

無線電手冊之二

音週放大器 修理法

林超傑編

交流無線電出版社

前 言

要裝製一架音週放大器，並不是一件怎樣困難的事，尤其是已經閱讀過有關書籍如本社出版的實驗範本第三輯各書之後，再去裝製，更會很容易的得到成功；但當別人拿了一架已經損壞了的放大器請你檢查修理時，或者是你自己所裝的機件由於銲接上的疏忽或零件選擇和零件排列方面的不妥當而發生各種病端時，假使你沒有豐富的放大器知識和經驗，就立刻會感覺千頭萬緒不知從何着手好。因為沒有豐富的知識和經驗就不能推測病因，不能推測病因自然就無從着手檢查了。但我們總不能眼看著損壞的放大器放在面前不去修理，無論如何總得設法修好。那末想什麼方法呢？除了請別人代你修理外就祇有向別人請教或是看參考書了！向別人請教有時是非常不便的，而且也不可能每個人都能夠有這樣一個可以隨時求教的機會，所以看參考書就成為解決問題的一個合適途徑了。

關於修理收音機方面的書籍目前已有許多而修理放大器方面的指導書籍到現在為止尚屬未見。放大器有放大器的特殊點，和收音機頗不相同，某些在收音機裏可以不成問題的東西，到了放大器裏往往成了大大的問題（例如交流聲的來源等），所以懂得修理收音機者未必善於修理放大器。爲了這個緣故，我們特意把修理放大器方面的材料集合編來編成此書。這裏面把檢查和修理放大器的各種步驟和方法以及錢路結構裏某一個部份中可能發生的病態，一步步依着次序作一個簡潔淺顯而有系統的討論，可以作為修理放大器的重要參考。

音週放大器修理法

目 錄

前 言

第 一 章 檢 修 步 驟.....1-24

1-1 學習檢查修理前的部署

1-2 儀器的選擇和運用

1-3 檢查修理程序

第 二 章 檢 修 指 南.....25-26

電源部份

單端式電力輸出部份

推挽式 A₁ 類或 AB₁ 類電力輸出部份

推挽式 AB₂ 類或 B 類電力輸出部份

電壓放大及相位倒置部份

放大器各種弊病檢修參考表

第 三 章 零 件 修 理 法.....63-75

3-1 電源變壓器

3-2 濾波低扼圈

3-3 輸出變壓器

3-4 輸入變壓器

3-5 揚聲器

參 考 綫 路.....76-末

各式大小電力音週放大器綫路

第一章

檢 修 步 驟

1-1 學習檢查修理前的部署 修理一種機件應該對這種機件的原理加以瞭解，方可從事，否則，一定會事倍功半，甚至於反而壞事，所以修理鐘表者應該知道鐘表的原理，修理發電機者應該對發電機的原理認識清楚，同樣，修理無線電機件也應該知道一些無線電上的基本原理。普通放大器的原理在本社出版的學習叢書和實驗範本第三輯各書裏都有相當詳盡的介紹，可以參閱，但即使懂得了原理，在學習檢查修理之前對你所要修理的機件還得加以充分認識，因為各種放大器根據的原理雖祇一個而應用上和結構上却並不一律，假使不加研究貿貿然便去動手，那末非但不容易成功，一個不巧，往往會將輕微的毛病弄成重大損壞，徒然招致了時間和金錢的損失。

下面是初學檢修者在檢修前應有的部署：

當你碰到一架需要檢修的放大器時，第一步應該做的事情是向原主問明病情，是完全無聲呢，還是失真？是音輕呢，還是狂叫？問明之後，再去動手檢查，比較來得妥當，因為問明病情之後不但可以使你在檢查中有綫索可循，幫助你迅速修復；還可以避免一些意外損失。譬如有一架放大器，毛病是濾波儲電器短路，所以放不出聲音，原主在這毛病發生後立刻將機器關去不用，所以整流管和電源變壓器等都還沒有受到損傷，這一架機器的病端可以說並不嚴重，但當原主請你修理時，如果你不問明情由不加思索就貿然把電源插了插入電源，開啓電源開關，拿起儀器，預備進行檢查，那末在你還未查出病原前，

整流管已什九被你損壞，甚至電源變壓器也可能跟着斷送在你手裏，這樣一來小毛病變成了大毛病豈不大大的冤枉！倘使你在事前問知這機器毛病是無聲，你就會考慮到『儲電器短路』這個可能，你也一定會先測量一下是不是短路，然後再插電源，也就不至於遭受到損失了。

