

轻松入门系列丛书

# 电子线路基础轻松入门

胡 斌 蔡月红 编著

人民邮电出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

电子线路基础轻松入门/胡斌 蔡月红 编著.—北京:人民邮电出版社,2002.9  
(轻松入门系列丛书)

ISBN 7-115-10366-6

.电... .胡... 蔡... .电子电路-基本知识 .TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 040569 号

## 内 容 提 要

本书从基本的电气知识开始,详尽介绍了电子线路中应用量最大、也是最基本的电阻器、电容器、电感器和二极管的识别方法、主要特性和各类应用电路,以及分析这些电路的思路、方法、技巧和记忆窍门。

本书特别适合零起点的初学者学习。通过阅读本书,读者一定能够掌握分析电子线路的基本技能,从而具有去学习更为复杂的电子技术知识,分析电子电路图的基本能力。

轻松入门系列丛书

## 电子线路基础轻松入门

编 著 胡 斌 蔡月红

责任编辑 唐素荣

人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010 - 67180876

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

开本:787×1092 1/16

印张:19.75

字数:474千字

2002年 月第1版

印数:1 - 000册

2002年 月北京第1次印刷

ISBN 7-115-10366-6/TN·1894

定价:26.00元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010)67129223

# 前 言

结缘电子天地,您会发现一个奇妙无穷、变化无穷、其乐无穷的缤纷世界!收音机为什么会出声音?电视机里为什么会有活动的画面?一个闪闪发光的小镜子(VCD光碟)为什么又出声音又出图像.....

当您对电子技术产生兴趣,欲跨进电子殿堂时,您肯定希望找到最适合自己阅读的书籍。如果您以前没有接触过相关内容,既不知道电阻器是什么东西,也不知道二极管“长得”啥模样,更没有接触过电子线路图,那么,您就可以选择本书作为进入电子世界的敲门砖。

本书首先从最基本的家庭电气电路入手,引入有关基本概念和知识,之后详尽介绍了电子线路中应用量最大、最基本的元件(电阻器、电容器、电感器和二极管)的识别方法、主要特性和各类应用电路,以及分析这些电路的思路、方法、技巧和记忆窍门。具体内容如下:

从元器件的外形特征、识别方法和电路符号入手,详细讲述与分析电路工作原理相关的知识,如元器件的主要特性,这些特性在电路分析中的具体应用举例等。

系统而全面地讲解了电阻器、电容器、电感器和二极管这四种元器件的实用电路工作原理、分析方法和思路,列举这些电路的同功能不同形式的电路,以使读者完全掌握单元电路的工作原理。

详尽分析这4种元器件的各种组合电路,使读者在实践中学会电路分析方法,提高分析实用电路的能力和掌握技巧。

对每一类电路进行分析时,都给出了分析方法的提示、电路分析的小结及记忆的技巧。

笔者相信,一个零起点的读者通过用心阅读本书,一定能够掌握分析电子线路的基本技能,从而具有去学习更为复杂的电子技术知识,分析电子电路图的基本能力。

为了广泛收集广大读者对本书的意见和辅导本书读者,本人专设了个人辅导网站,网站设有专门为读者服务的文字和语音聊天室、电子爱好者俱乐部,本人将定期上线实时和通过电子邮件解答读者学习中遇到的难点问题,辅导读者阅读本书。欢迎本书读者前来咨询和结交同行朋友。

本书第一作者胡斌是江苏大学副研究员,自由撰稿人。长期从事科普写作,正式出版著作50余本。二次荣获全国三等奖,一次获北方十省市一等奖。其永久性网络昵称:古木,《古木工作室》一号;E-mail: wdjkw@163.net; QQ 号码: 13535069, 1155390; 主页网址: <http://gumuju.diy.163.com/>。

胡斌 蔡月红

# 目 录

第 1 章 简单实用电路和纯电阻器电路 .....	1
1.1 从简单实用电路识图走进电子世界 .....	1
1.1.1 手电筒电路 .....	1
1.1.2 电动玩具电源控制电路 .....	2
1.1.3 家用白炽灯照明电路 .....	4
1.1.4 电热水器控制电路 .....	6
1.1.5 小电珠串联电路 .....	8
1.1.6 灯泡并联电路 .....	10
1.1.7 部分电路欧姆定律 .....	13
1.1.8 初识电子元器件 .....	14
1.1.9 电子元器件电路符号 .....	16
1.1.10 电气电路图与电子电路图 .....	19
1.2 纯电阻器电路及电路基本概念 .....	20
1.2.1 普通电阻器外形特征和电路符号常识 .....	20
1.2.2 普通电阻器的主要特性 .....	22
1.2.3 普通电阻器的电路作用和电路种类 .....	25
1.2.4 纯电阻器串联电路 .....	25
1.2.5 纯电阻器并联电路 .....	28
1.2.6 纯电阻器串并联电路 .....	34
1.2.7 电阻分压电路 .....	35
1.2.8 普通音量控制器电路解析 .....	38
第 2 章 纯电容器电路和 RC 电路 .....	44
2.1 纯电容器电路 .....	44
2.1.1 普通电容器外形特征及电路符号 .....	44
2.1.2 电容器的主要参数和基本工作原理 .....	47
2.1.3 电容器的隔直特性 .....	48
2.1.4 电容器的通交特性 .....	51
2.1.5 电容器的容抗特性 .....	55
2.1.6 纯电容并联电路 .....	56
2.1.7 纯电容串联电路 .....	58
2.2 电解电容器 .....	59
2.2.1 外形特征和识别方法 .....	60
2.2.2 电解电容器的结构 .....	61

