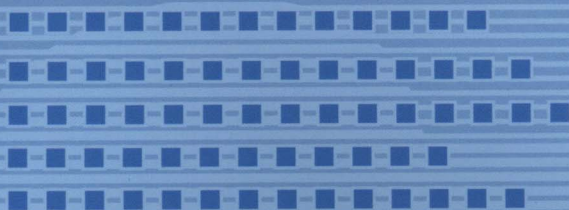




高等教育“十二五”应用型人才重点建设规划教材



公差配合与测量

(第2版)

GONGCHA PEIHE YU CELIANG

主 编 张美芸 陈凌佳 陈 磊

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等教育“十二五”应用型人才重点建设规划教材

公差配合与测量

(第2版)

主 编 张美芸 陈凌佳 陈 磊
副主编 徐学锋 孙淑梅 付廷龙

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本教材分为两篇,第一篇讲述公差与配合,包括了尺寸公差与圆柱结合的互换性,几何公差,表面结构,光滑极限量规设计,滚动轴承的互换性,螺纹、键和花键及圆锥结合的公差配合,圆柱齿轮的互换性和尺寸链等共9章。第二篇讲述测量,系统阐述了测量技术的基础、检验和测量的规程及原则,介绍了各种常用测量器具及使用,重点讲授了各种常见公差检测项目的检测方案,包括尺寸公差测量、形位公差测量、表面粗糙度测量、角度和锥度的测量、螺纹测量和齿轮测量等方面内容,共4章。

本书可作为高等院校、成人高校机械类、近机类专业机械测量技术的实训教材,也可供机械行业从事机械设计与制造、检测的工程技术人员自学和参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与测量/张美芸,陈凌佳,陈磊主编. —2版. —北京:北京理工大学出版社,2010.8

ISBN 978-7-5640-3460-3

I. ①公… II. ①张… ②陈… ③陈… III. ①公差-配合-高等学校-教材②技术测量-高等学校-教材 IV. ①TG801

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第142103号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 涿州市新华印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 19.25

字 数 / 448千字

版 次 / 2010年8月第2版 2010年8月第5次印刷

责任编辑 / 陈 竑

印 数 / 12001~16000册

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 38.00元

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

《公差配合与测量（第2版）》是根据高等院校机械类、近机械类等专业的需求而编写的，可作为高等院校模具、数控、机械制造、机电一体化、计算机辅助设计与制造等专业和普通高校相应专业使用。为了适应新形势下国家对应用型人才的培养，该教材着力于讲授公差配合及互换性原理，及如何使用测量仪器进行各种机械误差的测量，本教材在编写过程中注重突出以下特点。

1. 在阐明基本概念和原理的同时，突出实用性，列举了较多的实用性的例子，使学生能很好地学以致用。

2. 本教材难易适当，在语言表达上力求通俗、新颖，适合在校学生的学习及机械行业从事机械设计与制造、检测的工程技术人员自学和参考。

3. 结构设计合理，内容完整，重点突出，前后关联性强，各章均设计了适量的习题，以培养学生的实际应用能力。

本教材分为两篇，第一篇讲述了公差与配合，包括了尺寸公差与圆柱结合的互换性，几何公差，表面结构，滚动轴承的互换性，螺纹、键和花键及圆锥结合的公差配合，圆柱齿轮的互换性和尺寸链等。第二篇讲述测量，系统阐述了测量技术基础、检验和测量的规程及原则，介绍了各种常用测量器具及使用，重点讲授了各种常见公差检测项目的检测方案，包括尺寸公差测量、形位公差测量、表面粗糙度测量、角度和锥度的测量、螺纹测量和齿轮测量等方面内容。通过对本课程的学习，可以培养学生初步具有使用各种常用工具进行产品质量检测的工作能力。

本教材由张美芸、陈凌佳和陈磊主编；徐学锋、孙淑梅和付廷龙担任副主编。第1~3章由陈凌佳老师负责编写；第4~7章由张美芸负责编写；第8~10章由陈磊负责编写；第11章由王丽丽负责编写；第12章由孙淑梅负责编写；第13章由付廷龙负责编写；全书由张美芸、陈凌佳和陈磊定稿。

