

“十二五”上海重点图书

现代工程制图

M

MODERN ENGINEERING DRAWING

◎《现代工程制图》编写组 编

◎金玲 叶卫东 丁晓影 主编

(第四版)



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

“十二五”上海重点图书

现代工程制图

M

ODERN ENGINEERING DRAWING

◎《现代工程制图》编写组 编

(第四版)

◎金玲 叶卫东 丁晓影 主编



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

·上海·

图书在版编目(CIP)数据

现代工程制图 / 金玲, 叶卫东, 丁晓影主编. —4 版.
—上海: 华东理工大学出版社, 2015. 12
ISBN 978-7-5628-4460-0

I. ①现… II. ①金… ②叶… ③丁… III. ①工程
制图-高等学校-教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 277955 号

内容提要

本教材是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会制订的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》,以及新颁布的相关的国家标准和行业标准,结合教学改革实践的成功经验和广大使用者的意见,在第三版的基础上修订而成的。

全教材共 13 章,主要内容包括:制图基础、画法几何、投影制图、轴测图、图样画法、机械图、建筑图、化工图、计算机绘图基础等,并在书后附有“汉英等效术语”。

本教材与《现代工程制图习题集(第四版)》配套出版,可作为普通高等院校工科各专业基础课教材,也可供电视、函授等其他类型学校有关专业使用,还可供其他专业师生和有关工程技术人员参考。

“十二五”上海重点图书

现代工程制图(第四版)

主 编 / 金 玲 叶卫东 丁晓影

责任编辑 / 徐知今

责任校对 / 张 波

封面设计 / 裘幼华

出版发行 / 华东理工大学出版社有限公司

地 址: 上海市梅陇路 130 号, 200237

电 话: (021)64250306(营销部)

(021)64252722(编辑室)

传 真: (021)64252707

网 址: press.ecust.edu.cn

印 刷 / 江苏省句容市排印厂

开 本 / 787mm×1092mm 1/16

印 张 / 22.25 插页 3

字 数 / 545 千字

版 次 / 2015 年 12 月第 4 版

印 次 / 2016 年 1 月第 1 次

书 号 / ISBN 978-7-5628-4460-0

定 价 / 56.00 元

联系我们: 电子邮箱 press@ecust.edu.cn

官方微博 e.weibo.com/ecustpress

天猫旗舰店 <http://hdlgdxcs.tmall.com>



前 言

本教材自 2005 年出版第一版以来,于 2008 年、2012 年分别出版了第二、第三版。随着教学改革不断发展与深化,以及国家教育部高等学校工程图学教学指导委员会制订的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》的更新,编者对本教材再次认真修编,作为本教材的第四版出版。

本教材的主要特点是:

(1)反映制图课程教学改革的经验和动态。

(2)教材中涉及的标准,均采用迄今为止的最新国家标准和行业标准。

(3)综合时代发展的需要和低年级学生的特点,专用术语采用汉英对照。

(4)为了与后续课程更好地衔接,体现技术基础课程与专业课程之间的交叉性,引进了专业图样。

(5)内容安排适应本课程教学发展趋势,并考虑综合培养仪器作图、徒手绘图以及计算机绘图三种能力。

(6)全书力求叙述正确,举例由浅入深,习题从易到难,思考题具启发性和引导性。

(7)为便于读者在学习中预习、复习以及自检自测,教材各章后附复习思考题,并同步出版配套习题集。

本教材由金玲、杨翠英、丁晓影、俞梅、蒋敏、张红、叶卫东、乐天明等编写。

参加本次修编的有上海应用技术大学的金玲、叶卫东、丁晓影、乐天明、蒋敏等。

编者竭诚欢迎读者继续关心本教材,并提出宝贵意见和建议。

编 者
2015 年 11 月

目 录

绪论	(1)
1 制图基本知识和基本技能	(3)
1.1 常用的手工绘图工具和仪器	(3)
1.2 制图基本规格	(4)
1.3 几何作图	(12)
1.4 平面图形	(15)
1.5 仪器绘图的基本步骤	(17)
1.6 草图	(18)
复习思考题	(20)
2 点、直线、平面的投影	(21)
2.1 投影基本知识	(21)
2.2 点	(22)
2.3 直线	(25)
2.4 平面	(34)
2.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	(40)
复习思考题	(43)
3 立体	(44)
3.1 立体及其表面的点	(44)
3.2 平面与立体相交	(49)
3.3 立体与立体相交	(56)
复习思考题	(63)
4 组合体	(65)
4.1 概述	(65)
4.2 组合体的分析	(66)
4.3 画组合体的视图	(68)
4.4 组合体的尺寸标注	(72)
4.5 读组合体的视图	(75)
复习思考题	(82)
5 轴测图	(83)
5.1 概述	(83)
5.2 正等轴测图	(84)
5.3 斜二等轴测图	(87)
5.4 轴测剖视图	(88)
复习思考题	(90)