假使機器的毛病不是無聲而是失真等其他弊病時，我們自然不妨先插上電源試聽一下，但謹慎一點還是先加以一番觀察後再插電源試聽來得妥當。尤其是對於初學者，『謹慎』兩字應該列為座右銘。

第二步應該設法找出機器的綫路結構，倘使找到後不能記憶，最好能用紙筆仔細的將它畫出來，並且將各零件的數值也詳細註明。這一步工作相當難做，因為機器的裝接方法和排列位置是因人而異的，要尋出各個零件和接綫的地點的確是相當費事，碰到接綫零亂就更加不便，但無論如何，這一件工作還得做好，因為一張綫路圖是修理時一個非常好的助手。

如果有些零件的數值看不清，那末不妨待全部綫路畫齊後根據綫路的原理來查算推斷。

第三步是參照綫路查出各部份的應用原理，就是說當你把整個綫路畫下來之後，還得要去理會它的應用原理，根據原理再去找出病因，比較可以理路明晰。現在以圖一為例，這是一張抄下而不知詳情的放大器綫路，祇知道所用的真空管是：—(A)整流管是83, 6X5GT各一只；(B)末級電力放大管是807兩只；(C)推動管是6F6一只(接成三極管)；(D)電壓放大管是6SF5, 6N7, 6J5各一只；(E)接到放大器的揚聲器是兩只高音式的，上面註明輸出總阻各500Ω，電工率每只25w；(F)微音器是一只高總阻動圈式，輸出電壓0.003v；(G)拾音器是高總阻動圈式，輸出電壓沒有註明。本來是不知結構。

情形的機件，有了這些條件，便可以一步一步的把它們分析開來，最後得到我們所需要明瞭的各項原理和數值。讓我們先從末級電力放大部開始：

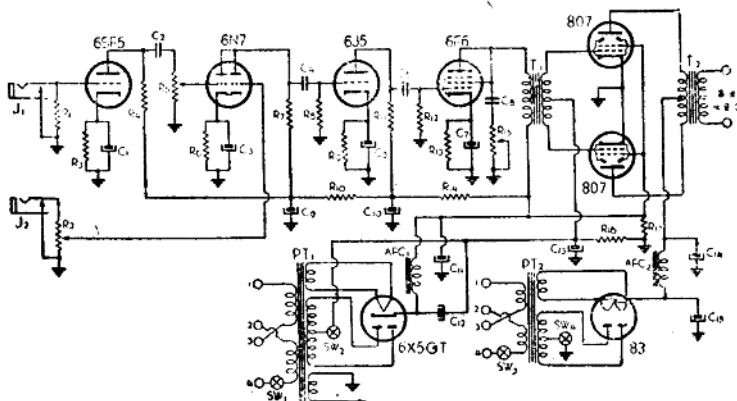


圖 一

1. 揚聲器的電工率每只是 $25w$ ，用兩只揚聲器，共需 $25 \times 2 = 50w$ 的音週電力來推動，這等於告訴我們放大器的輸出電力至少是 $50w$ ，如果考究一點，還要加上輸出變壓器，揚聲器輸送綫等等的損失，那就得要 $55w$ 以上的輸出電力，換句話說，這架放大器的輸出電力一定是 $50-55w$ 左右。

2. 打開真空管特性表(如 *RCA Transmitting Tube Manual*, *Radio Amateur's Handbook* 等書均可)，翻到 807 的說明，在標準工作數值表裏，找到一項特性，上面載着說用兩只 807 作甲乙₂類推挽音週放大能有 $60w$ 的輸出電力，正符合了第一點的計算，一到 807 作甲乙₂類推挽放大時各部電壓和電流等等的數據如下：

直流屏極電壓	400 v
直流幃極電壓	300 v
直流幃極電壓	-25 v
峯點音週幃至幃推動電壓	80 v
無訊號直流屏極電流	100 ma
最大訊號直流屏極電流	230 ma
最大訊號直流幃極電流	10 ma
負荷總阻(屏極到屏極)	3800 Ω
最大訊號幃極推動電力	0.35 w
最大訊號音週輸出電力	60 w

