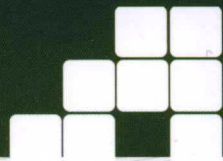


韩老师电子技能培训大讲堂



电气线路 故障检修



学用速训

数码维修工程师鉴定指导中心组编

主 编 韩广兴

副主编 韩雪涛 吴 瑛



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

韩老师电子技能培训大讲堂

电气线路故障检修学用速训

数码维修工程师鉴定指导中心组编

主 编 韩广兴

副主编 韩雪涛 吴 瑛

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书根据该行业读者的学习习惯和培训特点,将电气线路维修的从业技能要求、电气线路的结构、电路特点、工作原理及故障检修流程和检修方法等一系列知识点和技能,采用“学用速训”的形式,进行讲解。力求通过典型电气线路的实测和实修的详细讲解,使读者对电气线路的结构特点、工作原理,主要部件及控制电路和各辅助电路的检修技能有一个全面掌握。同时,本书收集、整理了大量电气线路的维修案例,作为实训题材供读者“演练”,使读者通过实训快速掌握电气线路的维修技能。

本书采用讲座的形式,对故障的分析及检修技能的讲解采用了图解演示的表现手段,形象、直观、易学、易懂。

本书可作为电气线路维修专业技能考核认证的培训教材,也可作为各职业技术学院电气技术专业的实训教材,同时也适合电气线路维修从业人员和求职人员及业余爱好者阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电气线路故障检修学用速训/韩广兴主编. —北京:电子工业出版社,2011.1

(韩老师电子技能培训大讲堂)

ISBN 978-7-121-12186-9

I. ①电… II. ①韩… III. ①输配电线路—检修IV. ①TM726

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第213697号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 鄂卫华

印刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开本: 787×1092 1/16 印张: 17.5 字数: 426千字

印次: 2011年1月第1次印刷

定价: 36.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

出版说明

随着科学技术的飞速发展,新技术、新产品、新工艺层出不穷,为电气和电子行业的求职人员提供了更为广阔的就业前景。掌握电气线路和设备及电子产品的检修技能是该行业求职者必须具备的职业能力。该行业的在职从业人员也必须追踪电子技术的新发展,不断学习新知识,掌握新技术,才能适应社会的新需求。

然而,如何能够在短时间内掌握电工电子的实用技能,如何能够应对如此繁杂的电子产品维修市场,如何能够成功地完成知识和技能的更新与转型,并能轻松地跟上产品快速发展的节奏,已成为电气、电子行业的从业人员和求职者急需解决的重要问题。

根据目前电气、电子行业的职业特色,同时从考虑该领域人群的学习需求和特点出发,我们将电工电子技术基础技能培训和市场上主流电子产品的维修技能培训所需的教材进行了合理的划分,精心策划并制作了这套“韩老师电子技能培训大讲堂”系列丛书。

本套丛书共 11 本,包括《电工实用电路识图学用速训》、《电子实用电路识图学用速训》、《万用表检测应用学用速训》、《电子元器件检测置换学用速训》、《电气线路故障检修学用速训》、《日用小家电故障检修学用速训》、《新型液晶彩色电视机故障检修学用速训》、《新型洗衣机故障检修学用速训》、《变频电冰箱故障检修学用速训》、《变频空调器故障检修学用速训》、《新型手机故障检修学用速训》。

“韩老师电子技能培训大讲堂”系列丛书主要面向从事电工作业、电气维修和电子产品生产、调试、维修的技术人员和广大电子爱好者,可作为电气维修和电子产品维修技能培训教材,同时也可作为高、中等职业技术学校电工电子技术专业相关学科的技能实训教材。本套丛书精选了基础电子、电工电路的识图及万用表的检测应用等基础技能,以及电子元器件检测与置换、电气线路检修、各类电子产品的检修等专业技能为题材,采取模拟课堂讲座方式,突出“知识讲解”、“要点提示”、“操作演示”、“案例训练”等关键环节,运用自主学习和快速训练相结合的教学方法,系统全面地讲解电工电子的实用知识与操作技能。

《电工实用电路识图学用速训》是电气线路及设备检修的基础技能培训教材。书中根据电工具体从业的岗位作为章节划分依据,将典型实用的电工电路按照功能特点进行归纳整理,全面系统地讲解了不同类型的电工实用电路的特点和识读方法。为适应实际需要,书中所有的电路模块均取自实际电工电路。通过对不同电路的结构、原理、适用场合和应用特点的分析,使读者快速掌握电工电路的识图方法。同时,配以实际训练,使读者快速掌握识读各种电工电路图的技巧。

《电子实用电路识图学用速训》是电子产品生产、调试、维修领域的基础技能培训教材。书中对目前各种类型的家用电器产品的电路进行了细致的归纳、整理,按照电路的功能特点划分章节。图书采用图解的方式,通过对典型电子电路结构、原理和应用特点的讲解、分析,使读者快速掌握电子电路识图的方法。为适应电子产品生产、调试、维修的实际需要,本书还收集了大量的主流电子产品电路,各电路都极具代表性,供读者识读训练

