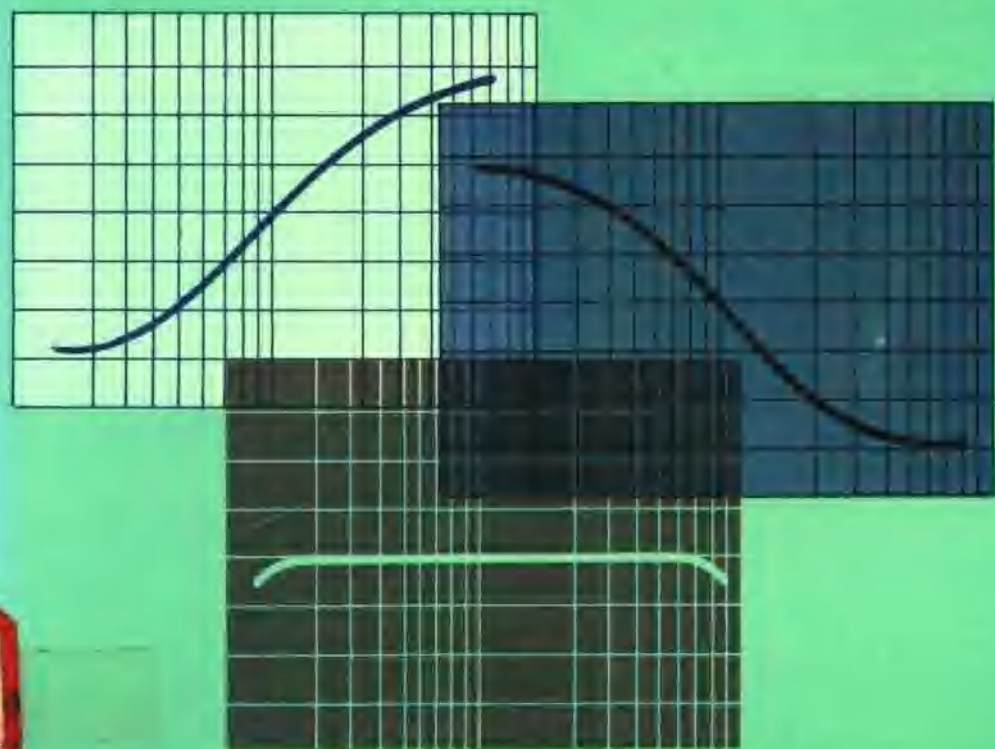


# 擴大器原理與製作(I)

## ——前置放大器——

楊丕全 編著

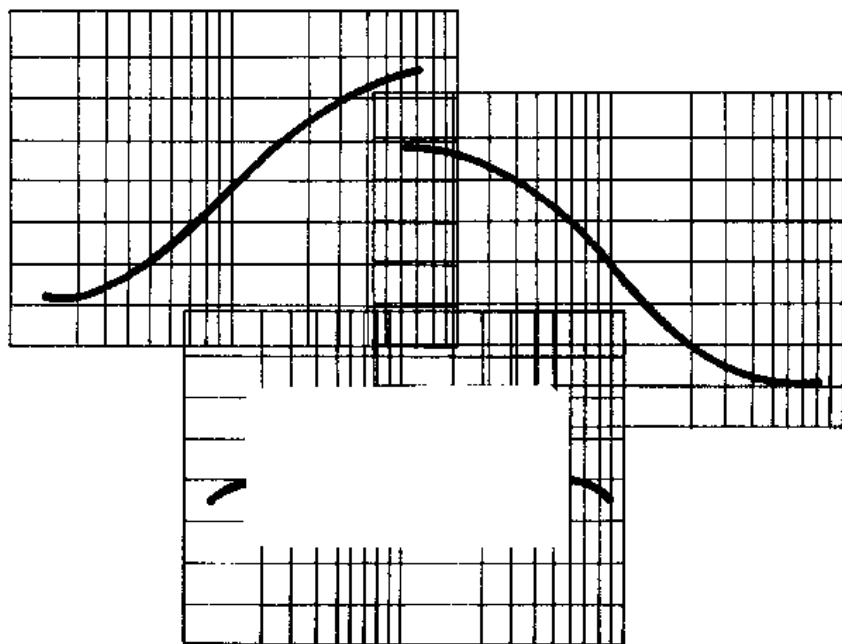


全華科技圖書股份有限公司 印行

# 擴大器原理與製作(I)

## ——前置放大器——

楊丕全 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行



全華圖書

法律顧問：陳培豪律師

擴大器原理與製作(I)  
——前置放大器

楊丕全 編著

出版者 全華科技圖書股份有限公司  
地址 / 台北市龍江路76巷20-2號2樓  
電話 / 5071300 (總機)  
郵政帳號 / 0100836-1號

發行人 陳 本 源  
印刷者 宏懋打字印刷股份有限公司  
電話 / 5084250 • 5084377

門市部 全友書局(黎明文化大樓七樓)  
地址 / 台北市重慶南路一段49號7樓  
電話 / 3612532 • 3612534

定 價 新臺幣 160 元  
七版 / 77年 9 月

行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

版權所有 翻印必究

圖書編號 027528

