



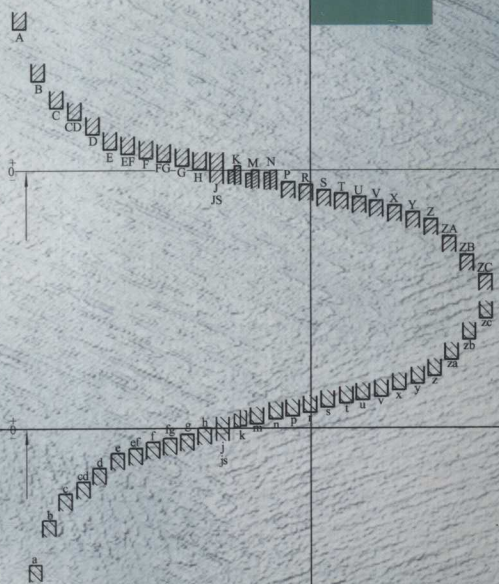
新世纪应用型高等教育机械类课程规划教材

(第二版)

互换性与测量技术

HUHUANXING YU CELIANG JISHU

主 编 朱定见 葛为民
主 审 赵福令



大连理工大学出版社



新世纪

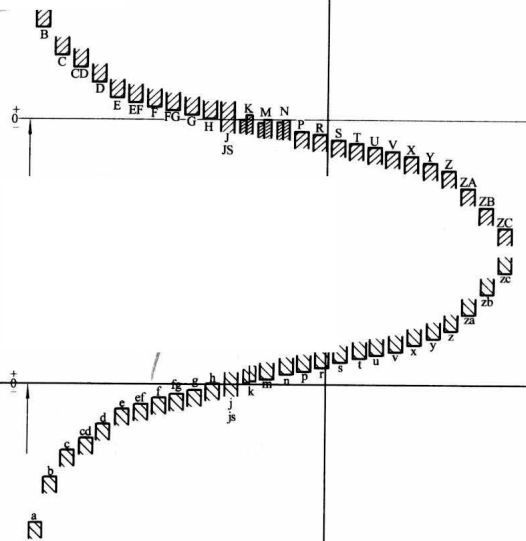
新世纪应用型高等教育机械类课程规划教材

(第二版)

互换性与测量技术

HUHUANXING YU CELIANG JISHU

主 编 朱定见 葛为民
副主编 曹丽娟 张学民 徐广晨
主 审 赵福令



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

互换性与测量技术 / 朱定见, 葛为民主编. — 2 版
· 一 大连: 大连理工大学出版社, 2015. 8
新世纪应用型高等教育机械类课程规划教材
ISBN 978-7-5685-0026-5

I. ①互… II. ①朱… ②葛… III. ①零部件—互换性—高等学校—教材②零部件—测量—高等学校—教材
IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 176098 号

大连理工大学出版社出版

地址: 大连市软件园路 80 号 邮政编码: 116023

发行: 0411-84708842 邮购: 0411-84708943 传真: 0411-84701466

E-mail: dutp@dutp. cn URL: <http://www.dutp.cn>

丹东新东方彩色包装印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸: 185mm×260mm	印张: 17.75	字数: 409 千字
	印数: 1~2000	
2010 年 1 月第 1 版		2015 年 8 月第 2 版
	2015 年 8 月第 1 次印刷	

责任编辑: 王晓历

责任校对: 王 哲

封面设计: 张 莹

ISBN 978-7-5685-0026-5

定 价: 38.00 元

前 言

《互换性与测量技术》(第二版)是新世纪应用型高等教育教材编审委员会组编的机械类课程规划教材之一。

“互换性与测量技术”是高等院校机械类各专业的重要专业基础课。它包含“极限与配合”和“测量技术”两大部分内容,把标准化和计量学两个学科有机地结合在一起,与机械设计、制造和质量控制等密切相关,是机械工程技术人员和管理人员必须掌握的基本知识和技能。

在本教材的建设过程中,注重突出以下特色:

1. 采用最新的国家标准

本教材采用最新的国家标准,重点介绍其规定及应用,克服了学生所学知识落后于生产实际的弊端。

2. 突出实用性

根据目前应用型本科教学的特点和市场对应用型人才的需求,本教材对传统教学内容进行了精简,突出了实用性,注重彰显“学生易学,教师易教”的宗旨。

3. 配套教学资源丰富

本教材配套出版了《互换性与测量技术实验指导书》(第二版),对实验进行了详细的指导。本教材配有电子教案,如有需要可登录我们的网站下载。

本教材共分12章:绪论;孔与轴的极限与配合;测量技术基础;几何公差及其检测;表面粗糙度及其检测;普通计量器具的选择和光滑极限量规;滚动轴承的公差与配合;键和花键的公差、配合与检测;螺纹公差及检测;渐开线圆柱齿轮传动精度及检测;圆锥结合的互换性;尺寸链。

本次修订时主要做了以下工作:修改、完善了第一版中的内容;调整了第二章和第三章的章节次序,使得理论授课与实验操作更加紧密结合;对部分内容进行了精简,例如:对第四章的公差原则部分进行了必要的精简;对相关内容进行了综合,例如:对第四章的几何误差的检测部分,将所

有与检测有关的内容归纳在一起,更利于学生掌握几何公差检测的知识;修改、增加了习题,如第一章、第三章、第四章的习题部分。

本教材由湖北文理学院朱定见和常州工学院葛为民任主编,由大连海洋大学曹丽娟、中国人民解放军空军第一航空学院张学民和营口理工学院徐广晨任副主编。大连理工大学赵福令教授审阅了书稿并提出了修改意见,在此谨致谢忱。

在编写本教材的过程中,我们吸取了各院校教师多年的教学经验,充分了解了机械类各专业课程对教材的要求,把教学重点放在专业课和生产一线的结合上,注重掌握标准标注方法与通用量具的测量。考虑到各院校对本课程教学内容改革情况的不同,本教材为扩大适用面,所编内容较全,各院校在使用时可根据具体情况进行取舍。本教材可作为高等院校机械类各专业的教材,也可供有关技术人员自学使用。

本教材在策划、编写及出版过程中,参考并引用了相关技术文献和资料,在此,对有关单位和专家一并表示衷心的感谢!恳请使用本教材的广大师生对其中的疏漏之处予以关注,并将意见和建议反馈给我们,以便及时修订完善。

编 者

2015年8月

所有意见和建议请发往:dutpbk@163.com

欢迎访问我们的网站:<http://www.dutpbook.com>

联系电话:0411-84708445 84708462



第1章 绪论	1
学习目的及要求.....	1
1.1 互换性概述	1
1.2 标准与标准化	4
1.3 优先数和优先数系	6
1.4 几何量精度设计	9
1.5 课程任务及教学目标.....	10
习 题	11
第2章 孔与轴的极限与配合	12
学习目的及要求	12
2.1 极限与配合的基本术语.....	12
2.2 标准公差系列.....	21
2.3 基本偏差系列.....	24
2.4 极限与配合的表示方法及其图样标注.....	32
2.5 一般、常用和优先使用的公差带与配合的标准化	34
2.6 极限与配合的选用.....	39
2.7 一般公差 线性尺寸的未注公差.....	54
习 题	55
第3章 测量技术基础	58
学习目的及要求	58
3.1 概 述.....	58
3.2 计量器具和测量方法.....	62
3.3 测量误差与数据处理.....	67
习 题	76
第4章 几何公差及其检测	78
学习目的及要求	78
4.1 概 述.....	78
4.2 几何公差的标注.....	81
4.3 几何公差及公差带.....	90
4.4 几何公差与尺寸公差的关系——公差原则	100
4.5 几何公差的选择	112
4.6 几何误差的检测	122
习 题.....	134

