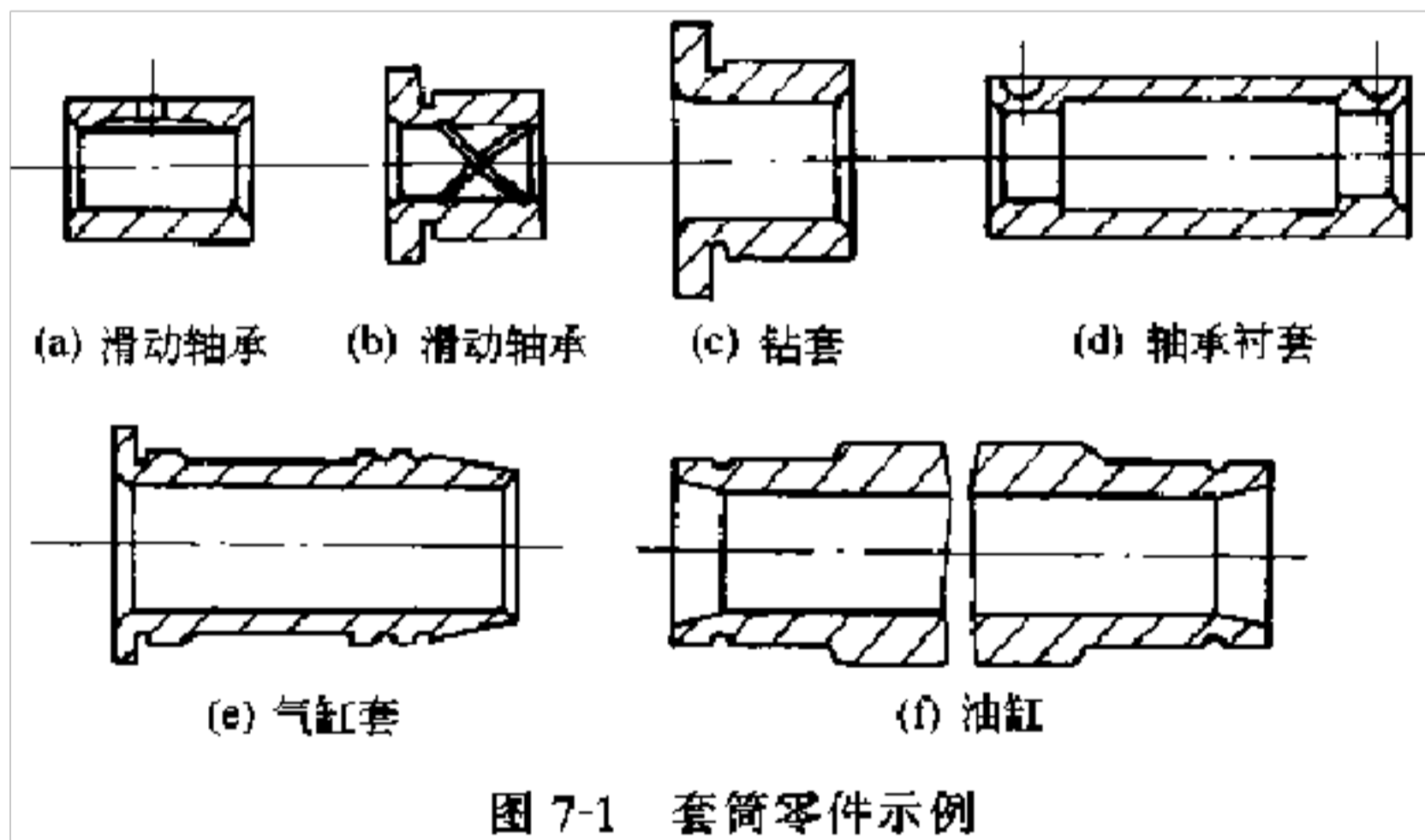


套筒类零件加工工艺

第一节 概述

一、套筒类零件的功用和结构特点

套筒类零件是机械中常见的一种零件，它的应用范围很广。如支承旋转轴的各种形式的滑动轴承、夹具上引导刀具的导向套、内燃机气缸套、液压系统中的液压缸以及一般用途的套筒，如图 7-1 所示。由于其功用不同，套筒类零件的结构和尺寸有着很大的差别，但其结构上仍有共同点：零件的主要表面为同轴度要求较高的内外圆表面；零件壁的厚度较薄且易变形；零件长度一般大于直径等。



二、套筒类零件的技术要求、材料和毛坯

1. 套筒类零件的技术要求

套筒类零件的主要表面是孔和外圆，其主要技术要求如下。

(1) 孔的技术要求。孔是套筒类零件起支承或导向作用的最主要表面，通常与运动的轴、刀具或活塞相配合。

孔的直径尺寸公差等级一般为 IT7, 精密轴套可取 IT6, 气缸和液压缸由于与其配合的活塞上有密封圈, 要求较低, 通常取 IT9。孔的形状精度, 应控制在孔径公差以内, 一些精密套筒控制在孔径公差的 $\pm 1/2 \sim 1/3$, 甚至更严。对于长的套筒, 除了圆度要求以外还应注意孔的圆柱度。为了保证零件的功用和提高其耐磨性, 孔的表面粗糙度 Ra 值为 $1.6 \sim 0.16 \mu\text{m}$, 要求高的精密套筒 Ra 可达 $0.04 \mu\text{m}$ 。

(2) 外圆表面的技术要求。外圆是套筒类零件的支承面, 常以过盈配合或过渡配合与箱体或机架上的孔相连接。外径尺寸公差等级通常取 IT7 ~ IT6, 其形状精度控制在外径公差以内, 表面粗糙度 Ra 值为 $3.2 \sim 0.63 \mu\text{m}$ 。

(3) 孔与外圆的同轴度要求。当孔的最终加工是将套筒装入箱体或机架后进行时, 套筒内外圆间的同轴度要求较低; 若最终加工是在装配前完成的, 则同轴度要求较高, 一般为 $\Phi 0.05 \sim 0.01 \text{ mm}$ 。

(4) 孔轴线与端面的垂直度要求。套筒的端面 (包括凸缘端面) 若在工作中承受载荷, 或在装配和加工时作为定位基准, 则端面与孔轴线垂直度要求较高, 一般为 $0.05 \sim 0.01 \text{ mm}$ 。

2. 套筒类零件的材料与毛坯

套筒类零件一般用钢、铸铁、青铜或黄铜制成。有些滑动轴承采用双金属结构, 以离心铸造法在钢或铸铁内壁上浇注巴氏合金等轴承合金材料, 既可节省贵重的有色金属, 又能提高轴承的寿命。

套筒零件毛坯的选择与其材料、结构、尺寸及生产批量有关。孔径小的套筒, 一般选择热轧或冷拉棒料, 也可采用实心铸件; 孔径较大的套筒, 常选择无缝钢管或带孔的铸件、锻件; 大量生产时, 可采用冷挤压和粉末冶金等

