



21世纪高等院校规划教材

工 程

制 图

■ 主编 佟献英 韩宝玲

Gongcheng zhitu



TB23/132

2007

21 世纪高等院校规划教材

工程制图

主编 佟献英 韩宝玲



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本教材是以教育部2004年发布的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》为依据,作者总结多年的教学经验编写而成。全书共包括:制图的基本知识、正投影基础、投影变换、基本立体的视图、基本立体表面的交线、轴测图、组合体的画图、读图及尺寸标注方法、各种图样的表达方法、零件图、标准件和常用件、装配图等十一章内容,另有《工程制图习题集》与本教材配套出版。

本书可作为高等院校机电类各专业工程制图课程的教材,也可用于继续教育同类专业的教材及有关工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/佟献英,韩宝玲主编. —北京:北京理工大学出版社,
2007.8 (2007.9重印)

ISBN 978-7-5640-1145-1

I. 工… II. ①佟…②韩… III. 工程制图—高等学校:
技术学校—教材 IV. TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第124764号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 19

字 数 / 442千字

版 次 / 2007年8月第1版 2007年9月第2次印刷

印 数 / 3001~6000册

定 价 / 29.00元

责任校对 / 张 宏

责任印制 / 吴皓云

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

本教材是以教育部 2004 年发布的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》为依据,作者总结多年的教学及生产实践经验,并充分考虑现代加工制造技术的发展对本课程的要求编写而成。适用于高等院校机械类及近机械类各专业使用,亦可作为高等教育自学考试的专业教材。同时出版的《工程制图习题集》可与本教材配套使用。

本教材概念清晰、文字简练、图例经典,既兼顾基础理论,又突出较强的实用特色。全书在贯彻最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准基础上,突出了以图为主、图文并茂的特点,非常便于阅读。章后小结总结了各章节的基本要求、学习要点并给出学习方法建议,学生还可以通过每章的思考题检查自己对教材基本内容的理解和掌握程度。

教材中加强了实用性较强的投影变换、组合体立体成型等内容,为学生学习后续课程及实际应用打下良好基础。与本教材配套的《工程制图习题集》内容丰富、题目多样,学生可以通过有选择的练习,提高自己的空间想象力及读图绘图的能力。

本教材由北京理工大学佟献英、韩宝玲主编,北京理工大学董国耀教授主审。参加编写的人员有:赵霞(第 1 章),杨薇(第 2 章、第 4 章),韩宝玲(第 3 章、第 8 章),樊红亮(第 5 章),林宏、姜林(第 6 章、第 11 章),佟献英(第 1 章部分、第 7 章、第 9 章),石宝山(第 10 章)。附录由韩宝玲、佟献英、杨薇共同编写。全书由佟献英统稿。

本书继承了北京理工大学工程图学系列教材的优点,在此对图学界的前辈陈英梁老师、叶玉驹老师、简召全老师、陈培泽老师表示深深的敬意和感谢!

本教材编写过程中还得到了北京工商大学徐昌贵老师的帮助,另外,田春来同学绘制了部分插图,在此一并表示感谢。

由于时间仓促、水平有限,书中难免错误和不当之处,敬请读者批评指正。

编者

目 录

第1章 制图的基本知识	1
第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定	1
第二节 绘图工具的使用	15
第三节 几何作图	17
第四节 平面图形的分析和尺寸标注	21
本章小结	26
思考题	26
第2章 正投影基础	27
第一节 投影法的基本知识	27
第二节 点的投影	28
第三节 直线的投影	33
第四节 平面的投影	42
第五节 直线与平面、平面与平面的相对位置	47
本章小结	54
思考题	54
第3章 投影变换	55
第一节 换面法的基本概念	55
第二节 换面法的四个基本问题	57
本章小结	63
思考题	63
第4章 基本立体的视图	64
第一节 平面立体	64
第二节 回转体	67
本章小结	75
思考题	76
第5章 基本立体表面的交线	77
第一节 平面立体的截交线	77
第二节 回转体的截交线	80
第三节 回转体的相贯线	91
本章小结	99

