



普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
普通高等教育机械类国家级特色专业系列规划教材



# 机械精度设计基础 (第三版)

主编 孟兆新 马惠萍  
主审 孙玉芹



科学出版社

普通高等： 划教材  
普通高等教育机械类国家级特色专业系列规划教材

# 机械精度设计基础

(第三版)

主编 孟兆新 马惠萍  
主审 孙玉芹

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书为高等工科院校机械类和近机械类专业技术基础课教材。全书共10章。第1~5章阐述互换性基本概念、尺寸精度、形状和位置精度、表面粗糙度及测量技术基础等机械零件的精度设计基础知识;第6、7章阐述轴承、键、螺纹、圆锥、导轨和齿轮等典型零件的精度设计基础知识;第8章阐述长度尺寸链的基本概念及计算;第9章简单介绍计算机辅助精度设计基础知识;第10章给出了几何参数精度设计实例。

本书内容全部按照截至2012年最新国家标准编写,并遵循国家标准给出了各种术语和定义的相应英文。各章后附有习题。

本书适用于高等工科院校及职工大学机械类和近机械类专业“机械精度设计基础(互换性与测量技术基础)”课程教学,也可供各类工程技术人员参考。

### 图书在版编目 CIP 数据

机械精度设计基础/孟兆新,马惠萍主编.—3版.—北京:科学出版社,2012  
普通高等教育“十一五”国家级规划教材·普通高等教育机械类国家级特色专业系列规划教材

ISBN 978-7-03-034343-7

I. 机… II. ①孟… ②马… III. ①机械-精度-设计-高等学校-教材  
IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 096456 号

责任编辑:朱晓颖 / 责任校对:李 影  
责任印制:闫 磊 / 封面设计:迷底书装

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>

化学工业出版社印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2004年1月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2007年8月第 二 版 印张:17 1/2

2012年5月第 三 版 字数:350 000

2012年5月第十次印刷

定价:35.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

# 前 言

“机械精度设计”是工科院校机械类、近机械类专业必备的专业技术基础课程。随着各院校机械类课程体系改革的不断深入,以及对学生专业培养多元化的需求,我们于 2003 年出版了《机械精度设计基础》,供“互换性与测量技术基础”和“机械精度设计与测量技术基础”课程使用。

经过多年来前两版教材的教学实践,随着产品几何技术的发展,我们在保留原有教材优点的基础上,按照相关最新国家标准,对原有教材内容作了适当的调整,修订再版。

本书在编写中,参考了相关领域国内外的文献资料,同时融入了编者多年的教学经验。本书具有如下特点:

1. 强调精度设计这一主题,尊重标准,重点突出,简明扼要,适合教学;
2. 关键术语、定义英文对照,有助于双语教学和培养读者英语技术交流以及读图的能力;
3. 全部采用最新的“产品几何技术标准”国家标准,有助于精度设计最新技术的实施;
4. 将计算机技术融入精度设计中,提高读者运用计算机处理精度设计的能力;
5. 本书适用于本专科机械类与近机械类专业的教学,并可供广大工程技术人员参考。

全书共 10 章,分别为绪论、尺寸精度设计、几何精度设计、表面粗糙度、几何参数检测技术基础、常用典型零件精度设计、渐开线圆柱齿轮传动的精度设计、尺寸链的计算、计算机辅助精度设计和几何参数精度设计实例。

参加本书编写的有东北林业大学孟兆新(第 1 章、第 2 章、第 4 章、第 9 章),哈尔滨工业大学马惠萍(第 3 章、第 7 章)、张也晗(第 6 章 6.2 节)、刘永猛(第 6 章 6.5 节)、张晓光和周海(第 10 章),河南工业大学袁夫彩(第 6 章 6.1 节、第 5 章、第 8 章),黑龙江八一农垦大学万霖(第 6 章 6.4 节),黑龙江省农垦科技职业学院王凤强(第 6 章 6.3 节)。本书由孟兆新、马惠萍任主编,孟兆新负责全书统稿,哈尔滨工业大学孙玉芹任主审。

