

FM 立體音響原理 與故障分析

游 金 湖 編著



FM 立體音響原理 與 故障分析

游 金 湖 編著

文 笙 書 局 總經銷

FM立體音響原理分析

編著者：游金湖
出版兼發行：文笙書局

澳門大馬路348號二樓F座

印刷者：振興印刷公司
澳門龍崗街152號地下

定價港幣

目 錄

FM立體音響原理分析

[一] FM Stereo廣播所需的知識及調變方式

● 1 - 1 : FM Stereo 廣播	1
● 1 - 2 : FM 與 AM 的不同	3
● 1 - 3 : MW 的 Stereo 廣播	5
● 1 - 4 : FM Stereo 廣播所需的條件	6
● 1 - 5 : FM Multiplex Stereo 廣播	7
● 1 - 6 : FCC 方式	8
(a) FCC 的意義	8
(b) 何謂 L - R	9
(c) 何謂 SCA	10
● 1 - 7 : FM multiplex 多工的輸出端子	10
(a) 取出合成波信號的方法	10
(b) 何謂解強調電路	11

[二] FM Stereo的原理 (如何分離Stereo)

● 2 - 1 : FM stereo adaptor 的原理	13
(a) matrix 方式的方塊圖	13
(b) switching 方式的方塊圖	14

(1) matrix 的基本原理	14
(2) mp _x switching 方式	15
● 2 - 2 : FM調諧器的構成與MPX原理	17
(1) 調諧器的構成	17
(2) 天線和輸入電路	18
(3) FM 前端電路	20
(4) FM IF 放大	21
(5) FM 檢波電路	23
(6) FM multiplex 電路	25
(a) pilotton stereo 的頻譜	25
(b) FM stereo 發射機	26
(c) D, S, B 的做成	26
(d) ring 調變器和輸出	26
(e) L 和 R 不同信號的合成	27
(f) matrix 方式 (頻率分割方式)	27
• matrix 方式的解調原理	27
• matrix 方式的基本電路	28
(g) switching 方式 (時間分割方式)	30
• switching 方式的解調原理	30
• switching 方式的基本電路	31
● 2 - 3 : FM stereo 的附屬電路	31
(1) 調諧指示電路	31
(a) 由中頻取出方式 (S 電表)	32
(b) 由檢波電路取出方式 (T 電表)	32
(c) S 電表和 T 電表之不同	32

(2) 靜音電路	33
----------------	----

[三] matrix方式的實際線路分析

● 3 - 1 : matrix Mpx 的方塊圖	37
● 3 - 2 : 合成信號放大與分配電路	37
● 3 - 3 : 指引信號倍頻產生電路	38
● 3 - 4 : 通帶濾波電路	39
● 3 - 5 : 補助信號檢波及 matrix 電路	40
● 3 - 6 : 雙 T 型濾波器 (並聯 T 型濾波器)	41
● 3 - 7 : 立體信號指示及 switching 電路	42
● 3 - 8 : 立體單音自動切換電路	43

[四] Switching方式的實際線路分析 (A)

● 4 - 1 : switching Mpx 的方塊圖	46
● 4 - 2 : 合成放大分配電路	46
● 4 - 3 : 指引信號倍波放大電路	48
● 4 - 4 : switching 電路	48
● 4 - 5 : switching 電路的詳細動作分析	50
● 4 - 6 : 有關 switching 電路的詳細波形解說	53

[五] Switching方式的實際電路分析 (B)

● 5 - 1 : 合成波放大分配電路	55
● 5 - 2 : 指引信號倍波放大電路	55
● 5 - 3 : SCA 濾波電路	56
● 5 - 4 : 立體信號指示電路	58
● 5 - 5 : FM 單音 - 立體信號自動切換電路	59

