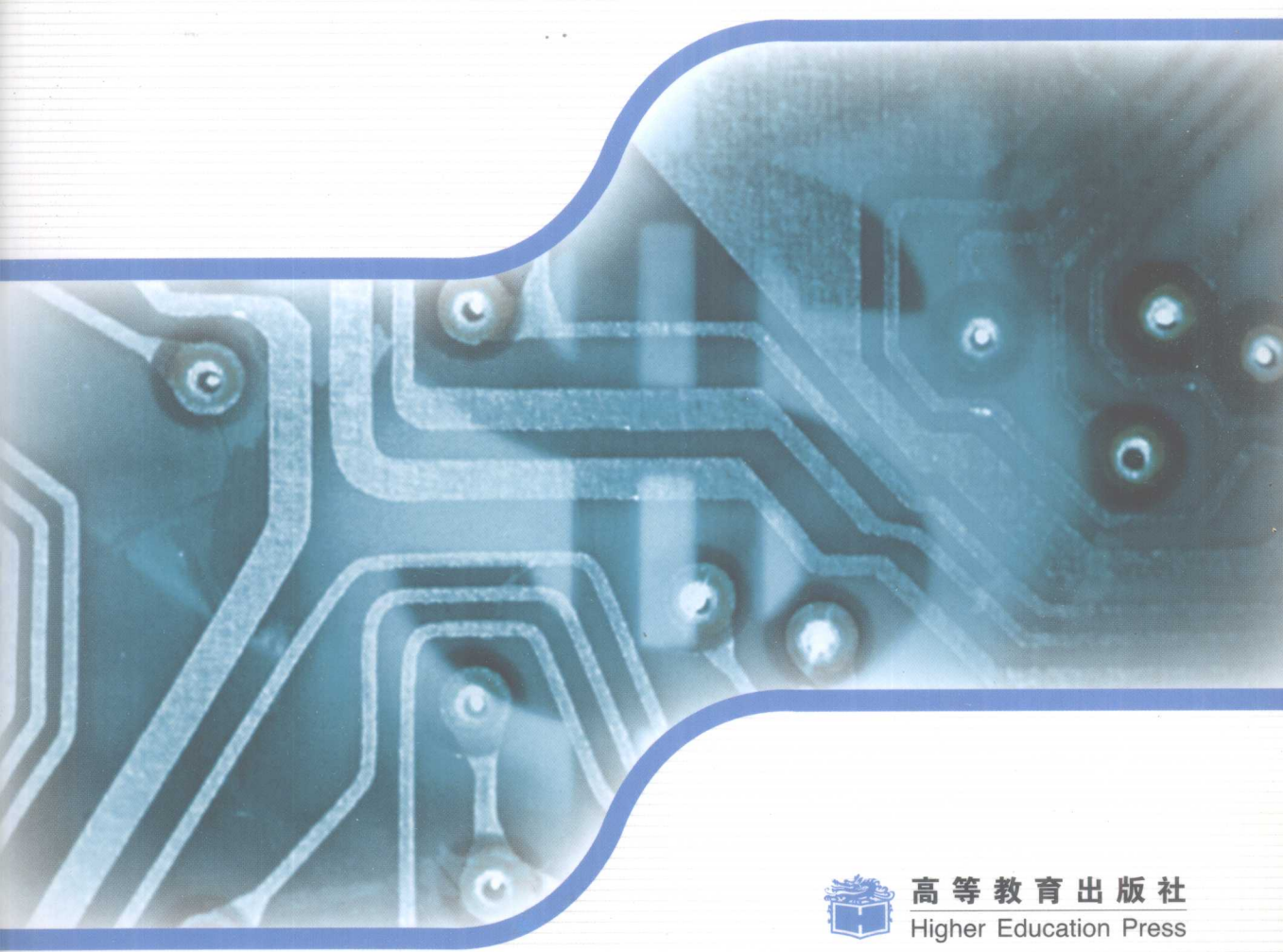




高等职业院校教材  
“以就业为导向、以能力为本位”课程改革成果系列

# 电气识图及 CAD 技术

葛金印 组编  
王 著 主编



高等教育出版社  
Higher Education Press

高等职业院校教材

“以就业为导向、以能力为本位”课程改革成果系列

# 电气识图及 CAD 技术

葛金印 组编

王 著 主编

高等教育出版社

## 内容简介

本书是高等职业院校“以就业为导向、以能力为本位”课程改革成果系列教材之一,是根据职业教育教学改革精神最新研发的机电技术专业、数控技术专业人才培养方案中“机电设备电气控制技术——电气识图及CAD技术核心课程标准”,并参照相关国家职业标准及有关行业的职业技能鉴定规范编写的。

本书主要包括:电气制图基础知识,电气图形符号,电路图,印制电路板电气图,电气图的识读,Protel 99SE概述,原理图的绘制与编辑,PCB板的设计,PCB板的高级应用,层次原理图设计,库的制作等。

