

机电专业“十三五”规划教材

互换性与测量技术

主编◎朱同波



机电专业“十三五”规划教材

互换性与测量技术

主 编 朱同波

副主编 王仰江 林新英 苏杰义
张云鹏 胡志超



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

内容简介

本书系统地论述了互换性与测量技术的基本知识,阐述了测量技术的基本原理,反映了一些新的测试技术。本书共 8 章,分别为绪论、极限与配合及检测、测量技术基础、几何公差及检测、表面粗糙度、光滑极限量规、常用结合件的公差及检测、尺寸链。

本书可作为高等院校机械专业教材,也可供其他行业的工程技术人员及计量、检验人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

互换性与测量技术 / 朱同波主编. — 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2018.7

ISBN 978-7-5661-2050-2

I. ①互… II. ①朱… III. ①零部件—互换性—高等学校—教材②零部件—测量技术—高等学校—教材 IV.

①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 160097 号

选题策划 章银武

责任编辑 张彦

封面设计 赵俊红

出版发行 哈尔滨工程大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区南通大街 145 号

邮政编码 150001

发行电话 0451-82519328

传 真 0451-82519699

经 销 新华书店

印 刷 廊坊市广阳区九洲印刷厂

开 本 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张 17

字 数 435 千字

版 次 2018 年 8 月第 1 版

印 次 2018 年 8 月第 1 次印刷

定 价 48.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

“互换性与测量技术”课程是高等工科院校机械类和近机类各专业的一门重要的技术基础课。从课程体系看，它是联系机械设计和机械制造类课程的纽带，是从基础课教学过渡到专业课教学的桥梁。本课程的学习，旨在让学生初步掌握机械及其零部件的几何量精度设计，正确理解设计图纸上的精度要求，合理设计产品质量检验方案和进行测量结果的数据处理。为了适应新形势下国家对应用型人才的培养目标，本书在编写过程中注重突出以下几个特点。

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

(2) 结构设计合理，在语言表达上力求通俗、新颖，便于讲授和自学。

(3) 内容完整，重点突出，每一章都有小结，使学生易于把握知识要点；各章均设计了适量的习题，培养学生的实际应用能力。

(4) 注重先进性，所引用的各项标准均为最新国家标准。

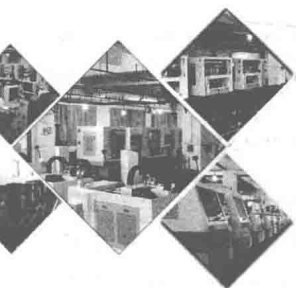
本书共 8 章，分别为绪论、极限与配合及检测、测量技术基础、几何公差及检测、表面粗糙度、光滑极限量规、常用结合件的公差及检测、尺寸链。

本书由朱同波担任主编，由王仰江、林新英、苏杰义、张云鹏、胡志超担任副主编。其中，朱同波编写了第 2 章，王仰江编写了第 4 章，林新英编写了第 6 章和第 7 章，苏杰义编写了第 3 章和第 5 章，张云鹏编写了第 8 章，胡志超编写了第 1 章。全书由朱同波统稿。李咏梅教授审阅了本书，并提出了宝贵意见和建议。本书在编写过程中还得到了参编单位领导和老师的大力支持，在此一并表示衷心感谢。本书的相关资料和售后服务可扫本书封底的微信二维码或与 QQ(2436472462) 联系获得。

