

徐氏基金會科學函授學校

# 冷凍空調與電器修護科訓練教材(五)

(譯自美國國家技術學校函授教材)

王 洪 鎧 編譯

(七十一至七十五課合訂本)

- A71 電器檢修用儀錶
- A72 密封機組分析器之操作
- A73 開創你自己的事業
- A74 電晶體之基礎
- A75 電晶體之組成

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學函授學校

# 冷凍空調與電器修護科訓練教材(五)

(譯自美國國家技術學校函授教材)

王 洪 鎧 編譯

(七十一至七十五課合訂本)

- A71 電器檢修用儀錶
- A72 密封機組分析器之操作
- A73 開創你自己的事業
- A74 電晶體之基礎
- A75 電晶體之組成

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會  
監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

# 科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十八年二月二十八日初版

## 冷凍空調與 電器修護科

訓練教材(五)

(七十一至七十五課合訂本)

基本定價 2.60

編譯者 王洪鎧 徐氏基金會發行人

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號  
發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第15795號  
承印者 大原彩色印製企業有限公司 台北市西園路2段396巷19號  
電話：3611986・3813998

## 編譯者序言

由於人類的思考力與創造力永遠存在，使得文明不斷進步，工商經濟日趨繁榮；各色各式的機具乃告持續發明推展，其目的無非在造福人類，使生活過的更幸福舒適而已。惟繁榮進步之另一面，則對工程技術人員，業務推銷人員，以及教育訓練人員之需求殷切；這些人員，均需學識豐富，身懷一技之長者方能勝任；而且必須隨時代之進步不斷吸取並充實自己的學識方克有成。

求學識並不是一定要到學校去隨班聽課，事實上我們有許多業餘的時間和求學的方式可供選擇利用。徐氏基金會有鑒於此，乃創設科學函授學校，俾使任何有心向學，欲獲一技之長者能得到研習的機會。

本冷凍空調與電器修護科課程乃將歐美最優良之函授教材去蕪存菁編譯而成，全套計達八十冊，以每週研習一課計，約需一年半時間可望修畢。其內容為顧及一般學識程度，文句淺顯易懂，偏重實際應用，避免複雜之公式與理論；循序引導學員達於成功之境，所費極少而所獲極多，確是打開前途的最好方法，我們竭誠歡迎各位來參加函授學習的行列。

