

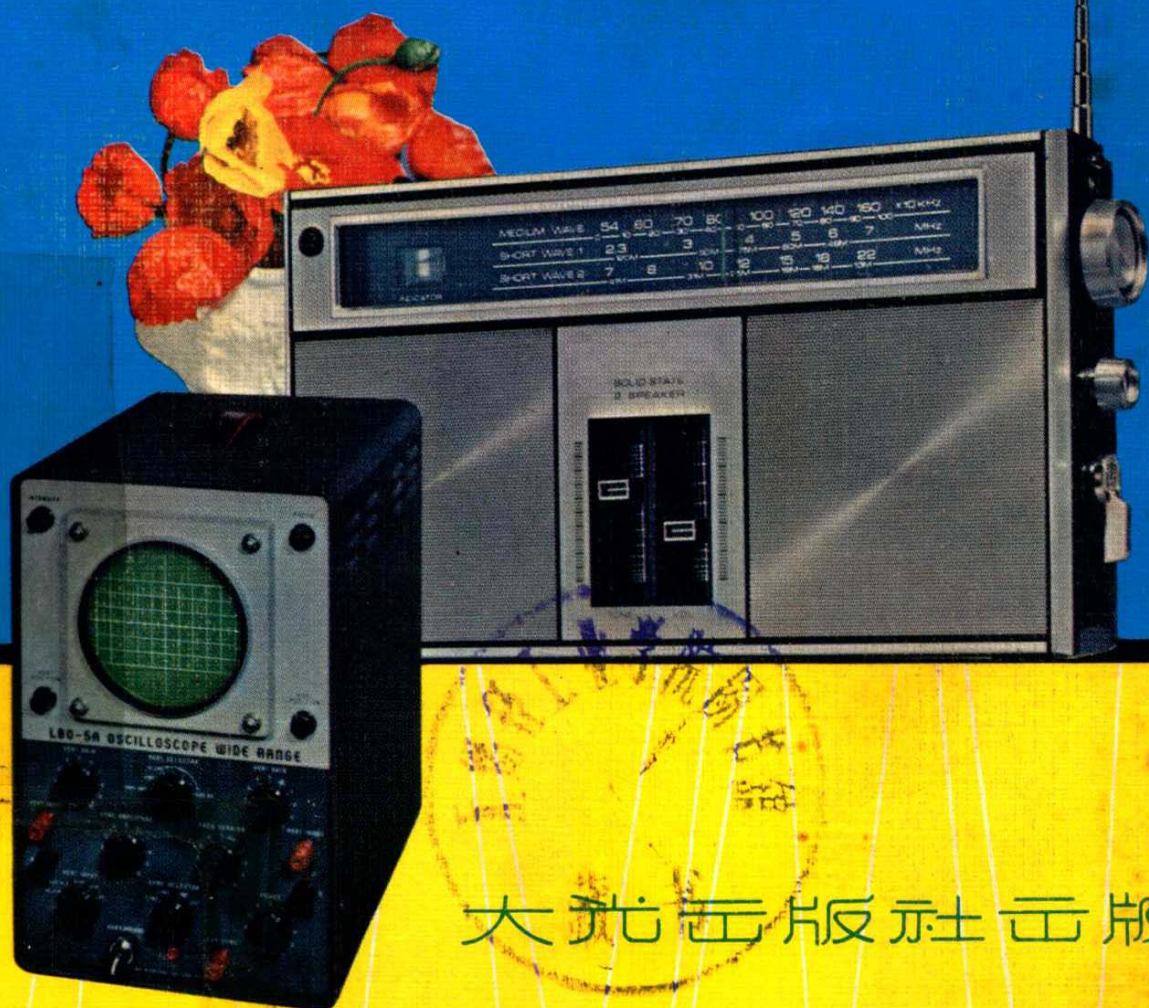
人民邮电出版社

0393692

最新實用

晶體管收音機修理手冊

張松熙 著



人民邮电出版社出版

12-157

江南大学图书馆



91524609

晶體管收音機修理手冊

張松熙 著



大光出版社出版

內 容 簡 介

這本小冊子是根據實際工作中所得的經驗而寫成的。特點是着重實際操作的指導。全書共分為五章，內有簡明的收音機工作原理，快速的修理法，以及調整各調諧電路等等，附有詳細圖解，適合在學者或業餘自修者作為修機參考之用。

