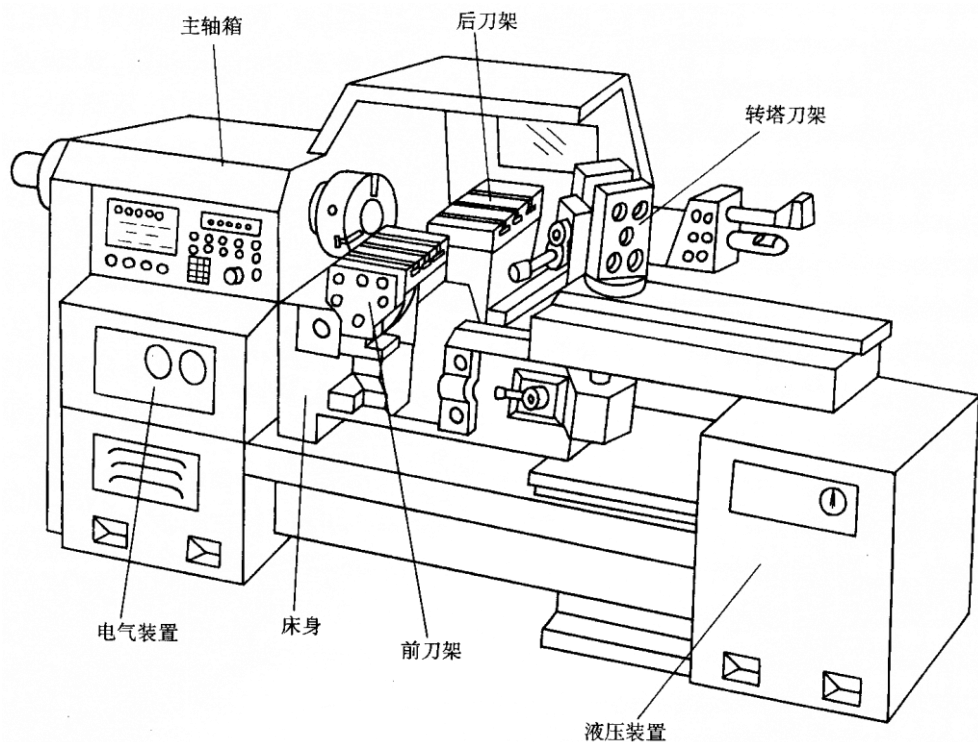


图 3-6 液压半自动转塔车床

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	实训二 车工工作简介
教 者	黄 曙
教案序号	第 18、19 教案
教学目的	(1)了解车床的基本工作内容。 (2)了解生产实习课的任务。 (3)了解生产实习课的教学特点。 (4)理解文明生产和安全操作技术知识。 (5)了解本校或本厂的生产概况。
重点难点	
作 业	
复 习	
导 入	
小 结	机械模具实训工场，两节连上。

实训二 车工工作简介

一、实习教学要求

- (1)了解车床的基本工作内容。
- (2)了解生产实习课的任务。
- (3)了解生产实习课的教学特点。
- (4)理解文明生产和安全操作技术知识。
- (5)了解本校或本厂的生产概况。

二、入门知识

在机械加工中，车床是使用最广泛的机床，很多零部件是由车削加工来完成的。车床不仅能车削各种带旋转面的零件，而且在车床上安装附件和夹具，还可以进行镗削、磨削、研磨、铣削等加工。车工是机械加工中的主要工种之一，操作车床的技术工人称为车工。

作为职业学校的学生一定要奋发图强，努力学好理论知识，掌握好操作技能，适应科学技术的发展和社会的需求，为我国现代化建设做出应有的贡献。

三、车床的基本工作内容

工件旋转作主运动，车刀作进给运动的切削加工方法称为车削。车削加工的范围很广，最基本的车削内容有车外圆、车平面、车槽、切断、钻中心孔、钻孔、车孔、铰孔、车螺纹、车圆锥面、车成形面、滚花、攻螺纹以及盘绕弹簧等(见图 3-2)。

四、生产实习课的任务

生产实习课的任务是培养学生全面牢固地掌握本工种的基本操作技能；能独立完成本工种中级技术等级工件的操作技能；学会一定的先进工艺操作；能熟练地使用、调整本工种的主要设备；独立进行一级保养；正确使用工、夹、量具、刀具；具有安全生产意识和文明生产的习惯；养成良好的职业道德和敬业精神。要在生产实习教学过程中注意发展学生的智能，争取完成一至两个相近工种的基本操作技能训练。

五、实习教学的特点

生产实习课教学主要是培养学生全面掌握技术操作的技能、技巧，与文化理论课比较具有如下特点：

- (1)在教师讲解、进行示范操作指导下，学生观察、模仿、反复练习，使学生获得基本操作技能。
- (2)通过科学化、系统化和规范化的操作训练，让学生全面地进行基本功的操作练习。

(3)要求学生经常分析自己的操作动作和生产实习的综合效果,总结经验,改进操作方法,提高动手能力。

(4)通过生产实习课的学习,能逐步地培养学生养成良好的职业道德,成为具有一定操作技能型人才。

(5)生产实习教学是动手能力的教学,所以在整个生产实习教学过程中,都要教育学生树立安全操作和文明生产思想。

六、文明生产和安全操作

1. 文明生产

(1)文明生产的重要性文明生产是工厂管理的一项十分重要的内容,它直接影响产品质量的好坏,影响设备和工、夹、量具的使用寿命,影响操作工人技能的发挥。作为技工学校的学生,从开始学习基本操作技能时,就应重视培养文明生产的良好习惯,以适应企业的需要。

(2)文明生产包括以下内容

1)保持工作环境清洁,工具、量具、图样和工件摆放整齐布局合理,随手可取。工具、量具用后擦净,量具装入盒内。

2)工具箱布局应合理,保持清洁、整齐,重物放下面,轻的放上面。

3)不准在卡盘和床身导轨面上敲击或校直工件,如需在床身上放置物品应垫木板。

4)不准在车间奔跑乱扔东西,未经教师允许不得动用任何物件和机床。

5)工作中及时更换磨损和损坏的刀具。

6)车削铸铁、气割下料的工件,导轨上润滑油应擦去,工件上的型砂杂质应在加工前清除干净,以免磨坏床面导轨。

7)下班前,应清除车床上及车床周围的切屑和杂物,车床擦净后加润滑油,将床鞍摇至床尾一端,各传动手柄放到空档位置。关闭机床电源。

2. 安全操作

(1)安全生产重要性安全生产操作规程是每一个操作者必须遵守的规则,是保证操作者及他人人身安全及设备安全的准则,如违反这一准则就可能造成人身的伤害及设备的损坏,给个人和国家造成损失。

(2)安全操作规程包括以下内容

1)开机前,检查车床各部分机构是否完好,各手柄位置是否正确。检查所有注油孔,并进行润滑。然后低速运转约两分钟,察看运转是否正常。若发现机床有异常响声,立即关机检查修理(在手柄位置正确情况下)。

2)工作中,主轴需要变速时必须先停机再变速。

3)工作时,应穿工作服,袖口应扎紧,女同志应戴工作帽,头发应塞入帽中,操作中不准戴手套或其他手饰品。

4)工作时,头不应靠工件太近,高速切削时必须戴防护眼镜。

5)车床转动时,不准测量工件,不准用手去触摸工件表面。停机时,不准用手煞住转动着的卡盘。

6) 工件装夹完毕应随手取下卡盘扳手。棒料伸出主轴后端过长时应使用料架或挡板。

7) 应该用专用的钩子清除切屑，不允许用手直接清除。

8) 工作时，必须集中精力，身体和衣服不能靠近正在旋转的机床的零部件，如带轮、齿轮、卡盘。身体不准依靠在机床上。

9) 机床转动时，不应离开机床，若要离开机床，应关闭电源。

10) 调换齿轮时，应关闭电动机电源。

七、现场参观

(1) 参观历届学生的实习工件和生产的產品。

(2) 参观学校或工厂的机床设备。

八、讨论与考核

1. 讨论: (1) 对学习车工工作的认识和想法。

(2) 遵守实习工厂规章制度的重要意义。

(3) 注意文明生产和遵守安全操作规程的重要意义。

2. 考核文明生产、安全操作规程及其重要意义。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	车削加工的工艺范围和工艺特点
教 者	黄 曙
教案序号	第 20 教案
教学目的	1、掌握车削加工的工艺范围 2、掌握车削加工的工艺特点 3、了解部分车床附件
重点难点	1、车削加工的工艺范围 2、车削加工的工艺特点 3、三爪卡盘及其使用方法
作 业	1、P100. 10 2、简述三爪卡盘的使用方法
复 习	1、简述车床主要部件及其功用。 2、解释 CA6132 车床的含义。
导 入	车床能做什么？你马上就会知道。
小 结	安排实训课，在实训工场现场讲解、现场操作。

二、车削加工的工艺范围和工艺特点

车削加工就是在车床上使工件的旋转运动和刀具的直线运动相配合，切去工件上多余的金属层，以达到图样要求的一种切削加工。

1. 车削加工的工艺范围

车削加工之所以在机械加工中占有重要的地位和作用，主要是因为车削加工的范围很广，它可以车外圆、车端面、车台阶、切槽或切断、钻中心孔、钻孔、铰孔、车内孔、攻螺纹、车螺纹、车圆锥面、车特形面、滚花等，如图 3—7 所示。

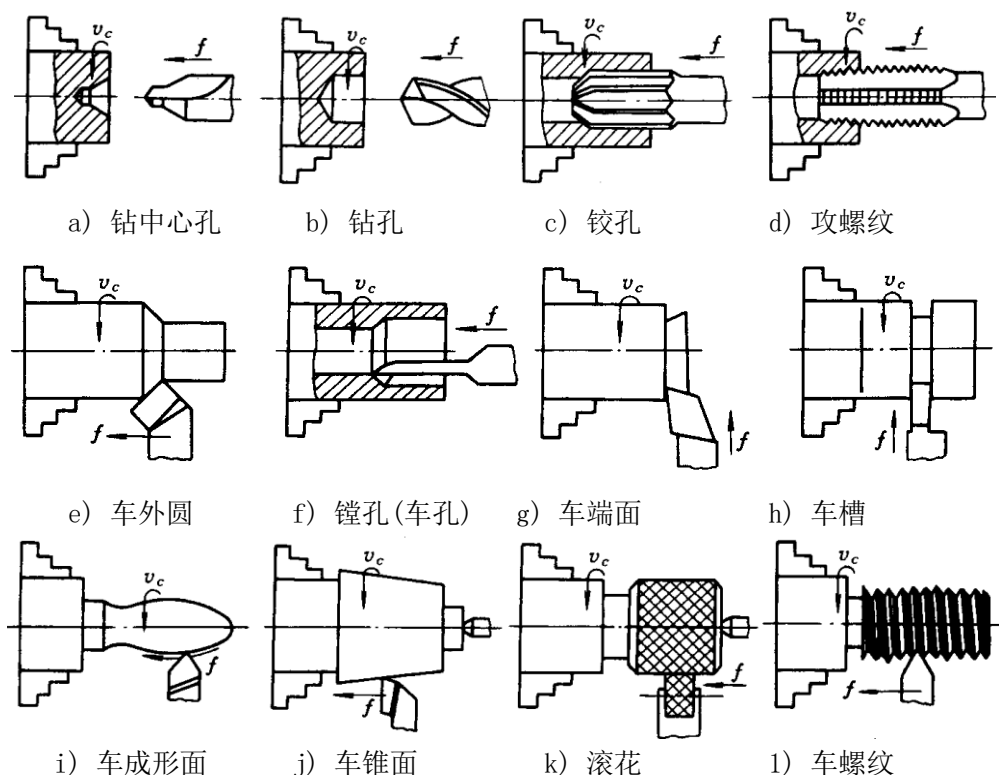


图 3—7 车床上所能完成的主要工作

如果在车床上安装其他附件和夹具，还可以进行磨削、珩磨、抛光、车多边形等。车床上加工的各种零件具有一个共同的特点——带有回转表面，而带有回转表面的零件在机器中所占比例是很大的。

2. 车削加工的工艺特点

(1) 车削属于等截面(即切削宽度、切削厚度均不变，其中，粗车时毛坯余量的不均匀可忽略不计)的连续切削，因此切削过程平稳，具备了高速切削和强力切削的重要条件，生产效率较高。

(2) 车削加工应用范围广泛，能很好地适应工件材料、结构、精度、表面粗糙度及生产批量的变化。既可车削各种钢材、铸件等金属，又可车削玻璃钢、尼龙、胶木等非金属。对不易进行磨削的有色金属零件的精加工，可采用金刚石车刀进行精

细车削来完成。

(3) 车刀一般为单刃刀具，其结构简单、制造容易、刃磨方便、装夹迅速。同时，便于根据加工要求选择刀具材料和刃磨合理的刀具角度。有利于保证加工质量、提高生产效率和降低生产成本。

(4) 在对不易断屑的塑性材料进行切削时，除合理地选择刀具几何角度和切削用量外，还应考虑断屑问题。

(5) 车削加工多用于粗加工或半精加工，其精度范围一般在 IT12~IT7 之间，表面粗糙度值 R_a 可达 $12.5 \sim 1.6 \mu\text{m}$ 。

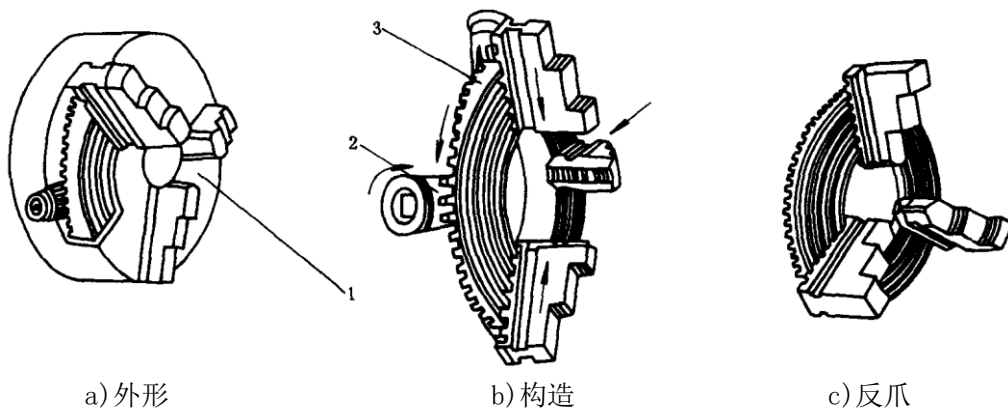
总之，车削加工具有适应性强、生产效率高和加工成本低的特点。

三、车床附件

安装工件时，应使工件相对于车床主轴轴线有一个确定的位置，并能使工件在受到外力(如重力、切削力和离心力等)的作用时，仍能保持其既定位置不变。为了安装形状各异、大小不同的工件，车床上常备有卡盘、花盘、顶尖、中心架、跟刀架等附件。

1. 卡盘

卡盘装在主轴前端，有三爪自定心卡盘和四爪单动卡盘两种。



1- 卡盘体 2- 小锥齿轮 3-大锥齿轮

图 3—8 三爪自定心卡盘的构造

1) 三爪自定心卡盘

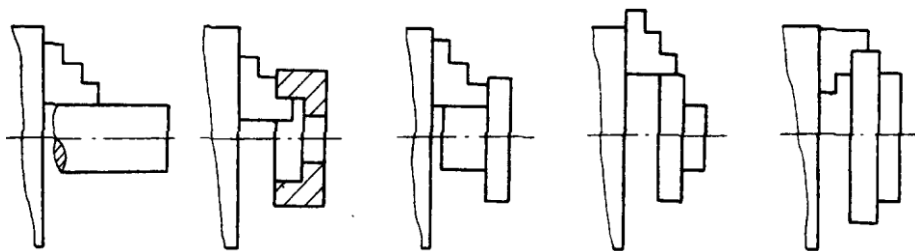
(1)三爪自定心卡盘的构造

三爪自定心卡盘的构造如图 3—8 所示。卡盘体 1 内装有三个小锥齿轮 2，转动其中任何一个锥齿轮都可以使与它啮合的大锥齿轮 3 旋转。大锥齿轮背面的平面螺纹与三个卡爪背面的平面螺纹相啮合。当大锥齿轮旋转时，三个卡爪就在卡盘体的径向槽内同步地向心或离心地移动，以夹紧工件或松开工件。卡爪一般采用淬硬钢，可分离的卡爪亦可将卡爪上部分用软钢制成。三爪自定心卡盘能自动定心，装夹工件后一般不需找正。由于制造精度和使用中安装及磨损的影响以及铁屑末堵塞等原因，三爪自定心卡盘的定心精度(即定位表面的轴线与机床回转轴线的同轴度)约为 $0.05 \sim 0.15\text{mm}$ 。

(2)三爪自定心卡盘的应用

三爪自定心卡盘的夹紧力较小，一般仅适用于夹持表面光滑的圆柱形、六角形截面的工件。三爪自定心卡盘装夹工件的形式，如图 3—9a)所示，它夹持圆棒料比较牢固，一般也无需找正。利用卡爪反撑内孔(图 3—9b)以及利用反爪夹持大工件外圆(图 3—9e)，一般应使端面贴紧卡爪端面。当夹持外圆而左端又不能贴紧卡爪时(图 4—13d)，应对工件进行找正，用锤轻击，直至工件径向圆跳动和端面圆跳动符合要求时，再夹紧工件。经过粗车端面和外圆的工件夹紧时，可采用如图 3—10 所示的方法找正。在刀架上夹一铜棒(或铝棒等软金属)，将工件轻轻夹持在三爪自定心卡盘上，开动车床低速旋转，使铜棒接触工件端面或外圆，并略加压力，使工件表面与铜棒完全接触为止，停车后再夹紧工件。

零件数量较多时，为了减少找正时间，可在工件与卡盘之间加一平行垫块。加工盘形或套类零件时，在车削一端面和内孔之后车削另一端面时，为了保证两端面的平行度要求或内孔与端面的垂直度要求，可采用端面挡块找正法。

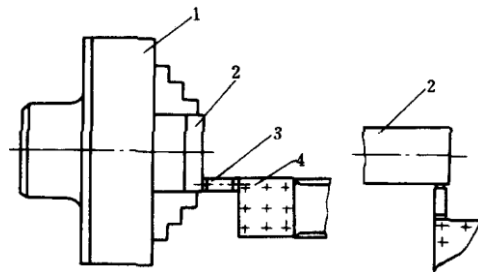


a) 夹持圆棒料 b) 利用卡爪反撑内孔 c) 夹持小外圆 d) 夹持大外圆 e) 用反爪夹持大工件

图 3—9 三爪自定心卡盘装夹工件的形式

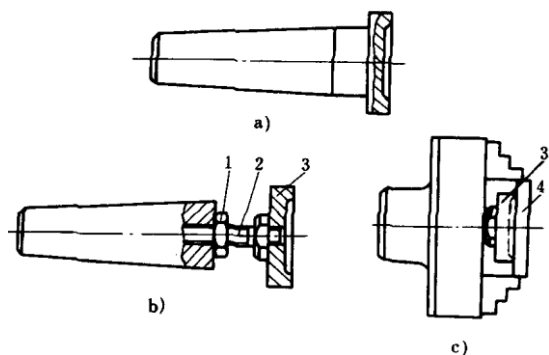
图 3—11 所示为端面挡块的形式。图 3—11a 所示为整体端面挡块，带有圆锥体的一端插入车床主轴孔中，另一端的端面与轴线的垂直度偏差小于 0.01mm ，必要时可将其插入主轴锥孔之后精车端面，并以此端面作为工件端面的定位元件。使用时将工件端面紧贴挡块端面，再夹紧工件。

图 3—11b 为可调的端面挡块结构，其特点是支承块 3 的位置可根据需要进行调整。图 3—11c 为挡块使用方法，装夹时工件 4 的左端面与支承块 3 贴紧，再夹紧工件。



1—卡盘 2—工件 3—铜棒 4—刀架

图 3—10 铜棒找正法



a) 整体端面挡块 b) 可调端面挡块 c) 挡块装夹图

1—螺母 2—螺杆 3—支承块 4—工件

图 3—11 端面挡块

(3) 三爪自定心卡盘与车床主轴的连接

以 C6132 车床为例，三爪自定心卡盘与 C6132 车床主轴连接的结构，如图 3—12 所示。主轴前端的外锥面与三爪后盘 4 的锥孔配合起定心作用，键 3 用以传递转矩，螺母 2 对卡盘进行轴向锁紧。

(4) 三爪自定心卡盘装夹工件的注意事项

- 1) 毛坯上的飞边、凸台应避开三爪的位置。
- 2) 卡爪夹持毛坯外圆面长度一般不应小于 10mm，不宜夹持长度较短又有明显锥度的毛坯外圆。
- 3) 工件找正后必须夹牢。
- 4) 夹持棒料和圆筒工件，悬伸长度一般不宜超过直径的 3~4 倍，以防止工件弯曲、顶落而造成打刀事故。
- 5) 工件装夹后，卡盘扳手必须随即取下，以防开车后扳手撞击床面后飞出，造成人身事故。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	实训三 三爪自定心卡盘
教 者	黄 曙
教案序号	第 21、22 教案
教学目的	(1)了解三爪自定心卡盘的规格、结构和用途。 (2)能掌握三爪自定心卡盘零部件的拆装。 (3)能在主轴上装卸三爪自定心卡盘和了解装卸的安全知识。
重点难点	
作 业	
复 习	
导 入	
小 结	

实训三 三爪自定心卡盘

一、实习教学要求

- (1) 了解三爪自定心卡盘的规格、结构和用途。
- (2) 能掌握三爪自定心卡盘零部件的拆装。
- (3) 能在主轴上装卸三爪自定心卡盘和了解装卸的安全知识。

二、相关工艺知识

三爪自定心卡盘是车床上常用夹具，用以装夹工件，并带动工件一起旋转，实现主运动。

1. 三爪自定心卡盘的结构和规格 常用三爪自定心卡盘的规格有 150mm、200mm、250mm 三种规格，三爪自定心卡盘的结构和形状如图 a—6 所示。它主要由外壳体、小锥齿轮、防尘盖板和三个卡爪等零件组成。当卡盘搬手方榫插入小锥齿轮 2 的方孔中转动时，就带动大锥齿轮 3 旋转。大锥齿轮背面是平面螺纹，平面螺纹又和卡爪 4 的端面螺纹啮合，因此就能带动三个卡爪同时沿径向运动以夹紧或松开工件。

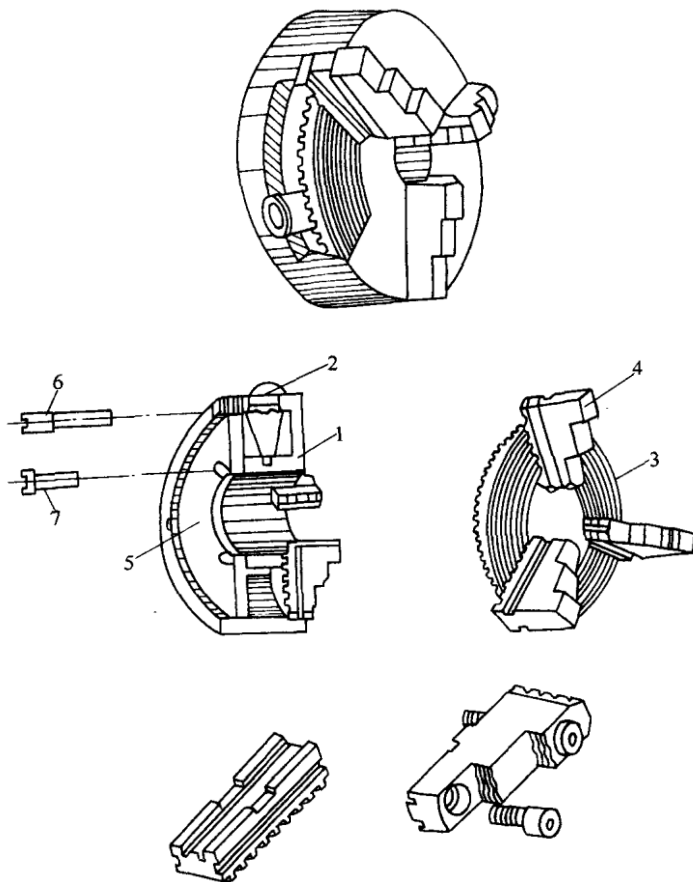


图 a—6 三爪自定心卡盘结构

1 一壳体 2 小锥齿轮 3 一大锥齿轮 4 一卡爪 5 防尘盖板 6 一定位螺钉 7 一紧固螺钉

2. 三爪自定心卡盘的优缺点三爪自定心卡盘能自动定心, 安装工件快捷、方便, 但夹紧力不如单动四爪卡盘大。一般用于形状规则(如圆柱形、正六边形等)的中、小工件的装夹。

3. 三爪自定心卡盘零部件的拆装方法

(1) 拆三爪自定心卡盘零部件的方法

1) 松去三个定位螺钉 6, 取出三个小锥齿轮 2。

2) 松去三个紧固螺钉 7, 取出防尘盖板 5 和带有平面螺纹的大锥齿轮 3, 拿出三个卡爪 4。

3) 清洗所有零部件并擦干净, 除三卡爪外其余部分件按顺序安装好。

(2) 装三个卡爪的方法装卡爪时, 用卡盘扳手顺时针旋转小锥齿轮, 带动大锥齿轮转动。当平面螺纹的外圈第一牙将要接近壳体 1 号槽时, 将卡爪 1 装入槽内并下压, 感到与平面螺纹接触后, 顺时针转动小锥齿轮半圈, 使卡爪 1 旋入平面螺纹内。其余 2 号、3 号卡爪按顺序装入, 装法与前相同。

4. 三爪自定心卡盘在主轴上的安装方法 由于三爪自定心卡盘是通过连接盘与车床主轴连为一体的, 所以连接盘与车床主轴、三爪自定心卡盘之间的同轴度要求很高。连接盘与主轴及卡盘间的连接方式如图 a-7 所示。

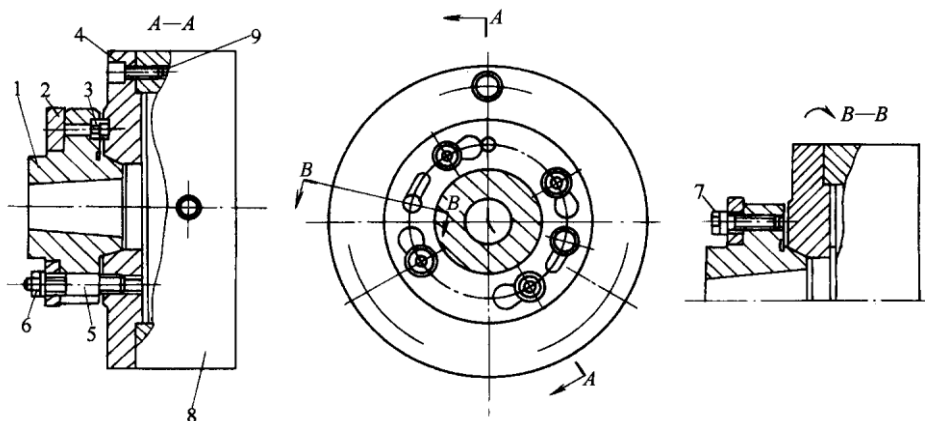


图 a—7 连接盘与主轴、卡盘的连接

1 一主轴 2 一锁紧盘 3 一端面键 4 一连接盘 5 一螺栓 6 一螺母 7、9 一螺钉 8 一卡盘

CA6140 型车床主轴前端为短锥法兰盘型结构, 用以安装连接盘。连接盘由主轴上的短圆锥面定位。安装前, 要根据主轴短圆锥面和卡盘后端的台阶孔径配制连接盘。安装时, 让连接盘 4 的四个螺栓 5 及其上的螺母 6 从主轴轴肩和锁紧盘 2 上的孔内穿过, 螺栓中部的圆柱面与主轴轴肩上的孔精密配合, 然后将锁紧盘转过一个角度, 使螺栓进入锁紧盘上宽度较窄的圆弧槽段, 把螺母卡住, 接着再拧紧螺母, 于是连接盘便可靠地安装在主轴上。

连接盘前面的台阶面是安装卡盘 8 的定位基面, 与卡盘的后端面和台阶孔(俗称止口)配合, 以确定卡盘相对于连接盘的正确位置(实际上是相对主轴中心的位置)。通过三个螺钉 9 将卡盘与连接盘连接在一起。这样, 主轴、连接盘、卡盘三者

可靠地连为一体，并保证了主轴与卡盘的同轴度。

图 a—22 中端面键 3 可防止连接盘相对主轴转动，是保险装置。螺钉 7 为拆卸连接盘时用的顶丝。

三、操作练习内容

(1) 三爪自定心卡盘零部件的拆装练习。

(2) 三爪自定心卡盘在主轴上安装操作练习。

(3) 注意事项

1) 卡盘零件拆下后应装盒内，以免丢失。

2) 在主轴上装卸卡盘时应关闭电源。

3) 装卸卡盘时，在主轴孔内放一比孔径稍小的硬木棒，另一端伸出卡盘之外，并在床面导轨上放一木板，以防卡盘掉下砸坏床面。

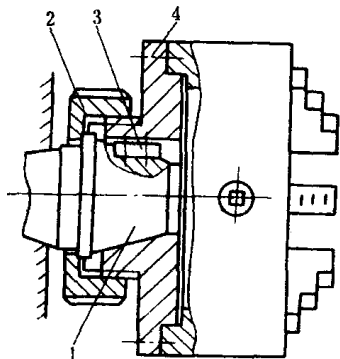
4) 装卡盘时，应把卡盘和连接盘各表面擦净(尤其是定位配合表面)并涂油。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	车床附件（二）
教 者	黄 曙
教案序号	第 23 教案
教学目的	1、掌握四爪单动卡盘 2、了解花盘 3、
重点难点	1、四爪单动卡盘的应用 2、花盘的作用
作 业	1、四爪单动卡盘如何找正工件？ 2、简述四爪单动卡盘的适用范围。
复 习	1、简述车削加工的工艺范围和工艺特点
导 入	三爪卡盘装夹工件最大的特点就是快，因为是自定心，但它有不足，就是精度不高，四爪卡盘跟它正相反。
小 结	四爪单动卡盘与三爪卡盘应用的区别

2) 四爪单动卡盘

(1) 四爪单动卡盘的结构

四爪单动卡盘的外形如图 3—13 所示。卡盘体上有四条径向槽，四个卡爪安置在槽内，卡爪背面以螺纹与螺杆相配合。螺杆端部设有一方孔，当用卡盘扳手转动某一螺杆时，相应的卡爪即可移动。将卡爪调转 180° 安装即成反爪，也可根据需要使用一个或两个反爪，而其余的仍用正爪。



1-主轴 2-螺母 3-键 4-三爪后盘

图 3—12 三爪自定心卡盘与车床主轴连接的结构

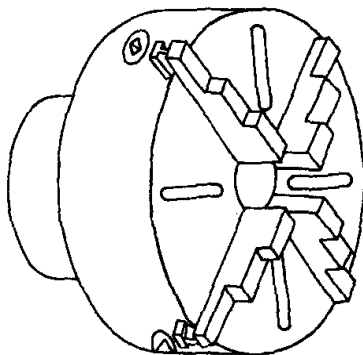


图 3—13 四爪单动卡盘

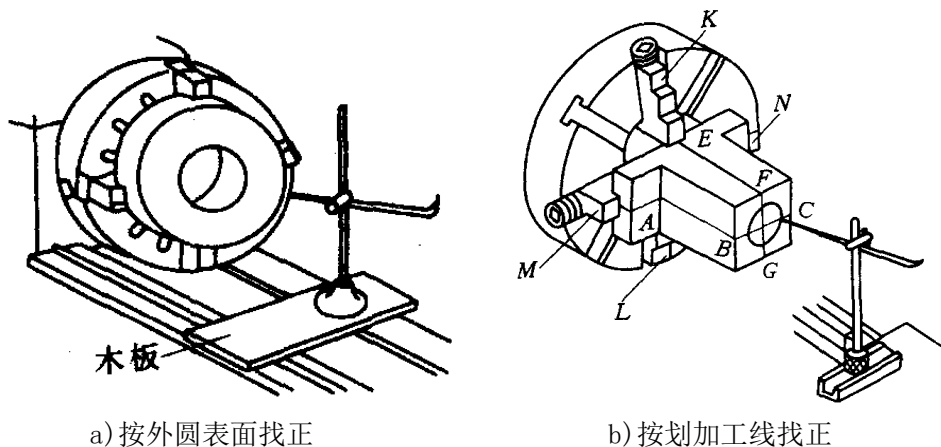
(2) 四爪单动卡盘的应用

四爪单动卡盘不能自动定心，用其装夹工件时，为了使定位基面的轴线对准主轴旋转中心线，必须进行找正。找正精度取决于找正工具和找正方法。

①用划线盘按工件内、外圆表面找正(图 3—14a)，按工件已划的加工线找正(图 3—14b)，这两种方法的定心精度较低，约为 0.2~0.5mm。

②用百分表按工件已精加工过的表面找正(图 3—15)，其定心精度可达 0.02~0.01mm。

用百分表找正轴类工件(图 3—15a)。工件装夹用四爪单动卡盘。先初找靠卡盘一端的外圆表面，旋转卡盘及调整卡爪，使百分表读数在 0.02mm 之内；然后移动床鞍，将百分表移至工件另一端，再旋转卡盘并用铜棒敲动



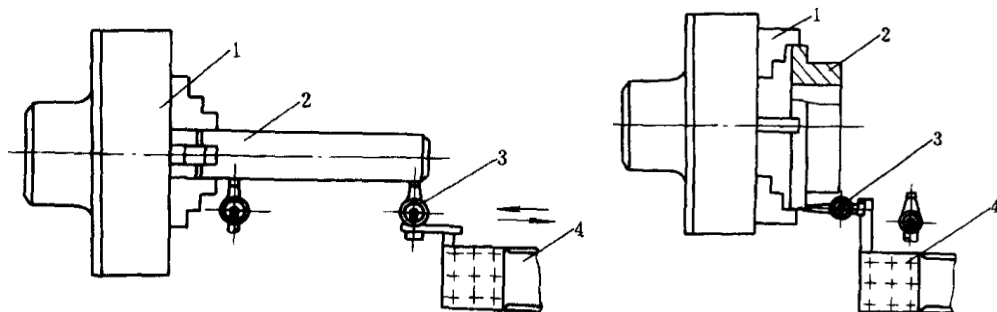
a) 按外圆表面找正

b) 按划加工线找正

图 3—14 划线盘找正工件

此端的外表面，使百分表读数在 0.02mm 之内；最后，再复找靠卡盘一端的外圆表面和另一端的外圆表面，经过反复多次找正，直至符合要求为止。

图 3—15b 是用百分表找正盘类工件端面圆跳动的情况。用百分表找正时，百分表指针的压入量一般在 0.5mm 内，否则会影响灵敏度，降低找正精度。



a) 轴类工件找正情况

b) 盘类工件找正情况

1—四爪单动卡盘 2—工件 3—百分表 4—刀架

图 3—15 百分表找正法

③四爪单动卡盘的适用范围。四爪单动卡盘可装夹截面为方形、长方形、椭圆以及其它不规则形状的工件(图 3—16)。由于其夹紧力比三爪自定心卡盘大，亦常用来安装较大圆形截面的工件。由于找正精度较高，常用来装夹位置精度较高又不宜在一次装夹中完成加工的工件，但找正费时，找正效率低，因而只适宜单件、小批生产中工件的装夹。

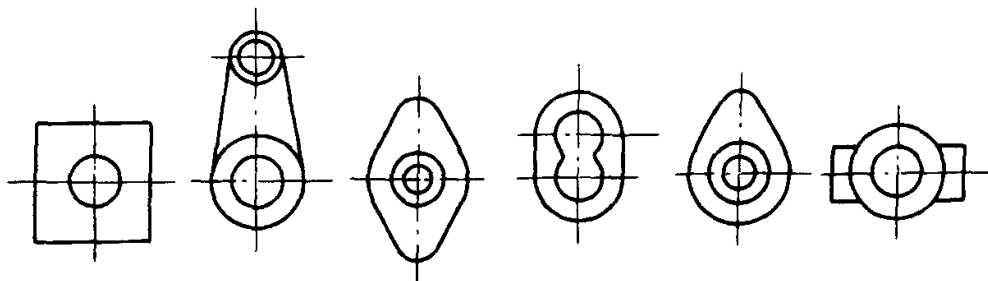


图 3—16 四爪单动卡盘可装夹工件举例

2. 花盘

花盘装在主轴前端，它的盘面上有几条长短不同的通槽和 T 形槽，以便用螺栓、压板等将工件压紧在它的工作面上，通常，它用于安装形状比较特别的工件。在花盘上安装工件时，应根据预先在工件上划好的基准线来进行找正，最后再将工件压紧。对于不规则的工件，应加平衡块予以平衡，以免因重心偏移而使加工过程产生振动，甚至出现意外事故。

当工件被加工表面的回转轴线与其基准面垂直时，可以将工件直接安装在花盘的工作平面上(图 3—17a)；当工件被加工表面的回转轴线与其基准面平行时，可以借助角铁来固定工件(图 3—17b)。通常在花盘上安装的工件应该有一个较大的平面(基准平面)能与花盘或角铁的工作平面贴合或间接贴合。

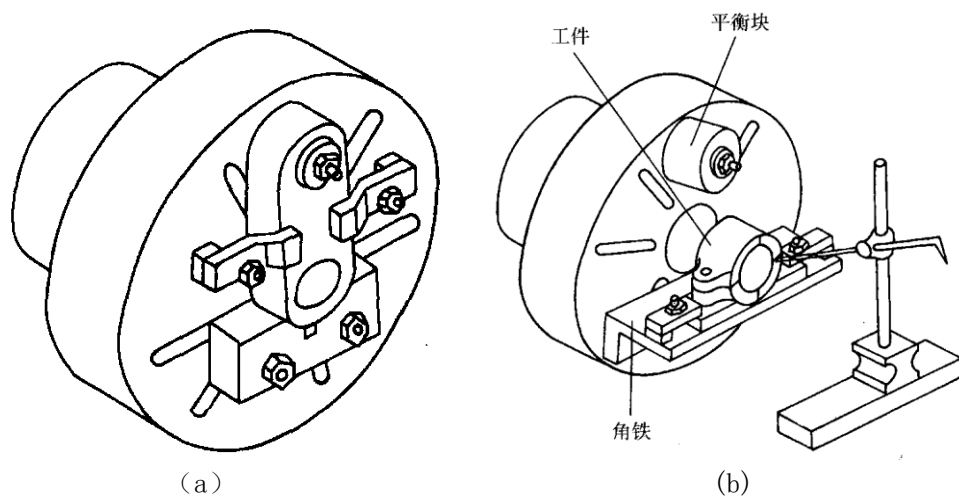


图 3—17 花盘安装工件实例

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	车床附件（三）
教 者	黄 曙
教案序号	第 24 教案
教学目的	1、熟练掌握顶尖、拨盘和鸡心夹头 2、熟练掌握中心架与跟刀架 3、了解心轴与弹簧卡头
重点难点	1、顶尖、拨盘和鸡心夹头的使用方法 2、中心架与跟刀架的应用 3、心轴与弹簧卡头
作 业	1、鸡心夹头有哪几种形式，如何使用？ 2、在什么情况下要使用中心架或跟刀架，它们有何区别？
复 习	说说四爪单动卡盘与三爪卡盘的区别
导 入	在机床上还有很多特形零件要加工，它们的安装必须有特殊的装备。
小 结	安排实训课，认识和操作附件。

3. 顶尖、拨盘和鸡心夹头

顶尖有前顶尖和后顶尖之分。顶尖的锥角一般都为 60° 。顶尖的作用就是定中心，并承受工件的重力和切削力。

前顶尖通常装在一个专用标准锥套内，再将锥套插入车床主轴锥孔中(图 3-18a)，也可以将一段钢料直接夹在三爪自定心卡盘上车出锥角来代替前顶尖(图 3-18b)。这样的前顶尖准确、方便，但从卡盘上卸下来后，再次使用时必须重车一刀，以保证顶尖锥面的轴线与车床主轴旋转轴线重合。

