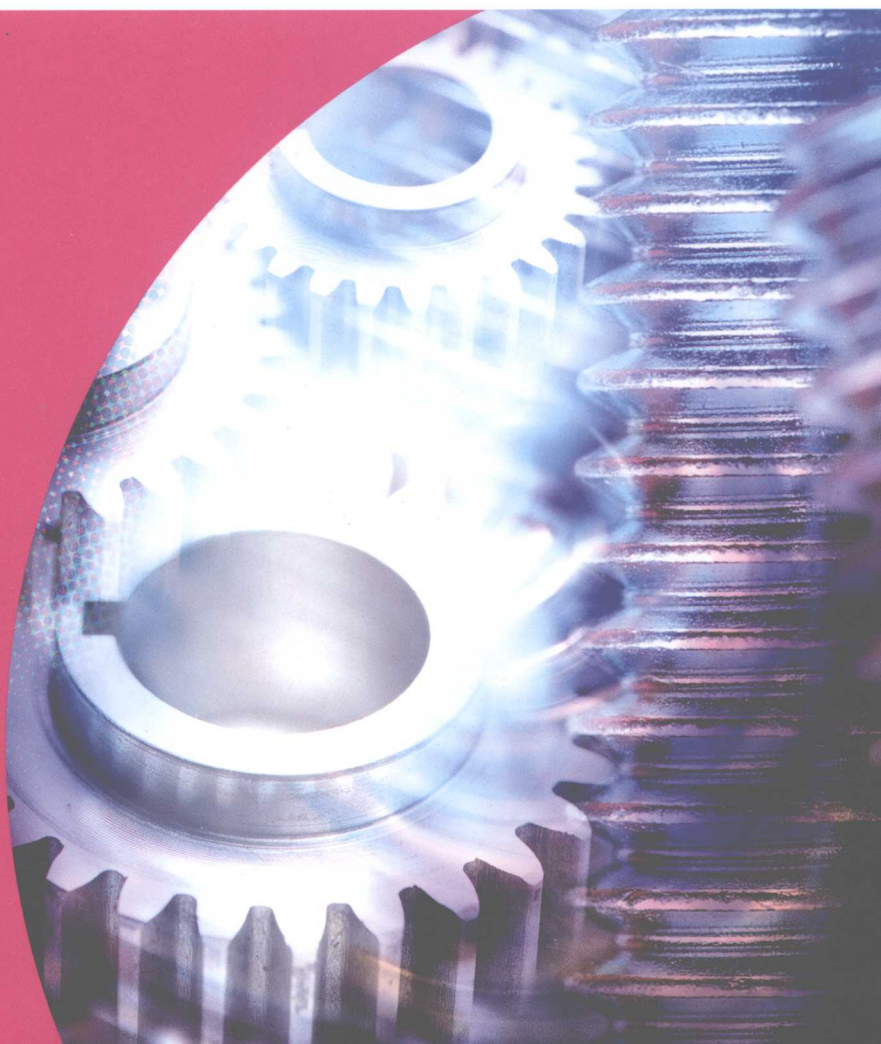




“十一五”高职高专机电专业规划教材

公差配合与测量技术

● 主编 邓小君



 河南科学技术出版社

要 录 内

“十一五”高职高专机电专业规划教材

公差配合与测量技术

主编 邓小君

江苏工业学院图书馆
藏书章

河南科学技术出版社

·郑州·

内 容 提 要

公差配合与测量技术是高等院校机械类各专业的重要的技术基础课。它包含几何量公差选用和误差检测的内容,与机械设计、机械制造及其质量控制密切相关,是机械工程技术人员必须掌握的一门综合性应用技术基础课程。

本教材的主要任务是使学生具备高素质技术应用型专门人才所必备的极限与配合的基本知识、几何量测量的基本理论及检测产品的基本技能,内容主要包括:绪论,极限与配合,形状和位置公差与检测,表面粗糙度,测量技术基础,光滑极限量规,键、螺纹和滚动轴承的互换性,直齿圆柱齿轮的互换性,公差实验(附录)。

本教材可用作高职高专院校机械类专业教学用书,亦可供机械制造方面的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与测量技术/邓小君主编. —郑州:河南科学技术出版社, 2009. 2
(“十一五”高职高专机电专业规划教材)

ISBN 978 - 7 - 5349 - 3606 - 7

I. 公… II. 邓… 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 (2008) 第 201682 号

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65737028 65788613

网址: www.hnstp.cn

策划编辑: 孙 彤

责任编辑: 崔军英

责任校对: 王晓红 崔春娟

封面设计: 李 冉

版式设计: 栾亚平

印 刷: 郑州美联印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 12.5 字数: 301.2 千字