晶 體 管 收 音 機 修 理 手 冊

著 者：張 松 熙

出版者：大 光 出 版 社

香港北角丹拿道 54-58 號二樓

承印者：志 豪 印 刷 公 司

香港柴灣祥利街七號

萬峯工業大廈十二樓A座

1975年10月版

H. K. \$ 4.00

版權所有・翻印必究

自序

晶體管收音機，是較爲袖珍的一種電子器材，它的優點就是攜帶方便，工作時不需預熱以及受溫度之影響，但唯一之缺點就是在修理時較爲困難，尤其是對初學者更有無從着手之感。

筆者曾從事晶體管收音機工作多年，並在工作過程中，日積月累地收集了一些實用資料，並將此資料與理論綜合起來，編成這本小冊子，以供初學者或業餘愛好者修機參考之用。

本書除有詳細的故障修理以及故障圖解分析外，還有其各級之簡單原理、工作過程，俾讀者能做到理論與實踐相結合。文句通俗簡明，並附最常用之電路圖，更有助於在業或初學者閱讀。

由於作者知識有限，又是首次執筆，錯漏在所難免，尚祈讀者多多賜教，僅先致謝。

張松熙

一九六九年秋天

目 錄

第一章 晶體管收音機的工作原理

一、概說	1
二、推挽式功率放大級	6
三、聲頻放大級	7
四、檢波級	8
A. 二極鉻晶體檢波器	
B. 晶體管檢波器	
五、自動增益控制	11
A. 控制發射極電流之 AGC 電路	
B. 控制集電極電壓之 AGC 電路	
C. 輔助式自動增益控制	
六、中頻放大級	15
A. 晶體管之選擇	
B. 中頻變壓器 (IFT) 之使用須知	
C. 中頻電路之分析	
七、變頻級	18
A. 變頻電路之分析	
B. 混頻電路之分析	
C. 多波段之變週綫	

第二章 各種儀器之使用法

一、示波器	26
A. 各開關用法說明	
B. 示波器使用法	
二、訊號產生器	31
各開關使用方法	
三、訊號尋跡器	33
A. 訊號尋跡器的特性	
B. 尋跡器之使用法	
a. 射頻訊號尋跡法	
b. 聲頻訊號尋跡法	
四、萬用電表	36
A. 利用萬用電表測量晶體管各極之阻力	
a. 功率晶體管測驗	
b. 用歐姆表測驗低功率晶體管	
B. 鍺晶體二極管之性能及測驗	
C. 利用萬用電表測量電路上的電流	
五、代用電源使用法	40
A. 簡易的代用電源電路	
B. 代用電源使用法	
六、袖珍型訊號產生器——導通器	43

第三章 超外差式收音機的檢修

一、基本修理法	45
二、單波段收音機	46
A. 電源供給部份	
B. 揚聲器部份	

C. 強放級或功率放大級之故障及修理

a. 動電修理法 (訊號注入)

b. 靜電修理法 (萬用電表)

D. 聲頻放大級之故障及檢修

a. 動電修理法 (訊號注入)

b. 靜電修理法 (萬用電表)

E. 檢波級及自動音量控制故障及檢修

a. 動電修理法 (訊號注入)

b. 靜電修理法 (萬用電表)

F. 中頻放大級之故障及檢修

a. 動電修理法 (訊號注入)

b. 靜電修理法 (萬用電表)

G. 變頻級之故障及檢修

a. 動電修理法 (訊號注入)

b. 靜電修理法 (萬用電表)

