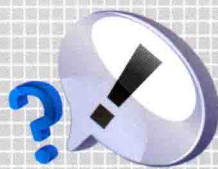


门老师教你学电子



电子电路识图

DIANZI DIANLU SHITU

门宏 编著

电路图基本概念
和画法规则

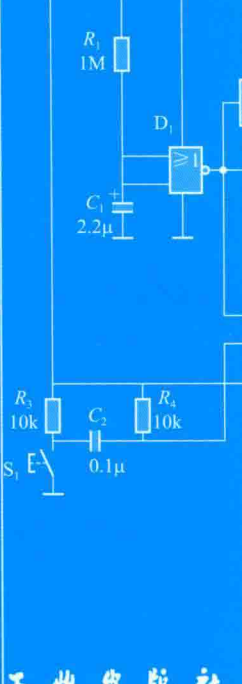
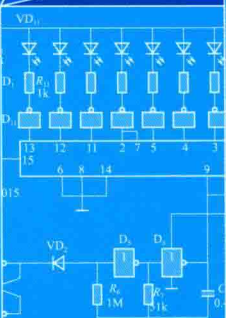
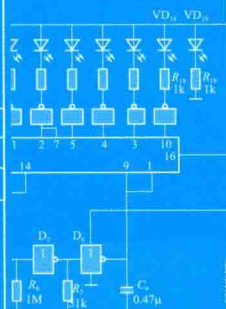
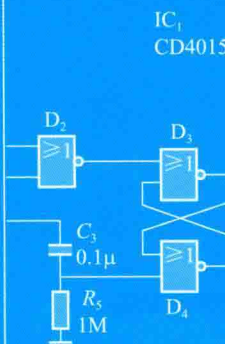
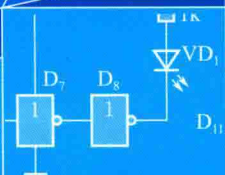
元器件符号和
看图技巧

放大电路识图

振荡电路识图

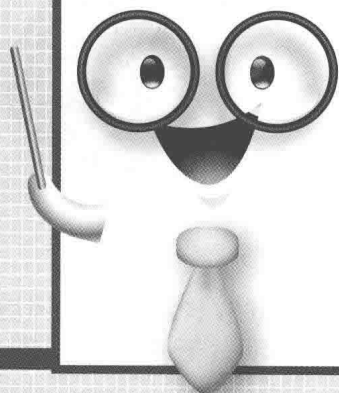
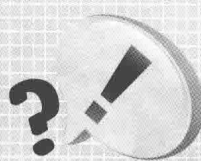
电源电路识图

时间电路识图、
照明电路识图、
控制电路识图
.....



化学工业出版社

门老师教你学电子



电子电路识图

DIANZI DIANLU SHITU



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电子电路识图/门宏编著. —北京: 化学工业出版社, 2016.9

(门老师教你学电子)

ISBN 978-7-122-27502-8

I. ①电… II. ①门… III. ①电子电路-识别-基本知识
IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 148278 号

责任编辑: 宋 辉

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 王晓宇

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 装: 三河市航远印刷有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 18 字数 482 千字 2016 年 10 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: 49.00 元

版权所有 违者必究



前言

FOREWORD

读者朋友你好，你打开了本书真是我们的缘分，说明我们有相同的兴趣爱好，我们有共同关心的话题，我们有共同的奋斗目标，因为我们都是志同道合的电子技术爱好者。

当今世界已步入信息时代，“互联网+”正在深刻地改变着整个社会形态。电子技术是信息社会的基础，“互联网+”离不开电子技术，我们每一个人的工作、学习和生活也离不开电子技术。在大众创业、万众创新的时代浪潮中，无论你想开网店，还是打算开发手游，或是准备进军互联网金融，掌握一定的电子技术都会让你获益匪浅。

也许你会问“怎样才能又快又好地学会电子技术呢？”作为作者，我也在问自己，“能给读者多一些什么帮助呢？”这时我们想到了学校，想到了教室，想到了课堂。于是，作者与编辑共同策划了这套“门老师教你学电子”丛书奉献给读者朋友。

“门老师教你学电子”丛书是作者根据初学者的特点和要求，结合自己长期从事电子技术教学工作的实践精心编著的，宗旨就是让初学者看得懂、学得会、记得住、用得上，做到入门快、掌握好、会操作、能提高。丛书采用图解的形式、通俗的语言，深入浅出，实用性强，真正起到手把手教你快速学会电子技术的效果。

《电子电路识图》是“门老师教你学电子”丛书中的一本，目的是帮助电子技术爱好者快速学会识读电子电路图。全书共分9章，第1章讲解电路图基本概念、构成要素和画法规则，第2章讲解电路图符号、元器件和看图技巧，第3章讲解放大电路识图，第4章讲解振荡电路识图，第5章讲解电源电路识图，第6章讲解时间电路识图，第7章讲解照明电路识图，第8章讲解控制电路识图，第9章讲解报警与保护电路识图。

本书适合广大电子技术爱好者、电子技术专业人员、家电维修人员和相关行业从业人员阅读学习，并可作为职业技术学校 and 务工人员上岗培训的基础教材。

本书由门宏编著，门雁菊、施鹏、张元景、吴敏、张元萍、李扣全、吴卫星、张乐等为本书编写提供了帮助。书中如有不当之处，欢迎读者朋友批评指正。

编著者

目录

CONTENTS

第1章 识读电路图前传

1.1 电路图的基本概念	1	1.3.1 怎样标注电阻值	7
1.1.1 什么是电路图	1	1.3.2 怎样标注电容量	8
1.1.2 电路图有哪些种类和 作用	1	1.3.3 怎样标注电感量	9
1.1.3 相关的基础知识	3	1.4 电路图的画法规则	9
1.2 电路图的构成要素	6	1.4.1 信号处理流程的方向	9
1.2.1 图形符号	6	1.4.2 图形符号的位置与 状态	10
1.2.2 文字符号	7	1.4.3 连接线的表示方法	12
1.2.3 注释性字符	7	1.4.4 电源线与地线的表示 方法	13
1.3 电路图中元器件数值的表示 方法	7	1.4.5 集成电路的习惯画法	14

