

無線電機修理法

附 調 準 法

周 蔭 阿 編

龍門聯合書局出版

無線電機修理法

附調準法

周 蔭 阿 編

龍門聯合書局出版

本書取材務求切合實用。首先提出簡單必要之用具，與普通應用之查驗方法；進而述及無線電機各部分之修理與調準，對於接收機所述尤詳。每個實施步驟，兼述其簡要理由，俾有所依據以免盲目亂動浪費功夫。

本書除供業無線電者之參考外，亦可作為師範學院物理系科“無線電技術”課程之參考資料，因調準與修理乃時常遇到之實事，理應掌握此種技術也。

無線電機修理法

周 蔭 阿 編

★版權所有★

龍 門 聯 合 書 局 出 版

上海市書刊出版業營業許可證出 029 號

上海淮海中路 1813 號

新 華 書 店 總 經 售

信 大 印 刷 所 印 刷

上海淮安路 1 弄 14 號

開本：787×1092 1/32 印數：21,101—27,100 冊

印張：4 $\frac{14}{32}$

1948 年 7 月第一版

字數：125,000

1958 年 1 月第十一次印刷

定價：(11)0.60 元

序

無線電對於廣播教育，傳遞信息及軍事情報等，最關重要。以其能收神速之效果也。是以司無線電者，宜具相當之常識及熟練之技能，不然，則一經有錯即束手無策；或調節失當致效用大減。其遺誤事機，誠非淺鮮！作者乃將參考所及與經驗所得草成是書，以期有補於事。幸望明達有以教正焉。

周蔭阿識於昆明國立西南聯合大學工學院

民國三十五年六月

修改版序

在本版中，除將前版漏圖錯句加以補充修改外，並在第四編中增加常用蘇聯真空管特性表和固定電阻器與固定容電器之顏色標數表。前者係為學習蘇聯先進經驗而增，後者乃為選用時之方便而加；因固定電阻器與固定容電器在無線電機上使用最多也。

在修補本版時，曾參考讀者和批評者之許多意見，編者對於昆明師範學院王允深同志，吉林省九台郵電局朱春成同志和遼東省某部隊潘玉棠同志……之寶貴意見特致謝意，更望今後讀者多提意見，使本書缺點能以減少。

編者 於昆明師範學院物理系

一九五四年十月

目 錄

第一編 接收機之修理法

第一章	修理用具及應用測驗法	1—3
第二章	簡略查驗法	3—5
第三章	關於電源之錯誤及其修理法	5—7
第四章	關於末級真空管之錯誤及其修理法	7—9
第五章	關於音頻放大器之錯誤及其修理法	9—11
第六章	關於檢波器之錯誤及其修理法	11—12
第七章	關於自動響度控制器之錯誤及其修理法	12—15
第八章	關於中頻放大器之錯誤及其修理法	16—18
第九章	關於換頻電路之錯誤及其修理法	18—21
第十章	關於射頻放大器之錯誤及其修理法	21—22
第十一章	關於調諧電路之錯誤及其修理法	22—23
第十二章	關於連接點之錯誤及其修理法	23—24
第十三章	雜音之補救法	24—25

第二編 接收機之調準法

第一章	調準用具及普通檢驗法	26—29
第二章	音頻放大器之調準法	29—31
第三章	檢波器之調準法	31—33
第四章	自動響度控制器之調準法	33
第五章	中頻放大器之調準法	34—36
第六章	換頻電路之調準法	36—37
第七章	調諧電路與射頻放大電路之調準法	37—38

