



高职高专精品课程规划教材
GAOZHIGAOZHUANJINGPINKECHENGGUIHUAJIAOCAI



公差配合与测量技术

顾元国◎主编

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内容简介

本书是教育部《中等职业学校专业目录》中《机械类》专业必修课程之一。本书是根据教育部《中等职业学校教学大纲》和《中等职业学校机械类课程教学大纲》的要求，在充分调研的基础上，结合编者多年的教学经验和教材编写经验，参照国内外最新教材编写而成的。本书可作为中等职业学校机械类专业的教材，也可供从事机械工作的工程技术人员参考。

高职高专精品课程规划教材

公差配合与测量技术

顾元国 主编
刘光清 副主编

本书是教育部《中等职业学校专业目录》中《机械类》专业必修课程之一。本书是根据教育部《中等职业学校教学大纲》和《中等职业学校机械类课程教学大纲》的要求，在充分调研的基础上，结合编者多年的教学经验和教材编写经验，参照国内外最新教材编写而成的。本书可作为中等职业学校机械类专业的教材，也可供从事机械工作的工程技术人员参考。

本书是教育部《中等职业学校专业目录》中《机械类》专业必修课程之一。本书是根据教育部《中等职业学校教学大纲》和《中等职业学校机械类课程教学大纲》的要求，在充分调研的基础上，结合编者多年的教学经验和教材编写经验，参照国内外最新教材编写而成的。本书可作为中等职业学校机械类专业的教材，也可供从事机械工作的工程技术人员参考。



北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

地址：北京中关村大街40号
邮编：100081
电话：(010) 68914775
网址：<http://www.bitpress.com.cn>

本书责任编辑：刘光清

内 容 简 介

公差配合与测量技术是高等职业院校机械类、仪器仪表类和机电结合类专业必修的一门技术基础课,它在基础课和专业课之间、设计类课程和制造工艺类课程之间起着桥梁和纽带作用。《公差配合与测量技术》一书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、制造精度与技术测量的方法。

全书共分9章。绪论部分介绍了互换性的概念及应用、标准化和优先数;光滑圆柱结合的公差与配合部分主要介绍了公差配合的基本术语,尺寸公差的国家标准,公差与配合的选用;测量技术基础部分介绍了测量技术的基本概念,常用的测量器具,极限量规及测量方法;形位公差部分阐述了形位公差研究的对象、意义和特征,形位公差在图样上的标注,公差原则,形位误差的测量;表面粗糙度及其测量部分介绍了表面粗糙度的有关术语、评定参数、测量方法;在常用零件部分,介绍了滚动轴承、键和花键、螺纹及圆柱齿轮的公差标准,有关概念,公差的选择原则、选择方法及误差的测量技术与方法等。

全书在阐述基本概念和原理的同时,列举了一些实用性的例子,使学生能更好地学以致用,以便较好地满足高职高专应用型人才培养目标的需要。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与测量技术/顾元国主编. —北京:北京理工大学出版社, 2008.6

高职高专精品课程规划教材

ISBN 978-7-5640-1511-4

I. 公… II. 顾… 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053963号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787毫米×960毫米 1/16

印 张 / 12

字 数 / 240千字

版 次 / 2008年6月第1版 2008年6月第1次印刷

印 数 / 1~4000册

定 价 / 22.00元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 周瑞红

图书出现印装质量问题,本社负责调换

编写委员会

主 编 顾元国

副主编 刘光清

编写人员 (以姓氏笔划为序)

王淳嫫 卢小波 刘光清 孙 云 杨普国

李元辉 李 洁 李莲珍 张盛勇 张 钢

荆 凯 顾元国 钱 红 陶 勇 阚 萍

主 审 李亚利

前 言

公差配合与测量技术是机械类、仪器仪表类和机电结合类各专业必修的一门技术基础课，它在基础课和专业课之间、设计类课程和制造工艺类课程之间起着桥梁和纽带的作用。《公差配合与测量技术》一书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、制造精度与技术测量的方法。公差配合与测量技术是机械工程技术人员和管理人员必备的基本知识和技能，是一门与机械工业发展紧密联系的基础学科。

