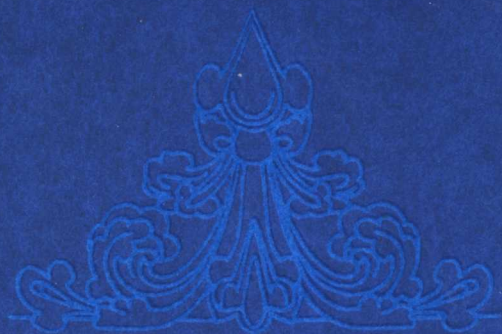
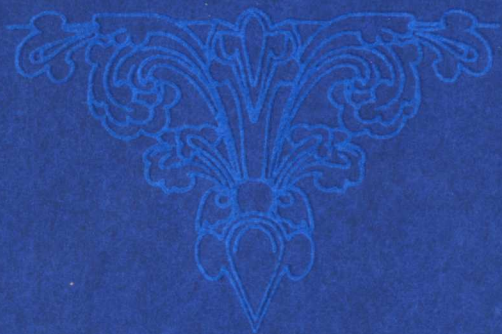


高等学校计算机基础教育教材精选



计算机辅助工程制图



孙力红 主编
郑坚 高润泉 副主编



清华大学出版社

全国高等学校计算机基础教育教材精选

本书是根据教育部《计算机基础课程教学大纲》的要求，结合我国计算机基础教育的实际情况，由清华大学出版社组织编写。本书可作为高等院校计算机专业及相关专业的教材，也可供从事计算机工作的工程技术人员参考。

计算机辅助工程制图

孙力红 主编

郑坚 高润泉 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是编者根据多年的教学经验,在工程图学的教学改革的基础上编写而成的。

本书的特点是将计算机绘图技术运用并融于传统的工程制图中,依据现代化的设计理念,强调设计从模型(三维实体造型)到图纸(二维视图)的设计思想。内容主要包括:制图的基本知识、投影制图的基本原理、AutoCAD 2005 的使用方法与绘图技巧、三维实体造型技术、由三维实体生成二维视图(剖视图)的方法、轴测图、工程图样的表达方法、螺纹及螺纹紧固件、零件图和装配图的绘制与读图等。

本书可作为高等学校非机类和近机类各专业的计算机辅助工程制图课程的教材,也可作为自学者的参考书。此外,为使学生初步掌握用计算机设计并绘制工程图的方法,教学时应安排不少于16学时的上机实践。

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

计算机辅助工程制图/孙力红主编;郑坚、高润泉副主编;梁军等编著. —北京:清华大学出版社,2005.9
(高等学校计算机基础教育教材精选)

ISBN 7-302-11236-3

I. 计… II. 孙… III. 工程制图:计算机制图—高等学校—教材 IV. TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 065381 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦
http://www.tup.com.cn 邮 编:100084
社 总 机:010-62770175 客户服务:010-62776969

责任编辑:焦 虹

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:18 字数:418 千字

版 次:2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-11236-3/TP·7414

印 数:1~5000

定 价:23.00 元

出版说明

—— 高等学校计算机基础教育教材精选 ——

在教育部关于高等学校计算机基础教育三层次方案的指导下,我国高等学校的计算机基础教育事业蓬勃发展。经过多年的教学改革与实践,全国很多学校在计算机基础教育这一领域中积累了大量宝贵的经验,取得了许多可喜的成果。

随着科教兴国战略的实施以及社会信息化进程的加快,目前我国的高等教育事业正面临着新的发展机遇,但同时也必须面对新的挑战,这些都对高等学校的计算机基础教育提出了更高的要求。为了适应教学改革的需要,进一步推动我国高等学校计算机基础教育事业的发展,我们在全中国各高等学校精心挖掘和遴选了一批经过教学实践检验的优秀教学成果,编辑出版了这套教材。教材的选题范围涵盖了计算机基础教育的三个层次,面向各高校开设的计算机必修课、选修课以及与各类专业相结合的计算机课程。

为了保证出版质量,同时更好地适应教学需求,本套教材将采取开放的体系和滚动出版的方式(即成熟一本,出版一本,并保持不断更新),坚持宁缺勿滥的原则,力求反映我国高等学校计算机基础教育的最新成果,使本套丛书无论在技术质量上还是文字质量上均成为真正的“精选”。