先进的毛坯制造工艺，既提高生产率，又节约材料。

第二节 内孔表面加工方法和加工方案

内孔表面加工方法较多，常用的有钻孔、扩孔、铰孔、镗孔、磨孔、拉孔、研磨孔、珩磨孔、滚压孔等。

一、钻孔

用钻头在工件实体部位加工孔称为钻孔。钻孔属粗加工，可达到的尺寸公差等级为 IT13 ~ IT11，表面粗糙度 Ra 值为 50 ~ 12.5 μ m。由于麻花钻长度较长，钻芯直径小而刚性差，又有横刃的影响，故钻孔有以下工艺特点。

(1) 钻头容易偏斜。由于横刃的影响，定心不准，切入时钻头容易引偏；且钻头的刚性和导向作用较差，切削时钻头容易弯曲。在钻床上钻孔时，如图 7-2(a) 所示，容易引起孔的轴线偏移和不直，但孔径无显著变化。

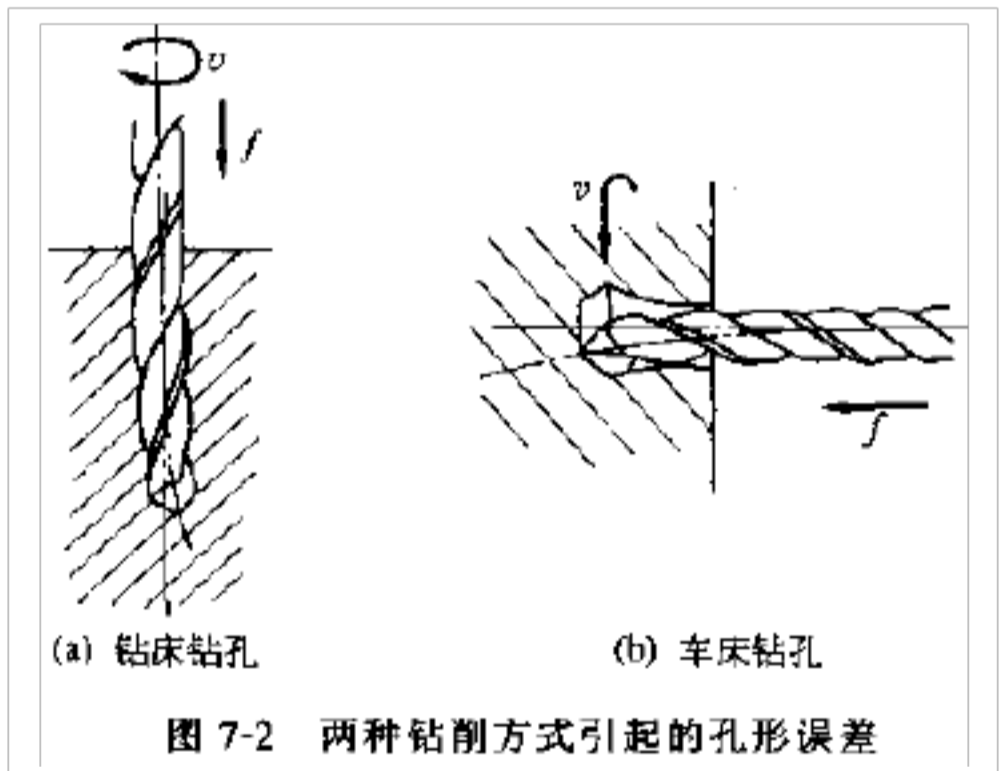


图 7-2 两种钻削方式引起的孔形误差

在车床上钻孔时，如图 7-2(b) 所示，容易引起孔径的变化，但孔的轴线仍然是直的。因此，在钻孔前应先在加工端面并用钻头或中心钻预钻一个锥坑，如图 7-3 所示，以便钻头定心。钻小孔和深孔时，为了避免孔的轴线偏移和不直，应尽可能采用工件回转方式进行钻孔。

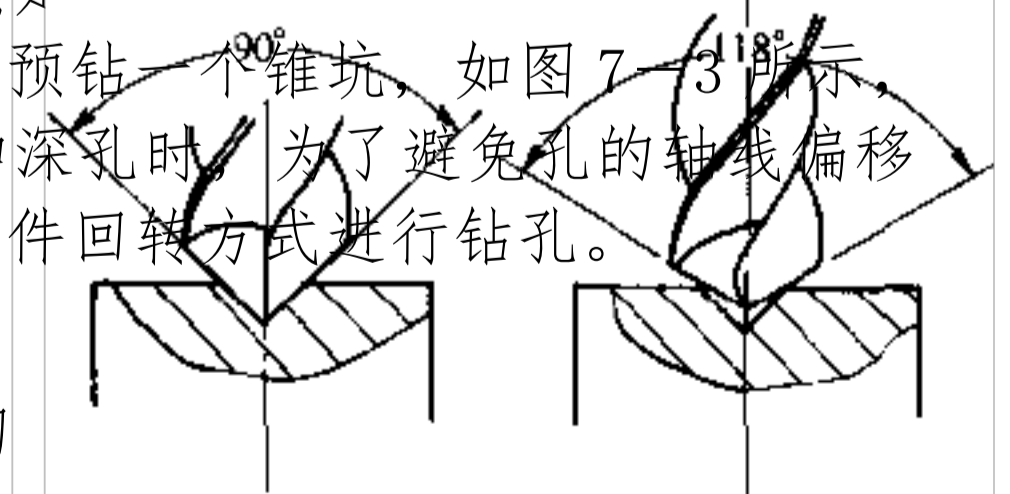


图 7-3 钻孔前预钻锥孔

(2) 孔径容易扩大。钻削时钻头两切削刃径向力不等将引起孔径扩大；

卧式车床钻孔时的切入引偏也是孔径扩大的重要原因；此外钻头的径向跳动等也是造成孔径扩大的原因。

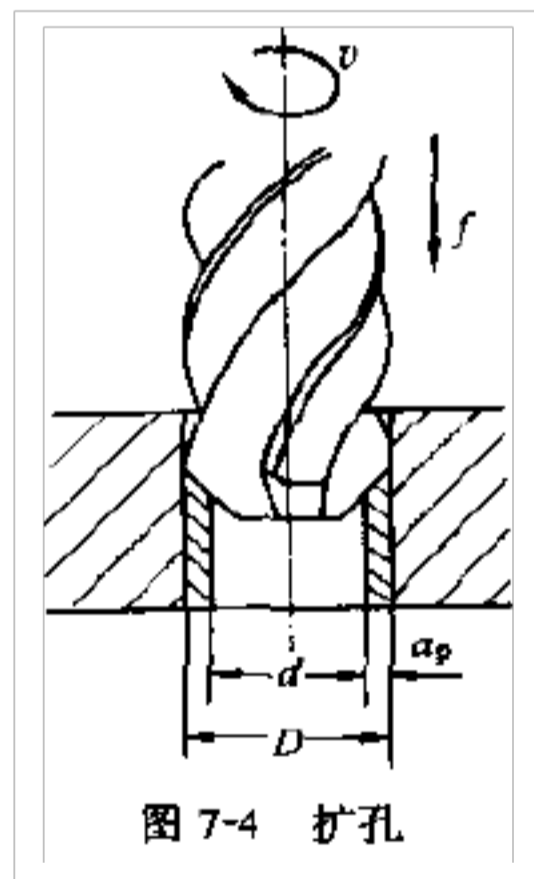
(3) 孔的表面质量较差。钻削切屑较宽，在孔内被迫卷为螺旋状，流出时与孔壁发生摩擦而刮伤已加工表面。

