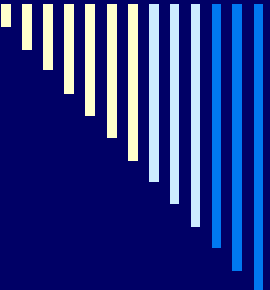

钳工基础知识





一、钳工的基本操作

- 钳工是主要手持工具对夹紧在钳工工作台虎钳上的工件进行切削加工的方法，它是机械制造中的重要工种之一。

- 
- 钳工的基本操作可分为：
 - 1.辅助性操作 即划线，它是根据图样在毛坯或半成品工件上划出加工界线的操作。
 - 2.切削性操作 有铣削、锯削、锉削、攻螺纹、套螺纹。钻孔（扩孔、铰孔）、刮削和研磨等多种操作。
 - 3.装配性操作 即装配，将零件或部件按图样技术要求组装成机器的工艺过程。
 - 4.维修性操作 即维修，对在役机械、设备进行维修、检查、修理的操作。



二、钳工工作的范围

- 普通钳工工作范围
- （1）加工前的准备工作，如清理毛坯，毛坯或半成品工件上的划线等；
- （2）单件零件的修配性加工；
- （3）零件装配时的钻孔、铰孔、攻螺纹和套螺纹等；
- （4）加工精密零件，如刮削或研磨机器、量具和工具的配合面、夹具与模具的精加工等。
- （5）零件装配时的配合修整；
- （6）机器的组装、试车、调整和维修等。



三、钳工在机械制造和维修中的作用

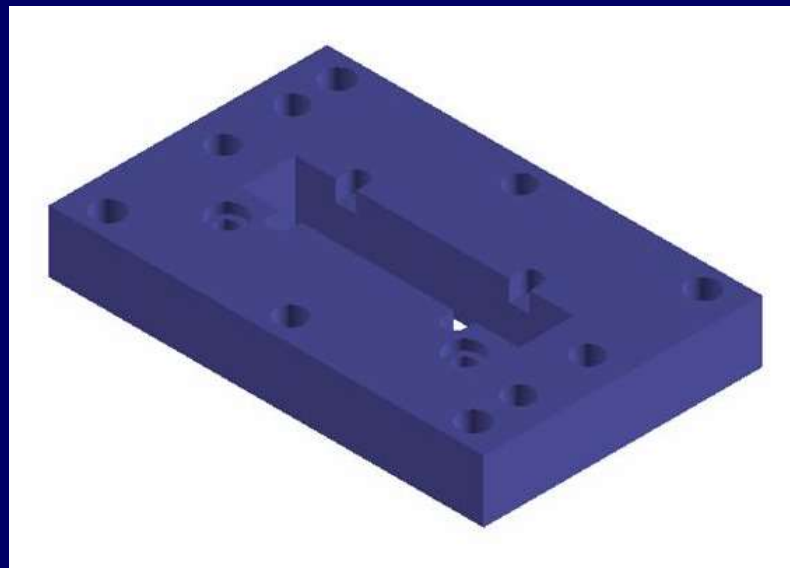
- 钳工是一种比较复杂、细微、工艺要求较高的工作。目前虽然有各种先进的加工方法，但钳工所用工具简单，加工多样灵活、操作方便，适应面广等特点，故有很多工作仍需要由钳工来完成。如前面所讲的钳工应用范围的工作。因此钳工在机械制造及机械维修中有着特殊的、不可取代的作用。但钳工操作的劳动强度大、生产效率低、对工人技术水平要求较高。

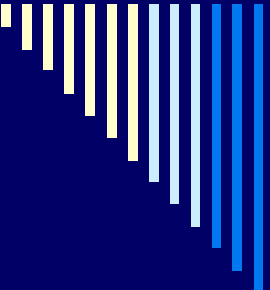
四、钳工工作台和虎钳

- 1. 钳工工作台
- 简称钳台，常用硬质木板或钢材制成，要求坚实、平稳、台面高度约800~900mm，台面上装虎钳和防护网。
- 2. 虎钳
- 虎钳是用来夹持工件，其规格以钳口的宽度来表示，常用的有100、125、150mm三种，使用虎钳时应注意：
 - (1) 工件尽量夹在钳口中部，以使钳口受力均匀；
 - (2) 夹紧后的工件应稳定可靠，便于加工，并不产生变形；
 - (3) 夹紧工件时，一般只允许依靠手的力量来扳动手柄，不能用手锤敲击手柄或随意套上长管子来扳手柄，以免丝杠、螺母或钳身损坏。
 - (4) 不要在活动钳身的光滑表面进行敲击作业，以免降低配合性能；
 - (5) 加工时用力方向最好是朝向固定钳身。

1. 划线

- 一、划线的作用及种类
- 划线是根据图样的尺寸要求，用划针工具在毛坯或半成品上划出待加工部位的轮廓线（或称加工界限）或作为基准的点、线的一种操作方法。划线的精度一般为0.25~0.5mm。



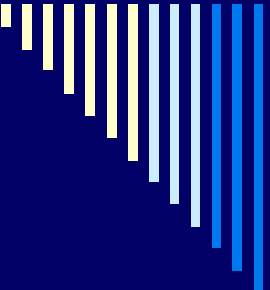
- 
- 1.划线的的作用
 - （1）所划的轮廓线即为毛坯或半成品的加工界限和依据，所划的基准点或线是工件安装时的标记或校正线。
 - （2）在单件或小批量生产中，用划线来检查毛坯或半成品的形状和尺寸，合理地分配各加工表面的余量，及早发现不合格品，避免造成后续加工工时的浪费。
 - （3）在板料上划线下料，可做到正确排料，使材料合理作用。

 - ※划线是一项复杂、细致的重要工作，如果将划线划错，就会造成加工工件的报废。所以划线直接关系到产品的质量。
 - ※对划线的要求是：尺寸准确、位置正确、线条清晰、冲眼均匀。



□ 2.划线的种类

- (1) 平面划线—即在工件的一个平面上划线后即能明确表示加工界限，它与平面作图法类似。
- (2) 立体划线—是平面划线的复合，是在工件的几相互成不同角度的表面（通常是相互垂直的表面）上都划线，即在长、宽、高三个方向上划线。

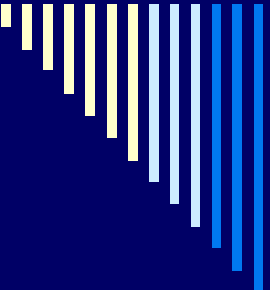
- 
- 二、划线的工具及其用法
 - 按用途不同划线工具分为基准工具、支承装夹工具、直接绘划工具和量具等。
-

- 1.基准工具—划线平板
- 划线平板由铸铁制成，基个平面是划线的基准平面，要求非常平直和光洁。使用时要注意：
 - （1）安放时要平稳牢固、上平面应保持水平；
 - （2）平板不准碰撞和用锤敲击，以免使其精度降低；
 - （3）长期不用时，应涂油防锈，并加盖保护罩。

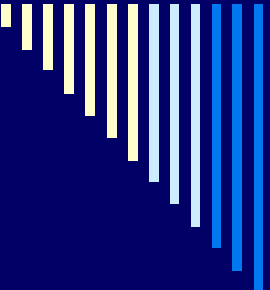


- 2.夹持工具—方箱、千斤顶、V形铁等
- (1) 方箱：方箱是铸铁制成的空心立方体、各相邻的两个面均互相垂直。方箱用于夹持、支承尺寸较小而加工面较多的工件。通过翻转方箱，便可在工件的表面上划出互相垂直的线条。
- (2) 千斤顶：千斤顶是在平板上支承较大及不规划工件时使用，其高度可以调整。通常用三个千斤顶支承工件。
- (3) V形铁：V形铁用于支承圆柱形工件，使工件轴线与底板平行。



- 
- 3.直接绘划工具—划针、划规、划卡、划针盘和样冲等
 - (1) 划针 是在工件表面划线用的工具，常用的划针用工具钢或弹簧钢制成（有的划针在其尖端部位焊有硬质合金），直径 $\phi 3\sim 6\text{mm}$ 。
 - (2) 划规 是划圆或弧线、等分线段及量取尺寸等用的工具。它的用法与制图的圆规相似。
 - (3) 划卡 或称单脚划规，主要用于确定轴和孔的中心位置。
 - (4) 划针盘 主要用于立体划线和校正工件的位置。它由底座、立杆、划针和锁紧装置等组成。
 - (5) 样冲 用于在工件划线点上打出样冲眼，以备所划线模糊后仍能找到原划线的位置；在划圆和钻孔前了应在其中心打样冲眼，以便定心。

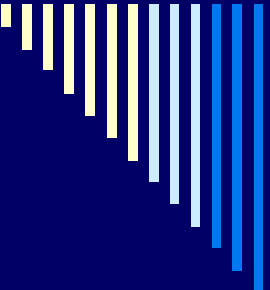


- 
- 4.量具—钢尺、直角尺、高度尺（普通高度尺和高度游标尺）等
 - 高度游标尺除用来测量工件的高度外，还可用来作半成品划线用，其读数精度一般为0.02mm。它只能用于半成品划线，不允许用于毛坯。



□ 三、划线基准

- 用划线盘划各种水平线时，应选定某一基准作为依据，并以此来调节每次划针的高度，这个基准称为划线基准。
- 一般划线基准与设计基准应一致。常选用重要孔的中心线为划线基准，或零件上尺寸标注基准线为划线基准。若工件上个别平面已加工过，则以加工过的平面为划线基准。常见的划线基准有三种类型：
 - 1.以两个相互垂直的平面（或线）为基准；
 - 2.以一个平面与对称平面（和线）为基准；
 - 3.以两个互相垂直的中心平面（或线）为基准。

- 
- 四、划线操作要点
 - 1.划线前的准备工作
 - （1）工件准备 包括工件的清理、检查和表面涂色；
 - （2）工具准备 按工件图样的要求，选择所需工具，并检查和校验工具。
 - 2.操作时的注意事项
 - （1）看懂图样，了解零件的作用，分析零件的加工顺序和加工方法；
 - （2）工件夹持或支承要稳妥，以防滑倒或移动；
 - （3）在一次支承中应将要划出的平行线全部划全，以免再次支承补划，造成误差；
 - （4）正确使用划线工具，划出的线条要准确、清晰；
 - （5）划线完成后，要反复核对尺寸，才能进行机械加工。



一、锯割的作用

- 利用锯条锯断金属材料（或工件）或在工件上进行切槽的操作称为锯割。
- 虽然当前各种自动化、机械化的切割设备已广泛地使用，但毛锯切割还是常见的，它具有方便、简单和灵活的特点，在单件小批生产、在临时工地以及切割异形工件、开槽、修整等场合应用较广。因此手工锯割是钳工需要掌握的基本操作之一。



- 锯割工作范围包括：
- （1）分割各种材料及半用品；
- （2）锯掉工件上多余分；
- （3）在工件上锯槽。

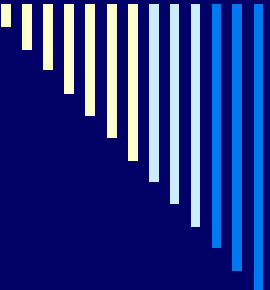


二、锯割的工具——手锯

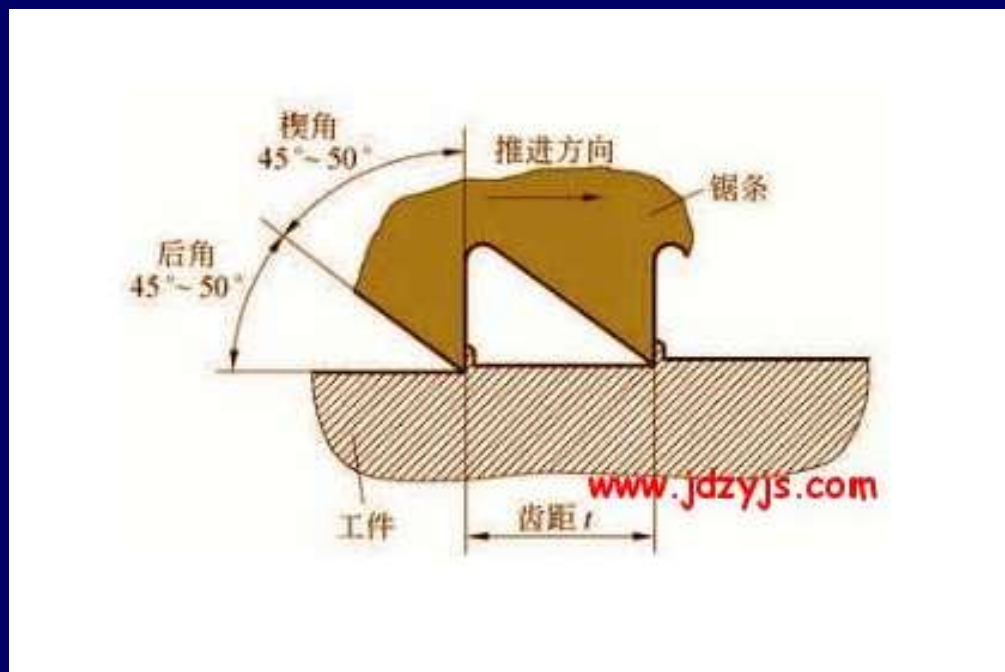
- 手锯由锯弓和锯条两部分组成。

- 1. 锯弓

- 锯弓是用来夹持和拉紧锯条的工具。有固定式和可调式两种。固定式锯弓的弓架是整体的，只能装一种长度规格的锯条。可调式锯弓的弓架分成前后两段，由于前段在后段套内可以伸宿，因此可以安装几种长度规格的锯条，故目前广泛使用的是可调式。

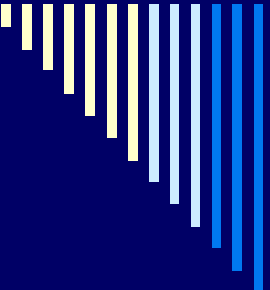
- 
- 2.锯条
 - (1) 锯条的材料与结构
 - 锯条是用碳素工具钢（如T10或T12）或合金工具钢，并经热处理制成。
 - 锯条的规格以锯条两端安装孔间的距离来表示（长度有150~400mm）。常用的锯条是长399mm、宽12mm、厚0.8mm。

- 锯条的切削部分由许多锯齿组成，每个齿相当于一把铷子起切割作用。常用锯条的前角 γ 为0、后角 α 为 $45\sim 50^\circ$ 、楔角 β 为 $45\sim 50^\circ$ 。



- 锯条的锯齿按一定形状左右错开，排列成一定形状称为锯路。锯路有交叉、波浪等不同排列形状。锯路的作用是使锯缝宽度大于锯条背部的厚度，防止锯割时锯条卡在锯缝中，并减少锯条与锯缝的摩擦阻力，使排屑顺利，锯割省力。
- 锯齿的粗细是按锯条上每25mm长度内齿数表示的。14~18齿为粗齿，24齿为中齿齿为细齿。锯齿的粗细也可按齿距 t 的大小来划分：粗齿的齿距 $t=1.6\text{mm}$ ，中齿的齿距 $t=1.2\text{mm}$ ，细齿的齿距 $t=0.8\text{mm}$ 。

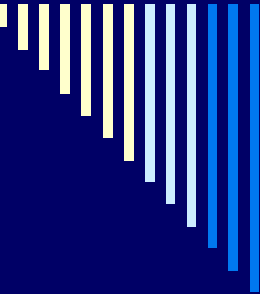


- 
- (2) 锯条粗细的选择
 - 锯条的粗细应根据加工材料的硬度、厚薄来选择。
 - 锯割软的材料（如铜、铝合金等）或厚材料时，应选用粗齿锯条，因为锯屑较多，要求较大的容屑空间。
 - 锯割硬材料（如合金钢等）或薄板、薄管时、应选用细齿锯条，因为材料硬，锯齿不易切入，锯屑量少，不需要大的容屑空间；锯薄材料时，锯齿易被工件勾住而崩断，需要同时工作的齿数多，使锯齿承受的力量减少。
 - 锯割中等硬度材料（如普通钢、铸铁等）和中等硬度的工件时，一般选用中齿锯条。

