

高等工业专科学校联编试用教材

互换性与技术测量

上海纺织工业专科学校 陈梅芳
上海轻工业专科学校 乔高发 编
扬州工业专科学校 陈信之

上海科学技术文献出版社

HuHuanXingYuJiShuCeLiang

高等工业专科学校联编试用教材

互换性与技术测量

上海纺织工业专科学校 陈梅芳
上海轻工业专科学校 乔高发 编
扬州工业专科学校 陈信之

上海科学技术文献出版社

内 容 简 介

本书是高等专科学校联编试用教材。内容包括绪论、光滑圆柱体的公差与配合、技术测量基础、形状和位置公差、表面粗糙度、光滑极限量规、键和花键的公差与配合、螺纹的公差与配合、圆柱齿轮公差与检测及尺寸链等共十章。

本书主要讲述了“互换性与技术测量”的基本知识,分析介绍了新的国家标准。每章附有思考题和习题。内容简明扼要,阐述深入浅出,可供各类高等专科学校、电视大学、职工大学的教学之用,也可供工程技术人员及计量、检验人员参考之用。

高等工业专科学校联编试用教材

互换性与技术测量

上海纺织工业专科学校 陈梅芳

上海轻工业专科学校 乔高发 编

扬州工业专科学校 陈信之

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路2号)

总 经 销

昆山亭林印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 15 字数 374,000

1988年2月第1版 1988年2月第1次印刷

印数: 1—5,600

ISBN 7-80513-088-4/G·07

定 价: 3.55 元

《科技新书目》157-272

前 言

本书是高等专科学校联编试用教材。根据高等专科学校本课程教学大纲并注意到学时数较少、实践性环节较多的特点,全书在内容方面强调基础知识和基本技能的训练,力求反映国内最新标准及常用的测量技术和测量仪器。本书适用作各类高等专科学校、电视大学、职工大学、职业大学有关专业的教学用书,也可供工程技术人员、长度计量人员和检验人员参考。

本书由上海纺织工业专科学校陈梅芳、上海轻工业专科学校乔高发、扬州工业专科学校陈信之三位同志合编。

第一章、第二章、第三章、第五章、第七章和第八章由陈梅芳同志执笔,第四章、第六章和第十章由乔高发同志执笔,第九章由陈信之同志执笔,全书经集体审阅定稿。

本书插图由沈子明、徐钟林两同志绘制。另外,还有不少兄弟单位提供宝贵资料,在此一并致谢。

由于我们水平有限,编写时间仓促,书中缺点、错误在所难免,热忱欢迎广大师生与读者批评指正。

编 者

1987 年 11 月

目 录

第一章 绪论	1
§ 1-1 机器制造中的互换性	1
§ 1-2 加工精度	3
§ 1-3 公差与配合的基本术语和定义	4
第二章 光滑圆柱体的公差与配合	10
§ 2-1 《公差与配合》国家标准的构成	11
§ 2-2 《公差与配合》旧国标简介	23
§ 2-3 公差与配合的选用	27
§ 2-4 滚动轴承的公差与配合	35
第三章 技术测量基础	43
§ 3-1 测量的基本概念	43
§ 3-2 长度基准与尺寸传递	44
§ 3-3 测量器具的基本度量指标	46
§ 3-4 测量误差和数据处理	47
§ 3-5 验收极限的确定和测量器具的选择	56
第四章 形状和位置公差	60
§ 4-1 概述	60
§ 4-2 形位公差代号及其注法	61
§ 4-3 形位公差和误差及形位公差带	68
§ 4-4 形位公差标注及其公差带定义	72
§ 4-5 形位公差与尺寸公差关系的基本原则	90
§ 4-6 形位公差等级和公差值的选择	96
§ 4-7 形位误差检测原则	97
§ 4-8 形位公差代号在图样中的标注	99
第五章 表面粗糙度	104
§ 5-1 概述	104
§ 5-2 表面粗糙度标准	104
§ 5-3 表面光洁度旧国标 (GB1031-68) 简介	111
§ 5-4 表面粗糙度的测量	112
第六章 光滑极限量规	115
§ 6-1 概述	115
§ 6-2 量规公差带	116
§ 6-3 量规设计	117
第七章 键和花键的公差与配合	123

§ 7-1 单键联结的公差与配合	123
§ 7-2 花键联结的公差与配合	126
§ 7-3 矩形花键的旧国标(GB1144-74)	130
第八章 螺纹的公差与配合	135
§ 8-1 概述	135
§ 8-2 螺纹配合的互换性	137
§ 8-3 普通螺纹的公差与配合(GB197-81)	142
§ 8-4 机床丝杆和螺母的公差标准(JB2886-81)	145
§ 8-5 螺纹测量	148
第九章 圆柱齿轮公差与检测	153
§ 9-1 概述	153
§ 9-2 齿轮的误差及其公差项目	154
§ 9-3 齿轮副误差及评定指标	161
§ 9-4 渐开线圆柱齿轮精度制(JB179-83)	163
§ 9-5 圆柱齿轮的测量	172
第十章 尺寸链	181
§ 10-1 尺寸链的基本概念	181
§ 10-2 解尺寸链的方法和基本任务	182
§ 10-3 完全互换法解尺寸链	184
附表	192