教材的编写是一项艰巨而又细致的工作,在本书编写过程中,得到了相关学校的大力支持,同时得到了华中科技大学李柱教授、西安交通大学蒋庄德教授和范国英副教授、河南理工大学何贡教授、南京机械高等专科学校陈于萍教授、郑州机械

研究所张民安教授级高级工程师和张元国主任的热情支持与帮助,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者  
2012年2月

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 概述 .....	1
1.2 机械零件几何精度设计原则——互换性原则 .....	1
1.3 标准化与优先数系 .....	3
1.4 GPS 标准体系基本术语简介 .....	7
习题 1 .....	10
<b>第 2 章 尺寸精度设计</b> .....	11
2.1 有关尺寸精度设计的基本术语和定义 .....	11
2.2 尺寸的极限与配合国家标准简介 .....	19
2.3 尺寸精度设计的基本原则和方法 .....	40
2.4 一般公差(线性尺寸的未注公差) .....	53
习题 2 .....	54
<b>第 3 章 几何精度设计</b> .....	56
3.1 几何误差 .....	56
3.2 几何公差 .....	57
3.3 几何误差的评定 .....	84
3.4 几何公差与尺寸公差的关系 .....	97
3.5 几何公差的选用 .....	103
习题 3 .....	107
<b>第 4 章 表面粗糙度</b> .....	111
4.1 基本概念 .....	111
4.2 表面粗糙度的评定 .....	112
4.3 表面粗糙度的选用 .....	118
4.4 表面粗糙度符号、代号及其注法 .....	122
习题 4 .....	126
<b>第 5 章 几何参数检测技术基础</b> .....	128
5.1 测量 .....	128
5.2 长度和角度计量单位与量值传递 .....	128
5.3 测量方法和计量器具的分类 .....	133
5.4 计量器具的度量指标 .....	136

5.5	测量误差与数据处理 .....	137
5.6	测量结果的数据处理 .....	144
	习题 5 .....	145
<b>第 6 章</b>	<b>常用典型零件精度设计</b> .....	<b>147</b>
6.1	滚动轴承结合的精度设计 .....	147
6.2	平键、矩形花键结合的精度设计 .....	157
6.3	螺纹联结的精度设计 .....	164
6.4	圆锥配合的精度设计 .....	175
6.5	导轨副的精度分析与设计 .....	180
	习题 6 .....	185
<b>第 7 章</b>	<b>渐开线圆柱齿轮传动的精度设计</b> .....	<b>186</b>
7.1	齿轮传动的使用要求 .....	186
7.2	影响渐开线圆柱齿轮精度的因素 .....	187
7.3	渐开线圆柱齿轮精度的评定参数 .....	190
7.4	渐开线圆柱齿轮精度标准 .....	198
7.5	渐开线圆柱齿轮精度设计 .....	206
	习题 7 .....	223
<b>第 8 章</b>	<b>尺寸链的计算</b> .....	<b>224</b>
8.1	尺寸链的基本概念 .....	224
8.2	用完全互换法解尺寸链 .....	228
8.3	大数互换法解尺寸链 .....	235
8.4	用其他方法解装配尺寸链 .....	240
	习题 8 .....	242
<b>第 9 章</b>	<b>计算机辅助精度设计</b> .....	<b>244</b>
9.1	计算机辅助精度设计概述 .....	244
9.2	公差数据的处理 .....	245
9.3	计算机辅助精度设计实例 .....	248
	习题 9 .....	267
<b>第 10 章</b>	<b>几何参数精度设计实例</b> .....	<b>268</b>
10.1	配合尺寸的精度设计 .....	269
10.2	套筒的几何精度设计 .....	271
	<b>参考文献</b> .....	<b>272</b>

