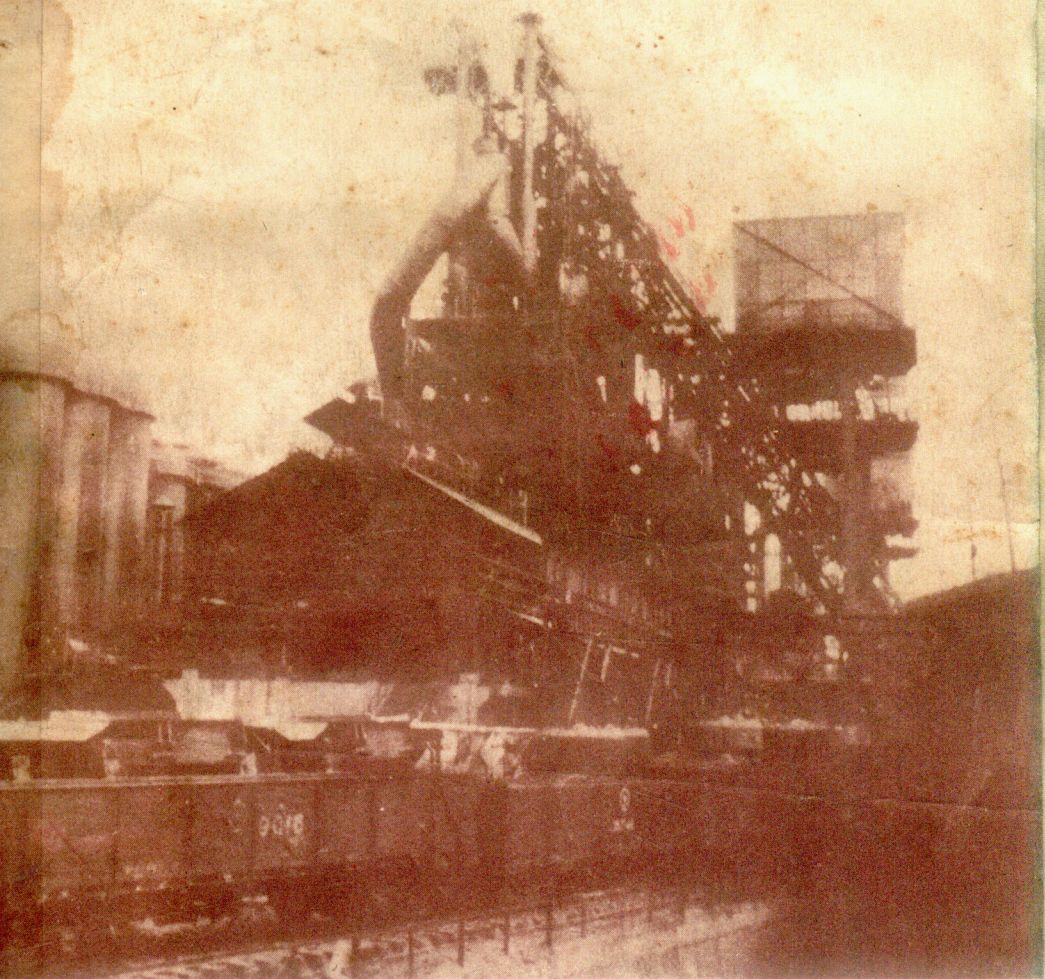


# 電氣照明技術教材



鞍山鋼鐵公司基建教育處



編 審：鞍 鋼 土 建 工 程 處  
出 版：鞍 鋼 基 建 教 育 處  
印 刷：旅 大 人 民 印 刷 廠 二 廠

定 價：

## 前 言

隨着國家大規模經濟建設的開始，相應的培養建設人才就成爲一項十分重要的工作，工業落後的舊中國遺留給我們的最大困難之一——是工業建設幹部和技術力量的缺乏，這種情況使經濟建設不能大規模的展開，數年來經濟恢復的經驗，使我們認識到這一問題的嚴重性。

隨着鞍鋼基本建設工程先後竣工，即將開始大規模的冬訓工作，通過冬訓總結與推廣各種先進經驗，提高工人、幹部政治覺悟和技術業務水平，爲1954年和今後更加繁重的基本建設打下基礎。

適應今年冬訓和今後大量培養工人、幹部的需要我們組織各單位工程技術人員和技術工人編寫了拾陸種冬訓工人技術教材。教材內容主要是各種關鍵性的先進經驗和施工圖紙、操作規程等，並有適合技術工人學習的技術理論。由於各單位領導重視和支持，基建技工學校配合，並分別經過各單位工程技術負責同志審查，一般適合今年冬訓要求，並可供今後經常技術教育之用。

