



高等职业教育“十二五”规划教材
全国高等职业教育制造类专业系列规划教材

公差配合与测量技术

朱小平 主编



科学出版社

高等职业教育“十二五”规划教材
全国高等职业教育制造类专业系列规划教材

公差配合与测量技术

朱小平 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书根据高等职业教育机电类专业的培养目标和教学要求编写而成,包括绪论、光滑圆柱体结合的极限与配合、测量技术基础、几何公差与误差检测、表面粗糙度与检测、光滑极限量规、滚动轴承的公差与配合、键与花键的公差与配合、普通螺纹结合的公差配合与检测、圆柱齿轮的公差与检测。

本书采用自 2009 年起实施的最新国家标准,系统介绍了各种标准的基本概念、基本原理及其应用,语言简练、条理清晰、深入浅出,各章酌量配置了相关表格,同时配备一定数量的习题,可以加深对所学内容的消化吸收。

本书既可以作为高等职业院校机械类、机电类、近机类、工程技术类等专业教材,也可以供职业大学、职工培训和中等职业教育相关专业参考。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与测量技术/朱小平主编. —北京:科学出版社,2012
(高等职业教育“十二五”规划教材·全国高等职业教育制造类专业系列规划教材)

ISBN 978-7-03-034899-9

I. ①公… II. ①朱… III. ①公差-配合-高等职业教育-教材②技术测量-高等职业教育-教材 IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 129993 号

责任编辑:艾冬冬 / 责任校对:刘玉靖
责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京九天志诚印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 7 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012 年 7 月第一次印刷 印张:17

字数:400 000

定价:29.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈九天志诚〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135217 (VT03)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

“公差配合与测量技术”是机械类、仪器仪表类、机电类专业的重要技术基础课，是联系基础课与专业课的桥梁和纽带，是工程技术语言的重要组成部分。该学科涉及标准化和计量学两个领域，其主要任务在于研究和表达机械产品的几何精度的设计与检测，与机械设计、机械制造、质量控制和生产组织管理等多方面密切相关。随着现代工业的发展及产品性能与质量要求的不断提高，机械图样上所表述的内容也在不断丰富和完善。能够做到合理的选择、标注、识读公差配合等内容，根据图样上的具体要求和条件进行正确的检测，是机械技术人员、管理人员、一线操作者必备的技术基础知识和应有的基本技能。

为了培养和造就能适应生产、建设、管理、服务第一线需要的高等技术应用型人才，本书的编写本着加强基础、突出应用、注重能力的编写思路，优化整合了课程内容，在编写过程中突出以下特点：

(1) 内容新。本书力求采用最新的国家标准。

(2) 结构新。为了便于学生学习，掌握重点和难点，本书每一章列出了学习目标和小结。为了便于自学，删除了一些纯理论的内容，力求语言简练，条理清晰，深入浅出，各章酌量配置了相关表格，同时配备一定数量的习题以帮助学习者消化吸收。

(3) 重应用。在讲清基础理论的同时，本书列举了较多的实际应用和工程实例，做到理论联系实际，加强学习者的感性认识。

(4) 适用面广。本书既可作为高职有关专业教材，也可供从事机械设计、制造工艺、计量等工作的工矿企业有关工程技术人员和管理人员参考。本书既适用于多学时讲授，也适用于少学时讲授。各章内容相对独立，可根据专业的不同情况进行选用。

在编写本书的过程中，针对高等职业技术教育机电类专业的培养目标和基本教学要求，在内容选材上，以互换性为主线，力求做到精选够用，适当拓宽，努力反映机械设计与制造领域的新成果；将公差配合控制概念贯穿到机械产品的设计、生产、检测、装配的整个过程，以解决机械产品使用与制造工艺之间的矛盾，达到实现机械产品互换性的目的。误差检测的内容紧扣生产一线实际，将测量技术基础知识和公差理论与生产实践紧密结合，使这两大方面的内容有机地融为一体。

本书由浙江交通职业技术学院朱小平编著，共分10章，分别为绪论、光滑圆柱体结合的极限与配合、测量技术基础、几何公差与误差检测、表面粗糙度与检测、光滑极



限量规、滚动轴承的公差与配合、键与花键的公差与配合、普通螺纹结合的公差配合与检测、圆柱齿轮的公差与检测。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏或不当之处，恳请广大读者提出批评和指正。

