

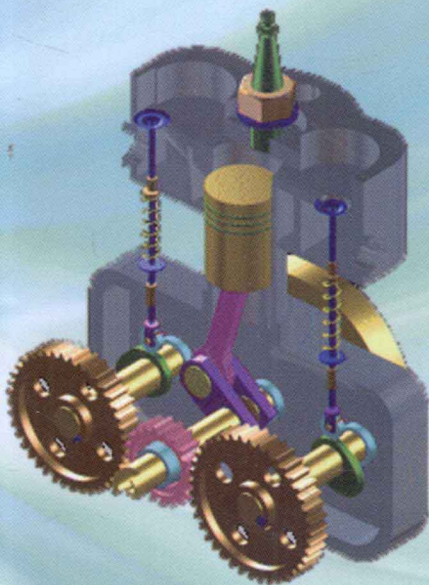


普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU "12·5" GUIHUA JIAOCAI

# 建筑环境工程 设备基础

李绍勇 杨蓉霞 主编



冶金工业出版社  
Metallurgical Industry Press



普通高等教育“十二五”规划教材

# 建筑环境工程设备基础

李绍勇 杨蓉霞 主编

北京  
冶金工业出版社  
2012

## 内 容 提 要

本书共分5章, 主要内容包括: 公差与配合基础、建筑环境工程设备机械基础知识、压力容器、压力管道、建筑环境工程设备标准件和常用件等。

本书可作为高等院校建筑环境与设备工程、给排水工程等专业本科生的教学用书, 也可供建筑环境与设备工程专业的设计、生产、安装施工及维修的工程技术人员阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑环境工程设备基础/李绍勇, 杨蓉霞主编. —北京:  
冶金工业出版社, 2012. 1

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-5628-3

I. ①建… II. ①李… ②杨… III. ①建筑工程: 环  
境工程—工程设备—高等学校—教材 IV. ①TU-023

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 262855 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcbbs@cnmip.com.cn

责任编辑 廖 丹 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 石 静 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-5628-3

北京兴华印刷厂印刷; 冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销

2012 年 1 月第 1 版, 2012 年 1 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 12.5 印张; 300 千字; 190 页

27.00 元

冶金工业出版社投稿电话: (010)64027932 投稿邮箱: tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100010) 电话: (010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

# 前 言

随着机械化生产规模的日益扩大，在机械制造、动力工程、采矿、冶金、石油、化工、环保、信息工程、土建、轻纺、食品工业等各部门工作的工程技术人员，都将会经常接触到各种类型的通用和专用机械及一些设备，他们应当对机械及相关设备具备一定的基础知识。在建筑环境与设备工程专业的专业课程如通风工程、供热工程、制冷工程、空气调节等中，各种热工过程都是需要相应的工艺过程来实现的，而工艺系统是相关的机械设备紧密联系的，机械设备性能的优劣、功能的良好发挥与材料的种类、加工工艺等有很大的关系。因此，从事建筑环境与设备工程专业设计、生产、安装施工及维修的工程技术人员只有掌握了一定的机械基础知识，才能在各种工作中做到得心应手，游刃有余。

因此，建筑环境工程设备基础课程如同机械制图、电工学一样，是高等学校建筑环境与设备工程专业的一门重要的技术基础课。本课程的基本内容有：公差与配合基础、建筑环境工程设备机械基础知识、压力容器、压力管道、建筑环境工程设备标准件和常用件等。就其内容而言，内容繁杂、广泛，系统性差；机械和零件的类型多，结构形式多，重点难把握。所以学生在学习本课程时要注意本课程的特点，应结合自身的实际情况摸索并形成能适应本课程特点的学习方法；要避免将各章节分割开来，要注意对前后相关章节进行分析对比，找出其共同及相似之处，把头绪众多、凌乱的内容有机地串联起来，在掌握基本概念及基本知识的基础上，总结归纳出主要问题及其结论，使之简明化、条理化。

一些常用机构和通用零件及暖通空调设备和标准件都来源于工程实践，又应用于工程实践，因而本课程与生产实践之间有着更直接和更密切的联系，是一门实践性很强的应用型课程。善于观察、勤于思考、勇于实践是学好本课程的关键。在学习过程中，要注意理论联系实际，把所学知识运用于实际，就能达到“举一反三”。应注意把一般的原理和方法与研究实际机构、机器和设备时的具体运用密切联系起来，并随时注意在日常生活和生产中所遇到的各种机

构、机器和设备。根据所学的原理和方法进行观察和分析，做到理论和实际的紧密结合。本课程的一些内容也可直接应用于生产实践中。

在本课程的学习过程中，要注意培养自己运用所学的基本理论和方法去分析和解决工程实际问题的能力，特别注意培养对事物分析、判断、决策的能力，这是一个工程技术人员所必须具备的基本能力。

