

普通高等教育“十二五”规划教材

互换性与 技术测量基础

于 慧 高淑杰 主编

HUHUANXING YU
JISHU CELIANG JICHU



化学工业出版社



014056946

TG801-43
60

普通高等教育“十二五”规划教材

互换性与技术测量基础

于慧 高淑杰 主编



于慧 高淑杰 主编

于慧 高淑杰 主编

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第 10 号
 ISBN 978-7-122-21013-8
 I. ①互... II. ①于... ②高... III. ①互换性—技术测量—教材 IV. ①TG801
 北京理工大学出版社 2014年10月第1版第1次印刷
 787mm×1092mm 1/16 印张17.5 字数337千字
 定价35.00元 北京理工大学出版社发行
 地址：北京市海淀区中关村大街58号 邮编：100081
 电话：(010) 62770175 传真：(010) 62770176 网址：http://www.bjup.com.cn

化学工业出版社
·北京·TG 801-43
60

安全套套 育婴指南



北航

C1741976

元 60.00 份 宝

014028348

本书是根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要》，基于机械类、机电类、仪器仪表类等专业的课程建设和开展高校教学质量工程建设的需要，围绕“互换性与技术测量”课程教学大纲及近年来对教学改革的探索研究编写而成。本书涵盖了“互换性与技术测量基础”这门课的主要内容，采用了我国公差与配合方面的最新标准。本书分为互换性和技术测量两大部分，共十章。主要内容包括：绪论、极限与配合、几何公差及其检测、表面粗糙度与检测、测量技术基础、典型零件的公差与配合、实验指导书等。

本书内容新颖、实用，运用了大量的图表，便于读者对于内容的理解和掌握。每章后面附有思考与练习题，可用于对所学知识的检查与巩固。另外为方便教学，配套电子教案。

本书可作为高等工科院校机械类及近机类专业本科教材，也可作为培训机构用书，并可供其他行业工程技术人员及测量、检验人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

互换性与技术测量基础/于慧，高淑杰主编.
—北京：化学工业出版社，2014.8
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-122-21012-8

I. ①互… II. ①于…②高… III. ①零部件—互换性—高等学校—教材②零部件—测量技术—高等学校—教材 IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 135597 号

责任编辑：韩庆利

文字编辑：余纪军

责任校对：蒋 宇

装帧设计：关 飞

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 装：三河市万龙印装有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 15¼ 字数 377 千字

2014 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：32.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本书是根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要》，基于机械类、机电类、仪器仪表类各专业的课程建设和开展高校教学质量工程建设的需求，围绕《互换性与技术测量基础》课程的教学大纲编写而成。教材在编写过程中，既注重贯彻“基础理论教学以应用为目的，以必须、够用为度，以掌握概念、强化应用为教学重点”的思想，又注重内容的科学性、先进性、实用性。全书采用最新国家标准，内容新颖齐全，突出应用能力和综合素质的培养。

本书可作为高等工科院校机械类及近机类专业本科教材，也可供有关工程技术人员参考。使用本书时，可结合各专业的具体情况进行调整，有些内容可供学生自学。

本书共十章，划分为公差配合和技术测量两大部分。主要内容包括绪论；极限与配合；几何公差及其检测；表面粗糙度与检测；测量技术基础；键、花键的公差及其检测；螺纹的公差及其检测；滚动轴承的公差与配合；圆柱齿轮的公差与其检测及实验指导书等。

参加本书编写的有辽宁科技学院于慧（第一章、第二章、第三章），辽宁科技学院高淑杰（第六章、第七章、第八章、实验指导书），辽宁科技学院侯长来（第五章），辽宁科技学院马艳萍（第四章、第九章）。由于慧、高淑杰主编，于慧负责全书的统稿工作。

本书各章均设置了习题，以配合教学需要，巩固学生学习成果。同时有配套电子教案可赠送给使用本书作为教科书的院校和老师，如有需要，可发邮件至 hqlbook@126.com 索取。