# 我們的宗旨：

**推展科技新知  
帶動工業升級**

**為學校教科書  
推陳出新**

感謝您選購全華圖書  
希望本書能滿足您求知的慾望

「圖書之可貴，在其量也在其質」，量指圖書內容充實，質指資料新穎夠水準，我們本着這個原則，竭心盡力地為國家科學中文化努力，貢獻給您這一本全是精華的“全華圖書”

為保護您的眼睛，本公司特別  
採用不反光的米色印書紙！！



# 序 言

各級學校使用的教科書，限於教學目的及篇幅，大多只能對電晶體做理論上的分析。市售有關擴大機原理的書，却只能提出對個別電路特性的介紹和製作的要領，對於定量的分析付諸闕如，因此讀者看過類似的書後，往往若有所悟，仔細一想却缺乏整體性的講解，無法運用到實際的電路上，對於電路元件值的更改往往也只能做到知其然不知其所以然。事實上，音頻 (audio freq) 放大器是電子學最基本的運用，學者只要能把握住教科書上分析的要領，再加上適當的簡化，要分析市售的擴大機一點也不困難。爲了使分析與製作均能夠講解的更仔細，本書共分爲三大冊，第一冊前置放大器，主要是解講前置放大器中對頻率沒有選擇性的電路——包括有十倍放大器，MC 放大器、耳機放大器和簡易的穩壓器。書中對於各類型電路架構的原理、動作、設計、分析和製作都有詳細的書明。讀者可以視自己的程度，跳過比較複雜的分析和計算，援用書中簡化的式子和結論，對於市售的擴大機也可以具備基本更改和修理的能力。

