

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

学校电化教学指导丛书

电声设备基本常识



# 第一章 广播设备及分类

## 第一节 广播

### 一、广播

利用无线电波或导线播送声音、图像节目的方式称为广播。按传输方式，广播可分为“无线广播”和“有线广播”两类。只播送声音的，称为“声音广播”，简称“广播”；同时播送图像和声音的，称为“电视广播”。广播电台（或广播站）和电视台把节目转换成电信号，利用无线电波或通过导线播送出去，人们通过收音机、电视机等设备收听和收看。

调幅广播。调制方式为调幅的广播。习惯上指长、中、短波的声音广播。

短波广播主要利用天波电离层反射，传播距离远，且因天波不受地形影响，可以越过高山等障碍，可以对边远地区或山区广播。其缺点是受电离层活动的影响较大，收听稳定性差。中波广播同时利用地波和天波传送，在地面接收范围内收听稳定性能好。其缺点是发射机和发射天线的体积较大。

调频广播。调制方式为调频的广播。目前都使用超短波波带。调频广播的优点是音质好，抗干扰能力强，因此立体声广播、电视伴音和节目传送通常采用调频制。

立体声广播。采用立体声技术进行的广播。双声道立体声广播是通过一个或两个不同频率的广播频道播送对应于听众使用具有双声道重放系统的立体声收音机接收，以辨别出声源的相对位置而产生立体声感。用普通收音机也可以接收到同一节目的内容，但没有立体声感。为了满足与单声道兼容的需要，大多采用了导频制的调频立体声广播。它只使用一个调频广播频道，用调制的基本声音频带送“左加右”信号，副载波调幅频带和导频送“左减右”信号。目前已出现了四声道立体声广播。

### 二、广播波段

为了避免各种业务电台频率之间的相互干扰，我国和世界各国都将无线电频谱划分为若干频段，其中可用于广播业务的频段统称为广播波段。在广播波段中，有一部分供广播业务专用，有一部分则供广播与其他业务共用。

按我国现行规定，广播波段可分为长波（150~285千赫）、中波（525~1605千赫）、短波（2.3~26.1兆赫）、米波（48.5~223兆赫）、分米波（470~796兆赫）等。

### 三、播音室、混响室

播音室。在声学上经过处理的、供播出和录制广播节目用的专用房间。播音室要求有较好的隔音条件，要有必要的防振设施，以防止固体传声。室内的天花板及墙壁应按照要求的混响时间及扩散声场的指标设置多种不同的吸音材料和扩散体。

根据不同的用途，播音室的面积可分为15~80平方米不等。语言播音室的面积一般在30平方米以下，混响时间为0.4~0.5秒。文艺播音室面积较大，按演员的人数和节目的性质设计不同的面积和不同的混响时间。

在利用多声道录音后期加工工艺的演播室中，为了增加每个声道间的分隔能力和保留后期加工的余地，则要求设置强吸声、强扩散的设施。其混响时间均控制在0.5~1秒，与演员人数和节目性质等无关。

混响室。具有较长混响时间和扩散声场的录音专用房间。在录音或录音复制过程中，为了改善音响效果，需要利用混响室在声音中人为地增加混响

或制造回声。混响时间要求为 3~5 秒或者更长。混响室声扩散性要好，并做适当隔声、隔振处理。室内可设活动吸声结构，以改变混响时间。

#### 四、噪声

无规则噪声。由于元器件中载流子骚动而产生的连续频谱的波动噪声。在播控系统中，无规则噪声基本取决于前置放大器中第一级半导体管或电子管及其线路。

微音噪声。播控设备中电子管或其他元器件受到机械振动而引起的噪声。亦称颤动噪声。半导体管的播控设备出现微音噪音的可能性比电子管要小得多。

#### 五、频率响应

亦称频率特性，是播控系统和播控设备的重要指标。在上述系统和设备中，当各频率的输入电压或声压保持不变时，其输出端电压或声压与频率的关系称为频率响应。

播控设备的频率响应以 1 千赫电平为参考点，在给定上、下限频率范围内以电平正、负偏离量来表示（单位分贝）。

#### 六、交流哼声

在电子设备的输出中出现电源频率（50 赫）或其整数倍频率的噪声称为交流哼声。在电子管的播控设备噪声中，交流哼声占相当大的比例。而半导体管播控设备的交流哼声则较小。

#### 七、串音

由于电磁感应、静电耦合或漏电等原因，使一个音频电路的信息串扰到另一个音频电路中去，这种现象叫串音。串音也是音频信号传递中较为严重的干扰，因此对多声道录音来说，应规定各声道间的串音衰减指标。

#### 八、射频干扰

如果播控中心与广播发射台或电视发射台的距离较近，而播控系统的屏蔽性能又不太好，则高频与超高频信号便可能串入音频系统。串入后的射频信号，在某个非线性环节得到解调，形成各种不规则的噪声干扰。

为了克服射频干扰，应在播控设备中的适当部位安装滤除射频的装置、加强弱电平环节的屏蔽以及采用对比平衡电路等。

## 第二节 传声器

### 一、传声器

一种将声信号转变为相应的电信号的电声换能器，俗称话筒，又称微声器、麦克风。在语言通信（如电话）中使用的传声器，一般叫做传话器。

静电传声器，以电场变化为原理的传声器。它包括电容传声器和电压传声器。

电容传声器，一种靠电容量变化而起换能作用的传声器。接收信号的振膜（金属膜或镀金属塑料膜）和后极板组成一个电容器（极头），这个电容器又串接到有直流极化电源和负载电阻的电路中。振膜受声波振动，引起电容量变化，电路中的电流也相应变化，负载电阻上也就有相应的电压输出。因为极头的电容量非常小，阻抗很高，不能用电缆线直接引出，需要一个前置放大器紧接在极头后面作阻抗变换。所以，电容传声器一般由极头、前置放大器和极化电源三部分组成。电容传声器灵敏度较高，频率响应平坦，瞬态特性好，音质较好，一般用于高质量的广播、录音中，也用于测试传声器。

驻极体传声器，一种利用驻极体材料做成的电容传声器。主要结构形式有两种：一种是用驻极体高分子薄膜材料作振膜；另一种是用驻极体材料做后极板。因为驻极体本身带电，所以这种传声器无须外部笨重的极化电源，简化了电容传声器的结构。驻极体传声器电声性能较好，抗振能力强，价格低，容易小型化，因此被广泛用于一般录音机，特别是盒式录音机中。

压电传声器，利用具有压电效应的材料做成的一类传声器。根据所用压电材料的不同，压电传声器分为晶体传声器、陶瓷传声器和高聚物传声器三种。

炭精传声器，主要包含一个振动膜片和一个填满炭精的小盒。它的频率响应特性很差，不能用于高保真的录音工作。这种传声器由于炭精之间的接触电阻发生微小的变化，会产生连续的滋滋声。其平均输出电平约为-30dB。它的坚固耐用、低价格和高输出等优点是其他传声器所不能比的。

陶瓷传声器，用钛酸钡、锆钛酸铅、铌镁酸铅等压电陶瓷材料做成的压电传声器，一般用在通信中。

晶体传声器，一种利用酒石酸钾钠、磷酸二氢钾等晶体做成的压电传声器。由于这些晶体材料的温度、湿度稳定性差，所以近年来很少使用。

高聚物传声器，一种用聚偏二氟乙烯等类压电高分子聚合物薄膜做成的压电传声器。某些高分子聚合物（简称高聚物）薄膜具有较明显的压电效应，用来做传声器一类电声器件，可以克服以往压电传声器中的一些固有缺点，例如振动系统质量大、劲度大、材料质地脆等。高聚物传声器的结构简单，频响宽而平坦，是一种新型的传声器，但输出阻抗太高。

电动传声器，根据电磁感应原理，从在磁场运动的导体上取得电输出的传声器。动圈传声器和带式传声器都属电动传声器。

动圈传声器，一种运动导体呈圆形线圈的电动传声器。动圈传声器结构较简单、稳定可靠、使用方便、输出阻抗低、可接长电缆、固有噪声小，广泛用于语言广播和扩声系统中。但灵敏度较低，易产生磁感应噪声，频响一般比电容传声器差。

双路动圈传声器，一种单向性较好的动圈传声器，它由两个声学上互相独立的高频单元和低频单元组成。通过分频网络把两个单元的输出合在一

起。这种传声器能在很宽的频率范围内获得较好的单向性，音质较好，但结构工艺复杂，目前只在高保真系统中使用。

带式传声器，其振动系统是一种悬挂在磁场中的薄铝带或镀金属塑料带，带子受声波作用而振动，因而感生电动势。用铝带做成的传声器又称铝带传声器。带式传声器音质较柔和，多用于无线电广播中，但容易损坏，不适于室外使用。

电磁传声器，靠磁路中磁阻变化而起换能作用的传声器。这种传声多用于语言通信系统，或做成微小型，用于助听器中。

压强传声器，一种对声压产生响应的传声器。和它相对的是压差传声器。工作时声波作用在振膜的一面上，产生正比于声压的推动力，使振膜往复振动，通过电声换能部分，产生正比于声压的电输出。各种类型的换能器都可以做成压强传声器，这种传声器又称零压压差传声器，它只有一个声入口。若其尺寸比声波波长小得多时，压强传声器也就是全向传声器。

压差传声器，一种对空间相邻二点的压差产生响应的传声器。压差传声器可分一阶传声器，二阶传声器、三阶传声器和高阶传声器等。普通不加阶次的压差传声器，指的是一阶压差传声器。压差传声器的振膜两面都受声波作用，结果推动振膜的力就正比于两面声压的差，因而换能器的电输出就正比于压差。利用各种不同特点的压差形式，可以做成指向性各不相同的传声器：零阶压差传声器（压强传声器）是全向的；一阶压差传声器是双向的；附加相移压差传声器可以是单向的等等。压差传声器的原理可用于制造抗噪声传声器。

组合传声器，一种对声信号的声压和压差都发生响应的传声器。系指压强传声器和压差传声器组合式的传声器。

抛物面反射式传声器，由一个抛物反射镜和放在抛物面焦点的传声器组成。它有很尖锐的指向性，专门用来接收远方的声波。由于体积较大，而且指向性与频率密切相关，所以只用于一些特殊场合。

线列传声器，一种超指向传声器。它有两种基本形式，一种是阵列式，即把许多传声器单元排在一条直线上，各单元的电输出在电路中叠加；另一种形式中，只有一个换能器，但在换能器前面（或后面）加了一根很长的进声管，管壁开了一系列进声孔，或一条进声槽。两种形式都是利用声波的干涉原理，产生比较尖锐的单向性，可以接收远处的声波。前者主要用于声学测试，后者主要用于电视广播和电影录音，以避免传声器对画面的破坏。

全向传声器，又叫无向传声器。当声波波长大于传声器的尺寸时，其灵敏度基本上不随声波的入射方向而变化。典型的指向性图案为圆形。全向传声器主要用作测试传声器和简音扩声系统的中心传声器。

单向传声器，一种对正前方来的声波特别灵敏的传声器。就单向性的程度而言，大体分为心形传声器、超心形传声器和超指向传声器三种。心形传声器是目前使用较普遍的一种单向传声器，它利用移相原理形成了“心脏形”的指向性；正前方灵敏度最大，两侧面稍小，背面影响比正面小 15~20 分贝。超心形传声器利用移相原理，形成比“心形”更尖锐的单向性。以上两种传声器大多使用于电影录音、舞台和厅堂扩声中，它可以减少室内反射声和环境噪声的影响，减小声反馈，从而提高清晰度和信噪比，也提高舞台扩声系统传声增益。超指向传声器的尺寸较长（有的长达 1 米），犹如长枪，俗称枪式传声器。它利用干涉原理和压差原理形成了比超心形传声器更尖锐的指

向性，只对传声器主轴方向上某一角度范围内的声波有较高的灵敏度。这种传声器可以在有环境噪声干扰的情况下，离信号源较远处接收信号，适用于电视实况转播和电影同期录音。

无线传声器，由装有微型传声器的小型发射机和接收机两部分组成。传声器把声音变成电信号，通过发射机调制高频信号，从天线辐射出去，由接收机接收并还原成音频信号。无线传声器省去了电缆，小型发射机佩戴在演员胸前，可以自由地表演，音量不会发生变化，扩声效果好，故在舞台和电视广播中得到广泛使用。它的主要性能特点是：尺寸小，重量轻、发射频率稳定、抗振能力强、操作方便。

立体声传声器，一种专为立体声录音而设计的传声器。根据不同的立体声制式，一般是由两个以上的单元组成。简单的立体声传声器是把两个单向传声器以适当的角度组装在一起，供一般立体声录音使用。专业录音有 MS 制式的传声器。它是由一只单向传声器和一只双向传声器组合而成的，单向传声器向着正面，双向传声器向着侧面，其输出端装有矩阵变换器，调节两个单元的增益，改变立体声的包括角。

## 二、传声器灵敏度

表征传声器在一定声压下能产生多大电输出的一个物理量。根据所选单位的不同，传声器灵敏度有不同的表示方法：

灵敏度  $M$ ，1 帕 (Pa) 声压所产生的开路电压的伏特 (V) 数，即伏 / 帕。

灵敏度级  $LM$ 。  $LM = 20 \log_{10} \frac{M}{M_r}$ ，式中  $M_r$  为参考灵敏度，

$|M_r=1|$  伏 / 帕。

灵敏度  $GM$ ，比较不同传声器的灵敏度时，为了消除内阻和额定负载不同的影响，采用了灵敏度  $GM$ 。

$$GM = 10 \log_{10} \frac{E^2 / 4R}{P^2} - 44 \text{ 分贝}$$

式中， $E$  是开路电压 (毫伏)； $P$  是声压 (帕)； $R$  是根据内阻大小所规定的额定负载 (如传声器内阻是 19 ~ 75 欧姆时， $R$  值为 38 欧姆，传声器内阻为  $80 \times 10^3$  欧姆或大于此值时， $R$  值规定为  $100 \times 10^3$  欧姆等)。灵敏度  $GM$  就是传声器接在额定负载  $R$  时，在 0 分贝 (声压 =  $0.2 \times 10^4$  帕) 的声压级作用下，每 1 欧姆额定负载的功率灵敏度。

## 三、传声器的频率响应

将传声器置于指定条件下 (如扩散场、自由场、声压场)，在恒声压和指定入射角的声波作用下，传声器各频率的正弦信号输出电动势和某一指定参考频率的输出电动势之比的分贝数，称为频率响应。

