

第1单元

钳工基础知识

学习目标

1. 了解钳工的种类及工作内容。
2. 熟悉钳工工作场地,了解钳工常用设备,能对设备进行操作与保养。
3. 了解钳工安全文明生产规程。
4. 了解常用量具的结构与原理,能正确选用与保养。

模块1 钳工入门知识

钳工是现代企业中装备生产制造与维修的一个重要工种之一,它是以手工操作为主,利用手动工具和手工工具,按技术要求对原材料、金属工件、机械设备等进行切削加工、产品组装、设备修理的工种,因常在钳桌台上用台虎钳夹持工件操作而得名。

由于钳工具有实践性较强、使用的设备和工具简单、操作方法灵活方便、能制造高精度的机械零件等特点,因而在当今的制造业中,即使已经大量使用高科技设备,以及各种先进的加工方法,也仍然有很多工作需要由钳工来完成。

活动1 钳工的种类及工作内容

钳工的种类很多,目前,我国颁布的《国家职业标准》中将钳工整合后划分为装配钳工、机修钳工和工具钳工三大类。其中,装配钳工主要从事的是机器或部件的装配和调整工作,以及一些零件的制做工作;机修钳工主要从事的是对所使用设备的维护和修理工作,以及对新设备进行安装和调试工作;工具钳工主要从事的是各种工具、夹具、模具、量具、刀具及样板等工艺装备的制造和修理工作。

钳工各种类尽管分工不同,但它们在基础知识和基本技能方面都有着很多共同之处。因此,我们将其统称为钳工。但无论哪种钳工,都应当掌握扎实的理论基础知识及各项基本操作技能,然后根据分工不同进一步掌握零件的钳工加工及设备的装配、调试与修理等

技能。

钳工的主要任务是:在工件上划线,加工机械零件,装配与调试机器,安装与维修设备,以及制造与维修工具。

钳工的基本操作方法主要有:基本测量、划线、錾削、锉削、锯削、钻孔、扩孔、铰孔、铤孔、攻螺纹、套螺纹、矫正与弯形、铆接与粘接、刮削、研磨、装配及简单的热处理等。

活动 2 钳工的常用设备及工具



一、钳桌台

钳桌台(见图 1-1-1)就是钳工用的工作台,台边装有台虎钳,台下设有工具箱,台上装有防护网(有的配有照明灯)。台桌的结构和尺寸可按工作需要用木材或钢料制做,高度一般为 800~900 mm。



图 1-1-1 钳桌台

二、台虎钳

台虎钳(见图 1-1-2)是用来夹持工件的通用设备,其规格是以钳口的长度来表示的,有 100 mm、125 mm、150 mm 三种。钳工常用的台虎钳有两种:固定式和回转式,如图 1-1-2(a)、(b)所示。因回转式台虎钳使用方便,所以应用较广。

回转式台虎钳主要由固定钳身、活动钳身、丝杆、手柄等可活动零件,以及底座、丝杆螺母、螺钉等起固定作用的零件组成,如图 1-1-2(c)所示。台虎钳的底座用螺栓固定于工作台边缘上,固定钳身装在底座上,并能绕底座轴心线转动一定的角度。当转到要求的方向时,扳动夹紧手柄使夹紧螺栓旋紧,使固定钳身固定。活动钳身通过导轨与固定钳身的导轨配合,处于活动钳身上的丝杆可以旋转,但不能轴向移动,并与安装在固定钳身内的丝杆螺母配合。当摇动手柄时,丝杆旋转,带动活动钳身相对于固定钳身作轴向移动,在钳口的作用下夹紧或放松工件。其次,在丝杆与活动钳身配合处有弹簧,其借助挡圈和开口销固定在丝杆上,当放松丝杆时,可使活动钳身及时地退出。另外,在固定钳身和活动钳身上各设有用螺钉固定的钢制且制有交叉网纹的钳口,起夹紧和防滑的作用,磨损后可更换。

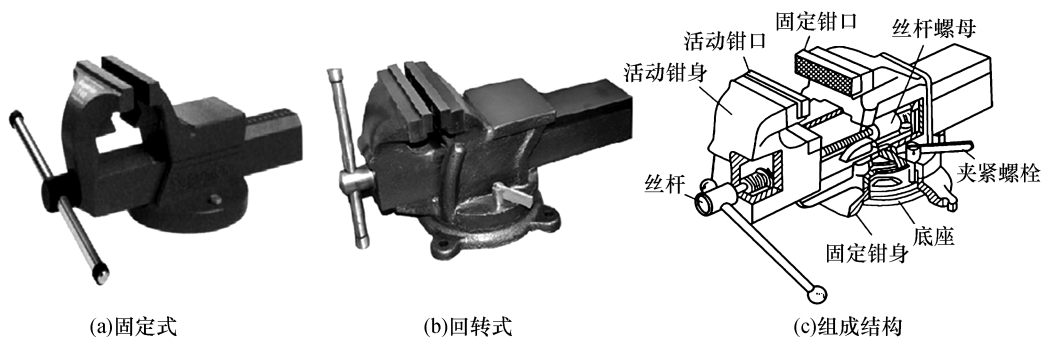


图 1-1-2 台虎钳

台虎钳的安装要求如下。

- ①台虎钳安装在钳桌上时,必须使钳身的钳口工作面位于钳桌边缘,以便夹持长工件时下端不受钳台边缘的影响。
- ②台虎钳的安装高度对于操作者是很重要的,要求高度合适,如图 1-1-3 所示。
- ③台虎钳一定要牢固地固定在钳桌上,两个夹紧虎钳的螺钉必须扳紧。操作时台虎钳应保证无松动现象,否则会影响加工效果。



图 1-1-3 台虎钳的安装高度

三、砂轮机

砂轮机也是钳工常用的设备之一。砂轮机主要是由基座、砂轮、电动机、托架、防护罩、给水器 and 照明灯等组成的,分为台式和落地式两种,如图 1-1-4 所示。它主要用来刃磨锉子、钻头、刮刀等工具,有时也可用于代替钳工的手工操作,如修磨毛刺、锐边倒钝及磨削等。



图 1-1-4 砂轮机

四、钻孔设备

常用的钻孔设备有台式钻床、立式钻床和摇臂钻床及手电钻等。

1. 台式钻床

台式钻床是一种放在工作台上小型立式钻床,简称台钻,其结构如图 1-1-5 所示。台钻转速高、效率高、结构简单、质量轻、使用方便,主要用于对小型零件上直径在 16 mm 以下的小孔进行加工。它不适合铰孔和铰孔的加工。

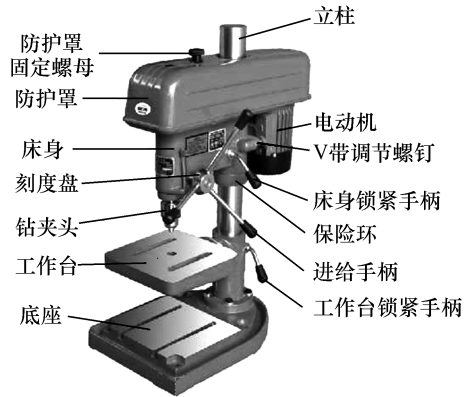


图 1-1-5 台式钻床的结构

2. 立式钻床

立式钻床一般用于在一人能轻松搬得动的中、小型零件上进行钻孔、扩孔、铰孔和攻螺纹等加工,常用的立式钻床如图 1-1-6 所示。

立式钻床钻孔时,切削是由两种运动来完成的。主轴旋转做主运动,主轴轴向运动做进给运动。主轴轴向的进给运动可以手动,也可以机动。

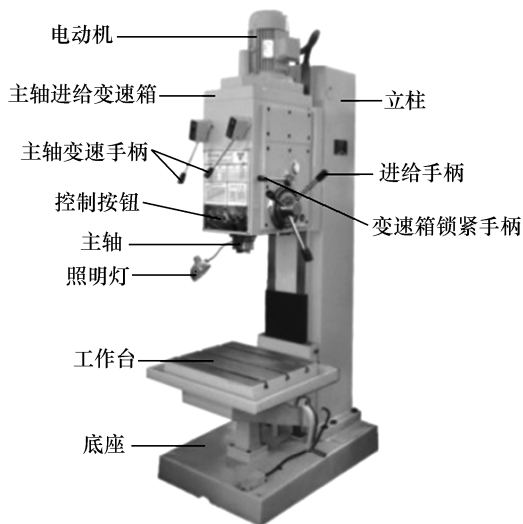


图 1-1-6 立式钻床

3. 摇臂钻床

摇臂钻床如图 1-1-7 所示,它由立柱、摇臂、主轴变速箱、底座和工作台组成。由于摇臂可沿立柱中心回转,以及主轴箱可在摇臂导轨上移动,摇臂钻床的加工范围大,适用于在较大工件上进行钻孔、扩孔、铰孔和攻螺纹等加工。

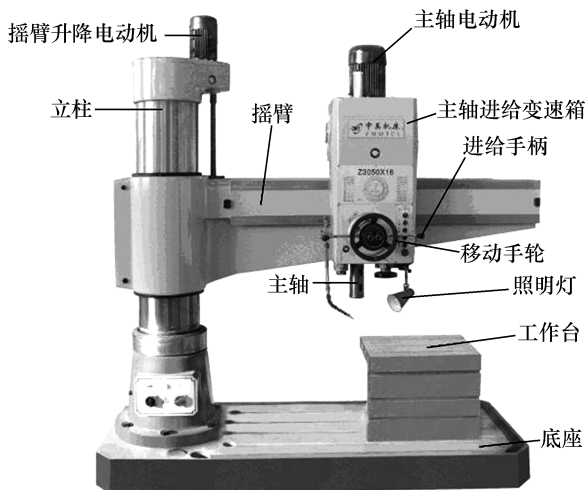


图 1-1-7 摇臂钻床

摇臂钻床的结构特点:摇臂可沿立柱上下升降和绕立柱回转 360° ,主轴进给变速箱可沿摇臂导轨大范围移动,便于钻孔时找正钻头和钻孔之间的位置。摇臂钻床安装后应用地脚螺栓固定,以防使用时机床有倾倒的危险。