第三編 發送機之修理法與調準法

第一章	發送機之修理法	39—40
第二章	發送機之調準法	40—43

第四編 附 錄

附圖(一) 無線電常用機件符號圖	45 — 46
附表(一) 無線電常用簡字表	47 — 48
附表(二) 真空管特性表	49 — 111
A. 歐洲真空管特性表	49 — 61
1. 二極真空管(整流管)特性表	49
2. 三極接收管特性表	50 — 54
3. 三極發送管特性表	55 — 56
4. 四極真空管特性表	57
5. 五極真空管特性表	58
6. 直熱式交流管特性表	59
7. 間熱式交流管特性表	60
(附) 管座接線圖說明	61
B. 美國真空管特性表	62 — 110
1. 6.3 伏特玻璃接收管特性表	62 — 64
2. 用八底脚之 6.3 伏特玻璃接收管特性表	65 — 66
3. 2.5 伏特接收(真空)管特性表	67 — 68
4. 金屬接收管特性表	69 — 70
5. 2.0 伏特雷池式接收管特性表	71 — 72
6. 用八底脚之 2.0 伏特電池式接收管特性表	73 — 74
7. 特種真空管特性表	75 — 78
8. 雜類接收管特性表	79 — 80
9. 接收及發送用之整流管特性表	81 — 83
10. 三極發送真空管特性表	84 — 96
11. 四極五極發送管特性表	97 — 101
12. RCA 最近出品之三十五種真空管特性表	102 — 104
13. 美國軍用真空管之標號及相等之商用真空管之 標號對照表	105 — 106
(附) 管座接線圖	107 — 111

C. 常用蘇聯真空管特性表(附美國同類型真空管標號)	112—120
1. 二極真空管(整流管)特性表	112
2. 三極真空管特性表	113
3. 雙三極管特性表	114
4. 五極真空管特性表	115—116
5. 特別功率放大管特性表	117
6. 雙二極三極轉生管特性表	118
7. 五柵換頻管特性表	119
(附圖) 1 至 7 表管座接線圖號	120
附表(三) 固定電阻器與固定容電器之顏色標數表	121—127
1. 各種顏色代表之數字及意義表	121
2. 固定電阻器顏色標數表	122
3. 固定電阻器顏色標數舉例	123—124
4. 固定容電器顏色標數舉例	125—127
名詞索引	129—136

無線電機之修理法與調準法

第一編 接收機之修理法

第一章 修理用具及應用測驗法

I. 1-1 修理用具 “工欲善其事，必先利其器”。故欲修理無線電機，須先妥備應用器具，始能收效速而成績佳也，茲舉應用器具於下：

- a. 各種鉗子一套，即大小方頭鉗，圓頭鉗，及剪鉗等。
- b. 焊接用具一套，即焊烙鐵，焊錫，焊藥等。
- c. 螺絲帽鑰匙一套，即上下陰螺絲帽所用之大小鑰匙。
- d. 螺絲起子一套，即上下陽螺絲釘所用之大小起子。
- e. 複感量電計一個，即能測量數種電位及數種電流之量電計（最好為圈動式）。測量直流（Direct Current）（d. c.）所常用者多係六感，即能量 3v., 30v., 300v., 及 3ma., 30ma., 與 60ma. 者。

近來市面上又有一種複感量電計，能測量 1.5v., 7.5v., 75v., 150v., 300v., 750v., 7.5ma., 15ma., 75ma., 300ma., 與 7.5a., 且其內部備有整流器（Rectifier），只須轉一開關（Switch）即能測量交流（Alternating Current）（a. c.），故可代輸出電表（註1）（Output Meter）之用，因其應用頗廣故又可稱之為萬應量電計。

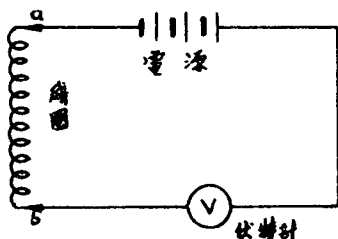
I. 1-2 應用測驗法（註2） 欲修理一無線電機，須先測驗其錯誤之所在，然後「因病下藥」，庶可事半功倍，茲將最常用之測驗法舉例述之於下，以資參考。

註1. 普通輸出電表，由一圈動伏特計（Voltmeter）加一整流器而成，可用以量一接收機之輸出電壓。

註2. 參看本人所著之“無線電實驗。”（商務印書館大學叢書）

a. 斷路之測驗 以一伏特計 (Voltmeter) 及一電源與一電路 (Circuit) 相串聯 (In Series) 即可測驗其是否斷路？例如測驗一線圈 (Coil) 是否折斷，則可如圖 1 連接之。