为了实现新形势下国家对高职人才的培养目标，适应国家对人才培养模式、课程体系和教学内容等相关改革的要求，培养和造就适应生产、建设、管理、服务第一线需要的高等技术应用型人才，本教材在编写过程中，力求做到突出高职特色，本着强调基础、注重能力、突出应用、力求创新的总体思路，按照“必须、够用”的原则，优化整合课程内容，重点介绍尺寸公差和形位公差及其选择。在介绍常用零件公差的同时把测量技术融合到章节内容中，便于对测量技术的掌握。全书共分9章，分别为绪论，光滑圆柱的极限与配合，形状和位置公差及其检测，测量技术基础，表面粗糙度及其测量，滚动轴承的公差与配合，键、花键的公差及其检测，螺纹的公差及其检测，圆柱齿轮的公差及其检测。

本教材可作为高职高专相关专业教材，也可作为工矿企业有关工程技术人员的参考资料。本教材既适合用于少学时讲授，也适合用于多学时讲授，由于各章内容相对独立，可根据专业的不同进行取舍。

尽管我们在突出教材特色方面做了很多努力，由于编写时间紧迫，加之编写人员经验水平有限，书中缺点和不妥之处在所难免，热诚欢迎有关专家及广大读者批评指正。

所有意见和建议请发送至 gyg2147@126.com。

编 者

目 录

(99)	.....	4.4
(97)	.....	4.4
(96)	.....	4.4
(100)	.....	4.4
(98)	.....	4.4
(108)	.....	2.2
(107)	.....	1.1
(106)	.....	1.2
(105)	.....	1.3
(104)	.....	1.4
(103)	.....	6
(102)	.....	7
(101)	.....	7
(100)	.....	13
(99)	.....	23
(98)	.....	30
(97)	.....	31
(96)	.....	33
(95)	.....	33
(94)	.....	35
(93)	.....	41
(92)	.....	48
(91)	.....	65
(90)	.....	73
(89)	.....	84
(88)	.....	88
(87)	.....	88
(86)	.....	91

2 公差配合与测量技术

4.3	计量器具与测量方法的常用术语	(93)
4.4	测量误差和测量精度	(94)
4.5	计量器具的选择原则与维护保养	(96)
4.6	光滑极限量规	(100)
	思考题与习题	(105)
第5章	表面粗糙度及其测量	(106)
5.1	概述	(106)
5.2	表面粗糙度国家标准	(107)
5.3	表面粗糙度的标注及选用	(110)
5.4	表面粗糙度的测量	(119)
	思考题与习题	(122)
第6章	滚动轴承的公差与配合	(123)
6.1	概述	(123)
6.2	滚动轴承内径与外径的公差带及其特点	(125)
6.3	滚动轴承与轴和壳体孔的配合及其选择	(126)
	思考题与习题	(133)
第7章	键、花键的公差及其检测	(135)
7.1	单键联结的公差与配合	(135)
7.2	矩形花键的公差与配合	(138)
7.3	键和花键的检测	(141)
	思考题与习题	(143)
第8章	螺纹的公差及其检测	(144)
8.1	概述	(144)
8.2	螺纹几何参数误差对螺纹互换性的影响	(147)
8.3	普通螺纹的公差与配合	(152)
8.4	螺纹的检测	(161)
	思考题与习题	(165)
第9章	圆柱齿轮的公差及其检测	(166)
9.1	概述	(166)

9.2 齿轮误差的评定指标和测量	(169)
9.3 渐开线圆柱齿轮精度标准	(176)
思考题与习题	(180)
参考文献	(181)

第1章 绪 论

1.1 本课程的性质与任务

公差配合与测量技术是机械类、仪器仪表类和机电结合类的各专业必修的主干专业基础课,起着联系基础课和专业课的桥梁作用,也起着联系设计类课程和制造工艺类课程的纽带作用。

机械设计过程,先从运动设计开始,到总体设计,再到结构设计,最后到零件设计,才能完成对机器的功能、结构形状、尺寸的设计过程。为了保证实现从零件加工到装配成机器,使机器正常运转,并实现所要求的功能,就需要在进行机器的结构设计、零件设计时,对零部件和机器进行精度设计。本课程就是研究精度设计及机械加工误差的有关问题和几何形状测量中的一些问题。这是一门实践性很强的课程。

