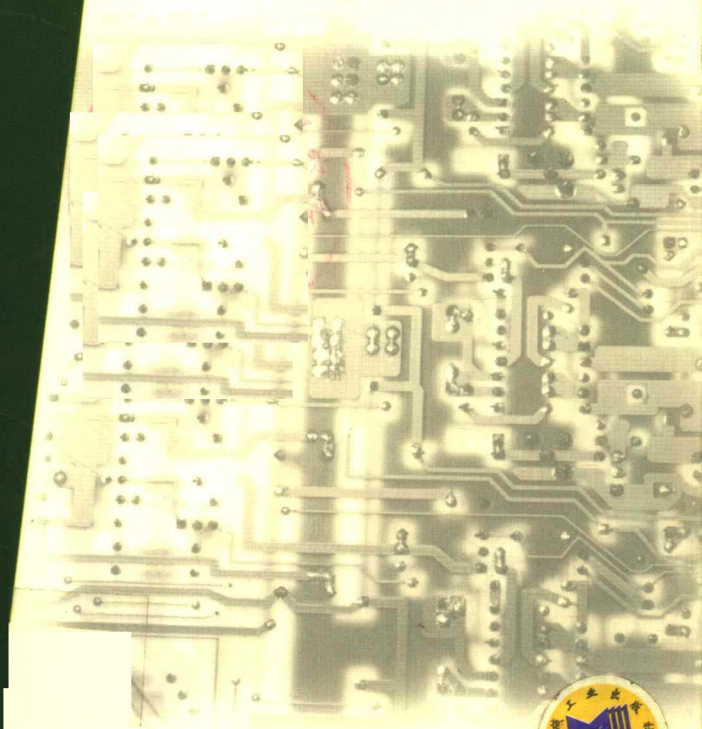


电/工/实/用/丛/书

电工识图入门

林向淮 安志强 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



71113-51

3023728/2

电工实用丛书

电工识图入门

林向淮 安志强 主编



机械工业出版社

本书是一本电气技术科学普及读物。从识读各类电气图的角度出发,以生产实际和日常生活中常用到的电力、电子、机电等各种控制电路为例,介绍了识读电气电路图的一般方法和步骤,在分析电路工作原理的同时,也对比较典型的元器件的性能、特点进行了介绍,以帮助读者更好地理解电路的工作原理。

本书主要内容有识读电气图的基本知识;工厂供电系统图的识读;仪表及保护电路图的识读;建筑电气施工图的识读;电动机拖动控制电路图的识读;电梯控制电路图的识读;电子电路图的识读;电力电子电路图的识读等。

本书以工矿、农村、企事业单位的初、中级电气技术工人为主要对象,也可作为企事业单位培训电气技术工人的辅助教材,同时也可供电气技术职业高中学生和广大电工、电子爱好者学习电工、电子技术知识时参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工识图入门/林向准,安志强主编. —北京:机械工业出版社,2004.4
(电工实用丛书)

ISBN 7-111-14052-4

I. 电... II. ①林... ②安... III. 电路图—识图法 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 013125 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:徐明煜 版式设计:冉晓华 责任校对:李汝庚

封面设计:陈 沛 责任印制:洪汉军

北京瑞德印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 4 月第 1 版第 3 次印刷

890mm × 1240mm A5 · 10.625 印张 · 313 千字

10001—15000 册

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

在 21 世纪的今天，伴随着科学与技术进步的飞速发展，我们已处在知识经济时代的前沿。知识经济呼唤大批德才兼备、具有创新意识和专业技能的各类高、中、初级技术人才。

本书是以电气技术工人和电工上岗就业人员为读者群的大众科学普及读物，这是基于提高初、中级电气技术工人和准备从事这一行业的人员的素质而编写的，所以在编写时遵循“注重基础，实践为主”的原则。考虑到读者的实际情况，在讲解识图的过程中，注重对一些元器件性能的介绍，以便使读者能更好地看懂电路图，理解电路原理。对各种应用电路的选择，我们采取“突出特色，少而精”的原则，而不是各种电路的罗列。同时，注重电路的新颖性、实用性。在电路的编排上，我们坚持“由浅入深，由易到难”的原则，读者可通过阅读每一章、每一节达到循序渐进、逐步提高的目的。