第一章 绪 论

互换性与技术测量是组织成批和大量生产的必要条件。为此,在现代大生产中互换性与技术测量必须予以足够的重视。

在实现四个现代化的过程中,国民经济的各个部门要求提供大量的现代化技术装备,同时,随着生活水平的不断提高,广大人民迫切要求得到各种价廉物美的家用电器产品,而组成这些技术装备和家用电器产品的各种零部件,在现代化生产中,一般应遵循互换性原则。为此,在机器制造中按互换性原则组织生产具有十分重大的意义。

§ 1-1 机器制造中的互换性

一、互换性的概念

互换性的例子很多,在日常生活中,我们经常碰到灯泡、灯头坏了,只要到有关商店买一个相同规格的就能毫无困难的自己装上。又如自行车、缝纫机、手表上的零件坏了,也可以迅速换上新的继续使用。机器上掉了一个螺钉或螺母,也可以随便挑一个相同规格的换上……。这些彼此能相互调换的零件,给我们的工作(生产)带来很多的方便,我们就称这些灯泡、灯头、自行车、缝纫机、手表上的零件、螺钉、螺母等是具有互换性的零件。

互换性概念是怎样提出的呢?为了早日实现工业现代化,必须组织现代化的生产,以机器制造业为例,一方面要求机器的数量多,另一方面又要求质量好。像汽车这样复杂的机器,在现代化的汽车制造厂的生产线上,每隔几分钟造出一辆汽车已是习易为常的事了。家用电器方面:电视机基本上已进入每家每户,但1958年以前,我国电视工业还是一片空白,现能平均10多秒钟生产一台彩色电视机,并已进入了国际市场。

从制造机器的角度来看,因制造机器的过程是先由零件制造,而后部件,最后才装配成机器,欲使组成一台机器中的同类零件,在装配时能相互调换,这样便能大大的缩短生产周期,提高劳动生产率。

从现代工业的特点来看:象汽车是由上万个零件组成的,汽车厂只能制造其中的一部分零件,很多的零部件是由其他工厂制造的,最后由汽车厂负责总装,这样各制造厂必须很好地配合。因此,在现代工业生产中,常采用专业化大协作的生产,即用分散制造,集中装配的办法来提高劳动生产率,以保证产品的质量和降低成本。为此,要实行专业化生产,必须采用互换性原则,因此,在工业上就提出了互换性的概念。只有推行互换性生产,才能适应国民经济高速度发展的需要,可以说互换性是大生产的一条重要的技术经济原则。机器制造中零部件互换性的程度越高越好。

当前,互换性已不只是大生产的要求,即使小批量,甚至是单件生产亦应按互换性的原则进行。

什么是互换性呢?机器制造中零部件的互换性是指对规格大小相同的一批零件(或部件),装配前,不需选择;装配时(或更换时),不需修配和调整;装配后,机器质量完全符合规

定的使用性能要求。这种生产就叫互换性生产,这种相互能调换使用的零部件称之为具有互换性的零部件。

二、怎样保证互换性

为了保证零部件的互换性,对机器的设计与制造提出了一系列要求:

1. 在设计中必须使产品及零部件的设计符合“三化”要求。即产品质量的标准化、品种规格系列化和零部件通用化。标准化是保证互换性的重要手段,在设计过程中贯彻“三化”后可缩短设计周期,保证实现互换性。

2. 在生产中必须对机器零件的有关尺寸等几何参数规定公差要求,这是实现互换性生产的必要条件。

3. 在检测过程中必须保证全国计量基准和单位的统一。

为了达到互换性必须保证全国计量基准和单位的统一。这就需要在全国范围内规定严密的尺寸传递系统,使国家的基准逐级传递到每个生产用的量具量仪上,从而保证计量单位在全国范围内的统一。

三、互换性生产与公差标准的关系

要使相配零件能达到互换,必须使其加工误差控制在规定的公差范围内。所以,制订公差标准是机器制造中保证零件互换性的基础。

我国公差制的演变过程大致如下(图 1-1):

