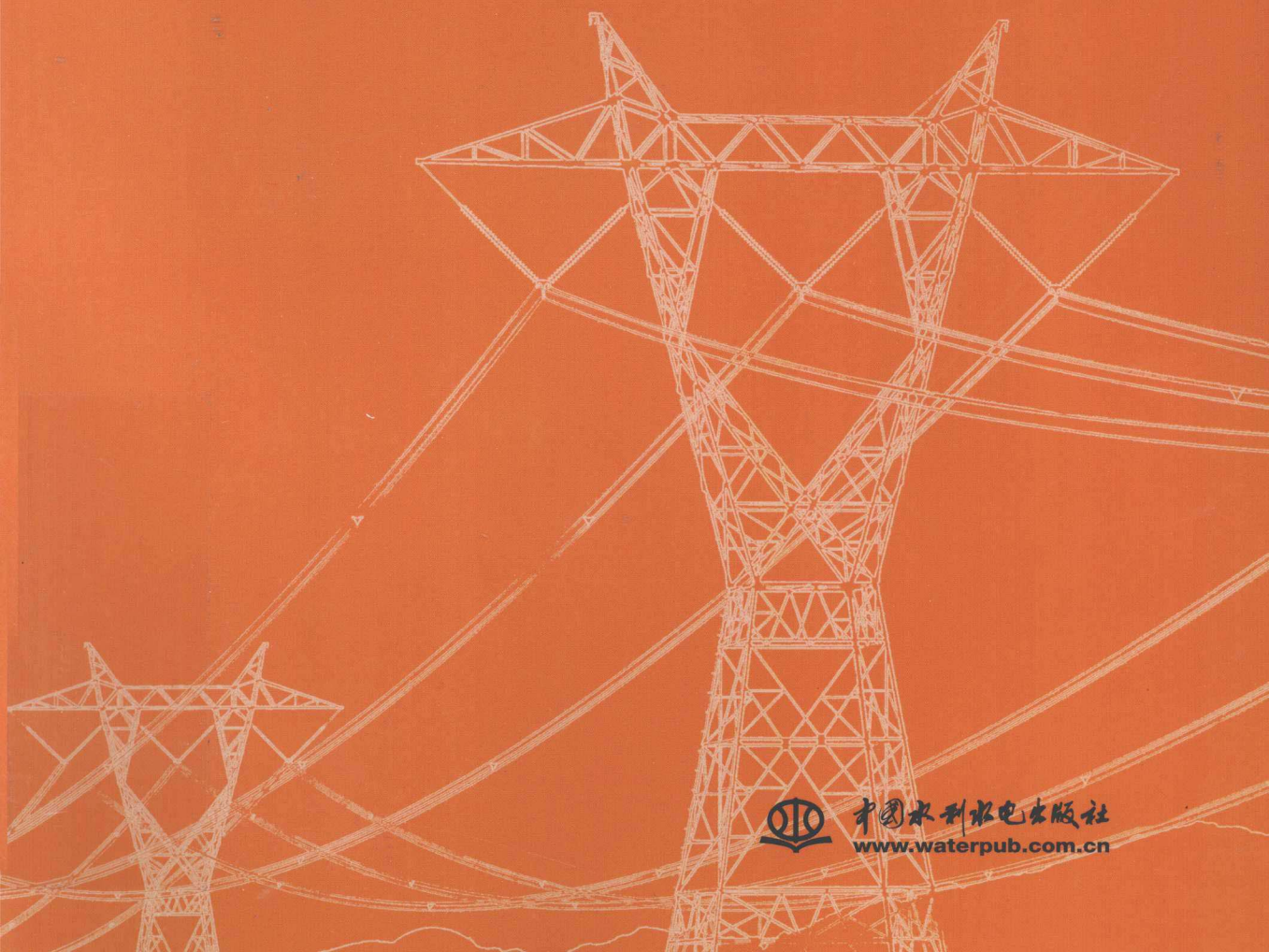




普通高等教育“十二五”规划教材

电气工程制图

主编 刘皓明 赵恒文



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



普通高等教育“十二五”规划教材

电气工程制图

主编 刘皓明 赵恒文



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以工程制图和电气识图为主线,介绍了电气工程制图与识图的基础知识。其中,工程制图部分主要包括制图基本知识,正投影法,机件形状表达方法,零件图,装配图等;电气识图部分主要包括电气制图基本知识,图形符号与文字符号,各种电气图表示方法,识读电气图等;最后介绍了 AutoCAD 的基本应用。