由于本书可能存在不足之处，敬请广大读者在使用过程中多提宝贵意见和建议。

编 者

目 录

第一篇 公差与配合

第 1 章 绪论	(3)
1.1 互换性的概述	(3)
1.1.1 互换性的概念	(3)
1.1.2 互换性的分类	(3)
1.1.3 互换性的技术经济意义	(4)
1.2 标准化与计量工作	(4)
1.2.1 标准化	(4)
1.2.2 标准化的意义与分类	(4)
1.2.3 计量工作	(5)
1.3 优先数及优先数系	(6)
1.4 零件的加工误差与公差	(7)
1.4.1 加工误差	(7)
1.4.2 公差	(8)
1.5 本课程的性质和特点	(8)
1.5.1 本课程的性质及任务	(8)
1.5.2 本课程的特点	(9)
1.5.3 本课程的学习方法	(9)
习题.....	(9)
 第 2 章 尺寸公差与圆柱结合的互换性	(10)
2.1 概述.....	(10)
2.2 公差与配合的基本术语及定义.....	(10)
2.2.1 尺寸的术语及其定义.....	(10)
2.2.2 偏差、公差的术语及其定义.....	(12)
2.2.3 公差带图.....	(13)
2.2.4 配合的术语及定义.....	(14)
2.3 标准公差系列.....	(17)

2.3.1	公差单位(公差因子)	(17)
2.3.2	公差等级	(17)
2.3.3	基本尺寸分段及标准公差表	(18)
2.4	基本偏差系列	(18)
2.4.1	基本偏差的意义及其代号	(18)
2.4.2	轴的基本偏差	(20)
2.4.3	孔的基本偏差确定	(21)
2.5	一般、常用和优先使用的公差带与配合的标准化	(27)
2.5.1	常用尺寸段孔、轴公差带	(27)
2.5.2	常用尺寸段公差与配合	(27)
2.6	公差与配合的选用	(28)
2.6.1	基准制的选择	(28)
2.6.2	公差等级的选择	(31)
2.6.3	配合的选择	(33)
2.7	一般公差线性尺寸的未注公差	(39)
2.7.1	线性尺寸一般公差的概念	(39)
2.7.2	有关国标规定	(39)
2.7.3	线性尺寸一般表示方法	(39)
习题		(40)
第3章	几何公差及其检测	(42)
3.1	概述	(42)
3.2	形位公差的标注方法	(45)
3.2.1	被测要素的标注方法	(45)
3.2.2	基准要素的标注方法	(47)
3.2.3	形位公差数值的标注	(48)
3.2.4	形位公差有关附加符号的标注	(48)
3.2.5	形位公差的识读	(49)
3.3	形位公差的基本概念	(49)
3.3.1	零件的要素	(49)
3.3.2	零件几何误差的概念	(50)
3.3.3	形位公差带	(51)
3.3.4	理论正确尺寸	(54)
3.3.5	延伸公差带	(54)

3.3.6 基准目标·····	(55)
3.4 形位公差带定义、标注和解释示例·····	(56)
3.5 公差原则·····	(76)
3.5.1 独立原则·····	(76)
3.5.2 相关要求·····	(76)
3.6 形位公差的选择·····	(87)
3.6.1 形位公差项目的选择·····	(87)
3.6.2 公差原则的选择·····	(88)
3.6.3 形位公差值的选择·····	(89)
习题·····	(92)
 第4章 表面结构 ·····	 (96)
4.1 概述·····	(96)
4.1.1 粗糙度的概念·····	(96)
4.1.2 粗糙度轮廓对零件使用性能的影响·····	(96)
4.2 粗糙度的评定标准·····	(97)
4.2.1 评定对象·····	(97)
4.2.2 评定基准·····	(97)
4.2.3 粗糙度轮廓的评定参数与数值规定·····	(99)
4.3 粗糙度轮廓参数的选择和表面结构的标注·····	(102)
4.3.1 粗糙度轮廓参数的选择·····	(102)
4.3.2 表面结构要求的标注·····	(104)
4.3.3 表面结构要求在图样和其他技术产品文件中的注法·····	(107)
4.4 粗糙度轮廓的检测·····	(109)
习题·····	(110)
 * 第5章 光滑极限量规设计 ·····	 (112)
5.1 量规的定义和分类·····	(112)
5.2 极限尺寸的判断原则·····	(113)
5.3 量规公差与量规公差带·····	(114)
5.4 光滑极限量规的设计·····	(116)
5.4.1 量规型式的选择·····	(116)
5.4.2 工作量规公差带设计·····	(117)
习题·····	(119)