本书在普及新技术、贯彻新国标等方面也做了有益的尝试。书中所有电路图上的电气符号都采用新国标，以适应和国际接轨的需要。

本书的作者都是多年从事职业技术教育和培训的专业高级教师，有的教师还是北京市电工职业技能鉴定考评员，具有丰富的理论教学与指导技能训练的实践经验，比较了解初、中级电气技术工人的文化基础和专业素质水平，在编写内容的选取及在知识的深度、广度、讲解等方面都做了较周密的考虑，在科学严谨的前提下，尽量做到通俗易懂、突出行业特点和工种岗位应知、应会内容，使读者通过自学和参加培训，对取得电工工种岗位从业资格证书有所帮助，对实际工作有所裨益。

本书还可以作为企业开展技术工人培训的辅助教材，也可作为技术工人自学提高的辅助读物，如果读者通过阅读本书使自己的实践能力有了一定提高，对工作有所帮助的话，那将会使我们全体编者感到莫大的欣慰。

IV

本书的第一、三、七、八章由林向淮编写，第二章由徐扬编写，第四章由赵进京编写，第五章由安志强编写，第六章由李曦编写。由于编者水平有限，书中缺点和错误在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 电工识图的基本知识	1
第一节 电气图的基本构成	1
第二节 电气符号	9
第三节 电气图的分类	57
第四节 识图的基本方法和步骤	66
第二章 工厂供电系统电气图的识读	70
第一节 电力系统图的识读	70
第二节 工厂变电站一次接线方式	93
第三节 低压配电系统图的识读	101
第三章 仪表、信号及保护电路图的识读	105
第一节 仪表测量电路图的识读	105
第二节 信号电路及保护电路图的识读	120
第四章 建筑电气施工图的识读	131
第一节 建筑电气施工图的识读步骤	131
第二节 照明和动力电气施工图的识读	138
第三节 防雷和接地平面图的识读	149
第五章 笼型异步电动机常用控制电路图的识读	158
第一节 笼型异步电动机全压起动控制电路图的识读	158
第二节 笼型异步电动机减压起动控制电路图的识读	170
第三节 笼型异步电动机制动控制电路图的识读	177
第六章 电梯电气线路图的识读	182

第一节 电梯的基础知识	182
第二节 电梯的基本结构	191
第三节 电梯电路系统图的识读	206
第七章 电子电路图的识读	228
第一节 概述	228
第二节 识读电子电路图的一般方法	229
第三节 常用单元电子电路图的识读	233
第四节 实用电子电路图的识读	262
第八章 电力电子电路图的识读	280
第一节 晶闸管及其触发电路	280
第二节 晶闸管集成触发器电路图的识读	301
第三节 晶闸管综合应用电路图的识读	310
参考文献	333

第一章 电工识图的基本知识

有志学习电气技术，准备从事电工工作的朋友，需要学会使用电气工程的通用语言，这个语言就是根据最新国家标准电气图形符号绘制的各种电气工程图。它是各类电气工程技术人员进行沟通、交流的共同语言。在设计、安装、调试和维修管理电气设备时，通过识图，可以了解各电气元器件之间的相互关系以及电路工作原理，为正确安装、调试、维修及管理提供可靠的保证。

要做到会看图和看懂图，首先应掌握识图的基本知识，即应当了解电气图的构成、种类、特点等，同时应掌握电气工程中常用的最新国家标准图形符号，了解这些符号的意义。其次，还应掌握识图的基本方法和步骤等相关知识。

本章主要介绍电工识图的基本知识。读者通过学习这些基本知识，掌握识图的一般方法和规律，能为快速、正确的识图奠定基础。

第一节 电气图的基本构成

电气图一般是由电路图、技术说明和标题栏三部分组成。

一、电路图

用导线将电源和负载以及有关的控制元件按一定要求连接起来构成闭合回路，以实现电气设备的预定功能，这种电气回路就叫电路。

实际电路的结构形式和所能完成的任务是多种多样的，就构成电路的目的来说有两个：一是进行电能的传输、分配与转换，如图 1-1a 所示的电力系统示意图；二是进行信息的传递和处理，如图 1-1b 所示的电视机原理框图。针对不同的电气设备和电路，电气图可分为电力系统电气图、电力拖动电气图、电子电路图（包括模拟电路、数字

