

(续)

钟表等生产中的小尺寸配合等宜采用基轴制。

为了满足某些配合的特殊需要,还可采用非基准制配合。如与滚动轴承内圈配合的轴,当它与轴承隔套配合时,只能采用非基准制配合。

表 18·2-19 列出了轴的各种基本偏差的应用,供选用基孔制配合时参考。该表所列资料,也适用于同名孔的各种基本偏差(如轴的基本偏差 a、b 与孔的基本偏差 A、B 同名),因而,也可供选用基轴制配合时参考。

表 18·2-20 为《公差与配合》国家标准(GB 1801—79)规定的常用优先配合特性及选用举例,供选用时参考。

表 18·2-19 轴的各种基本偏差的应用

配合	基本偏差	配合特性及应用
间隙配合	a、b	可得到特别大的间隙,应用很少
间隙配合	c	可得到很大间隙,一般适用于缓慢、松弛的动配合,用于工作条件较差(如农业机械),受力变形,或为了便于装配,而必须有较大间隙时。推荐配合为 H11/C11。其较高等级的配合,如 H8/C7 适用于轴在高温工作的紧密动配合,例如内燃机排气阀和导管
	d	一般用于 IT7~11 级,适用于松的转动配合,如密封盖、滑轮、空转皮带轮等与轴的配合。也适用于大直径滑动轴承配合,如透平机、球磨机、轧成型和重型弯曲机及其他重型机械中的一些滑动支承
	e	多用于 IT7~9 级,通常适用于要求有明显间隙,易于转动的支承配合,如大跨距支承,多支点支承等配合,高等级的 e 轴适应于大的、高速重载支承,如涡轮发电机,大的电动机支承等,也适用于内燃机主要轴承,凸轮轴支承、摇臂支承等配合
	f	多用于 IT6~8 级的一般转动配合。当温度差别不大,对配合基本上没影响时,被广泛用于普通润滑油(或润滑脂)润滑的支承,如齿轮箱、小电动机、泵等的转轴与滑动支承的配合
	g	多用于 IT5~7 级,配合间隙很小,制造成本高,除很轻负荷的精密装置外,不推荐用于转动配合,最适合不回转的精密滑动配合,也用于插销等定位配合,如精密连杆轴承、活塞及滑阀、连杆销等

配合	基本偏差	配合特性及应用
间隙配合	h	多用于 IT4~11 级,广泛应用于无相对转动的零件,作为一般的定位配合。若没有温度、变形的影响,也用于精密滑动配合
过渡配合	js	为完全对称偏差($\pm IT/2$),平均起来为稍有间隙的配合,多用于 IT4~7 级,要求间隙比 h 轴配合时小,并允许略有过盈的定位配合,如联轴节、齿圈与钢制轮毂,一般可用手或木锤装配
	k	平均起来没有间隙的配合,适用于 IT4~7 级,推荐用于要求稍有过盈的定位配合,例如为了消除振动的定位配合。一般用木锤装配
	m	平均起来具有不大过盈的过渡配合,适用于 IT4~7 级。一般可用木锤装配,但在最大过盈时,要求相当的压入力
	n	平均过盈比用 m 轴时稍大,很少得到间隙,适用于 IT4~7 级。用锤或压力机装配。通常推荐用于紧密的组件配合。H6/n5 为过盈配合
过盈配合	P	与 H6 或 H7 孔配合时是过盈配合,而与 H8 孔配合时为过渡配合。对非铁类零件,为较轻的压入配合,当需要时易于拆卸。对钢、铸铁或铜-钢组件装配是标准压入配合。对弹性材料,如轻合金等,往往要求很小的过盈,可采用 P 轴配合
	r	对铁类零件,为中等打入配合,对非铁类零件,为轻的打入配合,当需要时可以拆卸。与 H8 孔配合,直径在 $\phi 100\text{mm}$ 以上时为过盈配合,直径小时为过渡配合
	s	用于钢和铁制零件的永久性和半永久性装配,过盈量充分,可产生相当大的结合力。当用弹性材料,如轻合金时,配合性质与铁类零件的 P 轴相当。例如套环压在轴上、阀座等配合。尺寸较大时,为了避免损伤配合表面,需用热胀或冷缩法装配
	t、u、v、x、y、z	过盈量依次增大,除 u 外,一般不推荐

