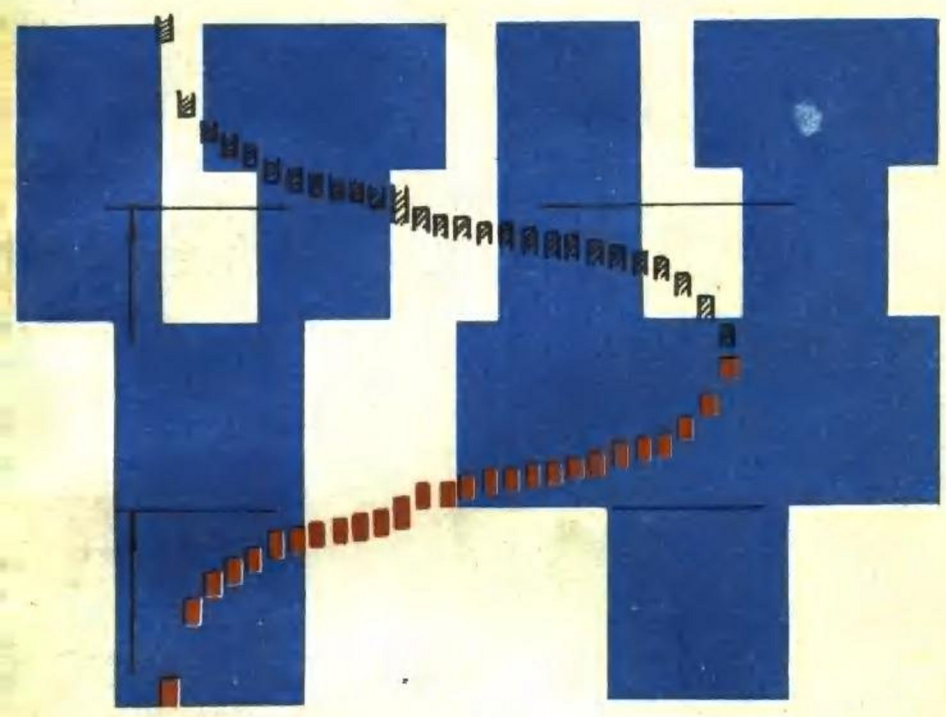




浅谈公差与配合

山西人民出版社

浅谈公差与配合

车兆国 金绍健 赵 艺

山西人民出版社出版 (太原井州路七号)

山西省新华书店发行 山西新华印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 4 $\frac{1}{2}$ 插表: 5 字数: 121千字

1981年7月第1版 1981年7月太原第1次印刷

印数: 1—43,900册

书号: 15088·132 定价: 0.60元

前 言

“公差与配合”是机械工业通用的重要基础标准，自GB159~174—59（旧的国家标准）颁布实施以来，二十余年在生产实践中起了应有的作用。但这种“公差与配合”体制，已不适应机械工业日益发展的需要，目前世界各国都已采用国际标准（ISO）“公差与配合”的新体制。为适应我国机械工业的需要，方便国际间的技术交流，国家标准总局于1980年颁布了新的国家标准“公差与配合”（GB1800~1804—79），并规定从1980年7月1日起实施。由于新的国家标准采用国际公差制，因此，我国的“公差与配合”体制发生了重大的变动。新的国家标准的基本概念、公差带与配合、代号等都与旧的国家标准有所不同。为此，尽快地学会使用新的国家标准，是机械工人目前面临的一项迫切任务。

为了“公差与配合”新的国家标准的贯彻实施，我们编写了这本通俗读物，供广大机械工人学习之用，也可供有关中专、技校师生和技术人员参考。

本书内容是按机械加工、装配维修及检验的次序编排的，并结合生产实践，通过举例讲解，使本书具有重点突出、针对性强、浅显易懂的特点。同时配备了一定数量的复习思考题，供读者复习时参考。