尽管我们在编写本教材时尽了最大的努力，但由于水平有限，加之编写时间仓促，疏漏之处在所难免，恳请广大读者和专家提出宝贵意见，以使我们在修订时完善。

编 者

2018 年 6 月

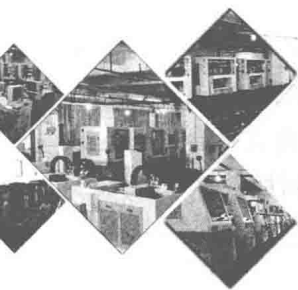


目 录

第1章 绪 论	1
1.1 互换性的基本知识	1
1.2 公差与检测	4
1.3 标准化	5
1.4 优先数和优先数系	7
本章小结	10
本章习题	11
第2章 极限与配合及检测	13
2.1 极限与配合及检测的基本知识	13
2.2 尺寸的公差与配合	22
2.3 极限与配合的选用	37
2.4 尺寸的检测	46
本章小结	49
本章习题	50
第3章 测量技术基础	53
3.1 测量的基本知识	53
3.2 计量仪器和测量方法分类	58
3.3 测量误差及处理方法	62
本章小结	68
本章习题	69
第4章 几何公差及其检测	71
4.1 几何公差的基本知识	71
4.2 几何公差的标注	75
4.3 几何公差及其公差带	83
4.4 方向、位置、跳动误差及公差	88
4.5 公差原则	98
4.6 几何公差的选择	104



4.7 几何误差的检测	114
4.8 应用案例	117
本章小结	118
本章习题	119
第5章 表面粗糙度	123
5.1 表面粗糙度的基本知识	123
5.2 表面粗糙度的评定	125
5.3 表面粗糙度的选用	130
5.4 表面粗糙度符号、代号及其注法	136
5.5 表面粗糙度的检测	144
本章小结	147
本章习题	147
第6章 光滑极限量规	150
6.1 光滑极限量规的基本知识	150
6.2 量规设计原则	152
6.3 工作量规设计	155
本章小结	159
本章习题	160
第7章 常用结合件的公差及检测	163
7.1 键、花键的公差及检测	163
7.2 滚动轴承的公差与配合	174
7.3 普通螺纹结合的公差及检测	185
7.4 渐开线圆柱齿轮传动精度及检测	200
本章小结	225
本章习题	226
第8章 尺寸链	229
8.1 尺寸链的基本知识	229
8.2 计算尺寸链的有关参数	241
8.3 用完全互换法计算尺寸链	243
8.4 用大数互换法计算尺寸链	252
8.5 计算尺寸链的其他方法	256
本章小结	260
本章习题	261
参考文献	265



第1章 绪论



本章导读

互换性与测量技术是机械类、仪器仪表类各专业必修的一门实践性很强的专业技术基础课。它是联系机械设计课程与机械制造课程的纽带，是从基础课学习过渡到专业课学习的桥梁。本书主要由公差和测量技术两部分组成，用以分析研究机械零件及机构的几何参数。公差主要通过课堂教学和课外作业来完成，测量技术主要通过实验内容来完成。这两部分有一定的联系，但又自成体系。公差属于标准化范畴，测量属于计量学范畴，它们是独立的两个体系。本书将公差和测量有机结合在一起。



本章目标

- ✱ 了解互换性基本知识
- ✱ 掌握公差和检测的相关知识
- ✱ 了解标准与标准化的概念以及标准的分类
- ✱ 掌握优先数和优先数系

1.1 互换性的基本知识

日常生活中存在着许多机械产品，不管多么复杂的产品，大体上都是由大量的通用标准零部件和部分专用零部件组合而成的，生产产品的厂家不可能所有零部件都自己生产，他们只需要生产自己专用的零部件，其他大量的通用标准零部件由专门的标准件厂家制造与提供。这样既节省生产费用，也缩短了生产产品的周期，满足市场需求。而这些标准零部件如果有一个坏了，只需要更换一个相同规格的新零部件就可以继续使用了。之所以能如此便捷，是因为这些零部件都是按照互换性原则来生产出来的，他们之间都具有互换性。

