



高职高专“十二五”规划教材

公差配合与技术测量 (第3版)

主 编 赵岩铁 王立波
副主编 徐少华 赵建刚 冯 磊

配有课件
和习题答案



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



高职高专“十二五”规划教材

公差配合与技术测量

(第3版)

主 编 赵岩铁 王立波
副主编 徐少华 赵建刚 冯 磊

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书主要内容包括:概论、光滑圆柱体的公差与配合、技术测量基础、几何公差及测量、表面粗糙度与测量、光滑极限量规设计、典型零件的公差配合与测量、圆柱齿轮的公差与测量和尺寸链。建议学时为45~50学时。

本书语言简练,内容深入浅出,配有学习所必要的图表和习题册,突出实用性;采用定性分析与定量分析相结合的方法阐述本门课程理论知识,以减速器精度设计为例讲授本课程知识的应用,突出能力方面的训练,便于学生自学。

本书适用于高职高专院校的机电一体化技术、机械制造、数控技术等机械类专业,也适用于近机械类专业教学使用;本书也可作为电大、成人高校、民办高校和普通高校中的二级学院的教学用书。

本书配有课件和习题答案供读者参考,若有需要,请发送邮件至 goodtextbook@126.com 或致电 010-82317037 申请索取。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与技术测量 / 赵岩铁,王立波主编. -- 3
版. -- 北京:北京航空航天大学出版社,2015.2
ISBN 978-7-5124-1682-6

I. ①公… II. ①赵… ②王… III. ①公差-配合②
技术测量 IV. ①TG801

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第024684号

版权所有,侵权必究。

公差配合与技术测量(第3版)

主 编 赵岩铁 王立波

副主编 徐少华 赵建刚 冯 磊

责任编辑 董 瑞

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(邮编100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京兴华昌盛印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:14 字数:358千字
2015年2月第3版 2015年2月第1次印刷 印数:3000册
ISBN 978-7-5124-1682-6 定价:30.00元(含习题册)

前 言

自本书第2版出版以来,国家对互换性基础标准进行了重要的修订。《公差配合与技术测量》是以互换性基础标准为主要内容的教材,因此随着公差配合标准的修改与实施,有必要进行修订。

新一轮国家互换性基础标准修订的主要特征是,按产品几何技术规范(GPS)对各项互换性基础标准进行系列化,全面等效采用相应的ISO标准。产品几何技术规范(GPS)的范围包括工件尺寸和几何公差、表面特征及其相关的检验原则、测量器具和校准要求,也包括尺寸和几何测量的不确定度,还包括基本表达方法和图样标注(符号)的解释。新一代GPS为产品的产业链各环节提供了“通用语言”,将产品的功能、规范与认证(检验)集成于一体,从而解决了一直困扰人们的基于几何学技术标准的烦琐的问题,以及由于测量方法不统一而引起测量评估失控的问题;更重要的是能够消除技术壁垒,便于商品和服务的交流,提高企业的竞争能力。新一代GPS标准正成为产品设计工程师、制造工程师和计量测试工程师之间共同依据的准则,为产品设计、制造、检验、计量测试、认证和销售等人员提供了共同的技术语言和交流平台。新一代的GPS是基于数字化的,有利于产品的CAD/CAM/CAQ,使我国在技术方面与国际标准相统一,有利于促进我国机械工业适应全球化、经济一体化的发展要求,有利于突破国际上各种技术壁垒,有利于提高我国机械工业产品的竞争力。

我国互换性新的标准体系以《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》、《GB/T 18780.2—2003 产品几何量技术规范(GPS)几何要素:第2部分 圆柱面和圆锥面的提取中心线、平行平面的提取中心面、提取要素的局部尺寸》等GPS基础标准为基础,新修订的标准增加了几何要素方面的术语和定义,使各项标准建立在同一基础之上,统一了设计、工艺、检验、认证、验收、销售等人员对互换性标准的认知与理解,有利于对产品质量的认同。

