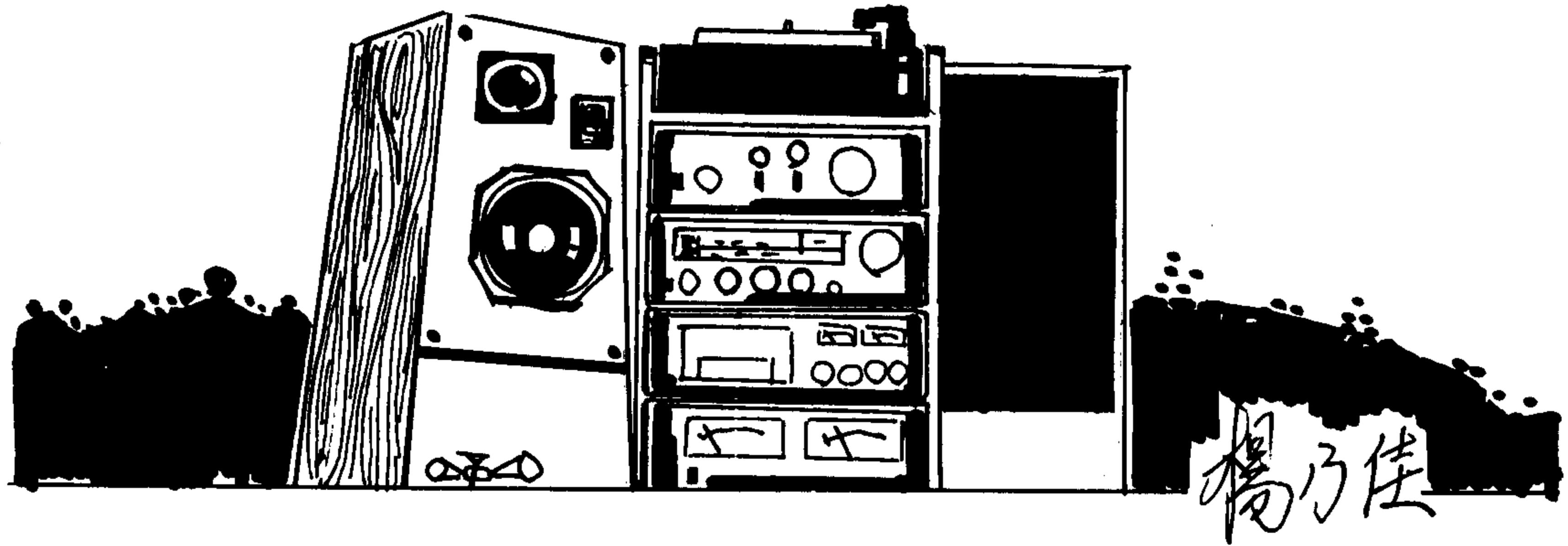


# 從音響談起



## 前言

“音響”一詞範圍極廣，這裡只談“聲音重播（再生）系統”，而不及如電子琴一類的模擬發聲器。“聲音重播系統”以其應用範圍分類，可分為：家用式與專業化二種。而專業化者又可分為公共工程、通信工程、錄音室等不同類型。這種種類型，對於其所重播的聲音的品質（quality of sound），通常有其各自的要求。換言之，即有不同的 Hi-Fi 標準。這裡，Hi-Fi 的意思是 High-Fidelity（高傳真度，至於有多“高”，就各個不同了）。例如通信工程因其所處理的信號頻率範圍僅由數百 Hz 至數千 Hz（通常約為 150 Hz 至 1200 Hz）的人聲，故典型的頻率範圍要求在數百至數千 Hz 之間，並且以“清晰”做為其主要的要求點。公共工程（公共廣播系統）因為是將消息報導給區域內的人們知道，所以它的要求和通信工程差不多。而別種類型和只有在比較注重音響的室內系統（如音樂廳），因為對於音樂要求高度的真實，所以不僅頻寬相當寬（人耳可聞的 20 Hz 至 20

