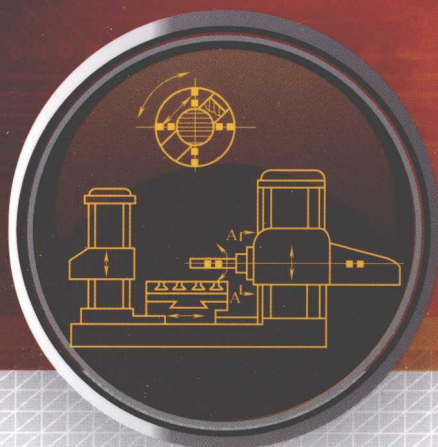
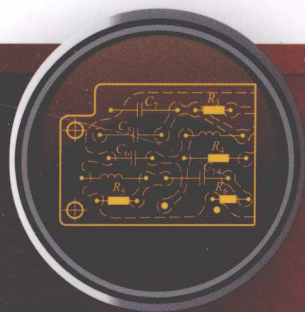


张宪 张大鹏 主编

电气制图与识图

DIANQI ZHITU YU SHITU

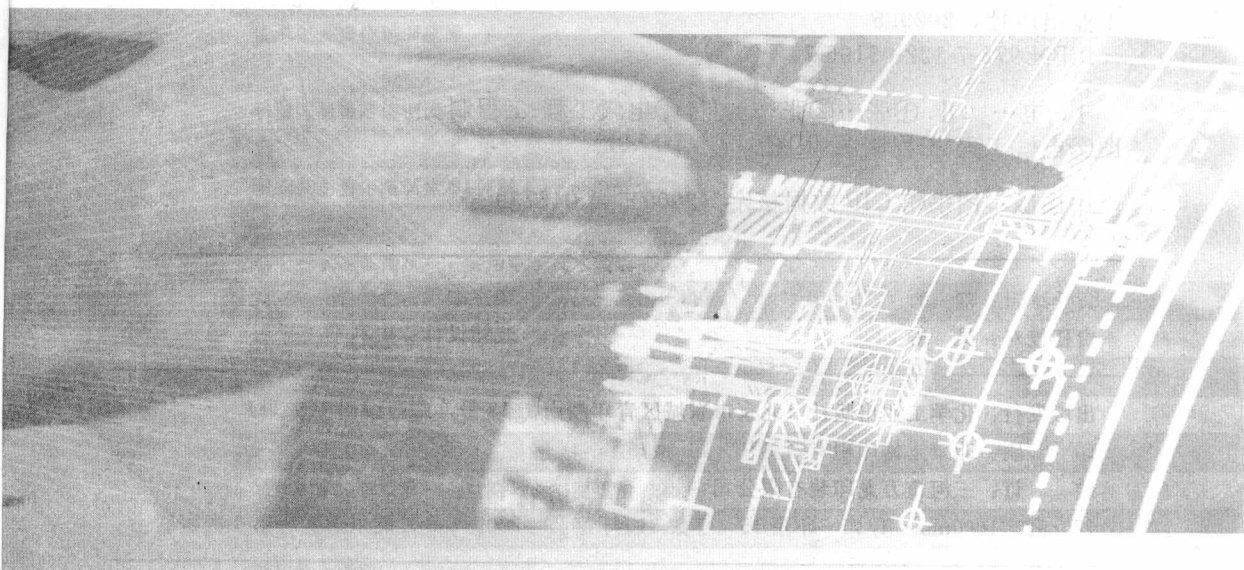


 化学工业出版社

张宪 张大鹏 主编

电气制图与识图

DIANQI ZHITU YU SHITU



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

电气制图与识图/张宪, 张大鹏主编. —北京: 化学工业出版社, 2009.5
ISBN 978-7-122-05196-7

I. 电… II. ①张…②张… III. ①电气工程-工程制图②电气工程-工程制图-识图法 IV. TM02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 046739 号

责任编辑: 刘 哲
责任校对: 吴 静

文字编辑: 王 洋
装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

720mm×1000mm 1/16 印张 15 字数 310 千字 2009 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着我国工农业生产的迅速发展,各种电气设备也随之增加,各种电子电路越来越复杂,技术含量也越来越高,看图的难度也越来越大。

