

高等教育“十三五”规划教材

互换性与测量技术

HUHUANXING YU CELIANG JISHU

主编 李琚陈 徐剑锋 翟振辉

航空工业出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

互换性与测量技术

主编 李琚陈 徐剑锋 翟振辉

航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

“互换性与测量技术”是机械类、机电类和仪器仪表类专业的一门综合性和实用性都很强的技术基础课，是联系基础课和其他技术基础课与专业课的纽带与桥梁。

本书共分十二章，主要内容包括：互换性相关知识、测量技术基础、极限与配合、几何公差与检测、表面粗糙度与检测、光滑工件尺寸的检测、螺纹配合的互换性与检测、滚动轴承的互换性、圆锥配合的互换性与检测、键和花键连接的互换性与检测、圆柱齿轮的互换性与检测、尺寸链等。

本书内容全面、结构合理、图示丰富、语言简洁，与应用密切结合，书中所涉及标准均采用最新国家标准，可作为高等院校机械类、机电类和仪器仪表类专业的教材，也可供其他相关工程技术人员自学参考。

图书在版编目（C I P）数据

互换性与测量技术 / 李琚陈，徐剑锋，翟振辉主编

— 北京：航空工业出版社，2017.7

ISBN 978-7-5165-1246-3

I. ①互… II. ①李… ②徐… ③翟… 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(2017)第 163493 号

互换性与测量技术

Huhuanxing yu Celiang Jishu

航空工业出版社出版发行

（北京市朝阳区北苑 2 号院 100012）

发行部电话：010-84936597 010-84936343

北京谊兴印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2017 年 7 月第 1 版

2017 年 7 月第 1 次印刷

开本：787×1092

1/16

印张：19.75

字数：456 千字

印数：1—3000

定价：48.00 元

前言QIANYAN

“互换性与测量技术”包括几何量公差和测量技术两大方面的内容，把标准化和计量学两个领域的相关内容有机地结合在一起，与机械设计、机械制造和质量控制等方面密切相关，是机械工程技术人员和管理人员必备的基础知识和技能，在生产一线中具有广泛的实用性。

随着全球经济一体化的到来，我国各项标准逐步与国际接轨，掌握标准化知识已成为时代的需要。为此，我们依据普通高等教育对本课程教学的基本要求，在充分考虑到教师和学生实际需求的基础上，编写了《互换性与测量技术》这本教材。

本教材具有以下几个鲜明的特点。

1. 标准最新

近几年，为了适应新技术的发展，实现互换性，与国际标准接轨，我国陆续颁布了一系列新的国家标准。因此，本书中的概念、术语、技术参数及相关图样标注等均采用最新国家标准。

2. 理论够用、重在应用

本书在内容的组织上遵循“理论够用、重在应用”的原则，重点讲解实际中应用广泛的基本概念和相关标准，突出内容的应用性。本书在讲解知识点时，配备了大量的相关图片，使学生能更为直观、快捷地掌握书中知识；同时本书还从国家标准中摘录了大量的相关参数表格，可供学生进行课程设计、毕业设计时参考。

3. 案例丰富、典型实训指导

为便于学生掌握课程的基本内容，本书力求理论联系实际，根据知识点尽可能多地引用例子进行分析、计算，以加深学生对所学内容的理解。

本书在每章后都配有与内容相关的实训案例，通过分析实训案例使学生更好地掌握所学知识，增强学生分析问题、解决问题的能力。

此外，本书在每章前都有本章导读和本章学习目标，每章后都有本章小结和四种类型的习题，使学生在学时能够循序渐进、重点把握。

本书由李璐陈、徐剑锋、翟振辉担任主编，姚实、马东东、王圣斌、段斌、伍军辉、郝新爱、梁强担任副主编，刘丹萍、石爱娟参与了编写。

在编写本书的过程中，编者翻阅了大量有关互换性与测量技术的资料和教材，在此，对这些资料的作者和编者表示衷心的感谢。由于时间仓促，编写人员水平有限，书中不尽如人意之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