本课程的任务是:了解互换性与标准化的重要性,熟悉极限与配合的基本概念,掌握极限配合标准的主要内容,初步掌握确定公差的原则和方法,了解各种典型的测量方法和常用计量器具的使用,为正确理解和绘制设计图样及正确表达设计思想打下良好基础。

本课程的内容在生产实践中应用广泛、实用性强,它由“公差配合”与“测量技术”两部分组成。本课程的基本理论是精度理论,研究的对象是零、部件几何参数的互换性。本课程的特点是术语定义、符号、代号、图形、表格多,经验数据、定性解释多,公式推导少,内容涉及面广,章节之间系统性、连贯性不是太强。在学习中要尽可能与相关课程的知识进行联系,使学到的公差配合理论得以举一反三,达到学以致用目的。

1.2 互换性的概念、分类及其在机械制造中的作用

1.2.1 互换性的基本概念

在人们的日常生活中,有大量的现象涉及互换性。例如,灯泡坏了,可以换个新的。自行车、手表、缝纫机、汽车、拖拉机中某个零件坏了,都可以迅速换上一个新的,并且在更换与装配后,能很好地满足使用要求。之所以这样方便,是因为这些零件都具有互换性。什么叫互换性呢?在机械工业生产中,零部件的互换性是指机器或仪器中同一规格的一批合格零件或部件,在装配前,任取其中一件,不需作任何挑选;装配时,不需进行修配和调整;装配后,能满足机器

或仪器的使用性能要求。换句话说,零部件的互换性就是同一规格的零部件按规定要求制造,能够彼此相互替换并且能保证使用要求的一种特性。互换性是机械制造、仪器仪表和其他许多工业生产部门产品设计和制造的重要原则。

1.2.2 互换性的分类

产品的互换性,通常包括下述几个部分:几何参数(如尺寸)的互换性,机械性能(如硬度、强度等)的互换性,以及理化性能(如化学成分、导电性等)的互换性等。本课程仅讨论几何参数的互换性。所谓几何参数主要是指尺寸大小、几何形状(包括微观几何形状及宏观几何形状)以及形面间的相互位置关系等。为了完全满足互换性的要求,将同一规格零部件的几何参数做得完全一致是最理想的,但在实践中是不可能的,同时也是不必要的,因为加工误差永远存在。在实际中只要求同一规格的零部件几何参数的变动量保持在一定的范围内,就能达到互换性的目的。这个允许零件几何参数的变动量就称为“公差”。

互换性按照互换程度的不同,可分为完全互换和不完全互换。

1. 完全互换

完全互换要求零部件在装配时,不需要挑选和辅助加工,装配后就能保证达到预定的使用性能要求。如常见的螺栓、螺母、键、销、滚动轴承等。

2. 不完全互换

不完全互换允许零部件在装配前预先分组或在装配时采取调整等措施,这类互换又称为有限互换。

如某零部件精度很高,既要求配合后间隙变动量很小,又要求孔与轴都具有完全互换性,为了减小加工困难,可将孔、轴各自的变动范围加大,使生产难度减小。装配前通过测量,分别将孔、轴按尺寸大小分成若干组,装配时按对应组在同一组号间进行互换。这样既达到了装配要求,又适应了生产需要,这种方法称为分组装配。此时,组与组之间不能互换,故称为不完全互换。装配时需要进行挑选或调整的零部件也属于不完全互换。

对于标准件,互换性又可分为内互换和外互换。构成标准部件的零件之间的互换称为内互换。标准部件中的零部件与其他零部件之间的互换称为外互换。例如,滚动轴承外圈内滚道、内圈外滚道与滚动体之间的互换即为内互换,而滚动轴承外圈外径、内圈内径与其相配的外壳孔、轴颈之间的互换则为外互换。

1.2.3 互换性在机械制造中的作用

互换性在产品设计、制造、使用和维修等方面有着极其重要的作用。

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,大大简化制图和计算等工作,缩短设计周期,并有利于用计算机进行辅助设计。这对发展系列产品,促进产品结构、性能的不断改进,都有重大意义。

在制造方面,零部件具有互换性有利于组织专业化生产,有利于采用先进工艺和高效率的设备,以至用计算机辅助制造,有利于实现加工过程和装配过程的机械化、自动化,从而提高劳