2.2.3	电解电容器的主要特性 .....	63
2.2.4	有极性电解电容器串联电路 .....	64
2.2.5	电容电路识图小结 .....	65
2.3	电阻器和电容器混合电路 .....	66
2.3.1	RC 并联电路 .....	66
2.3.2	RC 串联电路 .....	69
2.3.3	RC 串并联电路 .....	70
2.3.4	RC 串并联电路分析小结 .....	73
2.3.5	微分电路 .....	73
2.3.6	积分电路 .....	78
2.3.7	微分电路和积分电路识图小结 .....	79
2.3.8	信号相位的概念 .....	79
2.3.9	电阻器、电容器上电压与电流之间的相位关系 .....	81
2.3.10	RC 滞后移相电路和 RC 超前移相电路 .....	82
2.4	收音电路用微调电容器和可变电容器 .....	84
2.4.1	微调电容器和可变电容器的种类 .....	84
2.4.2	外形特征和电路符号 .....	85
2.4.3	结构及工作原理 .....	86
2.4.4	识别方法 .....	90
2.5	电容传声器、RC 组合件和无脚元器件 .....	91
2.5.1	电容传声器 .....	91
2.5.2	RC 组合件 .....	94
2.5.3	无脚元器件 .....	94
<b>第 3 章</b>	<b>纯电感器电路和 LCR 电路 .....</b>	<b>99</b>
3.1	电磁学基本概念 .....	99
3.1.1	磁性、磁体、磁极、磁力、磁场和磁力线 .....	99
3.1.2	电流磁场 .....	100
3.1.3	磁通和磁感应强度 .....	101
3.1.4	磁导率和磁场强度 .....	101
3.1.5	磁化、磁性材料和磁路 .....	102
3.1.6	电磁感应和电磁感应定律 .....	103
3.1.7	自感和互感现象 .....	105
3.1.8	自感电动势极性判别方法 .....	107
3.2	纯电感器电路 .....	108
3.2.1	电感器外形特征和电路符号 .....	108
3.2.2	电感器工作原理和电感量单位 .....	110
3.2.3	电感器感抗特性和通直流特性 .....	111
3.2.4	电感器的电励磁特性和磁励电特性 .....	113

3.2.5	电感器电流不能突变和电容器两端电压不能突变的特性 .....	113
3.2.6	电阻器、电容器和电感器特性小结 .....	114
3.2.7	电感器串联和并联电路 .....	115
3.2.8	电阻器、电容器和电感器串并联电路特性小结 .....	116
3.3	LC 谐振电路和 RL 电路 .....	117
3.3.1	LC 谐振电路 .....	117
3.3.2	LC 并联谐振电路 .....	119
3.3.3	LC 串联谐振电路 .....	122
3.3.4	LC 谐振电路分析说明 .....	124
3.3.5	RL 暂态电路 .....	125
3.3.6	RL 移相电路分析 .....	127
3.3.7	RC、LC、RL 电路特性小结 .....	129
3.3.8	LC 组合件 .....	129
3.4	变压器电路 .....	130
3.4.1	外形特征和电路符号 .....	130
3.4.2	结构和工作原理 .....	132
3.4.3	主要参数 .....	133
3.4.4	表示方法 .....	136
3.4.5	电压比概念 .....	136
3.4.6	电压、电流和阻抗之间的关系 .....	138
3.4.7	隔离特性和同名端 .....	139
3.4.8	通交隔直特性 .....	141
3.4.9	互感现象和屏蔽 .....	142
3.4.10	电路分析说明 .....	142
3.5	磁头、扬声器和直流电机 .....	143
3.5.1	磁头外形特征和电路符号 .....	143
3.5.2	磁头的结构和工作原理 .....	145
3.5.3	磁头的主要特性和命名方法 .....	147
3.5.4	放音磁头实用电路大全 .....	148
3.5.5	扬声器外形特征和电路符号 .....	151
3.5.6	扬声器的结构和工作原理 .....	152
3.5.7	扬声器的主要参数和命名方法 .....	153
3.5.8	扬声器的型号命名方法和引脚极性识别方法 .....	154
3.5.9	直流电机外形特征和电路符号 .....	156
3.5.10	直流电机的结构和工作原理 .....	157
3.5.11	直流电机的主要性能参数 .....	158
3.5.12	直流电机的识别方法 .....	159
3.5.13	直流电机控制电路 .....	160

