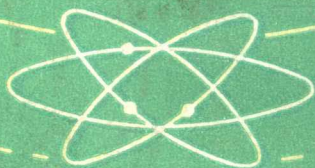


中等专业学校教材

公差配合与技术测量

姜明德 黄芝慧 编



湖南科学技术出版社

中等专业学校教材

公差配合与技术测量

姜明德 黄芝慧 编

湖南科学技术出版社

中等专业学校教材
公差配合与技术测量

姜明德 黄芝慧编

责任编辑：何信媛

*

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

*

1984年9月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：17 字数：414,000

印数：1—22,200

统一书号：1204·8 定价：1.80元

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定,我部承担了全国高等学校工科电子类专业课教材的编审、出版的组织工作。从一九七七年底到一九八二年初,由于各有关院校,特别是参与编审工作的广大教师的努力和有关出版社的紧密配合,共编审出版了教材159种。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应社会主义现代化建设培养人才的需要,反映国内外电子科学技术水平,达到“打好基础、精选内容、逐步更新、利于教学”的要求,在总结第一轮教材编审出版工作经验的基础上,电子工业部于一九八二年先后成立了高等学校《无线电技术与信息系统》、《电磁场与微波技术》、《电子材料与固体器件》、《电子物理与器件》、《电子机械》、《计算机与自动控制》,以及中等专业学校《电子类专业》、《电子机械类专业》等共八个教材编审委员会,作为教材工作方面的一个经常性的业务指导机构。并制定了一九八二~一九八五年教材编审出版规划,列入规划的教材,教学参考书、实验指导书等217种选题。在努力提高教材质量,适当增加教材品种的思想指导下,这一批教材的编审工作由编审委员会直接组织进行。

这一批教材的书稿,主要是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中评选择优和从第一轮较好的教材中修编产生出来的。广大编审者,各编审委员会和有关出版社都为保证和提高教材质量作出了努力。

这一批教材,分别由电子工业出版社、国防工业出版社、上海科学技术出版社、西北电讯工程学院出版社、湖南科学技术出版社、江苏科学技术出版社、黑龙江科学技术出版社和天津科学技术出版社承担出版工作。

限于水平和经验,这一批教材的编审出版工作肯定还会有许多缺点和不足之处,希望使用教材的单位、广大教师和同学积极提出批评建议,共同为提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部教材办公室

前 言

本教材系由电子工业部中专电子机械类教材编审委员会基础课教材编审小组审定,并推荐出版。

该教材由无锡无线电工业学校姜明德、黄芝慧编写,姜明德担任主编,武汉无线电工业学校郑可麟担任主审。编审者均依据基础课教材编审小组审定的编写大纲进行编写和审阅的。

本课程的参考教学时数为90学时,其主要内容有:绪言;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;角度、圆锥结合的公差及检测;键及花键联结的公差及检测;螺纹的公差及检测;圆柱齿轮的公差及检测;尺寸链。

本教材采用最近颁布的新标准,着重基本概念、基本原理的阐述,每章附有思考题和习题,最后附有公差表格。本书可供中等专业学校作教材使用,也可供工厂企业教学使用及工程技术人员和工人学习参考。

本教材由姜明德编写第一、三、四、七、九、十、十一章,黄芝慧编写第二、五、六、八章。朱彩华描绘了书中大部分图稿。由于编者水平有限,书中难免还存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 绪 言	1
第一节 互换性概述 (1)	
一、互换性及其重要意义	
二、互换性的种类	
三、如何实现互换性生产	
第二节 互换性生产发展简史 (2)	
第三节 本课程的性质、任务与要求 (3)	
思考题	
第二章 圆柱体的公差与配合	4
第一节 基本术语和定义 (4)	
一、有关尺寸的术语和定义	
二、有关公差与偏差的术语和定义	
三、有关配合的术语和定义	
第二节 《公差与配合》国标的基本结构 (10)	
一、标准公差系列	
二、基准制	
三、基本偏差系列	
四、标准温度	
五、国标规定的公差带与配合	
第三节 公差与配合的选用 (22)	
一、基准制的选用	
二、公差等级的选用	
三、配合的选用	
第四节 公差与配合旧国标 (GB 159~174—59) 概述 (30)	
一、公差与配合旧国标的主要特点	
二、新、旧国标孔轴公差带对照	
第五节 滚动轴承的公差与配合 (33)	
一、概述	
二、滚动轴承的精度等级	
三、滚动轴承内径与外径的公差及其特点	
四、滚动轴承与轴和外壳孔的配合及其选择	
习 题	
第三章 技术测量基础	40
第一节 技术测量的基本概念 (40)	
一、概述	
二、长度单位基准及尺寸传递系统	
第二节 量块 (41)	
第三节 计量器具和测量方法的分类 (44)	
一、计量器具的分类	
二、测量方法的分类	
第四节 计量器具的主要度量指标 (46)	
第五节 常用的量具和量仪 (47)	
一、游标量具	
二、测微量具	
三、机械量仪	
四、光学量仪	
五、电动量仪	
第六节 测量误差 (58)	
一、测量误差的来源	
二、测量误差的分类	

