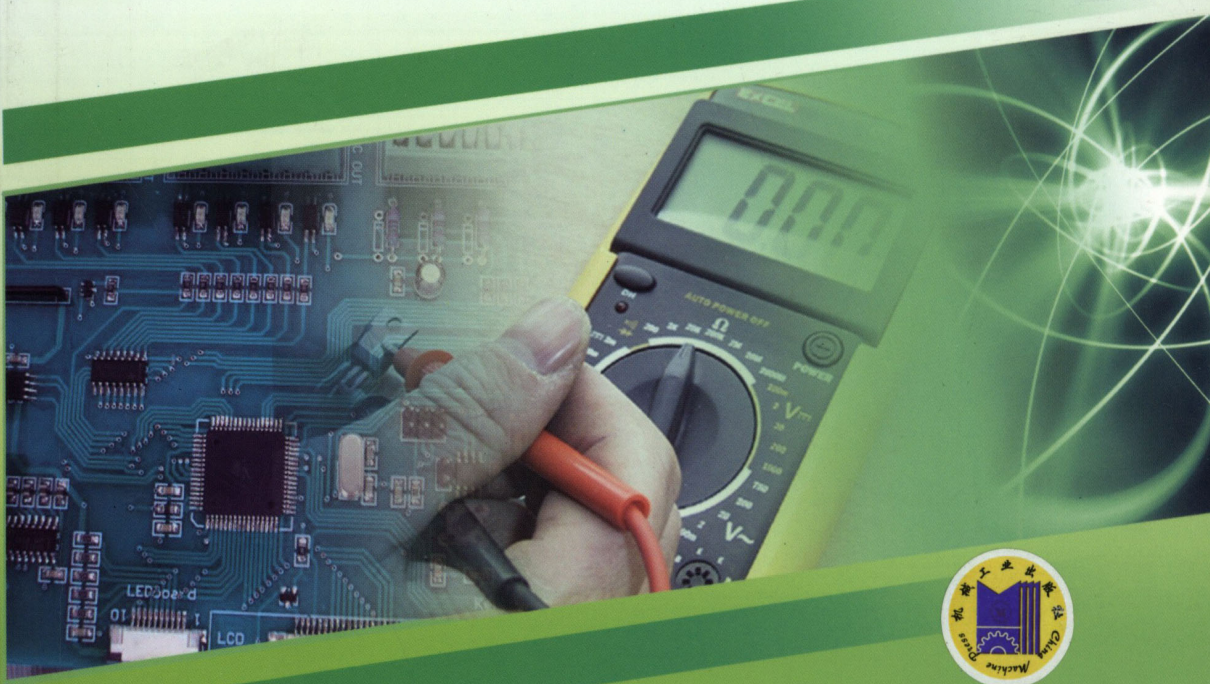


Tushuo diangong jineing rumen congshu

图说电工技能入门丛书

◎ 杨清德 等编著

图说 电工识图入门



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

图说电工技能入门丛书

图说电工识图入门

杨清德 等编著



机械工业出版社

本书共7章,内容包括电气符号、常用电气图、电气识图与制图基础、工厂供配电系统图、楼宇电气图、工业机械传统控制系统电路图和电动机控制新技术电气图。

本书按照职业领域工作过程的逻辑确定章节,内容排列由易到难,梯度明晰。本书有问有答,用口诀归纳总结,语言简洁、生动,其呈现形式等尤其符合电工初学者的认知水平与实践能力。

本书适合于维修电工、安装电工、装饰电工阅读,也可供职业院校相关专业学生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

图说电工识图入门/杨清德等编著. —北京:机械工业出版社,2011.9
(图说电工技能入门丛书)

ISBN 978-7-111-35631-8

I. ①图… II. ①杨… III. ①电路图—识别—图解 IV. ①TM13-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第164108号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:付承桂 责任编辑:阎洪庆

版式设计:张世琴 责任校对:李秋荣

封面设计:赵颖喆 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2011年10月第1版第1次印刷

169mm×239mm·15.75印张·321千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-35631-8