第4章 识图方法和电阻器、电容器、电感器实用电路详解总汇 .....	162
4.1 识图学习方法和动手实践指南 .....	162
4.1.1 识图学习方法 .....	162
4.1.2 动手操作方法 .....	165
4.2 电路图常识 .....	170
4.2.1 电子电路图和种类 .....	170
4.2.2 方框图功能及识图方法 .....	171
4.2.3 单元电路图的功能及识图方法 .....	174
4.2.4 等效电路图的识图方法 .....	176
4.2.5 集成电路应用电路的功能及识图方法 .....	176
4.2.6 整机电路图和识图方法 .....	177
4.2.7 印制线路图的识图方法 .....	179
4.2.8 修理识图方法和注意事项 .....	181
4.3 电阻器实用电路分析 .....	182
4.3.1 分流电阻电路 .....	182
4.3.2 隔离电阻电路 .....	183
4.3.3 分压衰减电阻电路 .....	185
4.3.4 信号分路电阻电路 .....	186
4.3.5 信号分等级电阻电路 .....	187
4.3.6 信号混合电阻电路 .....	188
4.3.7 阻尼电阻电路 .....	190
4.3.8 偏磁测量电阻电路 .....	191
4.3.9 恒流录音电阻电路 .....	191
4.4 电容器实用电路分析 .....	192
4.4.1 耦合电容电路 .....	193
4.4.2 各种接地概念和退耦合电容电路 .....	194
4.4.3 一大一小两个电容并联电路 .....	196
4.4.4 两个大电容并联电路 .....	197
4.4.5 两个小电容并联电路 .....	198
4.4.6 多个小电容串联、并联电路 .....	199
4.5 实用 RC 电路和 LC 电路详解总汇 .....	199
4.5.1 RC 消火花电路 .....	199
4.5.2 RC 录音高频补偿电路 .....	201
4.5.3 加速电容电路 .....	202
4.5.4 机内话筒电路中 RC 低频噪声切除电路 .....	203
4.5.5 RC 去加重电路 .....	206
4.5.6 场积分电路 .....	208
4.5.7 LC 并联谐振阻波电路 .....	209
4.5.8 LC 串联谐振吸收电路 .....	211

4.5.9	LC 并联谐振移相电路 .....	212
4.5.10	二分频扬声器电路大全和详解 .....	213
4.5.11	三分频扬声器电路 .....	218
第5章 二极管电路和电源电路详解总汇 .....		220
5.1	晶体二极管基本知识 .....	220
5.1.1	半导体的特性 .....	220
5.1.2	外形特征和电路符号 .....	222
5.1.3	结构和工作原理 .....	223
5.1.4	主要特性 .....	226
5.1.5	主要参数 .....	230
5.1.6	表示方法 .....	231
5.2	二极管实用电路详解总汇 .....	233
5.2.1	二极管限幅电路 .....	233
5.2.2	LC 谐振电路中的二极管限幅电路 .....	238
5.2.3	二极管简易稳压电路 .....	240
5.2.4	二极管整流电路 .....	240
5.2.5	二极管检波电路 .....	242
5.2.6	二极管保护电路 .....	244
5.2.7	二极管 ALC 控制电路 .....	245
5.2.8	或门电路中的隔离二极管电路 .....	246
5.2.9	二极管电路小结 .....	246
5.3	电源变压器降压、开关控制和过流保护电路详解总汇 .....	247
5.3.1	电源电路组成方框图 .....	248
5.3.2	变压器交流降压电路 .....	250
5.3.3	110/220V 交流电压转换电路 .....	251
5.3.4	一组次级线圈的电源变压器电路 .....	251
5.3.5	次级线圈带抽头的电源变压器电路 .....	252
5.3.6	次级线圈带中心抽头的电源变压器电路 .....	253
5.3.7	两组独立次级线圈的电源变压器电路 .....	253
5.3.8	两组次级线圈独立接地的电源变压器电路 .....	254
5.3.9	电源变压器降压电路识图小结 .....	254
5.3.10	四种过流保险丝电路和熔断电阻器电路 .....	255
5.3.11	电容降压电路 .....	259
5.3.12	开关件 .....	260
5.3.13	三种电源开关电路 .....	262
5.4	电源整流电路详解总汇 .....	264
5.4.1	桥堆和半桥堆 .....	264
5.4.2	整流电路种类 .....	266

5.4.3	输出正、负直流电压的半波整流电路 .....	266
5.4.4	全波整流电路 .....	268
5.4.5	桥式整流电路 .....	272
5.4.6	倍压整流电路 .....	274
5.4.7	整流电路识图小结 .....	276
5.5	电源滤波电路详解总汇 .....	277
5.5.1	电容滤波电路 .....	277
5.5.2	电感滤波电路原理 .....	279
5.5.3	型 RC 滤波电路 .....	280
5.5.4	型 LC 滤波电路 .....	281
5.5.5	电源电路中的抗干扰电路 .....	282
5.5.6	整机电源电路分析 .....	284
5.6	稳压二极管、发光二极管、变容二极管、开关二极管及典型应用电路分析 .....	287
5.6.1	稳压二极管简介 .....	287
5.6.2	稳压二极管典型应用电路分析 .....	290
5.6.3	发光二极管 .....	292
5.6.4	发光二极管典型应用电路分析 .....	296
5.6.5	变容二极管 .....	299
5.6.6	变容二极管典型应用电路分析 .....	301
5.6.7	开关二极管 .....	302
5.6.8	开关二极管典型应用电路分析 .....	302

