

· 普通高等学校规划教材 ·

主 编 程 静 于海霞
副主编 金国华 何英昊

GONGCHENG
ZHITU **工程制图**



國防工業出版社
National Defense Industry Press

普通高等学校规划教材

工 程 制 图

主 编 程 静 于海霞
副主编 金国华 何英昊

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是依照教育部“画法几何及工程制图教学基本要求”，参照国内外的一些同类教材，特别是总结了编者近几年来教学改革的实践经验编写的。

全书共10章，包括制图的基本知识，点、线、面的投影，立体的投影及其表面交线，组合体，轴测图，机件的常用表达方法，标准件与常用件，零件图，装配图，AutoCAD绘图。

另有《工程制图习题集》与本书配套出版，可作为高等工科院校各专业制图课程的教材，也可作为其他专业和有关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/程静，于海霞主编，—北京：国防工业出版社，2012.8

ISBN 978 - 7 - 118 - 08323 - 1

I. ①工… II. ①程… ②于… III. ①工程制图—教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第200925号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16¼ 字数 400千字

2012年8月第1版第1次印刷 印数 1—4000册 定价 36.00元

(本书如有印装错误，我社负责调换)

国防书店：(010) 88540777

发行邮购：(010) 88540776

发行传真：(010) 88540755

发行业务：(010) 88540717

前 言

本书是依照教育部“画法几何及工程制图教学基本要求”，参照国内外的一些同类教材，遵照教育部提出的教育要面向 21 世纪、加强素质教育的基本精神，特别是总结了编者近几年来教学改革的实践经验编写的。

本书的主要特点如下：

理论与实际应用相结合、加强空间概念的培养，提高读者对形体的空间想象与分析能力。在内容选取上，突出核心重点。将内容重点放在投影制图上，而机械制图部分主要进行读图训练。在文字阐述上，力求做到通俗易懂，便于自学。对于基本概念、基本原理及方法的必要部分都采用投影图与立体图对照讲解。

本教材 AutoCAD 绘图部分，精心编写计算机二维绘图的实用内容，以加强绘图基本技能与软件基本操作能力为重点，便于读者掌握。

与本教材配套使用的《工程制图习题集》，其题目难易适中，由浅入深，便于教师根据不同情况选用。

参加本教材编写工作的有：大连交通大学程静（第 1 章、第 4 章）、大连理工大学城市学院于海霞（第 7 章、第 8 章）、金国华（第 10 章）、何英昊（第 2 章、第 5 章）、黄超（第 3 章、第 9 章）、姜绍君（第 6 章、附录），程静、于海霞任主编，金国华、何英昊任副主编。

本书参考了一些相关教材与著作，在此向有关作者致谢！

在本书的出版过程中，得到了国防工业出版社的大力支持，在此，表示衷心感谢！由于我们水平有限，书中难免有不妥之处，欢迎读者和同行提出宝贵意见。

编 者

2012 年 6 月

目 录

第 1 章 制图的基本知识	1
1.1 国家标准《机械制图》的基本规定	1
1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14689—2008)	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 4457.4—2002, GB/T 17450—1998)	4
1.1.5 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003, GB/T 16675.2—1996)	6
1.2 绘图工具及其使用方法	11
1.2.1 铅笔	11
1.2.2 图板	12
1.2.3 丁字尺	12
1.2.4 三角板	12
1.2.5 圆规	13
1.2.6 分规	13
1.2.7 曲线板	13
1.3 几何作图	14
1.3.1 正多边形的画法	14
1.3.2 斜度和锥度	15
1.3.3 圆弧连接	16
1.3.4 椭圆	18
1.4 平面图形的尺寸分析和画法	18
1.4.1 平面图形的尺寸分析	18
1.4.2 平面图形的线段分析	19
1.4.3 平面图形的作图步骤	20
1.4.4 平面图形的尺寸标注	21
1.5 绘图方法	21
1.5.1 仪器绘图的步骤	21
1.5.2 徒手绘图	22
第 2 章 点、线、面的投影	24
2.1 点的投影	24
2.1.1 点在两投影面体系中的投影	24
2.1.2 点在三投影面体系中的投影	25