本书保持了上一版教材的精炼风格,还保持了上一版教材的内容顺序。同时按使用院校的要求,对上一版教材中的习题进行了扩充,并将习题编辑在一起独立成册。习题部分既增加了标准化习题,又保留了原书中的综合性习题;标准化习题注重题型丰富,尽量减少重复性,以便为使用本书的教师提供一个范例。习题突出高职高专教育的“应用性”特色,注重对互换性标准的理解、使用、标注方法和解释等方面内容的练习。

全书共9章。其中,黑龙江农业工程职业学院赵岩铁编写第1、2、3章和习题;南通农业职业技术学院徐少华编写第4章;四川职业技术学院赵建刚编写第8章;大连水产学院职业技术学院冯磊编写第5、6、9章;黑龙江农业工程职业学院王立波编写第7章。哈尔滨职业技术学院隗东伟教授对本书提出了许多宝贵的修改意见,提升了本书的质量,在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中得到了许多同志的帮助,对此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中如有疏漏或错误,敬请读者批评指正。

编 者

2014年11月

目 录

第 1 章 概 论

1.1 互换性及其分类	1
1.1.1 互换性的定义	1
1.1.2 互换性的作用	1
1.1.3 互换性的分类	2
1.1.4 互换性的条件	2
1.1.5 加工误差及其对互换性的影响	2
1.2 标准与标准化	4
1.2.1 标准化	4
1.2.2 优先数系	5
1.3 技术测量	5
1.4 本课程的特点与要求	6

第 2 章 光滑圆柱体的公差与配合

2.1 概 述	8
2.2 几何要素	8
2.2.1 几何要素定义	8
2.2.2 几何要素的分类	8
2.3 公差配合的基本术语及定义	10
2.3.1 有关尺寸的术语及定义	10
2.3.2 偏差与公差	12
2.3.3 公差带图解	13
2.3.4 有关配合方面的术语及定义	14
2.3.5 配合的基准制	16
2.4 极限与配合国家标准	18
2.4.1 标准公差	18
2.4.2 基本偏差与公差带	20
2.4.3 常用及优先选用的公差带与配合	25
2.4.4 标准参考温度	28
2.4.5 一般公差——线性和角度尺寸的未注公差	28
2.5 公差与配合的选择	30
2.5.1 基准制的选择	30
2.5.2 公差等级的选择	31
2.5.3 配合的选择	33

第3章 技术测量基础	
3.1	概 述..... 40
3.2	长度单位和尺寸传递..... 40
3.2.1	长度单位与米定义..... 40
3.2.2	量 块..... 41
3.2.3	线纹尺..... 44
3.3	计量器具与测量方法的分类..... 44
3.3.1	计量器具..... 44
3.3.2	测量方法分类..... 44
3.3.3	计量器具的度量指标..... 45
3.4	测量误差与数据处理..... 46
3.4.1	测量误差产生的原因..... 47
3.4.2	测量误差分类..... 47
3.4.3	测量误差的处理..... 50
3.4.4	不确定度..... 53
3.5	三坐标测量机简介..... 54
3.5.1	三坐标测量机结构与分类..... 54
3.5.2	三坐标测量机的工作原理..... 55
3.5.3	测 头..... 55
3.5.4	测量机的控制..... 56
3.5.5	测量软件及软件包..... 56
3.5.6	三坐标测量机的应用..... 56
3.6	光滑工件尺寸的检验..... 57
3.6.1	标准的适用范围..... 57
3.6.2	验收原则..... 57
3.6.3	验收极限的确定..... 57
3.6.4	计量器具的选择..... 58
第4章 几何公差及测量	
4.1	概 述..... 62
4.1.1	几何误差产生的原因及对使用性能的影响..... 62
4.1.2	几何公差特征项目与符号..... 62
4.1.3	几何公差的标注..... 63
4.1.4	几何误差的检测原则..... 66
4.1.5	几何误差的评定准则..... 66
4.1.6	几何公差带..... 67
4.1.7	基准与三基面体系..... 69
4.2	形状公差与形状误差测量..... 70
4.3	线轮廓度和面轮廓度公差及误差测量..... 73
4.4	方向公差与方向误差测量..... 75

