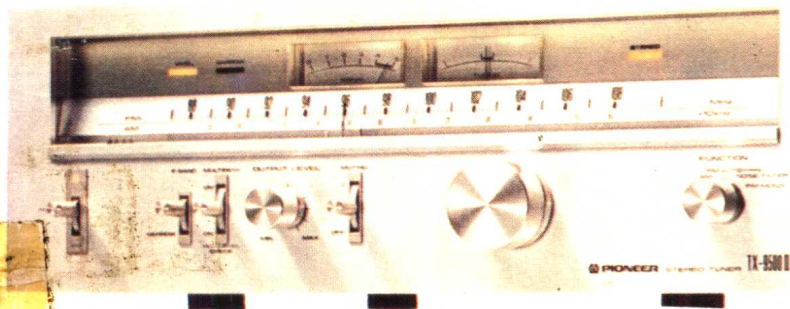


# 四聲道 立體音響技術

黃俊傑編著



羅拔書局印行

# 四 聲 道

音響技術的系統分析

游 金 湖 譯

羅 拔 書 局 印 行

## 四聲道音響技術的系統分析

---

編譯者：游 金 湖

出版兼：羅 拔 書 局  
發行

澳門大馬路 381 號二樓 F 座

印刷者：振 興 印 刷 公 司

澳門龍崙街 152 號地下

---

定價港幣 **\$30.00**

## 序 言

本書是依據日本音響製作與技術權威，pioneer 株式會社音響事業部部長 長眞弓先生之巨著：「四聲道技術」一書編譯而成，長眞弓先生，也正是近年來震驚日本「音響字典」實際編輯的委員長。

CD-4 四聲道新產品發表會的前夕，公司聘請日本松下音響商品技術部，藤井 喬課長來指導，這份新技術講習會時，即將這一本書介紹給參與接受訓練的每一位技術同仁，余很榮幸的擔任了該次講習會的課程安排與籌劃任務，並且也接受了實際的教導與技術工作。這樣一晃又過了兩年，在不斷學習與研讀的日子裏，使我覺得其內容精深，與對於音響技術如何產生動向音場效果，可說是說明的淋漓盡致，由每一頁對於四聲道簡明精湛的闡述中，將會不斷引導您進入四聲道的漩渦裏，實在不愧是一本「最新」「最完美」四聲道技術的精心傑作。因此期望着由於本書中文本的問世，能給予音響市場有着新的轉變和進步，是筆者衷心所盼望的。

游金湖 謹識

1987/10/7

# 目 錄

## 第1章 四聲道放音的基礎

|       |                     |    |
|-------|---------------------|----|
| 1.1   | 多聲道的歷史.....         | 1  |
| 1.2   | 四聲道的目的和效果.....      | 6  |
| 1.3   | 雙耳效應和再生音場.....      | 11 |
| 1.3.1 | 人的方向感覺.....         | 11 |
| 1.3.2 | 雙耳效應(binaural)..... | 13 |
| 1.3.3 | 再生音場.....           | 20 |
| 1.4   | 四聲道的音響心理.....       | 22 |
| 1.4.1 | 方向定位.....           | 22 |
| 1.4.2 | 喇叭配置.....           | 34 |
| 1.5   | 四聲道的種類.....         | 38 |

## 第2章 磁帶和四聲道廣播

|       |                            |    |
|-------|----------------------------|----|
| 2.1   | 利用磁帶的多頻道.....              | 43 |
| 2.2   | 四聲道廣播的嘗試.....              | 47 |
| 2.2.1 | 兩個電台方式以及matrix方式.....      | 47 |
| 2.2.2 | 多重調變方式.....                | 49 |
| 2.2.3 | 取補助頻道的FM方式.....            | 50 |
| 2.3   | Dorren 方式.....             | 55 |
| 2.3.1 | Dorren 方式.....             | 55 |
| 2.3.2 | 多重調變的音頻信號.....             | 61 |
| 2.4   | 直接交連調變和DSB或SSB的各種組合方式..... | 64 |
| 2.4.1 | 日本廠商的提案方式.....             | 64 |
| 2.4.2 | NQRC所檢討的方式.....            | 73 |