□ 3. 锯条的安装

- 手锯是向前推时进行切割，在向后返回时不起切削作用，因此安装锯条时应锯齿向前；锯条的松紧要适当，太紧失去了应有的弹性，锯条容易崩断；太松会使锯条扭曲，锯缝歪斜，锯条也容易崩断。



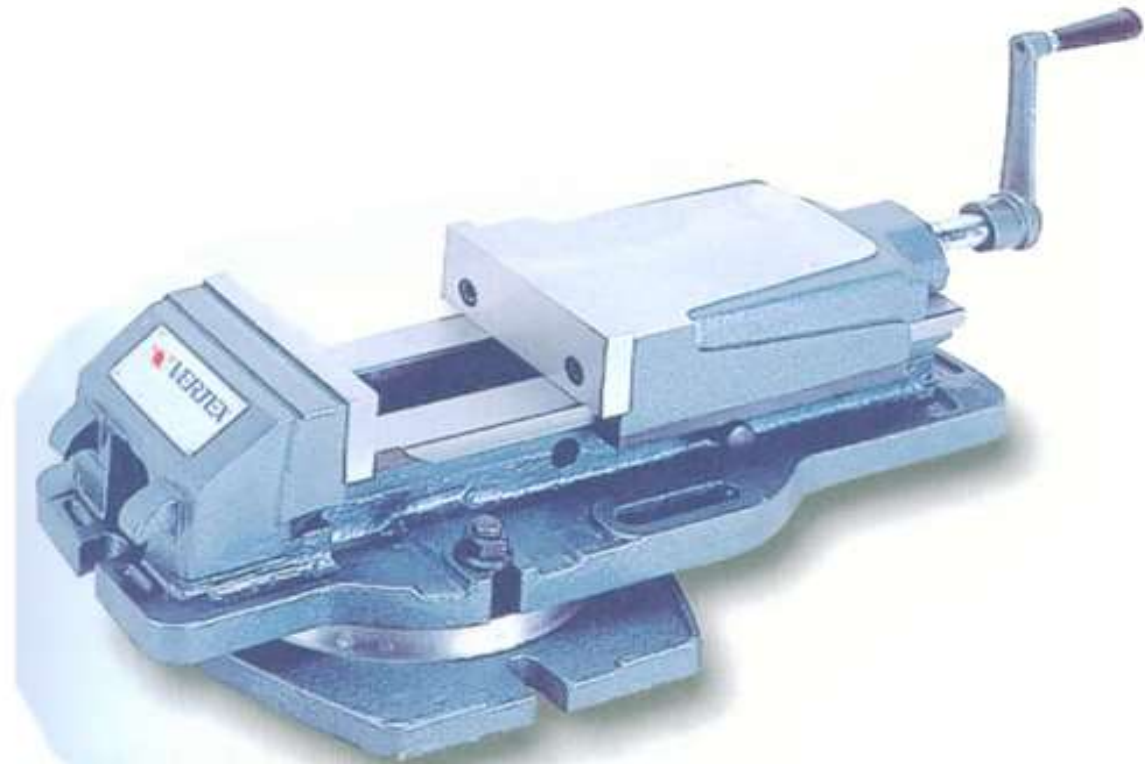


三、锯割的操作

- 1. 工件的夹持
- 工件的夹持要牢固，不可有抖动，以防锯割时工件移动而使锯条折断。同时也要防止夹坏已加工表面和工件变形。



- 工件尽可能夹持在虎钳的左面，以方便操作；锯割线应与钳口垂直，以防锯斜；锯割线离钳口不应太远，以防锯割时产生抖动。



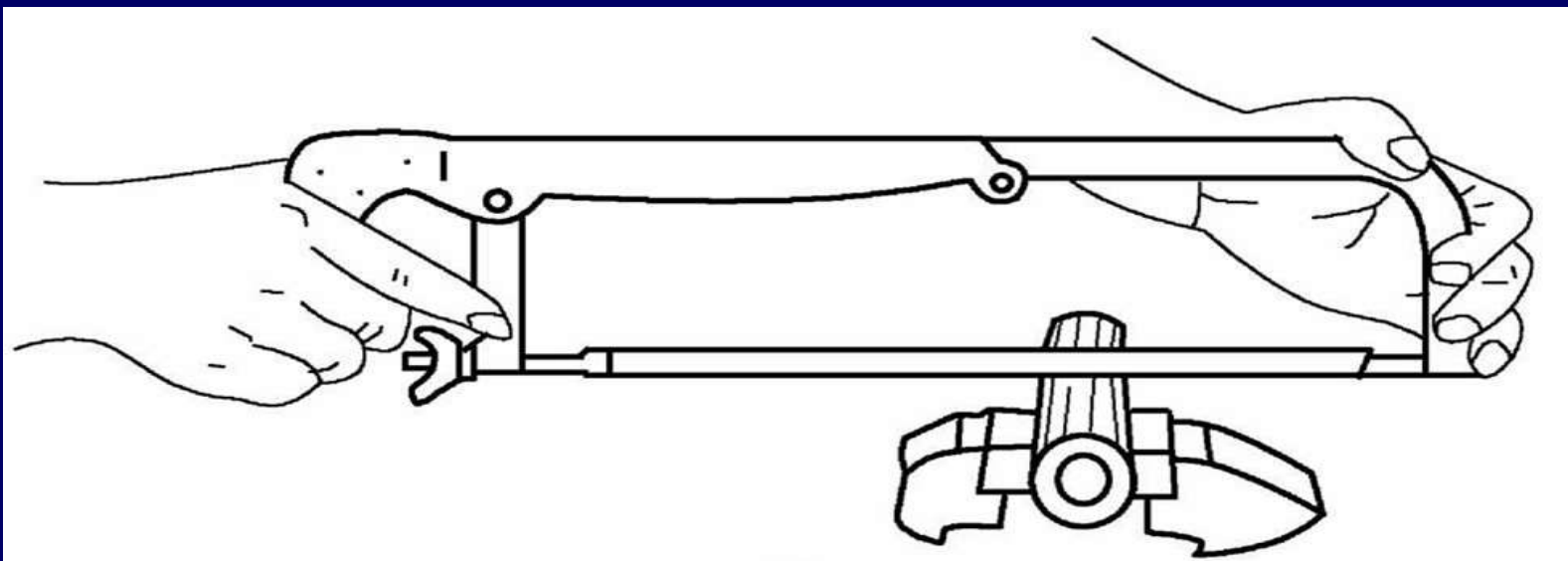
□ 2.起锯

- 起锯的方式有远边起锯和近边起锯两种，一般情况采用远边起锯。因为此时锯齿是逐步切入材料，不易卡住，起锯比较方便。起锯角 α 以 15° 左右为宜。为了起锯的位置正确和平稳，可用左手大母指挡住锯条来定位。起锯时压力要小，往返行程要短，速度要慢，这样可使起锯平稳。



□ 3.正常锯割

- 锯割时，手握锯弓要舒展自然，右手握住手柄向前施加压力，左手轻扶在弓架前端，稍加压力。人体重量均布在两腿上。锯割时速度不宜过快，以每分钟30~60次为宜，并应用锯条全长的三分之二工作，以免锯条中间部分迅速磨钝。



推锯时锯弓运动方式有两种：一种是直线运动，适用于锯缝底面要求平直的槽和薄壁工件的锯割；另一种锯弓上下摆动，这样操作自然，两手不易疲劳。

锯割到材料快断时，用力要轻，以防碰伤手臂或拆断锯条。

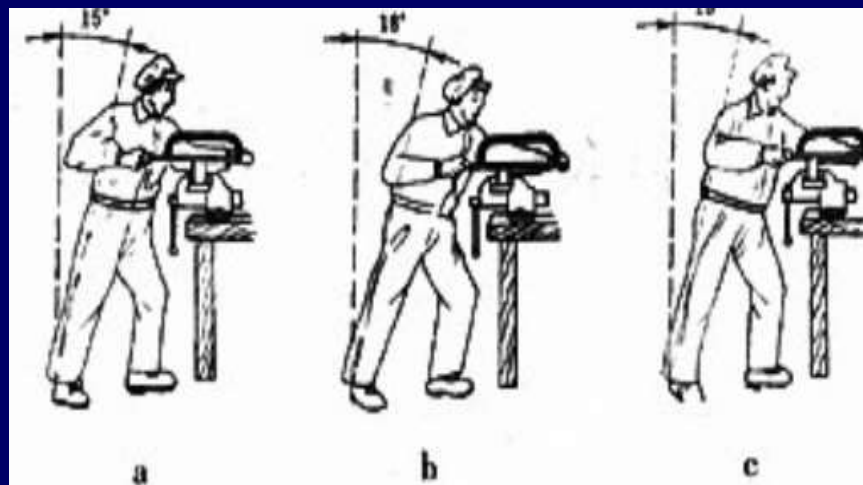
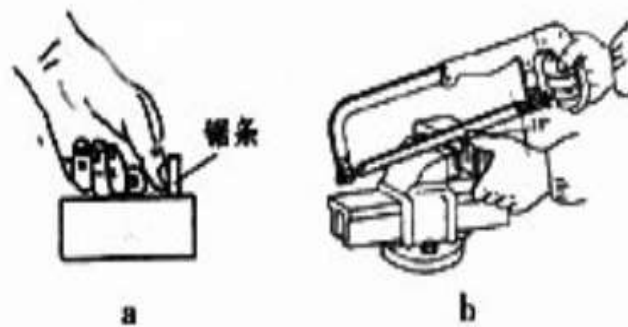


图2 锯削运动姿势





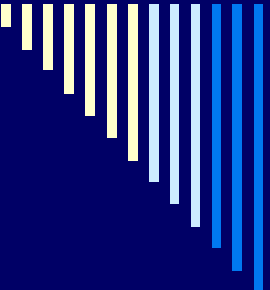
□ 4. 锯割示例

- 锯割圆钢时，为了得到整齐的锯缝，应从起锯开始以一个方向锯以结束。如果对断面要求不高，可逐渐变更起锯方向，以减少抗力，便于切入。
- 锯割圆管时，一般把圆管水平地夹持在虎钳内，对于薄管或精加工过的管子，应夹在木垫之间。锯割管子不宜从一个方向锯到底，应该锯到管子内壁时停止，然后把管子向推锯方向旋转一些，仍按原有锯缝锯下去，这样不断转锯，到锯断为止。
- 锯割薄板时，为了防止工件产生振动和变形，可用木板夹住薄板两侧进行锯割。



四、锯割操作注意事项

- 1. 锯割前要检查锯条的装夹方向和松紧程度；
- 2. 锯割时压力不可过大，速度不宜过快，以免锯条折断伤人；
- 3. 锯割将完成时，用力不可太大，并需用左手扶住被锯下的部分，以免该部分落下时砸脚。

- 
- 常用的角螺纹工件，其螺纹除采用机械加工外，还可以用钳加工方法中的攻螺纹和套螺纹来获得。攻螺纹（亦称攻丝）是用丝锥在工件内圆柱面上加工出内螺纹；套螺纹（或称套丝、套扣）是用板牙在圆柱杆上加工外螺纹。



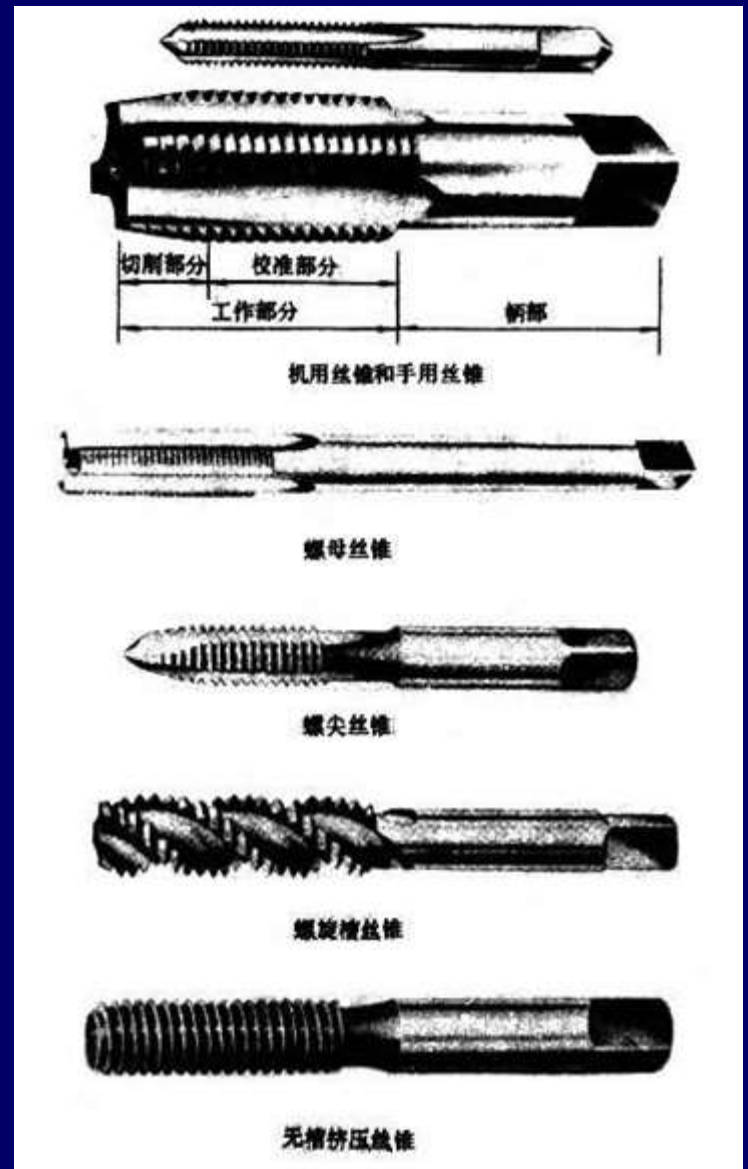
一、攻螺纹

□ 1. 丝锥及铰杠

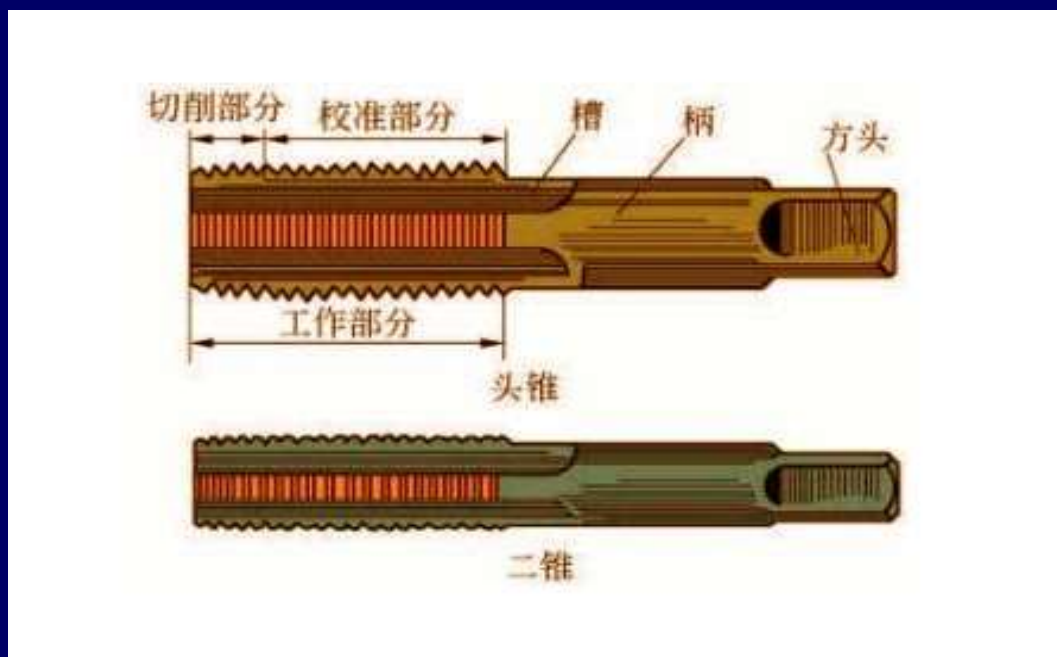
□ (1) 丝锥

□ 丝锥是用来加工较小直径内螺纹的成形刀具，一般选用合金工具钢9SiGr制成，并经热处理制成。通常M6~M24的丝锥一套为两支，称头锥、二锥；M6以下及M24以上一套有三支、即头锥、二锥和三锥。