版 次: 2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 25.00 元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系。

《公差配合与测量技术》前言

邓小君 编 主

唐志详 袁世先 肖龙 编 主 副

本教材是根据教育部高职高专教育基础课程教学的基本要求,围绕培养高素质技术应用型人才的目标,遵循少而精、浅而广的原则,结合多年教学经验编写而成的。

公差配合与测量技术是高等院校机械类各专业必修的主干技术基础课,是联系基础课及其他技术基础课和专业课的纽带。本教材从互换性生产要求出发,简要、系统地介绍了极限与配合的基本知识、几何量测量的基本理论及检测产品的基本技能等。全书共分8章,包括的内容有绪论,极限与配合,形状和位置公差与检测,表面粗糙度,测量技术基础,光滑极限量规,键、螺纹与滚动轴承的互换性,直齿圆柱齿轮的互换性、公差实验(附录)等。在编写过程中,注重机械行业高职学生应掌握的基本知识,尽量避开了繁琐的公式推导,并强化了工程应用,以便能够培养学生的实践能力和应用技能。

本教材结构严谨,内容翔实,注重应用。在编写过程中,全部采用2008年7月底前颁布的最新国家标准,标准内容完整;不仅能作为高职高专院校机械类专业学生的教学用书,而且还适用于相关应用技术类专业和管理类专业,亦可供有关工程技术人员参考使用。

本教材由河南职业技术学院邓小君担任主编,袁世先、肖龙、唐志详担任副主编。邓小君编写了第2章、第3章、第4章、第5章、第7章;肖龙编写了第1章、附录;唐志详编写了第6章;袁世先编写了第8章;并由邓小君负责全书的统稿工作。

尽管我们在教材特色建设中做了很多努力,但由于水平有限,书中恐存在疏漏和不当之处,恳请读者批评指正。

编者

2008年11月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 互换性概述	1
1.1.1 互换性基本概念	1
1.1.2 加工误差、公差与检测	2
1.1.3 标准化与优先数	3
1.2 课程的性质、任务和基本要求	4
小结	4
习题	5
第2章 极限与配合	6
2.1 极限与配合的基本术语与定义	6
2.1.1 孔和轴	6
2.1.2 有关尺寸的术语与定义	7
2.1.3 有关尺寸偏差、公差的术语与定义	7
2.1.4 有关配合的术语与定义	9
2.2 极限与配合国家标准的基本内容	13
2.2.1 标准公差系列	13
2.2.2 基本偏差系列与配合制	14
2.2.3 极限与配合的代号及标注	22
2.2.4 常用和优先的公差带与配合	22
2.2.5 一般公差——线性尺寸的未注公差	25
2.3 极限与配合的选用	25
2.3.1 配合制的选择	26
2.3.2 公差等级的选用	27
2.3.3 配合类别的选用	29
2.4 孔、轴尺寸的检测	32
2.4.1 车间条件下孔、轴尺寸的检测	32
2.4.2 计量室条件下孔、轴尺寸的检测	34
2.4.3 其他精密测量技术与发展趋势	36
小结	36

习题	37
第3章 形状和位置公差与检测	39
3.1 概述	39
3.1.1 零件的几何要素及其分类	39
3.1.2 形位公差的项目和符号	40
3.1.3 形位公差的标注	41
3.2 形状与位置公差	44
3.2.1 形位公差与形位公差带	44
3.2.2 形状公差	45
3.2.3 位置公差	48
3.2.4 形状或位置公差	55
3.3 未注形位公差	55
3.4 形位公差的选择	57
3.4.1 形位公差项目的选择	57
3.4.2 基准的选择	57
3.4.3 形位公差值的选择	58
3.5 形位误差的评定与检测	62
3.5.1 形位误差的检测原则	62
3.5.2 形位误差的评定准则	63
3.5.3 形位误差的评定与检测	65
3.6 公差原则及其应用	75
3.6.1 术语和定义	75
3.6.2 独立原则及其应用	78
3.6.3 相关要求及其应用	78
小结	82
习题	82
第4章 表面粗糙度	86
4.1 概述	86
4.1.1 表面粗糙度的概念	86
4.1.2 表面粗糙度对零件使用性能的影响	86
4.2 表面粗糙度评定的基准与参数	87
4.2.1 表面粗糙度的评定基准	87
4.2.2 表面粗糙度的评定主参数	89
4.3 表面粗糙度的选用	90
4.3.1 表面粗糙度参数的选用	90
4.3.2 表面粗糙度参数值的选用	90
4.4 表面粗糙度的标注	93
4.4.1 表面粗糙度符号及意义	94
4.4.2 表面粗糙度的标注	94