本书可作为电气工程及其自动化专业、自动化专业及其他相近专业本科生教材,亦可供相关专业的科技人员参考或作为岗位培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电气工程制图 / 刘皓明, 赵恒文主编. -- 北京 :
中国水利水电出版社, 2011.3
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5084-8464-8

I. ①电… II. ①刘… ②赵… III. ①电气工业—工
程制图—高等学校—教材 IV. ①TM02

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第041538号

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 电气工程制图
作 者	主编 刘皓明 赵恒文
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 13.25印张 314千字
版 次	2011年3月第1版 2011年3月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	25.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

QIANYAN

工程制图是许多高等院校电气工程及其自动化专业或者自动化专业本科生的一门必修课，要求掌握阅读和手工尺规绘制机械图纸的理论和方法的基本技能。然而，所学知识偏重于机械制图，知识要点略显冗余，且没有涉及电气识图。为此，需另开设课程，以使得相关专业培养的本科毕业生具备一定的识读电力系统、电气设备以及电子电路的接线方式或控制原理图纸的能力。

本书结合相关专业需求，对传统工程制图部分适度简化，增加电气识图知识，在保留工程制图基本知识、正投影法、机件形状表达方法、零件图、装配图的基础上，增加电气制图基本知识、电气图形符号与文字符号、电气图表示方法、如何识读电气图等知识要点，并简单介绍了 AutoCAD 在电气制图中的应用。

本书内容由浅入深，前后有机结合、融会贯通，许多图例来自于工程实例，采用最新国际和国家标准及规范，通俗实用，理论与实践相结合，集电气、工程制图于一体。

本书主要编写分工如下：工程制图基础部分和电气制图部分（第一章、第二章、第六章至第十章）由刘皓明编写，机件形状的表达方法、零件图和装配图部分（第三章至第五章）由赵恒文编写，全书由刘皓明统稿和组织。

本书的编写得到了河海大学能源与电气学院的倾力支持。林霞博士给予作者许多帮助，特此表示感谢。

由于作者的学识和经验有限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

作 者

2011年1月

目 录

M U L U

前言

第一章 工程制图基本知识	1
第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》	1
第二节 绘图工具和仪器的使用方法	10
第三节 几何作图	13
第四节 平面图形的画法和尺寸注法	17
第二章 正投影法	19
第一节 投影的基本知识.....	19
第二节 三视图的形成及其投影规律	20
第三节 点的投影	22
第四节 直线的投影	24
第五节 平面的投影	28
第六节 回转体	30
第三章 机件形状的表达方法	33
第一节 视图	33
第二节 剖视图	36
第三节 断面图	39
第四章 零件图	42
第一节 零件图的作用和内容.....	42
第二节 零件常见结构	43
第三节 零件图的尺寸标注及技术要求	50
第四节 看零件图	64
第五章 装配图	67
第一节 装配图的作用和内容.....	67
第二节 装配图的视图	68
第三节 装配图中的尺寸.....	70
第四节 装配图中的序号、明细栏和标题栏	71
第五节 看装配图	73

第六章 电气图的基本知识	76
第一节 电气制图的一般规则	76
第二节 电气图的分类	81
第三节 电气图的主要特点	88
第四节 电气识图的基本要求和基本步骤	90
第七章 图形符号和文字符号	94
第一节 电气图常用图形符号	94
第二节 电气图常用文字符号	101
第八章 电气图的表示方法	114
第一节 电路的表示方法	114
第二节 电气元件的表示方法	116
第三节 连接线的一般表示方法	120
第四节 元器件触点位置和工作状态表示方法	126
第五节 项目代号	128
第六节 端子和端子代号	132
第七节 标注、注释和标记	136
第九章 识读电气图	142
第一节 电力系统电气图	142
第二节 电气控制线路图	159
第三节 电子电路图	166
第十章 AutoCAD 基本知识	175
第一节 AutoCAD 基础	175
第二节 绘制二维图形	179
第三节 线型、线宽、颜色及图层	183
第四节 图形的编辑	185
第五节 面域与图案填充	188
第六节 精确绘图和控制图形显示	191
第七节 添加文字和表格	193
第八节 尺寸标注	194
附录 本书所参考标准	204
参考文献	206

