

電信建設

DIANSIN GIAN SHE



# 無線電製作資料

第一集

儀器電表



華東電信出版社

電信建設叢書

# 目 錄

<b>第一章</b>	<b>另件測量儀器</b> .....	1
	一隻簡單的Q表(司維譯).....	1
	簡單的電子發射式真空管試驗器(張曙譯).....	10
	我的電子發射式真空管試驗器(黎明).....	20
	萬用無線電修理儀(唐明斗).....	24
	導納分析器(徐思均譯).....	46
	標準電容器測量儀(徐虹).....	51
	一具簡單實用的電容測試器(丁雍庠譯).....	56
	射頻兆歐計(沈嶸).....	62
<b>第二章</b>	<b>振盪器</b> .....	67
	一具簡單易製的振盪器(潘履新).....	67
	實用電碼振盪器(李良鐸).....	72
	電阻電容振盪器(李良鐸).....	76
	音頻電阻電容振盪器(黃意真).....	81
	3Γ-2A 式音頻振盪器(沈鐵漢譯).....	88
	文氏電橋振盪器之裝置(朱希侃).....	95
<b>第三章</b>	<b>輸出測量儀器</b> .....	109
	音頻輸出計之設計(蔡金濤 陳德仁).....	109
	音頻畸度計(張梓昌).....	116
	萬用揚聲器(陸鶴壽譯).....	124
	五極二極真空管電壓表及補助器(徐思均譯).....	126

	真空管電壓表的分壓器計算(陳成全譯)-----	141
<b>第四章</b>	<b>陰極射線示波器</b> -----	<b>144</b>
	陰極射線管的一般介紹(郭澤永)-----	144
	陰極射線示波器的基本原理及幾種方法(張肅文)-----	182
	陰極射線示波器之實驗(姚煌球)-----	207
	電子交換器的介紹(李蒼)-----	213
	鋸齒形波之產生及其直線性之改進(何鶴方)-----	215
<b>第五章</b>	<b>電表</b> -----	<b>224</b>
	萬用電表之實驗(何球)-----	224
	怎樣修毫安培表(李一鳴)-----	259
	複數電壓計(徐思均譯)-----	267
	一只磁力線密度表之製造(周建畏)-----	274
	熱偶電表(張世佩譯)-----	278

# 第一章

## 另件測量儀器

### 一隻簡單的Q表

無線電業餘者在許多工作中，常常需要決定線圈的效率或諧振銳度。所謂線圈效率一般是指一個線圈的感抗對其有效電阻之比值，簡稱Q值。Q值可表示一個線圈用在振盪電路中諧振時，其電壓對線圈原有交流電壓增加之倍數。由此Q值，在電路中頻率為諧振時，亦可稱為振盪電路之「放大倍數」。提高電路的Q值可增加無線電路的靈敏度。除此，高的Q值尚可使電路的諧振曲線非常尖銳，因而接收機能獲得優良的選擇性。

此處所介紹的Q表可在100千週到10兆週的頻率範圍內測量Q值為10—600的線圈。測量電感量自1微亨至50毫亨。測量電容器電容量自2微微法至350微微法。

此Q表尚可作低電力(至0.5瓦)的電感輸出或電容輸出的訊號發生器用。

#### 製作原理

如圖1.1，在電阻R上加一週率為 $f_0$ 之交流電壓 $U_1$ ，其中 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ，即電路LC之諧振頻率，在電容量C與電感量L時將

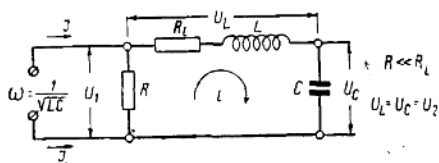


圖 1.1

獲得一增高之電壓  $U_2$ ,  $U_2$  則比  $U_1$  大  $Q$  倍。

實際上, 因  $U_1$  之影響, 電路內將有一電流  $i$ ,

$$i = \frac{U_1}{R_L + R} \quad (1.1)$$

此處  $R_L$  係頻率為  $f_0$  時線圈之有效電阻。

若在諧振時, 則

$$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C} \quad (1.2)$$

此處  $\omega_0 = 2\pi f_0$ 。

(1.2) 式之兩邊乘以  $i$ , 則得

$$i\omega_0 L = \frac{i}{\omega_0 C} = U_2 \quad (1.3)$$

$U_2$  為在電容或電感上產生之電壓。

由 (1.1) 式得  $U_1 = i(R_L + R)$ , 由 (1.3) 式得  $U_2 = i\omega_0 L$ , 由此得  $U_2/U_1$  之值,