(4) 钻削时轴向力大。这主要是由钻头的横刃引起的。试验表明，钻孔时 50 % 的轴向力和 15 % 的扭矩是由横刃产生的。因此，当钻孔直径 $d > 30\text{mm}$ 时一般分两次进行钻削。第一次钻出 $(0.5 \sim 0.7)d$ ，第二次钻到所需的孔径。由于横刃第二次不参加切削，故可采用较大的进给量使孔的表面质量和生产率均得到提高。

二、扩孔

扩孔是用扩孔钻对已钻出的孔做进一步加工，以扩大孔径并提高精度和降低表面粗糙度。扩孔可达到的尺寸公差等级为 IT11~IT10，表面粗糙度 Ra 值为 $12.5 \sim 6.3 \mu\text{m}$ ，属于孔的半精加工方法，常作铰削前的预加工，也可作为精度不高的孔的终加工。

扩孔方法如图 7-4 所示。扩孔余量 $(D-d)$ ，可由表查阅。扩孔钻的形式随直径不同而不同。



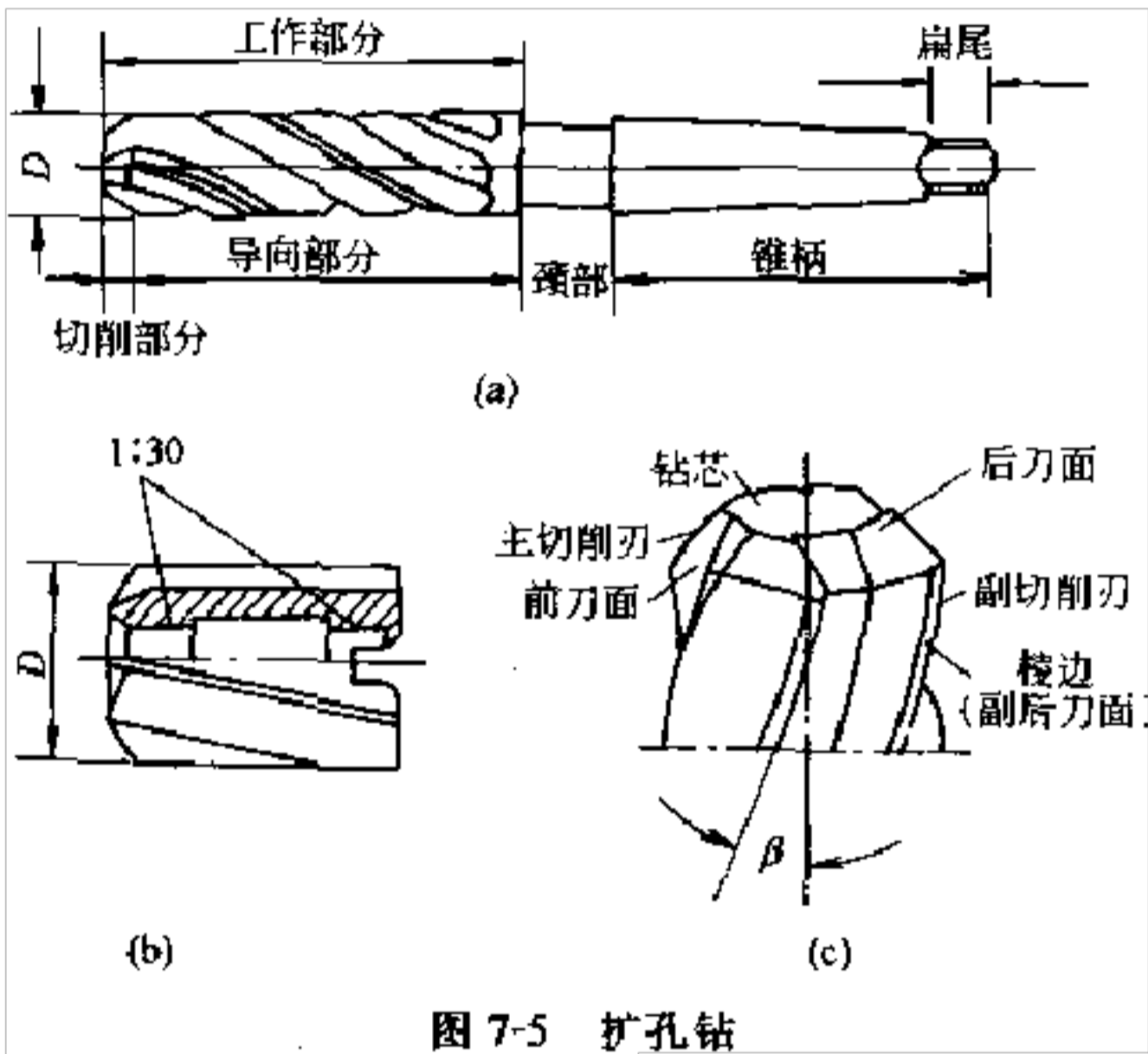
直径 $\Phi 10 \sim \Phi 32\text{mm}$ 的为锥柄扩孔钻，如图 7-5(a) 所示。直径 $\Phi 25 \sim \Phi 80\text{mm}$ 的为套式扩孔钻，如图 7-5(b) 所示。

扩孔钻的结构与麻花钻相比有以下特点。

(1) 刚性较好。由于扩孔的背吃刀量小，切屑少，扩孔钻的容屑槽浅而窄，钻芯直径较大，增加了扩孔钻工作部分的刚性。

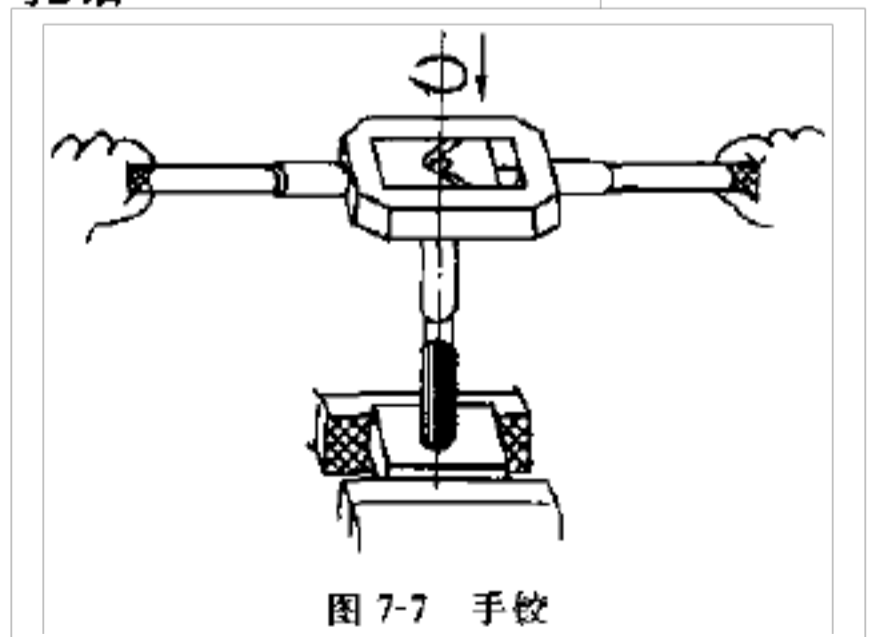
(2) 导向性好。扩孔钻有 3 ~ 4 个刀齿，刀具周边的棱边数增多，导向作用相对增强。

