

活用無線電叢書之一

活用

實驗無線電修理法精華

吳仲達 鄔鵬 著述

以實驗證明理論

以理論解釋實驗

建華無線電實驗室

序

國內無線電書籍對於理論之著作，不乏善本，而尤於實驗之創作頗不多見，故無線電工程之究研其對理論及實驗均須並重，不得有所偏向，惟理論及實驗同樣也須緊連一起後始能對無線電之學習有良好之效果。因理論得以解釋實驗之結果，而實驗之結果得以證明理論之學說，故本書之內容完全依據編者十餘年之裝修經驗為前提，並老老實實的將實際實驗結果，予以敘述，使讀者於實驗時不致常遭遇到困難，但編者所見所聞還覺太少，且才疏學淺，以及對於編排印刷均為初次，故遺誤、編排不當之處必多，尚祈國內究研同志多予指正，則於再版時予以增訂較正之。

吳仲達 鄔 鵬

1950年12月序上海

目 錄

序文

第一章 收音機電路分析

第一節	收音機之電源.....	1
	真空管整流器整流電路.....	3
	收音機整流器另件問題.....	8
	儲電器輸入濾波電路.....	10
	低扼喉輸入濾波電路.....	11
	倍壓整流電路.....	12
第二節	變週電路.....	16
	變週管性能較驗.....	25
第三節	中間週率放大器電路.....	40
第四節	高週率放大器電路.....	42
第五節	第二檢波器電路.....	45
第六節	自動音量控制電路.....	49
第七節	低放電路.....	57
第八節	末級功率輸出強放管電路.....	62
第九節	交直流收音機電路.....	67
第十節	電池式收音機電路.....	80
第十一節	交直流電池三用收音機電路.....	82
第十二節	差週振盪電路.....	91
第十三節	自動雜聲限制器電器.....	94
第十四節	汽車式收音機電路.....	101

第十五節	言語放大器及擴大機電路	103
------	-------------------	-----

第二章 修理訣要

第一節	測量儀器使用方法	135
	複用電表	135
	真空管較驗器	14 ²
	較驗振盪器	143
	氬氣管輸出較驗器	144
	訊號尋跡器	145
	真空管電壓表	146
	陰極線管示波器	146
	儲電器測量儀	146
第二節	應用另件及其阻值測驗	148
第三節	修理準備	163
第四節	漏電及短路測驗	166
第五節	收音機各部電壓測驗	170
第六節	收音機各部電流測驗	175
第七節	收音機實際修理實施程序	176
第八節	簡易測驗真空管方法	189
第九節	利用訊號尋跡器查驗故障	190
第十節	利用完好收音機查驗故障	192
第十一節	收音機故障情況及其修理訣要	193
	交流聲	194
	交流聲之來源尋跡法	195
	交流聲之免除法	197
	收音機發生狂叫	199

嘯叫聲.....	200
不起振盪.....	202
撲撲汽船聲.....	202
雜聲干擾.....	203
失真現像(發聲糊濁不清).....	207
時響時輕或發音斷續.....	210
嘶嘶聲.....	211
具有短波收音機之特殊故障.....	211
交直流收音機之修理問題.....	214
電池機修理問題.....	215
三用機修理問題.....	216
第十二節 收音機之較驗後之配準.....	217
變週級之調整電路及振盪電路之較準.....	219
長短波收音機變週電路之較準.....	222
高放電路收音機之較驗.....	224
最簡易的較驗中週變壓器方法.....	226

收音機之電源

凡有真空管之收音機或收訊機均需具備各種不同之電源，如電池、發電機、蓄電池等。

收音機因電源供給之不同可分交流收音機，交直流收音機，乾電池收音機，振動式收音機，交直流電池三用收音機等。

A. 交流收音機：城市中交流市電供給收音機，最爲經濟合算，不過未能直接應用，因真空管燈絲電壓及屏極電壓均各有其特性之規定，屏極則必須以純粹之直流電供給方能應用，故以交流電源供給時須先經整流器，經整流作用轉換爲直流電後始得應用，至於燈絲電壓一般交流真空管大都爲傍熱式故可直接利用變壓器升降供給較爲便利。