第2章 识读电路图三部曲

2.1 熟识电路图符号	16	极管	53
2.1.1 元器件符号	16	2.2.12 发光二极管	56
2.1.2 绘图符号	25	2.2.13 扬声器与耳机	58
2.1.3 数字电路符号	27	2.2.14 传声器	59
2.2 理解元器件的特点与作用	28	2.2.15 集成运算放大器	61
2.2.1 电阻器	29	2.2.16 时基集成电路	65
2.2.2 电位器	31	2.2.17 集成稳压器	68
2.2.3 电容器	33	2.2.18 门电路	72
2.2.4 电感器	36	2.2.19 触发器	76
2.2.5 变压器	37	2.3 掌握必备的看图技巧	82
2.2.6 晶体二极管	41	2.3.1 基本看图方法与步骤	82
2.2.7 稳压二极管	43	2.3.2 单元电路的看图方法	86
2.2.8 晶体三极管	45	2.3.3 等效电路分析法	90
2.2.9 场效应管	48	2.3.4 集成电路的看图方法	90
2.2.10 晶体闸流管	50	2.3.5 从输入输出关系上 分析	96
2.2.11 光电二极管与光电三			

2.3.6 数字电路的看图方法	99	2.3.8 怎样分析时序逻辑电路	107
2.3.7 怎样分析组合逻辑电路	105		

第3章 怎样识读放大电路

3.1 电压放大电路	110	3.3 自动选台立体声调频收音机	127
3.1.1 单管基本放大电路	110	3.3.1 整机电路分析	127
3.1.2 双管电压放大电路	112	3.3.2 怎样分析调频接收放大与鉴频电路	129
3.1.3 具有负反馈的电压放大电路	113	3.3.3 怎样分析立体声解码电路	130
3.1.4 集成运放电压放大电路	115	3.3.4 怎样分析音频功率放大器	130
3.2 功率放大器	116	3.4 双声道功率放大器	130
3.2.1 单管功率放大器	116	3.4.1 电路整体分析	132
3.2.2 双管推挽功率放大器	118	3.4.2 主通道电路分析	133
3.2.3 OTL 功率放大器	120	3.4.3 扬声器保护电路分析	134
3.2.4 OCL 功率放大器	123	3.4.4 配套电源电路	136
3.2.5 集成功率放大器	124		
3.2.6 BTL 功率放大器	125		

第4章 怎样识读振荡电路

4.1 正弦波振荡器	137	4.2.5 施密特触发器构成的多谐振荡器	149
4.1.1 变压器耦合振荡器	137	4.3 集成运放音频信号发生器	150
4.1.2 三点式振荡器	139	4.3.1 电路结构原理	150
4.1.3 晶体振荡器	141	4.3.2 RC 桥式振荡器	150
4.1.4 RC 振荡器	142	4.3.3 电压跟随器	151
4.2 多谐振荡器	145	4.4 高频信号发生器	151
4.2.1 晶体管多谐振荡器	145	4.4.1 电路结构与工作原理	152
4.2.2 门电路构成的多谐振荡器	146	4.4.2 音频振荡器	152
4.2.3 555 时基电路构成的多谐振荡器	148	4.4.3 高频振荡器	152
4.2.4 单结晶体管构成的多谐振荡器	148		

第5章 怎样识读电源电路

5.1 整流滤波电路	154	5.2.1 简单稳压电路	162
5.1.1 整流电路	154	5.2.2 串联型稳压电路	163
5.1.2 负压整流电路	157	5.2.3 采用集成稳压器的稳压电路	166
5.1.3 滤波电路	158	5.3 直流稳压电源	167
5.1.4 倍压整流电路	161	5.3.1 整体电路分析	167
5.2 稳压电路	162		

5.3.2 怎样分析整流滤波单元 电路	169	5.4.3 脉宽调制电路	175
5.3.3 怎样分析稳压单元 电路	170	5.4.4 高频整流滤波电路	176
5.3.4 指示电路	172	5.5 充电电路	176
5.4 开关稳压电源	172	5.5.1 手机智能充电器	176
5.4.1 电路工作原理	172	5.5.2 太阳能充电器	178
5.4.2 三端开关电源集成 电路	174	5.5.3 电动车充电器	180
		5.5.4 多用途充电器	182
		5.5.5 恒流充电器	183

第6章 怎样识读时间电路

6.1 延时电路	184	6.2 定时电路	197
6.1.1 延时接通电路	184	6.2.1 简单定时电路	197
6.1.2 开机静噪电路	187	6.2.2 单稳型定时电路	197
6.1.3 延时切断电路	187	6.2.3 声光提示定时器	198
6.1.4 自动延时关灯电路	189	6.2.4 时间可变的定时器	198
6.1.5 数字延时开关	190	6.3 数显倒计时定时器	200
6.1.6 触摸式延时开关	190	6.3.1 电路工作原理	200
6.1.7 多路控制延时开关	191	6.3.2 门电路多谐振荡器	202
6.1.8 双向延时开关电路	192	6.3.3 60分频器	202
6.1.9 超长延时电路	193	6.3.4 减计数器	203
6.1.10 分段可调延时电路	195	6.3.5 译码显示电路	203
6.1.11 时间继电器电路	196		