2.2	直线的投影	28
2.2.1	直线的投影特性	28
2.2.2	特殊位置直线	29
2.2.3	一般位置直线的投影、实长与倾角	31
2.2.4	直线上的点	33
2.2.5	两直线的相对位置	34
2.2.6	垂直两直线的投影	37
2.3	平面的投影	39
2.3.1	平面的表示法	39
2.3.2	各种位置平面及其投影特性	39
2.3.3	平面上的点和直线	43
2.4	直线、平面间的相对位置	45
2.4.1	平行	45
2.4.2	相交	47
2.4.3	垂直	50
第3章	立体的投影及其表面交线	54
3.1	三视图的形成与投影规律	54
3.1.1	平面立体	54
3.1.2	三视图的形成与投影规律	54
3.2	平面立体的投影及其表面上的点、线	55
3.2.1	棱柱	55
3.2.2	棱锥	56
3.2.3	平面立体表面取点、线	57
3.3	常见回转体的投影	58
3.3.1	圆柱	58
3.3.2	圆锥	59
3.3.3	圆球	61
3.3.4	圆环	61
3.4	平面与立体的交线(截交线)	62
3.4.1	平面与平面立体表面的交线	63
3.4.2	平面与回转体表面的交线	64
3.5	两立体表面的交线	73
3.5.1	两曲面立体相贯	73
3.5.2	相贯线的特殊情况	76
3.5.3	复合相贯	77
第4章	组合体	80
4.1	组合体的构形分析	80
4.1.1	组合体的构成方式	80
4.1.2	形体间的表面连接关系	81

4.1.3	形体分析法	82
4.1.4	线面分析法	83
4.2	组合体三视图的画法	83
4.2.1	组合体三视图的画图步骤	83
4.2.2	组合体三视图画图举例	84
4.3	组合体读图	86
4.3.1	读图的基本方法	87
4.3.2	读图要点	87
4.3.3	读图举例	89
4.4	组合体的尺寸标注	90
4.4.1	标注尺寸的基本要求	90
4.4.2	常见基本体的尺寸注法	90
4.4.3	组合体的尺寸标注	91
4.4.4	组合体尺寸标注的方法和步骤	94
4.5	组合体的构形设计	95
4.5.1	构形设计原则	95
4.5.2	组合体构形设计的基本方法	96
4.5.3	组合体构形设计举例	96
第5章	轴测图	99
5.1	轴测图的基本知识	99
5.1.1	轴测图的形成	99
5.1.2	轴测图的基本术语	99
5.1.3	轴测图的特性和基本作图方法	100
5.1.4	轴测图的分类	101
5.2	正等轴测图	102
5.2.1	正等轴测图的轴间角和轴向伸缩系数	102
5.2.2	平面立体正等轴测图的画法	103
5.2.3	平行于坐标面的圆的正等轴测图	105
5.2.4	圆角正等轴测图的画法	107
5.2.5	综合举例	108
5.3	斜二轴测图	109
5.3.1	斜二轴测图的轴间角和轴向伸缩系数	109
5.3.2	平行于坐标面的圆的斜二轴测图	109
5.3.3	斜二轴测图的画法	110
第6章	机件的常用表达方法	112
6.1	视图	112
6.1.1	基本视图	112
6.1.2	向视图	113
6.1.3	局部视图	114

