

全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

机械制图

与 电气制图

[第三版]

 中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

机械制图与电气制图

(第三版)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

简 介

本书根据劳动和社会保障部培训就业司颁发的《电子类专业教学计划与教学大纲》编写,主要内容包
括:制图基本知识、投影制图、机件的表达方法、标准件与常用件的画法、机械图样的画法与识读、电气
制图基础知识、电气图的画法与识读。

本书为全国中等职业技术学校电子类专业通用教材,也可作为家用电器维修专业教材和职业培训教材。

本书由王希波、叶录京、张德明、姜波、刘丹编写,王希波主编;由陈潮鹏、徐仰士审稿,陈潮鹏主
审。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图与电气制图/王希波主编. —3版. —北京:中国劳动社会保障出版社,2003

全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

ISBN 7-5045-3355-6

I. 机… II. 王… III. ①机械制图-专业学校-教材②电气-制图-专业学校-教材
IV. ①TH126②TM02

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第016499号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出 版 人:张梦欣

*

煤炭工业出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 10.25印张 254千字

2003年6月第3版 2003年6月第1次印刷

印数:40100册

定价:15.00元

读者服务部电话:64929211

发行部电话:64911190

出版社网址:<http://www.class.com.cn>

版权所有 翻印必究

前 言

为了更好地适应中等职业技术学校的教学需求，劳动和社会保障部培训就业司于2002年组织全国有关学校的教学专家和行业专家，制定了电子类专业教学计划和家用电器维修专业教学计划以及相关课程的教学大纲。根据教学计划和教学大纲的要求，我们组织了相应教材的编写工作。这些教材具有模块化特点，部分专业基础课和技能训练课教材对于上述两个专业具有通用性。

在教材编写过程中，我们始终坚持了以下几个原则。

第一，以能力为本位，重视实践能力的培养，突出职业技术教育特色。根据企业的实际需要，确定学生应具备的能力结构与知识结构，在保证必要专业基础知识的同时，加强实践性教学内容，强调学生实际工作能力的培养。

第二，吸收和借鉴各地教学改革的成功经验，专业课教材的编写采用了理论知识与技能训练一体化的模式，使教材内容更加符合学生的认知规律，保证理论与实践的密切结合。

第三，更新教材内容，使之具有时代特征。根据科学技术发展对劳动者素质提出的新的要求，在教材中充实新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容，体现教材的先进性。

第四，贯彻国家关于职业资格证书与学业证书并重、职业资格证书制度与国家就业制度相衔接的政策精神，力求教材内容涵盖有关国家职业标准（中级）的知识、技能要求，确实保证毕业生达到中级技能人才的培养目标。

这次教材编写工作得到北京、上海、天津、江苏、浙江、福建、江西、山东、湖南、广东、四川、重庆、贵州等省、直辖市劳动和社会保障厅（局）以及有关学校的大力支持，我们表示诚挚的谢意。

劳动和社会保障部教材办公室

2003年6月

目 录

绪论	(1)
第一章 制图基本知识	(3)
§ 1-1 制图国家标准的基本规定	(3)
§ 1-2 尺寸标注	(9)
§ 1-3 几何作图	(11)
第二章 投影制图	(16)
§ 2-1 平行投影法与三视图	(16)
§ 2-2 点、线、面的投影	(19)
§ 2-3 基本几何体的投影	(27)
§ 2-4 轴测图	(31)
§ 2-5 截交线与相贯线	(34)
§ 2-6 组合体的投影	(37)
第三章 机件的表达方法	(46)
§ 3-1 视图	(46)
§ 3-2 剖视图	(49)
§ 3-3 断面图	(57)
§ 3-4 其他表达方法	(59)
第四章 标准件与常用件的画法	(61)
§ 4-1 螺纹及螺纹紧固件	(61)
§ 4-2 齿轮	(67)
§ 4-3 键、销连接	(70)
§ 4-4 滚动轴承	(72)
§ 4-5 弹簧	(74)
第五章 机械图样的画法与识读	(76)
§ 5-1 机械图样中的技术要求	(76)
§ 5-2 零件图	(82)
§ 5-3 装配图	(88)

