

第二章 机械维修基础

第一节 机械常识

一、机械传动

(一) 带传动

带传动是由主动轮1、从动轮2和紧套在两轮上的传动带3组成的（图2-1）。它依靠带和带轮轮面间的摩擦力传递运动和动力。

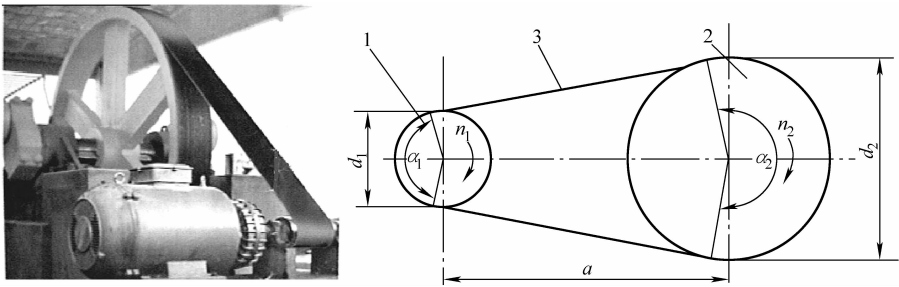


图 2-1 带传动

1. 带传动的类型

按传动带的截面形状不同分为平带、V带、多楔带、圆带等，分别如图2-2（a）、2-2（b）、2-2（c）和2-2（d）所示。

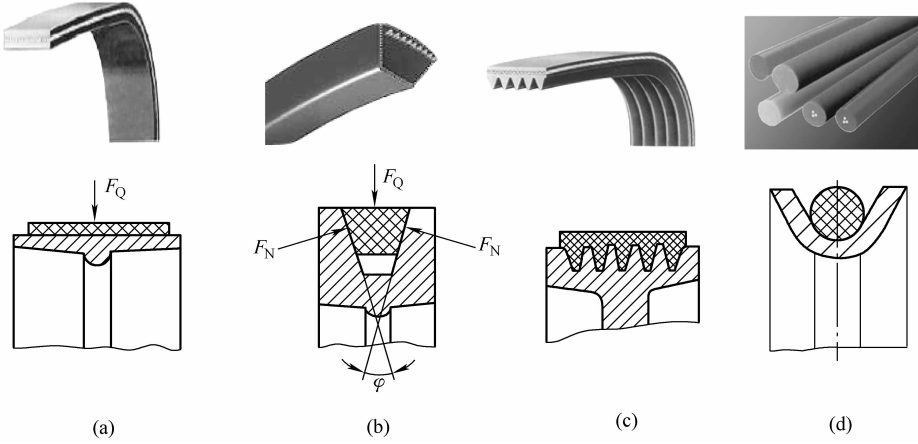


图 2-2 带的横截面形状

平带的截面形状为扁平矩形，内表面为工作面。

V 带的截面形状为等腰梯形，两侧面为工作面。

多楔带是以平带为基体、内表面具有等距纵向楔的环形传动带，其工作面为楔的侧面，主要用于传递功率较大而要求结构紧凑的场合。

圆带的横截面为圆形，只用于小功率传动，如缝纫机、仪器等。

此外还有同步带传动，它是具有中间挠性体的啮合型带传动（图 2-3）。带的内周有一定形状的等距离横向齿和带轮上相应的齿槽相啮合。同步带通常以钢丝绳或玻璃纤维为强力层，氯丁橡胶或聚氨酯为基体而制成。由于强力层受载后变形很小，对带的节距 P_b 影响很小，不影响齿与齿槽的啮合，故带和带轮轮面间无滑动，保证了准确的传动比。带传动的传动比为：

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

或

$$n_2 = \frac{n_1 d_1}{d_2}$$

式中， n_1 ， n_2 ——分别为主、从动轮的转速，r/min；

d_1 ， d_2 ——分别为主、从动轮的直径，对 V 带传动则为基准直径，mm。

同步带传动的线速度可达 50 m/s（最大可达 80 m/s），传递的功率可达 100 kW，效率达 98%，但其制造、安装精度要求较高，造价也较高。

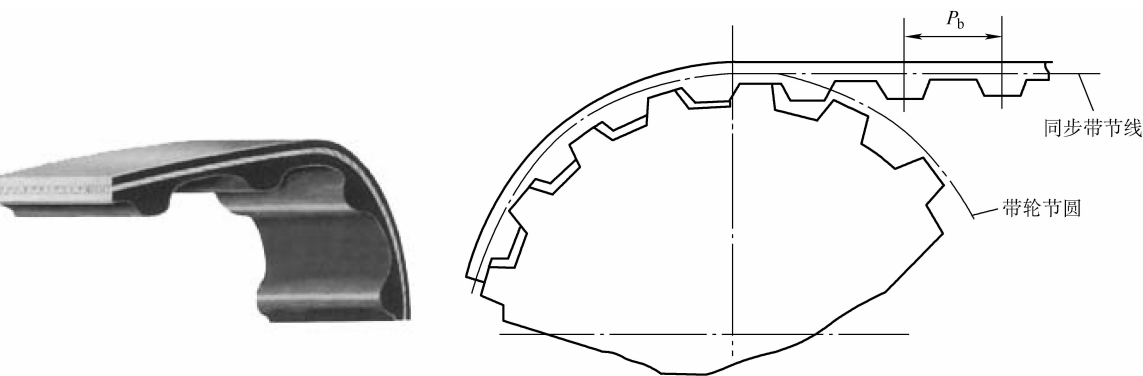


图 2-3 同步带传动

2. 带传动的弹性滑动

传动带是弹性体，受拉后产生弹性伸长，并随拉力大小的变化而改变。带由紧边绕过主动轮进入松边时，由于拉力的减少，其弹性伸长量也相应减少，带相对于带轮向后缩了一段，因而带和带轮轮面间出现局部的相对滑动，并使带的速度落后于主动轮的圆周速度。这种由于带的弹性变形而引起带与带轮轮面间的局部相对滑动称为弹性滑动。随着紧松边拉力差的增大，带的弹性滑动区域扩展至带与带轮的整个接触面时，即发生打滑。弹性滑动也存在于带与从动轮轮面间，但情况相反，带由松边进入紧边，拉力增加，带逐渐伸长，使带的速度超前于从动轮的圆周速度。

弹性滑动是不可避免的，因为带传动工作时，要传递圆周力，带的两边拉力必然不等，产生的弹性变形量也不同，所以必然会发生弹性滑动。而“打滑”是由于过载引起的，是

可以避免的。

3. 带传动的张紧和维护

(1) 带传动的张紧。带传动工作一定时间后,带因产生塑性变形而松弛,使初拉力减小,为使其能正常工作,必须重新张紧。

带的张紧常采用调整中心距和采用张紧轮的张紧方法。前者把装有带轮的电动机安装在滑道上(图2-4(a))或摆动底座上(图2-4(b)),通过调整螺钉或调整螺母,即可达到张紧的目的。后者是在两带轮之间安装张紧轮装置(图2-4(c))。为使V带只受单向弯曲,张紧轮应安置在带的松边内侧靠近大带轮处,以免小带轮包角减小太多。

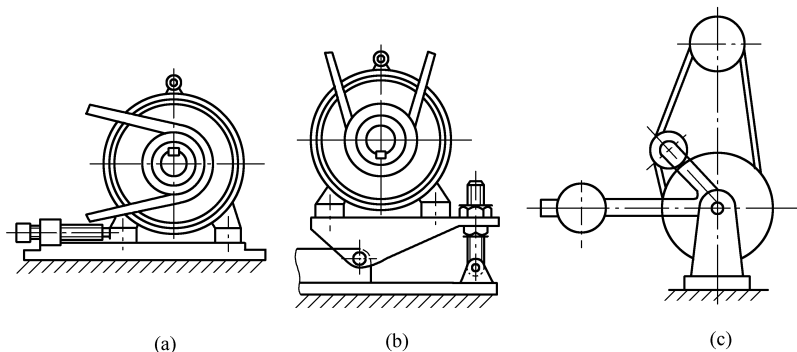


图2-4 带传动的张紧装置

(2) 带传动的安装和维护。

① 选用V带时要注意带的截面形状和长度。带的截面形状应与带轮轮槽尺寸相符合。使用多根V带时应避免各根带的载荷分布不均,长度的最大允许差值应符合规定(其值可查GB/T13575.1—1992)。使用中应定期检查,如发现有V带出现疲劳撕裂现象,应及时更换全部V带。新旧不同的V带不能同时使用。

② 安装时,两带轮的轴线应平行。两轮相对应的V型槽的对称平面应重合,误差 $\leq 20'$,如图2-5所示。

③ 带的工作温度 $\leq 60^\circ\text{C}$,带不宜与油、酸、碱等腐蚀性物质接触。

④ 带传动应加防护罩。

⑤ 装拆时不要硬撬,应先缩小其中心距,然后再装拆胶带。安装时应按规定的初拉力张紧胶带。

(二) 链传动

1. 链传动概述

链传动由链轮和跨绕两链轮的闭合链条组成(图2-6)。链轮上制有特殊齿形的轮齿,通过轮齿与链节相啮合而进行传动。因此,链传动是一种以链条作中间挠性件的啮合传动。

设链传动中主动链轮1的齿数为 z_1 ,转速为 n_1 ,从动链轮2的齿数为 z_2 ,转速为 n_2 。

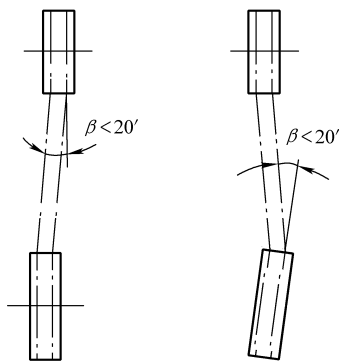


图2-5 带轮安装位置

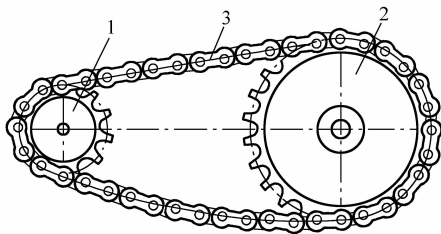


图 2-6 链传动

1—主动链轮；2—从动链轮；3—链条

显然，在单位时间内两链轮转过的齿数 $n_1 z_1$ 和 $n_2 z_2$ 相等，即

$$n_1 z_1 = n_2 z_2$$

传动比

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

链传动所用的链条种类很多，常用的是套筒滚子链（图 2-7）。它由内链板 1、外链板 2、销轴 3、套筒 4 和滚子 5 组成。滚子与套筒间及销轴与套筒间均为可动的间隙配合，而套筒与内链板、销轴与外链板间则用过盈配合固联，这样可使链节与链轮啮合传动时，滚子在链轮的齿间滚动，以减少链与轮齿的磨损。

链条上的各零件以及两链轮均用碳钢或合金钢制成，并通过热处理来提高其强度和耐磨性。

链条是标准件，链条上相邻两销轴中心的距离称为链节距 P ，它是链条的主要参数。

链轮的齿形由国标规定，其结构如图 2-8 所示。当链轮尺寸较小时，可制成实心式（图 2-8（a））；中等直径的链轮可制成孔板式（图 2-8（b））；直径较大的链轮可采用装配式（图 2-8（c）），齿圈磨损后可以更换。

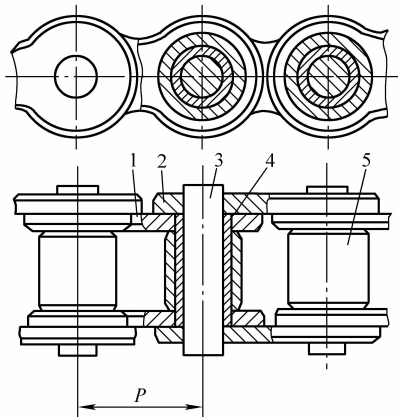


图 2-7 套筒滚子链

1—内链板；2—外链板；3—销轴；4—套筒；5—滚子

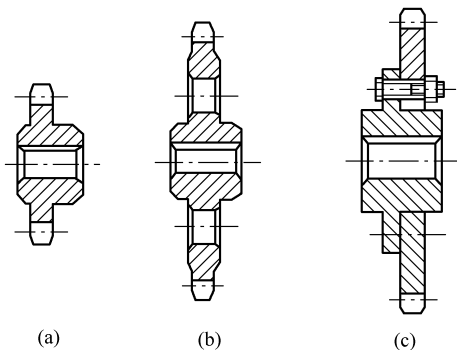


图 2-8 链轮结构

2. 链传动的布置、张紧和润滑

(1) 链传动的布置。

两链轮的轴线应平行，端面应共面。当两链轮轴线连线为水平布置（图 2-9（a））或倾斜布置（图 2-9（b））时，均应使紧边在上，松边在下，以避免松边下垂量增大后，链条和链轮卡死；同时，还应使倾角 φ 小于 45° 。当两链轮轴线连线为铅垂布置时（图 2-9（c）），链下垂量增大后，下链轮与链的啮合齿数减少，使传动能力降低，此时可调整中心距或采用张紧装置。

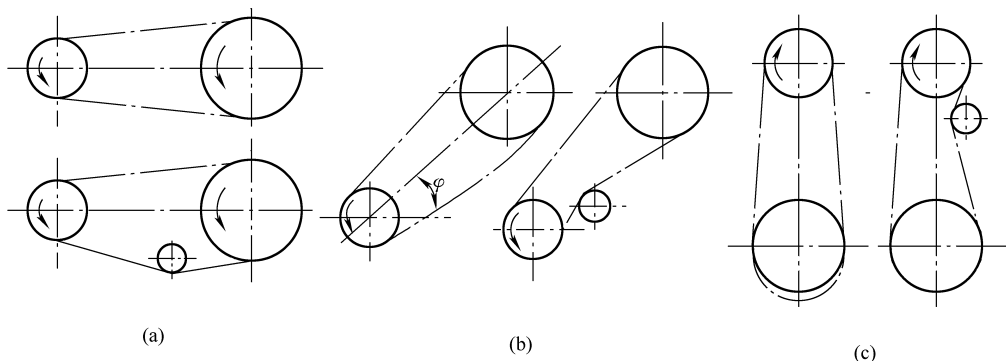


图 2-9 链传动的布置和张紧

(2) 链传动的张紧。

链传动靠链条和链轮的啮合传递动力，不需要很大的张紧力。链传动张紧的目的，主要是为了避免垂度过大引起啮合不良。一般链传动设计成可调整的中心距，通过调整中心距来张紧链条；也可采用张紧轮（图 2-9），张紧轮可设置在松边链条的外侧或内侧。

(3) 链传动的润滑。

链传动的润滑能减少链条铰链的磨损，延长使用寿命。因此，润滑对链传动是必不可少的。图 2-10 所示为几种常见的润滑方法。

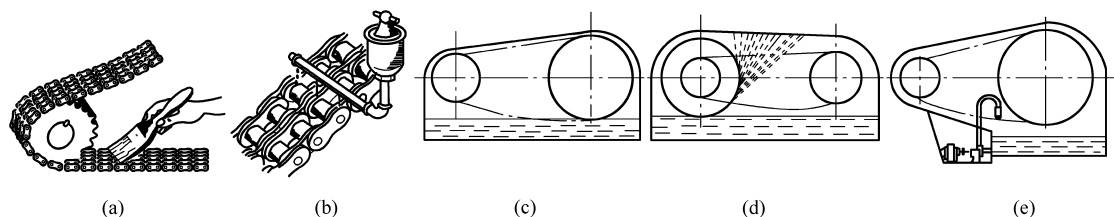


图 2-10 链传动的润滑

图 2-10（a）所示为用油刷或油壶人工定期润滑。

图 2-10（b）所示为滴油润滑，用油杯通过油管将油滴入松边链条元件各摩擦面间。

图 2-10（c）所示为链浸入油池的油浴润滑。

图 2-10（d）所示为飞溅润滑，由甩油轮将油甩起进行润滑。

图 2-10 (e) 所示为压力润滑, 润滑油由油泵经油管喷在链条上, 循环的润滑油还可起冷却作用。

(三) 齿轮传动

机械传动中齿轮传动应用最广 (如图 2-11 所示)。齿轮传动的主要优点是: 传动准确可靠, 效率较高, 寿命较长, 适用的载荷和速度范围广, 能在空间任意两轴间传递运动和动力等。这种传动的主要缺点是要求较高的制造和安装精度, 两轴相距较远时机构庞大。

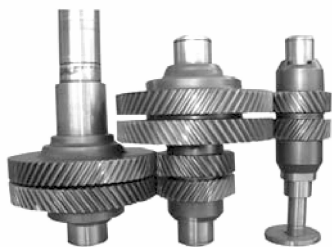


图 2-11 齿轮传动

在齿轮传动中, 如主动轴的转数为 $n_{\text{主}}$, 轴上主动轮的齿数为 $z_{\text{主}}$, 从动轴的转数为 $n_{\text{从}}$, 从动轮的齿数为 $z_{\text{从}}$, 则两轴的传动比为

$$i = \frac{n_{\text{主}}}{n_{\text{从}}} = \frac{z_{\text{从}}}{z_{\text{主}}}$$

齿轮传动有以下几种分类方法。

1. 按两轮轴的相对位置不同划分

(1) 平行轴间的圆柱齿轮传动。

图 2-12 所示为外啮合圆柱齿轮传动, 两轮转向相反。其中图 2-12 (a) 为直齿, 图 2-12 (b) 为斜齿, 图 2-12 (c) 为人字齿。

图 2-13 所示为内啮合圆柱齿轮传动, 图中 1 为外齿轮, 2 为内齿轮, 两轮转向相同。大齿轮半径无限增大时成为移动的齿条 2, 这种传动称为齿轮-齿条传动 (图 2-14)。

