

第十八章 零件的机械精度设计

18.1 基本概念

1. 互换性的含义

机械工业中，制成的同一规格的**成批零件**，**不需作任何挑选、调整或辅助加工（如钳工修配）**就能进行装配，并能满足机械产品的使用功能要求的特性。

2. 互换性的作用

- (1) 可以最大限度地采用标准件、通用件，缩短设计周期，有利于产品品种的多样化和计算机辅助设计。
- (2) 有利于实现加工和装配过程的机械化、自动化。
- (3) 减少机器的维修时间和维修费用，增加机器的平均无故障工作时间，提高设备的利用率。

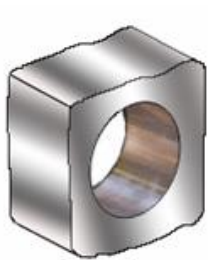
18.2 尺寸精度设计

18.2.1. 基本术语和定义

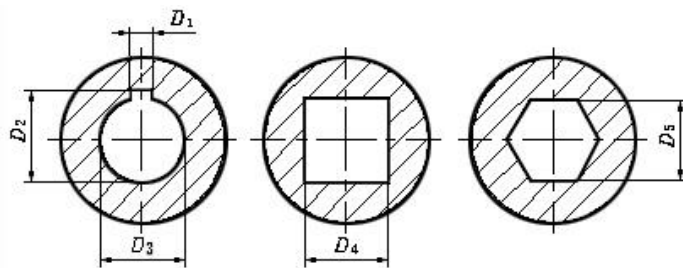
1. 孔、轴的定义

孔是指工件的圆柱形内表面，包括非圆柱形内表面。

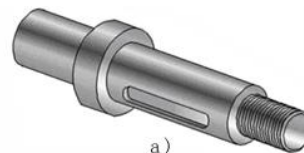
轴是指工件的圆柱形外表面，包括非圆柱形外表面。



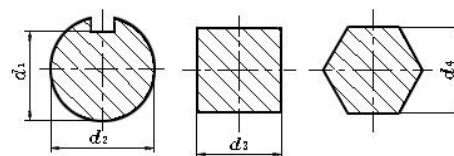
a)



b)



a)



b)

2. 有关尺寸、偏差和公差的术语和定义

- (1) 尺寸 — 用特定单位表示长度大小的数值。长度包括直径、半径、宽度、深度、高度和中心距等。
- (2) 公称尺寸 (D, d) — 由图样规范确定的理想形状要素的尺寸。
- (3) 极限尺寸 允许尺寸变化的两个界限值。
允许的最大尺寸称为上极限尺寸；允许的最小尺寸称为下极限尺寸。孔、轴的最大、最小极限尺寸用代号 D_{\max} 、 D_{\min} 、 d_{\max} 、 d_{\min} 表示。

(4) 尺寸偏差 (简称偏差)