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 概 述

机械精度设计涉及机械设计、机械制造工艺、机械制造计量测试、质量管理与质量控制等许多学科,与机械工业发展密切相关,与 CAD/CAM/CAPP 相辅相成,与计算机技术的发展紧密相连,是一门综合性应用技术基础学科。

任何机械产品都是由零部件组成的,因此,机械零部件几何参数的精度(尺寸精度、形状及相互位置精度、表面粗糙度等)会直接影响现代机械产品的质量,包括工作精度、耐用性、可靠性、效率等。也就是说,在合理设计结构和正确选用材料的前提下,机械零部件几何参数的精度设计是保证产品质量的重要因素,是机械设备、仪器仪表设计的基础。

机械零部件几何精度设计的任务,就是根据使用要求,对于经过参数设计阶段确定的机械零件的几何参数合理地给出尺寸、形状位置和表面粗糙度公差值,用以控制加工误差,从而保证产品的各项性能要求。

本课程是各类机械、仪器仪表设计与制造专业本科学生必修的一门主干专业技术基础课,其目的就是培养学生进行机械零部件几何精度设计的能力,兼顾培养学生对机械精度要求和检测的理解能力,为学生进行机械设计奠定基础。

## 1.2 机械零件几何精度设计原则——互换性原则

在进行机械零件几何精度设计过程中,应遵循互换性原则和经济性原则。

### 1.2.1 互换性

互换性(interchange ability)是指零部件在几何、功能等参数上能够彼此相互替换的性能,即同一规格的零部件,不需要任何挑选、调整或修配,就能装配(或更换)到机器上,并且符合使用性能要求。由此可见,要使零部件满足互换性,不仅要求几何参数,而且要求机械性能、理化性能以及其他功能参数都能互相替换。所以,零件的互换性涉及两大方面:一方面是几何参数的互换性,另一方面是功能互换性。下文所涉及的互换性均指零部件几何参数的互换性。

零部件在实际制造过程中,由于加工设备、工具不可避免地存在误差,要使同



一规格的一批零件或部件几何参数的实际值完全相同是不可能的,它们之间或多或少地存在着差异。因此,要保证其具有互换性,只能使其几何参数的实际值充分接近。其接近程度取决于产品的质量要求。为保证产品几何参数的实际值对其理论值充分接近,就必须将其实际值的变动量限定在一定范围内,这个范围就是公差。

### 1.2.2 互换性的分类

按同一规格一批零部件互换的程度可以将互换性分为完全互换性(绝对互换性)与不完全互换性(有限互换)。

完全互换性是一批规格相同的零部件在加工好以后,不需要任何挑选、调整或修配,在几何参数上具有互相替换的性能。概率互换(大数互换性)属于完全互换性,这种互换性是以一定置信水平为依据,如置信水平为95%、99%等,使加工好的规格相同的大多数零部件不需任何挑选、调整、修配等辅助处理,在几何参数上就具有彼此互相替换的性能。

不完全互换性是指规格相同的零部件加工完以后,在装配(或更换)前需要挑选、调整或修配等辅助处理,在几何参数上才具有互相替换的性能。

当装配精度要求较高时,采用完全互换性将使零件制造精度要求很高,难于加工,成本增高。这时,可以根据生产批量、精度要求、结构特点等具体条件,或者采用分组互换法,或者采用调整互换法,或者采用修配互换法,这样做既可保证装配精度和使用要求,又能适当地放宽加工公差,减小零件加工难度,降低成本。

对于标准化部件或机构来说,互换性又可分为内互换性与外互换性。

内互换性是指组成机构或部件的内部零件几何参数的互换性。例如滚动轴承内圈滚道直径、外圈滚道直径、保持架或滚动体等,都具有内互换性,一般采用分组互换。

外互换性是指同规格部件或机构的外形尺寸的互换性。例如滚动轴承内圈的内径、外圈的外径均应具有外互换性。

### 1.2.3 互换性的作用

互换性对现代化机械制造业具有非常重要的意义。只有机械零部件具有互换性,才有可能将一台复杂的机器中成千上万的零部件分散到不同的工厂、车间进行高效率的专业化生产,然后再集中到总装厂或总装车间进行装配。因此,互换性是现代化机械制造业进行专业化生产的前提条件,不仅能促进自动化生产的发展,也有利于降低成本、提高产品质量。

