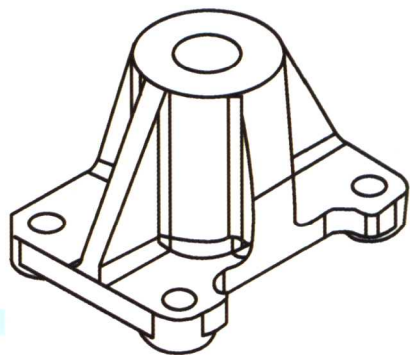


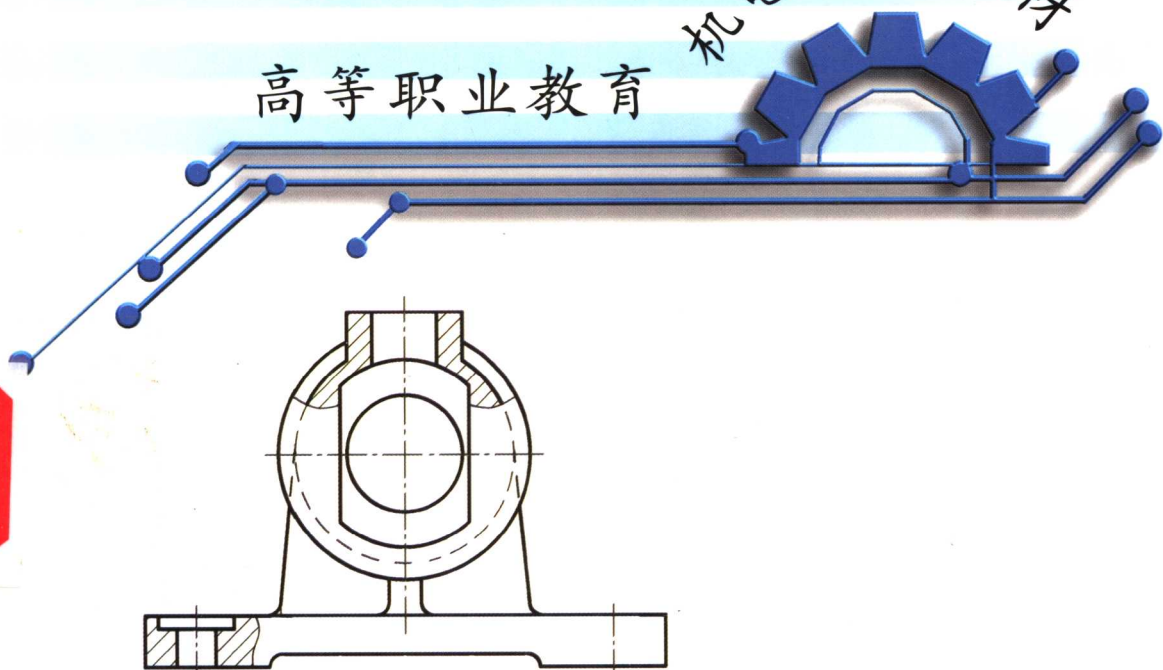


郑 风 主 编



# 机械制图 及计算机绘图

机电类系列教材  
高等职业教育



清华大学出版社

高等职业教育机电类系列教材

# 机械制图及计算机绘图

郑 风 主编

清华大学出版社  
北 京

## 内 容 简 介

本书将机械制图(含画法几何)与计算机绘图有机地结合为一体。在内容取舍和安排上,充分考虑到高职高专相关专业对本课程的教学要求,对画法几何部分按“必须、够用”原则作了精简,对机械制图部分则加大了计算机绘图、看图和测绘的实际能力的培养力度。在多媒体辅助教学手段方面,配合全书内容的“电子挂图”、部分难题的解题步骤提示或题解以及介绍测绘方法的辅助教学光盘,是教师进行课堂教学的得力助手,也是学生进行自学、掌握相关知识的好帮手,并且可用于网上教学。

全书共9章,包括《技术制图》国家标准的基本规定,几何作图、手工绘图的基本技能,正投影法的基本原理,组合体三视图及轴测投影,机件图的各种表达方法,零件图,标准件和常用件,装配图,用 AutoCAD 绘制二维图形及进行三维造型等内容。

本书可作为高职高专机械类或近机械类专业机械制图的教材,也适合本科院校近机械类专业学生、成人教育学生、工程技术人员自学等使用。

另有《机械制图及计算机绘图习题集》配套出版。

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

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制图及计算机绘图/郑风主编.—北京:清华大学出版社,2005.8