某一尺寸 (实际尺寸、极限尺寸等) 减其公称尺寸所得的代数差。

极限偏差——极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差。

极限上偏差——最大极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差。

$$\text{孔: } ES = D_{\max} - D$$

$$\text{轴: } es = d_{\max} - d$$

极限下偏差——最小极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差。

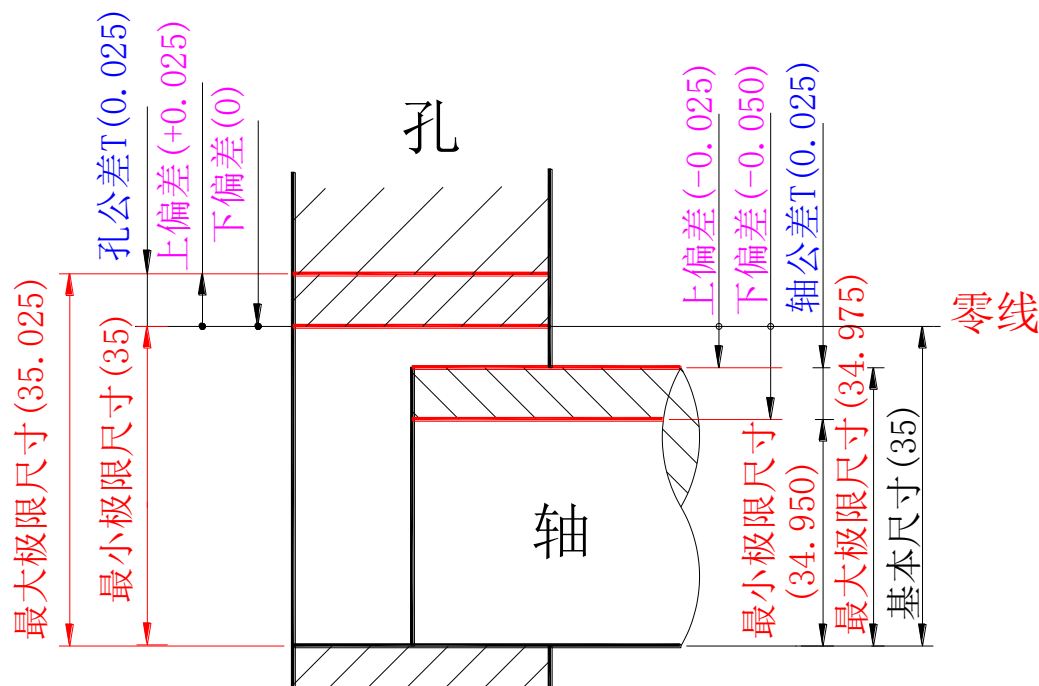
$$\text{孔: } EI = D_{\min} - D$$

$$\text{轴: } ei = d_{\min} - d$$

(5) 尺寸公差 (简称公差)——是允许尺寸的变动量

孔的公差 $T_D = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$

轴的公差 $T_d = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$



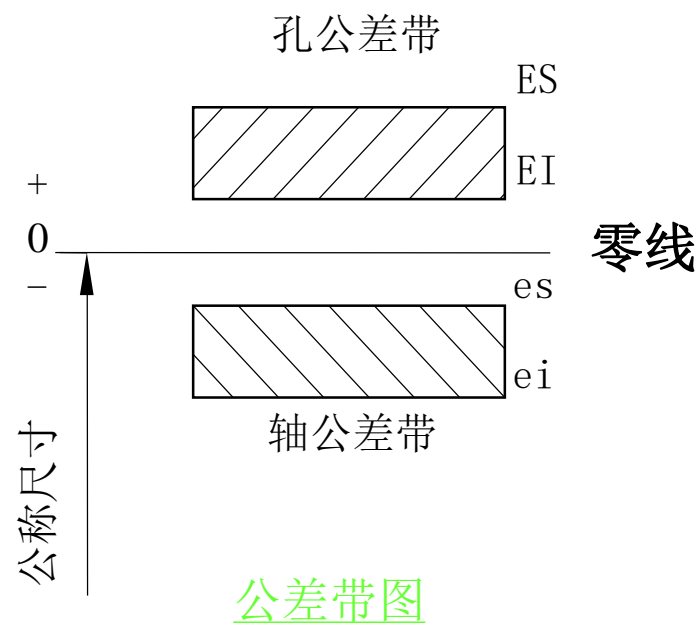
(6) 尺寸公差带图

零线—在公差带图中，确定偏差的一条基准直线，即零偏差线。通常零线表示公称尺寸。

公差带图—公差带在垂直零线方向的宽度代表公差值。

