

# HOME VTR

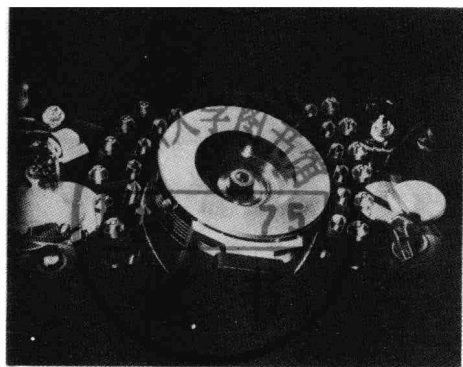
# 家庭錄像機

董焯明編著·萬里書店出版



# 家庭錄像機

董炯明編著



7N 946

香港萬里書店出版

D704

---

## 家庭錄像機

·董炯明編著

出版者：萬里書店有限公司  
香港北角英皇道486號三樓  
電話：5-632411 & 5-632412

承印者：海聲印刷廠  
柴灣新安街四號15樓B座

定價：港幣二十二元

版權所有 \* 不准翻印

---

(1981年10月初版·1984年1月重印本)

# 前 言

現代科技文明的進步真是越來越快，錄音機在本港的普及也不過只有幾個年頭，想不到錄像機已經迅速進軍本港市場，踏進八十年代，錄像機大有取代電視，成為本港家庭寵兒之勢。

雖說錄像機早在1956年就已面世，但多作專業性用途，價格奇昂，非一般消費者可以問津。一直到七十年代中期，日本新力、JVC、松下電器、三洋電機等公司先後推出價廉而小巧的家用盒式錄像機，才得以長驅直入世界消費市場。

作為家庭之用的盒式錄像機，由於結構不一樣，故制式並不統一。目前在市場上最為流行的是日本首先研製成功的VHS制式錄像機和 $\beta$ 制式錄像機。此外，還有歐陸出品的VCR及SVR制式錄像機。據統計，在進口本港的錄像機中，日本錄像機佔了百分之九十八。本書主要介紹日本各大電器製造廠家出品的錄像機，相信會適合本港讀者的需要。事實上，在家庭錄像機的研製和生產方面，日本一直處於領導潮流的地位。

錄像機除了可以播放現成的錄像帶之外，最普通的用途就是收錄電視廣播節目。早期的錄像機收錄電視節目時必須和電視機配合使用，但現在出品的大多數錄像機，本身內藏調諧器，可以單獨收錄電視節目。因此，在收看甲台電視節目的同時，可以收錄乙台的電視節目，為電視迷帶來極大的方便。而且，錄像機的功能愈來愈多，有電腦化的計時系統、自動選播功能、長時間（最長可達一年）自動定時錄像；在重播方面，除了用正常速度重播之外，還可以用慢鏡甚至凝鏡（靜止畫面）細心欣賞精彩的畫面或研究分析體育名將的運動姿態，對於新聞節目，則不妨用快速重播作“走馬觀花”式的瀏覽，短時間內便知天下大事。

如果再和手提式彩色錄像攝影機配套，用途就更為多姿多彩。它可以代替八厘米活動攝影機，隨心所欲，即拍即放，不用沖洗底片，堪稱靈活方便。

當然，錄像機的發展並非到此為止，新一代的錄像機即將推出。它的發展趨勢是：大量採用集成電路，進一步做到小型輕量，減低電耗；延長錄放時間，兩面錄像，每面4小時，兩面共可作8小時錄放；利用數碼技術進行錄放工作；採用動態循迹技術予以正確的跟蹤掃描；多聲道立體聲放音系統；更為耐用的錄像磁頭和更優質的錄像帶。而更令人感興趣的是，一台錄像機將能夠使用不同制式的錄像帶，這樣就進一步擴大了錄像機的使用範圍。

董炯明 序於九龍  
一九八一年夏

實用市民波段無線電對話機維修手冊……………譚元基編譯  
 數字系統的原理及應用(上、下冊)……………殷寶本編著  
 電子控制技術……………馮藻英編著  
 基本電子電路原理……………曾煥燃編譯  
 運算放大器基礎……………殷寶本編譯  
 業餘無線電發射機(上、下)冊……………陳遠琛編著  
 綫性IC實用電路手冊(上、下冊)……………施 敏編譯

