

GONGCHENG TUXUE JICHU
YU JISUANJI HUITU

工程图学基础 与计算机绘图

张琳 马晓丽 编著

中国建材工业出版社

图例 (CIP) 目录表并图

工程图学基础与计算机绘图

张琳 马晓丽 编著

ISBN 978-7-216-00191-2

1. ①工... ②马... ③张... ④工... ⑤图... ⑥图... ⑦图... ⑧图... ⑨图... ⑩图...

工程图学基础与计算机绘图

张琳 马晓丽 编著

莫正波 主审

内容简介

本书是根据教育部颁布的《工程图学课程教学基本要求》和《计算机图形学课程教学基本要求》编写而成的。本书共分两大部分：第一部分为工程图学基础，主要介绍工程图的基本知识、基本投影法、视图、剖视图、轴测图、透视图、工程制图标准等；第二部分为计算机绘图，主要介绍AutoCAD 2013的基本操作、二维绘图、三维绘图、图块、表格、文字、尺寸标注、打印输出等。本书可作为高等院校机械、电气、土木、化工、建筑、环境、材料、能源、食品、轻工、纺织、服装、医药、农业、林业、水利、海洋、测绘、地质、冶金、有色、核能、航空航天、国防科技等专业的工程图学课程教材，也可供从事工程图学工作的工程技术人员参考。

工程图学基础与计算机绘图

张琳 马晓丽 编著

中国建材工业出版社

地址：北京市西城区车公庄

邮编：100044

电话：010-68296000

网址：www.jcbs.com.cn

本：889mm×1194mm 1/32

张：12.5

字：245千字

版：2013年9月第1版

印：2013年9月第1次

价：43.00元

中国建材工业出版社

本社地址：北京市西城区车公庄 邮编：100044 电话：010-68296000 网址：www.jcbs.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

工程图学基础与计算机绘图/张琳, 马晓丽编著

· 北京: 中国建材工业出版社, 2012. 9

ISBN 978-7-5160-0161-5

I. ①工… II. ①张… ②马… III. ①工程制图—计
算机制图—高等学校—教材 IV. ①TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 104460 号

内 容 简 介

工程图学基础与计算机绘图是在教育部相关课程的教学基本要求及总结同类院校工程制图教学改革的基础上编写而成。

本书在注重制图基本训练和计算机绘图训练的同时, 还兼顾了理论学习和实践技能培养两方面要求, 使学生在进行本门课程学习的过程中得到科学思维方法的培养与空间思维能力和创新能力的开发与提高。

本书可作为普通高等院校本科非机械类相关专业教材, 也可作为工程技术人员的培训教材。

工程图学基础与计算机绘图

张琳 马晓丽 编著

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京盛兰兄弟印刷装订有限公司

开 本: 889mm × 1194mm 1/16

印 张: 17.5

字 数: 542 千字

版 次: 2012 年 9 月第 1 版

印 次: 2012 年 9 月第 1 次

定 价: 43.00 元

本社网址: www.jcbs.com.cn

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386906

前 言

本书是根据教育部制定的高等学校工科本科“画法几何及工程制图课程教学基本要求”，在充分总结了同类院校工程制图课程教学改革成果的基础上编写而成的，在教材中兼顾了理论学习和实践技能培养两方面的要求，使学生在制图基本知识、进行制图基本训练和计算机绘图训练的同时，得到科学思维方法的培养以及空间思维能力和创新能力的开发与提高。

《工程图学基础与计算机绘图》作为一门技术基础课，它融工程制图知识与计算机绘图内容于一体。本书将计算机绘图作为一种绘图工具，建立以工程制图知识为基础、计算机绘图为绘图工具的教学体系，选用 AutoCAD2010 绘图软件，将 AutoCAD 绘图的内容编写在教材中，极大地调动和提高了学生的学习积极性和兴趣。

全书共分为十章，主要内容有：制图的基本知识，投影法和点、直线、平面的投影，立体的投影，组合体的视图与尺寸标注，轴测图，机件的常用表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图和计算机绘图。在编写内容上做到了由浅入深、由简及繁，并使之环环相扣，具有较强的系统性。

本书主要有以下几个方面特点：

1. 在注重学生使用手工仪器工具绘图、徒手画草图等绘图能力培养的同时，注意培养学生分析和解决工程实际绘图问题的能力和创造能力。

2. 文中叙述力求简捷明了，重要的作图大多都选择了分步图的形式，对基本概念、投影规律以及较为复杂的投影图，都绘制了空间示意图。

3. 全书贯穿了最新的技术制图与机械制图国家标准及有关的其他标准。

4. 第十章配有与教学内容相结合的实例练习和习题，能够使学生迅速领会机械图的绘制方法。

本书可作为普通高等学校本科非机械类相关各专业的教材，也可作为工程技术人员的培训教材和参考技术资料。与本书配套的马晓丽和张琳主编的《工程图学基础与计算机绘图习题集》也由中国建材工业出版社同时出版。