电气图形是电气技术人员和电工进行技术交流和生产活动的“语言”,是电气技术中应用最广泛的技术资料,是设计、生产、维修人员进行技术交流不可缺少的手段。通过对电气图的识读、分析,能帮助人们了解电气设备的工作过程及原理,从而更好地使用、维护这些设备,并在故障出现的时候能够迅速查找出故障的根源,进行维修。

本书对各类电气设备的电气图做了具体分析,适用于具有一定电工知识的电工爱好者自学,也可作为本、专科相关专业的教学参考书,亦可供电气技术人员参考。

识读电气图应掌握以下三点。

(1) 结合电工、电子技术基础知识识读电气图。要想准确、迅速地看懂电气图,必须具备一定的电气制图和电工、电子技术基础知识。

(2) 结合电气元件的结构和工作原理识读电气图。电路是由各种电气设备、元器件和装置组成的,如生产实际中常见的继电器、接触器、按钮等有触点电器组成的控制线路。因此,只有熟悉这些有触点电器的结构、工作原理、用途及其与周围器件的关系以及在整个电路中的地位 and 作用,才能正确识读继电器-接触器控制线路图。

(3) 结合典型电路识读电气图。无论电路有多么复杂,都是由典型电路组成、派生的,因此,熟悉各种典型电路,在识读分析时,就可以迅速分清主次以及它们之间的联系,抓住主要矛盾,从而达到正确识图的目的。

本书共分11章,内容包括常用电气图形符号、电气制图的一般规则、电气图的基本知识、电气图和连接线的表示方法、工厂供电系统电气图、建筑电气安装图、继电器-接触器控制线路、常用电气控制电路图、电路图、电子电路图、逻辑功能图等。

本书从生产实际出发,从制图与识图的基础知识讲起,逐步深入地介绍学看电气图的方法和步骤,内容力求深入浅出,通俗易懂,突出实用性,兼顾覆盖面,并注意培养读者分析问题和解决问题的能力,可供电气设备维修时参考。

本书由张宪、张大鹏主编,王冠群、李玉轩、孙昱、沈虹副主编,参加本书编写工作的人员还有韩凯鸽、杨冠懿、赵慧敏、付兰芳、李志勇、赵建辉、林秀珍、安居、何惠英、陈影、范毅军、张森、胡云鹏等,全书由李良洪、付少波主审。

在编写本书时,引用了一些成功经验和资料,难以一一列举,谨在此向相关作者表示诚挚的谢意。同时,鉴于实践经验和学识水平有限,书中缺点和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2009.04

目 录

第一章 常用电气图形符号	1
第一节 电路图常用文字符号	1
第二节 常用电气图用图形符号	4
第三节 部分新旧电路图形符号对照	8
第四节 常用电气设备用图形符号	11
第二章 电气制图的一般规则	24
第一节 图纸的幅面和分区	24
第二节 图线、字体及其他	28
第三节 简图的布局方法	32
第四节 电气原理图的绘制	35
第五节 电气图常用名词术语	35
第三章 电气图的基本知识	42
第一节 电气图的分类	42
第二节 电气图的主要特点	46
第三节 电气制图与电气图形符号国家标准	48
第四节 电气识图的基本要求和基本步骤	53
第四章 电气图和连接线的表示方法	56
第一节 电路的多线表示法和单线表示法	56
第二节 电气元件的集中表示法和分开表示法	57
第三节 元件接线端子的表示方法	59
第四节 连接线的一般表示方法	61
第五节 元器件触点位置和工作状态表示方法	65
第六节 导线的识别标记及其标注	68
第七节 接线文件	69
第五章 工厂供电系统电气图	71
第一节 电力输配电系统	71