6 图样画法	(91)
6.1 视图	(91)
6.2 剖视图	(94)
6.3 断面图	(104)
6.4 其他表达方法	(106)
6.5 表达方法综合应用举例	(109)
6.6 第三角画法简介	(111)
复习思考题	(112)
7 常用机件的特殊表示法	(114)
7.1 螺纹	(114)
7.2 螺纹紧固件	(120)
7.3 齿轮	(124)
7.4 键和销	(128)
7.5 滚动轴承表示法	(130)
7.6 弹簧	(133)
复习思考题	(135)
8 零件图	(137)
8.1 零件图的作用和内容	(137)
8.2 零件的视图	(138)
8.3 零件的尺寸标注	(142)
8.4 零件的技术要求	(144)
8.5 零件结构的工艺性	(154)
8.6 读零件图	(157)
复习思考题	(159)
9 装配图	(160)
9.1 装配图的作用和内容	(160)
9.2 装配关系表达方法	(160)
9.3 装配结构的合理性	(164)
9.4 装配图上的尺寸和技术要求	(165)
9.5 装配图上的序号、明细栏	(166)
9.6 画装配图	(167)
9.7 读装配图	(170)
9.8 零部件测绘简介	(173)
复习思考题	(177)
10 立体表面展开	(178)
10.1 平面立体的表面展开	(178)
10.2 可展曲面的展开	(180)
10.3 不可展曲面的近似展开	(184)
复习思考题	(187)

11 房屋施工图	(188)
11.1 概述	(188)
11.2 建筑施工图	(189)
11.3 结构施工图	(214)
复习思考题	(224)
12 化工制图	(225)
12.1 概述	(225)
12.2 化工设备图	(225)
12.3 工艺管道及仪表流程图	(244)
12.4 设备布置图	(252)
12.5 管道布置图	(256)
12.6 管道轴测图	(262)
复习思考题	(266)
13 AutoCAD 基础	(267)
13.1 概述	(267)
13.2 AutoCAD 的基础知识和基本操作	(270)
13.3 二维绘图命令	(279)
13.4 对象选择及修改	(282)
13.5 AutoCAD 的工程标注	(284)
13.6 AutoCAD 的图块及其属性	(287)
13.7 二维绘图举例	(290)
13.8 三维建模基础	(295)
13.9 三维实体建模举例	(298)
复习思考题	(300)
附录 1 标准	(301)
附录 1.1 普通螺纹的基本尺寸	(301)
附录 1.2 常用标准件	(302)
附录 1.3 极限与配合	(308)
附录 1.4 常用的机械加工一般规范和零件结构要素	(311)
附录 1.5 常用金属材料	(313)
附录 1.6 化工设备通用零部件	(314)
附录 2 汉英等效术语	(331)
参考文献	(346)

绪 论

(Exordium)

1. 本课程的性质和研究对象

在工程中,将按照一定的投影方法并按照国家标准规定的方法来表达物体的图纸称为图样。图样是工程界表达和交流技术思想、记录创新构思、指导生产加工的重要工具和重要技术文件,也是每个工程技术人员必须掌握的技术“语言”。

本课程是一门研究图示图解空间几何问题,以及研究绘制和阅读工程图样的原理和方法的学科,是高等工科院校学生必修的技术基础课。

2. 本课程的目标

- (1) 介绍正投影原理及其应用。
- (2) 培养仪器绘图、徒手作图、计算机绘图的能力。
- (3) 宣传并贯彻《技术制图》等国家标准,培养学生查阅标准的能力和遵循标准的工程意识。
- (4) 塑造空间逻辑思维和形象思维能力,培养创新、创造能力。
- (5) 培养自学能力、分析问题和解决问题的能力。
- (6) 培养认真负责的工作态度、严谨细致的工作作风。

3. 本课程的内容

本课程体现了经典理论与现代高新技术相结合,系统理论与工程实践相结合,以及学科基础知识教学与工程师素质培养相结合。

本课程内容包括:

- (1) 画法几何部分 研究用正投影法图示、图解空间几何问题的基本理论和方法;
- (2) 制图基础部分 介绍制图基础知识、基本技能和投影制图、读图的方法;
- (3) 图样画法部分 培养绘制、阅读机械图样的基本能力;
- (4) 工程图样部分 介绍有关专业图样的国家和行业标准规定,培养绘制、阅读专业图样的基本能力;
- (5) 计算机绘图部分 介绍计算机辅助设计软件 AutoCAD 的基本应用方法。