工程问题都是涉及多方面因素的综合问题，故要养成综合分析、全面考虑问题的习惯。另外，工程问题都要经过实践的严格考验，不允许有半点疏忽大意，故在学习中就要坚持科学严谨、一丝不苟的作风，认真负责的态度，讲求实效的观点。

建筑环境与设备工程专业的研究领域十分广阔，内容非常丰富，发展十分迅猛。该学科涌现的不少前沿的研究课题，对人们具有巨大的吸引力，推动人们进行深入的研究。本书作为建筑环境与设备工程专业一门技术基础课程的教学用书，根据教学要求，主要介绍一些有关机构、机器、机械及设备等的基本原理和基本方法，以使學生掌握进一步研究该学科新课题所必需的基础知识。

本书由兰州理工大学李绍勇、杨蓉霞任主编，蔡颖任副主编。参与本书编写工作的有：李绍勇（前言）、蔡颖（第1章）、杨蓉霞（第2章）、厚彩琴（第3、4章）、李春娥（第5章，其中5.2.5节由厚彩琴和李春娥共同编写）。全书由李绍勇，杨蓉霞负责统稿与整理。

本书可作为高等院校建筑环境与设备工程、给排水工程等专业本科生的教学用书，也可供建筑环境与设备工程专业的设计、生产、安装施工及维修的工程技术人员阅读参考。

本书的编写参考了许多相关文献，谨向这些文献的作者表示感谢。

限于编者水平，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正！

编 者  
2011年9月

# 目 录

<b>1 公差与配合基础</b> .....	1
1.1 尺寸公差与配合 .....	1
1.1.1 互换性 .....	1
1.1.2 尺寸 .....	2
1.1.3 偏差与公差 .....	4
1.1.4 配合 .....	9
1.2 形位公差的一般知识 .....	11
1.2.1 形位公差的概念 .....	11
1.2.2 形位公差的研究对象 .....	13
1.2.3 形位公差的标注 .....	15
1.3 表面粗糙度 .....	32
1.3.1 表面粗糙度对零件使用性能的影响 .....	32
1.3.2 表面粗糙度的评定参数 .....	33
1.3.3 表面粗糙度的标注 .....	35
1.3.4 表面粗糙度的选用 .....	36
复习思考题 .....	37
<b>2 建筑环境工程设备机械基础知识</b> .....	38
2.1 机械传动的基本概念 .....	38
2.1.1 机器及其特性 .....	38
2.1.2 机构 .....	40
2.1.3 构件和零件 .....	41
2.1.4 运动副及其分类 .....	42
2.1.5 平面机构运动简图 .....	43
2.1.6 平面机构的自由度 .....	46
2.2 平面连杆机构 .....	51
2.2.1 四杆机构的基本形式 .....	52
2.2.2 铰链四杆机构的演化形式 .....	54
2.2.3 平面四杆机构设计中的共性问题 .....	57
2.3 凸轮机构 .....	63
2.3.1 凸轮机构的组成 .....	63
2.3.2 凸轮机构的分类 .....	65

2.4 带传动	66
2.4.1 带传动的工作原理、特点及类型	66
2.4.2 带传动的几何关系	68
2.5 齿轮机构	72
2.5.1 齿轮机构的类型与特点	72
2.5.2 渐开线齿廓	73
2.5.3 渐开线直齿圆柱齿轮机构的啮合传动	78
2.5.4 齿轮系	83
2.6 轴	90
2.6.1 轴的作用	90
2.6.2 轴的分类	91
2.6.3 轴的材料	92
2.6.4 轴的结构设计	94
2.7 轴承	96
2.7.1 滑动轴承的特点	96
2.7.2 滚动轴承的特点	96
2.8 联轴器和离合器	97
复习思考题	97
<b>3 压力容器</b>	<b>99</b>
3.1 概述	99
3.1.1 压力容器的定义	99
3.1.2 压力容器的分类	99
3.1.3 容器的主要参数	102
3.2 压力容器的典型结构与主要零部件	104
3.2.1 压力容器的典型结构	104
3.2.2 容器的主要元件	112
复习思考题	121
<b>4 压力管道</b>	<b>122</b>
4.1 概述	122
4.1.1 压力管道的定义与用途	122
4.1.2 压力管道的特点	122
4.1.3 压力管道的基本术语	123
4.1.4 压力管道的分类与组成	125
4.2 压力管道设计	126
4.2.1 压力管道设计的特点	126
4.2.2 压力管道设计的基本要求	127
4.2.3 压力管道设计的任务	128



4.2.4 管道设计的应用 .....	132
4.3 压力管道元件 .....	137
4.3.1 管子 .....	137
4.3.2 管件 .....	141
4.3.3 法兰 .....	144
4.3.4 垫片 .....	147
4.3.5 压力管道其他元件 .....	148
复习思考题 .....	151
<b>5 建筑环境工程设备标准件和常用件 .....</b>	<b>152</b>
5.1 标准件和常用件概述 .....	152
5.1.1 公称直径 .....	152
5.1.2 公称压力 .....	152
5.2 标准联结紧固件 .....	153
5.2.1 螺纹 .....	153
5.2.2 螺纹紧固件 .....	158
5.2.3 键与销 .....	162
5.2.4 弹簧 .....	164
5.2.5 阀门 .....	166
5.3 安全保护装置 .....	186
5.3.1 安全阀 .....	186
5.3.2 爆破片与熔塞 .....	186
5.3.3 压力表、测温计、液位计和观察镜 .....	186
5.4 管道隔振部件 .....	187
复习思考题 .....	189
<b>参考文献 .....</b>	<b>190</b>



