

一、公差与配合、形状和位置公差

一) 互换性

同一批规格大小相同的零件，任取其中一件，不经选择和再加工，就能顺利地装配成符合使用要求的产品，这种性质称为互换性。在现代化的大量或成批生产中，互换性是工业产品必备的基本性质，日常生活中使用的自行车、钟表等它们所用的零件都有互换性。零件具有互换性，有利于生产分工协作，也有利于采用先进工艺和专用设备进行高效率的专业化生产。这不仅可以缩短生产周期、降低成本和保证质量，还可以为产品提供备件，以利维修。

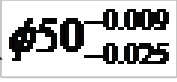
公差与配合制度是实现互换性的必要条件。国家标准《公差与配合》（GB1800~1804-79）适用于圆柱面及其他由单一尺寸确定的表面或结构的尺寸公差，以及由它们组成的配合。在实际生产中要严格遵守，在图样上必须正确标注。

二) 公差与配合的定义及有关术语

1、公差

在零件的加工过程中，由于受到机床、刀具、夹具、量具和操作人员技术水平等方面的影响，加工出来的零件尺寸必然存在一定的误差，一批零件的尺寸也不可能绝对相等。因此，在设计时，为了保证零件的互换性，应根据零件的使用要求和加工条件，合理地给零件的某种尺寸规定一个允许的变动量，这个允许尺寸的变动量就是尺寸公差，简称公差。

由 4-1（a）表示孔和轴的配合尺寸为φ 50 图 4-1（b）、（c）分别注出了孔和轴直径的允许变动量。图 4-2 是说明图 4-1 所注尺寸公差与配合的示意图。