4.5	表面粗糙度的检测	98
4.5.1	比较法	98
4.5.2	针描法	99
4.5.3	光切法	99
4.5.4	干涉法	99
	小结	100
	习题	100
第5章	测量技术基础	101
5.1	测量技术概述	101
5.1.1	长度基准与量值传递	101
5.1.2	量块	103
5.2	计量器具和测量方法	106
5.2.1	计量器具的分类	106
5.2.2	计量器具的基本技术指标	106
5.2.3	测量方法的分类	107
5.3	测量误差的基本知识	108
5.3.1	测量误差的基本概念	108
5.3.2	测量误差产生的原因	108
5.3.3	测量误差的基本类型及处理原则	108
5.3.4	等精度测量列的数据处理	110
5.4	计量器具的选择	111
5.4.1	计量器具的选择原则	111
5.4.2	计量器具的不确定度数值	111
5.4.3	误收与误废	113
5.4.4	验收极限与安全裕度	113
5.4.5	计量器具的选择	115
5.4.6	计量器具的检定与维护保养	116
	小结	116
	习题	117
第6章	光滑极限量规	118
6.1	概述	118
6.1.1	光滑极限量规的检验原理	118
6.1.2	光滑极限量规的用途及分类	119
6.2	量规设计原则	120
6.2.1	极限尺寸判断原则	120
6.2.2	量规公差带	121
6.3	工作量规设计	123
6.3.1	工作量规的结构型式	123
6.3.2	工作量规的工作尺寸设计	124

80	6.3.3 工作量规的主要技术条件	126
80	小结	127
99	习题	128
99	第7章 键、螺纹和滚动轴承的互换性	129
99	7.1 平键、花键的互换性	129
901	7.1.1 平键的互换性	129
901	7.1.2 矩形花键的互换性	131
101	7.1.3 平键和花键的检测	135
101	7.2 普通螺纹的互换性	137
101	7.2.1 螺纹基本牙型和几何参数的术语与定义	137
101	7.2.2 螺纹几何参数偏差对互换性的影响	138
1001	7.2.3 螺纹的作用中径及保证螺纹互换性的条件	141
101	7.2.4 普通螺纹的公差与配合	142
1001	7.2.5 普通螺纹在图样上的标记	147
101	7.2.6 螺纹表格的应用示例	148
801	7.2.7 普通螺纹的检测	149
801	7.3 滚动轴承的互换性	150
801	7.3.1 滚动轴承精度等级及应用	151
801	7.3.2 滚动轴承公差带及特点	151
011	7.3.3 滚动轴承与轴和外壳孔的配合	152
111	7.3.4 轴和外壳孔的技术要求	156
111	7.3.5 滚动轴承选择实例	157
111	小结	158
111	习题	159
111	第8章 直齿圆柱齿轮的互换性	160
111	8.1 概述	160
011	8.1.1 齿轮传动的使用要求	160
011	8.1.2 齿轮误差的主要来源	160
111	8.2 齿轮误差的评定指标及检测	162
811	8.2.1 影响传递运动准确性的评定指标及检测	162
811	8.2.2 影响传动平稳性的评定指标及其检测	166
811	8.2.3 影响载荷分布均匀性的评定指标及检测	167
911	8.2.4 侧隙合理性的评定指标及检测	168
051	8.3 齿轮副误差的评定指标及检测	169
051	8.3.1 齿轮副切向综合指标及检测	169
151	8.3.2 齿轮副的接触斑点及检测	169
151	8.3.3 齿轮副的侧隙及检测	170
151	8.3.4 齿轮副安装误差及检测	170
151	8.4 渐开线圆柱齿轮精度标准及应用	171

8.4.1 精度等级	171
8.4.2 精度等级的选择	174
8.4.3 最小侧隙和齿厚偏差的确定	175
8.4.4 检验项目的选用	176
8.4.5 齿坯精度及齿轮主要表面粗糙度	177
8.4.6 齿轮在图样上的标注	179
8.4.7 齿轮精度设计实例	179
小结	182
习题	182
附录	184
参考文献	187

第1章 绪论

1.1 互换性概述

1.1.1 互换性基本概念

在日常生活中,经常会遇到零部件互换的情况,例如机器、汽车、拖拉机、自行车、缝纫机上的零部件坏了,只要换上相同型号的零部件就能正常运转,不必考虑生产厂家。之所以能这样方便,就是因为这些零部件具有互相替换的性能。

