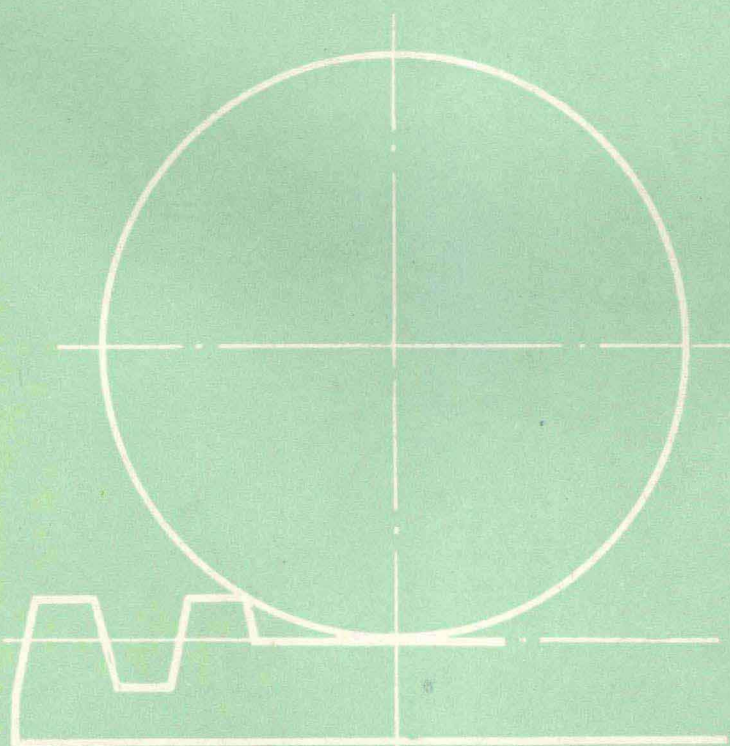


煤 矿 技 工 学 校 试 用 教 材

机 械 基 础



煤 炭 工 业 出 版 社

煤矿技工学校试用教材

机 械 基 础

杨永和 闫景财 主编



煤炭工业出版社

(京)新登字 042 号

内 容 提 要

全书共分五章，主要内容包括：量具和量仪，公差与配合，金属材料及热处理，机械传动和常用零件的联接方式，液压传动基础等。

本书为全国煤矿技工学校试用教材，亦可供矿山职工培训和工人自学使用。

责任编辑：翟 刚

煤矿技工学校试用教材

机 械 基 础

杨永和 闫景财 主编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787×1092mm¹/₁₆ 印张 17¹/₄

字数 414千字 印数 1—26,765

1991年10月第1版 1991年10月第1次印刷

ISBN 7-5020-0582-X/UD·536

书号 3356

定价 6.25 元

前 言

为了适应煤矿技工学校教学和技工培训工作改革的需要,加速煤矿工人智力开发和培养,促进煤炭工业现代化生产建设的发展和技术进步,原煤炭工业部劳资司于1985年成立了全国煤矿技工教材编审委员会,对全国煤矿技工教材建设工作进行了全面的规划,并确定“七·五”期间编写一套具有煤矿特点的中级技工教材。这套教材包括:《机械制图》、《综采工作面采煤机》、《煤矿开采方法》、《机械化掘进工艺》、《矿井地质》、《矿山测量》等共60余种。

这套教材主要适用于煤矿中级技工(包括在职和后备技工)正规培训需要,也适合具有初中文化水平的工人自学和工程技术人员参考。

《机械基础》是这套教材中的一种,是根据全国煤矿技工培训统一教学计划和大纲进行编写的,并由全国煤矿技工教材编审委员会组织审定认可,是全国煤矿技工学校和在职培训必备的统一教材。

该教材由鸡西煤矿技工学校杨永和、闫景财同志主编,于广学同志参编。义马煤矿技工学校曹为民同志负责主审工作。阜新、邯邢、淮南、淄博等煤矿技工学校的有关教师和工程技术人员也参加了本书的审定工作,另外,中国统配煤矿总公司教育局工人培训处的有关同志具体组织并参加了审定和修改工作。

由于编审时间仓促,经验不足,书中难免有错误与不当之处,请读者和用书单位批评指正。

全国煤矿技工教材编审委员会

目 录

第一章 量具和量仪	1
第一节 长度单位基准	1
第二节 常用量具	4
第三节 量仪	18
习题与思考题	23
第二章 公差与配合	25
第一节 基本概念和术语	25
第二节 国家标准公差和配合制度	33
第三节 表面粗糙度	55
习题与思考题	62
第三章 金属材料及热处理	63
第一节 金属材料的机械性能	63
第二节 常用金属材料	69
第三节 钢的热处理	84
习题与思考题	89
第四章 机械传动和常用零件的联接方式	90
第一节 概述	90
第二节 摩擦轮传动	98
第三节 皮带传动	101
第四节 链传动	111
第五节 齿轮传动	115
第六节 螺旋传动	144
第七节 离合器和联轴器	149
第八节 制动器	154
第九节 润滑	156
第十节 常用机械零件的联接方式	170
习题与思考题	198
第五章 液压传动基础	201
第一节 概述	201
第二节 液压传动的基础知识	205
第三节 液压泵（油泵）	213
第四节 液压马达	225
第五节 液压缸	229
第六节 控制阀	234
第七节 辅助装置	249
第八节 液压传动系统	259
习题与思考题	271

