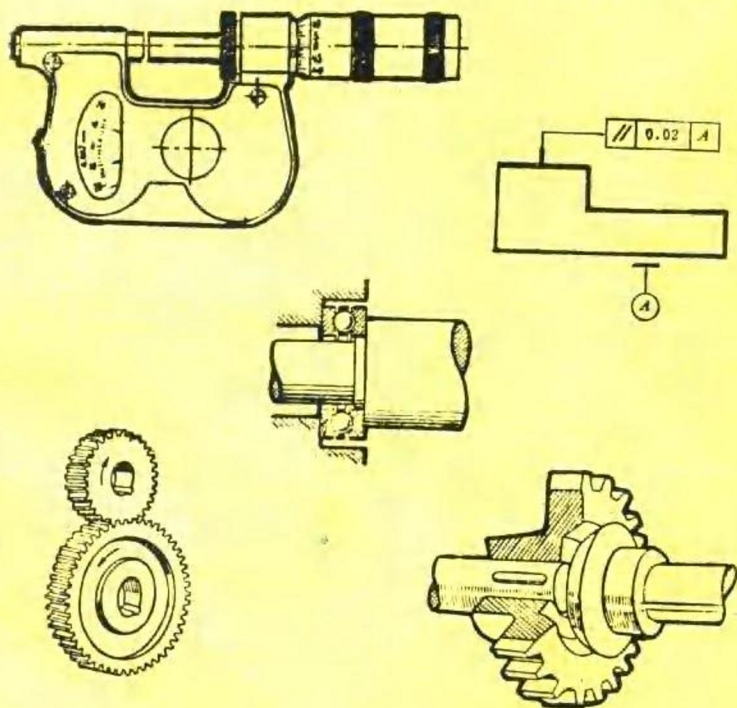


工人技术
教育读本

机械基础

上海市第一机电工业局《读本》编审委员会编



机械工业出版社

本书是根据机械类各工种(二至三级)所必须掌握的共同知识进行编写的。内容包括公差、量具、金属材料与热处理知识、机械零件与机构、液压传动知识等五个方面。修订后的本书,充实了新内容,换用了新国家标准,在每章后面增加了应用实例,使内容更加切合实际。书末还附有参考试题。

本书可作为技术工人短期培训教材及青工自学用书,也可作为技工学校教学参考书。

原参加本书编写的有:陈家芳、赖启文同志。参加本书修订的有:陈家芳、徐济湘同志;徐义中、李明海、叶青同志参加审稿。

机 械 基 础

(修 订 本)

上海市第一机电工业局《读本》编审委员会 编

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $14^{5/8}$ ·字数 323 千字

1973 年 3 月北京第一版

1985 年 6 月北京第二版·1985 年 6 月北京第八次印刷

印数 1,874,001—2,044,000·定价 2.30 元

*

统一书号: 15033·4182

修 订 说 明

一九七二年,我局组织编写了一套《工人技术教育读本》(简称《读本》)。《读本》的出版,给具有初中文化程度、进厂三至五年的青年工人提供一套自学用书,以后又分别被选作技工学校、在职青工短训班和职工学校的教科书。据统计,这套《读本》已累计发行了一千四百余万册,为普及初级技术教育起了积极的推动作用。

党的十二大提出的开创社会主义建设新局面和发展国民经济宏伟目标,要求机械工业用先进的技术装备武装国民经济各部门。为了完成这一任务,必须培养和造就一支具有社会主义觉悟和较高文化水平的工人队伍,才能适应机械工业上质量,上品种,上水平,提高经济效益的要求。要提高工人队伍的素质,就必须在加强思想政治建设的同时,注重提高工人文化技术水平,才能掌握先进的技术,先进的工艺,生产出先进的产品。

在新的形势下,广大读者迫切要求再版和重印这套书。但考虑到这套《读本》出版已多年,随着科学技术的发展,新材料、新技术、新设备、新工艺的日新月异,因此原《读本》的某些技术内容已陈旧过时,有必要作一次全面的修订。为此,我们从一九八二年十月起开始组织修订工作。

