

21 世纪高职高专规划教材  
数控技术系列

# 机械制图与公差

王志泉 项仁昌 主编  
金潇明 主审

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书是根据高职高专院校机械类专业的课程教学改革需求,对传统《机械制图》和《极限配合与技术测量》教材进行整合编写而成的。主要内容包括:制图标准与基本技能,投影法与三视图,点、线、面的投影及组合体,轴测图,机件的表达方法,标准件与常用件,极限配合与表面质量,测量技术基础,零件图,装配图等。本书采用我国最新颁布的有关制图标准,着重识图与绘图的技能培养,同时配有《机械制图与公差习题集》。

本书可作为高职高专院校机械类和近机类专业的教学用书,兼顾三年制及两年制教学的需求。

版权所有,翻印必究。举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图与公差/王志泉,项仁昌主编. —北京:清华大学出版社,2006

(21世纪高职高专规划教材·数控技术系列)

ISBN 7-302-12230-X

I. 机… II. ①王… ②项… III. ①机械制图—高等学校:技术学校—教材 ②公差—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TH126 ②TG801

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第150387号

出版者:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社总机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

组稿编辑:付 迎

文稿编辑:朱怀永

印刷者:北京嘉实印刷有限公司

装订者:三河市新茂装订有限公司

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×230 印张:17 字数:344千字

版 次:2006年4月第1版 2006年4月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-12230-X/TH·187

印 数:1~5000

定 价:22.00元

---

## “高职高专数控技术系列教材建设指导委员会”名单

---

焦金生 清华大学出版社副总编

钟约先 清华大学机械工程学院副院长

(以下按姓氏笔划为序)

刘 义 武汉船舶职业技术学院教学院长

刘小芹 武汉职业技术学院副院长

刘守义 深圳职业技术学院工业中心主任

刘惠坚 广东机电职业技术学院院长

陈传伟 成都电子机械高等专科学校副校长

李康举 沈阳工业学院应用技术学院机械系主任

杜建根 河南工业职业技术学院副院长

杨兴华 常州轻工职业技术学院党委书记

金潇明 湖南工业职业技术学院院长

姚和芳 湖南铁道职业技术学院副院长

温金祥 烟台职业学院副院长

---

## “高职高专数控技术系列教材建设专家组”名单

---

(按姓氏笔划为序)

- 王 浩 广东机电职业技术学院  
冯小军 深圳职业技术学院  
乔西铭 广东机电职业技术学院机电工程系主任  
刘 敏 烟台职业学院机械系主任  
吴明友 广东机电职业技术学院  
李望云 武汉职业技术学院机械系主任  
邱士安 成都电子机械高等专科学校机电系主任  
陈少艾 武汉船舶职业技术学院机械系主任  
周 虹 湖南铁道职业技术学院副教授  
唐建生 河南工业职业技术学院机械系主任  
彭跃湘 湖南工业职业技术学院机械系副主任  
谢永宏 深圳职业技术学院先进制造系主任

# 出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,担负着为国家培养并输送生产、建设、管理、服务第一线高素质技术应用型人才的重任。

进入 21 世纪后,高职高专教育的改革和发展呈现出前所未有的发展势头,学生规模已占我国高等教育的半壁江山,成为我国高等教育的一支重要的生力军;办学理念上,“以就业为导向”成为高等职业教育改革与发展的主旋律。近两年来,教育部召开了三次产学研交流会,并启动四个专业的“国家技能型紧缺人才培养项目”,同时成立了 35 所示范性软件职业技术学院,进行两年制教学改革试点。这些举措都表明国家正在推动高职高专教育进行深层次的重大改革,向培养生产、服务第一线真正需要的应用型人才的方向发展。

为了顺应当前我国高职高专教育的发展形势,配合高职高专院校的教学改革和教材建设,进一步提高我国高职高专教育教材质量,在教育部的指导下,清华大学出版社组织出版“21 世纪高职高专规划教材”。

为推动规划教材的建设,清华大学出版社组织并成立“高职高专教育教材编审委员会”,旨在对清华版的全国性高职高专教材及教材选题进行评审,并向清华大学出版社推荐各院校办学特色鲜明、内容质量优秀的教材选题。教材选题由个人或各院校推荐,经编审委员会认真评审,最后由清华大学出版社出版。编审委员会的成员皆来源于教改成效大、办学特色鲜明、师资实力强的高职高专院校、普通高校以及著名企业,教材的编写者和审定者都是从事高职高专教育第一线的骨干教师和专家。

