

俞汉清

李晓沛

赵秉厚等 编著

公差与配合

过盈配合计算和选用指南

中国标准出版社

公差与配合

过盈配合计算和选用指南

俞汉清、李晓沛、赵秉厚 编著

中国标准出版社

内 容 简 介

本书以国标为基础,系统地阐述了在弹性范围内过盈配合的计算基础、计算方法、配合的选用、实现过盈联结的一般要求等。并附有常用材料和机械性能表。本书可供机械行业的工程技术人员使用及大专院校有关专业师生参考。

公差与配合 过盈配合计算和选用指南

俞汉清、李晓沛、赵秉厚 编著
责任编辑 刘时康

中国标准出版社出版
(北京复外三里河)

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

开本 850×1168 1/32 印张 8 7/8 插页 9 字数 230 000
1990年9月第一版 1990年9月第一次印刷

ISBN7-5066-0190-7/TH·006

印数 1—11 000 定价 4.75 元

前 言

过盈配合是“公差与配合”中三大类配合之一，它用在各种机械中的过盈联结件。它不仅已广泛应用在重型机械、起重运输机械、化工通用机械、机车、船舶及军工等行业，并在精密机械中也得到应用。

我国于1985年9月17日发布的GB 5371—85《过盈配合的计算和选用》，为经济、合理地选用“过盈配合”提供了设计基础和依据，为指导正确合理的计算和选用过盈配合，提高机械行业设计、工艺水平，推动“公差与配合”的贯彻，我们编写了本指南。

本指南由机械电子工业部机械标准化研究所俞汉清高级工程师（主编），李晓沛工程师（副主编），第二重型机器厂赵秉厚高级工程师等编写。其中第一章由俞汉清编写，第二、五、六章由李晓沛编写，第三、四章由赵秉厚、俞汉清编写，第七章由赵秉厚编写。铁道部四方机车车辆工厂张喜文工程师和青岛大学许定奇副教授参加了编写讨论。

由于水平所限，本指南难免有错漏之处，敬请广大读者指正。

编者

1987年10月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 国标公差制	(1)
第二节 过盈配合的基本概念	(11)
第三节 过盈配合方面的发展概况	(12)
第四节 国家标准《过盈配合》(GB 5371—85) 的主要结构及特点	(15)
第五节 过盈配合计算方面的基本术语及定义	(16)
第二章 过盈配合的计算基础	(21)
第一节 计算的基本条件	(21)
第二节 应力计算	(23)
第三节 变形的计算	(32)
第三章 过盈配合的计算	(38)
第一节 设计计算步骤	(38)
第二节 计算举例	(49)
第四章 过盈配合的图算法	(56)
第一节 概述	(56)
第二节 图算法的基础原理	(57)
第三节 图算法的应用条件	(58)
第四节 计算图表的使用说明	(59)
第五节 图算法计算举例	(62)
第五章 过盈配合的选择	(65)
第一节 选择公差与配合的原则和条件	(65)
第二节 选择配合时应注意的问题	(72)

第三节	过盈配合选择指南	(78)
第六章	实现过盈联结的一般要求	(197)
第一节	过盈配合件的合理结构	(197)
第二节	过盈配合装配前的准备	(201)
第三节	纵向过盈联结的装配	(203)
第四节	横向过盈联结的装配	(205)
第七章	圆锥面过盈联结的计算和应用	(210)
第一节	概述	(210)
第二节	液压装拆的圆锥面过盈联结的特点及应 用	(211)
第三节	液压装拆的圆锥面过盈联结的设计规范	(218)
第四节	液压装拆的圆锥面过盈联结的计算步骤 及计算举例	(223)
第五节	实现液压装拆圆锥过盈联结的要点	(239)
第六节	液压装拆机具	(242)
第七节	螺母压紧的圆锥面过盈联结	(246)
附表		(247)
1.	常用材料的纵向过盈联结的摩擦系数 (GB 5371—85)	(247)
2.	常用材料的横向过盈联结的摩擦系数 (GB 5371—85)	(247)
3.	常用材料的弹性模量、泊松比和线膨胀系数 (GB 5371—85)	(248)
4.	优质碳素结构钢机械性能 (GB 699—65)	(248)
5.	合金结构钢机械性能 (GB 3077—82)	(250)
6.	铸造碳钢室温下机械性能 (GB 5676—85)	(253)
7.	高锰铸钢机械性能 (JB/ZQ 4300—86)	(253)
8.	合金铸钢机械性能 (JB/ZQ 4297—86)	(254)
9.	灰铸铁预计的铸件机械性能 (GB 5675—85)	(255)
10.	灰铸铁附铸试棒 (块) 的机械性能 (GB 5675—85)	(257)