- 每个丝锥都有工作部分和柄部组成。工作部分是由切削部分和校准部分组成。轴向有几条（一般是三条或四条）容屑槽，相应地形成几瓣刀刃（切削刃）和前角。切削部分（即不完整的牙齿部分）是切削螺纹的重要部分，常磨成圆锥形，以便使切削负荷分配在几个刀齿上。

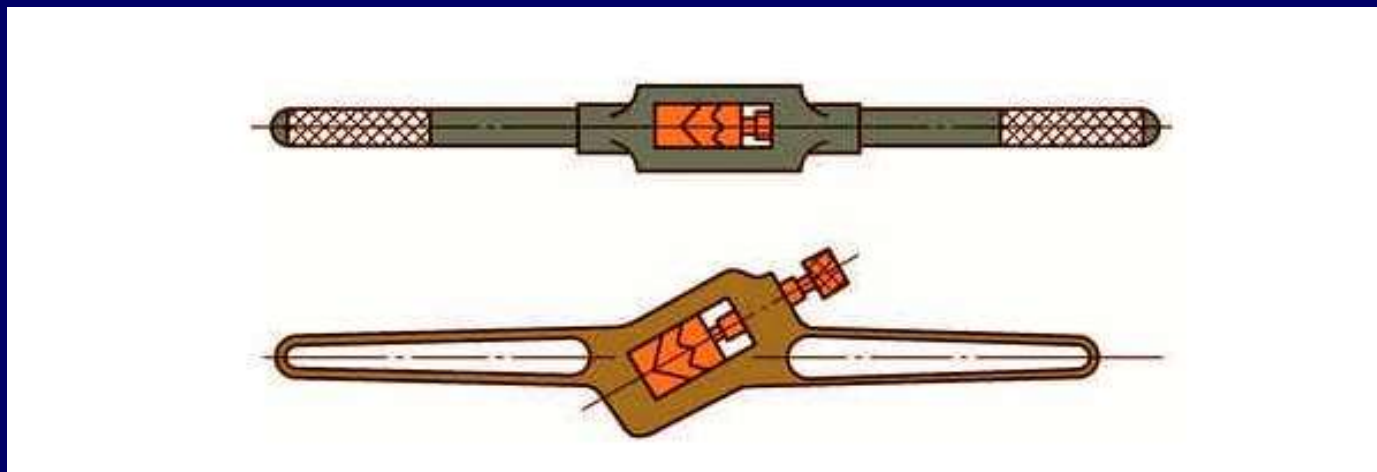


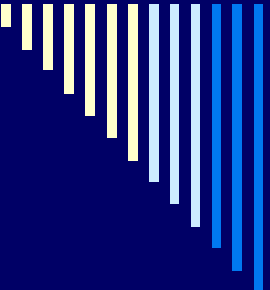
- 头锥的锥角小些，有5~7个牙；二锥的锥角大些，有3~4个牙。校准部分具有完整的牙齿，用于修光螺纹和引导丝锥沿轴向运动。柄部有方头，其作用是与铰杠相配合并传递扭矩。

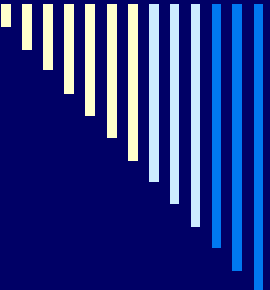


□ (2) 铰杠

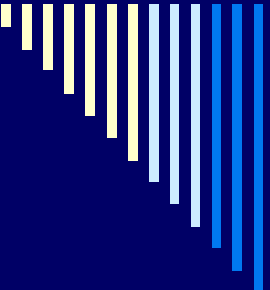
- 铰杠是用来夹持丝锥的工具，常用的是可调式铰杠。旋转手柄即可调节方孔的大小，以便夹持不同尺寸的丝锥。铰杠长度应根据丝锥尺寸大小进行选择，以便控制攻螺纹时的扭矩，防止丝锥因施力不当而扭断。



- 
- 2.攻螺纹前钻底孔直径和深度的确定以及孔口的倒角
 - (1) 底孔直径的确定
 - 丝锥在攻螺纹的过程中，切削刃主要是切削金属，但还有挤压金属的作用，因而造成金属凸起并向牙尖流动的现象，所以攻螺纹前，钻削的孔径（即底孔）应大于螺纹内径。底孔的直径可查手册或按下面的经验公式计算：
 - 脆性材料（铸铁、青铜等）：钻孔直径
 $d_0 = d(\text{螺纹外径}) - 1.1p$ （螺距）
 - 塑性材料（钢、紫铜等）：钻孔直径
 $d_0 = d(\text{螺纹外径}) - p$ （螺距）

- 
- (2) 钻孔深度的确定
 - 攻盲孔（不通孔）的螺纹时，因丝锥不能攻到底，所以孔的深度要大于螺纹的长度，盲孔的深度可按下面的公式计算：
 - 孔的深度=要求的螺纹长度+（螺纹外径）

 - (3) 孔口倒角
 - 攻螺纹前要在钻孔的孔口进行倒角，以利于丝锥的定位和切入。倒角的深度大于螺纹的螺距。

- 
- 3.攻螺纹的操作要点及注意事项
 - (1) 根据工件上螺纹孔的规格，正确选择丝锥，先头锥后二锥，不可颠倒使用。
 - (2) 工件装夹时，要使孔中心垂直于钳口，防止螺纹攻歪。
 - (3) 用头锥攻螺纹时，先旋入1~2圈后，要检查丝锥是否与孔端面垂直（可目测或直角尺在互相垂直的两个方向检查）。当切削部分已切入工件后，每转1~2圈应反转1/4圈，以便切屑断落；同时不能再施加压力（即只转动不加压），以免丝锥崩牙或攻出的螺纹齿较瘦。
 - (4) 攻钢件上的内螺纹，要加机油润滑，可使螺纹光洁、省力和延长丝锥使用寿命；攻铸铁上的内螺纹可不加润滑剂，或者加煤油；攻铝及铝合金、紫铜上的内螺纹，可加乳化液。
 - (5) 不要用嘴直接吹切屑，以防切屑飞入眼内。

二、套螺纹

□ 1.板牙和板牙架

□ (1) 板牙

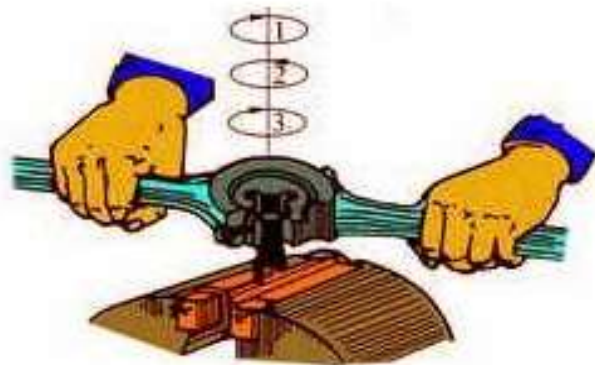
- 板牙是加工外螺纹的刀具，用合金工具钢9SiGr制成，并经热处理淬硬。其外形像一个圆螺母，只是上面钻有3~4个排屑孔，并形成刀刃。



- 板牙的结构:
- 板牙由切屑部分、定位部分和排屑孔组成。圆板牙螺孔的两端有 40° 的锥度部分，是板牙的切削部分。定位部分起修光作用。板牙的外圆有一条深槽和四个锥坑，锥坑用于定位和紧固板牙。



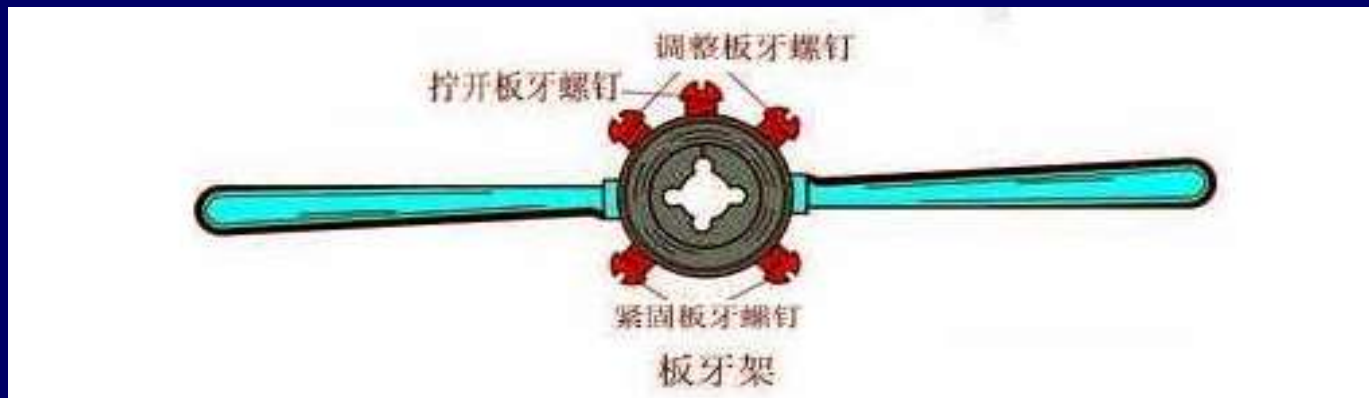
板牙

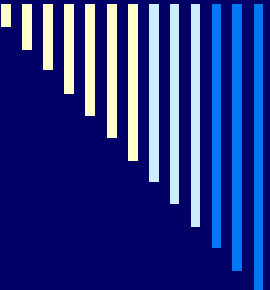


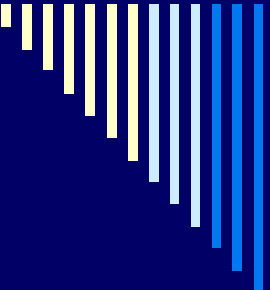
套螺纹操作

□ (2) 板牙架

- 板牙架是用来夹持板牙、传递扭矩的工具。不同外径的板牙应选用不同的板牙架。



- 
- 2.套螺纹前圆杆直径的确定和倒角
 - (1) 圆杆直径的确定
 - 与攻螺纹相同，套螺纹时有切削作用，也有挤压金属的作用。故套螺纹前必须检查圆桩直径。圆杆直径应稍小于螺纹的公称尺寸，圆杆直径可查表或按经验公式计算。
 - 经验公式：圆杆直径=螺纹外径 $d-(0.13\sim 0.2)$ 螺距 p
 - (2) 圆杆端部的倒角
 - 套螺纹前圆杆端部应倒角，使板牙容易对准工件中心，同时也容易切入。倒角长度应大于一个螺距，斜角为 $15^\circ\sim 30^\circ$ 。

- 
- 3.套螺纹的操作要点和注意事项
 - (1) 每次套螺纹前应将板牙排屑槽内及螺纹内的切屑清除干净；
 - (2) 套螺纹前要检查圆杆直径大小和端部倒角；
 - (3) 套螺纹时切削扭矩很大，易损坏圆杆的已加工面，所以应使用硬木制的V型槽衬垫或用厚铜板作保护片来夹持工件。工件伸出钳口的长度，在不影响螺纹要求长度的前提下，应尽量短。
 - (4) 套螺纹时，板牙端面应与圆杆垂直，操作时用力要均匀。开始转动板牙时，要稍加压力，套入3~4牙后，可只转动而不加压，并经常反转，以便断屑。
 - (5) 在钢制圆杆上套螺纹时要加机油润滑。

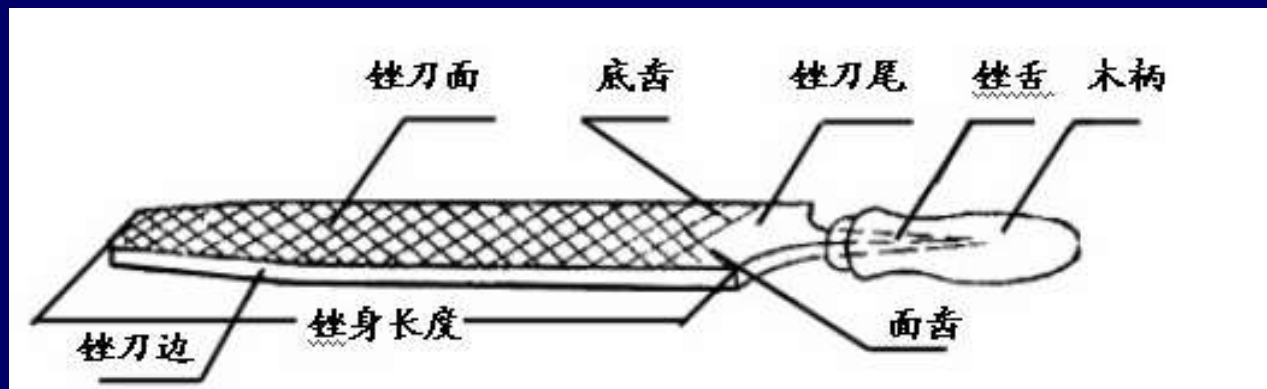


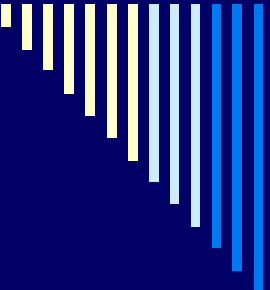
一、锉削加工的应用

- 用锉刀对工件表面进行切削加工，使它达到零件图纸要求的形状，尺寸和表面粗糙度，这种加工方法称为锉削，锉削加工简便，工作范围广，多用于锉削、锯削之后，锉削可对工件上的平面、曲面、内外圆弧、沟槽以及其它复杂表面进行加工，锉削的最高精度可达IT7-IT8，表面粗糙度可达Ra1.6-0.8 μ m。可用于成形样板，模具型腔以及部件，机器装配时的工件修整，是钳工主要操作方法之一。

二、锉刀

- 1. 锉刀的材料及构造
- 锉刀常用碳素工具钢T10、T12制成，并经热处理淬硬到HRC62~67。
- 锉刀由锉刀面、锉刀边、锉刀舌、锉刀尾、木柄等部分组成。锉刀的大小以锉刀面的工作长度来表示。锉刀的锉齿是在剁锉机上剁出来的。



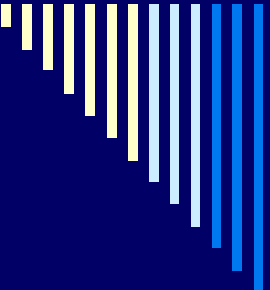
- 
- 2. 锉刀的种类
 - 锉刀按用途不同分为：普通锉（或称钳工锉）、特种锉和整形锉（或称什锦锉）三类。其中普通锉使用最多。
 - 普通锉按截面形状不同分为：平锉、方锉、圆锉、半圆锉和三角锉五种；
 - 按其长度可分为：100、200、250、300、350和400mm等七种；
 - 按其齿纹可分为：单齿纹、双齿纹（大多用双齿纹）；
 - 按其齿纹疏密可分为：粗齿、细齿和油光锉等（锉刀的粗细以每10mm长的齿面上锉齿齿数来表示，粗锉为4~12齿，细齿为13~24齿，油光锉为30~36齿）。

