



普通高等院校机械工程学科“十二五”规划教材

机械精度设计 与检测基础

主编 刘斌 副主编 储伟俊

JIEXIE JINGDU SHEJI YU JIANCE JICHU



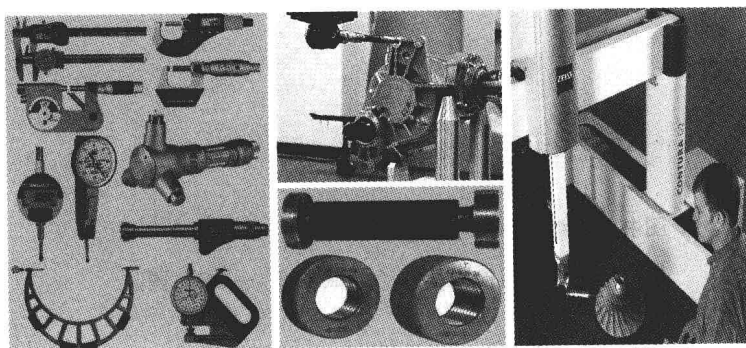
国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等院校机械工程学科“十二五”规划教材

机械精度设计与检测基础

主编 刘斌 副主编 储伟俊



国防工业出版社

National Defense Industry Press

内 容 简 介

全书共分九章:机械精度设计原理与应用、机械精度检测技术基础、尺寸精度设计基础、几何精度设计基础、表面粗糙度轮廓及其检测、三项基础标准的应用、常用典型零件精度设计基础、尺寸链、机械零件的精度设计。本书编写模式新颖、内容精炼、重点突出,通过文中的“重要提示”,将零散内容有机地串起来,便于学生理解和掌握。

本书可作为高等工科院校机械类及近机械类专业的教材,还可作为相关专业工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械精度设计与检测基础 / 刘斌主编. —北京:国防工业出版社,2011.11

普通高等院校机械工程学科“十二五”规划教材

ISBN 978-7-118-07685-1

I. ①机… II. ①刘… III. ①机械-精度-设计
高等学校-教材 ②机械-精度-检测-高等学校-教材
IV. ①TH122 ②TG801

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第216197号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 19 1/4 字数 480 千字

2011年11月第1版第1次印刷 印数 1—4000册 定价 36.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前言

按照高等院校大机械类学科本科专业相关课程教学要求和教学改革指南,结合自身多年的教学经验,将多门课程相关知识进行整合和重组,使之有机地融合在一起,构成优化的课程体系,编写了机械制造基础系列教材——《材料成形工艺基础》、《机械精度设计与检测基础》和《工程训练》,更好地理顺了课程内容之间的衔接,剔除相关课程内容中的重复部分。

本书全部采用最新实施的国家标准,内容丰富、语言简练,相关圆柱齿轮精度标准的阐述力求准确,解决了部分教材对圆柱齿轮精度新旧国家标准混用、概念不清等问题。

全书共分九章:机械精度设计原理与应用、机械精度检测技术基础、尺寸精度设计基础、几何精度设计基础、表面粗糙度轮廓及其检测、三项基础标准的应用、常用典型零件精度设计基础、尺寸链、机械零件的精度设计。本书编写模式新颖、内容精炼、重点突出,通过文中的“重要提示”,将零散内容有机地串起来,便于学生理解和掌握。

