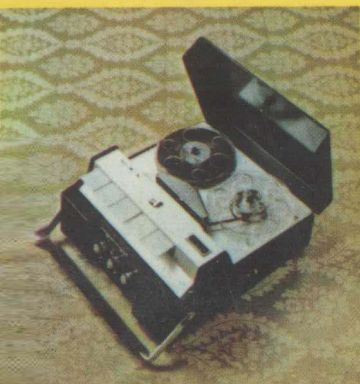


技能養成知識叢書

錄音機 構造原理



王英明編著／大眾書局印行

原理·構造·使用·保修

錄音機構造原理 及其使用與保修

王英明編著

(附錄：錄音機參考電路20種)

正言出版社印行

目 次

第一章 錄音機基本原理 1

- 第一節 錄音和錄音機 1
- 第二節 構成要素和錄音方法 3
- 第三節 高頻的界限 7
- 第四節 抹音 12

第二章 錄音帶與錄音頭 14

- 第一節 磁性錄音帶的構造與特性 14
- 第二節 錄音帶的磁性及電的性能 15
- 第三節 磁性頭的種類和構造 18
 - (一) 錄音和再生頭 18
 - (二) 抹音頭 20
- 第四節 磁性頭的性能 20
 - (一) 磁性電路與靈敏度 21
 - (二) 線圈圈數與靈敏度及阻抗的關係 22
 - (三) 磁性頭的空隙和渦流損失 22
 - (四) 磁性頭雜音的隔離 24
- 第五節 磁性頭的磨損與保養 25

第三章 錄音帶的傳動機構27

第一節 傳動機構的種類與各部的動作27

(一) 內牽力27

(二) 阻抗滾輪、絞盤和壓滾28

(三) 錄音帶的保護柱及捲軸部份30

(四) 其他31

第二節 錄音帶的性能31

(一) 速度偏差31

(二) 停止與牽力32

(三) 轉動時與頭子接觸狀態32

第四章 錄音機用的放大器34

第一節 放大器的構成34

(一) 放大器與均衡器35

(二) 偏壓用振盪器36

(三) 再生放大器36

(四) 音量指示電路及監聽電路38

(五) 電源39

第二節 放大器的性能39

(一) 增益和 SN 比40

(二) 頻率特性和失真40

第五章 錄音機的規格41

第一節 錄音帶的速度與軌道形式41

第二節	標準錄音階層與再生系	42
第三節	錄音和再生的頻率特性	44
第四節	失真成份和 SN 比	46

第六章 怎樣使用錄音機47

第一節	錄音機的放置場所	47
	(一) 必須靠近電源	47
	(二) 必須安置於平穩的地方	47
	(三) 通風及周圍溫度	48
	(四) 在寒冷地方要注意保溫	48
	(五) 要注意防濕	49
	(六) 忌在海濱或塵埃太多地方使用	49
	(七) 機構旋轉音太大時應有的措施	50
	(八) 對於大型電機的隔離	50
	(九) 在車中或人多場合的使用法	51
	(十) 最好是在寂靜的場所錄音	51
第二節	電源	51
	(一) 電源電壓的確認	52
	(二) 電源頻率的確認	53
	(三) 電源上遭受其他感應時之應有措施	55
第三節	使用錄音機應注意事項	56
	(一) 旋轉轉換器要輕、要確實	56
	(二) 搬運放置要輕	57
	(三) 在塵埃較多的場合	57

第四節	錄音機的保養	57
(一)	清掃塵埃	57
(二)	定期加油	59
(三)	放大器及其他部份	59
第七章	錄音帶的使用及其剪輯法	61
第一節	錄音帶的素材及其特性	61
(一)	紙帶、塑膠帶和尼龍帶	61
(二)	特性	63
第二節	錄音帶使用法	66
(一)	盡量小心並遠離磁性	66
(二)	注意牽力與周圍溫度	67
(三)	磁性面的檢查	67
(四)	如何保養錄音帶	68
第三節	錄音帶剪輯法	68
第八章	錄音機檢修法	71
第一節	再生放大器	71
(一)	檢查不發聲的原因	71
(二)	有交流聲而無信號的原因	72
(三)	再生音很小的原因	73
(四)	交流聲過大的原因	73
(五)	發不出低音或高音的原因	75