清华大学出版社一直致力于计算机教育用书的出版工作,在计算机基础教育领域出版了许多优秀的教材。本套教材的出版将进一步丰富和扩大我社在这一领域的选题范围、层次和深度,以适应高校计算机基础教育课程层次化、多样化的趋势,从而更好地满足各学校由于条件、师资和生源水平、专业领域等的差异而产生的不同需求。我们热切期望全国广大教师能够积极参与到本套丛书的编写工作中来,把自己的教学成果与全国的同行们分享;同时也欢迎广大读者对本套教材提出宝贵意见,以便我们改进工作,为读者提供更好的服务。

我们的电子邮件地址是: jiaoh@tup.tsinghua.edu.cn (E-mail); 联系人: 焦虹。

清华大学出版社

前言

计算机辅助工程制图

“工程制图”是高等学校相关专业学生必修的一门技术基础课。随着科技的发展,知识的更新越来越快,传统的教学模式已不能适应现代社会对人才培养的要求。为适应21世纪工程图学教学改革的需要,编者在总结多年高校的教学实践经验与教学改革的基础上,根据教育部制订的《高等学校画法几何与工程制图课程教学基本要求》,并参照最新的国际标准,编写了本教材。

本教材基于新时期对人才的需求,定位于加强学生综合素质与创新能力的培养,体现现代高科技对设计与绘图的影响,将现代的设计方法与内容融入传统的教学之中,力求在不增加学生负担的前提下,充分利用教学资源,最大限度地调动学生学习的主动性和积极性。

作为将计算机绘图与传统工程制图相融合的教材,本书引入了最新的产品设计理念,即从三维思想到三维表达的设计过程,同时在文字阐述上力求做到通俗易懂。对工程制图的概念、理论、方法等做了较详尽的介绍,为便于读者理解并加强他们的空间形象思维与分析能力,增强识图和读图的能力,本书附加了必要的例题和立体图;例题部分给出了分析方法并详细列出了解题步骤及各步骤的分解图;对易出错部分给出了正误对比图等。在计算机绘图部分,介绍了目前应用较广且版本较新的 AutoCAD 2005,可使读者掌握用计算机绘制工程图的方法和技巧,以适应现代化建设的需要。

本书在内容结构上有所创新。书中主要内容包括:制图的基本知识、投影制图的基本原理、AutoCAD 2005 的使用方法与绘图技巧、三维实体造型技术、由三维实体生成二维视图(剖视图)的方法、轴测图、工程图样的表达方法、螺纹及螺纹紧固件、零件图和装配图的绘制与读图等。在组合体、轴测图、机件的表达方法、零件图和装配图各章中,都结合了计算机绘图的基本知识,使学生既能掌握手工绘图的方法,又能够利用现代化的绘图手段,高质高效地绘制图形。特别是本书从现代设计的角度出发,引入了先进行实体造型设计,再生成二维视图的现代设计理念,从而可为培养具有丰富形体想象、构思、创造和设计能力的人才奠定了基础。

本书可作为高等学校各相关专业的计算机辅助工程制图课程教材,也可作为读者自学的教材。全书由孙力红主编、统稿,由孙力红、郑坚、高润泉、梁军、乐娜、印平、郭葆苓共同编写完成。

由于编者水平所限,在教材内容和结构上难免有不当之处,敬请读者批评指正。

编者

2005年7月

目录

计算机辅助工程制图

第 1 章 工程图的国家标准和投影基础	1
1.1 制图的国家标准.....	1
1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14689—1993)	1
1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)	3
1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)	4
1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998)	4
1.1.5 尺寸标注 (GB/T 4458.4—1984)	6
1.1.6 机械工程 CAD 制图规则 (GB/T 14665—1998)	10
1.2 投影的基本知识.....	11
1.2.1 投影的基本概念.....	11
1.2.2 投影的分类.....	11
1.2.3 正投影的基本特性.....	12
1.3 几何要素的投影.....	13
1.3.1 点的投影.....	13
1.3.2 直线的投影.....	16
1.3.3 平面的投影.....	22
习题 1	26
第 2 章 立体的投影	28
2.1 三视图的形成及其投影规律.....	28
2.2 基本体的三视图.....	29
2.2.1 平面立体及其表面上点的投影.....	30
2.2.2 回转体及其表面上点的投影.....	33
2.3 立体表面交线的画法.....	37
2.3.1 平面立体表面的截交线.....	38
2.3.2 曲面立体表面的截交线.....	39
2.3.3 两回转体表面的相贯线.....	44
习题 2	48
第 3 章 AutoCAD 2005 绘图基础	49
3.1 启动 AutoCAD 2005	49
3.1.1 AutoCAD 2005 系统配置的基本要求.....	49
3.1.2 AutoCAD 2005 中文版的安装与启动.....	50

