

# 淮南师范学院实验报告

学院：电子工程学院 专业：物理学 班级:24 物理 1 班

学号:2414050120 姓名 缪雨轩 日期：2025.10.22

## 一、实验名称：电阻伏安特性的测定

## 二、实验目的：

- 学会用伏安法测量电阻。
- 学会正确选择电流表内接法和外接法，以减小系统测量误差。
- 通过实验绘制线性元件（电阻）和非线性元件（二极管）的伏安特性曲线，了解它们的区别。

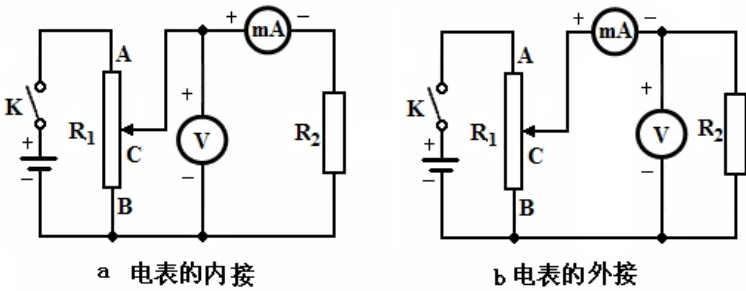
## 三、实验原理：

### （一）伏安法测电阻（线性元件）

根据欧姆定律，对于一个线性电阻 $R_x$ ，流经它的电流  $I$  与其两端的电压  $U$  成正比，即  $R_x = U/I$ 。通过测量电阻两端的电压  $U$  和流过的电流  $I$ ，即可计算出电阻值。

