



中等职业教育规划教材

机械制图

权月华 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

中等职业教育规划教材

机械制图

主 编 权月华
副主编 宋志丹 田 耘 隋惠玲
主 审 姜作武



机械工业出版社

本教材是以教育部 2000 年颁布的中等职业学校机械类(近机械类)“机械制图”课程教学大纲编写而成,符合最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准。

本书内容包括:制图的基本知识,投影基本知识,立体及其表面交线,轴测投影,组合体,机件的表达方法,标准件与常用件,零件图,装配图,计算机绘图基础等 10 章内容。

本教材为各类中专、技校、职高等中等职业学校机械类及近机械类各专业的教材,也可供具有初中以上文化水平的人员参考。同时编写了与之配套使用的《机械制图习题集》(宋志丹主编)。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/权月华主编. —北京:机械工业出版社,2005.8

中等职业教育规划教材

ISBN 7-111-17067-9

I. 机... II. 权... III. 机械制图-专业学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 085995 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王海峰 版式设计:张世琴 责任校对:张 媛

封面设计:陈 沛 责任印制:杨 曦

北京机工印刷厂印刷

2005 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm¹/16 · 13.25 印张 · 324 千字

定价:20.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是中等职业教育规划教材,是根据新形势下中等职业学校教学的实际情况,按照“机械制图”课程教学大纲要求编写的,是机械类、近机械类专业的教学用书,也可以作为职业技术培训教材,或供有关技术人员参考。

本书继承和发扬了我国现行中等职业教材的长处,针对中等职业教育的特点,在教材编写过程中,注意理论联系实际,以“必需、够用”为度,以“掌握概念、强化应用”为重点。在绘图技能方面以仪器、徒手、计算机绘图三种方法贯穿始终,充分体现了“以素质为核心,以能力为基础”的教学模式。本书还介绍了 CAXA 软件的绘图方法,以适应未来发展。本教材全部采用最新颁布的国家标准。

另外,与本教材配套使用的《机械制图习题集》(宋志丹主编),由机械工业出版社同时出版。

本书由权月华主编,宋志丹、田云、隋惠玲为副主编。其中:第二章、第三章由权月华编写,绪论、第四章、第五章、第六章由宋志丹编写,第八章、第九章、第十章由田耘编写,第一章、第七章由隋惠玲编写,吴秀平、王艳彩分别参与了第三章、第四章的编写。本书由姜作武主审。

本书在编写过程中得到北京汽车工业学校、北京仪器仪表学校及廊坊市工业学校专业课教师的指导和帮助,在此我们一并表示感谢。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中缺点、错误在所难免,恳请读者批评指正。

编者

目 录

前言	
绪论	1
第一章 制图的基本知识	2
第一节 国家标准《技术制图》的基本规定	2
第二节 绘图工具及使用	9
第三节 尺寸注法	12
第四节 几何作图	19
第五节 平面图形的画法	24
第二章 投影基本知识	26
第一节 投影法	26
第二节 物体的三视图	28
第三节 点、直线和平面的投影	31
第四节 直线和平面上的点的投影	39
第三章 立体及其表面交线	42
第一节 基本体	42
第二节 截交线	48
第三节 回转体相贯线	56
第四节 基本体及截断体和相贯体的尺寸标注	60
第四章 轴测投影	64
第一节 轴测投影的基本知识	64
第二节 正等测	66
第三节 斜二测的画法简介	72
第四节 轴测图上的交线及尺寸标注	74
第五章 组合体	76
第一节 组合体的形体分析	76
第二节 组合体的三视图画法	78
第三节 组合体的尺寸标注	79
第四节 看组合体的视图	83

