

DIANGONGSHITU
DIANGONGSHITU
JISHUGONGRENSHITUXILIECONGSHU

电工识图

03 DIANGONG
SHITU
JISHUGONGRENSHITUXILIECONGSHU

主 编◎张道霞 吴 亮

CS | K 湖南科学技术出版社



03

技术工人识图系列丛书
JISHUGONGRENSHITUXILIECONGSHU

DIANGONGSHITU
DIANGONGSHITU
JISHUGONGRENSHITUXILIECONGSHU

014044417

TM13
270



03

技术工人识图系列丛书
JISHUGONGRENSHITUXILIECONGSHU

电工识图

03 DIANGONG
SHITU
JISHUGONGRENSHITUXILIECONGSHU

主 编◎张道霞 吴 亮

CIS | 湖南科学技术出版社



TM13
270

主 编：张道霞 吴 亮

编 委：薛国祥 张能武 钱 瑜 郭大龙 吴 亮
王 荣 蒋 勇 李 桥 杨小荣 张茂龙
刘 瑞 刘玉妍 张 洁 周小渔 王春林
李 桥 陈 伟 邓 杨 陈利军 夏卫国
张 洁



北航

C1732380

图书在版编目 (C I P) 数据

电工识图 / 张道霞, 吴亮主编. —长沙: 湖南科学技术出版社, 2014. 5

(技术工人识图系列丛书 03)

ISBN 978-7-5357-8059-1

I. ①电… II. ①张… ②吴… III. ①电路图—识别

IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 040926 号

技术工人识图系列丛书 03

电工识图

主 编: 张道霞 吴 亮

责任编辑: 杨 林 龚绍石

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

湖南科学技术出版社天猫旗舰店网址:

<http://hnkjcs.tmall.com>

印 刷: 湖南汇龙印务有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市开福区捞刀河镇大明工业园

邮 编: 410153

出版日期: 2014 年 5 月第 1 版第 1 次

开 本: 710mm×1020mm 1/16

印 张: 22.75

字 数: 430000

书 号: ISBN 978-7-5357-8059-1

定 价: 46.00 元

(版权所有·翻印必究)

丛书前言

随着我国工业化和城乡一体化进程的加速,各行各业对于技术工人的需求迫切,特别是大批农村劳动力涌入城市,开始了择业、就业,开创美好生活的步伐。学什么,做什么,怎样才能快速掌握一门技术,并快速应用于生产实践,成为他们的当务之急。

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神,落实国家人才发展战略目标,促进农村劳动力转移培训,全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程,我们精心策划组织编写了这套“技术工人识图系列丛书”,该套丛书包括:《建筑电气施工识图》、《建筑装饰施工识图》、《电工识图》、《电子电路识图》、《机械识图》、《液压识图》,通过识图了解和掌握相关基本技能,以满足相关从业人员的工作需要。

本丛书内容以“技能速成”和“全图解”为特色,根据相关操作的特点,结合实际工作对识图的要求,详细介绍了6种工作识图所需要的知识与相关技能,本套丛书的编写以企业对人才需要为导向,以岗位职业技能要求为标准,本套丛书主要有以下特点:

(1) 丛书内容全面、充实、实用,以“易学、易懂、易掌握”为指导,以通俗易懂的文字、图表为主的表现形式,有条理、有重点、有指导性地阐述了工程图绘制与识读的相关专业知识,具有很强的实用价值。

(2) 丛书采用了最新国家标准、法定计量单位和最新名词术语。

(3) 丛书在内容组织和编排上特别强调实践,书中的大量实例来自生产实际和教学实践。实用性强,除了必需的基础知识和专业理论以外,还包括许多典型的设计、施工及机械图形实例、操作技能及最新技术的应用,兼顾先进性与实用性,尽可能地反映现代各领域内的实用技术和应用经验。

本套丛书便于广大技术工人、初学者、技工学校、职业技术学院广大师生实习自学、掌握基础理论知识和实际识图技能;同时,也可作为职业院校、培训中心、企业内部的技能培训教材。我们真诚地希望本套丛书的出版对我国高技能人才的培养起到积极的推动作用,能成为广大读者的“就业指导、创业帮手、立业之本”,丛书编写过程中参考或引用了部分单位和个人的相关资料,在此表示衷心感谢。尽管丛书编写人员已尽最大努力,但丛书中错误及不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