思考题	100
第6章 轴测图	101
第一节 轴测图的基本知识	101
第二节 正等轴测图的画法	103
第三节 斜二轴测图	109
第四节 轴测图中剖视图的画法	112
本章小结	114
思考题	114
第7章 组合体的视图	115
第一节 组合体的构成和分析方法	115
第二节 组合体视图的画法	118
第三节 组合体的尺寸标注	120
第四节 组合体读图	126
本章小结	133
思考题	133
第8章 图样的各种表达方法	134
第一节 视图	134
第二节 剖视图	137
第三节 断面图	147
第四节 其他表达方法	150
第五节 第三角画法简介	155
本章小结	157
思考题	157
第9章 零件图	158
第一节 零件图的内容	158
第二节 零件的结构分析	159
第三节 零件的常见结构	160
第四节 零件的表达方案	162
第五节 零件图的尺寸标注	168
第六节 零件上常见典型结构的尺寸注法	171
第七节 零件图的技术要求	173
本章小结	191
思考题	191

第 10 章 标准件和常用件	192
第一节 螺 纹	192
第二节 螺纹紧固件及其连接的画法	200
第三节 键和销	208
第四节 滚动轴承	210
第五节 齿 轮	212
第六节 弹 簧	217
本章小节	219
思考题	219
第 11 章 装 配 图	220
第一节 装配图的用途和内容	220
第二节 装配图的图样画法	220
第三节 常见的装配结构	224
第四节 装配图的尺寸注法和技术要求	228
第五节 装配图中零、部件序号	228
第六节 画装配图的方法和步骤	230
第七节 装配体测绘	234
第八节 阅读装配图和拆画零件图	241
本章小节	246
思考题	247
附 录	248
参考文献	293

第1章

制图的基本知识

工程图样是工程技术交流的共同语言，必须有统一的规范。我国自 1959 年起开始颁布《机械制图》国家标准，并随着生产技术的进步与对外交流的发展，先后几次对此标准进行修订。国家标准简称“国标”，代号为其汉语拼音的缩写“GB”。本章将着重介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中的一些基本规定，并简略介绍平面图形的基本画法、尺寸标注的方法以及基本几何图形的作法等。每一个工程技术人员应熟练掌握这些基本知识和技能。

第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定

国家标准《技术制图》和《机械制图》中的基本规定主要有“图纸幅面和格式”、“比例”、“字体”、“图线”、“尺寸标注”等。

1. 图纸幅面和图框格式（GB/T 14689—1993）

（1）图纸幅面。绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的图纸幅面尺寸。图幅代号分别为 A0、A1、A2、A3、A4 五种。

表 1-1 图纸幅面

mm

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

必要时，可以按规定加长图纸的幅面，幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加。如图 1-1，虚线为加长后的图纸幅面。

（2）图框格式。在图纸上要用粗实线画出图框，图样必须绘制在图框内部。图框格式分为留有装订边和不留装订边两种，如图 1-2，其尺寸规定见前表 1-1。同一产品的图样只能采用一种图框格式。

