

無線電計算題解

Witts 著

郭壽鐸 譯

商務印書館發行

無線電計算題解

W i t t s 著

郭壽鐸譯

商務印書館發行

一九四七年十二月初版
一九四九年十月三版

(58218)

無線電計算題解一冊

Worked Radio Calculations

基價陸元

印刷地點外另加運費

* 版權所 翻印必究 *

原著者
譯述者

Watts
郭壽鐸

發行人

陳懋解
上海河南中路

印刷所

商務印書館
印刷廠

發行所

商務印書館
各地分館

弁 言

一、本書由 A. T. Witts 原著 Worked Radio Calculations (1943) 逐譯而成，可供修習無線電之學生及業餘家參考用。

二、書中名詞術語，照前教育部頒布之物理學名詞、電機工程名詞等書所規定，以昭劃一。

三、正文不附西文，另於書末附以中西文名詞對照表，以備對照。

四、書末編有詳細索引，以便讀者隨時查索。

五、原書各題解答中，算式較淺易者，譯時酌予節略，以求精簡。因此項電學題，運算時，如用計算尺或對數表，較用普通筆算迅速而準確，故不必仿照原書逐步演算。

六、是書匆促付梓，疏誤之處，在所難免，尚祈各方賢達，隨時指教是幸。

郭壽鐸謹識

二十六年春 南京

目 錄

第一章	電流、電壓、電阻、直流功率、計器·····	1
第二章	電池組·····	41
第三章	電磁作用、電感、變壓器·····	58
第四章	容電器及電容·····	74
第五章	電抗、阻抗、共振頻率·····	98
第六章	交流及交流功率·····	116
第七章	真空管(熱游子管)·····	181
第八章	接收機電路及增益·····	146
附錄	中西文名詞對照表·····	167
	索引·····	171

無線電計算題解

第一章

電流、電壓、電阻、直流功率、計器

1. 一個 10 伏特的電池組，兩端連接於一條 25 歐姆的電阻線，問電阻線上的電流若干？

解
$$\text{電流} = \frac{\text{電壓}}{\text{電阻}} = \frac{10}{25} = 0.4 \text{ 安培}$$

2. 一電路，其電阻為 50 歐姆，電路中的電流為 3 安培，問電路兩端的電壓若干？

解
$$\text{電壓} = \text{電流} \times \text{電阻} = 3 \times 50 = 150 \text{ 伏特}$$

3. 某種家用電源的電路電壓為 230 伏特，其中電流為 4.5 安培，問電路的電阻若干？

解
$$\text{電阻} = \frac{\text{電壓}}{\text{電流}} = \frac{230}{4.5} = 51.1 \text{ 歐姆}$$

4. 真空管的柵極偏電阻線 R 為 700 歐姆，要使 35 毫

安培電流通過，問這 R 兩端所生的偏電壓若干？

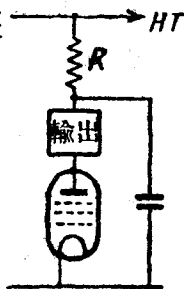
$$\begin{aligned}\text{解} \quad \text{電壓} &= \text{電流} \times \text{電阻} \\ &= \frac{35}{1000} \times 700 \\ &= 24.5 \text{ 伏特}\end{aligned}$$



第 1 圖

5. 真空管板極電流限於 8 毫安培，如欲將高壓電源的電壓，自 300 伏特降到 230 伏特，問所需電阻器 R 的值若干？

$$\begin{aligned}\text{解} \quad \text{電阻} &= \frac{\text{電壓降落}}{\text{電流}} = \frac{\text{高壓} - \text{所需電壓}}{\text{電流}} \\ &= \frac{300 - 230}{\frac{8}{1000}} = \frac{70 \times 1000}{8} \\ &= 8750 \text{ 歐姆}\end{aligned}$$



第 2 圖

6. 設上題的真空管，和另一真空管公用一個降壓電阻線，第二管的板極電流為 3 毫安培，問電阻的值應有若干？

$$\begin{aligned}\text{解} \quad \text{電阻} &= \frac{300 - 230}{\frac{8}{1000} + \frac{3}{1000}} = \frac{70}{\frac{11}{1000}} \\ &= \frac{70000}{11} = 6364 \text{ 歐姆}\end{aligned}$$