丛书编写委员会

前 言

近年来随着科学技术的发展,我国电气化程度的日益提高,电气工作的人员需求也在不断增加,电工识图是电工人员进行设计、施工、计划备料、查找电气故障的主要依据,也是电工进行交流的语言,几乎所有的电工岗位都需要电工识图的能力,为了满足广大电工人员想用较短的时间学习实用技术的要求,我们组织编写了这本《电工识图》。本书在讲解电工制图、识图知识的基础上,以必需、够用为度,侧重培养电工解决实际制图、识图问题的能力,在实际工作应用中提供更贴切的技术和技能上的帮助,以便使读者更好地应用于工作中。

本书共分八章,主要包括:电工识图基本知识、供配电线路图的识读、PLC 控制电路图的识读、电动机控制电路图识读、机床电气控制电路图的识读、常用建筑电气设备控制电路图的识读、动力和照明系统电路图的识读、电子电路图的识读。

本书内容丰富、通俗易懂,分析详细、清晰、便于自学。在内容上力求简明实用,并采用深入浅出,图文并茂的表达方式,读者可按图索骥,通过读图与识图在工作中灵活应用,争取所有从事电气行业的电工朋友从中获得好的收益。

本书适合具有初、中级电工和工程技术人员阅读参考,也可作为技校、中等职业院校和电工岗位技能培训的教材。

本书由张道霞、吴亮共同主编,参加编写人员有:张能武、钱瑜、郭大龙、吴亮、王荣、蒋勇、薛国祥、李桥、杨小荣、张茂龙、刘瑞、刘玉妍、张洁、周小渔、王春林、李桥、陈伟、邓杨等、陈利军、夏卫国、张洁同志。本书在编写过程中,参考了大量的书刊和有关资料,并引用了其中的一些资料。在此,编者谨向有关书刊和资料的作者表示诚挚的谢意!并得到江南大学物联网工程学院的领导和部分老师的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

由于时间仓促,编者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 电工识图基本知识

第一节 电气图的分类与组成	1
一、电气图的分类	1
二、电气图的组成	5
第二节 电气工程文字符号、图形符号及标注的识读	9
一、识图的基本方法、步骤及注意事项	9
二、电气文字符号	10
三、电气图形符号	22
四、电气设备及线路的标注方法	40
第三节 识读电气制图的一般规则	46
一、图纸幅面及尺寸	46
二、图线及字体	47
三、简图的布局	52
四、电气图的简化画法	56
第四节 电气识读的要领	57
一、识图的基本要求	57
二、识图的基本步骤	58

第二章 供配电线路图的识读

第一节 供电系统概述	61
一、供电系统的组成	61
（一）电力系统的组成	61
（二）供配电系统的概况	63
二、供电系统的电压	67
三、负荷的分级与供电要求	68
四、电力系统中性点运行方式	70
五、低压配电系统的等电位连接	73
第二节 供配电线路图的基本构成及电气设备	74

一、高压供配电线路及电气设备	74
(一) 电力变压器	75
(二) 高压断路器	77
(三) 高压熔断器	79
(四) 高压隔离开关	80
(五) 电压和电流互感器	81
(六) 高压避雷器 (F)	85
(七) 继电器	86
(八) 接线板、端子台	86
二、低压供配电线路及电气设备	87
(一) 低压断路器	87
(二) 电能表	89
(三) 熔断器	89
(四) 交流接触器	91
(五) 热继电器	92
(六) 低压开关	92
(七) 低压变压器	93
第三节 供配电系统主接线图的识读	93
一、电气主接线的基本形式	93
二、民用建筑变电所的主接线图识读	101
三、供配电系统主接线图识读示例	103
第四节 供配电系统二次电路图的识读	107
一、二次设备	107
二、二次设备电路图及其特点	109
三、识读二次电路图的方法和步骤	110
四、整体式二次电路图和展开式二次电路图	111
五、测量电路接线图	112
六、继电保护电路接线图	117
七、二次安装接线图	121
八、二次接线示例识读	123
(一) 电流速断保护	123
(二) 定时限过电流保护电路	124
(三) 反时限过电流保护电路	125