B. 交直流收音機：所謂交直流者，其電源之供給，可利用交流或直流，一般應用上此種直流電源並非指乾電池，而所指者爲大型蓄電池，或直流發電機而言。

C. 乾電池收音機：適合於一般無交直流發電機設備或旅行時所應用，所用真空管均爲直熱式，其消耗電流極微，故可用乾電池電源來供給，三用機者即電池機另備整流設備。

D. 振動式收音機：適合一般汽車上應用，其電源之供給取自於低電壓之蓄電池並轉換爲半交流之高電壓。再經過整流作用後成爲直流高電壓以供給收音機直流電壓之須要。

其他如手搖發電機和柴油發電機等均可用爲電能供給器，但除特殊情況外不常應用。

以上所述之電源之供給，在真空管不同工作之原因下其電源之供給分爲 A 電源，B 電源，C 電源三種。

1. A 電源：爲低電壓高電流專以供給燃點真空管燈絲之用，如應用交流收音機者，可利用變壓器降壓供給之，交直流收音機其真空管燈絲之燃點可利用串聯電路，直接由交直流電源供給；乾電池式收音機可用低電壓高電流之乾電池或蓄電池供給，傍熱式之真空管一般絲極電流較大，乾電池不適用，直熱式真空管有時得以交流，直流或乾電池供給，但須視各真空管工作情形而定。

2. B 電源：真空管的屏極幃極必須用以純粹之直流電始能工作，B 電源爲一高電壓，低電流之電源，實際工作的電壓須視各真空管之特性規定或設計而不同。以交流電來供給時須經過整流器之設備，整流器可分爲真空管整流器、矽整流器或機械整流器等，一般收音機利用真空管整流器爲多，交直流乾電池三用機則有利用真空管整流器，也有利用矽整流器者。乾電池收音機則因真空管耗電較小可以直接利用 B 電池或蓄電池以作電源之供給器。

3. C 電源：爲低電壓低電流，一般爲供給真空管之幃負電壓之用，收音機大都採用自給法得自 B 負電路中，極少採用 C 電池。

乾電池應用時注意點：——

1. 乾電池正負二極不可短路。
2. 不得長時間之連續使用，若連續使用可有十小時者斷續使用可達十七八小時以上。
3. 新舊電池不能串接應用，因其串聯應用時僅能增加阻力，不能增加電力。
4. 乾電池串接電壓增加，並接電流增加。
5. 乾電池並接時可延長使用時間，時間較單節爲長，（單節若能用一小時十節並接時可使用十三四小時以上）

6. 乾電池再好勿用烙鐵銲接以免減短壽命，若必須以烙鐵銲接時宜快，不得久擱於電池上。再佳則以彈簧夾子軋住。
7. 乾電池須放在乾燥之處以免受潮。

真空管整流器整流電路

交流電源供給收音機雖然非常經濟，但因真空管屏極、幛極及桶電壓需要純粹之直流電，故交流電不能直接應用須加以整流工作，使交流成為直流方能應用，大部份收音機之整流設備均採用真空管整流器。

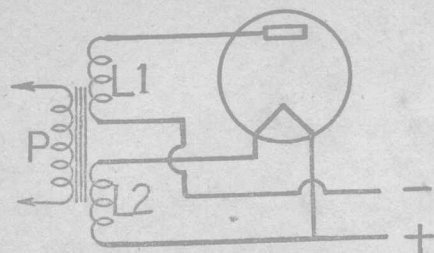
真空管整流器一般有用高度真空管（高總阻者如 5Y3 等低總阻者如 5V4）者，有用氣體式真空管者如 866, 83 等，此類氣體式真空管大都用於功率較大之機件中而收音機則都採用高度真空之真空管為多，因工作情況不同，又可分直熱式及傍熱式二種，同時亦可分為全波式及半波式二類。

整流管之絲極電源可利用交流電不經整流直接供給（收音機中其他用途之真空管亦類似），屏極電壓可利用變壓器升高，經過整流管整流作用後，將交流轉換為直流電如圖 1 當交流電通過變壓器初級線圈 P 後感應次級線圈 L_2 去供給整流管燈絲電壓； L_2 電壓較初級電壓低得多，而 L_1 則較初級電壓高，此種轉換，完全以線圈之多少而作比例，例如次級線圈繞製之圈數較初級多則電壓高於初級進線電壓，相反次級圈數較初級少則電壓自較初級進線電壓為低，至於變壓器繞製時之漆包線所用之線號則視荷載情形而決定其粗細，而於圈數則毫不相關。

