



普通高等教育“十二五”规划教材

几何精度规范学

GEOMETRICAL ACCURACY SPECIFICATIONS

陈强华 何永熹◎主编

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材

几何精度规范学

GEOMETRICAL ACCURACY SPECIFICATIONS

陈强华 何永熹◎主编

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

几何精度规范学 / 陈强华, 何永熹主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2015. 11
ISBN 978 - 7 - 5682 - 1204 - 5

I. ①几… II. ①陈…②何… III. ①金属切削 - 几何误差 IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 208425 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中华美凯印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 21.75

字 数 / 506 千字

版 次 / 2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月第 1 次印刷

定 价 / 48.00 元

责任编辑 / 钟 博

文案编辑 / 钟 博

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

前言

机械工业是国民经济的基础。一切物质和精神产品的创造,都离不开机械工业的发展和进步。广义上,机械可以涵盖设备制造、航空航天、仪器仪表、建筑、电力电子、医疗、材料、化工、生物、食品、汽车、船舶、卫生、环境、贸易等诸多领域,它们无不与机械密切相关。在机械产品的生产中,其几何特性的精度对产品的使用功能具有重要的影响,精度指标是产品品质的重要指标之一。不断提高机械产品的精度,是增强国际市场竞争能力的重要手段之一。

机械产品精度的获得大致可以分为三个阶段:设计、制造和验收。在设计阶段,从产品功能要求出发,对组成整机的固态零部件的几何要素逐一进行分析,以确定其几何精度的评定项目,然后根据相应的几何精度技术规范或标准,完成精度设计,并按规定在图样上正确表达。在制造阶段,根据设计图样进行工艺设计,完成零部件及整机的加工、装配和调试。在验收阶段,根据设计图样拟定并实施检测方案,对测量结果进行误差评定,并根据由设计要求确定的验收条件进行合格性判断。机械产品的精度设计与检测就是本书的主要内容。

北京理工大学在面向新世纪的教改工作中,进行了机械基础课群改革的研究和实践,以培养学生的综合设计能力为主线,将机械几何精度设计与检测课程作为机械专业的主干课程,以培养学生的精度设计与检测能力为目标,建立全新的课程体系,对教材内容和编排进行了全新探索,继承了北京理工大学以往系列版本教材的改革成果,体现了教学改革思路和新技术的应用。本教材的编写旨在令学生掌握机械产品设计、制造和质量检测的必备基础理论知识,使学生初步具备解决产品几何精度设计和质量检测等实际问题的综合能力。面对近年课程改革带来的课程课时压缩的实际情况,本书没有取消和减少知识内容,而是在编排和讲授方式上进行了改革与实践,在强调掌握相关理论知识的同时,着重培养学生分析问题、解决问题,灵活运用相关理论知识和实践经验的能力。

本书分为几何精度设计及几何精度检测两大部分。前者主要介绍几何精度设计基础,尺寸、表面、形状和位置等基本几何精度设计,几何精度综合设计,以及圆柱、圆锥、螺纹、键等结合要素和齿轮、螺旋等传动要素的精度设计。后者主要介绍几何精度检测原理、误差评定、检测技术和

量规检测。

本书根据国际上产品几何规范技术和几何量检测技术的最新发展,以现行最新国家标准和国际标准为依据,按照专业理论知识体系论述几何精度规范及其设计应用,并结合检测规范介绍几何误差检测理论与方法,强调对学生掌握精度设计与检测技术基础理论知识及其应用能力的培养。在内容表达上,运用数学、物理等基础科学理论阐述、描述、表达相关技术问题及其解决方案,使学生能够应用数学物理等基础科学知识掌握相关的专业理论。本书还引入相应的美国标准进行介绍和对照比较,使学生在将来走上工作岗位后能更快适应经济全球化、产品设计制造国际化的需要。

