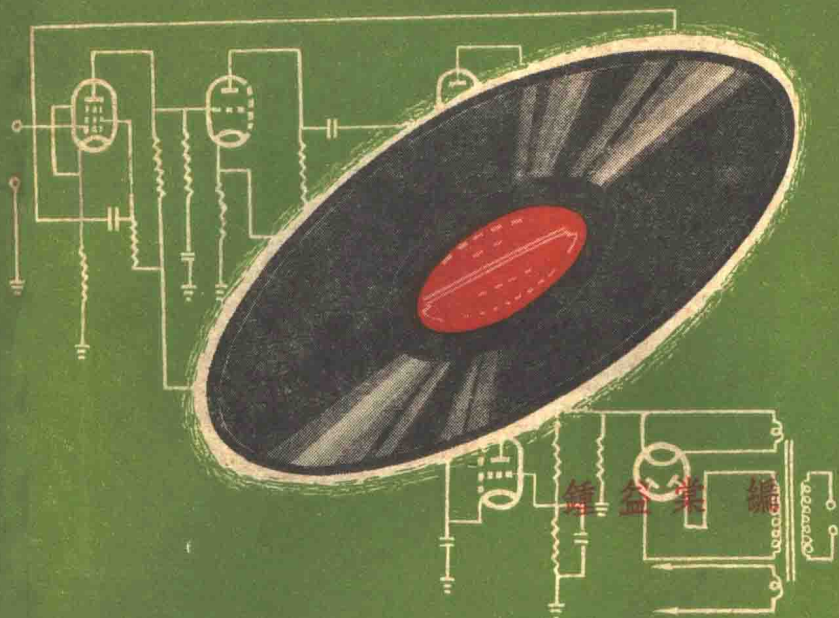




唱片及其放音設備

上海科学技术出版社

唱片及其放音設備

鍾 益 棠 編

上海科學技術出版社

內 容 提 要

本书对唱片录音特性曲线、拾音器均衡网络设计、慢转密纹唱片技术特性分析、拾音器和唱针的构造以及扬声器屏板等部分的叙述都很详尽，并介绍高传真度唱片放大器的设计。本书适合具有一定水平的无线电爱好者阅读，也可供有关无线电技术工作者及电声专业学生参考。

唱 片 及 其 放 音 設 备

鍾 益 棠 編

*

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

上海市书刊出版业营业许可证出093号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

上海市印刷四厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 6 4/32 插页 1 字数 135,000

1961年9月第1版 1961年9月第1次印刷

印数 1—5,000

统一书号：15119·1573

定 价：(九)0.56元

前 言

唱片是人民群众最熟悉和爱好的文娱用品之一，也是进行宣傳的有力工具。解放后，由于党的正确领导，我国的唱片事业在各个方面都取得了輝煌的成就。不但产量成倍地增长，而且各种新穎唱片和唱机不断投入生产，产品的质量也显著提高。

在这里，想从高傳真的角度来談一下有关唱片和唱片收音設備的知識，諸如 78 轉唱片、慢轉密紋唱片、立体声唱片、拾音器、唱針、音臂、电唱盘、唱片放大器、揚声器和揚声器箱等方面的知識。首先介紹唱片的录音过程，继而說明 78 轉普通唱片的技术特性以及使用和維護常識；同时还介紹一种有用的工具——頻率唱片。第二章討論新式唱片，包括 $33\frac{1}{3}$ 轉、45 轉和 $16\frac{2}{3}$ 轉的慢轉密紋唱片和立体声唱片。慢轉密紋唱片在我国已經使用得相当普遍，因此比較詳細地分析了这些唱片的技术特性，并介紹使用和維護常識。在拾音器和音臂这一章中，詳尽地說明各种拾音器的工作原理和具体构造，提出对拾音器和音臂的技术要求，并且对唱針的构造、种类、材料和技术特性也作了一些討論。第四章介紹电唱盘和电唱机，其中包括电动机、驅動机构、換速机构、电唱盘的技术特性、自动換片电唱盘以及电唱机中的声反饋等問題。第五章討論高傳真度唱片放大器，說明对唱片放大器的各种特殊要求和特殊电路，并提出几种实用的唱片放大器电路；对目前的新式立体声放大器，也有比較詳細的介紹。最后一章叙述揚