第 1 章 绪论	1
1.1 互换性	1
1.1.1 互换性的含义	1
1.1.2 互换性的种类	1
1.1.3 互换性的作用	2
1.2 标准与标准化	3
1.2.1 标准与标准化含义	3
1.2.2 标准的分类	3
1.2.3 标准的级别	4
1.3 优先数和优先数系	4
1.3.1 优先数和优先数系的概念	4
1.3.2 优先数系	5
1.4 测量技术发展概况	6
1.5 本课程的任务及要求	7
1.5.1 本课程的特点	7
1.5.2 本课程的学习方法	7
1.5.3 学习本课程的要求	7
本章小结	8
习题	8
第 2 章 光滑圆柱体结合的极限与配合	9
2.1 概述	9
2.1.1 有关尺寸的术语及定义	9
2.1.2 偏差和公差	12
2.1.3 配合的术语及其定义	14
2.2 极限与配合国家标准的主要内容	17
2.2.1 配合制	17
2.2.2 标准公差	18
2.2.3 基本偏差	20



2.2.4	公差带与配合代号	28
2.2.5	一般、常用和优先的公差带与配合	29
2.2.6	线性尺寸的一般公差	32
2.3	极限与配合的选择	33
2.3.1	配合制的选择	33
2.3.2	标准公差等级的选用	34
2.3.3	配合种类的选择	39
2.3.4	配合选用的应用示例	40
	本章小结	46
	习题	46
第3章	测量技术基础	48
3.1	概述	48
3.1.1	测量技术的概念	48
3.1.2	长度单位、基准和长度量值传递系统	49
3.1.3	量块及其使用	49
3.2	计量器具与测量方法	53
3.2.1	计量器具的分类	53
3.2.2	计量器具的基本度量指标	54
3.2.3	测量方法分类	55
3.2.4	常用测量器具的测量原理、基本结构与使用方法	57
3.3	测量误差及数据处理	61
3.3.1	测量误差的概念与产生原因	61
3.3.2	测量误差的来源	62
3.3.3	测量误差的分类及处理方法	64
3.3.4	关于测量精度的几个概念	71
3.4	光滑工件尺寸的检测	72
3.4.1	简述	72
3.4.2	验收极限和安全裕度 A	73
3.4.3	计量器具的选择	74
3.4.4	计量器具选择示例	75
	本章小结	76
	习题	76
第4章	几何公差与误差检测	78
4.1	概述	78
4.1.1	几何误差对零件使用性能的影响	79
4.1.2	几何公差项目	79



4.1.3	几何公差的研究对象	80
4.1.4	几何公差的标注	81
4.1.5	几何公差的意义和特征	85
4.1.6	几何误差的评定原则	85
4.1.7	基准的建立和体现	89
4.2	形状公差和形状误差检测	92
4.2.1	直线度	92
4.2.2	平面度	96
4.2.3	直线度与平面度的应用说明	98
4.2.4	圆度	98
4.2.5	圆柱度	101
4.2.6	无基准的线轮廓度公差	102
4.2.7	无基准的面轮廓度公差	102
4.3	位置公差和位置误差的检测	103
4.3.1	相对于基准体系的轮廓度公差	103
4.3.2	定向公差	104
4.3.3	位置公差	111
4.3.4	跳动公差	116
4.4	公差原则与公差要求	121
4.4.1	有关术语及定义	121
4.4.2	独立原则	129
4.4.3	相关要求	130
4.5	几何公差的选择	137
4.5.1	几何公差特征项目的选择	137
4.5.2	几何公差值(或公差等级)的选择	138
	本章小结	148
	习题	148
第5章	表面粗糙度与检测	154
5.1	概述	154
5.1.1	表面粗糙度的概念	154
5.1.2	表面粗糙度对零件使用性能的影响	155
5.2	表面粗糙度的评定	156
5.2.1	基本术语和定义	156
5.2.2	表面粗糙度的评定参数	159
5.2.3	表面粗糙度评定参数允许值	161
5.3	表面粗糙度的选用与标注	162