加工中、小型工件时,直接将工件固定在工作台上;钻削大型工件时,可拆除工作台,将工件固定在底座上。摇臂和主轴箱位置调整结束后,都必须锁紧,防止钻孔时产生摇晃而发生意外。

4. 手电钻

手电钻是钳工在其他钻床上不方便钻孔时而经常使用的一种钻孔工具。手电钻具有体积小、质量轻、使用灵活、操作简单等特点。

手电钻主要由钻头、钻头夹、输出轴、齿轮、转子、定子、机壳、开关和电缆线等组成。其外形如图 1-1-8(a)所示。

图 1-1-8(b)所示为 JIZ₂-6 型双重绝缘手电钻的结构示意图。它由机壳里的电动机通过减速齿轮驱动电钻主轴旋转。开关是手掀式快速切断,且具有自锁装置。电动机能自动通风冷却,定子、转子经特殊绝缘处理,定子与机壳之间装入塑料套圈,加上塑料外壳组成双重绝缘结构,把减速箱与电动机用螺钉固定在一起,经两级齿轮减速,可获得 1200 r/min 的转速。手电钻一般不能钻太大的孔,在钢材上最大钻孔直径为 13 mm。所用麻花钻钻头均为直柄,需用专用紧固扳手装退钻头。



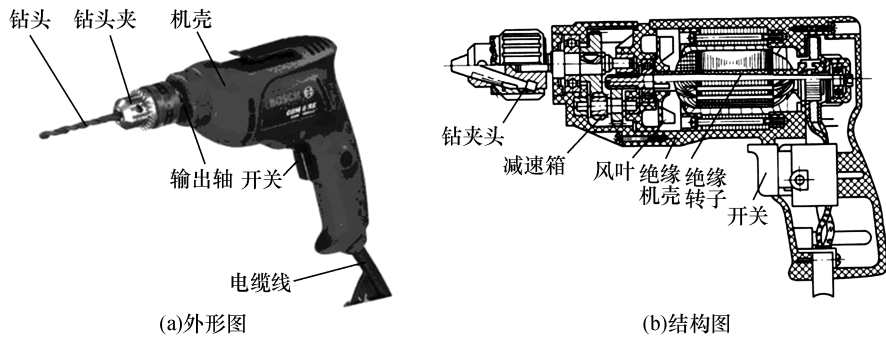


图 1-1-8 手电钻

五、钳工常用工具

钳工在工作过程中使用的工具种类较多,常用的工具主要有手锤、扁铲、锉刀、平台、划针、划规、钢锯、样冲、刮刀、克丝钳、管钳、卡簧钳、扳手、螺钉旋具等。这里主要介绍以下几种。

1. 扳手

扳手是钳工在组装或维修机器时用于拧紧或拧松螺栓或螺母的一种工具,它的种类较多,按用途可分为通用扳手、专用扳手和特种扳手三大类。将其再细分则主要有活扳手、开口扳手、梅花扳手、内六角扳手、套筒扳手等,如图 1-1-9 所示。



图 1-1-9 常用的几种扳手

(1)活扳手。活扳手是一种通用扳手,又称活络扳手,其规格用长度表示。活扳手的开口度可以在一定范围内自由调节,故适用于拆装不规则的螺栓或螺母。使用时,应让其固定钳口承受主要作用力,否则容易损坏扳手。活扳手的长度有 100、150、200、250、300、375、450 和 600 mm 几种规格。

(2)开口扳手。开口扳手也称呆扳手,开口宽度在 6~24 mm 范围内,适用于拆装一般标准规格的螺栓或螺母。

(3)梅花扳手。梅花扳手适用于拆装 5~27 mm 范围内的螺栓或螺母,每套梅花扳手有 6 件、8 件两种。梅花扳手两端似套筒,有 12 个角,能将螺栓或螺母的头部套住,工作时不易滑脱。有些螺栓或螺母受周围条件的限制,梅花扳手尤为适用。

(4)内六角扳手。内六角扳手用于紧固或松开标准规格的内六角螺钉,紧固或松开的力矩较小。内六角扳手的选取应与螺钉的内六方孔相适应。

(5)套筒扳手。套筒扳手由一套尺寸不等的梅花筒组成,使用时用弓形的手柄连续转动,工作效率较高。适用于拆装某些螺栓或螺母由于位置所限,普通扳手不能工作的地方。每套套筒扳手有 13 件、17 件和 24 件三种。拆装螺栓或螺母时,可根据需要选用不同的套筒和手柄。

(6)棘轮扳手。使用方便,效率较高,反复摆动手柄即可逐渐拧紧螺母或螺钉。

(7)勾头扳手。勾头扳手也称叉扳手,专门用来锁紧各种结构的圆螺母。

2. 螺钉旋具

螺钉旋具是一种用来紧固或拆卸螺钉的工具,也称为改锥。它的种类很多,按照头部形状的不同,可分为一字旋具和十字旋具两种;按照手柄的材料和结构的不同,可分为木柄、塑料柄、夹柄和金属柄四种;按照操作形式可分为手动、电动和风动等形式。图1-1-10所示的是常用的各种螺钉旋具。

螺钉旋具的刀杆一般用碳钢或铬钒钢制造,都要经过热处理以增加其强度,使用铬钒钢的螺钉旋具能承受更大的扭力。刀杆的表面处理有发黑、镀光铬、镀亚铬等,头部一般都充磁,充磁是为了在工作时能吸住螺钉,便于操作。

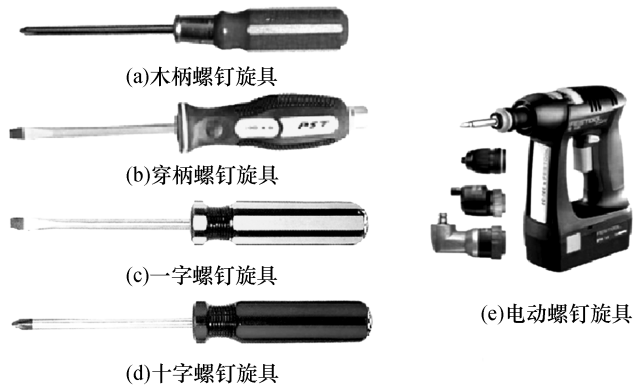


图 1-1-10 各种常用螺钉旋具

3. 钳子

钳子是一种用于夹持、固定加工工件或者扭转、弯曲、剪断金属丝线的手工工具。钳子的外形呈 V 形,通常包括手柄、钳腮、钳嘴三部分。钳子一般用碳素结构钢制造,先锻压轧制成钳坯形状,然后经过磨铣、抛光等金属切削加工,最后进行热处理。

钳子的手柄依握持形式而设计成直柄、弯柄和弓柄三种样式。钳子使用时常与电线之类的带电导体接触,故其手柄上一般都套有以聚氯乙烯等绝缘材料制成的护管,以确保操作者的安全。

钳嘴的形式很多,常见的有尖嘴、平嘴、扁嘴、圆嘴、弯嘴等样式,可用于加工不同形状的工件。按其主要功能和使用性质,钳子可分为钢丝钳、鲤鱼钳、尖嘴钳、卡簧钳、管子钳等,如图 1-1-11 所示。



图 1-1-11 各种钳子

(1) 钢丝钳。钢丝钳是一种夹钳和剪切工具,也称老虎钳,如图 1-1-11(a)所示。它是由钳头和钳柄两部分组成的,钳头包括钳口、齿口、刀口和铡口。钳口可用来夹持物件;齿口可用来紧固或拧松螺母;刀口可用来剪切铁丝、电线;铡口可用来切断钢丝、电线或较硬的金属线。钳子的绝缘塑料管可耐 500 V 以上的电压,有了它可以带电剪切电线。钢丝钳的特点是手柄与手掌有更多的接触面,以确保力的高度传递。钢丝钳常见的三种规格分别是 150、175、200 mm。

(2) 鲤鱼钳。鲤鱼钳因其外形像鲤鱼而得名,如图 1-1-11(b)所示。它的钳头前部是平口细齿,用于夹捏一般小零件;中部凹口粗长,用于夹持圆柱形零件,也可代替扳手旋小螺栓、小螺母。鲤鱼钳的钳口开口度是可以调节的。

(3) 尖嘴钳。尖嘴钳如图 1-1-11(c)所示,它是由尖头、刀口和钳柄三部分组成的。尖嘴钳的头部细长,能在狭小的空间夹持零件,带刃口的能剪切细小零件,使用时不能用力太大,否则钳口头部会变形或断裂。尖嘴钳的规格以钳长来表示,其中 160 mm 规格的最常用。

(4) 卡簧钳。卡簧钳是一种用于安装和拆卸对轴上轴承和孔内轴承进行固定的卡簧(弹簧挡圈)的专用工具,分为轴用的外卡簧钳和孔用的内卡簧钳,如图 1-1-11(d)(e)所示。

(5) 管子钳。管子钳主要用于夹持及旋转圆形钢管类或其他圆柱形工件,是管路安装和修理工作中常用的工具。如图 1-1-11(f)所示,它由活动钳口、钳柄体、固定钳口、调节螺母、片弹簧等组成。其种类可分为美式、德式、重型三种,规格有 200、250、300、350、450、600、900 mm 等。

