

# 电工电路

## 识图、布线、接线与维修

DIANGONG DIANLU

SHITU BUXIAN JIEXIAN YU WEIXIU

张振文 主编



扫码看视频



化学工业出版社

# 电工电路

识图、布线、接线与维修

DIANGONG DIANLU

SHITU BUXIAN JIEXIAN YU WEIXIU

张振文 主编



化学工业出版社

·北京·

本书针对电工技术人员和初学者识读电路以及上岗工作的需要,介绍电路基本知识的基础上,精选常用到的经典电路,从电路组成、原理、布线和接线、故障检修多方面详细说明了:电子元器件及电子电路识图、常用低压电气部件的识图与低压变配电线路、照明线路、电动机控制线路、变压器、继电保护及配电线路、变频器及PLC控制电路与梯形图、机床与冰箱小家电等电器线路的识图与安装接线技巧、故障维修要领等内容。书中图文并茂,并配有二维码观看操作视频,读者可以全面学习电路基础知识和各项识图与布线、接线、维修技能。

全书可供现场电工技术人员、初学者学习,也可作为电工工具书,还可供相关院校师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

电工电路识图、布线、接线与维修/张振文  
主编. —北京:化学工业出版社,2017.10  
ISBN 978-7-122-30520-6

I. ①电… II. ①张… III. ①电路图-识图②电路-  
布线③电路-维修 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第209891号

---

责任编辑:刘丽宏

责任校对:边涛

装帧设计:刘丽华

---

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:北京云浩印刷有限责任公司

装订:三河市瞰发装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张16 $\frac{1}{2}$  字数474千字 2018年1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:68.00元

版权所有 违者必究

# 前言

电路图是电工的语言，能够看懂原理图，才能知道电路是怎么工作的；看懂布线图，才能顺利完成实际安装。因此，对于电工电子技术人员和初学者来说，看懂电路图是一项必备技能，也是走向职场的第一步，必须快速掌握电路图识读、接线布线技巧以及各项基础维修技能，才可能成为一名优秀的电工。

本书结合电工工作实际，介绍电路基本知识的基础上，精选常用到的经典电路，从电路组成、原理、布线和接线、故障检修多方面详细说明了：电子元器件及电子电路识图、常用低压电气部件与低压变配电线路、照明线路、电动机控制线路、变压器与配电线路、变频器与PLC控制电路及梯形图、机床与冰箱小家电等电器线路的识图与安装接线技巧、故障维修要领等内容。

全书内容特点如下。

- ❖ 既讲了电工入门必备的电路基础知识：什么是直流电路、复杂直流电路、单项交流电与三项交流电；又突出技能，说明电路识图技巧、电路及电气设备接线与检修技能；
- ❖ 全面涵盖电工应知应会各类型电工、电子电路以及电子元器件电路、照明及电气设备、电动机、变压器、继电保护的控制线路与维修；
- ❖ 配套视频资源：通过书中二维码扫描可以直观地学习电子元器件检测、线路装接、电动机线路与检修等各项要领。

本书由张振文主编，徐艳华、汪淦副主编，参加本书编写的还有邢倩、张连超、王大宝、王云雷、马雪晶、马丽娜、王亚镇、庄贺松、赵丽丽、耿芳芳、刘艳明、樊伟东、

田苗、杨刚、赵晶晶、邵忠民、蔺成海、赵磊、赵广溪、周建华、张宏云、毛慧儒等，全书由张伯虎统稿。

由于水平所限，书中不足之处难免，恳请广大读者批评指正。

编者



# 目录

## 第1章 电工识图基础

1.1	电路基础	001
1.1.1	简单直流电路	001
1.1.2	欧姆定律与电阻串并联	011
1.1.3	复杂直流电路	014
1.2	磁与电磁感应	020
1.2.1	磁场	020
1.2.2	磁场的基本物理量	022
1.3	正弦交流电路	026
1.3.1	正弦交流电路基本知识	026
1.3.2	交流电路中的基本电路	030
1.3.3	单相交流电与三相交流电	034
1.4	电气图及常用电气符号	037
1.4.1	电气图的基本结构	037
1.4.2	常用电气符号的应用	039
1.4.3	电气图的分类	064
1.4.4	电气图的特点和电气制图的一般规则	068
1.5	识读电气图的基本要求和步骤	081
1.5.1	识图的基本要求	081
1.5.2	识图的一般步骤	083