(高等职业教育机电类系列教材)

ISBN 7-302-11224-X

I. 机… II. 郑… III. ①机械制图—高等学校:技术学校—教材 ②自动绘图—高等学校:技术学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 065086 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

责任编辑:曾 洁

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印 张:22.5 字 数:534 千字

版 次:2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-11224-X/TH·165

印 数:1~4000

定 价:32.00 元(含光盘)

# 前 言

---

本书是在机械类“画法几何与机械制图”及“计算机绘图”两门课程多年的教学基础上,配合“2003年度上海高等学校教学质量与教学改革工程精品课程”教材建设项目编写而成的。本书具有如下特点:

(1) 将机械制图和计算机绘图两者有机地结合起来,编成一本教材。这样做既考虑到工科院校这两门课程的内在关联性 & 机械制图课程改革发展的需要,又顺应了机械制图课程向现代工程制图、无纸化设计、CAD/CAM 一体化这一趋势发展,同时也避免了以往使用多本教材给教与学带来的不便。

(2) 本书及配套习题集在内容选取上力求做到“必须”、“够用”,舍弃了一些与机械类专业关系不太密切的内容。在掌握基本概念的前提下,着重于学生的读图和计算机绘图能力的培养,也兼顾到仪器绘图、草图绘制及测绘能力的培养。

(3) 由于在教学过程中已普遍采用多媒体手段和上机操作练习方式,本书配套制作了一张包含电子挂图和测绘方法等内容多媒体助教、助学光盘,结合大量的三维动画演示,生动形象地介绍一些在二维环境下较难表达的内容,如组合体形体分析、机件的各种表达方法、零(部)件的测绘方法等。

本书由郑风担任主编,朱培勤、刘敏娟、熊敏、毛小燕等共同编写。其中绪论、第2章、第4章及第5章中的5.4节和5.5节由郑风执笔,第7章至第9章由朱培勤执笔,第1章、第3章及第6章由刘敏娟执笔,第7章和第9章中的测绘部分内容及附录由熊敏执笔,第5章中的5.1节至5.3节由毛小燕执笔。本书的配套光盘由朱培勤和熊敏负责制作。

在本书编写过程中还得到了张志彦、邹悦敏、王黎君等许多同志的帮助,编者在此表示感谢。

由于时间仓促及编者水平有限,书中难免存在错误和不足之处,恳请专家及广大读者给予批评和指正。

编 者  
2005年1月

# 目 录

---

绪论 .....	1
<b>第 1 章 机械制图基本规格 .....</b>	<b>2</b>
1.1 《技术制图》的基本规定 .....	2
1.2 手工绘图工具 .....	10
1.3 几何作图 .....	14
1.4 绘制平面图形的方法和步骤 .....	20
<b>第 2 章 计算机绘图的基础知识 .....</b>	<b>24</b>
2.1 机械工程 CAD 制图规则简介 .....	24
2.2 AutoCAD 2000 的基本操作 .....	28
2.3 基本绘图命令 .....	47
2.4 基本编辑命令 .....	54
2.5 二维绘图应用举例 .....	65
<b>第 3 章 正投影法 .....</b>	<b>70</b>
3.1 正投影法概述 .....	70
3.2 点、直线、平面的投影 .....	71
3.3 直线、平面的位置关系 .....	79
3.4 投影变换(换面法)简介 .....	83
3.5 基本立体的投影 .....	88
3.6 平面与立体、立体与立体相交 .....	93
<b>第 4 章 计算机绘图的提高与应用 .....</b>	<b>102</b>
4.1 常用的绘图和编辑命令 .....	102
4.2 图层与图块 .....	118
4.3 图案填充与文字标注 .....	130
4.4 尺寸标注 .....	138

