图书在版编目(CIP)数据

红外线热释电与超声波遥控电路/肖景和,赵健编著. —北京:人民邮电出版社,2003.7
(无线电爱好者丛书精品系列)
ISBN 7-115-11275-4

Ⅰ.**红**... Ⅱ.①**肖**...②**赵**... Ⅲ.①**红外线**—**遥控**—**电路**②**超声波**—**遥控**—**电路** Ⅳ.TP872

中国版本图书馆 CIP **数据核字**(2003)**第** 038361 **号**

无线电爱好者丛书精品系列
红外线、热释电与超声波遥控电路

◆ **编　　著**　肖景和　赵　健
责任编辑　姚予疆

◆ **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　010－67129264
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:15
字数:359 **千字**　　2003 **年** 8 **月第** 1 **版**
印数:1－　000 **册**　　2003 **年** 8 **月北京第** 1 **次印刷**

ISBN 7-115-11275-4/TN・2077

定价:20.00 **元**

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010)67129223

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内 容 提 要

本书结合具体的实际应用电路实例，主要介绍了红外线传感器、热释电红外传感器、声传感器和超声传感器电路的工作原理，以及它们在照明节能、安全防护、防盗报警和超声探测方面的应用，内容实用，资料新颖。

本书可供无线电爱好者学习使用，也可供电子企业产品开发、生产人员参考。

前　言

红外线、热释电和超声波遥控电路由于其功耗低、可靠性高和互相干扰小等优点，已在现实生活中得到了广泛应用。在目前的家用电器中，如电视机、家庭影院和数字音像设备中，大多都采用了红外线遥控电路。红外线遥控电路的使用，使这些家用电器操作起来十分方便、灵敏和可靠。而热释电红外控制在各类防盗器材和安全防护系统的检测中更有着独特的作用。因此，了解和掌握它们的工作原理和电路结构，对于无线电爱好者来说是十分必要的。

本书由三大部分组成。第一部分介绍了红外线传感器和红外遥控电路的工作原理，通过五种类型的电路结构，介绍了数种典型的红外线传感器的实际应用电路；第二部分介绍了热释电红外传感器和热释电控制电路的基本原理，通过多个实际应用电路，介绍了它在照明节能、安全防护、防盗报警等方面的实际应用；第三部分介绍了声传感器、超声传感器和声控电路的工作原理，通过实例介绍了各类声传感器在节能灯、超声探测和防盗报警等方面的应用。

本书所选电路有较强的实用性，多数电路中的基本放大控制电路能与各类传感器互换使用。书中电路所用元器件（包括传感器和集成电路）大部分均在书后附录中提供了供货厂商，为读者业余制作提供了方便。

由于编者水平所限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

编著者

目　　录

第一章　红外线遥控电路…… 1
第一节　红外线传感器…… 1
一、什么是红外线 …… 1
二、红外线的特性 …… 2
三、红外线传感器 …… 2
四、红外发光二极管 …… 2
五、光电二极管 …… 6
六、光电三极管 …… 8
七、光电二极管与光电三极管的使用…… 10
八、光电二极管、光电三极管、红外发光二极管的检测…… 11
第二节　红外遥控专用集成电路 …… 12
一、红外线接收解调专用集成电路…… 12
1. CX20106A 和 KA2184 …… 13
2. μPC1373H 和 LA7224 …… 14
二、红外遥控编、译码电路 …… 15
1. TC9148/9149/9150 …… 15
2. PT2262-IR 和 PT2272 …… 18
第三节　红外遥控应用电路实例 …… 21
一、用通用元件组成的红外遥控电路…… 21
1. 多功能红外计数器 …… 21
2. 红外遥控调光电路 …… 23
3. 红外遥控家用电器电源插座…… 27
4. 采用音频译码器的红外遥控电路 …… 29
5. 遮断式、反射式红外线控制电路 …… 32
6. 数字显示式光电计数器之一…… 33
7. 数字显示式光电计数器之二…… 35
二、用 CX20106 组成的红外遥控电路 …… 38
1. 单按键双通道红外遥控电路…… 38
2. 多功能视力保护器 …… 40
3. 红外线自动水龙头 …… 42
4. 远距离红外遥控电路 …… 44

