



工业和信息化部高等教育教学指导委员会“十二五”规划教材
普通高等教育电子信息、机电类规划教材



电气类、机电类专业通用

工程制图

魏加兴 窦建玲 主 编 汤志坚 主 审



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

工业和信息产业高等教育教学指导委员会“十二五”规划教材
普通高等教育电子信息、机电类规划教材·电气类、机电类专业通用

工程制图

魏加兴 主编
窦建玲
汤志坚 主审



NLIC2970800994

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共 12 章,分别是制图基础知识、投影法基础、基本立体的投影、立体的截交线和相贯线、组合体视图、尺寸标注、机件的表达方法、轴测图、计算机绘图、标准件和常用件、零件图、装配图。本书每章都有相应的复习题目。另外,本书配有习题册一本,以供学习巩固所用。

为了方便教师教学,本书配有电子教学课件,课件针对各章节中的重点、难点以动画的形式给以表现,使其更加直观易懂,方便了教师的教学。电子课件中还配有习题册的答案,同样是把重点、难点的题目解答以动画的形式来表现,并配有大量的三维实体造型,让解题过程一目了然。

本书可作为高等本科院校、高等专科学校、高职院校电气类、机电类、工业设计、计算机、化工等相关专业的画法几何及机械制图课程的教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图 / 魏加兴, 窦建玲主编. —北京: 电子工业出版社, 2012. 5

普通高等教育电子信息、机电类规划教材

ISBN 978 - 7 - 121 - 15677 - 9

I. ① 工… II. ① 魏… ② 窦… III. ① 工程制图 - 高等学校 - 教材 IV. ① TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 002026 号



策 划: 陈晓明

责任编辑: 赵云峰 特约编辑: 张晓雪

印 刷: 北京丰源印刷厂

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 17 字数: 435 千字

印 次: 2012 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 32.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888

前 言

本书以培养应用型人才为出发点,以培养学生的徒手绘图、尺规作图和计算机绘图能力为重点。在内容编排上突出实用性,在掌握必要的基础理论前提下,重点放在识图、绘图能力的培养上。根据编者多年的教学实践经验,针对高等教育的特点,书中列举了大量的实例进行分析讲述,在教授识图、绘图的方法和经验的同时融入了基本原理的介绍。

本书具有以下特点:

(1) 充分考虑学生对知识的接受性以及教师教学组织的便利性,精简了传统画法几何如点、线和面的投影、截交线、相贯线等相关内容,增加了计算机绘图的内容,加大了组合体的绘图和读图练习,整本书在内容上保持了简明性和先进性,结构上便于教师组织教学。

(2) 选择典型、难易适中的例题,很好地表达相关内容,并联系生产实际,提高了教材的针对性和实用性,意在培养学生的创新意识,提高其创新设计的能力。

(3) 为方便教师教学,本书配有 PPT 格式课件,教师可根据个人教学需要对课件进行再编辑,增强了课件的灵活性和实用性。课件将各章节中典型的重点、难点的例题以动画的形式分解讲述,使解题思路 and 过程清晰明了。在以动画形式解题的同时,还对相关内容进行了拓展,讲述了一道题目多种解法的思路与方法。

(4) 本书配有习题册,并配备电子版标准答案。在标准答案中,同样将重点、难点的解题过程做成了动画,并配有所有习题的三维实体模型各角度的图片,方便辅助学生对题目的空间想象。