□ 普通锉



- 整形锉
- 整形锉又称什锦锉，主要用于修整工件细小部分的表面。

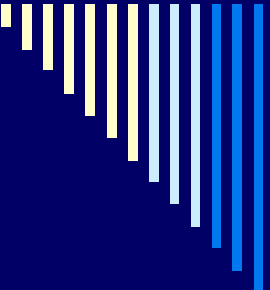


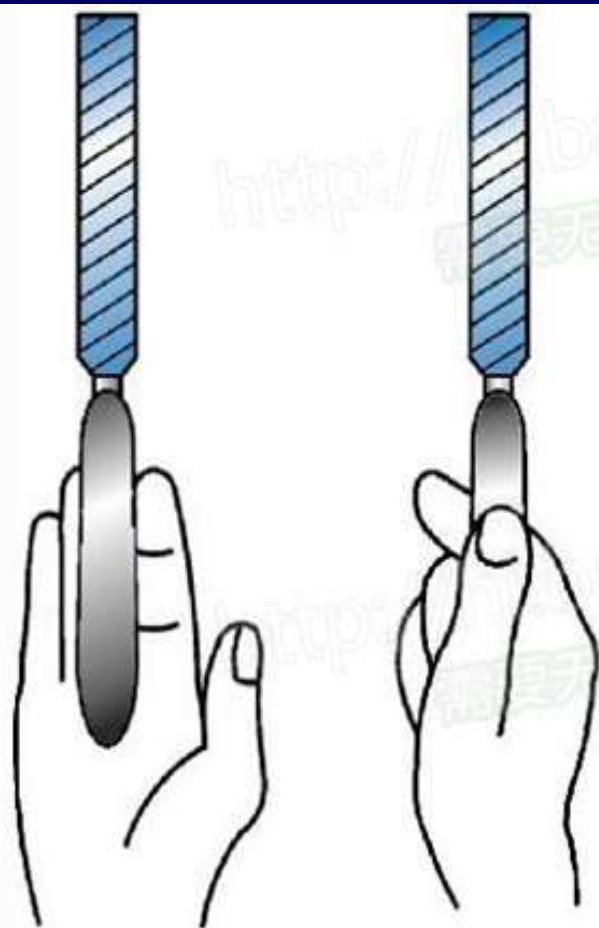
- 
- 3. 锉刀的选用
 - 合理选用锉刀，对保证加工质量，提高工作效率和延长锉刀使用寿命有很大的影响。一般选择锉刀的原则是：
 - （1）根据工件形状和加工面的大小选择锉刀的形状和规格：
 - （2）根据加工材料软硬、加工余量、精度和表面粗糙度的要求选择锉刀的粗细。粗锉刀的齿距大，不易堵塞，适宜于粗加工（即加工余量大、精度等级和表面质量要求低）及铜、铝等软金属的锉削；细锉刀适宜于钢、铸铁以及表面质量要求高的工件的锉削；油光锉只用来修光已加工表面，锉刀愈细，锉出的工件表面愈光，但生产率愈低。



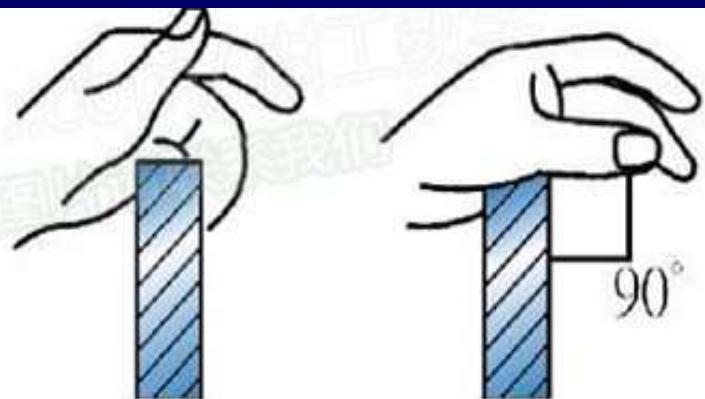
三、锉削操作

- 1.装夹工件
- 工件必须牢固地夹在虎钳钳口的中部，需锉削的表面略高于钳口，不能高得太多，夹持已加工表面时，应在钳口与工件之间垫以铜片或铝片。

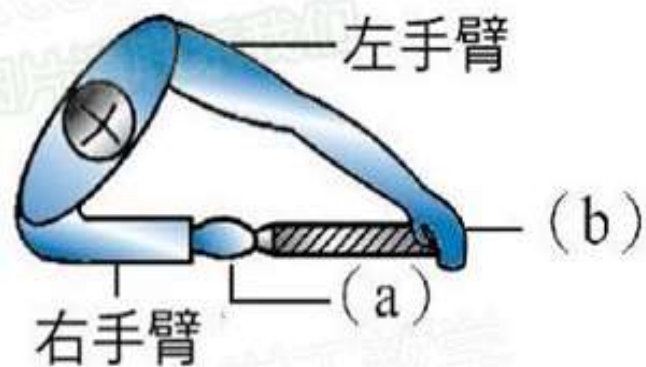
- 
- 2. 锉刀的握法
 - 正确握持锉刀有助于提高锉削质量。
 - （1）大锉刀的握法 右手心抵着锉刀木柄的端头，大拇指放在锉刀木柄的上面，其余四指弯在木柄的下面，配合大拇指捏住锉刀木柄，左手则根据锉刀的大小和用力的轻重，可有多种姿势。
 - （2）中锉刀的握法 右手握法大致和大锉刀握法相同，左手用大拇指和食指捏住锉刀的前端。
 - （3）小锉刀的握法 右手食指伸直，拇指放在锉刀木柄上面，食指靠在锉刀的刀边，左手几个手指压在锉刀中部。
 - （4）更小锉刀（什锦锉）的握法 一般只用右手拿着锉刀，食指放在锉刀上面，拇指放在锉刀的左侧。



(a) 右手握法



(b) 左手握法



(c) 双手握法—俯视图

锉刀的握法

□ 3. 锉削的姿势

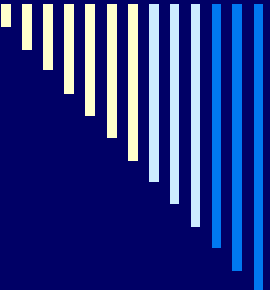
- 正确的锉削姿势、能够减轻疲劳，提高锉削质量和效率，人的站立姿势为：左腿在前弯曲，右腿伸直在后，身体向前倾余（约 10° 左右），重心落在左腿上。锉削时，两腿站稳不动，靠左膝的屈伸使身体作往复运动，手臂和身体的运动要相互配合，并要使锉刀的全长充分利用。





□ 4. 锉削刀的运用

- 锉削时锉刀的水平运动是锉削的关键。锉削的力有水平推力和垂直压力两种。推动主要由右手控制，其大小必须大于锉削阻力才能锉去切屑，压力是由两个手控制的，其作用是使锉齿深入金属表面。
- 由于锉刀两端伸出工件的长度随时都在变化，因此两手压力大小必须随着变化，使两手的压力对工件的力矩相等，这是保证锉刀平直运动的关键。锉刀运动不平直，工件中间就会凸起或产生鼓形面。
- 锉削速度一般为每分钟30~60次。太愉，操作者容易疲劳，且锉齿易磨钝；太慢、切削效率低。

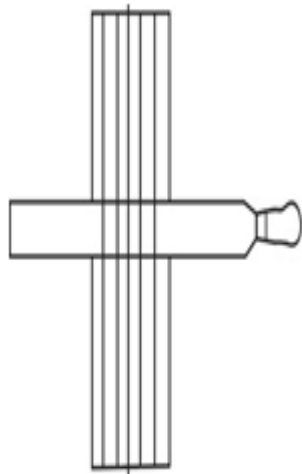
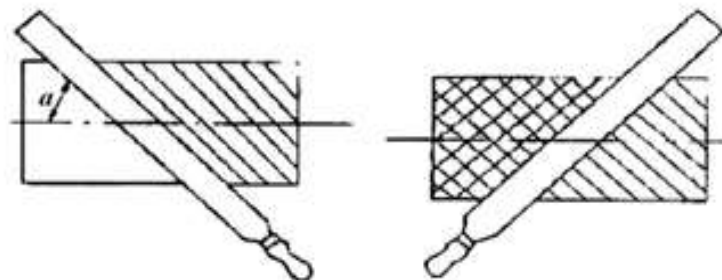
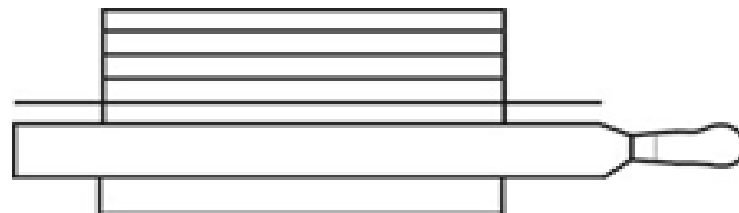
- 
- 四、平面的锉削方法及锉削质量检验
 - 1. 平面锉削
 - 平面锉削是最基本的锉削，常用三种方式锉削：
 - （1）顺向锉法 锉刀沿着工件表面横向或纵向移动，锉削平面可得到下正直的锉痕，比较美观。适用于工件锉光、锉平或锉顺锉纹。
 - （2）交叉锉法 是以交叉的两个方向顺序地对工件进行锉削。由于锉痕是交叉的，容易判断锉削表面的不平程度，因此也容易把表面锉平，交叉锉法去屑较快，适用于平面的粗锉。
 - （3）推锉法 两手对称地握着锉刀，用两大拇指推锉刀进行锉削。这种方式适用于较窄表面且已锉平、加工余量较小的情况，来修正和减少表面粗糙度。

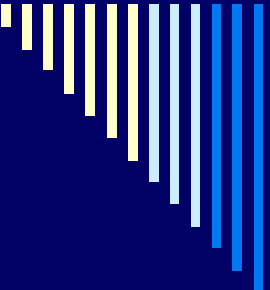


□ (1) 顺向锉法

□ (2) 交叉锉法

□ (3) 推锉法

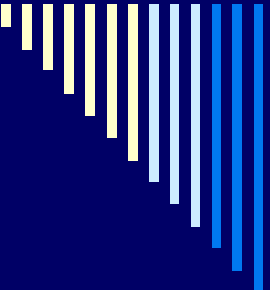


- 
- 2. 锉削平面质量的检查
 - (1) 检查平面的直线度和平面度 用钢尺和直角尺以透光法来检查，要多检查几个部位并进行对角线检查。
 - (2) 检查垂直度 用直角尺采用透光法检查，应选择基准面，然后对其它面进行检查。
 - (3) 检查尺寸 根据尺寸精度用钢尺和游标尺在不同尺寸位置上多测量几次。
 - (4) 检查表面粗糙度 一般用眼睛观察即可，也可用表面粗糙度样板进行对照检查。
-



五、锉削注意事项

- 1. 锉刀必须装柄使用，以免刺伤手腕。松动的锉刀柄应装紧后再用；
- 2. 不准用嘴吹锉屑，也不要用手清除锉屑。当锉刀堵塞后，应用钢丝刷顺着锉纹方向刷去锉屑；
- 3. 对铸件上的硬皮或粘砂、锻件上的飞边或毛刺等，应先用砂轮磨去，然后锉屑；
- 3. 对铸件上的硬皮或粘砂、锻件上的飞边或毛刺等，应先用砂轮磨去，然后锉屑；
- 4. 锉屑时不准用手摸锉过的表面，因手有油污、再锉时打滑；
- 5. 锉刀不能作撬棒或敲击工件，防止锉刀折断伤人；
- 6. 放置锉刀时，不要使其露出工作台面，以防锉刀跌落伤脚；也不能把锉刀与锉刀叠放或锉刀与量具叠放。

- 
- 各种零件的孔加工，除去一部分由车、镗、铣等机床完成外，很大一部分是由钳工利用钻床和钻孔工具（钻头、扩孔钻、铰刀等）完成的。钳工加工孔的方法一般指钻孔、扩孔和铰孔。
 - 用钻头在实体材料上加工孔叫钻孔。在钻床上钻孔时，一般情况下，钻头应同时完成两个运动；主运动，即钻头绕轴线的旋转运动（切削运动）；辅助运动，即钻头沿着轴线方向对着工件的直线运动（进给运动），钻孔时，主要由于钻头结构上存在的缺点，影响加工质量，加工精度一般在IT10级以下，表面粗糙度为 $Ra12.5\mu m$ 左右、属粗加工。

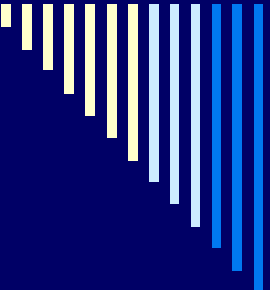


一、钻床

- 常用的钻床有台式钻床、立式钻床和摇臂钻床三种，手电钻也是常用的钻孔工具。
-

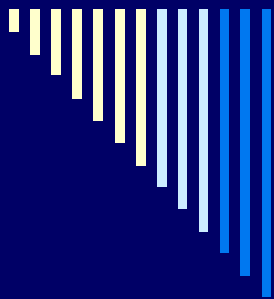
- 1.台式钻床
- 简称台钻，是一种在工作台上作用的小型钻床，其钻孔直径一般在13mm以下。
- 台钻型号示例：
- Z 4 0 1 2
-
- Z 主 参 数：最大钻孔直径
- 4 0 型号代号：台式钻床
- 1 2 类别代号：钻床



- 
- 由于加工的孔径较小，故台钻的主轴转速一般较高，最高转速可高达近万转/分，最低亦在400转/分左右。主轴的转速可用改变三角胶带在带轮上的位置来调节。台钻的主轴进给由转动进给手柄实现。在进行钻孔前，需根据工件高低调整好工作台与主轴架间的距离，并锁紧固定。台钻小巧灵活，使用方便，结构简单，主要用于加工小型工件上的各种小孔。它在仪表制造、钳工和装配中用得较多。

- 2.立式台钻
- 简称立钻。这类钻床的规格用最大钻孔直径表示。与台钻相比，立钻刚性好、功率大，因而允许钻削较大的孔，生产率较高，加工精度也较高。立钻适用于单件、小批量生产中加工中、小型零件。