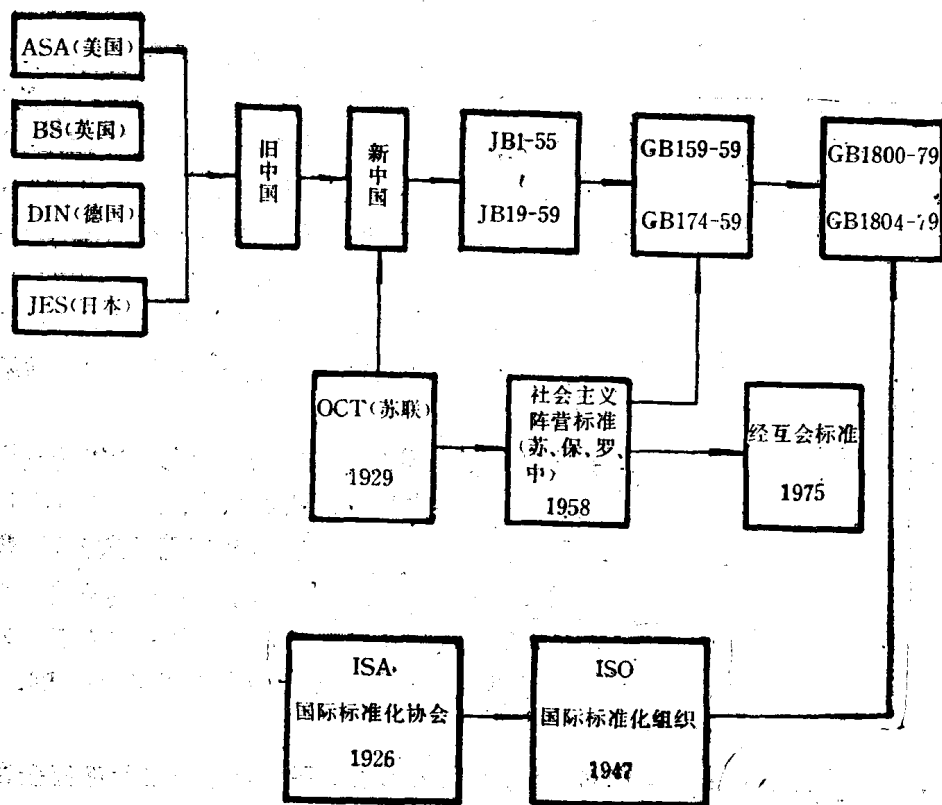


图 1-1 我国公差制的演变过程

§1-2 加工精度

一、有关零件加工精度的概念

具有互换性的零件,其几何参数是否必须绝对准确呢?事实上不但可能,而且也不需要。

机器零件一般都经过机械加工,以获得应有的尺寸、形状等几何参数。在机械加工过程中,由于机床、夹具、刀具、工件所组成的工艺系统的误差,零件加工时的切削力所引起工艺系统的弹性变形,加工时的切削热、温差等引起的热变形,再加上刀具的磨损等种种因素的影响,使完工零件的几何参数与图纸上规定的不可能完全一致而存在误差,这就是加工误差。在机器制造中,加工精度是指完工零件的精密程度。完工零件的几何参数(形状、尺寸等),非常接近规定的几何参数时(图纸上规定的理想形状、尺寸等),通常说这零件的加工精度高;反之,偏离愈大,加工精度愈低。这就是加工精度的一般概念。加工精度通常用加工误差表示,加工误差小,精度高;误差大,精度低。严格地说,加工精度的高低应有下列因素评定。

二、评定加工精度的几何参数

1. 尺寸精度

尺寸精度即实际尺寸制造的准确程度。

尺寸精度是用零件在加工时允许的误差值——公差来确定的。如图 1-2 中 $40_{-0.05}^0$, $\phi 45P7$ 和 $\phi 100h6$ 表示尺寸公差。

2. 几何形状精度

几何形状精度一般可分为三种:

(1) 宏观的几何形状精度 即通常所指的表面形状精度。实际形状与理想形状的差异,圆的不圆、平面不平、直线不直等。如图 1-2 中 $\bigcirc 0.004$ 所示。

(2) 微观的几何形状精度 零件表面除了圆的不圆、平面不平、直线不直外,在光切显微镜下视得表面是高低不平的,这种微观不平的程度称为表面粗糙度。如图 1-2 中 $\sqrt{1.5}$ 所示。

(3) 表面波度 它是介于宏观和微观之间的一种几何形状精度。一般由加工中的振动引起的,目前还处于研究阶段,尚无标准。

3. 相互位置精度

零件加工后,各表面之间的实际相互位置与规定要求的差值。如两表面间的平行度、垂直度、轴线的同轴度等。如图 1-2 中 $\nearrow 0.015 B$ 和 $\parallel 0.01 A$ 表示位置公差。

综上所述,尺寸精度是最基本的,直接决定零件结合的性质。形状和位置精度影响结合性质的均匀性。而表面粗糙度影响产品的使用寿命。因此,在零件图上必须注出尺寸公差、表面粗糙度、形状和位置公差。

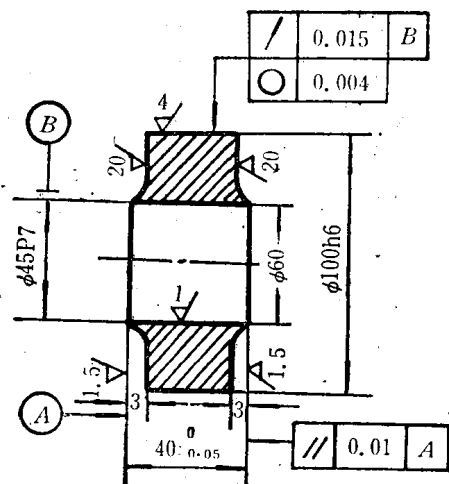


图 1-2 几何参数公差标注示例

§ 1-3 公差与配合的基本术语和定义

图纸是工程语言, 因此如何利用图纸把机器的结构、形状、尺寸精度的要求确切地表达出来, 就必须规定这些基本术语和定义, 在《公差与配合》的国家标准中 (GB1800-79) 已明确规定。因此, 必须对它有正确的统一的理解。

