

# 浙江大學

## 實驗報告

專業：XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

姓名：XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

學號：XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

日期：XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

地點：XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

課程名稱：電路與電子技術實驗 I 指導老師：XXXXXX 成績：      分

實驗名稱：直流電壓電流和電阻的測量 實驗類型：個人實驗

姓名：XXXXXX 學號：XXXXXXXXXXXX 同組學生姓名：無

目錄：

- 一、實驗目的與要求
- 二、實驗內容與原理
- 三、主要儀器設備
- 四、操作方法及實驗步驟
- 五、實驗數據記錄與處理
- 六、實驗結果與分析
- 七、討論、心得

# 電路與電子技術實驗報告

## 實驗1—直流電壓電流和電阻的測量

### 一、實驗目的和要求

#### 實驗目的

- 掌握直流電源、測量儀表以及數位萬用電錶的使用方法；
- 掌握直流電壓、電流和電阻的直接測量方法；
- 了解測量儀表量程、解析度、準確度對測量結果的影響；
- 學習如何正確表示測量結果。

#### 實驗要求

- 請不要帶食物進入實驗室，更不允許在實驗室用餐；
- 請勿大聲喧嘩，不要隨意走動，不要私自更換實驗設備；
- 請聽從實驗指導老師的安排，獨立完成實驗；
- 實驗完畢請關閉電源，萬用電表用完後關閉電源歸還，並擺放整齊；整理實驗桌面，保持實驗室整潔；
- 請注意用電安全，包括人身安全和設備安全；
- 文明實驗。

### 二、實驗內容和原理

#### 實驗內容

直流電壓電流和電阻的測量。

#### 實驗原理

- 數位式儀表測量誤差計算方法  
數字顯示的直讀式儀表,其誤差的計算公式為

$$\Delta = x - x_0,$$

$$\delta = \frac{\Delta}{x - x_0} \times 100\%。$$

- 測量結果的表示

完整的測量結果表示由「量值、不確定度和單位」三部分組成。

單次測量的結果表示為： $x \pm u (P = \rho)$  (單位)，其中， $u$ ， $P$  分別是測量的不確定度和置信機率。

多次測量的結果以： $\bar{x} \pm u (P = \rho)$  (單位)，其中  $\bar{x}$  為多次測量的平均值。

對於普通精度實驗中的少次數測量，可直接以儀器誤差  $\Delta_{\text{儀}}$  表示測量的不確定度，即  $u = \Delta_{\text{儀}}$ 。

- 直流電壓、電流的直接測量

將直流電壓表跨接（並聯）在待測電壓處，可以測量其電壓值。直流電壓表的正負極性與電路中實際電壓極性相對應時，才能正確測得電壓值。

電流表則需要串聯在待測支路中才能測量在該支路中流動的電流。電流表兩端也標示正負極性,當待測電流從電流表的「正」流到「負」時，電流表顯示為正值。

理想電壓表的內阻為無窮大，理想電流表的內阻為零。但是,如果電壓（電流）表的內阻為有限量,則當該電壓（電流）表接入電路時，將會改變原來的電路工作狀態，從而使待測電壓（電流）產生誤差。

直流儀表的測量誤差通常由其說明書上的計算公式給出,與測量值以及量程大小有關。

#### 4. 電阻的直接測量

電阻的直接測量通常可用萬用表（電阻表）、電橋、電參數測量儀LCR來測量。電阻的測量誤差由該儀表說明書上的計算公式給出,與測量值以及量程大小有關。

### 三、主要儀器設備

直流穩壓電源、直流穩流電源、十進制電阻箱、數位直流電壓表、數位直流電流表、數位萬用表、電阻、導線、電工綜合實驗台和電容器。

### 四、操作方法和實驗步驟

1. 仔細閱讀實驗室各實驗裝置、儀器儀表的使用手冊,了解本次實驗所用的數位萬用電錶、直流電源、數位直流電壓（電流）表的技術性能指標。
2. 用數位萬用電表分別測量。
  - (1) 當十進位電阻箱的指示值分別為 $2\ \Omega$ 、 $5\ \Omega$ 、 $200\ \Omega$ 、 $5000\ \Omega$ 、 $9999\ \Omega$ 、 $50\ \text{k}\Omega$ 時的電阻值,測量資料填入表7-1-1（見下文）。
  - (2) 指定電容器的電容值,測量資料填入表7-1-2（見下文）。
3. 以數位萬用電錶和數位直流電壓表分別測量直流電壓。