为了得到良好的音质，要求传声器频响曲线在宽频率范围内尽量平坦。但为了音质上的某些特殊需要，往往有意地抬高或压低某个频段的响应。

## 四、传声器的选用

## 五、传声器容易接收到的噪声及防止办法

## 第三节 扬声器

### 一、扬声器

将电能转化为声能，并将它辐射到空气中的一种电声换能器件。电影、电视、广播以及各种需要扬声的场合都需要使用扬声器。扬声器的主要性能指标有：灵敏度、频率响应、额定功率、额定阻抗、指向性以及失真等。

扬声器频率响应，在恒定电压作用下，在参考轴上距参考点一定距离处，扬声器所辐射的声压级随频率变化的特性。频率响应一般是记录在以对数频率刻度为横坐标的图上，即频率响应曲线。

扬声器额定阻抗，在扬声器上标称的阻抗值。在这个阻抗上，扬声器可以获得最大的功率。电动纸盆扬声器的额定阻抗规定为在阻抗曲线上由低频到高频第一个共振峰后的最小值。此时的阻抗接近一个纯电阻。

扬声器瞬态失真，由于扬声器的瞬态特性不好引起的一种失真。扬声器在实际使用时，重放的节目，如语言和音乐等都是瞬态声，即信号的振幅随时间而快速地变化着，而扬声器的振动系统具有惯性，常使其振动跟不上快速变化着的电信号，这样造成的失真现象就是一种瞬态失真。一般而言，所谓扬声器的瞬态失真小，也就是说瞬态特性好。

### 二、扬声器的种类

电动扬声器，又称动圈扬声器，是应用电动原理的电声器件。根据佛来明左手法则，在输入电流与磁场内磁束相交平面的垂直方向产生交变运动，带动纸盆振动，把声能辐射到空气中去。

纸盆扬声器，电动扬声器的典型结构之一。它是由振动系统、磁路系统和辅助系统三部分组成的。振动系统包括锥形纸盆、音圈和定心支片等；磁路系统包括永磁磁体、导磁板和场心柱等；辅助系统包括盆架、接线板、压边和防尘盖等。

橡皮折环扬声器，是在纸盆扬声器的基础上发展起来的。它的折环是用橡皮制成的，目前也有用其他材料的。采用这种材料的折环，振动系统具有高顺性的特点，故又称为高顺性扬声器。它的共振频率较一般扬声器要低得多。因此常用作组合扬声器的低音单元，尤其用在封闭箱中，可以使体积较小的箱子重放较低的频率。这种扬声器失真较小，瞬态特性亦较好，但效率较低。

号筒式扬声器，通常是应用电动原理制成的，它由振动系统（高音头）和号筒两部分构成。振动系统与电动纸盆扬声器相似，不同的是它的振膜为一球顶形膜片，而非纸盆。振膜的振动通过号筒与空气耦合而辐射声波。这类扬声器效率高、音量大，因而俗称高音喇叭。它适合于室外及广场使用。但频率范围较窄，单个使用音质较差。组合扬声器也广泛地使用号筒式扬声器作为中、高音单元。

舌簧扬声器，应用电磁原理做成的扬声器，属于电磁扬声器的一种。主要由永久磁铁、线圈、衔铁（舌簧）构成。衔铁位于线圈内，并与纸盆相连接。利用纸盆的吸引力和排斥力，以衔铁作媒介，带动纸盆，把声波辐射到空间去。这种扬声器阻抗高，灵敏度高，工艺简便，但频率范围较窄，通常使用于有线广播网中。

静电扬声器，又名电容扬声器，是应用静电场产生机械力的原理做成的扬声器。它是由一个固定电极和一个可动电极形成的电容器构成的，在两个

电极间需要加一固定直流电压（即极化电压），使之产生一个固定静电场。当声频电压加到两电极上时，由于其间所产生的交变电场与固定静电场发生相互作用，则电极间有一个与声频电压相应的交变力，使可动电极随之振动，与空气耦合而辐射声波。可动电极一般是在塑料膜上喷镀一层导电金属制成。现在已经出现了省去极化电源而用薄膜驻极体做成的静电扬声器。

压电扬声器，利用某些材料的压电效应制成的扬声器。当把声频电压加到压电片上时，压电片即会产生形变，形变的规律与声频电压相对应，压电片上连接有振膜，即能向空气辐射声音。压电扬声器结构简单，灵敏度高，消耗功率小，重量较轻，受温度和湿度的影响较小，成本低，可以制成专供重放高音的单元，用于组合扬声器中。但由于它的阻抗较高，尤为适用于有线广播网中。

离子扬声器，用声频调制的高频信号，在一个特殊的装置里使空气电离，电离的强度随声频的信号而改变，使空气发生相应的膨胀和压缩，使设在装置中的喇叭喉部产生声波，由喇叭耦合辐射到空气中去。这类扬声器高频性能优良，失真小，但低频性能差，而且结构复杂，需要使用高压高频源、调制器和屏蔽等装置，故应用受到限制。

封闭式扬声器箱，是一个封闭的箱子，箱的内壁装有吸声材料，以削弱声反射，防止驻波的发生。由于箱子是封闭的，从纸盆背面辐射出来的声波不会传到箱外与纸盆前面的声波相干扰，从而改善了低频。但因箱内空气的弹性作用，使扬声器振动系统的顺性降低，提高了扬声器的共振频率，结果往往使低频响应变差。由于出现了高顺性的扬声器，弥补了封闭箱的上述缺点，所以用较小的体积可以获得低频响应良好的效果。

倒相式扬声器箱，又称低频反音箱。在安装低频扬声器的面板上，开出一个声孔，称倒相孔。如果合理地设计箱体和倒相孔的尺寸，就能使扬声器纸盆背面所辐射的低频声波的相位，通过倒相孔后，与扬声器正面所辐射的低频波相位相同，增强低频的辐射。这种音箱放音质量好，使用相当广泛。

曲径式扬声器箱，在箱内设有曲折的声通道。这样，使扬声器纸盆背面辐射的声波，经过一曲折的路径再传播到空间。当选择通道长度为扬声器共振频率波长的 $1/4$ 时，则从通道口辐射出来的声波与扬声器正面辐射的声波相位相同，使低频范围展宽。此外，在曲折的通道中设有吸音材料，对高频波衰减很大，相对地增强了低频的辐射。但这种扬声器箱的结构比较复杂，故没有得到广泛应用。

号筒式扬声器箱：其特点是在安装低频扬声器的面板上，有一个锥形号筒，此号筒能使扬声器在低频范围内提高输出灵敏度，改善低频特性。号筒的截面积是按一定规律变化的。号筒口的大小取决于所要求辐射的截止频率，要求的截止频率愈低，则号筒的开口面积需要愈大，这样扬声器箱的体积也要相应加大。

组合扬声器，在需要高保真系统扬声器的地方，一般要求具有能重放 $20 \sim 20,000$  赫的频率范围。用一个扬声器实际上达不到上述要求。因而需要用两个或几个不同频率范围的扬声器单元，通过分频的方法，组合安装在一个助音箱内。这种在一个扬声器箱内装有几个扬声器单元和分频器，甚至还有音量衰减器的放声系统，称为组合扬声器。

### 三、声柱

由一定数量同相使用的扬声器，以直线排列安装在柱状的外壳中所构成



的系统。

扬声器一般为平面的，也有装成曲面的。各扬声器的轴线在声柱内可以相互成一角度或位于同一平面上，利用这种排列所存在的声波干涉现象，使指向性在 XY 平面较尖锐，在 XZ 平面较宽，以将声音发送得更远，得到对远近距离都较均匀的声场。另外，厅堂扩音也可利用这种指向性，以防止啸叫，有利于提高扩声系统的增益。所以声柱适合大厅、广场等场合的扩声。

#### 四、音量衰减器

在组合扬声器中，一般高中频部分灵敏度较高，在放声时需把它适当降低，这种用来降低高中频部分音量的装置叫音量衰减器。通常是通过转换开关，根据不同的要求选择不同的衰减量。但在变换衰减量的同时，一般要求衰减器输入端的阻抗保持不变，因此需用网络来实现。衰减量以分贝（dB）来表示。

#### 五、声透镜

装在扬声器口上的一种装置，用以展宽扬声器的高频指向器。工作原理与光学中的凹透镜相似，声波从扬声器发出后，中间部分直接辐射，边缘部分则需绕过声透镜的弯曲薄板，使声传播路程比中间部分增长，即相当于传播速度变慢，从而把声波由平面波变为球面波，使高频的指向性得以展宽。

#### 六、耳机

耳机是一种把电能转换为声能的电声换能器件。它和扬声器不同之处是，扬声器向自由空间辐射声能，而耳机的作用则是在一个小的空穴内造成声压。一般俗称的耳机，是指与人耳声耦合的电声换能器、头环、头垫、耳罩等部件组成的整体器件，专业上称头戴耳机。而专业术语上的耳机，只指上述整体器件中的电声换能器。

耳机灵敏度，通常表示输入 1 毫瓦电功率时，仿真耳中所产生的声压级，以分贝表示（0 分贝 =  $2 \times 10^{-5}$  帕 /  $\sqrt{10^{-3}}$  瓦）。耳机的灵敏度与频率有关，通常以某一频率的值（选在频率响应较为平坦处如 400 赫或 1000 赫），或某一频带的平均值来表示。

电动耳机，亦称动圈耳机。它是由磁路部分（磁体、极靴）、振动部分（振膜、音圈）和外壳等主要部分组成。当音圈通以音频电流时，根据电磁学中佛来明左手法则，在输入电流和空隙内磁通相交平面的垂直方向会产生策动振膜振动的策动力，因此振膜发生声波。电动耳机频率响应较宽，音质较好。主要用于广播、电影录音扩声监听或作标准受话器等。

压电高聚合物耳机，采用具有压电性能的高分子聚合物薄膜（如聚偏二氟乙烯薄膜等）做成的耳机。由于此材料可以做成仅 8 微米厚的薄膜，因而耳机的频率响应宽，瞬态响应和音质好，属于高质量耳机。

驻极体耳机，一种用驻极体材料做成的静电耳机。有两种结构形式，一种是用块状驻极体材料做极体；另一种是用薄膜驻极体材料做振膜。由于驻极体材料本身已带有半永久性电荷，所以不用另加极化电压，附加设备大为简化，使用较方便。

二声道立体声耳机，左右两只耳机通入不同的音频信号，利用双耳效应产生“立体感”，能分辨声源的大概位置。可用单声道的耳机改装。

## 第四节 扩音机

### 一、扩音机

把话筒、唱机、收音机或其他声源输出的微弱信号放大后，输送到扬声器中，使之发出更大的声音的装置。

扩音机有电子管和晶体管两种，按用途又可分为单用机、二用机及三用机。电子管扩音机输出功率大，抗过载能力强，在学校有线广播网中被广泛采用。晶体管扩音机体积小，携带方便，很适合课堂教学。

定阻式扩音机，有一确定输出阻抗的扩音机。当负载阻抗等于输出阻抗时，扩音机就“匹配”，输出功率就是扩音机的额定输出功率。当负载阻抗小于输出阻抗时，这是由于输出电流增大，扩音机在过负荷情况下工作，易引起扩音机严重非线性失真或损坏扩音机的末级功放管。因此，定阻式扩音机是不允许过负荷工作的。当负载阻抗大于输出阻抗时，扩音机输出电流小，输出功率减小，扩音机在轻负荷下工作，但此时输出电压会升高，太高会击坏扩音机的有关元件或扬声器，一般允许负载阻抗比输出阻抗大 10% 左右。定阻式扩音机输出变压器的次级线，有很多抽头，不同抽头的输出接线柱上，标出了这些阻抗的数值，一般有 4 欧、8 欧、16 欧、32 欧、100 欧、125 欧、150 欧、200 欧、25 欧、500 欧等。其中 32 欧以下通称为低阻输出，100 欧以上通称高阻输出。由于电动式扬声器的阻抗很低，在近距离配接时，用低阻输出容易配接。但如果距离较远，则由于导线阻抗随距离的增大而增大，线路损耗也增大。为了减小线路损失，常采用高阻输出，这时输出电压随着升高，在输出功率一定时，输出电流减小，因而减小了线路损耗。

定压式扩音机，输出端以电压为标志的大功率扩音机。定压输出和定阻输出相比较，主要优点是：由于电路中加了较深的负反馈，它的输出电压很稳定，在额定功率范围内，负载接得多一点或少一点，对机器的输出电压影响很小。机器的电性也较稳定。当负载很轻的时候，不会有振荡之类的毛病。定压输出的扩音机一般要求扬声器的额定电压应和扩音机标称输出电压相符，扬声器需要的功率不应大于扩音机的额定输出功率。扬声器的额定电压就是扬声器在得到它所标称的功率时所需的电压。即

$U = \sqrt{PZ}$ 。在考虑“匹配”时首先必须求出这个电压，如果与扩音机的输出电压相符，就可以直接接上去，如果相差很大，就要用输送变压器进行匹配。

### 二、线间变压器

有线广播传输线路上起匹配作用的变压器。常见的线间变压器有如下几项参数：

1. 阻抗。线间变压器的阻抗是指线圈的交流阻抗。它与线圈圈数有关，圈数越多，阻抗越高。定阻式线间变压器的初级圈数比次级圈数多，所以初级阻抗比次级阻抗要高；

2. 额定功率。是线间变压器工作时允许输入的最大功率。如果超过允许的额定功率使用，就会使铁芯发热，线包也因电流过大而发热，以致引起短路等故障直至烧坏。

3. 变压比。常用“n”表示。它代表变压器初、次级的圈数比或电压比。即  $n = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2}$ ，式中， $N_1$ 、 $N_2$  分别代表初级和次级的线圈圈数；

$U_1$ 、 $U_2$ 分别代表初级和次级电压。用阻抗标志的线间变压器可以通过 $U = \sqrt{PZ}$ 换算成电压值标志。

### 三、扬声器的常用参数

1. 阻抗。喇叭阻抗是指喇叭线圈在一定频率时的交流阻抗值。由于阻抗和频率有关，对不同频率的信号，喇叭的阻抗值不同。所以一般产品上标明的阻抗值是在某一特定频率时的数值。一般舌簧喇叭在频率为 1000 赫时，交流阻抗值为 9000 欧左右。配接时这个数值可以当作不变的参量。