## 简单实用电路和纯电阻器电路

### 1.1 从简单实用电路识图走进电子世界

#### 1.1.1 手电筒电路

图 1 - 1 所示是一种最简单的电路,即常见的手电筒电路。通过这一电路的介绍,能够掌握许多有关电路的基本知识。

所谓电路就是电流流动的通路,如同河床是江水流动的通道一样,只是电路并不那么直观,而且电路种类繁多,十分复杂。

众所周知,手电筒用来在黑暗中照明,即点亮手电筒中的小电珠。在光线充足时,不需要小电珠的点亮,此时应该关掉手电筒。显然,手电筒电路实际上是一个控制小电珠亮和熄的电路,控制小电珠亮和熄是这一电路的功能。

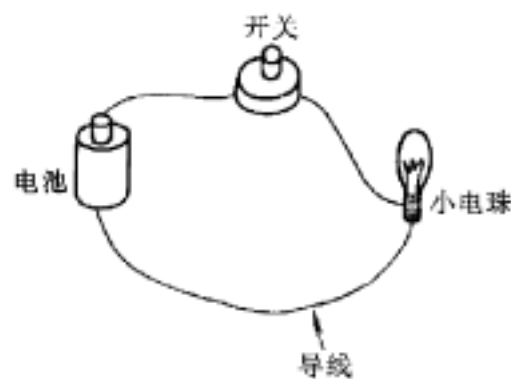


图 1 - 1 手电筒电路

#### 1. 电路的功能

任何一个电路都有其特定的作用和功能,否则电路的存在就失去了实际意义,像手电筒电路,就是控制电筒内部的小电珠在需要的时候发光。

了解电路的作用、功能对分析这一电路的工作原理意义重大,可以做到抓住电路分析的重点,有的放矢地进行电路工作情况分析。所以,在进行电路分析之前,如果能搞清楚这一电路的作用、功能,对电路分析是相当有益的。

#### 2. 最简单电路的组成

一个最简单的电路至少由三个元件组成:一是电源,二是负载,三是导线。在图 1 - 1 所示电路中,电源是电池,负载是小电珠,导线是连接小电珠、电池和开关的电线。

显然,一个实用的电路只有三个元器件是不够的,还必须有一个控制元件,即电路中的开

关,没有这一开关的控制作用,小电珠要么一直亮着,要么一直熄灭,就没有使用方便的控制功能。

### 3. 电路分析

大家已经知道图 1 - 1 所示电路的功能是控制小电珠的工作状态,所以电路的分析就是围绕电路中的开关进行。当开关接通后,电路就接通了,小电珠发光,这是因为此时电路中存在着电流的流动,又称为电流在电路中的传输。

当开关处于断开状态时,由于小电珠所在的电路断开了,这时电流不能流过小电珠,所以小电珠不亮。

对于图 1 - 1 所示电路工作原理的分析,其实质就是对开关在开和关两种状态下小电珠的状态分析。换言之,如果能够看懂小电珠在开关通与断状态下的亮与熄,就说明大家已经能够看懂这一电路的工作原理,具备了分析这一电路工作原理的能力,该电路分析就如此简单。

众多的初学者面对电路图无从下手,不知道如何分析电路才是正确的方法,通过对图 1 - 1 所示电路工作原理的分析,大家可以了解电路分析的目的和具体分析的方法、过程,并学会自己分析电路。

### 4. 元器件特性对电路分析的影响

电路分析中,掌握元器件的特性是一个充分必要条件,只有充分掌握了元器件的特性,电路分析才能比较顺利,否则将寸步难行。

对于小电珠而言,当电流流过小电珠时,小电珠会发亮,这是由小电珠本身的特性所决定的。如果不知道小电珠的这一特性,那么如图 1 - 1 所示电路的分析就显得非常困难,就有可能出现这样的分析结果,当开关接通时,小电珠会发热。显然,这是由于不了解小电珠的特性所造成的。所以,在进行电路分析的过程中,掌握、了解电路中元器件的特性显得十分必要。

如果在分析电熨斗的控制电路时,就应该知道电熨斗在通电后会发热。在分析电话机中的扬声器电路时,就应该知道扬声器在通入电信号后会发出声音。搞错或搞不清楚元器件的特性,电路分析就会出错,或者根本无从下手。

每个元器件都有它特定的特性,了解和掌握这些元器件的特性是分析电路工作原理的基础,是电路分析的必备知识。对于初学者而言,电路分析中有困难,绝大多数情况是对元器件的特性不了解,或了解不全面造成的。