依圖7-1-1接線,其中 $U_S \approx 15\ \text{V}$ ,為直流穩壓電源; $R_1$ 的標稱值為 $200\ \text{k}\Omega$ , $R_2$ 的標稱值為 $50\ \text{k}\Omega$ 。分別以數位萬用電錶的直流電壓擋和數位直流電壓表測量 $U_S$ 、 $U_1$ 和 $U_2$ ,測量數據（包括測量值與量程）填入表7-1-3（見下文）。

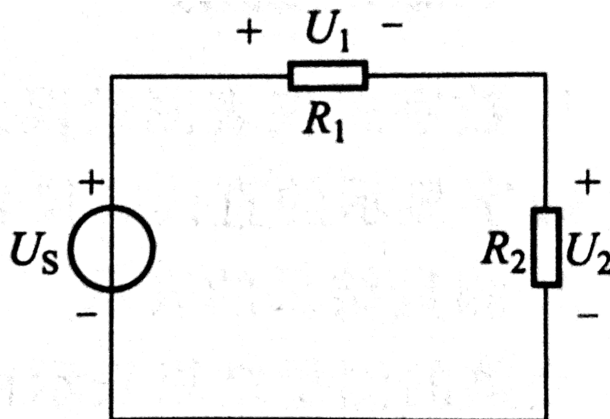


图 7-1-1 电压测量电路

#### 4. 用直流電流表測量直流電流。

按圖7-1-2接線,其中 $I_S \approx 18\ \text{mA}$ ,為直流穩流電源。以直流電流表 $20\ \text{mA}$ 量程測量以下兩種情況下的 $I_S$ 、 $I_1$ 和 $I_2$ ,測量數據（包括測量值與量程）填入表7-1-4（見下文）。

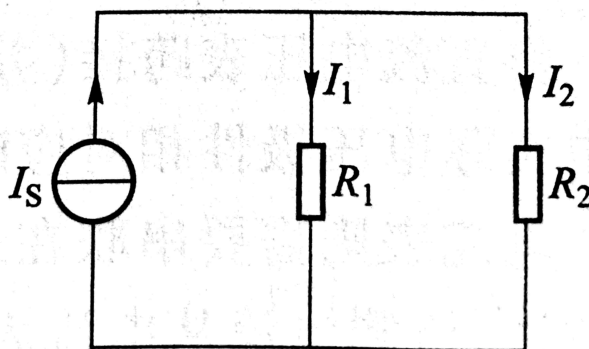


图 7-1-2 电流测量电路

5. 拓展。

圖7-1-2中取 $I_S = 190\text{ mA}$ ,  $R_1 = R_2 = 2\text{ k}\Omega$ 。以直流電流表測量 $I_S$ 、 $I_1$ 和 $I_2$ ，測量數據（包括測量值與量程）填入表7-1-5（見下文）。

五、實驗數據紀錄和處理

表7-1-1 用數字萬用表測量電阻

電阻指示值/ $\Omega$	2	50	200	5 000	9 999	50 k
測量值/量程	2.7 $\Omega$ /600 $\Omega$	51.4 $\Omega$ /600 $\Omega$	199.2 $\Omega$ /600 $\Omega$	5.069 k $\Omega$ /6 k $\Omega$	10.11 k $\Omega$ /60 k $\Omega$	49.62 k $\Omega$ /60 k $\Omega$

表7-1-2 用數字萬用表測量電容

電容標稱值/ $\mu\text{F}$	0.1	0.47	1	47	1 000
測量值/量程	107.0 nF/999.9 nF	505.5 nF/999.9 nF	1.050 $\mu\text{F}$ /9.999 $\mu\text{F}$	46.45 $\mu\text{F}$ /99.99 $\mu\text{F}$	945.7 $\mu\text{F}$ /999.9 $\mu\text{F}$

表7-1-3 測量直流電壓

	$U_S/\text{V}$	$U_1/\text{V}$	$U_2/\text{V}$
用數位萬用表測量	15.08V/60V	12.01V/60V	2.998V/6V
用數位直流電壓表測量	15.12V/20V	11.21V/20V	2.77V/20V

表7-1-4 測量直流電流

	$I_S/\text{mA}$	$I_1/\text{mA}$	$I_2/\text{mA}$
$R_1$ 、 $R_2$ 標稱值均為20 $\Omega$	18.05mA/20mA	7.92mA/20mA	7.94mA/20mA
$R_1$ 、 $R_2$ 標稱值均為2 k $\Omega$	18.05mA/20mA	8.95mA/20mA	8.95mA/20mA