表 18·2-21 为用类比法对间隙或过盈的大小的修正,是针对类比对象的定性资料。

表18-2-20 常用优先配合特性及选用举例

基孔 基轴		装配方法	配合特性及使用条件		应用举例
$\frac{H7}{z6}$		温差法	特重型压入配合	用于承受很大的扭矩或变载、冲击、振动负荷处，配合处不加紧固件，材料的许用应力要求很大	中小型交流电机轴壳上绝缘体和接触环，柴油机传动轴壳体和分电器衬套
$\frac{H7}{y6}$					小轴肩和环
$\frac{H7}{x6}$					钢和轻合金或塑料等不同材料的配合，如柴油机销轴与壳体、气缸盖与进气门座等的配合
$\frac{H7}{v6}$		压入配合	重型压入配合	用于传递较大扭矩，配合处不加紧固件即可得到十分牢固的连接。材料的许用应力要求较大	偏心压床的块块与轴、柴油机销轴与壳体，连杆孔和衬套外径等配合
$\frac{H7}{u6}$	$\frac{U7}{h6}$				车轮轮箍与轮心、联轴器与轴，轧钢设备中的辊子与心轴、拖拉机活塞销和活塞壳、船舵尾轴和衬套等的配合
$\frac{H8}{u7}$					蜗轮青铜轮缘与钢轮心，安全联轴器销轴与套、螺纹车床蜗杆轴衬和箱体孔等的配合
$\frac{H6}{t5}$	$\frac{T6}{h5}$	力机或温差	中型压入配合	不加紧固件可传递较小的扭矩，当材料强度不够时，可用来自代替重型压入配合，但需加紧固件	齿轮孔和轴的配合
$\frac{H7}{t6}$	$\frac{T7}{h6}$				联轴器与轴 含油轴承和轴承座、农业机械中曲柄盘与销轴
$\frac{H8}{t7}$					
$\frac{H6}{s5}$	$\frac{S6}{h5}$				柴油机连杆衬套和轴瓦，主轴承孔和主轴瓦等的配合
$\frac{H7}{s6}$	$\frac{S7}{h6}$				减速机中轴与蜗轮，空压机连杆头与衬套，辊道辊子和轴，大型减速机低速齿轮与轴的配合
$\frac{H8}{s7}$					青铜轮缘与轮心，轴衬与轴承座，空气钻外壳盖与套筒，安全联轴器销钉和套，压气机活塞销和汽缸，拖拉机齿轮泵小齿轮和轴等配合
$\frac{H7}{r6}$	$\frac{R7}{h6}$	轻型压入配合		用于不拆卸的轻型过盈联接不依靠配合过盈量传递摩擦负荷，传递扭矩时要增加紧固件，以及用于以高的定位精度达到部件的刚性及对中性要求	重载齿轮与轴、车床齿轮箱中齿轮与衬套、蜗轮青铜轮缘与轮心，轴和联轴器，可换铰套与铰模板等的配合
$\frac{H6}{p5}$	$\frac{P6}{h5}$				冲击振动的重负荷的齿轮和轴、压缩机十字销轴和连杆衬套、柴油机缸体上口和主轴承瓦，凸轮孔和凸轮轴等配合
$\frac{H7}{p6}$	$\frac{P7}{h6}$				
$\frac{H8}{p7}$		压力机压入	过盈概率 66.8~93.6%	用于可承受很大扭矩、振动及冲击（但需附加紧固件），不经常拆卸的地方。同心度及配合紧密性较好	升降机用蜗轮或皮带轮的轮缘和轮心，链轮轮缘和轮心，高压循环泵缸和套等的配合
$\frac{H6}{n5}$	$\frac{N6}{h5}$		80%		可换铰套与铰模板、增压器主轴和衬套等的配合
$\frac{H7}{n6}$	$\frac{N7}{h6}$		77.7~82.4%		爪型联轴器与轴、链轮轮缘与轮心、蜗轮青铜轮缘与轮心、破碎机等振动机械的齿轮和轴的配合、柴油机泵座与泵缸、压缩机连杆衬套和曲轴衬套、圆柱销与销孔的配合
$\frac{H8}{n7}$	$\frac{N8}{h7}$		58.3~67.6%		安全联轴器销钉和套、高压泵缸和缸套、拖拉机活塞销和活塞套等的配合