## 1.1.2 电动玩具电源控制电路

图 1 - 2 所示是最简单的电动玩具控制电路。电路由电池、导线、控制开关和电动玩具中的电机组成。这一电路与图 1 - 1 所示电路的不同之处是,开关控制对象由小电珠换成了玩具中的电机。

### 1. 电路分析

在能够看懂图 1 - 1 所示电路的工作原理之后,只要知道电动玩具中的电机在通电后会转

动,分析如图 1 - 2 所示电路的工作原理就显得比较简单。

当开关接通时,电池产生的电流流过电机,电机开始转动。当开关断开时,开关切断了流过电机的电流回路,电机中没有电流流过,所以电机停止转动。电机具有这样的特性:通电时能够转动,断电时停止转动。

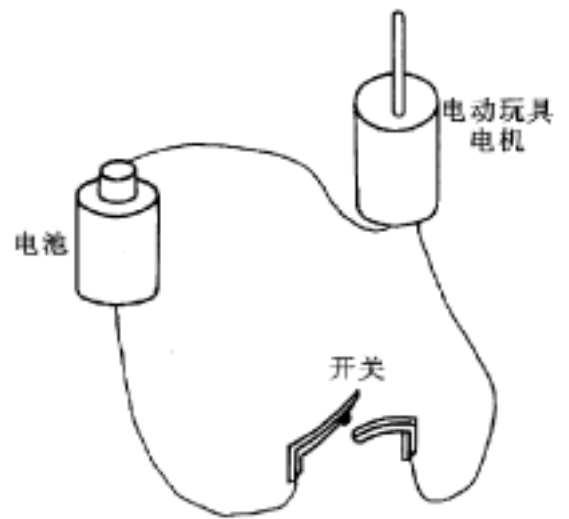


图 1 - 2 电动玩具控制电路

## 2. 电源概念

电路中,电机是因为电池产生的电流流过电机而转动,小电珠也是因为电流流过才发光,电池是电路中产生电流流动的动力源,在电路中称这样的动力源为电源。常说的交流电源、直流电源、高压电源、低压电源、稳压电源、UPS 电源等都是电源,都是能为电路、用电器提供电能的装置。

电源是能够产生电能的一种装置,能将其他形式的能量转换成电能的装置称为电源。电池是直流电源中的一种,是一种通过化学作用产生电能的装置。发电厂是通过火力或者水力、核能等方式产生电能。

电源可以转换成其他形式的能量,电路就是通过消耗电能来实现某些特定的功能。电源是电路中必不可少的装置。

## 3. 负载概念

一个电路总有它的作用、功能,如让小电珠发光,让电动玩具中的电机转动。小灯泡、电机都是电路的服务对象,在电路中称它们为负载。电路中的负载要消耗电量而完成某项任务,小灯泡、电机是电池的负载。

## 4. 导线与导体

导线用来连接电路中的各个元器件,例如连接开关、小电珠、电池。对导线的基本要求是以最小的电流损耗(电流流过导线时,导线会发热,这是导线对电流的消耗),让电流畅通无阻地在电路中流动。

导线是用导体制成的。所谓导体就是能够导电的物体,像铜、铁、银这样的金属,用它们制成导线时,它们对电流的阻碍作用很小。

如果某种物体无法让电流流过,即对电流有极强的阻碍作用,如玻璃、橡胶等,就称它们为绝缘体。常见的电线就是一种导体与绝缘体的组合,里面的芯线用来导电,而外面的橡胶就是用来防止触电的绝缘体。

绝缘体的电阻率非常大,这一点与导体恰好相反。

## 5. 半导体

在电子技术中,另一种材料被广泛使用,那就是半导体材料。所谓半导体,就是导电能力介于导体与绝缘体之间的一种材料,例如硅、锗、镓等。半导体并非作为导体使用,也不是作为绝缘体来使用,它主要被制成具有‘神、奇、特’功能的半导体器件。电子设备、家用电器中的许多电子元器件都是用半导体材料制成的,如常见的晶体三极管、晶体二极管和集成电路等,它

们被称为半导体器件。

### 1.1.3 家用白炽灯照明电路

图 1 - 3 所示是家用白炽灯照明电路。电表输出的是 220V(220 伏)交流市电,在这一电路中,我们可以把它看成是电源,拉线开关是一个控制元件,灯泡是电路中的负载。