现代化工业生产是专业化的协作生产,即采用分散加工、集中装配的方法来保证产品质量、提高生产率和降低成本。因此,现代化生产的产品零部件应具有互换性。

1. 互换性的含义 在机械工业中,互换性是指相同规格的零部件在装配或更换时,不需经过挑选、调整或修配就能装在机器上,并且满足预定的使用功能要求的性能。零部件的互换性应包括其几何参数、力学性能和理化性能等方面的互换性,本课程主要研究几何参数的互换性。

2. 互换性的种类 互换性按互换的程度可分为完全互换性与不完全互换性两种。

(1) 完全互换性。若零部件在装配或更换时不经挑选、调整或修配,装配后能够满足预定的使用性能,这样的零部件就具有完全互换性。

(2) 不完全互换性。若零部件在装配或更换时,允许有附加选择或附加调整,但不允许修配,装配后能够满足预定的使用性能,这样的零部件就具有不完全互换性。

例如,当装配精度要求很高时,若采用完全互换性,将会使零件的制造公差很小,加工难度加大,成本增高,甚至无法加工。为此,生产上常采用降低零件的精度,即适当加大零件制造公差的方法,使零件加工容易。零件加工完后,装配前增加一道检测选择工序,即通过测量将零件按实际尺寸的大小分成若干对应组,使各对应组内零件实际尺寸差别较小。装配时仅在对组内的零件之间进行,亦即遵循大孔配大轴,小孔配小轴的原则。这样,既解决了加工困难,又保证了装配精度。这种仅限于组内零部件的互换为不完全互换性。

一般来说,零部件需要厂际间协作时,应采用完全互换性;部件或构件由同一厂家制造和装配时,可采用不完全互换性。

应该指出,互换性并不是在任何情况下都是有效的生产方式。例如,为保证机器的装配精度要求,在装配过程中,有时须采用钳工修配调整的方法改变零件的尺寸或位置,才能获得所需要的装配精度。这种零件无互换性的装配方式,通常应用在单件小批量生产中,特别在重型机器与高精度的仪器制造中应用较多。

3. 互换性的作用 现代化工业要实现专业化协作生产,就必须采用互换性原则。

(1) 在设计方面,零部件具有互换性,就可以最大限度地采用标准件、通用件和标准部件,大大简化绘图和计算工作,缩短设计周期,并有利于计算机辅助设计和产品品种的多样化。

(2) 在制造方面,互换性是组织专业化协作生产的重要基础,使得整个生产过程可以采用分散加工、集中装配的方式进行。这样,就有利于使用现代化的工艺装备及应用计算机辅助制造;有利于组织流水线和自动线,实现加工过程的机械自动化;有利于提高产品质量和生产效率,降低生产成本。

(3) 在装配方面,由于具有互换性,装配时不需要附加加工或修配,就可减轻工人的劳动强度,缩短生产周期;并可采用流水作业的装配方式,大幅度地提高了生产效率。

(4) 在使用维修方面,由于具有互换性,当产品的零部件损坏后,可在最短时间内用备件加以替换,快速恢复其使用功能,减少了修理时间及费用,从而提高了设备的利用率和使用价值。

综上所述,互换性在机器的设计制造与使用维修中起着重要作用,在提高产品质量和可靠性、提高经济效益等方面具有重要意义。因此,互换性已成为现代化机械制造业中一个普遍遵守的、基本的技术经济原则。

1.1.2 加工误差、公差与检测

1.1.2.1 几何参数误差

具有互换性的零部件,其几何参数是否必须完全精确一致呢?
首先从零件的加工角度看,这是不可能的。因为在零件的加工过程中,加工误差是客观存在的,无论设备的精度和操作者的技术水平有多高,几何参数绝对准确一致的零件是加工不出来的。再者从满足机器使用功能的角度上看,具有互换性的零部件,其几何参数一定要做得绝对准确也是没有必要的。

几何参数误差对零件的使用性能和互换性会有一定的影响。但实践证明,只要把零件的几何参数误差控制在一定的范围之内,零件的使用性能和互换性就能得到保证。

几何参数误差是指零件加工后的实际几何参数相对其理想几何参数的偏离量,包括尺寸误差、形状误差、位置误差及表面粗糙度等。

1.1.2.2 几何参数公差

零件几何参数的允许变动量称为几何参数公差,简称“公差”;它包括尺寸公差、形状公差、位置公差等。公差是用来限制误差的,它是误差的最大允许值。零件的误差在公差范围内,为合格件;若误差超出了其公差范围,为不合格件。

