

# 浙江大学实验报告

专业：机器人工程

姓名：

学号：

日期：

地点：紫金港东 3-202

课程名称：电路与模拟电子技术实验 指导老师：周晶 成绩：\_\_\_\_\_  
实验名称：描绘二极管伏安特性曲线 实验类型：电路实验 同组学生姓名：\_\_\_\_\_

## 一、实验目的和要求

1. 熟悉电路元件的特性曲线
2. 学习非线性电阻元件特性曲线的伏安测量方法
3. 掌握伏安测量法中测量样点的选择和绘制曲线的方法
4. 学习非线性电阻元件特性曲线的示波器观测方法。

## 二、实验内容和原理

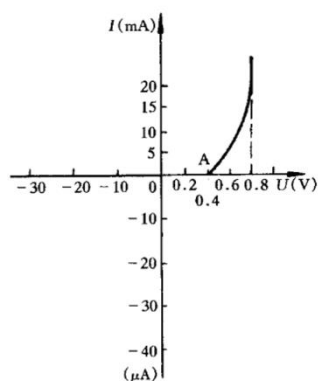
### • 实验原理

#### 1. 伏安法测量

伏安法是一种间接测量的方法。当被测电阻上流过一定电流时，采用电流表和电压表分别测出被测电阻两端的电压和流过的电流，根据欧姆定律  $R=U/I$  计算出被测电阻的阻值。测量电路通常有电压表外接法和内接法两种，分别如下两图所示，测量电路的选择一般根据电阻和测量仪表内阻的比值来决定。

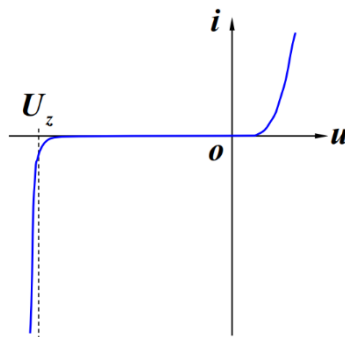
#### 2. 二极管和稳压二极管的伏安特性曲线

(a) 普通二极管



普通二极管伏安特性曲线

(b) 稳压二极管



稳压二极管伏安特性曲线

### • 实验内容

1. 用伏安法（恒压源）测量普通二极管（1.5A 100V）的伏安特性曲线
2. 用伏安法（恒流源）测量描绘稳压二极管的伏安特性曲线
3. 用示波器同时观察两个二极管的伏安特性曲线