## 第2章 电子元器件及电子电路识图



2.1	电阻器及应用电路	085
2.1.1	认识电阻器件	085
2.1.2	固定电阻器的代换	089
2.1.3	固定电阻器应用电路	091
2.2	电位器及应用电路	091
2.2.1	认识电位器	091
2.2.2	电位器的应用	093
2.3	特殊电阻及应用电路	094
2.3.1	压敏电阻器	094
2.3.2	光敏电阻器	096
2.3.3	湿敏电阻器	097
2.3.4	正温度系数热敏电阻器	099
2.3.5	负温度系数热敏电阻器	100
2.3.6	保险电阻器	102
2.3.7	排阻	103
2.4	电容器及应用	106
2.4.1	认识电容器	106
2.4.2	电容器的串并联	109
2.4.3	电容器的代换	111
2.4.4	电容器应用电路	113
2.5	电感器及应用	114
2.5.1	认识电感器	114
2.5.2	电感器的选配和代换	116
2.5.3	电感线圈的应用	117
2.6	变压器及应用	118
2.6.1	认识变压器	118
2.6.2	变压器的选配与代换	124
2.6.3	变压器的维修	125

2.6.4	变压器的应用	126
2.7	二极管及应用	128
2.7.1	二极管的分类、结构与特性参数	128
2.7.2	二极管的检修与代换	130
2.7.3	普通二极管的应用电路	130
2.7.4	整流二极管	131
2.7.5	稳压二极管	134
2.7.6	发光二极管	135
2.7.7	瞬态电压抑制二极管 (TVS)	137
2.7.8	双基极二极管 (单晶体管)	138
2.8	三极管封装及应用电路	140
2.8.1	三极管的结构与命名	140
2.8.2	三极管的封装与识别	143
2.8.3	三极管的工作电路	144
2.8.4	普通三极管的修理、代换与应用	146
2.8.5	带阻尼二极管	149
2.8.6	达林顿管	149
2.8.7	带阻三极管	151
2.9	场效应晶体管及应用	153
2.9.1	场效应管的特点及图形符号	153
2.9.2	场效应管的选配、代换及应用	156
2.10	IGBT绝缘栅双极型晶体管及IGBT功率模块	158
2.10.1	认识IGBT	158
2.10.2	IGBT模块检测与应用电路	159
2.11	晶闸管及应用电路	160
2.11.1	认识晶闸管	160
2.11.2	晶闸管的应用电路	163
2.12	开关与继电器	165
2.12.1	开关元件检修与应用	165
2.12.2	电磁继电器	168
2.12.3	固态继电器	171
2.12.4	干簧管继电器	175



130,140  
151,154  
159,161  
167





2.13 集成电路与稳压器件及电路 .....	176
2.13.1 集成电路的封装及引脚排列 .....	176
2.13.2 三端稳压器件 .....	181

## 第3章 常用低压电气部件识图与低压变配电线路

3.1 低压电器的分类与代号 .....	187
3.1.1 低压控制器件的分类 .....	187
3.1.2 低压控制器件的代号 .....	190
3.2 常用电气器件与部件 .....	190
3.2.1 熔断器 .....	190
3.2.2 刀开关 .....	192
3.2.3 中间继电器 .....	195
3.2.4 热继电器 .....	198
3.2.5 低压断路器 .....	201
3.2.6 交、直流接触器 .....	203
3.2.7 时间继电器 .....	212
3.2.8 按钮 .....	214
3.2.9 凸轮控制器 .....	216
3.2.10 频敏变阻器 .....	217
3.2.11 行程开关 .....	219
3.2.12 电磁铁 .....	220
3.3 小型变电所的配电系统及配电线路连接 .....	222
3.4 电力电容器的安装与接线 .....	224
3.5 计量仪表的接线 .....	226
3.5.1 电压互感器与电流互感器 .....	226
3.5.2 电压测量电路 .....	229
3.5.3 电流测量电路 .....	229
3.5.4 电度表的接线 .....	230

3.5.5	配电屏上的功率表、功率因数表的测量 线路接线	235
3.6	承担低压线路总负荷的万能断路器	236
3.6.1	NA1-2000 ~ 6300 万能式断路器安装接线	237
3.6.2	NA1-2000 ~ 6300 万能式断路器控制电路 的接线	239