第六章 机件的表达方法	89
第一节 视图	89
第二节 剖视图	92
第三节 断面图	99
第四节 其他表达方法	102
第五节 读机件表达方法的举例	105
第七章 标准件与常用件	107
第一节 螺纹	107
第二节 螺纹联接件	113
第三节 齿轮	118
第四节 键和销联接	123
第五节 滚动轴承	126
第六节 弹簧	130
第八章 零件图	133
第一节 零件图概述	133
第二节 零件的视图选择	134
第三节 零件图的尺寸标注	135
第四节 零件图上的技术要求	138
第五节 零件上常见工艺结构	149
第六节 几种典型零件的分析	153
第九章 装配图	157
第一节 概述	157
第二节 装配图的表达方法	158
第三节 装配图的尺寸标注和技术要求	160
第四节 装配图的零件序号、明细表和标题栏	161
第五节 零部件测绘和装配图画法	163
第六节 装配体工艺结构	166
第七节 读装配图和由装配图拆画零件图	168
第十章 计算机绘图基础	173
第一节 CAXA 电子图板 V2 的用户界面	173
第二节 绘图辅助命令	176
第三节 图形绘制命令	177
第四节 图形编辑命令	181
第五节 工程标注	184
第六节 图库	189

第七节 绘制工程图	190
附录	194
参考文献	204

绪 论

一、本课程的研究对象

根据投影原理、标准或有关规定表示工程对象，并有必要的技术说明的图，称为工程图样（简称图样）。

在现代生产中，无论是设计或制造机器设备，还是房屋建筑或水利施工等，都离不开图样。它是表达设计意图、指导生产和交流技术思想的重要工具，是工业生产中的重要技术文件，是工程技术界的语言。每个工程技术人员都必须具备绘制和识读图样的能力。

用来表示机器、仪器等的图样，称为机械图样。它是工程图样的一种，是加工、检验零件和装配、调试机器的依据。机械制图就是研究如何运用正投影基本原理，绘制和识读机械图样的课程。

二、本课程的性质和主要任务

本课程是工科学校一门重要的技术基础课，它是学生学习后续课程的基础。

本课程的主要任务是：

- 1) 学习正投影的基本原理和基本方法。
- 2) 学习、贯彻《机械制图》国家标准及其他有关规定，具有查阅有关标准及手册的能力。
- 3) 培养手工绘制（含零、部件测绘）和阅读机械图样的能力。
- 4) 培养使用计算机绘制机械图样的能力。
- 5) 培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、学习本课程的注意事项

1) 本课程既有理论性又有较强的实践性。因此，在学习本课程时应强调物体的形状与其视图相结合，注意由浅入深，循序渐进，逐步提高学生的空间想像能力，达到识读机械图样的目的。

2) 对于《机械制图》国家标准及其他有关规定，要严格遵守，认真贯彻。

3) 熟悉计算机的基本操作，掌握所用软件的基本功能，勤于动脑、动手，提高绘图速度和质量。

第一章 制图的基本知识

本章主要介绍《技术制图》国家标准和《机械制图》国家标准中的关于制图的一般规定，绘图工具、仪器的使用方法，绘图基本技能及平面图形画法等。

第一节 国家标准《技术制图》的基本规定

《技术制图》国家标准是基础性技术标准，《机械制图》国家标准是机械专业制图标准，它们是绘制和识读图样的共同准则。学习机械制图时，必须严格遵守有关的国家标准。

国家标准简称国标，代号为“GB”。例如 GB/T4457.4—2002，其中 GB 为“国家”、“标准”两词汉语拼音的第一个字母，T 为“推荐”汉语拼音的第一个字母，4457.4 为该标准的编号，2002 则表示该标准是 2002 年颁布的。

本节只介绍《技术制图》国家标准和《机械制图》国家标准一般规定中的主要内容。

一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—1993）

1. 图纸幅面

为了便于图样的绘制、使用和保管，机件的图样应画在具有一定格式和幅面的图纸上。绘制图样时应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面，共有 5 种，其代号为 A0、A1、A2、A3、A4。

表 1-1 图纸的基本幅面及图框尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B × L	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
<i>a</i>	25				
<i>c</i>	10			5	
<i>e</i>	20		10		

由表 1-1 可知，基本幅面中，A0 的图纸幅面为最大，A1 幅面为 A0 幅面的一半，即以长边对折裁开；依次类推，其余都是后一号为前一号幅面的一半。必要时可按规定加长幅面，即加长量是沿基本幅面的短边整数倍加长。如 4 倍 A3 的幅面，其代号为 A3 × 4。