表7-1-5 拓展

	$I_S/\text{mA}$	$I_1/\text{mA}$	$I_2/\text{mA}$
$R_1$ 、 $R_2$ 標稱值均為2 k $\Omega$	34.7mA/200mA	17.2mA/200mA	17.3mA/200mA

計算測量電阻時的儀表誤差

依照儀表誤差公式： $\Delta x = \pm(a\% \times \text{讀數} + n \times \text{分辨率})$ 計算儀表誤差，並將結果填入以下表格7-1-1.1~7-1-5.1：

表7-1-1.1 用數字萬用表測量電阻時的儀表誤差

電阻指示值/ $\Omega$	2	50	200	5 000	9 999	50 k
儀表誤差	$\pm 0.3216\text{ }\Omega$	$\pm 0.7112\text{ }\Omega$	$\pm 1.8936\text{ }\Omega$	$\pm 0.043552\text{ k}\Omega$	$\pm 0.11088\text{ k}\Omega$	$\pm 0.42696\text{ k}\Omega$

表7-1-2.1 用數字萬用表測量電容時的儀表誤差

電容標稱值/ $\mu\text{F}$	0.1	0.47	1	47	1 000
儀表誤差	$\pm 3.71 \text{ nF}$	$\pm 15.665 \text{ nF}$	$\pm 0.0365 \mu\text{F}$	$\pm 1.4435 \mu\text{F}$	$\pm 28.871 \mu\text{F}$

表7-1-3.1 測量直流電壓時的儀表誤差

	$U_S/\text{V}$	$U_1/\text{V}$	$U_2/\text{V}$
用數位萬用表測量時的儀表誤差	$\pm 1.508 \times 10^{-3} \text{ V}$	$\pm 1.201 \times 10^{-3} \text{ V}$	$\pm 2.998 \times 10^{-5} \text{ V}$
用數位直流電壓表測量時的儀表誤差	$\pm 0.0756 \text{ V}$	$\pm 0.05605 \text{ V}$	$\pm 0.01385 \text{ V}$

表7-1-4.1 測量直流電流時的儀表誤差

	$I_S/\text{mA}$	$I_1/\text{mA}$	$I_2/\text{mA}$
$R_1$ 、 $R_2$ 標稱值均為 $20 \Omega$ 時的儀表誤差	$\pm 0.09025 \text{ mA}$	$\pm 0.0396 \text{ mA}$	$\pm 0.0397 \text{ mA}$
$R_1$ 、 $R_2$ 標稱值均為 $2 \text{ k}\Omega$ 時的儀表誤差	$\pm 0.09025 \text{ mA}$	$\pm 0.04475 \text{ mA}$	$\pm 0.04475 \text{ mA}$

表7-1-5.1 拓展時的儀表誤差

	$I_S/\text{mA}$	$I_1/\text{mA}$	$I_2/\text{mA}$
$R_1$ 、 $R_2$ 標稱值均為 $2 \text{ k}\Omega$ 時的儀表誤差	$\pm 0.1735 \text{ mA}$	$\pm 0.086 \text{ mA}$	$\pm 0.0865 \text{ mA}$

## 六、實驗結果與分析

表7-1-1~7-1-4中的實驗結果都與預期相符，但表7-1-5的結果與理論預期大相逕庭。不過，這一切都可以解釋。

所有測量的結果都存在誤差，實驗誤差產生的原因主要來自於元件的誤差和儀器的誤差。元件的誤差是標稱值和真實值之間的差距，儀器的誤差則是測量值與真實值之間的差距。由於所有電源都不是理想電源，所有的電錶也都不是理想電錶（電錶內阻影響測量結果），故儀器測量一定存在誤差。此外，由於人在進行實驗操作，故人也可能造成一些誤差。

透過表7-1-3.1，我們可以看出數位萬用表的測量誤差明顯低於數位直流電壓表。

表7-1-5中的結果與預期不符， $I_S \approx 190 \text{ mA}$ ，原因在於我們實驗所用的電流源有功率6W的限制。在電流為190mA時，功率顯然已經超限，所以輸出的電流被限制在約35mA，即我們測試的結果。

## 七、討論、心得

本次實驗令我初步了解了電路實驗室，懂得了基本元器件的使用方法，還令我學會了誤差的分析。本次實驗加強了我的動手能力，培養了我的科學、嚴謹的意識。希望我能在以後的實驗中學到更多！