

 高职高专“十一五”规划示范教材

公差配合与技术测量

主编 赵岩铁 副主编 徐少华 赵建刚
编著 冯磊 王立波 主审 隗东伟



北京航空航天大学出版社



高职高专“十一五”规划示范教材

公差配合与技术测量

主编 赵岩铁 副主编 徐少华 赵建刚

编著 冯 磊 王立波 主审 隗东伟

江苏工业学院图书馆
藏书章

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是按农业部《全国农业职业院校高职高专公差配合与技术测量》教学大纲编写的。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、形状和位置公差及测量、表面粗糙度与测量、光滑极限量规设计、典型零件的公差与测量、渐开线直齿圆柱齿轮的公差与测量及尺寸链。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,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的理论知识,以减速器精度设计为例讲授本门课程知识的应用,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械制造、模具及数控等机械类专业使用,也适用于近机类专业选用;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。

本书配有教学课件,请发送邮件至 bhkejian@126.com 或致电 010-82317027 申请索取。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与技术测量/赵岩铁主编. —北京:北京航空航天大学出版社, 2007.9

ISBN 978-7-81124-132-7

I. 公… II. 赵… III. ①公差—配合—高等学校: 技术学校—教材②技术测量—高等学校: 技术学校—教材
IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 129094 号

公差配合与技术测量

主编 赵岩铁 副主编 徐少华 赵建刚

编著 冯 磊 王立波 主审 隗东伟

策划编辑 蔡 喆 韩文礼

责任编辑 陈守平

*

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(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

http://www.buaapress.com.cn E-mail: bhpress@263.net

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787 mm×1092 mm 1/16 印张:11 字数:282 千字

2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-81124-132-7 定价:17.00 元

前 言

高职高专培养的是适应生产、建设、管理及服务第一线需要的高等技术应用型人才,这样的人才应具备岗位工作需要的知识与能力。公差配合与技术测量旨在培养工科专业学生的零件几何精度设计及零件几何量误差测量的技术能力,使其能够协调机械制造中精度与成本之间的矛盾。

本教材在认真总结一些高职院校近几年教学改革经验的基础上,以最新的国家几何量技术标准为依据,突出公差配合与技术测量教学内容的时代性与先进性;以高等技术应用性人才专业学习、岗位能力构建的必需与够用为度,以能力培养为核心,突出教材的实用性与针对性。教材重点放在公差配合基础性标准的应用、公差配合技术要求的选择和图面上正确标注公差配合技术要求等方面,在教学内容的选择上,在保证知识面的前提下,力求做到通俗易懂、深入浅出。

全书共分9章。其中由黑龙江农业工程职业学院赵岩铁编写第1,2,3章;南通农业职业学院徐少华编写第4章;四川职业学院赵建刚编写第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。全书由黑龙江农业工程职业学院赵岩铁担任主编,南通职业技术学院徐少华、四川职业学院赵建刚担任副主编。本书由哈尔滨职业学院隗东伟教授担任主审。

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,书中难免有不妥与错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

2007年5月

目 录

第1章 概 论

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

第2章 光滑圆柱体的公差与配合

2.1 概 述	7
2.2 公差配合的基本术语及定义	7
2.2.1 孔和轴	7
2.2.2 有关尺寸的术语及定义	8
2.2.3 尺寸偏差与公差	9
2.2.4 公差带图解	10
2.2.5 有关配合的术语及定义	12
2.2.6 配合的基准制	13
2.3 极限与配合国家标准	14
2.3.1 标准公差	14
2.3.2 基本偏差与公差带	16
2.3.3 常用及优先选用的公差带与配合	21
2.3.4 标准温度	24
2.3.5 一般公差——线性和角度尺寸的未注公差	24
2.4 公差与配合的选择	25
2.4.1 基准制的选择	26
2.4.2 公差等级的选择	27