定价:29.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

近年来，我们几位作者因为工作需要到几个省市的十余家企业、学校等单位进行人才需求及培养模式调研，部分企业领导介绍说，近年来招聘的一些青年电工，虽然工作积极性高，但由于理论基础较差，动手操作的能力不强，如果不安排师傅引导，一些人很难独立完成工作任务。一部分青年电工反映，他们学习电工技术最大的“拦路虎”是操作时不得要领，常常是做了这个步骤，忘记了下一个步骤；如果没有师傅在场，即便是勉强完成操作过程，也不知道是否符合操作技术要求，自己心中没底。基于上述启示，我们对近年来的教学经验进行总结及提炼，组织编写了这套《图说电工技能入门丛书》，包括《图说万用表使用检修入门》、《图说电工识图入门》和《图说电工实用技能入门》。

《图说万用表使用检修入门》从认识万用表开始，一步一步介绍指针式万用表、数字式万用表使用方法及注意事项，学习用万用表检测常用元器件及电路，在实际工作中灵活使用万用表，同时还介绍了常用万用表常见故障的检修方法。

《图说电工识图入门》从电气符号入手，详细介绍电工识图的基础知识，包括供配电系统图、智能楼宇电气图、工业机械控制系统电气图，同时还介绍电工制图的基本知识。

《图说电工实用技能入门》首先引导读者重温电工电子和安全用电的基础知识，在此基础上介绍电工仪表与工具使用、各种常用电路的安装与维护、室内综合布线的设计与安装等技能。

本套丛书从读者的兴趣和认知规律出发，做到实用性和趣味性并重。通过问答的形式叙述，语言简洁明快；穿插大量的图、表，以释疑解惑；口诀归纳知识及技能要点，帮助记忆。

本套丛书由高级讲师、维修电工高级技师、国家职业资格技能鉴定高级考评员杨清德、杨兰云主编，参加丛书编写工作的还有成世兵、胡萍、谭定轩、杨卓荣、先力、余明飞、林红、刘华光、乐发明、杨松、李建芬、赵顺红等。

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在缺点和错误，敬请各位读者批评指正，多提意见，可通过电子邮箱 yqd611@163.com 联系，以期再版时修改。

作 者

目 录

前言

第1章 电气符号	1
1.1 常用电气文字符号	1
1.1.1 基本文字符号	1
1.1.2 辅助文字符号	4
1.1.3 数字代码	6
1.1.4 使用电气文字符号的注意事项	6
1.2 电气图形符号	7
1.2.1 电气图形符号的类型及构成方式	7
1.2.2 常用电气图形符号的使用	10
1.3 标注、注释、标记	15
1.3.1 标注	15
1.3.2 注释	16
1.3.3 标记	16
1.4 项目代号	19
1.4.1 项目代号的作用及组成	19
1.4.2 项目代号的划分及使用	20
1.5 回路标号	22
1.5.1 回路标号的原则	22
1.5.2 回路标号的方法	22
第2章 常用电气图	24
2.1 电气图的种类和特点	24
2.1.1 电气图的种类	24
2.1.2 电气图的特点	25
2.2 电气图的基本组成	26
2.2.1 电路	26
2.2.2 技术说明	28
2.2.3 标题栏	29
2.3 电路原理图	30
2.3.1 电路图的基本特征和作用	30
2.3.2 电路图的基本表达形式	30
2.3.3 电路图绘制	32
2.4 接线图（表）	35
2.4.1 接线图（表）的信息容量	35

