

AUTO

全国高职高专汽车专业(机电工程专业)教学通用教材

机械基础

贾利敏 时 建 杨峻峰 主编

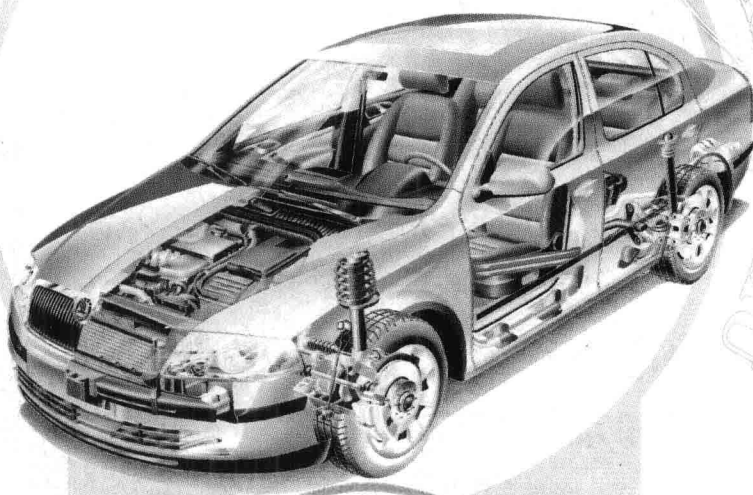


山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

全国高职高专汽车专业（机电工程专业）教学通用教材

机械基础

主编 贾利敏 时建 杨峻峰
主审 于川 何全民



山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械基础/贾利敏等主编. —济南:山东科学技术出版社,2007
全国高职高专汽车专业(机电工程专业)教学通用教材
ISBN 978—7—5331—4588—0
I. 机... II. 贾... III. 汽车—机械学—高等学校: 技术学校—教材 IV. U463
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 151993 号

全国高职高专汽车专业(机电工程专业)教学通用教材

机械基础

主 编 贾利敏 时 建 杨峻峰
主 审 于 川 何全民

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号
邮编:250002 电话:(0531)82098088
网址:www.lkj.com.cn
电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号
邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:山东新华印刷厂

地址:济南市胜利大街 56 号
邮编:250001 电话:(0531)82079112

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:15

版次:2007 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978—7—5331—4588—0

定价:25.00 元

(如有印装质量问题,请与出版社联系 电话:0531—82098085)

内 容 提 要

本教材共分为 11 个模块,内容包括:极限与配合、常用金属材料及钢的热处理概述、齿轮传动、其他常用传动、轮系、平面连杆机构、凸轮机构、其他常用机构、联接、轴系、零部件、液压传动。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校、中等职业学校或机电工程培训学校的教材,也可作为有关机电工程技术人员的参考用书。

编

审

委

员

会

主 任	王洪龄	张增国	孙桐传	刘乐泉	
副主任	李玉吉	任 东	于 川	刘 娟	王杰恩
	何全民	丁步温	于元涛	张兆阳	
编 员	(按姓氏笔画为序)				
	孔凡宝	王凤平	王立功	王 刚	王来立
	王经安	王 新	王 毅	仇桂玲	巩华荣
	朱 利	刘延刚	刘程江	刘希震	刘贵森
	刘海生	刘锡河	杨永海	陆 民	李仲河
	时 建	李茂勇	张政新	张 丽	张 茜
	张桂华	张振东	邵 峰	杨峻峰	吴辉国
	宋道国	孟庆浩	单连金	苑章义	林 鹏
	孟凡营	赵 忠	贾利敏	陶晓军	徐 强
	梁乃云	隋建堂	寇建新	戚晓霞	
总主审	刁毓亮				
总策划	王洪胜				

本

书

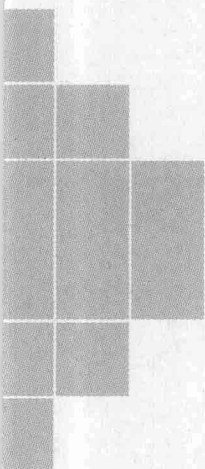
编

审

人

员

主 编	贾利敏	时 建	杨峻峰		
副主编	邵 峰	张 丽	丁步温	张 晶	王 新
	梁乃云	孟庆浩	李茂勇	戚晓霞	杨永海
编 者	蔡传宗	刘燕萍			
	丁步温	于晓红	王凤平	王 新	闫文华
	宋道国	刘建丽	邵 峰	时 建	李茂勇
	杨峻峰	高晓萍	张 丽	张 晶	张悦平
	孟庆浩	贾利敏	曹振法	蔡彦辉	高小林
	张振东	刘希震	王旭东	隋建堂	韩荣奎
	杨卫英	王仲悦			
主 审	于 川	何全民			