KHz），而且要求失真特別低（1%以下）。另外，因欣賞者之要求漸高，希望得到足夠的“空間感”（如臨現場般地聆賞），所以把 Stereo（立體效果）也納入 Hi-Fi 的要求內。通常，狹義的“Hi-Fi”即是指後者——“高傳真度的立體聲音響系統”——而言。以下將略述之。

## 一、家用音響系統

家用音響系統範圍相當地廣，從黃勝良老師成批的高級擴大機（Amplifier，其中有不少是自己動手裝的）、客廳裡成堆的喇叭（也有不少是自己做的），一直到你寢室桌上的手提收錄音機皆屬之，其間的差別只在輸出功率大小之差異、傳真度之多寡、系統結合及運用配合環境之不同而已。別看你那台 Sony 收錄音機體積雖小，五臟可是俱全的很，它包括有：(1)能使錄音帶在各種狀況下運轉的“驅功系統”（Driving System 如圖 1-1）、(2)消音頭及錄放音頭（Tape Head, Fig 1-2）、(3)包括消音頻率振盪器、錄音偏壓線路、放音等化線路等等的錄放音線路（Fig 1-3）、(4)能接收射頻電磁波（

FM、AM、SW 等) 調諧為音頻訊號的收音部分 ( Fig 1-4 )、(5) 具有調整、選擇、美化上述組件輸出之音頻訊號並加以擴大至足夠推動喇叭的擴大機 ( Amplifier , Fig 1-5 )、以及(6)將電能化為聲能的喇叭 ( Speaker ) 等六大部分。

若將它們組合、獨立為 A、B、C、D、四個部分 ( 如圖中粗線所圍成者 )，賦予獨立的電源供應 ( Power Supply )、各自的外殼 (

Case )、完整的輸入、輸出插座，並提高每一部分的品質，則它們就各自形成一個單獨的組件：錄音座、調諧器、放大器、喇叭系統。事實上，這種形態的變遷，正代表了音響器材的演進過程：品質愈來愈高、分工愈分愈細！上述的這四個系統，再加上一台能使唱片平穩地運轉、並能使一個高級唱頭精確循行於溝紋之中的唱盤 ( Turntable )，即構成了一套完整的家用音響器材的主體。 Fig 2 是這個完整的家用音響體系