5. 红外探测语言警示器 …… 45
6. 八通道红外遥控电路 …… 47
7. 五通道音响设备遥控器 …… 50
8. 红外控制电子迎宾装置 …… 54
9. 红外遥控延时灯开关电路 …… 55
10. 具有手控功能的五通道红外遥控器 …… 56
11. 由专用编译码电路组成的遥控开关 …… 58
12. 由 LC2190/2200 组成的吊扇调速电路 …… 61
13. 六路遥控电源开关 …… 65
14. 多功能译码电路 LC2210 及其应用 …… 66
15. 数字编译码多功能遥控系统 …… 69
三、用 KA2184 组成的红外遥控电路 …… 79
1. 红外控制延时照明开关 …… 79
2. 红外遥控调光电路 …… 80
3. 采用光耦合器触发的遥控电源插座 …… 82
4. 红外遥控变色吊灯电路 …… 83
5. 红外遥控调压电路 …… 85
6. 红外遥控密码开关电路 …… 88
四、用 μPC1373 组成的红外遥控电路 …… 89
1. 遥控电扇电路 …… 89
2. 红外遥控电扇电源插座 …… 92
3. 红外遥控多路开关控制器 …… 93
4. 红外线音量遥控电路 …… 94
5. 采用专用数字电位器的音量遥控器 …… 97
五、采用其他组件的红外遥控电路 …… 100
1. 由 TX05D 组成的反射式照明开关 …… 100
2. 反射式延时照明开关 …… 101
3. 电子警犬式报警装置 …… 102
4. 电子礼仪小姐电路 …… 103
5. 集成化红外控制电路 ZH9576 及其应用 …… 104
6. 集成化红外遥控模块 ZHF99 系列电路的应用 …… 106
7. DTMF 编码的多路红外遥控开关 …… 111
第二章 热释电红外遥控电路 …… 118
第一节 热释电红外传感器 …… 118
一、热释电红外传感器的工作原理 …… 118
二、热释电红外传感器的基本结构 …… 119
三、菲涅尔透镜 …… 121
四、热释电红外传感器的主要技术参数 …… 121
五、热释电红外传感器的安装与使用 …… 123

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第二节　热释电红外传感控制电路…… 124
一、由通用器件组成的放大电路 …… 124
二、热释电红外控制集成电路 …… 125
1. SS0001 集成控制电路 …… 125
2. HT7600 系列热释电红外控制集成电路 …… 127
3. TWH9511/12/13 系列热释电红外控制集成电路…… 136
三、热释电红外控制模块 HN911 …… 139
第三节　热释电红外控制电路实例…… 140
1. 热释电红外控制自动灯 …… 140
2. 电子警犬电路 …… 143
3. 新型高压告警器 …… 144
4. 配合传呼机和手机的防盗报警器 …… 146
5. 阅报栏自动控制灯电路 …… 147
6. 热释电人体感应灯开关 …… 149
7. 人体控制的电风扇 …… 150
8. 热释电控制的自动照明灯 …… 151
9. 文物防盗报警器 …… 153
10. 婴儿睡眠状态监视器 …… 155
11. 由 HD-03C 模块组成的控制电路 …… 156
12. 新型热释电红外控制电路 S9803 …… 157
13. 热释电红外探测无线报警电路 …… 158
14. 热释电探测 DTMF 编码无线报警系统 …… 162
15. 热释电探测数字编码无线报警系统 …… 166
16. 热释电探测多路远程无线报警系统 …… 169
17. 热释电探测数字编码电力线载波报警系统 …… 171
18. 热释电探测 DTMF 编码电力线载波报警系统 …… 176
第三章　声控电路与超声波遥控电路…… 180
第一节　声传感器与超声传感器…… 180
一、声传感器 …… 180
1. 压电陶瓷片 …… 180
2. 驻极体电容传声器 …… 181
二、超声传感器 …… 183
第二节　声控电路的前置放大器…… 186
一、晶体管电压放大器 …… 186
二、场效应管电压放大器 …… 187
三、集成运算放大器放大电路 …… 187
四、数字门电路电压放大器 …… 189
第三节　控制、执行和电源电路 …… 190
一、控制电路 …… 190

1. 晶体管组成的双稳态电路 …… 190
2. 数字集成电路组成的双稳态电路 …… 191
3. 单稳态电路 …… 192
二、执行电路 …… 193
1. 直流继电器 …… 193
2. 双向可控硅 …… 194
3. 固态继电器 …… 195
4. 记忆自锁继电器 …… 196
三、电源电路 …… 198
第四节 声控电路实例 …… 201
1. 由晶体管组成的声控电源插座 …… 201
2. 声控延时节电开关 …… 202
3. 抗干扰声控节电开关 …… 203
4. 高灵敏度声触发报警器 …… 205
5. 用脚步声触发的电子警犬 …… 206
6. 蔬菜果园防盗报警器 …… 208
7. 具有自锁功能的声控开关 …… 208
第五节 超声波遥控电路实例 …… 211
1. 运动物体探测器 …… 211
2. 多用途超声波探测器 …… 213
3. 超声波防盗报警探测电路 …… 216
4. 盲人探路器之一 …… 217
5. 盲人探路器之二 …… 218
6. 汽车倒车安全警示器 …… 219
7. 超声波汽车倒车防撞电路 …… 220
8. 数字式超声波测距仪 …… 221
9. 多功能视力保护器 …… 223
10. 亚超声遥控开关电路 …… 225
附录 元器件生产供货处参考 …… 228

第 一 章
红外线遥控电路

第一节　红外线传感器

一、什么是红外线

红外线实质上是一种电磁波。从分析自然界中各种电磁波组成的波谱中可知，波谱是由γ射线、x射线、紫外线、可见光、红外线、微波和无线电波组成的。从形式上看，它们之间似乎没有关系，但如果按照它们的波长依次排列，就会发现和我们形影不离的可见光只占了整个波谱中 0.38～0.76μm 波长的这么一点儿范围，而和可见光相邻的红外线（包括远红外、中红外和近红外）却占了波谱中 0.76～1000μm 的一大段，如图 1-1-1 所示。

