

光敏传感器的光电特性研究

(**FB716-III型**光电传感器)设计性实验装置)

实 验 讲 义

杭州精科仪器有限公司

光电传感器的光电特性测试实验

【实验目的】

1. 了解光敏电阻、硅光电池的基本特性，测出伏安特性曲线和光照特性曲线；
2. 了解硅光敏二极管、硅光敏三极管的基本特性，测出伏安特性曲线和光照特性曲线；

【实验仪器】

FB716-III型（光电传感器）设计性实验装置，其结构如图 1a 所示。该实验仪由光敏电阻、光敏二极管、光敏三极管、硅光电池、光纤、光耦六种光敏传感器及可调光源、电阻箱、九孔实验板与光学暗筒、数字万用表等组成。

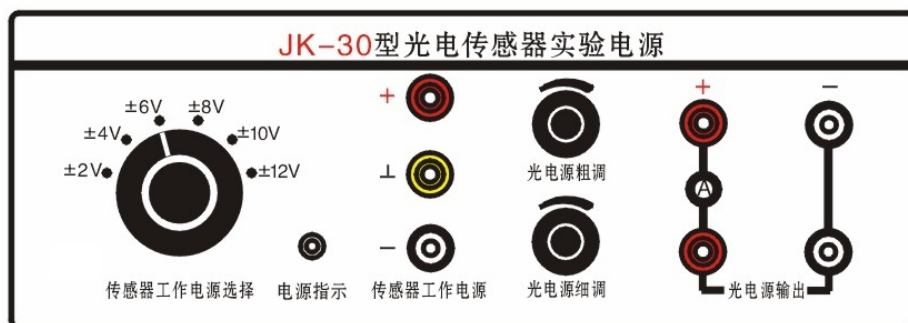


图 1a 光电传感器实验仪

1. 光学暗筒：

为消除杂散光对实验的影响,工作时照明光路是置与暗筒中进行。光学暗筒的结构：一头装有光敏元件的安装盖，用统一大小的元件接插件固定在插口上，用线引入电路，另一端是装有白炽灯（12V）的可移动灯杆，杆身标有刻度，可以调节并读取光源与光敏元件的距离，以改变它们之间的相对照度。经校准白炽灯亮度后，附表给出了相对照度，以供参考。

2. 电源：



因为内部接有1欧姆电阻，所以Ⓐ符号两端测量到的电压值即可读作输出电流“A”值

图1b 光电传感器实验专用电源

本实验仪配有 JK--30 工作电源，图 1b 为专用电源面板功能分布图。主要提供两路工作电压，一路光电源输出，供白炽灯发光，电压 0~12V 连续可调。另一路传感器工作电源，有 $\pm 2V$ ， $\pm 4V$ ， $\pm 6V$ ， $\pm 8V$ ， $\pm 10V$ ， $\pm 12V$ 档可选，以供实验的不同需要。