<b>第 5 章 组合体三视图及轴测投影、三维造型</b> .....	147
5.1 组合体三视图 .....	147
5.2 画组合体三视图 .....	156
5.3 标注组合体尺寸 .....	162
5.4 轴测投影简介 .....	169
5.5 三维造型简介 .....	180
<b>第 6 章 机件的各种表达方法</b> .....	192
6.1 视图 .....	192
6.2 剖视图 .....	197
6.3 断面图 .....	206
6.4 其他表达方法 .....	209
6.5 综合举例 .....	212
6.6 第三角画法简介 .....	214
<b>第 7 章 零件图</b> .....	217
7.1 零件图的内容 .....	217
7.2 零件的结构分析 .....	218
7.3 零件图的尺寸标注 .....	223
7.4 零件图中的技术要求 .....	228
7.5 典型零件表达方案的选择 .....	243
7.6 零件的测绘 .....	251
7.7 看零件图 .....	256
<b>第 8 章 标准件与常用件</b> .....	259
8.1 螺纹及螺纹联接件 .....	259
8.2 键、销和滚动轴承 .....	270
8.3 齿轮 .....	275
8.4 弹簧 .....	280
<b>第 9 章 装配图</b> .....	284
9.1 装配图的内容 .....	284
9.2 机器或部件的表达方法 .....	284
9.3 装配图中的尺寸标注 .....	287
9.4 装配图中的零、部件序号及明细栏 .....	288
9.5 装配结构的合理性 .....	291
9.6 部件测绘和装配图画法 .....	292

---

9.7 看装配图及由装配图拆画零件图 .....	299
<b>附录</b> .....	311
附录 A 螺纹标准 .....	311
附录 B 螺纹紧固件标准 .....	316
附录 C 键标准 .....	322
附录 D 销标准 .....	324
附录 E 轴承标准 .....	325
附录 F 倒角、倒圆、越程槽标准 .....	331
附录 G 标准锥度 .....	333
附录 H 轴和孔的极限偏差 .....	335
附录 I 常用金属材料、热处理和表面处理 .....	342
附录 J 形状和位置公差 .....	346
<b>参考书目</b> .....	351

# 绪 论

## 1. 本课程的研究对象

在平面上用图形表示空间几何元素和物体的原理及方法称为图示法。

在平面上通过作图解决空间几何问题的原理和方法称为图解法。

本课程的主要目的是通过研究图示法和图解法,并根据工程技术领域的有关规定和知识,绘制和阅读工程图样。

所谓工程图样指的是准确地表达工程技术方面各类物体(如机器设备、电子仪器、土木建筑等)的形状、尺寸及技术要求的图形。工程图样是设计者表达设计思想,制造者和使用者赖以制作、检验、调试、使用和维护产品的重要技术资料,是产品设计、生产、使用全过程信息的集合。同时,它又是进行工程技术和传递技术信息的重要载体,因而被称为“工程界的共同语言”。在当今信息时代,本课程又被赋予了计算机绘图、计算机辅助设计和辅助制造等新概念、新任务。因而,本课程是所有工科专业必不可少的一门技术基础课,它应当为每个工程技术人员所掌握。

## 2. 本课程的任务

本课程是一门既有系统理论、又有较强实践性的技术基础课,其主要教学目的在于培养学生绘制和阅读机械图样的能力。

本课程的主要任务是:

- (1) 学习正投影法的基本原理及其应用;
- (2) 培养绘制和阅读机械工程图样的基本能力;
- (3) 培养空间想象能力和空间构思能力;
- (4) 培养徒手绘图、仪器绘图、计算机绘图的实际应用能力;
- (5) 培养自学能力、创新能力和审美能力;
- (6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

## 3. 本课程的学习方法

在学习本课程时,要坚持理论联系实际的学风。既要认真学习投影理论,又要加强绘图和读图实践。只有在理解基本概念的基础上,通过大量的由物画图、由图想物的练习及思考,才能逐步提高空间想象和空间分析的能力,逐步掌握绘图、读图的技能。

由于本课程涉及面广,规范性强,在实际应用中又起着重要的作用,因此,在学习和练习时,应注重培养自学能力,培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。要严格遵守机械制图、技术制图及 CAD 制图等国家标准的有关规定,切忌自行一套;要养成正确使用各类绘图工具和仪器,按正确的作图方法和步骤画图的习惯,切忌敷衍了事;在上机操作时,应掌握计算机绘图的技能和技巧,不要生搬硬套仪器绘图中的一些作图方法。此外,还应注意在后续课程和其他教学环节中继续培养与提高绘图、读图等能力。



# 第 1 章 机械制图基本规格

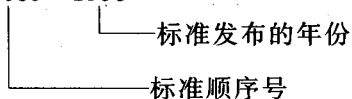
## 1.1 《技术制图》的基本规定

机械图样是设计和制造机械类产品过程中的重要资料,是交流技术思想的语言。为了正确地绘制和阅读机械图样,必须熟悉和掌握有关标准和规定。

《技术制图》国家标准是工程界重要的技术基础标准,是绘制和阅读机械图样的准则和依据,它统一规定了有关机械方面的生产和设计部门共同遵守的画图规则。我国于 1959 年制定了国家标准《机械制图》,后来经过了几次修订。目前使用的是 1998 年修订的《技术制图》国家标准。