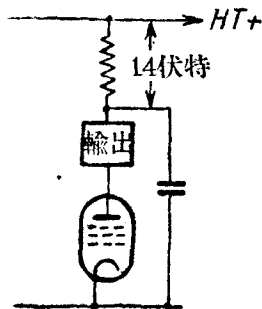
7. (a) 真空管燈絲用 2 伏特的電池組，供給電流 0.06 安培，問燈絲電阻若干？(b) 熱絲電壓 6.3 伏特，電流 0.3 安培，問其電阻若干？

解 (a) 電阻 = $\frac{\text{電壓}}{\text{電流}} = \frac{2}{0.06} = 33.3$ 歐姆

(b) 電阻 = $\frac{6.3}{0.3} = 21$ 歐姆

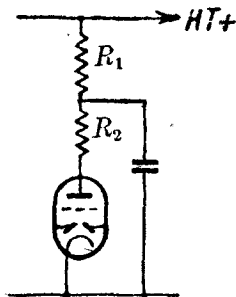
8. 測得 10,000 歐姆解耦電阻器兩端的電壓為 14 伏特（第 3 圖），問通過電阻器的電流為若干？

解 電流 = $\frac{14}{10,000}$ 安培
 $= \frac{14}{10}$ 毫安培
 $= 1.4$ 毫安培



第 3 圖

9. 設第 4 圖的板極電流為 1.4 毫安培，擔負電阻 R_2 之值為 100,000 歐姆， R_1 為 10,000 歐姆，問板極電路中的總電壓降落若干？設高壓電源為 250 伏特，問板極電壓若干？



第 4 圖

解 總電壓降落 = 經 R_1 的

電壓降落 + 經 R_2 的電壓降落

$$= IR_1 + IR_2 = 1.4 \times 10 + 1.4 \times 100$$

$$= 14 + 140 = 154 \text{ 伏特}$$

板極電壓 = 高壓電源電壓 - 板極電路中的電壓降落

$$= 250 - 154 = 96 \text{ 伏特}$$

〔注意〕 本題計算時，不逕算 $\frac{1.4}{1000} \times 10,000$ ，而改求

1.4×10 的積，此法比較簡易得多，務須注意。

10. 設要將高電壓從 300 伏特降至 220 伏特，以供應高頻放大真空管，其板極電流為 8 毫安培，問降壓電阻器的規定功率應為若干？

解 瓦特數 = 伏特數 $\times$ 安培數

$$= (300 - 220) \times \frac{8}{1000} = \frac{80 \times 8}{1000}$$

$$= 0.64 \text{ 瓦特}$$

故須採用一個 $\frac{3}{4}$ 瓦特的電阻器，1 瓦特的亦可。

11. 上題的電阻器，其電阻值應有若干，才能適用？

$$\text{解 電阻} = \frac{\text{電壓}}{\text{電流}} = \frac{300 - 220}{\frac{8}{1000}} = \frac{80 \times 1000}{8}$$

$$= 10,000 \text{ 歐姆}$$

12. 兩個真空管，其中一個的板極電流為 3 毫安培，另一個為 5 毫安培，兩者公用一個降壓電阻，以將高壓電源自 320 伏特降至 210 伏特，試求此電阻應有的瓦特數及歐姆數。

解 瓦特數 = 伏特數 × 安培數

$$= (320 - 210) \times \left(\frac{3}{1000} + \frac{5}{1000} \right)$$

$$= 110 \times \frac{8}{1000} = 0.88 \text{ 瓦特}$$

故 1 瓦特的電阻器可以適用。

$$\begin{aligned} \text{歐姆數} &= \frac{\text{伏特數}}{\text{安培數}} = \frac{320 - 210}{\frac{3}{1000} + \frac{5}{1000}} = \frac{110}{\frac{8}{1000}} \\ &= \frac{110,000}{8} = 13,750 \text{ 歐姆。} \end{aligned}$$

電 阻

13. 兩個電阻，一為 8 歐姆，一為 12 歐姆，試求 (a) 串聯 (b) 並聯時的有效電阻，各為若干？

解 (a) 串聯電阻：

總電阻 (R_t) = 各電阻 (R_1 及 R_2) 之和

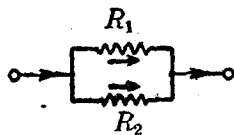
$$\therefore R_t = 8 + 12 = 20 \text{ 歐姆}$$