4. 本课程的学习方法

(1) 学好投影理论。在认真学习投影理论、理解掌握基本概念和基本内容的基础上,多思考、勤动手,由浅入深地通过从图到物和从物到图的反复练习,逐步提高空间形象思维能力,为学习后续课程打好基础。

(2) 练好绘图基本功。掌握正确的作图、读图方法和步骤,养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,严格遵守国家标准规定,认真独立地完成每次作业,力求投影准确、图线分明、尺寸齐全、字体工整、图面整洁美观。

(3) 培养耐心细致的习惯。绘制、阅读图样过程中的任何差错,在实际工作中都将造成经济损失,因此必须养成严肃认真的工作作风。

(4) 培养自学能力和终身学习的意识。在后续课程、生产实习、课程设计、毕业设计和工程实践中不断充实提高绘制和阅读工程图样的能力。

1

制图基本知识和基本技能

(Fundamental knowledge and technique of drawing)

1.1 常用的手工绘图工具和仪器(Drawing instruments and materials in common use)

正确使用和维护绘图工具和仪器是保证绘图质量、加快绘图速度的一个基本要求。常用绘图工具和仪器及其使用方法如下。

1.1.1 图板、丁字尺、三角板(Drawing board, T-square, Triangle)

图板用于铺放和固定图纸,图板应表面光滑平整、四边平直。

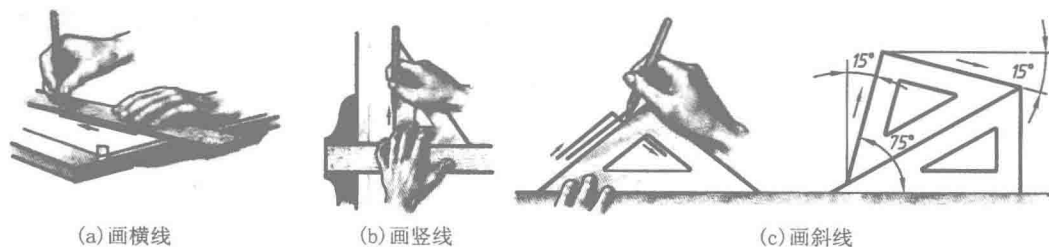


图 1-1 图板、丁字尺和三角板的使用

丁字尺由相互垂直的尺头和尺身组成,与图板配合可绘制水平线,与三角板配合可绘制垂线或斜线。使用时尺头靠紧图板左侧的工作导边,左手按住尺身,右手执笔自左向右绘制水平线,如图 1-1(a)所示。三角板通常为两块,分别为 45° 等腰直角三角形和 30° 与 60° 直角三角形,与丁字尺配合可绘制垂线和 $n \times 15^\circ$ 的倾斜线,如图 1-1(b)、(c)所示。

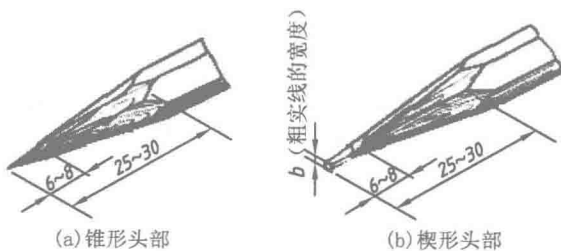


图 1-2 铅笔的磨削

1.1.2 绘图铅笔(Drawing pencil)

铅笔的铅芯有软(B)、硬(H)之分,B前的数字越大则越软,H前的数字越大则越硬。

通常用 H 或 2H 铅笔绘制底稿,用 B 或 2B 加深成粗实线,用 HB 铅笔标注尺寸和写字。加深图线时,为了保证图线浓淡一致,画圆弧的铅芯应比画直线的铅芯软一号。铅笔的磨削直接影响图线的质量。铅笔应从无标号的一端削起,一般削成圆锥形,如图 1-2(a)所示;加深粗实线的铅笔可削成楔形,如图 1-2(b)所示。

1.1.3 圆规(Compass)

圆规用以绘制圆或圆弧,有大圆规、小圆规、弹簧规、点圆规。圆规铅芯插脚上的铅芯削法如图 1-3 所示。使用前应先调整针脚,使针尖略长于铅芯,而且带台阶的尖端插入纸面和图板,用于画圆或圆弧时定圆心,如图 1-4(a)所示。画圆时圆规应向画圆的方向稍微倾斜,画大圆时应使圆规两脚都垂直于纸面(图 1-4)。

