

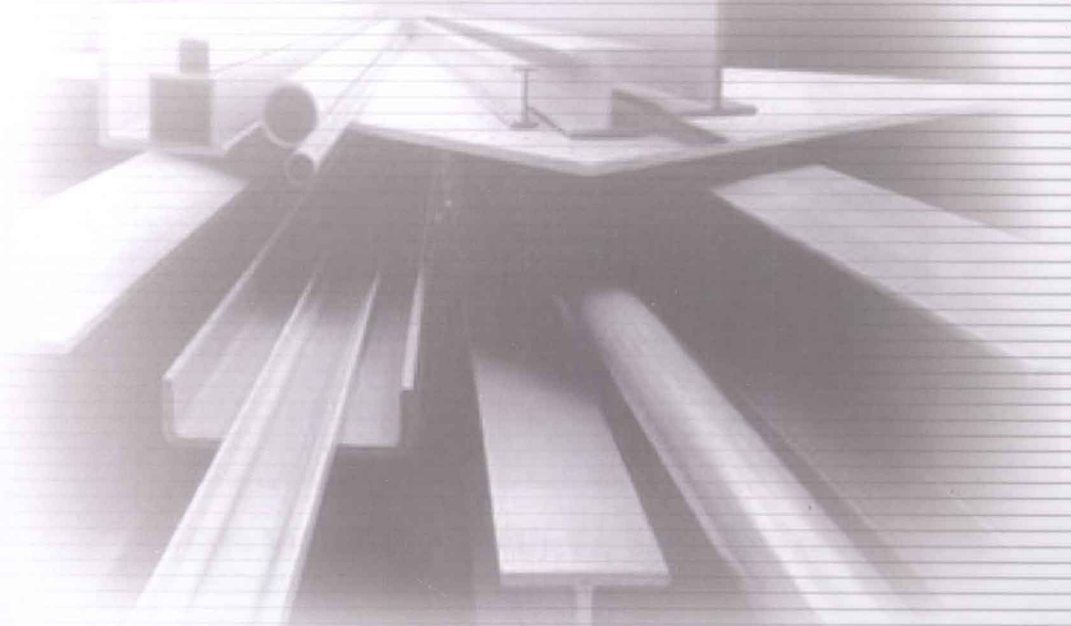
# 机械制造基础

## ——公差配合和工程材料

主 编 黄丽娟 胡迎花

副主编 李 锐 于悟然 裴启军

- ◎ 紧密结合课程标准，内容精炼
- ◎ 穿插应用性案例，学以致用
- ◎ 海量的教学资源，完善的教学配套服务



浙大旭日科技提供教学资源



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS  
浙江大学出版社

高职高专机械工程系列精品教材

# 机械制造基础

——公差配合和工程材料

主 编 黄丽娟 胡迎花

副主编 李 锐 于悟然 裴启军



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS  
浙江大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础 / 黄丽娟等主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2013. 1  
ISBN 978-7-308-10899-7

I. ①机… II. ①黄… III. ①机械制造—高等学校—教材 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 297347 号

## 内容简介

本书是根据高等职业技术学院《机械制造基础课程》的课程标准的要求,通过编者的教学实践并与同行专家研讨编写而成,可以满足教学计划 45~80 课时的教学需要,全书分成 2 篇共 14 章,上篇(1~6 章)为公差配合与技术测量,下篇(7~14)为工程材料及选用。本书紧密结合课程标准,内容少而精,全书穿插有应用性案例,以培养学生的综合能力,让学生能学以致用。

针对教学的需要,本书由浙大旭日科技配套提供全新的立体教学资源库(立体词典),内容更丰富、形式更多样,并可灵活、自由地组合和修改。同时,还配套提供教学软件和自动组卷系统,使教学效率显著提高。