4.5	位置公差与位置误差测量	77
4.6	跳动公差与跳动误差测量	79
4.7	公差原则	81
4.7.1	有关公差原则的基本概念	81
4.7.2	独立原则与相关要求	82
4.8	几何公差选择	85
4.8.1	几何公差项目的选择	85
4.8.2	基准的选择	86
4.8.3	几何公差等级的选择	86
4.8.4	公差原则的选择	90
4.8.5	未注出几何公差的有关规定	90
第5章 表面粗糙度与测量		
5.1	概 述	95
5.1.1	表面粗糙度的定义	95
5.1.2	表面粗糙度对零件使用性能的影响	95
5.2	表面粗糙度的评定	95
5.2.1	取样长度和评定长度	96
5.2.2	基准线	96
5.2.3	表面粗糙度的评定参数	97
5.2.4	表面粗糙度数值	98
5.3	表面粗糙度的选用	99
5.3.1	表面粗糙度评定参数的选择	99
5.3.2	表面粗糙度参数值的选择原则及典型参数值的应用示例	100
5.3.3	表面粗糙度的表示法	102
5.4	表面粗糙度的检测	106
5.4.1	比较法	106
5.4.2	光切法	106
5.4.3	干涉法	106
5.4.4	感触法	107
5.4.5	印模法	107
第6章 光滑极限量规设计		
6.1	概 述	108
6.1.1	工件的量规检验	108
6.1.2	量规种类	109
6.2	量规公差带	109
6.3	工作量规设计	111
第7章 典型零件的公差配合与测量		
7.1	平键、花键连接的公差配合与测量	115
7.1.1	概 述	115

7.1.2	平键连接的公差与配合	115
7.1.3	矩形花键连接的公差配合与测量	118
7.1.4	键与花键测量	123
7.2	普通螺纹连接的公差配合与测量	125
7.2.1	概述	125
7.2.2	普通螺纹几何参数对互换性的影响	126
7.2.3	普通螺纹的公差与配合	128
7.2.4	螺纹的测量	133
7.3	滚动轴承的公差与配合	135
7.3.1	概述	135
7.3.2	滚动轴承的精度等级及应用	135
7.3.3	滚动轴承的内、外径公差带	136
7.3.4	滚动轴承的配合及选用	137
第8章 圆柱齿轮的公差与测量		
8.1	概述	143
8.1.1	齿轮的使用要求	143
8.1.2	齿轮加工误差产生的原因	144
8.2	直齿圆柱齿轮精度的评定指标与测量	144
8.2.1	轮齿同侧齿面偏差的定义与测量	144
8.2.2	径向综合偏差、径向跳动的定义与测量	149
8.3	齿轮副的评定指标与测量	151
8.4	渐开线圆柱齿轮公差标准	153
8.4.1	圆柱齿轮国家标准的组成	153
8.4.2	圆柱齿轮国家标准的应用	160
第9章 尺寸链		
9.1	概述	163
9.1.1	尺寸链的定义	163
9.1.2	尺寸链的特点	163
9.1.3	尺寸链的种类	164
9.1.4	尺寸链的组成	164
9.1.5	尺寸链图	164
9.2	用极值法解算尺寸链	165
9.2.1	极值法解算尺寸链的基本步骤和公式	165
9.2.2	极值法解正计算问题	166
9.2.3	极值法解中间计算问题	167
9.2.4	极值法解反计算问题	169
参考文献		172

第 1 章 概 论

【学习目的与要求】 掌握互换性的概念、分类、条件；了解加工误差产生的原因及其对机械产品性能和几何参数互换性的影响；了解公差标准、优先数系、技术测量在保证互换性中的作用以及标准化在推动机械制造进步中的作用。

1.1 互换性及其分类

在日常生活、工作中经常可以发现这样的一些事实：房间内照明用的灯管坏了，购买一个新的不但可安装到房间的灯架上，还能发出与原来灯管一样强度的光；一个 U 盘可以插到不同型号的计算机上使用，同时不同型号的 U 盘也可以在同一计算机上使用；由不同厂家生产的同型号电池都可以安装到随身听上，为随身听提供电能；汽车、拖拉机某一零部件损坏，一个新的同型号零部件就可以安装到该汽车、拖拉机上，迅速地恢复汽车、拖拉机的功能。这些事实说明这些产品有这样的一个性质：商店的灯管、电池、U 盘、零部件与使用中的灯管、电池、U 盘、零部件可以互相替换使用。在生产过程中产品、零部件可以互相替换使用的性能称为互换性。