2.4.3 配合的选择	29
思考题	34
第3章 技术测量基础	
3.1 概述	36
3.2 长度单位和尺寸传递	36
3.2.1 长度单位与米定义	36
3.2.2 量块	37
3.2.3 线纹尺	39
3.3 计量器具与测量方法的分类	40
3.3.1 计量器具	40
3.3.2 测量方法分类	40
3.3.3 计量器具的度量指标	41
3.4 测量误差与数据处理	41
3.4.1 测量误差产生的原因	42
3.4.2 测量误差分类	43
3.4.3 测量误差的处理	45
3.4.4 不确定度	48
3.5 三坐标测量机简介	49
3.5.1 三坐标测量机结构与分类	49
3.5.2 三坐标测量机的工作原理	50
3.5.3 测头	50
3.5.4 测量机的控制	51
3.5.5 测量软件及软件包	51
3.5.6 三坐标测量机的应用	51
3.6 光滑工件尺寸的检验	52
3.6.1 标准的适用范围	52
3.6.2 验收原则	52
3.6.3 验收极限的确定	52
3.6.4 计量器具的选择	53
思考题	55
第4章 形状和位置公差及测量	
4.1 概述	57
4.1.1 形位误差产生的原因及对使用性能的影响	57
4.1.2 零件的几何要素与形位误差	57
4.1.3 形位公差特征项目与符号	58
4.1.4 形位公差的标注	59
4.1.5 形位误差的检测原则	62

4.1.6 形位误差的评定准则	62
4.1.7 形位公差带	63
4.1.8 基准与三基面体系	64
4.2 形状公差与形状误差测量	65
4.3 形状或位置公差及误差测量	67
4.4 位置公差与位置误差测量	69
4.4.1 定向公差与定向误差测量	69
4.4.2 定位公差与定位误差测量	71
4.4.3 跳动公差与跳动误差测量	72
4.5 公差原则	75
4.5.1 有关公差原则的基本概念	75
4.5.2 公差原则	76
4.6 形位公差选择	80
4.6.1 形位公差项目的选择	80
4.6.2 基准的选择	80
4.6.3 形位公差等级的选择	81
4.6.4 公差原则的选择	84
4.6.5 未注出形位公差的有关规定	84
思考题	87

第5章 表面粗糙度与测量

5.1 概 述	91
5.1.1 表面粗糙度的定义	91
5.1.2 表面粗糙度对零件使用性能的影响	91
5.2 表面粗糙度的评定	91
5.2.1 取样长度和评定长度	92
5.2.2 基准线	92
5.2.3 表面粗糙度的评定参数	93
5.2.4 表面粗糙度数值	94
5.3 表面粗糙度的选用	95
5.3.1 表面粗糙度评定参数的选择	95
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	95
5.3.3 表面粗糙度符号及其在图样上的标注	97
5.4 表面粗糙度的检测	99
5.4.1 比较法	99
5.4.2 光切法	99
5.4.3 光波干涉法	100
5.4.4 感触法	100
5.4.5 印模法	100

思考题	101
第6章 光滑极限量规设计	
6.1 概述	102
6.1.1 量规检验	102
6.1.2 量规种类	103
6.2 量规公差带	103
6.3 工作量规设计	104
思考题	108
第7章 典型零件的公差配合与测量	
7.1 平键、花键联结的公差配合与测量	109
7.1.1 概述	109
7.1.2 平键联结的公差与配合	109
7.1.3 矩形花键联结	112
7.1.4 键与花键测量	116
7.2 普通螺纹结合的公差配合与测量	119
7.2.1 概述	119
7.2.2 普通螺纹几何参数对互换性的影响	120
7.2.3 普通螺纹的公差与配合	122
7.2.4 螺纹的测量	127
7.3 滚动轴承的公差与配合	129
7.3.1 概述	129
7.3.2 滚动轴承的精度等级及应用	129
7.3.3 滚动轴承的内、外径公差带	130
7.3.4 滚动轴承的配合及选用	131
思考题	136
第8章 渐开线直齿圆柱齿轮的公差与测量	
8.1 概述	137
8.1.1 齿轮的使用要求	137
8.1.2 齿轮加工误差产生的原因	138
8.2 直齿圆柱齿轮精度的评定指标与误差测量	138
8.2.1 齿轮传动准确性的评定指标与误差测量	138
8.2.2 齿轮传动平稳性的评定指标与测量	142
8.2.3 齿轮传递载荷均匀性的评定指标与测量	144
8.2.4 齿轮副的侧隙及其评定指标	146
8.3 渐开线圆柱齿轮公差标准	147
8.3.1 圆柱齿轮国家标准的组成	147