本书可以作为高职高专等相关院校的机械制造基础相关教材,同时为从事工程检测的技术人员提供参考资料。

## 机械制造基础

主 编 黄丽娟 胡迎花  
副主编 李 锐 于悟然 裴启军

---

责任编辑 杜希武  
封面设计 刘依群  
出版发行 浙江大学出版社  
(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)  
(网址: <http://www.zjupress.com>)  
排 版 杭州好友排版工作室  
印 刷 德清县第二印刷厂  
开 本 787mm×1092mm 1/16  
印 张 17  
字 数 413  
版 次 2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 978-7-308-10899-7  
定 价 38.00 元

---

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换  
浙江大学出版社发行部邮购电话(0571)88925591

# 《高职高专机械工程系列精品教材》

## 编审委员会

(以姓氏笔画为序)

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 丁友生 | 王卫兵 | 王志明 | 王敬艳 |
| 王翠芳 | 古立福 | 刘绪民 | 李绍鹏 |
| 杨大成 | 吴立军 | 吴治明 | 邱国旺 |
| 林华钊 | 罗晓晔 | 周文学 | 单 岩 |
| 贾 方 | 徐勤雁 | 黄丽娟 | 翁卫洲 |
| 谢力志 | 鲍华斌 | 褚建忠 | 蔡玉俊 |



# 前言

机械制造基础是高等工科院校机械类和近机类各专业的一门专业知识课程,是从基础课学习过渡到专业课学习的桥梁,是机械工程技术人员和管理人员必备的基本知识技能。

本教材是根据机械制造基础课程的课程标准要求,按照当前的教学及课程改革需要,通过编者的教学实践并与同行专家研讨编写而成的。本书可以作为本科、高职高专等相关院校的机械制造基础的教材,同时为从事机械工程技术人员提供参考资料。本教材共有 14 章,分上下篇。上篇(1~6 章)为公差配合与技术测量,下篇(7~14)为工程材料及选用。本书有以下几个特点:

- 针对性好:紧密结合课程标准,内容少而精。
- 应用性强:穿插应用性案例,以培养学生的综合应用能力,能学以致用。
- 适用面广:各章内容独立,可根据专业的不同情况选用。

此外,我们发现,无论是用于自学还是用于教学,现有教材所配套的教学资源库都远远无法满足用户的需求。主要表现在:1)一般仅在随书光盘中附以少量的视频演示、练习素材、PPT 文档等,内容少且资源结构不完整。2)难以灵活组合和修改,不能适应个性化的教学需求,灵活性和通用性较差。为此,本书特别配套开发了一种全新的教学资源:立体词典。所谓"立体",是指资源结构的多样性和完整性,包括视频、电子教材、印刷教材、PPT、练习、试题库、教学辅助软件、自动组卷系统、教学计划等等。所谓"词典",是指资源组织方式。即把一个个知识点、软件功能、实例等作为独立的教学单元,就像词典中的单词。并围绕教学单元制作、组织和管理教学资源,可灵活组合出各种个性化的教学套餐,从而适应各种不同的教学需求。实践证明,立体词典可大幅度提升教学效率和效果,是广大教师和学生的得力助手。

参加本书编写的有:南京信息职业技术学院黄丽娟(第 7、8、10、12、13、14 章),南京信息职业技术学院胡迎花(绪论、第 1、2、3、4 章),常州工程职业技术学院李锐(第 3、8、9 章),淮海技师学院于悟然(第 5 章),淮海技师学院于悟然裴启军(第 11 章),南京信息职业技术学院郭丽(第 6 章),南京信息职业技术学院向翠萍(第 2 章)。全书由黄丽娟、胡迎花任主编并统稿,李锐、于悟然、裴启军为副主编。限于编写时间和编者的水平,书中必然会存在需要进一步改进和提高的地方。我们十分期望读者及专业人士提出宝贵意见与建议,以便今后不断加以完善。请通过以下方式与我们交流:

- 网站: <http://www.51cax.com>
- E-mail: [book@51cax.com](mailto:book@51cax.com), [market01@51cax.com](mailto:market01@51cax.com)
- 致电: 0571-28852522, 0571-87952303