(六) 有不規則雜音的原因·····	17
(七) 失真太大的原因·····	77
第二節 錄音放大器·····	78
(一) 不能錄音或小而失真·····	78
(二) 指示器正常但錄音靈敏度不佳·····	79
(三) 高音欠佳或低音失真·····	80
(四) 雜音增多·····	81
(五) 不能抹音及階層指示器的動作·····	82
第三節 機械組織·····	83
(一) 傳動機構的故障——絞盤不轉·····	83
(二) 不能繞捲或捲回·····	83
(三) 轉動過慢·····	84
(四) 先天性故障——鳴鳴響與反復聲·····	84
第九章 錄音機實用範例·····	86
第一節 話筒的使用與應行注意之點·····	86
(一) 話筒的特性·····	86
(二) 使用話筒應注意些甚麼·····	87
(三) 放置話筒的位置·····	88
(四) 音量和話筒位置的調節·····	89
(五) 錄音機的放置·····	91
第二節 錄音機的使用及錄音時應注意之點·····	92
第三節 錄音機使用示範·····	93
(一) 錄音控制的步驟·····	93

(二) 放音的步驟.....	95
(三) 放音選擇扭的使用.....	96
(四) 錄音機的速度.....	97
(五) 再錄音.....	99
(六) 混合錄音	101
(七) 錄音機的保養	101
(八) 磁性錄音帶的保管及剪接法	103

第十章 錄音機使用圖解105

第一節 Webcor 2711 型使用法105

(一) 種類	105
(二) 名稱和用途	106
(三) 如何錄音	108
(四) 放音	110

第二節 AKAI Terecorder 902 c 型使用法110

(一) 各部名稱	110
(二) 磁帶速度調換扭	111
(三) 使用法	112

附錄一、錄音機的修理..... 117

附錄二、錄音機參考電路20種137

第一章 錄音機基本原理

第一節 錄音和錄音機

什麼是錄音 (Recording)? 簡單的說, 錄音就是聲音的記錄。聲音是由空氣的震動而產生, 它是無形、無色、無味, 肉眼看不見的東西, 如果要把它原樣不變的記錄下來, 實非用文字圖畫或照像的方法所能夠做到的, 因此無數科學家精心研究製造出一種機器來記錄聲音, 故稱之為「錄音」。

聲音由空氣震動產生或弱或強的音波。經由無線電及真空管的作用變成電波, 這種電波的強弱, 可以用光電管和磁性兩種方法, 使電流的強弱保留在礦物製造品中, 播放時由電波變成音波經過喇叭放出聲音, 但是操縱電波必需用機械, 這種機械稱之為「錄音機」(Recorder)。

錄音技術(Recording technique)以其方法之不同, 可分為: (一) 圓盤錄音(Disc recording), 又稱機械錄音, 乃於蠟盤或塑料圓盤上刻劃波形槽紋, 普通之唱片, 即用此法製成。(二) 軟片(菲林)錄音(Film recording)又稱光學錄音, 是利用光線強弱經由無線電機械製造音波電流, 在軟片上印以濃淡不同或濃淡相異之條痕, 如普通之有聲影片, 即以此法製成。(三) 磁帶錄音(Tape Record-

ing)，又稱磁性錄音（Magnetic recording）係利用磁性強弱經由無線電機械製造音波電流，然後由真空管或半導體（原子粒）將電波變成音波後放大送入揚聲器而發出聲音。

錄音機最初僅有光學錄音機、磁性鋼絲錄音機兩種，光學錄音僅限於電影片上使用。磁性鋼絲錄音則使用於一般性的錄音，由於鋼絲錄音在使用上的不便利和音質的缺點極多，後來進步到磁帶錄音機，因為磁帶錄音機勝過鋼絲錄音機。所以在目前鋼絲錄音機已經成為陳蹟，無人再肯使用了。

磁帶錄音，是用氧化鐵塗於紙帶或塑膠帶上，經過錄音後使磁性隱藏在磁帶之上，磁性強弱能夠產生音波強弱電流，這種磁帶最初只有紙帶一種，由於紙帶易斷且佔面積，今日已改進用塑膠帶及尼龍帶了。