另外，本书配有丰富的教学资源包，读者可以登录北京金企鹅联合出版中心的网站（<http://www.bjjqe.com>）下载。

编者

2017年6月

目录MULU

第1章 互换性相关知识 1

1.1 互换性概述 1

1.1.1 互换性的分类 1

1.1.2 互换性的作用 2

1.2 公差与检测 3

1.2.1 公差 3

1.2.2 检测 3

1.3 标准化 3

1.3.1 标准与标准化的概念 3

1.3.2 标准的分类 4

1.4 优先数和优先数系 5

思考与练习 7

第2章 测量技术基础 9

2.1 概述 9

2.1.1 测量的含义 9

2.1.2 测量要素 10

2.2 量值传递系统 10

2.2.1 长度量值传递系统 10

2.2.2 量块 12

2.2.3 角度量值传递系统 16

2.3 计量器具与测量方法 17

2.3.1 计量器具的分类 17

2.3.2 几种常用计量器具 18

2.3.3 计量器具的基本度量指标 24

2.3.4 测量方法的分类 25

2.4 测量误差及数据处理 28

2.4.1 测量误差的概念 28

2.4.2 测量误差的来源 29

2.4.3 测量误差的分类 30

2.4.4 测量精度 35

2.4.5 测量结果的数据处理 35

2.5 综合实训 39

2.5.1 实训过程 40

2.5.2 实训总结 41

思考与练习 41

第3章 极限与配合 43

3.1 极限与配合的基本术语及

定义 43

3.1.1 尺寸要素 43

3.1.2 孔和轴 44

3.1.3 尺寸 44

3.1.4 偏差与公差 45

3.1.5 配合 48

3.2 极限与配合国家标准 52

3.2.1 标准公差系列 52

3.2.2 基本偏差系列 56

3.2.3 公差带及配合的表示与标注 58

3.2.4 配合制 60

3.2.5 常用和优先选用的

公差带与配合 61

3.2.6 一般公差 63

3.2.7 标准参考温度 65

3.3 极限与配合的选择 65

3.3.1 配合制的选择 66

3.3.2 公差等级的选择 68

3.3.3 配合的选择	70	4.7.1 实训过程	136
思考与练习	75	4.7.2 实训总结	137
第4章 几何公差与检测	78	思考与练习	137
4.1 概述	78	第5章 表面粗糙度与检测	142
4.1.1 几何公差的研究对象	79	5.1 概述	142
4.1.2 几何公差的几何特征		5.2 表面粗糙度的基本知识	143
项目符号	81	5.2.1 基本术语及定义	144
4.1.3 几何公差带	83	5.2.2 表面粗糙度的评定参数及其数值	146
4.1.4 基准	84	5.3 表面粗糙度的选择	149
4.1.5 理论正确尺寸	86	5.3.1 表面粗糙度评定参数的选择	149
4.2 几何公差的标注	87	5.3.2 表面粗糙度评定参数值的选择	150
4.2.1 几何公差代号	87	5.4 表面粗糙度的标注	152
4.2.2 几何公差的标注方法	88	5.4.1 表面结构的符号	153
4.3 几何公差的几何特征	94	5.4.2 表面结构的代号	153
4.3.1 形状公差	94	5.4.3 表面结构在图样和其他技术产品文件中的注法	154
4.3.2 方向公差	97	5.5 表面粗糙度的检测	157
4.3.3 位置公差	101	5.5.1 比较法	157
4.3.4 跳动公差	104	5.5.2 光切法	157
4.4 公差原则	106	5.5.3 干涉法	158
4.4.1 与公差原则有关的术语及定义	106	5.5.4 针描法	158
4.4.2 独立原则	109	5.6 综合实训	158
4.4.3 相关要求	110	5.6.1 表面粗糙度的比较	158
4.5 几何公差的选择	119	5.6.2 表面粗糙度的标注	159
4.5.1 几何公差项目的选择	120	思考与练习	159
4.5.2 公差原则的选择	120	第6章 光滑工件尺寸的检测	162
4.5.3 几何公差值的选择	121	6.1 光滑工件尺寸的检测	162
4.5.4 几何公差未注公差值的有关规定	125	6.1.1 验收极限	163
4.6 几何误差的检测	127	6.1.2 计量器具的选择	165
4.6.1 几何误差及其评定	128	6.1.3 光滑工件尺寸检测示例	166
4.6.2 几何误差的检测原则	131	6.2 光滑极限量规概述	168
4.6.3 几何误差的检测方法	133	6.2.1 光滑极限量规的一般分类	168
4.7 综合实训	136		