为使图样复制和缩微摄影时方便定位，对图 1-1 和表 1-1 中的各号图纸，均应在各边中

点处分别用粗实线绘制对中符号，对中符号自图纸边界开始深入图框内约 5mm，见图 1-2 (c)、(d)。

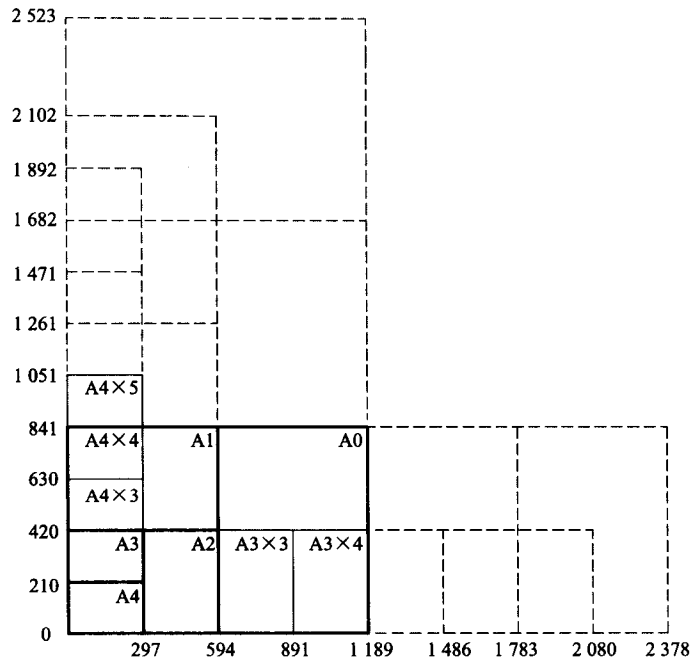


图 1-1 图纸幅面

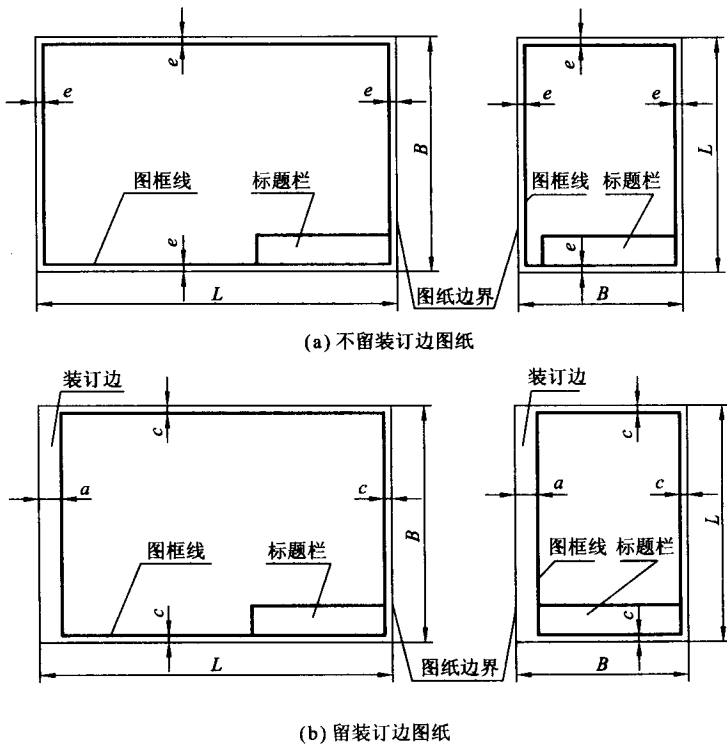


图 1-2 图框格式

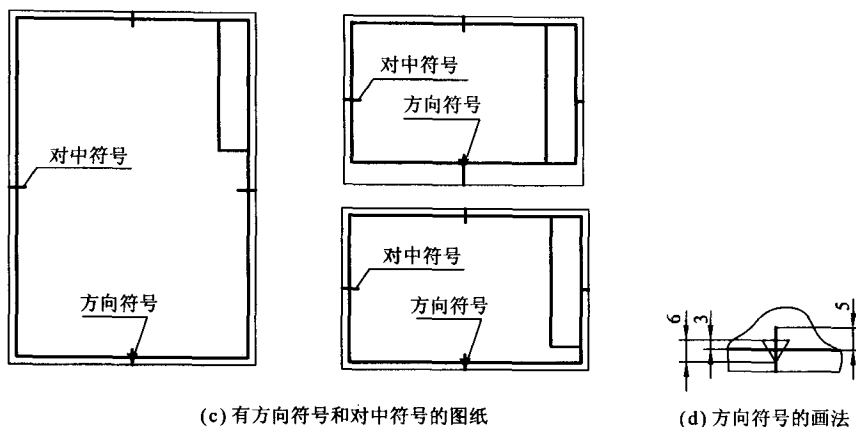


图 1-2 图框格式 (续)

