

新
版

21世纪

高职高专系列教材

电子工程制图

◎徐耀生 许冬梅 何时剑 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高职高专系列教材

电子工程制图

徐耀生 许冬梅 何时剑 编著
宋方敏 审



机械工业出版社

工程图样是工程技术人员设计、制造、检验、使用仪器设备,进行各种技术交流活动中的一种必不可少的技术文件,是“工程技术界的共同语言”。熟练、规范、准确地绘制与阅读工程图样是计算机与电子信息类专业学生必须掌握的基本技能。

本书内容包括:工程制图的基本概念与国家标准,常用绘图工具的使用方法,几何作图与投影知识,常用机械制图,常用电气制图,计算机绘图软件 AutoCAD 2002(中文版)的使用,印制电路设计软件 Protel 99SE(中文版)的使用,以及电子工程制图综合训练等。

本书以读图与绘图能力的强化训练为主线,将工程制图的理论与实践、应知与应会、手工绘图与计算机绘图、基本操作与综合训练有机地融为一体,内容精炼,深入浅出,充分体现高级应用型技术人才培养的职教特色和育人理念。

本书可作为高职高专、大专院校、普通高校计算机与电子信息类专业工程制图课程的推荐教材,还可作为高职高专其他非机类专业工程制图课程的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子工程制图/徐耀生等编著. —北京:机械工业出版社, 2004.3

(21世纪高职高专系列教材)

ISBN 7-111-14215-2

I. 电... II. 徐... III. 电子技术—工程制图—高等学校: 技术学校—教材 IV. TN02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 022157 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:郭燕春 版式设计:张世琴 责任校对:张 媛

封面设计:雷明顿 责任印制:李 妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm × 1092mm¹/₁₆ · 16.25 印张 · 402 千字

0 001—5 000 册

定价:23.00 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) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

面向 21 世纪高职高专

电子技术专业系列教材编委会成员名单

顾问	王文斌	陈瑞藻	李 奇	杨 杰	
主任委员	曹建林				
副主任委员	穆天保	张中洲	张福强	巩志强	董维佳
	祖 炬	华永平	任德齐		
委员	张锡平	刘美玲	杨元挺	刘 涛	马 彪
	华天京	冯满顺	周卫华	崔金辉	曹 毅
	朱华贵	孙吉云	孙津平	吴元凯	孙心义
	张红斌	饶庆和	苟爱梅		
秘书长	胡毓坚				
副秘书长	邓 红				

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国40余所院校的骨干教师对在2001年出版的《面向21世纪高职高专系列教材》进行了修订工作。

在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价。因此,在修订过程中,各编委会保持了第1版教材“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。同时,针对教育部提出的高等职业教育的学制将由三年逐步过渡为两年,以及强调以能力培养为主的精神,制定出了本次教材修订的原则:跟上我国信息产业飞速发展的节拍,适应信息行业相关岗位群对第一线技术应用型操作人员能力的要求,针对两年制兼顾三年制,理论以“必须、够用”为原则,增加实训的比重,并且制作了内容丰富而且实用的电子教案,实现了教材的立体化。

针对课程的不同性质,修订过程中采取了不同的处理办法。核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。此外,在修订过程中,还进行了将几门课程整合在一起的尝试。所有这些都充分地体现了修订版教材求真务实、循序渐进和勇于创新的精神。在修订现有教材的同时,为了顺应高职高专教学改革的不深入,以及新技术新工艺的不断涌现和发展,机械工业出版社及教材编委会在对高职高专院校的专业设置和课程设置进行了深入的研究后,还准备出版一批适应社会发展的急需教材。

信息技术以前所未有的速度飞快地向前发展,信息技术已经成为经济发展的关键手段,作为与之相关的教材要抓住发展的机遇,找准自身的定位,形成鲜明的特色,夯实人才培养的基础。为此,担任本系列教材修订任务的广大教师努力将最新的教学实践经验融于教材的编写,并以可贵的探索精神推进本系列教材的更新。由于高职高专教育处在不断的发展中,加之我们的水平和经验有限,在教材的编审中难免出现问题和错误,恳请使用这套教材的师生提出宝贵的意见和建议,以利我们今后不断改进,为我国的高职高专教育事业作出积极的贡献。

机械工业出版社

前 言

工程图样是工程技术人员设计、制造、检验、使用仪器设备,进行各种技术交流活动的—种必不可少的技术文件,是“工程技术界的共同语言”。熟练、规范、准确地绘制与阅读工程图样是计算机与电子信息类专业学生必须掌握的基本技能。

随着计算机的推广、普及和使用,计算机绘图(CAD)大大地提高了绘图效率、图形精度和图样的表现力,深受工程技术人员的青睐。

目前,在众多的计算机绘图软件中,AutoCAD 2002 与 Protel 99SE 功能强大,操作方便,在工程制图中得到了广泛的应用。

本书以读图与绘图能力的强化训练为主线,以 AutoCAD 2002 与 Protel 99SE 两个应用软件为工具,将工程制图的理论与实践、应知与应会、手工绘图与计算机绘图、基本操作与综合训练有机地融于一体,内容精炼,深入浅出,充分体现高级应用型技术人才培养的职教特色和育人理念。