2. 图框格式

图纸无论是否装订，在图纸上都必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留装订边两种，但应注意，同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-1 所示。

留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 所示。

3. 标题栏

在每张图纸的右下角必须画出标题栏，国家标准 GB/T 10609.1—1989 规定了标题栏的格式、内容和尺寸，如图 1-3 所示。

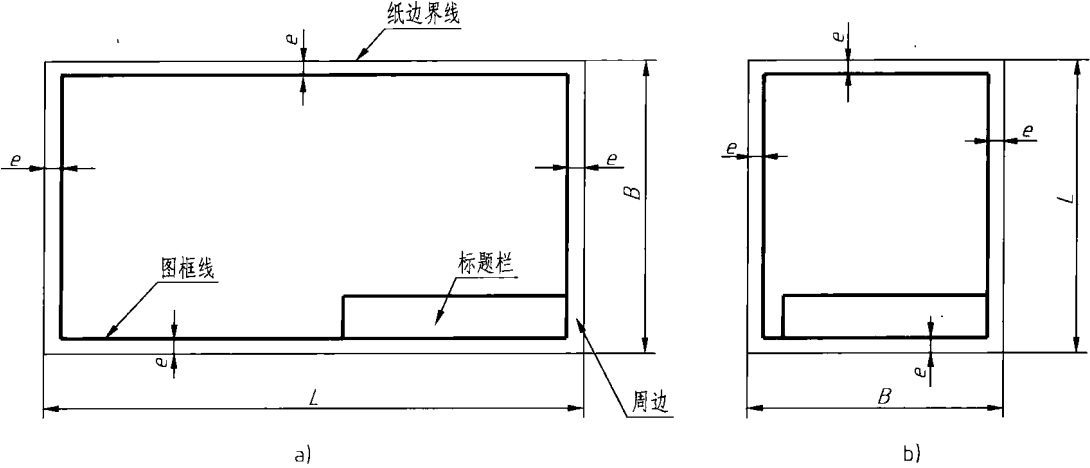


图 1-1 不留装订边的图框格式

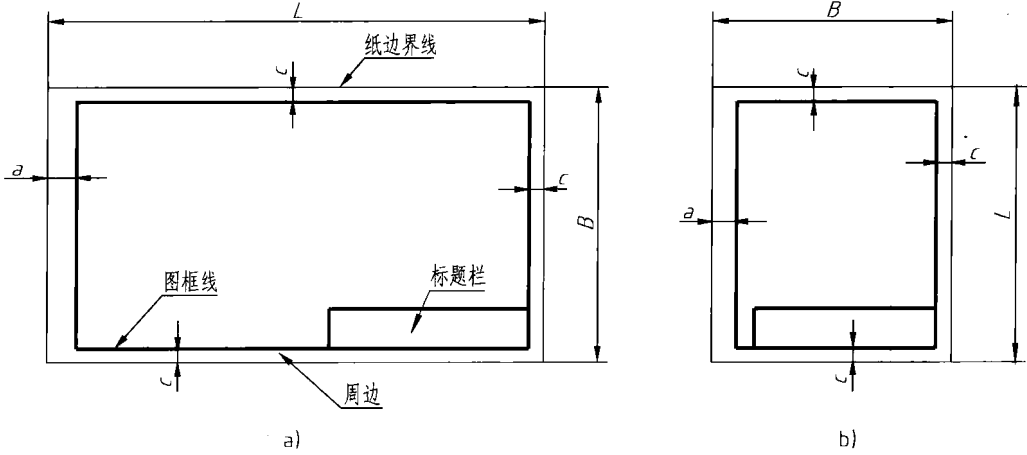


图 1-2 留有装订边的图框格式

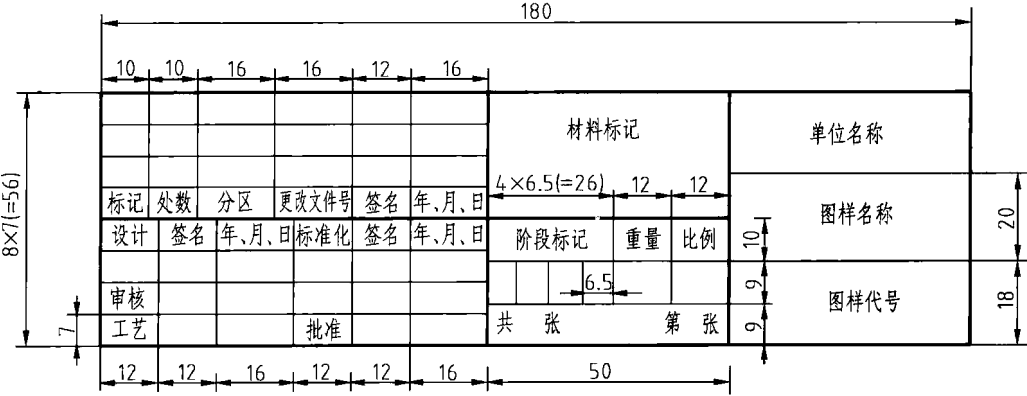


图 1-3 标题栏的标准格式和尺寸

学生作业用的标题栏，可由各校自定，本书建议采用图 1-4 所示的格式。

3×9=(27)	15	35	20	15		
	设计				(材料)	(单位)
	校核			比例		(图名)
	审核			共 张 第 张		(图号)
180						60