本书是机械制造基础立体化教材的组成部分,与它配套的有电子课件。

本书由刘斌担任主编,储伟俊担任副主编,许婷、刘安心、张宏梅参与了本书的编写工作。本书编写时参考了大量的文献资料,在此向文献资料的作者致以诚挚的感谢。

对于本书中存在的疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编者
2011年7月

目 录

第 1 章	机械精度设计原理与应用	1
1.1	机械产品的几何量精度设计概述	2
1.1.1	机械产品几何量精度的基本概念	2
1.1.2	机械产品几何量精度设计的研究对象	3
1.1.3	机械产品几何量精度设计的任务	7
1.1.4	机械产品几何量精度设计的基本原则	9
1.1.5	机械产品精度设计的方法	11
1.1.6	几何量精度的表达	12
1.1.7	几何量精度的标注	12
1.1.8	几何量精度的实现与检测	13
1.2	标准化与优先数系	14
1.2.1	标准和标准化	14
1.2.2	优先数系	15
1.3	产品几何技术规范简介	16
	思考题与习题	20
	阅读材料	21
第 2 章	机械精度检测技术基础	23
2.1	概述	24
2.2	测量的基本概念	24
2.2.1	测量、检验和检定	25
2.2.2	测量基准	25
2.2.3	定值的长度和角度基准	26
2.3	计量器具和测量方法	31
2.3.1	计量器具	31
2.3.2	测量方法	33
2.4	测量误差及数据处理	35
2.4.1	测量误差及其表示方法	35
2.4.2	测量误差来源与减小方法	36
2.4.3	测量误差分类、特性及其处理原则	38
2.4.4	测量误差的合成	43
	思考题与习题	45
	阅读材料	46

第 3 章	尺寸精度设计基础	49
3.1	概述	50
3.2	术语及定义	51
3.2.1	尺寸	51
3.2.2	偏差与公差	52
3.2.3	配合与配合制	53
3.3	极限制	57
3.3.1	公差带大小——标准公差系列	57
3.3.2	公差带位置——基本偏差系列	63
3.4	标准规定的公差带与配合	79
3.4.1	常用尺寸段孔、轴公差带与配合	79
3.4.2	大尺寸段的公差带与配合	82
3.5	一般公差	85
	思考题与习题	87
	阅读材料	87
第 4 章	几何精度设计基础	91
4.1	概述	92
4.1.1	几何误差的产生及其对零件的使用功能的影响	92
4.1.2	几何公差的项目及其符号	93
4.2	几何公差的标注	95
4.2.1	公差框格	96
4.2.2	被测要素的表示方法	96
4.2.3	公差带	97
4.2.4	基准的表示方法	100
4.2.5	附加标记	102
4.2.6	理论正确尺寸的表示方法	102
4.2.7	限制性规定	103
4.2.8	延伸公差带的表示方法	105
4.3	几何公差	105
4.3.1	形状公差	105
4.3.2	方向公差	108
4.3.3	定位公差	115
4.3.4	跳动公差	119
4.3.5	线轮廓度公差和面轮廓度公差	123
4.4	几何公差与尺寸公差的关系	125
4.4.1	有关定义、符号	126
4.4.2	公差原则	138

思考题与习题	157
阅读材料	160
第 5 章 表面粗糙度	163
5.1 概述	164
5.2 表面粗糙度轮廓的评定	166
5.2.1 基本术语	166
5.2.2 表面粗糙度轮廓的中线	168
5.2.3 表面粗糙度轮廓的评定参数	169
5.3 表面粗糙度轮廓技术要求的表示法	170
5.3.1 标注表面结构的图形符号	171
5.3.2 表面结构要求在完整图形符号上的标注	172
5.3.3 表面结构要求在图样和其它技术产品文件中的标注	176
思考题与习题	179
阅读材料	180
第 6 章 三项基础标准的应用	183
6.1 概述	184
6.2 极限与配合的应用	184
6.2.1 配合制的选用	184
6.2.2 公差等级的选用	185
6.2.3 配合种类及基本偏差的选用	188
6.3 几何公差的应用	190
6.3.1 几何公差项目的选择	190
6.3.2 公差原则的选择	191
6.3.3 几何公差值的选择	191
6.4 表面粗糙度的选择	195
6.4.1 表面粗糙度参数数值	195
6.4.2 表面粗糙度的选用	195
思考题与习题	198
阅读材料	199
第 7 章 典型结合与传动精度设计	201
7.1 键和花键结合的精度设计	202
7.1.1 单键联结的精度设计	202
7.1.2 矩形花键联结的精度设计	205
7.2 滚动轴承与孔、轴结合的精度设计	207