本书可作为高等职业院校机电技术专业学生的教学用书,也可作为相关行业岗位培训教材及有关人员自学用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

电气识图及CAD技术/王著主编;—北京:高等教育出版社,2009.4

ISBN 978-7-04-026003-8

I.电… II.王… III.①电路图-识图法-高等学校:技术学校-教材②电气工程-计算机辅助设计-高等学校:技术学校-教材 IV.TM02

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第045742号

策划编辑 陈大力 责任编辑 陈大力 封面设计 张楠 责任绘图 尹莉  
版式设计 余杨 责任校对 杨雪莲 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印 刷 河北新华印刷一厂

开 本 787×1092 1/16  
印 张 10.5  
字 数 260 000

购书热线 010-58581118  
免费咨询 400-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009年4月第1版  
印 次 2009年4月第1次印刷  
定 价 15.50元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 26003-00

# 出版说明

国务院《关于大力发展职业教育的决定》的精神推动着我国职业教育事业蓬勃发展。为提高职业教育教学质量，教育部启动了新一轮职业教育教学改革行动。高等教育出版社始终站在更新观念及职教课改的前列，打造优质教学资源，研发精品教学资源，增强服务意识，提高服务本领，支持职业教育事业的发展。

在教育部新一轮职业教育教学改革的进程中，高等教育出版社深切地了解到从事高等职业技术教学工作的教师们正以饱满的热情、高昂的斗志积极投身到课程改革的热潮中，他们也渴望能有一套遵循“以服务为宗旨，以就业为导向，以能力为本位”的职教理念，符合中国国情，能够适合高素质技能型人才培养模式，适应实施理论实践一体化和项目教学法，且可操作性强的实用系列专业教材。我社本着服务于职业教育事业发展，服务于职业院校教师的教学，服务于职业院校学生的学习的指导思想，推出了本套满足高职院校（五年制）机电技术专业、数控技术专业教学实际需要的专业课改成果系列教材。

本系列教材是由多年从事高等职业教学工作的一线骨干教师和学科带头人通过社会调研，对劳动力市场人才进行需求分析，进行课题研究，研发专业人才培养方案，制定核心课程标准等技术程序，并在征询了相关企业人员的意见后编写而成的。其主要特点为：

1. 本系列教材打破了原有的“以学科为中心”的课程体系，以劳动和社会保障部颁发的相关国家职业标准为编写的依据之一，课程设置和教学内容与企业技术发展同步，贯彻了以就业为导向，突出职业岗位能力培养为主的职教思想。

2. 专业核心课程采用综合化模块结构体系；专业基础理论削枝强干，够用为度，兼顾发展；技能训练课程内容实行“项目化”，项目根据学生掌握专门技术的认知规律设置课题。本系列教材在使用时有较强的可操作性。

3. 适应了学分制改革的需要，避免了教学内容的重复与交叉，给学生自主学习和个性化发展留有充分的空间。

4. 本系列教材以最新的相关国家技术标准编写，融入了新知识、新技术、新工艺和新方法。语言表述平实，通俗易懂，便于学生的自学。

伴随着教育部新一轮职业教育教学改革的不断深化，本套教材在推广使用中，将根据反馈的信息和教学需求的变化进行修订与完善。

高等教育出版社

# 前 言

本书是高等职业院校“以就业为导向、以能力为本位”课程改革成果系列教材之一。在职业教育教学改革的进程中，来自高等职业院校教学工作一线骨干教师和学科带头人，通过社会调研，对劳动力市场人才需求分析和进行课题研究，在企业有关人员积极参与下，研发了机电技术专业、数控技术专业人才培养方案，并制定了相关核心课程标准。本书是根据最新制定的“机电设备电气控制技术——电气识图及CAD技术核心课程标准”编写的。

电气识图及CAD技术是五年制高等职业技术学校机电技术应用专业的一门专业基础课。它的任务是培养和训练学生具有绘制电气图和阅读电气图的能力，使学生掌握电气控制的设计方法、安装过程、资料整理和电气绘图软件的使用方法，以Protel 99SE为基础，掌握计算机绘制包括电路图、印制电路板图在内的电气图制图技能。在此过程中培养从事设计工作的整体观念，通过较为完整的实践基本训练，为全面提高学生的综合素质及增强工作适应能力打下一定的基础。教材具有以下特点：

1. 坚持以高职教育培养目标为依据，遵循“以应用为目的，以必需、够用为度”的原则，以“掌握概念、强化应用、培养技能”为重点，力图做到“精选内容、降低理论、加强基础、突出应用”。把握学生的认知过程和接受能力发展的规律，注重对学生创新意识和创新能力的培养，注重对学生综合意识与综合能力的培养，注重对学生实践意识与实践能力的培养。

2. 所选内容尽可能体现新知识、新方法、新工艺、新技术的应用，强调实用性、典型性和工艺规范，使学生在真实的情境中感受、体验，从而提高学生的学习兴趣，掌握操作技能。