本书主要特点是:

(1) 内容的选择充分考虑了计算机与电子信息类专业的特点,完全依照计算机与电子信息类各专业“工程制图”课程的教学要求,降低理论深度,突出读图与绘图能力的培养目标,既考虑到教学内容的实用性和扩展性,又兼顾教师讲课的习惯性和上机操作的可行性。

(2) 书中所用绘图示例适当增加了计算机与电子信息工程中常用的图形,如电子零件图、电路图、综合布线图等。

(3) 书中增加了工程绘图的综合训练内容,将应知与应会、手工绘图与计算机绘图、通用绘图与专业绘图、基本操作与综合训练有机地融于一体。

(4) 书中使用的制图标准、电气图形符号、文字代号、产品型号、材料规格,均采用最新的国家标准。

(5) 书中介绍的绘图软件 AutoCAD 2002 和 Protel 99SE 是目前较新、较流行的版本,在讲解上突出软件的特点、使用方法与使用技巧的介绍。

本教材建议教学时数为 75 学时;可安排 1 周综合绘图实训,以强化学生绘图能力的培养。

本书由淮安信息职业技术学院高级工程师、副教授徐耀生主编,南京大学博士生导师宋方敏教授主审。具体编写分工是:徐耀生编写第 1 章第 8 节、第 4 章、第 5 章、第 6 章及附录,许冬梅编写第 2 章和第 3 章,何时剑编写第 1 章第 1~7 节。

胡学同博士、俞宁副教授、陶书中副教授对本书的编写提出了许多宝贵的意见和建议;全国高职高专计算机科学与技术专业教材编委会对本书的编写也给予了大力支持和帮助,在此一并表示感谢。

由于本教材是课程改革中的一种新的尝试,加上编写时间仓促,书中错误与不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 工程制图基本知识	1
1.1 工程制图的基本概念	1
1.1.1 工程图样及其作用	1
1.1.2 电子工程制图的主要优点	1
1.1.3 电子工程制图的主要应用	2
1.2 常用绘图工具及其使用	2
1.2.1 手工绘图工具	2
1.2.2 计算机绘图工具	5
1.3 国家标准关于工程制图的一般规定	7
1.3.1 关于图纸的规定	7
1.3.2 关于比例的规定	9
1.3.3 关于字体的规定	9
1.3.4 关于图线的规定	11
1.3.5 关于尺寸标注的规定	12
1.4 工程制图的一般步骤	15
1.5 几何作图	16
1.5.1 等分与正多边形的画法	16
1.5.2 圆弧连接	17
1.5.3 斜度和锥度	19
1.5.4 椭圆的画法	20
1.5.5 渐开线的画法	21
1.5.6 徒手画图的方法	21
1.6 投影基础	23
1.6.1 投影法和视图的基本概念	23
1.6.2 三视图的形成及其对应关系	25
1.6.3 点、直线、平面的投影	26
1.6.4 基本几何体的投影	30
1.6.5 组合体的投影	33
1.6.6 轴测投影(轴测图)	36
1.7 基本机械制图	40
1.7.1 机件的表达方法	40
1.7.2 标准件和常用件的画法	46
1.7.3 零件图	55

1.7.4 装配图	58
1.8 基本电气制图	61
1.8.1 电气制图的基本概念	61
1.8.2 电气系统图	63
1.8.3 电气控制原理图	64
1.8.4 电气安装图	65
1.8.5 线扎图	66
1.8.6 建筑电气安装图	66
1.8.7 印制电路图	68
1.9 本章小结	70
1.10 习题	70
第 2 章 用 AutoCAD 2002 绘制二维平面图	74
2.1 了解 Auto CAD 2002 (中文版)	74
2.1.1 AutoCAD 2002 的主要功能	74
2.1.2 AutoCAD 2002 的运行环境	75
2.1.3 AutoCAD 2002 的安装与卸载	75
2.1.4 AutoCAD 2002 的启动	76
2.1.5 AutoCAD 2002 的图形编辑器及其基本操作	77
2.1.6 学会利用 AutoCAD 2002 的帮助	80
2.2 简单几何图形的绘制实例	80
2.2.1 命令的输入方式	80
2.2.2 点的输入方式	80
2.2.3 长度的输入方式	81
2.2.4 角度的输入方式	81
2.2.5 图形的绘制	81
2.2.6 图形的编辑	84
2.2.7 保存图形文件	85
2.2.8 打开图形文件	86
2.2.9 关闭 AutoCAD 2002	87
2.2.10 用 AutoCAD 2002 绘图的基本步骤	87
2.3 二维平面图形的绘制	88
2.3.1 设置绘图环境	88
2.3.2 基本平面图形的绘制	93