现以轴的尺寸 为例[图 4-1（c）]（图 4-2），介绍有关尺寸公差的术语和定义。

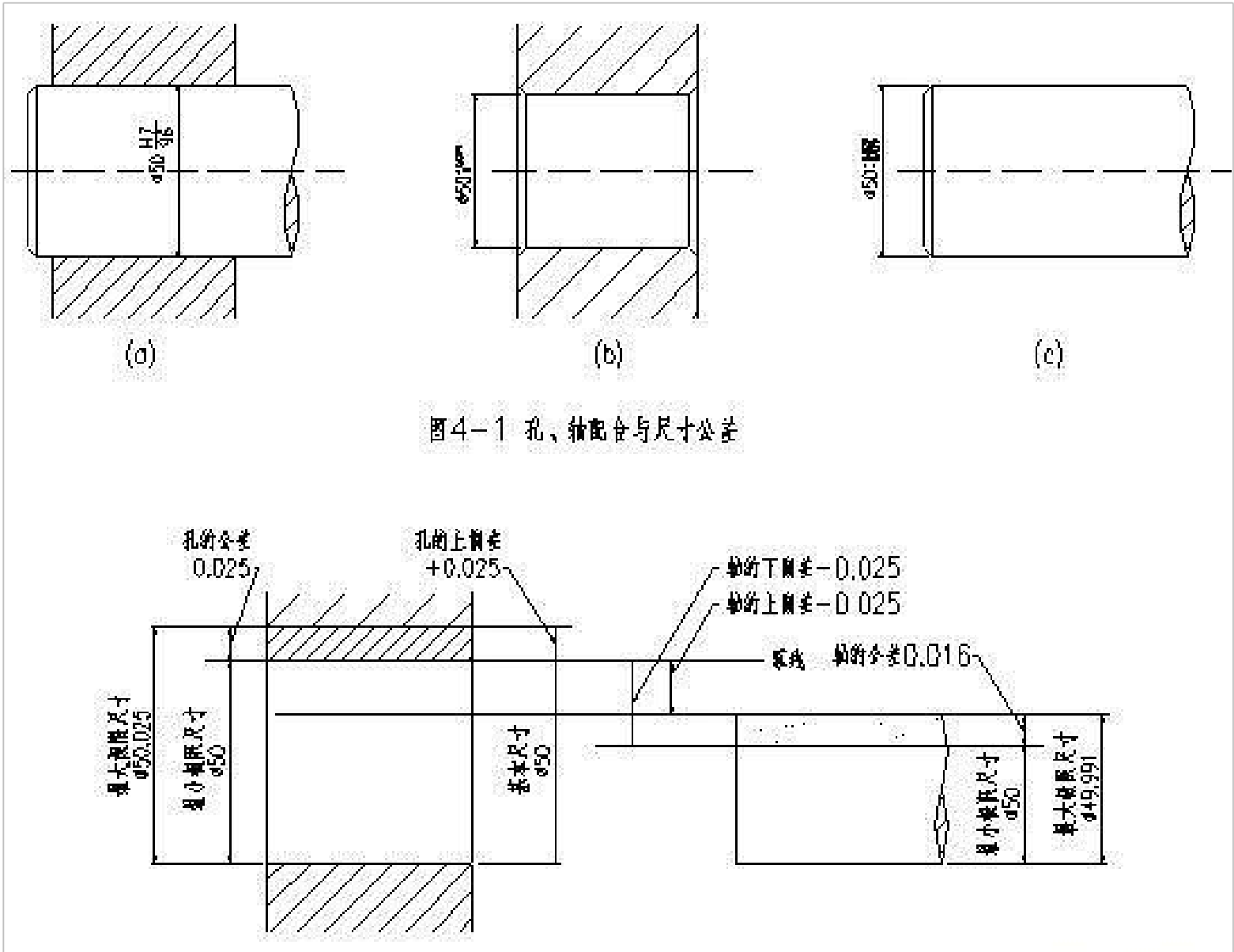


图4-1 孔、轴配合与尺寸公差

- (1) 基本尺寸 设计给定的尺寸。例如图中 $\varphi 50$ 。
- (2) 实际尺寸 通过测量所得的尺寸（存在测量误差）。
- (3) 极限尺寸 允许尺寸变化的两个界限值，它以基本尺寸为基数来确定。
 - 最大极限尺寸 两个极限尺寸中较大的一个。例如图中轴的尺寸 $\varphi 49.991$ 。
 - 最小极限尺寸 两个极限尺寸中较小的一个。例如图中轴的尺寸 $\varphi 49.975$ 。

实际尺寸在两个极限尺寸所决定的区间内算合格。
- (4) 尺寸偏差（简称偏差）某一尺寸减去基本尺寸所得的代数差。尺寸偏差有上偏差、下偏差和实际偏差。国家标准规定用代号 ES 和 es 分别表示孔和轴的上偏差，用 EI 和 ei 分别表示孔和轴的下偏差。上、下偏差统算极限偏差。

上偏差 = 最大极限尺寸 - 基本尺寸。例如图中轴的上偏差 $es = 49.991 - 50 = -0.009$ 。

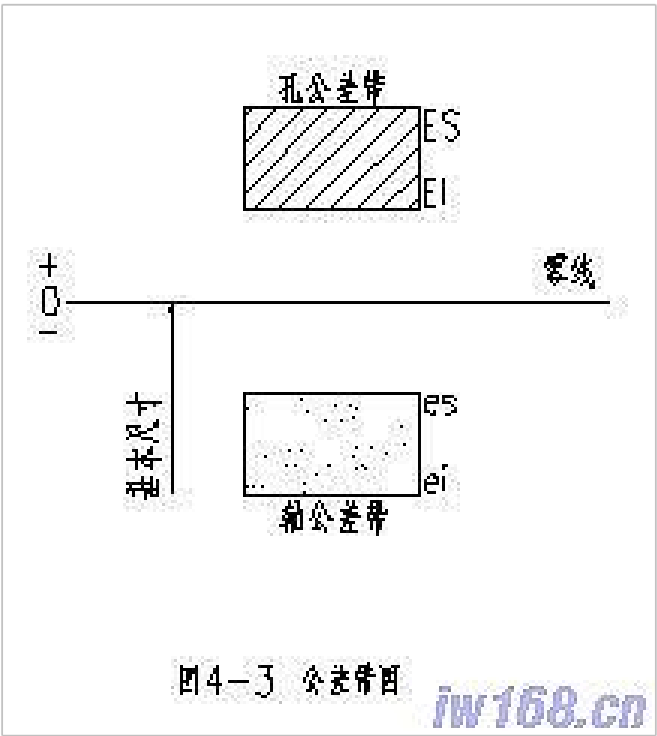
下偏差 = 最小极限尺寸 - 基本尺寸。例如图中轴的下偏差 $ei = 49.975 - 50 = -0.025$ 。

