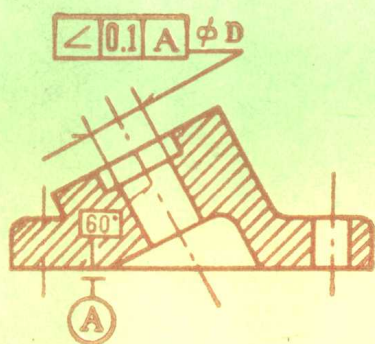


公差与配合

高中级技术培训教材



辽宁省职工教材编审委员会
主 编

301

工 人 出 版 社

TG801

20

高、中级技术培训教材

公差与配合

辽宁省职工教育教材编审委员会主编

工人出版社

编 著 者：王汉文 姜延义 赵淑芷

主 审 者：俞汉清

责任编辑：腾 骧 杨集志

高中级技术培训教材

公差与配合

辽宁省职工教育教材编审委员会主编

工人出版社出版（北京安外六铺炕）

辽宁省新华书店发行

沈阳市人民印刷厂印刷

开本787×1092毫米1/16 印张：17.625 字数：405千字

1985年9月第1版 1985年9月第1次印刷

印数：1—15,000册

统一书号：15007·12

定价：3.00元

前 言

本书是在收集我国有关公差配合方面的最新标准的基础上，特为三级至八级机械制造工人和技工学校、职工学校、中等专业学校而编写的一本教材，共分八章。我们是按照由浅入深、由简到繁的顺序逐步阐述的。如：光滑圆柱体公差与配合；形状与位置公差；表面粗糙度；键的公差与配合；滚动轴承的公差与配合；螺纹公差配合；渐开线圆柱齿轮传动公差等。书中还备有复习题和附录表格，便于学习与巩固。

本书在编写过程中，得到东北工学院、汽车发动机总厂、省机电局标准化情报所、五三厂有关同志的支持和帮助。本书由李文敏、孙戈、张敬民和姚俊四位同志审阅。定稿后又经机械工业部标准化研究所俞汉清、于源等同志审阅。本书在收集资料的过程中，曾得到许多单位的热情支援。在此向为本书作过帮助的所有同志们致以衷心谢意！

由于我们水平有限，对标准理解的深度不够深刻，书中难免存在不足之处，敬请读者批评指正。

第一章 绪 论

第一节 互换性在国民经济中的作用	1
第二节 加工误差与公差	2
第三节 公差与配合标准概况	2
第四节 学习和贯彻新标准是当前的迫切任务	3

第二章 光滑圆柱体公差与配合

第一节 基本术语及定义	5
第二节 公差与配合标准	11
第三节 优先、常用和一般配合	29
第四节 公差配合的标注	33
第五节 未注公差尺寸的极限偏差	34
第六节 公差与配合的选择	35
第七节 新旧标准对照	45
第八节 光滑工件尺寸的检验	47
第九节 光滑极限量规	54

第三章 形状和位置公差

第一节 形位公差术语及定义	62
第二节 形状公差术语及定义	74
第三节 位置公差术语及定义	81
第四节 公差原则及应用	97
第五节 形位公差的标注方法	104
第六节 形位公差的公差值	110
第七节 各种加工方法所能达到的形位公差等级	115
第八节 形位公差的检测	118

第四章 表面粗糙度

第一节 表面粗糙度的概念及对使用性能的影响	128
第二节 表面粗糙度的构成	130
第三节 表面粗糙度代(符)号及其标注方法	136
第四节 表面粗糙度参数的选用	145
第五节 表面粗糙度与表面光洁度之间的关系	146