第7章 怎样识读照明电路

7.1 照明控制电路	204	7.4 白光LED照明电路	217
7.1.1 轻触台灯开关	204	7.4.1 LED台灯电路	217
7.1.2 触摸开关电路	205	7.4.2 LED路灯电路	218
7.1.3 门控电灯开关	206	7.4.3 LED手电筒电路	219
7.1.4 轻触延时节能开关	206	7.4.4 太阳能LED手电筒 电路	220
7.1.5 多路控制楼道灯	208	7.4.5 LED应急灯	220
7.1.6 自动路灯控制器	209	7.5 智能节电楼道灯	221
7.2 调光电路	210	7.5.1 声控电路	221
7.2.1 单向晶闸管调光电路	210	7.5.2 延时电路	223
7.2.2 双向晶闸管调光电路	211	7.5.3 光控电路	223
7.2.3 低压石英灯调光电路	211	7.5.4 逻辑控制电路	223
7.2.4 红外遥控调光开关	212	7.6 电子节能灯	224
7.2.5 自动调光电路	214	7.6.1 电路原理	224
7.3 节能小夜灯电路	214	7.6.2 市电直接整流电路	224
7.3.1 简易小夜灯	215	7.6.3 高压高频振荡器	224
7.3.2 自动变色小夜灯	215	7.6.4 谐振启辉电路	227
7.3.3 闪光小夜灯	216		

第8章 怎样识读控制电路

8.1 光控电路	228	电路	246
8.1.1 光控路灯控制器	228	8.5 遥控电路	246
8.1.2 光控变色龙	229	8.5.1 红外遥控开关	246
8.1.3 报晓公鸡	231	8.5.2 照明灯多路红外遥控 电路	248
8.2 声控电路	232	8.5.3 红外控制波斯猫	250
8.2.1 声控照明灯	232	8.5.4 无线电遥控分组开关	251
8.2.2 声控电源插座	233	8.5.5 无线万用遥控器	252
8.2.3 声控精灵鼠	235	8.6 电话遥控器	254
8.3 自动控制电路	237	8.6.1 电路结构原理	254
8.3.1 感应式自动照明灯	237	8.6.2 模拟提机电路	254
8.3.2 恒温控制电路	238	8.6.3 解码电路	256
8.3.3 电风扇自动开关电路	239	8.6.4 密码检测电路	256
8.3.4 电风扇阵风控制器	240	8.6.5 控制驱动电路	256
8.3.5 双向电风扇电路	241	8.7 无线电遥控车模	257
8.4 彩灯控制器	241	8.7.1 电路控制原理	257
8.4.1 整机电路图分析	241	8.7.2 发射电路	258
8.4.2 怎样分析双向移位寄 存器	244	8.7.3 接收控制电路	258
8.4.3 怎样分析控制电路	244	8.7.4 驱动电路	259
8.4.4 怎样分析交流固态继电器驱动 电路	246	8.7.5 逻辑互锁控制电路	259

第9章 怎样识读报警与保护电路

9.1 报警探测电路	260	9.3.1 震动报警器	266
9.1.1 短路式报警探测电路	260	9.3.2 风雨报警器	266
9.1.2 断线式报警探测电路	261	9.3.3 冰箱关门提醒器	268
9.1.3 温度报警探测电路	261	9.3.4 光线暗提醒器	269
9.1.4 光照不足报警探测 电路	262	9.3.5 市电过欠压报警器	269
9.2 报警音源电路	262	9.3.6 高温报警器	270
9.2.1 连续音报警音源电路	262	9.3.7 低温报警器	271
9.2.2 断续音报警音源电路	263	9.3.8 酒后驾车报警器	271
9.2.3 声光报警源电路	263	9.4 保护电路	273
9.2.4 强音强光报警源电路	264	9.4.1 扬声器保护电路	273
9.2.5 警笛声报警音源电路	265	9.4.2 漏电保护器	274
9.2.6 音乐声光报警源电路	265	9.4.3 电冰箱保护器	275
9.3 报警器	265	9.4.4 电压安全监测电路	277

参考文献

第1章

识读电路图前传

在当今社会,手机已成为人们生活中不可或缺的一部分,通话、聊天、发视频、购物、玩游戏,几乎无所不能。手机带来的便捷就是电子技术不断发展的结果。电子技术是现代社会最重要的技术之一,无论生产、生活、科研、军事、学习、娱乐,都离不开电子技术。可以毫不夸张地说,如果你不学一点电子技术知识,你可就真的“落伍”了。

尽快学会看懂电路图,是学习电子技术的一项重要内容。也许你会觉得电路图就像天方夜谭里的藏宝图似的很难看懂,但是请不要失去信心,只要我们掌握了藏宝图的密码,就一定能够找到宝藏。电路图的基本概念、构成要素、画法规则等,就是破译电路图的密码。

1.1 电路图的基本概念

要认识和看懂电路图,首先要对电路图的基本概念有所了解,即知道什么是电路图,电路图有哪些种类,它们具有什么样的功能和作用,识读电路图需要掌握哪些基础知识。本节我们就来重点讲讲这些问题。

1.1.1 什么是电路图

顾名思义,电路图是关于电路的图纸。电路图由各种符号和线条按照一定的规则组合而成,反映了电路的结构与工作原理。例如,图 1-1 为调频无线话筒电路图,它用抽象的符号反映出调频无线话筒的电路结构与工作原理。

1.1.2 电路图有哪些种类和作用

通常所说的电路图是指电路原理图,广义的电路图概念还包括方框图和电路板图等。

(1) 电路原理图

电路原理图是一种反映电子设备中各元器件的电气连接情况的图纸。电路原理图由各种符号和字符组成,通过电路原理图,我们可以详细了解电子设备的电路结构、工作原理和接线方法,还可以进行定量地计算分析和研究。电路原理图是电子制作和维修的最重要的依据,图 1-1 就是电路原理图。