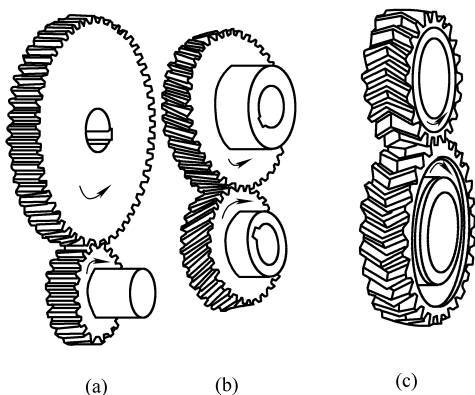


图 2-12 外啮合圆柱齿轮传动

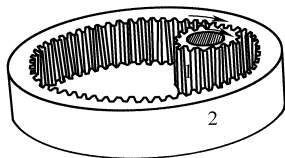


图 2-13 内啮合圆柱齿轮传动

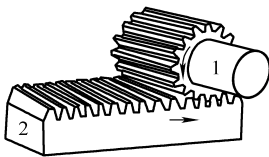


图 2-14 齿轮齿条传动

(2) 相交轴间的圆锥齿轮传动。

图 2-15 所示为直齿圆锥齿轮传动。此外,还有斜齿和曲齿圆锥齿轮传动。

(3) 交错轴间的蜗杆传动和螺旋齿轮传动。

图 2-16 所示为蜗杆传动。蜗杆 1 的齿数很少,齿可绕杆面一周以上;其轴线与蜗轮 2 的轴线垂直。常用于大传动比的减速场合。

螺旋齿轮传动(图 2-17)的齿廓间是点接触,只能传递小功率,但两轮轴的夹角可为任意值。

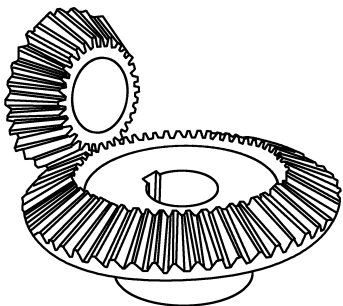


图 2-15 直齿圆锥齿轮传动

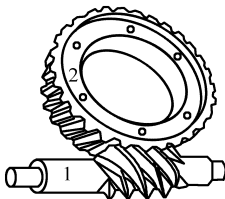


图 2-16 蜗杆传动

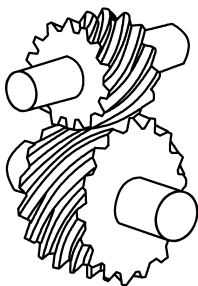


图 2-17 螺旋齿轮传动

2. 按工作条件不同划分

按工作条件不同,齿轮传动可分为闭式传动与开式传动两种。

闭式传动的齿轮封闭在箱体内,润滑、密封和刚性都较好,用于较重要的场合;开式传动成本较低,但不能防尘且润滑不良,用于低速或低精度的场合。

3. 按齿廓曲线不同划分

按齿廓曲线不同,齿轮传动可分为渐开线齿轮传动、摆线齿轮传动和圆弧齿轮传动三种。渐开线齿轮传动应用最广,摆线齿轮传动主要用于仪表,圆弧齿轮传动用于某些重型机械。

二、常用零件及连接

(一) 螺纹连接(图 2-18)

螺纹连接是利用螺纹连接件(如螺栓、螺母、螺钉等)来实现机件与机件之间的相互连接。螺纹连接具有结构简单、形式多样、连接可靠、拆装方便、成本低廉等特点,因而得到广泛的应用。

螺纹的种类很多:按螺纹的绕行方向可分为右旋螺纹和左旋螺纹,常用的是右旋螺纹;按螺纹的牙型,可分为普通螺纹(三角螺纹)、矩形螺纹、梯形螺纹、锯齿形螺纹和管螺纹等。

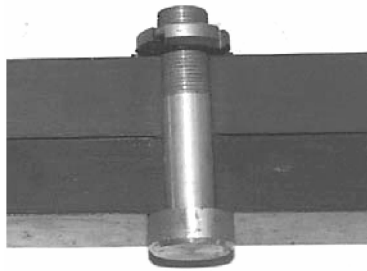


图 2-18 螺纹连接

(二) 键、花键及销连接

1. 键连接 (图 2-19)

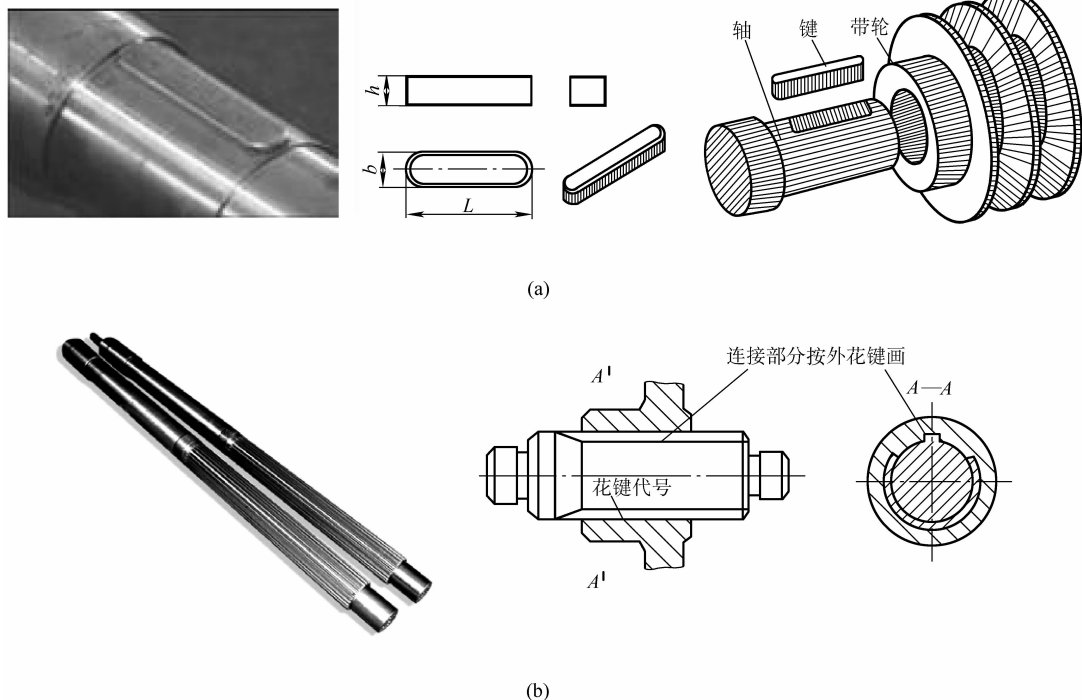


图 2-19 键连接

(a) 平键连接; (b) 花键连接

键连接主要用于连接轴与轴上的零件 (如凸轮、带轮和齿轮等), 实现周向固定而传递扭矩和运动。由于键是标准件, 结构简单, 工作可靠, 装拆方便, 所以在各种机械中得到广泛的应用。

键连接根据装配时的松紧程度和使用特点的不同, 可分为紧键连接、松键连接和花键连接。

2. 销连接 (图 2-20)

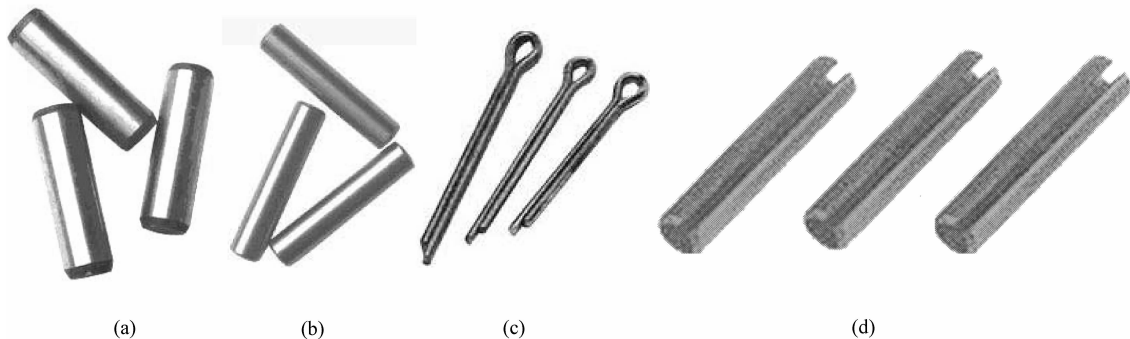


图 2-20 销

(a) 锥销; (b) 柱销; (c) 开口销; (d) 弹性销

用销使两个零件连接在一起,叫做销连接。它的主要应用特点是:可以用来定位、传递动力或扭矩,以及用来作为安全装置中的被切断零件。

常用的销有圆柱销、圆锥销、开口销及弹性销。

(三) 轴 (图 2-21)

轴是组成机器的重要零件之一。轴的主要功用是支承旋转零件(例如齿轮、蜗轮等)、传递运动和动力。

按轴承受的载荷不同,可将轴分为转轴、心轴和传动轴三种。心轴工作时仅承受弯矩而不传递转矩,如自行车轴;转轴工作时既承受弯矩又承受转矩,如减速器中的轴;传动轴只传递转矩而不承受弯矩,如汽车上用的传动轴。



图 2-21 轴

根据轴线的形状不同,轴又可分为直轴、曲轴和挠性钢丝轴。曲轴和挠性钢丝轴属于专用零件。直轴按外形不同又可分为光轴和阶梯轴。光轴形状简单,应力集中少,易加工,但轴上零件不易装配和定位,常用于心轴和传动轴。阶梯轴各轴段截面的直径不同,这种设计使各轴段的强度相近,而且便于轴上零件的装拆和固定,因此阶梯轴在机器中的应用最为广泛。直轴一般都制成实心轴,但为了减少重量或为了满足某些机器结构上的需要,也可采用空心轴。

(四) 轴承

轴承是用来支承轴的。根据支承表面摩擦性质不同,分为滑动轴承(图 2-22)和滚动轴承(图 2-23)两类。



图 2-22 滑动轴承



图 2-23 滚动轴承

1. 滑动轴承

滑动轴承根据轴承承受载荷的方向不同,分为向心滑动轴承和推力滑动轴承两种。

滑动轴承一般是由轴承座、轴瓦(构成轴承的主要部分)、润滑装置和密封装置等部分组成。

2. 滚动轴承

(1) 滚动轴承的基本结构。

滚动轴承通常由内圈、外圈、滚动体和保持架等组成(如图 2-24 所示)。轴承工作时,滚动体在内、外圈滚道上滚动。保持架的使用是将滚动体彼此分开,并使其沿圆周均匀

分布，避免滚动体相互接触，减小摩擦、磨损。内圈装在轴颈上，外圈装在机架的轴承孔内。通常是内圈随轴颈旋转，而外圈固定不动。

常见的滚动体有：球以及短圆柱滚子、圆锥滚子、鼓形滚子、空心螺旋滚子、长圆柱滚子、滚针等 7 种（如图 2 -25 所示）。这几种形状的滚子体总的分为球和滚子两大类。

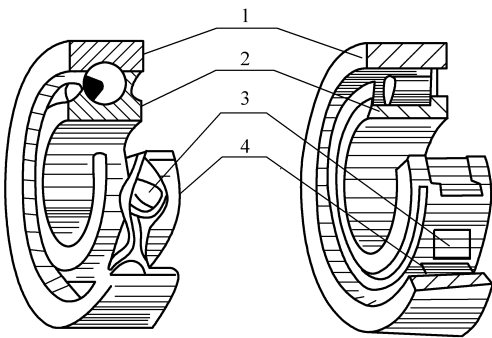


图 2 -24 滚动轴承结构

1—外圈；2—内圈；3—滚动体；4—保持架

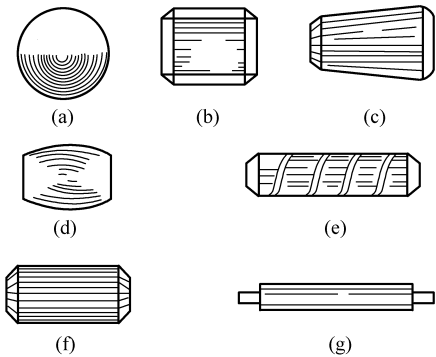


图 2 -25 滚动体

(a) 球；(b) 短圆柱滚子；(c) 圆锥滚子；(d) 鼓形滚子；
(e) 空中螺旋滚子；(f) 长圆柱滚子；(g) 滚针

(2) 滚动轴承的分类及其主要类型。

① 滚动轴承的分类。滚动轴承按其受力方向可分为三类：向心轴承——主要承受径向力；推力轴承——只承受轴向力；向心推力轴承——同时承受径向和轴向力。

② 滚动轴承的类型代号。滚动轴承的种类很多。为了便于选用，国家标准规定用代号来表示滚动轴承。代号能表示出滚动轴承的结构、尺寸、公差等级和技术性能等特性。

滚动轴承代号用字母加数字组成。完整的代号包括前置代号、基本代号和后置代号三部分。基本代号表示轴承的基本类型、结构和尺寸，是轴承代号的基础。

基本代号由轴承类型代号、尺寸系列代号和内径代号三部分自左至右顺序排列组成。类型代号如表 2 -1 所示。

表 2 -1 滚动轴承的类型代号

代号	轴承类型	代号	轴承类型
0	双列角接触球轴承	N	圆柱滚子轴承
1	调心球轴承	双列或多列用字母 NN 表示	
2	调心滚子轴承和推力调心滚子轴承	U	外球面球轴承
3	圆锥滚子轴承	QJ	四点接触球轴承
4	双列深沟球轴承		
5	推力球轴承		
6	深沟球轴承		
7	角接触球轴承		
8	推力圆柱滚子轴承		

类型代号有的可以省略。双列角接触球轴承的代号“0”均不写；调心轴承的代号“1”

有时亦可省略。区分类型的另一重要标志是标准号，每一类轴承都有一个标准编号，例如，双列角接触球轴承标准编号为 GB/T 296—1994；调心球轴承标准编号为 GB/T 281—1994。

尺寸系列代号由轴承的宽（高）度系列代号（一位数字）和直径系列代号（一位数字）左右排列组成。它反映了同种轴承在内圈孔径相同时内、外圈的宽度、厚度的不同及滚动体大小不同。显然，尺寸系列代号不同的轴承其外廓尺寸不同，承载能力也不同。

尺寸系列代号有时可以省略：除圆锥滚子轴承外，其余各类轴承宽度系列代号“0”均省略；深沟球轴承和角接触球轴承的 10 尺寸系列代号中的“1”可以省略；双列深沟球轴承的宽度系列代号“2”可以省略。

内径代号表示滚动轴承内圈孔径。内圈孔径称为“轴承公称内径”，因其与轴产生配合，是一个重要参数（如表 2-2 所示）。

表 2-2 滚动轴承的内径代号

轴承公称内径 d /mm		内径代号	示 例
0.6 到 10（非整数）		用公称内径毫米数直接表示，在其与尺寸系列代号之间用“/”分开	深沟球轴承 618/2.5 $d = 2.5 \text{ mm}$
1 到 9（整数）		用公称内径毫米数直接表示，对深沟及角接触球轴承 7, 8, 9 直径系列，内径与尺寸系列代号之间用“/”分开	深沟球轴承 625、618/5 均为 $d = 5 \text{ mm}$
10 到 17	10	00	深沟球轴承 6200 $d = 10 \text{ mm}$
	12	01	
	15	02	
	17	03	
20 到 480 (22, 28, 32 除外)		公称内径除以 5 的商数，商数为个位数，需在商数左边加“0”，如 08	调心滚子轴承 23208 $d = 40 \text{ mm}$
大于和等于 500 以及 22, 28, 32		用公称内径毫米数直接表示，但在与尺寸系列之间用“/”分开	调心滚子轴承 230/500 $d = 500 \text{ mm}$ 深沟球轴承 62/22 $d = 22 \text{ mm}$

例如：轴承 6208 6—类型代号，表示深沟球轴承；2——尺寸系列代号，表示 02 系列（0 省略）；08——内径代号，表示公称内径为 40 mm。

（五）联轴器、离合器和制动器

联轴器和离合器主要用于轴与轴之间的连接，它们与轴一起回转并传递转矩。用联轴器连接的两根轴只有在机器停车后，经过拆卸才能把它们分离；而用离合器连接的两根轴，在机器工作中能方便地实现两轴之间的分离或接合。制动器是用来降低机械运转速度或迫使机械停止运转的装置。

1. 联轴器（图 2-26）

联轴器分为刚性和弹性两大类。刚性联轴器由刚性传力件组成，它又分为固定式和可移式两类。固定式刚性联轴器不能补偿两轴的相对位移；可移式刚性联轴器能补偿两轴的相对位移。弹性联轴器包含有弹性元件，能补偿两轴的相对位移，并具有吸收振动和缓和冲击的

能力。机器中常将万向联轴器成对使用，连接两相交的轴，如汽车传动轴的连接。

2. 离合器（图 2-27）

常用的离合器有牙嵌离合器、圆盘摩擦离合器等。牙嵌离合器牙的形状有三角形、梯形和锯齿形。牙嵌离合器结构简单，外廓尺寸小，能传递较大的转矩，故应用较多。但牙嵌离合器只宜在两轴不回转或转速差很小时进行接合，否则牙齿可能会因受撞击而折断。圆盘摩擦离合器有单片式和多片式两种。

3. 制动器（图 2-28）

在车辆、起重机等机械中，广泛采用各种形式的制动器。常见的有片式制动器和带式制动器两种。



图 2-26 联轴器



图 2-27 离合器



图 2-28 制动器

复习思考题

1. 什么是带传动？常见的类型有哪些？
2. 带传动的张紧方法有哪些？其安装与维护应注意什么问题？
3. 齿轮传动有何特点？常见类型有哪些？
4. 轴按承受的载荷不同可分为哪几类？其受力特点如何？
5. 轴承按受力特点不同分为哪几类？各由哪几部分组成？

第二节 常用维修工具

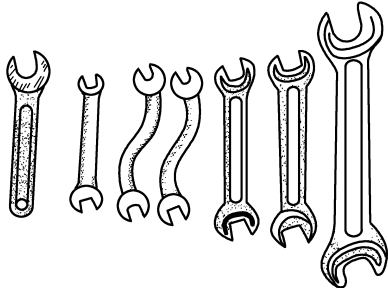
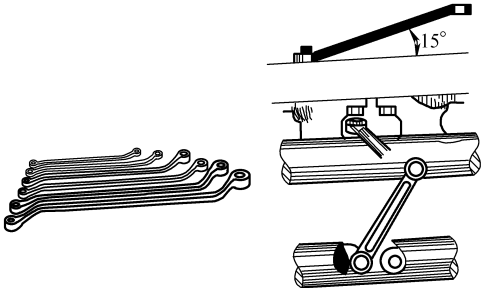
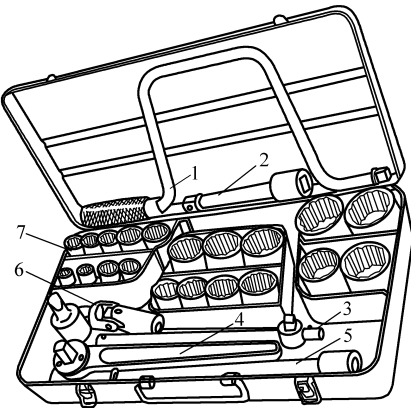
维修工具的种类很多，用途各有不同。工具使用得当与否，直接关系到维修工作能否顺利进行。使用不正确，不但容易损坏机器和器材，甚至发生人身事故。因此，作为汽车维修工作者必须熟悉常用工具的使用。

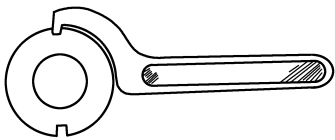
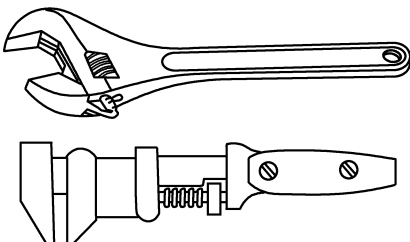
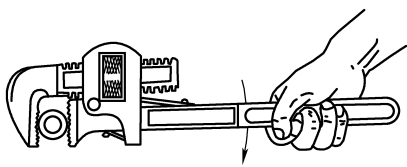
一、扳手