6.1.4 斜视图	114
6.2 剖视图	115
6.2.1 剖视图的概念	115
6.2.2 剖视图的画法	116
6.2.3 剖视图的分类	117
6.2.4 剖视图的剖切方法	120
6.3 断面图	123
6.3.1 断面图的概念	123
6.3.2 断面图的分类和画法	124
6.4 简化画法和其他表达方法	126
6.4.1 简化画法	126
6.4.2 局部放大图	131
6.5 表达方法举例	131
第7章 标准件与常用件	133
7.1 螺纹的规定画法和标注	133
7.1.1 螺纹的形成和要素	133
7.1.2 螺纹的规定画法	135
7.1.3 常用螺纹的分类	138
7.1.4 标准螺纹的规定标注	138
7.2 常用螺纹紧固件的规定标注和装配画法	140
7.2.1 常用螺纹紧固件的规定标注	140
7.2.2 常用螺纹紧固件的比例画法	141
7.2.3 常用螺纹紧固件的装配画法	141
7.3 齿轮、键和销	145
7.3.1 圆柱齿轮	145
7.3.2 键	148
7.3.3 销	150
7.4 弹簧和轴承	152
7.4.1 螺旋压缩弹簧各部分名称	152
7.4.2 螺旋压缩弹簧的画图步骤	153
7.4.3 滚动轴承	154
第8章 零件图	156
8.1 零件图的内容	156
8.2 常见工艺结构的表达	157
8.2.1 铸造工艺结构	157
8.2.2 切削工艺结构	158
8.3 表面粗糙度	159
8.3.1 表面粗糙度的概念	159
8.3.2 表面粗糙度的图形符号和标注方法	161

8.4	极限与配合	162
8.4.1	极限与配合的概念	162
8.4.2	极限与配合的术语	162
8.4.3	极限与配合的代号及标注方法	166
8.5	形位公差及其标注方法	167
8.5.1	形状和位置公差的概念	167
8.5.2	形位公差的标注方法	168
8.6	零件图阅读举例	169
8.6.1	读零件图的方法和步骤	169
8.6.2	轴套类零件	170
8.6.3	盘盖类零件	170
8.6.4	叉架类零件	171
8.6.5	箱体类零件	171
第9章	装配图	176
9.1	装配图的作用与内容	176
9.1.1	装配图的作用	176
9.1.2	装配图的内容	176
9.2	装配图的表达方法	177
9.2.1	基本表达方法	177
9.2.2	规定画法	178
9.2.3	特殊画法	178
9.2.4	简化画法	178
9.2.5	视图选择与表达举例	179
9.3	装配图中的尺寸标注和技术要求	180
9.3.1	尺寸标注	180
9.3.2	技术要求	180
9.4	装配图中的序号和明细栏	180
9.4.1	序号	180
9.4.2	明细栏	181
9.5	装配图的画法	181
9.5.1	装配工艺结构	181
9.5.2	装配图的画法	183
9.6	由装配图拆画零件图	188
9.6.1	读装配图的方法步骤	188
9.6.2	拆画零件图	189
第10章	AutoCAD 绘图	194
10.1	绘图基础知识	194
10.1.1	世界坐标系与用户坐标系	194
10.1.2	坐标的表示方法	194

10.1.3	图层	194
10.2	绘图命令	196
10.2.1	点	197
10.2.2	直线	197
10.2.3	多边形	197
10.2.4	圆（弧）类	198
10.2.5	多段线	200
10.2.6	样条曲线	201
10.3	文字	201
10.3.1	文字样式	201
10.3.2	单行文字	202
10.3.3	多行文字	203
10.4	尺寸标注	204
10.4.1	尺寸标注的规则与组成	204
10.4.2	尺寸标注样式	205
10.4.3	尺寸标注类型	207
10.5	图案填充	210
10.5.1	设置图案填充	211
10.5.2	分解填充图案	212
10.6	精确绘图工具	212
10.6.1	捕捉、栅格和正交模式	212
10.6.2	对象捕捉	213
10.6.3	自动追踪	215
10.7	编辑图形	216
10.7.1	选择对象	216
10.7.2	编辑图形对象	217
10.8	图块	224
10.8.1	定义普通块（BLOCK）	224
10.8.2	插入普通块（INSERT）	225
10.8.3	分解块（EXPLODE）	225
10.8.4	写块（WBLOCK）	225
附录		227
参考文献		250