从设计看,按互换性进行设计,就可以最大限度地采用标准件、通用件,如滚动轴承、螺钉、销钉、键等,大大减少计算、绘图等工作量,使设计简便,缩短设计周期,

有利于产品品种的多样化和计算机辅助设计,有利于开发系列产品,不断地改善产品结构、提高产品性能。

从制造看,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设备和高效率的专用设备,有利于进行计算机辅助制造,有利于实现加工和装配过程的机械化、自动化,从而减轻劳动强度,提高生产效率,保证产品质量,降低生产成本。

从使用看,零部件具有互换性,可以及时更换那些已经磨损或损坏了的零部件,因此,减少了机器的维修时间和费用,增加了机器的平均无故障的工作时间,保证机器能够连续而持久地运转,提高了设备的利用率。在诸如航天、航空、核工业、能源、国防等特殊领域或行业,零部件的互换性所起的作用是很难用具体价值来衡量的,其意义更为重大。

## 1.3 标准化与优先数系

### 1.3.1 标准化

国家标准 GB/T 20000.1—2002 中规定:标准化(standardization)是指为了在一定范围内获得最佳社会秩序,对现实问题或潜在问题制定共同使用和重复使用的条款的活动。上述活动主要包括编制、发布和实施标准的过程。标准化的主要作用在于,为了其预期目的改进产品、过程或服务的适用性,防止贸易壁垒,并促进技术合作。

在国际上,为了加强世界各国之间的交流、促进各国之间在技术上的统一,先后成立了国际电工委员会(IEC)和国际标准化组织(ISO),并由这两个组织负责起草、制定和颁布国际标准。经过许多年的发展和完善,目前,标准化正处于新的历史时期。为了增进国际间的合作,使产品走向国际市场,我国于 1978 年恢复参加 ISO 组织后,陆续修订了原有的国家标准。修订的原则是:在立足我国生产实际的基础上向 ISO 靠拢,以利于加强我国在国际上的技术交流与合作。近年来,越来越多新修订的标准等同地采用了 ISO 标准。

标准化的主要体现形式是标准。标准是为了在一定的范围内获得最佳秩序,经协商一致制定并由公认机构批准,共同使用和重复使用的一种规范性文件。

标准涉及的范围极其广泛,种类也十分繁多,涉及人类活动的各个方面。按标准化对象的特性划分,有基础标准、术语标准、试验标准、产品标准、过程标准、服务标准、安全和环境保护标准和接口标准等。按标准的级别划分,有国际标准、国家标准、行业标准和企业标准等。

我国于 1988 年发布了《中华人民共和国标准化法》,其中规定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。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。强制性国家标准的代号为 GB。对于这些标准,国家通过法律、行政和经济等各种手段及措施来维护并加以实施。其余的标准属于推荐性标准。推荐性国家标准的代号为 GB/T。由于标准是人类科学知识的沉淀、技术活动的结晶、多年实践经验的总结,代表着先进的生产力,对生产具有普遍的指导意义,能够促进技术交流与合作,有利于产品的市场化,因此,在生产活动中,推荐性标准也应积极采用。

总之,标准化可以方便产品设计、生产、存放、运输和管理。标准化是组织现代专业化协作生产的重要手段,是实现互换性的必要前提,是一个国家现代化水平的重要标志之一。它对人类进步和科学技术发展起着巨大的推动作用。