本书由青岛理工大学张琳、马晓丽担任编著，由莫正波担任主审，参加编写和整理工作的还有：张效伟、杨月英、宋琦、滕绍光、高丽燕、於辉、黄蕾、王诗言、许文君、张学秀等。在编写过程中，编者吸收和借鉴了国内外同行专家的一些先进经验和成果，也得到了中国建材工业出版社的热情帮助，在此表示衷心的感谢！

由于水平有限，书中难免会有不足之处，敬请广大同仁和读者批评指正。

编 者

2012 年 8 月

本书经中国建材工业出版社审核，认为其内容符合国家出版规定，准予出版。

(8492828-010) 中国建材工业出版社

言 前

发展出版传媒 服务经济建设

传播科技进步 满足社会需求

我们提供

图书出版、图书广告宣传、企业定制出版、团体用书、
会议培训、其他深度合作等优质、高效服务。

编辑部

010-88376511

jccbs@hotmail.com

图书广告

010-68361706

出版咨询

010-68343948

图书销售

010-68001605

www.jccbs.com.cn



中国建材工业出版社
China Building Materials Press

前 言
凡 8 年 5105

(版权专有，盗版必究。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。举报电话：010-68343948)

目 录

第一章 制图的基本知识	1
第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》	1
第二节 绘图工具及仪器的使用方法	10
第三节 几何作图	13
第四节 绘制平面图形	16
第二章 投影法和点、直线、平面的投影	22
第一节 投影法	22
第二节 点的投影	25
第三节 直线的投影	29
第四节 平面的投影	36
第三章 立体的投影	42
第一节 平面立体的投影	42
第二节 曲面立体的投影	44
第三节 平面与平面立体相交	50
第四节 平面与曲面立体相交	52
第五节 两曲面立体相交	60
第四章 组合体的视图与尺寸标注	67
第一节 三视图的形成及其特性	67
第二节 画组合体的视图	69
第三节 读组合体视图	76
第四节 组合体的尺寸标注	82
第五章 轴测图	90
第一节 轴测图基本知识	90
第二节 正等轴测图	91
第三节 斜二轴测图	96
第六章 机件的常用表达方法	100
第一节 视图	100
第二节 剖视图	103
第三节 断面图	113
第四节 局部放大图、简化画法和其他规定画法	115
第五节 第三角画法简介	120

第七章 标准件、齿轮和弹簧	123
第一节 螺纹	123
第二节 螺纹紧固件	129
第三节 键联结和销连接	133
第四节 齿轮	136
第五节 滚动轴承	138
第六节 弹簧	140
第八章 零件图	142
第一节 零件图的作用与内容	142
第二节 零件的表达方案的选择与尺寸标注	143
第三节 零件的结构工艺性简介	146
第四节 零件图的技术要求	148
第九章 装配图	155
第一节 装配图的内容	155
第二节 装配图的表达方法	156
第三节 装配图中的零、部件序号和明细栏	158
第四节 画装配图的方法和步骤	159
第十章 计算机绘图	163
第一节 AutoCAD2010 基本知识	163
第二节 绘图环境设置与常用基本操作	168
第三节 辅助绘图命令	179
第四节 常用二维绘图命令	186
第五节 二维图形编辑命令	195
第六节 文字	205
第七节 尺寸标注	212
第八节 图块	224
第九节 三维实体建模	237
附录	248
参考文献	274

第一章 制图的基本知识

工程图样是现代机器制造过程中重要的技术文件之一，是工程界的技术语言。设计师通过图样设计新产品，工程师依据图样制造新产品。此外，图样还广泛应用于技术交流中。

在各个工业部门，为了科学地进行生产和管理，对图样的各个方面，如图幅的安排、尺寸注法、图纸大小、图线粗细等，都需要有统一的规定，这些规定称为制图标准。

本章介绍由国家颁布的机械制图国家标准（简称国标）、绘图工具的使用、几何作图和平面图形尺寸分析等有关的制图基本知识。

第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》

国家标准《机械制图》是我国颁布的一项重要技术指标，它统一规定了生产和设计部门所共同遵守的画图规则，每个工程技术人员在绘制工程图样时必须严格遵守这些规定。

一、图纸幅面式与格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面

绘制技术图样时，应优先选用表 1-1 所规定的基本幅面。必要时，允许选用规定的加长幅面，这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整倍数的增加得出，如图 1-1 所示。