时使用。读者跟着配套的图文解读来学习,就能轻松掌握电子电路识图的要领、方法与技巧。

《万用表检测应用学用速训》是电气电子领域中共同需要的基本技能培训教材。本书以典型万用表为例,系统全面地介绍了万用表的使用特点和使用方法。为贴近实际应用需要,按照检测应用领域进行章节划分,不同章节突出不同的使用特点。本书充分利用图解的表现形式,教给读者正确使用万用表进行检测的方法。同时,配合大量的实际训练,加深对万用表功能特点的理解,力求使读者快速掌握用万用表检测电气线路和电子产品的技术参数及判断故障部位的使用技巧。

《电子元器件检测置换学用速训》也是电子领域的最基本的技能培训教材。本书以电子元器件的种类作为章节划分的依据。充分运用图解的表现形式,将各种类型的电子元器件的结构、特点、识别、检测、置换等知识与方法教给读者,让读者跟着图解演示进行训练,达到快速掌握元器件检测与置换的技能的目的。

《电气线路故障检修学用速训》是电气行业的专业技能培训教材。本书旨在介绍实际线路的检修方法和技巧。为适应读者的需求和阅读习惯,本书按照电气线路的功能作为章节划分的依据,通过大量的实际案例,运用图解的方式,全面系统地讲解了不同电气线路的检修流程、检修方法和检修技巧。为使读者能够学以致用,本书还归纳整理了许多典型的实际案例供读者实训,读者只要跟着图解演示进行训练,就能快速掌握电气线路的检修特点和检修技能。

《日用小家电故障检修学用速训》是电子产品生产、调试、维修领域的专业技能培训教材。本书将目前市场上的主流日用小家电产品按照种类特点进行划分,通过对实际样机的实拆、实测、实修的演示教学过程,使读者掌握各种典型日用小家电产品的结构、工作原理和维修方法。本书对小家电产品的检修案例进行了细致的归纳整理,供读者实训,通过对各种实际案例的分析与图解演示,使读者真正掌握日用小家电产品的维修特点和维修技巧。

《新型液晶彩色电视机故障检修学用速训》、《新型洗衣机故障检修学用速训》、《新型手机故障检修学用速训》、《变频电冰箱故障检修学用速训》及《变频空调器故障检修学用速训》都是电子产品生产、调试、维修领域的专业技能培训教材。全书从新型电子产品的结构及结构特点介绍入手,在详细讲解单元电路的功能及工作原理的基础上,进一步讲解典型机型的故障分析、检测及维修方法。书中收集整理了大量故障检修的实际案例,通过对实际样机的实拆、实测、实修的图解演示的直观教学,使读者跟着学和跟着练。这种自主学习与实训演练相结合的培训方法,使从事不同产品维修的读者分别快速掌握新型液晶彩色电视机、新型新衣机、新型手机、变频电冰箱及变频空调器等电子产品的故障检修技能。

本套丛书贴近电子产品维修的实际,注重技能实训演练,表现形式形象生动,易学易懂,适应学用速训需求。通过精心策划,无论从选题内容的精选与拓展到写作方式的突破与创新,都是以达到追踪电子技术的新发展、打造技能培训的新模式、传授电子产品检修技艺的良好效果为目标。

我们真诚地期盼“韩老师电子技能培训大讲堂”系列丛书能成为各电子技能专业学校或培训站(班)及各高、中等职业学校相关专业首选的技能实训教材;我们真诚地期盼该套系列丛书成为广大电子技术爱好者求职、就业及技能提升的良师益友。

电子工业出版社

编委会名单

主 编 韩广兴

副主编 韩雪涛 吴 瑛

编 委 张丽梅 孟雪梅 郭海滨 李 雪

张明杰 孙 涛 宋明芳 马 楠

梁 明 宋永欣 张雯乐 张鸿玉

前 言

随着科学技术的发展,人们的生活智能化、现代化,操作控制更加人性化,使得人们对物质文化生活的需求不断提升,使得电气控制自动化的程度越来越高。对电气维修人员的技术素质的要求也越来越高。

电气现代化为从事电气线路维修的人员提供了很好的就业机会,越来越多的人非常重视电气线路维修的专业技能培训。如何能够在短时间内掌握电气线路的维修方法和技巧已成为这部分人群急需解决的重要问题。

本书正是从实际维修出发,模拟课堂培训的形式,采用“学”、“练”、“用”相结合的教授模式,全面系统地讲解了电气线路的结构特点、工作原理、维修方法和维修技巧。

为使读者能够在最短时间内掌握电气线路的维修技能,本书在知识技能的讲授过程中充分发挥“图解”的功能。通过对实际线路的实测和实修的图文演示,生动、形象、直观地将电气线路的维修技能演示出来,传授给读者。

本书还收集了大量电气线路的维修实例,并通过“训练”的形式提供给读者实训时作为技能演练的题材,使读者开阔眼界,领悟电气线路的维修技巧。

为使本书内容既符合实际需求,同时又极具专业培训的特性,本书由数码维修工程师鉴定指导中心联合多家专业维修机构,组织众多高级维修技师、一线教师和多媒体技术工程师组成专业制作团队,特聘请本行业的资深专家韩广兴教授亲自担任主编。书中所有的内容及维修资料均来源于实际工作,以确保图书的权威性。

