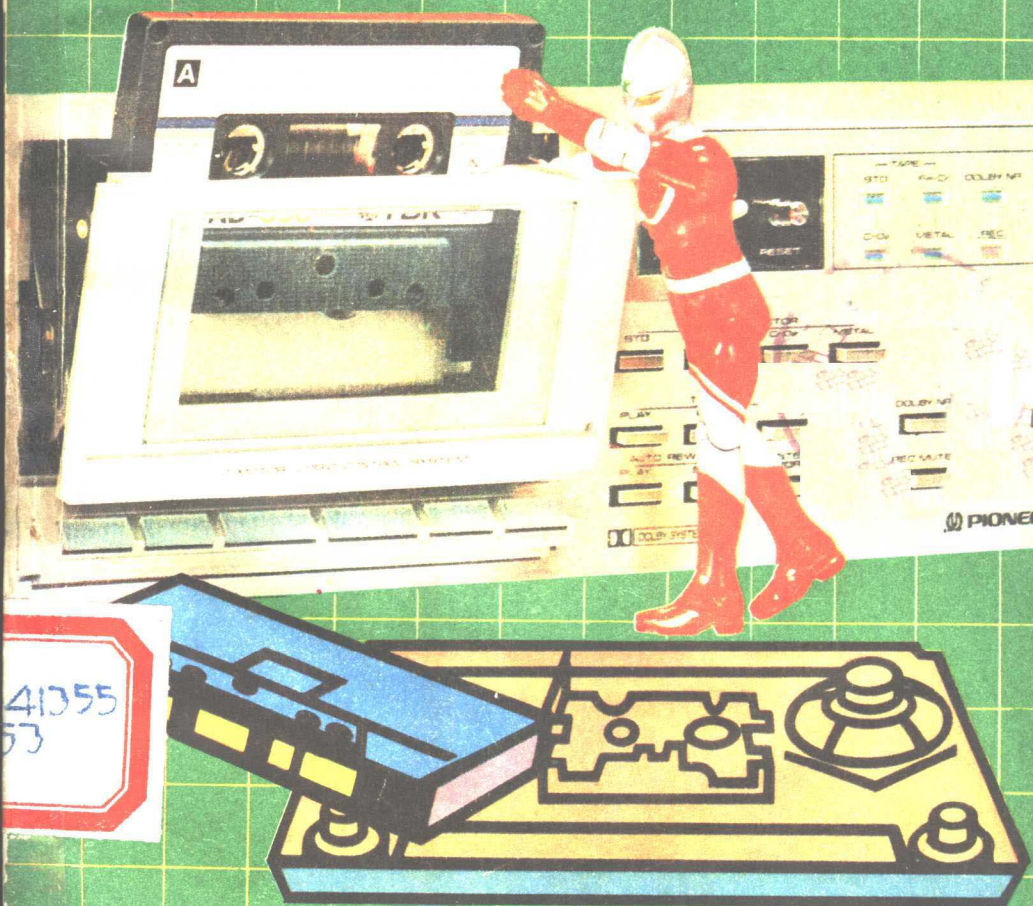


CASSETTE DECK

盒式錄音座

蔣一新編譯 · 萬里書店出版



座 音 錄 式 盒

蔣一新編譯

香港萬里書店出版

前 言

盒式錄音機從 60 年代初期商品化以來，經過不斷改良，現在已基本取代開捲式錄音機雄霸多年的中、下價機的市場，而且在 Hi-Fi 裝置中，也大有取代開捲式錄音機的趨勢。可以這樣說，在今天的立體聲音響裝置中，盒式錄音座的地位已經不容忽視了。

早期的盒式錄音座，其附屬電路只有 VU 表頭電路及耳筒放大器等簡單幾種。其後，隨着銘帶的出現而增設了偏磁/EQ 轉換、杜比系統。接着，金屬帶帶來的衝擊，也使錄音座在設計上需要採取相應措施。而這些措施在今天來講，已經成為標準的裝備了。

