

庫文技科文正

理原聲歷身體立頻調MF

編譯會員委譯編局書文正



行印局書文正

江南大学图书馆



91513631

11335330

N/40

庫文技科文正

理原聲歷身體立頻調MF

編譯會員委譯編局書文正

12-152



行印局書文正

中華民國六十三年一月一日初版

F M 調頻立體聲原理

基本定價平裝本

基本定價精裝本



\$140

所有權
必究翻印

編譯者：本局編譯委員會

主編者：柯順

發行人：黃開禮

發行所：正文書局

印刷者：正文書局

台北市和平東路二段三五號

台北郵政劃撥儲金帳戶第五九六一號

電話：七八一四〇六

經銷者：全省各大書局

本書局經內政部核准登記證爲內版台業字第一七〇七號

編 者 的 話

國家的進步與繁榮，首在發展工業；而欲求發展工業，又端賴國民對工業生產技能之提高。是以，如何才能使我國國民之工業生產技能不斷迅速提高，非但可迎頭趕上工業先進國家，甚且突飛猛進，領導世界工業，實乃我朝野上下當前亟應深思熟慮，群策群力之課題。

培養科學技術人才，提高工業生產技能，各級學校雖然應負最大的責任，唯科技的進步，日新又新；科技的領域，愈來愈廣，學校所教授的課程，即使能兼包并容，隨時修訂，依然有難免會陳舊落伍，顧此失彼之憾，不足以應孜孜學子的求知欲望。更何況學門狹窄，多少有志青年，望門興嘆，無由而入耶。

正文書局負責人黃開禮先生有鑑及此，特禮聘對科學技術學養有素的專家學者多人，分別編纂翻譯各種科技圖書，並總其名爲「正文科技文庫」，貢獻給對科技問題有興趣的同學們及社會人士閱讀研究，期能爲提高我國國民之生產技能，略盡棉薄也。

所有「正文科技文庫」之各種書籍，不僅文字簡明易解，內容更力求深入淺出，只要具備國中畢業以上程度，一卷在手，必將有智珠在握深獲我心之感，至於印刷之清晰精美，猶其餘事。深望有志於科技學習研究的同學及社會各階層人士，多多參考利用，榮莫大焉。

「正文科技文庫」各冊書籍之編纂翻譯，每位執筆的先生雖已盡其最大努力，但魯亥之處仍恐難免，尙祈博雅君子，勿吝賜教指正，不勝企盼，感激之至。

正文科技文庫編譯委員會
主編 柯 順 隆 敬識

目 录

第一章 概 論	1
1.1 FM廣播簡史.....	1
FM方式之起源 FM廣播之起源	
1.2 立體聲簡史.....	2
立體身歷聲簡史 立體聲廣播簡史	
1.3 FM廣播之特點.....	4
第二章 FM廣播之基礎	7
2.1 FM方式之基礎.....	7
1.何謂FM方式？ 2.何謂FM旁頻帶？ 3.何謂調變指數？	
2.2 雜訊與干擾.....	11
1.脈衝雜訊 2.連續雜訊 3.臨限 4.干擾和雜訊所造成的擾動 5.強調 6.失真	
第三章 立體身歷聲	25
3.1 立體身歷聲之優點.....	25
3.2 音源之定位.....	27
1.距離之知覺 2.方向之正確程度 3.在垂直面內	

感到的方向之知覺 4 在水平面內感到的方向之知覺

3.3	二電路立體身歷聲	31
3.4	立體身歷聲傳輸	33
	1. 和差方式 2. 方向信號式	
3.5	立體身歷聲參數	35
	1. 位準差 2. 相位差 3. 時間差 4. 與單聲共通的參數 5. 傳輸路間之串音 6. 立體身歷聲參數檢測限度	
3.6	和・差信號之參數	39
	1. 和・差電路之增益表 2. 和・差信號之時間差 3. 和・差信號之串音	
3.7	立體聲蒐音	43
	1. 利用一對微音器的立體聲蒐音 2. 立體聲之多工蒐音 3. 移動之表現 4. 立體聲與相位	
3.8	立體身歷聲之收聽	47
	1. 立體身歷聲收聽 2. 雙耳收聽 3. 立體身歷聲收聽之基本條件	
3.9	廣大的收聽範圍	52