第三章 PLC 控制电路图的识读

第一节 可编程控制器 PLC 的初步认识	127
一、可编程控制器 PLC 简介	127
二、可编程控制器 PLC 各主要部分的作用	130
第二节 可编程控制器 PLC 的编程语言	133
一、梯形图语言	133
二、助记符语言	136
第三节 编程工具及 PLC 编程	136
一、编程工具	136
二、PLC 编程	144
第四节 PLC 控制电路图的识读示例	160
一、PLC 连续控制三相交流电动机转动电路的识读示例	160
二、电动葫芦 PLC 控制电路的识读示例	163
三、PLC 控制混凝土搅拌机电路的识读示例	166

第四章 电动机控制电路图识读

第一节 电动机控制系统电路图的分类、特点及识图方法与步骤	171
一、电动机控制系统电路图的分类	171
二、电动机控制系统电路图的特点	171
三、识图的基本方法	172
四、识图步骤	173
第二节 直流电动机控制电路识读	174
一、直流电动机调速电路	174
二、串励直流电动机正反转控制电路	175
三、并励直流电动机单向运转启动电路	176
四、并励直流电动机正反转控制电路	177
五、并励直流电动机单向运转能耗制动电路	177
六、并励直流电动机正反向运转反接制动电路	178
七、并励直流电动机正反向运转能耗制动电路	179
第三节 三相异步电动机电路图的识读	181
一、三相异步电动机的调速控制电路	181
二、三相异步电动机制动控制电路	184
(一) 三相异步电动机电气制动控制电路	184

(二) 三相异步电动机机械制动控制电路	186
三、三相异步电动机启动控制电路	189
(一) 三相异步电动机直接启动控制电路	189
(二) 三相异步电动机降压启动控制电路	194

第五章 机床电气控制电路图的识读

第一节 机床电气控制电路基本知识	202
一、机床分类和机床运动形式	202
二、机床控制电气图的特点	203
三、机床电气图识图方法及步骤	204
四、机床电气图分析步骤	207
第二节 常用典型机床电气控制电路图的识读	207
一、车床电气控制线路图的识读	207
二、平面磨床的电气控制线路的识读	211
三、万能铣床电气控制线路的识读	215
四、摇臂钻床电气控制线路的识读	220
五、卧式镗床的电气控制线路的识读	225
(一) T68 型卧式镗床对电气线路的要求	225
(二) T68 型卧式镗床电气控制线路的识读	226
六、Y3150 型齿轮机床电气控制线路的识读	229

第六章 常用建筑电气设备控制电路图的识读

第一节 双电源切换电路和水泵控制电路的识读	232
一、双电源自动切换电路	232
二、水泵控制电路	233
第二节 常用风机控制电路图的识读	240
一、普通风机控制电路	240
二、双速风机控制电路	241
三、新风风机控制电路	243
四、排烟 (正压送风) 风机控制电路	244
第三节 空调机组控制系统电路图的识读	246
一、空调系统常用图形符号	246
二、恒温恒湿空调器的结构与控制电路	247
三、风机盘管控制电路	249

四、空气处理机组 DDC 控制电路	250
五、冷水机组控制电路	252
六、变风量新风空调机组控制电路接线图	254
第四节 电梯系统控制电路	255
一、电梯系统基础知识	255
(一) 电梯的分类	255
(二) 电梯系统的结构组成	256
二、电梯信号控制电路	258
三、交流双速电梯控制电路	258
第五节 锅炉控制系统电路图的识读	275
一、概述	275
二、锅炉控制系统电路	276

第七章 动力和照明系统电路图的识读

第一节 动力与照明工程概述	278
一、常用照明设备材料简介	278
(一) 常用绝缘导线	278
(二) 常用保护管及线槽	279
二、常用照明灯具与照明控制电路	279
(一) 常用照明灯具	279
(二) 常用照明灯具控制电路	284
三、电气照明分类	288
四、室内配线方式	288
五、照明配电系统	289
(一) 常用照明配电系统	289
(二) 照明配电方式	291
(三) 照明配电箱	291
六、电气照明线路	292
第二节 动力与照明系统图	295
一、建筑动力系统图	295
二、建筑照明系统图	299
第三节 动力及照明施工平面图	304
一、动力与照明平面图的识读	304
二、动力与照明施工平面图识读实例	304