第5章 表面粗糙度及其检测	138
学习目的及要求.....	138
5.1 表面粗糙度的基本概念	138
5.2 表面粗糙度的评定	139
5.3 表面粗糙度的选用	144
5.4 表面粗糙度的符号、代号及其注法.....	149
5.5 表面粗糙度的检测	158
习 题.....	161
第6章 普通计量器具的选择和光滑极限量规	163
学习目的及要求.....	163
6.1 普通计量器具的选择	163
6.2 光滑极限量规的相关知识	168
6.3 泰勒原则	170
6.4 量规公差带	171
6.5 工作量规的设计	173
习 题.....	175
第7章 滚动轴承的公差与配合	176
学习目的及要求.....	176
7.1 滚动轴承的公差等级	177
7.2 滚动轴承内径和外径的公差带及其特点	177
7.3 滚动轴承与轴和外壳孔的配合及其选择	179
7.4 配合表面的相关技术要求	183
7.5 应用示例	185
习 题.....	186
第8章 键和花键的公差、配合与检测	188
学习目的及要求.....	188
8.1 概 述	188
8.2 平键连接的公差配合与检测	189
8.3 花键连接的公差配合与检测	193
习 题.....	198
第9章 螺纹公差及检测	199
学习目的及要求.....	199
9.1 普通螺纹的基本牙型和主要几何参数	199
9.2 普通螺纹几何参数误差对互换性的影响	202
9.3 普通螺纹的公差与配合	205
9.4 普通螺纹的检测	212
习 题.....	215

第 10 章 渐开线圆柱齿轮传动精度及检测	216
学习目的及要求	216
10.1 概 述	216
10.2 齿轮的精度评定指标及检测	219
10.3 齿轮副和齿坯精度评定指标	228
习 题	242
第 11 章 圆锥配合的互换性	243
学习目的及要求	243
11.1 概 述	243
11.2 锥度、锥角系列与圆锥公差	245
11.3 圆锥配合	251
11.4 锥度与锥角的测量	253
习 题	256
第 12 章 尺寸链	257
学习目的及要求	257
12.1 概 述	257
12.2 完全互换法(极值法)计算尺寸链	262
12.3 概率法(大数法)计算尺寸链	267
习 题	271
附 录	273
参考文献	276

第 1 章

绪 论

● 学习目的及要求 ●

- ✦ 掌握互换性的概念、分类及互换性在设计、制造、使用和维修等方面的重要作用
- ✦ 掌握互换性与公差、检测的关系
- ✦ 理解标准化与标准的概念及其重要性
- ✦ 了解优先数系和优先数的概念及其特点

1.1 互换性概述

1.1.1 互换性的基本概念

机械制造中的互换性(Interchangeability)是指在制成的同一规格的零、部件中,不需作任何挑选、修配或调整,就可装配到机器(或部件)上,并能保证满足机械产品的使用性能要求的一种特性。

在人们的日常生活中,有大量的现象涉及互换性,例如,机器或仪器上掉了一个螺钉,按相同的规格换一个就行了;教室的日光灯坏了,同样换个新的就行了;汽车、拖拉机乃至摩托车、电动自行车中某个机件磨损了,也可以换上一个新的,便能满足使用要求;不同厂家生产的智能手机,可以使用同样的充电器。之所以这样方便,是因为这些产品都是按互换性原则组织生产的,这些产品都具有互换性。

1.1.2 互换性的分类

1. 按互换参数或使用要求分类

(1) 几何参数互换性(Interchangeability of Geometrical Parameters)

几何参数互换性是规定几何参数公差以保证成品的几何参数充分近似所达到的互换性。此为狭隘互换性,即通常所讲的互换性。其中,几何参数是指尺寸、几何形状及相互

位置等。

(2) 功能参数互换性(Functional Interchangeability)

功能参数互换性是规定功能参数的公差使成品的功能参数充分近似所达到的互换性。功能参数不仅包括几何参数,还包括其他一些参数,如材料的机械性能参数,化学、光学、电学、流体力学参数等。此为广义互换性,往往着重于保证除尺寸配合要求以外的其他功能要求。

本课程只研究几何参数互换性。

2. 按互换程度分类

(1) 完全互换性

完全互换性(绝对互换)简称互换性,是 unlimited 互换范围,以零、部件在装配或更换时不需要选择或者修配为条件的互换性。

(2) 不完全互换性

不完全互换性(相对互换)也称有限互换,是指因特殊原因,只允许零、部件在一定范围内互换的互换性。也是在零、部件装配时允许有附加条件的选择或者调整的互换性。其又可分为以下几种:

① 分组装配法

分组装配法通常用于大批量生产而且装配精度要求很高的零件。此时,如果采用完全互换,将使零件的加工精度要求更高、使得加工困难、成本增高。而采用分组装配法可适当降低零件制造精度,使之便于加工;而在加工好后,通过测量,将零件按实际尺寸的大小分为若干组,使每组内的尺寸差别比较小;然后再按相应组进行装配,使同一组内零件有互换性,组与组之间不能互换。例如在生产发动机的连杆与曲轴、活塞和活塞销以及滚动轴承的内、外圈与滚动体的时候,经常采用分若干组(装配精度要求越高,分组数就越多)进行生产和装配。

② 修配法

修配法是装配时允许用机械加工或钳工修刮等获得所需的精度。

③ 调整法

调整法是移动或更换某些零件以改变其位置和尺寸来达到所需的精度。

修配法和调整法主要适用于单件、小批量生产,尤其是精密仪器和重型机械的制造中。由于受装配精度的要求或者受装配误差累积的影响,在装配过程中,经常留下某一个零件或者零件位置作为调整环,用其来做精度调整或者累积误差的补偿,装配环中其他零件仍按互换性原则生产。使用修配法和调整法时,就是改变装配环中调整环的实际尺寸,以补偿其他零件在装配中产生的累积误差的影响,从而满足总的装配精度要求。只不过,调整法是通过更换调整环零件或者改变它的位置(如增减或者更换垫片、垫圈)来进行补偿;修配法是通过调整环做适当的加工(通常是去除多余的材料,用钳工或者其他方法精确地修配)来改变其实际尺寸。

④ 大数互换

大数互换是指零、部件的设计、制造仅能以接近于1的概率来满足互换性的要求。根据实际加工误差(随机误差)的分布规律,在大批量生产中,生产出的绝大多数零件的实际

尺寸均在平均值附近,而位于上、下极限尺寸处的实际尺寸很少,因此,人为地规定一个很小的危率 α (通常 $\alpha=0.0027$),使互换性的概率控制在 $1-\alpha$ 范围内。主要用于成批、大量生产的场合。

当使用要求与制造水平、经济效益没有矛盾时采用完全互换,反之采用不完全互换。

3. 对标准部件或机构来说,互换性又分为外互换与内互换

(1) 外互换

外互换是指部件或构件与其装配件之间的互换性,例如,滚动轴承内圈内径与轴的配合,外圈外径与孔的配合。

(2) 内互换

内互换是指部件或构件内部组成零件之间的互换性,例如,滚动轴承的外圈内滚道、内圈外滚道与滚动体的装配。

为方便使用,滚动轴承的外互换采用完全互换;而其内互换则因其组成零件的精度要求高,加工困难,故采用分组装配,为不完全互换。一般来说,不完全互换只用于部件或构件的制造厂内部的装配,至于厂外协作,即使产量不大,往往也要求采用完全互换。

1.1.3 互换性在机械制造业中的重要作用

互换性在机械制造中的重要作用主要有以下几个方面:

1. 设计方面

在设计方面,按互换性进行设计可充分利用前人的经验,有利于最大限度地采用通用件和标准件,大大减少绘图和计算等工作量,缩短设计周期;有利于产品多样化和便于计算机辅助设计(CAD),这对发展系列产品十分重要。

2. 加工方面

在加工方面,互换性原则是组织专业化协作生产的重要基础,它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率的专用设备;有利于计算机辅助制造(CAM);有利于实现加工、装配过程的机械化、自动化,减轻工人的劳动强度。

3. 装配方面

在装配方面,由于零、部件具有互换性,不需要挑选、辅助加工和修配,故能减轻劳动强度,缩短装配周期,并且可以通过流水作业方式或自动化装配方式进行装配,从而大大提高生产率。

4. 使用、维修方面

在使用、维修方面,零部件具有互换性,零件坏了,可以以新换旧,及时更换已经磨损、损坏了的零部件,方便维修,减少了机器的维修时间和费用,保证机器能够连续而持久地运转,从而提高机器的利用率 and 使用寿命。

总之,互换性对保证产品质量,提高生产率和增加经济效益具有重要意义,因此互换性是现代机械制造业中一个必须普遍遵守的原则。互换性生产对我国社会主义现代化建设具有十分重要的意义,互换性原则是组织现代化生产的极为重要的技术经济原则。