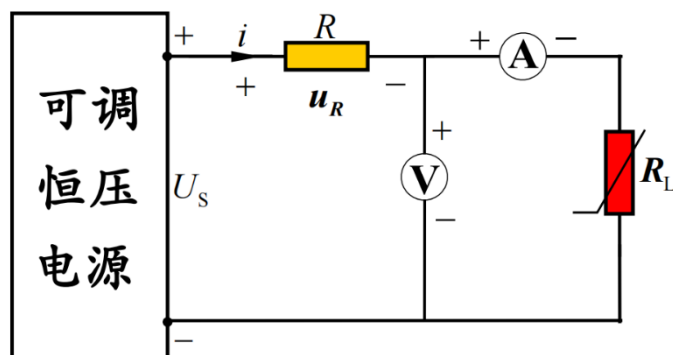
## 三、主要仪器设备

恒压电源、可调恒流电源、定值电阻若干、可调变阻箱、普通二极管、稳压二极管、信号发生器、示波器、面包板、电压表、电流表、隔离测量放大器、导线，面包板

## 四、操作方法和实验步骤

1. 用伏安法（恒压源）测量普通二极管（1.5A 100V）的伏安特性曲线

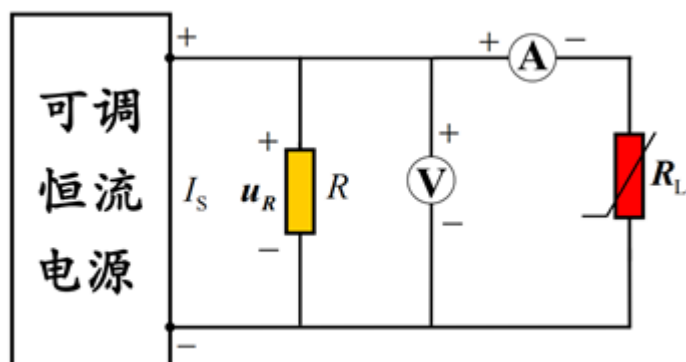
- (1) 选取恒压电源的相关测量方案进行对普通二极管的伏安特性测量。
- (2) 按照如下的电路图，利用恒压电源、可调变阻箱、定值电阻、普通二极管、电压表和电流表在面包板上连接好相应的电路。



- (3) 调节变阻箱和定值电阻的阻值，使电压表上的电压均匀变化，读出电流表的示数并记录。测量要求：对于正向伏安特性曲线，在电压 0~0.5V 区间取三个点，要求均匀变化，在电压 0.5~0.6（突变区间）间取 5 个点，要求均匀变化，在 0.6V~100mA 的区间取五个点，要求测量最大电流在 100mA 附近，不小于 90mA。对于反向伏安特性曲线，在反向电压大于 20V 的区间上取五个点，读数并记录。
- (4) 在坐标纸上拟合曲线，并和标准伏安特性曲线作比较。

## 2. 测量稳压二极管（5V/1W）的伏安特性曲线

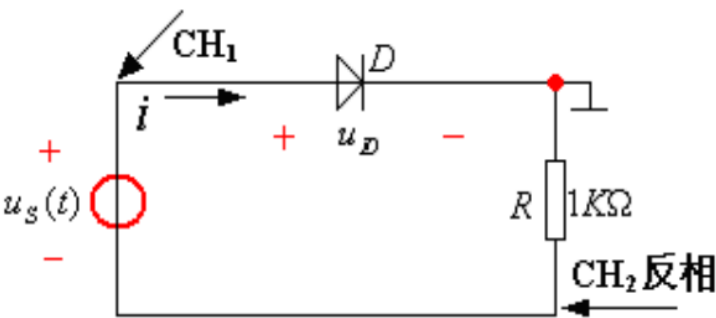
- (1) 选取可调恒流电源的相关测量方案进行对普通二极管的伏安特性测量。
- (2) 按照如下的电路图，利用恒压电源、可调变阻箱、定值电阻、普通二极管、电压表和电流表在面包板上连接好相应的电路。



- (3) 调节可调恒流电源输出的数值，使电压表上的电压均匀变化，读出电流表的示数并记录。测量要求：对于正向伏安特性曲线，在电压 0~0.7V 区间取三个点，要求均匀变化，在电压 0.7~0.8（突变区间）间取 5 个点，要求均匀变化，在 0.8V~100mA 的区间取五个点，要求测量最大电流在 100mA 附近，不小于 90mA；对于反向伏安特性曲线，在电压 0~4.7V 区间取三个点，要求均匀变化，在在 4.7V~100mA 的区间取七个点，要求测量最大电流在 100mA 附近，不小于 90mA。
- (4) 在坐标纸上拟合曲线，并和标准伏安特性曲线作比较。

## 3. 用信号发生器和隔离测量放大器在示波器上输出二极管的伏安特性曲线

- (1) 在示波器上事先调节好要输出的波形。
- (2) 连接示波器与隔离测量放大器，并按照以下电路图连接好电路。



- (3) 调节示波器，使示波器屏幕上显示稳定清晰的波形，观察并拍照记录。

### 五、实验数据记录和处理

1. 以恒压电源为输出测定普通二极管的伏安特性曲线

普通二极管（1.5A 100V）电压与电流关系表

次数 区间		1	2	3	4	5
正向 0~0.5V	电压（V）	0.267	0.263	0.331	0.393	0.417
	电流（mA）	0.00	0.00	0.00	0.12	0.22
正向 0.5~0.6V	电压（V）	0.500	0.517	0.526	0.549	0.589
	电流（mA）	2.68	3.49	4.24	5.72	9.11
正向 90~100mA	电压（V）	0.754	0.758	0.760		
	电流（mA）	92.2	94.8	95.8		
反向 >20V	电压（V）	-27.8	-28.6	-29.1	-29.9	-30.6
	电流（mA）	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2. 以可调恒流电源为输出方案测定稳压二极管的伏安特性曲线