为了保持和发扬这套《读本》文字精练,通俗易懂,结合实例,学以致用特点,做到承前启后。因此,除邀请原《读本》的部分原编者参加编写外,还增选从事职工教育的教师和工

程技术人员参加《读本》的修订和审稿工作,对原《读本》存在的不足之处,作了较大的修订和补充。经过修订后,除《机电数学》不再出版外,还增编了《焊工》和《机械制图习题集》。现在出版的技术基础课有:《机械基础》、《机械制图》、《机械制图习题集》;专业课有:《车工》、《钳工》、《刨工》、《铣工》、《磨工》、《电工》、《焊工》、《铸工》、《锻工》、《热处理工》共十三本。

我们希望经过修订后的这套《读本》,力求做到:篇幅适宜,内容实用,文理通顺,公式准确,图稿清晰。并通过典型零件的剖析和小改小革方法的启示,帮助读者掌握基本的操作技能和提高解决生产中实际问题的能力。为了帮助读者巩固和加深对课文内容的理解,每章后附有复习题,全书后面还附有参考试题。

这套《读本》可作为技术工人短期培训教材及青工自学用书,也可作为技工学校教学参考用书。

在修订过程中,得到了各承担单位及原编者的大力支持,以及全体编审人员的共同努力,修订工作已告顺利完成,在此表示衷心感谢。但是,由于编写时间仓促,调查研究,搜集资料还做得不够,加上编审人员水平有限,在内容上可能还存在不够确切、完整、甚至错误的地方,热诚地欢迎广大读者提出批评意见。

上海市第一机电工业局
《工人技术教育读本》编审委员会
一九八四年五月

目 录

第一章 公差	1
第一节 零件的互换性	1
第二节 公差的有关术语	1
第三节 标准公差与基本偏差	6
第四节 配合	29
第五节 公差与配合的选用	48
第六节 未注公差尺寸的偏差值	51
第七节 新旧国家标准对照	53
第八节 形状和位置公差	53
第九节 表面光洁度	79
第十节 综合举例	82
复习题	85
第二章 量具	89
第一节 长度单位	89
第二节 游标卡尺	92
第三节 千分尺	99
第四节 百分表	107
第五节 转速表	112
第六节 量角器	114
第七节 水平仪	118
第八节 块规	123
第九节 正弦规	126
第十节 样板平尺	127
第十一节 量规	128
第十二节 量具的测量实例	137
第十三节 量具的保养	140
复习题	140

第三章 金属材料与热处理知识	143
第一节 金属的性能	143
第二节 金属材料的分类和牌号	156
第三节 碳素钢	162
第四节 合金钢	168
第五节 铸铁	178
第六节 钢的鉴别	182
第七节 有色金属	191
第八节 钢的热处理知识	202
复习题	216
第四章 机械零件与机构	218
第一节 键联接	219
第二节 销联接	225
第三节 螺纹联接	227
第四节 摩擦轮传动	241
第五节 带传动	245
第六节 齿轮传动	257
第七节 链传动	290
第八节 螺旋传动	294
第九节 轴	296
第十节 轴承	301
第十一节 联轴器和离合器	316
第十二节 制动器	324
第十三节 弹簧	326
第十四节 轮系	329
第十五节 平面连杆机构	336
第十六节 间歇运动机构	344
第十七节 凸轮机构	352
第十八节 机动示意图中的规定符号	361
第十九节 机械自动化机构实例	366
复习题	372

第五章 液压传动知识	375
第一节 液压传动的基本概念	375
第二节 液压传动的工作原理	382
第三节 液压泵	387
第四节 液压缸	398
第五节 控制阀	404
第六节 辅助装置	428
第七节 液压传动系统实例	432
复习题	437
附录	441
1. 液压系统常见故障及其排除	441
2. 部分中低压液压元件型号说明	444
3. 三角函数表	446
参考试题	454