### 1.3.2 优先数系和优先数

标准化要求各种参数系列化和简化,需将参数值(如零件的几何参数值、公差值等)合理地分级分档,使其有恰当的间隔,便于管理和应用。因此,简化、协调和统一工程和各种产品的各种技术参数是标准化的重要内容。

#### 1. 优先数系

优先数系(series of preferred numbers)是国际统一的数值制度,是技术经济工作中统一、简化和协调产品参数的基础。

在机械产品设计中,需要确定零件的各种几何参数。其中,许多参数涉及加工、测量、储存、运输等生产的各个环节,这些参数一旦确定,就会按照一定规律向与其有配套关系的一系列产品的有关的参数传播、扩散。在生产实际中,这种现象是极为普遍的。所以,设计时,不能随意确定机械产品中的各种技术参数,以免出现规格品种恶性膨胀的混乱局面,便于组织生产、协调配套以及使用维护。因此,必须对各种技术参数的数值做出统一规定。国家标准 GB 321—2005《优先数和优先数系》就是其中最重要的一个标准,确定工业产品技术参数时,应尽可能采用该标准中的数值。

国家标准 GB 321—2005 规定:优先数系是由公比为 $\sqrt[5]{10}$ 、 $\sqrt[10]{10}$ 、 $\sqrt[20]{10}$ 、 $\sqrt[40]{10}$ 和 $\sqrt[80]{10}$ ,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。各数列分别用符号 R5、R10、R20、R40 和 R80 表示,称为 R5 系列、R10 系列、R20 系列、R40 系列和 R80 系列。

#### 2. 优先数系的种类和代号

##### (1) 基本系列(basic series)

优先数系中的常用系列,称为基本系列。有 R5、R10、R20 和 R40 四个系列,表 1-1 所示为基本系列的各项数值。

基本系列的代号:系列无限定范围时,用 R5、R10、R20、R40 表示;系列有限定范围时,应注明界限值。例如:

R10(1.25...)表示以 1.25 为下限的 R10 系列;

R20(...45)表示以 45 为上限的 R20 系列;

R40(75...300)表示以 75 为下限,300 为上限的 R40 系列。

基本系列的公比分别为

$$R5:q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.5894 \approx 1.60$$

$$R10:q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.2589 \approx 1.25$$

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

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

(2) 补充系列(complementary R80 series)

R80 系列称为补充系列,它的公比  $q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1.0294 \approx 1.03$ ,其代号表示方法同基本系列。

### 3. 优先数

优先数系中的任一个项值均为优先数(preferred number)。按公比计算得到的优先数的理论值(除 10 的整数幂外)不能用于实际工程中,对理论值取 5 位有效数字的计算值仅供精确计算使用,取 3 位有效数字的常用值广泛应用于实际工程中的各个领域,如表 1-1 所示。

表 1 1 优先数系的基本系列(摘自 GB 321—2005)

基本系列(常用值)				序号	理论值		基本系列 和计算值间 的相对误差/%
R5	R10	R20	R40		对数尾数	计算值	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1.00	1.00	1.00	1.00	0	000	1.0000	0
			1.06	1	025	1.0593	+0.07
		1.12	1.12	2	050	1.1220	-0.18
			1.18	3	075	1.1885	-0.71
	1.25	1.25	1.25	4	100	1.2589	-0.71
			1.32	5	125	1.3335	-1.01
		1.40	1.40	6	150	1.4125	-0.88
			1.50	7	175	1.4962	+0.25
1.60	1.60	1.60	1.60	8	200	1.5849	+0.95
			1.70	9	225	1.6788	+1.26