## 第3章 圓盤唱片

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 3.1 基本的矩陣方式.....                         | 79  |
| 3.1.1 Dynaco ( Hafler ) 方式.....          | 79  |
| 3.1.2 Scheiber 形的矩陣方式.....               | 81  |
| 3.1.3 相位移轉的必要性.....                      | 85  |
| 3.2 Regular Matrix (RM) 方式.....          | 88  |
| 3.2.1 RM 方式的基本理論.....                    | 88  |
| 3.2.2 邏輯電路 ( Logical circuit ) .....     | 91  |
| 3.2.3 Triphonic 和 Dual triphonic 方式..... | 93  |
| 3.2.4 喇叭矩陣方式.....                        | 95  |
| 3.3 其他的矩陣方式.....                         | 96  |
| 3.3.1 SQ 方式.....                         | 96  |
| 3.3.2 新 Scheiber 方式.....                 | 102 |
| 3.3.3 新 Electro Voice (EV) 方式.....       | 104 |
| 3.3.4 UMX 方式.....                        | 104 |
| 3.4 兩聲道音源的四聲道化.....                      | 107 |
| 3.4.1 利用 matrix 式的模擬四聲道.....             | 108 |
| 3.4.2 利用延遲的模擬四聲道方式.....                  | 111 |
| 3.5 CD-4 方式.....                         | 114 |

## 第4章 CD-4方式

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 4.1 多重錄音方式.....       | 119 |
| 4.1.1 信號多重化.....      | 119 |
| 4.1.2 調變載波的頻帶和頻率..... | 122 |
| 4.1.3 角度調變.....       | 124 |
| 4.1.4 載波位準與和信號位準..... | 128 |
| 4.2 錄音的技術.....        | 132 |

|       |                            |     |
|-------|----------------------------|-----|
| 4.2.1 | 低速切刻 ( Low Speed Cutting ) | 132 |
| 4.2.2 | 載波位準控制 ( CLC )             | 135 |
| 4.2.3 | 拾音器的影響和 Neutrex            | 137 |
| 4.2.4 | ANRS ( 自動雜音去除系統 )          | 141 |
| 4.3   | CD-4 再生 ( 放音 )             | 147 |
| 4.3.1 | 和信號系                       | 152 |
| 4.3.2 | 差信號系                       | 154 |
| 4.3.3 | 唱頭等測試機器                    | 164 |
| 4.4   | 解調器的實際                     | 167 |

## 第5章 矩陣方式

|       |                                  |     |
|-------|----------------------------------|-----|
| 5.1   | 矩陣 ( matrix )                    | 179 |
| 5.1.1 | 矩陣的基本知識                          | 179 |
|       | (1) 矩陣的和與差                       | 180 |
|       | (2) 矩陣的乘算 ( 乘法 )                 | 180 |
| 5.1.2 | 四聲道的矩陣表示                         | 181 |
| 5.1.3 | 各方式的矩陣表示                         | 182 |
| 5.1.4 | 矩陣的判別方法                          | 185 |
| 5.1.5 | 矩陣的應用範例                          | 189 |
| 5.2   | RM matrix 方式                     | 190 |
| 5.2.1 | RM 方式的基本原理                       | 190 |
|       | RM 方式的定義                         | 190 |
| 5.2.2 | 何謂 RM 唱片                         | 193 |
|       | 信號的變換方法                          | 194 |
| 5.3   | RM 的理論分析                         | 196 |
| 5.3.1 | encode ( 4 — 2 變換 ) 理論           | 196 |
| 5.3.2 | decode ( 2 — 4 變換 ) 理論           | 200 |
| 5.3.3 | 四種信號輸出的 decoder ( 2 — 4 變換器 ) 理論 | 204 |

#### 4 目 錄

|       |                         |     |
|-------|-------------------------|-----|
| 5.3.4 | 音源方向和唱片音溝的調變方向          | 206 |
| 5.3.5 | RM decoder( 2 — 4 變換器 ) | 208 |
| (1)   | 基準 decoder              | 209 |
| (2)   | 統一形家庭用 decoder          | 209 |
| 5.4   | encode 方式               | 212 |
| 5.4.1 | encode 方式               | 213 |
| (1)   | 4 — 2 — 4 encode 方式     | 213 |
| (2)   | n — 2 — 4 encode 方式     | 215 |
| 5.4.2 | 4 — 2 — 4 方式的問題點        | 218 |
| 5.4.3 | encode 的實際應用            | 222 |