8.3.2 圆柱齿轮国家标准的应用	154
思考题	156
 第9章 尺寸链	
9.1 概 述	157
9.1.1 尺寸链的定义	157
9.1.2 尺寸链的特点	157
9.1.3 尺寸链的种类	158
9.1.4 尺寸链的组成	158
9.1.5 尺寸链图	158
9.2 用极值法解算尺寸链	159
9.2.1 极值法解算尺寸链的基本步骤和公式	159
9.2.2 极值法解正计算问题	160
9.2.3 极值法解中间计算问题	161
9.2.4 极值法解反计算问题	162
思考题	165
 参考文献	

第 1 章 概 论

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

1.1 互换性及分类

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，购买一只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、拖拉机某一零件损坏，一个新的同型号零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、零部件可以互相代替使用。在生产过程中产品及其零部件可以互相代替使用的性质称为互换性。

1.1.1 互换性定义

某一产品(包括零部件、构件)与另一产品在几何参数、功能上能够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，按互换性生产可以实现专业化分工协作生产。分工协作生产就可以集中技术力量提高产品质量，提高生产率，降低生产成本，“分工与协作形成的生产力不费资本分文”。

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，在农业生产大忙季节，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，能减少设计中计算与绘图的工作量，可缩短设计周期；在产品的制造阶段，采用了通用件与标准件，可减少企业的制造加工量与工艺装备；在装配阶段，采用通用件与标准件，可使工人装配的熟练程度提高，达到较高的装配效率。

1.1.3 互换性的分类与条件

影响互换性的因素有几何参数(尺寸、形状与位置以及表面形态等)与功能参数(物理参

数、力学性能参数、化学性能参数和电学性能参数等),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来分,可分为功能互换性与几何参数互换性。

● 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、内电阻和电池容量等参数保证电池功能上的互换使用。

● 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地近似所实现的互换性。也就是规定零件的尺寸、形状与位置及表面状态与理想形态充分地近似所实现的互换性。这部分内容是本课的主要内容。零部件装配互换就是典型的几何参数互换性。

② 在几何参数互换性中,按互换的范围、程度及方法来分,可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)。

● 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、调整及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。

● 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须经挑选、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,通过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,只要保证零件的尺寸、形状与位置、表面形态有较高度度的相近与相似即可,不需要完全绝对的一致。实现较高度度的相近与相似的技术措施就是针对零部件的几何量规定其变动的极限范围,限制不同零件上各几何量相差别的程度,从而保证互换性。

1.1.5 加工误差及对互换性的影响

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、夹具和零件组成的工艺系统,在切削力、切削温度及切削振动等因素作用下,要产生热变形及力变形;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。

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 厚的余量切掉的,所以零件最后的尺寸就是直径 $\phi 30.002$ mm。实际尺寸与理想尺寸差为 0.002 mm,这就是尺寸误差。

误差之二: 形状误差

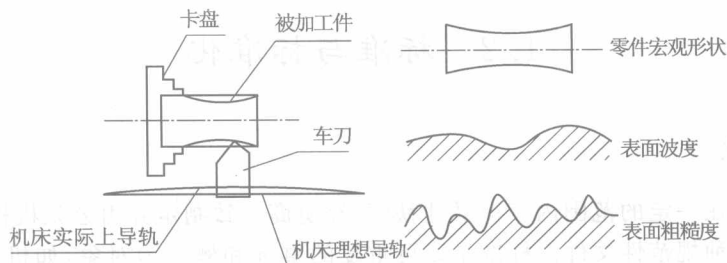


图 1-1 加工误差的产生

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的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，而是一个双曲面。这种实际形状与理想形状产生的偏离，称为形状误差。

误差之三：表面粗糙度

在机械加工过程中，车刀在工件表面上作螺旋运动，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，这种实际表面与理想光滑面的偏离称为表面粗糙度。

误差之四：位置误差

零件是由基本几何要素构成的，各几何要素之间具有一定的理想几何位置关系。加工过程中，在各因素的作用下几何要素的实际位置相对理想位置产生偏离，这种误差称为位置误差。

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、相对静止或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，这种状态就是我们所希望的理想状态。以一个孔与轴组成的运动副为例进行分析。