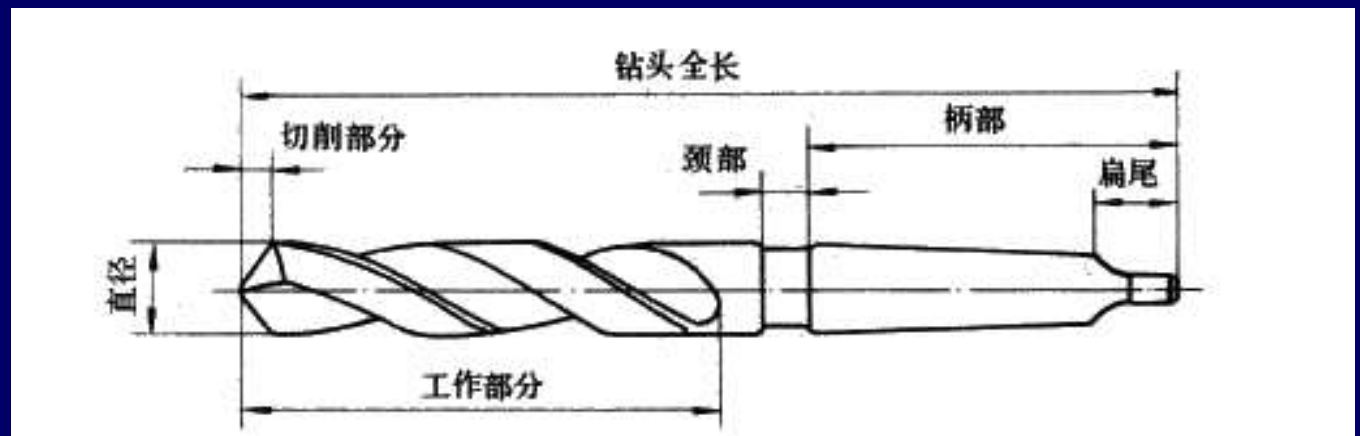


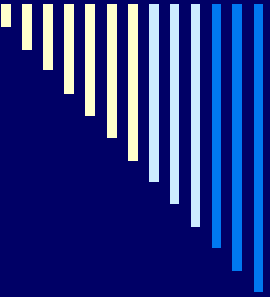


- 3.摇臂钻床
- 它有一个能绕立柱旋转的摇臂、摇臂带着主轴箱可沿立柱垂直移动，同时主轴箱还能摇臂上作横向移动。因此操作时能很方便地调整刀具的位置，以对准被加工孔的中心，而不需移动工件来进行加工。摇臂钻床适用于一些笨重的大工件以及多孔工件的加工。

二、钻头

- 钻头是钻孔用的刀削工具，常用高速钢制造，工作部分经热处理淬硬至62~65HRC。一般钻头由柄部、颈部及工作部分组成。

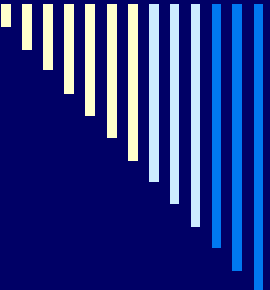


- 
- 1.柄部：是钻头的夹持部分，起传递动力的作用，柄部有直柄和锥柄两种，直柄传递扭矩较小，一般用在直径小于12mm的钻头；锥柄可传递较大扭矩（主要是靠柄的扁尾部分），用在直径大于12mm的钻头。
 - 2.颈部：是砂轮磨削钻头时退刀用的，钻头的直径大小等一般也刻在颈部。
 - 3.工作部分：它包括导向部分和切削部分。导向部分有两条狭长、螺纹形状的刃带（棱边亦即副切削刃）和螺旋槽。棱边的作用是引导钻头和修光孔壁；两条对称螺旋槽的作用是排除切屑和输送切削液（冷却液）。切削部分结构见挂图与实物，它有两条主切屑刃和一条柄刃。两条主切屑刃之间通常为 $118^{\circ} \pm 2^{\circ}$ ，称为顶角。横刃的存在使切削是轴向力增加。

三、钻孔用的夹具

- 钻孔用的夹具主要包括钻头夹具和工件夹具两种。
- 1.钻头夹具：常用的是钻夹头和钻套。
- （1）钻夹头：适用于装夹直柄钻头。钻夹头柄部是圆锥面，可与钻床主轴内孔配合安装；头部三个爪可通过紧固扳手转动使其同时张开或合拢。





□ (2) 钻套：又称过渡套筒，用于装夹锥柄钻头。钻套一端孔安装钻头，另一端外锥面接钻床主轴内锥孔。

□ 2. 工件夹具：常用的夹具有手虎钳、平口钳、V形铁和压板等（挂图）。装夹工件要牢固可靠，但又不准将工件夹得过紧而损伤过紧，或使工件变形影响钻孔质量（特别是薄壁工件和小工件）。



四、钻孔操作

- 1. 钻孔前一般先划线，确定孔的中心，在孔中心先用冲头打出较大中心眼。
- 2. 钻孔时应先钻一个浅坑，以判断是否对中。
- 3. 在钻削过程中，特别钻深孔时，要经常退出钻头以排出切屑和进行冷却，否则可能使切屑堵塞或钻头过热磨损甚至折断，并影响加工质量。
- 4. 钻通孔时，当孔将被钻透时，进刀量要减小，避免钻头在钻穿时的瞬间抖动，出现“啃刀”现象，影响加工质量，损伤钻头，甚至发生事故。
- 5. 钻削大于 $\phi 30\text{mm}$ 的孔应分两次钻，第一次先钻第一个直径较小的孔（为加工孔径的0.5~0.7）；第二次用钻头将孔扩大到所要求的直径。
- 6. 钻削时的冷却润滑：钻削钢件时常用机油或乳化液；钻削铝件时常用乳化液或煤油；钻削铸铁时则用煤油。



五、扩孔与铰孔

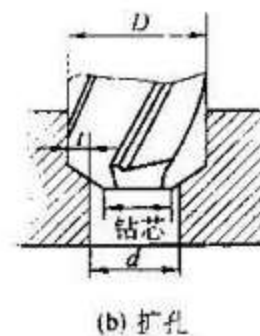
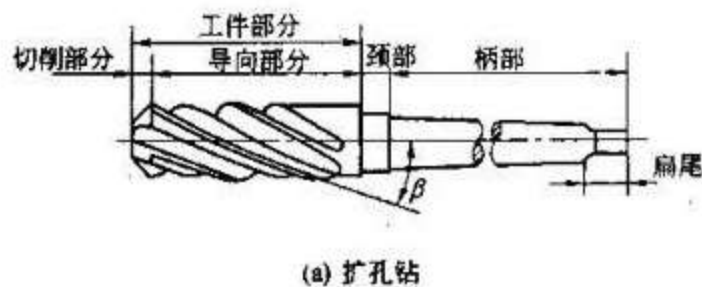
- 1.扩孔
- 扩孔用以扩大已加工出的孔（铸出、锻出或钻出的孔），它可以校正孔的轴线偏差，并使其获得正确的几何形状和较小的表面粗糙度，其加工精度一般为IT9~IT10级，表面粗糙度、 $Ra=3.2\sim 6.3\mu m$ 。扩孔的加工余量一般为0.2~4mm。
- 扩孔时可用钻头扩孔，但当孔精度要求较高时常用扩孔钻（用挂图或实物）。扩孔钻的形状与钻头相似，不同是：扩孔钻有3~4个切削刃，且没有横刃，其顶端是平的，螺旋槽较浅，故钻芯粗实、刚性好，不易变形，导向性好。



□ 2. 铰孔

- 铰孔是用铰刀从工件壁上切除微量金属层，以提高孔的尺寸精度和表面质量的加工方法。铰孔是应用较普遍的孔的精加工方法之一，其加工精度可达IT6~IT7级，表面粗糙度 $Ra=0.4\sim 0.8\mu m$ 。
- 铰刀是多刃切削刀具有6~12个切削刃和较小顶角。铰孔时导向性好。铰刀刀齿的齿槽很宽，铰刀的横截面大，因此刚性好。铰孔时因为余量很小，每个切削刃上的负荷著小于扩孔钻，且切削刃的前角 $\gamma_0=0^\circ$ ，所以铰削过程实际上是修刮过程。特别是手工铰孔时，切削速度很低，不会受到切削热和振动的影响，因此使孔加工的质量较高。

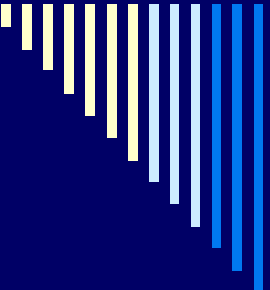
- 铰孔按使用方法分为手用铰刀和机用铰刀两种。手用铰刀的顶角较机用铰刀小，其柄为直柄（机用铰刀为锥柄）。铰刀的工作部分有切削部分和修光部分所组成。
- 铰孔时铰刀不能倒转，否则会卡在孔壁和切削刃之间，而使孔壁划伤或切削刃崩裂。
- 铰孔时常用适当的冷却液来降低刀具和工件的温度；防止产生切屑瘤；并减少切屑细末粘附在铰刀和孔壁上，从而提高孔的质量。





一、 錾削

- 用手锤打击錾子对金属进行切削加工的操作方法称为錾削。錾削的作用就是錾掉或錾断金属，使其达到要求的形状和尺寸。
- 錾削主要用于不便于机械加工的场所，如去除凸缘、毛刺、分割薄板料、凿油槽等。这种方法目前应用较少。

- 
- 1. 鍍子
 - (1) 切削部分的几何角度
 - 鍍子由切削部分、斜面、柄部和头部四部分组成，其长度约170mm左右，直径18~24mm。鍍子的切削部分包括两个表面（前刀面和后刀面）和一条切削刃（锋口）。切削部分要求较高硬度（大于工件材料的硬度），且前刀面和后刀面之间形成一定楔角 β 。
 - 楔角大小应根据材料的硬度及切削量大小来选择。楔角大，切削部分强度大，但切削阻力大。在保证足够强度下，尽量取小的楔角，一般取楔角 $\beta=60^\circ$ 。

□ (2) 銼子的種類及用途 根據加工需要，主要有三種：

□ 扁銼：它的切削部分扁平，用於銼削大平面、薄板料、清理毛刺等。

□ 尖銼：它的切削刃較窄，用於銼槽和分割曲線板料。

□ 油槽銼：它的刀刃很短，並呈圓弧狀，用於銼削軸瓦和機床平面上的油槽等。



(a) 扁銼



(b) 尖銼



(c) 油槽銼

□ 2. 鍍削操作

- 起鍍时，鍍子尽可能向右斜 45° 左右。从工件边缘尖角处开始，并使鍍子从尖角处向下倾斜 30° 左右，轻打鍍子，可较容易切入材料。起鍍后按正常方法鍍削。当鍍削到工件尽头时，要防止工件材料边缘崩裂，脆性材料尤其需要注意。因此，鍍到尽头 10mm 左右时，必须调头鍍去其余部分。





二、刮削

- 用刮刀在工件已加工表面上刮去一层很薄金属的操作称为刮削。刮削时刮刀对工件既有切削作用，又有压光作用。刮削是精加工的一种方法。
- 通过刮削后的工件表面，不仅能获得很高的形位精度、尺寸精度，而且能使工件的表面组织紧密和小的表面粗糙度，还能形成比较均匀的微浅坑，创造良好的存油条件，减少摩擦阻力。所以刮削常用于零件上互相配合的重要滑动面，如机床导轨面、滑动轴承等，并且在机械制造、工具、量具制造或修理中占有重要地位。但刮削的缺点是生产率低，劳动强度大。



□ 1.刮削工具及显示剂

□ (1) 刮刀

- 刮刀是刮削工作中的重要工具，要求刀头部分有足够的硬度和刃口锋利。常用T10A、T12A和GCr15钢制成，也可在刮刀头部焊上硬质合金，以刮削硬金属。
- 刮刀可分为平面刮刀和曲面刮刀两种。平面刮刀用于刮削平面，可分为粗刮刀、细刮刀和精刮刀三种；曲面刮刀用来刮削曲面，曲面刮刀有多种形状，常用三角刮刀。

□ 平面刮刀



□ 三角刮刀



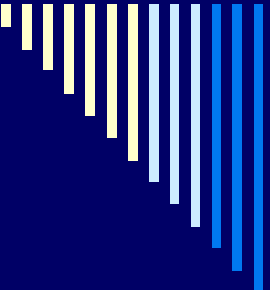
- (2) 校准工具
- 校准工具的用途是：一是用来与刮削表面磨合，以接触点子多少和疏密程度来显示刮削平面的平面度，提供刮削依据；二是用来检验刮削表面的精度与准确性。
- 刮削平面的校准工具有：校准平板、校正尺和角度直尺三种。



□ (3) 显示剂

- 显示剂是用来显示被刮削表面误差大小的。它放在校准工具表面与刮削表面之间，当校准工具与刮削表面合在一起对研后，凸起部分就被显示出来。这种刮削时所用的辅助涂料称为显示剂。
- 常用的显示剂有红丹粉（加机油和牛油调和）和兰油（普鲁士蓝加蓖麻油调成）。



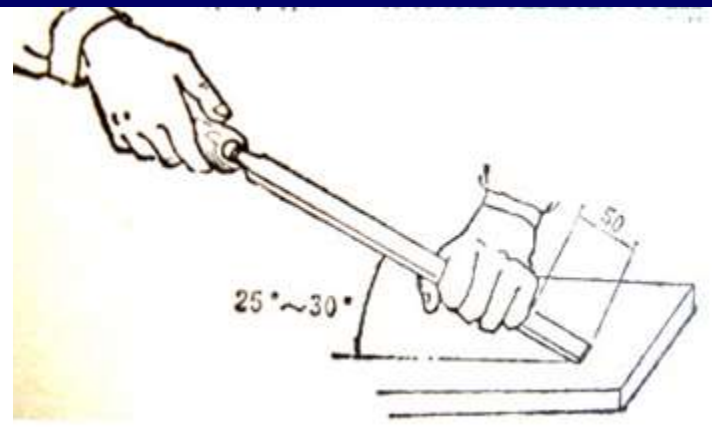
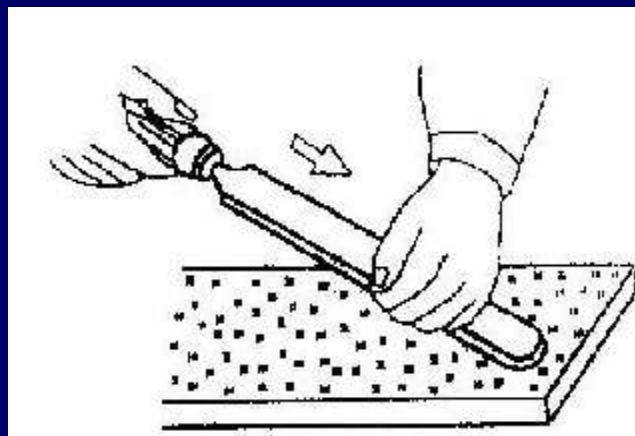
- 
- 显示剂的使用方法
 - 显示剂使用得是否正确与刮削质量有很大的关系。红丹粉与机油调和时，油不能加得太多，只要能润开就行了。粗刮时，红丹粉可调得稍薄些，便于涂布，显示的点子大。精刮时，红丹粉要调得厚些，否则点子要模糊。刮削时红丹粉可以涂在工件表面上，也可涂在标准平板上。涂在工件表面上，显示后呈红底黑点，不闪光，看得比较清楚。涂在标准平板上，工件只在高点处着色，显示也清楚，同时切屑不易粘附在刀口上，刮削方便，且可减少涂布次数。但随着刮削工作的进行，点子逐渐增多，尤其是在细刮的最后阶段和精刮时，显示点子就模糊，此时应将红丹粉涂在被刮削工件表面上。



□ 2.刮削精度的检查

平面总类	质量情况（边长25毫米正方形内的点数）	常用范围
普通平面	6~10	固定接触面
中等平面	8~15	机器台面和量具的接触面
高等平面	16~24	平板、直尺和精密机器的导轨
超等平面	25以上	精密工具的平面

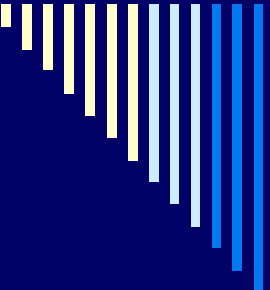
- 3.平面刮削
- 平面刮削有手刮法和挺刮法两种。其刮削步骤为：
- （1）粗刮 用粗刮刀在刮削平面上均匀地铲去一层金属，以很快除去刀痕，锈斑或过多的余量。当工件表面研点为4~6点/25×25，并且有一定细刮余量时为止。
- （2）细刮 用细刮刀在经粗刮的表面上刮去稀疏的大块高研点，进一步改善不平现象。细刮时要朝一个方向刮，第二遍刮削时要用45°或65°的交叉刮网纹。当平均研点为10~14点/25×25时停止。
- （3）精刮 用小刮刀或带圆弧的精刮刀进行刮削，使研点达：20~25点/25×25。精刮时常用点刮法（刀痕长为5mm），且落刀要轻，起刀要快。
- （4）刮花 刮花的目的是主要是美观和积存润滑油。常见的花纹有：斜纹花纹、鱼鳞花纹和燕形花纹等。