原子粒收音機裝配手冊……………關焯雲編著  
 原子粒收音機修理手冊……………關焯雲編著  
 HI-FI擴音機修理手冊……………陳格林編著  
 收音機與擴音機裝修概要……………陸 亮編著  
 自製FET擴音機……………曾煥燃編著  
 電子電路基礎……………薛榮焜編著  
 電子保安系統……………陳遠琛編著  
 自製集成化電子儀器……………黎華添編著

• 無線電入門製作叢書 •

數字式IC電子製作……………黎華添編著  
 對講機製作圖解……………李 森編著  
 遙控發射機和接收機……………曾煥燃編著  
 擴音機製作圖解……………江達羣編著  
 收音機製作圖解……………陸 亮編著  
 怎樣裝製無線電咪……………李思明編著  
 家庭應用電子製作……………李思明編著

\* \* \*

英華無線電與電視辭典(精裝)……………鍾乃蔓主編  
 最新電子管特性手冊(增訂本)……………梁耀華主編  
 世界電子管電路手冊(第二次增訂)……………梁耀華主編  
 擴音機收音機實體線路圖集……………江達羣編著  
 立體聲擴音機線路圖集……………李名琛編著  
 無線電實體線路圖集……………江達羣編著  
 有線·無線對話機實體線路圖集……………江 達 羣 編

# 目次

前 言	I
第 1 章 錄像機的原理	1
1.1 磁性記錄	1
1.2 圖像的記錄和重放	3
1.3 利用旋轉磁頭記錄圖像信號	9
第 2 章 小型錄像機概述	18
2.1 視頻磁頭的旋轉與主導軸的驅動	19
2.2 磁帶的行走機構	22
2.3 彩色圖像信號的記錄方式	27
2.4 圖像信號記錄系統	31
2.5 圖像信號的重放系統	36
2.6 伺服電路系統	42
2.7 視頻磁頭的結構	46
2.8 錄像帶	52
第 3 章 VHS制式 $\frac{1}{2}$ 英寸盒式錄像機	59
3.1 功能及其特長	59
3.2 VHS制式之規格	62
3.3 磁帶的行走和驅動系統	68
3.4 VHS制式的記錄方式	75
3.5 圖像信號電路系統	81
3.6 伺服電路系統和機構控制系統	98
3.7 日本名廠出品之VHS制式家庭錄像機	104
第 4 章 $\beta$ 制式 $\frac{1}{2}$ 英寸盒式錄像機	116
4.1 $\beta$ 制式的規格	116
4.2 $\beta$ 制式的記錄方式	121
4.3 功能及其特長	125

4.4	磁帶行走及驅動系統.....	127
4.5	圖像信號電路系統.....	134
4.6	磁頭伺服電路和系統控制電路.....	147
4.7	其他廠家製造的 $\beta$ 制式錄像機.....	149
<b>第5章</b>	<b>其他家庭用錄像機.....</b>	<b>155</b>
5.1	家庭錄像機VX-2000.....	155
5.2	V-Code II 制式 .....	167



# 第1章 錄像機的原理

## 1.1 磁性記錄

磁帶錄像機（Video Tape Recorder 或VTR，以下簡稱錄像機）和磁帶錄音機相似，是利用塗敷強磁性物質的磁帶與記錄磁頭相接觸，將電視圖像和聲音以磁化圖樣（磁迹）的形式記錄在磁帶上，然後再由磁帶通過重放磁頭將圖像和聲音重放出來的裝置。由此可見，要想知道錄像機的奧秘，首先必須了解磁性記錄的原理。