由於時間倉促，加以工程任務繁忙，有些教材是利用業餘時間突擊出來的，以及我們工作上的缺點，冬訓教材不論在內容上和編排上，不可免的都有不少缺點，希望讀者提出意見。

鞍鋼基建教育處

1954年11月10日

# 序 言

一、爲了迎接祖國大規模的基本建設，在電氣安裝工程中，欲保證質量，降低成本，首先必須培養大量的生產技術工人，提高技術理論水平，除在政治方面加強學習外，同時在技術理論與操作規程，亦必須打下良好基礎，盡量在短短的冬訓期間內，應用通俗而實用的教材，教會大家，且希望以下幾項的內容，光榮而勝利的完成冬訓的任務。

1. 現場實際需用電氣基本理論常識。
2. 學習蘇聯電氣器具線路圖表符號、及現場圖紙。
3. 研究操作規程及質量標準。
4. 在今年的施工過程中的幾點改進。
5. 電氣安全操作規程：
6. 研究實際操作方法。

二、本講義是根據建築電氣工程必須的基本理論和常識而編製的，只闡明基本公式的利用方法而刪去公式的證法。

三、本講義只着重講照明和電熱工程的理論，故只以電阻爲主，而電感電抗及電容電抗略去不講。

四、本講義是根據解放後，幾年來的現場施工中發生的現象和事實爲依據而編製的。因時間倉促，經驗所限，希望學習同志，發現問題及時請提出意見，以便更正。

五、本講義以學習蘇聯先進經驗爲基礎，將所用的電氣符號盡量以中央重工業部翻譯的「電工手冊」爲標準。

六、第二章第二節到第五節中的習題爲時間所限，大部份是抄「電工學習題」中的資料。（沈世銳譯）：

七、操作規程及質量標準一章是在1952年，全年施工中，隨着需要逐步作出的草案，在該年終加以整理修改印出，在這次講義中因爲時間所限未加修整，候電業局新內線規程公佈後再修整之。

八、電氣安全操作規程一章是由技術保安科編製的

鞍鋼土木工程處水暖電氣隊

1953年12月



# 目 錄

## 前 言

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 第一章 建築工程一般電氣基本常識 .....               |     |
| 第一節 電壓、電流、電源、和電路 .....               | 1   |
| 第二節 導體電阻。導體電阻和溫度的關係 .....            | 2   |
| 第三節 歐姆定律 .....                       | 5   |
| 第四節 電路的總電阻 .....                     | 9   |
| 第五節 電流的功和功率 .....                    | 14  |
| 第六節 電路的電壓降下和各種工程的安全電流的關係 .....       | 18  |
| 第七節 關於電燈泡的發光，對於電阻、電壓、電流及電功率的關係 ..... | 29  |
| 第八節 絕緣電阻 .....                       | 33  |
| 第九節 一般電氣工程中故障的檢查和修理 .....            | 40  |
| 第十節 日光燈 .....                        | 48  |
| 第二章 蘇聯電氣器具線路圖表符號及現場圖紙 .....          | 52  |
| 第一節 蘇聯電氣器具線路圖表符號 .....               | 52  |
| 第二節 現場圖紙~560kva 變電所圖紙 .....          | 56  |
| 第三章 操作規程和質量標準 .....                  | 79  |
| 第一節 電線管內配線 .....                     | 79  |
| 第二節 配管 .....                         | 80  |
| 第三節 木槽板配線 .....                      | 82  |
| 第四節 磁瓶配線 .....                       | 85  |
| 第五節 磁夾配線 .....                       | 90  |
| 第六節 保安及器具裝置操作規程 .....                | 92  |
| 第七節 變電所 .....                        | 93  |
| 第八節 電纜工程 .....                       | 96  |
| 第四章 電氣安全操作規程 .....                   | 101 |

第五章 在今年施工過程中的幾點改進..... 106

- 第一節 改進焊接地線工具..... 106
- 第二節 改進鐵盒內電線接頭的焊接工具..... 106
- 第三節 改進焊接地線的操作方法..... 107
- 第四節 預製安裝的經驗..... 107

第六章 實際操作方法 ..... 118

- 第一節 日光燈的記錄和安裝..... 118
- 第二節 電流互感器，電流換相開關，和電流表的配線和安裝..... 122
- 第三節 電壓互感器電壓換相開關和電壓表的配線和安裝..... 125
- 第四節 電動機配線和安裝..... 127
- 第五節 瓷瓶配線..... 133
- 第六節 瓷夾配線..... 133