三、研磨

- 用研磨工具和研磨剂，从工件上研去一层极薄表面层的精加工方法称为研磨。经研磨后的表面粗糙度 $Ra=0.8\sim 0.05\mu m$ 。研磨有手工操作和机械操作。

- 
- 1.研具及研磨剂
 - (1) 研具
 - 研具的形状与被研磨表面一样。如平面研磨，则磨具为一块平块。研具材料的硬度一般都要比被研磨工件材料低。但也不能太低。否则磨料会全部嵌进研具而失去研磨作用。灰口铸铁是常用研具材料（低碳钢和铜亦可用）。



□ (2) 研磨剂

- 研磨剂由磨料和研磨液调和而成的混合剂。
- 磨料：经在研磨中起切削作用。
- 常用的磨料有：
 - 刚玉类磨料——用于碳素工具钢、合金工具钢、高速钢和铸铁等工件的研磨；
 - 碳化硅磨料——用于研磨硬质合金、陶瓷等高硬度工件，亦可用于研磨钢件；
 - 金刚石磨料——它的硬度高，实用效果好但价格昂贵。
- 研磨液：它在研磨中起的作用是调和磨料、冷却和润滑作用。常用的研磨液有煤油、汽油、工业用甘油和熟猪油。



□ 2.平面研磨

- 平面的研磨一般是在平面非常平整的平板（研具）上进行的。粗研常用平面上制槽的平权，这样可以把多余的研磨剂刮去，保证工件研磨表面与平板的均匀接触；同时可使研磨时的热量从沟槽中散去。精研时，为了获得较小的表面粗糙度，应在光滑的平板上进行。
- 研磨时要使工件表面各处都受到均匀的切削，手工研磨时合理的运动对提高研磨效率、工件表面质量和研具的耐用度都有直接影响。手工研磨时一般采用直线、螺旋形、8字形等几种。8字形常用于研磨小平面工件。
- 研磨前，应先做好平板表面的清洗工作，加上适当的研磨剂，把工件需研磨表面合在平板表面上，采用适当的运动轨迹进行研磨。研磨中的压力和速度要适当，一般在粗研磨或研磨硬度较小工件时，可用大的压力，较慢速度进行；而在精研磨时或对大工件研磨时，就应用小的压力，快的速度进行研磨。

量具基础知识介绍





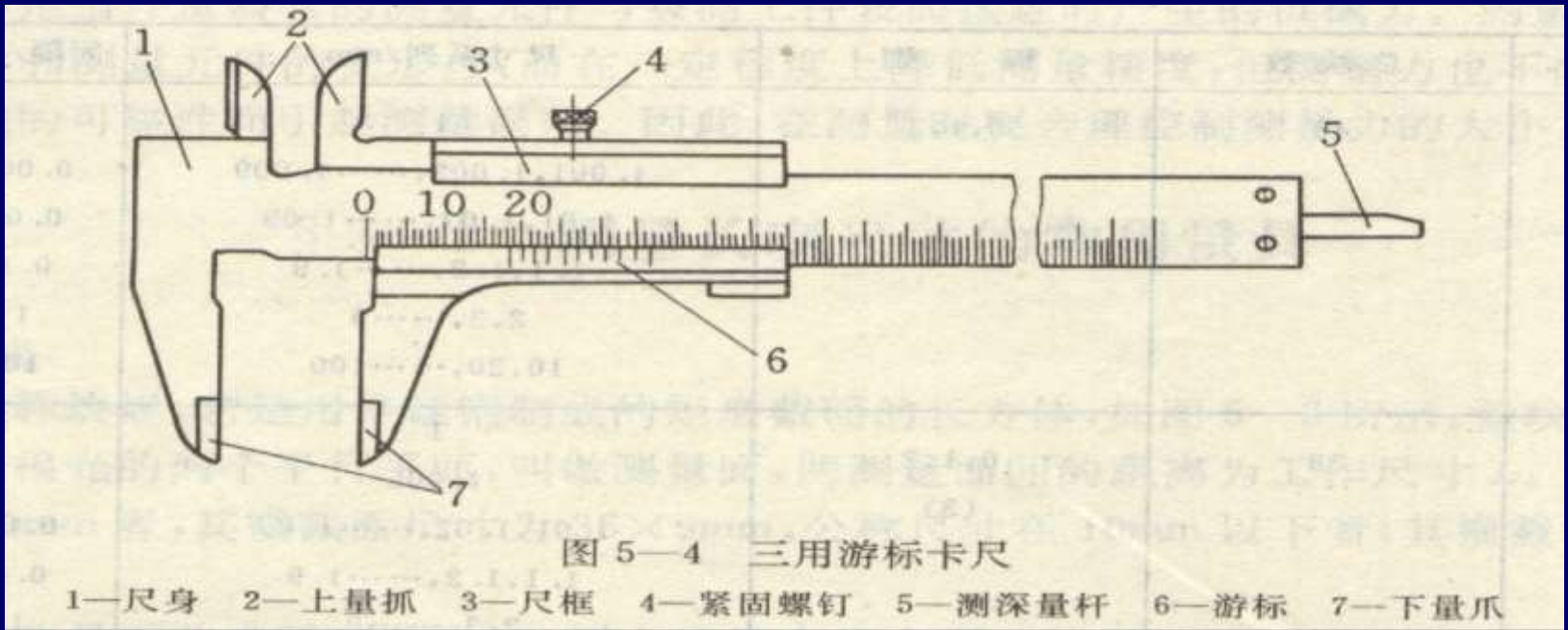
- 游标卡尺、千分尺、角度尺、内经百分表
（百分表和千分表）、高度游标卡尺
（杠杆百分表）



一. 游标卡尺

- 游标卡尺是最常用的量具之一。它的主体是一个刻有刻度的尺身，称主尺。沿着主尺滑动的尺框上装有游标。游标卡尺它可以直接测量各种工件的内径、外径、中心距、宽度、长度和深度等。

- 游标卡尺的主要结构是由主尺游标尺、外量爪、内量爪 { 刀口形、圆柱形 }、紧固螺钉、测深尺、微调装置所组成。



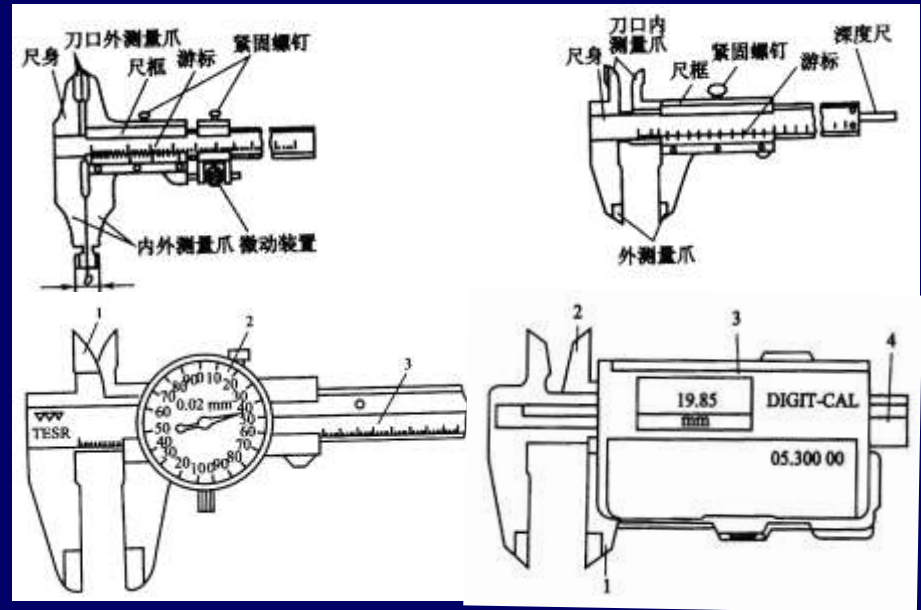


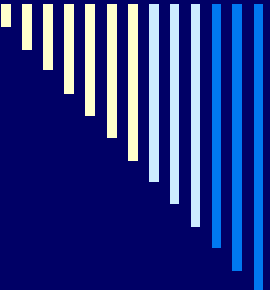
□ 主要用途：

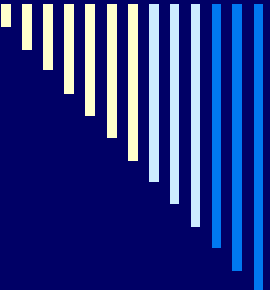
- 外尺寸用外量爪测量外径、长度、宽度。
 - 内尺寸用内量爪测量内径、孔距、槽宽。
 - 深度或高度用测深尺。
-

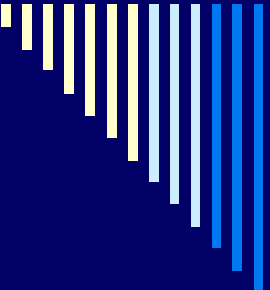
□ 游标卡尺结构型式有四种：

- 1、带深度卡尺。
- 2、不带深度游标卡尺（带微调）
- 3、带表卡尺。
- 4、带电子数显。



- 
- 游标卡尺的读数数值有三种。
0.1mm、0.05mm、0.02mm三种卡尺的尺身刻度是相同的，即每一小格为1mm，每大格为10mm，只是游标与尺身刻线宽度的相对应的关系不同。

- 
- 0.02mm和0.05mm游标卡尺的读数原理和读数方法:
 - 0.02mm的卡尺:游标有50格刻线与主尺49格对齐,则游标的每格宽度为 $49/50=0.98\text{mm}$ 。主尺刻线间距与游标刻线间距之差是 $1-0.98=0.02\text{mm}$ 。
 - 0.05mm的卡尺:游标有20格刻线与主尺的第19格对齐,则游标的每格宽度为 $19/20=0.95\text{mm}$,主尺刻线间距与游标刻线间距之差是 $1-0.95=0.05\text{mm}$ 。

- 
- 0.1mm的卡尺游标有10格刻线与主尺9格对齐，则游标的每格宽度为 $9/10=0.9\text{mm}$ ，主尺刻线间距与游标刻线间距之差是 $1-0.9=0.1\text{mm}$ 。
 - 0.1mm的卡尺精度较低一般不用。



□ 读数方法：可分三步：

- 1、先读整数。看游标零线的左边，主尺上与游标零线最近的一条刻线的数值，即整数。
- 2、再读小数。看游标零线的右边游标第几条刻线与主尺某条刻线对齐。小数部分为 n 乘以游标读数值。
- 3、把整数与小数部分相加即为被测尺寸。

- 被测尺寸=整数部分+小数部分=22+5x0.05 =22.25mm
- 被测尺寸=整数部分+小数部分=45+4x0.02=45.08mm

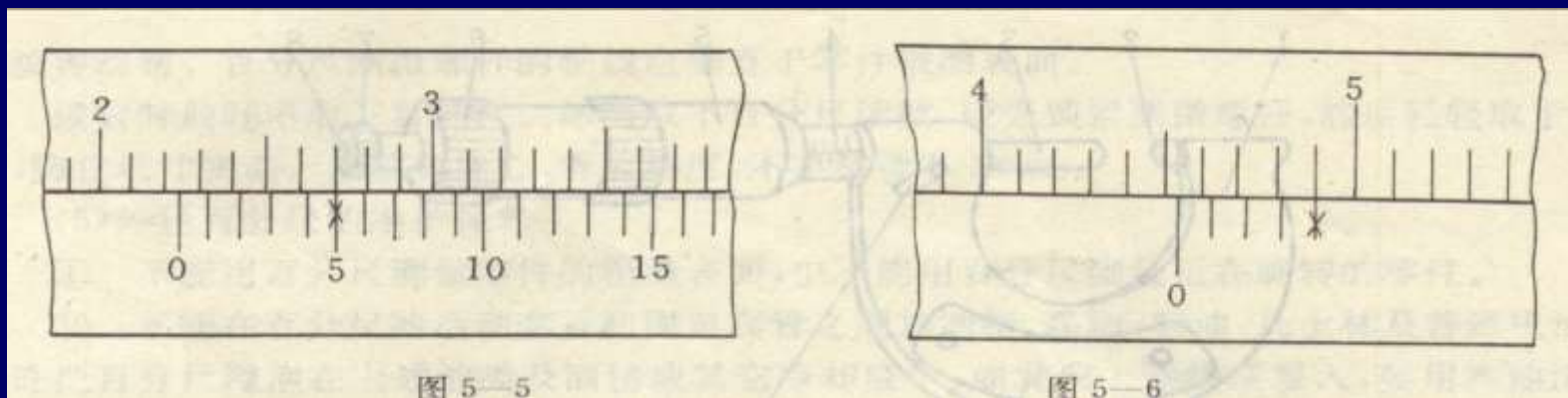
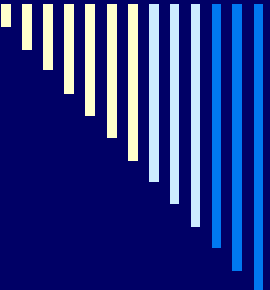


图 5—5

图 5—6

- 
- 卡尺的正确使用及日常保养
 - 1、量具是否有计量部门的确认标识，量具是否在有效期内。
 - 2、检查量具的各部分相互作用是否灵活。
 - 3、测量前，需用软净布将内外量爪的工作面擦干净，然后轻轻将内量爪的工作面贴合并观察游标零刻线是否与刻线对齐，对齐后才可以使用。
 - 4、当内量爪为圆柱形测量面时，在测量内尺寸时应把读数值加上量爪厚度作为测量结果。
 - 5、测量完毕应将量具擦干净放在量具盒中，存放的地点需注意防潮、防磁。



□ 注意事项:

读数时，应使视线垂直于卡尺的刻度线，且不要在光线不好的地方进行测量。测量内孔直径时，应使量爪的测量线通过孔心，取其最大值。测内槽时应使测量线垂直槽壁，取其最小值。用带深度卡尺测孔深和高度时，深度尺需垂直不能倾斜，测力要适当，力过大过小均会增大测量误差。



