

零起步巧学  
电工技术丛书

# 零起步巧学 电工识图

(第二版)

杨清德 主编



双色重点突出便于阅读

行文言简意赅更好理解

口诀朗朗上口易于记忆.....

工具箱



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

零起步巧学电工技术丛书

# 零起步巧学电工识图

(第二版)

杨清德 主编

中国电力出版社

## 内 容 提 要

本丛书重点突出零起步的特点,在编写的过程中多用图、表加以辅助说明,突出体现了如何巧学、巧用,并在每部分之后总结实用口诀。丛书共7本,分别为《零起步巧学巧用万用表(第二版)》、《零起步巧学巧用电工工具(第二版)》、《零起步巧学电工识图(第二版)》、《零起步巧学低压电控系统(第二版)》、《零起步巧学电动机使用、维护与检修(第二版)》、《零起步巧学巧用变频器》和《零起步巧学巧用PLC》。

本书为丛书中的一本,以看图实例、识图口诀为载体,详细介绍了各种电路图的识图方法和要领。穿插有知识链接、技能提高、指点迷津等小栏目,以增加趣味性,提高可读性。全书共7章,主要内容包括:电气工程制图与识图基础知识,使用软件绘制电路图的方法,识读仪表与保护电路图、供配电系统图、机电设备电气图和建筑电气工程图等。

本书可作为培训教材。适合电工初学者阅读,也可供有一定经验的电工技术人员学习,还可供职业院校相关专业师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

零起步巧学电工识图 / 杨清德主编. —2版. —北京: 中国电力出版社, 2012. 6

(零起步巧学电工技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 5123 - 3125 - 9

I. ①零… II. ①杨… III. ①电路图 - 识别 - 基本知识  
IV. ①TM13

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第113738号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2009年4月第一版

2013年5月第二版 2013年5月北京第四次印刷

710毫米×980毫米 16开本 20.125印张 374千字

印数8001—12000册 定价43.00元

### 敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪  
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



## 前言

Preface

基于当前大量农民工就业培训、职工转岗培训、毕业生上岗培训和有志青年自学成才都急需入门电工技术读物的需求，由中国电力出版社策划并组织一批专家、学者编写了“零起步巧学电工技术丛书”，包括《零起步巧学电工识图（第二版）》、《零起步巧学低压电控系统（第二版）》、《零起步巧学电动机使用、维护与检修（第二版）》、《零起步巧学巧用万用表（第二版）》、《零起步巧学巧用电工工具（第二版）》、《零起步巧学巧用 PLC》和《零起步巧学巧用变频器》，共7本。

电工技术是一门知识性、实践性和专业性都比较强的实用技术，其应用领域较广，各个行业及各个岗位涉及的技术各有侧重。为此，本套丛书在编写时充分考虑了多数电工初学者的个体情况，以一个无专业基础的人从零起步初学电工技术的角度，将初学电工的必备知识和技能进行归类、整理和提炼，并选择了近年来中小型企业电工紧缺岗位从业人员必备的几个技能侧重点，用通俗的语言，大量的图、表、口诀的形式来讲解，重点讲如何巧学、巧用，回避了一些实用性不强的理论阐述，以便让文化程度不高的读者通过直观、快捷的方式学好电工技术，为今后工作和进一步学习打下基础。本套丛书穿插了“知识链接”、“指点迷津”、“技能提高”等板块，以增加趣味性，提高可读性。每章后均设有思考题，留给读者较大的思维空间和探索空间。

本丛书的第一批书（《零起步巧学电工识图》、《零起步巧学低压电控系统》、《零起步巧学电动机使用、维护与检修》、《零起步巧学巧用万用表》和《零起步巧学巧用电工工具》）于2009年4月出版，由于特色鲜明、内容实用，而深受读者欢迎。2011年，我们对上述5本书进行了大量修改（即现在与读者见面的第二版），书中增加了一些新技术方面的内容，删除了一些实用性不强的内容；同时对主要知识点、技能操作要点进行归纳提炼，增加了上百条口诀，以帮助读者理解记忆。根据部分读者的要求，本次又新编写了《零起步巧学巧用变频器》和《零起步巧学巧用 PLC》，以帮助读者更全面地掌握电工技术。