表 1-1 图纸幅面尺寸

(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				

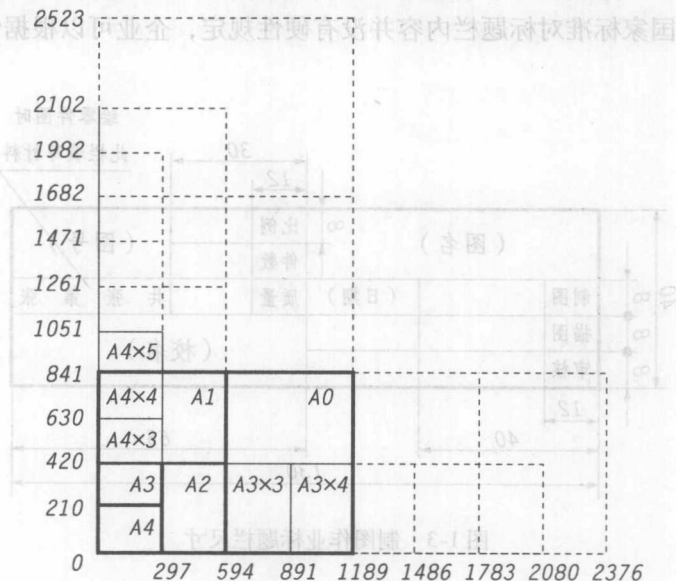


图 1-1 图纸幅面及加长幅面

2. 图框格式及方向符号

图纸既可横放也可竖放。画图前先用粗实线画出边框线，尺寸在表 1-1 中可查到。格式分为留有装订边和不留装订边两种，见图 1-2。同一产品的图样，只能采用一种格式。