第四章 各種立體身歷聲廣播 55

4.1	多工通信調變	55
4.2	兩立體FM立體聲廣播之調變	56
	1. FM-FM方式 2. 兩旁頻帶AM-FM方式	
4.3	AM-FM方式與FM-FM方式之比較	64
	EBU之比較檢討	

第五章 FM立體聲廣播之技術基準	67
5.1 FM立體聲標準方式	67
1. 名詞定義 2. 標準方式	
5.2 發射之技術基準	71
1. 單聲廣播與立體聲廣播之共用基準 2. 立體 聲廣播之單行基準	
5.3 電場強度	73
5.4 電場強度計算法	77
1. 地形斷面圖之製圖 2. 如果沒有山岳繞射時 3. 有山岳繞射時	
5.5 FM波電場強度曲線	90
5.6 頻率分配	91
5.7 FM廣播波之偏極化波面	94
5.8 多工廣播與SCA	95
第六章 FM立體聲發射	99
6.1 FM立體聲廣播之基本電路	99
6.2 發射機特性	100
6.3 調頻器	102
6.4 電抗管調變器	103
1. 電抗管 2. 推挽式電抗管電路 3. 二極管電抗 管電路 4. 反相位電抗管	
6.5 鋸齒波調變器	107
6.6 頻率穩定電路	110
1. 定位式 2. 無定位式	
6.7 放大與倍增	111

6.8	矩陣電路 (立體聲信號合成電路)	112
6.9	副載波發生器	112
	1. 輸出濾波器 2. 引導信號與副載波之相位	
6.10	主載波調變激發器	114
	1. 使用上之比較 2. 特性上之比較	
6.11	FM發射天線	117
	1. 發射天線之選定 2. 天線之增益 3. 視線距離與波束傾斜 4. 無效點 5. 發射天線之種類 6. 與電視共用的天線	
6.12	饋電	128
6.13	演奏站—發射站間轉播	129
6.14	FM立體聲廣播網	130
第七章	FM立體聲接收	131
7.1	FM立體聲接收之基本電路	131
7.2	干擾擾亂	132
	1. 混附響應 2. 交互調變擾亂	
7.3	輸入調諧電路與高頻放大	136
7.4	變頻電路	137
7.5	本身振盪器	137
7.6	AFC	139
7.7	中頻放大電路	140
7.8	限幅器	143
7.9	FM檢波電路 (鑑頻器)	144
7.10	AGC (自動增益控制電路)	148
7.11	立體聲解調	149
	1. 概論 2. 複合信號放大 3. 副載波發生器	

4 立體聲解調電路

7.12	FM 接收機之性能	154
------	-----------------	-----

1. 接收機之規格 2. 接收機特性

7.13	立體聲表示	160
------	-------------	-----

7.14	FM 接收機實例	161
------	----------------	-----

7.15	接收障礙	166
------	------------	-----

1. 干擾波所造成的障礙 2. 接收條件所造成的障礙

7.16	FM 接收天線	170
------	---------------	-----

1. 天線原理 2. 一般家庭用天線

7.17	饋電線	175
------	-----------	-----

7.18	阻抗匹配	176
------	------------	-----

7.19	利用多頻帶傳播	178
------	---------------	-----

7.20	衰落與異常傳播	178
------	---------------	-----

7.21	FM 接收之實際	179
------	----------------	-----

1. 強電場時 2. 中電場時 3. 弱電場時 4. 移動接收時

附 錄	183
-----------	-----

附錄—1	電視聲音多工廣播	183
------	----------------	-----

FM-FM 多工廣播之優點

電視聲音多工廣播規格與技術上特點

發射裝置

接收裝置

附錄—2	電場強度 Volt $\leftrightarrow$ dB 換算圖表	189
------	---	-----

附錄—3	分貝及分貝算出表	189
------	----------------	-----

根據電壓比或電流比求分貝之表

以 $600\ \Omega$, $1\ \text{mW}$ 為基準位準的分貝表

英漢名詞對照表	197
---------------	-----

第一章 概 論

1.1 FM廣播史

FM方式之起源

FM(Frequency modulation — 調頻：頻率調變)方式係一九二〇年由卡爾遜和阿姆司特郎所研究發展的。可是，當時適值利用AM(Amplitude modulation — 調幅：振幅調變)方式廣播的長波帶與中波帶全盛時期，所以，連阿姆司特郎於1935年發表藉無線電波(Radio wave)將VHF帶調頻，可以從事雜音少而較為良質的通信時，也僅止於一部份人士的閒話材料而已。