(7) 公差带—以公称尺寸为零线，零线以上的偏差为正偏差，零线以下的偏差为负偏差，由代表上、下偏差的两条直线形成的区域为公差带。

(8) 基本偏差—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。



3. 有关配合的术语和定义

(1)配合

公称尺寸相同的，相互结合的孔和轴公差带之间的关系。

相互配合的孔和轴其公称尺寸应该是相同的。

(2)间隙

孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸为正，一般用 X 表示，其数值前应标“+”号。

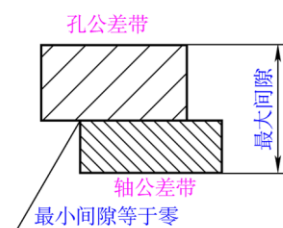
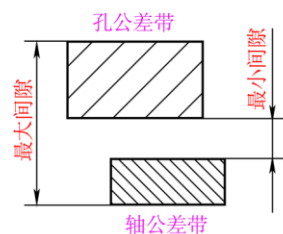
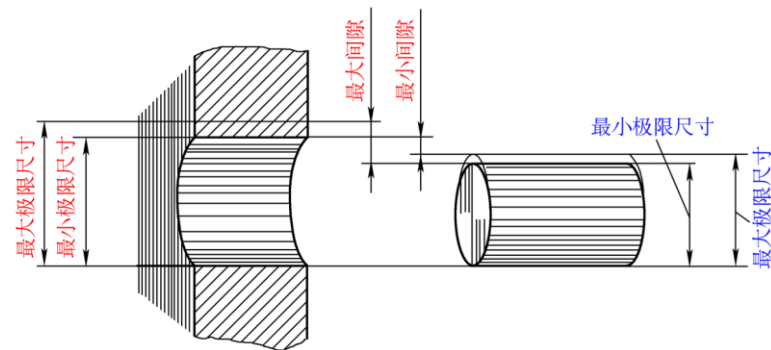
(3)过盈

孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸为负，一般用 Y 表示，过盈数值前应标“-”号。

(4) 配合类别

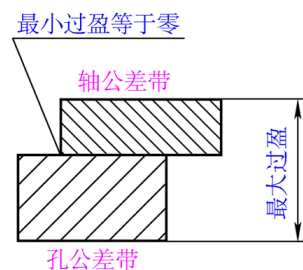
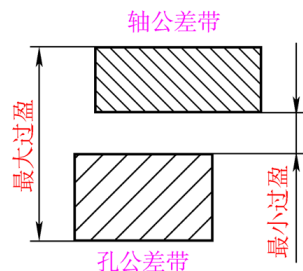
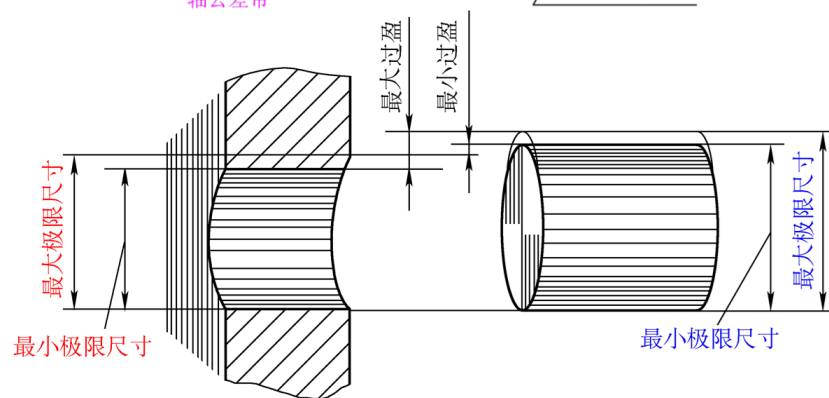
① 间隙配合

总具有间隙（包括最小间隙等于零）的配合。**孔的公差带在轴的公差带之上。** ($EI \geq es$)



