

项目 1 滑动轴承座的装配与检修

轴承是在机械传动过程中起固定和减小载荷摩擦系数作用的部件。滑动轴承是指在滑动摩擦下工作的轴承。在液体润滑条件下，滑动表面被润滑油分开而不发生直接接触，可以大大减小摩擦损失和表面磨损，油膜还具有一定的吸振能力，但启动摩擦阻力较大。

滑动轴承具有承载能力高、抗振性好、工作平稳可靠、噪声小及寿命长等优点。滑动轴承一般应用在低速重载工况条件下，以及维护保养及加注润滑油困难的运转部位，如内燃机、轧钢机、大型电动机、仪表、雷达、天文望远镜等。

根据相对运动的两表面间油膜形成原理的不同，滑动轴承可分为流体动力润滑轴承（简称“动压轴承”）和流体静力润滑轴承（简称“静压轴承”）。



项目描述

在实际工作中,滑动轴承会发生配合精度不符合标准、润滑油道不畅通等问题,严重的会因发热而烧坏轴或轴承,所以需要_对滑动轴承进行拆装检修。图 1-1 为滑动轴承座装配图,图中列出了滑动轴承座的主要零部件,其装配过程如下:

(1) 将上、下轴瓦做标记,背部着色,分别与轴承盖、轴承座配研接触。接触点应在 6 点 / (25 mm × 25 mm) 以上。

(2) 在上轴瓦与轴承盖上配钻油孔。

(3) 在上轴瓦内壁上鑿削油槽。

(4) 在轴承座上钻下轴瓦定位孔,并装入定位销,定位销露出长度应比下轴瓦厚度小 3 mm。

(5) 在定位销上端面涂红丹粉,将下轴瓦装入轴承座,使定位销的红丹粉拓印在下轴瓦的瓦背上。根据拓印印迹,在下轴瓦背面钻定位孔。

(6) 将下轴瓦装入轴承座内,再将 4 个双头螺柱装在轴承座上,垫好调整垫片,并装好上轴瓦与轴承盖。然后利用工艺轴反复进行刮削(也称刮研),使接触斑点达 6 点 / (25 mm × 25 mm),工艺轴在轴承中旋转没有阻卡现象。

(7) 装上要装配的轴,调整好调整垫片,装配轴承盖,稍稍拧紧螺母,用木槌在轴承盖顶部均匀地敲打几下,使轴承盖更好地定位,拧紧所有螺母,拧紧力矩要大小一致。经过反复刮削,轴在轴瓦中应能轻捷自如地转动,无明显间隙,接触斑点在 12 点 / (25 mm × 25 mm) 时为合格。

(8) 调整合格后,将轴瓦拆下,清洗干净,重新装配,并装上油杯。

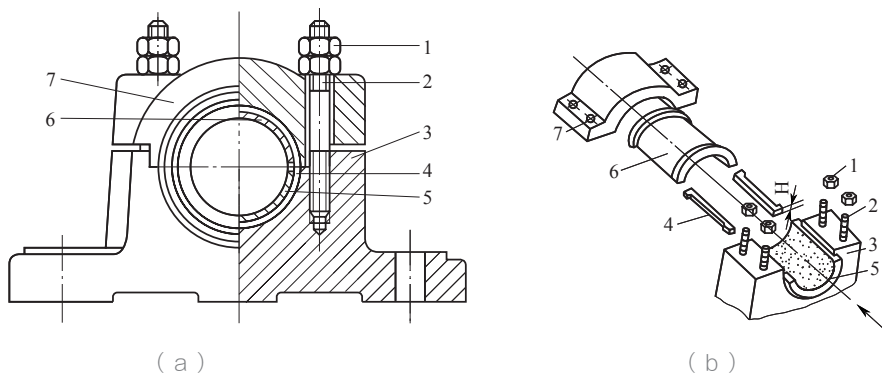


图 1-1 滑动轴承座装配图

1- 螺母; 2- 双头螺柱; 3- 轴承座; 4- 调整垫片; 5- 下轴瓦; 6- 上轴瓦; 7- 轴承盖

本项目包括两个工作任务,通过学习相关知识并进行实际操作,应掌握机械拆卸的基本工艺过程、机械拆装常用工具的使用方法、滑动轴承检修的技术要求等知识,并会使用常用拆卸工具、测量工具,能够对螺纹进行测量,会拆卸螺纹连接,能进行轴瓦的检修与更换等。

任务

1

螺纹连接件的拆装



学习目标

一、知识目标

- ① 掌握机械拆卸的基本工艺过程。
- ② 掌握机械拆装常用工具的使用方法。
- ③ 掌握常用测量工具的使用方法。
- ④ 理解螺纹测量的常用方法。

二、技能目标

- ① 会使用常用的拆卸工具。
 - ② 会使用常用的测量工具。
 - ③ 能对螺纹进行测量。
 - ④ 会拆卸螺纹连接。
-



任务描述

图 1-1 中的轴承座与轴承盖采用了螺纹连接，若要进行检修，如何将其拆开？



必备知识

一、机械拆卸基础知识

简单的机械产品由几个零件组成，复杂的产品由几十个甚至成千上万个零部件组成。按产品的设计要求，把离散的零部件有机地装配在一起，使该产品具有了明确的功能和性能；当需要修理机械产品时，必须进行拆卸才能对失效的零部件进行修复或更换。如果在装配和拆卸过程中出现考虑不周全、方法不恰当或使用工具不合理等问题，则可能造成零部件的损坏，甚至使整机的精度降低，工作性能受到严重影响。

在机器或机构的使用与维护过程中，常常对设备或部件根据需要进行拆卸、清洗和修复，所以机械拆卸是机械工应具备的重要操作技能之一。

遵循“恢复原机”的原则，在开始拆卸时就要考虑再装配时与原机相同，即保证原机的完整性、准确度和密封性等。在拆卸设备时，应按照与装配相反的顺序进行，一般是由外向内，由上向下，先拆成部件或组件，再拆成零部件。

1. 工艺过程

(1) 拆卸时须做好编零部件号牌或标记并做好记录。编零部件号牌或标记是指拆卸下来的零部件应马上命名与编号，做标记，并做相应记录。

(2) 必要时可在零部件上打号，然后分区分组放置。打号方法常用于相似零部件较多，零部件装配位置要求十分严格，或非常重要的零部件。

(3) 做好详细记录。对每一个拆卸步骤应逐条记录并整理出今后装配中的注意事项，尤其要注意装配的相对位置，必要时做标记。对复杂组件，最好在拆卸前做好照相记录。

2. 注意事项

(1) 对不易拆卸或拆卸后会降低连接质量和易损坏的连接件，应尽量不拆卸，过盈配合的衬套、销钉，壳体上的螺柱、螺套和丝套以及一些经过调整、拆开后不易调整复位的零部件（如刻度盘、游标尺等），一般不进行拆卸。

(2) 拆卸时用力应适当，特别注意对主要部件的拆卸，不能使其发生任何程度



的损坏。对于彼此互相配合的连接件，在必须损坏其中一个的情况下，应保留价值较高、制造困难或质量较好的零部件。

(3) 用锤击法冲击零部件时，必须加较软的衬垫，或用较软材料的锤子（如铜锤）或冲棒，以防损坏零件表面。

(4) 对于长径比值较大的零部件，如较精密的细长轴、丝杠等，拆下后应竖直悬挂；对于重型零部件，需要用多个支撑点支撑后卧放，以防变形。

(5) 拆卸下来的零件应尽快清洗和检查。对于不需要更换的零部件，要涂上防锈油；对于一些精密的零件，最好用油纸包好，以防锈蚀或碰伤；对于零部件较多的设备，最好以部件为单位放置，并做好标记。

(6) 对于拆卸下来的较小的或容易丢失的零部件，如紧定螺钉、螺母、垫圈、销子等，清洗后能装上的尽量装上，防止丢失。轴上的零部件在拆卸后最好按原来的次序临时装到轴上，或用铁丝穿到一起放置，这会给最后的装配工作带来很大的方便。

(7) 拆卸下来的导管、油杯等油、水、气的通路及各种液压元件，在清洗后均需将进口、出口进行密封，以免灰尘、杂质等物侵入。

(8) 在拆卸旋转部件时，应注意尽量不破坏原来的平衡状态。

(9) 对于容易产生位移而又无定位装置或有方向性的连接件，在拆卸后应做好标记，以便装配时容易辨认。

二、机械拆装工具

拆卸用手工工具一般分为非切削工具和切削工具两大类。非切削工具包括平口钳、铁锤、一字（或十字）旋具（俗称螺丝刀）、扳手和钢丝钳，主要用于夹紧、装配或拆除零配件。

1. 常用的拆装工具

1) 平口钳

平口钳如图 1-2 所示，一般用来安全地夹紧小工件以完成锯、铲、锉、抛光、钻孔、铰孔和攻丝等操作。平口钳安装在工作台的边缘，并能在垂直方向夹持长工件。平口钳一般由铸铁或铸钢制成，规格用钳口的宽度来表示。