7.2.1	滚动轴承的互换性和公差等级	208
7.2.2	滚动轴承内、外径及相配轴颈、外壳孔的公差带	209
7.2.3	与滚动轴承配合的轴颈和外壳孔精度的确定	210
7.3	螺纹结合的几何精度设计	216
7.3.1	普通螺纹的基本牙型和主要几何参数	217
7.3.2	普通螺纹几何参数误差对互换性的影响	219
7.3.3	普通螺纹的精度	222
7.4	圆锥结合的精度设计	227
7.4.1	圆锥公差与配合的基本术语和定义	227
7.4.2	圆锥公差的给定方法和圆锥直径公差带(公差区)的选择	230
7.5	圆柱齿轮传动的精度设计	233
7.5.1	齿轮传动的使用要求	233
7.5.2	齿轮误差分析	234
7.5.3	圆柱齿轮加工精度的评定参数	237
7.5.4	齿轮坯精度、中心距和轴线平行度检测参数	241
7.5.5	齿面的表面结构和轮齿接触斑点的检测参数	244
7.5.6	齿厚和侧隙的检测参数	246
7.5.7	齿轮精度等级及其应用	251
7.5.8	齿轮精度设计举例	256
	思考题与习题	259
	阅读材料	260
第 8 章	尺寸链	263
8.1	概述	264
8.2	尺寸链的基本概念	264
8.2.1	尺寸链的定义及特点	264
8.2.2	尺寸链的基本术语和分类	265
8.2.3	计算尺寸链的有关参数	267
8.3	尺寸链的计算	269
8.3.1	完全互换法计算尺寸链	269
8.3.2	概率法计算尺寸链	275
8.4	解尺寸链的其它方法	278
8.4.1	分组装配法	278
8.4.2	修配法	279
8.4.3	调整法	280
	思考题与习题	281
	阅读材料	282

第9章	机械零件的精度设计	285
9.1	典型零件的精度设计	286
9.1.1	齿轮的精度设计	286
9.1.2	轴的精度设计	290
9.1.3	箱体的精度设计	292
9.2	装配图上标注的尺寸和配合代号	295
9.2.1	减速器中重要结合面的配合尺寸	295
9.2.2	特性尺寸	296
9.2.3	安装尺寸	296
思考题与习题		296
阅读材料		297
参考文献		300

第1章

机械精度设计原理与应用

机械产品的几何量精度设计概述

标准化与优先数系

产品几何技术规范简介

学习目标

1. 掌握公差、误差等有关机械产品几何量精度的基本概念；
2. 掌握几何要素的概念和分类；
3. 理解机械产品几何量精度设计的任务、原则和方法；
4. 理解几何量精度的表达和表示；
5. 理解优先数系的原理、数学特征和国家标准；
6. 理解新一代产品几何技术规范(GPS)的内涵、体系结构和作用。

学习内容

公差与误差的基本概念、几何要素的概念和分类、互换性原则及其应用、优先数系的原理及 GPS 体系结构。

1.1 机械产品的几何量精度设计概述

产品的质量是其价值的基础,是企业的生命。现代机械产品的质量包括工作精度、耐用性、可靠性、效率等。产品质量的高低与几何量精度密切相关。在设计机械产品时,不仅需要进行总体开发、方案设计、运动设计、结构设计、强度设计、刚度设计,还要进行精度设计,这是因为组成产品的机械零、部件的几何量精度是产品质量的决定性因素。实践表明,相同材料、相同结构的机器或仪器仪表,如果精度不同,它们的质量会有很大的差异。

1.1.1 机械产品几何量精度的基本概念

机械产品主要由具有一定几何形状的零、部件装配而成,由于零、部件在加工、装配过程中存在加工误差和装配误差,成品与设计的理想产品在几何特性上总是存在某种程度的差异。几何量误差就是指制成产品的实际几何参数(表面结构、几何尺寸、几何形状、方向和相互位置等)与设计给定的理想几何参数之间偏离程度。

重要提示:在新的 GPS 体系中,“几何”的概念有了一些变化。从广义上讲,“几何”包括了工件的尺寸、形状、方向和位置以及表面结构等特征。GPS 标准的主标题通常为“产品几何技术规范(GPS)”,产品几何技术规范是指尺寸规范、几何规范和表面特征规范的总称。而在副标题中出现的“几何公差”只是指形状、方向、位置和跳动公差,因而此处的“几何”是狭义的。在本书中将广义的“几何”称之为“几何量”,将“几何”一般作狭义的理解,避免概念叙述上的混淆。

几何量精度是指构成零件几何形体的尺寸精度、形状精度、方向精度、位置精度及表面粗糙度,即加工后它们的实际值与设计要求的理论值之间一致的程度。几何量精度可以用误差来反映:当零件的形体一定时,误差大则精度低,误差小则精度高。因此几何量精度与几何误差是从不同角度对同一事物的描述。

