

太阳能电池特性实验

青岛理工大学物理实验中心

能源短缺

畅销书《即将来临的经济崩溃》作者又一力作！
最新国际经济动态，最新能源危机，最新能源危机预警与应对策略！

即将来临的 能源崩溃

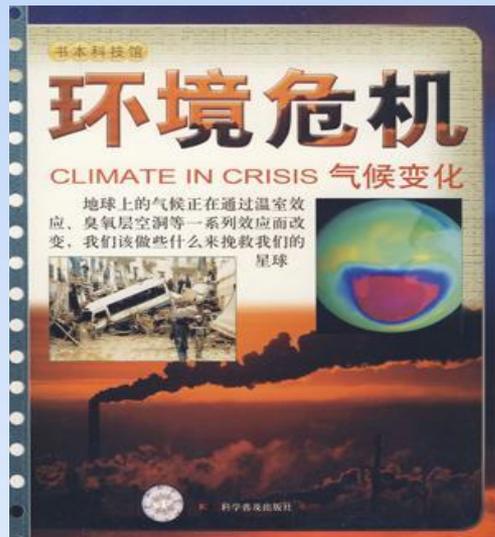
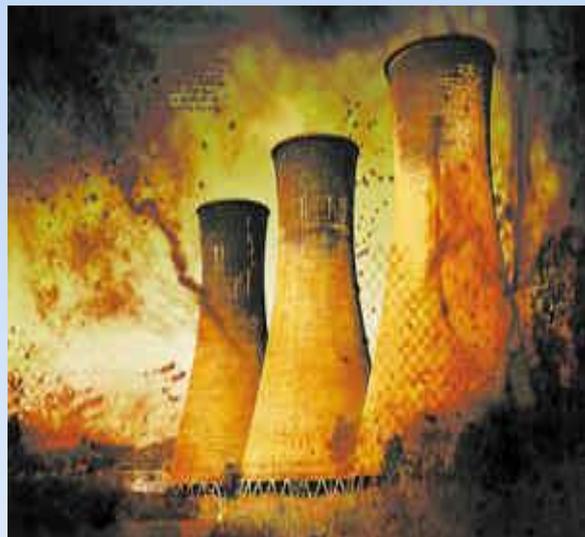


我們，
相遇在歷史轉機眼點！
真正百向未來，
啟動能源世紀變革！

能源危機

30年以後，石油沒了，我們衣食住行的生活方式也將消失。

Energy Crisis



环境污染

太阳能光伏发电一是可以预见的清洁能源利用最好方案。太阳能电池又称为“太阳能芯片”或“光电池”是通过光电效应或者光化学效应直接把光能转化成电能的装置。只要被光照到，瞬间就可输出电压及电流。在物理学上称为太阳能光伏(Photovoltaic, photo 光线, voltaics 电力, 缩写为PV), 简称光伏。

本实验主要研究**多晶硅**，**非晶硅**两种太阳能电池的特性。



实验目的

1. 测量太阳能电池的暗伏安特性；

2. 测量开路电压、短路电流与光强关系的；

3. 测量太阳能电池输出特性。

实验原理

太阳能电池的发电原理是利用太阳能电池吸收 $0.4\mu\text{m}\sim 1.1\mu\text{m}$ 波长(针对硅晶)的太阳光，将光能直接转变成电能输出的一种发电方式。