錄像機的錄放磁頭如圖1-1所示，它是在具有一條狹縫（工作間隙）的環形鐵芯上面繞着線圈的電磁鐵。當信號電流流過磁頭線圈時產生磁通勢，由此使鐵芯中感應出磁力線。但由於在磁力線通道上有一微小的間隙，在該處磁通必須從一極渡越到另一極。因為間隙部份有空氣存在，所以該處的磁阻比鐵芯的磁阻來得高。這樣一來，磁通無法狹窄地筆直前進，它向鐵芯以外的範圍擴展，於是在間隙周圍形成一個漏磁場。

使塗敷氧化鐵粉磁性層的磁帶與磁頭工作間隙相接觸，磁阻低的磁性體好似起到橋樑的作用，也即處於使磁頭工作間隙旁路的狀態，磁通從一極通過磁帶跑到另一極，構成一個閉合磁路。在這種情況下，通過磁帶的磁通，使磁帶上的氧化鐵粉磁化。

當磁帶一方面與磁頭接觸，一方面以一定速度移動時，通過工作間隙的磁帶上的磁性體在離開間隙的瞬間受到與磁頭內流動的磁通成正比的磁化，從而留下剩磁（圖1-1A）。

在這種場合，假定記錄信號是正弦波的話，那麼在磁帶上記錄下的磁化強度沿着磁帶長度方向也按正弦波變化。在記錄信號一個周期

內磁帶走過的長度叫做記錄波長，它與磁帶的移動速度成正比，與記錄信號的頻率成反比，即：

$$\text{記錄波長 (厘米)} = \frac{\text{磁帶速度 (厘米/秒)}}{\text{信號頻率 (Hz)}}$$

如所周知，信號本身的波長就是信號一個周波的長度，也即：

$$\text{信號波長} = \frac{\text{光速}}{\text{信號頻率}}$$

重放時，使已經磁化的磁帶與重放磁頭（它的結構與記錄磁頭相同，兩者可以合二為一）接觸，並以一定速度移動。在這種情況下，如圖1-1（B）所示，原先在磁帶上被記錄下來的磁迹以漏磁場的形式向磁帶兩面輻射，當磁帶與磁頭的工作間隙接觸時，形成磁帶被鐵芯

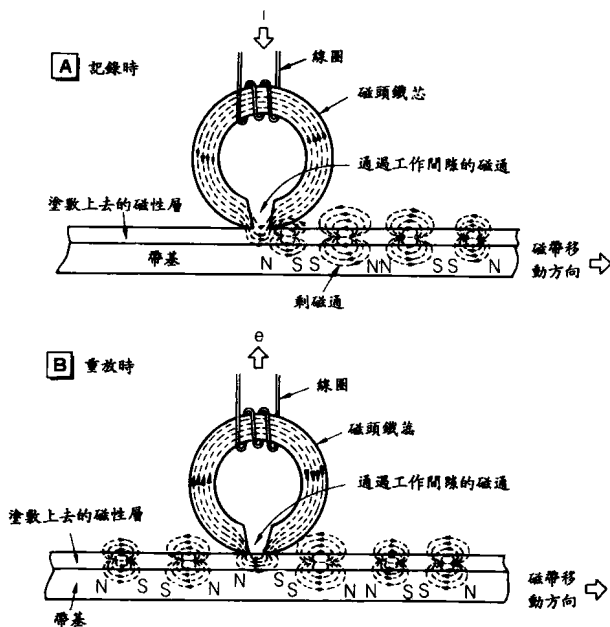


圖 1 - 1 磁頭錄放模式圖

橋接的狀態，向磁場周圍輻射的漏磁場通過透磁率比周圍空氣高的鐵芯，從鐵芯一端的磁極進入，流過鐵芯，再由鐵芯的另一端磁極回到磁帶，構成一閉合磁路。通過鐵芯的磁通密度在任一瞬間都與和工作間隙實際接觸的那部份磁帶的磁化量的平均值成正比。

所以，隨着磁帶移動通過重放磁頭的工作間隙，由於磁帶的磁化狀態依次變化着，故通過鐵芯的磁通密度也隨之而變，其結果是，在繞在鐵芯上的線圈內部感生出與磁帶磁迹變化相對應的電壓。