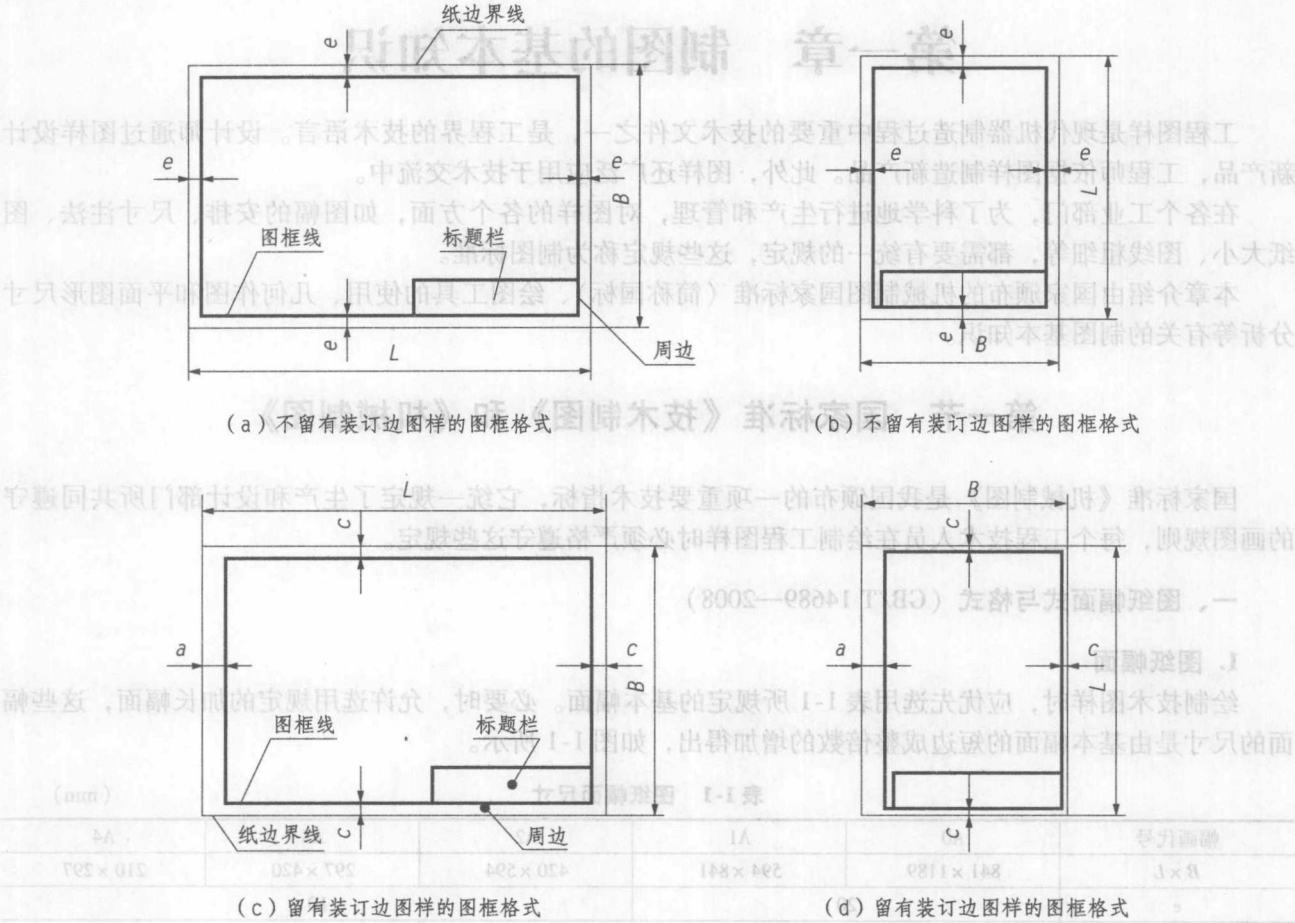


图 1-2 图框格式

图纸上必须有标题栏。一般情况下，标题栏画在图纸的右下角，紧贴下边框线和右边框线。标题栏主要内容如图 1-3 所示。国家标准对标题栏内容并没有硬性规定，企业可以根据情况添加或删除其他有关的内容。

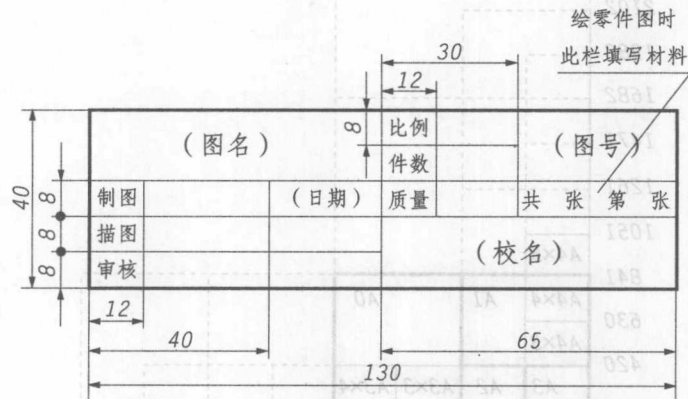


图 1-3 制图作业标题栏尺寸

二、比例 (GB/T14690—1993)

比例是图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。作图时,应尽量采用原值比例。如果机件太大或太小,可适当选用缩小或放大的比例画图。表 1-2 左半部分为国家标准中推荐优先选用的第一系列比例,必要时也允许选用表右半部分的第二系列比例。但是不论采用何种比例,图中所注的尺寸数值应为机件的实际尺寸。

表 1-2 标准比例系列

种类	第一系列	第二系列
原值比例	1:1	—
放大比例	2:1 5:1 1×10 ⁿ :1 2×10 ⁿ :1 5×10 ⁿ :1	2.5:1 4:1 2.5×10 ⁿ :1 4×10 ⁿ :1
缩小比例	1:2 1:5 1:10 1:2×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ 1:1×10 ⁿ	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 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。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

书写字体必须做到: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:1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。如果要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数,图样中的字体可分为汉字、字母和数字。表 1-3 给出了字体与图幅的关系。

表 1-3 字体与图幅的关系

图幅	A0	A1	A2	A3	A4
汉字	7	7	5	5	5
字母与数字	5	5	3.5	3.5	3.5

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 应不小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。书写汉字的要点为:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。汉字的示例如下:

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航空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阀栅栅化纤

2. 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字高的 1/14; B 型字体的笔画宽度为字高的

1/10。在同一图样上，只允许选用一种字型。一般采用 A 型斜体字，斜体字的字头向右倾斜，与水平线成 75°。以下字例为 A 型斜体字母、数字和 A 型直体拉丁字母：

拉丁字母大写斜体：

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

拉丁字母小写斜体：

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

罗马数字斜体：

IIII V VVI VII VIII IX X

阿拉伯数字斜体：

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

拉丁字母大写直体：

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

拉丁字母小写直体：

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

希腊字母示例

$\alpha \beta \gamma \delta \epsilon \zeta \eta \theta \vartheta \iota \kappa \lambda \mu \nu$

$\xi \omicron \pi \rho \sigma \tau \upsilon \phi \psi \omega$

3. 字母和数字应用示例

(1) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的字母及数字，一般采用小一号字体，其应用示例如下：

$10^3 S^{-1} D_1 T_d \phi 20_{-0.023}^{+0.010} 7^{\circ} \pm \frac{1}{2}^{\circ} \frac{3}{5}$

(2) 其他应用示例如下:

$10J55(\pm 0.003) M24-6h$

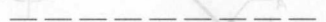
$\phi 25_{m5}^{H6} \frac{II}{2:1} \frac{A}{5:1} \frac{6.3}{\nabla}$

四、图线 (GB/T17450—1998)