交流電無正負極之分，但於解釋上假定將進線電源分為正負性，當整屏極上之交流電壓在正性時，因絲極上放射之電子是負性，故異

性相吸的原因爲屏極所收而成爲圖 2 之 A 形，當一瞬之間屏極所加之

電壓已自正性轉換至負性，而絲極上所放射之負電子因是同性相斥未能爲屏極所吸收，故無電子自屏極流向 L_1 而又當瞬時間交流電已自負性再回轉換至正性，電子又被屏極吸收，連接又由自正性轉換至負性如此繼續不斷的正負



第 1 圖 整流管



第 2 圖 第二次

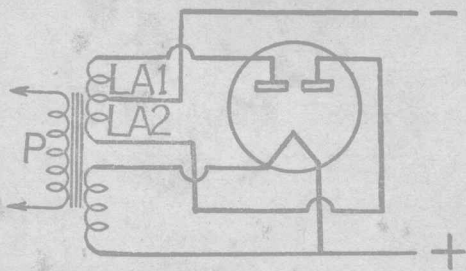
交替在正半週有電子流通過，在負半週成無電子流通過成爲全部電壓之半相位單向直流電。由此完成整流工作，此類整流方法亦稱半波整流。

如果在整流管中另外添加壹只屏極成爲雙屏極，見圖 3，此電路之次級線圈 L_A 分爲二部，(L_{A1} L_{A2}) 其圈數較圖 1 L_1 加多一倍，而於中心圈數處抽出一頭作爲公共之負端，因變壓器之相位關係，所以 L_{A1} L_{A2} 二端交流電壓各相差 180° 故整流管之二屏極無論任何爲一正一負交替輪流工作，本來在半波整流器所沒有電流通過之負半週 (B) 時在二屏交替工作之下成爲全波整流圖 4。全波整流器之輸出電壓較半波整流器輸出要純粹得多，見圖五

半波整流管如 12B, 12F, 2B24 等。

全波整流管如 80, 5Y3 等。

一般交流收音機中所採用之整流管大都爲直熱式，但一部份收訊機或收音機亦有採用傍熱式，尤其如交直流收音機，均用傍熱式整流

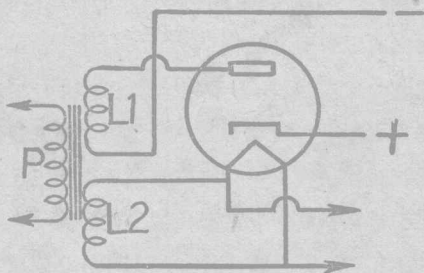


第 3 圖



第 4 圖

管；有陰極傍熱式之真空管其電子活動由陰極代替燈絲放射工作，先以燈絲燃點後，再去烘熱陰極，待陰極熱後始能開始工作，故屏極上高壓與燈絲完全不發生關係見圖 5。凡經整流後之電壓並非純粹之直流電而是脈動性，尚有抖動紋波成份，故尚須經過濾波器序以截去其



第 5 圖

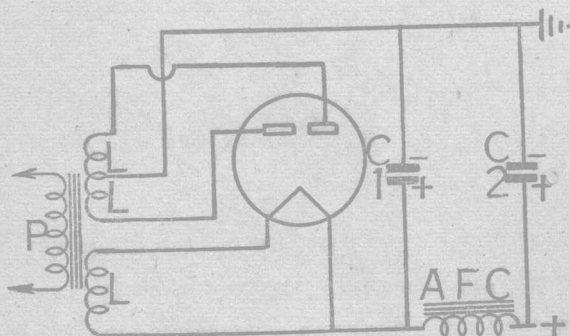
抖動成份成爲平穩之直流電。

濾波的方法一般有二種：

(1) 正極濾波

(2) 負極濾波

(一) 正極濾波：圖6 爲正極濾波電路。其再簡便之認識方法就是將低扼電接於B+電路亦就是接於二濾波儲電器正極之間，當脈動性之電流經過 C_1 遇有輸出電壓有抖動性之峯壓部份予以充電，而抵扼