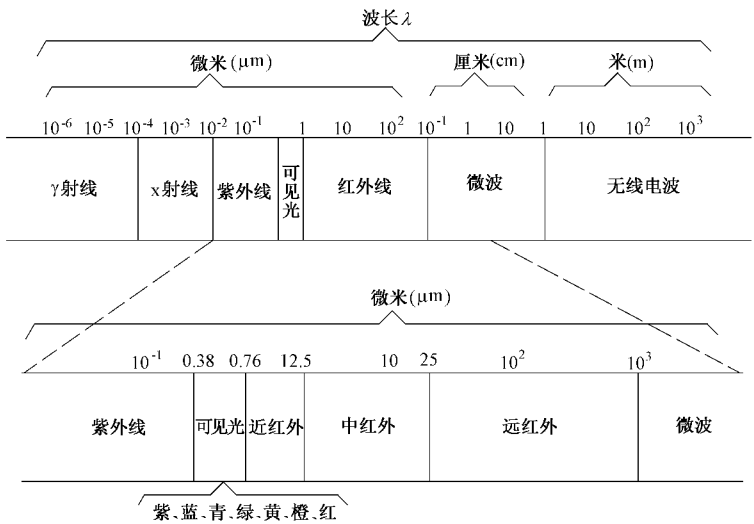


图 1-1-1　电磁波的波谱

从上述分析可知，红外线是一种十分丰富的波谱资源，目前它已在生产、生活、军事、医疗等多方面得到了广泛的应用，例如红外线加热、红外线医疗器件、红外线通信、红外线摄像、红外线遥控等。红外线遥控只是红外线众多应用中的一部分，目前在家用电器中广泛应用的彩

电遥控器、录像机遥控器、VCD 机遥控器、高保真音响遥控器等，都采用了红外线遥控，它使这些家用电器的控制变得十分简单、方便。

二、红外线的特性

红外线是介于可见光和微波之间的一种电磁波，因此它具有两相邻波的某些特性。在近红外区，它和可见光相邻，因此具有可见光的某些特性，如直线传播、反射、折射、散射、衍射、可被某些物体吸收以及可以通过透镜将其聚焦等。

在远红外区，由于它邻近微波区，因此它具有微波的某些特性，如较强的穿透能力和能贯穿某些不透明物质等。

自然界中，不论任何物体，也不论其本身是否发光（指可见光），只要其温度高于绝对零度（－273℃），都会一刻不停地向周围辐射红外线。只不过是温度高的物体辐射的红外线较强，温度较低的物体辐射的红外线较弱。红外线摄像、红外线夜视、热释电红外探测以及某些导弹的瞄准等就是利用红外线的这一特性工作的。

三、红外线传感器

在红外线遥控系统中，一方面需要一种能够模仿自然界中物体发射红外线的器件，同时又需要一种能够接收红外线并将其转变为电信号的器件。对于红外线发射器件，要能够发射出比自然界发射的红外线有更强的辐射强度。对于红外线接收器件，则要有较强的接收能力，它能将接收到的红外线转换成足够强的电信号。

这种能够发射红外线和接收红外线的器件称为红外线传感器。

红外线传感器根据其机理不同分为两大类。其中一类为主动型红外线传感器，这一类传感器包括红外发射传感器和红外接收传感器，这两种传感器配套使用可组成一个完整的红外线遥控系统。这类传感器也称光探测型传感器。它包括红外发光二极管、红外接收二极管、光电二极管和光电三极管等。

另一类红外线传感器为被动型红外线传感器，也称热探测型传感器。这类传感器可用来直接接收目标物体发射的红外线并将其转换为电压信号输出，它不需要红外发射传感器。对于这类传感器（如热释电红外传感器），将在第二章中作专门介绍。

四、红外发光二极管

红外发光二极管是采用砷化镓（GaAs）和砷铝化镓（GaAlAs）等半导体材料制成的，它们的外形和普通的发光二极管基本相同，用透明的树脂材料封装。中、大功率的红外发光二极管采用金属或陶瓷材料作底座，用玻璃或树脂透镜作窗口，其外形如图 1-1-2 所示。

1. 红外发光二极管的基本特性

（1）伏安特性

红外发光二极管的伏安特性曲线如图 1-1-3 所示，和普通二极管的伏安特性曲线相似。

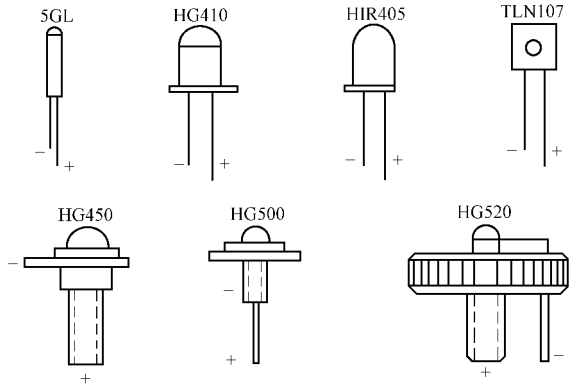


图 1-1-2　红外发光二极管的外形图

由图 1-1-3 可见，红外发光二极管的正向压降 V_F 与材料及正向电流有关。砷化镓红外发光二极管的正向压降在 1～2V 之间；小功率管的正向压降在 1～1.3V 之间；中功率管的正向压降在 1.6～1.8V 之间；大功率管的正向压降小于等于 2V。在使用时应注意驱动电源电压的数值应大于红外发光二极管的正向压降 V_F，否则不能克服死区电压产生的正向电流 I_F。