第6章 滚动轴承的互换性	(120)
6.1 滚动轴承的分类及公差特点	(120)
6.1.1 滚动轴承的公差等级	(120)
6.1.2 滚动轴承内径、外径公差带及特点	(121)
6.2 滚动轴承配合件公差及选用	(122)
6.2.1 轴颈和外壳孔公差带的种类	(122)
6.2.2 滚动轴承配合的选择	(122)
6.2.3 轴颈和外壳孔的形位公差与表面粗糙度	(127)
习题.....	(128)
第7章 螺纹、键和花键及圆锥的公差配合	(130)
7.1 螺纹结合的公差配合	(130)
7.1.1 普通螺纹的基本牙型和主要几何参数	(130)
7.1.2 普通螺纹几何参数对互换性的影响	(131)
7.1.3 普通螺纹的公差与配合	(134)
7.2 键和花键结合的公差配合	(137)
7.2.1 平键连接的公差与配合	(137)
7.2.2 矩形花键的主要参数和定心方式	(139)
7.2.3 矩形花键的公差与配合	(141)
7.3 圆锥的公差配合	(144)
7.3.1 圆锥的术语及定义	(144)
7.3.2 圆锥公差的术语及定义	(146)
7.3.3 圆锥配合的术语及定义	(147)
7.3.4 圆锥公差	(149)
习题.....	(152)
第8章 圆柱齿轮的互换性及检测	(154)
8.1 概述	(154)
8.2 齿轮加工误差及齿轮误差项目	(154)
8.2.1 齿轮加工误差	(155)
8.2.2 圆柱齿轮误差项目	(156)
8.3 齿轮副误差和检验项目	(165)
8.4 渐开线圆柱齿轮精度标准	(167)

8.4.1	精度等级	(167)
8.4.2	精度等级的选择	(168)
8.4.3	齿轮副的侧隙	(169)
8.4.4	公法线平均长度极限偏差	(172)
8.4.5	公差组的检验组及其选择	(172)
8.4.6	齿坯精度	(173)
8.4.7	齿轮精度的标注	(173)
习题		(174)
第9章 尺寸链		(175)
9.1	尺寸链的基本概念	(175)
9.1.1	尺寸链的含义及其特性	(175)
9.1.2	尺寸链的组成	(175)
9.1.3	尺寸链的分类	(176)
9.1.4	尺寸链的建立	(177)
9.1.5	分析计算尺寸链的任务和方法	(178)
9.2	尺寸链的计算	(179)
9.2.1	极值法的基本公式	(179)
9.2.2	校核计算(正计算)	(180)
9.2.3	设计计算(反计算)	(182)
9.2.4	中间计算	(184)
9.3	解装配尺寸链的其他方法	(185)
9.3.1	分组互换法	(185)
9.3.2	修配法	(185)
9.3.3	调整法	(185)
习题		(185)

第二篇 测 量

第10章 测量技术基础		(189)
10.1	测量的基本概念与量值传递	(189)
10.1.1	测量的基本概念	(189)
*10.1.2	长度基准和量值传递	(190)
*10.1.3	角度基准与量值传递	(191)