本书内容符合电气维修工程师技术资格的鉴定考核标准,读者通过学习和实训,可根据自身情况申报相应的专业技术等级,获得国家职业资格认证或电气维修工程师相应等级的专业技术资格认证。

本书由韩广兴担任主编,韩雪涛、吴瑛担任副主编,参加编写的还有张丽梅、孟雪梅、郭海滨、李雪、张明杰、孙涛、宋明芳、马楠、梁明、宋永欣、张雯乐和张鸿玉等。

为满足读者需求,数码维修工程师鉴定指导中心还提供了网络远程教学和多媒体视频自学两种培训途径,读者可以直接登录数码维修工程师官方网站进行培训或购买配套的VCD系列教学光盘自学(本书不含光盘,如有需要请读者按以下地址联系购买)。

读者如果在自学或参加培训的学习过程中及申报国家专业技术资格认证方面有什么问题,也可通过网络或电话与我们联系。

网址: <http://www.chinadse.org>

联系电话: 022-83718162/83715667/13114807267

E-mail: chinadse@163.com

地址: 天津市南开区榕苑路4号天发科技园8-1-401, 数码维修工程师鉴定指导中心

邮编: 300384

图书联系方式: tan_peixiang@phei.com.cn

编 者
2010年11月

目 录

第 1 讲 电气线路识图学用速训	1
1.1 电气线路中常用图形符号的识别	1
1.1.1 基本标识符号	1
1.1.2 常用电子元器件符号	3
1.1.3 常用电气器件符号	4
1.2 电气线路的识图方法	9
1.2.1 电气线路的种类特点	9
1.2.2 电气线路图的识读原则	12
1.2.3 电气线路图的识读步骤	14
第 2 讲 电气线路故障检修工具及仪表的使用方法	19
2.1 电气线路故障检修的常用工具	19
2.1.1 加工工具	19
2.1.2 装卸工具	26
2.1.3 专用工具	31
2.2 电气线路故障检修的常用仪表	37
2.2.1 指针式万用表	37
2.2.2 数字式万用表	51
2.2.3 钳形表	61
2.2.4 兆欧表	69
第 3 讲 照明线路故障检修学用速训	85
3.1 室内照明线路故障检修学用速训	85
3.1.1 室内照明线路故障检修基础	85
3.1.2 室内照明线路故障检修速训	95
3.2 室外照明线路故障检修学用速训	120

3.2.1	室外照明线路故障检修基础.....	120
3.2.2	室外照明线路故障检修速训.....	127
第 4 讲	变配电线路故障检修学用速训	133
4.1	室内变配电线路故障检修学用速训.....	133
4.1.1	室内变配电线路故障检修基础.....	133
4.1.2	室内变配电线路故障检修速训.....	148
4.2	户外变配电线路故障检修学用速训.....	170
4.2.1	户外变配电线路故障检修基础.....	170
4.2.2	户外变配电线路故障检修速训.....	181
第 5 讲	电气控制线路故障检修学用速训.....	191
5.1	农村电气控制线路故障检修学用速训.....	191
5.1.1	农村电气控制线路故障检修基础.....	191
5.1.2	农村电气控制线路故障检修方法.....	208
5.2	建筑电气控制线路故障检修学用速训.....	222
5.2.1	建筑电气控制线路故障检修基础.....	222
5.2.2	建筑电气控制线路故障检修方法.....	230
5.3	工业电气控制线路故障检修学用速训.....	236
5.3.1	工业电气控制线路故障检修基础.....	236
5.3.2	工业电气控制线路故障检修方法.....	248
第 6 讲	安全保护线路故障检修学用速训.....	251
6.1	系统安全保护线路故障检修学用基础.....	251
6.1.1	系统安全保护电路基础.....	251
6.1.2	系统安全保护线路故障检修方法.....	256
6.2	设备安全保护线路故障检修学用速训.....	258
6.2.1	设备安全保护电路基础.....	258
6.2.2	设备安全保护线路故障检修方法.....	266