(3) 切屑条件较好。扩孔钻无横刃参加切削，切削轻快，可采用较大的进给量，生产率较高；又因切屑少，排屑顺利，不易刮伤已加工表面。因此扩孔与钻孔相比，加工精度高，表面粗糙度值较低，且可在一定程度上校正钻孔的轴线误差。适用于扩孔的机床与钻孔相同。



三、铰孔

铰孔是在半精加工（扩孔或半精模）的基础上对孔进行的一种精加工方法。铰孔的尺寸公差等级可达 IT9 ~ IT6，表面粗糙度 Ra 值可达 3.2 ~ 0.2 μm。



铰孔的方式有机铰和手铰两种。在机床上进行铰削称为机铰；用手工进行铰削称为手铰，如图 7-7 所示。

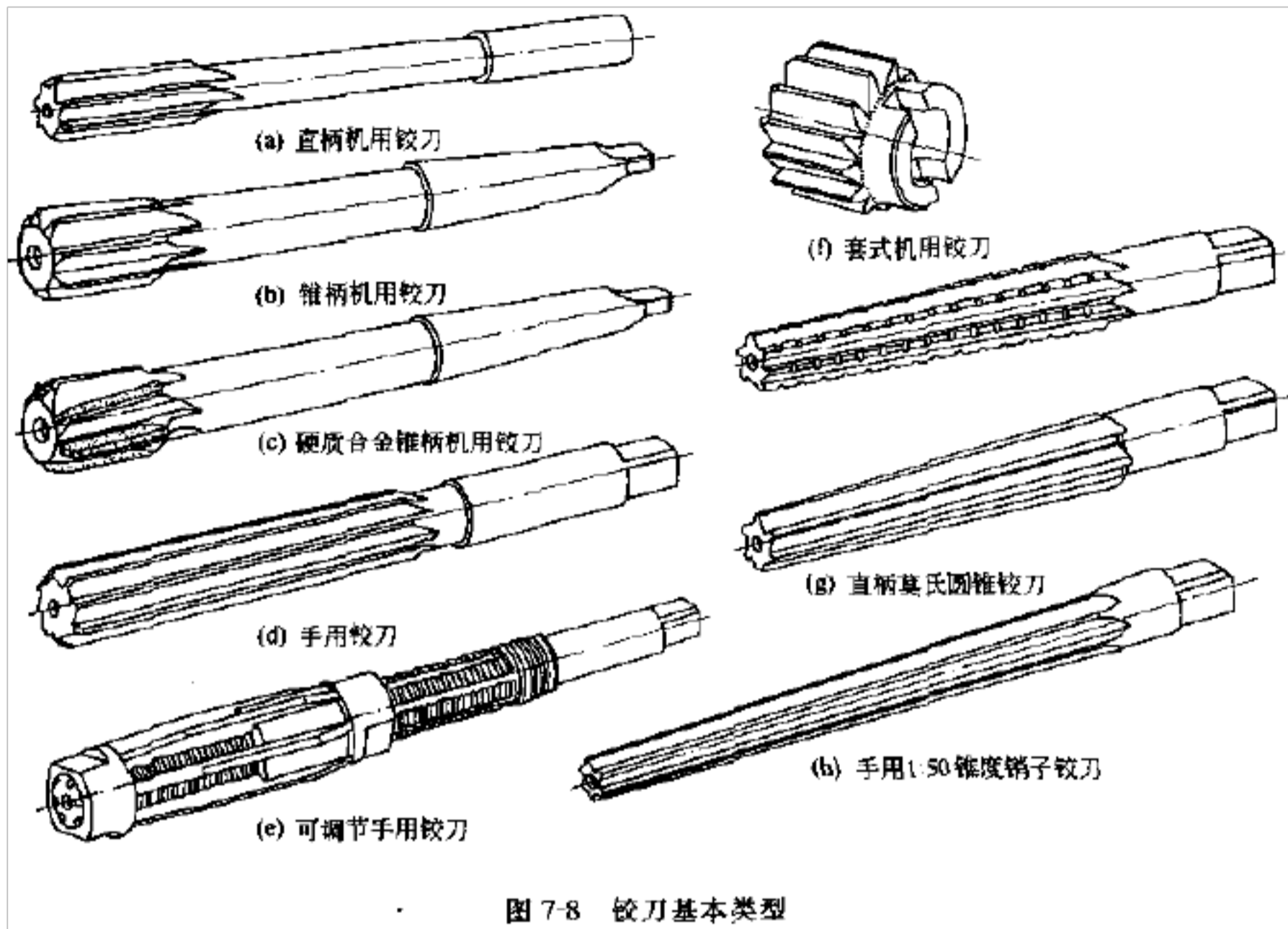


图 7-8 铰刀基本类型

铰刀一般分为机用铰刀和手用铰刀两种形式，如图 7-8 所示。机用铰刀可分为带柄的（直径 $\Phi 1 \sim \Phi 20$ mm 为直柄，直径 $\Phi 10 \sim \Phi 32$ mm 为锥柄），如图 7-8 (a) (c)；套式的（直径 $\Phi 25 \sim \Phi 80$ mm），如图 7-8 (f) 所示。手用铰刀可分为整体式 [如图 7-8 (d) 所示] 和可调式 [如图 7-8 (e) 所示] 两种。铰削不仅可以用来加工圆柱形孔，也可用锥度铰刀加工圆锥形孔，如图 7-8 (g) 和图 7-8 (h) 所示。

1. 铰削方式

铰削的余量很小，若余量过大，则切削温度高，会使铰刀直径膨胀导致孔径扩大使切屑增多而擦伤孔的表面；若余量过小则会留下原孔的刀痕而影响表面粗糙度。一般

粗铰余量为 $0.15\sim 0.25\text{ mm}$ ，精铰余量为 $0.05\sim 0.15\text{ mm}$ 。铰削应采用低切削速度，以免产生积屑瘤和引起振动，一般粗铰 $v_c = 4\sim 10\text{ m/min}$ ，精铰 $v_c = 1.5\sim 5\text{ m/min}$ 。机铰的进给量可比钻孔时高 $3\sim 4$ 倍，一般可取 $0.5\sim 1.5\text{ mm/r}$ 。为了散热以及冲排屑末、减小摩擦、抑制振动和降低表面粗糙度，铰削时应选用合适的切削液。铰削钢件常用乳化液，铰削铸铁件可用煤油。