偏差可以为正值、负值或零。图 4-2 (b) 中，孔的下偏差 EI 即为零。

实际尺寸减去基本尺寸所得的代数差称为实际偏差。实际偏差在上、下偏差所决定的区间内算合格。
- (5) 尺寸公差（简称公差）允许尺寸的变动量，即

公差 = 最大极限尺寸 - 最小极限尺寸 = 上偏差 - 下偏差。例如图 4-2 中。

轴的公差=49.991 - 49.975 = -0.009 - (-0.025) =0.016 。
公差没有正、负号，它是绝对值，也不能为零。



(6) 零线 在公差与配合的图解（简称公差带图）中，确定偏差的一条基准线，即零偏差线。图 4-3 为公差带图。通常，零偏差线表示基本尺寸。

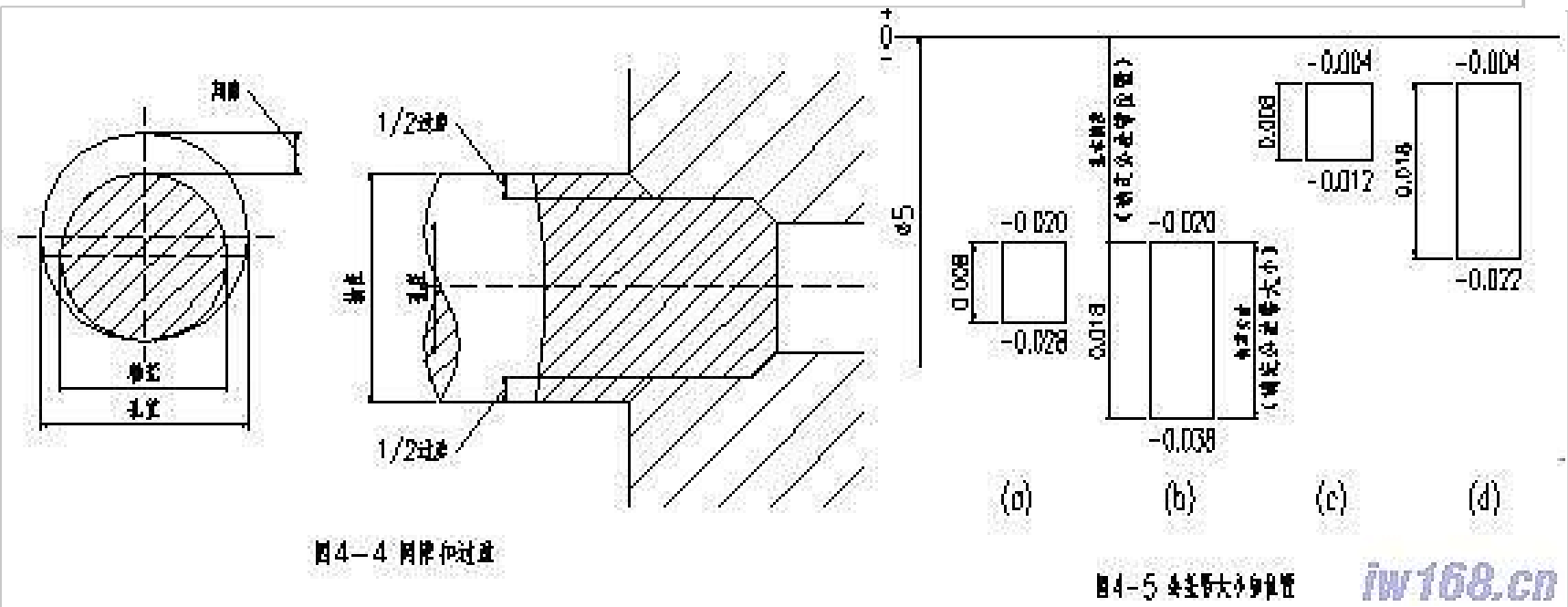
(7) 尺寸公差带（简称公差带）在公差带图中，由代表上、下偏差的两条直线所规定的一个区域。孔的公差带用向左下方倾斜的 45° 平行细实线表示，轴的公差带涂黑（一般画点）。

(8) 标准公差 国家标准表列的用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差，一般为靠近零线的那个偏差。例如，图 4-2 中确定轴公差带位置的基本偏差是上偏差 -0.009 。

2、配合

配合是指基本尺寸相同的、相互结合的孔和轴公差带之间的关系。这里的孔和轴主要指圆柱形的内、外表面，也包括内外平面组成的结构。孔和轴配合时，由于它们的实际尺寸不同，将产生间隙或过盈。

间隙或过盈 孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得的代数差。此差值为正时是间隙，为负时是过盈，如图 4-4 所示。



3、标准公差与基本偏差

在公差与配合中，公差带是个很重要的概念，图 4-5 是表示公差带大小和公差带位置的示意图。

例如图 4-5 中 (a) 与 (b) 的上偏差数值相同，说明公差带相对于零线的最近位置相同。下偏差的数值不相同，是因为 (a) 的公差为 0.008mm，(b) 的公差为 0.018mm，即公差带大小不同。(a) 与 (c) 的公差带位置不同，但公差带大小相同。而 (a) 与 (b) 的公差带位置和大小都不同。

由此可见，公差带是由“公差带大小”和“公差带位置”两个要素组成的。公差带大小由“标准公差”确定，公差带位置由“基本偏差”确定，形成标准公差和基本偏差两个系列。从图 4-5 中可以进一步看出，(a) 与 (b) 基本偏差相等，标准公差不等。(a) 与 (c) 标准公差相等，基本偏差不等，(a) 与 (d) 则标准公差与基本偏差都不等。国家标准对公差带的两个要素分别进行标准化，是为了得到多种不同大小和不同位置的公差带。这样即满足不同的使用要求，又达到简化统一、便于生产的目的。

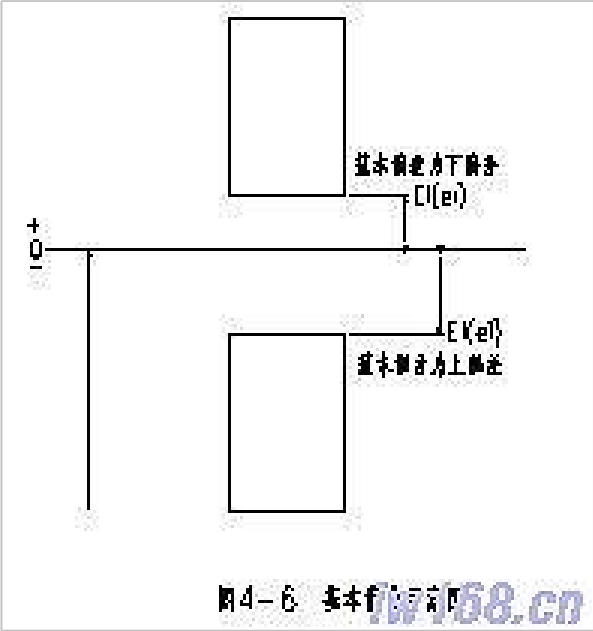
1) 标准公差和公差等级

标准公差是国家标准表列的公差。标准公差数值与基本尺寸分段和公差等级有关，它不随配合改变，对孔和轴都一样，基本尺寸至 500 毫米标准公差数值见附录表 51。公差等级是确定尺寸精确程度的等级。国家标准将公差等级分为 20 级，即 IT01、IT0、IT1、IT2,,,, IT18。IT 表示标准公差，它是国际公差 (ISO TOLERANCE) 的缩写，公差等级的代号用阿拉伯数字表示，二者用同样字号。从 IT01 至 IT18，公差等级依次降低即尺寸精确度依次降低，而相应的标准公差数值则依次增大。这里所说的标准公差随公差等级降低而增大的关系是对同一基本尺寸而言，即在同一基本尺寸分段。