活动 3 钳工的安全操作规程

钳工的安全操作规程如下。

- ① 钳台、场地应保持清洁,毛坯件、原材料及工件要放置整齐、稳固、有序,以保证操作时安全、方便。
- ② 操作时,工件夹持要稳固,以免操作中发生松动,影响工件加工质量和操作安全。转动台虎钳手柄时,注意落下时不要夹伤虎口。
- ③ 工具、工件、原材料不得放在台虎钳上或台桌边缘,以免碰落砸伤脚。
- ④ 锉削时,不准使用无把锉或破把锉,以防锉尖刺入手心,装卸锉把时,要按规定方法装卸。
- ⑤ 挥锤时,首先要检查锤头安装是否牢固,锤头与錾尖不得有油;挥锤前要环视四周,以防伤人。
- ⑥ 錾头用久会出现蘑菇状卷边,要及时修磨,以防锤击时脱落飞溅或刺入手中。
- ⑦ 锯割到材料快断时,要减少压力,放慢速度,缩短行程,以防闪空受伤。
- ⑧ 清理加工时产生的铁屑、粉尘,不能用手摸和用嘴吹,以免刺入手内和飞入眼内。
- ⑨ 使用电气和机械设备时,必须严格遵守各项安全技术操作规程,穿戴好必要的防护用品(如工作服、工作帽、眼镜等),一旦出现意外情况,应立即停机或切断电源,再检查处理。
- ⑩ 禁止用工具、卡具、量具敲击工件和其他东西,以防损坏它们的精度。
- ⑪ 禁止挥舞工具互相玩耍打闹,以防失手误伤。

活动 4 砂轮机的安全操作规程

砂轮机的安全操作规程如下。

- ① 操作者必须熟悉本机械使用的安全常识,严格遵守安全技术操作规程。
- ② 工作前要认真检查砂轮安装是否正确牢固,砂轮有无裂纹和缺损,安全防护罩是否完好可靠,并开机试转一会儿,感觉声音和运转均正常后,方可正式使用。
- ③ 砂轮从启动到磨削结束,人要站在砂轮机侧面,以防砂轮破碎飞出造成人身伤亡。
- ④ 开始磨削时,工件应缓慢接近砂轮,磨削过程中工件不得撞击和猛力重压砂轮,并且应轻缓地在整个工作面上左右移动,以保持砂轮工作面的平整。
- ⑤ 砂轮过薄、不圆或磨损过限(工作面离夹板边缘不足 30 mm)时,应停止使用,并及时更换新砂轮。
- ⑥ 工件托板与砂轮间的距离应随时调整,保持在 3~5 mm 为宜。
- ⑦ 根据工件材质合理选用砂轮,砂轮上不准磨削软金属、非金属和大型工件。
- ⑧ 使用砂轮过程中应随时注意,一旦出现砂轮跳动、摇摆、异常声响或其他意外情况,应立即停机处理。
- ⑨ 更换新砂轮时,应注意砂轮孔与轴径相符,切勿勉强安装。换好后必须先空转再试

磨,确认正常后再使用。

⑩砂轮要保持清洁,不得沾染油污,应定期检修,做好日常保养工件,达到整洁、完好、安全的要求。

⑪砂轮机使用完毕,应立即切断电源。

活动 5 钻床的安全操作规程

钻床的安全操作规程如下。

①操作者必须熟悉钻床使用安全常识,严格遵守钻床安全技术操作规程。

②工作前应按润滑规定进行注油,并保持油量适当、油路畅通、油标醒目,导轨应经常保持清洁润滑。

③工作前应穿好工作服,扎好袖口,戴好工作帽,将长发罩严,不准戴手套。

④检查各手柄位置后,空转 2~3 min,认真检查各部分运动和声响是否正常。

⑤安装钻夹头、钻套、钻头时,锥度应符合,接触处应无毛刺,装夹要牢固,拆卸时要用楔铁或钥匙,不得直接敲击钻夹头和钻套。

⑥钻通孔或薄形工件时,应垫起工件,以防钻坏工作台。快钻通时,要改为手动进给,并减小进给量,以防卡住钻头。

⑦钻头运转中,不能用手清理钻屑,更不能戴手套清理,以防发生意外。

⑧工作台上不准堆放工具、工件、杂物,严禁在工作台上敲击或矫直工件。

⑨钻床运转中严禁变速,变速时要停车,扳动变速手柄时要顺其自然,不得使蛮力硬扳。

⑩钻床运转中不得随便离开,如遇停电或临时离开,要升起钻杆,使钻头离开工件,关闭电源。

⑪工作完毕,必须检查清理机床,搞好日常保养工件,关闭机床总电源,做到整齐、清洁、安全。



思考与分析

1. 钳工的种类有哪些?
2. 钳工的工作内容有哪些?
3. 钳工工作的常用设备及工具有哪些? 它们各有什么作用?
4. 钳工安全操作规程的内容是什么?
5. 砂轮机安全操作规程的内容是什么?
6. 钻床安全操作规程的内容是什么?

模块2 钳工常用量具及使用

量具是用来测量和检验零件的几何尺寸与形状误差的工具。量具的种类很多,根据其用途及特点的不同,可分为通用量具、专用量具和标准量具等。

钳工在工作过程中,使用的量具主要是通用量具和标准量具,如钢直尺、游标卡尺、螺旋千分尺、百分表、万能角度尺、量块和正弦规等。这类量具大多都具有刻度,能对各种零件的不同尺寸进行测量,从而以一定的精度在其测量范围内测得零件尺寸的具体数值。对于钳工来说,学会常用量具的正确使用方法是必备的基本技能。

活动1 游标卡尺的认识与使用

游标卡尺能直接测量零件的外径、内径、长度、宽度、深度和厚度等。游标卡尺结构有Ⅰ型、Ⅱ型之分,分度值有0.02、0.05、0.1 mm三种。目前钳工使用较多的是分度值为0.02 mm和0.05 mm的游标卡尺,测量范围有0~125、0~200、0~300 mm三种规格。



一、游标卡尺的构造及各部分的主要用途

普通游标卡尺如图1-2-1所示,其主要由两部分组成,即尺身和游标。具体各部分的名称和主要用途是:①尺身:用于读取游标尺刻度线对应的整毫米数;②游标:用于读取对准尺身上某一条刻度线的游标上的刻度数;③紧固螺钉:用于固定游标;④内测量爪:用于测量内径尺寸 D ;⑤外测量爪:用于测量外径尺寸 d ;⑥深度测量杆:用于测量深度尺寸 h 。

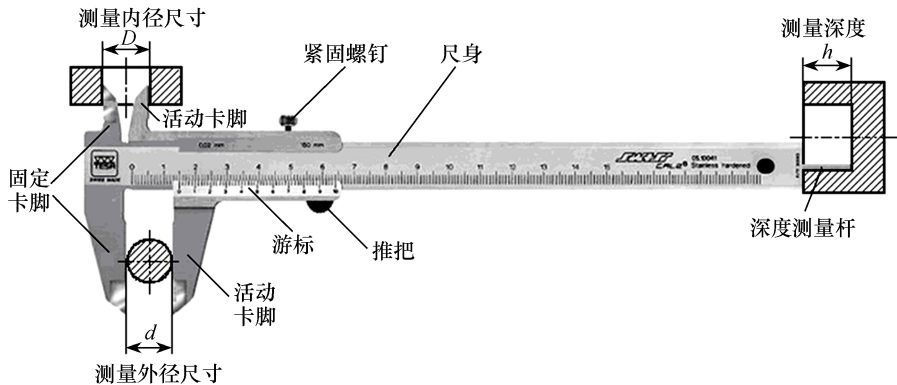


图1-2-1 普通游标卡尺的结构及用途

二、游标卡尺的读数原理及读数方法

1. 游标卡尺的精度

游标卡尺巧妙地运用了游标与尺身最小刻度之差,如果将尺身上的9 mm等分10份作

为游标的刻度,那么游标上的每一刻度与尺身上的每一刻度所表示的长度之差就是 0.1 mm,同理,如果将尺身上的 19 mm 和 49 mm 分别等分 20 份、50 份作为游标上的 20 刻度、50 刻度,那么游标上的每一刻度与尺身上的每一刻度所表示的长度之差就分别为 0.05 mm 和 0.02 mm。因此游标卡尺的测量精度可达 0.1 mm、0.05 mm 和 0.02 mm。

2. 游标卡尺的读数原理

以 10 分格游标卡尺为例,由于它的精度为 0.1 mm,当测量小于 1 mm 的长度时,游标上第几条刻度线与尺身上的某刻度线对齐,那么尺身上零刻度线与游标上的零刻度线间距就为零点几毫米,被测长度就为零点几毫米。如图 1-2-2(a)所示,游标上第 7 条刻度线与尺身上的刻度对齐,则被测长度为 0.7 mm。当测量长度大于 1 mm 时,首先读出游标上的零刻度线对应尺身上的整毫米刻度数,然后按上述方法读出游标上与尺身对齐的刻度数,此数乘以 0.1 后,将两数相加,即得被测长度。如图 1-2-2(b)所示,尺身上的读数为 29 mm,游标上第 9 条刻度线与尺身上的刻度对齐,所以被测长度为 $29 + 0.1 \times 9 = 29.9$ (mm)。

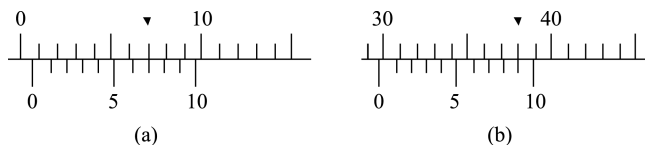


图 1-2-2 0.1 mm 精度的游标卡尺读数原理

图 1-2-3 所示为 0.02 mm 精度的游标卡尺的刻线,尺身上的读数为 14 mm,游标上第 30 条刻度线与尺身上的刻度对齐,所以被测长度为 $14 + 0.02 \times 30 = 14.60$ (mm)。为了读数方便,游标上每隔 5 条刻线依次标出 1、2、3、4、5、6、7、8、9 等数字,以分别表示 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9,读数时只要看游标上对齐刻线是在上述小数后第几位(每一位是 0.02),就能很快读出其数值。

