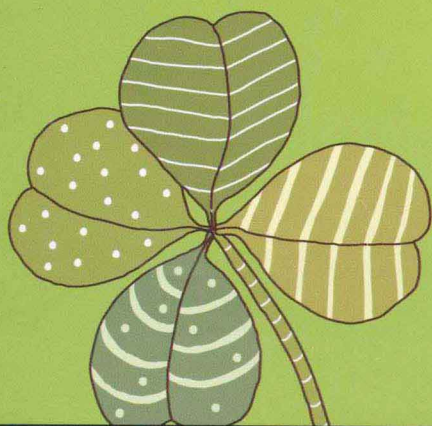


实例详解丛书

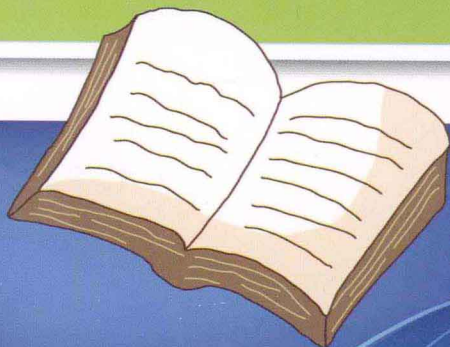
电路识图



与

分析实例详解

徐 涛 魏 泰 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

实例详解丛书

电路识图与分析实例详解

徐 涛 魏 泰 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书较为全面地介绍了 200 多例经典智能电路,并简要说明了每个电路的工作原理、电路原理图及在应用中的注意事项。全书共分为四部分,内容包括检测电路、仪表电路、发送电路、控制电路、测量电路、输出电路、电动机控制电路、光电路、探测电路、电工电路。

本书可供电工电子产品的设计者和维修者阅读参考,也可以作为中高等职业学校相关专业及电子类大专在校生的自修读物,还可以作为学校实验室的教材。

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

电路识图与分析实例详解/徐涛,魏泰主编. —北京:电子工业出版社,2013.10

(实例详解丛书)

ISBN 978-7-121-21547-6

I. ①电… II. ①徐… ②魏… III. ①电子电路-电路图-识别 ②电路分析 IV. ①TN710 ②TM133

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 225755 号

策划编辑:王敬栋(Wangjd@phei.com.cn)

责任编辑:谭丽莎

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

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:14.75 字数:368 千字

印 次:2013 年 10 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:39.80 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 zlt@s@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

各行各业都离不开电力。伴随着知识经济和市场经济的到来,企业的生存及发展与高素质技能型人才的关系密不可分,高素质的电气技术工人是企业中不可或缺的人才。电路识图和电路分析能力是衡量电气技术工人技术水平高低的重要内容之一,强化电气技术的基本功底不仅仅是职业工作的需求,也是科学技术发展与社会不断进步的要求。

本书以电气技工、电气爱好者为读者群,基于电子电路系统,从检测、发送、控制、测量、输出电路出发分别列出了一些重点电路。另外,本书还从电动机控制电路、光电路、探测电路、电工电路出发,给出了各章节的重要电路。基于对读者专业基础知识掌握程度方面的考虑,本书在编写时以能力培养为目标,以学习效率为出发点,以实例剖析为主要手段。

在本书的撰写过程中体现出了如下特点。

(1) 递进性。本书从最简单、最基本的电路出发,并基于电路系统的必备电路环节,由易到难,循序渐进,逐步提高。

(2) 易读性。本书的每一章节都是从电路图原理图、工作原理出发的,阐述了各个电路的基本信息,从而可以让读者结合电路原理图更好地理解各个电路。

(3) 新颖性、实用性。本书重视培养读者的自学能力、创新能力;本书选择了一些新颖有用的电路,并且具有很好的工业实用性。

本书共分为四部分,主要内容包括电路系统的各环节的基本电路、电动机电路、实验电路及一些经验电路。

本书是一本引领电气技术工人入门的实用性读物,主要为电子电路设计、电气维修、电气运行、电气技术应用,以及经验电路的工作人员编写而成。本书可以作为中等职业学校电子、电器类学生或工作人员的学习参考用书。

本书由徐涛和魏泰主持编写。另外,参加本书编写的还有王坚宁、李龙、魏勇、王华、李辉、刘峰、徐浩、李建国、马建军、朱丽云、周毅、张浩、许小荣、王云等。在此,编者对以上人员致以诚挚的谢意!