第一章 量具和量仪

第一节 长度单位基准

一、国际单位制的长度单位

国际单位制 (SI) 是指以长度的米、质量的千克、时间的秒、电流的安培、热力学温度的开尔文、物质的量的摩尔、发光强度的坎德拉七个单位为基本单位；以平面角的弧度、立体角的球面度两个单位为辅助单位的一种单位制度。

由于它具有这七个基本单位和两个辅助单位，因而可以构成不同科学技术领域中所需要的全部单位。它是在米制基础上发展起来的比较完善而科学的单位制。它的构成比较严格、合理，含义明确易懂，使用比较方便，并适用于各行各业。

国际单位制由 SI 单位、SI 词头和 SI 单位的 10 进倍数与分数单位三大部分组成，即：



国际单位制的长度单位是米(m)。米的现行定义是经过了近 100 年时间才逐渐完善起来的。长度单位米(m)等于氪-86 原子的 $2P_{10}$ 和 $5d_5$ 能级之间跃迁所对应的辐射在真空中的 1650763.73 个波长的长度。产生标准辐射的放电管发出的单色光的波长非常稳定，以它的一个波长作为 $1/1650763.73\text{m}$ 的标准，其准确度可在 1×10^{-8} 以内，即误差小于 $1 \times 10^{-8}\text{m}$ 。

由于以稳定激光频率作为电磁波源技术的发展，在 1979 年举行的第十六届国际计量大会上就又作出了新的决议：“米是光在真空中 $1/299792458$ 秒的时间间隔内所经过的距离”。此定义在 1983 年第十七届国际计量大会上正式通过，从 1985 年起执行。

实际上，在各个不同领域中除了长度的 SI 单位外，还允许使用一些其它长度单位。与国际单位制并用的长度单位有天文距离单位 (A) 和秒差距 (PC)，这两个单位主要用于天文学领域。暂时与国际单位制并用的长度单位有海里、公里、费密和埃。海里主要用于航海；费密用于核距离、埃是波长的单位，过去应用较广；公里这一长度单位在很多科学技术领域中都有应用，但它将被千米 (10^3m) 来代替。

常用长度单位有千米 (公里)、米、分米、厘米、毫米等。它们的名称、代表符号和换算关系见表 1-1 所示。

在机械制造工业中，常用的长度单位是毫米。

例如：1.2 米写成 1200 毫米；

1.8 厘米写成 18 毫米。

表 1-1 米制长度单位换算表

单 位	km	hm	dam	m	dm	cm	mm	μm	nm	pm	Å	X 单位
千米 (公里)	1	10	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁹	10 ¹²	10 ¹⁵	10 ¹³	10 ¹⁶
百米	10 ⁻¹	1	10	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁸	10 ¹¹	10 ¹⁴	10 ¹²	10 ¹⁵
十米	10 ⁻²	10 ⁻¹	1	10	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁷	10 ¹⁰	10 ¹³	10 ¹¹	10 ¹⁴
米	10 ⁻³	10 ⁻²	10	1	10	10 ²	10 ³	10 ⁶	10 ⁹	10 ¹²	10 ¹⁰	10 ¹³
分米	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	1	10	10 ²	10 ⁵	10 ⁸	10 ¹¹	10 ⁹	10 ¹²
厘米	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	1	10	10 ⁴	10 ⁷	10 ¹⁰	10 ⁸	10 ¹¹
毫米	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	1	10 ³	10 ⁶	10 ⁹	10 ⁷	10 ¹⁰
微米	10 ⁻⁹	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	1	10 ³	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁷
纳米	10 ⁻¹²	10 ⁻¹¹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁹	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	10 ⁻³	1	10 ³	10	10 ⁴
皮米	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹⁴	10 ⁻¹³	10 ⁻¹²	10 ⁻¹¹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁹	10 ⁻⁶	10 ⁻³	1	10 ⁻²	10
埃	10 ⁻¹³	10 ⁻¹²	10 ⁻¹¹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁹	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻⁴	10 ⁻¹	10 ²	1	10 ³
X 单位*	10 ⁻¹⁶	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹⁴	10 ⁻¹³	10 ⁻¹²	10 ⁻¹¹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁷	10 ⁻⁴	10 ⁻¹	10 ⁻³	1

* 1X 单位=1.002×10⁻⁴nm，过去有的技术文件中称它为“毫埃”(mÅ)。

二、英制长度单位

由于我国已明确废除英制，因而英制长度单位只在特殊情况下采用，如旧式英制设备的修理等。

常用的英制长度单位有英尺、英寸、英分等。它们的名称、代表符号和换算关系见表 1-2 所示。

表 1-2 英制长度单位换算系数表

单 位	mile	fur	chain	yd	ft	in	m
英里	1	8	80	1760	5280	63360	1609
浪	0.125	1	10	220	660	7920	201.17
链	0.0125	10 ⁻¹	1	22	66	792	20.17
码	0.568×10 ⁻³	4.55×10 ⁻³	45.5×10 ⁻³	1	3	36	0.9144*
英尺	0.189×10 ⁻³	1.52×10 ⁻³	15.2×10 ⁻³	0.333	1	12	0.3048
英寸	15.78×10 ⁻⁶	0.126×10 ⁻³	1.26×10 ⁻³	0.0278	0.083	1	0.0254
米	0.6215×10 ⁻³	4.97×10 ⁻³	49.7×10 ⁻³	1.094	3.281	39.37	1