国家标准(简称国标)的代号是“GB”(“GB/T”为推荐性国标),字母后面的两组数字,分别表示标准顺序号和标准批准的年份。

例如: GB/T14689—1993



本节将介绍图纸幅面和格式、比例、字体、图线、剖面符号、尺寸注法等制图国标的有关规定。

### 1.1.1 图纸幅面(GB/T 14689—1993)和标题栏

#### 1. 图纸幅面

绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的图纸基本幅面。必要时允许加长幅面,其尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-1 基本幅面及图框尺寸

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

#### 2. 图框格式

图框线用粗实线绘制。图框的格式分无装订边和有装订边两种,分别如图 1-1 和图 1-2 所示,但同一产品的图样只能采用一种格式。

#### 3. 标题栏

标题栏的位置应按图 1-1 所示的方式配置,看图的方向与标题栏中的文字方向一致。

GB/T 10609.1—1989 对标题栏的内容、格式与尺寸作了规定。本书制图作业及零件图的标题栏建议采用图 1-3 所示的格式。装配图上还要加明细栏,其标题栏应采用图 1-4 所示的格式。

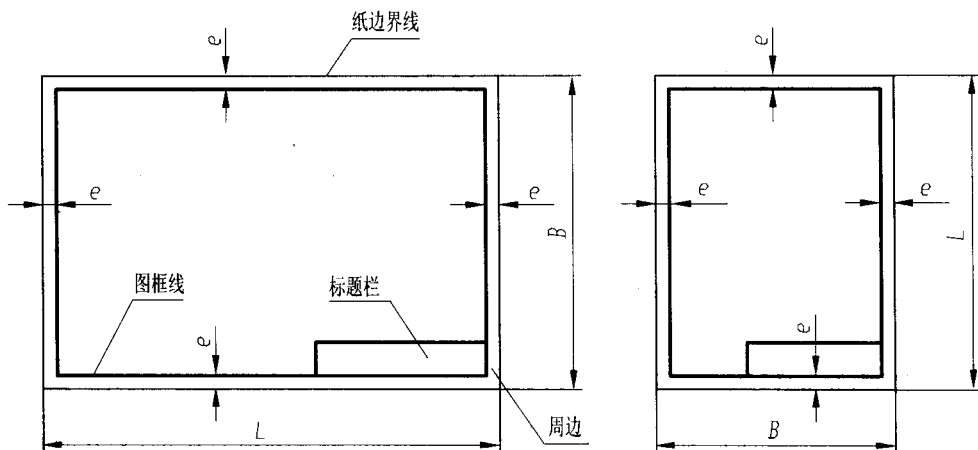


图 1-1 无装订边的图框格式

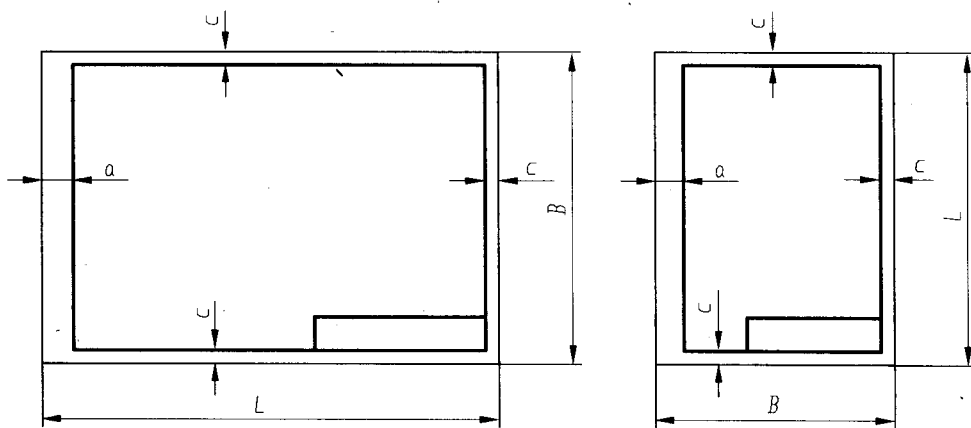


图 1-2 有装订边的图框格式

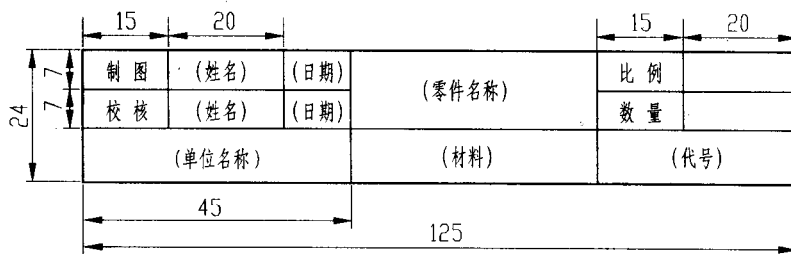


图 1-3 零件图标题栏