第五章 键的公差与配合

第一节 键联结概述	147
-----------	-----

第二节	单键联结公差与配合	147
第三节	花键公差	151
第四节	圆柱轴用内径定心矩形花键一尺寸、公差和检验	158
第六章 滚动轴承的公差与配合		
第一节	外型尺寸、公差和偏差符号	166
第二节	滚动轴承精度	168
第三节	轴与壳体孔公差配合及表面粗糙度的确定	179
第七章 螺纹公差配合		
第一节	普通螺纹术语定义与几何参数	183
第二节	普通螺纹基本直径、螺距系列与牙型的尺寸	186
第三节	螺纹几何要素误差对螺纹互换性的影响	191
第四节	普通螺纹公差与配合	195
第五节	梯形螺纹公差	200
第八章 渐开线圆柱齿轮传动公差		
第一节	对齿轮传动的使用要求	207
第二节	齿轮加工误差的来源及其特性	208
第三节	齿轮误差与公差	210
第四节	齿轮副侧隙	219
第五节	齿轮副的检验	223
第六节	圆柱齿轮精度等级与检验组	225
第七节	圆柱齿轮精度适用范围	233
复习题		235
附 录		
一、	尺寸公差与配合部分	240
二、	形位公差部分	247
三、	表面粗糙度部分	250
四、	键公差部分	253
五、	滚动轴承公差部分	258
六、	螺纹公差部分	262
七、	圆柱齿轮传动公差部分	266
主要参考文献		276

第一章 绪 论

机器制造业是担负着为国民经济提供技术装备的部门。尽快地生产出质量高、数量多的机器设备，是四个现代化向机械制造业提出的光荣而迫切的任务。为了完成这一任务，必须按照互换性的原则，将机械行业组织起来，实现专业化大协作，进行社会化生产。

第一节 互换性在国民经济中的作用

互换性原则在国民经济中，具有极其重要意义。在机器设备的设计、制造、使用与维修的过程中，互换性时刻发挥着它的作用。

正是由于具有大量的能互换的标准零件、标准部件和标准结构，才简化了许多设计工作量。

按照互换性原则，将各行业中的机器零件进行分类与集中，使同类零件批量增加，这样才有可能在一个车间、工厂使用专用机床、刀具、夹具和量具，使产品产量提高，质量容易保证；当各类零件、部件制造完成后，再集中到某装配车间、工厂进行装配，容易实现流水线与自动线的生产方式。这种专业化的生产形式，效率高、成本低。对于机器设备，定期更换易损的具有互换性的备品备件，不仅能保证机器设备正常运转，而且还能延长其使用寿命，充分发挥设备的潜力。

综上所述，机器设备由设计到使用的整个过程中，互换性原则发挥了巨大的作用。它保证机器制造业低成本、高质量、高速度地为四化建设生产出必需的机械产品，并使其最大限度地发挥出应有的潜力，不断地为国民经济创造出物质财富。

什么是互换性原则呢？互换性原则是机器中的零件与部件按照规定的精度要求制造，在加工好的同一批零件或部件中，任取其一，不需修配，便能顺利地装配成机器，并完全符合预定的性能要求。

按照互换性原则生产出的零件、部件，具有互换性。互换性包括几何形状、机械性能和理化方面的指标。本书仅就几何方面互换性予以阐述，这只不过是互换性的一部分。

互换性有完全互换性和不完全互换性的区分。一般在成批大量生产时，采用完全互换性；当精度很高时则采用不完全互换性生产。单件小批生产，多采用不完全互换性或修配法生产。

第二节 加工误差与公差

机械零件的尺寸和几何形状,是经过机械加工而获得的。由于操作者的技术水平不同,机床精度、刀具、夹具、量具等多种因素的影响,使加工出的机器零件尺寸与几何形状,不会完全相同。我们把偏离给定尺寸与几何形状的数值,称为加工误差。如果加工误差在允许的范围内,便是合格品。允许的加工误差称为公差。公差的大小与零件的成本紧密相关,正确合理地确定公差值是设计者、制造者非常关心的问题。

第三节 公差与配合标准概况

一、公差配合标准的意义

公差主要反映机器零件使用与制造之间的矛盾,配合反映组成机器的零件之间的矛盾。公差与配合决定了机器零部件间相互配合的条件和状况,直接影响产品的精度、性能和使用寿命,它是评定产品的重要技术指标。公差与配合的标准化,是使机器制造业广泛组织专业化协作生产,实现互换性的一个基本条件。对机器制造业,它不仅是进行产品设计、工艺设计和制订各项标准的基础,而且直接影响刀、夹、量具的品种、规格,又是检验等各项环节的重要依据。由于公差配合标准应用广泛,影响深远,所以国际上公认它是特别重要的基础标准之一。