6.2.2 光滑极限量规按用途分类	169	7.4.2 单项测量	193
6.3 量规公差带	170	7.5 综合实训	194
6.3.1 工作量规的公差带	171	7.5.1 判断螺纹中径的合格性	194
6.3.2 校对量规的公差带	171	7.5.2 确定螺纹的极限偏差	195
6.4 量规设计	172	思考与练习	196
6.4.1 量规的设计原则	172	第 8 章 滚动轴承的互换性	198
6.4.2 量规工作尺寸的计算	172	8.1 概述	198
6.4.3 量规型式的选择	172	8.2 滚动轴承的公差等级 及其应用	199
6.4.4 量规技术要求	173	8.3 滚动轴承内径、外径 公差带	199
6.5 综合实训	174	8.4 滚动轴承与轴、外壳的 配合及选择	202
6.5.1 实训过程	174	8.4.1 轴和外壳孔的公差带	202
思考与练习	176	8.4.2 滚动轴承配合的选择原则	204
第 7 章 螺纹配合的互换性与检测	179	8.4.3 滚动轴承配合的选择方法	206
7.1 概述	179	8.4.4 配合表面的其他技术要求	208
7.1.1 螺纹的分类	179	8.5 综合实训	209
7.1.2 普通螺纹的基本牙型及 主要几何参数	180	8.5.1 实训过程	209
7.2 普通螺纹几何参数误差 对互换性的影响	182	8.5.2 实训总结	210
7.2.1 中径偏差对互换性的影响	183	思考与练习	211
7.2.2 螺距偏差对互换性的影响	183	第 9 章 圆锥配合的互换性与 检测	213
7.2.3 牙型半角偏差对 互换性的影响	184	9.1 概述	213
7.2.4 螺纹中径合格性判断原则	185	9.1.1 圆锥配合的特点	213
7.3 普通螺纹的公差与配合	185	9.1.2 圆锥配合的主要参数	214
7.3.1 普通螺纹的公差带	186	9.1.3 圆锥的锥度与锥角系列	215
7.3.2 普通螺纹旋合长度和 公差精度	188	9.2 圆锥公差	216
7.3.3 普通螺纹公差带与 配合的选择	189	9.2.1 圆锥公差的基本术语	218
7.3.4 普通螺纹的表面粗糙度	190	9.2.2 圆锥公差项目	219
7.3.5 普通螺纹标记	191	9.2.3 圆锥公差的给定方法	222
7.4 普通螺纹的检测	192	9.3 圆锥配合	222
7.4.1 综合检验	192	9.3.1 圆锥配合的种类	223
		9.3.2 圆锥配合的选用	224

9.4 圆锥尺寸及公差标注	224
9.4.1 圆锥的尺寸注法	225
9.4.2 圆锥的公差标注	225
9.4.3 相配合圆锥的公差注法	227
9.5 圆锥的检测	228
9.5.1 比较测量法	228
9.5.2 直接测量法	228
9.5.3 间接测量法	229
9.6 综合实训	230
9.6.1 实训一	230
9.6.2 实训二	231
思考与练习	231