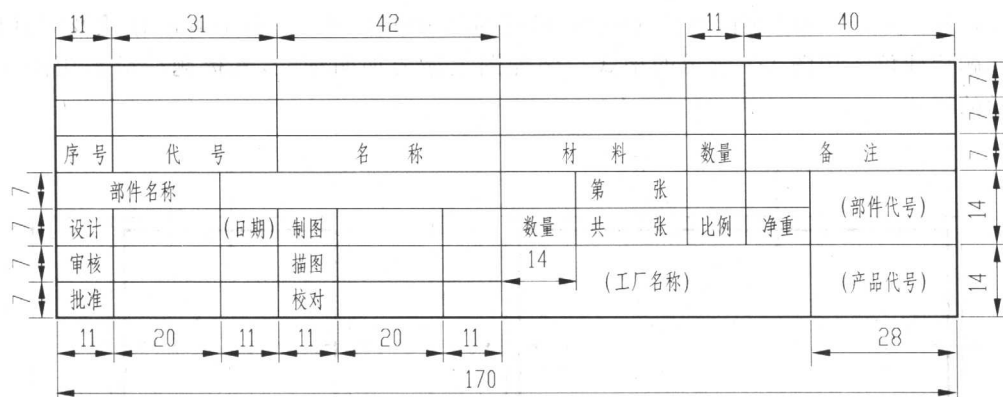


图 1-4 装配图的标题栏及明细栏

### 1.1.2 绘图比例(GB/T 14690—1993)

绘制图样时,一般应从表 1-2 规定的系列中选取不带括号的适当比例,必要时也允许选取其中带括号的比列。

$$\text{绘图比例} = \frac{\text{图中图形线性尺寸}}{\text{实物相应要素尺寸}}$$

表 1-2 绘图的比例

原值比例	1 : 1
缩小比例	(1 : 1.5) 1 : 2 (1 : 2.5) (1 : 3) (1 : 4) 1 : 5 (1 : 6) 1 : 1×10 <sup>n</sup> (1 : 1.5×10 <sup>n</sup> )
放大比例	2 : 1 (2.5 : 1) (4 : 1) 5 : 1 1×10 <sup>n</sup> : 1 2×10 <sup>n</sup> : 1 (2.5×10 <sup>n</sup> : 1) (4×10 <sup>n</sup> : 1) 5×10 <sup>n</sup> : 1

比例符号应以“:”表示。比例一般应标注在标题栏的比例栏内。必要时,可在视图名称的下方或右侧标注。

无论放大还是缩小,在图样上都应标注实际的尺寸,如图 1-5 所示。

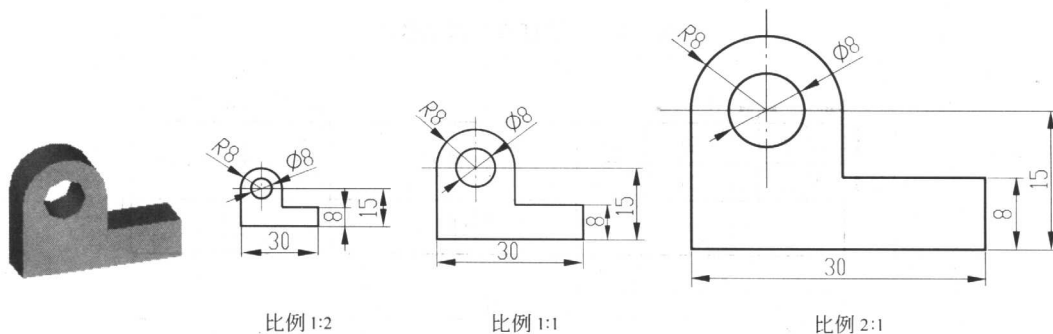


图 1-5 比例的标注

### 1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样上除了机件图形之外,还需要用文字、数字说明机件的大小、技术要求以及其他内容。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。