伴隨着電子技術的進步，峯值電平表、DC 馬達的伺服控制、傳動機構的輕觸控制等已普及到一般盒式錄音座，進一步 IC 化的數字技術也應用到傳動機構的控制電路上。電子計數器、自動選曲、自動偏磁/EQ 調整等更如雨後春筍，廣泛被錄音座採用。

本書雖然以盒式錄音座為主題，但介紹的內容基本上都與盒式錄音機有關。因此，讀者如果希望了解一般盒式錄音機的工作原理，本書也是一本理想的參考書。

本書是根據阿部美春（日）著的“盒式錄音座”一書編譯的，鑑於目前有關盒式機的中文書尚不多見，一些專有名詞的叫法，除盡可能附上英文之外，也參照了香港及國內的譯法，以方便讀者參考。限於個人水平，書中一定存在不少錯誤，希望讀者不吝指正，以便再版時改正。

目 次

前 言	I
第 1 章 盒式錄音座概要	1
1.1 盒式錄音機的誕生	1
1.2 盒式錄音座的構成	2
1.3 錄音的原理	4
1.4 錄音聲軌	7
1.5 盒式錄音機的規格	9
第 2 章 盒式錄音座的特性	11
2.1 磁帶速度及其精度	11
2.2 攪 抖	12
2.3 頻率特性	14
2.4 失 真	19
2.5 雜 聲	21
2.6 電平變動	24
2.7 串 音	25
2.8 聲道間隔	26
2.9 動態範圍	26
2.10 偏磁與錄音電平的設定	27
第 3 章 磁帶與帶盒	30
3.1 磁帶的構造	30
3.2 帶盒的構造	32
3.3 磁帶的機械特性	36
3.4 磁帶的電氣特性	38
3.5 根據電氣特性區分的磁帶種類	44

3.6	盒帶的使用	47
第4章	磁頭	49
4.1	磁頭的種類	49
4.2	磁頭的鐵芯材料	50
4.3	錄音與放音磁頭的構造和特性	54
4.4	抹音磁頭	64
4.5	磁頭的耐久性	67
4.6	磁頭的試驗	69
第5章	磁帶的驅動機構	71
5.1	功 能	71
5.2	基本結構	72
5.3	磁帶的恒速驅動機構	75
5.4	輪轂驅動機構	81
5.5	制動機構	87
5.6	磁頭機構	87
5.7	附屬機構	89
5.8	動作轉換機構	94
5.9	自動反向	94
5.10	馬 達	96
第6章	電子電路	103
6.1	構 成	103
6.2	錄音電路	105
6.3	偏磁振盪電路	111
6.4	放音電路	113
6.5	錄音鑑聽器電路	118
6.6	錄音電平指示器	120
6.7	噪聲降低 (NR) 電路	127
6.8	錄音與放音的轉換	138
6.9	機構的控制電路	141
6.10	自動偏磁／均衡調整	147
6.11	自動選曲與電子計數器	150
6.12	電 源	154

第7章	盒式錄音座的使用與保養	155
7.1	盒式錄音座的使用	155
7.2	保 養	158
第8章	盒式錄音座的調整	165
8.1	測試的準備	165
8.2	驅動機構的測試和調整	168
8.3	放音系統的測試和調整	170
8.4	錄音系統的測試和調整	174

第 1 章 盒式錄音座概要

1.1 盒式錄音機的誕生

Cassette 原來是法語，意思是小盒子。今天，世界上廣泛使用的 Cassette，是指錄音用的盒式磁帶，它最先由荷蘭的菲利浦廠研製成功，正確的叫法是 Compact cassette，用文字來解釋的話，是指內藏錄音磁帶的小型塑膠盒。

盒式磁帶的大小是，在長 102mm、寬 64mm、厚 12mm 的膠盒內，收納了寬 3.8mm 的錄音磁帶。磁帶的厚度有 18 微米 (μm)、12 微米、9 微米三種，錄音時間則分爲往返 60 分鐘 (C-60)、90 分鐘 (C-90) 及 120 分鐘等幾種。