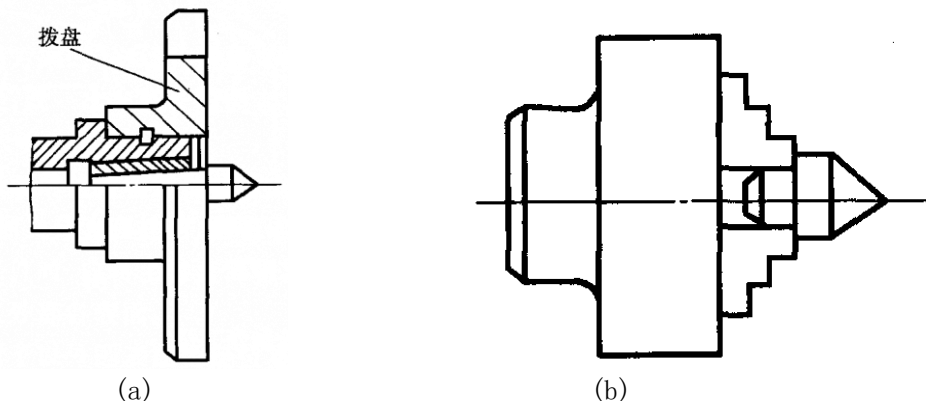


图 3—18 前顶尖

后顶尖是插在车床尾座套筒内使用的。后顶尖有死顶尖和活顶尖两种。死顶尖常用的有普通顶尖、镶硬质合金顶尖和反顶尖等(图 3—19)。死顶尖的定心精度高、刚性好。但由于顶尖与工件中心孔之间相对运动产生的剧烈摩擦，易导致顶尖严重磨损，甚至“烧”坏，所以，常用镶硬质合金的顶尖或对工件中心孔进行研磨，以减小摩擦。死顶尖一般用于工件精度要求较高，低速加工的场合。

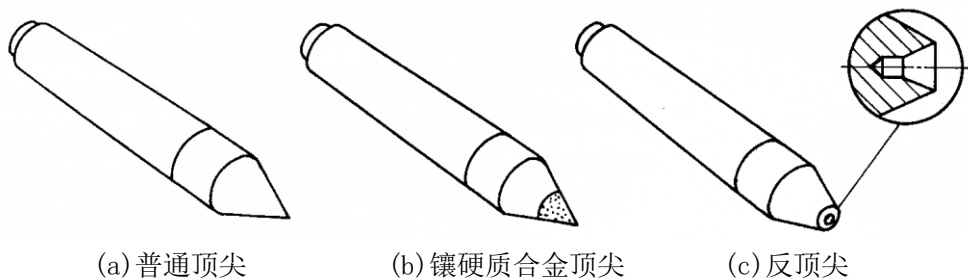


图 3—19 死顶尖

活顶尖内部装有滚动轴承，转动灵活(图 3—20)。顶尖与工件一起转动，没有摩擦，避免了顶尖和工件中心孔的磨损，能承受较高转速下的加工，但支承刚性较差，且存在累积误差，使用一段时间后，这种误差将随着活顶尖内部各零件的磨损逐渐加重而日益增大。所以，活顶尖适宜于工件加工精度要求不太高的场合。

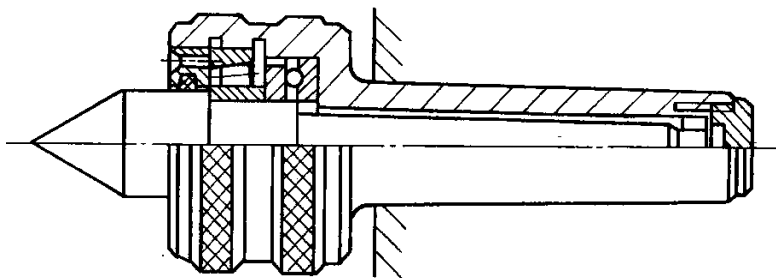


图 3—20 活顶尖

一般前、后顶尖是不能直接带动工件的，它必须借助拨盘和鸡心夹头来带动工件旋转。拨盘装在车床主轴上，其形式有两种：一种是带有 U 形槽的拨盘，用来与弯尾鸡心夹头相配带动工件旋转(图 3—21a)；另一种是装有拨杆的拨盘，用来与直尾鸡心夹头相配带动工件旋转(图 3—21b)。鸡心夹头的一端与拨盘相配，另一端装有方头螺钉，用来固定工件。

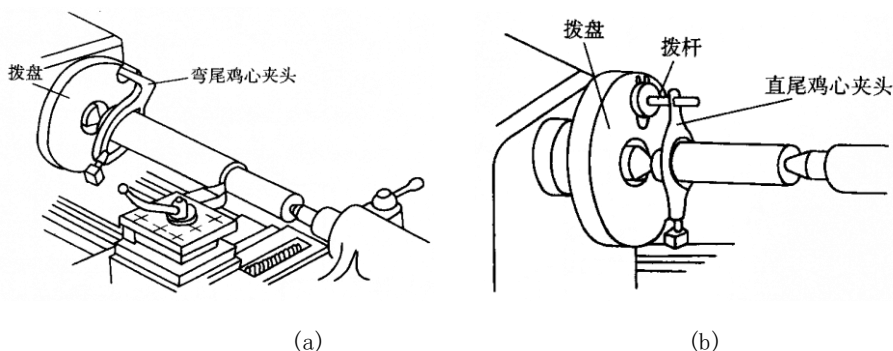


图 3—21 用鸡心夹头装夹工件

4. 中心架与跟刀架

轴类零件长度与直径之比(L/d)大于 20 时，即为细长轴。加工细长轴时，为了防止其弯曲变形，必须使用中心架或跟刀架作为辅助支承。较长的轴类零件在车端面、钻孔或车孔时，无法使用后顶尖，如果单独依靠卡盘安装，势必会因工件悬伸过长而产生弯曲，安装刚性很差，容易引起振动，甚至不能加工。此时，必须用中心架作为辅助支承。使用中心架或跟刀架作为辅助支承时，都要在工件的支承部位预先车削出定位用的光滑圆柱面，并在工件与支承爪的接触处加机油润滑。

中心架上有三个等分布置并能单独调节伸缩的支承爪。使用时，用压板、螺钉将中心架固定在床身导轨上，调节

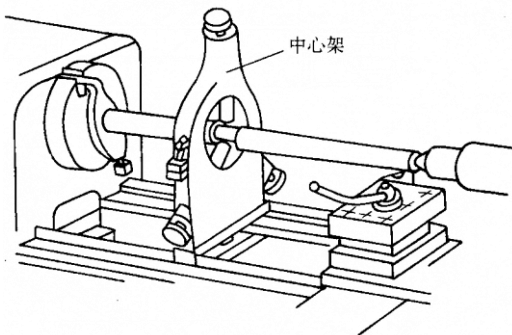


图 3—22 中心架的应用

支承爪，使工件轴线与主轴轴线重合，且支承爪与工件表面的接触应松紧适当，如图 3—22 所示。

跟刀架上一般有两个能单独调节伸缩的支承爪，它们分别安在工件的上面和车刀的对面，如图 3—23a 所示。加工时，跟刀架的底座用螺钉固定在床鞍的侧面，并与车刀一起随床鞍作纵向移动。每次走刀前应先调整支承爪的高度，使之与已车小的圆柱面重新保持松紧适当的接触。这种跟刀架由于只有两个支承爪，所以，安装刚性差，加工精度低，不适宜高速切削。另外还有一种具有三个支承爪的跟刀架(图 3—23b)，它的安装刚性较好，加工精度较高，并能适宜高速切削。

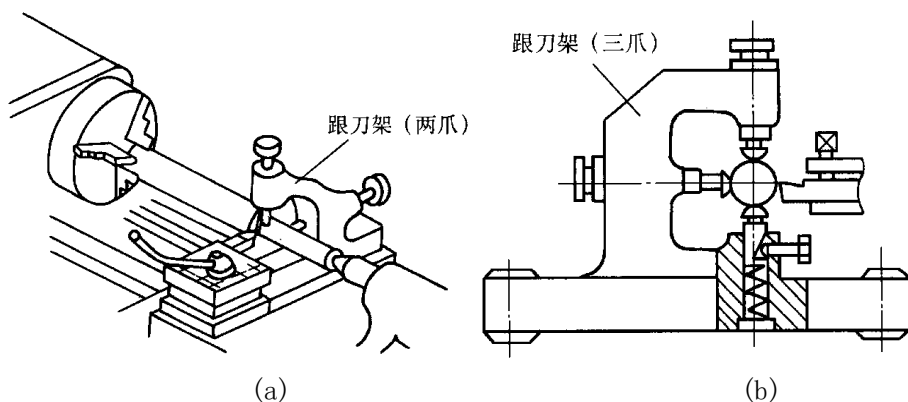


图 3—23 跟刀架的应用

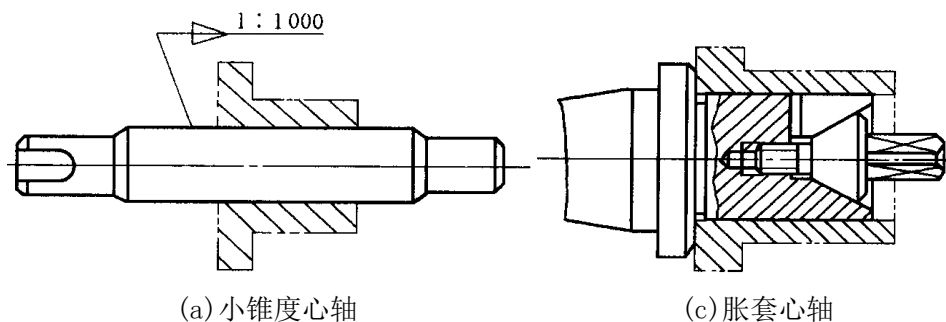
使用中心架或跟刀架时，必须先调整尾座套筒轴线与主轴轴线的同轴度。就定位精度而言，中心架要高于跟刀架；就一次车削长度而言，跟刀架要好于中心架。

5. 心轴与弹簧卡头

工件的内外圆表面的位置精度要求较高时，采用夹紧心轴。心轴可以分为实心心轴和胀套心轴两类，而实心心轴又分为圆柱形、圆锥形等心轴，如图 3—24 所示。

使用心轴装夹工件时，应将工件全部粗车完后，再将内孔精车好，然后以内孔为定位精基准，用心轴装夹来精加工外部各表面。

弹簧卡头主要用于以外圆表面为定位基准的工件的夹紧。此时，常常是工件外圆表面结构简单，而内孔表面结构较复杂的情况(图 3—25)。弹簧套筒在压紧螺母的压力下向中心均匀收缩，使工件获得准确的定位和牢固的夹紧，从而获得较高的位置精度。



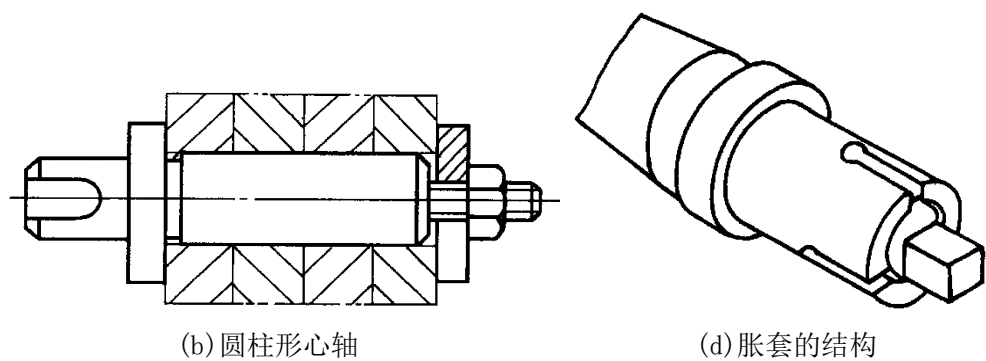


图 3—24 常用心轴

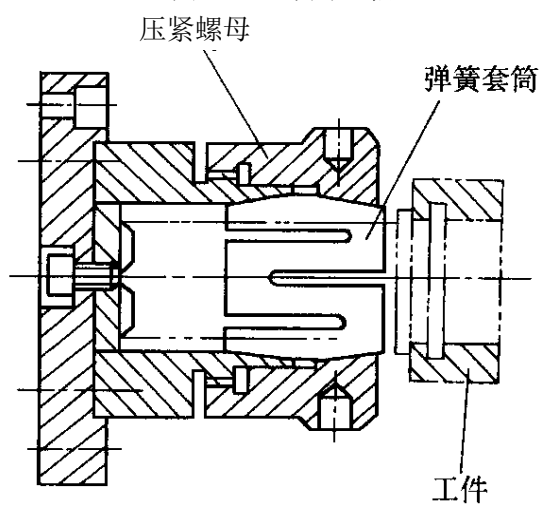


图 3—25 弹簧卡头

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	车床的操作及调整（一）
教 者	黄 曙
教案序号	第 25 教案
教学目的	1、主轴开停和换向装置 2、主轴开停、换向和制动的操纵机构 3、主轴变速操纵机构
重点难点	1、主轴开停和换向装置的工作原理及调整 2、主轴开停、换向和制动的操纵机构工作原理及制动器的调整 3、主轴变速操纵机构工作原理
作 业	1、P100.12 2、P100.13 3、P100.14 4、P100.17
复 习	机床常用的附件有哪些，选一个说说它的作用。
导 入	了解了车床上主要的零件和附件以后，下面我们来了解车床的操作。
小 结	安排实训课，现场教学。

第三节 车床的操作及调整

一、主轴开停和换向装置

主轴开停、换向装置是由双向片式摩擦离合器构成的。它的结构由左、右相同的两部分组成。左离合器用于主轴正转进行切削加工的开停，需传递的转矩较大，所以摩擦片数较多；右离合器用于主轴反转退回的开停，故摩擦片数较少。

图 3—26 所示为 CA6140 型卧式车床双向片式摩擦离合器中的左离合器。内摩擦片的孔是花键孔，装在轴工的花键上，随轴旋转。外摩擦片的孔是直径略大于花键大径的圆孔，其外圆上有四个凸缘嵌在空套于轴 I 上的双联齿轮套筒的槽中。若干内、外摩擦片相间安装，内、外摩擦片未被压紧时，彼此互不联系，轴 I 不能带动

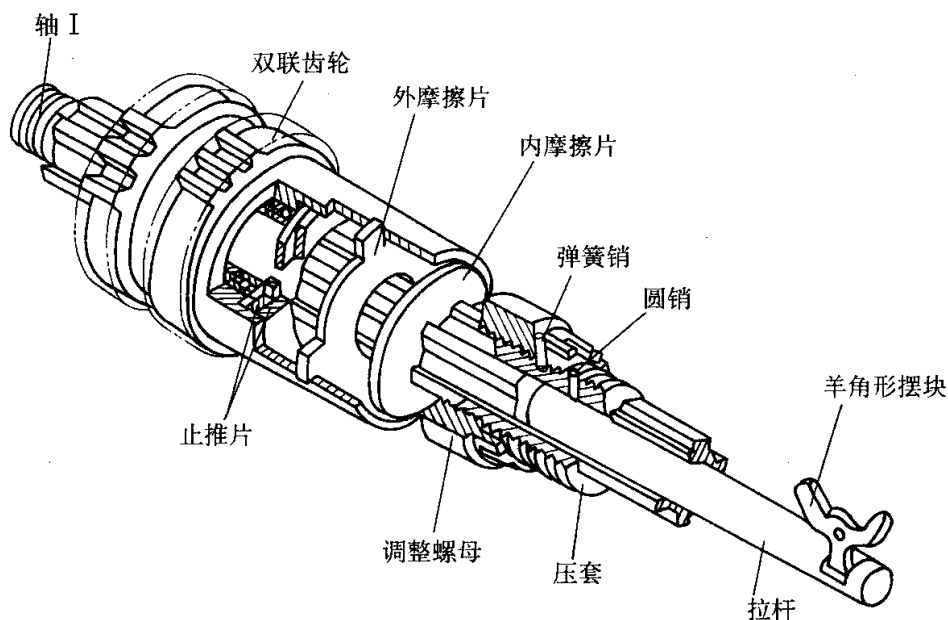


图 3—26 CA6140 双向片式摩擦离合器(左)

双联齿轮转动。当操纵机构拨动羊角形摆块绕其销轴顺时针摆动时，其下端凸缘便推动装在轴工内孔中的拉杆向左移动，并通过固定在拉杆左端的圆销，带动压套和调整螺母，将内外摩擦片压紧在止推片上，轴 I 的转矩便通过摩擦片间的摩擦力矩传递给双联齿轮，使主轴正转。反之，当拨动羊角形摆块绕其销轴逆时针摆动时，压套右移，将右离合器中的内、外摩擦片压紧，使轴 I 与单个空套齿轮连接，主轴便反转。羊角形摆块处于中间位置时，左、右离合器的摩擦片均松开，主轴便停止转动。

当工作过载时，摩擦片间就打滑，便可以避免损坏机床，这就是摩擦离合器的过载保护作用。摩擦片间的压紧力是根据离合器应传递的额定转矩确定的。压紧力的大小可用拧在压套上的调整螺母来调整(左、右离合器各有一个调整螺母)。压下弹簧销，然后转动调整螺母，使其相对压套作适量轴向位移，即可改变摩擦片间的

压紧程度，从而调整了离合器所能传递转矩的大小。调整后弹簧销复位，插入调整螺母的凸缘槽口中，防止调整螺母在旋转中自行松开(图 3—27)。

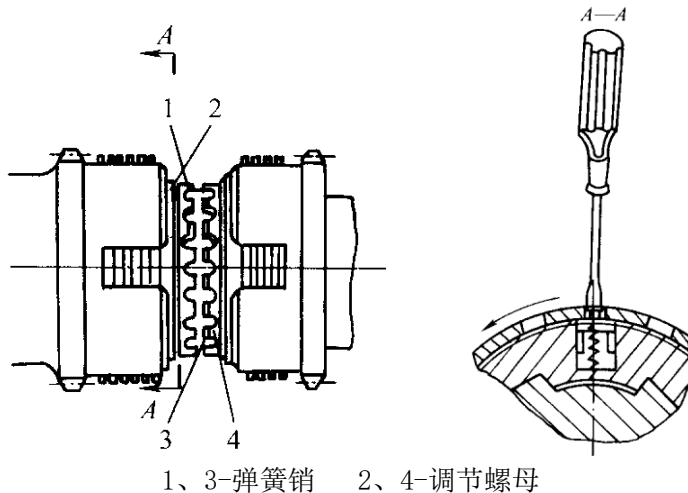


图 3—27 双向多片式摩擦离合器的调整

二、主轴开停、换向和制动的操纵机构

图 3—28 所示为 CA6140 型卧式车床主轴开停、换向和制动的操纵机构。离合器的位置，可由手柄操纵，向上扳动手柄时(为了操纵方便，在操纵杆上装有两个手柄，一个在进给箱右侧，如图示；另一个在溜板箱右侧，图中未画出)，通过曲柄 1、拉杆 1 和曲柄 2 组成的杠杆机构，使扇齿轮轴和扇齿轮顺时针转动，传动齿条轴及固定在其左端的拨叉右移，拨叉又带动滑套右移，使羊角形摆块顺时针转动，双向片式摩擦离合器的左部分接合，主轴起动正转；反之，当手柄扳至下面时，双向片式摩擦离合器的右部分接合，主轴反转。手柄扳至中间位置时，齿条轴和滑套均处在中间位置，左、右离合器均脱开，主轴传动断开，此时齿条轴的凸起部分压着制动

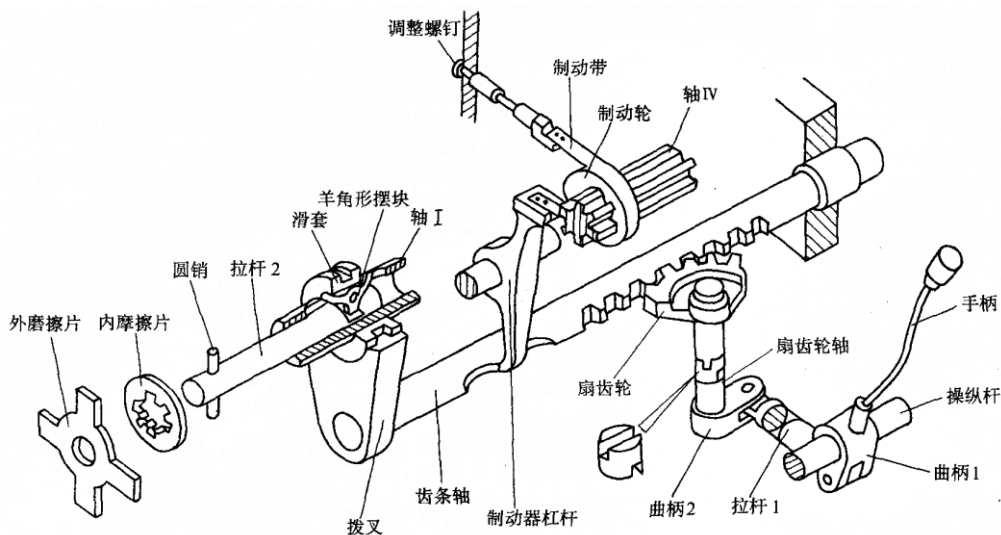
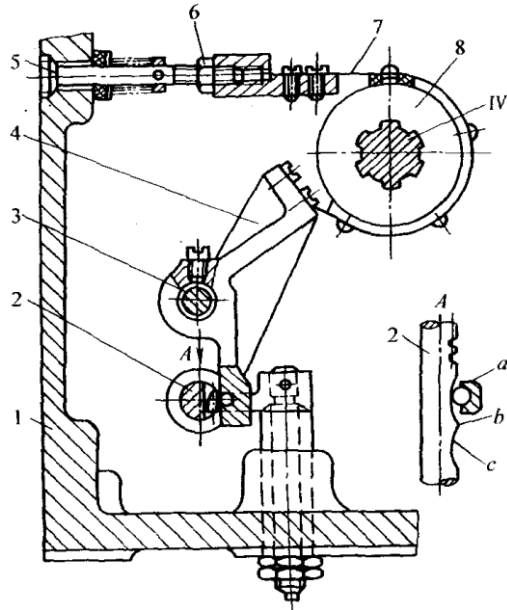


图 3—28 CA6140 主轴开停、换向及制动操纵机构

编写者：黄 曙

器杠杆的下端，将制动带拉紧，抱紧固定在轴 IV(主轴)上的制动轮，致使主轴制动。制动带的拉紧程度，可以通过制动带另一端与主轴箱后壁相连的调整螺钉来调节(图 3—29)。当左或右离合器接合时，制动器杠杆的下端均落入齿条轴的左、右圆弧槽中，使制动带松开，主轴不受制动。



1-主轴箱 2-齿条轴 3-轴 4-杠杆 5-调节螺钉 6-螺母 7-制动带 8-制动轮

图 3—29 制动器的调整

三、主轴变速操纵机构

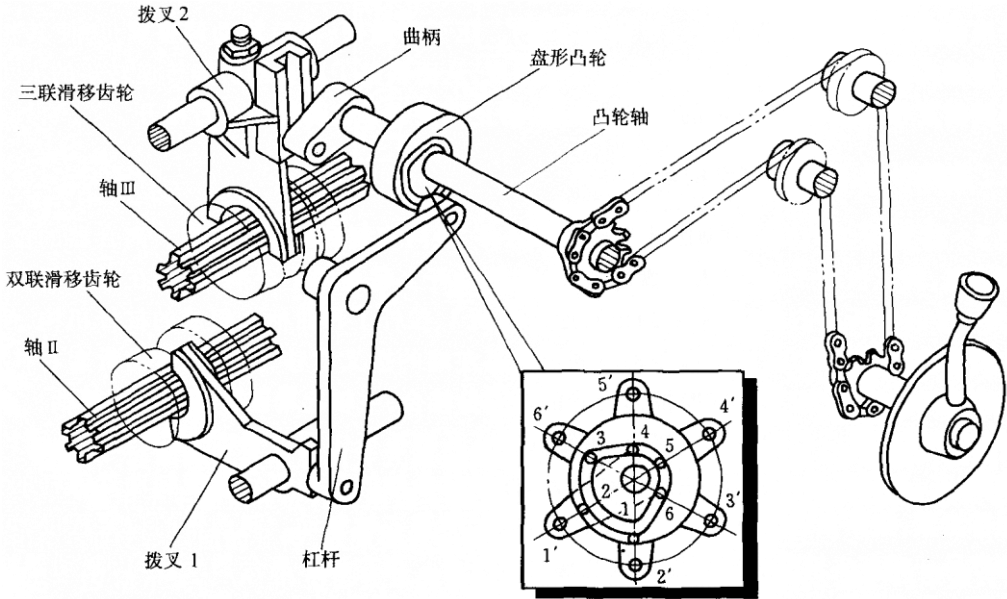


图 3—30 CA6140 变速操纵机构

编写者：黄 曙

图 3—30 所示为 CA6140 型卧式车床轴 II、轴 III 变速操纵机构示意图。该机构用一个手柄同时操纵轴 II 和轴 III 上的双联滑移齿轮和三联滑移齿轮，使轴 I ~ III 之间获得 6 种传动比。变速手柄装在主轴箱的前壁上，转动手柄，通过链条可使凸轮轴转动(手柄轴与凸轮轴的传动比为 1: 1)，凸轮轴上除装有盘形凸轮外，还装有曲柄。盘形凸轮上有一条封闭的曲线槽，由两段不同半径的圆弧和过渡直线组成，凸轮上有 1~6 个变速位置。杠杆上端的滚子处在凸轮槽曲线的大半径圆弧处(即位置 1、2、3 处)，杠杆经拨叉 1 将轴 II 上的双联滑移齿轮移向左端位置；杠杆上端的滚子处在凸轮槽曲线的小半径圆弧处(即位置 4、5、6 处)，杠杆经拨叉 1 将轴 II 上的双联滑移齿轮移向右端位置。

曲柄随凸轮轴转动，带动拨叉 2 拨动轴 III 上的三联滑移齿轮，使它处于左、中、右三个位置。顺次转动手柄，就可使两个滑移齿轮的位置实现 6 种组合，即轴 III 得到 6 种转速。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	车床的操作及调整（二）
教 者	黄 曙
教案序号	第 26 教案
教学目的	1、掌握纵、横向机动进给机构 2、了解卧式车床的其他调整 3、
重点难点	1、纵、横向机动进给机构 2、中滑板丝杠与螺母间隙的调整 3、导轨间隙的调整 4、尾座轴线与主轴轴线的同轴度调整
作 业	1、P100. 16
复 习	简述主轴开停、换向和制动的操纵机构的操作流程。
导 入	继续学习其它操作机构
小 结	安排实训课，现场教学。

四、纵、横向机动进给机构

图 3—31 所示为 CA6140 型卧式车床的纵、横向机动进给机构。该机构由一个手柄集中操纵，手柄的扳动方向与刀架运动方向一致。手柄在中间位置时，刀架不动。

当向左扳动手柄时，使手柄座绕销轴摆动(销轴装在轴向固定的操纵轴 1 上)，手柄座下端的开口槽通过球头销拨动操纵轴 2 向右移动，再经杠杆 1 和连杆使圆柱

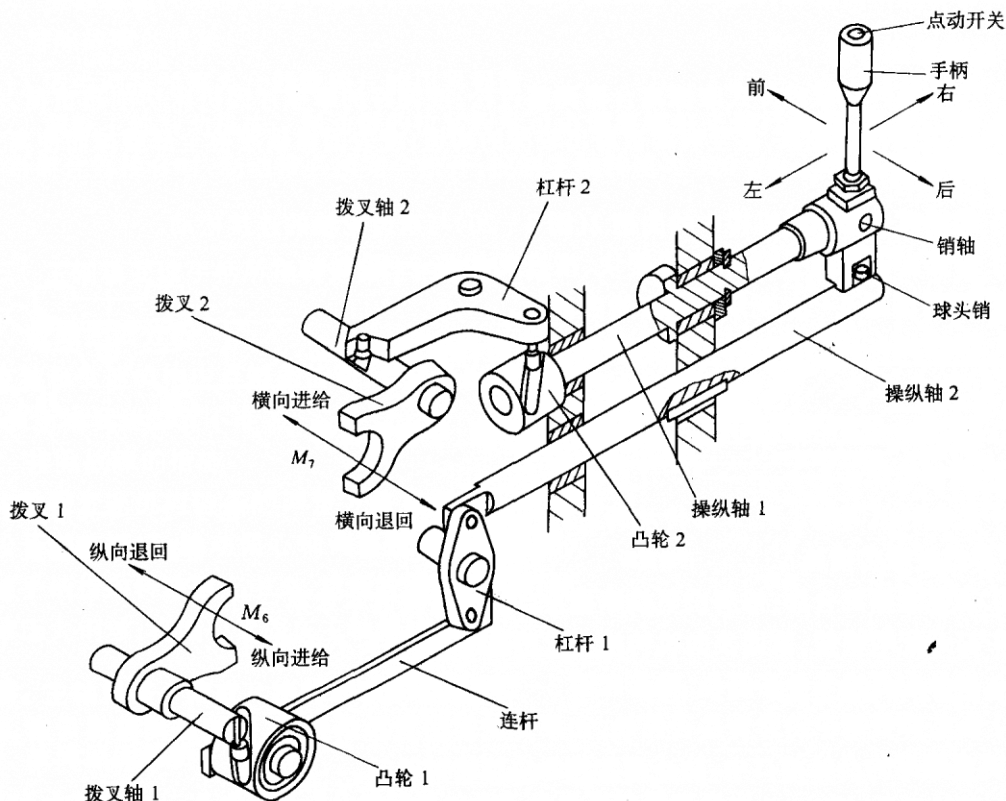


图 3—31 CA6140 纵、横向机动进给机构

凸轮 1 转动，凸轮上的曲线槽带动拨叉轴 1 和固定在它上面的拨叉 1 移动，拨动牙嵌离合器 M6 向后接合，于是纵向机动进给运动接通，使刀架作纵向机动进给。同理，若向右扳动手柄，则牙嵌离合器 M6 向前接合，于是纵向机动退回运动接通，使刀架作纵向退回。

当向前扳动手柄时，通过手柄座使操纵轴 1 和固定在其左端的圆柱凸轮 2 随之同向转动，凸轮上的曲线槽使杠杆 2 摆动，从而带动拨叉轴 2 和固定在它上面的拨叉 2 移动，拨动牙嵌离合器 M7 向前接合，于是横向机动进给运动接通，使刀架作横向机动进给。同理，若向后扳动手柄，则牙嵌离合器 M7 向后接合，于是横向机动退回运动接通，使刀架作横向退回。

操纵手柄的顶端装有点动开关，用来操纵快速电动机的开停。将手柄扳至某一位置(前、后、左、右)，同时按 F 点动开关，刀架就得到相应方向的快速移动。

如因操作失误，同时将丝杠传动和纵、横向机动进给机构接通，由于两个运动

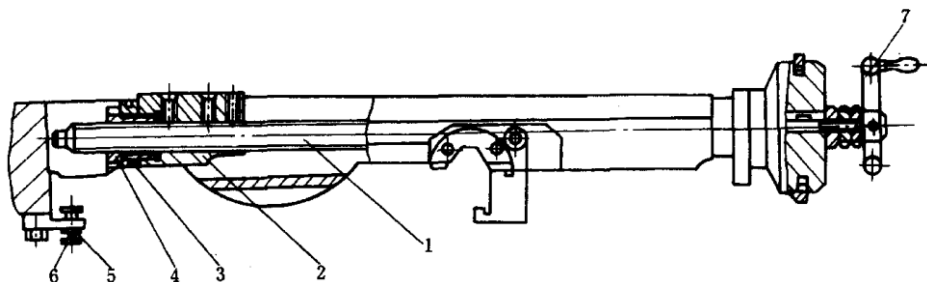
不同步，将会损坏机床传动件。为了避免发生此类事故，在溜板箱中装有互锁机构，以保证当开合螺母机构接通时，纵、横向机动进给机构不能接通。

五、卧式车床的其他调整

为了保证加工质量，在使用车床时要了解车床常用到的调整方法。现以 C6132 卧式车床为例加以介绍。

1. 中滑板丝杠与螺母间隙的调整

图 3—32 所示为中滑板结构简图，图中丝杠 1 右端有手柄 7，固定在中滑板下的螺母 2 与丝杠配合，旋转手柄时，螺母前后移动带动中滑板前后移动，实现车刀的切入和退出。螺母套 4 以其外螺纹与螺母 2 左端内螺纹配合，内螺纹与丝杠配合，其外螺纹上装有锁紧螺母 3，该螺母 3 以其右端面与螺母 2 左面贴紧，以与螺母套 4 和螺母 2 的轴向位置一致，使螺母及螺母套形成一个整体。其特点是，螺母和螺母套在丝杠上的轴向位置可变动。



1-丝杠 2-螺母 3、5-锁紧螺母 4-螺母套 6-调节螺钉 7-手柄

图 3—32 CA6132 中滑板结构简图

中滑板结构中，丝杠与螺母副磨损后，引起刀架在承受径向切削力时，出现中滑板窜动、定位不准，还会造成操作手柄时空行程过大等缺陷，所以要求间隙可调整。

调整时要求转动手柄 7 (图 3—32) 时应灵活，转动动力在 80N 以下，另外正反向转动手柄 7 时，空行程量不得超过回转圆周的 $1/30$ 转。

调整方法是：将螺母 2 上的锁紧螺母 3 拧松，再把螺母套 4 正转或反转适当的角度，使螺母 2 和螺母套 4 轴向位置相对变动，以消除丝杠与螺母副过大的间隙，并达到正反转变化时空行程小于 $1/30$ 转，然后将锁紧螺母 3 拧紧贴靠螺母 2 的端面。检查手柄 7 转动时的灵活性和轻松程度符合要求即可。

2. 导轨间隙的调整

车床的床鞍、中滑板、小滑板等，分别在床身导轨、床鞍导轨和转盘导轨面上移动，间隙太小则使操作费力，并使摩擦面过早磨损；间隙太大，会造成切削时产生振动。

为了满足加工要求，应调整床身导轨压板、中滑板和小滑板导轨中的楔形塞铁，使其间隙符合机床的要求。调整时要求间隙小于 0.04mm 。 0.04mm 塞尺塞不进上述导轨副的接触面内即为合格。

调整床鞍与床身导轨副的间隙时，应根据压板的形式不同采用不同的方法。如

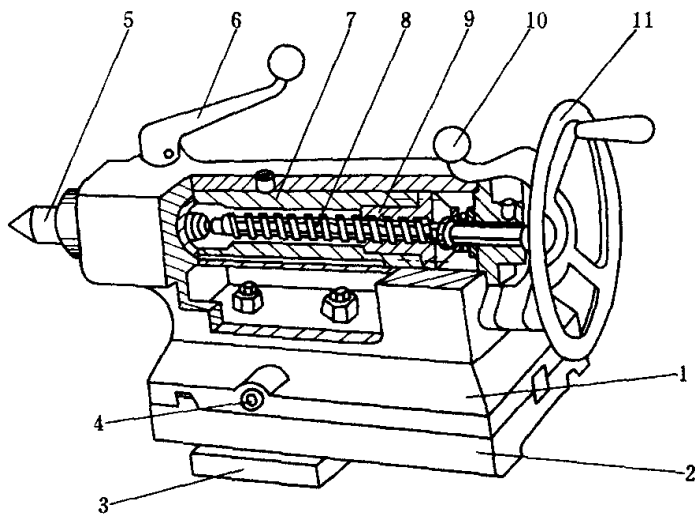
C6132 调整时拧松锁紧螺母 5(图 3—32)，适当拧紧调节螺钉 6，并用手摇动手轮移动床鞍，感觉轻便无阻滞现象就可以了，然后拧紧锁紧螺母 5。

调整中滑板和小滑板燕尾形导轨副中楔形塞铁的位置，使其间隙减小。调整时
要先旋松塞铁小端螺钉，稍拧紧大端螺钉，以使塞铁推进，减小间隙。

3. 尾座轴线与主轴轴线的同轴度调整

车削轴类零件采用前、后顶尖装夹工件时，要求尾座轴线必须与主轴轴线同轴，以保证同一轴径两端尺寸的一致性。在车床上用尾座安装钻头扩孔时，亦必须使尾座轴线与主轴轴线同轴，以保证孔径的精度。

机床标准中，对主轴与尾座轴线的同轴度作了规定，在垂直方向上，尾座轴线应高于主轴轴线(其值小于 0.06mm)；在水平方向同轴度对加工影响较大，如尾座偏离主轴中心，则直接影响外圆的锥度，一般根据加工精度要求随时进行调整。



1-尾座体 2-底板 3-压板 4-调整螺钉 5-顶尖 6、10-手柄 7-套筒 8-丝杠 9-螺母 11-手轮

图 3—33 尾座结构

在水平方向尾座与主轴同轴度的调整，可以采用两顶尖装夹一轴进行试切，并测量两端直径差，根据两端直径的大小，如尾座端直径小，则可调节尾座体中位于右侧的螺钉，见图 3—33 中的调整螺钉 4 及另一侧的一个螺钉，使尾座离开车刀一定距离，约为两端直径差的一半，再试切，直到符合要求为止。如尾座端直径大，则尾座向刀具调近一定距离，同样试切，直至符合要求为止。或者主轴和尾座锥体中分别装上顶尖，移动尾座靠近前顶尖，用目测法进行观察、调整，使两顶尖同轴。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	实训四 车床操作练习
教 者	黄 曙
教案序号	第 27 、28 教案
教学目的	(1)了解车床主要部件的名称及作用。 (2)初步了解车床各部分传动系统。 (3)熟练掌握床鞍、中滑板、小滑板的进退刀方向。 (4)能根据需要，按车床铭牌对各手柄位置进行调整。
重点难点	
作 业	
复 习	
导 入	
小 结	

实训四 车床操作练习

一、实习教学要求

- (1) 了解车床主要部件的名称及作用。
- (2) 初步了解车床各部分传动系统。
- (3) 熟练掌握床鞍、中滑板、小滑板的进退刀方向。
- (4) 能根据需要，按车床铭牌对各手柄位置进行调整。

二、相关工艺知识

操作说明：不同型号、不同厂家生产的车床各部分不尽相同，可参考相关的车床说明书。现以 CA6140 型车床为例进行介绍。

1. 车床主要部件的名称及作用 CA6140 型车床是我国自行设计的卧式车床，其外形结构见教材。

(1) 主轴箱 主轴箱内有多组齿轮变速机构，变换箱外手柄的位置可使主轴得到各种不同的转速。

(2) 交换齿轮箱 交换齿轮箱（挂轮架）把主轴的旋转运动传递给进给箱，更换箱内齿轮，配合进给箱内的变速机构，可以得到车削各种不同螺距的螺纹（或蜗杆）的进给运动；并满足车削时对不同纵、横向进给量的需求。

(3) 进给箱 进给箱是利用箱内的齿轮传动机构，把交换齿轮箱传递过来的动力，经过变速后传递给丝杠，以实现车削各种螺纹；传递给光杠，以实现机动进给。

(4) 溜板箱 溜板箱接受光杠或丝杠传递的运动，以驱动床鞍和中滑板，并使安装上面的小滑板及刀架作纵、横向进给运动。其上还装有一些手柄及按钮，用来操纵主轴的转动和溜板的各种机动进给。

(5) 刀架 刀架用于安装车刀并带动车刀进行车削。

(6) 尾座 尾座安装在床身导轨上，并沿此导轨作纵向移动。尾座主要用来安装后顶尖及钻头、铰刀等。

(7) 床身床身 用于支撑和连接车床的各个部件，并保证各部件在工作时有准确的相对位置。

(8) 切削液装置 切削液装置 由切削液泵和切削液管组成。用于浇注切削液降低切削温度、润滑加工表面，提高刀具使用寿命和工件的表面加工质量。

2. 车床传动系统简介 现以 CA6140 型车床为例，介绍车床传动系统。

为了完成车削工作，车床必须有主运动和进给运动的相互配合。

如图 a—8 所示，主运动是通过电动机 1 驱动带 2，把运动输入到主轴箱 4。通过变速机构 5 变速，使主轴得到不同的转速，再经卡盘 6（或夹具）带动工件旋转。

而进给运动则是由主轴箱把旋转运动输出到交换齿轮箱 3，再通过进给箱 13 变速后，由丝杠 11 或光杠 12 驱动溜板箱 9、床鞍 10、滑板 8、刀架 7，从而控制