书中所列表格均取自GB1800~1804—79标准，这样既便于读者学习时查找，又为实际生产提供了必要的工具。

本书在编写过程中，曾得到山西省标准化协会和太原工学院机械系精密仪器教研室的大力支持和帮助，并由沈承书、武文堂等同志进行了审阅，在此一并表示深切的谢意。

编 者

目 录

一、基本概念和术语	(1)
(一) 基本尺寸	(1)
(二) 实际尺寸	(2)
(三) 极限尺寸	(2)
(四) 尺寸偏差 (简称偏差)	(3)
(五) 尺寸公差 (简称公差)	(5)
(六) 零 线	(7)
(七) 尺寸公差带 (简称公差带)	(7)
复习思考题	(8)
二、标准公差与基本偏差、公差带	(9)
(一) 标准公差	(9)
(二) 基本偏差	(13)
(三) 孔、轴公差带	(26)
复习思考题	(40)
三、配合与基准制	(41)
(一) 孔和轴	(41)
(二) 配合	(43)
(三) 间隙或过盈	(43)
(四) 配合种类	(43)
(五) 基准制	(52)
复习思考题	(62)
四、未注公差尺寸的极限偏差 (“未注公差”标准)	(64)
复习思考题	(65)
五、公差与配合的选用	(66)

(一) 公差与配合选用的概念和一般原则·····	(66)
(二) 基本尺寸的确定·····	(67)
(三) 标准公差等级的选择·····	(67)
(四) 基准制的选用·····	(73)
(五) 配合的选用·····	(75)
复习思考题* ·····	(82)
六、极限尺寸判断原则 (泰勒原则) ·····	(87)
(一) 最大实体状态和最大实体尺寸·····	(87)
(二) 最小实体状态和最小实体尺寸·····	(87)
(三) 作用尺寸·····	(88)
(四) 极限尺寸判断原则 (泰勒原则) ·····	(88)
(五) 作用尺寸与实际尺寸的关系和检验·····	(90)
复习思考题·····	(93)
七、新旧国标对比·····	(93)
(一) 基本结构不同·····	(93)
(二) 新国标概念明确、规律性强·····	(93)
(三) 新国标增加了高精度的公差等级·····	(94)
(四) 新国标增加了公差带和配合数量·····	(94)
附录 1 思考复习题* 中第七题参考答案·····	(99)
附录 2 表格目录·····	(99)

一、基本概念和术语

现代化机械工业的最大特点是：组织协作和进行高效率的专业化生产。这就要求我们制造出的零件应具有互换性。所谓互换性是指从一批相同规格的零件中，随便拿出一个来，不经特意挑选和进行任何修配就能顺利地装配到相应的部件（或机器）上，并得到预期的配合性质。

零件有了互换性，可以缩短机器的制造、装配周期，提高产品质量，降低生产成本，并为机器的维修带来很大的方便。

为达到零件具有互换性的目的，并不一定要求零件按基本尺寸丝毫不差地加工，只要保证零件尺寸能在一个经济合理的界限范围内加工就可以了。在这个界限范围内的尺寸，既能满足零件的配合性质，又使零件加工具有良好的经济合理性，这就形成了“公差与配合”的基本概念。

（一）基本尺寸

在图纸上所标注出的零件各个部位的尺寸，都是设计时给定的，这些尺寸就叫做基本尺寸（它在旧国标中叫公称尺寸，俗称名义尺寸）。如图 1 所示，孔、轴直径的基本尺寸分别是 $\phi 30$ 毫