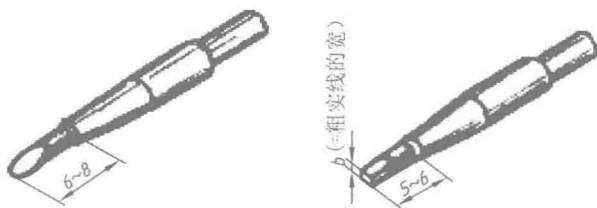


图 1-3 圆规插脚上的铅芯削法

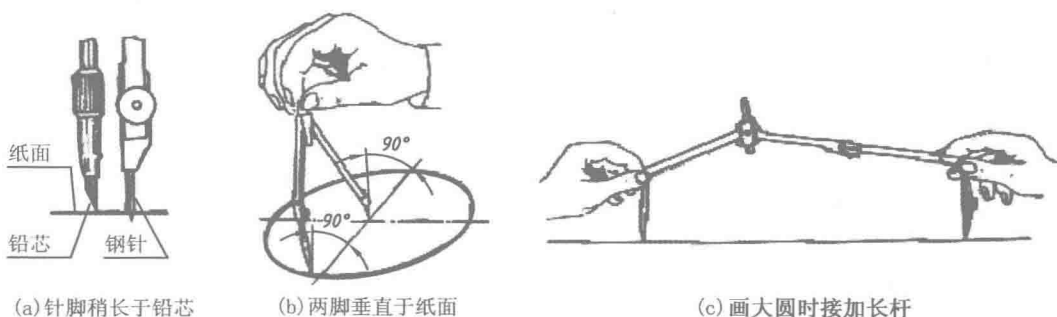


图 1-4 圆规的使用方法

1.1.4 分规(Divider)

分规用于量取和等分线段,分规的两腿合拢时的针尖应能合并成一点。使用方法如图 1-5 所示。

绘图时,还需要橡皮、削铅笔小刀、擦图片、透明胶带、修磨铅芯的细砂纸、量角器、曲线板、模板、绘图仪、比例尺、直线笔等。

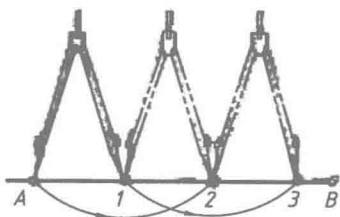


图 1-5 分规的用法

1.2 制图基本规格(General standards of drawing)

图样必须遵循统一的规定,才能真正成为工程界交流技术思想的语言。国家标准(简称国标,代号为 GB)《技术制图》《机械制图》是我国颁布的绘制和阅读工程图样的基础性技术标准。本节主要介绍制图的基本规格,其他有关内容将在以后各章中介绍。

1.2.1 图纸幅面及格式(Size and Layout of drawing sheets)

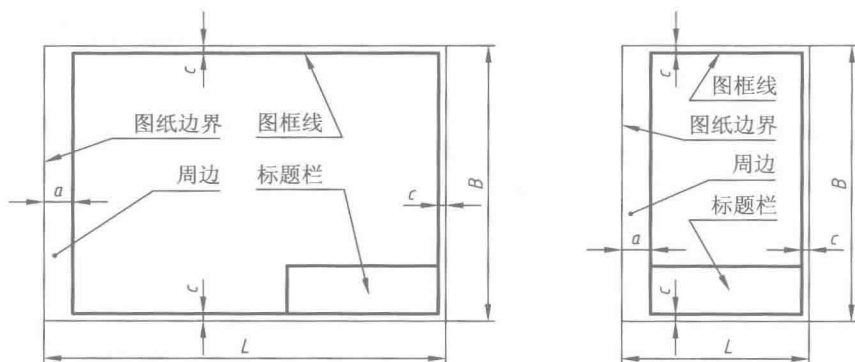
(1) 图纸幅面 绘制图样时应根据 GB/T 14689—2008 的规定,优先采用表 1-1 中的基本图幅。其中 A0 幅面图纸最大,沿图纸长边对折一次就可得到小一号的图纸幅面。必要时允许图纸按标准中规定的尺寸加长。

(2) 图框 当图纸需要装订时,一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装,格式如图 1-6(a)所示。图纸不需要装订时的格式如图 1-6(b)所示。图框线用粗实线绘制。