红外发光二极管的反向击穿电压 V_R 较低，约为 5～30V。因此，使用中要注意其反向电压不得超过 5V，否则可能造成元器件损坏。所以，在实际使用中需加限流电阻予以保护。

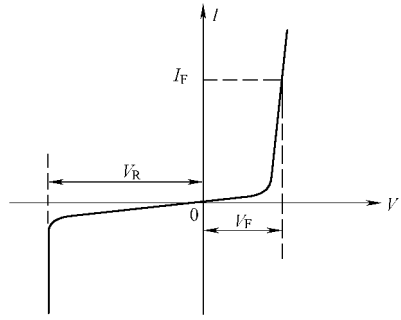


图 1-1-3　红外发光二极管的伏安特性曲线

（2）输出特性

红外发光二极管的输出特性曲线如图 1-1-4 所示。它表示红外发光二极管的输出光功率 P_O 与正向工作电流 I_F 之间的关系。

由图 1-1-4 可见，在工作电流 I_F 较小时，输出光功率 P_O 与工作电流 I_F 成线性关系。当工作电流 I_F 较大时，曲线产生了弯曲，红外发光二极管饱和，P_O 与 I_F 就不再成线性关系了，形成了非线性工作区。

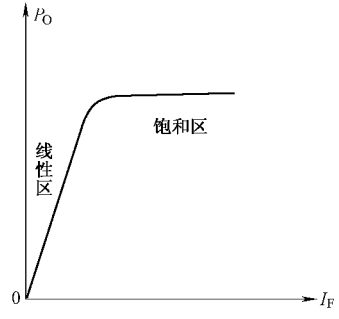


图 1-1-4　红外发光二极管的输出特性曲线

在红外线遥控电路中，红外发光二极管一般都工作在开关状态（数字调制）。因此，对于输出特性是否在线性区没有要求。

当红外发光二极管用在简单的光通信中时，它的工作状态为调幅工作状态（模拟调制）。这时必须使红外发光二极管工作在线性区。

（3）指向特性

红外发光二极管的指向特性是指它的发射光强度与光辐射的几何角度的关系，它是由封装透镜的形状、管芯与顶端的位置决定的。图 1-1-5(a)、(b)分别画出了球面透镜与平面封装的红外发光二极管的指向特性曲线。

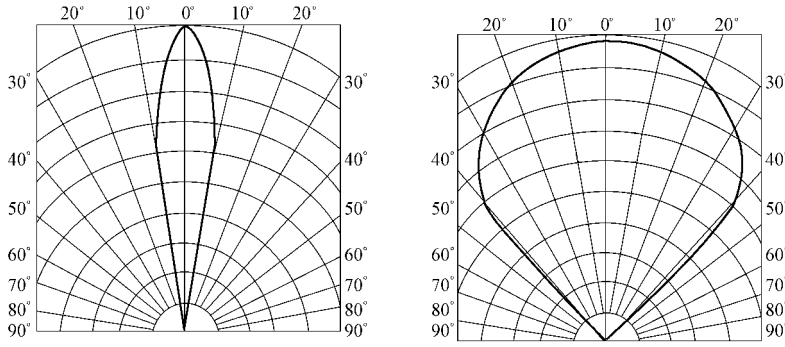


图 1-1-5　红外发光二极管的指向特性曲线

由图 1-1-5 可见，球面透镜封装的管子指向角度较小，在偏离发射中心（零发射角）10°的位置上，发射光强只有 0°位置上的 50%。平面封装的管子指向角度较大，在偏离 0°发射角 40°时发射光强为 0°位置上的 50%。采用多只发射管并列安装的方法，可以改善发射光的指向特性。

用于遥控发射器的红外发光二极管所发射的红外光的波长在 0.9～1.0μm 之间，属于近红外光。近红外光在电磁波谱中与可见光相邻，它具有可见光的反射特性。当红外遥控器在室内使用时，发射管不必正对接收管，可通过室内墙壁及家具的反射将发射的红外光反射到接收管中以实现遥控操作。红外线的这一特性使红外遥控器的使用十分方便。

2. 红外发光二极管的主要参数

（1）工作电流 I_F 及峰值电流 I_{FP}

一般小功率红外发光二极管的正向工作电流为 30～50mA，在使用时如果长时间超过 I_F 工作范围，容易使红外发光二极管发热损坏。所以须加限流电阻进行保护。

峰值电流 I_{FP} 是指流过管子的脉冲电流的最大峰值。若脉冲电流的平均值与恒定的直流值相等，则脉冲电流的幅值要比允许的工作电流大得多，其发射效率也较高。所以一般遥控发射器都采用占空比较小的脉冲工作方式。