後來以第二次世界大戰為轉捩點，無線電波之利用範圍急速擴大，近距離通信(多半是移動業務)之中心轉為VHF帶，於是FM方式之優越性乃明確被認為應付汽車等人為雜音最良好的對策。目前，VHF帶頻率的一般無線電通信，全部都採用FM方式，而即使在廣播範圍，也隨真空管技術之發達而開始從事“利用FM方式的VHF帶廣播”(後面稱此謂“FM廣播”)。

FM廣播之起源

美國於1940年由FCC*將42~50 MHz分配為FM廣播，並約有30個電台開始運用，唯因適逢第二次世界大戰致未趨於普及。戰後這些所分配的頻率被變更為88~108 MHz，到了1947年全

國約有 1000 個電台獲准廣播, 唯這一次却被急激發展的電視凌駕其上而緊跟着又陷於前途暗淡狀態, 致使半數廣播電台因而遭沒落命運。爲了這個原因, FCC 乃於 1955 年承認 SCA 業務**, 並於 1961 年決定立體聲歷聲多工廣播之標準方式, 這才正式邁入發展坦途, 後來不斷地順利普及與發展。

歐洲各國的國境較爲毗隣, 所以很早以前就發生了中波廣播干擾的問題, 唯由於敗戰而中波帶頻率極度被削減的西德, 着手在全國推廣 FM 廣播之計劃, 並於 1949 年開始推行 FM 廣播。結果, 干擾問題乃迎刃而解, 而不怕雜音的良質廣播也成爲可能。於是英國、法國等國家也相繼起而做尤推行 FM 廣播。

1.2 立體聲簡史

立體聲歷聲簡史

很久以前已有人從事立體聲歷聲 (Stereophonic) 之實驗。1881 年在巴黎舉辦的電氣博覽會上, 曾使用收聽器舉行世界首創的立體聲之實驗。

1929 年 A. D. Blumlein 藉 2 個微音器與 2 個揚聲器研究 2 電路立體聲歷聲, 於 1934 年獲得將左右兩信號記錄於唱片 1 條槽裡的專利。同時, 美國貝爾電話研究所也於這一年正式從事立體聲歷聲實驗。

*FCC: The Federal Communications Commissions (聯邦通信委員會), 係由委員長及 6 名委員所構成的獨立性行政委員會。

** SCA: Subsidiary Communications Authorizations (補助通信業務), 係利用 FM 多工廣播之副波道, 對特定契約接收者發射新聞 (市場行情、音樂 (BGM) 等業務。

此一實驗係藉有線電連接華盛頓 Constitution hall與費城市政廳，稱為3 電路“波前 (Wave front)” 方式。這是將微音器在舞台上排成1 列，再生時則將揚聲器排在舞台成一排的方式。由於此一實驗之成功，這才公認立體音響效果，並於1939 年在華德狄斯耐的電影“幻想曲”一片應用立體身歷聲方式。這可能是趨於實用化的第一次。