3. 以项目为引导、任务为驱动，打破常规的章节内容编写格式，让学生在用什么、学什么、会什么的过程中掌握专业技能和相关专业知识。

4. 教材在结构上，每个项目相对独立，具有一定的独立性、灵活性和可操作性，便于在教学过程中有针对性地进行训练。

本教材的参考教学时数为72学时，使用时可根据具体情况删减部分内容。

课程教学时数建议（供参考）。

序 号	主 要 内 容	学 时		
		理 论	实 践	总 学 时
项目一	电气制图基础知识	4		4
项目二	电气图形符号	2	2	4
项目三	电路图	4	2	6
项目四	印制电路板电气图	2	4	6
项目五	电气图的识读	2	4	6
项目六	Protel 99SE 概述	1	1	2
项目七	原理图的绘制与编辑	4	6	10

续表

序 号	主 要 内 容	学 时		
		理 论	实 践	总 学 时
项目八	PCB 板的设计	4	6	10
项目九	PCB 板的高级应用	4	4	8
项目十	层次原理图设计	2	2	4
* 项目十一	库的制作	2	4	6
	机动	2	4	6
	合计	33	39	72

注：带 \* 为选学内容

本书由江苏省盐城机电高等职业技术学校王著任主编。具体编写分工如下：王著编写了项目一~项目五和附录；苏州工业园区工业技术学校顾宇峰编写了项目六~项目十一。

本书由朱国平审稿，由本套系列教材组编葛金印终审，他们提出了许多宝贵的意见，提高了书稿的质量，在此表示衷心的感谢！

本书作为课程改革成果系列教材，在推广使用中，非常希望得到其教学适用性反馈意见，以便不断改进和完善。

本书在编写过程中还参考了大量的资料，也在此一并感谢相关作者。由于编者水平有限，书中难免有错漏之处，恳请读者批评指正。

本书采用出版物短信防伪系统，用封底下方的防伪码，按照本书最后一页“郑重声明”下方的使用说明进行操作，可查询图书真伪并可赢得大奖。登录 <http://sv.hep.com.cn>，可获得图书相关信息及教学资源。

编 者

2009 年 1 月

序 号	主 要 内 容	学 时	编 者
1	项目一	4	王 著
2	项目二	4	王 著
3	项目三	4	王 著
4	项目四	4	王 著
5	项目五	4	王 著
6	项目六	4	顾宇峰
7	项目七	4	顾宇峰
8	项目八	4	顾宇峰
9	项目九	4	顾宇峰
10	项目十	4	顾宇峰
11	项目十一	4	顾宇峰

# 录

项目一 电气制图基础知识	1
任务一 电气图的种类和特点	1
任务二 电气图国家标准说明	3
任务三 电气图的制图规则	4
任务四 电气图的表示方法	6
思考与练习	8
技能训练	8
项目二 电气图形符号	9
任务一 电气图用图形符号	9
任务二 文字符号	11
任务三 项目代号	14
思考与练习	15
技能训练	15
项目三 电路图	17
任务一 电路图的基本内容和作用	17
任务二 电路图的绘制方法及步骤	18
任务三 电路图的简化	22
思考与练习	26
技能训练 1	26
技能训练 2	26
项目四 印制电路板电气图	28
任务一 印制电路板电气图的分类及其特征	28
任务二 印制电路板零件图	29
任务三 印制电路板装配图	32
思考与练习	34
技能训练	35
拓展训练	36
项目五 电气图的识读方法	37
任务一 电气图的识读	37
任务二 电路原理图识读	39
任务三 印制电路板电气图识读	41
思考与练习	41
技能训练	42
拓展训练	43
项目六 Protel 99SE 概述	45
任务一 Protel 的产生及发展	45
任务二 Protel 99SE 的组成	46
任务三 Protel 99SE 的操作环境及特点	46
任务四 印制电路板设计的基本步骤	49
思考与练习	50
项目七 原理图的绘制与编辑	51
任务一 原理图的设计流程	51
任务二 原理图编辑器的使用	52
任务三 环境设置	58
任务四 元件的操作	61
任务五 基本绘制工具的使用	65
任务六 报表	67
任务七 典型应用举例	71
思考与练习	74
技能训练 1	75
技能训练 2	76
项目八 PCB 板的设计	79
任务一 印制电路板的设计步骤	79
任务二 创建 PCB 板	81
任务三 装载元件库	84
任务四 印制电路板使用	85
任务五 导入元件和网络表	90
任务六 元件布局	92
任务七 PCB 板布线	94
任务八 典型应用举例	95
思考与练习	99
技能训练 1	99
技能训练 2	100
项目九 PCB 板的高级应用	102