第10章 键和花键连接的

互换性与检测

10.1 概述	233
10.2 键连接的公差与配合	234
10.2.1 平键连接的公差与配合	234
10.2.2 平键连接的几何公差、 表面粗糙度及图样标注	236
10.3 花键连接的公差与配合	236
10.3.1 矩形花键的主要尺寸及 定心方式	237
10.3.2 矩形花键连接的公差与 配合	239
10.3.3 矩形花键连接的几何公差和 表面粗糙度	240
10.3.4 矩形花键的标记	241
10.4 键和花键的检测	242
10.4.1 平键的检测	242
10.4.2 矩形花键的检测	242
10.5 综合实训	243
10.5.1 实训一	243
10.5.2 实训二	244
思考与练习	245

第11章 圆柱齿轮的互换性与

检测

11.1 概述	247
11.2 圆柱齿轮精度的评定 指标及检测	248
11.2.1 传动准确性的评定指标与 检测	248
11.2.2 传动平稳性的评定指标与 检测	253
11.2.3 载荷分布均匀性的评定 指标与检测	257
11.2.4 传动侧隙合理性的评定 指标与检测	258
11.3 齿轮副精度的评定指标	260
11.3.1 齿轮副的切向综合 总偏差 F'_{ic}	260
11.3.2 齿轮副的一齿切向综合 偏差 f'_{ic}	260
11.3.3 齿轮副的接触斑点	260
11.3.4 齿轮副的侧隙	261
11.3.5 齿轮副中心距偏差 f_a 和轴线的 平行度偏差 $f_{\Sigma\delta}$, $f_{\Sigma\beta}$	262
11.4 圆柱齿轮精度标准	263
11.4.1 精度等级及其选择、标注	263
11.4.2 检验项目的选择	270
11.4.3 齿轮副侧隙、齿厚偏差及公法线 平均长度偏差的确定	270
11.4.4 齿轮坯和箱体精度	272
11.4.5 齿面粗糙度	275
11.5 综合实训	276
11.5.1 实训过程	276
11.5.2 实训总结	278
思考与练习	278

第 12 章 尺寸链	281	12.3 解尺寸链的其他方法	295
12.1 尺寸链概述	281	12.3.1 分组法	295
12.1.1 基本术语	282	12.3.2 修配法	296
12.1.2 尺寸链的分类	283	12.3.3 调整法	297
12.1.3 尺寸链的建立	284	思考与练习	298
12.2 尺寸链的计算	285	附表	300
12.2.1 完全互换法	285	参考文献	305
12.2.2 大数互换法	293		

第1章

互换性相关知识

【本章导读】

在日常生活和工作中，家里的灯泡坏了，可以换个新灯泡；汽车上的螺钉、螺母坏了，也可以购买同一型号的新产品进行更换。重新更换与装配后，新零件都能很好地满足要求。之所以能这样方便，是因为这些零件具有一定的标准，能相互替代使用，即具有互换性。互换性和标准化在机械制造中具有非常重要的意义，本章将简要介绍互换性和标准化的基础知识。

【知识目标】

- 掌握互换性的概念和分类
- 理解公差与检测的概念
- 掌握标准化的概念和标准的分类
- 理解优先数和优先数系的基本原理

1.1 互换性概述

互换性是指在同一规格的一批零件或部件中，任取其一，无须任何挑选、调整或修配（如钳工修理等）就能装在机器上，达到规定的性能要求。

一般来说，组成现代技术装备和日用机电产品的各种零件（如自行车、手表、汽车上的零件，规格为 M10-7H 的螺母等），都遵循互换性原则。

1.1.1 互换性的分类

1. 按影响互换性的参数种类分

根据影响互换性的参数种类不同，互换性可分为几何参数互换性和功能互换性两种。

1) 几何参数互换性

几何参数互换性是指通过规定几何参数（如尺寸、形状、位置和表面粗糙度等）的极限范围来保证产品的互换性。本书将主要介绍几何参数互换性。

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。功能参数除包括几何参数外,还包括机械性能参数及化学、光学、电学和流体力学等参数。

