

内 容 简 介

本书内容包括:连接轴零件尺寸公差和衬套配合件的识读与检测,双头螺杆的几何误差检测,轴承套表面结构要求、圆锥塞规及螺纹联接轴的识图与检测,减速器齿轮公差配合与检测,冲压模具的三坐标检测及质量分析,普通车床的几何精度检测。每个项目后附有针对该部分学习内容的思考与练习题。本书注重内容的实用性与针对性,比较全面地介绍了机械测量几何量的各种误差检测方法和原理等。

本书可作为机电一体化、数控技术、机械制造、材料加工工程、工业工程等专业的教材,也可作为成人教育及职业技术学院的教材,还可供从事机械设计与制造的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

互换性与测量技术/韩凤霞,刘英超主编. —北京:
北京邮电大学出版社, 2013. 12(2022. 6 重印)

ISBN 978-7-5635-3815-7

I. ①互… II. ①韩… ②刘… III. ①零部件—互换性②零部件—测量技术 IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 309466 号

书 名: 互换性与测量技术

主 编: 韩凤霞 刘英超

责任编辑: 边丽新

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 大厂回族自治县聚鑫印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 11.75

字 数: 292 千字

版 次: 2013 年 12 月第 1 版 2022 年 6 月第 7 次印刷

ISBN 978-7-5635-3815-7

定 价: 35.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

服务电话:400-615-1233

项目一

连接轴零件尺寸公差识图与检测



学习目标

掌握互换性与标准化的基本概念及其在机械制造中的作用；

掌握公差与配合的常用术语；

能够正确读出工件图纸上的尺寸公差，理解其符号的含义，具备正确选择量具、并使用量具对给定轴类零件进行精度评价的能力。



任务描述

加工车间承接了一批连接轴的加工任务，其实物图如图 1-1 所示，零件图如图 1-2 所示。操作者要识读连接轴的图样和工艺文件，通过查阅相关计量标准，理解 $\phi 55_{-0.03}^{+0.03}$ 、 $\phi 42_{-0.025}^{+0.025}$ 、 $\phi 38_{-0.025}^{+0.025}$ 、 135 ± 0.1 等标注的含义；选择合适的测量工具对连接轴进行精度检测，并出具检测报告。



图 1-1 连接轴实物图

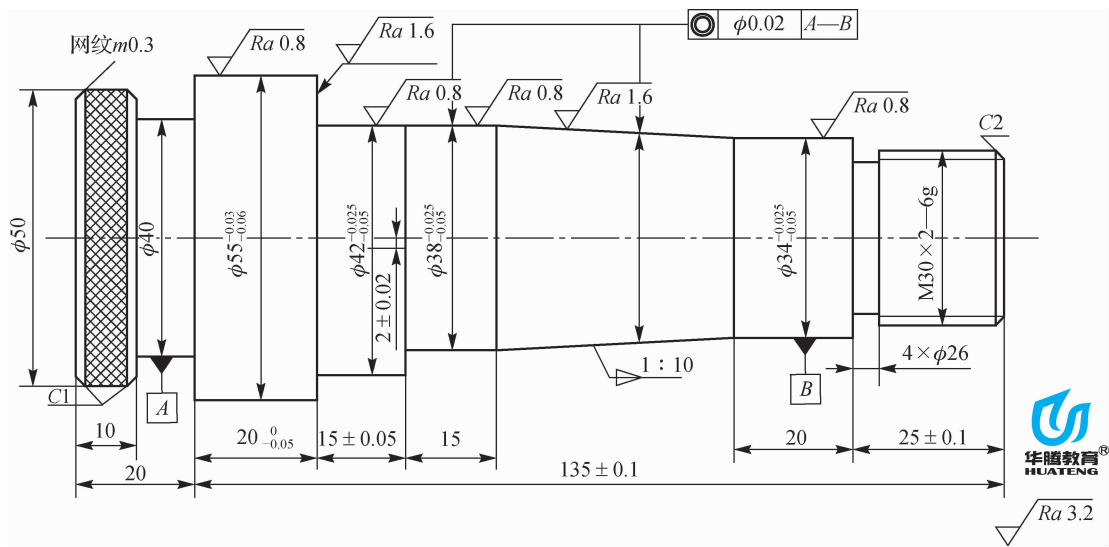


图 1-2 连接轴零件图



资讯



一、有关孔与轴的定义

1. 孔 hole

孔是指工件的圆柱形内表面,如图 1-3(a)所示,也包括其他由单一尺寸确定的部分(由两平行平面或切面形成的包容面,如图 1-3c 所示)。

2. 轴 shaft

轴是指工件的圆柱形外表面,如图 1-3(b)所示,也包括其他外表面中由单一尺寸确定的部分(由两平行平面或切面形成的被包容面,如图 1-3c 所示)。



动画
孔和轴

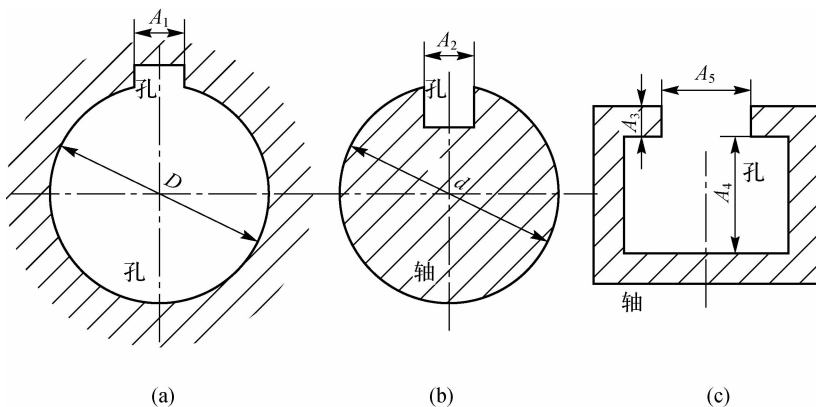


图 1-3 孔和轴的定义示意图

二、有关尺寸的定义

1. 尺寸 size

尺寸是以特定单位表示线性尺寸值的数值。

2. 公称尺寸 nominal size

公称尺寸是由图样规范确定的理想形状要素的尺寸,如图 1-4 所示。公称尺寸是设计零件时,根据使用要求,通过强度、刚度计算及结构等方面的考虑,并按标准直径或标准长度圆整后所给定的尺寸。常用 D 表示孔的公称尺寸,用 d 表示轴的公称尺寸。

3. 实际(组成)要素 real(integral) feature

实际(组成)要素是通过测量获得的某一孔、轴的尺寸。由于零件存在着加工误差,所以不同部位的实际尺寸不尽相同,故往往把它称为局部实际尺寸。常用 D_a 表示孔的实际(组成)要素,用 d_a 表示轴的实际(组成)要素。

4. 极限尺寸 limits of size

极限尺寸是尺寸要素允许的尺寸的两个极端。孔或轴允许的最大尺寸称为上极限尺寸(upper limit of size),孔或轴允许最小的尺寸称为下极限尺寸(lower limit of size)。孔的上、下极限尺寸用 D_{\max} 和 D_{\min} 表示,见图 1-4,轴的上、下极限尺寸用 d_{\max} 和 d_{\min} 表示。

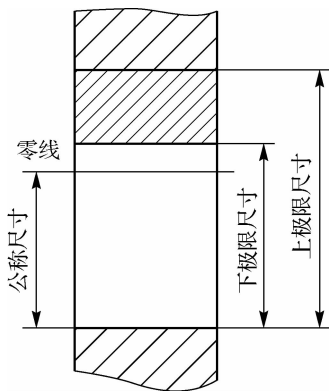


图 1-4 公称尺寸、上极限尺寸和下极限尺寸

三、有关偏差的定义

1. 偏差 deviation

某一尺寸减其公称尺寸所得的代数差为偏差。它分为极限偏差和实际偏差。各种偏差可以为正、负或零值。偏差除零以外,前面必须冠以正、负号。

2. 实际偏差 actual deviation

实际(组成)要素减其公称尺寸所得的代数差称为实际偏差。孔用 E_a 表示,轴用 e_a 表示。

3. 极限偏差 limit deviation

极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差称为极限偏差。

上极限偏差(upper limit deviation)为上极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差。孔用 ES 表示,轴用 es 表示。