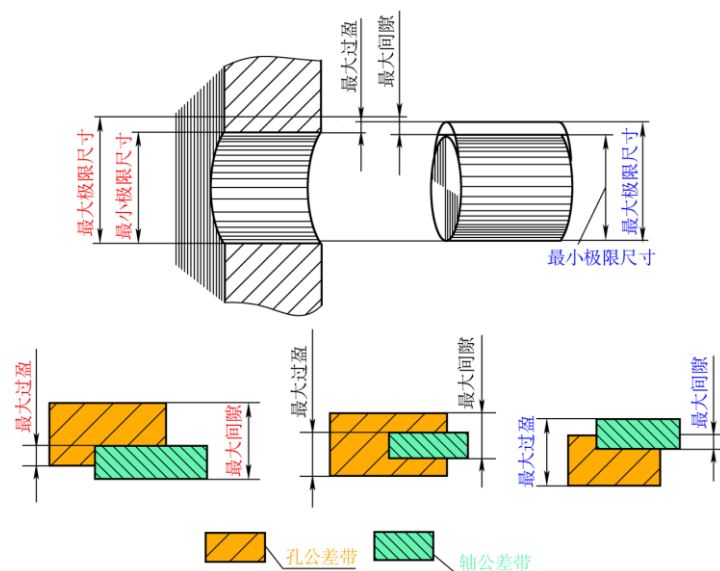
② 过盈配合

总具有过盈（包括最小过盈等于零）的配合。**孔的公差带在轴的公差带之下。** ($ES \leq ei$)



③ 过渡配合

可能具有间隙或过盈的配合。**孔的公差带与轴的公差带相互交叠。**



(5) 配合公差 (T_f)

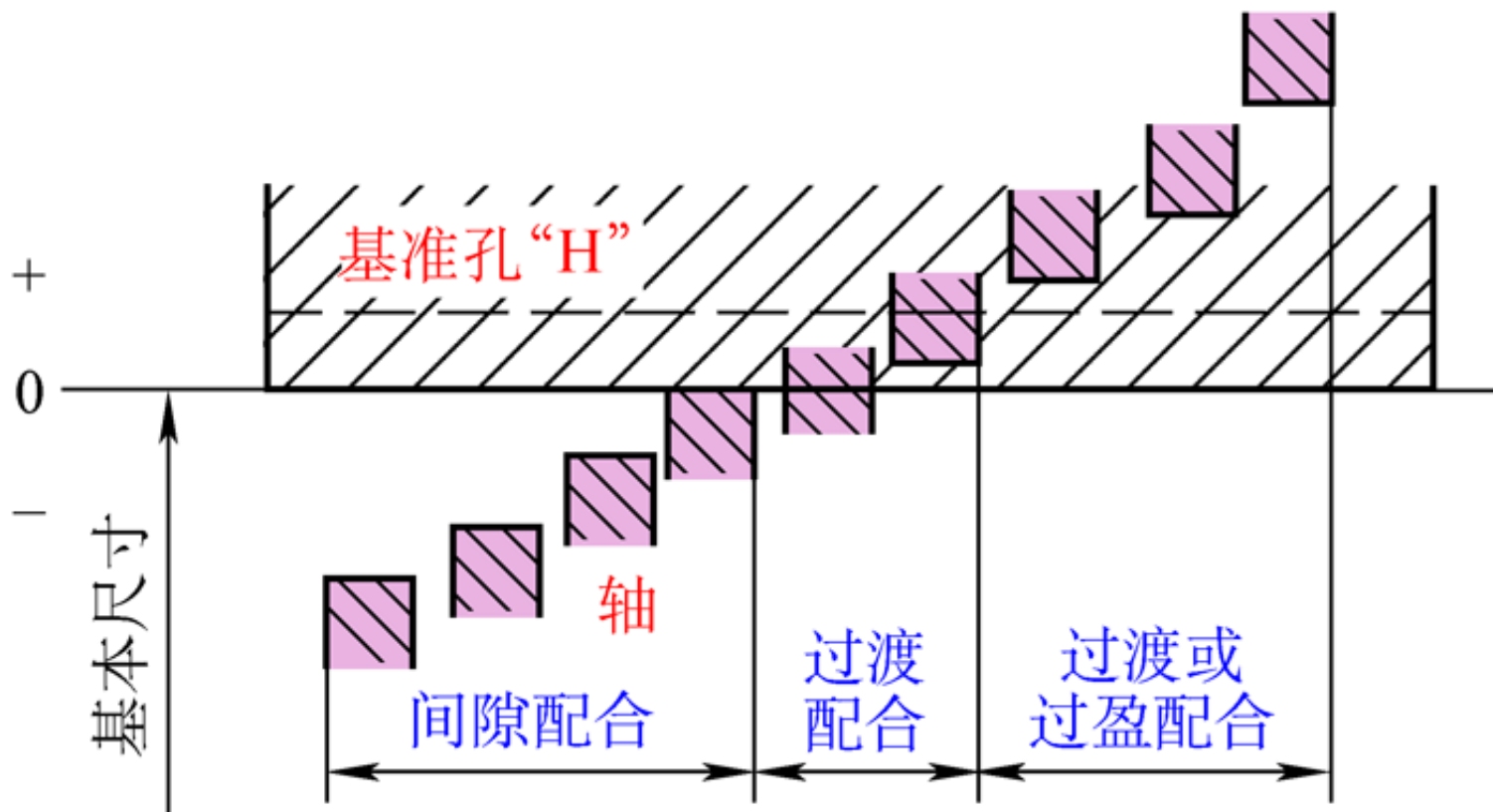
允许间隙或过盈的变动量。它等于组成配合的孔、轴公差之和，表示配合精度，是评定配合质量的一个重要综合指标。