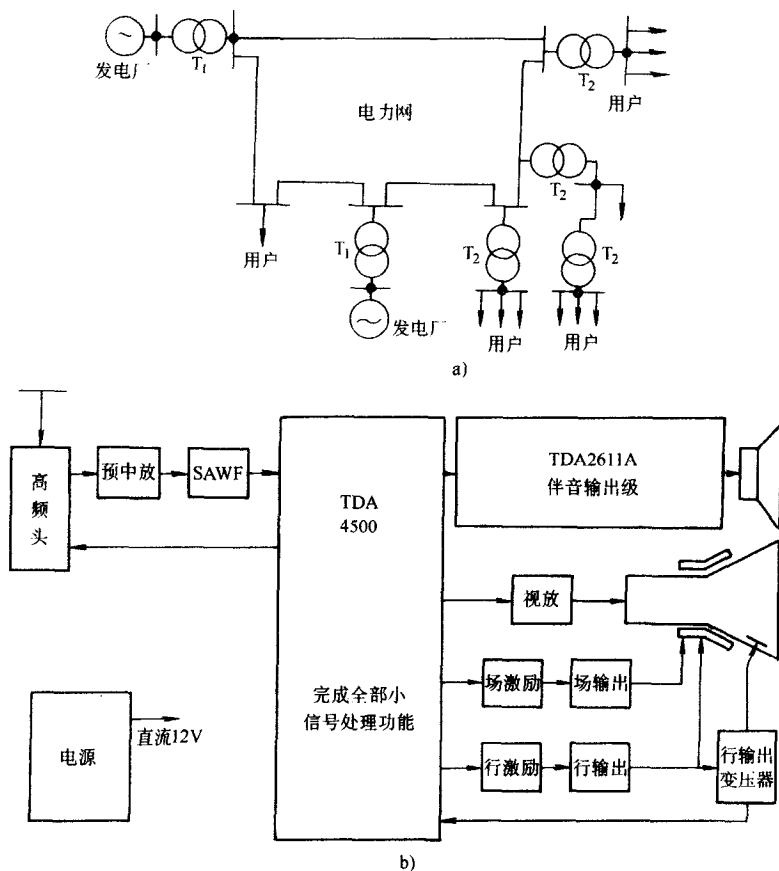


图 1-1 电路示意图

a) 电力系统示意图 b) 电视机原理框图

电路、可编程序控制器电路等)、建筑安装电气图、电梯控制电气图等。本书将在后面相应的章节里分别进行介绍。

进行电能传输、分配与转换的电路通常包含两部分——主电路和辅助电路。主电路也叫一次回路，是电源向负载输送电能的电路。它一般包括发电机、变压器、开关、接触器、熔断器和负载等。辅

助电路也叫二次回路，是对主电路进行控制、保护、监测、指示的电路。它一般包括继电器、仪表、指示灯、控制开关等。通常，主电路中的电流较大，线径较粗，而辅助电路中的电流较小，线径也较细。

电路图是反映电路构成的。由于电气元器件的外形和结构比较复杂，所以在电路图中采用国家统一规定的图形符号和文字符号来表示电气元器件的不同种类、规格以及安装方式。此外，根据电气图的不同用途，要绘制成不同的形式。如有的电路只绘制其工作原理图，以便了解电路的工作过程及特点；而有的只绘制装配图，以便了解各电气元件的安装位置及配线方式。对于比较复杂的电路，通常还绘制安装接线图，必要时还要绘制分开表示的接线图（又叫展开接线图）、平面布置图等，以供生产、安装部门和用户使用。

二、技术说明

电气图中的文字说明和元件明细表等总称为技术说明。文字说明注明电路的某些要点及安装要求等，通常写在电路图的右上方，若说明较多，也可另附页说明。元件明细表列出电路中各种元件的符号、规格和数量等。元件明细表以表格形式写在标题栏的上方，元件明细表中序号自下而上编排。技术说明及元件明细表的示例见表 1-1。