c. 決定振盪級之故障

三、多波段收音機之故障及修理.....67

A. 多波段收音機之變頻電路

B. 多波段收音機之變頻級故障及檢修

a. 完全無聲

b. 完全無聲的故障落在 SW 波段中

c. 雜聲

d. 發生振盪

C. 各種頻率範圍分類表

D. 故障分析一覽表

第四章 晶體管收音機故障圖解

.....76

第五章 晶體管超外差式收音機之校準

一、中頻變壓器之校準.....89

A. 準備事項

B. 校準次序

二、射頻部份之校準.....91

A. 準備事項

B. 校準次序

三、短波波段之校準.....93

附 錄.....95

一、晶體管收音機標準流行線路參考圖

附圖一 採用晶體管檢波之晶體管超外差式收音機電路圖

附圖二 採用獨立振盪及備有輔助自動增益控制八晶體管
超外差式收音機電路圖

附圖三 OTL八晶體管超外差式收音機電路圖

附圖四 十一晶體管超外差式收音機電路圖

附圖五 OTL七晶體管超外差式收音機電路圖

二、電阻顏色數值表

第一章 晶體管收音機的工作原理

一、概 說

超外差式收音機是無線電收音機中最進步的一種型式，它已有四十餘年的歷史，迄今尚未有較其更為良好型式可以替代。

超外差式收音機之電路設計是將外來之射頻訊號變為固定的中頻訊號，(例如 455KC) 經檢波後取出其中所含的聲頻訊號，輸至聲頻放大級，再將此微弱之聲頻訊號加以放大，然後在揚聲器中發出成音訊號，供給人們收聽。

現為進一步明白起見，將超外差式收音機各級的工作情形扼要介紹如下：(參看附圖 1.1)

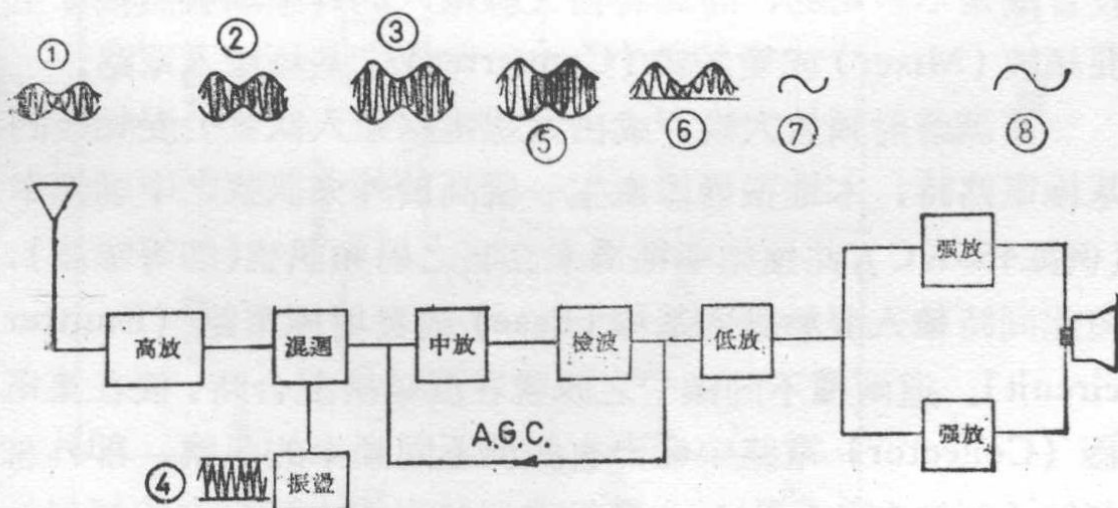


圖 1.1 超外差機基本方塊圖

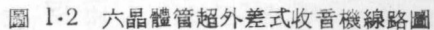
波 形 說 明

1. 調幅射頻訊號 (RF 550—1600 KC 舉例)
2. 調諧及昇高之調幅射頻訊號 (RF 550—1600 KC)
3. 多級昇高之調幅射頻訊號 (RF 550—1600 KC)
4. 本機振盪之等幅射頻訊號 (RF+IF)
5. 調幅及放大之中頻訊號 (IF 455 KC)
6. 經檢波後含有射頻訊號之單向波形
7. 經放大之聲頻訊號 (AF 50—10,000 c/s)
8. 經強放級放大後至揚聲器輸出之聲頻放大訊號 (50—10,000 c/s)

天線所接收到的由發射台(即廣播電台之節目)向空中發射之微弱電波，經天線電路輸入調諧射頻放大級，該級作用是選擇所欲收聽的廣播電台訊號，並將它放大以提高靈敏度(Sensitivity)及增進訊號雜音比(Signal to noise ratio)。

按一般較為高級之收音機，才採用射頻放大級，普通之收音機是不多用的，而是將自天線輸入的外來訊號直接輸至混頻級(Mixer)或變頻級(Converter)之基極輸入電路。