# 第一章

## 建築工程一般電氣基本常識

在建築工程中，常碰到的電氣設備，有強電和弱電兩種；照明、電熱、動力、變電所等安裝工程是屬於強電；電話、擴音機等安裝工程屬於弱電的。根據現場技工同志們的需要，將一般電氣基本常識，摘要分節講解之，

### 第一節 電壓、電流、電源、和電路

水流時必須有水位的高低差，即是落差；同樣電流時必須有電位的差，即是電從高電位之點，向低電位之點流去。這種電位的差，叫做電壓。測量電壓的實用單位是伏特簡寫「伏」。

在有電位差兩點間，用電線連接時，就生出電氣的流。這種電氣的流，叫作電流。測量電流的實用單位是安培，簡寫「安」。

發生電壓和電流的根源叫作電源。例如發電機、乾電池、蓄電池等。如果將電源的出線端子用電線和各種電氣機械器具連接時，使電流通過導體啓動電氣機械器具，這樣就構成電路，所以電路由電源導體，負荷三者所構成，缺那一個也不行。發電機乾電池蓄電池等是電路的電源；電線是構成電路的導體；電燈、電熱器電動機等是電路的負荷。

利用圖2·1·1說明電壓電流電源負荷和電路的關係。大家一看圖，就知道直流發電機是電源、電燈是負荷，由直流發電機電燈中間所接的兩根電線是構成電路的導體；支持電線所用的電柱，瓷瓶木橫擔，瓷管等等都是架設電路和保護電路的主要器材。這部分工程就是在建築中電氣的主要工程。直流發電機轉動時，在出線端子上，生出來了電壓（即電位差）「+」號的端子電位高，「-」號的端子電位低，用兩根電線將端子「+」和「-」和電燈泡的兩極連接時，電流由高電位的「+」端子，經過電燈泡A的燈絲向低電壓的「-」端子流去，由於有電流通過燈絲，使電燈發出光來。沒有發電機Γ，電燈不亮，沒有電燈A，發電機的電，流不出來，沒有兩根電線，連接在發電機Γ和電燈A之間，電燈A也不會亮的，缺一根電線也不行的，所以說電源，導體，負荷是構成電路的三要素，缺那一個也不行的。

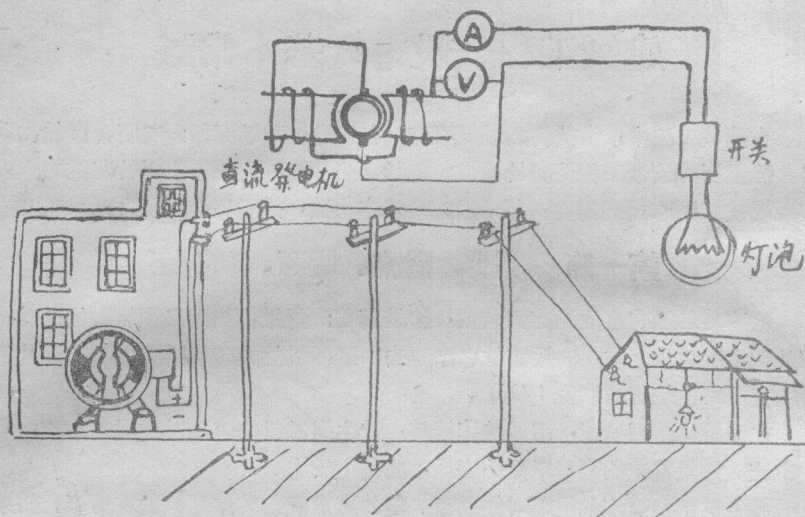


圖 2.1.1

## 第二節 導體電阻及導體電阻和溫度的關係

1. 在導體內有妨礙電流流動的性質，這種妨礙電流流過的特性，叫做導體的電阻。測量電阻的實用單位是歐姆，簡寫「歐」。

橫截面不變的金屬導體，在溫度為  $20^{\circ}\text{C}$  時，它對於直流電的電阻( $r$ )可由下面的公式來確定：

$$r = \rho \frac{l}{s} \dots\dots\dots 2.2.1$$

式中  $\rho$  — 材料的電阻係數，即導體長 1 公尺，橫截面 1 平方公厘，溫度  $20^{\circ}\text{C}$  時的電阻。  
 $L$  — 導體長度 (單位為公尺)

$S$  — 橫截面的面積 (單位為平方公厘)