3. 其他实验配件：

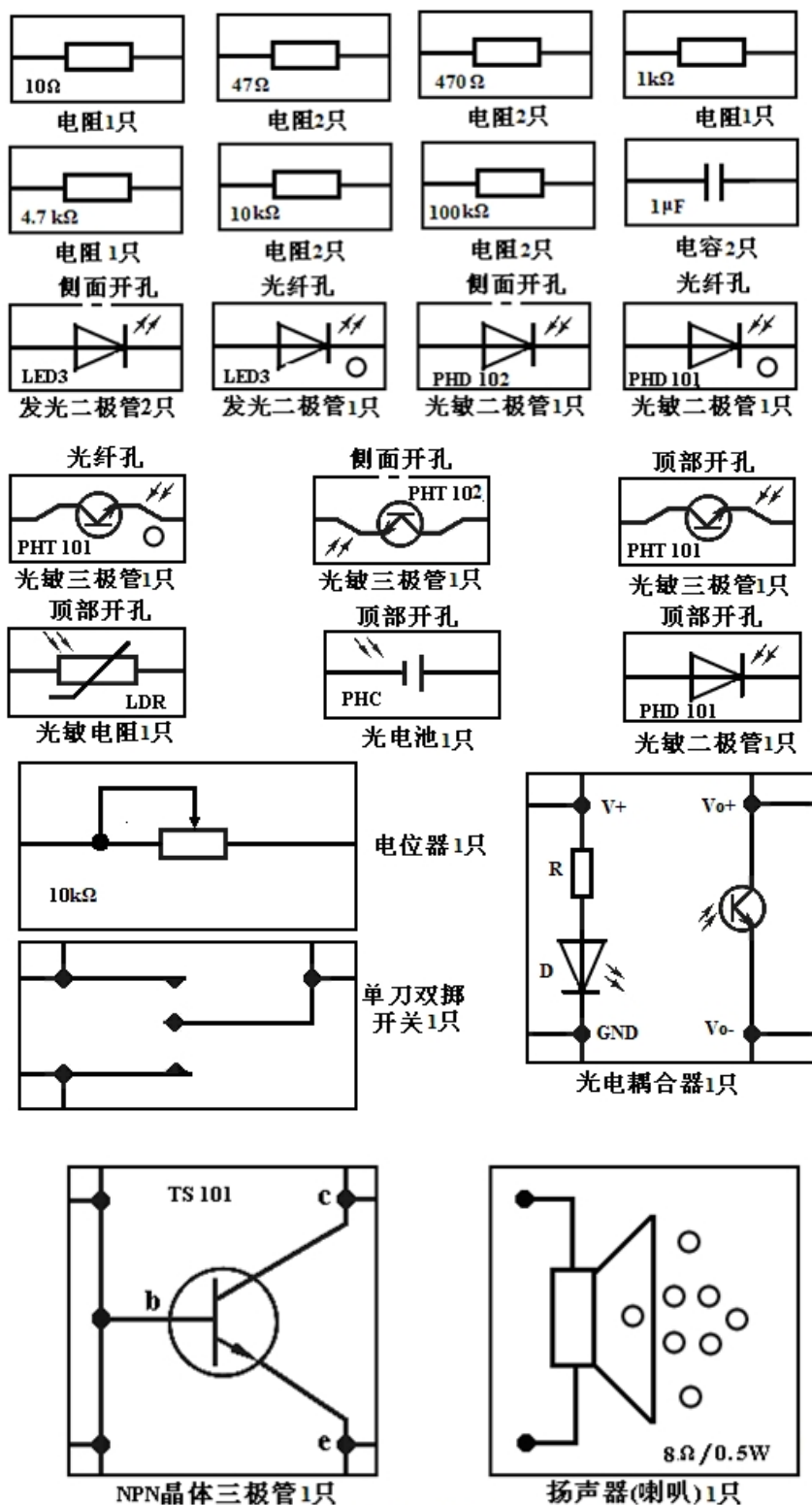


图1c FB716-III实验仪配套元件盒

【实验原理】

凡是能将光信号转换为电信号的传感器称为光敏传感器，也称为光电式传感器，它可用于检测直接由光强度变化引起的非电量，如光强、光照度等；也可用来检测能转换成光量变化的其它非电量，如零件直径、表面粗糙度、位移、速度、加速度及物体形状、工作状态识别等。光敏传感器具有非接触、响应快、性能可靠等特点，因而在工业自动控制及智能机器人中得到广泛应用。

1. 光电效应：

光敏传感器的物理基础是光电效应，在光辐射作用下电子逸出材料的表面，产生光电子发射称为外光电效应，或光电子发射效应，基于这种效应的光电器件有光电管、光电倍增管等。电子并不逸出材料表面的则是内光电效应。光电导效应、光生伏特效应则属于内光电效应。即半导体材料的许多电学特性都因受到光的照射而发生变化。光电效应通常分为外光电效应和内光电效应两大类，几乎大多数光电控制应用的传感器都是此类，通常有光敏电阻、光敏二极管、光敏三极管、硅光电池等。

(1) 光电导效应：

当光照射到某些半导体材料上时，透过到材料内部的光子能量足够大，某些电子吸收光子的能量，从原来的束缚态变成导电的自由态，这时在外电场的作用下，流过半导体的电流会增大，即半导体的电导会增大，这种现象叫光电导效应。它是一种内光电效应。

光电导效应可分为本征型和杂质型两类。前者是指能量足够大的光子使电子离开价带跃入导带，价带中由于电子离开而产生空穴，在外电场作用下，电子和空穴参与电导，使电导增加。杂质型光电导效应则是能量足够大的光子使施主能级中的电子或受主能级中的空穴跃迁到导带或价带，从而使电导增加。杂质型光电导的长波限比本征型光电导的要长的多。

(2) 光生伏特效应：

在无光照时，半导体 PN 结内部有自建电场。当光照射在 PN 结及其附近时，在能量足够大的光子作用下，在结区及其附近就产生少数载流子（电子、空穴对）。载流子在结区外时，靠扩散进入结区；在结区中时，则因电场 E 的作用，电子漂移到 N 区，空穴漂移到 P 区。结果使 N 区带负电荷，P 区带正电荷，产生附加电动势，此电动势称为光生电动势，此现象称为光生伏特效应。

2. 光敏传感器的基本特性：

光敏传感器的基本特性包括：伏安特性、光照特性等。

伏安特性：

光敏传感器在一定的入射光照度下，光敏元件的电流 I 与所加电压 U 之间的关系称为光敏器件的伏安特性。**改变照度则可以得到一族伏安特性曲线。它是传感器应用设计时的重要依据。**

光照特性：

光敏传感器的光谱灵敏度与入射光强之间的关系称为光照特性，有时光敏传感器的输出电压或电流与入射光强之间的关系也称为光照特性，**光照特性是光敏传感器应用设计时选择参数的重要依据之一。**

掌握光敏传感器基本特性的测量方法，为合理应用光敏传感器打好基础。本实验主要是研究光敏电阻、硅光电池、光敏二极管、光敏三极管四种光敏传感器的基本特性。

(1) 光敏电阻：

利用具有光电导效应的半导体材料制成的光敏传感器称为光敏电阻。目前光敏电阻应用的极为广泛，其工作过程为，当光敏电阻受到光照时，发生内光电效应，光敏电阻电导

率的变化量为：

$$\Delta\sigma = \Delta p e \mu_p + \Delta n e \mu_n \quad (1)$$

在(1)式中， e 为电荷电量， Δp 为空穴浓度的改变量， Δn 为电子浓度的改变量， μ 表示迁移率。当两端加上电压 U 后，光电流为：

$$I_{ph} = \frac{A}{d} \Delta\sigma U \quad (2)$$

式中 A 为与电流垂直的表面积， d 为电极间的间距。在一定的光照度下， $\Delta\sigma$ 为恒定的值，因而光电流和电压成线性关系。光敏电阻的伏安特性如图2a所示，不同的光照度可以得