太阳能电池是一种可以将能量转换的光电元件，由运用P型与N型半导体接合而成的，其基本结构就是一个大面积的P-N结。

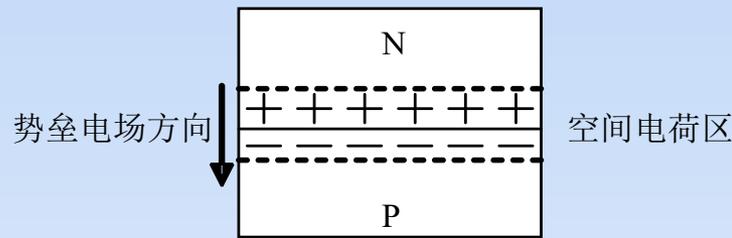
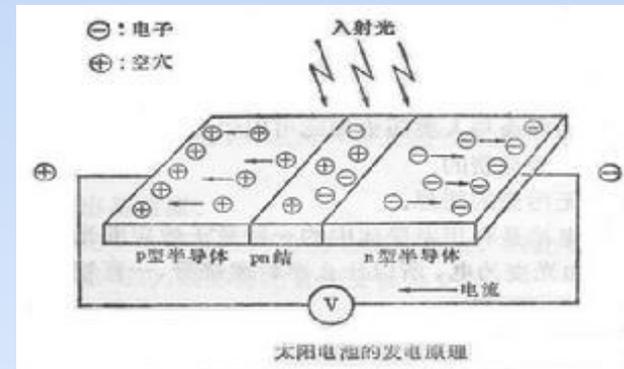
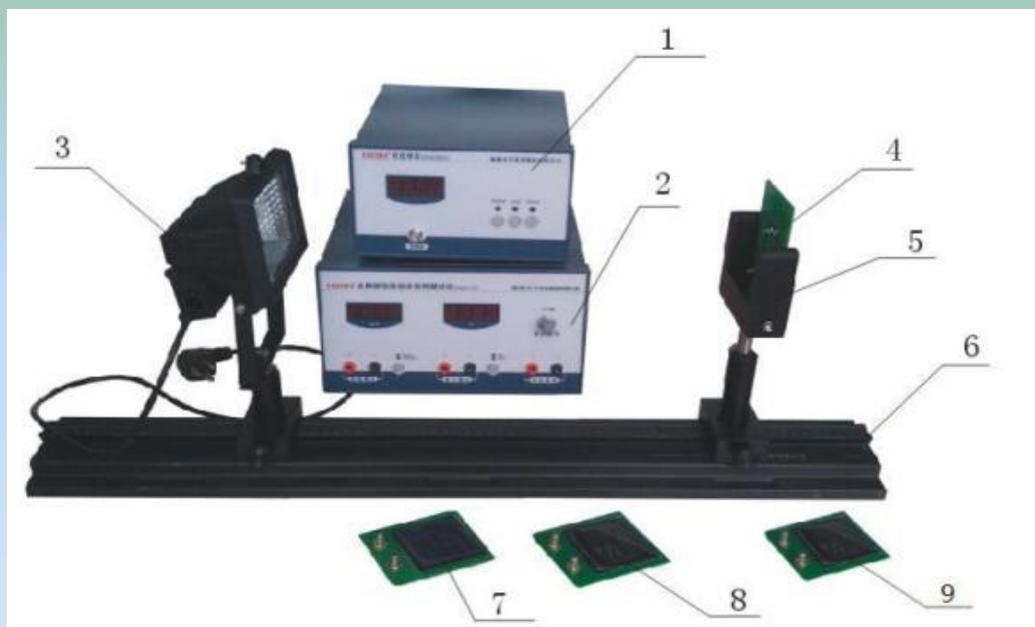


图 1 半导体 P-N 结示意图



实验仪器

光源（碘钨灯）、电压源、电流表、太阳能电池、电压/光强表、遮光罩、滑动支架、导轨、可变电阻箱等



- 1.光功率计
- 2.测试仪
- 3.光源
- 4.光电二极管（用专用连接线与光功率计相连接）
- 5.样品架（用于放置光电二极管传感器，以及待测太阳能电池样品，含遮光罩）
6. 导轨
- 7.单晶硅样品
- 8.多晶硅样品
9. 非晶硅样品

光伏电池的主要性能参数有开路电压 V_{OC} 、短路电流 I_{SC} 、最大输出功率 P_{max} 、填充因子 $F.F$ 、能量转换效率 η_s (%) 等。