本丛书由杨清德担任主编，他是国家级重点职业学校的高级讲师、省（市）级骨干教师、维修电工高级技师、国家职业技能鉴定高级考评员、高级双师型

教师，从事职业技术教育二十余年，担任多家企业的技术顾问，具有丰富的教学经验和实践经验，发表文章四百余篇，出版专著四十余种。在杨清德的组织下，由杨清德、胡萍、杨卓荣、余明飞、康娅、黎平、成世兵、谭光明、胡大华等同志组成丛书编委会（谭光明主要负责资料收集和部分插图的计算机绘制），分工合作，编写了这套适合于电工初学者阅读的丛书。

本书是其中的一本，由杨清德主编。主要介绍了电气工程图制图与识图基础知识、使用软件绘制电路图的方法，识读仪表与保护电路图、供配电系统图、机电设备电气图和建筑电气工程图等内容，以看图实例、识图口诀为载体，详细介绍了各种电路图的识图方法和要领。本书涉及的电气工程图比较多，读者可根据自己的实际工作需要，选学书中的部分内容。电气图是沟通电气设计人员、安装人员、操作人员的工程语言，是进行技术交流的重要手段。会看图、能看懂图是对电工初学者的基本能力要求。因此，学好这部分内容，至关重要。

本书可作为电工培训教材。适合电工初学者阅读，也可供有一定经验的电工技术人员学习，还可供职业学校电类专业师生参考。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在缺点和错漏，敬请各位读者多提意见和建议，发至电子信箱 yqd611@163.com，我们再版时修改。

编 者



目 录

Contents

前言

<b>第1章 电工识图基础很重要</b> .....	1
1.1 电气符号 .....	1
1.1.1 文字符号 .....	1
1.1.2 图形符号 .....	5
1.1.3 回路标号 .....	11
1.1.4 项目代号 .....	13
1.2 工程图纸的基本规定 .....	16
1.2.1 图纸格式 .....	17
1.2.2 图纸幅面 .....	17
1.2.3 图线 .....	18
1.2.4 比例、尺寸标注和字体 .....	18
1.2.5 箭头和指引线 .....	19
1.2.6 图中位置的表示方法 .....	20
1.3 建筑施工图中的有关规定 .....	22
1.3.1 方位标志 .....	22
1.3.2 标高和平面图定位轴线 .....	23
1.3.3 索引符号和详图符号 .....	23
1.3.4 图例 .....	24
1.4 连接线 .....	24
1.4.1 导线的一般表示方法 .....	25
1.4.2 连接线、汇总线、中断线的表示法 .....	25
1.5 电工常用的电气图 .....	26
1.5.1 电路图 .....	28
1.5.2 概略图和框图 .....	31
1.5.3 接线图(表) .....	33
1.5.4 逻辑图 .....	34

1.5.5 其他常用电气图 .....	34
思考题 .....	38
<b>第2章 制图识图守规范</b> .....	<b>39</b>
2.1 电气制图的一般规则 .....	39
2.1.1 电气图的组成 .....	39
2.1.2 电气制图的布局 .....	45
2.1.3 绘制电路图基础 .....	48
2.1.4 简单电路设计举例 .....	49
2.2 “五结合法”和“五步法”识读电气图 .....	51
2.2.1 “五结合法”识读电气图 .....	51
2.2.2 “五步法”识读电气图 .....	52
2.2.3 简单电气图看图实践 .....	55
2.2.4 电工识图注意事项 .....	58
2.3 电子电路图的识读 .....	60
2.3.1 识读电子电路图的一般方法 .....	60
2.3.2 模拟电路图的识读方法 .....	60
2.3.3 数字电路图的识读方法 .....	62
2.3.4 电子电路图看图实践 .....	63
思考题 .....	66
<b>第3章 学用软件绘制电气图</b> .....	<b>69</b>
3.1 用 Windows 软件绘制电路图 .....	69
3.1.1 画图程序窗口介绍 .....	69
3.1.2 画图方法 .....	71
3.1.3 设置图色和底色 .....	71
3.2 用 Protel 99 SE 软件绘制电路图 .....	73
3.2.1 Protel 99 SE 的主要特性 .....	73
3.2.2 Protel 99 SE 的设计组件 .....	73
3.2.3 Protel 99 SE 的启动 .....	73
3.2.4 Protel 99 SE 的主窗口界面 .....	73
3.2.5 设计数据库的创建与管理 .....	76
3.2.6 文档的创建和管理 .....	78
3.2.7 Protel 99 SE 绘制电路原理图 .....	81
3.2.8 原理图绘制实践 .....	92