第 1 章 制图的基本知识

1.1 国家标准《机械制图》的基本规定

工程图样是工程技术人员表达设计思想、进行技术交流的工具,也是指导生产的重要技术资料。因此,对于图样的内容、格式和表达方法等必须作出统一的规定。我国于 1959 年首次发布了国家标准《机械制图》,统一规定了生产和设计部门共同遵守的制图基本法规,并多次发布和修订了与工程图样相关的若干标准。本章主要介绍图纸幅面及格式、比例、字体、图线和尺寸注法等标准。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。必要时,也允许采用加长幅面,其尺寸是由相应基本幅面的短边成整数倍增加后得出的,如图 1-1 所示,图中粗实线所示为基本图幅。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸

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		

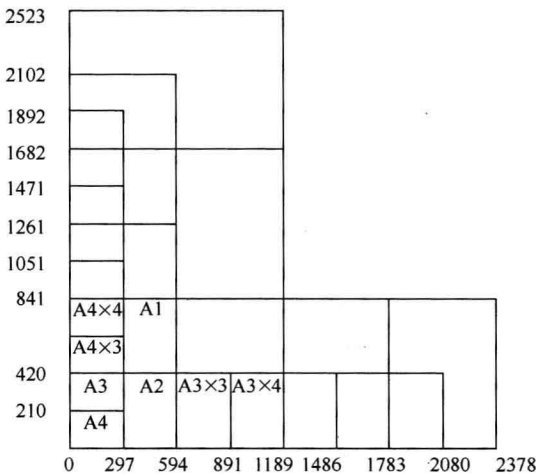
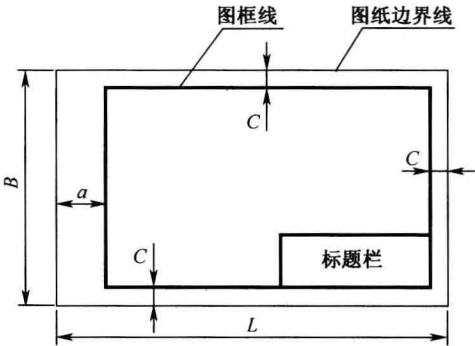
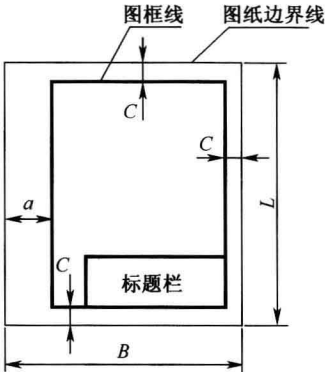
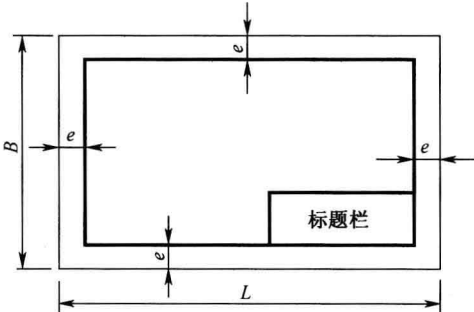
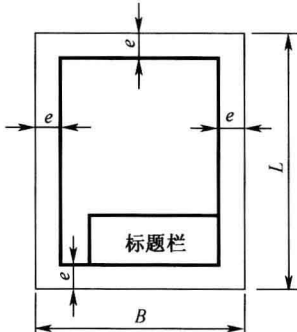


图 1-1 图纸基本幅面及加长幅面尺寸

2. 图框格式

如表 1-2 所列,图样上必须用粗实线绘制图框,其格式分为留装订边和不留装订边两种。图框的尺寸按表 1-1 确定,装订时一般采用 A3 幅面横装或 A4 幅面竖装。

表 1-2 常用图纸类型

类型	A3 幅面横放	A4 幅面竖放
装订型		
非装订型		

3. 标题栏

每张图样上都必须画出标题栏,标题栏用来表达零部件及其管理等信息,其格式和尺寸如图 1-2 所示,一般位于图纸的右下角,并使其底边和右边分别与下图框线和右图框线重合,标题栏中的文字方向通常为看图方向。练习用的标题栏可简化,制图作业的标题栏建议采用如图 1-3 所示的格式。



图 1-2 标题栏的格式及尺寸

设计			(日期)	(材料)		(校名)	
校核							
审核				比例		(图样名称)	
班级		学号		共 张 第 张			
							(图样代号)