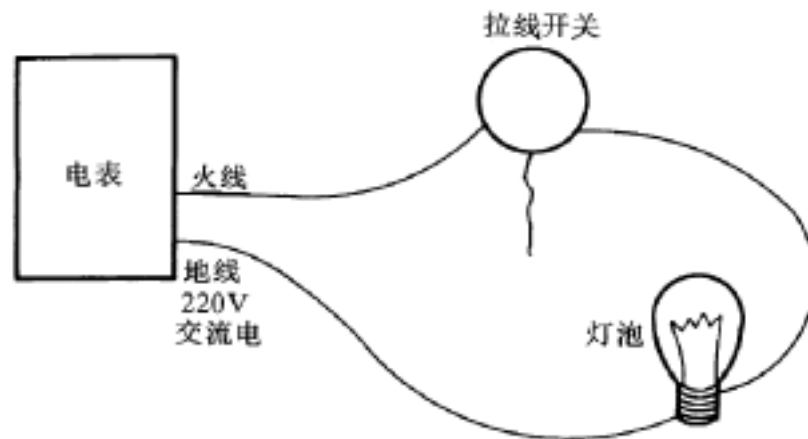


图 1 - 3 家用白炽灯照明电路

#### 1. 电路分析

电表输出端引出两条线,一条称为火线,另一条称为地线。地线这条线实际上是与大地相连通的,当人站在地上直接接触这根地线时,并没有生命危险,因为人与这根地线之间没有电压。但是,当人在没有防护措施的情况下直接接触火线时,人将有生命危险,这是因为火线对于地线(或人)而言,有高达 220V 的电压。这种能够造成人的生命危险的电路,称为强电电路,或电气电路。

电气电路与电子电路概念不同。电气电路的工作电压都很高,例如 220V,且多为交流电压。电子电路中的元器件的工作电压都比较低(在 36V 的安全电压之下),而且都为直流工作电压。

电路中,当拉线开关接通后,从电表火线流出的电流通过拉线开关,再流过灯泡,从地线进入电表,电流形成了回路,这时灯泡亮。在拉线开关断开后,电流就不能流过灯泡,灯泡熄灭。

从电路中可以看出,拉线开关设置在火线回路中,即从电表出来的火线先到拉线开关,再到灯泡,这是一种安全设计,当拉线开关断开后,灯泡上就没有火线,人接触灯泡(如换灯泡)就没有触电危险,当然,接触拉线开关的进线时仍然有接触到火线而触电的危险。

如果将拉线开关装在地线中,这是很不安全的,因为在开关断开时,如果换灯泡时不小心接触到电线,便是接触到了火线,有触电的危险。

电路中,拉线开关实际上控制了电表输出的电流能否加到灯泡上,电表在这个电路中就是电源,所以称拉线开关为电源开关。在前面的手电筒电路中的开关也是电源开关,前面的电动玩具电路中的开关也是电源开关。

电路中,将专门用来控制电源的开关称为电源开关。由于电子设备、家用电器都需要进行电源的开与关控制,所以它们的电路中都有电源开关。当然,电路中的开关并非全是电源开关,也有其他控制功能的开关。

## 2. 电位概念

由物理常识可知,带电体周围存在着电场,它们看不见,摸不着,但的确存在。电场对场内的电荷有力的作用,电场力会使电荷移动,规定电场力将单位正电荷从电场中某一点移动到参考点所做的功称为该点的电位,这是电位的定义。

为了说明电位的含义,这里用水位来进行形象的描述。一条河流有水位的高低,大水到来时水会涨高,水位就高;水少时水位就低。电位相当于电场中的“水位”。

电位高低的含义是:电场力移动单位正电荷所做的功愈多,说明正电荷所在点的电位愈高,反之则愈低。

电场中的电位有正负之分。电位的正、负是相对的。

电场中,参考点选择不同时,某一点的电位是不同的。为了方便起见,在电子电路中通常以金属底板为参考点,即以电子线路中的地线为参考点,规定参考点的电位为零,这样低于参考点的电位是负电位,高于参考点电位的是正电位。

在电子电路中很少用电位的概念,更多的是用电压的概念。在了解了电位概念之后,才能理解电压是什么。

电位的正与负也可以用水位来说明,例如规定了一条大河的警戒线水位,当水位高于这一警戒线时为正,低于这一警戒线时为负,电场中的电位正、负概念是相似的,这样的描述比较形象,易于记忆。

电位是有单位的。电位的单位是伏特,简称伏,用 V 表示。

电位单位除伏之外,还有千伏(用 kV 表示)、毫伏(mV)和微伏( $\mu\text{V}$ ),各单位之间的换算关系如下

$$1\text{kV} = 1000\text{V}$$

$$1\text{V} = 1000\text{mV}$$

$$1\text{mV} = 1000\mu\text{V}$$

## 3. 电压概念

电压是衡量电场力做功能力大小的物理量。电场中两点之间的电位之差(电位差)称为电压,电压用 U 表示。

用电压也可以说明电位,即电位就是电场中某点和参考点之间的电压,这是电位的定义。电压比电位更加常用,如常说的家庭照明电压是 220V,一节电池的电压是 1.5V,就是指电压大小。

电压同样可以用水压来形象说明。众所周知,水是有压力的,楼房底层住户的自来水压力比较大,住在楼上的用户水压力比较小。当水压比较大时,水流就比较急,当水压比较小时,水流就比较缓。在电场中,电压相当于所说的“水压”,当电压比较高时,家里的白炽灯比较亮,当电压比较低时,白炽灯则比较暗。

电压的单位同电位的单位一样,用“伏”表示电压的大小。

电压因为参考点的不同,也有正、负之分,正电压和负电压都是相对于某一特定参考点而言的。例如,对于电池的负极而言,即以电池的负极为参考点,它的正极电压为正。当以电池的正极为参考点时,它的负极上的电压则为负电压。由此可知,电压的正与负是相对的,不是