3.2	工作界面	51
3.3	系统环境设置	54
3.3.1	显示	55
3.3.2	用户系统配置	57
3.3.3	草图	60
3.4	命令的输入	62
3.5	坐标系与数据输入	64
3.6	图形文件管理	68
3.7	图形显示控制	71
3.7.1	使用缩放和平移	71
3.7.2	使用鸟瞰视图	75
3.8	图层的作用与功能	76
3.8.1	图层的特性	77
3.8.2	图层的基本操作	78
3.8.3	用工具栏设置图层特性	81
3.9	AutoCAD 绘图实例	82
	习题 3	87
第 4 章	组合体	89
4.1	组合体的组成形式及分析方法	89
4.1.1	组合体的组成形式	89
4.1.2	基本体之间表面连接关系	89
4.1.3	形体分析法和线面分析法	90
4.2	组合体的画图	91
4.2.1	组合体的画图方法	91
4.2.2	AutoCAD 三维绘图基础	92
4.2.3	在三维空间中绘图	99
4.2.4	由三维实体模型生成组合体三视图	114
4.3	组合体的读图方法	117
4.4	组合体的尺寸标注	118
4.4.1	基本体的尺寸标注	119
4.4.2	截切、缺口的尺寸标注	119
4.4.3	组合体的尺寸标注	120
4.4.4	AutoCAD 中的尺寸标注	122
	习题 4	123
第 5 章	轴测图	126
5.1	基本知识	126
5.1.1	轴测图的形成	126
5.1.2	正等轴测图	127

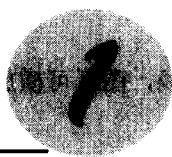


5.1.3 斜二等轴测图	128
5.2 画法	128
5.2.1 正等轴测图的画法	128
5.2.2 斜二等轴测图的画法	135
5.3 轴测剖视图	137
5.4 用 AutoCAD 绘制正等轴测图	139
5.4.1 建立正等轴测图的绘图方式	140
5.4.2 栅格显示和打开捕捉方式	140
5.4.3 改变当前的作图平面	142
5.4.4 圆的绘制	142
5.4.5 正等轴测图的尺寸标注	144
5.4.6 正等轴测图的实例操作	145
习题 5	156
第 6 章 机件的表达方法	158
6.1 表达机件外形的方法——视图	158
6.1.1 基本视图	158
6.1.2 向视图	159
6.1.3 局部视图	159
6.1.4 斜视图	160
6.2 表达机件内形的方法——剖视图	161
6.2.1 剖视的基本概念	161
6.2.2 常用的剖视图和剖切方法	162
6.3 表达机件断面形状的方法——断面图	167
6.3.1 移出断面	168
6.3.2 重合断面	169
6.4 其他表达方法	169
6.4.1 局部放大图	169
6.4.2 简化画法	170
6.5 剖视应用举例	173
6.6 用 AutoCAD 二维绘图命令绘制剖视图	174
6.6.1 图案填充的方式	174
6.6.2 图案填充	175
6.7 由 AutoCAD 实体图生成剖视图	177
习题 6	183
第 7 章 螺纹及螺纹紧固件	185
7.1 螺纹的基本知识	185
7.1.1 螺纹的形成	185
7.1.2 螺纹的加工	186