2.3.3	平面图形的显示控制	99	4.2.3	设计数据库中的文档组织方式	158
2.3.4	平面图形的编辑与修改	100	4.3	简单电路原理图的绘制实例	160
2.3.5	使用辅助绘图工具提高绘图效率	106	4.3.1	绘制电路原理图的一般步骤	161
2.3.6	剖面线的绘制	109	4.3.2	电路原理图编辑器的启动	161
2.3.7	在图纸中添加文字	110	4.3.3	电路原理图编辑器的使用	162
2.3.8	块与属性	113	4.3.4	简单电路原理图的绘制	165
2.3.9	图形的尺寸标注	116	4.4	绘制电路原理图的基本操作	170
2.3.10	二维平面绘图实例	125	4.4.1	图样设置与绘图参数优化	170
2.4	本章小结	127	4.4.2	元件库的加载与删除	175
2.5	习题	127	4.4.3	放置对象与编辑对象属性	177
第3章	用 AutoCAD 2002 绘制三维		4.4.4	原理图的编辑与修改	185
	立体图	130	4.4.5	原理图的电气规则检查	191
3.1	三维绘图的基本操作	130	4.4.6	原理图信息报表的生成	192
3.1.1	AutoCAD 2002 的三维绘图功能	130	4.4.7	图纸的打印输出	196
3.1.2	用户坐标系的设置	130	4.5	绘制电路原理图的高级操作	197
3.1.3	三维图形的显示与观察	132	4.5.1	创建与编辑自己的原理图元件库	197
3.2	三维立体图形的绘制	136	4.5.2	层次原理图设计	201
3.2.1	三维基本体的绘制	136	4.6	本章小结	205
3.2.2	由二维面域生成三维实体	138	4.7	习题	205
3.2.3	创建组合实体	138	第5章	用 Protel 99SE 绘制印制电	
3.2.4	实体的切割与剖切	139		路图	207
3.2.5	三维曲面的绘制	140	5.1	绘制印制电路图的一般步骤	207
3.3	三维绘图实例	140	5.1.1	印制电路中的主要绘制对象	207
3.4	图形的输出	141	5.1.2	绘制印制电路图的一般步骤	208
3.4.1	创建布局	141	5.2	印制电路参数设置	209
3.4.2	图纸的打印	143	5.2.1	PCB 图形编辑器的启动	209
3.5	本章小结	145	5.2.2	设置印制电路板环境参数	210
3.6	习题	145	5.3	定义板框	213
第4章	用 Protel 99SE 绘制电路原理		5.3.1	直接定义板框	213
	图	148	5.3.2	使用 PCB 绘图向导定义板框	214
4.1	了解 Protel 99SE	148	5.4	载入网络表	217
4.1.1	Protel 99SE 的主要功能	148	5.4.1	前期准备	217
4.1.2	Protel 99SE 的运行环境	149	5.4.2	载入网络表的基本方法	217
4.1.3	Protel 99SE 的安装	149	5.5	自动布局与布线	219
4.1.4	Protel 99SE 的启动与主窗口	151	5.5.1	设置自动布局与布线规则	219
4.1.5	尝试打开一个设计数据库文件	153	5.5.2	自动布局	221
4.1.6	Protel 99SE 主窗口的关闭	154	5.5.3	自动布线	222
4.2	新建 Protel 99SE 设计数据库	155	5.6	手工布局与布线	223
4.2.1	系统设置	156	5.6.1	放置对象	223
4.2.2	创建设计数据库	157	5.6.2	设置对象属性	224

5.6.3 对象的特殊处理	225	6.1.3 训练内容及要求	236
5.6.4 印制电路图的编辑与修改	225	6.2 综合训练 2: 校园网综合布线	
5.6.5 PCB 元器件封装	226	室外工程施工图的绘制	237
5.7 印制电路图绘制实例	228	6.2.1 背景	237
5.8 印制电路图信息报表与图纸		6.2.2 训练目标	240
的打印输出	230	6.2.3 训练内容及要求	240
5.8.1 印制电路图信息报表	230	6.2.4 室外工程施工要求	241
5.8.2 图纸的打印输出	231	附录	244
5.9 本章小结	231	附录 A 工程制图国家标准名录	244
5.10 习题	231	附录 B 常见图形文件格式	248
第 6 章 电子工程制图综合训练	233	附录 C AutoCAD2002 中常用命令	
6.1 综合训练 1: 万用表原理图与		热键	249
装配图的绘制	233	附录 D Protel 99SE 中常用命令热	
6.1.1 背景	233	键	250
6.1.2 训练目标	236	参考文献	252

第 1 章 工程制图基本知识

本章学习目标：

- 熟悉工程制图的基本概念，学会常用绘图工具的使用；
- 了解工程制图的国家标准和一般规定；
- 掌握平面图形的画法；
- 掌握投影知识，熟悉基本形体的三视图及其画法；
- 熟悉机件的表达方法，了解零件图和装配图的基本概念与画法；
- 熟悉电气制图的基本概念与画法；
- 培养读者绘制与阅读工程图样的基本能力，耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