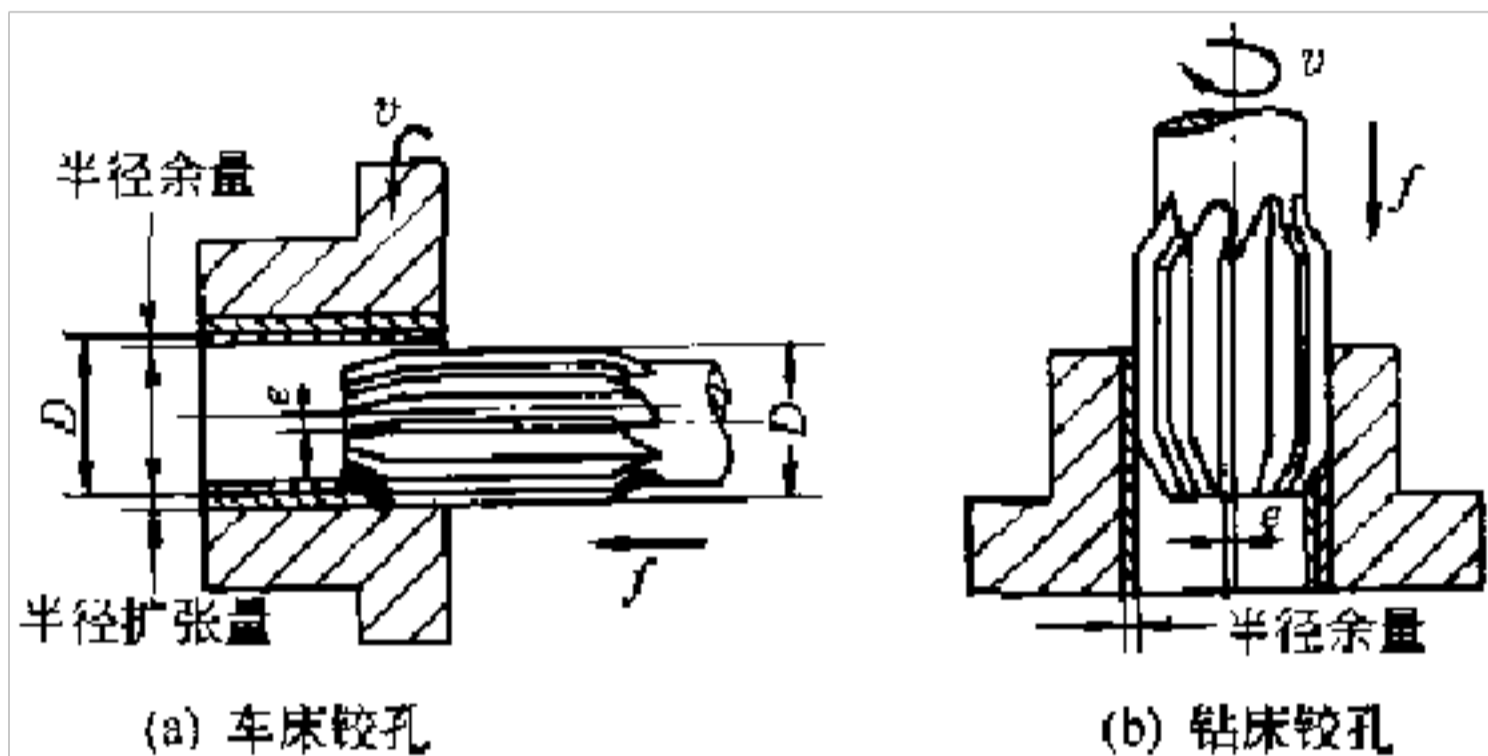


图 7-9 铰刀偏斜引起的加工误差

如图 7—9 (a) 所示，在车床上铰孔，若装在尾架套筒中的铰刀轴线与工件回转轴线发生偏移，则会引起孔径扩大。如图 7—9(b) 所示，在钻床上铰孔，若铰刀轴线与原孔的轴线发生偏移，会引起孔的形状误差。机用铰刀与机床常用浮动连接，由原孔进行导向，以防止铰削时孔径扩大或产生孔的形状误差。铰刀与机床主轴浮动连接所用的浮动夹头如图 7—10 所示。浮动夹头的锥柄 1 安装在机床的锥孔中，铰刀锥柄安装在锥套 2 中，挡钉 3 用于承受轴向力，销钉 4 可传递扭矩，由于锥套 2 的尾部与大孔、销钉 4 与小孔间均有较大间隙，所以铰刀处于浮动状态。

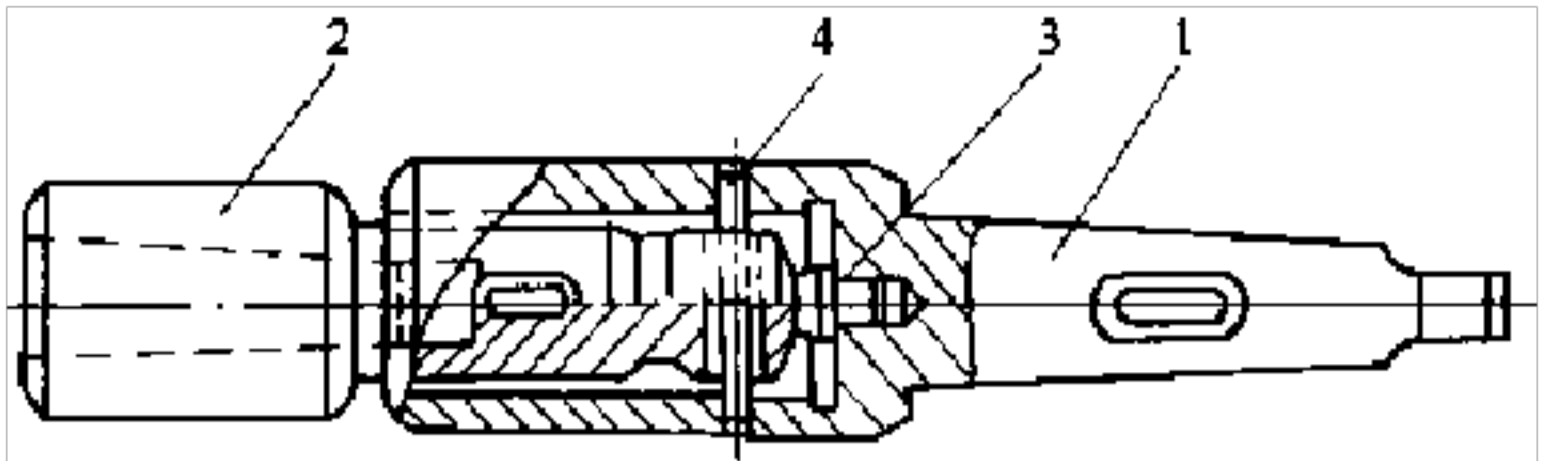


图 7-10 铰刀的浮动夹头

1—锥柄；2—锥套；3—挡钉；4—销钉

2. 铰削的工艺特点

(1) 铰孔的精度和表面粗糙度主要不取决于机床的精度，而取决于铰刀的精度、铰刀的安装方式、加工余量、切削用量和切削液等条件。例如在相同的条件下，在钻床上铰孔和在车床上铰孔所获得的精度和表面粗糙度基本一致。