Preface

前言



本书是汽车专业的一门技术基础课程,在教材的编写过程中,我们贯彻了以下编写原则:一是充分汲取高等职业技术学院在探索培养高技术应用人才方面取得的成功经验和教学成果,从职业(岗位)分析入手,构建培养计划,确定课程的教学目标;二是贯彻先进的教学理念,以技能训练为主线、相关知识为支撑,较好地处理了理论教学与技能训练的关系,切实落实“管用、够用、适用”的教学指导思想;三是突出教材的先进性,较多地编入新技术、新设备、新材料、新工艺的内容;四是尽量采用以图代文的编写形式,图文并茂,降低学习难度,提高学生的学习兴趣;五是每个课题结束后均有相应的思考与练习题,方便老师和学生的应用。

本书是高等职业技术学院汽车制造专业教材,也可作为成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的汽车制造类专业教材,或作为自学用书。本书在编写过程中得到了山东省各职业院校、技术学院及普通高等院校,特别是淄博市技术学院的大力支持,在此深表谢意。

由于编写时间仓促,再加上编者水平有限,书中缺陷乃至不当之处在所难免,恳请广大读者予以批评指正。

编者

目 CONTENTS 录

机械基础

绪论	(1)
模块 1 极限与配合	(4)
课题 1 互换性的概念	(4)
课题 2 尺寸的有关术语、定义	(5)
课题 3 公差带的国家标准构成	(8)
课题 4 配合的标准规定	(14)
课题 5 形状和位置公差概述	(19)
课题 6 表面粗糙度	(22)
模块 2 常用金属材料及钢的热处理概述	(27)
课题 1 金属材料的力学性能	(27)
课题 2 常用金属材料	(30)
课题 3 钢的热处理概述	(34)
模块 3 齿轮传动	(38)
课题 1 齿轮传动的类型、应用特点及基本要求	(38)
课题 2 标准直齿圆柱齿轮传动	(40)
课题 3 齿轮的根切现象、最少齿数、变位齿轮	(44)
课题 4 其他常用齿轮	(48)
课题 5 齿轮轮齿的失效形式及材料选择	(49)
模块 4 其他常用传动	(52)
课题 1 摩擦轮传动	(52)
课题 2 带传动	(55)
课题 3 螺旋传动	(64)
课题 4 链传动	(69)
课题 5 蜗杆传动	(73)

模块 5	轮系	(82)
课题 1	定轴轮系	(83)
课题 2	周转轮系	(89)
模块 6	平面连杆机构	(93)
课题 1	铰链四杆机构	(93)
课题 2	铰链四杆机构的演化	(99)
课题 3	平面四杆机构的设计	(103)
模块 7	凸轮机构	(106)
课题 1	凸轮机构的组成及分类	(106)
课题 2	从动件常用的运动规律	(110)
课题 3	盘形凸轮轮廓曲线的设计	(113)
课题 4	凸轮机构设计中的几个问题	(117)
模块 8	其他常用机构	(120)
课题 1	间歇运动机构	(120)
课题 2	变速机构	(125)
课题 3	换向机构	(129)
模块 9	联接	(131)
课题 1	螺纹联接	(131)
课题 2	键、销及其联接	(143)
模块 10	轴系、零部件	(150)
课题 1	轴	(150)
课题 2	轴承	(157)
课题 3	联轴器、离合器和制动器	(167)
模块 11	液压传动	(174)
课题 1	液压传动原理及其系统组成	(174)
课题 2	液压传动的基本理论	(177)
课题 3	液压元件	(183)

课题 4 液压传动基本回路	(200)
课题 5 典型液压系统	(203)

附录	(207)
----------	-------

附录 1 轴的极限偏差	(207)
附录 2 孔的极限偏差	(216)
附录 3 常用液压元件图形符号	(224)