图 1-2(a) 为孔与轴配合的理想状态，其配合间隙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；图 1-2(b) 为已加工有形状误差的轴与孔配合，形成的间隙在配合面全长上不均匀，形成的润滑油膜不是最佳状态，其运动精度不高，工作也不平稳，轴的两边接触磨损快，使滑动轴承性能迅速下降，使用寿命缩短。造成这种工作状态偏离的原因是：零件产生的尺寸、形状误差和表面粗糙度等。

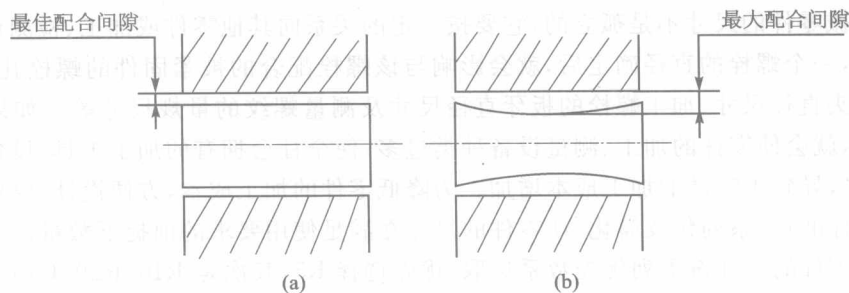


图 1-2 加工误差对使用性能的影响

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,共同使用并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、表面形态及齿轮的齿廓等。

1. 标准的分类

我国标准按批准机构来分,可分:国家标准、行业标准、地方标准及企业标准。

按照标准化对象来分,可分为:基础标准、方法标准、产品标准、卫生标准、环境标准及安全标准。

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、标志和方法等标准;计量单位制、公差与配合、形状与位置公差、表面粗糙度、螺纹及齿轮公差标准;优先数系等。通过名词、术语、符号和代号等标准,统一人们对标准的理解;通过公差与配合、形位公差、表面粗糙度、螺纹公差和齿轮公差等标准,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的互换性。

标准按其效力程度来分,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、环境和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

标准化是指为在一定的范围内获得最佳秩序,以实际或潜在的问题制定共同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及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,使全社会拥有的加工工具、设备和测量量具、量仪过多,导致了零件的加工成本增加。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、系列化及简化,使零件的尺寸在满足使用要求的前提下数量最少。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,或缩至 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 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,也是不能实现机械产品、零部件的互换的。采用科学的测量方法,在一定的测量精确度的前提下,确定出零部件的尺寸值、形状与位置以及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环节,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,确定机械传动系统与总体方案,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。显然本课为第三阶段设计中的内容。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。通常所讲的误差和公差都是比较小的数值,现实中用肉眼看不见误差,所以要求有较强的抽象能力。
- ② 应用的术语比较多。术语是科学体系的基本构成要素,如果没有掌握本学科的术语就

不会对本科学体系有正确的理解;术语是本课程的基础内容,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。介绍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,而各种公差表格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,并能在图面上正确地标注。

⑥ 公差的选用需要掌握足够的资料并有着丰富的经验。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。

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、特点及应用方法;
- 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 能对图面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。

思考题

- 1-1 试举出在生产、生活中互换性的例子,并对其功能互换性、几何参数的互换性要求进行分析。
- 1-2 互换性对农机维修的作用有哪些? 试举出拖拉机、汽车中具有互换性的零件。
- 1-3 什么是加工误差? 加工误差的种类有几种? 试分析加工误差对互换性的影响。
- 1-4 在机械设计中零件的尺寸要选择标准尺寸值,为什么要选择标准尺寸值?
- 1-5 标准的作用有哪些? 为什么要不断地修订标准? 试举出你用过的国家标准。
- 1-6 学习本章后,谈谈你对本课的认识。

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 要求相对固定连接：孔、轴结合固定在一起，形成一个整体；
- ③ 要求紧密定心连接：孔、轴结合精密定心。

2.2 公差配合的基本术语及定义

术语是某一专业的专门用语，公差配合基本术语是理解与应用公差配合标准的基础。

2.2.1 孔和轴

1. 孔

孔主要是指圆柱形的内表面，也包括其他内表面（两平行平面或两切面之间形成的包容区域）中由单一尺寸所确定的部分。在图2-1(a)中除圆柱形的孔外，两键槽侧面形成的包容区域也是孔。