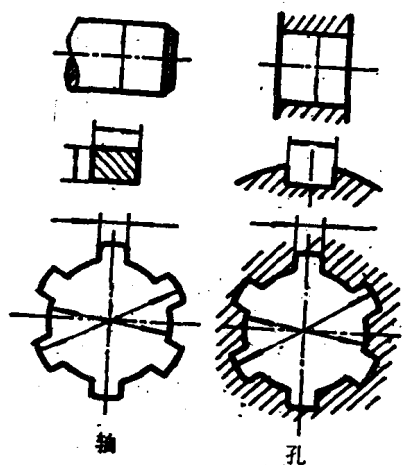


图 1-3 孔与轴

一、孔与轴

1. 孔

主要指圆柱形的内表面, 也包括其他内表面中由单一尺寸确定的部分。

2. 轴

主要指圆柱形的外表面, 也包括其他外表面中由单一尺寸确定的部分。因此, 孔与轴不一定是圆柱形的。

从装配关系讲: 孔是包容面, 在它之内没有材料。轴是被包容面, 在它之外没有材料。

从加工过程看: 随着余量的切除, 孔的尺寸由小变大, 轴的尺寸由大变小。

在《公差与配合》标准中的孔、轴都是由单一的主要尺寸构成。如图 1-3 中圆柱形的直径、键与键槽的宽度等。

二、有关尺寸的术语及定义

1. 尺寸

用特定单位表示长度值的数字。在机械制造中, 一般用毫米 (mm) 作特定单位。

2. 基本尺寸 (D, d) ①

设计给定的尺寸。

基本尺寸一般应按标准选取, 因为基本尺寸的标准化, 可减少刀具、量具、夹具等的规格数量。GB2822-81 规定了尺寸从 0.01~20000 mm 范围内机械制造业常用的标准尺寸 (直径、长度和高度等) 系列。其中, 1~500 mm 的标准尺寸可见附表 1-1。各种系列应按公比从大到小的顺序选择, 即 10 系列先于 20 系列, 20 系列先于 40 系列 ②。

基本尺寸是计算偏差和极限尺寸的起始尺寸。它只表示尺寸的基本大小, 并不是实际加工中要求得到的尺寸。

3. 实际尺寸 (D_a, d_a)

通过测量所得的尺寸。

由于测量误差的存在, 所以实际尺寸并非真值。同时, 由于形状误差的存在, 零件同一表面上的不同部位的实际尺寸各不相等。所以, 严格的讲, 实际尺寸都是局部的。在实际生产中, 由于测量误差和加工误差的同时存在, 所以, 实际尺寸是个随机变量。

4. 极限尺寸

① 标准规定大写字母表示孔的有关代号, 小写字母表示轴的有关代号, 后同。

② R5 系列的公比 $q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.6$ R10 系列的公比 $q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$
R20 系列的公比 $q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.12$ R40 系列的公比 $q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.06$

允许尺寸变化的两个界限值,它是以基本尺寸为基数来确定的。其中界限值较大者称为最大极限尺寸,较小者称为最小极限尺寸。

5. 实体尺寸

孔和轴的极限尺寸,除可按其本身数值大小、特征分类外,还可按工件实体大小(即占有材料量的多少)、特征来分类:

(1) 最大实体状态和最大实体尺寸

最大实体状态:孔或轴具有允许的材料量为最多时的状态(简称 MMC^①)。

最大实体尺寸:在最大实体状态下的极限尺寸(简称 MMS)。

显然,它是孔的最小极限尺寸和轴的最大极限尺寸的统称(图 1-4)。

(2) 最小实体状态和最小实体尺寸

最小实体状态:孔或轴具有允许的材料量为最少时的状态(简称 LMC^②)。

最小实体尺寸:在最小实体状态下的极限尺寸(简称 LMS)。

同理,它是孔的最大极限尺寸和轴的最小极限尺寸的统称(图 1-4)。

显然,当相配的孔和轴均处于最大实体状态($D_{\min}$ 、 $d_{\max}$)时,其配合状态最紧,是对装配最不利的状态;反之,均处于最小实体状态($D_{\max}$ 、 $d_{\min}$)时,其配合状态最松,是对装配最有利的状态。由此可知:最大实体状态和最小实体状态都是设计规定的合格零件材料量的两个极限状态。

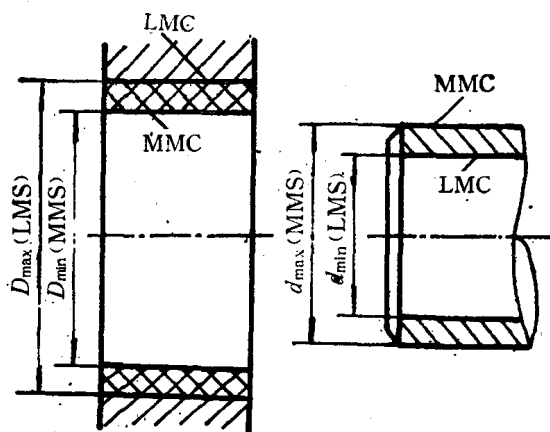


图 1-4 极限尺寸

6. 作用尺寸(D_m 、 d_m)