### （二）电流表接法选择

在实际测量中，电压表和电流表本身具有内阻（ $R_V$ 和 $R_A$ ），它们会给测量带来系统误差。



电流表内接法（图 a）：

电压表测量的是电阻  $R_x$  和电流表  $R_A$  的总电压  $U_V = U_x + U_A$ 。

电流表测量的是流过  $R_x$  的真实电流  $I_A = I_x$ 。

测量值： $R_{\text{测}} = U_V/I_A = (U_x + U_A)/I_x = R_x + R_A$ 。

结论：测量值偏大，适用于测量大电阻（ $R_x \gg R_A$ ）。

电流表外接法（图 b）：

电压表测量的是  $R_x$  两端的真实电压  $U_V = U_x$ 。

电流表测量的是流过  $R_x$  和电压表  $R_V$  的总电流  $I_A = I_x + I_V$ 。

测量值： $R_{\text{测}} = U_V/I_A = U_x/(I_x + I_V) = R_x R_V/(R_x + R_V)$ 。

结论：测量值偏小（为  $R_x$ 和 $R_V$  的并联值），适用于测量小电阻（ $R_x \ll R_V$ ）。

选择判据：通常用待测电阻  $R_x$  与  $\sqrt{R_A R_V}$  的大小关系来判断。

当  $R_x > \sqrt{R_A R_V}$  时，宜采用内接法。

当  $R_x < \sqrt{R_A R_V}$  时，宜采用外接法。

在实际测量中，电压表和电流表本身具有内阻（ $R_V$ 和 $R_A$ ），它们会给测量带来系统误差。

电流表内接法（图 a）：

电压表测量的是电阻  $R_x$  和电流表  $R_A$  的总电压  $U_V = U_x + U_A$ 。

电流表测量的是流过  $R_x$  的真实电流  $I_A = I_x$ 。

测量值： $R_{\text{测}} = U_V/I_A = (U_x + U_A)/I_x = R_x + R_A$ 。

结论：测量值偏大，适用于测量大电阻（ $R_x \gg R_A$ ）。

电流表外接法（图 b）：

电压表测量的是  $R_x$  两端的真实电压  $U_V = U_x$ 。

电流表测量的是流过  $R_x$  和电压表  $R_V$  的总电流  $I_A = I_x + I_V$ 。

测量值： $R_{\text{测}} = U_V/I_A = U_x/(I_x + I_V) = R_x R_V/(R_x + R_V)$ 。

结论：测量值偏小（为  $R_x$ 和 $R_V$  的并联值），适用于测量小电阻（ $R_x \ll R_V$ ）。

选择判据：通常用待测电阻  $R_x$  与  $\sqrt{R_A R_V}$  的大小关系来判断。

当  $R_x > \sqrt{R_A R_V}$  时，宜采用内接法。

当  $R_x < \sqrt{R_A R_V}$  时，宜采用外接法。

（三）非线性元件

对于非线性元件（如半导体二极管），其电阻值  $R = U/I$  不是一个常数，它随电压（或电流）的变化而变化。其伏安特性曲线 ( $I - U$ 曲线) 不是一条过原点的直线。

**四、主要仪器设备:** FB321 电阻元件 特性实验仪一台（测试元件、专用连接线等）。

五、实验步骤：

（一）分布伏安法测电阻

- （1）采用滑动变阻器分压接法连接电路，以便电压能从零开始调节。
- （2）分别用电流表内接法和外接法，测量待测电阻 R<sub>1</sub>。
- （3）调节滑动变阻器，逐点改变电阻两端电压  $U$ ，记录 7 组对应的电流  $I$  值。
- （4）更换待测电阻为 R<sub>2</sub>，重复步骤 b 和 c。

（二）测量二极管的伏安特性

- （1）将二极管正向接入分压电路中。
- （2）缓慢调节滑动变阻器，使二极管两端电压 $U$ 从 0 开始逐渐增大。
- （3）记录 7 组对应的电压  $U$  和电流  $I$  值（注意在电流开始急剧增大时，应更精细地调节和读取数据）。
- （4）（为保护元件，本次实验未测量反向特性）。

六、原始数据记录：

|     |    |        | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 量程   |
|-----|----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 内接法 | R1 | 电压（V）  | 0.02  | 0.03  | 0.04  | 0.05  | 0.06  | 0.07  | 0.08  | 2V   |
|     |    | 电流（mA） | 1.072 | 1.58  | 2.104 | 2.629 | 3.155 | 3.674 | 4.209 | 20mA |
|     | R2 | 电压（V）  | 0.02  | 0.03  | 0.04  | 0.05  | 0.06  | 0.07  | 0.08  | 2V   |
|     |    | 电流（mA） | 0.001 | 0.002 | 0.003 | 0.004 | 0.006 | 0.007 | 0.008 | 2mA  |
| 外接法 | R1 | 电压（V）  | 0.02  | 0.03  | 0.04  | 0.05  | 0.06  | 0.07  | 0.08  | 2V   |
|     |    | 电流（mA） | 2.198 | 3.297 | 4.381 | 5.474 | 6.572 | 7.666 | 8.735 | 20mA |
|     | R2 | 电压（V）  | 0.02  | 0.03  | 0.04  | 0.05  | 0.06  | 0.07  | 0.08  | 2V   |
|     |    | 电流（mA） | 0.001 | 0.002 | 0.003 | 0.004 | 0.005 | 0.007 | 0.008 | 2mA  |

表 1 伏安法测电阻

|     |      |                  | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7     | 量程  |
|-----|------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-----|
| 二极管 | 正向特性 | 电压（V）            | 0.2    | 0.3    | 0.4    | 0.5    | 0.55   | 0.6    | 0.65  | 2V  |
|     |      | 电流（mA）           | 0.0001 | 0.0003 | 0.0032 | 0.0444 | 0.2083 | 0.9173 | 4.511 | 2mA |
|     | 反向特性 | 为保护电路元件，实际实验中未测试 |        |        |        |        |        |        |       |     |

表 2 测量二极管的伏安特性

七、数据处理：

数据分析(电阻 R1)：内接法测得  $\overline{R_{\text{内}}} = 18.97\Omega$ ；外接法测得  $\overline{R_{\text{外}}} = 9.13\Omega$ ；根据原理,  $R_{\text{内}} > R_x$  且  $R_{\text{外}} < R_x$ ；

$R_{\text{内}}$ 与 $R_{\text{外}}$ 差异显著，说明 $R_1$  是一个小电阻，电流表内阻  $R_A$ 的影响（内接法）远大于电压表内阻  $R_V$  的影响（外接法）。