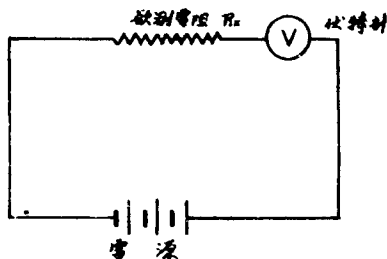
如線圈已斷，則伏特計之指針不動，否則必偏轉若干度，表示電流通行，及電路之完整，惟電路之電阻 (Resistance) 過大時，則電源之電壓亦須高 [例如用 B 電池組 (B-battery)]，蓋電壓過小則伏特計之指針，宛動與否，難以察出，即電路之或好或斷，難以確定也。



1.1-2 圖 1. 斷路之測驗。

b. 絕緣程度之測驗 欲測驗兩點間之絕緣程度，亦可以一伏特計與一電源（直流高壓）串聯其間，仍如圖 1 所示，但此次之伏特計指針，不應偏轉，因少許之偏轉，即表示絕緣程度不佳，惟電解容電器 (Electrolytic Condenser) 常有少許漏電，故不能有極佳之絕緣程度，吾人應先知之。

c. 電阻之測量 常用之電阻可藉一伏特計及一電源（電流須穩定）測定其大小，但伏特計本身之電阻（註）應預先知之，以便計算，法以伏特計測量電源兩極（Pole）間之電位，設其值為 V_1 ，再將欲測電阻 R_x 串聯加入，如圖 2 所示，設此時伏特計指出之數值為 V_2 ，且其本身之電阻為 R_v ，則 R_x 之值可按下式計算：



1.1-2 圖 2. 電阻之測量。

$$R_x = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \cdot R_v$$

V_1 及 V_2 以伏特 (Volt) 計算。

R_v 及 R_x 以歐姆 (Ohm) 計算。

欲測之電阻，應與伏特計之電阻相差不多，如相差太大，則此法不確，故用

註。製造家常將伏特計本身之電阻詳註於說明書上，或將其註於伏特計之刻度盤上。

複感量電計時應顧及之；簡言之，測量大電阻時，應用高電壓(High Tension)部分(如 300v, 750v)，測量小電阻時，應用低電壓部分(如 1.5v, 7.5v)。

此外又有歐姆計 (Ohmmeter)，可以直接量出電阻之大小，如另備之，更較方便。

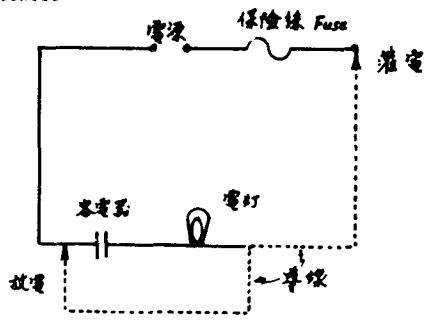
d. 容電器之測驗 用交流電源，及萬應量電計，可測量容電器 (Condenser) 之電容量 (Capacity)。

吾人知電容量愈大，則交流之通行亦愈易，且電流之大小，與電壓及頻率均成正比例，如所用電源之頻率為 F ，電壓為 U 伏特，而電流為 I 毫安培 (Milliampere) (ma.) 時，則電容量 C 之值可按次式計算：

$$C = \frac{159 \times I}{FU}$$

式內 C 以法拉 (Farad) 計算。

在未測電容量前，應先測驗容電器之絕緣程度，測驗時，固可按本節 b 段所述之法，然最簡之法，即藉一電源使其灌電 (Charge)，經數秒鐘，再使其導片成捷路 (Short Circuit) 而放電 (Discharge) (參看圖 3)，如絕緣程度頗佳，則放電時有火花發現，且隨以喀喇之聲。電容量愈大，灌電之電壓愈高，則此現象愈為顯著。