机械工用的平口钳有固定基座平口钳和转座平口钳两种类型。转座平口钳不同于固定基座平口钳，由于转座平口钳底部（见图 1-2）有一个转盘连接在平口钳的底部，这个转盘允许平口钳钳身回转到圆周上的任意位置。为了避免已加工工件或较软的材料表面损坏，一般使用由黄铜、铝或铜制成的钳口帽来保护工件。

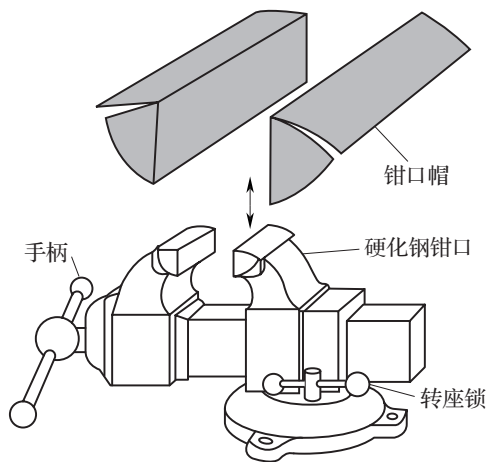


图 1-2 转座平口钳

2) 铁锤

钳工通常使用各种不同类型的锤子，最常见的是圆头锤（见图 1-3）。其中，较大的锤击表面称为锤面，较小的圆形一端称为锤头。圆头锤可制成多种尺寸，锤子顶部质量范围为 55 ~ 1400 g。尺寸较小的锤子一般用来矫正工件，较大的用作普通用途。锤头通常用于铆接或锤平操作。

软面锤（见图 1-4）用塑料、生皮、铜或铅制成锤头。这些柔软的材料紧固在一个钢的本体上，可在损坏时及时更换。软面锤通常在装配或者拆除零配件时使用，这样工件的精加工表面就不会被损坏。在平口钳上安装工件进行加工时，常常用铅锤将工件正确地安放在垫铁上。填满铅或钢珠的塑料锤头正在逐渐替代铅锤，因为同铅锤相比，其不仅不易变形，而且具有更长的使用寿命。

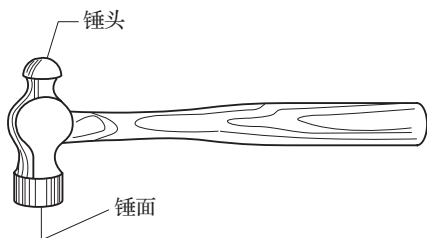


图 1-3 圆头锤



图 1-4 软面锤

使用锤子的时候，一定要抓住锤柄末端以便提供更好的平衡性和更大的锤击力，这个握力也利于锤面与工件保持相对平行，减少对工件表面的损害。

在使用锤子时，应注意以下安全预防措施：

(1) 确保手柄牢固，没有产生裂纹，使用手柄有裂纹的锤子是危险的（见图 1-5）。

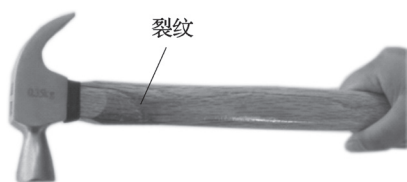


图 1-5 手柄有裂纹的锤子

- (2) 用合适的楔块将手柄胀紧在锤头里，确保锤头牢固地安装在手柄上。
- (3) 手柄有油渍或者手上油腻时不要使用锤子。
- (4) 不要将两个锤子的锤面撞击到一起。因为锤面已经被淬火，可能会有金属屑飞出，引起不必要的伤害。

3) 一字（或十字）旋具

一字（或十字）旋具可制成各种形状、类型和尺寸。在机械加工车间中最常见的两种类型是一字旋具 [见图 1-6 (a)] 和十字旋具 [见图 1-6 (b)]。两者均可制成不同的尺寸和形状，如标准柄旋具、粗短柄旋具、偏置柄旋具 [见图 1-6 (c)]。



图 1-6 一字、十字旋具及偏置柄旋具

十字旋具具有“十”字形的刀头，与具有十字形凹槽的螺钉头相配合使用（图 1-7）。这些十字旋具制成 4 种尺寸：#1、#2、#3 和 #4 来适应各种尺寸不同的紧固件头部的凹槽。使用时一定要确保尺寸合适。太小的一字（或十字）旋具将会使其刀头和螺钉头部槽孔受到损坏。一字（或十字）旋具应当与螺钉头的凹槽紧紧配合，并与螺纹垂直。

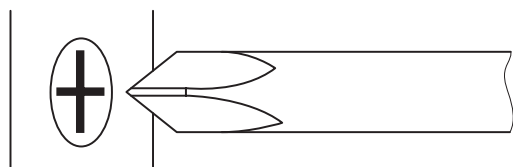


图 1-7 十字旋具

较小尺寸的标准一字（或十字）旋具通常用圆料制成，较大尺寸的标准一字（或十字）旋具用方料制成，因此可以使用扳手提高扭转力矩。

使用一字（或十字）旋具应注意以下事项：

(1) 选择正确尺寸的一字（或十字）旋具。如果使用太小的一字（或十字）旋具，螺钉头槽孔和一字（或十字）旋具刀头可能会损坏。

(2) 不要将一字（或十字）旋具作为一个撬杠、凿子或楔块使用。

(3) 当标准一字（或十字）旋具的刀头磨损或者坏掉的时候，应该重新调整其形状。

4) 扳手

在机械车间操作中要使用许多类型的扳手，每一种类型都适合一种特殊的用途，机械拆装中常使用以下几种类型的扳手。

(1) 呆扳手。

呆扳手有单端开口扳手 [见图 1-8 (a)] 和两端开口扳手 [见图 1-8 (b)] 两种类型。为了在有限的空间里通过更换扳手的方向拧紧螺母或螺栓头，扳手的开口方向通常偏转 15° 。



图 1-8 呆扳手

两端开口扳手的两端通常设有不同的尺寸以满足两种不同规格螺栓头或螺母的尺寸。这些扳手的尺寸可以是英制或米制的。

(2) 梅花扳手。

梅花扳手（见图 1-9）可以完全地套在螺母上，适合当螺母一次只能旋转很小角度时使用。扳手的套筒沿着内表面有 12 个精确切割凹槽，这些凹槽非常接近螺母外缘的各点。因为当尺寸适当的时候，扳手不能够滑动，这是它优于其他扳手的方面。通常这些扳手的两端都具有不同的尺寸，一般可以选用英制和米制两种规格。



图 1-9 梅花扳手



(3) 套筒扳手。

套筒扳手（见图 1-10）与梅花扳手类似，制成 12 凹槽并整周环绕螺母。这些套筒有英制和米制两种规格。不同的套筒扳手有棘轮手柄和扭矩扳手手柄等几种驱动形式。当螺母或螺栓需要拧紧到确定的范围以防止变形时，可以将扭矩扳手手柄与套筒扳手组合使用。



图 1-10 套筒扳手

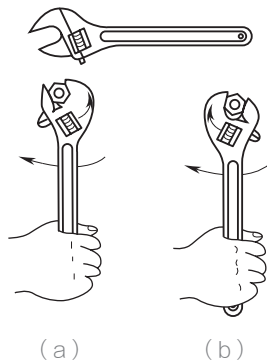
(4) 活扳手。

活扳手（见图 1-11）可以在一个确定的范围内通过调节扳手所夹直径尺寸来适应几种不同尺寸的螺母或螺栓头。这种扳手特别适用于非标准尺寸的螺母或者找不到合适尺寸的扳手时使用。但是，这种扳手如果没有调整到与螺母侧面正确配合的位置会产生滑动。这可能会对操作员造成伤害或损坏螺母的棱角。

当使用活扳手时，应该让其与螺母侧面紧密地贴合，并且沿着图 1-11（a）中所指示的方向施力。活扳手的规格是以扳手全长尺寸进行标注的。

(5) 内六角扳手。

内六角扳手（见图 1-12）是六角形的，可进入沉头螺钉的六角形凹槽内。它是用工具钢制成的，一般成组使用以适应大范围的螺钉尺寸。扳手标明的尺寸是扳手横截面的距离。通常这个距离是与其配套使用的内六角螺钉外径的一半。这些扳手有英制和米制两种规格。