例如，基本尺寸 >30~50 毫米时，IT6 是 0.016 毫米，IT7 是 0.025 毫米。

还要注意，属于同一公差等级的公差，对所有基本尺寸，虽数值不同，但被认为具有同等的精确程度。例如，基本尺寸 >30~50 毫米尺寸分段时，IT7 是 0.025 毫米，而基本尺寸在 >400~500 毫米尺寸分段时，IT7 是 0.063 毫米，虽然这两个不同尺寸分段的标准公差数值不同，但是它们的公差等级都是 7 级，则认为它们在使用和制造上具有同等的精确程度。

选择公差等级时要正确、合理地处理零件使用要求与制造工艺、加工成本之间的关系，在满足使用要求的前提下尽可能选择较低的公差等级。一般配合尺寸中，孔用IT6～



IT12，轴用 IT5～IT12。

2) 基本偏差

基本偏差一般是指尺寸的两个极限偏差（上偏差和下偏差）中靠近零线的那个极限偏差，如图 4-6 所示，根据它的大小和正、负号就决定了公差带对零线的相对位置。当公差带位于零线上方时，基本偏差为上偏差，当公差带位于零线下方时，基本偏差为下偏差。

为了满足各种配合要求，国家标准根据不同的基本尺寸和基本偏差代号规定了基本偏差系列，如图 4-7 所示。

基本偏差代号用拉丁字母及其顺序表示，大写的为孔、小写的为轴。在 26 个字母中，除去 I、L、O、Q、W(i、l、o、q、w) 5 个字母因为容易与其它含义混淆而不用外，使用 21 个字母，再增加用 2 个字母表示的 7 个，共有 28 个代号，即孔和轴各有 28 个基本偏差，如表 4-1 所示。

尺寸到 500 毫米的轴的基本偏差数值见附录表 52，孔的基本偏差数值见附录表 53。

孔、轴基本偏差代号			表 4-1											
基本 偏差 代号	孔和轴		基 本 偏 差											
	孔	下偏差	A B C CD D E EF F FG G H											
		上偏差或下偏差	$J_s = \pm 1T/2$											
		上偏差	J K M N P R S T U V X Y Z ZA ZB ZC											
	轴	上偏差	a b c cd d e ef f fg g h											
		上偏差或下偏差	$J_s = \pm 1T/2$											
		下偏差	j k m n p s t u v x y z za zb ac											

从图 4-7 和表 4-1 以及附录表 52 看出，轴的基本偏差中，从 a～h 为上偏差 es ，而且是负值，其绝对值依次减小，其中 h 的上偏差 $es=0$ 。js 为上偏差（ $es=+\frac{IT}{2}$ ）或下偏

差 ($ei = +\frac{js}{2}$) 即 js 与各级标准公差组成的公差带完全对称地分布在零线两侧, 所以 js 的基本偏差认为是上偏差或下偏差都可以, 因而在图 8-7 中画成两端都开口, 从 $j \sim zc$ 为下偏差 ei , 基中 j 是负值, 其他都是正值, 其绝对值依次增大。 J 的上、下偏差近似对称于零线。从附表 52 看到 j 只有 5~8 级公差, 其他将逐渐被 js 取代。

原则上, 基本偏差与公差等级无关, 但有少数基本偏差对不同的公差等级使用不同的数值, 如 j 即是, 又如 k 在 4~7 级使用一种数值, 而其他公差等级内全部是零。所以, 在图 4-7 中, k 表示了二种位置, 其基本偏差分成高低不同的两个部分。

