

工業工程學

0393617

調頻立體聲收音機技術手冊

修廷璧編著



大中國圖書公司印行

調頻立體聲歷聲收音機技術手冊

修廷璧編譯

江南大学图书馆



91524611

大中國圖書公司印行

編譯大意

- 一、前些時，筆者編譯了一本「調頻式廣播與接收」的書，可說是敘述了無線電調頻方面的基本原理。不過近來調頻廣播，均作立體身歷聲式，因此也需用立體身歷聲式之收音機來接收，才能獲得立體聲的感覺。
- 二、爲了補足前書的不足，乃再參考 Leonard Feldman: FM Multiplexing for Stereo 一書，輯譯成「調頻立體身歷聲收音機技術手冊」。二者合之，便可對之有通盤的瞭解。
- 三、本手冊首先敘述立體聲廣播之原理；而其重點則在闡明接收立體聲信號所必需的複式還原器電路之結構、及其校準與故障檢修的方法；書內插圖特多，行文亦力求淺顯，以使讀者易得清楚概念。可作爲教材，亦可供愛好者之參考。
- 四、本書承大中國圖書公司本服務大眾之旨，慨允出版；秦守仁兄提供高見，衷心感激。惟因編寫匆促，容或有所舛誤，還祈海內外先進及讀者指正。

修廷璧識于臺灣

民國五十九年三月

本書編者所編譯之書籍一覽：

(均由臺北市大中國圖書公司出版)

- | | |
|----------------------|--------|
| 一、電視接收機技術手冊 | 90.00 |
| 二、彩色電視學 | 57.50 |
| 三、電晶體學 { 精裝本 | 140.00 |
| { 平裝本 | 103.50 |
| 四、積體電路學 | 80.00 |
| 五、調頻式廣播與接收 | 77.50 |
| 六、調頻立體聲收音機技術手冊 | 40.00 |
| 七、示波器技術手冊 | 50.00 |

如蒙惠購，請利用郵政劃撥帳戶2619號

調頻立體聲收音機技術手冊

目 錄

第一章 概論

第一節 概說	1
第二節 單音式或一般之調頻廣播簡述	3
第三節 SCA	4
第四節 調頻式立體聲之調制	5
一、早期之立體聲發射	5
二、FCC 核准之立體聲發射	6
三、38KHz 副載波	8
四、導引載波	10
第五節 調頻式立體聲之廣播	12
複習問題	19

第二章 調頻立體聲收音機之要求

第一節 靈敏度	20
一、IRE 靜默法	20
二、IHFM 最低有用之靈敏度法	22
三、靈敏度對立體聲接收之影響	24
四、信號強度	26
第二節 調頻立體聲廣播之接收天線	28
第三節 收音機內部之組合信號的路徑	29

第四節 反加強作用	31
一、作用	32
二、對立體聲接收之考慮	33
第五節 解調器之頻率響應	34
一、對立體聲分隔及副載波之影響	34
二、不用信號產生器之響應測試法	36
第六節 如何將舊式的調頻接收機轉變為調頻立體聲式者	36
一、阻抗	37
二、輸出插座電路	38
三、各個獨立器材之相互連接	39
四、插入器之位置	43
複習問題	44

第三章 複式還原器電路

第一節 概述	45
第二節 組合法電路之工作	47
一、放大器及濾波器	47
二、振盪器及副載波之重行插入	48
三、組合網路	49
四、輸出	50
五、分隔控制器	50
第三節 時分法電路之工作	53
第四節 還原器電路之各級	57
一、輸入級	57
二、19KHz 放大級	60
第五節 振盪器及倍頻器	62

一、本身振盪器之要求	62
二、典型振盪器	64
三、導引載波放大器	66
第六節 濾波器	68
第七節 解調器電路	70
一、解調及分隔	71
二、組合法解調器中之檢波作用	73
三、剩餘頻率	75
四、時分法電路中之抵銷作用	76
五、濾波及網路	77
第八節 SCA 之干擾	79
複習問題	80

