



电化教学指导

王继刚 主编

目 录

电声设备基本常识	1
广播设备及分类	1
广播	1
传声器	4
扬声器	10
扩音机	16
收音机、电唱机、录音机	20
收音机	20
唱机	24
录音机	29
激光唱机与唱片	48
激光唱机	48
激光唱机的使用与维护	53
激光唱片	61
语言实验室教学应用	70
电声设备的应用理论与实践	70
扩音广播的特点及应用	70
录音的特点及应用	79
激光唱机的性能及应用	85
录音教材的应用、制作及管理	89
录音教材的应用	89
录音教材的制作	92
录音磁带的管理	104
录音教材管理的内容	109
语言实验室的应用与教学	123
语言实验室的基本功能和类型	124
语言实验室的基本结构和特点	131

语言实验室教学	134
语言实验室的管理	143

电声设备基本常识

广播设备及分类

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段。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。

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，这种传声器又称零价压差传声器，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。

| $M_r=1$ | 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 。

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 80×10^3 欧姆或大于此值时， R 值规定为 100×10^3 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 = 0.2×10^4 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

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。电动纸盒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的变化着，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 20~20,000 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