$$T_f = T_D + T_d$$

(6) 配合制

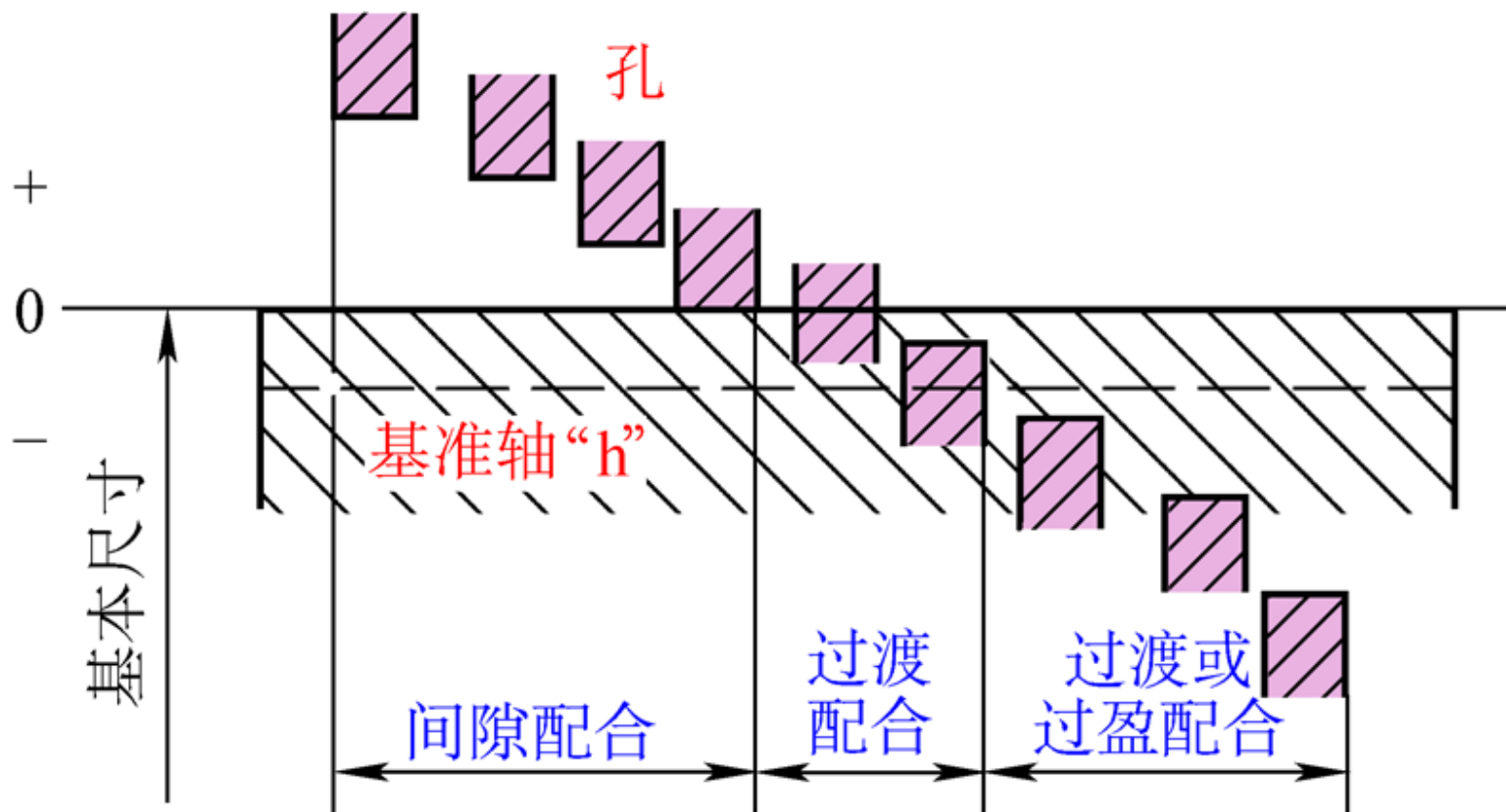
在制造相互配合的零件时，使其中一种零件作为基准件，它的基本偏差固定，通过改变另一种非基准件的偏差来获得各种不同性质的配合制度称为**配合制--基孔制配合、基轴制配合。**