下极限偏差(lower limit deviation)为下极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差。孔用 EI 表示,轴用 ei 表示。

$$\text{对于孔} \quad ES = D_{\max} - D, EI = D_{\min} - D \quad (1-1)$$

$$\text{对于轴} \quad es = d_{\max} - d, ei = d_{\min} - d \quad (1-2)$$



动画

有关尺寸的定义

四、有关公差的定义

1. 尺寸公差 size tolerance

尺寸公差简称公差,是允许尺寸的变动量,等于上极限尺寸减下极限尺寸之差,或上极限偏差减下极限偏差。尺寸公差是一个没有符号的绝对值。

孔、轴的公差分别用 T_D 和 T_d 表示。

$$T_D = |D_{\max} - D_{\min}| = |ES - EI| \quad (1-3)$$

$$T_d = |d_{\max} - d_{\min}| = |es - ei| \quad (1-4)$$

公差与极限偏差两者的区别如下。

(1)从数值上看,极限偏差是代数值,正、负或零值是有意义的;公差是允许尺寸的变动范围,是没有正负号的绝对值,也不能为零(零值意味着加工误差不存在,是不可能的)。

(2)从作用上看,极限偏差用于控制实际偏差,是判断完工零件是否合格的依据;公差则控制一批零件实际尺寸的差异程度。

(3)从工艺上看,对某一具体零件,同一尺寸段内的尺寸(尺寸分段后)公差大小反映加工的难易程度,即加工精度的高低,它是制定加工工艺的主要依据;极限偏差则是调整机床、决定切削工具与工件相对位置的依据。

2. 公差带 tolerance zone

在公差带图解中,由代表上极限偏差和下极限偏差或上极限尺寸和下极限尺寸的两条直线所限定的一个区域称为公差带。它是由公差大小和其相对零线的位置如基本偏差来确定。为了说明公称尺寸、极限偏差和公差三者关系,需要画出公差带图。如图 1-5 所示,公称尺寸是公差带的零线,即衡量公差带位置的起始点。国家标准把用以确定公差带相对于零线位置的上偏差和下偏差称为基本偏差,它往往是离零线近的或位于零线的那个偏差。

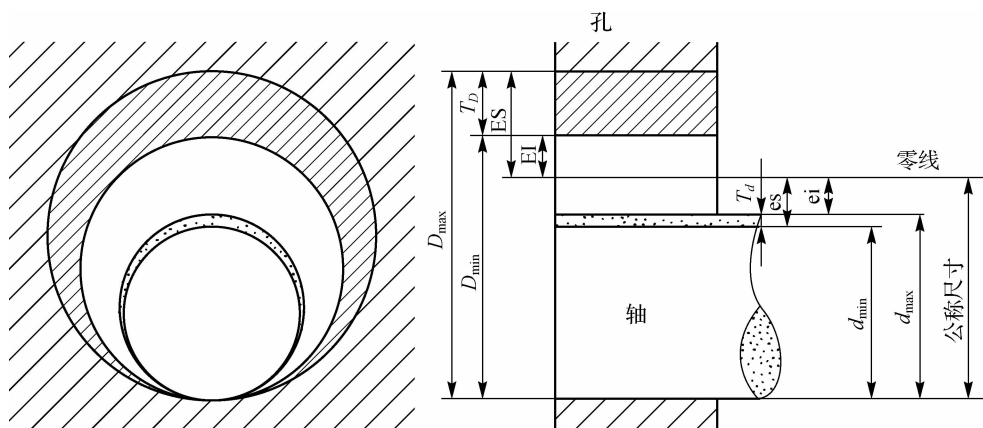


图 1-5 公称尺寸、极限偏差和公差三者之间的关系

公差带有两个基本参数,即公差带大小与位置。大小由标准公差确定,位置由基本偏差确定。公差带图如图 1-6 所示。

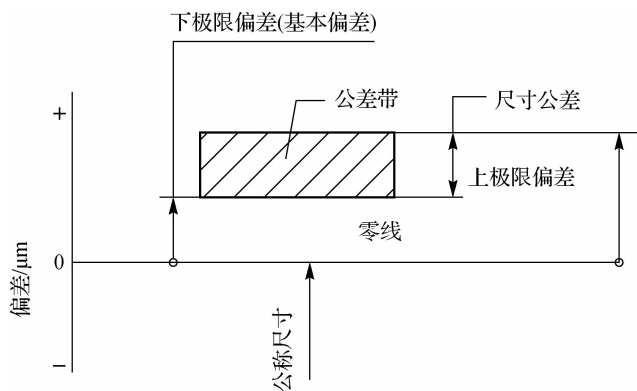


图 1-6 公差带图

例 1-1 已知孔、轴公称尺寸为 $\phi 25$ mm, 孔的极限尺寸 $D_{\max} = \phi 25.021$ mm, $D_{\min} = \phi 25$ mm; 轴的极限尺寸 $d_{\max} = \phi 24.980$ mm, $d_{\min} = \phi 24.967$ mm。求孔与轴的极限偏差和公差, 并将孔与轴的极限偏差在图样上标注。

解 孔的上极限偏差 $ES = D_{\max} - D = 25.021 \text{ mm} - 25 \text{ mm} = +0.021 \text{ mm}$ 。

孔的下极限偏差 $EI = D_{\min} - D = 25 \text{ mm} - 25 \text{ mm} = 0$ 。

轴的上极限偏差 $es = d_{\max} - d = 24.980 \text{ mm} - 25 \text{ mm} = -0.020 \text{ mm}$ 。

轴的下极限偏差 $ei = d_{\min} - d = 24.967 \text{ mm} - 25 \text{ mm} = -0.033 \text{ mm}$ 。

孔的公差 $T_D = |D_{\max} - D_{\min}| = |25.021 - 25| \text{ mm} = 0.021 \text{ mm}$ 。

轴的公差 $T_d = |d_{\max} - d_{\min}| = |24.980 - 24.967| \text{ mm} = 0.013 \text{ mm}$ 。

孔为 $\phi 25^{+0.021}_0$, 轴为 $\phi 25^{-0.020}_{-0.033}$, 在图样上的标注如图 1-7 所示。

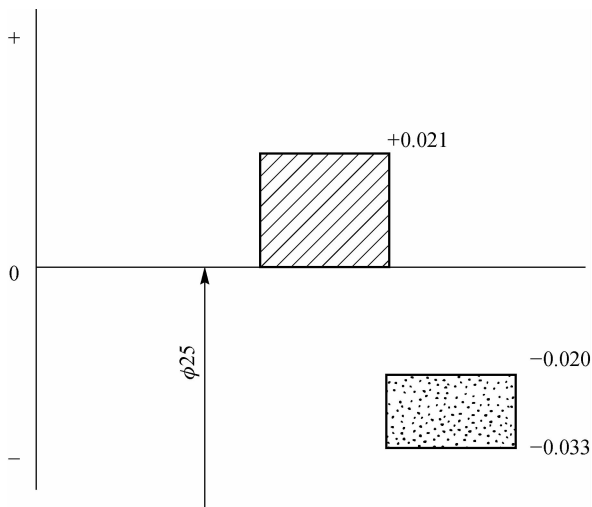


图 1-7 孔与轴极限偏差在图样上的标注



动画

公差带图的画法

五、常用尺寸孔、轴的公差

公称尺寸小于或等于 500 mm 的零件, 在产品中应用最广, 因此这一尺寸段称为常用尺

寸段。为了使公差实现标准化,GB/T 1800.1—2009《产品几何技术规范(GPS) 极限与配合 第1部分:公差、偏差和配合的基础》规定了两个基本系列,即标准公差系列和基本偏差系列。

1. 标准公差系列

标准公差等级代号由 IT 和数字组成,常用尺寸段规定了 IT01、IT0~IT18 共 20 个等级。IT01 为最高级,依次降低,IT18 为最低级。标准公差的大小,即公差等级的高低,决定了孔、轴的尺寸精度。在确定孔、轴公差时,应按标准公差等级取值,以满足标准化和互换性的要求。

公称尺寸至 500 mm 的标准公差数值见表 1-1。

表 1-1 公称尺寸至 500 mm 的标准公差数值

公称尺寸		标准公差等级																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm										mm							
—	3	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.1	0.14	0.25	0.4	0.6	1	1.4
3	6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.3	0.48	0.75	1.2	1.8
6	10	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.9	1.5	2.2
10	18	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.7	1.1	1.8	2.7
18	30	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.3	2.1	3.3
30	50	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1	1.6	2.5	3.9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.3	0.46	0.74	1.2	1.9	3	4.6
80	120	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.4	2.2	3.5	5.4
120	180	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.4	0.63	1	1.6	2.5	4	6.3
180	250	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.9	4.6	7.2
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.3	2.1	3.2	5.2	8.1
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.4	2.3	3.6	5.7	8.9
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.5	4	6.3	9.7