2. 标称功率。是指喇叭在承受这一功率值下连续工作而不致损坏的功率。如舌簧喇叭的标称功率是 0.1 瓦，常用高音喇叭的标称功率有 5 瓦、10 瓦、15 瓦、25 瓦等。应注意的是，标称功率是喇叭在正常工作时必须获得的功率。

3. 额定工作电压。喇叭的额定工作电压可根据其额定功率  $P$  和交流阻抗  $Z$  来求出，即 $U = \sqrt{PZ}$ 。

### 四、扩音机与负载匹配条件

功率匹配，指全部负载吸收的总功率，应等于扩音机输出总功率，或比总功率略小些，但不应小于扩音机额定输出功率的 7%；也可稍大些，但最大不应超过扩音机额定输出功率的 11%；

阻抗匹配，指全部负载的总阻抗应等于或稍大于扩音机的输出阻抗；

电压匹配，指每个喇叭上分配到的功率应等于或小于其额定电压。

### 五、使用扩音机的注意事项

电压不稳时打开扩音机，有时因电压突然升高而损坏机器，有时又因电压突然降低而使声音效果很差，因此，在使用扩音机时要特别留意。发现电压过高或过低时就需调节调压变压器。

使用话筒时，避免靠近和用过大的声音说话，因为话筒膜片非常薄，振动太大容易损坏，且声音也不甚好听。尤其是太接近话筒时，哈出的水蒸气直接喷入筒内，易使薄片氧化损坏。保护的方法是在话筒面上加包纱布，以防水蒸气的侵入，不用时放置在固定的匣子里。

使用电唱机播送唱片节目时，宜保持唱片表面的平整清洁，持放要小心，以免摔破唱片。对于电唱机的保护工作，要注意不用时盖好匣盖，防止灰尘落到机器上去，并要定期清洗和加油。唱片不用时应套在纸袋里平放，禁放在高温高热处。

使用话筒或拾音器时，不论插入或拉出插头，应当用手指握住插头的胶木壳，不可直接拉扯导线，以免拉断接头，发生故障。不用时，最好把导线卷起来，以免因过分曲折，而使绝缘层破裂发生漏电现象。

使用喇叭务必注意其是否挂牢、导线是否固定，可否避免听众踩线等等。

## 第二章 收音机、电唱机、录音机

### 第一节 收音机

#### 一、广播收音机

收听无线电广播用的接收机。收音机的种类有：

按结构区分：电子管收音机、半导体管收音机、固体电路收音机。

按接收的广播制式区分：调频收音机、调幅收音机、调频调幅收音机。

按接收的波段区分：中波收音机、中短波收音机、中波超短波收音机、长中短波收音机、全波段收音机。

按体积区分：落地式收音机、台式收音机、微型收音机、便携式收音机、袖珍收音机。

按程式、规格区分：特级收音机、一级收音机、二级收音机、三级收音机、四级收音机。

按使用的电源区分：交流收音机、直流收音机、交直流两用收音机。

调幅收音机。用来接收调幅广播节目的收音机。工作于中波、短波或长波波段。其中，带短波的更适合于接收远地电台。调幅收音机一般都具有自动增益控制电路。

调频收音机。用来接收调频广播节目的收音机，工作于超短波波段。它有噪声小、音频带宽等特点，收听音质比调幅收音机好，所以高保真收音机和立体声收音机都是调频收音机。

除某些专用的收音机外，一般的调频收音机都兼有调幅波段。

超外差式收音机。将接收到不同电台的射频信号经变频器变成一个较低的固定载频信号（叫做中频信号）的收音机。中频调制信号经中放级放大后送至检波器解调，解调后的音频信号再经放大后送至扬声器。

由于中频是固定的，而且频率较低，因此容易实现高增益、高选择性放大。

双声道立体声收音机。用来接收双声道立体声广播节目的收音机。它包括立体声调谐器和双声道低频功率放大器两部分。

调谐器部分接收立体声广播的调频信号，经解调后得到“左加右”和“左减右”两组复合的声频信号，二者相加得出“左”通道声频信号，相减得出“右”通道声频信号。“左”、“右”两个通道的声频信号经由两个独立的低频功率放大器，送到相应位置的左右两个扬声器箱放声。听众在两扬声器形成的立体声场中就可判听到左右分明的，或有左右移动感觉的双声道立体声。

立体声广播的信号之所以要组成“左加右”和“左减右”信号，是为了适应立体声接收和单声道接收的兼容性要求，使单声道的调频收音机收到“左加右”信号，也就是没有立体声感的广播节目。

双声道立体声收音机大多包括调幅波段。

#### 二、响度控制、音调控制

响度控制。指当降低输出音量时，相对提升高、低音频电平响应的装置。

生理声学研究发现，在低音频段和高音频段，人耳的听觉灵敏度随声音强度减小而急剧降低。为了在收音机输出音量较小时能较满意地收听音乐节目，除了在收音机低放电路中配置高、低音调控制外，还增加了“响度控制”。它要求在音量电位器上增加1~2个固定抽头，并在这些抽头上连接适当音调

网络。

音调控制。在收音机低放部分加入高低音提升或衰减网络，以使用控制旋钮调节高、低音输出大小，这种方法叫音调控制。

使用者可根据不同的节目，把音调控制器放到合适的位置。

### 三、频段扩展

高级超外差式收音机在拥挤的短波波段内寻台时展宽调谐刻度的一种措施。它是用一个容量较小的电容器与双联或三联电容器串联而成。收音机采用频段扩展措施后，调谐起来比较方便准确。

### 四、自动调谐

收音机不用人工转动调谐旋钮，而用电动带动调谐电容器（如在某些汽车收音机中），或调谐电位器（如在电调谐收音机中）来寻找电台的方式。

在寻台过程中，遇到的电台信号足够强时，便自动截获该电台信号。也有的用电扫描方法改变调谐电压以达到自动搜索调谐的目的。

### 五、灵敏度

一般是指收音机接收微弱信号的能力。其定义为：当收音机的输出功率为规定的标准功率（标准功率，通常为标称功率的十分之一或其它规定值）时，在输入端所需要的信号强度或场强。信号强度以微伏计，场强以毫伏/米计。这些数字越小，灵敏度就越高。

最大灵敏度。当收音机各级增益都调到最大值时，为了在收音机输出端取得规定的标准功率，在输入端（即天线端）所需要的信号强度或场强。

信噪比灵敏度。当规定输出信噪比为某一定值时，为了在收音机输出端取得规定的标准功率，在输入端所需要的信号强度或场强。在规定的输出信噪比为 2 时，上述信号强度和场强之值称为“6 分贝信噪比灵敏度”；当规定信噪比为 10 时，则称为“20 分贝信噪比灵敏度”。

信噪比灵敏度表示在规定的输出信噪比的条件下，收音机接收微弱信号的能力。

### 六、人体效应

当手靠近或接触收音机时，收音机的本振频率发生变化，从而影响收听效果，这种现象叫人体效应。

正常情况这种变化应很小，不影响使用。本振频率越高，受人体影响也越大，所以短波收音机较易出现人体效应。

### 七、选择性

指收音机选出有用信号。抑制干扰信号的能力。在输出标准功率条件下，用偏调干扰输入电压与调谐信号输入电压之比的分贝数表示。分贝数越大，选择性越好。

单信号选择性。表示收音机抑制邻近调谐频率的单信号干扰的能力。用单个信号依次调谐和偏调进行测量，通常调幅收音机偏调  $\pm 10$  千赫；调频收音机偏调  $\pm 250$  千赫。调谐回路 Q 值越高，总的谐振曲线越尖锐，单信号选择性就越好。

双信号选择性。用调谐的有用信号和偏调的干扰信号同时输入进行测量。干扰信号除了直接到达输出外，还将通过收音机放大级的非线性，交叉调制到有用信号的载波上去。在干扰信号输出比有用信号输出低 20 分贝的条件下，输入干扰信号电压与有用信号电压之比，称为双信号选择性。

## 第二节 电唱机

### 一、唱机

唱片的放唱设备。主要由动力部分、传动机构、转盘、拾音器、放大器和扬声器等组成。现代唱机的动力和放大系统均借助于电能，因此又常称电唱机。

电唱盘。是放唱设备的主要组成部分，包括电动机、传动变速机构、转盘和拾音器等。在要求较高的场合，还有频闪测速、转速微调和针压调节等附属装置。其转速通常为78转/分、45转/分、 $33\frac{1}{3}$ 转/分和 $16\frac{2}{3}$ 转/分四种。

电唱盘一般不带放大器，但有些采用电磁式拾音器的专用产品，附带输出电平为0~6分贝的前置均衡放大器，以便直接与传输电路功率放大器相连接。

拾音器。重放唱片的机电换能器。其作用是把沿着唱片声槽运动的唱针所作的机械振动变换为相应的电信号。

拾音器包括拾音头（换能装置、唱针）和音臂等附件。其换能装置主要有压电式、电磁式、电容式以及半导体等。按重放唱片声道，可分为单声道拾音头和立体声拾音头。

### 二、拾音头

立体声拾音头，重放立体声唱片的换能器。它由一枚唱针与两只互成直角的换能元件相耦合而组成。唱针随声槽作45/45合成运动，以拾取左声道和右声道的声音信息。

电容式拾音头，利用电容量变化原理工作的幅度响应拾音头。它有一对靠得很近的导电板，一片是固定的，而另一片是活动的，唱针耦合在动片上。当外加恒定直流电压时，动片随唱针的振动使电容量变化，从而拾取声音信息。这种拾音头的优点是频响范围宽、噪声低、稳定性好，但要配备专用的前置放大器。

压电式拾音头，利用晶体的压电效应原理制作的幅度影响应拾音头。其唱针耦合在压电元件上。压电元件主要有酒石酸钾钠晶体和压电陶瓷晶体等，常用于民用唱机。酒石酸钾钠晶体的特点是灵敏度高，但防潮耐湿性差。压电陶瓷晶体的特点是防潮耐湿性能好，但灵敏度比酒石酸钾钠低。压电陶瓷晶体的材料种类较多，现大多采用锆钛酸铅和铌镁酸铅。

电磁式拾音头，用电磁感应原理，将机械振动变换成电信号的幅度响应拾音头。主要由线圈和磁钢等组成。唱针耦合在线圈上的称动圈式，耦合在磁钢上的称动磁式。此外，也有将唱针耦合在衔铁上的称为动铁式，也称可变磁阻式。这类拾音器的频率响应宽阔平坦、失真小，但输出电压较小，常为专业电唱盘所使用。

### 三、唱针

随唱片声槽循迹的策动元件。它直接关系到唱片的重放性能，所以重量要轻，针尖须光洁，曲率半径应与唱片声槽相适应。

圆锥形唱针的包含角为40~50°，针尖曲率半径：粗纹为0.062毫米，用绿色标志；密纹为0.025毫米，用红色标志；立体声为0.015毫米，用蓝色标志，可兼用于单声道密纹唱片。

唱针的材料有人造宝石钻石，一般人造宝石唱针的寿命约 50 小时，铝唱针约为 200 小时。唱针形状除圆锥形外，还有椭圆形等。

#### 四、立体声

人的双耳能辨别各声源的距离和方向，故听音有空间感（或立体感）。在放声系统中，应用两个或两个以上的声音通道，使听者所感到的声源相对空间位置能接近实际声源的相对空间位置，这种重放声音称为立体声。

与单声道相比，立体声有如下优点：具有各声源的方位感和分布感；提高了信息的清晰度；提高了节目的临场感、层次感和透明度。

双声道立体声，是用两个声音通道在听众面前重现出声源的方位和距离的立体声技术。通常用两套独立的扬声器分别在听众的左前方和右前方，使听众能听到左右分明的、并有移动感觉的立体声节目。双声道立体声的信号源自立体声唱片、磁带或广播，并将“左”、“右”两个分离的信号经两个独立的放大器放大后，送到左、右两个扬声器放声。立体声信号源具有兼容性，在单声道系统中亦能重放，反过来，单声道信号亦可在双声道系统中重放，但效果都是单声道的。双声道立体声有多种拾音方式，大致有：在声场前方用左右两个相同传声器的拾音方式（AB 制）；由声场前方中心线向左右各偏 45°角放置两个指向性传声器的拾音方式（XY 制）；在声场前面中间位置，用一个传声器拾取“左加右”信号，一个双向传声器拾取“左减右”信号（MS 制），其信号需要通过和差变换器还原成左、右信号；还有在人头模型的两耳处装两个指向性传声器拾音的模拟人头制等等。

四声道立体声，用四个声音通道给听众重现出四周声源的方位和距离的立体声技术。通常用四套独立的扬声器放在听众“右前”、“左前”、“右后”、“左后”四个位置，从而使听众有更大的空间感和临场感。四声道立体声技术的制式有两大类：一类称为分离式，即在两个声音通道中各附加一个对 30 千赫副载波进行声频率控制频段的方法，从而使两个通道容纳四组信息。这一类有 CD—4 制、UMX 制等；另一类称为矩阵式，即采用矩阵编码的方法，将四个声音信号组编成两路复合信息而录制唱片或广播，重放时用相应制式的解码器还原成四路声音信号。这一类有 QS 制、SQ 制等。

#### 五、唱片

一种录有声音信息的圆片形载体。利用声—电—机换能原理，将声音（语言、音乐等）转变为相应的机械振动，以刻纹的方法在胶片上刻成声槽。通过放唱设备可重放所录的声音。通常的唱片是由原录的胶片先制成金属版，最后用塑料在模版中热压成型的。录音的方式有纵向、横向、纵横向三种。

粗纹唱片，是早期曾被广泛使用的唱片，转速为 78 转/分，纹宽为 0.15 毫米左右，每厘米约 30~45 条纹。这种唱片由于放唱时间短、表面噪声大等缺点，已被密纹唱片所代替。

密纹唱片，由粗纹唱片发展而来。纹槽细而密，纹宽最小为 0.051 毫米，纹底半径最大为 0.004 毫米，每厘米有 60~120 条纹。密纹唱片具有频率范围宽、失真小、动态范围大、表面噪声低、放唱时间长等优点。

薄膜唱片：用聚氯乙烯塑料薄膜压制成型的唱片。有单面和双面两种。我国生产的均为双面，片基厚度约 0.30 毫米，纹槽宽度比密纹唱片略宽，约为 0.08~0.11 毫米，转速为  $33\frac{1}{3}$  转/分，直径为 175 毫米。薄膜唱片片基薄