1.1 工程制图的基本概念

1.1.1 工程图样及其作用

根据投影原理、制图标准或有关规定，表示工程对象，并有必要技术说明的图，称为工程图样。

工程图样与文字、语言一样，是工程技术人员表达、构思、分析和交流思想的重要工具。无论是机械设备的设计、制造与安装，还是工程施工、电路分析与程序设计，都离不开工程图样。工程图样是工程技术界的共同语言。所有工程技术人员都必须学习和掌握这种语言。

计算机绘图的出现，使整个图学领域进入了一个新的时代。随着计算机及其网络技术的飞速发展，制图技术已逐步走向自动化和智能化，并为图示和图解的广泛应用提供了更加便利的条件。

1.1.2 电子工程制图的主要优点

利用计算机生成各种工程图样，称为电子工程制图。电子工程制图与手工绘图相比具有以下优点：

(1) 速度快。计算机的运行速度是人无法比拟的。计算机不知疲倦，可以根据人们的需要长时间工作。利用友好的人机交互界面，所有的绘图工作，只需通过操作鼠标就可以实现。可反复调用图形，避免或减少重复劳动。可用扫描设备直接誊图，节省大量的绘图时间。

(2) 精度高。计算机按程序工作，通过数值计算和迭代算法可获得很高的计算精度。

(3) 编辑修改极为方便。在计算机上，图形的移动、删除、复制、重画等操作十分简单。

(4) 易于长期保存。在计算机上所画图形可以用多种介质来保存，并可随时调用，重复调用。

(5) 可实现资源共享。利用计算机网络, 可实现图形资源的共享。可通过电子邮件传送图形。

(6) 表现效果好。利用计算机高速的数据处理功能, 可对所绘图形进行着色、渲染, 形成逼真的三维效果图。可实现计算机模拟仿真。

(7) 打印输出灵活。使用计算机绘图基本不受幅面限制。计算机所绘图形, 可通过打印机、绘图仪绘制在不同大小的图纸上。可输出单色或彩色图形。可用多种格式输入、输出图形。

(8) 可实现设计、制造一体化。将计算机所绘的零件图形通过适当的方式转换为数控加工程序, 可直接在数控机床上进行零件加工, 实现辅助设计与辅助制造 (CAD/CAM) 一体化。

1.1.3 电子工程制图的主要应用

计算机绘图在机械、航空、冶金、造船、建筑、化工、电子等行业的工程设计中得到了广泛的应用。在工程设计方面, 计算机绘图常用来进行机械结构和部件设计, 汽车、飞机的外形设计, 房屋建筑、电路管道设计等; 在理论研究方面, 计算机绘图可用来绘制数学、物理以及其他学科中的各种二维和三维图形, 如各种曲线、曲面等; 在数据处理方面, 计算机绘图在地理、气象及其他自然现象的勘探、测量上也得到了广泛的应用, 例如地理图、地形图、矿藏分布图、海洋地理图、气象图、人口分布图, 以及其他各类等高线图; 在模拟仿真方面, 不但可以通过图形显示所研究的数学函数, 而且还能把科学现象进行数学建模, 再把此数学模型以图表或图像形象地表示出来, 或以动画方式来模拟物体随时间的变化规律, 如水流、核反应、化学反应、生物学系统以及机械运动、电路模拟及材料在负荷下的变形等; 在艺术和商业方面, 利用计算机可以绘制各种图案、花纹, 甚至是传统的油画和中国画; 在植物生长过程模拟、印染及服务业、医学、教育等众多领域, 也有着广泛的应用。

1.2 常用绘图工具及其使用

正确地使用和维护绘图工具, 对提高绘图质量和绘图速度是十分重要的。本节介绍几种常用的绘图工具的使用方法。

1.2.1 手工绘图工具

1. 图板、丁字尺和三角板

图板是供铺放、固定图纸用的特制矩形木板, 如图 1-1 所示。图板一般用胶合板制成, 板面要求平整光滑, 左侧为丁字尺的导边, 必须光滑平直。

丁字尺由尺头和尺身构成, 如图 1-1 所示。尺身的上边为工作边, 主要用来画水平线。

使用丁字尺时, 尺头内侧必须靠紧图板的导边, 用左手推动丁字尺上、下移动, 沿尺身的上边、由左至右画出一系列水平线, 如图 1-1a 所示。

三角板有 45° 和 30° (60°) 两种板形, 组成一副。三角板与丁字尺配合使用时, 可画垂直线, 如图 1-1b 所示, 也可画 30° 、 45° 、 60° 的斜线, 如图 1-1c 所示。