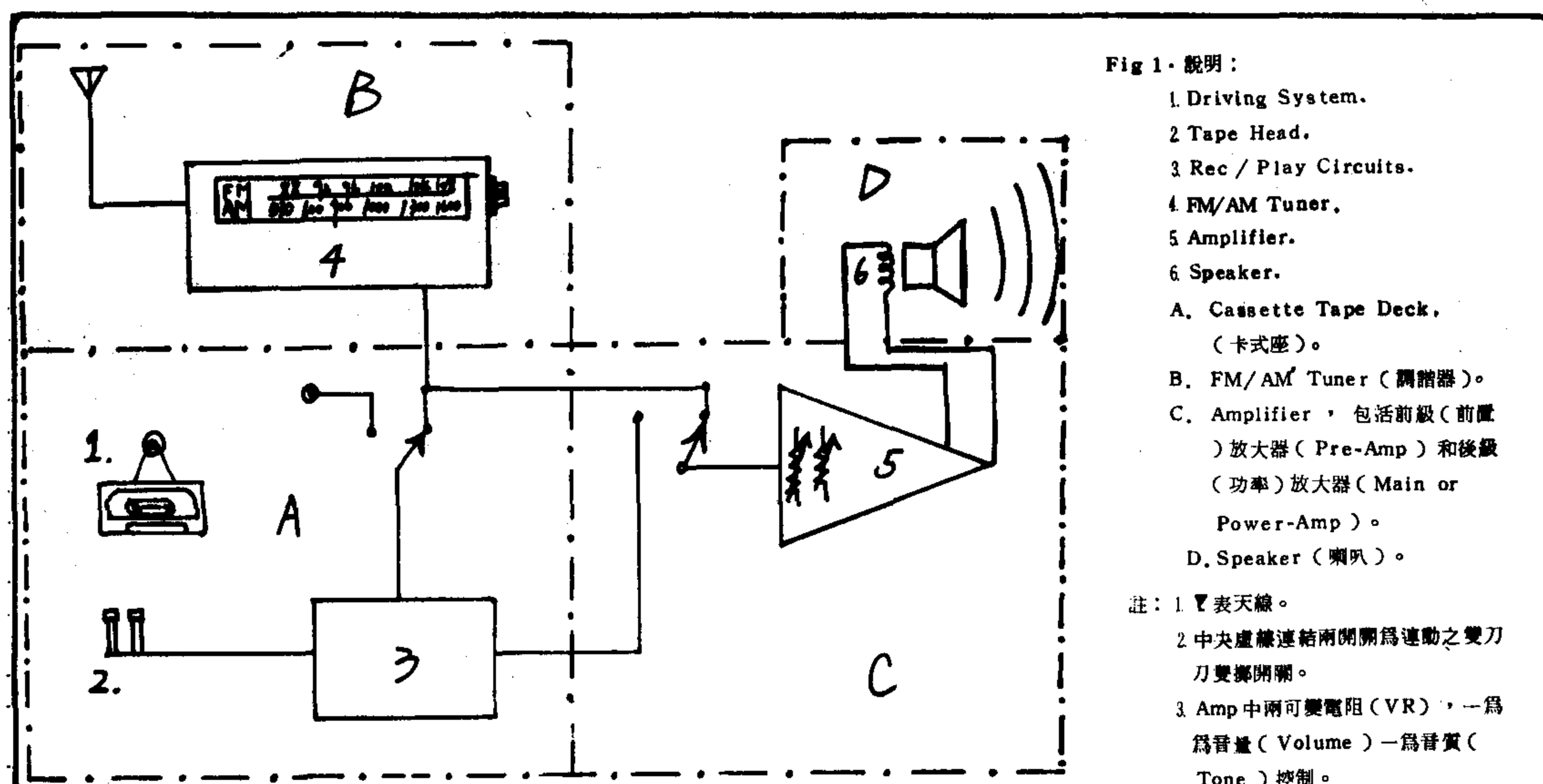