图 1-3 练习用的标题栏格式及尺寸

4. 明细栏

明细栏用来表达组成装配体的各种零部件的数量、材料等信息,其格式和尺寸如图 1-4 所示,一般配置在标题栏的上方,并使其底边与标题栏的顶边重合。

序号	代 号	名 称	数量	材 料	单件	总计	备注
					质量		
设计		(日期)	(材 料)		(学校名称)		
校核							
审核			比例		(图样名称)		
班级		学号	共 张 第 张				

图 1-4 明细栏格式及尺寸

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘制图样时,可根据物体的大小及结构的复杂程度,采用原值比例、放大比例或缩小比例。国家标准规定了各种比例的比例系数,如表 1-3 所列。

表 1-3 绘图比例

比例总类	优先使用比例			可使用比例				
原值比例	1:1							
放大比例	5:1	2:1		4:1	2.5:1			
	5×10 ⁿ :1	2×10 ⁿ :1	1×10 ⁿ :1	4×10 ⁿ :1	2.5×10 ⁿ :1			
缩小比例	1:2	1:5	1:1	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	1:2×10 ⁿ	1:5×10 ⁿ	1:1×10 ⁿ	1:1.5×10 ⁿ	1:2.5×10 ⁿ	1:3×10 ⁿ		
				1:4×10 ⁿ	1:6×10 ⁿ			

注: n 为正整数

国家标准对比例还作了以下规定:

(1) 在表达清晰、能合理利用图纸幅面的前提下,应尽可能选用原值比例,以便从图样上得到实物大小的真实感。

(2) 标注尺寸时,应按实物的实际尺寸进行标注,与所采用的比例无关,如图 1-5 所示。

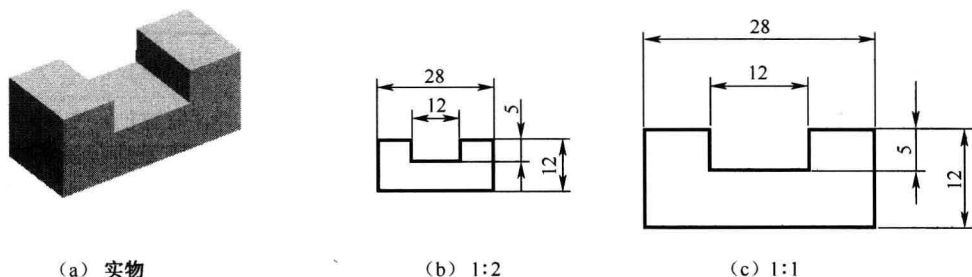


图 1-5 按实物的实际尺寸进行标注

(3) 绘制同一机件的各个视图时,应尽可能采用相同的比例,并在标题栏比例栏中填写。当某个视图需要采用不同比例时,可在该视图名称的下方或右侧标注比例。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样上除了图形外,还需要用文字、符号、数字对机件的大小、技术要求等加以说明。因此,字体是图样的一个重要组成部分,国家标准对图样中的字体的书写规范做了规定。

书写字体的基本要求:字体工整,笔画清楚、间隔均匀、排列整齐,具体规定如下。

1. 字高

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

2. 汉字

汉字应写长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm,其宽度一般为字高的 $1/\sqrt{2}$ 。图 1-6 为汉字的书写示例。

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均匀填满方格

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

螺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填棉麻化纤

图 1-6 长仿宋体汉字示例

3. 字母与数字

字母和数字分 A 型和 B 型两类,可写成斜体或直体,一般采用斜体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。字母和数字的示例如图 1-7 所示。

1.1.4 图线(GB/T 4457.4—2002,GB/T 17450—1998)