扳手是一种用来拆装各种螺母、螺栓的工具。常用的有开口扳手、梅花扳手、套筒扳手、活动扳手和管子扳手等。

(一) 扳手的种类及用途 (表 2-3)

表 2-3 扳手的种类及用途

扳手的名称	图 例	分 类 及 用 途
开口扳手		开口扳手 (又名呆扳手), 按形状有双头和单头扳手之分。开口扳手用来紧固或拆卸一般标准规格的螺母和螺栓。这种扳手可以直接插入或套入, 使用较为方便。扳手的开口方向与其中间柄部错开一定角度, 通常有 15°、45° 和 90° 等, 借以增加扳手的旋转度, 以便在受限制的部位转动方便。一般的开口扳手通常是 8 件或 10 件为一套, 它的适用范围是 6 ~ 24 mm 或 6 ~ 32 mm (每件上都标有尺寸)
梅花扳手		梅花扳手 (又名眼睛扳手、闭口式扳手), 它和开口扳手的用途相似, 所不同的是两端为花环状的, 如左边的图例。其孔壁一般为 12 边形, 可将螺母和螺栓头部套住, 其扳转力大, 工作可靠, 不易滑脱, 适用于螺栓或螺母周围空间狭小的场合。梅花扳手通常八件为一套, 也有六件或七件为一套的。它的适用范围是 5.5 ~ 27 mm 或 6 ~ 32 mm (每件上都标有尺寸)
套筒扳手	 1—快速手柄; 2—短连接杆; 3—滑动手柄; 4—棘轮手柄; 5—长连接杆; 6—万向接头; 7—套筒	套筒扳手 (又名套筒扳头), 是由一套尺寸不同的套筒和一根弓形的快速摇手柄、万向接头、棘轮手柄、长、短连接杆和套筒手柄等组成。套筒扳手用于拆装开口扳手或梅花扳手不便于拆装的螺母、螺栓, 因为它可根据不同位置的需要, 选择不同形状和长度的连接杆, 配以相应尺寸的套筒来进行拆装。套筒扳手每套件数不同, 用得较多的是 9 件一套, 还有 12 件和 28 件为一套的。它们均装在一个长方形的扁铁盒内, 故使用方便, 效率更高。套筒的适用范围一般是 10 ~ 24 mm 或 10 ~ 32 mm

扳手的名称	图 例	分 类 及 用 途
内六角螺钉扳手		内六角螺钉扳手（又名空心扳手），是专门用来拆装内六角螺钉的（如左边的图例所示）。它是将一段六边形的钢料打弯，再经过热处理。使用时，可根据螺钉所处位置和所需扭力的大小，将任意一头插入六角孔内
钩子扳手		钩子扳手是用来转动圆周上开有槽口的圆螺母的一种扳手
活动扳手		活动扳手（又名活络扳手），有开口活动扳手和猴头活动扳手两种，如左边的图例所示。它的开口宽度可以调节，因此凡在开口宽度尺寸内的螺母、螺栓都适用。使用时，扳手口要调节到与螺母对边紧贴，使扳手可动部分承受“推力”，固定部分承受“拉力”，且用力应均匀。 活动扳手的优点是遇到不规则的螺母或螺栓时，能发挥作用，故使用范围较大；缺点是因其一面可以活动而不太稳固，使用时容易滑脱。当拆装重级工作时，可使用猴头扳手
管子扳手		管子扳手（又名管子钳），用来扳转金属管子或其他圆柱形工件（左边的图例所示）。管子扳手的开口宽度可以调节，开口上有齿槽，工作时会将工件表面咬毛，应尽量避免用它来拆装螺母、螺栓，以免损坏

（二）扳手的使用方法及注意事项

（1）选用各种扳手时，开口（或套筒）的规格必须同螺母、螺栓头的尺寸相符合，否则容易损坏扳手和螺母或螺栓的棱角，而造成拆装困难；若扳手松旷，还容易发生滑出碰伤事故。

（2）使用扳手前应将手和扳手上的油污擦净，以免工作中滑脱。

（3）使用扳手时，最好是拉动，而不要推动；若开始旋松必须推动时，也只能用手掌推动，以免螺母或螺栓突然松动而碰伤手指，使用方法如图 2-29 所示。拉的方向同扳手成直角，才能获得最大的扭力。

（4）不准任意接长扳手柄（如套管子等）使用，以免折断扳手或损坏工件。

（5）不准将扳手当手锤、撬棒使用。

(6) 使用开口扳手, 开始旋松或最后旋紧螺母及螺栓时, 应让较厚的扳口承受拉力; 使用活动扳手时, 要将活动扳口调到卡在螺母或螺栓上不会松动, 拉动时必须使力吃在固定扳口上, 如图 2-30 所示。否则, 容易滑出或使活动扳口断裂。使用管子扳手时, 要让扳口咬紧工作物后, 再用力拉动, 否则会滑脱。

(7) 扳手用完后, 应妥善保管, 防止生锈和被酸碱腐蚀及丢失。

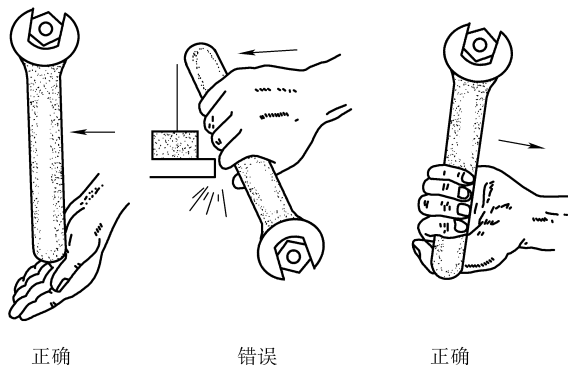


图 2-29 扳手的正确使用

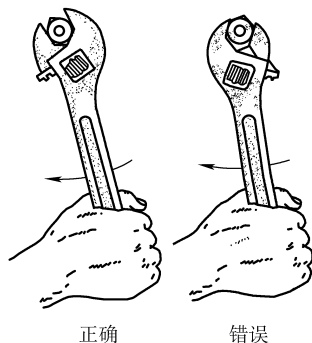


图 2-30 活动扳手的正确使用

二、钳子

钳子是用来夹持、扭弯及切断工作物的工具。它的种类很多, 汽车上常用的有钢丝钳、鲤鱼钳和尖嘴钳三种, 如图 2-31 所示。

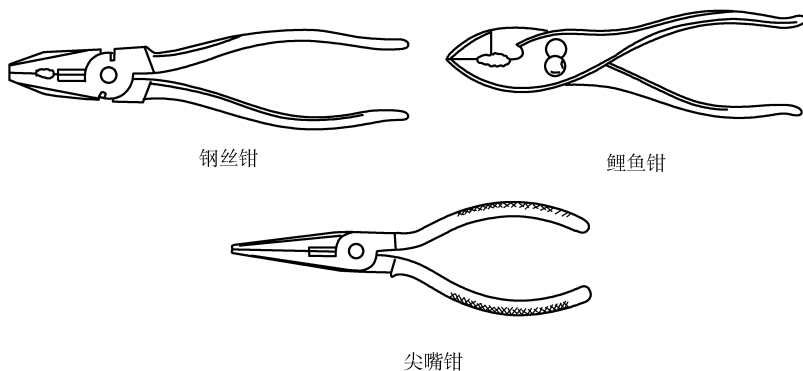


图 2-31 钳子

(一) 钳子的种类及用途

1. 钢丝钳

钢丝钳 (又名克丝钳、花腮钳), 是用来夹持或折断金属薄板及切断金属丝用的, 分为铁柄和绝缘柄两种。铁柄供一般使用, 绝缘柄供有电场合使用。钢丝钳的规格有 150、175 和 200 mm 三种。

2. 鲤鱼钳

鲤鱼钳 (又名菱形钳、鱼钳), 是用来夹持扁形或圆柱形工作物的, 它有两档尺寸, 可以放大或缩小使用, 其规格有 165 和 200 mm 的两种。

3. 尖嘴钳

尖嘴钳（又名尖头钳），在狭小的工作环境夹捏细小工件、拔开口销等。尖嘴钳有铁柄和绝缘柄两种，绝缘柄的多用于电工工作中，其规格有 130、160、180 和 200 mm 四种，一般常用的是 130 和 160 mm 两种。

（二）钳子的使用方法及注意事项

- （1）使用前（后）应擦净钳子上的油污，以免工作时歪扭滑脱。
- （2）弯断或扭弯小的工作物时，应先将其夹牢。
- （3）不能用钳子代替扳手松紧螺母、螺栓，以免损坏其棱角和平面。
- （4）不能用钳子当锤子用或用钳柄代替撬棒（图 2-32），此外，也不可钳子夹持过热的物件，以免损坏或退火。

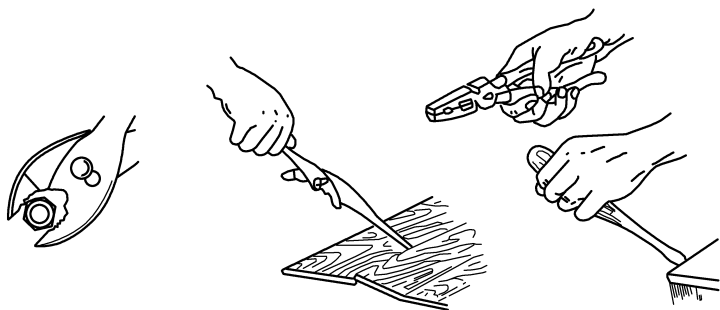


图 2-32 钳子的错误使用

三、螺丝刀

螺丝刀（又名螺丝起子、旋凿、螺钉旋具），是一种用来旋松或紧固带有槽口螺钉的工具。它的刀杆一般是用工具钢制造，头部锻后再经过淬火处理。根据用途，可分为标准螺丝刀、重级螺丝刀、十字形螺丝刀和偏置螺丝刀共 4 种，如图 2-33 所示。它们的规格通常以其杆的长度来表示，一般在 50 ~ 350 mm 范围内。

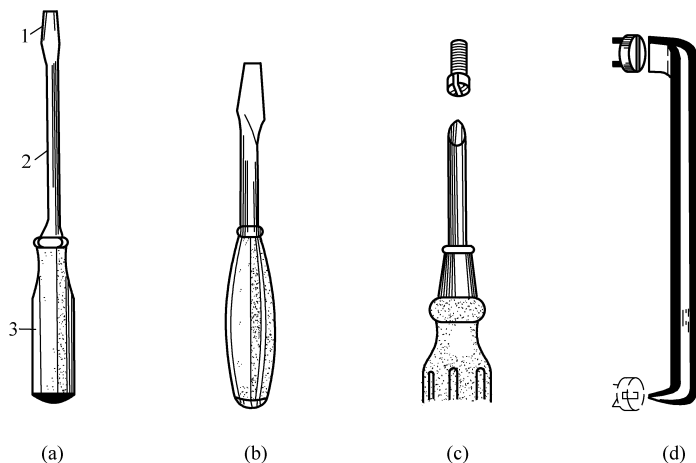


图 2-33 螺丝刀

（a）标准螺丝刀；（b）重级螺丝刀；（c）十字螺丝刀；（d）偏置螺丝刀

1—刀口；2—刀杆；3—手柄

（一）螺丝刀的种类及用途

1. 标准螺丝刀

标准螺丝刀是最常用的一种螺丝刀，为木柄（不穿心柄）；有的用胶柄或塑料柄，其柄部有一定的绝缘性能，适用于带电场合工作。

2. 重级螺丝刀

重级螺丝刀的外形与标准螺丝刀相似，为夹柄（穿心柄），杆既短又粗，而刀口却又宽又厚，能承受较大扭力，并可在尾部作适当锤击，较一般螺丝刀经久耐用，一般用来拆装较大螺钉或锁紧保险垫片。

3. 十字形螺丝刀

十字形螺丝刀的刀口是十字形的，专用来拆装有十字形槽口的螺钉。其优点是在拆装螺钉时不易滑脱，也不易损坏螺钉槽口。

4. 偏置螺丝刀

偏置螺丝刀是用来拆装其他螺丝刀难于拆装的螺钉。它的两端都有刀口且相互垂直，在旋转螺钉时，可以轮换使用。使用这种螺丝刀因给它的压力较小，所以必须使螺丝刀口与螺钉槽口完全吻合，才能顺利地拆装。

（二）螺丝刀的使用方法及注意事项

（1）根据螺钉头槽口的宽度选择合适的螺丝刀，一般选择的尺寸是：螺钉头槽宽 3 mm 以下，用规格 100 mm 的螺丝刀；槽宽 6 ~ 10 mm，用规格 150 ~ 200 mm 的螺丝刀，槽宽 12 mm 以上用规格 250 ~ 300 mm 的螺丝刀。

（2）刀口与螺钉槽应清洁干净。使用时螺丝刀应垂直对正螺钉头的开口槽，刀口插入槽后，要用手心抵住螺丝刀柄端，然后再扭。当开始旋松或最后旋紧螺钉时，应用力将螺丝刀压紧，再用手腕转动。当螺钉松动后即可使手心轻压螺丝刀柄，用拇指、中指和食指快速转动。使用较长螺丝刀时，可用右手压紧和转动手柄，左手握住螺丝刀杆中间，以免滑脱（如图 2-34 所示）。

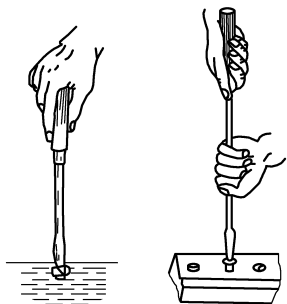


图 2-34 螺丝刀使用方法

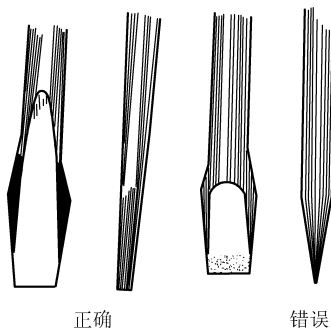


图 2-35 螺丝刀口的形状

（3）禁止将工作物拿在手上拆装螺钉，以防螺丝刀滑出伤手。

（4）螺丝刀使用日久刀口往往会被磨钝，拆装螺钉时容易滑出，因此对磨钝的螺丝刀应按标准式样在砂轮上磨好，如图 2-35 所示。

（5）禁止将螺丝刀当撬棒或凿子使用，也不准用扳手或钳子来增加扭力，以防扭断或折弯螺丝刀，如图 2-36 所示。

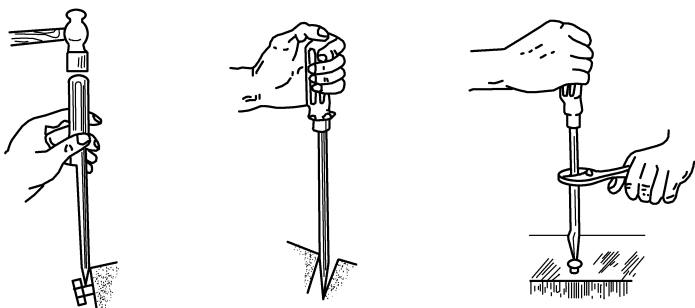


图 2-36 螺丝刀的错误使用

四、冲子

冲子是用来冲出钻孔时的起始中心或冲出铆钉、销子等，在汽车维修中，常用作打记号及在制作填料时冲出孔眼。通常用的冲子有尖头冲、平头冲和空心冲三种（如图 2-37 所示）。冲子由中碳钢、高碳钢或工具钢制成。

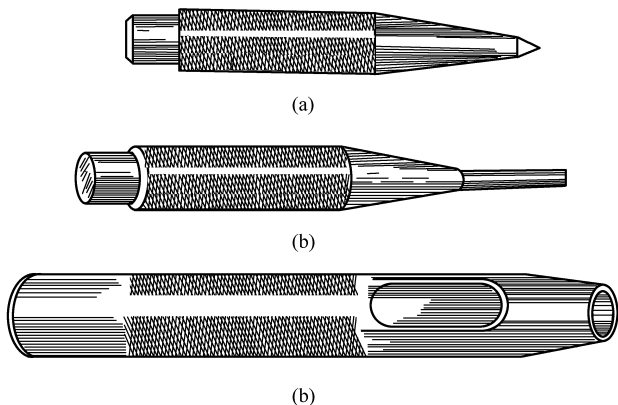


图 2-37 冲子

(a) 尖头冲；(b) 平头冲；(d) 空心冲

1. 尖头冲

尖头冲长约 50 ~ 120 mm，中部有滚花，有的由六角钢制成。尖头冲可用来在工件上打样冲眼，以便钻孔；也可用在拆装机器时打位置记号。

2. 平头冲

平头冲主要用来冲出销子及铆钉。

3. 空心冲

空心冲（又名打眼冲）。用于非金属材料（如皮革制品、橡胶板和石棉板等）上冲制圆孔，在使用时要选择好直径适宜的冲子，并须在工作物下垫以纵纹木块。

五、手锤

手锤（又名榔头），是凿切、矫正、铆接和装配等工作的敲击工具，它由锤头和锤柄两部分组成。手锤的规格是根据锤头的重量（kg）来标定的，球头手锤规格一般有：0.25、

0.50、0.75、1.00、1.25 和 1.50 kg 六种。

1. 手锤的种类及用途

手锤分为软手锤和硬手锤两类。硬手锤的锤头由碳钢淬硬制成，常用的有圆头和方头两种，如图 2-38 所示。硬手锤一般用于凿切、拆装工作用。软手锤的锤头用硬铝、铜、硬橡胶或硬木制成。凡工作物经不起钢锤敲击（易敲毛、敲伤）的均应选用软手锤。手柄一般多用坚韧的木料（檀木、华木和榆木等）制成椭圆形，其锤柄长约为 300 ~ 350 mm。

2. 手锤的使用方法与注意事项

- (1) 使用前，必须检查锤柄有无松动或破裂现象，以免工作中锤头飞出发生危险。
- (2) 使用时，应将手上和手锤上的油污擦净，以防工作中滑出损物伤人。
- (3) 以右手握住锤柄的后端（以柄尾伸出手掌 15 ~ 30 mm 为宜），锤击时，锤头不可东倒西歪，锤面应与工作物平行接触，眼睛应注视工作物。
- (4) 挥锤方法有手挥、肘挥和臂挥三种。手挥是靠手腕的前后弯曲运动，锤击力较小，适用于铲凿开始和结尾；肘挥是靠手腕和肘的运动。这种挥锤法击力较大，又比较省力，适用于各种作业；臂挥是肘和上臂一起运动，需要重击时才这样挥锤。