第一章 公差

第一节 零件的互换性

一台机器是由很多零件组成的,在成批生产时,要求生产出来的同一种零件,不经挑选和修配就能很快地装配起来,并达到规定的技术要求。这样,不仅装配方便迅速、保证机器质量,而且在机器零件损坏时也能很快更换。相同零件能够相互调换,并仍能保持准确度的技术特性,称为零件的互换性。

很明显,具有互换性的零件最好加工得十分精确、没有误差,但事实上这是不可能的。在生产过程中,由于机床、刀具、夹具、量具和操作者的技术水平等存在差别,因此加工出来的零件尺寸总会有一些误差。为了达到零件的互换性要求,在图纸上给零件尺寸规定一个允许的误差范围,即规定一个允许的尺寸变动量,这就是尺寸公差的概念。这样,既满足了零件的互换性,又使得零件容易制造。

有关尺寸公差的内容,在国家标准(GB1800~1804-79)中有明确规定。

第二节 公差的有关术语

根据上节所介绍的概念,零件在制造时,总是存在一定的尺寸误差。为此,我们给零件的尺寸规定一个允许的误差范围。对于相互结合的零件,这个范围应是既保证相互结合的尺寸之间形成一定的结合关系,以满足不同的使用要求,又要在制造上经济合理。例如我们要车一根 $\phi 40$ 毫米的轴(ϕ 代

表圆柱面的直径), 这根轴在机器上要放在 $\phi 40$ 毫米的孔中旋转。为了达到这个目的, 轴的尺寸只要车成比 $\phi 40$ 毫米小些就可以应用。但也不可以小得太多, 否则轴装到孔中会太松。如果我们规定把轴车到 $\phi 39.9 \sim \phi 39.8$ 毫米, 则车好后尺寸如大于 $\phi 39.9$ 毫米或小于 $\phi 39.8$ 毫米就不合格。如小于 $\phi 39.9$ 毫米而大于 $\phi 39.8$ 毫米就合格。

下面介绍公差的有关术语:

一、基本尺寸 是设计给定的尺寸。

上面所说的这根轴, $\phi 40$ 毫米就是基本尺寸。

二、实际尺寸 是通过测量所得的尺寸。

由于各种因素的影响, 零件加工后的实际尺寸是不等于基本尺寸的。上面所说的这根轴, 如果车好后的尺寸是 $\phi 39.85$ 毫米, 那么它的实际尺寸就是 $\phi 39.85$ 毫米。

三、极限尺寸 由于实际尺寸并不等于基本尺寸, 总是存在误差, 因此要求实际尺寸在允许的范围内。极限尺寸就是允许尺寸变化的两个界限值。

上面所说的这根轴, 实际尺寸可以在 $\phi 39.9$ 毫米 $\sim$ $\phi 39.8$ 毫米范围内变动。那么, $\phi 39.9$ 毫米和 $\phi 39.8$ 毫米这两个尺寸就是这根轴的极限尺寸。其中, 大的一个极限尺寸 $\phi 39.9$ 毫米称为最大极限尺寸, 小的一个极限尺寸 $\phi 39.8$ 毫米称为最小极限尺寸。

很显然, 零件加工后的实际尺寸, 只有小于或等于最大极限尺寸和大于或等于最小极限尺寸才合格, 否则就是废品。

四、尺寸偏差(简称偏差) 是某一尺寸减去它的基本尺寸所得的代数差。

这里讲的某一尺寸, 如果是实际尺寸, 则实际尺寸减基本尺寸所得的代数差称为实际偏差。如果是极限尺寸, 则极限

尺寸减基本尺寸所得的代数差称为极限偏差。由于极限尺寸有两个,所以极限偏差也有两个。其中,最大极限尺寸减去它的基本尺寸所得的代数差称为上偏差,其代号是:孔用 ES、轴用 es 表示;最小极限尺寸减去它的基本尺寸所得的代数差称为下偏差,其代号是:孔用 EI、轴用 ei 表示。