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{i\omega_0 L}{i(R_L + R)} = \frac{\omega_0 L}{R_L + R} \quad (1.4)$$

若  $R$  遠較  $R_L$  為小, 則可略去, (1.4) 式可書為

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\omega_0 L}{R_L} \quad (1.5)$$

但  $\frac{\omega_0 L}{R_L} = Q$ , 故  $\frac{U_2}{U_1} = Q$  或  $U_2 = U_1 \cdot Q$ 。

由上所述,可知若  $R \ll R_L$ , 並由訊號發生器在電阻  $R$  上引入一穩定之電壓  $U_1$ , 則在  $C$  端之電壓表上可直接讀出  $Q$  值之數字。

### 構 造

此表之結構略如圖 1.2 所示,由三個基本部份構成:一為有精細

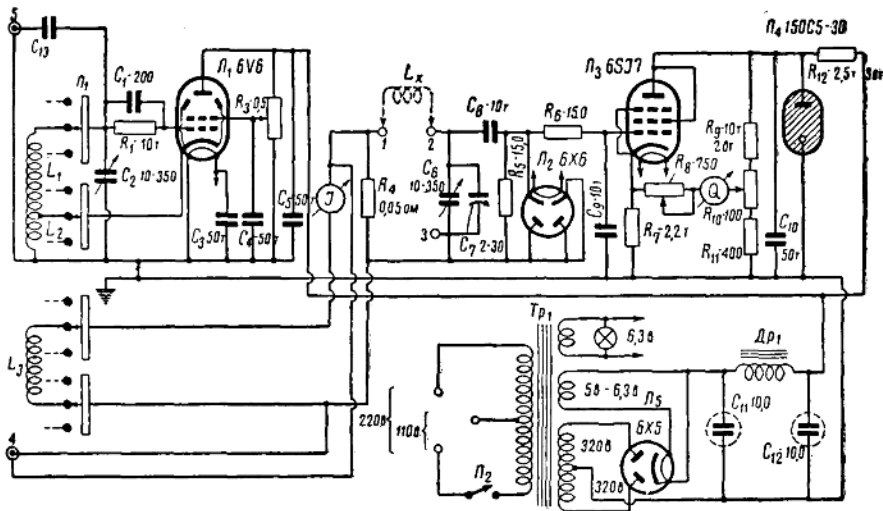


圖 1.2

刻度盤之高頻率訊號發生器,一為  $RLC$  電路,一為真空管電壓表(如圖1.3)。

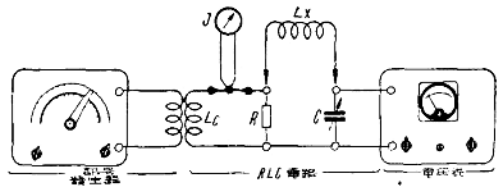


圖 1.3

訊號發生部份為採用 6V6 真空管之電子耦合電路構成,高頻經屏路而接地。由電位器  $R_3$  變動簾極電壓而作輸出調節。由柵路中  
 另件測量儀器

供給作測量  $Q$  值用的電力約 0.5 瓦特，因此回輸大於電路中之峯點值，致使失真度增大，在個別波段中達 12%。

若電路中負荷有變動，勢必也多少引起頻率的變動。由於電路的  $Q$  值與頻率關係較小，所以在量  $Q$  值時，這種變化尚無妨礙。但在用  $Q$  表作他種測量時，則這種情形是值得注意的。