如将两块三角板配合使用, 还可以画出任一已知直线的平行线或垂直线, 如图 1-2 所示。

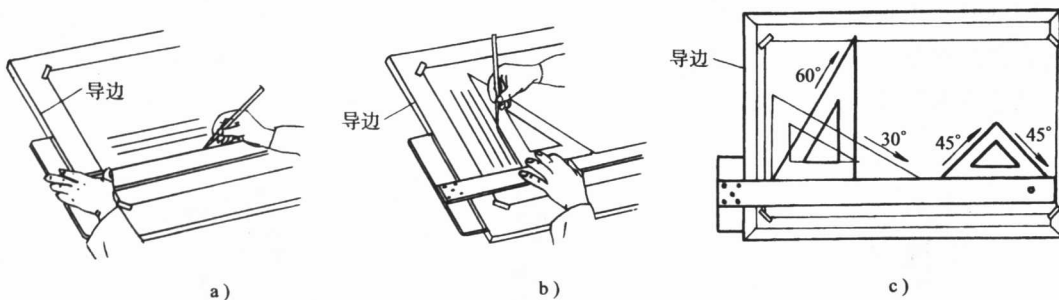


图 1-1 丁字尺和三角板的使用方法

a) 用丁字尺画水平线 b) 三角板与丁字尺配合画垂直线 c) 画 30°、45°、60°的斜线

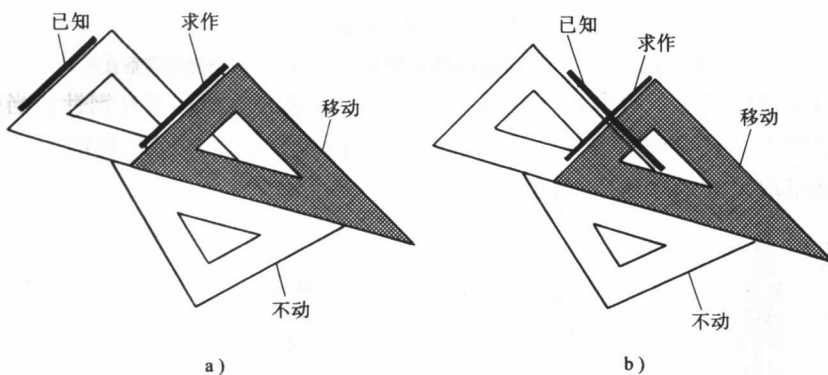


图 1-2 作已知直线的平行线和垂直线

2. 圆规和分规

圆规是用来画圆或圆弧的工具。圆规的附件有钢针插脚、铅芯插脚、鸭嘴插脚和延伸杆等，如图 1-3 所示。

圆规的钢针应使用有肩台的一种（以防止圆心针孔的扩大），并使肩台与铅芯尖平齐，如图 1-4 所示。



图 1-3 圆规及附件

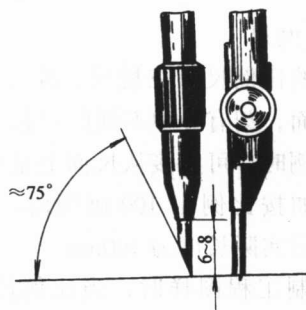


图 1-4 圆规钢针与铅芯的配置

画圆时，先将圆规两腿分开至所需的半径尺寸，用左手食指把针尖放在圆心位置，将钢针扎入图纸和图板，按顺时针方向稍微倾斜地转动圆规即可画圆。转动时用力和速度要均匀。圆规的用法如图 1-5 所示。

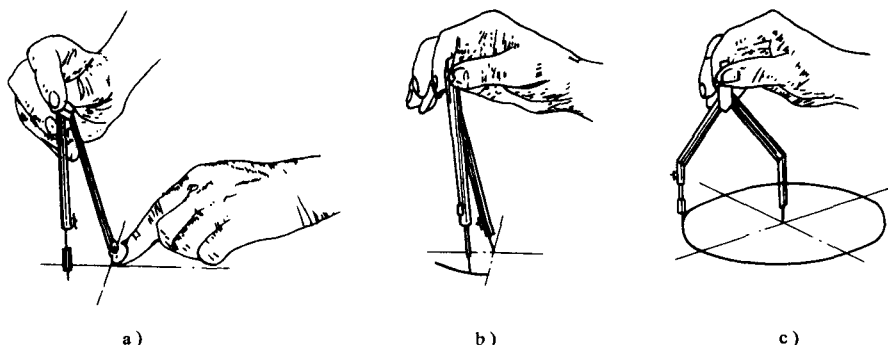


图 1-5 圆规的用法

a) 将针尖扎入圆心 b) 圆规向画线方向倾斜 c) 画大圆时圆规两脚垂直纸面

分规是用来量取尺寸，等分线段或圆周的工具。分规的两腿均安有钢针，当分规的两腿并拢时，分规的两个针尖应对齐，如图 1-6a 所示；调整分规两脚间距离的手法，如图 1-6b 所示；用分规量取尺寸的手法，如图 1-6c 所示。