編譯者 王洪鑑敬識

民國六十六年六月

# 冷凍空調與電器修護科訓練教材

## 課程總目錄

| 課目編號    | 課 程 名 稱             | 課目編號    | 課 程 名 稱           |
|---------|---------------------|---------|-------------------|
| (一)A 1  | 冷凍空調與電器修護介紹         | (四)A 41 | 窗型調氣機之檢修——第二部份    |
| A 2     | 冷凍學基礎               | A 42    | 減濕器與空調器之維護        |
| A 3     | 熱與壓力原理              | A 43    | 暖氣介紹              |
| A 4     | 壓縮機                 | A 44    | 暖氣系統設計            |
| A 5     | 膨脹閥                 | A 45    | 瓦斯燃燒火爐            |
| (二)A 6  | 浮球閥、毛細管、凝結器、蒸發器     | (四)A 46 | 燃油及瓦斯、油燃燒器        |
| A 7     | 電的基本原理              | A 47    | 蒸汽及熱水暖氣系統         |
| A 8     | 磁與電磁學               | A 48    | 個別加熱器的安裝與維護       |
| A 9     | 交流電、變壓器、電阻與電容器      | A 49    | 重實務型個別加熱器         |
| A 10    | 含電容與電感的電路           | A 50    | 中央系統空氣調節——系統及控制電路 |
| (三)A 11 | 冷凍馬達控制              | (四)A 51 | 中央系統空氣調節——冷卻設備及控制 |
| A 12    | 電動機                 | A 52    | 箱型冷氣機             |
| A 13    | 工具的使用和維護            | A 53    | 空氣之分配             |
| A 14    | 家庭電路配線的檢修           | A 54    | 空調用風管             |
| A 15    | 配線技術、變壓器作用          | A 55    | 風扇與鼓風機            |
| (四)A 16 | 交流原理、電器零件、開關電路      | (四)A 56 | 商業用冷凍與冷藏          |
| A 17    | 冷媒與潤滑油              | A 57    | 壓縮機的分類及額定         |
| A 18    | 冷媒與乾燥器              | A 58    | 商業用冷凍系統凝結器        |
| A 19    | 家用電冰箱箱體             | A 59    | 商業用冷凍系統蒸發器        |
| A 20    | 密封式電冰箱機組            | A 60    | 商業用冷凍機之控制——第一部份   |
| (四)A 21 | 冷凍用管件及工具            | (四)A 61 | 商業用冷凍機之控制——第二部份   |
| A 22    | 電阻電路、繼電器與馬達控制電路     | A 62    | 食品冷凍櫃之檢修          |
| A 23    | 電冰箱之維護——故障排除        | A 63    | 食品之凍結             |
| A 24    | 電冰箱之維護——電路系統檢修      | A 64    | 製冰機械、飲水機          |
| A 25    | 電冰箱之維護——冷凍系統檢修      | A 65    | 飲料之冷卻             |
| (四)A 26 | 自動製冰機               | (四)A 66 | 冷凍車輛              |
| A 27    | 無霜電冰箱及冷凍櫃           | A 67    | 商業用冷凍系統之安裝——第一部份  |
| A 28    | 電路選擇及定時器            | A 68    | 商業用冷凍系統之安裝——第二部份  |
| A 29    | 吸收式冷凍系統——瓦斯冰箱       | A 69    | 空氣調節、熱泵、寒水空調系統    |
| A 30    | 瓦斯冰箱的安裝與檢修          | A 70    | 商業用冷凍系統之檢修        |
| (四)A 31 | 基本冰箱檢修法             | (四)A 71 | 電器檢修用儀器           |
| A 32    | 電冰箱之電路系統            | A 72    | 密封機組分析器之操作        |
| A 33    | 家用冷凍櫃的檢修            | A 73    | 開創你自己的事業          |
| A 34    | 空氣調節基礎              | A 74    | 電晶體之基礎            |
| A 35    | 空氣流動的測量             | A 75    | 電晶體之組成            |
| (四)A 36 | 空氣污染、空氣洗滌室及過濾器      | (四)A 76 | 電晶體基本電路           |
| A 37    | 空氣之淨化、微菌洗滌室、電子空氣清潔器 | A 77    | 電晶體控制電路——第一部份     |
| A 38    | 居所舒適區域之空調           | A 78    | 電晶體控制電路——第二部份     |
| A 39    | 窗型調氣機之安裝            | A 79    | 電晶體控制電路之測試與故障排除   |
| A 40    | 窗型調氣機之檢修——第一部份      | A 80    | 冷凍空調常用字典          |

A 71

# 電器檢修用儀錶

徐氏基金會出版

# 目 錄

|                  |       |                 |       |
|------------------|-------|-----------------|-------|
| 前言 .....         | 71-1  | 電壓錶電流錶讀法 .....  | 71-18 |
| 儀表的目的 .....      | 71-1  | 瓦特錶 .....       | 71-18 |
| 柱塞型電流錶 .....     | 71-2  | 歐姆錶 .....       | 71-19 |
| 作用原理 .....       | 71-3  | 串聯變阻歐姆錶 .....   | 71-19 |
| 動圈式電流錶 .....     | 71-3  | 交流電錶 .....      | 71-22 |
| 作用原理 .....       | 71-3  | 整流器型交流電流錶 ..... | 71-22 |
| 交流的應用 .....      | 71-5  | 交流電壓錶 .....     | 71-24 |
| 直流電錶 .....       | 71-6  | 整流器型交流電壓錶 ..... | 71-24 |
| 直流電錶的靈敏度 .....   | 71-6  | 組合電錶 .....      | 71-24 |
| 在直流電錶上的電壓降 ..... | 71-7  | 組合伏特歐姆錶 .....   | 71-25 |
| 電流錶電阻的重要性 .....  | 71-8  | 直流電壓的測量 .....   | 71-26 |
| 使用電流分流器 .....    | 71-8  | 直流電流的測量 .....   | 71-27 |
| 多範圍直流電流錶 .....   | 71-10 | 交流電壓的測量 .....   | 71-27 |
| 串級分流器 .....      | 71-11 | 萬用電錶 .....      | 71-28 |
| 直流電壓錶 .....      | 71-13 | 電流的測量 .....     | 71-29 |
| 倍乘電阻 .....       | 71-14 | 交流電壓的測量 .....   | 71-30 |
| 靈敏度等級 .....      | 71-14 | 中電阻的測量 .....    | 71-31 |
| 電壓錶串聯電阻的效果 ..... | 71-15 | 低電阻的測量 .....    | 71-31 |
| 電功率測量 .....      | 71-17 | 複習第71課 .....    | 71-32 |