訊號發生器應該謹慎地加以隔離。底盤上下皆應加裝隔離罩，同時所有以電容器接地之接線皆應短。

A、B 及 B 波段之線圈應裝於底盤上，Г、Д 波段線圈應裝於底盤下而靠近選擇開關  $\Pi_1$ 。

$RLC$  電路由耦合線圈  $L_3$ 、 $\Pi MT-70$  型高頻熱偶安培表  $J$ 、電阻  $R_4$  及電容器  $C_0$  構成。經過  $R_4$  通過一穩定之電流  $I$  得  $U_1$ ，此電流大小可由電位器  $R_3$  調整。

因為電壓表在輸入電壓為 6 伏時，其指針即已擺至刻度線之盡端，當  $R_4 = 0.05$  歐，欲使電壓表之刻度量  $Q$  值至 300 時，電流應為

$$I = \frac{6}{300 \times 0.05} = 0.4 \text{ 安培。}$$

若須量更大之值至  $Q = 600$ ，則電流應為

$$I = \frac{6}{600 \times 0.05} = 0.2 \text{ 安。}$$

測量  $Q$  值用之最高頻率，則須視  $RLC$  電路結構之品質而定。頻率愈高，則愈難在  $LC$  電路中直接插入電訊發生器。

$RLC$  電路之結構應根據下述原理：

- (1) 所有之連接線應儘量縮短。
- (2) 電路中所有應通地之部份皆應先連於一點而接地，譬如各接線可先匯集於電容器  $C_0$  之定片接線點上，而此點則接於儀器之總地線。

- (3)  $RLC$  電路中之連接線不應與其高頻部份之連接線平行。

(4)  $RLC$  電路中之線圈應該以較硬的銅線或最好以直徑 1.5-2 公厘之鍍銀線繞製之。

電壓表最好採用屏極檢波，這樣在實際量電壓的電路是不會發生損失的。同時這電壓表應該由 250—500 微安的微安培表做成，不過價值較為昂貴。

在圖 1.1 中，由  $C_6$  及由整流管  $J_2$  6X6 而經濾波器  $R_8C_9$  出來之電壓乃加於  $J_3$  6SJ7。這整流電壓之值使真空管之直流電阻變動。真空管  $J_3$  實際上即為電橋之一臂，其餘三臂為  $R_7$ 、 $R_9$  及  $R_{11}$ 。充氣穩壓管供給之電壓為 150 伏。在電橋之對角線（即輸出點）上插接一  $\Pi$ MT-70 型 5 毫安培之電流表，其刻度以  $Q$  值為單位，其後串連一可變電阻  $R_8$ ，電位器  $R_{10}$  用作電表之零位調整。此等電阻之品質均須優良。

現在依次將  $Q$  表之使用法介紹於後。

#### 測量 $Q$ 值（自 10—600）

欲測  $Q$  值之線圈，接於接線柱 1 及 2。藉  $\Pi_1$  將  $C_2$  連於所測之波段內。藉  $RLC$  電路內之  $R_3$ ，將電流保持於 0.2 安培。

先調整  $C_6$  以獲得諧振，然後以  $C_7$  校準之。諧振點應以標準表上指針之最大擺動度定之。 $Q$  值之刻度為 0—600。若指針擺動在 300 以下，則電流應增加至 0.4 安培，然後再校準諧振點。

#### 測電容量（自 0—350 微微法）

測量電容時，電容器  $C_6$  之刻度應以微微法為單位。因須顧及潛佈電容量，故刻度可能在儀器全部裝竣之後行之。

電容量測量，可依補償方法作之。先在接線柱 1 及 2 上接以任意大小之線圈。電容器  $C_6$  先置於最大位置，並調整  $\Pi_1$  及  $C_2$  使  $RLC$  電路達諧振點。然後將欲測試之電容器插入接線柱 2 及 3。減小  $C_6$  之電容使  $RLC$  再達諧振點。