(b) 並聯電阻：

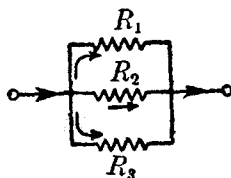
總電阻(R_t) = 各電阻倒數和之倒數

即

$$\begin{aligned} R_t &= \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \\ &= \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{8 \times 12}{8 + 12} \\ &= \frac{96}{20} = 4\frac{4}{5} \text{ 歐姆} \end{aligned}$$



第 5 圖



第 6 圖

14. 設有 6, 12, 15 歐姆等三個電阻, 用 (a) 串聯 (b) 並聯接法, 試求總電阻。

解 (a) $R_t = R_1 + R_2 + R_3 = 6 + 12 + 15 = 33$ 歐姆

$$\begin{aligned} (b) R_t &= \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2}{R_1 R_2 R_3}} \\ &= \frac{R_1 R_2 R_3}{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2} \\ &= \frac{6 \times 12 \times 15}{(12 \times 15) + (6 \times 15) + (6 \times 12)} \\ &= \frac{1080}{342} = 3.16 \text{ 歐姆} \end{aligned}$$

求並聯電阻的總電阻, 用下法計算, 較為簡便:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

依本題情形計算：

$$\begin{aligned}\frac{1}{R_t} &= \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{15} \\ &= \frac{10+5+4}{60} = \frac{19}{60}\end{aligned}$$

倒置使得 $R_t = \frac{60}{19} = 3\frac{3}{19}$ 歐姆

15. 5000, 8000, 20000 歐姆三個電阻器, 求其用並聯法連接時的總電阻。

解
$$\begin{aligned}\frac{1}{R_t} &= \frac{1}{5000} + \frac{1}{8000} + \frac{1}{20000} \\ &= \frac{8+5+2}{40000} = \frac{15}{40000}\end{aligned}$$

倒置使得 $R = \frac{40000}{15} = 2666$ 歐姆

16. 設有三個電阻器, 其值均為 15000 歐姆, 並聯而接, 問總電阻若干? 如設三值各為 100000 歐姆, 其總電阻又為若干?

解 凡用並聯法, 連接數個等值的電阻時, 其有效電阻, 亦即總電阻, 等於其中一個電阻值除以並聯個數而得之商。

即
$$R_t = \frac{15000}{3} = 5000 \text{ 歐姆}$$

如用三個 100,000 歐姆電阻器並聯，則

$$R_t = \frac{100,000}{3} = 33,333 \text{ 歐姆}$$

17. 欲得 10 歐姆的總電阻，須用若干歐姆的電阻，和 20 歐姆相並聯？

解
$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

即
$$\frac{1}{10} = \frac{1}{20} + \frac{1}{R_2}$$

故
$$\frac{1}{10} - \frac{1}{20} = \frac{1}{R_2}, \quad \frac{1}{R_2} = \frac{2-1}{20} = \frac{1}{20}$$

$$\therefore R_2 = 20 \text{ 歐姆}$$

18. 設要將一個 15,000 歐姆的電阻，藉另一個電阻器的加入，而減小至 6,000 歐姆，問所加入的並聯電阻值應為若干？

解 據上題的算法，可知

$$\frac{1}{\text{所添電阻}} = \frac{1}{\text{總電阻}} - \frac{1}{\text{現有電阻}}$$

或
$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_t} - \frac{1}{R_1}$$

依本題情形：

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_2} &= \frac{1}{6000} - \frac{1}{15000} \\ &= \frac{5-2}{30000} = \frac{3}{30000} \end{aligned}$$

倒置之，使得

$$R_2 = 10000 \text{ 歐姆 (所求)}$$

19. 設有一個降壓電阻器，其值為 10,000 歐姆，據測而知不甚合用，所需要的是 17,500 歐姆的電阻，問應如何配備？

解 按將數個電阻並聯，總電阻必減小，由此顯然可知：要將總電阻從 10,000 歐姆增至 17,500 歐姆，則應將電阻串聯。

所加電阻 (R_2) = 所需總電阻 (R_t) - 現有電阻 (R_1)。亦即用 $R_2 = 17,500 - 10,000 = 7,500$ 歐姆，和原有電阻串聯。