# 1 公差与配合基础

## 1.1 尺寸公差与配合

### 1.1.1 互换性

互换性生产是从手工业生产向现代化、专业化、协作化生产发展的产物，是现代化生产的基本技术经济原则。

#### 1.1.1.1 互换性及其意义

在日常生活和生产中，经常使用可以相互替换的零部件。例如，机器上丢了一个螺钉，可以按相同的规格装上一个；灯泡坏了，可以换个新的；自行车、缝纫机、钟表的零部件磨损了，也可以换个相同规格的新的零部件，即能满足使用要求。

同一规格的零部件，任取其一，不需要作任何挑选、调整或修配，就能装配到机器上去，并且符合使用功能要求，这种特性就叫做互换性。显然，互换性需同时具备两个条件：一是不需挑选，不经修理就能进行装配；二是装配以后能满足使用功能要求。

互换性是机器和仪器制造行业中产品设计和制造的重要原则。

互换性给产品的设计、制造和使用维修都带来很大的方便。

在设计方面，按互换性进行设计，可以最大限度地采用标准件、通用件，大大减少计算、绘图等工作量，缩短设计周期，并有利于产品品种的多样化和计算机辅助设计。

在制造方面，互换性有利于组织进行大规模的专业化生产，即有利于采用先进工艺和高效率的专用设备，甚至用计算机进行辅助制造，有利于实现加工和装配过程的机械化、自动化，从而减轻工人的劳动强度，提高生产率，保证产品质量，降低生产成本。

在使用和维修方面，零部件具有互换性，可以及时更换那些已经磨损或损坏了的零部件，因此减少了机器的维修时间和费用，保证机器能连续而持久地运转，提高了设备的利用率。

综上所述，互换性对保证产品质量、提高生产效率和增加经济效益具有重大的意义。它不仅适用于大批量生产，即便是单件小批生产，也常常采用已标准化了的具有互换性的零部件。因此，互换性已成为现代机械制造业中一个普遍遵守的原则。

#### 1.1.1.2 互换性的分类

互换性按其互换程度，可分为完全互换和不完全互换两种。若一批零件或部件在装配时不需分组、挑选、调整 and 修配，装配后即能满足预定的要求，这些零部件属于完全互换。当装配精度要求较高时，采用完全互换对零件制造精度要求很高，加工困难，导致成本增加。这时可适当降低零件的制造精度，使之便于加工，而在零件完工后，通过测量将零件按实际尺寸的大小分为若干组，按对应组进行装配，这样既可保证装配的精度，又能

解决加工困难的问题。此时,仅组内零件具有互换性。组与组之间不能互换的零部件,属于不完全互换。装配时需要进行挑选或调整的零部件也属于不完全互换。

一般地说,使用要求与制造水平、经济效益没有矛盾时,可采用完全互换;反之采用不完全互换。不完全互换通常用于部件或机构的制造厂内部的装配,而厂外协作往往要求完全互换。

互换性按互换的范围,可分为几何参数互换和功能互换。几何参数互换是指零部件的尺寸、形状、位置、表面粗糙度等几何参数具有互换性。零部件的几何参数、物理性能、化学性能以及力学性能等参数都具有互换性,称为功能互换。本课程主要研究几何参数的互换性。

### 1.1.1.3 互换性生产的实现

任何机械都是由若干最基本的零件构成的。这些具有一定尺寸、形状和相互位置几何参数的零件,可以通过各种不同的连接形式而装配成为一个整体。

由于任何零件都要经过加工的过程,无论设备的精度和操作工人的技术水平多么高,要使加工零件的尺寸、形状和位置做得绝对准确,不但不可能,也是没有必要的。只要将零件加工后各几何参数(尺寸、形状和位置)所产生的误差控制在一定的范围内,就可以保证零件的使用功能,同时还能实现互换性。

零件几何参数这种允许的变动量称为公差。它包括尺寸公差、形状公差、位置公差等。公差用来控制加工中的误差,以保证互换性的实现。因此,建立各种几何参数的公差标准是实现零件误差的控制和保证互换性的基础。