5.3.1	表面粗糙度参数的选用	162
5.3.2	表面粗糙度的符号及其标注的意义	166
5.3.3	表面粗糙度在图样上的标注	170
5.4	表面粗糙度的检测	173
	本章小结	176
	习题	177
第6章	光滑极限量规	179
6.1	概述	179
6.2	量规尺寸及公差带	180
6.3	工作量规设计	183
6.3.1	量规设计的原则及其结构	183
6.3.2	工作量规设计举例	185
6.3.3	量规的其他技术要求	187
	本章小结	188
	习题	188
第7章	滚动轴承的公差与配合	189
7.1	概述	189
7.1.1	滚动轴承的组成及分类	189
7.1.2	滚动轴承的精度等级	190
7.2	滚动轴承内径、外径的公差带及其特点	191
7.3	滚动轴承与轴颈和外壳孔的配合及其选择	192
7.3.1	轴颈和外壳孔的公差带	192
7.3.2	滚动轴承配合的选择	193
7.3.3	配合表面及端面的几何公差和表面粗糙度	197
7.3.4	滚动轴承配合在装配图上的标注	198
	本章小结	199
	习题	199
第8章	键与花键的公差与配合	200
8.1	平键联接的公差与配合	200
8.1.1	简述	200
8.1.2	平键联接的公差与配合	200
8.1.3	平键联接的几何公差及表面粗糙度	202
8.1.4	平键联接的公差与配合的选用	203
8.1.5	图样标注	203
8.2	矩形花键联接的公差与配合	203
8.2.1	简述	203



8.2.2	矩形花键联接的特点	203
8.2.3	矩形花键的配合尺寸及定心方式	204
8.2.4	矩形花键的公差与配合	205
8.2.5	矩形花键的几何公差和表面粗糙度	206
8.2.6	矩形花键联接在图样标注	207
8.3	键和花键的检测	208
8.3.1	平键的检测	208
8.3.2	矩形花键的检测	209
	本章小结	210
	习题	210
第9章	普通螺纹结合的公差配合与检测	212
9.1	概述	212
9.1.1	螺纹分类及使用要求	212
9.1.2	普通螺纹的主要几何参数	213
9.2	普通螺纹的几何参数误差对互换性的影响	217
9.2.1	螺纹大小径误差对互换性的影响	217
9.2.2	螺距误差对螺纹互换性的影响	217
9.2.3	牙型半角误差对互换性的影响	218
9.2.4	单一中径误差对螺纹互换性的影响	219
9.2.5	作用中径的概念及保证普通螺纹互换性的条件	220
9.3	普通螺纹的公差与配合	221
9.3.1	普通螺纹的公差带	221
9.3.2	螺纹精度和旋合长度	224
9.3.3	普通螺纹公差带和配合的选用	224
9.3.4	普通螺纹的标记	225
9.3.5	螺纹的表面粗糙度要求	225
9.3.6	应用举例	226
9.4	普通螺纹的检测	227
9.4.1	普通螺纹的综合检验	227
9.4.2	普通螺纹的单项测量	228
	本章小结	229
	习题	230
第10章	圆柱齿轮的公差与检测	231
10.1	概述	231
10.2	齿轮传动的使用要求	231
10.3	齿轮误差的评定指标和测量	233



10.3.1	影响传动准确性的误差及评定项目	233
10.3.2	影响传动平稳性的误差及评定项目	239
10.3.3	影响载荷分布均匀性的误差及评定项目	242
10.3.4	影响传动侧隙的误差及评定项目	244
10.4	齿轮副和齿坯的精度	247
10.4.1	齿轮副的精度	247
10.4.2	齿坯精度	248
10.5	齿轮精度等级及选用	250
10.6	齿轮检验项目的选用	255
10.7	齿轮标准在图样上的标注	256
10.7.1	齿轮精度等级的标注方法示例	256
10.7.2	齿厚偏差常用标注方法	257
10.8	齿轮精度设计实例	257
	本章小结	259
	习题	260
	参考文献	261

第1章 绪论

学习目标

(1) 了解互换性的概念、互换性生产的特征,了解互换性在设计、制造、使用和维修等方面的作用。

(2) 熟悉加工误差、公差的概念和区别,以及它们和互换性的关系。

(3) 了解标准、标准化、公差的标准化和优先数系。

通过本章学习,理解互换性、公差、误差的概念;了解有关标准化、优先数的概念及定义;了解技术测量的目的及本课程的任务及要求。

1.1 互换性

1.1.1 互换性的含义

在日常生活中,人们经常会遇到这种情况:自行车上的某个零件损坏或丢失了,买一个同规格的合格品换上,自行车便能恢复其原有的使用功能;家里的灯泡坏了,买一只新的合格品换上便能满足使用要求。在人们购买零件或灯泡时,并不需要考虑新旧零件是否是同一生产厂家生产的,零件或物品之所以能如此方便地被人们所使用,是因为它们是按互换性要求生产的,这些零件或物品具有相互替换的功能。