三、随机误差的特性与处理		一、光栅检测装置	
第七节 计量器具的选择	(60)	二、磁栅检测装置	
第八节 新技术在长度计量中的应用简介	(64)	三、激光检测装置	
		习 题	
第四章 形状和位置公差			67
第一节 概述	(67)	五、检测原则	
第二节 形状公差及其检测	(68)	第四节 公差原则	(89)
一、形状误差		一、有关公差原则的术语和定义	
二、最小条件与最小区域法		二、独立原则	
三、形状公差及形状公差带		三、最大实体原则	
第三节 位置公差及其检测	(69)	四、包容原则	
一、位置误差		五、相关原则应用实例	
二、位置公差及位置公差带		第五节 形位公差值的选择	(96)
三、基准		第六节 形位公差标注读解举例	(97)
四、三基面体系		习 题	
第五章 表面粗糙度			103
第一节 概述	(103)	三、表面粗糙度的标注(GB131—83)	
第二节 表面粗糙度评定标准(GB 1031—83)	(104)	四、表面光洁度(GB1031—68)简介	
一、评定基准		第三节 表面粗糙度的选择	(109)
二、评定参数		第四节 表面粗糙度的检测	(110)
		思考题	
第六章 光滑极限量规			115
第一节 基本概念	(115)	第四节 工作量规的设计	(118)
第二节 极限尺寸判断原则(泰勒原则)	(116)	一、量规结构型式的选择	
第三节 量规公差带	(117)	二、量规工作尺寸的计算	
一、量规的公差		三、量规材料及技术要求	
二、量规公差带的配置		四、量规工作图的绘制及尺寸标注	
三、量规公差带图		习 题	
第七章 角度、圆锥结合的公差及检测			124
第一节 概述	(124)	二、锥角误差对基面距的影响	
一、圆锥结合的特点		第三节 角度、圆锥标准及其公差	(127)
二、圆锥配合的种类		一、锥角和锥度标准	
三、圆锥结合的主要参数		二、圆锥直径公差	
四、圆锥结合的使用要求		三、锥角公差	
第二节 圆锥直径误差和锥角误差对基面距的影响	(125)	四、圆锥形状公差	
一、圆锥直径误差对基面距的影响		第四节 角度和锥度的检测	(129)
		一、比较测量法	

- 二、间接测量法
- 三、绝对测量法

习题

第八章 键、花键联结的公差及检测

134

第一节 键联结的公差与配合 (134)

- 一、概述
- 二、键联结的公差与配合(GB1095—79)
- 三、键槽的位置公差

第二节 花键联结的公差与配合 (136)

- 一、概述
- 二、矩形花键定心方式及其选择

三、矩形花键的公差与配合

四、矩形花键联结的标注

第三节 键和花键的检测 (142)

- 一、键的检测
- 二、花键的检测

习题

第九章 螺纹的公差及检测

145

第一节 概述 (145)

- 一、螺纹的种类及使用要求
- 二、普通螺纹的基本牙型和主要参数

第二节 螺纹几何参数误差对螺纹互换性的影响 (146)

- 一、螺距误差对可旋入性的影响
- 二、牙型半角误差对可旋入性的影响
- 三、中径误差对互换性的影响
- 四、作用中径的概念及保证螺纹互换性的条件

第三节 普通螺纹的公差与配合 (150)

一、螺纹的公差等级

二、螺纹的基本偏差

三、螺纹的公差带及其选用

四、螺纹的标记

五、普通螺纹旧国标(GB197—63)简介

第四节 机床丝杠、螺母公差 (154)

第五节 螺纹的检测 (156)

一、综合检测

二、单项检测

习题

第十章 圆柱齿轮的公差及检测

161

第一节 齿轮传动的使用要求 (161)

第二节 齿轮加工误差及检测 (161)