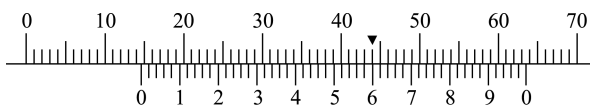


图 1-2-3 0.02 mm 精度的游标卡尺读数原理

游标卡尺的读数可用公式表示: $x = a + b \times n$, x 为被测长度, a 为尺身读数, b 为游标上的分度值数, n 为游标上与尺身上某刻度线对齐的第 n 条刻度线。

注意:读数 a 必须以毫米为单位。

三、游标卡尺的使用与注意事项

1. 游标卡尺的使用方法

游标卡尺可用来测量工件的宽度、外径、内径、深度。如图 1-2-4 所示,图(a)为测量工件宽度的方法,图(b)为测量工件外径的方法,图(c)为测量工件内径的方法,图(d)为测量工件深度的方法。

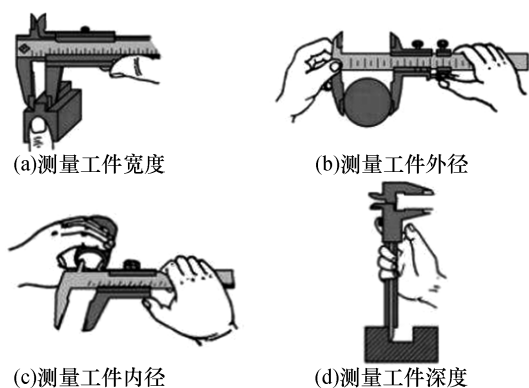


图 1-2-4 游标卡尺的应用

2. 游标卡尺使用时的注意事项

游标卡尺属于精密器具,使用不当会影响其本身的精度,也会影响零件尺寸测量的准确性。使用游标卡尺时应注意以下几点。

(1)测量前要首先看清游标卡尺的精度(分度值),根据工件尺寸大小和尺寸精度要求,选用合适的游标卡尺。

(2)测量时应使卡脚轻轻夹住被测物,不要夹得过紧,然后用紧固螺钉将游标固定,最后读数。

(3)测量外径尺寸时,两卡脚应张开到略大于被测尺寸而使工件自由进入,然后用轻微的压力把活动卡脚推向工件,保证卡尺测量面的连线垂直于被测表面。

(4)测量内径尺寸时,两卡脚张开到略小于被测尺寸,使卡脚自由进入孔内,再慢慢张开并轻轻地接触零件的内表面,并保证两卡脚在孔的直径上,卡脚的正确位置与错误位置如图 1-2-5 所示。

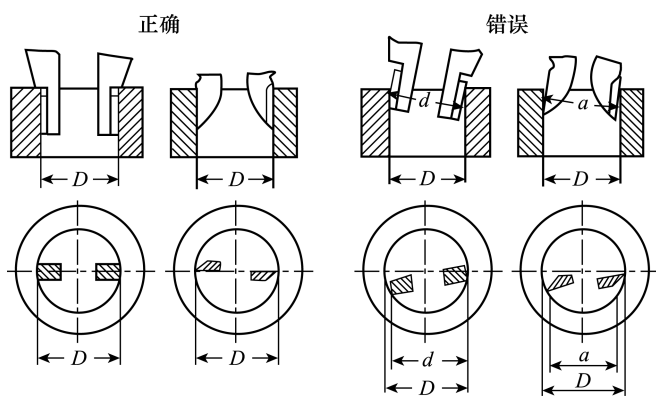


图 1-2-5 测量内孔时的正确位置与错误位置

(5)读数时,游标卡尺置于水平位置,测量者的视线尽可能与游标卡尺的刻线表面垂直,避免因视线歪斜造成读数误差。

●知识链接:其他游标卡尺

游标卡尺的种类很多,图 1-2-6 所示的是除普通游标卡尺外的其他常见游标卡尺,如数显游标卡尺、带表游标卡尺、深度游标卡尺、高度游标卡尺和齿厚游标卡尺等。

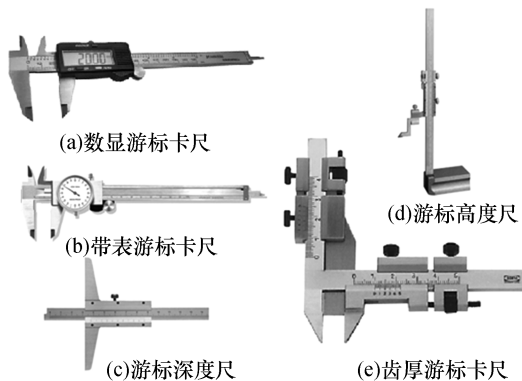


图 1-2-6 其他常见游标卡尺

●边学边练:

读出下列图示游标刻度值,将结果填入下面括号内。

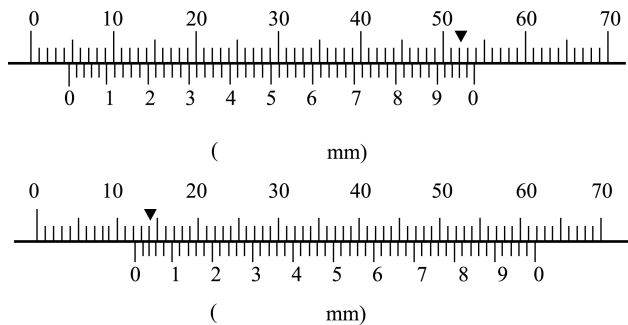


图 1-2-7 游标卡尺读数练习

活动 2 螺旋千分尺的认识与使用

螺旋千分尺也是一种精密量具,简称千分尺。它的测量精度比游标卡尺高,对于加工尺寸精度要求较高的工件,常常采用千分尺进行测量。千分尺具有使用方便、调节简单的特点。千分尺的种类很多,外径千分尺是最常用的一种。

一、外径千分尺的构造

外径千分尺的外形结构如图 1-2-8 所示。常用外径千分尺的分度值为 0.01 mm。测量范围在 100 mm 以内时,可分为 0~25 mm、25~50 mm、50~75 mm 和 75~100 mm 四种规格。外径千分尺主要由尺架、固定测砧、测微螺杆、固定套筒、微分筒、测力棘轮装置、锁紧装



置和隔热板等组成。

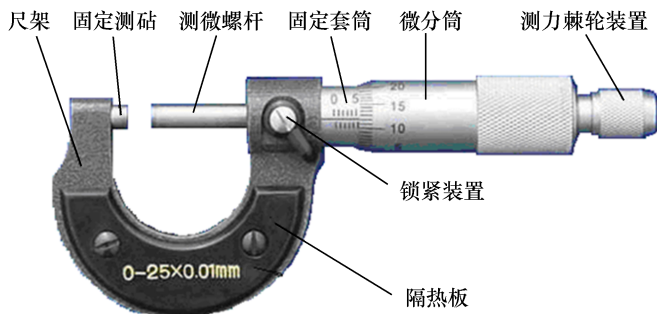


图 1-2-8 外径千分尺的结构外形

二、外径千分尺的读数原理及读数方法

外径千分尺是依据螺旋放大的原理制成的,即螺杆在螺母中旋转一周,螺杆便沿着旋转轴线方向前进或后退一个螺距。因此,沿轴线方向移动的微小距离,就能用圆周上的读数表示出来。

在外径千分尺的固定套筒上刻有轴向中线,作为微分筒的读数基准线,基准线上下各刻有一排刻线,刻线相互错开 0.5 mm。外径千分尺测微螺杆的螺距为 0.5 mm。微分筒的外锥面上有 50 个等分刻度(格),当微分筒每转一圈时,测微螺杆便会沿其轴线前进或后退 0.5 mm。所以当微分筒每转过一个小刻度(格)时,测微螺杆便沿轴线前进或后退 $0.5/50=0.01$ mm,可见微分筒上的每一个小格表示 0.01 mm,所以外径千分尺可精确到 0.01 mm。由于还能再估读一位,可读到毫米的千分位,故将其称为千分尺。

外径千分尺的读数方法可分为以下三步。

(1)先读出微分筒边缘以左在固定套筒上所显露出的刻线数值,要注意分清是在整数之后,还是在整数加 0.5 mm 之后。

(2)读出微分筒上与固定套筒的基准线对齐的那条刻线的数值。若在整数之后,则小数部分为 0.01 mm 乘以刻线的数值;若在整数加 0.5 mm 之后,则小数部分为 0.5 mm 加 0.01 mm 乘以刻线的数值。

(3)把整数与小数两部分读数加起来即为测得的实际尺寸数值。

如图 1-2-9(a)中所示的测量值为 $5\text{ mm}+0.5\text{ mm}+0.46\text{ mm}=5.96\text{ mm}$;图 1-2-9(b)中所示的测量值为 $6\text{ mm}+0.46\text{ mm}=6.46\text{ mm}$ 。

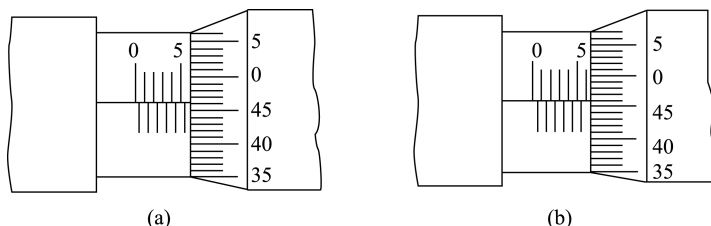


图 1-2-9 外径千分尺的读数方法

三、外径千分尺的使用方法和注意事项

1. 外径千分尺的使用方法

使用外径千分尺进行测量时,应通过测力棘轮装置来传递转动力矩。当用外径千分尺测量小直径工件时,如图 1-2-10(a)所示,左手拿住工件,右手握住外径千分尺并将右手小指和无名指勾住千分尺齿架,拇指和食指缓缓转动微分筒,当右手感觉到测微螺杆端面已接触到工件表面时停止转动,用锁紧装置锁住螺杆后读数。当用外径千分尺测量大直径工件时,如图 1-2-10(b)所示,测量时采用双手操作千分尺,将工件放在平台上,左手拿住尺架,用右手拇指与食指转动测力棘轮装置进行测量。