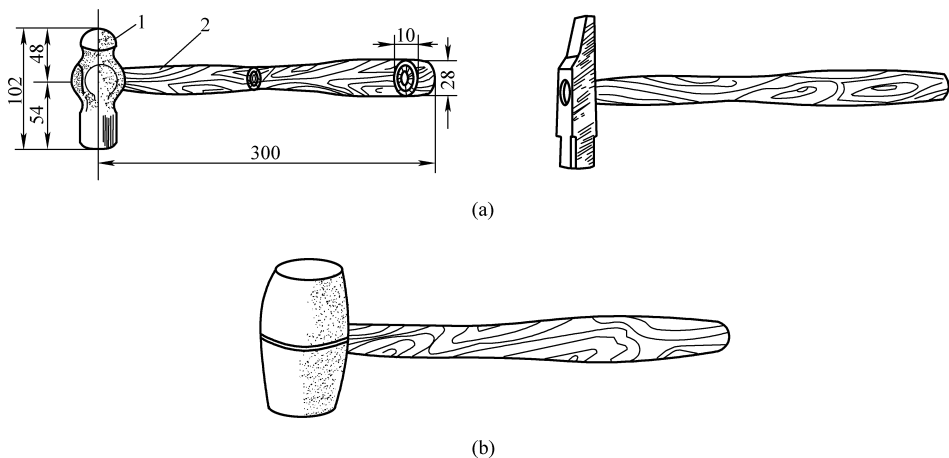


图 2-38 常用手锤

(a) 硬手锤；(b) 软手锤

1—锤头；2—锤柄

六、手锯

手锯的组成及使用如表 2-4 所示。

七、锉刀

锉刀的组成及使用如表 2-5 所示。

八、钻头

钻头有麻花钻、中心钻、扁钻及深孔钻等，其中应用最广泛的是麻花钻（如表 2-6 所示）。

表 2-4 手锯的组成及使用

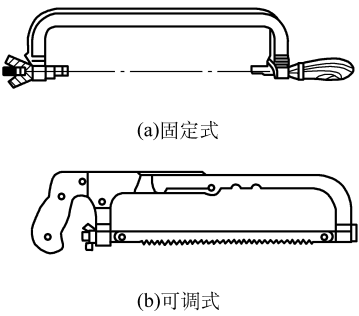
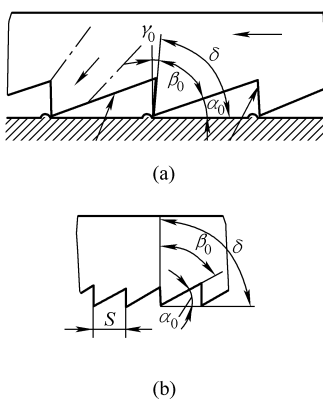
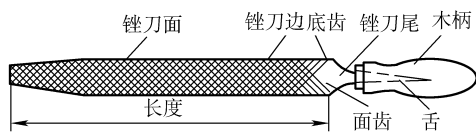
名称	图 例	说 明	使 用
锯弓	 (a)固定式 (b)可调式	锯弓的作用是张紧锯条，且便于双手操作。有固定式和可调节式两种，一般都选用可调节式锯弓，这种锯架分为前后两段。前段套在后段内可伸缩，故能安装几种长度规格的锯条，灵活性好，因此得到广泛应用	两种锯弓各有一个夹头。夹头上的销子插入锯条的安装孔后，可通过旋转翼形螺母来调节锯条的张紧程度
锯条	 (a) (b)	锯条是用来直接锯削材料或工件的刀具，其规格是以两端安装孔的中心距来表示的。常用的锯条规格是 300 mm，其宽度为 10 ~ 25 mm，厚度为 0.6 ~ 1.25 mm。 锯条的切削部分由许多均布的锯齿组成。常用的锯条后角 $\alpha_0 = 40^\circ$，楔角 $\beta_0 = 50^\circ$，前角 $\gamma_0 = 0^\circ$，如左边的图例所示。制成这一后角和楔角的目的，是使切削部分具有足够的容屑空间和使锯齿具有一定的强度，以便获得较高的工作效率	锯条安装时应使锯齿方向与切削方向一致

表 2-5 锉刀组成及使用

基本内容	相 关 知 识	图例及有关参数
锉刀的构造及各部分名称	组成： 手柄； 锉身	

续表

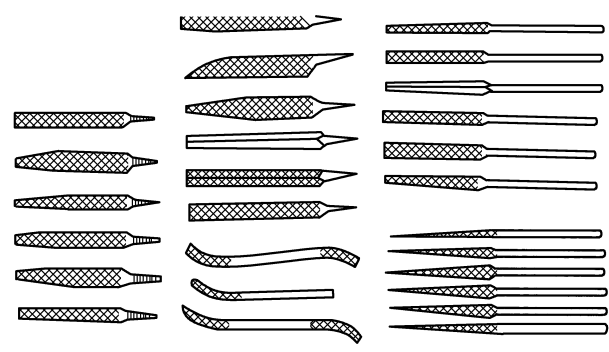
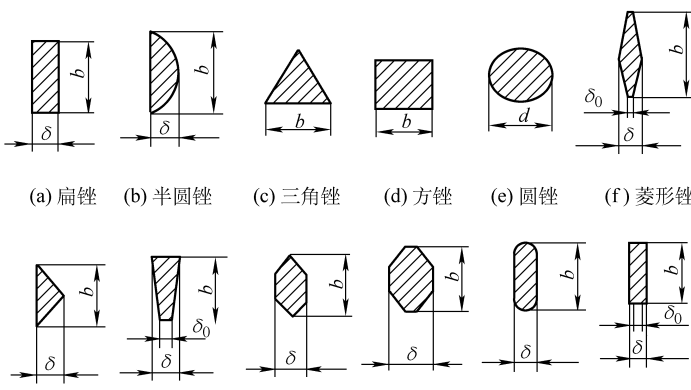
基本内容	相关知识	图例及有关参数
锉刀的类型	分类（据用途）： 钳工锉； 异形锉； 整形锉	 (a) 钳工锉 (b) 异形锉 (c) 整形锉
锉刀的断面形状	钳工锉按锉刀近光坯锉身处的断面形状不同，又可分为扁锉、半圆锉、三角锉、方锉、圆锉等。其断面形状如图（a）～（e）所示。 异形锉用于加工特殊表面。按其断面形状不同，又可分为菱形锉、单面三角锉、刀形锉、双半圆锉、椭圆锉、圆边扁锉、棱边锉等。其断面形状如图（f）～（l）所示	 (a) 扁锉 (b) 半圆锉 (c) 三角锉 (d) 方锉 (e) 圆锉 (f) 菱形锉 (g) 单面三角锉 (h) 刀形锉 (i) 双半圆锉 (j) 椭圆锉 (k) 圆边扁锉 (l) 棱边锉
锉刀的规格	钳工锉的规格是指锉身的长度；异形锉和整形锉的规格指锉刀全长	钳工锉的长度规格有 100、125、150、200、250、300、350、400、450 mm 几种 异形锉的长度规格为 170 mm 整形锉的长度规格有 100、120、140、160、180 mm 几种
锉纹的主要参数	锉纹号是表示锉齿粗细的参数，按每 10 mm 轴向长度内主锉纹条数划分	钳工的锉纹号共分 5 种，分别为 1～5 号，锉齿的齿高不应小于主锉纹法向齿距的 45% 异形锉、整形锉的锉纹号共分 10 种，分别为 00、0、1、…、7、8 号，锉齿的齿高应不小于主锉纹法向齿距的 40%，而在距锉刀梢端 10 mm 长度内齿高不小于 30%；用切齿法制成的锉刀齿高不小于主锉纹法向齿距的 30%

表 2-6 麻花钻各组成部分及作用

组成 部分		作 用	图 例
柄部		被机床或电钻夹持的部分，用来传递扭矩和轴向力。按形状不同，柄部可分为直柄和锥柄两种。直柄所能传递的扭矩较小，用于直径在 13 mm 以下的钻头。当钻头直径大于 13 mm 时，一般都采用锥柄。锥柄的扁尾既能增加传递的扭矩，又能避免工作时钻头打滑，还能供拆钻头时敲击之用	 (a) 锥柄 (b) 直柄 (c) 切削部分
颈部		位于柄部和工作部分之间，主要作用是在磨削钻头时供砂轮退刀用。其次，还可刻印钻头的规格，商标和材料等，以供选择和识别	
工作部分	切削部分	切削部分承担主要的切削工作。切削部分的六面五刃，如图 (c) 所示 (1) 两个前面：切削部分的两螺旋槽表面 (2) 两个后面：切削部分顶端的两个曲面，加工时它与工件的切削表面相对 (3) 两个副后刀面：与已加工表面相对的钻头两棱边 (4) 两条主切削刃：两个前刀面与两个后刀面的交线，其夹角称为顶角 (2ϕ)，通常为 $116^\circ \sim 118^\circ$ (5) 两条副切削刃：两个前刀面与两个副后刀面的交线 (6) 一条横刃：两个后刀面的交线	
	导向部分	在钻孔时起引导钻削方向和修光孔壁的作用，同时也是切削部分的备用段。导向部分的各组成要素的作用如下。 (1) 螺旋槽：两条螺旋槽使两个刀瓣形成两个前刀面，每一刀瓣可看成是一把外圆车刀。切屑的排出和切削液的输送都是沿此槽进行的 (2) 棱边：在导向面上制得很窄且沿螺旋槽边缘突起的窄边称为棱边。它的外缘不是圆柱形，而是被磨成倒锥，即直径向柄部逐渐减小。这样，棱边既能在切削时起导向及修光孔壁的作用，又能减少钻头与孔壁的摩擦	
	钻心	两螺旋形刀瓣中间的实心部分称为钻心。它的直径向柄部逐渐增大，以增强钻头的强度和刚性	

复习思考题

- 1. 常用扳手有哪几种类型？使用开口扳手和活络扳手应注意什么问题？
- 2. 使用螺丝刀时应注意什么问题？
- 3. 简述手锤的使用方法与使用注意事项。
- 4. 简述钻头的组成及各部分的功用。

第三节 常用量具、卡具

在汽车维修中，通常需要对零件的磨损及配合状况进行检查，以确定其可用程度。而这些检查是要辅以量具、卡具来完成的，因此了解量具、卡具的构造，掌握其使用方法是非常重要的。本节主要介绍游标卡尺、千分尺、百分表、量缸表、厚薄规的使用方法。

一、长度与体积计量单位

(一) 长度单位

世界各国使用的长度单位主要有两种：一种是国际单位制（现代米制），一种是英制（吋制）。目前多数国家采用国际单位制，我国的基本计量单位制是国际单位制。

1. 国际单位制的长度单位

国际单位制的基本长度单位是“米”，其他常用的单位还有“毫米”、“微米”等。

1 米 = 1 000 毫米，1 毫米 = 1 000 微米，我国长度单位的名称、符号及换算关系如表 2 - 7 所示。

表 2 - 7 我国长度单位的名称及符号

单位名称	米	分 米	厘 米	毫 米	微 米
单位符号	m	dm	cm	mm	μm
对“米”的比	基本单位	1/10	1/100	1/1 000	1/1 000 000
与毫米的关系	1 000 毫米	100 毫米	10 毫米		0.001 毫米

2. 英制长度单位

英制基本长度单位是“码”，在实际使用中，常采用比“码”小的单位“英寸”（吋）。

英制长度单位之间的换算关系是：1 码 = 3 英尺（呎），1 英尺 = 12 英寸（吋），1 英寸 = 8 分。

英制与国际单位制的长度单位换算关系是：1 英寸 = 25.4 毫米；1 分 = 3.175 毫米；1 毫米 = 0.03 937 英寸。

(二) 体积与容积

体积表示物体所占空间的大小。容积一般指容器的内部体积，即表示内部空间的大小。体积与容积的常用单位有：立方米（m³）、升（L）、毫升（mL），它们之间的换算关系是：1 立方米（m³） = 1 000 升（L），1 升（L） = 1 000 毫升（mL）。

二、游标卡尺

游标卡尺是一种精度比较高的常用量具，可用来测量零件的长度、宽度、深度和内外圆直径等。

游标卡尺的精度同其游标刻度值有关。根据游标刻度值的不同，游标卡尺分为 0.10、0.05 和 0.02 mm 等数种。游标卡尺的规格有 0 ~ 125、0 ~ 200、0 ~ 300、0 ~ 500 和 0 ~ 1 000 mm 等几种。

（一）游标卡尺的构造

游标卡尺的构造如图 2-39 所示，它由带有刻度的主尺、可以滑动的副尺、固定卡脚、活动卡脚、深度尺和固定螺钉等组成。固定卡脚同主尺制成一体，活动卡脚同副尺制成一体，固定螺钉用来固定副尺。上卡脚测量内表面，下卡脚测量外表面。有的精密游标卡尺在副尺的后端装有微动游框（拖板），用来做精密调整。

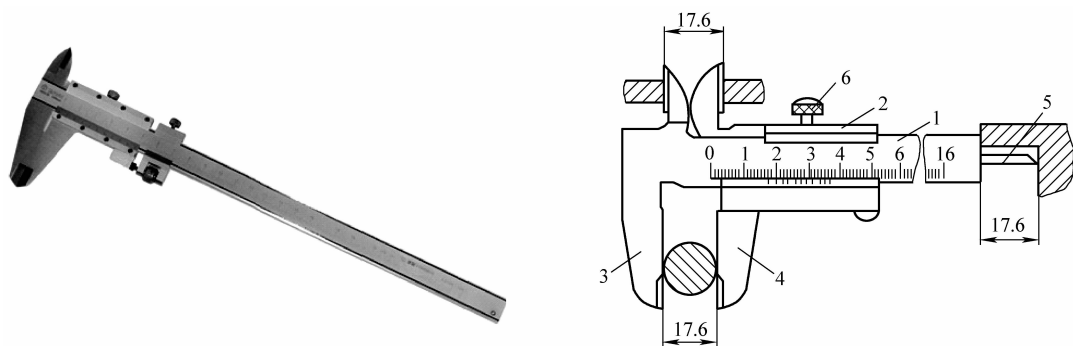


图 2-39 游标卡尺的构造

1—主尺；2—副尺；3—固定卡脚；4—活动卡脚；5—深度杆；6—固定螺钉

（二）游标卡尺的刻度原理及读法

1. 1/10 mm 游标卡尺的刻度原理

1/10 mm 游标卡尺的测量精度为 0.10 mm。主尺的刻度每格为 1 mm，取主尺上 9 mm 长度分成 10 等份刻成副尺，则副尺每格长度为 0.9 mm，从而得到主尺每格长度与副尺每格长度之差为 0.1 mm ($1 - 0.9 = 0.1$)。当主、副尺零线后第一条刻线对齐时，两卡脚间的距离为 0.1 mm（即为副尺第一条刻线与主尺第一条刻线之间的距离）；若是第二条刻线对齐时，则为 0.2 mm，以此类推。

1/10 mm 游标卡尺，为了读数清晰，将副尺刻度的每格加宽 1 mm，故有的 1/10 mm 卡尺副尺每格为 1.9 mm。它的读数方法如下。

（1）从主尺上查看整数，即找出副尺零线前主尺上的整数，如图 2-40 所示的整数为 22 mm。

（2）从副尺上查看小数，即找出副尺上零线后第几条刻线与主尺上任一刻线对齐，即为几个 0.1 mm，图 2-40 所示为 0.7 mm。

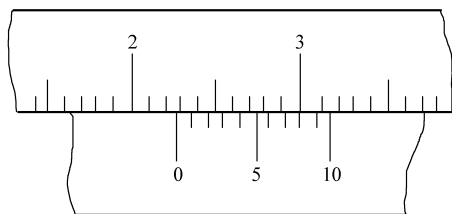


图 2-40 1/10 mm 游标卡尺读数方法

(3) 将两数相加。将所得的整数与小数相加,即得出所需读数,图 2-40 所示读数为 22.7 mm。

2. 1/20 mm 游标卡尺的刻度原理

1/20 mm 游标卡尺的测量精度为 0.05 mm。主尺上的刻度同 1/10 mm 卡尺相同,取主尺上 19 mm 分成 20 等份,刻成副尺,则副尺每格长度为 19/20 mm,即 0.95 mm。那么,主尺每格长度与副尺每格长度差为 0.05 mm ($1 - 0.95 = 0.05$)。当主副尺零线后第一条刻线对齐时,两脚间的距离(即副尺第一条刻线与主尺第一条刻线距离)为 0.05 mm,第二条刻线对齐时,则为 0.10 mm,以此类推。为了计算方便,副尺从零线开始每隔 5 格标有 25、50、75 和 100 的数字,如图 2-41 (a) 所示。

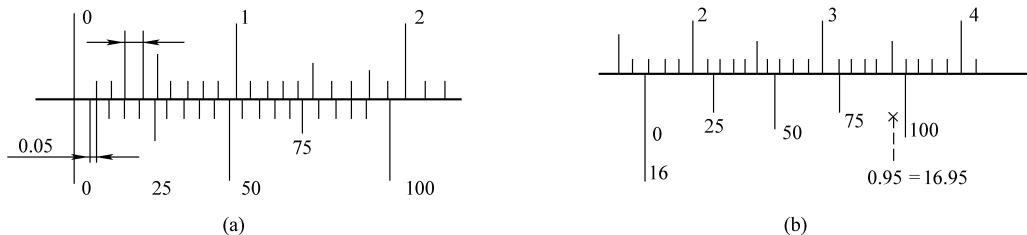


图 2-41 1/20 游标卡尺刻度原理与读数方法示意图

1/20 mm 游标卡尺为了读数清晰,将副尺刻度每格加宽 1 mm,故有的 1/20 mm 卡尺的副尺每格为 1.95 mm。它的读数方法与 1/10 mm 游标卡尺相同,图 2-41 (b) 所示为 16.95 mm。

(三) 游标卡尺的使用方法

使用游标卡尺测量工件时,必须注意测量时的握法以及卡脚与工件表面的平行和垂直性,这样才可以得出正确的尺寸。一般在使用前,先将工件和卡尺擦拭干净,并检查主尺与副尺零线是否对齐。使用时,应根据测量精度的要求和测量部位的情况,选择合适的游标卡尺,然后左手拿工件,右手握卡尺,拇指移动副尺,使测量面接触工件,读取尺寸。

1. 测量外部尺寸

测量外部尺寸时先把卡脚张开,使固定卡脚的测量面贴靠工件后,再轻而稳地移动副尺,使活动卡脚的测量面接触工件,最后读出尺寸。测量时不可使活动卡脚的测量面先接触工件,卡脚也不得歪斜,应用卡脚测量面的中间部位夹住工件,如图 2-42 所示。