(a) 正确；(b) 不正确

图 1-11 活扳手

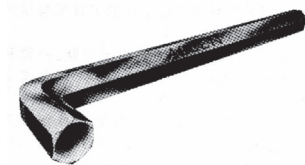


图 1-12 内六角扳手

(a) 正确；(b) 不正确

(6) 其他扳手。

由机械工具制造商为特定机器制造的特殊扳手，有各种不同的类型。固定定位针销扳手和可调针销扳手（见图 1-13）定位在特殊螺母表面上的两个孔中。钩销扳手（见图 1-14）用在圆螺母的圆周上，扳手的销可进入螺母外圆周上的孔中。双套筒扳手（见图 1-15）在使用时应先拧紧内套筒，然后按松脱紧固螺母方向拧松外套筒，即可拆下。带万向接头的或带锥齿轮的特种扳手（见图 1-16），用于受空间位置限制的特殊场合的拆卸。



图 1-13 针销扳手

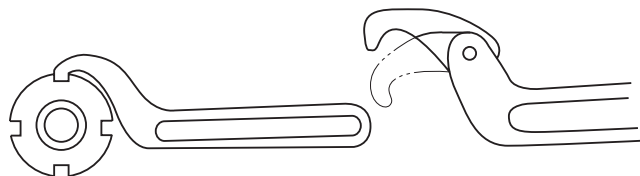


图 1-14 钩销扳手

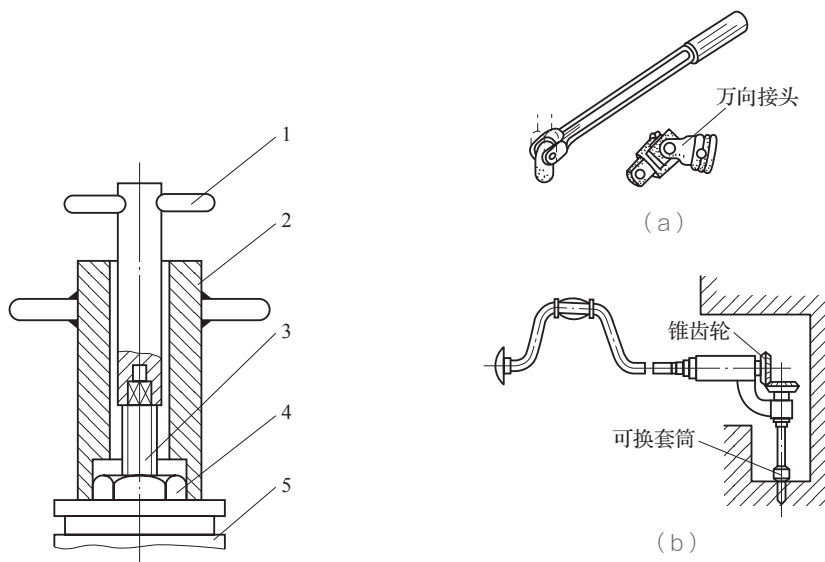


图 1-15 双套筒扳手

1- 内套筒；2- 外套筒；3- 调整螺钉；
4- 紧固螺母；5- 阀体

图 1-16 特种扳手

(a) 带万向接头的特种扳手；(b) 带锥齿轮的特种扳手



使用扳手时应注意以下事项：

(1) 要正确选择一个适合螺母或螺栓的扳手，太大的扳手可能滑出螺母并且发生事故。

(2) 如果扳手有滑动的可能，“拉”扳手比“推”扳手更能避免引起事故。

(3) 要确保螺母完全放置在扳手开口中。

(4) 使用时，扳手应与螺母或螺栓头处于同一平面。

(5) 当拉紧或放松一个螺母的时候，施加一个突然迅速的拉力比平稳的拉力更有效。

(6) 当装配螺栓和螺母时，在螺纹上滴点儿润滑油，日后装拆时会比较容易。

5) 钳子

在某些机械加工操作（如钻小孔）或装配工件时，钳子能非常容易地抓紧或夹住小的工件。钳子具有很多类型和尺寸，并且依据其形状、功能和结构命名。机械工厂通常使用下列几种类型的钳子。

(1) 万能钳（剪钳）（见图 1-17）或鲤鱼钳是可调整的，既能夹紧大工件，也能夹紧小工件。通常用于夹紧某些钻小孔的工件或弯扭某些轻薄材料制成的工件。

(2) 旁剪钳（见图 1-18）主要用于切断、夹紧和弯曲小直径的 [1/8 in (1 in = 2.54 cm) 以下] 杆状工件或金属丝。



图 1-17 万能钳（剪钳）



图 1-18 旁剪钳

(3) 针头钳（见图 1-19）有直鼻和弯鼻两种类型。通常用于夹住非常小的零配件，放置到难以到达的地方，弯曲或成型金属丝。

(4) 斜嘴钳（见图 1-20）只用于切断金属丝和软金属的小工件。



图 1-19 针头钳



图 1-20 斜嘴钳

(5) 大力钳（见图 1-21）由于可调杠杆的作用能提供极大的抓紧力，手柄上的螺杆能调整到不同的尺寸。这种钳子有标准口、针口和 C 形口等几种类型。



图 1-21 大力钳

使用钳子时应注意以下事项：

- (1) 不要用钳子代替扳手。
- (2) 不要尝试用钳子剪切大直径或热处理材料的工件，这可能导致钳口扭曲或手柄断裂。
- (3) 保持钳子干净和润滑。

2. 拆装工具操作规程

使用手动工具时，应牢记以下安全提示：

- (1) 为了更好地控制操作和保证安全，拉动扳手的方向要始终朝着自己，切勿推动扳手。
- (2) 所有扳手和手动工具应保持清洁，防止生锈。
- (3) 尽量使用六角套筒或套筒扳手拧紧和松开螺栓或螺母，需要提高速度时使用开口扳手。
- (4) 在扳手或棘轮手柄上切勿使用加长套管或其他类型的“加长手柄”。若需要更大的紧固力矩，则须使用更大的工具。可使用加注润滑油或给紧固件加热的方法进行紧固件的拆卸，但通过加热的方式拆下的螺栓和螺母必须更换。
- (5) 需要专用工具の場合，务必使用合适的专用工具，不要试着用其他不恰当的工具代替。
- (6) 切勿将工具暴露在过热环境中，高温会降低金属强度。
- (7) 切勿在任何扳手或套筒把手上使用锤子敲击，特制的可与锤子一并使用的扳手除外。
- (8) 确保工具处于完好且安全的状态。工具损坏时（例如，旋具手柄损坏、刀具断裂、扳手开口宽度变大、锉刀手柄或锤子未安装到位、镊子头部边缘磨损及台虎钳口沟槽磨损等），应更换破损或磨损严重的工具。工作结束后应仔细清洁工具，然后放回到规定的位置，摆放应整齐有序。

三、测量工具

测量是指为确定被测对象的量值而进行的实验过程；检验是指判断被测量是否



在规定范围内的过程，其不要求得到被测量的具体数值；检测是检验和测量的总称；检查是指检测和外观验收等方面的过程。

任何一个完整的测量过程都包括被测对象、计量单位、测量方法和测量精度四个方面，通常统称为测量过程四要素。被测对象的结构特征和测量要求在很大程度上决定了测量方法，测量方法决定了测量时所采用的计量器具和测量条件以及产生的测量精度。

1. 常用的测量工具

基本操作中常用的量具有钢直尺、刀口直尺、内外卡钳、游标卡尺、千分尺、90°角尺、万能角度尺、塞尺和百分表等。

1) 钢直尺

如图 1-22 所示，钢直尺是常用量具中最简单的一种，可用来测量工件的长度、宽度、高度和深度等，规格有 150 mm、300 mm、500 mm 和 1000 mm 四种。

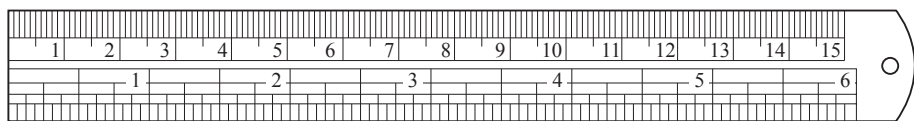


图 1-22 钢直尺

2) 游标卡尺

游标卡尺是机械加工中使用最广泛的量具之一，是一种中等精度的量具，可以直接测量出工件的外径、孔径、长度、宽度、深度和孔距等尺寸。

(1) 游标卡尺的结构。

① 三用游标卡尺。如图 1-23 (a) 所示，三用游标卡尺由外量爪、内量爪、尺身、固定螺钉、游标、测深杆组成。旋松固定游标用的固定螺钉即可移动游标，调节内、外量爪开挡大小进行测量。