在机械制造中，互换性是指在统一规格的一批零部件中，任取其一，无须任何挑选或附加修配、调整就可直接装在机器上，并能保证机器规定的使用性能要求。具有



以上要求的零部件我们称之为具有互换性的零部件。

如图 1-1 所示的单级直齿圆柱齿轮减速器，它主要由箱体、箱盖、端盖、齿轮轴、调整垫片、滚动轴承、挡油环、螺钉等许多零部件组成。这些零部件分别由不同的工厂和车间制造而成。在装配减速器时，在制成的同一规格的一批零部件中，任取其一，无须任何挑选或附加修配、调整，便可与其他零部件安装在一起，构成一台完整的减速器，并且能达到规定的使用要求，这就说明了这些零部件具有互换性。

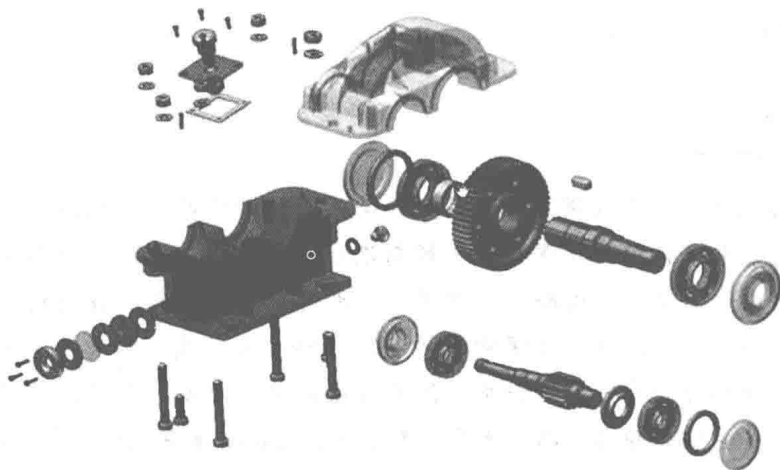


图 1-1 单级直齿圆柱齿轮减速器分解图

1.1.1 互换性的分类

1. 按照互换性的种类区分

机器和仪器制造业中的互换性，通常包括零件几何参数间的互换性和功能互换性。

(1) 几何参数互换性

所谓几何参数，主要包括尺寸大小、几何形状以及相互的位置关系。几何参数间的互换性是指通过规定几何参数（尺寸、形状、位置、表面粗糙度等）的极限范围来保证产品的互换性。本课程主要介绍的是几何参数互换性。

(2) 功能互换性

功能互换性是指通过规定功能参数的极限范围来保证产品的互换性。功能参数除包括了几何参数外，还包括了机械性能参数（如硬度、强度等）及化学、光学、电学和流体力学等参数。

2. 按照互换性的互换程度区分

互换性按照互换程度可分为完全互换和不完全互换两种。

(1) 完全互换

完全互换是指零件在装配时不需要挑选或者辅助加工就可以达到要求的装配精度。



对于标准部件可分为内互换和外互换。

(2) 不完全互换

不完全互换又称有限互换或相对互换,是指在零件装配前需要将零部件预先分组或在装配时需要进行微调才能达到装配精度的要求。通常不完全互换有分组装配法和调整法两种。

①分组装配法。当对零部件的精度要求很高时,采用完全互换将使零部件制造公差很小、加工困难、成本提高,此时采用分组装配法。先扩大公差方便加工,在零件加工完工后,根据零件实测尺寸的大小,把相配合的零件分为若干组,使每组的尺寸差别比较小,后按照相应组进行装配,这样既可保证零部件制造精度和使用要求,又能解决加工困难问题,降低成本。分组装配法要求组内零件可以互换,组与组之间不可以互换。

②调整法。调整法是指在机器装配或使用过程中,对某个特定零件按所需的尺寸进行调整,以达到装配精度要求。图 1-1 减速器中调整垫片的厚度根据轴承端盖与箱体间的宽度来决定,用以调整滚动轴承的间隙,装配后用以补偿温度变化时轴的微量长度变化,避免轴弯曲。