如此則欲測試之電容，就是  $C_6$  在兩種情形下之電容差數。

#### 測電容量 (自 1200 微微法—0.5 微法)

在接線柱 1 及 2 上接線圈  $L_4$ ，在接線柱 2 及 3 上接欲測之電容器，使  $RLC$  電路調至諧振點。則依下式

$$C_x(\text{微法}) = \frac{25300}{L_4(\text{微亨})f^2(\text{千週})} = C_6(\text{微法}) \quad (1.7)$$

$C_6$  即所測之電容量，此數字亦可依  $L_4$  為準，而從事先繪好之曲線而求得。

#### 測電感量 (自 1 微亨—50 毫亨)

將未知電感量的線圈接於 1 及 2 接線柱。調  $RLC$  至諧振點，則依下式：

$$L(\text{微亨}) = \frac{25300}{C_6(\text{微法})f^2(\text{千週})} \quad (1.8)$$

可得所求之電感量。此外尚可依  $C_6$  之各種電容量計算而得之曲線求得。

#### Q 表作訊號發生器用之性能

在開口 4 或 5 處接以特殊之插頭，並經電容量為 10 微微法之  $C_{10}$  而通至訊號發生器電路。籍  $\Pi_1$  及  $C_2$  而定其頻率，以電阻  $R_3$  控制其振幅。此表有甚豐富之諧波。

訊號發生器之頻率在某種程度上依  $RLC$  電路中之電流而變動，所以求得一切與  $f$  有關之測量結果時，應該先將電流調整至原來刻度時之數值，這樣可增加測量之準確性。

#### 結構與零件

這裏所介紹之 Q 表，其外形如圖 1.4 所示。尺寸為  $180 \times 280 \times 120$  公厘，面板上為指示表、 $R_3 R_{10} C_2 C_6 C_7$  之旋鈕、波段開關  $\Pi_1$ 、電源開關  $\Pi_2$  與訊號燈。左邊裝接線柱 1、2、3。右邊裝接線柱 4 及 5。電阻

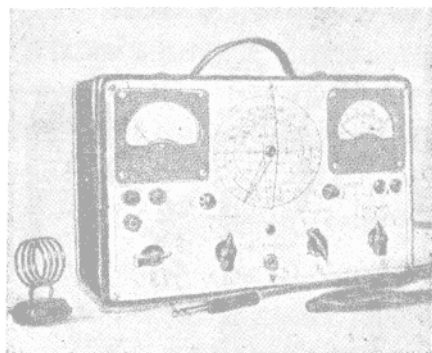


圖 1.4

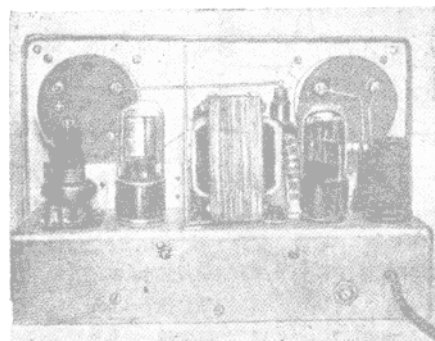


圖 1.5

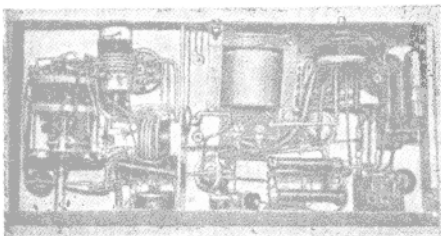


圖 1.6

$R_0$  裝於底盤後面，以螺絲起子調節。底盤之尺寸為  $260 \times 100 \times 50$  公厘，底盤上鑿孔容納真空管座。底盤上各部份之排列法如圖 1.5 所示，其左側為電壓表，中為整流部（變壓器、整流管、電解電容器，底盤下為濾波扼流圈），其右為訊號發生器、穩壓管 150C5-30。底盤下之排列如圖 1.6。