编审委员会根据教育部最新文件政策,规划教材体系,比如部分专业的两年制教材;“以就业为导向”,以“专业技能体系”为主,突出人才培养的实践性、应用性的原则,重新组织系列课程的教材结构,整合课程体系;按照教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”,教材的基础理论以“必要、够用”为度,突出基础理论的应用和实践技能的培养。

本套规划教材的编写原则如下:

- (1) 根据岗位群设置教材系列,并成立系列教材编审委员会;
- (2) 由编审委员会规划教材、评审教材;
- (3) 重点课程进行立体化建设,突出案例式教学体系,加强实训教材的出版,完善教学服务体系;

(4) 教材编写者由具有丰富教学经验和多年实践经验的教师共同组成,建立“双师型”编者体系。

本套规划教材涵盖了公共基础课、计算机、电子信息、机械、经济管理以及服务等大类的主要课程,包括专业基础课和专业主干课。目前已经规划的教材系列名称如下:

• 公共基础课

公共基础课系列

• 计算机类

计算机基础教育系列  
计算机专业基础系列  
计算机应用系列  
网络专业系列  
软件专业系列  
电子商务专业系列

• 电子信息类

电子信息基础系列  
微电子技术系列  
通信技术系列  
电气、自动化、应用电子技术系列

• 机械类

机械基础系列  
机械设计与制造专业系列  
数控技术系列  
模具设计与制造系列

• 经济管理类

经济管理基础系列  
市场营销系列  
财务会计系列  
企业管理系列  
物流管理系列  
财政金融系列  
国际商务系列

• 服务类

艺术设计系列

本套规划教材的系列名称根据学科基础和岗位群方向设置,为各高职高专院校提供“自助餐”形式的教材。各院校在选择课程需要的教材时,专业课程可以根据岗位群选择系列;专业基础课程可以根据学科方向选择各类的基础课系列。例如,数控技术方向的专业课程可以在“数控技术系列”选择;数控技术专业需要的基础课程,属于计算机类课程的可以在“计算机基础教育系列”和“计算机应用系列”选择,属于机械类课程的可以在“机械基础系列”选择,属于电子信息类课程的可以在“电子信息基础系列”选择。依此类推。

为方便教师授课和学生学习,清华大学出版社正在建设本套教材的教学服务体系。本套教材先期选择重点课程和专业主干课程,进行立体化教材建设;加强多媒体教学课件或电子教案、素材库、学习盘、学习指导书等形式的制作和出版,开发网络课程。学校在选用教材时,可通过邮件或电话与我们联系获取相关服务,并通过与各院校的密切交流,使其日臻完善。

高职高专教育正处于新一轮改革时期,从专业设置、课程体系建设到教材编写,依然是新课题。希望各高职高专院校在教学实践中积极提出意见和建议,并向我们推荐优秀选题。反馈意见请发送到 E-mail:gzgz@tup.tsinghua.edu.cn。清华大学出版社将对已出版的教材不断地修订、完善,提高教材质量,完善教材服务体系,为我国的高职高专教育出版优秀的高质量教材。

# 前 言

## 机械制图与公差

改革开放的不断深入和国民经济的持续发展推动了中国职业技术教育的发展进程。为了适应这种发展,传统的教学思维和模式正在逐步发生变化。依据现代职业技术教育的特点,并通过业界人士的探讨,编写了这本《机械制图与公差》。

在传统的教学模式中,《机械制图》与《极限配合与技术测量》是两门课程,就当时而言,这种设置或许是合理的。但如今,教学对象、培养规格和学籍体制等都发生了重大变化,课程的设置理应随之而改变。多年来的教学实践证明,将上述两门课程合并,是合理且必需的。

在编写过程中,本着“理论够用、应用为主”的原则,对传统教材结构进行了合理调整,着重培养学生识图与读图能力,并加强了第三角投影的绘图与读图训练,以满足学生毕业后到外资企业就业及对外交流的需要。

本教材文字简洁,通俗易懂,重点突出。由于教材编写人员是各高等职业技术学院长期从事该门课程教学的骨干教师,因此,教材既凝聚了他们的宝贵经验,也反映了各院校教学改革的成果。