综上所述,合理确定公差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。

## 1.1.2 尺寸

### 1.1.2.1 孔和轴

#### A 孔

孔是指工件的圆柱形内表面,也包括其他内表面中由单一尺寸确定的部分。孔的直径尺寸用 $D$ 表示。

#### B 轴

轴是指工件的圆柱形外表面,也包括其他外表面中由单一尺寸确定的部分。轴的直径尺寸用 $d$ 表示。

孔通常指工件的圆柱形内表面,也包括非圆柱形内表面(由两平行平面或切面形成的)。例如,图1-1(a)和图1-1(b)中由 $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ 、 $D_4$ 和 $D_5$ 等尺寸所确定的内表面都称为孔,由 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 和 $d_4$ 等尺寸所确定的外表面都称为轴。这里,孔和轴是广义的,并由单一尺寸确定。在装配关系中,孔和轴的关系表现为包容和被包容的关系,即孔是包容面,轴是被包容面。在加工过程中,随着加工余量的切除,孔的尺寸由小增大,轴的尺寸由大减小。在测量时,测孔用塞规或内卡尺,测轴用环规或外卡尺。从两表面的关系看,两反向的表面,或两相向的表面,其间没有材料而形成孔;或两表面背向,其外没有材料而形成轴;若两表面同向,其间和其外均有材料,则既不形成孔,也不形成轴,即不能形成包容或被包容的状态,例如,图1-1中由

$L_1$ 、 $L_2$  和  $L_3$  等尺寸所确定的表面。

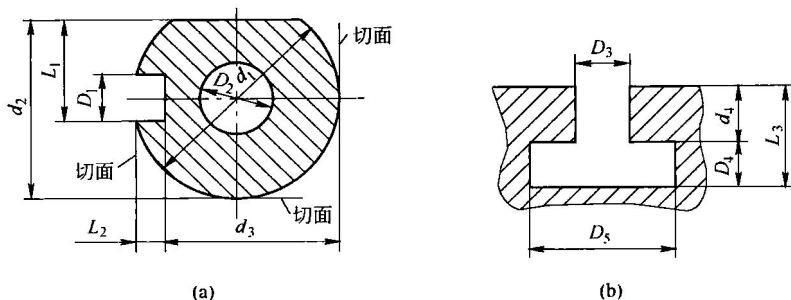


图 1-1 孔和轴

(a) 带键槽空心轴; (b) T形槽

### 1.1.2.2 尺寸

#### A 尺寸

尺寸是使用特定单位表示线性尺寸值（长度值）的数字。尺寸表示长度的大小。如长度、宽度、直径、中心距、圆角半径等都是尺寸。在机械图中规定尺寸的单位为毫米（mm）。

#### B 基本尺寸

由设计给定的尺寸称为基本尺寸，是在机械设计过程中，根据强度、刚度、运动等条件，结合工艺需要、结构合理性、外观要求，经计算或直接选用确定的。计算得到的基本尺寸应该按基本尺寸系列标准予以标准化；直接选用的基本尺寸也应该符合基本尺寸系列标准的规定，以便减少定值刀具、量具、夹具等的种类。

孔的基本尺寸常用  $D$  表示，轴的基本尺寸常用  $d$  表示。

#### C 实际尺寸

实际尺寸是通过测量得到的尺寸，是指用一定的测量器具和方法，在一定的环境条件下，从测量器具直接获得的数值，或是经过适当数据处理以后的结果。由于测量人员、测量器具、测量方法以及测量环境等因素的影响，所得的实际尺寸是不相同的，因而实际尺寸不是被测尺寸客观存在的真实尺寸（尺寸真值）。

真值是客观存在的，但不确定，即实际尺寸的随机性。因此，只能以测得尺寸作为实际尺寸。但由于形状误差等影响，零件同一表面不同部位的实际尺寸往往是不相等的。

孔的实际尺寸常用  $D_a$  表示，轴的实际尺寸常用  $d_a$  表示。

#### D 作用尺寸

(1) 孔的作用尺寸。即在配合面全长上，与实际孔内接的最大理想轴的尺寸。

(2) 轴的作用尺寸。即在配合面全长上，与实际轴外接的最小理想孔的尺寸。

任何孔、轴都有不同程度的形状误差。如图 1-2 所示，弯曲孔的作用尺寸小于该孔的实际尺寸，弯曲轴的作用尺寸大于该轴的实际尺寸。若工件没有形状误差，则其作用尺寸等于实际尺寸。