在配合面的全长上,与实际孔内接的最大理想轴的尺寸,称为孔的作用尺寸(D_m)。与实际轴外接最小的理想孔的尺寸称为轴的作用尺寸(d_m) (图 1-5)。

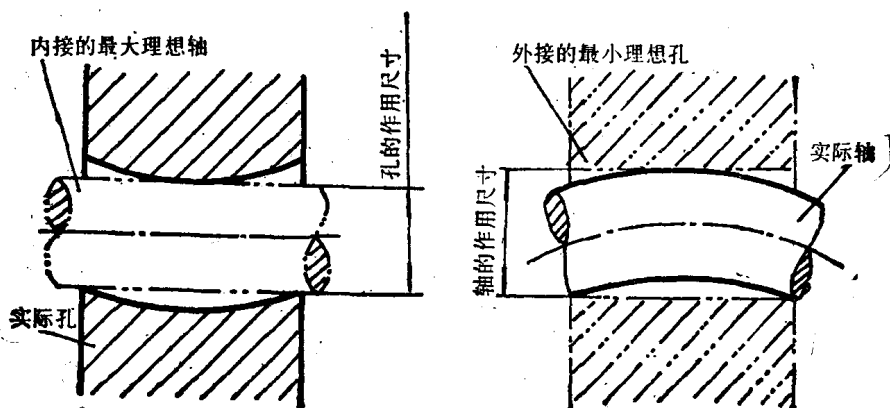


图 1-5 孔或轴的作用尺寸

孔、轴加工后,由于存在形状误差,各部位的实际尺寸可能不等,但对每一个孔或轴来说,

① MMC 是英文 Maximum Material Condition 的缩写。

② LMC 是英文 Least Material Condition 的缩写。

其作用尺寸是唯一的。作用尺寸反映了零件实际尺寸和形状误差的综合结果。是装配时真正起作用的尺寸。实际生产情况证明：孔、轴的实际尺寸相等不一定能装入，但当孔的作用尺寸大于或等于轴的作用尺寸时，就一定能自由装配。

当存在形状误差时 $D_m < D_a$ $d_m > d_a$

当形状误差等于零时 $D_m = D_a$ $d_m = d_a$

所以，作用尺寸能反映实际零件的大小，是用来说明孔、轴配合状态的尺寸。

7. 极限尺寸判断原则(即泰勒原则①)

实际尺寸和作用尺寸是表达实际零件的大小，极限尺寸或实体尺寸是表达设计要求控制的大小。如何根据极限尺寸来判断孔、轴合格呢？GB1800-79 规定了极限尺寸判断原则如下：

孔或轴的作用尺寸不允许超过最大实体尺寸。即对于孔，其作用尺寸应不小于最小极限尺寸；对于轴，则应不大于最大极限尺寸。

在任何位置上的实际尺寸不允许超过最小实体尺寸。即对于孔，其实际尺寸应不大于最大极限尺寸；对于轴，则应不小于最小极限尺寸。

用极限尺寸判断原则判断合格的孔或轴，其尺寸应为：

对于孔 $D_m \geq D_{\min}$ $D_a \leq D_{\max}$

对于轴 $d_m \leq d_{\max}$ $d_a \geq d_{\min}$

综上所述，极限尺寸判断原则从配合角度上的含义为：对于同时有形状和尺寸误差的孔和轴，用最大实体尺寸控制其作用尺寸，使配合结果不超过预定的最紧程度；用最小实体尺寸控制其实际尺寸，使配合结果不超过预定的最松程度。

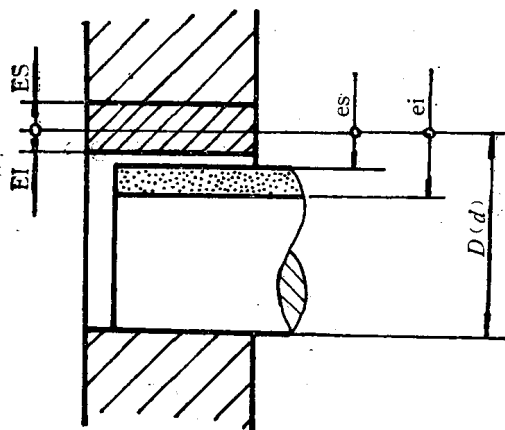


图 1-6 极限偏差

三、有关公差和偏差的术语及定义

1. 尺寸偏差(简称偏差)

某一尺寸减其基本尺寸的代数差。

某一尺寸可以是极限尺寸，也可以是实际尺寸，故偏差有极限偏差和实际偏差之分。

(1) 极限偏差 极限尺寸减其基本尺寸的代数差(图 1-6)。

最大极限尺寸减其基本尺寸的代数差称为上偏差(孔用 ES, 轴用 es 表示)。

最小极限尺寸减其基本尺寸的代数差称为下偏差(孔用 EI, 轴用 ei 表示)。

偏差可以为正、负或零值。故在偏差值的前面，除零值外，应标上相应的“+”号或“-”号。

(2) 实际偏差 实际尺寸减其基本尺寸的代数差。零件的实际偏差必须在极限偏差的范围内才算合格。

2. 尺寸公差(简称公差)

允许尺寸的变动量。

① 泰勒原则：是 1905 年 W. 泰勒(William Taylor)在英国专利 No. 6900 中，对螺纹量规的改进而提出的一项检验原则，后被用于光滑极限尺寸的检验。

公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸代数差的绝对值，也等于上偏差与下偏差代数差的绝对值。因为是变动量，所以公差不能取负值和零。

孔公差

$$T_h = |D_{\max} - D_{\min}| = |ES - EI| \quad (1-1)$$

轴公差

$$T_s = |d_{\max} - d_{\min}| = |es - ei| \quad (1-2)$$

公差和偏差是两个不同的概念，公差是指允许尺寸的变动范围。而偏差是指相对于基本尺寸的偏离值。所以，从数值上看：公差是一个没有正、负号的数值，而且不能为零。而偏差可以是正值、负值或零。从作用上看：公差用于限制尺寸误差，它代表公差带的大小，反映精度的高低。而偏差用于限制实际偏差，它代表公差带的位置，影响配合的松紧程度。也是判断零件尺寸合格与否的依据。