杭州浙大旭日科技开发有限公司为本书配套提供立体教学资源库、教学软件及相关协助;编写过程中还承蒙许多专家和同行提供了许多宝贵意见建议,浙江大学出版社给予了大力支持。编者在此一并致以衷心的感谢。

编 者

2012 年 10 月



# 目 录

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 绪 论                       | 1  |
| 0.1 互换性概述                 | 1  |
| 0.2 标准化与优先数               | 3  |
| 0.3 工程材料的分类               | 4  |
| 0.4 本课程的任务                | 5  |
| 第 1 章 公差配合                | 6  |
| 1.1 公差配合的基本术语及定义          | 6  |
| 1.2 公差配合国家标准的组成           | 11 |
| 1.3 公差与配合的选用              | 22 |
| 1.4 普通计量器具的选择             | 31 |
| 1.5 实验:用内径百分表测量孔径         | 35 |
| 小 结                       | 38 |
| 思考与习题                     | 38 |
| 第 2 章 测量技术基础              | 39 |
| 2.1 测量技术概述                | 39 |
| 2.2 计量器具和测量方法             | 42 |
| 2.3 测量误差及数据处理             | 44 |
| 2.4 光滑极限量规                | 49 |
| 2.5 实验:用立式光学计测量量规,并判断其合格性 | 55 |
| 2.6 实验:用万能角尺测量角度          | 57 |
| 小 结                       | 58 |
| 思考与习题                     | 58 |
| 第 3 章 几何公差                | 59 |
| 3.1 概述                    | 59 |
| 3.2 几何公差的标注               | 60 |
| 3.3 几何公差与公差带              | 63 |
| 3.4 公差原则                  | 79 |
| 3.5 几何公差的选用               | 85 |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 3.6 实验:箱体位置误差测量 .....         | 93         |
| 小 结 .....                     | 95         |
| 思考与习题 .....                   | 95         |
| <b>第4章 表面结构要求 .....</b>       | <b>97</b>  |
| 4.1 概 述 .....                 | 97         |
| 4.2 表面粗糙度的主要参数 .....          | 98         |
| 4.3 表面结构的标注方法 .....           | 101        |
| 4.4 表面粗糙度参数的选用 .....          | 103        |
| 小 结 .....                     | 105        |
| 思考与习题 .....                   | 105        |
| <b>第5章 常用结合件的公差与配合 .....</b>  | <b>106</b> |
| 5.1 滚动轴承的公差与配合 .....          | 106        |
| 5.2 平键联接的公差与配合 .....          | 114        |
| 5.3 普通螺纹的公差与配合 .....          | 116        |
| 5.4 实验:用螺纹千分尺测量外螺纹中径 .....    | 122        |
| 小 结 .....                     | 123        |
| 思考与习题 .....                   | 123        |
| <b>第6章 渐开线圆柱齿轮的传动精度 .....</b> | <b>124</b> |
| 6.1 概 述 .....                 | 124        |
| 6.2 齿轮精度的评定指标 .....           | 126        |
| 6.3 齿轮坯精度和齿轮副的精度 .....        | 132        |
| 6.4 渐开线圆柱齿轮精度标准 .....         | 135        |
| 6.5 实验:用齿厚卡尺测量齿厚偏差 .....      | 139        |
| 小 结 .....                     | 140        |
| 思考与习题 .....                   | 140        |
| <b>第7章 材料的性能 .....</b>        | <b>141</b> |
| 7.1 材料的力学性能 .....             | 141        |
| 7.2 材料的理化性能 .....             | 145        |
| 7.3 材料的工艺性能 .....             | 146        |
| 小 结 .....                     | 146        |
| 思考与习题 .....                   | 146        |
| <b>第8章 金属材料的晶体结构与结晶 .....</b> | <b>147</b> |
| 8.1 金属的晶体结构 .....             | 147        |
| 8.2 纯金属及合金的结晶 .....           | 152        |
| 8.3 铁碳合金相图 .....              | 157        |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 小 结                    | 164 |
| 思考与习题                  | 164 |
| <b>第 9 章 钢的热处理</b>     | 165 |
| 9.1 热处理的基本概念           | 165 |
| 9.2 钢在热处理时的组织转变        | 166 |
| 9.3 钢的普通热处理            | 172 |
| 9.4 钢的表面热处理            | 179 |
| 小 结                    | 181 |
| 思考与习题                  | 181 |
| <b>第 10 章 工业用钢</b>     | 183 |
| 10.1 钢的分类和牌号           | 183 |
| 10.2 钢中杂质与合金元素         | 186 |
| 10.3 结构钢               | 190 |
| 10.4 工具钢               | 197 |
| 10.5 特殊性能钢             | 203 |
| 小 结                    | 208 |
| 思考与习题                  | 208 |
| <b>第 11 章 铸 铁</b>      | 209 |
| 11.1 概 述               | 209 |
| 11.2 灰铸铁               | 212 |
| 11.3 球墨铸铁              | 214 |
| 11.4 可锻铸铁              | 217 |
| 小 结                    | 219 |
| 思考与习题                  | 219 |
| <b>第 12 章 有色金属及其合金</b> | 220 |
| 12.1 铝及铝合金             | 220 |
| 12.2 铜及铜合金             | 223 |
| 12.3 钛及钛合金             | 227 |
| 12.4 滑动轴承合金            | 228 |
| 12.5 粉末冶金材料            | 230 |
| 小 结                    | 232 |
| 思考与习题                  | 232 |
| <b>第 13 章 非金属材料</b>    | 233 |
| 13.1 高分子材料             | 233 |
| 13.2 陶瓷材料              | 240 |