由于编者水平有限，书中不当之处在所难免，恳请广大读者予以批评指正。

编者

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 互换性概述	1
第二节 标准化概念	3
第三节 本课程的性质与要求	5
习题	5
第二章 极限与配合	6
第一节 基本术语及定义	7
第二节 标准公差与基本偏差系列	13
第三节 优先和常用配合	25
第四节 尺寸公差与配合的选用	28
习题	35
第三章 几何公差及其检测	37
第一节 概述	37
第二节 几何公差的代号及其标注方法	39
第三节 形状公差和形状误差	42
第四节 方向、位置、跳动公差和方向、位置、跳动误差	46
第五节 公差原则	56
第六节 几何公差的应用	66
第七节 几何公差的检测及其误差分析	74
习题	77
第四章 表面粗糙度与检测	80
第一节 表面粗糙度概述	80
第二节 表面粗糙度的评定参数和国家标准	81
第三节 表面粗糙度的选择	87
第四节 表面粗糙度的标注	91
第五节 表面粗糙度的检测	96
习题	97
第五章 测量技术基础	99
第一节 测量技术基础知识	99
第二节 测量误差及数据处理	101

第三节	常用计量器具的工作原理及使用	105
第四节	光滑极限量规	123
习题		129
第六章	键、花键的公差及其检测	130
第一节	单键联接的公差与配合	130
第二节	矩形花键的公差与配合	133
第三节	键和花键的检测	137
习题		139
第七章	螺纹的公差及其检测	140
第一节	概述	140
第二节	螺纹几何参数误差对螺纹互换性的影响	143
第三节	普通螺纹的公差与配合	146
第四节	螺纹的检测	152
习题		154
第八章	滚动轴承的公差与配合	155
第一节	概述	155
第二节	滚动轴承内径与外径的公差带及其特点	156
第三节	滚动轴承与轴和外壳孔的配合及其选择	157
习题		163
第九章	圆柱齿轮公差与检测	164
第一节	齿轮的使用要求及加工误差分类	164
第二节	单个齿轮精度的评定指标及其检测	167
第三节	齿轮副精度的评定指标及其检测	184
第四节	渐开线圆柱齿轮精度设计及应用	189
习题		194
附录 实验指导书		
实验一	尺寸测量	196
实验 1-1	用立式光学计测量塞规	196
实验 1-2	用内径百分表或卧式测长仪测量内径	198
实验二	形位误差的测量	202
实验 2-1	直线度误差的测量	202
实验 2-2	平行度与垂直度误差的测量	205

实验三	表面粗糙度测量	207
实验 3-1	用双管显微镜测量表面粗糙度	207
实验 3-2	用干涉显微镜测量表面粗糙度	210
实验四	锥度测量	214
实验 4-1	用正弦尺测量圆锥角偏差	214
实验五	螺纹测量	216
实验 5-1	影像法测量螺纹主要参数	216
实验 5-2	外螺纹中径的测量	219
实验六	齿轮测量	223
实验 6-1	齿轮径向圆跳动测量	223
实验 6-2	齿轮径向综合误差测量	224
实验 6-3	齿轮齿距偏差与齿距累积误差的测量	226
实验 6-4	齿轮齿廓误差的测量	229
实验 6-5	齿轮齿厚偏差的测量	231
实验 6-6	齿轮公法线平均长度偏差及公法线长度变动的测量	233
参考文献		236

第一章 绪 论



学习目标

1. 了解互换性生产的特征和意义。
2. 了解加工误差和公差的概念和区别。
3. 了解标准及标准化的含义。
4. 了解优先数系的特点及其应用意义。

第一节 互换性概述

一、互换性的概念

在汽车、飞机、船舶、仪表、日用工业中用到的大量零部件，都是由各不同的专业厂家制造出来，而后汇集到装配厂进行总装。这些零部件在装配前不需挑选，装配时不需修配或调整，就能装配成合格的产品，说明了零件的加工是按规定的精度要求制造的，装配后具有相同的使用性能。我们把零件具有的这种性质称为互换性。例如：同一种型号、规格的自行车，几乎全部零件都可以互换。说明了零件的加工是按规定的精度要求制造的。

在日常生活中，有大量的现象涉及互换性，如规格相同的任何一个灯头和灯泡，无论它们出自哪个企业，只要产品合格，都可以相互装配。同理，自行车、电视机、汽车等产品的零件损坏，也可以快速换一个同样规格的新零件，并且在更换后，自行车、电视、汽车一切恢复正常使用。日常生活中之所以这样方便，是因为这些产品的零件都具有互换性。