10.2 计量器具与测量方法的分类	(192)
10.2.1 计量器具的分类	(192)
10.2.2 计量器具的基本技术性能指标	(193)
10.2.3 测量方法的分类	(194)
* 10.3 测量误差与数据处理	(196)
10.3.1 测量误差的概念	(196)
10.3.2 测量误差的来源	(197)
10.3.3 测量误差的分类	(197)
10.3.4 测量精度	(198)
10.3.5 各类测量误差的处理	(199)
10.3.6 等精度测量下直接测量列的数据处理	(203)
10.3.7 基本测量原则	(204)
习题	(205)
第 11 章 检验和测量的规程及原则	(207)
11.1 检验和测量的规程	(207)
11.1.1 检验的含义和国家标准	(207)
11.1.2 检验计划	(208)
11.1.3 检验的分类和程序	(208)
11.1.4 不合格品与不良品的管理	(209)
11.2 检验和测量过程的基本原则	(210)
11.2.1 测量方法的选择原则	(210)
11.2.2 计量器具的选用原则	(211)
11.3 测量器具的选择	(214)
11.4 测量基准面和定位方式的选择及温度误差的消除	(217)
11.4.1 测量基准面的选择原则	(217)
11.4.2 定位方式的选择原则	(217)
* 11.4.3 温度误差的消除方法	(217)
习题	(218)
第 12 章 常用测量器具及使用	(219)
12.1 量块	(219)
12.1.1 概述	(219)
12.1.2 量块的等和级	(220)

12.1.3 量块的使用	(221)
12.2 游标类量具	(222)
12.2.1 游标类的种类及结构	(222)
12.2.2 游标卡尺的刻线原理和读数方法	(224)
12.2.3 使用游标卡尺的注意事项	(225)
12.3 千分尺类量具	(226)
12.3.1 千分尺类量具的读数原理	(226)
12.3.2 外径千分尺	(227)
12.3.3 内径千分尺	(228)
12.3.4 深度千分尺	(229)
12.3.5 杠杆千分尺	(230)
12.4 机械量仪	(231)
12.4.1 百分表	(231)
12.4.2 内径百分表	(233)
12.4.3 杠杆百分表	(234)
12.4.4 千分表概述	(235)
12.4.5 杠杆齿轮比较仪	(235)
12.4.6 扭簧比较仪	(235)
12.5 角度量具	(236)
12.5.1 万能角度尺	(236)
12.5.2 正弦规	(237)
12.5.3 水平仪	(238)
12.6 其他常用测量仪器简介	(240)
12.6.1 立式光学计	(240)
12.6.2 万能测长仪	(241)
12.6.3 JJI—22A 型表面粗糙度测量仪	(243)
12.6.4 19JA 型万能工具显微镜	(244)
12.7 新技术在测量中的应用	(245)
* 12.7.1 光栅技术	(245)
* 12.7.2 激光技术	(246)
12.7.3 三坐标测量机	(246)

第 13 章 零件测量实训	(250)
---------------------	-------

13.1 尺寸公差测量	(250)
-------------------	-------

13.1.1 轴径和孔径的测量方法	(250)
13.1.2 轴径和孔径测量的注意事项	(251)
13.2 形位公差的测量	(252)
13.2.1 形位公差的评定	(252)
13.2.2 形位公差的测量原则	(254)
13.2.3 形状误差的测量	(254)
13.2.4 位置误差的测量	(259)
13.3 表面粗糙度测量	(262)
13.4 典型零件测量	(264)
13.4.1 圆锥角和锥度的测量	(264)
13.4.2 平键的检测	(266)
13.4.3 矩形花键的检测	(267)
13.4.4 螺纹的检测	(268)
13.4.5 齿轮测量	(270)
13.5 用三坐标测量机测量轮廓度误差	(277)
13.6 公差测量实训	(279)
实验1 用内径百分表、游标卡尺和内径千分尺测量孔径	(279)
实验2 用万能测长仪测量孔的直径	(284)
实验3 大尺寸孔、轴直径的测量简介	(287)
实验4 箱体类零件位置误差的测量	(290)
实验5 用正弦尺测量圆锥角偏差	(293)
参考文献	(296)