实际生产中采用完全互换还是不完全互换,主要根据产品使用要求、制造条件和制造成本决定,在产品设计时就要确定方案。只要能方便采用完全互换性生产的,都应遵循完全互换原则。一般来说,在大批量生产中常采用完全互换,当产品结构复杂、装配精度又较高时或者是小批量生产时,可采用不完全互换。

1.1.2 互换性的作用

互换性在机械制造业中的作用主要有以下几个。

1. 设计方面

从设计方面看,按互换性设计的标准零部件和通用件可以大大减少绘图和计算等工作量,缩短设计周期,有利用产品品种多样化和计算机辅助设计 CAD 软件的,这对产品的发展、改进产品性能都有重大作用。

2. 制造方面

从制造方面看,互换性原则是组织专业化协作生产的重要基础,有利于组织大规模专业化生产,有利于采用先进工艺和效率的专用设备,有利于采用计算机辅助制造,有利于实现加工过程和装配过程的机械化、自动化从而提高劳动生产率和产品质量、降低成本。以图 1-1 为例,减速器是由箱体、轴承、端盖等许多零部件组成的,由于各零部件具有互换性,因此,这些零部件就可以分配到不同的车间和工厂同时分别加工,用得多的标准件还可以由专业车间或工厂单独加工,这样产品质量得到提高,成本也会显著降低。

3. 使用和维修方面

从使用和维修方面看,如零部件具有互换性,在零件磨损或损坏后,可用新配件



直接替换损坏配件，这样就减少了机器的维修时间和费用，保证机器运作的可持续性从而提高机器的利用率和使用寿命。

从以上几方面可以看出，遵循互换性原则进行生产可以保证产品质量、提高劳动生产率 and 增加经济效益，因此，互换性原则是现代机械制造业中一个必须遵守的重要原则。

1.2 公差与检测

实现互换性的必要条件是能合理确定零部件公差并进行正确的检测。

1.2.1 公差

在实际生产中，要生产出一批几何参数完全一致的零件是不可能的。在加工过程中，会有工件、机床的变形，相对位置关系的不确定，以及定位不准确等原因。因此，加工出的同一批产品在尺寸、形状、位置等几何量不可能准确，而是存在误差。在实际功能上，也没必要将统一规格零件几何参数做到一致，只要将零件的实际参数控制在一定的变动范围内，使零件相近度够大，就能满足互换性的要求。

零件几何参数允许的最大变动量称为公差。公差包括了尺寸公差、形状公差、位置公差等。

因为在加工过程中不可避免会产生误差，所以在设计零件的时候要规定公差。用公差来限制误差，使零件完工后的误差在公差允许范围内，才能使零件具有互换性。零件的几何参数误差是否在规定的公差允许范围内还需要通过检测来确定。

1.2.2 检测

为实现互换性，除了要合理规定公差，还要对完工零件的几何量进行检测，从而判断零件的几何参数误差是否在规定的公差允许范围内。

检测包括了检验和测量。检验是指采取合适的方法和手段，确定零件的几何参数是否在规定的公差允许范围内，不必测出被测物品的具体数值；测量是指将被测量与标准量进行比较，从而精准确定被测量具体数值的过程。

在机械制造中，检测是判别产品合格与否和质量优劣的基本方法。同时，检测也用来评定产品的质量，分析产生不合格产品的原因，及时调整生产，监督工艺过程，预防废品产生。检测是实现互换性生产的重要保证，也是进行质量管理、监督和控制在的基本手段。

产品质量的提高除了依赖于设计和加工精度的提高，更依赖于检测精度的提高。因此，合理确定公差、正确进行检测是保证产品质量和实现互换性生产的两个必不可少的手段和条件。要做到这两点，就需要有一个统一的标准作为共同遵守的准则和依据。因此，标准化是实现互换性的前提。



1.3 标准化

为正确协调各生产部门和准确衔接各生产环节,实现互换性生产,必须有一种协调手段,使分散、局部的生产部门和生产环节保持必要的技术统一,成为一个有机的整体。标准和标准化正是建立这种关系的重要手段,是实现互换性生产的基础。