從這裏看出 807 的規定屏壓和幃極電壓相差達 100 v，並且幃極電流變動一定不會小，因之一般的幃極電壓總是由另一個電源供給器供給而不用降壓電阻從 400 v 電源部降壓得到，同時 807 的幃負壓應該很平穩(甲乙₂類放大)，也需要獨立的電源來供給，這就是機中用了二只 83 做整流之後又另用一只 6X3GT 做整流的緣故。特性中另一項指定要用 0.35 w 的幃極推動電力，又告訴了我們為什麼用了 6SF5 等電壓放大管之外還要裝上一只 6F6 電力管的道理。

3. 6F6(接成三極式 祇有一只，屬單端式放大，一定是甲₁類的，甲₁類放大管祇要有電壓來推動便已足夠，且不需耗位倒置器。它在 250 v 屏極電壓時的幃負壓是 20 v，此地屏壓和 807 的幃極合用一個 300 v 的電源，屏壓 300 v 時，幃負壓就要提高到 -24 v，屏流也增加到 40 ma 左右，陰極代丙電阻阻值等於 $\frac{24}{0.04} = 600 \Omega$ 。

4. 推動電壓需要 24 v (因為 6F6 的幃負壓等於 24 v)，照本社實驗範本第三輯第一冊的說明：

微音器電路的電壓增益是 $\frac{24}{.003} \times 2 = 16000$ 倍

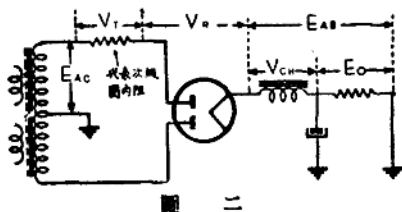
拾音器的輸出電壓不詳，可以照最低級的輸出電壓 $0.05v$ 計算

拾音器電路的電壓增益是 $\frac{24}{.05} \times 2 = 1000$ 倍弱

將需要的增益倍數和電阻交連式電壓放大管表互相對照一下，便可以找出各電壓放大級的各部零件應用數值。例如：6J5， $\frac{1}{2}$ 6N7，6SF5 共有增益倍數應是 16000 倍以上，分配開來，6J5 要負擔 13 倍以上，6N7 要 23 倍以上，6SF5 要 50 倍以上，那麼 6J5 的屏負荷電阻從 $0.05 meg\Omega$ 起到 $0.25 meg\Omega$ 止都可以用，6N7 和 6SF5 一樣，屏負荷電阻從 $0.25 meg\Omega$ 到 $0.5 meg\Omega$ 都能應付，這樣不單是屏負荷電阻阻值得到，連帶的其他零件如次級漏漏電阻，陰極代丙電阻，交連儲電器等的应用數值也可以全部從表中參考找出，即使機中原用零件的數值已經模糊不清，無法抄到，也不難自己去推斷決定了。

5. 最後一部輪到乙電源部份，這部份按照前面的說明應分成兩部，一部是 83 做整流，專供 807 屏極使用，另一部則是 6X5GT，供給其他各部。第一部的直流輸出電壓是 $400v$ 直流輸出電流是 $200ma$ ，(807 的最大訊號屏流雖到 $230ma$ ，但時間很短，整流器祇要能長期穩定的供給 $200ma$ 的電流已經『綽有餘裕』了)。807 屏流從無訊號到最大訊號間的變動很大，換句話說，整流器的負荷電流變動很大，如果用儲電器輸入式濾波電路的話，整流器的直流輸出電壓一定不能穩定而影響到 807 的工作，因之並不適用，應採用扼制圈輸入式濾波電路，原來的濾波器屬於儲電器輸入式，設計不妥，應代為改進。濾波器變更了之後，整流器的直流輸出電壓將沒有原來的高，必需設法增加電源變壓器次級高壓圈的交流電壓以為補償，讓我們來計算一下

到底要多少伏的電壓。整個電源供給器的直流輸出電壓(E_O) = 400v，加上濾波低扼圈的內阻降壓(V_{CH})便是整流管的應需直流輸出電壓(E_{AB})。單相全波整流採用扼制圈輸入式濾波器時，整流管的直流輸出電壓祇有它的交流屏壓的0.9倍，所以要將 E_{AB} 加上整流管內阻降壓(V_R)，然後除以0.9，得到的數目再加入變壓器高壓繞圈的內阻降壓(V_T)，就得到變壓器高壓交流電壓(E_{AC})，如