|                     |            |
|---------------------|------------|
| 13.3 复合材料           | 243        |
| 小 结                 | 246        |
| 思考与习题               | 246        |
| <b>第 14 章 零件的选材</b> | <b>247</b> |
| 14.1 零件的失效          | 247        |
| 14.2 零件设计中的材料选择     | 248        |
| 14.3 典型零件、工具的选材及热处理 | 251        |
| 小 结                 | 258        |
| 思考与习题               | 258        |
| 参考文献                | 259        |
| 配套教学资源与服务           | 260        |

# 绪 论

## 0.1 互换性概述

不论如何复杂的机械产品,都是由大量的通用与标准零部件和少数专用零部件所组成的,这些通用与标准零部件可以由不同的专业化厂家来制造,这样,产品生产厂只需生产少量的专用零部件,其他零部件则由专门的标准件厂等厂家制造及提供。产品生产厂家不仅可以大大减少生产费用还可以缩短生产周期,及时满足市场与用户的需要。

既然现代化生产是按专业化、协作化组织生产的,这就提出了一个如何保证互换性的问题。在人们的日常生活中,有大量的现象涉及互换性,例如机器或仪器上掉了一个螺钉,按相同的规格换一个就行了;灯泡坏了,同样换个新的就行了;汽车、拖拉机乃至自行车、缝纫机、手表中某个机件磨损了,也可以换上一个新的,便能满足使用要求。之所以这样方便,是因为这些产品都是按互换性原则组织生产的,产品零件都具有互换性。

### (1) 互换性的定义

所谓**互换性**是指机械产品中同一规格的一批零件或部件,任取其中一件,不需作任何挑选、调整或辅助加工(如钳工修配),就能进行装配,并能保证满足机械产品的使用性能要求的一种特性。