受学识水平所限,本书仍存在不少错误和不妥之处,恳请广大读者和同人批评指正。

编者

《电路识图与分析实例详解》

读者调查表

尊敬的读者：

欢迎您参加读者调查活动，对我们的图书提出真诚的意见，您的建议将是我们创造精品的动力源泉。为方便大家，我们提供了两种填写调查表的方式：

1. 您可以登录 <http://yydz.phei.com.cn>，进入“读者调查表”栏目，下载并填好本调查表后反馈给我们。
2. 您可以填写下表后寄给我们（北京海淀区万寿路173信箱电子技术出版分社 邮编：100036）。

姓名：_____ 性别：☐ 男 ☐ 女 年龄：_____ 职业：_____

电话：_____ 移动电话：_____

传真：_____ E-mail：_____

邮编：_____ 通信地址：_____

1. 影响您购买本书的因素（可多选）：

☐封面、封底 ☐价格 ☐内容简介 ☐前言和目录 ☐正文内容

☐出版物名声 ☐作者名声 ☐书评广告 ☐其他_____

2. 您对本书的满意度：

从技术角度	☐ 很满意	☐ 比较满意	☐ 一般	☐ 较不满意	☐ 不满意
从文字角度	☐ 很满意	☐ 比较满意	☐ 一般	☐ 较不满意	☐ 不满意
从版式角度	☐ 很满意	☐ 比较满意	☐ 一般	☐ 较不满意	☐ 不满意
从封面角度	☐ 很满意	☐ 比较满意	☐ 一般	☐ 较不满意	☐ 不满意

3. 您最喜欢书中的哪篇（或章、节）？请说明理由。

4. 您最不喜欢书中的哪篇（或章、节）？请说明理由。

5. 您希望本书在哪些方面进行改进？

6. 您感兴趣或希望增加的图书选题有：

邮寄地址：北京市海淀区万寿路173信箱电子信息出版分社 王敬栋 收 邮编：100036

电 话：(010) 88254590 E-mail: Wangjd@phei.com.cn

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，本社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市海淀区万寿路173信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

第1部分 常用电路

第1章 检测电路	3
1.1 窗口比较器电路	3
1.2 光信号报警电路	4
1.3 采用单向晶闸管的气体、烟雾报警器电路	5
1.4 采用双向晶闸管的气体、烟雾报警器电路	5
1.5 光电式烟雾检测器电路	6
1.6 MOS 逻辑电路控制的过零检测器	7
1.7 确定“是”或“不是”的双电平检测器	7
1.8 基于数模转换器的电平检测电路	8
1.9 发现电网电压故障的指示电路	8
1.10 光导发光元件的反射光检测位移电路	9
1.11 基于 U237B 的液体液面指示器	10
1.12 检测 pH 值的检测电路	10
1.13 HN911L 热释红外线探测电路	11
1.14 冲击传感器应用电路	11
1.15 CK 型热释红外线传感器	12
1.16 UV 紫外线火焰传感器	13
第2章 仪表电路	15
2.1 电视示波器	15
2.2 信号注入录迹器	16
2.3 三功能指示电路	16
2.4 三色逻辑测试仪	17
2.5 调光光电检测器	18
2.6 简易测长计	19
2.7 半导体测温计	19
2.8 高低频管辨别器	20
2.9 阶梯波形信号发生器 (一)	21
2.10 阶梯波形信号发生器 (二)	22
2.11 阶梯波形信号发生器 (三)	22
2.12 具有各种波形的信号发生器	23
2.13 噪声信号发生器	24