磁帶通常是四分之一吋寬，盤的直徑有三吋、四吋、五吋、七吋、十吋幾種，普通都是七吋盤，例如三吋盤裝有錄音帶二百呎，四吋盤裝有四百呎，五吋盤裝有六百呎，七吋盤則裝有一千二百呎，十吋盤二千四百呎，但是尼龍帶因其輕薄，佔面積少，倘若用七吋盤，可裝一千八百呎，較塑膠帶多裝二分之一的磁帶。

錄音隨着時代的改進，已經毫無疑問地成為一種保存和傳播科學、語言、藝術及音樂的工具；在教學上，更已是一種非常有效的聽覺教學工具；並為促進家庭正當娛樂

創造了良好的條件。至於電影、電視和廣播，則更須經由錄音然後得到完全的效果，唱片的灌製也是先行錄音然後得以製成。而今，錄音正在開拓它更廣濶的前途。

第二節 構成要素和錄音方法

現在先把從前的圓盤式錄音和磁性帶錄音作一比較。

按以前的圓盤式錄音的過程如次：

錄音（Recording）：話筒（Microphone）→放大器（Amplifier）→錄音頭（Cutter）

再生（Reproducing）：電唱頭→放大器→揚聲器（Speaker）

換句話說，能量的變化就按着這樣的順序進行的。至於磁性錄音的過程則為：

錄音：話筒→放大器→錄音頭（Head）

再生：再生頭（Reproducing head）→放大管（Amplifier tube）→揚聲器

兩相比較之下，可知不同的地方只是圓盤式的錄音頭（Cutting head）和磁性式的錄音頭（Head）之各異而已。前者是將電能的變化變作磁氣（Magnetism），而且變為機械能（Mechanical energy）即機械的振動在圓盤上刻出溝來。磁性錄音頭則把電的變化變作磁性能量，並將它記錄在磁性的錄音帶上。換言之，磁性錄音時無須有機械系統。再生時的電唱頭與再生頭的差別亦在於此。

由此看來，現在的磁性式錄音機乃由下述三種要素所構成（參閱圖 1-1）

第一要素是錄音頭（Head）。它在錄音時能將電的信號變成磁能的變化狀態，並使之殘留於錄音帶上。在再生過程中又能把錄音帶上的磁性的變化狀態還原成電的信號。其作用等於是一種變換器。

第二要素是放大器（Amplifier）。它的功用是將來自話筒或其他廣播出來的信號變成最適於錄音的輸出，換句話說，亦即能

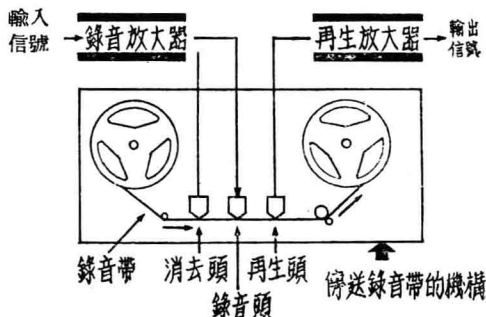


圖1-1 錄音機的構成要素。

使錄音頭充分達成錄音目的之輸出，並且在再生時又能把再生頭中所出現的電的輸出恢復成原來的形狀。

第三要素是轉動錄音帶的機能（Drive mechanism）。它的作用是使錄音帶按一定的直線速度很圓滑地轉過磁性錄音頭之表面。

錄音頭是像圖 1-2 那樣由一種環狀的鐵心（Iron core）所製成的，該鐵心的磁路上串聯着很短的非磁性體的空隙。磁性錄音帶是用塑料（Plastic）或尼龍（Nylon）的軟帶塗上很均勻的微粒磁性材料所做成的。這種磁性面