(续)

基孔 基轴		装配方法	配合特性及使用条件		应用举例
$\frac{H6}{m5}$	$\frac{M6}{h5}$	铜锤打入	过盈概率	用于配合紧密不经常拆卸的地方。当配合长度大于1.5倍直径时, 用来代替H7/n6, 同心度好	压缩机连杆头与衬套、柴油机活塞孔和活塞销的配合
$\frac{H7}{m6}$	$\frac{M7}{h6}$		50~62.1%		蜗轮青铜轮缘与铸铁轮心、齿轮孔与轴、减速器的轴与圆锥齿轮、定位销与孔的配合
$\frac{H8}{m7}$	$\frac{M8}{h7}$		50~56%		升降机构中的轴与孔, 压缩机十字销轴与座
$\frac{H6}{k5}$	$\frac{K6}{h5}$	手锤打入	46.2~49.1%	用于受不大的冲击载荷处, 同心度仍好, 用于常拆卸部位。为广泛采用的一种过渡配合	精密螺丝车床床头箱体孔和主轴前轴承外圈的配合
$\frac{H7}{k6}$	$\frac{K7}{h6}$		41.7~45%		机床不滑动齿轮和轴、中型电机轴与联轴器或带轮, 减速器蜗轮与轴、齿轮和轴的配合
$\frac{H8}{k7}$	$\frac{K8}{h7}$		41.7~54.2%		压缩机连杆孔与十字头销, 循环泵活塞与活塞杆
$\frac{H6}{js5}$	$\frac{Js6}{h5}$	手或木锤装卸	19.2~21.1%	用于频繁拆卸同心度要求不高的地方, 是最松的一种过渡配合, 大部分都将得到间隙	木工机械中轴与轴承的配合
$\frac{H7}{js6}$	$\frac{Js7}{h6}$		18.8~20%		机床变速箱中齿轮和轴、精密仪表中轴和轴承、增压器衬套间的配合
$\frac{H8}{js7}$	$\frac{Js8}{h7}$		17.4~20.8%		机床变速箱中齿轮和轴, 轴端可卸下的皮带轮和手轮、电机机座与端盖等的配合
$\frac{H6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	加油后用螺旋进	配合间隙较小, 能较好的对准中心, 一般多用于常拆卸或在调整时需移动或转动的联接处, 或工作时滑移较慢并要求较好的导向精度的地方, 和对同心度有一定要求通过紧固件传递扭矩的固定联接处	剃齿机主轴与剃刀衬套、车床尾座体与套筒、高精度分度盘轴与孔、光学仪器中变焦距系统的孔轴配合。	机床变速箱的滑移齿轮和轴、离合器与轴、钻床横臂与立柱、风动工具活塞与缸体、往复运动的精导向的压缩机连杆孔和十字头、定心的凸缘与孔的配合
$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$				
$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H8}{h8}$		间隙定位配合、适用于同心度要求较低、工作时一般无相对运动的配合及负载不大, 无振动、拆卸方便, 加键可传递扭矩的情况	安全接销钉和套、一般齿轮和轴、带轮和轴、螺旋搅拌器叶轮与轴、离合器与轴、操纵件与轴、拨叉和导向轴、滑块和导向轴、减速器油尺与箱体孔, 剖分式滑动轴承壳和轴瓦、电动机座上口和端盖	起重链轮与轴、对开轴瓦与轴承座两侧的配合、连接端盖的定心凸缘、一般的铰接、粗糙机构中拉杆、杠杆等配合
$\frac{H9}{h9}$	$\frac{H9}{h9}$				
$\frac{H10}{h10}$	$\frac{H10}{h10}$	手螺旋进	具有很小间隙、适用于有一定相对运动、运动速度不高并且精密定位的配合, 以及运动可能有冲击但又能保证零件同心度或紧密性的配合	光学分度头主轴与轴承、刨床滑块与滑槽	精密机床主轴与轴承、机床传动齿轮与轴、中等精度分度头主轴与轴套、矩形花键定心直径、可换钻套与钻模板、柱塞燃油泵的轴承壳体与销轴、拖拉机连杆衬套与曲轴的配合
$\frac{H7}{g6}$	$\frac{G7}{h6}$				
$\frac{H8}{g7}$	$\frac{G7}{h7}$				