第3章	发送电路	25
3.1	双极性远距离测量信号转发器	25
3.2	等幅波发射器电路	26
3.3	远距离红外控制信号收发电路	26
3.4	无线话筒接收电路	28
3.5	单极晶体管接收机电路	28
3.6	无线电接收机用低频放大器	29
3.7	调幅接收机电路	29
3.8	拨号脉冲指示电路	30
3.9	电话增音器电路	30
3.10	电话接通保持键电路	31
3.11	电话与录音机接口电路	31
3.12	脉宽调制电路	32
3.13	函数发生器调制电路	32
3.14	移频键控信号解调电路	33
3.15	调制解调器电路	34
3.16	副载波调频解调器电路	34
3.17	幅值调制检波器电路	36
第4章	控制电路	37
4.1	电子定时器	37
4.2	触摸式电子定时器	38
4.3	有循环控制功能的定时器	38
4.4	简易、廉价的定时器	40
4.5	曝光定时器	40
4.6	简易印像定时曝光器	42
4.7	暗室音响闪光计时器	43
4.8	自动启闭窗帘控制器	43
4.9	家用调光、调速控制器	45
4.10	电子双音门铃控制器	45
4.11	触摸式延时电子门铃控制电路	46
4.12	光电报警控制电路	47
4.13	光电坦克玩具电路	48
4.14	光电打靶玩具	49
4.15	玩具对讲电话	50
4.16	简易电码练习器	51
4.17	时间先后判决器	51
4.18	自动打铃装置	52
第5章	测量电路	54
5.1	可自动转换量程的简易电压表	54

5.2 带阻抗变换器的自动电压表	55
5.3 简易、灵敏的电压表	56
5.4 由 FET 输出的多量程电压表	57
5.5 电流测量电路	57
5.6 利用窗口鉴别器测定电阻公差电路	58
5.7 可自动校准的电阻测量电路	59
5.8 利用频率 - 电压变换器测量电容的电路	60
5.9 具有数字输出和模拟输出的功率表	60
5.10 测量低频放大器输出功率的瓦特表	61
5.11 利用频率 - 电压变换器测量频率的电路	62
5.12 采用时基电路 555 构成的频率表	63
5.13 利用频率 - 电压变换器测量转速的电路	64
5.14 利用变容二极管测量机械位置的电路	64
5.15 利用频率 - 电压变换器测量机械位置的电路	64
5.16 采用压电变换器测量距离的电路	65
5.17 采用硅晶体管作为传感器的温度测量电路	66
5.18 采用硅温度传感器的测量电路	67
5.19 正弦波相位表电路	67
第 6 章 输出电路	69
6.1 液晶显示电子温度表	69
6.2 四位直接驱动液晶显示电路	70
6.3 多路转换液晶显示电路	70
6.4 采用指示灯显示光带的电路	71
6.5 由单结晶体管控制的光带显示电路	72
6.6 集成发光二极管控制板电路	73
6.7 利用 LM3915 和发光二极管测量输出低频功率的电路	75
6.8 利用两片 LM3915 作为光源的测量显示电路	75
6.9 八位多路转换发光二极管显示电路	76
6.10 十六位多路复用发光二极管矩阵显示电路	76
6.11 采用石英晶体振荡器的红外发射电路	77
6.12 由与非门构成的红外发射电路	79
6.13 简易超声波发射电路	80
6.14 功率为 1W 的等幅波发射机电路	80
6.15 电唱机用音频放大器电路	81
6.16 电位控制放大和颤音发生器	81
6.17 带调节线路的 LM378 双声道音频功率放大器	82

第 2 部分 电动机电路

第 7 章 电动机控制电路	87
7.1 单向启动、停止、点动混合电路 (一)	87

7.2	单向启动、停止、点动混合电路（二）	89
7.3	多点、多地及远地控制电路	90
7.4	自动循环控制电路	94
7.5	短暂停电后自动启动的电路	95
7.6	可逆启停控制电路	96
7.7	可逆点动控制电路——接触器的常闭触点互锁	98
7.8	可逆点动控制电路——按钮互锁	99
7.9	可逆点动控制电路——接触器的辅助常闭触点互锁及按钮的常闭触点互锁	100
7.10	混合控制电路——可逆点动和启动	101
7.11	用一个行程开关实现自动往返控制的电路	102
7.12	完善功能的自动往返控制电路	103
7.13	电动机正反转启停电路	106
7.14	正反转控制电路（一）	107
7.15	正反转控制电路（二）	109
7.16	正反转控制电路（三）	110
7.17	四根导线控制的正反转电路	112
7.18	顺序控制电路	113
7.19	防止相间短路正反转控制电路	116
7.20	双路保险启动自投控制电路	117
7.21	单线远程启停控制电路	118
7.22	单按钮电动机启停控制电路	119
7.23	有报警系统装置的电动机短暂停电后自动再启动的控制电路	120
7.24	长时间停电后电动机自动再启动的控制电路	121
7.25	锁定电动机运转方向的控制电路	122
7.26	三相绕线型异步电动机控制电路	123
7.27	单相交流电动机控制电路	126
7.28	往返循环后自动回到原位停止的控制电路	129
7.29	主机、辅机单机/联机控制电路	131
7.30	QJ ₃ 系列手动自耦减压启动器	134
7.31	瑞新 GDBT6—BB 电动机保护器的典型应用电路	135
7.32	新中兴 GDH—10/20 无功耗电动机保护器的典型应用电路	137
7.33	新中兴数显智能电动机保护器面板的操作方法	138
7.34	多台电动机逐一进行Y—△降压启动电路	141
7.35	全电子三相交流电动机断相运行保护电路	143
7.36	电动自行车无级调速电路	144
7.37	电动机点动制动控制电路	146
7.38	直流能耗制动控制电路	147
7.39	可逆能耗制动控制电路（一）	148
7.40	可逆能耗制动控制电路（二）	150