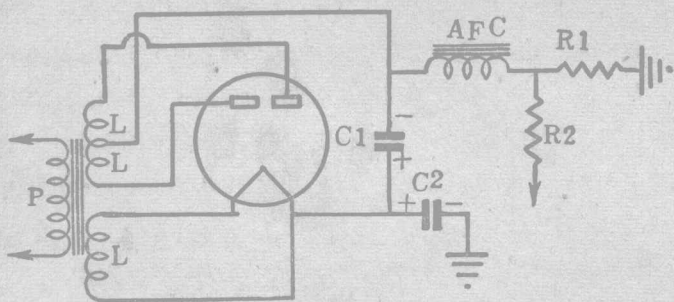
第6圖 $C_1, C_2 = 8\text{MFD}$

電阻抖動性之電流通過，如遇抖動性電壓低落部份則 C_1 將已充蓄之電能洩放使輸出成爲平衡之電壓 C_2 工作同 C_1

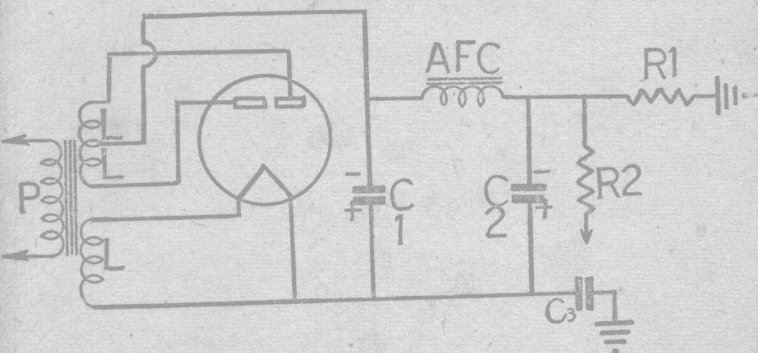
(二) 負極濾波：見圖7A, B. 最簡單之認識方法，即低扼電之二端其一端接變壓器之高壓中心負端，另一端接於地線，圖7A 爲一般所習用之電路，但交流聲甚大，一般應依照圖7B 改正，此法之認識更易，即低扼電之二端接於濾波儲電器負極，並另備一 0.1MFD 固定儲電器接自B+至地線， R_1 爲強放管負C電阻， R_2 爲強放管漏電阻。

正極濾波電路與負極濾波電路之比較。

正極濾波電路之優點，交流聲一般較負極濾波為小，其缺點為低



第7圖 A $C_1C_2=8\text{MFD}$ $R_1=\text{負C電阻}$
 $R_2=500\text{K}\Omega$



第7圖 B $C_1C_2=8\text{MFD}$ $R_1=\text{負C電阻}$
 $C_3=.1\text{MFD}$ $R_2=500\text{K}-1\text{Meg}\Omega$

扼喉需要良好的絕緣，因為低扼喉的鐵心大都裝置於收音機（或擴大機發射機等）之機壳，而此機壳往往是B電的負端，而正極濾波器之低扼喉串接於B+電路中，所以在繞製低扼喉時其鈔鐵片與線喉之間

設若無良好之絕緣或有漏電等情，於使用時則易擊穿而短路，尤其在功率較大之收訊機擴大機等常見之。

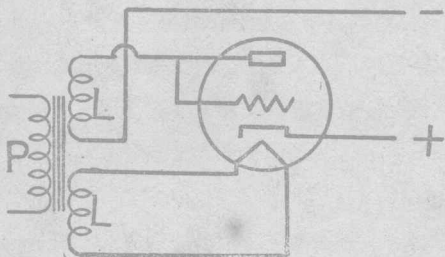
負極濾波電路之優點因低扼喉接於 B 負回路中，低扼喉與鐵片相差的電壓極微，故於絕緣問題無正極濾波之重要，但其缺點即交流聲較正極濾波電路時要大得多，但一般市售收音機其負極濾波電路大都依圖 7 A，但此式電路交流聲很大，應依圖 7 B 改正接之，但仍無正極濾波電路時交流聲小。