1.1-2 圖 3. 容電器之測驗。

第二章 簡略查驗法

接收機之構造，常極複雜；故一有損壞，修理非易，然苟能依理推求，亦不難知其原因之所在，而設法補救之也，茲先述一簡略查驗法，以資參考。以下數章再分類詳述。

1.2-1 對於電源之查驗

一接收機，失掉正常作用時，可首先查驗連接電源之導線是否鬆脫？是否

斷線？（如交流電源之保險絲。）電源有無電壓？是否足量？如 1.5 伏特之 A 電池〔組〕 (A-battery) 不足 0.9v, 45 伏特之 B 電池〔組〕 不足 35v, 22.5 伏特之 C 電池〔組〕 (C-battery) 不足 17v. 時均應換新, 蓄電池〔組〕 (Storage Battery) 之電壓不足 1.8v. (鉛板蓄電池) 及其電解液 (Electrolyte) 之密度落至規定值以下時, 亦須灌電; 蓋電池之電壓不足, 則接收機無音, 或音小, 如電池使用過久, 則生雜音, 或音調時高時低。又板極 (Plate) 或柵極 (Grid) 電壓過大, 或過小時, 則失真變調。交流電之導線太近柵極電路 (Grid Circuit) 則生嗡嗡之雜音, 均應注意之。

I. 2-2 對於聽筒或揚聲器之查驗

如電源正常, 而接收機仍不發聲時, 則可查驗聽筒 (Phone) 或揚聲器 (Loud Speaker) 之接線是否折斷? 內部線圈是否斷線, 此時可利用斷路之測驗法, 查驗而修正之。如薄膜與磁鐵 (Megnet) 過近, 而不易振動, 則須轉鬆螺絲, 調理之。若磁鐵之磁性稍弱, 則可另用直流電源使之增強, 但須注意極性, 萬不可使磁化之磁極 (Magnetic Pole) 與原來磁鐵之極性相反。

I. 2-3 對於天線之查驗

天線 (Antenna) 為無線電輸入之門戶, 如裝設不良, 或生損壞, 均足影響電訊之接收。若因疏忽而誤接於地線 (Ground) (Earth) 或拾音器 (Pick-up) 之地位, 則應迅速調換之。

天線之不良, 常因所用絕緣體不佳, 與附近樹木相碰, 引入線 (Lead-in Wire) 之焊接處鬆脫或銹壞等等, 凡此種種均應詳查而修整之。

I. 2-4 對於真空管之查驗

真空管 (Vacuum Tube) 如有損壞, 全機即失去效用, 故應以與其用途相同之好真空管代之, 蓋用途不同, 所生效果常極劣也。惟調換時, 應折斷電源, 以免燈絲 (Filament) 誤觸高電壓而燒斷。

平常真空管之損壞, 多係燈絲燒斷, 或各極互碰, 可以斷路之測驗法, 查驗之 (參看 I. 1-2 a), 即以 a, b 兩端 (圖 1) 依次與真空管之燈絲及各極相觸, 每次只使燈絲插脚間之電路相通, 其餘諸極間, 或諸極與燈絲間均不應相通, 若不然, 則非燈絲燒斷, 即各極互碰, 故急應換新。但各極之插脚鬆銹, 所用之電壓不當, 以及板極電流 (Plate Current) 之不足, 亦可影響電訊之接收,

前者極易看出，從容修理；後者以毫安培計 (Milliammeter) 插入板極電路 (Plate Circuit) 實際測量，至於各極所具之電壓，亦可以伏特計直接量之，如與規定之值相差太大 (參看附表二)，則須另換新管，換新管後，應等候相當時間 (如對間熱式真空管)，使燈絲達其正常溫度，再行判斷其好壞，不可立加判斷也。

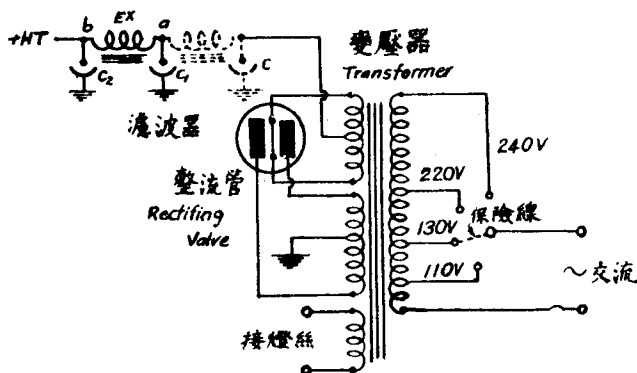
1.2-5 對於接收機內部之查驗

按前法查驗後，如仍不能得正常之效用，則可將接收機之本身自其殼內取出，而查看其內部，或係螺絲鬆脫，或係焊結點離開，或係不應相接之兩導線接觸，或係電阻過度發熱 (用手觸之即知)，或係容電器損壞……種種原因，不難查得而修理之。