字体高度(用 $h$ 表示)的公称尺寸系列为1.8,2.5,3.5,5,7,10,14,20mm。字体高度代表字体的号数。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

汉字应写成长仿宋体,并采用我国正式推行的简化字。汉字的高度应不小于3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ ,书写长仿宋体字的要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。

字母和数字分A型和B型,字体的笔画宽度用 $d$ 表示。A型字体的笔画宽度 $d=h/14$ ,B型字体的笔画宽度 $d=h/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。

字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 $75^\circ$ 。绘制图样时,一般用B型斜体字。

图1-6为长仿宋体汉字示例,图1-7为阿拉伯数字及斜体拉丁字母示例。

10号字体

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7号字体

横平竖直 注意起落 结构匀称 填满方格

5号字体

工程制图 机械电子 汽车航空 船舶土木 建筑

3.5号字体

螺纹齿轮 弹簧滚动 轴承零件 图装配图 轴测投影 计算机绘图

图1-6 长仿宋体汉字示例

### 1.1.4 图线(GB/T 17450—1998)

#### 1. 线型与图线尺寸

机械图样上,常用的线型为粗实线和细实线、[细]波浪线、[细]双折线、虚线、粗点画线、[细]点画线、[细]双点画线,其一般应用见表1-3。

#### 2. 图线的画法

(1) 同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线、双点画线的线段长度应各自大致相等,一般在图样中要显得匀称协调,各类线段尺寸如表1-3所示。





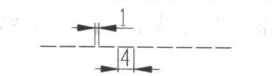



(2) 在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。

(3) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点。中心线一般超出图形外3~5mm左右。超出量在整幅图中应基本一致。



图 1-7 阿拉伯数字和斜体拉丁字母示例

表 1-3 常用图线名称、型式、宽度及其应用

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		$b$	可见轮廓线
细实线		约 $b/2$	尺寸线, 尺寸界线, 剖面线, 引出线
波浪线		约 $b/2$	断裂处的边界线, 视图和剖视的分界线
双折线		约 $b/2$	断裂处的边界线
虚线		约 $b/2$	不可见轮廓线
细点画线		约 $b/2$	轴线, 对称中心线, 轨迹线
粗点画线		$b$	有特殊要求的表面的表示线
双点画线		约 $b/2$	相邻辅助零件的轮廓线, 极限位置的轮廓线, 假想投影轮廓线, 中断线

注: 根据图的大小和复杂程度, 线宽  $b$  可以在  $0.5 \sim 2\text{mm}$  之间选择, 推荐的宽度系列为  $0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2\text{mm}$ , 图线的一般应用示例见图 1-8。