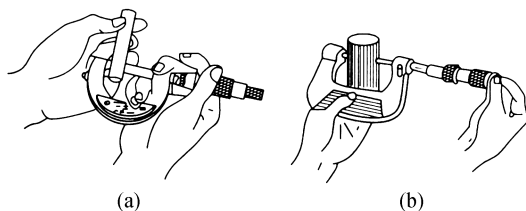


图 1-2-10 外径千分尺测量方法

2. 外径千分尺使用时的注意事项

使用外径千分尺时,要注意以下几点。

(1)使用前,应把千分尺的两个测量面擦干净,同时把零件的被测表面擦干净,以免有脏物存在影响测量精度。绝对不允许用千分尺测量带有研磨剂的表面,以免损伤测量面的精度。

(2)用千分尺测量零件时,应当手握测力棘轮装置来转动测微螺杆,使测砧表面保持标准的测量压力,即听到“嘎嘎”的声音,表示压力合适,并可开始读数。绝对不允许用力旋转微分筒来增加测量压力。

(3)用千分尺测量零件时,要使测微螺杆与零件被测量的尺寸方向一致。如测量外径时,测微螺杆要与零件的轴线垂直,不要歪斜。测量时,可在旋转测力装置的同时,轻轻地晃动尺架,使测砧面与零件表面接触良好。

(4)用千分尺测量零件时,最好在零件上进行读数,放松后取出千分尺,这样可减少测量面的磨损。

●知识链接:其他千分尺

千分尺的种类很多,图 1-2-11 所示的是除外径千分尺以外的其他常见千分尺,如内径千分尺、深度千分尺、螺纹千分尺、公法线千分尺、壁厚千分尺等。



图 1-2-11 其他常见千分尺

●边学边练:

读出下列图示千分尺的刻度值,将结果填入下面括号内。

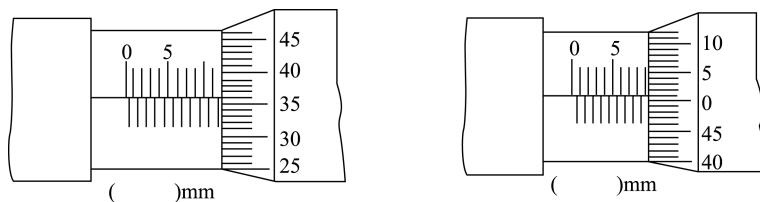


图 1-2-12 千分尺读数

活动 3 百分表的认识和使用

一、百分表的结构与工作原理

百分表是一种精度较高的机械式比较量具,它只能测出相对数值,不能测出绝对值,主要用于检测零件的几何误差(如圆度、平面度、垂直度、跳动度等),也可用于在机床上安装工件时进行精密找正。百分表具有防振性好、使用寿命长、精度可靠等优点。

1. 百分表的结构

百分表外观结构如图 1-2-13(a)所示。

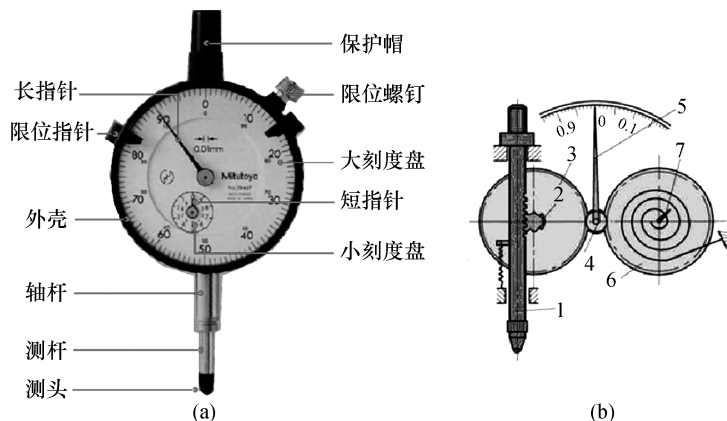


图 1-2-13 百分表的结构与传动原理

1—测杆;2、4—小齿轮;3、6—大齿轮;5—长指针;7—短指针

2. 百分表的工作原理

如图 1-2-13(b)所示,淬硬的测头通过螺纹旋入测杆 1 的下端。测杆的中端加工成齿条,当被测尺寸引起测杆微小直线移动时,齿条带动小齿轮 2 及同一轴上的大齿轮 3 一起转动,大齿轮 3 又带动中间小齿轮 4 及同一轴上的长指针 5,因此长指针就随着测杆的移动而一起转动。在小齿轮的另一边装有另一只大齿轮 6,齿轮轴下端装有游丝。齿轮轴上端装有短指针 7,用来记录长指针的转数,长指针转一周,短指针转一格。在大刻度盘上刻有线条,共分 100 格。转动表壳可带动大刻度盘一起转动,从而调整指针刻线与长指针的相对位置。

齿轮和齿条的齿距为 0.625 mm;小齿轮 2 的齿数为 16,大齿轮 3 的齿数为 100,小齿轮 4 的齿数为 10,大齿轮 6 的齿数为 100;当测杆上升 16 齿距($0.625 \times 16 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$)时,小齿轮 2 转一周,大齿轮 3 也转一周,带动小齿轮 4 和长指针转 10 周。当测杆移动 1 mm 时,长指针转一周,由于大刻度盘上共刻 100 格,因而长指针每转一格表示测杆移动 0.01 mm。

二、百分表的安装方法

百分表一般安装在常用的普通表架或磁性表架上,测量时要注意百分表测量杆应与被测表面垂直,如图 1-2-14 所示。

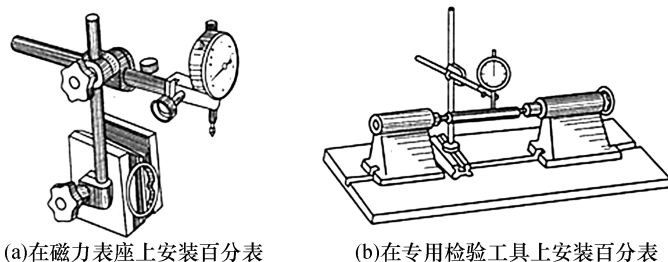


图 1-2-14 百分表的安装方法

三、百分表的读数方法

1. 绝对测量法

绝对测量法是以基准平面为基点测量物体的实际尺寸,从刻度盘上直接读取测量值的方法。

步骤 1:将百分表固定在表座上使测杆受力,调整表框使指针与“0”刻线对齐,如图 1-2-15(a)所示。

步骤 2:将被测物放入测杆下端,刻度盘指针发生偏移,即可在刻度盘上读取测量值。如图 1-2-15(b)所示。

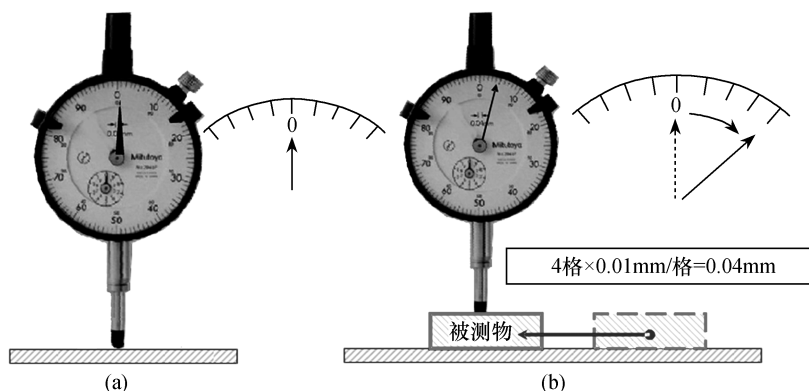


图 1-2-15 百分表的绝对测量法

2. 相对测量法

(1) 工件比基准大时的相对测量法。将已知尺寸的基准规放入测量头下端, 设定基准刻度“ A ”, 再将被测物放入测量头下端, 读取数值“ B ”, 则测量值 $C=A+B$ 。

步骤 1: 将百分表固定在表座上, 将基准规放入测量头下端使测杆受力, 调整表框使指针与“0”刻线对齐, 如图 1-2-16(a) 所示。

步骤 2: 将被测物放入测杆下端, 刻度盘指针发生偏移, 在刻度盘上读取测量值, 将读取的数值加上基准规的尺寸, 即得测量值, 如图 1-2-16(b) 所示。

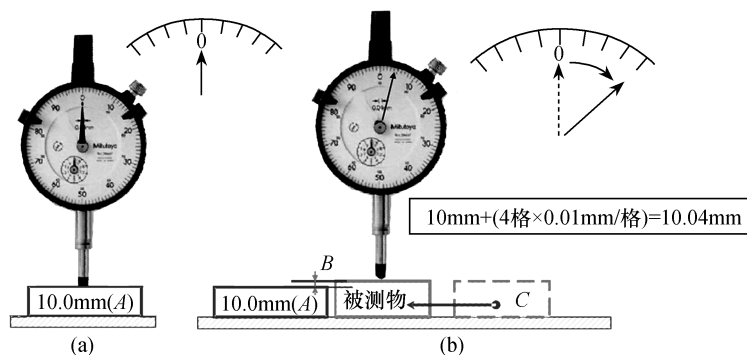


图 1-2-16 百分表的相对测量法(一)

(2) 工件比基准小时的相对测量法。将已知尺寸的基准规放入测量头下端, 设定基准刻度“ A ”, 再将被测物放入测量头下端, 读取数值“ B ”, 则测量值 $C=A-B$ 。

步骤 1: 将百分表固定在表座上, 将基准规放入测量头下端使测杆受力, 使大指针为“0”, 小指针在小刻度盘的中央, 如图 1-2-17(a) 所示。

步骤 2: 将被测物放入测杆下端, 刻度盘指针发生偏移, 在刻度盘上读取测量值, 将读取的数值与基准规的数值进行比较, 即得测量值, 如图 1-2-17(b) 所示。