7.1.3	螺纹的要素	186
7.1.4	螺纹的分类	187
7.1.5	螺纹的规定画法	188
7.1.6	螺纹的标注	190
7.2	螺纹紧固件	191
7.2.1	螺纹紧固件的种类及用途	191
7.2.2	螺纹紧固件的画法和标记	192
7.2.3	螺纹紧固件连接装配图的画法	193
习题 7		196
第 8 章	零件图	197
8.1	零件图的作用和内容	197
8.1.1	零件图的视图选择	198
8.1.2	零件图的尺寸标注	203
8.2	零件图的技术要求与标注	207
8.2.1	表面粗糙度	207
8.2.2	极限与配合	209
8.2.3	形状与位置公差	215
8.3	利用 AutoCAD 添加文字	216
8.3.1	文字样式的设置	217
8.3.2	文字的使用	217
8.4	图块及属性	219
8.4.1	块的基本概念	219
8.4.2	块的功能	220
8.4.3	块的创建及使用	221
8.4.4	带属性的块	223
8.5	计算机绘制零件图的方法及步骤	225
8.5.1	计算机绘制零件图的方法	225
8.5.2	计算机绘制零件图的具体步骤	226
习题 8		230
第 9 章	装配图的绘制	232
9.1	装配图的基本内容与表达方法	232
9.1.1	装配图的基本内容	232
9.1.2	装配图的表达方法	234
9.2	装配图的绘制方法和步骤	236
9.2.1	对所画对象进行剖析	237
9.2.2	确定视图表达方案	237
9.2.3	计算机绘制装配图	237
9.3	装配图的读图	246



9.3.1 装配图的读图要求.....	246
9.3.2 装配图的读图方法和步骤.....	246
9.4 由装配图拆画零件图.....	249
9.4.1 由装配图拆画零件图的步骤.....	249
9.4.2 拆画零件图应注意的问题.....	249
习题 9	251
附录 A 机械设计手册简介.....	256
A.1 机械设计手册的内容.....	256
A.2 数字化机械设计手册.....	258
附录 B 公差与配合.....	266
参考文献	271



本章主要介绍制图的基本标准和点、线、面的投影知识。通过本章的学习，应掌握以下基本内容：

- 国标中有关图幅、比例、字体和图线的规定；
- 尺寸标注的基本规定和方法；
- 投影的基本概念和正投影的基本特性；
- 点的投影规律及两点的相对位置；
- 各种位置直线的投影特性及两线的相对位置；
- 各种位置平面的投影特性。

1.1 制图的国家标准

工程图样是设计、生产、维护和使用中的重要技术文件。为正确绘制和阅读工程图样，必须熟悉和掌握有关的标准。我国从 1959 年首次颁布《机械制图》国家标准以来，已进行了多次修改。本书根据 1993 年颁布的最新国家标准《技术制图》，介绍其中有关图纸幅面、比例、字体、图线及尺寸标注等内容的基本规定。

1.1.1 图纸幅面及格式（GB/T 14689—1993）

1. 图纸幅面

图纸幅面即图纸的大小，以长×宽的尺寸确定。表 1-1 是国家标准 GB/T 14689—1993 中规定的基本幅面（GB 是国家标准的缩写，T 是推荐的缩写，14689 是该标准的编号，1993 是该标准颁布的年份），绘制工程图样时应优先采用。必要时允许按规定加长幅面，可查阅 GB/T 14689—1993。

表 1-1 图纸幅面

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

2. 图框格式

图框的格式分为留有装订边和不留装订边两种，图框线为粗实线，图纸可横放或竖放，如图 1-1、图 1-2 所示。其周边尺寸见表 1-1。

3. 标题栏

标题栏用以说明所表达机件的名称、比例、材料、图号、设计者、审核者等，一般位于图纸的右下角，如图 1-1 和图 1-2 所示。有时也可按图 1-3 所示的位置放置，但此时应采用方向符号。