1. 开路电压open-circuit voltage (U_{OC}): 太阳能电池处于开路状态时两端电压，即负载断开时测得的最大电压
2. 短路电流short-circuit current (I_{SC}): 太阳电池处于短路状态时流过的电流，即负载电阻为零时测得的最大电流。

3. 输出功率：太阳能电池的输出功率为输出电压与输出电流的乘积。

输出电压与输出电流的最大乘积值称为最大输出功率 P_{\max} 。

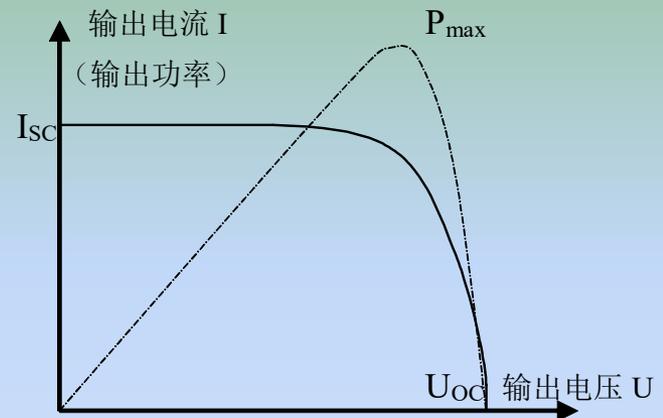


图2 太阳能电池的输出特性

4. 填充因子Fill Factor (F.F)，是太阳能电池性能优劣的重要参数，其值越大，电池的光电转换效率越高。

$$F.F = \frac{P_{\max}}{U_{oc} \times I_{sc}}$$

5. 能量转换效率Power Conversion Efficiency (η_s (%)) :
太阳能电池的最大输出功率和入射光的功率之比。

$$\eta_s (\%) = \frac{P_{\max}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$P_{in} = I \times S$$