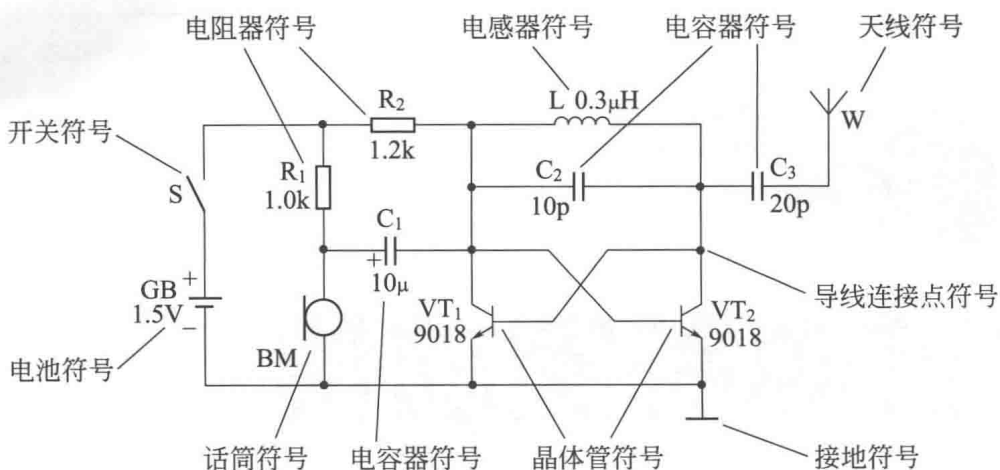


图 1-1 调频无线话筒电路图

(2) 方框图

方框图是一种概括地反映电子设备的电路结构与功能的图纸。方框图由方框、线条和说明文字组成，它简单明了地反映出电子设备的电路结构和电路功能，有助于我们从整体上了解和研究电路原理。例如，图 1-2 就是调频无线话筒的方框图。

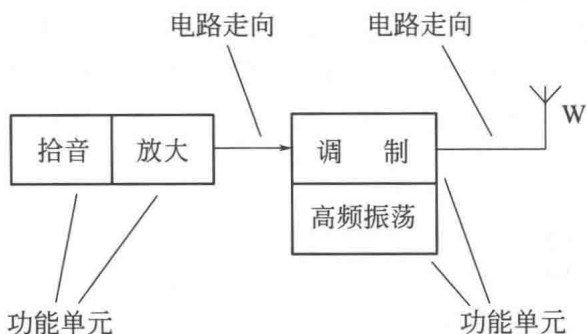


图 1-2 调频无线话筒方框图

(3) 电路板图

电路板图是一种反映电路板上元器件安装位置和布线结构的图纸。电路板图由写实的电路板线路、相应位置上的元器件符号和注释字符等组成。例如，图 1-3 为调频无线话筒的电路板图。

电路板图是根据电路原理图设计绘制的实际的安装图，标明了各元器件在电路板上的安装位置。电路板图为实际制作和维修提供

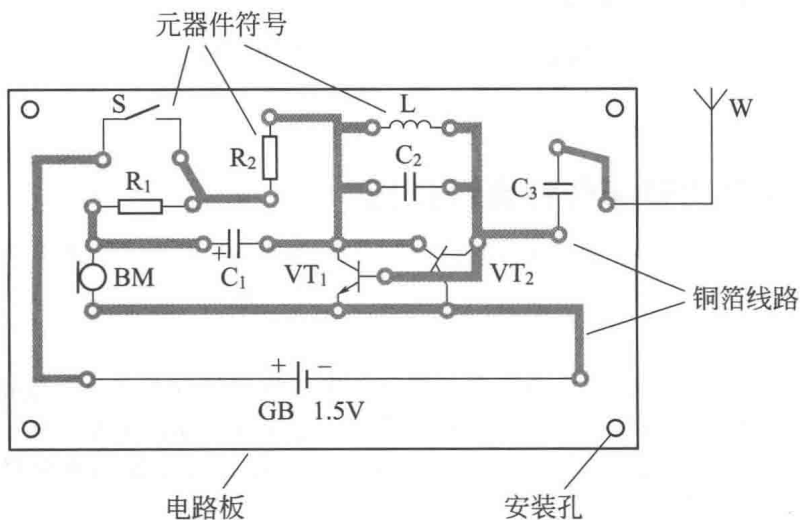


图 1-3 调频无线话筒电路板图

了很大的方便。

✦ 1.1.3 相关的基础知识

看懂电路图需要掌握哪些最基本的基础知识呢？站在不同的角度可以有不同的回答。但是对于初学者来说，可以认为电压、电流、电阻等是最重要的基础知识。

(1) 电压

什么是电压？电压就是指某点相对于参考点的电位差。某点电位高于参考点电位称为正电压，某点电位低于参考点电位称为负电压。电压的符号是“ U ”。电压的单位为伏特，简称伏，用字母“ V ”表示。

形象地说，电压就好比自来水管中的水压。如图 1-4 所示，水塔的水位高于水龙头的水位，它们之间的水位差即为水压。有了水压，自来水才能从水龙头里流出来。

对于一节电池来说，电压就是电池正、负极之间的电位差，如图 1-5 所示。一般以电池负极为参考点（电位为 $0V$ ），那么电池正极的电压为“ $1.5V$ ”。如果以电池正极为参考点，则电池负极的电压为“ $-1.5V$ ”。