1.1.1 互换性的定义

同一规格的产品(包括零件、部件、构件)之间在几何参数、功能上能够彼此互相替换使用的性能称为互换性。

1.1.2 互换性的作用

① 互换性原则是现代化工业生产的基本原则。按互换性原则进行生产可以实现专业化分工协作生产。分工协作生产就可以使用现代化的专业制造设备，组织流水线和自动化生产，从而提高产品质量、生产率、降低生产成本。

② 互换性可以方便机器的维修。前面讲述的几例就是属于机器维修范畴，如果没有互换性，使用中的产品某一零件损坏时，就不可能继续使用。对于农业机械的零部件具有互换性意义更大，在农业生产繁忙季节，快速地修复有故障的农业机械可以不误农时，为农业的增产、增收提供有力保障。

③ 能降低产品的生产成本。在产品的设计阶段，采用互换性设计，就可采用通用件与标准件，能减少设计中的计算与绘图的工作量，可缩短设计周期，降低设计成本。在产品的制造阶段，采用通用件与标准件，可减少企业的制造加工量与工艺装备；可以按专业化分工进行协作生产，提高生产率，降低制造成本。在装配阶段，采用通用件与标准件，工人装配的熟练程度高，能提高装配的生产率，降低装配成本。

1.1.3 互换性的分类

影响互换性的因素有:几何参数(尺寸、几何形态、表面形态等)、功能参数(物理参数、力学性能参数、化学性能参数、电学性能参数等),此外,互换性也有程度与范围的要求。

1. 按影响互换性的参数种类分类

按影响互换性的参数种类分类,可分为功能互换性与几何参数互换性。

1) 功能互换性

功能互换性是指通过规定功能参数的极限范围以保证产品的互换性。如规定电池的电压、内电阻、电池容量等参数保证电池功能上的互换使用。

2) 几何参数互换性

几何参数互换性是指通过规定几何参数极限范围以保证零件几何参数充分的近似所实现的互换性。也就是规定零件的尺寸、几何形态、表面状态与理想要求充分的近似所实现的互换性。这部分内容是本课程的主要内容。零部件装配互换就是典型的几何参数互换性。

2. 几何参数互换性的分类

在几何参数互换性中,按互换的范围、程度、方法来分,分为完全互换性与不完全互换性(分组互换性、调整互换性与修配互换性等)。

1) 完全互换性

完全互换性是指零部件在装配、维修中不经任何的选择、调整、修配就可以实现的互换性。在日常工作、生活中见到的互换性大部分为完全互换性。

2) 不完全互换性

不完全互换性是指按同一技术要求加工的零部件在装配时需经挑选、调整与辅助加工等才能实现的互换性。如拖拉机、汽车的活塞销与活塞销孔的配合、活塞与气缸套的配合就是在装配前按尺寸大小分成四组,每一组内零件可以互换使用。分组互换可以在保证配合精度的前提下,扩大制造公差实现降低加工难度,达到降低制造成本的目的。

1.1.4 互换性的条件

理论与实践证明,要实现零件的几何参数互换性,不要求零件的尺寸、几何形态、表面状态与其理想要求完全的一致,只要保证有较高程度的相近和各零件上同一参数之间有足够的相似即可。实现较高程度的相近与相似的技术措施就是针对零部件的几何参数规定其变动的极限范围,同时限制零件上几何参数与理想要求的偏离、不同零件上各几何参数相差别的程度,从而保证互换性。