# 前言

在檢修冷凍空調機械，家用電器等故障時，測試電錶為一項必備工具，在以前的課程裏，我們只討論到電錶的應用，但對其構造與作用原理却少有說明，在本課表，我們就要把討論重點放在各種電氣儀錶的構造與作用原理上。

因為如果你對儀錶的這方面的知識有所了解，你就知道如何去運用它們及愛惜它們。電氣儀錶種類很多，各有其特定用途，一旦誤用很可能將之損毀，其次也能得不到精確的指示。所以我們認為本部份是全部訓練中重要的一環。

## 儀錶的目的

一儀錶是一種電氣測試工具，只要把有關於需的某種性質輸入（如電壓，電流，電阻，及其他等），它的指針就會在一條尺度上移動，如果指針在尺度上指示的數值，也就是電的該一性質的大小。

但是由於所欲測試的電性質不同，對測試的方法也有所不同，而且各電錶有其特定的用途，所以一位技術人員通常擁有多種電氣儀錶，或擁有少數但能作多項測試用途的電氣儀錶。

## 基本作用原理

要說明一電錶作用的基本原理的簡單方法，是畫出如圖1所示的粗略的電流錶（計），再來看一看它是如何能動作的。

找一個小的指南針（旅行登山用的），用一條漆包線或電線在指南針上繞幾圈，然後將繞組的兩頭接到電池和一變阻器上，

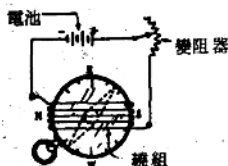


圖1 一簡單的電流錶

如圖 1 所示。變阻器能調節流過繞組（線圈）電流的大小，即就是如電阻增大，電流就小，電阻減小，電流就大。

當繞組通了電流，繞組四周一定會發生感應磁場，這是“電生磁”的基本道理，也就是說，有電流之處必有磁場，只是我們看不到罷了。指南針是一個永久磁針，它也有它的磁場，我們稱它作原磁場，此時，原磁場必受感應磁場的影響，因之磁針（指南針）必然會自它原來的位置偏轉一角度，電流愈強，偏轉角度便愈大，如不通電，它就回復到原來位置。電流之大小就可以轉動變阻器以控制之。

當把電池反接，繞組內的電流方向也反向，感應磁場的方向自必同時會反向，如此，磁針偏轉的方向也會隨之與以前相反。這是因為感應磁場對原磁場的作用力相反的原故。

由以上的試驗，可看出一個道理，就是：(1)磁針偏轉的角度比例於電流的大小；(2)磁針偏轉的方向取決於電流的方向。記住這些原則，在我們以後的講述中經常要用得到它！

## 柱塞型電流錶

圖 2 畫出一個柱塞型（Plunger-type）電流錶的構造，除了從外面能看到的尺度和指針以外，內部有一個弧形的軟鐵柱塞，這柱塞和指針連在一起，一起在樞軸點上轉動；另外有一個粗線繞的空心線圈，能讓柱塞伸入或退出其內，但卻不會碰到線圈。