### (2) 互换性的种类

按互换性的程度可分为**完全互换**(绝对互换)与**不完全互换**(有限互换)。

若零件在装配或更换时,不需选择、不需调整或辅助加工(修配),则其互换性为完全互换性。当装配精度要求较高时,采用完全互换性将使零件制造公差很小,加工困难,成本很高,甚至无法加工。这时,将零件的制造公差适当放大,使之便于加工,而在零件完工后,再用测量器具将零件按实际尺寸的大小分为若干组,使每组零件间实际尺寸的差别减小,装配时按相应组进行(例如,大孔组零件与大轴组零件装配,小孔组零件与小轴组零件装配)。这样,既可保证装配精度和使用要求,又能解决加工困难,降低成本。此种仅组内零件可能互换,组与组之间不能互换的特性,称之为不完全互换性。

对标准部件或机构来说,互换性又分为外互换与内互换。

外互换是指部件或机构与其装配件间的互换性,例如,滚动轴承内圈内径与轴的配合,外圈外径与轴承孔的配合。

内互换是指部件或机构内部组成零件间的互换性,例如,滚动轴承的外圈内滚道、内圈外滚道与滚动体的装配。

为使用方便起见,滚动轴承的外互换采用完全互换;而其内互换则因其组成零件的精度

要求高,加工困难,故采用分组装配,为不完全互换。一般地说,不完全互换只用于部件或机构的制造厂内部的装配,至于厂外协作,即使产量不大,往往也要求完全互换。

### (3) 互换性的作用

从使用上看,由于零件具有互换性,零件坏了,可以以新换旧,方便维修,从而提高机器的利用率和延长机器的使用寿命。

从制造上看,互换性是组织专业化协作生产的重要基础,而专业化生产有利于采用高科技和高生产率的先进工艺和装备,从而提高生产率,提高产品质量,降低生产成本。

从设计上看,可以简化制图、计算工作,缩短设计周期,并便于采用计算机辅助设计(CAD),这对发展系列产品十分重要。例如,手表在发展新品种时,采用具有互换性的统一机心,不同品种只需进行外观的造型设计,这就使设计与生产准备的周期大大缩短。

互换性生产原则和方式是随着大批量生产而发展和完善起来的,它不仅在单一品种的大批量生产中广为采用,而且已用于多品种、小批量生产;在由传统的生产方式向现代化的数字控制(NC)、计算机辅助制造(CAM)及柔性生产系统(FMS)和计算机集成制造系统(CIMS)的逐步过渡中也起着重要的作用。科学技术越发展,对互换性的要求越高、越严格。例如柔性生产系统的主要特点,是可以根据市场需求改变生产线上产品的型号和品种。当生产线上工序变动时,信息送给多品种控制器,控制器接受将要装配哪些零件的指令后,指定机器人(机械手)选择零件,进行装配,并经校核送到下一工序。库存零件提取后,由计算机通知加工站补充零件。显然按这种生产系统对互换性的要求更加严格。

因此,互换性原则是组织现代化生产的极为重要的技术经济原则。

### (4) 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。

完工后的零件是否满足公差要求,要通过检测加以判断。检测包含检验与测量,检验是指确定零件的几何参数是否在规定的极限范围内,并判断其是否合格;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。

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。

## 0.2 标准化与优先数

### (1) 标准化及其作用

标准为在一定的范围内获得最佳秩序,对活动或其结果规定共同的和重复使用的规则、导则或特性的文件。该文件经协商一致制定并经一个公认机构的批准。标准应以科学、技术和经验的综合成果为基础,以促进最佳社会效益为目的。

标准一般是指技术标准,它是指对产品和工程的技术质量、规格及其检验方法等方面所作的技术规定,是从事生产、建设工作的一种共同技术依据。

标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。标准中的基础标准则是指生产活动中最基本的、具有广泛指导意义的标准。这类标准具有最一般的共性,因而是通用性最广的标准。例如,极限与配合标准、几何公差标准、表面粗糙度标准等等。

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定、发布和实施标准,达到统一,以获得最佳秩序和社会效益的全部活动过程。