第二节	电气主接线的形式	74
第三节	识读电气主接线图	83
第六章	建筑电气工程图	90
第一节	建筑电气工程识图的基础知识	90
第二节	动力和照明工程图	93
第三节	防雷和接地平面图	100
第七章	继电器-接触器控制线路	108
第一节	常用低压电器及其图形	108
第二节	电气控制线路图中基本环节的识读	114
第三节	学画继电器-接触器控制线路图	121
第八章	常用电气控制电路图	126
第一节	电气控制线路图	126
第二节	机床电气控制线路图	140
第三节	起重设备控制线路图	161
第九章	电路图	164
第一节	电路图的绘制原则和方法	164
第二节	电路图的简化画法	170
第三节	电路图示例	173
第十章	电子电路图	181
第一节	电子电路识图的基本概念	181
第二节	怎样识读电子电路图	185
第十一章	逻辑功能图	204
第一节	逻辑和逻辑功能图	204
第二节	二进制逻辑单元图形符号及其应用	208
第三节	逻辑函数的表示方法	214
第四节	组合逻辑电路部件	217
第五节	识读集成电路图	223
第六节	集成电路计数器	227
参考文献	231

第一章 常用电气图形符号

电路图中的元器件、装置、线路及其他安装方法等，是按简图形式绘制的。在一般情况下都借用图形符号、文字符号来表达。这些符号就像电气工程语言中的“词汇”。在阅读电路图时，首先要了解和熟悉这些符号的形式、内容、含义以及它们之间的相互关系。

电子元器件的符号是各种实际元器件的代表，熟记电子元器件符号才能知道电路的组成，进而分析电路的功能，而电子元器件的外部特征是了解电路特定功能的基础。国家对电子元器件的符号都有统一的规定，例如《电气简图用图形符号》(GB 4728)。实际电路中的电子元器件虽然很多，但常见的是电阻、电容、电感、二极管、三极管、集成电路等，这些符号必须熟记。

在电路原理图中还标有文字符号，它一般都标示在电子元器件的旁边。文字符号有两种，一种是表示电子设备、装置和元器件的名称、功能、状态和特征；另一种是表示元器件的型号及规格。

不同的电子元器件在电路中的作用是不同的。如最常用的电子元器件，电阻是耗能元件，在电路中起限流及分压的作用；电容的基本特性是存储电荷，在电路中起隔直流、通交流的作用；电感与电容相反，直流容易通过，而对交流有阻碍作用，各种变压器、继电器、扬声器等都离不开电感线圈。随着电子技术的高速发展，各种具有新功能的电子元器件不断涌现。

第一节 电路图常用文字符号

文字符号适用于电气技术领域技术文件的编制，用以标明电子设备、装置和元器件的名称及电路的功能、状态和特征。

根据我国公布的电气图用文字符号的国家标准（新标准编号 GB 7159）规定，文字符号采用大写正体的拉丁字母，分为基本文字符号和辅助文字符号两类。基本文字符号分为单字母和双字母两种。单字母符号按拉丁字母顺序将各种电子设备、装置和元器件分为 23 大类，每大类用一个专用单字母符号表示，如“R”表示电阻器类、“C”表示电容器类等，单字母符号应优先采用。

双字母符号由一个表示种类的单字母符号与另一个字母组成，其组合形式应以单字母符号在前，另一个字母在后的次序列出，如“TG”表示电源变压器，“T”为变压器单字母符号。只有在单字母符号不能满足要求，需要将某大类进一步划分时，才采用双字母符号，以便较详细和具体地表示电子设备、装置和元器件等。各