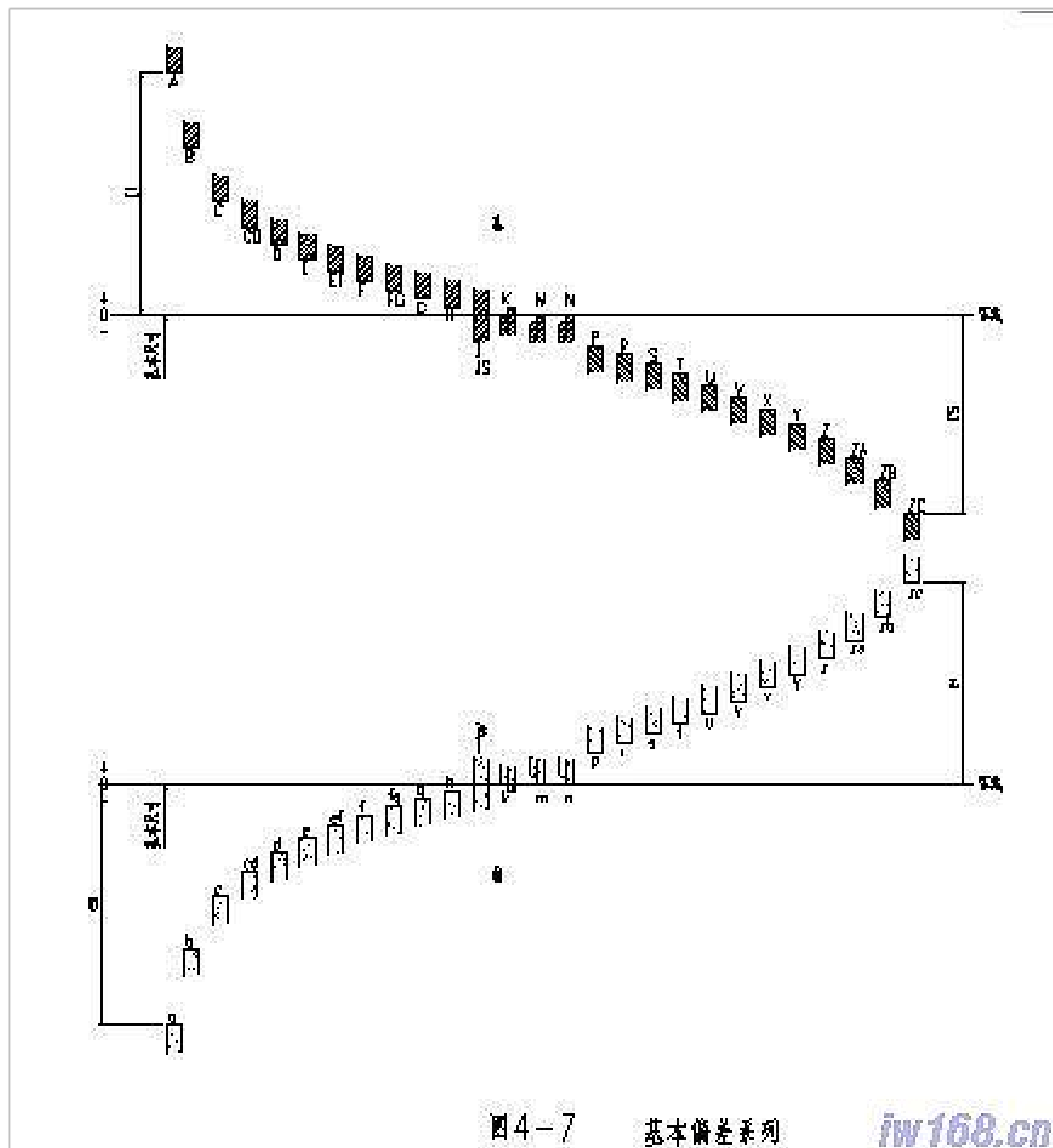


图 4-7

基本偏差系列

iw168.cn

从图 4-7 和附录表 53 对照看出, 孔的基本偏差中, 从 $A \sim H$, 下偏差 Ei 为基本偏差, 而且是正值, 其绝对值依次减小, 其中 H 的下偏差 $Ei = 0$ 。从 $J \sim ZC$, 上偏差 ES 为基本偏差, 其中 J 是正值, $K \sim ZC$ 都是负值, 其绝对值依次增大。孔、轴对照, 同一字母表示的孔和轴的基本偏差, 其绝对值相等, 而正负号相反, 相对于零线成反射关系, 但应注意, 从 $J \sim ZC$, 只有在公差等级较低时才有这种反射关系。

基本偏差系列图只表示公差带属于基本偏差的一端, 另一端是开口的, 如图 4-7 所示, 公差带在图中画成半封闭形式, 公差带的另一端取决于各级标准公差的大小。因此, 根据孔、轴的基本偏差和标准公差, 就可以计算孔、轴的另一个偏差。

对于孔的另一个偏差 (上偏差或下偏差) 为:

$$ES = EI + 1T \quad \text{或} \quad EI = ES - 1T$$

对于轴的另一个偏差（上偏差或下偏差）为：

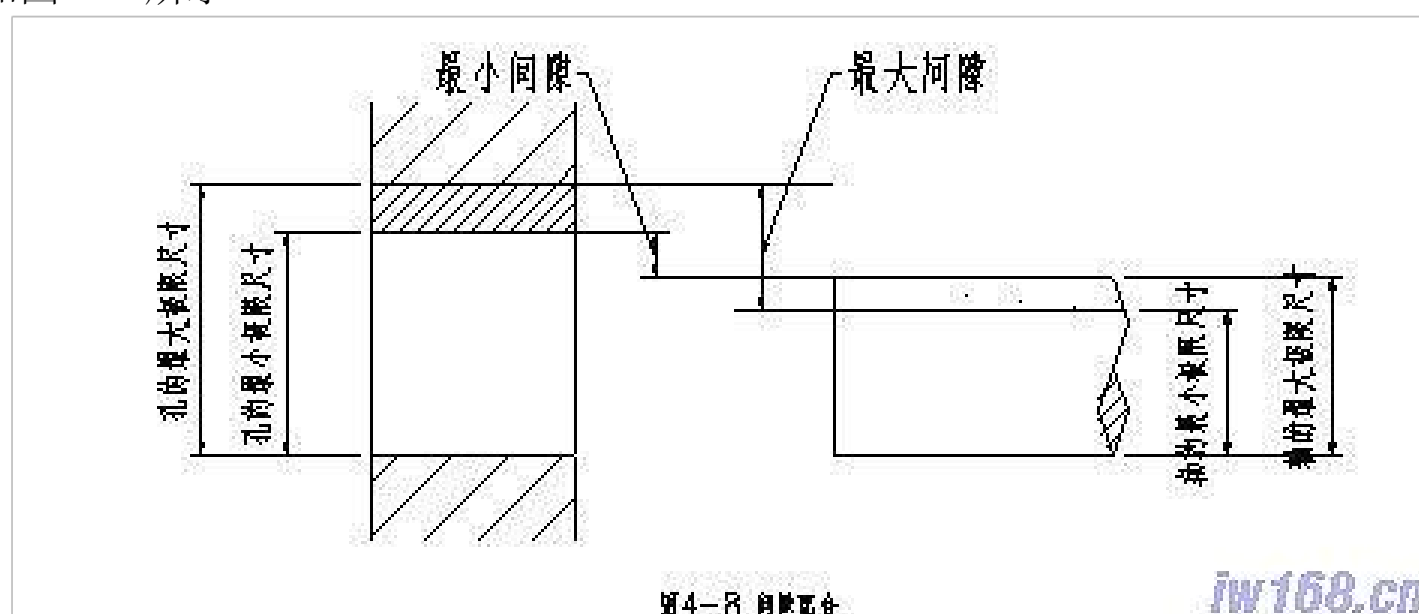
$$es = ei + 1T \quad \text{或} \quad ei = es - 1T$$

4、配合类别和基准制

1) 配合类别

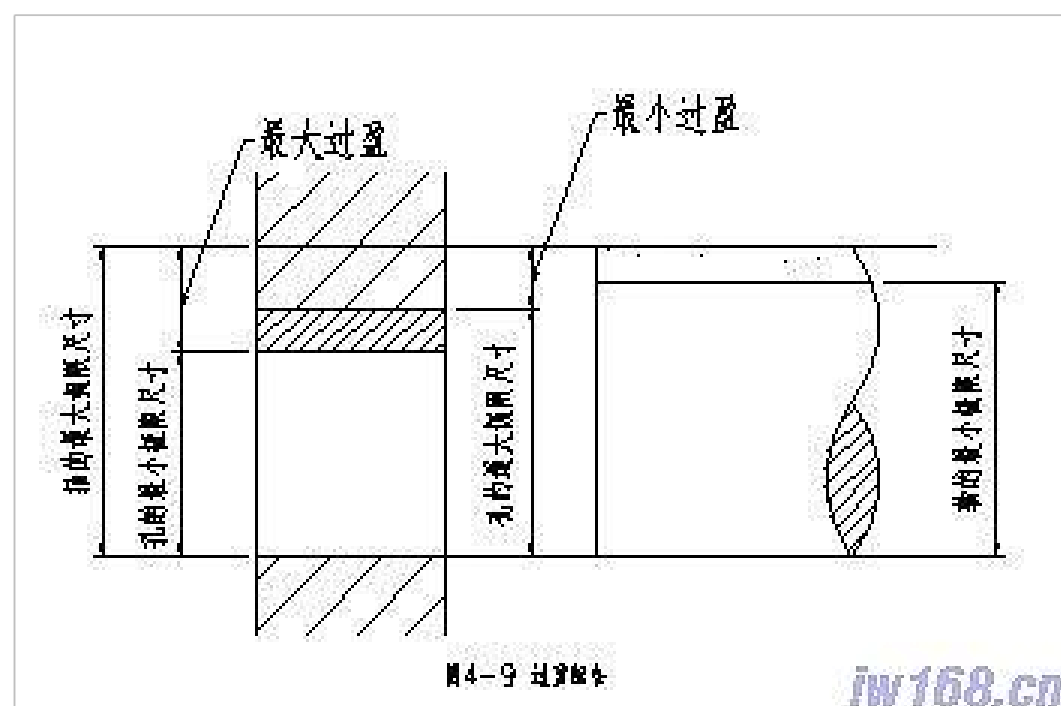
根据孔和轴公差带的关系，或者说按配合零件结合面形成间隙或过盈的情况，配合分三类，即间隙配合、过盈配合和过渡配合。

间隙配合 具有间隙（包括最小间隙等于零）的配合。这时，孔的公差带在轴的公差带之上。如图 4-8 所示。



最大间隙 = 孔的最大极限尺寸 - 轴的最小极限尺寸

最小间隙 = 孔的最小极限尺寸 - 轴的最大极限尺寸



(1) **过盈配合** 具有过盈（包括最小过盈等于零）的配合。这时，孔的公差带在轴的公差带之下，如图 4-9 所示。

最大过盈 = 孔的最小极限尺寸 - 轴的最大极限尺寸

最小过盈 = 孔的最大极限尺寸 - 轴的最小极限尺寸

(2) **过渡配合** 可能具有间隙，也可能具有过盈的配合。这时，孔的公差带和轴的公差带相互交叠，可以有各种情况，如图 4-10、图 4-11 所示。

(3)