误差是在加工过程中产生的,而公差是设计人员给定的。设计者的任务就在于正确地确定公差,并把它在图样上明确地表示出来。这就是说,互换性要用公差来保证。显然,在满足功能要求的条件下,公差应尽量规定得大一些,以获得最佳的经济效益。

1.1.2.3 检测

完工后的零件是否满足公差要求,要通过检测加以判断。检测包括检验与测量。几何量的检验是指确定零件的几何参数是否在规定的极限范围内,并做出合格性判断,而不得出被测量的具体数值。测量是将被测量与作为计量单位的标准量进行比较,以确定被测量具体数值的过程。检测不仅用来评定产品质量,而且用于分析产生不合格品的原因,以

便及时调整生产, 监督工艺过程, 预防废品产生。检测是机械制造的“眼睛”。无数事实证明, 产品质量的提高, 除了设计和加工精度的提高外, 往往更有赖于检测精度的提高。

由此可见, 合理确定公差并正确进行检测, 是控制误差、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。

科学技术的迅猛发展, 为检测技术的现代化创造了条件。目前, 长度计量器具的精度已由 0.01 mm 级提高到 0.001 mm 级, 甚至有的提高到 0.0001 mm 级; 测量空间已由二维空间发展到三维空间; 测量的自动化程度已由人工读数测量发展到计算机数据处理, 并自动显示和打印结果。

1.1.3 标准化与优先数

为了实现互换性生产, 必须采用一种手段, 使各个分散的、局部的生产部门和生产环节之间保持必要的技术统一, 以形成一个统一的整体。标准与标准化正是建立这种关系的重要手段, 它是实现专业化协作生产、零部件互换性的基础和必要前提。

1.1.3.1 标准与标准化

所谓标准, 是指为了取得国民经济的最佳效果, 对需要协调统一的具有重复特征的物品(如产品、零部件)和概念(如术语、规则、方法、代号、量值等), 在总结科学试验和生产实践的基础上, 由有关方面协调制订, 经主管部门批准后, 在一定范围内作为技术活动的共同准则和依据。

所谓标准化, 是指标准的制定、发布和贯彻实施的全部活动过程, 包括从调查标准化对象开始, 经试验、分析和综合归纳, 进而制定和贯彻标准, 以后还要修订标准等。

标准即技术上的法规。标准经主管部门颁布生效后, 具有一定的法制性, 不得擅自修改或拒不执行。我国标准分为国家标准、部颁标准、地方标准和企业标准。标准化是以标准的形式体现的, 是一个不断循环、不断提高的过程。

在现代化生产中, 标准化是一项重要的技术措施。因为一种机械产品的制造过程往往涉及许多部门和企业, 甚至还要进行国际协作。为了适应各部门与企业在生产技术上相互协调的要求, 必须要有一个共同的技术标准。而公差的标准化则有利于机器的设计、制造、使用和维修, 有利于保证产品的互换性和质量及实现刀具、量具、夹具、机床等工艺装备的标准化。

标准化水平的高低体现了一个国家的现代化程度。而现代化程度越高, 对标准化程度的要求也越高。我国自 1959 年起, 陆续制定了各种国家标准, 如公差与配合、机械制图、螺纹、齿轮、表面粗糙度、形状与位置公差等, 对国民经济发展起了重要的作用。为了适应和满足日益增长的现代化生产建设的需要, 我国于 1978 年正式参加了国际标准化组织, 并于 1979 年对原有的公差与配合标准进行了更新。随着改革开放的不断深入, 我国积极向国际推荐标准(ISO 标准)靠拢, 比如于 1998 年将标准《公差与配合》改为《极限与配合》, 在术语、内容上尽量与国际标准相对应, 以适应国际贸易、技术和经济交流的需要。

1.1.3.2 优先数与优先数系

在设计产品和制定公差标准时, 涉及很多技术参数, 这些技术参数在生产的各环节中往往不是孤立的。任一产品的技术参数不仅与自身的技术特性参数有关, 而且还直接或间接地影响到与其配套的一系列产品的参数。例如, 螺母直径数值影响并决定螺钉直径数值

及丝锥、螺纹塞规、钻头等一系列产品的参数值。为了避免产品参数值的杂乱无章、品种规格过于繁多,以减少给组织生产、配套协作及设备维修等方面带来的困难,必须把参数值限制在较小范围内,并进行优选、协调、简化和统一。