- 一、主要影响传递运动准确性的误差(第I公差组)及其检测
- 二、主要影响传动平稳性的误差(第II公差组)及其检测
- 三、主要影响载荷分布均匀性的误差(第III公差组)及其检测

第三节 齿轮副的要求及检测 (170)

- 一、齿轮副的切向综合误差 $\Delta F_{ic}'$ (公差 F_{ic}')
- 二、齿轮副的切向一齿综合误差 $\Delta f_{ic}'$ (公差 f_{ic}')
- 三、齿轮副的接触斑点
- 四、齿轮副的侧隙

第四节 渐开线圆柱齿轮精度标准

(JB179—83) (174)

一、精度等级

二、齿轮副侧隙的选择

三、检验组的选用

四、齿轮公差的标注

五、齿坯精度

第五节 圆柱齿轮传动公差旧机标 (JB179—60) 简介 (180)

一、精度等级和检验指标

二、齿侧间隙

三、新、旧机标检验项目及代号对照

第六节 小模数渐开线圆柱齿轮精度制(GB2363—80)简介 (181)

一、精度等级和检验指标

二、齿侧间隙

三、用量柱(圆棒)测量M值

第七节 齿轮整体误差测量简介 (185)

习题

第一节 概述

(187)

- 一、尺寸链的定义及特点
- 二、尺寸链的分类
- 三、尺寸链的组成

第二节 用极值法解尺寸链

(189)

- 一、基本公式
 - 二、尺寸链的计算
- 习 题

附表

195

1. 标准尺寸(摘自GB2822—81)
2. 标准公差(GB1800—79)
3. 轴的基本偏差数值(GB1800—79)
4. 孔的基本偏差数值(GB1800—79)
5. 孔轴常用公差带的极限偏差(摘自GB1801—79)
6. 未注公差尺寸的极限偏差(摘自GB1804—79)
7. GB159—59 基孔制配合孔和轴的极限偏差
8. GB159—59 基轴制配合孔和轴的极限偏差
9. G和E级精度向心轴承和向心推力球轴承内、外圈极限偏差(摘自GB307—77)
10. 向心轴承和向心推力轴承用轴公差带(GB275—84)
11. 向心轴承和向心推力轴承用外壳孔公差带(GB275—84)
12. 轴和外壳孔的形位公差GB275—84
13. 配合表面的粗糙度(GB275—84)
14. 直线度、平面度(摘自GB1184—80)
15. 圆度、圆柱度(GB1184—80)
16. 平行度、垂直度、倾斜度(摘自GB1184—80)
17. 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动(摘自GB1184—80)
18. 位置度数系(GB1184—80)
19. 表面粗糙度各参数的数值表(GB1031—83)
20. 表面光洁度分级(GB1031—68)
21. 量规公差带的大小和位置(摘自GB1957—81)
22. 针式双头塞规(摘自GL34—62)
23. 锥柄测头塞规(摘自GL34—62)
24. 片形双头塞规(摘自GL34—62)
25. 圆片形单头卡规(摘自GL34—62)
26. 一般用途圆锥的锥度与锥角系列(摘自ISO1119—1975)
27. 特殊用途圆锥的锥度与锥角系列(摘自ISO1119—1975)
28. 锥角公差 AT_s 和 AT_D 值(摘自ISO1947—1973)
29. 莫氏工具圆锥的锥度公差(摘自GB1443—78)
30. 平键联结、键和键槽的公差与配合(摘自GB1095—79)
31. 矩形花键定心直径D或d的尺寸偏差及综合偏差(摘自GB1144—74)
32. 矩形花键键(或槽)宽b的尺寸偏差及综合偏差(摘自GB1144—74)
33. 普通螺纹内螺纹小径公差(TD_1)(摘自GB197—81)
34. 普通螺纹外螺纹大径公差(Td)(摘自GB197—81)
35. 普通螺纹内螺纹中径公差(TD_2)(摘自GB197—81)
36. 普通螺纹外螺纹中径公差(Td_2)(摘自GB197—81)
37. 普通螺纹基本偏差(摘自GB197—81)
38. 普通螺纹旋合长度(摘自GB197—81)
39. 丝杠的大径、中径和小径公差(摘自JB2886—81)