本书由桂林电子科技大学魏加兴、窦建玲主编。

参加本书编写的有:广西师范大学穆荣兵,桂林电子科技大学信息科技学院雷铭,桂林电子科技大学梁惠萍、梁璟。桂林电子科技大学汤志坚主审了本书内容,并提出修改意见。

本书虽经多次反复校对,错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2011 年 9 月

目 录

第1章 制图基础知识	(1)
1.1 制图国家标准简介	(1)
1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T14689-93)	(1)
1.1.2 比例 (GB/T14690—1993)	(4)
1.1.3 字体 (GB/T14691—1993)	(4)
1.1.4 图线类型及应用	(5)
1.2 绘图工具及作图方法	(7)
1.2.1 绘图工具	(7)
1.2.2 绘图仪器	(9)
1.3 几何作图	(10)
1.3.1 平行线和垂直线的画法 (如图1-14所示)	(10)
1.3.2 斜度	(10)
1.3.3 锥度	(10)
1.3.4 圆弧连接	(11)
1.3.5 作已知圆的内接正五边形	(15)
1.3.6 作已知圆的内接正六边形	(16)
1.3.7 作已知圆的内接正七边形 (近似画法)	(16)
1.3.8 过已知点作圆的切线	(17)
1.3.9 椭圆近似画法	(17)
1.4 平面图形绘制方法和步骤	(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	(19)
第2章 投影法基础	(21)
2.1 投影法基本知识	(21)
2.1.1 投影的形成	(21)
2.1.2 投影法分类	(21)
2.1.3 正投影的特征	(22)
2.2 三视图的形成及投影关系	(22)
2.2.1 三视图的形成	(22)
2.3 点、直线、平面的投影	(25)
2.3.1 点的投影及其规律	(25)
2.3.2 直线的投影	(29)
2.3.3 平面的投影	(37)
2.4 直线与平面及两平面的相对位置	(42)
2.4.1 直线与平面的相对位置	(42)
2.4.2 平面与平面的相对位置	(48)

第3章 基本立体的投影	(55)
3.1 平面立体的投影	(55)
3.2 曲面立体的投影	(58)
第4章 立体的截交线和相贯线	(65)
4.1 平面与平面立体相交	(65)
4.2 平面与曲面立体相交	(67)
4.2.1 求平面与曲面体截交线的方法和步骤	(67)
4.2.2 平面截切圆柱	(68)
4.2.3 平面截切圆锥	(69)
4.2.4 平面截切圆球	(70)
4.3 两平面立体相交	(71)
4.3.1 求相贯线的方法	(72)
4.3.2 求相贯线的步骤	(72)
4.4 平面立体与曲面立体相交	(73)
4.5 两曲面立体相交	(74)
4.5.1 两曲面体相贯线的性质	(74)
4.5.2 求相贯线常用的方法	(75)
4.5.3 举例	(75)
4.5.4 相贯线的特殊情况	(77)
4.5.5 圆柱相贯线的变化规律	(78)
第5章 组合体视图	(80)
5.1 组合体的形成和投影图画法	(80)
5.1.1 组合体的形成	(80)
5.1.2 组合体表面连接关系	(80)
5.2 组合体三视图的画法	(82)
5.2.1 组合体的形体分析法和线面分析法	(82)
5.2.2 组合体三视图的画法	(82)
5.3 组合体的看图	(85)
5.3.1 看图的基本方法和要点	(85)
5.3.2 已知组合体两视图补画第三视图	(91)
第6章 尺寸标注	(93)
6.1 标注尺寸的基本要求与规则	(93)
6.1.1 尺寸标注的基本要求	(93)
6.1.2 尺寸标注的基本规则	(93)
6.1.3 尺寸的组成	(93)
6.1.4 角度、直径、半径、球面直径或半径及狭小部位尺寸标注	(95)
6.1.5 常见尺寸的标注示例	(96)
6.2 组合体的尺寸标注	(97)
6.2.1 基本体的尺寸标注	(97)
6.2.2 有截交线、相贯线形体的尺寸标注	(97)
6.2.3 常见底板尺寸标注	(98)
6.2.4 组合体的尺寸标注	(98)