復.....	93	(44) 聲音上下跳動.....	106
(34) 無電.....	94	(45) 馬達轉動比正常時慢.....	107
(35) 馬達不轉動.....	95	(46) 電源 off 時馬達不停止.....	108
(36) 馬達於中途停止.....	96	(47) 唱臂無法平衡.....	109
(37) 轉數不變.....	97	(48) 唱頭會共鳴.....	110
(38) 轉數異常.....	98	(49) 唱片內周聲音失真.....	111
(39) 有異音.....	99	(50) 串音不良.....	112
(40) 唱臂不動.....	100	(51) 移動唱臂時有大的哼聲.....	113
(41) 多工唱機自動跳音故障.....	101	(52) 雖然無聲然而紙盤會搖動.....	114
(42) 交換唱頭後無聲.....	104	(53) 大鼓的聲音有裂聲.....	115
(43) 接觸唱臂時有「吱」聲.....	105		

調 諧 器

(54) 無聲.....	116	67) 左右加入的聲音不對.....	129
(55) 聲音失真.....	117	68) 聲音漸漸變小.....	131
(56) 聲音時有時無.....	118	69) 由於霓虹燈點滅發出「ㄅ カ・ㄅカ」聲.....	133
(57) 有「吸...」聲.....	119	(70) 指示燈不亮.....	134
(58) 有小的「嘆...」聲干擾.....	120	(71) 電表不動.....	135
(59) 聽不到其他聲音只聽到嘆 聲.....	121	(72) 旋鈕很快脫落.....	136
(60) 有無線(廣播)干擾.....	122	(73) 轉動音量時發出「咻咻 咻」聲.....	137
(61) 聲音不良.....	123	(74) 音量旋鈕的靜止器無法靜 止.....	138
(62) 中音域閉塞.....	124	(75) 機器中冒煙.....	139
(63) 聲音產生裂聲.....	125	(76) 接觸選台鈕時會發出「噠 ...」聲.....	140
(64) 提高音量旋鈕時有衝擊聲.....	126		
(65) 單邊聲音小.....	127		
(66) 聲音逐漸變小最後完全無 聲.....	128		

- (77) 開關不能切換.....141
- (78) 溫度下降時工作不穩定...142
- (79) 雖然電源 on 但仍無聲...143
- (80) 無電.....144
- (81) 有電視的〔噗...〕聲.....145
- (82) 有電源變壓器的〔哼...〕
聲.....146
- (83) AM 廣播無聲.....147
- (84) 只聽到雜音 AM 廣播收不
到.....148
- (85) 只聽到雜音 FM 廣播收不
到.....149
- (86) AM 廣播時聲音小.....150
- (87) AM 廣播時有混頻干擾...151
- (88) 白天和夜間所接收的信號
不同.....152
- (89) FM 立體無法分離.....153
- (90) 汽車通過時有〔カカカカ
ー ー ー〕聲.....154
- (91) 接收電台節目時有〔噗...
〕聲.....155
- (92) 於 FM 廣播調諧的兩側有
雜音.....156
- (93) 在收聽立體時有〔噠！
噠！〕聲.....157
- (94) 頻率和指針標示不合...158
- (95) 雖然轉動選台旋鈕但指
標指針仍不移動.....159
- (96) 於接收 FM 立體信號時
指示燈不亮.....160
- (97) 遠的 FM 電台接收困難 161
- (98) 無 FM 電台的位置收到
信號.....162
- (99) 飛機飛過時聲音變化...163
- (100) 人走路的時候聲音會變
化 (FM)164
- (101) 所接收的聲音逐漸變小 165
- (102) 於接收 FM stereo 時無
聲.....166
- (103) AFC 時收不到信號...167
- (104) FM 廣播無聲.....168
- (105) FM 廣播的聲音小.....169
- (106) AM 調諧器的檢查.....170
- (107) FM—MPX 電路的檢
查.....171
- (108) FM 前端電路的檢查...172
- (109) FM—I F 級的檢查...173