在机械制造中,标准化是实现互换性生产、组织专业化生产的前提条件;是提高产品质量、降低产品成本和提高产品竞争能力的重要保证;是消除贸易障碍,促进国际技术交流和贸易发展,使产品打进国际市场的必要条件。随着经济建设和科学技术的发展,国际贸易的扩大,标准化的作用和重要性越来越受到各个国家特别是工业发达国家的高度重视。

总之,标准化在实现经济全球化、信息社会化方面有其深远的意义。

表 1 优先数系的基本系列

| R5   | R10  | R20  | R40  | R5   | R10   | R20   | R40   | R5   | R10  | R20  | R40  |      |
|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.50 | 2.50  | 2.24  | 2.24  | 6.30 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |      |
|      |      |      | 1.06 |      |       | 2.36  | 5.30  |      |      |      |      |      |
|      |      |      | 1.12 |      |       | 1.12  | 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 |      |       | 3.15  | 3.15  |      | 7.10 | 7.10 |      |      |
|      | 1.60 | 1.60 | 1.50 |      |       | 3.35  | 3.35  |      | 7.50 |      |      |      |
|      |      |      | 1.60 |      |       | 3.55  | 3.55  |      | 8.00 | 8.00 | 8.00 |      |
|      |      |      | 1.70 |      |       | 3.75  | 8.50  |      |      |      |      |      |
| 1.80 |      |      | 4.00 | 4.00 | 9.00  | 9.00  |       |      |      |      |      |      |
| 1.90 |      |      | 4.25 | 9.50 |       |       |       |      |      |      |      |      |
| 2.00 |      |      | 4.50 | 4.50 | 10.00 | 10.00 | 10.00 |      |      |      |      |      |
|      |      | 2.12 | 4.75 | 4.75 |       |       |       |      |      |      |      |      |

### (2) 优先数和优先数系

优先数和优先数系标准是重要的基础标准。由于工程上的技术参数值具有传播特性,

如造纸机械的规格和参数值会影响印刷机械、书刊、报纸、复印机、文件柜等等的规格和参数值,因此,对各种技术参数值协调、简化和统一是标准化的重要内容。优先数系就是对各种技术参数的数值进行协调、简化和统一的科学数值制度。

国家标准(GB321—80)规定的优先数系是由公比为 $\sqrt[5]{10}$ 、 $\sqrt[10]{10}$ 、 $\sqrt[20]{10}$ 、 $\sqrt[40]{10}$ 、 $\sqrt[80]{10}$ 、且项值中含有10的整数幂的理论等比数列导出的一组近似等比的数列。各数列分别用符号R5、R10、R20、R40、R80表示,称为R5系列、R10系列…;R5、R10、R20、R40四个系列是优先数系中的常用系列,称为基本系列(见表1)。

优先数系中的任一个项值称为优先数。

采用等比数列作为优先数系可使相邻两个优先数的相对差相同,且运算方便,简单易记。在同一系列中,优先数的积、商、整数幂仍为优先数。因此,这种优先数系已成为国际上统一的数值分级制度。

### 0.3 工程材料的分类

机械工程材料是指具有一定性能,在特定条件下能够承担某些功能,被用来制造机各类机械零件的材料。据统计,目前世界上的机械工程材料已达40多万种,并且约以每年5%的速度增加。机械工程材料种类繁多,应用的场合也各不相同。按材料的化学组成分类,可将机械工程材料分为金属材料、高分子材料、陶瓷材料、复合材料四类。

#### (1)金属材料

金属材料可分为黑色金属材料和有色金属材料两类。黑色金属材料是指铁及铁基合金,主要包括碳钢、合金钢、铸铁等;有色金属材料是指铁及铁基合金以外的金属及其合金。有色金属材料的种类很多,根据它们的特性不同,又可分为轻金属、重金属、贵金属、稀有金属等多种类型。金属材料具有正的电阻温度系数,一般具有良好的电导性、热导性、塑性、金属光泽等,是目前工程领域中应用最广泛的工程材料。