負極濾波器所以比正極濾波交流聲大，其原因負極濾波電路是將低扼喉接於電源變壓器之中心 B 一端與地線之間，又因變壓器之鐵片接機壳線圈間形成一儲電器，如此好似低扼喉二端並接一儲電器，使低扼喉效能大為減低，故而交流聲大增。

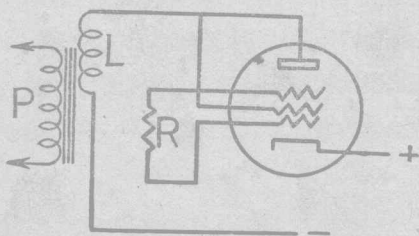
收音機整流器另件問題

變壓器之選擇：以矽鋼片為佳品，馬達矽鋼片次之，鐵片再劣，矽鋼片以薄而脆為最佳，如其片上塗以絕緣物則更佳，普通一般國產品大都為鐵片，選擇時以平而不曲為主，外貨之變壓器其設計時大都以 60 週 (Cycle) 標準計算，不合國內之電源，因我國電源均為 50 週。故如以良好之矽鋼片，有準確之計算，繞製精良，及所用之漆包線能合乎標準的話，則此變壓器必較外貨為佳。如欲得知所買之變壓器有否弊病，簡單之方法可將購得之變壓器初級接以電源，而次級不加荷載，如果超過 12 小時變壓器並不燙手則尚可應用（依理論次級無荷載該變壓器不應有些微熱度，但實際上變壓器因鐵心質料之損失及渦流損失而成熱能，但不應太熱），如時間很短而以手摸之極熱，則此必劣等貨品。

整流管：一般採用高真空度之二極管，有全波半波傍熱直熱式區別；交流式收音機大都均採用直熱式佔多，交直流收音機則均用傍熱式整流管，而多數均為半波整流管。普通三極管也能用作為整流管，僅須將三極管內之屏極與柵極連接即可，圖8A即一三極管連成一半波整管之電路，但此種利用三極管為半波整流管時須注意變壓器高壓之供給，如太高之電壓加於三極管上屏柵極上極易減低真空管之壽命或立即損壞。任何放大管亦均可利用以作整流管，除陰極燈絲外僅須將各極連接即可如圖8B但須注意此電路中之R其阻值約自2000-5000 Ω



第8圖 A



第8圖 B

為串聯於訊號柵或第一柵極上至高壓端以防止如變壓器因交流高壓太高而損及訊號柵（因訊號柵必須連接，否則整流管輸出電流將不足以

供給一般收音機之荷載電流之需)，如變壓器交流電壓並不太高，一般真空管則此電阻亦得省去，如高壓 200 至 250V. 時是。

濾波儲電器：在普通收音機中其儲電量為最大者，交流收音機一般應用為 8MFD. 耐壓為 450V. 即工作時電壓不得超過 450V. 如超過此規定之耐壓值即能擊穿，但實際市售之商品，一般僅能工作於 380V. 左右；濾波儲電器一般應用均為電糊式居多，形狀如一小比炮，一面正極一面負極，極性質料，均為純鋁約含 $\frac{99.8}{100}$ 至 $\frac{99.9}{100}$ ，而正極須經過腐刻以增加表面之面積，故其儲電量較未經過腐刻時大上許多倍數，此式儲電器其特性是僅許電流自負極至正極，但不能正極到負極，所以裝置時不能反接，否則立即發熱而增加其功率因數以致擊穿而止，其他如電液式電粉式等，其特性均與電糊式相似。

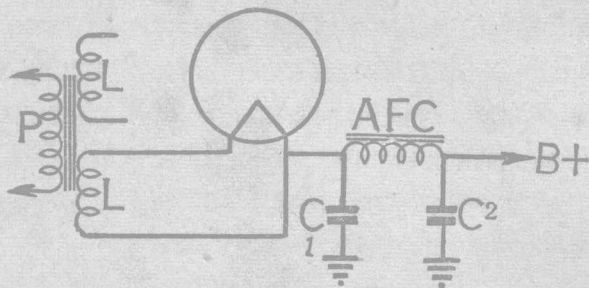
低扼喉（即低速率扼制線圈）或為勵磁喉：其用途已曾述及，但勵磁喉乃於電動揚聲器中，除作濾波工作外尚須兼作揚聲器產生磁場以激發紙盆振動空氣發聲之用，即相等一永久磁鐵揚聲器之磁石。