思考题 .....	96
<b>第4章 仪表与保护电路识图有妙招 .....</b>	<b>98</b>
4.1 仪表测量电路 .....	98
4.1.1 电流测量电路 .....	99
4.1.2 电压测量电路 .....	105
4.1.3 功率测量电路 .....	109
4.1.4 电阻测量电路 .....	114
4.2 保护电路 .....	115
4.2.1 断路器事故掉闸指示电路 .....	115
4.2.2 高压线路带时限的过电流保护 .....	116
4.2.3 触电保护器电路 .....	117
4.2.4 低压漏电保护电路 .....	118
4.2.5 母线绝缘监察电路 .....	120
4.2.6 防雷保护电路 .....	121
思考题 .....	122
<b>第5章 理清供配电系统电气图 .....</b>	<b>124</b>
5.1 电力系统电气图 .....	124
5.1.1 电力系统及其单线图 .....	124
5.1.2 电力系统电路图 .....	125
5.1.3 电力网 .....	127
5.2 一次系统图 .....	127
5.2.1 一次系统图的分类 .....	127
5.2.2 一次系统图的特点 .....	139
5.2.3 一次系统图的识图方法 .....	141
5.3 二次回路图 .....	150
5.3.1 二次回路图的分类 .....	150
5.3.2 原理接线图 .....	155
5.3.3 安装接线图 .....	158
5.3.4 二次回路图的特点 .....	160
5.3.5 阅读二次回路图的方法及要领 .....	160
思考题 .....	168
<b>第6章 常用机电设备电气图心中有数 .....</b>	<b>170</b>
6.1 机电设备控制电气图 .....	170

6.1.1	电气控制图的分类及其特点 .....	170
6.1.2	机电设备控制电气图 .....	174
6.2	电动机控制电路图 .....	179
6.2.1	电动机控制电路的10个基本环节 .....	179
6.2.2	电动机控制电路中的常用电器 .....	180
6.2.3	电动机控制电路看图实践 .....	183
6.3	机床控制系统电气图 .....	194
6.3.1	机床控制系统电气图的特点 .....	194
6.3.2	识读机床电气图的方法 .....	195
6.3.3	常用机床电气图看图实践 .....	196
6.4	起重机控制系统电气图 .....	219
6.4.1	起重机控制系统电气图的特点 .....	219
6.4.2	起重机控制系统电气图识图方法 .....	220
6.4.3	起重机控制系统电气图看图实践 .....	221
6.5	PLC控制系统电气图 .....	232
6.5.1	PLC控制系统电气图的特点 .....	232
6.5.2	PLC控制系统电气图的识图方法 .....	233
6.5.3	PLC控制系统电气图看图实践 .....	236
	思考题 .....	238
<b>第7章</b>	<b>胸有成竹看建筑电气工程图</b> .....	<b>240</b>
7.1	建筑电气工程图基础知识 .....	240
7.1.1	图样种类 .....	240
7.1.2	识图程序、步骤及方法 .....	242
7.2	建筑安装平面图 .....	244
7.2.1	建筑电气安装平面图分类 .....	244
7.2.2	建筑电气安装平面图的特点 .....	244
7.2.3	建筑电气安装平面图识图方法 .....	245
7.2.4	建筑电气安装平面图看图实践 .....	249
7.3	动力与照明电气工程图 .....	256
7.3.1	动力与照明工程图基础知识 .....	256
7.3.2	照明内线工程图 .....	267
7.3.3	动力内线工程图 .....	277
7.4	建筑弱电工程图 .....	285

7.4.1	闭路监控电视系统工程图 .....	285
7.4.2	电话工程图 .....	290
7.4.3	智能综合布线工程图 .....	294
7.4.4	消防工程图 .....	302
7.4.5	防盗保安工程图 .....	306
	思考题 .....	309
	<b>参考文献</b> .....	312