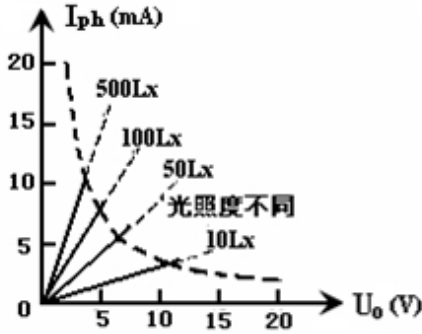


图2a 光敏电阻的伏安特性曲线

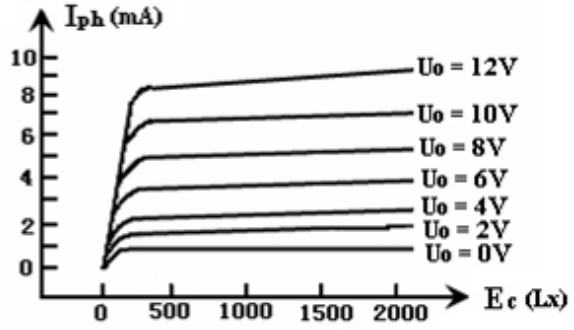


图2b 光敏电阻的光照特性曲线

到不同的伏安特性，表明电阻值随光照度发生变化。在照度不变的情况下，电压越高，光电流也越大，而且没有饱和现象。当然，与一般电阻一样光敏电阻的工作电压和电流都不能超过规定的最高额定值。

光敏电阻的光照特性则如图2b所示。不同的光敏电阻其光照特性是不同的，但是在大多数的情况下，曲线的形状都与图2b的结果相类似。由于光敏电阻的光照特性是非线性的，因此不适宜作线性光敏元件，这是光敏电阻的缺点之一。所以在自动控制中光敏电阻常用作开关量的光电传感器。

(2) 硅光电池：

硅光电池是目前使用最为广泛的光伏探测器之一。它的特点是工作时不需要外加偏压，接收面积小，使用方便。缺点是响应时间长。图3a为硅光电池的伏安特性曲线。在一定的光照度下，硅光电池的伏安特性呈非线性。

当光照射硅光电池的时候，将产生一个由N区流向P区的光生电流 I_{ph} ；同时由于PN结二极管的特性，存在正向二极管管电流 I_D ，此电流方向与光生电流方向相反。所以实际获得的电流为：

$$I = I_{ph} - I_D = I_{ph} - I_0 \left[\exp\left(\frac{eV}{nk_B T}\right) - 1 \right] \quad (3)$$

式中 V 为结电压， I_0 为二极管反向饱和电流， n 为理想系数，表示PN结的特性，通常在1和2之间， K_B 为波尔兹曼常数， T 为绝对温度。短路电流是指负载电阻相对于光电池的内阻来讲是很小的时候的电流。在一定的光照度下，当光电池被短路时，结电压 $V=0$ ，从而

有：

$$I_{SC} = I_{ph} \quad (4)$$

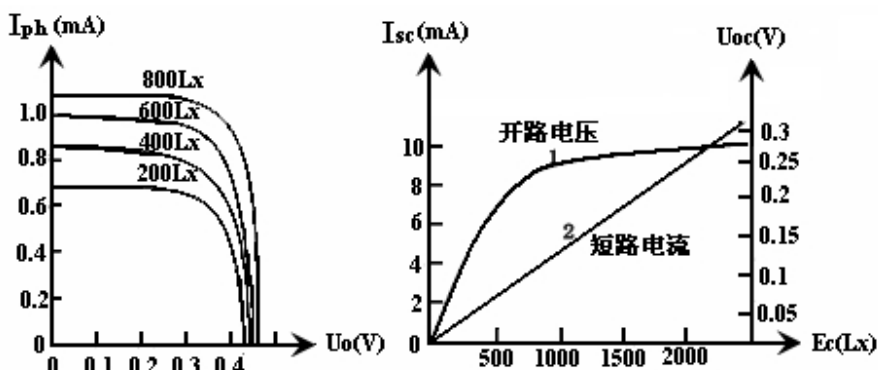


图3a 硅光电池的伏安特性曲线 图3b 硅光电池的光照特性曲线

负载电阻在 $\leq 20\Omega$ 时，短路电流与光照有比较好的线性关系，负载电阻过大，则线性会变坏。

开路电压则是指负载电阻远大于光电池的内阻时硅光电池两端的电压。而当硅光电池的输出端开路时有 $I=0$ ，由 (3)、(4) 式可得开路电压为：

$$V_{OC} = \frac{nk_B T}{q} \ln \left(\frac{I_{SC}}{I_0} + 1 \right) \quad (5)$$

图3b为硅光电池的光照特性曲线。开路电压与光照度之间为对数关系，因而具有饱和性。因此，把硅光电池作为敏感元件时，应该把它当作电流源的形式使用，即利用短路电流与光照度成线性的特点，这是硅光电池的主要优点。

(3) 光敏二极管和光敏三极管：

光敏二极管的伏安特性相当于向下平移了的普通二极管，光敏三极管的伏安特性和光敏二极管的伏安特性类似，如图4a, 4b所示。但光敏三极管的光电流比同类型的光敏二极管大好几十倍，零偏压时，光敏二极管有光电流输出，而光敏三极管则无光电流输出。原因是它们都能产生光生电动势，只因光电三极管的集电结在无反向偏压时没有放大作用，