过渡配合一般只计算最大间隙和最大过盈。

最大间隙 = 孔的最大极限尺寸 - 轴的最小极限尺寸

最大过盈 = 孔的最大极限尺寸 - 轴的最大极限尺寸

在规定具有过渡配合性质的一批零件的公差时，允许得到间隙或过盈的配合。但对装配好的一对零件，则只得到一种结果。

2) 基准制

为实现配合标准化，国家标准规定两种基准制，即基孔制和基轴制。

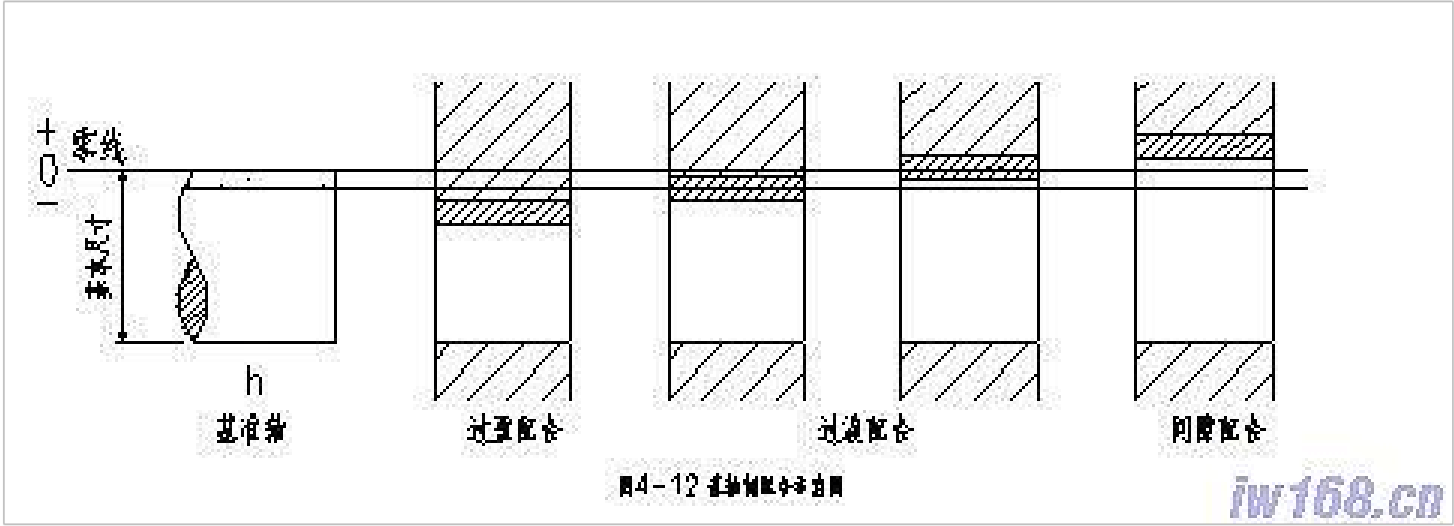
(1) 基孔制 基本偏差为一定的孔的公差带与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的制度。基孔制的配合中，孔为基准件，国家标准规定基准孔的代号为H，其下偏差 EI = 0。

(2) 基轴制 基本偏差为一定的轴的公差带与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的制度。基轴制配合中，轴为基准件，国家标准规定基准轴的代号为h，其上偏差 es = 0。