6.2.5 组合体尺寸标注的步骤	(101)
第7章 机件的表达方法	(105)
7.1 视图	(105)
7.1.1 基本视图	(105)
7.1.2 向视图	(106)
7.1.3 斜视图	(107)
7.1.4 局部视图	(107)
7.2 剖视图	(108)
7.2.1 剖视图的基本概念	(108)
7.2.2 几种常见的剖切面和剖切方法	(110)
7.3 断面图	(117)
7.3.1 基本概念	(117)
7.3.2 断面图种类	(118)
7.4 其他表达方法	(120)
7.4.1 局部放大图	(120)
7.4.2 简化画法	(121)
7.5 表达方法综合应用	(124)
第8章 轴测图	(126)
8.1 轴测图的基本知识	(126)
8.2 正等轴测图	(128)
8.3 斜二轴测图	(134)
8.4 轴测剖视图	(137)
8.4.1 画轴测剖视图的规定	(137)
8.4.2 轴测剖视图的画法	(138)
第9章 计算机绘图	(140)
9.1 AutoCAD 2008 绘图基础	(140)
9.1.1 用户界面	(140)
9.1.2 建立绘图环境	(143)
9.1.3 数据的输入方式	(145)
9.2 AutoCAD 2008 基本绘图及编辑命令	(146)
9.2.1 基本绘图命令	(146)
9.2.2 基本编辑命令	(149)
9.2.3 图案填充	(154)
9.2.4 文本标注	(156)
9.2.5 图块操作	(157)
9.3 AutoCAD 2008 尺寸标注	(158)
9.3.1 标注样式	(158)
9.3.2 尺寸标注命令工具栏 (见图 9-39)	(159)
9.4 AutoCAD 2008 轴测图绘制	(160)
9.4.1 二维等轴测视图简介	(160)
9.4.2 打开等轴测平面	(161)
9.4.3 绘制等轴测圆的步骤	(161)

9.4.4	轴测模式下画圆弧	(162)
9.4.5	轴测模式添加文本	(162)
9.5	AutoCAD 2008 图形输出	(163)
第 10 章	标准件和常用件	(165)
10.1	螺纹和螺纹紧固件	(165)
10.1.1	螺纹	(165)
10.1.2	螺纹的规定画法	(168)
10.1.3	常用螺纹的分类和标注	(170)
10.1.4	螺纹紧固件及其连接	(172)
10.1.5	螺纹紧固件的装配画法	(175)
10.2	键、销连接	(178)
10.2.1	键	(178)
10.2.2	销	(179)
10.3	齿轮	(180)
10.3.1	圆柱齿轮	(181)
10.3.2	圆柱齿轮的规定画法	(182)
10.3.3	圆锥齿轮	(183)
10.3.4	蜗杆、蜗轮简介	(184)
10.4	弹簧	(185)
10.5	滚动轴承	(187)
第 11 章	零件图	(190)
11.1	零件图的内容和要求	(190)
11.2	零件图的视图选择及尺寸标注	(190)
11.2.1	零件图的视图选择	(190)
11.2.2	零件图中的尺寸标注	(192)
11.3	典型零件示例	(197)
11.3.1	轴套类零件	(197)
11.3.2	轮盘类零件	(198)
11.3.3	叉架类零件	(199)
11.3.4	箱体类零件	(202)
11.4	零件上常见工艺结构及尺寸标注	(202)
11.4.1	铸造零件的工艺结构	(202)
11.4.2	零件机械加工的工艺结构	(203)
11.4.3	过渡线	(205)
11.4.4	零件图上常见孔的尺寸标注方法	(206)
11.5	零件图上的技术要求	(208)
11.5.1	表面粗糙度	(208)
11.5.2	极限与配合	(214)
11.5.3	形状和位置公差简介	(220)
11.6	读零件图	(223)
11.6.1	读零件图的方法和步骤	(223)
11.6.2	读图举例	(223)
11.6.3	零件的测绘方法和步骤	(224)

11.6.4 零件尺寸的测量方法	(226)
第12章 装配图	(228)
12.1 装配图概述	(228)
12.2 装配图的视图表达方法	(229)
12.3 装配图中的尺寸标注和技术要求	(231)
12.4 装配图序号及明细栏	(232)
12.4.1 零件序号	(232)
12.4.2 明细栏	(232)
12.5 装配图结构的合理性	(233)
12.6 画装配图的方法和步骤	(234)
12.7 读装配图	(237)
附录	(241)
一、常用螺纹	(241)
二、螺纹紧固件	(244)
三、键、销	(251)
四、极限与配合	(254)