本书是普通高等学校机械工程学科本科、研究生的基本教材,也可供机械工程技术人员参考使用。

由于水平有限,本书在编写过程中难免有错误或疏漏之处,编者诚挚地希望得到读者的批评与指正。

编者
2015 年夏

目 录

CONTENTS

第一章 机械与几何	1
1.1 机械与几何误差	1
1.1.1 机械与固态产品	1
1.1.2 几何误差	1
1.2 几何要素	5
1.3 几何精度	10
1.3.1 几何精度概述	10
1.3.2 基本几何精度	11
1.3.3 几何精度设计的基本原则	12
1.3.4 几何精度设计的主要方法	14
1.3.5 几何精度的体现	15
1.3.6 几何精度的标注	16
1.3.7 几何精度的实现	17
1.4 几何精度规范	17
1.4.1 优先数与优先数系	17
1.4.2 标准与标准化	18
1.4.3 产品几何技术规范 (GPS)	21
第二章 尺寸与几何公差	24
2.1 尺寸公差基础	24
2.1.1 尺寸	24
2.1.2 尺寸公差	27
2.2 几何公差基础	30
2.2.1 几何公差	30
2.2.2 几何公差的标注	33
2.3 形状公差	37
2.3.1 直线形状公差 (直线度)	37

2.3.2 圆弧形状公差 (圆度)	39
2.3.3 平面形状公差 (平面度)	40
2.3.4 圆柱面形状公差 (圆柱度)	41
2.4 方向公差	41
2.4.1 直线方向公差	41
2.4.2 平面方向公差	46
2.5 位置公差	48
2.5.1 点位置公差	49
2.5.2 直线位置公差	49
2.5.3 平面位置公差	52
2.6 轮廓公差	54
2.6.1 线轮廓度公差	54
2.6.2 面轮廓度公差	54
2.7 成组要素公差	56
2.7.1 成组要素	56
2.7.2 成组要素位置公差	57
2.7.3 成组要素轮廓公差	58
2.8 延伸公差带	59
2.8.1 延伸公差带	59
2.8.2 延伸公差带应用	60
2.9 跳动公差	61
2.9.1 圆跳动	62
2.9.2 全跳动	63
2.10 几何公差的设计	65
2.10.1 注出几何公差	65
2.10.2 一般几何公差	72
2.10.3 几何公差应用实例	72
第三章 表面精度	79
3.1 表面精度的基本知识	79
3.1.1 表面精度介绍	79
3.1.2 表面结构对性能的影响	80
3.1.3 表面轮廓的介绍	83
3.2 表面粗糙度	90
3.2.1 表面粗糙度评定参数的新旧标准对照	90
3.2.2 表面粗糙度的标注	93
3.2.3 表面粗糙度的设计	96
3.3 表面缺陷	101
3.3.1 表面缺陷概述	101
3.3.2 表面缺陷的参数	102

第四章 孔轴精度	105
4.1 极限制	105
4.1.1 标准公差	105
4.1.2 基本偏差	106
4.1.3 公差带代号与标注	106
4.1.4 优先、常用和一般公差带	108
4.2 配合制	110
4.2.1 术语和概念	110
4.2.2 配合制	115
4.2.3 孔轴配合的设计	117
4.3 公差原则	124
4.3.1 尺寸要素	125
4.3.2 独立原则	130
4.3.3 相关要求	132
第五章 精度设计的典型应用	145
5.1 典型结合的精度设计	145
5.1.1 滚动轴承结合	145
5.1.2 键结合	150
5.1.3 螺纹结合	157
5.1.4 圆锥结合	163
5.2 典型传动的精度设计	170
5.2.1 圆柱齿轮传动	170
5.2.2 螺纹传动	189
第六章 尺寸链	197
6.1 尺寸链模型	197
6.1.1 基本概念	197
6.1.2 尺寸链模型的建立	200
6.1.3 尺寸链关系	201
6.2 尺寸链的计算	205
6.2.1 校核计算	205
6.2.2 中间计算	208
6.2.3 设计计算	209
6.3 尺寸工程简介	212
第七章 几何检测概论	215
7.1 测量过程	215
7.1.1 测量过程概述	215
7.1.2 被测量	217
7.1.3 计量基准	217
7.1.4 测量方法	222