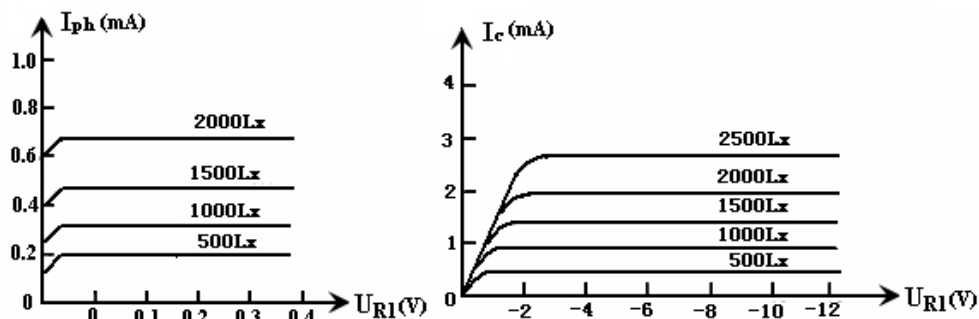


图4a 光敏二极管的伏安特性曲线

图4b 光敏三极管的伏安特性曲线

所以此时没有电流输出（或仅有很小的漏电流）。

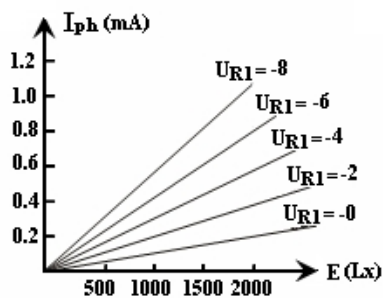


图5a 光敏二极管的光照特性曲线

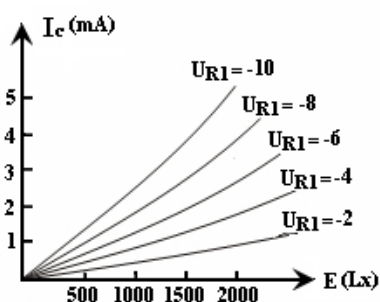


图5b 光敏三极管的光照特性曲线

光敏二极管的光照特性亦呈良好线性，如图 5a, 5b 这是由于它的电流灵敏度一般为常数。而光敏三极管在弱光时灵敏度低些，在强光时则有饱和现象，这是由于电流放大倍数的非线性所致，对弱信号的检测不利。故一般在作线性检测元件时，应选择光敏二极管而不能用光敏三极管。

【实验内容和要求】

相对照度的调校：

由于白炽灯存在差异，故实验前通过调节光电源的电压，改变白炽灯亮度，直至达到硅光电池模块标签纸上厂方所标定照度数据（零刻度 0cm 处 Lux），则校准了一个相对照度，附表所列照度可供参考（据离开光源不同距离处的照度与距离平方成反比计标出）。

1. 硅光电池的特性测试：

(1) 实际接线见实验线路图 6a：

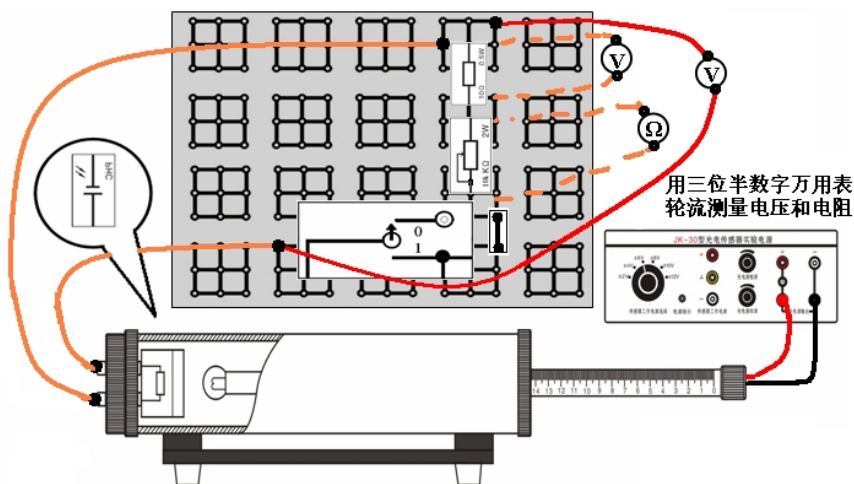


图6a 硅光电池伏安特性测量实际接线图

(2) 硅光电池的伏安特性测试：

仪器实际接线如图 6a 所示，当开关 K 指向“0”时，电压表测量硅光电池的开路电压 U_{OC} ，当开关指向“1”时，调节 $R_{X1}=0$ （即短路），电压表测量 R_1 两端的电压 U_{R1} ，根据公式可以计算出硅光电池的短路电流 I_{SC} （这里可以忽略 R_1 对短路条件的影响）。

1. 按照图 6b 所示连接好实验线路，其中 R_{X1} 为多圈电位器，光源用白炽灯，将待测硅光电池装入暗筒中待测元件插座，光源电压 $0 \sim 12V$ （可调）。
2. 先将可调光电源调至相对照度（硅光电池模块标签纸上厂方所标定照度数据（0mm 处