第 1 章 制图基础知识

1.1 制图国家标准简介

图样是设计和制造产品的重要技术文件，是工程界表达和交流技术思想的共同语言。因此，图样的绘制必须遵守统一的规范，这个统一的规范就是技术制图和机械制图的中华人民共和国国家标准，简称国标，用 GB 或 GB/T（GB 为强制性国家标准，GB/T 为推荐性国家标准）表示，通常统称为制图标准。工程技术人员在绘制产品工程图样时必须严格遵守，认真贯彻国家标准。

国家标准对图纸幅面、绘图比例、图线、字体等均有明确规定。

1.1.1 图纸幅面及格式（GB/T14689 - 93）

1. 图纸幅面

图纸幅面是指图纸本身的大小规格。基本幅面有五种，分别用代号 A0、A1、A2、A3、A4 表示。绘制图样时，应优先采用表 1-1 中所规定的基本幅面，必要时可沿长边加长。A0、A2、A4 幅面的加长量按 A0 幅面长边的 1/8 的倍数增加；A1、A3 幅面的加长量按 A0 幅面短边的 1/4 的倍数增加，见图 1-1 中所示的细实线部分。A0、A1 幅面也允许同时加长两边，见图 1-1 中所示的虚线部分。

表 1-1 图纸幅面及边框尺寸 单位：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				

2. 图框格式

图框是图纸上所供绘图范围的边线。在图纸上用粗实线画图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，其格式分别见图 1-2 和图 1-3 所示，其中 a 、 e 、 c 的数值见表 1-1。

3. 标题栏

每张图样上必须画出标题栏。标题栏的格式国家标准（GB/T10609.1—1989）已做了统一规定（如图 1-4 所示）。为了简便起见，学生制图作业可采用图 1-5 所示的标题栏格式。