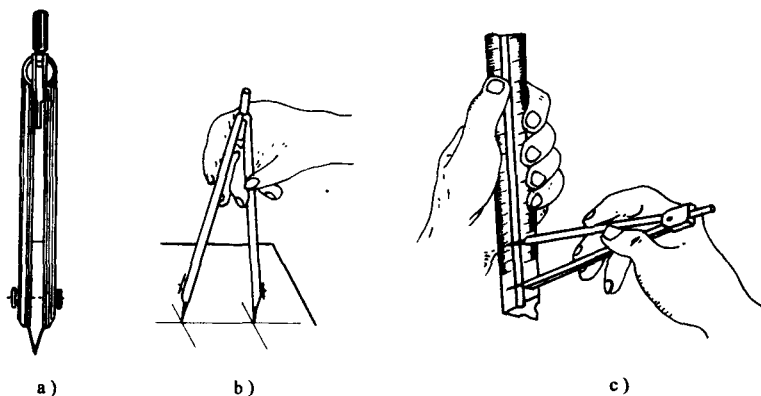


图 1-6 分规的用法

a) 针尖对齐 b) 调整分规手法 c) 量取尺寸手法

3. 比例尺

常用的比例尺为三棱尺，外形如图 1-7 所示。它有三个尺面，刻有 6 种不同的尺标。当使用比例尺上某一个比例时，可直接从尺面上量取尺寸，而不需进行计算。如按比例 1:100 画图时，图上每 1mm 的长度，即表示实际长度为 100mm。

在绘制工程图样时，当比例尺上标记为 1:1000 时，可作 1:1 使用。标记为 1:200 或 1:2000 时，可作 1:2 使用。比例尺还可以用作放大尺，如以 1:500 作 2:1 使用，比例尺的用法如图 1-8 所示。

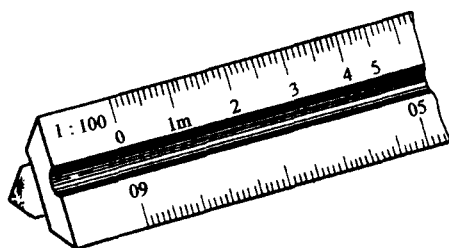


图 1-7 比例尺

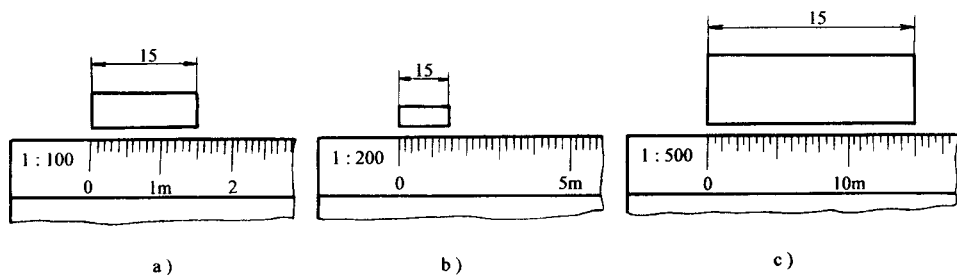


图 1-8 比例尺的用法

a) 用 1:100 画 1:1 的图 b) 用 1:200 画 1:2 的图 c) 用 1:500 画 2:1 的图

比例尺只能用来量取尺寸，不可用作直尺画线。

4. 曲线板

曲线板用来绘制不规则非圆曲线。用曲线板画曲线时，应先徒手将各离散点光滑地连接起来，再从曲率大的地方着手，在曲线板上选择曲率合适的部分进行描画。每次所描绘的曲线段都不得少于 3 点，连接时应留出一小段不描，作为下段连接时光滑过渡之用。曲线板用法如图 1-9 所示，图中“重复部分”为前段与后段光滑过渡部分。

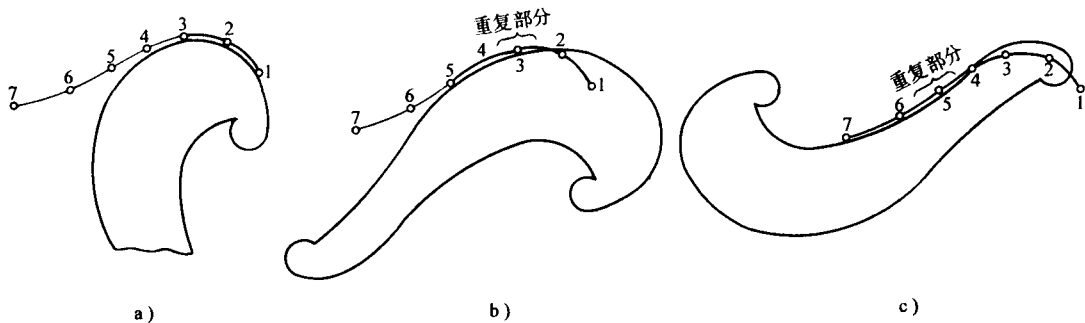


图 1-9 曲线板的用法

5. 铅笔

绘图铅笔的铅芯有软硬之分，用代号 H、B 和 HB 来表示。B 前的数字愈大（最大为 6），表示铅芯愈软，绘出的图线颜色愈深；H 前的数字愈大（最大 6），铅芯愈硬；HB 表示软硬适中。