2.4.2 接线图（表）的种类	35
2.4.3 正确运用电气接线图	37
2.5 概略图	39
2.5.1 概略图的介绍	39
2.5.2 概略图的基本形式	40
2.5.3 绘制概略图的基本原则	42
2.6 其他常用电气图	44
2.6.1 电器元件布置图	44
2.6.2 电气平面图	45
第3章 电气识图与制图基础	48
3.1 电气识图基础	48
3.1.1 电气识图基本功	48
3.1.2 电气识图的方法和步骤	49
3.2 电气制图基础	55
3.2.1 电气图布局	55
3.2.2 测绘电气图	57
3.3 用计算机绘制比较简单的电气图	59
3.3.1 用 WPS2000 绘制电气图	59
3.3.2 用 Windows 绘制电气图	62
3.3.3 用 Protel 99SE 绘制电气图	65
第4章 工厂供配电系统图	79
4.1 电力系统与工厂供配电	79
4.1.1 电力系统	79
4.1.2 电力系统的中性点运行方式	81
4.1.3 工厂常用供电系统与配电装置	83
4.1.4 三相交流低压电网的接地方式	85
4.1.5 供配电设备与回路的划分	88
4.2 一次回路识图	90
4.2.1 一次回路图的基本表达和识读	90
4.2.2 识读高压一次回路图的技巧	91
4.2.3 识读工厂变电站一次回路图	94
4.3 二次回路识图	97
4.3.1 二次回路原理接线图	97
4.3.2 二次回路展开接线图	102
4.3.3 二次回路安装接线图	104
4.3.4 工厂二次回路识图基本思路	106
第5章 楼宇电气图	110
5.1 楼宇电气图基础	110
5.1.1 楼宇照明配线的标注法	110

5.1.2 楼宇照明电气设备表示法	112
5.1.3 配电装置表示法	115
5.1.4 楼宇电气图常用图样与识读	118
5.1.5 家居电气配置设计	121
5.2 楼宇照明系统图、平面图与接线图识读	126
5.2.1 楼宇照明配电系统图识读	126
5.2.2 楼宇照明配电平面图识读	129
5.3 住宅楼宇电话工程图	132
5.3.1 住宅楼宇电话系统图	132
5.3.2 住宅楼宇电话系统平面图	137
5.4 楼宇访客对讲系统工程图	140
5.4.1 楼宇访客对讲系统介绍	140
5.4.2 楼宇对讲系统图识读	143
5.5 电视监控系统工程图	148
5.5.1 电视监控系统介绍	148
5.5.2 电视监控系统图识读	151
5.6 自动火灾消防控制系统工程图	156
5.6.1 火灾自动报警与联动控制系统工程图介绍	156
5.6.2 火灾自动报警与联动控制系统电气图识读	159
5.7 楼宇综合布线图	167
5.7.1 楼宇综合布线系统	167
5.7.2 综合布线工程图识读	169
第6章 工业机械传统控制电路图	174
6.1 识读电动机控制基本电路图	174
6.1.1 识读电动机起动控制电路图	174
6.1.2 识读电动机制动控制电路图	178
6.1.3 识读电动机正反转控制电路图	182
6.1.4 识读电动机多点控制电路图	184
6.1.5 识读液压动力头自动控制电路图	185
6.1.6 识读电动机保护控制电路图	188
6.1.7 识读电动机变极调速电路图	191
6.2 识读常用机床控制电路图	194
6.2.1 识读 C620 型车床控制电路图	194
6.2.2 识读 Z35 型摇臂钻床电气控制电路图	195
6.2.3 识读 C616 型普通车床电气控制电路图	198
6.2.4 识读 M7130 型平面磨床电气控制电路图	199
6.2.5 识读 X62W 型铣床电气控制电路图	204
6.2.6 识读 T68 型卧式镗床电气控制电路图	211
6.2.7 识读 Y3150 型齿轮机床电气控制电路图	214

第 7 章 电动机控制新技术电气图	217
7.1 识读 PLC 控制电动机电气图	217
7.1.1 PLC 控制识读基础	217
7.1.2 识读电动机基本控制环节梯形图	220
7.1.3 识读电动机基本控制电路的 PLC 梯形图	222
7.2 识读变频器控制电动机电气图	227
7.2.1 变频器控制电动机基础	227
7.2.2 变频器配线	229
7.2.3 识读变频器应用电路图	231
7.3 识读软起动机控制电动机电气图	237
7.3.1 软起动机控制电气图识图基础	237
7.3.2 识读软起动机应用电路图	239