而轻，不易摔碎，制造成本低，但质量指标低于密纹唱片。

多声道唱片，一种在一个纹槽内具有多个声音通道的唱片。它用相应的放唱设备重放，较双声道更具空间立体效果和临场感。在现阶段，录音方式大致有矩阵式、分离式等。

立体声唱片，载有两个声音通道信息的唱片。在放唱两个声道的信息时，应使唱针尖端在互为  $90^\circ$  角并与通过唱片中心到针尖的经线成  $45^\circ$  角的两个方向运动。声道的位置被规定为离唱片中心较远的纹壁是右声道，另一纹壁是左声道。立体声唱片重放时须用两个放声系统，由左右两个扬声器放出的声音，才能使听者感受到声音具有扩展、移动、分离等效果。立体声唱片的外形、转速和录音特性与单声道密纹唱片相同。除了双声道立体声外，还有多声道的立体声唱片。

声频数字唱片（DAD），是把声音模拟信号转换为二进位制的数码信号来记录的唱片。DAD 是 Digital Audio Disc 的缩写。声频数字唱片有如下优点：在声频频段频响曲线十分平直；失真度极低，可达万分之几的数量；对立体声唱片，左、右声道间的分离度也很好，因许多声频数字唱片是用两个相邻而分隔的声槽（对无声槽是轨迹）来记录左、右声道信号的；由于噪声极低，整个声频频段都可得到很大的动态范围，没有可用仪表或耳朵检测到的抖晃和变调。

四声道立体声耳机，采用四个声激励单元，在左右两个耳罩中各安装两个激励单元。此种耳机具有“音像定位”的特性，立体声效果更佳，有身临其境之感。



## 第三节 录音机

### 一、录音机

磁带录音机，一种以磁带作载音体记录声音的机电设备。它主要由磁头、传动（走带）机构、录音放大器、偏磁振荡器、放音放大器等部分组成。

钢丝录音机，是磁性记录技术发展史上的第一代磁性录音机，它以钢丝作载音体。由于钢丝的矫顽磁力小于磁带磁粉的矫顽磁力，其断面形状对记录波长短的信号不如磁带有利，因而在同样的频带宽度下，钢丝必须具有比磁带大得多的线速度。这是钢丝录音的主要缺点。所以，它已被磁带录音机所代替。

盒式磁带录音机，是指使用盒式磁带的录音机。磁带速度一般均为 4.75 厘米 / 秒。盒式磁带录音机多做成袖珍式或便携式，也有做成台式的或与收音机装在一起的。盒式磁带录音机多用小型驻极体电容传声器录音，一般装在机内；也有用外接手持式传声器的，其上装有遥控开关，便于携带录音。

循环磁带录音机，使用头尾相接成环状的录音磁带的录音机称为循环磁带录音机。它的特点是，放音时可多次连续重放同一内容而无须倒带。环状磁带绕在环形盘或盒式循环带盘上，也有的挂在复滑轮上。循环磁带录音机多用在需要多次连续重复同一内容的场合，如电话局天气预报、电视节目预告、展览会自动讲解，以及在生产科研工作中用作程序控制、频谱分析等。

单声道录音机，只能录、放一个声音通道信息的录音机称为单声道录音机。它可分为单磁迹、双磁迹和多磁迹等类型。目前双磁迹单声道录音机使用较普遍，这种录音机可使一盘磁带进行上下两次录音。

多声道录音机，指能同时录、放两个或两个以上声音通道信息的录音机。例如，双磁迹两声道录音机、四磁迹四声道录音机、八磁迹四声道录音机等。

立体声录音机，一种用于记录或重放立体声信号的录音机。它将立体声的各声道信号分别记录在相应的磁迹上。

光学录音机，在电影方面专用的，将声音通过光学系统记录在胶片上的装置。由下列部分组成：供、收片盒；带动胶片运转的传动部分；将话筒内发出的音频电流，经调制器调制后，控制录音光源变化的装置。供片盒内的胶片，由传动齿轮输送至录音部分，然后收进收片盒。在整个输片过程中，胶片的长度必须保持一定，即使胶片本身产生一些轻微的收缩，也要用张力调节轮控制，避免旋转不均匀而引起还原时失真。当录音光学系统装置在适当位置上时，就能够在声带胶片上成象。同时，为了防止运行不均匀也装有稳定器。传动轮是空的，里面有反光镜，将透过声带的光导入录音监视器内。能通过连动马达进行摄影、录音同步运转。录音方式有采用电流计的 RCA 变积和变密式两种。上述两种录音系统都使用光电管还音。

同步录音机，指能与其他设备配合录音，并在重放时能与某一信号保持同步的录音机。大型同步录音机使用带齿孔的磁带，磁带和影片均用同轴的或同转速的齿孔传动，从而达到声画同步。小型同步录音机使用无齿孔磁带，录音时用一单独磁迹记录摄影机的速度信号。该信号称为导频信号，一般为 50 赫、1.3 伏。放音时，用外来控速信号（如电源的频率 50 赫）同磁带上重放出来的 50 赫导频信号进行比较并得出误差信号，再用该误差信号控制主导电动机的转速，从而使两个 50 赫信号达到同步。由于声画编辑机的输片同步电动机亦用同-50 赫电源驱动，影片与磁带即实现了同步。导频信号的传送

方式分有线和无线两种。无线传送方式是用标准频率发生器控制摄影机的片速，而同步录音机则录下装于机内的另一标准频率产生器的信号，以代替摄影机送来的导频，从而取消了摄影机与录音机之间的连接线。

脉冲编码调制录音机，这种录音机与一般录音机的区别在于，它不是采用模拟记录而是采用数字记录。录音时先将音频信号通过编码器变换成脉冲编码信号，然后再用调频的方法记录在磁带上。放音时，先把由磁带上取出的信号送到鉴频器，解调出脉冲编码信号，再送到解码器还原为音频信号。通常在解码器之前还有缓冲储存器，以消除磁带记录产生的抖动，并用时钟电路来保证编码、解码脉冲一一对应。此录音机的特点是音质受磁带性能影响较小，信噪比较高，抖晃率较小，频率响应较宽，动态范围较大。但对记录设备要求较高，电路比较复杂，因而体积较大，成本较高。一般用于电影制版原版录音、录制唱片原版录音、珍贵音响文献录音等要求较高的场合。

## 二、磁头

是磁性录音中的电磁换能器，是磁性录音机的关键部件。它可将电信号转换成磁信号存储在载音体上；反之，也可将存储在载音体上的磁信号还原成电信号或者将磁信号消去。

磁头铁芯材料应选用磁导率高、矫顽力小、电阻率大及硬度大的软磁材料。

磁头分为：录音磁头、放音磁头、消音磁头、录放音两用磁头、同步磁头、测速磁头、单路磁头和多路磁头等。

放音磁头是将载音体上的磁性变化转换成电压变化的磁头。放音磁头与录音磁头的构造相同，只是前者的缝隙宽度必须小于最高音频率的波长。如果缝隙宽度为 0.0005 英寸（12.7 微米），在磁带速度为 7.5 英寸 / 秒（19.1 厘米 / 秒）时，从理论上讲，其放音的上限频率可达 15 千赫。但实际上，缝隙的有效宽度还要稍微窄些，对 15 千赫的音频率来说，缝隙的宽度为 0.00025 英寸（6.35 微米）就够了。磁带速度越低，放音磁头缝隙就相应地要求越窄。缝隙宽度为 0.0001375 英寸（3.49 微米）的放音磁头并不是罕见的。放音磁头结构的容差范围非常小，以致几乎不存在，所以现代制造方法包括有：把两极靴镀上一层金的或铜的薄膜，甚至使用真空喷膜法。这就能精确地控制填充材料的淀积厚度，并从而控制缝隙的宽度尺寸。

抹音磁头，将记录在载音体上的交变剩磁抹掉的磁头称抹音磁头。其结构基本上与录音和放音磁头相同。唯一差别是抹音磁头的缝隙要宽得多，以便延长磁带在极靴之间的磁场里通过的时间。因为抹音磁头的目的是从磁带上去掉任何剩磁，所以必须产生一个强大到足以使磁带达到磁饱和的磁场。为了产生这样强大的磁场，流过抹音磁头线圈的电流往往是相当大的。结果，抹音磁头工作时的温度就很高。因为现代磁带具有很高的剩磁，用单缝隙抹音磁头很难达到令人满意的消磁效果，于是开始使用双缝隙抹音磁头。双缝隙抹音磁头的消磁效果超过 75 分贝，两条缝隙的尺寸不同，相互距离约为 1 / 8 英寸（约 3.1 毫米），共作一个叠片组。

交叉场磁头是使录音偏磁电流和音频信号交叉通过的磁头。当磁带在常规录音磁头前通过时，偏磁磁场在缝隙中心达到最高值，而当磁带脱离磁场的影晌后，偏磁磁场就减弱。这些偏磁磁场的拖曳部分，往往使磁带去磁，而引起刚录下的高频分量就出现局面部分抹音的现象。某些录音机制造厂试图用交叉场磁头来改善这种状况，其方法是用一只附加的交叉场磁头，使录

音偏磁电流从磁带的带基面通过，而音频信号则按通常的办法加在磁带的正面。交叉磁场的安装角度，应刚好使磁带能很快地离开偏磁磁场，以减少局部抹音效应。虽然偏磁磁头从不与磁带的带基相接触，但装磁时为了方便还是要把它从带道上摇开。

多磁迹磁头，为了特殊用途，往往需要把若干只磁头装配在一个屏蔽盒内，这样的磁头就称为多磁迹磁头。一个多磁迹磁头可以包括 2 个、3 个、4 个、6 个、8 个、12 个或 16 个单独的磁头。所有这些磁头的录音缝隙，都应装配在一条直线上。为了防止两个相邻磁头的信号之间出现串音干扰，每一个磁头绕组都必须加以足够的屏蔽；每一磁头的极靴都必须精确调整，使其缝隙排列成相同的相位。为了防止位移，通常都灌进树脂定位。最后，装配完了的部件还要加以磨光，以便磁带的整个宽度都能在平滑的磁头表面通过。

### 三、磁带速度

指录音机在单位时间里传送磁带的长度，简称“带速”。单位是厘米/秒。国际上规定的标准如下：76.2 厘米/秒；38.1 厘米/秒；19.05 厘米/秒；9.53 厘米/秒；4.75 厘米/秒；2.4 厘米/秒。

一般来说，带速愈高则频率响应愈宽，音质愈好。随着磁带质量的提高，带速有向低发展的趋势。

### 四、录音机抖动率与抖动的计权曲线

抖动率，又称抖晃率或失调率，是录音机的一项主要指标。它指录音机运转时，由于传动机构的配合不好或运行中因张力、摩擦、振动等原因引起磁带运行速度变动，造成放音时音调周期性的变动现象。这种速度变动是一个复合变量，影响较大的是 0.2~200 赫。通常将 20 赫以上的变动叫“抖”，20 赫以下的叫“晃”。“抖”反映在听觉上是音质不清，“晃”反映在听觉上是音调变动，0.2 赫以内的缓慢变动则叫做漂移。抖

动率以速度变动的千分比来计量。抖动率 =  $\frac{V}{V} \times 1000\%$ 。式中  $V$  是速

度的偏差峰值， $V$  是额定速度。

抖动的计权曲线，由于人耳对音调波动（即抖动）频率有不同的灵敏度，因此在计测录音和重放设备的抖动时，应使测量仪器（抖动仪）。它对抖动频率的灵敏度具有与人耳相似的特性。这时仪器指示出的抖动数字就是抖动的计权值。将抖动的计权值按其频率描绘成的曲线称为抖动计权曲线。它与人们的主观感觉应是一致的。

### 五、额定输出电平、自动电平控制

额定输出电平是指录音机标定的输出电平。它与磁带上的工作磁平相对应。标准录音机额定输出电平的方法，是用标准带上的参考磁平信号放音，其放音输出应达到标定的输出电压值。

自动电平控制，一种自动调整录音音量的装置，亦称自动音量压缩或自动增益控制。主要用于传声器的输入电路。其原理是将录音输出信号的一部分整流成直流变化，再反馈到录音输入电路中以自动控制放大器的增益。当输入信号强时，放大器的增益即自动压缩，从而避免了由于信号过强而引起的磁带饱和失真。

### 六、输入灵敏度、频率响应及背景噪声

录音机输入灵敏度，录音机在录音时，磁带上的磁平达到参考磁平所需

要的最小输入信号的电压值，称为录音机的输入灵敏度。

录音机频率响应，这一概念和一般放大器中的相似。录音机频率响应除了与放大器特性有关外，还与磁头和磁带的性能以及磁头与磁带之间的相对速度等因素有关。

录音机背景噪声，指录音过程中产生的噪声。录音机背景噪声是由多种因素引起的。振荡器及其他元器件产生的噪声、磁带的噪声、磁头线圈及其引线感应的噪声、消音不良、直流磁化与磁头接触不良引起的噪声等，统称为背景噪声。

放音信噪比，放音通路的信噪比称为放音信噪比。磁带不靠紧放音磁头或以假磁带（没有磁粉）运行时，参考磁平信号电压  $U_s$  与放音输出端的噪声电压  $U_n$  之比，即为放音信噪比，以分贝表示。

$$\text{放音信噪比} = 20 \text{Log} \frac{U_s}{U_n} (\text{分贝})$$

## 七、损失

间隔损失，指磁头与磁带贴带不紧，有间隔而引起的损失。这是录音机在录、放过程中的一种波长损失。其经验公式为：

$$\text{间隔损失} = 54.6 \frac{d}{\lambda} (\text{分贝})$$

式中  $d$  为磁头与磁带之间的间隙（单位：微米）； $\lambda$  指录音波长（单位：微米）。

缝隙损失，是波长损失的一种，当录音波长等于缝隙有效宽度  $b$  的两倍时，磁头输出电压最大。录音波长缩短，输出电压就减小，到录音波长与缝隙有效宽度相等时，输出则为“0”。这种现象称为缝隙损失或缝隙效应。可用下式表示：

$$\text{缝隙损失} = 20 \text{Log} \frac{b/\lambda}{\text{Sin}(b/\lambda)} (\text{分贝})$$