電動揚聲器之勵磁喉：一般市售五吋揚聲器之阻力為 1500Ω 至 2800Ω 視其所用線粗細而定。其所繞製線號約為 SWG. 制 40 號至 42 號，實際上此類揚聲器勵磁喉極易發熱，因所用線號 (40—42 號) 太細，但如細號用得太粗則其勵磁喉因地位關係而圈數極少不足產生足量之磁力，並因感應量亦較低而引起交流聲，一般交直流收音機所用之勵磁喉約 300Ω 至 600Ω 左右。

儲電器輸入濾波電路

儲電器輸入電路無論其為正極濾波電路或負極濾波電路其優點如於同一電源供給下較低扼喉輸入電路可得一較高之輸出電壓，其實際

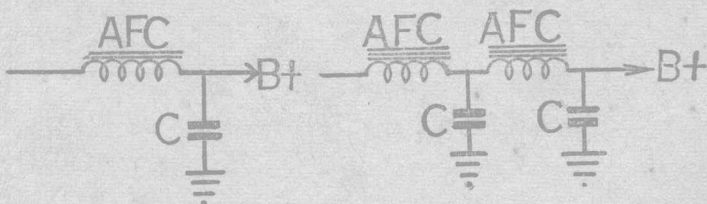
電路如圖 9，其最大之缺點，為若荷載電流之變化足以影響其輸出電壓，故僅適用於一般收音機及低功率之擴大機上。



第 9 圖 $C_1 C_2 = 8\text{MFD}$

低扼卷輸入濾波電路

低扼卷輸入電路其優點為並不因荷載電流之變化而嚴重性之影響輸出電壓。故輸出較為平穩不致使輸出電壓有巨大之變化，圖 10A 為



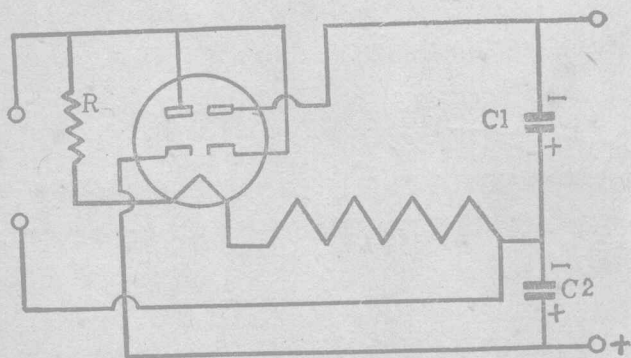
第 10 圖 A $C = 8\text{MFD}$

第 10 圖 B $C = 8\text{MFD}$

單只低扼卷其輸出之平穩性較差，但供給高功率之發射機，或擴大機之末級功率放大或調幅器亦已足應用；圖 10B 其輸出非常平穩，故除供給末級放大器外亦可用以供給擴大機或收訊機之其他各級。

倍壓整流電路

此類整流器之設計，圖 11 實際上即為二個半波整流器串聯後供給其單個半波整流電路輸出電壓加倍值。任何二只同樣之整流管均可串接為一倍壓電路，用此電路之整流器，大都均不採用變壓器，如交流收音機有的採用之或簡單之發射機有採用之，圖 11 上之整流管可用 25Z6, 25Z5, 35Z6 等，此類真空管均具有二獨立之二極管，實用上接上荷載後直流輸出電壓並無電源進線電壓加倍值。



第 11 圖 $C_1 C_2 = 40\text{MFD}$ $R =$ 視真空管而定

濾波電路之參考

以上述及各電路均為基本電路，而有時在某種收音機之電路略為不同，今略述如下，以備修理時之參考。

圖 12 此種電路即 B+ 端置於變壓器燈絲線圈中心點，僅能減低交流聲約 5%，故於實用上並無特殊之優點。