## 第4章 室内照明线路及线路配线

4.1	室内照明线路	241
4.1.1	白炽灯照明线路	241
4.1.2	日光灯的安装、检修与更换	250
4.1.3	其他灯具的安装	252
4.2	插座与插头的安装	253
4.2.1	三孔插座的安装	253
4.2.2	两脚插头的安装	254
4.2.3	三脚插头的安装	254
4.2.4	各种插座接线电路	256
4.3	配电电路与安装	260
4.3.1	一室一厅配电电路	260
4.3.2	两室一厅配电电路	261
4.3.3	三室两厅配电电路	263
4.3.4	四室两厅配电电路	264
4.3.5	家用单相三线闭合型安装电路	265
4.4	室内线路配线	265
4.4.1	绝缘子配线	266
4.4.2	瓷夹板配线	268
4.4.3	槽板配线	271
4.4.4	线管配线	274



## 第5章 电动机接线、布线、调试与维修



5.1	电动机直接启动控制线路	275
5.1.1	直接启动控制线路	275
5.1.2	电路所选元器件及其作用	276
5.1.3	直接启动电路布线组装与故障排除	276
5.2	电动机点动控制线路	278
5.2.1	接触器点动控制线路	278
5.2.2	接触器点动控制线路启动所选元器件及其作用	279
5.2.3	接触器点动控制线路布线与组装	280
5.3	接触器自锁控制电动机正转线路	280
5.3.1	控制线路	280
5.3.2	接触器自锁控制线路所选元器件及其作用	281
5.3.3	接触器自锁控制线路布线和组装	283
5.3.4	接触器自锁控制线路故障排除	283
5.4	带热继电器保护自锁控制线路	285
5.4.1	控制线路	285
5.4.2	带热继电器保护自锁正转控制线路所选元器件及其作用	287
5.4.3	带热继电器保护自锁正转控制线路接线组装	288
5.5	带急停开关保护接触器自锁正转控制线路	288
5.5.1	带急停开关控制接触器自锁正转控制线路	288
5.5.2	带急停开关保护控制接触器自锁正转控制线路所选元器件及其作用	289
5.5.3	带急停开关保护控制接触器自锁正转控制线路布线和组装	291
5.6	电动机定子串电阻降压启动控制线路	291
5.6.1	定子串电阻降压启动控制线路	291

5.6.2	电动机定子串电阻降压启动控制线路所选 元器件及其作用	293
5.6.3	电动机定子串电阻降压启动控制线路接线 和组装	295
5.6.4	电动机定子串电阻降压启动控制线路故障 排除	295
5.7	电动机星角降压启动电路	296
5.7.1	星-三角形降压启动控制线路	296
5.7.2	电动机星-三角形降压启动控制线路所选 元器件及其作用	299
5.7.3	电动机星-三角形降压启动控制线路布线 与组装	301
5.7.4	电动机星-三角形降压启动控制线路故障 检修	301
5.8	电动机正反转控制线路	302
5.8.1	电动机正反转线路	302
5.8.2	电动机正反转电路所选元器件及其作用	304
5.8.3	电路布线和组装	306
5.8.4	电动机正反转电路故障排除	306
5.9	电动机正反转自动循环控制线路	308
5.9.1	正反转自动循环线路	308
5.9.2	电动机利用行程开关正反转自动循环线路 所选元器件及其作用	309
5.9.3	电动机利用行程开关正反转自动循环线路 接线和组装	311
5.10	电动机能耗制动控制线路	311
5.10.1	能耗制动控制线路	311
5.10.2	电动机能耗制动线路所选元器件及其作用	312
5.10.3	电动机能耗制动线路布线和组装	313
5.11	电动机变频器控制电路	313
5.11.1	电动机变频器原理	313
5.11.2	电动机变频器电路所选元器件及其作用	314



5.11.3	电动机变频器线路的接线	315
5.11.4	电动机变频器控制线路故障排除	318
5.12	电气元器件的线槽布线和组装	320
5.13	直流电机启动控制电路	323
5.13.1	串励直流电动机的控制电路	323
5.13.2	并励直流电动机的启动	325
5.13.3	他励直流电动机的启动	326
5.14	直流电动机的正、反转	326
5.14.1	电枢反接法直流电动机的正、反转	326
5.14.2	磁场反接法直流电动机的正、反转	327
5.15	直流电机制动控制电路	328
5.15.1	直流电动机的能耗制动	328
5.15.2	直流电动机的反接制动	329
5.16	保护电路	330
5.16.1	直流电动机的过载保护电路	330
5.16.2	零励磁保护电路	330
5.17	直流电动机调速电路识图	331
5.17.1	直流发电机-电动机系统电路	331
5.17.2	具有转速反馈的自动调速系统	332
5.17.3	具有电压负反馈的自动调速系统	333
5.17.4	具有电流正反馈的自动调速系统	334
5.17.5	具有电流截止负反馈的自动调速系统	335
5.17.6	晶闸管-直流电动机调速电路	336
5.17.7	开环直流电动机调速器电路	340
5.17.8	闭环直流调速器电路	343
5.18	直流电动机的接线	349