因此，测量 R1 应采用外接法，其测量值  $R_1 \approx 9.13\Omega$  更接近真实值。

数据分析（电阻 R2）：内接法测得  $\overline{R_{\text{内}}} = 12.98\text{ k}\Omega$ ；外接法测得  $\overline{R_{\text{外}}} = 12.98\text{ k}\Omega$ ；

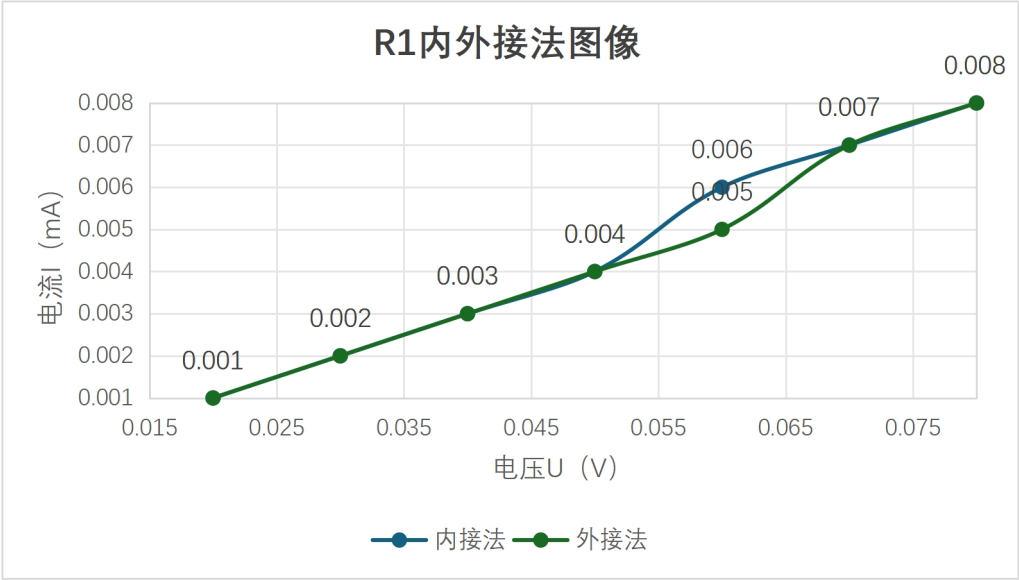
两次测量结果在实验精度内几乎相同。这说明 R2 是一个大电阻。

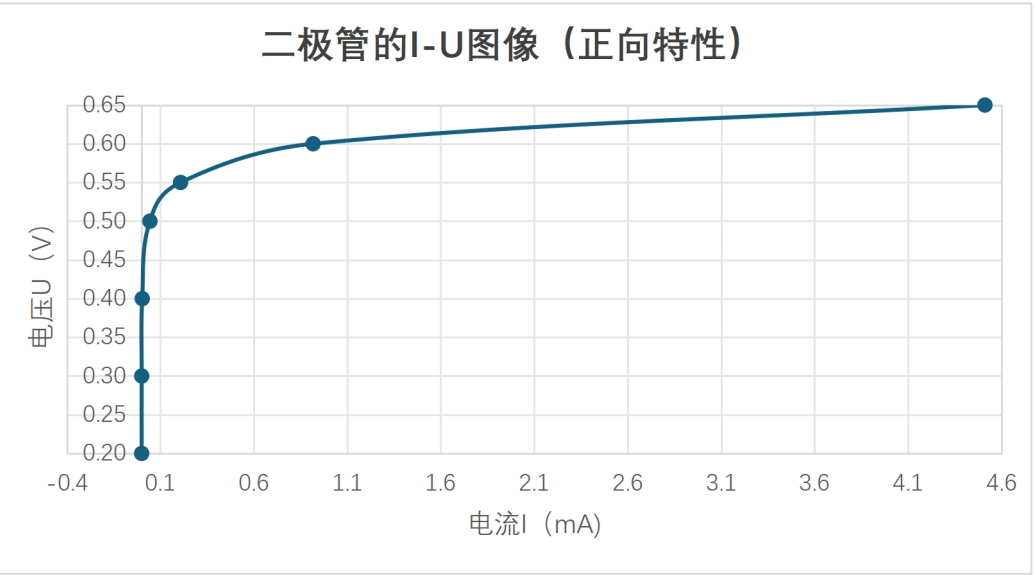
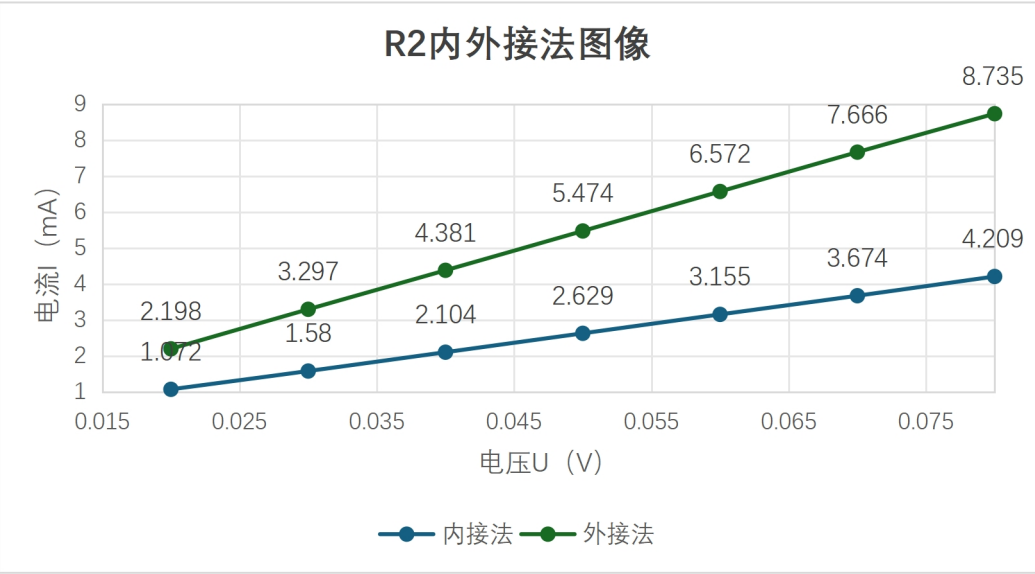
对于内接法， $R_x \gg R_A$ （ $12.98\text{ k}\Omega \gg 9.84\Omega$ ）， $R_{\text{测}} \approx R_x$ ，误差很小。

对于外接法， $R_x$ 远小于 $R_V$ （通常 $R_V$ 为 $M\Omega$ 级别）， $R_{\text{测}} \approx R_x$ ，误差也很小。

理论上，测量大电阻应优先采用内接法。因此，取 $R_2 \approx 12.98\text{ k}\Omega$ 。