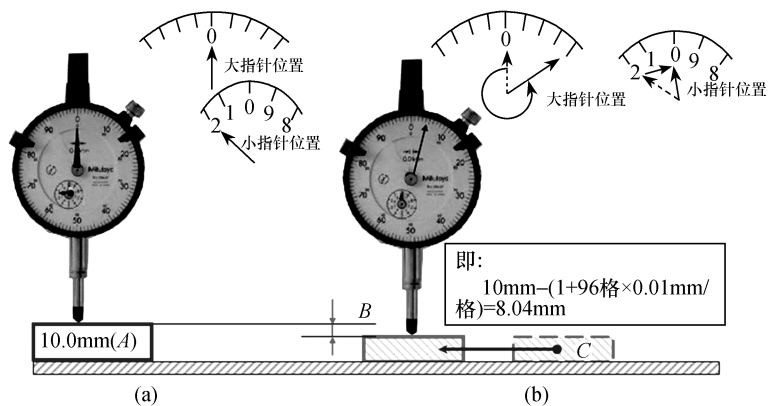


图 1-2-17 百分表的相对测量法(二)

四、使用百分表的注意事项

(1) 使用前,应检查测量杆移动的灵活性。

(2) 使用百分表时,必须把它固定在可靠的夹持架上,夹持架要安放平稳,以免使测量结果不准确或摔坏百分表。

(3) 用百分表测量零件时,测量杆必须垂直于被测表面,使测量杆的轴线与被测量尺寸的方向一致,否则将使测量杆活动不灵活或使测量结果不准确。

(4) 测量时,不要使测量杆的行程超过它的测量范围;不要使测量头突然撞在零件上;不要使百分表受到剧烈的振动和撞击,亦不要把零件强迫推入测量头下,免得损坏百分表的机件而失去精度。

(5) 用百分表校正或测量零件时,如图 1-2-18 所示。应当使测量杆有一定的初始测力,即当测量头与零件表面接触时,测量杆应有 0.3~1 mm 的压缩量,使指针转过半圈左右,然后转动表圈使表盘的零位刻线对准指针。轻轻地拉动手提测量杆的圆头,拉起和放松几次,检查指针所指的零位有无改变。在指针的零位稳定后,再开始测量或校正零件的工作。如果是校正零件,此时开始改变零件的相对位置,读出指针的偏摆值,就是零件安装的偏差数值。

(6) 检查工件平整度或平行度时,如图 1-2-19 所示。将工件放在平台上,使测量头与工件表面接触,首先调整指针使其摆动,然后把刻度盘零位对准指针,接着慢慢地移动表座或工件,当指针顺时针摆动时,说明工件偏高,若指针反时针摆动,则说明了工件偏低了。

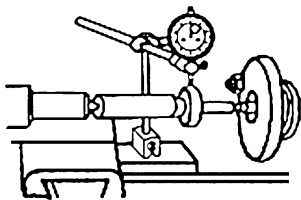


图 1-2-18 用百分表测量圆跳动

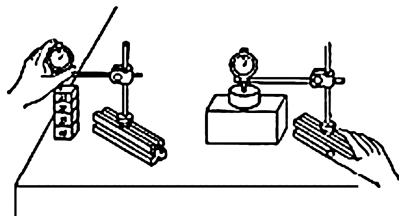


图 1-2-19 用百分表测量平行度

● 知识链接:千分表

千分表也是一种机械式测量仪表,它的分度值为 0.001 mm 。千分表的工作原理是,将被测尺寸引起的测杆微小直线移动距离(0.1 mm 或 0.2 mm),经过齿条、齿轮传动放大,变为大指针在刻度盘上的一圈转动和小指针在小刻度盘上的一格转动,若大刻度盘沿圆周印制有100个(或200个)等分刻度,则每转过一个等分刻度即相当于测杆移动 0.001 mm 。千分表的使用方法与百分表相同。如图1-2-20所示为千分表的外形结构。



图 1-2-20 千分表

活动 4 量块的认识和使用

一、量块的结构与规格

量块是长度计量中最基本、使用最为广泛的实物量具之一,也是长度计量中最重要的计量标准器之一。量块用铬锰钢等特殊合金钢或者线膨胀系数小、性质稳定、耐磨及不易变形的其他材料制成。其形状有长方体和圆柱体两种,图1-1-21所示的是长方体量块。长方体量块有两个平行的测量面,其余为非测量面。测量面极为光滑、平整,其表面粗糙度 Ra 值达 $0.012\text{ }\mu\text{m}$ 以上,两测量面之间的距离即量块的工作长度(标称长度)。标称长度到 5.5 mm 的量块,其公称值刻印在上测量面上;标称长度大于 5.5 mm 的量块,其公称长度值刻印在上测量面左侧较宽的一个非测量面上。

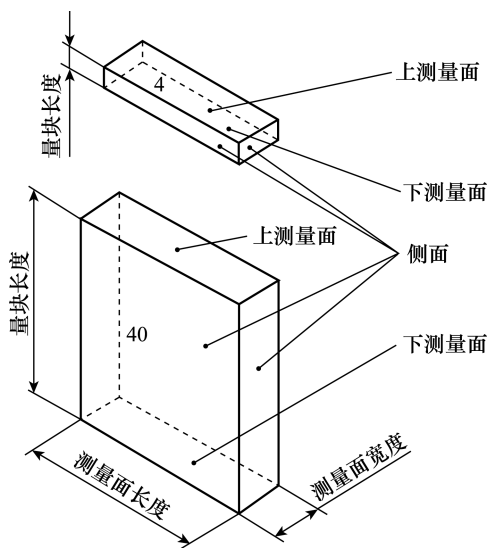


图 1-2-21 量块的结构

我国常用的量块有91块组、83块组、46块组、38块组等17种规格。成套量块如图1-2-22所示。常用量块的块数和尺寸见表1-2-1。

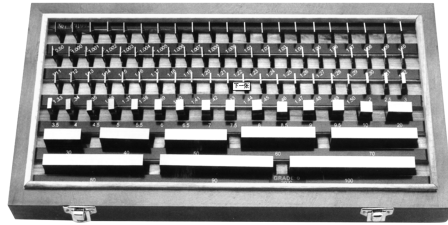


图 1-2-22 成套量块

表 1-2-1 成套量块的块数和尺寸(摘自 GB/T 6093—2001)

套别	总块数	级别	尺寸系列	间隔	块数
1	91	0,1	0.5	—	1
			1	—	1
			1.001,1.002,⋯,1.009	0.001	9
			1.01,1.02,⋯,1.49	0.01	49
			1.5,1.6,⋯,1.9	0.1	5
			2.0,2.5,⋯,9.5	0.5	16
			10,20,⋯,100	10	10
2	83	0,1,2	0.5	—	1
			1	—	1
			1.005	—	1
			1.01,1.02,⋯,1.49	0.01	49
			1.5,1.6,⋯,1.9	0.1	5
			2.0,2.5,⋯,9.5	0.5	16
			10,20,⋯,100	10	10
3	46	0,1,2	1	—	1
			1.001,1.002,⋯,1.009	0.001	9
			1.01,1.02,⋯,1.09	0.01	9
			1.1,1.2,⋯,1.9	0.1	9
			2,3,⋯,9	1	8
			10,20,⋯,100	10	10
4	38	1,2,3	1	—	1
			1.005	—	1
			1.01,1.02,⋯,1.09	0.01	9
			1.1,1.2,⋯,1.9	0.1	9
			2,3,⋯,9	1	8
			10,20,⋯,100	10	10

二、量块的用途

量块的主要特点是:结构简单、尺寸稳定、耐磨性好、使用方便。除每块可单独作为特定的量值使用外,还可以组合成所需的各种不同尺寸使用。

量块的主要用途有:

- (1)作为长度标准,传递尺寸量值。
- (2)用于检定测量仪的示值误差。
- (3)作为标准件,用比较法测量工件尺寸,或用来校准、调整测量器具的零位。
- (4)用于直接测量零件尺寸。
- (5)用于精密机床的调整和机械加工中精密划线。

三、量块使用中的注意事项

- (1)量块必须在使用有效期内,否则应及时送技术监督部门进行检定。
- (2)使用环境良好,防止各种腐蚀性物质及灰尘对测量面的损伤,影响其黏合性。
- (3)量块测量范围应能满足所检量具的需要。
- (4)分清量块的“级”与“等”,注意使用规则。
- (5)必须符合温度规范。检定量具或在车间使用量块时,应使量块与量具或工件温度尽可能一致。
- (6)所选量块应用航空汽油清洗、洁净软布擦干。
- (7)轻拿、轻放量块,杜绝磕碰、跌落等情况的发生。
- (8)不得用手直接接触量块,以免造成汗液对量块的腐蚀及手温对测量精确度的影响。
- (9)使用完毕,应用航空汽油清洗所用量块,并擦干后涂上防锈脂存于干燥处。

四、量块尺寸的选取

将量块组合成一定尺寸时的具体方法是:先从所需组合尺寸的最后一位数开始,每选一块量块应使尺寸的位数减少1~2位,依此类推,为了减小误差,应使量块块数尽可能少,一般不超过4块。

例如,用83块一套的量块组合47.945 mm的尺寸,其选取方法是:

47.945	.....	所需组合尺寸
— 1.005	.....	第一块量块尺寸
46.94	.....	第二块量块尺寸
— 1.44	.....	第三块量块尺寸
45.5	.....	第四块量块尺寸
— 5.5	.....	第五块量块尺寸
40	.....	第六块量块尺寸

●知识链接:量块的“级”与“等”

为了满足不同的使用场合,量块可制作成不同的精度等级。GB/T 6093—2001按制造精度将量块分为:0、1、2、3、K共5级,其中0级精度最高,3级精度最低,K级为校准级,用来