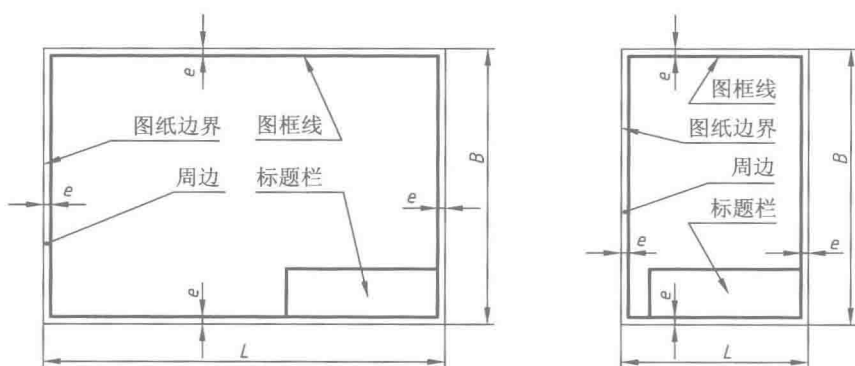
表 1-1 图纸基本幅面及图框尺寸

mm

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



(a) 需要装订的图框格式



(b) 不需要装订的图框格式

图 1-6 图框格式

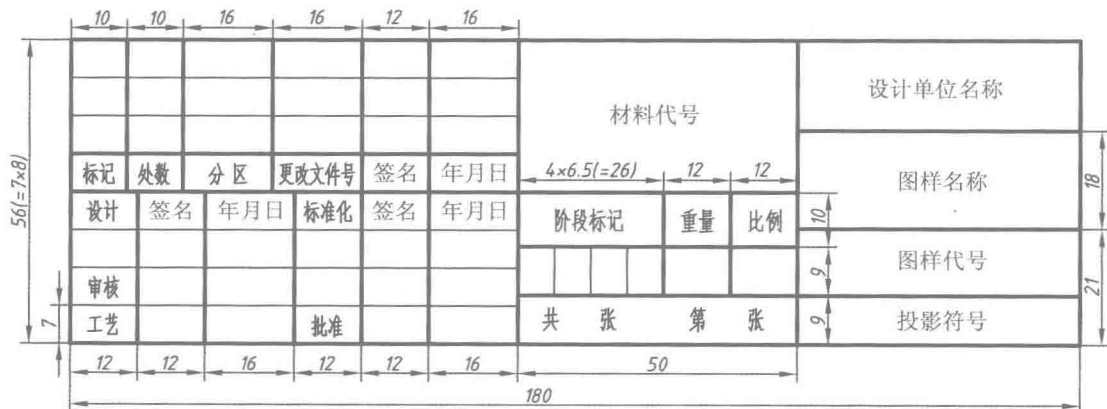
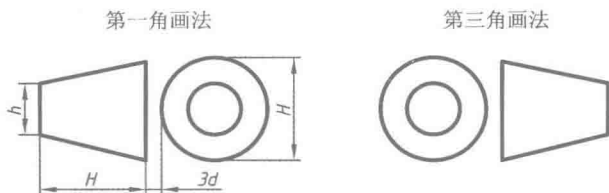


图 1-7 标题栏的格式

(3) 标题栏 每张图样必须有标题栏,标题栏用以说明图样的名称、图号、比例、设计、审核、批准、单位名称等内容。标题栏的位置在技术图样中必须如图 1-6 所示位置配置。看图的方向与看标题栏方向一致。GB/T 10609.1—2008 对标题栏的内容、格式和尺寸作了规定,如图 1-7 所示。

(4) 投影符号 投影符号就是第一角或第三角画法的投影识别符号。第一角画法的投影符号在必要时可画出,第三角画法的投影符号必须画出。GB/T 14692—2008 中规定的投影符号画法如图 1-8 所示。



图中 h =尺寸数字的字体高度, $H=2h$, d 为图中粗实线的宽度。

图 1-8 投影识别符号的画法

1.2.2 比例(Scale)

比例是图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。当比例的值为 1(1:1)时,称其为原值比例;比值大于 1 时(如 2:1),为放大的比例;比值小于 1 时(如 1:2),为缩小的比例。实际绘图时应选用 GB/T 14690 中规定的比例(表 1-2)。

表 1-2 优先选取的比例

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

1.2.3 字体(Lettering and writing)

数字和文字也是图样的重要组成部分,GB/T 14691—2005 规定了图样上和技术文件中所用汉字、数字、字母的字体和规格。

图样中的书写要求为:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

国标规定字体高度(h)的公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20(mm)。字体高度代表字体的号数。汉字采用国家正式公布的简化汉字的长仿宋体,字高 h 不小于 3.5mm,字宽为 $h \times 2^{-1/2}$ 。