稳压二极管（5V/1W）电压与电流关系表

次数 区间		1	2	3	4	5	6	7
正向 0~0.7V	电压（V）	0.650	0.664	0.691	/	/	/	/
	电流（mA）	1.12	1.65	3.24	/	//	/	/
正向 0.7~0.8V	电压（V）	0.718	0.732	0.746	0.758	0.778	/	/
	电流（mA）	3.52	7.15	7.78	10.23	12.80	/	/
正向 90~100mA	电压（V）	0.820	0.821	0.823	0.826	0.828	/	/
	电流（mA）	91.9	93.7	95.9	98.6	99.6	/	/
反向 0~4.7V	电压（V）	1.79	2.67	3.55	4.43	/	/	/
	电流（mA）	0.00	0.00	0.00	0.00	/	/	/
反向 90~100mA 附近电压	电压（V）	7.24	7.24	7.25	7.25	7.26	7.26	7.26
	电流（mA）	91.7	93.6	94.6	96.1	97.9	98.6	99.4

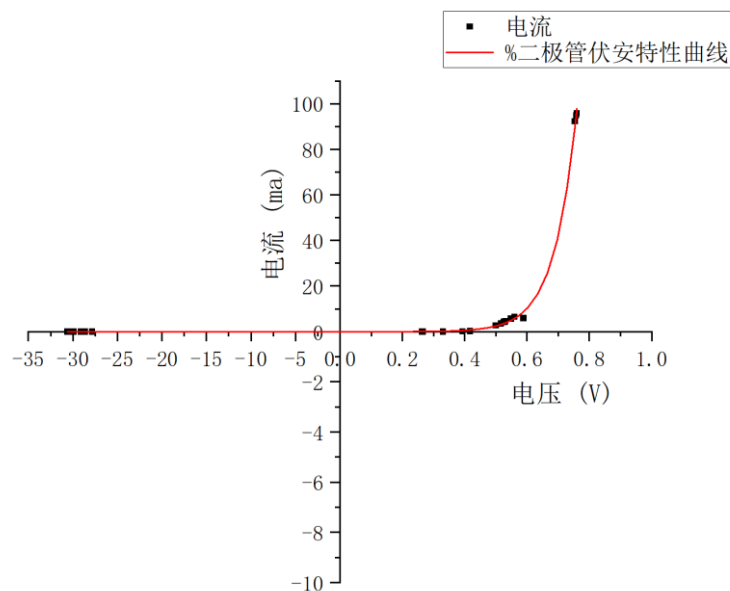
## 六、实验结果与分析

### 1. 普通二极管（1.5A 100V）特性曲线：

将电压、电流关系导入 origin 中，绘制散点图。并创建函数进行拟合：

$$y = I_s * (\exp(V_d/V_t) - 1)$$

其中  $I_s$  和  $V_t$  是参数。



	$I_s$		$V_t$		统计	
	值	标准误差	值	标准误差	Reduced Chi-Sqr	调整后R平方
电流	0.00213	6.5315E-4	0.0708	0.0021	1.13602	0.99901