图 1-4 制图作业标题栏参考格式

图纸长边置于水平方向者为 X 形图纸，置于垂直方向者为 Y 形图纸。一般 A4 图纸采用 Y 形，其余图纸均采用 X 形。标题栏的长边与图纸长边平行时，看图方向与看标题栏的方向一致。若看图方向与看标题栏的方向不一致，则要在图框底边的对中符号处画出看图方向符号，如图 1-5 所示。

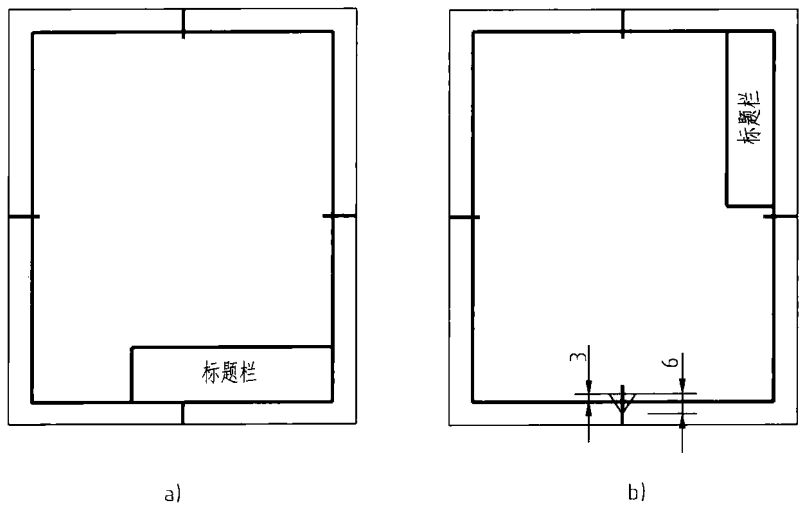


图 1-5 对中符号和方向符号
a) 对中符号 b) 看图方向符号

二、比例

比例是图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。

1. 有关术语

- 1) 原值比例 比值为 1 的比例，即 1:1。
- 2) 放大比例 比值大于 1 的比例，如 2:1。
- 3) 缩小比例 比值小于 1 的比例，如 1:2。

为了从图样上直接估计出物体的大小，绘制图样时应尽可能采用原值比例画图。但因各种机件大小不一，繁简不同，有些机件需要采用放大比例，有些机件则需要采用缩小比例。图形无论放大或缩小，在标注尺寸时，都应按机件的实际尺寸标注。

2. 比例系数

需要按比例绘制图样时,应优先选用国家标准 GB/T 14690—1993 规定的比例,见表 1-2。必要时,也允许选择表 1-3 中的比例。

表 1-2 规定的比例 (一)