数字及字母分 A 型和 B 型, A 型字体的笔画宽度为 $h/14$, B 型字体的笔画宽度为 $h/10$ 。可写成直体或斜体,斜体字的字头向右倾斜,并与水平基准线成 75° 。同一张图样上只能采用一种字体和书写形式,表示指数、分数、极限偏差、注脚等的数字和字母应采用小一号的字体。

汉字书写示例如图 1-9 所示。数字、字母的书写示例如图 1-10 所示。

10号字

书写要字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

7号字

长仿宋汉字书写要领是横平竖直注意起落结构均匀填满方格

图 1-9 长仿宋体汉字示例

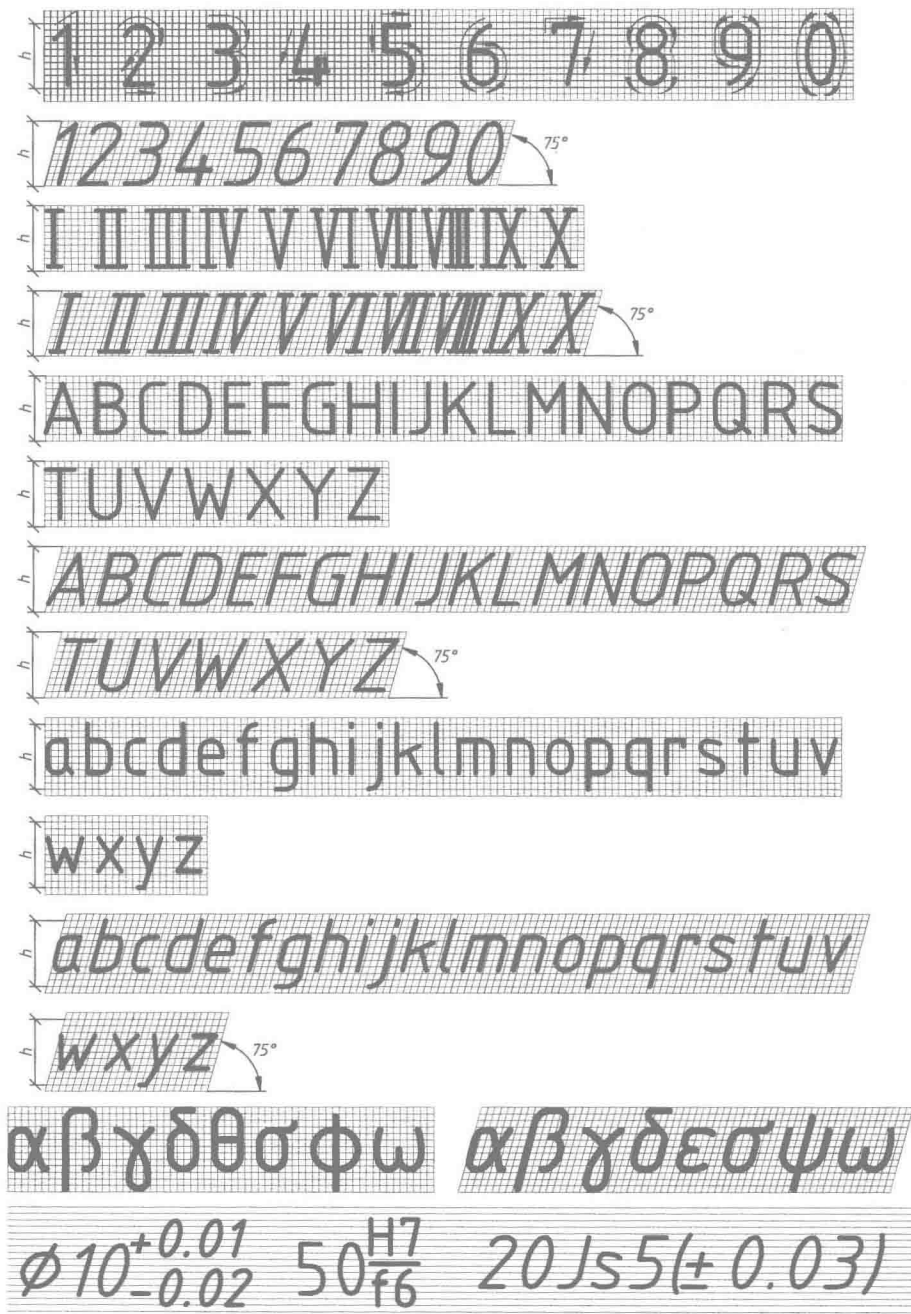



图 1-10 数字、字母书写示例

1.2.4 图线及其画法(Basic conventions for lines)