2. 测量内部尺寸

测量工件的槽宽或内径时,先使固定卡脚的测量面接触工件,再移动副尺,使活动卡脚的测量面垂直地接触工件,读出尺寸,如图 2-43 所示。

3. 测量孔或槽的深度

测量工件不通孔和槽的深度时,使主尺端部抵住孔或槽的表面,并使主尺与孔或槽的轴线平行,移动副尺使深度尺慢慢接触底面,读出尺寸,如图 2-44 所示。

总之,游标卡尺的使用可概括为轻、平、稳、准四个字。

轻:卡脚接触工件要轻,不可使卡脚测量面与工件碰撞。

平:固定卡脚与工件接触要平,暂时不用、临时放置要平,以免使主尺弯曲。

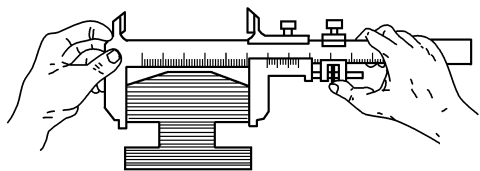


图 2-42 用游标卡尺测量外部尺寸的方法

稳：手持工件、卡尺要稳。

准：读数要看得准确。

(四) 游标卡尺的使用注意事项

(1) 游标卡尺只限用来测量精密零件，不可在毛坯等粗糙面上测量，以免卡脚磨擦损坏。

(2) 不准用游标卡尺测量高温及正在旋转的零件。

(3) 游标卡尺用完后要擦干净，并松开固定螺钉，在两卡脚的测量面上涂一层薄薄的润滑油，以防生锈。

(4) 要特别注意卡脚测量面的光滑无损，两卡脚合拢或分开时，用力不可太大。

(5) 不准同其他工具混放在一起，以免碰伤。应存放在清洁、干燥、无振动和无腐蚀性气体的合适地方。

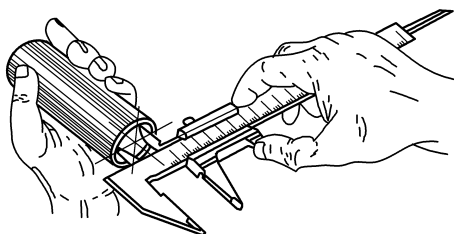


图 2-43 用游标卡尺测量孔的方法

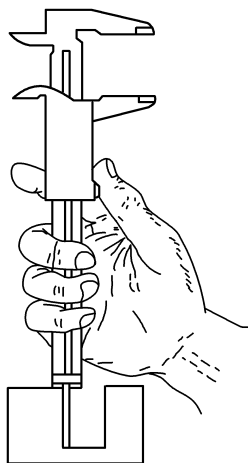


图 2-44 用游标卡尺测量深度的方法

三、外径千分尺

外径千分尺（又名外径百分尺，外径分厘卡）是一种精密量具，主要用来测零件的外尺寸，它比游标卡尺精度高，使用方便、准确，看尺寸时比较清晰。

外径千分尺的规格以测量范围划分，有 0 ~ 25、25 ~ 50、50 ~ 75、75 ~ 100、100 ~ 125 和 125 ~ 150 mm 等。它们的测量精度通常都是 0.01 mm，所以实际上是百分尺，但一般习惯都称做千分尺。

(一) 外径千分尺的构造及刻度原理

外径千分尺主要由弓架、固定测杆、活动测杆、制动环、固定套管、活动套管和棘轮等组成，如图 2-45 所示。

外径千分尺是根据螺旋副的原理，将角度位移变为直线位移，利用固定套管和活动套管之间的刻度关系而达到 0.01 mm 的精度。在带螺母的固定套管轴向表面刻有基线，基线上下均匀地刻了许多毫米刻线，上下相近两条刻线之间错开 0.5 mm。如果就基线的上下一边来说，每两条刻线之间为 1 mm。在带测杆的活动套管圆锥面上刻有 50 条刻线。由于活动测杆后面有精密螺纹，螺距是 0.5 mm，所以当活动套管转一周时，活动测杆就移动 0.5 mm，同时活动套管就遮住或露出固定套管的一条刻线。所以，当活动套管每转一格时（即 1/50 周），活动测杆的移动量为： $0.5 \times 1/50 = 0.01 \text{ mm}$ ，即千分尺的测量精度为 0.01 mm。

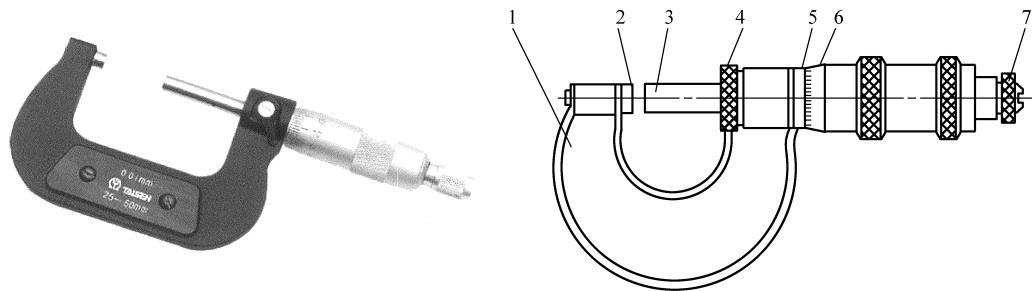


图 2-45 外径千分尺构造示意图

1—弓架；2—固定测杆；3—活动测杆；4—制动环；5—固定套管；6—活动套管；7—棘轮

(二) 外径千分尺的读法

(1) 先读整数。看活动套管左边固定套管上露出的刻线是多少。特别要注意的是看 0.5 mm 的刻线是否露出来，否则就会少读或多读 0.5 mm。

(2) 读小数。看活动套管的哪条刻线与固定套管上的轴向刻线对齐。如果 0.5 mm 的刻线没露出来，那么活动套管与固定套管轴向刻线对齐的线，即读得毫米小数；如果 0.5 mm 的刻线露出来，那么还要加上 0.5 mm 才是真正的得数。

(3) 两次读数相加。把测得的两个读数相加即为千分尺的读数。

图 2-46 (a) 的读数：固定套管露出的数值是 5 mm，活动套管的刻线所对齐的数值是 0，所以读数是： $5 + 0 = 5$ mm。

图 2-46 (b) 的读数：固定套管露出的数值是 5 mm，活动套管刻线所对齐的数值是 0.37 mm，所以读数是： $5 + 0.37 = 5.37$ mm。

图 2-46 (c) 的读数：固定套管露出的数值是 5 mm，活动套管刻线所对齐的数值是 0.5 mm，所以读数是： $5 + 0.5 = 5.5$ mm。

图 2-46 (d) 的读数：固定套管露出的数值是 5 mm，活动套管露出的数值是 0.875 mm，所以读数是： $5 + 0.875 = 5.875$ mm。

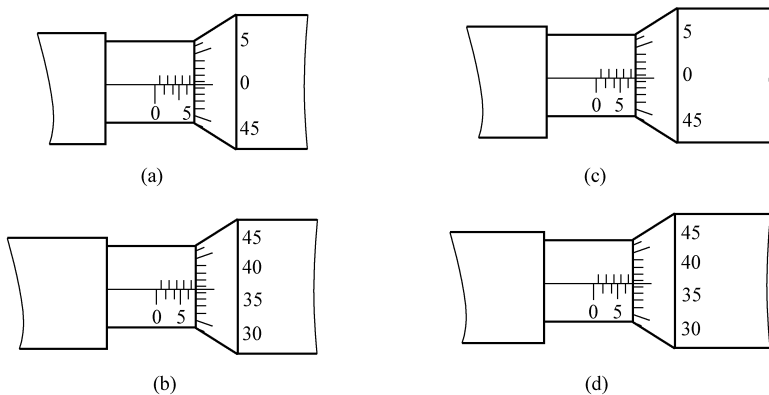


图 2-46 千分尺读数示例

(三) 外径千分尺的使用方法

(1) 使用前应检查千分尺的零位是否正确。检查时，将千分尺的测量面擦干净，然后

转动活动套管，使测量面接近，再转动棘轮，使测量面接触，直到发出嘎嘎的响声时，查看活动套管圆锥面的零线与固定套管上的基线是否重合。如不重合应查明原因，并排除。

(2) 使用前还应注意其灵敏性。先用干净软布擦净两个测量面，然后转动棘轮，棘轮应能带动活动套管灵活地转动，在全程内不许有卡滞或活动套管与固定套管互相摩擦的现象；用手把活动套管固定住，或用制动环把活动测杆紧固住后，棘轮应能发出清脆的嘎嘎响声。

(3) 在测量时，应将被测工件擦净，当两个测量杆接近工件时，就不要再转动活动套管，以免损坏千分尺或影响精度。一般只转动棘轮，等到棘轮发出嘎嘎响声后，可轻轻晃动千分尺，使测量面和工件表面很好地接触（要使整个测量面与工件表面接触，避免只用测量面的边缘接触），必要时可再转一下棘轮，最后读得数。如果要将千分尺拿下来读数，应先用制动环将活动测杆固定住，再取下来读数。

(4) 为了消除测量误差，最好在同一位置多测几次，取其平均值。

(5) 在比较大的范围内调节千分尺时，起初应转动活动套管，而不应转动棘轮，这样既节省时间又防止棘轮过早磨损。但不要快速转动活动套管，以防活动测杆猛撞被测工件而损坏千分尺。退尺时，应转动活动套管，而不应转动后盖或棘轮，以防后盖松动影响“0”位或使棘轮过早磨损。

(6) 测量方法如图 2-47 所示。

图 2-47 (a) 为把工件放在平台上进行测量的方法。

图 2-47 (b) 为把千分尺用软物垫好后夹在台钳上进行测量的方法。

图 2-47 (c) 为用千分尺测量较小工件的方法。

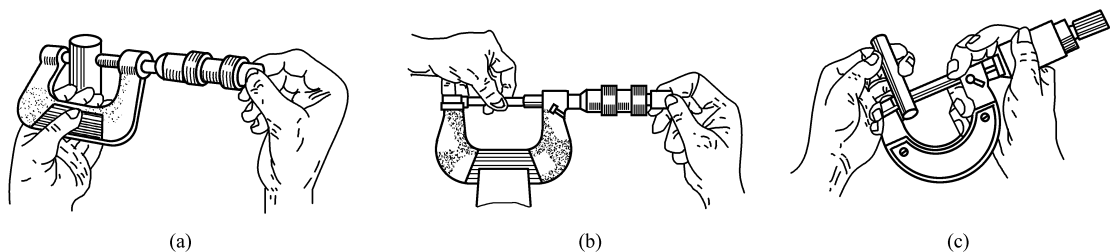


图 2-47 用外径千分尺测量零件的方法

(四) 外径千分尺零位的调整方法

外径千分尺在使用之前，必须进行零位检查，看活动套管圆锥面上的零线与固定套管基线的零线是否重合，如不重合必须调整，其调整方法如下。

1. 0~25 mm 千分尺的调整方法

0~25 mm 千分尺调整时可直接校对。首先转动活动套管，使活动测量杆和固定测量杆轻轻接触，再用制动环将活动测量杆紧固住，松开后盖（螺帽），再转动活动套管使其圆锥面上的零线与固定套管基线的零线重合，用左手捏住活动套管，使其不转动，右手上紧后盖，最后松开制动环，再转动活动套管，当棘轮发出响声时再查看零位是否正确，如正确即为调整完毕，否则必须重复上述步骤再进行调整。

2. 25 mm 以上的千分尺的调整方法

25 mm 以上的千分尺调整应用校准棒或量块进行校正，其方法是把校准棒或量块当作被

测量工件来进行测量,若这时千分尺上的读数同校准棒或量块的标准尺寸相同,则说明零位已校准。如读数同校准棒或量块标准尺寸不符,则说明零位不准。调整方法与0~25 mm千分尺一样。

(五) 外径千分尺的使用注意事项

- (1) 注意清洁。使用后要细心擦净,妥善放入盒内,以免损坏。
- (2) 禁止用千分尺测量运转或高温机件。
- (3) 千分尺只限于用来测量精密零件,绝不可用来测量毛坯等粗糙表面。
- (4) 校准棒或量块要保持完好无损。当必须拆卸保养时,应特别注意其螺纹防碰。使用时不可用力拧紧活动套管。
- (5) 严禁将千分尺当卡规用,或当锤子敲击他物等。

四、内径千分尺

内径千分尺(又称内径百分尺、内径分厘卡)是用来测量零件的孔径、沟槽等的内尺寸,以判定与其公称尺寸的偏差数。它的规格有50~300、50~550 mm等。

(一) 内径千分尺的构造及使用方法

1. 内径千分尺的构造及刻度原理

内径千分尺由测量杆、活动套管、内部带有螺纹外部刻有基线的固定套管、制动螺钉和测量头等组成,如图2-48(a)所示。

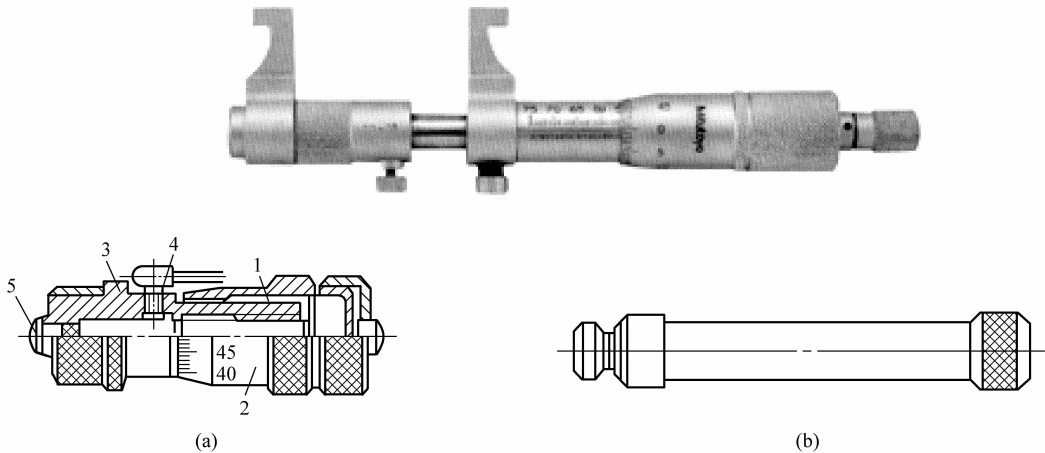


图2-48 内径千分尺

1—测量杆;2—活动套管;3—固定套管;4—制动螺钉;5—测量头

内径千分尺的刻度原理与外径千分尺相同。它的基本测量头的最大测量限度为50~75 mm。为了增加测量范围,可在内径千分尺上旋入加长杆,如图2-48(b)所示。成套的内径千分尺附有一套加长杆,根据测量范围进行选用,在加长杆上刻有测量范围的数字。为测量精确起见,内径千分尺的两端与机件接触的部位都带有弧形。

2. 内径千分尺的使用方法

内径千分尺的使用方法如图2-49所示。使用前先用卡钳或直尺量出被测零件的大概尺寸,再选用合适的内径千分尺。使用时,以左手将固定套管与被测零件孔壁相接触,右手转

动活动套管，使其测量头与孔壁接触后，再将制动螺钉拧紧，读测量尺寸。

使用内径千分尺时，要注意把千分尺拿平，在转动活动套管时，要一边转动一边在水平位置左右稍微摆动，以便量取最大直径。

（二）内径千分尺的校正

内径千分尺在使用前，一般需要进行检查，如有误差，必须加以校正，其方法步骤如下。

（1）转动活动套管，使其圆锥面上的“0”线与刻有基线的固定套管 50 刻线对齐，然后用 25 ~ 50 mm（或 50 ~ 75 mm）的外径千分尺测量其长度，检查内径千分尺本身最小长度是否等于 50 mm。

（2）当内径千分尺本身长度小于 50 mm 时，可用专用扳手将固定套管的测量头拧松一些，然后再用外径千分尺检查，直至准确无误为止（有些内径千分尺也可以调整活动套管的测量头）。

（3）当内径千分尺安装加长量杆后，也可以用类似上述的方法进行检查校正。

内径千分尺的保管注意事项与外径千分尺相同。

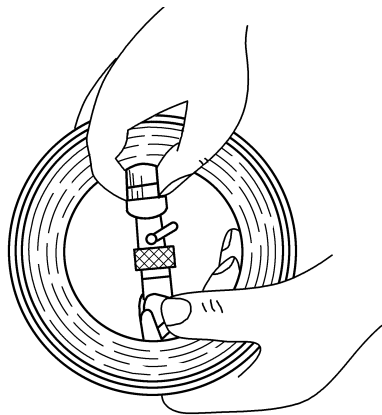


图 2-49 内径千分尺测量孔径的方法

五、百分表

百分表（又名千分表）是一种测量精度较高的量具，常用来测量零件的平面度、圆度、同轴度和平行度等。它的测量精度为 0.01 mm。其规格以测量范围分，一般有 0 ~ 3、0 ~ 5 和 0 ~ 10 mm 等几种。

1. 百分表的构造及刻度原理

百分表做成钟表形式，它是利用齿轮 - 齿条传动机构把测杆的直线运动变成指针在刻度圆盘上的角度位移来达到测量的目的，其构造如图 2-50 所示。

测量杆 1 的一端有齿条，用来带动旁边 16 齿的小齿轮 2。在小齿轮 2 的轴上装有一只 100 齿的大齿轮 4，这只大齿轮 4 又带动中间一个装有长指针的 10 齿小齿轮 5，长指针绕刻度圆盘面转动。测量杆 1 和指针靠回位弹簧 8 回位。10 齿小齿轮 5 还带动一个大齿轮，其轴下端装有游丝，用来消除齿轮啮合的间隙，以保证百分表的灵敏度。装在与 100 齿大齿轮同轴上的小指针用来记录长指针的转数。

百分表的工作传动关系是：当测量杆上升时，测杆上端齿条 1 → 16 齿小齿轮 2 → 100 齿大齿轮 4（因同轴，小指针 3 同时转动）→ 10 齿小齿轮 5（因同轴，大指针同时转动）→ 齿轮 6。测量杆的回位，是由于压板 7、弹簧 8 的拉力作用，使测量杆 1 恢复到最低位置。

百分表的刻度原理是：百分表内的齿条和齿轮的周节（一齿）是 0.625 mm。当测量杆 1 上升 16 齿时（即 $0.625 \text{ mm} \times 16 = 10 \text{ mm}$ ），16 齿小齿轮 2 正好转 1 周，其同轴上 100 齿大齿轮 4 也随着转 1 周，这就使与之相啮合的 10 齿小齿轮 5 及其同轴上的长指针刚好转 10 周，即当测量杆上升 10 mm 时，长指针要转 10 周。那么当测量杆上升 1 mm 时，长指针便转 1 周。刻度圆盘面上均匀地刻着 100 个小格。因此，长指针每转过 1 格就代表测量杆上升了 0.01 mm。