续表

基本系列(常用值)				序号	理论值		基本系列 和计算值间 的相对误差/%
R5	R10	R20	R40		对数尾数	计算值	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1.60	1.60	1.80	1.80	10	250	1.7783	+1.22
			1.90	11	275	1.8836	+0.87
	2.00	2.00	2.00	12	300	1.9953	+0.24
			2.12	13	325	2.1135	+0.31
			2.24	14	350	2.2387	+0.06
			2.36	15	375	2.3714	-0.48
2.50	2.50	2.50	2.50	16	400	2.5119	-0.47
			2.65	17	425	2.6607	-0.40
		2.80	2.80	18	450	2.8184	-0.65
			3.00	19	475	2.9854	+0.49
	3.15	3.15	3.15	20	500	3.1623	-0.39
			3.35	21	525	3.3497	+0.01
			3.55	22	550	3.5481	+0.05
			3.75	23	575	3.7584	-0.22
4.00	4.00	4.00	4.00	24	600	3.9811	+0.47
			4.25	25	625	4.2170	+0.78
		4.50	4.50	26	650	4.4668	+0.74
			4.75	27	675	4.7315	+0.39
	5.00	5.00	5.00	28	700	5.0119	-0.24
			5.30	29	725	5.3088	-0.17
			5.60	30	750	5.6234	-0.42
			6.00	31	775	5.9566	+0.73
6.30	6.30	6.30	6.30	32	800	6.3096	-0.15
			6.70	33	825	6.6834	+0.25
		7.10	7.10	34	850	7.0795	+0.29
			7.50	35	875	7.4989	+0.01
	8.00	8.00	8.00	36	900	7.9433	+0.71
			8.50	37	925	8.4140	+1.02
9.00			38	950	8.9125	+0.98	
			9.50	39	975	9.4406	+0.63
10.00	10.00	10.00	10.00	40	000	10.0000	0

## 1.4 GPS 标准体系基本术语简介

随着 CAD/CAM 对产品几何描述、测量技术如三坐标测量等对产品几何辨识的需求,原有的公差标准存在很多缺点,已不适合现代技术的发展需求。为了统一产品设计、制造、验收、使用等过程的几何参数,规范产品生命周期中产品精度参数传递方式,ISO/TC213 出台了新一代标准体系产品几何技术规范 (geometrical product specification and verification, GPS)。它是针对所有几何产品建立的一个几何技术标准体系,覆盖了从宏观到微观的产品几何特征,包括尺寸公差、形位公差和表面特征等需要在技术图样上表示的各种几何精度设计要求、标注方法、测量原理、验收规则,以及计量器具的校准,测量不确定度评定等,涉及产品生命周期的全过程。

GPS 系列标准是国际标准中影响最广的重要基础标准之一,是所有高新技术产品标准的基础,其应用涉及国民经济的各个部门和学科,是所有机电产品“标准与计量”规范的基础,也是制造业信息化的基础。

产品几何技术规范 (GPS) 系列国家标准不仅是产品信息传递与交换的基础标准,也是产品市场流通领域中合格评定的依据,是工程领域必须依据的技术规范和交流沟通的重要工具。主要包括:尺寸和形位公差、表面特征等几何精度规范,相关的检验原则、测量器具要求和校准规范,基本表达和图样标注的解释,不确定度的评定和控制等。

GB/T 18780.1—2002《产品几何量技术规范 (GPS) 几何要素 第 1 部分:基本术语和定义》中对要素之术语和定义规定如下。

### 1. 几何要素 (geometrical feature)

点、线或面。

### 2. 组成要素 (integral feature)

面或面上的线。

### 3. 导出要素 (derived feature)

由一个或几个组成要素得到的中心点、中心线或中心面。

例如:球心是由球面得到的导出要素,该球面为组成要素;圆柱的中心线是由圆柱面得到的导出要素,该圆柱面为组成要素。

在 GB/T 1182—2008《产品几何技术规范 (GPS) 几何公差形状、方向、位置和跳动公差标注》中将“轮廓要素”改为“组成要素”,“中心要素”改为“导出要素”。