11. 球墨铸铁单铸试块的机械性能 (GB 1348—88)	(258)
12. 球墨铸铁附铸试块的机械性能 (GB 1348—88)	(258)
13. 铸造铝合金机械性能 (GB 1173—86)	(259)
14. 铸造有色合金机械性能 (GB 1176—74)	(262)
15. 标准公差数值 (GB 1800—79)	(264)
16. 轴的基本偏差数值 (GB 1800—79)	(265)
17. 孔的基本偏差数值 (GB 1800—79)	(插页)
18. 轴的极限偏差 (GB 1801—79)	(插页)
19. 孔的极限偏差 (GB 1801—79)	(插页)
20. 优先、常用配合的极限过盈 (GB 1801—79)	(插页)
21. 尺寸大于500至3150mm轴的极限偏差 (GB 1802—79)	(插页)
22. 尺寸大于500至3150mm孔的极限偏差 (GB 1802—79)	(269)
23. 轮廓算术平均偏差 R_a 的数值 (GB 1031—83)	(269)
24. 微观不平度十点高度 R_z 的数值 (GB 1031—83)	(270)
25. 安全裕度及计量器具不确定度允许值 (GB 3177—82)	(270)
26. 千分尺和游标卡尺的不确定度 (JB/Z 181—82)	(270)
27. 比较仪的不确定度 (JB/Z 181—82)	(272)
28. 指示表的不确定度 (JB/Z 181—82)	(272)
29. 尺寸大于500至1000mm外径千分尺不确定度推荐值	(273)
30. 尺寸大于300至1000mm、分度值0.02mm游标卡尺 不确定度推荐值	(273)
31. 杠杆千分尺不确定度推荐值	(273)
32. 部分比较仪和指示表的适用范围	(273)
主要参考资料	(275)

第一章 概 述

第一节 国标公差制

我国国家标准公差制采用ISO（国际标准化组织）国际公差制，它包括“公差与配合”和“测量与检验”二大部分共7个标准（见图1-1）。

“公差与配合”包括五个标准：

（1）GB 1800—79《公差与配合 总论 标准公差与基本偏差》（简称“总论”标准）；

（2）GB 1801—79《公差与配合 尺寸至500mm孔、轴公差带与配合》（简称“常用尺寸”标准）；

（3）GB 1802—79《公差与配合 尺寸大于500至3150mm孔、轴公差带》（简称“大尺寸”标准）；

（4）GB 1803—79《公差与配合 尺寸至18mm孔、轴公差带》（简称“小尺寸”标准）；

（5）GB 1804—79《公差与配合 未注公差尺寸的极限偏差》（简称“未注公差”标准）。

“测量与检验”包括二个标准：

（1）GB 1957—81《光滑极限量规》（简称“量规”标准）；

（2）GB 3177—82《光滑工件尺寸的检验》（简称“检验”标准）。

图1-1“国标公差制体系图”中，如GB 1800—79“总论”对尺寸小于和等于500mm的孔、轴可分别提供543和544个公差带，又如GB 1801—79“常用尺寸”，对孔、轴各给出了13个优先公差带，对基孔制配合给出了13个优先配合和59个常用配合。