第一章 工程制图基本知识

第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》

图样作为“工程界的语言”，必须有统一的规定，才能用来交流技术思想，顺利地组织工程产品的生产。我国于1959年首次发布了机械制图国家标准，随着生产技术和经济建设的不断进步和对外技术交流发展的需要，先后几次发布了修订的《机械制图》国家标准，之后又陆续发布了一些技术制图国家标准。本节简要介绍新的国家标准中有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线和尺寸注法等部门，其余部分将在后面有关章节中介绍。每一个工程技术人员必须以严肃认真的态度遵守标准规定。

一、图纸幅面和格式

1. 图纸幅面和图框格式

绘制图样时，应优先采集表1-1中规定的基本幅面，必要时允许选用加长幅面。加长幅面的尺寸特点是：长边和短边的尺寸比是 $\sqrt{2}:1$ 。大于A4图纸的每一号图纸，可以裁成两张比它小一号的图纸。

表 1-1

基本图纸幅面及图框尺寸

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				

在图纸上，必须用粗实线画出图框，用来限定绘图区域，其格式分为不留装订边（图1-1）和留有装订边（图1-2）两种。同一产品的图样只能采用一种格式。加长幅面的图框尺寸按所选定基本幅面大一号的图框尺寸确定。

2. 标题栏及其方位

每张图纸上都必须画出标题栏，它的基本要求、内容、尺寸和格式应按 GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》的规定。本教材将标题栏作了简化，如图1-3所示，建议作业中采用图中A栏的格式和内容，如图1-4所示。