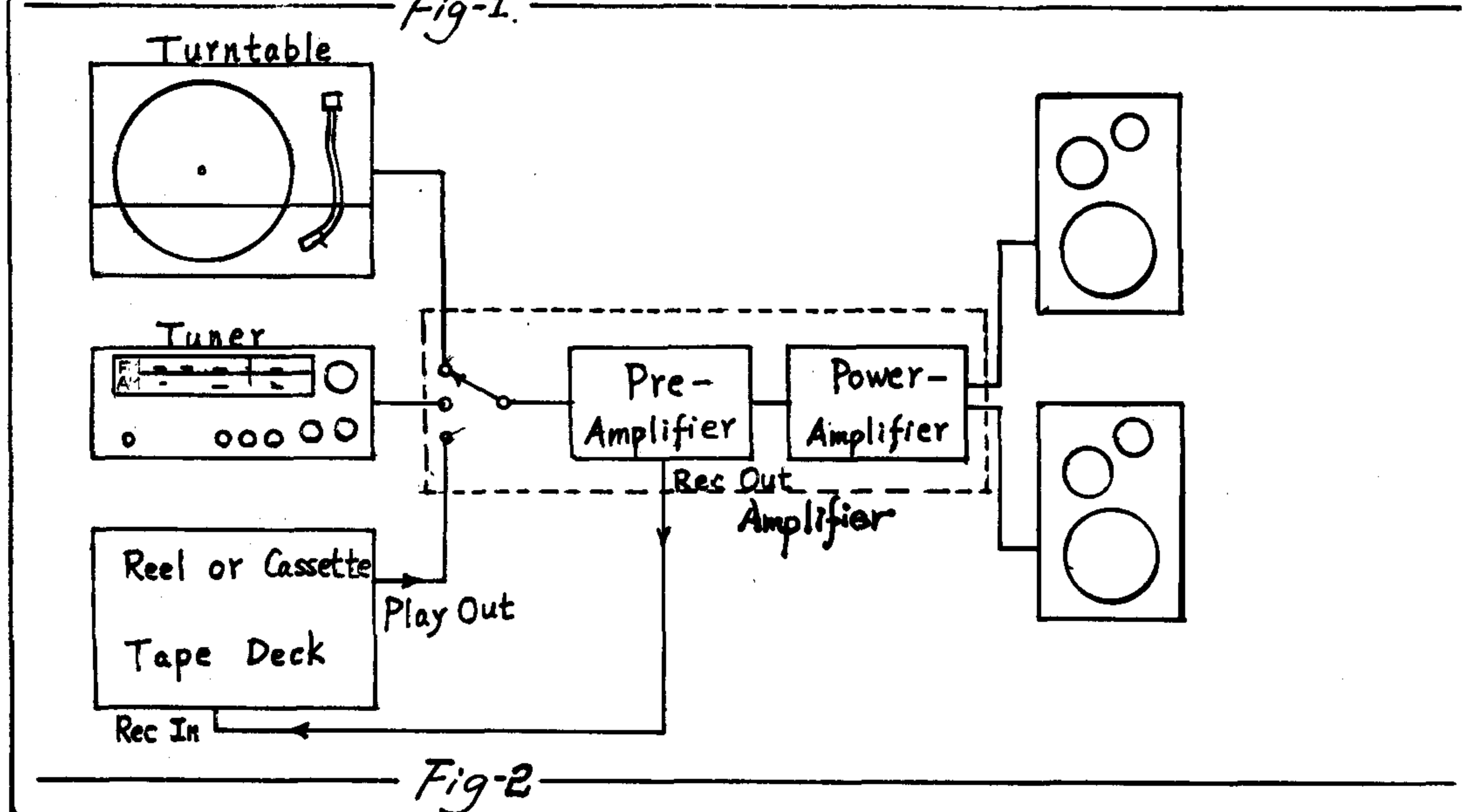