7.41 继电器在不同速度下的单向反接制动控制电路	151
7.42 用速度原则控制直流电动机启动的电路	153

第3部分 实验电路

第8章 光电路	157
8.1 光控延时开关	157
8.2 光敏光控开关	158
8.3 点照“开机”、长照“关机”的单敏光控开关	158
8.4 光控555继电器	159
8.5 光控闪光警灯	160
8.6 关门提醒电路	161
8.7 光控雨控继电器	161
8.8 用光敏电阻器直接驱动的继电器	162
8.9 光敏交流接触器电路	162
8.10 光敏电阻器-晶闸管光控开关	163
8.11 光控发光二极管	164
8.12 光控扬声器	164
8.13 光照变音电路	165
8.14 光敏二极管继电器	165
8.15 列车灯自控开关	166
8.16 光信号放大电路	166
8.17 定量秤光控电路	167
8.18 光控触发脉冲形成电路	167
8.19 配用二进制编码器的光控电路	168
8.20 红外光敏二极管警灯电路	168
8.21 光照吸合式继电器(一)	169
8.22 光照吸合式继电器(二)	170
8.23 光照释放式继电器(一)	170
8.24 光照释放式继电器(二)	171
8.25 光敏晶体管采用热敏电阻器进行补偿的电路	171
8.26 简易转速测量仪	171
8.27 采用变压器耦合的调制光信号放大电路	172
8.28 双光束警戒电路	173
8.29 自动地端的光电继电器	174
8.30 玻璃瓶计数电路	174
8.31 硅蓝光电池曝光强度探测器	176
8.32 光控换向电路	176
8.33 VMOS 功率场效应晶体管光敏继电器	177
8.34 光电池直控继电器	177

8.35	光伏温度计	178
8.36	非自锁式光控晶闸管继电器	178
8.37	三端光控晶闸管抗误导通电路	178
8.38	用光导纤维传输光信号的光控晶闸管电路	179
8.39	光控常闭式交流触发器	180
8.40	光控常开式交流触发器	180
8.41	光控晶闸管常闭式交流触发器	181
8.42	光控晶闸管或门电路	181
8.43	光控晶闸管双稳态电路	181
8.44	光控晶闸管延时导通电路	182
8.45	光控晶闸管运行监控电路	182
8.46	光控晶闸管保护电路	183
8.47	光继电器	184
8.48	光电安全保护电路	184
8.49	交直流两用光控继电器	184
第9章	探测电路	186
9.1	热敏电桥	186
9.2	MF53-2型热敏电阻测温电路	187
9.3	小型无触点恒温恒湿机	188
9.4	电动机过热断电保护电路	189
9.5	负温度系数热敏电阻测温控温电路	191
9.6	发光二极管温度显示器	192
9.7	温敏晶闸管温度报警电路	193
9.8	AD590 温度计	193
9.9	DS1620 恒温电路	194
9.10	DS1620 作为风扇自控电路	195
9.11	SM-C-1型湿度传感器	196
9.12	ZHC 湿敏电阻湿度电压变送器电路	197
9.13	电阻式结露传感器应用电路	198
9.14	电容式结露传感器应用电路	199
9.15	自制湿度传感器控制电路	200
9.16	单片工作半桥式力敏电桥	201
9.17	双片工作半桥式力敏电桥	201
9.18	感风式防盗警报器	202
9.19	力敏地动仪	202
9.20	IC-1431 型硅压阻式压力传感器的经典电路	203
9.21	QM-N5 气敏元件电路	204
9.22	MQ11 型气敏元件的应用电路	205
9.23	气敏电桥	205