本教材力求贯彻国家最新有关标准,以培养学生严格遵守国家标准意识。

本教材适用于各高等职业技术教育院校机类、近机类各专业的制图、极限配合与技术测量方面的课程教学,可同时满足三年制和两年制“高职”教学的需要。教材建议学时数为80~140,对于少学时的教学,可删讲带\*的内容,建议另设1~2周的专用时间,以提高学生的读图与绘图能力。

本教材由王志泉、项仁昌担任主编,周理等参加部分章节的编写。编写分工如下:绪论、第1章、第11章由王志泉编写;第2章由杨晓红编写;第3章由刘建宁编写;第4章由刘建宁、杨晓红编写;第5章由项仁昌、杨腊运编写;第6章由周理编写;第7章由周理、董慧灵编写;第8章、第12章由项仁昌、苟爱梅编写;第9章、第10章由石桂菊编写。

担任本书主审的是湖南工业职业技术学院院长金潇明教授。参加审稿的还有易宏彬

本教材在编写过程中得到了湖南工业职业技术学院、武汉职业技术学院、烟台职业学院、广东机电职业技术学院、湖南生物机电职业技术学院的领导和有关老师的大力支持，在此一并表示感谢。

由于编写时间有限，教材中难免有错误、疏漏之处，敬请读者批评指正，不胜感谢。

编 者

2005年5月

# 绪 论

## 1. 什么是机械制图

在工程设计、施工与产品制造中,用来表达设计思想和指导生产的主要技术文件,就是工程图形,用在机械产品中的图形称为机械图形。机械图形可用二维图形或三维图形来表达。如图 0-1 所示为一个支架类机械零件的三维图形,它具有形象逼真、立体感强的特点。但其内部结构不易表达清楚,特别是较为复杂的零件更是如此,而且尺寸的准确性也难以控制。若采用二维图形来表示,如图 0-2 所示,就是从前面往后看、从上面往下看和从左面往右看得到的三个平面图形(称为三视图),它具有易画、尺寸准确及内部结构表达清晰等特点,但它并不直观,一般人看不懂。如何解决从三维图形到二维图形或者从二维图形到三维图形的转换问题是机械制图的首要任务。

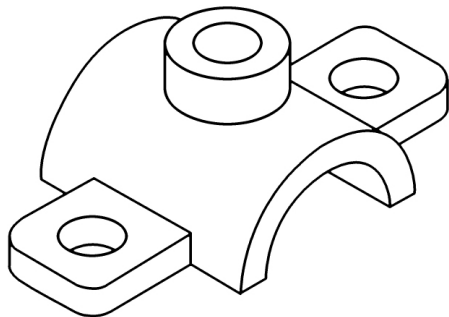


图 0-1 零件三维图

## 2. 什么是公差配合与技术测量

如图 0-2 所示图形,虽然零件形状和结构表达清晰,尺寸准确,但是所标注的尺寸没有给定允许的变动量,也未标注表面的粗糙度和孔轴线的歪斜度,加工后的零件形状要求就很难保证,这就必须由公差与配合加以限定。如果设计时,已给定尺寸和形状位置的允许变动量,那么又如何来检验加工后的产品是否合格呢?这就要靠技术测量来保证了。

因此,机械制图、公差配合和技术测量三位一体,缺一不可,这是本教材要解决的问题,也正是本教材的特点所在。

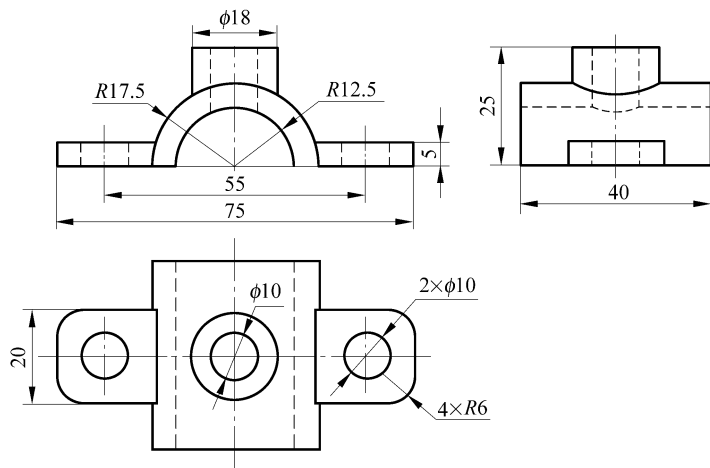


图 0-2 零件二维图

### 3. 为什么要学习《机械制图与公差》

根据投影原理和国家标准画出来的图形,称为“图样”。包含公差配合等技术要求的图样是设计者表达设计意图、制造者进行加工、使用者进行操作和维护设备的主要依据,是工程技术部门的重要技术文件,是工程界通用的“技术语言”,是工程技术人员都必须了解并掌握的。