车刀的运动轨迹完成车削各种表面的工作。

三、车床基本操作练习

1. 床鞍、中滑板和小滑板操作方法和要求

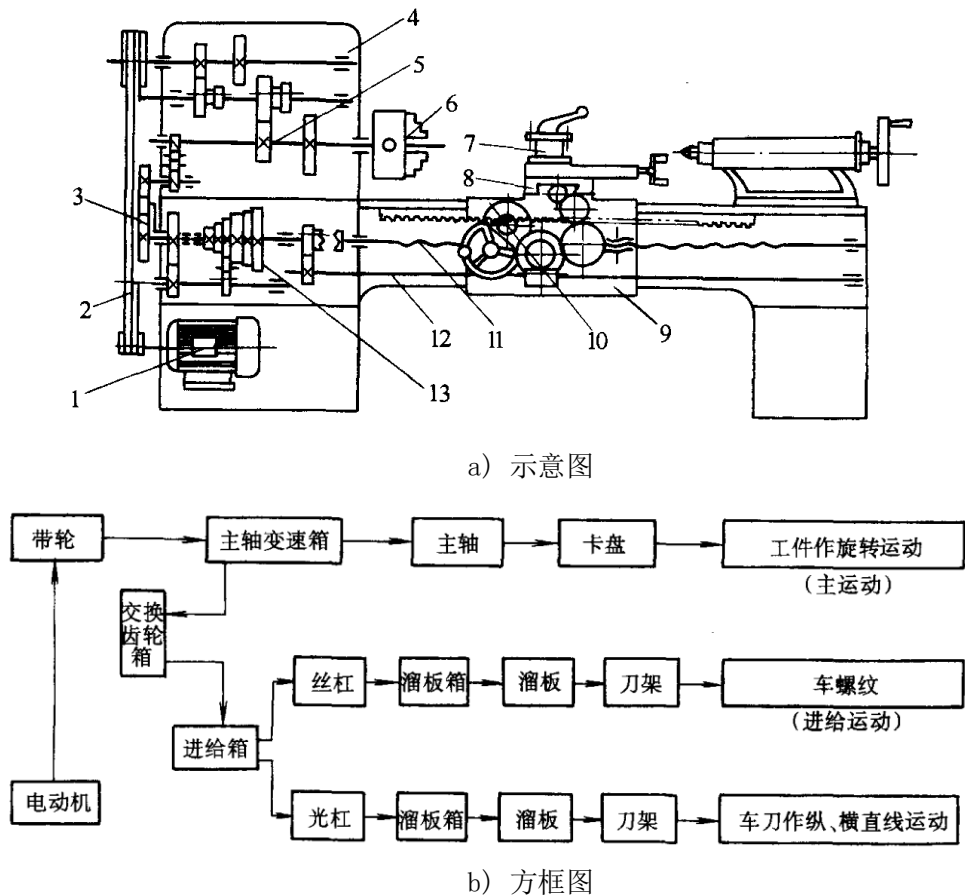


图 a-8 CA6140 型车床的传动系统

(1) 床鞍、中滑板和小滑板操作方法

1) 床鞍摇动溜板箱见图 3—2 中正面右侧的大手轮，当手轮顺时针转动时，床鞍向床尾方向移动 1 当手轮逆时针转动时，床鞍向主轴箱方向移动。

2) 中滑板当顺时针转动中滑板手柄时，中滑板向远离操作者的方向移动(车外圆时为横向进刀)；逆时针转动中滑板手柄时，中滑板向靠近操作者的方向移动(车外圆时为横向退刀)。

3) 小滑板小滑板手柄顺时针转动时，小滑板向主轴箱方向移动；小滑板手柄逆时针转动时，小滑板向床尾方向移动。

(2) 操作要求

1) 摇动手柄时，要求双手交替动作自如，使床鞍、中滑板和小滑板的移动速度缓慢均匀。

2) 熟记床鞍、中滑板和小滑板的进退刀方向，要求反应灵活，动作准确。

3)应关机练习。

2. 主轴箱变速的操作方法和要求

(1) 主轴箱变速的操作方法

1) 主轴箱正面右侧有两个叠套的手柄，见图 3—2，用于主轴变速。前面的手柄有六个档位，每个档位有四级转速，若要选择某一转速可通过后面的手柄来控制。后面的手柄除两个空档外，尚有四个档位，只要将后面手柄位置，拨到其所显示的颜色与前面手柄所处档位上的转速数字所标示的颜色相同的档位即可。

2) 主轴箱左侧的手柄是加大螺距及螺纹左、右旋向变换的操纵机构。可根据加工需要调整其位置。

(2) 操作要求主轴变速时应关闭电动机，以防打坏箱内齿轮。

3. 进给箱变速操作方法

进给箱见图 3—2 中，正面左侧有一个手轮，右侧有前后叠装的两个手柄，前面的手柄有 A、B、C、D 四个档位，是丝杠、光杠变换手柄；后面的手柄有 I、II、III、IV 四个档位与有八个档位的手轮相配合，用以调整螺距及进给量。实际操作应根据加工要求，查找进给箱油池盖上的螺纹和进给量调配表来确定手轮和手柄的具体位置。当手柄处于第 V 档时，此时齿轮箱的运动不经进给箱变速，而与丝杠直接相连。

4. 车床的起动操作方法和要求

(1) 车床的起动操作方法电源开关放“开”的位置，按下床鞍上的起动按钮(绿色)使电动机起动。接着将溜板箱右侧操纵杆手柄向上提起，主轴便逆时针方向旋转(正转)。操纵杆手柄有向上、中间、向下三个档位，可分别实现正转、停止和反转。

(2) 操作要求

1) 在起动车床之前应把主轴转速调整到低速档位置。逐步提高主轴转速。

2) 起动前检查操纵杆是否处在中间停止位置。

5. 自动进给的操作方法和要求

(1) 自动进给的操作方法溜板箱见图 3—2，右侧有一个带十字槽的板动手柄，是刀架实现纵、横向机动进给和快速移动的集中操纵机构。扳动该手柄可进行自动进给，扳动方向与刀架运动的方向一致。该手柄的顶部有一个快进按钮，按下时可进行快速进给。

(2) 操作要求练习时不可用快速进给，以免发生事故。

四、注意事项

(1) 按基本操作训练次序逐个练习。先从床鞍、中滑板和小滑板操作练习开始，至自动进给操作练习止。

(2) 每个操作练习合格后再进行下一项练习。

(3) 车床运转操作时，转速要慢。

(4) 自动进给练习时，注意床鞍、中滑板的移动距离，以防中滑板丝杠损坏和发生碰撞事故。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	车床机械故障及其排除实例(一)
教 者	黄 曙
教案序号	第 29 教案
教学目的	1、掌握重载切削时主轴转速低于标牌上转速，甚至发生停车现象 2、掌握停机后主轴有自转现象或制动时间过长 3、掌握主轴箱变速手柄所指转速数字的位置不准
重点难点	1、故障原因分析 2、故障排除措施 3、
作 业	1、P100. 15 2、
复 习	中滑板丝杠与螺母的间隙如何调整？
导 入	任何机器不可能不出故障，重要的是出了故障如何排除。
小 结	安排实训课，现场教学。

第四节 车床机械故障及其排除实例

机械设备在运转过程中出现故障是难免的,发生故障如不及时排除或经常出现故障就会影响正常生产。所以,应该找出故障的真正原因,掌握常见故障的排除方法,做好预防,才能有效地减少故障出现的频率,提高设备开动率,减少维修工时及费用,使设备发挥更高的效益。以下以 CA6140 型卧式车床为例,介绍几种常见故障及其排除方法。

一、重载切削时主轴转速低于标牌上转速,甚至发生停车现象

1. 故障原因分析

(1) 主轴箱内的双向片式摩擦离合器调整过松;或调好的摩擦片因机床切削超负荷,使摩擦片之间产生相对滑动现象,甚至表面被磨出较深的沟道;或表面渗碳层被全部磨掉而使离合器失去效能。

(2) 摩擦离合器操纵机构中的曲柄 2(图 3—28)与扇齿轮轴的连接松动。

(3) 摩擦离合器轴上的羊角形摆块、滑套和拉杆 2(图 3—28)严重磨损,如图 3-34 所示有阴影线的部位。

(4) 摩擦离合器轴上的弹簧销或调整压力的调整螺母松动(图 3-27)。

(5) 主轴箱内集中操纵手柄的销子或滑块磨损,手柄定位弹簧过松而使齿轮脱开。

(6) 主电动机与轴 I 间 V 带传动的 V 带过松。

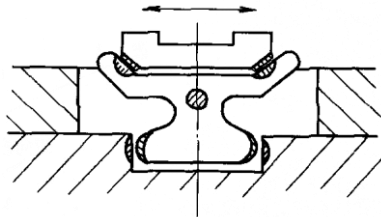


图 3-34 羊角形摆块、滑套、拉杆的磨损

2. 排除故障的措施

- (1) 调整摩擦离合器,修磨或更换摩擦片。
- (2) 打开配电箱盖,紧固换向机构接头上的螺钉,使接头不再松动。
- (3) 修焊或更换羊角形摆块、滑套和图 3—28 中的拉杆 2。
- (4) 检查弹簧销中的弹簧是否失效,如果失效就要更换新弹簧,调整好调整螺母后,将弹簧销卡入调整螺母的凸缘槽口中,防止调整螺母在旋转时松动。
- (5) 更换销子、滑块,选用弹力较大的弹簧,使手柄定位灵活可靠,保证齿轮啮合传动正常。
- (6) 主电动机装在左床腿内,打开左床腿盖板,转动主电动机底板上的螺母,可以使两 v 带轮的中心距缩小或增大,如图 3—35 所示。此故障排除中应使两 V 带轮的中心距增大,使 v 带张紧。

二、停机后主轴有自转现象或制动时间过长

1. 故障原因分析

- (1) 摩擦离合器调整过紧,停机后摩擦片未彻底分离。
- (2) 主轴制动机构制动力不够。

2. 排除故障的措施

- (1) 适当调整摩擦离合器摩擦片的压紧程度。
- (2) 调整主轴制动机构。制动带的拉紧程度可由调整螺钉来进行调节(图 3—29)。

调整后检查：当离合器接合时，制动带必须完全松开；控制主轴转速为 320 r/min 时，其制动圈数为 2~3 转。

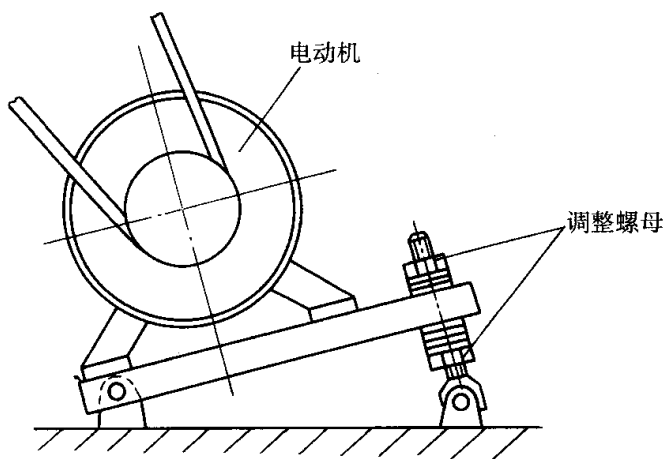


图 3-35 V 带轮中心距的调整

三、主轴箱变速手柄所指转速数字的位置不准

1. 故障原因分析

主轴箱变速机构中有链条传动，当链条出现松动时，导致所指变速位置不准确。

2. 排除故障的措施

主轴箱变速机构链条的调整方法如图 3—36 所示。松开调整螺钉，转动偏心轴调整链条松紧程度，使变速手柄指向转速数字中央，然后拧紧调整螺钉使小钢球挤压大钢球，将偏心紧固在主轴箱体上。

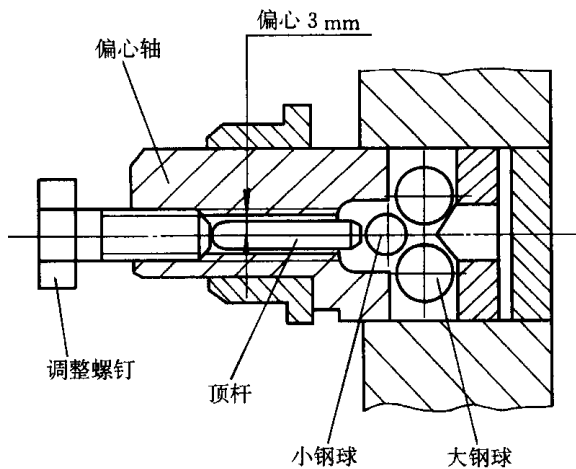


图 3—36 变速机构链条松紧的调整

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	车床机械故障及其排除实例(二)
教 者	黄 曙
教案序号	第 30 教案
教学目的	1、主轴箱某一档或几档转动噪声特别大 2、方刀架上的压紧手柄压紧或刀具在方刀架上固紧后，小滑板丝杠的手柄摇动不畅甚至转不动 3、尾座锥孔内钻头、顶尖等顶不出来或钻头、锥柄受力后在锥孔内发生转动
重点难点	1、故障原因分析 2、故障排除措施 3、
作 业	1、现场操作 2、
复 习	简述重载切削时主轴转速低于标牌上转速，甚至发生停车现象的原因。
导 入	任何机器不可能不出故障，重要的是出了故障如何排除。
小 结	安排实训课，现场教学。

四、主轴箱某一档或几档转动噪声特别大

1. 故障原因分析

(1) 主轴箱内传递这一档或几档转速的齿轮轮齿面有缺损或变形。

(2) 这一档或几档转速所涉及的轴承异常损坏。

2. 排除故障的措施

(1) 由车床主运动传动链的转速图查出传递这一档或几档转速传动链中的相关啮合齿轮，并进行分析，对有关齿轮的轮齿面逐个进行检查，明显的缺陷凭肉眼就能看出，例如有异物掉进啮合轮齿间导致轮齿面损伤。有的是在修理装拆过程中，齿轮侧面被敲击过猛，使轮齿面产生肉眼看不到的变形，需用仪表测量。调换齿轮后即可消除噪声。

(2) 根据转速图查出相关的传动轴，逐个检查分析，确定异常轴承，调换轴承就可消除噪声。

五、方刀架上的压紧手柄压紧或刀具在方刀架上固紧后，小滑板丝杠的手柄摇动不畅甚至转不动

1. 故障原因分析

(1) 刀具夹紧后方刀架产生变形。

(2) 方刀架的底平面不平整，压紧方刀架后使小滑板产生变形。

(3) 方刀架与小滑板的接触面配合不良。

(4) 小滑板凸台与平面 A 不垂直，如图 3—37 所示。

2. 排除故障的措施

(1) 夹紧刀具和刀架时，其夹紧力要适度，既要夹紧，又不能用力过猛；如果仍不能解决，就应把方刀架的底面与小滑板的平面 A 进行配刮。因方刀架在夹持刀具后会发生变形，故应使其 4 个角上的接触点淡一些，也可以在刮研前先用刀具切去四个角上的变形量。

(2) 在夹紧刀具后，用涂色法检查方刀架底面与小滑板接合面间的接触精度，应保证方刀架在夹紧刀具时仍保持与小滑板接合面均匀的全面接触。否则，应刮研修正，使接触面间不能插入 0.04 mm 的塞尺。

(3) 方刀架底面可用平面磨削磨平，小滑板的接合面用刮研修正。

(4) 校正检验心轴，要求其全长偏差 ≤ 0.04 mm；对平面 A 的垂直度允差 ≤ 0.01 mm。将原 $\phi 48$ 的凸台车小至 $\phi 42$ ，镶入一套筒(图 3—38)，套筒的内孔与凸台用过盈配合(也可用厌氧胶粘结，配合间隙为 0.02~0.04 mm)，套筒 的外径与方刀架

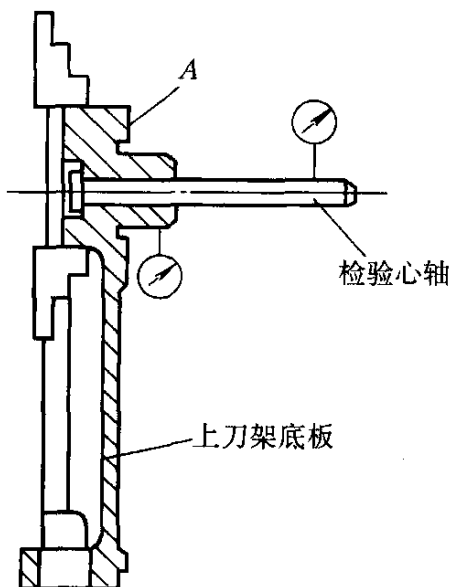


图 3—37 检验凸台对平面的垂直度

内孔用间隙配合。

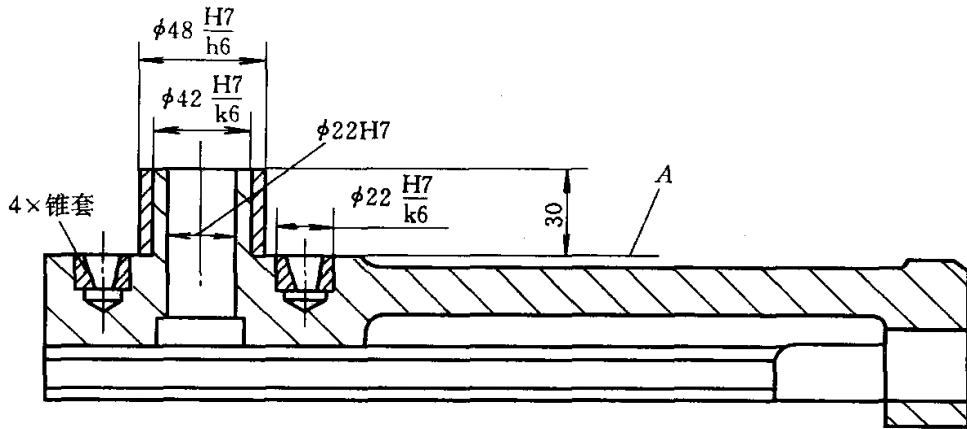


图 3-38 凸台与表面 A 不垂直的修正

六、尾座锥孔内钻头、顶尖等顶不出来或钻头等锥柄受力后在锥孔内发生转动

1. 故障原因分析

- (1) 尾座丝杠顶部磨损。
- (2) 工具锥柄与尾座套筒的锥孔接触面积偏小。

2. 排除故障的措施

- (1) 焊接加长尾座丝杠的顶部。
- (2) 修磨尾座套筒的内锥孔，修后应涂色检查，接触面应靠近大端，且不低于工作长度的 75%；或者在尾座套筒锥孔后增加一个扁形槽，使用锥柄后带扁尾的刀具，就不会发生转动了。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	车床机械故障及其排除实例(三)
教 者	黄 曙
教案序号	第 31、32 教案
教学目的	1、主轴箱某一档或几档转动噪声特别大 2、方刀架上的压紧手柄压紧或刀具在方刀架上固紧后，小滑板丝杠的手柄摇动不畅甚至转不动 3、尾座锥孔内钻头、顶尖等顶不出来或钻头、锥柄受力后在锥孔内发生转动
重点难点	
作 业	
复 习	
导 入	
小 结	

实训五 车床的润滑和维护保养

一、实习教学要求

- (1) 了解车床日常维护保养的重要意义。
- (2) 懂得车床日常注油部位和注油方式。
- (3) 懂得车床的日常清洁维护保养要求。
- (4) 了解卧式车床一级保养的目的。
- (5) 学会一级保养的步骤和方法。

二、相关工艺知识

(一) 车床的日常保养

为了使车床在工作中减少机件磨损，保持车床的精度，延长车床的使用寿命和正常运转，应注意车床的日常维护保养。车床的所有摩擦部件必须进行润滑。

1. 车床润滑的几种方式

(1) 浇油润滑通常用于外露的滑动表面，如床身导轨面和滑板导轨面等。

(2) 溅油润滑通常用于密封的箱体中，如车床的主轴箱。它利用齿轮转动把润滑油溅到油槽中，然后输送到各处进行润滑。

(3) 油绳导油润滑通常用于车床进给箱和溜板箱的油池中，它利用毛线吸油和渗油的能力，把润滑油慢慢地引到所需要的润滑处见图 a—9a。

(4) 弹子油杯注油润滑通常用于尾座和滑板摇手柄转动的轴承处。注油时，以油嘴把弹子掀下，滴入润滑油，见图 a—9b。使用弹子油杯的目的，是为了防尘防屑。

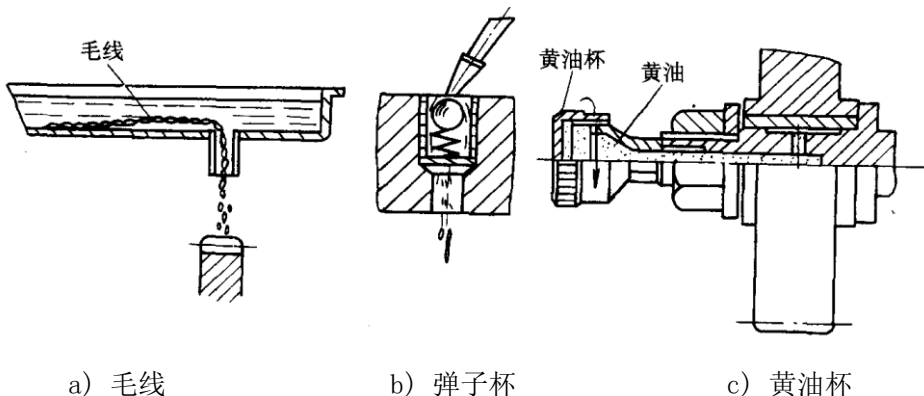


图 a-9 润滑的几种方式

(5) 黄油(油脂)杯润滑通常用于车床交换齿轮架的中间轴。使用时，先在黄油杯中装满钙基润滑脂，当拧进油杯盖时，油脂就挤进轴承套内，比加润滑油方便。使用油脂润滑的另一特点是：存油期长，不需要每天加油见图 a—9c。

(6) 油泵输油润滑通常用于转速高，润滑油需要量大的机构中，如车床的主轴箱一般都采用油泵输油润滑。

2. 车床的润滑系统 图 a—10 是 CA6140 型卧式车床润滑系统图。润滑部位用数字标出。除了图中所注②处的润滑部位用 2 号钙基润滑脂进行润滑外，其余各部

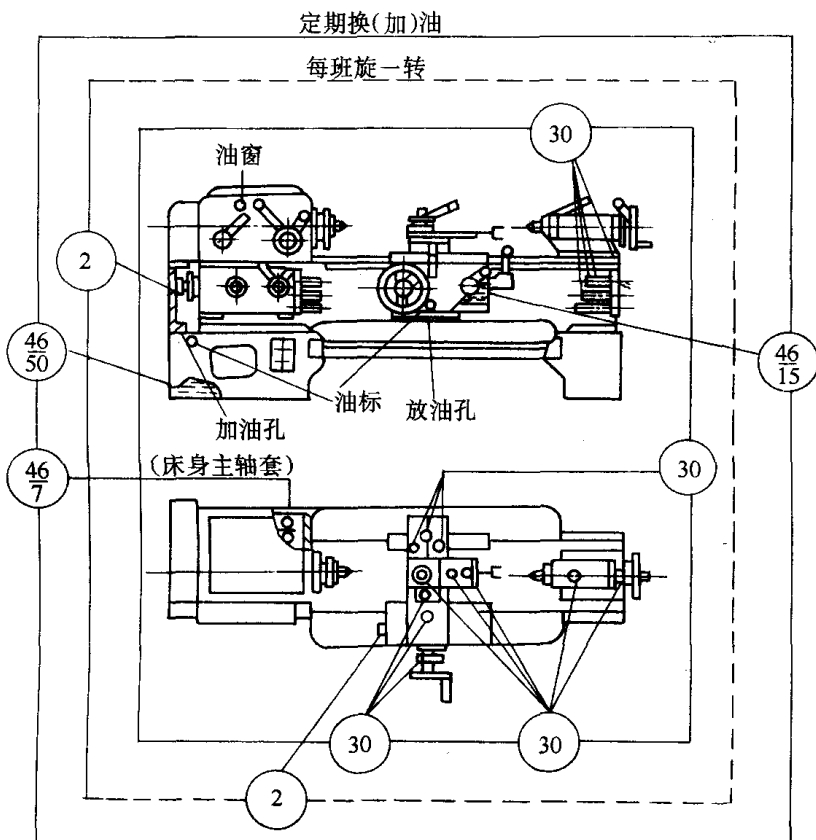


图 a-10 CA6140 型车床润滑系统

位都用 L—AN46 全损耗系统用油润滑。如 (46/7) 其分子数字表示润滑油类别为 L—AN46 全损耗系统用油，其分母数字表示两班制工作时换(添)油间隔的天数为 7 天。

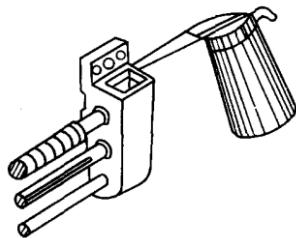
由于长丝杠和光杠的转速较高，润滑条件较差，必须注意每班次加油，润滑油可以从轴承座上面的方腔中加入，见图 a—11。

3. 车床日常清洁维护保养要求

(1) 每班工作后应擦净车床外表面，擦净车床各导轨面(包括中滑板和小滑板)，要求无切屑，无油污，并浇油润滑。

(2) 每班工作结束后清扫切屑盘及车床周围场地，保持场地清洁。

(3) 每周要求车床三个导轨面及转动部件清洁、图 a-11 丝杠、光杠轴泵润滑润滑、油眼畅通，油标油窗清晰，并保持车床外表清洁和场地整齐等。



(二) 车床的一级保养

当车床运转 500h 后, 须进行一级保养。在工矿企业中, 一级保养工作以操作工人为主, 维修工人配合进行。保养时, 必须先切断电源, 以确保操作安全。

1. 一级保养的操作步骤

(1) 清理工作位置, 清理机床外表。

(2) 拆下并清洗机床各罩壳, 保持内外清洁, 无锈蚀, 无油污。

(3) 刀架和滑板部分的保养 内容如下:

1) 方刀架拆下清洗。

2) 小滑板及其丝杠、螺母、镶条拆卸清洗。

3) 中滑板及其丝杠、螺母、镶条拆下清洗。

4) 床鞍防尘油毛毡拆下清洗, 加油和复装。

5) 中滑板丝杠、螺母、镶条、导轨加油后复装, 调整镶条间隙和丝杠螺母间隙。

6) 小滑板丝杠、螺母、镶条、导轨加油后复装, 调整镶条间隙和丝杠螺母间隙。

7) 擦净方刀架底面, 涂油, 复装, 压紧。

(4) 尾座部分的保养内容如下:

1) 尾座套筒和压紧块拆下清洗, 涂油。

2) 尾座丝杠、螺母拆下清洗, 加油。

3) 尾座清洗, 加油。

4) 复装, 调整。

(5) 主轴箱部分保养内容如下:

1) 滤油器拆下, 清洗, 复装。

2) 检查主轴锁紧螺母有无松动, 紧固螺钉是否锁紧。

3) 调整离合器摩擦片间隙及制动器。

(6) 交换齿轮箱部分保养内容如下:

1) 清洗齿轮、轴套, 并在油杯中注入新油脂。

2) 调整齿轮啮合间隙。

3) 检查轴套有无晃动现象。

(7) 进给箱保养时, 要清理进给箱, 绒绳清洗后加油放入原处。缺少的补齐, 油池内加油。

(8) 清理电动机和主轴带轮, 检查, 调整 V 带的松紧。

(9) 清洗长丝杠, 光杠和操作杠, 用棉纱擦拭。

(10) 润滑部分保养内容如下:

1) 清洗冷却泵, 过滤器, 盛液盘。

2) 检查油路是否畅通, 油孔、油绳、油毡应清洁无切屑。

3) 检查油质, 保持良好, 油杯齐全, 油窗明亮。

(11) 电器部分保养内容如下:

1) 清扫电动机, 电器箱。

2) 电器装置固定整齐。

(12) 清理机床附件, 如中心架、跟刀架、配换齿轮及卡盘等并擦洗干净。

(13) 整理机床外观内容如下:

1) 安装各罩壳。 2) 检查补齐螺钉、手柄、手柄球。

2. 进行一级保养应注意的事项

(1) 要充分做好准备工作。如准备好拆装工具, 清洗装置, 润滑油料, 放置机件

的盘子，必要的备件等。

(2) 要按照保养步骤进行保养工作。

(3) 为了达到教学目的，有拆下要求的部分，如方刀架、中滑板、小滑板、尾座等，应拆下后清洗、复装、调整。

(4) 拆下的机件，要成组安装好，如螺钉要装上垫圈拧在机件上，丝杠要拧上螺母悬挂起来等。

(5) 要重视文明操作和组织好工作位置。

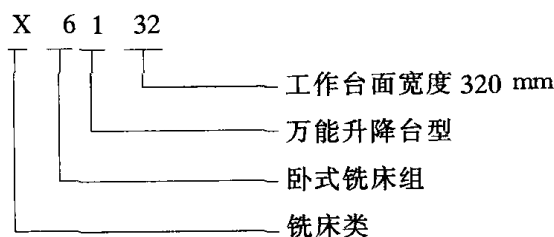
课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	铣 床（一）
教 者	黄 曙
教案序号	第 33 教案
教学目的	1、了解铣床的种类及用途 2、掌握铣削加工的工艺范围和工艺特点 3、
重点难点	1、铣床的型号 2、铣床主要部件及其功用 3、铣削加工的工艺范围和工艺特点
作 业	1、P100. 18 2、P100. 19 3、P100. 20
复 习	简述主轴箱某一档或几档转动噪声特别大的原因及排除方法。
导 入	车床的学习告一段落，今天学习另一种重要机床——铣床
小 结	安排实训课，现场教学。

第五节 铣 床

铣床是用来进行铣削加工的机床，它在金属切削机床中所占的比重也是较大的，约占金属切削机床总台数的 1/4。铣削加工的应用范围广泛，特别是在平面加工中，是一种生产效率较高的加工方法，在成批大量生产中，除加工狭长平面外，几乎都可以用铣代刨。

一、铣床的种类及用途

铣床的种类很多，有立式铣床、卧式铣床、仿形铣床、工具铣床和龙门铣床等。图 3—39 所示 X6132 型铣床是一种常用铣床，它的结构比较完善，变速范围大，刚性好，操作方便。其主轴与工作台面平行，呈水平位置。工作台除可以上下、左右、前后移动外，还能在水平面内转动一个角度($\pm 45^\circ$)。



1. 铣床的型号

以 X6132 型铣床为例说明铣床型号中代号和数字的含义。

X6132 型号表示工作台面宽度为 320 mm 的卧式万能升降台铣床。

2. 铣床主要部件及其功用

(1) 主轴变速机构 主轴变速机构的操纵部分设在床身的左侧。它的作用是将主传动电动机的固定转速通过其齿轮变速机构，变换成 18 级不同的转速传递给主轴，

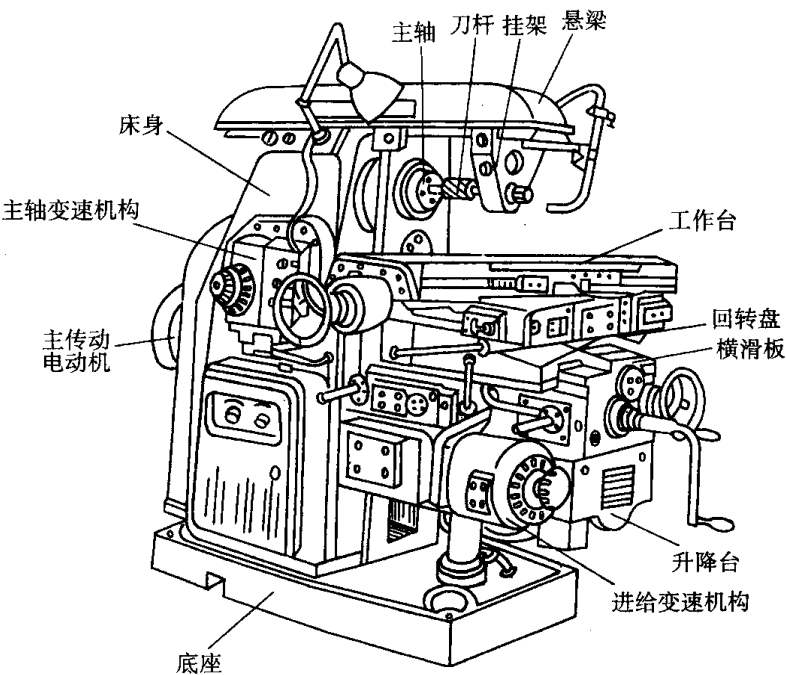


图 3—39 X6132 型卧式万能升降台铣床

以满足不同的铣削要求。

(2) 主轴 主轴是一根空心轴，与工作台面平行。主轴前端有锥度为 7:24 的锥孔，用于安装铣刀或铣刀杆的锥柄，锥柄内有螺纹孔，它和由主轴后端穿入的螺栓连接，使之与主轴固连。主轴前端面还有两个端面键，与刀杆锥柄上的键槽相配，起传递转矩的作用。为了使铣削平稳，一般在主轴中部装有飞轮。

(3) 床身 床身用来支承和连接铣床各部件，安装在底座上。床身正面有燕尾形垂直导轨，供升降台上下移动，其顶部有燕尾形水平导轨，可以调整悬梁的悬伸长度。床身内部有主轴及其变速机构、电气设备和油泵等部件。

(4) 悬梁 悬梁用来安装挂架，以支承刀杆的一端，增强刀杆的刚性，挂架在悬梁上的位置，可以通过悬梁上的导轨进行调整，以适应不同长度刀杆的需要。

(5) 升降台 升降台装在床身正面的垂直导轨上，其中部有丝杠与底座螺母相连接，用于带动其上的横滑板、回转盘和工作台一起作上下移动。升降台内部装有进给电动机和进给变速机构。

(6) 横滑板 横滑板装在升降台的上面，用于带动工作台作横向移动。

(7) 回转盘 回转盘装在横滑板与工作台之间，用来带动工作台在水平面内转动一定的角度，其最大转角可达 $\pm 45^\circ$ 。

(8) 工作台 工作台装在回转盘的上面，用来安装工件和夹具，并作纵向(或斜向)进给运动。工作台上三条 T 形槽，可用 T 形螺栓来安装工件或夹具。这三条 T 形槽的侧面与工作台进给运动方向平行，尤其是中间一条，其平行度较高，一般用作工件、夹具及铣床附件的定位基准。工作台面四周的沟槽与切削液的回油路相通，形成循环回路系统。

(9) 进给变速机构 进给变速机构装在升降台内部，它将进给电动机的固定转速通过其齿轮变速机构，变换成 18 级不同的转速，使工作台获得多种不同的进给速度，以满足不同的铣削需求。

(10) 底座 底座是整台机床的支承部件，具有足够的刚度和强度，床身和升降丝杠的螺母固定在其上。底座上还装有切削油泵，其内腔贮存有切削液。

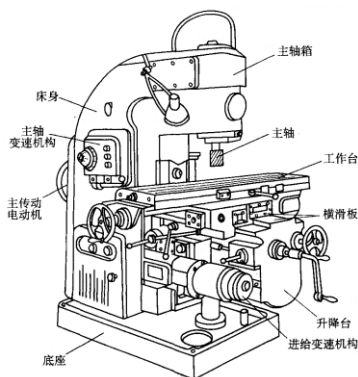


图 3—40 X52 型立式铣床

编写者：黄 曙

3. 其他铣床简介

(1) 立式铣床 立式铣床与卧式铣床的主要区别在于其主轴与工作台面垂直, 如图 3—40 所示。它的主轴可以通过手动在一个不大的范围内(一般为 60~100 mm)作轴向移动。这种铣床刚性好、生产效率高, 只是加工范围要小一些。有的立式铣床的主轴与床身之间有一回转盘, 盘上有刻度, 主轴可在垂直平面内左右转动 45°, 因此加工范围扩大了。

(2) 龙门铣床 龙门铣床是一种大型高效通用铣床, 如图 3—41 所示。工件固

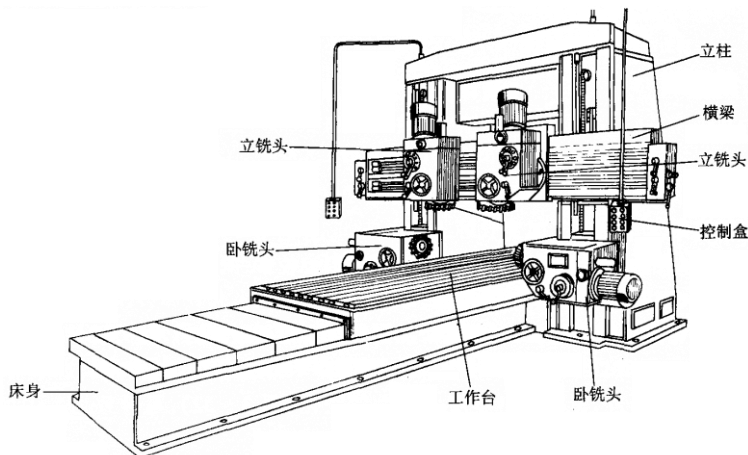


图 3—41 龙门铣床

定在工作台上, 随工作台一起作纵向进给运动。立铣头安装在横梁上, 可随横梁沿立柱导轨升降, 也可以沿横梁导轨横向移动; 卧铣头安装在立柱上, 可沿其升降。每个铣头都装有独立的电动机、变速机构、主轴和操纵机构。龙门铣床能进行多刀、多工位的铣削加工, 刚度好, 适用于强力切削。主要用于铣削大中型工件的平面、斜面、沟槽等, 既可对工件进行粗铣和半精铣, 也可进行精铣, 生产效率很高。

二、铣削加工的工艺范围和工艺特点

铣削加工就是以铣刀的旋转运动作主运动, 与工件或铣刀的进给运动相配合, 切去工件上多余材料的一种切削加工。

1. 铣削加工的工艺范围

铣削加工之所以在金属切削加工中占有较大的比重, 主要是因为铣床上配以不同的附件及各种各样的刀具, 可以加工形状各异、大小不同的多种表面。如平面、台阶面、特形面、沟槽、键槽、螺旋槽、分度零件(齿轮、花键轴等)、切断等, 如图 3—42 所示。

此外, 配上其他附件和专用夹具, 在铣床上还可以进行钻孔、铰孔以及铣削球面等。

2. 铣削加工的工艺特点

(1) 铣刀是一种多刃刀具, 加工时, 同时切削的刀齿较多, 既可以采用阶梯铣削, 又可以采用高速铣削, 故铣削加工的生产效率较高。

(2) 铣削时, 切削过程是连续的, 但每个刀齿的切削都是断续的。在刀齿切入或切出工件的瞬间, 会产生刚性冲击和振动, 当振动频率与机床自振频率一致时, 振动就会加剧, 造成刀齿崩刃, 甚至损坏机床零部件。另外, 由于铣削厚度周期性的变化(图 3—43), 可导致切削力的周期性变化, 也会引起振动, 从而使加工表面的表面粗糙度值增大。

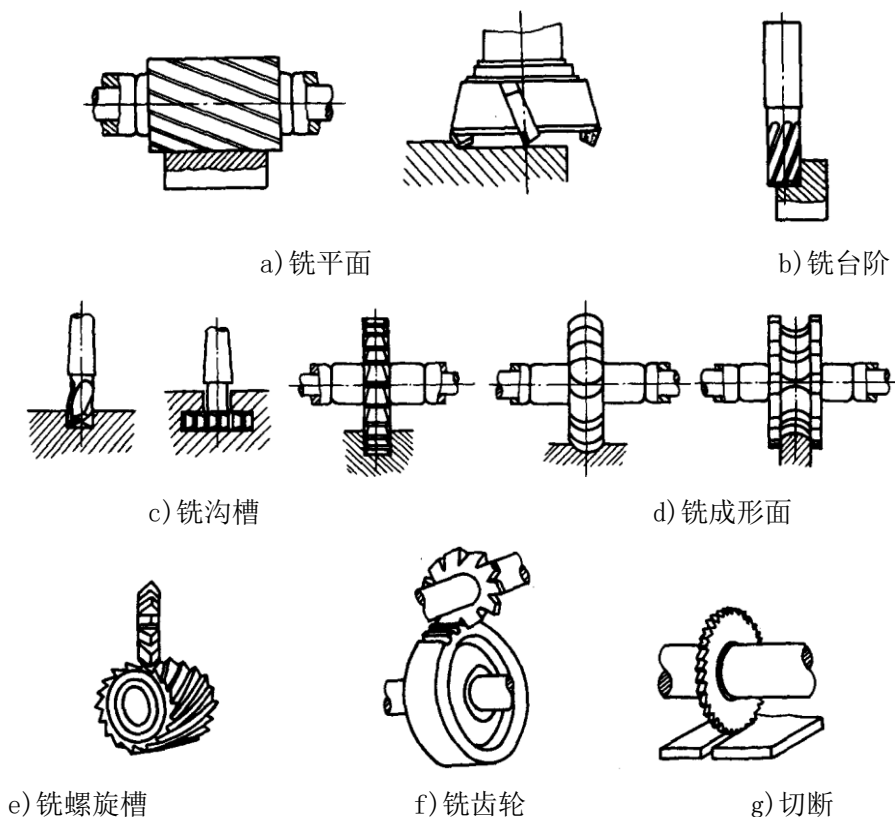


图 3—42 常见的铣削加工工作

(3) 铣削加工主要用于零件的粗加工和半精加工, 其精度范围一般在 IT11~IT8 之间, 表面粗糙度值 R_a 在 $12.5 \sim 0.4 \mu m$ 之间。