圖二所示。 $E_{AC} = (E_O + V_{CH} + V_R) \div 0.9 + V_T$ 。 V_T 因變壓器鐵心的大小和用錢粗細的不同，很不容易準確地預先計算，用錢細的變壓器需要加15—20%計算而用錢較粗的祇要加5—10%就够了。這裏暫用5%作為例子，加以計算，又83號汞氣整流管的內阻降壓是20v，這樣本機的 E_{AC} 便可求算如下：

$$E_{AC} = \{ [400 + (50\Omega \times 0.2a) + 20] \div 0.9 \} \times 1.05 = 510v$$

(此處低扼圈內阻作50 Ω 計)，因為是全波整流，所以需要繞兩個510v。第二部的直流輸出電壓是300v，電流是70ma，供給807幀攝極和6F6, 6SF5, 6J5, 6N7等的屏極；這一部份除了807幀攝極電流有相當變動外其餘各管屏流都很平穩，採用儲電器輸入式濾波器尚無問題，原機設計並無錯誤。但807幀攝極電壓是利用 R_{16} 上所產生的電壓降來供給的，需要它愈穩定愈好，要使 R_{16} 電壓降穩定就應使通過 R_{16} 的電流穩定，原線路上6X5GT的總負荷電流是75ma（包括807幀攝電流和其餘各管屏流以及通過 R_{17} 的洩放電流），這個電流也就是通過 R_{16} 的電流，其中807幀攝電流是隨着訊號變化的，這種

變化直接影響到 R_{16} 的電壓降，所以最好應將洩放電流增高，使總負荷電流從 75ma 增加到 100ma ，以減低變化電流百分比增高電流穩定度。但 $6X5GT$ 不能供給 100ma 直流電流，應改用 $5Y3$ 做整流。這樣安排後本電源器的輸出就成為 $300\text{v DC } 100\text{ma}$ 。倘濾波低扼圈的內阻降壓是 20v ，再加 R_{16} 電阻降壓 25v ，則整流管的直流輸出電壓 E_{AB} 是 $300 + 20 + 25 =$

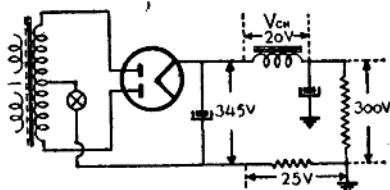


圖 三 (A)

345v，如圖三 (A) 所示。萬一原來這部份整流器的電源變壓器燒毀，無法測量它的交流高壓，也可根據這推算得的輸出電壓 E_{AB} 上尋

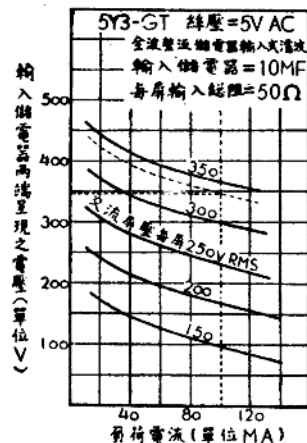


圖 三 (B)

(注意：這個曲線圖是用 10mf 儲電器做第一級濾波儲電器的，若 C_{12} 不是 10mf 而是 8mf 時則須將查得的交流電壓數值另加 $5-10\text{v}$ 計算)，再加 $5\%-20\%$ 的電源變壓器內阻降壓便是電源變壓器應有的交流輸出電壓。

各種整流管的工作特性圖表都可以從真空管特性手冊上找到；不僅僅是 $5Y3$ 和 83 ，這裏不過拿 $5Y3$ 和 83 做一個例子而已。

圖一中的 C_{13} 是代丙電傍路儲電

器，它的正負端被倒接，正負端倒接就無內電壓產生，應該趕快把它接正，如果儲電器已損壞，則應另外換過新的。

餘下的還有輸出和輸入變壓器等，假使原用的壞了，不能獲得原有的圈數比，經過了以上的分析，也能够求出，即以輸出變壓器來講，次級總阻是 250Ω （兩只 500Ω 並連），初級總阻在 $60w$ 輸出時特性表上註明是 300Ω ，初次級的圈數比是初次級總阻比的開方根，即 $\frac{N_p}{N_s} = \sqrt{\frac{Z_p}{Z_s}}$ ，至於應繞圈數，可先計出輸出電壓（ $E_o = \sqrt{P \times R}$ 即輸出電壓 = $\sqrt{\text{輸出電力} \times \text{負荷總阻}}$ ），再用 $N = \frac{E \times 10^8}{4.4 \times B \times F \times A}$ 的公式加以推算。這個公式雖因波形因數的不同而有些偏差，但在一般的需求，已經不錯了。輸入變壓器也能計算，不過稍為複雜一點，不容易討好，我們在第三章中將列舉幾種不同的圈數比和適用的真空管，讀者們可以參考。