二、我国公差配合发展概况

公差配合的产生、建立和发展,是由生产决定的,并与社会的政治经济条件紧密相联系。纵观其变化,大体可分为公差制的萌芽、初期公差制、旧公差制和国际公差制四个阶段。

解放前,我国的工业不发达,采用的公差制度很不统一,有德国标准、日本标准、美国标准、英国标准以及国际标准等。解放后,我国公差制逐步采用了苏联GCT公差制。一九五九年颁布了我国的《公差与配合》(GB159—174—59)标准,之后陆续制订了各种结合件的公差配合标准,基本上适应了当时国民经济发展的需要。为了提高我国标准化水平,满足四化建设需要,扩大国际间技术交流及进出口贸易、振外与引进新技术,一九七八年我国参加了国际标准化组织,参照ISO标准,我国陆续修订了国家有关标准,这是我国公差体制上的一次较大的变动。

三、已经颁布的新标准及标准号

1、公差与配合标准

公差与配合 总论 标准公差与基本偏差(GB1800—79); 公差与配合 尺寸至500毫米孔、轴公差带及配合(GB1801—79); 公差与配合 尺寸大于500—3150毫米常用孔、轴公差带(GB1802—79); 公差与配合 尺寸至18毫米孔、轴公差带(GB1803—79); 公差与配合 未注公差尺寸的极限偏差(GB1804—79)。

2、光滑极限量规 (GB1957—81)

3、光滑工件尺寸的检验 (GB3177—82)；“光滑工件尺寸的检验”使用指南 (JB/Z181—82)。

4、形位公差标准

形状和位置公差 代号及其注法 (GB1182—80)；形状和位置公差术语及定义 (GB1183—80)；

形状和位置公差 未注公差的规定 (GB1184—80)；形状和位置公差 检测的规定 (GB1958—80)。

5、表面粗糙度

表面粗糙度 术语 表面及其参数 (GB3505—83)；表面粗糙度 代(符)号及其注法 (GB131—83)；

表面粗糙度参数及其数值 (GB1031—83)。

6、滚动轴承公差

滚动轴承 装配倒角极限 (GB274—82)；滚动轴承公差 (GB307.1)；滚动轴承公差的测量方法 (GB307.2)；滚动轴承 一般技术要求 (GB307.3)；滚动轴承 钢球 (GB308)；滚动轴承 滚针 (GB309)；滚动轴承 圆柱滚子 (GB)；滚动轴承 径向游隙 (GB)；滚动轴承 公差定义 (GB4199—84)；滚动轴承与轴和外壳的配合 (GB275—84) 此外，滚动轴承还有四项机标 (JB3034—82；JB3371—83；JB3573—84；JB3574—84)。

7、普通螺纹标准与公差

普通螺纹 基本牙型 (GB192—81)；普通螺纹 直径与螺距系列 (GB193—81)；普通螺纹 基本尺寸 (GB196—81)；普通螺纹 公差与配合 (GB197—81)；普通螺纹 偏差表 (GB2516—81)；普通螺纹 术语 (GB2515—81)。机床梯形螺纹丝杠、螺母精度 (JB2886—81)。

8、键与键槽的剖面尺寸及公差

平键和楔键及剖面尺寸及公差共计有12个标准，即GB1095~1101和GB1563~1568~79，不一一列举了。

9、圆柱齿轮传动公差

渐开线圆柱齿轮精度 (JB179—83)。

第四节 学习和贯彻新标准是当前的迫切任务

考虑到生产发展的需要，采用国际公差制，陆续修订我国有关标准，这在我国公差史及标准化方面，是个突飞猛进的变化。目前有关单位都在积极学习、贯彻中。机械工业部，根据前段采用国际标准中提出的问题，已经明确以下三个目标：