根据视图的布置需要，图纸可以横放或竖放，标题栏应位于图框右下角，如图1-1和图1-2所示，这时看图与看标题栏的方向一致。但有时为了利用预先印刷好图框和标

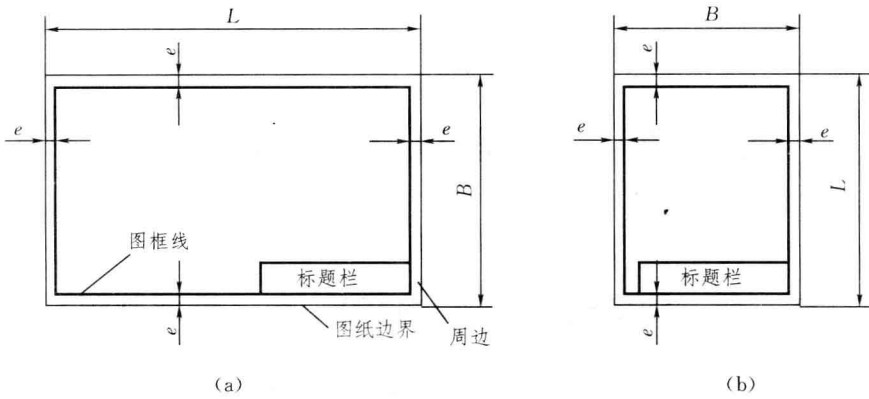


图 1-1 不留装订边的图框格式

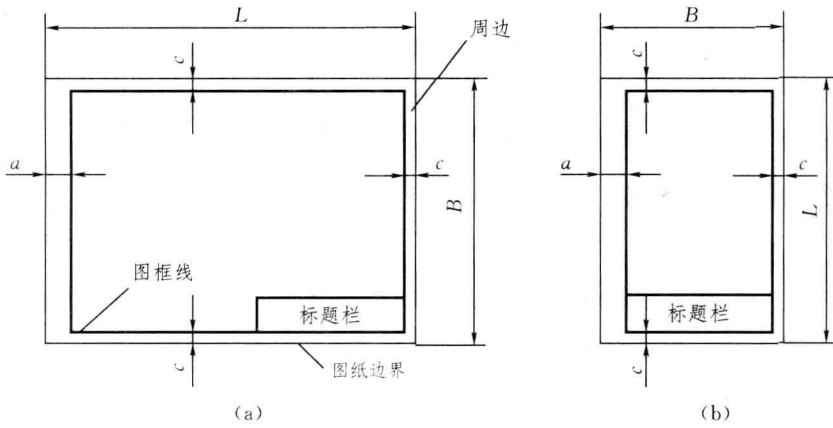


图 1-2 留有装订边的图框格式

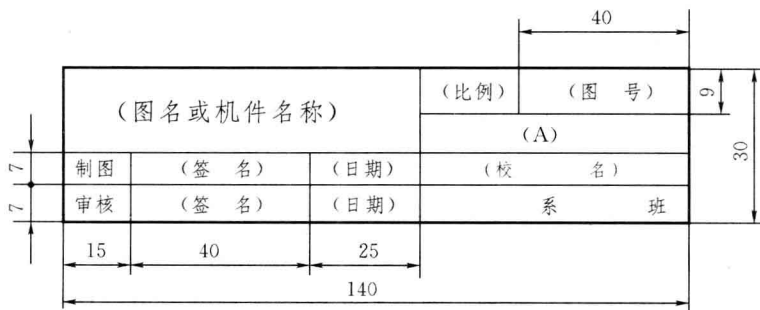


图 1-3 简化的标题栏 (单位: mm)

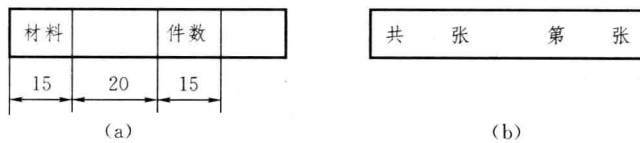


图 1-4 标题栏中“A”栏的格式 (单位: mm)

(a) 零件图; (b) 装配图



题栏的图纸，允许将图纸逆时针旋转，标题栏位于图框右上角，如图 1-5 所示，此时看图方向与看标题栏的方向不一致。为了明确绘图与看图时的图纸方向，应在图框下边的中间位置画一个方向的符号——细实线的等边三角形。

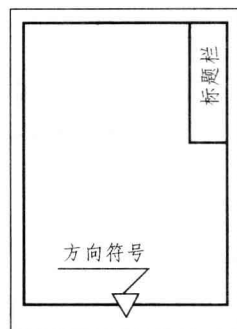


图 1-5 允许设置标题栏的位置

二、比例

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。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。

需要按比例绘制图形时，应由表 1-2 的左半部规定的系列中选取适当的比例，必要时也允许选用此表右半部的比例。

表 1-2 标准比例系列

种类	优先选用比例	允许选用比例
原值比例	1 : 1	
放大比例	5 : 1、2 : 1	4 : 1、2.5 : 1
	$5 \times 10^n : 1$ 、 $2 \times 10^n : 1$ 、 $1 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$ 、 $2.5 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2、1 : 5	1 : 1.5、1 : 2.5、1 : 3、1 : 4、1 : 6
	$1 : 2 \times 10^n$ 、 $1 : 5 \times 10^n$ 、 $1 : 1 \times 10^n$	$1 : 1.5 \times 10^n$ 、 $1 : 2.5 \times 10^n$ 、 $1 : 3 \times 10^n$ 、 $1 : 4 \times 10^n$ 、 $1 : 6 \times 10^n$

注 n 为整数。

绘制同一机件的各个图形一般应采用相同的比例，并在标题栏的“比例”栏内填写，如“1 : 1”、“2 : 1”等。当某个图形需要不同的比例时，必须按规定另行标注。

图 1-6 所示为同一五角星采用不同比例所画的图形。在图 1-6 (a) 中，比例为 1 : 1，外接圆直径画出实际大小 20mm，而在图 1-6 (b) 中，比例为 2 : 1，外接圆直径画成 40mm，但两个图形所注的尺寸都是实际尺寸“20mm”。

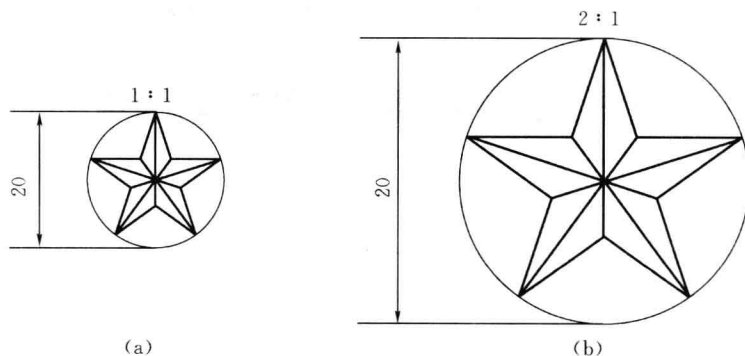


图 1-6 用不同比例画出的图形

(a) 1 : 1; (b) 2 : 1



三、字体

1. 技术图形及其有关技术文件中字体的基本要求

(1) 书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

(2) 字体高度（用 h 表示）的公称尺寸系列为：1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm（次系数的公比为 $\sqrt{2}$ ）。如有所需，字高可按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的高度代表字体的号数。