略為做了一番分析和修改工作之後，像圖一這樣一張不知詳情的

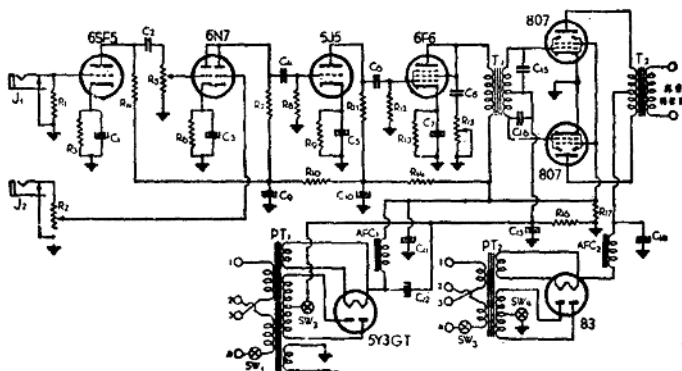


圖 四

線路圖，便成了如圖四的一張完全而非常有用的參考物。下面是找出

來的圖四的另件表：

$R_1 R_8$	$1meg \Omega$	$\frac{1}{2}w$	$R_2 R_5$	$.5meg \Omega$	電位器
$R_3 R_6$	4000Ω	$\frac{1}{2}w$	$R_4 R_7$	$.25meg \Omega$	$\frac{1}{2}w$
R_9	3000Ω	$\frac{1}{2}w$	R_{10}	50000Ω	$1w$
R_{11}	$.1meg \Omega$	$\frac{1}{2}w$	R_{12}	$.5meg \Omega$	$\frac{1}{2}w$
R_{13}	600Ω	$5w$	R_{14}	20000Ω	$1w$
R_{15}	50000Ω	電位器	R_{16}	250Ω	$10w$
R_{17}	6500Ω	$30w$			
$C_1 C_3 C_5 C_7 C_{13}$		$25 mf$		$25v$	
C_2		$.005 - .01 mf$		$600v$	
$C_4 C_6$		$.006 - .05 mf$		$600v$	
C_8		$.02 mf$		$600v$	
$C_9 C_{10} C_{11} C_{12} C_{14}$		$8 - 10 mf$		$450v$	
$C_{15} C_{16}$		$.0005 - .001 mf$		$600v$	
$J_1 J_2$	單回路閉路插口				
T_1	輸入變壓器，初次級圈數比 = 1.5 : 1				
T_2	輸出變壓器，初次級圈數比 = 3.9 : 1				
PT_1	電源變壓器，次級計有 370 - 0 - 370 v 100 ma ； 5v 2a 及 6.3v 4a 等三個				
PT_2	電源變壓器，次級有 510 - 0 - 510 v 200 ma 及 5v 3a 兩個				
AFC_1	濾波低扼圈 10h 以上 100 ma				
AFC_2	濾波低扼圈 10h 以上 200 ma				
$SW_1 SW_3$	合用一只雙刀單擲開關				
$SW_2 SW_4$	合用一只雙刀單擲開關				

若對上面的分析方法尚不能十分明白，可以參閱怎樣瞭解無錢電錢路一書。瞭解了全部的機件構造之後，應做的工作是用適當的儀器（如複用電表和真空管校驗器等），測量各部份的另件接錢是否正常，如果沒有儀器的話，除非真有豐富的經驗是不容易成功的。