从一九八三年开始，凡评定为国家优质产品或部优质产品的，必须达到国际标准。过去已评定为国家优质产品的，要分期分批复查，达不到国际标准的，要限期达到，否

则撤消国家优质产品称号。一九八三年以后研制新产品，必须采用国际标准。凡国际标准高于国家标准或部颁标准的，一律采用国际标准。国家标准、部颁标准中某些指标高于国际标准的，要就高不就低。

在学习新标准的同时，一定要与技术改革、技术引进、产品更新换代、科技攻关等工作紧密结合起来，为加速提高质量，增加品种，提高经济效益，为振兴中华机器制造业，赶超世界先进水平作出贡献。

第二章 光滑圆柱体公差与配合

我国一九七九年颁布的公差与配合标准制，基本上是按着国际标准（ISO）公差制而制定的。它不仅包括公差与配合制，还包括测量制与检测制，是一个较完整的公差体制。

第一节 基本术语及定义

一、尺寸的术语及定义

1、尺寸

尺寸是用特定单位表示长度值的数字。它由数字和长度单位组成。包括直径、长度、宽度、高度、厚度、中心距以及圆角半径等。在图样上一般用毫米为单位，为简化绘图工作量，只标注数字，可不标注长度单位。

2、轴和孔

孔主要是指圆柱形的内表面，也包括其它内表面中由单一尺寸所确定的部分。如图2—1 (a)中 $\phi 30$ 的孔、图2—1 (c)中键槽的两侧面由单一尺寸8所确定的部分。

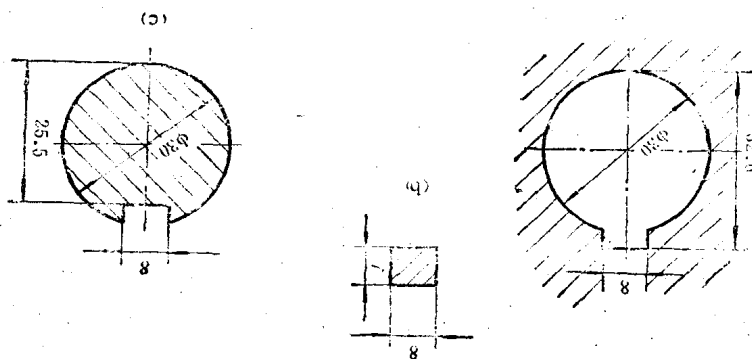


图 2—1

轴主要是指圆柱形的外表面，也包括其它外表面中由单一尺寸确定的部分。如图2—1 (b) 键宽8和键高7以及图2—1 (c) 中轴槽深25.5，都称为轴。

3、基本尺寸

设计给定的尺寸称为基本尺寸。基本尺寸是设计工作者根据零件的使用要求，零件在机器中所起的作用，通过强度、刚度的计算或用经验数据所确定的尺寸。该尺寸应符合标准直径或标准长度。它是确定极限尺寸和极限偏差的起始尺寸。它只表示该尺寸的基本大小，并不是在实际加工要求得到的尺寸。

4、实际尺寸

通过测量所得的尺寸称为实际尺寸。由于存在测量误差，所以实际尺寸并不是尺寸的真值。

5、极限尺寸

极限尺寸是允许尺寸变化的两个界限值。它是以基本尺寸为基准来确定的。两个界限值中，较大的一个称为最大极限尺寸，较小的一个称为最小极限尺寸。

二、公差与偏差的术语及定义

1、尺寸偏差

尺寸偏差简称偏差。它是指某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差。最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为上偏差(孔的上偏差用 ES ，轴的上偏差用 es 表示)；最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为下偏差(孔的下偏差用 EI ，轴的下偏差用 ei 表示)。即：