* 为法定的码与米的比值。
英制常用的单位是英寸。

为了方便起见，在使用时可将英寸换算成毫米。

因为 1 英寸=25.4 毫米，所以知道英寸以后只要将这个尺寸乘以 25.4 毫米就可得到换算结果。

表 1-3 英寸换算为毫米换算表

in	0	1/16in	1/8in	3/16in	1/4in	5/16in	3/8in	7/16in	1/2in	9/16in	5/8in	11/16in	3/4in	13/16in	7/8in	15/16in	1in
0		1.59	3.18	4.76	6.35	7.94	9.53	11.11	12.70	14.29	15.88	17.46	19.05	20.64	22.23	23.81	25.40
1	25.40	26.99	28.58	30.16	31.75	33.34	34.93	36.51	38.10	39.69	41.28	42.86	44.45	46.04	47.63	49.21	50.80
2	50.80	52.39	53.98	55.56	57.15	58.74	60.33	61.91	63.50	65.09	66.68	68.26	69.85	71.44	73.03	74.61	76.20
3	76.20	77.79	79.38	80.96	82.55	84.14	85.73	87.31	88.90	90.49	92.08	93.66	95.25	96.84	98.43	100.01	101.60
4	101.60	103.19	104.78	106.36	107.95	109.54	111.13	112.71	114.30	115.89	117.48	119.06	120.65	122.24	123.83	125.41	127.00
5	127.00	128.59	130.18	131.76	133.35	134.94	136.53	138.11	139.70	141.29	142.88	144.46	146.05	147.64	149.23	150.81	152.40
6	152.40	153.99	155.58	157.16	158.75	160.34	161.93	163.51	165.10	166.69	168.28	169.86	171.45	173.04	174.63	176.21	177.80
7	177.80	179.39	180.98	182.56	184.15	185.74	187.33	188.91	190.50	192.09	193.68	195.26	196.85	198.44	200.03	201.61	203.20
8	203.20	204.79	206.38	207.96	209.55	211.14	212.73	214.31	215.90	217.49	219.08	220.66	222.25	223.84	225.43	227.01	228.60
9	228.60	230.19	231.78	233.36	234.95	236.54	238.13	239.71	241.30	242.89	244.48	246.06	247.65	249.24	250.83	252.41	254.00
10	254.00	255.59	257.18	258.76	260.35	261.94	263.53	265.11	266.70	268.29	269.88	271.46	273.05	274.64	276.23	277.81	279.40

例 1-1 $\frac{9}{16}$ 英寸=? 毫米。

解: $\frac{9}{16} \times 25.4 = 14.2875$ 毫米

例 1-2 145 毫米=? 英寸。

解: $145 \div 25.4 = 5.70866$ 英寸

为了使换算所得尺寸在钢尺上查到读数,需将小数尺寸化为分数,因此:

$$0.70866 \times \frac{64}{64} = \frac{45}{64}$$

结果 145 毫米 = $5 \frac{45}{64}$ 英寸。

英寸换算为毫米见表 1-3 所示。毫米换算为英寸见表 1-4 所示。

表 1-4 毫米换算为英寸换算表

mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		0.039	0.079	0.118	0.157	0.197	0.236	0.276	0.315	0.354
10	0.394	0.433	0.472	0.512	0.551	0.591	0.630	0.669	0.709	0.748
20	0.787	0.827	0.866	0.906	0.945	0.984	1.024	1.063	1.102	1.142
30	1.181	1.220	1.260	1.299	1.339	1.378	1.417	1.457	1.496	1.535
40	1.575	1.614	1.654	1.693	1.732	1.772	1.811	1.850	1.890	1.929
50	1.969	2.008	2.047	2.087	2.126	2.165	2.205	2.244	2.283	2.323
60	2.362	2.402	2.441	2.480	2.520	2.559	2.598	2.638	2.677	2.717
70	2.756	2.795	2.835	2.874	2.913	2.953	2.992	3.031	3.071	3.110
80	3.150	3.189	3.228	3.268	3.307	3.346	3.386	3.425	3.465	3.504
90	3.543	3.583	3.622	3.661	3.701	3.740	3.780	3.819	3.858	3.898
100	3.937	3.976	4.016	4.055	4.094	4.134	4.173	4.213	4.252	4.291

第二节 常 用 量 具

一、钢尺

钢尺是一种常用的测量工具,它是用不锈钢皮制成的尺子,可以直接用来测量工件的长度、宽度、高度和深度等。

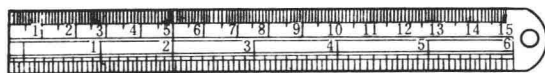


图 1-1 钢板尺

钢尺一般有钢板尺,如图 1-1 所示;钢卷尺,如图 1-2 所示;钢折尺,如图 1-3 所示等 3 种。钢尺的规格有 150、300、500、1000mm 或更长等多种,可供不同测量范围选用。我国目前使用的尺面上

刻有米制尺寸的钢尺,刻线间距一般为 1mm。其中部分刻线间距只有 0.5mm,为最小的刻度。由于尺上的刻度线本身宽度就有 0.1~0.2mm,再加上尺本身的刻度误差,所以用钢尺测量得出的数值不够精确,而且,1mm 米以下的小数值只能靠经验估计而得,所以直接用钢尺测量零件所得的尺寸误差比较大,不能作精确的测定。