第 1 讲 电气线路识图学用速训

1.1 电气线路中常用图形符号的识别

对于电气线路中的图形符号的认识，是为了便于电气操作人员通过识图的方式得知该线路的连接走向和线路连接的方式。

1.1.1 基本标识符号

1. 电流、电压的图形符号

电流和电压的物理量在电路中可以用图形符号的形式来表现，图 1-1 所示为电气线路图中常用电流、电压的图形符号及波形。

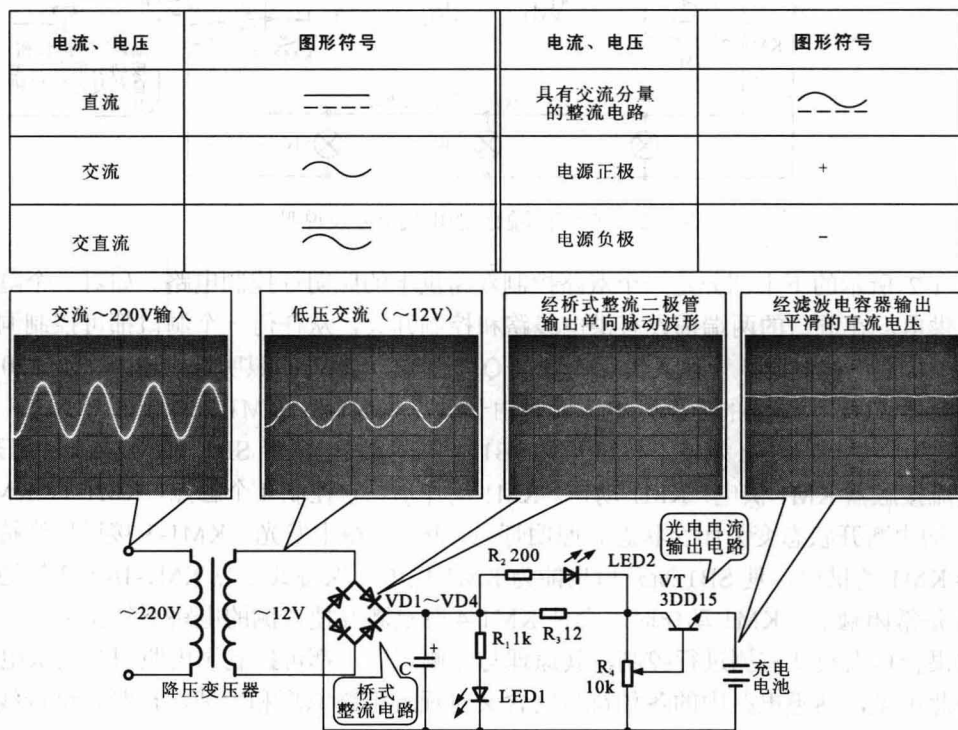


图 1-1 电流、电压的图形符号及波形

2. 开关触点的图形符号

开关触点是电气线路图中应用最多的符号之一，图 1-2 所示为电气线路中的常用

开关触点的电气符号及说明。

开关触点	图形符号	说明	开关触点	图形符号	说明
中间断开的双向触点		该触点具有3个位置，常用于表示具有断开位置的切换开关	位置开关动合触点		位置开关动合触点，限位开关动合触点，操作时接通
延时闭合动合(常开)触点		当操作器件被吸合时，延时闭合的动合触点	位置开关动断触点		位置开关动断触点，限位开关动断触点，操作时断开
延时断开动断(常闭)触点		当操作器件被吸合时，延时断开的动断触点	拉拨开关		具有动合触点且自动复位的拉拨开关，无保持功能
延时闭合动合(常开)触点		当操作器件被释放时，延时闭合的动合触点	具有自动释放的负荷开关		具有内装的测量继电器或脱扣器的负荷开关
延时断开动断(常闭)触点		当操作器件被释放时，延时断开的动断触点	断路器		断路器即操作时接通的开关

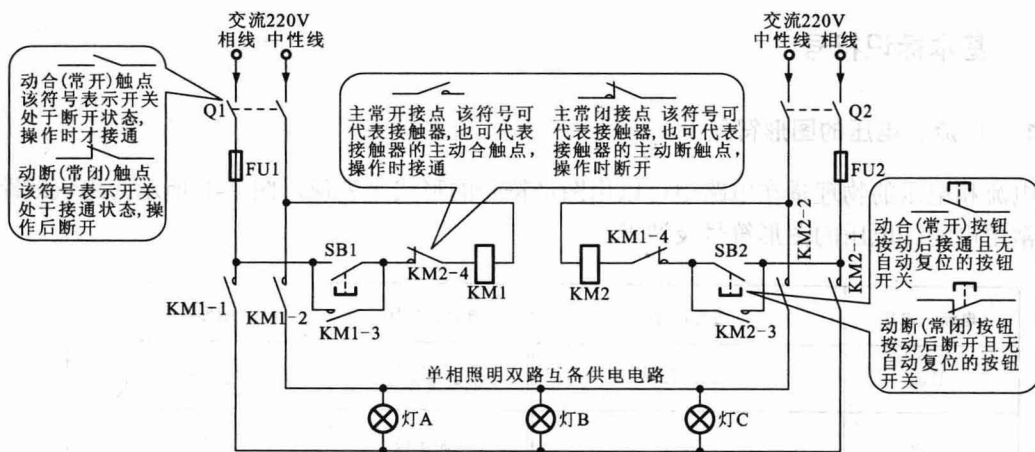


图 1-2 常用开关触点的电气符号及说明

图 1-2 所示的下半部分是一个双路控制双路供电的照明灯控制电路。如对于一个隧道照明灯的供电，在洞口的两端都设有供电线路和控制开关，从任何一个洞口都可控制洞内的照明灯。从左侧控制时，管理人员操作开关 Q1，使之成为洞内的照明灯供电，交流 220 V 电压经熔断器 FU1 为洞内的电器供电，此时由于触点 KM1-1、KM1-2 处于断开状态，照明灯不亮，为灯供电时还必须按下按钮开关 SB1，于是相线电压经 SB1→KM2-4（常闭开关）→为交流接触器 KM1 供电，KM1 动作。KM1 动作后，它控制 4 个触点，KM1-1、KM1-2、KM1-3 均由断开状态变为闭合状态。照明灯 A、B、C 得电发光。KM1-3 接通后维持交流接触器 KM1 的供电，使 SB1 断开后也能为 KM1 供电，保持其触点 KM1-1/-2/-3 接通。而 KM1-4 是常闭触点，KM1 动作时，会使 KM1-4 触点断开使右侧的电路不起作用。