第六章 电气制图基础知识	(95)
§ 6-1 概述	(95)
§ 6-2 图形符号	(96)
§ 6-3 文字符号	(102)
§ 6-4 项目代号	(105)
§ 6-5 电气图的制图规则和表示方法	(108)
第七章 电气图的画法与识读	(116)
§ 7-1 框图	(116)
§ 7-2 电路图	(118)
§ 7-3 印制板图	(131)
§ 7-4 接线图和接线表	(141)
§ 7-5 线扎图	(146)
§ 7-6 无线电整机总装图和工艺流程图简介	(149)
附表 1 常用电气简图用图形符号	(152)
附表 2 常用电气设备用图形符号	(158)

绪 论

在工程技术中,采用图来表达技术思想,往往比用语言文字更精确、更方便,也更具通用性,在许多方面甚至是语言文字无法代替的。例如:在生产实践中,人们在描述某一物体的形状和大小,仅用语言文字是很难表达清楚的,这就需要用图来表达。

随着科学技术的不断发展,图的种类、功能、表达形式和绘制方法等也在不断地发展和完善。按照图的一般表达形式,可将图大致分为:用投影法绘制的图样,用图形符号绘制的简图,以及用其他图示法绘制的图(如表图等)。

图样的种类很多,常见的有机械图样、电气图样和建筑图样等。在生产实践中,人们往往需要用图样来表达设计意图、组织生产和进行技术交流等。

简图是一种示意性图形,是电气图的主要表达形式。在电气技术文件的编制中,绝大部分电气图都属于简图,如框图、电路图和接线图等。

图样和简图都称为工程技术语言。现代科学技术要求所有从事生产技术工作的人员,无论是设计者还是生产者,都必须掌握图样和简图的知识,具备识图和制图的基本技能。

一、本课程的性质、任务和要求

本课程是中等职业技术学校电子类专业、家用电器维修专业的专业基础课。本书主要介绍了有关制图方面的最基本的国家标准、机械图样的图示原理及识图和绘图方法、电气图的基础知识及识图和绘图方法。

本课程的任务是培养学生具有一定的识图能力、图示能力及基本绘图技能,为学习专业课及生产实习提供必要的识图知识。

本课程的要求是:通过学习使学生掌握投影原理,熟悉有关技术制图和机械制图国家标准的基本规定,能识读一般机械零件图和简单机械装配图;熟悉电气图的有关规定和画法,能识读一般难度的常用电气图。

二、本课程的特点和学习方法

本课程是一门既有一定的理论知识,又具有很强的实践性的专业技术基础理论课。它服务于专业课,同时又用到许多专业知识,并且几乎所有内容都涉及相关专业的国家标准,因此在学习的过程中应注意以下几点:

1. 以识图为主,用画图促识图,通过练习巩固对基础理论知识的学习。
2. 认真听讲,掌握识图的方法和步骤;勤思多练,培养空间思维能力和想像能力。
3. 在学习过程中,要理论联系实际,经常深入生产实际,注意与其他相关课程的联系,学以致用,不断丰富自己的感性认识,培养自己的实践能力。
4. 养成严肃认真、一丝不苟的工作作风,因为在生产实践中,绘图和识图的任何一点疏忽,都可能造成重大的经济损失或安全事故。

5. 正确地使用绘图工具，培养良好的绘图习惯，树立严格执行国家标准的观念，努力提高自己的标准化素养。

第一章

制图基本知识

§1-1 制图国家标准的基本规定

图样是现代工业生产中最基本的技术文件。为了能正确地绘制和阅读图样，必须熟悉和掌握有关国家标准。我国国家标准（简称国标）的代号是“GB”（“GB/T”为推荐性国家标准），它是由“国标”的汉语拼音的第一个字母“G”和“B”组成。例如 GB/T 17451—1998《机械制图 图样画法 视图》表示机械制图国家标准中图样画法的视图部分，编号为 17451，发布的年号是 1998。需要注意的是，《机械制图》国家标准适用于机械图样，《电气制图》国家标准适用于电气图样，《技术制图》国家标准适用于各种专业技术图样。

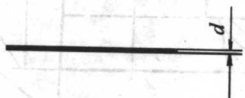

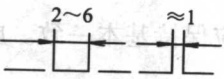
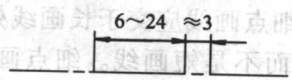
一、图线及画法

我国现行的图线国家标准有两个，即：GB 4457.4—1984《机械制图 图线》和 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》。在 GB 4457.4—1984《机械制图 图线》中规定了绘制机械图样时涉及的各种图线的应用。图线的基本形式及宽度等受 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》的制约。