所谓互换性是指:规格相同的一批零件,任取其一,无需挑选和辅加修配就能装到机器上,并能满足预定的使用要求。

这里所指的互换性是指零件在装配前不作任何选择;在装配过程中不需调整和辅加修配;装配后能满足预定的使用要求。这里要注意一个问题,具有互换性的零件,它的几何尺寸并不是要求做得绝对精确。事实上绝对精确是不可能的,也没有这个必要。在生产过程中,由于受机床、夹具、刀具、工人技术水平等影响,零件在加工以后不可避免会产生尺寸、表面形状、相互位置、表面质量等误差,会影响到零件的互换性,但只要把这些误差控制在人们所规定的误差范围之内,仍然可以达到互换性要求。

1.1.2 互换性的种类

互换性可分为广义的互换性和狭义的互换性。广义的互换性是指机器的零件在各种



性能方面都具有互换性，如零件的几何参数、物理性能、化学性能等。狭义的互换性是指机器的零件只满足几何参数方面的要求，如尺寸大小、几何形状、相互位置和表面粗糙度的要求。本课程只研究零件几何参数方面的互换性。

按照同种零件加工好以后是否可以互换的程度，可分为完全互换和不完全互换两种。

1. 完全互换

对于同一规格的零件，不需经任何挑选或修配就能装配到机器上去，并能满足使用要求，这种互换称为完全互换。完全互换一般用于大批量生产的零件，适合于任何场合。

2. 不完全互换

不完全互换也称为有限互换，是指零件在装配前，允许有附加的选择；装配时，允许有附加的调整；装配后，能满足使用要求。不完全互换可以用分组互换法、调整法或其他方法来实现。当零件的装配精度要求较高时，采用完全互换会使零件的公差很小，加工困难，加工成本很高，甚至无法加工。这时，可根据精度要求、结构特点和生产批量等具体条件，用各种不同形式的不完全互换法进行加工。

分组互换法是将零件的加工公差适当放大，使之便于加工，加工完毕，对零件进行逐个测量，并按实际尺寸的大小将零件分成若干组，使同组零件间的实际尺寸差别减少、装配时按对应组进行装配，即大孔与大轴相配，小孔与小轴相配。此时，组内零件可以互换，但组与组之间的零件无法互换。这样，既可保证装配精度和使用要求，又能减少加工难度，降低成本。

修配互换是待零件加工完毕后，装配时对某一特定的零件按所需要的尺寸进行调整，以满足装配要求和使用要求。如普通车床尾架部件中的垫板，需在装配时对其厚度再进行修磨，以满足对头、尾架顶尖等高的要求。

调整法是指待零件加工完以后，在装配时，用调整的方法，改变某零件在机器中的尺寸和位置，以满足其功能要求。如机床导轨中的镶条，装配时可沿导轨移动方向调整其位置，以满足间隙要求。

对于标准部件，互换又分为外互换和内互换。外互换是指零件与其相配件之间的互换性。例如，滚动轴承内圈内孔与轴的配合，外圈外圆与机壳孔之间的配合。内互换是指部件内部组成零件之间的互换性。例如，滚动轴承内外圈滚道与滚动体外圆之间的配合。滚动轴承的内互换因其组成零件的精度要求高，加工困难，故采用不完全互换，而外互换采用完全互换。

生产中究竟采用完全互换还是不完全互换，要由产品的复杂程度、精度要求、生产规模的大小以及生产设备和技术水平等因素决定。

1.1.3 互换性的作用

互换性是现代化生产的基本技术经济原则，无论大量生产还是单件生产，都应遵循这一原则。互换性广泛应用于机械设计、制造、使用和维修等方面。



在设计方面,有利于最大限度地采用通用件和标准件,大大简化绘图和设计工作,缩短设计周期,便于计算机辅助设计。

在制造方面,有利于组织专业化协作生产,由于产品单一、数量多、分工细,可广泛采用高效专用加工设备,采用计算机辅助制造,实现加工过程的机械化、自动化,提高产量和质量,降低生产成本。