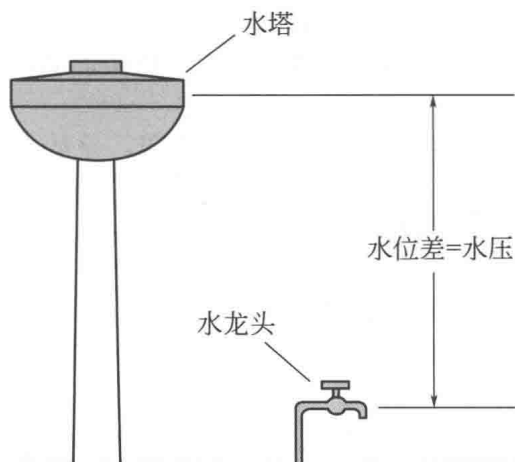


图 1-4 水压的概念

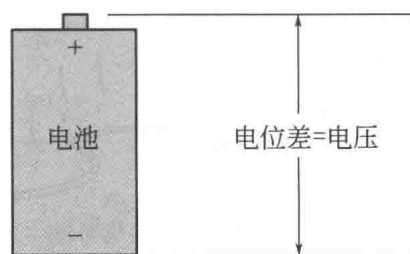


图 1-5 电压的概念

可以说，电压是产生电流的原动力，有了电压，才会有电流在电路中的流动。在电路中，通常以公共接地点为参考点。如果说电路中某点的电压是 $6V$ ，其含义就是说该点相对于公共接地点具有 $6V$ 的电位差。至于我们的家庭用电 $220V$ 电压，是指相线相对于零线具有 $220V$ 的电位差，当然它是交流电压，这点我们以后再详细说。

(2) 电流

什么是电流？电流就是指电荷有规则地移动。产生电流的先决条件是有电压的存在，并且电路要构成回路。没有电压，就好像没有落差的水，形成不了电流。同样重要的是，电路没有构成回路，就好像水渠不通，也形成不了电流。

在电路中，电流总是从电压高的地方流向电压低的地方，就像水从高处流向低处一样。电流的符号是“ I ”。电流的单位为安培，简称安，用字母“ A ”表示。

有时我们为了分析电路需要，可以预先设定一个电流的方向。这时，实际电流的方向与预设方向相同的称为正电流，实际电流的方向与预设方向相反的称为负电流。

我们以最简单的手电筒电路为例来说明电流方向的概念。图 1-6 为手电筒电路电流方向示意图，如果我们规定电流的方向为从上到下，那么图 1-6(a) 中电流 $I=0.25A$ 。如果我们

将电池颠倒过来装入手电筒，如图 1-6(b) 所示，那么电流 $I = -0.25\text{A}$ 。

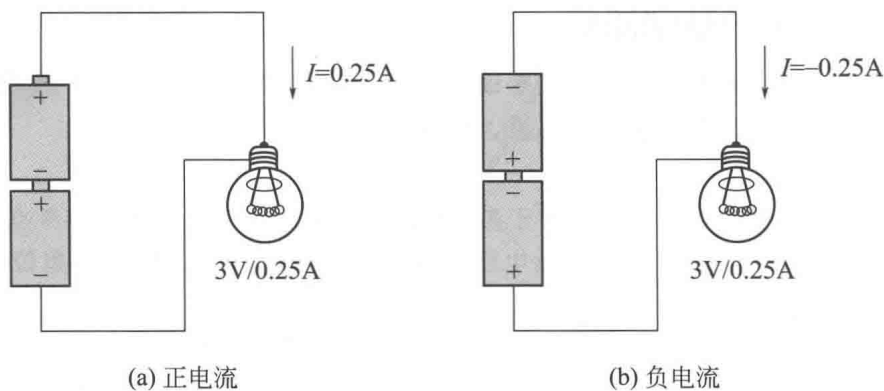


图 1-6 手电筒电路电流方向示意图

(3) 电阻

什么是电阻？简单来说，电阻就是指电流在电路中所遇到的阻力，或者说是指物体对电流的阻碍能力。电阻越大，电流所受到的阻力就越大，因此，电流就越小。反之，电阻越小，电流所受到的阻力就越小，因此，电流就越大。电阻的符号是“ R ”。电阻的单位为欧姆，简称欧，用字母“ Ω ”表示。

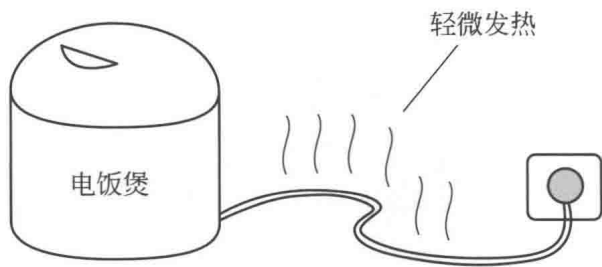


图 1-7 导线发热

任何物体都存在电阻，导体也不例外。大家可能有这样的体验，电饭煲在煮饭的时候，导线会有些许发热，究其原因就是因为制作导线的铜存在电阻，虽然电阻很小，但是在煮饭的大电流下仍会消耗部分电能，以热的形式散发出来，如图 1-7 所示。

那么电阻是不是一无是处呢？当然不是。正因为有电阻的存在，我们才能够控制电流的大小。为了让电流按照人们的意愿做功，人们发明了电阻器。这是后话，我们以后会专门讲解。

(4) 欧姆定律

欧姆定律是一个很重要的基本定律。我们知道，电流在电压的驱动下、在电阻的限制下流动。电压、电流、电阻三者之间存在着必然的、内在的、互相制约的关系，欧姆定律就是反映电压、电流、电阻三者之间关系的数学公式。

欧姆定律：电路中电流的大小等于电压与电阻的比值，即 $I = \frac{U}{R}$ 。

实际上，我们只要知道了电压、电流、电阻三项中的任意两项，就可以通过欧姆定律来求出另外一项，即欧姆定律还可以写作以下两种形式： $U = IR$ ， $R = \frac{U}{I}$ 。

(5) 功率

电功率简称功率，是指电能单位时间所做的功，或者说是表示电能转换为其他形式能量的速率。功率的符号是“ P ”。功率的单位为瓦特，简称瓦，用字母“ W ”表示。功率在数值上等于电压与电流的乘积，即 $P = UI$ 。