上述尺寸、偏差及公差之间的关系如图 1-7 所示。

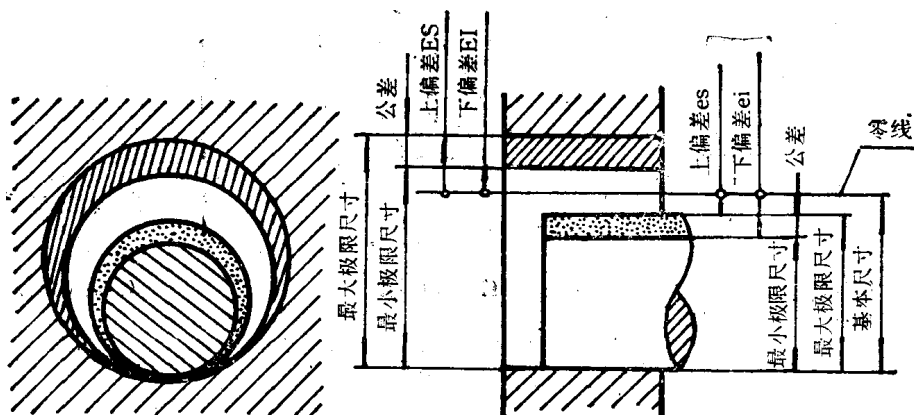


图 1-7 尺寸、偏差与公差

3. 尺寸公差带

图 1-7 示出尺寸、偏差和公差的关系。在实用中为了简化起见，一般用公差带表示(图 1-8)。

(1) 零线 公差带图中，用来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，偏差由此零线算起，零线之上为正偏差，零线之下为负偏差。

(2) 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限定的一个区域。

在公差带图上，偏差的数值一般以微米(μm)为单位标注。公差带由公差带大小和公差带位置两个因素决定。大小在公差带图中指公差带在零线垂直方向上的宽度；位置指公差带沿零线垂直方向的坐标位置。

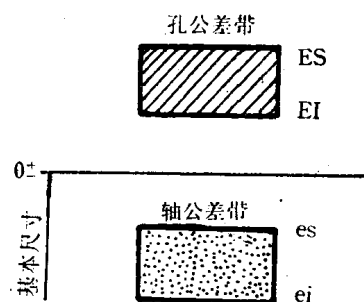


图 1-8 公差带图

四、有关配合的术语及定义

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。

间隙与过盈 孔的尺寸减去相配的轴的尺寸所得的代数差。此值为正时得间隙(X)；为负时得过盈(Y)。

1. 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,如图1-9(a)所示。

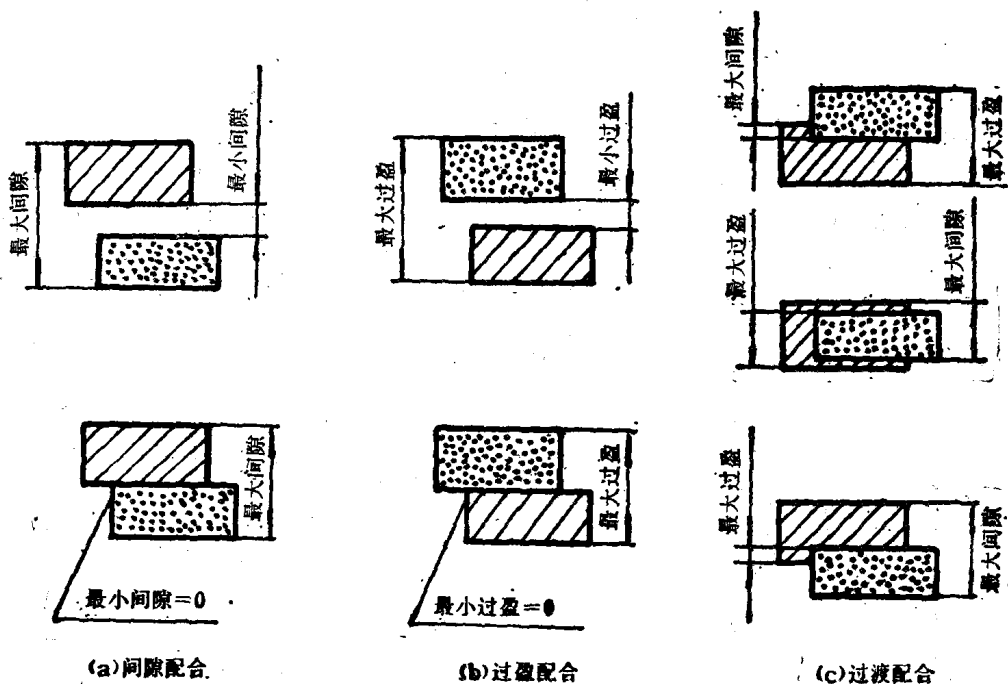


图 1-9 配合类型

(1) 间隙变化 $X_{\min} \sim X_{\max}$

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad (1-3)$$

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad (1-4)$$

$$X_{av} = (X_{\max} + X_{\min}) / 2 \quad (1-5)$$

(2) 配合公差(间隙公差) 允许间隙的变动量。

$$T_f = |X_{\max} - X_{\min}| = T_h + T_s \quad (1-6)$$

式(1-6)有很重要的意义,对一定的基本尺寸而言,间隙公差表示配合精度,即设计要求。孔公差和轴公差分别表示孔和轴的加工精度,即工艺要求。通过式(1-6)把设计要求和工艺要求联系起来,若从设计要求出发,希望配合精度高,即 T_f 小,则 $(T_h + T_s)$ 也就要小,即孔与轴的加工精度要求高,加工困难。为此,合理的解决这个等式,也就是合理的解决设计与制造的矛盾。