公差是指零、部件允许的几何量误差。显然,公差是用来限制误差的,是产品精度最直接

的反映、表征和保障,即保证产品精度的直接条件是给定必需的公差。因此,通常讨论时常将公差代替精度,而言精度时则指公差。

在设计时,尺寸精度要求用尺寸公差表示。尺寸公差可以分为线性尺寸公差和角(锥)度尺寸公差两大类。

在设计时,形状精度、方向精度和位置精度要求分别用形状公差、方向公差和位置公差表示。

表面精度要求用三种公差来表示:表面缺陷、表面粗糙度和表面波纹度。

1.1.2 机械产品几何量精度设计的研究对象

机械产品几何量精度设计的研究对象是工件的几何特征,即构成零件几何实体的点、线、面,它们被称为几何要素(geometrical feature),简称要素。所有的机械零件都是由若干几何要素构成的实体。

点要素有顶点、中心点、交点等,如图 1.1 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 1.1 所示零件的圆柱面素线、圆锥面素线、轴线等;面要素常见的有平面、圆柱面、圆锥面、球面及任意形状的曲面等(见图 1.1)。

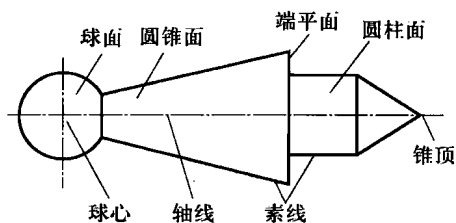


图 1.1 几何要素

根据 GB/Z 24637.1—2009《产品几何技术规范(GPS)通用概念 第 1 部分:几何规范和验证模式》,几何要素总体上分为理想要素和非理想要素。

理想要素(ideal feature):由参数化方程定义的要素。参数化方程的表达取决于理想要素的类型及其本质特征。

非理想要素(ideal feature):是指完全依赖于非理想表面模型的要素由参数化方程定义的要素。它可以使非理想表面、非理想表面的一部分或非理想面的导出几何特征。

重要提示:GB/T 18780.1—2002 标准中,术语“轴线(axis)”、“中心平面(median plane)”用于表述理想形状的导出要素;术语“中心线(median line)”、“中心面(median surface)”用于表述非理想形状的导出要素。

按照不同的定义、特点、对应关系和用途,几何要素可以有不同的分类:

1 组成要素和导出要素

GB/T 18780.1—2002《产品几何技术规范(GPS)几何要素 第 1 部分:基本术语和定义》根据几何产品设计、制造和检验的不同阶段,基于不同的要求,几何要素存在于以下三个范畴:

- (1) 设计的范畴,指设计者对未来工件的设计意图的一些表达;
- (2) 工件的范畴,指物质和实物的范畴;
- (3) 检验的范畴,指通过计量对工件取样进行检验来表示给定的工件。

基于几何要素存在于三个范畴的思想,为了描述几何要素在图样上的表达与测量及分析的差别,依据描述零件的功能需求,将几何要素划分为组成要素和导出要素两大类。

1) 组成要素

组成要素(integral feature)是指由一个或几个表面形成的要素。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,如图 1.1 中的圆柱面、圆锥面、圆柱面与端平面的交线等。由于实际上不对轮廓面上的点要素提出精度要求,所以通常所说的组成要素主要是轮廓面和轮廓线,不包括点。

下面四种类型的组成要素存在于几何产品设计、制造和检验三个不同阶段。

(1) 公称组成要素(nominal integral feature),是指由技术图样或其它方法确定的理想要素(见图 1.2(a))。它是基于功能要求所设计的没有任何误差的理想要素。

(2) 实际(组成)要素(real integral feature),是指由替代实际工件表面的无穷个连续点所构成的组成要素(见图 1.2(b))。工件实际表面是实际存在并将整个工件与周围介质分隔的一组几何要素。由于导出要素实际上是不存在的,所以理论上只有实际(组成)要素而无实际导出要素,实际组成要素又称为实际要素(real feature)。

在制造过程中,由于加工方法的影响,所制造的工件与理想形状存在着误差,实际工件是完整封闭的非理想要素。

(3) 提取组成要素(extracted integral feature),是指按规定方法,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 1.2(c))。提取组成要素为非理想要素。

工件检验是为了确定已加工出的工件形状与公称几何要素的偏差,通过测量设备扫描检测工件的实际表面,用测量提取的点表示工件表面,为工件表面的替代体。但是由于存在着测量误差,所记录的点不同于真实表面的点。同时,不同的提取方法,确定替代要素的算法将会不同,所以每个实际(组成)要素可以有多个替代要素。