用计算式表示为:

$$\text{上偏差} = \text{最大极限尺寸} - \text{基本尺寸}$$

$$\text{下偏差} = \text{最小极限尺寸} - \text{基本尺寸}$$

例如有一根 $\phi 40$ 毫米的轴,加工时尺寸可以在 $\phi 39.8 \sim \phi 40.1$ 毫米范围内变动,则:

$$\text{上偏差} = 40.1 \text{ 毫米} - 40 \text{ 毫米} = +0.1 \text{ 毫米}$$

$$\text{下偏差} = 39.8 \text{ 毫米} - 40 \text{ 毫米} = -0.2 \text{ 毫米}$$

从这个例子中可以看出,偏差有时是正值,有时是负值。这是因为极限尺寸可能比基本尺寸大,也可能比基本尺寸小。在极限尺寸等于基本尺寸时,偏差则是零。

在图纸上标注尺寸时,规定将尺寸写成下面的形式:

$$\text{基本尺寸} \begin{matrix} \text{上偏差} \\ \pm \\ \text{下偏差} \end{matrix}$$

例如上面这根轴的尺寸可以写成 $\phi 40 \pm \begin{matrix} 0.1 \\ -0.2 \end{matrix}$ 。

这里要注意,在写偏差时,要同时写上它的正负号。而且,基本尺寸和偏差的单位都是毫米,单位可以不写。

在生产中,常常要根据图纸上的基本尺寸和偏差计算极限尺寸,以控制加工尺寸的范围,这时:

$$\text{最大极限尺寸} = \text{基本尺寸} + \text{上偏差}$$

$$\text{最小极限尺寸} = \text{基本尺寸} + \text{下偏差}$$

在图纸上,偏差会有六种形式出现,举例说明如下:

1. $\phi 40 \begin{matrix} +0.2 \\ +0.1 \end{matrix}$ 上偏差和下偏差都是正值,即两个极限尺

寸都大于基本尺寸。它的最大极限尺寸是 $\phi 40.2$ 毫米, 最小极限尺寸是 $\phi 40.1$ 毫米。

2. $\phi 40_{-0.1}^{0.1}$ 上偏差和下偏差都是负值, 即两个极限尺寸都小于基本尺寸。它的最大极限尺寸是 $\phi 39.9$ 毫米, 最小极限尺寸是 $\phi 39.8$ 毫米。

上面所说的两种形式, 如果加工到基本尺寸, 那就不合格。

3. $\phi 40_{-0.1}^{+0.1}$ 上偏差是正值, 下偏差是负值。即最大极限尺寸大于基本尺寸, 最小极限尺寸小于基本尺寸。它的最大极限尺寸是 $\phi 40.1$ 毫米, 最小极限尺寸是 $\phi 39.8$ 毫米。

4. $\phi 40 \pm 0.1$ 上偏差和下偏差的数值相同而符号相反。它的最大极限尺寸是 $\phi 40.1$ 毫米, 最小极限尺寸是 $\phi 39.9$ 毫米。

5. $\phi 40_{-0.1}^{+0.1}$ 上偏差是正值, 下偏差等于零(上偏差或下偏差等于零时, 也必须标出 0, 不可将 0 省略不写)。它的最大极限尺寸是 $\phi 40.1$ 毫米, 最小极限尺寸是 $\phi 40$ 毫米。

6. $\phi 40_{-0.1}^0$ 上偏差是零, 下偏差是负值。它的最大极限尺寸是 $\phi 40$ 毫米, 最小极限尺寸是 $\phi 39.9$ 毫米。

从以上这些尺寸例子中可以看出, 上偏差总是比下偏差大, 这是因为最大极限尺寸总是比最小极限尺寸大的缘故。

五、尺寸公差(简称公差) 是允许尺寸的变动量。

由于实际尺寸只允许在最大极限尺寸与最小极限尺寸之间变动, 所以公差可用如下计算式表示:

$$\begin{aligned}\text{公差} &= \text{最大极限尺寸} - \text{最小极限尺寸} \\ &= \text{上偏差} - \text{下偏差}\end{aligned}$$

从式中可以看出, 因为上偏差总是大于下偏差的, 所以公差总是一个不为零的正值。

[例] 在一张零件图上, 标有轴尺寸 $\phi 20^{+0.013}_{-0.008}$ 毫米, 问它的基本尺寸、上偏差、下偏差、最大极限尺寸、最小极限尺寸和公差各是多少?