1-2 儀器的選擇和使用 這裏將裝修時應用到的儀器的種類，特性和使用法按照它的重要性依次加以說明。

1. 複用電表——這種電表的中英文名稱特別多，中文名有複用電計，萬用電表，繁用電表，萬用測量儀，多用分析器等，英文名則有 *Universal Tester*, *Universal Meter*, *Multi-range Tester*, *Circuit Analyzer*, *Volt-ohm-milliammeter*, *Volt ohm* 等等。實際上它是一只可以測量好幾種電壓電阻和電流的電表，它基本上是用一只 $0-1ma$, $0-0.1ma$ 或 $0-0.05ma$ 的電流表，另外配上了適當的倍增器來測量電壓；配上了乾電池（或其他代用電源）等來測量電阻；再配上了各種分流器來增加電流的測量範圍。比較高貴一點的再加上一個整流器來測量交流電壓和交流電流，加上一只串連儲電器來測量輸出電壓。配上了這許多外加的另件使電表測量的範圍大大增加就成功了『複用電表』。普通是利用開關或插口的變換來管理電表的不同用途。基本電流表的本身電流強度愈小，它的靈敏度愈高，可測量的項目也可以愈多，範圍也愈大。使用的場合也愈廣。至於選購那一種電表，要看各人的需求和能力而定了。

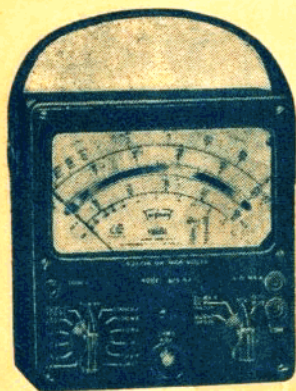
一只用 $0-1ma$ 電流表做成，測量範圍：（1）電阻， $0-100\Omega$ ， $0-1000000\Omega$ ，（2）交直流電壓， $0-10v$ ， $0-100v$ ， $0-250v$ ， $0-1000v$ （3）直流電流， $0-1ma$ ， $0-10ma$ ， $0-100ma$ 的複用電表可以說是最普通的一種，價格也不過昂，用來應付修理放大器工作，

勉強可以過去，圖五是一只這類電表的實體圖。若能購備一只由 $0-0.05\text{ ma}$ 電流表做成，測量範圍 (1) 電阻 $0-100\Omega$ ， $0-10000\Omega$ ， $0-100000\Omega$ ， $0-1000000\Omega$ ， $0-10000000\Omega$ (2) 交直流電壓 $0-5\text{ v}$ ， $0-50\text{ v}$ ， $0-250\text{ v}$ ， $0-500\text{ v}$ ， $0-1000\text{ v}$ ， $0-5000\text{ v}$ (3) 直流電流 $0-1\text{ ma}$ ， $0-10\text{ ma}$ ， $0-100\text{ ma}$ ， $0-500\text{ ma}$ (4) 輸出電壓 (範圍同交流電壓) 的複用電表，可使修理工作在進行時顯得更加便利。圖六(A)(B)都是這類電表的實體圖。



圖 五

用複用電表來做電壓的測量工作時，電表校驗棒應並連跨接在一個電源的正負兩端如圖七(A)，交流電壓不分正負如圖七(B)，在做電流的測量工作時，校驗棒應串連在電路裏如圖



(A)



(B)

圖 六

八，若在做電阻 (或儲電器等) 的漏電) 的測量工作時，則校驗棒應並連在需要測量的電阻 (或儲電器) 的兩端如圖九，倘使被測量體的兩

端接有其他另件，應先將它的一端拆下，再行測量，如圖九(B)中的虛錢所示，這樣可以得到比較準確的測量結果。

在用複用電表測量各種不同的數值時，當然要先揀好一個適當的測量範圍，否則所得讀數將不十分可靠，

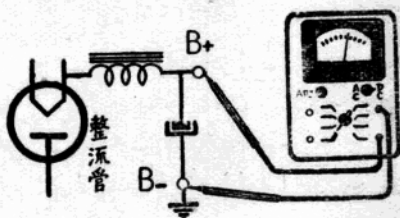


圖 七 (A)

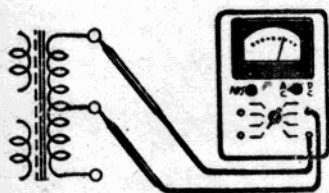


圖 七 (B)

或看不清，甚或燒毀電表。例如用 $0-500v$ 一檔來量 $5v$ 的電壓，讀數會看不清楚，而用 $0-1ma$ 等測量電流的範圍來量電壓，後果一定不堪設想。範圍的選擇方法很簡單，就用圖四的放大器來解釋：

a. 第一整流部的交流電壓半波是 $510v$ ，應用交流電壓 $0-1000v$ 一檔來量，即使電壓不足，也不宜用 $0-500v$ 檔，免損電表。量全波電壓（即量次級高壓圈兩端電壓），就要用 $0-1500v$