注: 标有“*”的章节为选学内容。

第一篇 公差与配合

第 1 章

绪 论

1.1 互换性的概述

1.1.1 互换性的概念

自机械工业时代以来,互换性是机械工业生产的一个重要经济技术原则,普遍应用于工业生产和日常生活中。

互换性是指机械产品在装配的时候,同一规格的零件或部件不经选择、修配、调整,就能够保证机械产品使用性能要求的一种特性。互换性现象在日常生活中比比皆是,我们日常所用的灯具坏了,可以直接到商店里面买一个同样规格的灯具安装上;自行车的螺钉丢了,可以买一个同样的螺钉装上;钥匙丢了,配一片新的钥匙就能把门打开了;手机在发展新款式的时候,可以采用具有互换性的统一机芯,不同款式只要设计外观造型,那么就可以实现一个系列多种款式的产品系列。

互换性包含在可装配性中,机器装配方法有互换法、选择法、修配法和调整法。互换性只是获得装配精度的一种方法。

1.1.2 互换性的分类

对于标准件,互换性又可分为内互换和外互换。构成标准部件的零件之间的互换称为内互换。标准部件与其他零部件之间的互换称为外互换。例如,滚动轴承外圈内滚道、内圈外滚道与滚动体之间的互换即为内互换,滚动轴承外圈外径与机壳孔的互换为外互换。

互换性按其互换程度可分为完全互换和不完全互换。

1. 完全互换性

完全互换性是指批零、装配部件前不经选择,装配时也不需要的修配和调整,装配后即可满足预定的使用要求。如螺栓、螺母,齿轮,圆柱销等标准件的装配大都属此类情况。

2. 不完全互换性

不完全互换性又可分为分组互换和调整互换。

(1) 当装配精度要求很高时,若采用完全互换将使零件的尺寸公差很小,加工困难,成本很高,甚至无法加工,这时可采用不完全互换法进行生产,将其制造公差适当放大,以便于加工。在完工后,再用量仪将零件按实际尺寸大小分组,组与组之间不可互换,因此,叫分组互换法。

(2) 用移动或更换某些零件以改变其位置和尺寸的办法来达到所需的精度,称为调整法,也属于不完全互换。一般以螺栓、斜面、挡环、垫片等作为尺寸补偿。

不完全互换只限于部件或机构在制造厂内装配时使用。对厂外协作,则往往要求完全互换。究竟采用哪种方式为宜,要由产品精度、产品复杂程度、生产规模、设备条件及技术水平等一系列因素决定。

一般大量生产和成批生产,如汽车、拖拉机厂大都采用完全互换法生产;精度要求很高,如轴承工业,常采用分组装配;而小批和单间生产,如矿山、冶金等重型机器业,则常采用调整法生产,或装配时允许用补充机械加工或钳工修刮办法来获得所需的精度,即修配法生产。

1.1.3 互换性的技术经济意义

互换性是机械产品设计和制造的重要原则。

机械产品实现了互换性,从维修角度看,机器的零部件坏了,可以直接购买到新的同规格产品,以旧换新,减少了机器的维修时间和费用,保证机器的连续运转,从而提高了机器的使用价值;从设计角度看,进行互换性设计,可以最大限度地采用标准件、通用件,大大简化不必要的绘图和计算工作,进行产品的系列化设计,根据市场动态及未来行情,及时满足市场用户的需要;从制造角度看,互换性有利于组织专业化生产,有利于采用先进工艺和高效率的专业设备,有利于进行计算机辅助制造,可以尽最大可能地缩短生产周期,互换性可以使企业提高生产率、保证产品的质量并降低生产制造成本。

机械制造业中的互换性,通常包括零件几何参数(尺寸)、力学性能、物理化学性能等方面的互换性。鉴于本教程主要从工量具的角度来讲解零件几何量的测量,我们主要讨论几何参数的互换性。