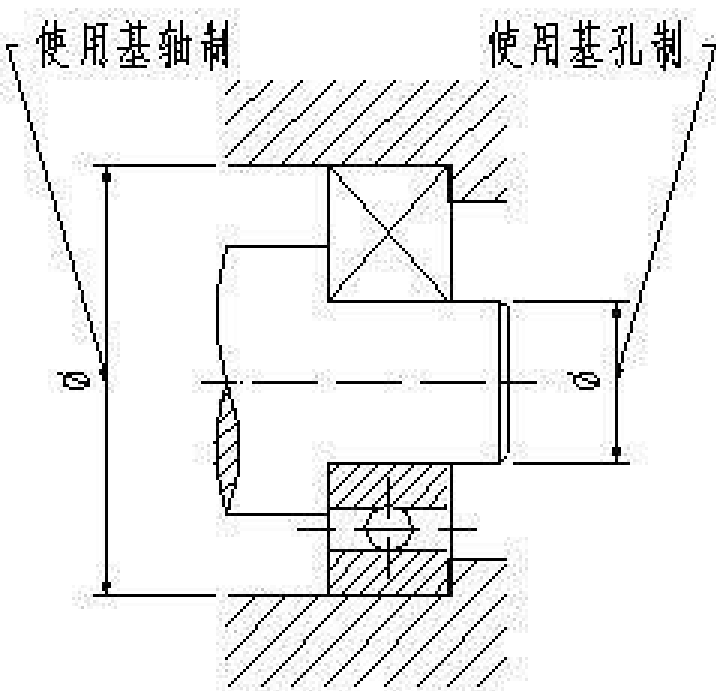
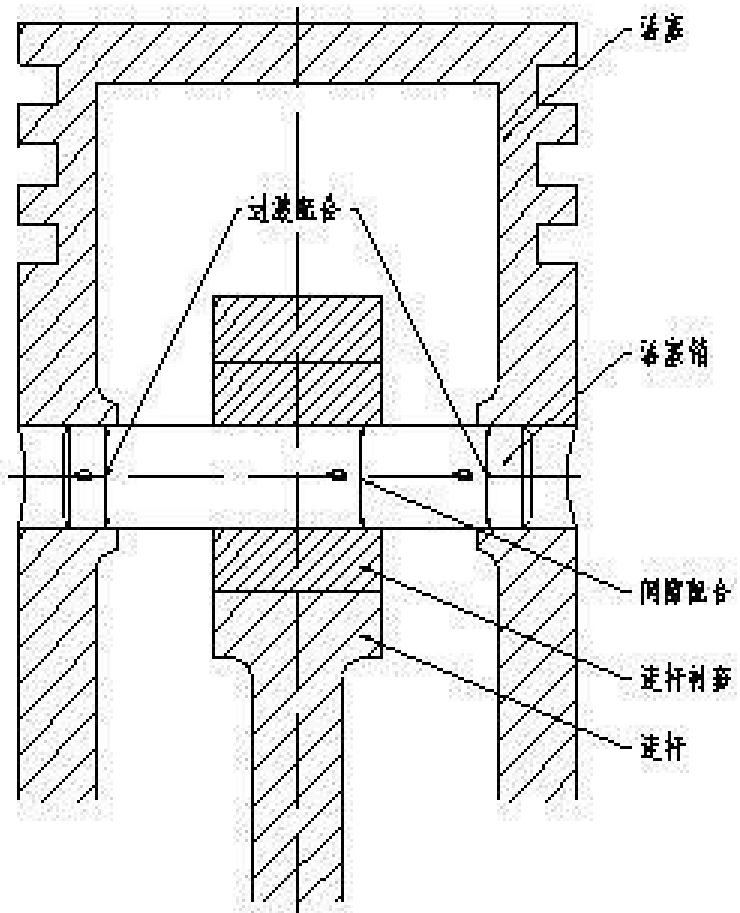
基孔制和基轴制各有三种类型的配合，如图4-11 和图4-12 所示。

基准制是规定配合系列的基础。采用基准制是为了统一基准件的极限偏差以获得最大的技术经济效益。选择时，应从结构、工艺和经济性等方面分析确定。一般情况下，优先使用基孔制，因为加工相同公差等级的孔和轴，加工孔比加工轴要困难。基轴制仅用于有明显经济效益的场合。例如，直接用冷拉棒料作轴，外圆不需加工，或者同一基本尺寸的各

个部分需要安装不同配合的零件，如图 4-13 所示的活塞销，与连杆衬套采用间隙配合，而与活塞上的孔则采用过渡配合。



与标准件配合时，基准制的选择依标准件而定，例如，与滚动轴承配合的轴用基孔制，与滚动轴承外圈配合的轴孔则采用基轴制，图 4-14 所示。



尺寸至 500 毫米基孔制优先、常用配

合

表 4-2

基准孔	轴									
	a	b	c	d	js	n	p	r	s	
		e	f	g	k	i	u	v	x	
			h		m		y	z		
	间隙配合				过渡配合	过盈配合				

H6	$\frac{H6}{f5} \quad \frac{H6}{g5} \quad \frac{H6}{h5}$	$\frac{H6}{js5}$ $\frac{H6}{k5}$ $\frac{H6}{m5}$	$\frac{H6}{n5} \quad \frac{H6}{p5} \quad \frac{H6}{r5} \quad \frac{H6}{s5}$ $\frac{H6}{t5}$
H7	$\frac{H7}{f6} \quad \frac{H7}{g6} \Delta \frac{H7}{h6} \Delta$	$\frac{H7}{js6} \quad \frac{H7}{k6}$ $\Delta \quad \frac{H7}{m6}$ $\frac{H7}{n6} \Delta$	$\frac{H7}{p6} \Delta \quad \frac{H7}{r6} \quad \frac{H7}{s6}$ $\Delta \quad \frac{H7}{i6} \quad \frac{H7}{u6}$ $\Delta \quad \frac{H7}{v6} \quad \frac{H7}{x6} \quad \frac{H7}{y6} \quad \frac{H7}{z6}$
H8	$\frac{H8}{e7} \quad \frac{H8}{7} \Delta$ $\frac{H8}{g7} \quad \frac{H8}{h7} \Delta$	$\frac{H8}{js7} \quad \frac{H8}{k7}$ $\frac{H8}{m7} \quad \frac{H8}{n7} \quad \frac{H8}{p7}$	$\frac{H8}{r7} \quad \frac{H8}{s7} \quad \frac{H8}{t7}$ $\frac{H8}{u7}$
	$\frac{H8}{d8} \quad \frac{H8}{e8} \quad \frac{H8}{i8}$ $\frac{H8}{h8}$		
H9	$\frac{H9}{c9} \quad \frac{H9}{d9}$ $\Delta \quad \frac{H9}{e9} \quad \frac{H9}{f9} \quad \frac{H9}{n9}$ Δ		
H10	$\frac{H10}{c10} \quad \frac{H10}{d10}$ $\frac{H10}{h10}$		

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/877065014011006046>