二、千分尺：（测微螺旋量具）

- 千分尺按用途和结构可分：外径千分尺、内径千分尺，内测千分尺、深度千分尺、壁厚千分尺、杠杆千分尺、螺纹千分尺、公法线千分尺等。

- 千分尺主要结构：由尺架、固定测砧、测微螺杆、螺纹轴套、固定套管、活动套管（微分筒）、调节螺母、弹性套、测力装置、锁紧手柄（锁紧装置）、隔热板（隔热装置）。

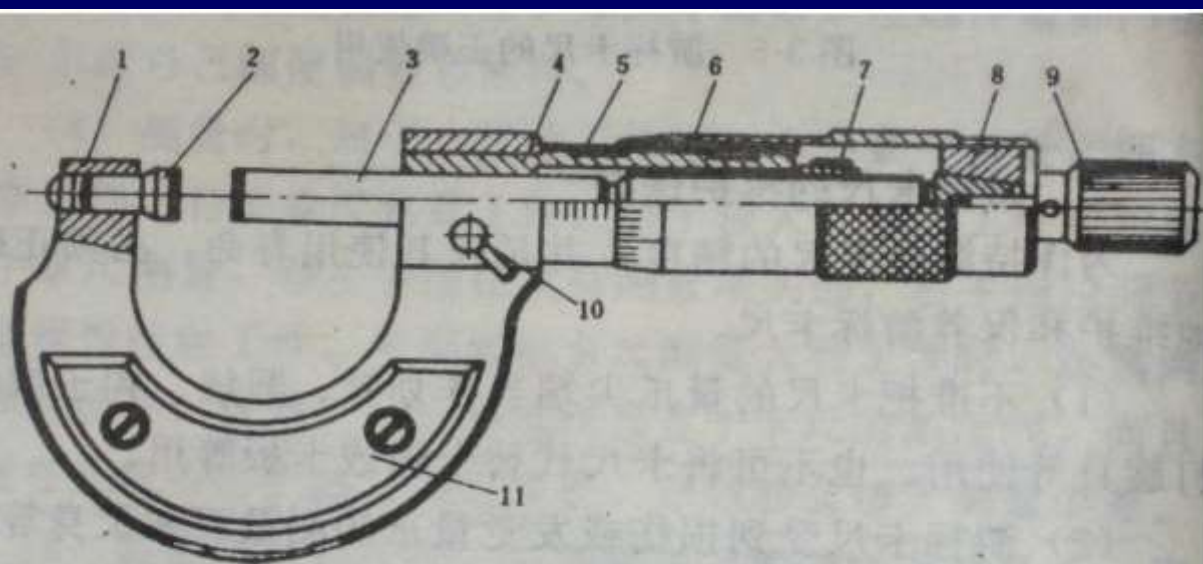
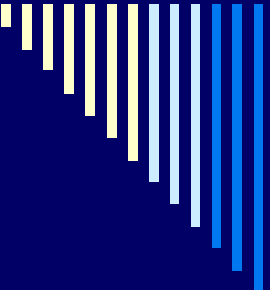
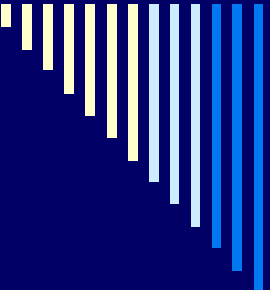


图 3-6 外径千分尺的结构

- 1—尺架 2—固定测砧 3—测微螺杆 4—螺纹轴套 5—固定套管
6—微分筒 7—调节螺母 8—弹性套 9—测力装置 10—锁紧装置
11—隔热装置

- 
- 测量范围：在500以内为25mm一档。如0~25mm，25~50mm·····在500mm以上至1000mm，每100mm为一档，如500~600mm，600~700mm。
 - 按制造精度可分为0级和1级两种，0级最高。

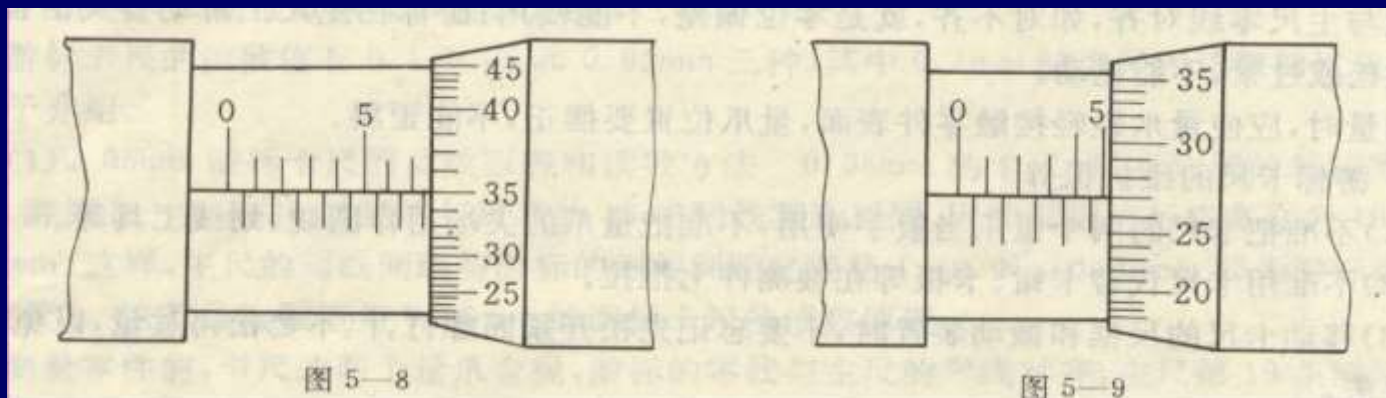


□ 外径千分尺读数原理：是利用螺旋传动原理，将角位移转变成直线位移来进行长度测量的，微分筒上面刻有50条等分线，当旋转1圈时，由于测微螺杆的螺距为0.5mm，因此它轴向移动0.5mm，当微分筒转过一格时，测微螺杆轴向移动距离为 $0.5/50=0.01\text{mm}$ ，因此微分筒上每格距离为0.01mm。它的精度比游标卡尺高。

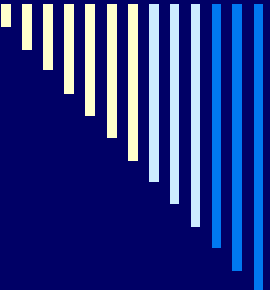


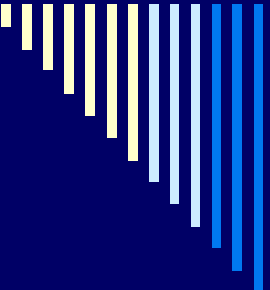
千分尺的读数方法：

读数时，从活动套管的边缘向左看固定套管上距活动套管边缘最近的刻线。从固定套管中线以上读出整数。从中线以下读出0.5mm的小数。再从活动套管上找到与固定套管中线对齐的圆锥面刻线。将此刻线的序号乘以0.01，就是小于0.5mm的小数部分的读数。最后把以上几部分相加即可。



- 外径百分尺读数=7+0.5+35x0.01=7.85mm
- 外径百分尺读数=5+27x0.01=5.27mm

- 
- 外径千分尺正确使用及日常保养：
 - 1、量具是否有确认标识，是否在有效期内。
 - 2、检查各部分相互作用。
 - 3、0-25mm千分尺使用前应将测砧与测微螺杆的工作面擦干净，然后轻轻的旋转测力装置，使其两工作面贴合并观察固定套管上零线是否与微分筒的零线对齐，25mm 以上用校对棒校零。
(用校对棒校零应加上校对棒的修正量)
即：校对棒的修正量为+0.008，如果测量工件为 $\phi 19.02$ ，则实际尺寸为 $19.02-0.008=19.012$ 。
 - 4、测量时测微螺杆轴线与被测工件不要倾斜转动微分筒，当测量面将与工作表面接触时应改为转动测力装置，当发出‘‘咔咔’’声后方可读数，最好在工件上读出。如必须取下应用锁紧装置在轻轻滑出千分尺。

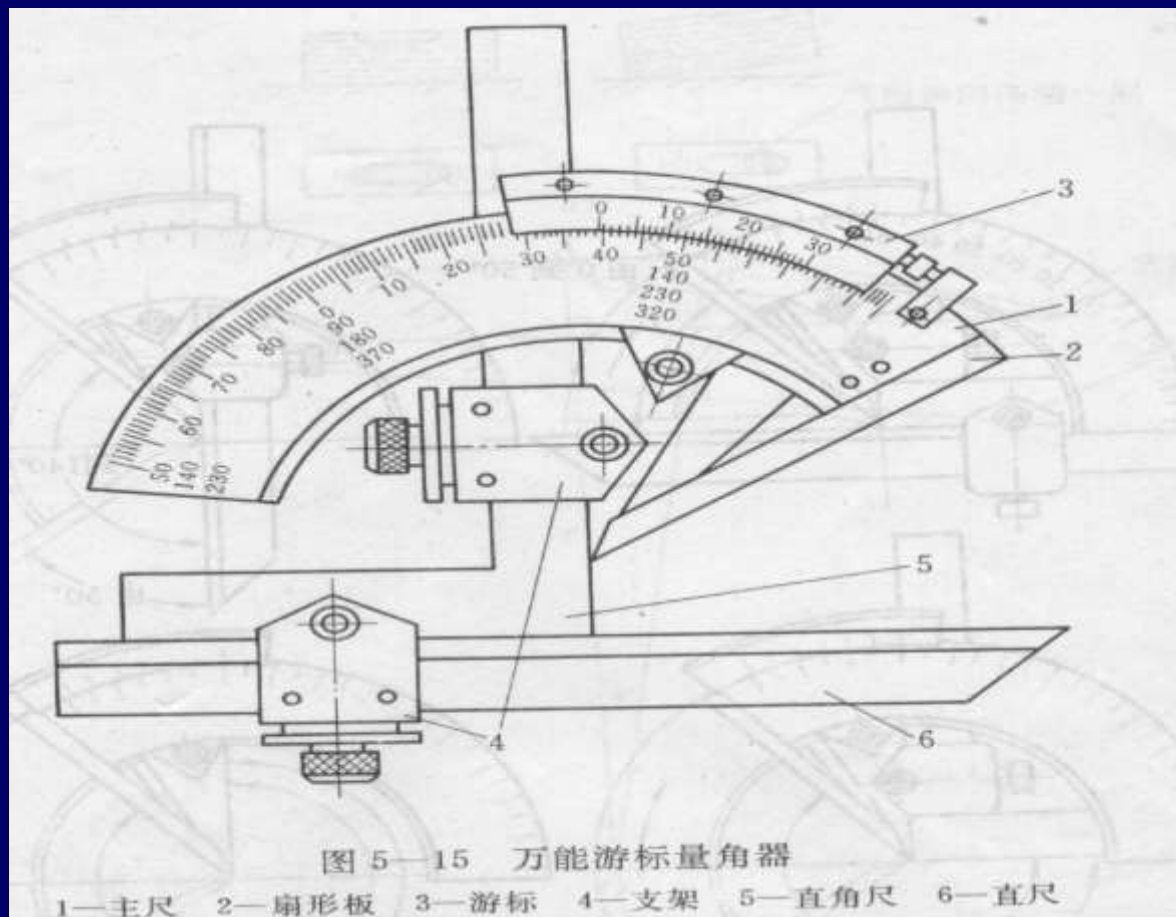
- 
- 5、测量时把工件的被测表面擦干净，以免脏物影响测量精度。
 - 6、测量中注意温度的影响。
 - 7、不允许测量带有研磨剂的表面，粗糙表面和带毛刺的边缘表面。更不允许测量运动着的工件。
 - 8、不要把千分尺放在机床的滑动部分，以免疏忽而受到不应有的损伤。
 - 9、千分尺要保持清洁，保存在干燥的地方。

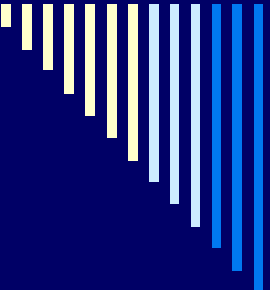


三、万能角度尺

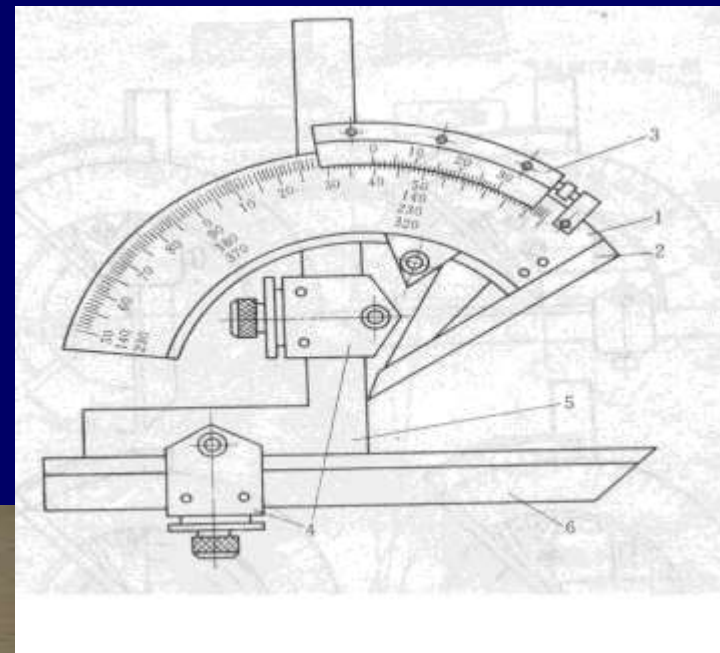
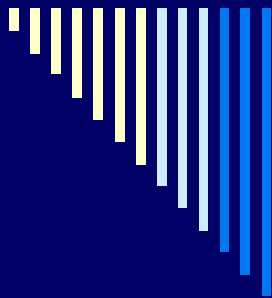
- 万能角度尺是用来测量工件内外角度的量具。
- 按测量精度分为 $2'$ 和 $5'$ 两种。测量范围为 $0^\circ \sim 320^\circ$ 、 $0^\circ \sim 360^\circ$ 。

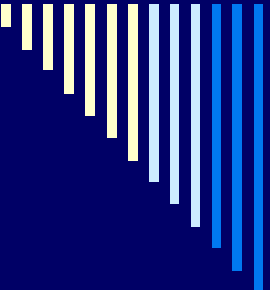
□ 角度尺的结构：主尺、扇形板、游标、支架、直角尺、直尺。





□ 角度尺与游标卡尺读数原理相似，不同的是游标卡尺的读数数值是长度单位数，而万能角度尺的读数数值是角度值。



- 
- 5′ 刻线原理：主尺两条刻线间的角度值为 1° ，主尺的23格与游标上的12格相等。即游标每一格（两条刻线间）的角度值为 $23^\circ / 12 = 60 \times 23 / 12 = 115'$ 即主尺两格与游标一格的差值为 $2^\circ - 115' = 120' - 115' = 5'$
 - 2′ 刻线原理：主尺刻线每格 1° ，副尺刻线将主尺上 29° 所占弧长等分为30格，即每格所对应的角度为 $29^\circ / 30$ ，因此副尺1格与主尺1格相差 $1^\circ - 29^\circ / 30 = 1/30^\circ = 2'$