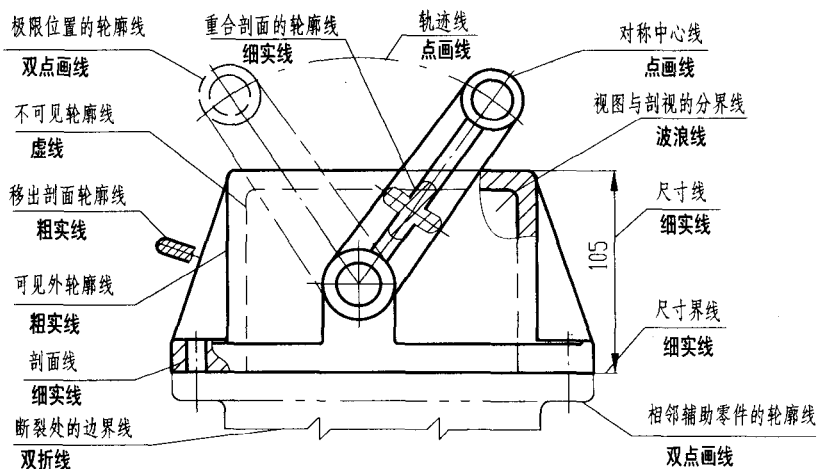


图 1-8 图线一般应用示例

(4) 虚线、点画线与其他图线相交时,应在线段处相交,不应在间隙处相交。如图 1-9 所示。

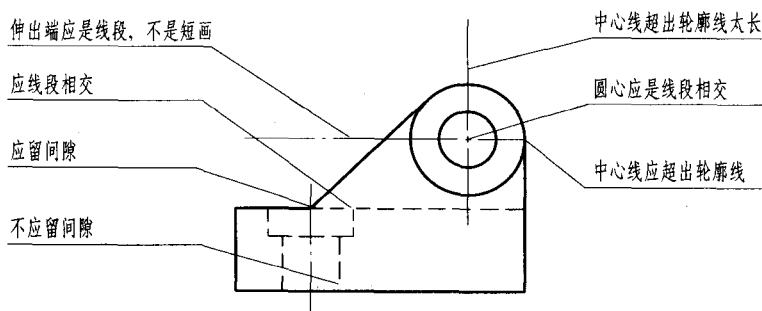


图 1-9 相交、相切处的画法

### 1.1.5 尺寸注法(GB 4458.4—1984)

图形表示机件的形状,机件的大小是由图样上所标注的尺寸来决定的,所以标注尺寸时,必须严格按照制图标准的有关规定进行。尺寸标注示例见表 1-4。

#### 1. 尺寸标注的基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中的尺寸单位为 mm(毫米)时不需注明。

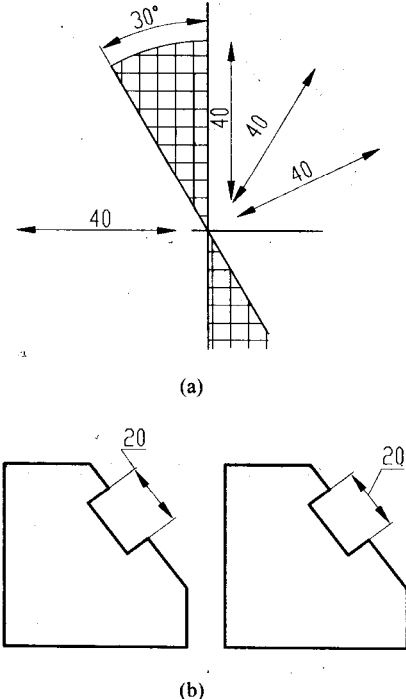
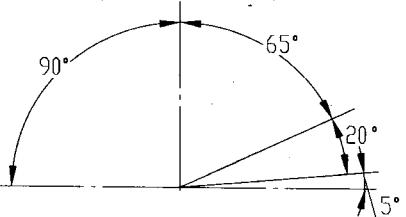
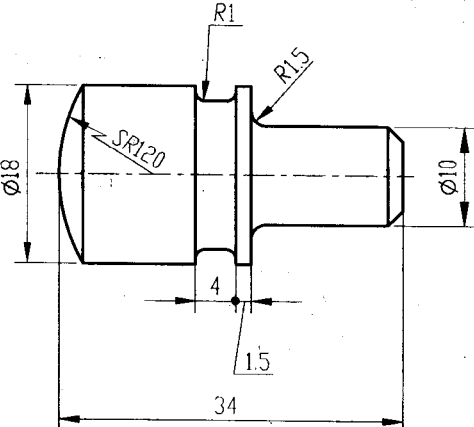
(3) 机件的每一尺寸,一般只注一次,并注在表示该结构最清晰的图形上。

(4) 图样中所标注的尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

#### 2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸包括尺寸界线、尺寸线、尺寸数字及尺寸终端,如图 1-10 所示。

表 1-4 尺寸标注示例

标注内容	示 例	说 明
线性尺寸的数字方向	 <p>(a)</p> <p>(b)</p>	<p>线性尺寸数字一般注写在尺寸线上方,或注写在尺寸线的中断处。</p> <p>线性尺寸数字方向,一般应按左图(a)所示方向注写,并尽可能避免在图示 <math>30^\circ</math> 范围内标注尺寸,当无法避免时,可按左图(b)所示的形式标注。</p> <p>在不致引起误解时,也允许将非水平尺寸的数值水平地注写在尺寸线中断处。</p>
角 度		<p>标注角度的数字一律应水平填写在尺寸线中断处。</p> <p>必要时也允许将数字写在尺寸线旁边,或引出标注。</p> <p>尺寸线用圆弧时,圆心为角的顶点。</p>
圆、圆弧、大圆弧		<p>标注直径尺寸时应在数字前加符号 <math>\phi</math>,标注半径尺寸时应在数字前加符号 <math>R</math>,标注球面尺寸时应在数字前加符号 <math>SR</math>。</p> <p>圆的直径和圆弧半径的尺寸线终端应画成箭头。</p> <p>当圆弧的半径过大或在图纸范围内已无法标出圆心位置时,可按左图所示的 <math>(SR120)</math> 形式标注。</p>