9.24	气敏差分电路	206
9.25	气敏电铃	207
9.26	廉价气敏报警电路	208
9.27	UL-264 气敏传感器电路	209
9.28	氢敏元件的应用电路	210
9.29	载体催化元件电桥	211
9.30	用运放构成的气敏控制电路	212

第4部分 经验之谈

第10章	电工电路	215
10.1	交流接触器校验电路	215
10.2	用行灯变压器校验电流继电器的电路	216
10.3	用电焊机干燥低压电动机的电路	216
10.4	用万用表判别电动机绕组首尾端的电路	217
10.5	用干电池和万用表判别电动机绕组首尾端的电路	218
10.6	用干电池和小电珠判别电动机绕组首尾端的电路	218
10.7	用万用表预测交流电动机转向的电路	219
10.8	交流接触器无声运行电路	220
10.9	交流接触器改为直流运行的节电电路	221
10.10	XMT 型数字显示式温度控制调节仪的接线方法	221



第1部分 常用电路

第 1 章

检测电路

随着现代信息技术的发展,信息获取、传输和处理已经构成一个成熟的技术链条,其中信息获取是信息技术发展的开端,信息传输是信息传递的通道,信息处理则是现代信息发展的重要环节。在工程实践和科学试验中,信息获取主要包括测量和检测。其中,检测是测量系统的第一环节,也是信息技术链的第一环节。它能否获得信息与获取信息的正确与否,直接关系到整个测量系统、信息技术链的精确度。检测电路的性能在很大程度上决定着整个性能,因此世界各国都将传感器技术列为重点发展的新技术。基于此,本章主要介绍一些常用的检测电路。

1.1 窗口比较器电路

窗口比较器电路用于检测电压等信号是否超过一定的范围,即是否在一个由固定上限、下限组成的范围内。

1. 电路图

窗口比较器电路的电路和波形示意图如图 1-1 所示。

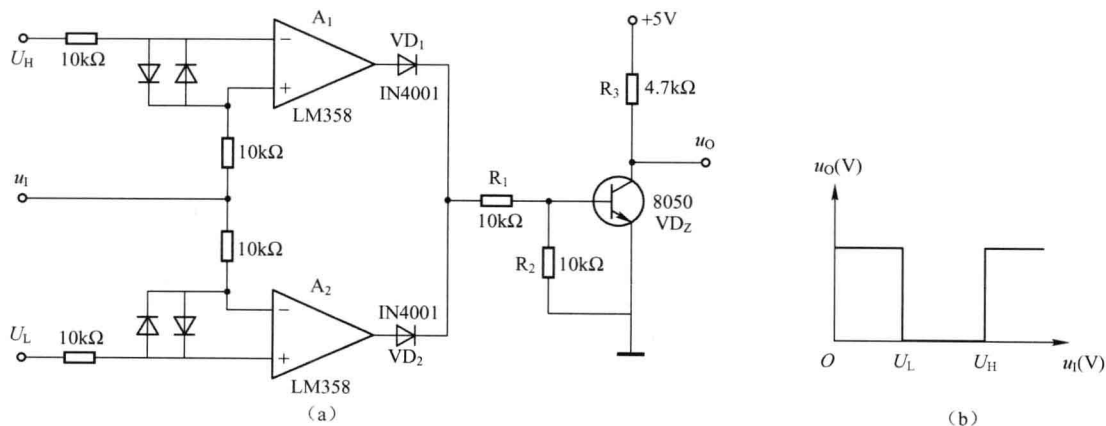


图 1-1 窗口比较器电路的电路和波形示意图

2. 工作原理

图 1-1 (a) 所示为一个典型的窗口比较器电路,该电路由两个集成运放组成,输入电压 u_i 分别接到运放 A_1 的同相输入端和 A_2 的反相输入端,参考电压 U_H 和 U_L 分别加在 A_1 的反相输入端和 A_2 的同相输入端。两个集成运放的输出端各通过一个二极管后并联在一起,