□用途：

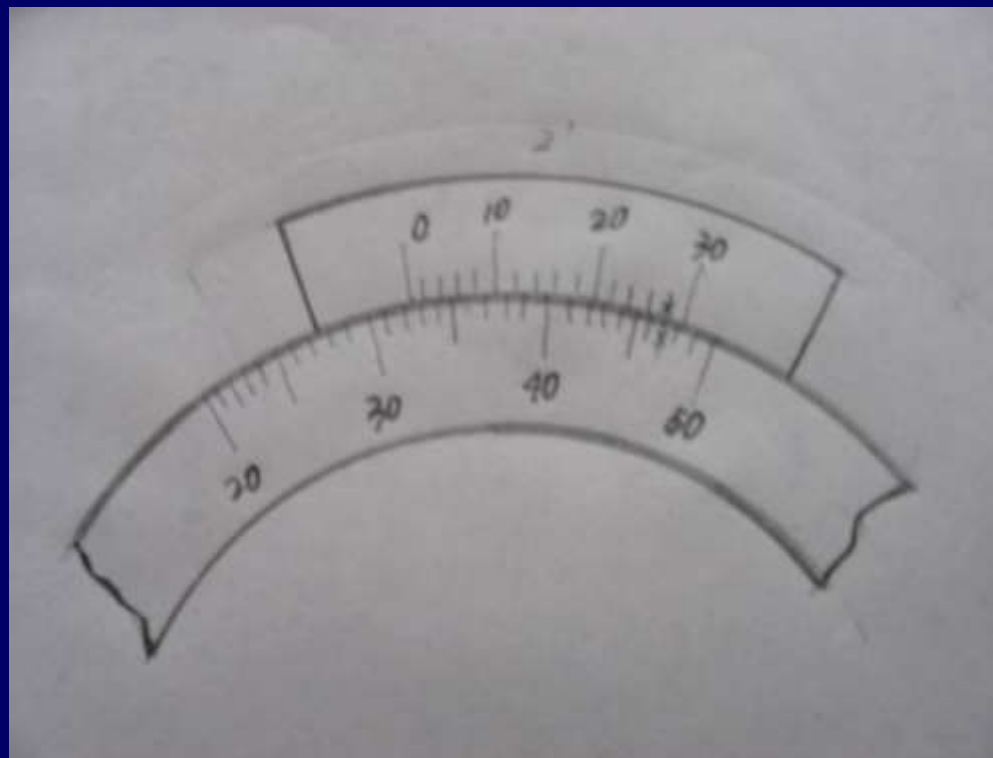
□1、测量角度；

□2、对精密角度进行划线。

读数步骤：先读度，再读分，最后得到整个读数

- 例：从主尺上可见为 32° ，再读分值，图中所示游标与主尺对准的即条线为 $28'$ ，整个读数即位

$$32^\circ + 28' = 32^\circ 28'$$



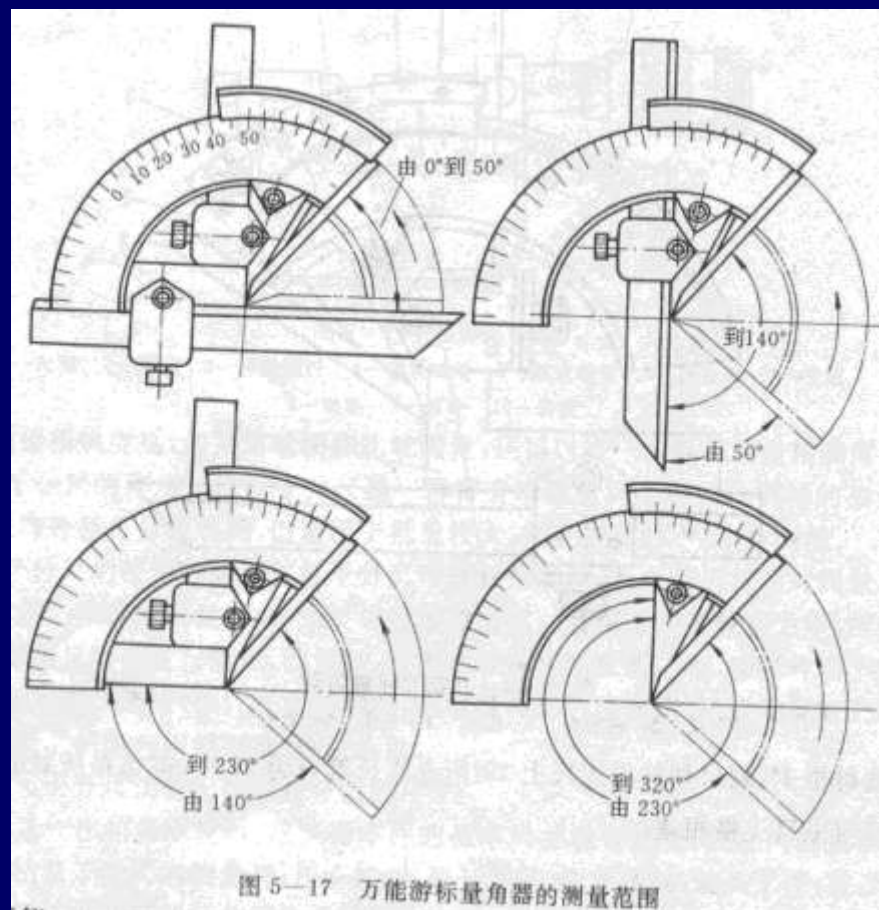
□ $0 \sim 320^\circ$ 角度尺
测量范围 (组合)

□ $0 \sim 50^\circ$ 主尺+直
尺+直角尺

□ $50^\circ \sim 140^\circ$ 主尺
+直尺

□ $140^\circ \sim 230^\circ$ 主
尺+直角尺

□ $230^\circ \sim 320^\circ$ 主
尺





□ 角度尺的正确使用及日常保养：

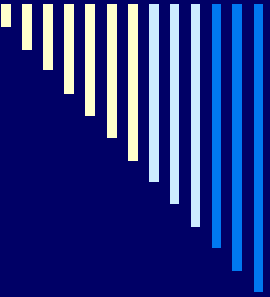
- 万能角度尺应有计量部门的确认标识，标识应在有效期内。
- 量具的各个组成部件应完整无缺，测量面应无明显划痕。
- 游标与主尺在相对移动时，应灵活平稳，卡块紧固可靠，微动装置有效。
- 测量角度大于 90° 时，测得的读数应加上基数（ 90° ， 180° ， 270° ）才是被测的角度值。
- 测量完毕后，松开各紧固件，取下直尺、角尺、然后擦净，上防锈油装入专用盒内。



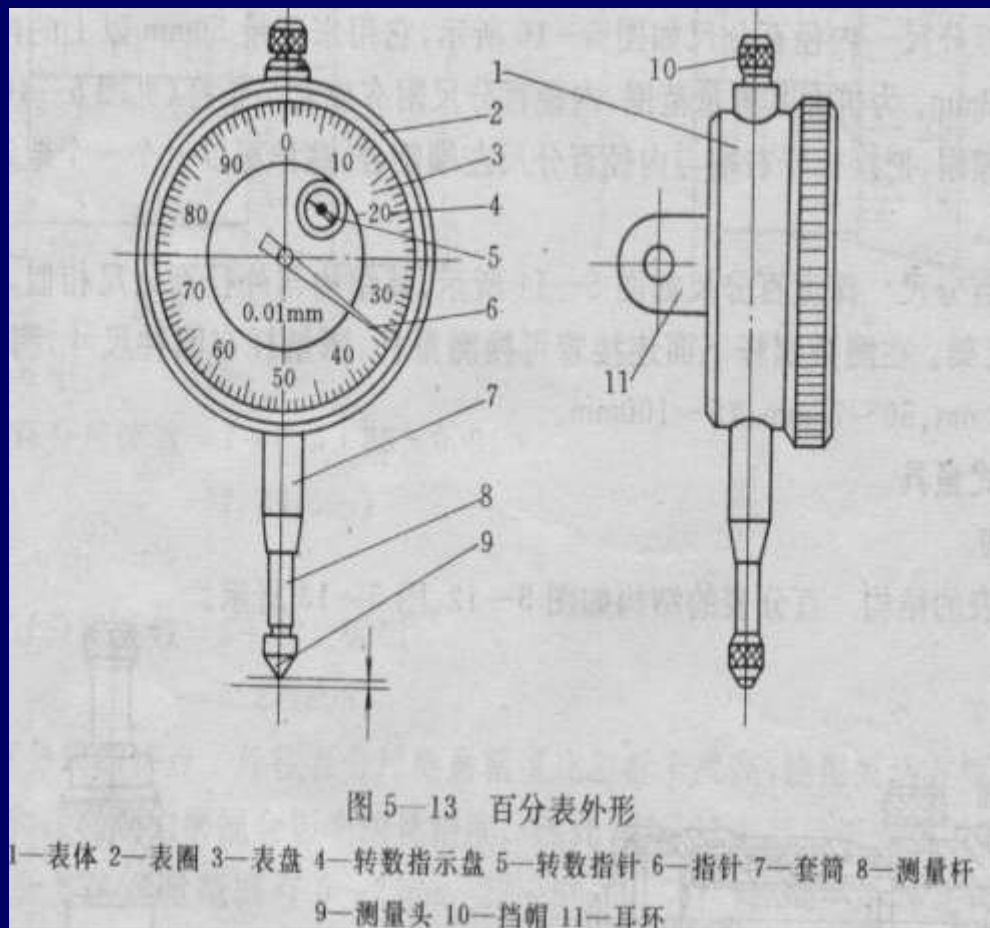
四、表类量具

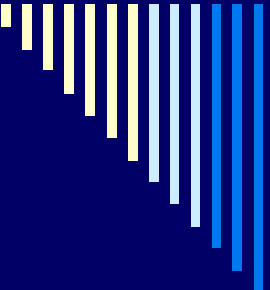
- 常见的表类量具：
- 百分表、内径百分表、杠杆百分表、千分表。
- 钟面式百分表简称百分表，它具有传动比大，结构简单，使用方便等。



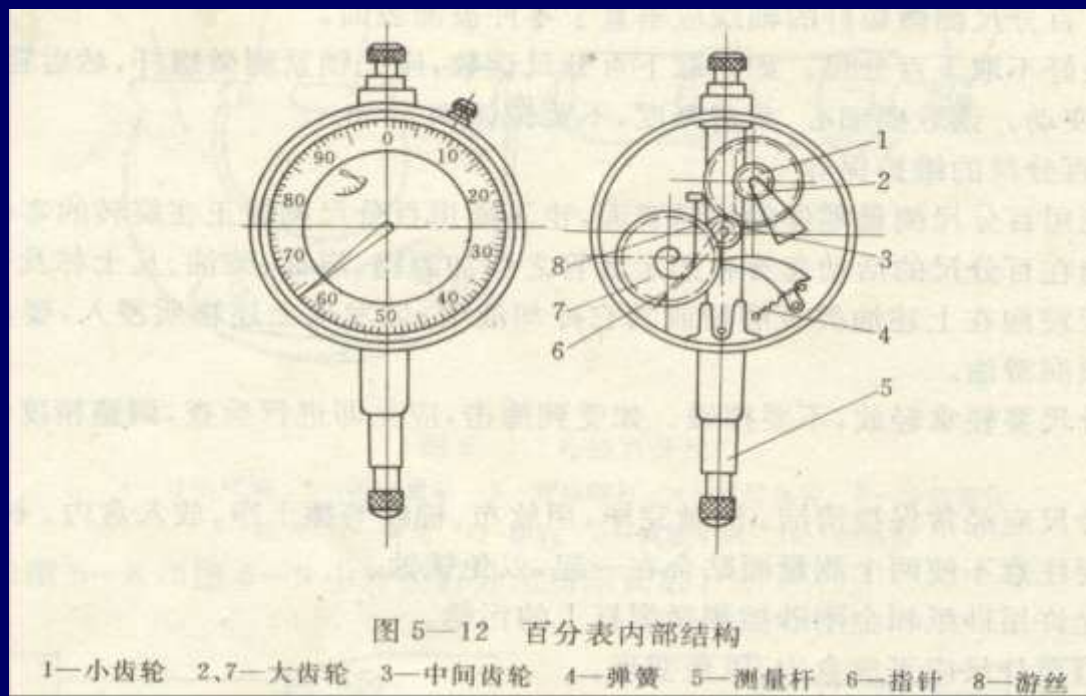
- 
- 百分表的分度值为0.01mm。测量范围一般为0~3mm，0~5mm，0~10mm。按制造精度可分为0级和1级。

- 百分表外形：
- 1、表体
- 2、表圈
- 3、表盘
- 4、转数指示盘
- 5、转数指针
- 6、指针
- 7、套筒
- 8、测量杆
- 9、测量头
- 10、挡帽
- 11、耳环



- 
- 百分表的刻线原理：
测量杆移动1mm，通过齿轮系传动，使指针沿大刻度量转过一周，刻度量沿圆周有100个刻度，当指针转过1格刻度时，表示所测量的尺寸变化 $1\text{mm}/100=0.01\text{mm}$ ，所以百分表的刻度值为0.01mm。

- 百分表的传动原理：
- 测量时，测量杆作直线移动，测量杆上的齿条带动小齿轮旋转，与小齿轮同轴的大齿轮也一起转动，从而带动与相啮合的中心齿轮旋转，由于指针和中间齿轮同轴。所以长指针也跟着一起转动。通过上述齿条齿轮机构的传动。将测量杆的直线移动变为指针的回转运动。为了消除齿轮啮合间隙引起的误差，左大齿轮在游丝扭力的作用下跟中间齿轮啮合。在右齿轮的轴上装有短针，用以记录长指针回转圈数。





百分表的特点与缺点

□ 特点：

体积小，结构紧凑，读数方便，测量范围大，用途广。

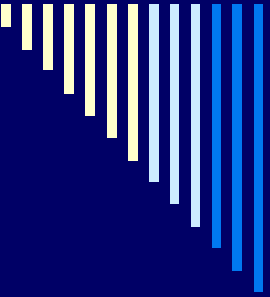
□ 缺点：

齿轮传动的磨损和传动间隙会产生测量误差，影响测量精度。



□ 百分表的使用方法：

- 1、测量前，先要检查表蒙玻璃是否破裂或脱落，测量头、测量杆、套筒等是否有磁份或锈蚀。表盘和指针有无松动现象。检查指针的稳定性。
- 2、查看量具检定合格证是否在有效期内。多次拔动测量头，指针应能回到原位。使用前将百分表装夹在表架或专用支架上，夹紧力要适当，不宜过大或过小，为了检验一下百分表装夹的可靠性，可把测量杆提起1至2mm，轻轻放下，反复二三次，如对零位置无变化，则表示装夹可靠方可使用。

- 
- 3, 测量时, 应使测量杆垂直零件表面。测量圆柱时, 测量杆的中心线还要通过零件的中心, 测量头与被测表面接触时, 测量杆应预先压缩 $0.3\sim 1\text{mm}$, 以保持一定的初始测力, 以免负偏差测不出来。测量时, 应轻轻提起测量杆, 再把被测工件移到测量头下面, 应慢慢使测量头与被测件相接触, 不允许把工件强迫推入到测量头的下面。



五. 高度游标卡尺（杠杆百分表）

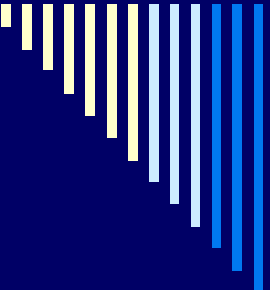
□ 常用的高度尺

- 1、游标高度卡尺；
 - 2、数显高度卡尺；
 - 3、圆柱高度卡尺等。
-

□ 游标高度卡尺的结构

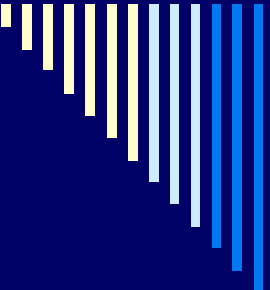
- 1、底座；
- 2、划线（测高）量爪
- 3、游标尺；
- 4、微动装量；
- 5、紧固螺钉；
- 6、尺框；
- 7、主标尺



- 
- 游标高度卡尺的工作原理（与 0.02 mm游标卡尺的原理相同）。
 - 高度游标卡尺的用途：主要用来测量工件的高度尺寸。相对位置和划线等。

- 杠杆百分表
（简称杠杆表）：主要测量工件的形状、位置误差或测量工件的长度尺寸。



- 
- 作用：由于它体积小，杠杆测头能改变方向，对凹槽或小孔等工件表面可起到其他量具无法测量的独特作用。
 - 杠杆百分表的外壳侧面装有测力换向机构，当需要改变杠杆测头的摆动方向时，只要扳动扳手即可。
 - 测量范围：一般是 $0 - 0.8 \text{ mm}$ 和 $0 - 1 \text{ mm}$ 。



使用杠杆百分表注意事项

- 夹持杠杆表的表架应可靠，且要有足够的刚度，为防止变形引起的测量误差，悬臂伸出长度应尽量短，表架夹好后如需调整表的位置，应先松开紧固螺钉，再转动轴套，不能直接扭动表体。
- 测量时，应使表的杠杆测头轴线与测量线垂直。
- 为读数方便，表盘一般都对好零位，如果预先不对零位的表要记住起始位置的刻度值。



游标高度卡尺的正确使用及日常保养

- 量具具有计量部门的确认标识，标识必须在有效期内。
- 量具的各组成部件应完整无缺，工作底座无磁伤。
- 各部分相互作用应灵活、无卡滞。
- 量具在使用中做到轻拿轻放防止磕碰划伤。
- 量具使用前需校零。
- 使用完毕，应将量具擦干净，放在量具盒中，存放地点注意防潮、防震、防磁。