導體材料的主要特性

| 材料名稱     | 比重   | 在正常壓力下的熔解度(°C) | 在20°C時的電阻係數(歐平方公厘/公尺) | 電阻的溫度係數         |
|----------|------|----------------|-----------------------|-----------------|
| 銅.....   | 8.9  | 1083           | 0.0172—0.0178         | 0.004           |
| 鋁.....   | 2.7  | 658            | 0.03 —0.04            | 0.0036          |
| 錫.....   | 19.1 | 3500           | 0.055                 | 0.004           |
| 鋼.....   | 7.87 | 1400           | 0.10 —0.25            | 0.0045—0.005    |
| 鎳.....   | 8.99 | 1100           | 0.4 —0.44             | 0.002           |
| 錳銅鎳合金    | 8.14 | 960            | 0.4 —0.48             | 0.00001—0.00005 |
| 康銅(鎳銅合金) | 8.9  | 1270           | 0.46 —0.52            | 0               |
| 鎳鉻合金     | 8.2  | 1375           | 1.0 —1.2              | 0.00012—0.0004  |

在習題中應用的電阻係數和溫度係數

| 材 料      | 電 阻 係 數 | 溫 度 係 數 |
|----------|---------|---------|
| 銅.....   | 0.0175  | 0.004   |
| 鋁.....   | 0.03    | 0.0036  |
| 鋼.....   | 0.15    | 0.0045  |
| 鎳.....   | 0.42    | 0.0002  |
| 錳銅鎳合金    | 0.43    | 0       |
| 康銅(鎳銅合金) | 0.5     | 0       |
| 鎳鉻合金     | 1.1     | 0       |

例題 2.2.1 試求二線式銅導體線的電阻，如已知它的長度，是 2 公里橫截面是 35 平方公厘。

〔解〕 導線長  $L = 2 \times 2 \text{ 公里} = 4000 \text{ 公尺}$   $S = 35 \text{ 平方公厘}$   $P = 0.0175$

它的電阻 
$$r = \rho \frac{l}{s} = 0.0175 \times \frac{4000}{35} = 2 \text{ 歐}$$

例題 2.2.2 如使 4000 公尺長的鋁導體線的電阻不超過 0.2 歐。試問這線的橫截面應是多大？

解：由公式 
$$r = \rho \frac{l}{s} \text{ 所以 } s = \rho \frac{l}{r} = 0.03 \times \frac{400}{0.2} = 60 \text{ 平方公厘}$$

但電線表查之鋁導線沒有 60 平方公厘的，而有 70 平方公厘的，所以我們實際使用時須採用 70 平方公厘的鋁導線為規格。



2. 一般的導體因為溫度的變化，它的電阻也多少有變化。金屬導體的電阻是因溫度上昇而增加；但炭素、溶液類的導體的電阻是因溫度上昇而減少的。當溫度為 $t$ 時金屬導體對於直流電的電阻( $r_t$ )可根據公式來確定。

$$r_t = r + \alpha r(t - t_0) \quad 2.2.2$$

式中 $r$ —在起始溫度為 $t_0$ 時的電阻

$\alpha$ —溫度係數，凡化學上純金屬的溫度係數，多接近於  $0.004 \frac{1}{^{\circ}C}$ 。

$t$ —最後的溫度

例題 2.2.3 試求長1200公尺，截面 12.5平方公厘的鋼導線，當溫度為 $40^{\circ}C$ 的電阻。

解：在 $20^{\circ}C$ 時導線的電阻

$$r = \rho \frac{l}{s} = 0.15 \times \frac{1200}{12.5} = 14.44 \text{ 歐}$$

在 $40^{\circ}C$ 時導線的電阻

$$r_t = r + \alpha r(t - t_0) = 14.4 + 14.4 \times 0.0045(40 - 20) = 15.696 \text{ 歐}$$

其中  $2 = 0.0045 \frac{1}{^{\circ}C}$

例題 2.2.4 傳輸電能的銅線在溫度為  $10^{\circ}C$  時有電阻 2 歐，試求這銅線在溫度為 $-15^{\circ}C$ 時的電阻。

解：在溫度是 $-15^{\circ}C$ 時，這銅線的電阻

$$r_t = r + \alpha r(t - t_0) = 2 + 2 \times 0.004(-15 - 10) = 2 - 0.2 = 1.8 \text{ 歐}$$