2. 按互换程度分

根据互换程度不同,互换性可分为完全互换和不完全互换两种。

1) 完全互换

完全互换是指在零部件装配或更换时,不需要挑选、调整或修配,就可以达到预定的装配精度要求。例如,常见的螺栓、螺母等标准件的互换性就属于完全互换。

2) 不完全互换

不完全互换是指在装配前需要将零部件预先分组或在装配时需要进行少量修配调整才能达到装配精度的要求。例如,拖拉机的活塞销和活塞销孔装配时的分组装配法、减速机轴承盖装配时的垫片厚度调整装配法等都属于不完全互换。

实际生产中究竟是采用完全互换还是不完全互换,要根据使用要求、制造条件和制造成本等因素具体确定。一般来说,在大批大量生产中,常采用完全互换,但当装配精度要求较高、完全互换难以达到要求时,应采用不完全互换,如分组装配等;在单件小批生产中,常采用不完全互换。

1.1.2 互换性的作用

互换性给产品的设计、制造、使用和维修都带来了很大的方便。

1. 设计方面

从设计方面看,采用按互换性原则设计和生产的标准零件和部件,可以减少绘图、计算等设计工作量,缩短设计周期,提高设计的可靠性,有利于产品的多样化和计算机辅助设计。

2. 制造方面

从制造方面看,互换性有利于组织大规模专业化生产,有利于采用先进工艺和高效专用设备,有利于实现加工和装配过程的机械化、自动化。

3. 使用和维修方面

从使用和维修方面看,具有互换性的零部件在磨损或损坏后可以及时更换,因而减少了机器的维修时间和费用,可保证机器工作的连续性和持久性,提高了机器的使用价值。

因此,互换性在保证产品质量、提高生产率、降低产品成本、降低劳动强度等方面均具有重要意义,它已成为现代机械制造业中一个普遍遵循的原则。

1.2 公差与检测

合理确定零件公差并进行正确检测,是保证产品质量、实现互换性的必要条件。

1.2.1 公差

为了满足互换性的要求,理想状况下需要同一规格零件的几何参数完全一致,但这在实际生产中是不可能的,也是不必要的。一般来说,只要将零件几何参数的误差(加工所得零件的实际几何参数与图样规定的理想几何参数的差值)控制在一定范围内,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。**公差是用于限制误差的**,但零件的实际几何参数误差是否在规定的公差范围之内,还需要通过检测来判断。

1.2.2 检测

检测包括检验和测量。其中,检验是指采取适当的方法和手段,判断工件的几何参数是否在图样规定的合格范围内,不必测出其具体数值;测量是指将被测量与标准量进行比较,从而准确得到被测量具体数值的过程。

检测不仅可以用来评定产品质量,而且可以用来分析不合格品的产生原因,进而指导生产,预防废品产生。事实证明,产品质量的提高,除了需要设计水平和加工精度的提高外,还必须依靠检测精度的提高。

1.3 标准化

为了实现互换性生产,必须采用统一的标准进行生产。标准和标准化正是建立这种关系的重要手段,是实现互换性的基础,也是联系科研、设计、生产、流通和使用等方面的技术纽带,是使整个社会经济合理化的技术基础。

1.3.1 标准与标准化的概念

标准是指对重复性事务和概念所作的统一规定,它以科学技术和实践经验的综合成果为基础,经有关方面协商一致,由主管机构批准,以特定形式发布,作为共同遵守的准则和依据。标准在一定范围内具有约束力。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。