任务一	导线的布线技巧	102
任务二	导线的操作	106
任务三	设计规则和检查	107
任务四	三维视图	112
任务五	PCB 图的打印输出	112
任务六	PCB 图的报表生成	115
思考与练习		117
技能训练		118
项目十一	层次原理图设计	120
任务一	原理图的层次化与模块化	120
任务二	层次化原理图绘制	126
思考与练习		130
技能训练		130

项目十一	库的制作	134
任务一	原理图元件库制作	134
任务二	PCB 封装库的创建	143
思考与练习		149
技能训练 1		149
技能训练 2		150

附录一	常用电气简图用图形符号	152
	(摘自 GB/T 4728. 2 ~ 4728. 13	
	—1996 ~ 2000)	152

附录二	常用电气设备用图形符号	158
	(摘自 GB/T 5465. 2)	158

参考文献		159
------	--	-----



# 项目一 电气制图基础知识

本项目主要介绍了电气图种类；电气图的特点；电气制图国家标准说明；电气制图一般规则；电气图的表示方法。通过本项目的学习要求达到以下知识目标。

## 知识目标

- 了解电气图的种类及其特点
- 了解电气制图的国家标准
- 掌握电气制图的一般规则
- 掌握电气图的常用表示方法

在电气技术中，用图形符号和各种图示方法绘制的图称为电气图。广义地说表明两个或两个以上变量之间关系的曲线，用以说明系统、成套装置或设备中各组成部分的相互关系或连接关系，或者用以提供工作参数的表格或文字等，也属于电气图之列。

## 任务一 电气图的种类和特点

### 相关知识一 电气图的种类

电气图的形式多种多样，一般可以有两种分类形式。

#### 1. 按功能和用途分类

##### (1) 系统图或框图

用符号或带注释的方框，表示系统或子系统的基本组成、相互关系及其主要特征的一种简图。

##### (2) 电路图

用图形符号并按工作顺序排列，详细表示电路，设备或成套装置的全部组成和连接关系，而不考虑其实际位置的一种简图。目的是便于详细理解作用原理，分析和计算电路特性。

##### (3) 功能图

表示理想的电路而不涉及实现方法，只提供绘制电路图或其他有关图的依据的一种简图。

##### (4) 逻辑图

主要用二进制逻辑（与，或，异或等）单元图形符号绘制的一种简图。

##### (5) 功能表图

表示控制系统的作用和状态的一种图。

##### (6) 等效电路图

表示理想的元件（如 R，L，C）及其连接关系的一种功能图。

##### (7) 程序图

表示程序单元、模块的输入输出其互连关系的一种简图。

### (8) 设备元件表

把成套装置、设备和装置中各组成部分和相应数据列成的表格，其用途表示各组成部分的名称，型号，规格和数量等。

### (9) 端子功能图

表示功能单元各外接端子接口连接和内部功能的一种简图。

### (10) 接线图或接线表

表示成套装置、设备或装置的连接关系，用以进行接线和检查的一种简图或表格。

### (11) 时序图

表示按比例绘制的时间表图。

### (12) 简图或位置图

表示成套装置、设备或装置中各个项目的位置的一种简图或叫位置图。

## 2. 按表达形式分类

### (1) 图样

利用投影关系绘制的图形。如印制板零件图、装配图。

### (2) 简图

用电气图形符号、带注释的方框或简化外形表示电气系统或设备中组成部分之间相互关系及其连接关系的一种图。如框图、电路图、功能图等。

### (3) 表图

描述两个或多个变量、操作或状态之间关系等系统特性的图。如波形图。

### (4) 表格

把电气系统的有关数据或编号采用行和列的表达形式，用来说明系统、成套装置或设备中各组成部分的相互关系、连接关系。如元件表、接线表等。

### (5) 文字形式

应用文字说明的一种表达形式。如说明书等。

## 相关知识二 电气图的特点

### 1. 电气图的作用

阐述电的工作原理，描述产品的构成和功能，提供装接和使用信息的重要工具和手段。

### 2. 简图的作用

简图是电气图的主要表达方式，是用图形符号，带注释的围框或简化外形表示系统或设备中各组成部分之间相互关系及其连接关系的一种图。

### 3. 元件和连接是电气图的主要表达内容

(1) 电路通常由电源、开关设备、用电设备和连接线 4 个部分组成，将电源设备、开关设备和用电设备看成一个元件，则电路由元件与连接线组成，或者说不同的元件按照一定的顺序用连接线连接起来就构成了电路。