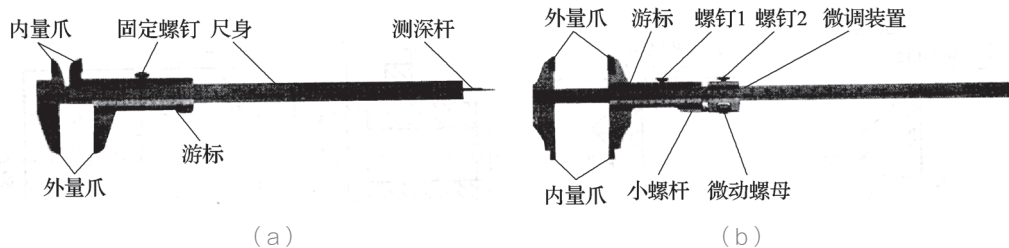


图 1-23 游标卡尺

(a) 三用游标卡尺；(b) 双面游标卡尺

② 双面游标卡尺。如图 1-23b 所示，双面游标卡尺与三用游标卡尺相比，在游标上增加了微调装置，松开螺钉 1 和螺钉 2 即可推动游标在尺身上移动。需要微调时，可将螺钉 2 紧固，松开螺钉 1，用手指转动微动螺母，通过测微螺杆使游标微

动，量得尺寸后，可拧紧螺钉 1 使游标紧固。

(2) 游标卡尺的读数方法。

使用游标卡尺测量工件时，读数过程可分为以下三个步骤（以 0.02 mm 游标卡尺为例）：

① 读整数。读出游标零线左边最近的尺身读数，该数值是读数的整数值。

② 读小数。找出与尺身刻线对准的游标刻线，将其刻线数乘以游标精度值 0.02 mm，所得的积即为读数的小数值。

③ 整个读数。把上面两部分的读数值相加，就是被测工件的整个读数值。

图 1-24 所示游标卡尺的读数为： $(60+24 \times 0.02)$ mm=60.48 mm。

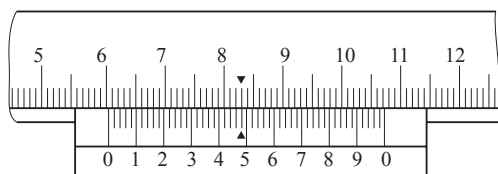


图 1-24 游标卡尺的读数示例

游标卡尺在制造过程中存在一定的示值误差，由表 1-1 可知，1/50 mm 游标卡尺的示值误差为 ± 0.02 mm，因此不能测量精度较高的工件尺寸。

表 1-1 游标卡尺的示值误差

单位: mm

读数值	示值总误差
0.02	± 0.02
0.05	± 0.05

另外，除如图 1-23 所示的普通游标卡尺外，还有游标深度尺（见图 1-25）、游标高度卡尺（见图 1-26）和齿轮游标卡尺（见图 1-27）等，其刻线原理和读数方法与三用游标卡尺相同。

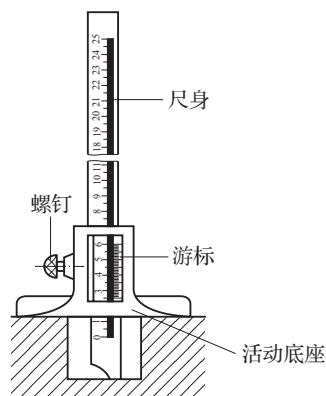


图 1-25 游标深度尺

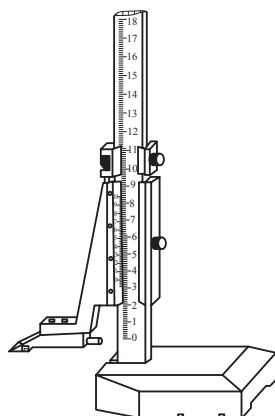


图 1-26 游标高度卡尺

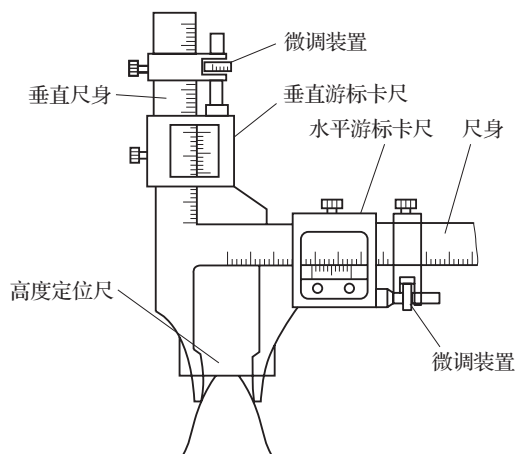


图 1-27 齿轮游标卡尺

(3) 使用游标卡尺的注意事项。

- ① 应根据所测工件的部位和尺寸精度，合理地选择卡尺的种类和规格。
- ② 用游标卡尺测量前应先检查并校对零位。
- ③ 测量时，移动游标并使量爪与工件被测表面保持良好接触，取得尺寸后最好把螺钉旋紧后再读数，以防尺寸变动，使得读数不准。
- ④ 游标卡尺测量力要适当，测量力太大会造成尺框倾斜，产生测量误差；测量力太小，游标卡尺与工件接触不良，使测量尺寸不准确。
- ⑤ 游标卡尺在使用过程中，不要和工具、刀具放在一起，以免碰坏。
- ⑥ 游标卡尺用完后，应及时擦净、涂油，放在专用盒中，保存在干燥处，以免生锈。

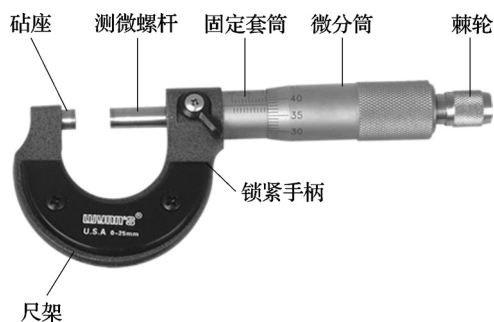
3) 千分尺

千分尺是一种精密量具，其测量精度比游标卡尺高，而且比较灵敏。因此，对于加工精度要求较高的工件尺寸，要用千分尺来测量。

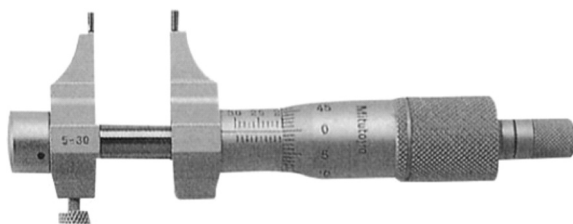
(1) 千分尺的结构。

① 外径千分尺。外径千分尺的结构如图 1-28 (a) 所示，由尺架、砧座、测微螺杆、固定套筒、微分筒、棘轮和锁紧手柄等组成。旋转棘轮时，就带动测微螺杆和微分筒一起旋转，并沿轴向移动，即可测量尺寸。转动锁紧手柄，通过偏心锁紧可使测微螺杆固定不动，这样可以防止尺寸变动。松开棘轮，可使测微螺杆与微分筒分离，以便调整零刻线位置。

② 内径千分尺。内径千分尺用来测量内径及槽宽等尺寸。内径千分尺外形如图 1-28 (b) 所示，左图所示千分尺的刻线方向与千分尺的刻线相同，右图所示千分尺的刻线方向与千分尺的刻线相反，其读数方法和测量精度与外径千分尺相同。



(a)



(b)

图 1-28 千分尺

(a) 外径千分尺; (b) 内径千分尺

(2) 千分尺的读数方法。

千分尺的读数机构是由固定套筒和微分筒组成的，固定套筒上的纵向刻度线是微分筒读数值基准线，而微分筒锥面的端面是固定套筒读数值指示线。固定套筒纵向刻度线的上下两侧各有一排均匀的刻度线，刻度线的间距都是 1 mm，且相互错开 0.5 mm，标出数字的一侧表示毫米 (mm) 数，未标数字的一侧即为 0.5 mm 数。

用千分尺进行测量时，其读数可分为以下三个步骤：

① 读整数。读出微分筒锥面端左边固定套筒露出来的刻线数值，即被测件的整数数值。

② 读小数。找出与基准线对准的微分筒上的刻线数值，如果此时整数部分的读数值为 mm 整数，那么该刻线数值就是被测件的小数值；如果此时整数部分的读数值为 0.5 mm 数，则该刻线数值还要加上 0.5 mm 才是被测件的小数值。