为了保证配合要求，应对实际尺寸与作用尺寸的变动范围加以限制。

#### E 极限尺寸

允许尺寸变化的两个界限值称为极限尺寸，如图 1-3 所示。两个界限值中较大的一

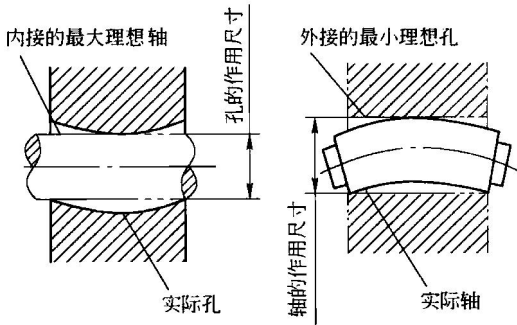


图 1-2 孔和轴的作用尺寸

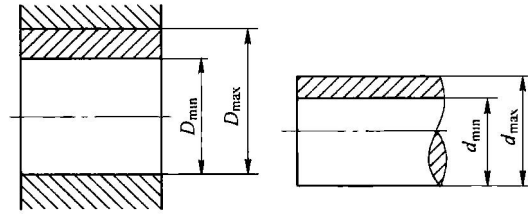


图 1-3 孔和轴的极限尺寸

个称为最大极限尺寸，较小的一个称为最小极限尺寸。孔的最大和最小极限尺寸分别以  $D_{\max}$  和  $D_{\min}$  表示；轴的最大和最小极限尺寸分别以  $d_{\max}$  和  $d_{\min}$  表示。极限尺寸是根据精度设计要求而确定的。

极限尺寸是由设计人员根据零件的使用要求和制造的可能性所规定的允许尺寸变动的两个界限位，可用它们来限制加工时零件的尺寸变动。判断完工零件的尺寸是否合格，就要看零件的实际尺寸是否在最大和最小极限尺寸之间，都在其中者为合格。

### 1.1.3 偏差与公差

零件具有互换性，并不意味着同规格的零件都要做得绝对准确和完全一致。实际上，要想制造出绝对准确的零件是不可能的，因为零件在制造加工过程中，由于各种因素的影响，制得的零件的几何参数总是不可避免地会偏离设计的理想要求而产生误差。从保证使用要求来看，也没有必要把零件做得绝对准确和完全一致。虽然零件的几何参数误差可能影响零件的使用性能，但实践证明，只要将这些误差控制在一定范围内，使同一规格零件的几何参数彼此充分近似，就能满足使用功能的要求，即能达到互换性的目的。

零件几何参数误差的允许范围叫做公差。它包括尺寸公差、形状公差、位置公差和角度公差等。

设计时要规定公差，因为加工时会产生误差，因此要使零件具有互换性，就应把零件的误差控制在规定的公差范围内。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。公差的大小，应该根据机器的使用性能、零件的功用、工作条件以及制造工艺等多方面的因素来确定。

显然，在满足功能要求的条件下，公差应尽量规定得大些，以获得最佳的技术经济效益。

在生产时，零件应该按所规定的各种参数的允许范围，即按公差来制造，并通过技术检测来判定创造后的零件是否为合格件。

#### 1.1.3.1 尺寸偏差（简称偏差）

尺寸偏差是某一尺寸（实际尺寸、极限尺寸等）减去基本尺寸所得的代数差，简称偏差。偏差可以为正值、负值或零。当“某一尺寸”分别与工件的实际尺寸或极限尺寸相对应时，尺寸偏差可以分为实际偏差和极限偏差。

#### 1.1.3.2 实际偏差

实际尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差。合格零件的实际偏差应在规定

的极限偏差范围内。孔和轴的实际偏差分别以  $E_a$  和  $e_a$  表示。

孔的实际偏差表示：

$$E_a = D_a - D \quad (1-1)$$

轴的实际偏差表示：

$$e_a = d_a - d \quad (1-2)$$

用实际偏差代替实际尺寸是为了计算上的方便。

### 1.1.3.3 极限偏差

极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为极限偏差。极限偏差通常包括上（极限）偏差和下（极限）偏差。上偏差是最大极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差，下偏差是最小极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差。孔的上、下偏差分别以  $ES$  和  $EI$  表示；轴的上、下偏差分别以  $es$  和  $ei$  表示（见图 1-4）。

$$ES = D_{\max} - D \quad (1-3)$$

$$EI = D_{\min} - D \quad (1-4)$$

$$es = d_{\max} - d \quad (1-5)$$

$$ei = d_{\min} - d \quad (1-6)$$

上偏差和下偏差统称为极限偏差。极限偏差可以为正、负或零，分别表示其尺寸大于、小于或等于基本尺寸，所以不等于零的偏差值，在其值前必须标上相应的“+”或“-”号，偏差值为零时，“0”也不能省略。实际偏差与极限偏差的关系为：前者为实测得到，反映某具体工件实际状态；后者是设计给定，用以限制实际偏差的变动范围。

尺寸合格的孔和轴，实际偏差应位于极限偏差范围内，即用极限偏差来限制实际偏差。因此，尺寸合格条件可以用偏差表示如下：

对于孔

$$ES \geq E_a \geq EI \quad (1-7)$$

对于轴

$$es \geq e_a \geq ei \quad (1-8)$$

### 1.1.3.4 公差

公差是设计人员根据零件使用要求约定允许的尺寸变动量，即给定的尺寸允许变动范围，简称公差。变动范围是区域大小的数量指标，是没有正、负的绝对值，所以说公差是绝对值，而不是代数数。

公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之代数差的绝对值；也等于上偏差与下偏差之代数差的绝对值。用公式表示如下：