40. 丝杠牙型半角的极限偏差 (摘自 JB 2886—81)
41. 丝杠全长上中径尺寸变动量的公差 (摘自 JB2886—81)
42. 丝杠中径跳动公差 (摘自 JB2886—81)
43. 丝杆的螺旋线公差 (摘自 JB2886—81)
44. 丝杆的螺距公差 (摘自 JB2886—81)
45. 测量丝杆分螺距误差时每转内的等分数 (摘自 JB2886—81)
46. 非配作螺母的中径上偏差 (摘自 JB 2886—81)
47. 螺母的大径和小径公差 (摘自 JB 2886—81)
48. 丝杠螺母的表面光洁度 (摘自 JB 2886—81)
49. 公法线长度 W'
50. 分度圆弦齿厚 $\bar{S}'$ 和弦齿高 $\bar{h}'$
51. 5~9 级精度齿轮各检验参数的公差值或极限偏差值 (摘自 JB179—83)
52. 接触斑点 (摘自 JB179—83)
53. 中心距极限偏差 $\pm f_a$ (摘自 JB179—83)
54. 齿厚极限偏差 (摘自 JB179—83)
55. 齿坯公差 (摘自 JB179—83)
56. 齿轮各面的表面粗糙度推荐值
57. 小模数齿轮精度指标的差公值或极限偏差值 (摘自 GB2363—80)
58. 小模数齿轮6级精度侧隙指标的极限偏差 (摘自 GB2363—80)
59. 小模数齿轮7级精度侧隙指标的极限偏差 (摘自 GB2363—80)
60. 小模数齿轮8级精度侧隙指标的极限偏差 (摘自 GB2363—80)
61. 小模数齿轮9级精度侧隙指标的极限偏差 (摘自 GB2363—80)
62. 小模数齿轮中心距极限偏差 $\pm f_a$ (摘自 GB2363—80)
63. 小模数齿轮轴心线平行度公差 f_x 、 f_y (GB2363—80)
64. 小模数齿轮副最小侧隙 j_n (摘自 GB 2363—80)
65. $m = 0.15 \sim 1$, $z = 10 \sim 85$ 外啮合直齿圆柱齿轮的 M 值

第一节 互换性概述

一、互换性及其重要意义

在现代生活中,经常使用互换性零件,例如电视机的显像管坏了,自行车的螺帽掉了,手表的发条断了等,我们只要换上同一规格的显像管、螺帽或发条就行了,这样非常方便。

零件的互换性是指同一规格的零件,不需要任何挑选、调整或修配,就能装到机器(或部件)上去,并完全符合规定的性能要求。

现代生产中互换性已成为一个普遍遵循的原则。这是因为从机械制造上看,互换性生产是实现现代化大生产的基础。一台电视机有上百个零部件,由于这些零部件具有互换性,就可以由十几家或几十家工厂分别制造,然后在一家或几家工厂进行组装与总装。零件品种越简化,零部件通用化程度越高,生产批量就越大,就有可能组织专业化大生产,并采用新工艺、新技术,实现生产及装配过程自动化,从而提高劳动生产率,保证产品质量,降低生产成本。又从设计上看,由于采用按互换性原则设计和生产的标准零部件,简化了绘图和设计工作,为产品品种的多样化和结构性能的不断改进创造了良好条件,使产品更为合理先进。再从使用上看,互换性给机器的使用和维修带来了很大的方便,一旦机器中某一零件坏了,换上一个备件就可以了,缩短了维修时间,降低了维修成本,提高了机器的使用效率。

二、互换性的种类

零件的互换性可分为完全互换和不完全互换两种。完全互换是指上面所述的互换性,在装配时无附加选择、调整或修配;而不完全互换在装配时允许有附加选择或调整,但不允许修配。现代生产中绝大多数零件均采用完全互换,但并非所有零件都是如此。有的零件要求很高,加工困难,我们可以按一般要求进行生产,然后经过挑选,分组装配,使每组零件间的差别大大减小,这样既可保证装配和使用要求,又便于加工。此时仅组内零件可以互换,组与组之间不可互换,故称不完全互换。如滚动轴承中内、外圈与钢球的组合就采用不完全互换。

若在装配时需要对零件进行修配,则零件已无互换性可言,叫做不具有互换性。如常见冷冲模中的凸模与凹模不具有互换性,通常用修配法制造。

三、如何实现互换性生产

要实现互换性生产，首先要使零件具有互换性。

零件的互换性通常包括几何参数、机械性能(如强度、硬度等)和理化性能等方面的互换性。本教材仅讨论几何参数的互换性，所谓几何参数一般包括尺寸大小、几何形状以及相互位置关系等。