上偏差 (ES 或 es) = 最大极限尺寸 - 基本尺寸；

下偏差 (EI 或 ei) = 最小极限尺寸 - 基本尺寸。

上偏差与下偏差统称为极限偏差。偏差可以为正值、负值，也可为零，如图2—2所示。

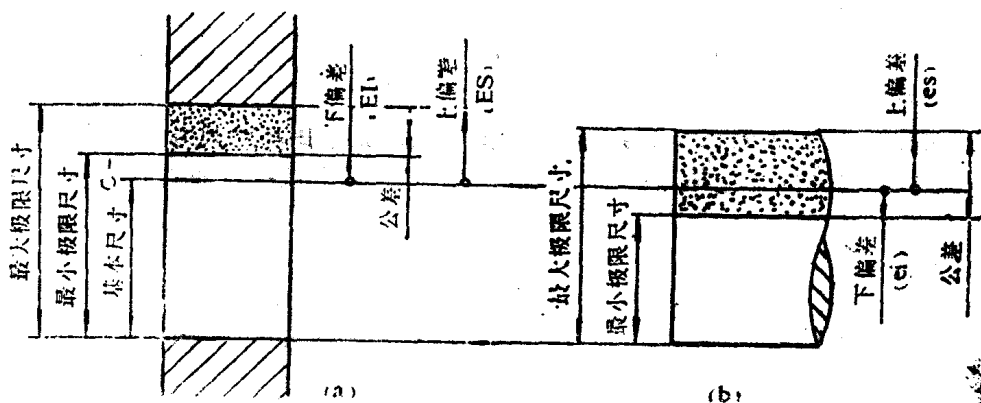


图 2—2

实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差。实际偏差具有与实际尺寸相同的性质。用实际偏差代替实际尺寸主要是为了计算方便。由于实际尺寸可能大于、小于或等于其基本尺寸，所以实际偏差可以为正值、负值，也可以为零。

2、尺寸公差

尺寸公差简称公差。尺寸公差是允许尺寸的变动量。公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸的代数差的绝对值，也等于上偏差与下偏差的代数差的绝对值。公差永为正值，其计算公式如下：

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

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

例 已知基本尺寸为 $\phi 100 \text{ mm}$ ，最大极限尺寸为 $\phi 100.020 \text{ mm}$ ，最小极限尺寸为 $\phi 99.985 \text{ mm}$ ，试计算偏差与公差。

解 上偏差 (ES或es) = 最大极限尺寸—基本尺寸

$$= 100.020 - 100 = +0.020 \text{ mm},$$

下偏差 (EI或ei) = 最小极限尺寸—基本尺寸

$$= 99.985 - 100 = -0.015 \text{ mm},$$

公差 = |最大极限尺寸—最小极限尺寸|

$$= |100.020 - 99.985| = 0.035 \text{ mm}$$

或 公差 = |上偏差—下偏差|

$$= |0.020 - (-0.015)| = 0.035 \text{ mm}.$$

公差与偏差示意图, 如图2—2所示。

3、零 线

在公差与配合图解中 (简称公差带图), 确定偏差的一条基准直线, 即零偏差线, 称为零线, 如图2—3所示。通常零线表示基本尺寸。

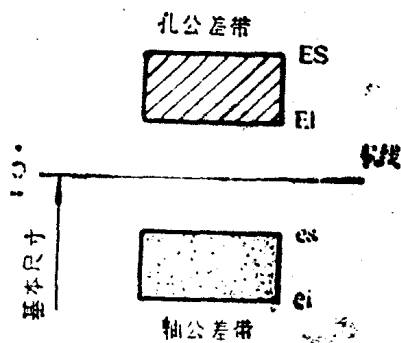


图2—3

4、尺寸公差带

在公差带图中, 由代表上偏差和下偏差的两条直线所限定的一个区域, 称为尺寸公差带, 简称公差带。如图2—3所示, 零线上方为正偏差 (+), 零线下方为负偏差 (-)。

5、基本偏差

基本偏差是用来确定公差带相对于零线位置的极限偏差 (上偏差或下偏差)。在一般情况下, 标准规定的基本偏差是距离零线较近的极限偏差。即当尺寸公差带在零线以上时, 规定以下偏差 (EI或ei) 作为基本偏差; 当尺寸公差带在零线以下时, 规定以上偏差 (ES或es) 作为基本偏差; 当公差带对称分布在零线上方和下方时, 其基本偏差规定为上偏差或下偏差, 如图2—4所示。