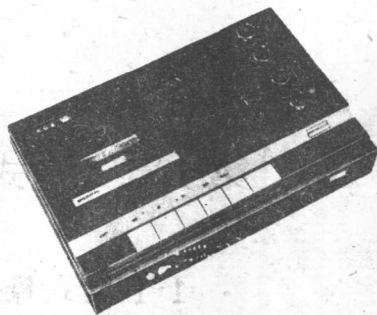
其實，盒式錄音帶的研製，早在 1958 年美國 RCA 公司已經搞出雛型，錄音帶盒的大小長 185mm、寬 125mm，內藏的錄音帶寬度達 6.3mm，走帶速度 9.5 cm/秒，是一種 4 聲軌 (Track) 2 聲道立體聲裝置。雖然也曾作爲商品推出市面銷售，但終因功能上的缺陷而以失敗告終。後來，菲利浦研製成功的盒式磁帶，其實也受到這種構思的影響。

菲利浦最早於 1962 年推出的盒式錄音機是 C-60 錄音帶及 EL 3300 型手提盒式錄音機 (見照片 1-1)，而且只對歐洲幾個主要國家作限額銷售，經過兩年試銷以後，各廠家紛紛投入競爭，型號才多起來。

菲利浦公司從小型的電池供電式開始，接着推出經過改良的交流式高級錄音座 EL 3310 型 (單聲道) 及 EL 3312 型 (立體聲) (見照片 1-2)。盒式錄音帶也從 C-60 向 C-90 的錄音時間延伸，同時開始推出音樂盒帶。



照片1-1 最早的盒式錄音機
菲利浦EL300型



照片1-2 最早的立體聲盒式錄音座，
菲利浦EL3312型

盒式錄音機從誕生到今天經過 20 多年的發展，性能已經有顯著的改善。和傳統的開捲式錄音機比較，具有許多特長的盒式錄音機已經越來越普及。現在，低價磁帶錄音機已全部被盒式錄音機取代。

特別是近年來，普及型杜比系統（Dolby system）的採用及高性能磁帶的出現，電氣性能已經符合 Hi-Fi 要求。在現階段，高質素音樂的錄音或鑑賞，還不能一下子代替開捲式錄音機，但是在未來數年間，即使不能夠全面代替，需求量亦將進一步增加。

1.2 盒式錄音座的構成

盒式錄音座主要由磁頭、磁帶驅動機構及放大器等部份組成，並各自發揮下述的功能，才能使用作為錄音媒介的盒式磁帶（圖 1-1）。

(1) 磁 頭

錄音的過程是使電氣信號的變化變換作磁性變化，使磁帶磁化，從而達到錄音的目的；放音過程則是使錄製於磁帶的磁性變化變換作電氣變化。因此，前者叫做錄音磁頭，後者叫做放音磁頭。盒式錄音機方面，則多數使用兩者兼用的錄音、放音磁頭。

此外，還有將已錄音的磁帶的磁性變化抹掉的磁頭，這叫做抹音

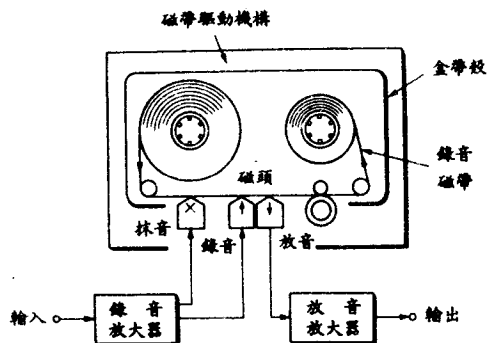
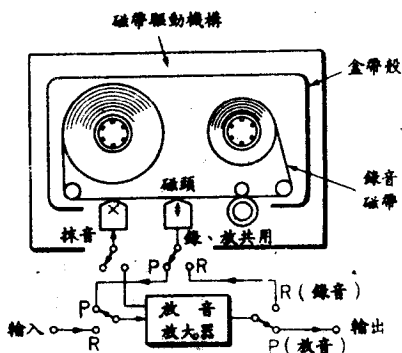


圖1-1 (a)
磁頭與放大器是錄音與放音專用的 (3 磁頭式)