本書是筆者利用閒暇時間編纂而成，疏誤之處在所難免，請先進們不吝賜教。

楊 丕 全 舊曆年於彰化



# 編輯部序

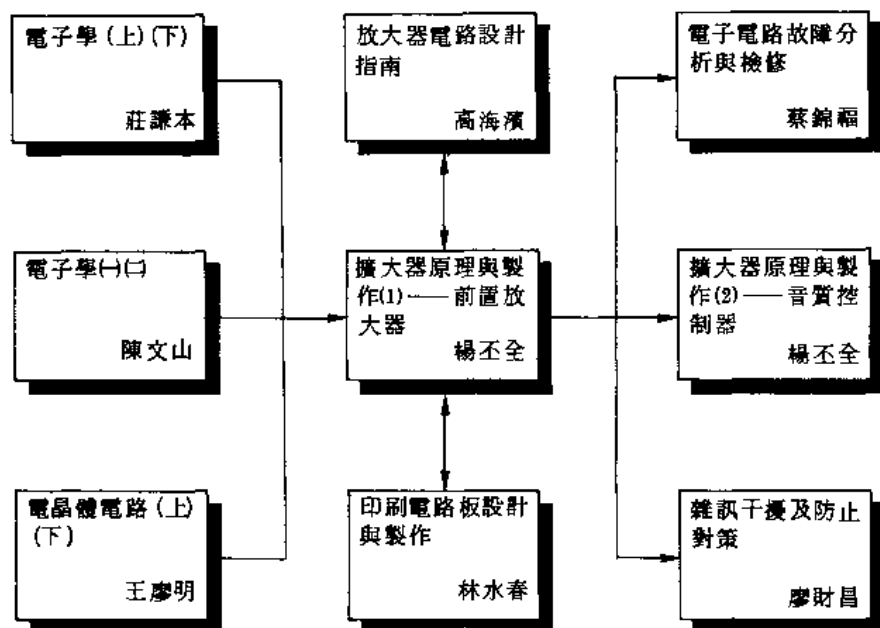
---

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所將提供給您的絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，且循序漸進。

現在，我們將這本「擴大器原理與製作(1)——前置放大器」呈獻給您。坊間關於擴大機原理與製作的書籍不勝枚舉，但一般均缺乏整體性的介紹，本書為力求對擴大器原理與製作做最有系統及詳盡的介紹，全書共分三冊，第一冊介紹前置放大器，第二冊介紹音質控制，第三冊介紹功率放大器，在內容編排上每冊均分二部份，第一部份為原理分析，第二部份為設計與製作，使讀者在研習製作各類型電路的同時，都能對此電路的原理、動作、設計、分析和製作，有個徹底的瞭解。由本書讀者可以根據自己的程度，不但能習得製作電路的方法，並從分析中了解各類型電路的動作原理，培養修理校正電路的能力，且能更進一步學得設計電路的要領。

此外，為了使您對這門學問有更完整的了解，我們以流程圖方式列出各關圖書之閱讀次序，以減少您研習此門學問時之摸索時間，以及對這門有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函聯繫，我們將竭誠為您服務。

## 流 程 圖



## 全華音響相關叢書

- 0056 AM-FM收音機原理  
黃政協編譯  
25K/347頁/140元
- 0040 錄音機原理  
黃政協編譯  
25K/196頁/110元
- 0035 音響技術(上)  
0036 音響技術(下)  
簡章華、林昆龍編譯  
25K/184頁/110元  
25K/196頁/212元
- 0475 電子電路故障分析  
與檢修  
蔡錦福編譯  
25K/320頁/170元
- 0494 運算放大器手冊  
歐福源、劉良俊編譯  
25K/296頁/150元
- 0607 印刷電路板設計與  
製作  
林水春編著  
22K/264頁/180元
- 1284 印刷電路基板設計  
實務  
白中和編譯  
16K/208頁/190元

---

●上列書價若有變動  
請以最新目錄為準

---

- A074 線性積體電路原理  
與應用  
蔡千姿,陶逸欣編譯  
20K/400頁/250元
- 1276 OP放大器之寬頻帶  
電路設計  
吳顯堂編譯  
20K/256頁/190元
- 1324 電子電路零組件應  
用手冊  
張西川編譯  
20K/528頁/320元
- 1503 最新電晶體放大器  
設計法  
吳顯堂編譯  
20K/240頁/160元
- 1386 雜訊干擾及防止對  
策  
廖財昌編譯  
20K/480頁/240元
- 1583 電子裝置之雜訊對  
策法  
廖財昌編譯  
20K/216頁/190元
- 1144 電子電路專題製作  
魏炳坤編譯  
20K/272頁/280元