## 1.2 圖像的記錄和重放

盒式（卡式）錄音機目前已成爲非常普及化的東西，大凡閱讀本書的讀者，恐怕沒有不見過和用過錄音機的。於是有的讀者會想，如果能夠利用普通的磁帶錄音機來錄放圖像信號的話，那麼錄像工作就變得容易了，價格方面也會廉宜許多。事實上，研究者們確在長年累月地致力於開發固定磁頭方式的錄像方式，但是迄今尚未達到實用化的目標。其理由將從現在開始講述，由此將使我們了解目前的錄像機所具有的特徵和基本結構。

### (1) 圖像錄放的條件

製造錄像機的困難之點在於：作爲錄放對象的電視圖像信號具有 $0\sim 4.5\text{ MHz}$ （兆赫， $1\text{ MHz}=10^6\text{ Hz}$ ）這樣廣闊的頻帶，而錄音機處理的聲音頻率只不過在 $30\sim 15,000\text{ Hz}$ 的範圍之內，由此可見，圖像信號的高頻端比錄音機信號的高頻端幾乎高出300倍，頻帶寬度也大致是同樣倍數。

要在磁帶上錄放如此寬頻帶的圖像信號，必須滿足如下三個條件：

- (1) 重放磁頭的工作間隙應盡可能狹窄；
- (2) 磁頭與磁帶的相對速度盡可能快；
- (3) 爲把寬頻帶的頻率壓縮在窄的倍頻程範圍內，圖像信號必須經過調制後再予以記錄。

以下對這三個必要條件略加說明。

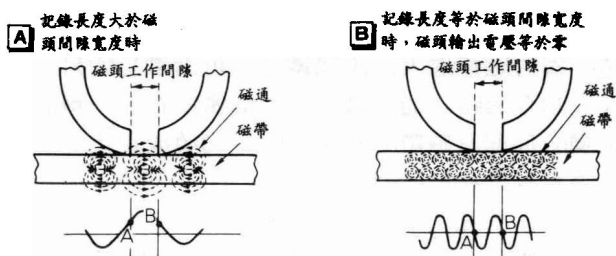


圖 1-2 磁頭工作間隙的寬度必須小於信號最高記錄波長之一週

## (2) 記錄波長和磁頭工作間隙的關係

首先讓我們考慮一下高頻成份的重放。圖1-2 表示出記錄在磁帶上的磁化圖樣和重放磁頭工作間隙的關係。A 圖為記錄信號的波長較長的情形，如前所述，與間隙接觸的磁帶的磁化量的平均值隨磁帶的移動而經常在變化着，其結果是能夠從磁頭取得輸出電壓。B 圖是記錄信號的波長縮短到剛好與磁頭間隙寬度相等時的情況，在這種場合，磁頭工作間隙內的磁化量平均值因正負相抵消，等於零。所以，雖然磁頭在移動，但由於磁化量的平均值不變，故不能從磁頭取得輸出電壓（換言之，輸出電壓等於零）。

這就意味着，當記錄在磁帶上的信號的磁化圖樣的波長接近於磁頭工作間隙寬度時，重放磁頭的輸出就會迅速減小，在極端的情況下（記錄波長＝磁頭間隙寬度）輸出為零。所以，在設計時，我們希望重放磁頭的工作間隙寬度小於錄放信號高頻段成份的二分之一波長。但由於製造技術上的限制，目前在家用錄像機上使用的磁頭，工作間隙寬度大概在0.5微米（ $\mu$ ）上下。

## (3) 高頻信號之重放，提高磁頭與磁帶的相對速度

那麼，是不是目前的製造工藝水準所能達到的磁頭最小工作間隙寬度一旦被確定，能夠錄放的信號最高頻率也就隨之而決定了呢？事實並非這樣，前面我們講過很重要的一點，這就是：

$$\lambda = \frac{V}{f}$$

這裏， $\lambda$ ：記錄波長（厘米）； $V$ ：磁帶移動速度（厘米／秒）； $f$ ：信號頻率（Hz）。

這就意味着，即使是同一頻率的信號，在磁帶上的記錄波長隨磁帶移動速度的提高而變長。記錄波長變長了磁頭的工作間隙就允許大一些。因此，盡量提高磁帶的移動速度對錄像機來說極為重要。