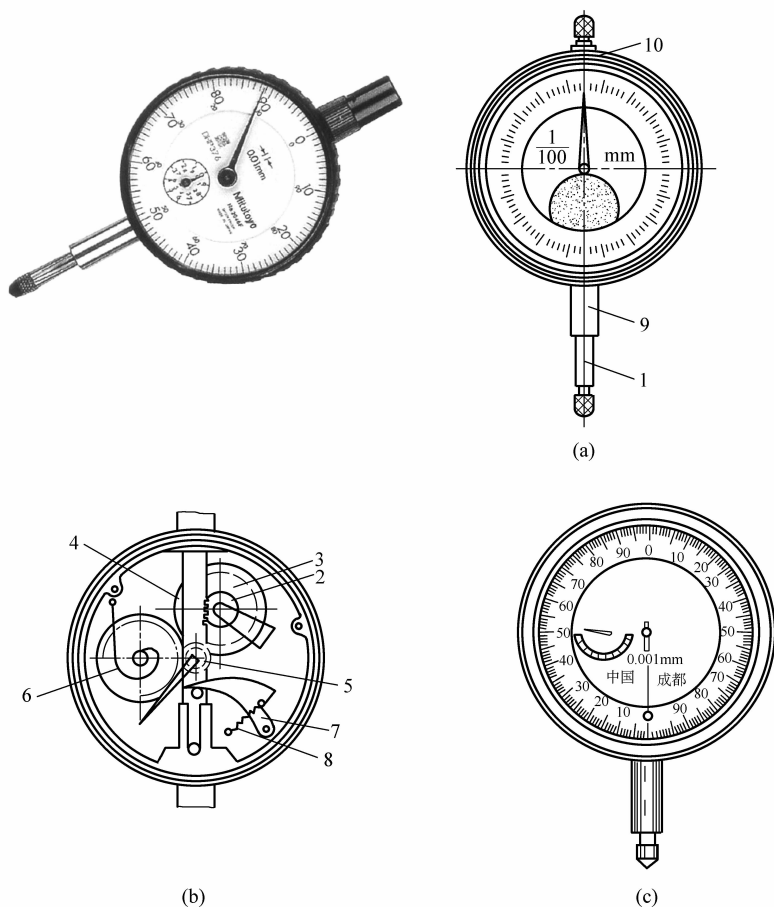


图 2-50 百分表

1—测量杆；2—16 齿小齿轮；3—小指针；4—100 齿大齿轮；5—10 齿小齿轮；6—弹簧和齿轮；
7—压板；8—弹簧；9、10—圆套管

2. 百分表架的构造及表的安装

在使用百分表时，必须将百分表固定在表架上，如图 2-51 所示。百分表 1 用杆 2 和接头 4、5 固定在支柱 6 上，而支柱则用滚花螺母 9 固定在槽铁 8 的槽 7 中。

安装时，在检查百分表的指针是否灵活后，用接头夹住百分表的套管，或用螺栓将百分表后面的凸耳夹住，并使测量杆垂直于工件表面，否则影响测量精度。

3. 百分表的使用及保养注意事项

(1) 使用前要检查百分表的测量杆移动是否灵活，指针是否跳动或有不回位现象，如有毛病应查明原因。

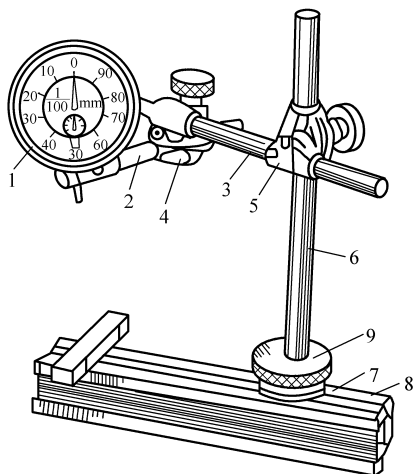


图 2-51 支架上的百分表

1—百分表；2、3—杆；4、5—接头；
6—支柱；7—槽；8—槽铁；9—锁紧螺母

(2) 测量时, 应将测量杆、测头和被测零件擦干净; 压测头使指针转过 1 圈 (使指针预先转过 1 圈的目的, 是为了在测量中既能读出正数, 也能读出负数), 然后把表紧固, 看指针停在什么位置, 就以该处作为测量的起始位置 (为了在测量中读数方便, 可转动刻度圆盘, 使零位和指针重合)。

(3) 测量时, 使测量杆垂直被测平面或圆柱面, 否则不仅误差大, 而且测杆容易卡住, 甚至损坏百分表。

(4) 使用时要轻拿轻放, 不要过多拨动测头, 以免加速表内零件的磨损, 尤其是不要使测量杆移动距离太大, 即不要超出表的测量范围, 否则会挤断表内零件。

(5) 成套百分表, 除按上述使用保养外, 还应注意支架的保养, 使其完整无损。磁铁表架用完后, 应将中间的铜开关推向一端, 使铁块失去磁性, 以保证使用时有足够磁性。

六、量缸表

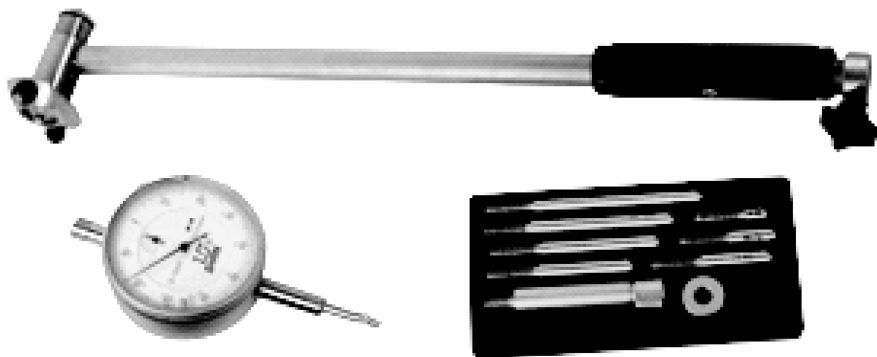
量缸表是用来测量气缸的椭圆度、圆锥度和磨损情况的, 是汽车维修不可缺少的一种量具。

1. 量缸表的构造

量缸表 (又名内径百分表) 是由百分表和一套传动机构组成的精密量具, 其表头刻度和内部构造与上述的一般千分表相同, 唯测量杆加长在下部成 “T” 字形, 如图 2-52 所示。

表架是一个三通管, 内装有传动杠杆等机构的装置。在三通管的一端装有活动量杆, 另一端装有可换测头。与三通管相连的管子上端有一弹簧插口, 用来安装百分表。活动量杆的移动将使传动杠杆回转, 杠杆的回转又迫使活动杆在管子内运动, 这样便触动了百分表的测头而使其指针转动, 达到测量读数的目的。

量缸表配有成套的可换测头和测量垫圈等附件。



(a)

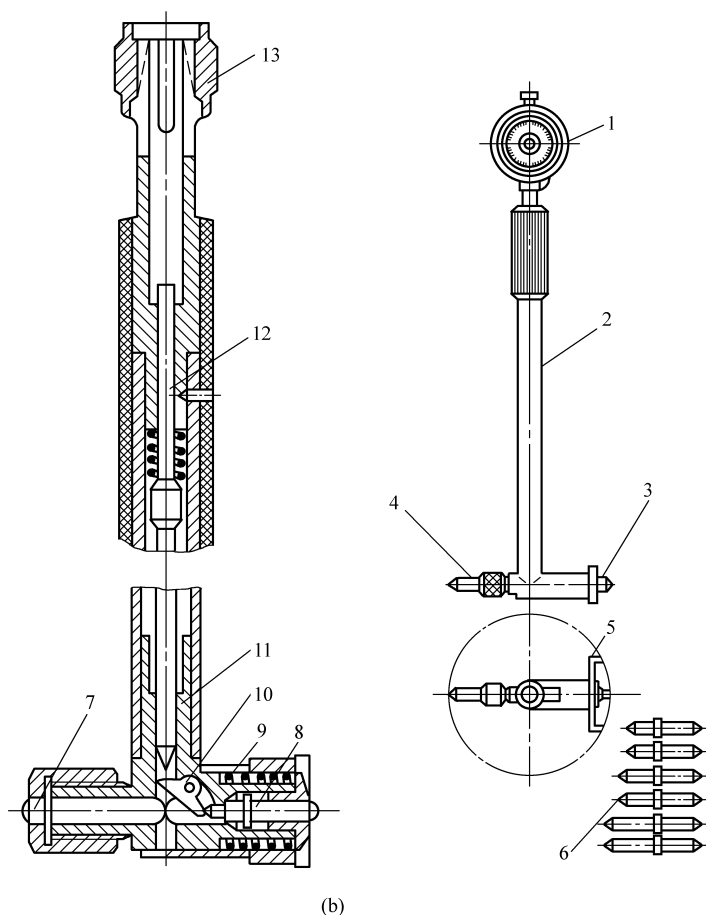


图 2-52 量缸表

(a) 量缸表实物图; (b) 量缸表构造图

1—表头; 2—表架; 3—活动量杆; 4、6、7—可换测头; 5—定心桥;

8—活动量杆; 9—弹簧; 10—传动杠杆; 11—三通管; 12—活动杆; 13—弹簧插口

2. 量缸表的使用方法

(1) 将表擦净后小心地装进表架的弹簧插口中, 并使表的指针转过一圈再紧固弹簧插口 (夹力不宜太大)。

(2) 根据气缸内径的大小, 选取一个相应尺寸的可换测头装在表架上。可换测头和活动量杆的测量面是圆弧形的, 如发现测量面已磨平, 就应更换。

(3) 校对“0”位。首先检查百分表的灵敏度, 然后用外径千分尺校正, 当活动量杆的长度与缸径标准尺寸相同时, 将刻度盘上的“0”位转到对正指针, 然后再摆动几次, 复查“0”位。

(4) 将表架伸入气缸来回摆动进行测量(图2-53)。如指针正好指在“0”位,说明被测气缸内径与标准尺寸相同,若指针以顺时针方向离开“0”位,则说明活动量杆缩短,此时应从气缸标准尺寸减去指针转过的刻度值,其差即为气缸的实际尺寸。反之,若指针以逆时针方向离开“0”位,则说明活动量杆伸长,此时应将缸径标准尺寸加上指针转过的刻度值,其和即为气缸的实际尺寸。

将量缸表在同一平面内转动,即可测出气缸的椭圆度;将量缸表上下移动,即可测出气缸的圆锥度。

3. 量缸表的保养注意事项

量缸表除按百分表的保养要求进行外,还应注意以下两点。

- (1) 用完后,分别取下百分表和可换测头并擦净,在测头上涂以防锈油,在清查附件后一放入木盒内。
- (2) 不要让灰尘、油污和水等进入表架内。

七、厚薄规

厚薄规(又名塞尺、千分片)是用来测量或校验两平行接合面之间间隙的,如通常检验气门间隙和活塞环开口间隙等。它由一组厚薄不等的薄钢片组成,每片都有两个平行的测量面(如图2-54所示),各片上均刻有厚度数字。厚度为0.03~0.10 mm的厚薄规,其每片厚度相差0.01 mm;厚度为0.1~1.0 mm的厚薄规,其每片厚度相差0.05 mm。厚薄规的长度有50、100和200 mm三种。

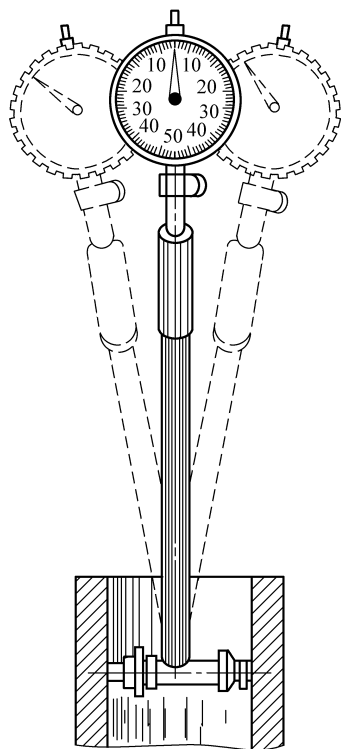


图 2-53 量缸表的正确位置

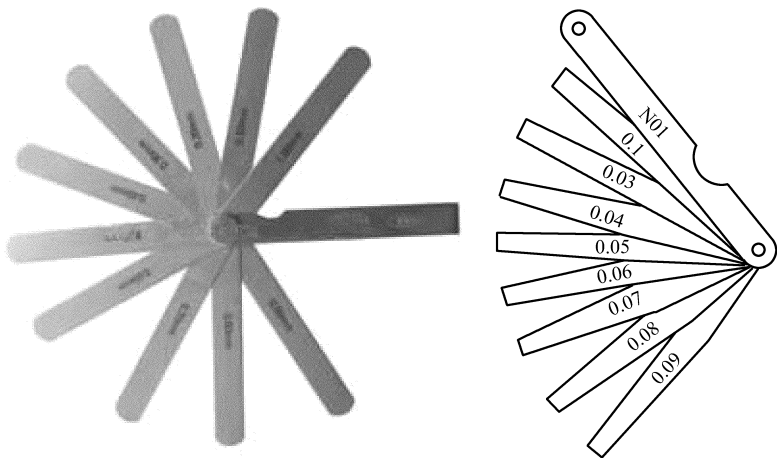


图 2-54 厚薄规

使用厚薄规时,首先将厚薄规和被测量部位擦净,用单片或数片重叠一起插入间隙,以既不松又不紧为正确,这时片上数字总和即为所测间隙数字。由于厚薄规的钢片薄,用力不可过大,否则容易折损变形。故使用时应小心。用完后擦净上油,折合到夹框内。

复习思考题

1. 简述游标卡尺的使用注意事项。
2. 简述外径千分尺的使用注意事项。
3. 使用百分表时应注意什么问题？
4. 简述量缸表的使用方法。

第四节 常用维修设备

汽车维修作业中，涉及到许多维修设备的使用，尤其是常用维修机具，掌握它们的用途和使用方法十分重要。

一、台虎钳

台虎钳（又名老虎钳、平行虎钳）装置在工作台上，是一种夹持工作物的设备，一般用生铁或铸钢制成。其规格按钳口的长度分为：75、100、125、150、200 mm 等几种。常作为錾切、锯割、攻丝、套丝、刮内表面和弯曲等作业中夹持工件用。常用的台虎钳的结构形式有回转式和固定式两种。如图 2-55 所示。

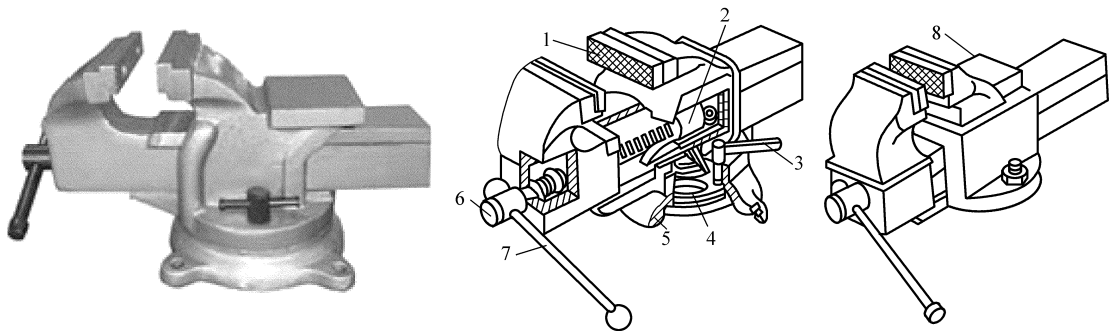


图 2-55 台虎钳

1—钳口；2—固定螺母；3—转盘扳手；4—夹紧盘；5—转盘座；6—螺杆；7—手柄；8—砧座

只需将手柄按顺时针或逆时针方向旋转即可控制钳口的合拢和张开。夹持笨重工件时一定要夹稳、夹紧，以免脱落。夹持特殊工件时，要设法加衬垫，使钳口均匀受力。工件过长时，要用支架支持悬空部分。对形状不规则的工作物，要慎重考虑夹持方法，钳口一定要夹持在坚稳均衡的面上。

对较软的工作物，要轻轻夹持，以免损伤或变形。工件应尽量夹在钳口中央。夹持加工过的表面和精密工件时，应用软钳口（铅或紫铜护口）或在钳口间垫铜片，也可垫一层布或软木片等。

夹持一般工作物时，在钳口接触后，在拧紧的手柄上施以较快而有力的压力，这样对于螺杆就可以加上一个最后的张力，使虎钳夹得牢固。

夹紧物件时，只能用手的力量扳动手柄，不能用手锤敲击或套上管子扳动手柄。台虎钳丝杆、螺母及其他活动表面上都应注意经常加油，保持清洁。

二、压力机

压力机是在拆装工作中,用来压入或压出衬套、滚珠轴承、齿轮及校正连杆弯曲等操作中所必须用的设备。手动压力机外型如图 2-56 所示。

使用手动式压力机时,先将零件放在压轴下部的 4 个大小不同缺口的圆盘上,然后将零件对准压轴,并转动手柄使压轴往下压动零件,直至零件被压入或压出为止。

三、砂轮机

砂轮机通常用来做手磨工作的电动工具。常用来刃磨銼子、钻头和刮刀等刀具,也可用来磨去工件或材料的毛刺、锐边等。

砂轮机主要由砂轮、电动机和机体等组成(如图 2-57 所示)。砂轮机通常装有中号及细号两个砂轮,供工作中选用。

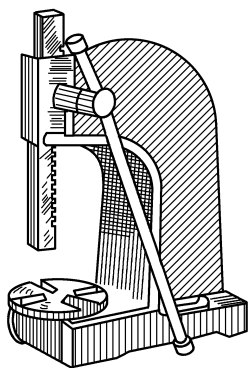


图 2-56 手动压力机

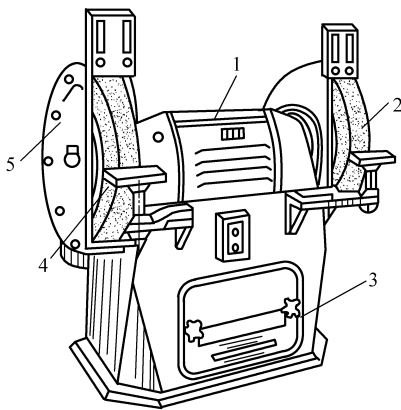
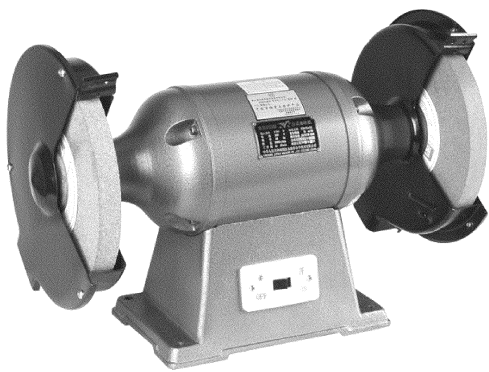


图 2-57 砂轮机

1—电动机; 2—砂轮; 3—机座; 4—托架; 5—防护罩

砂轮的质地较脆,转速较高,使用时应遵守安全操作规程,严防砂轮破裂造成人身事故。使用前应确认紧固砂轮的螺帽是否固紧,如松应旋紧,但不宜过紧,以免砂轮碎裂。同时应装好防护罩,以防意外伤害。

安装砂轮应注意其平衡,应无振动和其他不良现象。砂轮的旋转方向应正确,使磨屑向下方飞离砂轮。砂轮机启动后,应待转速正常时再进行磨削。磨削时要防止刀具或工件对砂轮发生剧烈的撞击或施加过大的压力。