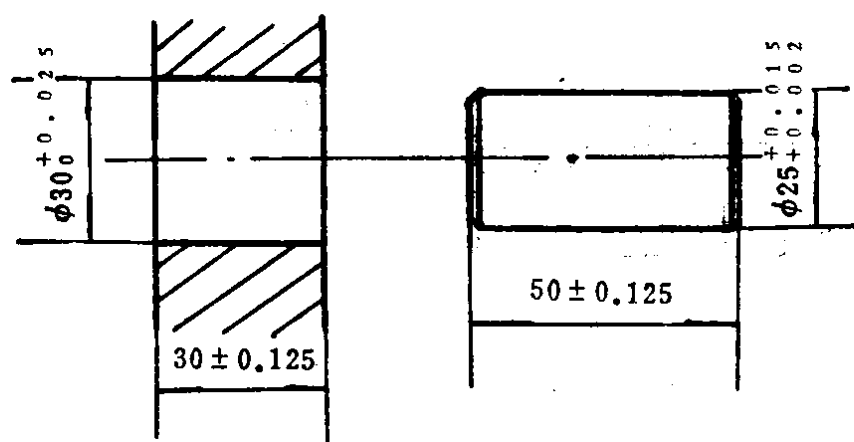


图 1 孔、轴基本尺寸示意图

米和 $\phi 25$ 毫米，长度的基本尺寸分别是 30 毫米和 50 毫米。

(二) 实际尺寸

零件加工之后，我们要进行测量，通过测量所得的尺寸叫做实际尺寸。因不可避免地包含着测量误差，因此这个尺寸不可能是尺寸的真值。

(三) 极限尺寸

生产实践告诉我们，即使是一个技术熟练的工人，在同一台机床上，用同样的刀具、量具加工同一种零件，也不会得到完全一样的尺寸。就是说，加工后的零件，实际尺寸不可能完全一样，当然也不会与基本尺寸完全一致。但又不能相差得太多，为此，国家标准（以下简称国标）规定用一定的尺寸来限制尺寸的变动范围，确定这个范围的两个界限尺寸，就叫做极限尺寸。其中最大的一个叫做最大极限尺寸，最小的一个叫做最小极限尺寸。如图 2 所示，孔、轴的基本尺寸都是 $\phi 25$ 毫米，孔的最大极限尺寸是 $\phi 25.021$ 毫米，最小极限尺寸是 $\phi 25$ 毫米，轴的最大极限尺寸是 $\phi 24.993$ 毫米，最小极限尺寸是 $\phi 24.980$ 毫米。

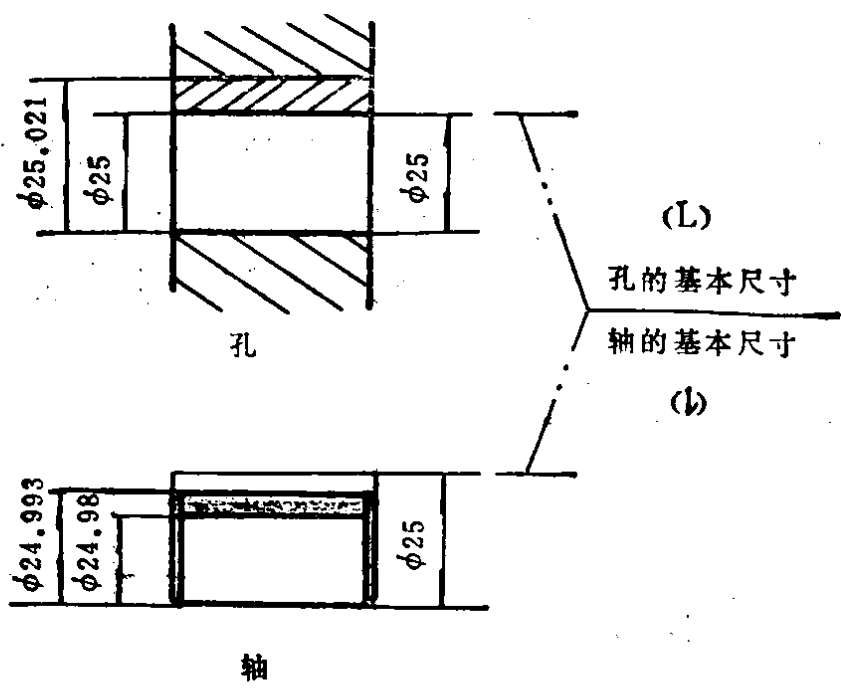


图 2 孔、轴极限尺寸示意图

在生产中，一般来说，只要加工零件的尺寸在最大极限尺寸

和最小极限尺寸范围内，零件就是合格品，否则就是不合格品。

(四) 尺寸偏差（简称偏差）

既然零件的尺寸与基本尺寸不可能一样，二者之间就必然存在着差值，这种尺寸与基本尺寸之间的差值叫做尺寸偏差。极限尺寸与基本尺寸之间的差值，叫做极限偏差。其中最大极限尺寸与基本尺寸之间的差值，叫做上偏差；而最小极限尺寸与基本尺寸之间的差值，叫做下偏差（图 3）。