(3) 汉字应写成长仿宋体，并应采用国务院正式公布推行的简化汉字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，其宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

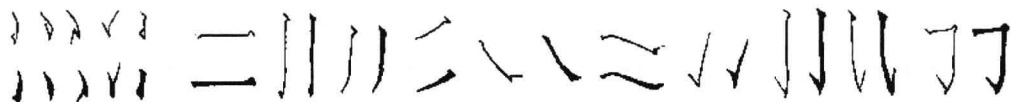
(4) 字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度（ d ）为字高（ h ）的 1/14，B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10。在同一图样上，只允许选用一种型式的字体。

(5) 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜，与水平线成 75° 。

(6) 汉字、拉丁字母、数字等组合书写时，其排列格式和间距都应符合标准规定。

2. 常用字体示例

(1) 汉字。写长仿宋体汉字的要领是：横平竖直，注意起落，结构均匀，填满方格。长仿宋体字的基本笔画写法和字体示例如图 1-7 所示。



(a)

字体工整 笔画清楚
间隔均匀 排列整齐

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

(b)

图 1-7 汉字

(a) 长仿宋体字的基本笔画及写法；(b) 长仿宋体汉字示例

(2) 拉丁字母和数字。表 1-3 列出了斜体大写、小写拉丁字母和数字的结构型式，初学者要通过分格线弄清每个字的各部分宽度和高度的比例关系，以求写得正确。

(3) 用作指数、分数、注脚等的数字及字母。一般应采用小一号的字体，如图 1-8 所示。



表 1-3

斜体字母和数字示例

拉丁字母	A 型	大写	<i>ABCDEFGHIJKLMN</i> <i>OPQRSTUVWXYZ</i>
		小写	<i>abcdefghijklmn</i> <i>opqrstuvwxyz</i>
阿拉伯数字和直径符号	A 型		<i>0123456789</i> Φ
	B 型		<i>0123456789</i> Φ
罗马数字	A 型		<i>IIIIIVVVVIIIXX</i>

10³ S⁻¹ D₁ T_d 7^{+1°}_{-2°} $\frac{3}{5}$

图 1-8 字体示例



四、图线及其画法

图线是图中所采用的各种形式的线。国家标准规定图线的基本线型有 15 种，所有线型的凸显宽度 (d) 应按照图样的类型、图的大小和复杂程度在数系 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.7, 1, 1.4, 2mm 中选取，此数系的公比为 $\sqrt{2}$ (≈ 1.4)。

机械图样通常采用表 1-4 列出的 9 种图线；按线宽分为粗线和细线两种，宽度比为 2:1。在本课程中粗线宽度 (b) 一般以 0.7mm 为宜。

表 1-4

机械图样中采用的图线

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，相贯线，可见棱边线
细实线		$b/2$	尺寸线，尺寸界线，剖面线，重合断面的轮廓线，引出线



续表

图线名称	图线型式	图线宽度	应用举例
波浪线		$b/2$	断裂处的边界线, 视图和剖视图的分界线
双折线		$b/2$	断裂处的边界线, 视图和剖视图的分界线
细虚线		$b/2$	不可见轮廓线, 不可见棱边线
粗虚线		b	允许表面处理的表示线
细点画线		$b/2$	轴线, 对称中心线
粗点画线		b	限定范围表示线
细双点画线		$b/2$	相邻辅助零件的轮廓线, 极限位置的轮廓线, 轨迹线, 中断线