第八章 电子电路图的识读

第一节 识读电子电路图的基本知识	317
一、电子电路图的基本识读方法	317
(一) 识读电子控制电路图的一般方法	317
(二) 识读单元电路的主要内容与方法	319
(三) 识读集成电路图的方法和内容	322
二、常用元器件的特点及其在电路中的作用	324
三、常见单元电路及其特点	325
四、电路图的画法规则	326
第二节 晶闸管触发电路图的识读	328
一、晶闸管的导通、关断条件	328
二、单向晶闸管触发电路	331
三、双向晶闸管触发电路	337
第三节 常用电子电路图示例识读	340
参考文献	351

第一章 电工识图基本知识

第一节 电气图的分类与组成

一、电气图的分类

电气图是电气工程中各部门进行沟通、交流信息的载体。由于电气图所表达的对象不同,提供信息的类型及表达方式也不同,这样就使电气图具有多样性。同一套电气设备,可以有不同类型的电气图,以适应不同使用对象的要求。例如:表示系统的规模、整体方案、组成情况、主要特性,用概略图;表示系统的工作原理、工作流程和分析电路特性,需用电路图;表示元件之间的关系、连接方式和特点,需用接线图。在数字电路中,由于各种数字集成电路的应用,使电路能实现逻辑功能,因此就有反映集成电路逻辑功能的逻辑图。下面介绍在电工实践中最常用的概略图、电路图、位置图、接线图和逻辑图。

1. 概略图

概略图(也称系统图或框图)是用电气符号或带注释的方框,概略表示系统或分系统的基本组成、相互关系及其主要特征的一种简图。它通常是某一系统、某一装置或某一成套设计图中的第一张图样。

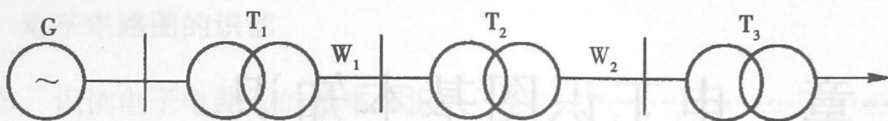
概略图可分不同层次绘制。可参照绘图对象的逐级分解来划分层次。较高层次的概略图,可反映对象的概况;较低层次的概略图,可将对象表达得较为详细。

概略图可作为教学、训练、操作和维修的基础文件,使人们对系统、装置、设备等有一个概略的了解,为进一步编制详细的技术文件以及绘制电路图、接线图和逻辑图等提供依据,也为进行有关计算、选择导线和电气设备等提供了重要依据。

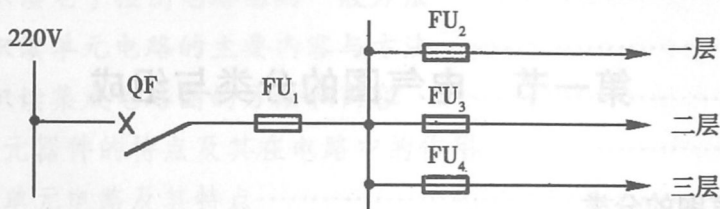
电气系统图和框图原则上没有区别。在实际使用时,电气系统图通常用于系统或成套装置,框图则用于分系统或设备。

概略图布局采用功能布局法,能清楚地表达过程和信息的流向,为便于识图,控制信号流向与过程流向应互相垂直。概略图的基本形式有以下3种。

(1) 用一般符号表示的概略图。这种概略图通常采用单线表示法绘制。如图1-1(a)所示为供电系统的概略图;如图1-1(b)所示为住宅楼照明配电系统的概略图。



(a) 供电系统的概略图



(b) 住宅楼照明配电系统的概略图

图 1-1 供配电系统的概略图

(2) 框图。主要采用方框符号的概略图称为框图。通常用框图来表示系统或分系统的组成。如图 1-2 所示为无线广播系统框图。

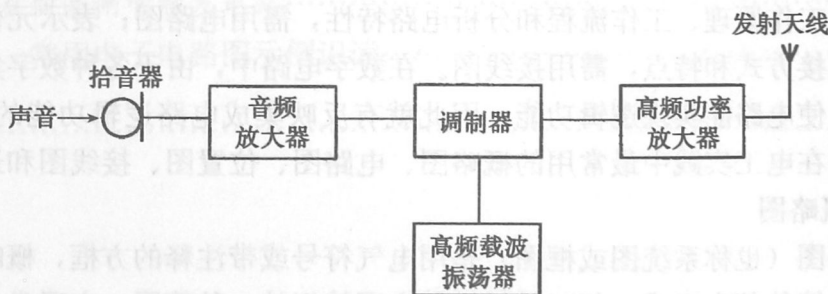


图 1-2 无线广播系统框图

(3) 非电过程控制系统的概略图。在某些情况下，非电过程控制系统的概略图能更清楚地表示系统的构成和特征。如图 1-3 所示为水泵的电动机供电和给水系统的概略图。它表示了电动机供电、水泵供水和控制三部分间的连接关系。