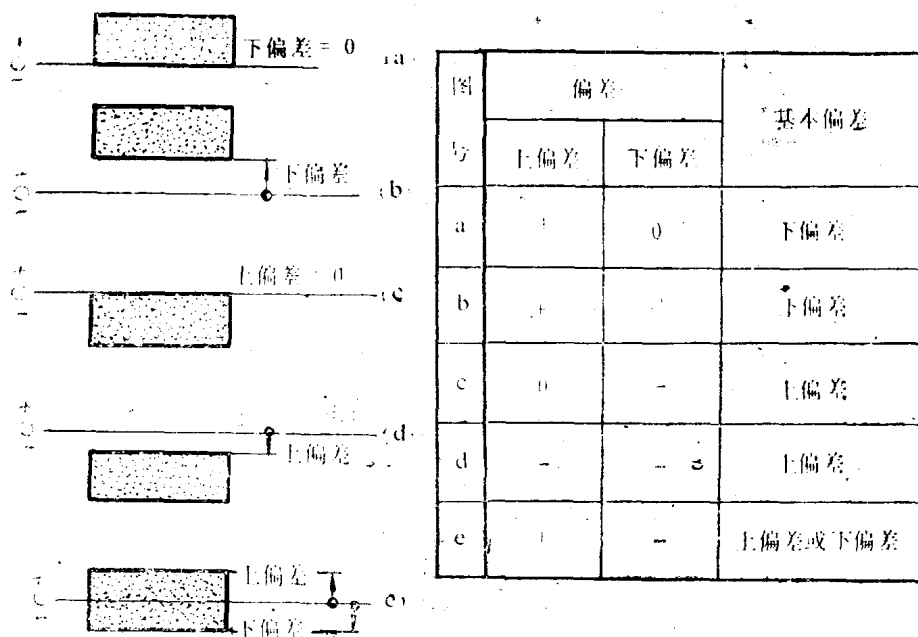


图 2—4

三、配合的术语及定义

1、配合

基本尺寸相同的相互结合的孔和轴公差带之间的关系称为配合。例如，基本尺寸为 $\phi 30$ 的孔和轴相互结合，由于公差带大小和位置不同，结合后就会产生松紧程度不同，这种关系工程上就称为配合。

配合性质可能出现间隙或过盈。当孔与轴配合时，孔的尺寸减去相配合轴的尺寸，所得的代数差值为正时，称为间隙，为负时称为过盈。

2、间隙配合

孔与轴配合具有间隙。这时孔的公差带在轴的公差带之上，孔、轴公差带不重合，称为间隙配合。孔的尺寸减去相配合轴的尺寸，其差值为正（包括最小间隙等于零）。间隙的大小将随着孔与轴的实际尺寸而改变。

最大间隙（ $X_{\max}$ ）等于孔的最大极限尺寸，减去轴的最小极限尺寸所得的代数差。

最小间隙（ $X_{\min}$ ）等于孔的最小极限尺寸，减去轴的最大极限尺寸，所得的代数差。

由于孔轴配合的基本尺寸相同，因此可以用孔、轴的极限偏差计算最大和最小间隙或过盈。

最大间隙（ $X_{\max}$ ）或最小过盈（ $Y_{\min}$ ）等于孔的上偏差减去轴的下偏差所得的代数差。

最小间隙（ $X_{\min}$ ）或最大过盈（ $Y_{\max}$ ）等于孔的下偏差减去轴的上偏差所得的代数差。

允许间隙或过盈的变动量，称为配合公差。对于间隙配合的配合公差，等于最大间隙与最小间隙的代数差的绝对值，即 $|X_{\max} - X_{\min}|$ ；也等于相互配合的孔公差与轴公差之和。

例 已知 $\phi 100 \begin{smallmatrix} +0.035 \\ 0 \end{smallmatrix}$ 的孔与 $\phi 100 \begin{smallmatrix} -0.036 \\ -0.071 \end{smallmatrix}$ 的轴相配合，试计算最大间隙($X_{\max}$)、最小间隙($X_{\min}$)和配合公差，并画出公差带图。