2. 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,如图1-9(b)所示。

(1) 过盈变化 $Y_{\min} \sim Y_{\max}$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad (1-7)$$

$$Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad (1-8)$$

$$Y_{av} = (Y_{\max} + Y_{\min}) / 2 \quad (1-9)$$

(2) 配合公差(过盈公差) 允许过盈的变动量。

$$T_f = |Y_{\min} - Y_{\max}| = T_h + T_s \quad (1-10)$$

3. 过渡配合

可能具有间隙或过盈的配合。此时,孔、轴公差带相互重叠,如图1-9(c)所示。是介于间隙配合和过盈配合之间的一种过渡性质的配合。

(1) 最大间隙和最大过盈 $X_{\max}$
 $\sim Y_{\max}$

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad (1-11)$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad (1-12)$$

$$X_{av}(Y_{av}) = (X_{\max} + Y_{\max}) / 2 \quad (1-13)$$

(2) 配合公差

$$T_f = |X_{\max} - Y_{\max}| = T_h + T_s \quad (1-14)$$

4. 配合公差带

以上三种配合的配合公差带可以用图1-10表示。

配合公差带完全在零线之上为间隙配合;完全在零线之下为过盈配合;跨在零线两侧为过渡配合。配合公差带图中,上下两端的坐标值,代表极限间隙或极限过盈。上下两端之间的距离为配合公差值。

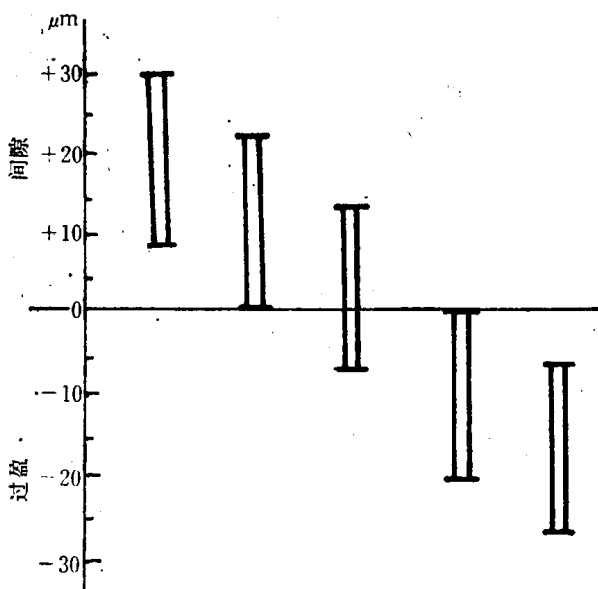


图 1-10 配合公差带图

思考题和习题

[1-1] 什么叫互换性?在机器制造中,按互换性原则组织生产有什么优越性?

[1-2] 试判断下列概念是否正确:

1. 公差是零件尺寸允许的最大偏差。
2. 公差通常为正值,但在个别情况下也可负值或零。
3. 轴与孔的加工精度愈高,则其配合精度也愈高。
4. 过渡配合可能有间隙、也可能有过盈。因此,过渡配合可能是间隙配合、也可能是过盈配合。

[1-3] 求下列三对孔与轴配合的基本尺寸、上偏差、下偏差、公差、最大极限尺寸、最小极限尺寸、最大间隙(或过盈)、最小间隙(或过盈)、平均间隙(或过盈)以及配合公差。各属何种配合?

1. 孔 $\phi 30^{+0.021}_0$ 与轴 $\phi 30^{+0.041}_{+0.028}$ 相配合。
2. 孔 $\phi 40^{+0.084}_{+0.009}$ 与轴 $\phi 40^{-0.016}_0$ 相配合。
3. 孔 $\phi 60^{+0.046}_0$ 与轴 $\phi 60 \pm 0.015$ 相配合。

[1-4] 实体尺寸、极限尺寸、实际尺寸和作用尺寸的含义是什么?怎样用泰勒原则判断孔、轴的合格性?

第二章 光滑圆柱体的公差与配合

光滑圆柱体结合是机械制造中应用最广泛的一种结合型式。光滑圆柱体的《公差与配合》标准是机械工业中一项重要的基础标准。是进行产品设计、工艺设计、生产检验以及制订各项机械产品精度标准和技术文件的基础,也是组织专业生产,实现互换性的基本条件。

为了适应四个现代化的需要,我国于1979年颁布了新的《公差与配合》国家标准(GB1800~1804-79),以代替1959年旧的《公差与配合》国家标准(GB159~174-59)。

新国标《公差与配合》共由五个标准组成。其中:

GB1800-79 总论,标准公差与基本偏差。是标准的基础部分;