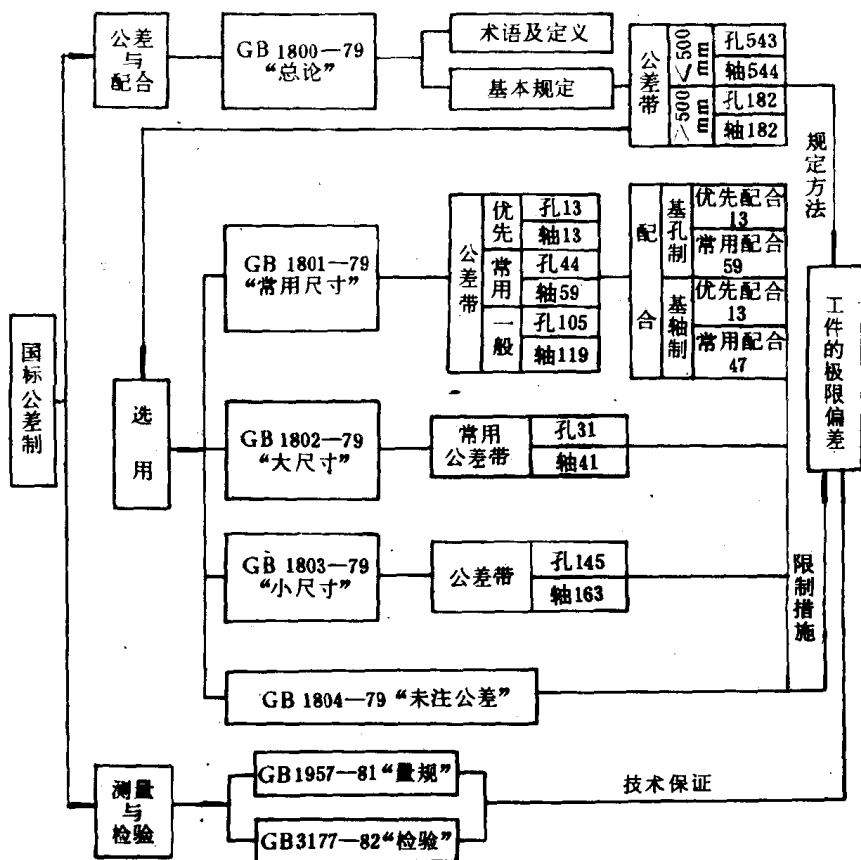


图 1-1 国标公差制体系图

1. 尺寸公差带

简称“公差带”。在“公差与配合”中，公差带是一个很重要的概念。在实用中常画出放大的公差带图来分析问题（见图 1-2）。在图中，公差带是由代表上、下偏差的两条直线所限定的一个区域。孔的上偏差用代号 ES 表示，轴的上偏差用 es 表示；孔的下偏差用 EI 表示，轴的下偏差用 ei 表示。零线在公差带图中，是确定偏差的一条基准直线，即零偏差线。通常，零线表示基本