高等职业技术教育所培养的是应用型人才,即生产或管理部门第一线的工程技术人员,对这些人员而言,就更应学习和掌握该门课程。在专业教学中,《机械制图与公差》是一门重要的主干课程,是学习其他专业课程的基础,只有基础打好了,其他课程才能学好。

### 4. 《机械制图与公差》课程任务

- (1) 掌握平行正投影方法,培养用二维图形表达三维空间形体的能力;
- (2) 培养对空间形体的形象思维能力;
- (3) 掌握公差配合与技术测量的必备知识;
- (4) 掌握尺规绘图、徒手绘图和阅读专业图样的能力;
- (5) 培养贯彻和执行国家制图标准的强烈意识。

### 5. 如何学习《机械制图与公差》

(1) 本课程是一门既有理论,又有很强实践性的专业基础课程,核心任务是使学生掌握用二维平面图形来表达三维空间形体的能力,并培养由二维平面图形想像其三维空间形状的能力。因此,在本课程学习中,必须将物体的投影与形状紧密地联系起来,贯穿始终,不断地见物思图(二维图)和见图思物(三维图),只有不断地进行二维图形与三维图形

的相互转换,才能逐步培养空间思维能力。

(2) 学练结合,认真完成相应的习题和大型作业,在实际读图和作图中,加深对投影的理解,提高读图与绘图的能力。认真做好技术测量的实验,加深对公差配合的理解。

(3) 机械图样是工程界共同的技术语言,对同一张图,不同国家的工程技术人员都能看懂。为此,国家为机械制图及其公差与配合,制定了统一的标准。无论在本课程的学习阶段还是在毕业后的工作中,都必须树立严格执行国家标准的强烈意识,养成良好的绘图习惯,特别在用尺规绘图中,应注意图线和文字的规范和美观。

# 第 1 章

## 制图标准与基本技能

机械图样是生产过程中的重要技术文件,是工程技术人员表达设计思想、进行技术交流的重要工具,图样必须正确、完整、清晰、合理地表达物体。要做到这一点,就必须严格遵守国家有关制图的标准,并掌握正确的作图方法,熟练使用绘图工具,这是每个工程技术人员必备的基本技能。

### 1.1 机械制图国家标准

为了便于企业的生产管理和技术交流,国家质量监督检验检疫总局制定并颁布了一系列国家标准,其中《技术制图》与《机械制图》是有关制图方面的两个重要标准。

我国国家标准(简称国标)的代号为“GB”,例如,《GB/T14689—1993 技术制图 图纸幅面和格式》是制图标准中对图纸幅面和格式的规定。其中,T表示推荐性标准(若无T,则为强制执行的标准),14689为发布顺序号,1993是年号。《机械制图》标准适用于机械图样,而《技术制图》标准,则适用于工程界各种专业的技术图样。

本节仅摘要性地介绍机械制图标准中的图纸幅面、比例、字体和图线等基本规定,其他标准将在相应章节中介绍。

#### 1.1.1 图纸幅面与格式(GB/T14689—1993)

##### 1. 图纸幅面

为了使图纸幅面统一,便于装订与管理,并符合微缩和复制的要求,必须按下列要求选用图纸幅面。

① 优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。表中边框  $a$ 、 $c$ 、 $e$  尺寸如图 1-1 所示。基本幅面有 5 种,其尺寸关系如图 1-2 所示。

② 必要时,允许使用加长幅面,其尺寸必须是基本幅面短边的整数倍。

表 1-1 基本幅面尺寸

单位: mm

幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 $B \times L$		841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
边 框	$a$	25				
	$c$	10			5	
	$e$	20		10		