互换性必须遵循经济原则,不是任何情况下都适用,有时零件只能采用单配才能制成或符合经济原则。例如,模具常用修配法制造。

1.2 标准化与计量工作

生产中要实现互换性,搞好标准化与计量工作是前提,也是基础。

1.2.1 标准化

标准化是指制定标准、贯彻标准和修改标准的全过程,是一个系统工程。在现代化机械工业生产中,标准化是实现互换性的基础。要全面保证零部件的互换性,不仅要合理地确定零件制造公差,还必须保证在影响生产质量的各个环节、阶段及有关方面实现标准化。如优先数系、形状与位置公差及表面质量参数的标准化,计量单位及检测规定的标准化等。可见,在机械制造业中,任何零部件要使其具有互换性,都必须实现标准化,没有标准化,就没有互换性。保证互换性的基础是标准化。

1.2.2 标准化的意义与分类

1. 标准化的意义

标准化是组织现代化大生产的重要手段,是实行科学管理的基础,也是对产品设计的基

它包括设计系列化和通用化的内容。

所谓标准,就是由一定的权威组织对经济、技术和科学中重复出现的共同的技术语言和技术事项等方面规定出来的统一技术准则。它是各方面共同遵守的技术依据。简而言之,即是技术法规。

标准化是指以制定标准和贯彻标准为主要内容的全部活动过程,标准化程度的高低是评定产品质量的指标之一,是我国很重要的一项技术政策。

标准一经颁布,即成为技术法规。标准是为标准化而规定的技术文件。

2. 标准的分类

(1) 根据标准化法规定,我国的标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准4级。对需要在全国范畴内统一的技术要求,可制定国家标准。对没有国家标准而又需要在全国某个行业范围内统一的技术要求,可制定行业标准。对没有国家标准和行业标准而又需要在省、自治区、直辖市范围内统一的工业产品的安全、卫生要求,可制定地方标准。企业生产的产品没有国家标准、行业标准和地方标准的,应当制定相应的企业标准。对已有国家标准、行业标准或地方标准的,鼓励企业制定严于国家标准、行业标准或地方标准要求的企

业标准。

(2) 在我国,按照标准化对象的特性,标准可分为基础标准、产品标准、方法标准、安全标准、卫生标准等。基础标准是指在一定范围内作为其他标准的基础并普遍使用、具有广泛指导意义的标准,如《公差与配合》《形状和位置》公差标准等。

(3) 按照标准的适用领域、有效作用范围和发布权力的不同,一般分为:国际标准,如由国际标准化组织 ISO 和国际电工委员会 IEC 制定的标准;区域标准(或国家集团标准),如 EN、ANSI 和 DIN 分别是由欧共体、美国和德国制定的标准;国家标准,代号为 GB 或 GB/T;行业标准(或协会、学会标准),如 JB 和 YB 分别为原机械行业标准和冶金行业标准;地方标准和企业(或公司)标准。

(4) 1988 年全国人大常委会通过并由国家主席发布了《中华人民共和国标准化法》。标准化法规定,国家标准和行业标准分为强制性和推荐性两类。保障人体健康,人身、财产安全的标准和法律、行政法规规定强制执行的标准是强制性标准,其他标准是推荐性标准。2001 年 12 月,国家质量监督检验检疫总局颁布《强制性产品认证管理规定》,明确规定了凡列入强制性认证内容的产品,必须经国家指定的认证机构认证合格,取得指定认证机构颁发的认证证书。取得认证标志后,方可出厂销售、进口和在经营性活动中使用。

我国陆续修订了自己的标准,修订的原则是在立足我国实际的基础上向 ISO 靠拢。

1.2.3 计量工作

我国的计量工作,自新中国成立后逐步统一计量制度,建立了各种计量器具的传递系统,颁布了计量条例和计量法,使机械制造业的基础沿着科学、先进的方向迅速发展,促进了企业计量管理和产品质量水平的不断提高。

目前我国计量测试仪器制造业已有长足的进步和发展,其产品不仅能满足国内工业发展的需要,而且还出口到国际市场。我国已能生产机电一体化测试仪器产品,如激光丝杠动态检查仪、三坐标测量机、齿轮整体误差检查仪等一批达到或接近世界先进水平的精密测量仪器。