动生产率,提高产品质量,降低生产成本。

在使用维修方面,零部件具有互换性,可以方便地及时更换那些已经磨损或损坏了的零部件,因此可以减少机器的维修时间和费用,保证机器能连续而持久地正常运转,从而提高机器的使用寿命和使用价值。

综上所述,在机械制造中,遵循互换性原则,不仅能大大提高劳动生产率,而且能有效保证产品质量和降低成本。所以,互换性原则已成为现代机械制造业中一个普遍遵守的重要技术经济原则。互换性生产对我国社会主义现代化建设具有十分重要的意义。

1.3 加工误差、公差及检测

具有互换性的零件,其几何参数是否必须制成绝对准确呢?事实上这不但可能,而且也不必要。零件在加工过程中,由于种种因素的影响,不可能做得绝对准确,其制得零件的几何参数总是不可避免地会产生误差,这样的误差称为几何量误差。几何量误差可分为尺寸误差、几何形状误差和相互位置误差。

尺寸误差是指工件加工后的实际尺寸与理想尺寸之差。

几何形状误差是指工件加工后的实际形状和理想形状之差。几何形状误差,一般可分为以下3种:

① 宏观几何形状误差。即通常所指的形状误差。它是指工件整个表面范围内的形状误差,一般由机床、夹具、刀具、工件所组成的工艺系统的误差所造成。

② 微观几何形状误差。通常称为表面粗糙度。它是加工后,刀具在工件表面上留下的大量很微小的高低不平的波形,其波峰和波长都很小。

③ 表面波度。它是介于宏观和微观几何形状误差之间的一种表面形状误差。

相互位置误差是指工件加工后,各表面或中心线之间的实际相互位置与理想位置的差值。

虽然零件上的几何量误差可能会影响零件的使用功能和互换性,但实践证明,只要将这些误差控制在一定范围内,即将零件几何量实际值的变动限制在一定范围内,则零件的使用性能和互换性都能得到保证。所以零件应按规定的极限,即“公差”来制造。

公差是指允许工件尺寸、几何形状和相互位置变动的范围,用以限制尺寸误差。工件的误差在公差范围内,为合格件;超出了公差范围,为不合格件。公差是允许实际参数值的最大变动量,也可以说是允许的最大误差。误差是在加工过程中产生的,而公差则是由设计人员给定的。设计者的任务就在于正确地规定公差,并把它在图样上明确表示出来。显然,在满足功能要求的前提下,公差应尽量规定得大些,以方便制造和获得最佳的技术经济效益。

完工后的零件是否满足公差要求,要通过检测加以判断。检测包括检验和测量。

几何量的检验是指确定零件的几何参数是否在规定的范围内,并作出是否合格的判断,而

不必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,以确定被测量的具体数值的过程。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,及时调整生产,监督工艺过程,预防废品产生。检验是机械制造的“眼睛”。产品质量的提高,除依赖于设计和加工精度的提高外,往往更有赖于检验精度的提高。

由此可见,合理确定公差并正确进行检测,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。

1.4 标准化与优先数

1.4.1 标准与标准化

现代工业生产的特点是规模大、分工细、协作单位多、互换性要求高。为了适应生产中各部门的协调和各生产环节的衔接,必须有一种手段,使分散的、局部的生产部门和生产环节保持必要的技术统一,彼此成为一个有机整体,以实现互换性生产。标准和标准化正是实现这种关系的主要途径和手段。在机械制造中,标准化是广泛实现互换性生产的前提。

所谓标准是指对需要协调统一的重复性事物(如产品、零部件)和概念(如术语、规则、方法、代号、量值)所做的统一规定。它以生产实践、科学试验及可靠经验为基础,由有关方面协调制订,经过一定的程序批准后,以特定形式发布,作为共同遵守的准则和依据。

所谓标准化是指在经济、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订、发布和实施标准,达到统一,以获得最佳秩序和社会效益。标准化包括制订标准和贯彻标准的全部活动过程。这个过程是从探索标准化对象开始,经调查、实验、分析,进而起草、制订和贯彻标准,而后修订标准。因此,标准化是一个不断循环而又不断提高其水平的过程。

标准化是以标准的形式来体现的。从内容上讲,标准化的范围极其广泛,几乎涉及人类生活的各个方面。因此,标准种类繁多。按照标准化对象的特性,标准分为基础标准、产品标准、方法标准、卫生标准、安全与环境保护标准等。