互换性按其互换程度可分为完全互换（绝对互换）和不完全互换（有限互换）。

完全互换是指一批同一规格的零、部件装配前不经选择，装配时也不需修配和调整，装配后即可满足预定的使用要求。如螺栓、圆柱销等标准件的装配大都属此类情况。

不完全互换是当装配精度要求很高时，若采用完全互换将使零件的尺寸公差很小，加工困难，成本很高，甚至无法加工。为了便于加工，这时可将其制造公差适当放大，在完工后，再用测量仪将零件按实际尺寸分组，按组进行装配。如此，既保证装配精度与使用要求，又降低成本。此时，仅是组内零件可以互换，组与组之间不可互换（如机床的配件）。

二、互换性的作用

采用互换性的零件对产品设计、零件的加工和装配、机器的使用和维修方面产生重要作用。

(1) 设计方面：由于标准零部件是采用互换性原则设计和生产的，因而可以简化绘图、计算等工作，缩短设计周期，加速产品的更新换代，且便于计算机辅助设计（CAD）。

(2) 加工和装配方面：易于组织自动化、专业化的高效生产，可以提高装配质量，缩短装配时间。

(3) 使用和维修方面：由于零件具有互换性，可以很方便地用备件来替换。在使用过程中，可以缩短维修时间和节约费用，提高修理质量，延长产品的使用寿命，从而提高了机器的使用价值。

综上所述，在机械制造中，遵循互换性原则，不仅能保证又多又快地生产，而且能保证产品质量和降低生产成本。所以，互换性是现代工业生产中的重要生产原则和有效的技术措施，具有巨大的技术和经济意义。

三、公差与测量

零件在机械加工时，由于“机床—工具—辅具”工艺系统的误差、刀具的磨损、机床的振动等因素的影响，使得工件在加工后总会产生一些误差，这样的误差称为加工误差。加工误差就几何量来讲，可分为尺寸误差、几何形状误差、相互位置误差和表面粗糙度。

为使零件具有互换性，必须保证零件的尺寸、表面粗糙度、几何形状及零件上有关要素的相互位置等技术要求的一致性。就尺寸而言，互换性要求尺寸的一致性，并不是要求零件都准确地制成一个指定的尺寸，而只是限定其在一个合理的范围内变动。对于相互配合的零件，这个范围，是要求在使用和制造上是合理、经济的，即零件几何参数允许的变动量称为公差，用以限制零件的误差。它包括尺寸公差、几何形状公差、相互位置公差和表面粗糙度。互换性要用公差来保证，在安装时要求保证相互配合的尺寸之间形成一定的配合关系，以满足不同的使用要求。前者要以“公差”的标准化来解决，后者要以“配合”的标准化来解决，由此产生了“公差与配合”制度。

完工后的零件是否满足公差要求，要通过检测加以判断。检测是机械制造的“眼睛”，产品质量的提高，除设计和加工精度的提高外，往往更有赖于检测精度的提高。技术测量是实现互换性的技术保证，如果仅有与国际接轨的公差标准，而缺乏相应的技术测量措施，实现互换性生产是不可能的。

在机械加工中，由于各种误差的存在，一般认为公差是误差的最大允许值，因此，误差是在加工过程中产生的，而公差则是由设计人员确定的，合理确定公差与正确进行检测，是保证产品质量、实现互换性生产的两个必不可少的条件和手段。