圖1-1 (b)
磁頭與放大器是錄音、放音兼用 (2 磁頭式)



磁頭。

(2) 磁帶驅動機構

這是錄音、放音時，使磁帶以一定速度滑過磁頭的機構。除此之外，還有快速捲帶、倒帶、停止等操作機構。

(3) 放大器

錄音時，爲了使來自微音器或其他節目源（如電唱機、調諧器）的電氣信號適合錄音磁頭錄音，需要將信號電流加以放大，擔任這工作的便叫做錄音放大器。相反，放音時，由放音磁頭變換的電信號，也要加以放大，才能推動揚聲器發音，這一工作便由放音放大器擔任。錄音機中的放大器，有錄音、放音專用的放大器，也有用開關控制，將

共通部份共用的放大器。普通盒式錄音機，多數使用錄音、放音共用磁頭，所以放大器也以共用的居多。

一般盒式錄音座，放音放大器多數不包括功率放大器，以和附揚聲器及功率放大器的盒式錄音機有所區別。

(4) 盒式磁帶

這是記錄聲音的媒介，通常是在塑膠帶的表面塗上磁性粉末，然後將膠帶捲在軸心上，並收納在膠盒內，所以有盒式磁帶之稱。

1.3 錄音的原理

(1) 錄 音

錄音磁頭如圖 1-2 所示，由開有肉眼看不見的縫隙的環狀鐵芯及繞在鐵芯上的繞圈組成；磁帶則由塑膠帶基及均勻塗在其表面的微細磁性材料組成。錄音時，磁帶的磁性面便以一定的速度通過磁頭的磁隙。

當繞圈有電流流過時，磁隙就產生與電流成比例的磁場，將磁帶上的磁性體磁化。如果電流像錄音信號（交流）那樣作時間性變化的話，磁帶上的磁性體在通過磁隙之際，便隨着電流（磁場）的變化而被磁化，即使離開磁隙，亦已將變成殘留磁性變化的錄音信號記錄下來。因此，被記錄在磁帶上的信號的波長（叫做錄音波長）便等於錄音電流完成一個週期時的長度，與磁帶速度成比例，與錄音電流的頻率成反比。

錄音磁化的狀態是看不見的，不過如果在磁帶上撒上很幼的鐵粉，則可以見到照片 1-3 所示的模樣，這表示已經錄了音。

(2) 放 音

放音磁頭如錄音磁頭那樣，也是由開有磁隙的環狀鐵芯和繞圈組成的。當已錄音的磁帶以和錄音時相同的速度通過放音磁頭的磁隙時，由於磁帶表面有磁場，磁頭的鐵芯便有磁通（Magnetic flux）通過。而磁帶表面的磁場強度是沿着磁帶長度的方向變化的，當磁帶通過磁隙時，通過鐵芯的磁通便也相應地作時間性的變化。這樣，基於

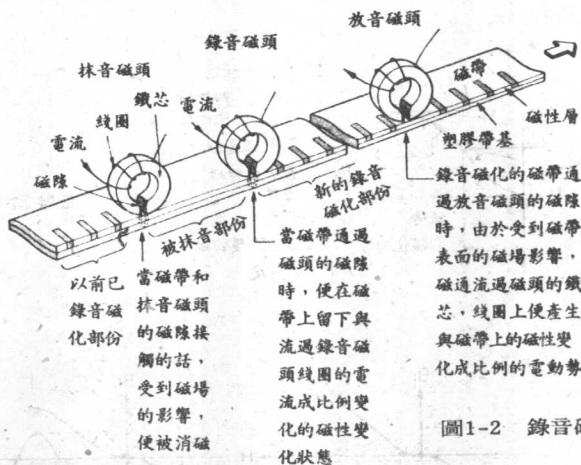


圖1-2 錄音磁化與放音

照片1-3 磁帶的磁化狀態



電磁誘導的作用，繞於鐵芯的線圈便產生與磁帶表面的磁通密度成比例的電動勢。

(3) 錄音偏磁

圖1-3所示是加上磁化力 (Magnetizing force, H) 的磁性體，以及由此而引起的磁化強度 (B) 的關係，這叫做磁化曲線。作磁性錄音時，磁化力 (H) 用來表示錄音磁頭的磁隙部份的磁場強度，與流過線圈的電流成比例。如果已抹音的磁帶經過磁隙時，被施加的磁化力是 H_1 的話，磁帶上的磁化強度在與磁隙接觸的那一處是 B_1 ，可是當這一部份一離開磁隙便降低為 B_r' ，這個 B_r' 便是磁帶上的剩磁。