(2) 元件和连接线的表示方法

① 元件用在电路图中时，有集中表示法，分开表示法，半集中表示法。

② 元件用在布局图中时，有位置布局法和功能布局法。

③ 连接线用在电路图中时,有单线表示法、多线表示法和混合表示法。

④ 连接线用在接线图及其他图中时,有连续线表示法和中断线表示法。

4. 图形符号、文字符号(或项目代号)是电气图的主要组成部分。

一个电气系统或一种电气装置是由不同的元器件组成,在主要以简图形式表达的电气图中,无论是表示构成、功能、还是电气接线等,通常用简单的图形符号表示。

5. 对能量流、信息流、逻辑流、功能流的不同描述构成了电气图的多样性。

在电气系统中,各种电气设备和装置之间,从不同角度、侧面存在着不同的关系。

(1) 能量流

电能的流向和传递。

(2) 信息流

信号的流向和传递。

(3) 逻辑流

相互间的逻辑关系。

(4) 功能流

相互间的功能关系。

## 任务二 电气图国家标准说明

随着电气技术的发展,电气图的表达形式、表示方法、电气图的功能、种类等也是不断发展、完善的。绘制电气图、阅读电气图的基本依据是电气图的国家标准。电气图的国家标准 GB/T 6988 也称“电气技术文件编制”,它与电气简图用图形符号的国家标准 GB/T 4728 共同构成电气制图的基本依据。

国际电工委员会(International Electrotechnical Commission,简称“IEC”)是国际标准化组织(ISO)的成员组织,专门负责电力和电子工业领域标准化的问题,它所颁布的标准(IEC 标准)在国际上具有很强的权威性。我国相关部门在做了大量调研工作的基础上,特别是在认真研究了 IEC 标准的基础上,对电气图原有的标准做了较大的修改,颁布了一系列电气图标准。

### 相关知识一 电气制图国家标准说明

GB/T 6988—1997《电气技术用文件的编制》,发布于1997年,主要包括以下几个分标准:

(1) GB/T 6988.1—1997《电气技术用文件的编制第1部分:一般要求》

(2) GB/T 6988.2—1997《电气技术用文件的编制第2部分:功能性简图》

(3) GB/T 6988.3—1997《电气技术用文件的编制第3部分:接线图和接线表》

### 相关知识二 电气简图用图形符号国家标准说明

GB/T 4728《电气简图用图形符号》国家标准一共有13项,其中 GB/T 4728.2~GB/T 4728.13 共12个国家标准都是使用新版的国际电工委员会 IEC617 系列标准修订后的最新版本国家标准。

GB/T 4728 由以下13部分组成:

(1) 电气图用图形符号总则

- (2) 电气简图用图形符号第 2 部分：符号要素、限定符号和其他常用符号 GB/T 4728.2—1998
- (3) 电气简图用图形符号第 3 部分：导体和连接件 GB/T 4728.3—1998
- (4) 电气简图用图形符号第 4 部分：基本无源元件 GB/T 4728.4—1999
- (5) 电气简图用图形符号第 5 部分：半导体管和电子管 GB/T 4728.5—2000
- (6) 电气简图用图形符号第 6 部分：电能的发生与转换 GB/T 4728.6—2000
- (7) 电气简图用图形符号第 7 部分：开关、控制和保护器件 GB/T 4728.7—2000
- (8) 电气简图用图形符号第 8 部分：测量仪表、灯和信号器件 GB/T 4728.8—2000
- (9) 电气简图用图形符号第 9 部分：电信、交换和外围设备 GB/T 4728.9—1999
- (10) 电气简图用图形符号第 10 部分：电信、传输 GB/T 4728.10—1999
- (11) 电气简图用图形符号第 11 部分：建筑安装平面布置图 GB/T 4728.11—2000
- (12) 电气简图用图形符号第 12 部分：二进制逻辑元件 GB/T 4728.12—1996
- (13) 电气简图用图形符号第 13 部分：模拟元件 GB/T 4728.13—1996