訊號發生器部份用金屬板在底盤上下與其他部份隔離。在機壳背後之蓋板左邊應開通風孔。

全部線圈如圖 1.7 所示，可依附列之簡單說明而繞製之。

Q 表之全部裝置就緒後，即可將訊號發生器內之 A 波段線圈裝上，並依某一已知廣播

電台而校準其最低頻率。頻率之校準用磁心，這在訊號發生器的構

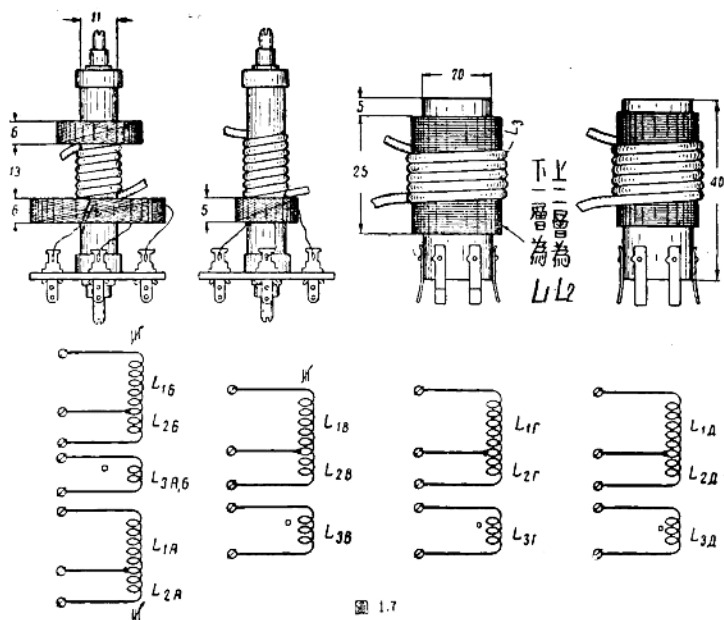


圖 1.7

線圈	圈數	線 別	線 徑	線圈	圈數	線 別	線 徑
L <sub>1B</sub>	260	單絲漆包線	0.15公厘	L <sub>3B</sub>	7	橡皮線	0.5(導體徑)
L <sub>2B</sub>	150	厚絲漆包線	0.15	L <sub>1Γ</sub>	43	漆包線	0.7
L <sub>3A,B</sub>	7	橡皮線	0.5(導體徑)	L <sub>2Γ</sub>	19	漆包線	0.7
L <sub>1A</sub>	560	單絲漆包線	0.15	L <sub>3Γ</sub>	5	橡皮線	0.5(導體徑)
L <sub>2A</sub>	150	單絲漆包線	0.15	L <sub>1Δ</sub>	26	漆包線	0.7
L <sub>1B</sub>	80	單絲漆包線	0.31	L <sub>2Δ</sub>	15	漆包線	0.7
L <sub>2B</sub>	30	單絲漆包線	0.31	L <sub>3Δ</sub>	3	橡皮線	0.5(導體徑)

造上是非常適合的。

然後將電流表置於並聯之電容器上，以校準回輸量( $R_3$ 應開至最大)。若電容量最小時，經過電流表之電流大於0.4安培，則應將通至 $J_1$ 陰極之抽頭向接地端移動。若電流小於0.4安培，則必須增其回輸，將抽頭向通柵極之一端移動。

其餘波段之線圈，其圈數依後述方法定之。第二線圈較 A 波段線圈圈數為少，繞好後先接於接圈柱 1 及 2，將  $C_0$  調至最大值，而  $C_2$  並不調至最小值。然後酌減線圈之圈數，以求得測量  $Q$  之最大讀數。回輸之校準與調整如上段所述，而波段之變換則完全利用線圈圈數之變化。