种类	比例
原值比例	1:1
放大比例	5:1 2:1 $5 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$
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。

表 1-3 规定的比例 (二)

种类	比例
放大比例	4:1 2.5:1 $4 \times 10^n:1$ $2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 $1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

注意:

- 1) 同一张图样上的各视图,应采用相同的比例,并将该比例填写在标题栏的比例栏内。
- 2) 当某视图需要采用不同的比例时,可在该视图名称的下方或右侧注写出比例。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

图样上除了绘制机件的图形以外,还要用文字来填写标题栏、技术要求,用数字标注尺寸,所以文字和数字都是图样重要的组成部分。

在国家标准《技术制图》“字体”中,规定了汉字、字母、数字的结构形式和基本尺寸,并且要求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。

字体高度代表字体的号数,字体高度用 h 表示,其公称尺寸系列为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm 八种。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体,如图 1-6 所示,并采用国家正式公布并推行的简化汉字。长仿宋体字的高度不应小于 3.5mm,字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。书写要领是横平竖直、注意起落、结构匀称、充满方格。

横平竖直是对字形主要骨架的要求。注意起落是对下笔和提笔的要求。结构匀称是对字形结构的要求。充满方格是对字形大小的要求。所谓充满方格,并不是每一笔划都触及格子,而是主要笔画的尖锋触及格子,以保证高三宽二,大小一致。

2. 字母和数字

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的 $1/14$,B 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的 $1/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种形式的字体。

数字和字母可写成直体或斜体(与水平线成 75° 倾角)。用做指数、脚注、极限偏差、分数等的数字及字母,一般采用小一号字体。字母的书写示例如图 1-7 所示,阿拉伯数字的书写示例如图 1-8 所示。

10号

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

7号

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布铤平镀抛光

研视图向旋转前后表面展开图两端中心孔锥销

5号

技术要求对称不同轴垂线相交行径跳动弯曲形位移允许偏差

内外左右检验数值范围应符合于等级精热处理淬退回火渗碳

硬有效总圈并紧其余注明按全部倒角

图 1-6 长仿宋体字示例

大写斜体拉丁字母

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

小写斜体拉丁字母

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

图 1-7 字母书写示例

B型字体斜体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

直体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

图 1-8 阿拉伯数字书写示例

四、图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

为了使图样清晰、统一，绘图时所用的图线，必须符合《技术制图》国家标准的规定。

1. 线型及应用

国家标准《技术制图 图线》中，规定了 15 种基本线型。根据基本线型及其变形，机械制图规定了 9 种图线，其名称、线型、图线宽度及在图样上的应用见表 1-4。

注意：表中图线的应用，列举的只是常见图例。作业时，一般粗线宽取 $d = 0.5 \text{ mm}$ 或 0.7 mm ，虚线每画取 $3 \sim 5 \text{ mm}$ ，间距约为 1 mm ；点画线长画取 $15 \sim 30 \text{ mm}$ ，短画约 1 mm ，间距约 1 mm 。

2. 图线画法 (见图 1-9)

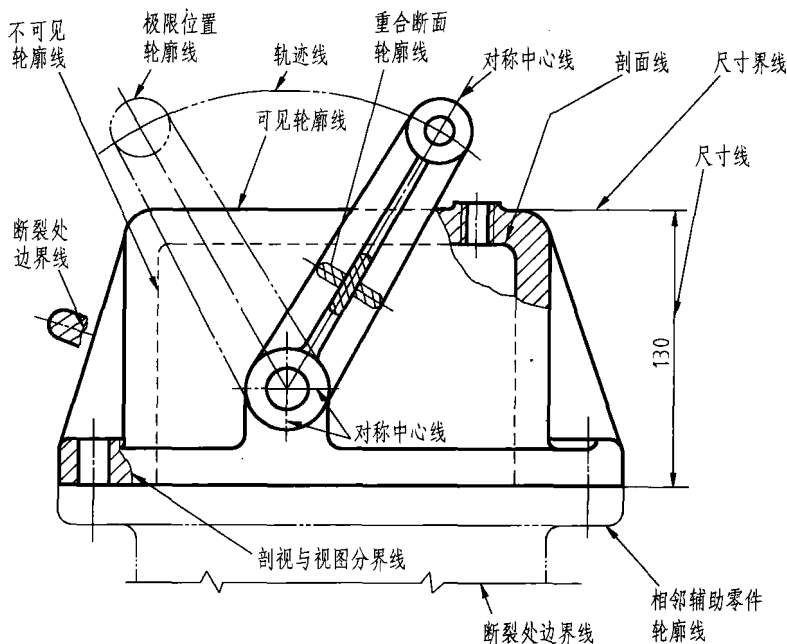
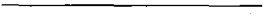