### 相关知识三 其他标准说明

#### 1. GB/T 5094—1985《电气技术中的项目代号》

本标准规定了电气技术领域项目代号的组成方法和应用原则。

#### 2. GB/T 7159—1987《电气技术中的文字符号制订通则》

本标准规定了电气技术文件中文字符号的组成方法和应用原则。

#### 3. GB/T 14689—14691—1993《技术制图》

本标准规定了图纸的幅面尺寸和格式以及有关的附加符号，汉字、字母和数字的结构形式及基本尺寸。

## 任务三 电气图的制图规则

GB 6988.2《电气制图》规定了电气图的制图规则，它是绘制和识读电气图的基本规范。

### 相关知识一 电气图面的组成

它是由边框线、图框线、标题栏和会签栏组成，如图 1-3-1 所示。

#### 1. 图纸幅面尺寸

由边框线构成的图面称为图纸幅面，简称图幅。基本图幅尺寸有 5 种，见表 1-3-1。如果要加长的图纸，可采用表 1-3-2 中规定的图幅尺寸。

#### 2. 标题栏

标题栏是用来确定图样名称、图号、张次、更改和有关人员签名等内容的栏目，相当于图

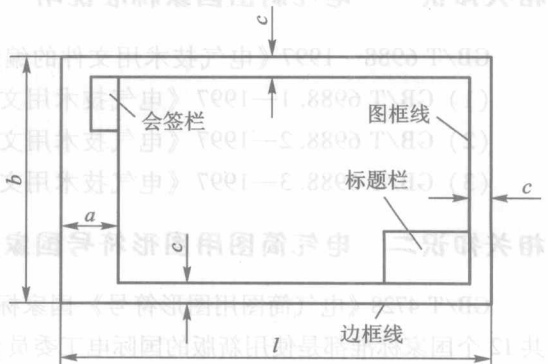


图 1-3-1 电气图面的组成

样的“铭牌”。

### 3. 签栏

用来提供各相关专业的的设计人员会审图样时的签名和标注日期。

表 1-3-1 基本图幅代号与尺寸

单位: mm

图幅代号	A0	A1	A2	A3	A4
宽×长 ( $b \times l$ )	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
边宽 ( $c$ )	10	10	10	5	5
装订侧边宽	25	25	25	25	25

表 1-3-2 加长图幅代号与尺寸









单位: mm

图幅代号	A3 × 3	A3 × 4	A4 × 3	A4 × 4	A4 × 5
宽×长 ( $b \times l$ )	42 × 891	420 × 1 189	297 × 630	297 × 841	297 × 1 051

## 相关知识二 图线

电气制图中使用的图线有 8 种形式, 分别为粗实线、细实线、波浪线、双折线、虚线、细点划线、粗点划线和双点划。见表 1-3-3。

表 1-3-3 图线的形式和应用

序号	名称	代号	形式	宽度	应用举例
1	粗实线	A		$b$	可见轮廓线, 可见过渡线, 简图主要内容用线, 可见导线, 图框线
2	细实线	B		约 $b/3$	尺寸线, 尺寸界线, 剖面线, 引出线, 分界线, 范围线, 辅助线, 弯折线, 指引线
3	波浪线	C		约 $b/3$	图形未全画出时的折断界线, 中断线, 局部剖视图或局部放大图的边界线
4	双折线	D		约 $b/3$	被断开部分的边界线
5	虚线	F		约 $b/3$	不可见轮廓线, 不可见过渡线, 不可见导线, 计划扩展内容用线, 屏蔽线, 地下管道 (粗实线, $b$ )
6	细点划线	G		约 $b/3$	物体 (或建筑物、构筑物) 的中心线, 对称线, 回转体轴线, 分界线, 结构围框线, 功能围框线, 分组围框线 (首末两端应是线段而不是点)
7	粗点划线	J		$b$	有特殊要求的线或表面的表示线, 平面图中大型构件的轴线、位置线, 起重机轨道
8	双点划线	K		约 $b/3$	运动零件在极限或中间位置时的轮廓线, 辅助用零件的轮廓线及其剖面线, 剖视图中被剖去的前面部分假想投影轮廓线, 中断线, 辅助围框线

常用的是粗实线、细实线、虚线、点划线和双点划线五种，图线的宽度一般从 0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1.0 mm、1.4 mm 中选取。

### 相关知识三 箭头和指引线

#### 1. 箭头

GB/T 4728《电气简图用图形符号》中的箭头有两种形状：开口箭头和实心箭头。

(1) 开口箭头：表示能量传输和信号传播的流动方向，如图 1-3-2 (a) 所示。

(2) 实心箭头：表示非内在的可变性、内在的自动控制、辐射及指引线，如图 1-3-2 (b) 所示。



图 1-3-2 箭头的两种形状

#### 2. 指引线

用来指向被注释对象，使用细实线，在末端加注标记。指引线末端加注标记方法：指向轮廓线内，用黑点，如图 1-3-3 (a) 所示；指向轮廓线上，用实心箭头，如图 1-3-3 (b) 所示；指向电路连接线上，用短斜线，如图 1-3-3 (c) 所示。