（2）管功耗 P_m 与光功率 P_O

管功耗与光功率是两个不同的概念。管功耗是指流过管子的电流与管压降的乘积，最大功耗不得超过允许值。而消耗在管内的电功率仅有一小部分转变为光功率，故小功率红外发光二极管的光功率仅为 1～3mW，发光效率只有百分之几。

（3）峰值波长 λ_P

峰值波长是指红外发光二极管所发出的红外光中，光强最大值所对应的发光波长。在选用红外接收管时，其峰值波长应与红外发光二极管的峰值波长 λ_P 相一致或相接近，以提高其接收效率。

（4）反向漏电流 I_R

反相漏电流指红外发光二极管在未被击穿时反向电流的大小，这一指标应尽量小。

（5）响应时间 t_w

红外发光二极管 PN 结电容的存在会影响它的工作频率。一般红外发光二极管的响应时间约 10^{-6}～10^{-7}s，最高工作频率约为几十兆赫兹。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

表 1-1-1 给出了几种红外发光二极管的主要参数。

表 1-1-1　　红外发光二极管的主要参数

	代号	单位	TLN107	TLN104	HG310	HG450	HG520	BT401	SE303A	PH302
正向工作电流	I_F	mA(A)	50	60	50	200	(3)	40	100	
峰值电流	I_{FP}	mA	600	600					1A	
反向击穿电压	V_R	V	＞5	＞5	＞5	＞5		＞5	＞5	32
正向压降	V_F	V	＜1.5	＜1.5	＜1.5	＜1.8	＜2.0	＜1.3	＜1.45	
反向漏电流	I_R	μA	＜10	＜10	＜50	＜100		＜100		30
光功率	P_O	mW	＞1.5	＞25	1～2	5～20	100～550	1～2	6.5	
峰值波长	λ_P	nm	940	940	940	930	930	940	940	940
最大功耗	P_m	mW(W)			＞5	360	≈(6)	100	150	150

3. 红外发光二极管的基本驱动方式

红外发光二极管是一种电流驱动器件，它的基本驱动方式有直流恒定电流驱动、直流脉动电流驱动和交流电流驱动三种。

(1) 直流恒定电流驱动方式

直流恒定电流驱动方式如图 1-1-6(a)所示。图中 V_+ 为驱动电压，R 为限流电阻，驱动电流 $I_F=V-V_F/R$。式中：V_F 是红外发光二极管的正向管压降。由于是直流驱动，其驱动电流也就是正向平均工作电流。因此，实际工作电流只要不超过器件参数表给出的数值即可。

由于是直流恒定电流驱动，因此，红外发光二极管发出的也是光强恒定的红外光，如图 1-1-6(b)所示。这种驱动方式常用于红外遥控开关电路中的红外发射电路，其特点是结构简单。

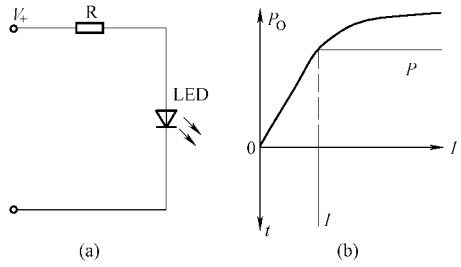


图 1-1-6　红外发光二极管的直流恒定电流驱动

(2) 直流脉冲电流驱动方式

驱动原理如图 1-1-7 所示。在图 1-1-7(a)中，驱动电压 V 为脉冲电压，所以红外发光二极管的驱动电流也为脉冲电流。红外光的有效传送距离与驱动功率峰值成正比，而峰值功率又与所加的驱动电流峰值成正比。所以，为了提高红外光的传送距离，应加大驱动峰值电流。红外发光二极管参数表中给出的工作电流有正向工作电流和峰值电流两项，其中正向工作电流是指采用直流恒定电流驱动方式时的平均工作电流，峰值电流是指采用直流脉冲电流驱动方式时的峰值驱动电流。红外发光二极管的正向工作电流 I_F 与峰值电流 I_{FP} 之间有如下关系：

$$I_P=I_{FP}\sqrt{T_o/T_d}$$

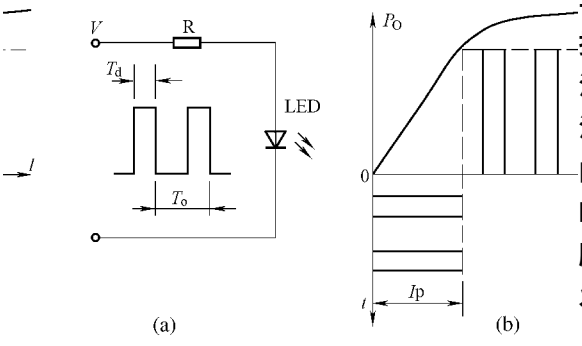


图 1-1-7　红外发光二极管的直流脉冲电流驱动

其中 T_o/T_d 为脉冲电流的空度比。空度比越大，允许的峰值电流越大。因此，若参数表中仅给出其中一项时，则可通过公式求出另一项，以适应电路实际工作的要求。例如：某红外发光二极管的参数表中仅给出 $I_F=100\text{mA}$，若电路中需要的空度比为 $T_o/T_d=25$，则可通过公式算出峰值电流 $I_{FP}=100\sqrt{25}=500\text{mA}$。