如果管理人员从右侧进行控制，其原理与左侧相同，都可控制洞内照明灯的供电。

由此可见，熟悉电路中的各种符号的含义对理解电路原理和安装、检测、维修线路都十分重要。

3. 导线及其连接器件的图形符号

导线和连接器件也是电气线路图中不可缺少的元素之一，电气设备中几乎所有的元件都是靠导线来连接的。图 1-3 所示为导线及其连接器件的图形符号。

导线及端子	图形符号	导线及端子	图形符号	导线的连接	图形符号	连接器件	图形符号
柔软导线		同轴电缆		导线的连接		插头和插座	
屏蔽导线		端子		导线的不连接		连接片	

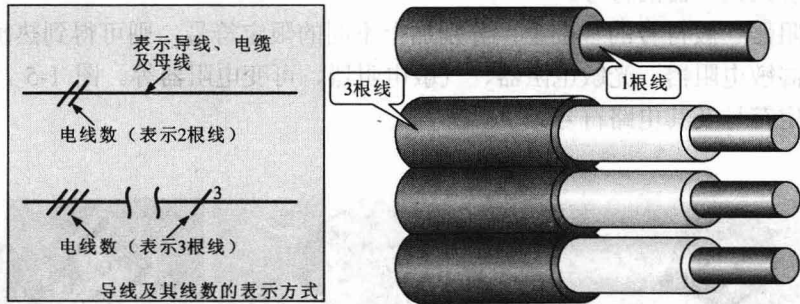


图 1-3 导线及其连接器件的图形符号

1.1.2 常用电子元器件符号

1. 常用电子元器件的图形符号

在电路中常见的电子元器件有很多，它们都有自己的表达符号。图 1-4 所示为常用的电子元器件的外形及其电路符号。

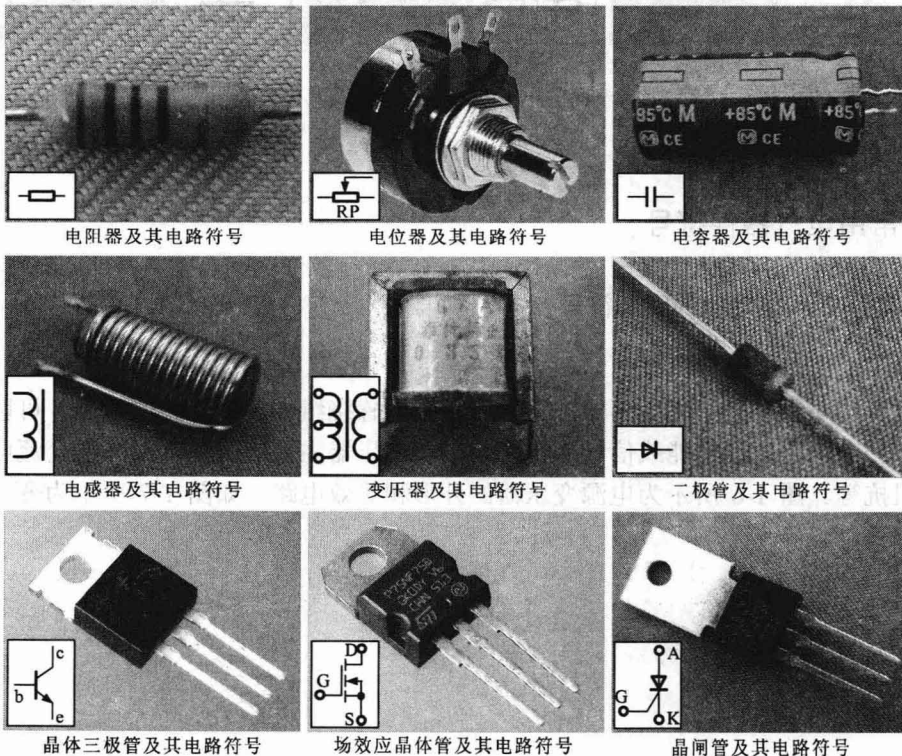


图 1-4 常用的电子元器件的外形及其电路符号

2. 常用电子元器件的图形限定符号

限定符号是指用来提供附加信息的一种加在其他图形符号上的符号。限定符号一般不能单独使用。但一般符号有时也可用做限定符号，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。

在电阻器一般符号的基础上，分别加上不同的限定符号，则可得到热敏电阻器、压敏电阻器、湿敏电阻器、光敏电阻器、气敏电阻器、可变电阻器等。图 1-5 所示为不同的电阻器的限定符号及其电路符号。