1. 图线的种类及应用

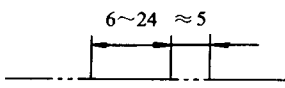

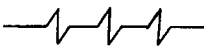

机械图样中常用线型的名称、形式及应用见表 1-1。

表 1-1 常用线型的名称、形式及应用

线型名称	图线型式	一般应用
粗实线		可见轮廓线
细实线		尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线、重合断面图轮廓线
虚线		不可见轮廓线
细点画线		轴线、对称中心线、分度圆或分度线

MAT87/09

续表

线型名称	图线型式	一般应用
双点画线		极限位置轮廓线、假想投影轮廓线、中断线
波浪线		断裂处的边界线、视图与局部剖视的分界线
双折线		断裂处的边界线
粗点画线		有特殊要求的线或表面的表示线

所有线型的图线宽度 d 应在下列数系中选择: 0.13 mm, 0.18 mm, 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm。在机械图样中一般采用粗、细两种线宽, 其线宽比率为 2: 1, 其中粗实线和粗点画线采用粗线宽, 其他图线采用细线宽。绘制机械图样时, 应根据图幅大小和图样复杂程度选择图线的宽度。图线的应用如图 1-1 所示。

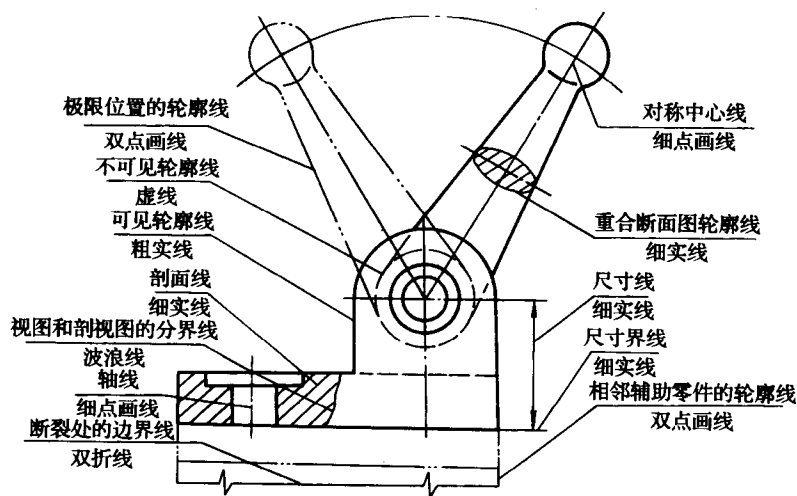


图 1-1 图线应用示例

2. 图线的画法

(1) 同一图样中, 同类图线的宽度应保持基本一致。虚线、细点画线、双点画线、双折线等的长度和间隔也应大致相同。

(2) 当两条或更多的图线相交时, 应恰当地交于画线处, 如图 1-2 所示。

(3) 在绘制圆的对称中心线时, 细点画线应交于长画线处, 如图 1-3 所示。细点画线、双点画线的首末两端应是长画线而不是短画线。细点画线一般超出图形轮廓线 2 ~ 5 mm。

(4) 在较小的图形上绘制细点画线有困难时, 可用细实线代替, 如图 1-4 所示。

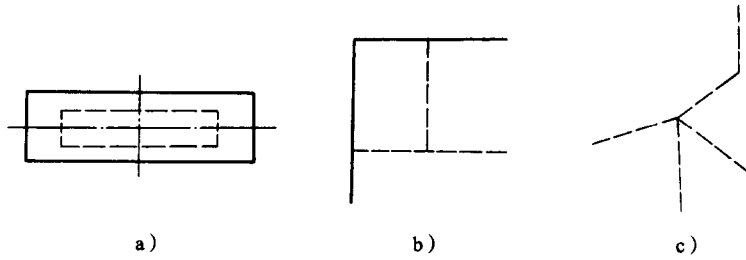


图 1-2 图线相交时的画法

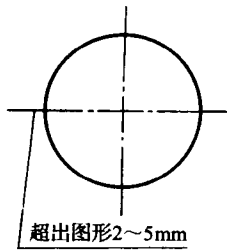


图 1-3 对称中心线的画法

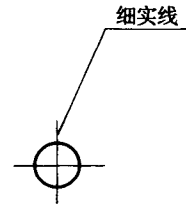


图 1-4 小圆中心线用细实线代替

二、图纸的幅面及格式 (GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

绘制图样时,应优先选用表 1-2 中规定的图纸基本幅面,当采用基本幅面绘制有困难时(特别是在电气制图中),也可采用表 1-3 中规定的加长幅面。

表 1-2 图纸基本幅面及尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

表 1-3 图纸加长幅面及尺寸

幅面代号	A3 × 3	A3 × 4	A4 × 3	A4 × 4	A4 × 5
$B \times L$	420 × 891	420 × 1 189	297 × 630	297 × 841	297 × 1 051