以标准化共性要求和前提条件为对象的标准称为基础标准。如计量单位、术语、符号、优先数系、机械制图、极限与配合、零件结构要素等。本课程主要涉及的是基础标准。

按照标准的级别,我国将标准分为国家标准、专业标准(部标准)和企业标准三级。国家标准是指由国家标准化管理机构批准、发布,在全国范围内统一执行的标准。专业标准是指由专业标准化主管机构或专业标准化组织批准、发布,在某专业范围内统一执行的标准。部标准是指由各主管部、委(局)批准、发布,在该部门范围内统一执行的标准。部标准已逐步向专业标准过渡。企业标准是指由企(事)业或其上级有关机构批准发布的标准。专业标准(部标准)和企业标准不得与国家标准相抵触,企业标准不得与专业标准(部标准)相抵触。此外,从国际上看,还有国际标准与区域性标准。

从学科属性讲,标准化是一个系统工程,其任务就是设计、组织和建立标准体系,以促进人

类物质文明及生活水平的提高。标准化也是一门重要的综合性学科,它与许多学科交叉渗透,是技术与管理兼而有之的学科,是介于自然科学与社会科学之间的边缘学科。

从作用上讲,标准化的影响是多方面的。世界各国的经济发展过程表明,标准化是组织现代化大生产的重要手段,是实现专业化协作生产的必要前提,是科学管理的重要组成部分。标准化同时是联系科研、设计、生产和使用等方面的纽带,是使整个社会经济合理化的技术基础。标准化也是发展贸易,提高产品在国际市场上竞争能力的技术保证。现代化的程度越高,对标准化的要求也越高。搞好标准化,对于加速发展国民经济,提高产品和工程建设质量,提高劳动生产率,搞好环境保护和安全卫生以及改善人民生活等都有着重要作用。

我国政府十分重视标准化工作,从1958年发布第一批120个国家标准起,至今已制定10 000多个国家标准,自1978年我国恢复为国际标准化组织(ISO)成员国以来,陆续修订了我国的标准,并以国际标准为基础制定了新的公差标准,向ISO靠拢。可以预料,在我国现代化建设过程中,我国标准化水平和公差标准水平将大大提高,并对国民经济的发展作出更大的贡献。

1.4.2 优先数和优先数系

工程上各种技术参数协调、简化和统一,是标准化的重要内容。

在生产中,当选定一个数值作为某种产品的参数指标后,这个数值就会按照一定规律向一切相关制品、材料等有关参数指标传播扩散。例如动力机械的功率和转速值确定后,不仅会传播到有关机器的相应参数上,而且必然会传播到其本身的轴、轴承、键、齿轮、联轴节等一整套零部件的尺寸和材料特性参数上,并将进而传播到加工和检验这些零部件的刀具、量具、夹具及机床等的相应参数上。这种技术参数的传播,在生产实践中是极为普遍的现象,并且跨越行业和部门的界限。工程技术上的参数数值,即使只有很小的差别,经过反复传播以后,也会造成尺寸规格的繁多杂乱,以致给组织生产、协作配套及使用、维修等带来很大的困难。因此,对于各种技术参数,必须从全局出发,加以协调。

优先数和优先数系就是对各种技术参数的数值进行协调、简化和统一的一种科学的数值制度。

工程技术上通常采用的优先数系,是一种十进几何级数。即级数的各项数值中,包括1, 10, 100, ..., 10^N 和 0.1, 0.01, ..., $1/10^N$ 这些数,其中的指数 N 是整数。对每个十进段再进行细分。设计、使用时必须选择优先数系列中的某一项值。

几何级数的数系是按一定的公比 q 来排列每一项数值的,其中每一项数值就称为优先数。优先数系的基本系列有以下4种公比的数列。

$$R_5: q_5 = \sqrt[5]{10} = 1.584\ 9 \approx 1.6$$

$$R_{10}: q_{10} = \sqrt[10]{10} = 1.258\ 9 \approx 1.26$$

$$R_{20}: q_{20} = \sqrt[20]{10} = 1.122\ 0 \approx 1.12$$

$$R_{40}: q_{40} = \sqrt[40]{10} = 1.059\ 3 \approx 1.06$$

另有补充系列 R_{80} : $q_{80} = \sqrt[80]{10} = 1.029\ 36 \approx 1.03$

优先数系列在各项公差标准中得到了广泛的应用,公差标准中的许多值,都是按照优先数系列选定的。例如《极限与配合》国家标准中公差值就是按 R_5 系列确定的,即相互连接的后一个数是前一个数的 1.6 倍。