第四章 附屬裝置

第一節 立體聲指示燈電路	81
第二節 音響式立體聲指示器	85
第三節 自動調頻單音及立體聲交換電路	86
複習問題	92

第五章 複式電路之故障檢修

第一節 概述	93
第二節 立體聲分隔之故障	94
一、組合法電路	95
二、時分法電路	99
第三節 某一頻帶範圍內之立體聲分隔不良	102
一、組合法電路	103

二、時分法電路	104
第四節 振盪器之同步	105
第五節 SCA 干擾	106
一、SCA 頻率	106
二、對複式接收之影響	106
第六節 檢波器	107
第七節 再生	108
第八節 射頻信號及反射	110
第九節 調諧	112
第十節 指示燈電路之故障	113
第十一節 自動交換電路之故障	115
複習問題	116

第六章 複式還原器電路之校準

第一節 概述	117
第二節 Hickock 727 式信號產生器	118
第三節 初步之校準調節	123
一、濾波器	123
二、利用廣播信號作調節	125
第四節 職業性之校準法	127
一、相位	129
二、分隔	130
第五節 校準步驟	130
一、19KHz 之同步	134
二、失真	135
三、不用立體聲信號產生器之校準法	136

複習問題.....	137
-----------	-----

第七章 複式電路分析

第一節 Bogen 出品.....	139
一、RP-40A 式.....	139
二、RT-8000 式.....	141
第二節 Crestmark 出品	145
一、MX-2000 式	145
二、MX-3000 式	147
第三節 EICO 出品——MX-99 式	149
第四節 Fisher 出品	153
一、500-C 式.....	153
二、1249 式.....	158
第五節 Harman-Kardon 出品.....	159
一、MX-500 式.....	159
二、SR-900 式	161
第六節 Knight 出品——KN-265 式.....	161
第七節 Pilot Radio 出品.....	164
一、100 式.....	165
二、200 式.....	166
第八節 Zenith Radio 出品——12H26 式.....	169
複習問題.....	171

調頻立體聲收音機技術手冊

第一章 概 論

第一節 概 說

欲瞭解調頻“立體聲”(Stereo亦有譯作“身歷聲”者)廣播之方式，必須先討論二信號間之“和及差”(Sum-and-difference)的問題。

設L代表“左方通路節目內容”(Left-channel program material)信號，以後簡稱左方信號；R代表右方通路節目內容信號，以後簡稱右方信號。如將該二者信號相加或相減時，當可分別得到 $(L+R)$ 及 $(L-R)$ 的信號，此可參閱圖1-1以瞭解之。

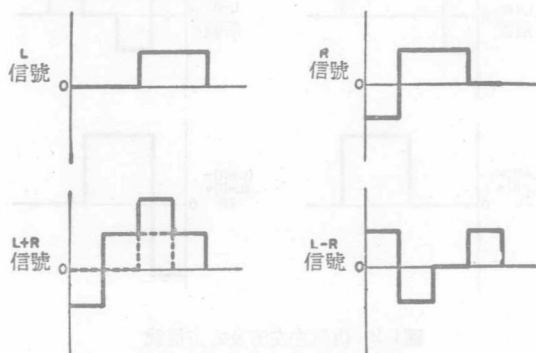


圖1-1 二信號之相加及相減

設 $(L+R)$ 信號，由調頻廣播電臺依一般之方式，予以發射；而 $(L-R)$ 信號，則係經一“超聲波”(Super-audible)之“被調制的副載波”(Modulated subcarrier 以後再予詳述)以發射之。如是

則當人們用普通之調頻接收機以接收這些立體聲調頻波時，將僅能聽到 $(L+R)$ 之信號。而由定義， $(L+R)$ 信號，為左右雙方信號之和，換言之，即為立體聲節目之“單音或普通方式之等效信號” (Monophonic equivalent)，所以用普通調頻接收機接收立體聲調頻波時，將無立體之感。