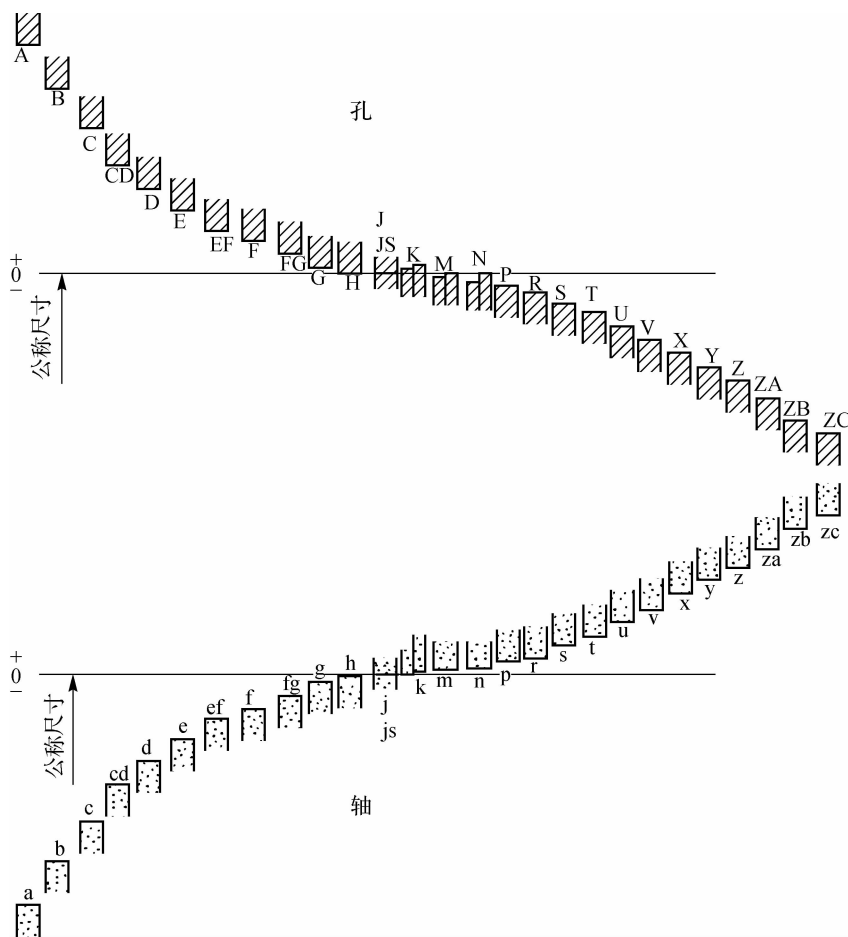
注:公称尺寸小于或等于 1 mm 时,无 IT14~IT18。

2. 基本偏差系列

基本偏差是确定公差带相对于零线位置的极限偏差。当公差带位置在零线以上时,其基本偏差为下极限偏差;当公差带位置在零线以下时,其基本偏差为上极限偏差。

1) 基本偏差代号

基本偏差的代号,孔用大写字母表示,轴用小写字母表示。以轴为例,其排列顺序基本上从 a 依次到 z,在拉丁字母中,除去与其他代号易混淆的 5 个字母 i、l、o、q、w,增加了 7 个双字母代号 cd、ef、fg、js、za、zb、zc,共组成 28 个基本偏差代号。基本偏差系列示意图如图 1-8 所示。孔的 28 个基本偏差代号与轴完全相同,用大写字母表示。



动画

基本偏差系列

图 1-8 基本偏差系列示意图

对于孔的基本偏差, A~G 为下偏差 EI(正值), H 也为下偏差 EI(EI=0), J~ZC 为上偏差 ES,除了 J 和 K 外,其余皆为负值。JS 是一个特殊的基本偏差,这个公差带相对零线为对称分布,所以它所代表的基本偏差可以为上偏差 ES,也可以为下偏差 EI。

$$\text{对于 JS: } ES = +\frac{IT}{2}, EI = -\frac{IT}{2}。$$

对于轴的基本偏差, a~g 为上偏差 es(负值), h 也为上偏差(es=0), j~zc 为下偏差 ei,除了 j 和 k 外,其余皆为正值。js 和 JS 一样,它可以为上偏差 es,也可以为下偏差 ei。

$$\text{对于 js: } es = +\frac{IT}{2}, ei = -\frac{IT}{2}。$$

图中基本偏差是“开口”的公差带,这是因为基本偏差只是表示公差带的位置,而不表示公差带的大小,其另一端开口的位置将由公差等级来决定。

2) 基本偏差数值

基本偏差数值是经过经验公式计算得到的,实际使用时可查表 1-2 和表 1-3。

从表 1-2 中可以看到,代号为 h 的轴的基本偏差为上偏差,它总是等于零,称为基准轴;从表 1-3 中可以看到,代号为 H 的孔的基本偏差为下偏差,它总是等于零,称为基准孔。

表 1-2 公称尺寸 ≤ 500 mm 轴的基本偏差值

单位: μm

公称尺寸 /mm		上极限偏差 es											下极限偏差 ei					
		所有标准公差等级											IT5 和 IT6	IT7	IT8	IT4~ IT7	≤IT3 >IT7	
大于	至	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js	j			k	
—	3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	偏差 = $\pm \frac{IT_n}{2}$ 式中 IT _n 是 IT 值数	-2	-4	-6	0	0
3	6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0		-2	-4	—	+1	0
6	10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0		-2	-5	—	+1	0
10	14	-290	-150	-95	—	-50	-32	—	-16	—	-6	0		-3	-6	—	+1	0
14	18													-4	-8	—	+2	0
18	24	-300	-160	-110	—	-65	-40	—	-20	—	-7	0		-5	-10	—	+2	0
24	30													-7	-12	—	+2	0
30	40	-310	-170	-120	—	-80	-50	—	-25	—	-9	0		-7	-12	—	+2	0
40	50													-9	-10	—	+2	0
50	65	-340	-190	-140	—	-100	-60	—	-30	—	-10	0		-7	-12	—	+2	0
65	80	-360	-200	-150										-9	-10	—	+2	0
80	100	-380	-220	-170	—	-120	-72	—	-36	—	-12	0		-9	-15	—	+3	0
100	120	-410	-240	-180										-11	-18	—	+3	0
120	140	-460	-260	-200	—	-145	-85	—	-43	—	-14	0		-11	-18	—	+3	0
140	160	-520	-280	-210										-13	-21	—	+4	0
160	180	-580	-310	-230	—	-170	-100	—	-50	—	-15	0		-13	-21	—	+4	0
180	200	-660	-340	-240										-16	-26	—	+4	0
200	225	-740	-380	-260	—	-190	-110	—	-56	—	-17	0		-16	-26	—	+4	0
225	250	-820	-420	-280										-18	-28	—	+4	0
250	280	-920	-480	-300	—	-210	-125	—	-62	—	-18	0		-18	-28	—	+4	0
280	315	-1 050	-540	-330									-20	-32	—	+5	0	
315	355	-1 200	-600	-360	—	-230	-135	—	-68	—	-20	0	-20	-32	—	+5	0	
355	400	-1 350	-680	-400									-20	-32	—	+5	0	
400	450	-1 500	-760	-440	—	-230	-135	—	-68	—	-20	0	-20	-32	—	+5	0	
450	500	-1 650	-840	-480									-20	-32	—	+5	0	

表 1-2(续) 公称尺寸≤500 mm 轴的基本偏差值

单位: μm

公称尺寸 /mm		下极限偏差 ei													
		所有标准公差等级													
大于	至	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
—	3	+2	+4	+6	+10	+14	—	+18	—	+20	—	+26	+32	+40	+60
3	6	+4	+8	+12	+15	+19	—	+23	—	+28	—	+35	+42	+50	+80
6	10	+6	+10	+15	+19	+23	—	+28	—	+34	—	+42	+52	+67	+97
10	14	+7	+12	+18	+23	+28	—	+33	—	+40	—	+50	+64	+90	+130
14	18								+39	+45	—	+60	+77	+108	+150
18	24	+8	+15	+22	+28	+35	—	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
24	30						+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
30	40	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
40	50						+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
50	65	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
65	80				+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
80	100	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
100	120				+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
120	140	+15	+27	+43	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
140	160				+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
160	180				+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1 000
180	200	+17	+31	+50	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1 150
200	225				+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1 250
225	250				+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1 050	+1 350
250	280	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1 200	+1 550
280	315				+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1 000	+1 300	+1 700
315	355	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1 150	+1 500	+1 900
355	400				+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1 000	+1 300	+1 650	+2 100
400	450	+23	+40	+68	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1 100	+1 450	+1 850	+2 400
450	500				+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1 000	+1 250	+1 600	+2 100	+2 600