[解] 基本尺寸 = 20 毫米

上偏差 = +0.013 毫米

下偏差 = -0.008 毫米

最大极限尺寸 = $20 + (+0.013) = 20.013$ 毫米

最小极限尺寸 = $20 + (-0.008) = 20 - 0.008$
= 19.992 毫米

公差 = $(+0.013) - (-0.008) = 0.021$ 毫米

六、公差带

以上介绍的五个公差术语, 可以用示意图 (图 1-1) 形象化地表示。

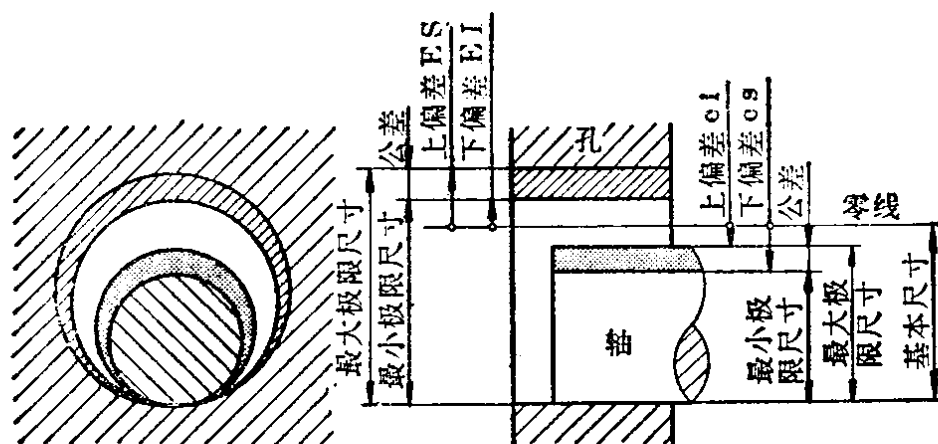


图 1-1 公差示意图

为了简化起见, 在实用中常不画出孔和轴的全部形状, 而是只画出放大了的公差部分来进行分析, 称为公差带 (图 1-2)。因此, 公差带实际上是由代表上、下偏差的两条直线所限定的一个区域, 这个区域也就是限制尺寸变动量的区域。图中的零线, 是确定偏差的一条基准直线, 通常零线就是基本

尺寸。

作公差带图时,是先作一条零线代表基本尺寸,零线上方

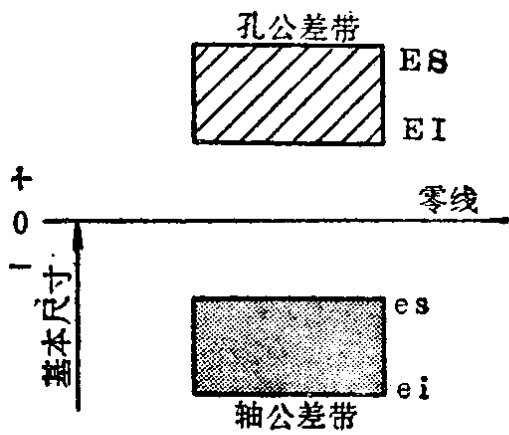


图 1-2 公差带图

为正值,下方为负值。然后根据上、下偏差的符号和大小分别按同一比例放大,画出两条横线,并用任意两条竖线围成一个矩形,再在矩形的右边标明偏差的数值。

例如,有三根轴,直径分别是 $\phi 40^{+0.2}_{+0.1}$ 、 $\phi 40^{+0.1}_{-0.2}$ 、 $\phi 40^{-0.1}_{-0.2}$,画成公差带图就是图 1-3。