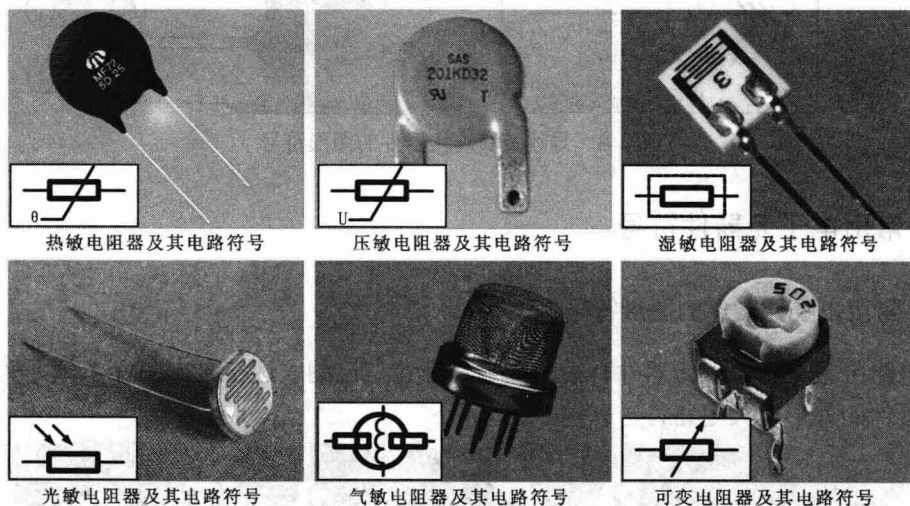


图 1-5 不同的电阻器的限定符号及其电路符号

1.1.3 常用电气器件符号

1. 变压器和电动机的图形符号

(1) 变压器的图形符号

变压器实质上就是一种电感器，它利用两个电感绕组靠近时互感的原理，可以从一个电路向另一个电路传递电能或信号。在电路中，变压器主要用来提升或降低交流电压，或是变换阻抗等。图 1-6 所示为电源变压器的外形和等效电路。如图 1-7 所示为变压器的图形符号。

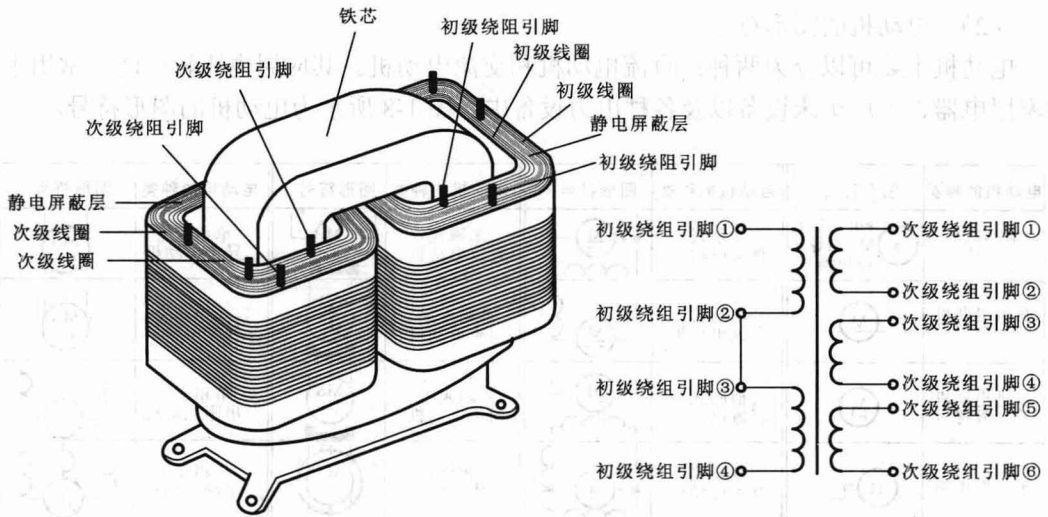


图 1-6 电源变压器的外形和等效电路

变压器的种类	图形符号	变压器的种类	图形符号	变压器的种类	图形符号
变压器的一般符号		双绕组变压器		变压器的铁芯	
单相自耦变压器		三绕组变压器		电流互感器	
可调压的单相自耦变压器		三相自耦变压器星形连接		三相变压器 Y-Δ 连接	