---

●上列書價若有變動  
請以最新目錄為準

---



# 目 錄

|                          |    |
|--------------------------|----|
| <b>PART I：原理簡析</b> ..... | 1  |
| <b>第一章 簡 介</b> .....     | 3  |
| 1.1 家用音響系統.....          | 3  |
| 1.2 較高級音響的系統.....        | 6  |
| 1.3 增益計算單位 dB .....      | 9  |
| <b>第二章 穩壓電源</b> .....    | 11 |
| 2.1 二極體特性.....           | 11 |
| 2.2 整流電路.....            | 13 |
| 2.3 電源平滑網路.....          | 18 |
| 2.4 電源電路上一些附加的元件.....    | 19 |
| 2.5 利用齊納二極體穩壓.....       | 21 |
| 2.6 電晶體的選用.....          | 26 |
| 2.7 簡易串聯式穩壓.....         | 29 |
| 2.8 串聯負迴授型穩壓.....        | 31 |
| 2.9 恆流源的使用.....          | 38 |

|                  |           |
|------------------|-----------|
| 2.10 輸出短路保護裝置    | 39        |
| 2.11 簡易並聯式穩壓     | 40        |
| 2.12 並聯負迴授型穩壓    | 42        |
| 2.13 結 論         | 45        |
| <b>第三章 平坦放大器</b> | <b>47</b> |
| 3.1 共射極放大器       | 47        |
| 3.2 共集極放大器       | 49        |
| 3.3 差動放大器        | 51        |
| 3.4 電壓串聯負迴授      | 56        |
| 3.5 負迴授放大器實例分析   | 61        |
| 3.6 降低負載效應的方法    | 68        |
| 3.7 增加電路動態範圍的方法  | 70        |
| 3.8 並聯式雙差動電路     | 72        |
| 3.9 提高電路增益的方法    | 80        |
| 3.10 終端電壓與負迴授網路  | 87        |
| 3.11 放大器的頻寬      | 89        |
| 3.12 串聯式雙差動電路    | 92        |
| 3.13 電流鏡         | 97        |
| 3.14 串疊式放大器      | 106       |
| 3.15 串疊式放大器的運用   | 110       |
| 3.16 直流放大器       | 114       |
| 3.17 直流伺服迴路      | 122       |
| 3.18 場效應電晶體      | 126       |
| 3.19 FET 的運用     | 129       |
| 3.20 結 論         | 132       |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| <b>第四章 MC 放大器</b>            | 139 |
| 4.1 使用共基極放大器                 | 141 |
| 4.2 使用多個電晶體並聯輸入              | 145 |
| 4.3 使用低雜音元件                  | 148 |
| 4.4 使用場效應電晶體                 | 150 |
| 4.5 結 論                      | 154 |
| <b>PART II：設計與製作</b>         | 155 |
| <b>第一章 簡易的設計與製作PC板</b>       | 157 |
| 1.1 基本工具                     | 157 |
| 1.2 PC 板的製作                  | 160 |
| 1.3 PC 板設計的著眼點               | 165 |
| 1.4 焊接要領                     | 169 |
| <b>第二章 穩壓電源的製作</b>           | 183 |
| 2.1 DC +24V 穩壓的製作            | 183 |
| 2.2 DC $\pm$ 18V 串聯負迴授型穩壓的製作 | 186 |
| 2.3 DC $\pm$ 24V 穩壓的製作       | 194 |
| 2.4 DC $\pm$ 30V 穩壓的製作       | 195 |
| 2.5 DC $\pm$ 50V 穩壓電源供應器     | 200 |
| 2.6 DC $\pm$ 15V 並聯式穩壓       | 205 |
| <b>第三章 平坦放大器的製作</b>          | 215 |
| 3.1 低雜音放大器                   | 215 |
| 3.2 共集極輸出平坦放大器               | 219 |
| 3.3 並聯式雙差動平坦放大器              | 243 |
| 3.4 串聯式雙差動平坦放大器              | 255 |