(3) 标题栏。每张图纸上都必须画有标题栏。标题栏位于图纸的右下角，其格式和尺寸要遵守国标 GB/T 10609.1—1989 的规定，图 1-3 给出了该标准提供的标题栏的格式。

当标题栏的长边置于水平方向且和图纸的长边平行时，构成 X 型图纸，如 A0、A1、A2、A3 图纸；若标题栏的长边和图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如 A4 图纸。

采用 X 型图纸与 Y 型图纸时，看图纸的方向与看标题栏的方向一致。有时为了充分利用已印刷好的图纸，允许将 X 型图纸的短边或 Y 型图纸的长边置于水平位置使用，但必须用方向符号指示看图方向，方向符号是用细实线绘制的等边三角形，放置在图纸下端对中符号处，如图 1-2 (c) 所示。此时标题栏的填写方法仍按常规处理，与图样的尺寸标注、文字说明无直接关系。

装配图中的明细栏由国标 GB/T 10609.2—1989 规定，其格式见图 1-4。本教材对零件图标题栏和装配图的标题栏、明细栏进行了简化，并推荐学生练习用零件图的标题栏采用图 1-5 (a) 的形式，练习用装配图的标题栏采用图 1-5 (b) 的形式。

180											
10 10 16 16 12 16						(材料标记)			(单位名称)		
						4×6.5(=26) 12 12					
标记 处数 分区 更改文件号 签名 年、月、日						阶段标记		重 量		比 例	
设计 (签名) (年月日) 标准化 (签名) (年月日)											
审核											
工艺											
						共 张 第 张			(图样代号)		
12 12 16 12 12 16						50					
8×7(=56)											
7											
18											
20											

图 1-3 标题栏的格式

180									
8	40	44	8	38	10	12	(20)		
7	14	序号	代号	名称	数量	材料	7	单件重量	总计重量
(标题栏)									

图 1-4 装配图中明细栏的形式

					15		15	
(图 名)					比例			
					图号			
4×8=32	制图	(签 名)	(日 期)	(学校、班级名称)				
	审核	(签 名)	(日 期)					
8	15		25	25				
140								

(a) 零件图标标题栏

15		25		25		15		15		25		明细栏用
序 号	代 号	零 件 名 称		数 量	材 料				备 注			
(图 名)								比 例				零件图用
								图 号				
4×8=32	制图	(签 名)	(日 期)	(学校、班级名称)								
	审核	(签 名)	(日 期)									
8	15		25	25								
140												

(b) 装配图标标题栏和明细栏

图 1-5 推荐练习使用的标题栏、明细栏形式

2. 比例 (GB/T 14690—1993)

图样的比例是指图形与实物相应要素的线性尺寸之比。线性尺寸是指能用直线表达的尺寸,例如直线长度、圆的直径等。

图样比例分为原值比例、放大比例、缩小比例三种,绘制图样时,应根据实际需要按表 1-2 中规定的标准比例系列选取适当的比例。一般应尽量按机件的实际大小采用 1:1 的比例画图,以便能直接从图样上看出机件的真实大小。必要时,亦允许采用表 1-3 的比例。

表 1-2 标准比例系列

种 类	比 例		
原值比例	1:1		
放大比例	2:1	5:1	$1 \times 10^n:1$
	$2 \times 10^n:1$	$5 \times 10^n:1$	
缩小比例	1:2	1:5	1:10
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$

注：n 为正整数

表 1-3 比例系列

种 类	比 例
放大比例	4:1 $4 \times 10^n:1$ 2.5:1 $2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:1.5 $1:1.5 \times 10^n$ 1:2.5 $1:2.5 \times 10^n$ 1:3 $1:3 \times 10^n$ 1:4 $1:4 \times 10^n$
	1:6 $1:6 \times 10^n$