第三章 關於電源之錯誤及其修理法

1.3-1 引言 接收機之電源，或取自電池，或利用市面之交流，關於使用電池常生之錯誤，前已述及 (1.2-1)，茲將關於利用交流常生之錯誤，及其修理法，分述於下：

圖 1 係一整流器與一濾波器 (Filter) 之組合電路，為使交流變為直流之必要裝置，亦即新式接收機之電源，常稱為B 電池組 [代替器 (B-battery Eliminator)]。線圈 EX 常作電動式揚聲器 (Electrodynamic Type Loud



1.3-1 圖 1. B 電池組代替器。

Speaker) 之勵磁線圈，兩端之電壓，稱為勵磁電壓。

1.3-2 錯誤情況 無板極電壓，無勵磁電壓，揚聲器無聲，整流管過度發熱。

錯誤原因及其修理法 大抵係 a 點與導體機殼或地線間，發生捷路，此捷路之發生，係由於兩導線之互碰，或容電器 C_1 之損壞，或勵磁線圈與地線相通，若不然，則係變壓器內部與地線相通，查明修理之，或代以新構件。

〔注意〕 遇此錯誤情況時，對於整流管須特別注意，因時間稍久，即行損壞，故查驗時應極敏捷。

1.3-3 錯誤情況 板極電壓及勵磁電壓均稍弱，接收機生嗡嗡之雜音。

錯誤原因及其修理法 常係 C_1 或 C_2 不佳，若為電解容電器，則更易發生此種弊端，因其電容量經久能漸減小。可用一新電解容電器與之並聯 (In Parallel) 以補救之。

有時或因容電器與導體機殼之接觸處不佳，亦可發生此弊，查明後，妥為焊接之。

1.3-4 錯誤情況 一電解容電器發生類似油炸食物之爆炸聲音，揚聲器亦隨以喀喇喀喇之亂聲，板極電壓大增。

錯誤原因及其修理法 此係電解容電器受有過量之電荷 (Charge) 或由於變壓器原線圈 (Primary Coil) 所受之交流電壓過增。此種錯誤能縮短整流管及容電器之壽命，可加用一變阻器 (Rheostat) 以調節之。更應詳查末級真空管之柵極電路 (Grid Circuit)，以察其電阻是否過大或斷線。

又如 a 點與導體機殼間之電壓過大，而 b 點與機殼間之電壓為零，此必由於勵磁線圈之盡端脫線或斷線，可妥接之。

1.3-5 錯誤情況 無板極電壓，但勵磁電壓過大。

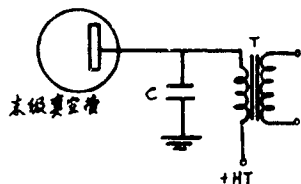
錯誤原因及其修理法 係容電器 C_2 損壞或高壓電路內發生捷路，查出後換新或修理之。如拆下 C_2 後仍無板極電壓，則 C_2 尚佳，捷路必在他部，可依次將與高電壓相接之電路拆開查驗修理之。