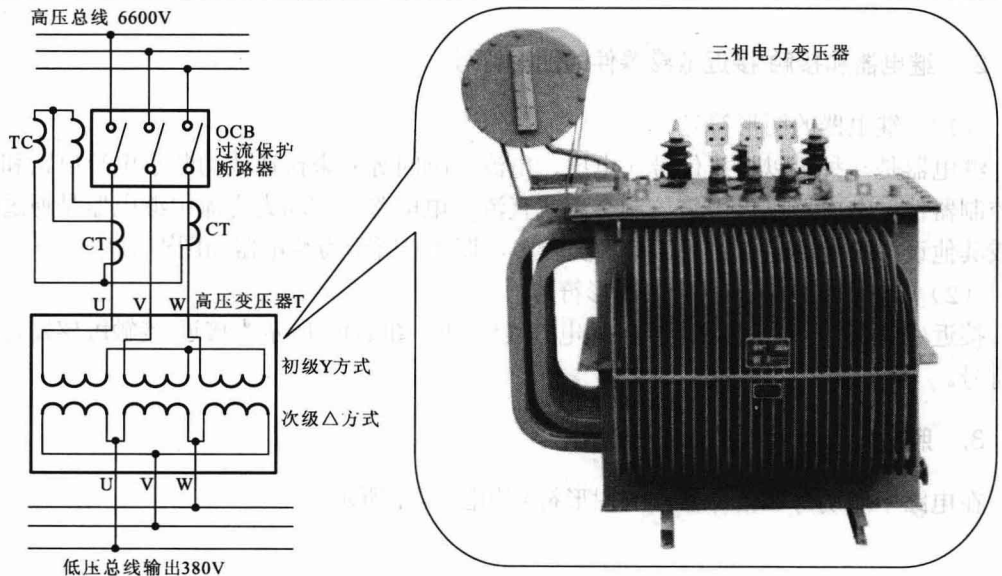


















图 1-7 变压器的图形符号

(2) 电动机的图形符号

电动机主要可以分为两种：直流电动机和交流电动机。其应用也比较广泛，常用于各种家用电器、工厂车床设备以及各种电力设备中。图 1-8 所示为电动机的图形符号。

电动机的种类	图形符号	电动机的种类	图形符号	电动机的种类	图形符号	电动机的种类	图形符号
电动机的一般符号	 *可用字母 M、G 等字母代换	并励式直流电动机		永磁式直流电动机		单相笼型异步电动机	
直流电动机的一般符号		串励式直流电动机		单相永磁同步电动机		三相笼型异步电动机	
步进电动机的一般符号		他励式直流电动机		三相永磁同步电动机		单相交流串励电动机	
手摇发电机		复励式直流电动机		三相绕组异步电动机		三相交流串励电动机	

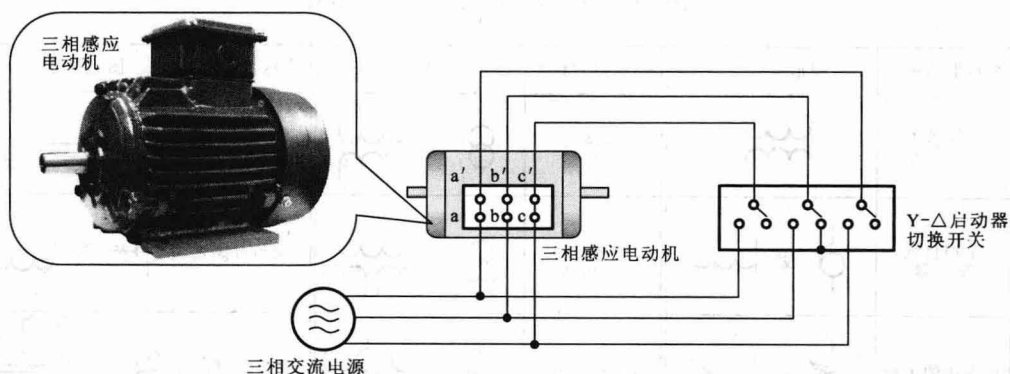


图 1-8 电动机的图形符号

2. 继电器和接触/接近敏感器件的图形符号

(1) 继电器的图形符号

继电器是一种可以根据信号（电压、电流、时间等）来接通或切断小电流电路和电器的控制器件，继电器可以用来控制交流或直流供电电路。在动力交流中继电器是通过接触器或其他设备来控制主电路的，其种类较多，图 1-9 所示为继电器的图形符号。

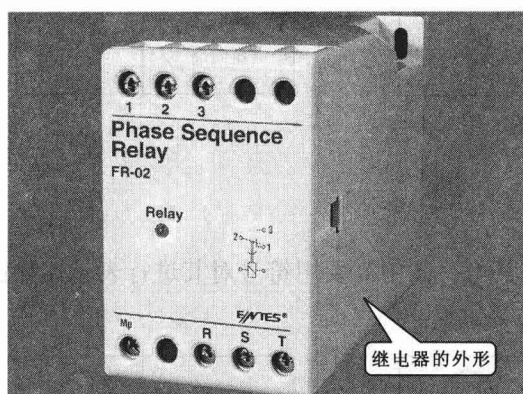
(2) 接近/接触敏感器件的图形符号

接近/接触敏感器件也常用于各种电气线路中。图 1-10 所示为接近/接触敏感器件的图形符号。

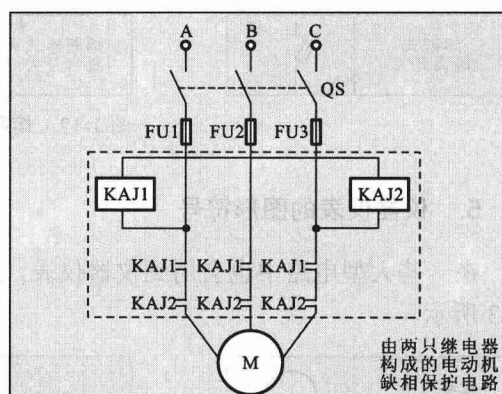
3. 照明灯和信号器件的图形符号

在电路中照明灯和信号器件的图形符号如图 1-11 所示。

继电器的种类	图形符号	继电器的种类	图形符号	继电器的种类	图形符号
继电器的一般符号		缓放继电器线圈		极化继电器线圈	
欠压继电器线圈		缓吸继电器线圈		剩磁继电器线圈	
过流继电器线圈		缓放和缓吸继电器线圈		过热继电器的驱动器件	



继电器的外形



由两只继电器构成的电动机缺相保护电路

图 1-9 继电器的图形符号

接触/接近敏感器件	图形符号	接触/接近敏感器件	图形符号	接触/接近敏感器件	图形符号
接近传感器		接近开关动合触点		热继电器的驱动器件	
接触传感器		接触敏感开关动合触点		热继电器动断触点	