类常用基本文字符号如表 1-1 所示。

表 1-1 电气设备常用基本文字符号

设备、装置和 元器件种类	举 例	基本文字符号		设备、装置和 元器件种类	举 例	基本文字符号				
		单字母	双字母			单字母	双字母			
组件部件	分离元件放大器	A		其他元器件	照明灯	E	EL			
	激光器				空气调节器		EV			
	调节器			保护器件	过电压放电器件(避雷器)	F				
	本表其他地方未提及的 组件、部件				具有瞬时动作的限流 保护器件				FA	
	电桥				具有延时动作的限流 保护器件				FR	
	晶体管放大器				具有延时和瞬时动作 的限流保护器件				FS	
	集成电路放大器				熔断器				FU	
	磁放大器				限压保护器件				FV	
	电子管放大器				旋转发电机				G	
	印制电路板				振荡器					
抽屉柜	发生器									
支架盘	发电机									
非电量到 电量变换器 或电量到非 电量变换器	热电传感器	B		发生器 发电机 电源	同步发电机	G	GS			
	热电池				异步发电机		GA			
	光电池				蓄电池		GB			
	测功计				旋转式或固定式变频器		GF			
	晶体换能器				声响指示器		H	HA		
	送话器				光指示器			HL		
	拾音器			指示灯	HL					
	扬声器			继电器 接触器	K		瞬时接触继电器	KA		
	耳机						瞬时有或无继电器	KA		
	自整角机						交流继电器	KA		
	旋转变压器						电流继电器	KA		
	变换器或传感器(用作 指示和测量)						闭锁接触继电器(机械 闭锁或永磁式有或无 继电器)	KL		
	压力变换器						双稳态继电器	KL		
	位置变换器						接触器	KM		
旋转变压器(测速发电机)	极化继电器	KP								
温度变换器	簧片继电器	KR								
速度变换器	延时有或延时无继电器	KT								
电容器	电容器	C		逆流继电器	KR					
二进制元件 延迟器件 存储器件	数字集成电路和器件	D		电感器 电抗器	电压继电器	KV				
	延迟线				感应线圈	L				
	双稳态元件				线路陷波器					
	单稳态元件				电抗器(并联和串联)					
	磁芯存储器				电动机			M		
	寄存器				同步电动机					MS
磁带记录机	可作发电机或电动机 用的电机	MG								
盘式记录机	力矩电动机	MT								
其他元器件	本表其他地方未规定的 器件	E		电动机						
	发热器件						EH			

续表

设备、装置和 元器件种类	举 例	基本文字符号		设备、装置和 元器件种类	举 例	基本文字符号		
		单字母	双字母			单字母	双字母	
模拟元件	运算放大器 混合模拟/数字器件	N		调制器 变换器	鉴频器 解调器 变频器 编码器 变流器 逆变器 整流器 电板译码器	U		
测量设备 试验设备	指示器件	P			电子管 晶体管	气体放电管	V	
	记录器件					二极管		VD
	积算测量器件		PA			晶体管		VT
	信号发生器		PC			晶闸管		VT
	电流表		PJ			电子管		VE
	(脉冲)计数器		PS			控制电路用电源的整 流器		VC
	电度表		PT					
	记录仪器		PV					
电力电路 的开关器件	自动开关	Q	QA			传输通道 波导 天线	导线 电缆 母线 波导 波导定向耦合器 偶极天线 抛物天线	W
	转换开关		QC					
	断路器		QF					
	刀开关		QK					
	负荷开关		QL					
	电动机保护开关		QM					
	隔离开关		QS					
电阻器	电阻器	R		端子 插头 插座	连接插头和插座 接线柱 电缆封端和接头 焊接端子板	X		
	变阻器		RP		连接片		XB	
	电位器		RS		测试插孔		XJ	
	测量分路表		RT		插头		XP	
	热敏电阻器		RV		插座		XS	
	压敏电阻器				端子板		XT	
控制、记 忆、信号电路 的开关器件 选择器	拨号接触器	S			电气操作 的机械器件	气阀	Y	
	连接级					电磁铁		YA
	控制开关		SA			电磁制动器		YBYC
	选择开关		SA			电磁离合器		YH
	按钮开关		SB	电磁吸盘		YM		
	机电式有或无传感器 (单级数字传感器)			电动阀		YV		
	液体标高传感器		SL	电磁阀				
	压力传感器		SP					
	位置传感器(包括接近 传感器)		SQ					
	转数传感器		SR					
温度传感器	ST							
变压器	电流互感器	T	TA	终端设备 混合变压器 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	Z		
	控制电路电源用变 压器		TC					
	电力变压器		TM					
	磁稳压器		TS					
	电压互感器		TV					