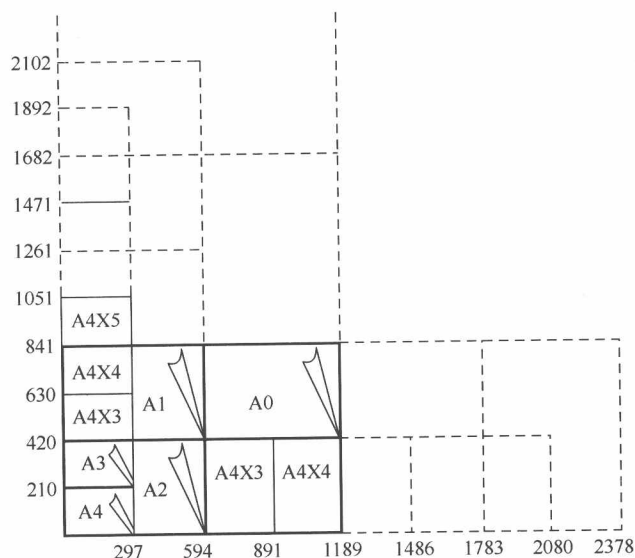


图 1-1 图纸幅面及加长幅面

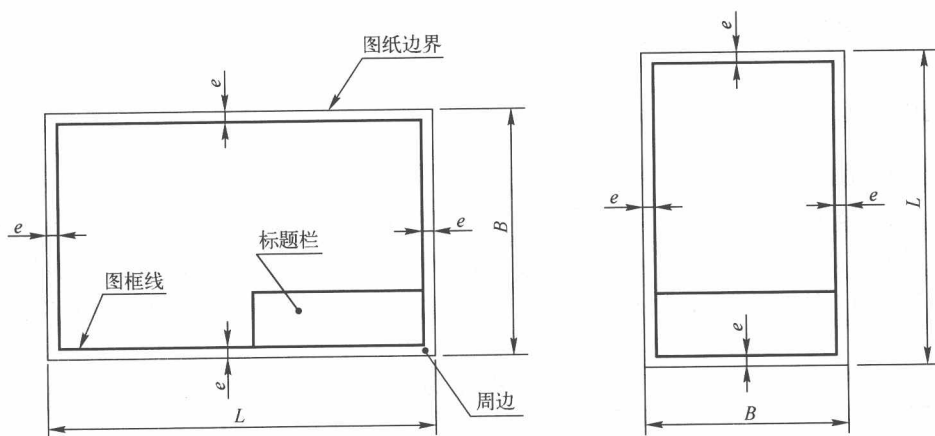


图 1-2 不留装订边的图框格式

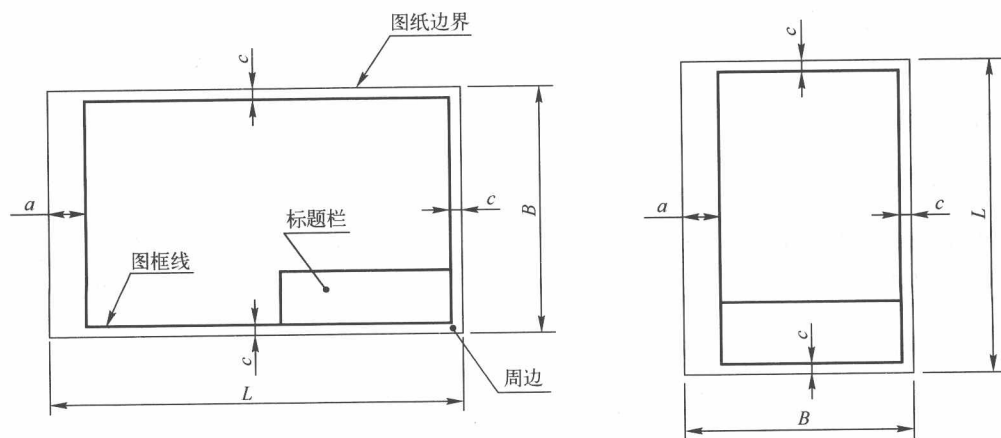
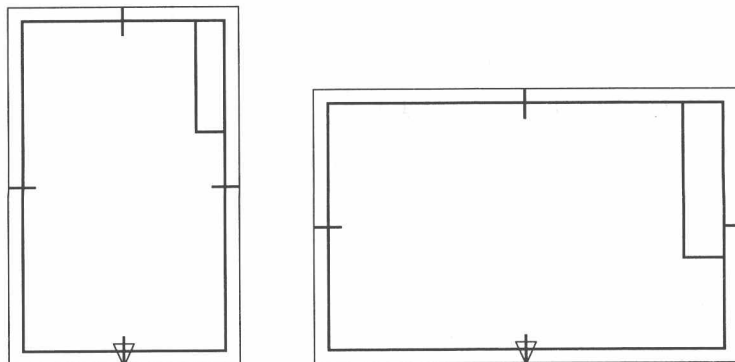


图 1-3 留装订边的图框格式

[illegible]

$5 \times 8 (=40)$	(图样名称)			比例		材料	
				件数		(图样代号)	
	制图	(签名)	(年月日)	重量			
	描图				(学校名称)		
审核							

标题栏的位置一般位于图纸的右下角，如图 1-2、图 1-3 所示，看图的方向一般应与标题栏中文字的方向一致，但特殊需要时，也可将标题栏移于右上方，但需做标志，如图 1-6 所示。



• 3 •

1.1.2 比例（GB/T14690—1993）

比例是图形与实物相应要素的线性尺寸之比。

比例有三种类型：

- (1) 原值比例，图形尺寸等于实物尺寸，即 1:1。
- (2) 放大比例，图形尺寸大于实物尺寸，如：2:1 等。
- (3) 缩小比例，图形尺寸小于实物尺寸，如：1:2 等。

绘制图样时，应从表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。优先选择第 1 系列，必要时允许选取第 2 系列，为了能从图样上得到实物大小的真实概念，应尽量采用 1:1 的比例绘图，当形体不宜采用 1:1 绘制图样时，也可用缩小或放大比例画图。

同一机件的各个图形应采用相同的比例，并把所采用的比例标注在标题栏的比例栏中。

表 1-2 比例类型

种 类	第 1 系列	第 2 系列
原值比例	1:1	
放大比例	5:1、 2:1、 1×10 ⁿ :1 5×10 ⁿ :1 2×10 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