(续)

基孔	基轴	装配方法	配合特性及使用条件	应用举例
$\frac{H6}{f5}$	$\frac{F6}{h5}$	手推滑进	具有中等间隙, 广泛适用于普通机械中转速不大用普通润滑油或润滑脂润滑的滑动轴承, 以及要求在轴上自由转动或移动的配合场合	精密机床中变速箱、进给箱的转动件的配合, 或其他重要滑动轴承、高精度齿轮轴套与轴承衬套、柴油机的凸轮轴与衬套孔等的配合
$\frac{H7}{f6}$	$\frac{F7}{h6}$			爪型离合器与轴、机床中一般轴与滑动轴承、机床夹具、钻模、镗模的导套孔, 柴油机机体套孔与汽缸套, 柱塞与缸体等的配合
$\frac{H8}{f7}$	$\frac{F8}{h7}$			中等速度、中等负荷的滑动轴承, 机床滑移齿轮与轴, 蜗轮减速器的轴承端盖与孔, 离合器活动爪与轴
$\frac{H8}{f8}$	$\frac{F8}{h8}$		配合间隙较大, 能保证良好润滑, 允许在工作中发热, 故可用于高转速或大跨度或多支点的轴和轴承以及精度低, 同心度要求不高的在轴上转动零件与轴的配合	滑块与导向槽, 控制机构中的一般轴和孔, 支承跨距较大或多支承的传动轴和轴承的配合
$\frac{H9}{f9}$	$\frac{F9}{h9}$			安全联轴器轮毂与套, 低精度含油轴承与轴、球体滑动轴承与轴承座及轴, 链条张紧轮或皮带导轮与轴, 柴油机活塞环与环槽宽等配合
$\frac{H8}{e7}$	$\frac{E8}{h7}$	手轻推进	配合间隙较大, 适用于高转速载荷不大、方向不变的轴与轴承的配合, 或是中等转速但轴跨度长或三个以上支点的轴与轴承的配合	汽轮发电机、大电动机的高速轴与滑动轴承, 风扇电机的销轴与衬套
$\frac{H8}{e8}$	$\frac{E8}{h8}$			外圆磨床的主轴与轴承、汽轮发电机轴与轴承、柴油机的凸轮轴与轴承, 船用链轮轴, 中小型电机轴与轴承、手表中的分轮、时轮轮片与油套的配合
$\frac{H9}{e9}$	$\frac{E9}{h9}$		用于精度不高且有较松间隙的转动配合	粗糙机构中衬套与轴承圈、含油轴承与座的配合
$\frac{H8}{d8}$	$\frac{D8}{h8}$		配合间隙比较大、用于精度不高, 高速及负载不高的配合或高温条件下的转动配合, 以及由于装配精度不高而引起偏斜的连接	机车车辆轴承、缝纫机梭摆与梭床空压机活塞环与环槽宽度的配合
$\frac{H9}{d9}$	$\frac{D9}{h9}$			通用机械中的平键连接、柴油机活塞环与环槽宽、空压机活塞与压杆, 印染机械中气缸活塞密封环, 热工仪表中精度较低的轴与孔、滑动轴承及较松的皮带轮与轴的配合