绪论

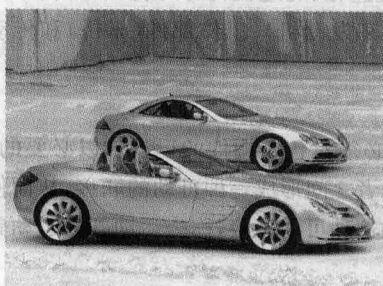
Introduction

在人类的生产和生活中,大量使用各种机械设备,以减轻或代替人们的劳动,提高生产效率、产品质量和生活水平。随着科学技术的进步和工业生产的飞速发展,计算机技术、电子技术与机械技术有机结合,实现了机电一体化,促使机械产品向着高速、高效、精密、多功能和轻量化方向发展。机械产品水平的高低已成为衡量国家技术水平和现代化程度的重要标志之一。

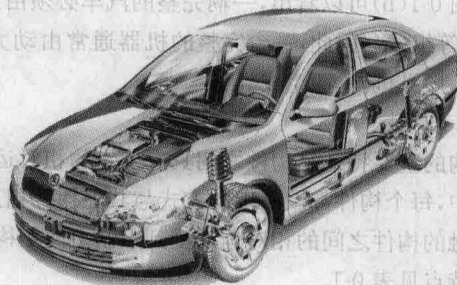
一 机械概述

1. 机器和机构

图 0-1(a)是大家熟知的汽车。汽车的主要作用是载人、载物,减轻人们的劳动,使生活更加舒适。图 0-1(b)是汽车内部的一些传动机构。



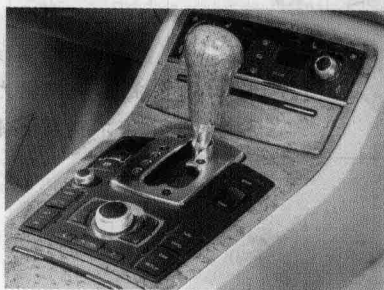
(a)



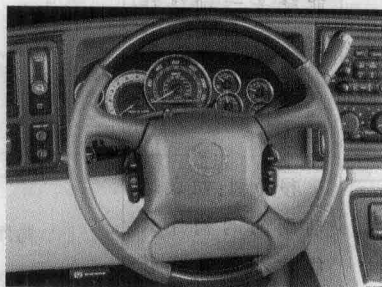
(b)

图 0-1 汽车

图 0-2(a)为变速机构,图 0-2(b)为方向控制机构。比较图 0-1 和图 0-2 可以知道,一个完整的汽车由许多不同的机构组合而成,而一个机构不可能成为一辆汽车。图 0-2 操纵机构是由多个零部件组成,它们之间有确定的相对运动,但不可以替人类做功或进行能量转换。图 0-1 所示的汽车则可以替人们做功,减轻劳动强度。



(a)



(b)

图 0-2 操纵机构

如图 0-3 所示的摩托车、图 0-4 所示的载重汽车，它们均可以替人们做功，减轻劳动强度。



图 0-3 摩托车



图 0-4 载重汽车

从上述实例可见，虽然汽车、摩托车、载重汽车等的结构不同，用途各异，但都具有以下特征：都是由许多零部件组合成不同的机构，而这些零部件之间具有确定的相对运动。而后有多种机构组合成上述各种车辆，从而成为机器。机器包含机构，它可以实现能量、信息转化和传递，又能做有用的机械功的实物。

由图 0-1(b)可以看出，一辆完整的汽车必须由发动机、变速箱、变速机构、方向控制机构、车桥、底盘、车箱等组成。因此，一台完整的机器通常由动力部分（汽车发动机）、工作部件（车桥）和传动装置（变速箱、操纵机构等）组成。

2. 运动副

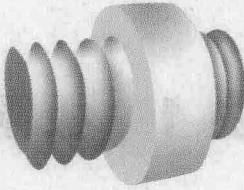
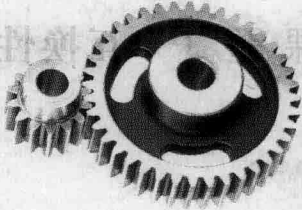
机构的重要特征是构件之间具有确定的相对运动，为此必须对各个构件的运动加以必要的限制。在机构中，每个构件都以一定的方式与其他构件相互接触，二者之间形成一种可动的联接，从而使两个相互接触的构件之间的相对运动受到限制。两相构件之间的这种可动联接，称为运动副。运动副的类型及其特点见表 0-1。

表 0-1

运动副的类型及应用特点

类 型	简 图	特 点
低副：是指两构件以面接触的运动副	转动副：组成运动副的两构件只能绕某一轴线作相对转动的运动副称为转动副 移动副：组成运动副的两构件只能作相对直线移动的运动副称为移动副	面接触，容易制造和维修，承载能力大、效率低，不能传递较复杂的运动