工程上各种技术参数的简化、协调和统一是标准化的一项重要内容。为使产品的参数选择能遵守统一的规律,国家标准 GB 321—2005《优先数及优先数系》中就对各种技术参数的数值做出统一规定,要求工业产品技术参数应尽可能采用它。

优先数系是一种十进制几何级数。所谓十进制,即几何级数的各项值中含有包括 1, 10, 100, ..., 10^n 和 0.1, 0.01, 0.001, ..., 10^{-n} 组成的级数 (n 为正整数)。几何级数的特点是任意相邻两项之比为一常数,即公比。优先数系中的任何一个数即为优先数。

国家标准 GB/T 321—2005 中推荐了 5 个系列,分别为 R5、R10、R20、R40、R80 系列。其中 R5、R10、R20、R40 是常用系列,称为基本系列;R80 则作为补充系列。按各系列的公比计算得到优先数的理论值,再经过近似圆整后应用到实际工程技术中。各系列的公比如下:

R5 系列 $q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.6$;

R10 系列 $q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$;

R20 系列 $q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.12$;

R40 系列 $q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.06$;

R80 系列 $q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1.03$ 。

总之,在机械制造中,需要有先进的公差标准与相应的加工工艺装备和技术测量措施,这样零件的使用功能和互换性才能得到保证。

1.2 课程的性质、任务 and 基本要求

公差配合与测量技术是机械类专业的一门必修课。本课程的主要任务是使学生具备机械加工高素质操作者和技术人才所必备的机械零件的几何精度及极限与配合的基本知识、几何参数测量的基本理论、检测产品的基本技能,为学生毕业后胜任岗位工作,增强适应职业变化能力和继续学习打下一定的基础。

通过本课程的教学,学生应达到以下基本要求:

- (1) 掌握标准化和互换性的基本概念及有关的基本术语和定义。
- (2) 掌握本课程中几何量公差标准的主要内容。
- (3) 学会根据机器和零件的功能要求选用几何量公差与配合。
- (4) 掌握技术测量的基本概念、基本规定。
- (5) 掌握常用测量器具的种类、应用范围及检测方法。
- (6) 了解与本课程有关的技术政策法规。
- (7) 具有与本课程有关的识图、标注、执行国家标准、使用技术资料的能力。
- (8) 具备正确选用现场计量器具检测产品的基本技能及分析零件质量的初步能力。

小 结

互换性是指相同规格的零部件在装配或更换时,不需经过挑选、调整或修配就能进行

装配,并且满足预定的使用功能要求的性能。

互换性是现代工业产品设计和制造的重要原则。零件具有互换性,可在产品的设计、制造、使用与维修中发挥巨大的作用。互换性分为完全互换性和不完全互换性两大类。

要实现互换性生产,就要使零件的几何量误差控制在一定的范围内,为此国家制定了公差标准。为了保证公差,就要进行正确的检测。合理制定公差标准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。

互换性要通过标准化来实现。标准化是组织现代化生产的重要手段之一,是实现专业化协作生产的必要前提。现代化程度越高,对标准化程度的要求越高。

优先数系列在各项公差标准中得到了广泛的应用。

了解本课程的性质及学习后应达到的目标和要求。



习 题

1. 什么是互换性?举例说明。
2. 互换性的分类有哪些?简述互换性在机械制造业中的重要意义。
3. 什么是标准和标准化?
4. 误差、公差、检测、标准化与互换性有什么关系?

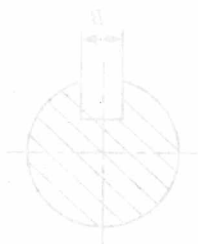


图 1-5 图

第2章 极限与配合

现代机械工业中,要求零件具有互换性,并非要求零件都精确地加工成一个指定尺寸,而是只要满足给定的尺寸变动范围即可。对于相互配合的零件,这个范围既要保证相互结合的尺寸之间形成一定的关系,以满足不同的使用要求,又要在制造时经济合理,这就形成了“极限与配合”的概念。其中“极限”用于协调机器零件使用要求与制造经济性之间的矛盾,“配合”用于反映相互结合零件间的相互关系。

极限与配合的标准化有利于机器的设计、制造、使用和维修。极限与配合标准不仅是机械工业各部门进行产品设计、工艺设计和制定其他标准的基础,而且是广泛组织协作和专业化生产的重要依据。为了适应科学技术的飞速发展,国家标准GB/T 1800.1 ~ 1800.4 采用了国际极限与配合制,其最主要的特点是将公差带的大小和位置分别标准化,而形成了标准公差系列和基本偏差系列,且原则上彼此独立。二者结合则构成孔或轴的公差带,再由不同的孔、轴公差带形成配合。