注：n 为正整数

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，一般在标题栏的比例一栏中标明其数值。当某个视图需要采用与标题栏标注不同的比例时，必须在该视图上另行标注。应注意，不论采用何种比例绘图，尺寸数值均按机件的原值大小注出，如图 1-6。

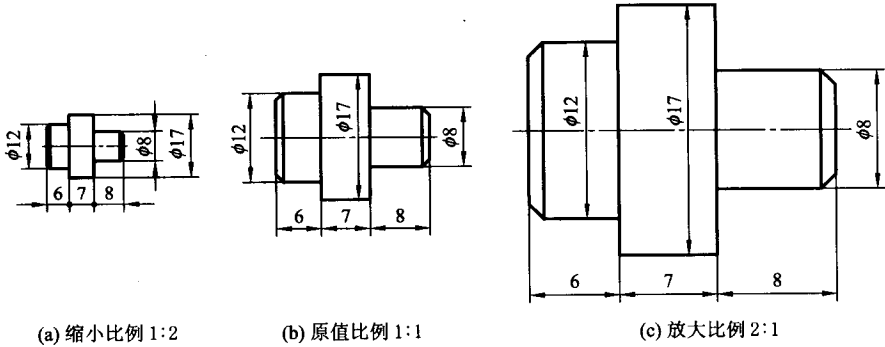


图 1-6 不同比例绘制的图样

3. 字体 (GB/T 14691—1993)

在图样上除了应表达机件的形状外，还需要用文字和数字注明机件的大小、技术要求及其他说明。图样中的字体书写必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字的号数即字体高度，用 h 表示，单位为 mm。字体高度的标准系列为：

1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。

如需书写更大的字，其字体高度应按 $1:\sqrt{2}$ 的比率递增。

(1) 汉字。汉字应写成长仿宋体字，并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体汉字的书写要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。其基本笔画有点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折等八种，其书写过程和实际笔画见表 1-4。

表 1-4 汉字基本笔画

笔锋轨迹	
实际笔画	

汉字除单体字外，一般由上、下或左、右几部分组成，书写时各部分的比例要匀称，结构要紧凑。常见的结构有 $1/2$ 、 $1/3$ 、 $2/3$ 、 $2/5$ 、 $3/5$ 等形式。

汉字结构示例:

变 $\frac{1/2}{1/2}$ 材 $\frac{1/2}{1/2}$ 章 $\frac{1/3}{1/3}$ 锻 $\frac{1/3}{1/3}$ 符 $\frac{1/3}{2/3}$ 塑 $\frac{2/3}{1/3}$ 泵 $\frac{2/5}{3/5}$ 锌 $\frac{2/5}{3/5}$

汉字书写示例:

机械图样中书写汉字、字母、数字必须做到:

字体端正 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

汉字书写要领:

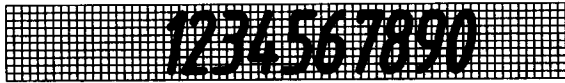
横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

制图 审核 比例 技术要求 螺纹连接 齿轮 弹簧 滚动轴承 零件图 装配图

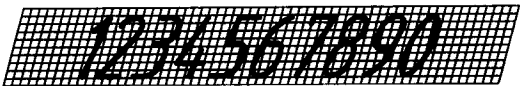
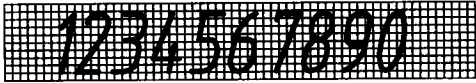
(2) 数字和字母。数字和字母分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的十四分之一; B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的十分之一。数字和字母均可写成斜体或直体, 斜体字字头向右倾斜, 与水平线成约 75° 角。在同一张图样上, 只允许选用一种形式的字体。

阿拉伯数字书写示例:

B 型直体与斜体

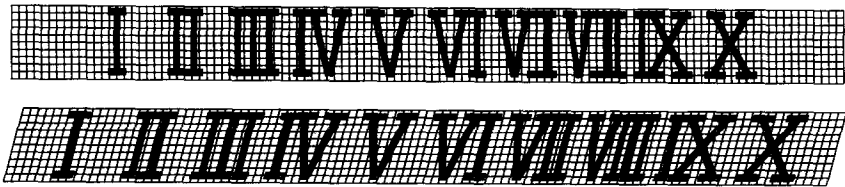


A 型直体与斜体



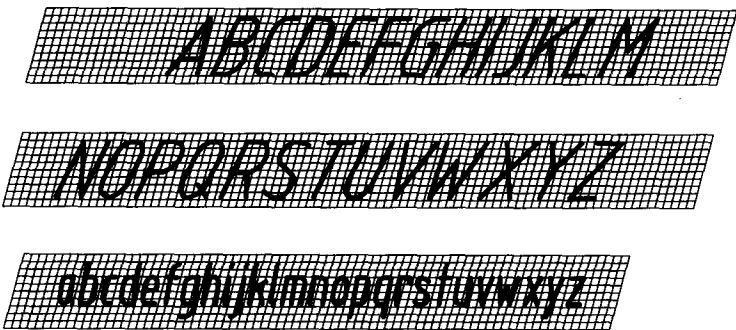
罗马数字书写示例:

B 型直体与斜体



字母书写示例:

B 型斜体大小写拉丁字母



(3) 图样中书写规定与示例。用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般应采用小一号的字体。

$\phi 20^{+0.010}_{-0.022}$ 45° 60 ± 0.010

$10Js5(\pm 0.003)$ $\phi 30H7$

$\phi 50H7/f6$ $M20 \times 2-6g-L$

4. 图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457. 4—2002)

国家标准规定了技术制图所用图线的名称、形式、结构、标记及画法规则。它适用于各种技术图样，如机械、电气、土木工程图样等。

(1) 线型。国家标准规定了绘制各种技术图样的 15 种基本线型，以及线型的变形和相互组合。表 1-5 和图 1-7 给出了机械制图中常用的几种线型的名称、画法和应用。

表 1-5 线型及其应用 (摘自 GB/T 4457. 4—2002)

代码 (NO) 名称	线型名称	线型画法	应 用
(01) 实线	(01.1) 细实线		过渡线、剖面线、指引线、螺纹牙底线、尺寸界线、尺寸线、重合断面轮廓线等
	(01.2) 粗实线		可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹终止线、齿顶圆、剖切符号用线

续表

代码 (NO) 名称	线型名称	线型画法	应用
(02) 虚线	(02.1) 细虚线	----	不可见轮廓线
(04) 点画线	(04.1) 细点画线	— · — · — ·	轴线、对称中心线、齿轮分度圆 (线) 孔系分布中心线、剖切线等
	(04.2) 粗点画线	— · — · — ·	限定范围表示线
(05) 双点画线	(05.1) 细双点画线	— · — · — ·	相邻辅助零件轮廓线、极限位置轮廓线、成型前、剖切面前的轮廓线、轨迹线等
基本线型变型	波浪线	~~~~~	断裂边界线、视图与剖视图的分界线
图线的组合	双折线	— · — · — ·	断裂边界线、视图与剖视图的分界线