(4) 铣削时, 每个刀齿都是短时间的周期性切削, 虽然有利于刀齿的散热和冷却, 但周期性的热变形将会引起切削刃的热疲劳裂纹, 造成切削刃剥落和崩碎。

(5) 铣刀每个刀齿的切削都是断续的, 切屑比较碎小, 加之刀齿之间又有足够的容屑空间, 故铣削加工排屑容易。

综上所述, 铣削加工具有较高的生产效率、适应性强、排屑容易, 但冲击振动较大。

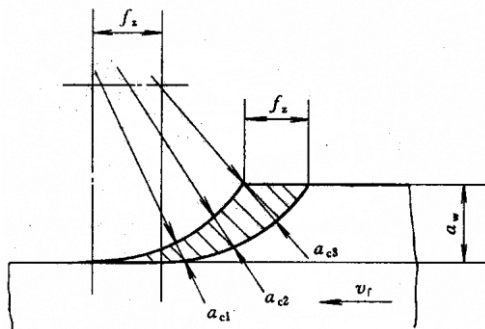


图 3—43 铣削时切削厚度的变化

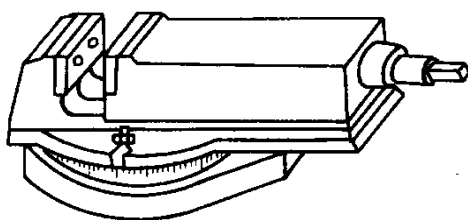
课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	铣 床（二）
教 者	黄 曙
教案序号	第 34 教案
教学目的	1、熟悉铣床附件
重点难点	1、机床用平口虎钳 2、回转工作台 3、万能分度头原理及应用
作 业	1、P100.22 2、P100.23
复 习	简述铣削加工的工艺特点
导 入	为了很好的在铣床上加工，要配备一些附件来固定工件。
小 结	安排实训课，现场教学。

三、铣床附件

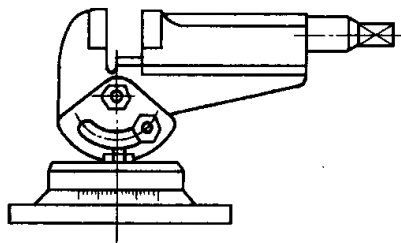
为了扩大加工范围、提高生产效率，常在铣床上配置相应的附件，其中主要的有机床用平口虎钳、回转工作台、万能分度头、立铣头等。

1. 机床用平口虎钳

机床用平口虎钳本身精度以及与底座底面的相互位置精度均较高，底座下面还有两个定位键。安装时，以工作台面上的 T 形槽定位。机床用平口虎钳适用于以平面定位和夹紧的中小型零件。常用的机床用平口虎钳有普通机床用平口虎钳和可倾机床用平口虎钳两种。图 3—44a 所示为普通机床用平口虎钳，其钳身可以绕底座中心轴回转 360° 。图 3—44b 所示为可倾机床用平口虎钳，其钳身除可以绕底座中心轴回转 360° 以外，还能倾斜一定的角度。



(a) 普通机床用平口虎钳



(b) 可倾机床用平口虎钳

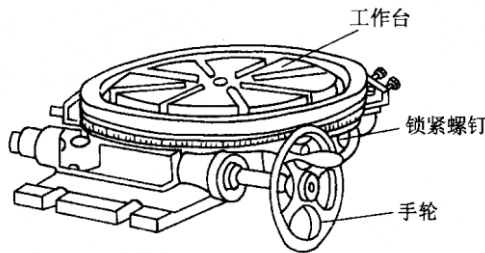
图 3—44 常用的机床用平口虎钳

机床用平口虎钳的规格是以钳口宽度来确定的，常用的有 100 mm、125 mm、160 mm、200 mm 和 250 mm 等。

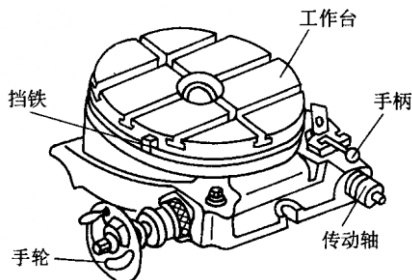
2. 回转工作台

回转工作台可辅助铣床完成中小型零件的曲面加工和分度加工。回转工作台有手动和机动两种(图 3—45)。机动回转工作台与手动回转工作台的区别是，在手动结构的基础上，多一个机械传动装置，把工作台的转动与铣床的运动联系起来，这样，工件就可以在铣削时，实现自动进给运动。扳动手柄可以接通或切断机动进给运动，因此，机动回转工作台也可以手动。

回转工作台的规格是以工作台直径来确定的，常用的有 250 mm、320 mm、400 mm、500 mm 等几种。



(a) 手动



(b) 机动

图 3—45 回转工作台

3. 万能分度头

万能分度头是铣床的重要附件(图 3—46),在铣床上加工某些零件(如齿轮、花键轴、带螺旋槽的零件等)和切削工具(如丝锥、铰刀、麻花钻等)时,都要使用万能分度头。使用时将万能分度头的基座固定在铣床工作台上。基座上有回转体,回转体侧面有分度盘,分度盘两面都有若干圈数目不同的等分小孔,转动手柄,通过万能分度头内部的传动机构带动主轴转动。手柄在万能分度盘的孔圈上应转过的圈数和孔数,可以根据工件的需要,进行计算确定,让工件完成等分或不等分分度。

常用的分度方法有单式分度法和角度分度法两种，下面介绍其计算方法。

(1) 单式分度法 分度时, 首先要了 图 3—46 万能分度头

解工件等分数与分度手柄转数之间的关系, 而这个关系是由万能分度头的传动系统所决定的。如图 3—47 所示, 在此传动系统中, 蜗轮与蜗杆的传动比为 40: 1, 而其他齿轮副的传动比均为 1: 1, 也就是说齿轮副只是换向或结构上的需要, 对总的传动比没有影响。可见, 要想主轴转 1 转, 分度手柄就必须转 40 转。由此可得工件等分数与分度手柄转数之间的关系为

$$n = \frac{40}{Z}$$

式中: n ——分度手柄转数;

40——分度头定数(即蜗杆蜗轮传动比);

z——工件等分数。

国产 FW125 万能分度头共备有两块分度孔盘,孔盘上有数圈均匀分布在圆周上的定位小孔,它们是帮助分度手柄作非整数圈转动时定位用的,其孔圈分别为:

第一块正面 24、25、28、30、
34、37

反面 38、39、41、42、43

第二块正面 46、47、49、51、
53、54

反面 57、58、59、62、66

例1 铣一槽数 $Z=21$ 的工件, 求每铣一条槽后分度手柄应转过的转数。

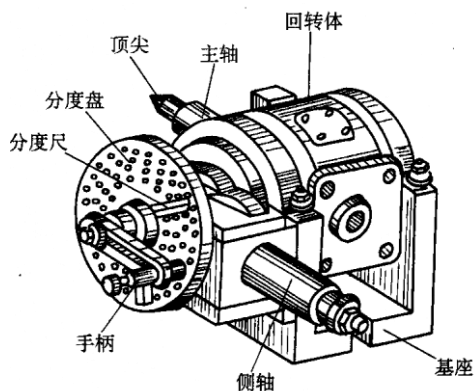


图 3—46 万能分度头

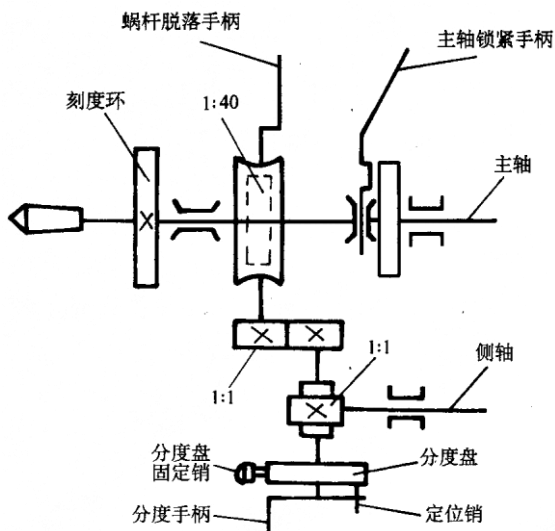


图 3—47 万能分度头传动系统图

解：根据公式 $n = 40/Z$ 可得

$$n = 40/21 = 1 + 19/21 = 1 + 38/42$$

整数部分不变，将分数最简后，使分母与分度盘上能有的最大孔圈的孔数相等。

答：即选用分度盘上孔数为 42 的孔圈，每铣一条槽后，分度手柄应旋转 1 转，再转过 38 个孔距。

(2) 角度分度法 角度分度法是单式分度法的另一种形式。它是以工件所需分度的角度为依据来进行分度的。已知分度手柄转 40 转，主轴转 1 转（即 360° ），若分度手柄转 1 转，则主轴只转过 $360^\circ / 40 = 9^\circ$ ，由此可得

$$n = \frac{\theta}{9^\circ}$$

式中： θ —— 工件所需转过的角度， $(^\circ)$ 。

例 2 （学生上台练习） 工件上需要铣两条夹角为 116° 的槽，问铣好一条槽后，分度手柄应转过的转数。

解：根据公式 $n = \frac{\theta}{9^\circ}$ 可得

$$n = \frac{116^\circ}{9^\circ} = 12 + \frac{8}{9} = 12 + \frac{48}{54}$$

答：即铣好一条槽后，分度手柄在 54 孔圈上旋转 12 转，再转过 48 个孔距，方可铣第二条槽。

分度时，为避免数错孔数，可利用分度头上的分度尺定位。为使精度最高，计算结果变成最简分数后，以分母为基础在可选范围内选取最大数的孔圈。

万能分度头主轴可随回转体在 $-6^\circ \sim 90^\circ$ （水平方向）之间回转成任意角度，这样就可以将工件相对于工作台面扳成所需要的角度，在万能分度头的前端有主轴，主轴前端有标准锥孔，可插入顶尖，外部有螺纹可以装卡盘、拨盘和鸡心夹头，用来夹持不同的工件，如图 3—48 所示。

此外，在万能分度头的侧轴与工作台进给丝杠之间配上一组齿轮，使工作台的进给丝杠按一定的传动比带动万能分度头主轴转动，就使工作台的纵向进给运动与万能分度头主轴的旋转运动得到合成，形成螺旋运动，以加工螺旋槽，如图 3—49 所示。

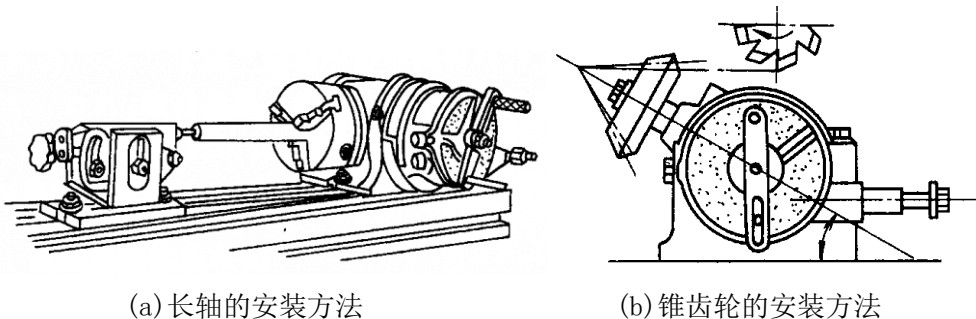


图 3—48 万能分度头的应用

4. 立铣头

立铣头(图 3—50)装在卧式铣床上,可以起到立式铣床的作用,扩大其加工范围。立铣头可以在垂直平面内回转 360° , 其主轴与铣床主轴之间的传动比一般为 1: 1, 故两者的转速相同。

5. 万能铣头

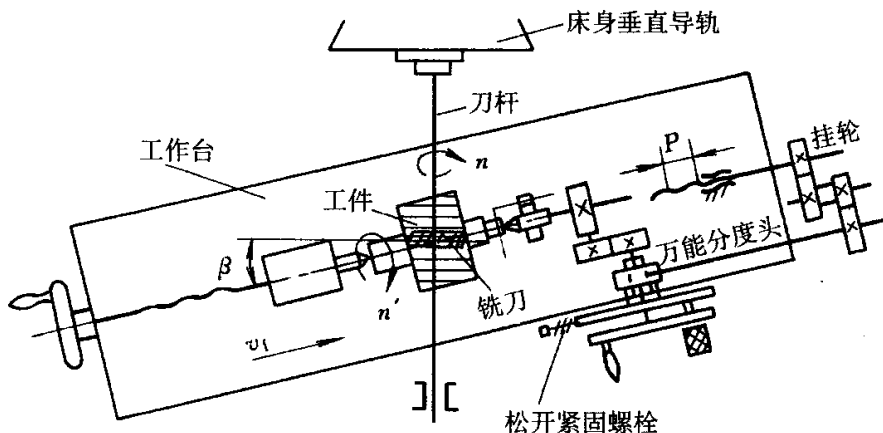


图 3-49 螺旋槽加工示意图

万能铣头(图 3—51)也是装在卧式铣床上使用的,它可以在相互垂直的两个垂直平面内都回转 360° 。因此,它可以使铣头主轴与工作台面成任何角度,在一次安装中,可以完成工件上各个表面的铣削加工。万能铣头主轴与铣床主轴之间的传动比也是 1: 1。

6. 铣床插头

铣床插头(图 3—52)装在卧式铣床上,可以进行中小型工件内孔、单键、多键和方孔的插削。铣床插头在垂直平面内可以回转 $\pm 90^\circ$, 其主轴与铣床主轴之间的传动比一般为 1: 1。

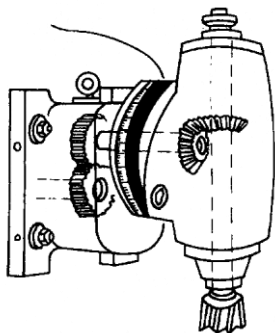


图 3—50 立铣头

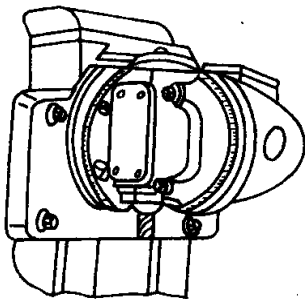


图 3—51 万能铣头

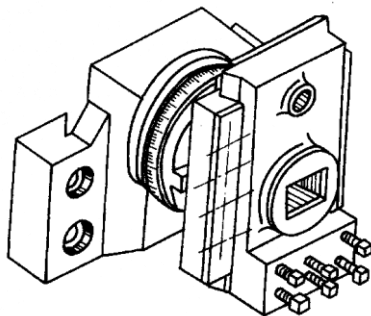


图 3—52 铣床插头

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	铣床的操作及调整（一）
教 者	黄 曙
教案序号	第 35 教案
教学目的	1、主轴变速操纵机构 2、 3、
重点难点	1、主轴变速操纵机构的基本原理 2、主轴变速操纵机构的基本结构 3、主轴变速操纵机构的操作
作 业	1、P100. 24 2、
复 习	运用分度头时有啊几种分度方法？表述计算公式。
导 入	今天来了解铣床的操作。
小 结	安排实训课，现场教学。

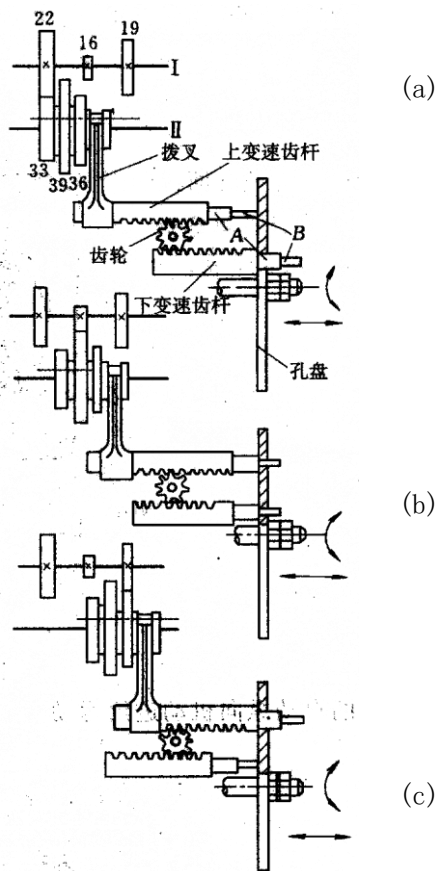
第六节 铣床的操作及调整

一、主轴变速操纵机构

X6132 型卧式万能升降台铣床的主轴变速操纵机构采用孔盘式机构,集中操纵变换主轴的 18 级转速。其工作原理如图 3—53 所示。轴 II 上的三联滑移齿轮有三个工作位置,可以分别与轴 I 上的三个固定齿轮相啮合,使主轴得到不同的转速。三联滑移齿轮的移动是由上、下变速齿杆的轴向移动带动拨叉来操纵的,齿轮起中间传动作用,其轴线位置不变。两变速齿杆的右端为大小两种直径的阶梯销 A 和 B,在孔盘上则按照一定规律做出与销 A 和销 B 相配合的大孔和小孔。当转动孔盘使变速操纵机构处在图 3—53a 所示位置时,下变速齿杆的销 A 插入孔盘上的大孔中,而上变速齿杆与孔盘相对应处无孔可插,当将孔盘向左推合到位时,轴 II 上的三联滑移齿轮移至最左端与轴 I 上齿数为 22 的固定齿轮相啮合,使轴 II 获得一级转速。当变速操纵机构处在图 3—53b 所示位置时,两变速齿杆的销 B 都插入孔盘上的小孔中,当孔盘向左推合到位时,两变速齿杆的轴向位置将改变,使三联滑移齿轮移至中间位置与轴 I 上齿数为 16 的固定齿 图 3—53 主轴变速操纵机构的工作原理相啮合,使轴 II 变换了一级转速。同理,当变速操纵机构处在图 3—53c 所示位置时,又可使轴 II 变换一级转速。

主轴变速机构中共有两个三联滑移齿轮和一个双联滑移齿轮,所以,主轴变速机构可以使主轴得到 18 级($3 \times 3 \times 2 = 18$, 串接)转速。另外两个滑移齿轮的结构和工作原理与上同,且都布置在孔盘的左侧。

图 3—54 所示为主轴变速操纵机构的结构示意图。变速时,将手柄压下(脱开定位销)后向左转动,通过扇形齿轮的转动,带动齿条轴和拨叉 1 向右移动,使孔盘与其轴一起向右移动(此时锥齿轮 2 不动,孔盘轴通过导向键在锥齿轮 2 的孔中滑动),脱开上下变速齿杆,此时就可转动调速盘,从标记中选定所需转速档。通过转动调速盘,可使固定在它另一端的锥齿轮 1 带动锥齿轮 2 转动,从而使孔盘也随之转动到某一位置。再将手柄扳回原位,经过扇形齿轮、齿条轴和拨叉 1,使孔盘向左推合到位。孔盘上各孔眼之间的位置是根据移动拨叉位置的需要而确定的,通过各变速齿杆上阶梯销的作用,就可使变速齿杆作相应的轴向移动,推动拨叉 2 使各滑移齿轮变换轴向位置,以达到变换主轴转速的目的。



为了保证滑移齿轮在变速时能顺利啮合，在扇形齿轮的下部装有一凸块，当扳动手柄向左转动的同时，凸块推动顶杆，瞬间接通微动开关，使主传动电动机瞬时起动(反转)，带动主轴箱中各轴瞬时回转。此时滑移齿轮与固定齿轮相啮合就不会产生顶齿现象。此外，微动开关还能起到防止在主轴旋转过程中误变速的保护作用。如果主轴正在旋转时，误扳动手柄，凸块就会推动顶杆瞬间接通微动开关，使主传动电动机立即制动而停止旋转，从而避免损坏齿轮。调整顶杆上的螺钉可控制微动开关接通时间的长短。

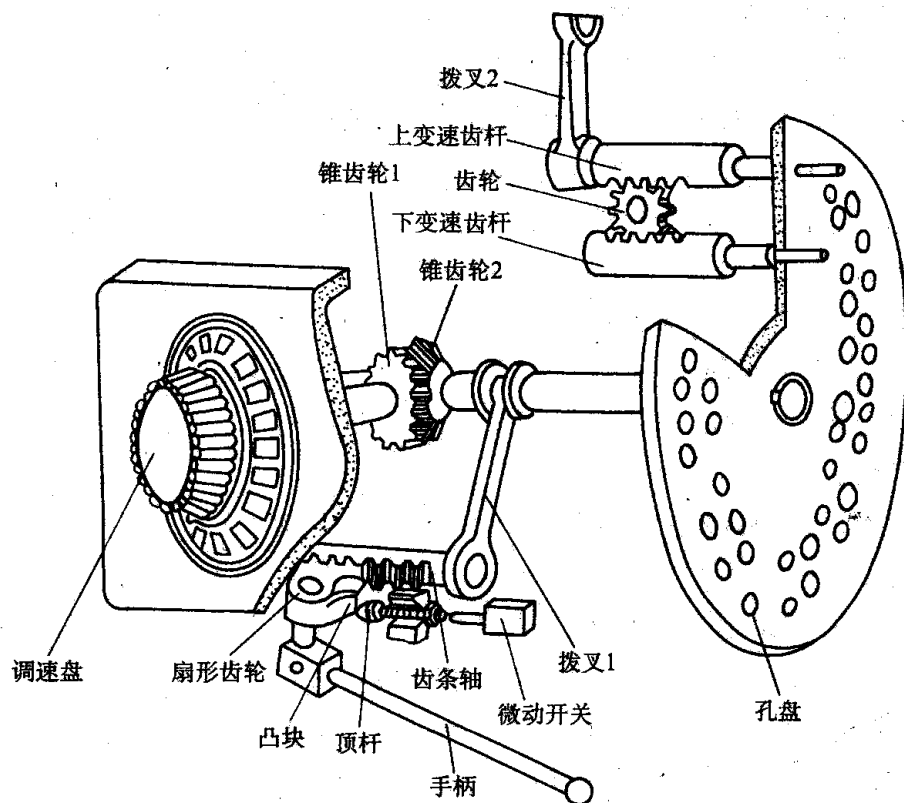


图 3—54 主轴变速操纵机构的结构示意图

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	铣床的操作及调整（二）
教 者	黄 曙
教案序号	第 36 教案
教学目的	1、纵向进给操纵机构 2、垂直和横向进给操纵机构 3、
重点难点	1、机构的组成 2、操作的步骤 3、
作 业	1、P100.25 2、P100.26
复 习	简述铣床主轴变速操纵机构的基本原理
导 入	继续了解其它操纵机构
小 结	安排实训课，现场教学。

二、纵向进给操纵机构

图 3—55 所示为工作台纵向进给操纵机构。当向左或向右扳动手柄 1 时，凸轮板的顶边转向两侧，摆销板在弹簧的推动下向左摆动，拨杆带动拨叉连同牙嵌离合器 M5 的滑套向左移动，使牙嵌离合器嵌合。此时由一对圆锥齿轮传递的机动进给运动就通过 M5 及其导向键驱动丝杠转动，工作台就获得了纵向机动进给运动。它的换向（向左或向右）是由凸轮板上的悬伸杆拨动行程开关 1 或行程开关 2 来控制的。当手柄 1 向左扳动时，行程开关 1 被接通，进给电动机反转；手柄 1 向右扳动时，行程开关 2 被接通，进给电动机正转。因此，工作台就产生了向左或向右的自动纵向机动进给运动。

当手柄 1 扳至中间位置时，凸轮板的顶边抵住摆销板上的销子 1，通过摆销板上的销子 2 带动拨杆及拨叉，克服弹簧的压力，将 M5 的滑套向右拨动，使牙嵌离合器脱开，因而使纵向机动进给运动被切断。

若操纵左侧手柄 2，则通过连杆和杠杆亦可拨动凸轮板向左或向右转动，与操纵手柄 1 起同样的作用。

工作台纵向行程自动循环的控制，是由手柄轴上中间套连接的两个开动快速行程用的星轮来实现的。八齿星轮由工作台上相应的挡块碰撞而获得转动，并能带动星轮一起转动。在星轮上间隔地分布着两种深度不同的凹槽，使顶杆作不同距离的移动。由于顶杆移动距离的长短不同，从而操纵行程开关 3，依次交替地将工作进给变为快速移动，或将快速移动变为工作进给。

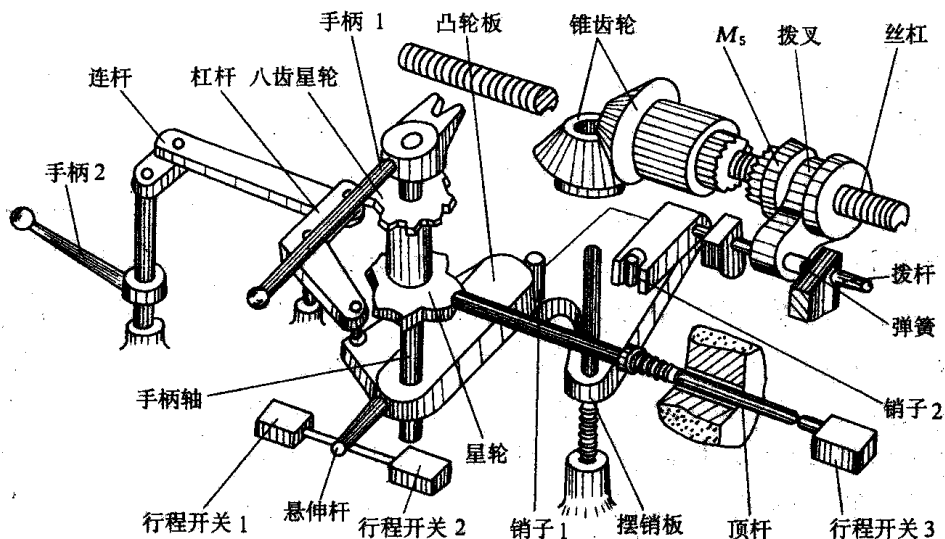


图 3—55 纵向进给操纵机构

三、垂直和横向进给操纵机构

图 3—56 所示为垂直和横向进给操纵机构。在鼓轮的轮缘上，制成适当的斜面和凸起部分，当球铰式手柄向上或向下、向前或向后扳动时，鼓轮就作相应的转动或移动。再通过杠杆、连杆和 T 形杠杆使牙嵌离合器 M3 和 M4 脱开或嵌合。图示位

置时，球铰式手柄居中，两个牙嵌离合器都脱开。

当向上或向下扳动球铰式手柄时，鼓轮绕轴转动。此时由于鼓轮圆周方向的曲面作用，将杠杆一端的滚轮顶起向右摆动(见图 3—56 的 C—C)，而另一端的螺钉向左摆动(见图 3—56 的 B—B)，即杠杆作顺时针转动，连杆被往左拉，带动 T 形杠杆亦作顺时针转动，使牙嵌离合器 M3 嵌合，M4 脱开，从而接通工作台垂直进给系统，使工作台向上或向下移动。它的上、下移动是靠电动机的正转或反转来实现的。当向上扳动球铰式手柄时，鼓轮作逆时针转动，在使 M3 嵌合的同时，通过触销 1 压下行程开关，使电动机正转，工作台就向上移动；当向下扳动球铰式手柄时，鼓轮作顺时针转动，通过触销 2 压下另一行程开关，使电动机反转，工作台就向下移动。

当向前或向后扳动球铰式手柄时，鼓轮作轴向移动，由于鼓轮轴向曲面的作用，使滚轮向左摆动，螺钉向右摆动，即杠杆作逆时针转动，连杆被向右推，带动 T 形杠杆亦作逆时针转动，使牙嵌离合器 M4 嵌合，M3 脱开，从而接通了工作台的横向进给系统，使工作台向前或向后移动。它的前、后移动也是通过两个触销控制电动机的正、反转来实现的。

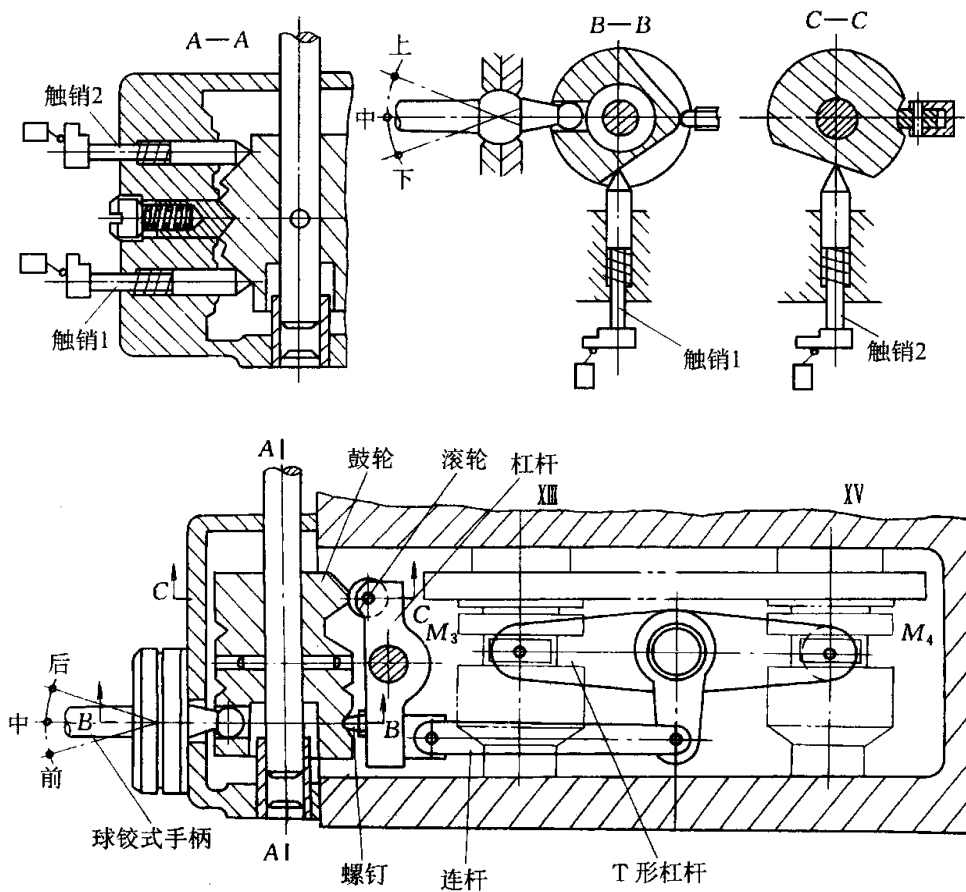


图 3—56 垂直和横向进给操纵机构

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	铣床的调整机构和调整方法
教 者	黄 曙
教案序号	第 37 教案
教学目的	1、工作台纵向丝杠传动间隙的调整 2、工作台与纵向丝杠轴向间隙的调整 3、运动部件工作间隙的调整
重点难点	1、调整的原理 2、调整的方法 3、
作 业	1、P101.27 2、P101.28 3、P101.29
复 习	简述铣床纵向进给操纵机构的操作流程。
导 入	铣床的调整方法今天来学习一下。
小 结	安排实训课，现场教学。

四、铣床的调整机构和调整方法

铣床经过运输、安装或者经过一段时间的使用之后，有些零部件可能会松动、磨损，若不及时地进行调整，就会加速机床的损坏，并严重影响加工质量。

1. 工作台纵向丝杠传动间隙的调整

工作台的纵向进给运动是用丝杠螺母传动机构来实现的。丝杠螺母之间是必然存在间隙的，并且随着使用时间的增长、磨损的加重，而使间隙越来越大。过大的间隙必定会影响传动精度，零件的加工质量也就难以保证，所以，必须把间隙调整到允许的范围。

图 3—57 所示为丝杠螺母间隙调整机构。调整时先打开工作台底座上的盖板，再拧松螺钉，然后顺时针转动螺杆带动调整螺母转动。在调整螺母没有转动时，其丝杠与螺母的间隙存在情况如图 3—57b 所示。当转动调整螺母时，其端面就会抵紧在固定螺母的对应端面上，迫使调整螺母推动丝杠向左移动，直至丝杠螺纹的右侧与调整螺母贴紧，而左侧与固定螺母贴紧，如图 3—57c 所示。调整后，用手摇动工作台，检查在全行程范围内有无卡滞的现象。

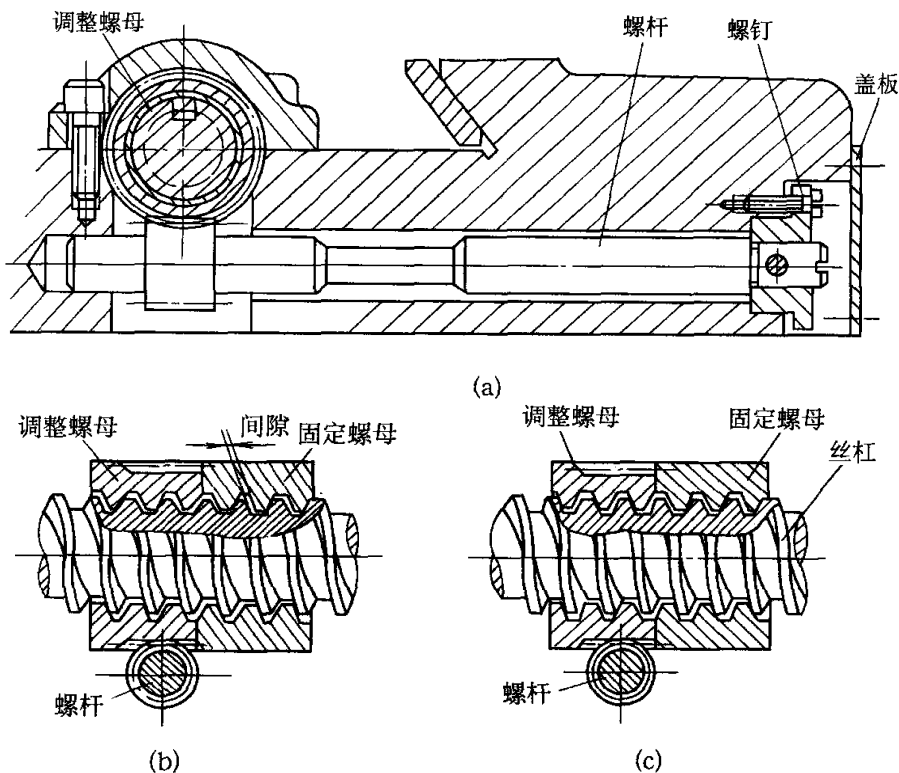


图 3-57 丝杠螺母间隙调整机构

2. 工作台与纵向丝杠轴向间隙的调整

调整工作台与纵向丝杠轴向间隙时，首先卸下手轮，然后将螺母 1 和刻度盘卸下，扳直止动垫圈，稍微松开螺母 2，即可用螺母 3 进行间隙调整(图 3—58)。一般轴向间隙的允差为 0.01~0.03 mm，调整后，先拧紧螺母 3，再拧紧螺母 2，然

后再反向旋紧螺母 3。反向拧紧螺母 3 的原因是，当把螺母 2 拧紧时，会把螺母 3 向里压紧（一般拧紧螺母的松紧程度是以用手刚能拧动垫块即可）。最后再把止动垫圈扣紧，并装上刻度盘和螺母 1 等。

3. 运动部件工作间隙的调整

工作台纵向、横向和垂直方向的运动部件与导轨之间要有合适的工作间隙。间隙太小时，移动费力，也不灵敏；间隙太大时，工作不平稳，而且会影响加工质量。因此，在导轨与运动部件之间都装有用塞铁来调整间隙的机构（图 3—59）。

图 3-59a 所示为铣床工作台的横向塞铁调整机构。调整时，直接拧动螺杆，即可带动塞铁进退，以调整合适的工作间隙。

图 3-59b 所示为工作台纵向塞铁调整机构。图 3—58 纵向丝杠轴向间隙的调整调整时，先拧松两个螺母，再转动螺杆，使塞铁移动，间隙合适后，先手摇工作台或升降台，以确定这个间隙的松紧程度，最后再将两个螺母分别拧紧。

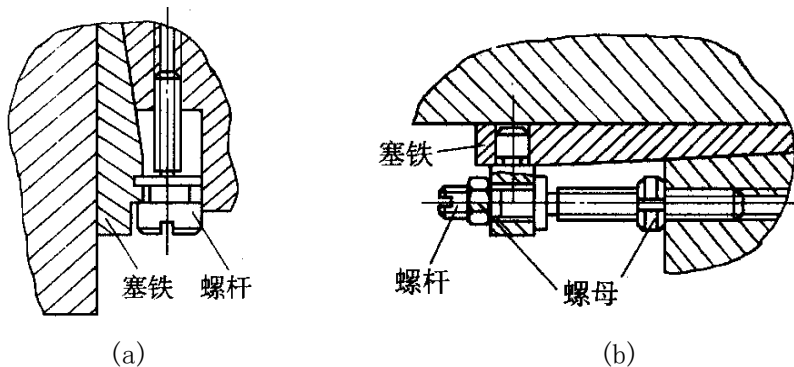
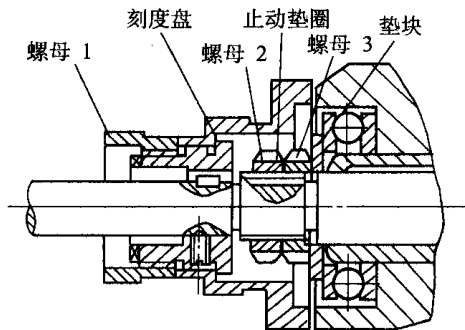


图 3—59 导轨间隙的调整机构

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	实训六铣床操作及铣刀的选用、拆装练习
教 者	黄 曙
教案序号	第 38、39 教案
教学目的	(1)了解常用铣床的种类及用途 (2)了解铣床各操作手柄的名称、功能和操作方法 (3)空运转操作铣床 (4)了解铣床的润滑保养和安全操作知识 (5)了解铣刀的材料、种类和应用。 (6)练习装卸铣刀刀杆和铣刀。 (7)了解铣刀装卸时的注意事项。
重点难点	
作 业	
复 习	
导 入	
小 结	

实训六 铣床操作及铣刀的选用、拆装练习

一、实习教学要求

- (1) 了解常用铣床的种类及用途
- (2) 了解铣床各操作手柄的名称、功能和操作方法
- (3) 空运转操作铣床
- (4) 了解铣床的润滑保养和安全操作知识
- (5) 了解铣刀的材料、种类和应用。
- (6) 练习装卸铣刀刀杆和铣刀。
- (7) 了解铣刀装卸时的注意事项。

二、铣床的操纵练习步骤

1. 认识机床和手动进给练习

- (1) 在教师指导下认识和熟悉机床。
- (2) 手动进给操作练习。

2. 铣床主轴变速和空运转练习

- (1) 练习变换主轴转速 1~3 次(控制在低速)。
- (2) 主轴的“起动”、“停止”练习。

3. 工作台机动进给操作练习

- (1) 铣床检查。
- (2) 进给速度变换练习 1~3 次(控制在低速)。
- (3) 机动进给操作练习, 使工作台先后分别作纵向、横向、垂直方向的机动进给。

4. 安全注意事项

- (1) 严格遵守安全操作规程。
- (2) 不准做与以上训练内容无关的其他操作。
- (3) 操作时必须按规定步骤和要求进行。
- (4) 不允许两个进给方向同时机动进给。
- (5) 练习完毕后, 认真擦拭机床, 使工作台在各进给方向处于中间位置, 各手柄恢复原来位置, 关闭电源。

三、相关工艺知识

1. 铣刀切削部分的材料常用的铣刀切削部分的材料有两大类。一类是高速钢, 用于制造形状较复杂的低速切削用铣刀, 通用高速钢常用牌号有 W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2, 特殊用途高速钢牌号有 W6Mo5Cr4V2A1、W6Mo5Cr4V5SiNbA1。另一类是硬质合金, 多用于制造高速切削用铣刀, 常用硬质合金有钨钛钴(YT)类, 用于切削一般钢材; 钨钴(YG)类, 用于切削铸铁、有色金属及其合金; 通用硬质合金, 用于切削高强度钢、耐热钢、不锈钢等, 其牌号有 YW1、YW2 等。