在空隙 (Electromagnetic pole) 處與錄音頭接觸 有效地使空隙分路，以完成錄音頭鐵心的磁路。

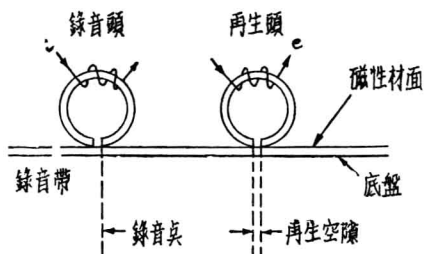


圖 1-2 錄音過程和再生過程。

信號電流 i 流過捲在鐵心中的線圈，使其發生和錄音電流成比例的磁通 (Magnetic flux 亦稱磁束) ϕ 。

此時，如錄音帶以一定的速度滑過錄音頭的表面，則凡通過空隙的任何磁性粒子，在它離開空隙的一瞬間，成為和錄音頭中所流出的磁通成正比的永久磁性狀態。所以實際的錄音乃是借重於錄音空隙的後端 (圖的右面)。

假定所要錄的信號是屬於正弦波形的話，則錄音帶上的磁性的強度必隨帶的長度而變成正弦波狀。而且刻在帶上的錄音信號的波長也就是輸入信號一週終了時的長度，故錄音帶上的波長與速度成正比，與錄音信號的頻率則成反比。

$$\text{即 } \lambda = \frac{v}{f}$$

上式中 λ : 錄音帶上的波長 (cm)

v : 錄音帶速度 (cm/sec)

f : 信號的頻率 (c/s)

再生時，使已經磁性化了的錄音帶的表面通過和錄音頭構造相同的再生頭，於是和錄音帶的空隙接觸的地方就以再生頭的鐵心作為橋樑，引起通過鐵心的磁力線。這種磁通的大小，不論在任何一瞬間都和空隙所實際接觸着的錄音帶的部分的磁化狀態的平均值成正比。

當錄音帶通過再生頭的空隙時，通過鐵心的磁通之量即起變化，同時錄音帶上的磁化狀態亦隨之變化，故捲在鐵心裏的線圈中便會發生電壓。此處最重要的要記得：

〔線圈中所發生的電壓，並非和磁通的大小相比例，而是和變化的比率成正比。〕

因此，如磁通和錄音電流相比例的話，則從再生頭裏產生出來的輸出電壓必隨頻率而變化。

圖 1--3 表示作固定電流錄音（錄音電流對於頻率是

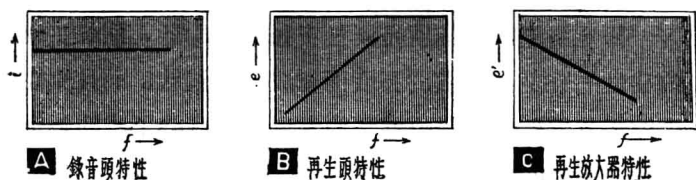


圖 1-3 錄音·再生時之頻率特性。

一定的) 時的再生頻率特性，由此看來，要想使綜合特性平衡，則必須選用具有和這種曲線相反的頻率特性的再生放大器。此即所謂再生之均衡。（參照圖 1--4）

但同時我們又可從圖中看出，頻率一旦變低後，再生頭中所生之輸出電壓亦隨而減少，最後甚至到達雜音階層

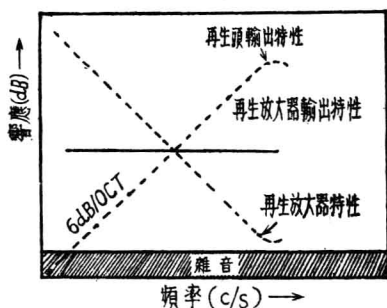


圖 1-4 再生放大器輸出特性。

(Noise level)，所以僅修正低頻部分是不夠的。換句話說，在若干磁性錄音方式中，我們現在所談的這種方式（叫做直接記錄法 Direct-writing）還存在着低頻界限的。

第三節 高頻的界限

其次，我們要談談高頻的界限(High-frequency limit)問題。圖 1-5 A 是表示錄音帶上的錄音信號的波長較長時的再生。如上所述，由於跨於空隙上的錄音帶的磁化的平均值不斷變化之故，結果錄音頭便會產生輸出電壓。圖 1-5B 是表示波長短至和空隙的長度相等時的情形。在此條件之下，空隙內的磁化 (Magnetization) 的平均值為零，即使錄音帶仍舊在