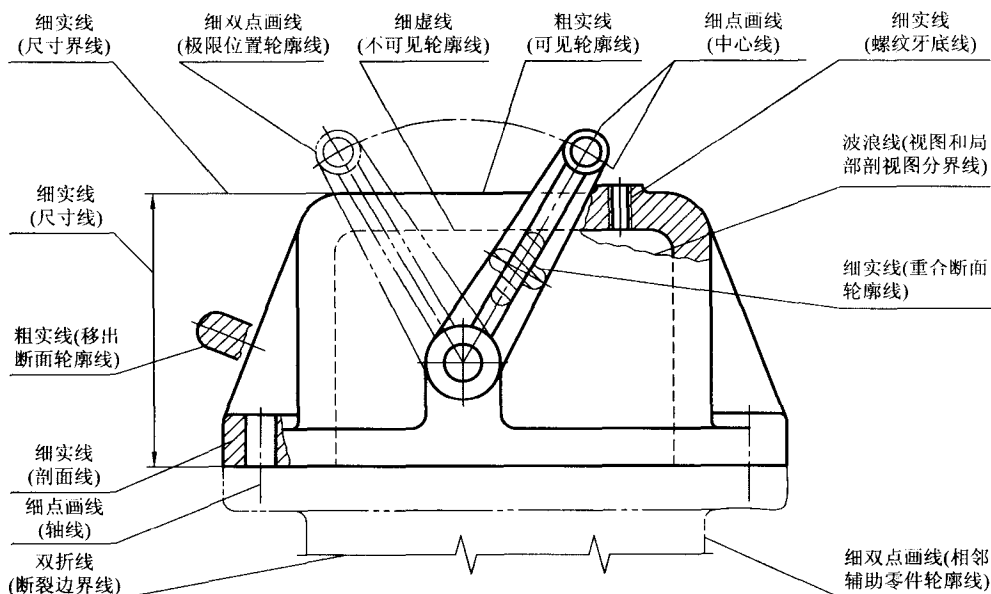


图 1-7 各种线型的应用

(2) 图线宽度 d 。国家标准规定了 9 种图线宽度，其中三种为粗线（粗实线、粗虚线、粗点画线），其余六种均为细线。绘制工程图样时所用线型宽度 (d) 应在下面系列中选择：

0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2 mm。

同一张图样中，相同线型的宽度应一致，如有特殊需要，线宽应按 $1:\sqrt{2}$ 的级数派生。

国标 GB/T 4457.4—2002 规定，在机械制图当中通常采用粗细两种线宽，其比例关系为 2:1，粗线宽度优先采用 0.5, 0.7。各种图线线宽组合见表 1-6。

为了保证图样清晰易读，便于复制，图样上尽量避免出现线宽小于 0.18 mm 的图线。另外，本标准还规定因绘图工具偏差引起的线宽的误差不得大于 $\pm 0.1d$ 。

(3) 图线的构成。不连续线的独立部分称为线素，如点、长度不同的画线和间隙。国标 GB/T 14665—1998 规定了各线素的尺寸，具体应符合表 1-6。

表 1-6 线素的尺寸

mm

线 素	线 型 No.	长 度
点	点画线、双点画线	$\leq 0.5d$
短间隔	细虚线、细点画线	$3d$
画	细虚线	$12d$
长画	点画线、双点画线	$24d$

(4) 图线的画法。同一张图样中同类图线应基本一致，细虚线、细点画线、细双点画线的间隔与画线的长度应各自大致相等。

细点画线和细双点画线的首末两端应是长画而不是短画。

如图 1-8，画两线相交时，应注意：

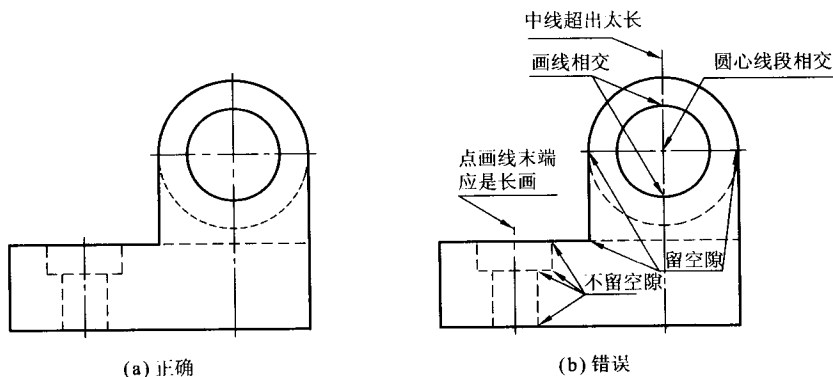


图 1-8 图线画法举例

- ① 细虚线、细点画线、细双点画线应恰当交于画线处，而不是点或间隔处；
- ② 虚线直接在实线延长线上相接时，虚线应留出间隙；
- ③ 虚线圆弧与实线相切时，虚线圆弧应留出间隙；
- ④ 画圆的中心线时，圆心应是画的交点，点画线两端应超出轮廓 2~5 mm；在较小的圆（一般直径小于 12 mm）或较小的图形上绘制细点画线或细双点画线有困难时，可画成细实线。