要使零件具有互换性，将零件的实际几何参数做得与理想的几何参数完全一样，这是不可能的，因为加工和测量总是有误差的。为了使零件具有互换性，只要将实际几何参数对理想几何参数的变动量(误差)控制在允许的范围内就可以了。

允许零件几何参数的变动量称为几何参数公差，它包括尺寸公差、形状公差和位置公差等。

零件实际几何参数近似理想几何参数的程度称为零件的几何精度，它包括尺寸精度、形状精度和位置精度等。精度越高，则误差越小。

因此要使零件具有互换性，必须将零件的误差控制在规定的公差范围内，也就是使同规格的零件具有相同的、能满足功能要求的几何精度。

要实现互换性生产，其次必须采用标准化。没有标准化，没有标准将产品和技术要求统一起来，就不可能组织互换性生产，所以标准化是实现互换性生产的基础。随着生产水平的提高，生产规模越来越大，技术要求越来越高，分工越来越细，生产协作越来越广泛，标准化工作也就越来越显得重要。公差配合标准是技术标准中的基础标准，它包括圆柱体的公差与配合、形状和位置公差以及齿轮公差等等方面的标准。

在我国，技术标准分为国家标准(代号为GB)、部标准(专业标准)和企业标准三级，部标准将逐步向专业标准(代号为ZB)过渡。如机械工业部(原第一机械工业部)部标准(代号为JB)、电子工业部(原第四机械工业部)的标准(代号为SJ)属部标准。

要实现互换性生产，还必须采用相应的技术测量手段。如果一个国家的计量单位制度不统一、量具量仪不准确可靠、没有合理的测量方法等就无法进行互换性生产。

总之，公差配合标准与技术测量是实现互换性生产的必要条件，是组织现代化大生产的保证，我们必须认真研究公差配合标准，学习技术测量知识，这对推动我国社会主义现代化建设具有十分重要的意义。

第二节 互换性生产发展简史

早期生产是原始的单件“配作”生产，无所谓互换性。随着生产的发展，特别是资本主义生产发展到机器大工业阶段以后，大批大量生产要求采用互换性生产。1902年英国纽瓦尔(Newall)公司首先制订了《公差与配合》标准，以后各国都先后制订了《公差与配合》国家标准如英国标准(BS)、美国标准(ANSI)、西德标准(DIN)、苏联标准(GOST)和日本标准(JIS)等。

为了适应国际间的技术交流和合作，1926年成立了国际标准化协会(ISA)，但由于第二次世界大战的爆发，ISA不得不停止工作。1947年2月国际标准化组织(ISO)成立。1969年ISO理事会决定10月14日为“世界标准日”。ISO是世界上最大的国际性标准化机构，到1982年1月底已有89个国家的标准化团体参加，已制订了将近5000个国际标准，还有不少国际标准在审

议中。目前,采用国际标准已成为世界发展的趋势。

随着机械工业日益要求高效化、自动化和精密化,对测试技术和量具量仪的要求越来越高,新量具量仪的出现又促进了机械工业的发展,量具量仪已成为衡量一个国家机械工业现代化的重要标志之一。

解放前我国工业极端落后,标准是用外国的,更没有自己的量具量仪制造厂。解放后,随着我国社会主义建设的发展,我国新建与扩建了一批量具量仪制造厂,并在1955年成立了国家计量局;1956年原第一机械工业部颁布了第一个《公差与配合》部颁标准。在1959年国家科学技术委员会正式颁布了国家标准《公差与配合》GB159~174—59,接着又陆续颁布了各种结合件、传动件、表面光洁度以及表面形状和位置公差等公差标准,这些标准对国民经济的发展起了重要的作用。为了适应四个现代化的需要,1978年9月中国标准化协会加入了ISO。1979年我国成立了国家标准总局,对原有公差标准组织修订,积极采用国际标准和国外先进标准,并将逐步建成与国际标准水平相当、适合我国国情、技术先进的标准体系。

1959年国务院颁布了统一计量制度的命令,正式确定采用米制作为我国的长度计量单位。1977年国务院又发布了“中华人民共和国计量管理条例”,健全了各级计量机构和尺寸传递系统,保证了计量单位的统一,促进了产品质量的提高。1984年2月国务院又发布了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》,确定了以国际单位制单位为基础的我国法定计量单位。为了开展计量科学研究工作,国家建立了中国科学研究院,并正在建立一批承担跨省、市任务的地区计量测试中心、初步形成了全国计量网。我国已拥有一批生产高精度量具量仪的工厂,如哈尔滨量具刃具厂、成都量具刃具厂、北京量具刃具厂、上海光学仪器厂、新添光学仪器厂及中原量仪厂等。我国生产的激光比长仪、激光丝杠动态检测仪和齿轮单面啮合整体误差测量仪等已进入世界先进行列。