尺寸，但亦有例外，在配制配合中，就是以先加工件的实际尺寸作为配制件偏差的零线。正偏差位于零线之上，负偏差位于零线之下。

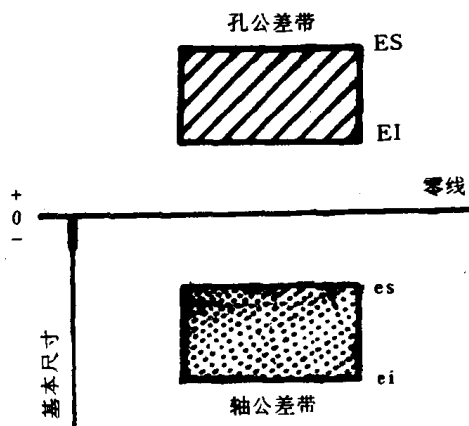
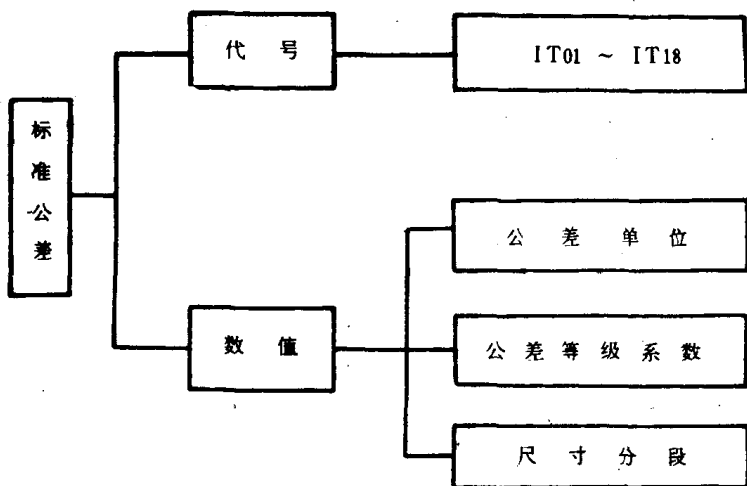


图 1-2 公差带图

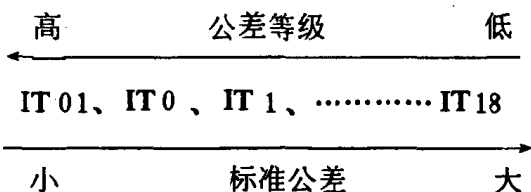
公差带是限制尺寸变动量的区域。公差带是由“公差带大小”和“公差带位置”两个要素组成的。“公差带大小”在公差带图中指公差带在零线垂直方向的宽度，它由标准公差确定；“公差带位置”在公差带图中指公差带沿零线垂直方向的坐标位置，它由基本偏差确定。由此形成标准公差和基本偏差两个系列。GB 1800—79“总论”对公差带这两个要素分别进行了标准化。

2. 标准公差系列

标准公差是国标“总论”中表列的，用以确定公差带大小的任一公差。标准公差的构成：



标准公差共分 20 级，即：IT 01、IT 0、IT 1 至 IT 18。IT 表示标准公差，即国际公差。阿拉伯数字表示公差等级。从 IT 01 至 IT 18 等级依次降低，而相应的标准公差依次加大，即：



属于同一公差等级的公差，对所有基本尺寸，虽数值不同，但认为具有同等的精确程度。公差等级是确定尺寸精确程度的等级。

标准公差与基本尺寸分段和公差等级有关。标准公差的数值由下式计算而得：

$$IT = a \cdot i$$

式中：a——公差等级系数；

i——公差单位。

(1) 公差单位

公差单位的建立以实践为基础，通过专门的试验和统计分析，找出零件加工及测量误差随直径变化的规律。由此确定公差单位

(i) 与直径 (D) 的函数关系式:

$$i = f(D)$$

“总论” 国标按国际公差制对小于或等于 3 至 500mm 的尺寸, IT 5 至 IT 18 的公差单位 (i) 取:

$$i = 0.45 \sqrt[3]{D} + 0.001 D$$

式中: D 单位为 mm;

i 单位为 μm 。

对大于 500 至 3150mm 的大尺寸, 公差单位 (I) 取:

$$I = 0.004 D + 2.1$$

式中: D 单位为 mm;

I 单位为 μm 。

在国际标准 ISO 286—1988 中已将“公差单位”术语修改为“公差因子”。

(2) 公差等级系数

公差等级系数可评定零件精度, 即公差等级的高低。对同一精度或公差等级, 公差等级系数一定。这样, 对不同基本尺寸的零件可合理地规定不同的公差。

“总论” 国标从 IT 5 开始, 各级的标准公差以公差单位系数

(a) 乘公差单位 (i, I) 表示。从 IT 6 开始, 公差等级系数按 R 5 优先数系, 公比为 1.6, 即每增 5 个等级, 公差增加至 10 倍 (见表 1-1)。