重要提示:要素操作是指获得要素的特定方法,有提取、拟合、分离、滤波、集成、构建和评估等。提取是从非理想要素中得到一系列点的特定操作。拟合是按照一定准则使理想要素逼近非理想要素的操作。

(4) 拟合组成要素(associated integral feature),是指按规定方法,由提取组成要素形成的具有理想形状的组成要素(见图 1.2(d))。拟合组成要素为理想要素。

为了评定实际工件是否合格,需要依据给定的规则,对提取组成要素中的点用理想要素进行拟合(通常采用最小二乘法),形成拟合组成要素,与规范设计中的规范组成要素进行一致性比较,判定零件是否合格。基于不同的拟合操作算法,由一个提取组成要素所得到的拟合组成要素不是唯一的。

2) 导出要素

导出要素(derived feature)是指由一个或几个组成要素得到的中心点、中心线或中心面。它们是假想的几何要素,主要用于表达相应组成要素的形状、方向和位置。如图 1.1 所示的圆柱的轴线是由圆柱面得到的导出要素,球心是由球面得到的导出要素。

下列三种类型的导出要素在几何产品设计和检验阶段。

(1) 公称导出要素(nominal derived feature),是指由从一个或几何公称组成要素导出的中心点、轴线、中心平面(见图 1.2(a))。公称导出要素为理想要素。例如圆柱的公称轴线是公称导出要素。

(2) 提取导出要素(extracted derived feature),是指由一个或多个提取组成要素导出的中心点、中心线、中心平面(见图 1.2(c))。提取导出要素为非理想要素。在实际工作中,往往使用提取导出要素进行导出要素几何精度要求的合格性判断,如使用提取导出中心线(简称提取中心线)判断中心线直线度的合格性。

(3) 拟合导出要素(associated derived feature),是指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 1.2(d))。拟合导出要素为理想要素。

图 1.2 展示了公称要素、实际要素、提取要素和拟合要素之间的关系。

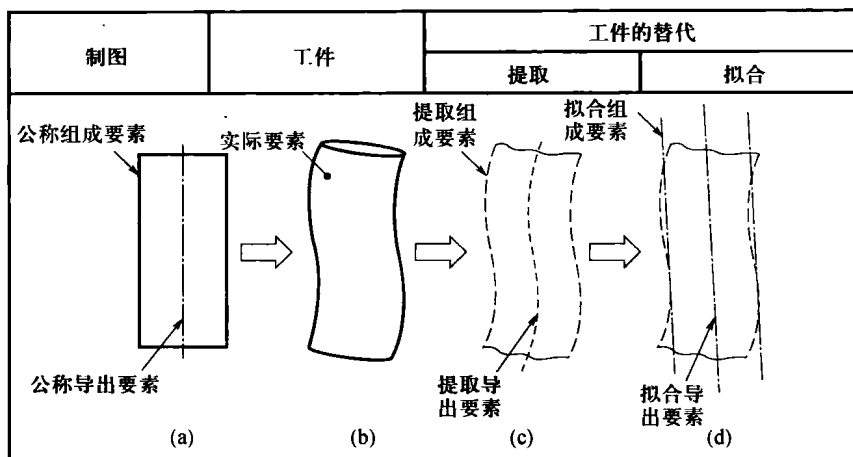


图 1.2 几何要素定义之间的相互关系

2 尺寸要素和方位要素

组成要素(主要是轮廓面)可以分为尺寸要素和非尺寸要素两类。

尺寸要素(feature of size),是指由一定大小的线性尺寸或角度尺寸确定的几何形状。如由直径尺寸确定的圆柱面和球面、由距离尺寸确定的两平行对应面、由直径尺寸和锥角尺寸确定的圆锥面等。通常,尺寸要素都具有对称性,可以导出相应的中心要素。轮廓表面上的直线、平面的线性尺寸(直径和厚度)等于零,它们是非尺寸要素,显然,非尺寸要素没有相应的中心要素。

方位要素(situation feature),是指能确定要素方向和/或位置的点、直线、平面或螺旋线要素。如圆的方位要素是其圆心(点),圆柱面的方位要素是其轴线(直线),两反向平行平面的方位要素是其中心面(平面)。