图 1-9 图线画法示例

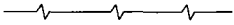
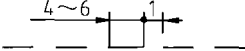
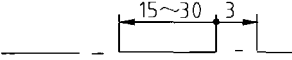
1) 在同一张图样中，同一线型的图线宽度应一致。虚线、点画线及双点画线各自的线段长短和间距大小应尽量一致。

2) 点画线和双点画线的首尾应为长画，不应画成短画，且应超出轮廓线 $3 \sim 5 \text{ mm}$ 。

表 1-4 常用线型及应用

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
粗实线		d	可见轮廓线
细实线		约 $d/2$	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 过渡线

(续)

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线 视图和剖视图的分界线
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线
细虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线
细点画线		约 $d/2$	轴线 对称中心线 节圆及节线
粗点画线		d	有特殊要求的线或表面的表示线
细双点画线		约 $d/2$	极限位置的轮廓线 相邻辅助零件的轮廓线 轨迹线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线

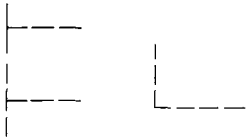
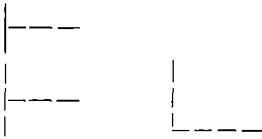
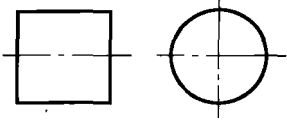
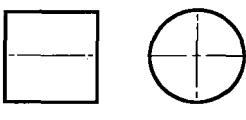
3) 点画线、双点画线中的“点”应画成约 1mm 的短画，不能画成圆点。

4) 绘制圆的十字中心线时，圆心应是线段相交。在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时，可用细实线代替。

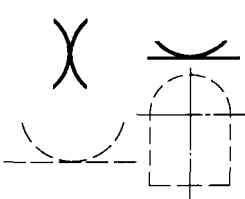
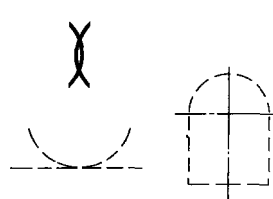
5) 当虚线与虚线或与其他图线相交时，应是线段相交，不得留有空隙。当虚线是粗实线的延长线时，其连接处应留有空隙。

绘制图线的注意事项见表 1-5。

表 1-5 绘制图线的注意事项

画 法 说 明	图 例	
	正 确	错 误
虚线与虚线或实线相交： 应以线段相交，不得留有空隙		
点画线应以线段相交 点画线的首末两端应是线段而不是点，并应超出图形 3 ~ 5mm		

(续)

画 法 说 明	图 例	
	正 确	错 误
图线与图线相切： 应以切点相切，相切处应保持相切两线中较宽的图线的宽度，不得相割或相离		

第二节 绘图工具及使用

作为一名工程技术人员，必须能够正确、熟练地使用绘图工具和仪器，这是提高绘图质量和效率的前提。现将常用的绘图工具和仪器的使用方法介绍如下。

一、图板

图板是用来铺放和固定图纸的，一般用胶合板制成。图板的工作面要求平整、光滑，左侧为导边，必须平直。使用时，应保持图板的整洁完好，存放时切勿受潮。

二、丁字尺

丁字尺是由尺头和尺身构成的，如图 1-10 所示，它主要用来画水平线。尺头的内边缘为丁字尺导边，尺身的上边缘为工作边，都要求平直光滑。使用时，左手握住尺头，使尺头内侧面靠紧图板的导边，上下移动至要画水平线的位置时，将左手移到画线部位将尺身压住，右手执笔，沿尺身的工作边自左向右画水平线，如图 1-11 所示。