7.2 合格性判断	226
7.2.1 测量误差	226
7.2.2 测量的基本原则	232
7.2.3 测量不确定度	234
7.2.4 合格性判断	237
7.2.5 车间检验的合格性判断	238
第八章 量规检验	241
8.1 概述	241
8.1.1 量规分类	241
8.1.2 量规检验的一般准则	242
8.1.3 量规的技术要求	242
8.1.4 量规精度	243
8.1.5 量规使用	244
8.2 典型量规	244
8.2.1 极限尺寸量规	244
8.2.2 边界量规	250
第九章 几何检测技术	266
9.1 检测技术	266
9.1.1 平台检测	266
9.1.2 量仪检测	268
9.2 表面结构检测	273
9.2.1 一般规则	273
9.2.2 检测方法	274
9.3 长度尺寸检测	276
9.3.1 验收极限的确定	276
9.3.2 计量器具的选择	277
9.4 角度和锥度检测	278
9.4.1 微差测量法	278
9.4.2 直接测量法	279
9.4.3 间接测量法	279
9.5 几何误差检测	281
9.5.1 检测原则	282
9.5.2 检测方法	283
9.5.3 误差评定	289
9.6 螺纹检测	295
9.6.1 用工具显微镜测量	295
9.6.2 用三针法测量	297
9.7 圆柱齿轮检测	298
9.7.1 同侧齿面测量	298

9.7.2 径向测量	302
9.7.3 公法线和齿厚的测量	303
9.7.4 齿轮整体测量	304
9.8 几何量检测技术发展趋势	306
附表	309
参考文献	337

第一章 机械与几何

1.1 机械与几何误差

1.1.1 机械与固态产品

机械是机器与机构的总称。从广义上讲,任何机械都是由以各种不同方式连接起来的一组构件组成的,其具有一定的结构形状并能够完成一定的运动/传动或承载功能,以帮助人们在认识和利用自然的过程中降低工作难度。

机械产品是固态产品,主要由具有一定几何形状的零部件组成。

固态产品就是具有几何特性的产品。固态产品包括传统的金属机械产品、木工等非金属制品等,也包括采用现代技术的机电一体化产品,电工电子产品,仪器仪表,计算机,航空航天、生物工程产品等。

固态产品的特点是具有特定的几何外形,而且几何外形的特性对其使用功能有直接的影响。

1.1.2 几何误差

固态产品在设计后需要经过加工和装配调试才能形成成品。由于在加工和装配过程中,存在加工误差和装配误差,成品与所设计的理想产品在几何特性上必定存在差异。几何误差就是指制成品的实际几何参数(表面结构、几何尺寸、几何形状和相互位置)与设计给定的理想几何参数之间偏离的程度。

1. 几何误差产生的原因

几何误差是由于加工和装配过程的实际状态偏离其理想状态所形成的。几何误差的产生原因主要有加工原理误差、工艺系统的几何误差、工艺系统的运动误差、工艺系统受力变形引起的误差、工艺系统受热变形引起的误差、工件内应力引起的加工误差和测量误差等。

产生几何误差的主要因素有机床、刀具、夹具、工艺、环境、材料和操作人员等。

(1) 机床为加工过程提供刀具与工件间的相对运动和实现切除材料所需的能源。刀具与工件间不准确的相对运动使工件的几何要素产生形状误差,如平面度误差、圆柱度误差等;刀具与工件间不准确的相对位置使工件各几何要素间产生位置误差,如孔距误差、分度误差、同轴度误差等,同时也导致工件的尺寸产生变动,即产生尺寸误差。

(2) 作为切除材料的主要工具,刀具的形状与尺寸将直接复现在已加工表面上,它们

将与各种切削参数（如切削深度、进给量、切削速度等）一起，共同影响工件的表面精度、尺寸和形状，形成表面粗糙度、波纹度、形状误差和尺寸误差。生产过程中刀具的位置调整和磨损是导致尺寸误差的主要原因。

(3) 夹具的作用是确定工件在机床上的位置。卡具的制造和安装误差将直接影响工件的正确定位，从而造成工件与刀具的相对运动和相对位置的不准确，形成工件几何要素的方向和位置误差，如垂直度误差、同轴度误差和位置度误差等。特别是工艺基准与设计基准的不一致或工艺基准的改变，都将造成显著的位置误差。