## 第6章 变压器、继电保护及变配电线路

6.1	变压器	352
-----	-----	-----

6.1.1	变压器的分类与结构	352
6.1.2	变压器的安装与接线	357
6.2	电源中性点直接接地的低压配电系统	366
6.3	用户供电系统及主接线	371
6.3.1	电力用户供电系统的组成	371
6.3.2	电气主接线的基本形式	373
6.3.3	变电所的主接线	381
6.3.4	供配线路的接线方式	384
6.4	电气主电路图的识读	387
6.5	继电保护装置的操作电源与二次回路	397
6.5.1	交流操作电源	397
6.5.2	直流操作电源	400
6.5.3	继电保护装置的二次回路	400
6.6	电流保护回路的接线	405
6.6.1	三相完整星形接线	405
6.6.2	三相不完整星形接线 (V形接线)	406
6.6.3	两相差接线	407

## 第7章 变频器与PLC控制线路

7.1	通用变频器的基本结构原理	409
7.1.1	变频器基本结构	409
7.1.2	通用变频器的控制原理及类型	411
7.1.3	变频器的基本控制功能与电路	415
7.2	TD3100系列电梯专用变频器	419
7.2.1	TD3100系列电梯专用变频器配线	419
7.2.2	主回路输入输出和接地端子的连接	419
7.3	变频器保养及维护	423
7.3.1	日常保养及维护	423
7.3.2	变频器易损件	425

7.4	PLC的构成与控制原理 .....	426
7.4.1	PLC的构成 .....	426
7.4.2	PLC的原理 .....	430
7.4.3	CPU的特点和技术规范 .....	435
7.5	西门子S7-200系列PLC元件 .....	441
7.6	西门子S7-200系列PLC的基本指令及举例 .....	445
7.6.1	基本指令及示例 .....	445
7.6.2	定时器 .....	453
7.6.3	计数器 .....	456
7.6.4	比较指令 .....	459
7.7	西门子S7-200系列PLC指令简介及指令表 .....	462
7.7.1	数据处理指令 .....	462
7.7.2	算术运算指令 .....	467
7.7.3	逻辑运算指令 .....	471
7.7.4	数据类型转换指令 .....	473
7.7.5	CPU224 外围典型接线图 .....	475
7.8	PLC常用控制线路与梯形图 .....	476
7.8.1	启动、自锁和停止控制线路与梯形图 .....	476
7.8.2	正、反转联锁控制线路与梯形图 .....	478
7.8.3	闪烁控制电路与梯形图 .....	479
7.8.4	PLC控制的正、反转电路 .....	480
7.8.5	绕线电动机PLC调速控制线路 .....	482
7.8.6	电动机PLC反接制动控制线路 .....	484

## 第8章 综合应用电路

8.1	CA6140型普通车床的电气控制电路 .....	486
8.2	卧式车床的电气控制电路 .....	489
8.2.1	CW6163B型万能卧式车床的电气控制电路 .....	489
8.2.2	C616型卧式车床的电气控制电路 .....	491

8.3	M7130型卧轴矩台平面磨床的电气控制电路	493
8.3.1	M7130型卧轴矩台平面磨床的主回路	493
8.3.2	M7130型卧轴矩台平面磨床的控制回路	495
8.3.3	M7130型卧轴矩台平面磨床的其他控制回路	496
8.4	家用电冰箱的控制电路	498
8.5	商用大中型电冰箱、冰柜的控制电路	500
8.6	电冰箱中的除霜控制	503
8.7	豆浆机电路及检修	506
	参考文献	511





## 电工识图基础

### 1.1 电路基础

#### 1.1.1 简单直流电路

在实际应用中,将电气元器件和用电设备按一定的方式连接在一起形成的各种电流通路称为电路。也就是电流流过的路径称为电路。

(1) 电路的组成 任何一个完整的电路通常要由电源、负载和中间环节(导线和开关)三部分组成,如图1-1所示。

① 电源 电源是供给电能的装置,它把其他形式的能转换成电能。光电池、发电机、干电池或蓄电池等都是电源。如干电池或蓄电池能把化学能转换成电能,发电机能把机械能转换成电能,光电池能把太阳的光能转换成电能等。通常也把给居民住宅供电的电力变压器看成电源。

② 负载 负载也称用电设备或用电器,是将电能转换成其他形式能量的装置。电灯泡、电炉、电动机等都是负载。如电灯把电