③ 整个读数。将上面两次读数值相加，就是被测件的整个读数值。

如图 1-29(a) 所示，在固定套筒上读出的尺寸为 8 mm，微分筒上读出的尺寸为 27 (格) $\times 0.01 \text{ mm} = 0.27 \text{ mm}$ ，以上两数相加即得被测零件的尺寸为 8.27 mm；如图 1-29(b) 所示，在固定套筒上读出的尺寸为 8.5 mm，在微分筒上读出的尺寸为 27 (格) $\times 0.01 \text{ mm} = 0.27 \text{ mm}$ ，以上两数相加即得被测零件的尺寸为 8.77 mm。

千分尺的制造精度分为 0 级和 1 级两种，0 级精度最高，1 级稍差。千分尺的制造精度主要由于其示值误差和两测量面平行度误差的大小来决定。

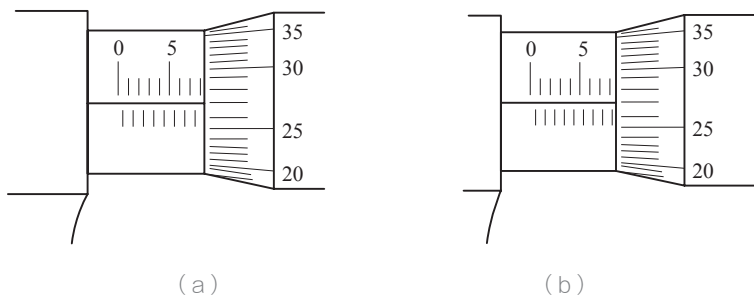


图 1-29 千分尺的读数方法

除了外径千分尺和内径千分尺外，还有深度千分尺（见图 1-30）、公法线千分尺（用于测量齿轮公法线长度，如图 1-31 所示）和螺纹千分尺（用于测量螺纹中径，如图 1-32 所示）等，其刻线原理和读数方法与外径千分尺相同。

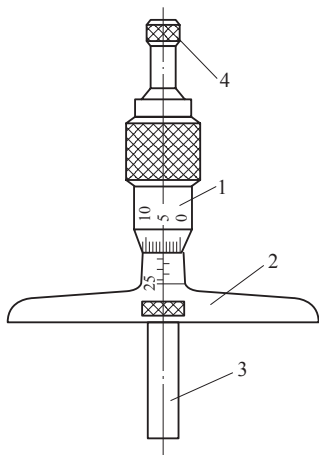


图 1-30 深度千分尺

1- 微分筒; 2- 尺座; 3- 测杆; 4- 测力装置

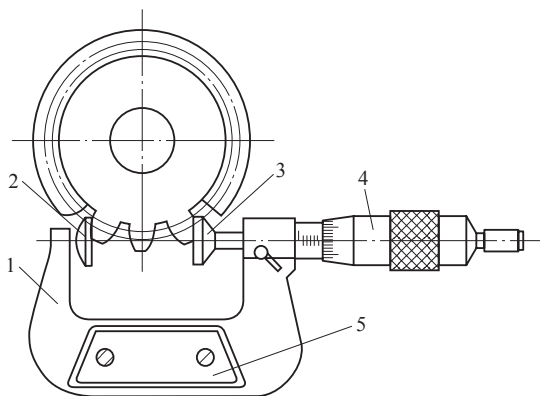


图 1-31 公法线千分尺

1- 尺架; 2, 3- 测头; 4- 微分筒; 5- 隔热板

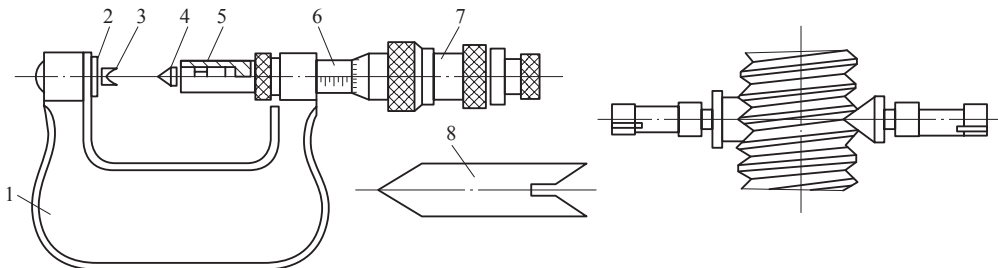


图 1-32 螺纹千分尺

1- 尺架; 2- 架砧; 3- V形测量头; 4- 圆锥形测量头; 5- 主量杆;

6- 内套筒; 7- 外套筒; 8- 校对样板

(3) 千分尺使用时的注意事项。

① 使用前，要检查千分尺的各部分是否灵活可靠、是否对零正确以及微分筒的转动是否灵活，螺杆的移动是否平稳，锁紧装置的作用是否可靠等。还要把工件的测量表面擦干净，以免脏物影响测量精度。测量时，要使螺杆轴线与工件的被测尺寸方向一致，不能倾斜。

② 使用外径千分尺时，一般用手握住隔热装置。如果用手直接握住尺架，就会使千分尺和工件因温度不一致而增加测量误差。在一般情况下，应保持外径千分尺和被测工件具有相同的温度。

③ 千分尺的两个测量面与工件接触时，要使用棘轮，不要转动微分筒。

④ 千分尺测量面与被测工件相接触时，要考虑工件表面的几何形状。

⑤ 按被测尺寸调节外径千分尺时，要慢慢地转动微分筒或棘轮，不要握住微分筒挥动或摇转尺架，致使精密测微螺杆变形。

⑥ 测量时，应使砧座上的测量面与被测表面接触，然后摆动测微头端找到正确位置后，使测微螺杆测量面与被测表面接触，在千分尺上读取被测值。当千分尺离开被测表面读数时，应先用锁紧手柄将测微螺杆锁紧再进行读数。

⑦ 千分尺不能当卡规或卡钳使用，以防止划坏千分尺的测量面。

⑧ 使用千分尺测同一长度时，一般应反复测量几次，取其平均值作为测量结果。

⑨ 千分尺用完后，应用纱布擦干净，在砧座与测微螺杆之间留出一点空隙，放入盒中。如长期不用，可抹上黄油或机油，放置在干燥的地方。注意：不要让其接触腐蚀性的气体。

4) 百分表

百分表是一种精度较高的比较量具，可用来精确测量零件圆度、圆跳动、平面度、平行度和直线度等几何误差，也可用来找正工件、检验机床精度和测工件的尺寸。

(1) 百分表的结构。

百分表的结构如图 1-33 所示，当测量杆向上或向下移动 1 mm 时，通过齿轮传动系统带动大指针转一圈，小指针转一格。刻度盘在圆周上有 100 等分的刻度线，其每格的读数为 $1\text{ mm}/100=0.01\text{ mm}$ 。常用百分表小指针刻度盘的圆周上有 10 个等分格，每格为 1 mm。

(2) 百分表的读数方法。

百分表测量时大小指针所示读数之和即为尺寸变化量，也就是说先读小指针转过的刻度值 [即毫米 (mm) 的整数部分]，再读大指针转过的刻度数 (即小数部分)，并乘以 0.01，然后两者相加即可得到所测量的数值。百分表使用时常装在专用的百分表架上，如图 1-34 所示。

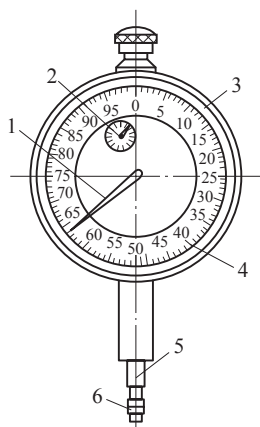


图 1-33 百分表

1- 大指针; 2- 小指针; 3- 表壳;
4- 刻度盘; 5- 测量杆; 6- 测量头

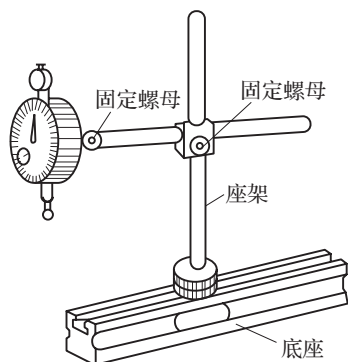


图 1-34 百分表的固定

(3) 百分表使用时的注意事项。

① 测量时，为了读数方便，常把指针转到表盘的零位作为起始值。对零时先使测量头与基准表面接触，在测量范围允许的条件下，最好把测量头压缩，使指针转过 2 ~ 3 圈后再把表紧固住，然后对零。同时，百分表的测量要与被测工件表面保持垂直，而测量圆柱形工件时，测量杆的中心线则应垂直地通过被测工件的中心线，否则将增大测量误差。