校准 0、1、2、3 级量块。量块的“级”主要是根据量块长度极限偏差和量块长度变动量的允许值来划分的。量块的“级”越高,量块的精度就越高。

在使用量块过程中,由于磨损等原因使实际尺寸发生变化,因而需要定期对量块的实际尺寸进行检测,再按检测的实际尺寸来使用量块。国家计量检定规程 JJG 146—2011 按检定精度将量块分为 5 等,即 1、2、3、4、5 等,其中 1 等精度最高,5 等精度最低。

量块的使用方法可分为按“级”使用和按“等”使用。量块按“级”使用时,是以量块的标称长度为工作尺寸的,即不计量块的制造误差和磨损误差,它将被引入测量结果中,因此测量精度不高,因为它不需要加修正值,所以使用方便。量块按“等”使用时,不是以标称长度为工作尺寸的,而是用量块经检定后所给出的实际中心长度尺寸作为工作尺寸的,这样就消除了量块的制造误差的影响,提高了测量精度。因此,量块按“等”使用比按“级”使用精度高。

量块“级”和“等”的选用方法:作为基准进行长度尺寸的传递及高精度的测量,应当按“等”使用;而在一般测量时可按“级”使用,以简化计算。

● 边学边练:

试用 46 块一套的量块组或 38 块一套的量块组组合下列尺寸:

37.645 mm 40.825 mm 57.365 mm 64.255 mm

活动 5 万能角度尺的认识与使用

一、万能角度尺的用途与结构

万能角度尺是用来测量精密零件内、外角度或进行角度划线的角度量具,通过角度尺上零件的不同组合,能测量工件内、外角度误差。万能角度尺的读数机构如图 1-2-23 所示,是由刻有基本角度刻线的尺身和固定在扇形板上的游标组成的。扇形板可在尺身上回转动(有制动器),形成了和游标卡尺相似的游标读数机构。万能角度尺的精度为 $2'$ 和 $5'$ 。

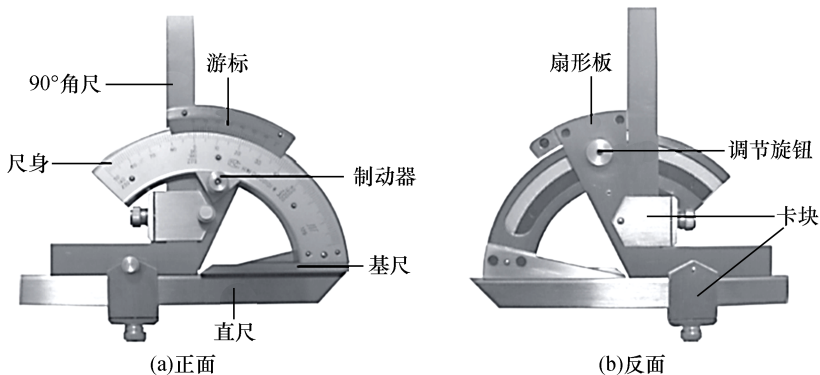


图 1-2-23 万能角度尺

二、万能角度尺的读数方法

万能角度尺的读数方法与游标卡尺的读数方法基本相似,先读出游标零线前的整“度”数,再从游标上读出角度“分”的数值,两者相加就是被测零件的角度数值。如图 1-2-24 所示为刻度值为 $2'$ 的万能角度尺,读数时先从尺身上读出整“度”数 16° ,再在游标上读出“分”数值 $20'$,两者相加就是被测工件的角度数值 $16^\circ 20'$ 。

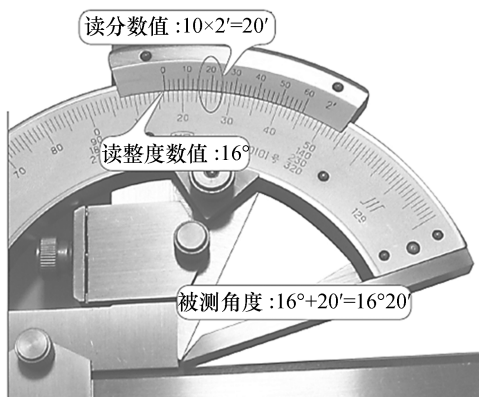


图 1-2-24 万能角度尺的读数原理

三、万能角度尺的使用方法

使用万能角度尺前应先校准零位。万能角度尺的零位是直尺与 90° 角尺都装上,当 90° 角尺及基尺的底边与直尺无间隙接触时尺身与游标的零位对准。调整好零位后,通过基尺、直尺与 90° 角尺的不同组合,即可测量 $0\sim 320^\circ$ 之间四个角度段内的任何角度值。

由图 1-2-25(a)可见,当 90° 角尺和直尺全装上时,可测量 $0\sim 50^\circ$ 的外角度;如图 1-2-25(b)所示,仅装上直尺时,可测量 $50^\circ\sim 140^\circ$ 的角度;如图 1-2-25(c)所示,仅装上 90° 角尺时,可测量 $140^\circ\sim 230^\circ$ 的角度;如图 1-2-25(d)所示,把 90° 角尺和直尺全拆下时,可测量 $230^\circ\sim 320^\circ$ 的角度(即可测量 $40^\circ\sim 130^\circ$ 的内角度)。

万能角度尺的尺身上,基本角度的刻线只有 $0\sim 90^\circ$,如果被测量的零件角度大于 90° ,则在读数时,应加上一个基数(90° 、 180° 、 270°)。当零件的角度 $> 90^\circ\sim 180^\circ$ 时,被测角度值等于 $90^\circ +$ 角度尺读数;当零件的角度 $> 180^\circ\sim 270^\circ$ 时,被测角度值等于 $180^\circ +$ 角度尺读数;当零件的角度 $> 270^\circ\sim 320^\circ$ 时,被测角度值为 $270^\circ +$ 角度尺读数。

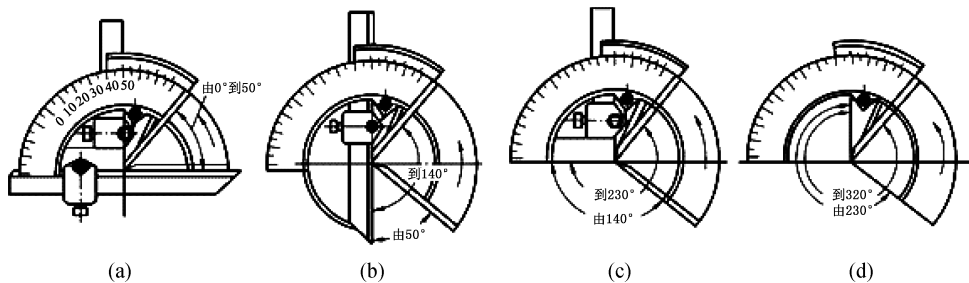


图 1-2-25 万能角度尺的应用

用万能角度尺测量零件角度时,应使基尺与零件角度的母线方向一致,且零件应与 90° 角尺的两个测量面的全长上接触良好,以免产生测量误差。

四、万能角度尺使用时的注意事项

- (1) 根据被测量工件的不同角度,正确组合万能角度尺。
- (2) 使用前,先将万能角度尺擦拭干净,再检查尺身和游标的“0”刻线是否对齐,基尺和直尺是否有间隙。
- (3) 测量完毕,应用汽油或酒精把万能角度尺洗净,用干净纱布仔细擦干,涂上防锈油,然后装入专用盒存放。

● 边学边练:

试用万能角度尺测量图 1-2-26 所示样板的各个角度尺寸。

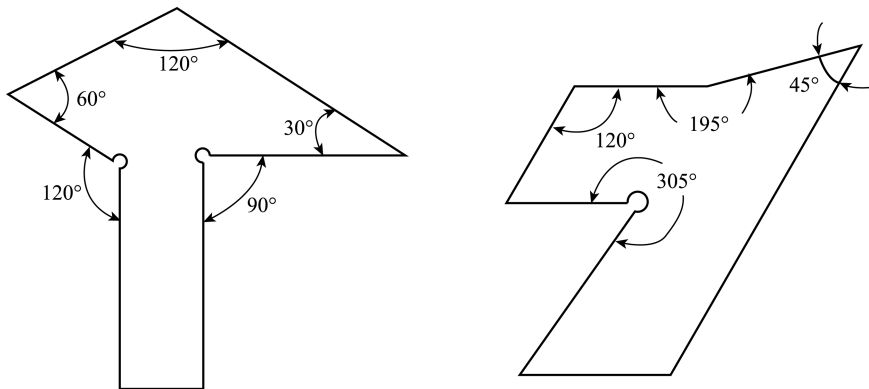


图 1-2-26 角度样板

活动 6 正弦规的认识与使用

一、正弦规的用途与结构

正弦规是利用正弦函数原理采用间接法测量角度的一种量具,用它可以测量内外锥体的锥度、样板的角度、孔中心线与平面之间夹角及检定水平仪的水泡精度等。

正弦规有多种结构形式,其中使用最普遍的有窄型和宽型两种。中心距常采用 100 mm 和 200 mm 两种。它一般用于测量小于 45° 的角度,在测量小于 30° 的角度时,精确度可达 $3''\sim 5''$ 。正弦规的结构很简单,主要是由主体和两个直径相等的圆柱体组成的。其结构如图 1-2-27(a)所示,正弦规的规格尺寸如表 1-2-2 所示。

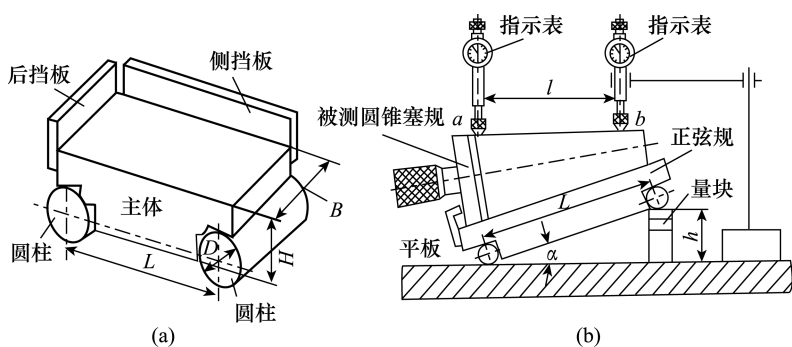


图 1-2-27 正弦规的结构与测量原理

表 1-2-2 正弦规的规格尺寸 (单位:mm)