绘制  $U - I$ 图像（电阻）：





图像分析：

电阻  $R_1$  和  $R_2$  的  $U-I$  图像是过原点的直线，表明其  $R = U/I$  为常数，它们是线性元件。

二极管的  $I-U$  图像是一条曲线。在电压  $U < 0.5V$  时，电流非常小；当电压  $U > 0.55V$  后，电流随电压非线性地急剧增大。这表明二极管是非线性元件。

### 八、实验结果与讨论:

（一）本实验通过伏安法成功测量了两个电阻的阻值，并通过数据分析了电流表内接法和外接法的适用条件：测小电阻（ $R_1 \approx 9.13\Omega$ ）时应使用**外接法**；测大电阻（ $R_2 \approx 12.98\text{ k}\Omega$ ）时应使用**内接法**。

（二）实验测绘了电阻和二极管的伏安特性曲线。电阻的  $U-I$  曲线为直线，验证了其线性元件。二极管的  $I-U$  曲线为非线性曲线，展示了其单向导电性和非线性特性。

（三）实验误差来源主要包括：

- （1）仪表的系统误差（由仪表精度等级决定）。
- （2）读数时的偶然误差。
- （3）接线方式选择不当引入的系统误差（本实验已通过对比分析进行了规避）。
- （4）导线和接触点存在的接触电阻。