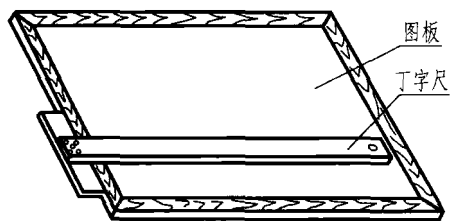


图 1-10 图板和丁字尺

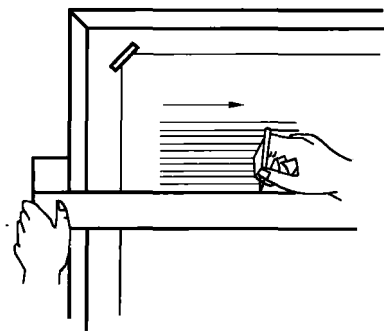


图 1-11 用丁字尺画水平线

三、三角板

一副三角板有 45° 和 30° (60°) 的各一块。三角板常与丁字尺配合使用, 可以画垂直线 (如图 1-12 所示), 还可以画与水平线成 30° 、 45° 、 60° 的斜线 (如图 1-13 所示)。两块三角板配合使用, 可画 15° 倍数的斜线 (如图 1-14 所示), 还可以画出已知直线的平行线或垂直线 (如图 1-15、图 1-16 所示)。

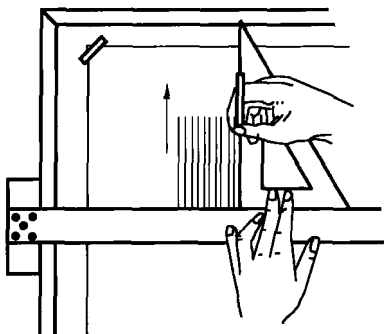


图 1-12 垂直线的画法

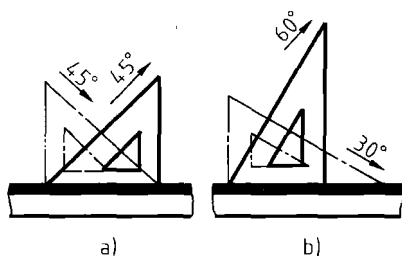


图 1-13 倾斜线的画法

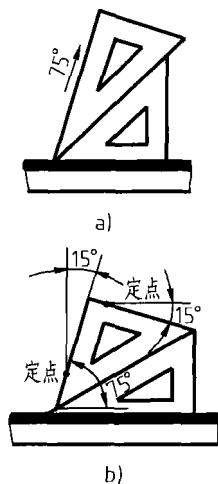


图 1-14 15° 倍数斜线的画法

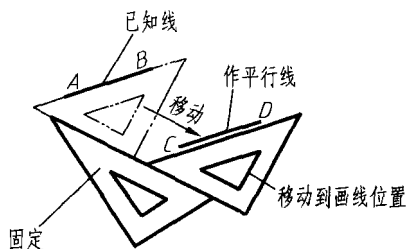


图 1-15 平行线的画法

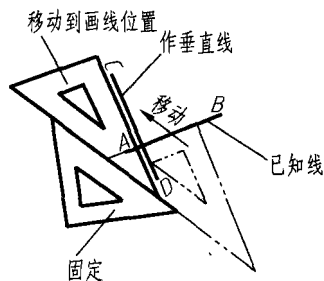


图 1-16 垂直线的画法

四、圆规

圆规主要用来画圆和圆弧。圆规的附件有钢针插脚、铅芯插脚、鸭嘴插脚和接长杆等。

画圆时, 圆规的钢针应使用有台肩支承面的一端, 并使台肩与铅芯尖平齐。代替分规用时, 则换用锥形尖端。画大圆时, 要装上接长杆, 再将铅笔插脚装在接长杆上使用。

用圆规画底图时, 装 HB 的铅芯, 磨成圆锥形或斜形; 描粗加深圆弧时, 用 B 或 2B 的