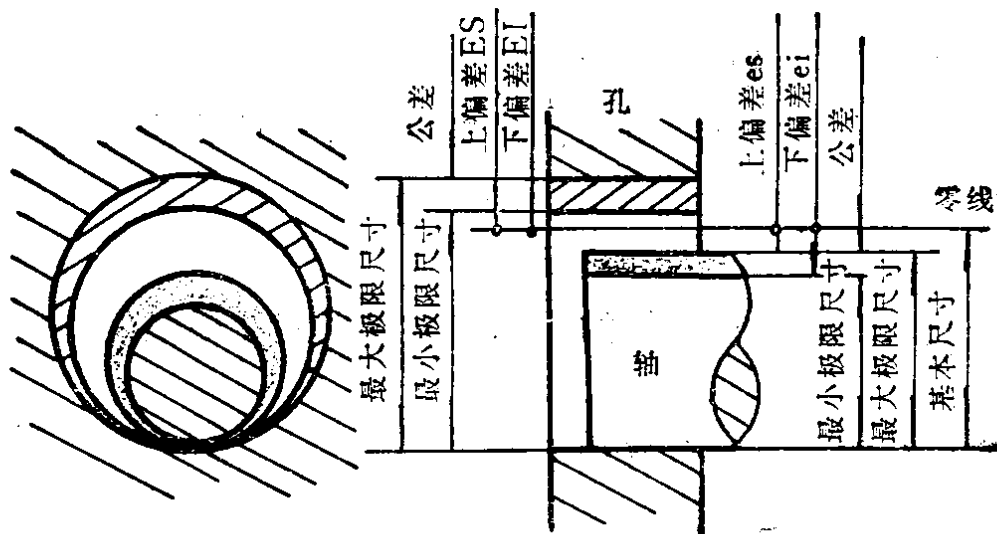


图 3 公差与配合的示意图

由图 3 可知：

上偏差 = 最大极限尺寸 - 基本尺寸

下偏差 = 最小极限尺寸 - 基本尺寸

当零件极限尺寸大于基本尺寸时，偏差为正值；零件极限尺寸小于基本尺寸时，偏差为负值；当零件极限尺寸等于基本尺寸时，偏差值为零。因此，上、下偏差可能是正值、负值或零。

上面的公式若用字母代号表示时，则为：

$$ES = L_{\max} - L$$

$$es = l_{\max} - l$$

$$EI = L_{\min} - L$$

$$ei = l_{\min} - l$$

式中： ES——孔的上偏差；

EI ——孔的下偏差;
 es ——轴的上偏差;
 ei ——轴的下偏差;
 L ——孔的基本尺寸;
 l ——轴的基本尺寸;
 $L_{\max}$ ——孔的最大极限尺寸;
 $L_{\min}$ ——孔的最小极限尺寸;
 $l_{\max}$ ——轴的最大极限尺寸;
 $l_{\min}$ ——轴的最小极限尺寸。

根据上式,又可写出孔、轴极限尺寸的计算公式:

对于孔: $L_{\max} = L + ES$ $L_{\min} = L + EI$

对于轴: $l_{\max} = l + es$ $l_{\min} = l + ei$

一般来说,合格零件的实际偏差应限制在极限偏差的范围内。

若用公式表达,可有如下形式:

$$EI \leq \Delta_i \leq ES$$

$$ei \leq \Delta_s \leq es$$

$$\Delta_i = La - L$$

$$\Delta_s = la - l$$

式中: Δ_i ——孔的实际偏差;