20. 設要將一個 8,000 歐姆的電阻，藉另添一個並聯電阻，而減小至 5000 歐姆，問所添電阻的值應為若干？

解
$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

或
$$\frac{1}{5000} = \frac{1}{8000} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{5000} - \frac{1}{8000} = \frac{8-5}{40,000} = \frac{3}{40,000}$$

$$\therefore R_2 = \frac{40,000}{3} = 13,333 \text{ 歐姆}$$

21. 要配成 20000 歐姆的電阻，須用幾個 60000 歐姆的電阻器相並聯？要配成 15000 歐姆則須用幾個？

解 串聯的相同電阻器數目

$$= \frac{\text{每個電阻器的電阻值}}{\text{所需要總電阻}} = \frac{60000}{20000} = 3$$

再解第二問，得

$$\text{電阻器數目} = \frac{60000}{15000} = 4$$

22. 設有多量 1 瓦特的電阻器，可以任意配用，但無線電接收機中所需的，却是 (a) 2 瓦特的 10000 歐姆電阻，(b) 5 瓦特的 500 歐姆電阻，問應如何配合，以應需要？

解 將幾個電阻並聯相接，便可以使其功率的瓦特數，依比例而增加。所以，要配成 2 瓦特的電阻器組，可用兩個 1 瓦特的電阻器，並聯為一組。要配成 5 瓦特的電阻器組，可用五個 1 瓦特的電阻器，並聯為一組。

$$\begin{aligned} (a) \text{ 每電阻器的電阻值} &= \text{合電阻} \times \text{並聯的電阻器數目} \\ &= 10000 \times 2 = 20000 \text{ 歐姆} \end{aligned}$$

$$(b) \text{ 每電阻器的電阻值} = 500 \times 5 = 2500 \text{ 歐姆}$$

因此，我們可用兩個 20000 歐姆的電阻器並聯，以應 (a) 的需要，用五個 2500 歐姆的電阻器並聯，以應 (b) 的需要。

23. 四個電阻： R_1 為 8 歐姆， R_2 為 12 歐姆， R_3 為 6 歐姆， R_4 為 12 歐姆，先將 R_2 、 R_3 、 R_4 相並聯，然後串聯於 R_1 如第 7 圖，試求總電阻。

解 凡遇混聯電阻的問題，最好先求各並聯羣的總電阻，然後計算各串聯電阻的總電阻。依此法，本題中並聯的 R_2 、

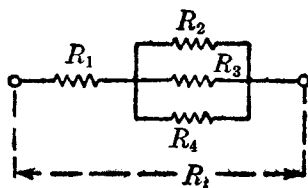
R_2 、 R_4 的總電阻，可先由次式求出：

$$\frac{1}{R_{11}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$= \frac{1}{10} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12}$$

$$= \frac{6+10+5}{60} = \frac{21}{60}$$

$$R_{11} = \frac{60}{21} = 2\frac{6}{7} \text{ 歐姆}$$



第 7 圖

第 7 圖所示的接法，和第 8 圖相當，第 8 圖的 R_1 和

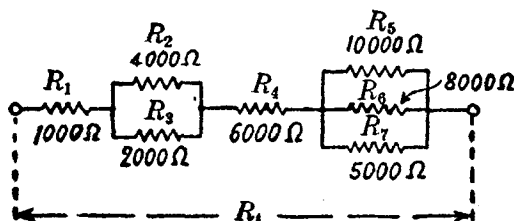


第 8 圖

並聯電阻 R_2 、 R_3 、 R_4 的總電阻 R_{11} 串聯，因此，電網絡的總電阻，等於

$$R_t = 8 + 2\frac{6}{7} = 10\frac{6}{7} \text{ 歐姆}$$

24. 第 9 圖所示電網絡的總電阻爲若干？



第 9 圖

解 4000 Ω 和 2000 Ω 並聯而成的等值電阻爲 R_{t1} ：

$$\frac{1}{R_{t1}} = \frac{1}{4000} + \frac{1}{2000} = \frac{3}{4000} \text{ 歐姆}$$

倒置便得 $R_{t1} = \frac{4000}{3} = 1333 \text{ 歐姆}$

10000 Ω、8000 Ω 和 5000 Ω 並聯而成的等值電阻爲 R_{t2} ：

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_{t2}} &= \frac{1}{10000} + \frac{1}{8000} + \frac{1}{5000} \\ &= \frac{4+5+8}{40000} = \frac{17}{40000} \end{aligned}$$

倒置便得 $R_{t2} = \frac{40000}{17} = 2353 \text{ 歐姆}$

於是，第 9 圖的電網絡，和第 10 圖所示四個電阻串聯相當，其總電阻等於

$$R_i = 1000 + 1333 + 6000 + 2353 = 10,686 \text{ 歐姆}$$