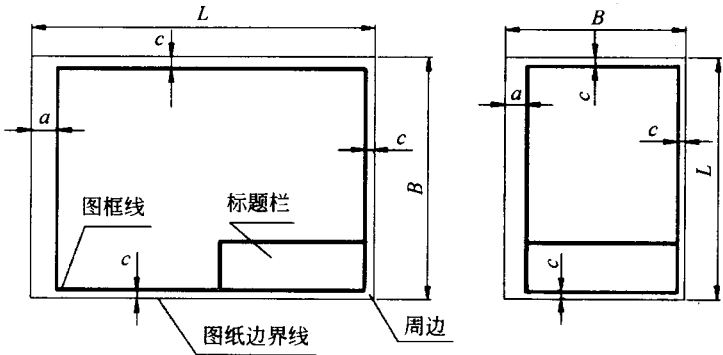


图 1-1 留有装订边的图框格式

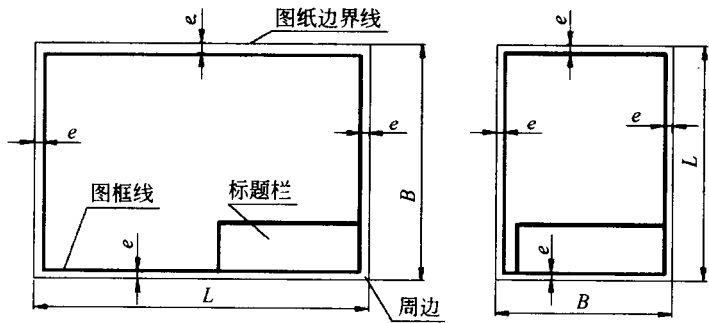


图 1-2 不留装订边的图框格式

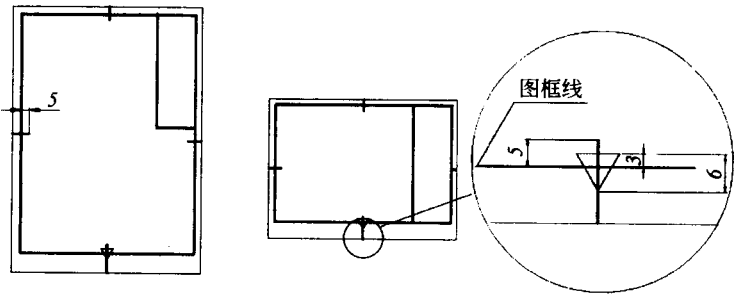


图 1-3 附加符号的应用

标题栏的内容格式和尺寸按 GB/T 10609.1—1989 的规定绘制。在学习本课程期间，制图作业推荐使用图 1-4、图 1-5 所示的标题栏格式。

32 8	(零件图名称)			比例		数量	
	制图			材料		图号	
	审核			(单位名称)			
15 25 20 15 25 15							
140							

图 1-4 学校制图作业推荐零件图用标题栏格式

8	3					
8	2					
8	1					
8	序号	零件名称	数量	材料	备注	
16	(装配图名称)				比例	
8					图号	
8	制图			(单位名称)		第 张
8	审核					共 张
	15	25	20	15	15	25
	140					

图 1-5 学校制图作业推荐装配图用标题栏格式

4. 附加符号

(1) 对中符号：为了便于复制及缩微摄影，应在图纸各边的中点处分别画出对中符号，即从每边的中点画入图框内约 5mm 的一段粗实线，如图 1-3 所示。

(2) 方向符号：当标题栏位于图纸右上角时（图 1-3），为明确绘图与读图的方向，应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号。方向符号是用细实线绘制的等边三角形。

1.1.2 比例（GB/T 14690—1993）

比例的定义是：图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时，应尽量采用 1:1 的比例，这样可从图形上获得机件的真实大小。由于物体的大小及结构的复杂程度不同，也可选择放大或缩小的比例，此时应选择表 1-2 中规定的比例，但标注尺寸时必须标注物体的实际尺寸。

绘制同一物体的各个视图，应采用相同的比例，并在标题栏的比例一栏中填写。当某些视图采用不同的比例时，必须另行标注（见 6.4.1 节）。

表 1-2 国家标准规定的比例

种 类	比 例
与实物相同	1 : 1
放大的比例	$2 : 1$ $5 : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $5 \times 10^n : 1$ $(4 : 1)$ $(2.5 : 1)$ $(4 \times 10^n : 1)$ $(2.5 \times 10^n : 1)$
缩小的比例	$1 : 2$ $1 : 5$ $1 : 10^n$ $1 : 2 \times 10^n$ $1 : 5 \times 10^n$ $(1 : 1.5)$ $(1 : 2.5)$ $(1 : 3)$ $(1 : 4)$ $(1 : 6)$ $(1 : 1.5 \times 10^n)$ $(1 : 2.5 \times 10^n)$ $(1 : 3 \times 10^n)$ $(1 : 4 \times 10^n)$ $(1 : 6 \times 10^n)$

注：① n 为正整数。 ② 优先选用非括号内的比例。

1.1.3 字体（GB/T 14691—1993）

图样和技术文件中的汉字、数字、字母等在书写时都必须按照国家标准的规定，做到字体工整、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。汉字、字母及数字的示例见表 1-3。

表 1-3 汉字、字母及数字的示例

文 字 种 类	字 体 示 例
汉 字	字体工整、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀
阿拉伯数字（斜体）	<i>1 2 3 4 5 6 7 8 9 0</i>
罗马数字（斜体）	<i>I II III IV V VI VII VIII IX X</i>
拉丁字母（斜体）	大写 <i>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</i>
	小写 <i>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</i>