1.1.5 加工误差及其对互换性的影响

1. 机械加工过程的必然现象——加工误差

在机械加工过程中,由机床、刀具、夹具、零件组成的工艺系统,在切削力、切削温度、切削振动等因素作用下,工艺系统要产生热变形、力变形;同时机床、夹具与刀具的磨损等,使加工得到的零件与理想零件产生差别,并且同时加工的若干个零件之间也会产生差别,这个差别称为加工误差。加工误差是机械制造过程产生的必然现象,任何一种先进的加工方法只能减少加工误差,而不能消除加工误差。以图 1-1 所示在车床上加工一个小轴零件为例进行加工误

差分析,该小轴理想状态是一个直径为 $\phi 30$ mm 的光滑圆柱体。

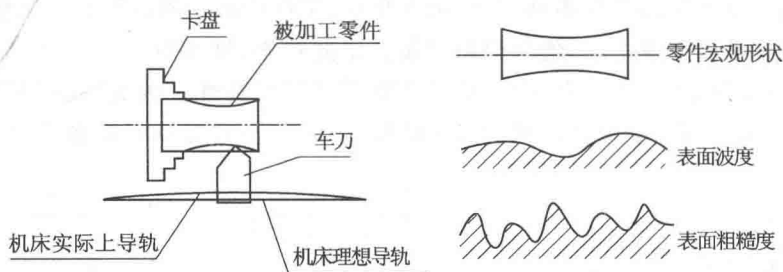


图 1-1 加工误差的产生

误差之一：尺寸误差

在切削加工时一般选用直径大于 $\phi 30$ mm 的棒料经过几次走刀才能达到尺寸要求,假如一次走刀后直径为 $\phi 30.002$ mm 时,是不能用车刀将这 0.001 mm 厚的余量切削掉的。所以零件最后的尺寸就是直径为 $\phi 30.002$ mm,实际尺寸与理想尺寸差为 0.002 mm。实际尺寸对理想尺寸的偏离程度称为尺寸误差。

误差之二：形状误差

由于车床溜板与导轨的磨损,机床导轨出现了弯曲误差,所以安装在溜板上的车刀运行轨迹就不是一条平行于机床主轴线的直线,而是一条曲线。因此,加工出来的小轴就不是一个圆柱体,而是一个马鞍形。这种实际形状对理想形状的偏离程度称为形状误差。

误差之三：表面粗糙度

在机械加工过程中,车刀在工件表面上做螺旋运动,因而留下一些残留面积,再加上其切屑在工件上分离时产生的毛刺使零件表面微观上出现不平,这种实际表面对理想光滑面的偏离程度称为表面粗糙度。

误差之四：位置误差

零件是由基本几何要素(构成零件几何形态的点、线、面)构成的,各几何要素之间具有一定的理想几何位置关系,如平行、垂直、对称等。如在切削小轴端面时,由于车床小拖板导轨不直,使小轴端面相对小轴的轴线不垂直,这种几何要素的实际位置相对理想位置的偏离程度称为位置误差。

2. 加工误差对产品、零部件性能、互换性的影响

任何一部机械都是由零件与部件所组成的。构成机械的零件具有一定的相互关系:相对运动、相对静止、相对固定等几何位置关系。机器的性能与零件相互关系之间必有一个最佳的状态,这种状态就是理想状态。以一个孔与轴组成的运动副(滑动轴承)为例:

图 1-2 所示为同一尺寸 D 、具有理想形态的孔与不同尺寸、几何形态轴的配合,形成配合间隙大小不一致的滑动轴承。图 1-2(a)轴为理想尺寸 d_1 和理想形态,与 D 孔配合的间隙为理想间隙值,根据液体润滑理论,具有理想间隙的滑动轴承能形成良好的润滑油膜,能保证运动副运动平稳,运动精度高,使用寿命长;图 1-2(b)轴直径为 d_2 , $d_2 < d_1$ 有尺寸误差,与 D 孔配合形成的间隙大于理想间隙值,配合间隙增大使形成润滑油膜性能变差,运动精度也就差,使用寿命也就缩短。如果间隙过大,孔轴配合就不能形成润滑油膜,就会出现干摩擦,运动副在工作中就会迅速破坏,满足不了滑动轴承使用要求的轴也就失去了互换性。图 1-2(c)轴