例如图 1-1 中表示了输出轴的尺寸、形位、表面粗糙度的公差要求，即在加工过程中，通过测量各要素是否超出所规定的极限值，来判别该零件是否为合格产品。

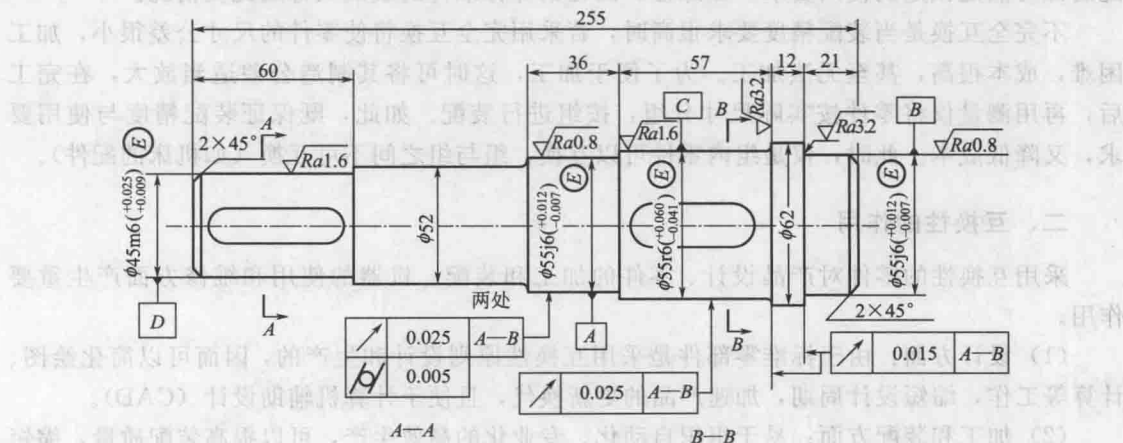


图 1-1

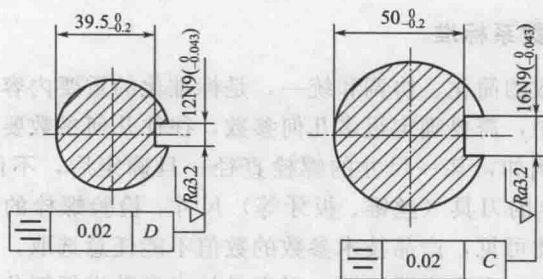


图 1-1 减速器输出轴的尺寸、形位、表面粗糙度的公差要求

第二节 标准化概念

一、标准化

现代化生产的特点是品种多、规模大、分工细、协作多，为使社会生产有序地进行，必须通过标准化使产品规格简化，使分散的、局部的生产环节相互协调和统一，以实现互换性生产，利用标准与标准化的途径和手段来完成。几何量的公差与检测也应纳入标准化的轨道。公差标准在工业革命中起过非常重要的作用，随着机械制造业的不断发展，要求企业内部有统一的技术标准，以扩大互换性生产规模和控制机器备件供应，标准化是实现互换性的前提。

1. 标准

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。

标准按不同的级别颁发。我国标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。

标准按照标准化对象的特性，标准可分为基础标准、产品标准、方法标准、安全标准、卫生标准等。

标准中的基础标准是指一定范围内作为其他标准的基础并普遍使用、具有广泛指导意义的标准，如极限与配合标准、形状和位置公差标准、表面粗糙度标准等。

2. 标准化

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的全部活动过程。也是指制定标准、贯彻标准和修改标准的全过程，是一个系统工程。是实现专业化生产的必要前提，是科学管理的重要组成部分。

根据产品的使用性能要求和制造的可能性，既要加工方便又要经济合理，就必须规定合适的公差作为加工产品的依据，公差值的大小就是根据上述的基本原则进行制定和选取的。为了实现互换性，必须对公差值进行标准化，不能各行其是。标准化是实现互换性生产的重要技术措施。

二、优先数和优先数系标准

工程上各种技术参数的简化、协调和统一，是标准化的重要内容。

产品在设计、制造中，需要确定很多几何参数，往往几何参数要用数值表示，而产品的数值具有扩散传播性，例如，某一尺寸的螺栓直径一旦确定后，不仅会扩散传播到螺母尺寸，还会影响到制造螺栓的刀具（丝锥、板牙等）尺寸，检验螺栓的量具（螺纹千分尺、三针直径）的尺寸等。由此可见，产品技术参数的数值不能任意选取，不然会造成产品规格繁杂，直接影响互换性生产，生产实践证明，对产品技术参数进行简化，协调统一，必须按照科学、统一的数值标准，即优先数与优先数系。

GB/T 321—2005 中规定以十进制等比数列为优先数系，并规定了五个系列，它们分别用系列符号 R5、R10、R20、R40 和 R80 表示，其中 R5、R10、R20、R40 四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。

各系列的公比为：

R5 系列的公比： $q_5 \approx 1.60$

R10 系列的公比： $q_{10} \approx 1.25$

R20 系列的公比： $q_{20} \approx 1.12$

R40 系列的公比： $q_{40} \approx 1.06$

R80 系列的公比： $q_{80} \approx 1.03$

国家标准规定：优先数系中各项值均为优先数。根据优先数系的公比计算，经圆整的精确度，可分为计算值和常用值，即：

计算值：取五位有效数字，供精确计算用。

常用值：即经常使用的通常所称的优先数，取三位有效数字。

其具体数值见表 1-1。

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	6.3	6.3	6.3	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				9.50
	2.00	2.00	2.00			4.50	4.50	10.00	10.00	10.00	10.00
			2.12				4.75				