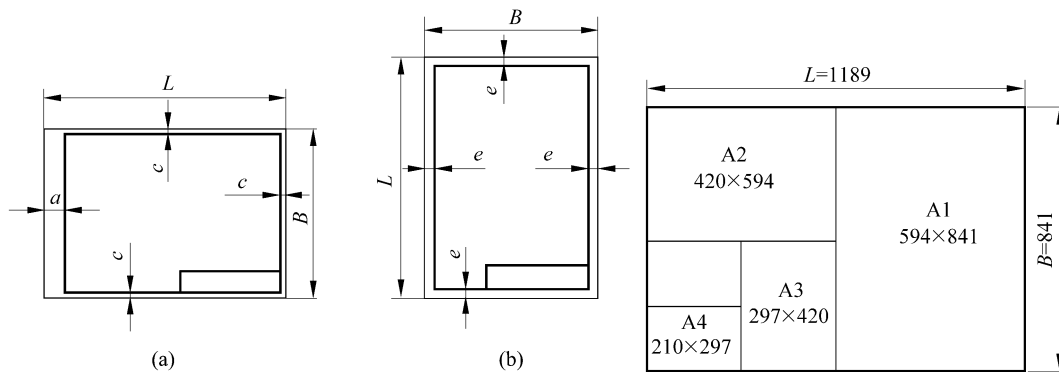


图 1-1 图框格式

图 1-2 基本幅面尺寸关系

## 2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框线,图框格式有两种:不留装订边和留装订边。图 1-1(a)所示为留装订边式样,图 1-1(b)所示为不留装订边式样,同一种产品图样只能采用一种格式。

另外,图纸有横式和竖式两种型式,如图 1-1(a)和图 1-1(b)所示。

## 3. 标题栏与看图方向

在图框线的右下角,必须画出标题栏,标题栏中文字的方向一般就是看图方向。

国家标准(GB/T10609.1—1989)对标题栏作了规定,如图 1-3 所示,建议生产中采用。在制图教学练习中,可采用如图 1-4 所示简化格式。

为绘制或复制图样方便,在各边长的对中处分别画出对中符号,如图 1-5(a)所示。在特殊情况下,当标题栏文字方向与看图方向不一致时,则在看图方向的底边图框线的中线处画一个三角形,以示区别,如图 1-5(b)所示。

标题栏中的内容,主要包括图样名称、设计单位名称、设计和审核人员的签名,以及图的序号、绘图的比例、零件的材料等,标题栏的填写应统一、规范。

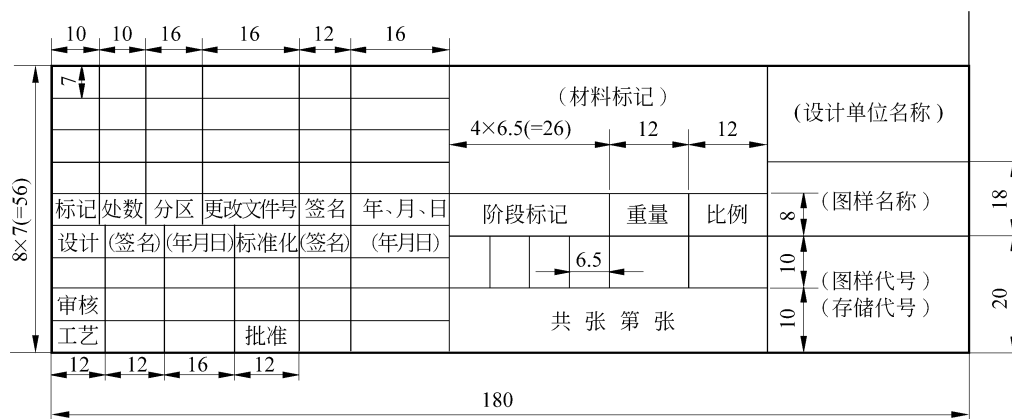


图 1-3 标题栏格式(一)



图 1-4 标题栏格式(二)

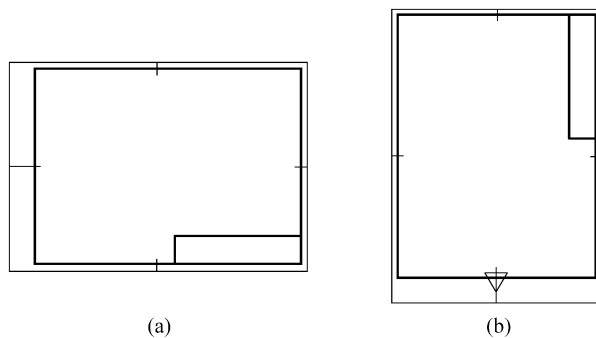


图 1-5 对中符号的应用

### 1.1.2 比例(GB/T14690—1993)

比例是指图样中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。绘图时,比例值可从表 1-2

中选取。为绘图、看图的方便,应尽量采用原值比例为 1 : 1 进行画图。但无论采用何种比例值,图样中所标注的尺寸,均为设计对象的真实尺寸,与图形大小无关,如图 1-6 所示。比例值要填写在标题栏“比例”项中。