爲了便於讀者理解，下面試舉例說明之。假定磁帶的走帶速度是38厘米／秒，那麼記錄15kHz的信號時，在磁帶上的記錄波長是 $25\mu$ （微米）。爲了充分地錄放這個15kHz的信號，磁頭工作間隙的寬度必須在記錄波長的一半以下，也即需小於 $13\mu$ 。假定最高頻率從15kHz升到200kHz，不難想見，單靠縮小工作間隙將遇到技術上的難題，因此必須提高磁帶速度，或者提高磁帶速度和縮小間隙寬度這兩種方法雙管齊下。

假如磁頭間隙寬度減小到 $2.5\mu$ ，那麼以38厘米／秒走帶的磁帶最高可以重放到7.5kHz的信號。如果再將磁帶速度提高100倍，也即提高至38米／秒，那麼以相同的磁頭最高能重放到7.5MHz（兆赫）的信號。但是，磁帶如果眞的以這樣高的速度行走的話，記錄一個小時，需要約140千米（公里）長的磁帶，這顯然是不現實的。

幸好，我們要求的是磁帶和磁頭的相對速度，前面我們站在磁頭固定不動的角度上考慮問題，只要在磁帶移動的同時讓磁頭也旋轉，這個難題就巧妙地被克服了。

#### (4) 低頻成份的FM調制（頻率調制）方式

上面探討了高頻成份的錄放，現在考慮低頻成份的重放有一些什麼問題。

（不壓縮倍頻程範圍則難以記錄）

首先，重放時磁頭發生的電壓與記錄在磁頭上的剩磁通的大小並不成正比，而是與磁通的時間變化率（也即是信號頻率）成正比。如果讓磁頭靜止在已經記錄了信號的磁帶上，那麼磁帶上磁化圖樣的漏磁通將穿過磁頭鐵芯，在磁頭線圈中不產生輸出電壓。只有當磁帶在轉動，磁通有變化時才能取出電壓。

現在請參見圖1-3，這是用恆定磁頭電流將變化着的信號頻率記錄下來的磁帶進行重放時的輸出特性曲線，也即重放磁頭的輸出特性。從圖中可以看到，在較低的頻率範圍內，頻率如減低一半，磁頭

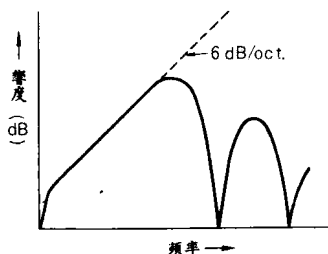


圖 1 - 3 重放磁頭的輸出特性

的輸出也即減少一半。我們把這種現象叫做每倍頻程減少6dB(分貝),也即所謂 6 dB / 倍頻程特性曲線。

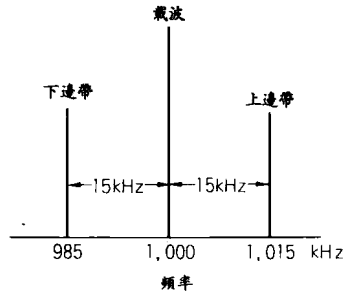
舉例說明之。試對記錄有 20Hz~20kHz 信號之磁帶進行重放。作為高頻端的 20kHz 成份的輸出可以獲得電壓足夠大的信號,當它下降一倍頻程到 10kHz 時,輸出就減少了一半(6dB)。到 5kHz 時再減少一半。一直下降到 20Hz 時,與 20kHz 相比,輸出只有原來的千份之一(即減少 60dB)。衰減到如此程度,磁帶的噪波已經大於信號強度,由於信噪比(SN比)太過於惡化,以致無法實用。目前的磁帶記錄,一般只能達到 10 倍頻程的範圍。