第1章 电气符号

识读电气图，首先要认识并掌握最常用的电气符号，只有正确、熟练地掌握、理解各种电气符号所表示的意义，才能正确、全面、快速地阅读电气图；否则，就会不知所云。

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。

绘制电气图时，所用电气设备和电器元件都应使用国际标准符号，若没有国际标准符号，可采用国家标准或行业标准符号。

1.1 常用电气文字符号

电气技术的文字符号可分为基本文字符号、辅助文字符号两大类。

1.1.1 基本文字符号

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

1. 单字母符号有哪些

各种电气设备、装置和元器件可用单个英文字母将其分为 23 类（其中字母“I”、“O”容易与阿拉伯数字“1”、“0”混淆，不允许使用，字母“J”未用），见表 1-1。每大类用一个大写字母表示。对标准中未列入大类分类的各种电器元件、设备，则用字母“E”来表示。

表 1-1 国家标准的单字母符号

符号	设备或装置类别	设备或装置名称
A	组件、部件	分离元件放大器、磁放大器、激光器、印制电路板、调节器、集成电路放大器，本表中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、速度变换器、压力变换器、温度变换器
C	电容器	电容器
D	二进制元件、延迟器件、存储器件	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
E	其他元器件	照明灯、热器件、本表其他地方未规定的器件
F	保护器件	熔断器、避雷器、过电压放电器件

(续)

符号	设备或装置类别	设备或装置名称
G	发生器、发电机电源	旋转发电机、旋转式或固定式变频器、蓄电池、振荡器
H	信号器件	光指示器、声响指示器、指示灯
K	继电器、接触器	瞬时接触继电器、交流继电器、双稳态继电器、接触器、极化继电器、簧片继电器
L	电感器、电抗器	感应线圈、线路陷波器、电抗器（并联和串联）
M	电动机	同步电动机、可做发电机或电动机用的电机、力矩电动机
P	测量设备、试验设备	指示器件、记录器件、积算测量器件、信号发生器、时钟、电能表、电流表、电压表
Q	电力电路的开关器件	断路器、隔离开关、电动机保护开关
R	电阻器	电位器、变阻器、热敏电阻器、压敏电阻器、测量分路表
S	控制、记忆、信号电路的开关器件选择器	控制开关、按钮、选择开关、压力传感器、位置传感器、温度传感器、转数传感器
T	变压器	电压互感器、电流互感器、电力变压器、磁稳压器
U	调制器、变换器	鉴频器、解调器、变频器、编码器、逆变器、变流器、译码器
V	电子管、晶体管	电子管、气体放电管、晶体管、晶闸管、二极管
W	传输通道、波导、天线	励磁绕组、转子绕组、导线、电缆、母线、偶极天线、抛物天线
X	端子、插头、插座	插头和插座、端子板、连接片、电缆封端和接头、测试插孔
Y	电气操作的机械器件	电磁制动器、电磁离合器、气阀
Z	终端设备、滤波器、均衡器、限幅器	电缆平衡网络、压缩扩展器、晶体滤波器、网络

2. 双字母符号有哪些

双字母符号是由一个表示大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，其组合方式为单字母符号在前，另一个字母（通常选用该类设备、装置或元器件的英文名称的第一个字母）在后。常用电气设备、仪表的双字母符号见表 1-2。

表 1-2 国家标准中常用电气设备、仪表的双字母符号

电气设备、仪表	符号	电气设备、仪表	符号
电流表	PA	无功电流表	PAR
有功电能表	PJ	声信号	HA
频率表	PF	红色灯	HR
最大需量表（负荷监控仪）	PM	黄色灯	HY
有功功率表	PW	白色灯	HW

(续)