當調諧射頻放大級，或由天線電路輸入訊號於混頻級的基極電路時，本地振盪器產生一個高於外來訊號之中頻頻率(例如455KC)，此種頻率稱為未調制之射頻訊號(即等幅波)，與此同時輸入混頻級的基極(Base)或發射極電路(Emitter circuit)。這兩種不同頻率之訊號在混頻級混合時，使在集電極(Collector)電路中輸出有四種不同頻率的訊號，即外來訊號(例如640 KC)；本機振盪器輸出的未調制之等幅射頻訊號；本機振盪器之頻率訊號與外來之頻率訊號混合相加之



訊號，以及本機振盪器之頻率訊號與外來之頻率訊號相減之中頻調幅訊號。這四種訊號是由混頻級之集電極輸出而到達接在混頻級之中週變壓器(IFT)之初級。由於該中週變壓器早已選定固定之中頻訊號(例如 455 KC)，故此只能選擇其中的最後一個差頻訊號(例如 455 KC)。才能順利地通過接在各級之中週變壓器，並加以互相配諧而將此中頻訊號加以放大，再交連至檢波級(Detector stage)。

在檢波級將它檢出為聲頻訊號(Audio frequency signal 簡寫“A.F.”)。並將不需要之殘餘中頻載波加以濾掉。

最後經一級或兩級聲頻放大器(Audio frequency amplifier)增強其聲頻電力，使其有足夠的電力推動揚聲器發聲。

由於有了上述之工作過程，因此超外差式收音機便有以下數種優點：

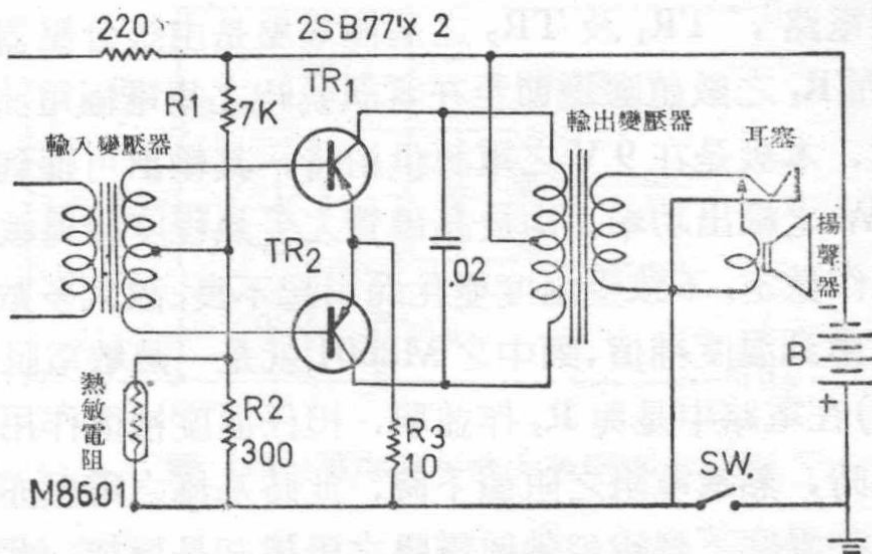
(a) 高靈敏度(Sensitivity) 所謂靈敏度是用來測量收音機各級間之放大增益，即以一規定之調幅射頻訊號電壓輸入，而產生一標準之聲頻訊號輸出(常用微伏 Microvolts, 毫瓦特 Milliwatts, 或分貝 Decibels 等為計算單位)，當收音機接收很微弱之遠地電台訊號時，而能獲得夠強之聲頻訊號輸出，故稱為高靈敏度。

(b) 選擇性強(Selectivity) 所謂選擇性是指在電台眾多之地區接收時，能選擇一個欲想接收之電台，不受隣台干擾。

(c) 傳真度高(Fidelity) 所謂傳真度是指在收音機由檢波級輸出之聲頻訊號對調諧電台載波所含原來調幅之傳真

程度兩者之波形及頻率數愈相似，則傳真度愈高。輸出之音質亦愈佳，無失真 (Undistortion) 或極少失真之現象。

(d) 穩定度好 (Stability) 所謂穩定度是指在超外差式收音機之變頻級之振盪調諧電路以三點同步追蹤 (Tracking) 而設計 (例如用 530 KC, 1000 KC, 1605 KC 等頻率追蹤)，在廣播波段內，其偏差不超過 4 KC。例如 同步追蹤時產生之所需中頻為 455 KC 則其最大偏移為 $455 \text{ KC} + 4 \text{ KC}$ 等於 459 KC，而最小偏移為 $455 \text{ KC} - 4 \text{ KC}$ 等於 451 KC，因中週變壓器之平頂響應曲線 (Frequency response curve) 諧振範圍為 10 KC, ($\pm 5 \text{ KC}$)。對於 4 KC 偏差之中頻頻率通過影響甚微，故在整個波段內固定中頻變化極少，使中頻放大級之放大增益 (Gain) 極為穩定。