脉冲电流的空度比并不是可以无限加大的，因为空度比过大时，脉冲的宽度 T_d 太窄，由于受红外发光二极管响应时间的限制，来不及响应脉冲电流就消失了，这样就不能保证控制的有效性。

采用直流脉冲电流驱动方式除了能提高发射功率和节约发射能源外，还有一项重要作用，就是可用来传递数字遥控信号。这是因为在数字电路中，脉冲波形中的高、低电平分别代表二进制数的 1 和 0，在用一定频率的脉冲电流来驱动红外发光二极管时，它的每一个发送周期可以包含许许多多的二进制的遥控信息。这也正是采用同一遥控器可以控制很多项目的原因。正因如此，直流脉冲电流驱动方式是红外发光二极管在红外遥控电路中的主要应用方式。

(3) 交流电流驱动方式

交流电流驱动方式与直流脉冲电流驱动方式完全相同，只是直流脉冲电流驱动方式采用的是矩形波，而交流电流驱动方式采用的是正弦波，同时对驱动电路预加直流偏置，以保证所传递交流信号的保真度。交流电流驱动方式主要用来传递音频信号，如近距离的红外线通信、音响电路中的红外线耳机等。

五、光电二极管

半导体材料在受到光的照射后会产生电流，这就是半导体的光电效应。光电二极管就是利用半导体材料的光电效应制成的。

光电二极管是一种光电变换器件，当它的 PN 结受到光的照射后，能吸收光并将光能转换为电能。光电二极管采用以下两种工作方式工作。第一种为预加偏压工作方式，即对光电二极管预加一定的偏压，当受到光的照射后，光电二极管中的反向电流会随着照射光强度的变化而变化，光的强度愈大，则反向电流愈大。在大多数应用电路中，光电二极管都是以这种方式工作的。第二种为不加偏压的工作方式，它是利用 PN 结在受到光照后会产生正向电压的原理，把光电二极管当作微型光电池使用，这种工作方式多用于光电检测电路。

光电二极管有四种类型：PN 结型(也称 PD 型)、PIN 结型、雪崩型和肖特基型，其中应用最多的是用硅材料制作的 PN 结型光电二极管，它的价格也最低。其他几种类型的光电二极管由于响应速度快，主要用于光纤通信及计算机信息传输。常用的光电二极管一般有 2DU 型和 2CU 型两种。2DU 型光电二极管带有环极，可减小暗电流，它接电源正极。一般最常用的是 2CU 型光电二极管，它采用金属外壳全密封，顶端有玻璃透镜窗口，如图 1-1-8 所示。

1. 光电二极管的基本特性

(1) 伏安特性

光电二极管的伏安特性曲线如图 1-1-9 所示。

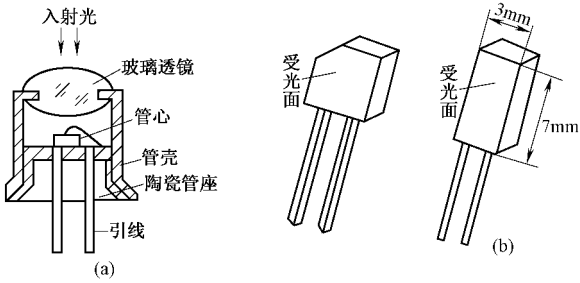


图 1-1-8　光电二极管的结构

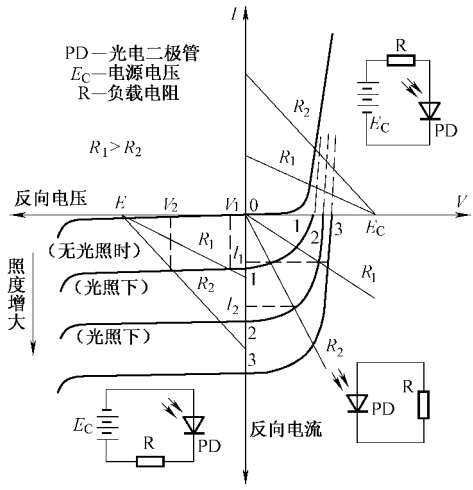


图 1-1-9　光电二极管的伏安特性曲线

光电二极管在无光照射时，它的特性与一般的硅二极管一样。当受光照射后，它的特性曲线沿电流轴向下平移，平移的幅度与光的照度成正比。特性曲线在第三象限内的部分，表达了光电二极管在加有反向电压的情况下受光照射后的反向特性。此特性表明：反向电流随入射光线照度的增大而增大，在一定的反向电压范围内，反向电流的大小几乎与反向电压的高低无关。

在入射照度一定时，光电二极管相当于一个恒流源，其输出电压随负载电阻的增大而升高。如 $R_1>R_2$，则输出电压 $V_{R1}>V_{R2}$，其中 $V_{R1}=E_C-V_1$，$V_{R2}=E_C-V_2$。