注 波浪线和双折线一般在一张图中只采用其一。

图 1-9 所示为图线的应用举例。

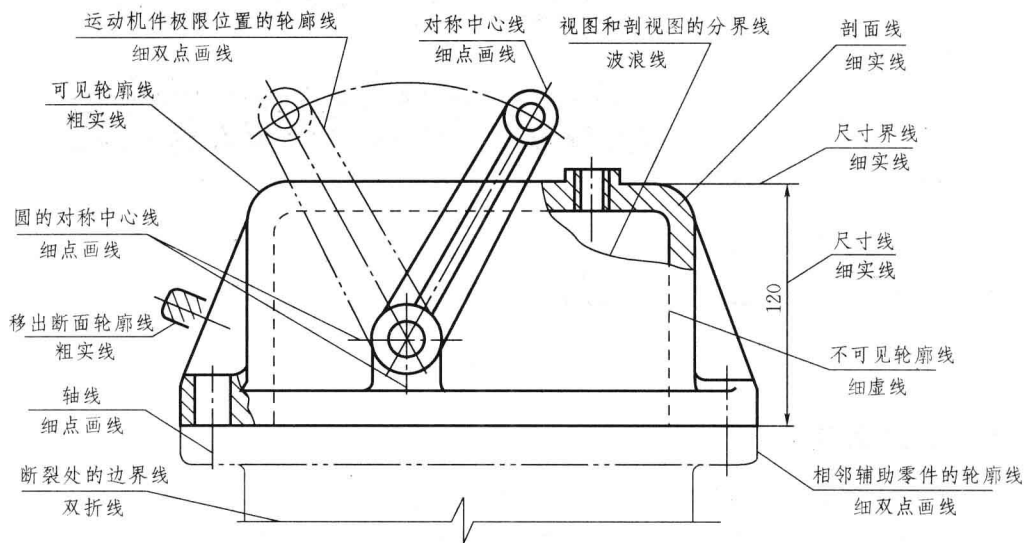


图 1-9 图线应用举例

图线的画法有如下要求:

(1) 在同一图样中, 同类图线的宽度应该基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段宽度和间隔应各自大致相等。点画线和双点画线中的“点”应圆成长约 1mm 的短画线, 点画线和双点画线的首尾两端应是长画线而不是点。

(2) 绘制圆的对称中心线时, 圆心应为线段的交点, 点画线两端应超出圆弧或相应图形 3~5mm, 如图 1-10 (a) 所示。

(3) 在较小的圆弧上绘制点画线或者双点画线有困难时, 可用细实线代替。



(4) 当图线相交时，必须是线段相交。当虚线成为粗实线的延长线时，在虚线、实线的连接处，虚线应留出空隙，如图 1-10 (b) 所示。

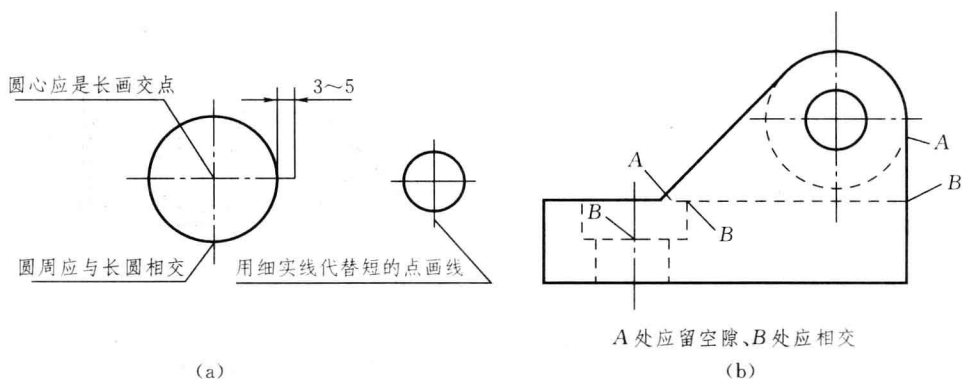


图 1-10 图线画法举例
(a) 圆的对称中心线画法；(b) 虚线连接处的画法

五、尺寸注法

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 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，则必须注明相应的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楚的图形上。

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（包括计量单位）三个部分组成，其相互间的关系如图 1-11 所示。