其次，若用立體聲調頻接收機接收立體聲調頻波時，由于其含有必要之電路，不僅可檢波以得 $(L+R)$ 信號，同時亦可復原 $(L-R)$ 信號。如將該二種信號，再繼續加以電性的加減處理，將可得如下列二式所得之結果：

$$(L+R)+(L-R)=2L \quad (1-1)$$

$$(L+R)-(L-R)=2R \quad (1-2)$$

即我們重新可得到分離的 L 及 R 信號，此可參閱圖 1-2 以瞭解之

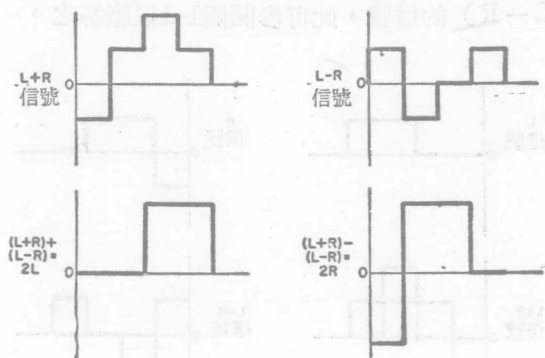


圖1-2 復原之左方及右方信號

圖1-1及1-2，雖是利用方波信號來解釋，以求易于明瞭，事實上，對任何複雜波形，均屬一樣；且在理論上言，二者間不致互有“竄話” (Crosstalk) 現象。(參閱第三章第二節之五的討論。)

第二節 單音式或一般之調頻廣播簡述

現于此簡述一下單音式之調頻廣播情況：（詳情可參閱筆者編譯之“調頻式廣播與接收”一書，由臺北市大中國圖書公司出版。讀者須知，立體聲調頻廣播，是以單音式之調頻廣播為基礎，故必須預先有所瞭解。）

在調頻廣播中，自天線輻射之一射頻載波，其頻率在 88~108MHz 之間。

（註：頻率的單位，1CPS=1Hz； 1KC=1KHz； 1MC=1MHz 等，本書以後諸插圖內所標記之頻率，均可依此換算）

當無音樂或語言等節目的聲頻信號調制其上時，此載波頻率是保持恒等的。現設其發射機用 1KHz 之音調作調制信號，乃使射頻載波將

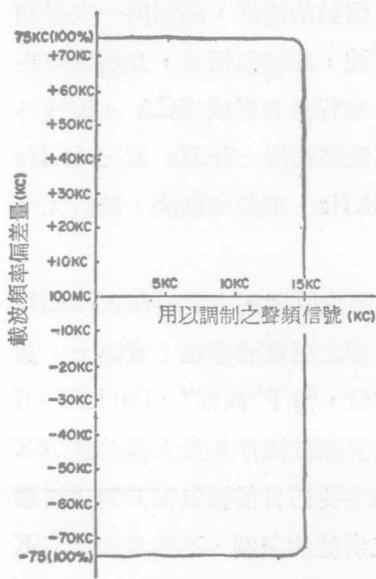


圖1-3 工作於 100MHz 之調頻廣播電台的頻譜分配

依其中央頻率為基準，上下變動其頻率每秒 1,000 次。且其上下頻率偏差量之大小，是與用以調制之聲頻信號的波幅大小成正比。依據 FCC 之規定，此項頻率偏差量，不得超過 $\pm 75\text{KHz}$ ；故每一電臺占用 150KHz 之頻譜空間。另外二電臺間有 25KHz 之護衛帶，使每一波道總需 200KHz。圖1-3示一電臺當工作之中央頻率為 100MHz 時，其所占頻譜的分配情形。此不但限定了在聲頻調制下，載波頻率之最大偏差量；且亦限定用以調制之聲頻的頻率範圍。一般之節目信號，

限制在 50~15,000Hz 之聲頻範圍內，雖然該極限，並非人耳所能聽聞之頻率之極限（人耳可聽聞之頻率為 20~20,000Hz），但已足可歸類為“高傳真度”（Hi-fi）發射的了。

第三節 SCA

在“私自的點至點間”（Private point-to-point）之基礎上，“背景音樂”（Background music）或 SCA（Subsidiary Communication Authorization 輔助信息之認可）發射，已行之有年了。此種“次要服務”（Secondary service），亦列入單音式發射標準中。實際上是首先將“複式”（Multiplex）技術，提供商用，可說完全與立體聲複式發射相似，以後你可明瞭。