特性曲线在第四象限内的部分表明：它呈光电池特性，光照强度越大，负载电阻越小，电流越大，即 $R_1>R_2$ 时，$I_2>I_1$。

(2) 光谱响应特性

光电二极管的光谱范围为 400～1100nm，其峰值波长为 880～900nm，如图 1-1-10 所示。它与砷化镓(GaAs)红外发光二极管的波长相匹配，可以获得较高的传输效率。

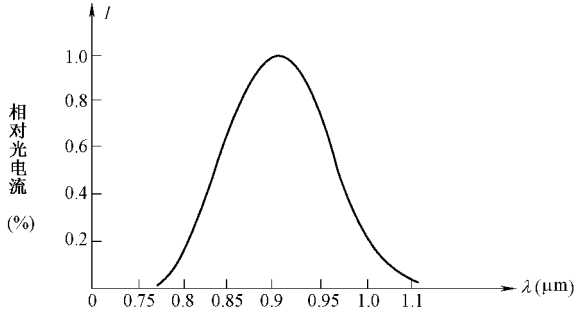


图 1-1-10　光电二极管的光谱响应特性曲线

2. 光电二极管的主要参数

(1) 反向工作电压 V_R

在无光照的情况下，光电二极管中的反向电流小于等于 0.2～0.3μA 时，允许的反向最高电压一般不大于 10V，最高允许电压为 50V。

(2) 暗电流 I_D

在无光照时，加上一定的反向电压后形成的反向偏电流，称为暗电流。

(3) 光电流 I_L

在一定的反向电压条件下，当受到光照时，流过光电二极管的电流为光电流。一般情况下，光电流强度为几十微安，并且和光的照度呈线性关系。

2CU 型光电二极管的参数如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2　　2CU1 及 2CU2 硅光电二极管

参数 / 符号 / 型号	最高工作电压	暗电流	光电流	光电灵敏度	峰值波长	上升时间	下降时间	结电容
	V_R(V)	I_D(μA)	I_L(μA)	S_r(μA/μW)	λ_p(Å)	t_r(ns)	t_f(ns)	C_j(pF)
2CU1A	10	≤0.2	≥80	≥0.5	8800	≤5	≤50	≤8
2CU1B	20							
2CU1C	30							
2CU1D	40							
2CU1E	50							
2CU2A	10	≤0.1	≥30	≥0.5	8800	≤5	≤50	≤8
2CU2B	20							
2CU2C	30							
2CU2D	40							
2CU2E	50							
试验条件	$I_R=I_D$	$V=V_{RM}$ 无光照	$V=V_{RM}$ 1000Lx	$V=V_{RM}$ $\lambda=0.9$M		$R_L=50\Omega$ $V=10$V $f=300$Hz	$R_L=50\Omega$ $V=10$V $f=300$Hz	$V_{in}=6$ mV $V=V_{RM}$ $f<5$MHz

六、光电三极管

光电三极管也是靠光的照射量来控制输出电流的器件，它可以等效为一个光电二极管和一个晶体三极管的结合，所以它具有放大作用，如图 1-1-11(a)所示。光电三极管一般是用硅材料制作的，它的外边仅引出集电极和发射极。其外型和光电二极管一样，它的光谱范围和光电二极管相同。

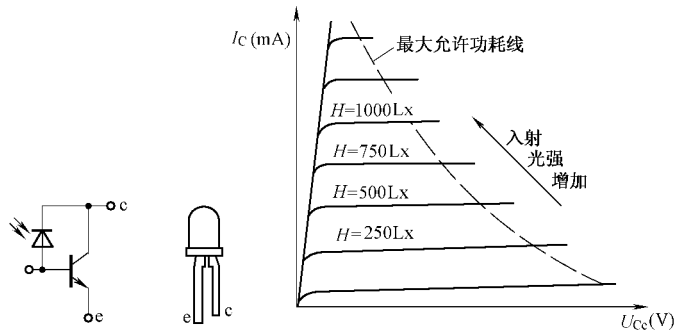
1. 光电三极管的基本特性

(1) 输出特性

光电三极管的输出特性与一般晶体三极管的输出特性相同，其差别仅在于参变量不同，一般晶体三极管的参变量为基极输入电流，而光电三极管的参变量为入射光的照度，如图 1-1-11(b)所示。

(2) 光谱响应特性

和光电二极管一样，光电三极管的光谱响应特性取决于所用半导体材料、结构与工艺。光电三极管的光谱响应曲线如图 1-1-12 所示。其中曲线 A 为普通硅光电三极管的光谱响应曲线，这类管子的型号为 3DU 型；曲线 B 为光敏蓝紫三极管的光谱响应曲线，这类管子的型号为 ZL 型；曲线 C 为宽光谱光敏三极管的光谱响应曲线，这类管子的型号为 3DU80 型。我们