2.1 极限与配合的基本术语与定义

2.1.1 孔和轴

1. 孔 孔主要是指工件圆柱形的内表面,也包括其他由单一尺寸确定的非圆柱形的内表面部分。

2. 轴 轴主要是指工件圆柱形的外表面,也包括其他由单一尺寸确定的非圆柱形的外表面部分。

标准中定义的孔、轴是广义的。从加工工艺上讲,随着刀具的逐渐切削,轴的尺寸不断减少,而孔的尺寸不断加大。从装配上讲,轴是被包容面,孔是包容面。

如图2-1所示,圆柱孔的直径、键槽的宽度都是孔的尺寸;圆柱的直径、键的宽度和高度等尺寸都是轴的尺寸。

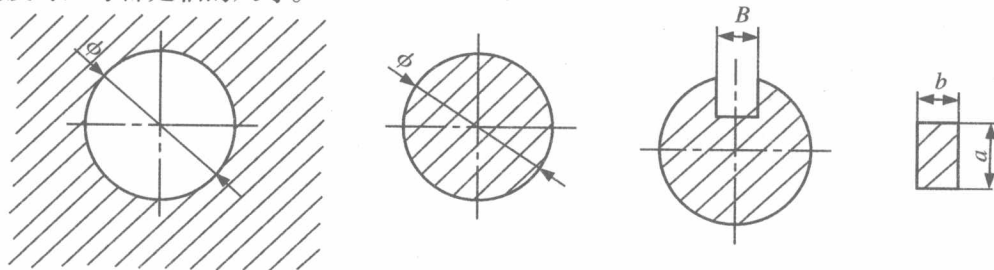


图2-1 轴与孔

2.1.2 有关尺寸的术语与定义

1. 尺寸 尺寸是指用特定单位表示线性尺寸值的数值。

尺寸由数字和长度单位组成,它包括直径、长度、宽度、高度、厚度及中心距等,但不包括角度。

机械图样中标注尺寸时,常以毫米(mm)为特定单位,这时仅标注数字,单位省略。当采用其他单位时,必须标注单位。

2. 基本尺寸(D, d) 基本尺寸是设计给定的尺寸,它的数值一般应按标准长度、标准直径的数值进行圆整。基本尺寸标准化可减少刀具、量具、夹具的规格和数量。通常,孔的基本尺寸用大写字母 D 表示,轴的基本尺寸用小写字母 d 表示。

3. 实际尺寸(D_a, d_a) 通过测量获得的尺寸称为实际尺寸。孔的实际尺寸用 D_a 表示,轴的实际尺寸用 d_a 表示。

实际尺寸用两点法测量。由于测量误差是客观存在的,所以实际尺寸不是尺寸真值。而且又由于几何形状误差是客观存在的,因此工件同一表面的不同部位实际尺寸往往是不等的。

4. 极限尺寸($D_{\max}, D_{\min}, d_{\max}, d_{\min}$) 极限尺寸是允许尺寸变动的两个界限值;它是根据设计要求以基本尺寸为基础而给定的。

孔或轴允许的最大尺寸称为最大极限尺寸,分别用 $D_{\max}, d_{\max}$ 表示;而孔或轴允许的最小尺寸称为最小极限尺寸,分别用 $D_{\min}, d_{\min}$ 表示。