1.3.2 标准的分类

1. 按标准化对象分

根据标准化对象不同,标准可分为技术标准、管理标准和工作标准三大类。

1) 技术标准

技术标准是指对标准化领域影响协调统一的技术事项所制定的标准。技术标准的种类繁多,主要有基础标准、产品标准、方法标准、安全和环境保护标准等。

(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,它在一定范围内可作为其他标准的基础,具有广泛的指导意义,如计量单位、术语、符号、优先数系、机械制图、零件结构要素、极限与配合等标准。

(2) 产品标准

产品标准是指以产品及其构成部分为对象的标准,如机电设备、仪器仪表、工艺装备、零部件、毛坯、半成品及原材料等基本产品或辅助产品的标准。

(3) 方法标准

方法标准是指以生产技术活动中的重要程序、规划和方法为对象的标准,如分析计法、测定方法、设计计算方法、工艺规程、运输方法等标准。

(4) 安全和环境保护标准

安全和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

管理标准是指对标准化领域中需要协调统一的管理事项所制定的标准。管理标准包括管理基础标准、技术管理标准、经济管理标准、行政管理标准和生产经营管理标准等。

3) 工作标准

工作标准是指对工作的责任、权利、范围、质量要求、程序、效果、检查方法和考核办法等所制定的标准。工作标准一般包括部门工作标准和岗位(个人)工作标准。

2. 按级别分

根据级别不同,我国的标准可分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四级。其中,国家标准的代号为 GB 或 GB/T, GB/Z;行业标准的代号有多种,例如,原机械工业部标准的代号为 JB,原冶金工业部标准的代号为 YB;地方标准的代号为 DB;企业标准的代号为 QB。

从世界范围看,更高级别的标准还有国际标准和区域标准。

➤ **国际标准:**是指由国际标准化组织(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。

- ▶ **区域标准**：又称为地区标准，是指由世界某一区域标准化团体所制定的标准。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. 按法律属性分

根据法律属性不同，我国的国家标准和行业标准可分为强制性标准和推荐性标准两种。其中，涉及人身安全、健康、卫生及环境保护等的标准属于强制性标准；其余的标准为推荐性标准。强制性国家标准的代号为 GB；推荐性国家标准的代号为 GB/T。本书将主要介绍推荐性标准。

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。而这些参数的协调、简化和统一是标准化的一项重要内容。因为当选定某个数值作为产品的基本技术参数后，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。例如，螺栓的直径尺寸确定后，不仅会传播到与之相配合的螺母、加工用的丝锥和板牙、检验用的塞规和环规上，也会传播到垫圈、扳手等专用件上，进一步还会传播到攻丝前的钻孔直径和钻头上。

因此，在设计和生产过程中，技术参数的数值不能随意选取，因为即使是非常微小的差异经过反复传播扩散后，也会造成尺寸规格的繁多杂乱，从而给组织生产、协作配套和设备维修带来很大的困难。

为了解决这一问题，人们在生产实践的基础上总结出了一套科学统一的数值标准，即优先数和优先数系，使产品的参数选择从一开始就纳入标准化轨道。

工程技术上通常采用的优先数系是一种十进制几何级数。级数的各项数值中包括 1, 10, 100, ..., 10^N 和 0.1, 0.01, ..., $1/10^N$ ，其中，指数 N 是正整数。按 $1\sim 10$, $10\sim 100$, ... 和 $1\sim 0.1$, $0.1\sim 0.01$, ... 划分区间，称为十进段。级数的公比为 $q = \sqrt[10]{10}$ ，其中， r 为每个十进段内的项数。

国家标准 GB/T 321—2005《优先数和优先数系》规定的 r 值有 5, 10, 20, 40, 80 五种，分别采用国际代号 R5, R10, R20, R40, R80 表示。五种优先数系的公比 q 为

$$\begin{aligned} \text{R5: } q_5 &= \sqrt[5]{10}; & \text{R10: } q_{10} &= \sqrt[10]{10} \\ \text{R20: } q_{20} &= \sqrt[20]{10}; & \text{R40: } q_{40} &= \sqrt[40]{10} \\ \text{R80: } q_{80} &= \sqrt[80]{10} \end{aligned}$$