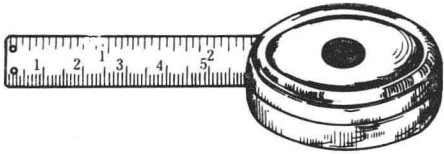


图 1-2 钢卷尺

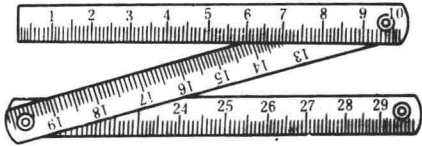


图 1-3 钢折尺

钢尺的背面还刻有米英制换算表。老式的钢板尺，是将米制与英制尺寸线条分别刻在尺面相对的两条边上，可一尺两用。

用钢尺测量工件时，必须注意查看钢尺各部有无损伤，端边与零线必须符合，端边与长边必须垂直。符合上述要求的钢尺才算完好的。

用钢尺测量尺寸的读法如图 1-4 所示。

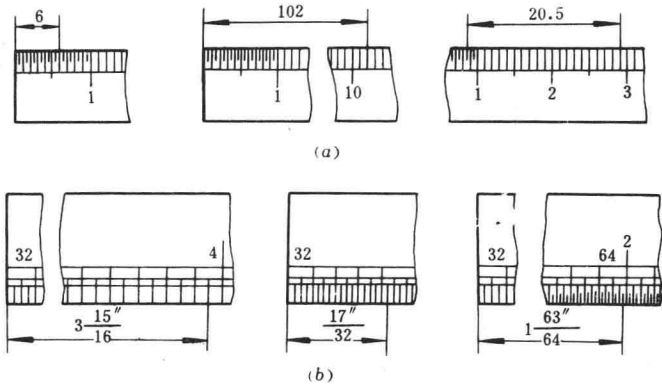


图 1-4 用钢尺测量尺寸的读法

a—读米制尺寸；b—读英制尺寸

钢尺的用法如图 1-5 所示。为了使尺子放的稳妥，可将拇指贴靠在工件上，如图 1-5c 所示。在读数时，视线与钢尺的尺面必须垂直，否则会因视线歪斜而引起读数的错误。

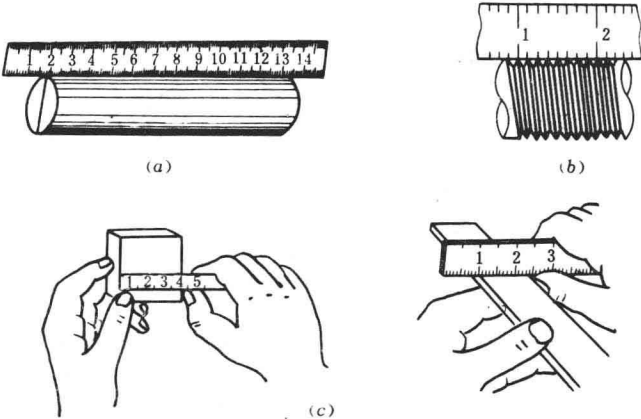


图 1-5 钢尺的使用方法

a—量圆柱长度；b—量螺距；c—量宽度

二、卡钳

卡钳由工具钢或弹簧钢或不锈钢板制成，其厚度根据卡钳的大小而定，一般为 1~3mm。卡钳是一种间接的量具，它所测量的长度，必须在其他带有刻度的量具上度量后，才能读出数字；或者在其他量具上测量出必要的尺寸后，再去度量工件。

1. 卡钳的种类

卡钳分两种，一种是内卡钳，如图 1-6 所示，用于测量内径、凹槽等；另一种是外卡钳，如图 1-7 所示，用于测量外径和平行面等。

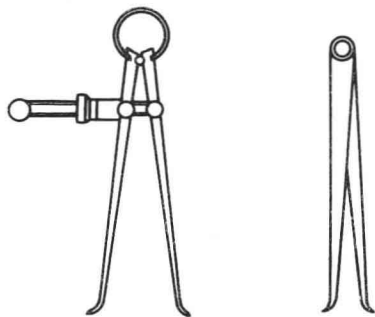


图 1-6 内卡钳

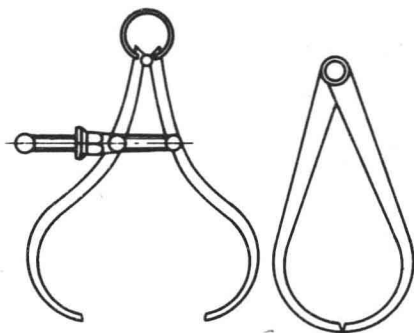


图 1-7 外卡钳

2. 卡钳的使用方法

用卡钳测量时，是靠手指的灵敏感觉来取得准确的尺寸。测量时，先将卡钳钳口（即钳脚尖端）掰到与工件尺寸相近似，然后，轻轻敲击卡钳的内外侧，调整卡脚的开度，如图 1-8 所示。调整时，不可在工件表面上敲击，也不可敲击卡钳的钳脚，以免损伤工件的表面和卡钳的钳口，因为钳口形状的好坏直接影响测量的精确性。一个熟练的技工使用正确钳口的卡钳，可以获得 0.02mm 左右的精度。钳口形状的好坏如图 1-9 所示。