(a)外形与结构　　(b)输出特征

图 1-1-11　光电三极管及其输出特性

可以针对各自的使用要求，参考不同的光谱响应曲线，对光电三极管进行选择，使其与光源光谱相匹配。

近年来为了使光电器件与红外发光二极管配套使用，工艺上采用黑色树脂来封装光电器件。这样，既可以透过红外线，又可以滤除可见光的干扰，提高了光电接收器件的抗干扰能力。

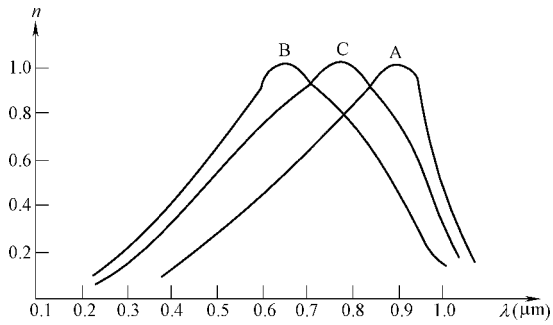


图 1-1-12　光电三极管的光谱响应曲线

2. 光电三极管的主要参数

光电三极管的主要参数如表 1-1-3 与表 1-1-4 所示。

表 1-1-3　　几种硅光电三极管的主要参数

参数 / 型号	反向击穿电压	最高工作电压	暗电流	光电流	上升时间	下降时间	最大功耗
	$V_{(BR)ce}$(V)	$V_{(BR)ce}$(V)	I_D(μA)	I_C(mA)	t_r(μs)	t_f(μs)	P_M(mW)
3DU111	≥15	≥10	≤0.3	0.5～1.0	≤3	≤3	30
3DU112	≥45	≥30					50
3DU113	≥75	≥50					100
3DU121	≥15	≥10		1.0～2.0			30
3DU122	≥45	≥30					50
3DU123	≥75	≥50					100
3DU131	≥15	≥10		>2.5			30
3DU132	≥45	≥30					50
3DU133	≥75	≥50					100
试验条件	$I_{ce}=0.5\mu A$	$I_{ce}=I_D$	$V=V_{(RM)ce}$ 无光照	$V_{ce}=10V$ $H=1000Lx$	$R_L=50\Omega$ $V_{ce}=10V$ 脉冲电流幅度为 1mA	同左	

注：① 3DU1××型与 3DU2××型参数都相同，仅外形不同，3DU1××外形为 φ3×5(mm×mm)，3DU2××外形为 φ5×8.6(mm×mm)；

② 3DU1××及 3DU2××都是全塑封；

③ 短脚为 c，长脚为 e；

④ 波长(峰值)为 8800Å(880nm)，光谱范围为 0.4～1.1 μm。

表 1-1-4　　光敏三极管主要参数

参数名称 / 参数值 / 型号	最高工作电压 $V_{(RM)CR}$ (V)	暗电流 I_D (μA)	光电流 I_L (mA)	上升时间 t_r (μs)	下降时间 t_f (μs)	峰值波长 λ_x (nm)	可代用型号
	测试条件 $I_{ce}=I_D$	测试条件 $V=V_{(RM)ce}$	测试条件 $H=1000$Lx $V_{ce}=10$V	测试条件 $R_L=50\Omega$ $V_{ce}=10$V 脉冲电流幅度 1μA			
3DU2A	15	≤0.5	≥0.2	≤5	≤5	900	
3DU2B	30	≤0.1	≥0.3	≤5	≤5	900	3DU51～3DU55
3DU2C	30	≤0.1	≥1	≤5	≤5	900	
3DU5A	15	≤1	≥2	≤5	≤5	900	3DU11～3DU13 3DU21～3DU23 3DU31～3DU33 TPS601A TPS604
3DU5B	30	≤0.5	≥2	≤5	≤5	900	
3DU5C	30	≤0.2	≥3	≤5	≤5	900	
3DU5S－A	15	≤1	≥1	≤5	≤5	900	TPS610
3DU5S－B	30	≤0.5	≥2	≤5	≤5	900	
3DU5S－C	30	≤0.2	≥3	≤5	≤5	900	
3DU8	15	≤1	≥1 ($V_{ce}=5$V $H=10$Lx)	≤60	≤60	900	

(1) **最大功耗** P_M

最大功耗是指光电三极管能够安全工作而不致损坏的最大耗散功率。在图 1-1-11(b)**中，虚线是管子的最大允许功耗线，正向工作时，实际功耗应在虚线的左方。在左方的区域内，光电流与管子承受电压的乘积即为管子的功耗。在该范围内使用时，管子不会因过热而损坏。光电三极管的最大功耗一般为几十毫瓦到一百毫瓦。**

(2) **反向击穿电压** $V_{(BR)ce}$

反向击穿电压是在无光照条件下，光电三极管的 c-e **极之间漏电流不超过一定数值时** c-e **间所加的最高电压，一般为几十伏。**

(3) **暗电流** I_D

暗电流是指在无光照时，当 $V_{ce}=V_{(BR)ce}$**时，**c-e **之间的漏电流，一般要求** I_D **应小于或等于** 0.2μA**，但** I_D **的值会随着环境温度的升高而增大。**

(4) **光电流** I_L

光电流是指在一定工作电压下，当光电三极管受到一定强度的光照时 c-e **间的电流值。光电三极管因具有放大作用，因此它的光电流要比光电二极管的光电流大得多，一般可达数毫安。**

七、光电二极管与光电三极管的使用

(1) **光电管的选用**

需要全本请访问 www.ertongbook.com