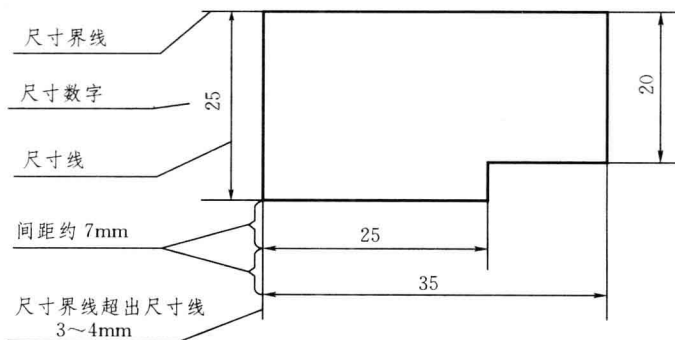


图 1-11 尺寸的三个组成部分

有关尺寸数字、尺寸线、尺寸界线以及标注尺寸的符号的各项规定见表 1-5。



表 1-5 标注尺寸的基本规定

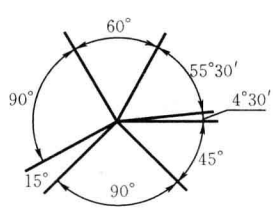
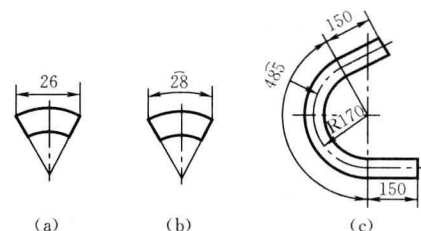
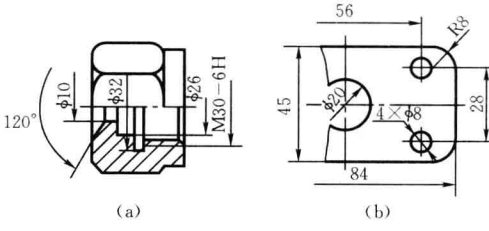
项目	说明	图例
尺寸数字	(1) 线性尺寸的数值一般应注写在尺寸线的上方, 也允许注写在尺寸线的中断处	
	(2) 标注参考尺寸时, 应将尺寸数字加上圆括弧	
	(3) 线性尺寸数字的方向, 一般应按图(a)所示的方向注写, 并尽可能避免在图示30°范围内标注尺寸。当无法避免时, 可按图(b)或图(c)或图(d)的形式标注。但在同一张图样中, 应尽可能采用一种形式注写	
尺寸线	(1) 尺寸线用细实线绘制, 其终端有两种形式。 1) 箭头: 箭头的形式和大小如图(a)所示。适用于各种类型的图样。 2) 斜线: 斜线用细实线绘制, 其方向和画法如图(b)所示。采用这种形式时, 尺寸线与尺寸界限必须相互垂直	
	(2) 当尺寸线和尺寸界限相互垂直时, 同一张图样中只能采用一种尺寸线终端的形式	<p>d—粗实线的宽度 (a) 尺寸线终端的箭头</p> <p>h—字体高度 (b) 尺寸线终端的斜线</p>
尺寸线	(3) 标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所标注的线段平行	
	(4) 尺寸线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	



续表

项目	说明	图例
尺寸界线	<p>(1) 尺寸界线用细实线绘制, 并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出, 也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线</p>	
	<p>(2) 尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 必要时才允许倾斜</p>	
	<p>(3) 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</p>	
直径与半径	<p>(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”; 半径尺寸线和圆的直径尺寸线应通过圆心, 尺寸线的终端应画成箭头</p>	
	<p>(2) 当圆弧半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时, 可按图 (a) 的形式标注。若不需要标出其圆心位置时, 可按图 (b) 的形式标注</p>	
	<p>(3) 标注球面的直径或半径时, 应在符号“ϕ”或“R”前再加注符号“S” [图 (a)、(b)]。对于螺钉、铆钉的头部、轴 (包括螺杆) 的端部以及手柄的端部等, 在不致引起误解的情况下可省略符号“S” [图 (c)]</p>	
狭小部位	<p>(1) 在没有足够的位置画箭头或注写尺寸数字时, 可将其中之一布置在外面。当位置更小时, 箭头和数字都可以布置在外面</p> <p>(2) 几个小尺寸连续标注时, 中间的箭头可用圆点或斜线代替</p>	



项目	说明	图例
角度	(1) 标注角度的尺寸界线应沿径向引出	
	(2) 标注角度时, 尺寸线应画成圆弧, 其圆心是该角的顶点	
	(3) 角度的数字一律写成水平方向, 一般注写在尺寸线的中断处。必要时也可注写在尺寸线的上方或外面, 狭小处可引出标注	
弦长与弧长	(1) 标注弦长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线 [图 (a)]; 标注弧长的尺寸界线应平行于该弧所对圆心角的角平分线 [图 (b)], 但当弧度较大时, 可沿径向引出 [图 (c)]	
	(2) 标注弧长时, 应在尺寸数字上方加注符号“ $\overset{\frown}$ ” [图 (b)、(c)]	
对称图形	当对称机件的图形只画出一半 [图 (a)] 或略大于一半 [图 (b)] 时, 尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线, 此时仅在尺寸线的一端画出箭头	