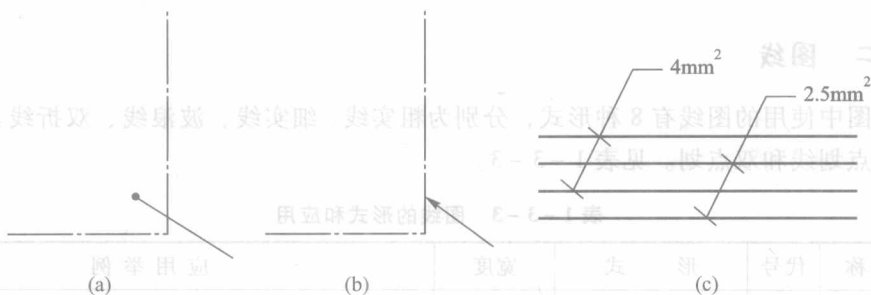


图 1-3-3 指引线末端加注标记的方法

### 相关知识四 电气图的布局

电气图的布局可以灵活、多样，但必须要合理。布局的原则：排列匀称，图面清晰，便于绘制，便于读图。布局的顺序：从总体到局部，从主到辅，从左到右，从上到下。

## 任务四 电气图的表示方法

### 相关知识一 电路的表示方法

在电气图中，电路的表示方法可用单线、多线和混合线表示。

#### 1. 单线表示法

用电设备的两根或两根以上的连接线（或导线），采用一根图线表示的方法。如图 1-4-1 所示。

特点：适用于三相或多线基本对称的情况。

#### 2. 多线表示法

用电设备的每根连接线（或导线），各用一根图线表示的方法。如图 1-4-2 所示。

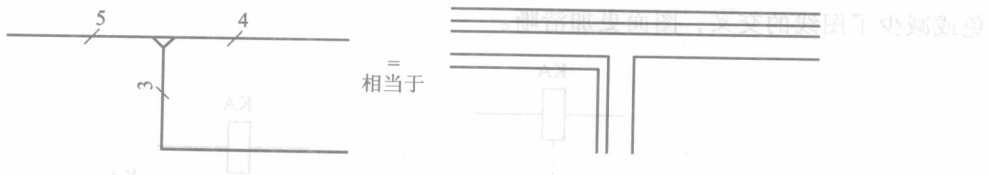


图 1-4-1 单线表示法

特点：详细地表达各相或各线的内容，但图线多，交叉线多，没有单线表示法清晰。

### 3. 混合表示法

在同一个图中，一部分用单线，一部分用多线。如图 1-4-3 所示。

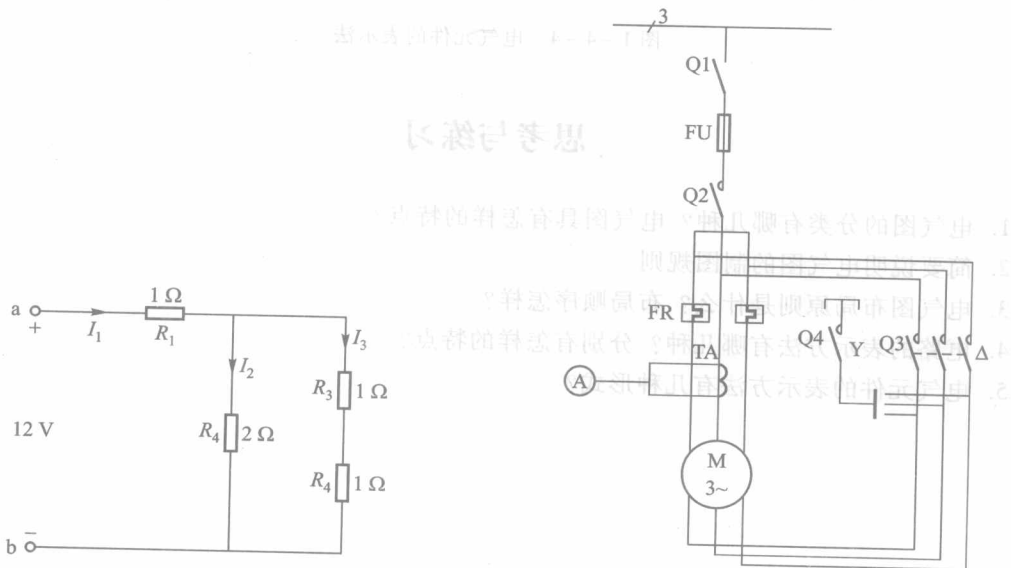


图 1-4-2 多线表示法

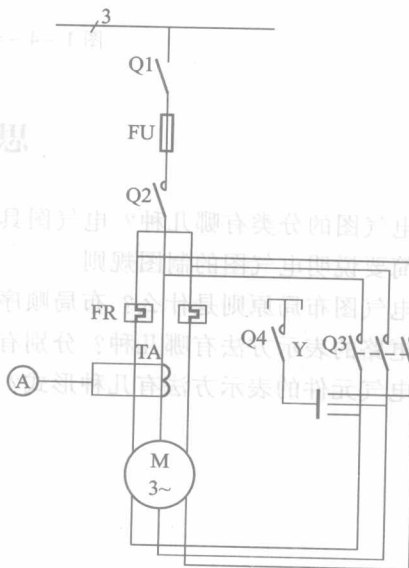


图 1-4-3 混合表示法

特点：既有单线表示法的简洁、精炼，又有多线表示法对描述对象的精确。

## 相关知识二 电气元件的表示法

电气图中的电气元件根据要求可采用集中表示法、半集中表示法和分开表示法。

### 1. 集中表示法

把一个项目的各个组成部分的图形符号在简图上集中绘制的一种方法。如图 1-4-4 (a) 所示。在此表示法中，各个组成部分是用机械连接线相互连接，连接线为一条直线。

### 2. 半集中表示法

把一个项目的某些组成部分的图形符号在简图上分开布置，并用机械连接线把它们连接在一起的方法。如图 1-4-4 (b) 所示。在此表示法中，机械连接线可以弯曲、交叉和分支。