(续表)

类 型	简 图	特 点
低副:指两构件以面接触的运动副 螺旋副:组成运动副的两构件只能沿轴线作相对螺旋运动的运动副称为螺旋副		面接触,容易制造和维修,承载能力大、效率低,不能传递较复杂的运动
高副:指两构件以点或线接触的运动副		点或线接触,制造的维修较困难,接触处易磨损、寿命低,能传递较复杂的运动

二 本课程的性质、内容和任务

本课程是一门综合性的技术基础课,研究对象是一般工况条件下的常用机构和通用机械零部件。旨在培养学生掌握机构中的基本知识和基本技能,为学习专业技术课程和今后在工作中合理使用、维护机械设备,以及进行技术革新提供必要的知识和技能储备。

本课程的主要内容有:极限与配合、常用金属材料及热处理、机械传动、常用机构及轴系零件、液压传动。

通过本课程的学习,学生应熟悉和掌握极限与配合的应用、常用金属材料的选用和热处理、机械传动装置、液压传动、常用机构及轴系零部件的基本知识、工作原理和应用特点;掌握分析机械工作原理的基本方法;能进行有关计算并会查阅有关技术资料 and 选用标准件。

学习本课程,要贯彻理论联系实际的原则,注重理解和运用,注意在实验、实习和生产劳动中观察、思考问题,积累经验,不断提高分析问题、解决问题的能力。

小结 机器和结构,运动副,本课程的性质、内容和任务。

思考与练习题

1. 机器有哪些特征?它与机构有什么区别?
2. 什么是运动副?运动副如何分类?
3. 运动副中的高副和低副如何区分?各有什么特点?

(续表)

点 数	题 号	题 类
呼数师表客, 续数面 平数, 大式部露示, 数数 此数基数数数数不, 数 数数	模块 1 极限与配合	五数数; 数数数 只数数数数数数 数数数数数数 数数数数数数 数数数数数数
数数数, 数数数数数 数数数数, 数数数数数 数数数数, 数数数数数 数数数数	课题 1 互换性的概念	数数数数数数数数数数数 数数数数数数数数数数数
 学习目标		

了解互换性的含义和种类。



知识要点

互换性的基本形式。

一 互换性

在工业生产和日常生活中,经常遇到这样的现象。如:自行车的链条坏了,可以买一条同规格的换上;电视机的显像管坏了,买一同规格的显像管装上即可恢复电视机的功能。由此可见,互换性是指同一规格的零、部件,任取其一,不需经过任何挑选、调整和修配,就能装到机器上,并完全达到规定的技术性能要求。

在机械制造业中的互换性,通常包括几何要素(尺寸、形状和位置等)和力学性能的互换性。在此重点研究的内容是零件几何要素的互换性。

二 互换性的基本形式

按装配前、装配中和装配后三个阶段的要求不同,互换性分为两种形式:完全互换和不完全互换。

完全互换,是指零件装配前、装配时不需要挑选、调整和修配,装配后能满足预定的技术要求的性能。不完全互换性,是指零件在装配时需要附加的挑选和调整的性能。若零件在装配时需要修配,则失去了互换性。

三 互换性的重要性

互换性对产品设计、生产制造和使用均有非常重要的意义。

在设计过程中,产品具有互换性,可以使产品标准化、系列化,从而简化零、部件的设计计算过程,缩短设计周期;在生产制造过程中,零、部件只有具有互换性,才能组织自动化和专业化的高效生产;在使用中,互换性可以减少修理机器的时间和费用,方便用户。

正是由于互换性的技术、经济意义,才使互换性成为现代工业生产中的重要生产原则与有效的技术措施。

小结

以实现零件几何参数互换性为主线,重点讲解互换性的概念。

思考与练习题

1. 什么是互换性?
2. 互换性的基本形式有哪些?其具体含义是什么?