图线是图中所采用各种形式的线, 国家标准规定图线的基本线型有 15 种, 所有线型的图线宽度 (b) 应按图样的类型、大小和复杂程度在数系: 0.13mm, 0.18mm, 0.25mm, 0.35mm, 0.5mm, 0.7mm, 1mm, 1.4mm, 2mm 中选取, 此数系的公比为 $\sqrt{2}$ 。

机械图样通常采用表 1-4 列出的 8 种图线; 按线宽分为粗线和细线两种, 宽度比为 2:1。在本课程作业中, 粗实线宽度 (b) 一般以 0.7~1mm 为宜。

表 1-4 基本线型

图线名称	图线型式	图线宽度	应用举例
粗实线		b	可见轮廓线, 可见过渡线
细实线		约 $b/2$	尺寸线, 尺寸界限, 剖面线, 重合断面的轮廓线, 引出线
虚线		约 $b/2$	不可见轮廓线, 不可见过渡线
波浪线		约 $b/2$	断裂处的边界线
双折线		约 $b/2$	断裂处的边界线, 视图和剖视图的分界线
细点画线		约 $b/2$	轴线, 对称中心线
粗点画线		b	有特殊要求的线和表面的表示线
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: 虚线中的“画”和“短间隔”, 点画线和双点画线中的“长画”、“点”和“短间隔”的长度, 国标中有明确规定。

图 1-4 是常用图线的用途示例。

画图线应注意以下几个问题 (图 1-5):

1. 同一图样中, 同类图线的宽度应一致。同一条虚线、点画线和双点画线中的短画、短间隔、长画和点的长度应各自大致相等。点画线和双点画线的首尾两端应是长画而不是点。
2. 细点画线和细双点画线的首末端一般应是长画而不是点, 细点画线应超出图形轮廓 2~5mm。当图形较小难以绘制细点画线时, 可用细实线代替细点画线。
3. 当图线相交时, 应是线段相交。当虚线在粗实线的延长线上时, 在虚线和粗实线的分界点处应留出间隙。
4. 当不同图线互相重叠时, 应按粗实线、细虚线、细点画线的先后顺序只画前面一种图线。