表18-2-21 用类比法对间隙或过盈大小的修正

具体情况	过盈应 增或减	间隙应 增或减	具体情况	过盈应 增或减	间隙应 增或减
材料许用应力小	减	—	装配时可能歪斜	减	增
经常装卸	减	—	旋转速度较高	增	增
有冲击载荷	增	减	有轴向运动	—	增
工作时, 孔的温度高于轴的	增	减	润滑油粘度大	—	增
工作时, 轴的温度高于孔的	减	增	表面较粗糙	增	减
配合长度较大	减	增	装配精度高	减	减
形位误差大	减	增	粉尘大	—	增

5.3 影响选择公差与配合的其他因素

5.3.1 工作温度偏离标准温度引起的变化

国家标准规定的公差数值是以标准温度(20°C)为准,图样上标注的公差、偏差亦以此温度为准。但工件工作时,尤其是当孔、轴温差较大时,或其线膨胀系数相差较大时,应考虑工作温度偏离标准温度引起的变化。除非另有说明,一般应按工作时的配合要求,换算为20°C时的配合,把公差带、极限偏差和配合标注在图样上。

例 有铝制活塞与钢制缸体相配合,基本尺寸 D 为 $\phi 150\text{mm}$,缸体孔的工作温度 t_H 为110°C,活塞的工作温度 t_s 为180°C,钢的线膨胀系数为 $\alpha_H = 12 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$,铝的线膨胀系数为 $\alpha_s = 24 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$,要求工作时的间隙在0.1~0.3mm之内,试选择配合。

解 由此温差而引起的间隙变化量为

$$\begin{aligned} \Delta_s &= D[\alpha_H(t_H - 20) - \alpha_s(t_s - 20)] \\ &= 150[12 \times 10^{-6}(110 - 20) - 24 \\ &\quad \times 10^{-6}(180 - 20)] \\ &= -0.414 \text{ mm} \end{aligned}$$

即在上述工作温度情况下,间隙要比标准温度时的间隙减小0.414mm。为此,标准温度下的间隙应为

$$X_{\min} = 0.1 + 0.414 = +0.514 \text{ mm}$$

$$X_{\max} = 0.3 + 0.414 = +0.714 \text{ mm}$$

由配合公差 $T_f = T_H + T_s = X_{\max} - X_{\min} = 0.714 - 0.514 = 0.2\text{mm}$,取 $T_H = T_s = \frac{0.2}{2} = 0.1\text{mm}$,由

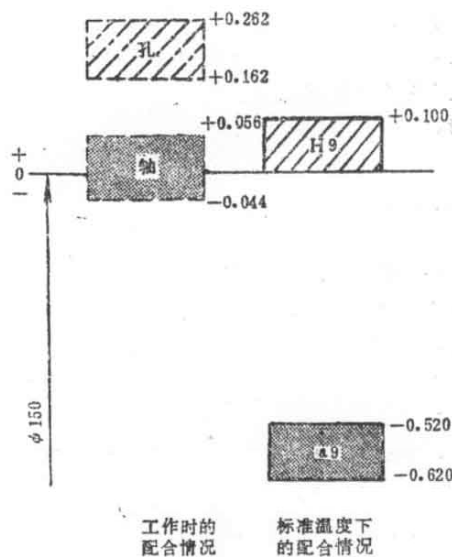
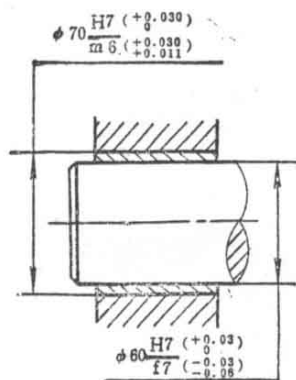