1.3.1 标准与标准化

1. 标准化

标准化是指为在一定的范围内获得最佳秩序,对实际的或潜在的问题制定共同的和重复使用的规则的活动,即制定、发布及实施标准的过程。这个过程从探索标准化对象开始,经过调查、实验和分析,起草、制定和贯彻标准,然后修改标准。标准化主要以标准的形式体现,是一个不断循环、不断提高的过程。

2. 标准

标准是指对重复性事物和概念所做的统一规定。它以科学、技术和实践经验的综合为基础,经过有关方面协商一致,由主管机构批准,以特定的形式发布,作为共同遵守的准则和依据。

1.3.2 标准的分类

1. 按标准对象特征分

按照标准化对象特征不同,标准可分为技术标准、管理标准和工作标准三类。

(1) 技术标准

对标准化领域中需要协调统一的技术事项所制定的标准,称为技术标准。它是从事生产、建设及商品流通的一种共同遵守的技术依据。技术标准的分类方法很多,按其标准化对象特征和作用,可分为基础标准、产品标准、方法标准、安全卫生与环境保护标准等。

①基础标准。基础标准是指以标准化共性要求和前提条件为对象的标准,在一定范围内可以作为其他标准的依据和基础,具有普遍的指导意义。一定范围是指特定领域,如企业、专业、国家等。也就是说,基础标准既存在于国家标准、专业标准中也存在于企业标准中。在某领域中,基础标准是覆盖面最大的标准,是该领域中所有标准的共同基础。

②产品标准。对产品结构、规格、质量和检验方法所做的技术规定称为产品标准。产品标准按其适用范围,分别由国家、部门和企业制定,是一定时期和一定范围内具有约束力的产品技术准则,是产品生产、质量检验、选购验收、使用维护和洽谈贸易的技术依据。



③方法标准。方法标准指的是通用性的方法,如试验方法、检验方法、分析方法、测定方法、抽样方法、工艺方法、生产方法、操作方法等多项标准。

④安全卫生与环境保护标准。安全卫生与环境保护标准是指有关人们生命财产安全和保护环境可持续发展的标准。

(2) 管理标准

标准化领域中需要协调统一的管理事项所制定的标准称为管理标准。管理标准按其对象可分为技术管理标准、生产组织标准、经济管理标准、行政管理标准、业务管理标准和工作标准等。制定管理标准的目的是合理组织、利用和发展生产力,正确处理生产、交换、分配和消费中的相互关系及科学地行使计划、监督、指挥、调整、控制等行政与管理机构的职能。

(3) 工作标准

工作标准是指一个训练有素的人员完成一定工作所需的时间。该人员应该用预先设定好的方法,用其正常的努力程度和正常的技能(非超常发挥)完成这样的工作,所以也称为时间标准。

2. 按作用范围分

按作用范围不同,标准可分为国际标准、区域标准。在我国按级别的不同还细分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。

(1) 国际标准。国际标准是指国际标准化组织(ISO)、国际电工委员会(IEC)和国际电信联盟(ITU)制定的标准以及国际标准化组织确认并公布的其他国际组织制定的标准。国际标准在世界范围内统一使用。

(2) 区域标准。区域标准又称为地区标准,可用 DB 表示,泛指世界某一区域标准化团体所通过的标准。通常提到的区域标准,主要是指原经互会标准化组织、欧洲标准化委员会、非洲地区标准化组织等地区组织所制定和使用的标准。

(3) 国家标准。国家标准是指由国家标准化管理机构批准,并在公告后需要通过正规渠道购买的文件,除国家法律法规规定强制执行的标准以外,一般有一定的推荐意义。国家标准代号用 GB(强制性国家标准)或 GB/T(推荐性国家标准)表示。