Δ_s ——轴的实际偏差;

La ——孔的实际尺寸;

la ——轴的实际尺寸。

例 1 图 1 所示的轴,标明直径的基本尺寸为 $\phi 25$ 毫米,它的上偏差(es)为 $+0.015$ 毫米,下偏差(ei)为 $+0.002$ 毫米,因此它的极限尺寸为:

$$l_{\max} = 25 + 0.015 = 25.015 (\text{毫米})$$

$$l_{\min} = 25 + 0.002 = 25.002 (\text{毫米})$$

例 2 图 2 所示轴的直径的基本尺寸为 $\phi 25$ 毫米,最大极限

尺寸为 $\phi 24.993$ 毫米，最小极限尺寸为 $\phi 24.980$ 毫米，因此它的极限偏差为：

$$es = 24.993 - 25 = -0.007(\text{毫米})$$

$$ei = 24.980 - 25 = -0.020(\text{毫米})$$

计算结果表明上、下偏差都是负值。

又如图 2 所示孔的直径的基本尺寸为 $\phi 25$ 毫米，最大极限尺寸为 $\phi 25.021$ 毫米，最小极限尺寸为 $\phi 25$ 毫米，因此它的极限偏差为：

$$ES = 25.021 - 25 = +0.021(\text{毫米})$$

$$EI = 25 - 25 = 0(\text{毫米})$$

计算结果表明，上偏差为正，下偏差为零。

(五) 尺寸公差 (简称公差)

加工零件时，用最大极限尺寸和最小极限尺寸来限制尺寸的变动范围，这个范围等于最大极限尺寸与最小极限尺寸的差值，并取绝对值。也等于上偏差与下偏差的差值，并取绝对值。这个差值的绝对值叫做公差，如图 3 所示。

写成公式形式：

$$\text{公差} = | \text{最大极限尺寸} - \text{最小极限尺寸} |$$

或
$$\text{公差} = | \text{上偏差} - \text{下偏差} |$$

若用代号表示，则可写成：

$$T_h = | L_{\max} - L_{\min} | = | ES - EI |$$

$$T_s = | l_{\max} - l_{\min} | = | es - ei |$$

式中： T_h ——孔的公差； T_s ——轴的公差。

例 3 计算图 2 中孔的公差、轴的公差。

解 已知孔的 $L_{\max} = \phi 25.021(\text{毫米})$

$$L_{\min} = \phi 25(\text{毫米})$$

$$\text{所以 } T_h = | 25.021 - 25 | = 0.021(\text{毫米})$$

由例 2 计算知 $ES = +0.021$ 毫米； $EI = 0$ 。

$$\text{所以 } T_h = | 0.021 - 0 | = 0.021(\text{毫米})$$

由上述计算结果可知，用极限尺寸计算公差和用极限偏差计算公差，所得结果是一样的。

同样由例 2 计算可知： $es = -0.007$ (毫米)

$$ei = -0.020 \text{ (毫米)}$$

所以 $T_s = |-0.007 - (-0.020)| = 0.013$ (毫米)

由上述计算可知，公差是一个不等于零，而且没有正、负号的数值。因此习惯上说“零公差”、“正公差”、“负公差”是不妥当的，更不应把公差和偏差混为一谈。公差是表示一个范围的数值；而偏差则是一个有正负的数值。

例 4 由例3计算可知，轴的公差值为 0.013 毫米。由图2可知轴的最大极限尺寸为 $\phi 24.993$ 毫米，最小极限尺寸为 $\phi 24.980$ 毫米。如果加工该零件时，量得它的实际尺寸为 $\phi 24.988$ 毫米，问该零件是否合格？

解 因实际尺寸 $\phi 24.988$ 毫米大于最小极限尺寸 $\phi 24.980$ 毫米，小于最大极限尺寸 $\phi 24.993$ 毫米，所以该零件合格。