2. 轴

轴主要是指圆柱形的外表面，也包括其他外表面（两平行平面或两切面之间形成的被包容区域）中由单一尺寸所确定的部分。在图2-1(b)中除圆柱形的轴外，键槽底面与轴切平面形成的被包容区域也是轴。

孔与轴的判定方法：孔能形成包容面，在切削加工时，其尺寸越来越大；轴是被包容面，在切削加工时其尺寸越来越小。

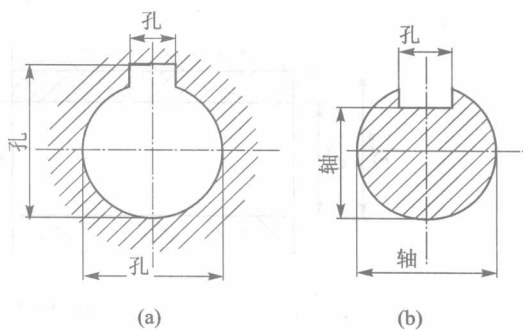


图2-1 孔与轴

2.2.2 有关尺寸的术语及定义

1. 尺寸

尺寸是指用特定单位表示线性尺寸值的数字。尺寸由三部分组成：尺寸数字、尺寸单位和尺寸形态。例如一个尺寸标注为 $\phi 25$ ，其尺寸数字是 25，尺寸单位是 mm，尺寸形态符号 ϕ 表示直径。当以 mm 为单位时在图上不注明；尺寸形态符号 ϕ 表示直径， R 表示半径， $S\phi$ 表示球的直径。

2. 基本尺寸

设计时给定的尺寸为基本尺寸。基本尺寸是设计人员在产品设计过程中依据产品的强度要求、刚度要求、结构要求及工艺要求等所确定的尺寸，并经过圆整后按标准尺寸选取的，它是确定公差值和偏差值的依据。基本尺寸孔用 D 表示，轴用 d 表示。

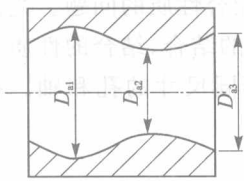


图 2-2 局部实际尺寸

3. 实际尺寸

实际尺寸是通过测量所得到的尺寸。实际尺寸孔用 D_a 表示，轴用 d_a 表示。实际尺寸是确定零件是否合格的主要依据。由于零件存在着形状误差，在各部位测量得到的实际尺寸并不一致，在图 2-2 所示的零件中， $D_{a1} \neq D_{a2} \neq D_{a3}$ 。又由于测量存在着测量误差，在同一部位多次重复测量其尺寸也不一致。在孔、轴的任一横截面中，任何两对应点上测得的实际尺寸为局部实际尺寸。

4. 极限尺寸

极限尺寸是指一个孔或轴允许的尺寸的两个极端。极限尺寸是依据基本尺寸来确定的，两个极限尺寸中最大的称为最大极限尺寸，最小的称为最小极限尺寸。最大极限尺寸和最小极限尺寸都可大于、小于或等于基本尺寸，如图 2-3 所示。

最大极限尺寸孔用 D_{max} 表示，轴用 d_{max} 表示。

最小极限尺寸孔用 D_{min} 表示，轴用 d_{min} 表示。

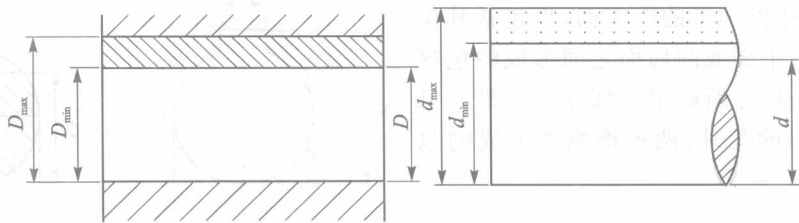


图 2-3 极限尺寸

极限尺寸是用于限制作用尺寸与实际尺寸变化的极限，是保证孔、轴互换性的重要条件。

5. 作用尺寸

作用尺寸是指在结合面全长上，与实际孔内接的最大理想轴、与实际轴外接的最小理想孔的尺寸。作用尺寸是孔、轴在配合中真正起作用的尺寸，对于有形状误差的孔，其作用尺寸不大于该孔的最小局部实际尺寸，相应的轴的作用尺寸不小于该轴的最大局部实际尺寸。作用尺寸与局部实际尺寸的关系如图 2-4 所示。