孔的公差

$$T_h = |D_{\max} - D_{\min}| = |ES - EI| \quad (1-9)$$

轴的公差

$$T_s = |d_{\max} - d_{\min}| = |es - ei| \quad (1-10)$$

由于最大极限尺寸总是大于最小极限尺寸，上偏差总是大于下偏差，故最大、最小极

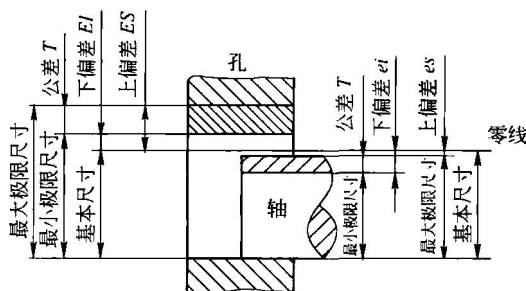


图 1-4 极限与配合示意图

限尺寸之差和上、下偏差之差永为正值。因此，在公差实际计算中，可以省略上列公式中的绝对值符号。即上列公式可改写如下：

孔的公差

$$T_h = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI \quad (1-11)$$

轴的公差

$$T_s = d_{\max} - d_{\min} = es - ei \quad (1-12)$$

尺寸公差用于控制加工误差，工件的加工误差在公差范围内，则合格；反之，则不合格。

公差与偏差是两个不同的概念，区别如下：

(1) 数值上，偏差可为正、负、零，是指工件尺寸相对于基本尺寸的偏离量；而公差一定是正值，不能为零，代表加工的精度要求。

(2) 作用方面，极限偏差与公差的作用是截然不同的。极限偏差是用来控制零件尺寸的实际偏差，决定公差带的位置，影响配合时的松紧程度；是用来判定完工零件的尺寸是否合格的依据。公差是用来控制一批零件的尺寸差异的程度，也即用来控制一批零件的尺寸变动量的依据，决定公差带的大小，影响配合的精度。对于单个零件，只能测出它的实际偏差，而对数量足够多的一批零件，才能确定该批零件的尺寸变动量，因而不能根据公差值来判定完工零件的尺寸是否为合格。

(3) 极限偏差取决于加工机床的调整（如车削时进刀的位置），不反映加工难易程度；而公差表示制造精度，反映加工难易程度。

(4) 极限偏差用于控制实际偏差，是判断完工后零件尺寸是否合格的根据；而公差则是控制一批零件实际尺寸的差异程度。

(5) 极限偏差主要反映公差带位置，影响配合松紧程度；而公差代表公差带的大小，影响配合的精度。

(6) 公差是两个极限尺寸（或极限偏差）之差，是不为零的绝对值，表示允许尺寸变动的范围，即对制造精度的要求。偏差是指某尺寸与基本尺寸之差，是代数值（可正、负或零），它表示偏离基本尺寸的位置。

(7) 零件的加工难易与公差有关，而与偏差无关。

(8) 公差与极限偏差都是设计给定的。

(9) 极限偏差可用来判断零件尺寸的合格性，而公差则不能。

公差是用以限制误差的，工件的误差在公差范围内即为合格。也就是说，公差代表制造精度的要求，反映加工的难易程度。这一点必须与偏差区别开来，因为偏差仅仅表示与基本尺寸偏离的程度，与加工难易程度无关。它是允许尺寸的变动量。

### 1.1.3.5 公差带图

为了直观地表示极限偏差、公差和基本尺寸之间的关系，可采用图示法来表达。由于极限偏差、公差的数值与基本尺寸相比，相差甚大，不使用同一比例来表示，故采用公差与配合图解（简称公差带图）来说明它们之间的关系。

前述有关尺寸、极限偏差及公差是利用图 1-5 (a) 所示公差与配合图进行分析的。显然，图中的公差部分被放大了。如果只为了表明尺寸、极限偏差及公差之间的关系，可以不必画出孔与轴的全形，而采用简单明了的公差带图表示，如图 1-5 (b) 所示。公差

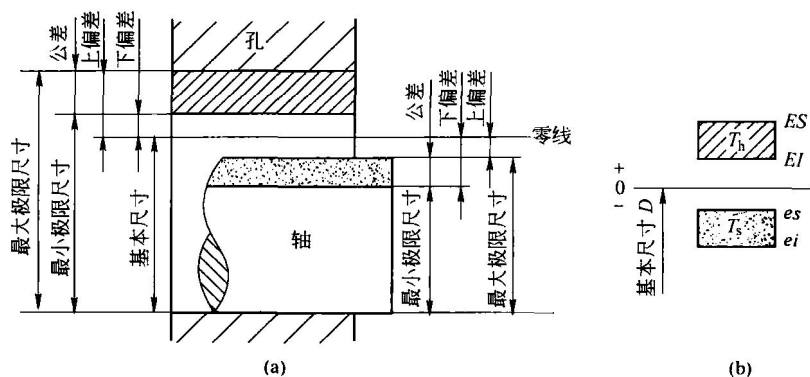


图 1-5 公差与配合示意图

带是指上、下偏差之间的区域或范围，用图形表示即为公差带图。

公差带图由两部分组成，即零线和公差带。

#### A 零线

在公差带图中，代表基本尺寸并确定偏差的一条基准直线称为零线，即零偏差线，它是偏差的起始线。一般情况下，零线以水平方向绘制，零线上方表示正偏差，零线下方表示负偏差。在画公差带图时，注上相应的符号“0”、“+”和“-”号，在其下方画上带单箭头的尺寸线并注上基本尺寸值。