(4) 工艺因素主要有切削用量、切削力及热处理工艺。它们将直接影响加工表面质量，产生受力变形和温度变形，形成表面粗糙度和形状误差。

(5) 环境因素主要是切削热导致的工件与刀具的变形和温度变动产生的加工系统的变形。它们主要影响大尺寸工件的尺寸误差和形状误差。

(6) 材料特性也是产生几何误差的关键因素。材料的内应力，材料的腐蚀、弹性和塑性变形等因素，会直接导致产品的几何特性产生变化。原材料和毛坯的内应力和尺寸稳定性，将影响完工工件的几何精度及其持久性。

(7) 在试切法的加工过程中，操作人员的技术水平和责任心，直接影响工件的尺寸误差。采用调整法、数控自动或半自动加工方法，可以大大减少以至消除操作人员对加工误差的影响。

此外，采用近似的成形运动或近似的刀具刃口轮廓进行加工会产生加工原理误差。例如，仿形加工的齿轮的渐开线齿形就存在原理误差。

几何误差是一定存在的且不能被完全消除的，其影响了产品的使用性能。几何误差是可以被控制、减小的，分析误差来源，采取限制减小误差、提高精度的措施，是工程技术人员的重要任务。

2. 几何误差对使用功能的影响

在相同型号的一批产品中，零部件的几何特性设计是相同的，但是其成品在外观感觉、使用功能、无故障工作时间和使用寿命等方面都各不相同，这是由产品零部件在制造、装配过程中存在的几何误差所造成的。不同的生产者根据相同的设计图样制造同类产品时，虽然设计要求相同，但是其制造误差不同、产品测量和品质检验误差不同，这使产品在性能和使用寿命上有所差别。不同的生产者用来源相同的零部件组装产品时，安装误差（即安装精度）的差别，也会造成产品的性能和使用寿命的不同。

测绘仿制产品无法具备原型产品的性能和使用寿命，其关键原因也是在测绘仿制过程中，虽然能够得到原型产品的原理、结构等信息，但是无法得到原型产品的精度设计信息（几何误差允许范围）。

对产品几何误差大小的控制体现了国家和企业的工业水平。除去原材料性能和品质以外，机械工业的能力关键体现在其高精度制造能力上，也就是体现在几何精度的设计、生产和检测等方面的水平上。

机械产品的市场占有率、利润率取决于产品的性能、无故障工作时间和使用寿命等因素，即取决于产品的质量，特别是产品零部件的几何精度。

从上述现象可以看出，零部件的几何误差对于机械产品的使用功能和使用寿命具有直接的影响，合理限制几何误差是产品设计和制造过程的关键工作之一。

各种不同几何特性的误差对产品的使用功能的影响有所不同。表面误差主要影响外观、摩擦磨损、腐蚀性、噪声等，尺寸和形状误差主要影响零、部件的空间相互位置，直接影响运动传递、载荷传递等性能。

如图 1-1 所示的内燃机，它由一个活塞杆与曲轴相连，工作过程从活塞在顶部开始，进气阀打开，活塞往下运动，吸入油气混合气，然后活塞往顶部运动，压缩油气混合气；当活塞到达顶部时，火花塞放出火花来点燃油气混合气，爆炸使活塞再次向下运动到达底部，排气阀打开；活塞再次往上运动，将尾气从气缸由排气管排出。活塞的往复直线运动经曲轴转化为连续旋转运动。