前置放大器

- 110) 無聲.....174
- 111) 聲音失真.....176
- (112) 有雜音.....177
- (113) 聲音時有時無.....178

- (114) 聲音不大..... 179
- (115) 聲音不小..... 180
- (116) 有〔吸...〕聲..... 181
- (117) 有小的〔嘆...〕聲..... 182
- (118) 沒有其他聲音只有〔嘆...〕聲..... 184
- (119) 有無線(廣播)干擾... 185
- (120) 聲音不良..... 187
- (121) 低音不足..... 188
- (122) 中音域聲音閉塞(人聲)..... 189
- (123) 聲音有裂聲..... 190
- (124) 提高音量旋鈕時有衝擊聲..... 191
- (125) 連接麥克風時有〔吱...〕聲..... 192
- (126) 單邊聲音小..... 193
- (127) 高頻時聲音失真..... 194
- (128) 保險絲很快熔斷..... 195
- (129) 漸漸聲音變小..... 196
- (130) 有〔嘆!嘆!〕聲..... 197
- (131) 電源開關 on-off時有衝擊聲..... 198
- (132) 氣溫下降時電路動作不穩..... 199
- (133) 有小的〔嘶...〕聲..... 200
- (134) 切於 PHONO時〔噓...〕聲大..... 201
- (135) 雖然切於 PHONO但仍收到電台信號..... 202
- (136) 把 Tape Monitor 切於 on 時無聲..... 203
- (137) 不管轉動 Bass, treble 聲音皆無變化..... 204
- (138) 把音量旋鈕迅速提高時聲音瞬間消失..... 205
- (139) 響度控制無效..... 206
- (140) DIN 連接器不能錄音(再生)..... 207
- (141) 串音不良..... 208
- (142) 前置放大部份及功率放大部份的檢查..... 209

主放大器

- (143) 無聲..... 213
- (144) 聲音失真..... 215
- (145) 有雜音..... 216
- (146) 聲音時有時無..... 217
- (147) 聲音不大..... 218
- (148) 有〔吸...〕聲..... 220
- (149) 有小的〔嘆...〕聲..... 221
- (150) 聽不到其他的聲音只有〔嘆...〕聲..... 222
- (151) 有無線(廣播)干擾... 223

- (152) 有拖着〔ㄆ・ㄆ・ㄆ・
ㄆ・ㄆ〕的尾音…… 224
- (153) 單邊的聲音小…… 225
- (154) 左右信號相反…… 226
- (155) 有〔噢！噢！〕聲…… 227
- (156) 電源 on-off時有衝擊聲 228
- (157) 電表不動…… 229
- (158) 把插鞘插入耳機插孔時
喇叭聲音斷掉…… 230
- (159) 聲音急速變小…… 231
- (160) 有〔ㄋㄋㄋㄋ〕的聲音 232

喇叭

- (161) 無聲…… 233
- (162) 聲音失真…… 234
- (163) 有雜音…… 235
- (164) 聲音不大…… 236
- (165) 聲音不良…… 237
- (166) 左右的相位相反…… 238
- (167) 機器中冒煙…… 239
- (168) 不論高音、中音、低音
喇叭皆無聲…… 240
- (169) 隨着接收地點不同會有
聽不到聲音的情形…… 241

錄音機

- (170) 無聲…… 242
- (171) 聲音失真…… 243
- (172) 有雜音…… 244
- (173) 有〔吸…〕聲…… 245
- (174) 在聲音中夾雜小的〔噠
…〕聲…… 246
- (175) 聽不到其他聲音只有〔
噠…〕聲…… 247
- (176) 聲音不良…… 248
- (177) 單邊的聲音小…… 249
- (178) 轉數無法切換…… 250
- (179) 串音不良…… 251
- (180) 磁帶不能快捲…… 252
- (181) 磁帶不能倒捲…… 253
- (182) 錄音聲音小…… 254
- (183) 不能錄音…… 255
- (184) 殘留前面的聲音…… 256
- (185) 再生聲音小…… 257

共通項目

(33) 壓扣開關(壓下)不能恢復.....	93	(75) 機器中冒煙.....	139
(52) 雖無聲但紙盆仍會搖動.....	114	(77) 開關不能切換.....	141
(70) 指示燈不亮.....	134	(79) 開關 on 後也無聲.....	143
(72) 旋鈕迅速脫落.....	136	(80) 無電.....	144
(73) 轉動音量旋鈕時有[咻 啞咻啞]的聲音.....	137	(82) 電源變壓器有[哼...] 聲.....	146
(74) 音量旋鈕的靜止器無法 停止.....	138	(128) 保險絲迅速熔斷.....	195
(133) 有小的[吱...]聲.....	200	(130) 有[嘆! 嘆!]聲.....	197
		(140) 用 DIN 連接器不能錄音 [再生].....	207