注 1:公称尺寸小于或等于 1 mm 时,基本偏差 a 和 b 均不采用。

注 2:公差带 js7~js11,若 IT_n 值是奇数,则取偏差 = ± $\frac{IT_n-1}{2}$ 。

表 1-3 基本尺寸 ≤ 500 mm 孔的基本偏差值 (A~N)

公称尺寸 /mm		基本偏差数值																							
		下极限偏差 EI											上极限偏差 ES												
		所有公差等级																							
大于	至	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	IT6	IT7	IT8	≤ IT8	> IT8	≤ IT8	> IT8	M	N			
—	3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0			+2	+4	+6	0	0	—	—	—	—	—	
3	6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0			+5	+6	+10	-1+Δ	-4+Δ	-4	-4	-8+Δ	0	0	
6	10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0			+5	+8	+12	-1+Δ	-6+Δ	-6	-6	-10+Δ	0	0	
10	14	+290	+150	+95	—	+50	+32	—	+16	—	+6	0			+6	+10	+15	-1+Δ	-7+Δ	-7	-7	-12+Δ	0	0	
14	18																								
18	24	+300	+160	+110	—	+65	+40	—	+20	—	+7	0			+8	+12	+20	-2+Δ	-8+Δ	-8	-8	-15+Δ	0	0	
24	30																								
30	40	+310	+170	+120	—	+80	+50	—	+25	—	+9	0			+10	+14	+24	-2+Δ	-9+Δ	-9	-9	-17+Δ	0	0	
40	50	+320	+180	+130	—	+100	+60	—	+30	—	+10	0			+13	+18	+28	-2+Δ	-11+Δ	-11	-11	-20+Δ	0	0	
50	65	+340	+190	+140	—	+120	+72	—	+36	—	+12	0			+16	+22	+34	-3+Δ	-13+Δ	-13	-13	-23+Δ	0	0	
65	80	+360	+200	+150	—	+145	+85	—	+43	—	+14	0			+18	+26	+41	-3+Δ	-15+Δ	-15	-15	-27+Δ	0	0	
80	100	+380	+220	+170	—	+170	+100	—	+50	—	+15	0			+22	+30	+47	-4+Δ	-17+Δ	-17	-17	-31+Δ	0	0	
100	120	+410	+240	+180	—	+190	+110	—	+56	—	+17	0			+25	+36	+55	-4+Δ	-20+Δ	-20	-20	-34+Δ	0	0	
120	140	+460	+260	+200	—	+210	+125	—	+62	—	+18	0			+29	+39	+60	-4+Δ	-21+Δ	-21	-21	-37+Δ	0	0	
140	160	+520	+280	+210	—	+230	+135	—	+68	—	+20	0			+33	+43	+66	-5+Δ	-23+Δ	-23	-23	-40+Δ	0	0	
160	180	+580	+310	+230	—	+240																			
180	200	+660	+340	+240	—																				
200	225	+740	+380	+260	—																				
225	250	+820	+420	+280	—																				
250	280	+920	+480	+300	—																				
280	315	+1 050	+540	+330	—																				
315	355	+1 200	+600	+360	—																				
355	400	+1 350	+680	+400	—																				
400	450	+1 500	+760	+440	—																				
450	500	+1 650	+840	+480	—																				

偏差 = $\frac{IT_n}{2}$
是 IT 值数

表 1-3(续) 基本尺寸 ≤ 500 mm 孔的基本偏差值

公称尺寸 /mm		基本偏差数值																A 值							
大于至		上极限偏差 ES/μm																标准公差等级							
		> IT7																IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8							
≤ IT7		P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8						
—	3	-6	-10	-14	—	-18	—	-20	—	-26	-32	-40	-60	1	1.5	1	3	4	6						
3	6	-12	-15	-19	—	-23	—	-28	—	-35	-42	-50	-80	1	1.5	2	3	6	7						
6	10	-15	-19	-23	—	-28	—	-34	—	-42	-52	-67	-97	1	1.5	2	3	6	7						
10	14	-18	-23	-28	—	-33	—	-40	—	-50	-64	-90	-130	1	2	3	3	7	9						
14	18	—	—	—	—	-39	-45	-45	—	-60	-77	-108	-150	—	—	—	—	—	—						
18	24	—	—	—	—	-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136	-188	—	—	—	—	—	—						
24	30	-22	-28	-35	—	-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-218	1.5	2	3	4	8	12						
30	40	-26	-34	-43	—	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274	1.5	3	4	5	9	14						
40	50	—	—	—	—	-54	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	1.5	3	4	5	9	14						
50	65	-32	-41	-53	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405	2	3	5	6	11	16						
65	80	-43	-59	-75	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585	—	—	—	—	—	—						
80	100	-51	-71	-91	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690	2	4	5	7	13	19						
100	120	-37	-54	-79	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690	—	—	—	—	—	—						
120	140	-43	-63	-92	-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800	3	4	6	7	15	23						
140	160	—	-65	-100	-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900	—	—	—	—	—	—						
160	180	—	-68	-108	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1000	—	—	—	—	—	—						
180	200	—	-77	-122	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150	—	—	—	—	—	—						
200	225	-50	-80	-130	-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250	3	4	6	9	17	26						
225	250	—	-84	-140	-196	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1050	-1350	—	—	—	—	—	—						
250	280	—	-94	-158	-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1550	—	—	—	—	—	—						
280	315	-56	-98	-170	-240	-350	-425	-525	-650	-790	-1000	-1300	-1700	4	4	7	9	20	29						
315	355	—	-108	-190	-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1150	-1500	-1900	—	—	—	—	—	—						
355	400	-62	-114	-208	-294	-435	-530	-660	-820	-1000	-1300	-1650	-2100	4	5	7	11	21	32						
400	450	-68	-126	-232	-330	-490	-595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400	5	5	7	13	23	34						
450	500	—	-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600	—	—	—	—	—	—						

注 1: 公称尺寸 ≤ 1 mm 时, 基本偏差 A、B 以及大于 IT8 的基本偏差 N 均不采用。

注 2: 标准公差 ≤ IT8 的 K、M、N 和标准公差 ≤ IT7 的 P~ZC 的基本偏差中的 Δ 值从续表的右侧选取。例如, 18~30 mm 段的 K7, Δ = 8 μm, 所以 ES = (-2+8) μm = -6 μm;

18~30 mm 段的 S6, Δ = 4 μm, 所以 ES = (-35+4) μm = -31 μm。

注 3: 公差带 JS7 到 JS11, 若 IT_n 值是奇数, 则取偏差 = ± $\frac{IT_n - 1}{2}$ 。

注 4: 250~315 mm 段的 M6, ES = -9 μm (代替 -11 μm)。

例 1-2 查轴的基本偏差数值表和标准公差数值表,确定 $\phi 55f8$ 轴的上极限偏差、下极限偏差。

解 先查轴的基本偏差数值(表 1-2),确定轴的基本偏差数值。

公称尺寸 $\phi 55 \text{ mm}$ 处于 $>50 \sim 65 \text{ mm}$ 尺寸段内,基本偏差为上极限偏差, f 的数值为 $-30 \mu\text{m}$,于是 $es = -30 \mu\text{m}$ 。

查标准公差数值(表 1-1),确定轴的下偏差。

公称尺寸处于 $>50 \sim 80 \text{ mm}$ 尺寸分段内, $IT8 = 46 \mu\text{m}$ 。

$$T_d = es - ei$$

故

$$ei = es - T_d = -30 \mu\text{m} - 46 \mu\text{m} = -76 \mu\text{m}$$

由此可得 $\phi 55f8 = \phi 55_{-0.076}^{0.030}$ 。

3) 常用和优先选用的公差带

GB/T 1800.1—2009 规定了 20 个公差等级和 28 种基本偏差,如将任一基本偏差与任一标准公差组合,其孔公差带有 $20 \times 27 + 3(J6, J7, J8) = 543$ 个,而轴公差带有 $20 \times 27 + 4(j5, j6, j7, j8) = 544$ 个。这么多的公差带都使用显然是不经济的,因为它必然导致定值刀具和量具规格繁多。