3 被测要素和基准/基准要素

(1) 被测要素(features of a part),是指在零件设计时,给出了几何公差要求的要素,也就是需要经过测量确定其几何精度的要素。如图 1.3 中的上表面和下表面都标注了平面度(平行度)公差要求,所以都是被测要素。

(2) 基准(datum),是指用来定义公差带的位置和/或方向、或用来定义实体边界的位置和/或方向(当有相关要求时,如最大实体要求)的一个(组)方位要素。图 1.4 中上平面的两平行平面公差带应平行于基准平面 A。

(3) 基准要素(datum feature),是指零件上用来建立基准并实际起基准作用的实际(组成)要素。

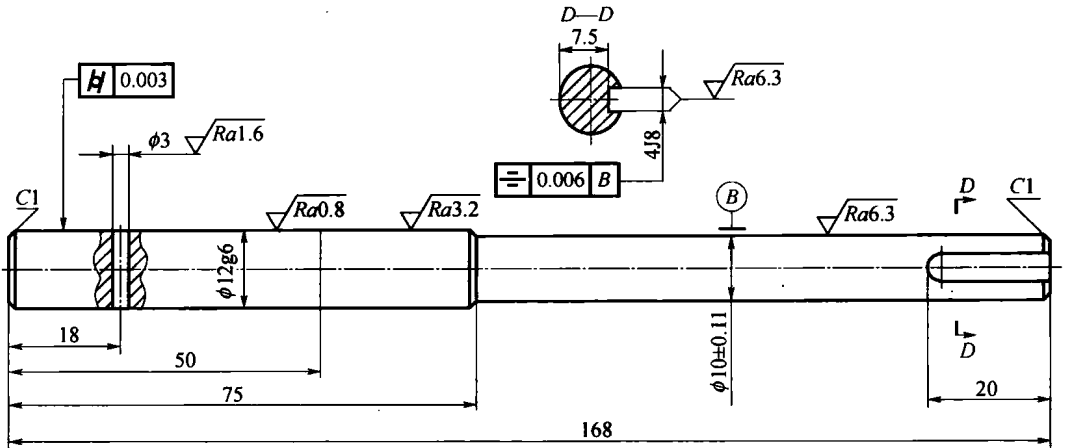


图 1.3 齿轮泵主动轴零件图

4. 单一要素和关联要素

(1) 单一要素(individual feature),是指仅对本身给出几何公差要求的要素。其几何公差要求与其它要素(基准)无关。如给出形状公差要求的要素为单一要素。

(2) 关联要素(related feature),是指给出方向公差、位置公差要求的要素。其几何公差要求与其它要素(基准)有关。

图 1.4 所示零件的上表面和下表面,对于它们各自的平面度公差要求,它们都是单一要素;对于上表面相对下表面(基准)的平行度公差要求,上表面是关联要素。

5. 单尺寸要素和多尺寸要素

单尺寸要素,是指只由一个尺寸确定的尺寸要素。如圆柱面、球面、两平行对应面的。

多尺寸要素,是指由两个或两个以上尺寸确定的尺寸要素。如圆锥面、楔面等。

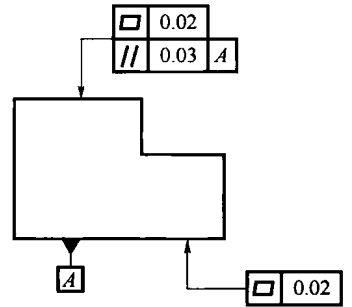


图 1.4 被测要素和基准要素

1) 孔和轴

(1) 孔,通常指工件的圆柱形内尺寸要素,也包括非圆柱形内尺寸要素(由二平行平面形成的包容面)。孔的直径尺寸用 D 表示。

(2) 轴,通常指工件的圆柱形外尺寸要素,也包括非圆柱形外尺寸要素(由二平行平面形成的被包容面)。轴的直径尺寸用 d 表示。

由此可见,上述的孔、轴具有广泛的含义,不仅是通常意义上的圆柱形内外表面,而且也包括非圆柱形内外表面。形成孔的包容面内没有材料,而形成轴的被包容面内充满材料。

孔和轴结合构成机械产品中最基本的装配关系,亦称为光滑孔轴结合。

图 1.5 所示的各要素中由尺寸 D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 和 D_5 确定的内表面(包容面)称为孔;由尺寸 d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 确定的外表面(被包容面)称为轴;由尺寸 L_1 、 L_2 、 L_3 所确定的表面,由于两构成表面同向,不能形成包容或被包容的形态,因而既不是孔,也不是轴。