声器和揚声器屏板,在高傳真度唱片收音設備中,这是一个相当重要的环节。

随着人民群众的生活、文化的提高,对現代的唱片和其收音設備的要求也愈来愈高,正如其他无綫电領域一样,这里也包括了很复杂的技术問題。限于作者的水平,在这本书中不但不能比較全面地反映出現代唱片技术的各个方面,也許还会有不少錯誤的地方。因此,作者殷切期待讀者和专家們的指正。

本书的編写,得到中国唱片厂党委和行政的鼓励及支持。按照作者的水平,如果没有党的支持和鼓舞,要写出这样一本书,实在是不可設想的。此外,还得到中国唱片厂技术科同志和工人群众的帮助,引用了若干技术资料,併此致以衷心的謝意。

鍾益棠

1960年11月

目 录

前言

1. 唱片的知識	1
1-1 引言	1
1-2 唱片的构造	3
1-3 唱片的技术特性	4
1-4 录音特性曲线	9
1-5 频率唱片	14
1-6 唱片的维护和使用	18
2. 慢轉密紋唱片和立体声唱片	20
2-1 什么是慢轉密紋唱片	20
2-2 $33\frac{1}{3}$ 轉密紋唱片	21
2-3 45轉密紋唱片	27
2-4 $16\frac{2}{3}$ 轉密紋唱片	29
2-5 慢轉密紋唱片的维护和使用	30
2-6 立体声唱片	32
3. 拾音器和音臂	37
3-1 拾音器的种类	37
3-2 拾音器的使用和测量	48
3-3 音臂	53
3-4 唱針	60
3-5 立体声拾音器	66
4. 电唱盘和电唱机	72
4-1 电动机	72

4-2	驱动机构	78
4-3	轉盘	82
4-4	轉盘杂声和顫动	83
4-5	电唱盘	84
4-6	自动换片电唱盘	91
4-7	电唱机	95
5.	唱片放大器	98
5-1	唱片放大器的特点	98
5-2	录音頻率特性的均衡网络	100
5-3	音調控制	115
5-4	响度控制	120
5-5	轉盘杂声的遏止	122
5-6	唱片杂声的遏止	124
5-7	动态杂声遏止	127
5-8	音量扩展	135
5-9	交流声的遏止	137
5-10	高傳真度放大器电路	141
5-11	立体声放大器	151
6.	揚声器和揚声器屏板	155
6-1	揚声器	155
6-2	多路式揚声器系統的运用	163
6-3	分頻网络	166
6-4	揚声器屏板	172

[illegible]

在現代的文娛生活中，唱片已成為人民群眾最熟悉和最愛好的用品之一。可是，當大家在傾聽優美的音樂或戲曲唱片時，有時也想知道唱片是怎樣產生和發展的。

声音可以随心所欲地记录或放送出来，这对于一百多年以前的人们来说，完全是一件不可想象的事情。不过，人们的努力和智慧终于为解决这个问题揭开了序幕，最初有人想出了这样的记录声音的方法：在一張可以自由振动的膜片中心装一根細杆子，杆的末端附有很硬的猪鬃，猪鬃和复有烟黑层的圓筒表面相接触。这样，当声音传到膜片时，使膜片振动，这时，細杆和猪鬃就会在轉动着的圓筒烟黑层表面划出奇怪的曲綫来。这种曲綫就代表记录下来的声音。

只是简单地把声音记录下来还不能满足人们的愿望。后来有人提出能够把声音记录并重放出来的办法，发明了圆筒式留声机。这种留声机是在一个圆筒的表面复了一层锡箔，再用一个装在膜片上的尖针和锡箔接触而成，可以同时进行录音和放音。