GB1801-79 为尺寸至500mm的孔、轴公差带与配合,是机械制造中最常用的标准。

GB1802-79 为尺寸大于500至3150mm的孔、轴公差带,是适用于重型机械的标准。

GB1803-79 为尺寸至18mm孔、轴公差带,适用于仪器、仪表和钟表行业。

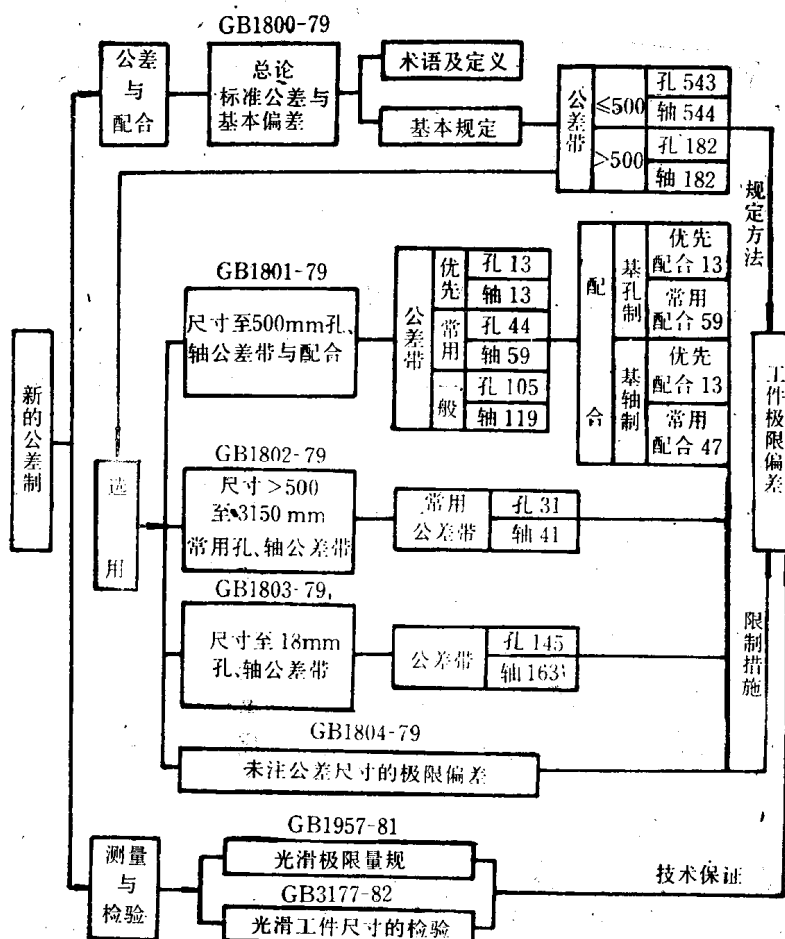


图 2-1 我国公差体系

GB1804-79 未注公差尺寸的极限偏差。

以上的新国标和两个检测标准《光滑极限量规》GB1957-81 和《光滑工件尺寸的检验》GB3177-82, 构成了我国新的公差制(图 2-1)。本章主要介绍新的《公差与配合》国家标准和滚动轴承的公差与配合。

§ 2-1 《公差与配合》国家标准的构成

如前所述, 有关公差的定义和术语, 主要解决公差数值的问题, 有关配合的定义和术语, 主要解决配合性质的问题。换言之, 孔、轴公差带的大小决定公差数值的大小, 孔、轴公差带的相互位置决定配合性质。

公差带是由“公差带大小”和“公差带位置”两个基本要素组成的。国标对这两个基本要素分别予以标准化, 即由标准公差确定公差带大小, 由基本偏差确定公差带位置, 这就是新国标的特点。

一、公差带大小的标准化——标准公差系列

标准公差是国家标准表列的(附表 2-1), 用以确定公差带大小的任一公差。显然, 设计时应尽量采用标准公差值。

1. 公差等级

确定尺寸精确程度的等级称为公差等级。新国标的公差等级共分 20 级, 各级的标准公差用代号 IT(国际公差 ISO Tolerance 的缩写)表示, 公差等级的代号用阿拉伯数字表示为: IT01、IT0、IT1、IT2、…IT18。如 IT6 可读作标准公差 6 级(或简称为 6 级公差)。从 IT01~IT18 公差等级依次降低、标准公差值依次增大。同时, 公差值还随基本尺寸的大小而不同。

标准公差值是通过公式计算并按尾数化整规则化整, 最后经适当调整排列而成的。因此, 分级比较均匀, 规律性较强。尺寸 ≤ 500 mm 标准公差的计算公式见表 2-1 所示。

表 2-1 基本尺寸 ≤ 500 mm 范围内, 各级标准公差的计算公式

公差等级	公 式	公差等级	公 式	公差等级	公 式
IT01	$0.3+0.008D$	IT5	$7i$	IT12	$160i$
IT0	$0.5+0.012D$	IT6	$10i$	IT13	$250i$
IT1	$0.8+0.020D$	IT7	$16i$	IT14	$400i$
IT2	$(IT1)\left(\frac{IT5}{IT1}\right)^{1/4}$	IT8	$25i$	IT15	$640i$
IT3	$(IT1)\left(\frac{IT5}{IT1}\right)^{1/3}$	IT9	$40i$	IT16	$1000i$
IT4	$(IT1)\left(\frac{IT5}{IT1}\right)^{3/4}$	IT10	$64i$	IT17	$1600i$
		IT11	$100i$	IT18	$2500i$

注 表中 i 为公差单位, 以 μm 计, D 为基本尺寸分段的计算值, 以 mm 计。

由表 2-1 可知: 当公差等级从 IT5~IT18 时, 标准公差值可按式(2-1)计算:

$$IT = a \cdot i \quad (2-1)$$

式中 i ——公差单位;

• II •