#### 4. 尺寸要素(feature of size)

由一定大小的线性尺寸或角度尺寸确定的几何形状。尺寸要素可以是圆柱形、球形、两平行对应面、圆锥形或楔形。

#### 5. 公称组成要素(nominal integral feature)

由技术制图或其他方法确定的理论正确组成要素,见图 1-1(a)。

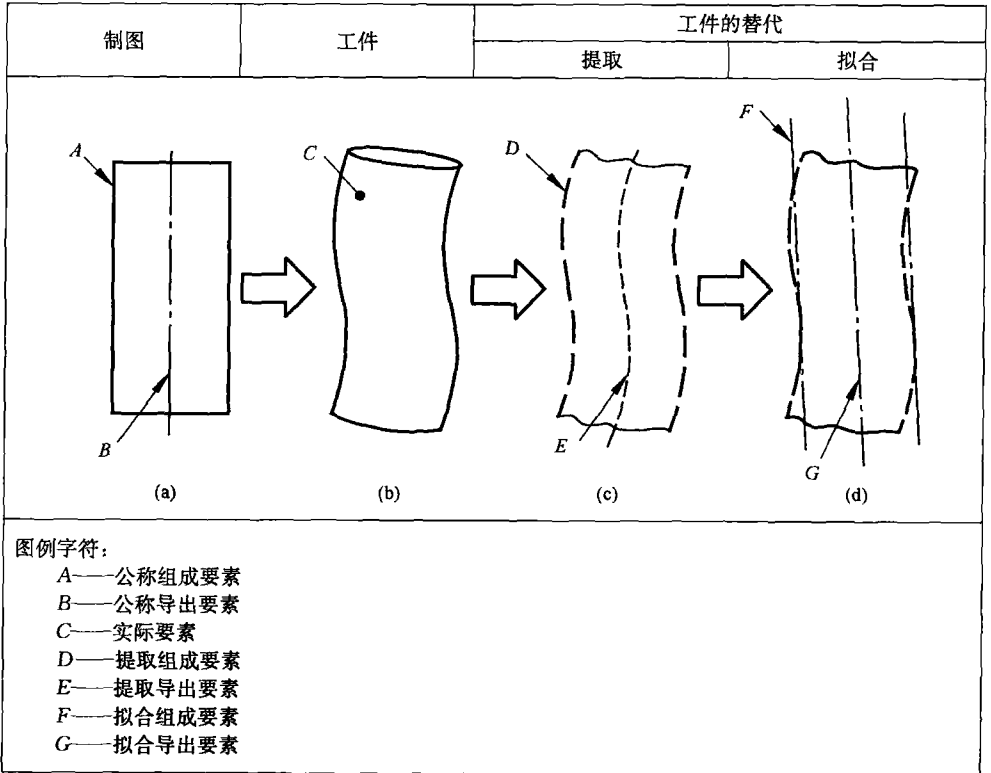


图 1-1 几何要素定义间的相互关系

#### 6. 公称导出要素(nominal derived feature)

由一个或几个公称组成要素导出的中心点、轴线或中心平面,见图 1-1(a)。

#### 7. 工件实际表面(real surface of a work piece)

实际存在并将整个工件与周围介质分隔的一组要素。

#### 8. 实际(组成)要素(real(integral)feature)

由接近实际(组成)要素所限定的工件实际表面的组成要素部分,见图 1-1(b)。

### 9. 提取组成要素(extracted integral feature)

按规定方法,由实际(组成)要素提取有限数目的点所形成的实际(组成)要素的近似替代,见图 1-1(c)。该替代(的方法)由要素所要求的功能确定。每个实际(组成)要素可以有几个这种替代。

### 10. 提取导出要素(extracted derived feature)

由一个或几个提取组成要素得到的中心点、中心线或中心面,见图 1-1(c)。为方便起见,提取圆柱面的导出中心线称为提取中心线;两相对提取平面的导出中心面称为提取中心面。