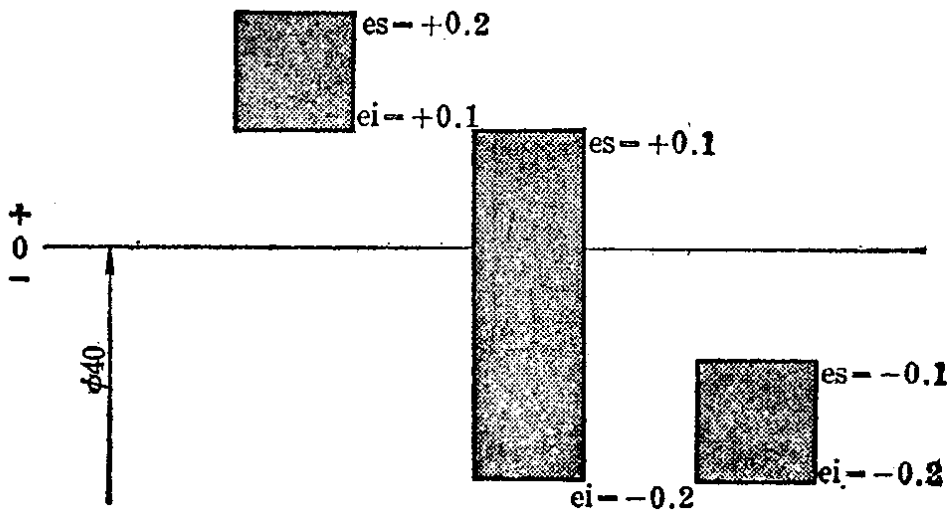


图 1-3 公差带图例

第三节 标准公差与基本偏差

由图 1-3 可知,有了上、下偏差,就可以确定公差带。但在实际生产中经常遇到的情况并不是这样,而是先确定公差带,然后由公差带得出上、下偏差。那末,公差带是如何确定的呢?

我们进一步分析公差带图可以看出，公差带是由两个要素组成，一个是公差带的大小，一个是公差带相对于零线的位置。只要知道这两个要素的大小，公差带就确定了，公差带图也可以作出了。

图 1-4 所示是三个尺寸公差带的大小和位置的比较，其中 1 与 2 的公差带大小相同，但公差带相对于零线的位置不同。1 与 3 的公差带相对于零线的位置相同，但公差带的大小不同。2 与 3 的公差带大小和相对于零线的位置都不同。

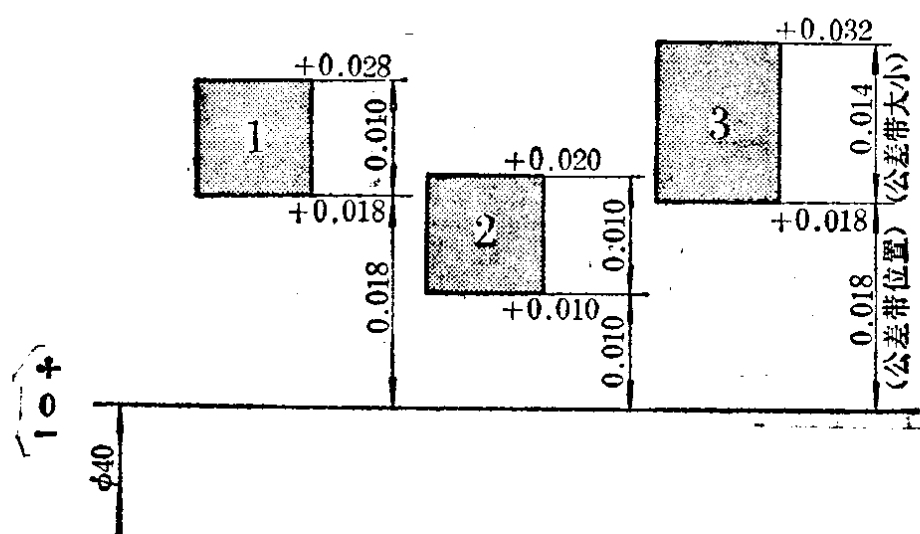


图 1-4 公差带比较

由该图可知，只要改变公差带的大小或相对于零线的位置，公差带也就变了。新国标规定，公差带的大小由“标准公差”确定，公差带相对于零线的位置由“基本偏差”确定。下面分别介绍标准公差和基本偏差。