为此,国标规定了一般、常用和优先轴用公差带共 116 种,如图 1-9 所示。图中方框内的 59 种为常用公差带,圆圈内的 13 种为优先公差带。

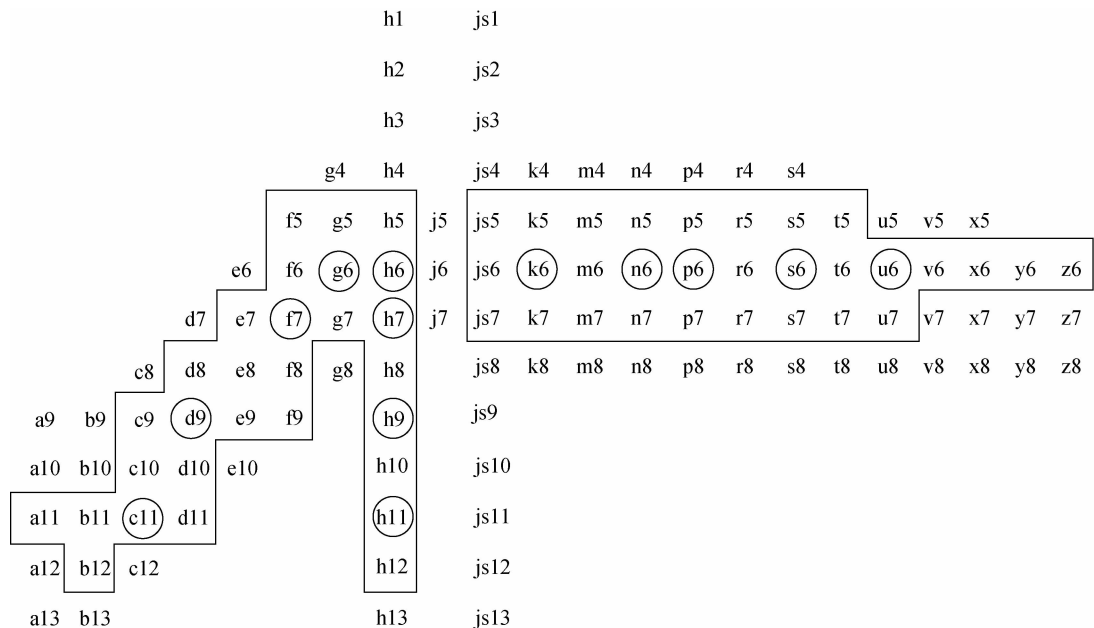


图 1-9 一般、常用和优先轴用公差带

规定一般、常用和优先孔用公差带共 105 种,如图 1-10 所示。图中方框内的 43 种为常用公差带,圆圈内的 13 种为优先公差带。

3. 量仪

量仪是指能将被测量转换成可直接观测的指示值或等效信息的计量器具。一般都有指示、放大系统。根据所测信号的转换原理和量仪本身的结构特点,量仪可分为以下几种。

- (1)卡尺类量仪。如数显卡尺、游标卡尺等。
- (2)微动螺旋副类量仪。如数显千分尺、普通千分尺等。
- (3)机械类量仪。如百分表、千分表等。
- (4)光学类量仪。如工具显微镜、测长仪等。
- (5)气动类量仪。如压力式量仪。
- (6)电学类量仪。如电感比较仪。
- (7)机电光综合类量仪。如齿轮测量中心等。

4. 测量装置

测量装置指为确定被测量所必需的装置和辅助设备的总体。

八、测量方法的分类

1. 直接测量和间接测量

按实测量是否是被测量,测量方法分为直接测量和间接测量。

(1)直接测量。从测量器具的读数装置上直接测得被测参数的量值或相对于标准量的偏差。例如,用游标卡尺、外径千分尺测量外圆直径,用比较仪测量长度尺寸等。

(2)间接测量。测量有关量,并通过一定的函数关系求得被测量的值。例如,用正弦规测量工件角度。

2. 绝对测量和相对测量

按示值是否是被测量的整个量值,测量方法分为绝对测量和相对测量。

(1)绝对测量。绝对测量是指从测量器具上直接得到被测参数的整个量值的测量。例如,用游标卡尺测量零件轴径值。

(2)相对测量。相对测量是指计量器具的示值仅表示被测量对已知标准量的偏差,而被测量的量值为计量器具的示值与标准量的代数和的测量方法。

一般来说,相对测量的测量精度比绝对测量的测量精度高。

3. 接触测量和非接触测量

按被测零件的表面与测量头是否有机接触,测量方法分为接触测量和非接触测量。

(1)接触测量。测量器具的测头与零件被测表面接触后有机作用力的测量为接触测量。如用外径千分尺、游标卡尺测量零件等。为了保证接触的可靠性,测量力是必要的,但它可能使测量器具及被测件发生变形而产生测量误差,还可能造成零件被测表面的损坏。

(2)非接触测量。非接触测量时,测量器具的感应元件与被测零件表面不直接接触,因而不存在机械作用的测量力。属于非接触测量的仪器主要是利用光、气、电、磁等作为感应元件与被测件表面联系。如干涉显微镜、磁力测厚仪、气动量仪等。

4. 单项测量和综合测量

按同时被测参数的多少,测量方法分为单项测量和综合测量。

(1) 单项测量。单项测量指单独地、彼此没有联系地测量零件的单项参数。如分别测量齿轮的齿厚、齿形、齿距等。这种方法一般用于量规的检定、工序间的测量,或为了工艺分析、调整机床等。

(2) 综合测量。综合测量指检测零件几个相关参数的综合效应或综合参数,从而综合判断零件的合格性。例如,齿轮运动误差的综合测量、用螺纹量规检验螺纹的作用中径等。综合测量一般用于终结检验,其测量效率高,能有效保证互换性,在大批量生产中应用广泛。

5. 静态测量和动态测量

按被测工件在测量时所处状态,测量方法分为静态测量和动态测量。

(1) 静态测量。测量时被测件表面与测量器具的测头处于相对静止状态。例如,用外径千分尺测量轴径、用齿距仪测量齿轮齿距等。

(2) 动态测量。测量时被测零件表面与测量器具测头处于相对运动状态,或测量过程是模拟零件在工作或加工时的运动状态,它能反映生产过程中被测参数的变化过程。例如,用激光比长仪测量精密线纹尺,用电动轮廓仪测量表面粗糙度,在磨削过程中测量零件的直径等。

九、测量误差

1. 测量误差的概念

由于计量器具本身的误差以及测量方法和条件的限制,任何测量过程都不可避免存在误差,测量所得的值不可能是被测量的真值,测得值与被测量的真值之间的差异在数值上表现为测量误差。测量误差可以表示为绝对误差和相对误差。

1) 绝对误差

绝对误差是指被测量的测得值(仪表的指示值) x 与其真值 x_0 之差,即

$$\delta = x - x_0 \quad (1-5)$$

2) 相对误差

相对误差是指绝对误差 δ 的绝对值 $|\delta|$ 与被测量真值 x_0 之比,即

$$\epsilon = \frac{x - x_0}{x_0} \times 100\% = \frac{|\delta|}{x_0} \times 100\% \quad (1-6)$$

2. 测量误差的来源

测量误差产生的原因主要有以下几个方面。

1) 计量器具误差

计量器具误差是指计量器具本身在设计、制造和使用过程中造成的各项误差。这些误差可用计量器具的示值精度或不确定度来表示。

2) 标准件误差

标准件误差是指作为标准的标准件本身的制造误差和检定误差。例如,用量块作为标准件调整计量器具的零位时,量块的误差会直接影响测得值。因此,为了保证一定的测量精度,必须选择一定精度的量块。

3) 测量方法误差

测量方法误差是指由于测量方法不完善所引起的误差。例如,接触测量中测量力引起

的计量器具和零件表面变形误差；间接测量中计算公式的不精确；测量过程中工件安装定位不合格等。

4) 测量环境误差

测量环境误差是指由于测量时的环境条件不符合标准条件所引起的误差。测量的环境条件包括温度、湿度、气压、振动及灰尘等。其中，温度对测量结果的影响最大。

5) 人员误差

人员误差是指由于测量人员的主观因素所引起的误差。例如，测量人员技术不熟练、视觉偏差、估读判断错误等引起的误差。

总之，产生误差的因素很多，有些误差是不可避免的，但有些是可以避免的。因此，测量者应对一些可能产生测量误差的原因进行分析，掌握其影响规律，设法消除或减小其对测量结果的影响，以保证测量精度。

3. 测量误差的分类

根据测量误差的性质，测量误差可分为随机误差、系统误差和粗大误差三类。

1) 随机误差

在同一测量条件(测量环境、测量人员、测量技术和测量仪器都相同的条件)下，多次重复测量同一量值(等精度测量)时，每次测量误差的绝对值和符号都以不可预知的方式变化的误差，称为随机误差。

随机误差主要由对测量值影响微小但却互不相关的大量因素共同造成。这些因素主要是噪声干扰、电磁场微变、零件的摩擦和配合间隙、热起伏、空气扰动、大地微震、测量人员感官的无规律变化等。