解 最大间隙 $X_{\max}$ = 孔最大极限尺寸 - 轴最小极限尺寸
 $= 100.035 - 99.929 = 0.106 \text{ mm}$;

最小间隙 $X_{\min}$ = 孔最小极限尺寸 - 轴最大极限尺寸
 $= 100 - 99.964 = 0.036 \text{ mm}$ 。

或：
 $X_{\max}$ = 孔的上偏差 - 轴的下偏差
 $= 0.035 - (-0.071) = 0.106 \text{ mm}$;

$X_{\min}$ = 孔的下偏差 - 轴的上偏差
 $= 0 - (-0.036) = 0.036 \text{ mm}$ 。

间隙配合的配合公差 = $|X_{\max} - X_{\min}|$
 $= |0.106 - 0.036| = 0.070 \text{ mm}$;

或
 间隙配合的配合公差 = 孔公差 + 轴公差 = $0.035 + 0.035$
 $= 0.070 \text{ mm}$ 。

图 2—5 所示为公差带图（间隙配合）。

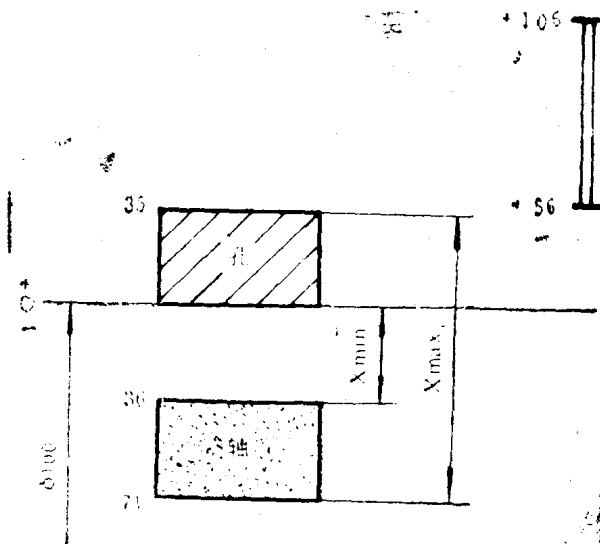


图 2—5

3、过盈配合

孔与轴配合具有过盈。这时孔的公差带在轴的公差带之下，孔、轴公差带不重合，称为过盈配合。孔的尺寸减去相配合轴的尺寸，其差值为负（包括最小过盈等于零）。过盈的大小，将随着孔与轴的实际尺寸的变化而改变。

最大过盈($Y_{\max}$)等于孔的最小极限尺寸减去轴的最大极限尺寸所得的代数差。

最小过盈($Y_{\min}$)等于孔的最大极限尺寸减去轴的最小极限尺寸所得的代数差。

对于过盈配合公差, 等于最小过盈与最大过盈的代数差的绝对值, 即 $|Y_{\min} - Y_{\max}|$; 也等于相互配合的孔公差与轴公差之和。

例 已知 $\phi 50 \begin{smallmatrix} +0.025 \\ 0 \end{smallmatrix}$ 的孔与 $\phi 50 \begin{smallmatrix} +0.051 \\ +0.026 \end{smallmatrix}$ 的轴相配合。试计算最大过盈、最小过盈和配合公差, 并画出公差带图。

解 最大过盈 $Y_{\max}$ = 孔最小极限尺寸 - 轴最大极限尺寸
 $= 50 - 50.051 = -0.051 \text{ mm}$;

最小过盈 $Y_{\min}$ = 孔最大极限尺寸 - 轴最小极限尺寸
 $= 50.025 - 50.026 = -0.001 \text{ mm}$ 。

或: $Y_{\max}$ = 孔的下偏差 - 轴的上偏差
 $= 0 - 0.051 = -0.051 \text{ mm}$;