錫箔圓筒留聲機實際上並沒有什麼實用的價值。又過了
好多年，經過許多改良，人們才將聲音先錄在一個圓筒上，然

后再利用雕刻或腐蝕的方法，复制出好多同样的圓筒，供給圓筒式留声机使用。这种录音圓筒就是我們現在使用的唱片的前身。

后来，有人創造了另一种形式的留声机。用一个圓盘来代替前面所讲的圓筒，这种圓盘就已經非常接近于現代的唱片了。将录好音的圓盘放到手搖的轉盘上，声音就可以通过針尖和振动膜从喇叭筒放出。放送圓盘式唱片的留声机經過了改良和发展，就是我們現在还在使用的手搖唱机。

当时圓盘式唱片的质量始終不能令人滿意，这是因为唱片的录音是單純地利用声学方法的緣故。从現在的眼光看来，那时的录音方法是十分幼稚的：录音者必須在一个大喇叭筒的前面尽力高声地演奏或歌唱，于是喇叭筒末端的膜片受到声波的激动而振动，使录音針在录音片的表面刻出声槽来。显然，录音者即使是声嘶力竭地努力演奏，这种純粹的声学方法仍不能使录音針有力地工作。此外，利用声学方法来录音，高频段由于振动膜本身的特性而衰减很多，低频段則受到喇叭筒的限制也会产生衰减。因此，可能录下的声音頻带是相当狹窄的，也就是說傳真度很差。

电子管放大器的出現，不但对无綫电通訊和广播事业的发展起了巨大的作用，而且也促进了唱片技术的迅速发展。这时，录音者在录音时可以在微音器前很自然地演奏，微音器的輸出經過电子管放大器放大后，就可供給足够的功率来推动录音針，使其有效地工作；同时，可录的声音頻带也大为展寬。随着电气录音技术的发展，作为唱片放音設備的留声机也就根本改观，用“拾音器”来代替留声机的唱头。通过电子管放大器放大后，可在揚声器中放出更为宏亮优美的声音。

唱片的放音時間一般較短，这是一个很大的缺点。为此，

曾出现了各种各样的自动换片装置，有的甚至还能自动将唱片翻面，以使唱片的两面都能依次序地放音。但是，这种比较复杂的装置由于各种因素的限制，不但在设计上还很难尽善尽美；而且还不能避免唱片的放音经常中断。因此，就有慢转速的密纹唱片的设计。慢转密纹唱片的声槽较密，转速较低，使放音时间大为延长。

由于电声学和低频放大技术的不断发展，人们对整个唱片放音系统的要求也愈来愈高。近年来，“高传真度”放大器的质量指标已相当高，高传真度扬声系统也得到了相应的发展。同时唱片的录音技术也有很大提高，使得唱片的频率响应、失真、杂音电平和动态范围等方面都大为改善。

最近发展起来的立体声唱片更为唱片技术的发展指出了一条新的途径，使大家有可能从唱片中听出具有立体感觉的声音，这样使声音的重放显得更为真实。

1-2 唱片的构造

唱片的构造如图 1-1 所示。它是一个用塑料压成的圆

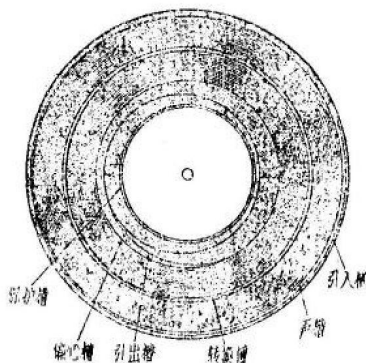


图 1-1 唱片的构造

盘, 盘的表面除中間的部分以外, 都刻有螺旋形槽紋。如果仔細观察一下, 就可看出唱片上的槽紋可以分成几个不同部分, 各有不同的作用。从唱片的最外边缘处开始, 最先遇到的是“引入槽”, 放唱片时唱針先要放在它的上面。其次是录了音的“声槽”。当一面唱片上录有两段或两段以上的节目时, 在唱片的中間部分往往可以看到有“轉換槽”, 它的作用是在一段較短的节目放完后可以轉而放送下一段。慢轉密紋唱片由于放音時間很长, 因此常常具有好几条这样的轉換槽。声槽最后面的几条槽是“引出槽”, 引出槽的作用是当唱片放音終了时将唱針引出至“偏心槽”。偏心槽是一个自行閉合的槽, 它对唱片的正中心而言, 是一个偏心圓, 能使唱針始終在其上面重复轉动。对于装有自动換片或自动停片設備的唱机, 由于拾音器在偏心槽上的摆动, 就能驅动唱机自动換片机构或使轉盘自动停止轉动。最里面的是“保护槽”, 它是防止唱針从偏心槽滑出使唱片中心部分受损。唱片的中心部分是“片心”, 片心是压在唱片上的圓紙片, 上面印有唱片的节目內容、演奏者、轉速、唱片編号和制造厂商标等。