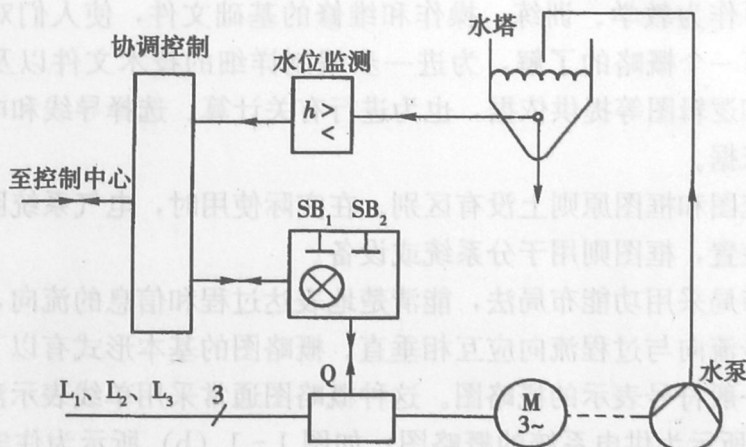


图 1-3 水泵的电动机供电和给水系统的概略图

2. 电路图

(1) 电路图的基本特征和用途。电路图是以电路的工作原理及阅读和分析电路方便为原则,用国家统一规定的电气图形符号和文字符号,按工作顺序从上而下或从左而右排列,详细表示电路、设备或成套装置的工作原理、基本组成和连接关系的简图。电路图表示电流从电源到负载的传送情况和电气元件的工作原理,而不表示电气元件的结构尺寸、安装位置和实际配线方法。

电路图可用于详细了解电路工作原理,分析和计算电路的特性及参数,为测试和寻找故障提供信息,为编制接线图提供依据,为安装和维修提供依据。

(2) 电路图的绘制原则:

①设备和元件的表示方法。在电路图中,设备和元件采用符号表示,并应以适当形式标注其代号、名称、型号、规格、数量等。

②设备和元件的工作状态。设备和元件的可动部分通常应表示在非激励或小工作的状态或位置。

③符号的布置。对于驱动部分和被驱动部分之间采用机械联结的设备和元件(例如,接触器的线圈、主触头、辅助触头),以及同一个设备的多个元件(例如,转换开关的各对触头),可在图上采用集中、半集中或分开布置。

(3) 电路图的基本形式:

①集中表示法。把电气设备或成套装置中一个项目各组成部分的图形符号在简图上绘制在一起的方法,称为集中表示法。这种表示方法使用于简单的图,如图 1-4 (a) 所示是继电器 KA 的线圈和触头的集中表示。

②半集中表示法。为了使设备或装置的布置清晰、易于识别,把同一项目中某些部分图形符号在简图上集中表示,另一部分分开布置,并用机械联结符号(虚线)表示它们之间关系的方法,称为半集中表示法。其中,机械联结线可以弯折、分支或交叉,如图 1-4 (b) 所示。

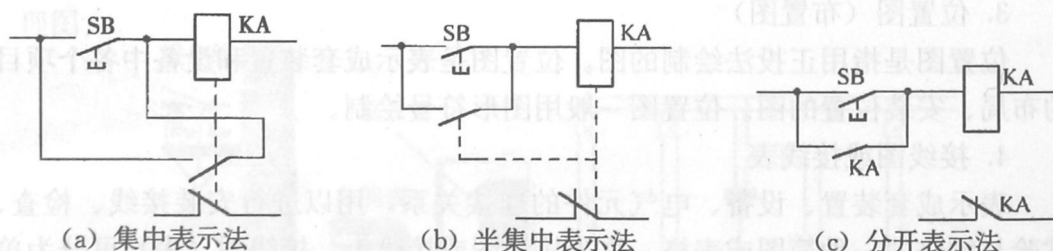


图 1-4 电气元件的集中、半集中和分开表示法示例

③分开表示法。把同一项目中的不同部分的图形符号在简图上按不同功能和不同回路分开表示的方法,称为分开表示法。不同部分的图形符号用同一项目代号表示,如图 1-4 (c) 所示。分开表示法可以避免或减少图线交叉,因此图面清晰,而且也便于分析回路功能及标注回路标号。