其中，R5, R10, R20 和 R40 是常用系列，称为基本系列。基本系列的选用，应遵循先疏后密的原则，即应当按照 R5, R10, R20, R40 的顺序，优先采用公比较大的基本系

列。R80 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。

优先数各项的理论值是根据优先数系的公比计算得到的。这些理论值除 10 的整数幂外均为无理数，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，优先数的各项项值可以分为计算值、常用值和化整值。

- **计算值：**取 5 位有效数字，可代替理论值供精确计算用。
- **常用值：**取 3 位有效数字，即经常使用的、通常所称的“优先数”。
- **化整值：**取 2 位有效数字，只在某些特殊情况下才允许使用。

如表 1-1 所示为 1~10 范围内的优先数系基本系列常用值。如将表中所列项值乘以 10，100，…或乘以 0.1，0.01，…，即可得到大于 10 或小于 1 的同系列的值。

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			4.50	4.50
			1.18				4.75
	1.25	1.25	1.25		5.00	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		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				

由表 1-1 所示可以看出，在同一系列中，优先数的积、商、整数（正或负）的乘方仍

为优先数；五种优先数系之间为包含关系：R5 系列的项值包含在 R10 系列中，R10 系列的项值包含在 R20 系列中，R20 系列的项值包含在 R40 系列中，R40 系列的项值包含在 R80 系列中。

当基本系列不能满足分级要求时，还可选用派生系列。派生系列是指从基本系列或补充系列中每隔几项选取一个优先数，组成的新系列。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，当首项为 1 时，其项值为 1.00, 2.00, 4.00, …，其公比为

$$q = (\sqrt[10]{10})^3 \approx 2$$

思考与练习

一、填空题

1. 按影响互换性的参数种类不同，互换性可分为_____和_____。
2. 实际生产中究竟是采用完全互换还是不完全互换，要根据使用要求、制造条件和制造成本等因素具体确定。一般来说，在大批大量生产中，常采用_____，但装配精度要求较高时，应采用_____；在单件小批生产中，常采用_____。
3. 公差是用于限制_____的，但零件的实际几何参数误差是否在规定的公差范围之内，还需要通过_____来判断。
4. 技术标准是指对标准化领域影响协调统一的技术事项所制定的标准。技术标准的种类繁多，主要有_____、_____、_____和_____等。
5. 优先数系中，基本系列包括_____、_____、_____和_____。基本系列的选用，应遵循_____的原则。补充系列为_____，仅在_____时，才考虑采用。

二、选择题

1. 影响零件互换性的几何参数有（ ）。

A. 尺寸	B. 形状	C. 位置	D. 表面粗糙度
-------	-------	-------	----------
2. 代号为 GB 的标准为（ ），代号为 JB 的标准为（ ）。

A. 国家标准	B. 行业标准	C. 地方标准	D. 企业标准
---------	---------	---------	---------
3. 下列属于优先数系派生系列的是（ ）。

A. R5	B. R10/3	C. R80	D. R10
-------	----------	--------	--------

三、判断题

1. 互换性要求零件按一个指定的尺寸制造。（ ）

2. 有了公差标准就能保证零件具有互换性。 ()
3. 工程上, 在设计和生产过程中, 技术参数的数值应按优先数系选取。 ()
4. 通常所用的优先数项值是经圆整取 3 位有效数字得到的。 ()

四、问答题

1. 什么是互换性? 互换性在机械设计与制造中的意义如何?
2. 完全互换和不完全互换有何区别?
3. 按级别不同, 标准可分为哪几类?
4. 下列两行数据属于哪种优先数系? 其公比为多少?
 - ① 电动机转速 (r/min): 375, 750, 1 500, 3 000。
 - ② 摇臂钻床的最大钻孔直径 (mm): 25, 40, 63, 80, 100, 125。