1.3-6 錯誤情況 板極電壓弱，而勵磁電壓過大。

錯誤原因及其修理法 錯誤情況與上節相仿，但容電器 C_2 尚未完全損壞，或高電壓電路所生之捷路中尚有若干電阻存在，此時電阻中經過之電流必

大，發生之熱量亦多，故極易查出而修理之。

如末級真空管之板極電路係按右圖連接，則容電器 C 不佳時，高電壓可經變壓器 T 之原線圈而成捷路，故急應調換之。



I.3-7 錯誤情況 板極電壓及勵磁電壓均弱，變壓器發熱。

I.3-6 圖1. 末級真空管與變壓器之連接。(容電器 C 可使過高尖音變弱)。

錯誤原因及其修理法 設接收機之各電路，均無捷路，則電源之變壓器內，必有數轉導線發生捷路，或其兩線圈間之絕緣程度不佳，查出後換新或修理之。

測驗時可將接收機上之真空管完全除去，如有小指示燈 (Indicator Lamp)，則亦應除去，再以萬應量電計代保險絲(參看 I.3-1 圖1)量變壓器空載電流，如變壓器良好，則量得之數值約在 100 毫安培以下，不然即係損壞。

I.3-8 錯誤情況 開始用接收機時，保險絲立即熔斷，但確信接收機之本身正常。

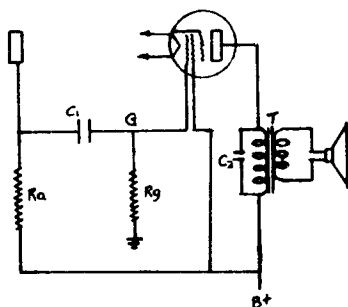
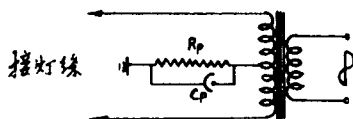
錯誤原因及其修理法 保險絲過細，以較粗者代之，如接收機須用 0.6 安培時，可用一 2 安培之保險絲。

第四章 關於末級真空管之錯誤及其修理法

I.4-1 引言 若一接收機不能接收電訊，則如何能知其錯誤係屬於末級真空管，而非屬於其以前之真空管？法極簡單，即以一任意導體（如螺絲起子）連續觸末級真空管之柵極（圖1之 G 點）。如揚聲器（設係好揚聲器）發出清晰之喀喀聲音，則末級真空管之作用正常，錯誤或在其前級；如無聲音，則錯誤屬於末級，或係電阻 R_g 成捷路，可查出修理之，茲按 I.4-1 圖1將關於末級真空管常生之錯誤，及其修理法分述之：

I.4-2 錯誤情況 音訊弱，而嗚嗚之雜音大，板極實受之電壓稍弱，但勵磁電壓稍高。

錯誤原因及其修理法 大抵係末級真空管缺柵偏電壓 (Grid Bias)。此種錯誤常由於燈絲一端接地所致（如觸導體機殼），或容電器 C 之



I. 4-1 圖 1. 末級真空管相關之電路。

損壞，查出修理之，或換新。有時將變壓器原線圈之接線頭交換，亦可使鳴鳴之雜音減小。

I. 4-3 錯誤情況 有板極電壓，而接收機作啞。

錯誤原因及其修理法 容電器 C_2 發生捷路。應拆下換新。

I. 4-4 錯誤情況 接收機無音，板極之總電壓近似正常，但數秒鐘後，末級真空管之屏柵 (Screen Grid) 變紅。

錯誤原因及其修理法 係板極電路斷線，變壓器 T 之原線圈斷線，或係一焊接點脫開，可查出換新或焊接之。

I. 4-5 錯誤情況 微有音訊，板極電壓較正常為高，柵極電壓甚小。

錯誤原因及其修理法 屏柵未與電源相接。查出後焊接之。

I. 4-6 錯誤情況 音訊甚弱，且音調嫌尖，但各電壓正常。

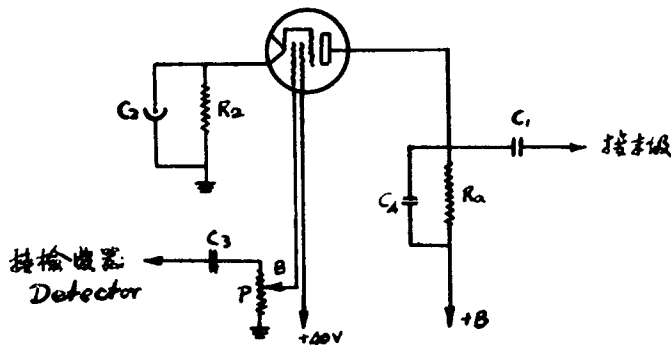
錯誤原因及其修理法 容電器 C_1 之電容量過小。其變小原因係由於相關連接線處之鬆脫或銹壞，查出後修理之，或即換新。