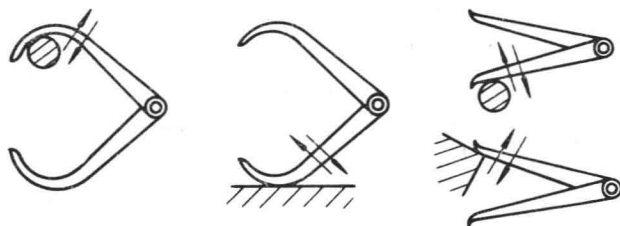


图 1-8 卡钳的校正

测量工件外部尺寸时，将调好尺寸的卡钳挂在中指前端第一个关节上，拇、食二指对捏在卡钳上部（中指以上）两卡脚的外边，与中指形成三点，使卡钳借助其自身的重量垂直向下通过工件表面。测量时，手指有卡钳与工件接触时的摩擦感觉，感觉越轻越好，接触太明显或没有接触的感觉，都不可能测量准确。每次测量时都要上下串动卡钳数次，如图 1-10 所示。测量内部尺寸时，卡钳顶端触于中指和食指的根部范围之间，拇指与食指轻轻捏住卡钳，将内卡钳插入孔内，将一卡脚和工件表面贴住，另一卡脚作前后左右摆动。一般习惯上测量 80mm 以下的小孔时，两只卡脚同时在孔径内向左右摆动；测量 80mm 以上

的较大孔时,用一只卡脚左右摆动(两只卡脚摆动量等于一只卡脚摆动量的一半)。经反复调整,使卡脚贴合松紧合适,手指有轻微摩擦的感觉,如图 1-11 所示。

用卡钳测量工件时不能直接读数,必须借助其他量具。一般常在钢板尺和游标卡尺上取尺寸。

外卡钳在钢板尺上取尺寸时,应按图 1-12a 所示的方法进行:一个卡脚的测量面靠着钢板尺的端面,另一个卡脚的测量面对准所取尺寸刻线的中间,且两测量面的连线应和钢板尺边平行,人的视线要垂直于钢板尺观看,读数才会准确。

内卡钳取尺寸时,其方法和外卡钳一样,只是在钢尺端面须靠着一个辅助平面,使内卡钳的一个脚也靠着该平面,如图 1-12b 所示。

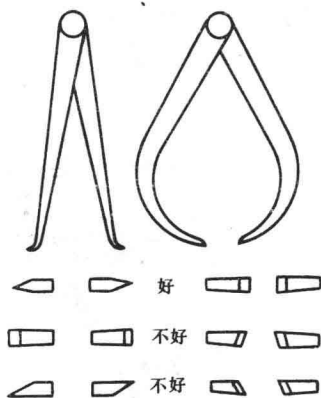


图 1-9 钳口形状对比

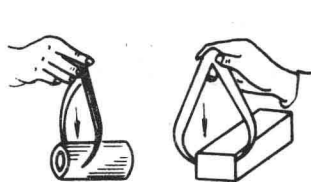


图 1-10 测量外径

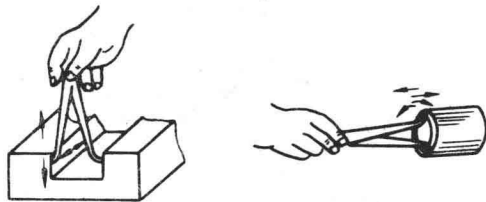


图 1-11 测量内径

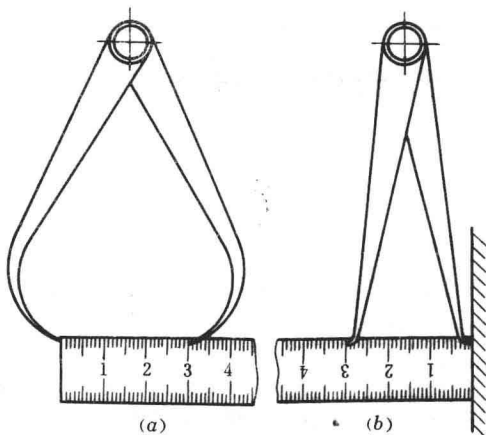


图 1-12 卡钳在钢尺上取尺法

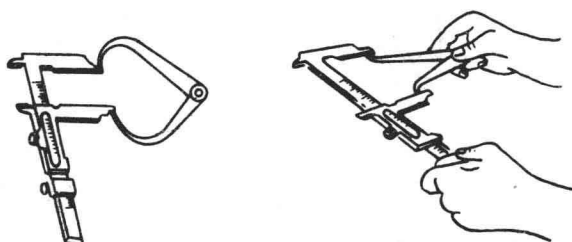


图 1-13 卡钳在游标卡尺上取尺法

卡钳在游标卡尺上取尺寸的方法如图 1-13 所示。

三、游标卡尺

游标卡尺是一种精度比较高的量具。它可以直接测量零件外径、内径、长度、宽度、深度和孔距等。其测量范围有: 0~125mm、0~200mm、0~300mm、0~500mm、300~800mm、400~1000mm、600~1500mm、800~2000mm 等几种,使用方便,用途很广。

1. 游标卡尺的结构

游标卡尺的种类很多,但其主要结构大同小异。图 1-14 是游标卡尺的 3 种结构型式。其中,图 a 为三用游标卡尺,图 b 为双面量爪的游标卡尺,图 c 为单面量爪的游标卡尺。