#### B 尺寸公差带

在公差带图中，由代表上偏差和下偏差的两条直线所限定的区域称为尺寸公差带，简称公差带。公差带是尺寸允许变动的区域，由两个要素决定：一是公差带的大小，公差带的大小指公差带在零线垂直方向上的宽度，由上、下偏差两条线段的垂直距离即尺寸公差确定；公差带的位置指公差带沿零线垂直方向的坐标位置，二是公差带偏离零线的位置。

公差带在垂直零线方向的宽度代表公差值，上面线表示上偏差，下面线表示下偏差。公差带沿零线方向的长度可适当选取。在公差带图解中，通常基本尺寸以 mm 为单位，偏差和公差以  $\mu\text{m}$  为单位，单位可以省略不写。

公差带的大小取决于公差值的大小，公差带的位置取决于极限偏差的数值。孔、轴公差带要有所区别，通常孔公差带用斜线表示，轴公差带用网点或空白表示，当它们交叠时要错开画。画图时注意标出零线的“0”与“±”号和基本尺寸；公差带图以矩形示意，这是“一维”的图形。

#### 1.1.3.6 标准公差 (IT)

标准公差是《极限与配合》(GB/T 1800.3—1998)中所规定的任一公差值，常用 IT 表示。国家标准规定了 20 个标准公差的等级，由 IT 加阿拉伯数字组成，即 IT01、IT0、IT1、IT2、…、IT18，公差等级依次降低，公差数值依次增大。公差等级在零件的加工中表示零件要求的加工精确程度，在机械装配中表示装配要求的精确程度。零件的公差等级高时，零件的尺寸精度高，加工也困难。

#### 1.1.3.7 基本偏差系列

##### A 基本偏差

基本偏差用于确定零件公差带相对零线位置的上偏差或下偏差。基本偏差的数值已经



标准化，它可以是上偏差或下偏差，除  $JS$  和  $js$  以外，一般为靠近零线最近的那个偏差，它与公差等级无关，如图 1-6 所示。以图 1-7 所示轴公差带为例，当公差带完全在零线上方或正好在零线上时，其下偏差为基本偏差；当公差带完全在零线下方或正好在零线上时，其上、下偏差中的任何一个都可作为基本偏差。

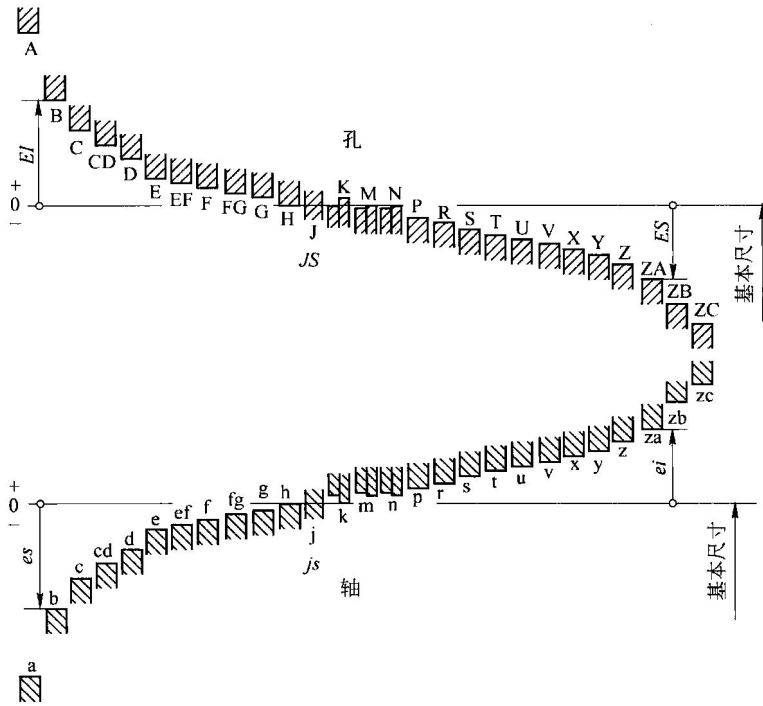


图 1-6 基本偏差系列

### B 基本偏差代号

如图 1-6 所示为基本偏差系列，基本偏差的代号用拉丁字母表示，大写代表孔、小写代表轴。在 26 个字母中，除去易与其他符号混淆的 5 个字母：I、L、O、Q、W ( $i$ 、 $l$ 、 $o$ 、 $q$ 、 $w$ )，再加上 7 个用两个字母表示的代号 (CD、EF、FG、JS、ZA、ZB、ZC 和  $cd$ 、 $ef$ 、 $fg$ 、 $js$ 、 $za$ 、 $zb$ 、 $zc$ )，共有 28 个代号，即孔和轴各有 28 个基本偏差。其中  $JS$  和  $js$  在各个公差等级中相对零线是完全对称的。