第二节 常用电气图用图形符号

图形符号为《电气图用图形符号》国家标准 GB 4728, 文字符号为《电气技术中的文字符号制订通则》国家标准 GB 7159。

一、电压电流及接线元件图形符号

电压、电流及接线元件图形符号见表 1-2。

表 1-2 电压、电流及接线元件图形符号

图形符号	说明	文字符号	图形符号	说明	文字符号
	直流	DC		锯齿波	
	交流, 50Hz	AC		故障(用以表示假定故障位置)	
	低频(工频或亚音频)			击穿	
	中频(音频)			屏蔽导线	
	高频(超音频、载频或射频)			同轴电缆、同轴对	
	交直流			端子	
	正极			导线的连接	
	负极			导线的交叉连接	
	按箭头方向单向旋转			导线的不连接(跨越)	
	双向旋转			插座(内孔)或插座的一个极	
	往复运动			插头(凸头)或插头的 一个极	
	非电离的电磁辐射(无线电波、可见光等)			插头和插座(凸头和 内孔)	X
	电离辐射			接地一般符号	E
	正脉冲			接机壳或接底板	
	负脉冲			等电位	
	交流脉冲				

二、无源元件图形符号

无源元件图形符号见表 1-3。

表 1-3 无源元件图形符号

图形符号	说明	文字符号	图形符号	说明	文字符号
	电阻器一般符号	R		压敏电阻器(U可用V代替)	RV
	可变(调)电阻器	R		热敏电阻器(θ可用t代替)	RT
	滑动触点电位器	RP		磁敏电阻器	
	带开关滑动触点电位器	RP			

续表

图形符号	说明	文字符号	图形符号	说明	文字符号
	光敏电阻器			差动可变电容器	C
	0.125W电阻器	R		电感器、线圈、绕组、扼流圈	L
	0.25W电阻器	R		带磁芯、铁芯的电感器	L
	0.5W电阻器	R		磁芯有间隙的电感器	L
	1W电阻器(大于1W用数字表示)	R		带磁芯连续可调的电感器	L
	熔断电阻器	R		有两个抽头的电感器(可增加或减少抽头数目)	L
	滑线式变阻器	R		可变电感器	L
	两个固定轴头的电阻器	R		双绕组变压器	T
	加热元件			示出瞬时电压极性标记的双绕组变压器	T
	电容器一般符号	C		电流互感器 脉冲变压器	TA
	穿心电容器	C		绕组间有屏蔽的双绕组单相变压器	T
	极性电容器	C		在一个绕组上有中心点抽头的变压器	T
	可变(调)电容器	C		耦合可变的变压器	T
	微调电容器	C		单相自耦变压器	T
	热敏极性电容器	C		可调压的单相自耦变压器	T
	压敏极性电容器	C			
	双联同调可变电容器	C			

三、天线、指示灯等图形符号

天线、指示灯等图形符号见表 1-4。

表 1-4 天线、指示灯等图形符号

图形符号	说明	文字符号	图形符号	说明	文字符号
	天线一般符号	W		原电池组或蓄电池组	GB
	环形(框形)天线	W		灯和信号灯一般符号	H
	磁棒天线(如铁氧体天线)(如不引起混淆,可省去天线一般符号)	W		闪光型信号灯	HL
	偶极子天线	WD*		电铃	HA
	折叠偶极子天线	WD*		电警笛、报警器	HA
	无线电台一般符号			蜂鸣器	HA
	原电池或蓄电池	GB		传声器(话筒)一般符号	BM*

续表

图形符号	说明	文字符号	图形符号	说明	文字符号
	扬声器一般符号	BL*		单声道录音磁头	B
	扬声-传声器	B		消磁磁头	B
	唱针式立体声头	B		双声道录放磁头	B
	单音光敏播放头	B		具有两个电极的压电晶体	B
	单声道录放磁头	B		具有三个电极的压电晶体	B