图18-2-20 公差带图

标准公差参数表(表18-2-2)可知,它们相当于IT9。

由其最小间隙为0.514mm,可在基孔制配合中取轴的基本偏差代号为a,故其配合可用 $\phi 150 \text{ H9/a9}$ 。图18-2-20为其公差带图。

5.3.2 装配引起的变化

在机械结构中,常遇到因装配因素而引起配合的变化。如图18-2-21左侧所示的结构,套筒外表面与机体孔的配合为 $\phi 70 \text{ H7/m6}$,套筒内表面与轴的配合为 $\phi 60 \text{ H7/f7}$,它们的公差带图见图18-2-21右侧。由于套筒外表面与机体孔配合的最大过

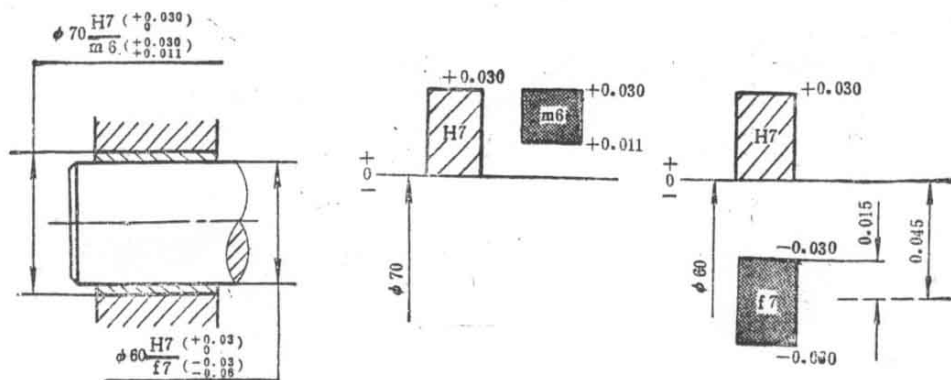


图18-2-21 套筒结构与公差带图

盈量为0.03mm, 其内孔可能收缩0.045mm (假定内孔收缩量为过盈量的1.5倍)。而原定套筒内孔与轴配合的最小间隙量为0.03mm, 因此, 在这种情况下就会使此套筒内孔与轴之间产生0.015mm的过盈, 改变了原来要求的间隙配合性质。为使套筒内孔与轴仍具有间隙配合的性质, 就要将套筒内孔的公差带上移或使轴的公差带下移, 也可将套筒装入机体内再按 $\phi 60H7$ 加工它的内孔。

一般情况下, 装配图样上标注的配合都是指装配之后的要求, 为此, 当遇到装配因素会引起配合变化时, 应采取相应措施予以解决。

5.3.3 尺寸分布特性引起的变化

孔、轴尺寸随机误差的分布状况对配合效果有影响。如图18-2-22所示的配合 $\phi 50H7/js6$, 若孔、轴尺寸的随机误差均为正态分布, 且分布中心与公差带的中心相重合, 则其平均间隙量为 $13.5\mu\text{m}$, 亦即这种配合间隙量为 $13\mu\text{m}$ 时的概率密度最大, 这种配合的间隙概率大于过盈的概率。若孔、轴尺寸随机误差的分布曲线均偏向其最大实体尺寸一边, 如图中虚线所示, 则孔的尺寸均值减去轴的尺寸均值为负数, 亦即为过盈, 其配合过盈的概率超过间隙的概率。即同为 $\phi 50H7/js6$ 配合, 由于孔、轴尺寸随机误差分布的不同, 后者要比前者偏紧较多。