虽然唱片的构造相当簡單, 但是要生产一張唱片却需經過很多繁复的过程。

1-3 唱片的技术特性

录音方式 录制唱片时, 录音头上的刻紋刀在录音片表面的振动, 可以是上下垂直方向或左右橫方向的, 前者叫做“纵向录音”, 后者称为“橫向录音”, 这是唱片的两种基本录音方式。这两种录音方式的不同之处可以从图 1-2 中看出。

纵向录音在唱片事业的发展初期占有重要地位, 如最早的原始圓筒留声机, 就是用纵向录音方法来录音的。这种录

音方式在信号电平较大时, 不会发生声槽間的重叠或串音, 所以相邻声槽間不必留出較大的距离, 这样就能提高录音的声槽密度, 而使放音时间相应增长。但是根据研究的結果, 这种录音方式的偶次諧波失真比横向录音大, 因此在現代唱片录音中纵向录音方法已經基本淘汰。

横向录音是一般唱片录音所采取的唯一方式, 它的主要优点就是二次諧波失真較小。

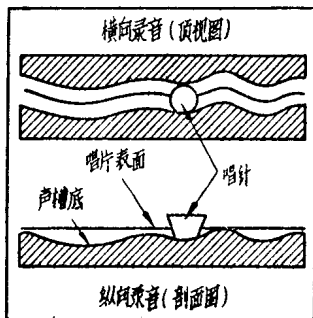


图 1-2 纵向录音和横向录音

虽然纵向录音已被基本淘汰, 但是由于声槽“挤夹效应”的緣故, 横向录音唱片在放音时唱針仍略有上下振动的現象, 也即在横向录音中实际上也包含着纵向录音的因素, 这在設計拾音器和音臂时是應該加以注意的。此外, 最近兴起的“立体声”唱片是同时利用横向录音和纵向录音作为两个波道来进行的, 因此纵向录音又被引起注意。

刻紋刀和声槽形状 刻紋刀的作用是在录音材料的表面刻出一条凹槽来, 因此它的构造就應該能滿足这种要求。刻紋刀經常和录音材料摩擦, 它本身必須非常耐磨, 通常都用金鋼钻或硬度仅次于金鋼钻的青玉 (或称剛玉) 制成, 它的形状如图 1-3 所示, 其中有刀柄、切割面和平整面等部分。平整面的寬度极小, 它的作用是推压切割好的声槽壁, 把槽壁磨成光滑的表面。刻紋刀在录音时切割声槽的情形如图 1-4 所示。

刻紋刀所刻出的声槽形状的截面如图 1-5 所示。其中 α 是声槽角, 也即声槽两壁所夹的角, 一般都是 90° ; 声槽的寬

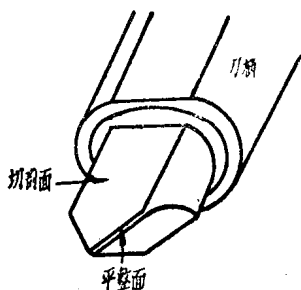


图 1-3 刻紋刀的构造

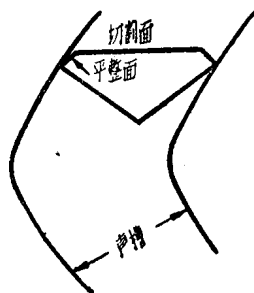


图 1-4 声槽的切割情形

度和深度，跟录音时刻紋刀深入录音材料表面的程度有关。唱片上相邻两条声槽間平坦部分称为“陆地”，陆地的宽度不能太小，否則会发生相邻声槽的“串音”现象。在唱片的徑向每厘米所录的声槽数叫做“声槽密度”。声槽的宽度是非常小的，一般只有一百多微米乃至几十微米，而且随着声槽密度的增加而变得愈来愈小。