第二次世界大戰後，錄音機和唱片製作技術日新月異，進步神速，立體身歷聲乃急速趨於實用化，到了1948 年，克庫公司開始發售有2 條槽的唱片。

英國與美國分別於1956 年及1957 年先後發表單槽立體身歷聲唱片，同年，立體身歷聲唱片被統一為45—45 方式，邁進今日立體身歷聲唱片之全盛時期。

立體聲廣播簡史

阿姆司特郎於1936 年證實FM 方式優於AM 方式，當時，他曾從事實驗藉FM 多工方式 (FM- FM) 傳輸左右兩信號的立體廣播。

法國與美國先後於1950 年及1952 年從事使用AM 方式與FM 方式的實驗廣播。而且日本NHK 也於1952 年舉行使用JOAK與JOAB (東京第一廣播與第二廣播) 2 個中波的立體實驗廣播，第二年的1953 年2 月NHK 開始做定期節目的立體身歷聲廣播，於是，一般聽眾便掀起了收聽立體身歷聲廣播熱潮。從此以後，立體身歷聲傳輸之研究漸有進展，而使用中波等2 波的立體身歷聲廣播乃再受研討，因一個節目而占有2 波這件事在無線電波利用度這一點來說，既浪費且也沒有效率，因此，乃從事研究以1 波做立體身歷聲廣播，而且即使用普通的接收機(單聲道接收機)接收，也可以接收普通的單聲道廣播一樣程度音質的1 電波兩立性方式立體身歷聲

廣播。

此利用 1 電波的兩立性立體聲廣播之研究從 1950 年後期急速發展，到了 1961 年，美國的 FCC 正式承認 FM 立體聲廣播 (Stereophonic broadcast)，而 GE, ZENTH 方式立體聲廣播就在美國風行起來。

1.3 FM 廣播之特點

FM 廣播之音質所以良好的原因，該歸功於廣播無線電波之質良；FM 接收方式之好處多於 AM 接收方式所使然。下面所舉者即係 FM 廣播之特點。

夜間不受干擾

AM 中波廣播因白天僅藉地面波 (Surface wave) 收聽，所以並沒有什麼問題存在，但夜間則空間波 (Space wave) 因從電離層傳播過來的來自隣近國家的廣播電波而容易遭受干擾。可是，FM 廣播係 VHF 在地面傳播的地面電波傳播，所以，無論日間和夜間，視線距離前後大致成爲廣播區域，夜間幾乎完全不受干擾。

很少遭受因雜音而引起的干擾

中波廣播有諸如打雷，螢光燈以及其他因電機器具而發生的雜音等不少問題。可是，VHF 帶雜音多半都是汽車點火雜音，而且也是發生於汽車交通量頻繁的公路周邊之雜音，故因雜音而發生的干擾比中波爲少。