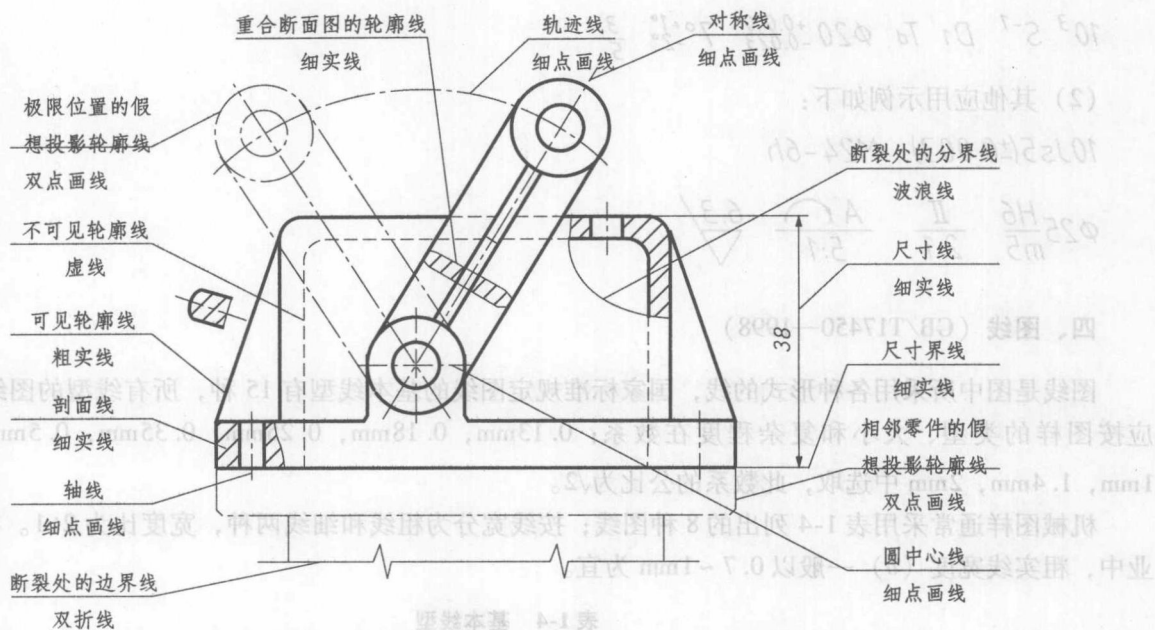


图 1-4 图线及其应用

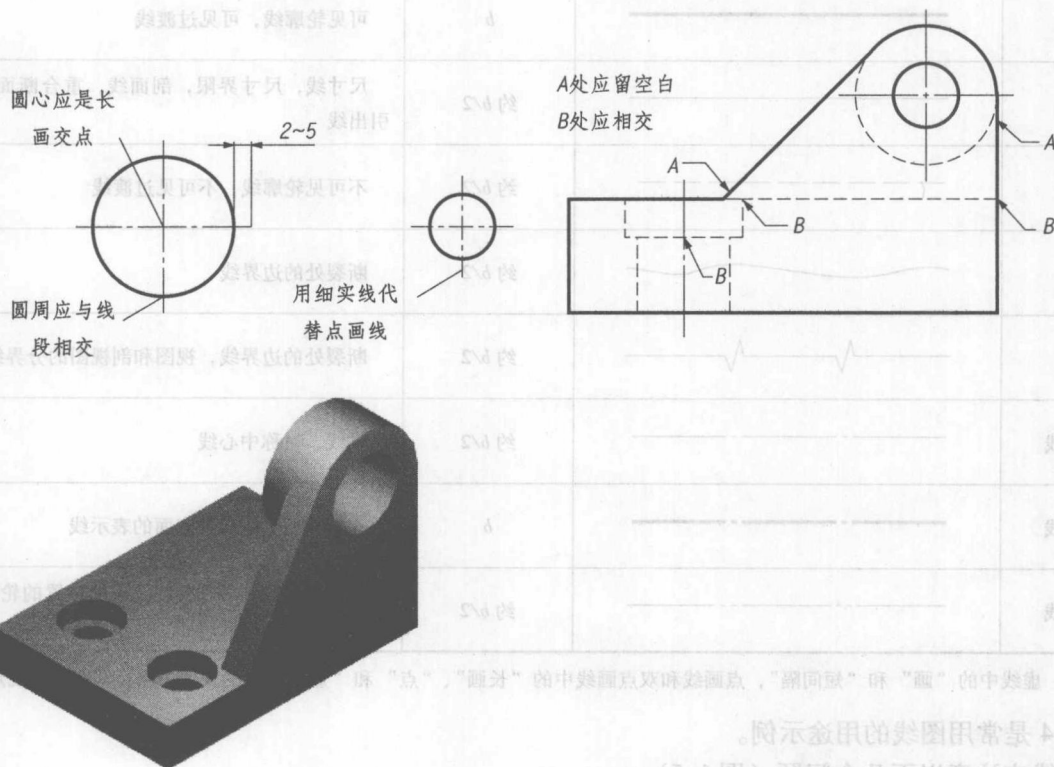


图 1-5 图线画法注意事项

五、尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003)

图形只能表达机件的结构形状，其真实大小应由尺寸确定。一张完整的图样，其尺寸注写应做到正确、完整、清晰、合理。本节只就尺寸的正确注法摘要介绍国家标准中有关注写尺寸的一些规定，对尺寸注写的其他要求将在后续章节中介绍。

1. 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（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，若采用其他单位，则必须注明相应计量单位的代号或名称。
- (3) 图样中所标注的尺寸，应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形上。

2. 标注尺寸的基本规定

图样上标注的每一个尺寸，一般由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字（包括必要的计量单位、字母和符号）组成，其相互间的关系如图 1-6 所示。