例如，某盏电灯在点亮时的电流约为 0.455A ，那么这盏电灯在点亮时的功率为 $P =$

$220\text{V} \times 0.455\text{A} = 100\text{W}$ ，如图 1-8 所示。

电路中的元器件在工作时会产生热量，这些热量是由电能转换而来的，它与元器件在工作时所消耗的功率，或者说与所加的电压和所通过的电流有关。

(6) 并联

什么是并联？并联是指两个或两个以上物体并行连接在一起，就好像高速公路的收费站，许多收费通道并排在一起，可以提高通过能力。电子技术中的并联主要有元器件的并联、电路的并联、电气设备的并联等。

在元器件的并联中，电阻并联后总阻值减小。两个电阻的并联如图 1-9 所示，电阻 R_1 的电阻值为 R_1 ，电阻 R_2 的电阻值为 R_2 ，两个电阻并联后，等效为一个电阻

R ，电阻 R 的电阻值 $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ 。当 $R_1 = R_2$ 时， $R = \frac{1}{2} R_1$ 。

电容并联后总容量增大。两个电容的并联如图 1-10 所示，电容 C_1 的电容量为 C_1 ，电容 C_2 的电容量为 C_2 ，两个电容并联后，等效为一个电容 C ，电容 C 的电容量 $C = C_1 + C_2$ 。当 $C_1 = C_2$ 时， $C = 2C_1$ 。

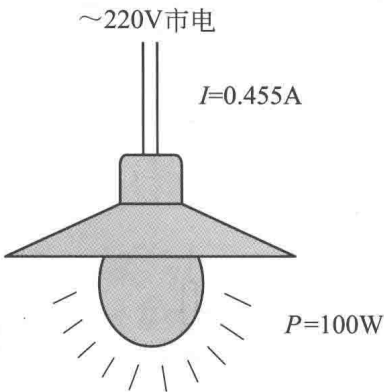


图 1-8 功率的概念

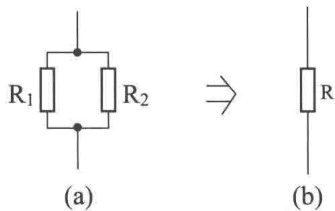


图 1-9 电阻的并联

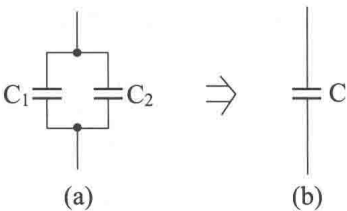


图 1-10 电容的并联

测量电压时一般采用并联方式。如图 1-11 所示，电压表 PV 并接在灯泡 EL 上，即可测量灯泡上的电压。

我们家里的所有电气设备都是并联用电的。例如，灯泡的并联如图 1-12 所示，两个灯泡 EL₁、EL₂ 并联连接在 220V 电源上，每个灯泡都得到 220V 电压。

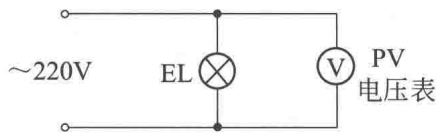


图 1-11 并联测量电压

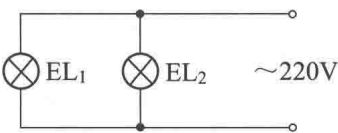


图 1-12 灯泡的并联

(7) 串联

什么是串联？串联是指两个或两个以上物体首尾相连串接在一起，就好像一列火车，各个车厢串联在一起。电子技术中的串联主要有元器件的串联、电路的串联、电气设备的串联等。

在元器件的串联中，电阻串联后总阻值增大。两个电阻的串联如图 1-13 所示，电阻 R_1 的电阻值为 R_1 ，电阻 R_2 的电阻值为 R_2 ，两个电阻串联后，等效为一个电阻 R ，电阻 R 的

电阻值 $R=R_1+R_2$ 。当 $R_1=R_2$ 时, $R=2R_1$ 。

电容串联后总容量减小。两个电容的串联如图 1-14 所示, 电容 C_1 的电容量为 C_1 , 电容 C_2 的电容量为 C_2 , 两个电容串联后, 等效为一个电容 C , 电容 C 的电容量 $C=\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}$ 。当 $C_1=C_2$ 时, $C=\frac{1}{2}C_1$ 。

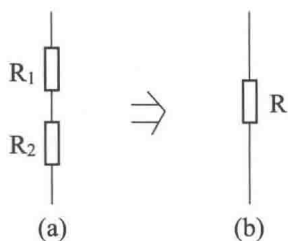


图 1-13 电阻的串联

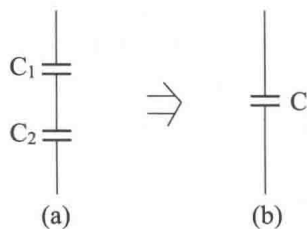


图 1-14 电容的串联

测量电流时一般采用串联方式。如图 1-15 所示, 电流表 PA 串接在灯泡 EL 的电路中, 即可测量灯泡的电流。

灯泡的串联如图 1-16 所示, 两个功率相等的灯泡 EL_1 、 EL_2 串联连接在 220V 电源上, 每个灯泡得到一半电压, 即 110V 电压。这可以是两个 110V 灯泡的一种应用方式, 也可以是两个 220V 灯泡降低亮度延长寿命的应用方式。