表 1-1 IT 5 至 IT 18 的标准公差计算式

公差等级	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11
计算式	$7i(I)$	$10i(I)$	$16i(I)$	$25i(I)$	$40i(I)$	$64i(I)$	$100i(I)$
公差等级	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16	IT 17	IT 18
计算式	$160i(I)$	$250i(I)$	$400i(I)$	$640i(I)$	$1000i(I)$	$1600i(I)$	$2500i(I)$

(3) 尺寸分段

为了简化公差与配合的表格, 便于应用, 要进行尺寸分段, 对同一尺寸分段内的所有基本尺寸规定同样的公差单位。尺寸分

段后，公差单位公式中直径 D 取首尾尺寸的几何平均值。例如大于80至120 mm尺寸段，直径 D 为 $\sqrt{80 \times 120} \approx 97.98 \text{ mm}$ 。

3. 基本偏差系列

基本偏差是国标“总论”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。当公差带在零线的上方时，基本偏差为上偏差，当公差带在零线下方时为下偏差（见图 1-3）。

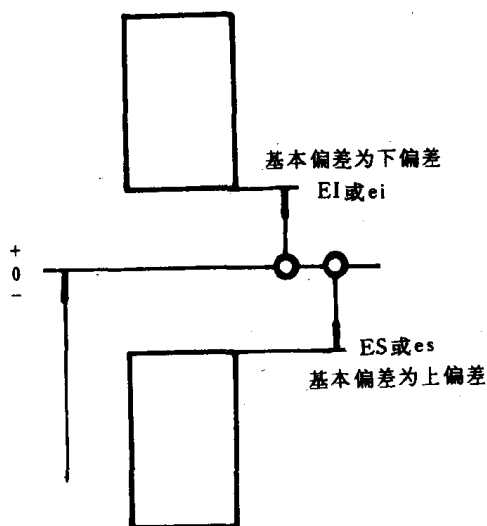


图 1-3 基本偏差示意图

“总论”国标对孔、轴各规定有28个基本偏差，用拉丁字母及其顺序表示，大写字母代表孔，小写字母代表轴。基本偏差系列如图 1-4 所示。

轴的基本偏差是由公式计算而来的（计算公式参见GB 1800附录3）。孔的基本偏差由轴的基本偏差换算得到。换算的前提是：同一字母的孔或轴的基本偏差，在相应公差等级条件下，按基轴制形成的配合与按基孔制形成的配合相同。

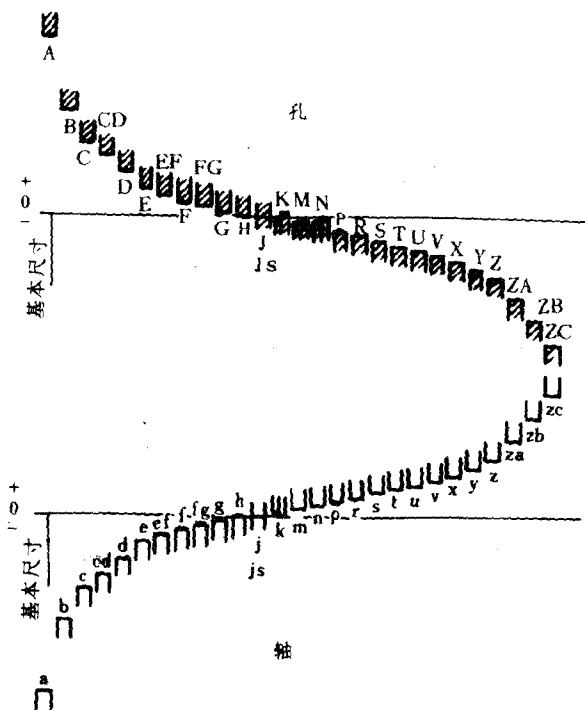


图 1-4 基本偏差系列图

4. 配合和基准制

(1) 配合

由基本偏差和标准公差组合成孔、轴公差带后，进而由孔、轴公差带组成配合。根据孔、轴公差带的关系，或者说形成间隙或过盈的情况，“总论”国标规定了间隙、过渡、过盈三类配合。