Fig-1.



的方塊圖。其中的擴大機若把控制部分集中並與專司供應強大能量以推動喇叭的後級分開，則成爲前置、後級兩放大器，各具不同的功用。

以上家用音響的部分就僅介紹到這裏，同時，以下專業化器材的部分，也僅就與我們比較切身相關的，來介紹一下本校大禮堂內所使用的器材。因爲這篇文章只是“從音響談起”，真正的目的並不是要談音響，如果真要談音響的話，以其範圍之寬廣、內容之包羅萬象，只怕光就我個人所知的來寫，廿頁也不夠。以下，就請大家來看看大禮堂內的器材。

## 二、專業化音響系統

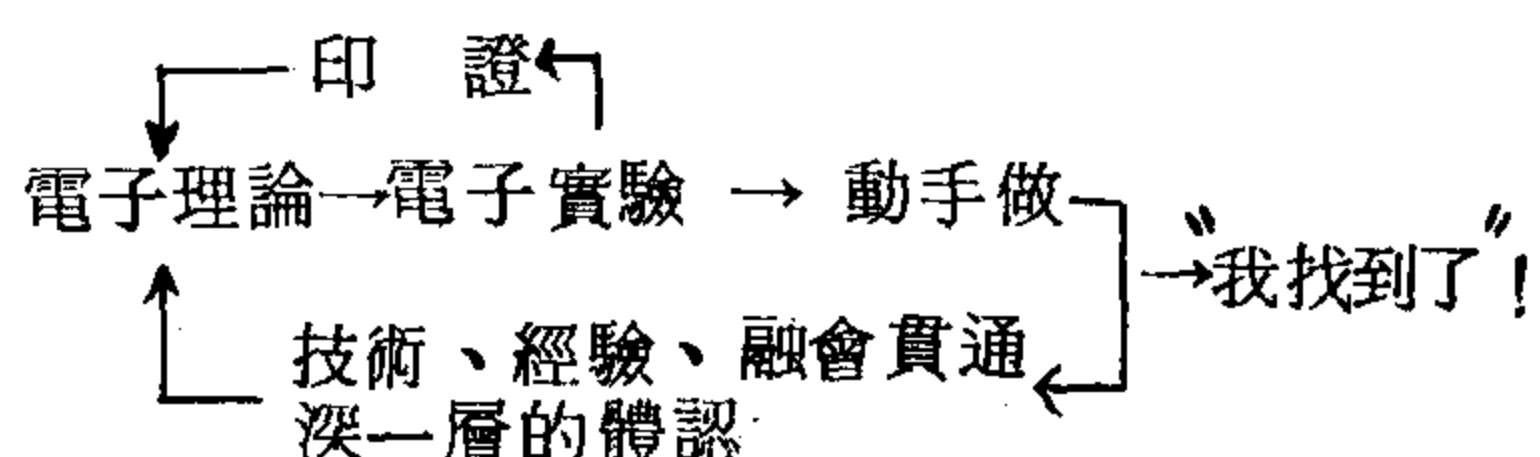
一套專業化的音響系統，在符合了適當的 Hi-Fi 標準之後，最重要的要求就是耐用度及對惡劣狀況的適應性！同時，這兩項條件也是專業品與家用品之間最主要的差異。在本校的大禮堂，因爲其功能之複雜及多樣化，舉凡週會、放電影、各種演奏會、話劇、國劇、雲門舞集、梅竹國辯、服裝表演、disco 比賽、愛樂社的古典欣賞、迴聲社的熱門演唱等等，衆多情況下的要求各個不同。例如週會時聲音要清晰、雲門跳舞時台上台下都要聽得到、愛樂社的古典欣賞要求高度 Hi-Fi、迴聲社唱熱門歌曲時又得提供足夠的聲壓同時本身還要耐得住（以免 Bass 手偶而來一段即興 Bass 低音喇叭就燒了）、辯論時還得提供數支麥克風同時混音等等，真是不簡單。不幸的是，這個禮堂在設計之初沒有考慮到這麼多的功用，因此，平心而論，它只能提供週會、放電影和服裝表演之用，不管是在舞台、燈光、空間音響效果上，都不足以提供他種用途，正如修改以前國父紀念館一樣。所以，要提供其他的用途，就必須靠它所使用的音響系統了。但是更不幸地，這套花了數十萬元，於六十八年校慶前購置的音響系統，只是一套極高級的家用品、而非適合這種音樂廳使用的專業品。所以這套音響來了之後問題叢生，不僅演出的人頭痛（我想大概是迴聲社最頭痛了），操作的人也頭大。不過，這不是任何人的錯，誰也不能怪誰。下面，就約略介紹一下這套系統的組成份子。

從後面往前看。喇叭是用一對 Altec Modle -19，開口試音箱、低音 15 吋、高音分隔號角、分頻點 1200 Hz，當時訂價 89500 元。另外還有一對 JBL 的、一對不詳，平常不太用，是接在舊的擴大機上。擴大機後級是 SAE 2600，每聲道 400W（FTC 規格，8 Ω），各種失真 0.05%，S/N 100 dB，訂價 98000 元。前級是 SAE 2100 參變等化前級，各種失真 0.005%，S/N 85 dB（唱頭輸入時），訂價 65000 元。另外還有一台舊的 Harman / Kardon 收音擴大機，偶而講話時用。錄音座是 Nakamichi 582 卡式座，三磁頭（消、錄、放）三馬達，可播放普通帶、銘帶、金屬帶，附杜比消雜音系統、邏輯控制，非常高級的家用品。唱盤 Technics SL-5300，直接驅動、自動唱臂、石英鎖相伺服控制、轉盤及顫抖率極低，也是非常高級的家用品。二台混音器（Mixer），一是 AKAI 的，6 個 Channel 任意混合，訊源有 Mic、Line 及 Phono，電池電源可攜帶式，適合音樂播放。一是 Yamaha，6 Channel，訊源有 Mic, Line 及 電吉他，有迴音效果控制（Reverb），適合音樂演唱。其他還有麥克風、一些附件及保養設備等。這些東西除了 Mixer 家裡頭用不到以外，其餘的總價約在卅萬左右，已是一套極高級的家用“珍品”了，但是把它用在我們的禮堂內，問題就太多了。至於有些什麼問題，因爲牽扯到太多技術上的東西，在這裡我不打算讓大家丈二金剛，就此打住了。附帶要提的一點是：這套音響提供作音樂欣賞效果極佳，希望愛樂社等音樂性社團能多多利用，也希望各位同學能把握難得的機會，在學校中欣賞到美妙的音樂。