1.1.4 公差与检测——实现互换性的条件

要实现零、部件的互换性,合理确定公差和正确进行检测是必不可少的。

1. 关于公差

若要求把一批零件的实际尺寸全部制成理论(设计)尺寸,即这些零件完全相同,则它们虽然具有互换性,但是在生产上不可能实现,在使用中也没有必要。因为零件在加工过程中不可避免会产生各种误差,只要把几何参数的误差控制在一定范围内,就能满足互换性的要求。因此,只要把零件的实际参数值控制在一定的变动范围内,使零件充分近似即可。这个实际参数允许的最大变动量就是公差。即零件几何参数误差的允许范围称为公差,包括尺寸公差、形状公差、位置公差等。要使零件具有互换性,就应按“公差”制造。公差配合标准是工程设计人员的设计依据。

2. 关于检测

对每一个零件,我们都必须根据图纸上规定的公差要求来制造。在零件的制造过程中,不同的零件公差要求各不相同:有的要求精确到 $1\ \mu\text{m}$,有的要求精确到 $0.1\ \mu\text{m}$,确定所加工的零件是否符合图纸上规定的公差要求,必须借助一定的测量工具和一定的测试技术。

在机械制造中,检测是判别产品是否合格与质量优劣的基本方法。检测不仅用来评定产品质量,而且用于分析产生不合格品的原因,以便及时调整生产,监督工艺过程,预防废品产生。因此,检测是实现互换性生产的重要保证,也是进行质量管理、监督和控制的基本手段。加工好的零件是否满足公差要求,要通过检测来判断,检测是机械制造的“眼睛”。

产品质量的提高除了依赖于设计和加工精度的提高外,更有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。

1.2 标准与标准化

现代化工业生产的特点是规模大、协作单位多、互换性要求高,为了正确协调各生产部门和准确衔接各生产环节,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,以实现互换性生产。标准与标准化正是联系这种关系的主要途径和手段,是实现互换性的基础。

1.2.1 标准(Standard)

标准是指为了在一定范围内获得最佳秩序,经协商一致并由公认机构批准,共同使用和重复使用的一种规范性文件。它以科学、技术和实践经验的综合成果为基础,以促进最佳社会效益为目的,是经有关方面协商一致并由公认机构批准,以特定形式发布,作为共同遵守的准则和依据。

1.2.2 标准分类

1. 按范围分类

按范围分类可分为基础标准、产品标准、方法标准、安全与环境保护标准。

(1) 基础标准

基础标准是指生产技术活动中最基本的、具有广泛指导意义的标准。这类标准具有最一般的共性,因而是通用性最广的标准。例如,技术制图标准、极限与配合标准、几何公差标准、表面粗糙度标准、信息技术标准等。

(2) 产品标准

产品标准是规定产品应满足的要求以确保其适用性的标准。其主要作用是规定产品的质量要求,还可以规定产品的分类、型式、尺寸、使用的技术条件、检验方法、包装和运输要求等,甚至可以包括工艺要求。

(3) 方法标准

方法标准是以生产技术活动中的重要程序、规划、方法为对象的标准。如操作方法、试验方法、抽样方法、分析方法等标准。

(4) 安全与环境保护标准

安全与环境保护标准是以安全、卫生和环境保护为目的而专门制定的标准。《中华人民共和国标准化法》规定保障人体健康、人身财产安全的标准是强制性标准。《中华人民共和国环境保护法》也确定了环境保护标准的强制性地位。

2. 按级别分类

《中华人民共和国标准化法》规定,我国标准按级别分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。

(1) 国家标准

国家标准是需要在全国范围内统一的技术要求。国家标准的编号是由“国家标准代号+标准发布的顺序号+发布的年代号”构成的,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”。我国还有一种标准化指导性技术文件,其代号由大写汉语拼音字母“GB/Z”构成。

(2) 行业标准

行业标准是在行业范围内统一使用的标准。行业标准的编号是由“行业标准代号+标准发布的顺序号+发布的年代号”构成的,如机械行业标准代号为JB;汽车行业标准代号为QC。

(3) 地方标准

地方标准就是由省、自治区、直辖市等地方政府授权机构颁布的标准。地方标准的编号是由“DB(地方标准代号)”+“省、自治区、直辖市行政区代码前两位”+“/”+“标准发布的顺序号”+“发布的年代号”组成。例如北京市制定的“金鱼鉴赏规范”代号为“DB11/T 903—2012”。