本课程所涉及的有关标准里,诸如尺寸分段、公差分级及表面粗糙度参数系列等,基本上采用优先数。

第三节 本课程的性质与要求

公差配合与技术测量是机械类各专业必须掌握的一门重要的技术基础课,在教学中起着承上启下的作用,是联系基础课和专业课的桥梁,已经成为机械设计过程不可缺少的重要环节之一,是保证产品质量、降低成本的重要因素之一,是机械工程技术人员和管理人员必备的基本技能。

本课程以研究几何参数的互换性内容为基础,紧紧围绕机械产品零部件的制造误差和公差及其关系,研究零部件的设计、制造精度与测量方法,研究如何通过规定公差合理解决使用要求与制造要求的矛盾。随着机械工业的高速发展,我国制造大国的地位越来越明显,本课程的重要性也越来越突出,通过本课程的学习应达到要求如下:

- (1) 掌握互换性原理的基础知识;
- (2) 学会并掌握确定各种公差标准的基本内容,并能查阅有关表格;
- (3) 学会根据产品的功能要求,选择合理的公差等级、配合种类、形位公差及表面质量参数值等,并能正确地标注和解释;
- (4) 了解各种典型零件的测量方法,学会使用常用的计量器具;
- (5) 掌握典型零件公差与配合的选择。

习 题

- 1-1 完全互换性的含义是什么?有何作用?
- 1-2 完全互换和不完全互换有何区别?各适用何种场合?
- 1-3 什么是加工误差和公差?加工误差分为哪几种?
- 1-4 试述标准化与技术测量之间的关系?
- 1-5 为什么要选择优先数系作为标准的基础?

第二章 极限与配合

本章主要介绍公差与配合的基本概念、公差带、配合、公差标注、公差配合的选择、公差配合的检验等。



学习目标

1. 掌握有关尺寸、偏差及配合的基本概念及定义。
2. 熟练掌握公差带图的绘制，并能进行配合类别的判别。
3. 了解公差与配合国家标准的组成与特点。
4. 掌握公差与配合的选用。

光滑圆柱体结合（即圆柱形孔和轴的结合）的公差与配合，采用国家颁布的 GB/T 1800《产品几何技术规范（GPS）极限与配合》标准，就是为了适应科学技术的高速发展和互换性生产的需要，同时作为国际贸易、技术和经济交流的需要。为使零件或部件在几何尺寸方面具有互换性，应根据机器的传动精度、性能及配合要求，考虑加工制造成本及工艺性，进行尺寸精度的设计。在此过程中，必须按照国家标准确定精度方面的参数。

新修订的尺寸公差与配合的主要国标有以下几个。

GB/T 1800.1—2009《产品几何技术规范（GPS） 极限与配合 第1部分：公差、偏差和配合的基础》。

GB/T 1800.2—2009《产品几何技术规范（GPS） 极限与配合 第2部分：标准公差等级和孔、轴极限偏差表》。

GB/T 1801—2009《产品几何技术规范（GPS） 极限与配合 公差带和配合的选择》。
GB/T 1803—2003《极限与配合 尺寸至 18mm 孔、轴公差带》。

GB/T 1804—2000《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》。

新标准代替了 GB/T 1800.1—1997《极限与配合 基础 第1部分：词汇》；GB/T 1800.2—1998《极限与配合 基础 第2部分：公差、偏差和配合的基本规定》；GB/T 1800.3—1998《极限与配合 基础 第3部分：标准公差和基本偏差数值表》中的相应部分。这些新国标依据的是国际标准（ISO），以尽可能地使我国的国家标准与国际标准等同或等效。

新国标主要修改内容如下。

（1）标准名称增加引导要素：产品几何技术规范（GPS）。

（2）基本术语的改变：“基本尺寸”改为“公称尺寸”；上偏差、下偏差、最大极限尺寸和最小极限尺寸分别修改为上极限偏差、下极限偏差、上极限尺寸和下极限尺寸；用“实际（组成）要素”代替“实际尺寸”，“提取组成要素的局部尺寸”代替“局部实际尺寸”。