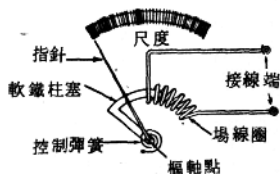


圖 2 柱塞型電流錶的構造

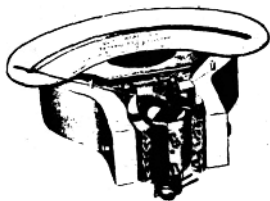


圖 3 動圈式電流錶

## 作用原理

這種儀錶的指針和柱塞末端樞軸點上有一個發條形的控制彈簧，能使在無電流下，指針在尺度上指到零位置。如果把錶上的接線端子與一外電路作串聯連接，而且外電路是通以直流電的話，此電路上的電流就會全部流經場線圈。即電流自一端子經過場線圈後，再由另一端子流出到外電路。當場線圈一通電流，就產生磁場，這磁場能把軟鐵質的柱塞拉入線圈，稱之為“電磁吸箭”作用。

由於圖2中，柱塞是被拉向右的，它也帶動指針向右偏轉，但發條彈簧有一種復原力，所以指針會停在拉力和復原力相平衡的位置。當然電流越大，柱塞越向右偏轉，指示出的電流量也跟著加大。該錶依樣這種作用原理，自然就成為一種量度電流大小的工具。

## 動圈式電流錶

圖3是一種“達松發爾”(D'Arsonval)型電流錶的構造。它具有一種可偏轉的線圈稱為動圈，動圈的儀錶(電氣計器)通常都是相當精確的，適用於量度精密電流的場合。在圖4中，你可看到這種型式電錶的構造。

在圖4中，你可以見到一個馬蹄形的磁鐵，及一個細漆包線繞成的動圈，支持在上下兩鑽石軸承上，這動圈係在兩極塊及軟鐵心所形成的空隙內轉動。那麼這動圈便很像一小馬達的電樞。

指針的下端就連接到電樞上，隨電樞的轉動而作指示，電樞上發條形的彈簧(游絲)可以使電樞定位，且可作為電流出入動圈的通路。

## 作用原理

動圈式電錶的作用原理，示於圖5中。

在圖5的①中，儀錶是在無電流靜止下，在這種狀況時，永久磁鐵所發生的磁場，經極塊及鐵心水平通過，如圖所示，此時

發條彈簧會把動圈固定到指針指到零的位置，注意磁通（磁力線）的方向永遠是從N極出來，外部空間流入S極，所以磁場是由左向右的。

當電流流經一線圈，線圈會產生感應磁場，此感應磁場的強度視通過的電流大小而定，但感應磁場的方向我們可以用一條左手定則法來決定，就是以左手握著線圈，如果四指指電流的方向（記著電流的方向是從負（-）極流向正（+）極，則大指所指示的那一端就是N極。

所以在圖5①中，如果直流電流自動圈的a側流入，自b側流出。我們用左手放上去一比，就知道這線圈所感應出來磁場的N極必在上方，而線圈下方感應出S極，但圖中永久磁場的N極在左方，S極在右方。依據同性相斥異性相吸的道理，這動圈一定順時鐘方向轉動。

轉動的距離視通過線圈的電流大小，因電流愈大相吸相斥的力量也愈大，直到與發條彈簧的復原力量平衡為止，當電流一中斷，感應磁場也會立即消失，彈簧的力量會把動圈回復到原來的零位。

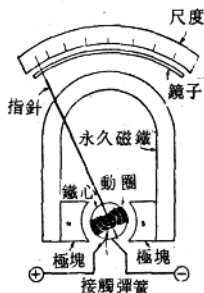
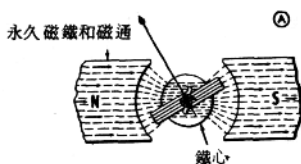
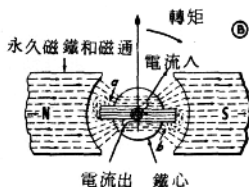