可以预计,随着社会主义现代化建设新局面的开创,我国标准化和计量工作一定会得到飞跃的发展。

第三节 本课程的性质、任务与要求

本课程是机械类专业的技术基础课,它包括“公差配合”与“技术测量”两大部分。“公差配合”属标准化范畴;“技术测量”属计量学范畴。本课程是将公差配合和计量学有机地结合在一起的一门实践性很强的学科。

本课程的任务是从互换性角度出发,围绕误差与公差这两个概念来研究如何解决使用要求与制造要求的矛盾,而这一矛盾的解决是合理确定公差配合和采用适当的技术测量手段。

通过本课程的学习,要求掌握公差配合与技术测量的基础知识,会应用有关的公差配合标准,并能正确选择量具量仪,会进行一般的技术测量工作,会设计光滑极限量规,为今后的学习与工作打下良好的基础。

思 考 题

- 1.什么叫互换性?在机械制造中互换性生产有什么优越性?实现互换性生产的基本条件是什么?
- 2.是否在任何情况下所有零件都要求具有互换性?完全互换与不完全互换有何不同?试举例说明之。
- 3.我国技术标准分哪三级?GB1800~1804—79、JB179—83表示什么含义?

第二章 圆柱体的公差与配合

圆柱体结合在机器中应用非常广泛，它的《公差与配合》标准是一项涉及面最广、最重要的基础标准。为了正确理解和应用公差配合标准，必须首先了解公差与配合的基本术语及定义。

第一节 基本术语和定义

一、有关尺寸的术语和定义

1. 尺寸 用特定单位表示长度值的数字。

例：轴直径为20mm，则20为该轴的具体尺寸。mm（毫米）为特定的长度单位，一般可省略不写。

2. 基本尺寸 设计给定的尺寸。孔的基本尺寸用 L 、轴的基本尺寸用 l 表示。基本尺寸的大小是根据使用要求，通过计算或类比方法，按标准尺寸圆整后所给定的。

如图2—1所示，圆柱销直径 $\phi 20\text{mm}$ 和长度40mm，即为圆柱销直径和长度的基本尺寸。它是按标准尺寸圆整后得到的。

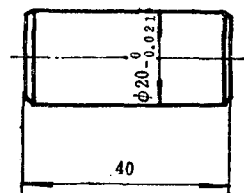


图2—1 圆柱销

对基本尺寸加以标准化，是为了简化刀具（如钻头、铰刀等）、量具（如塞规、卡规等）和型材等的规格。我国制订的《标准尺寸》GB2822—81是按优先数R系列及其化整值Ra系列排列而成的，见附表1。

优先数系是一个十进等比数列，其中R5、R10、R20和R40四个常用数列，为基本系列。

R5系列 公比为 $\sqrt[5]{10} \approx 1.60$

R10系列 公比为 $\sqrt[10]{10} \approx 1.25$

R20系列 公比为 $\sqrt[20]{10} \approx 1.12$

R40系列 公比为 $\sqrt[40]{10} \approx 1.06$

在选择系列及单个尺寸时，应首先在优先数系R系列中选用标准尺寸，并按R10、R20、R40的顺序，优先选用公比较大的基本系列及其单值。如果必须将数值圆整，可在相应的化整值Ra系列中选用标准尺寸，其优选顺序为Ra10、Ra20、Ra40。

3. 实际尺寸 通过测量所得的尺寸。

由于存在测量误差，所得实际尺寸并非尺寸的真值。同时，由于形状误差等的影响，零件同一表面不同部位的实际尺寸往往是不等的。

4. **极限尺寸** 允许尺寸变化的两个界限值，它以基本尺寸为基数来确定。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。孔的最大极限尺寸用 L_{max} 、最小极限尺寸用 L_{min} 表示；轴的最大极限尺寸用 l_{max} 、最小极限尺寸用 l_{min} 表示。在这两个极限尺寸之间的任何实际尺寸都是合格的。

二、有关公差与偏差的术语和定义

1. **尺寸偏差**(简称偏差) 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；最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为下偏差；上偏差与下偏差统称为极限偏差。实际尺寸减其基本尺寸所得代数差称为实际偏差。