一、标准公差 是新国标中用表格列出的、用以确定公差带大小的任意一个公差数值。代号是 IT。

标准公差的大小与公差等级有关，新国标规定标准公差分为 20 个公差等级，用阿拉伯数字 01、0、1、2、…、18 表示。从 01 级至 18 级，公差等级依次降低，即尺寸的精确程度逐渐

表 1-1 尺寸 ≤500 毫米的标准公差数值

基本尺寸 (mm)	公差等级																			
	(μm)											(mm)								
	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
≤3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1.0	1.4
>3~6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.2	1.8
>6~10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.5	2.2
>10~18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.8	2.7
>18~30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.1	3.3
>30~50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.5	3.9
>50~80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.0	4.6
>80~120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.5	5.4
>120~180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.0	6.3
>180~250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.6	7.2
>250~315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.2	8.1
>315~400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.7	8.9
>400~500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.3	9.7

注: 1 毫米以下无 IT14~IT18。

降低。在同一基本尺寸下，公差等级越高，则公差数值越小；公差等级越低，则公差数值越大。也就是说，公差等级就是确定尺寸精确程度的等级。

表 1-1 是标准公差的数值表，查该表可以得出各基本尺寸在不同公差等级时的标准公差数值。查表的方法是先在“基本尺寸”一栏中找出基本尺寸所属范围，再在“公差等级”一栏中找出公差等级所在位置，在基本尺寸与公差等级相交的地方就是标准公差数值。要注意的是在 IT01~IT11 范围内，查表值的单位是 μm (微米)，要除以 1000 化为毫米使用。

二、基本偏差 是新国标中用表格列出的、用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差。一般是指上、下偏差中靠近零线的那个偏差(图 1-5)。

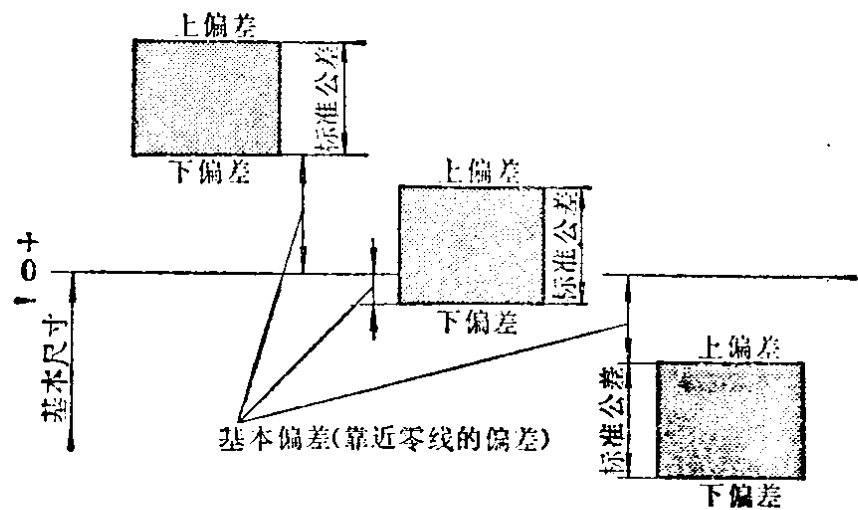


图 1-5 基本偏差示意图

新国标规定的孔、轴基本偏差各有 28 种，用拉丁字母表示(大写的为孔、小写的为轴)，它们是：

孔的基本偏差代号 A、B、C、CD、D、E、EF、F、FG、G、H、J、Js、K、M、N、P、R、S、T、U、V、X、Y、Z、ZA、ZB、ZO。

轴的基本偏差代号 a、b、c、cd、d、e、ef、f、fg、g、h、js、k、m、n、p、r、s、t、u、v、x、y、z、za、zb、zc。

它们的公差带相对于零线的位置如图 1-6 所示。图中只画出基本偏差，即靠近零线的那个偏差。而另一偏差是由标准公差的大小决定，所以未画出。