成为窗口比较器的输出端。

当输入电压 $u_1 > U_{RH}$ 时, $u_1 > U_{RL}$, 因此集成运放 A_1 的输出 $u_{O1} = +U_{OM}$, A_2 的输出 $u_{O2} = -U_{OM}$, 使得二极管 VD_1 导通, VD_2 截止, 稳压管 VD_Z 工作在稳压状态, 输出电压 $u_o = +U_Z$ 。

当输入电压 $u_1 < U_{RL}$ 时, $u_1 < U_{RH}$, 因此集成运放 A_1 的输出 $u_{O1} = -U_{OM}$, A_2 的输出 $u_{O2} = +U_{OM}$, 使得二极管 VD_2 导通, VD_1 截止, 稳压管 VD_Z 工作在稳压状态, 输出电压 $u_o = +U_Z$ 。

当 $U_{RL} < u_1 < U_{RH}$ 时, $u_{O1} = u_{O2} = -U_{OM}$, 因此 VD_1 和 VD_2 均截止, 稳压管截止, $u_o = 0$ 。

U_{RH} 和 U_{RL} 分别为比较器的两个阈值电压, 设 U_{RH} 和 U_{RL} 均大于零, 则传输特性如图 1-1 (b) 所示。

1.2 光信号报警电路

光信号报警电路通过光敏电阻检测光信号, 并控制声音发生电路, 以监视和控制设备的运行情况。

1. 电路图

光信号报警电路的接收和控制电路如图 1-2 所示。

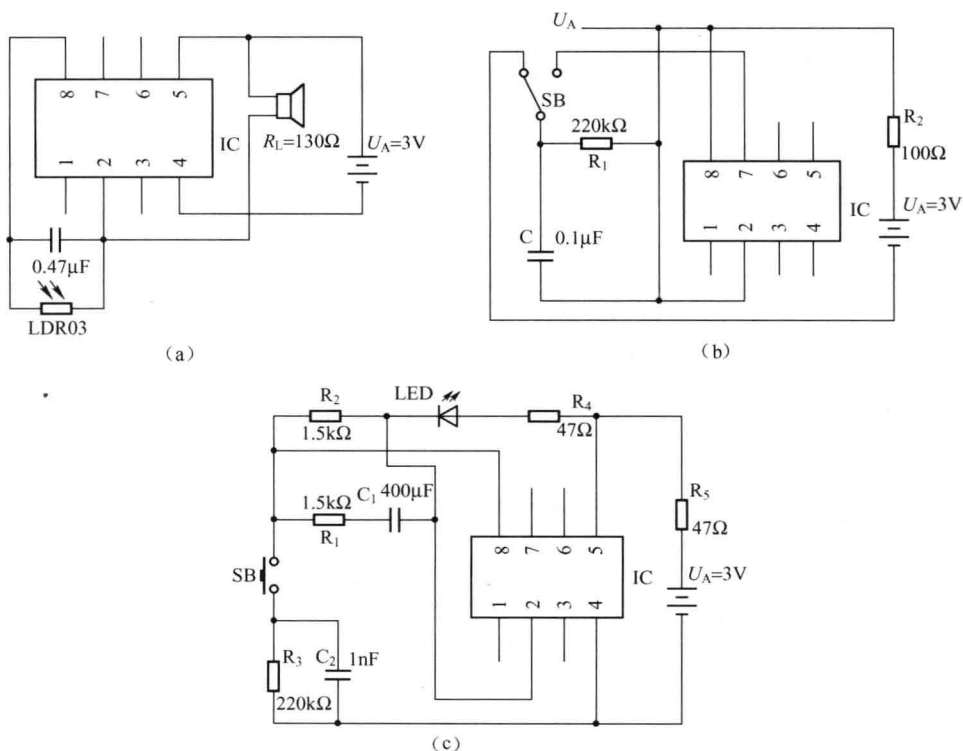


图 1-2 光信号报警电路的接收和控制电路

图 1-2 (a) 中的光敏电阻 LDR03 接收光信号, 通过 IC (LM3909) 产生振荡并发出声音警报信息, 通过这种组合, 可以实时监控电气设备的运行。图 1-2 (b) 所示的电路通过开关 SB 控制触发器工作, 当开关 SB 置于接通位置时, 输出端为低电平; 反之, 输出端为高电平。