若同一张图中某个图形采用了另一种比例，则应在该视图的下方或右侧标注比例，如：

$\frac{I}{2:1}$ 、 $\frac{A}{1:100}$ 、 $\frac{B-B}{25:1}$ 、平面图 1:100 等。

1.1.3 字体（GB/T14691—1993）

在图样中除了表示物体形状的图形外，还需要用文字、数字和字母表示物体的大小、技术要求及其他说明等，国家标准对字体的大小和结构做了统一规定。

1. 图样基本要求

- (1) 字体书写必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。
- (2) 字体的号数即字体的高度（用 h 表示）系列为：1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。高度大于 20mm 的尺寸按 $\sqrt{2}$ 比率递增。
- (3) 字体的宽度 b 一般为 $h/\sqrt{2}$ ，参见表 1-3。长仿宋字体的特点是：笔画横平竖直、起落分明、笔锋满格、字体结构匀称。书写时一定严格要求，认真书写。

表 1-3 长仿宋体字高与字宽关系（mm）

字高	20	14	10	7	5	3.5
字宽	14	10	7	5	3.5	2.5

- (4) 拉丁字母和阿拉伯数字或罗马数字分成 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 b 为字高的 1/14；B 型字体的笔画宽度 b 为字高的 1/10。在同一图样上，只允许选用一种形式字体，

可写成直体和斜体，斜体字头向右倾斜，与水平基线成 75° 。

2. 字体实例

(1) 汉字示例。

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

机械制图机械设院校系专业姓名制图审核序号件数名称比例材料重量

(2) A 型拉丁字母大写斜体示例。

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

(3) A 型拉丁字母小写斜体示例。

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

(4) 阿拉伯数字示例。

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

(5) 希腊字母示例。

$\alpha \beta \gamma \delta \epsilon \zeta \eta \theta \vartheta \iota \kappa$
 $\lambda \mu \nu \xi \omicron \pi \rho \sigma \tau$
 $\upsilon \phi \varphi \chi \psi \omega$

1.1.4 图线类型及应用

1. 图线

国家标准 (GB/T17450—1998) 规定了各种线型的名称、形式及其画法。常见图线的名

称、形式、宽度以及在图样上的应用如表 1-4 所示。

表 1-4 常见图线形式及应用

图线名称	图线形式	代号	图线宽度	主要用途
粗实线		01.2	$b=0.5\sim2$	可见轮廓线, 可见棱边线
细实线		01.1	$\approx b/3$	尺寸线, 剖面线, 引出线, 过渡线
波浪线		01.1	$\approx b/3$	断裂处边界线, 视图与剖视图分界线
双折线		01.1	$\approx b/3$	断裂处边界线, 视图与剖视图分界线
虚线		02.1	$\approx b/3$	不可见轮廓线, 不可见棱边线
单点划线		04.1	$\approx b/3$	轴线, 对称中心线, 分度圆(线), 轨迹线
双点划线		05.1	$\approx b/3$	相邻辅助零件的轮廓线, 极限位置的轮廓线

2. 图线的宽度

图线分为粗、细两种, 粗线的宽度为 b , 细线的宽度约为 $b/3$ 。粗线的宽度 b 应根据图形的大小和复杂程度的不同, 在 $0.5\sim2\text{mm}$ 之间选择。

图线宽度的推荐系列为:

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

3. 图线的画法

- (1) 同一张图样中, 同类图线的宽度应一致, 虚线、细点划线、及双点划线的线段长度和间隔也应一致。
- (2) 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm 。
- (3) 点划线和双点划线的首末两端应是线段而不是短划, 如图 1-7 (a) 所示。
- (4) 绘制圆的对称中心线时, 应超出圆外 $2\sim5\text{mm}$; 在较小的图形上绘制点划线或双点划线有困难时, 可用细实线代替, 如图 1-7 (b) 所示。