（3）基本术语的增加：“尺寸要素”、“实际（组成）要素”、“提取组成要素”、“拟合组成要素”、“提取圆柱面的局部尺寸”、“两平行提取表面的局部尺寸”的概念。

第一节 基本术语及定义

一、基本术语和定义

1. 孔和轴的术语定义

孔：通常指圆柱形内尺寸要素，也包括非圆柱形内尺寸要素（由两平行平面或切平面形成的包容面），由单一尺寸确定的部分。

轴：通常指圆柱形外尺寸要素，也包括非圆柱形外尺寸要素（由两平行平面或切平面形成的包容面），由单一尺寸确定的部分。

图 2-1 所示的各尺寸要素，如 D_1 、 D_2 、 D_3 和 D_4 各尺寸确定的各组平行平面或切平面所形成的包容面都称为孔；如 d_1 、 d_2 、 d_3 和 d_4 各尺寸确定的圆柱形外表面和各组平行平面或切平面所形成的被包容面都称为轴。因而孔、轴分别具有包容和被包容的功能。在加工过程中，孔的尺寸由小变大，轴的尺寸由大变小。

如果二平行平面或切平面既不能形成包容面，也不能形成被包容面，则它们既不是孔也不是轴。如图 2-1 中由 L_1 、 L_2 和 L_3 各尺寸确定的各组平行平面和切平面。

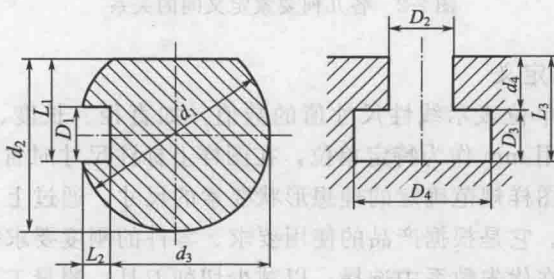


图 2-1 孔和轴

2. 要素的术语定义

(1) 几何要素（简称要素） 构成零件几何特征的点、线或面。

(2) 组成要素（轮廓要素） 面或面上的线。

(3) 导出要素（中心要素） 由一个或几个组成要素得到的中心点、中心线或中心面。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。

(4) 尺寸要素 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 由技术制图或其他方法确定的理论正确组成要素。如图 2-2 (a) 所示。

(6) 公称导出要素 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。

(7) 实际（组成）要素 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。如图 2-2 (b) 所示。

(8) 提取组成要素 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。如图 2-2 (c) 所示。

(9) 拟合组成要素 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。如图 2-2 (d) 所示。

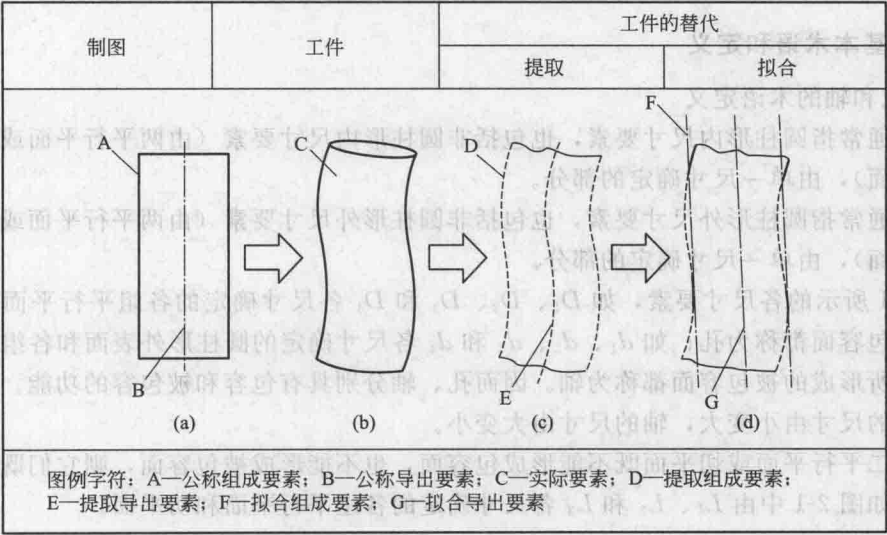


图 2-2 各几何要素定义间的关系

3. 有关尺寸的术语定义

(1) 尺寸 用特定单位表示线性尺寸值的数值。如直径、长度、宽度、高度、中心距等。在机械制造中, 常用 mm 作为特定单位, 在图样上标注尺寸时省略单位不写。

(2) 公称尺寸 有图样规范确定的理想形状要素的尺寸。通过上、下极限偏差的可计算出极限尺寸的公称尺寸。它是根据产品的使用要求、零件的刚度要求等, 计算或通过实验的方法而确定的。它应该在优先数系中选择, 以减少切削刀具、测量工具和型材等规格。孔的公称尺寸用 D 表示, 轴的公称尺寸用 d 表示。公称尺寸可以是一个整数或一个小数。