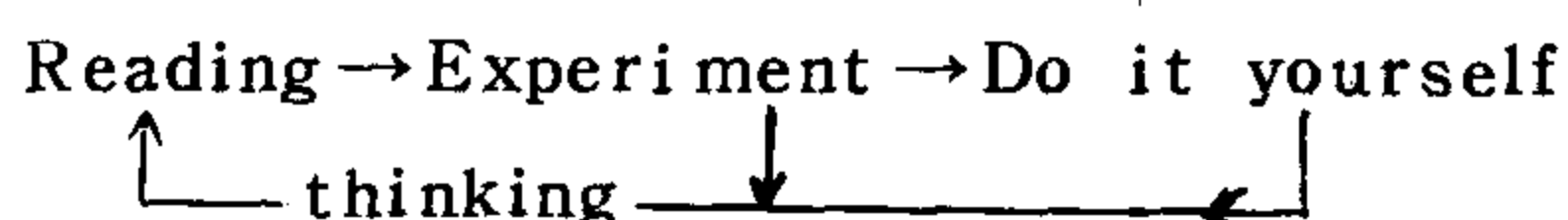
寫到這裡，我想到本系的同學在進入大二下以後，將會接觸到較多有關電子方面的東西，例如大二的“實驗物理（下）”、大三的應電、積體電路等科目。這時候有的同學可能會對這方面的東西發生一些興趣，甚至可能有的人就決定走實驗物理的路或是走電子的路了（例如半導體元件、固態、計算機、體積電路、離子佈植等），這些都是很有發展潛力而且相當“活”的東西。

但是也有同學問我：「我對這個一點興趣也沒有，將來想走理論的路，但是我現在只想把它學好該怎麼學？」我想不論是對於有興趣的人或是“只想把它學好”的人，這個“該怎麼學？”都是最重要的。下面就提供各位一些個人的經驗。