參考資料

衝擊吸收裝置範例.....	72	各種高頻用的接觸器.....	164
手提工具袋的範例.....	74	RIAA 再生特性表.....	200
信號介入器及簡單振盪器.....	81	電阻變化特性圖.....	205
零件箱的範例.....	87	準互補對稱式和純互補 OCL 方 式.....	225
修理工具的範例.....	92	金氏曲線.....	226
自動回轉機構的範例.....	102	AC out LET.....	231
烙鐵組.....	108	控制喇叭位準的範例.....	235
夾器.....	132	多工放大器系統.....	239
用調整棒調整 AM 的方法.....	138	馬達式錄音機機構的範例.....	250
匹配元件.....	140	主驅動軸的加油.....	254
匹配器.....	142	簡單手推工具的範例.....	255
MPX 振盪器波形的看法.....	145	錄音機的系統圖.....	257
FM 特有的調諧曲線.....	156		
各種衰減器.....	163		

[一] FM Stereo 廣播 所需的知識及調變方式

◎1-1: FM Stereo 廣播

世界性的 FM 立體聲廣播 (Frequency stereo) 方式，於 1961 年美國的 FCC 聯邦通信委員會制定，而屬於 Ge Zenth 自然統一的方式，但於日本稱其為 piloton 方式的 stereo 廣播。雖然表面上說明不同，但內容則完全相同。也就是說，如果是單音廣播的話，即接收單音信號；反之如為立體廣播時，即為接收立體 stereo 分離的信號。但調頻之早期發現，還應追溯於美國阿姆斯特朗少校 (Major Edwin Armstrong) 發明了調頻的方式，至 1953 年克羅斯畢 (Murray G. Grosby) 申請專利，創立多工 (multiplex) 方式，為 FM 的廣播。這樣一直到 1961 年初美國聯邦通信委員會才批准立體聲廣播的標準。

當初美國 FCC 設定標準時，為顧慮到當時市場上大約壹仟六、七百萬台 AM 收音機不致於作廢，且又不致於失掉單音 (monophonic) 接收的內容，故理想上採用左右兩聲道混合，構成單聲等效信號頻率響應 (由 50 Hz ~ 15 KHz)，且又能完全分離左右的兩個聲道，這是 FCC 設立時第一個考慮的重心。其次考慮的對象，為對於私家業務，在 1955 年美國頒佈了補助通信法案 (Subsidiary Communication Authorization 即 SCA) 准許多工制 (multiplex) 傳送這種業務。

大約於 1961 年美國開始做 FM 多工的立體廣播並逐年改善。日本方面則於 1957 年 12 月 24 日由 NHK 開始實驗廣播。且於 1963 年 12 月 24 日正式 stereo 的立體廣播。

序 言

「音響」這兩個字，近年來已如秋風掃落葉般的橫掃着香港市場。音響的產品，今後將隨着電視之後，普遍着存在着每一個家庭之中，尤其是年輕的這一代，追求狂熱的音響效果，更是與日俱增，但對於音響的技術，每每由於音響所涉及範圍之廣闊，包括有 FM Stereo（調頻立體聲），FM Mon（單音），AM（調幅），電唱機，擴大器，以及錄音機等知識，對於一位學習音響技術與修理的人，實在是一大障礙，因此筆者參考數本日本音響技術，參與線路分析，以及實際修理音響的經驗編寫本書。

同時為使讀者對於音響的修理與理論能夠配合應用起見，特別將已出版之「FM 立體音響 185 種故障分析」一書，重新修訂加入 FM 立體音響原理，並舉出最新的實際線路做分析，內容簡明實用，希望給予讀者更加一層的瞭解。

本書之編輯校對，多於公餘之暇，雖經多次校對錯誤之處仍將難免，敬請先進不吝指正。

游 金 湖 謹識

◎1-2：FM與AM的比較

(1) AM與FM的不同

● AM (調幅) 方式 (Amplitude Modulation)

音頻信號經載波調變後，當信號 $\oplus$ 的時候，電波強； $\ominus$ 的時候，電波弱，由此電波信號強弱變化由電台發射出去。

● FM (調頻) 方式 (Frequency Modulation)