## 習 題

2.2.1 試求長 100 公尺，截面25平方公厘的銅線的電阻。

2.2.2 試求長 350 公尺，截面35平方公厘的鋼導線的電阻。

2.2.3 試求長 1 公里，截面10平方公厘的鋼導線的電阻。

2.2.4 試求長 5 公厘，每根導線的截面是35平方公厘的二線式導線的電阻。

2.2.5 如將上題的銅線，換用為鋼線，試求線上電阻的增加。

2.2.6 試求長 200 公尺，直徑 4 公厘的鋼線的電阻。

2.2.7 試求長 200 公尺，直徑 2.2 公厘的鋁線的電阻。

2.2.8 400 公尺長的鋼導線，它的電阻等於 0.2 歐，試求它的截面。

2.2.9 1250公尺長的鋼導線，它的電阻等於15歐，試求這線的直徑。

2.2.10 今需要建立起長 1 公里，電阻 1.4 歐的二線式輸電線。試求這樣的銅導線的截面。

2.2.11 銅導線的溫度為  $20^{\circ}\text{C}$  時的電阻是 100 歐試求在  $30^{\circ}\text{C}$  時這線的電阻。

2.2.12 銅導線的溫度為  $20^{\circ}\text{C}$  時具有電阻 10 歐，試求在  $70^{\circ}\text{C}$  時這線的電阻。

2.2.13—銅導線溫度為  $20^{\circ}\text{C}$  時，具有電阻 50 歐，試求在  $-10^{\circ}\text{C}$  時這線的電阻。

2.2.14—銅導線長 2.5 公里，截面 35 平方公厘試求它在溫度為  $40^{\circ}\text{C}$  時的電阻。

2.2.15 試求長 400 公尺，直徑 3.5 公厘的二線式銅導線在溫度為  $-10^{\circ}\text{C}$  時的電阻。

### 第三節 歐 姆 定 律

導體內的電阻具有阻止電流通過的性質，又電壓（電位差）是電流的原動力。如欲遠方大量送電必須升高電壓，所以流於導體內的電流與電壓成正比，與導體內的電阻成反比，這種電壓電流和電阻互相的關係叫做歐姆定律。最先由歐姆這個人發現的，所以叫做歐姆定律。現在假設電壓為  $V$ ，導體內的電阻為  $r$ ，電流為  $I$ ，則三者間的關係用公式來表示：

$$\text{電流 (安)} = \frac{\text{電壓 (伏)}}{\text{電阻 (歐)}}, \quad I = \frac{V}{r} \dots\dots\dots 2.3.1$$

$$\text{電壓 (伏)} = \text{電流 (安)} \times \text{電阻 (歐)} \quad V = Ir \dots\dots\dots 2.3.2$$

$$\text{電阻 (歐)} = \frac{\text{電壓 (伏)}}{\text{電流 (安)}}, \quad r = \frac{V}{I} \dots\dots\dots 2.3.3$$

應用上三式時，三項中知道兩項，就能求出第三項，如果已知道電路的電阻和電路的電壓時，所需的電流即可求出；如果已知道流過電路的電流和電路的電壓時，則電路上的電阻即可求出；如果已知道電路上的電阻和流過電路上電流就能求出該電路的電壓降下。現在將上面三個公式分別說明：

$$I = \frac{V}{r} \dots\dots\dots 2.3.1$$

這個式中  $I$  的值是由  $V$  和  $r$  的值算出來的，電壓  $V$  和電阻  $r$  的值一定了，電流  $I$  就求出一個定值來。

例題 2.3.1 如有 100 伏 100 瓦特的電燈一盞，電燈泡的電阻是 100 歐，則

流過燈絲的電流  $I = \frac{V}{r} = \frac{100}{100} = 1$  安。所以得出電流的定值是一安培。假

定這個 100 瓦特燈泡內燈絲被碰斷，有人用手把燈絲又搖連接上，恰巧全燈絲只連接上一半，還有一半燈絲懸在下面，把這個燈泡又擰電燈頭上去，而燈泡發的光特別亮，這是什麼道理呢？這種現象誰都看見過，但這是什麼道理，燈泡會特別亮呢？恐怕有的人說不出來。現在根據歐姆定律  $I = \frac{V}{r}$  的關係，就能講得很清楚。因為電燈泡所受的電壓還是 100 伏沒有變，但燈絲原來全長的電阻是 100 歐，壞了後又用人工搖動接上時，燈絲只有一半接在燈路上，通過電流，還剩一半燈絲空懸着不通電流；那麼在電路上的電阻減少一半即是燈絲的電阻由 100 歐減少到 50 歐，則通燈絲的電流  $I = \frac{V}{r} = \frac{100}{50} = 2$  安由於電流增大一倍消耗的電能加多所以電燈泡就特別亮了，這是說明電壓  $V$  (100 伏) 不變，電流和電阻成反比的關係。所謂二項成反比，就是說這項增大一半那一項就要減少一半；電阻減少一倍，電流就增大一倍。