形式	L	B	D	H
窄型	100	25	20	30
	200	40	30	55
宽型	100	80	20	40
	200	80	30	55

二、正弦规的工作原理和测量方法

1. 正弦规的工作原理

如图 1-2-27(b)所示,用正弦规测量圆锥角度时,先将正弦规放在平板上,一个圆柱与其接触,另一个圆柱下面垫以量块组,量块的高度值为 h ,若被测圆锥角的公称值为 α ,则 $h=L \sin \alpha$,这时正弦规的工作平面与平板成 α 斜角。然后把被测圆锥放在正弦规的工作平面上,若被测圆锥角恰好等于 α ,则被测圆锥角的上母线与平板平行,指示表 a 点和 b 点的读数相同,若有圆锥角误差则圆锥的上母线对于平板呈倾斜状态,根据指示表在 a 点和 b 点的读数差,求出圆锥角的误差值 $\Delta\alpha$,最后求出圆锥工件的实际锥角 α 。

测量时,指示表测头位于圆锥母线的最高处,测点 a 及 b 距圆锥两端 $3\sim 5$ mm,在该两点重复测量3次以上,取其平均值,得 M_1 和 M_2 (单位:mm)。再用钢直尺测出 a 、 b 两点之间的距离 l (单位:mm),计算被测圆锥的锥度误差为

$$\Delta C = \frac{M_1 - M_2}{l} (\text{弧度})$$

将弧度换算成角度:

$$\Delta\alpha = \Delta C \times 2 \times 10^5 (\text{秒})$$

这里必须注意,若 a 点测得值 M_1 大于 b 点测得值 M_2 ,则 $\Delta\alpha$ 为正值。若 M_1 小于 M_2 ,则 $\Delta\alpha$ 为负值。圆锥角的实际值为

$$\alpha_{\text{实}} = \alpha \pm \Delta\alpha$$

2. 正弦规的测量方法

- (1) 将正弦规放置于精密平板上。
- (2) 根据被测角度计算量块组高度。选用量块数量越少越好,最多不得超过 4 块。
- (3) 将组合量块垫于正弦规的一个圆柱下面。
- (4) 将被测工件放置于正弦规的主体上。
- (5) 然后用百分表检验工件两端高度,确定角度误差。

三、正弦规使用时的注意事项

正弦规是一种精密量具,为了保证正弦规的精度和延长使用寿命,必须注意以下几点。

- (1) 在使用正弦规前,首先检查检定合格证是否在有效期内,再检查各测量面的外观,不能有碰伤、锈蚀等。
- (2) 用正弦规测量时,不准磕碰。
- (3) 在正弦规上安装被测工件时,要利用前挡板和侧挡板定位,尽量减小测量误差。
- (4) 使用正弦规完毕,应先用汽油或酒精把其表面洗净擦干,并涂上防锈油,再装入盒内妥善保管。

活动 7 框式水平仪的认识与使用

一、框式水平仪的结构

如图 1-2-28 所示为常用的框式水平仪,主要由框架、弧形玻璃管主水准器和调整水准器组成。利用水平仪上水准泡的移动来测量被测部位角度的变化。

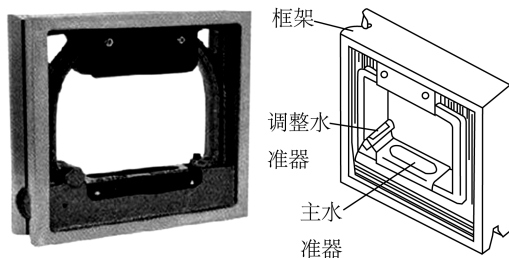


图 1-2-28 框式水平仪

二、框式水平仪的工作原理

框架的测量面有平面和 V 形槽,V 形槽便于在圆柱面上测量。弧形玻璃管的表面上有刻线,内装乙醚(或酒精),并留有一个水准泡,水准泡总是停留在玻璃管内的最高处。若水平仪倾斜一个角度,气泡就向左或右移动,根据移动的距离(格数)直接或通过计算即可知道被测工件的直线度、平面度或垂直度误差。

水平仪工作原理如图 1-2-29 所示,精度为 0.02 mm/1000 mm 的水平仪玻璃管,其曲率半径 $R=103132$ mm,若平面在 1000 mm 长度中倾斜 0.02 mm,则倾斜角 θ 为

$$\begin{aligned}\tan\theta &= 0.00002 \\ \theta &= 4''\end{aligned}$$

水准泡转过的角度应与平面转过的角度相等,则水准泡移动的距离(1格)为

$$\alpha = \frac{2\pi R\theta}{240 \times 60 \times 60} \text{ mm} = \frac{2\pi \times 103132 \times 4}{260 \times 60 \times 60} \text{ mm} = 2 \text{ mm}$$

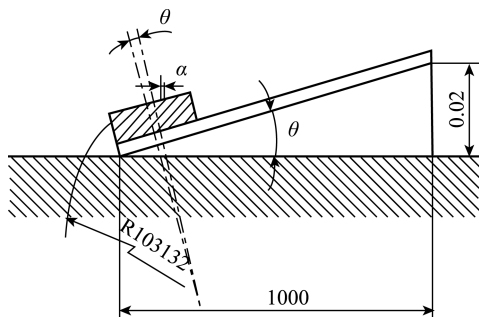


图 1-2-29 框式水平仪的工作原理

三、框式水平仪的读数方法

水平仪的读数方法有直接读数法和平均读数法两种。

1. 直接读数法

以气泡两端的长度刻线作为零线,气泡相对零线移动的格数作为读数,这种读数方法最为常用。

图 1-2-30(a)表示水平仪处于水平位置,气泡两端位于长线上,读数为“0”;图 1-2-30(b)表示水平仪逆时针方向倾斜,气泡向右移动,图示位置读数为“+2”;图 1-2-30(c)表示水平仪顺时针方向倾斜,气泡向左移动,图示位置读数为“-3”。

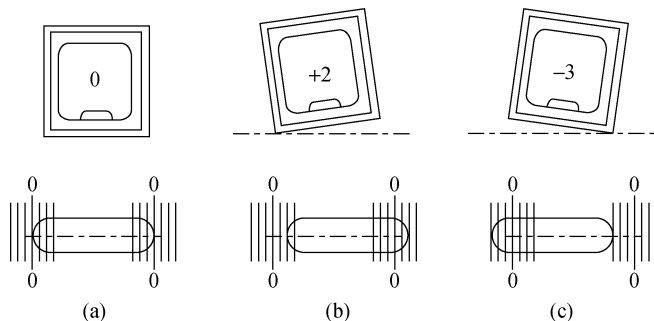


图 1-2-30 框式水平仪的读数方法

2. 平均读数法

由于环境温度变化较大,使气泡变长或缩短,引起读数误差而影响测量的正确性,可采用平均读数法以消除读数误差。平均读数法读数是分别从两条长刻线起,向气泡移动方向读至气泡端点为止,然后取这两个读数的平均值作为这次测量的读数。

图 1-2-31(a)表示,由于环境温度较高,气泡变长,测量位置使气泡左移。读数时,从左边长刻线起,向左读“-3”,从右边长刻线起,向左读数“-2”。取这两个读数的平均值 $[(- 3) + (- 2)] / 2 = - 2.5$,作为这次测量的读数。

图 1-2-31(b)表示,由于环境温度较低,气泡缩短,测量位置使气泡右移。按上述读数方法,读数分别为“+2”和“+1”,则测量的读数值是 $[(+2)+(1)]/2=+1.5$ 。

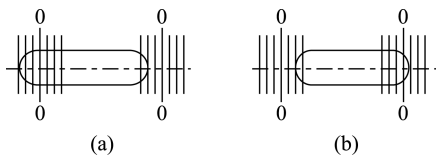


图 1-2-31 框式水平仪的读数方法

四、框式水平仪的使用方法

(1)框式水平仪的两个 V 形测量面是测量精度的基准,在测量中不能与工件的粗糙面接触或摩擦。安放时必须小心轻放,避免因测量面划伤而损坏水平仪和造成不应有的测量误差。

(2)用框式水平仪测量工件的垂直面时,不能握住与副侧面相对的部位,而用力向工件垂直平面推压,这样会因水平仪的受力变形影响测量的准确性。正确的测量方法是,手握持副侧面内侧,使水平仪平稳、垂直地(调整气泡位于中间位置)贴在工件的垂直平面上,然后从纵向水准读出气泡移动的格数。

(3)使用水平仪时,要保证水平仪工作面和工件表面的清洁,以防止脏物影响测量的准确性。测量水平面时,在同一个测量位置上,应将水平仪调过相反的方向再进行测量。当移动水平仪时,不允许水平仪工作面与工件表面发生摩擦,应该提起来放置。

(4)当测量长度较大的工件时,可将工件平均分成若干个尺寸段,用分段测量法,然后根据各段的测量读数绘出误差坐标图,以确定其误差的最大格数。



思考与分析

1. 钳工常用的量具有哪些?
2. 游标卡尺的组成部分有哪些? 它们各有什么作用?
3. 游标卡尺如何进行读数?
4. 外径千分尺由哪些部分组成? 它们各有什么作用?
5. 外径千分尺如何进行读数?
6. 百分表主要用于什么场合?
7. 量块的“级”与“等”是如何划分的? 按什么使用检测精度较高?
8. 万能角度尺如何进行读数?
9. 如何用正弦规测量圆锥角?
10. 如何用水平仪进行直线度测量? 水平仪的读数方法有哪几种?