圖4 動圈式電錶的構造



動圈無電流通過，也無轉矩，虛線和箭頭表示永久磁鐵的磁通在極塊、空氣隙和鐵心中分佈和走向的情形。



動圈有電流通過，產生感應磁場，與原磁場合成產生一轉矩，此轉矩使動圈旋轉，直到與發條之復原力相平衡為止。

圖5 動圈電錶之作用原理

注意這電錶不能將電流通反，因為通反了，指針並不能向左偏轉，所以電錶端子上也有（+）（-）性。但有一種電錶其指針在無電流是停在中央位置的，這種電錶的電流即無方向限制，正向電流指針向右偏，反向電流指針可向左偏，但是不論用上述的那一型電錶，通入交流電是不行的，這樣會使得指針不偏轉。

### 動圈電錶的拆卸

圖 6 示一具動圈電錶的拆解圖，這種電錶是我們最常見到的電錶，

在圖中的左下角，你可以看到動圈，上下有發條形的彈簧作定位和復原之用，上端並連有指針。

在動圈的中央，有一個圓筒形的軟鐵心，它係被動圈的上下兩極軸固定於位。軟鐵心的存在能使兩極塊間的磁阻降低，磁通增加且分佈更為均勻，並使極塊和鐵心之間，形成動圈所需轉動的最小空氣隙，靈敏度也跟著提高。要知道鐵最容易傳導磁性，也能使漏磁減低，其他材料是擋不住磁通的，所以在一般電力器具中，如馬達，電磁器具，都用鐵心線圈而不用空心線圈。電錶中雖是空心線圈，就因有此軟鐵心，和鐵心線圈效果相同，但更輕巧。

### 交流的應用

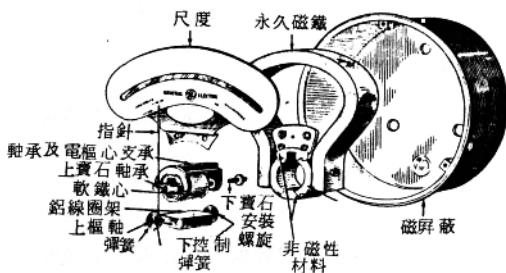


圖 6 動圈電錶的詳細構造

雖說上述的電錶不能用於測量交流，但我們可以加以改裝，而能用於交流的量度。譬如說加裝一個整流器及比流器可以測量交流電流，另如加裝整流器及串聯電阻又可測量交流電壓。

但首先，還是讓我們先討論直流電錶的部份。

## 直流電錶

最普遍而又實用的直流電流錶就是方才所講的永久磁鐵和動圈型的設計，雖則還有其他型的構造，但都沒有像動圈型的那麼普遍和適用。

注意所用繞製動圈的漆包線很細，我們一眼就能看出它並不能承載過大的電流，一般只能通過以微安培（1微安培等於百萬分之一安培）計的電流量，但是如果我們把它加用適當的分流器（Shunt），只允許電路上一微小部份的電流通過動圈，則我們就可以把它用來測量以毫安培（1毫安培等於千分之一安培）計的電流量，或以安培計的電流量。因之，直流微安培計（Microammeter），直流毫安培計（Milliammeter）和直流毫安培計（Ammeter）都是一樣的電錶，只不過內中的分流器規格尺寸不同而已。

電流錶要串聯到電路上，才能測量電路上的電流。因之電流通過電流錶，最好沒有電壓降，不然就代表著電路上電壓的損失。為了避免有電壓降，電流錶所消耗的電功率與電路上電功率比較必須減至極微，不然勢將得不到精確的讀數。

## 直流電錶的靈敏度

要使錶中的動圈偏轉，非得有電流通過動圈，也非得消耗一些電流使它能產生偏轉的力量不可，在每一個電錶中，為求能獲得指針的滿尺度偏轉，一定量的電流必須通過動圈。這種電流測量的特性就稱為電錶的靈敏度。

舉個例說，如果一電流錶，需要有1毫安（ $1\text{ MA} = 0.001\text{ A}$ ）的電流通過動圈才能使指針自零偏轉到尺度的最右端，則我們說這個特定的電錶的靈敏度等級（Sensitivity rating）為1毫