对于轴： $a \sim h$  的基本偏差为上偏差  $es$ ，其绝对值依次减小， $j \sim zc$  的基本偏差为下偏差  $ei$ ，其绝对值逐渐增大。

对于孔： $A \sim H$  的基本偏差为上偏差  $ES$ ，其绝对值依次减小， $J \sim ZC$  的基本偏差为下偏差  $EI$ ，其绝对值逐渐增大。

$H$  和  $h$  的基本偏差为零。

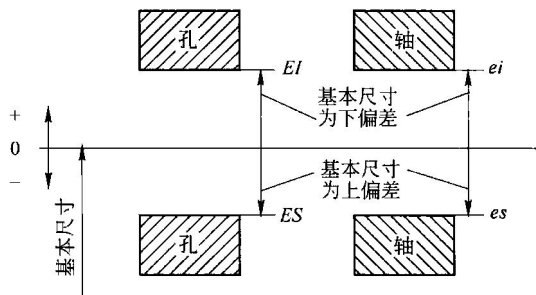


图 1-7 基本偏差示意图

在图 1-6 中, 基本偏差系列各公差带只画出一端, 另一端未画出, 因为它取决于公差带的大小。

### 1.1.4 配合

#### 1.1.4.1 概念

配合是指基本尺寸相同、相互结合的孔和轴公差带之间的关系。

形成配合应有两个基本条件: 一是孔、轴的基本尺寸必须相同, 二是具有包容和被包容的特性, 即孔和轴相结合。

配合是设计时规定的 (无论成批或单件生产), 而具体孔、轴是在加工后得到的, 把它们装在一起通常称为结合。

配合是通过它们的公差带相互位置关系来体现的。配合所反映的是一批孔、轴的装配关系, 而不是单个孔与单个轴的装配关系, 所以用公差带图解反映配合关系比较确切。由于零件使用要求不同, 需要配合的松紧程度也不同。当孔和轴公差带相互位置不同时, 便有三种松紧不同的配合性质, 即间隙配合、过渡配合和过盈配合。

从公差带图上看, 如果孔的公差带在轴的公差带上方, 那么在这批零件中, 任何一个孔都比任何一个轴大, 也就是任何一个合格的孔与任何一个合格的轴结合时, 都会出现间隙, 故称间隙配合。如轴的公差带在孔的公差带上方, 则任何一对合格的孔轴结合定会出现过盈, 故称过盈配合。而当孔轴公差带交叠时, 如此时任取一对合格的孔与轴, 很难预言二者哪个尺寸大, 哪个尺寸小。当孔大时为间隙, 而轴大时则出现过盈, 这种有可能出现间隙也有可能出现过盈的配合叫过渡配合。

但需要指出, 在具体的一对孔轴结合时, 它不出现间隙就会出现过盈 (包括间隙或过盈为零的情况), 而绝不会出现什么“过渡”性质。

#### 1.1.4.2 配合制

《极限与配合 基础 第 1 部分: 词汇》(GB/T 1800.1—1997) 对配合规定两种配合制, 即基孔制配合和基轴制配合, 如图 1-8 所示。配合制是同一极限值的孔和轴组成配合的一种制度, 亦称基准制。

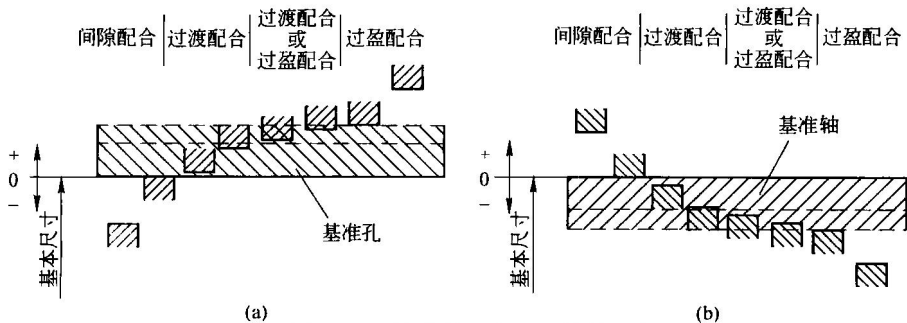


图 1-8 基孔制配合和基轴制配合

(a) 基孔制配合; (b) 基轴制配合

(1) 基孔制配合: 基本偏差固定不变的孔公差带, 与不同基本偏差的轴公差带形成各种配合的一种公差制度。标准规定基孔制配合中的孔为基准孔, 其下偏差为零, 基本偏差代号为“H”。