② 按压测量杆的次数不要太多，距离不要过大，尤其应避免快速向极端位置按压测量杆，这将造成冲击，会损坏机构及加剧零件磨损。

③ 测量时，测量杆的行程不要超出其测量范围，以免损坏表内零件。

④ 百分表要避免受到剧烈振动和碰撞，不要敲打表的任何部位，调整或测量时，不要使测量头突然撞落在被测件上。

⑤ 不要拿测量杆，测量杆上也不能压放其他东西，以免测量杆弯曲变形。

⑥ 百分表表座要放平稳，以免百分表落地摔坏。使用磁性表座时，一定要注意检查表座的按钮位置。

⑦ 严防水、油和灰尘等进入表内。不准把百分表浸在冷却液或其他液体中；不要把百分表放在磨屑或灰尘飞扬的地方；不要随便拆卸表的后盖。

⑧ 如果不是长期保管，测量杆不允许涂凡士林或其他油类，否则会使测量杆和轴套黏结，造成测量杆运动不灵活。而且，沾有灰尘的油污容易带进表内，影响表的精度。

⑨ 百分表用完后，要擦净放回盒内，并让测量杆处于放松状态，避免表内弹簧失效。

5) 万能角度尺

万能角度尺是用游标读数，可测任意角度的量尺，一般用来测量零件的内外角度。

如图 1-35 所示，万能角度尺由刻有角度刻线的主尺 4 和固定在扇形板 3 上的游标 1 组成。扇形板 3、直尺 6 用卡块 8 固定在 90° 角尺 7 上，如果拆下 90° 角尺 7，也可将直尺 6 固定在扇形板 3 上。万能角度尺的读数机构是根据游标原理制成的，以分度值为 2' 的万能角度尺为例，其主尺刻度线每格为 1°，而游标刻度线每格为 58'，即主尺 1 格与游标 1 格的差值为 2'，其读数方法与游标卡尺完全相同。

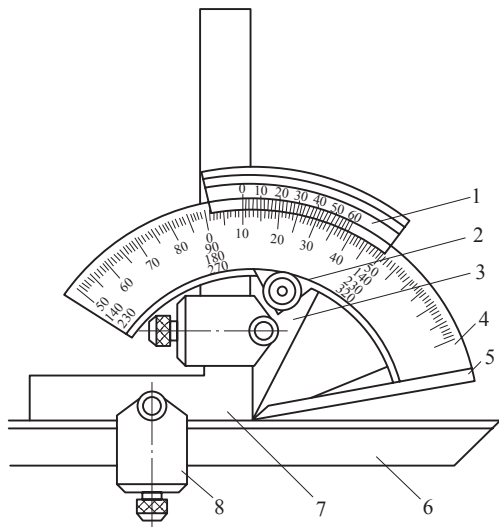


图 1-35 万能角度尺

1- 游标；2- 制动器；3- 扇形板；4- 主尺；5- 基尺；6- 直尺；7- 角尺；8- 卡块

用万能角度尺测量工件时，由于 90° 角尺和直尺可以移动和拆换，万能角度尺的测量范围为可以测量 0° ~ 320° 的任何角度，如图 1-36 所示。

使用万能角度尺应注意以下事项：

(1) 测量前，用干净纱布将万能角度尺擦干，再检查各部件的相互作用是否移动平稳可靠、止动后的读数是否不动，然后对“0”刻线。

(2) 测量时应先校对零位，当角尺与直尺均安装好，且 90° 角尺的底边及基尺均与直尺无间隙接触，主尺与游标的“0”刻线对准时即调好零位，使用时通过改变基尺、角尺、直尺的相互位置，在万能角度尺测量范围内可测量任意角度。

(3) 测量完毕后，用干净纱布仔细擦千万能角度尺，涂上防锈油放入盒内。

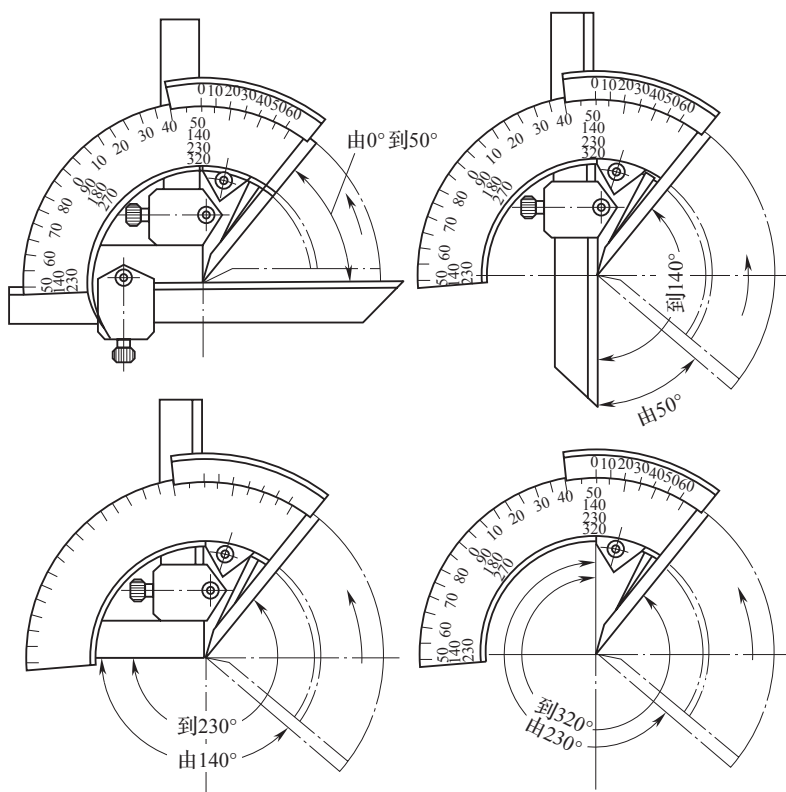


图 1-36 万能角度尺的测量范围

6) 塞尺

塞尺是用来检查两贴合面之间间隙的薄片量尺，如图 1-37 所示。它由一组薄钢片组成，其每片的厚度为 0.01 ~ 0.08 mm，测量时用塞尺直接塞进间隙，当一片或数片能塞进两贴合面之间，则这一片或数片的厚度（可由片身上的标记读出）即为两贴合面的间隙值。

使用塞尺测量时，选用的尺片越薄越好，而且必须先擦净尺面和工件，测量时不能使劲硬塞，以免尺片弯曲和折断。

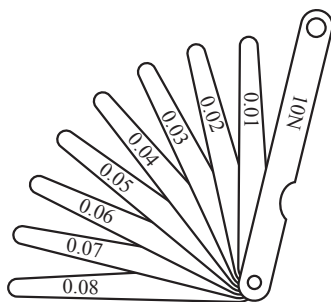


图 1-37 塞尺

2. 测量工具的保养

量具保养的好坏直接影响其使用寿命和测量精度，因此必须做到以下几点：

- (1) 使用前必须用绒布将其擦干净。
- (2) 不能用精密量具去测量毛坯或运动着的工件。
- (3) 测量时不能用力过猛、过大，也不能测量温度过高的工件。
- (4) 不能把量具乱扔、乱放，更不能将其当工具使用。

(5) 不能用脏油清洗量具，更不能注入脏油。

(6) 量具使用完后，应将其擦洗干净后涂油并放入专用的量具盒内。

四、螺纹连接

螺纹连接是一种广泛使用的可拆卸的固定连接，具有结构简单、连接可靠、装拆方便等优点。

1. 螺纹参数

如图 1-38 (a) 所示，将一倾斜角为 ψ 的直线绕在圆柱体上便形成一条螺旋线，取一平面图形，使其沿着螺旋线运动，运动时保持此图形通过圆柱体的轴线，就得到螺纹。按照平面图形的形状，螺纹分为三角形螺纹、梯形螺纹和锯齿形螺纹，如图 1-38 (b) 所示。按照螺旋线的旋向，螺纹分为左旋螺纹和右旋螺纹。机械制造中一般采用右旋螺纹，有特殊要求时，采用左旋螺纹。按照螺旋线的数目，螺纹还分为单线螺纹和等距排列的多线螺纹，如图 1-39 所示。为了制造方便，螺纹的线数一般不超过 4。