表 1-1 技术说明示例

技术说明：

1. 继电器 KC1 ~ KC4、KA1 ~ KA8、KT1、KT2 接线端子采用制造厂在产品上标出的标记。
2. 电流互感器 TA1 ~ TA3 二次接线端子标记采用制造厂的标记。

7	—TA	电流互感器	LMZJ—0.5	3	
6	—SB	按钮	LA2	1	
5	—FU	熔断器	RL1—100	3	
4	—QF	低压断路器	DZ10—100/330	1	
3	—KM	交流接触器	CJ10—40	2	
2	—KR	热继电器	JR16—60/3	1	

(续)

1	--M1	电动机	Y180M—2	1	
序号	代号	名称	规格	数量	备注

注：本表所列元件名称、规格、数量只是用来说明“技术说明”中应包含的项目及内容，并不代表某一具体电路所使用的元器件。

三、标题栏

标题栏画在电路图的右下角，其中注明工程名称、图名、图号，还有设计人、制图人，审核人、批准人的签名和日期等。标题栏是电路图的重要技术档案，栏目中的签名者对图中的技术内容各负其责。标题栏示例见表 1-2。

表 1-2 标题栏示例

× × 设计院				工程名称	
审核		总工程师		电动机控制电路图	专业
校核		总专业师			单位
制图		项目负责人			日期
设计		专业负责人			图号

四、图面的构成

1. 图面格式和图幅尺寸 图面（也称图纸）通常由纸边界线、图框线、标题栏、会签栏组成，格式如图 1-2 所示。其幅面代号及尺寸见表 1-3。

表 1-3 基本幅面代号及尺寸 (单位：mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
宽×长 ($B\times L$)	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
留装订边边宽 (c)	10			5	
不留装订边边宽 (e)	20		10		
装订侧边宽 (a)	25				

图纸幅面简称图幅，指由边框线所围成的图面。电气图的常用幅面规格有五种。

2. 图线 绘制电气图所用的各种线条统称图线，线型包含了一

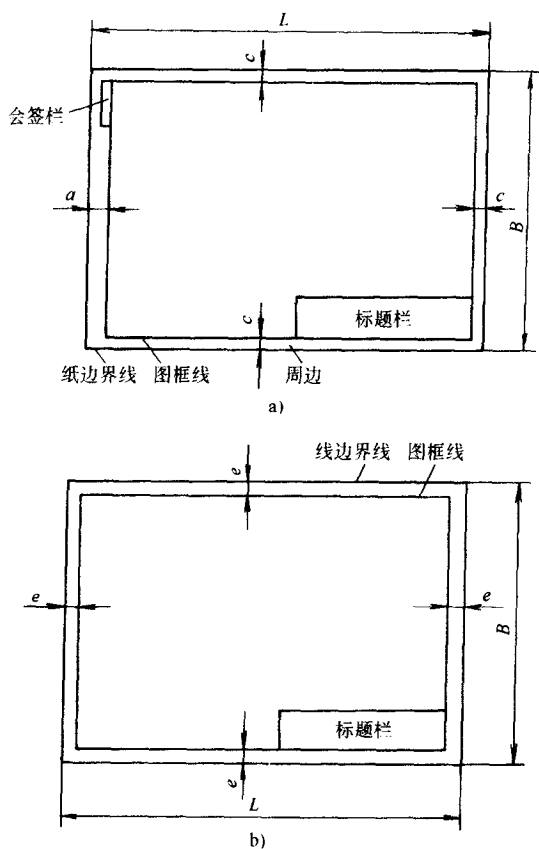
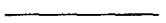
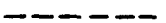


图 1-2 图幅格式
a) 留装订边 b) 不留装订边

定信息。要表达清楚电气图的内容，其图线的使用必须符合规范。电气图图线的线型和应用范围见表 1-4。

表 1-4 电气图图线的线型和应用范围

线型	说 明	一 般 应 用
A	粗实线 	简图常用线，方框线、主汇流条、母线、电缆
B	细实线 	基本线、简图常用线。如导线、轮廓线
E	粗虚线 	隐含主汇流条、母线、电缆、导线