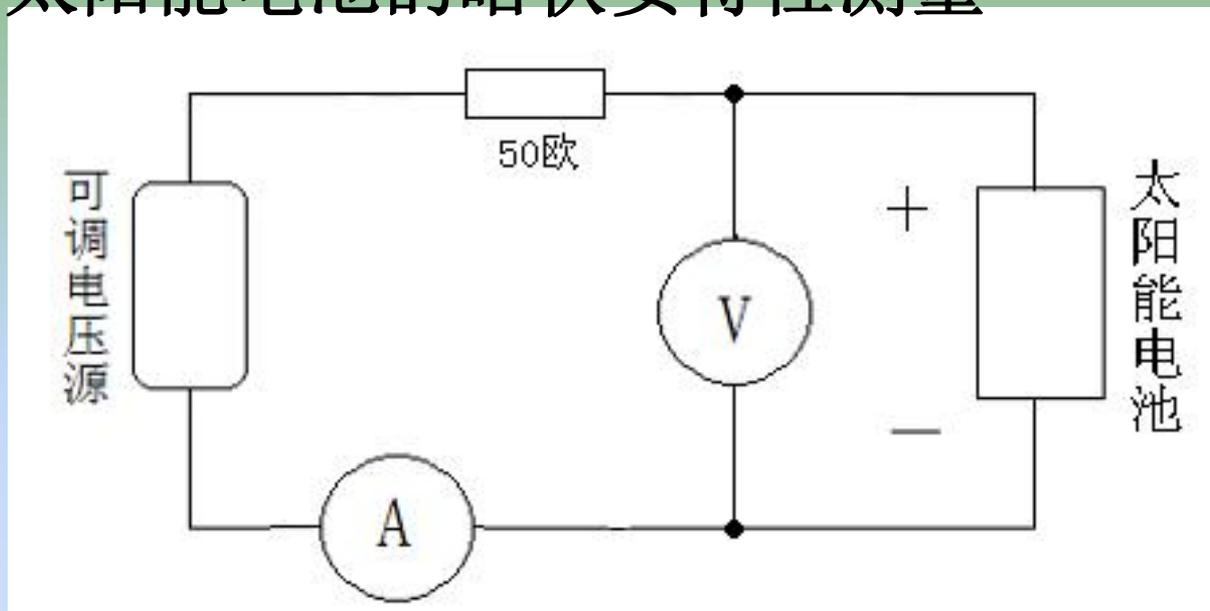
其中I为光强，S为面积

$$S = 0.0036m^2$$

* 测太阳能输出特性实验时，选20cm处的光强

实验内容及步骤

1. 太阳能电池的暗伏安特性测量



伏安特性测量接线原理图

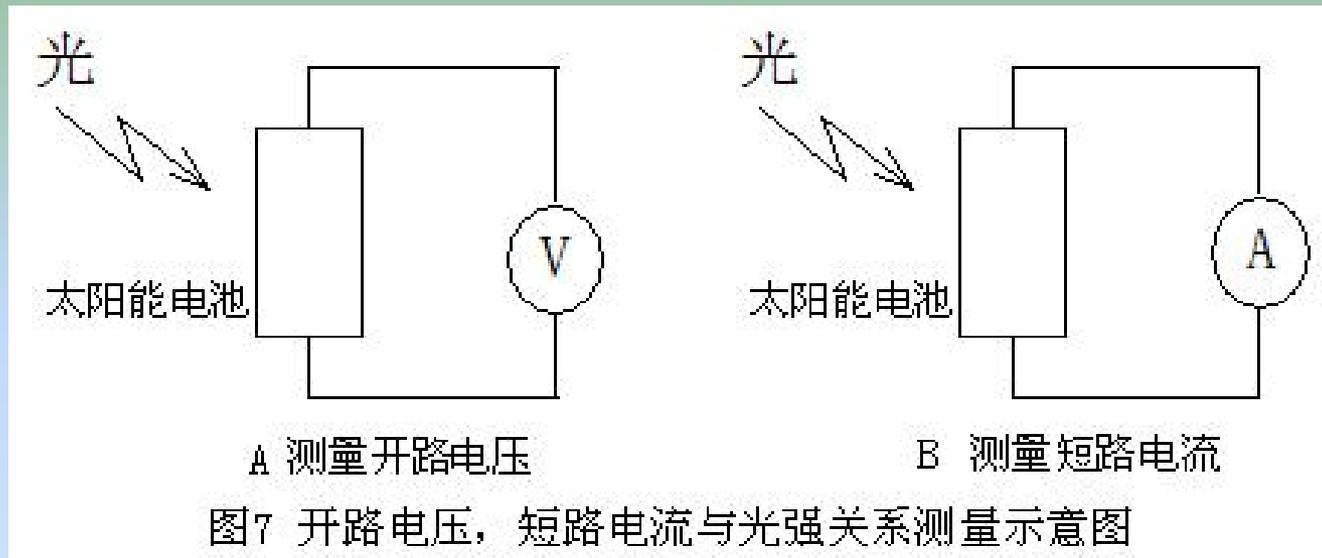
注意：

1. 打开光源，用遮光罩罩住太阳能电池；
2. 注意电路的连接；将“电压输出”接口的两根线互换，即加上反向电压；
3. 电压表建议选择 20V 档，电流表建议选择 2mA 档，电阻箱调至 $50\ \Omega$ 。

电压 U (V)	电流 I(mA)		
	单晶硅	多晶硅	非晶硅
0.0			
0.5			
1.0			
1.5			
2.0			
2.2			
2.4			
2.6			
2.8			
3.0			