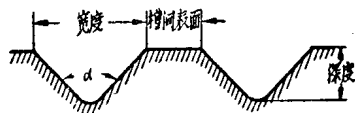


图 1-5 声槽的形状

放音时间 唱片的放音时间决定于轉速、声槽密度、唱片直径和所录最内圈声槽的直径等。对于 78 轉普通唱片，声槽密度一般为 38~43 条/厘米，最内圈声槽直径約 10 厘米。78 轉唱片的直径，在我国生产的有 25 厘米(10 吋)和 30 厘米(12 吋)两种，个别国家还有 20 厘米(8 吋)的小型唱片。各种不同尺寸 78 轉唱片的放音时间和其他标准如表 1-1 所示。

动态范围 所謂“动态范围”，是指最强信号和最弱信号

的音量电平間的差別，用分貝来表示。大型交响乐队的动态范围很大，通常可达到 70 分貝左右。但是在唱片录音中，由于較强信号和較弱信号的录音都受到了一定的限制，实际上不可能达到这样大的动态范围。

表 1-1 78 轉唱片的各項标准

直 徑(厘米)	20 (8 吋)	25(10吋)	30(12吋)
厚 度(毫米)	1.5~2.3	1.5~2.3	1.5~2.3
重 量(克)	約 120	約 225	約 350
声槽密度(条/厘米)	38~43	38~43	38~43
放 音 时 間(分)	2.10~2.30	3.20~3.50	4.35~5.15
中心孔直徑(毫米)	7.24	7.24	7.24

在低电平方面，唱片的动态范围受到杂声的限制。唱片都具有一定的“表面杂声”，唱片录音的最弱信号电平應該大于杂声电平，否則信号就会被杂声湮沒了。在高电平方面，限制唱片动态范围的是刻紋刀刻录的最大允許声槽幅度。对一般唱片而言，可能录下的最强信号电平不能使声槽幅度超过几十微米，否則就有发生声槽間重迭的危險。由于上面这些限制的結果，就使得一般唱片的动态范围大致在 30~40 分貝左右。

不过，在現代技术条件下，已提出很多改进方法来增加唱片录音的动态范围。首先，表面杂声可以利用优良的唱片原料使杂声显著地减少，这就使得唱片的动态范围能向低电平端扩展。如果在录音头中利用电流将刻紋刀加热，这样也可以减少杂声，实际上目前的新式唱片录音机都有这种装置。此外，有好多种方法可以使得唱片录音的高电平端也能得以扩展。例如，可以采用“可变声槽密度”的办法：这就是提高唱片

录音可以允許的最大信号电平，当信号太强时录音机会自动地将录音声槽密度减小，也即加大相邻声槽間的距离以避免发生声槽重迭的危險。还可以采用“电平控制”的方法，也是增大唱片录音的允許最大信号电平，不过当太强的信号出现时能自动瞬时地衰减，以免发生声槽重迭的情况。

頻率范围 为了保证較高的傳真度，唱片录音的頻率范围显然應該尽量广寬。但实际上在頻率較高和較低的两端，唱片所录的音频頻率范围都会受到技术上的限制，例如受到录音头特性的限制。因此早期的唱片其頻率范围是比較窄的，只有 50~6000 赫左右。随着唱片录音技术的进步，特别是采用对录音头加負反饋以及上述的将刻紋刀加热的方法，使唱片录音的頻率范围大为展寬。目前一般唱片的頻率范围大都为 50~10000 赫，較高品质的慢轉密紋唱片通常都达到 30~15000 赫，而个别高傳真度唱片甚至为 30~20000 赫。現代的唱片录音都是預先录在磁带上然后再轉录的，所以磁带录音机的頻率范围首先應該很寬，不低于唱片录音机的水平。