极限尺寸用来控制实际尺寸的变动范围。实际尺寸若小于等于最大极限尺寸,且大于等于最小极限尺寸,则零件合格;否则为不合格。

2.1.3 有关尺寸偏差、公差术语与定义

2.1.3.1 尺寸偏差

尺寸偏差是某一尺寸减去其基本尺寸所得的代数差。偏差可能为正值、负值或零;书写或标注时,正、负号或零都要注写出。

1. 实际偏差 实际偏差是实际尺寸减去其基本尺寸所得的代数差。由于实际尺寸可能大于、小于或等于基本尺寸,因此,实际偏差可能是正值、负值或零。

2. 极限偏差 极限偏差是极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差,如图2-2所示。

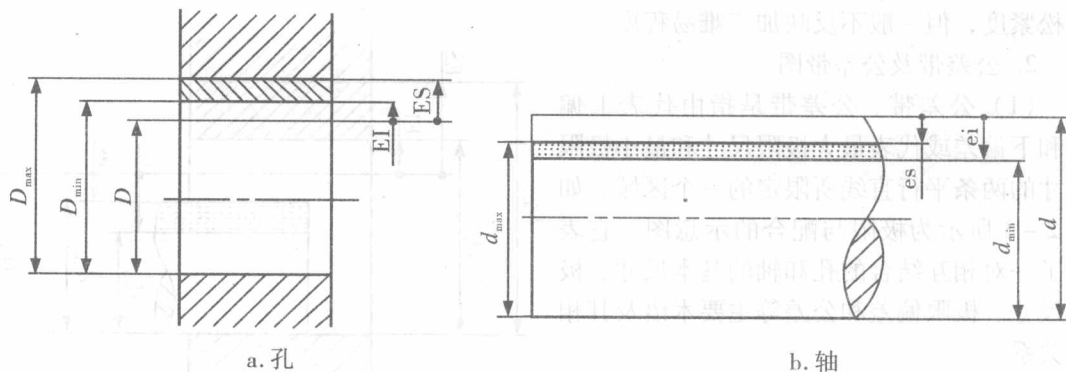


图2-2 基本尺寸、极限尺寸与极限偏差

(1) 上偏差(ES, es)。最大极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差为上偏差。孔的

上偏差用 ES 表示, 轴的上偏差用 es 表示。

$$ES = D_{\max} - D \quad es = d_{\max} - d$$

(2) 下偏差 (EI, ei)。最小极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差为下偏差。孔的下偏差用 EI 表示, 轴的下偏差用 ei 表示。

$$EI = D_{\min} - D \quad ei = d_{\min} - d$$

上偏差总是大于下偏差的。在图样上或技术文件中标注极限偏差时, 上偏差标在基本尺寸右上角, 下偏差标在右下角。偏差值除零外, 前面必须带正号或负号。标注示例如下:

$$\phi 30_{-0.041}^{-0.020}; \quad \phi 30_{-0.021}^0; \quad \phi 30_0^{+0.021}; \quad \phi 30 \pm 0.016$$

极限偏差是用来控制实际偏差的。合格的零件, 其实际偏差应位于极限偏差之内。在实际中, 常用孔、轴的基本尺寸和极限偏差来计算其极限尺寸, 计算公式如下:

$$D_{\max} = D + ES \quad D_{\min} = D + EI$$

$$d_{\max} = d + es \quad d_{\min} = d + ei$$

【例 2-1】求标注为 $\phi 30_{-0.041}^{-0.020}$ 孔的最大、最小极限尺寸。

$$\text{解: } D_{\max} = D + ES = [\phi 30 + \phi (-0.020)] \text{ mm} = \phi 29.980 \text{ mm}$$

$$D_{\min} = D + EI = [\phi 30 + \phi (-0.041)] \text{ mm} = \phi 29.959 \text{ mm}$$

2.1.3.2 尺寸公差 (简称“公差”)

1. 公差 (T_h, T_s) 允许尺寸的变动量称为公差。公差等于最大极限尺寸减去最小极限尺寸之差, 或等于上偏差减去下偏差之差。公差是绝对值, 计算时不能加正、负号, 且不能为零。

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

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

公差是用来控制误差的。加工误差不可避免, 但误差在公差范围内时, 则工件为合格; 反之, 则不合格。

应当指出, 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。基本尺寸相同时, 公差值越大, 工件精度越低, 越容易加工; 反之, 工件精度高, 越难加工。而偏差表示与基本尺寸的偏离程度, 可反映公差带的位置, 以及影响配合的松紧度, 但一般不反映加工难易程度。

2. 公差带及公差带图

(1) 公差带。公差带是指由代表上偏差和下偏差或代表最大极限尺寸和最小极限尺寸的两条平行直线所限定的一个区域。如图 2-3 所示为极限与配合的示意图。它表明了一对相互结合的孔和轴的基本尺寸、极限尺寸、极限偏差和公差等主要术语及其相互关系。

(2) 公差带图。在实用中为简化起见, 常不画出孔和轴的全部, 而仅画出孔和轴的

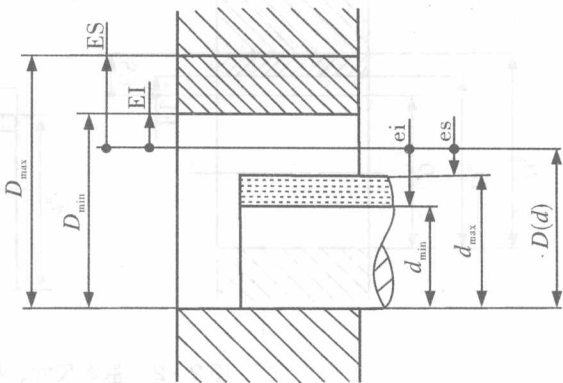


图 2-3 极限配合示意