---

# PART

---

## I

---

### 原理簡析

---

## 2 PART I 原理簡析



## 簡 介

### 1.1 家用音響系統

典型家庭用的音響器材，它的系統如圖1.1所示，可以分成三大部份；第一部份提供了訊號的來源，常見的有收音機、錄音座和唱盤，它們可以分別把電磁波、電磁信號和機械的振動轉變成電氣信號（電壓或電流），第二部份是擴大器，它可以把微弱的電氣信號放大；第三部份是揚聲器，是一種能量轉換的裝置，可以把電能轉換成聲能；如此，經由收音機、錄音座或唱盤，得到節目來源，經由擴大器放大，推動喇叭，就可以得到我們想要的聲音。

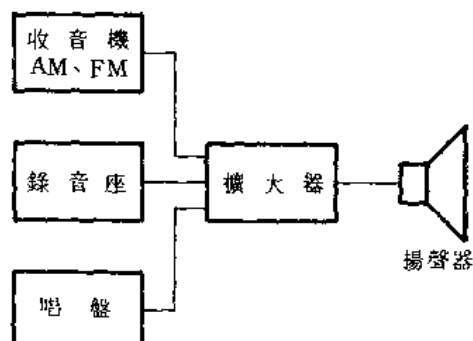


圖 1.1 家用音響系統

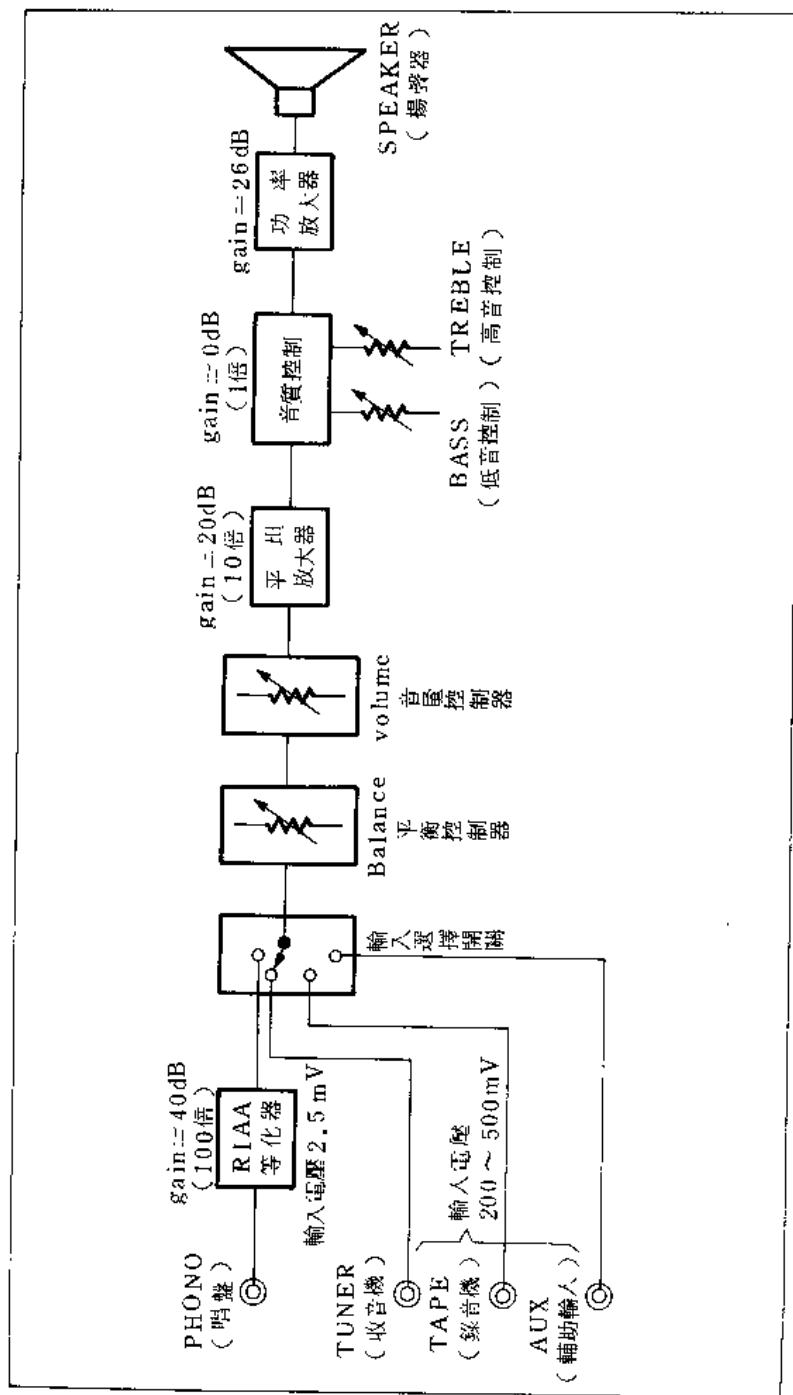


圖 1.2 典型家用擴大機的系統

擴大器，承擔了放大的作用，它的重要性，就相當於人體的心臟。一般市售的擴大器其組成如圖 1.2 所示，包括了 RIAA 等化器，平坦放大器，音質控制網路和功率放大器；使用動磁式 (MM) 唱頭的場合，唱頭輸出電壓約在  $2 \sim 5 \text{ mV}_{\text{rms}}$  之間，並且在唱片錄製時，爲了等速刻錄，低頻的信號被抑制，爲了提高 S/N 比 (signal to noise ratio)，高頻的信號被提升，因此唱片重播時需要用 RIAA 等化器，將此種狀況扭曲回來，其狀況如圖 1.3 