例題 2.3.2 100 伏 100 瓦特的電燈泡為什麼擰在 200 伏的電路上就燒壞呢？這個問題，也可以用歐姆定律  $I = \frac{V}{r}$  公式說明之。現在電燈泡的燈絲的電阻  $r$  沒有變，仍然是 100 歐；但電路上的電壓  $V$  變了原來  $V = 100$  伏而現在  $U = 200$  伏所以流過燈絲的電流  $I = \frac{V}{r} = \frac{200}{100} = 2$  安因為現在流過燈絲的電流比原來流過燈絲的電流 (1 安) 大了一倍；因為流過燈絲的電流過多，使燈絲燒得過熱而燒壞 (7 節再詳細說明之)。

例題 2.3.3 100 伏 100 瓦特的電燈泡兩個串聯時，為什麼電燈泡發光不足而不亮呢？這個也可以用歐姆定律  $I = \frac{V}{r}$  公式證明之，現在兩個 100 瓦特電燈泡聯時電壓還是 100 伏，但電路上的電阻變大了，因為 100 瓦特電燈泡的電阻是 100 歐，兩個燈泡串聯在電路上的電阻增大了一倍，即是  $r_s = 200$  歐，由公式  $I = \frac{V}{r} = \frac{100}{200} = 0.5$  安即是流過燈絲的電流減少一半所以電燈發光不足而不亮 (在第七節再詳細說明之)。

例題 2.2.4 在現場施工中，尤其是暫設工程中的臨時電燈電路，常常發生混線的現象使整個電路線上的電燈全滅，再嚴重一些，使電線本身發火，甚造成火災。那麼混線是什麼意義呢？也能用歐姆定律  $I = \frac{V}{r}$  公式說明嗎？



是，可以的。

一般現場技工同志所說的電線混線（現場語），就是電路短路的意思。什麼叫做電路短路呢？就是電路上的電壓不變動，而電阻減少到極小，而電路上的電流增大到極大了，因為電路上流過的電流大極了，超過電路上的電線的安全電流幾倍以上，如果沒有保安裝置的話能使電線的絕緣層十分過熱而着火。

現在利用  $I = \frac{V}{r}$  公式舉例說明之：假設我們暫設臨時電燈的電壓，是100伏，電路上的電阻  $r$  可以改變為[100, 50, 10, 1, 0.1, 0.01, 0.001, 0.0001, 0.00001]時，則電路上的電流  $I = \frac{V}{r}$ ,  $\frac{100}{100} = 1$  安  $\frac{100}{50} = 2$  安  $\frac{100}{10} = 10$  安  $\frac{100}{1} = 100$  安  $\frac{100}{0.1} = 1000$  安  $\frac{100}{0.01} = 10000$  安  $\frac{100}{0.001} = 100000$  安  $\frac{100}{0.0001} = 1000000$  安  $\frac{100}{0.00001} = 10000000$  安。這樣看來，電壓100伏不變時，電路上的電阻  $r$  越變小時，電路上電流越變大；電阻變到極小時，電路上的電流變到極大；那個小到極點的數字就叫「漸近於零」，但是不完全等於零；那個大到極點的數字，就叫作「漸近無限大」，但不等於無限大，就是大到無法計算的數字叫作「無限大」。在絕緣電阻試驗器上，寫着橫八字（ $\infty$ ）就是無限大的符號。例如在現場施工的同志們，往燈頭上擰電燈泡時，恐怕燈泡掉地上摔碎，用力往燈頭裡擰；結果擰混線了，使全路電燈全滅，就是因為用力擰燈泡，將燈頭裡中間銅片壓得和周圍的銅片連結在一處，這時電流不通過燈絲而由該處直接流過去；因為電流由燈頭裡面直接通過去，不經過電絲，所以電路上的電阻變成極小，電路上的電流變成極大，超過電路上電線的安全電流好多倍以上，如果電路上沒有保險絲裝置的話，電路上就會馬上過熱發火的。

〔註〕在這兒所講的「電流會變成大極了而到「無限大」只是講數學的意義，在實際電路上不會生出無限大的電流其理由有三；

（1）供給電路上的電源的變壓器所供給的電流是有定值的不可能供給無限大的電流。

（2）電路上也不可能流過無限大的電流因為流過電線的電流過大時電線就燒斷了。

（3）在事實上不會有無限大的電流存在着。

$$V = Ir \dots \dots \dots 2 \cdot 3 \cdot 2$$

此式是已知道電路上的電阻和流過電流，可以求出電路上的電壓降下。

例題 2.3.5 在單相二線式的電路上，每根線的電阻是 0.25 歐，流過電路上的電流是 5 安問這個電路上的電壓降下是多少伏？

〔解〕 一根電線上的電壓降下是  $Ir$ ，兩根一樣長一樣粗同種導體的電壓降下是  $2Ir$ ，即  $U = 2Ir = 2 \times 5 \times 0.25 = 2.5$  伏。