重要提示:键联接的配合表面为由二平行平面形成的内、外表面,即键宽表面为轴,孔槽和轴槽宽表面皆为孔。键联结的公差与配合可直接应用极限与配合国家标准。

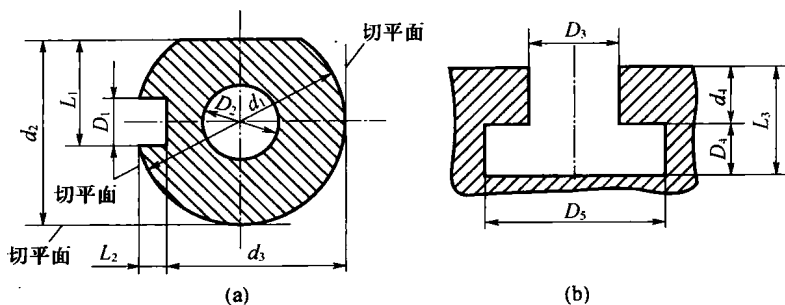


图 1.5 孔和轴

(a) 带键槽空心轴; (b) T形槽。

2) 圆锥

多尺寸要素如圆锥、楔形等,其截面形状尺寸是变化的。

圆锥表面(cone surface),是指与轴线形成一定角度,且一端相交于轴线的一条直线段(母线),围绕着该轴线旋转形成的表面(见图 1.6)。圆锥表面与通过轴线的平面(轴向截面)的交线称为圆锥的素线。

圆锥(cone),是指由圆锥表面与一定尺寸(线性尺寸和角度尺寸)所限定的几何体。

圆锥分为外圆锥和内圆锥,外圆锥是外表面为圆锥表面的几何体(见图 1.6(a));内圆锥是内表面为圆锥表面的几何体(见图 1.6(b))。

所谓一定尺寸,它包含:圆锥角 α 、圆锥直径(最大圆锥直径 D 、最小圆锥直径 d 、给定截面圆锥直径 d_x)、圆锥长度 L 、锥度 C 等,如图 1.7 所示。

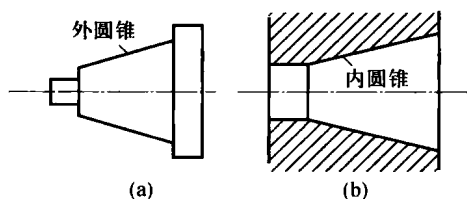


图 1.6 圆锥

(a) 外圆锥; (b) 内圆锥。

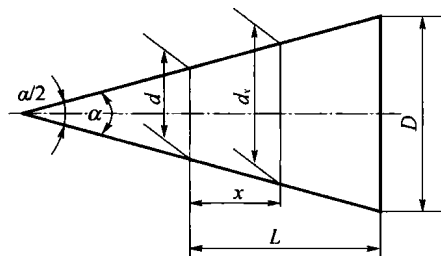


图 1.7 圆锥尺寸

圆锥面是组成机械零件的仅次于圆柱面的常用几何要素,内圆锥与外圆锥的配合是机械产品中另一种常见的典型装配结构,称为光滑圆锥结合。它常用于对中定位、传递力矩等场合,与光滑圆柱结合比较,具有精度高、紧密性好、易于安装调整等优点。

1.1.3 机械产品几何量精度设计的任务

几何量精度设计是根据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加工和装配误差,从而能够保证产品装配后能正常工作。

机械产品的几何量精度的设计主要任务如下:

1 确定并标注与精度有关的产品或部件装配技术要求

在机械产品的总装配图上和部件图上,确定各零件配合部位的配合代号和其它技术要求,并将配合代号和相关技术要求标注在装配图上,如图 1.8 所示,图 1.9 是机床润滑系统的齿轮油泵示意图。