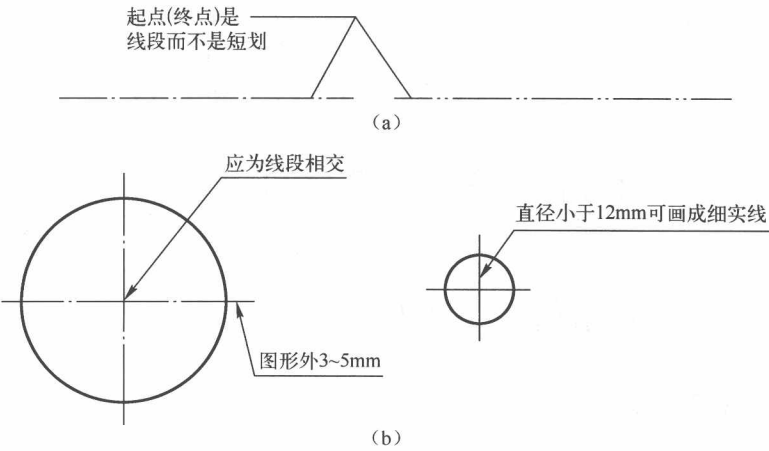


图 1-7 点划线、双点划线的画法

(5) 虚线与虚线（或其他图线）相交时，应线段相交；若虚线是实线的延长线时，在连接处要分开，如图 1-8 所示。

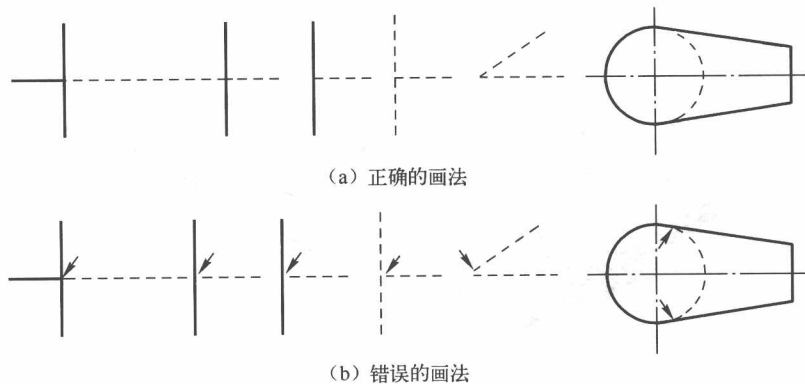


图 1-8 虚线的画法

1.2 绘图工具及作图方法

按照使用工具的不同，绘制图样可分为尺规绘图、徒手绘图和计算机绘图。尺规绘图是一种借助图板、丁字尺、三角板、绘图仪器等工具进行手工绘图的方法。为保证绘图质量，提高绘图速度，必须掌握绘图工具及仪器的正确使用方法。

1.2.1 绘图工具

1. 铅笔

通常铅芯有不同的硬度，分别用 B、H、HB 表示。标号 B、2B、…、6B 表示软铅芯，数字越大表示铅芯越软；标号 H、2H、…、6H 表示硬铅芯，数字越大表示铅芯越硬；HB 表示不软不硬。画底稿时，一般用 H 或 2H，图形加深常用 B、2B 或 HB。削铅笔时应将铅笔尖削成锥形，铅芯露出长度为 6~8mm，注意不要削有标号的一端。

使用铅笔绘图时，用力要均匀，用力过小则绘图不清楚，用力过大则会划破图纸或在纸上留下凹痕甚至折断铅芯。画长线时，要一边画一边旋转铅笔，这样可以保持线条的粗细一致。画线时的姿势，从侧面看笔身要铅直，从正面看，笔身要倾斜约 60° 。

2. 图板

图板用于固定图纸，作为绘图的垫板，板面一定要平整，硬木工作边要保持笔直。图板大小有不同的规格，通常比相应的图幅略大，画图时板身略为倾斜比较方便。图纸的四角用胶带纸粘贴在图板上，位置要适中，如图 1-9 所示。

3. 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身组成，是用来与图板配合画水平线的工具。图 1-9 中，尺身的工作边（有刻度的一边）必须保持平直光滑。在画图时，尺头只能紧靠在图板的左边上下移