由于采用分开表示法的电气图省去了项目各组成部分的机械连接线,查找

某个元件的相关部分比较困难，为识别元件符号组成部分或寻找它在图中的位置，除重复标注项目代号外，还采用引入插图或表格等方法表示电气元件各部分的位置。

(4) 电路图的分类。按照电路图所描述对象和表示的工作原理，电路图可分为：

①电力系统电路图。电力系统电路图分为发电厂输变电电路图、厂矿变配电电路图、动力及照明配电电路图。其中，每种又分主电路图和副电路图。主电路图也称主接线图或一次电路图。电力系统电路图的主电路图（主接线图）实际上就是电力系统的系统图。

主电路图是把电气设备或电气元件，如隔离开关、断路器、互感器、避雷器、电力电容器、变压器、母线等（称为一次设备），按一定顺序连接起来，汇集和分配电能的电路图。

副电路图也称二次接线图或二次电路图，以下称其为二次电路图。为了保证一次设备安全可靠地运行及操作方便，必须对其进行控制、提示、检测和保护，这就需要许多附属设备。我们把这些设备称为二次设备。将表示二次设备的图形符号按一定顺序绘制成的电气图，称为二次电路图。

②生产机械设备电气控制电路图。对电动机及其他用电设备的供电和运行方式进行控制的电气图，称为生产机械设备电气控制电路图。生产机械设备电气控制电路图一般分为主电路和辅助电路两部分。主电路是指从电源到电动机或其他用电装置大电流所通过的电路。辅助电路包括控制电路、照明电路、信号电路和保护电路等。辅助电路主要由继电器或接触器的线圈、触头、按钮、照明灯、信号灯及控制变压器等电气元件组成。

③电子控制电路图。反映由电子电气元件组成的设备或装置工作原理的电路图，称为电子控制电路图。

3. 位置图（布置图）

位置图是指用正投法绘制的图。位置图是表示成套装置和设备中各个项目的布局、安装位置的图。位置图一般用图形符号绘制。

4. 接线图或接线表

表示成套装置、设备、电气元件的连接关系，用以进行安装接线、检查、试验与维修的一种简图或表格，称为接线图或接线表。接线图（表）可分为单元接线图（表）、互连接线图（表）、端子接线图（表），以及电缆配置图（表）。

5. 逻辑图

逻辑图是用二进制逻辑单元图形符号绘制的，以实现一定逻辑功能的一种简图，可分为理论逻辑图（纯逻辑图）和工程逻辑图（详细逻辑图）两类。理论逻辑图只表示功能而不涉及实现方法，因此是一种功能图；工程逻辑图不仅

表示功能，而且有具体的实现方法，因此是一种电路图。

二、电气图的组成

电气图主要由电路（包括元件符号、连线、结点等）、技术说明和标题栏等组成。

1. 电路

(1) 电路的表示法。为实现电气设备的预定功能，用导线将电源和负载及有关控制元件按一定规则连接起来所构成的闭合回路叫做电路。把这种电路画在图纸上，称为电气图。电路中各种元件的电气联系在电气图上通常用元件符号、连线、结点来表示。

①元件符号表示实际电路中的元件，它的形状与实际元件不一定相似，甚至完全不同。但是它一般都表示出了元件的特点，而且引脚的数目都和实际元件保持一致。绘制电气图必须选用国家统一规定的元件符号。