推挽強放級電路

爲使更加明白超外差式收音機之詳細電路之結構及其工作過程，使在修理工作時，更能迅速地檢查出故障所在起

見。特繪出如圖 1—2 之標準六晶體管超外差式收音機線路圖作為本書所舉出之故障實例。現將各級分別畧述如下：

二、推挽式功率放大級

圖 1·3 是用兩粒晶體管所組成的推挽式之強力放大電路，為減少失真起見，本線路是採用了 AB 類放大，所用之電晶體是 PNP 型，故當是一個負半週訊號輸入其 TR_1 之基極時，此時 TR_2 的基極上便要受到該訊號之正半週，即是說， TR_1 的集電極電流在增加時，而 TR_2 的集極電流在減少，如另一瞬間，其工作情形恰好相反，結果，此情形就好似一推一挽，所以稱為推挽式放大器 (Push-Pull amplifier)。

該電路各附屬零件之作用： R_1 (7K) 與 R_2 (300 Ω) 接成一分壓電路， TR_1 及 TR_2 之基極電壓是由該分壓器上獲得供給，而 R_1 之數值應調節至在零訊號時之集電極電流為 2ma 之程度，本級是在 9 V 之電源供給時，其輸出可獲到 250—400 mW 之輸出功率。由於晶體管之受熱程度較為敏感，為保持工作穩定，不致受溫度變化而引起不良，故大多數強放級常要考慮到溫度補償，圖中之 M8601 就是一熱敏電阻 (Thermistor) 在電路中是與 R_2 作並聯，擔任溫度補償作用，當溫度上昇時，熱敏電阻之阻值下降，此時基極之電壓亦隨之而下降，如溫度下降時，熱敏電阻之阻值却是增加，此時，基極之電壓亦隨之而增加，由於該熱敏電阻是與適當的電阻 (R_2) 並聯起來，故此可減少末級強放電路可能因溫度變化而造成失真的現象。 R_3 是 TR_1 TR_2 之發射極共用電阻，是與

電子管電路之陰極電阻相似。有些電路是各自接上一支，其作用是用於穩定該電晶體之偏壓，此電阻數值不能太大，否則會影響集電極電壓而形成失真成份，該電阻多採用 10Ω 之範圍。 T_2 是一輸出變壓器 (Output transformer) 具有中心抽頭，作用於將推挽放大器的集電極輸出功率 (Output power) 交連至揚聲器 (Speaker) 以便使揚聲器受推動空氣而發出聲音。

耳插 (Jack) 是附設在揚聲器電路中，即輸出變壓器之次級電路，用來收聽節目時，聲音從耳塞中輸出不致妨礙他人。

三、聲頻放大級

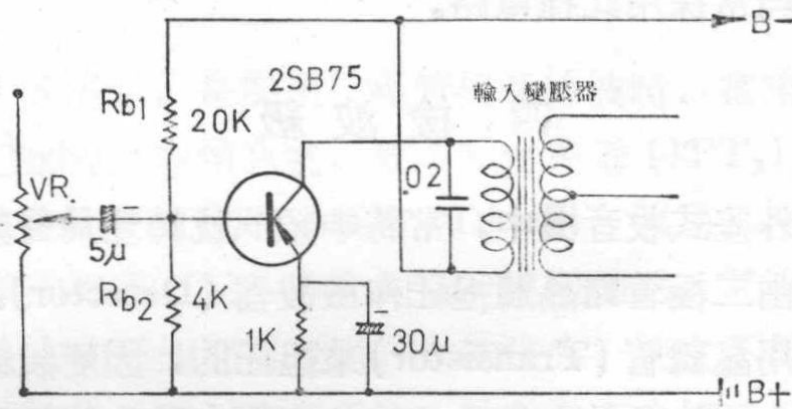


圖 1.4 標準聲頻放大級電路

圖 1.4 所示，是一標準型聲頻放大級電路，晶體管是採用了 PNP 型及發射極接地式放大電路，這樣可獲得較高之電壓放大增益，由檢波輸出之聲頻訊號，經由電位器再經一 $5\mu\text{F}$ 之電容交連輸入至 2SB75 晶體管之基極電路，此亦稱爲一