#### (2)高分子材料

以高分子化合物为主要组分的材料称为高分子材料,可分为有机高分子材料 and 无机高分子材料两类。有机高分子材料主要有塑料、橡胶、合成纤维等;无机高分子材料包括松香、淀粉、纤维素等。高分子材料具有较高的强度、弹性、耐磨性、抗腐蚀性、绝缘性等优良性能,在机械、仪表、电机、电气等行业得到了广泛应用。

#### (3)陶瓷材料

陶瓷材料是金属和非金属元素间的化合物,主要包括水泥、玻璃、耐火材料、绝缘材料、陶瓷等。它们的主要原料是硅酸盐矿物,又称为硅酸盐材料,由于陶瓷材料不具有金属特性,因此也称为无机非金属材料。陶瓷材料熔点高、硬度高、化学稳定性高,具有耐高温、耐腐蚀、耐磨损、绝缘性好等优点,在现代工业中的应用越来越广泛。

#### (4)复合材料

复合材料由基体材料和增强材料两个部分构成。基体材料主要有金属、塑料、陶瓷等,增强材料则包括各种纤维、无机化合物颗粒等。根据基体材料不同,可将复合材料分为金属基复合材料、陶瓷基复合材料、聚合物基复合材料;根据组织强化方式的不同,可将复合材料



分为颗粒增强复合材料、纤维增强复合材料、层状复合材料等。复合材料由两种或两种以上的材料组合而成,可能具有非同寻常的强度、刚度、高温性能和耐腐蚀性等,其性能是它的组成材料所不具备的。

## 0.4 本课程的任务

本课程是高等院校机械类和近机类各专业的一门重要技术基础课,是从基础课学习过渡到专业课学习的桥梁,是机械工程技术人员和管理人员必备的基本知识技能。课程主要有两部分组成,上篇为公差配合与测量技术,下篇为工程材料及选用。

通过本课程的学习,学生应达到以下要求:

1. 建立互换性的基本概念,掌握各有关公差标准的基本内容、特点和表格的使用,能根据零件的使用要求,初步选用其公差等级、配合种类、几何公差及表面质量参数值等,并能在图样上进行正确的标注。
2. 建立技术测量的基本概念,能正确使用常用测量器具(各类卡尺,千分尺,百分表,内径百分表等)进行常用零件的尺寸和精度检测。
3. 掌握工程材料的基本理论知识及其性能特点,能够根据实际生产要求选择合理的工程材料和相应的热处理工艺。

总之,本课程的任务是使学生掌握国家有关公差配合标准的基本内容和常用材料性能、使用的基本知识,会正确使用常用的测量工具、仪表和专用测量工具,能根据具体的工作任务,对常用机械零件进行精度设计和检测,并在生产准备过程中合理选用和使用材料。本课程在培养学生严谨的工作态度、分析和解决实际问题的能力,以及工程实践能力等方面,发挥着积极的作用。

# 第1章 公差配合

为使零件具有互换性,必须保证零件的尺寸、几何形状和相互位置,以及表面特征技术要求的一致性。就尺寸而言,互换性要求尺寸的一致性,但并不是要求零件都准确地制成一个指定的尺寸,而只要求尺寸在某一合理的范围内;对于相互结合的零件,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,又要在制造上是经济合理的,这样就形成了“公差与配合”的概念。由此可见,“公差”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”则是反映零件组合时相互之间的关系。

经标准化的公差配合制,有利于机器的设计、制造、使用与维修,有利于保证产品精度、使用性能和寿命等,也有利于刀具、量具、夹具和机床等工艺装备的标准化。

## 1.1 公差配合的基本术语及定义

### 1.1.1 有关尺寸的术语定义

#### 1. 尺寸

以特定单位表示长度值的数值。

长度值包括直径、半径、宽度、高度、厚度以及中心距等。它由数字和长度单位(通常以mm为单位)组成。

#### 2. 公称尺寸( $D, d$ )

公称尺寸是由设计给定的,通过它应用上、下极限偏差可算出极限尺寸(如图1.1(a)所示)。它是设计者从零件的功能出发,通过强度、刚度等方面的计算或结构需要,并考虑工艺方面的其他要求后确定的。