例 5 现有两个轴，一个轴的尺寸标注为 $\phi 10r6 (+0.028/0.019)$ ，另一个轴的尺寸标注为 $\phi 10u6 (+0.037/0.028)$ 。假若采用相同的方法加工，问加工这两种轴时，难易程度是否一样？

解 由于加工方法都一样，因此加工的难易程度就取决于公差的大小。公差大者加工容易，公差小者加工困难。

现计算这两个轴的公差：

$$\phi 10r6 (+0.028/0.019) \text{ 的公差为 } |0.028 - 0.019| = 0.009 \text{ (毫米)}$$

$$\phi 10u6 (+0.037/0.028) \text{ 的公差为 } |0.037 - 0.028| = 0.009 \text{ (毫米)}$$

由此可见，这两个轴的公差都是 0.009 毫米，基本尺寸又是一样大小，都是 10 毫米，并且是用同一种方法加工。因此，控制这两个轴的加工尺寸时，难易程度是相同的。

若弄不清公差和偏差的区别，就会把偏差误认为公差，以致于只看上偏差而不顾下偏差。误认为 $\phi 10u6 (+0.037/0.028)$ 的上偏差 +0.037 毫米比 $\phi 10r6 (+0.028/0.019)$ 的上偏差 +0.028 毫米大，就容易加

工；而 $\phi 10r6(+0.028/0)$ 的上偏差 +0.028 毫米比 $\phi 10u6(+0.037/0)$ 的上偏差 0.037 毫米小就难以加工。事实上，因这两个轴的公差都是 0.009 毫米，在加工上并无难易之分。

(六) 零 线

在图 3 上已画出了孔与轴的公差与配合的示意图。这种图形的画法很复杂，同时公差数值与零件尺寸数值往往相差很大，采用相同比例表示很困难。若不放大比例，公差带就画不出来，而零件的图形又相对地显得太大，甚至有普通纸张容纳不下的情况。为能清楚地表示出公差，通常只将公差部分放大比例画出，而不画出完整的零件图形。这样，对研究公差带和分析零件的配合性质，就十分清楚、方便。这种图就称为公差与配合图解，简称为公差带图。

一般画公差带图时，首先要画出一条水平线，作为极限偏差的基准线，也就是零偏差线，简称为零线。通常零线用来表示基本尺寸。由零线向上，偏差值为正值；由零线向下，偏差值为负值；零线上的偏差值为零。

当零件的上、下偏差值为已知时，就可按放大的比例画出公差带图。

(七) 尺寸公差带（简称公差带）

在公差带图中，由上、下偏差的两条直线所确定的一个区

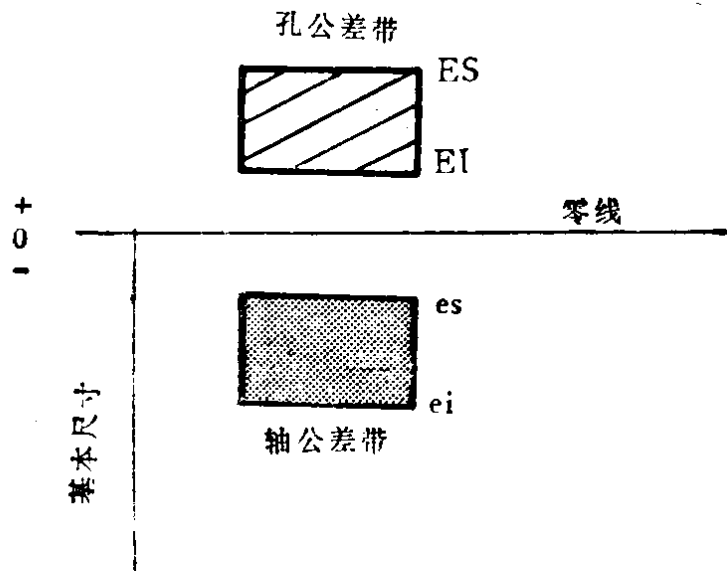


图 4 公差带图

域，称作尺寸公差带(图4)。用代号ES(孔的上偏差)和EI(孔的下偏差)的两条直线所确定的区域，就是孔的公差带；用代号es(轴的上偏差)和ei(轴的下偏差)的两条直线所确定的区域，就是轴的公差带。为了清晰醒目，并便于区别孔公差带和轴公差带，要用两条垂直于零线(和偏差线)的直线连接偏差线，把公差带画成封闭的线框，并用向右上方倾斜的剖面线表示孔公差带，轴公差带线框内则涂以黑色。