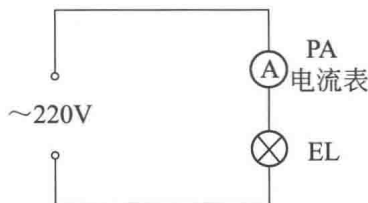


图 1-15 串联测量电流

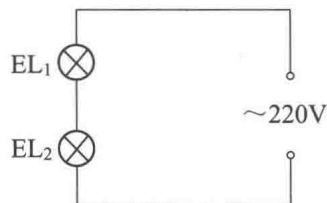


图 1-16 灯泡的串联

1.2 电路图的构成要素

就像藏宝图上面画着山川河流和各种奇怪的符号一样, 一张完整的电路图也是由若干要素构成的, 这些要素主要包括图形符号、文字符号、连线以及注释性字符等。下面我们通过图 1-1 所示调频无线话筒电路图的例子, 作进一步的说明。

1.2.1 图形符号

图形符号是指用规定的抽象图形代表各种元器件、组件、电流、电压、波形、导线和连接状态等的绘图符号。这些图形符号的形状必须是固定的, 意义必须是唯一的, 而且必须是大家所公认的。设想一下如果不是这样, 而是你自己确定一些符号画成图, 别人怎么看得懂呢? 因此, 图形符号是由国家标准《电气简图用图形符号》(GB/T 4728) 予以规定的。

图形符号有什么作用呢? 图形符号是构成电路图的主体。图 1-1 调频无线话筒电路图中, 各种图形符号代表了组成调频无线话筒的各个元器件。例如, 小长方形 “” 表示电阻器, 两道短杠 “” 表示电容器, 连续的半圆形 “” 表示电感器等。各个元

器件图形符号之间用连线连接起来,就可以反映出调频无线话筒的电路结构,即构成了调频无线话筒的电路图。

✚ 1.2.2 文字符号

文字符号是指用规定的字符(通常为字母)表示各种元器件、组件、设备装置、物理量和工作状态等的绘图符号。文字符号由国家标准予以规定,以保证它的意义的唯一性和明确性,使大家都能看得懂。

文字符号有什么作用呢?文字符号是构成电路图的重要组成部分。为了进一步强调图形符号的性质,同时也为了分析、理解和阐述电路图的方便,在各个元器件的图形符号旁,标注有该元器件的文字符号。例如,在图 1-1 调频无线话筒电路图中,文字符号“R”表示电阻器,“C”表示电容器,“L”表示电感器,“VT”表示晶体管等。

在一张电路图中,相同的元器件往往会有许多个,这也需要用文字符号将它们加以区别,一般是在该元器件文字符号的后面加上序号。例如,在图 1-1 中,电阻器有两个,则分别以“ R_1 ”、“ R_2 ”表示;电容器有三个,分别标注为“ C_1 ”、“ C_2 ”、“ C_3 ”;晶体管有两个,分别标注为“ VT_1 ”、“ VT_2 ”。

✚ 1.2.3 注释性字符

注释性字符是指电路图中对图形符号和文字符号作进一步说明的字符。注释性字符也是构成电路图的重要组成部分,它拓展了电路图的信息量。

注释性字符往往用来说明元器件的数值大小或者具体型号,通常标注在图形符号和文字符号旁。例如,在图 1-1 调频无线话筒电路图中,通过注释性字符我们就可以知道:电阻器 R_1 的电阻值为 $1.0k\Omega$, R_2 的电阻值为 $1.2k\Omega$;电容器 C_1 的电容量为 $10\mu F$, C_2 的电容量为 $10pF$, C_3 的电容量为 $20pF$;晶体管 VT_1 、 VT_2 的型号为 9018,等等。

注释性字符还用于电路图中其他需要说明的场合。由此可见,注释性字符是我们分析电路工作原理,特别是定量地分析研究电路的工作状态所不可缺少的。



1.3 电路图中元器件数值的表示方法

我们知道,电阻的阻值、电容的容量等都有大有小,那么在电路图中是如何表示它们的大小的呢?电路图中元器件的数值,一般用简略的形式直接标注在元器件符号旁边。元器件的数值包括数量和计量单位两部分,其中数量部分由阿拉伯数字和表示倍数的词头字母组成,计量单位为字母符号。

✚ 1.3.1 怎样标注电阻值

电阻器和电位器阻值的基本计量单位是欧姆,简称欧,用字母“ Ω ”表示。常用单位还有千欧($k\Omega$)和兆欧($M\Omega$),它们之间的换算关系是: $1M\Omega=1000k\Omega$, $1k\Omega=1000\Omega$ 。

(1) 电阻器的标注方式

电路图中标注时一般可省略单位符号“ Ω ”。例如, 5.1Ω 的电阻器可标注为“ 5.1Ω ”,也可标注为“ 5.1 ”或“ $5R1$ ”; $6.8k\Omega$ 的电阻器标注为“ $6.8k$ ”或“ $6k8$ ”; $1M\Omega$ 的电阻器标注为“ $1M$ ”;如图 1-17 所示。

(2) 可变电阻器的标注方式

对于可变电阻器,电路图中所标注的是其最大阻值。如图 1-18 所示,“ $10k$ ”表示该可

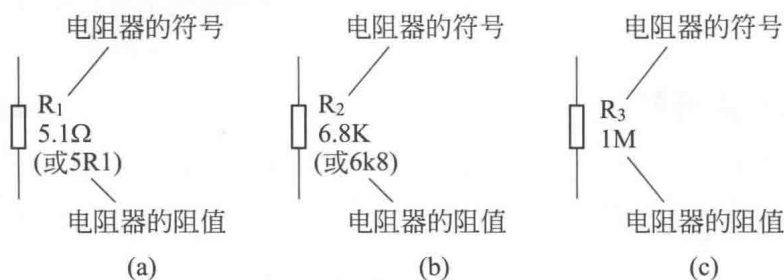


图 1-17 电阻器的标注

变电阻器的最大阻值为 $10\text{k}\Omega$ 。

(3) 电位器的标注方式

对于电位器，电路图中所标注的是其固定两端间的阻值。如图 1-19 所示，“4.7k”表示该电位器上下两固定引出端之间的阻值为 $4.7\text{k}\Omega$ 。