四、半导体器件图形符号

半导体器件图形符号见表 1-5。

表 1-5 半导体器件图形符号

图形符号	说明	文字符号	图形符号	说明	文字符号
	半导体二极管一般符号	VD*		PNP、NPN 型半导体管	V
	温度效应二极管(θ 可用 t 代替)	VD*		NPN 型半导体管,集电极接外壳	V
	变容二极管	VD*		热电偶(示出极性符号)	B
	单向击穿二极管(电压调整二极管)	VD*		具有 P 型基极单结型半导体管	V
	隧道二极管	VD*		具有 N 型基极单结型半导体管	V
	双向击穿二极管	VD*		N 型沟道结型场效应半导体管(P 型箭头相反)	V
	反向阻断三极晶体整流管(N 型控制极、阳极侧受控)	VS*		耗尽型、单栅、N 沟道和衬底无引出线的绝缘栅场效应半导体管(P 沟道箭头方向相反)	V
	反向阻断三极晶体整流管(P 型控制极、阴极侧控制)	VS*		耗尽型、双栅、N 沟道和衬底有引出线的绝缘栅场效应半导体管	V
	光控晶体整流管	VS*		增强型、单栅、N 沟道和衬底无引出线的绝缘栅场效应半导体管(P 沟道箭头方向相反)	V
	三端双向晶体整流管	VS*			
	光电二极管	VD*			
	发光二极管一般符号	VD*			
	光电半导体管(PNP 型)	V			
	磁敏二极管	VD*			

五、放大器、整流器等图形符号

放大器、整流器等图形符号见表 1-6。

表 1-6 放大器、整流器等图形符号

图形符号	说明	文字符号	图形符号	说明	文字符号
	放大器一般符号	A		音频振荡器	G
	运算放大器一般符号	N		超音频、载频、射频振荡器	G
	整流器	UR*		多谐振荡器	G
	桥式全波整流器	UR*		音叉振荡器	G
	逆变器	UN*		压控振荡器	G
	整流器/逆变器	U		晶体振荡器	G
	调频器、鉴频器	U		达林顿型光耦合器	
	调相器、鉴相器	U		光电二极管型光耦合器	
	调制器、解调器或鉴频器一般符号	U		光耦合器 光隔离器 (示出发光二极管和光电半导体管)	
	调幅器、解调器	U		光电三极管型光耦合器	
	检波器			集成电路光耦合器	
	振荡器一般符号	G			

六、数字电路图形符号

数字电路图形符号见表 1-7。

表 1-7 数字电路图形符号

图形符号	说明	文字符号	图形符号	说明	文字符号
	数-模转换器一般符号	N		“与”单元(与门)通用符号	D
	模-数转换器一般符号	N		非门 反相器	D
	加法器,通用符号	D		3 输入与非门	D
	减法器,通用符号	D		3 输入或非门	D
	乘法器,通用符号	D		异或单元	D
	“或”单元(或门)通用符号	D		RS 触发器 RS 锁存器	D
				只读存储器	D

七、滤波器、仪表等图形符号

滤波器、仪表等图形符号见表 1-8。

表 1-8 滤波器、仪表等图形符号

图形符号	说 明	文字符号	图形符号	说 明	文字符号			
	电机一般符号,符号内星号必须用下述字母来代替: G 发电机 M 电动机 MS 同步电动机 SM 伺服电机 GS 同步发电机	G		电压表	PV			
				示波器	P			
				检流计	P			
				温度计、高温计	P			
				转速表	P			
	滤波器一般符号	Z		熔断器一般符号	FU			
	高通滤波器	Z			避雷器	F		
	低通滤波器	Z				手动开关的一般符号	S	
	带通滤波器	Z					按钮开关(不闭锁)	SB
	带阻滤波器	Z						拉拔开关(不闭锁)
	高频预加重装置							旋钮开关、旋转开关(闭锁)
	高频去加重装置							继电器一般符号
	压缩机	Z						
	扩展器	Z						
	均衡器	Z						
	可变衰减器							