2. 图框格式和对中符号

图框的格式有两种:一种是保留装订边的图框,用于需要装订的图样(图 1-5a);另一种是不留装订边的图框,用于不需装订的图样(图 1-5b)。图框用粗实线绘制,尺寸见表 1-2。

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，均应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号（粗实线）。如果使用预先印制好的图框及标题栏格式的图纸，需要改变标题栏的方位时，必须将其旋转至图纸的右上角，此时为了明确绘图与看图的方向，应在图纸的下边对中符号处画一个方向符号，如图 1-6 所示。

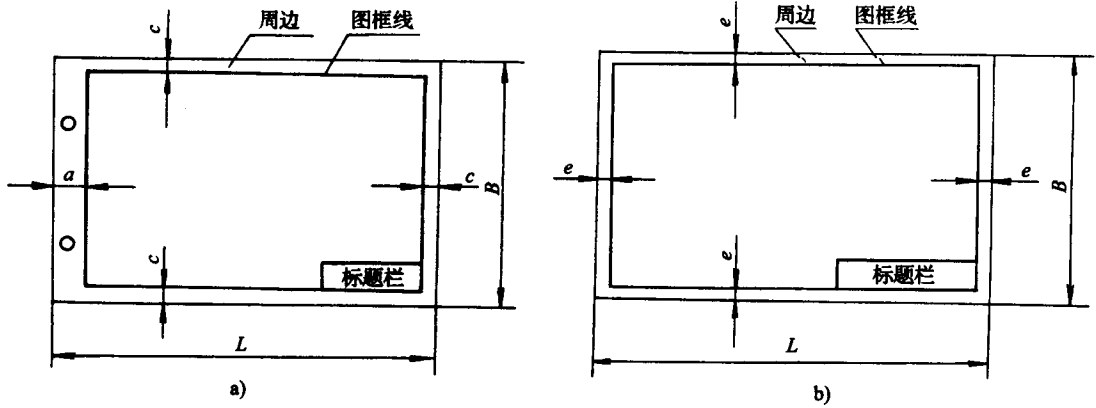


图 1-5 图框格式

3. 图幅分区

为了便于查看和更改复杂图样中某些局部结构或尺寸，可在图幅中进行分区编号。图幅分区方法如图 1-7 所示，每个分区的长度在 25 ~ 75 mm 之间，分区线为细实线，在图框的每一侧都有一条分区线与对中符号重合，上、下周边内从左到右用正体阿拉伯数字顺序编号，左、右周边内自上而下用大写正体拉丁字母依次编写。