設有一在 25KHz~75KHz 間之超音調信號（實際上，常用者為 42KHz 或 67KHz），亦依正常之節目信號的情況，調制同一之射頻載波。此項超音調信號，特稱之為副載波，其波幅恒等，且經常存在，可用以發射上述之除正常節目外的外加背景音樂或 SCA。這些外加信號，是對副載波作調頻。通常使副載波約得 $\pm 7\text{KHz}$ 或 $\pm 8\text{KHz}$ 之偏差量。故如副載波之中央頻率為 67KHz，則經調制後，將最大可在 60KHz 至 74KHz 之間變化。

于此你或許會問：主要節目信號已被允許調制主載波作 $\pm 75\text{KHz}$ 之變化，如何尚有頻譜空間允許一超音頻之副載波存在？實際上，當發射背景音樂時，主要節目信號之調制量，需予“減縮”（Backed off），以作適應。例如：設副載波可對主射頻載波作其最大偏差量 75KHz 之 10% 的調制，即為 $\pm 7.5\text{KHz}$ ，則主要節目信號限制其對主射頻載波僅作 $\pm 67.5\text{KHz}$ 的最大調制。使二者總的調制，不致超過 $\pm 75\text{KHz}$ 。圖 1-4 示一中央頻率為 100MHz 之調頻廣播電臺的信號之頻譜分配；亦示主要節目信號及副載波信號對主載波之調制百分比。主要節

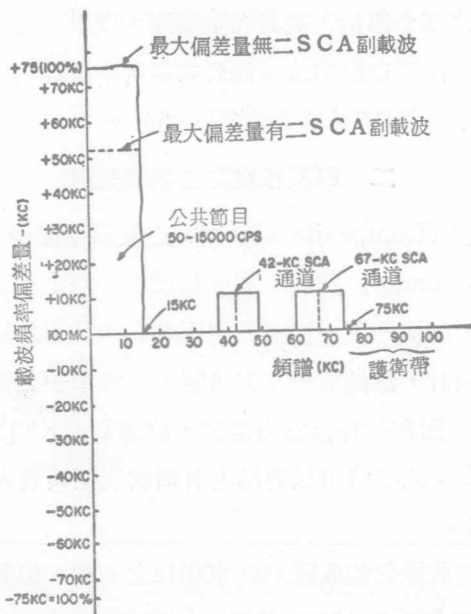


圖1-4 單音式加SCA發射時之頻譜分配及偏差量

目信號的實際聲頻，當然並非是單一音調，因其允許在任何時刻，包含50~15,000Hz 間之任何頻率，是與節目內容之本身有關。

第四節 調頻式立體聲之調制

看了上述之複式副載波的應用，你可能立刻會建議一用調頻作立體聲廣播之簡單方法，乃就是如果左方信號用以調制主載波，右方信號則用以調制一副載波，二者分離並予同時發射便得了。

一、早期之立體聲發射

上述之法，早在數十年前，已由阿姆斯特壯少校作示範。單音式接收機僅能收聽到樂隊左方信號。副載波（因其對整個輻射功率所提供之能量較少）較主通路者要低得很多。最後因為右方信號僅占總的調

制頻譜及波幅之甚小部份，故其頻率響應，要較左方或主信號者，差得很多。（你可注意在旅館或其他公共場所中所聽到的背景音樂，通常均缺乏高頻率，僅為“低傳真性” Lo-fi）。

二、FCC核准之立體聲發射

“組合信號” (Composite signal) 之最簡單部份，是正規的“主通路” (Main-channel) 調制。總的信號在外表上與普通之單音式波形者無異。你可回憶一下，波形如何因將L與R相加以形成 ($L + R$)。為便于討論計，設僅有一左方信號，且為單一之音調，設為 400 Hz，將被發射。因在此時無右方信號，故將L與R相加，得到 ($L + 0$)，或仍為L。此信號用以調制主射頻載波至其最大允許偏差量 $\pm 75\text{KHz}$ 之45%。

於是普通接收機仍能收聽到此 400Hz之音調，但其強度僅為其先前者之45%。更有進者，設該 400Hz之音調，為右方信號，且無左方信號，當發射時，普通之接收機亦將可收到此 400Hz之音調。以上二種情況，對普通接收機而言，無甚區別。圖 1-5 示僅有L或R信號作主通路調制所得之正弦波（圖示二整週）。