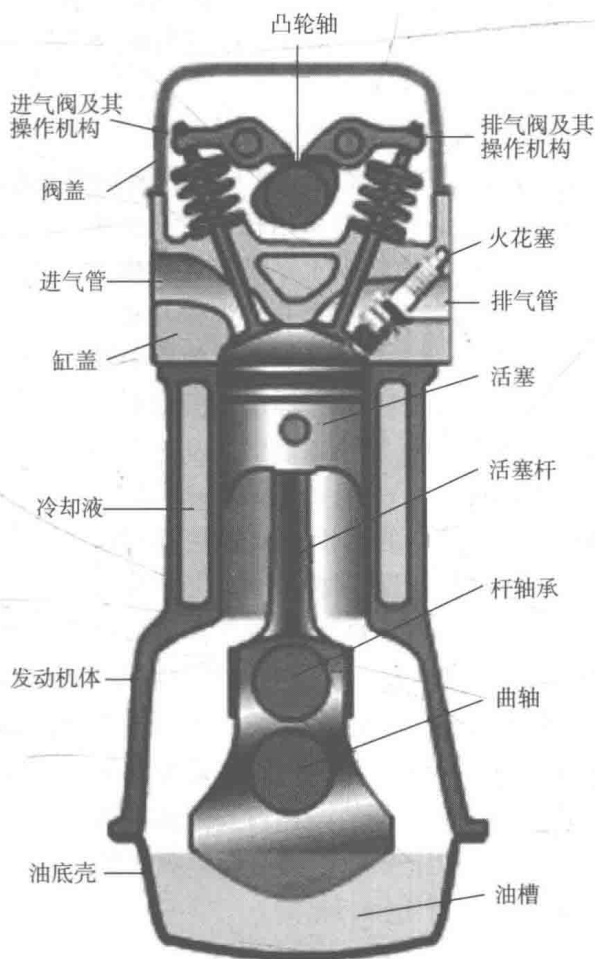


图 1-1 内燃机示意

其中，凸轮轴控制进气阀和排气阀的开闭，凸轮形状误差会导致进气阀和排气阀在开闭时机出现偏差，直接影响发动机的功率。进、出气阀分别在适当的时候打开以吸入油气混合气和排出尾气。在压缩和燃烧时，这两个阀都是关闭的，以保证燃烧室的密封性。阀门的几何误差影响其与缸体之间的密封状况。活塞环在气缸壁和活塞之间起到密封作用，防止在压缩和燃烧时油气混合气和尾气泄漏进入润滑油箱，也防止润滑油进入气缸内燃烧。活塞环的几何误差会导致密封失效，引起尾气管冒青烟等现象。活塞杆连接活塞和曲轴，使得活塞和曲轴维持各自的运动，它们的几何误差会直接影响其运动副的配合性能。

产品在使用过程中，由于摩擦磨损等原因，其性能会下降或失效，需要进行维修维护，以确保其正常使用。产品的几何精度高，精度储备充分，就能够延长无故障工作时间，降低维修维护成本。

在产品使用维护阶段，需要根据产品零部件的磨损、失效等情况对产品进行维修，如调整装配、更换零部件、重新加工零部件等。

当相对运动的零件由于摩擦磨损等原因，使配合间隙变大，影响使用功能时，可以通过调整装配位置、更换新的零件等方法，使配合重新满足要求。

当失效零件具有互换性时，可以采用同一规格的合格零件替换。当失效零件是选配件而不具完全互换性时，需对相配零件进行测量然后配作新零件替换；当失效的配合具有可调整结构（如锥配合、张紧装置等）时，也可以通过配合位置的调整获得要求的间隙或过盈。

3. 几何误差与成本的关系

几何误差与制造成本、检测成本和维修成本之间存在密切的关系。

为获得较小的制造几何误差，必然需要采用相对复杂的工艺过程，使用相对精密的工艺设备，由技术水平较高的操作人员操作，所以相对生产成本较高。实践表明，几何误差与相对生产成本的关系曲线如图 1-2 所示。由图可见，几何误差减小一定会导致相对生产成本的增加，特别是当几何误差较小时，相对生产成本随几何误差减小而增加的速度远远高于几何误差较大时的速度。