- ① 基孔制配合：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一种制度



特点：基孔制配合的孔称为**基准孔**，其基本偏差代号为**H**，下偏差**EI=0**。

- ② 基轴制配合：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一种制度。



特点：基轴制配合的轴称为**基准轴**，其基本偏差代号为**h**，上偏差 **$es=0$** 。

18.2.2 尺寸的极限与配合国家标准简介

1.标准公差系列

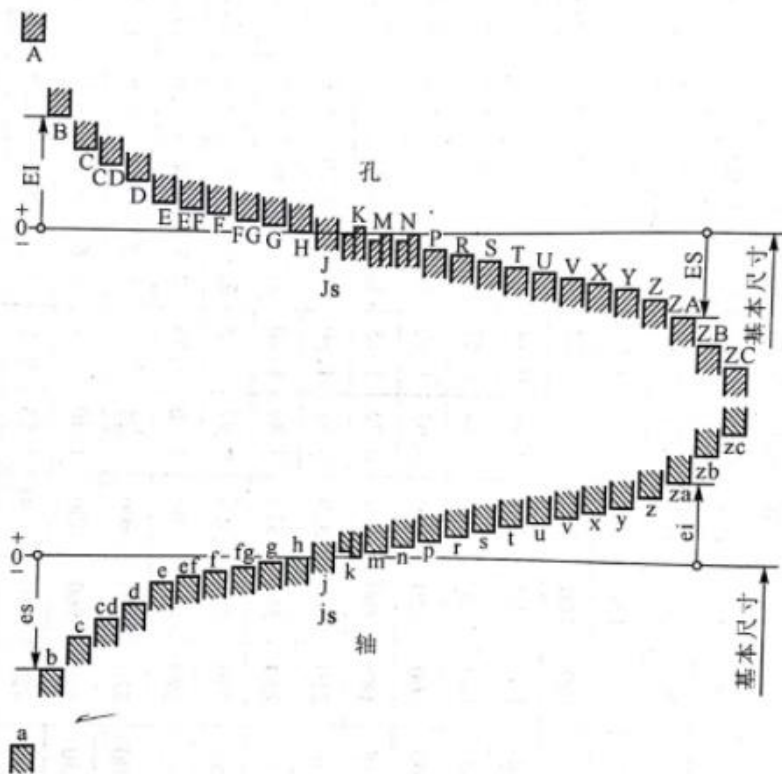
“极限与配合国家标准” 制定出的一系列标准公差数值，其中的任一公差称为标准公差。标准公差确定公差带的大小。

GB/T1800.1-2009在公称尺寸至500mm内规定了20个标准公差等级，用符号“IT”和阿拉伯数字组成的代号表示，即IT01、IT0、IT1~IT18。公差等级依次降低，而相应的标准公差数值则依次增大。在公称尺寸大于500mm内规定了18个标准公差等级，记为IT1、IT2、IT3~IT18。

公称尺寸/ mm		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

2.基本偏差系列

(1) 基本偏差及其代号。28种基本偏差，分别用大、小写字母表示。



(2) 孔、轴的基本偏差数值。轴、孔的基本偏差数值见图册。

(3) 极限与配合在图样上的表示。在装配图上，45H8/f7; 在零件图上，

32H7, $\phi 65_0^{+0.039}$

(4) 常用和优先的公差带与配合见GB/T1801-2009.