# 第 1 章



## 电工识图基础很重要

电气图是沟通电气设计人员、安装人员、操作人员的工程语言，是进行技术交流不可缺少的重要手段。要做到会看图和看懂图，必须从有关电气图的基础知识，如电气符号、电气绘图的基本规定、连接线、技术说明和常用电气图等知识入门，为看图打下基础。

### 1.1 电 气 符 号

电路图必须采用国家标准中规定的图形符号和文字符号来表示电气元件的不同种类、规格及安装方式。电气符号一般包括文字符号、图形符号和回路标号。

#### 1.1.1 文字符号

文字符号用来表示电气设备、装置、元器件种类及功能的字母代码，可分为基本文字符号、辅助文字符号和特殊用途文字符号 3 大类。

##### 一、基本文字符号

基本文字符号有单字母符号和双字母符号两种表达方式。

(1) 单字母符号用拉丁字母将各种电气设备、电器元件分为 23 大类。每大类用一个专用字母符号表示，如“C”表示电容器类，“R”表示电阻类。其中，“I”、“O”容易和阿拉伯数字“1”、“0”混淆，不允许使用；字母“J”未使用。

(2) 双字母符号由一个表示种类的单字母符号后面加一个字母组成，如“GB”表示蓄电池，其中，“G”为电源的单字母符号。又如“GS”表示同步发电机，其中，“G”为电源的单字母符号，“S”为同步发电机的英文名称的首位字母。

常用基本文字符号见表 1-1。

##### 二、辅助文字符号

辅助文字符号用来表示电气设备、装置和元器件及线路的功能、状态和特



表 1-1 常用基本文字符号举例

名 称	单字母符号	多字母符号	名 称	单字母符号	多字母符号
发电机	G		电流表	A	
励磁机	G	GE	电压表	V	
电动机	M		功率因数表		$\cos\varphi$
绕组	W		电磁铁	Y	YA
变压器	T		电磁阀	Y	YV
隔离变压器	T	TI (N)	牵引电磁铁	Y	YA (T)
电流互感器	T	TA	插头	X	XP
电压互感器	T	TV	插座	X	XS
电抗器	L		端子板	X	XT
开关	Q、S		信号灯	H	HL
断路器	Q	QF	指示灯	H	HL
隔离开关	Q	QS	照明灯	E	EL
接地开关	Q	QG	电铃	H	HA
行程开关	S	SP	蜂鸣器	H	HB
脚踏开关	S	SF	测试插孔	X	XJ
按钮	S	SB	蓄电池	G	GB
接触器	K	KM	合闸按钮	S	SB (L)
交流接触器	K	KM (A)	跳闸按钮	S	SB (I)
直流接触器	K	KM (D)	试验按钮	S	SB (E)
星-三角启动器	K	KS (D)	检查按钮	S	SB (D)
继电器	K		启动按钮	S	SB (T)
避雷器	F	FA	停止按钮	S	SB (P)
熔断器	F	FU	操作按钮	S	SB (O)

征，通常由英文单词的前一两个字母构成。如“SYN”表示同步，“L”表示限制，“RD”表示红色，“F”表示快速。

常用辅助文字符号见表 1-2。

表 1-2 常用辅助文字符号

名称	单字母符号	多字母符号	名称	单字母符号	多字母符号
交流		AC	控制	C	
直流		DC	制动	B	BRK
电流	A		闭锁		LA
电压	V		异步		ASY
接地	E		延时	D	
保护	P		同步		SYN
保护接地	PE		运转		RUN
中性线	N		时间	T	
模拟	A		高	H	
数字	D		中	M	
自动	A	AUT	低	L	
手动	M		升	U	
辅助		AUX	降	D	
停止		STP	备用		RES
断开		OFF	复位		R
闭合		ON	差动	D	
输入		IN	红		RD
输出		OUT	绿		GN
左	L		黄		YE
右	R		白		WH
正、向前		FW	蓝		BL
反	R		黑		BK

### 三、特殊用途文字符号

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。

例如:交流系统电源的第一、第二、第三相,分别用文字符号 L1、L2、L3 表示;交流系统设备的第一、第二、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。