偏差包括极限偏差和实际偏差。由于极限尺寸或实际尺寸可能大于、小于或等于基本尺寸，所以偏差可以为正、负或零值。偏差前面要标明“+”号或“-”号，“0”偏差也要写上。一般说来，实际偏差在极限偏差范围内的零件为合格品。

国标规定的极限偏差的代号如下：

孔的上偏差 ES 孔的下偏差 EI

轴的上偏差 es 轴的下偏差 ei

2. **尺寸公差**(简称公差) 公差是允许尺寸的变动量，用T表示。

在数值上等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之代数差的绝对值；也等于上偏差与下偏差之代数差的绝对值。

例 已知一轴销基本尺寸为 $\phi 40\text{mm}$ ，最大极限尺寸为 $\phi 40.008\text{mm}$ ，最小极限尺寸为 $\phi 39.992\text{mm}$ ，求上、下偏差及公差。

解：上偏差 $es = l_{max} - l = 40.008 - 40 = +0.008\text{mm}$

下偏差 $ei = l_{min} - l = 39.992 - 40 = -0.008\text{mm}$

公差 $T = l_{max} - l_{min} = 40.008 - 39.992 = 0.016\text{mm}$

或 $T = es - ei = +0.008 - (-0.008) = 0.016\text{mm}$

由此可见，公差和偏差是两个不同的概念。从意义上看，公差是指允许尺寸的变动范围，偏差是指相对于基本尺寸的偏离量；从数值上看，公差是一个没有正、负号也不能为零的数值，偏差是一个有正、负或零的代数值。

在实用中，为简化起见，只画出放大的孔、轴公差带来分析问题，这样的方法称为公差与配合的图解，简称“公差带图”。如图2—3就是图2—2的公差带图。在公差带图中，又增加了

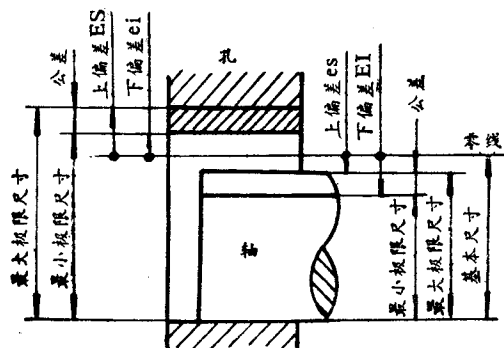


图2—2 公差与配合示意图

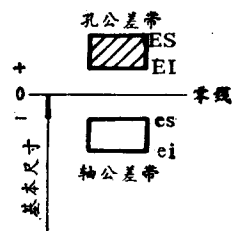


图2—3 公差带图

零线和公差带两个术语。

3. 零线与公差带

零线 在公差带图中,确定偏差的一条基准直线,即零偏差线。通常零线表示基本尺寸。正偏差位于零线上方,负偏差位于零线下方。

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。

在公差与配合中,公差带是一个很重要的概念,应用公差带图能直观地分析、计算和表达公差与配合的关系问题。

公差带图作图步骤如下:(图2—4)

(1) 画零线,标“+”、“-”,用箭头指向零线表示基本尺寸线,标上基本尺寸数值,以毫米为单位。

(2) 按适当比例画出孔、轴公差带。

(3) 标出孔、轴上、下偏差值及其它要求标注的数值,单位为毫米或微米。

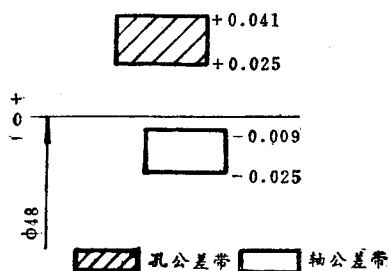


图2—4 公差带图

三、有关配合的术语和定义

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。

2. 间隙或过盈 孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得的代数差。其差值为正时是间隙,用X表示,为负时是过盈,用Y表示。

3. 间隙配合 具有间隙(包括最小间隙等于零)的配合。此时,孔的公差带完全在轴的公差带之上,见图2—5。

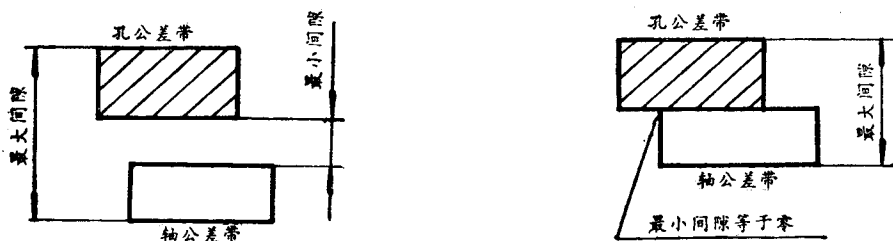


图2—5 间隙配合

由于孔、轴实际尺寸是变动的,因此配合的间隙也是变动的。孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸所得的代数差,或孔的上偏差减轴的下偏差所得的代数差,称为最大间隙(X_{max})。孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸所得的代数差,或孔的下偏差减轴的上偏差所得的代数差,称为最小间隙(X_{min})。最大间隙与最小间隙的算术平均值称为平均间隙(X_m)。