圖1-4是將圖1-3改為磁化力 (H) 和剩磁 (B_r') 的關係圖。如圖 (a) 所示，如果以 O 點為中心，假設有正弦波電流流過錄音磁頭的話，

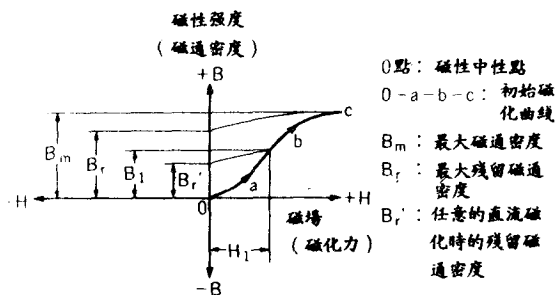


圖1-3 磁性體的磁化曲線

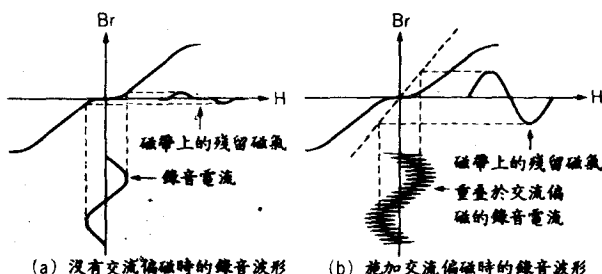


圖1-4 錄音偏磁

磁化力(H)雖然與電流成比例,但是磁帶上的剩磁(B_r)相同,錄音波形便存在相當大的失真。

如以上所述,一般施加於磁性材料的磁化力及由其引起的磁化狀態之間的關係有線性的和非線性的部份。換一句話說,錄音磁化相對於錄音電流並不一定成線性比例,結果便產生錄音失真。為了進行失真少、效率高的錄音,便一定要延長磁帶剩磁特性的線性部份,而且利用傾斜度大的部份。在磁性錄音中施加的偏磁,便是基於這一目的而加上的,其作用和放大電路的偏壓相似。

錄音的偏磁有直流及交流兩種,目前高質素的錄音機多數使用錄音靈敏度佳、雜聲及失真少的交流偏磁法。

交流偏磁法如圖1-4(b)所示,通過施加適當大小的交流偏磁磁場,除掉在正負兩方的初期磁化曲線原點附近的彎曲部份的影響,使錄音電流和剩磁的關係線性化。

偏磁用的交流的頻率，要選擇不會干涉錄音電流的高次諧波的高頻的頻率，一般是錄音最高頻率的 5 倍以上，即 50~100 kHz。

(4) 抹音

所謂抹音，是將以剩磁形式錄音的信號的磁性抹掉，一般是用強的交流磁場加於磁帶的抹音方法。

如圖 1-5 所示，讓磁帶沿着加上大交流電流的抹音磁頭移動，當磁帶通過抹音磁頭的磁隙部份時，受到強大的交流磁場的作用，便被磁化至飽和狀態，使已錄音的信號完全被抹掉。此外，磁帶越遠離磁隙部份，所受到的交流磁場的影響便因在正負方向反覆地反轉極性而減小，故畫出如圖所示的環狀曲綫時，便可知到達磁性中點，剩磁便處於 0 狀態，也就是說，磁帶完全被消磁。