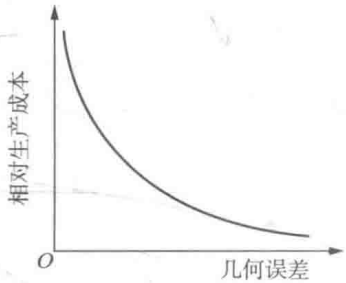


图 1-2 几何误差与相对生产成本的关系曲线

随着工作时间的增加，运动零件的磨损将使机械精度逐渐降低，直至产品报废。零件的几何误差越大，其工作寿命就越短，维修成本也相应增加。适当提高零件的几何精度，获得必要的精度储备，往往可以大幅度地增加平均无故障工作时间，从而减少停机时间和维修费用，提高产品的综合经济效益。

制成产品的几何误差是否满足使用功能的要求，是否符合设计要求，需要对其几何量进行检测。检测过程中存在的测量误差将导致误判，或将合格品判为不合格而误废，或将不合格品判为合格而误收。误废将增加生产成本，误收则影响产品的功能要求。检测准确度的高低直接影响误判的概率，又与检测费用密切相关。

4. 几何误差的特性

几何误差是在一定的加工条件下很多因素综合作用的结果。批量生产时，零件的几何误差呈现出一定的统计规律。几何误差的大小、分布都与具体的生产条件密切相关，并直接影响使用功能。

由于各种几何误差产生的机制不尽相同，它们的大小和分布规律也就各不相同。因此，当对几何误差进行分析和综合时，必须考虑到误差的分布规律，使分析更接近实际情况。

可以用统计学方法来描述几何误差的分布规律。在概率统计学里，常用概率密度函数 $p(x)$ 来描述随机变量的分布特性：

$$p(x) = \int_{-\infty}^x p(x) \mathrm{d}x$$

各种加工工艺产生的几何误差的分布特性不尽相同,如图1-3所示。例如在一般情况下,由于尺寸加工误差的各种影响因素的作用都不显著,因此尺寸误差多为正态分布。当采用数控机床加工时,尺寸误差多为均匀分布。当采用试切法人工操作调整加工时,由于心理因素起主导作用,尺寸误差多为偏态分布。

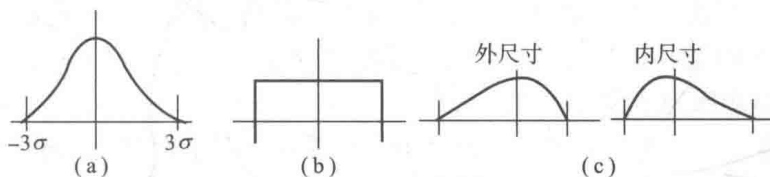


图1-3 几何误差的分布

(a) 正态分布; (b) 均匀分布; (c) 偏态分布

在大批量生产时,大多数几何误差的分布特性与正态分布近似,可以按正态分布进行描述和分析处理。

1.2 几何要素

固态零件是由若干几何要素构成的实体。

几何要素是指构成零件实体的几何特征,包括点、线、面等,简称为要素,如图1-4所示。点要素有顶点、中心点、交点等,如图1-4所示零件上的球心、锥顶;线要素中常见的有直线、圆弧(圆)及任意形状的曲线等,如图1-4所示零件上的圆柱面素线、圆锥面素线、轴线等;面要素常见的有端平面、圆柱面、圆锥面、球面及任意形状的曲面等。

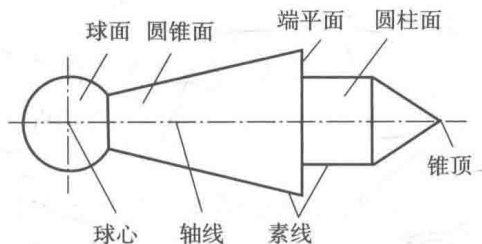


图1-4 几何要素

按照不同的定义和用途,几何要素可以有以下不同的分类。

1. 轮廓要素和中心要素

由一个或几个表面形成的要素称为轮廓要素(或称为组成要素),它们是零件上实际存在的、可以被视觉或触觉感知的面或面上的线等要素,如图1-4所示的圆柱面、圆锥面、圆柱面与端平面的交线等。