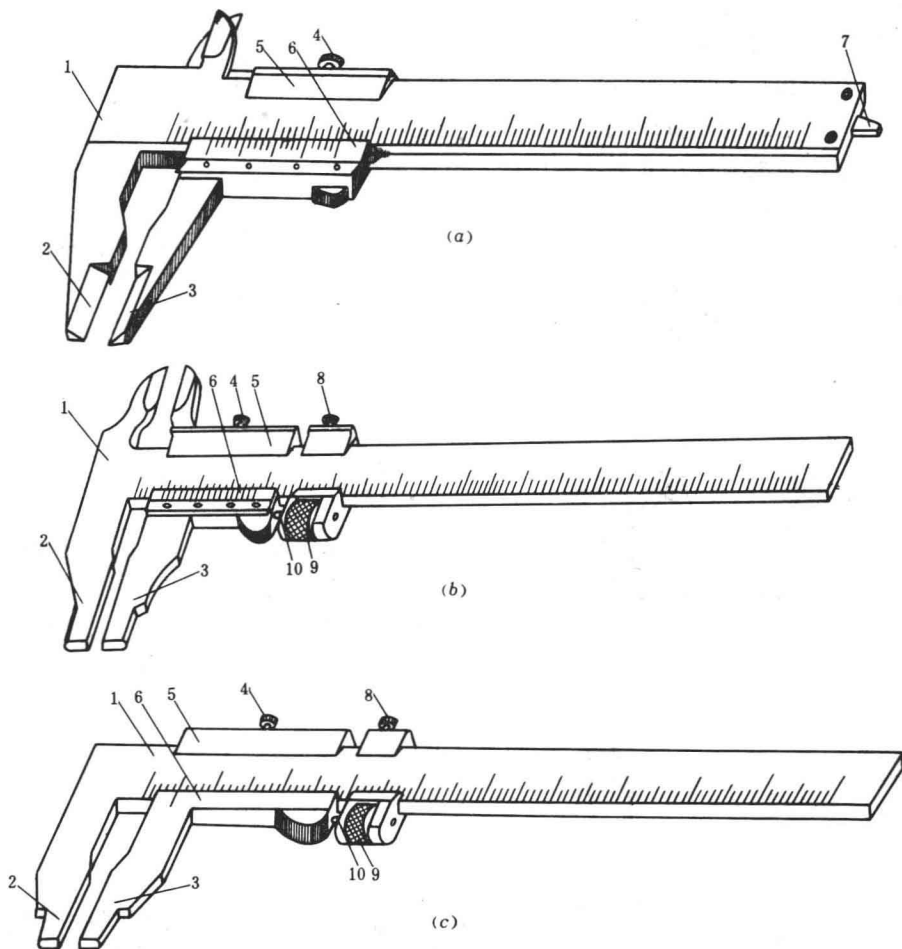


图 1-14 游标卡尺的结构型式

游标卡尺主要由主尺 1 和副尺 5 组成。主尺 1 上有固定量爪 2,并刻有主尺刻度。副尺 5 上有活动量爪 3。刻有游标刻度的副尺 6,可以用螺钉紧固在副尺 5 上,也可和副尺制成一体。副尺不仅可以沿着主尺移动,还可用螺钉 4 固定在主尺 1 上。

三用游标卡尺还有测深尺 7。测深尺卧于主尺 1 背面的长槽中,一端固定在副尺上。它可随副尺一起沿主尺移动。

在另外的两种型式的游标卡尺上,没有测深尺,而有一套微动装置。如果需要微调时,可固定螺钉 8,松开螺钉 4,转动微调螺母 9,通过螺杆 10 可使副尺 5 微动进行微调。

2. 游标卡尺的刻线原理

游标卡尺能够测出的最小尺寸为其测量精度。游标卡尺的测量精度分为 $\frac{1}{10}\text{mm}$ (0.1), $\frac{1}{20}\text{mm}$ (0.05) 和 $\frac{1}{50}\text{mm}$ (0.02) 三种。现分别简述如下:

1) $\frac{1}{10}$ mm 游标卡尺

主尺每小格 1mm，每大格 10mm。当游标卡尺两量爪合并时，其副尺上的 10 格 = 主尺上的 9mm，则副尺每格 = $9\text{mm} \div 10 = 0.9\text{mm}$ ，所以主尺与副尺每格相差 = $1 - 0.9 = 0.1\text{mm}$ 。

$\frac{1}{10}$ mm 游标卡尺的刻线原理如图 1-15 所示。

另有一种 $\frac{1}{10}$ mm 的游标卡尺，是副尺上的 10 格等于主尺上的 19mm，则副尺每格为 1.9mm，主尺 2 格与副尺 1 格之差为 0.1mm。这是一种放大刻度的游标卡尺。这种放大刻度游标卡尺的优点是线条清晰，容易看准。

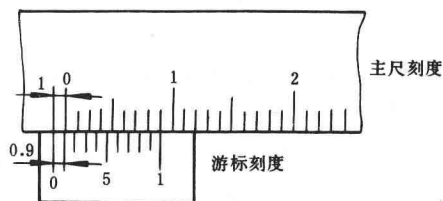


图 1-15 $\frac{1}{10}$ mm 游标卡尺的刻线原理

2) $\frac{1}{20}$ mm 游标卡尺

主尺每小格 1mm，每大格 10mm。

当游标卡尺两量爪合并时，其副尺上的 20 格 = 主尺上的 19mm，则副尺每格 = $19\text{mm} \div 20 = 0.95\text{mm}$ ，所以主尺与副尺每格相差 = $1 - 0.95 = 0.05\text{mm}$ 。

$\frac{1}{20}$ mm 游标卡尺的刻线原理如图 1-16 所示。

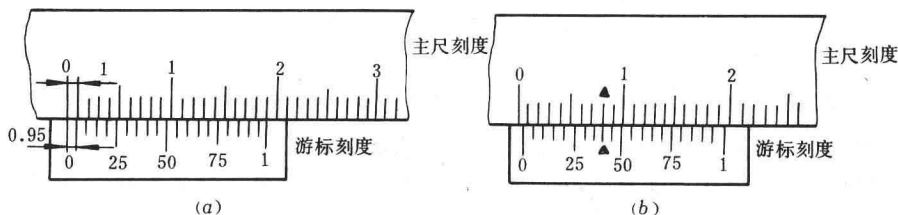


图 1-16 $\frac{1}{20}$ mm 游标卡尺的刻线原理

同理，也有副尺上的 20 格等于主尺上的 39mm 的 $\frac{1}{20}$ mm 游标卡尺，则副尺每格为 $39\text{mm} \div 20 = 1.95\text{mm}$ ，主尺 2 格与副尺 1 格之差为 0.05mm。这是一种放大刻度的 0.05mm 游标卡尺。