动，画出一系列的水平线，或结合三角板画出一系列的垂直线，如图 1-10 所示。

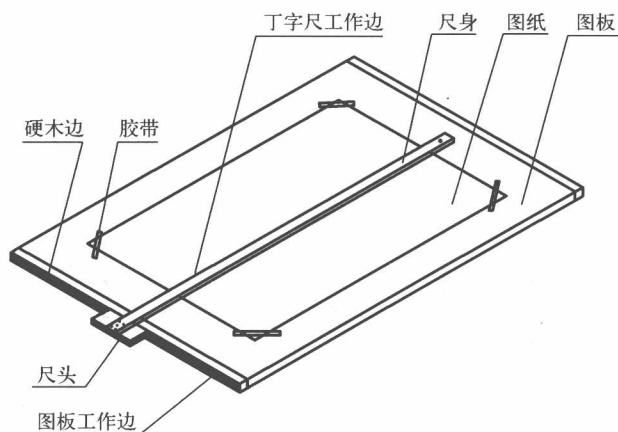


图 1-9 图板与丁字尺

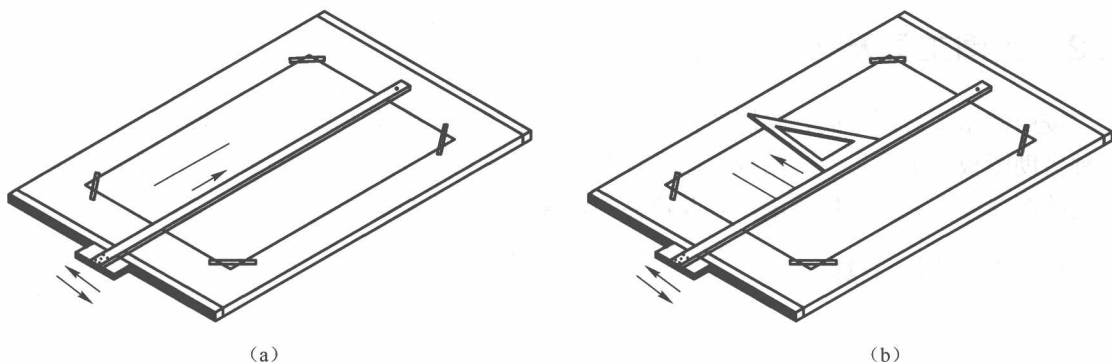


图 1-10 丁字尺的使用

4. 三角板

一副三角板有 30° 、 60° 、 90° 和 45° 、 45° 、 90° 两块。三角板的长度有多种规格，如 25cm、30cm 等。绘图时应根据图样的大小，选用相应长度的三角板。三角板除了结合丁字尺画出一系列的垂直线外，还可以配合画出 15° 、 30° 、 45° 、 60° 及 75° 等角度的斜线，如图 1-11 所示。

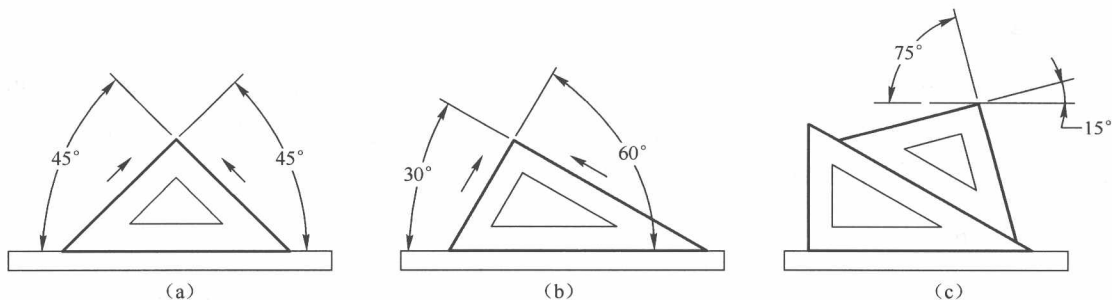


图 1-11 绘制 15° 、 30° 、 45° 、 60° 及 75° 的斜线