间隙配合：具有间隙（包括最小间隙等于零）的配合。此时孔的公差带在轴的公差带之上（见图 1-5）。

过盈配合：具有过盈（包括最小过盈等于零）的配合。此时孔的公差带在轴的公差带之下（见图 1-6）。

过渡配合：可能具有间隙或过盈的配合。此时孔的公差带与轴的公差带相互交叠（见图 1-7）。

孔和轴各有两个极限尺寸，因而间隙或过盈也有两个极限。对间隙配合或过渡配合，孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸所得的代数差是最大间隙；对间隙配合，孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸所得的代数差是最小间隙；对过盈配合或过渡配合，孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸所得的代数差是最大过盈；对过渡配合孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸所得的代数差是最小过盈。

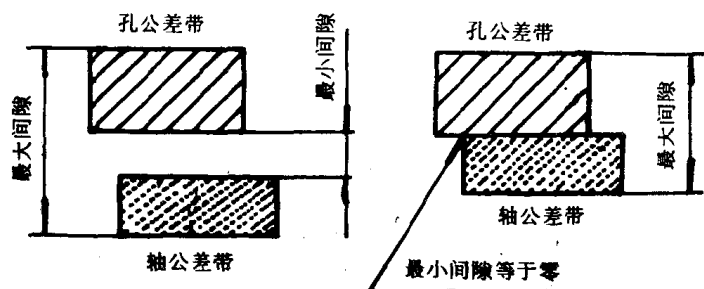


图 1-5 间隙配合

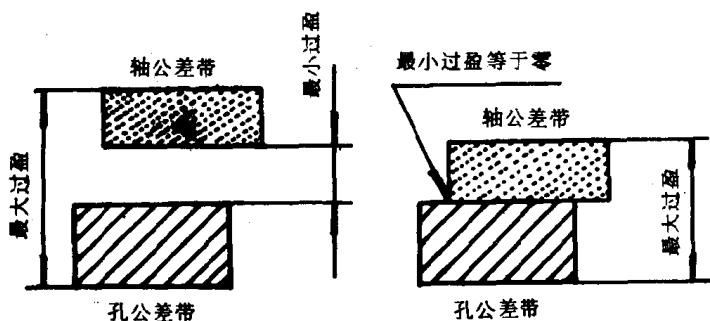


图 1-6 过盈配合

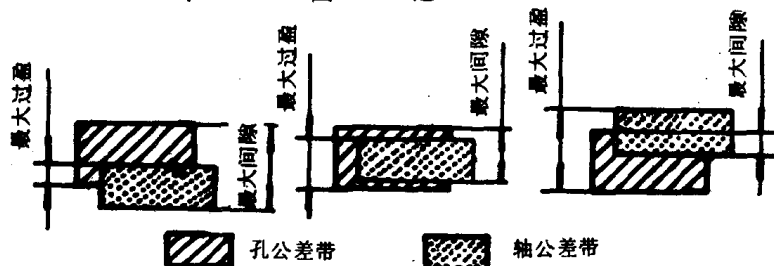


图 1-7 过渡配合

从使用要求看，不仅要控制间隙或过盈的大小，而且要控制间隙或过盈大小的变动，也就是要规定“配合公差”。

配合公差：允许间隙或过盈的变动量。

配合公差，对间隙配合，等于最大间隙与最小间隙之代数差的绝对值；对过盈配合，等于最小过盈与最大过盈之代数差的绝对值；对过渡配合，等于最大间隙与最大过盈之代数差的绝对值。总之，配合公差等于相互配合的孔公差与轴公差之和。

配合公差带图如图 1-8 所示。配合公差带（ Π ）完全在零线以上的是间隙配合；完全在零线以下的是过盈配合；跨在零线上的则是过渡配合。配合公差带的上、下两端的坐标值代表极限间隙或极限过盈。