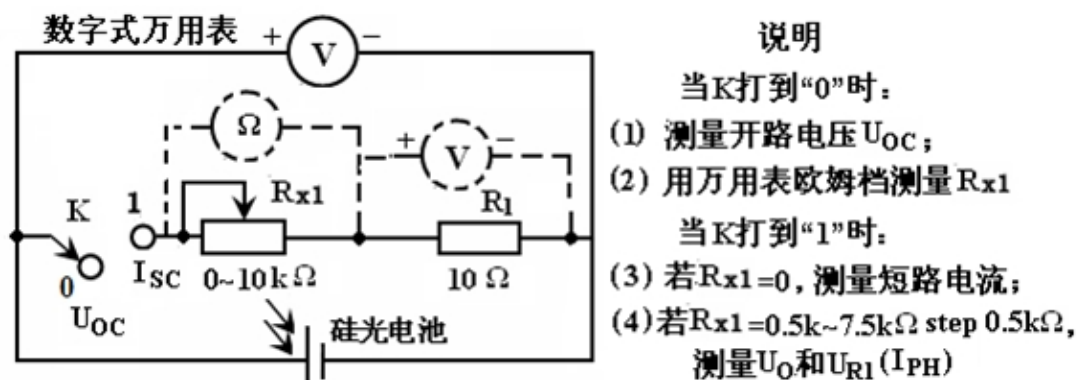


图 6b 硅光电池伏安特性测试电路图

Lux)), 把开关 K 打到“0”，此时数字电压表测量硅光电池的开路电压 U_{OC} ，当开关打到“1”，并调节 $R_{X1}=0 \Omega$ ， $R_1=10 \Omega$ 时，测量 U_{R1} 并计算出硅光电池的短路电流 I_{SC} 。将测量结果记录到表 1。

表 1 硅光电池在标定光照度下的开路电压与短路电流数据记录表

U_{OC} (V)	U_{R1} (V)	I_{SC} (A)

3. 开关打到“1”，在一定的照度下（查附表，移动灯杆），调节多圈电位器阻值 $R_{X1} = 0.5k \Omega \sim 7.5k \Omega$ ，步进量为 $0.5k \Omega$ ，然后用数字万用表分别测出一系列硅光电池的输出电压 U_O 和取样电阻 R_1 两端的电压 U_{R1} ，将测试数据逐一记录到表 2 中。光电流

$I_{Ph} = \frac{U_{R1}}{10.00 \Omega}$ (10.00Ω 为取样电阻的阻值)，这里要求至少测出 10 个数据点，便于绘制出完整的伏安特性曲线。

4. 以后逐步选择不同的光照度（查附表，移动灯杆，共计 3 次），重复上述实验。分别将测试数据记录到表 3 和表 4 中。

表 2 硅光电池伏安特性测试数据记录表（照度： L_{ux} ）

R_{x1} (k Ω)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	...	6.0	6.5	7.0	7.5
U_o (V)										
U_{R1} (V)										
I_{PH} (A)										

表 3 硅光电池伏安特性测试数据记录表（照度： L_{ux} ）

R_{x1} (k Ω)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	...	6.0	6.5	7.0	7.5
U_o (V)										
U_{R1} (V)										
I_{PH} (A)										

表 4 硅光电池伏安特性测试数据记录表（照度： L_{ux} ）

R_{x1} (k Ω)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	...	6.0	6.5	7.0	7.5
U_o (V)										
U_{R1} (V)										
I_{PH} (A)										

5. 根据实验数据画出硅光电池的一簇伏安曲线。

(3) 硅光电池的光照度特性测试:

① 实验线路见图 6b，电位器 R_{x1} 调到 0Ω 。

② 先调至一定的照度下(查附表，移动灯杆)，测出该照度下硅光电池的开路电压 U_{oc} 和短

路电流 I_{sc} 数据,其中短路电流即为光电流 $I_{sc} = I_{ph} = \frac{U_{R1}}{10.00\Omega}$ （近似值， 10.00Ω 为取样

电阻），以后逐步改变光照度（8~10 位），重复测出开路电压和短路电压(计算电流用)。

表 5 硅光电池的光照特性测试记录表

刻度数(cm)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
光照度 L_{ux}										
开路 U_{oc} (V)										
U_{R1} (V)										
短路 I_{sc} (A)										

③根据实验数据画出硅光电池的光照特性曲线。

2. 光敏电阻的特性测试:

(1) 光敏电阻的伏安特性测试:

①按图 7b 接好实验线路, 光源用白炽灯。将检测用光敏电阻装入待测点。

②先将光源调至标定光照度, 在此光照条件下, 改变光敏电阻电路的偏置电压:

+2V, +4V, +6V, +8V, +10V, +12V 时, 测出电阻 R_1 两端电压 U_{R1} , 从而计算得

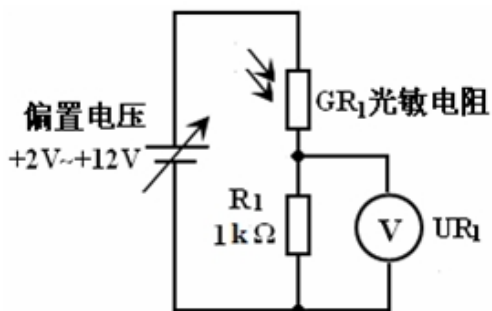


图7a光敏电阻的伏安特性测量电路

到6个光电流数据 $I_{ph} = \frac{U_{R1}}{1.00k\Omega}$, 同时计算出光敏电阻的阻值, 即 $R_g = \frac{U_{cc} - U_{R1}}{I_{ph}}$ 。