(4) 行业标准。根据《中华人民共和国标准化法》的规定:由我国各主管部、委(局)批准发布,在该部门范围内统一使用的标准,称为行业标准。行业标准是对国家标准的补充,是在全国范围某一行业内统一的标准。行业标准代号有 JB(机械)、QB(轻工)、FJ(纺织)、TB(铁路运输)等行业标准代号。

(5) 地方标准。地方标准又称为区域标准,是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、卫生要求制定的标准。

(6) 企业标准。企业标准是对企业范围内需要协调、统一的技术要求,管理要求和工作要求所制定的标准。企业标准由企业制定,由企业法人代表或法人代表授权的主管领导批准、发布。企业标准一般以“Q”开头。

3. 按法律属性分

按法律属性不同,标准可分为强制性标准和推荐性标准,具体代号为 GB 和 GB/T,



主要是在国家标准和行业标准当中进行区分。有关人身安全、健康、卫生及环境保护之类的标准属于强制性标准,大部分(80%以上)标准属于推荐性标准。本书将着重介绍推荐性标准。

1.4 优先数和优先数系

在制定技术标准和设计、制造产品时,会涉及很多技术参数。这些参数的协调、简化和统一是标准化的一项重要内容。当选定一个数值作为产品的参数指标后,该数值就会按照一定的规律向一切有关参数指标进行传播扩散。这种技术参数的传播在生产实际中很普遍,比如确定好螺栓的直径尺寸后,不仅会传播到与之配合的螺母、加工用的丝锥和板牙、检验用的塞规和环规,也会传播到垫圈、扳手等配套物件上。

一种产品往往同时在不同的场合由不同的人员分别进行设计和制造,产品的参数常常影响到与其有配套关系的系列产品相关参数。如果没有一个共同遵守的选用数据的准则,一个很小的差异经过反复传播扩散后,就会造成同一种产品的尺寸参数杂乱无章,给生产、协作配套及维修使用带来很多困难。

为了满足各式各样的要求,人们在生产实践的基础上总结出了优先数和优先数系这一套科学统一的数值标准。优先数和优先数系是国际上统一的重要基础标准,不仅对各种技术参数的数值进行了简化、协调和统一,也是标准化的重要内容。

1.4.1 优先数

优先数系中任意一个项值称为优先数。优先数的各项理论值是根据优先数系的公比计算得到的。理论值除10的整数幂外均为无理数,如 $\sqrt[5]{10}$ 、 $(\sqrt[5]{10})^2$ 、 $(\sqrt[5]{10})^3$ 、 $(\sqrt[5]{10})^4$ 等,在工程技术上无法直接应用,需要圆整为近似值。根据圆整的精确程度不同,优先数可区分为计算值、常用值和化整值。

1. 计算值

这是对理论值取五位有效数字的近似值。其相对误差小于 $1/(2 \times 10^4)$,供精确计算用。例如,1.2的计算值就为1.2598。

2. 常用值

即经常使用的常称的优先数,如表1-1所示,取三位有效数字。

3. 化整值

取两位有效数字,一般只有在某些特殊情况下才允许使用。例如,1.12的化整值为1.1。化整值不可随便化整,应遵循GB/T19764—2005《优先数和优先数化整值系列的选用指南》的规定。



表 1-1 优先数系的基本系列常用值

R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40
1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	4.00	4.00	4.00
			1.06				4.25
		1.12	1.12		5.00	4.50	4.50
			1.18				4.75
	1.25	1.25	1.25			5.00	5.00
			1.32				5.30
		1.40	1.40			5.60	5.60
			1.50				6.00
1.60	1.60	1.60	1.60	6.30	6.30	6.30	6.30
			1.70				6.70
		1.80	1.80			7.10	7.10
			1.90				7.50
	2.00	2.00	2.00		8.00	8.00	8.00
			2.12				8.50
		2.24	2.24			9.00	9.00
			2.36				9.50
2.50	2.50	2.50	2.50	10.00	10.00	10.00	10.00
			2.65				
		2.80	2.80				
			3.00				
	3.15	3.15	3.15				
			3.35				
		3.55	3.55				
			3.75				