复习思考题

1. 什么叫基本尺寸？什么叫实际尺寸？它们有什么区别？
2. 图5中，基本尺寸有几个？各是什么数值？
3. 什么叫极限尺寸？试计算出 $\phi 50 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.025 \\ 0.050 \end{smallmatrix}$ ， $\phi 50 \begin{smallmatrix} +0.070 \\ +0.054 \end{smallmatrix}$ 的极限尺寸。
4. 什么叫尺寸偏差？什么叫极限偏差？图5中各尺寸的极限偏差各是多少？
5. 什么叫公差？公差与偏差有什么区别？试计算 $\phi 50 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.025 \\ 0.050 \end{smallmatrix}$ 及 $\phi 50 \begin{smallmatrix} +0.070 \\ +0.054 \end{smallmatrix}$ 的公差各是多少？并画出公差带图。
6. 图6所示零件，加工后用卡尺测量，若测得尺寸分别为 $\phi 12.046$ 毫米、 $\phi 12.036$ 毫米、 $\phi 12.018$ 毫米、 $\phi 12.00$ 毫米时，哪些尺寸是合格的？哪些尺寸是不合格的？

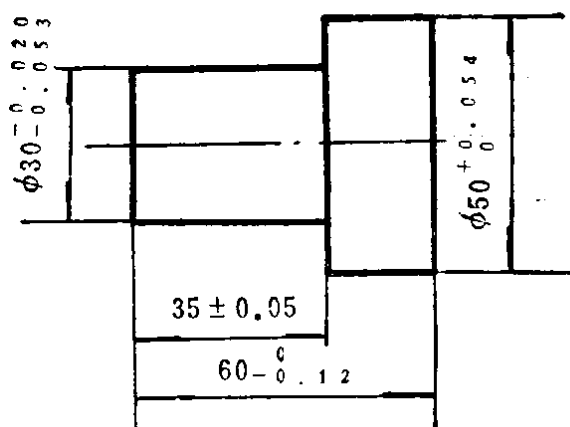


图 5

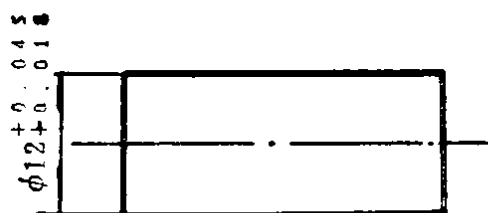


图 6

二、标准公差与基本偏差、公差带

孔、轴公差带均由标准公差与基本偏差两个基本要素组成。

(一) 标准公差

标准公差是新国标以表格形式列出的系列数值（见表 1），它是用来确定公差带大小的。表中任意一个数值都是标准公差。

由表 1 可见，标准公差共分 20 个等级，如表 1 中所列：

IT01、IT0、IT1、IT2、……IT17、IT18。

IT 是标准公差的意思，IT 后面的阿拉伯数字是公差等级代号。公差等级随数字的增大而依次降低，也可以说，对应于公差等级的标准公差数值随公差等级数字的增大而依次加大（图 7）。