由一个或几个轮廓要素导出的中心点、中心线或中心面称为中心要素(或称导出要素)。图1-4所示的圆柱的轴线是由圆柱面导出的中心要素;球心是由球面导出的中心要素。

中心要素是假想的几何要素,由相应的轮廓要素导出并依存于该轮廓要素,主要用于表达相应轮廓要素的形状、方向和位置。

由于实际上不对轮廓面上的点要素提出精度要求,所以通常所说的轮廓要素主要是轮廓面和轮廓线要素,不包括点要素。线要素中的圆弧(圆)、任意形状的曲线以及面要素中的圆柱面、球面、任意形状的曲面等不可能作为中心线或中心面存在,因此只能为轮廓要素。

点要素、线要素中的直线、圆弧(圆),面要素中的平面和圆柱面称为典型要素。线要

素中的任意形状的曲线、面要素中的任意形状的曲面又称为通用要素。

为了在设计、制造和检测过程中实现数字化的需求，国际标准定义了方位要素：能确定要素方向和/或位置的点、直线、平面或螺旋线类的要素。

2. 理想要素和实际要素

由技术制图或其他方法确定的理论正确的、具有几何学意义的要素，称为理想要素（或公称要素）。它们是没有误差的理想几何图形。

理想的轮廓要素称为公称轮廓要素。

理想中心要素称为公称中心要素，就是由一个或几个理想轮廓要素导出的中心要素。

完工零件上客观实际存在，并将零件与周围介质分隔的要素称为实际轮廓要素，简称实际要素。

由于中心要素实际上是不存在的，所以理论上只有实际轮廓要素而无实际中心要素。

3. 测得轮廓要素和拟合轮廓要素

实际轮廓要素需要通过测量才能被认识，所以在实际工作中必须用测得轮廓要素来代替实际轮廓要素，也称提取组成要素。

测得轮廓要素是按规定的方法测量实际轮廓要素上有限个点而得到的要素。它是实际轮廓要素的近似替代要素。

由一个或几个测得轮廓要素经过一定的处理方法导出的中心点、中心线或中心面，称为测得中心要素，也称提取导出要素。

由于存在加工误差和测量误差，测得轮廓要素一定不具有理想的几何形状。按规定的方法（通常采用最小二乘法）由测得轮廓要素形成的具有理想形状的要素，称为拟合轮廓要素。

由拟合轮廓要素导出的中心要素称为拟合中心要素，它是由一个或几个拟合轮廓要素导出的中心点、中心线或中心面。显然，拟合中心要素也具有理想形状。

如图 1-5 所示，首先通过测量得到被测圆柱的多个测得圆截面轮廓，由所有测得圆截面形成测得圆柱面。将测得圆柱面按照规定方法（最小二乘法）进行拟合形成拟合圆柱面，从而得到拟合轴线。