1. 图线的型式及其应用

在绘制图样时,应采用规定的标准图线。表 1-4 为机械图样中常用图线的名称、形式

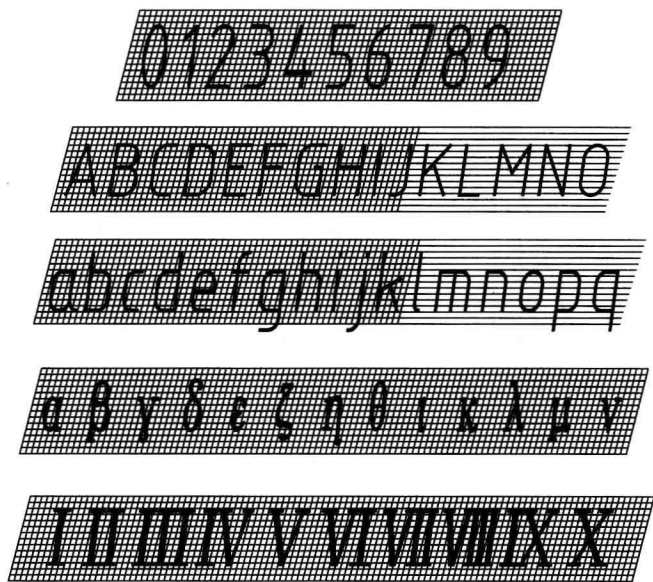


图 1-7 数字及字母的 A 型斜体字示例

及其主要用途,其应用如图 1-8 所示。

表 1-4 图线的基本线型与应用

图线名称	图线型式	主要用途
粗实线		可见轮廓线、可见的过渡线
细实线		尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线、引出线
波浪线		断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
双折线		断裂处的边界线
细虚线		不可见的轮廓线、不可见的过渡线
细点画线		轴线、对称中心线、轨迹线、齿轮的分度圆及分度线
粗点画线		有特殊要求的线或表面的表示线
细双点画线		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
注:本书后续各章中细虚线、细点画线、细双点画线均省略“细”字,分别简称为虚线、点画线、双点画线		

2. 图线的宽度

机械图样中采用两种图线宽度,称为粗线和细线,它们的宽度比例为 2:1。所有线型的图线宽度应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择(单位:mm):0.13,0.18,0.25,0.35,0.5,0.7,1,1.4,2。粗线宽度应根据图形大小和复杂程度在 0.5mm~2mm 之间选取,通常优先采用 0.5mm 或 0.7mm。

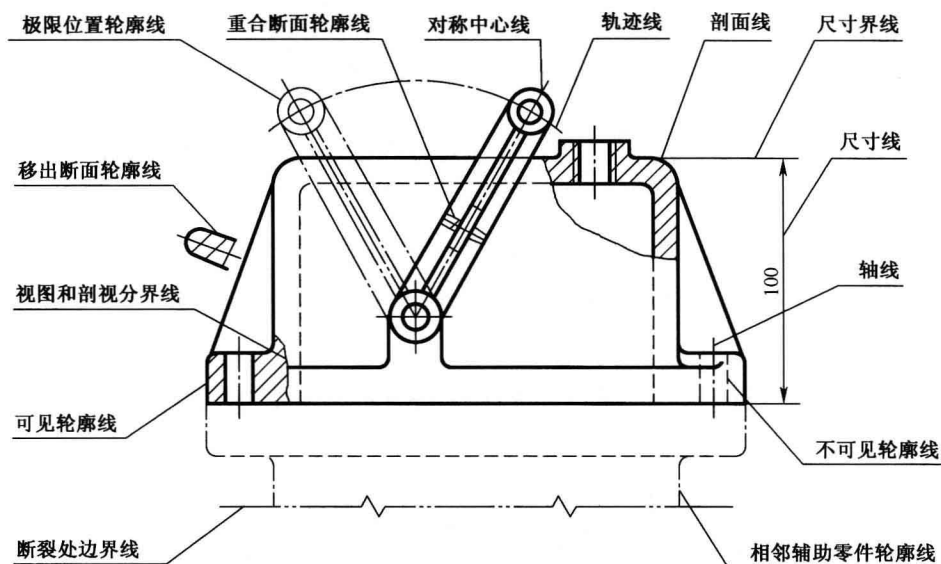


图 1-8 图线应用举例

3. 图线画法

在绘图过程中,除了正确掌握图线的标准和用法以外,还应遵守以下要求:

- (1) 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。
- (2) 同一图样中同类图线的宽度应保持一致。
- (3) 虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。
- (4) 当虚线、点画线在粗实线的延长线上时,连接处应空开,粗实线画到分界点。
- (5) 点画线和双点画线的首末两端应是线段,且应超出图形轮廓线 2mm~5mm。
- (6) 在较小图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。
- (7) 当各种线条重合时,应按粗实线、虚线、点画线的优先顺序画出。

图线的画法示例,如图 1-9 所示。

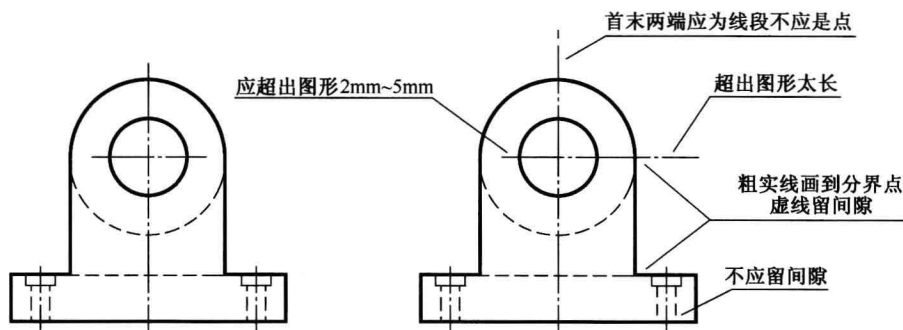


图 1-9 图线画法示例

1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003,GB/T 16675.2—1996)

图形只能表达机件的形状,而机件的大小是通过图样中的尺寸来确定的,因此,标注尺

寸是一项极为重要的工作,必须严格遵守国家标准中的有关规则。

1. 标注尺寸的基本规则

(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,以 mm 为单位时,不需标注单位的代号或名称,如采用其他单位,则必须注明相应单位的代号或名称,如 45° 、20cm。

(3) 图样中的尺寸,应为该图样所示机件的最后完工的尺寸,否则应另加说明。

(4) 机件的每一个尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成

如图 1-10 所示,一个完整的尺寸一般由尺寸界线、带有终端符号的尺寸线和尺寸数字组成。

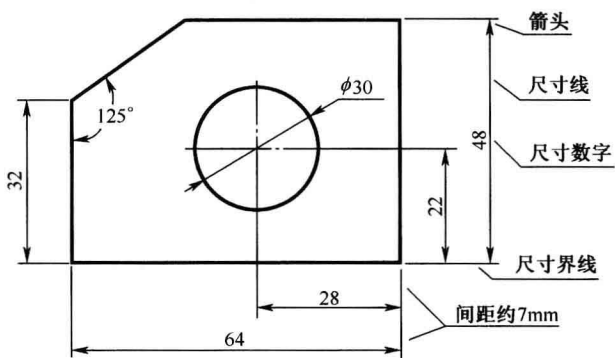


图 1-10 尺寸的组成

1) 尺寸界线

(1) 尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可以利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。

(2) 尺寸界线一般与尺寸线垂直,并超出尺寸线 2mm~3mm。当尺寸界线贴近轮廓线时,允许尺寸界线与尺寸线倾斜。

2) 尺寸线

(1) 尺寸线用细实线单独绘制,不能用其他图线代替,也不得与其他图线重合或画在其延长线上。其终端可以有如下两种形式:

① 箭头:箭头适用于各类图样,其画法如图 1-11(a)所示。

② 斜线:常用于土建类图样,斜线用细实线绘制,其画法如图 1-11(b)所示。尺寸线的终端采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。

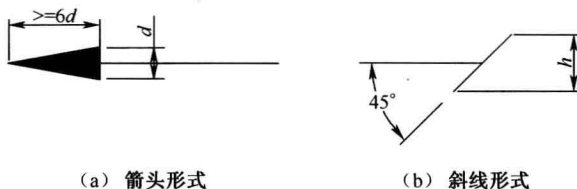


图 1-11 终端的画法