在學習方式而言，不外乎什麼手腦並用啦、理論與技術並進啦等等，用個流程圖來看就是這樣：



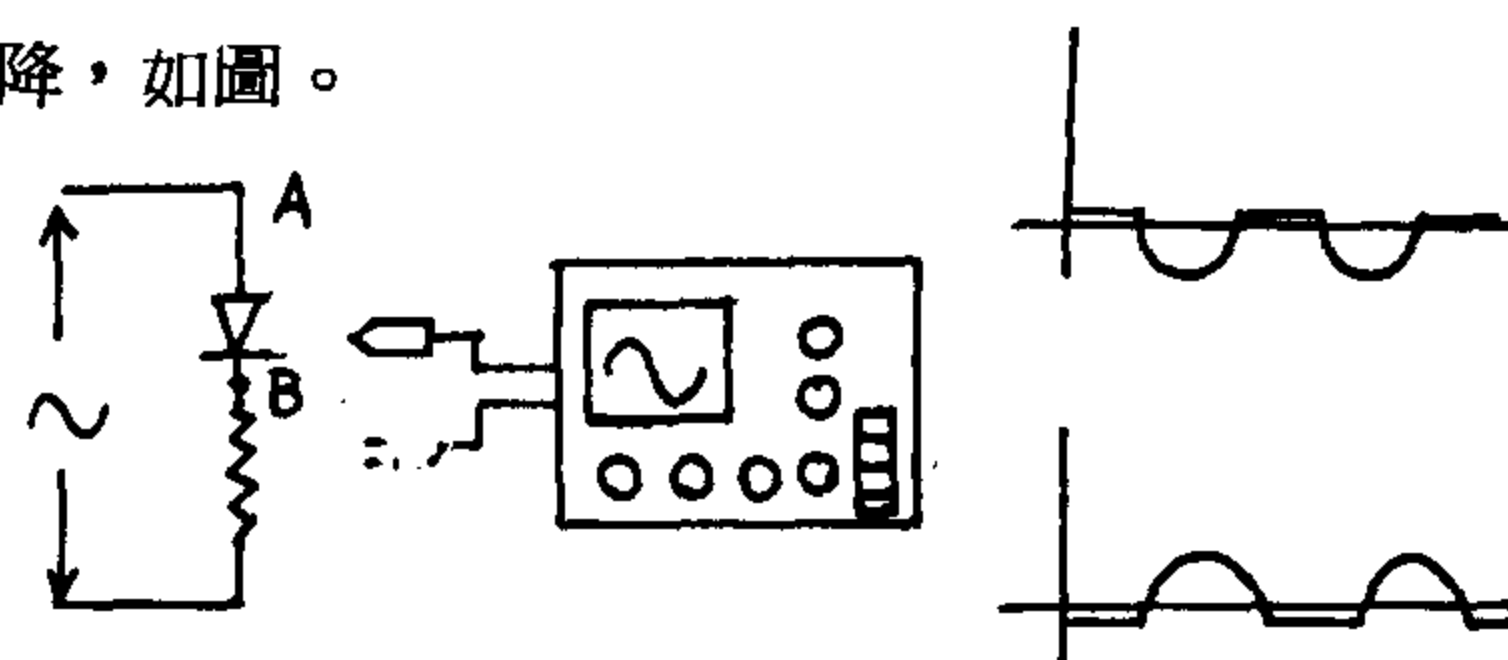
在學習的歷程上就是：



在這樣的歷程中，讀與做實驗的條件大家都差不多：都是看一樣的課本、實驗也是老師弄好了講義發下大家一起做、報告大家一起抄。所以功力的深淺或是學的好不好就差在 Do & Think 上了，而這裡面 think 又是最重要的一環，事實上，寫報告就是一份思考的工夫；如果你能夠不抄（不僅數據、結論、問題不抄，原理、步驟都自己寫過），那麼你的成就一定比別人高！有關 Do & think 我講一些我自己所經歷的事。

大三的物理實驗技術有個題目叫“真空蒸鍍”，要你在一個真空空間中用發熱的燈絲把金屬蒸發，鍍在物體上。首先把所有東西擦乾淨，然後接上燈絲、剪下一小條鋁箔（欲鍍物）摺起來掛在燈絲中央，正上方架好玻璃片（待鍍物）、罩上玻璃罩、抽真空、調出若干安培電流使鋁箔融解、蒸發，然後就鍍好了！步驟上是這麼寫的。但是作起來有時一下子就好了，有時卻電流已加到 2 倍於標準值、燈絲熱得發紅、發亮，而鋁箔仍好端端地掛在那兒，活像掛著一條香腸；等到你再加一點點電流，忽然中間掛著的地方熔解，兩邊兩截落在底盤上，蒸鍍失敗，禁不住罵聲“邪門”。其實一點也不邪門，因為有時候鋁箔掛得不好，只有極小一點面積與燈絲接觸，在這

麼小的面積下熱阻是很高的，所以燈絲發高燒的時候鋁箔還是冷冷的，等到中間幾個原子突然變成液態時，接觸面大增、熱阻迅速減小，中間的溫度突然升高，一下子就熔解蒸發了，這時兩邊還是冷冷、硬硬的，所以一下子就掉下來了。這麼簡單的事，如果沒有親自做過的話，想也想不到，對於熱阻變化的影響更不會理解，這就是“做”與“不做”的差別。另外一個例子，做大三上應電實驗，有一個是基本半導體元件的特性觀察，其中有一項電路記不清楚，不過重要部份好像是這樣：交流電壓通過二極體與大電阻（數百  $K\Omega$  至  $1M\Omega$ ），以示波器觀察二極體兩端的壓降，如圖。