操作者尽量不要站在砂轮的对面,而应站在砂轮机侧面或斜侧位置。

砂轮机的操作规程如下。

(1) 必须根据工作性质特点,选用合适的砂轮并认真检查砂轮是否固定牢靠,必须有安全防护罩。

(2) 严格控制砂轮外圆直径，不得超过规定尺寸，砂轮线速度必须与电机匹配，并注意旋转方向正确，安装地点适中，砂轮旋转方向不宜朝行人路口。

(3) 工作时工件与砂轮间接触压力不宜过大，更不得冲击砂轮，以防止砂轮轴弯曲或砂轮炸裂伤人。

(4) 砂轮机工作时必须通风，以防粉尘污染。

(5) 工作中，电机开关必须绝缘良好，完毕后及时关闸，做到安全文明生产。



图 2-58 台钻

台钻是一种小型钻床，一般用来钻削孔径在 13 mm 以下的工件。其外形如图 2-58 所示。它的传动变速由电动机通过三角皮带带动主轴旋转，若改变皮带在皮带轮上的位置，就可以使主轴得到几种不同的转速。

台钻的构造和工作原理如表 2-8 所示。

表 2-8 台钻构造、工作原理及使用注意事项

类型	图 例	知 识 要 点
台式 钻床	1—底座面；2—锁紧螺钉；3—工作台； 4—头架；5—电动机；6—手柄； 7—螺钉；8—保险环；9—立柱； 10—进给手柄；11—锁紧手柄	台式钻床是一种小型钻床，一般用来钻直径 13 mm 以下的孔。钻床的规格是指所钻孔的最大直径。常用 6 mm 和 12 mm 等几种规格。 左边图例是一种常见的台式钻床，主轴有 5 种转速。头架 4 连同电动机和五级带轮可在立柱 9 上作上下移动，同时可绕立柱轴线任意转动，待调整到适当位置后用手柄锁紧。若调低头架，先把保险环 8 调节到适当位置，用螺钉 7 锁紧在立柱上，然后略放松手柄 6，靠头架的自重落到保险环上，再把手柄扳紧。工作台 3 也同样可上下移动，又可转动，调定后用锁紧手柄 11 固定。当松开锁紧螺钉 2 时，工作台可在垂直平面内左右倾斜 45°。工件较小时，可将工件放在工作台上钻孔。当工件较大时，可把工作台转开，直接放在钻床底座 1 上钻孔。由于台式钻床的最低转速较高（一般不低于 400 r/min），因此不适于镗孔、铰孔。 使用台式钻床时应注意以下事项 (1) 在使用过程中，工作台面必须保持清洁。 (2) 钻通孔时必须使钻头能通过工作台面上的让刀孔，或在工件下垫上垫铁，以免钻坏工作台面。 (3) 用毕后必须将机床外露滑动面及工作台面擦净，并对各滑动面及各注油孔加注润滑油。

五、手电钻

手电钻的外形如图 2-59 所示。它一般用来钻 12 mm 以下的孔。

使用手电钻时，必须注意以下几方面的问题。

(1) 工作前要认真检查地线是否正常，电压是否符合电源电压要求。

(2) 装好钻头后，应接通电源检查手电钻是否完好。

(3) 钻削时应左手握颈部，右手握手柄，待钻头对准孔的中心后再打开电开关进行钻孔，钻通后应取出电钻，再关闭电开关。

(4) 工作时最好穿胶鞋，也可站在木板上，以防触电。

(5) 操作时不宜用力过猛，电钻速度下降时，应减轻压力；快钻通时应取消压力；电钻突然停转时，要立即切断电流，查明原因。



图 2-59 手电钻

复习思考题

1. 台虎钳由哪几部分组成？
2. 简述砂轮机的操作规程。
3. 使用手电钻时应注意什么问题？

第五节 钳工技能

钳工是汽车修理中不可缺少的基础工种。它主要是利用各种手工工具、台虎钳以及使用钻床来完成当前机械加工中还不能完成的工作。

一、钳工安全操作规程

(1) 钳工上班应穿戴齐全劳动保护用品，遵守劳动纪律和操作规程。

(2) 工作前应检查各种工具是否牢固，完好，可靠，以防在工作中发生事故；必须对现场所有检修项目进行全面检查，排除一切不安全因素后，方可作业。

(3) 在检修抢修设备时，必须切断电源，挂上安全警告牌，严禁带电作业，并严格执行有关安全规程。

(4) 使用手锤、大锤时，不准戴手套。锤柄、锤头不得有油污，打大锤时，甩抛方向不得有人。

(5) 使用台虎钳夹持工件作业时，要夹持牢靠，夹持较长工件时要另加支承，以防工件坠落伤人。

(6) 不得使用无柄的刮刀、锉刀、且刮刀、锉刀必须安装牢靠，在作业时用力平衡，

以免刀柄脱出伤人；銼子头部不得有毛边和油污，在銼削作业时前方应设蔽挡物，銼削、刮削、銼屑不能用嘴吹，应用毛刷进行清除，以防铁屑进入眼内。

- (7) 在同一工作台两边操作（凿、铲）时中间应设防护网，单面工作台要一面靠墙。
- (8) 使用砂轮机时，应遵守砂轮机安全操作规程。
- (9) 高空工作时，必须戴安全带，作业下边不得站人，高空作业使用工具，零配件要放稳妥，以防坠落伤人。
- (10) 拆卸重件时，需用起重工具，抬到一定高度垫牢，然后进行拆卸，不能直接拆卸，多人工作应有专人指挥。

二、銼削

銼刀的握法如表 2-9 所示，銼削方法如表 2-10 和表 2-11 所示。

表 2-9 不同銼刀的握法

銼刀规格类型	握 法 要 领		示 意 图
	右手	左手	
较大銼刀	右手握着銼刀柄，将柄外端顶在拇指根部的手掌上，大拇指放在手柄上，其余手指由下而上握手柄	(1) 左手掌斜放在銼梢上方，拇指根部肌肉轻压在銼刀刀头上，中指和无名指抵住梢部右下方 (2) 左手掌斜放在銼梢部，大拇指自然伸出，其余各指自然蜷曲，小指、无名指、中指抵住銼刀前下方 (3) 左手掌斜放在銼梢上，各指自然平放	
中型銼	同上	左手的大拇指和食指轻轻扶持銼梢	
小型銼	右手的食指平直扶在手柄外侧面	左手手指压在銼刀的中部，以防銼刀弯曲	
整形銼	单手握持手柄，食指放在銼身上方		

续表

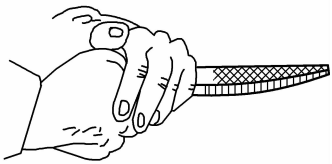
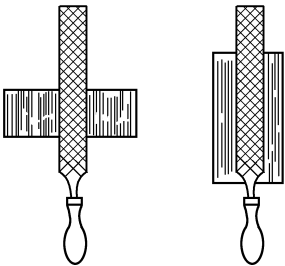
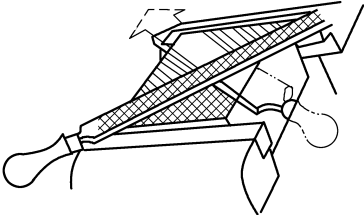
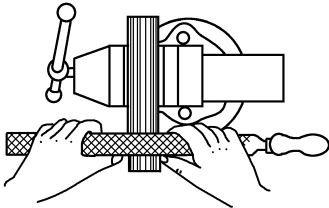
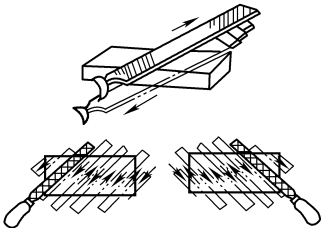
锉刀规格类型	握 法 要 领		示 意 图
	右手	左手	
异形锉	右手与握小型锉的手形相同	左手轻压在右手手掌左外侧，以压住锉刀，小指勾住锉刀，其余指抱住右手	

表 2 - 10 平面锉削

内 容		说 明	示 意 图
平面 锉削的 方法	顺向锉	是最基本的锉削方法，如右边的示意图所示，不大的平面和最后锉光都用这种方法，以得到正直的刀痕	
	交叉锉	锉刀与工件接触面较大，锉刀容易掌握得平稳，且能从交叉的刀痕上判断出锉削面的凹凸情况。锉削余量大时，一般可在锉削的前阶段用交叉锉，以提高工作效率。当锉削余量不多时，再改用顺向锉，使锉纹方向一致，得到较光滑的表面。如右边的示意图所示	
	推 锉	当锉削狭长平面或采用顺向锉受阻时，可采用推锉，如右边的示意图所示。推锉时的运动方向不是锉齿的切削方向，且不能充分发挥手的力量，故切削效率不高，只适合于锉削余量小的场合	
锉刀的运动		为使整个加工面的锉削均匀，无论采用顺向锉还是交叉锉，一般应在每次抽回锉刀时向旁边略作移动，如右边的示意图所示	

续表

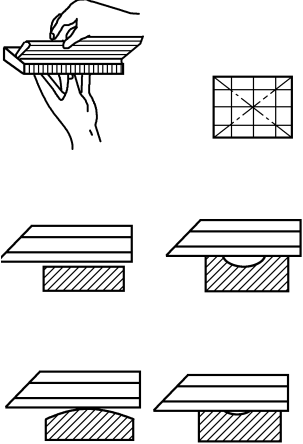
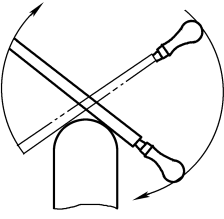
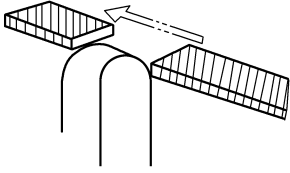
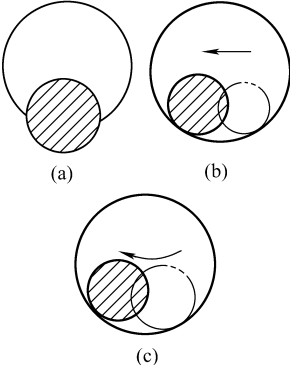
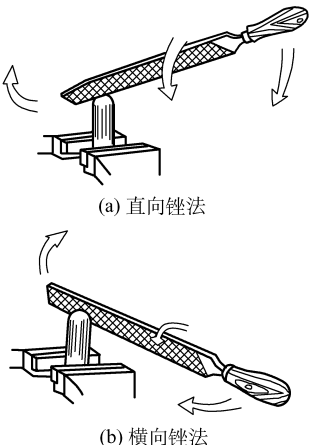
内 容	说 明	示 意 图
检验方法	常用钢直尺或刀口形直尺，以透光法来检验其平面度。 在检查过程中，当需改变检验位置时，应将尺子提起，再轻放到新的检验处。而不应在平面上移动，以防磨损直尺测量面	

表 2 - 11 曲面和球面的锉削方法

内 容	说 明	示 意 图
锉削凸圆弧面的方法	顺向滚锉法 锉削时，锉刀需同时完成两个运动，即锉刀的前进运动和锉刀绕工件圆弧中心的转动。锉削开始时，一般选用小锉纹号的扁锉，用左手将锉刀头部置于工件左侧，右手握柄抬高，接着右手下压推进锉刀，左手随着上提且仍施以压力，如此反复，直到圆弧面基本成形。然后改用中锉纹号锉刀或大锉纹号锉刀锉削，以得到较低的表面粗糙度，并随时用外圆弧样板来检验修正。 顺着圆弧锉削能得到较光滑的圆弧面，适用于精锉	
	横向滚锉法 锉刀的主要运动是沿着圆弧的轴线方向作直线运动，同时锉刀不断沿着圆弧面摆动。这种方法锉削效率高，便于按划线均匀地锉近弧线，但只能锉成近似圆弧面的多棱形面，故多用于圆弧面的粗锉	
锉削凹圆弧面的方法	锉削凹圆弧面时，锉刀要同时完成以下三个运动。沿轴向作前进运动，以保证沿轴向方向全程切削；向左或向右移动半个至一个锉刀直径，以避免加工表面出现棱角；绕锉刀轴线转动（约 90°）。若只有前两个运动而没有这一转动，锉刀的工作面仍不是沿工件的圆弧曲线运动，而是沿工件圆弧的切线方向运动。因此只有同时具备这三种运动，才能使锉刀工作面沿圆弧方向作锉削运动，才能锉好凹圆弧	

续表

内 容	说 明	示 意 图
锉削球面的方法	锉刀一边沿凸圆弧面作顺向滚锉动作，一边绕球面的球心和周向作摆动，如右边的示意图所示	 (a) 直向锉法 (b) 横向锉法

三、 锉削

用手锤敲击 子对金属进行切削加工的操作叫 切。在加工余量较多的工件时，用 切进行，既方便又可提高工效。

（一） 切的工具

1. 手锤

钳工使用的手锤一般是由碳素工具钢制成的，并且两头经淬火处理。锤柄以坚韧的木材制成，截面为椭圆形，柄长 350 mm 左右为宜。

2. 子

子种类很多，修理工常用的是扁 子和尖 子两种。它是用工具钢制成的，刃口部分经淬火处理。 子的长度一般在为 100 ~ 200 mm，刃口宽度：扁 子刃口在 20 mm 以内，尖 子刃口在 5 mm 左右。

（二） 锉削的操作和要领

1. 握 法

用左手的中指、无名指与掌心夹持住 身，尾端露出 10 ~ 15 mm 为宜，如图 2 - 60 所示。露出过长，容易摆动，锤击时容易打在手上。

2. 握锤法

用右手握住锤柄，拇指压在食指中，虎口对准锤头，锤柄尾端露出 15 ~ 30 mm 为宜，露出过长，锤击无力。

3. 挥锤法

挥锤法有手挥、肘挥和臂挥三种方法，如图 2 - 61 所示。

手挥时，只有手腕运动，锤击力小，一般用于 切开始和收尾；肘挥时，是手与肘一起运动，锤击力较大；臂挥时，手、肘、臂一起运动，锤击力很大，用于 切大的工件。

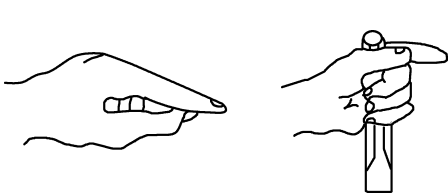


图 2-60 握锉法

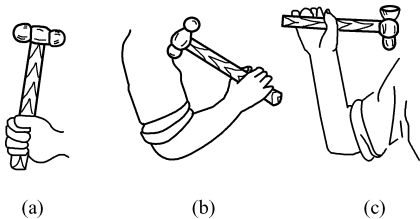


图 2-61 挥锤法
(a) 手挥；(b) 肘挥；(c) 臂挥

4. 锉削要领

锉削时，操作者站在虎钳左侧，站立姿势同锉削姿势一样。锉子的后刃面要与工件表面形成一个夹角，一般为 $5^{\circ}\sim 8^{\circ}$ 。如果切削量大或材料硬，夹角要大；反之夹角要小。但角度太大，锉子切入工件太多，加工面不易平整；角度太小，锉子往往打滑，不易切入工件。

锉削挥锤时，要一下一下有节奏地进行，不可过急。锤击次数一般每分钟 30 ~ 40 次为宜。锉切过程中，左手握稳锉子，始终保持一定角度，右手锤击，应稳准有力。

四、锯削

锯条的安装和工件的夹持如表 2-12 所示，锯削动作要领及起锯方法如表 2-13 所示。

表 2-12 锯条的安装和工件的夹持

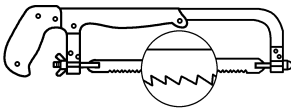
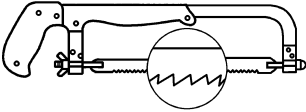
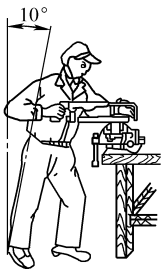
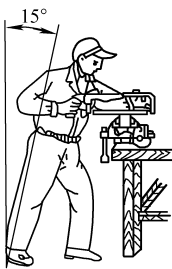
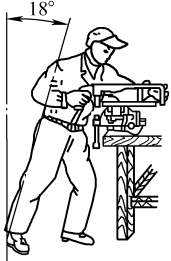
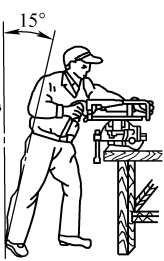
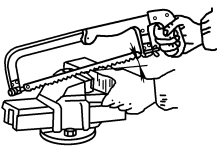
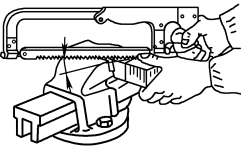
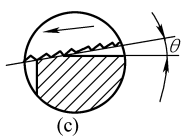
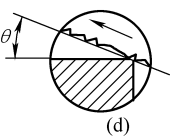
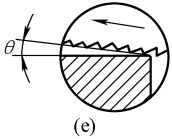
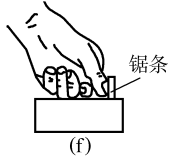
内 容		练 习 要 领	示意图及注意点
安装 锯条	锯条的 安装方向	锯条安装时要使齿尖的方向朝前，此时前角为零，如图（a）所示。如果装反了，则前角为负值，不能正常锯削，如图（b）所示	 (a) 正确  (b) 不正确
	锯条的 松紧控制	锯条的松紧程度要适当。锯条张得太紧，会使锯条受张力太大，失去应有的弹性，以致于在工作时稍有卡阻，受弯曲时就易折断。而如果装得太松，又会使锯条在工作时易扭曲摆动，同样容易折断，且锯缝易发生歪斜	调节好的锯条应与锯弓在同一平面内，以保证锯缝正直，防止锯条折断
夹持工件		工件一般被夹持在台虎钳的左侧，以方便操作。工件的伸出端应尽量短，工件的锯削线应尽量靠近钳口，从而防止工件在锯削过程中产生振动	工件要牢固地夹持在台虎钳上，防止锯削时工件移动而致使锯条折断。但对于薄壁、管子及已加工表面，要防止夹持太紧而使工件或表面变形