1. 字号

字体的大小用字号表示，字体的高度（单位：mm）即为字号。字号有八种：20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8。

2. 汉字

汉字应写成长仿宋体（直体），最小高度应不小于 3.5mm，字宽约为字高的 2/3。

3. 数字和字母

数字和字母可写成斜体或直体，一般采用斜体。斜体字的字头向右倾斜，与水平线成 75°。

数字和字母各有 A 型和 B 型两种字体。A 型字体的笔画宽度为其字高的 1/14，B 型字体的笔画宽度为其字高的 1/10。在同一图样中，只能选用一种类型的字体。

1.1.4 图线（GB/T 17450—1998）

绘制工程图样时，应按照国家标准《机械制图 图线》（GB/T 17450—1998）中规定

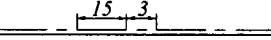
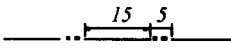


的线型进行绘制。

1. 线型及应用

绘制工程图样时常用的图线名称、线型及主要用途见表 1-4。

表 1-4 图线及其用途

图线名称	图 线 线 型	图线宽度	主 要 用 途
粗实线		b	可见轮廓线
细实线		$b/2$	尺寸线、尺寸界限、剖面线、辅助线、重合剖面的轮廓线、引出线等
虚线		$b/2$	不可见轮廓线
细点画线		$b/2$	轴线、对称中心线
粗点画线		$b/2$	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		$b/2$	假想轮廓线、极限位置的轮廓线
波浪线		$b/2$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
双折线		$b/2$	断裂处的边界线

图线分粗线型和细线型两种。粗线型的宽度 b ，按所绘图样的大小和复杂程度，在 $0.5\sim 2\text{mm}$ 之间选用，细线型的宽度约为 $b/2$ 。推荐的线型宽度为 $0.35、0.5、0.7、1、1.4、2\text{mm}$ 。

图线的应用示例见图 1-6。

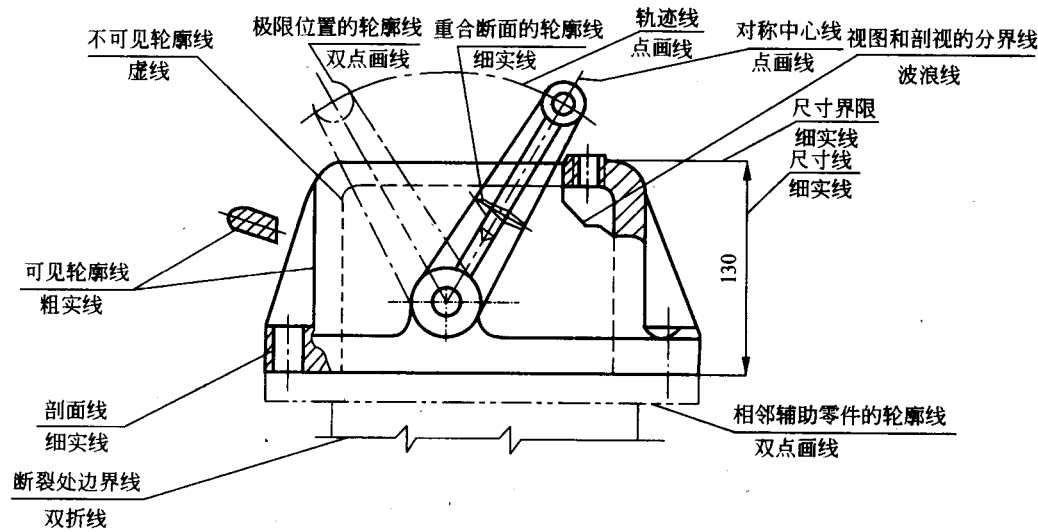


图 1-6 各种图线的应用示例

2. 图线的画法和注意事项

(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和间隔应各自大致相等。

(2) 虚线、点画线、双点画线与任何图线相交时, 都应交在线段处(如图 1-7 中 *B* 处)。

(3) 虚线是其他图线的延长线时, 连接处应留有空隙(如图 1-7 中 *A* 处)。

(4) 点画线两端应是线段, 且超出图形轮廓线 2~5mm。

(5) 当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。

(6) 当各种线型重合时, 应按粗实线、虚线、点画线的顺序绘制。

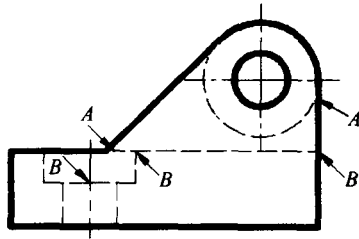


图 1-7 图线画法示例

1.1.5 尺寸标注 (GB/T 4458.4—1984)