绘制图样时应采用 GB/T 4457.4—2002 中规定的线型,表 1-3 列出了常用线型及画法和应用。

表 1-3 机械图样常用图线

代码	图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
01.2	粗实线		$d(=b)$	可见轮廓线, 螺纹牙顶线, 螺纹长度终止线, 齿顶圆线, 剖切符号用线等
01.1	细实线		$d(=b/2)$	辅助线, 尺寸线, 尺寸界线, 指引线和基准线, 剖面线, 重合断面的轮廓线, 短中心线, 过渡线, 螺纹牙底线等
01.1	波浪线		$d(=b/2)$	断裂处边界线, 视图和剖视的分界线
01.1	双折线		$d(=b/2)$	断裂处边界线, 视图和剖视的分界线
02.1	细虚线		$d(=b/2)$	不可见轮廓线
02.2	粗虚线		$d(=b)$	允许表面处理的表示线
04.1	细点画线		$d(=b/2)$	轴线, 对称中心线, 分度线, 孔系分布中心线等
04.2	粗点画线		$d(=b)$	限定范围表示线
05.1	细双点画线		$d(=b/2)$	中断线, 轨迹线, 相邻辅助零件的轮廓线, 可动零件的极限位置轮廓线, 剖切面前的结构轮廓线, 重心线等

国家标准规定图线的宽度系列(b)为:0.13mm,0.18mm,0.25mm,0.35mm,0.5mm,0.7mm,1.0mm,1.4mm,2.0mm。图线宽度的选择应根据图样复杂程度和缩放复制要求确定。

《机械制图》(GB/T 4457.4)规定机械图样中采用粗、细两种线宽,粗线与细线的宽度比是 1:0.5。

建筑制图、化工制图等其他技术图样中的线宽,根据《技术制图》(GB/T 17450)和相关标准的规定,建筑图采用粗、中粗、中、细四种线宽,其线宽比为 1:0.75:0.5:0.25;化工图样采用粗、中、细三种线宽,其线宽的比率为 1:0.5:0.25。

绘制图线时应遵循以下要求(图 1-11):

- (1) 同一图样中的同一种图线的宽度应一致。
- (2) 虚线、点画线、双点画线中的点、画、长画、短间隔的长度应各自大致相等。手工图中点的长度为 $\leq 0.5d$,画的长度为 $12d$,长画的长度为 $24d$,短间隔的长度为 $3d$ 。其中 d 为图线的宽度。
- (3) 虚线、点画线、双点画线与其他图线相交时,应在画或长画处相交。

- (4) 点画线、双点画线的首末两段应为长画, 并应超出轮廓线 2~5mm。
- (5) 小图形上绘制细点画线、双点画线有困难时, 可用细实线代替。
- (6) 虚线处于粗实线的延长线上时, 粗实线画到分界点, 虚线应留空隙。虚线圆弧和虚线直线相切时, 圆弧应画到切点, 直线需留空隙。
- (7) 波浪线不允许超出物体轮廓, 不可画在物体的中空处。
- (8) 两条平行线之间的间隙不得小于 0.7mm。