表 2-13 锯削动作要领及起锯方法

内 容	说 明	练 习 要 领	示 意 图
锯削 姿势及 锯削运 动	正确的 锯削姿势 能减轻疲 劳,提高 工作效率	(1) 握锯时,要自然舒展,右手握手柄,左手轻扶锯弓前端。 (2) 锯削时,夹持工件的台虎钳高度要适合锯削时的用力需要,如图(a)所示,即从操作者的下颚到钳口的距离以一拳一肘的高度为宜。 (3) 锯削时右腿伸直,左腿弯曲,身体向前倾斜,重心落在左脚上,两脚站稳不动,靠左膝的屈伸使身体做往复摆动。即起锯时,身体稍向前倾,与竖直方向约成 10° 角左右,此时右肘尽量向后收,如图(b)所示。随着推锯的行程增大,身体逐渐向前倾斜。行程达 $2/3$ 时,身体倾斜约 18° 角左右,左、右臂均向前伸出,如图(c)、(d)所示。当锯削最后 $1/3$ 行程时,用手腕推进锯弓,身体随着锯的反作用力退回到 15° 角位置,如图(e)所示。锯削行程结束后,取消压力,将手和身体都退回到最初位置。 (4) 锯削速度以每分钟 20~40 次为宜。速度过快,易使锯条发热,磨损加重。速度过慢,又直接影响锯削效率。一般锯削软材料可快些,锯削硬材料可慢些。必要时可用切削液对锯条冷却润滑。 (5) 锯削时,不要仅使用锯条的中间部分,而应尽量在全长度范围内使用。为避免局部磨损,一般应使锯条的行程不小于锯条长的 $2/3$,以延长锯条的使用寿命。 (6) 锯削时的锯弓运动形式有两种:一种是直线运动,适用于锯薄形工件和直槽。另一种是摆动,即在前进时,右手下压而左手提,操作自然省力。锯断材料时,一般采用摆动式运动。 (7) 锯弓前进时,一般需加不大的压力,而后拉时不加压力	 (a)  (b)  (c)  (d)  (e)
起 锯 方 法	远 起 锯	是指从工件远离操作者的一端起锯。此时锯条逐步切入材料,不易被卡住。一般应采用远起锯的方法 (1) 无论用哪一种起锯方法,起锯角度都要小些,一般不大于 15°,如图(c)所示。 (2) 如果起锯角太大,锯齿易被工件的棱边卡住,如图(d)所示。 (3) 但如果起锯角太小,会由于同时与工件接触的齿数多而不易切入材料,锯条还可能打滑,使锯缝发生偏离,工件表面被拉出多道锯痕而影响表面质量,如图(e)所示。 (4) 为了使起锯平稳,位置准确,可用左手大拇指确定锯条位置,如图(f)所示,起锯时要压力小,行程短	 (a) 远起锯  (b) 近起锯  (c)  (d)  (e)  (f)

五、钻孔

用钻头在工件上钻出孔眼的操作叫钻孔。它应用的设备主要有钻头、夹具、钻床等。一般汽车修理中使用的有台式钻床、手电钻和手摇钻等设备。

（一）钻孔工具——钻头

钻头的种类很多，最常使用的就是麻花钻头，它由切削部分、导向部分、颈部和尾部组成。如图 2-62 所示。

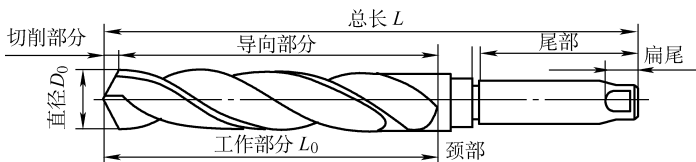


图 2-62 麻花钻的构造

钻头多用高速钢制成，并经热处理。钻头的规格很多，通常以钻头本身能钻出孔的直径大小来确定钻头的规格。如能钻出直径 6 mm 的孔，就叫 6 mm 钻头。

（二）钻孔操作法

1. 钻孔前的准备

- (1) 检查电源和转动部分是否正常。
- (2) 将工件画好线或打好中心冲眼。
- (3) 将钻头尾部插入夹头内，用手旋紧夹头，打开电动机开关，检查钻床的运转情况，钻头不得摇摆。如正常停车锁紧。

2. 试钻

在开始钻孔时，先慢慢用钻头尖端对准工件中心冲眼，铤一个约为孔径 1/4 左右的浅窝，然后提起钻头检查是否在孔的中心。若有偏差时，可用錾子在孔偏移相反一边，铤三条槽或打个冲眼，如图 2-63 所示。

3. 钻通孔

在试钻浅窝居中后，就可以继续往下钻。钻削时用力要适当，时常提起钻头，排除铁屑免缠钻头。当快要钻通时，减少钻头上的压力，否则钻头容易被铁屑卡住折断。

在钻孔过程中，应经常用机油冷却并润滑钻头，防止过热退火。

4. 钻不通孔

操作方法与钻通孔相同。但需要利用钻床上的标尺来控制钻头的深度。如果没有标尺时，在钻孔过程中，要及时用深度尺测量。

5. 钻半圆孔

可把两个工件合并起来，在接合处找出中心，然后钻出圆孔，分开即成半圆孔。

6. 钻两个交叉孔

要钻交叉的两个孔，应钻小孔后再钻大孔。当钻头穿过小孔时要轻轻加压力。为了防止

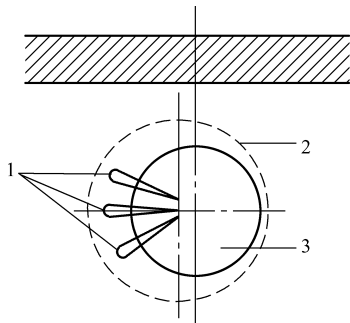


图 2-63 钻孔位移的纠正

1—铤槽；2—补钻孔的控制线；
3—跑边的孔

钻头不断，可在已钻好的小孔内插入一根大约和孔径相同的铁丝。

(三) 手工钻孔

在修理过程中，不便使用台式钻床时，可采用手工钻孔。其工具有手电钻、手摇钻等。

1. 手电钻

使用手电钻时，首先接通电源，有地线的要接上地线。操作时，左手握住电钻颈部，右手掌握手柄和开关，待钻头对准工件钻孔处时，再打开电钻开关；钻削时应施加适当压力。钻孔时负荷不能过大，如果钻头过热时应暂停一段时间再钻。当孔快钻通时要减轻压力，以免钻头卡住。

2. 手摇钻

使用手摇钻时，首先装入钻头夹紧，左手握住手柄，胸部抵住钻尾，使钻头正、直，然后用右手摇动手柄，均匀施加压力，进行钻孔。

(四) 钻孔的注意事项

(1) 工作前，要检查钻床的技术状态和防护装置；穿好工作服，扎紧袖口，高速钻孔时还要戴防护镜。

(2) 钻小和薄的工件时不能用手拿住工件，应用手虎钳夹好，以免伤手。在钻床上钻通孔时，工件下面应加垫铁，以免损坏工作台。

(3) 使用台钻时，禁戴手套。关闭电源后钻头尚在转动时禁止用手抓。清除铁屑时，禁止手抓或用嘴吹，以免发生工伤事故。

(4) 操作中，听到不正常的声响，要立即停车检查，避免发生意外。

(5) 使用手电钻时，要事先检查电源电压与电钻是否相同，接地线是否牢靠，以防止发生触电事故。

六、攻螺纹、套螺纹及取断头螺钉

用丝锥在孔内切削内螺纹，叫攻螺纹；用板牙在圆杆上切削外螺纹，叫套螺纹。攻螺纹和套螺纹都是加工螺纹的一种方法。

(一) 攻螺纹

攻螺纹是指用丝锥制作螺母或螺孔内的螺纹。丝锥分为手用丝锥、机用丝锥、管子丝锥等几种。

1. 手用丝锥

一般钳工作业多用手用丝锥操作，使用时装在丝锥扳手上用手攻螺纹。为了减轻攻螺纹时的力量，攻螺纹工作可分两次或三次完成。因此，手用丝锥由两只或三只组成一套，分成头锥、二锥、三锥，攻丝时依次使用。为了识别方便，在柄部刻有环圈，如图 2-64 所示。

2. 攻螺纹前钻孔直径和深度的确定

攻螺纹前底孔直径的选择是很重要的，过大，会出现滑丝；过小，则不易攻螺纹，而且丝锥也容易折

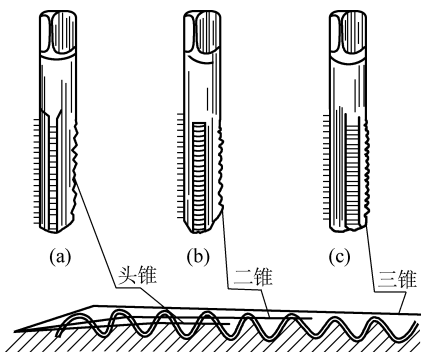


图 2-64 手用丝锥

- (a) 头锥（顶上一个环圈）；
- (b) 二锥（顶上有两个环圈）；
- (c) 三锥（顶上有三个环圈）

断。钻孔直径的大小一般可用以下经验公式确定：

螺距小于 1 mm 时：钻孔的直径 = 螺纹外径 - 螺距；

螺距大于 1 mm 时：钻孔的直径 = 螺纹外径 - $(1.04 \sim 1.05) \times$ 螺距。

在攻制不通孔的螺纹时，由于丝锥起刃部分不能攻出完好的螺纹，所以钻孔深度应等于需要切出的螺纹深度加上起削刃的深度，这个深度大约等于螺纹外径的 0.7 倍，即：

钻孔的深度 = 需要的螺纹深度 + $0.7 \times$ 螺纹外径

3. 手用丝锥攻螺纹的操作步骤

(1) 根据计算得出的底孔直径，进行钻孔。

(2) 在孔的两端倒 45° 角，以便于攻螺纹时的切削。

(3) 先用头锥切削。丝锥刚进孔时，两手用力要轻而均匀，且垂直于工件表面。当丝锥已开始切削后，就不必再施加压力，只用手转动丝锥即可，同时每转一圈或半圈应回转 1/2 或 1/4 圈，以便于折断切屑从孔中排出。

(4) 头锥攻完后继续用二锥、三锥按上述方法进行攻螺纹，直至完成。

攻螺纹步骤如图 2-65 所示。

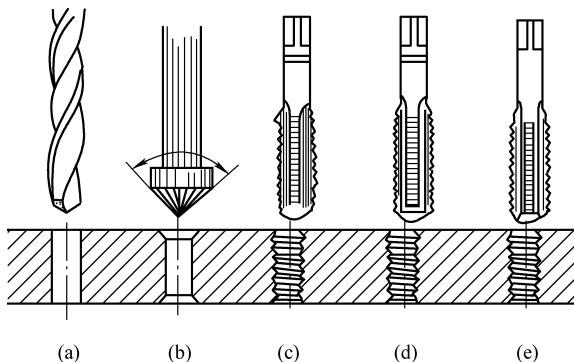


图 2-65 攻螺纹步骤

(a) 钻孔；(b) 倒角；(c) 头锥铰削；(d) 二锥铰削；(e) 三锥铰削

(二) 套螺纹

套螺纹是用板牙来完成的。

1. 板牙

板牙的种类很多，有圆形整体式、方形分开式，如图 2-66 所示。套螺纹时可以分两次或多次进行，这样既可以避免板牙破裂，又可以提高螺纹的光洁度。

2. 套螺纹前圆杆直径的选择

套螺纹时也有挤压作用，其牙尖要挤高一些。因此，套螺纹的圆杆直径应略小于螺纹外径。

一般经验计算的公式是：圆杆直径 = 螺纹外径 - $0.13 \times$ 螺距。

3. 套螺纹的操作步骤

(1) 选择合适直径的圆杆，并把端部倒成 $15^\circ \sim 40^\circ$ 的角，便于起削。否则会造成套螺纹歪斜。

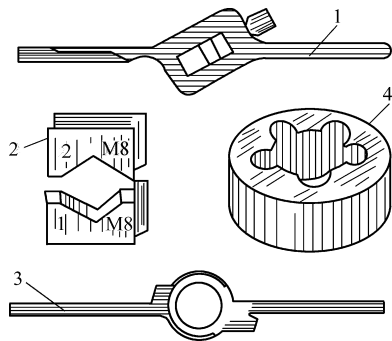


图 2-66 套螺纹用板牙

1—方板牙架；2—方板牙；
3—圆板手架；4—圆板牙

(2) 垫上软钳口, 将圆杆夹正、夹牢。

(3) 板牙套住圆杆后, 应垂直于圆杆中心, 用适当压力均匀地扭转, 套出几个螺纹后, 就不再施加压力。只旋转板牙。并每转一圈或半圈应转回 $1/2$ 或 $1/4$ 圈, 以便排屑。

在攻、套螺纹时, 要经常冷却润滑工件, 来减少摩擦, 提高螺纹光洁度, 延长刀具的使用寿命。

(三) 取断头螺钉

拆卸螺钉螺母时, 有时因螺杆、螺母锈在一起而拧断螺杆, 或攻制不慎将丝锥折断在孔内, 都会造成断头螺钉。此时可用以下几种方法取出断头螺钉。

1. 用四方冲子取出断头螺钉

先用一根钢棍做成四方冲子, 然后在断头钉上钻一个比断头螺钉直径小的孔, 将四方冲子打入孔内, 用扳手按反时针扭转四方冲子, 使断头螺钉退出来。

2. 用螺钉拆除器取出断头螺钉

在断头钉上钻一个比断钉直径小的孔, 将拆除器插入孔内。反时针方向用力扭动 (拆除器是反螺纹的), 即可将折断的螺钉取出。

3. 用尖錐子和手锤取出断头螺钉

如果断头钉露在工件表面或较浅时, 可用尖錐子及手锤顺螺钉退出的方向冲出。必要时先注些汽油或煤油, 将断螺钉浸泡一会再用冲子冲出。

4. 取出折断丝锥

(1) 用尖冲子或尖錐子反时针方向冲击, 使折断的丝锥退出工件, 如图 2-67 所示。

(2) 先用喷灯火焰将丝锥退火, 然后用钻头在断头钉上钻出比丝锥直径稍小的孔, 用四方冲子扭出。

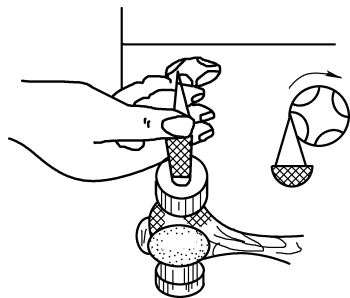


图 2-67 用尖冲子将折断的丝锥退出工件

七、管子的翻边、弯曲及修整管接头

(一) 管子的翻边

将管子头上做出喇叭口的形状, 叫管子翻边。常用的翻边方法有两种, 一种使用尖冲子进行, 另一种用翻边器进行。

1. 用尖冲子对管子口进行翻边

(1) 选一只与管子外径相近的螺母, 用钢锯锯成两半, 将螺母夹在管子头上, 使管子头露出 $2 \sim 5$ mm, 然后夹紧在台虎钳上。

(2) 将尖冲子对正管口, 用手锤轻轻敲击, 并不断转动尖冲子, 来保证喇叭口均匀。

2. 用翻边器对管子进行翻边

(1) 先将管子头部进行退火。

(2) 检查管子头是否有裂纹、失圆等现象, 如有将这段锯掉后再翻边。

(3) 用细锉刀修锉管子头, 千万不可锉斜。

(4) 将原来的管子接头套上, 注意方向不要装错。

(5) 在翻边器夹具上选择适合管子外径的孔眼, 将管子头露出 $2 \sim 5$ mm 后夹住。

(6) 把压具套在夹具上, 使圆锥对正管口, 以顺时针方向旋转手柄, 旋转半圈后退回

一半,如此连续进行,直至使管口与夹具斜边接触时为止。翻边时可在圆锥头上滴几滴机油以减轻摩擦。

(7) 拆除压具与夹具后,检查喇叭口是否适用。

(二) 弯曲管子

弯曲油管时,将需要弯曲的部分烧红即可进行。如果管子较粗,可先将管内灌满干砂子,并堵上两端,然后烧红进行弯曲,待冷却后倒出砂子并用压缩空气吹净使用。

(三) 修整管接头

(1) 先锯掉损坏的管子头,用细锉刀修整管子口。

(2) 将新衬圈套在管子口上,用两个接头进行挤压。如衬圈挤压不紧时,可在衬圈与管子接缝处加以锡焊。

八、螺钉填补和补板封补

当气缸出现破裂,在受力不大的部位上,可采用螺钉填补和补板封补的方法修复。

1. 螺钉填补

此法适用于裂纹较短的平面部位进行修补。具体填补方法如下。

(1) 先在裂纹两端各钻一个限制孔,如图 2-68 中的 1 和 2,以防裂纹继续延伸。

(2) 然后沿裂纹钻 3、4、5 孔。孔的直径视螺纹直径而定,如螺纹直径是 4、5、6 mm,则钻孔的直径应分别为 3.2、4.1、4.8 mm。并需保持孔与孔之间重叠 1/3 孔径,例如 4 mm 直径的孔,孔与孔之间的中心距为 6 mm。

(3) 在上述 1、2、3、4、5 孔中攻出螺纹。

(4) 在攻好螺纹的孔中,拧入预先套好螺纹的紫铜杆,拧入部分应涂以白漆,拧好后从高出裂纹表面 1~1.5 mm 处切断,如图 2-69 所示。

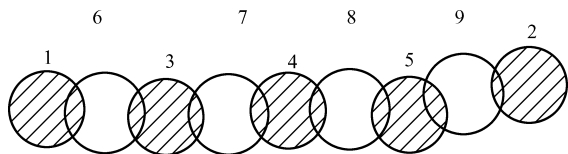


图 2-68 螺钉填补钻孔的顺序

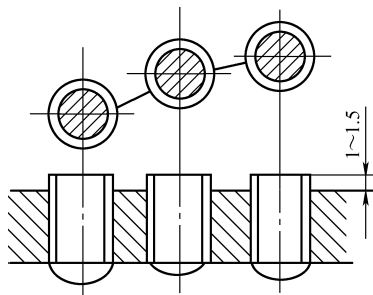


图 2-69 用螺钉填补裂纹

(5) 在已切断的螺杆之间钻孔 6、7、8、9,并按上述方法攻螺纹和拧入螺杆,使之填满裂纹。

(6) 用小锤在切断螺杆之间轻轻铆打,使其填补紧密,最后用锉刀修平。必要时加以锡焊,防止渗漏。

2. 补板封补

当气缸体裂纹较长或有破洞时,采用补板封补。具体封补方法如下。

(1) 首先在裂纹端部钻限制孔。

(2) 用 2~3 mm 厚的铜板或 1.5~2 mm 厚的软铁板,截成与破裂轮廓相似,四周大于

破口 20 mm 的补板。如破裂表面有凸起部分，需在补板上敲出同样形状，使之紧密贴合在表面上。

(3) 补板四周每隔 10 ~ 15 mm，钻直径为 4 ~ 6 mm 的孔，其位置离补板边沿 10 mm 左右。

(4) 将补板按在破口上，从补板孔中画出钻孔的记号，取掉补板。在记号上按攻螺纹的需要钻出适合的孔眼，深度约为 10 mm 左右，然后攻螺纹。

(5) 在破损表面与补板之间，垫上涂有白漆的石棉衬垫，然后用平头螺钉将补板紧固在破损表面上，再用小锤在补板四周轻轻敲击，并进一步紧定螺钉，以增加其密封性。

补板封补的情况如图 2 - 70 所示。

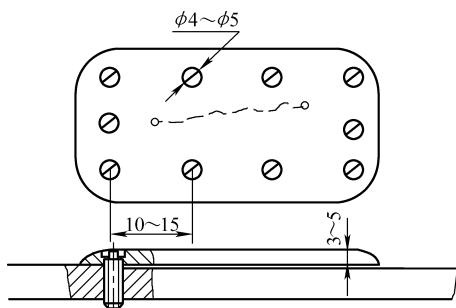


图 2 - 70 补板封补

复习思考题

1. 钳工安全操作规程的内容是什么？
2. 简述平面锉削的操作方法。
3. 简述远起锯的操作要领。
4. 钻削加工时应注意什么问题？
5. 简述手工攻丝的操作方法。