配合公差(或间隙公差)是允许间隙的变动量,它等于最大间隙与最小间隙之代数差的绝对值,也等于相互配合的孔公差(T_h)与轴公差(T_s)之和。配合公差用 T_f 表示。

例 孔 $\phi 25^{+0.021}_{-0.002}$ mm与轴 $\phi 25^{+0.020}_{-0.033}$ mm组成间隙配合,求最大、最小间隙,平均间隙及配合公差。

解: 画公差带图(图2—6)

$$\text{最大间隙 } X_{max} = ES - ei = +0.021 - (-0.033) = +0.054 \text{ mm}$$

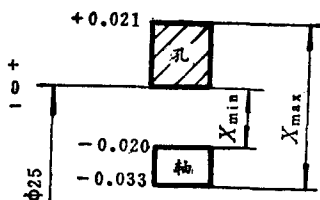


图2—6 间隙配合公差带图

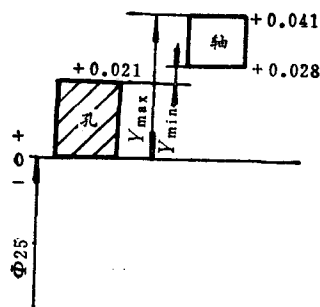


图2—8 过盈配合

$$\text{最小间隙 } X_{\min} = EI - es = 0 - (-0.020) = +0.020 \text{ mm}$$

$$\text{平均间隙 } X_m = \frac{1}{2} (X_{\max} + X_{\min}) = \frac{1}{2} (0.054 + 0.020) = +0.037 \text{ mm}$$

$$\text{配合公差 } T_f = X_{\max} - X_{\min} = (+0.054) - (+0.020) = 0.034 \text{ mm}$$

$$\text{或 } T_f = T_h + T_s = 0.021 + 0.013 = 0.034 \text{ mm}$$

4. 过盈配合 具有过盈（包括最小过盈等于零）的配合。此时，孔的公差带完全在轴的公差带之下，见图2—7。

由于孔、轴实际尺寸是变动的，因此配合的过盈也是变动的。孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸所得的代数差，或孔的上偏差减轴的下偏差所得的代数差，称为最小过盈 ($Y_{\min}$)；孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸所得的代数差，或孔的下偏差减轴的上偏差所得的代数差，称为最大过盈 ($Y_{\max}$)。最大过盈与最小过盈的算术平均值称为平均过盈 (Y_m)。

配合公差（或过盈公差）是允许过盈的变动量，它等于最小过盈与最大过盈之代数差的绝对值，也等于孔公差与轴公差之和。

例 孔 $\phi 25^{+0.021}_{+0.021}$ mm 与轴 $\phi 25^{+0.041}_{+0.028}$ mm 组成过盈配合，求最大、最小过盈，平均过盈及配合公差。

解：画公差带图（图2—8）

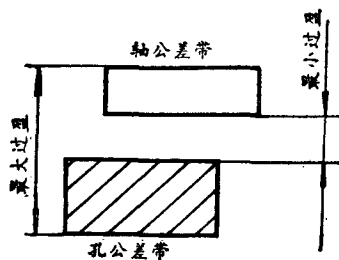
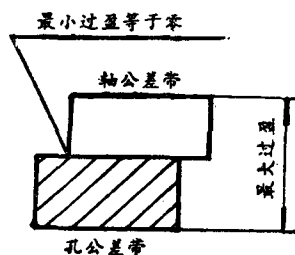


图2—7 过盈配合公差带图



$$\text{最小过盈 } Y_{\min} = ES - ei = +0.021 - (+0.028) = -0.007 \text{ mm}$$

$$\text{最大过盈 } Y_{\max} = EI - es = 0 - (+0.041) = -0.041 \text{ mm}$$

$$\text{平均过盈 } Y_m = \frac{1}{2} (Y_{\max} + Y_{\min})$$