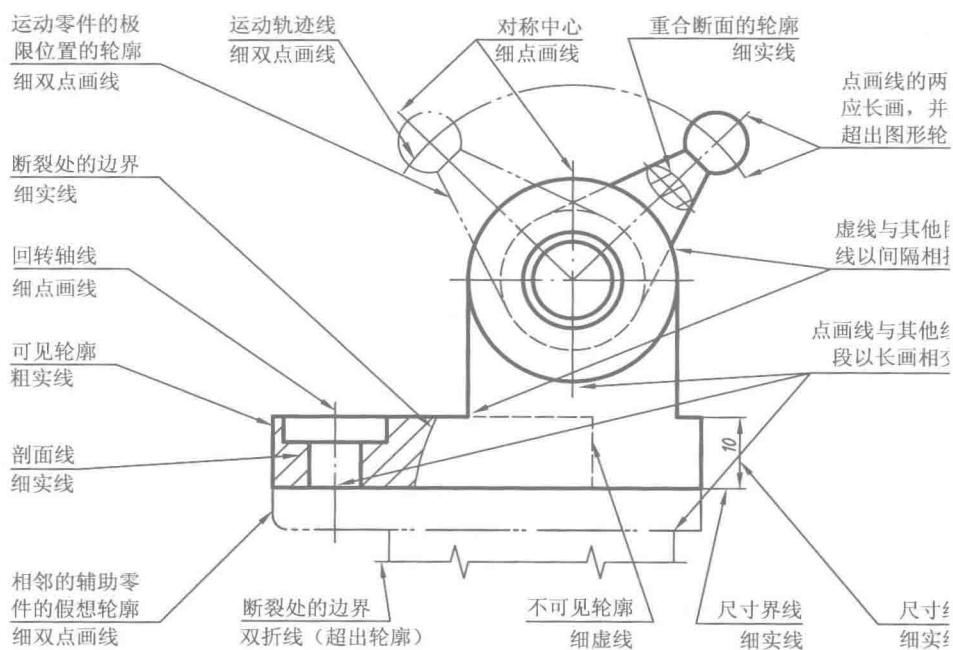


图 1-11 图线的应用及其画法

1.2.5 尺寸注法 (Dimensioning)

尺寸是确定物体形状大小的数值, 标注尺寸应遵循 GB/T 4458.4, 标注尺寸的基本要求是正确、完整、清晰、合理。

1.2.5.1 基本规则 (Basic rule)

物体的真实大小以图样中标注的尺寸数值为依据, 与图形大小、作图比例、绘图的准确度无关。

图样中的尺寸 (包括技术要求和其他说明), 以毫米为单位时不需标注单位符号, 否则应注明相应的单位符号。

图样中所标注尺寸为该图样所示物体的最后成品尺寸, 否则另加说明。

图样所示物体的各尺寸一般只标注一次, 并标注在反映该结构最清晰的部位。

1.2.5.2 尺寸组成 (Composing of dimension)

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字组成。

(1) 尺寸界线 尺寸界线表示所注尺寸的范围。用细实线绘制, 并从图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出, 或利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般与尺寸线垂直 (超出尺寸线约 2mm), 必要时尺寸界线允许倾斜 (但两尺寸界线应相互平行), 如

图 1-12(a)(b)所示。

(2) 尺寸线 尺寸线用来表示尺寸度量的方向。用细实线绘制在两尺寸界线之间,其终端形式有两种,如图 1-12(c)所示:① 箭头;② 斜线。尺寸线用细实线绘制,且尺寸线与尺寸界线通常应垂直。

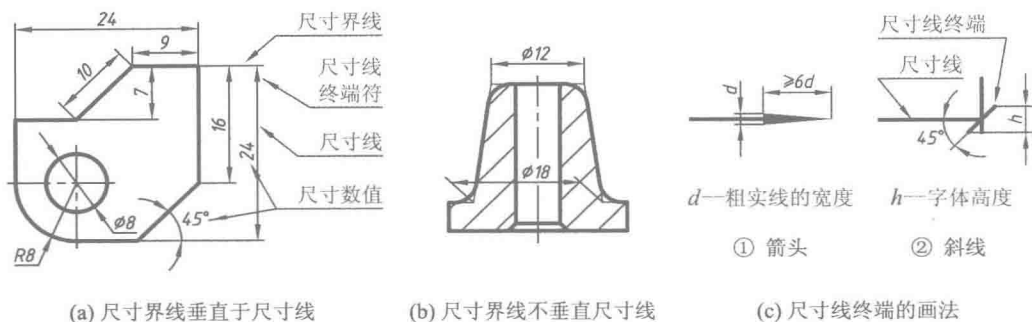


图 1-12 尺寸的组成

机械图样等各类图样一般用箭头作为尺寸线的终端,建筑图一般用斜线作为尺寸线的终端。同一张图样中的尺寸线终端形式应一致。

绘制尺寸线应注意:尺寸线不得用其他图线代替,不得与其他图线重合或画在其他图线上。标注线性尺寸时,尺寸线应与所标注线段平行;标注角度时的尺寸线应画成圆弧,避免尺寸界线与尺寸线相交。

(3) 尺寸数字 尺寸数字表示所注尺寸的数值。尺寸数字不得被任何图线通过,否则应将图线断开。线性尺寸的数字一般标注在尺寸线上方或尺寸线的中断处,同一张图样中应采用同一种方法。角度的数字一律写成水平方向。

标注尺寸的常用符号及缩写词见表 1-4,常见尺寸的标注示例见表 1-5。

表 1-4 标注尺寸的常用符号及缩写词

含义	正方形	深度	沉孔或锪平	埋头孔				
符号及其画法								
含义	弧长	斜度	锥度					
符号及其画法				说明: h 为尺寸数字的字体高度 各符号的线宽为 $h/10$				
含义	直径	半径	球直径	球半径	均布	45° 倒角	厚度	
缩写	ϕ	R	$S\phi$	SR	EQS	C	t	