画粗实线常用 2B 或 B 的铅笔；画细实线、虚线、细点画线和写字时，常用 H 或 HB 的铅笔；画底稿线常用 2H 或 3H 的铅笔。加深圆弧时用的铅笔，一般要比画粗实线的铅笔软一些。

铅笔应从没有标号的一端开始使用，以便保留软硬度标号。画粗实线时，应将铅芯磨成铲形，画其他线型时铅芯应磨成圆锥形，如图 1-10 所示。

除上述工具外，手工绘图时还要备有削修铅笔的小刀、固定图样的胶带、清理图纸的小刷子，以及橡皮、擦图片等工具。

1.2.2 计算机绘图工具

计算机绘图系统由硬件系统和软件系统组成。

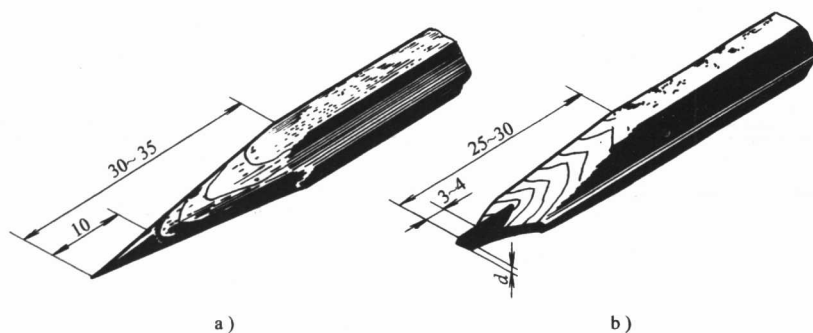


图 1-10 铅笔的削法

a) 2H、3H、HB 铅笔的削法 b) B、2B 铅笔的削法

1. 硬件系统

在计算机系统中，能看得见、摸得着的物理设备称为硬件。用于工程绘图的计算机，一般采用中型机和微型机。当然计算机配置越好，绘图性能就越好。对于普通的工程技术人员来说，家用电脑已能很好地满足电子工程绘图的需要。

家用电脑的主要硬件包括主机、大容量外存储器和图形输入输出设备，如显示器、打印机、绘图仪、键盘、鼠标、数字化仪等。

2. 软件系统

在计算机绘图系统中，各种程序、数据、文档统称为软件。软件可分为系统软件和应用软件两大类。

系统软件直接配合硬件工作，全面管理计算机的硬件和软件资源，实现资源管理、语言处理、实时控制、系统测试、数据库管理等功能。包括操作系统、语言处理程序、系统检测与维护程序、数据库管理系统等多个方面。

应用软件是专门为适应用户特定需要而开发的应用程序，品种繁多，应用广泛。目前，用于工程制图的应用软件就有几十种，如 Visio Trial、AutoCAD、CADKEY、PD、ORCAD、CAXA、Protel、Pispice、ARCH、House、Floor……等等，其中 AutoCAD 为通用绘图软件，其它大都为专业绘图软件。

3. 计算机绘图工具使用注意事项

(1) 硬件使用注意事项

- 根据需要合理配置适合于自己的计算机系统，并充分考虑计算机的性价比；
- 电源电压应与计算机额定电压相一致，最好配备 UPS 电源；
- 注意用电安全和网络安全；
- 注意防雷与防辐射；
- 注意正确的打字和用机姿势；
- 按正常的开机、关机顺序使用计算机。

(2) 软件使用注意事项

- 为维护软件的知识产权，建议使用正版软件；
- 为防止病毒，最好不要使用不明真相的软盘，不要下载来历不明的网络邮件或软件；
- 为防止图形文件的意外丢失，在画图时应养成经常保存文件的习惯；

- 为防止技术泄密，建议给自己的图形文件加密保存。

1.3 国家标准关于工程制图的一般规定

关于工程制图的国家标准及规范很多，不同领域还有自己的制图规范。国家标准《技术制图》（GB/T 14689 ~ 14691—1993、GB/T 16675.2—1996）是一项基础技术标准，在内容上具有统一性和通用性，它涵盖了机械、电气、建筑等各个技术行业；《机械制图》（GB/T 4457.4—1984、GB/T 4458.4—1984）是一项机械专业制图标准；《电气制图》（GB 6988—1990）是一项电气专业制图标准。所有标准和规范对图样的内容、格式和表达方法等都作了统一规定，它们是读图与绘图的准绳，工程技术人员必须严格遵守其相关规定，并应采用最新标准。