涡流损失，录音机在录、放过程中的一种铁芯损失，即磁头铁芯在变磁场中由于涡流而引起的损失。可用下式表示：

$$\text{涡流损失} = B^2 f^2 t^2 / \rho$$

式中  $B$  代表磁通密度； $f$  代表信号频率； $t$  代表铁芯厚度； $\rho$

$\rho$  代表铁芯电阻率。

磁滞损失，指在录音、放音、消音磁头中由于铁芯材料受反复磁化，使磁畴反复摩擦而引起的损失。它与磁头材料滞回线所包围的面积和每秒钟反复磁化的次数成正比，是磁性记录中频率损失的一种，可用下式表示：

$$Pr = o' r f B d$$

式中  $o' r$  指取决于材料的常数； $f$  指频率； $B$  指磁通密度； $d$  为常数 1.6 ~ 2.2。

## 八、录音磁带

磁记录过程中实现信号电磁转换的带状磁性媒质。磁带本身由带基和磁性层构成。带基由醋酸纤维、聚氯乙烯、涤纶薄膜等制成。磁性层包括：磁粉，即记录和贮存信息的主体，常见的有  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ，铁铬双涂层及金属合金的超细微粒等；粘合剂是将磁粉粘附在带基上的一层涂膜；助剂是润滑剂、消静电剂、增塑剂等。

## 1. 典范带

又称参考比较带。是一种在一定生产阶段对某种记录速度的磁带性能进行检查时，用以作为参考比较标准，从而区分生产磁带的性能优劣、质量等级的磁带。

测试带，专门用来调试、校准和检测记录设备的磁带。录音机用的测试带上录有下列各种信号：具有一定磁通量的固定频率信号称为标准磁平信号——用来确定和调整重放通路的放大率；磁头方位校正信号——用来校正重放磁头缝隙相对于磁带的垂直度；频率特性校正信号——用来调整重放通路的高低频补偿网络，使重放通路的频率特性曲线平直。

测速带，测量记录设备运行速度的磁带。测速带的测量方法有两种：光学测量——在带基上印有明暗条纹，用闪频仪来测量带速；标频测量——在记录设备上重放录有 3000 赫信号的磁带，用频率仪来测量带速。

盒式磁带，连同收、供带一起装在塑料盒中的磁带，也称卡式磁带专用于盒式录音机或盒式录像机。盒式录音机的磁带，宽度为 3.81 毫米，厚度小于 20 微米；盒式录像机的磁带，宽度有 6.25、12.7 及 25.4 毫米等，厚度小于 35 微米。

## 2. 带基

磁带中用来承载磁层的基底（参看录音磁带）称为带基。一般为塑料薄膜，新型磁带也有用极薄的金属膜的。对带基薄膜的要求是比较严格的，它应当柔韧、光洁、抗张力强、延伸小、厚度均匀、不易老化，带静电小及温湿度膨胀系数较小等。常用带基材料有醋酸纤维薄膜、改性聚氯乙烯薄膜和涤纶膜等。

## 3. 磁粉、磁带饱和剩磁

磁粉，指包含在磁层中的粉状磁性材料。它决定着磁带的许多重要性能。磁粉种类较多。

磁粉的下列因素是重要的：几何形状，颗粒大小；均匀度；剩余磁感应强度（ $B_r$ ）、矫顽力（ $H_c$ ）、矩形系数（ $B_r / B_m$ ）。现代磁带所用的磁粉多为针状、细颗粒  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 。

磁带饱和剩磁，当磁性记录材料已被磁化到饱和时，去掉磁化力后仍在磁性材料上存留的磁化强度称为饱和剩磁，单位为韦伯（或马克斯威尔）。这是磁性记录材料的一个重要指标。一般来说，饱和剩磁越高，则磁带输出信号越大，信噪比越高，失真越小。

## 4. 磁带噪声

又称磁带本底噪声，是由磁带本身引起的噪声。它可以分为以下几类：

饱和噪声——当重放已磁化到饱和的磁带时所出现的噪声。它是因磁粉颗粒分散不均匀引起的。

调制噪声——当重放录有给定信号的磁带时，与此信号幅度瞬时值有关的噪声叫做调制噪声。它是由磁性能的非线性所致。

零调制噪声——记录头和消磁头有消磁和偏磁信号，但在无记录信号情况下，重放已消磁后的磁带所出现的噪声。通常，这种噪声电平比整体消磁噪声电平约高 3~4 分贝。

整体消磁噪声——各磁头完全消磁并在无信号情况下，重放消磁后的磁带所出现的噪声。这种噪声和每单位时间通过重放磁头上的磁粉颗粒数目有关。

直流噪声——无论是否有偏磁电流存在，当记录磁头中通过直流电时，磁带上产生了不均匀的磁化以后重放出的噪声，就是直流噪声。它是由磁粉分散不均和磁带表面不规则所致。

#### 5. 偏磁、直流偏磁、消磁器

偏磁，在磁性记录过程中，为使输入信号工作在磁化曲线的线性段而在录音磁头中加入的偏置电流，称为偏磁电流。这种偏置方法称为偏磁。

直流偏磁，如果输送给录音磁头用以补偿磁性材料磁滞现象的辅助电流是直流时，这种偏磁方称为直流偏磁。

消磁器，消除带磁物体上剩磁的一种装置。消磁方式分永磁、直流和交流三类。广播系统的消磁器主要用来消除录音磁带上的已录节目信号和录音机件、有关附件及工具上的剩磁。

消磁器通常采用不闭合铁芯的电磁铁，通以 50 赫的交流电流。消磁时，首先使被消磁物体靠近消磁器，使磁性达到饱和，然后再逐渐离开，于是磁滞回线逐渐缩小，直到剩磁消除为止。也可把阻尼振荡电流通入电磁铁的线圈来作消磁器。使用这种消磁器时，被消磁物体不必逐渐离开。

#### 6. 磁带相对灵敏度

相对灵敏度是和典范带的灵敏度相比较而言的。两者相等，则称该磁带的相对灵敏度为零，高于典范带时为正，低于典范带时为负。数值一般用分贝表示。

#### 7. 磁带延伸率

指磁带外加一定拉力后伸长的比例，可分为弹性延伸率和塑性延伸率两种。

一定长度的磁带上悬一定重量的重物，隔一定时间后测量延长数，这是弹性延伸，用百分数表示即为弹性延伸率。取掉重物后，再隔一定时间再测量磁带延长数，这是塑性延伸，用百分数表示即为塑性延伸率。磁带延伸率主要由带基材料决定。

#### 8. 磁性取向

指在磁带生产过程中，借外加磁场使磁层中的磁粉按一定的方向排列。例如，针状磁粉便是使它的长轴旋转到和取向场平行。这样使剩余磁通密度增加，矩形系数改善，因而可提高磁带灵敏度和信噪比，并改善其频率特性。

#### 9. 超音频振荡器

或称偏磁振荡器，是指录音机中用来产生数十至数百千赫的超音频电流的振荡器。在录音状态时，超音频电流供给消音磁头和偏磁电路以作消磁和偏磁之用。

### 九、调音台

也叫调音控制台，是播控中心的重要设备。它是广播、电视、电影等单位在播送和录制（或复制）节目时将各路输入的音频信号进行放大，音质修饰、混合、分路以及进行特殊音响效果加工的专用设备。

调音台里设有多路传声放大器、中间放大器、线路放大器、分配放大器、音量衰减器、高低音音调调节器、多频率音调调节器、电子滤波器、音量压缩器、人工混响器、音量表及监听、对讲、信号和供电等附属设备。

调音台对讲系统是供音响导演与演唱、演奏者之间进行相互直接对话联系的一种辅助设备。一般分单工和双工两种类型。单工对讲电路较简单，但只能交替地通话。双工对讲设备可以同时相互进行对话，使用较方便，但其

电路较复杂。

### 十、延时器

是一种可以把节目信号延迟一个短时间的音响加工设备。延时器可以进行几毫秒到几百毫秒的延时，把经过延时器的节目信号与原素材信号按一定比例混合，可以起到把声音加厚的效果，也可以借以得到回声效果。延时器还可以用在高质量扩声系统中，以校正几个不同位置的声柱发声的固有延时。延时器有超声传导式、机械延迟式和电子桶队电路式等几种。延时器往往与混响器配合使用，可以得到较好的音响效果。

电子延时器是一种在声学工程中运用电子手段模拟或补偿声传播过程中所产生的时间延迟的装置。它比常用的电磁记录式延时装置，具有质量高和调节、操作简便等优点。近年来，它已广泛应用到广播、电影制版以及其他专业录音技术中。

电子延时器的工作原理，是将输入的音频模拟信号通过模——数转换变成相应的二进制数码数字信号，再将数码信号延迟，最后再经过作用相反的数——模转换，还原成原来的音频模拟信号输出。它的延时单元多用移位寄存器组成，将数字信号加以延迟。

延时器的结构多采用插入式单元，输出可以多级串联使用。时延多为毫秒（ms）级，最短时延在数毫秒，最长时延数百毫秒。时延是可调的。

### 十一、录音放大器、放音放大器

录音放大器，将录音机输入信号加以放大和预矫正的电路叫做录音放大器。其输出信号与偏磁信号叠加后，输送给录音磁头，对磁带进行磁化。一般对它的频率响应、失真度和信噪比等指标都有较严格的要求。

放音放大器，将放音磁头输出的信号进行放大并对其特性进行矫正的电路叫做放音放大器。放音信号经放大和矫正后，提供给传输线路或作为功率输出。放音放大器增益较高，对其频率响应、失真度、信噪比等指标均有较严格的要求。

### 十二、标准放音补偿特性

为了抵消录、放过程磁电转换的微分特性及随速度而异的记录损耗和重损耗，从而能在额定声频通带内获得平直的频率响应，因此必须对放音放大器进行特性补偿。

为了便于交换节目，各国和各组织对放音放大器的频率特性补偿都规定了标准，但国际上通用的是 CCIR 建议并为 IEC 采纳的标准，它是相当于一个时间常数为  $t_1$  的并联 RC 网络与一个时间常数为  $t_2$  的串联 RC 网络的组合。

### 十三、音量

音量衰减器，一种调节音量的器件。其衰减量按分贝数分级标出。当改变衰减量时，其输入和输出阻抗应保持不变，从而不影响电路阻抗的匹配关系。一般常用的衰减器有两种：桥 T 型和双桥 T 型，前者为不平衡式，后者为平衡式。按其结构分类有旋转式和推拉式两种。推拉式直观性强，操作便利，而且录音人员可以对几路声道同时操纵。新型推拉衰减器的衰减范围可达 80 分贝以上。衰减量在“ ”档时，对 10 千赫信号的衰减应大于 95 分贝；衰减量在“0”档时，对通过信号的实际衰减量应小于 0.2 分贝。

音量单位表，又称 VU 表，是播控设备中一种常用的音量表。其表面刻度单位为 VU 和百分数。零 VU 即 100%，位于满刻度的 70% 左右。按规定，当加入 0 分贝（或者是 +4、+6 分贝）正弦波信号后，音量单位表的指针上升到

99%处的时间为 0.3 秒，其阻尼特性要求过摆不应大于 101%，过摆摆动只应为半周。音量单位表的灵敏度可借附带的可变衰减器调节。

峰值音量表，测量音频信号最大瞬时振幅的音量表。其指示值与被测信号的波形基本无关。为此，要求表针有较快的动态特性，一般要求上升时间小于 10 毫秒，回复时间为 1~1.5 秒。计量单位通常以分贝表示，量程可达 50 分贝左右。峰值音量表有电表式、光栅式、光点（发光二极管）式，近年还有数字显示式等。

#### 十四、磁带录音机的种类

磁带录音机按其分类方式，分为以下不同种类：

按用途分类，大致可以分为一般用和专业用两类，还可根据使用目的和使用条件具体分为以下几种。

此外，还可按面板和传动机构的安装角度，分为卧式（水平式）、立式（垂直式）和倾斜式录音机。

按技术指标分类。技术指标有以下几种，一般均在产品样本中给出。

#### 十五、录音方式

经常使用的录音方式有以下几种：

##### 1. 盘式

单迹，在整个磁带宽度上进行录音的称为单迹。由于其录音效率高，便于剪辑，所以广播部门一般都采用这种方式。

双迹单声，先在第一条磁迹上录音，然后改变录音方向（一般是调换左右带盘的位置），在第 2 条磁迹上录音，过去也有人叫半迹。这种方式的录音时间为单迹的两倍，在磁带利用上较为经济，因此家用录音机上往往采用双迹。

双迹立体声，录音时，把左声道的声音录在第 1 条磁迹上，右声道的声音录在第 2 条磁迹上。目前虽然四迹立体声音乐磁带已大量投入市场，但一般的立体声录音机仍做成这种双迹立体声方式。现在，立体声广播和制作唱片原版带的高级录音机都采用这种方式。

四迹单声道，录音时，先在第 1 条磁迹上录音，然后改变录音方向在第 4 条磁迹上录音，以下交替改变录音方向，依次在第 3 和第 2 条磁迹上录音。用四迹立体声录音机进行单声道录音时，一般采用这种方式。

四迹立体声，录音时，先在第 1 和第 3 条磁迹上录音，然后改变录音方向在第 4 和第 2 条磁迹上录音。这时，左声道为第 1 和第 4 条磁迹，右声道为第 3 和第 2 条磁迹。

##### 2. 循环卡式

四迹立体声，录音时，先在第 1 和第 3 条磁迹上录音，然后以相同的录音方向在第 2 条和第 4 条磁迹上录音。这时，左声道为第 1 和第 2 条磁迹，右声道为第 3 和第 4 条磁迹。

八迹立体声，录音时，先在第 1 和第 5 条磁迹上录音，然后以相同的录音方向在第 2 和第 6、第 3 和第 7、第 4 和第 8 条磁迹上录音。这时，左声道为第 1 至第 4 条磁迹，右声道为第 5 至第 8 条磁迹。

##### 3. 盒式

单声道（双迹），与盘式的双迹单声道方式相同。

立体声（四迹），录音时，先在第 1 和第 2 条磁迹上录音，然后改变录音方向在第 4 和第 3 条磁迹上录音。这时，左声道为第 1 和第 4 条磁迹，右



声道为第 2 和第 3 条磁迹。

此外，还有在语言练习和双重录音时使用的双声道单声方式，以及用双迹或四迹立体声录音机通过转换操作来进行录音等方式。

#### 十六、录音机使用前的准备

使用录音机前应做好如下准备工作：

阅读使用说明书。在使用录音机之前，必须仔细阅读使用说明书，充分了解录音机的性能，各种接转器和开关的作用、与其他装置连接的注意事项、电源、湿度、温度、通风环境、磁带和装磁带的方法。

带速选择。在录音机中，除盒式机外，一般可以选择 2~3 种带速。录音时间由磁带长度和带速来决定，但是选择带速时最好根据所录声源来确定，例如，录制高保真音乐时，选择 19 厘米/秒；录制背景音乐时，选择 9.5 厘米/秒；录制语音时，选择 4.8 厘米/秒就已足够。