理论曲线可以很好地拟合数据点，成功描绘了普通二极管的伏安特性曲线。

特别地，通过计算可以得知当  $U < 0.308V$  时， $I < 0.1mA$ ，此时认为是电压死区。

验证了二极管正向也有启动电压。

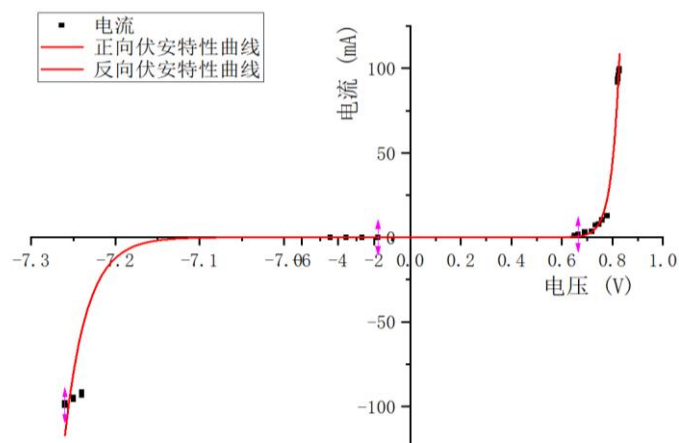
### 2. 稳压二极管（5V/1W）特性曲线：

将电压、电流关系导入 origin 中，绘制散点图。同样使用 1.中的函数及其奇函数进行分段拟合（在  $U > 0$  和  $U < 0$  的区间进行拟合）：

$$y_1 = I_s * (\exp(x/V_t) - 1) \quad x > 0$$

$$y_2 = -I_s * (\exp(-x/V_t) - 1) \quad x < 0$$

其中  $I_s$  和  $V_t$  是参数。



正向拟合的曲线的数据

	Is		Vt		统计	
	值	标准误差	值	标准误差	Reduced Chi-Sqr	调整后R平方
电流	1.63257E-117	4.6251E-115	0.02654	0.04505	715.94184	0.38203

反向拟合的曲线的数据

	Is		Vt		统计	
	值	标准误差	值	标准误差	Reduced Chi-Sqr	调整后R平方
电流	3.90105E-10	9.21327E-10	0.03142	0.00304	20.43486	0.98915

观察到，稳压二极管在反向电压部分和普通二极管有很大不同，反向电压不能持续升高，达到一定值后将会保持稳定，非常缓慢地上升。

正向和反向均能很好地拟合，成功描绘了二极管的伏安特性曲线。

## 七、讨论、心得

### 思考题：

1.用伏安法测量，稳压电源输出的电压、限流电阻的大小应该如何选取？

答：选择限流电阻：限流电阻的作用是限制电流，以便进行电压测量。通常，限流电阻的阻值应该足够大，以不引起过大的负载效应，但又足够小，以确保电流足够用于可靠的测量。

选择电压源：选择电压测量范围时，要确保选择一个范围足够大，可以容纳被测电源的最大电压，同时不损坏伏安表。一般来说，测量范围应大于被测电源的最大电压。

安全考虑：选择限流电阻和电压源时，还要考虑电流值不要过大，以防止过大电流对测量设备和电路造成损害。

2.测量时如何调节可以保障完整反映曲线曲率变化的全貌？

答：在曲率较小处，均匀取点（以普通二极管为例，实验中：90-100ma 处只用取 3 个便能很好的反应伏安特性）。在曲率较大处，数据应当增加取点的密度、数量（以普通二极管为例，实验中：0.5-0.6V 至少取 7 个点）。取点的范围要覆盖曲线的定义域。（以普通二极管为例，反向电压在>20V 时至少测量 5 组数据）

3.示波器、信号源共地与否，对测量结果有什么影响？

答：共地测量：当示波器和信号源共地时，它们的地（GND）引脚连接在一起，形成一个共地点。优点：可以简化连接，适用于许多测量应用，尤其是用于单一信号源测量。缺点：可能引入地回路，导致地回路干扰，信号波形畸变，或测量不准确。

非共地测量：当示波器和信号源不共地时，它们的地引脚没有连接。优点：减少了地回路干扰的可能性，可以更准确地测量小信号，尤其是在高频和精密测量应用中。缺点：需要更复杂的连接，可能需要使用差分放大器或隔离器来适当地处理信号。

.....

装

订

线

.....