3) $\frac{1}{50}$ mm 游标卡尺

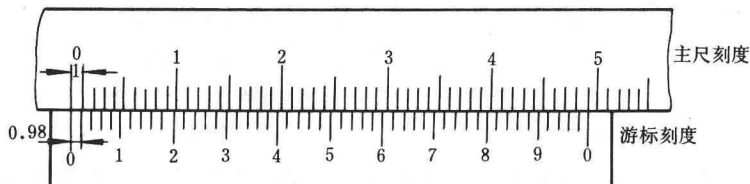


图 1-17 $\frac{1}{50}$ mm 游标卡尺的刻线原理

主尺每小格 1mm，每大格 10mm。

当游标卡尺两量爪合并时，其副尺上的 50 格 = 主尺上的 49mm，则副尺每格 = $49\text{mm} \div 50 = 0.98\text{mm}$ ，所以主尺与副尺每格相差 = $1 - 0.98 = 0.02\text{mm}$ 。

$\frac{1}{50}\text{mm}$ 游标卡尺的刻线原理如图 1-17 所示。

3. 游标卡尺的读数方法

用游标卡尺测量工件时，是利用主尺和副尺相互配合进行读数的。其方法分三个步骤：

第一步 读出副尺零线前主尺上的毫米整数；

第二步 找出副尺刻线中与主尺刻线对齐的那条线，读出副尺上的毫米小数；

第三步 将主尺上的整数与副尺上的小数相加，其和就是被测工件尺寸的读数。

例如：用 $\frac{1}{20}$ （即 0.05）mm 的游标卡尺测量工件尺寸时，如图 1-18 所示，副尺零线前主尺上的整数为 12mm，副尺刻线与主尺刻线对齐时的那条刻线代表 0.60mm，所以，游标卡尺的读数为 $12 + 0.6 = 12.6\text{mm}$ 。

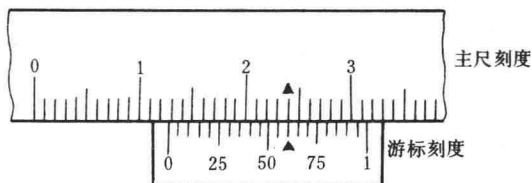


图 1-18 游标卡尺读数举例

4. 游标卡尺读数时应注意的事项

(1) 读数时要以游标卡尺的“0”线作为基准，切不可量爪的边线作为基准。

(2) 在主尺上标的数码是表示厘米数，不要读成毫米。

(3) 读数时应当看准，如果游标卡尺副尺上没有一条刻线与主尺刻线完全对齐，这说明尺寸是在靠近的两者之间，应找出对得较齐的那条刻线作为游标卡尺的读数。否则，读得不对。

(4) 读数时应将卡尺持平，眼睛与所读的刻线要互相垂直，防止因偏视而造成读数误差。

5. 游标卡尺的使用方法

游标卡尺如使用不当，不但影响它本身的精度，而且也影响零件尺寸测量的准确性。因此，必须掌握游标卡尺正确的使用方法。

游标卡尺的正确使用方法如下：

(1) 使用游标卡尺前，应首先检查它的零位是否对准了，即当两量爪测量面接触时，主、副尺的零线是否对齐。零位不准的游标卡尺不能使用，应送量具检修部门去校准。

(2) 测量外表面尺寸时，应先把两量爪张开得比被测尺寸稍大些，如图 1-19a 所示。测量内表面尺寸时，应把两量爪张开得比被测尺寸稍小些，如图 1-19b 所示。然后，慢慢推或拉游标卡尺副尺量爪，使它轻轻地接触被测表面。测量内尺寸时，不要使劲转动卡尺，而应轻轻摆动，以便找出最大值。

(3) 测量时，量爪对被测表面不要卡得太紧或太松。太紧，整个副尺会倾斜一角度，

使尺寸不准;太松,量爪与被测表面有间隙,尺寸测不准。

(4) 使用带有微调装置的卡尺进行测量时,当量爪快与被测表面接触时,就应换用微调装置,使活动量爪慢慢地接近被测表面,以控制测量力的大小。

(5) 测量时,不要把卡尺的量爪与被测尺寸的方向放歪了,否则会使读数不准确。如图 1-20 所示,其中 A 为要测量的实际尺寸, B 为放歪斜以后测量的尺寸。由图可知,尺寸 A 与 B 是不相等的。

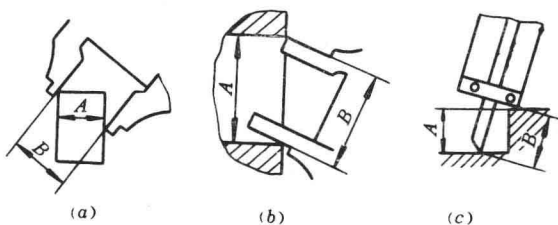


图 1-20 游标卡尺放斜时的情况

(6) 在用两量爪宽度为 b (通常 b 为 10mm) 的卡尺测量内表面尺寸时,读出的尺寸还要加上这个宽度 b , 才是实际尺寸。如图 1-21 中, L 是实际尺寸, C 是卡尺读出的尺寸。