为了控制孔、轴尺寸随机误差分布特性, 采用统计尺寸公差是一种有效的方法。

5.3.4 精度储备

为了保持机器、仪器良好的工作精度, 延长其

使用寿命, 在选择公差与配合时, 需要建立“精度储备”的概念。

精度储备可用精度储备系数 K_T 衡量:

$$K_T = T_F / T_K \quad (18.2-1)$$

式中 T_F ——功能公差, 即由功能要求确定的, 在使用寿命内某一参数的最大允许变动量

T_K ——制造公差

显然 K_T 应大于1, 国外一些公司多取 $K_T = 2$ 。 T_K 用于限定加工、测量和装配等各种误差; T_F 除包括限定这些误差外, 还要限定磨损、变形等各种使用因素所造成的误差。使 $K_T > 1$ 有利于在较长的使用寿命内保持机器、仪器及其零部件的工作性能。

精度储备可用于整台机器、仪器的使用性能指标, 可用于配合, 亦可用于零件某个功能尺寸。如一台新磨床主轴的径向圆跳动公差为 0.005mm , 而该磨床在其使用寿命内的主轴径向圆跳动允许为 0.01mm , 则其精度储备系数 $K_T = \frac{0.01}{0.005} = 2$;

某一间隙配合, 其功能配合公差为 0.05mm , 配合孔、轴的制造公差之和设为 0.034mm , 若不考虑装配误差等, 则 $K_T = \frac{0.05}{0.034} \approx 1.5$ 。

对于间隙配合, 用 $X_{\max F}$ 与 $X_{\min F}$ 表示功能最大间隙与功能最小间隙, 则

$$K_T = \frac{X_{\max F} - X_{\min F}}{T_H + T_s} \quad (18.2-2)$$

当按标准选择配合时, 往往不能使所选配合的最小间隙 $X_{\min}$ 恰好等于 $X_{\min F}$, 通常应使 $X_{\min} > X_{\min F}$ 。这时

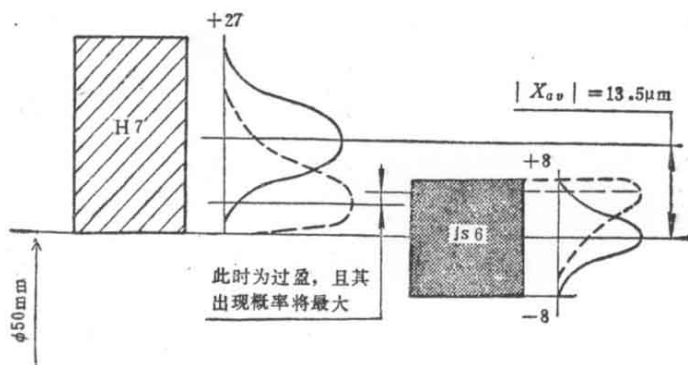


图18.2-22 过渡配合孔、轴尺寸随机误差分布

$$K_T = \frac{X_{\max P} - X_{\min}}{T_H + T_s} \quad (18-2-3)$$

有时为了增大磨损储备,又考虑到当尺寸随机误差符合正态分布时, $X_{\min}$ 出现的概率很小,也允许 $X_{\min} < X_{\min P}$ 。但若用概率法计算的最小间隙 $X_{\min}$ 应大于或接近于 $X_{\min P}$ 。

当磨损速度一定时,若同一配合中某一孔、轴结合的间隙接近于 $X_{\min P}$,其寿命最长,若接近于

$X_{\max P}$, 则其寿命最短。

以所选配合的平均间隙 X_{av} 代表所选的配合性质时,则其使用寿命可用 τ 表示

$$\tau = \frac{X_{\max P} - X_{av}}{X_{\max P} - X_{\min P}}$$

τ 在 0~1 之间, τ 值愈大,寿命愈长, τ 值愈小,寿命愈短。