### 11. 拟合组成要素(associated integral feature)

按规定的方法由提取组成要素形成的并具有理想形状的组成要素,见图 1-1(d)。

### 12. 拟合导出要素(associated derived feature)

由一个或几个拟合组成要素导出的中心点、轴线或中心平面,见图 1-1(d)。

几何要素定义间相互关系的结构见图 1-2,其图解见图 1-1。

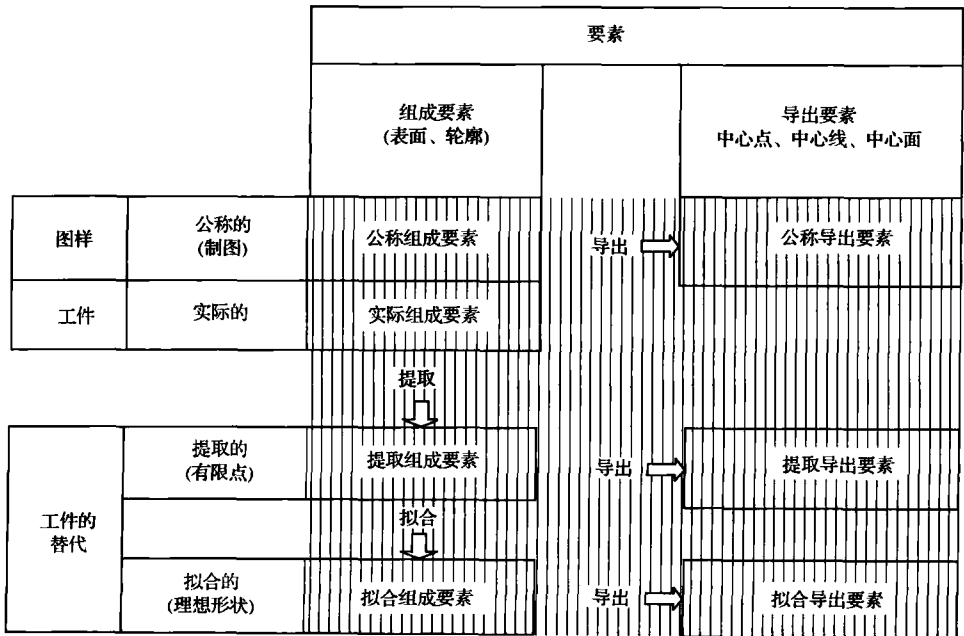


图 1-2 几何要素定义间相互关系的结构框图



实际应用时,按 R5、R10、R20、R40 和 R80 的顺序依次选用。在基本系列和补充系列不能满足要求时,可以采用派生系列。

派生系列是从基本系列或补充系列  $R_r$ (其中  $r=5, 10, 20, 40$  和  $80$ ) 中,每  $p$  项取值导出的系列。

派生系列的代号表示方法:

系列无限定范围时,由于比值  $r/p$  相等的派生系列具有相同的公比,但其项值是多义的,应指明系列中含有的一个项值。例如:

$R_{10/3}(\dots 20 \dots)$  表示含有项值 20 并向两端无限延伸的派生系列。

如果系列中含有项值 1,可简写为  $R_r/p$ 。例如:

$R_{10/3}$  表示系列为  $\dots 1, 2, 4, 8, 16 \dots$ 。

系列有限定范围时,应注明界限值。例如:

$R_{20/4}(112 \dots)$  表示以 112 为下限的派生系列;

$R_{40/4}(\dots 60)$  表示以 60 为上限的派生系列;

$R_{5/2}(1 \dots 10\ 000)$  表示以 1 为下限,10000 为上限的派生系列。

派生系列的公比为

$$q_{r/p} = q_r^p = (\sqrt[p]{10})^p = 10^{p/r}$$

## 习 题 1

1. 何为互换性,互换性在机械制造业中的作用是什么?
2. 完全互换与不完全互换有何区别? 各用于何种场合?
3. 何为优先数系? 何为优先数? 工程中为何要采用优先数系和优先数? 实际应用时,按什么顺序选用优先数系和优先数?
4. 拟合要素是否存在误差?