具有两端大中间小的形状误差,与 D 孔配合形成的间隙不均匀,其形成的润滑油膜不能是最佳状态,所以运动副的运动精度不高,工作也不平稳,工作中轴的两边与孔相接触,轴的两边磨损快,使滑动轴承性能迅速下降,使用寿命缩短。由此可知,轴具有尺寸误差、形状误差后,使运动副的运动精度降低、使用寿命缩短,甚至使轴不具有互换性。因此,几何参数误差是影响互换性的主要因素。所以要保证机械的运动精度、使用寿命和互换性就应限制零件的几何参数误差。

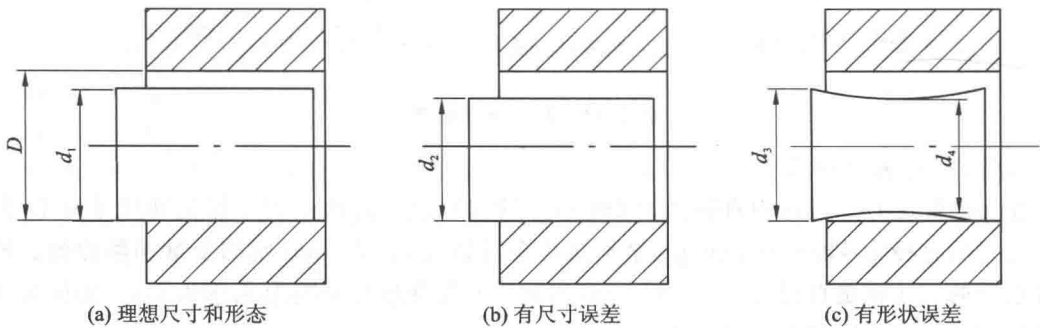


图 1-2 加工误差对使用性能的影响

1.2 标准与标准化

1.2.1 标准化

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。标准是以可重复的事务和概念为对象,如机械加工得到的零件的尺寸值、形状与位置、表面形态、齿轮的齿廓等都是标准的对象。

1. 标准的分类

我国标准按批准机构可分四级:国家标准、行业标准、地方标准、企业标准。

按照标准化对象可分为:基础标准、方法标准、产品标准、卫生标准、环境标准、安全标准。

基础标准是以标准化的共性要求和前提条件为对象,在较广范围内普遍使用或具有指导意义的标准。如名词、术语、符号、代号、标志、方法等标准;计量单位制、公差与配合、几何公差、表面粗糙度、优先数系等。通过名词、术语、符号、代号等标准,统一人们对标准的理解;通过公差与配合、几何公差、表面粗糙度、螺纹公差、齿轮公差等标准对机械加工得到几何参数进行控制,限制这些几何参数的变动程度,从而保证机械产品的几何参数互换性。在公差标准中通过确定公差等级和各公差等级的选用,解决产品工作性能与制造成本之间的矛盾。各种公差标准是实现互换性的重要保障。

标准按其效力程度分为强制性标准与推荐性标准。强制性标准是必须遵照执行的标准,凡涉及社会与人的安全、健康、环境、卫生等方面的标准都是强制性标准,强制性国家标准的代号为“GB”。推荐性国家标准的代号为“GB/T”,本课介绍的基础标准大部分为推荐性标准。

2. 标准化工作

标准化是指为在一定的范围内获得最佳秩序,以实际的或潜在的问题制定共同的和重复使用的规则的活动。标准化的实质是通过制定、发布和实施标准达到统一,标准化的目的是获得最佳秩序和社会效益。标准化的工作循环是:制定标准—贯彻标准—修订标准,标准化是按这一工作循环不断提高的活动。