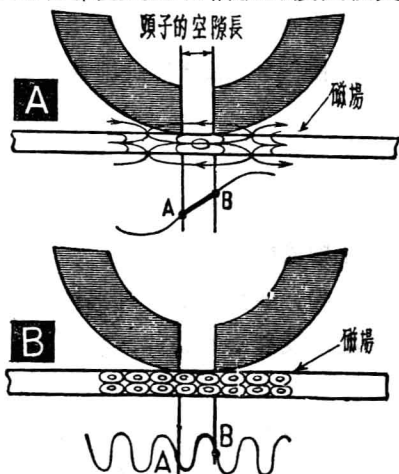


圖 1-5 高音階的空隙效果。

轉，也不會有所變化。因而錄音頭的輸出也成為零，即成為圖 1-6 的(A)點的情形。所以一旦接近波長與空隙長

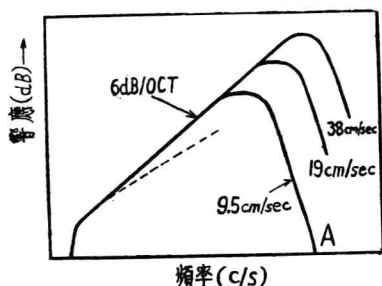


圖 1-6 再生頭的輸出特性。

相等的那樣的頻率時，再生頭中所發生的輸出就會驟然降低。

因這種空隙的影響而形成的高頻界限固然無法除去，但根據 $\lambda =$

v/f 的關係，可以把界限延伸到高音階去。析言之，就是有兩種方法，一是將再生空隙縮小，二是提高錄音帶的速度。不過採取這些方法，難免要犧牲到其他方面的好特性。

假定把空隙長度變狹的話，則再生頭的輸出電壓就會降低成圖 1-6 那樣的破線形，結果必使 SN 比（信號雜音比 Signal-to-noise ratio）惡化。又假定增加錄音帶的速度，則錄音頭的磨損就要加劇，壽命難免促短，而且那樣一來，錄音時間亦將縮短，故不論從任何觀點看來，都是不經濟的。

因此，要想設計一種最佳錄音頭，必須就高頻率、輸出電壓以及壽命等條件多加檢討，以決定最好的均衡點才行。

磁性材料皆有兩部分，即與所加磁性力 (Magnetizing force) 與因此而生的磁性的狀態之間存在有直線關係的部

分，和沒有直線關係的部分。這恰如真空管的柵壓特性一樣，有發生失真的部分，也有不發生失真的部分。

圖 1-7 是就消磁後的錄音帶，從 0 開始出發，表示加諸於錄音頭的空隙接觸着的部分的錄音帶上的磁化力

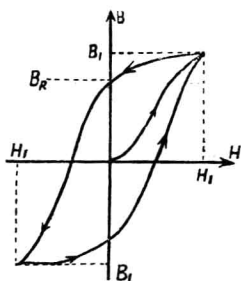


圖 1-7 磁化曲線
(磁滯環)

H ，和因它而起的磁化 B 之間所存在的典型的關係。磁化力 H 和錄音頭的線圈的圈數與通過線圈的錄音電流之積（安圈 AT）成正比。假定此磁化力之值在要通過錄音頭的空隙之一瞬間為 H_1 的話，則該磁化在空隙之中時也還是 B_1 ，離開空隙時就降為 B_R 了。 B_R ，乃表示

錄音帶去除磁場後（或錄音帶的一部分離開空隙內的磁場後）所殘餘的磁性。

故與磁化力 H 的種種數值相應的殘餘磁性 B_R 的關係應如圖 1-8 所示，祇有一部分是屬於直線的，無論輸入或輸出的波形都成為相當失真的形狀。但在其一部的(A)、(B)間，亦

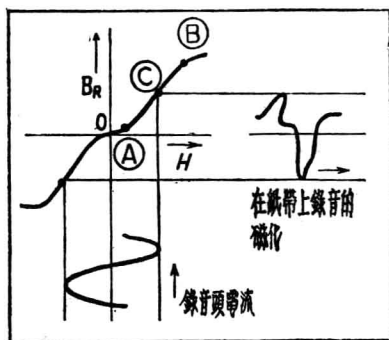


圖 1-8 磁性體的錄音波形。

即磁化值很小的地方與接近飽和部分之間，大抵還是直線