(续)

线型	说 明	一 般 应 用
F	细虚线 — · — · — · — · —	辅助线, 屏蔽线, 隐含轮廓线、隐含导线, 准备扩展用线
G	细点划线 — • — — — • — — —	分界线, 结构、功能、单元相同围框线
J	长短划线 — — — — — — — — — —	分界线, 结构、功能、单元相同围框线
K	双点划线 — — — — — — — — — —	辅助围框线

3. 箭头和指引线 电气图中的尺寸标注, 表示信号传输或表示非电过程中的介质流向时都需要用箭头。若将文字或符号引注至被注释的部位, 需要用指引线。

电气图中有三种形状的箭头, 如图 1-3 所示。图 a 所示为开口箭头, 用于说明电气能量、

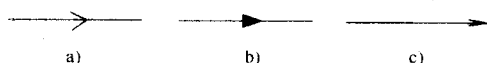


图 1-3 电气图中的箭头

a) 开口箭头 b) 实心箭头 c) 普通箭头

电气信号的传递方向 (能量流、信息流向), 图 b 所示为实心箭头, 用于说明非电过程中材料或介质的流向, 图 c 所示为普通箭头, 用于说明可变性力或运动的方向以及指引线方向。

指引线用来指示注释的对象, 它为细实线, 并在其末端加注标记。指引线末端有三种形式, 如图 1-4 所示。

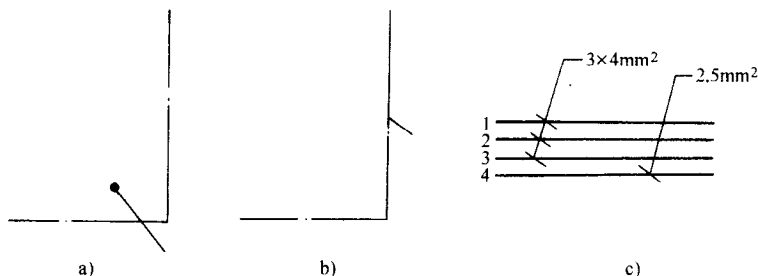


图 1-4 指引线末端形式

a) 小圆点 b) 普通箭头 c) 短斜线

当指引线末端伸入被注释对象的轮廓线内时, 指引线末端应画一个小圆点, 如图 a 所示。当指引线末端恰好指在被注释对象的轮廓线

上时,指引线末端应用普通箭头指在轮廓线上,如图 b 所示。当指引线末端指在不用轮廓图形表示的电气连接线上时,指引线末端应用一短斜线示出,如图 c 所示。图 1-4c 表示从上往下第 1、2、3 根导线的截面积为 4mm^2 、第 4 根导线的截面积为 2.5mm^2 。

五、图上位置的表示方法

电气图上各种电气设备、元器件很多,有时某些项目的某一部分要与另一项目的某一部分相连,一条连接线可能从一张图上连接到另一张图上的某个位置。为使图面清晰,在连接线的中断处要表明另一端所在的位置,以便清楚表达图与图、元器件与元器件之间的连接情况。当确定电路图上的内容需补充、更改时,要在修改文件中表明修改内容,在图上修改内容的位置也要采用适当的方法表示。

图上位置的表示方法有三种,即图幅分区法、电路编号法、表格法。

1. 图幅分区法(也称坐标法) 图幅分区即将整个图纸的幅面分区,将图纸相互垂直的两边各自加以等分,分区的数目取决于图的复杂程度,但必须取偶数,每一分区长度为 $25 \sim 75\text{mm}$ 。然后从图样的左上角开始,在图样横向周边的用数字编号,竖向用拉丁字母编号,如图 1-5 所示,图幅分区后,相当于建立了一个坐标。图中某个位置的代号用该区域的字母和数字组合起来表示,且字母在前,数字在后。如 C2 区、B5 区等。这样在识读电路图时,就可用分区来确定、查找电气元器件,这为分析电路工作原理带来了极大的方便。图中的分区位置及标注方法见表 1-5。