## 第6章 decoder 電路

|       |                          |     |
|-------|--------------------------|-----|
| 6.1   | RM decoder               | 225 |
| 6.1.1 | 喇叭矩陣                     | 225 |
| (1)   | Dynaco QD — 1            | 225 |
| (2)   | Technics Su — 3100       | 226 |
| 6.1.2 | 一般的 RM decoder           | 230 |
| (1)   | 標準 RM decoder            | 230 |
| (2)   | 東芝 SC — 410              | 231 |
| (3)   | 日本哥倫比亞 QXA — 1           | 232 |
| (4)   | 4 ch decoder 用 IC        | 236 |
| 6.1.3 | 相位轉移電路 ( phase shifter ) | 237 |
| 6.2   | 邏輯電路 ( logic circuit )   | 240 |
| 6.2.1 | 邏輯電路的基礎                  | 241 |
| 6.2.2 | RM 邏輯的音源位置檢出             | 245 |
| 6.2.3 | RM 邏輯的控制方式               | 249 |
| (1)   | 消除法                      | 249 |
| (2)   | 矩陣係數和分離度                 | 252 |

|       |                                    |     |
|-------|------------------------------------|-----|
| 6.3   | RM 邏輯・decoder                      | 254 |
| 6.3.1 | 三菱 SE 邏輯                           | 255 |
| 6.3.2 | 三洋 DM-4 邏輯                         | 258 |
| 6.3.3 | 其他的邏輯・decoder                      | 264 |
| (1)   | Onkyo「自動矩陣」                        | 264 |
| (2)   | 山水「可變矩陣」                           | 266 |
| (3)   | 東芝 4D 邏輯                           | 268 |
| 6.4   | SQ 邏輯                              | 269 |
| 6.4.1 | SQ 邏輯的原理                           | 269 |
| (1)   | 前・後邏輯                              | 270 |
| (2)   | 全邏輯                                | 271 |
| 6.4.2 | SQ decoder                         | 275 |
| (1)   | SONY SQD-1000 (SQ 專用 decoder)      | 276 |
| (2)   | pioneer Qc-80A (RM/SQ 切換式 decoder) | 276 |
| (3)   | SQ decoder 用 IC                    | 279 |

## 第7章 四聲道的綜合特性

|       |                    |     |
|-------|--------------------|-----|
| 7.1   | 音壓分佈圖              | 283 |
| 7.1.1 | 麥克風的指向特性和音壓分佈圖的構成  | 283 |
| 7.1.2 | 邏輯電路的特性            | 288 |
| 7.1.3 | 相位特性，分佈比，分配比       | 290 |
| 7.2   | 各方式的特性和兩立性         | 294 |
| 7.2.1 | 和差方式 (CD-4, 四聲道廣播) | 294 |
| 7.2.2 | 利用相位差的方式 (UMX, RM) | 302 |
| 7.2.3 | SQ 方式              | 309 |
| 7.2.4 | 分離式與矩陣式四聲道的兩立性     | 312 |
| 7.3   | 音像定位和互換性           | 316 |
| 7.3.1 | 利用音壓分佈圖檢討定位和互換性    | 316 |

|       |            |     |
|-------|------------|-----|
| 7.3.2 | 考慮相位差的音像定位 | 321 |
|-------|------------|-----|

## 第8章 四聲道用機器

|       |                       |     |
|-------|-----------------------|-----|
| 8.1   | 四聲道放大器                | 327 |
| 8.1.1 | 四聲道放大器的功能             | 327 |
| 8.1.2 | 功率放大器的問題點             | 336 |
| 8.2   | 市場上所賣放大器的承接器          | 341 |
| 8.2.1 | 前置主放大器電路              | 341 |
| 8.2.2 | 承接器 ( adaptor )       | 343 |
| 8.2.3 | 展示 ( display ) 四聲道的裝置 | 348 |
| 8.3   | 其他的四聲道機器              | 352 |
| 8.3.1 | 唱機                    | 352 |
| 8.3.2 | 錄音座                   | 361 |
| 8.3.3 | 喇叭系統與耳機               | 364 |
| 8.3.4 | 四聲道組合與汽車音響            | 367 |