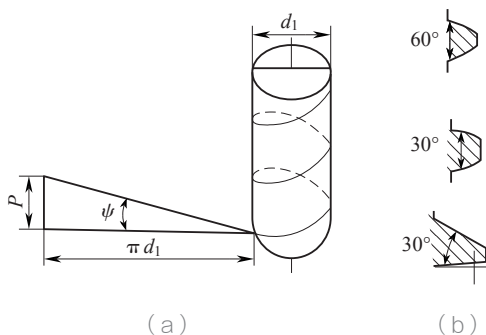


图 1-38 螺旋线的形成图

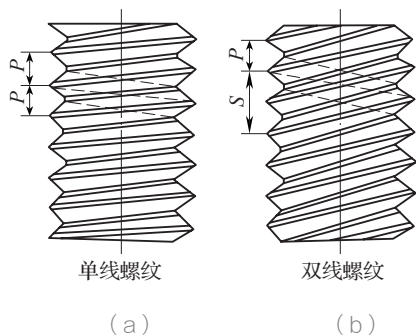


图 1-39 不同线数的右旋螺纹

螺纹有内螺纹和外螺纹之分，两者旋合组成螺旋副或称螺纹副。用于连接的螺纹称为连接螺纹；用于传动的螺纹称为传动螺纹，相应的传动称为螺旋传动。

按照母体形状，螺纹分为圆柱螺纹和圆锥螺纹。现以圆柱螺纹为例，说明螺纹的主要几何参数，如图 1-40 所示。

(1) 公称直径 D 、 d ：与外螺纹牙顶（或内螺纹牙底）相重合的假想圆柱体的直径。

(2) 螺纹内径 D_1 、 d_1 ：与外螺纹牙底（或内螺纹牙顶）相重合的假想圆柱体的直径。

(3) 螺纹中径 D_2 、 d_2 ：也是一个假想圆柱的直径，该圆柱的母线上牙型沟槽和



凸起宽度相等。

(4) 螺距 P ：相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离。

(5) 导程 S ：同一条螺旋线上的相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离。设螺旋线数为 n ，则 $S=nP$ 。

(6) 牙型角 α ：轴向截面内螺纹牙型相邻两侧边的夹角称为牙型角，也称螺纹啮合角。牙型侧边与螺纹轴线的垂线间的夹角称为牙侧角 β 。对于对称牙型，有 $\beta = \alpha / 2$ 。

(7) 螺旋升角 ψ ：在中径圆柱面上螺旋线的切线与垂直于螺旋线轴线的平面的夹角。

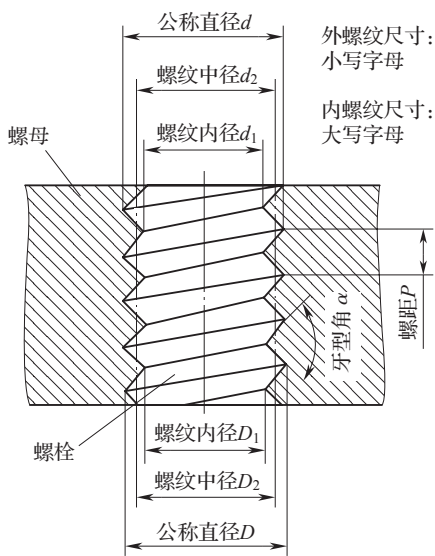


图 1-40 螺纹的几何参数

2. 螺纹检验和测量

螺纹的极限尺寸通过界限量规来检测。主要测量工具有螺纹塞规（见图 1-41）、螺纹环规（见图 1-42）和界限卡规。螺母或内螺纹用螺纹塞规检验，长螺纹端是塞规的通过端，应能旋入，双螺纹线的短端是止端，不能旋入。外螺纹用螺纹环规或螺纹界限卡规检验，用量规检验必须使用过端环规和止端环规。



图 1-41 螺纹塞规



图 1-42 螺纹环规

界限卡规的优点是可用可调，螺纹界限卡规应调到公称尺寸的所需公差上。用量规检验不确定螺纹是否产生畸变，或齿形是否对称。为确定螺纹啮合角的变化（牙形误差），须测量螺纹的中径。中径在车间用千分尺测量，在其间加凹槽和圆锥或加 3 根标准测针，如图 1-43 所示，但要将读得的数据换算成中径参数。

3. 螺纹代号与标记

1) 普通螺纹

普通螺纹采用公制 ISO 标准化结构，其缩写符号为 M。螺纹的标记由螺纹代号、螺纹公差代号和螺纹旋合长度代号组成。例如：

M24 × 1.5LH-5g6g-L

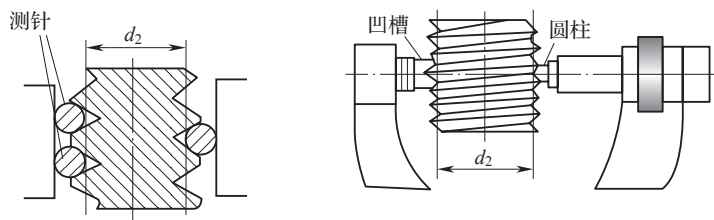


图 1-43 用千分尺配合测针或配合凹槽和圆锥测量中径

其中：M24——公称直径为 24 mm 的螺纹；

1.5——螺纹的螺距为 1.5 mm；

LH——螺纹为左旋螺纹；

5g——螺纹中径公差代号；

6g——螺纹外径公差代号；

L——螺纹旋合长度。

注意：粗牙普通螺纹不标螺距；中径与顶径公差代号相同只需标注一个；右旋螺纹旋向不标；中等旋合长度时可不标代号，短旋合长度时标 S，长旋合长度时标 L，特殊时也可标出旋合长度数值。

2) 管螺纹

非螺纹密封用的管螺纹由螺纹特征代号（G）、尺寸代号和公差等级代号（A、B）组成。例如，G1½"A 表示公称直径为 1½ in、公差等级为 A 级的外螺纹；G1½" 表示公称直径为 1½ in 的内螺纹。

注意：内螺纹不标公差等级代号；左旋螺纹可附加代号 LH，例如 G1½"-LH；管螺纹的公称直径指管子的内径。

4. 常用螺纹的特性及应用

螺纹按其截面形状（牙型）分为三角形螺纹、矩形螺纹、梯形螺纹、锯齿形螺纹及其他特殊形状螺纹。其中，三角形螺纹主要用于连接，矩形、梯形和锯齿形螺纹主要用于传动。常用螺纹的特性及应用见表 1-2。

表 1-2 常用螺纹的特性及应用

种类	牙型简图	特点	应用
三角形螺纹		<p>牙型角 $\alpha=60^\circ$，螺纹副的内径处有间隙，外螺纹的根部允许有较大的圆角，以减少应力集中。同一直径，按螺距的大小分粗牙和细牙。细牙的自锁性较好，但螺纹的强度较弱</p>	<p>应用最为广泛。粗牙用于一般零件的连接，细牙则用于承受变载冲击、振动或薄壁细小零件，也常用于微调机构，在液压系统的管连接中，也常使用细牙螺纹</p>



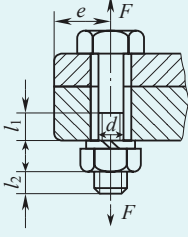
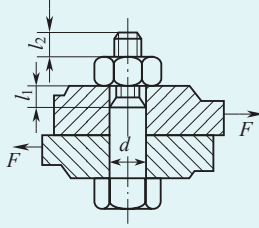
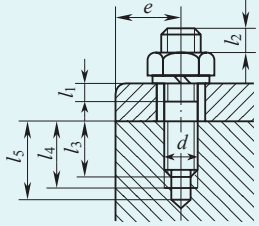
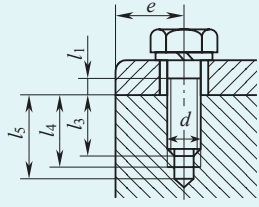
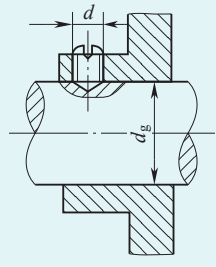
续表

种类	牙型简图	特点	应用
管螺纹		牙型角 $\alpha=55^\circ$ ，公称直径近似为管子内径，用英寸表示。内外螺纹公称牙型间没有径向间隙，密封简单	多用于低压（1.568 MPa 以下）管件或薄壁零件的紧密连接，如水、煤气、液压和电缆线等管路的连接
圆锥管螺纹		牙型角 $\alpha=55^\circ$ ，公称直径近似为管子直径，用英寸表示。螺纹分布在 1:16 的圆锥管壁上，内外螺纹公称牙型间没有间隙，仅靠螺纹牙的变形就可保证连接的紧密性	用于高温、高压系统的管路连接
		牙型角 $\alpha=60^\circ$ ，与 55° 的圆锥管螺纹的特点相同，分英制及米制两种	多用于汽车、拖拉机、航空机械及机床的燃料、油、水、气输送系统的管路连接
梯形螺纹		牙型角 $\alpha=30^\circ$ ，有粗牙、细牙之分。螺纹副的内径和外径处有相等的间隙，便于存放润滑油，可减少摩擦。具有工艺性好、牙根强度高、螺纹副对中性好等特点	主要用于双向受力的传递或传导螺旋，不能用于连接结构
矩形螺纹		牙型角 $\alpha=0^\circ$ ，传动效率较高，但牙根强度差，磨损后间隙也无法补偿，且内外螺纹旋合定心较难	仅用于对传动效率有较高要求的零部件
锯齿形螺纹		牙型角 $\alpha=33^\circ$ ，工作面的牙型斜角为 3° ，非工作面的牙型斜角为 30° 。具有效率比梯形螺纹高、牙根强度较大、工艺性好等特点	只适用于承受单方向的轴向载荷