$$r = \frac{V}{I} \dots\dots\dots 2.3.2$$

此式是已知道電路的電壓和流過電路的電流，可以求出電路電線的電阻，由於已知道電路上所用電線的電阻，由電線表中就能查出電路上所用電線的規格。

例題 2.3.6 電路上的電壓是 100 伏，流過電路的電流是 76.93 安，求這個電路所用的電線是多大呢？

〔解〕  $U = 100$  伏  $I = 76.93$  安所以

$$r = \frac{V}{I} = \frac{100}{76.93} = 13.1 \text{ 歐}$$

由電線表查出 14 平方公厘的電線  $r = 13.01$  歐所以知道電路是用 14 平方公厘的電線。

## 習 題

2.3.1 假定一電路電阻是 150 歐，端電壓是 210 伏，試求電路電流。

2.3.2 假定一電路是 0.3 安電阻是 400 歐，試求這電路的端電壓。

2.3.3 電路的端電壓是 6 仟伏電流是 0.5 安，試求電路的電阻。

2.3.4 試求圖 2.3.1 所

示電路中的電流，假定  $r_1 = 35$  歐  $r_2 = 17$  歐  $r_3 = 8$  歐。

$$V = 120 \text{ 伏}$$

2.3.5 在截面 4 平方公厘，長 200 公尺的二線式銅線的末端連接了一隻電阻

2.25 歐的用電器械假定導線起端的電壓是 20 伏，試畫出電路圖，並求出電路電流。

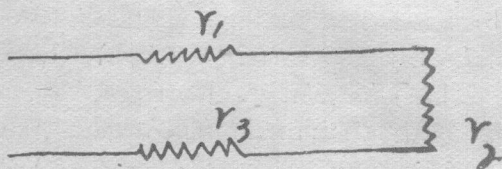


圖 2.3.1

## 第四節 電路的總電阻

在電路中的各種負荷接聯的方式很複雜，所以想求出電路中的總電阻也是很複雜；可以分成串聯，並聯及複聯三個類型。

1. 串聯的總電阻像圖 2.4.1 將三個電阻一個接一個連接着其電阻是  $r_1$   $r_2$   $r_3$  假設這個電路的總電阻是  $r$  則用下邊公式表示之：

$$r = r_1 + r_2 + r_3 \dots\dots\dots 2.4.1$$

2. 並聯的總電阻係圖 2.4.2 將三個電阻線頭像圖 2.4.2 分成兩組接在電路上，其各種電阻是  $r_1$   $r_2$   $r_3$  假設其電路的總電阻為  $r$  則用下邊公式表示之：

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{r} &= \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \\ \text{即 } r &= \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots 2.4.2$$

假定  $r_1 = r_2 = r_3$  時則

$$\begin{aligned} \frac{1}{r} &= \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \\ &= \frac{3}{r_1} \text{ 則 } r = \frac{r_1}{3} \end{aligned}$$

如果有  $n$  個  $r_1$  並聯時則

$$r = \frac{r_1}{n} \dots\dots\dots 2.4.3$$

式中  $r_1$ —單獨一條分電路的電阻  
 $n$ —分電路數

3. 將 1 和 2 的電路合併在一處時則構成複聯的電路像圖 2.4.3 則其總電阻  $r$  用下邊公式表示之：

$$r = r_1 + r_2 + r_3 + r_{2.3.4} \dots\dots\dots 2.3.4$$

式中

$$r_{2.3.4} = \frac{1}{\frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}}$$