续表

标注内容	示 例	说 明
小尺寸		<p>在没有足够的位置画箭头或写数字时,尺寸可按左图所示的形式标注。</p>
板状零件及只画出一半的对称机件		<p>只用一个视图表示的片状零件,其厚度可用符号 <math>t</math> 表示。如左图中的 <math>t3</math> 表示板厚 3mm。 对称机件的图形,如只画出一半或大于一半时,尺寸线应略超过对称中心线或断裂线,此时仅在尺寸线的一端画箭头。</p>
光滑过渡处及倾斜尺寸界线		<p>在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点引出尺寸界线。</p>

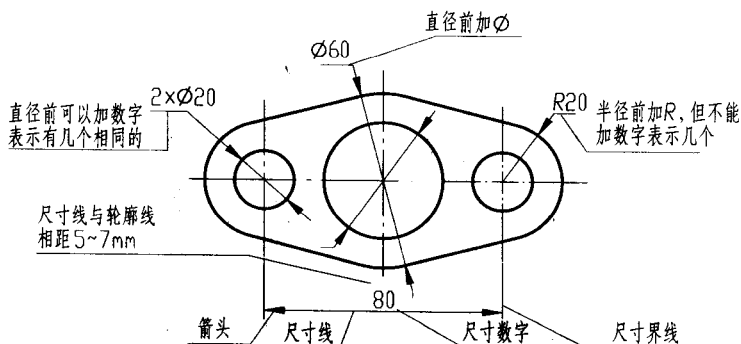


图 1-10 尺寸的组成及示例



(1) 尺寸线用细实线绘制,其终端有两种形式。①箭头:适用于各种类型的图样(图 1-11(a))。②斜线:斜线用细实线绘制,其方向和画法如图 1-11(b)所示,此时尺寸线与尺寸界线必须互相垂直。

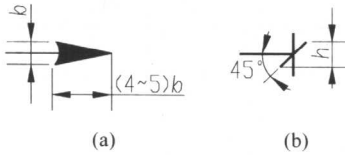


图 1-11 尺寸终端形式

当尺寸线与尺寸界线相互垂直时,同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式,当采用箭头时,在地方不够的情况下,允许用圆点或斜线代替箭头。标注尺寸

时,尺寸线必须与所注线段平行。

(2) 尺寸界线用细实线绘制,并可由图形的轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。

图 1-12 为尺寸注法的正误对比示例,可以对照学习,以免犯同样的错误。

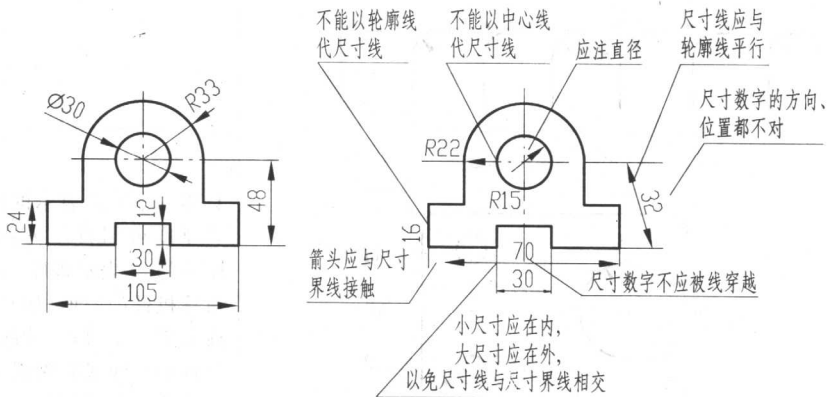


图 1-12 尺寸注法的正误对比示例

## 1.2 手工绘图工具

在手工绘图时,为了提高绘图速度和保证绘图质量,工程技术人员应该正确、熟练地使用绘图工具和仪器。

常用的绘图工具和仪器包括:图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、比例尺、曲线板、铅笔以及一些其他用品,如图 1-13 所示。

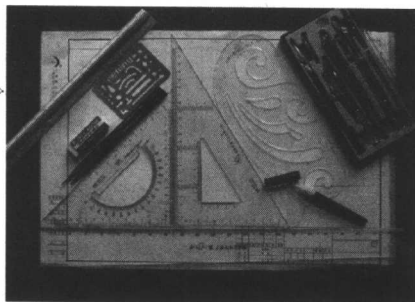


图 1-13 常用的绘图工具和仪器