安。如果某一電錶需 20 A 的電流通過動圈才能得到滿尺度偏轉，則我們說它的靈敏度等級為 20 A。

總之，獲致指針滿偏轉所需的動圈電流愈小，這電錶的靈敏度愈高，反之愈低。雖然，高靈敏度和低靈敏度的分界線電流並沒有嚴格的限制，一般說來，如果電錶的動圈電流能在 5 毫安（ $5\text{ mA} = 0.005\text{ A}$ ）以下就得到滿偏轉時，則這電錶是被認為有，高靈敏度的；但如果它需要 5 毫安以上的電流才能得到滿偏轉，則這電錶將被認為是具有低靈敏度的。

在測量電流的電錶上，靈敏度等級是重要的。第一，由於它能決定在讀出電錶指針偏轉時的方便和精確度，第二，由於電流錶為電壓錶的基礎，靈敏度等級更見得重要，有關這一點，我們將在稍後討論到電壓錶時再詳細解釋。

### 在直流電錶上的電壓降

通過直流電流錶上動圈的電流，所產生的電壓降，是該動圈的銅線電阻，以及電錶的基本靈敏度的函數，此二者，均為固定係數。

不論一電流錶所測量的電流值範圍有多大或多小，它只有一個基本靈敏度數值，即是能獲得指針滿偏轉時所需的動圈電流值。這個電流值當通過動圈時，與動圈電阻的乘積就產生了動圈上的電壓降。

例 如果你有一具電流錶，已知該錶的基本靈敏度為  $1\text{ mA}$ ，而動圈銅線的直流電阻為  $100\ \Omega$ ，則跨過電錶的基本電壓降為  $E = IR = 0.001 \times 100 = 0.1\text{ V}$ 。在公式中， $E$  代表電壓，以  $\text{V}$  為單位， $I$  代表電流，以  $\text{A}$  為單位； $R$  代表電阻；以  $\Omega$  為單位，這是歐姆定律的基本公式。圖 7 說明跨電錶電壓降的求法。

如前所述，不一定所有的電錶的靈敏度等級都一樣，有些只需  $1\text{ mA}$  就能獲得滿偏轉，有些可能只需  $10\ \mu\text{A}$ （微安）或有些需要  $35\text{ mA}$  才能獨得滿偏轉。

不管靈敏度等級如何，然而，在所需滿尺度偏轉電流和動圈

直流電阻之間，却常有一個明顯的關係。即是，當所需滿偏轉電流降低，動圈的電阻必須增加才行；反之，如果滿偏轉電流需要得大，那麼動圈的電阻可以作得小些。

至此，我們只說到當電流錶指針在滿尺度下的電壓降求法。但是，當指針不在滿尺度下，如果指到一半時，其所發生的電壓降必為滿尺度下的一半。因為動圈電阻雖然不變，但動圈電流却是與指針的偏轉程度成正比的。如果電流小，電壓降自然也跟著小

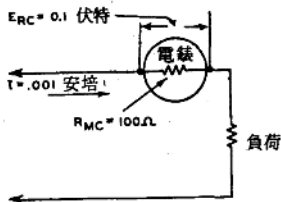


圖7 通過電錶動圈所產生電壓降的說明。

### 電流錶電阻的重要性

由於電流錶常與電路接成串聯來作測量，如圖7所示。若果電錶的電阻與電路上的電阻比起來所佔比例相當高時，將能影響電路上的電流作相當的減小，這意思是說，在這種狀況下，電流錶指針所指示出的電路電流實際上要比當在不接電流錶時為小，因為這等於在電路上多增加了電錶的電阻，電流自然會要減小一些。

要強調的一點是，電路上既然接了電流錶，不論電流錶的電阻有多低，但總不能低到零，所以一接上電錶就使電路電流較不接時要減少。然而在實用上我們並不計較這種電流微弱的減小，因為直流電流錶的電阻對電路電阻來說比例常是微不足道的，可以予以忽略。