2. 铣刀和铣刀杆的种类及用途

- (1) 铣刀按用途分四类

1) 铣削平面用铣刀 主要有圆柱铣刀和面铣刀，见图 a-12。

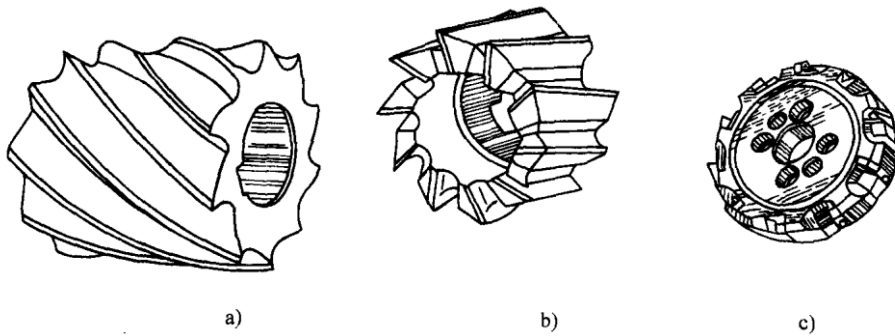
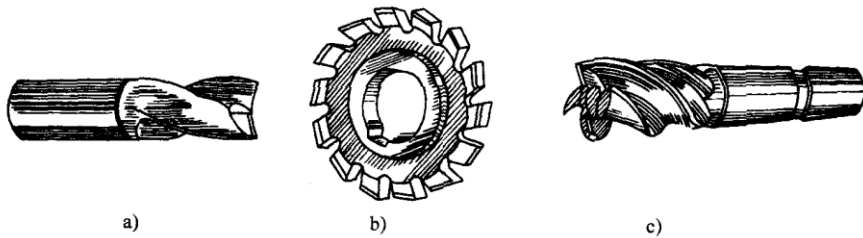


图 a-12 铣平面用铣刀

a) 圆柱铣刀 b) 套式面铣刀 c) 机夹面铣刀



a) b) c)

d) e) f) g)

图 a-13 铣沟槽用铣刀

a) 键槽铣刀 b) 盘形槽铣刀 c) 立铣刀 d) 镶齿三面立铣刀
e) 三面刃铣刀 f) 错齿三面刃铣刀 g) 锯片铣刀

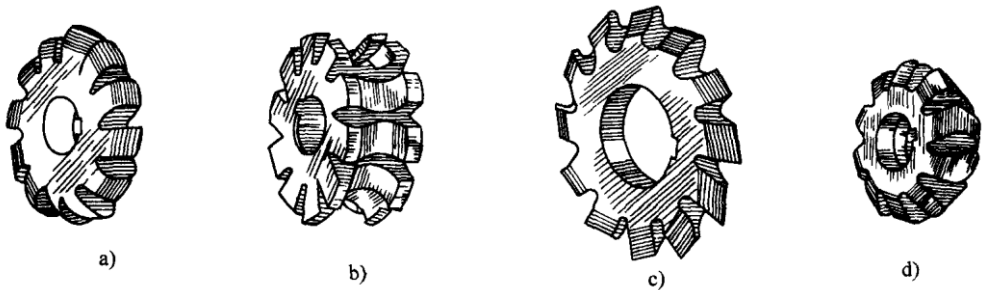


图 a-14 铣特形面用铣刀

a) 凸半圆铣刀 b) 凹半圆铣刀 c) 齿轮铣刀 d) 特形铣刀

编写者：黄 曙

2) 铣削沟槽用铣刀主要有三面刃铣刀、立铣刀、键槽铣刀、盘形槽铣刀、锯片铣刀等，见图 a-13。

3) 铣削特形面用铣刀主要有凸、凹半圆铣刀、特形铣刀、齿轮铣刀等，见图 a-14。

4) 铣削特形沟槽用铣刀 主要有 T 形槽铣刀、燕尾槽铣刀、半圆键槽铣刀、角度铣刀等，见图 a-15。

(2) 铣刀刀杆

1) 卧式铣床用的刀杆，用于安装圆柱形带孔铣刀和圆盘形铣刀，见图 a-16。

2) 夹头，用于安装直柄刀具。

3) 快速装卸式刀杆。

3. 铣刀的安装

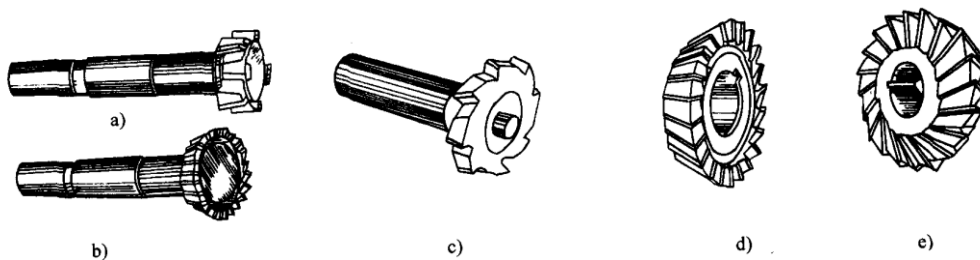


图 a-15 铣特形沟槽用铣刀

a) T 形槽铣刀 b) 燕尾槽铣刀 c) 半圆槽铣刀 d) 单角铣刀 e) 双角铣刀

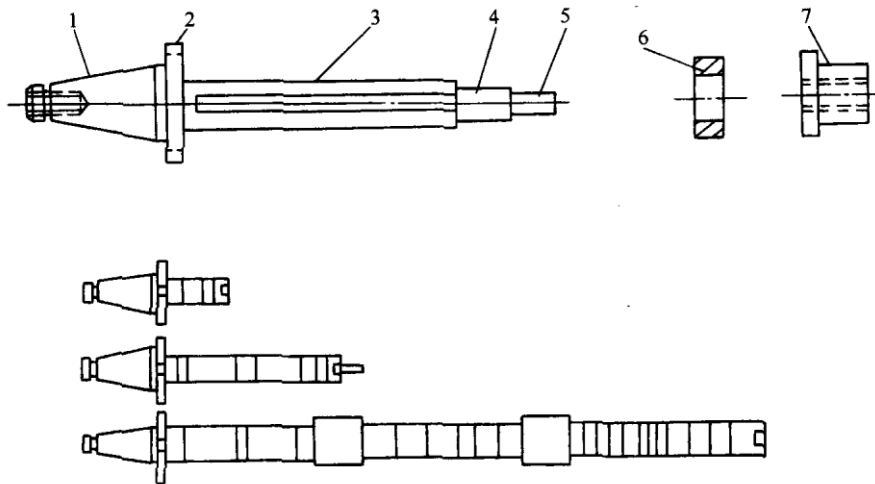


图 a-16 铣刀刀杆

1-锥柄 2-凸缘 3-刀杆 4-螺纹 5-配合轴颈 6-垫圈 7-紧刀螺母

(1) 带孔铣刀的安装带孔铣刀的安装方式按其结构形式不同有以下两种：

1) 安装圆柱铣刀的步骤：选择安装刀杆，紧固拉紧螺杆，并装上垫圈、铣刀、旋紧螺母，然后调整并紧固悬梁、支架，最后紧固刀杆螺母，调整支架支持轴承。

2) 安装面铣刀的具体步骤与圆柱铣刀基本相同，只是刀杆轴端没有轴颈，外

螺纹改成内螺孔，用螺钉来紧固铣刀。

(2) 带柄铣刀的安装

1) 安装直柄铣刀是通过钻夹头或弹簧夹头套筒进行的。

2) 安装锥柄铣刀是通过过渡套筒进行的。

4. 铣刀安装后的检查铣刀安装后，应做以下几方面检查：

(1) 检查铣刀装夹是否牢固。

(2) 检查挂架轴承孔与刀杆配合轴颈的配合间隙是否适当。

(3) 检查铣刀的旋转方向是否正确。

(4) 检查铣刀刀齿的圆跳动和端面跳动。

四、铣刀的装拆练习

1. 圆柱铣刀的装拆练习

(1) 安装刀杆。

(2) 安装铣刀。

(3) 拆卸铣刀和刀杆。

2. 锥柄铣刀的装拆练习

(1) 安装莫氏 3 号锥柄立铣刀。

(2) 拆卸立铣刀。

五、铣刀装拆时的注意事项

(1) 铣刀装拆练习时，应将主轴转速调至最低或锁紧主轴。

(2) 圆柱铣刀和其他带孔铣刀安装时，应先紧固挂架后紧固铣刀。卸下铣刀时，应先松开铣刀再松开挂架。

(3) 装卸铣刀时，要用棉纱垫衬，不要用手直接握铣刀。安装铣刀时，应擦净各接合表面，以免因脏物影响铣刀的安装精度。

(4) 铣刀安装后，应检查安装情况是否正确。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	实训七 铣床工件的装夹练习
教 者	黄 曙
教案序号	第 40、41 教案
教学目的	(1)了解平口钳的结构。 (2)掌握平口钳的安装方法及钳口的校正方法。 (3)掌握用平口钳和压板装夹工件的方法。 (4)了解用平口钳和压板装夹工件的注意事项。
重点难点	
作 业	
复 习	
导 入	
小 结	

实训七 铣床工件的装夹练习

一、实习教学要求

- (1) 了解平口钳的结构。
- (2) 掌握平口钳的安装方法及钳口的校正方法。
- (3) 掌握用平口钳和压板装夹工件的方法。
- (4) 了解用平口钳和压板装夹工件的注意事项。

二、工件的装夹

1. 用平口钳装夹工件

- (1) 平口钳的结构见图 a-17。
- (2) 平口钳的安装和固定钳口的校正

安装平口钳时，应擦净钳座底面和铣床工作台面。为了操作方便，一般情况下，平口钳在铣床工作台面上的位置，应处于工作台长度方向的中心偏左、宽度方向的中心，以方便操作。按照工件的具体要求，平口钳安装后，其固定钳口平面可与铣床主轴轴心线垂直或平行。平口钳安装后，要对固定钳口进行校正，校正的方法：

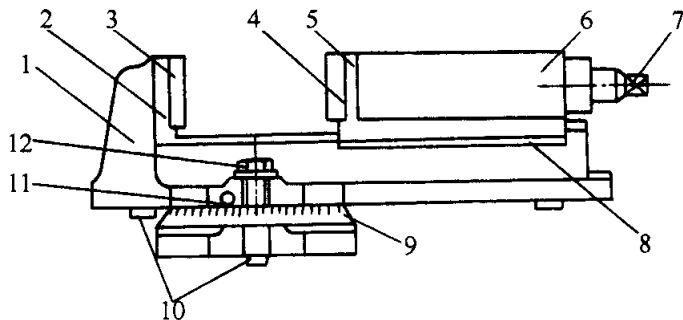


图 a-17 平口钳

- 1-钳体 2-固定钳口 3-固定钳口铁 4-活动钳口铁 5-活动钳口 6-活动钳身
7-丝杠方头 8-压板 9-底座 10-定位键 11-钳体零线 12-螺栓

- 1) 用定位键定位安装。
- 2) 用划针校正固定钳口与铣床主轴轴心线垂直。
- 3) 用 90°角尺校正固定钳口与铣床主轴轴心线平行。
- 4) 用百分表校正固定钳口与铣床主轴轴心线垂直或平行。

(3) 工件在平口钳上的装夹

1) 毛坯件的装夹装夹毛坯件时，应选一个大而平整的毛坯面作粗基准面，将这个面靠在固定钳口面上。在钳口和工件毛坯面间垫铜皮，防止损伤钳口。轻夹工件，用划线盘校正毛坯上平面位置，符合要求后夹紧工件，见图 a-18。

2) 经粗加工的工件的装夹选择工件上一个较大的粗加工表面作基准面，将其靠向平 E1 钳固定钳口面或钳体导轨面上进行装夹。工件的基准面靠向固定钳口面时，可在活动钳口与工件间放置一圆棒，圆棒要与钳口上平面平行，其位置在钳口夹持

工件部分高度的中间偏上。通过圆棒夹紧工件，能保证工件的基准面与固定钳口面很好地贴合，见图 a-19。

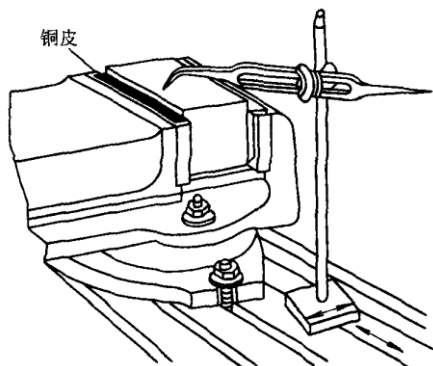


图 a-18 钳口垫铜皮装夹毛坯料

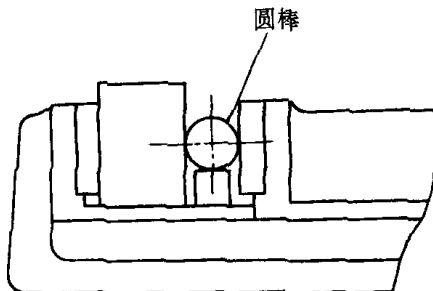


图 a-19 用圆棒夹紧工件

(4) 在平口钳上装夹工件时的注意事项

1) 装夹工件时，必须将工件的基准面紧贴固定钳口或导轨面；在钳口平行于刀杆的情况下，承受铣削力的钳口必须是固定钳口。

2) 工件的加工余量层必须高出钳口，以免铣坏钳口和损坏铣刀。如果工件低于钳口平面，可在工件下面垫适当厚度的平行垫铁。

3) 为了使工件紧密地靠在平行垫铁上，应用铜锤或木锤轻轻敲击工件，用手不能轻易推动平行垫铁为宜。

4) 工件在平口钳上装夹位置应适当，使工件装夹后稳固可靠，不致在切削力作用下产生位移。

5) 用平口钳夹持毛坯时，应在毛坯面和钳口之间垫上铜片等物。

2. 用压板装夹工件对形状较大或不便于用平口钳装夹的工件，可用压板压紧在工作台上进行加工。

(1) 用压板夹紧工件的方法压板通过螺栓、螺母、垫铁将工件压紧在工作台面上，见图 a-20。

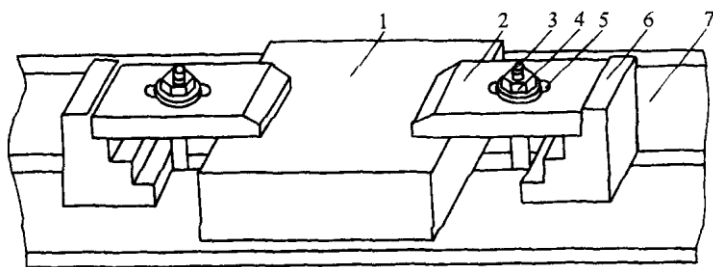


图 a-20 用压板装夹工件

1 一工件 2 一压板 3—T 形螺栓 4 一螺母 5 一垫圈 6 一台阶垫铁 7 一工作台面

(2) 使用压板夹紧工件时的注意事项。

1) 螺栓要尽量靠近工件，这样可增大夹紧力。

2) 垫铁的高度要适当，防止压板和工件接触不良。

3) 工件夹紧处不能悬空。如有悬空，应垫实。

4) 夹紧毛坯表面时，应在工件与台面之间垫铜皮；夹紧已加工表面时，应在压板和工件表面之间垫铜皮，以免压伤工作台面和工件的已加工表面。

5) 用面铣刀铣削工件时，压板可以调一个角度安装，但必须迎着铣削时的作用力。

三、安装和校正平口钳，练习装夹工件

1. 练习校正平口钳

(1) 校正固定钳口与铣床主轴轴心线平行练习步骤：

- 1) 安装平口钳。
- 2) 使固定钳口与主轴轴心线大致平行。
- 3) 用 90° 角尺校正固定钳口。
- 4) 紧固钳体。
- 5) 复检。

(2) 校正固定钳口与铣床主轴轴心线垂直练习步骤：

- 1) 松开钳体紧固螺母，转动钳体 90° 。
- 2) 在刀杆间安装划针。
- 3) 用划针校正固定钳口。
- 4) 紧固钳体。
- 5) 取下划针，安装百分表。
- 6) 用百分表校正固定钳口，在钳口全长范围内两端允差 0.03mm 内。

2. 练习装夹工件

(1) 用平口钳装夹工件练习步骤：

1) 选择 $40\text{mm} \times 60\text{mm} \times 150\text{mm}$ 的已加工长方体零件，选择 $20\text{mm} \times 50\text{mm} \times 170\text{mm}$ 的平行垫铁。

- 2) 放置垫铁。
- 3) 安装工件，轻轻夹紧。
- 4) 用铜锤轻击工件上面，使工件与垫铁贴紧，夹紧工件。
- 5) 检查垫铁应不松动。

(2) 用压板装夹工件练习步骤：

- 1) 工件为 $250\text{mm} \times 150\text{mm} \times 50\text{mm}$ 的已加工长方体。
- 2) 选择适用的压板、垫铁、螺栓螺母副。
- 3) 安装螺栓、压板、垫圈、螺母。
- 4) 用压板压紧工件。

四、练习时的注意事项

- (1) 练习中注意掌握正确的操作方法。
- (2) 注意安全。
- (3) 爱护工具、夹具、量具。
- (4) 注意文明生产，合理组织工作地。

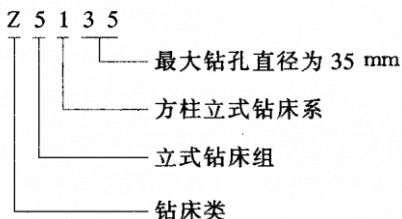
课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	钻 床
教 者	黄 曙
教案序号	第 42 教案
教学目的	1、钻床的种类及用途 2、钻削加工的工艺范围和工艺特点 3、
重点难点	1、各类钻床的用途及区别 2、钻削加工的工艺范围 3、钻削加工的工艺特点
作 业	1、P101.30 2、P101.31
复 习	简述铣工作台纵向丝杠传动间隙的调整方法
导 入	工件上有许多孔状结构，今天来了解孔加工机床
小 结	安排到实训工场，现场教学。

第七节 钻床与镗床

钻床和镗床都属于孔加工机床。它们的主要区别在于，钻床是用麻花钻在实体部位上加工精度较低且直径较小的孔；而镗床是用镗刀在已有孔的工件上加工直径较大的孔，孔的精度也较高，且孔与孔的轴线之间的同轴度、平行度、垂直度及孔距精度均较高。因此，镗床特别适合加工箱体、机架等结构复杂、尺寸较大的零件。

一、钻床的种类及用途

钻床的种类主要有台式钻床、立式钻床、摇臂钻床和中心孔钻床等。图 3—49 所示为 Z5135 型立式钻床，其型号含义为：



1. 立式钻床

立式钻床(图 3—60)由主轴箱、进给箱、主轴、工作台、立柱、底座和操纵手柄等组成，其加工孔径一般为 50 mm 以内。

电动机经带传动和齿轮变速机构，带动主轴旋转作主运动。主轴下端的锥孔可装夹钻削刀具。进给箱使主轴作机动进给，并可获得多种大小不同的进给量，预先调整好进给定程机构，就可在钻削刀具进给至预定深度时，自动停止进给。转动手柄即可实现手动进给。工件装夹在工作台上，进给箱和工作台均可沿立柱导轨垂直移动，调整其高低位置，可适应不同高度工件的加工需要。

由于立式钻床的主轴相对于工作台的纵向和横向位置是固定的，必须通过移动工件才能使主轴和刀具轴线与被加工孔的轴线重合。因此，立式钻床只适用于加工中小型工件，且被加工孔数不宜过多。

2. 台式钻床

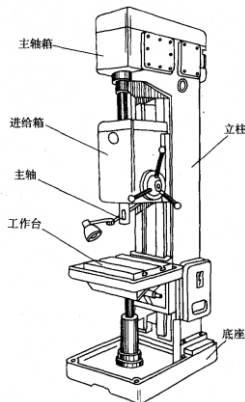


图 3—60 Z5135 型立式钻床

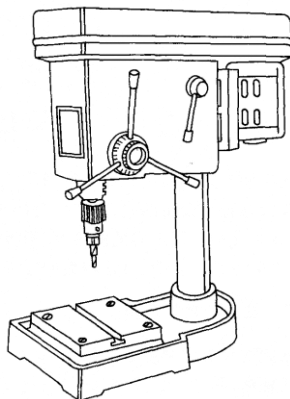


图 3—61 台式钻床

台式钻床的结构与立式钻床相似,但它没有进给箱(图 3—61),其进给运动完全靠手操纵手柄来实现。台式钻床多放置在工作台案上工作,钻孔直径一般在 15 mm 以下。由于钻孔直径小,为了保证钻削时具有一定的钻削速度,台式钻床主轴通常用电动机经胶带塔轮变速机构直接传动。主轴箱可沿立柱作少量垂直位置调整,以适应工件不同高度。

台式钻床主要用于加工小型零件的小直径孔,在电器、仪表工业以及一般机械制造厂中的钳工装配车间有广泛地应用。

3. 摇臂钻床

摇臂钻床主要由底座、立柱、摇臂、主轴箱、主轴、工作台等部分组成,如图 3—62 所示。摇臂钻床的立柱为双层结构,内立柱固定在底座上,外立柱由滚动轴承支承,可绕内立柱转动。加工时,工件固定在底座或工作台上,主轴上的钻削刀具

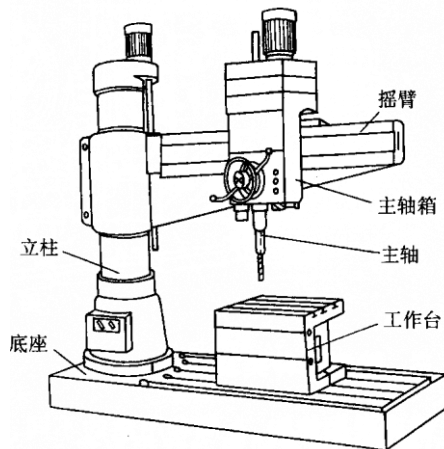


图 3—62 Z3040 型摇臂钻床

作旋转运动并沿主轴轴线方向作进给运动。主轴箱和进给箱连接在一起,装在摇臂上,可沿摇臂水平导轨移动;摇臂装在外立柱上,可绕其轴线回转。这两种运动组合可以把主轴调整到钻床加工范围(扇形区域)的任意位置,使主轴对准待加工孔的中心。因此,加工多孔大型零件,可在一次安装中,只需调整主轴的位置,就可以对准每个加工孔的中心。为了适应不同高度工件的加工需要,摇臂可沿外立柱上升或下降。

为了使主轴在加工时保持准确的位置,摇臂钻床的外立柱、摇臂及主轴都有锁紧机构,当主轴位置调整好以后,就可迅速地将它们锁紧。为满足钻孔、扩孔、铰孔和攻螺纹等不同加工对主轴转速和进给量大小的要求,摇臂钻床设有预选变速机构,可在机动进给加工时,预选好下一工步所需的主轴转速和进给量,加工完毕即可迅速调换,进行下一工步的加工。摇臂钻床广泛地用于大中型多孔零件的加工。

二、钻削加工的工艺范围和工艺特点

钻削加工是用钻削刀具在工件上加工孔的切削加工。在钻床上加工时,工件固定不动,刀具作旋转运动(主运动),同时沿轴向移动(进给运动),如图 3—63 所示。

1. 钻削加工的工艺范围

钻床的加工范围较广,在钻床上采用不同的刀具,可以完成钻中心孔、钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹、铰孔和铰平面等,如图 3—64 所示。

2. 钻削加工的工艺特点

(1) 钻削加工时,钻头是在半封闭的状态下进行

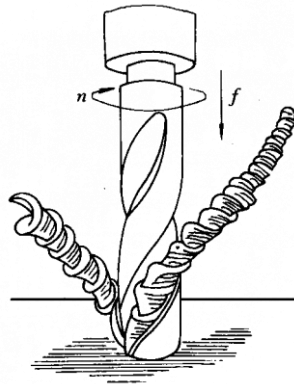


图 3-63 钻孔

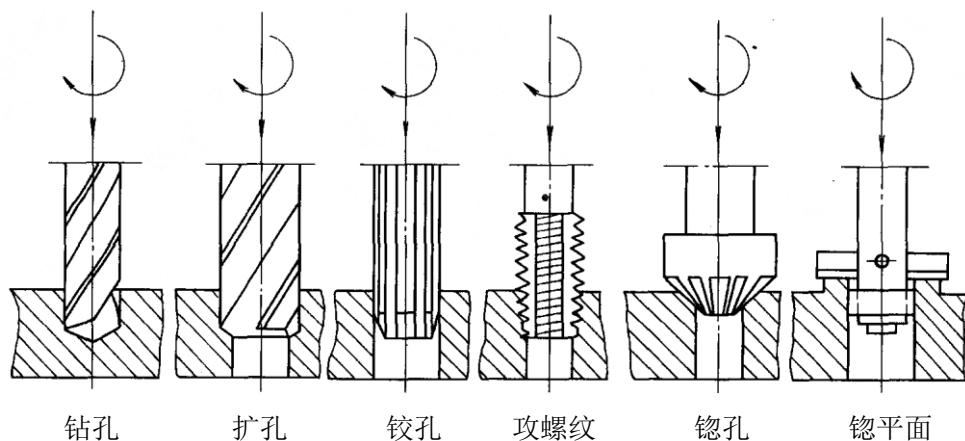


图 3—64 常见的钻削加工工艺

切削的，钻头转速高，切削量大，排屑困难。

(2) 摩擦严重，产生热量多，散热困难。

(3) 转速高、切削温度高，致使钻头磨损严重。

(4) 挤压严重，所需切削力大，孔壁易冷作硬化。

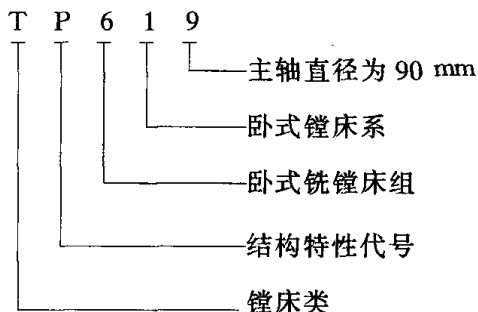
(5) 钻削刀具细而悬伸长，加工时容易产生振动。

(6) 钻削精度低，尺寸精度为 IT12~IT11，表面粗糙度值 R_a 为 $50 \sim 6.3 \mu m$ 。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	镗 床
教 者	黄 曙
教案序号	第 43 教案
教学目的	1、镗床的种类及用途 2、镗削加工的工艺范围和工艺特点 3、
重点难点	1、镗床的主要部件及功用 2、镗削加工的工艺范围 3、镗削加工的工艺特性
作 业	1、P101. 32 2、P101. 33 3、P101. 34
复 习	1、常用钻床有哪几种？ 2、简述钻削加工的工艺范围和工艺特点
导 入	镗削加工是孔加工的一种重要方法
小 结	暂无实训设备，组织到我自己的个人网站观看图片及视频 http://www.huangshu.la.cn 黄老师网站

三、镗床的种类及用途

镗床根据结构、布局和用途的不同,有卧式镗床、坐标镗床、精镗床、落地镗床、立式镗床和深孔钻镗床等。镗床的型号含义举例如下:



1. 镗床主要部件及功用

TP619 型卧式铣镗床主要由床身、主轴箱、主立柱、尾立柱、上滑座、下滑座、工作台等部件组成,如图 3—65 所示。

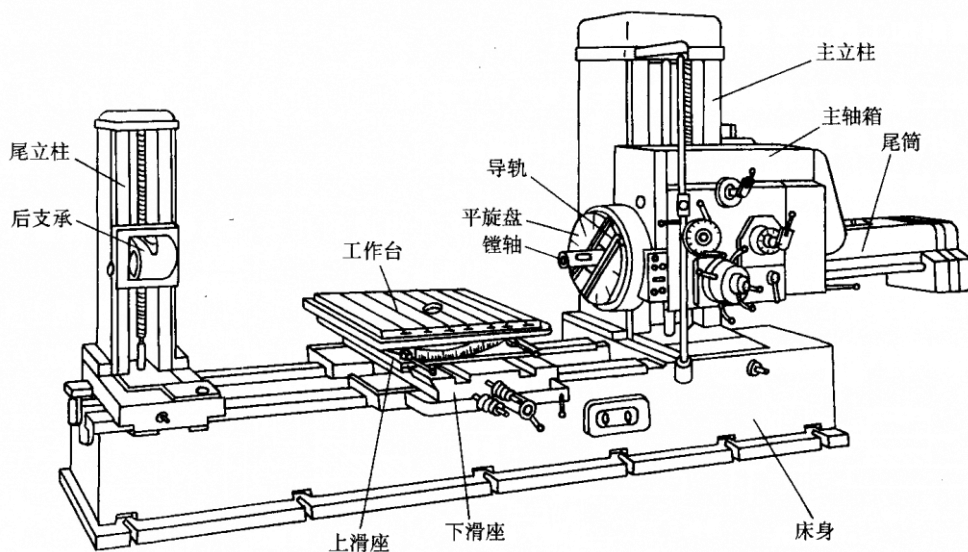


图 3—65 TP619 卧式铣镗床

(1) 床身 床身是用来支承镗床各部件的,其上水平导轨供下滑座带动工作台一起作纵向进给运动。

(2) 主轴箱 主轴箱上装有镗轴和平旋盘。镗轴既可作旋转运动(主运动),又可作直线运动(轴向进给运动)。镗轴前端有莫氏 5 号锥孔,用于安装刀具、镗杆或刀夹。平旋盘上有 4~6 条 T 形槽,用于安装刀夹以适应大平面的加工需要,其上还有带燕尾形导轨的刀架滑板。刀架滑板上两条 T 形槽也可以安装刀夹,在镗削较浅的大孔时,刀夹就安装在刀架滑板上,利用刀架滑板来调节背吃刀量。当加工孔边的端面时,还可以利用刀架滑板作径向进给运动。

主轴箱还可沿主立柱上的导轨作上下移动,既可以调节镗轴的高低位置,又可

以实现垂直进给运动。

(3)主立柱 主立柱是用于支承主轴箱的，其上导轨可供主轴箱上升或下降。

(4)尾立柱 当镗杆伸出较长时，尾立柱上的后支承可用于支承镗杆的另一端，用以增加镗杆的刚性。后支承也可沿尾立柱上的导轨上升或下降。

(5)工作台 工作台是用于安装工件的，它可以由上、下滑座带动作横向或纵向进给运动；工作台还可以绕上滑座的圆导轨在水平面内回转所需角度，用以适应互成一定角度的孔或平面的加工装夹要求。

2. 其他镗床简介

镗床的种类很多，这里简要介绍坐标镗床和落地镗床。

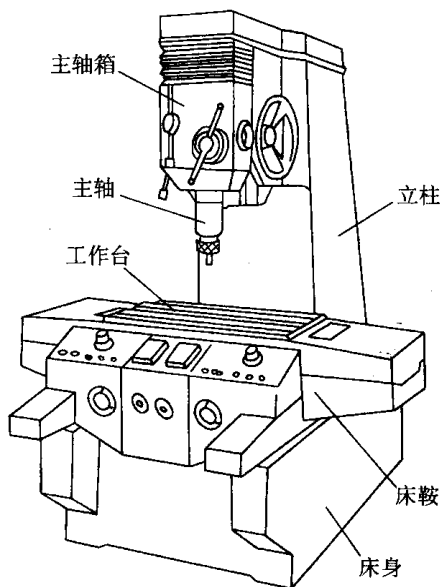


图 3—66 坐标镗床

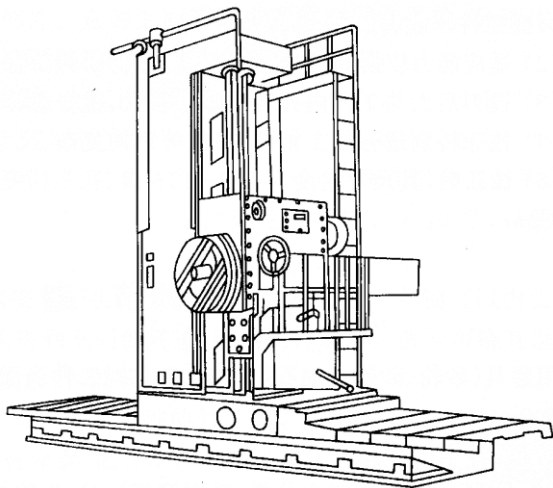


图 3—67 落地镗床

坐标镗床的结构刚性好，能在实体工件上钻、镗精密孔或孔系，主轴转速可高达 $3\,000\text{ r/min}$ ，精镗进给量小至约 0.02 mm/r ，如图 3—66 所示。

落地镗床是用于加工体积大、吨位重的大型工件的，它的加工行程较长，结构刚性更好，精度高，适合强力切削，如图 3—67 所示。

四、镗削加工的工艺范围和工艺特点

镗削加工是以镗刀的旋转运动为主运动，与工件随工作台的移动(或镗刀的移动)为进给运动相互配合，以切去工件上多余金属层的一种切削加工。

1. 镗削加工的工艺范围

镗床加工的适应性较强，它可以镗削单孔或多孔组成的孔系，铰、铣平面，镗盲孔及镗端面等，如图 3—68 所示。

当配备各种附件、专用镗杆和装置后，镗床还可以切槽、车螺纹、镗锥孔和加工球面等。

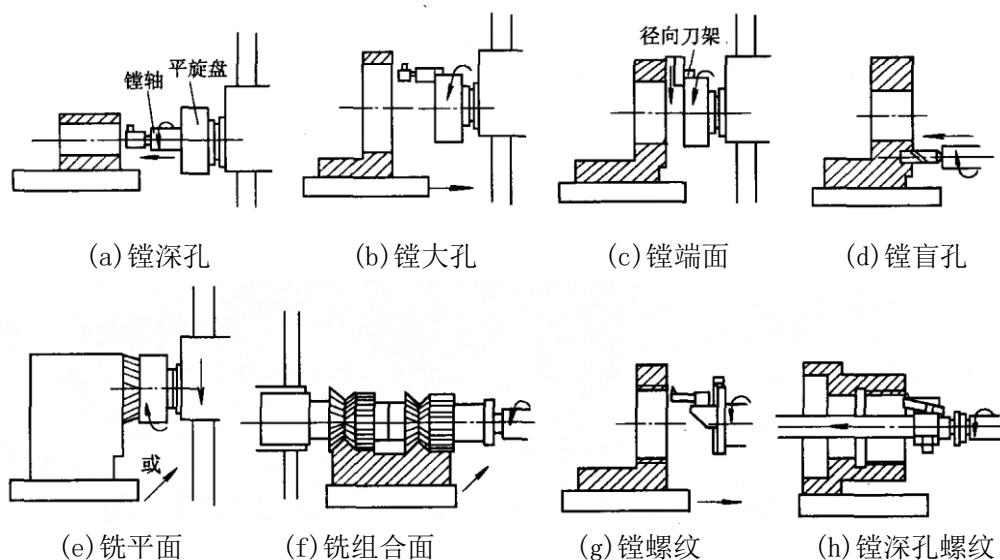


图 3—68 常见的镗削加工工艺

2. 镗削加工的工艺特性

(1) 镗削加工是以刀具的旋转运动为主运动，它与以工件旋转为主运动的加工方法相比，避免了大型工件作旋转运动的弊端。

(2) 适应能力较强。这是因为镗床的多种部件都能作进给运动，使其具有加工上的广泛适应性。

(3) 镗刀后面与工件内孔表面摩擦较大，镗杆悬伸较长，切削条件较差，容易引起振动。

(4) 镗床特别适合加工箱体、机架等结构复杂、尺寸较大的工件。

(5) 镗孔时，其尺寸精度为 IT7~IT6 级，孔距精度可达 0.015 mm，表面粗糙度值 R_a 为 1.6~0.8 μm 。

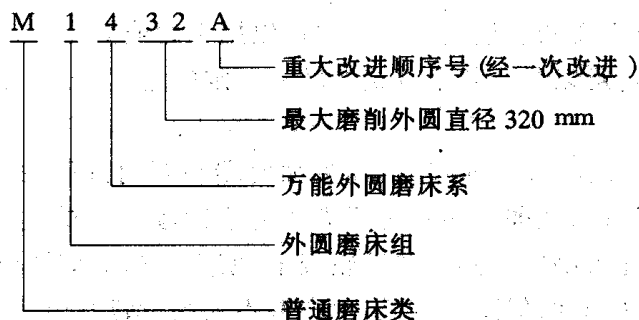
课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	磨 床
教 者	黄 曙
教案序号	第 44 教案
教学目的	1、磨床的种类 2、磨床的用途 3、其它磨床简介
重点难点	1、外圆磨床主要部件及功用 2、平面磨床 3、
作 业	1、P101.35 2、P101.36
复 习	简述镗削加工的工艺范围和工艺特点
导 入	工件表面要达到较高的要求，一般加工方法是做不到的，今天学习一种提高工件表面质量的机床。
小 结	安排实训课，现场教学。

第八节 磨 床

用磨具(砂轮、砂带或油石等)作为工具对工件表面进行切削加工的机床,统称为磨床。

一、磨床的种类及用途

我国生产的磨床有三个分类:普通磨床(M)、光整加工磨床(2M)和专用磨床(3M)。普通磨床有外圆磨床、平面磨床、内圆磨床及工具磨床等,其型号含义举例如下:



1. 磨床主要部件及功用

M1432A 型万能外圆磨床除可以磨削外圆柱面和外圆锥面外,还可以磨削内圆柱面和内圆锥面等,故应用很广泛,其结构如图 3—69 所示。

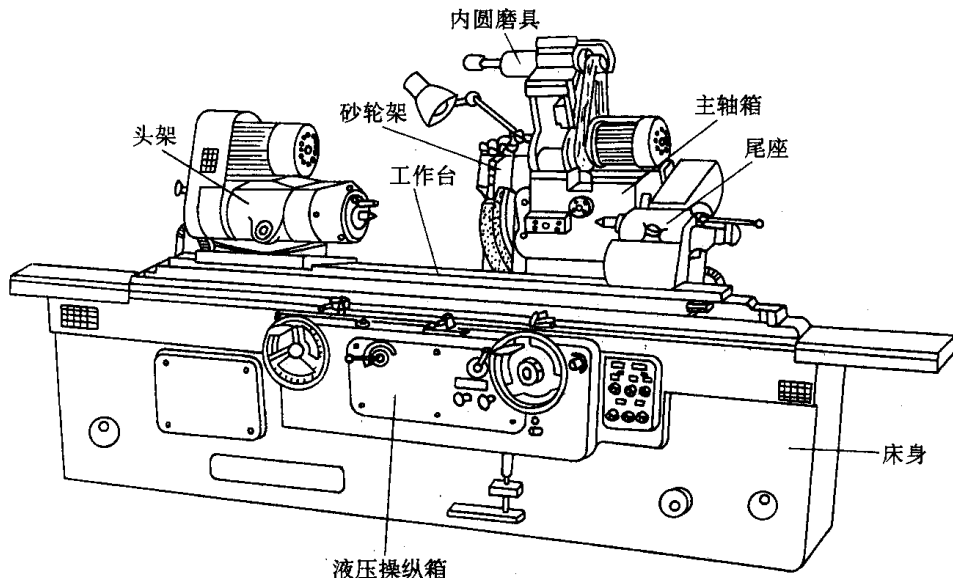


图 3—69 M1432A 型万能外圆磨床

(1)床身 床身的作用是支承磨床各部件。它的上面有纵向导轨和横向导轨,分别作为工作台和砂轮架的移动导向。床身内部装有液压传动装置和纵、横向进给机构。

(2)工作台 工作台由上、下工作台组成。上工作台用于安装头架和尾座,并可相

对下工作台的中心回转一定角度(顺时针方向为 $+3^\circ$ ，逆时针方向为 -9°)，以便磨削较长而锥度较小的外圆锥面。下工作台可由手动或液压传动，带动上工作台一起沿床身纵向导轨作纵向进给运动，行程由换向撞块控制并自动换向。工作台面不是水平的，而是向砂轮架方向下倾 10° 角，以便使切削液容易流走。

(3)头架 头架上有主轴，其前端可以安装顶尖或卡盘，以便装夹工件。主轴可以由头架上的电动机，通过带传动及头架内的变速机构得到不同的转速，带动工件旋转。头架可绕其垂直轴线回转一定的角度(-90°)，以便磨削大锥度的内、外圆锥面。