線圈  $L_3$  之圈數，則根據  $C_2$  與  $R_3$  固定於任意值時最大之電流而選定之。

為防止潮濕及避免鬆脫計，線圈繞好後應在石蠟中浸過。

線圈  $L_4$  用 3 公厘之線在直徑 35—40 公厘之磁管或膠管上繞四圈，每二圈應有 4 公厘之間隔。此線圈不用線圈管亦可。

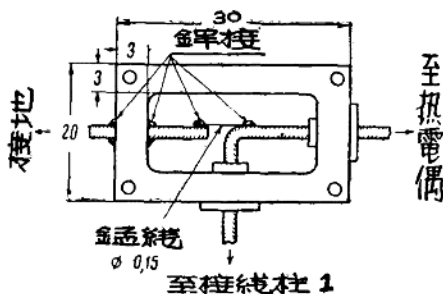


圖 1.8

特別應注意者為電阻  $R_4$ ，此電阻應為完全無感，且其值不受頻率變化之影響者。圖 1.8 為此種電阻之自製法，其法為先用銅片或鉛片（其厚度至少應為 3 公厘）作成如圖之小匣，電阻即置於其中。再取直徑 0.15 公厘長 2 公厘之錳線一段，銲於直徑為 1.5 公厘之兩根銅線間，在銲就後，其電阻應為  $0.05 \pm 0.001$  歐。其一線頭則銲於小匣之壁上，另二線頭則以由膠木套管與匣壁絕緣，內部銲就後則以 3 公厘之銅或鉛板蓋沒，然後附着於  $C_0$  之定片上。

$Q$  表之面板包括訊號發生器之刻度、電壓表之刻度、電容器  $C_0$ 。

——另件測量儀器—— 9 ——

之刻度，皆與尋常一般儀器相同。僅在電壓表上，由電位器將電壓調整至 1、2、3、4、5、6 伏特時，則在刻度上應註明與  $Q$  值 100、200、300、400、500、600 一致。此外，由  $R_0$  之調整可使電壓表之指針能在 6 伏供給電壓範圍以內。 $Q$  表之刻度則依已知之各樣標準線圈而定。

## 簡單的電子發射式真空管試驗器

設計一架實用的真空管試驗器，和其他設計情形相等，是應當顧到許多的條件，如準確、攜帶及使用方便、與製造費用，但電路又必須富有彈性，能適合種種不同的需要。

欲求使用上的方便，應該減少控制部份的數目。並且要使每一個控制器對電路上有直接的作用。此試驗器除少數旋轉開關外，均用杠桿開關(Lever Switching)，而此種開關，係管理真空管之每一插腳，因之真空管插座亦無庸多設，祇須根據絲極插腳之號碼，推動杠桿之同號開關，例如普通八腳真空管之絲極為 2 及 7 二腳，測驗時即將第二及第七兩號開關推動即可，不必另添新真空管之插座，故此一真空管試驗器，能適合最新真空管之用。