### 3. 分开表示法

把一个项目的某些组成部分的图形符号在简图上分开布置，再使用项目代号表示它们之间关系的一种方法。如图 1-4-4 (c) 所示。在此表示法中，由于缺少了机械连接线，所以避

免或减少了图线的交叉，图面更加清晰。

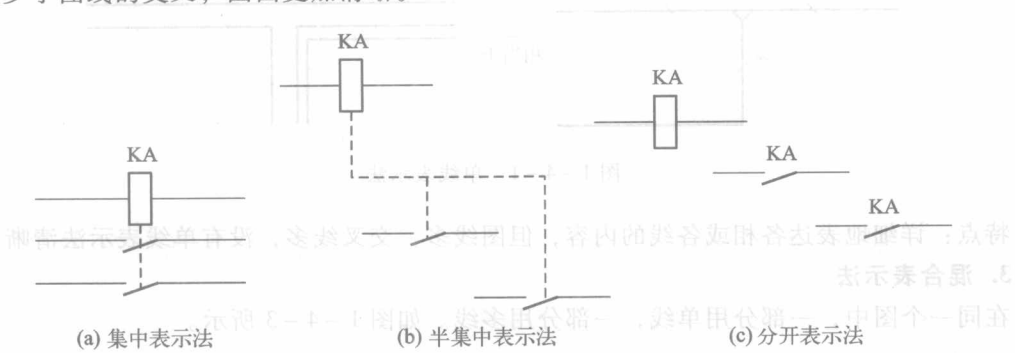


图 1-4-4 电气元件的表示法

### 思考与练习

1. 电气图的分类有哪几种？电气图具有怎样的特点？
2. 简要说明电气图的制图规则。
3. 电气图布局原则是什么？布局顺序怎样？
4. 电路的表示方法有哪几种？分别有怎样的特点？
5. 电气元件的表示方法有几种形式？

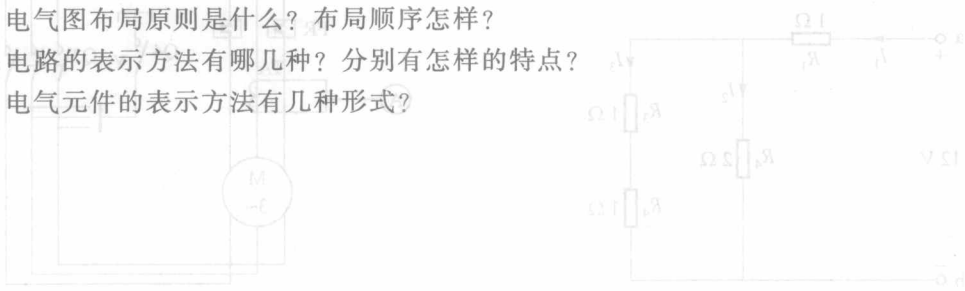


图 1-4-5 电动机表示法

图 1-4-6 电阻表示法

### 电气元件的表示法

电气元件的表示法，是指用规定的符号和文字标注来表示电气元件及其连接关系的方法。在电气图中，元件的表示法分为集中表示法、半集中表示法和分开表示法三种。

集中表示法是指将元件的符号和文字标注集中在元件的图形符号上，如图 1-4-4(a)所示。这种表示法的特点是图面简洁，但图线交叉较多。

半集中表示法是指将元件的符号和文字标注分开，用虚线将两者连接起来，如图 1-4-4(b)所示。这种表示法的特点是图面清晰，图线交叉较少。

分开表示法是指将元件的符号和文字标注完全分开，如图 1-4-4(c)所示。这种表示法的特点是图面非常清晰，但图线交叉最多。



## 项目二 电气图形符号

本项目主要介绍了图形符号的含义；图形符号的形式；图形符号的分类；使用图形符号的注意事项；基本文字符号；辅助文字符号；项目代号构成；项目代号使用。通过本项目的学习要求达到以下知识、技能目标。

### 知识目标

- 掌握电气图用图形符号
- 了解电气技术中的文字符号和项目代号

### 技能目标

- 学会认识电气图用图形符号
- 通过手册或网络，能够查找相关的符号、代号

## 任务一 电气图用图形符号

绘制、识读电气图离不开图形符号，而这些图形符号又必须符合国家标准，才能正确地交流和使用。

### 相关知识一 图形符号的含义

用于图样或其他文件中以表示一个设备或概念的图形、标记或字符，称为图形符号。它是构成电气图的基本单元，是绘制和识读电气图的基础。

### 相关知识二 图形符号的一般形式

图形符号有符号要素、一般符号、限定符号和方框符号四种形式。

#### 1. 符号要素

它是一种具有确定意义的简单图形，但不能单独使用，必须与其他图形组合以构成一个设备或概念的完整符号。如图 2-1-1 所示。



图 2-1-1 符号要素

#### 2. 一般符号

表示同一类元器件性质的一种简单的符号。它既能表示各类元器件，又能表示一般的、没有附加功能的各类元器件。如图 2-1-2 所示。