1.4.2 优先数系

工程技术上采用的优先数系是一种十进制几何级数，数列的各项数值中包含 1，10，100， $\dots$ ， 10^N 和 0.1，0.01， $\dots$ ， $1/10^N$ 这些数。其中，指数 N 为正整数，按 1~10，10~100， $\dots$ 和 1~0.1，0.1~0.01， $\dots$ 划分区间，称为十进段。级数的公比为 $q=\sqrt[r]{10}$ ，其中， r 值为每个十进段内的项数。国际标准（GB/T321—2005）规定的优先数系是由公比分别为 10 的 5、10、20、40、80 次方根，且项值中含有 10 的整数幂的



理论等比数列导出的一组近似等比的数列，分别采用国际代号 R5、R10、R20、R40、R80 表示。五个优先数系的公比 q 为：

$$\text{R5 系列 } q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.5849 \approx 1.6$$

$$\text{R10 系列 } q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.2598 \approx 1.25$$

$$\text{R20 系列 } q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.1220 \approx 1.12$$

$$\text{R40 系列 } q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.0593 \approx 1.06$$

$$\text{R80 系列 } q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1.0292 \approx 1.03$$

其中，R5、R10、R20 和 R40 是常用系列，称为基本系列，其常用数值详见表 1-1。基本系列的选用应遵循先疏后密的原则，即应按照 R5、R10、R20、R40 的顺序优先采用公比较大的基本系列。R80 作为补充系列，仅在参数分级很细或基本系列中的优先数不能适应实际情况时才考虑采用。

1.4.3 应用优先数系的要点和原则

应用优先数系的要点和原则主要有以下几个。

(1) 在确定产品的参数或参数系列时，如果没有特殊原因而必须选用其他数值的话，只要能满足技术经济上的要求，就应当力求选用优先数，并且按照 R5、R10、R20 和 R40 的顺序，优先用公比较大的基本系列。当一个产品的所有特性参数不可能都采用优先数时，也应使一个或几个主要参数采用优先数。即使是单个参数值，也应按上述顺序选用优先数。这样做既可在产品发展时插入中间值，仍保持或逐步发展成为有规律的系列，又便于跟其它相关产品协调配套。

(2) 当基本系列不能满足分级要求时，可以选用派生系列。派生系列是指从基本系列或补充系列 R_r 中（其中， $r=5, 10, 20, 40, 80$ ）每隔 p 项取值，即从每相邻的连续 p 项中取一项组成新的等比数列。派生系列的代号表示方法为：系列无限定范围时，应指明系列中含有的一个优先数，如果系列中含有项值 1，可简写为 R_r/p 。例如经常使用的派生系列 R10/3，是从基本系列 R10 中每隔两项取出一个优先数组成的，表示系列为 $\dots, 1, 2, 4, 8, 16, \dots$ 。系列在有限定范围时，应注明界限值。比如 $R10/3 \times (2.5 \dots)$ 表示以 2.5 为下限的派生系列； $R40/5 (\dots 60)$ 表示以 60 为上限的派生系列。派生系列使优先数能适应各种生产实际的需要。