图 1-10 接近/接触敏感器件的图形符号

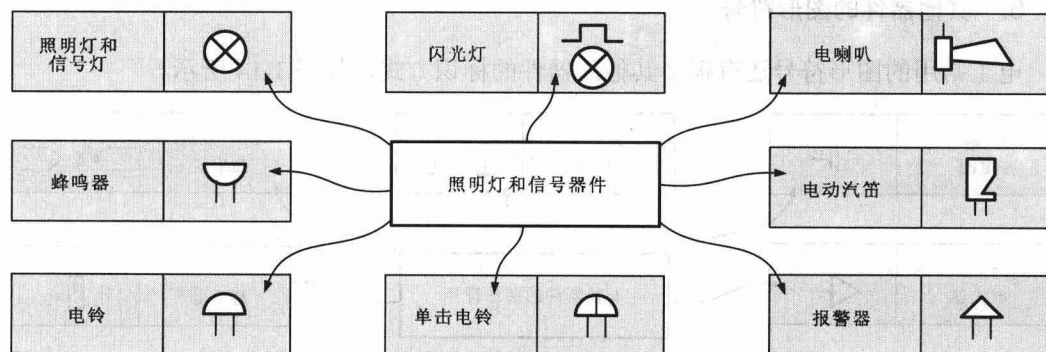


图 1-11 照明灯和信号器件的图形符号

4. 熔断器的图形符号

在电路中的熔断器的图形符号也有很大的变化，如图 1-12 所示。

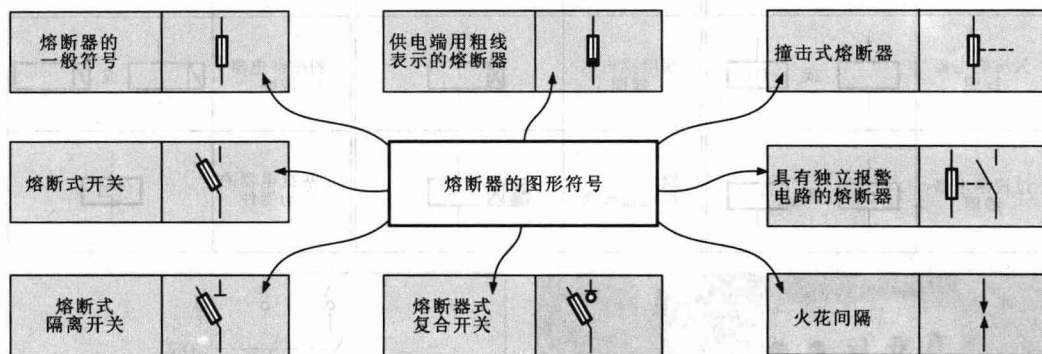


图 1-12 熔断器的图形符号

5. 仪器仪表的图形符号

在一些大型电路中也会用到仪器仪表，在其电路图中需要用符号对其进行表示，如图 1-13 所示。

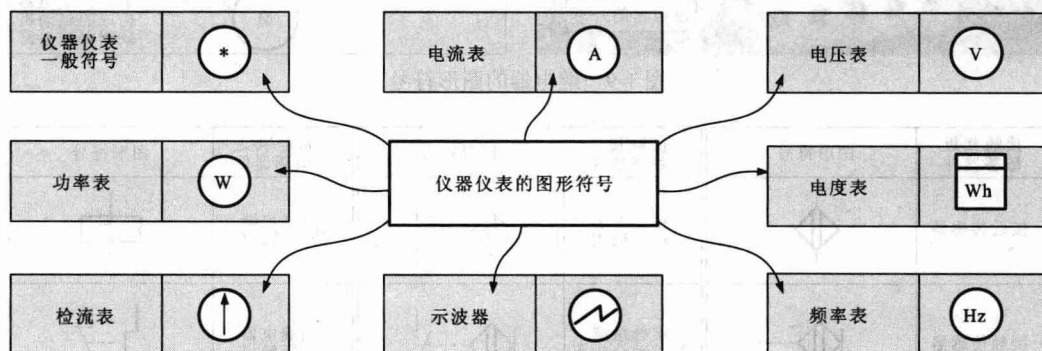


图 1-13 仪器仪表的图形符号

6. 其他器件的图形符号

电工常用的图形符号还有很多其他的器件的标识方式，如图 1-14 所示。

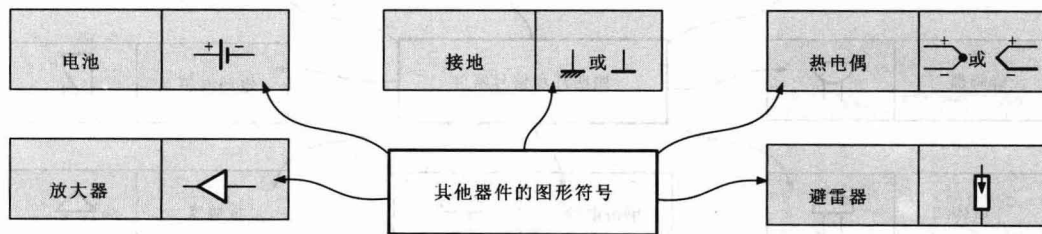


图 1-14 其他器件的图形符号