抹音用的電流，在採用交流偏磁法的磁帶錄音機方面，一般由錄音偏磁用的振盪器供給。

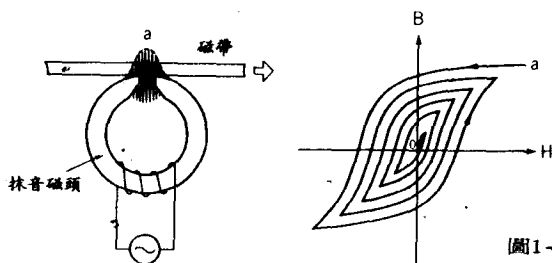


圖1-5 交流抹音

1.4 錄音聲軌

(1) 聲軌

磁帶沿着錄音磁頭移動時，只是與磁頭鐵芯的厚度相等的部份被錄音磁化。由於磁帶是不斷移動的，錄音部份便成為帶狀。這個帶狀部份叫做錄音聲軌，簡稱聲軌 (Track)，如圖 1-6。如果聲軌是兩條平行的叫做 2 聲軌，四條的叫做 4 聲軌。從磁帶的磁性面所見，磁帶從左至右移動時，由最下面的聲軌算起，順序叫做第 1、第 2 聲

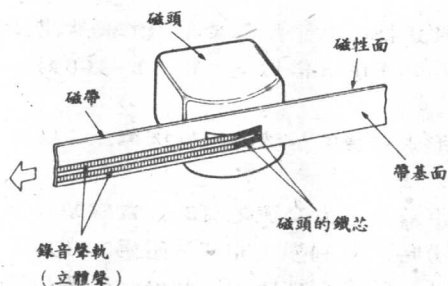


圖1-6 錄音聲軌

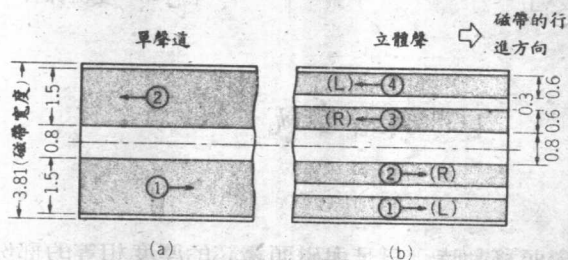
軌……。圖 1-7 繪出了盒式錄音帶的聲軌的尺寸，無論是單聲道或立體聲，都是往返聲軌（A 面和 B 面）。

(2) 聲道

在磁帶上錄製錄音聲軌的錄音信號的系統，或者將錄了音的磁帶放音的放音系統叫做聲道（Channel）。錄音系統或放音系統是雙系統的話，叫做 2 聲道。一般，單聲道錄音（Monorail recording）使用 1 聲道，立體聲錄音（Stereophonic recording）使用 2 聲道。所以，立體聲的左邊叫做左聲道（L），右邊叫做右（R）聲道。

(3) 錄音的順序

單聲道（2 聲軌 · 1 聲道）：先在第 1 聲軌錄音，然後改變錄音



備註：1. 附圖所示是磁帶從左至右移動時，從磁性面所見的情形

2. ①、②……表示聲軌的編號

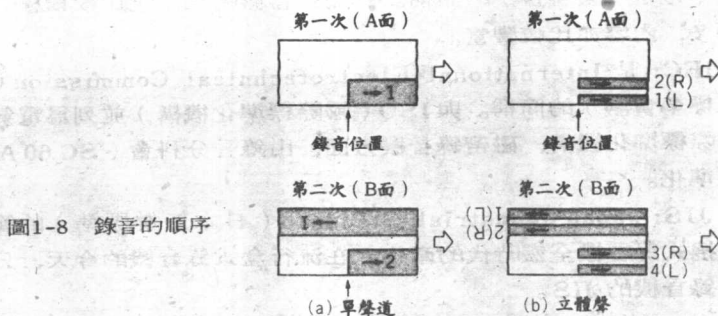
3. (L) 表示左聲道、(R) 表示右聲道

4. → 表示錄音方向

圖1-7 盒帶聲軌的尺寸

方向（一般是返回盒式錄音帶的B面），再在第2聲軌錄音，如圖1-8(a)所示。

立體聲（4聲軌·2聲道）：先在第1聲軌和第2聲軌錄音，然後改變錄音方向，在第4聲軌和第3聲軌進行錄音。這時，左聲道是第1和第4聲軌，右聲道是第2和第3聲軌（見圖1-8b）。