圖 1.9 示該試驗器之電路，所用另件若市上不易購到者，宜設法自製或利用舊另件暫充使用，圖中電源變壓器，不妨繞製一只，可視鐵心面積及地位大小，隨意變化不必拘泥。

本線路能測量真空管之狀況，尤以金屬管之隔離、絲極中心之分壓點、真空管內部之短路及開路等，為本真空管試驗器之特點。

新型真空管之特性試驗，可依照下述辦法：

(A) 參攷真空管廠商之簡單說明，以獲知其絲極電壓與插腳之位置。

(B) 將  $S_2$  (即 A 電路) 控制器，指於適當之位置，各位置之意義如下：

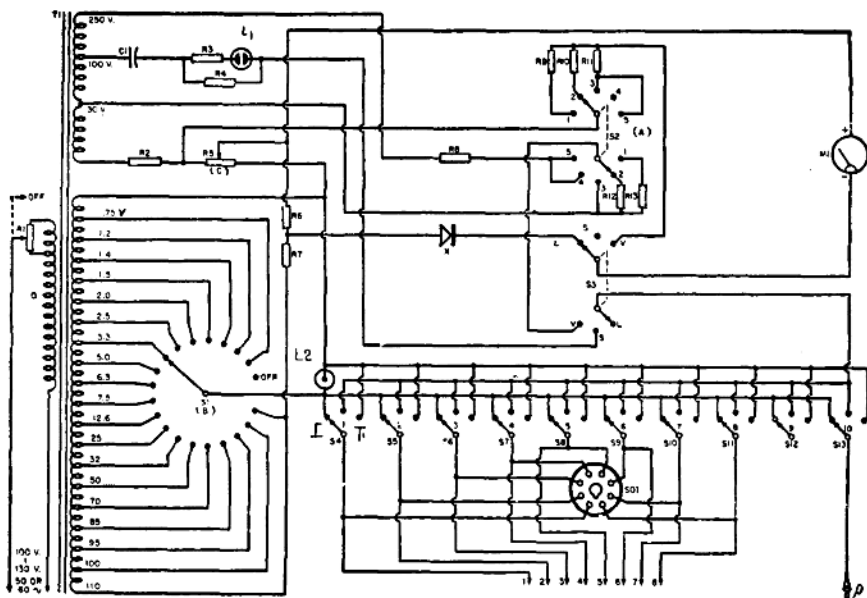


圖 1.9

- (1) 試驗二極真空管
- (2) 絲極直熱式真空管(二極管除外)
- (3) 陰極式(旁熱式)真空管(二極管除外)
- (4) 電眼或有靶極之真空管
- (5) 充氣整流管與充氣控制管

(C) 將  $S_1$  (即 B 電路) 絲極電壓控制指於真空管所用之絲極電壓數字上。

(D) 依所試驗真空管腳之號數推動各號數相同之杠桿開關。

(E) 使用之前，首將上項杠桿開關均置於中間，即不偏上，亦不偏下，此時真空管之各極均置於真空管之屏路內。

(F) 第一步知道真空管絲極插腳位置，然後將絲極腳同一號碼之杠桿開關推向上位置。此即將真空管絲極之一端，接至絲極電源

——另件測量儀器——

## 變壓器。

(G) 第二步將真空管絲極另一端和相同號數之杠桿開關推向下位置，此時絲極電壓已完全接通。若真空管絲極有中心分壓點，則將該分壓點管脚號數相同之杠桿開關推向上，而將原來推向上之絲極一端改為推向下，俾使二段絲極為並聯。

(H) 倘所測之真空管為雙三極管或雙二極管者，則宜將不試驗之一部份杠桿開關完全推向下，而繫於絲極之一端。一部份試過後，再易另一未試驗部份試驗，以求更準確之結果。

(I) 將陰極號數之杠桿開關推向下，即將陰極接至絲極之某一邊。

(J) 將  $S_3$  試驗控制器轉至交流輸入電壓校核點「L」，以調整電源線之輸入電壓，調整後應將此控制器轉擲至試驗特性「V」一點。

(K) 以上手續辦妥後，即可將欲試之真空管插入試驗器上適當之插座內。

(L) 調整  $R_5$  負荷控制器，以使多數之新真空管均有電表讀數七十度左右，即表示真空管工作良好。

(M) 測得新真空管之各項讀度，記錄於試驗表內，以供他日測驗之標準。

茲將圖 1.9 再加以分析，以便明瞭各種真空管在試驗時電路控制情形。

當試驗二極和複式真空管之二極部份，應如圖 1.10 A 情形，真空管之屏極電壓係接於變壓器 30 伏一點，中間串以五千歐姆電阻  $R_{13}$ ，以限制二極管屏極之電流至安全程度，二極管輸出之電流甚小，故電表之讀數亦低，表面上最宜添一紅線，佔讀數 20—40 一段，俾試驗二極管時，電表讀數超過 20 時已知為良好。  $R_9$  接於電表之負極，