(4)尾座 尾座套筒内装有顶尖，用来支承轴类工件的另一端。尾座在工作台上的位置，可视工件的长短加以调整。尾座套筒后端装有弹簧，能自动调节顶尖对工件的轴向压力，承受工件因发热伸长而产生弯曲变形，同时，也便于工件的装卸。

(5)砂轮架 砂轮架是用来支承砂轮主轴的。砂轮及其主轴由单独的电动机通过带传动带动作高速旋转，此即磨削外圆时所需要的主运动。砂轮架可以用手动或液压传动，使其沿床身横向导轨作横向进给运动。砂轮架还可以围绕其垂直轴线转动一定的角度($\pm 30^\circ$)，以便磨削较大锥度的内、外圆锥面。

(6)内圆磨具 内圆磨具是用来磨内圆的，其主轴前端装有内圆砂轮。它也是由单独的电动机经带传动带动作高速旋转的，此即磨内圆时所需要的主运动。它的进给运动由砂轮架或工作台运动实现。内圆磨具装在可绕铰链翻转的砂轮架上，使用时向下翻转至工作位置即可。

万能外圆磨床有很高的通用性，但刚度较低，生产率不很高，主要适用于单件、小批生产。

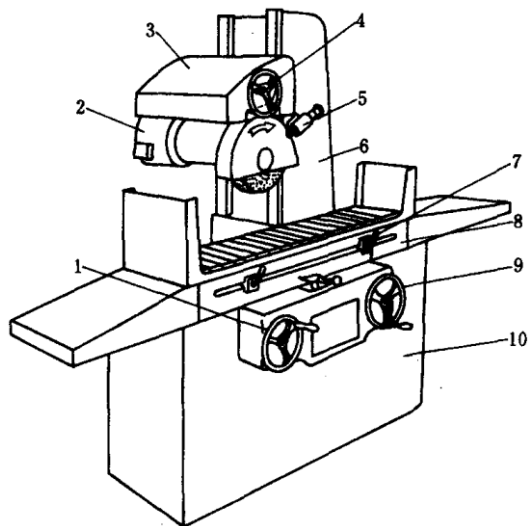
2. 其他磨床简介

(1)平面磨床 M7120A 型平面磨床是一种卧轴矩台平面磨床，如图 3—70 所示。它主要由床身、工作台、立柱、砂轮架和滑座等组成。床身用于支承磨床各部件，其上有水平导轨，工作台在手动或液压传动系统的驱动下，可以沿水平导轨作纵向往复进给运动。床身后侧有立柱，内部装有液压传动装置。立柱用于支承滑座和砂轮架，其侧面有两条垂直导轨，转动升降手轮，可以使滑座连同砂轮架一起沿垂直导轨上下移动，以实现垂直进给运动。滑座下部有燕尾形导轨与砂轮架相连，其内部装有液压缸，用以驱动砂轮架作横向间歇进给运动或连续移动，也可以转动横向进给手轮实现手动进给。砂轮架的砂轮主轴与电动机主轴直接连接，得到高速旋转运动(即主运动)。工作台上装有电磁吸盘，用于装夹具有导磁性的工件，对没有导磁性的工件，则利用夹具装夹。工作台前侧有换向撞块，可自动控制工作台的往复行程。

卧轴矩台平面磨床的磨削精度高、表面粗糙度值小，加工范围较广，除可以用砂轮的圆周面磨水平位置的平面外，还可以用砂轮端面磨削沟槽、台阶等垂直位置的平面。

图 3—71 所示为 M2120 型内圆磨床外形，它由床身 1、主轴箱 2、砂轮架 5、工作台 6 及砂轮修整器 3 等部件组成。

(2)内圆磨床 内圆磨床用于磨削圆柱孔、圆锥孔及孔的端面。

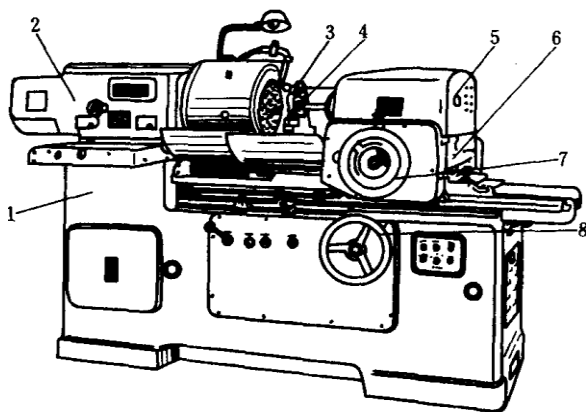


1—纵向进给手轮 2—砂轮架 3—滑座 4—横向进给手轮 5—砂轮修整器
6—立柱 7—撞块 8—工作台 9—垂直进给手轮 10—床身

图 3—70 M7120A 型平面磨床

主轴箱主轴前端装有卡盘或其它夹具，用以夹持工件并带动工件旋转，完成圆周进给运动。主轴箱在水平面内还可以转动一定角度，以便磨圆锥孔。

砂轮架主轴上装有磨内孔的砂轮，电动机带动其高速旋转。砂轮架装夹在工作台上，由液压传动作往复直线运动或通过手动操纵手柄完成纵向进给。砂轮架的横向进给，可以是液压传动或是手动，每当工作台纵向往复运动一次，砂轮架就横向进给一次。



1—床身 2—主轴箱 3—砂轮修整器 4—内圆磨具 5—砂轮架
6—工作台 7—横向手动进给手轮 8—工作台移动手轮

图 3—71 M2120 型内圆磨床

内圆磨床用于磨削各种圆柱形或圆锥形的通孔、盲孔、阶台孔和断续表面的孔。普通内圆磨床的自动化程度不高，磨削尺寸靠人工测量来控制，因而只适用于单件、小批生产

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	磨削加工的工艺范围和工艺特点
教 者	黄 曙
教案序号	第 45 教案
教学目的	1、磨削加工的工艺范围 2、磨削加工的工艺特点 3、
重点难点	1、磨削加工的工艺范围 2、磨削加工余量、加工精度 3、砂轮的自锐性
作 业	1、P101.37 2、
复 习	简述外圆磨床的机构
导 入	今天我们来了解磨削加工的工艺范围及特点
小 结	安排实训课，现场教学。重点在外圆磨

二、磨削加工的工艺范围和工艺特点

磨削加工是以砂轮的高速旋转作为主运动，与工件的低速旋转和直线移动(或磨头的移动)作为进给运动相配合，切去工件上多余金属层的一种切削加工。

1. 磨削加工的工艺范围

磨削加工的应用范围广泛，可以加工内外圆柱面、内外圆锥面、平面、成形面和组合面等，如图 3—72 所示。磨削可加工用其他切削方法难以加工的材料，如淬硬钢、高强度合金、硬质合金和陶瓷等材料。

砂轮是一种特殊工具，每颗磨粒相当于一个刀齿，整块砂轮就相当于一把刀齿极多的铣刀，其磨粒的分布状况如图 3—73 所示。磨削时，凸出的且具有尖锐棱角的磨粒从工件表面切下细微的切屑；磨钝了或不太凸出的磨粒只能在工件表面上划出细小的沟纹；比较凹下的磨粒则与工件表面产生滑动摩擦，后两种磨粒在磨削时产生微尘。因此，磨削加工和一般切削加工不同，除具有切削作用外，还具有刻划和磨光作用。

2. 磨削加工的工艺特点

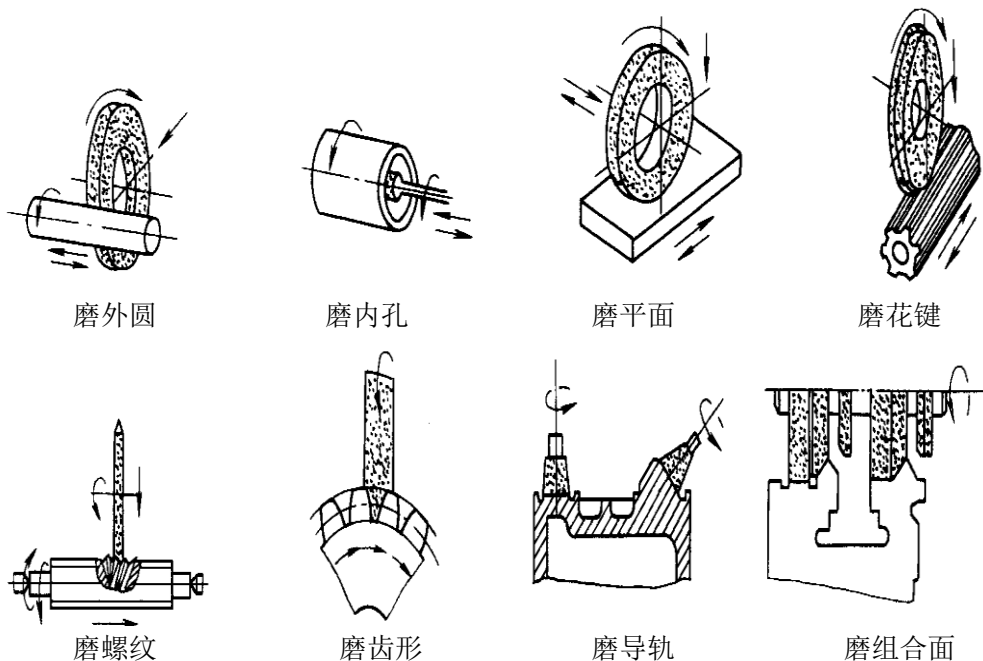


图 3—72 常用的磨削加工工艺

(1) 切削刃不规则。切削刃的形状、大小和分布均处于不规则的随机状态，通常切削时有很大的负前角和小后角。

(2) 加工余量小、加工精度高。磨削加工精度为 IT7~IT5，表面粗糙度值 R_a 为 $0.8 \sim 0.2 \mu\text{m}$ 。采用高精度磨削方法， R_a 为 $0.1 \sim 0.006 \mu\text{m}$ 。

(3) 磨削速度高。一般磨削速度为 35 m/s 左右，高速磨削时可达 60 m/s 。目前，磨削速度已发展到 120 m/s 。但磨削过程中，砂轮对工件有强烈的挤压和摩擦作用，产生大量的切削热，在磨削区域瞬时温度可达 1000°C 左右。在生产实践中，

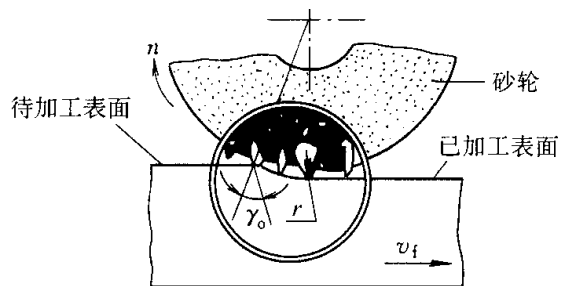


图 3—73 磨粒放大示意图

磨粒上的切削抗力就会增大，致使磨钝的磨粒破碎并脱落，露出锋利刃口继续切削，这就是砂轮的自锐性，它能使砂轮保持良好的切削性能。

降低磨削时切削温度的措施是必须加注大量的切削液，减小背吃刀量，适当减小砂轮转速及提高工件转速。

(4) 适应性强。就工件材料而言，不论软硬材料均能磨削；就工件表面而言，很多表面都能加工；此外，还能对各种复杂的刀具进行刃磨。

(5) 砂轮具有自锐性。在磨削过程中，砂轮的磨粒逐渐变钝，作用在

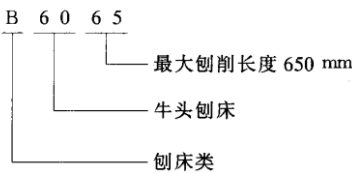
课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	刨 床
教 者	黄 曙
教案序号	第 46 教案
教学目的	1、刨床的种类及用途 2、刨削加工的工艺范围和工艺特点 3、
重点难点	1、牛头刨床主要部件及功用 2、龙门刨床简介 3、刨削加工的工艺范围和工艺特点
作 业	1、P101. 38 2、P101. 39 3、P101. 40
复 习	说说磨削加工的工艺范围及特点
导 入	刨床曾经是一种很重要的机械加工机床，现在很多工作由铣床代替了，但也要作些了解
小 结	暂无实训设备，组织到我自己的个人网站观看图片及视频 http://www.huangshu.la.cn 黄老师网站

第九节 刨 床

刨床是用来进行刨削加工的机床。根据刀具运动方向的不同，刨削可分为水平刨削和垂直刨削(插削)两种。

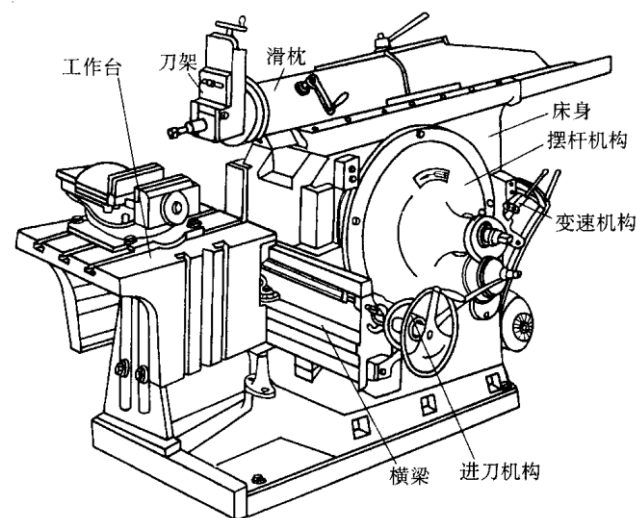
一、刨床的种类及用途

刨床类机床主要有牛头刨床、龙门刨床、悬臂刨床和插床等。B6065 型牛头刨床的型号含义如下：



1. 牛头刨床主要部件及功用

图 3—74 所示为 B6065 型牛头刨床，在单件小批生产、修配及加工狭长平面时，应用很广泛。



(1)床身 床身的作用是支承刨床各部件，其顶面是燕尾形水平导轨，供滑枕作往复直线运动用；前面垂直导轨供横梁连同工作台一起作升降运动用，床身内部装有传动机构。

(2)滑枕 滑枕的作用是带动刨刀作往复直线运动(主运动)，其前端装有刀架。滑枕的行程长度及起始位置是可以调整的。

(3)刀架 刀架用来夹

图 3—74 B6065 型牛头刨床 持刨刀，由刻度转盘、滑板、刀座、抬刀板和刀夹等组成(图 3—75)。转动手柄可以使刨刀沿转盘上的导轨作上下移动，用以调节背吃刀量或作垂直进给。松开刀座上的螺母可以使刀座在滑板上作 $\pm 15^\circ$ 的转动；若松开转盘与滑枕之间的固定螺母，可以使转盘作 $\pm 60^\circ$ 的转动，用以加工侧面或斜面。抬刀板可绕刀座上的摆轴向上抬起，避免刨刀回程时与工件摩擦。

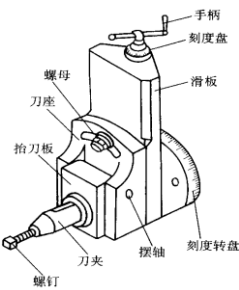


图 3—75 刀架

(4)工作台 工作台用于安装工件。它可以随横梁一起作垂直运动，也可以沿横梁上的导轨作横向水平运动或横向间歇进给运动。

2. 其他刨床简介

(1) 龙门刨床

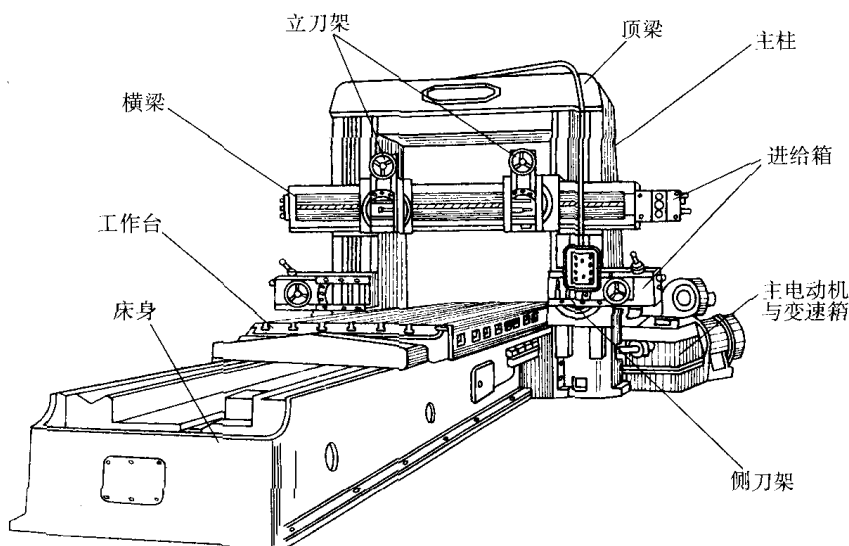


图 3—76 B2010A 型龙门刨床

图 3—76 所示为 B2010A 型龙门刨床，它属于大型刨床，其刚性好、功率大，主要用于中小批生产及修理车间，加工大型工件的各种平面和沟槽，也可用于同时加工多个中小型零件。它的主运动是工作台沿床身水平导轨所作的直线往复运动，进给运动由立刀架和侧刀架来完成。精刨时，可得到较高的加工精度(直线度 $0.02 / 1000 \text{ mm}$)和表面质量($R_a \leq 0.8 \sim 0.4 \mu\text{m}$)。大型龙门刨床往往还附有铣头和磨头，以便在一次装夹中完成更多的工序。这种刨床的工作台既可作快速的主运动(进行刨削)，又可作慢速的进给运动(进行铣削或磨削)。

(2) 插床 插床的结构和传动原理与牛头刨床相似，主要不同点是主运动的方向不同，故又称插床为立式刨床。图 3—77 所示为 B5032 型插床外观图。

插床的主运动是滑枕沿立柱导轨的上下往复直线运动；圆工作台可带动工件回转，作周向进给运动或分度；上滑座或下滑座可分别带动工件作纵向或横向的进给运动。插削加工主要用于单件小批生产中，加工零件的内表面，如内孔键槽、花键孔及方孔等，也可以加工不便铣削或刨削的外表面(平面或成形面)，其中应用最多的是加工内孔键槽。

二、刨削加工的工艺范围和工艺特点

刨削加工是以刨刀(或工件)的往复直线运动为主运动，与工件(或刨刀)的间歇移动为进给运动相配合，切去工件上多余金属层的一种切削加工。

1. 刨削加工的工艺范围

刨床结构简单、操作方便、通用性强，适合在多品种、单件小批生产中，用于加工各种平面、导轨面、直沟槽、T 形槽、燕尾槽等。如果配上辅助装置，还可以加工曲面、齿轮、齿条等工件，如图 3—78 所示。

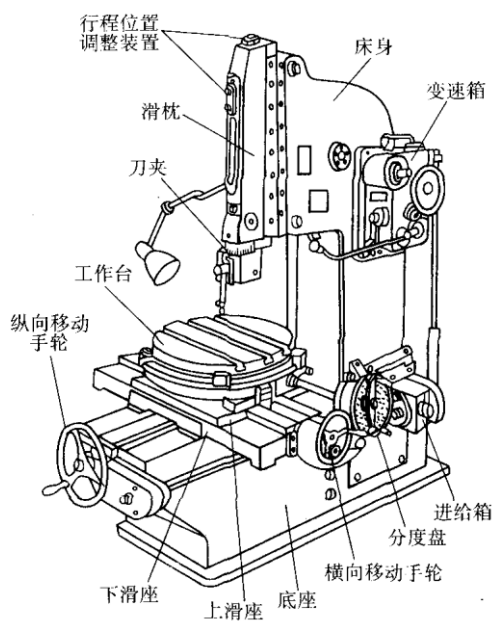


图 3—77 B5032 型插床
表面粗糙度值 R_a 为 $6.3 \sim 1.6 \mu m$ 。精细刨削导轨面可“以刨代磨”。

2. 刨削加工的工艺特点

(1) 加工成本低。因为刨床结构简单，调整操作方便，刨刀的制造和刃磨容易，价格低廉，所以，加工成本明显低于同类机床。

(2) 加工质量较低。切削是断续的，每一个往复行程中，刨刀切入工件时，要受较大的冲击力，刀具容易磨损，造成加工质量低。

(3) 一般不需加注切削液。换向瞬间运动惯性大，致使刨削速度不能太高。且由于刨削速度低和有一定的空行程，故产生的切削热不高。

(4) 生产效率较低。返回行程刨刀一般不切削，造成空回行程，增加了辅助时间。

(5) 刨削加工精度为 IT10~IT7，

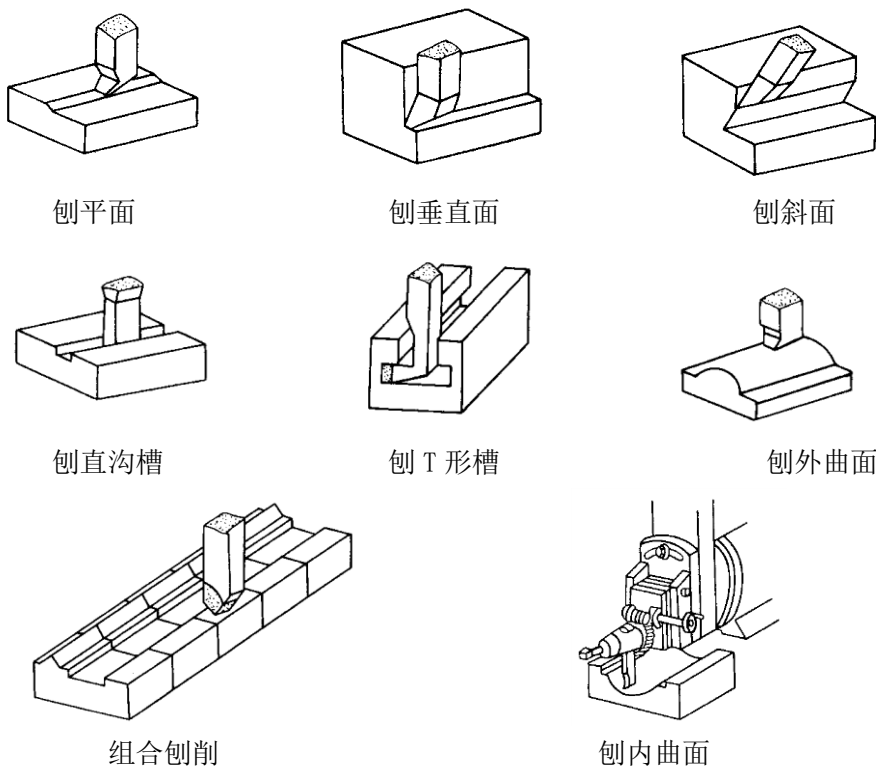


图 3—78 常用的刨削加工工艺

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	金属切削刀具
教 者	黄 曙
教案序号	第 47 教案
教学目的	1、刀具材料应具备的性能 2、常用刀具材料的性能及应用 3、
重点难点	1、刀具材料应具备的性能 2、高速钢 3、硬质合金
作 业	1、P122.1 2、P122.2
复 习	
导 入	一把好的刀具不仅要锋利，而且还要经久耐用，不易磨损变钝。本章主要学习各种常机加工刀具。
小 结	比较各种刀具材料的应用范围

第四章 切削刀具

在金属切削加工过程中, 刀具直接完成切削工作, 它的完善程度, 对切削效率、加工质量和生产成本有很大的影响。刀具是否胜任切削工作, 取决于构成刀具的材料、刀具的几何形状和刀具的结构。在切削过程中, 刀具切削部分由于受切削力、切削热和摩擦而磨损, 所以, 一把好的刀具不仅要锋利, 而且还要经久耐用, 不易磨损变钝。

第一节 金属切削刀具

一、刀具材料

1. 刀具材料应具备的性能

在切削过程中, 刀具切削部分要承受切削力、切削热的作用, 与工件及切屑之间产生剧烈的摩擦, 因而发生磨损。在切削余量不均匀或切削断续表面时, 刀具还受到很大的冲击和振动。刀具材料的工艺性, 影响着刀具本身的制造与刃磨质量。因此, 刀具切削部分的材料应满足下列基本性能要求。

(1)高的冷硬性和耐磨性

刀具材料硬度应比工件材料的硬度高, 一般常温硬度要求 60HRC 以上。刀具材料应具有较强的耐磨性, 一般来说, 材料硬度越高, 耐磨性也越好。

(2)足够的坚韧性

坚韧性是指刀具材料必须有足够的强度和韧性, 以便承受切削力和内应力, 在承受振动和冲击时不致断裂和崩刃。

(3)较好的热硬性

热硬性(红硬性)是指在高温下仍能保持上述硬度、强度、韧性和耐磨性基本不变的能力, 一般用保持刀具切削性能的最高温度来表示。它是衡量刀具材料切削性能的重要指标。

(4)良好的工艺性

为便于制造, 刀具材料应具备良好的可加工性。例如: 热处理性能、高温塑性、可磨削加工性及焊接工艺性等。

(5)合理的经济性

经济性是评定刀具材料的重要指标之一。有的材料虽然单件成本很高, 但因其使用寿命长, 分摊到每个零件上的成本不一定很高。此外, 刀具材料的选用还应当结合本国本土资源情况, 充分考虑其经济效益。

目前常用的刀具材料主要是高速钢和硬质合金。

2、常用刀具材料的性能及应用

(1)碳素工具钢

碳素工具钢热处理后的硬度为 60~64HRC, 其热硬性差, 在 200~250℃时即失去原有的硬度, 淬火后易变形和开裂。它的主要优点是价格低, 可加工性好, 刃口易磨得锋利等。它常用于低速($V_c < 8\text{m/min}$)切削, 制造手用刀具, 如锉刀、刮刀和

手用锯条等。常用牌号为 T10A、T12A 等。

(2)合金工具钢

在碳素工具钢中加入一些合金元素(如钨、铬、锰、钼、钒等)而炼出的钢,称为合金工具钢。其优点是热处理变形小,淬透性好。合金工具钢淬火后硬度为 60~65HRC,热硬性温度为 300~350℃,用以制造丝锥、板牙、铰刀等形状较为复杂、切削速度不高($V_c < 10\text{m/min}$)的刀具。常用牌号有 CrWMn、9SiCr 等。

(3)高速钢

高速钢是一种含钨、铬、钼、钒等合金元素较多的高合金工具钢,因其容易磨得锋利而称锋钢,又因表面光亮洁白而又称白钢。

高速钢的热硬性温度为 550~600℃,因此它所允许的切削速度比普通合金工具钢高两倍以上。切削普通结构钢时,其切削速度可达 25~30m/min。它的热硬性和耐磨性虽然低于硬质合金,但因其抗弯强度和韧性高,制造工艺性好,容易磨出锋利的刃口,价格也比较便宜,因此使用较广。除制造各种车刀外,高速钢尤其适于制造各种形状复杂的刀具,如铣刀、孔加工刀具、螺纹刀具、拉刀和齿轮刀具等。几种常见高速钢的性能及用途见表 4—1,其中 W18Cr4V 和 W6Mo5Cr4V2 的用量最大。

表 4-1 常用高速钢的应用范围

类别	牌 号	硬度 (HRC)	600。C高温 硬度(HRC)	主 要 用 途
通 用 高 速 钢	W18Cr4V	62~66	48.5	用途广泛,容易磨得光洁锋利,适用于制造形状复杂、热处理后刃形需要磨制的刀具,如齿轮刀具、钻头、铰刀、铣刀、拉刀等
	W6Mo5Cr4V2	62~66	47~48	可磨性差,热塑性和冲击韧度好,一般用于制造麻花钻等
高 性 能 高 速 钢	95W18Cr4V	67~68	51	可磨性好,硬度、耐磨性和热硬性较好,可用于不锈钢、耐热合金钢等难加工材料的切削。但其冲击韧度差
	W12C—v4MD	63~66	51	可磨性差,硬度、热硬性、耐磨性较好,用于制造形状简单、要求耐磨的车刀等
	W6Mo5Cr4V2Al	68~69	55	可磨性差,硬度、热硬性、耐磨性好,用于制造复杂刀具和难加工材料用刀具,如高速插齿刀、齿轮滚刀等
	W2M09Cr4VCo8	66~70	55	可磨性好,硬度、热硬性、耐磨性好,制造复杂刀具和难加工材料用刀具,价格高

(4)硬质合金

硬质合金是用粉末冶金方法制成的。它由硬度与熔点都很高的碳化物和粘结金属组成。

硬质合金的硬度很高(89—93HRA,相当于 74~81HRC),能耐 800~1000℃高温,因此可用来加工工具钢刀具等不易切削的材料。它的切削速度比高速钢高 4~10 倍,可达 100~300m/min。但其韧性差,承受振动及冲击的能力差,同时刃口不易磨锋

表 4-2 常用硬质合金牌号的选用

合金类别	牌号	性能		用 途	代号
钨 钛 钻 合 金	YT30			钢与铸钢工件在高速切削、小切削截面、无振动条件下精车、精镗	P01
	YT15	↑ 硬 度	强 度	钢与铸钢工件在高速、连续切削时的粗车、半精车、精车、半精铣与精铣，间断切削时的精车，旋风车螺纹，孔的粗、精扩	P10
	YT14	、 耐 磨 性	、 韧 性 ↓	钢或铸钢工件连续切削时的粗车、粗铣，间断切削时的半精车与精车，铸孔的扩钻与粗扩	P20
	YT5			钢类件(锻钢件、铸钢件的表皮)连续与非连续表面的粗车、粗刨、半精刨、粗铣及钻孔	P30
碳基 化 合 金	YN05	↑耐 硬磨 度性	强韧 度性 ↓	钢、铸钢件和合金铸铁的高速精加工	P01
	YN10			碳素钢、各种合金钢、工具钢、淬火钢等钢材的连续加工	P01 P05
通 用 合 金	YW1	↑ 硬 度	强 度	耐热钢、高锰钢、不锈钢等难加工钢材及碳素钢、灰铸铁和合金铸铁的中、高速车削	M10
	YW2	耐 磨 性	↓ 韧 性	耐热钢、高锰钢、不锈钢等难加工钢材，普通钢材和灰铸铁的中、低速车削、铣削	M20
钨 钻 合 金	YG3X	↑ 硬 度 、 耐 磨 性	强 度 、 韧 性 ↓	铸铁、有色金属及其合金的精镗、精车等，亦可用于合金钢、淬火钢的精车	K01
	YG6A YA6			硬铸铁、可锻铸铁、淬火硬钢、高锰钢及合金钢半精加工和精加工，也可用于有色金属及合金、硬塑料、硬橡胶及硬纸板的半精加工	K10
	YG6X			铸铁、冷硬合金铸铁和耐热合金钢的精加工	K10
	YG3			铸铁、硬铸铁、有色金属及其合金在无冲击时的精加工和半精加工、钻孔、扩孔、螺纹车削等	K01
	YG6			铸铁、有色金属及其合金与非金属材料连续切削时的粗车，间断切削时的半精车、精车，粗车螺纹、旋风车螺纹、半精铣、精铣	K20
	YG8N			硬铸铁、球墨铸铁、白口铁及有色金属的粗加工，也可用于不锈钢的粗加工和半精加工	K20 K30
	YG8			铸铁、有色金属及其合金与非金属材料加工中，间断切削时的粗车、粗刨、粗铣及一般孔和深孔的钻孔、扩孔等	K30

利，因而不适于制造刃形复杂的刀具。因此，硬质合金不能完全取代高速钢。硬质

合金一般制成各种形式的刀片，焊接或夹固在刀体上使用，很少制成整体刀具。常用硬质合金刀具的牌号见表 4—2。

(1) 钨钴类硬质合金 YG 钨钴类硬质合金是由碳化钨 WC 和钴 Co 所组成。硬度一般为 89~91HRA，热硬性温度为 800~900℃。钨钴合金的韧性、可磨性和导热性较好，用于切削铸铁等脆性材料和有色金属及其合金。按不同的钴含量，钨钴合金可分为 YG3、YG6、YG8 等多种牌号。其中数字表示含钴量的高低，数字越大，则含钴量越高，其承受冲击的性能就越好，所以一般 YG8 多用于粗加工，YG6 和 YG3 分别用于半精加工和精加工。

(2) 钨钛钴类硬质合金 YT 钨钛钴类硬质合金由碳化钨 WC、碳化钛 TiC 和钴 Co 所组成。硬度一般为 89.5~92.8HRA，热硬性温度为 900~1000℃。碳化钛能阻止合金元素扩散，提高发生粘接的温度，减少氧化倾向，从而提高了硬质合金的耐热性和耐磨性。因此，钨钛钴类合金用于切削普通钢材。钨钛钴合金可分为 YT5、YT14、YT15 和 YT30 等多种牌号。其中数字表示碳化钛含量，含碳化钛越多则硬度和耐磨性越高，强度和韧性越低。因此，YT30 用于切削平稳的精加工，而 YT5 则用于切削过程中承受冲击载荷较大的粗加工。

刀具材料还有碳化钛基硬质合金、通用硬质合金、陶瓷、金刚石和立方氮化硼等。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	车刀的几何形状
教 者	黄 曙
教案序号	第 48 教案
教学目的	1、刀具切削部分的结构 2、刀具的辅助平面 3、刀具的几何角度
重点难点	1、刀具切削部分的结构 2、刀具的辅助平面 3、刀具的几何角度
作 业	1、P122.3 2、P122.4 3、P122.5
复 习	说说你了解的刀具材料应具备的性能有哪些？
导 入	刀具根据加工需要，做成了各种各样的形状，先看看刀中之王-----车刀的形状
小 结	用外圆车刀为例示教，重点在刀具几何角度。

二、刀具的几何形状

刀具的种类很多，结构各异，但就切削部分而言，它们都可以看成是由外圆车刀演变而成的。现以外圆车刀为例，说明刀具切削部分的几何形状，如图 4—1 所示。

1. 刀具切削部分的结构

(1) 前面 (A_r) 它是刀具上切屑滑过的表面。

(2) 主后面 (A_a) 它是刀具上与切削表面(过渡表面)相对的表面。

(3) 副后面 (A'_a) 它是刀具上与已加工表面相对的表面。

(4) 主切削刃 (S) 它是前面与主后面相交构成的切削刃，它担任主要的切削工作。

(5) 副切削刃 (S') 它是前面与副后面相交构成的切削刃。它配合主切削刃完成少量的切削工作，即对已加工表面起修光作用。

(6) 刀尖指主切削刃与副切削刃的连接处相当少的一部分切削刃。它往往磨成一段很小的直线或圆弧，以提高刀尖的强度。

概括为：一尖两刃三面。

2. 辅助平面

为了定义刀具角度，在切削状态下，选定切削刃上某一点而假定的几个平面称为辅助平面，如图 4-2 所示。

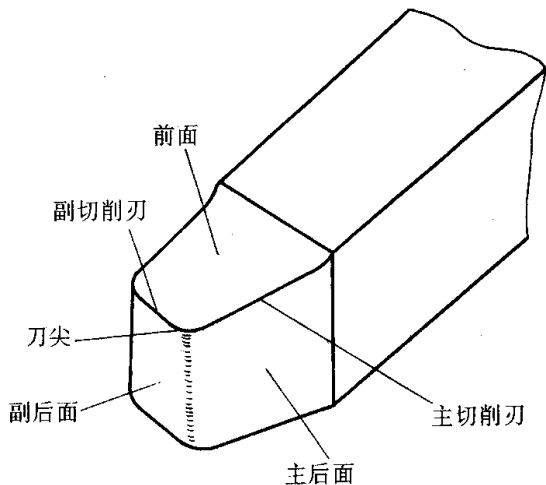
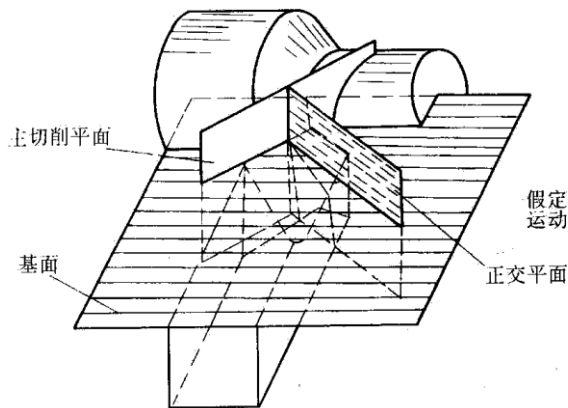
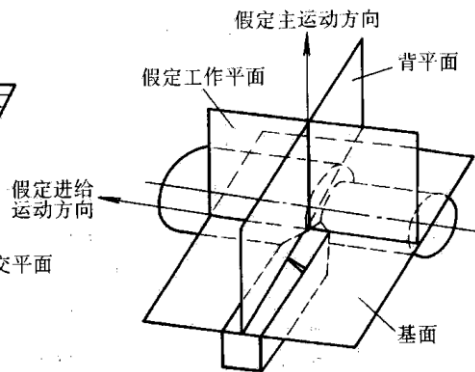


图 4-1 刀具切削部分的结构



(a)



(b)

图 4—2 刀具的辅助平面

(1) 基面 (p_r) 它是过切削刃选定点并垂直于假定主运动方向的平面。

(2) 主切削平面 (p_s) 它是通过主切削刃选定点与主切削刃相切并垂直于基面的平面。

(3) 正交平面 (P_o) 它是通过主切削刃选定点并同时垂直于基面和主切削平面的平面。

以上三个平面相互垂直, 构成空间直角坐标系。

(4) 假定工作平面 (P_f) 它是通过切削刃选定点与基面垂直, 且与假定进给运动方向平行的平面。

(5) 背平面 (P_n) 它是通过切削刃选定点并同时垂直于基面和假定工作平面的平面。

以上两个平面加上基面亦可组成空间直角坐标系。

(6) 副切削平面 (P'_s) 它是通过副切削刃选定点与副切削刃相切并垂直于基面的平面, 见图 4—3。

3. 刀具的几何角度

刀具的切削性能、锋利程度及强度主要是由刀具的几何角度来决定的。其中前角、后角、主偏角和刃倾角是主切削刃上四个最基本的角度, 如图 4—3 所示。

(1) 在正交平面内测量的角度

①前角 (γ_o) 它是前面与基面间的夹角。前角的大小决定刀刃的强度和锋利程度。前角大, 刃口锋利, 易切削; 但前角过大, 强度低, 散热差, 易崩刃。

②后角 (α_o) 它是主后面与主切削平面间的夹角。后角的大小决定刀具后面与工件之间的摩擦及散热程度。后角过大, 散热差, 刀具寿命短; 后角过小, 摩擦严重, 刀口变钝, 温度高, 刀具寿命也短。一般取 $\alpha_o = 5^\circ \sim 12^\circ$ 。

③楔角 (β_o) 它是前面与主后面间的夹角。 $\beta_o = 90^\circ - (\gamma_o + \alpha_o)$ 。

(2) 在基面内测量的角度

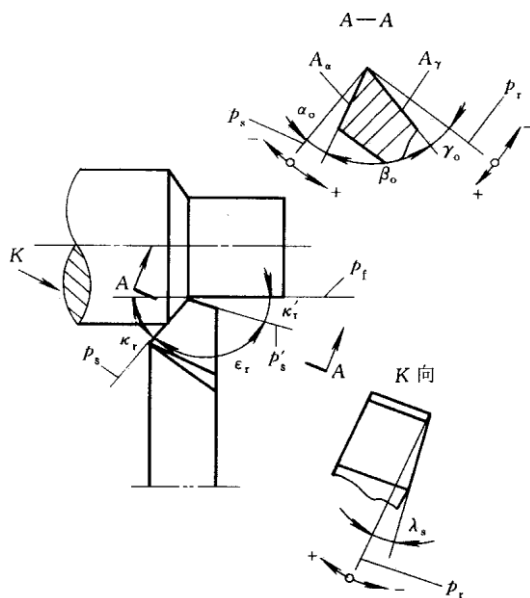


图 4—3 刀具的主要角度

刃倾角 (λ_o) 是主切削刃与基面间的夹角。刃倾角主要影响排屑方向和刀尖强度。如图 4—4 所示, 刀尖位于

①主偏角 (K_r) 它是主切削平面与假定工作平面间的夹角。主偏角的大小决定背向力与进给力分配比例和散热程度。主偏角大, 背向力小, 散热差; 主偏角小, 进给力小, 散热好。