1.2.2 优先数系

一个机械零件的尺寸不是孤立的,它要按一定的关系向其他零件或加工、检测设备上进行传递,例如:一个螺栓的直径确定后,就会影响与该螺栓配合的被紧固件的螺栓孔尺寸、加工螺栓孔的钻头直径尺寸、加工螺栓的板牙直径尺寸、测量螺纹的量规尺寸等。如果机械零件的尺寸过多,就会使零件的加工、测量设备种类过多,造成全社会拥有的加工工具、设备、测量量具、量仪过多,导致零件的加工成本增加。同时,尺寸过多也不便于通用件、标准件的成批生产,不利于设计与维修。为降低零件的加工成本、方便设计,要对机械零件的尺寸进行标准化、系列化、简化,使零件的尺寸在满足使用要求的前提下,数量最少,在最小的成本和代价基础上实现互换性。在机械设计过程中零件的尺寸按下列优先数系选取,优先选择 R5,其次是 R10、R20、R40,优先数系是无量纲数值,在使用时可扩大 10、100、1 000 倍,或缩小成 1/10、1/100、1/1 000 等。

在公差配合各个标准的尺寸分段、公差值的确定中,优先使用了优先数系,达到了统一、简化的目的。

表 1-1 优先数系的基本系列(摘自 GB/T 321—1980)

基本尺寸系列	常用值											
R5	1.00			1.60				2.50				
R10	1.00		1.25		1.60		2.00		2.50		3.15	
R20	1.00	1.12	1.25	1.40	1.60	1.80	2.00	2.24	2.50	2.80	3.15	3.55
R40	1.00	1.12	1.25	1.40	1.60	1.80	2.00	2.24	2.50	2.80	3.15	3.55
	1.06	1.18	1.32	1.50	1.70	1.90	2.12	2.36	2.65	3.00	3.35	3.75
基本尺寸系列	常用值											
R5	4.00				6.30				10.00			
R10	4.00			5.00		6.30			8.00			10.00
R20	4.00	4.50	5.00	5.60	6.30	7.10	8.00	9.00	10.00			
R40	4.00	4.50	5.00	5.60	6.30	7.10	8.00	9.00	10.00			
	4.25	4.75	5.30	6.00	6.70	7.50	8.50	9.50	10.00			

1.3 技术测量

通过制定先进科学的公差标准,对机械产品和零部件规定合理的公差,是从图样技术规范角度保证互换性。若不采取正确的测量,确定出零部件的几何量的实际状态,也是不能实现机

机械产品、零部件的互换性的。采用科学的测量方法,在一定测量精确度的前提下,确定出零部件的尺寸值、形状与位置、表面形态的过程称为技术测量。技术测量是保证零件互换性的重要手段,它与机械制造水平的提高密不可分;技术测量的关键是测量的精确度,也就是测量时所产生的测量误差的大小。在现代“几何量产品技术规范与保证”体系中,通过制定工件误差评判准则、几何要素检验认证方法、计量器具要求、计量器具的定标与校准等标准,规范测量技术方法中的各要素,从而保证技术测量的精确度。

1.4 本课程的特点与要求

机械设计一般分为三个阶段:第一阶段为系统设计,确定总体方案与传动系统,以实现预期的功能;第二阶段为结构设计,确定具体的机械结构、所用零部件,满足机械的强度、刚度、耐磨性能、物理性能以及化学性能等方面的要求;第三阶段为精度设计,确定各零部件各几何参数的公差与极限偏差,制造中的测量原则与测量方法,使机械产品在保证工件精度、使用寿命前提下具有良好的制造经济性。显然本课程为第三阶段精度设计中的内容,选择合理的公差与极限偏差,不但可保证机械产品的几何参数互换性,还能够保证机械的使用寿命,降低制造成本。本课程就是要解决使用要求高性能与制造要求低成本之间的矛盾。

1. 本课程的特点

① 教学内容的抽象化。误差和公差都是比较小的数值,在实际中,误差和公差是用肉眼看不见的,所以要求有较强的抽象思维能力。

② 应用的术语比较多。术语是本学科体系的基本构成要素,如果没有掌握本学科的术语就不能对本学科体系有正确的理解,术语是本课程的基础内容,也是正确理解各种标准的基础。所以要求对本课程的术语熟记于心,这样才能学好本课程,用好本课程的知识去解决实际问题。