18.2.3 尺寸精度设计的基本原则和方法

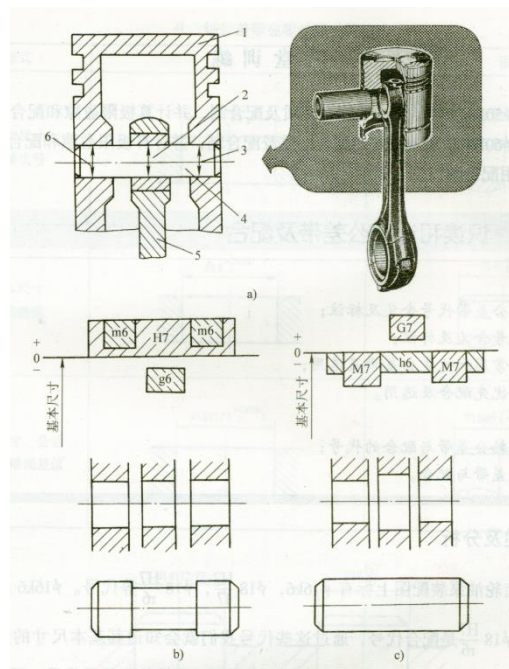
1、配合制的选用

(1) 一般情况下，应**优先选用基孔制**。

(2) 在有些情况下可采用**基轴制**。

① 农业、纺织业等，直接使用按基准轴的公差带制造的有一定公差等级（一般为8-11级）；仪表等，尺寸小于1mm时，采用**经过光扎成形的细钢丝**直接做轴。

② **同一轴与基本尺寸相同的几个孔配合，且配合性质要求不同的情况下，选用基轴制。**



(3) 与标准件配合时，配合制的选择通常依标准件而定。

(4) 为了满足配合的特殊要求，允许采用孔、轴均不是基准件的配合。

2、确定标准公差等级

基本原则：在满足使用要求的前提下，尽可能选用较低的标准公差等级，以利于降低加工成本。

确定标准公差等级采用**类比法**，考虑以下因素：

- (1) **孔、轴的工艺等价性。**
- (2) **加工能力。**见表《加工方法可以达到的标准公差等级范围》
- (3) **各种公差等级的应用范围。**见表《标准公差等级的应用》
- (4) **相配合件的精度要匹配。**
- (5) **过渡、过盈配合的公差等级不能过低。**
- (6) **对非基准制配合，零件使用性能要求不高时，其标准公差可以降低2~3级。**
- (7) **熟悉常用标准公差等级的应用情况。**见表《尺寸至500mm基孔制常用和优先配合的特征及应用》。

3、配合种类的选用

在确定了配合制以后，根据使用要求所允许的配合性质来确定非基准件的基本偏差代号，或者确定基准件与非基准件的公差带。

- (1) 孔、轴之间有**相对运动**，选用**间隙配合**；
- (2) **无相对运动**，根据具体工作要求选择**过盈、过渡或间隙配合**；
- (3) 配合类别确定之后，应尽量依次选用国家标准推荐的优先配合、常用配合和一般配合。

18.2.4 一般公差（线性尺寸的未注公差）

定义：在车间通常加工条件下可保证的公差。
GB/T1804--2000为线性尺寸的一般公差规定了**精密f, 中等m, 粗糙c, 最粗v**四个公差等级。

表 线性尺寸的极限偏差数值 mm								
公差等级	基本尺寸分段							
	0.5~3	>3~6	>6~30	>30~120	>120~400	>400~1000	>1000~3000	>2000~4000
精密 f	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	—
中等 m	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2
粗糙 c	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4
最粗 v	—	±0.5	±1	±1.5	±2.5	±4	±6	±8

在图样上只标注公称尺寸。例如：选用精密级时，则表示为：
未注线性尺寸公差按GB/T 1804--f