电气设备、仪表	符号	电气设备、仪表	符号
插头	XP	消弧线圈	LA
端子板	XT	电位器	RP
直流母线	WB	光敏电阻	RL
电力分支线	WP	接地电阻	RG
电力干线	WPM	启动变阻器	RS
应急照明干线	WEM	限流电阻器	RC
合闸小母线	WCL	温度变换器	BT
信号小母线	WS	时间测量传感器	BK
事故音响小母线	WFS	温度测量传感器	BH, BM
电压小母线	WV	电压表	PV
熔断器	FU	无功电能表	PJR
跌落式熔断器	FF	相位表	PPA
电力电容器	CE	功率因数表	PPF
反转按钮	SBR	无功功率表	PR
紧急按钮	SBE	光信号	HS
复位按钮	SR	指示灯	HL
接近开关	SQP	绿色灯	HG
时间控制开关	SK	蓝色灯	HB
湿度控制开关	SM	连接片	XB
速度控制开关	SS	插座	XS
温度控制开关, 辅助开关	ST	插接式(馈电)母线	WIB
整流器	UR	照明分支线	WL
变频器	UF	应急照明分支线	WE
逆变器	UI	照明干线	WLM
同步电动机	MS	滑触线	WT
绕线转子感应电动机	MW	控制小母线	WC
电动阀	YM	闪光小母线	WF
防火阀	YF	预告音响小母线	WPS
电磁锁	YL	事故照明小母线	WELM
合闸线圈	YC	快速熔断器	FTF
电动执行器	YE	限压保护器件	FV
照明灯(发光器件)	EL	正转按钮	SBF
电加热器加热元件	EE	停止按钮	SBS

(续)

电气设备、仪表	符号	电气设备、仪表	符号
试验按钮	SBT	跳闸线圈	YT
限位开关	SQ	气动执行器	YPA, YA
手动控制开关	SH	发热器件（电加热）	FH
液位控制开关	SL	空气调节器	EV
压力控制开关	SP	励磁线圈	LF
电压表切换开关	SV	滤波电容器	LL
电流表切换开关	SA	热敏电阻	RT
控制电路有电源的整流器	VC	压敏电阻	RPS
变流器	UC	放电电阻	RD
异步电动机	MA	频敏变阻器	RF
直流电动机	MD	压力变换器	BP
笼型电动机	MC	速度变换器	BV
电磁阀	YV	液位测量传感器	BL
排烟阀	YS		

1.1.2 辅助文字符号

1. 为什么要使用辅助文字符号

为了能够清楚地表述电气设备、装置和元器件的种类名称的功能、状态、位置
和特征等要素，可用辅助文字符号来表示。

2. 辅助文字符号的组合方式是什么

辅助文字符号通常用表示功能、状态和特征的英文单词的前一、两位字母构
成，也有采用缩略语或约定俗成的习惯用法构成，一般不超过三位字母。例如，表
示“启动”采用“START”的前两位字母“ST”作为辅助文字符号；而表示“停
止（STOP）”的辅助文字符号必须再加上一个字母，为“STP”。

辅助文字符号也可放在表示种类的单字母符号后面，组成双字母符号，如
“GS”表示同步发电机，“YB”表示制动电磁铁等。为简化文字符号，若辅助文字
符号由两个以上字母组成，允许只采用其第一位字母进行组合，如“MS”表示同
步电动机等。辅助文字符号还可以单独使用，如“ON”表示接通，“OFF”表示关
闭，“N”表示交流电源的中性线。

3. 常用辅助文字符号有哪些

电气工程常用辅助文字符号见表 1-3。

表 1-3 常用辅助文字符号

名称	辅助文字符号	名称	辅助文字符号
电流，模拟	A	增	INC
交流	AC	感应	IND
自动	A，AUT	左，限制，低	L
加速	ACC	闭锁	LA
附加	ADD	主，中，中间线，手动	M
可调	ADJ	手动	MAN
辅助	AUX	中性线	N
异步	ASY	断开	OFF
制动	B，BRK	闭合	ON
黑	BK	输出	OUT
蓝	BL	压力，保护	P
绿	GN	保护接地	PE
红	RD	保护接地与中性线共用	PEN
白	WH	不接地保护	PU
黄	YE	记录，右，反	R
向后	BW	复位	R，RST
控制	C	备用	RES
顺时针	CW	运转	RUN
逆时针	CCW	信号	S
延时（延迟），差动，数字，降	D	起动	ST
直流	DC	置位，定位	S，SET
减	DEC	饱和	SAT
接地	E	步进	STE
紧急	EM	停止	STP
快速	F	同步	SYN
反馈	FB	温度，时间	T
正，向前	FW	无噪声（防干扰）接地	TE
高	H	真空，速度，电压	V
输入	IN		