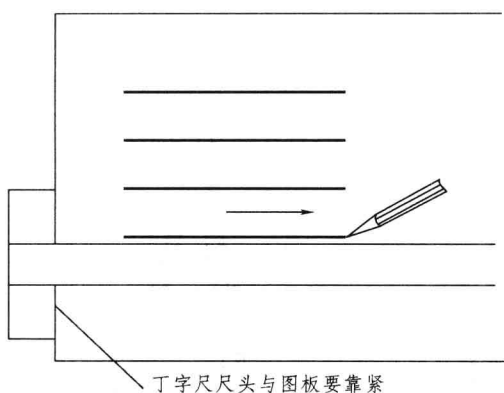
第二节 绘图工具和仪器的使用方法

要提高绘图的准确度和绘图效率, 必须正确地使用各种绘图工具和仪器。常用的绘图工具和仪器有图板、丁字尺、三角板、比例尺、圆规、分规、直线笔、曲线板等, 效率高的还有各种绘图机和计算机。

下面介绍绘图工具和仪器的用法。

一、图板、丁字尺、三角板的用法

图板、丁字尺、三角板的用法如图 1-12~图 1-15 所示。



丁字尺尺头与图板要靠紧

图 1-12 用丁字尺画水平线

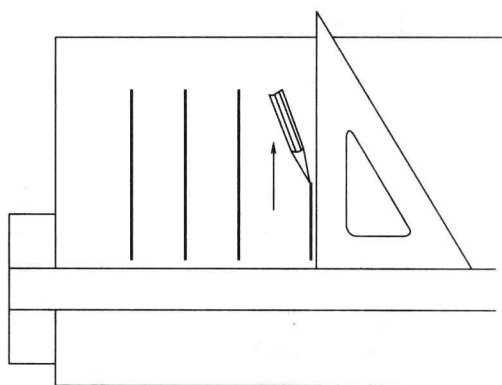


图 1-13 用丁字尺和三角板配合画铅垂线

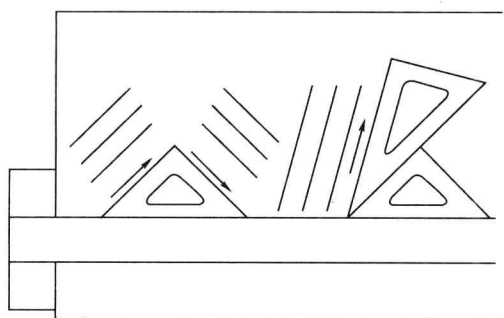


图 1-14 用丁字尺和三角板配合画 15° 整数倍斜线

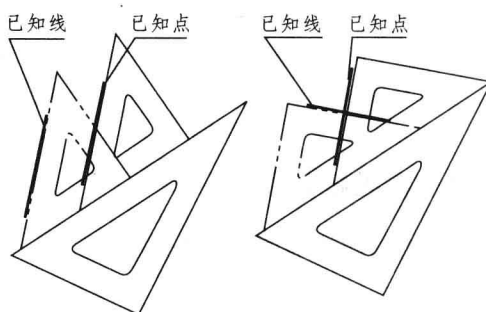


图 1-15 用两块三角板配合作已知线段的平行线或垂线

二、分规、比例尺的用法

分规、比例尺的用法如图 1-16、图 1-17 所示。

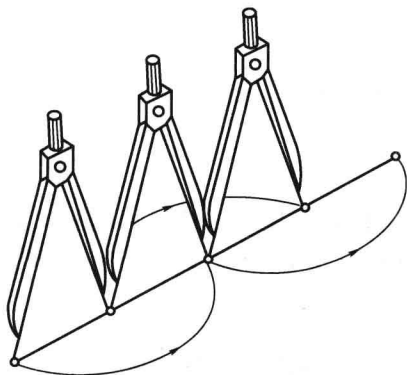


图 1-16 用分规连续截取等长线段

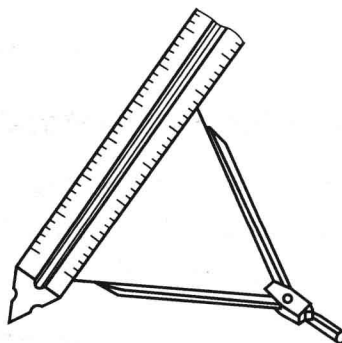


图 1-17 用分规从比例尺量取尺寸