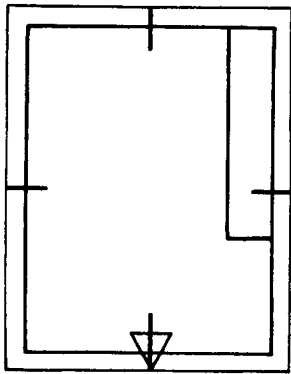


图 1-6 对中符号与看图方向符号

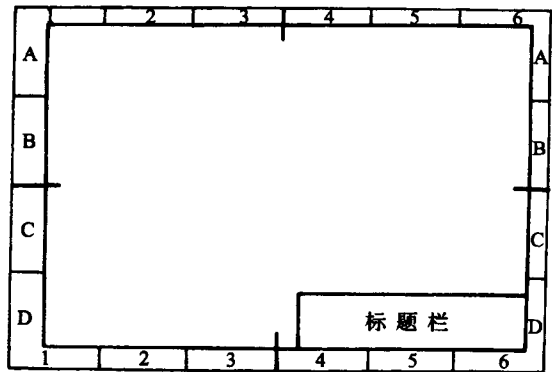


图 1-7 图幅分区

4. 标题栏

标题栏的内容、格式及尺寸，国家标准（GB 10609.1—1989）均作了规定。一般采用如图 1-8 所示的形式。

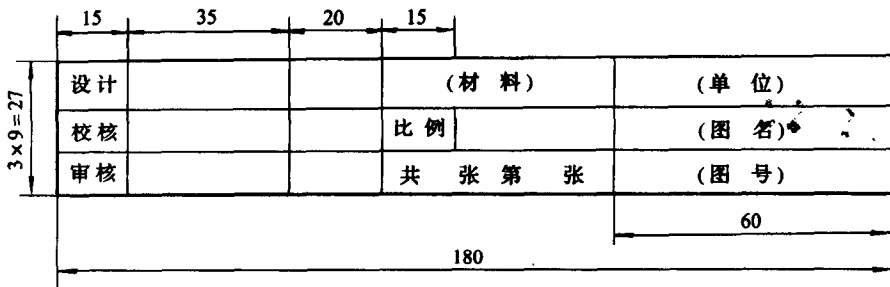


图 1-8 标题栏的格式

三、比例 (摘自 GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比值为 1 的比例称为原值比例，比值大于 1 的比例称为放大比例，比值小于 1 的比例称为缩小比例。绘图时可根据需要选择表 1-4 中的比例，尽量采用原值比例。图 1-9 为用不同比例画出的图形。使用比例时应注意，同一机件的各个视图一般采用同一比例（局部放大图除外）。不管采用何种比例，图中所注尺寸为实物的实际尺寸，与图形绘图比例无关。

表 1-4 绘图比例

原值比例	1:1				
放大比例	2:1	5:1	$1 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$5 \times 10^n:1$
	(2.5:1)	(4:1)	($2.5 \times 10^n:1$)	($4 \times 10^n:1$)	
缩小比例	1:2	1:5	$1:1 \times 10^n$	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$
	(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：1. n 为正整数；

2. 优先选用不带括号的比例。

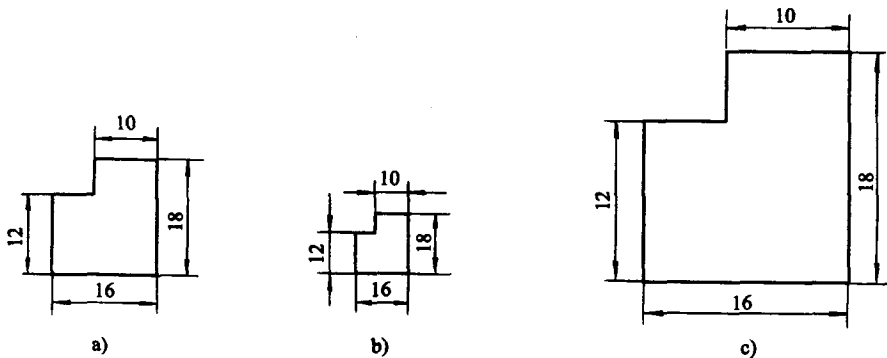


图 1-9 用不同比例画出的图形

a) 1:1 b) 1:2 c) 2:1

四、字体 (摘自 GB/T 14691—1993)

图样中书写的汉字、数字和字母必须做到: 字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的高度 (h) 代表字体的号数, 如 7 号字的字体高度为 7 mm。字体高度分为 1.8 mm, 2.5 mm, 3.5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm 等 8 种。

汉字应写成长仿宋字, 并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。汉字的高度不应小于 3.5 mm, 其字宽一般为字高的 0.7 倍。长仿宋字的示例如图 1-10 所示。

10 号

字体端正 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布铍平镀抛光

研视图向旋转前后表面展开图两端中心孔锥销

图 1-10 长仿宋字示例

数字和字母可写成斜体或正体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 夹角。数字和字母的示例如图 1-11 所示。



图 1-11 数字和字母示例

- a) 大写字母斜体 b) 大写字母正体 c) 小写字母斜体
d) 小写字母正体 e) 阿拉伯数字斜体 f) 阿拉伯数字正体

§1-2 尺寸标注

图形只能表达物体的形状，其大小则要由尺寸来表示。GB 4458.4—1984《机械制图 尺寸注法》和 GB/T 16675.2—1996《技术制图 简化表示法 第二部分：尺寸注法》对尺寸注法作了具体的规定。标注尺寸时，应严格遵循国家标准的规定。

一、尺寸标注的基本规则

1. 机件的真实大小应以图样上所标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. 图样中的尺寸以 mm 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。

3. 图样中所标注的尺寸，为该图样所示机件的最终完工尺寸，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楚的图形上。

二、尺寸要素

如图 1-12 所示，尺寸一般包括尺寸界线、尺寸线和尺寸数字等 3 个要素。

1. 尺寸界线

尺寸界线用来表示尺寸的起止位置，用细实线绘制。它由图形的轮廓线、对称中心线、轴线等处引出，也可利用轮廓线、轴线、对称中心线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，并超出尺寸线 2~3 mm。