這該是個很簡單的測試，二極體順向通逆向不通，所以應可在示波器上看到正半週時只有微小壓降（ $0.6V$  以內），但實際上以探針 a 觸 A 點，地線夾 b 夾在 B 點，則什麼也看不到，只有一些暗暗的、亂七八糟的、電位很高的雜訊；要是反過來把 a 接 B，b 夾 A 則可看到很正常的波形（只是上下顛倒而已），為什麼？說穿了不值一文錢。b 的名字叫地線夾，一是為了對信號形成通路，一是為了與被測系統取得一個共同電位點，然後以此電位為基準，a 所碰的地方若相對於 b 為正，則示波管的光點向上移，若相對為負則光點向下跑。但以 b 夾於 B 的話，一邊是個單向不通的二極體，一邊是個高阻值的電阻，這個 b 等於沒有找到這個系統的地電位，若是電阻值很小（數十、數百  $\Omega$ ）的話還無傷大雅；可是示波器的輸入阻抗也只有  $1M\Omega$  左右，用這麼大的電阻影響就很大了。於是這個 b 夾在 B 的地方，等於是一根線浮在那兒，什麼也沒接，訊號從 a 跑進去沒地方出來不成通路，所以示波幕上什麼也看不見，只看到 A 點上的一些靜電雜訊而已。若是把它反過來接，b 夾在 A 點上，雖不是取到良

好的共位點，但在這種簡單的系統而且交流電壓源的阻抗又低，也是可以了，這時所看到的波形就是 B 點對 A 點的電位變化。正半週時 B 對 A 為負，負半週時為正，故看到顛倒的波形。就是這麼簡單的一回事，當初助教看到了，也弄不清所以然來。順便一提，大三同學對於上學期數位電路中 TTL 的 tristate 印象應該很深吧。一條輸出，上面的晶體 OFF，下面的晶體也 OFF，都是極高阻抗，一條線懸在那兒，上不著邊下不接地，接了等於沒接，什麼狀態也沒有，非 0 非 1，這就是第三態，跟前面那個示波器的現象有幾分關聯。這就是沒做過不曉得，做了沒想不懂、想懂了不曉得舉一反三還是不連貫，而助教倒也不是當假的，只是經驗不夠罷了，這又是“做”的不夠了。

寫到這裡，也許有的同學要問：「讀書跟做實驗大家都一樣，思考又是自己的事，你說動手做，是做什麼比較好呢？裝音響可以嗎？」一如我所言，動手做是一個歷程，裝音響很好，但若只是買些套件來接接線，裝箱如此而已的話，那

只是浪費時間；如果真有心研究的話，即使只是做一台兩晶體的電子鳥也會大有收穫的。我覺得一個學物理的人，除非他是走的純理論的路，否則對於儀器的熟悉與運用是非常必須的，所以要做的話不妨從簡單的儀器下手。例如從最基本的直流電源供應器（DC Power Supply）開始（只有變壓器、一個、兩個或四個整流二極體、電容器），可以加上稽納二極體（Zener Diode）來穩壓，加上電容量放大（用電晶體的放大率放大電容量）以減少紋波，用電晶體穩壓、IC 穩壓、雙電源、可變電壓等等，不僅有實用性，更富教育意義。喜歡音響的同學也可以裝裝擴大機，不過，前文裡面有許多東西得先搞清楚，有的是名詞，有的是一兩句話，這是很重要的。

我想，不管是對於理論派還是實驗派的，在“清華物理”第 10 期一篇劉遠中教授寫的實驗閒談，都非常值得我們仔細讀個三遍再深思熟慮一番，受益當是匪淺。最後，對於文中若有謬誤之處，尚祈批評指教。