磁带的选择方法。由于磁带种类不同，磁带特性会有一些差异，特别是偏磁值不同会直接影响到频率特性和失真，所以为了获得最佳录音，应使用录音机厂家推荐的磁带。如果使用其他磁带，应对录音机重新调整，以使其与磁带特性相匹配。一般，广播录音机要调得与 100 号磁带（日本 JIS 标准）相匹配；普及型录音机要调得与 150 号或 200 号磁带相匹配。此外，磁带厚度不同直接影响到张力，特别是在三马达式录音机上使用 200 号或 300 号磁带时，必须减弱供带盘侧和卷带盘侧的张力。为此，市场上还出售了可以进行张力转换和偏磁转换的录音机。按照不同的使用要求，还可以分别选用低复印、低噪声、高输出等高性能磁带。但其偏磁值和频率特性也有时不一样，所以在选用时应了解清楚。否则，不仅得不到满意的录放音效果，而且易损伤磁头。

录音前的检查。交流式录音机在连接电源和使用之前，必须首先检查使用场所的电源条件与录音机的电源是否一致。

调整录音电平。为了无失真、高效率地进行录音，必须预先正确地调整录音电平。录制语言时，使用自动电平控制（ALC），非常方便；录制音乐节目，特别是高保真录音，不仅要调整音量控制器使指针最大摆动在 0VU 附近，而且由于节目内容和乐器的组成情况不同，有时出现指针过摆，有时达不到 0VU，这时就要找出适合于录音机的最佳录音电平值。尤其是对瞬时声音，不同电平表的指示值往往也不一样。在录制连续出现的高音时，即使指针摆动在 0VU 以下，也会出现失真。相反，当录制连续出现低电平的声音时，动态范围就变得窄些，为了从噪声中提取有用信号，一般要提高电平来进行录音。

#### 十七、磁带录音机的清洁、注油、磁头消磁

磁带录音机的清洁：清洁工作对维护录音机外观和性能都十分必要，特别是磁头、导带器和其他磁带通过的部件，更应认真清洁。例如，有时高音出不来，主要是因磁头沾上了污物造成的。

磁带录音机的注油，每隔一段时间，给录音机的转轴适当注上一点润滑油，有助于长期保持录音机的良好性能。在录音机的转轴上，一般使用粘度较小的机油。由于注油部件不同，对油的粘度要求也不一样，如高速转轴最好用粘度小的油；而采用含油毛毡供油时，最好用粘度较大的油，并且油要不易蒸发，温度、湿度有了变化以后仍能保持一定的粘度。注油时，可用注射器将油滴入注油孔或毛毡表面，注油量不宜过多，否则流出后粘附在惰轮、传动带等橡胶部件上，就会引起抖动或其他故障。注油工作最好在录音机刚

刚用完，需要注油的部件，温度较高时去做比较合适。注油部件和注油量随转轴的材料质量、转速、使用次数而异。例如马达、主导轴、压带轮、惰轮等使用了含油轴承时，应在使用 300 小时后滴 1~2 滴油（马达上滴 0.5 毫升）。就是在不使用的情况下，也要一年滴上几滴油。

磁带录音机磁头的消磁，磁头经长时间使用以后，往往要有些磁化。此外，放大器出故障或带磁的东西碰着磁头，也会使磁头磁化。结果必然要影响录、放音质量，高频下降，产生噪声。情况严重时，甚至使一些重要的录音节目磁带高频跌落，噪声增加。虽然不同录音机磁头的磁化量并不一样，但不管其磁化量多少，都应在使用之前或用过一段时间以后（50 小时左右），定期用磁头消磁器进行消磁。消磁的方法如下：用磁头消磁器的前端靠近磁头表面，慢慢转 4~5 圈。如果在磁头消磁器的前端贴上塑料薄膜或接合带，则前端碰着了磁头也不会使其损伤。将磁头消磁器慢慢离开磁头。此时应注意，把磁头消磁器离开录音机 50 厘米远以后，再切断消磁器的电源。

#### 十八、盒式录音机特殊功能键的使用

除了放音、停止、快进、倒带、录音等一些基本功能键外，很多中、高档录音机增加了一些特殊功能键。如：

杜比（DOLBY）降噪开关。杜比降噪电路或称杜比系统，到左、右扬声器间的距离加大，立体感强。

差拍消除（BEAT CANCEL）开关。录音机在录制广播节目时，有时会听到由于录音偏磁振荡的高次谐波与接收的电台信号产生的差拍干扰的啸叫声。遇到这种情况，可将差拍开关扳到另一个位置，改变偏磁振荡频率，便可消除差拍声。

磁带（录放）/收音/睡眠（TAPE/RADIO/SLEEP）开关。利用此功能开关可作录、放和收音的选择，还可以定时关断收音机。

此外，有的录音机还有“选听键”、“自动选曲键”、“电脑选曲键”、“复听键”、“自动电平控制键”、“响度键”等，应根据不同款式录音机参照该产品使用说明进行正确的操作。其作用是降低磁带高频部分的固有噪声。采用杜比系统录制的盒式原声带，或用户使用杜比系统录制的磁带，在放音时使用杜比开关才起降噪作用。不经过杜比系统录制的盒式磁带，使用杜比开关反而会造造成音频信号的损失，使用时应该注意。

单声/立体声/展宽（MONO/STEREO/WIDE）开关。在放送立体声磁带时，要想获得更强的立体感，可将工作状态开关扳到“立体声展宽”（WIDE）位置，其效果是听觉上感

#### 十九、语言实验室

泛指装有特殊程序的电化教学设备，专供语言教学用的教室。

## 第三章 激光唱机与唱片

### 第一节 激光唱机

激光唱机是用来重放激光唱片的设备。通常激光唱机本身不带有功率放大器 and 扬声器（俗称的喇叭和音箱），大多数唱机带有耳机插孔，可以用耳机听音。如果要用扬声器放音，就必须将激光唱机输出信号接到收录机或组合放音设备的 CD 端，由收录机或组合放音设备中的放大器，将信号放大后由扬声器发出声音。

#### 一、激光唱机的分类

家用型。家用型激光唱机大多为台式，它与专业型激光唱机在结构上差别不大。但在选曲精度、检索功能和可靠性方面，专业型激光唱机要求更高。例如，家用型的选曲是以秒为单位的，专业型是以帧为单位的。专业型激光唱机和高级民用型激光唱机中数字电路部分与模拟电路部分的电源是分开的，以免由于数字电路中的高频成分通过电源电路影响到模拟电路，使音质下降。专业型激光唱机有台式，落地式和分体式。分体式专业激光唱机由控制单元和主体单元组成。主体单元包括转盘、激光拾取器、数字声频和模拟声频输出部分。在放音时，可以用一台控制单元控制几台主体单元来协调放音，在节目编辑播放中非常实用。

目前已有可以一次将几张激光唱片或十几张激光唱片置于一个盒内，进行按编排程序自动重放的激光唱机。还有可以按编排程序自动重放 300 ~ 600 张激光唱片的专业用激光唱片自动放音系统。

便携型。便携型激光唱机的体形很小，例如称为迪斯科曼（disc—man）的一种便携型激光唱机的体积为  $138.3 \times 151.5 \times 40\text{mm}$ ，重量约 0.44kg（电池除外）；可用背带挂在肩上或夹在腰带上，边走边用耳机欣赏音乐。

汽车用型。汽车用型激光唱机，操作更为方便，用一只手将唱片插入唱片入口后，唱片会自动进入机内。它要求能耐震动、耐高温和耐剧烈的温度变化。

#### 二、激光唱机的组成与工作

激光唱机主要由以下四部分组成；激光拾取器及其移动机构，信号处理电路，伺服系统和唱盘驱动系统。

##### 1. 激光唱片上的信号怎样被激光拾取器拾取

激光拾取器上的低功率固态铝砷化镓类激光发生器，发出波长为  $0.78\mu\text{m}$ 、功率为  $2 \sim 3\text{mw}$  的红外偏振激光。当激光束由唱片透明基底射入时，由于透明基底的折射率为 1.55。激光唱片上记录的小凸起所在平面入射到地后，再反射到小凸起所在平面的距离刚好等于  $1/4$  波长 +  $1/4$  波长 =  $1/2$  波长。即当激光与入射到地后又反射的激光在小凸起平面上有半个波长的相位差，即反相，使反射光束强度大为减小，在没有小凸起处，入射到地上的激光束则大部分被反射回来，因而反射光强弱有变化。在光路中，由分光棱镜将反射光与入射光分开，由光敏二极管检测出反射光的强弱变化，便可转换成与 D 波形相近的高频电信号。

激光拾取器如何工作，激光二极管所发激光通过准直镜后成为平行光束，经分光棱镜及  $1/4$  波长片后，由物镜聚焦在激光唱片反射膜上，成为直径约  $1.2\mu\text{m}$  的小光点，由激光唱片反射的光束再通过物镜成为平行光束，经  $1/4$  波长片，在分光棱镜上转向  $90^\circ$ ，射向光敏二极管。

分光棱镜是将两个直角棱镜的斜面合在一起组成的。其中一个直角棱镜的斜面上涂布有偏振膜。1/4 波长片是光的双折射片。线偏振光束通过它后成为螺旋圆偏振光，经激光唱片反射后，圆偏振光的旋转方向要左右反转。通过 1/4 波长片后，恢复为线偏振光的反射光的偏振面相对于入射光旋转了 90°，使通过分光棱镜的入射光旋转了 90°。于是与分光棱镜入射面平行的偏振光可以直线通过，与入射面垂直的偏振光则被斜面的偏振膜阻挡，而向 90° 方向反射，经会聚透镜及柱面透镜后射向光敏二极管，进行重放信号的光电转换以及聚焦误差、循迹误差的检测。

如果采用三束式聚焦，循迹在准直镜前或后有一绕射光栅，它是一块表面刻有等间隔细光栅的玻璃片，激光通过光栅后彼此干涉，分为许多光束，可限制光束只允许其中最强烈的一条与次强的两条通过，形成三光束。如果用单束式聚焦、循迹则无需这个光栅。

简化的三束激光拾取器可以没有准直镜，而在物镜组中包含有起准直镜作用的透镜。它也没有 1/4 波长片，并以不涂布偏振膜的半导光镜代替分光棱镜，还有使用相干性较差的、含有邻频的激光二极管，来防止因反射光的干涉影响激光二极管所发激光的稳定性。

简化的单束激光拾取器。它无 1/4 波长片及绕射光栅，并以楔形棱镜代替分光棱镜中的一个，或以半导光镜来代替整个棱镜。准直镜与物镜相距较近，以便只利用激光束中心部分的优质光束，而舍弃周围的光束。

激光拾取器的移动是通过激光拾取器的聚焦，循迹靠移动机构来完成。移动方式大致有以下三种，适用于不同要求的激光唱机中。

(1) 移动臂式。循迹线圈装在移动臂上，磁铁固定在机架上，循迹线圈中电流的大小和方向决定了使线圈受力的大小和方向，线圈带动移动臂作圆弧形移动。

(2) 齿轮齿杆式。这种方式的检索速度较慢，只用于普及型激光唱机中。

(3) 线性电动机式。移动体中装有激光拾取器和驱动线圈。两块磁铁安装在边轭内，它们的相对极性相同，磁铁所发磁通过中心轭、边轭形成闭合磁路。磁铁与中心轭之间形成隙缝，驱动线圈位于隙缝中间，当线圈中有电流通过时，线圈将受力的作用而移动。在与驱动线圈相反的一端另有一线圈，当移动体移动时，线圈中将感应出感应电动势，可用来作为电机移动速度的监测信号。

## 2. 激光唱机的伺服系统

伺服 (Servo) 系统是检测出运动系统的误差信号后，控制电动机自动地加以校正，使之回复到正确状态的自动控制系统。激光唱机中的伺服系统有以下四种：

(1) 唱片转速伺服。使唱片在不同半径拾取信号时，转速自动在 500r/min ~ 200r/min 之间连续变化，以保证激光束以恒线速度扫掠唱片上的纹迹。

(2) 循迹伺服。使激光束在唱片径向准确跟踪螺旋纹迹，精度为 0.1μm。

(3) 聚焦伺服。使激光束准确聚焦在唱片纹迹上，聚焦深度 2μm，聚焦精度 0.5μm，不受唱片不平、偏心等影响。

(4) 光系统伺服。使激光拾取器移动到规定位置上，以进行选曲和拾取信号。

激光唱机激光束光点应当聚焦在唱片纹迹的地上，并应沿唱片纹迹扫

掠，不能偏离。因此，激光唱机应能自动控制激光束的聚焦和循迹。控制方式有两种；单束式和三束式。

#### 单束式聚焦和循迹控制方式

由激光唱片反射回来的激光束，经光劈分为两条光束，射到 A、B、C、D 四个光敏二极管上，四个光敏二极管输出的总和  $(A + B + C + D)$  形成数据信号，聚焦控制也由四个光敏二极管完成。当聚焦正确时，四个光敏二极管受到相同强度的光束照射；当聚焦不正确时，则两条光束将靠近（当唱片较远时）或离远一些（当唱片较近时），使  $(A + D) - (B + C)$  有一定数值，用来控制物镜移动，调整激光束的聚焦。

光敏二极管还产生自动循迹信号。当激光束射向纹迹中心时，反射出对称光束；当激光束偏离纹迹中心时，反射光束将不对称，光强将不同， $(A + B) - (C + D)$  就形成误差信号，控制激光束正确循迹。

#### 三束正确聚焦及循迹控制方式

三条光束的中间光束是用来拾取数据和控制聚焦的，两条循迹光束则只用于循迹。

聚焦信号是由一球面凸透镜和一柱面透镜所形成的光点来取得的。光点变化的形成图。当聚焦正确时，由唱片返回的光束，经物镜和柱面透镜后，在光敏二极管接收相等光量，无误差信号输出，当唱片较近或较远时，聚焦不正确，返回的光束在光敏二极管平面上形成椭圆光点，四个象限的光敏二极管接收的光量不相等。因而有误差信号输出。

三束式循迹，两条循迹光束分别位于中间光束右上方和左下方。当正确循迹时，两条循迹光束的一部分将扫掠小凸起的边缘，另外一部分将扫掠到地上，中间光束被反射后，使四个象限的光敏二极管受光，而循迹光束被反射后，使位于主光敏二极管两侧的两个光敏二极管受到相等光强的照射，循迹误差信号为零。当中间光束没有正确循迹时，反射光束的强度将减小，两条循迹光束的反射光束强度将不相等，形成循迹误差信号。