(2) 铰刀为定直径的精加工刀具，铰孔比精镗孔容易保证尺寸精度和形状精度，生产率也较高，对于小孔和细长孔更是如此。但由于铰削余量小，铰刀常为浮动连接，故不能校正原孔的轴线偏斜，孔与其他表面的位置精度则需由前工序或后工序来保证。

(3) 铰孔的适应性较差。一定直径的铰刀只能加工一种直径和尺寸公差等级的孔，如需提高孔径的公差等级，则需对铰刀进行研磨。铰削的孔径一般小于 $\Phi 80 \text{ mm}$ ，常用的在 $\Phi 40 \text{ mm}$ 以下。对于阶梯孔和盲孔，铰削的工艺性较差。

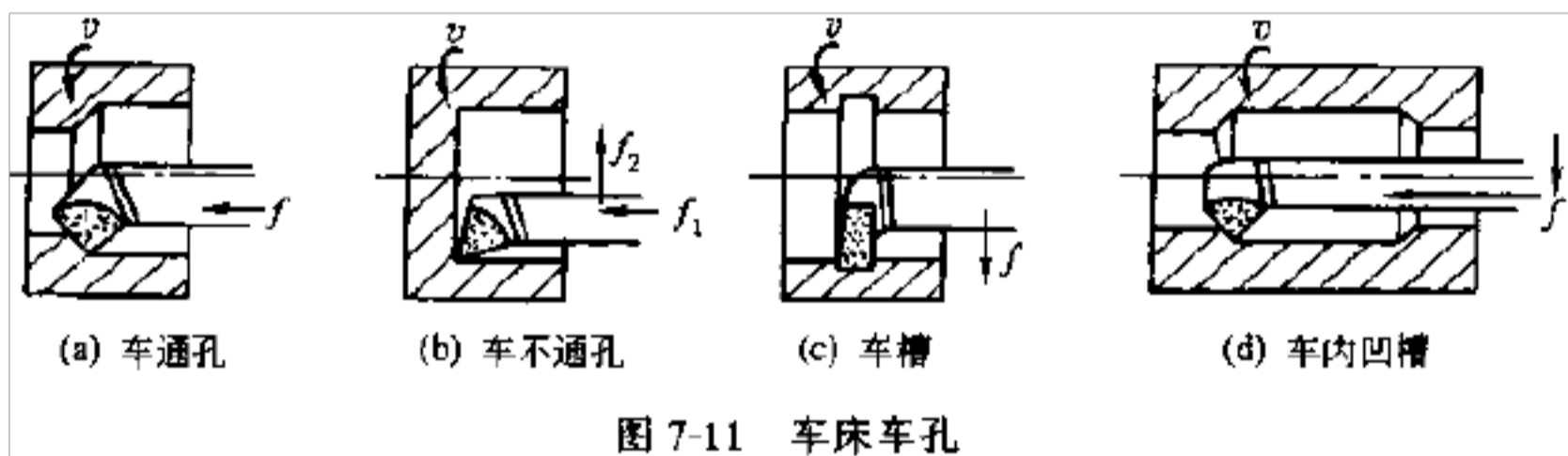
四、镗孔、车孔

镗孔是用镗刀对已钻出、铸出或锻出的孔做进一步加工。可在车床、镗床或铣床上进行。镗孔是常用的孔加工方法之一，可分为粗镗、半精镗和精镗。粗镗的尺寸公差

等级为 IT13 ~ IT12，表面粗糙度 Ra 值为 12.5 ~ 6.3 μm ；半精镗的尺寸公差等级为 IT10 ~ IT9，表面粗糙度 Ra 值为 6.3 ~ 3.2 μm ；精镗的尺寸公差等级为 IT8 ~ IT7，表面粗糙度 Ra 值为 1.6 ~ 0.8 μm 。

1. 车床车孔

车床车孔如图 7-11 所示。车不通孔或具有直角台阶的孔如图 [7-11(b)]，车刀可先做纵向进给运动，切至孔的末端时车刀改做横向进给运动，再加工内端面。这样可使内端面与孔壁良好衔接。车削内孔凹槽 [图 7-11(d)] 可将车刀伸入孔内，先做横向进给运动，切至所需的深度后再做纵向进给运动。



车床上车孔是工件旋转、车刀移动，孔径大小可由车刀的切深量和走刀次数予以控制，操作较为方便。车床车孔多用于加工盘套类和小型支架类零件的孔。

2 镗床镗孔

镗床镗孔主要有以下三种方式。

(1) 镗床主轴带动刀杆和镗刀旋转，工作台带动工件做纵向进给运动，如图 7-12 所示。这种方式镗削的孔径一般小于 120 mm。图 7-12(a) 所示为悬伸式刀杆，不宜伸出过长以免弯曲变形过大，一般用以镗削深度较小的孔。如图 7-12(b) 所示的刀杆较长，用以镗削箱体两壁相距较远的同轴孔系。为了增加刀杆刚性，其刀杆另一端支承在镗床后立柱的导套座里。