在各项标准代号中，“GB/T”为推荐性国家标准代号（是必须执行的标准），一般简称“国标”。G 是“国家”一词汉语拼音的第一个字母，B 是“标准”一词汉语拼音的第一个字母，T 是“推荐性”汉语拼音的第一个字母。“14689”表示该标准的编号，“1993”表示该标准发布的年号。

工程制图国家标准的内容很多，这里摘要介绍制图标准中的图纸幅面、比例、字体、图线和尺寸标注等内容（读者应学会查阅有关标准）。

1.3.1 关于图纸的规定

1. 图纸幅面及格式

绘制工程图样时，按《技术制图》GB/T14689—1993 应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。基本幅面共有五种，其尺寸关系如图 1-11 所示。必要时，也允许选用加长幅面。加长幅面的尺寸必须按基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-1 图纸幅面 (单位 mm)

代号	$B \times L$	a	c	e
A0	841 × 1189	25	10	20
A1	594 × 841			
A2	420 × 594			
A3	297 × 420		5	10
A4	210 × 297			

注：表中 a 、 c 、 e 为留边宽度，参见图 1-12、图 1-13。

2. 图框格式

在图纸上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，但同一产品的图样只能采用一种格式。优先采用不留装订边的格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-12 所示；留有装订边的图样，其图框格式如图 1-13 所示；基本幅面的图框及留边宽度 a 、 c 、 e 等尺寸，按表 1-1 的规定。

3. 标题栏及方位

在工程图样上必须画出标题栏。标题栏的内容、格

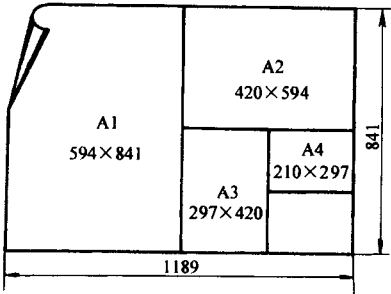


图 1-11 基本幅面的尺寸关系

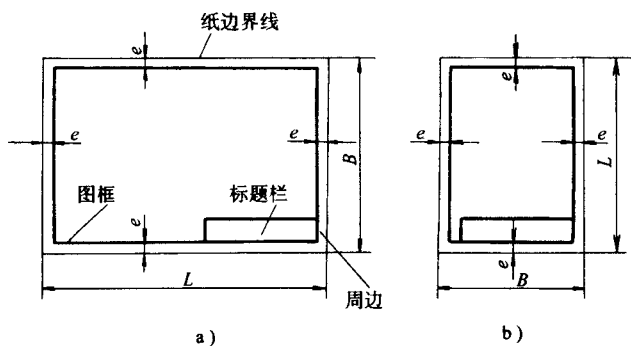


图 1-12 不留装订边的图框格式

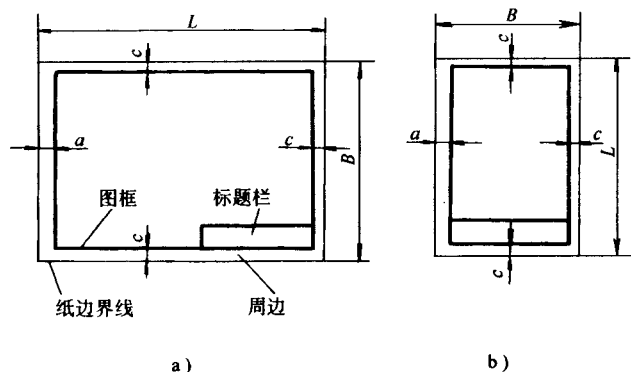


图 1-13 留装订边的图框格式

式和尺寸，应依照 GB/T 10609.1—1989 的规定。标题栏一般应置于图样的右下角，标题栏中的文字方向与看图方向一致，如图 1-12、图 1-13 所示。

为了充分利用预先印制的图纸，根据绘图需要，允许将标题栏按图 1-14 的方式配置。此时，看图方向与标题栏中的文字方向不一致。

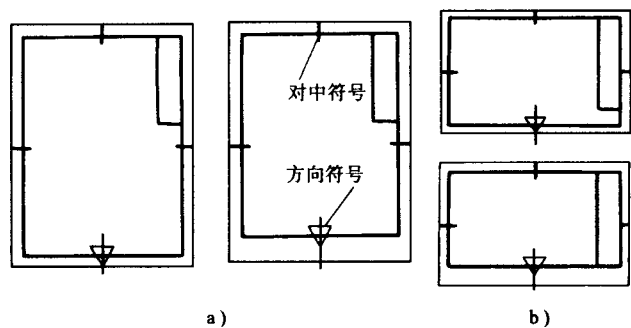


图 1-14 对中符号与方向符号

4. 附加符号

(1) 对中符号。为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，对基本幅面（含部分加长幅面）的各号图纸，均应在图纸各边的中点处分别画出对中符号。

对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度从图纸边界开始至伸入图框内约