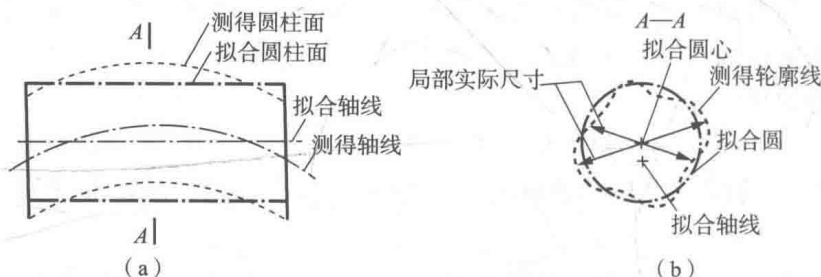


图 1-5 圆柱面的测得要素和拟合要素

(a) 主视图；(b) 断面图

然后通过对每个垂直于拟合轴线的截面测得轮廓进行拟合形成拟合圆，得到每个拟合圆的圆心，并由这些拟合圆心形成测得轴线。

图 1-6 所示的是圆柱面的理想要素、实际要素、测得要素和拟合要素之间的关系。

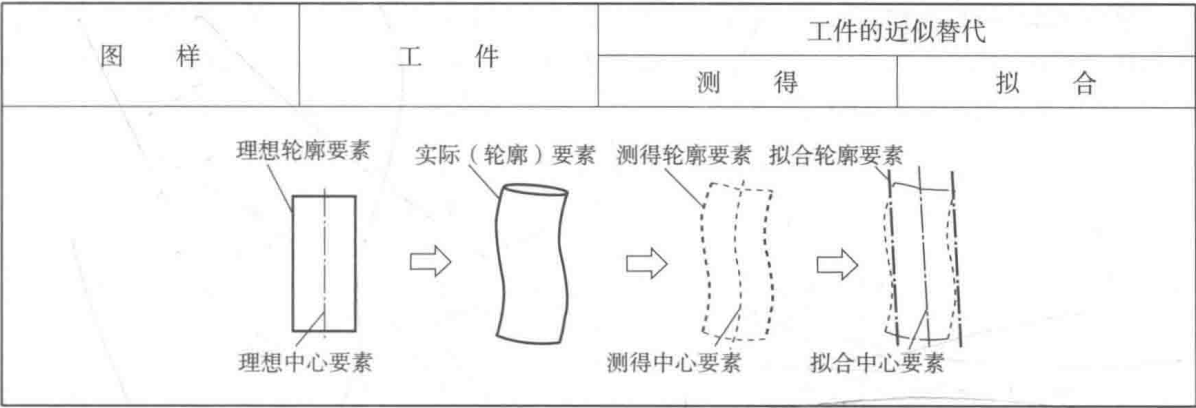


图 1-6 圆柱面的理想要素、实际要素、测得要素和拟合要素之间的关系

4. 被测要素和基准要素

在零件设计时，给出了几何精度要求的要素，也就是需要经过测量确定其几何误差的要素，称为被测要素。图 1-7 所示零件的上表面标注了平行度和直线度的精度要求，是被测要素。

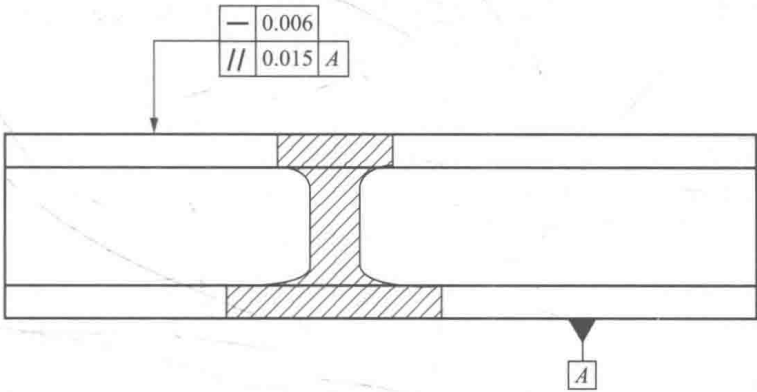


图 1-7 被测要素和基准要素

在零件设计时，用来确定理想被测要素的方向或（和）位置的要素，称为基准要素。理想的基准要素简称为基准。

通常，基准要素由设计者在设计图样上用规定的方法标明。

如图 1-7 所示零件的下表面，它是确定理想上表面的方向（平行）的要素，所以它是上表面平行度公差要求的基准要素，由它提取的理想平面是基准 A。

基准是机械制造中十分重要的一个概念，机械产品从设计时零件尺寸的标注，制造时工件的定位，校验时尺寸的测量，一直到装配时零部件的装配位置的确定，都要用到基准的概念。在工程上，基准就是确定生产对象的几何关系所依据的理想点、线或面，基准要素就是用来建立基准并实际起基准作用的实际轮廓要素（如一条边、一个表面或一个孔）。

基准代号通过一个位于基准符号内的大写字母来表示，如图 1-8 所示。

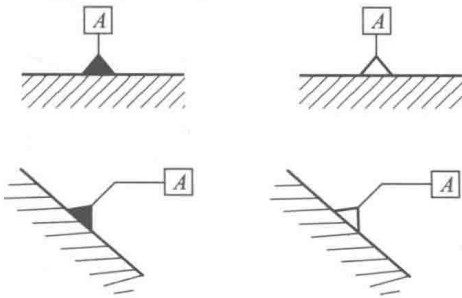


图 1-8 基准代号