輸入電路，在基極輸入電路上，另有 R_{b1} 及 R_{b2} 接成一分壓電路，因此基極之偏壓亦由該分壓器而供給，發射極電路接上一電阻(1K)和一電容器 ($30\mu F$)，作用於穩定其發射極電壓，此作用乃是與電子管之陰極電阻及電容之作用相同，其次就是其輸出電路了，經放大後之聲頻訊號是取自集電極輸出，故亦被稱為輸出電路，這輸出電路是採用變壓器交連 (Coupling of transformer)，是將所輸出之訊號經變壓器 (T) 交連至末級強放級之基極電路，加以強力放大以獲得足夠之聲音，由於是變壓器交連，其輸出電路定要藉變壓器達成阻抗匹配 (Impedance match)。有了匹配可獲得最大而有效的功率增益 (Power gain)，因此無論在簡易式晶體管收音機中或超外差式收音機中的推動或稱激勵級 (Driver) 與及末級強力放大級均常採用此種電路。

四、檢波級

在超外差式收音機中，常將中頻訊號轉變為聲頻訊號，此工作多由二極管銻晶體擔任作檢波器 (Detector)，但亦有少數是採用晶體管 (Transistor) 來擔任的，因變頻級有時被稱為第一次檢波級故在超外差式收音機中將中頻變為聲頻的檢波器常被稱為二次檢波級 (2nd Detector)。現將其兩種擔任檢波之工作原理敘述如下：

A. 二極銻晶體檢波器 (Diode Detector)

利用二極管擔任檢波，雖然增益方面會損失些，但亦有

其優點：例如體積小巧，售價廉等等。在超外差式收音機常用的有：OA 81, MA 51, IN 34, IN 34 A, OA 72, OA 150, OA 70, IN 60 等數種。

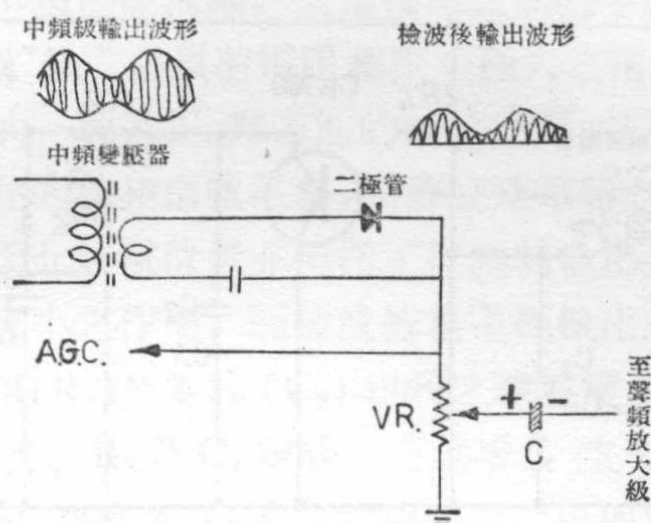


圖 1.5 採用二極管之檢波電路

圖 1.5 所示，是採用二極管擔任檢波時，當末級中放所輸出之已調幅之中頻訊號，經中頻變壓器 (IFT_3) 調諧放大後，加於在擔任工作的二極管 (Diode)，因為二極管之工作特性是單向導電，對一方向的電流可以通過，其阻力很少，而對另一方向電流則呈現出較大的阻力，使之不能通過，如圖示檢波輸出是讓正半週通過，故將原有之調幅訊號切去了負半週之一半，這情形像我們電燈之交流電經過二極管整流後，把一半波形留下，一半波形放過，而成為像圖檢波輸出之脈動式波形，而起檢波作用。接着是將這正半週之訊號電壓通過其濾波電路將殘餘之射頻加以濾去而經電位器及交連電容 (C) 交連至聲頻放大級加以放大。