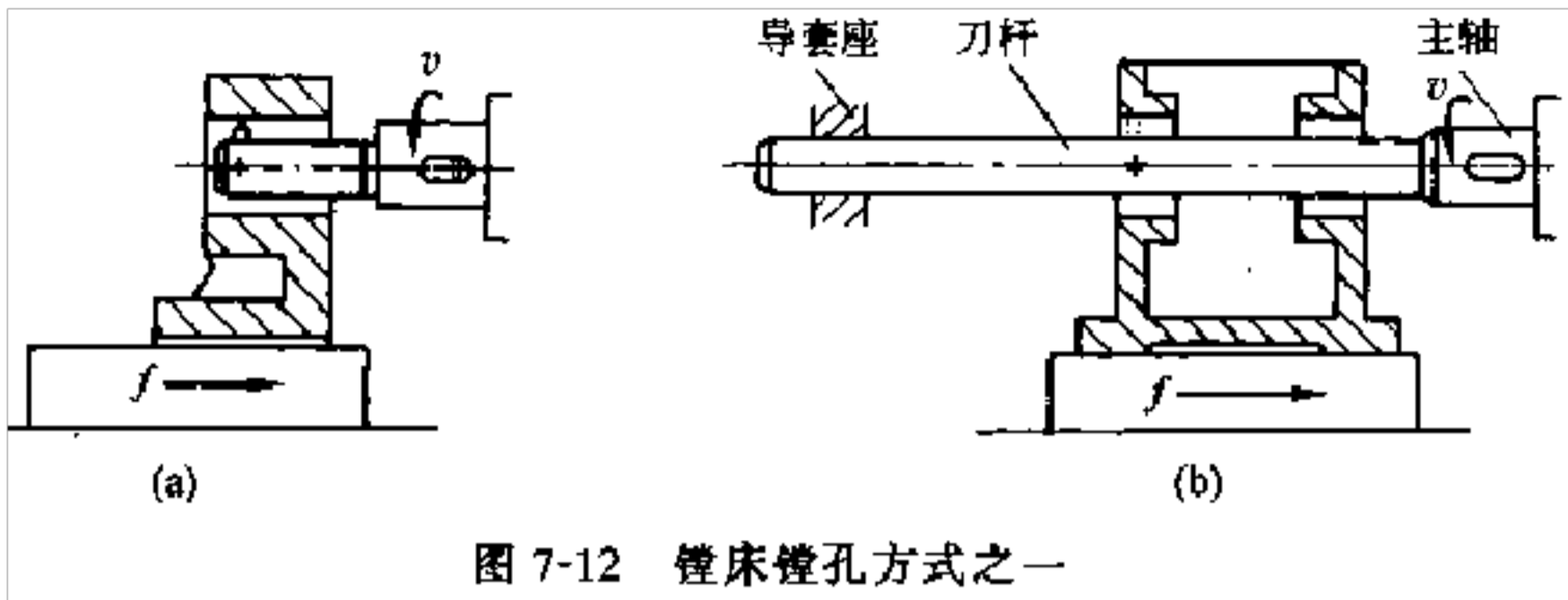


图 7-12 镗床镗孔方式之一

2) 镗床主轴带动刀杆和镗刀旋转，并做纵向进给运动，如图 7-13 所示。这种方式主轴悬伸的长度不断增大，刚性随之减弱，一般只用来镗削长度较短的孔。上述两种镗削方式，孔径的尺寸和公差要由调整刀头伸出的长度来保证，如