I. 4-7 錯誤情況 音訊被週期性之喀喇喀喇之雜音截斷。

錯誤原因及其修理法 常係柵極導線懸空之表現。大抵是電阻 R_2 斷線，或未與地線或導體機殼相接，不然即係 R_2 之電阻過大，查明後，妥為焊接，或調換之。

第五章 關於音頻放大器之錯誤及其修理法(末級前的)

I.5-1 引言 下圖 1 表示一新式接收機之音頻放大器 (Audio Frequency Amplifier)。如以手指或其他導體與 B 點相觸，揚聲器應發出強大之嗡嗡聲音，或尖銳之叫聲。不然，則必有錯誤存在。若以拾音器或音頻振動器 (Audio Frequency Oscillator) 接於 B ，亦可檢出放大器之好壞，不過較費手續耳！茲將常有之錯誤及其修理法述之於下：



I.5-1 圖 1. 音頻放大器。

I.5-2 錯誤情況 拾音器之作用正常，但無線電訊之聲音嫌尖，且不夠大。

錯誤原因及其修理法 此係容電器 C_3 不佳之徵象或係其連接線鬆脫。可妥為連接或換新。

I.5-3 錯誤情況 接收機無音，板極上無電壓。

錯誤原因及其修理法 電阻 R_2 斷線。應即換新，其值約由 50,000 至 300,000 歐姆。

I.5-4 錯誤情況 接收機無音，或音弱，板極上之電壓正常，但無屏柵

電壓。

錯誤原因及其修理法 屏柵常藉電阻與電源相連以得相當電壓。若電阻斷線，即無電壓；但此電阻之值常大，約百萬歐姆 (Megohm) 左右。故通常將其與另一電阻並聯後再試驗之，否則甚感困難。

若與屏柵相關之容電器發生捷路，則應換新。

I. 5-5 錯誤情況 各電壓正常，但無音訊。

錯誤原因及其修理法 係柵極與地線或導體機殼接觸，查明修理之。查驗之法，先將真空管取下，次以伏特計上之一導線與板極電壓之正極相接，而以第二導線與地線或導體機殼相觸，此時應量出板極電壓之數值，再與柵極相關之連接點 B 相觸，此時伏特計指針之偏轉極小。〔因電位計 (Potentiometer) P 之電阻甚大，常在 50,000 至 100,000 歐姆之間。〕若所得之值近似板極電壓，則係柵極與地線或導體機殼接觸之證據。

I. 5-6 錯誤情況 各電壓近似正常，但音訊弱，且似有顫動性。

錯誤原因及其修理法 容電器 C_2 或 C_3 之電容量過小，或等於零，查明後換新之。

I. 5-7 錯誤情況 揚聲器連續發出有規律之喀喇聲音。(設檢波器完好。)

錯誤原因及其修理法 係柵極電路之電阻斷線，或未曾連妥。不然即因其值過大，查明修理之，或換新。

I. 5-8 錯誤情況 發生音頻振動，揚聲器出噓噓之音。

錯誤原因及其修理法 如高頻放大器 (High Frequency Amplifier) 或中頻放大器 (Intermediate Frequency Amplifier) 發生振動時，均足使音頻放大器之效果變壞，致揚聲器出噓噓之聲。故首宜測驗振動之發生係來自檢波器之前，或係音頻放大器之本身。測驗之法，即先將檢波器前面之真空管取下，或使其柵極與地線相接，如振動之情況不變，則錯誤必在音頻放大器之本身。但一真空管發生強烈之振動時，必生過量之電荷，故測驗時，須極敏捷，且查清後，應急速切斷電流。

振動之發生，有時因揚聲器之連結線距真空管太近，查明後移遠之。或因輸出變壓器 (Output Transformer) 之原線圈上之容電器 (如 I. 4-1 圖 1 之 C_2) 不佳，可即換新。又或因真空管外部之金屬罩未與地線或導體機殼相接，