2) 系统误差

在同一测量条件下，多次重复测量同一量值时，测量误差的绝对值和符号都保持不变，或在测量条件改变时按一定规律变化的误差，称为系统误差。例如，仪器的刻度误差和零位误差，或测量值随温度变化的误差。

系统误差产生的主要原因有仪器的制造、安装或使用方法不正确，环境因素(温度、湿度、电源等)影响，测量原理中使用近似计算公式，测量人员不良的读数习惯等。

3) 粗大误差

粗大误差是一种测量值明显与实际值不符的误差。产生粗大误差的原因有以下几种。

(1) 测量操作疏忽和失误。如测错、读错、记错以及实验条件未达到预定的要求而匆忙实验等。

(2) 测量方法不当或错误。如用普通万用表电压挡直接测高内阻电源的开路电压。

(3) 测量环境条件的突然变化。如电源电压突然增高或降低，雷电干扰、机械冲击等引起测量仪器示值的剧烈变化等。

含有粗大误差的测量值称为坏值或异常值，在数据处理时，应剔除掉。

4. 测量结果的表征

1) 准确度

准确度表示系统误差的大小。系统误差越小，则准确度越高，即测量值与实际值符合的程度越高。

2) 精密度

精密度表示随机误差的影响。精密度越高,表示随机误差越小。随机因素使测量值呈现分散而不确定,但总是分布在平均值附近。

3) 精确度

精确度用来反映系统误差和随机误差的综合影响。精确度越高,表示准确度和精密度都高,意味着系统误差和随机误差都小。

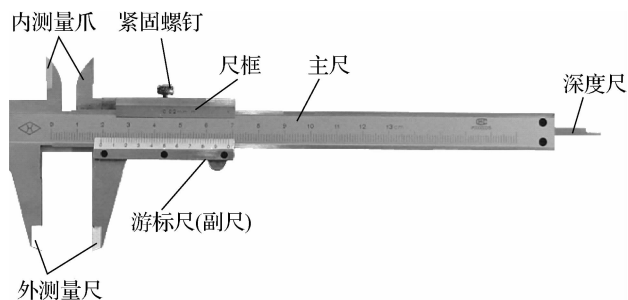
十、常用轴颈零件检测量具

1. 游标卡尺

游标卡尺是一种常用的量具,具有结构简单、使用方便、精度中等和测量的尺寸范围大等特点,可以用它来测量零件的外径、内径、长度、宽度、厚度、深度和孔距等,应用范围很广。

1) 游标卡尺的结构

测量范围为 0~125 mm 或 0~150 mm 的游标卡尺,制成带有刀口形的上、下量爪和带有深度尺的形式,如图 1-11 所示。



动画
游标卡尺的使用

图 1-11 游标卡尺结构

游标卡尺读数时效率不高,为了改进游标卡尺的读数,近年来出现了带测微表的游标卡尺,如图 1-12 所示。

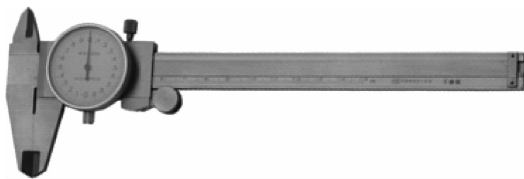


图 1-12 带测微表的游标卡尺

带测微表的游标卡尺读数准确,提高了测量精度,还有带电子数显装置的游标卡尺,如图 1-13 所示,这种游标卡尺在零件表面上量得尺寸时,就直接以数字显示出来,使用极为方便。

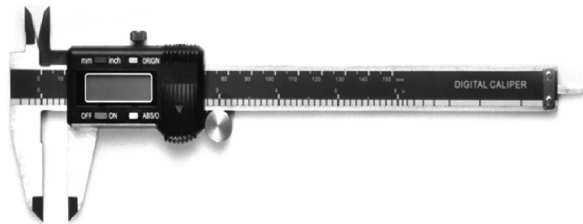


图 1-13 带电子数显装置的游标卡尺

2) 游标卡尺的读数原理和读数方法

(1) 读数原理。游标卡尺的读数部分由尺身与游标组成。游标卡尺的读数原理是利用主尺刻线间距与游标刻线间距差 $b = \frac{(n-1) \times a}{n}$ 实现的。通常尺身刻线间距为 1 mm, 尺身刻线 $(n-1)$ 格的长度等于游标刻线 n 格的长度。常用的有 n 为 10、20、50 三种, 相应的游标刻线间距分别为 0.90 mm、0.95 mm、0.98 mm 三种。尺身刻线间距与游标刻线间距之差, 即 $i = -b$ 为游标读数值(游标卡尺的分度值), 此时 i 分别为 0.10 mm、0.05 mm 和 0.02 mm。

(2) 读数方法。用游标卡尺测量的最终读数为“整毫米数”+“毫米以下部分”。

① 整毫米数。整毫米数部分从主尺上读出, 看游标尺的零刻线在主尺的哪个整毫米刻线的右边, 读出以毫米为单位的整毫米数部分。

② 毫米以下部分。看游标尺的第几条刻线与主尺的某条刻线对齐, 毫米以下部分的读数就是该游标卡尺准确度的几倍。

一般游标卡尺最多只能测十几个厘米的长度; 读数时, 先弄清所使用游标卡尺的准确度; 读数时不必估读; 读数先以毫米为单位, 再化为所需单位。

3) 游标卡尺的测量精度

游标卡尺是一种中等精度的量具, 它只适用于中等精度尺寸的测量和检验。用游标卡尺来测量锻铸件毛坯或精度要求很高的尺寸, 都是不合理的。前者容易损坏量具, 后者测量精度达不到要求, 因为量具都有一定的示值误差。

游标卡尺的示值误差就是游标卡尺本身的制造精度, 不论使用得怎样正确, 卡尺本身就可能产生这些误差。例如, 用分度值为 0.02 mm 游标卡尺(示值误差为 ± 0.02 mm) 测量 $\phi 50$ mm 的轴时, 若游标卡尺上的读数为 50.00 mm, 实际可能是 $\phi 50.02$ mm, 也可能是 $\phi 49.98$ mm。这不是游标卡尺使用方法上的问题, 而是它本身制造精度所允许产生的误差。因此, 若该轴的尺寸是 IT5 级精度的 $\phi 50_{-0.011}^0$, 则轴的制造公差为 0.011 mm, 而游标卡尺本身就有着 ± 0.02 mm 的示值误差, 选用这样的量具去测量, 显然是无法保证轴径的精度要求的。

4) 游标卡尺的使用方法

量具使用得是否合理, 不但影响量具本身的精度, 而且直接影响零件尺寸的测量精度, 处理不当的话甚至可能发生质量事故。因此必须重视量具的正确使用, 对测量技术精益求精, 务必获得正确的测量结果, 确保产品质量。

使用游标卡尺测量零件尺寸时, 必须注意下列几点。

(1) 测量前应把卡尺擦拭干净, 检查卡尺的两个测量面和测量刃口是否平直无损, 把两个量爪紧密贴合时, 应无明显的间隙, 同时游标和主尺的零位刻线要相互对准。

(2)移动尺框时,活动要自如,不应有过松或过紧现象,更不能有晃动现象。用固定螺钉固定尺框时,卡尺的读数不应有所改变。移动尺框时不要忘记松开固定螺钉,亦不宜过松以免固定螺钉掉落。

(3)为了获得正确的测量结果,可以多测量几次。即在零件的同一截面上的不同方向进行测量。对于较长零件,则应当在全长的各个部位进行测量,务使获得一个比较正确的测量结果。

2. 外径千分尺

外径千分尺的测量精度比游标卡尺高,并且测量比较灵活,因此,当加工精度要求较高时多被采用,测量值可以准确到 0.01 mm。

1) 外径千分尺的结构

外径千分尺的结构如图 1-14 所示,外径千分尺是由固定的尺架、测砧、测微螺杆、固定套管、微分筒、锁紧装置、测力装置、旋钮和隔热装置等组成。



动画
外径千分尺的
使用

图 1-14 外径千分尺的结构

2) 外径千分尺的读数原理和使用方法

外径千分尺又称为螺旋测微器,它是利用螺旋副的运动原理进行测量和读数的一种微量具。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的距离。沿轴线方向移动的微小距离能用圆周上的读数表示出来。螺旋测微器的精密螺纹的螺距是 0.5 mm,可动刻度有 50 个等分刻度,可动刻度旋转一周,测微螺杆可前进或后退 0.5 mm,因此旋转一个小分度,相当于测微螺杆前进或后退 $0.5 \text{ mm}/50=0.01 \text{ mm}$ 。可见,可动刻度每一小分度表示 0.01 mm,所以螺旋测微器可精确到 0.01 mm。由于还能再估读一位,读到毫米的千分位,故又名千分尺。