## 第9章 由錄音到放音

|       |            |     |
|-------|------------|-----|
| 9.1   | 四聲道信號程式的制作 | 371 |
| 9.1.1 | 錄音的方法和效果   | 371 |
| 9.1.2 | 麥克風的技術     | 374 |
|       | (1) 音場錄音   | 374 |
|       | (2) 音源錄音   | 375 |
| 9.1.3 | 矩陣式錄音      | 380 |
| 9.2   | 喇叭配置       | 385 |
| 9.2.1 | 喇叭和房屋的基本條件 | 385 |
| 9.2.2 | 喇叭配置的實際    | 391 |
| 9.3   | 四聲道系統的構成   | 395 |
| 9.3.1 | 放大器類的構成    | 395 |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| <b>9.3.2 系統構成上應注意的地方</b> ..... | <b>399</b> |
| <b>四聲道關係規格類</b> .....          | <b>402</b> |

# 第1章 四聲道放音的基礎

## 1.1 多聲道的歷史

請看下面照片圖1-1所示，圖中是把圓筒形唱片，放在一部電唱機上，以進行放音的照片圖形，在圖上擁有着三個音箱（Sound box），以分別經由三條音溝拾取音源，利用三個角型喇叭（horn）輸出，組成着所謂三聲道的方式。



＜照片圖1-1＞美國哥倫比亞公司三聲道的蓄音器

而照片圖1-2所示，則有四塊唱片在唱盤上轉動，藉由各別所連接的音箱，將信號傳遞至四個角型喇叭輸出，稱之為四聲道。

實際上，照片圖1-1所示，是1900年美國哥倫比亞（Columbia）公司，在法國巴黎萬國博覽會所出廠展覽的成品，但當時是用來專門

---

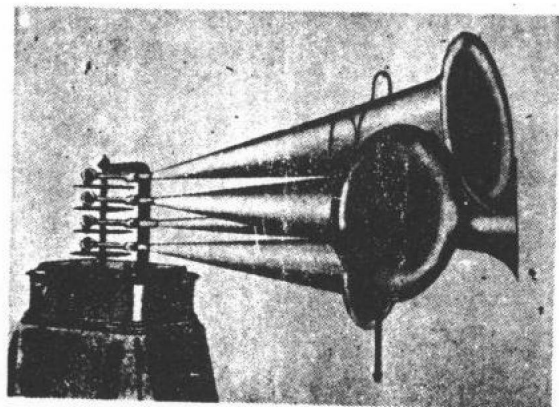
•：單音箱做成振動板式偏平容器，而振動板則連接於放音唱針上，

藉由容器內的空氣振動，來引動角型喇叭發聲。

---

## 2 四聲道音響技術的系統分析

做為機械的錄音，和放音用，故可藉由 3 條音溝，來同時錄音和放音，使得到 3 倍的音量輸出。雖然在當時，需價值 1000 美元，但也全部都賣掉了。而照片圖 1—2，也是相同的由哥倫比亞公司，在 1904 年聖路易的會場上，所展出的成品，其中四個角型喇叭的大小，都各不相同，因而所接收的頻帶，也各不相同，即是做成所謂四音路喇叭系



〈照片圖 1—2〉美國哥倫比亞公司四聲道的蓄音器

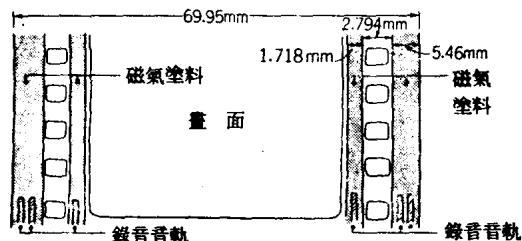
統的動作，但由於它無法取得四塊唱片的同步，因此較不實用。

尤其最感可惜的是，以上所介紹的兩種方式，皆與現代的四聲道系統完全無關。

但對於該種三或四聲道之電唱機，有在積極進行實驗工作者，當推美國貝爾（bell）研究所，在 1933 年所做的三聲道實驗。其在美國費城所進行的管弦樂（orchestra）演奏中，使用有三支麥克風（微音器），並經由 3 條中繼線，使放置在華盛頓廳堂舞台上的三個喇叭發出鳴響，可說是一次非常成功的演出，效果異常驚人。