在电路图中,文字符号组合的一般形式为



### 基本文字符号 + 辅助文字符号 + 数字序号

例如：KT1 表示电路中的第一个时间继电器；FU2 表示电路中的第二个熔断器。

#### 四、数字代码

文字符号除有字母符号外，还有数字代码。数字代码的使用方法主要有两种。

(1) 数字代码单独使用。数字代码单独使用时，表示各种元器件、装置的种类或功能，应按序编号，还要在技术说明中对代码意义加以说明。例如，电气设备中有熔断器、刀开关、接触器等，可用数字代表器件的种类，如“1”代表熔断器，“2”代表刀开关，“3”代表接触器等。另外，电路图中电气图形符号的连线处常标有数字，这些数字称为线号，线号是区别电路接线的重要标志。

(2) 数字代码与字母符号组合使用。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、元器件的不同编号。数字代码可放在电气设备、装置或元器件的前面或后面，放在前面通常表示同一图上不同回路，放在后面表示同一类设备、装置、元器件不是同一个。



#### 【技能提高】

#### 文字符号的使用

(1) 一般情况下编制电气图及电气技术文件时，应优先选用基本文字符号、辅助文字符号以及它们的组合。而在基本文字符号中，应优先选用单字母符号。当单字母符号不能满足要求时，可采用双字母符号。基本文字符号不能超过2位字母，辅助文字符号不能超过3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，可按有关电气名词术语国家标准或专业标准中英文术语缩写加以补充。

(4) 文字符号可作为限定符号与其他图形符号组合使用，以派生出新的图形符号。

(5) 文字符号不适用于电气产品型号的编制与命名。



## 【指点迷津】

## 文字符号记忆口诀

文字符号有三类,基本辅助和特殊。  
 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。

## 1.1.2 图形符号

图形符号是表示设备或概念的图形、标记或字符等的总称。图形符号是构成电气图的基本单元,电工把它比喻为技术文件中的“象形文字”。

## 一、图形符号的几个概念

图形符号有以下几个概念。

(1) 基本符号。基本符号用来说明电路的某些特征,但不表示独立的电气元件。如“~”表示交流,“-”表示直流。

(2) 一般符号。一般符号是用来表示一类产品特征的一种简单图形,如“ $\text{M}$ ”表示交流电动机,“ $\text{B}$ ”表示双绕组变压器。

(3) 限定符号。限定符号是用来提供附加信息的一种加在其他图形符号上的符号,一般由具有一定方向的箭头、短横线或小圆点等构成,如图1-1所示。限定符号可以表示电量的种类、可变性、力和运动的方向、(流量与信号)流动方向等。限定符号一般不能单独使用。

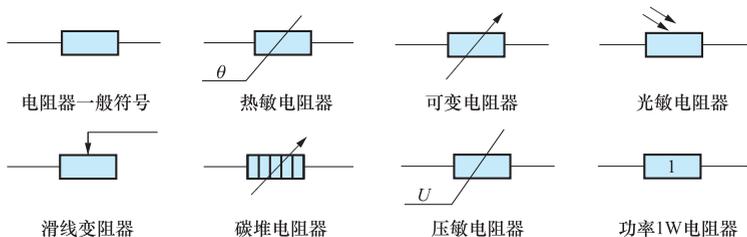


图1-1 限定符号应用举例

(4) 符号要素。符号要素是一种具有确定含义的简单图形,表示元件的轮廓或外表。它必须和其他图形符号一起构成完整的符号。

(5) 方框符号。方框符号用来表示元件、设备等的组合及其功能,并不给出它们的细节,也不反映它们间的任何连接关系,是一种简单的图形符号。

方框符号通常只用于电气概略图。方框符号及应用示例如图1-2所示。

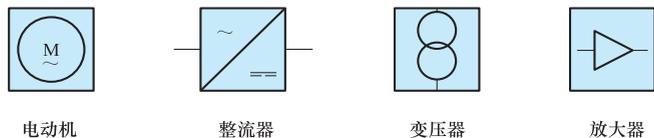


图 1-2 方框符号及应用示例

## 二、图形符号的构成形式

实际用于电气图中的图形符号的构成形式有以下几种。

(1) 一般符号 + 限定符号。如图 1-3 所示，将表示开关的一般图形符号，分别与接触器功能符号、断路器功能符号、隔离器功能符号、负荷开关功能符号等限定符号结合组成接触器图形符号、断路器图形符号、隔离开关图形符号、负荷开关图形符号。