所示，另外爲了與其它節目來源 TUNER、TAPE、AUX 等得到同樣的電平 ( $200 \sim 500 \text{ mV}_{\text{rms}}$ )，RIAA 等化器在  $1 \text{ kHz}$  之頻率，其增益約在  $40 \text{ dB}$  ( $100$  倍) 左右。

一般，音量控制 (volume) 大都接在輸入選擇開關之後，而平衡控制 (balance) 則放在 volume 之前或音質控制之後，僅要阻抗匹配良好即可。平坦放大器又名十倍放大器，顧名思意其增益約  $20 \text{ dB}$  (十倍)，且在  $20 \sim 20 \text{ kHz}$  音頻範圍內其頻率響應是平坦的。音質控制網路可用來提昇或降低高、低音，藉以補償不同的聆聽環境，在廉價的產品中，常將十倍放大器省略而將音質控制網路的增益由  $0 \text{ dB}$  (1 倍) 改成  $20 \text{ dB}$  (10 倍)，只是在這種情況下，阻抗匹配會變得困難些。另外在一些名廠線路中，爲了避免引進此一線路而使失真增加，一般均捨去音控網路，僅加上低音量的補償線路——響度控制 (loudness)。

一般我們將前面的 RIAA 等化器、平坦放大器和音質控制網路稱爲前置放大器 (pre-amplifier)，或稱爲前級；在這個階段，雖然我們同時放大電流，但是一般而言，仍然以放大電壓爲主。信號到了後級 (功率

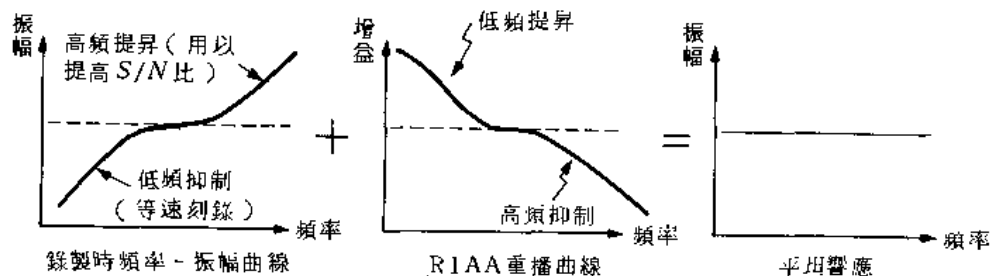


圖 1.3