除非另有规定，两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm。

当使用计算机绘图时，图线应尽量相交在线段上，绘制圆时，应画出圆心符号，如图 1-9；

当两条以上图线重合时，显示线型应遵循以下的优先顺序：

- ① 粗实线（可见轮廓）；
- ② 细虚线（不可见轮廓）；
- ③ 细点画线（剖切平面迹线、轴线和对称中心线）；
- ④ 细双点画线（假想轮廓线）；

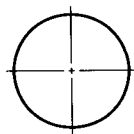


图 1-9 计算机绘图时的圆心符号

⑤ 细实线（尺寸界限等）。

5. 尺寸注法（GB/T 4458.4—2003）

在图样中，除需表达零件的结构形状外，还需标注尺寸，以确定零件的大小。因此，尺寸也是图样的重要组成部分，尺寸标注是否正确、合理，会直接影响图样的质量。为了便于交流，机械制图国家标准 GB/T 4458.4—2003 对尺寸标注的基本方法做了一系列规定，在绘图过程中必须严格遵守。

（1）基本规则。

① 机件的真实大小应以图样上所标注尺寸数值为依据，与图形的大小和绘图的准确度无关；

② 图样中（包括技术要求和其他说明）的尺寸，以毫米为单位时，不需标注计量单位的代号或名称，如采用其他单位，则必须注明相应计量单位的代号或名称，如 30 cm、35° 等；

③ 机件的每一个尺寸，在图样中一般只标注一次；

④ 图样中所标注的尺寸，为该机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

（2）尺寸要素。完整的尺寸包括尺寸界限、尺寸线、尺寸数字三个要素。如图 1-10 所示。

① 尺寸界线。尺寸界线表示所注尺寸的起止范围，用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出。也可以直接利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线，如图 1-11 中的竖直尺寸 12。

尺寸界线应超出尺寸线约 1~2 mm。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜，如表 1-7 “光滑过渡处” 的标注。

② 尺寸线。

尺寸线用细实线绘制。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行，相同方向的各尺寸线之间的距离要均匀，间隔应大于 5 mm。尺寸线不能用图上的其他线所代替，也不能与其他图线重合或在其延长线上，并应尽量避免与其他的尺寸线或尺寸界线相交叉。

尺寸线终端可以有箭头与斜线两种形式。箭头的形式如图 1-11 所示，适用于各种类型的图样。箭头尖端与尺寸界线接触，不得超出或离开。

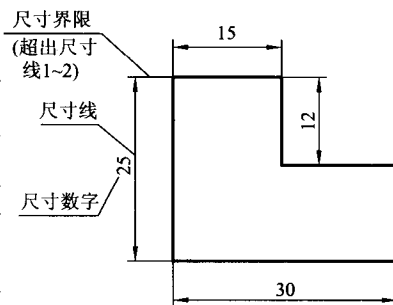


图 1-10 尺寸要素

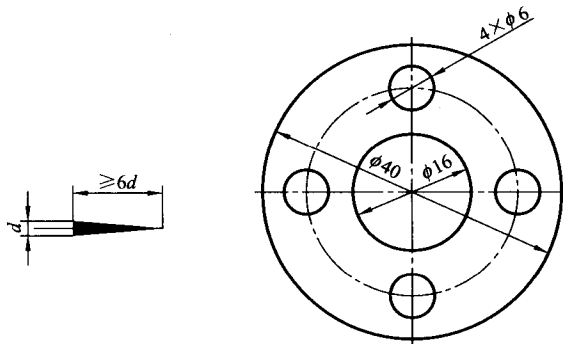


图 1-11 尺寸线终端箭头的画法