備註：1. 附圖所示表示磁帶從左至右移動時，從磁性面所見的情形
2. →表示錄音方向

1.5 盒式錄音機的規格

為了保證盒式錄音機的互換性和品質，國際上已經進行了標準化。

關於盒式錄音機的規格，最初開發時，是荷蘭的菲利浦公司訂出來的，後來變成國際規格（IEC），然後進一步由各國及各工業團體在細部方面加以完善。相信今後還會不斷補充。

ANSI: American National Standard Institute（美國國家標準局）的簡稱，是美國國內規格。以前較著名的是ASA，測試雜聲時要使用聽覺補償曲線，以及VU表頭等的規格。有了ANSI後，還規定了抖動度（Wow and flutter）及錄音磁通的測試規格。

DIN: 是 Deutsche Industrie Normen (德國工業規格) 的簡稱。是有關磁帶錄音機方面 (DIN 45500~) 種類最多、內容最豐富的規格。

EIA: 是美國 Electronics Industries Association (電子工業聯會) 的簡稱。

EIAJ: 是 Electronics Industries Association of Japan (日本電子工業聯會) 的簡稱。有關錄音機的標準化比較積極, 規格種類多, 內容亦比較豐富。

IEC: 是 International Electrotechnical Commission (國際電氣標準會議) 的簡稱。與 ISO (國際標準化機構) 並列為電氣部門的國際標準化機構, 磁帶錄音機方面, 由錄音分科會 (SC 60 A) 進行標準化。

JIS: Japan Industrial Standard (日本工業標準) 的簡稱。是開捲式錄音機全盛時代的產物。在流行盒式錄音機的今天, 只剩下磁帶錄音機的 JIS。

MTS: 日本 Magnetic Tape Standard (磁帶標準) 的簡稱。正在積極進行盒式磁帶的標準化。

NAB: 美國 National Association of Broadcastors 的簡稱。以廣播用的磁帶錄音機的規格著名於世, 也有廣播用的盒式磁帶的規格。

RIS: 日本 Record Industry Standard (錄音工業標準) 的簡稱。亦有與盒式錄音機有關的磁帶錄音機的規格。

第2章 盒式錄音座的特性

爲了使盒式錄音座相對於原音能夠忠實地進行錄音、放音，一定要滿足下述機械及電氣特性。

2.1 磁帶速度及其精度

盒式錄音座的標準磁帶速度只有 4.76 cm/s (簡稱 4.8 cm) 一種，其精度從互換性來考慮，根據 IEC 定下的規格，普通用途的是 2 (或 3) %，Hi-Fi 用的是 $\pm 1.5\%$ ，音樂帶 (Music tape) 是 $\pm 0.5\%$ 。

磁帶速度的精度，關係到聲音的高低。放音時磁帶的速度和錄音時不同的話，重播聲音的頻率產生失真，如果是播放音樂的話，音程 (Musical interval) 便會發生變化。

磁帶速度的精度，雖然主要由磁帶驅動的恒速驅動機 (參閱第 5 章) 的精度決定，但是壓帶輪的壓貼狀態、伴隨着磁帶捲徑的變化而產生的張力變化，以及隨着時間的過去馬達轉數的變化等也會造成一定影響。

磁帶速度的測試，是重播以普通、標準速度 (規定速度) 錄製了頻率信號 (3,000 或 3,150 Hz) 的測試帶，再用電子計數器測量放音信號的頻率，然後求出與規定值的偏差，這就是「算規定速度 (錄音信號的頻率 f_0) 與測試速度 (放音時信號頻率 f_1) 的差，相對於規定速度 (f_0) 的百分率 (%) 便是所求的結果 (見式 2.1)。

$$\text{磁帶速度偏差 (\%)} = \frac{f_0 - f_1}{f_0} \times 100 \cdots \cdots (2.1)$$