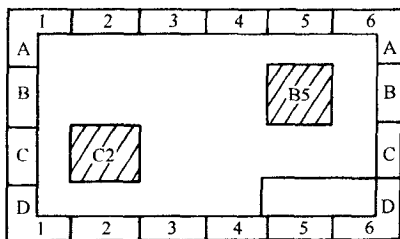


图 1-5 普通电气图的图幅分区

表 1-5 分区位置代号及标记方法

符号或元件的图中位置		标 记
有关联的符号 在同一张图内	本图中的 B 行	B
	本图中的 5 列	5
	本图中的 B 行 5 列 (B5 区)	B5

3. 表格法 表格法是指在图的边缘部分绘制一个按项目代号进行分类的表格。表格中的项目代号和图中相应的图形符号在垂直或水平方向对齐，图形符号旁仍需标注项目代号。图上的各项目与表格中的各项目一一对应。这种位置表示法便于对元器件进行归类 and 统计。图 1-8 所示是一个功率放大器电路，其元器件位置就是采用表格法来表示的。

电阻器	R_1 R_2 R_3
电容器	C_1
晶体管	V_1 V_2
变压器	T_1 T_2
扬声器	B

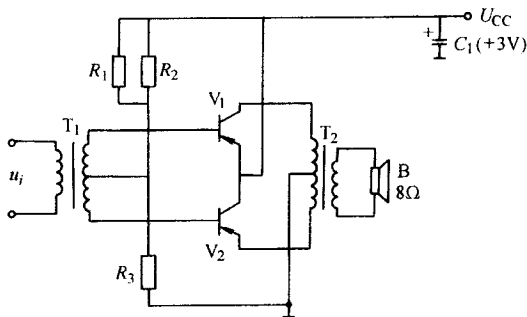


图 1-8 用表格法表示图中位置的功率放大电路

第二节 电气符号

电气符号主要包括文字符号、图形符号、项目代号和回路标号等。在绘制电气图时，所有电气设备和电气元件都应使用国际统一标准符号，当没有国际标准符号时，可采用国家标准或行业标准符号。要想看懂电气图，就应了解各种电气符号的含义、标注原则和使用方法，充分掌握由图形符号和文字符号所提供的信息，才能正确地识图。

一、文字符号

电气技术文字符号分基本文字符号和辅助文字符号两类。在电气图中一般标注在电气设备、装置和元气件图形符号上或其近旁，以标明电气设备、装置和元器件的名称、功能、状态和特征。

1. 基本文字符号 基本文字符号主要表示电气设备、装置和元器件的种类名称，分为单字母符号和双字母符号。

单字母符号用拉丁字母将各种电气设备、装置和元器件分为 23 类，每大类用一个大写字母表示。如用“V”表示半导体器件和电真空器件，用“K”表示继电器、接触器类等。

双字母符号是由一个表示种类的单字母符号与另一个表示同一类电气设备、装置和元器件的不同用途、功能、状态和特征的字母组成，种类字母在前，功能名称字母在后。如“T”表示变压器类，则“TA”表示电流互感器，“TV”表示电压互感器，“TM”表示电力变压器等。电气技术中常用的基本文字符号见表 1-6（单字母符号）和表 1-7（双字母符号）。

表 1-6 单字母符号

字母符号	种 类	举 例
A	组件	分立元件放大器、磁放大器、激光器、微波发射器
	部件	印制电路板、调节器、集成电路放大器 本表其他地方未提及的组件、部件
B	变换器 (从非电量到 电量或相反)	热电传感器、热电池、光电池、测功计、晶体换能器、送话器、拾音器、扬声器、耳机、自整角机、旋转变压器、测速发电机，速度、压力、温度变换器
C	电容器	
D	二进制单元 延迟器件 存储器件 门电路	数字集成电路和器件、延迟线、双稳态元件、单稳态元件、磁心存储器、寄存器、磁带记录机、盘式记录机 与门、或门、与非门
E	杂项	光器件、热器件、本表其他地方未提及的元件
F	保护器件	熔断器、避雷器、过电压放电器件
G	发电机电源	旋转发电机、旋转变频机、电池、振荡器、石英晶体振荡器
H	信号器件	光指示器、声响指示器、指示灯