5. 螺纹连接件的类型及应用场合

螺纹连接由连接件和被连接件组成，连接件的主要类型有螺栓连接、双头螺柱连接、螺钉连接和紧定螺钉连接。螺纹连接类型、构造、主要尺寸关系等见表 1-3。

表 1-3 螺纹连接类型、结构尺寸及应用场合

类型	构造	主要尺寸关系	特点和应用
螺栓连接	普通螺栓连接 	螺纹余留长度 l_1 普通螺栓连接: 静载荷 $l_1 \geq (0.3 \sim 0.5) d$ 变载荷 $l_1 \geq 0.75d$ 冲击、弯曲载荷 $l_1 \geq d$	被连接件都不切制螺纹, 使用不受被连接件材料的限制。螺栓连接件在工件接合面之间产生较大的摩擦力, 从而阻止两个工件移动; 不能承受剪切负荷; 无法确保部件之间精确定位; 应用于通孔, 能从被连接件两边进行装配的场合
	铰制孔用螺栓连接 	铰制孔用螺栓连接 l_1 尽可能小 螺纹伸出长度 $l_2 \approx (0.2 \sim 0.3) d$ 螺栓轴线到被连接件边缘的距离 $e = d + (3 \sim 6) \text{ mm}$	铰制孔用螺栓连接, 螺栓杆与孔之间紧密配合, 有良好的承受横向载荷的能力和定位作用
双头螺柱连接		螺纹旋入深度 l_3 , 当螺纹孔零件为: 钢或青铜 $l_3 \approx d$ 铸铁 $l_3 \approx (1.25 \sim 1.5) d$ 合金 $l_3 \approx (1.5 \sim 2.5) d$ 螺纹孔深度 $l_4 = l_3 + (2 \sim 2.5) d$ 钻孔深度 $l_5 = l_4 + (0.5 \sim 1) d$ l_1 、 l_2 同上	双头螺柱的两端都有螺纹, 其一端紧密地旋入被连接件之一的螺纹孔内, 另一端与螺母旋合而将两被连接件连接 应用于不能用螺栓连接且又需经常拆卸的场合
螺钉连接		l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 同上	不用螺母, 而且能有光整的外露表面。应用与双头螺柱相似, 但不宜用于经常拆卸的连接, 以免损坏被连接件的螺纹孔
紧定螺钉连接		$d = (0.2 \sim 0.3) d_g$ 转矩大时取大值, d_g 为轴径	旋入被连接件之一的螺纹孔中, 其末端顶住另一被连接件的表面或顶入相应的坑中, 以固定两个零部件的相互位置, 并可传递不大的转矩



1) 螺母

常见标准螺母形状如图 1-44 所示, 对于采用螺母进行连接的零部件来说, 要想增加强度, 螺母的螺纹长度很重要。螺纹长度决定着承载螺纹线数。对于大多数螺母, 螺母高度等于螺纹长度, 例外的有盲螺母。标准螺母的高度等于 $0.8d$; 扁螺母的高度小于 $0.5d$, 只用于受力小或防松的地方; 若受力很大就得用超高螺母, 高度大于 $1+d$ 。

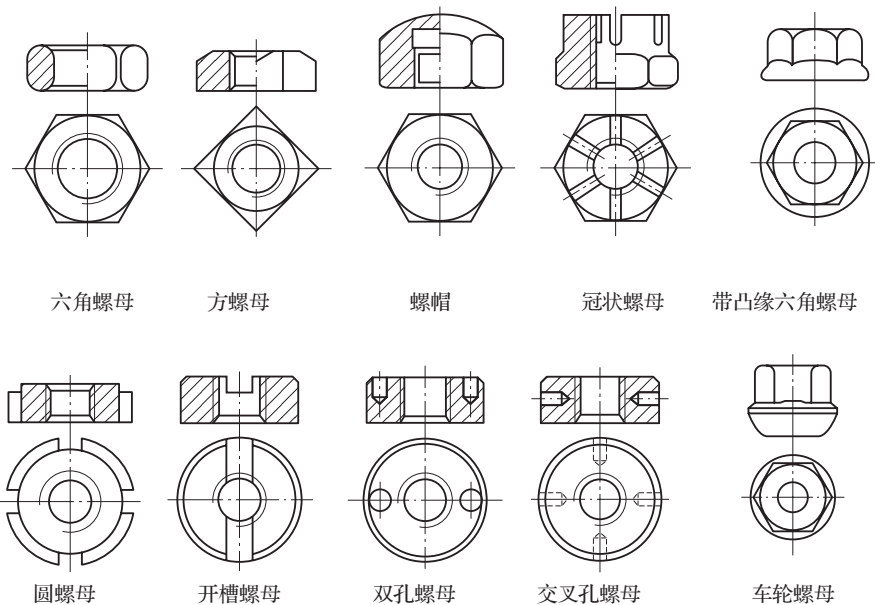


图 1-44 常见标准螺母形状

2) 螺纹套

轻金属部件中的螺母螺纹损坏或拉断且无法再现螺纹的功能时应使用螺纹套, 例如轻金属气缸盖中的火花塞螺纹。

螺纹套带有外螺纹和内螺纹, 在拧入端有切削槽。螺纹套采用淬火方式处理。螺纹损坏时首先扩孔, 然后用拧入工具将螺纹套拧入孔内, 螺纹套结构如图 1-45 所示。

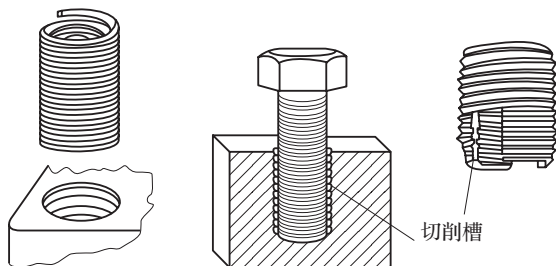


图 1-45 螺纹套

6. 螺纹连接的拧紧和防松

1) 螺纹连接的拧紧

螺纹连接一般都需要将螺母拧紧，使螺栓受到一定的预紧力。预紧的目的是增加连接刚度、紧密性并提高防松能力。

对于预紧力大小的控制，一般螺栓连接拧紧程度靠经验而定；对于重要连接（如气缸盖的螺栓连接等），预紧力必须加以控制，以满足连接强度、可靠性和密封性等要求。控制预紧力常用的拧紧工具有指针式扭力扳手、定力矩扳手等，如图 1-46 所示。

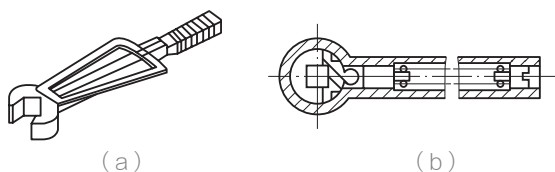


图 1-46 螺栓拧紧力矩扳手

(a) 指针式扭力扳手；(b) 定力矩扳手

对于常用螺栓 M10 ~ M68 的粗牙普通螺纹，拧紧力矩为

$$T \approx 0.2F' d$$

式中： T ——拧紧力矩， $N \cdot mm$ ；

F' ——螺栓的预紧力， N ；

d ——螺纹的公称直径， mm 。

小直径螺栓装配时不应施加过大的拧紧力矩，否则螺栓容易被拧断。因此，对重要的有强度要求的螺栓连接，如无控制拧紧力矩的措施，不宜采用小于 M12 的螺栓。

2) 螺纹连接的防松

连接用螺纹标准件都能满足自锁条件。拧紧螺母后，螺母与被连接件支承面间的摩擦力也有助于防止螺母松脱。螺纹防松装置是为防止螺纹副产生相对运动的，按其原理可分为以下三类。

(1) 力锁紧防松：如图 1-47 所示，力锁紧防松可以使螺纹副中的摩擦力不随连接的外载荷波动而变化，保持较大的防松摩擦阻力矩。这种锁紧在零部件之间产生压力，增加摩擦，不容易松动。

(2) 形状锁紧防松：如图 1-48 所示，形状锁紧防松利用防松零部件控制螺纹副的相对运动，其防松可靠，可以防止螺纹连接松动。只有除去锁紧件后，才能拆开。