课题 2 尺寸的有关术语、定义



学习目标

了解尺寸、偏差及公差的概念、定义,并能进行相关的计算。



知识要点

尺寸、偏差、公差的概念及其相互关系。

一 有关孔、轴的基本概念

公差与配合标准主要是关于孔和轴的尺寸公差,以及由它们组成的配合规定。而孔和轴在公差与配合标准中有其特定的含义。

1. 孔

孔主要是指圆柱形的内表面,也包括其他内表面中由单一尺寸确定的部分(图 1-1)。

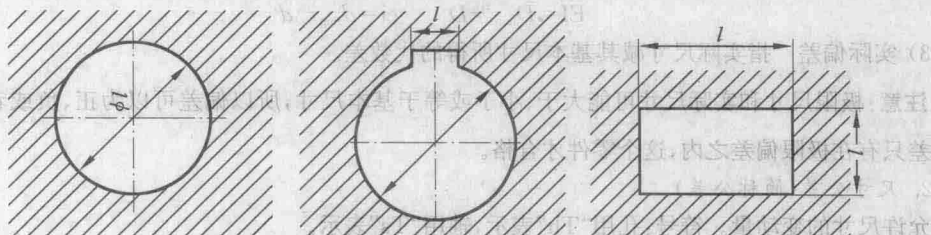


图 1-1 孔

2. 轴

轴主要是指圆柱形的外表面,也包括其他外表面中由单一尺寸确定的部分(图 1-2)。

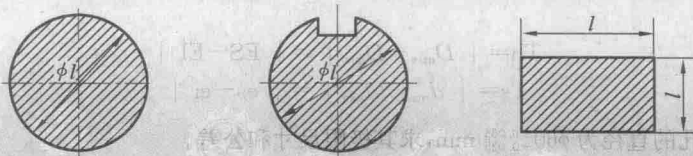


图 1-2 轴



3. 孔与轴的区别

- (1) 从加工的角度区分 随着加工余量的切除,孔的尺寸由小变大;轴的尺寸由大变小。
 (2) 从装配的角度区分 在装配过程中,形成包容面为孔,被包容面为轴。

二 有关尺寸的基本概念

1. 尺寸

尺寸是用特定单位表示线性尺寸的数值。例如,某个孔的直径是 50 mm,深为 200 mm。注意,用角度单位表示的角度不是尺寸。

2. 基本尺寸(D, d)

基本尺寸是设计者在设计时给定的尺寸。在图纸上标注的尺寸,是根据使用要求通过计算和结构方面的考虑,或根据试验或经验来确定的,并且应尽量选用标准尺寸。

3. 实际尺寸(D_a, d_a)

实际尺寸是通过测量所得的尺寸。测量误差往往是不可避免的,所以实际尺寸并非是零件的真实值。又因为有形位误差等因素的影响,所以零件同一表面不同部位的实际尺寸往往并不相同。

4. 极限尺寸

允许尺寸变化的两个界限值,它以基本尺寸为基数来确定。其中,两个界限值中较大的一个为最大极限尺寸($D_{\max}, d_{\max}$),较小的一个为最小极限尺寸($D_{\min}, d_{\min}$)。

零件不可能都准确地做成所指定的尺寸,因而规定了极限尺寸。就是说,极限尺寸是在设计时确定基本尺寸的同时,为满足某种使用上的要求而确定的。

三 有关公差与偏差的基本概念

1. 尺寸偏差(简称偏差)

某一尺寸减去基本尺寸所得的代数差。

注:定义中的某一尺寸是指实际尺寸和极限尺寸。

(1) 极限偏差 指极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差。它包括上偏差和下偏差。

1) 上偏差 最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差。用符号“ES es”表示。计算公式

$$ES = D_{\max} - D \quad es = d_{\max} - d \quad (1-1)$$

2) 下偏差 最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差用符号“EI ei”表示。计算公式

$$EI = D_{\min} - D \quad ei = d_{\min} - d \quad (1-2)$$

3) 实际偏差 指实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差。

 注意:极限尺寸和实际尺寸可能大于、小于或等于基本尺寸,所以偏差可以为正、负或者为零。实际偏差只有在极限偏差之内,这个零件才合格。

2. 尺寸公差(简称公差)

允许尺寸的变动量。符号:孔用“Th”表示,轴用“Ts”表示。

实际尺寸应在一定的范围内变化,而这个范围就是公差。公差是根据零件使用特性、经济效果,合理规定了加工时要控制的范围。

公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸代数差的绝对值;也等于上偏差与下偏差代数差的绝对值。计算公式

$$Th = |D_{\max} - D_{\min}| = |ES - EI| \quad (1-3)$$

$$Ts = |d_{\max} - d_{\min}| = |es - ei| \quad (1-4)$$

 例如,有一个孔的直径为 $\phi 60_{+0.065}^{+0.025}$ mm,求其极限尺寸和公差。

根据公式 $ES = D_{\max} - D$ $EI = D_{\min} - D$ 可变换得 $D_{\max} = D + ES$ $D_{\min} = D + EI$