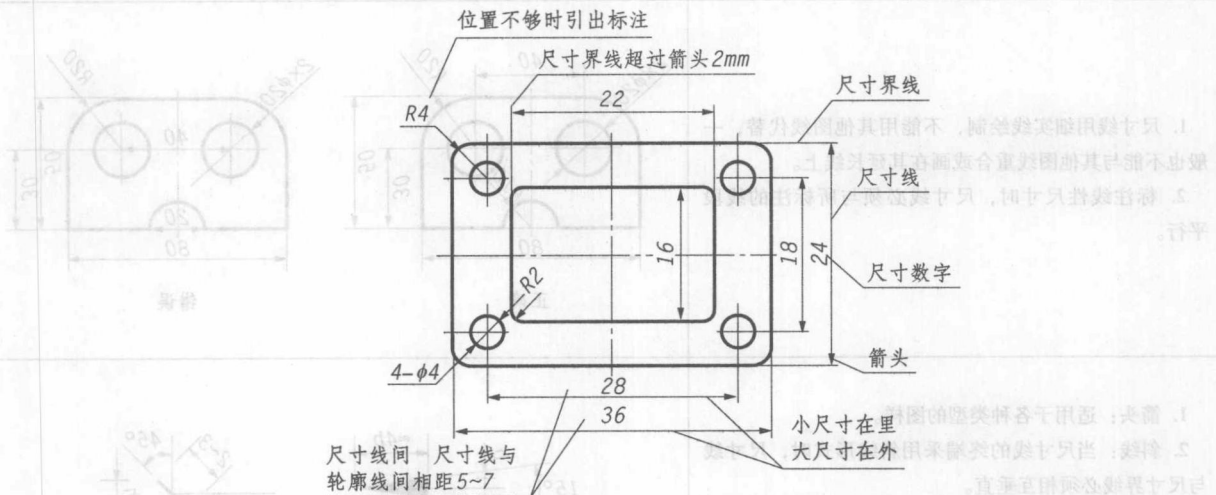
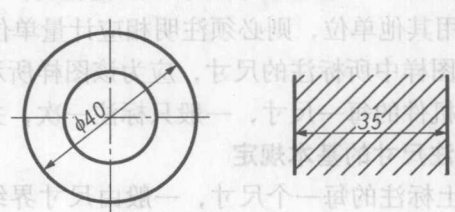
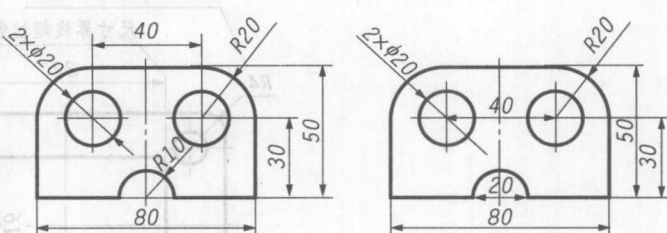
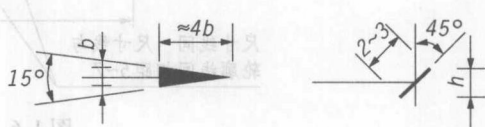
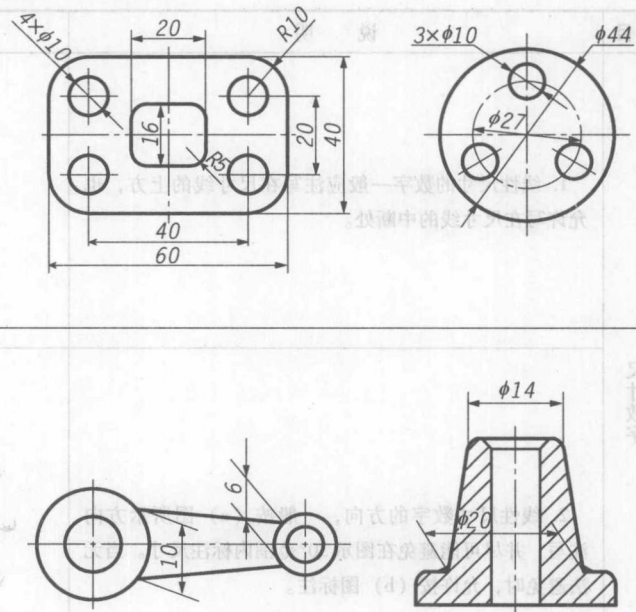


图 1-6 尺寸的组成部分

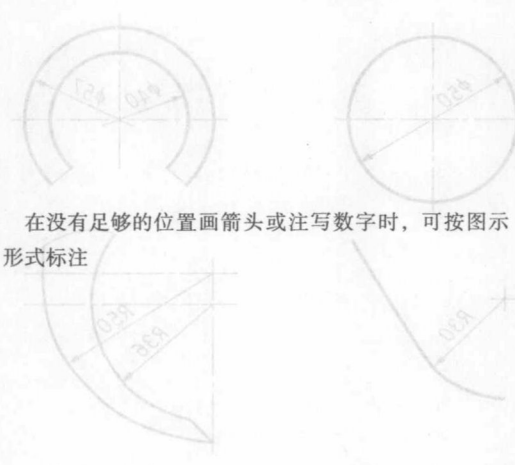
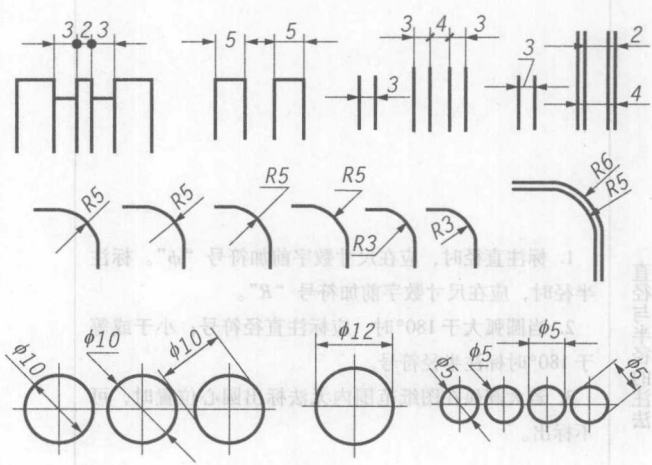
有关尺寸数字、尺寸线、尺寸界线以及必要的符号和字母等有关规定见表 1-5。