失真 唱片在放音时不可避免地也要产生一定的非綫性失真。产生失真的主要原因倒不在唱片录音和制造的关系，因为在現代的技术条件下，唱片录音机的质量、制造唱片的电镀技术和压片技术都已达到很高的水平，在技术条件較好的制造厂中，已能将唱片从录音到压片一系列过程中所产生的失真减至相当小的程度。实际上，唱片在放音时产生失真，大都是由于唱片声槽和唱針之間相互作用的結果。这种失真的种类很多，主要有循迹誤差失真、循迹失真和因挤夹效应而引起的失真等。关于这些失真和减小失真的方法，我們将在以后再討論。

1-4 录音特性曲线

唱片必須按照某种特定的特性曲线来进行录音，这种曲线就叫做“录音特性曲线”。在正确设计和装置唱片放大器时，唱片录音特性曲线是一件不可缺少的资料。

什么是录音特性曲线 在讨论音频放大器时，经常会涉及到放大器的频率响应或频率特性曲线，因为这是品评放大器质量的一个重要指标。唱片录音特性曲线的性质有些和放大器的频率特性曲线相似，不过两者又存在着很大的区别。首先，放大器的频率特性曲线是代表放大器的放大能力和频率之间的关系，而唱片录音特性曲线是表示刻纹刀振动速度和频率之间的关系。其次，对放大器频率特性曲线的理想要求是在工作频率范围内愈平直愈好，最好是一条水平的直线；但录音特性曲线却相反，一般都是在低频段随着频率的减低而下降，高频段随频率的增高而上升，换句话说，它是一条倾斜的曲线。

上面已经提到，唱片录音特性曲线表示刻纹刀振动速度和频率之间的关系，所以在研究这种曲线以前，先要了解录音头刻纹刀的振动特性。对于专业用的唱片录音机都是采用电磁式录音头，刻纹刀由录音头内部的电磁线圈驱动。这种录音头在设计时都是使它们具有这样的机械特性：只要录音头线圈中的电流幅度不变，不论所录音频信号的频率如何改变，刻纹刀的振动速度总是保持恒定。由于刻纹刀的这种“恒速特性”，使唱片录音在频率较低和较高时都会遇到一些特殊的问题。

录音特性曲线不是一条直线 对于较低的音频频率，刻纹刀如保持它的振动速度不变，就必然会增大振动的幅度。例如当刻纹刀在频率 500 赫时，如振动幅度为 0.02 厘米，则在

250 赫时将 为 0.04 厘米。这可用图 1-6 来说明: 刻紋刀的振动速度即运动所经过的距离除以时间所得的商, 对 250 赫的

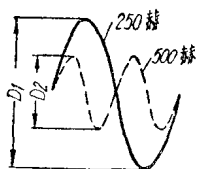


图 1-6 不同频率时的
振幅比较

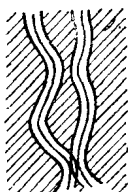


图 1-7 相邻声槽
的重迭

频率而言, 运动一周所需的时间两倍于 500 赫, 因此在恒速下刻紋刀运动所经过的距离也应该是两倍。频率愈低则振动幅度愈大, 而在频率相当低的时候就可能切割到邻近一条声槽上, 如图 1-7 所示。实际上两条相邻的声槽即使不直接迭合, 当它们间的距离太小时也会发生“串音”现象。当然, 这种声槽重迭的危险, 可增加声槽之间的距离 (即减少每单位长度内的声槽条数) 来避免, 可是这样就要使唱片的放音时间减少了。因此唱片录音时都是采取这样的办法: 对低于某一个所谓“过渡频率”以下的低频段, 利用特殊的线路将信号预先予以衰减, 这种线路就叫做“均衡器”, 经均衡作用后唱片录音特性曲线在低频段就变成随着频率的减低而下降。这样, 在过渡频率以下的低频段录音时, 刻紋刀的振动就大致维持“恒幅度”的特性。在放送唱片时, 可在放大器中装置性质相反的均衡器, 使低频信号随着频率的减低而上升。于是唱片从录音到放音的整个过程, 在最后的输出中仍可得到平直的频率特性。

在频率较高的一端, 录音也会遇到另外一些困难。放唱片时, 唱针和唱片表面的声槽槽壁紧密地接触, 由于制造唱片的原料, 特别是普通的 78 转唱片, 都是由很多的微小颗粒组成的, 因此唱片声槽槽壁不可能是绝对均匀平滑, 而这些虽然