注:表中带“*”的双字符号是根据国家标准 GB 7159—87 中的“补充文字符号的原则”而补充的。

第三节 部分新旧电路图形符号对照

本节列出部分常用的新旧电路图形符号对照表,供使用时参考。

一、控制装置和阻容元件新旧电路图形符号对照表

控制装置和阻容元件新旧电路图形符号对照见表 1-9。

表 1-9 控制装置和阻容元件新旧电路图形符号对照表

新符号(GB 4728)		旧符号(GB 312)	
名 称	图形符号	名 称	图形符号
动合触点(本符号可作开关一般符号)		开关的动合触点	
		继电器的动合触点	

续表

新符号(GB 4728)		旧符号(GB 312)	
名称	图形符号	名称	图形符号
动断触点		开关的动断触点	
		继电器的动断触点	
先断后合的转换触点		开关的切换触点	
		继电器的切换触点	
中间断开的双向触点		单极转换开关	
有弹性返回的动合触点		—	—
有弹性返回的动断触点		—	—
动合按钮开关		带动合触点的按钮	
动断按钮开关		带动断触点的按钮	
手动开关的一般符号		—	—
热敏电阻器		直热式热敏电阻	
极性电容器	优选型 其他型	有极性的电解电容器	
热继电器动合触点		热继电器动合触点	
热继电器动断触点		热继电器动断触点	
延时闭合的动合触点		延时闭合的动合触点	
延时断开的动合触点		延时断开的动合触点	
延时闭合的动断触点		延时闭合的动断触点	
延时断开的动断触点		延时断开的动断触点	
接近开关动合触点		接近开关动合触点	
接近开关动断触点		接近开关动断触点	

续表

新符号(GB 4728)		旧符号(GB 312)	
名称	图形符号	名称	图形符号
气压式液压继电器动合触点		气压式液压继电器动合触点	
气压式液压继电器动断触点		气压式液压继电器动断触点	
速度继电器动合触点		速度继电器动合触点	
速度继电器动断触点		速度继电器动断触点	
接触器线圈		接触器线圈	
继电器线圈		继电器线圈	
缓慢释放继电器的线圈		缓慢释放继电器的线圈	
缓慢吸合继电器的线圈		缓慢吸合继电器的线圈	
热继电器的驱动器件		热继电器的驱动器件	
电磁离合器		电磁离合器	
电磁阀		电磁阀	
电磁制动器		电磁制动器	
电磁铁		电磁铁	
照明灯一般符号		照明灯一般符号	

二、半导体器件新旧电路图形符号对照表

半导体器件新旧电路图形符号对照表见表 1-10。

表 1-10 半导体器件新旧电路图形符号对照表

新符号(GB 4728)		旧符号(GB 312)	
名称	图形符号	名称	图形符号
半导体二极管一般符号		半导体二极管、半导体整流器	

续表

新符号(GB 4728)		旧符号(GB 312)	
名称	图形符号	名称	图形符号
发光二极管		发光二极管	
变容二极管		变容二极管	
单向击穿二极管、电压调整二极管		稳压二极管	
光电二极管		光电二极管	
光电池		光电池	
光敏电阻		光敏电阻	
反向阻断三极晶体闸流管		半导体可控硅	
双向晶体闸流管		双向可控硅	
具有 N 型基板单结型半导体管		双基极二极管	
N 沟道结型场效应半导体管		—	—
PNP 型半导体管		P-N-P 型半导体管	
NPN 型半导体管		N-P-N 型半导体管	

第四节 常用电气设备用图形符号

本节涉及 GB/T 5465.2—1996《电气设备用图形符号》的部分图形符号，内容包括符号的编号、图形、名称、适用范围和使用说明等。常用电气设备用图形符号见表 1-11。

表 1-11 常用电气设备用图形符号

编号	图 形	名 称	英文名称	适用范围	使用说明
01		电池的一般符号	battery, general	用于电池电源设备	标识电池组测试按钮和测试灯或电池状态显示
02		电池定位	positioning of cell	用于电池盒(箱)具或内部	标识电池组内部本身和表示盒(箱)电池的极性和位置