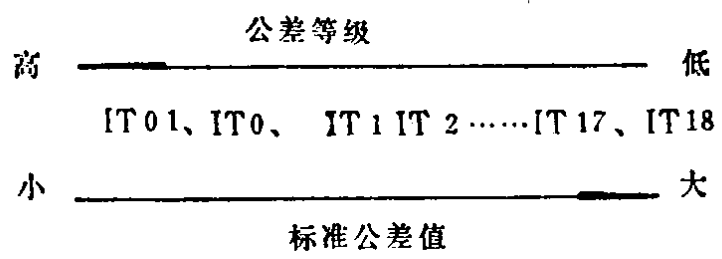


图 7

表 1 中同属于一个公差等级的标准公差值，虽然随基本尺寸的不同而不同，但仍认为它们具有同等的精确程度。如：同属于 7 级的标准公差 (IT7)，当基本尺寸在 $>30 \sim 50$ 毫米尺寸段内， $IT7 = 0.025$ 毫米；而基本尺寸在 $>400 \sim 500$ 毫米尺寸段内， $IT7 = 0.063$ 毫米。由此可见，在不同的基本尺寸段内标准公差也不同，但它们的公差等级却都是 7 级，这就意味着，它们在加工和使用上具有相同的精确程度。因此说，公差等级是对标准公差精确程度的分级，它是确定尺寸精确程度高低的指标。

标准公

基本尺寸		公差									
mm		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8
大于	至	μm									
—	3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14
3	6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18
6	10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22
10	18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27
18	30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33
30	50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39
50	80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46
80	120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54
120	180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63
180	250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72
250	315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97
500	630	4.5	6	9	11	16	22	30	44	70	110
630	800	5	7	10	13	18	25	35	50	80	125
800	1000	5.5	8	11	15	21	29	40	56	90	140
1000	1250	6.5	9	13	18	24	34	46	66	105	165
1250	1600	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195
1600	2000	9	13	18	25	35	48	65	92	150	230
2000	2500	11	15	22	30	41	57	77	110	175	280
2500	3150	13	18	26	36	50	69	93	135	210	330

注：基本尺寸小于 1mm 时，无 IT14 至 IT18。

差 数 值

表 1

等			级						
IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
			mm						
25	40	60	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1.0	1.4
30	48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.2	1.8
36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.5	2.2
43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.8	2.7
52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.1	3.3
62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.5	3.9
74	120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.0	4.6
87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.5	5.4
100	160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.0	6.3
115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.6	7.2
130	210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.2	8.1
140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.7	8.9
155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.3	9.7
175	280	440	0.70	1.10	1.75	2.8	4.4	7.0	11.0
200	320	500	0.80	1.25	2.00	3.2	5.0	8.0	12.5
230	360	560	0.90	1.40	2.30	3.6	5.6	9.0	14.0
260	420	660	1.05	1.65	2.60	4.2	6.6	10.5	16.5
310	500	780	1.25	1.95	3.10	5.0	7.8	12.5	19.5
370	600	920	1.50	2.30	3.70	6.0	9.2	15.0	23.0
440	700	1100	1.75	2.80	4.40	7.0	11.0	17.5	28.0
540	860	1350	2.10	3.30	5.40	8.6	13.5	21.0	33.0

μm

续表 1

基本尺寸mm		公差等级									
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8
大于	至	μm									
3150	4000	16	23	33	45	60	84	115	165	260	410
4000	5000	20	28	40	55	74	100	140	200	320	500
5000	6300	25	35	49	67	92	125	170	250	400	620
6300	8000	31	43	62	84	115	155	215	310	490	760
8000	10000	38	53	76	105	140	195	270	380	600	940
基本尺寸 mm		公差等级									
		IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm			mm						
3150	4000	660	1050	1650	2.60	4.10	6.6	10.5	16.5	26.0	41.0
4000	5000	800	1300	2000	3.20	5.00	8.0	13.0	20.0	32.0	50.0
5000	6300	980	1550	2500	4.00	6.20	9.8	15.5	25.0	40.0	62.0
6300	8000	1200	1950	3100	4.90	7.60	12.0	19.5	31.0	49.0	76.0
8000	10000	1500	2400	3800	6.00	9.40	15.0	24.0	38.0	60.0	94.0

注：①尺寸至 3150 毫米的标准公差摘自 GB1800—79。

②尺寸大于 3150 至 10000 毫米的标准公差摘自 GB1802—79 附录，供参考使用。