③ 应用的符号多。符号是术语的代表,符号可以简化术语的应用,可以用符号构成的逻辑关系式清楚表达本学科的科学体系。

④ 课程内容的规定性强。本课程主要介绍国家有关的标准,作为标准首先要求对标准内容理解的一致性,执行的严肃性,应用的普遍性。不要用自己的主观想象去解释标准。

⑤ 标准的应用性强。国家标准的运用是本课程的核心,而各种公差表的运用又是公差标准运用的基本技能。要熟练掌握各种公差表的使用方法,当给出公差等级与主参数后能很快地查出公差值,并能在图样上正确的标注。

⑥ 公差的选用需要掌握足够的资料与经验。各项公差的选择方法主要是类比法,类比法就是要求设计者掌握足够的类比实例,通过要选择的公差部位与类比样板的使用要求、工作条件等方面的对比分析,找出相同点与不同点,依据具体情况再对类比样板的公差进行修正,从而确定出本零件的公差技术要求。

⑦ 本课程联系的课程门数多。对于机械制造专业,“公差配合与技术测量”课程是沟通专业基础课与专业课的桥梁,是联系设计类课程与工艺类课程的纽带。本课程是要将设计类课程所完成的具有理想几何要素的图形变成可制造使用的技术文件,是将体现在设计图上图形转化成具体合格零件的技术保障。

⑧ 公差带图解是本课程重要的分析方法。各项公差的分析、比较用公差带图解可以将一

个微米级的几何量在厘米、毫米的尺度上进行,实现了把微小量变大,将抽象变具体,能直观、真实地反映公差的要求、对误差的控制程度以及各相关公差之间的关系。

2. 本课程的教学要求

- ① 熟练掌握本课程的基本概念、有关术语及定义;
- ② 基本掌握本课程公差标准的主要内容、特点、应用方法;
- ③ 会使用常用的量具与量仪,能独立完成一些基本技术测量;
- ④ 能对图样上标注的各种公差技术要求进行正确的读解;
- ⑤ 能够对一般零件进行精度设计。

第2章 光滑圆柱体的公差与配合

【学习目的与要求】 掌握公差配合的基本术语与定义、公差配合标准的组成；会查公差表、基本偏差表；能用公差带图解出配合性质；能在图面上正确标注公差配合技术要求；在正确分析配合工作条件的基础上，选择出技术上满足使用要求、经济上合理的公差与配合。

2.1 概述

光滑圆柱体的公差与配合是研究由单一尺寸确定的孔、轴公差与配合性质的问题。光滑圆柱体配合在机械工业中应用非常广泛，这种结合主要是由两个零件形成的结合，结合的性质主要是由孔、轴直径大小所确定。为获得不同性质的结合，就应制造出不同尺寸的孔和轴。在孔、轴结合中，针对不同的使用目的，有三种连接要求：

- ① 要求具有相对活动的连接：孔、轴结合可以相对运动；
- ② 要求相对固定的连接：孔、轴结合固定在一起，形成一个整体；
- ③ 要求紧密定心的连接：孔、轴结合精密定心。

光滑圆柱体的公差与配合是要解决如何针对孔轴配合的使用要求，选择合理的配合与孔轴公差带，协调好孔轴配合性能与制造经济性之间的矛盾。

2.2 几何要素

有关几何要素方面的术语是新一代产品几何量技术规范(GPS)最重要的组成部分，它是设计人员、工艺人员、加工和检测人员理解产品几何量技术要求的基础，是准确贯彻新一代产品几何量技术规范的重要保证。

2.2.1 几何要素定义

几何要素即是点、线或面。任何一个零件的形状都是由一些基本的几何形体所组成，这些基本几何形体又是由点、线、面所组成，所以点、线、面是构成零件几何形状最基本的要素。图2-1所示零件是由球面 F 、圆柱面 G 、圆锥面 H ，轴线 N 、圆柱面素线 L 、圆锥面素线 K ，圆锥顶点 J 、球心 E 等几何要素组成的。

2.2.2 几何要素的分类

1. 按几何要素存在于零件上的相互关系来分

1) 组成要素

组成要素是面或面上的线。组成要素直接构成零件的几何特征，如图2-1中的球面、圆柱面、圆柱面素线，圆锥面素线等。

组成要素中的尺寸要素是公差配合中最主要的要素，尺寸要素是由一定大小的线性尺寸