从装配方面看,由于零件具有互换性,不需辅助加工和修配,从而减轻劳动强度,缩短装配周期,并可按流水作业方式进行装配工作,便于采用自动装配,可大大提高装配生产效率。

从使用方面看,零件具有互换性,可以及时更换那些已经磨损或损坏了的零件,减少机器的维修时间和费用,保证机器能连续而持久地运转,提高设备的利用率。

总之,互换性在提高产品质量和可靠性、提高经济效益等方面均具有重大意义。

1.2 标准与标准化

在实行互换性生产过程中,必须要求各分散的工厂和车间等生产部门和生产环节之间在技术上保证统一,形成一个协调的整体。而实现这一要求的重要技术手段正是标准化。因此,标准化是广泛实现互换性生产的前提和基础。

1.2.1 标准与标准化含义

为实现互换性,在国家标准中将公差数值标准化,以满足相互联系的各个生产环节之间互相衔接的要求。进而形成一个共同的技术标准,将产品和技术要求统一起来。所以标准化是实现互换性生产的基础,是组织现代化生产的重要手段。

标准是对重复性事物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。

标准化是指在经济、技术、科学及管理等社会实践中,对重复性事物和概念通过制定、发布和实施标准,达到统一,以获得最佳秩序和社会效益。我国国家标准《标准化有关领域的通用术语 第1部分:基本术语》(GB/T 3935.1—1996)规定,标准化的定义为:“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的使用规则的活动。”实际上,标准化就是指在经济、技术、科学以及管理等社会实践中,对重复性的事物(如产品、零件、部件)和概念(如术语、规则、方法、代号、量值),在一定范围内通过简化、优选和协调,作出统一的规定,经审批后颁布、实施,以获得最佳秩序和社会效益。由此可见,标准化是一个活动过程,它包括制定、贯彻和修订标准,而且循环往复,不断提高。

1.2.2 标准的分类

标准的范围非常广泛,种类繁多,涉及人类生活的各个方面。



按性质不同,标准分为技术标准和管理标准两类。通常所说的标准,大都是指技术标准。按标准化对象的特征,技术标准又分为基础标准、产品标准、方法标准、安全标准、卫生标准和环境标准等。基础标准是指在一定范围内作为其他标准的基础,被普遍使用并具有广泛指导意义的标准,如计量单位、优先数系、技术制图、极限与配合、形状和位置公差及表面粗糙度等标准。

1.2.3 标准的级别

标准制定的范围不同,其级别也不一样。我国将标准分为4个级别,分别为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。在全国范围内统一制定的标准为国家标准(GB);在全国同一行业内制定的标准为行业标准(如机械标准JB);在省、自治区、直辖市范围内制定的标准为地方标准(DB);在企业内部制定的标准为企业标准(QB)。后3个级别的标准不得与国家标准相抵触,遵循程度为国家标准大于行业标准大于地方标准大于企业标准,其重要程度依次递减。

国家标准和行业标准又分为强制性标准和推荐性标准两大类。少量的有关人身安全、健康、卫生及环境保护之类的标准属于强制性标准,国家将用法律、行政和经济等各种手段来维护强制性标准的实施。大量的标准(80%以上)属于推荐性标准。推荐性国家标准的代号为GB/T。

从世界范围看,有国际标准和国际区域性标准两级。国际标准是指由国际标准化组织(ISO)和国际电工委员会(IEC)制定发布的标准。国际区域性标准是指由国际地区(或国家集团)性组织,如欧洲标准化委员会(CEN)和欧洲电工标准化委员会(CENELEC)等制定发布的标准。为了促进世界各国在技术上的统一,成立了国际标准化组织(简称ISO)和国际电工委员会(简称IEC),由这两个组织负责制定和颁发国际标准。我国于1978年恢复参加ISO组织后,陆续修订了自己的标准,在立足我国生产实际的基础上向ISO靠拢,以加强国际间的技术交流和产品互换。

1.3 优先数和优先数系

1.3.1 优先数和优先数系的概念

标准化的一项重要工作内容就是对工程上的技术参数进行协调、简化和统一。

在产品设计和制定技术标准时,需要确定许多技术参数,这些技术参数在生产各环节中往往不是孤立的。当选定一个数值作为某种产品的参数指标后,这个数值就会按一定的规律向一切相关的制品、材料等的有关参数指标传播扩散。例如,螺栓的直径确定后,会传播到螺母的直径上,也会传播到加工这些螺纹的刀具,如丝锥板牙上,还会传播到螺栓孔的尺寸和加工螺栓孔的钻头的尺寸、检测这些螺纹的量具及装配它们的工具上。又如动力机械的功率和转速值确定后,不仅会传播到有关机器的相应参数上,而且