2. 尺寸线

尺寸线用来表示所注尺寸的度量方向，也用细实线绘制。尺寸线不能用其他图线代替，一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所注的线段平行。

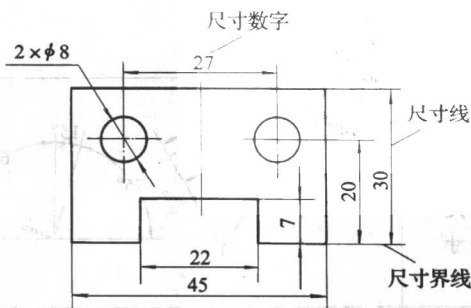


图 1-12 尺寸的三要素

尺寸线的终端有两种形式，如图 1-13 所示。图 1-13a 为箭头终端形式（图中 d 为粗实线宽度），图 1-13b 为斜线终端形式（图中 h 为尺寸数字的高度）。一般情况下，多采用箭头终端形式。



图 1-13 尺寸线的终端形式

a) 箭头终端形式 b) 斜线终端形式

3. 尺寸数字

线性尺寸的尺寸数字一般应注写在尺寸线的上方（水平尺寸）或左方（竖直尺寸），也允许注写在尺寸线的中断处。在同一图样中，数字的注法应一致。注写线性尺寸时，水平尺寸字头朝左，~~垂直尺寸字头朝左~~垂直尺寸字头朝左，在倾斜方向上的尺寸，字头应有向上的趋势。角度尺寸的尺寸数字一般水平注写在尺寸线的中断处，必要时可以注写在尺寸线的上面或外面，也可以引出标注。

三、常用尺寸注法

线性尺寸、角度尺寸、圆、圆弧、小尺寸和板状零件的厚度等的注法见表 1-5。

表 1-5 尺寸注法示例

标注内容	示例	说明
线性尺寸		<p>线性尺寸的尺寸数字应按图 a 的方向书写，并尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时，可按图 b 标注</p>
角度尺寸		<p>尺寸界线应沿径向引出，尺寸线画成圆弧，圆心是角的顶点。尺寸数字一律水平书写，一般注写在尺寸线的中断处，必要时也可按右图的形式标注</p>
圆		<p>标注圆的直径时，应在尺寸数字前加标注符号“φ”，尺寸线的终端应画成箭头。大于半圆的圆弧应标注直径</p>
圆弧		<p>标注圆弧半径时，应在尺寸数字前加标注符号“R”，尺寸线上的单箭头指向圆弧</p>

标注内容	示例	说明
小尺寸		<p>如上排图例所示, 没有足够空间时, 箭头可画在外面, 或用小圆点代替箭头; 尺寸数字也可注写在图形外面或引出标注。圆和圆弧的小尺寸可按下两排图例标注</p>
厚度		<p>对于板状零件的厚度, 可在尺寸数字前加注符号“t”</p>

§1-3 几何作图

一、绘图工具及其使用

1. 图板

图板用作绘图的垫板, 要求其表面平整光洁, 左边为导边, 必须平直。

2. 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身组成, 用于绘制水平线。使用时, 将尺头内侧紧靠图板左侧导边, 上下移动至适当位置后, 用铅笔自左向右画水平线, 如图 1-14a 所示。

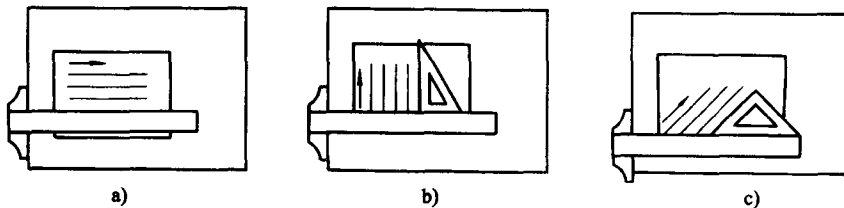


图 1-14 用图板、丁字尺和三角板画线

3. 三角板

一副三角板为两块, 其中一块的角度为 45° , 45° 和 90° ; 另一块为 30° , 60° 和 90° 。三角板与丁字尺配合使用, 可画垂直线及与水平方向成 30° , 45° , 60° 的倾斜线, 如图 1-14b, c 所示。用两块三角板可画已知直线的平行线或垂直线, 如图 1-15 所示。