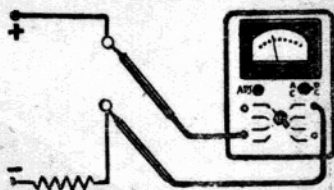
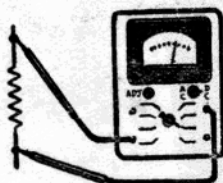
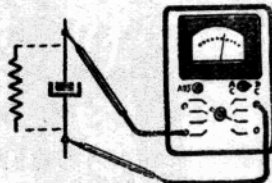


圖 八



(A)



(B)

圖 九

- 以上的一檔來量(假如比 $0-500v$ 更高的祇有 $0-5000v$ 一檔，就應該用這一檔)。
- b. 第一整流部的直流輸出電壓是 $400v$ ，我們應用直流電壓 $0-500v$ 或 $0-1000v$ 一檔。
- c. 807 的內電壓是 $25v$ ，可以用直流電壓 $0-50v$ 或 $0-100v$ 一檔。
- d. 第一整流部的最高總電流量是 $230ma$ ，若已確知不會超過 $230ma$ ，不妨用直流電流 $0-250ma$ 一檔，若不能十分確定，還是用直流電流 $0-500ma$ 一檔來得安全。
- e. 測量電源變壓器的高壓圈內阻，如變壓器的電流量很大，內阻一定低，可以先用電阻 $0-100\Omega$ 一檔一試，量不出再拉大一點的一檔。如 $0-1000\Omega$ 的一檔或 $0-10000\Omega$ 一檔等。
- f. 測量濾波低扼圈的內阻和電源變壓器高壓圈的內阻相同。
- g. 電源變壓器絲極圈的內阻很小，很少會超過 0.5Ω ，必須用 $0-100\Omega$ 或更小的一檔，不然量不出什麼東西。
- h. 測量千數的電阻用 $0-10000\Omega$ 一檔。
- i. 測量萬數的電阻用 $0-100000\Omega$ 一檔。
- j. 測量十萬數的電阻用 $0-1000000\Omega$ 一檔。
- k. 測量百萬數以上的電阻和儲電器的漏電時就要用到 $0-10,00000\Omega$ 或更高的一檔了。
- l. 測量音週輸出電壓應將選擇器撥到『輸出電壓』處，電壓範圍的大小也得配合。譬如 807 檔至檔的音週推動電壓是 $80v$ ，測量時應用 $0-100v$ 的一檔。
- 註：在插口式的電表上有一個插口上註明“Com”或“Common”字樣，這是公用的意思，同時在直流電時它又是負極。設要用的

範圍是直流電壓0—300v，應將黑校驗棒插在“Com”裏，另一枝紅校驗棒插到註500v的插口裏，並把交直流的變換開關撥到“DC”一面，用紅棒接正電壓，黑棒接負電壓，電表中就會指示出電壓的讀數。

2. 真空管校驗器——它也有好幾種名稱，如電子管校驗器，*Tube Tester*，*Tube Checker* 等等。它是一種用來指示真空管好壞的儀器，也是修理從業員的必備儀器之一，有了它，真空管的好壞可以一目瞭然。沒有它，真空管的好壞就不能知道，必須將可疑的真空管放到好的機器上去試用，或用可靠的真空管換到待修的機器上試驗，麻煩而不經濟。校驗器的基本是一只靈敏度很高的電流表，配上



圖 十

了整流器，燈絲變壓器和適當的錢路另件，來測驗真空管的性情和好壞。按照測驗的方式可以將它們分成兩種，一種是測量真空管陰極的放射力，另一種是測量真空管的柵屏互導率。前者可以用 *Triplet* 牌 2413 號(圖十)做代表，後者則可以用 *Hickok* 牌 600 號(圖十一)做代表。比較上以測量互導率的一種來

得可靠，因為單靠測量陰極放射力是不足以決定一只真空管的工作是否正常的。往往可以見到一只經過放射力測驗，指示着“Good”的真空管，插到機器上一試，並不能够工作。測量互導率的却不然，它所指示着的是一隻真空管的

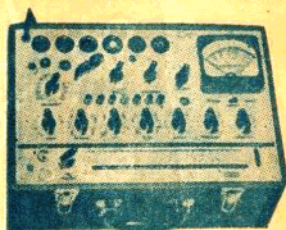


圖 十 一