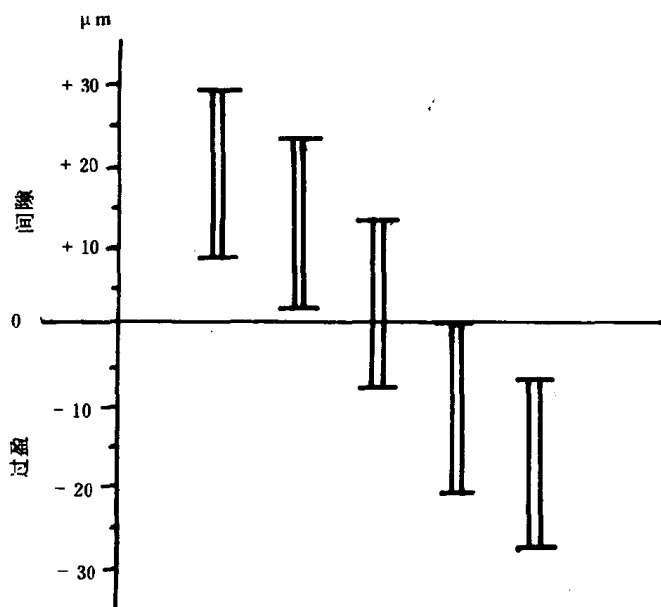


图 1-8 配合公差带图

(2) 基准制

“总论”国标规定了基孔制和基轴制两种基准制(见图1-9)，并规定优先采用基孔制。基孔制是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。基孔制

的孔为基准孔，它为基本偏差代号H，其下偏差为零。基轴制是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。基轴制的轴为基准轴，它为基本偏差代号h，其上偏差为零。基孔制和基轴制都各有三种类型的配合（见图1-9）。

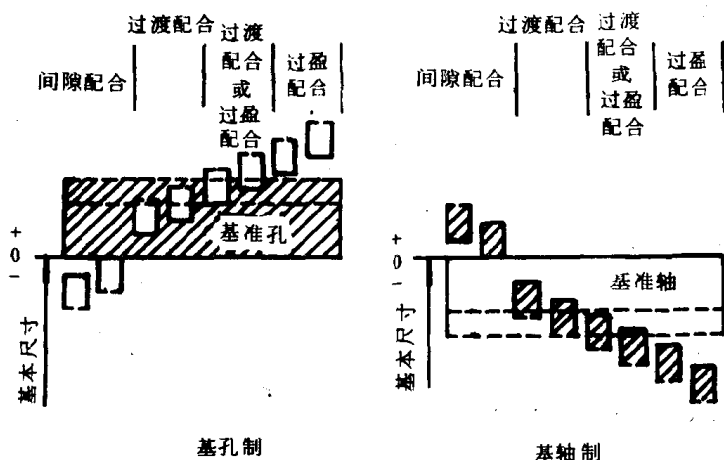


图 1-9 基孔制和基轴制

5. 公差带代号和配合代号

公差带是标准公差与基本偏差的组合。基本偏差代号和标准公差等级一经确定，相应的公差带代号即可确定，即：

公差带代号 = 基本偏差代号 + 公差等级代号

如，孔的公差带H8、V7等，轴的公差带h7、u6等。注有公差的基本尺寸用基本尺寸与公差带代号表示，如 $\phi 45 \text{ H}8$ 、 $\phi 45 \text{ m}7$ 等，亦可表示为 $\phi 50^{+0.039}_{-0}$ 或 $\phi 50 \text{ H}8 (+^{+0.039}_{-0})$ 。

配合的代号由孔、轴公差带代号组成，写成分数形式，分子为孔的公差带，分母为轴的公差带。如基孔制配合， $\phi 50 \frac{\text{H}8}{\text{u}7}$ 或 $\phi 50 \frac{\text{H}8}{\text{u}7}$ ，如基轴制配合， $\phi 50 \frac{\text{U}7}{\text{h}6}$ 或 $\phi 50 \text{ U}7/\text{h}6$ 。凡分子中含有H的均为基孔制配合；分母中含有h的均为基轴制配合。