音頻信號雖經載波調變，但電波信號的強度都仍維持恆定，信號只以載波做中心，做疏密高低頻的變化。由此可知，調變側的AM與FM之不同說明於下：

(i) AM 頻率一定，振幅高低表示信號的強弱。

(ii) FM 振幅一定，頻率疏密表示信號的強弱。

有關FM與AM之不同，以及調變波形請參考第1表及第2圖所示

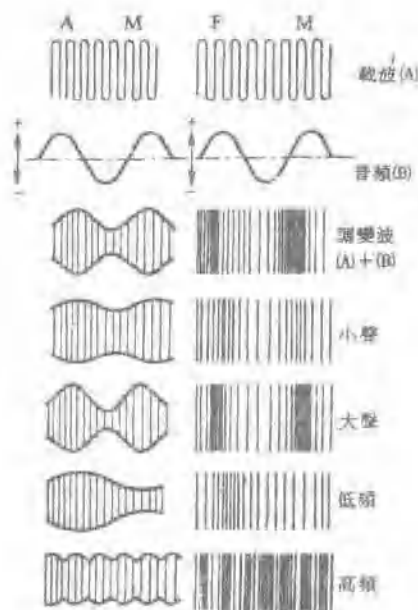
各種條件	F M 廣 播	A M 廣 播
到達距離	比AM小	比FM大 (地表面波)
雜音干擾	少	多
檢 波	稍微複雜	簡 單
頻 帶	寬 (200 KHz)	普通 (10 KHz)
音 質	好 (適合於LP唱片)	普通 (適合於SP唱片)
混 頻	無	有
接收情形	無變化	有變化
立體廣播	能	不能

第1表 FM與AM的比較

● 第2圖為FM與AM調變波形的比較 (請參考第4頁)

(2) AM, FM與雜音的關係

於FM電路中，設有限制電路，可將外來的雜音強弱，維持一定振幅大小的信號輸出 (如第3圖所示)，不像AM容易受雜音干擾。其最主要的原因，是因雜音與振幅成正比變化，恰與AM採用振幅調



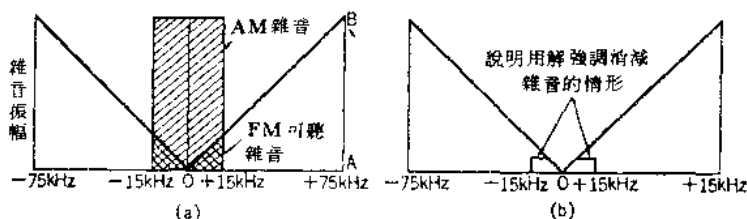
第 2 圖 FM 與 AM 調變



第 3 圖 振幅性雜音經限制電路切除

變方式互為配合，而造成 AM 雜音較多的原因。尤其生活在今工業時代，工廠林立，交通頗繁，家用電器異常發達的今日，會無形中製造甚多異常的雜音。譬如馬達起動，汽車點火等，皆會給予 AM 接收機或干擾，因此今後我國急須發展 FM，實在是刻不容緩的事情，於第

4 圖即說明雜音與 AM, FM 頻譜的關係。



第 4 圖 雜音的頻譜

(3) FM 比 AM 有那些優點

- 頻帶比 AM 寬數倍，由 50 Hz ~ 15 KHz，含有再生 Hi Fi 所需的頻帶。
- 雜音少，故可取得較寬的（聲音強弱比）dynamic range。
- 失真少。
- 外來雜音干擾少，（可適用現在多電器的時代）。
- 混波少，即使是同樣頻率的電波，也會使電波弱的一方信號消失。
- 能做立體廣播。

◎1-3：MW的Stereo廣播

最初要開始做 Stereo 廣播時，是採用兩個廣播電台，分別廣播不同的兩個信號，然後用兩部收音機來收聽以達到 stereo 立體廣播的效果，其型式大約如第 5 圖所示。

● 這種利用 MW 做 stereo 廣播所造成的缺點：

(i) 聲音殘缺不齊

譬如於第 5 圖中只收聽第 1 廣播電台的人，只可聽到左邊 L 的信號。因此在收聽管弦樂（orchestra）的時候，聽左邊第一支提琴（violin）很清楚的人，在聽右邊的第 2 支提琴時就會發