代入数值得

$$D_{\max} = D + ES = 60 + 0.065 = 60.065 \text{ mm}$$

$$D_{\min} = D + EI = 60 + 0.025 = 60.025 \text{ mm}$$

$$Th = |D_{\max} - D_{\min}| = 60.065 - 60.025 = 0.040 \text{ mm} \quad \text{或}$$

$$Th = |ES - EI| = 0.065 - 0.025 = 0.040 \text{ mm}$$

由此可见,利用偏差计算比较简便。

3. 尺寸公差带(简称公差带)

在公差带图中,由代表上、下偏差的两条直线所限定的区域。

(1) 零线 在尺寸公差带图中,确定偏差的一条基准线。通常零线表示基本尺寸线。

(2) 尺寸公差带图的做法

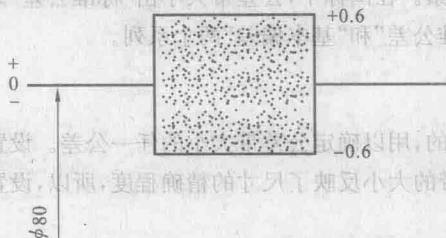
1) 先作一条直线表示零线,在其左侧标出“+ 0 -”。

2) 再作一条带有箭头的直线垂直于零线,并在其上标出基本尺寸。

3) 按一定比例画公差带。偏差为正时,画在零线的上方;偏差为负时,画在零线的下方;偏差为零时,画在零线上。

4) 为了区分孔与轴的公差带,孔的公差带画剖面线,轴的公差带涂黑点。

【例 1-1】试作出 $\phi 80 \pm 0.6 \text{ mm}$ 轴的尺寸公差带图。



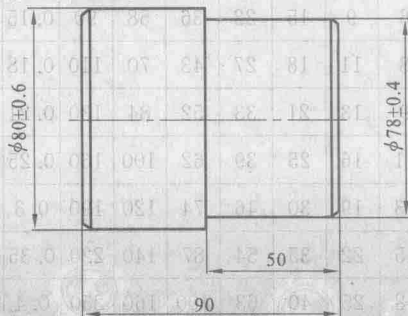
小结

以综合实例图讲解尺寸、偏差、公差及其相互关系,使学生达到能熟练地画出尺寸公差带图。

思考与练习题

1. 根据题图 1-1 零件上标注的尺寸,指出基本尺寸、极限尺寸,上偏差、下偏差,并求出公差。

2. 画出轴为 $\phi 50_{-0.025}^{0.025} \text{ mm}$ 的尺寸公差带图。



题图 1-1



课题3 公差带的国家标准构成



学习目标

熟悉标准公差、基本偏差系列,掌握图样上标注的公差带的含义。



知识要点

标准公差、基本偏差系列的有关内容。

如上所述,公差带是代表上、下偏差的两条直线所限定的一个区域。为了确定这个区域需要确定其区域的大小和位置这两个要素。在国标中,公差带大小由“标准公差”来确定,而公差带位置由“基本偏差”来确定,因此形成了“标准公差”和“基本偏差”两个系列。

一 标准公差系列

标准公差是国家标准表列的,用以确定公差带大小的任一公差。设置标准公差的目的在于把公差带的大小加以标准化,而公差带的大小反映了尺寸的精确程度,所以,设置标准公差也可以说是将尺寸的精确程度加以标准化。

标准公差等级:确定尺寸精确程度的等级称为公差等级。标准公差共分 20 个等级,各级标准公差代号由字母 IT 与阿拉伯数字两部分组成。全部标准公差的等级系列为:IT01、IT0、IT1、IT2、IT3……IT18。其中 IT01 精度最高,IT18 精度最低,其余等级的精度依次从高到低。各公差等级的标准公差数值见表 1-1。标准公差的数值,一是与公差等级有关,二是与基本尺寸有关。

表 1-1 标准公差数值

基本尺寸		标准公差等级																	
mm		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm												mm					
—	3	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.1	0.14	0.25	0.4	0.6	1	1.4
3	6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.3	0.48	0.75	1.2	1.8
6	10	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.9	1.5	2.2
10	18	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.7	1.1	1.8	2.7
18	30	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.3	2.1	3.3
30	50	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1	1.6	2.5	3.9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.3	0.46	0.74	1.2	1.9	3	4.6
80	120	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.4	2.2	3.5	5.4
120	180	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.4	0.63	1	1.6	2.5	4	6.3