然而,電視圖像信號即使忽略直流成份,其交流成份具有從 30Hz 到 4.5MHz 以上的廣闊的頻帶,這相當於 17 倍頻程以上的範圍,如果將其直接記錄在磁帶上,那麼磁帶的動態範圍將超過 100dB 以上,低頻成份的 SN 比極端惡劣,而且同步信號也產生失真,故無法實用。所以,在錄像機中,必須首先把圖像信號變換成低載波的 FM(調頻)信號,然後再記錄在磁帶上。這樣就可以把頻帶壓縮在幾個倍頻程的範圍內,有利於改善低頻特性。關於這一點,下面進一步作稍為詳盡的敘述。

(利用低載波殘餘邊帶傳輸方式進行記錄)

現在,我們來考慮 30Hz~15kHz 的聲音信號,這大概具有 9 倍頻程的範圍。選用載波頻率為 1,000kHz,如果用上面的聲音信號對此載波進行振幅調制(AM調制)的話,那麼由於上下邊帶各擴展至 15kHz,調制波的頻帶範圍為 985kHz~1,015kHz,帶寬則為: 1,015kHz - 985kHz = 30kHz,它的調制信號頻帶(15kHz)的二倍(圖 1-4)。因為調制波的最低頻率為 985kHz,其頻帶範圍顯然不

圖 1 - 4 用 15kHz 的信號對 1,000kHz 的載波進行 AM 調制時的頻譜



到一倍頻程。這就是說，通過調制信號，得到比原來寬一倍（或數倍）的頻帶，並且，如果載波頻率足夠高的話，可以縮小倍頻程的範圍。

但是，如果用 AM 調幅方式來調制包括從直流成份起直到 4.5 MHz 這麼寬頻帶的圖像信號時，情況就有所變化了。由於載波頻率必須大大高出圖像信號的最高頻率，譬如取 AM 載波的頻率為 20 MHz，那麼上邊帶就成為  $20 + 4.5 \text{ MHz} = 24.5 \text{ MHz}$ 。要記錄這麼高的頻率，除了磁頭工作間隙必須做得極其微小之外，磁頭和磁帶的相對速度也需要大幅度地提高，顯然，兩者都難以做到。所以，用 AM 方式作為錄像機的記錄方式是不適宜的。

接下來讓我們來考慮頻率調制（FM 調制）方式。它有許多有利之點：第一，由於僅僅是載波的頻率隨調制信號而變化，振幅是一定的，所以，能夠將信號全部頻譜在磁帶的飽和水平附近記錄，SN 比獲得改善（換言之，由於頻率調制信號的振幅是一定的，僅是頻率在變化，而錄像機中大部份干擾信號均屬於振幅調制性質，所以只要讓頻率調制信號通過限幅器就可以把這些干擾信號大部份消除，這正是 FM 方式的重要優點）。此外，由於頻率調制信號的振幅是一定的，記錄時不需要偏壓。

作為它的缺點，如果採用像調頻廣播（FM 廣播）那樣的方式，載波頻率須非常高，相對於調制信號的最高頻率偏移也很大，而且存在着無數的上下邊帶，這顯然不適用於錄像機。

為此，必須選擇盡量低的載波頻率，通常選用與圖像信號的最高頻率（大約在 4 MHz 左右）相近的載波頻率，我們把這種方式叫做低載波 FM 方式。頻偏 ( $\Delta F$ ) 與最高調制頻率 ( $f$ ) 之比  $\Delta F/f$  叫做

FM波的調制指數，這是一個表示FM波性質的重要指數。當採用調制指數小於1（實際使用時，選擇0.4以下的調制指數）的淺調制方式時，將與前面敘述的AM信號相似，FM信號的邊帶分佈領域是調制信號的2倍，有影響的邊帶僅剩上下兩個第1邊帶，故傳輸頻帶變狹。