#### 3. 实际尺寸( $D_a, d_a$ )

通过测量获得的尺寸。由于存在测量误差,所以实际尺寸并非尺寸的真值。又由于存在形状误差,工件上各处的实际尺寸往往是不同的。

#### 4. 极限尺寸

允许尺寸变化的两个界限值称为极限尺寸。孔或轴允许的最大尺寸称为上极限尺寸,分别以  $D_{\max}$  和  $d_{\max}$  表示。孔或轴允许的最小尺寸称为下极限尺寸,分别以  $D_{\min}$  和  $d_{\min}$  表示。

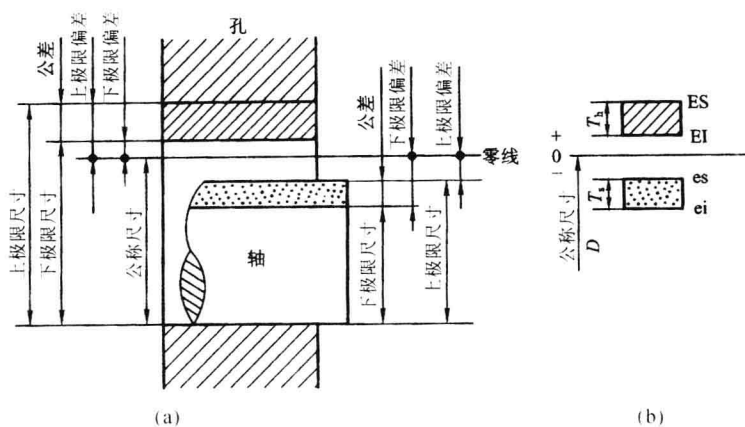


图 1.1 极限与配合

### 1.1.2 有关偏差与公差的术语定义

#### 1. 尺寸偏差(简称偏差)

实际尺寸减其公称尺寸所得的代数差称为实际偏差;上极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差称为上极限偏差;下极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差称为下极限偏差。上极限偏差与下极限偏差统称为极限偏差。偏差可以为正、负或零值。

孔:上极限偏差  $ES = D_{\max} - D$ ;下极限偏差  $EI = D_{\min} - D$ ;实际偏差  $E_a = D_a - D$

轴:上极限偏差  $es = d_{\max} - d$ ;下极限偏差  $ei = d_{\min} - d$ ;实际偏差  $e_a = d_a - d$

#### 2. 尺寸公差(简称公差)

允许尺寸的变动量。公差等于上极限尺寸与下极限尺寸代数差的绝对值,也等于上、下极限偏差之代数差的绝对值。公差取绝对值,不存在负值,也不允许为零。

孔公差:  $T_h = |D_{\max} - D_{\min}| = |ES - EI|$

轴公差:  $T_s = |d_{\max} - d_{\min}| = |es - ei|$

#### 3. 公差带图

由代表上极限偏差和下极限偏差或上极限尺寸和下极限尺寸的两条直线所限定的一个区域,称为尺寸公差带。公差带图由零线和公差带组成。由于公差或偏差的数值比公称尺寸的数值小得多,在图中不使用同一比例表示,同时为了简化,以零线表示基本尺寸,如图 1.1(b)所示。

零线:在公差带图中,确定偏差位置的一条基准直线。通常零线位置表示公称尺寸,正偏差位于零线上方,负偏差位于零线的下方。

公差带:在公差带图中,由代表上、下极限偏差的两平行直线所限定的区域。

#### 4. 标准公差

极限与配合制标准中,所规定的(确定公差带大小的)任一公差。

#### 5. 基本偏差

公差配合标准中,所规定的确定公差带相对于零线位置的那个极限偏差。它可以是上