(3) 局部尺寸

①提取组成要素的局部尺寸 (简称提取要素的局部尺寸) 一切提取组成要素上两对应点之间的距离。

②提取圆柱面的局部尺寸 要素上两对应点之间的距离。其中: 两对应点之间的连线通过拟合圆圆心; 横截面垂直于由提取表面得到的拟合圆柱面的轴线 (如图 2-3 所示提取圆柱面、拟合圆圆心、提取表面、拟合圆柱面的轴线的关系)。

③两平行提取表面的局部尺寸 两平行对应提取表面上两对应点之间的距离。其中: 所有对应点的连线均垂直于拟合中心平面; 拟合中心平面是由两平行提取表面得到的两拟合平行平面的中心平面 (两拟合平行平面之间的距离可能与公称距离不同)。

通过测量获得的某一孔、轴的尺寸。由于存在测量器具、方式、人员和环境等因素造成的测量误差, 所以局部尺寸并非尺寸的真值, 且同一表面不同部位的局部尺寸往往也不完全相同。但它们都可以称为局部尺寸, 孔的局部尺寸用 D_a 表示, 轴的局部尺寸用 d_a 表示。

(4) 极限尺寸 一个孔或轴允许尺寸的两个极端。其中允许尺寸要素的最大尺寸称为上极限尺寸, 允许尺寸要素的最小尺寸称为下极限尺寸。孔的上极限尺寸和下极限尺寸分别用

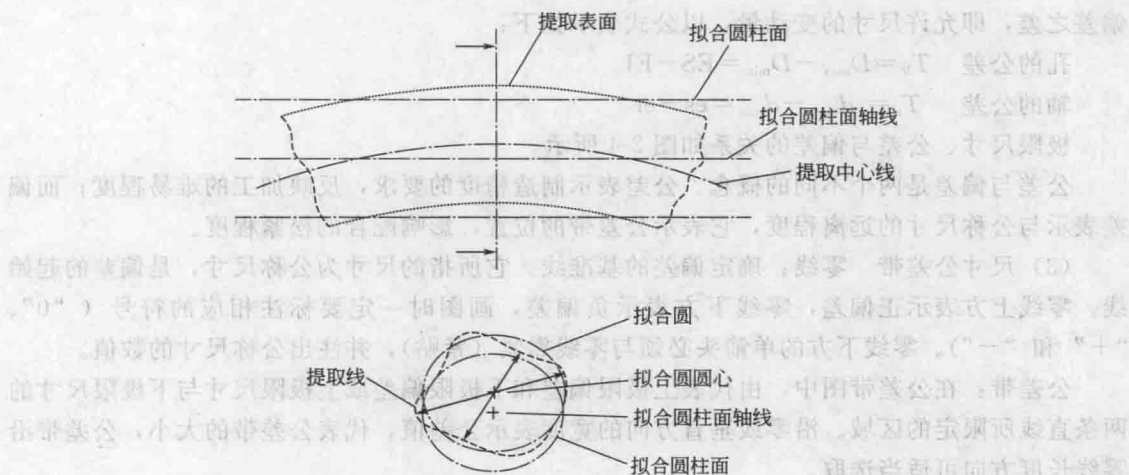


图 2-3 提取表面、提取圆柱面、拟合圆心、拟合圆柱面的轴线的关系

$D_{\max}$ 和 $D_{\min}$ 表示, 轴的上极限尺寸和下极限尺寸分别用 $d_{\max}$ 和 $d_{\min}$ 表示。公称尺寸与极限尺寸见图 2-4。

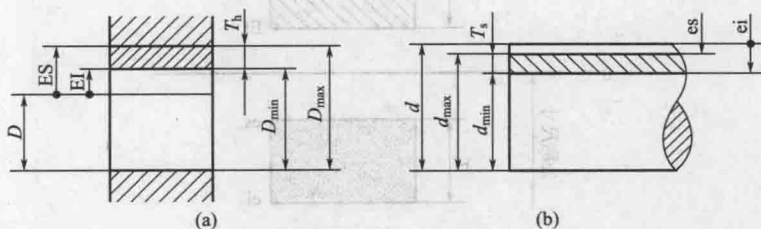


图 2-4 极限尺寸、公差与偏差

在一般情况下, 提取组成要素的局部尺寸应位于其中, 也可以达到极限尺寸。即:

对于孔 $D_{\max} \geq D_a \geq D_{\min}$

对于轴 $d_{\max} \geq d_a \geq d_{\min}$

4. 有关偏差和公差的术语定义

(1) 偏差 某一尺寸减其公称尺寸所得的代数差。由于某一尺寸可以大于、等于、小于公称尺寸, 偏差可为正值、负值或零。

极限偏差: 极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差。它包含上极限偏差和下极限偏差。

上极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差称为上极限偏差。以公式表示如下:

孔的上极限偏差 $ES = D_{\max} - D$

轴的上极限偏差 $es = d_{\max} - d$

下极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差称为下极限偏差。以公式表示如下:

孔的下极限偏差 $EI = D_{\min} - D$

轴的下极限偏差 $ei = d_{\min} - d$

极限偏差由设计时确定, 标注和计算偏差时极限偏差前面必须加注“+”或“-”号(零除外)。

如 $\phi 25 \begin{smallmatrix} +0.033 \\ -0.020 \end{smallmatrix}$ $\phi 25 \pm 0.065$ 、 $\phi 25 \begin{smallmatrix} +0.035 \\ 0 \end{smallmatrix}$

(2) 尺寸公差 (简称公差) 指上极限尺寸与下极限尺寸之差, 或上极限偏差与下极限

偏差之差,即允许尺寸的变动量,以公式表示如下:

$$\text{孔的公差 } T_h = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$$

$$\text{轴的公差 } T_s = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$$

极限尺寸、公差与偏差的关系如图 2-4 所示。

公差与偏差是两个不同的概念。公差表示制造精度的要求,反映加工的难易程度;而偏差表示与公称尺寸的远离程度,它表示公差带的位置,影响配合的松紧程度。

(3) 尺寸公差带 零线:确定偏差的基准线。它所指的尺寸为公称尺寸,是偏差的起始线。零线上方表示正偏差,零线下方表示负偏差,画图时一定要标注相应的符号(“0”、“+”和“-”)。零线下方的单箭头必须与零线靠紧(紧贴),并注出公称尺寸的数值。

公差带:在公差带图中,由代表上极限偏差和下极限偏差或上极限尺寸与下极限尺寸的两条直线所限定的区域。沿零线垂直方向的宽度表示公差值,代表公差带的大小,公差带沿零线长度方向可适当选取。

以公称尺寸为零线,以适当的比例画出两极限偏差,以表示尺寸允许变动的界限即范围,称为公差带图。如图 2-5 所示。

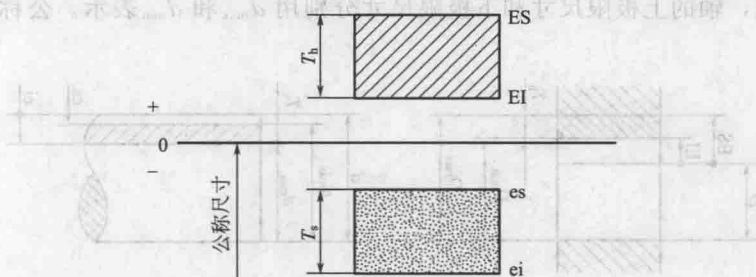


图 2-5 公差带图

二、有关配合的术语和定义

1. 配合

公称尺寸相同,相互结合的孔、轴公差带之间的关系称为配合。在孔与轴的配合中,孔的尺寸减去轴的尺寸所得的代数差,其值为正值时称为间隙,以“X”表示,值前加“+”号;其值为负值时称为过盈,以符号“Y”表示,值前加“-”号,这种关系决定结合零件间松紧程度。

2. 配合的种类

(1) 间隙配合 具有间隙(包括最小间隙为零)的配合称为间隙配合。此时,孔的公差带在轴的公差带之上(如图 2-6 所示)。

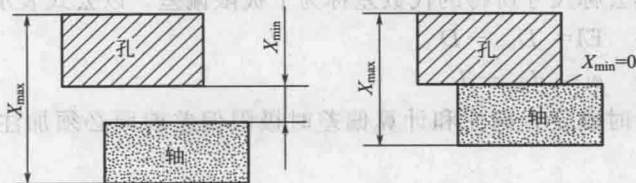


图 2-6 间隙配合