$Y_{\min}$ = 孔的上偏差 - 轴的下偏差
 $= 0.025 - 0.026 = -0.001 \text{ mm}$ 。

过盈配合的配合公差 = $|Y_{\min} - Y_{\max}|$
 $= |-0.001 - (-0.051)| = 0.050 \text{ mm}$,

或 过盈配合的配合公差 = 孔公差 + 轴公差
 $= 0.025 + 0.025 = 0.050 \text{ mm}$ 。

图 2—6 所示为公差带图(过盈配合)。

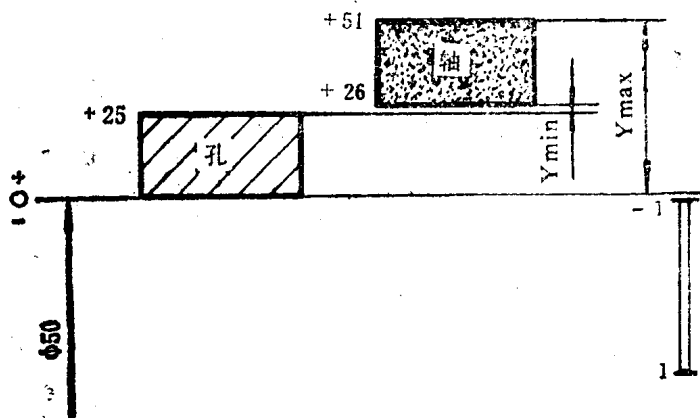


图 2—6

4、过渡配合

这种配合可能具有间隙, 也可能具有过盈。但是间隙或过盈量均不大。这时, 孔的公差带与轴的公差带互相重叠。

在过渡配合中, 配合的极限情况是最大间隙与最大过盈。对于过渡配合的配合公

差，等于最大间隙与最大过盈的代数差的绝对值，即 $|X_{\max} - Y_{\max}|$ ；也等于相互配合的孔公差与轴公差之和。

例 已知 $\phi 40^{+0.039}_0$ 的孔与 $\phi 40^{+0.027}_{+0.002}$ 的轴相配合。试计算最大间隙、最大过盈和配合公差，并画出过渡配合的公差带图。

解 最大间隙 $X_{\max}$ = 孔最大极限尺寸 - 轴最小极限尺寸
 $= 40.039 - 40.002 = 0.037 \text{ mm}$;

最大过盈 $Y_{\max}$ = 孔最小极限尺寸 - 轴最大极限尺寸
 $= 40 - 40.027 = -0.027 \text{ mm}$ 。

或： $X_{\max}$ = 孔的上偏差 - 轴的下偏差
 $= 0.039 - 0.002 = 0.037 \text{ mm}$;

$Y_{\max}$ = 孔的下偏差 - 轴的上偏差
 $= 0 - 0.027 = -0.027 \text{ mm}$ 。

过渡配合的配合公差 = $|X_{\max} - Y_{\max}|$
 $= |0.037 - (-0.027)| = 0.064 \text{ mm}$;

或：过渡配合的配合公差 = 孔公差 + 轴公差
 $= 0.039 + 0.025 = 0.064 \text{ mm}$ 。

图 2—7 所示为公差带图(过渡配合)。

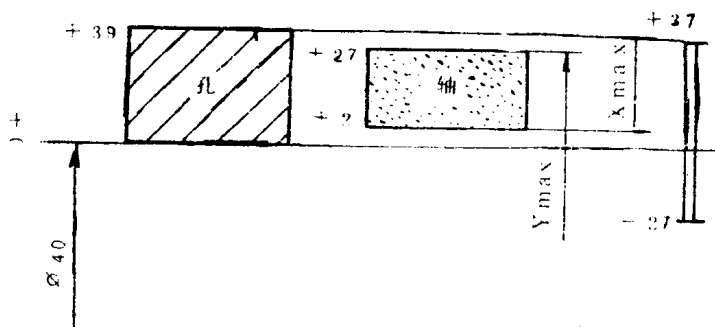


图 2—7

5、基准制

公差与配合国家标准(GB1800—79)，对于配合规定了两种基准制，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一种制度，如图 2—8 所示，为基孔制公差带图。基孔制的孔为基准孔，规定基准孔的下偏差为零，基准孔的代号为“H”。