1.1.3 数字代码

1. 数字代码如何单独使用

在一些比较复杂的电气图中，为了更加清楚地表示各种电器元件、装置的种类或功能，我们可以按序编号，单独用数字代码来表示这些电器元件、装置（在技术说明中要对代码意义加以说明）。例如，用数字来代替电器元件的种类，如“1”代表电磁铁，“2”代表电力电容器，“3”代表传感器。再如，开关有“开”和“关”两种功能，可以用“1”表示“开”，用“2”表示“关”。

2. 数字代码如何与字母符号组合起来使用

将数字代码与字母符号组合起来使用，可说明同一类电气设备、电器元件的不同编号。数字代码可放在电气设备、装置或电器元件的前面或后面。

例如，三个相同的继电器可以表示为“1KA、2KA、3KA”或“KA1、KA2、KA3”。若是基本文字符号前后的数字代码，一般前面的表示较大部件或器件的编号，后面则表示较小的部件或零件的编号，如“第二个继电器的三个触点”可分别表示为“2KA1、2KA2、2KA3”。

1.1.4 使用电气文字符号的注意事项

1) 编制电气图及电气技术文件时，应优先选用国际标准中的基本文字符号、辅助文字符号以及它们的组合。在基本文字符号中，应优先选用单字母符号，只有当单字母符号不能满足要求时，才考虑采用双字母符号。一般来说，基本文字符号不能超过两位字母，辅助文字符号不能超过三位字母。

2) 辅助文字符号可单独使用，也可将首位字母放在表示项目种类的单字母符号后面组成双字母符号。

3) 当基本文字符号和辅助文字符号不够用时，可以按照有关名词术语国家标准或专业标准中规定的英文术语缩写进行补充。

4) 文字符号可作为限定符号与其他图形符号组合使用，但不可用于电气产品型号的编制与命名中。

5) 正确使用特殊文字符号。在电气图中，一些特殊用途的接线端子、导线等通常采用一些专用的文字符号与数字代码组合使用。例如，交流系统电源的第一相、第二相、第三相，分别用文字符号 L1、L2、L3 表示；交流系统设备的第一相、第二相、第三相，分别用文字符号 U、V、W 表示；直流系统电源的正极、负极，分别用文字符号 L+、L- 表示；交流电、直流电分别用文字符号 AC、DC 表示；接地、保护接地、不接地保护分别用文字符号 E、PE、PU 表示。

6) 在书写文字符号时，一定要注意大小写，否则容易产生歧义或误解。例如，“F”表示快速，“f”表示频率。

记忆口诀

文字符号两大类，基本符号及辅助。
单双字母是基本，缩略用语为辅助。
特殊符号为专用，端子导线可描述。
文字符号灵活用，设备装置表清楚。

1.2 电气图形符号

1.2.1 电气图形符号的类型及构成方式

1. 电气图形符号有哪些类型

图形符号按照其组成功能不同，主要有符号要素、一般符号、限定符号和方框符号等四种类型。

(1) 符号要素

符号要素是一种最简单的、最基本的图形，它具有确定的含义，通常用来表示实物（项目）的特性功能。

符号要素不能单独使用，必须与一般符号等进行组合后，才能形成多种不同的图形符号。例如，“□”、“”、“○”三个符号要素，只要在符号轮廓内填入适当的符号或元器件代号，都可以用来表示元器件、装置或功能单元。