以后调节相对照度重复上述实验 (要求至少在三个不同照度下重复以上实验)。

③ 根据实验数据画出光敏电阻的一簇伏安特性曲线。

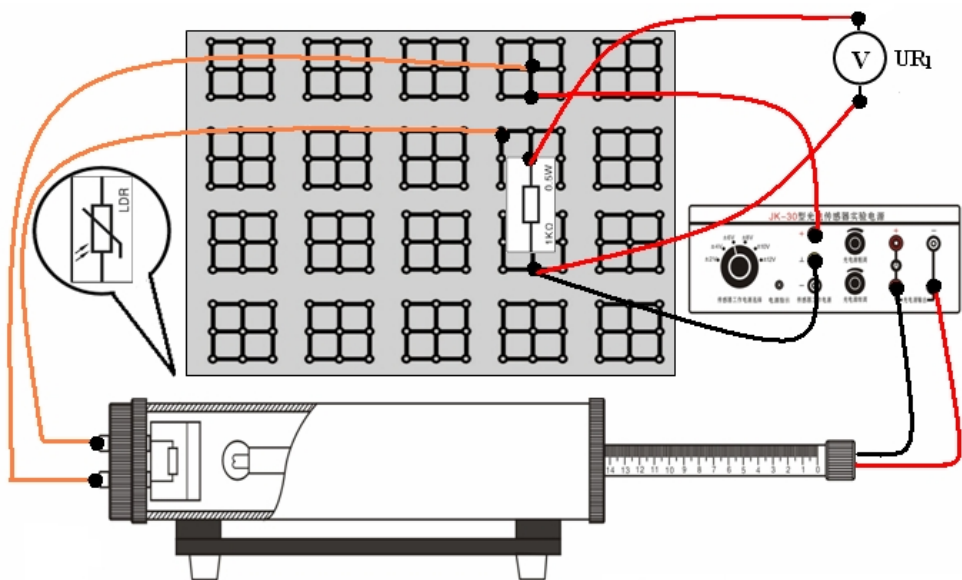


图7b光敏电阻的伏安特性测量实验实际接线图

表 6 光敏电阻伏安特性测试数据记录表（照度： L_{UX} ）

偏置电压 (V)	2	4	6	8	10	12
U_{R1} (V)						
I_{PH} (A)						
$R_g(\Omega)$						

表 7 光敏电阻伏安特性测试数据记录表（照度： L_{UX} ）

偏置电压 (V)	2	4	6	8	10	12
U_{R1} (V)						
I_{PH} (A)						
$R_g(\Omega)$						

表 8 光敏电阻伏安特性测试数据记录表（照度： L_{UX} ）

偏置电压 (V)	2	4	6	8	10	12
U_{R1} (V)						
I_{PH} (A)						
$R_g(\Omega)$						

(2) 光敏电阻的光照特性测试：

①按图 7b 接好实验线路，光源用白炽灯，将检测用光敏电阻 装入待测点。

②从 $U_{CC} = 0$ 开始到 $U_{CC} = 12V$ ，每次在一定的外加电压下测出光敏电阻在相对光照度

从“强光”到逐步减弱(查附表，移动灯杆)的光电流数据，即： $I_{ph} = \frac{U_{R1}}{1.00k\Omega}$ ，同时算

出此时光敏电阻的阻值，即： $R_g = \frac{U_{CC} - U_{R1}}{I_{ph}}$ 。这里要求至少测出 10 个不同照度下的

光电流数据，尤其要在弱光位置选择较多的数据点，以使所得到的数据点能够绘出完整的光照特性曲线。

表 9 光敏电阻光照特性测试数据记录表（偏置电压： $8V$ ）

刻度数(cm)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
光照度(L_{UX})										
U_{R1} (V)										
I_{PH} (A)										
$R_g(\Omega)$										

表 10 光敏电阻光照特性测试数据记录表（偏置电压：10V）

刻度数(cm)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
光照度(Lux)										
U_{R1} (V)										
I_{PH} (A)										
$R_g(\Omega)$										

表 11 光敏电阻光照特性测试数据记录表（偏置电压：12V）

刻度数(cm)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
光照度(Lux)										
U_{R1} (V)										
I_{PH} (A)										
$R_g(\Omega)$										

③根据实验数据画出光敏电阻的一族光照特性曲线。

3. 光敏二极管的特性测试实验：

(1) 光敏二极管的伏安特性测试实验：

- ① 按仪器图 8 连接好实验线路，光源用白炽灯，将硅光敏二极管装入暗筒中待测元件插座。
- ② 将可调光源调至标定光照度，在此光照条件下，测出加在光敏二极管上的反偏电压与

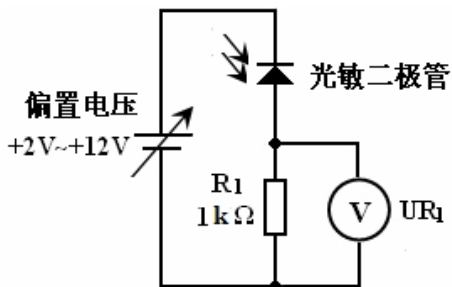


图 8 光敏二极管伏安特性测试电路图

产生的光电流的关系数据，其中光电流 $I_{ph} = \frac{U_{R1}}{1.00k\Omega}$ （ $R_1 = 1.00k\Omega$ 为取样电阻），以后

逐步调大光照度（查附表，移动灯杆，3 次），重复上述实验。

表 12 光敏二极管伏安特性测试数据表（照度： L_{UX} ）

偏置电压(V)	2	4	6	8	10	12
$R_1(\Omega)$	1.00kΩ					
U_{R1} (V)						
光电流(A)						

表 13 光敏二极管伏安特性测试数据记录表（照度： L_{UX} ）

偏置电压(V)	2	4	6	8	10	12
$R_1(\Omega)$	1.00k Ω					
U_{R1} (V)						
光电流(A)						

表 14 光敏二极管伏安特性测试数据记录表（照度： L_{UX} ）

偏置电压(V)	2	4	6	8	10	12
$R_1(\Omega)$	1.00k Ω					
U_{R1} (V)						
光电流(A)						

③根据实验数据画出光敏二极管的一簇光照特性曲线。

(2) 光敏二极管的光照度特性测试:

① 实验线路同图 8。

②选择一定的反偏压，每次在一定的反偏压下测出光敏二极管在从“强光”到逐步减弱的光

电流数据，其中 $I_{ph} = \frac{U_{R1}}{1.00k\Omega}$ ($R_1 = 1.00k\Omega$ 为取样电阻)。这里要求至少测出 3 个不

同的反偏电压下的数据。

表 15 光敏二极管光照特性测试数据记录表（偏置电压：8V）

刻度数(cm)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
光照度(L_{UX})										
U_{R1} (V)										
光电流(A)										

表 16 光敏二极管光照特性测试数据记录表（偏置电压：10V）

刻度数(cm)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
光照度(L_{UX})										
U_{R1} (V)										
光电流(A)										

表 17 光敏二极管光照特性测试数据记录表（偏置电压：12V）

刻度数(cm)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
光照度(L_{UX})										
U_{R1} (V)										
光电流(A)										

③根据实验数据画出光敏二极管的一簇光照特性曲线。

4. 光敏三极管的特性测试实验：

(1) 光敏三极管的伏安特性测试实验：

①按图 9 连接实验线路，光源用白炽灯，将待测光敏三极管装入暗筒内待测点。

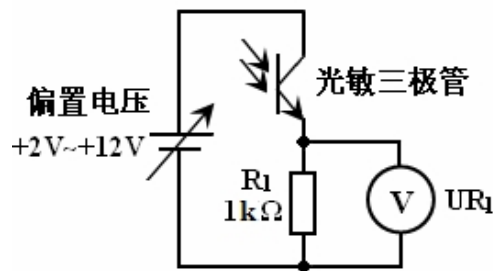


图 9 光敏三极管伏安特性测试电路图

② 将可调光源调至标定光照度，在此光照条件下，测出加在光敏三极管的偏置电压 U_R 与

产生的光电流 I_c 的关系数据。其中光电流为 $I_c = \frac{U_R}{1.00k\Omega}$ ($R_1 = 1.00k\Omega$ 为取样电阻)，

以后选择不同的光照度（至少 3 个），重复上述实验。

表 18 光敏三极管伏安特性测试数据记录表（照度： L_{ux} ）

偏置电压 (V)	2	4	6	8	10	12
$R_1(\Omega)$	1.00kΩ					
U_{R1} (V)						
光电流 (A)						

表 19 光敏三极管伏安特性测试数据记录表（照度： L_{ux} ）

偏置电压 (V)	2	4	6	8	10	12
$R_1(\Omega)$	1.00kΩ					
U_{R1} (V)						
光电流 (A)						

表 20 光敏三极管伏安特性测试数据记录表（照度： L_{ux} ）

偏置电压 (V)	2	4	6	8	10	12
$R_1(\Omega)$	1.00kΩ					
U_{R1} (V)						
光电流 (A)						

③根据实验数据画出光敏三极管的一簇伏安特性曲线。

(2) 光敏三极管的光照度特性测试实验：

①实验线路如图9所示。

②选择一定的偏置电压，每次在一定的偏置电压下测出光敏三极管在从“强光”到逐步减

弱的光电流 I_c 数据，其中 $I_c = \frac{U_{R1}}{1.00k\Omega}$ ($R_1 = 1.00k\Omega$ 为取样电阻)。这里要至少测出三

个反偏电压下的光照特性曲线。

表 21 光敏三极管光照特性测试数据记录表（偏置电压：8V）

刻度数(cm)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
光照度(Lux)										
$U_{R1}(V)$										
光电流(A)										

表 22 光敏三极管光照特性测试数据记录表（偏置电压：10V）

刻度数(cm)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
光照度(Lux)										
$U_{R1}(V)$										
光电流(A)										

表 23 光敏三极管光照特性测试数据记录表（偏置电压：12V）

刻度数(cm)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
光照度(Lux)										
$U_{R1}(V)$										
光电流(A)										

③根据实验数据画出光敏三极管的一簇光照特性曲线。

5. 光纤传感器原理及其应用：

(1)光纤传感器基本特性研究：

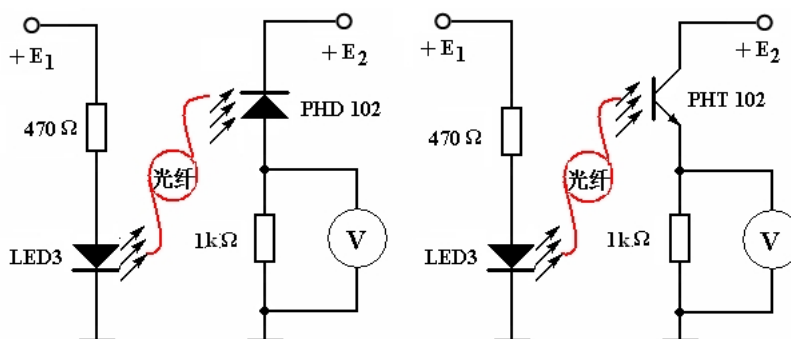


图10 光敏二极管光纤传输特性测试 图11 光敏三极管光纤传输特性测试

图 10 和图 11 分别是用光敏二极管和光敏三极管构成的光纤传感器原理图。图中 LED3 为红光发射管，提供光纤光源；光通过光纤传输后由光敏二极管或光敏三极管接收。

LED3, PHT102, PHD102 上面的光纤插孔用于插入光纤用。通过改变红光发射管供电电流和大小来改变光强, 分别测量通过光纤传输后, 光电三极管和光电二极管上产生的光电流, 得出它们之间的函数关系。注意: 流过红光发射管 LED3 的最大电流不要超过 40mA; 光电三极管的最大集成电极电流为 20mA, 功耗最大为: 75mW/25°C。