另外，直流電錶所消耗的電功率也可以不必計及，因為電流錶通常有高的靈敏度等級和低的電阻。

### 使用電流分流器

以前講過，動圈所能承載電流太小，所以電路上的電流不可能全部經過動圈，必須要加分流器，絕大部份電流走分流器，二

成比例的微小部份才通過動圈。事實上也可看成電流錶是測量跨分流器兩端的電壓的電錶。

圖 8 示一分流器的應用， $E$  處為電源， $M$  為電流錶，與  $R$  處的負荷（負載）相串聯。但  $R_s$  為分流器，雖與錶中的動圈電阻  $R_m$  並聯，却仍與  $R$  串聯。故流經  $R$  的電流會按比例流過  $R_s$  及  $R_m$ ，而比例的大小就視二者的電阻相關值如何而定。

當電壓一定時，電路上（或某分件上）的電阻愈大，電流愈小。是故，如果圖 8 中的  $E$  一定，而假設  $R_s = R_m$ ，則電路中的全電流必平均分流在二路徑上，然而若  $R_s$  較  $R_m$  低甚多時，則流經  $R_s$  的電流也將比流經  $R_m$  者高出甚多。

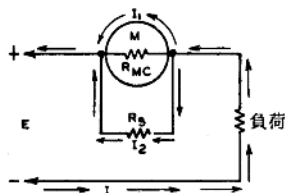


圖 8 跨電錶的分離器

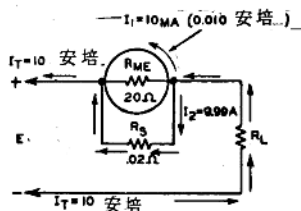


圖 8 -10 mA 電錶變成 10 A 電錶的方法。

動圈的電阻（或電流錶的電阻）在設計時即已固定。所以我們只能更改分流器的電阻值，如分流器電阻適當，則全電流  $I$  流經  $R_s$  的  $I_2$  部份，和流經  $R_m$  的  $I_1$  部份，必能達到我們所意欲的分配比例。

**分流器電阻的計算法** 圖 9 示一個具有靈敏度等級  $10\text{mA}$  的直流電流錶，如何接用分流器後，把它變成一個具有測量  $10\text{A}$  範圍的電流錶。

電錶的電阻在設計時已固定為  $20\ \Omega$ ，由於動圈當流過  $10\text{mA}$  時，已得滿偏轉的指示，則在通過  $10\text{A}$  電流下，其中  $9.99$

$A$  ( $10A - 0.01A$ ) 的電流必須通過分流器，這時指針仍有滿偏轉的指示。

欲計算直流電流錶內的分流器電阻值，需要利用如下述的公式，依據公式所算出的分流電阻，可把電流錶所測量的範圍，作任意倍數的擴大。

$$R_s = \frac{R_{m.c.}}{N-1}$$

其中：

$R_s$  = 分流器電阻

$R_{m.c.}$  = 電錶動圈的電阻

$N$  = 電錶測量範圍增大的因數

將圖 9 應用於公式上， $N$  因數將為  $10 \div 0.01$  或 1000。換言之，當電錶測量範圍欲從  $0.01A$  增大到  $10A$ ，其測量範圍將增大 1000 倍。因之， $0.01A \times 1000 = 10A$ 。

現在，把如圖 9 的適當數值代表公式中，我們得出如下：

$$R_s = \frac{20}{1000-1} = \frac{20}{999} = 0.02 \Omega \text{ (約值)}$$

### 多範圍直流電流錶

如果我們在電流錶內加用多個分流器，且使用開關電路，則這電錶可量度多種範圍值的電流，等於具有了好幾個尺度不同的電錶了。

圖 10 說明一典型多範圍直流電流錶的基本電路配置。將開關分別接通 1, 2, 或 3. 即可接通不同的分流電阻  $R_1$ ,  $R_2$ , 或  $R_3$ ，並與電錶動圈並聯。至於  $R_1$ ,  $R_2$  或  $R_3$  的電阻值，則可依據前述的公式加以計算。注意測量範圍愈大，所接之分流電阻一定愈小。

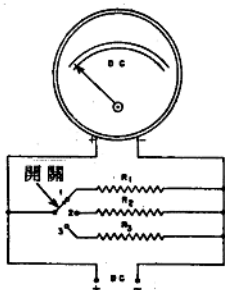


圖 10 多測量範圍直流電流錶的基本電路。



圖 11 多範圍直流電流錶的線性尺度。