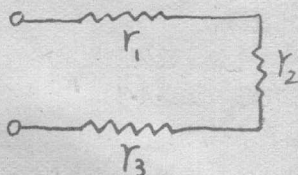


圖 3.1.4

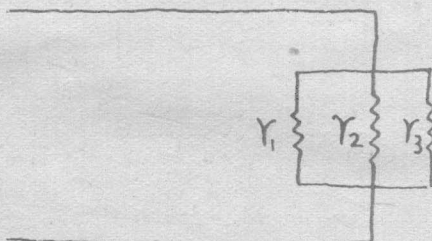


圖 2.2.4



例題2.4.1 電鈴的線捲具有電阻 2.5 歐，現用截面 1 平方公厘，長 50 公尺的鋁導線將它引接到供電電路上去。試求電路的總電阻。

〔解〕我們劃出電路的簡示圖（圖2.4.4）

在圖中：

$r_1$ 和 $r_2$ —鋁導線的電阻

$r_3$ —電鈴線捲的電阻

導線電阻

$$r_1 = r_2 = P \frac{l}{s} = 0.03 \times \frac{50}{1} = 1.5 \text{ 歐}$$

電路的總電阻

$$r = r_1 + r_2 + r_3 = 1.5 + 1.5 + 2.5 = 5.5 \text{ 歐}$$

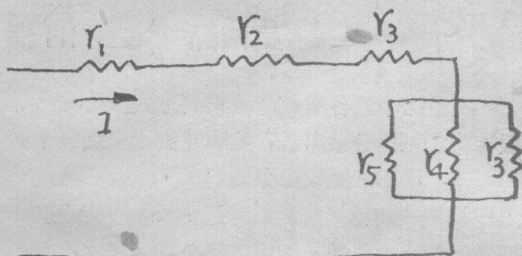


圖 2.4.3

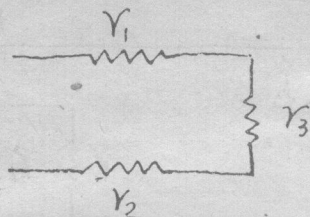


圖 2.4.4

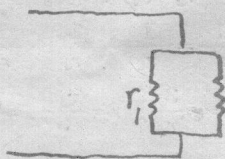


圖 2.4.5

例題2.4.2 假定第一盞電燈的電阻是 100 歐，第二盞是 200 歐，試求這兩盞並聯電燈的總電阻。

〔解〕我們先畫出電路圖（2.4.5）

在圖中：

$r_1 = 100 \text{ 歐}$

$r_2 = 200 \text{ 歐}$

$$\text{總電阻 } r = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}} = \frac{1}{\frac{1}{100} + \frac{1}{200}} = \frac{1}{\frac{3}{200}} = \frac{200}{3} = 66.7 \text{ 歐}$$

例題2.4.3 三盞電燈並聯，每盞的電阻為200歐，試求這些電燈的電阻。

解 
$$r = \frac{r_1}{n} = \frac{200}{10} = 20 \text{ 歐}$$

例題2.4.4 由三盞電燈並聯組成一電路，電燈電阻各為100歐，200歐，和300歐，試求這電路的總電阻。每根引接線的電阻是0.25歐。

〔解〕我們劃出電路圖（圖2.4.6）

在圖中：  $r = r_2 = 0.25 \text{ 歐}$

$r_3 = 100 \text{ 歐}$

$r_4 = 200 \text{ 歐}$

$r_5 = 300 \text{ 歐}$  則

電路的總電阻

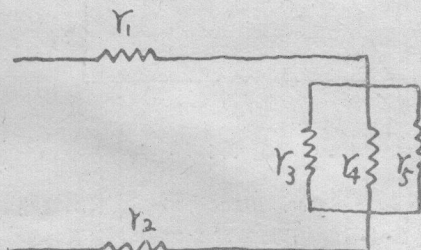


圖 2.4.6

$$\begin{aligned} r &= r_1 + r_3 + r_4 + r_5 + r_2 = 0.25 + \frac{1}{\frac{1}{100} + \frac{1}{200} + \frac{1}{300} + 0.25} \\ &= 0.25 + 54.5 + 0.25 = 55 \text{ 歐} \end{aligned}$$

## 習 題

2.4.1 試求圖2.4.1所表示的電路總電阻，假定  $r_1 = 5 \text{ 歐}$ ， $r_2 = 25 \text{ 歐}$ ， $r_3 = 5 \text{ 歐}$ 。

2.4.2 試求圖2.4.7所表示的電路總電阻，假定  $r_1 = 2.5 \text{ 歐}$ ， $r_2 = 7 \text{ 歐}$ ， $r_3 = 12 \text{ 歐}$ 及  $r_4 = 2.5 \text{ 歐}$ 。

2.4.3 假定圖2.4.1所表示的電路總電阻是25歐，而  $r_1 = r_3 = 1.5 \text{ 歐}$ 試求電阻  $r_2$ 。

2.4.4 一電燈電阻是96歐，現用截面4平方公厘的銅導線把它引接到供電線路上（圖2.4.8）試畫出電路圖並求出假定導線長200公尺時電路的總電阻。

2.4.5 由電阻300歐的電燈，電阻20歐的電鈴以及2歐的接線串聯組成一電路。試劃出電路圖，並求出電路的總電阻，

2.4.6 在長500公尺的二線式銅導線末端連接了一個電阻12.3歐的用電器