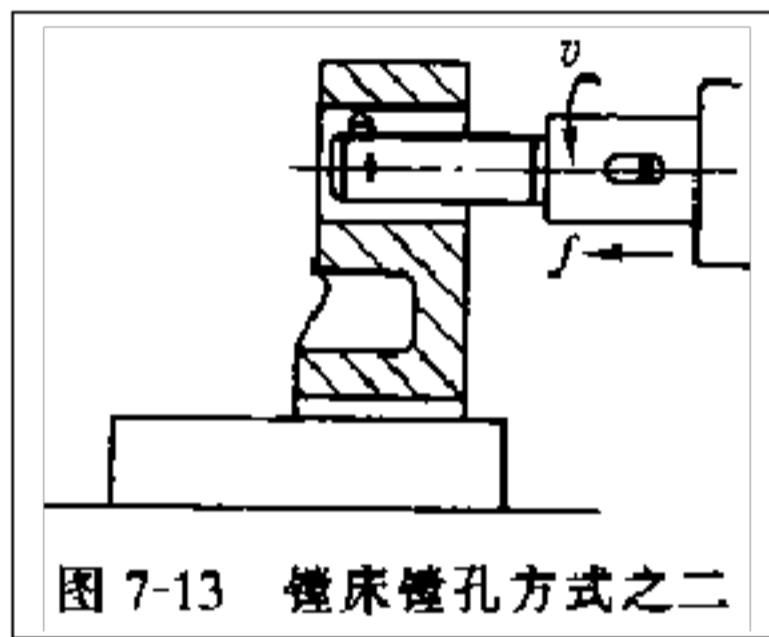


图 7-13 镗床镗孔方式之二

图 7-14 所示。需要进行调整、试镗和测量，孔径合格后方可正式镗削，其操作技术要求较高。

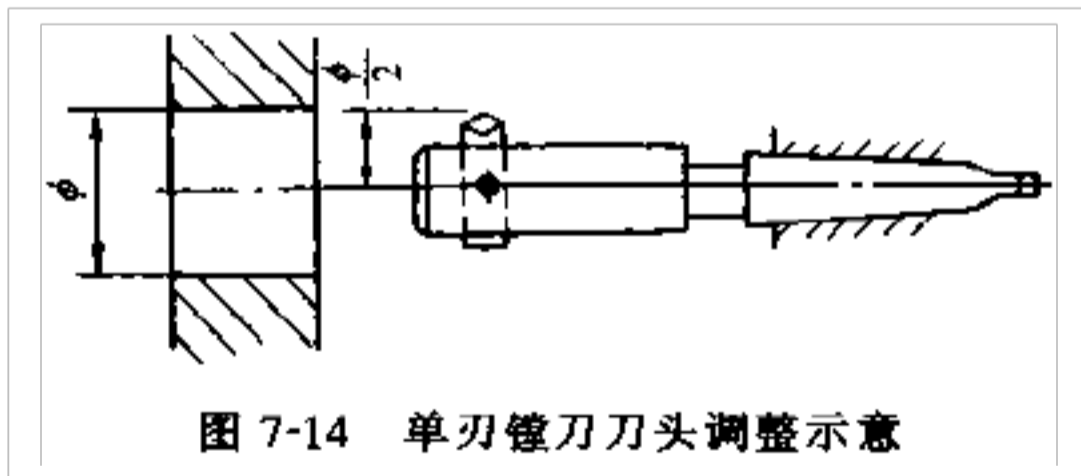


图 7-14 单刃镗刀刀头调整示意

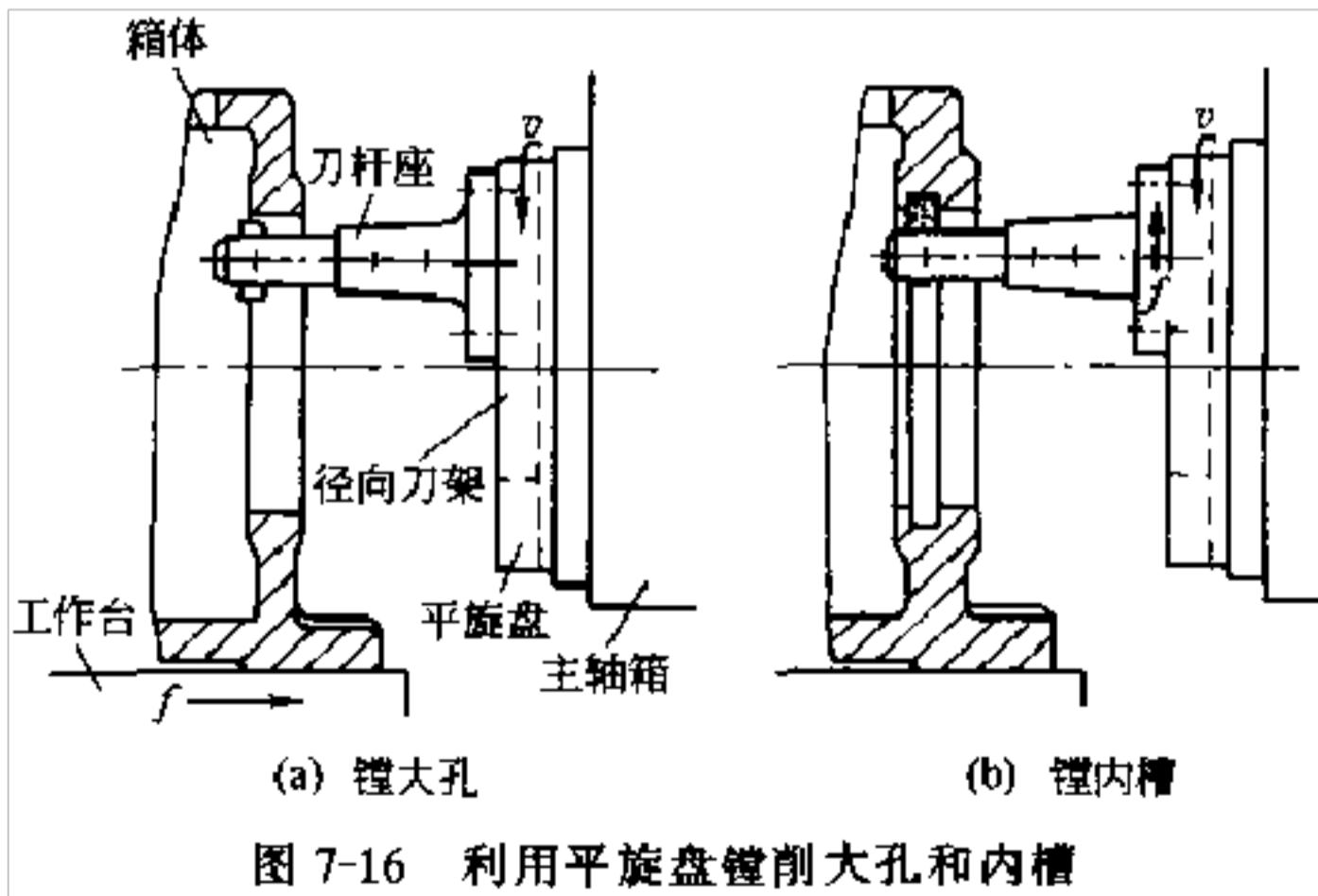
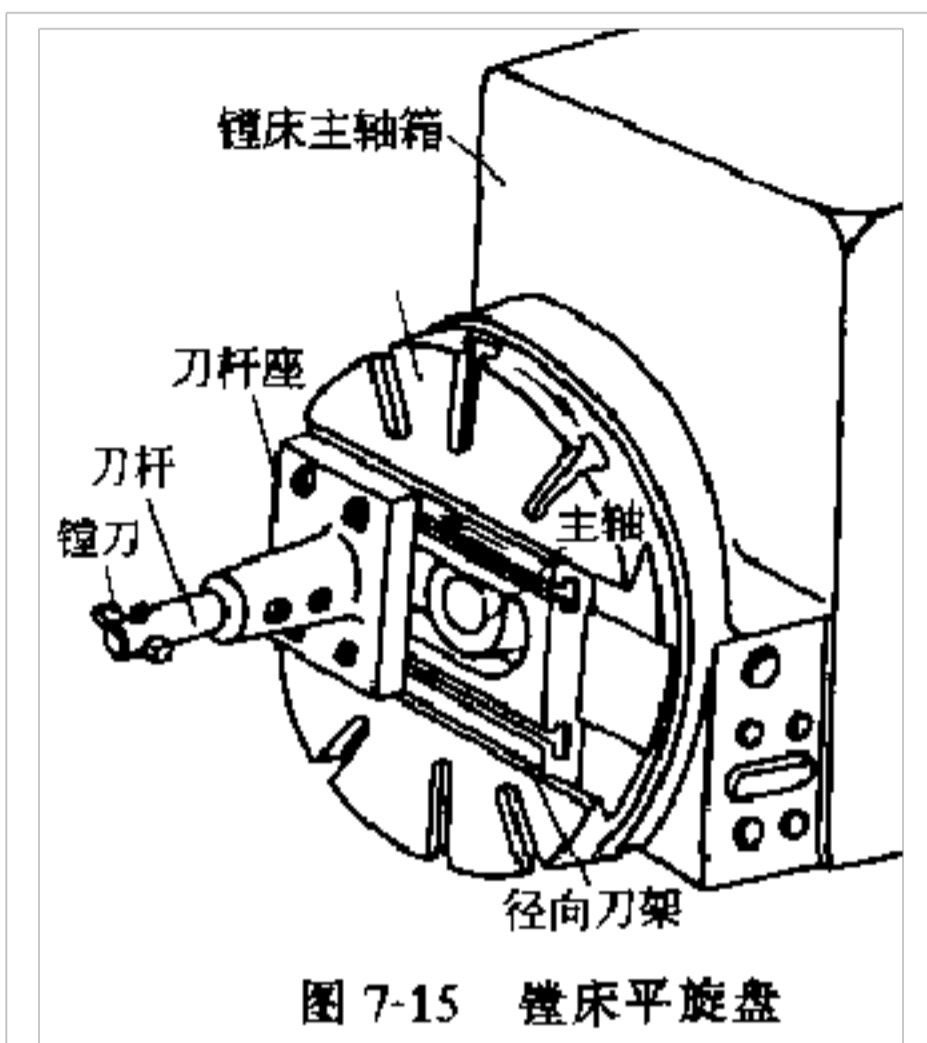
(3) 镗床平旋盘带动镗刀旋转，工作台带动工件做纵向进给运动。图 7-15 所示的镗床平旋盘可随主轴箱上、下移动，自身又能做旋转运动。其中部的径向刀架可做径向进给运动，也可处于所需的任一位置上。如图 7-16 (a) 的所示，利用径向刀架使镗刀处于偏心位置即可镗削大孔。 $\Phi 200 \text{ mm}$ 以上的孔多用这种镗削方式，但孔不宜过长。

7—) 为镗削内槽，平旋盘带动镗刀旋转，径向刀架带动镗刀做连续的径向进给运动。若将刀尖伸出刀杆端部，亦可镗削孔的端面。

镗床主要用于镗削大中型支架或箱体的支承孔、内槽和孔的端面；镗床也可用来钻孔、扩孔、铰孔、铣槽和铣平面。

3 铣床镗孔

在卧式铣床上镗孔与图 7-12(a) 所示的方式相同，镗刀杆装在卧式铣床的主轴锥孔内做旋转运动，工件安装在工作台上做横向进给运动。



4. 浮动镗削

如上所述，车床、镗床和铣床镗孔多用单刃镗刀。在

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/997035144030010003>