1. 尺寸标注的基本规则

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

(2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸, 以毫米(mm)为单位时, 不需要标注计量单位的代号或名称。如采用其他单位, 则应注明相应计量单位的代号或名称。

(3) 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。

(4) 机件上各结构的每一尺寸, 一般只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图上。

2. 尺寸标注的要素

一个完整的尺寸应由尺寸界限、尺寸线(包括其末端箭头、斜线或黑点)和尺寸数字三部分组成, 如图 1-8 所示。

(1) 尺寸界限

尺寸界限用细实线绘制, 并应从图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出, 也可以用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界限。尺寸界限一般应与尺寸线垂直, 并超出尺寸线的终端 2~3mm。



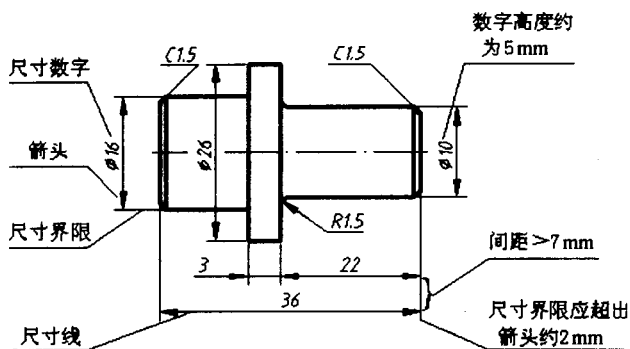


图 1-8 尺寸的组成

(2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制，必须单独画出，不能用其他图线代替，也不能与其他图线重合或画在其延长线上。尺寸线必须与所注的线段平行，当有几条互相平行的尺寸线时，大尺寸要注在小尺寸的外面，避免尺寸线与尺寸界限相交。尺寸引出标注时，不能直接从轮廓线上转折，如图 1-9 所示。

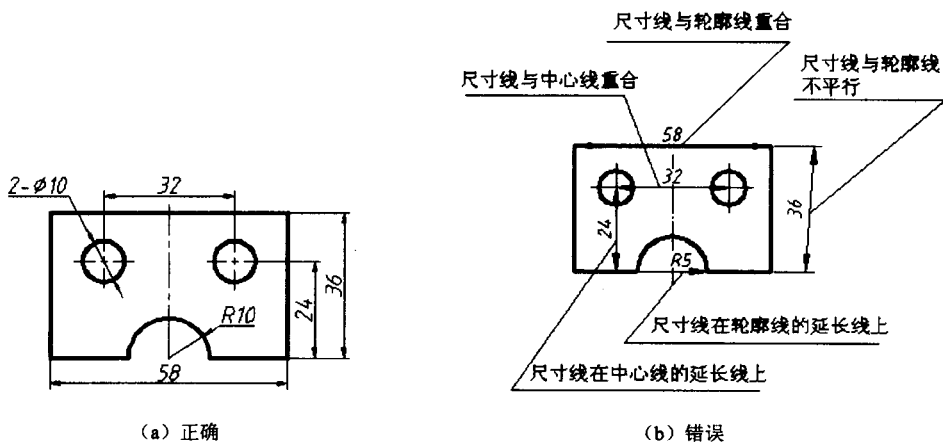


图 1-9 尺寸线的正确使用

尺寸线的终端有箭头和斜线两种形式，如图 1-10 所示。一般机械图样常采用箭头的形式，土建图样常采用斜线的形式。同一张图样中只能采用一种尺寸终端的形式。在图 1-10 中， b 为粗实线的宽度， h 为字高。当采用箭头时，如果空间不够，允许用圆点或斜线代替箭头。

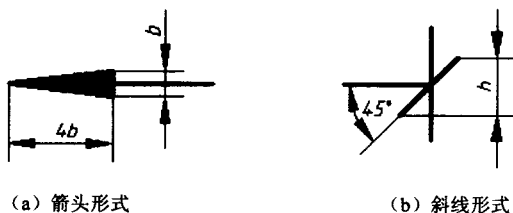


图 1-10 尺寸线终端的两种形式