绝对的。习惯上,对电池而言是以负极为参考点,所以在没有特别说明参考点时,电池电压是正的。

### 1.1.4 电热水器控制电路

图 1 - 4 所示是电热水器电路。电路中,电热水器的电热丝共有两组,一组是 500W(瓦)电热丝,另一组是 1000W 电热丝。转换开关共有三挡:一是“关”的位置,二是 500W 位置,三是 1000W 位置。

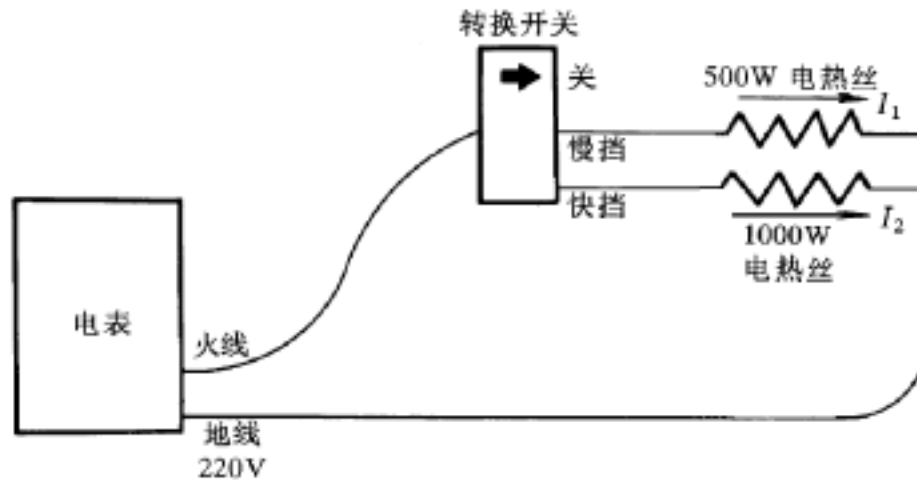


图 1 - 4 电热水器电路

#### 1. 电路分析

分析这一电路工作原理的关键是转换开关,分析当它处于不同位置时,电热水器电路的工作过程和状态。

当转换开关处于“关”位置时,500W 和 1000W 电热丝都没有电流流过,此时电热水器不工作,电路中没有电流的流动。

当转换开关置于 500W 位置时,电表输出的电流通过转换开关,流过 500W 电热丝,这时电热水器处于“慢挡”加热状态,这时有电流  $I_1$  流过 500W 电热丝,如图中所示。1000W 电热丝因为没有电流流过而不工作。

当转换开关置于 1000W 位置时,电表输出的电流通过转换开关,流过 1000W 电热丝,这时电热水器处于“快挡”加热状态,这时有电流  $I_2$  流过 1000W 电热丝,而 500W 电热丝因为没有电流流过而不工作。

在这一电热水器电路中,由于采用不同功率的电热丝,所以电热水器有不同的加热速度。1000W 电热丝因为功率大,电流大,所以加热快。500W 电热丝因为功率小,电流小,所以加热相对慢些。

在这一电路中,电表输出的电压是相同的,但不同功率的电热水器在工作时所通过的电流是不同的,即电路中的电流  $I_1$ 、 $I_2$  大小是不同的。

#### 2. 电流概念

电流的定义是这样:导体中,电荷有规律的定向流动称为电流。这是科学定义,很难直观地理解,这里可以借用水流概念来说明。在河流中,水从高处流向低处,即水往低处流,水的流

动称为水流。电路中电流的流动如同江河里的水流的流动。

江河之中,当水位的落差比较大时,水流急,流量大。同样,电路中的电流也有大小和方向。

电路中,电流从高电位处流向低电位处。如图 1 - 4 所示电路中,电流从电表的火线流出,经过转换开关和电热丝,再回到电表的地线;如图 1 - 1 所示电路中,电池的正极电位比负极电位高,所以电流从电池的正极流出,经过开关和小电珠到电池的负极,再通过电池的内部成回路。

不同的导体中,形成电流流动的电荷可以是正电荷,可以是负电荷,也可以是正、负电荷,规定正电荷流动的方向为电流流动的方向。

这里必须说明一点,金属导体中电流的流动是由大量的电子定向运动形成的,电子是负电荷,因为规定正电荷流动的方向为电流流动的方向,所以电子流动的方向与所规定的电流流动方向恰好相反。

电流的流动不仅有方向,电流还有大小之分。电流的大小用电流强度表示,它取决于单位时间内通过导体截面的电荷量多少,通过的电荷量愈多,电流强度愈强,反之则弱。电流强度用  $I$  表示,由下式计算

$$I = \frac{Q}{t}$$

式中:  $I$  为电流强度,单位为安培,用 A 表示;

$t$  为时间,单位为秒;