(2) 一般符号

一般符号是通用的符号，是用来表示广泛适用于某一类项目共同特征或功能的简单符号。一般符号可单独作为图形符号使用，也可与符号要素或限定符号配合使用，构成新的符号。

在一般符号上增加限定符号或符号要素后的图形符号，就形成某类产品中特定产品的图形符号。例如，“”表示直流电动机，“”表示双绕组变压器。一些常用元器件的一般符号如图 1-1 所示。

(3) 限定符号

限定符号是用来加在其他图形符号上提供附加信息的一种符号。限定符号一般不能单独使用，但一般符号有时也可用作限定符号，如电容器的一般符号加到扬声器符号上即构成电容式扬声器的符号。

限定符号一般由具有一定方向的箭头、短横线、小叉或小圆圈等构成。限定符号的应用使图形符号更具多样性。例如，在电阻器一般符号的基础上，分别加上不同的限定符号，则可得到可变电阻器、滑线变阻器、压敏电阻器、热敏电阻器、光

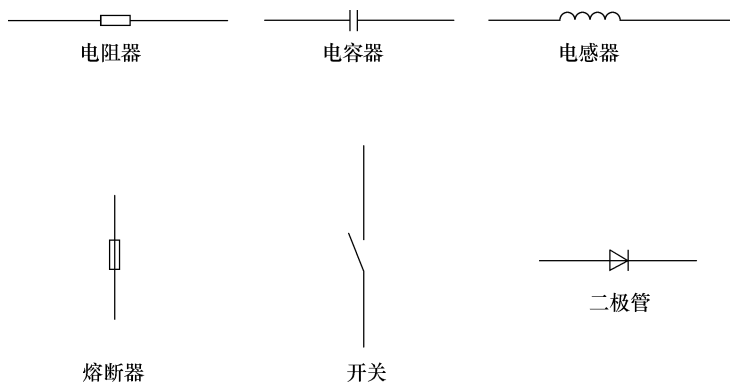


图 1-1 常用元器件的一般符号示例

敏电阻器、碳膜电阻器等，如图 1-2 所示。

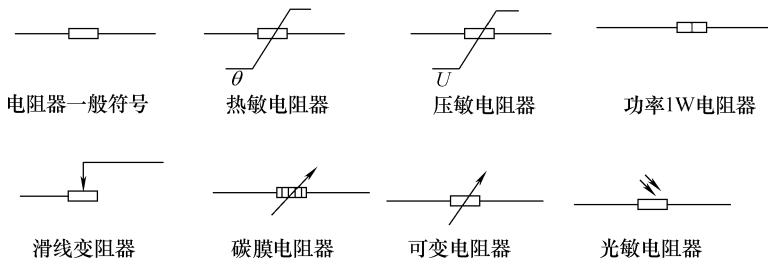


图 1-2 电阻器的限定符号示例

(4) 方框符号

方框符号用来表示元器件、设备等的组合及其功能，是既不给出元器件、设备的细节，也不考虑所有连接的一种简单图形符号。

方框符号通常在使用单线表示法的图中，也可用在表示出全部输入和输出接线的图中。换句话说，方框符号主要用来表示设备或部件的外壳。将整个设备或部件用方框符号表示后，该设备或部件在图中相当于一个元器件，因此对该设备的细节等都不表示，也没有办法表示，如图 1-3 所示。

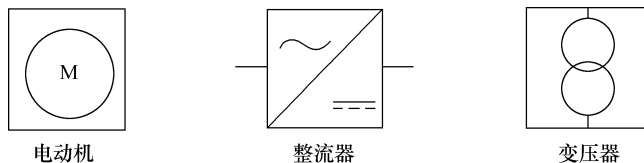


图 1-3 方框符号应用示例

2. 电气图形符号有哪几种构成方式

在电气图中实际运用的图形符号，通常由符号要素、一般符号、限定符号等按照一定的组合方式构成。图形符号的构成方式有多种，最基本、最常用的有以下四种方式。

(1) 符号要素 + 限定符号