3) 外径千分尺的测量步骤

(1)将被测物擦干净,外径千分尺使用时轻拿轻放。

(2)松开外径千分尺锁紧装置,校准零位,转动旋钮,使测砧与测微螺杆之间的距离略大于被测物体。

(3)测量时,一只手拿外径千分尺的尺架,先将测砧与工件接触,然后转动微分筒,缓慢进给测微螺杆,在测量面将要接触工作件时,应通过转动测力装置渐渐接近量面,听见“咔嗒”二到三声,表明测量面已接触上,测力装置卸荷有效。

(4)旋紧锁紧装置(防止移动外径千分尺时测微螺杆转动),即可读数。先以微分筒的端面为准线,读出固定套管下刻度线的分度值。

3. 光滑极限量规

光滑极限量规是用来对标准的、大批量工件进行检测的专门的单值量具,用光滑极限量规测量效率高、检测方便。

光滑极限量规是一种无刻度的专用检验工具,用它来检验工件只能确定工件是否在允许的极限尺寸范围内,不能测量出工件的实际尺寸。

用来检验轴颈的光滑极限量规称为环规,如图 1-15 所示,环规是成对使用的,其中一个为通规,另一个为止规。通规是按被测轴颈的最大实体尺寸(MMS)制造,止规是根据轴颈的最小实体尺寸(LMS)制造。



图 1-15 环规

环规测量时,通规能顺利通过轴径,说明工件 d_a 比 d_{\max} 小;止规不能通过轴径,表示工件实际轴径 d_a 比 d_{\min} 大。即 $d_{\min} < d_a < d_{\max}$ 则该工件为合格品。

反之,如果工件通规不能过,或止规能通过,则该工件为不合格品。

十一、计量器具的选择原则

计量器具的选择主要取决于计量器具的技术指标和经济指标,具体可从以下几点综合考虑。

(1)根据工件加工批量考虑计量器具的选择。批量小时选用通用的计量器具;批量大则选用专用量具、检验夹具以提高测量效率。

(2)根据工件的结构和重量选择计量器具的测量形式。轻小简单的工件可放到计量仪器上测量;重大复杂的工件则要将计量器具放到工件上测量。

(3)根据工件尺寸的大小和要求确定计量器具的规格。使所选择的计量器具的测量范围、示值范围、分度值等能够满足测量要求。

(4)根据工件的尺寸公差来选择计量器具。工件公差小,计量器具精度要高;工件公差大,计量器具精度应低。一般地说,应使所选用计量器具的极限误差占被测工件公差的 $1/10 \sim 1/3$,其中对低精度的工件采用 $1/10$,对高精度的工件采用 $1/3$ 。

(5)根据计量器具不确定度允许值选择计量器具。在生产车间选择计量器具时,主要是按计量器具的不确定度允许值来选择。

(6)根据计量器具所导致的测量不确定度(简称计量器具的测量不确定度)的允许值(u_1)选择计量器具。选择时,应使所选用计量器具的测量不确定度数值等于或小于选定的 u_1 值。

计量器具的测量不确定度允许值(u_1)按测量不确定度(u)与工件公差的比值分挡,对IT6~IT11的分为I、II、III三挡。测量不确定度(u)的I、II、III三挡值分别为工件公差的1/10、1/6、1/4。计量器具的测量不确定度允许值(u_1)约为测量不确定度(u)的0.9倍,其三挡数值见表1-4。在一般情况下,优先选用I挡,其次选用II挡、III挡。

表 1-4 工件公差、安全裕度与计量器具的测量不确定度允许值三挡数值

公差等级		IT6					IT7					IT8				
公称尺寸/mm		T	A	u_1			T	A	u_1			T	A	u_1		
大于	至			I	II	III			I	II	III			I	II	III
—	3	6	0.6	0.5	0.9	1.4	10	1.0	0.9	1.5	2.3	14	1.4	1.3	2.1	3.2
3	6	8	0.8	0.7	1.2	1.8	12	1.2	1.1	1.8	2.7	18	1.8	1.6	2.7	4.1
6	10	9	0.9	0.8	1.4	2.0	15	1.5	1.4	2.3	3.4	22	2.2	2.0	3.3	5.0
10	18	11	1.1	1.0	1.7	2.5	18	1.8	1.7	2.7	4.1	27	2.7	2.4	4.1	6.1
18	30	13	1.3	1.2	2.0	2.9	21	2.1	1.9	3.2	4.7	33	3.3	3.0	5.0	7.4
30	50	16	1.6	1.4	2.4	3.6	25	2.5	2.3	3.8	5.6	39	3.9	3.5	5.9	8.8
50	80	19	1.9	1.7	2.9	4.3	30	3.0	2.7	4.5	5.8	46	4.6	4.1	6.9	10
80	120	22	2.2	2.0	3.3	5.0	35	3.5	3.2	5.3	7.9	54	5.4	4.9	8.1	12
120	180	25	2.5	2.3	3.8	5.6	40	4.0	3.6	6.0	9.0	63	6.3	5.7	9.5	14
180	250	29	2.9	2.6	4.4	6.5	46	4.6	4.1	6.9	10	72	7.2	6.5	11	16
250	315	32	3.2	2.9	4.8	7.2	52	5.2	4.7	7.8	12	81	8.1	7.3	12	18
315	400	36	3.6	3.2	5.4	8.1	57	5.7	5.1	8.4	13	89	8.9	8.0	13	20
400	500	40	4.0	3.6	6.0	9.0	63	6.3	5.7	9.5	14	97	9.7	8.7	15	22

公差等级		IT 9					IT 10					IT 11				
公称尺寸/mm		T	A	u_1			T	A	u_1			T	A	u_1		
大于	至			I	II	III			I	II	III			I	II	III
—	3	25	2.5	2.3	3.8	5.6	40	4.0	3.6	6.0	9.0	60	6.0	5.4	9.0	14
3	6	30	3.0	2.7	4.5	6.8	48	4.8	4.3	7.2	11	75	7.5	6.8	11	17
6	10	36	3.6	3.3	5.4	8.1	58	5.8	5.2	8.7	13	90	9.0	8.1	14	20
10	18	43	4.3	3.9	6.5	9.7	70	7.0	6.3	11	16	110	11	10	17	25
18	30	52	5.2	4.7	7.8	12	84	8.4	7.6	13	19	130	13	12	20	29
30	50	62	6.2	5.6	9.3	14	100	10	9.0	15	23	160	16	14	24	36
50	80	74	7.4	6.7	11	17	120	12	11	18	27	190	19	17	29	43
80	120	87	8.7	7.8	13	20	140	14	13	21	32	220	22	20	33	50
120	180	100	10	9.0	15	23	160	16	15	24	36	250	25	23	38	56
180	250	115	12	10	17	26	185	19	17	28	42	290	29	26	44	65
250	315	130	13	12	19	29	210	21	19	32	47	320	32	29	48	72
315	400	140	14	13	21	32	230	23	21	35	52	360	36	32	54	81
400	500	155	16	14	23	35	250	25	23	38	56	400	40	36	60	90

常用的测量工具的不确定度分别见表 1-5、表 1-6 和表 1-7。

表 1-5 千分尺和游标卡尺的不确定度

单位:mm

尺寸范围		计量器具类型			
		分度值 0.01 外径千分尺	分度值 0.01 内径千分尺	分度值 0.02 游标卡尺	分度值 0.05 游标卡尺
大于	至	不确定度			
0	50	0.004	0.008	0.020	0.050
50	100	0.005			
100	150	0.006			
150	200	0.007	0.013		0.100
200	250	0.008			
250	300	0.009			
300	350	0.010	0.020	0.150	
350	400	0.011			
400	450	0.012			
450	500	0.013	0.025		0.100
500	600	0.030			
600	700				
700	800				

表 1-6 比较仪的不确定度

单位:mm

尺寸范围		所使用的计量器具			
		分度值为 0.000 5(相当于 放大 2 000 倍)的比较仪	分度值为 0.001(相当于 放大 1 000 倍)的比较仪	分度值为 0.002 5(相当于 放大 400 倍)的比较仪	分度值为 0.004(相当于 放大 250 倍)的比较仪
大于	至	不确定度			
—	25	0.000 6	0.001 0	0.001 7	0.003 0
25	40	0.000 7		0.001 8	
40	65	0.000 8			
65	90	0.000 8			
90	115	0.000 9	0.001 2	0.001 9	
115	165	0.001 0	0.001 3		
165	215	0.001 2	0.001 4	0.002 0	0.003 5
215	265	0.001 4	0.001 6	0.002 1	
265	315	0.001 6	0.001 7	0.002 2	