無線電波之利用度甚高

FM廣播的無線電波到達距離較短，以致其廣播區域受到限制，唯倘適當設置電台，即可以在許多地區利用同一頻率。

可得良質的Hi-Fi（高度逼真）廣播

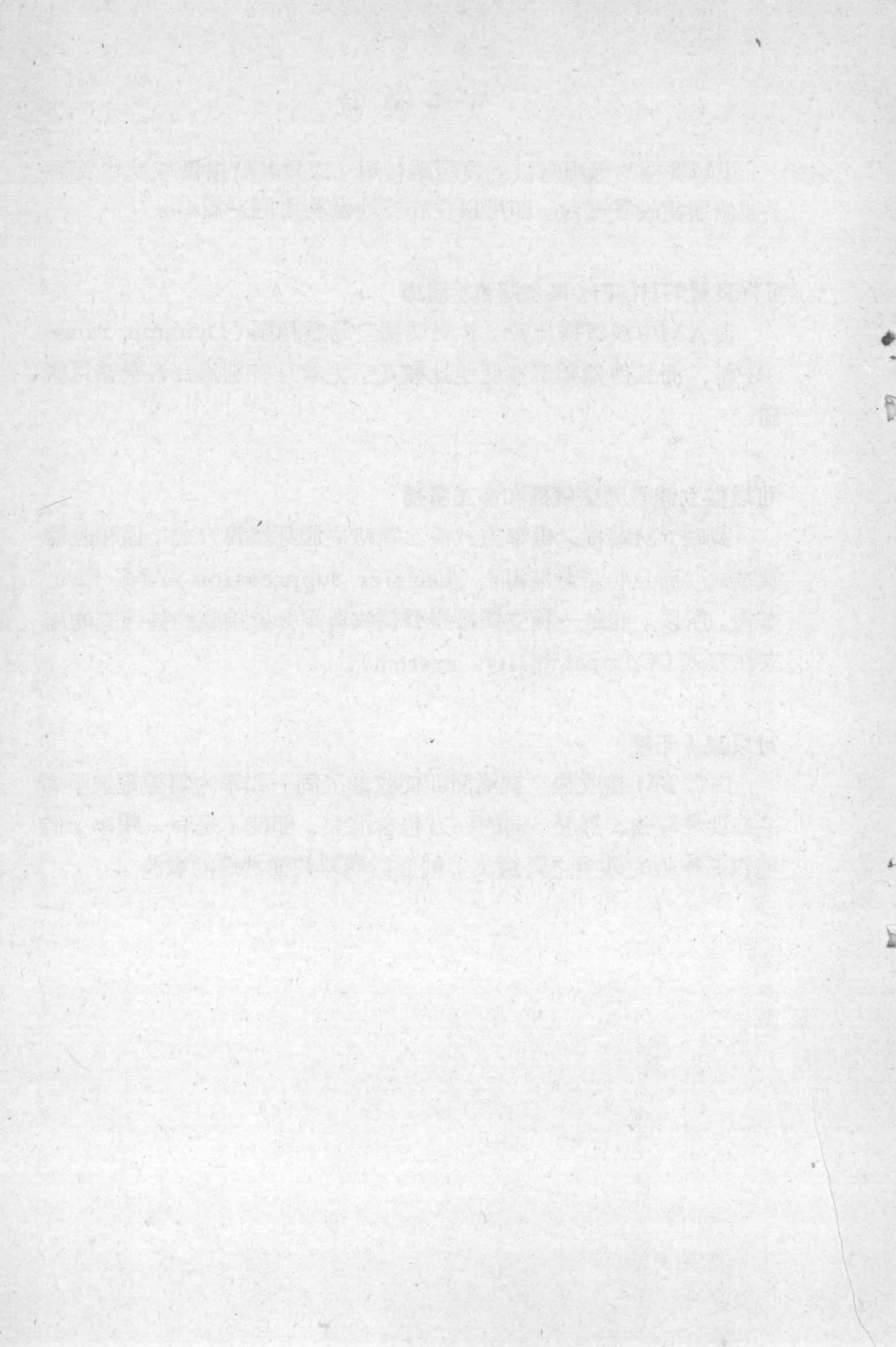
與AM中波廣播比較，FM廣播之動態範圍（Dynamic range）較寬，而且傳輸頻率寬度也比較寬，尤其是特別適合音樂節目廣播。

可以做立體身歷聲廣播和多工廣播

我國FM廣播之標準方式係2電路立體身歷聲方式，係和差信號方式，而且也是載波遏止（Carrier suppression）AM-FM方式，所以，也是一種立體身歷聲接收與單聲道接收均甚適宜的兩立性方式（Compatibility system）。

可以減少干擾

由於FM接收機之機能而即使收進了同一頻率的無線電波，當一方要是較強，那麼，弱的一方也會消失。即使不是同一頻率，倘能收進極近的頻率之廣播波，則僅能聽到較強那邊的載波。



第二章 FM廣播之基礎

2.1 FM方式之基礎

1. 何謂FM方式

如有將聲音載於高頻率交傳輸情形時，使高頻率之交流與聲音成比例發生變化的現象，稱為調變 (Modulation)；此高頻率交流稱為載波 (Carrier)。

此載波之公式如下：

$$I = I_0 \sin(\omega_0 t + \phi_0) \quad (2.1)$$

式中 $\omega_0 = 2\pi f_0$ ， I ；載波， I_0 ；振幅， ω_0 ；角速率， f_0 ；載頻， ϕ_0 ；相位

將 (2.1) 式的振幅 I_0 予以調變者稱為振幅調變或調幅 (Amplitude modulation-AM)。；振幅 I_0 為一定而能調變角速率 ω_0 ，或調變頻率 f_0 的調變方式稱為頻率調變或調頻 (Frequency modulation)；將 ϕ_0 予以調變之方式稱為相位調變或調相。

FM和調變信號 (如係廣播時即聲音) 當時之大小 (瞬時值) 成比例，是頻率從載波中心頻率偏差的調變。當調變信號振幅大時，頻率偏差就大，致使其偏差之次數會適應調變信號頻率而發生變化。

圖 2.1 所示者係頻率因調變信號而發生變化的 FM 波。假若調變信號將載波予以 FM，載波之頻率便會和調變信號之振幅成比例而變化。就以圖上所示調變信號之 0° 附近而言，載波頻率僅稍為變