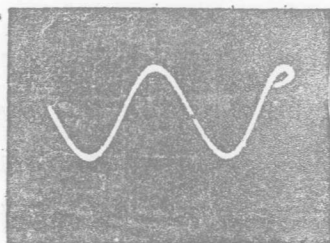
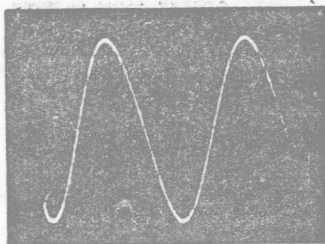


圖1-5 僅有左方或右方信號，示400Hz之音調

現設欲發射一立體聲節目，且在該一瞬間，二只送話器所檢拾之左方及右方信號完全相同，或 $L = R$ 。（二者設均為如圖 1-5 所示之 400Hz 之音調。）則主通路調制波形將如圖 1-6 所示。其波幅為僅有

圖1-6 當 $L=R$ 時，主通路之波形

L 或 R 信號時之二倍（或為 $\pm 75\text{KHz}$ 之最大偏差量之90%）。此因左方與右方送話器檢拾相等之故。實際上，立體聲廣播時，如上述之偶然情況，罕有遇到，因其為十足之單音式廣播。任何時刻，當雙方信號完全相同時，即成單音式廣播，因：

$$L + R = L + L = 2L \quad (1-3)$$

$$\text{或 } L + R = R + R = 2R \quad (1-4)$$

$$\text{及 } L - R = L - L = R - R = 0 \quad (1-5)$$

之故，以致無立體聲廣播所需之差頻信號，可經一超音頻副載波作發射。不僅如此，且副載波本身亦將自動消失（其理詳後）。于此你將明瞭當無差頻信號被發射時，在正規的立體聲廣播系統中，所發生的情形。

現在我們再回至僅有 L 信號發射的情形，其主通路調制部份如圖1-5 所示。在此情形下，有一差頻信號（ $L - R$ ），亦等於 L ，也需被發射；此差頻信號將調制一 38KHz 之副載波，但採用調幅的方法——並非如發射背景音樂之調制副載波用調頻的方法。此技術，稱為“調幅式雙旁波帶、載波抑制之發射”（A. M. double-sideband, suppressed-carrier transmission）。如欲澈底瞭解其重要性，需明白調幅法之基本原理。

三、38KHz副載波

圖1-7示用在立體聲發射中之未經調制的 38KHz 副載波。

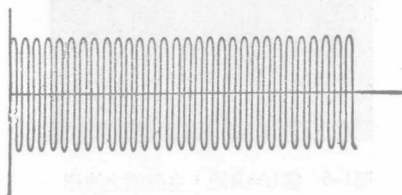


圖1-7 38KHz副載波

圖1-8則示用 400Hz 之音調對 38KHz 副載波作調幅後的“包線”

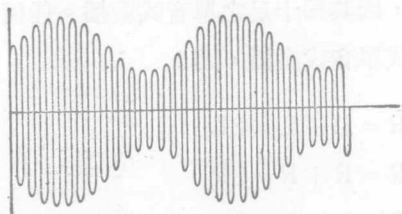


圖1-8 調幅後之副載波

(Envelope) 波形。

就數學上言，此波形實際上包含三種不同之頻率——①副載波頻率 (38,000Hz)；②副載波與 400Hz 調制信號之和頻 (38,400Hz)；③副載波與 400Hz 調制信號之差頻 (37,600Hz)。和頻與差頻，分稱調幅波之上旁波帶及下旁波帶。是這些旁波帶，在實際上攜帶節目信息(于此即為 400Hz 音調本身)。在調幅式發射中，總能量是分散在載波及上下兩旁波帶中。因僅有旁波帶攜帶有用之信息，故最好能消除載波本身，而僅將旁波帶發射。此即為舉世泛用的通信技術之一。

圖1-9示將 38KHz 之副載波移去或被抑制後，僅留下兩旁波帶之情形。有一點需予強調者：此波形乃得自調幅波，該波形現將與圖1-5 所示之 400Hz 音調合用，以對立體聲廣播電臺之射頻載波作調頻。