表 1-5 尺寸注法的基本规则

项目	说 明	图 例
尺寸数字	1. 线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方，也允许写在尺寸线的中断处。	
	2. 线性尺寸数字的方向，一般按 (a) 图所示方向注写，并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时，允许按 (b) 图标注。	

项目	说明	图例
尺寸数字	3. 尺寸数字不可被任何图线通过, 否则必须将该图线断开。	
尺寸线	1. 尺寸线用细实线绘制, 不能用其他图线代替, 一般也不能与其他图线重合或画在其延长线上。 2. 标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所标注的线段平行。	
尺寸终端	1. 箭头: 适用于各种类型的图样。 2. 斜线: 当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。 3. 一张图样中只能采用一种尺寸线终端的形式, 不能混用。	
尺寸界线	1. 尺寸界线用细实线绘制, 并应由图形的轮廓线、轴线和对称中心线处引出。 2. 也可利用轮廓线, 轴线和对称中心线作尺寸界线。 3. 尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 当尺寸界线过于接近轮廓线时允许倾斜画出。 4. 在光滑过渡处标注尺寸时, 必须用细实线将轮廓线延长, 从它们的交点处引出尺寸界线	

项目	说 明	图 例	自注
直径与半径的注法	1. 标注直径时, 应在尺寸数字前加符号“ ϕ ”。标注半径时, 应在尺寸数字前加符号“ R ”。 2. 当圆弧大于 180° 时, 应标注直径符号; 小于或等于 180° 时标注半径符号。 3. 若大圆弧在图纸范围内无法标出圆心位置时, 可不标出。		禁止标注的画法
弧长及弦长	1. 标注弧长时, 应在尺寸数字上方加符号“ $\frown$ ”。 2. 标注弦长和弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线。		工具图
球的注法	标注球面的直径和半径时, 应在符号“ ϕ ”和“ R ”前加符号“ S ”。		球面图
角度的注法	1. 角度数字一律写成水平方向。 2. 数字一般写在尺寸线中断处, 必要时可按图示形式标注。 3. 标注角度时, 尺寸线应画成圆弧, 其圆心是该角的顶点。		角度图

项目	说 明	图 例
狭小部位的注法	 在没有足够的位置画箭头或注写数字时,可按图示形式标注	

第二节 绘图工具及仪器的使用方法

手工绘图是工程技术人员的一项基本技能,绘图时,不仅需要一套绘图工具和仪器,而且还应正确地使用和维护,这样才能发挥它们的作用,保证绘图质量,提高绘图效率。下面简要介绍几种常用的绘图工具。

一、绘图工具

常用的手工绘图仪器及工具:铅笔、图板、丁字尺、三角板、比例尺、圆规、分规、曲线板等。

1. 铅笔

绘图采用绘图铅笔(图1-7)。铅笔端部的标号(如2B、B、HB、H、2H等)用来表明铅芯的软硬和黑度。H前的数值越大,铅芯越硬,所绘图线颜色越浅;B前的数值越大,铅芯越软,所绘图线颜色越深。常用的绘图铅笔其硬度一般为2B~H;通常打底稿时选用HB~H;写字时选用HB;加深粗实线时选用HB~B;加深圆弧时,一般要比粗实线的铅芯软一些,圆规用铅芯可选B~2B。

削铅笔时应从无标记的一端开始,以便保留标记,识别铅芯硬度。画粗实线时,铅芯磨成铲形,其余线型的铅芯磨成圆锥形。

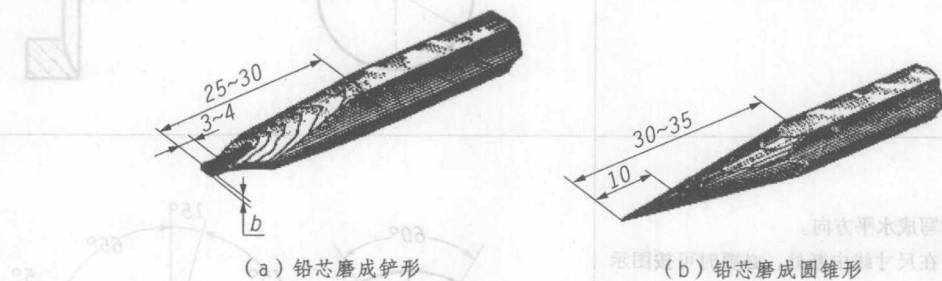


图1-7 绘图铅笔

2. 图板

图板为矩形木板,图纸用胶带纸固定其上,侧面是引导丁字尺移动的导边。使用时必须保持板面平坦,导边平直,不使其受潮、受热,避免磕碰(图1-8)。