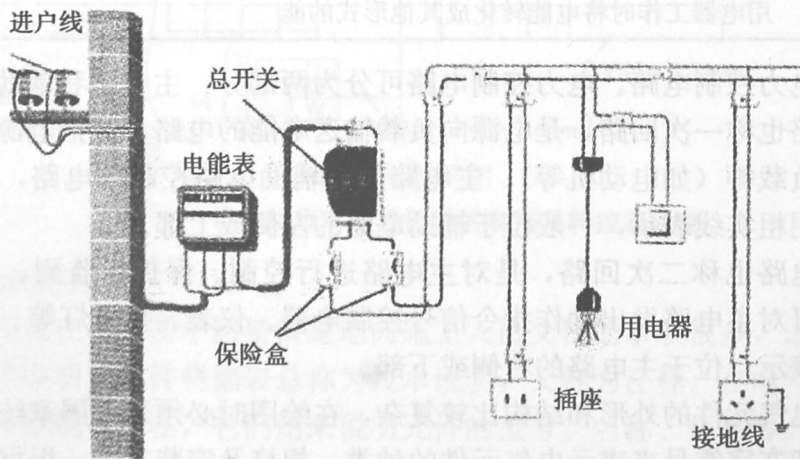
②连线表示的是实际电路中的连接关系。在印制电路板中往往不是线而是各种形状的铜箔块，并不一定是线形的，也可以是一定形状的铜膜。在电力控制电路中，有直接联系的元件一般用导线连接在一起。

③结点表示几个元件引脚或几条导线之间的连接关系。所有和结点相连的元件引脚、导线，无论数目多少，都是导通的。

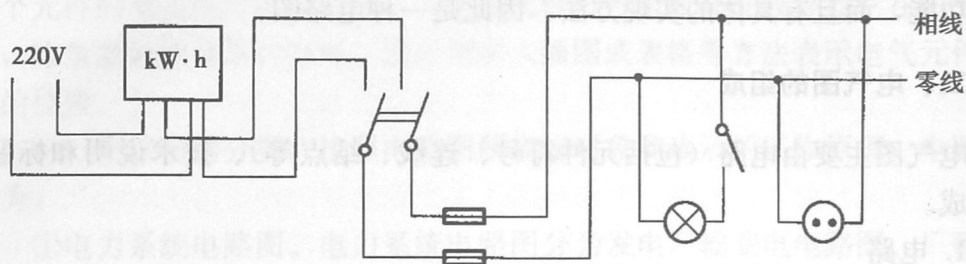
电路的结构形式是多种多样的，常见的电路有电力控制电路和信号传递与处理电路（如电视机、影碟机的电路）两大类，本书主要介绍电力控制电路。

电路是电气图的主体部分，电气图是用来反映电路构成的。

(2) 家庭照明电路的组成。家庭照明电路主要由低压供电线（进户线）、电能表、总开关、保险盒、开关、用电器、插座等部分组成，如图 1-5 (a) 所示为家庭照明电路组成的示意图，如图 1-5 (b) 所示为家庭照明电路原理图。



(a) 示意图



(b) 原理图

图 1-5 家庭照明电路的组成

家庭电路中主要部分的作用见表 1-1。

表 1-1

家庭电路中主要部分的作用

名 称	主 要 作 用
进户线	由户外低压输电线引电进来。供电线分为相线和零线，正常情况下，相线和零线间的电压是 220 V，相线和大地之间的电压也是 220 V，零线和大地之间的电压为零
电能表	用来测量用户所消耗的电能。电能表装在家庭电路的干路中。它有 4 个接线柱：相线从“1”接线柱进，从“2”接线柱出；零线从“3”接线柱进，从“4”接线柱出
总开关	用来控制室内所有电路的通断，便于检修
熔断器	对室内所有电路起保护作用，有熔丝和空气开关两种。家庭电路的保险盒和闸刀开关上都装有熔断器，当电路中的电流过大时它能自动切断电路，起到保护作用
插座	插座用于为可移动用电器供电，插座应并联在电路中。家庭电路中的插座有两种。两孔插座：左孔接相线，右孔接零线；三孔插座：左孔接相线，右孔接零线，上孔接地
用电器	用电器工作时将电能转化成其他形式的能

(3) 电力控制电路。电力控制电路可分为两部分：主电路和辅助电路。

主电路也称一次回路，是电源向负载输送电能的电路，包括电源设备、控制电路和负载等（如电动机等）。主电路是受辅助电路控制的电路，主电路在电气图中用粗实线表示，一般位于辅助电路的左侧或上部。

辅助电路也称二次回路，是对主电路进行控制、保护、监测、指示的电路，包括可对主电路发出动作指令信号控制电器、仪表、指示灯等。辅助电路用细实线表示，位于主电路的右侧或下部。

由于电气元件的外形和结构比较复杂，在绘图时必须采用国家统一规定的图形符号和文字符号来表示电气元件的种类、规格及安装方式。根据电气图的不同用途，可绘制成不同形式的图。有的只绘制电气图，以便了解电路的工作