## 第二节 激光唱机的使用与维护

激光唱机应该避免外界传来的振动，包括扬声器传来的声音振动。因此，激光唱机应远离扬声器，更不能把扬声器放在激光唱机后面。放置唱机的桌子应该较重，或在激光唱机上放置较重的物体。在激光唱机下面应放上垫子或弹性隔离物。放大器不要架在激光唱机上面，以免激光唱机发出的各种高频噪声信号进入放大器，使音质变坏。下面就介绍便携式激光唱机和台式激光唱机的使用和维护。

### 1. 便携式激光唱机的使用与维护

以 SONY D—11 型激光唱机为例加以说明。

(1) 按动开盖键打开机盖，打开电池盒装好电池，再盖好电池盒，或接通外接电源。

(2) 放入激光唱片，注意，应将唱片印有商标、曲名的一面朝上放在唱片托盘上。盖好机盖后可将左侧面的机盖锁钮（LOCK）锁上，以免误碰开盖键，使放音中断。

(3) 插好耳机插塞，并戴好耳机。

(4) 按动放音/暂停键（PLAY / PAUSE ►||），唱片开始转动，

可从观察窗看出。开始第一个曲目的放音。这时依次显示出唱片的总放音时间和乐曲号。可调节前侧面的音量调节器（VOLUME）转钮位置（越向右旋转，音量越大），将音量调到合适大小。

放音时，还可调节右侧面上的低音提升（BASS BOOST）钮。低音提升钮共有三档，由左至右为正常（NORM）、中等（MID）和最大（MAX），即越向右，低音越重。

(5) 当需要暂停放音时，可按放音/暂停键。需要恢复放音时，可再次按动放音/暂停键。

(6) 当停止放音时，可按动停止键，使唱片停止转动，电源会自动断开。按动开盖（OPEN）键，取出唱片，盖好机盖。

为了防止在放音过程中误碰一些按键而使放音中断，可将前面上的锁定/继续（HOLD / RESUME）钮推向最右边，以保持放音状态不变。

在放音过程中，按动停止键后，再按动放音/暂停键，则放音将从唱片开头部分重新放音。如果将锁定/继续钮推向中间或右方，则按动停止键后，再按动放音/暂停键，则放音将从停止时所停位置继续进行放音。

如果锁定/继续钮被推向中间或右端位置，按动停止键后，机盖被打开或电源中断，则不能保持记忆，再按动放音/暂停键时，将从唱片开始部分放音。

(7) 需快进、快倒选曲（Search）时，可在放音过程或暂停过程中，连续按下快进键 ►► 向前选曲或连续按下快倒键 ►► 向后选曲。这时显示屏上即

显示同当时重放的乐曲经过的时间，在乐曲与乐曲交接处显示几秒钟下一个乐曲号。在选曲过程中，可由耳机听到较轻的快速进行的乐曲声。

(8) 按动放音方式（MODE）键，可以改变放音的方式。可在放音过程或暂停过程中按动。

曲前介绍（INTRO 即 Introduction 的缩写）或乐曲扫描（Scan）在锁定/继续钮处于断开（OFF）位置（最左端）时，按动一下放音方式键，显示屏上即显示出 INTRO 字样。然后再按动放音/暂停键，则由第 1 个乐曲开始，

对它放音约 10s，这时显示屏上显示出乐曲号“01”，然后自动快进到第 2 个乐曲开始点，对第 2 个乐曲也放音约 10s，这时显示屏上显示出乐曲号“02”，依此继续进行，直到最后一个乐曲放音 10s 后，显示屏上出“0”，唱片停转，电源自动断开。

只对 1 个乐曲进行反复放音，再一次按动放音方式键，则在正放音中的乐曲放音完了后，自动反复重放这个乐曲，这时显示屏是显示数字的字样。

例如是 [05] 意为对第 5 个乐曲反复放音。

对整张唱片反复放音，再一次按动放音方式键，则当唱片中最后一个乐曲放音完了后，自动回到第一个乐曲，依次进行放音，并且反复进行。显示屏上有 ALL 的字样。

按不同顺序反复放音，再一次按动放音方式键，这时，从正在听的乐曲开始，唱机将自动按不同顺序放音，整张唱片放音完后，将自动重新按另一不同顺序进行放音。在进行不同顺序反复放音过程中，如要对正在听的乐曲重新从头放音，可按动快倒键；如要移到下一个乐曲开始处，可按动快进键。但连续按动快倒键也不会移到已放过音的乐曲处。

按自己要听的乐曲自行编排顺序放音（RMS 放音，或编程放音），再一次按动放音方式键，显示屏显示 RMS 和内炼的 MEM 字样。按动快进或快倒键选择一个要听的乐曲，然后按动记入（ENTER）键，将所选乐曲号记入机内。反复进行这种操作，可以记入 20 个乐曲。按动放音 / 暂停键，显示屏上闪烁的 MEM 字样消失，开始按所记入的顺序放出所选乐曲。

如果在这种放音方式进行过程中，再一次按动放音方式键，则回到通常的按正常顺序放音的方式。

#### （9）便携式激光机的维护

便携式激光唱机的简单故障处理，仍以 SONY D-11 激光唱机为例说明。

##### 不能放音

检查锁定 / 继续钮是否已置于最左端。

检查唱片有纹迹的一面是否已朝下放置。

检查唱片是否已放正。

检查唱片是否干净。

检查上盖是否盖好。

检查激光透镜上是否结露。

检查电池是否有电。

##### 耳机不出声

检查耳机插头是否插牢。

检查音量钮是否已向右旋转。

##### 声音断续

检查唱片是否有严重划伤。

#### 2. 台式激光唱机的使用

台式激光唱机的外形大多为偏长方体。以建伍（KEN - WOO）牌 DP - 47 型台式激光唱机为例进行说明每个按键的功能。

电源开关（POWER）；

唱片托盘伸出 / 缩回（OPEN / CLOSE）键；

时间显示（TIME DISPLAY）方式键；

重复放音（REPEAT）键；

⑤快进/快倒选曲 (SEARCH ◀◀, ▶▶) 键;

⑥快速选曲 (SKIP |◀◀, ▶▶|) 键;

记忆 (MEMORY) 键;

校验 (CHECK) 键;

清除 (CLEAR) 键;

⑩放音/暂停 (PLAY / PAUSE ▶, ||) 键;

(11)停止 (STOP) 键;

(12)曲目号 (TRACK NO), 显示屏上显示的名称。

(13)编程放音检查指示 (P.C.);

(14)时间显示: 一个乐曲时间或相对时间 / 整张唱片时间或绝对时间 (SINGLE / TOTAL TIME);

(15)重复放音显示 (REPEAT);

(16)放音方式显示器, 分为按顺序重放显示 (TRACK)、编程重放显示 (PGM)、自动间隔指示 (AUTO-S);

(17)放音指示 (▶);

(18)暂停指示 (||)。

台式激光唱机的使用方法如下 (以 DP - 47 型):

(1)连接唱机后面板上的线路输出到已连接好扬声器和连接好电源的功率放大器上。将唱机后面板上的交流电压选择开关钮移到 220 ~ 240V 位置。将唱机电源插头插入交流电源插座。按动唱机和放大器电源开关, 接通电源。

(2)按动唱片托盘伸出/缩回键 (\_\_\_), 使唱片托盘伸出, 将激光唱片放到托盘上, (注意: 唱片印有商标、曲名的一面应朝上), 再按动唱片托盘伸出/缩回键, 使托盘缩回。这时, 按动放音/暂停键, 唱片将从第 1 个乐曲开始放音, 显示器上显示 ▶, 并且显示 TRACK 字样, 同时显示 “01” 乐曲号和时间显示。

(3)需要暂停放音时, 按动放音/暂停键, 放音停止, 显示器上显示 ||, 时间显示固定不动。需要恢复放音时, 再按动放音/暂停键, 继续由停止处放音, 显示器上显示 ▶, 时间显示恢复显示。

(4)停止放音时, 按动停止键, ▶显示消失, 放音停止, 时间显示消失, 乐曲号显示也消失。当放完一张唱片的最后一个乐曲时, 放音自动停止。

(5)如果在停止状态时, 要选听第几个乐曲, 按动快速选曲键, 选好乐曲号后应在 3s 之内按动放音/暂停键放音, 这时显示屏上显示放音表示 ▶和曲目号。

如果在放音状态下要选听第几个乐曲, 按动快速选曲键后, 会自动进行该乐曲的放音。

如果唱片托盘未缩回时, 按动快速选曲键选好乐曲后, 再按动放音/暂停键, 则唱片托盘将自动缩回, 进行该乐曲的放音。

(6)在放音或暂停状态下, 连续按动快进、快倒选曲键选曲时, 可以听到较轻的快速放音的声音, 可根据听到的声音找到要听处, 抬起按键, 开始放音。

如果连续按动快进键超过了唱片终止区, 则将停止到唱片的起始点处。

如果连续按动快倒键超过了唱片的起始点, 则选曲将停止在唱片的起始点处。



(7) 按照听唱片人的选择顺序放音, 即编程放音时, 显示器上出现 [PGM]

字样。其步骤是: 先按停止键, 然后用快速选曲按键选取乐曲号, 在 3s 之内按记忆键, 这时乐曲号被显示并被记忆, 同时显示出该乐曲的放音时间, 大约显示 4 秒钟。连续进行上述操作, 可连续选曲, 但最多只能记忆 20 个乐曲。超过 20 个的乐曲将被取消。如果选取乐曲号后, 超过 3 秒钟未按记忆键, 则选的乐曲号无效, 显示器仍显示以前的状态。

编程完了后, 可按校验键, 则显示器上除显示 [P.C] 字样外, 还将依次显示

编程的乐曲号, 每个乐曲号显示 4 秒钟。

如果编程后需要修改已编程的一个乐曲号, 则可在按动校验键、找到需修改的乐曲号后, 在 4 秒钟之内再按动快速选曲键, 选得新的乐曲号后, 在 3 秒钟之内, 按动记忆键, 就可修改完了。如果上述两步操作时间多于 4s, 则新选的乐曲号将被记忆为最后一个编程乐曲。如果在修改时未按动记忆键, 则修改无效。

如果按动一次清除键, 则编程的最后一个乐曲号将被清除, 再按一次清除键, 则编程的倒数第 2 个乐曲号将被清除, 余下类推。

为了快速将所有记忆的编程乐曲号清除掉, 可使唱片托盘伸出或断掉唱机电源。

重放已编程乐曲时, 可按动放音键, 这时 [PGM] 显示将出现在显示屏上。要

停止放音时, 可按动停止键。要暂停时, 可按动暂停键。当最后一个编程乐曲放音完了后, 唱机将自动停止工作。

(8) 进行重复放音时, 无论是否编程放音, 都可按动重复键, 这时显示屏上显示 [REPEAT] 字样, 开始重复放音。要取消重复放音时, 可再按动一次

重复键, 或按动停止键, 或使唱片托盘伸出。

### 3. 使用激光唱机应注意的问题

激光唱机在放音时, 如果受到振动或冲击, 唱机内的激光拾取器很容易在外力作用下跳到相邻纹迹上, 以致产生跳音或哑音。这在便携式激光唱机更容易产生。当然在激光唱机中采用机械悬挂方式或循迹伺服系统来尽量减少这种情况的发生, 但仍有一定限度。因此, 激光唱机在放音时, 应尽可能使它不受到振动和冲击。而且也应注意以下问题:

(1) 新购进的激光唱机大多在唱机底板上有两个螺钉, 用来锁定唱机的转动部分, 以防止在运输过程中受到损伤, 应将它们旋下, 否则, 激光唱机不能工作。

(2) 新购进的激光唱机应核对标牌上注明的电压是否与所用的交流电源电压相符, 相符才能插入插头使用, 否则应加变压器后使用。

(3) 激光唱机上方应留有 3cm 高的空间, 以利于通风冷却。

(4) 激光唱机不应置于日光直射处或暖气片附近, 也不应置于功率放大器上面, 以免受到过多热量。

(5) 激光唱机上面不要放置录音磁带或录像磁带, 以免它们受到唱机中变压器磁场的影响。

(6) 唱机转动部分大多是由含油轴承支承的不需另行加油。

(7) 唱片托盘不要长时间处于伸出状态, 以免进入灰尘。

(8) 唱片托盘不要用手压回, 必须按动托盘伸出/缩回键, 使它自行缩回。

(9) 不要眼睛直接观察激光发生器是否有激光输出, 以免烧伤眼睛。

(10) 有些激光管内有毒性物质，对损坏的激光管不要加以解剖，以免中毒。

(11) 当激光唱机从温度较低处移至温度较高的室内时，激光拾取器发出激光的透镜上会蒙上水汽（结露）而不能工作，这时应接通电源放置一些时间，使水汽消失后于使用。

(12) 激光唱机表面可用细羊皮或绒布蘸少许清水来擦拭，不能用含酒精或氨的溶液。以及用去污粉来擦拭。

对显示屏上的轻微划痕，可用布蘸些牙膏反复摩擦来消除。

激光唱机如用布罩防止灰尘时，应在使用完毕且热量散失完了后，再罩上布罩。

(13) 由激光唱机连接到放大器的接线应能够很好地传输 20Hz—20KHz 的声音频率信号，并且两者的连接处接触要良好，不能有损耗。

### 第三节 激光唱片

人们很早以前就有将声音记录下来的愿望。据传说，曾有人对一个竹筒大声说话后立即将竹筒盖住，以为声音会留在竹筒中，当然，这是徒劳的。只有当人们对声音的本质有了认识之后，才有了记录声音的办法。

1877年美国发明家爱迪生(Edison)利用包有一层锡箔的圆筒来记录声音，开创了人类记录声音的新纪元。采用的方法是在一个大喇叭筒的底端连接一个金属膜片，在膜片背面的中心，垂直焊有一个刻针，使刻针与圆筒上包的锡箔层接触。当对大喇叭筒大声讲话时，声波使筒底的金属膜片振动，带动刻针上下振动。如果使圆筒按一定速度转动并使喇叭筒沿圆筒长度方向移动，刻针就会在锡箔上刻下深浅变化的连续的一圈圈螺旋形声槽，完成录音过程。放音时，使刻针与圆筒上锡箔形成的声槽上下振动，就可由喇叭筒发出记录的声音。这种录音由于上下振动的幅度不能很大。因此，重放出来的声音很小，并且很模糊。另外，它不能复制出相同的录音，也是它的一个缺点。后来，将锡箔筒改为蜡筒，这些缺点还原样存在着。