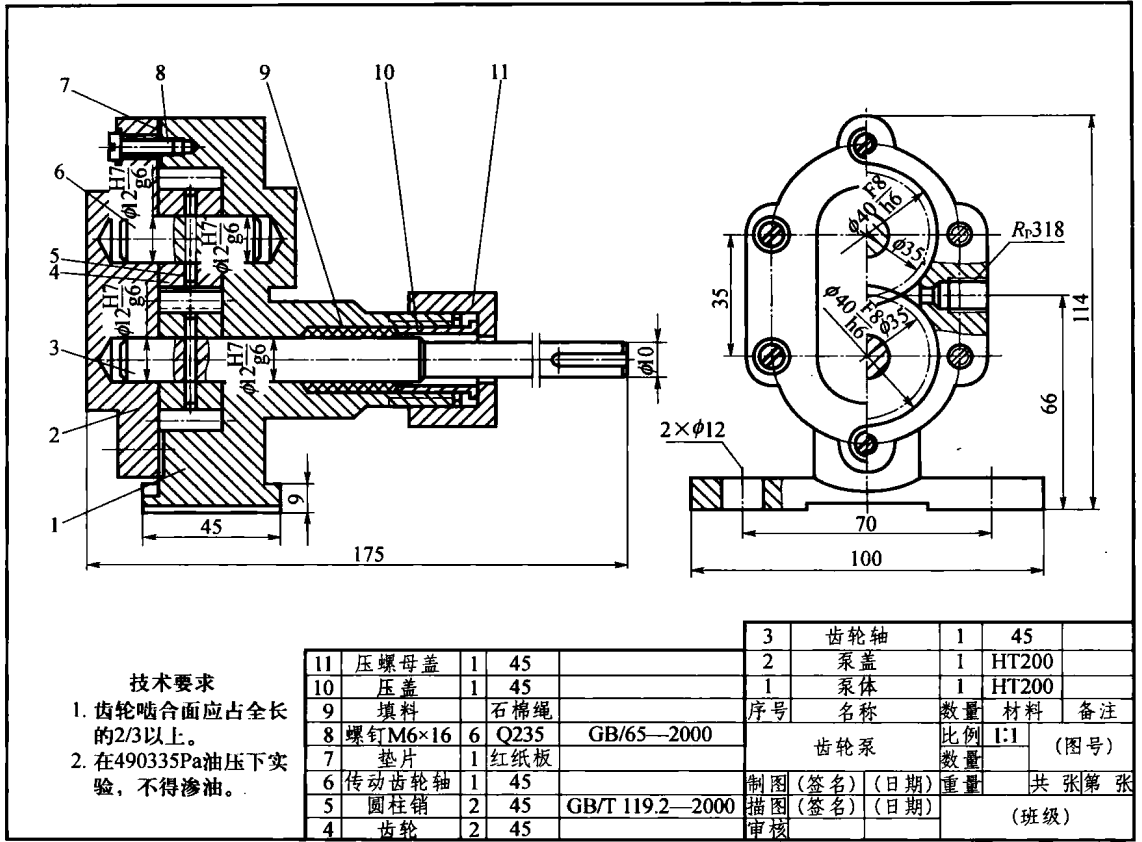


图 1.8 齿轮泵装配图

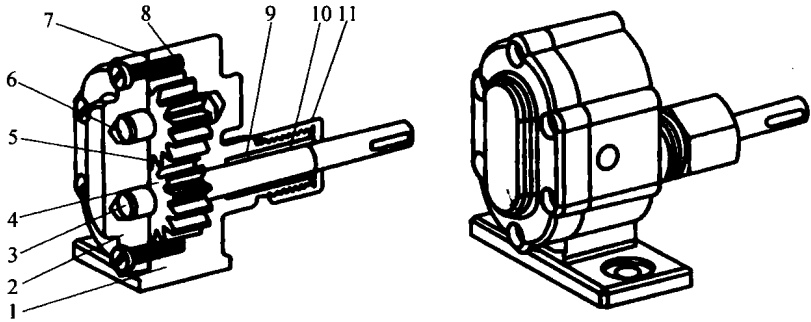


图 1.9 机床润滑系统的齿轮油泵示意图

1—泵体；2—泵盖；3—齿轮轴；4—齿轮（2个）；5—圆柱销（2个）；6—传动齿轮轴；
7—垫片；8—螺钉（6个）；9—填料；10—压盖；11—压紧螺母。

2. 确定并标注与精度有关的零件技术要求

确定组成机械产品的各零件上各处尺寸公差、几何公差、表面粗糙度以及典型表面（如键、圆锥、螺纹、齿轮等）公差要求等内容，并在零件图样上进行正确标注，如图 1.3 所示齿轮泵主动轴零件图。