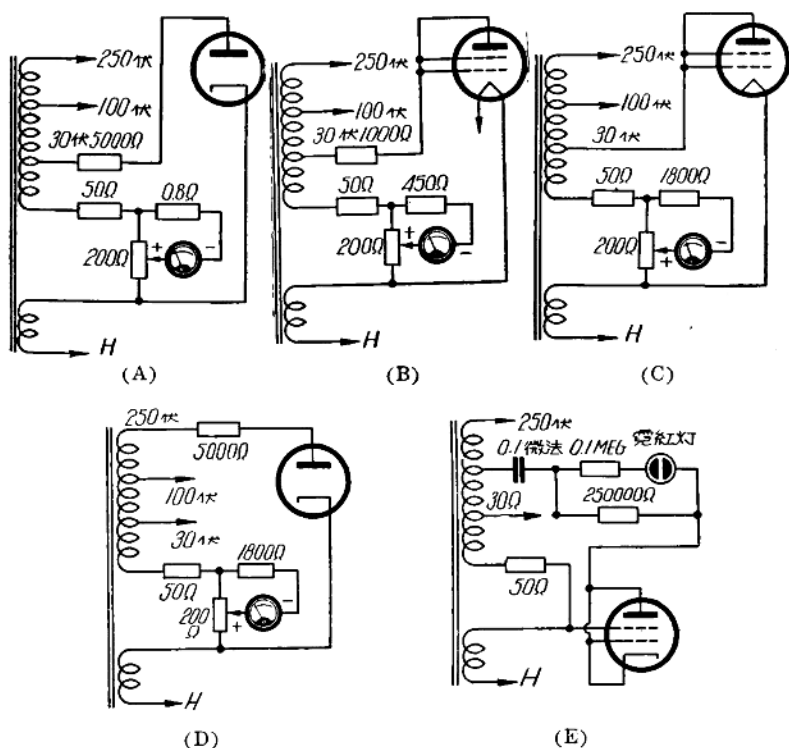


圖1.10

使調節 $R_5$ 時不致有強烈之變動。 $R_5$ 應配以0-100之度盤，以為調整電表之電流。 $R_2$ 串聯於高壓之電路中，其作用並非專為試驗二極管，而任何真空管測驗時均用之，以防試驗時遇到錯誤，致能燬壞電表或變壓器時，藉該電阻以限制電流。

圖1.10 B是直熱式絲極三極管同五極管等之試驗情形，真空管屏極電壓仍接於30伏點，惟屏極電路中間之串聯電阻為一千歐姆( $R_{12}$ )，以容許稍大之電流，足供該管工作之用， $R_{10}$ 接於電表之負極，使電流不致超過電表之最高量，能使 $R_5$ 控制自如。



表1.1 常用真空管試驗表

程 式	旋 鈕			位 置	
	(S <sub>2</sub> )	(S <sub>1</sub> )	(R <sub>5</sub> )	上	下
5U4	3	5	35	2	48
5U4 (試2)	3	5	35	2	68
5W4	3	5	48	2	48
5W4 (試2)	3	5	48	2	68
5Y3	3	5	57	2	48
5Y3 (試2)	3	5	57	2	68
6A7	3	6.3	31	1	67
6A8	3	6.3	25	2	78
6AB7	3	6.3	23	2	57
6AC5	3	6.3	34	2	78
6AG5	3	6.3	20	4	237
(短路試驗27)					
6AG7	3	6.3	24	2	57
6AK5	3	6.3	20	3	247
(短路試驗27)					
6AL5	1	6.3	23	3	12456
6AL5 (試2)	1	6.3	23	3	14567
6B4	3	6.3	28	2	7
6B6	3	6.3	32	2	4578
6B6 (試2)	1	6.3	40	2	3478-10
6B6 (試3)	1	6.3	40	2	3578-10
6B8	3	6.3	45	2	4578
6B8 (試2)	1	6.3	40	2	34678-10
6B8 (試3)	1	6.3	40	2	35678-10
6C4	3	6.3	26	4	37
(短路試驗15)					
6C5	3	6.3	35	2	78
6C6	3	6.3	31	1	56
6D6	3	6.3	40	1	58
6E6	3	6.3	31	1	2347
6E6 (試2)	3	6.3	31	1	4567
6F5	3	6.3	30	2	78
6F6	3	6.3	32	2	78
6F7	3	6.3	43	1	4567
6F7 (試2)	3	6.3	82	1	2367-10
6G6	3	6.3	36	2	78
6H6	1	6.3	25	2	3478
6H6 (試2)	1	6.3	25	2	4578
6J5	3	6.3	27	2	78
6J7	3	6.3	31	2	78