表 1-7 指示表的不确定度

尺寸范围		所使用的计量器具			
		分度值为 0.001 的千分表(0 级在全程范围内,1 级在 0.2 mm 内)分度值为 0.002 千分表(在 1 转范围内)	分度值为 0.001、0.002、0.005 的千分表(1 级在全程范围内)分度值为 0.01 百分表(0 级在任意 1 mm 内)	分度值为 0.01 的百分表(0 级在全程范围内,1 级在任意 1 mm 内)	分度值为 0.01 的百分表(1 级在全程范围内)
大于	至	不确定度			
—	25	0.005	0.010	0.018	0.030
25	40				
40	65				
65	90				
90	115	0.006	0.010	0.018	0.030
115	165				
165	215				
215	265				
265	315				

十二、光滑工件尺寸的检测

GB/T 3177—2009《产品几何技术规范(GPS) 光滑工件尺寸的检验》规定了光滑工件尺寸检验的验收原则、验收极限,计量器具的测量不确定度允许值和计量器具选用原则。

1. 误检的定义和验收原则

1) 测量的误废和误收

在测量或检验过程中,由于测量器具本身存在一定的示值误差,使得真实尺寸位于公差带内但接近极限偏差的合格工件,可能因测得的实际尺寸超出公差带而被误判为废品,这种现象称为误废。

反之,真实尺寸超出公差带范围但接近极限偏差的不合格工件,可能因测得的实际尺寸在公差带内而被误判为合格品,这种现象称为误收。

2) 验收原则

为了保证产品的互换性,实际生产中决不允许误收,但允许存在一定数量的误废。

2. 验收极限和安全裕度

验收极限是指判断所检验工件尺寸合格与否的尺寸界限。

验收极限是从规定的最大实体尺寸(MMS)和最小实体尺寸(LMS)分别向工件公差带内移动一个安全裕度(A)来确定,如图 1-16 所示。A 值按工件公差 T 的 1/10 确定,其数值在表 1-4 中给出。

1) 孔尺寸的验收极限

$$\text{上验收极限} = \text{最小实体尺寸(LMS)} - \text{安全裕度(A)}$$

下验收极限 = 最大实体尺寸(MMS) + 安全裕度(A)

2) 轴尺寸的验收极限

上验收极限 = 最大实体尺寸(MMS) - 安全裕度(A)

下验收极限 = 最小实体尺寸(LMS) + 安全裕度(A)

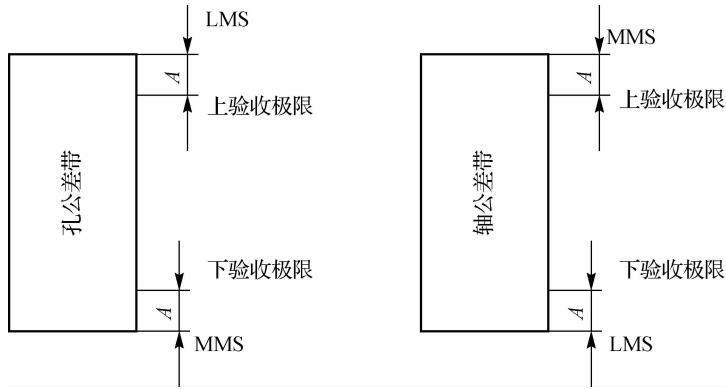


图 1-16 验收极限的确定

例 1-3 工件在图样上的标注为 $\phi 130h9$, 求安全裕度、验收极限以及计量器具的选择。

解 (1) 安全裕度。根据 $\phi 130h9$, 查表 1-4 得

$$\text{工件公差 } T = 100 \mu\text{m}$$

$$\text{安全裕度 } A = 10 \mu\text{m}$$

计量器具的不确定度允许值 I 挡 $u_1 = 9.0 \mu\text{m}$ 。

(2) 验收极限。如图 1-17 所示。

上验收极限 = 最大实体尺寸 - 安全裕度 A

$$= 130 \text{ mm} - 0.010 \text{ mm} = 129.99 \text{ mm}$$

下验收极限 = 最小实体尺寸 + 安全裕度 A

$$= 129.9 \text{ mm} + 0.010 \text{ mm} = 129.91 \text{ mm}$$

(3) 计量器具的选择。

根据工件尺寸 $\phi 130 \text{ mm}$ 查表 1-5, 分度值为 0.01 mm 的外径千分尺的不确定度为 0.006 mm , 小于 $u_1 = 0.009 \text{ mm}$, 可以选用。

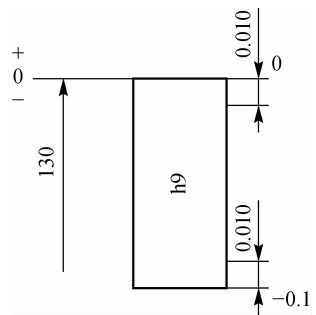


图 1-17 零件的验收极限



计 划

通过查阅标准公差数值表 1-1 和轴的基本偏差值表 1-2, 确定零件图上标注的 $\phi 55_{-0.06}^{+0.03}$ 、 $\phi 42_{-0.05}^{+0.025}$ 、 $\phi 38_{-0.05}^{+0.025}$ 、 135 ± 0.1 的公差值和基本偏差值。

制定连接轴的检测方案, 连接轴的检测方案见表 1-8。

表 1-8 连接轴的检测方案

连接轴参数	外圆 $\phi 55_{-0.06}^{-0.03}$ 、 $\phi 42_{-0.05}^{-0.025}$ 、 $\phi 38_{-0.05}^{-0.025}$ 和长度 135 ± 0.1
计量器具、辅助装置及其规格	根据被测零件的精度等级确定测量工具
如何调整校对计量器具	自定
在什么部位测量? 测几次?	自定
测量数据的处理方式	自定
所测参数合格性的判断依据	各参数公差或极限偏差
检测场地	理实一体化教室



任务实施

在理实一体化教室,以班级为单位分成若干小组,每组单独检测。通过查看计量器具的使用手册和教师示范,完成检测任务并填写检测报告,连接轴外圆和长度检测报告单见表 1-9。

表 1-9 连接轴外圆和长度检测报告

被测件名称			
检测项目	图纸要求	计量器具规格	实测结果
外圆			
长度			
合格性判断 (自检结果)			



检 查

同学们检测结束后,首先自己检查一下检测方案,针对检测零件是单件还是批量来选择千分尺、卡尺或量规测量;检查检测报告单所要求的检查项目是否都已经完成检测;千分尺读数时注意半刻度线是否完全露出;检查根据检测数据对零件的合格性的判断是否正确等,如发现有不合理的请予以改正。



评价

学习内容			班 级	姓 名	学 号	
教师评价	1	基础知识技能水平评价				
	2	检测方案评价				
	3	检测工具操作水平评价				
	4	检测数据评价	检测数据与尺寸 真值有小于 10% 的 偏差	检测数据与尺寸 真值有大于 10% 且 小于 20% 的偏差	检测数据与尺寸真 值有大于 20% 的偏差	
		评价等级	A	B	C	
对自己不足和 进步的认识						
同学的综合 评价和建议						
综合评定 意见						



思考与练习

一、判断题

1. 图样标注 $\phi 20_{-0.021}^0$ 的轴, 加工得愈靠近公称尺寸就愈精确。()
2. 实际尺寸是客观存在的尺寸, 且没有测量误差。()
3. 给出公称尺寸和公差等级, 就可以确定标准公差值。()
4. 尺寸公差总是正值。()
5. 标准公差的数值与公差等级有关, 而与基本偏差无关。()

二、选择题

1. 公差带大小是由_____决定的。
A. 标准公差 B. 基本偏差 C. 配合公差 D. 公称尺寸

2. 下列关于基本偏差的论述中正确的有_____。
- A. 基本偏差数值大小取决于基本偏差代号
 - B. 轴的基本偏差为下偏差
 - C. 基本偏差的数值与公差等级无关
 - D. 孔的基本偏差为上偏差
3. 下列有关公差等级的论述中,正确的有_____。
- A. 公差等级高,则公差带宽
 - B. 在满足要求的前提下,应尽量选用高的公差等级
 - C. 公差等级的高低,影响公差带的大小,决定配合的精度
 - D. 孔、轴相配合,均为同级配合

三、简答题

1. 在公差与配合标准中孔与轴有何特定的含义?
2. 什么是尺寸公差?它与极限尺寸、极限偏差有何关系?
3. 公差与偏差概念有何根本区别?