表 1-2 常用比例

种 类	比 例 值					
原值比例	1 : 1					
放大比例	2 : 1	2.5 : 1	4 : 1	5 : 1	10 : 1	
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 5

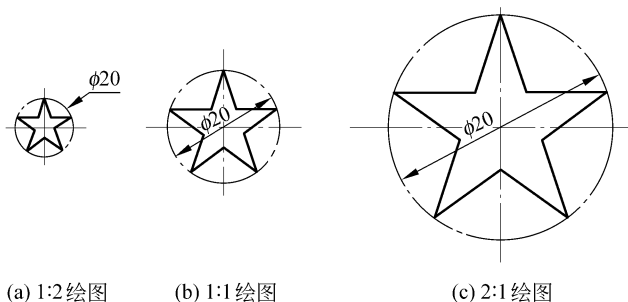


图 1-6 不同比例的图形

### 1.1.3 字体(GB/T14691—1993)

图样中书写的字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的高度(用  $h$  表示)即为字号,字号系列有:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20,单位为 mm。

汉字字体采用长仿宋体,而且必须是国家正式公布的简化字,字高一般不小于 3.5mm,字宽为  $h/\sqrt{2}$ 。

数字和字母符号可写成斜体。斜体字头应向右倾斜,与水平基准线成  $75^\circ$ ,但对于量纲的单位、化学元素符号等应采用正体。

字号、字体示例:

汉字 10 号字

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

7号字

横平竖直注意起落结构匀称填满方格

5号字

技术制图机械电子汽车船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

3.5号字

图纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤

阿拉伯数字

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

大写英文字母

A B C D E F G H I J K L M N O

P Q R S T U V W X Y Z

小写英文字母

a b c d e f g h i j k l m n o p q

r s t u v w x y z

罗马数字

I II III IV V VI VII VIII IX X

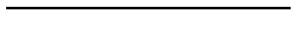

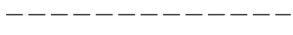



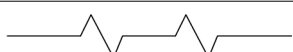
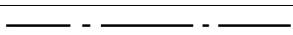
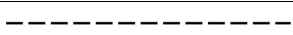
### 1.1.4 图线

图线是图样的重要组成部分之一,其正确与否,不但影响到图样的准确性,而且还影响到图样的美观。

#### 1. 基本线型

国家技术制图标准(GB/T17450—1998)规定了15种基本线型,在机械制图标准(GB/T4457.4—2002)中建议采用9种基本线型,其用途如表1-3所示。

表 1-3 基本线型与应用

图线名称	图线型式	图线宽度	应用举例
粗实线		$d$	可见轮廓线等
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面轮廓线、过渡线等
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线等
细点划线		$d/2$	轴线、对称中心线、轨迹线等
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视的分界线等
细双点划线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线等
双折线		$d/2$	同波浪线
粗点划线		$d$	限定范围表示线
粗虚线		$d$	允许表面处理的表示线

#### 2. 图线宽度

机械图样中,图线宽度 $d$ 值(mm)必须在下列数系中选取:0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1.0、1.4、2。数值的大小应根据图幅的大小而定,在制图作业中,粗实线的宽度可取 $d=0.5\sim 0.7\text{mm}$ ,其他线的宽度为 $d/2$ 。

#### 3. 图线应用注意事项

① 在同一张图样中,同类图线的宽度应一致,如虚线、点划线等,其线段长度、间隔应大致相同,如图1-7所示。

② 绘制圆的对称中心线时,其圆心相交处应是线段,超出轮廓线的长度为 $3\sim 5\text{mm}$ ,当圆的直径较小时,中心线可用细实线代替,如图1-7所示。

③ 当虚线、点划线相交或与其他图线相交时,应是线段相交。当虚线处于粗实线的延长线上时,虚线与粗实线之间应留有空隙,如图1-8所示。