$Q$  为  $t$  秒内通过导体截面的电量,单位为库仑。

1 秒内通过导体截面的电量为 1 库仑时,电流强度为 1 安培,安培可以简称安。

电流强度简称电流。电流的单位除安培之外,还有千安(用 kA 表示)、毫安(mA)和微安( $\mu$ A),在电子电路中主要使用 A、mA 和  $\mu$ A 这几个单位,它们之间的换算关系式如下所示

$$1\text{kA} = 1000\text{A}$$

$$1\text{A} = 1000\text{mA}$$

$$1\text{mA} = 1000\mu\text{A}$$

平时常说的几安培电表就是指的电表的电流强度。10A 的电表比 5A 的电表能够输出的电流更大。

### 3. 电路的四种状态

电路共有以下四种状态。

电路的通路状态:前面所述的几个电路中,开关接通后,电路中就有电流的正常流动,此时称为电路的通路状态,显然要使电路能够正常地工作,电路必须成为通路的状态。

电路的开路状态:如图 1 - 1 所示电路中,如果小电珠的灯丝断了,或是连接电池的导线断了,这时开关接通后小电珠也不会发光,电路失去了它原来的功能。小电珠不能发亮是因为电路不能成回路,电路中没有电流的流动,这也是电路的一种故障状态,称为电路的开路故障。

电路的开路也可称为断路,是电路中一种十分常见的故障。开路故障一般情况下对电路中的元器件不存在危害,但有些情况下也会造成电路元器件的损坏。

电路的短路状态:上述几个电路中,如果小电珠、电机、电热丝等负载的两根引脚被某金属物体连接了起来,这时开关接通后小电珠不会亮,因为本来应该流过小电珠等负载的电流

流过了短路的金属物体,负载本身没有流过电流,电路的这种状态称为短路状态,短路是电路的一种故障状态。在日常生活中,时常会遇到这种现象,如用电器的短路,造成电表的保险丝熔断。

短路故障是电路中的一个常见故障。短路故障不一定只是发生在负载两端,电路中的任何一处都有可能发生短路故障。短路故障对电路存在重大的危害作用,当短路故障发生在电路的不同部位时,对电路的危害是不同的。

电路的接触不良状态:如图 1 - 1 所示电路中,如果开关在接通时不能可靠地接触上,一会儿能接触上,一会儿又接触不上,这时小电珠就一会儿亮,一会儿熄;或者在接通时开关两个触点之间的接触电阻比较大,这时电路虽然没有成为开路状态,但流过小电珠的电流减小了,所以小电珠发光的亮度有所下降。电路的上述现象称为接触不良故障,这也是一个十分常见的电路故障。

电路中,开关件比较容易出现接触不良故障,其他元器件也会发生这种故障,例如元器件在接线时的不牢固,引脚焊接不可靠等,都会引起电路的接触不良故障。

电路的接触不良故障对电路的危害没有短路故障来得大,但对电路的接触不良故障检修却显得相当的困难。

### 1.1.5 小电珠串联电路

图 1 - 5 所示是由两只小电珠构成的串联电路。电路中,两只小电珠是同一型号的,它们头尾相连,这样的电路连接方式称为串联电路。电池也有两节,都是 1.5V,一节电池的正极连接着另一节电池的负极,这种连接方式也叫串联。

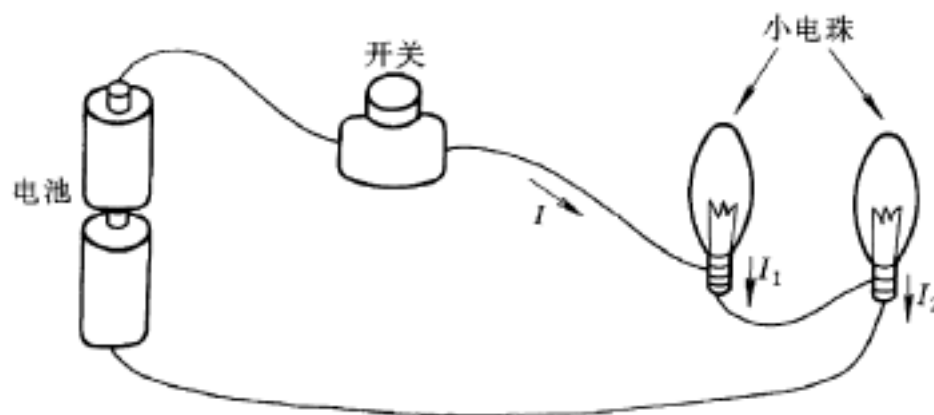


图 1 - 5 串联电路

#### 1. 电路分析

当电路中的开关接通时,电池产生的电流就会在电路中流动,流过两只串联的小电珠,小电珠发光。在电路分析中,常需要指出电路中电流流过的路径,此时可以用这样的形式来表述:一只电池的正极 接通的开关 一只小电珠 另一只小电珠 另一只电池的负极,通过两节电池的内部电路,电流形成一个闭合的回路。

当开关断开时,没有电流流过两只小电珠,所以两只小电珠都不发光。

在这一电路中,开关同时控制两只小电珠的工作状态,两只小电珠同时发光,同时熄灭,这是两只小电珠串联电路的特点。