(2) 光纤通讯的基本原理与演示:

实验时按图 12 进行接线, 可在 1 输入端输入音频信号(可另配 Jk-7 信号源), 幅度调到合适值, 在 2 输出端喇叭盒发出声响, 用示波器可观察 3 输出端波形(示波器用户自备); 改变信号的幅度和频率, 接受的声响和波形也将随之改变。注意: 流过 LED 的最高峰值电流为 180mA/1kHz, 使用时千万不可超过其上限, 否则将引起元件损坏)。

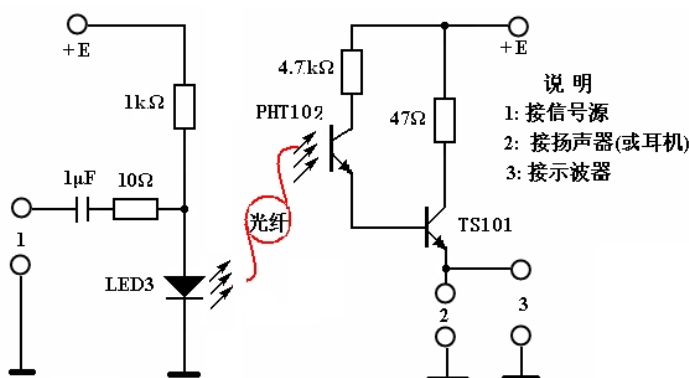


图12 光纤传输实验线路

6. 光耦合器的应用:

光耦合器 (optical coupler, 英文缩写为 OC) 亦称光电隔离器, 简称光耦。光耦合器以光为媒介传输电信号。它对输入、输出电信号有良好的隔离作用, 所以, 它在各种电路中得到广泛的应用。目前它已成为种类最多、用途最广的光电器件之一。光耦合器一般由三部分组成: 光的发射、光的接收及信号放大。输入的电信号驱动发光二极管 (LED), 使之发出一定波长的光, 被光探测器接收而产生光电流, 再经过进一步放大后输出。这就完成了电—光—电的转换, 从而起到输入、输出、隔离的作用。由于光耦合器输入输出间互相隔离, 电信号传输具有单向性等特点, 因而具有良好的电绝缘能力和抗干扰能力。又由于光耦合器的输入端属于电流型工作的低阻元件, 因而具有很强的共模抑制能力。所以, 它在长线传输信息中作为终端隔离元件可以大大提高信噪比。在计算机数字通

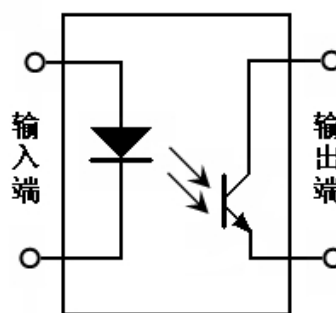


图13 光耦示意图

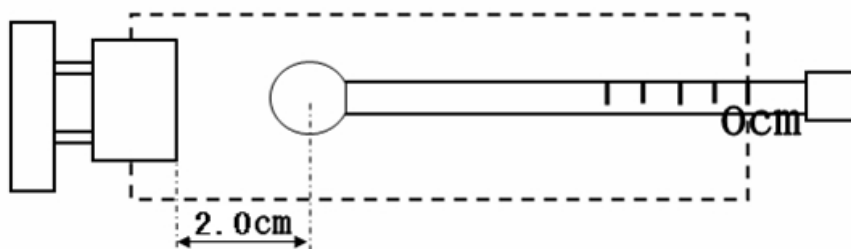
信及实时控制中作为信号隔离的接口器件，可以大大增加计算机工作的可靠性。其应用电路与图 11、图 12 相同，故不再重复。

光耦合器的主要优点是：输入端与输出端完全实现了电气隔离，信号单向传输，输出信号对输入端无影响，抗干扰能力强，工作稳定，无触点，使用寿命长，传输效率高。光耦合器是 70 年代发展起来产新型器件，现已广泛用于电气绝缘、电平转换、级间耦合、驱动电路、开关电路、斩波器、多谐振荡器、信号隔离、级间隔离、脉冲放大电路、数字仪表、远距离信号传输、脉冲放大、固态继电器(SSR)、仪器仪表、通信设备及微机接口中。在单片开关电源中，利用线性光耦合器可构成光耦反馈电路，通过调节控制端电流来改变占空比，达到精密稳压目的。

【思考题】

1. 光敏传感器感应光照有一个滞后时间，即光敏传感器的响应时间，如何来测试光敏传感器的响应时间？
2. 光照强度与距离的关系，验证光照强度与距离的平方成反比（把实验装置近似看作为点光源）。

【附录 1】光学暗筒灯杆、标尺示意图：



光学暗筒标尺在零刻度时，光源与元件的距离约为2.0cm

【附录 2】FB716-III型装置暗筒相对照度参考表

由于灯泡参数不可能完全一致，故实验前通过调节光电源的电压，可改变白炽灯亮度，直至达到**硅光电池**模块标签纸上厂方所标定照度数据(0cm 处 Lux)，则校准了一个相对照度，附表所列照度可供参考（据离开光源不同距离处的照度与距离平方成反比计标出）。

附表 暗筒相对照度参考表

刻度数(cm)	0	1	3	5	7	9
照度(Lux)						
刻度数(cm)	11	13	15	17	19	
照度(Lux)						

刻度数是指灯杆刻度数(cm)，白炽灯到硅光电池间实际距离为：刻度数+2.0(cm)