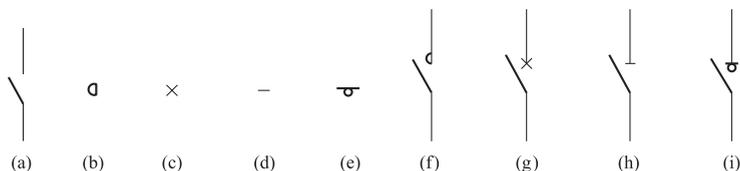


图 1-3 一般符号与限定符号组合举例

- (a) 开关一般符号；(b) 接触器功能符号；(c) 断路器功能符号；  
 (d) 隔离器功能符号；(e) 负荷开关功能符号；(f) 接触器图形符号；  
 (g) 断路器图形符号；(h) 隔离开关图形符号；(i) 负荷开关图形符号

(2) 符号要素 + 一般符号。如图 1-4 所示，保护接地图形符号，由表示保护的符号要素与接地的一般符号组成。

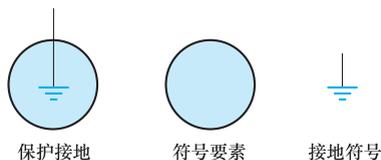


图 1-4 符号要素与一般符号组合举例

(3) 符号要素 + 一般符号 + 限定符号。如图 1-5 所示为自动增益放大器的图形符号，它由表示功能单元的符号要素与表示放大器的一般图形符号、表示自动控制的限定符号以及文字符号 dB（作为限定符号）构成。

## 三、图形符号的分类

电气图形符号种类繁多，GB/T 4728—2005《电气简图用图形符号》将其分为 11 类。

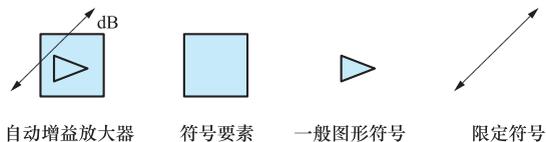


图 1-5 符号要素、一般符号和限定符号的组合举例

(1) 导线和连接器件。导线和连接器件包括各种导线、接线端子、端子和导线的连接、连接器件、电缆附件等。

(2) 无源元件。无源元件包括电阻器、电容器、电感器、铁氧体磁心、磁存储器矩阵、压电晶体、驻极体、延迟线等。

(3) 半导体管和电子管。半导体管和电子管包括二极管、三极管、晶闸管、电子管、辐射探测器等。

(4) 电能的发生和转换。电能的发生和转换包括绕组、发电机、电动机、变压器、变流器等。

(5) 开关、控制和保护装置。开关、控制和保护装置包括触点(触头)、开关、开关装置、控制装置、电动机启动器、继电器、熔断器、保护间隙、避雷器等。

(6) 测量仪表、灯和信号器件。测量仪表、灯和信号器件包括指示、记录仪表、热电偶、遥测装置、电钟、传感器、灯、电喇叭和电铃等。

(7) 电信交换和外围设备。电信交换和外围设备包括交换系统、选择器、电话机、电报和数据处理设备、传真机、换能器、记录和播放器等。

(8) 电信传输。电信传输包括通信电路、天线、无线电台及各种电信传输设备。

(9) 电力、照明和电信布置。电力、照明和电信布置包括发电站、变电站、网络、音响和电视的电缆配电系统、开关、插座引出线、电灯引出线、安装符号等,适用于电力、照明和电信系统的平面图。

(10) 二进制逻辑单元。二进制逻辑单元包括组合和时序单元、运算器单元、延时单元、双稳、单稳和非稳单元、位移寄存器、计数器和存储器等。

(11) 模拟单元。模拟单元包括函数器、坐标转换器、电子开关等。

此外,还有一些其他符号,如机械控制、操作件和操作方法、非电量控制、接地、接机壳和等电位、理想电路元器件(电压源、电流源)、电路故障和绝缘击穿等。

#### 四、常用图形符号

电气图中涉及的符号很多,表 1-3 只是列举了一部分最常用的图形符号,旨在引导读者入门,为后面的学习奠定基础。