1895年贝利那(Beliner)将蜡筒改为圆盘形蜡片，将刻针弯了 $90^\circ$ ，使振动变为水平方向，增大了振动幅度。可以将已录音蜡片作成模板，从而可以大量进行复制，后来改用虫胶压制唱片，并且采用发条来驱动唱片转动。这是唱片的第一次革命。

唱片的第二次革命是在20世纪20年代发明了电子管放大器、碳粒传声器、电刻纹头和电拾音器的情况下进行电气化和放音，使音质大大提高，并且放音的音量大小也可进行调节。这时的唱片称为粗纹唱片，是每分钟78转的，25cm的唱片单面放音约3min，用sp来表示它。

第三次革命是1948年开始生产的用氯乙烯醋酸乙烯共聚体为原料的密纹唱片，转速为每分钟 $33\frac{1}{3}$ 转和每分钟45转，音质更提高了，放音时间也变长了。

第四次革命就是1982年开始出售的数字式激光唱片，可以说是划时代的革命。

激光唱片是利用激光(一种亮度极高、单色性和方向性很好的光)将声音记录下来，并且利用激光来重放出声音的一种唱片。激光唱片与以往的密纹唱片有本质的不同，它是利用数字技术将声音记录和重放的一种划时代产品。它的直径只有12cm，如同人的手掌大小，可以装在衣袋内，携带起来非常方便。

#### 一、激光唱片的外貌

激光唱片表面呈银白色，光亮得如同一面镜子，可以清楚地照出人像。当光线照射到它上面时，能呈现出五色缤纷、如同彩虹般美丽的色彩。

激光唱片的英文名字是Compact Disc，简称为CD，意思是袖珍唱片。港台等地称为镭射数码唱片，又称“碟仔”。激光唱片和唱机是1982年开始出售的，它是在精密机械技术、激光技术、计算机技术、数字技术和超大规模集成电路技术等发展的基础上出现的，是集高、精、尖技术于一体的产物。

激光唱片的国际统一标志是“COMPACT DISC DIGITAL AUDIO”意思是“数字声音袖珍唱片”。

有些激光唱片上印有带框的AAD等字样。这是由于激光唱片的制作，要

经过录音、编辑和制作母带三个过程。根据各个过程的信号形态是模拟（用 A 表示）还是数字（用 D 表示），可以将激光唱片分为三类，即 AAD、ADD、和 DDD。举例来说，AAD 表示是用模拟形态录音，用模拟形态编辑，再转换为数字形态信号做成母带后制成的激光唱片，而 DDD 则表示录音、编辑、制作母带都是在数字形态下进行的，两相比较，DDD 唱片质量要高于 AAD。

## 二、激光唱片与密纹唱片

激光唱片上的纹迹与密纹唱片不同，它不是由唱片边缘部分向唱片中心部分螺旋形排列，而是由唱片中心部分向唱片边缘部分按顺时针方向（由放音时激光束照射的一面来看）螺旋形排列。而且唱片只有一面录有声音纹迹。唱片沿半径方向每 1mm 长度内大约记录有 625 圈纹迹。一张唱片上大约记录有 2 万圈纹迹，总长度约 5km。

激光唱片在放音时，是将有纹迹的一面朝下，印有商标、曲名的一面朝上倒扣在唱片托盘上的。从上面来看，它与密纹唱片相同，是按顺时针方向旋转的，但激光拾取器所发出的激光束是从下面照射到唱片纹迹上拾取信号的，所以从激光照射的方向来看，唱片就是按逆时针方向旋转的。由于唱片上的纹迹从激光照射的方向看是由唱片中心向唱片边缘顺时针螺旋排列的，因而唱片逆时针方向旋转，可以使信号依次被拾取出来。

激光唱片只单面录有声音纹迹的原因是：

（1）激光唱片一面的录音时间最长可达 74min42s，所以一张唱片的一面就可记录完一首长的乐曲。

（2）激光唱片在制作时，需在压制后的唱片半成品纹迹上镀上一薄层铝反射膜，然后涂上保护层，如果要双面录音，只能将按上述方法制作出的两张唱片的保护层相互粘合形成一张双面唱片，但价格要比单面唱片高出一倍以上，并且对有选择地购买唱片的人也不方便。

（3）重放激光唱片时，换一张另外的激光唱片和将一张双面录音的激光唱片翻面所需的时间不相上下。

激光唱片在放音时与密纹唱片不同。密纹唱片的转速是恒定不变的，例如  $33\frac{1}{3} \text{ r/s}$ （转/秒），而激光唱片则按放音时激光束沿唱片半径的不同位

置，不断地改变转速，即从唱片中心部分约  $500 \text{ r/s}$  改变到唱片边缘部分约  $200 \text{ r/s}$ 。

唱片旋转一定角度时，外圈所走的长度要大于内圈所走的长度。对于密纹唱片来说，最内圈与外圈的长度要相差 3 倍，也就是两者的线速度要相差 3 倍。当唱头上的唱针在内圈放音时，由于线速度比在外圈放音时慢，所以音质要差。为了避免唱片内外圈音质不同这一缺点，在唱片任何位置使线速度都一定的方式，称为恒线速度方式，即 CLV (Constant Linear Velocity) 方式。与此相对应，前一种称为恒角速度方式，即 CAV (Constant Angular Velocity) 方式。

在 CLV 方式下，唱片的转速必须不断改变，需要非常复杂的控制转速的系统。在激光唱机中装有转速可以自由改变的伺服电动机，可以很好地控制转速的改变。

激光唱片放音时，为什么必须采用 CLV 方式？这是由于记录信号的小凸起的长度，必须不因在唱片上的位置的不同而改变，即应保持恒定，才能保证正确地拾取信号。因此，从唱片最内圈纹迹到最外圈的纹迹，必须保持恒

定的线速度。

另外，CLV 方式可以提高一张唱片的记录容量。激光唱片正是由于采用 CLV 方式，才使得 12cm 直径的唱片可放音 74min42s。

激光唱片的线速度随唱片记录时间的长短不同可在  $1.2 \sim 1.4\text{m/s}$  之间选择，但一张唱片的线速度是一定的。记录时间长于 60min 的唱片，线速度可低到  $1.2\text{m/s}$ ；记录时间短于 60min 的唱片，线速度可高到  $14\text{m/s}$ 。

激光唱片与密纹唱片相比有如下特点：

(1) 密纹唱片上面记录的声音幅度随时间不断变化的波形纹迹，是可以用人眼看得见的弯弯曲曲的连续纹迹（也称为声槽）。也就是说，上面记录的是模拟所录声音波形的信号，即模拟信号；但激光唱片上面记录的是能代表声音变化的由 0 和 1 组成的数字信号。用高倍率放大镜可以看出，记录的纹迹是由  $0.5\mu\text{m}$  宽（ $\mu\text{m}$  为微米， $1\mu\text{m}=1/10^6\text{m}$ ，即 1 微米等于 1 百万分之一米）、 $0.13\mu\text{m}$  高、具有九种不同长度（ $0.9 \sim 3.2\mu\text{m}$ ）的小凸起和间隔构成的（由放音时激光照射的一面来看）。

(2) 密纹唱片两圈纹迹之间的距离（即纹距）约为  $0.1\text{mm}$ ，而激光唱片上两圈纹迹之间的距离只有  $1.6\mu\text{m}$ ，相当于密纹唱片纹距的  $1/60$ 。是人头发直径的  $1/30$ 。

(3) 密纹唱片的纹迹是在唱片表面上，而激光唱片的纹迹是在唱片基底材料和保护层中间，与外界不接触，不易受到损伤，因而激光唱片寿命很长。

(4) 直径 30cm 的密纹唱片的单面放音时间约 25min(分)；而直径 12cm 的激光唱片单面放音时间可达 1h(小时)多（最长为 74min42s，即 74 分 42 秒），例如贝多芬的第 9 交响曲（合唱），可以从头到尾记录在一张唱片上。

(5) 密纹唱片正反两面都录有纹迹，而激光唱片在一面录有纹迹，在另一面印有商标、曲名等。虽然激光唱片的两个表面看起来似乎一样，但印有商标、曲名的一面是放不出声音的。

(6) 动态范围宽。我们知道，人耳能够承受的最大声压与能感受到的最小声压相差一百万倍（即  $10^6$  倍），也可用 120dB（分贝）来表示，称为动态范围。激光唱片所能记录和重放出的声音动态范围约在 90dB 以上，而密纹唱片所记录和重放出的声音动态范围则只有约 60dB，很难再提高。因此，激光唱片重放出的声音，听起来可以起伏逼真。

(7) 频率范围宽。人耳能听到的声音频率为  $20 \sim 20000\text{Hz}$ （或写作  $20\text{Hz} \sim 20\text{KHz}$ ）。密纹唱片的频率范围约为  $30\text{Hz} \sim 18\text{KHz}$ ， $\pm 2\text{dB}$ ，而激光唱片的频率范围约为  $5\text{Hz} \sim 20\text{KHz}$ ， $\pm 0.5\text{dB}$ ，与人耳能听到的声音频率范围一致。因此声音真实动听。

(8) 信噪比高。重放密纹唱片时，必须使唱针接触唱片，循着唱片声槽的纹迹拾取信号而发声，因而会产生摩擦噪声。另外，由于静电感应的咔啪声，转盘转动引起的旋转噪声、唱片上灰尘造成的喀喇声，使重放出的节目声与噪声之比（即信噪比，以 dB 表示）较小，约 60dB，并且随着唱片使用次数的增加，信噪比还要变坏，严重时，可达到无法听音的程度。激光唱片在放音时，是用激光照射纹迹，利用反射光来拾取信号，不会产生摩擦，因而信噪比可高达 90dB 以上。因此，听激光唱片时，在曲目间的空隙处，没有任何噪声出现，背景非常干净，而且信噪比可以长期不变。

(9) 失真小。密纹唱片放音时，由于唱针在唱片上循迹时会产生迹失真等多种失真，因而失真系数约为 2%。激光唱片的失真系数只有  $0.03\% \sim$

0.0025%。因此，激光唱片重放的声音要更真实。

(10) 抖晃率非常之小。重放普通密纹唱片时，唱盘由电动机带动旋转，电动机传动机构会使唱片转速有变化。转速快时，重放声音的音调会升高；转速慢时，重放声音的音调会降低，如果忽快忽慢，则重放声音的音调就会忽高忽低的变化。我们将转速每秒内小于 10 次的变化称为晃动；大于 10 次的变化称为抖动。总称为抖晃。抖晃偏移的频率与原来频率之比称为抖晃。普通密纹唱片的抖晃率约为 0.03%。激光唱片重放时，利用能产生高频振动的石英晶体所产生的高稳定性振动频率来控制电动机转速。因此，用测量仪器几乎测不出抖晃的存在，即不存在声音变调问题。

(11) 立体声分离度高。立体声是由听音人前方左右两个扬声器发出完全相同的声音，使听声人两耳听到后能产生声源方位感、立体感的声音重放系统。如果送往左右扬声器的信号彼此间有串音，就必然会影响到立体声的听音效果，可以用立体声分离度来表示彼此串音的程度。密纹立体声唱片由于左右声道信号是被记录在一个 U 形声槽的左右槽壁上，彼此容易受到影响而产生串音。因此，它的立体声左右信号分离度较差，约为 25~30dB。激光唱片的立体声左右信号是分别进行记录的，因而它的立体声左右信号的分离度较高，约为 90dB，立体感强。

另外，密纹唱片放音时所用的拾音器类型、唱针的针尖形状、唱针对唱片的压力（针压）、循迹情况，以及唱针的磨损程度、唱片的新旧度都会影响放音质量，而且需要经常调整针压、循迹情况和更换唱针。而不同类型激光唱机所用放出的激光唱片音质可以认为差别不很大，并且音质长久不变，不需调整。

### 三、激光唱片的保存与维护

激光唱片是由聚碳酸酯塑料制成的。应注意不要被硬物划伤，不要按上指纹，防止尘土沾污，不要用粗布擦拭，也不要用力吹激光唱片表面上的灰尘，以免沾上唾液。不要用力弯曲唱片。为了防止激光唱片变形，应将唱片存放在阴凉通风的地方。要远离热源，不要将唱片放在日光直射处或暖气片附近，尤其不能放在汽车中由日光曝晒。存放时，唱片应置于唱片盒内，将唱片盒直立放置，防止唱片翘曲。

另外，也不要再在激光唱片印有商标、曲名的一面粘贴纸条或写字。

由唱片盒中取出激光唱片时，应该用大拇指和中指夹住唱片边缘，用食指按动唱片盒中央的弹性齿，将唱片取出。应该注意尽量避免用手接触唱片上有纹迹的部分，并且要轻拿轻放。唱片放回唱片盒中时也要用与取出时相同的方法。

激光唱片表面有污迹时，不能使用普通唱片清洗液或唱片静电消除液来清洗，更不能使用酒精、苯等化学溶剂擦拭。可以用浸湿了水的软棉布或绒布，由唱片中心沿半径方向向外擦拭，不能转圈擦拭，以免形成圆形划伤，影响激光拾取信号。

在重放激光唱片时，激光束以直径约 0.8mm 的小光点聚焦到唱片表面上，当激光束进入唱片内部后，受到折射、会聚，到达唱片上纹迹处时，直径只有 1.2 μm 左右。因此，唱片表面上的小灰尘、小划伤和手指印等对激光拾取信号几乎没有影响。但是厚的灰尘、深度划伤和带油污的手指印，就会影响激光对信号的正常拾取，造成跳纹或在一小段纹迹之间反复放音。所以，激光唱片用完后，应立即放回唱片盒中，切勿摔碰，并应注意保持唱片的清

洁。

激光唱片存储不当和使用不当都会使它翘曲变形，放音时，会影响激光束对信号的拾取，使音质变差。如果变形不严重，可将唱片放在两块清洁的玻璃板中间叠压一段时间，使唱片恢复平整。如果唱片变形严重，仍如上述将唱片放在两块玻璃板间，用夹子夹紧，然后一齐放入约 50℃ 的干净温水中浸泡约 20min 后，将两块玻璃对拉开，用软布擦去唱片和玻璃板上的水，用两张白纸分别置于唱片两面，仍用玻璃和夹子夹紧唱片，经过半个多小时后，就可取出已经恢复平整的唱片。