图 1-18 可变电阻器的标注

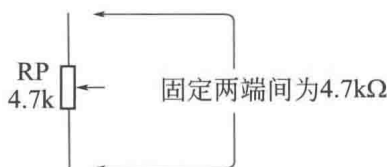


图 1-19 电位器的标注

1.3.2 怎样标注电容量

电容器容量的基本计量单位是法拉，简称法，用字母“F”表示。由于法拉作单位在实际运用中往往显得太大，所以常用微法 (μF)、纳法 (nF，也称作毫微法) 和皮法 (pF，也称作微微法) 作为单位。它们之间的换算关系是： $1\text{F} = 10^6 \mu\text{F}$ ， $1\mu\text{F} = 1000\text{nF}$ ， $1\text{nF} = 1000\text{pF}$ 。

(1) 电容器的标注方式

电路图中标注时一般省略单位符号“F”，对于 pF 级的电容器标注时往往还省略“p”，对于纯小数的 μF 级的电容器标注时也有省略“ μ ”的情况。例如， 100pF 的电容器标注为“100p”或“100”， $0.01\mu\text{F}$ 的电容器标注为“0.01 μ ”或“0.01”， $2.2\mu\text{F}$ 的电容器标注为“2.2 μ ”或“2 μ 2”， $47\mu\text{F}$ 的电容器标注为“47 μ ”，如图 1-20 所示。

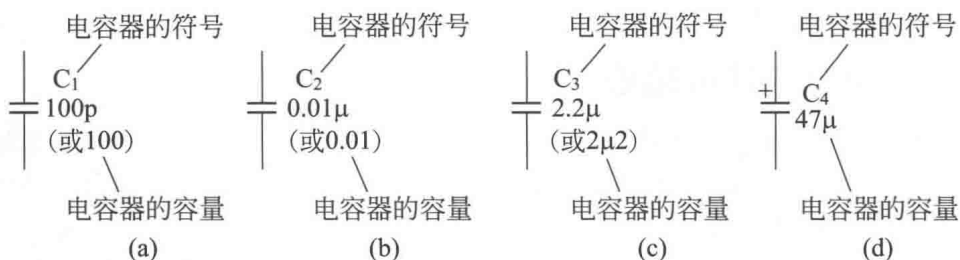


图 1-20 电容器的标注

(2) 可变电容器的标注方式

对于可变电容器和微调电容器，通常标注出其最大容量，也有标注出其最小/最大容量的。例如，图 1-21(a) 表示可变电容器 C_1 的最大容量为 270pF ，图 1-21(b) 表示可变电容

器 C_2 的容量调节范围为 $7\sim 270\text{pF}$ 。

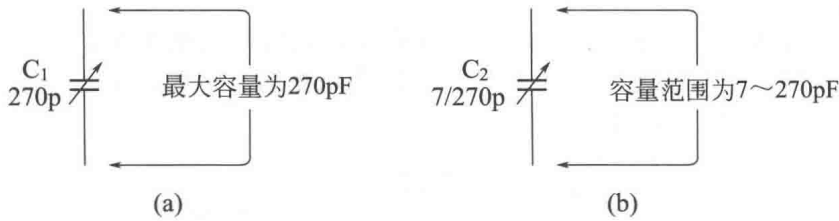


图 1-21 可变电容器的标注

1.3.3 怎样标注电感量

电感器电感量的基本单位是亨利，简称亨，用字母“H”表示。在实际应用中，一般常用毫亨（mH）或微亨（ μH ）作单位。它们之间的换算关系是： $1\text{H} = 1000\text{mH}$ ， $1\text{mH} = 1000\mu\text{H}$ 。

(1) 电感器的标注方式

电路图中标注时通常直接写明电感器的电感量，例如， 1.5mH 的电感器标注为“ 1.5mH ”， $3\mu\text{H}$ 的电感器标注为“ $3\mu\text{H}$ ”，如图 1-22 所示。

(2) 可调电感器的标注方式

对于带磁芯连续可调的电感器，电路图中所标注的一般是其中间电感量。如图 1-23 所示，“ 0.3mH ”表示该可调电感器的中间电感量为 0.3mH ，并可在一定范围内大小调节。

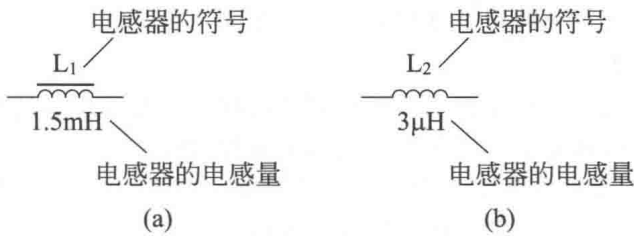


图 1-22 电感器的标注

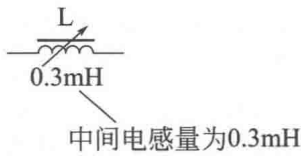


图 1-23 可变电感器的标注

1.4 电路图的画法规则

为了准确、清晰地表达电子设备的电路结构，使看图者能够正确、方便地理解电路图的全部内容，电路图中除了必须使用统一规定的图形符号和文字符号外，还应遵循一定的画法规则。

1.4.1 信号处理流程的方向

信号处理流程的方向是指电路中所处理的信号（包括信息信号和控制信号），从最初的输入端到最终的输出端的走向。虽然各种电路图的结构功能和复杂程度千差万别，有的电路图只有简单的一条信号通道，有的电路图具有多条互相牵涉的信号通道，但是仍存在一些基本的规则。

(1) 一般电路的信号处理流程方向

电路图中信号处理流程方向一般为从左到右，就是将先后对信号进行处理的各个单元电