採用多聲道來放音，實用上較早的是，用在電影界。大約在 1937 年，已在「管弦樂的少女」一片中，進行多聲道錄音，這樣一晃又過了四年，美國動畫作家 Disney，於所製作的「幻想曲（fantasia）」中，利用四條音軌來進行放音。

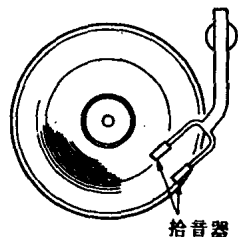
至於大型寬銀幕電影之開始，採用多聲道方式，是於1952年，在美國被公開出現，當時是把35毫米寬的磁氣音響軟片，和影片的軟片設法取得同步，使膠捲轉動而成。並將具有7個聲道音軌中，5個聲道的喇叭，於前面寬銀幕的背後，由左向右順次並排着。而第6條音軌，則用來推動電影觀眾席側方，以及後方喇叭的工作，另外利用第7條音軌，來控制電影院內的聲音變動，這是當時的情形，至於現在的大型電影，以及其他70毫米寬銀幕電影，則正如第1-1圖所示，在約70毫米寬的軟片上，擁有6條磁氣錄音軌，至於一般大型電影，則採用其中的四條音軌。



〔第1-1圖〕70毫米寬銀幕電影的音軌圖

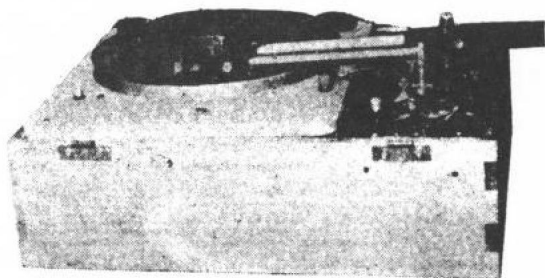
像這樣的電影，皆相繼研究以促使電影畫面的大型化，同樣的在聲音方面，也加以改進，產生有立體效果，所以才被廣泛採用。因此可以知道，現在之四聲道，已不是一種突然出現的玩意了！

唱片的多聲道化，以 cook 所用的雙耳 (binaural) 唱片來說，正如圖1-2那樣，使用有兩條音溝，和雙頭唱針，它開始問世，大約在1948年左右（請參考照片圖1-3）。其後在1957年，歐洲也隨之出現了有45/45式的立體唱片，這樣一直至1958年，才被 RIAA 將唱片規格化。



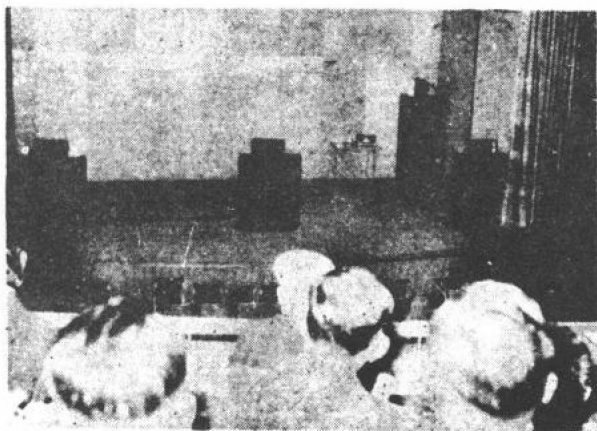
〔第1-2圖〕Cook的雙耳效應

#### 4 四聲道音響技術的系統分析



〈照片圖 1—3〉使用 2 條音溝和雙頭拾音裝置的唱機

但在電台廣播與磁帶採用立體方面，却比唱片還要早期被實施，其間以 1954 年音響演奏會中，利用單信號源，經由日本東京三家民營廣播電台，JOKR，JOQR，JOLF 等，一起進行三聲道廣播之事，甚受世人的注目（請參考照片圖 1—4）。