四、千分尺

千分尺俗称分厘卡,是利用螺旋传动原理制成的一种测量与检验零件尺寸的精密量具,故又叫螺旋测微器。它的精度比游标卡尺高,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。

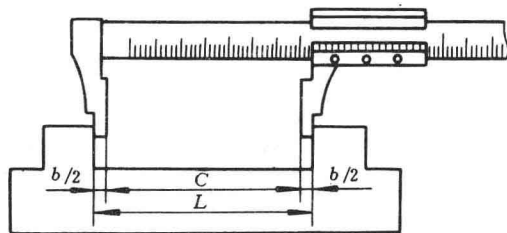


图 1-21 量内表面尺寸,要加上两量爪宽度 b

检修工作中常用的千分尺有外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺和螺纹千分尺等几种。

1. 外径千分尺

外径千分尺主要用来测量零件的长、宽、厚度及外径。它能准确地读出 0.01mm 的尺寸。

1) 外径千分尺的结构

常用的外径千分尺的结构如图 1-22 所示,其测量范围 0~25mm。它主要由尺架、测微装置、测力装置和锁紧装置等组成。

(1) 尺架 1 是一弓形支架,它的左端装有固定测砧 2,右端装有表面有刻线的固定套筒 5。尺架的两侧面上覆盖着绝热板 12,以防止使用时手的温度影响千分尺的测量精度。

(2) 测微装置的作用,是在测量过程中使测量面间的距离发生变化。测微装置是由零

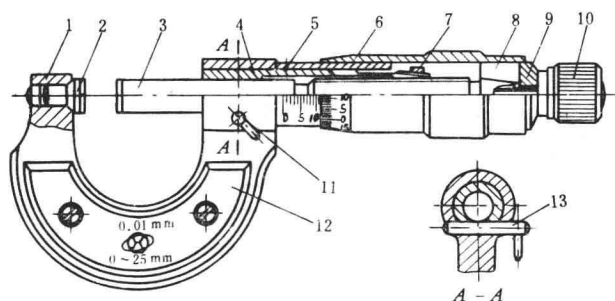


图 1-22 外径千分尺

1—尺架；2—测砧；3—测微螺杆；4—螺纹轴套；5—固定套筒；6—微分筒；7—调节螺母；8—接头；9—垫片；10—测力装置；11—锁紧装置；12—隔热装置；13—锁紧轴

件 3~9 组成的。螺纹轴套 4 镶入尺架 1 中，固定套筒 5 用螺钉固定在它的上面。测微螺杆 3 的中部是精度很高的外螺纹，其螺距为 0.5mm，与螺纹轴套 4 右端的螺孔精密配合，其配合间隙可以用螺母进行调整，使外螺纹可以在内螺线中很自如地旋转且间隙极小。测微螺杆 3 右端的外圆锥与接头 8 的内圆锥相配。接头 8 上开有一条轴向槽，构成一个开口的弹性套。当测力装置 10 旋在测量杆上时，测力装置通过垫片 9 压紧接头 8，使其胀大并和微分筒 6 结合在一起，从而使测力装置 10、测量杆 3 和微分筒结合成一体。当用手旋转测力装置 10 时，就会带动测量杆和微分筒一起旋转并轴向移动，使两个测量面之间的距离发生变化；同理，用手旋转微分筒时，通过接头 8 也会带动测量杆旋转，使测量杆做旋转直线运动。

(3) 测力装置的作用，是使测量面与被测物表面接触压力（测量力）保持恒定，提高测量准确度。测力装置如图 1-23 所示。棘轮 4 与转帽 5 连成一体，棘轮 3 可压缩弹簧 2，并在弹簧 2 的作用下，使棘轮 3 与棘轮 4 啮合在一起。棘轮 3 的两个凸块插入轮轴 1 轴台的凹槽内（图中 B-B 剖面）。测量时，顺时针转动转帽 5，带动棘轮 4、3 和轮轴 1 一起旋转，就可带动测量杆旋转，使两个测量面与工件接触。继续转动转帽，当压力超过弹簧 2 的弹力时，棘轮 4 将沿着棘轮 3 的啮合斜面滑动，使转帽不能带动测量杆移动，同时棘轮发出“卡、卡、卡”的跳动声，从而起到控制测量力的作用。旋动螺钉 6，即可通过弹簧 2 调节测量力的大小。转帽 5 逆时针转动时，棘轮以垂直面带动棘轮 3 转动，使测量杆退回。

(4) 锁紧装置的作用，是把测量杆锁紧在任一需要的位置上。在锁紧轴 13（图 1-22 中 A-A 剖面）的圆周上有深浅不均的偏心缺口。正常测量时，使锁紧轴 13 的深缺口对着测量杆，测量杆能自由转动。当需要锁紧时，使锁紧杆 13 的较浅缺口对准测量杆，测量杆被锁紧。

2) 外径千分尺的刻线原理

外径千分尺螺杆 3 右端螺纹的螺距为 0.5mm。微分筒 6 左端的外圆锥面上共刻有 50 格。当微分筒旋转一周时，测微螺杆 3 轴向移动 0.5mm。若微分筒转过一格（圆周的 $\frac{1}{50}$ ）时，

则测微螺杆轴向位移为 $0.5 \times \frac{1}{50} = 0.01\text{mm}$ 。

这就是千分尺能读出 0.01mm 读数值的原理。

3) 外径千分尺的读数方法