(4) 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。企业标准的代号一般以“Q”作为开头。

3. 从世界范围看,还有国际标准和国际区域性(或集团性)标准

(1) 国际标准

国际标准主要是指由国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)、国际电工委员会(International Electrotechnical Commission, IEC) 和 ISO 认可的一些国际组织制定的标准。

(2) 国际区域性标准

国际区域性标准是由区域性标准化机构制定的标准。目前,比较有影响的区域标准是欧洲标准化委员会(CEN)、欧洲电工标准化委员会(CENELEC)制定并发布的标准。

1.2.3 标准化(Standardization)

标准化是指为了在一定的范围内获得最佳秩序,对现实问题或潜在的问题制定共同使用和重复使用的条款的活动。标准化工作包括制定标准、发布标准、组织实施标准和对标准的实施进行监督的全部活动过程,它是实现互换性的前提。

1.3 优先数和优先数系

在机械设计中经常需要选定一个数值作为某种产品的参数指标,这个数值会按一定的规律影响并限定有关的产品尺寸。例如:发动机气缸盖的紧固螺钉,按受力载荷算出所需的螺钉公称直径之后,则箱体上的螺纹孔的直径就确定了,加工螺纹孔用的钻头、铰刀、丝锥的尺寸;检测用的塞规、螺纹样板的尺寸也随之而定。由于工程上的技术参数值具有上述传播特性,因此,必须对各种技术参数值协调、简化和统一。优先数系就是对各种技术参数的数值进行协调、简化和统一的科学数值制度。优先数和优先数系的使用不仅便于产品的系列化,而且可以避免由于产品数值的杂乱无章给设计、制造、使用、维修和管理等带来不便。

1.3.1 优先数系(Series of Preferred Numbers)

1. 优先数系的定义

优先数系是由公比为 q_5 、 q_{10} 、 q_{20} 、 q_{40} 、 q_{80} , 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。

2. 国标中规定的系列

GB321/T—2005 中规定了五个系列,它们分别用系列符号 R5、R10、R20、R40 和 R80 表示,称为 R5 系列、R10 系列……;其中前四个系列是常用的基本系列(Basic Series),R80 为补充系列(Complementary Series),仅用于分级很细的特殊场合。

3. 优先数系的公比

各系列的公比为

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

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

4. 基本系列的常用值(表 1-1)

表 1-1 基本系列的常用值(摘自 GB/T321—2005/ISO 3:1973)

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

1.3.2 优先数系的特点

优先数系主要有以下特点：

- (1)任意相邻两项间的相对差近似不变(按理论值则相对差为恒定值)。如 R5 系列约 60%，R10 系列约为 25%，R20 系列约为 12%，R40 系列约为 6%，R80 系列约为 3%。由表 1-1 可以明显地看出这一点。
- (2)任意两项的理论值经计算后仍为一个优先数的理论值。计算包括任意两项理论值的积或商，任意一项理论值的正、负整数乘方等。此特点表明优先数系插补方便。
- (3)优先数系具有相关性(依次相含)。在上一级优先数系中隔项取值，就得到下一系列的优先数系；反之，在下一系列中插入比例中项，就得到上一系列。如在 R40 系列中隔项取值，就得到 R20 系列，在 R10 系列中隔项取值，就得到 R5 系列；又如在 R5 系列中插入比例中项，就得到 R10 系列，在 R20 系列中插入比例中项，就得到 R40 系列。这种相关性也可以说成：R5 系列中的项值包含在 R10 系列中，R10 系列中的项值包含在 R20 系列中，R20 系列中的项值包含在 R40 系列中，R40 系列中的项值包含在 R80 系列中。
- (4)适用广泛，可向两端无限延伸。可以用 1 除以或者乘以公比向两端延伸，10 的整数幂均在优先数系中。
- (5)简单易记，国际统一。Rr 系列中的数值，每隔 r 项以扩大 10 倍重复出现。

1.3.3 优先数系的变形系列

1. 派生系列

派生系列是从基本系列或补充系列中，每 p 项取值导出的系列，以 Rr/p 表示。

比值 r/p 相等的派生系列具有相同的公比,但其项值是多义的。例如,派生系列 $R10/3$ 是在 $R10$ 系列中每逢 3 项取一值,它的公比约等于 2,由于首项取的数值不同可导出三种不同项值的派生系列:

1. 00, 2. 00, 4. 00, 8. 00

1. 25, 2. 50, 5. 00, 10. 0

1. 60, 3. 15, 6. 30, 12. 5

2. 移位系列

移位系列是指与某一基本系列有相同分级,但起始项不属于该基本系列的一种系列。它只用于因变置参数的系列。例如: $R80/8(25. 8 \cdots \cdots 165)$ 系列与 $R10$ 系列有同样的分级,但从 $R80$ 系列的一个项开始,相当于由 25 开始的 $R10$ 系列的移位。

3. 复合系列

复合系列是指几个公比不同的系列组合而成的变形系列。10, 16, 25, 35. 5, 50, 71, 100, 125, 160 就是由 $R5$ 、 $R20/3$ 、 $R10$ 三个系列构成的。

1. 3. 4 优先数系的选用原则

1. 选用基本系列时,遵守先疏后密的原则。即按 $R5$ 、 $R10$ 、 $R20$ 、 $R40$ 的顺序选用。

2. 当基本系列不能满足要求时,可选用派生系列。优先选用公比较大和延伸项含有项值 1 的派生系列。

3. 根据经济性和需要量等条件,可以分段选用最合适的系列,以复合系列的形式来组成最佳系列。

1. 3. 5 优先数 (Preferred Numbers)

优先数系中的任一个项值称为优先数。

1. 3. 6 优先数的近似值

按照公式计算得到的优先数的理论值,除 10 的整数幂外,大多为无理数,工程技术中不宜直接使用,在实际使用时都要经过化整处理后取近似值。

根据精度要求优先数的近似值可以分为:

1. 计算值

取 5 位有效数字,供精确计算用。

2. 常用值

即优先值,取 3 位有效数字,是经常使用的通常所称的优先数(表 1-1)。

3. 化整值

是将常用值作化整处理后所得的数值,一般取两位有效数字。

1.4 几何量精度设计

1.4.1 机械产品的设计过程

机械产品的设计一般包括以下三个过程:

1. 机械方案设计(传动设计)

根据机器或者机构的工作要求和要实现的运动,运用《机械原理》等知识,进行传动方案设计,通过选择适当的执行机构或元件,确定机器或者机构的传动系统简图。

2. 机械结构设计(强度设计、结构设计)

按照机器或者机构的结构工艺性、强度、刚度、寿命等要求,利用《机械设计》等知识,进行强度和结构的设计,确定各个零件合理的公称尺寸,并据此绘制机器或者机构的零件图和装配图。

3. 机械精度设计

依照机器或者机构的功能要求,利用《互换性与测量技术》的知识,进行机械精度设计,确定各个零、部件的尺寸精度、装配精度、形状和位置精度、表面精度,并且将其标注在零件图、装配图上。

本课程只研究精度设计。

1.4.2 几何量精度设计的概念和内容

1. 几何量精度设计的概念

几何量精度设计是指根据机械产品的使用功能要求和制造条件确定机械零、部件几何要素允许的最大加工误差和装配误差。

一般来说,零件上任何一个几何要素的误差都会以不同的方式影响其功能。例如,曲柄-连杆-滑块机构中的连杆长度尺寸的误差,将导致滑块的位置和位移误差,从而影响使用功能。由此可见,对零件每个要素的各类误差都应给出精度要求。正确合理地给出零件几何要素的公差是工程技术人员的重要任务。几何精度设计在机械产品的设计过程中具有十分重要的意义。

2. 几何量精度设计的内容

(1)在机械产品的总装配图和部件装配图上,确定各零件配合部位的配合代号和其他技术要求,并将配合代号和相关要求标注在装配图上。

(2)确定组成机械产品的各零件上各处尺寸公差、形状和位置公差、表面粗糙度要求以及典型表面(如键、圆锥、螺纹、齿轮等)的公差要求等内容,并在零件图样上进行正确标注。

1.4.3 几何量精度设计的原则

几何量精度设计总的原则是保证机械产品使用性能优良,而且制造成本经济合理,尽可能获得最佳的技术、经济效益。

1. 互换性原则

机械零件几何参数的互换性是指同种零件在几何参数方面能够彼此互相替换的