(3) 当参数系列的延伸范围很大，从制造和使用的经济性考虑，在不同的参数区间需要采用公比不同的系列时，可分段选用最适宜的基本系列或派生系列，以构成复合系列。

(4) 按优先数常用值分级的参数系列，公比是不均等的。在特殊情况下，为了获得公比精确相等的系列，可采用计算值。

(5) 如无特殊原因，应尽量避免使用化整值。化整值的选用带有任意性，不易取得协调统一，由于误差较大而带来一些缺点。如系列中含有化整值，就使以后向较小



公比的系列转换变得较为困难,化整值系列公比的均匀性差,化整值的相对误差经乘、除运算后往往进一步增大等。

1.4.4 优先数系的优点

1. 经济合理的数值

分级制度产品的参数从最小到最大有很宽的数值范围。经验和统计表明,数值按等比数列分级,能在较宽的范围内以较少的规格、经济合理地满足社会需要。这就要求用“相对差”反映同样“质”的差别,而不能像等差数列那样只考虑“绝对差”。例如,对轴径分级,在 10 mm 不合需要时,如用 12 mm,则两极之间绝对差为 2 mm,相对差为 20%。但对 100 mm 来说,加大 2 mm 变成 102 mm,相对差只有 2%,显然太小。而对直径为 1 mm 的轴来说,加大 2 mm 变成 3 mm,相对差为 200%,显然太大。等比数列是一种相对差不变的数列,不会造成分级疏的过疏,密的过密的不合理现象,优先数系正是按等比数列制订的。因此,它提供了一种经济、合理的数值分级制度。

2. 统一、简化的基础

优先数系是国际上统一的数值制度,可用于各种量值的分级,以便在不同的地方都能优先选用同样的数值,这就为技术经济工作上统一、简化和产品参数的协调提供了基础。

3. 具有广泛的适应性

优先数中包含有各种不同公比的系列,可以满足较密和较疏的分级要求。由于较疏系列的项值包含在较密的系列之中,这样在必要时可插入中间值,使较疏的系列变成较密的系列,而原来的项值保持不变,与其他产品间配套协调关系不受影响,这对发展产品品种是很顺利的。

4. 简单、易记、计算方便

优先数系是十进等比数列,其中,包含 10 的所有整数幂。只要记住一个十进段内的数值,其他的十进段内的数值可由小数点的移位得到。因此,只要记住 R20 中的 21 个数值,就可解决一般应用。

优先数系是等比数列,故任意个优先数的积和商仍为优先数,而优先数的对数(或序号)则是等差数列,利用这些特点可以大大简化设计计算。

本章小结

本章主要讲述了互换性的基本知识、公差与检测、标准化、优先数和优先数系。按照种类区分,互换性通常包括零件几何参数间的互换性和功能互换性;按照互



换程度区分,互换性可分为完全互换和不完全互换两种。

互换性在机械制造业中的作用主要设计、制造、使用和维修等方面。

公差包括尺寸公差、形状公差、位置公差等。

检测包括检验和测量。检验是指采取合适的方法和手段,确定零件的几何参数是否在规定的公差允许范围内,不必测出被测物品的具体数值;测量是指将被测量与标准量进行比较,从而精确定被测量具体数值的过程。

标准化是指为在一定的范围内获得最佳秩序,对实际的或潜在的问题制定共同的和重复使用的规则的活动,即制定、发布及实施标准的过程。标准有多种分类方法。

优先数系中任意一个项值称为优先数。优先数的各项理论值是根据优先数系的公比计算得到的。

本章习题

一、填空题

1. 互换性按互换程度可分为_____和_____两种。
2. 零件几何参数允许的最大_____称为公差。公差包括了_____、形状公差、_____等。
3. 我国按标准的使用范围将其分为国家标准、_____、_____和企业标准。
4. 根据圆整的精确程度不同,优先数可区分为_____,_____,_____和_____。

二、选择题

1. 下列属于优先数系中的补充系列的是()。
A. R10 B. R20 C. R40 D. R80
2. 按照标准化对象特征不同,下列哪个选项不属于标准的分类对象()。
A. 技术标准 B. 方法标准 C. 管理标准 D. 工作标准
3. 互换性在机械制造业中的作用不包括以下哪方面()。
A. 设计方面 B. 制造方面
C. 效益方面 D. 使用和维修方面

三、判断题

1. 要实现互换性的必要条件是能合理确定零部件公差并进行正确的检测。()
2. 国际标准(GB/T321—2005)《优先数和优先数系》的优先数系规定的R值有5、10、20、40、80五种。()
3. 零部件有了公差标准就能保证零件具有互换性。()