必然会传播到其本身的轴、轴承、键、齿轮、联轴器等一系列零件的尺寸和材料的特征参数上,进而传播到加工和检验这些零件的刀具、夹具、量具等参数上。这种技术参数的传播,在实际生产中是极为普遍的现象;工程技术上的参数数值,即使只有很小的差别,经过多次传播以后,也会造成尺寸规格的繁多杂乱。如果随意取值,势必给组织生产、协作配套和设备维修带来很大困难。为此,对各种技术参数,必须从全局出发,加以协调。

为使产品的参数选择能遵守统一的规律,必须对各种技术参数的数值作出统一规定。优先数和优先数系就是对各种技术参数的数值进行协调、简化和统一的一种科学的数值标准。《优先数和优先数系》(GB/T 321—2005)就是其中的一个重要标准。在确定机械产品的技术参数时,应尽可能地选用该标准中的数值。

1.3.2 优先数系

为使产品参数选择能遵守统一的规律,必须把实际应用的数值限制在较小范围内,并进行优选、协调、简化和统一。凡在科学数值分级制度中被确定的数值,称为优先数。按一定公比由优先数所形成的十进制几何级数系列,称为优先数系。

国家标准《优先数和优先数系》(GB/T 321—2005)中规定5个不同公比的十进制近似等比数列,作为优先数系。它们分别用系列符号R5、R10、R20、R40和R80表示,其中前4个系列作为基本系列,R80为补充系列,仅用于分级很细的特殊场合。它们依次称为R5系列、R10系列、R20系列、R40系列和R80系列,其常用数值见表1-1。基本系列的公比分别如下。

表 1-1 优先数系的基本系列

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



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

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

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

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

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

在标准化工作中,许多参数都是按优先数系确定的。本课程中涉及的尺寸分段、公差分级、表面粗糙度参数系列等也是按优先数系制定的。优先数系在工程技术领域被广泛地应用,已成为国际上统一的数值制。

1.4 测量技术发展概况

设计任何一台机器,除了进行运动分析、结构设计、强度和刚度计算之外,还要进行精度设计。机器的精度直接影响到机器的工作性能、振动、噪声和寿命。科技越发达,对机械精度的要求越高,对互换性的要求也越高。所以,随着科学技术的不断发展,对测量技术的要求也越来越高。

在设计零件时,根据零件的功能要求,给定合理的公差,并在图样上以特定符号加以表达,零件加工以后,是否能达到预定的功能要求,必须通过测量或检验,只有当零件的几何参数误差控制在规定的公差范围内,零件才合格,才能满足互换性要求;反之,零件就不合格,就不能达到互换的目的。因此,测量技术是保证零件、部件精度的重要手段,是实现互换性生产的基本技术保障。测量技术的发展与机械加工精度的提高是相辅相成的。一方面,较高的加工精度依赖于先进的测量技术来体现和验证;另一方面,加工精度的提高又促进了测量技术的发展。

我国早在商朝时期就有了象牙制成的尺,秦朝统一了度量衡制度,西汉时期制成了铜质卡尺。由于长期的封建统治,我国的测量技术处于落后状态。直到新中国成立后,这种落后的局面才得到改变。1959年国务院发布了《关于统一计量制度的命令》,确定采用米制为我国长度计量单位。1977年国务院发布了《中华人民共和国计量管理条例》,健全了各级计量机构和长度量值传递系统,保证了全国计量单位的统一。1984年国务院发布了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》,在全国范围内统一实行了以国际单位制为基础的法定计量单位。1985年发布了《中华人民共和国计量法》,使我国计量单位制度更加统一,保证了我国计量制度量值传递的准确可靠。同时,随着生产和科学技术的迅速发展,我国的测量技术和测量器具也有了较大的发展。长度计量器具的精度已由0.01mm级提高到0.0001mm级。测量尺寸的范围大到米级,小至微米级。测量空间由二维空间发展到三维空间。测量自动化程度由人工读数测量发展到自动定位、测量,计算机处理数据,自动显示和打印结果。据国际计量大会统计,机械零件的加工精度大约每10年提高一个数量级。在测量器具方面,我国生产的万能工具显微镜、干涉显微镜、接触式干涉仪、气动量仪、电动测微仪、圆度仪、万能渐开线检查仪、齿