〈照片圖 1—4〉三聲道廣播（1954 年於國際無線中心所做音響聆賞會，圖中的喇叭是 pioneer 製）

此外由於磁帶較易於用來多聲道化，因此常用磁帶來代用歌劇，和管弦樂伴奏，以把複合之各種樂器的聲音，產生在不同的喇叭上，並以百音公司加入生樂，所做的 MMO（Music Minus One）表演最為

盛行。譬如在1970年日本萬國博覽會中，所看到為數衆多的，多聲道音響放音裝置，即可明證。

目前四聲道的喇叭配置，是以1968年，曾刊載在「Stereo」雜誌上，把前面放置兩個喇叭，而後面放置兩個喇叭的方式，來進行四聲道錄音和放音實驗。其中該實驗，即是說明現在所用2-2，3-1，4-0喇叭配置的比較情形（請參考P. 10），而舞台音樂放音結論，以4-0方式配置，所獲效果較為自然，且以2-2方式較新穎。

將以上四聲道，實際帶入於家庭之中，當歸美國Hard廠商的AR（Acoustic Research）公司，和Soft廠商的VANGUARD兩家公司。大約在1969年，首先由VANGUARD公司推出立體身歷聲，2-2式磁帶，接着由AR公司將其商品化（請參考照片圖1-5）。特別是AR公司，也曾利用兩家FM Stereo電台（波士頓的WCRB和WGBH）進行四聲道廣播。而與它完全不同的日本勝利公司，在這個時候，也發表了稱之為MCSS，4-0方式的磁帶。

同時在同年也發表了，稱之為矩陣（matrix）方式四聲道基本的Dynaco（Hafler）方式，和Scheiber方式等，相繼問世。

這樣一直至1970年，四聲道FM廣播方式之一，Dorren方式的提案，被進行實驗，另一方面由RCA發表，已經四聲道化的「Quadra-8」，8音軌的開式磁帶出現，至於在唱片方面，則首推日本勝利公司的CD-4方式，以及美國CBS SQ方式之提案。使聽衆能夠分辨出，以前使用兩聲道音源的四聲道化，為一種模擬四聲道的觀念，獲得領悟。

接着變成1971年，如雨後春筍般，相繼由各個公司發表販賣，有



＜照片圖1-5＞最初的4 ch磁帶  
（VANGUARD VSS-1）

關的各種放音機、唱片，和磁帶，到了隔年的1972年，日本唱片協會，以及電子機械工會，才正式規定以RM，CD-4，以及SQ三種方式，做為四聲道的基準，然後慢慢普及至現在。

## 1.2 四聲道的目的和效果

要說明四聲道的效果，好像將音樂再生，分開為音質與音場兩個要素來研究者較多。

其中音質的追求，要達到何種程度，才能使放音接近於樂器所發出的聲音，或是到什麼情況，才能分辨出各種原音，無疑的，皆在以提高放音裝置的高忠實度為目的，在此範圍中，不管頻率特性，失真率，以及動態範圍等，皆非常注重物理特性問題。至於所謂聲音好壞比較，則便是音質所涉及的研究範圍了。

但是如以「音樂」兩個字，依其字譯來看，為要滿足聲音之樂，一般認為單單只追求「聲音」是不夠的。不管什麼聲音，皆全部由一個孔（喇叭）出來的話，將使譬如舞台上，樂團橫向寬度的配置演奏，完全聽不出來。

因此為了要能使聽者，能在放音時感覺出，眼前有舞台重現的立體感起見，故有人利用兩個，或兩個以上麥克風，來拾取聲音，並經由兩個喇叭放音，使聽衆能感覺出有聲音寬度感的享受。

經常 Stereo（立體），當然能使聲音忠實重現，且更要求比它的聲音更為寬濶，類似於原來舞台那樣的音場重現，做為追求的目的。但是很可惜的是，由這樣兩個喇叭之 Stereo（立體）效果，雖然可以獲得聲音左右寬廣境界，却無法重現着像自然界那樣，前後左右，聲音被三度空間所包圍的立體音場。因此為了彌補這種缺陷起見，變成使用有4個喇叭，四聲道的誕生。

故知四聲道，可以說是一種追求音樂演奏場中，臨場感效果的音響設計。

於室內（廳堂等）所演奏的音樂，人耳所能感受之聲音，除了有