②副偏角 (K'_r) 它是副切削平面与假定工作平面间的夹角。副偏角的大小决定副切削刃与已加工表面之间的摩擦程度。较小的副偏角对已加工表面有修光作用。

③刀尖角 (ϵ_r) 它是主切削平面与副切削平面间的夹角。

$$\epsilon_r = 180^\circ - (K_r + K'_r)$$

(3) 在主切削平面内测量的角度

刃倾角 (λ_o) 是主切削刃

主切削刃上最高点，刃倾角为正，切屑滑向待加工表面，刀尖不耐冲击；刀尖位于主切削刃上最低点，刃倾角为负，切屑滑向已加工表面，刀尖可受到保护；主切削刃上各点等高时，刃倾角为零，切屑很快卷曲，刀尖抗冲击能力较强。

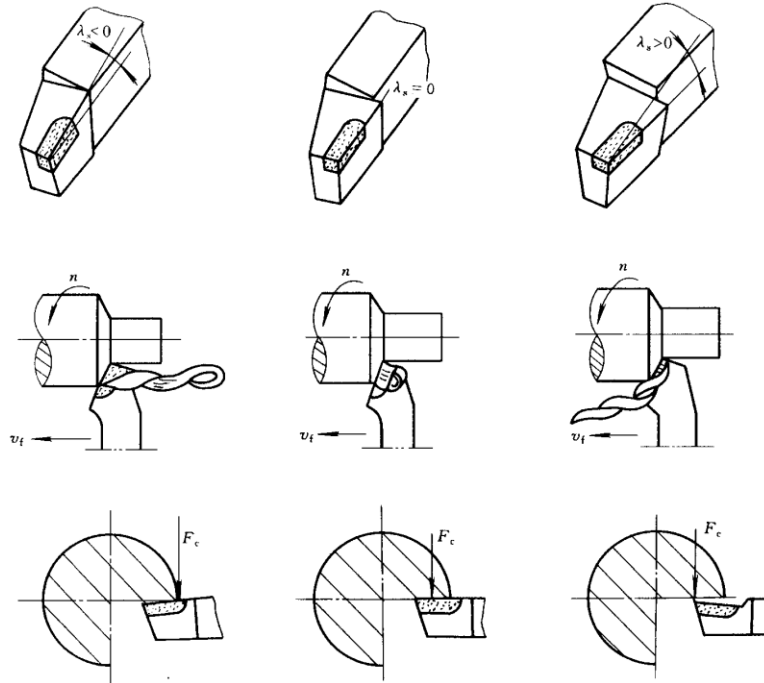


图 4—4 刃倾角的作用

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	常用刀具的种类和用途
教 者	黄 曙
教案序号	第 49、50 教案
教学目的	1、车刀 2、铣刀 3、孔加工刀具 4、刨刀 5、砂轮
重点难点	1、各种车刀的认识 2、常用铣刀的认识 3、镗刀的认识 4、砂轮的认识及用途
作 业	1、P122.6 2、
复 习	简述车刀的几何角度及测量的平面。
导 入	今天主要目的就是了解各种常机械加工刀具。
小 结	安排到实训工场认识各种刀具及砂轮

三、常用刀具的种类和用途

1. 车刀

车刀是金属切削中应用最为广泛的一种刀具。它用于各种车床上加工外圆、内孔、端面、螺纹、台阶、成形面等。车刀按用途可分为外圆车刀、端面车刀、切断刀、成形车刀、螺纹车刀等，如图 4—5 所示。车刀按其结构可分为整体车刀、焊接车刀、机夹车刀、可转位车刀和成形车刀等，如图 4—6 所示。

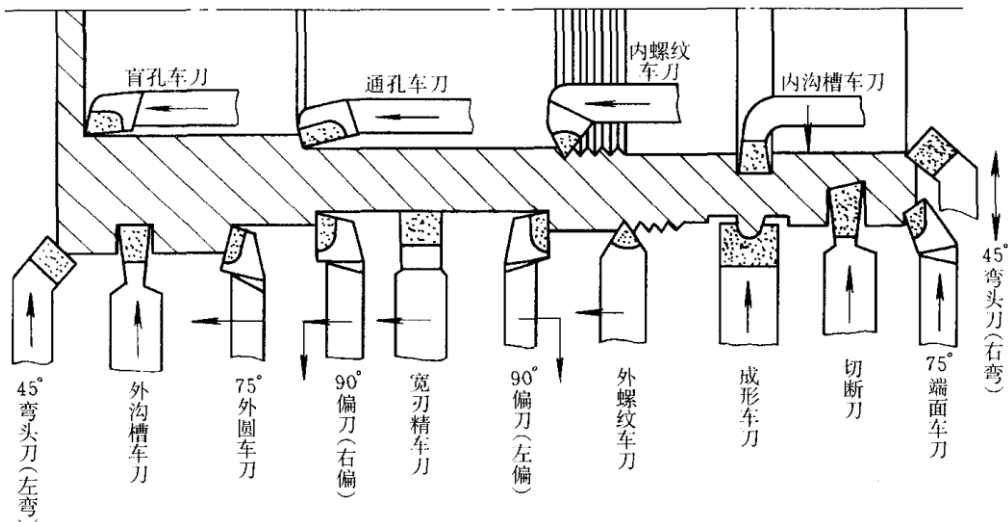


图 4—5 车刀的用途

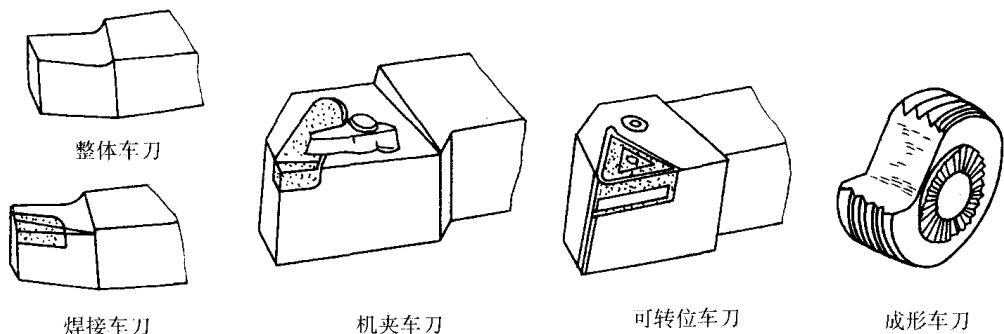


图 4—6 车刀的结构

2. 铣刀

铣刀的种类很多，但从结构实质上可看成是分布在圆柱体、圆锥体或特形回转体的外圆或端面上的切削刃或镶嵌上刀齿的多刃刀具，如图 4—7 所示。常用的有圆柱形铣刀、端铣刀、三面刃圆盘铣刀、立铣刀、键槽铣刀、T 型槽铣刀、角度铣刀和成形铣刀等，其结构形式也有整体式、焊接式、机夹式等。

3. 孔加工刀具

在金属切削过程中，孔加工的比重是很大的，广泛需要使用各种孔加工刀具。孔加工刀具按其用途分为两大类：一类是从实心材料上加工出孔的刀具，如麻花钻、

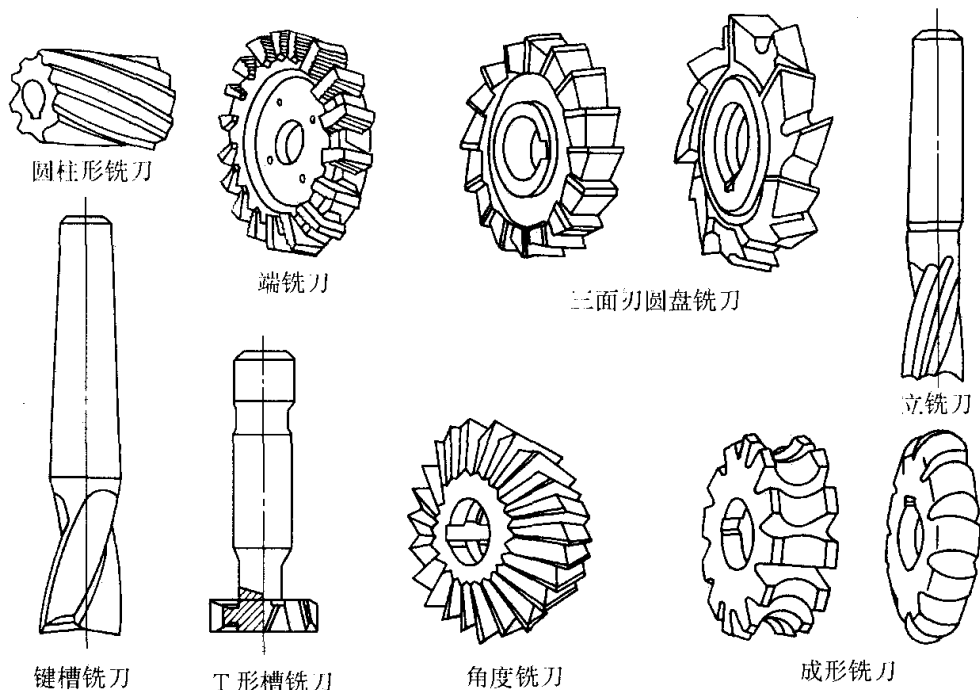


图 4—7 常用铣刀

中心钻和深孔钻等；另一类是对已有孔进行扩大的刀具、如扩孔钻、铰钻、铰刀和镗刀等。

(1) 麻花钻 标准麻花钻由工作部分、颈部和柄部组成，如图 4—8 所示。

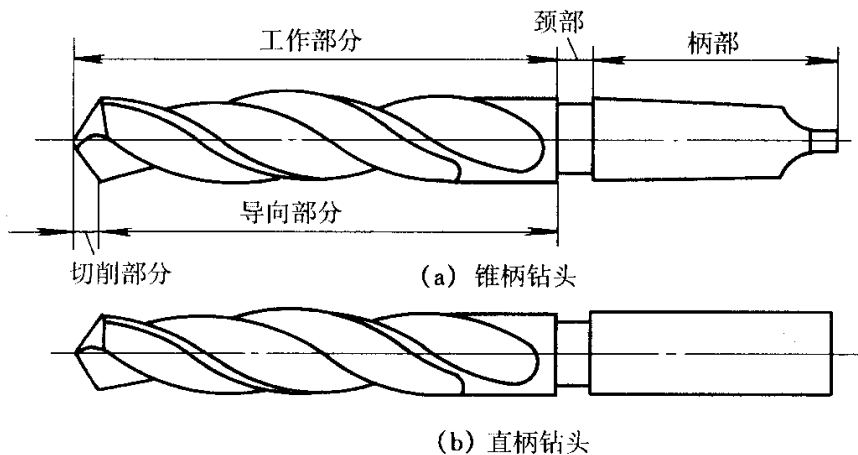


图 4—8 标准麻花钻的组成

柄部是麻花钻的夹持部分，用来传递转矩和轴向力。它有圆柱直柄和莫氏锥柄两种，一般直径 $d \leq 20 \text{ mm}$ 时可采用直柄，锥柄对直径尺寸没有具体界定，它可传递较大的转矩。

颈部是为了磨制钻头时供砂轮越程用的，一般钻头的规格、材料及商标也刻印在颈部。

工作部分包括切削部分和导向部分，切削部分主要是完成对工件的钻削，导向部分起着引导钻头方向和对孔壁的修光作用，同时，也是切削部分的后备部分。

(2) 铰刀 铰刀是一种尺寸精度较高的多刃刀具，有 6~12 条刀齿。其工作部分由引导锥、切削部分和校准部分所组成。引导锥是为了便于将铰刀引入孔中；切削部分担任主要切削工作；校准部分又分为圆柱部分和倒锥部分，其圆柱部分起导向、校准和修光作用；倒锥部分起减少摩擦并防止铰刀将孔径扩大的作用。常用的铰刀如图 4—9 所示。

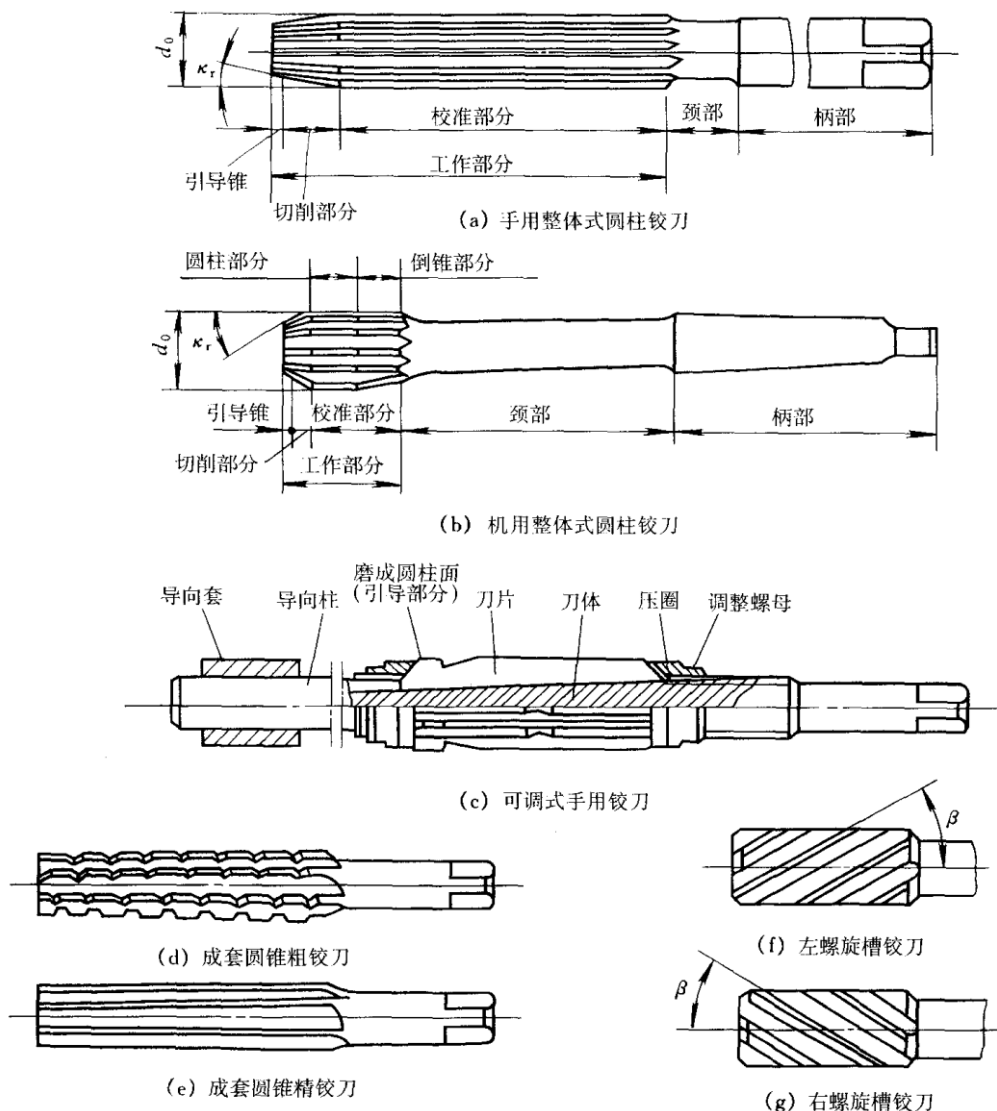


图 4—9 常用铰刀

为了测量方便，铰刀刀齿相对于铰刀中心应对称分布。机用铰刀刀齿在圆周上均匀分布。手用铰刀刀齿在圆周上不均匀分布，这样在铰刀停歇时，刀齿在孔壁上的压痕就不会重叠，并有利于切除孔壁上的高点，如图 4—10 所示。

铰刀直径是铰刀最基本的结构参数，它由被铰孔的直径尺寸和公差、铰孔时的扩张量或收缩量、铰刀的磨损公差和制造公差等因素来决定，其精确程度直接影响铰孔的精度。

实际铰孔可能会出现一定的扩张量，所以，新铰刀的最大直径应小于孔的最大极限尺寸，一般可按下式计算铰刀的上、下偏差：

$$es = (2/3) IT$$

$$ei = (1/3) IT$$

还应注意，孔径也有收缩现象，此时，一般应通过试铰来确定铰刀的尺寸。

(3) 镗刀 镗刀是镗孔的专用刀具，一般按结构的不同可分为整体式单刃镗刀、镗刀头和镗刀块。

①整体式单刃镗刀 整体式单刃镗刀的刀头、刀杆及柄部做成一体，其柄部有直柄和锥柄之分(图 4—11)。在立式镗床上，整体式单刃镗刀与万能刀架一起使用，用作镗孔或车端面；在卧式镗床上，整体式单刃镗刀往往安装在平旋盘刀架拖板的刀夹上，用来镗削直径较大的孔、车端面和切槽。

②镗刀头 镗刀头又称单刃镗刀，其结构与车刀类似。镗刀头固定于镗杆中进行内孔切削，如图 4—12 所示，根据加工要求的不同，其固定形式亦不同。

镗刀头切削部分的材料有高速钢和硬质合金两种，可根据工件材料选用。高速钢镗刀头通常做成整体式的，而硬质合金镗刀头则往往做成镶嵌式或机夹式的。

镗刀头结构简单、装夹方便，加工孔径范围大，它是镗削加工的常用刀具。

③镗刀块 镗刀块通常是指根据工件孔径预先刃磨好尺寸的刀具，它有整体式和可调式等。

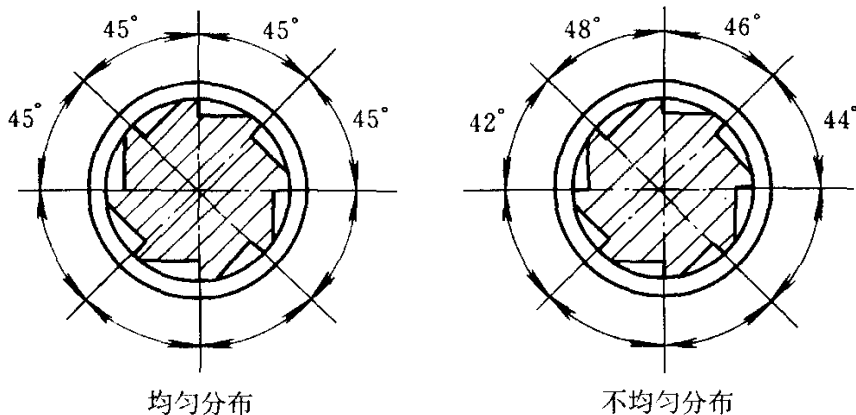


图 4—10 铰刀刀齿分布



图 4—11 整体式单刃镗刀

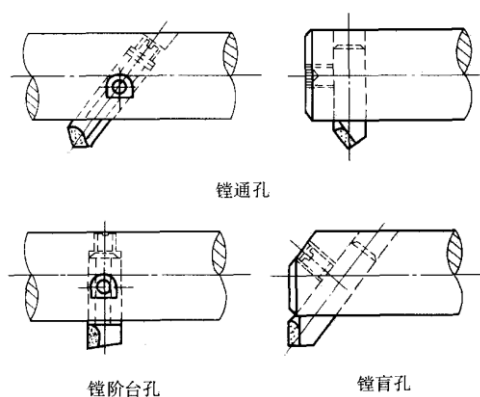


图 4—12 镗刀头的装

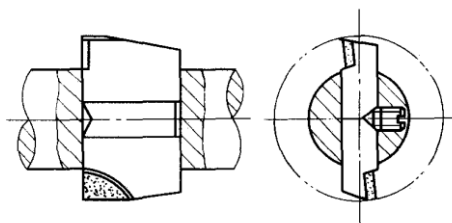


图 4—13 整体式双刃镗刀块

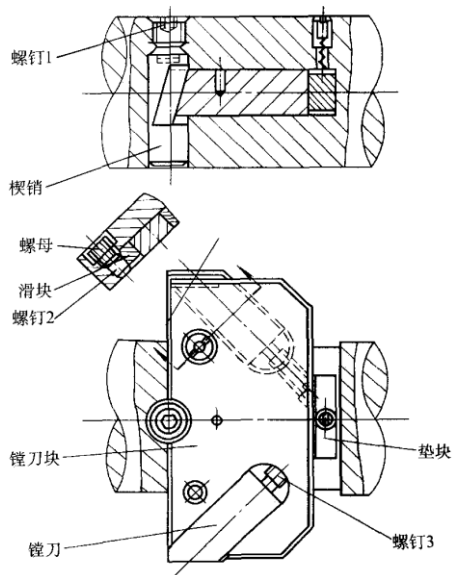


图 4—14 可调式双刃镗刀块

图 4—13 所示为整体式双刃镗刀块的装夹方法，其镗孔尺寸不可调节，加工精度靠刀块的制造、刃磨保证，适用于粗加工和半精加工。

图 4—14 所示为可调式双刃镗刀块的调节、装夹方法。镗刀用螺钉 3 调节，拧紧螺母，螺钉 2 的圆锥体即推动滑块使其夹紧。整个镗刀块则以螺钉 1 顶紧楔销而固定。为了较快地取出镗刀块，只要将螺钉稍加松动，取出垫块即可取出镗刀块。这种镗刀块可以用于半精加工和精加工。选用这种镗刀块时，要考虑刀杆直径不宜小于 35 mm，以保证镗杆和镗刀块有较好的强度和刚度。

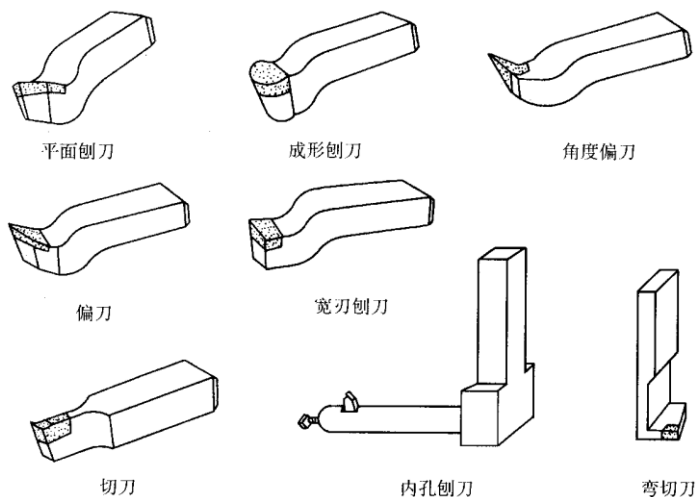


图 4—15 常用刨刀

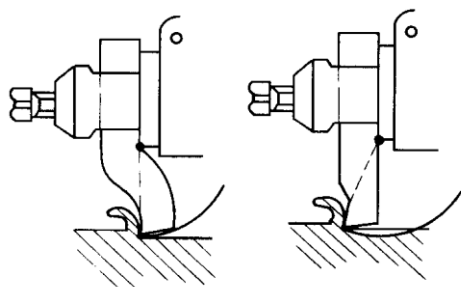


图 4—16 弯颈刨刀与直杆刨刀的比较

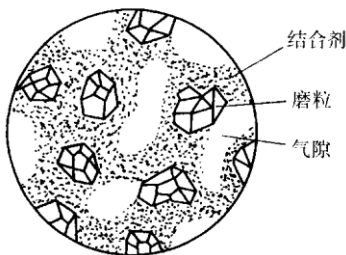


图 4—17 砂轮结构示意图

表 4—3 砂轮的名称、代号及基本用途

名 称	代 号	断 面 形 状	基 本 用 途
平形砂轮	P		外圆、内圆、平面、无心磨及刃磨等
弧形砂轮	PH		成形圆弧磨削
双斜边一号砂轮	PSX ₁		单线螺纹和齿轮磨削等
单斜边一号砂轮	PDX ₁		磨削各种锯片,圆锯及横锯等
单面凹砂轮	PDA		磨削内圆和平面,外径较大者可用于磨外圆
薄片砂轮	PB		用于切断及开槽
筒形砂轮	N		用于立式平面磨床
杯形砂轮	B		用其端面磨削平面或刀具刃磨,也可用圆柱面磨削内圆
碗形砂轮	BW		刃磨各种刀具和机床导轨
碟形一号砂轮	D ₁		刃磨各种刀具,大型碟形砂轮可磨削齿轮齿面

4. 刨刀

刨刀的形状和几何参数与车刀相似，因刨削是断续切削，刨刀切入工件时会受到较大的冲击力，故刨刀杆的横截面比车刀要大。常用刨刀有平面刨刀、成形刨刀、角度偏刀、宽刃刨刀及内孔刨刀等，如图 4—15 所示。

刨刀刀杆有直杆和弯颈两种，如图 4—16 所示。直杆刨刀用于粗加工。弯颈刨刀用于精加工，这种刨刀除能缓和冲击、避免崩刃外，在受力弯曲时，刀尖还会离开加工表面而不致产生“扎刀”现象。

5. 砂轮

砂轮是由细小而坚硬的磨粒通过结合剂粘接而成，磨粒之间遍布气隙。磨粒以其裸露在表面部分的棱角作为切削刃；结合剂将磨粒粘结在一起，经加压与焙烧使之具有一定形状和强度；气隙则在磨削过程中起容纳切屑、切削液和散逸磨削热的作用。其结构示意图如图 4—17 所示。

砂轮的特性取决于磨料、结合剂、砂轮的组织、砂轮的硬度及砂轮的形状等因素。每一种砂轮根据其自身的特性，都有一定的适用范围。故磨削时，应根据工件的材料、形状、尺寸、热处理方法和加工要求，合理选用砂轮。

为了改善磨削性能，可以用浸渍剂浸充于砂轮的气隙中，如浸硫、浸石蜡等，以增加砂轮的润滑性。

根据磨削加工的需要，砂轮制成不同的形状和规格，常用的砂轮有平形、筒形、杯形和碟形等，见表 4—3。表中有“v”者为主要使用面，有“v”者为辅助使用面。砂轮磨料常用的是刚玉系（主要成分是 Al_2O_3 ）和碳化物系（主要成分是 SiC 或 B_4C ）。刚玉系砂轮的韧性好，硬度较低，主要用于磨削各种钢；碳化物系砂轮的硬度较高，主要用于磨削硬质合金、宝石、陶瓷和玻璃等。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	影响刀具寿命的因素
教 者	黄 曙
教案序号	第 51 教案
教学目的	1、刀具磨损的形式 2、刀具磨损的原因 3、刀具磨损的过程 4、刀具磨损限度 5、刀具耐用度
重点难点	1、刀具磨损的形式 2、刀具磨损的过程 3、刀具耐用度
作 业	1、P122.7 2、P123.8 3、P123.9 4、P123.11
复 习	你能说出几种不同的车刀形状？能知道它的主要用途吗？
导 入	刀具是怎么磨损的？怎样才能使它的磨损不影响机械加工的质量？
小 结	课堂问答 1、P123.10 2、P123.12

第二节 影响刀具寿命的因素

一把磨好的刀具经过一段时间切削后，便会发现已加工表面粗糙程度将显著增高，切削温度升高，切屑的颜色和形状也和初始切削时不同，切削力增大，甚至出现振动或不正常的声响，同时，在过渡表面上出现亮带等现象。这些现象说明刀具已严重磨损，必须重磨或更换新刀。刀具磨损过快，必然会影响加工质量，增加刀具材料消耗，降低生产效率，提高加工成本。因而刀具磨损也应作为切削过程中重要物理现象进行研究。

一、刀具磨损的形式

在切削过程中，前面、后面经常与切屑、工件接触，在接触区域会发生剧烈的摩擦；同时，伴随着很高的温度和压力。因此，刀具的前面和后面都会产生磨损，如图 4—18 所示。

1. 后面磨损

切削铸铁等脆性金属或以较低的切削速度和较小的切削厚度切削塑性金属时，摩擦主要发生在工件过渡表面与刀具后面之间，刀具磨损也就主要发生在后面（图 4—18a）。后面磨损量是不均匀的，在刀尖部分，由于强度和散热条件差，磨损较严重；在切削刃靠近待加工表面部分，由于加工硬化或毛坯表层缺陷，磨损也较严重；在切削刃中部磨损比较均匀。后面磨损形成后角为零的棱面，通常用棱面的平均高度 VB 表示后面磨损程度。

2. 前面磨损

前面磨损是指在离主切削刃一小段距离处形成月牙洼，故又称月牙洼磨损（图 4—18b）。其中心处温度最高，凹陷亦最深。随着磨损的增加，月牙洼逐渐加深加宽，但主要是加深，加宽很轻微，并且向主切削刃方向扩展比向后扩展缓慢。当棱边过窄时，会引起崩刃。其磨损程度一般以月牙洼深度 KT 示。这种磨损形式比较少见，一般是由于以较大切削速度和切削厚度加工塑性金属所形成的带状切屑滑过前面所致。

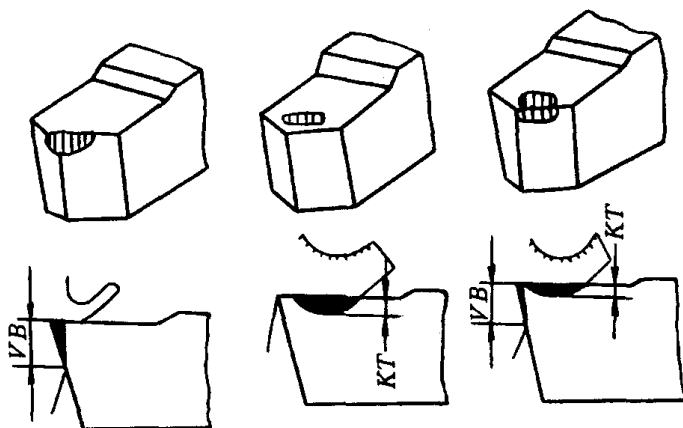
3. 前、后面同时磨损

在粗加工或半精加工塑性金属时，以及加工带有硬皮的铸铁件时，常发生前面和后面都磨损的情况（图 4—18c）。这种磨损形式比较常见，由于后面磨损的棱面高度便于测量，故前、后面磨损亦用 VB 表示其磨损程度。

以上磨损是由于正常原因所引起的，称为正常磨损。而在实际生产中，由于冲击、振动、热效应和过大的切削力等异常原因导致刀具的崩刃、卷刃或刀片碎裂等形式的损坏，称为非正常磨损。这种磨损是随机的，应及时处理。

二、刀具磨损的原因

刀具磨损与一般机械零件的磨损不同，有两点比较特殊，其一是刀具前面所接触的切屑和后面所接触的工件都是新生表面，不存在氧化层或其他污染；其二是刀具的摩擦是在高温、高压作用下进行的。对于一定的刀具材料和工件材料，切削温度对刀具的磨损具有决定性的影响，温度越高，刀具磨损越快。



(a) 后面磨损

(b) 前面磨损

(c) 前、后面同时磨损

图 4—18 刀具的磨损形式

三、刀具磨损的过程

若用刀具后面磨损带宽度 VB 值表示刀具的磨损程度，则 VB 值与切削时间 t 的关系如图 4—19 所示。磨损过程一般可分为三个阶段。

1. 初期磨损 (AB 段)

这一阶段磨损较快，这是因为刀具表面和切削刃上的微小峰谷 (刃磨时的磨痕形成的)、刀具刃磨时产生的微小裂纹、氧化或脱碳层等缺陷很快被磨平，AB 段曲线斜率较大。初期磨损量与刀具刃磨质量有关，通常在 $0.05 \sim 0.10\text{mm}$ 之间。刀具经研磨后可延缓初期磨损过程。

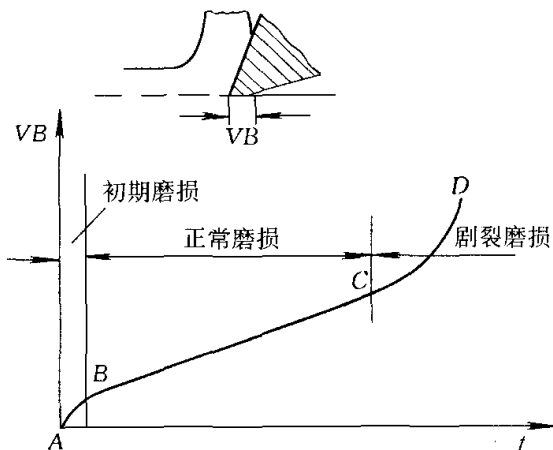


图 4—19 刀具磨损过程

2. 正常磨损 (BC 段)

经过初期磨损，刀具后面上磨出一狭窄的棱面，增大了切削力的作用面积，磨损速度减缓，磨损进入正常阶段。正常磨损阶段刀具磨损量随时间延续而均匀增加。这个阶段是刀具工作的有效期间，在使用刀具时，不应超过这一阶段的范围。正常磨损阶段的曲线基本上是一条向上倾斜的直线，其斜率表示磨损速度，它是衡量刀具性能的重要指标之一。

3. 剧烈磨损 (CD 段)

经过正常磨损阶段后，刀具切削刃明显变钝，致使切削力增大，切削温度升高，刀具进入剧烈磨损阶段。剧烈磨损使刀具失去正常的切削能力，继续使用将使工件表面质量明显下降，刀具磨损量也明显加快。使用刀具时，应避免使刀具的磨损进

入这一阶段，应及时修磨或更换刀具。

四、刀具磨损限度

分析刀具的磨损过程后可知，刀具不可能无休止地使用下去，应该规定一个合理的磨损量数值。称此数值为磨损限度，也称磨钝标准。当刀具达到磨损限度时，就应该重新刃磨或换新刀。刀具的磨损限度通常用刀具后面的平均磨损高度VB表示。

刀具磨损限度一般有两种。一是粗加工磨损限度，又称经济磨损限度。它是以充分发挥刀具能力，使刀具寿命(切削时间与可磨或可磨次数的乘积)最长，且经济效益最高为原则制定的。另一种是精加工磨损限度，又称工艺磨损限度。它是以保证零件加工精度和表面粗糙度为前提而制订的。在不同的加工条件下，磨钝标准是不同的。例如：

粗车中碳钢 VB=0.6~0.8 mm；

粗车合金钢 VB=0.4~0.5 mm；

精加工 VB=0.1~0.3 mm。

五、刀具耐用度

生产中不可能用经常测量刀具后面磨损值的方法，来判断刀具是否已经达到了磨损限度，所以提出了刀具耐用度的概念。刀具刃磨后，从开始切削到达磨损限度所用的实际切削时间，称为刀具耐用度，用T(min)表示。刀具耐用度与刀具重磨次数的乘积称刀具寿命，即刀具从开始使用到报废为止所经过的切削时间。

影响刀具耐用度的因素很多，有工件材料、刀具材料、刀具几何角度、切削用量以及是否使用切削液等。工件材料的强度、硬度愈高，导热性愈差，刀具磨损愈快，则耐用度愈低。刀具材料的耐磨性、耐热性愈好，耐用度就愈高。合适的刀具几何角度，有利于刀具耐用度的提高。在各种因素确定的情况下，切削速度是影响耐用度的关键因素。为了保证预先规定的刀具耐用度，必须合理地选用切削速度。

刀具耐用度并非越大越好。如果耐用度选择过大，则只能选择较小的切削用量，结果会因机动切削时间增加而降低生产率，使加工成本提高。反之，若耐用度选择太小，虽然可用较大的切削用量，使刀具很快达到磨损限度，增加了刀具材料的消耗和换刀、磨刀、调刀等辅助时间，同样会使生产率降低和成本提高。因此，应合理地确定刀具耐用度的数值。现从有关手册中摘录一部分刀具的耐用度数据供参考：

高速钢车刀	30~90min
高速钢钻头	80~120min
硬质合金焊接车刀	30~60min
硬质合金铣刀	120~180min
齿轮刀具	200~300min
组合机床、自动线及自动机床用刀具	240~480min

可转位车刀的推广和应用，使换刀时间和刀具成本大为降低，从而可降低刀具耐用度至15~30min，这就可以大大地提高切削用量，进一步提高生产率。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	车刀的刃磨（一）
教 者	黄 曙
教案序号	第 52 教案
教学目的	1、砂轮的选择 2、磨刀的步骤和方法
重点难点	1、磨刀的步骤和方法 2、车刀角度的检查
作 业	1、P123. 13
复 习	简述车刀磨损的形式和过程
导 入	大多数刀具不是一次性的，怎么延长其使用寿命呢？ 那就是-----磨
小 结	课堂问答：1、P123. 15 安排实训课，现场指导。

第三节 车刀的刃磨

一、砂轮的选择

常用的磨刀砂轮有两种：一种是氧化铝砂轮(呈白色)，另一种是碳化硅砂轮(呈绿色)。氧化铝砂轮的磨粒韧性好，比较锋利，硬度稍低，用来刃磨高速钢刀具。碳化硅砂轮的磨粒硬度高，切削性能好，但较脆，用来刃磨硬质合金刀具。

目前，较多的工厂还采用人造金刚石砂轮刃磨刀具，这种砂轮的磨粒硬度极高，强度较高，导热性好，自锐性好。除可刃磨硬质合金刀具外，还可磨削玻璃、陶瓷等高硬度材料。

二、磨刀的步骤和方法

车刀的刃磨有机械刃磨和手工刃磨两种。机械刃磨效率高，质量稳定，操作方便，主要用于刃磨标准刀具。手工刃磨比较灵活，对磨刀设备要求不高，这种刃磨方法在一般工厂较为普遍。对于车工来说，手工刃磨是必须掌握的基本技能。

现以主偏角为 90° 的焊接式硬质合金车刀为例，介绍其刃磨的步骤和方法。

(1) 先磨去车刀前面、后面和副后面等处的焊渣，并磨平车刀的底平面。磨削时应采用粗粒度的氧化铝砂轮。

(2) 粗磨后面和副后面的刀杆部分，其后角应比刀片处的后角大 $2^\circ \sim 3^\circ$ ，以便刃磨刀片处的后角。仍用氧化铝砂轮磨削。

(3) 粗磨刀片上的后面和副后面，粗磨出来的后角、副后角应比所要求的后角大 2° 左右，刃磨方法如图 4—20 所示。刃磨时应采用粗粒度的碳化硅砂轮。

(4) 磨前面，磨出车刀的前角和刃倾角，磨削时应采用碳化硅砂轮。

(5) 磨断屑槽。为了使断屑容易，通常要在车刀的前面上磨出断屑槽。断屑槽常用的形式有两种，即直线形和圆弧形。刃磨圆弧形断屑槽，必须先把砂轮的外圆与平面的相交处修整成相应的圆弧。刃磨直线形断屑槽，其砂轮的外圆与平面的相交处必须修整得比较尖锐。刃磨时，刀尖可向上或向下磨削(图 4—21)。

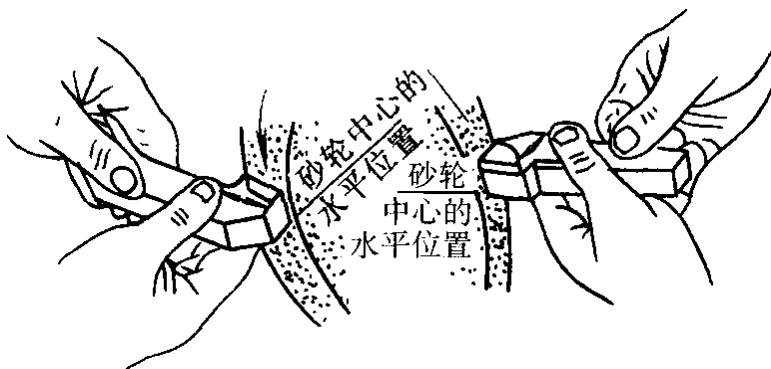
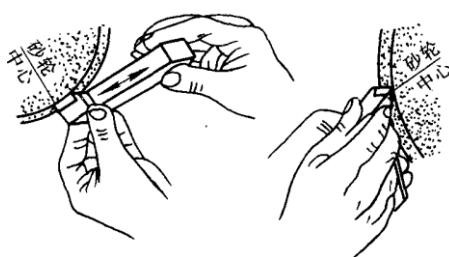


图 4—20 粗磨后面、副后面

磨削断屑槽时应注意，刃磨时的起点位置应和刀尖、主切削刃离开一小段距离，以防止将刀尖和切削刃磨塌；磨削时用力不能过大，应将车刀沿刀杆向上下缓慢移动。砂轮同上。

(6) 精磨后面和副后面。将车刀底平面靠在调整好角度的台板上，并使刀刃轻轻靠住砂轮的端面上进行刃磨(图 4—22)。刃磨过程中，车刀应左右缓慢移动，使砂轮

磨损均匀。砂轮粒度应选 180 # ~220 # 的碳化硅砂轮或金刚石砂轮。



向下磨

向上磨

图 4—21 磨断屑槽

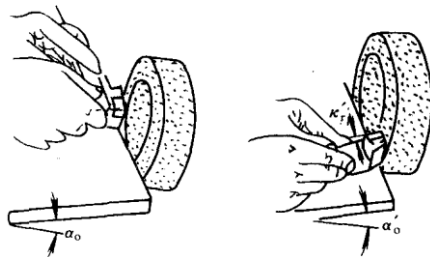


图 4—22 精磨后面、副后面

(7) 磨负倒棱。加工钢料的硬质合金车刀一般要磨出负倒棱，其倒棱的宽度 $b_{rl} = (0.5 \sim 0.8)f$ ，倒棱前角 $\gamma_{ol} = -5^\circ \sim -10^\circ$ 。刃磨负倒棱时，用力要轻微，车刀沿主切削刃的后端向刀尖方向摆动。刃磨时，应采用细磨粒的碳化硅砂轮或金刚石砂轮。