作為音頻FM調制之一例，我們不妨來看一看日本廣播電台（NHK）的FM廣播。該台採用的FM載波的頻率為82.5 MHz，頻偏為±75kHz，假定包含在聲音信號中的最高頻率為20kHz，那麼它的調制指數為： $\Delta F/f = 75\text{kHz}/20\text{kHz} = 3.75$ 。而在錄像機方面，通常計算時以圖像信號的黑色基準電平到白色峯值電平之間的頻率偏移作為 $\Delta F$ ，對高頻段方式四磁頭廣播用錄像機而言，最高記錄頻率為4.5 MHz，除去同步部份的圖像信號的頻偏為2.1 MHz，所以， $\Delta F/f = 2.1\text{MHz}/4.5\text{MHz} = 0.467$ ，而對統一1型二磁頭錄像機來說， $\Delta F/f = 0.98\text{MHz}/3\text{MHz} = 0.326$ 。

在實際使用中，還在其它方面設法使頻帶變狹。目前，對同步信號頂部為5MHz、白色信號電平峯值為6MHz的圖像信號進行FM調制時，頻偏為1MHz。作為它的邊帶，假定調制信號的最高頻率為4.5MHz，那麼第1下邊帶為1 MHz，上邊帶擴展至10MHz（圖1-5）。

為進一步縮小傳輸頻帶，可以把上邊帶的大部份除去，僅僅利用下邊帶部份，這樣就能縮小到1~6MHz的範圍。我們把這種傳輸

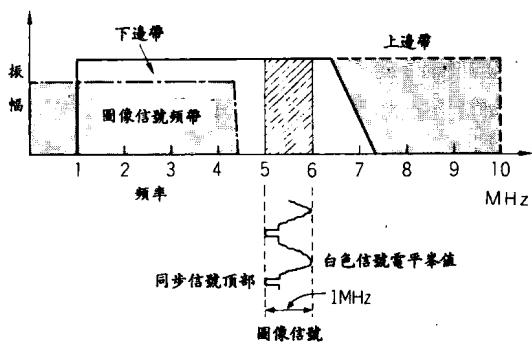


圖 1 - 5 低載波殘餘邊帶FM波頻率分佈之一例



方式叫做殘餘邊帶傳輸方式。在這裏，必要的頻帶已被壓縮在2.6倍頻程的範圍之內，與調制頻率也即圖像信號的頻帶相比較，倍頻程範圍獲得大幅度的壓縮。

#### (消除輸出信號電平的變動)

現在來考慮錄像機的重放輸出。由於視頻磁頭與磁帶之間的接觸不均勻，以及由於在一台錄像機中使用幾個磁頭，而各個磁頭的特性和輸出不可能完全相同，因此重放輸出的電平往往會產生變動，嚴重影響畫面質量。FM調制波的又一有利之點在於，通過限幅電路可以完全消除輸出信號的電平變動。

## 1.3 利用旋轉磁頭記錄圖像信號

### (1) 旋轉磁頭記錄方式

使磁頭在磁帶上高速旋轉的這一卓越想法首先是由美國著名磁帶錄音機廠 Ampex 公司的研究人員提出和付諸實現的。自從1956年具有4個旋轉磁頭的磁帶錄像機問世以來，迅速為全世界的電視廣播台所採用，從而大大改觀了一直以來由播送中心直接播送電視的方式，導致今日電視廣播事業的空前繁榮。

以後，科技工作者進一步研製成功能夠高傳真地錄放彩色圖像的高頻段方式（採用較高頻率之FM載波）彩色錄像機，再幾經改良，目前已能直接錄放色彩鮮明而完全不變形的高品質彩色圖像（照片1-1）。

下面對四磁頭方式的錄像機作一簡單的說明。如圖1-6所示，四個視頻磁頭被精確地安裝在直徑約5cm的磁頭鼓圓周邊緣的四等分處，也就是說，每隔90度，使磁頭的工作間隙與磁頭鼓的旋轉軸平行地安裝着。這個磁頭鼓直接安裝在磁頭馬達機軸上，以每秒240轉（也即每分鐘14,400轉）的高速旋轉。這表示磁頭在磁帶上以每秒38米的高速（也即時速140公里）行走。在如此高速的使用條件下，通常選用具有高硬度的合金磁性體——以鐵硅鋁磁合金為素材的單體磁頭。

視頻磁帶的寬度是2英寸（約5cm），磁帶移動方向與磁頭鼓旋