范围 1~10 的优先数系列如表 1-1 所示,所有大于 10 的优先数均可按表列数乘以 10, 100, … 求得,所有小于 1 的数均可按表列数乘以 0.1, 0.01, … 求得。

表 1-1 优先数系的基本系列(GB/T 321—2005)

R_5	R_{10}	R_{20}	R_{40}	R_5	R_{10}	R_{20}	R_{40}	R_5	R_{10}	R_{20}	R_{40}
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	6.30	6.30	6.30	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	10.00	10.00	10.00	10.00
	2.00	2.00	2.00			4.50	4.50				
			2.12				4.75				

思考题与习题

1. 什么叫互换性? 在机械制造中按互换性原则组织生产有哪些优越性?
2. 完全互换和不完全互换有何区别? 各适用于何种场合?
3. 什么是加工误差和公差? 加工误差分为哪几种?
4. 什么是标准和标准化? 标准化与互换性有何关系? 我国技术标准分哪几级? 各级之间的关系是怎样的关系?
5. 为何要采用优先数系? R_5, R_{10} 系列各代表什么?

第2章 光滑圆柱的极限与配合

2.1 概 述

光滑圆柱体结合是机械制造中应用最广泛的一种结合形式。现代化的机械工业,要求机械零件具有互换性。为了使零件具有互换性,必须保证零件的尺寸、几何形状和相互位置以及表面粗糙度等的一致性。就尺寸而言,互换性要求尺寸的一致性,是指尺寸必须在某一合理的范围之内。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,又要在制造上是经济合理的,因此就形成了“极限与配合”的概念。“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,而“配合”则反映零件组合时相互之间的关系。“极限”与“配合”的标准化,有利于机器的设计、制造、使用和维修,有利于保证机械零件的精度、使用性能和寿命等要求,也有利于刀具、量具、机床等工艺装备的标准化。

2.2 极限与配合的基本术语及定义

2.2.1 孔和轴

1. 孔

通常指工件的圆柱形内表面,也包括非圆柱形内表面(由二平行平面或切面形成的包容面)。

2. 轴

通常指工件的圆柱形外表面,也包括非圆柱形外表面(由二平行平面或切面形成的被包容面)。

圆柱形内表面或外表面及由两平行平面或切面形成的内、外表面如图 2-1 所示。

标准中定义的轴、孔是广义的。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。

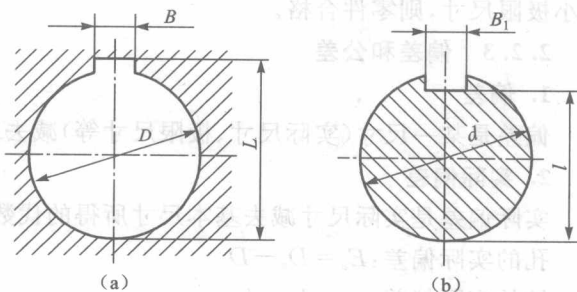


图 2-1 孔和轴

(a) 孔; (b) 轴

从装配上讲,轴是被包容面,孔是包容面。

2.2.2 有关尺寸的术语

1. 尺寸

以特定单位表示线性尺寸值的数值。尺寸表示长度的大小,它由数字和长度单位(如mm)组成。一般是指两点之间的距离,如直径、宽度、高度和中心距等。

在机械制造中,常用毫米(mm)作为特定单位,在书写或标注尺寸时,可以只写数字不写单位。

2. 基本尺寸(D 、 d)

基本尺寸是根据使用要求,通过强度、刚度等方面的计算或结构的需要而确定的。通过基本尺寸应用上、下偏差可算出极限尺寸,它只是一个基准尺寸,并不是实际加工中要求得到的尺寸。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。孔和轴的实际尺寸分别用 D_a 和 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。