(8) 磨过渡刃。过渡刃有直线形和圆弧形两种，刃磨方法与精磨后面时基本相同。对于车削较硬材料的车刀，也可以在过渡刃上磨出负倒棱。对于大进给量车削的车刀，可以用同样的方法在副切削刃上磨出修光刃。采用的砂轮与精磨后面时所用的砂轮相同。

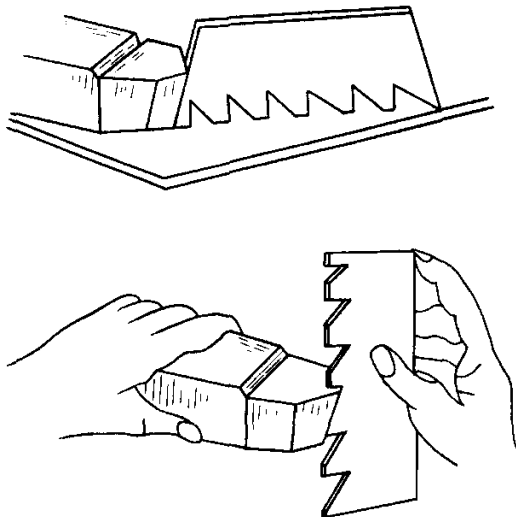
(9) 研磨。对精加工用车刀，为了保证工件表面加工质量，常对车刀进行研磨。研磨时，用油石加些机油，然后在刀刃附近的前面和后面以及刀尖处贴平进行研磨，直到车刀表面光洁，看不出磨削痕迹为止。这样既可使刀刃锋利，又能增加刀具的耐用度。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	车刀的刃磨（二）
教 者	黄 曙
教案序号	第 53 教案
教学目的	1、车刀角度的检查
重点难点	1、车刀角度的检查
作 业	1、P123. 14 2、P123. 16
复 习	简述车刀刃磨的步骤和方法
导 入	磨出的车刀要好用，适应加工要求，就必须对它进行限制，最好的方法就是在刃磨中测量检查
小 结	课堂问答：1、P123. 17 安排实训课，现场指导。

三、车刀角度的检查

车刀磨好后，必须检查刃磨质量和角度是否符合要求。

先检查刃磨质量，看看刀刃是否锋利，表面是否有裂纹或明显沟痕。对于要求高的车刀，可用 10~20 倍的放大镜检查。



1) 角度样板检查 检查角度时，可以用图 4—23 所示的方法，先用样板检查车刀主后角，然后检查楔角。如果这两个角度已符合要求，那么前角也就对了。检查时，应使样板垂直于主切削刃。

2) 量角台检查

(1) 车刀量角台的结构

车刀量角台是测量车刀标注角度的专用量角仪器，其形式很多，常用的量角台如图 4—24 所示。装在支脚 1 上的圆形底盘 2 的周边，刻有从 0 起向左、右各 100° 的刻度，工作台 5 绕

图 4—23 用样板检查车刀角度 小轴 7 转动，转动角度由固定于工作台上的指针 6 读出。定位块 4 和导条 3 固定在一起，可在工作台的滑槽内平行移动。

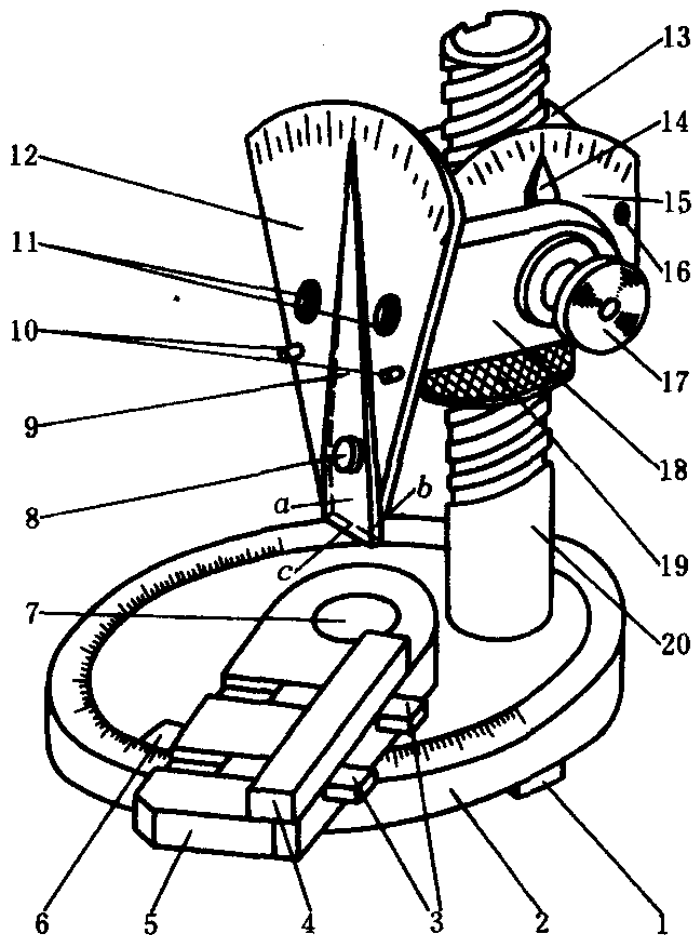
立柱 20 固定在底盘上，其上有矩形螺纹。旋转螺母 19，可使滑体 13 沿立柱的键槽上、下移动。小刻度盘 15 由小螺钉 16 固定在滑体上，用旋钮 17 可将弯板 18 锁紧在滑体上。松开旋钮，弯板以旋钮为轴，可向顺、逆时针两个方向转动，转动的角度由固定于弯板 18 上的小指针 14 在小刻度盘 15 上示出。大刻度盘 12 由螺钉 11 固定在弯板上，用螺钉轴 8 装在大刻度盘上的大指针 9 可绕螺钉轴向顺、逆时针两个方向转动，转动的角度由大刻度盘示出，转动的极限位置由销轴 10 限制。

当指针 6、大指针 9、小指针 14 都处于 0° 时，大指针的前面 a 和侧面 b 分别垂直于工作台的平面，而底面 c 平行于工作台的平面。

(2) 用车刀量角台测量车刀标注角度

① 校准车刀量角台的原始位置测量前应将量角台的大、小指针全部调整到零位，然后按图 4—25 把车刀平放在工作台上。此状态下车刀量角台位置为测量车刀角度

的原始位置。



1-支脚 2-圆形底盘 3-导条 4-定位块 5-工作台 6-指针 7-小轴 8-螺钉轴
9-大指针 10-销轴 11-螺钉 12-大刻度盘 13-滑体 14-小指针 15-小刻度盘
16-小螺钉 17-旋钮 18-弯板 19-螺母 20-立柱

图 4—24 车刀量角台

②主偏角的测量从原始位置起，按顺时针方向转动工作台(工作台平面相当于基面 Pr)，让主切削刃和大指针前面 a 紧密贴合，如图 4—26 所示。此时，工作台指针在底盘上所指示的刻度值，即是主偏角的数值。

③刃倾角的测量测完主偏角后，使大指针底面 c 和主切削刃紧密贴合(大指针前面 a 相当于切削平面 Ps)，如图 4—27 所示。此时，大指针在大刻度盘上所指示的刻度值，就是刃倾角的数值。大指针在零位左边为 $+\lambda_s$ ，在右边为 $-\lambda_s$ 。

④副偏角的测量 参照测量主偏角的方法，按逆时针方向转动工作台，使副切削刃和大指针前面 a 紧密贴合，如图 4—28 所示。此时，工作台指针在底盘上所指示的刻度值，就是副偏角的数值。

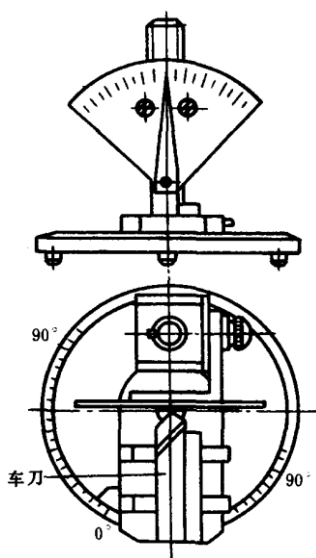


图 4—25 测量车刀角度的原始位置

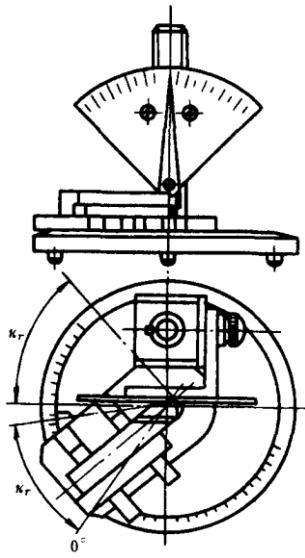


图 4—26 测量车刀主偏角

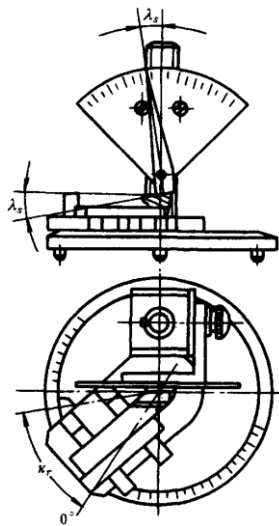


图 4—27 测量车刀的刃倾角

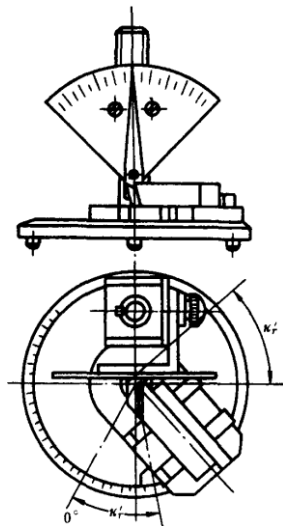


图 4—28 测量车刀副偏角

⑤前角的测量从图 4—26 测完车刀主偏角的位置起，按逆时针方向使工作台转 90° ，这时主切削刃在基面上的投影恰好垂直于大指针前面 α （相当于正交平面 P_o ），然后让大指针底面 c 落在通过主切削刃上选定点 A 的前面上（紧密贴合），如图 4—29a 所示。此时，大指针在大刻度盘上所指示的刻度值，就是正交平面内前角的数值。指针在零位右边时为 $+\gamma_o$ ，在左边时为 $-\gamma_o$ 。

⑥后角的测量测完前角后，向右平行移动车刀（这时定位块可能要移到车刀的左边，但仍要保证车刀侧面与定位块侧面靠紧），使大指针侧面 b 和通过主切削刃上选定点 A_a 的后面紧密贴合，如图 4—29b 所示。此时，大指针在大刻度盘上所指示的刻度值，就是正交平面内后角的数值。指针在零位左边为 $+\alpha_o$ ，在右边为 $-\alpha_o$ 。

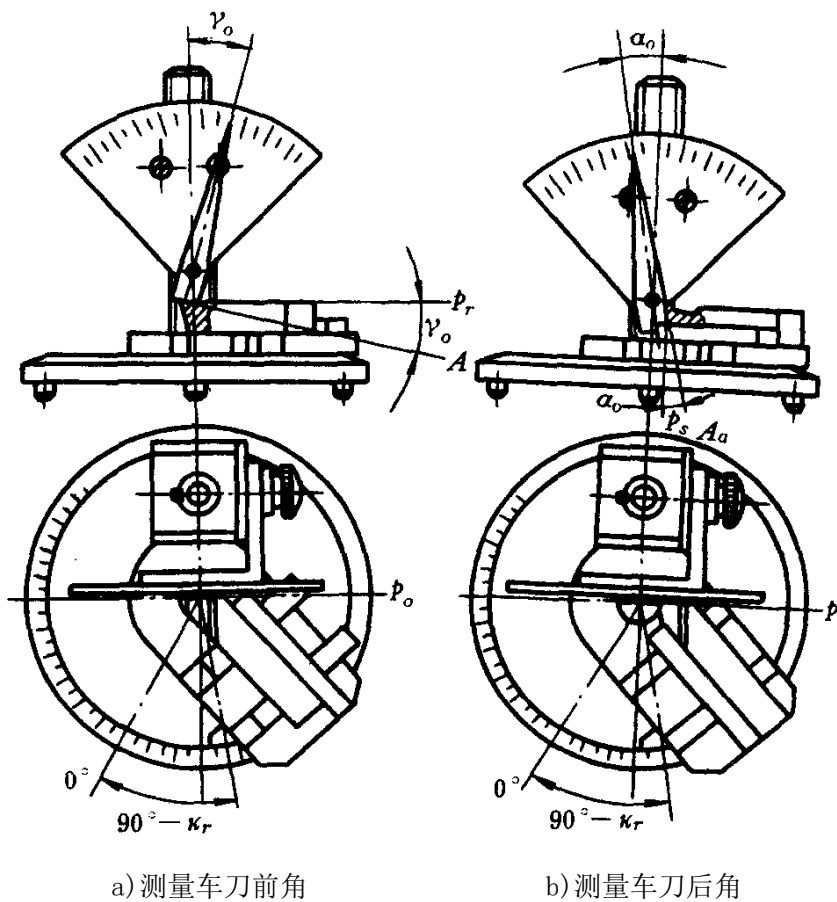


图 4—29 测量车刀的前角与后角

(3) 万能游标量角器检查

图 4—30 为用万能游标量角器测量主偏角和副偏角的方法。

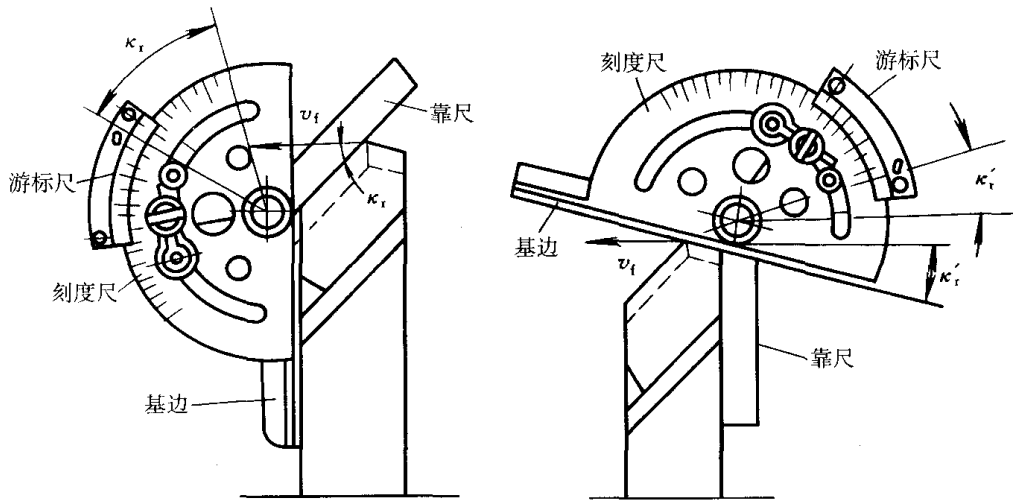


图 4—30 用万能游标量角器测量主偏角和副偏角

编写者：黄 曙

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	车刀的刃磨（三）
教 者	黄 曙
教案序号	第 54 教案
教学目的	1、刃磨刀具时的注意事项及安全问题 2、车刀的安装
重点难点	1、刃磨刀具时的安全问题 2、车刀的安装方法
作 业	1、P123. 18
复 习	简述车刀角度检查的方法
导 入	车刀刃磨也不是随随便便的事，应当注意很多问题。
小 结	课堂问答： 1、P123. 19 安排实训课，现场指导。

四、刃磨刀具时的注意事项

- (1) 握刀姿势要正确，手指要稳定，不能抖动。
- (2) 磨碳素钢、合金钢及高速钢刀具时，要经常冷却，不能让刀头烧红，否则，会失去其硬度。
- (3) 磨硬质合金刀具时，不要进行冷却，否则，突然冷却会使刀片碎裂。
- (4) 在盘形砂轮上磨刀时，尽量避免使用砂轮的侧面；在杯形砂轮上磨刀时，不准使用砂轮的內圈。
- (5) 刃磨时，应将刀具往复移动，不要长时间停在砂轮的某一处，否则，会使砂轮表面磨成凹槽，再刃磨其他刀具时造成困难。

五、刃磨刀具时的安全问题

- (1) 刃磨时不能用力过大，否则，会使手打滑触及砂轮而受伤。
- (2) 磨刀时，人应站在砂轮的侧面，必须戴上防护眼镜，以防止碎屑飞入眼中。
- (3) 砂轮必须装有防护罩。
- (4) 砂轮旋转平稳后才能磨刀。
- (5) 托架与砂轮之间的空隙不能太大(小于 3mm)，否则，容易使刀具嵌入中间而挤碎砂轮发生危险。
- (6) 磨刀具的砂轮，不要磨削其他物件。

六、车刀的安装

车刀的安装正确与否，直接影响到切削能否顺利进行和工件的加工质量。如果车刀安装不正确，即使车刀的各个角度刃磨是合理的，但在切削时，其工作角度也会发生改变。所以在安装车刀时，一定要注意以下几点：

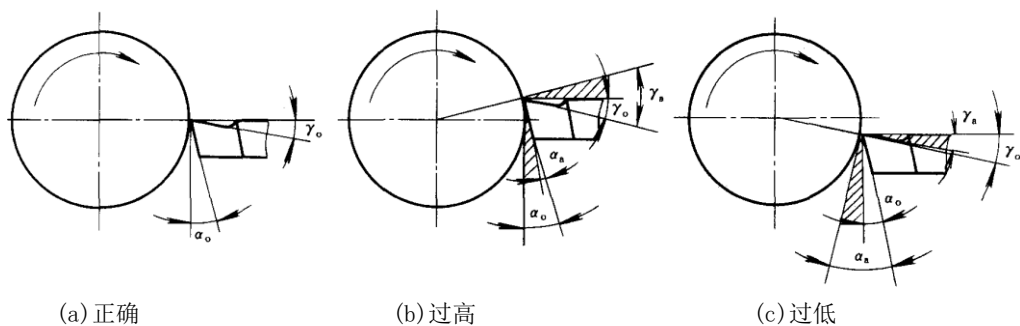
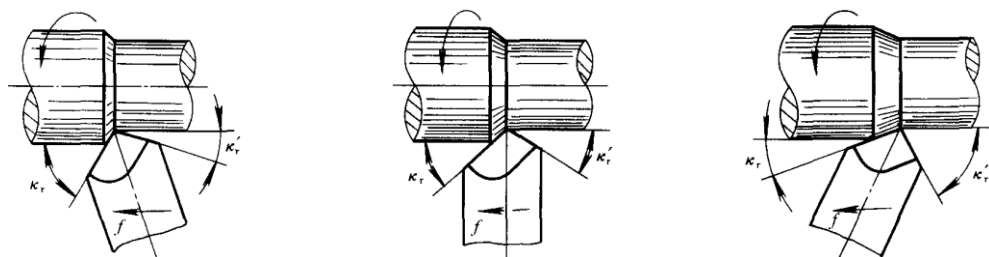


图 4—31 装刀高低对前、后角的影响



(a)主偏角增大，副偏角减小

(b)正确

(c)主偏角减小，副偏角增大

图 4—32 车刀装偏对主、副偏角的影响

(1)车刀悬伸部分要尽量缩短。一般悬伸长度约为车刀厚度的 1~1.5 倍。悬伸过长，车刀切削时刚性差，容易产生振动、弯曲甚至折断，影响加工质量。

(2)车刀一定要夹紧，否则，车刀崩出将造成难以想象的后果。

(3)车刀刀尖一般应与工件旋转轴线等高，否则，将使车刀工作时的前角和后角发生改变(图 4—31)。车外圆时，如果车刀刀尖高于工件旋转轴线，则使前角增大，后角减小，从而加剧后面与工件之间的摩擦；如果车刀刀尖低于工件旋转轴线，则使后角增大，前角减小，从而使切削不顺利。在车削内孔时，其角度的变化情况正好与车外圆时相反。

(4)车刀刀杆中心线应与进给运动方向垂直(图 4—32b)，否则将使车刀工作时的主偏角和副偏角发生改变。主偏角减小(图 4—32c)，进给力增大；副偏角减小(图 4—32a)，加剧摩擦。

以上要求对各种车刀的安装是通用的，但对不同的切削情况，又有其特殊的要求，应该在实践应用中逐步掌握。

课程名称	《机械加工技术基础》
课 题	实训八 车刀刃磨练习
教 者	黄 曙
教案序号	第 55、56 、57、58 教案
教学目的	(1)了解车刀的材料、种类和用途。 (2)了解砂轮的种类和使用砂轮的安全知识。 (3)初步掌握车刀的刃磨姿势及刃磨方法。
重点难点	
作 业	
复 习	
导 入	
小 结	磨刀因为砂轮机不够，安排两次实训，每次两节，共四节，实训时其他同学临时安排其他实训内容。

实训八 车刀刃磨练习

一、实习教学要求

- (1) 了解车刀的材料、种类和用途。
- (2) 了解砂轮的种类和使用砂轮的安全知识。
- (3) 初步掌握车刀的刃磨姿势及刃磨方法。

二、相关工艺知识

(一) 车刀的材料、种类和用途

1. 车刀切削部分的常用材料

(1) 高速钢是一种含钨、铬、钒、钼等元素较多的高合金工具钢。适用于低速切削，常用牌号有 W18Cr4V、W9Cr4V2 等。

(2) 硬质合金硬质合金是目前应用最为广泛的一种车刀材料，适合高速切削，最高切削速度可达 220m/min 。常用的牌号有，钨钴类 YG3、YG6、YG8；钨钛钴类 YT5、YT15、YT30 等。

2. 车刀的种类与用途

(1) 车刀的种类常用的车刀种类有外圆车刀、端面车刀、切断刀、内孔车刀、成形车刀和螺纹车刀等，常用车刀如图 a—21 所示。

(2) 常用车刀的用途

- 1) 90° 车刀(偏刀) 用来车削工件外圆、平面和台阶见图 a—21 中 2、6。
- 2) 45° 车刀(弯头车刀) 用来车削工件的外圆、平面和倒角见图 a—21 中 1。
- 3) 75° 车刀 用来车削工件外圆见图 a—21 中 4。
- 4) 内孔车刀用来车削工件的内孔见图 a—21 中 10、11。
- 5) 切断及车槽刀用来切断工件或车削工件的沟槽见图 a—21 中 7、8。
- 6) 成形车刀用来车削工件的成形面见图 a—21 中 5。
- 7) 螺纹车刀用来车削各种不同规格的内外螺纹见图 a—21 中 3、9。

3. 车刀切削部分的组成和主要角度

(1) 车刀切削部分 主要由前刀面、主后刀面、副后刀面和主切削刃、副切削刃、刀尖组成，如图 a—22 所示。

(2) 车刀主要角度有主偏角 K_r 、副偏角 K'_r 、主后角 α_o 、副后角 α' 。和前角 γ 。如图 a—23 所示。

(二) 砂轮的选用和使用砂轮机的安全知识

1. 砂轮的选用 目前常用的砂轮有氧化铝和碳化硅两类，刃磨时必须根据刀具材料来选用。

(1) 氧化铝砂轮氧化铝砂轮多呈白色，其砂粒韧性好，比较锋利，但硬度稍低，常用于刃磨高速钢车刀和硬质合金刀的碳素钢部分。

(2) 碳化硅砂轮碳化硅砂轮多呈绿色，其砂粒硬度高，切削性能好，但较脆，适于刃磨硬质合金车刀。

砂轮的粗细以粒度表示。GB / T2481—1998《固结磨具用磨料》规定了 F4~

F220 不同的粒度号, 粗磨时用粗粒度(基本粒尺寸大), 精磨时用细粒度(基本粒尺寸小)。

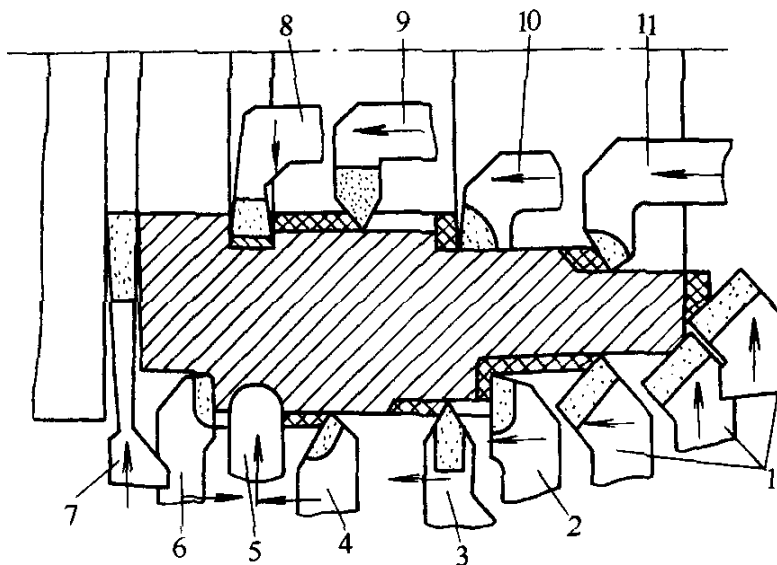


图 a—21 车刀的类型与用途

1—45° 弯头车刀 2—90° 外圆车刀 3—外螺纹车刀 4—75° 外圆车刀 5—成形车刀 6—90° 左切外圆车刀 7—车槽刀(切断刀) 8—内孔车槽刀 9—内螺纹车刀 10—不通孔车刀 11—通孔车刀

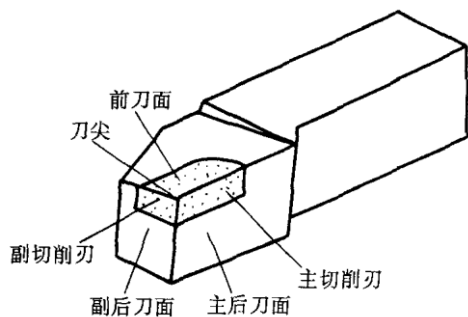


图 a—22 车刀切削部分的组成

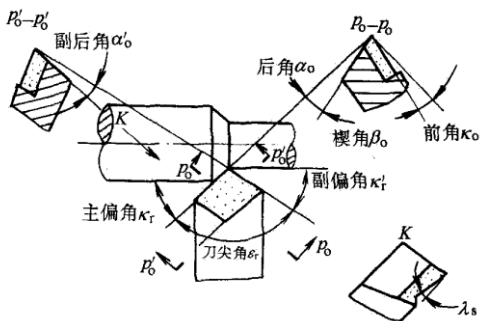


图 a—23 车刀切削部分的主要角度

2. 使用砂轮机的安全知识

(1) 安装新砂轮时, 必须严格检查砂轮质量(无裂痕); 砂轮必须安装牢靠, 运转平稳; 不得有过大的跳动、摇摆, 经过空转实验后方可使用; 砂轮机必须装有防护罩。

(2) 装有导板的砂轮机, 导板必须调节正确, 导板与砂轮圆周之间距离要适当, 导板紧固螺钉必须拧紧。

(3) 磨刀时应戴防护镜; 应双手握刀; 车刀与砂轮接触时用力要均匀压力不应过大; 人站在砂轮侧面, 以防砂轮碎裂时, 碎片飞出伤人。

(4) 禁止在砂轮两侧精磨刀具, 不许磨有色金属或非金属材料; 不许磨大直径工件、铸铁件、长棒料及板件等, 以免损坏砂轮或发生事故。

(5) 磨刀完毕应随手关闭砂轮机电源。

(三) 刃磨车刀的方法及步骤

现以 90° 硬质合金外圆车刀为例介绍如下：

1. 磨主后刀面人站立在砂轮左侧面，两脚分开，腰稍弯，右手捏刀头，左手握刀柄，刀柄与砂轮轴线平行，车刀放在砂轮水平中心位置。先磨出主后刀面碳素钢部分(比车刀之后角大 $2^\circ \sim 3^\circ$)；再刃磨硬质合金刀头部分的主后角，同时磨出主偏角如图 a—24a 所示。

2. 磨副后刀面人站立在砂轮偏右侧一些，；左手捏刀头，右手握刀柄，其他方法与磨主后面相同，同时磨出副后角和副偏角如图 a—24b 所示。

3. 磨前刀面一般是左手捏刀头，右手握刀柄，刀柄保持平直，刀柄尾段向砂轮中心方向偏斜出一个车刀前角的角度，车刀头部接触砂轮，磨出前刀面及前角，

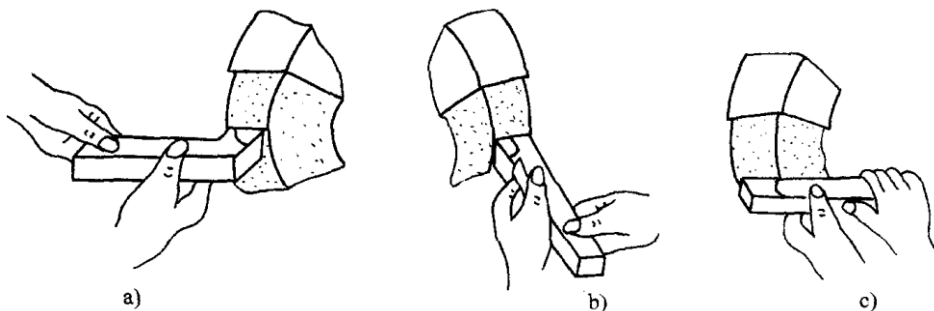


图 a—24 车刀的刃磨

a) 磨主后刀面

b) 磨副后刀面

c) 磨前刀面

如图 a—24c 所示。

4. 磨断屑槽

(1) 刃磨断屑槽的目的在于对塑性金属进行高速切削时，会产生带状切屑缠绕在工件、车刀或机床零件上，会损坏刀具和降低工件车削质量，而且随时会飞散出来，给操作者造成

麻烦和危险。所以必须根据切削用量、工件材料和切削要求，在前刀面上磨出尺寸、形状不同的断屑槽，当切屑经过断屑槽时，使切屑本身产生内应力，强迫切屑变形而折断以达到断屑的目的。

(2) 断屑槽的种类及选择断屑槽常见的有圆弧形和直线形两种见图 a—25。



a) 圆弧形 b) 直线形

图 a—25 断屑槽的两种形式

1) 圆弧形断屑槽一般前角较大，用于高速钢车刀和车削较软的塑性材料的硬质合金车刀。

2) 直线形断屑槽一般前角较小，适宜车削较硬的材料或粗加工。

断屑槽磨好后，使用中有时并不断屑，这时可适当加大进给量，强迫切屑折断，也可采用适当调整背吃刀量，或降低切削速度的办法使切屑折断。

(3) 断屑槽的刃磨方法 刃磨圆弧形断屑槽时，应把砂轮的外圆与平面之间交角处修整成相应的圆弧。刃磨直线形断屑槽时，砂轮的交角应作相应的修整。刃磨方法：

1) 左手拇指与食指握刀柄上部，右手握刀柄下部，刀头向上，刀头前面接触砂轮的左侧交角处，并与砂轮外圆成一夹角，这一夹角在车刀上就构成了一个前角，如图 a—26 a 所示。

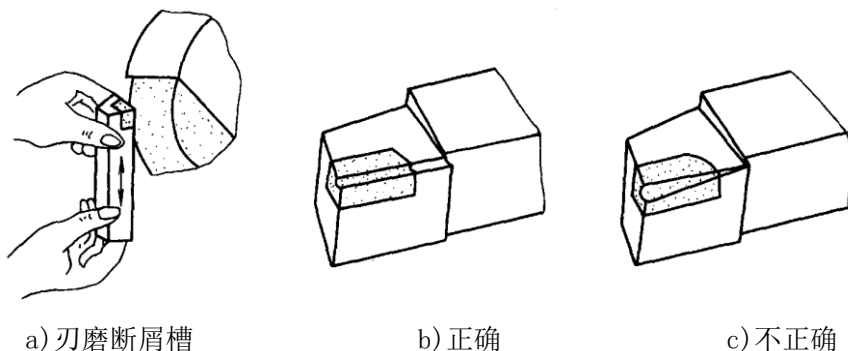


图 a—26 刃磨断屑槽的方法

2) 刃磨时的起点位置离主切削刃距离等于断屑槽宽的 $1/2$ 再加倒棱的宽度，离副切削刃的距离是断屑槽长度的 $1/2$ 左右；放在砂轮水平中心线位置见图 a—26a，按试磨——调整——试磨进行。

3) 确定位置正确后进行刃磨，刀头沿刀柄方向上下缓慢移动，断屑槽要磨得深浅一致见图 a—26b。不要把断屑槽磨斜或将前角磨塌见图 a—26c。

5. 精磨主后刀面和副后刀面精磨前要修整好砂轮，保持砂轮平稳旋转，砂轮外圆表面应平直。

6. 磨负倒棱刃磨时，要使主切削刃的后端向刀尖方向逐渐轻轻接触砂轮，车刀前刀面与砂轮平面成负倒棱 γ_f 的角度见图 a—27。

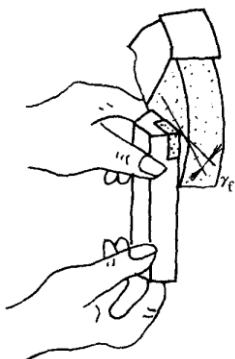


图 a—27 磨负倒棱

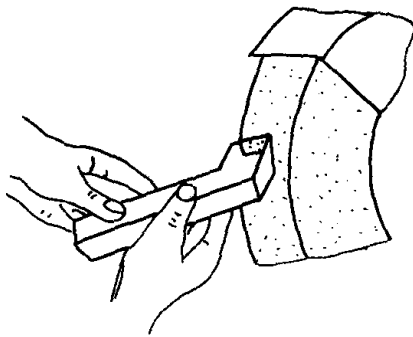


图 a—28 磨刀尖过渡刃

7. 磨刀尖过渡刃过渡刃有圆弧形和直线形。以右手捏车刀前端为支点，左手握刀柄，刀柄后半部向下倾斜一些，车刀主后刀面与副后刀面交接处自下而上地轻轻接触砂轮，使刀尖处具有 0.2mm 左右的小圆弧刃或短直线刃见图 a—28。

8. 车刀的研磨 刃磨后的车刀，其切削刃有时不够平滑光洁，可用磨石研磨。研磨时，手持磨石贴平各刀面平行移动，要求动作平稳，用力均匀如图 a—29 所示。

三、看图和确定刃磨步骤

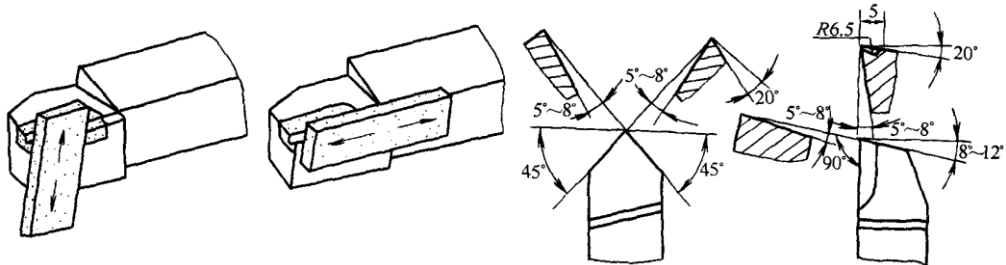
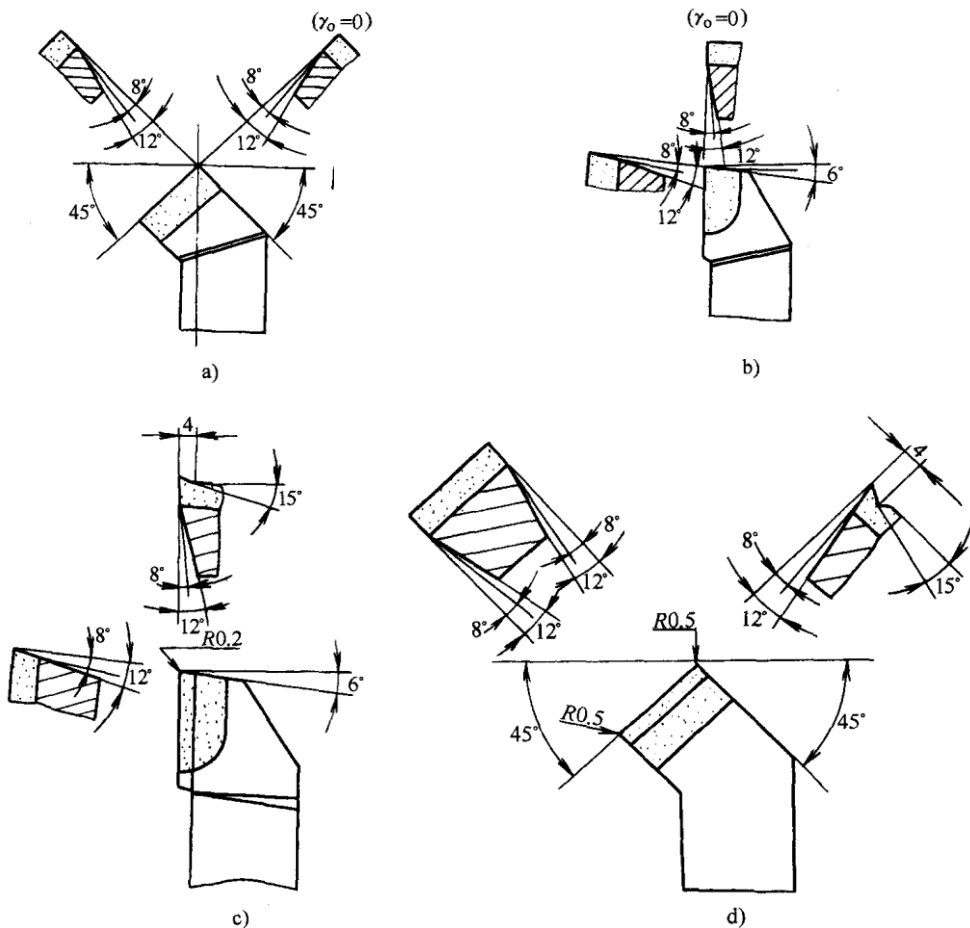


图 a—29 用磨石研磨车刀

材料：45 钢尺寸：16ramx16mm) (200mm

图 a—30 90°、45° 外圆车刀刃磨练习



材料：YG8、YT15 各 2 把 图 a—31 90°、45° 外圆车刀刃磨

1. 外圆车刀刃磨练习 (见图 a—30) 刃磨步骤：

1) 粗磨主后刀面磨出主偏角、主后角。

- 2) 粗磨副后刀面磨出副偏角、副后角。
 - 3) 粗、精磨前刀面，磨出前角或断屑槽。
 - 4) 精磨主后刀面、副后刀面。
 - 5) 磨出刀尖圆弧。
2. 90°、45° 外圆车刀刃磨(见图 a—31) 刃磨步骤：
- 1) 刃磨刀头碳钢部分主后刀面、副后刀面。
 - 2) 粗、磨硬质合金部分主后刀面、副后刀面。
 - 3) 粗、精磨前刀面。
 - 4) 粗、精磨前角或断屑槽。
 - 5) 精磨主后刀面和副后刀面。
 - 6) 磨过渡刃。
 - 7) 用磨石研磨。

四、刃磨练习要求

- (1) 车刀刃磨时应按使用砂轮机的安全知识去做。
 - (2) 先刃磨练习车刀，角度刃磨正确后，再刃磨正式车刀。
 - (3) 车刀高低必须控制在砂轮水平中心平面内，刀头略向上翘，否则会出现后角过大或负后角等弊端。
 - (4) 车刀刃磨时应作水平方向的左右缓慢移动，以免砂轮表面出现凹坑。
 - (5) 刃磨硬质合金刀时，不可把刀头部分放入水中冷却，以防刀片突然冷却而碎裂。
- 刃磨高速钢车刀时，应随时用水冷却，以防车刀过热退火，降低硬度。
- (6) 车刀刃磨练习的重点是掌握车刀刃磨的姿势和刃磨车刀角度的方法。
 - (7) 刃磨断屑槽时，按先试磨—观察位置是否正确—纠正—再刃磨的方法进行。