表1 三种太阳能电池的暗伏安特性测量

2. 测试电池的开路电压与短路电流



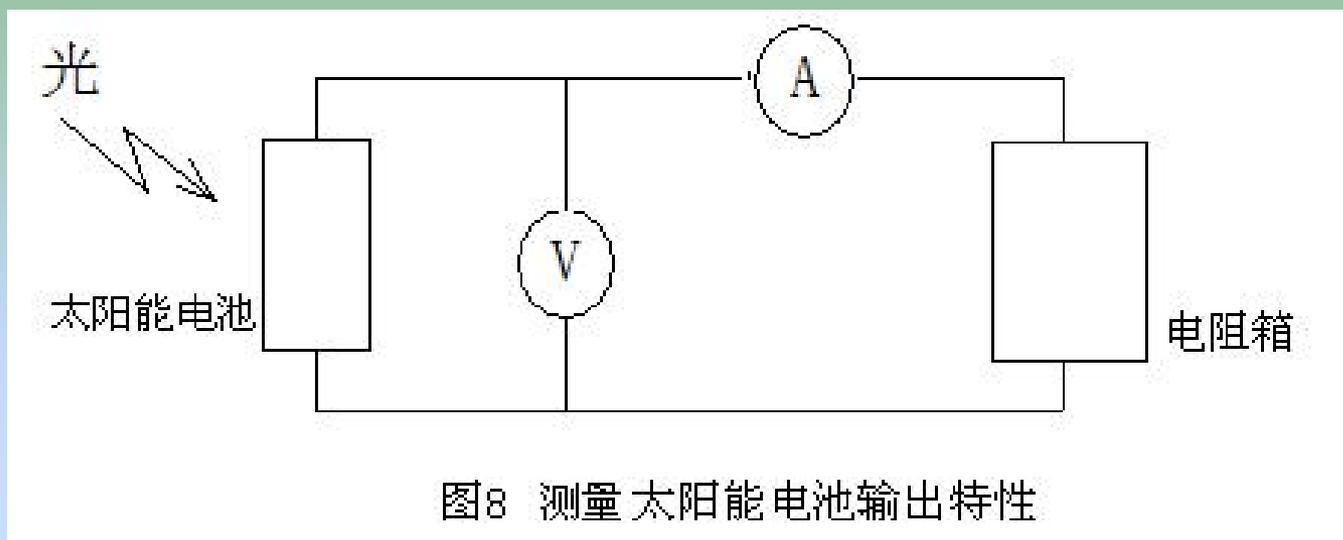
注意：

1. 打开光源开关，预热5分钟；
2. 固定样品架在30cm处，将光功率计探头放置在样品架上；
3. 打开遮光罩，将光功率探头换成单晶硅时，需要把测试仪设置为“电压表”状态。

距离 L (cm)		10	15	20	25	30	35	40	45	50
光功率 P(mW)										
单晶硅	开路电压 U_{oc} (V)									
	短路电流 I_{sc} (mA)									
多晶硅	开路电压 U_{oc} (V)									
	短路电流 I_{sc} (mA)									
非晶硅	开路电压 U_{oc} (V)									
	短路电流 I_{sc} (mA)									

表2 三种太阳能电池开路电压与短路电流随光强变化关系

3. 测试电池的输出特性（改变负载）



- 注意：1. 选光源到电池板之间距离为20cm进行实验；
2. 边做边算，找出并标注最大的输出功率，且之后需有两组数据做支撑。

距离L= 20 cm

面积S= 0.0036 m²

光功率P= mW

单晶硅	输出电压U(V)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
	输出电流I(mA)											
	输出功率P ₀ (mW)											
多晶硅	输出电压U(V)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
	输出电流I(mA)											
	输出功率P ₀ (mW)											
非晶硅	输出电压U(V)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
	输出电流I(mA)											
	输出功率P ₀ (mW)											

表3 3种太阳能电池输出特性实验

注意事项

1. 开路电压、短路电流不能同时测；
2. 做太阳能电池输出特性实验也就是表3时，要边做边算，找到最大值，并作标注，且找到最大值后需要有两组数据来支撑；
3. 每个实验台上的仪器不能相互调换；
4. 实验完毕后，请整理好试验台。