由于几何形状误差是客观存在的,工件的同一表面的不同部位的实际尺寸往往也是不等

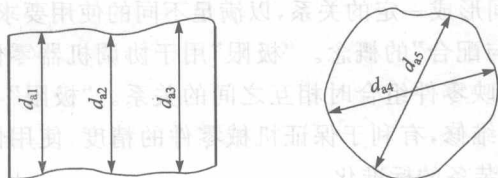


图 2-2 实际尺寸

的,如图 2-2 所示。

4. 极限尺寸

极限尺寸是一个孔或轴允许的尺寸的两个极端。其中较大的一个称为最大极限尺寸,较小的一个称为最小极限尺寸。孔和轴的最大极限尺寸分别用 D_{\max} 和 d_{\max} 表示,孔和轴的最小极限尺寸分别用 D_{\min} 和 d_{\min} 表示。实际尺寸应位于其中,也可达到极限尺寸。极限尺寸是用来控制实际尺寸变动范围的。也就是说实际尺寸如果小于或等于最大极限尺寸,大于或等于最小极限尺寸,则零件合格。

2.2.3 偏差和公差

1. 偏差

偏差是某一尺寸(实际尺寸、极限尺寸等)减去基本尺寸所得的代数差。

2. 实际偏差

实际偏差是实际尺寸减去基本尺寸所得的代数差。

孔的实际偏差: $E_a = D_a - D$

轴的实际偏差: $e_a = d_a - d$

3. 极限偏差

极限偏差是极限尺寸减去基本尺寸所得的代数差。包括上偏差、下偏差。最大极限尺寸

减去基本尺寸所得的代数差称为上偏差(ES、es);最小极限尺寸减去基本尺寸所得的代数差称为下偏差(EI、ei),即

$$\text{孔的上、下偏差: } ES = D_{\max} - D \quad EI = D_{\min} - D$$

$$\text{轴的上、下偏差: } es = d_{\max} - d \quad ei = d_{\min} - d$$

应该注意,偏差为代数值,可分为正值、负值或零。计算和标注时,除零以外,必须有正号或负号。

极限偏差用于控制实际偏差。完工后零件尺寸的合格条件常用偏差的关系式表示如下

$$\text{孔的合格条件 } EI \leq E_a \leq ES$$

$$\text{轴的合格条件 } ei \leq e_a \leq es$$

4. 尺寸公差(简称公差)

公差是最大极限尺寸减去最小极限尺寸之差,或上偏差减下偏差。它是尺寸允许变动量。孔的公差用 T_h 表示,轴的公差用 T_s 表示,其关系式表示如下

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

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

公差是控制误差的,加工误差是不可避免的。显然公差不能为零,更不能为负。

由上述可知,公差与偏差的概念有着本质上的区别。从数值上看,偏差是代数值,公差是绝对值。从工艺上看,公差的大小表示对一批零件尺寸允许的变异范围,反映尺寸制造精度,即零件加工的难易程度;极限偏差大小表示每个零件尺寸偏差大小允许变动的界限,是判断零件尺寸是否合格的依据。从作用上看,极限偏差用于控制实际偏差,影响配合的松紧;而公差则影响配合的精度。公差与配合的示意如图 2-3 所示。

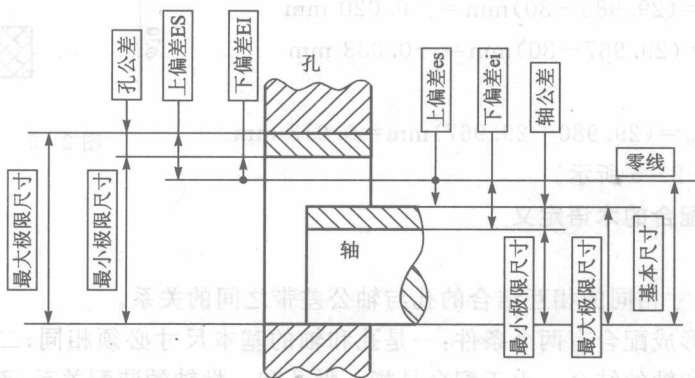


图 2-3 公差与配合示意图

2.2.4 零线与公差带图

前述有关尺寸、极限偏差及公差是利用图 2-3 进行分析的。从图中可见公差的数值比基