



扩声技术与工程



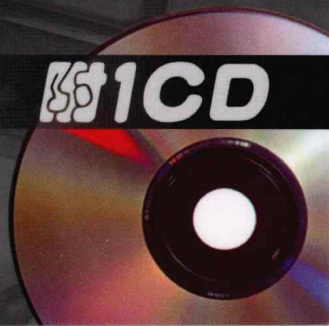
周耀平 邹伟胜 李鸿宾 兆翦 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



附1CD



扩 声 技 术 与 工 程

周耀平 邹伟胜 李鸿宾 兆 翦 编著



机 械 工 业 出 版 社

本书从基本的扩声用的声源出发,逐一介绍各种专业扩声设备、工作原理、功能键的作用,设备的连接以及扩声系统的联调方法。详细地讨论了各种演出场所语言声、音乐声的拾音及调音技巧。叙述了厅堂场馆中扩声系统工程的设计,包括需要掌握的基本知识、设计前期的准备工作及具体设计内容。全面地介绍数字音频网络传输中的媒体矩阵、音频处理器和网卡 CobraNet 结构原理等。本书内容覆盖全面,行文通俗易懂,图文表格并茂,适合从事专业扩声的调音师、音响师和音响工程技术人员阅读,也可作为大专院校相关专业的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

扩声技术与工程/周耀平等编著. —北京:机械工业出版社, 2007. 9
ISBN 978-7-111-22623-9

I. 扩… II. 周… III. 扩声系统-电声技术 IV. TN912.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 163747 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:吉 玲

责任编辑:王 玫 版式设计:霍永明 责任校对:李 婷

封面设计:陈 沛 责任印制:杨 曦

三河市宏达印刷有限公司印刷

2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19.25 印张·476 千字

0001-4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-22623-9

ISBN 978-7-89482-397-7 (光盘)

定价:39.80 元(含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379768

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书以简洁易懂的语言、用较小的篇幅系统地阐述了扩声系统设备、扩声系统调试与使用、扩声系统工程设计以及扩声系统的网络化发展。全书内容安排经过认真仔细考虑，各个章节的叙述有其自身的完整性和独立性，而章与章之间又存在一定的关联性。读者可依照自己的需要，有选择地翻阅其中章节，亦可以从头开始，系统地阅读。本书先介绍扩声用的各种声源设备，其中包括各种拾音传声器、双卡座录音机、CD机、VCD机、DVD机、MD机等，说明其功能键的作用以及调节使用方法。接着叙述了传统的各种专业扩声设备，详细说明各设备在扩声中的作用、电路工作原理、功能键的操作与使用、设备之间的连接方式与方法、扩声系统设备的联调等。其次，描述了不同演出环境下利用各种传声器特性对语言声和音乐声的拾音问题，介绍运用扩声设备进行音色、音品补偿的调音技巧。在论述扩声系统工程设计过程中，先介绍扩声工程设计的重要性、应掌握的基本知识，然后谈及设计的前期工作，再讨论扩声系统工程设计的具体内容，逐步深入，层层揭示，重点突出，使读者完全了解整个系统工程的设计理念，按部就班地完成设计任务。最后一章表述的是数字音频网络传输，向读者介绍了网络传输中设计合理、操作简便、应用广泛的媒体矩阵，从小型交互式、中型编程式到大型自由式，逐一讨论。紧接着介绍了新一代音频处理器和智能化寻呼系统，这些新技术的面世无疑给扩声技术的发展增添了新的推动力。在音频信息网络远程传输与控制方面普遍采用了CobraNet网卡技术，通过以太网实现音频数据远程传输，其技术原理及数据结构在第六章后两节中作了详细介绍。

本书是由四位作者合作撰写的。较长一段时间以来，几位作者在酝酿着并有意合作编写一本涵盖全面、综合性强、既有理论的系统性又有实践经验总结的专业扩声类书籍。后来，这一愿望由于各自繁忙的工作，迟迟未能如期脱稿，时至今日，这个愿望总算实现了。本书在编写过程中一直遵照原先商定的内容、结构以及安排顺序进行，书中章节编写分工是依据作者长期从事该项工作内容确定的，因此，每一章节都有其本身的完整性、严密性和概括性，既有理论概念的阐述，也有实际经验交流与总结。由于扩声技术与扩声工程是紧密相连、溶为一体的，自然各章节之间不会是各自独立、脱节、无关的，而是形成有机的整体。随着科学技术的迅速发展，扩声技术领域研究的新分支日益增多，想要用有限的篇幅去充分表述各新分支内容并不容易，我们只能选择扩声技术的主流进行论述，对主要支流进行讨论。本书章节写作的分工如下：第一、四章由李鸿宾撰写；第二、三章由邹伟胜撰写；第五章由周耀平撰写；第六章由兆翦撰写。本书作者都是在繁忙中抽空写作的，书中内容肯定有些地方考虑不够周全，甚至可能出现一些不妥当之处，敬请读者指正。

作 者

目 录

前言

第一章 扩声用的声源	1
第一节 传声器	1
第二节 双卡座录音机	14
第三节 激光唱机	21
第四节 小视盘机	32
第五节 数字视盘机	36
第六节 刻录机	50
第七节 激光唱机的维护	51
第八节 视频点播系统	54
第二章 专业扩声设备	59
第一节 调音台	59
第二节 均衡器	65
第三节 激励器	69
第四节 压限器	71
第五节 反馈抑制器	74
第六节 效果机	76
第七节 分频器	83
第八节 功放	86
第九节 扬声器与音箱	88
第十节 数码音响处理系统	90
第三章 专业扩声设备的连接与联调 ...	102
第一节 设备的连接方式	102
第二节 设备的连接线	103
第三节 音箱的摆放与环境声场	105
第四节 扩声设备的联调	107

第五节 扩声环境中的电声技术指标	109
第四章 拾音与调音	111
第一节 语言声、声乐、器乐的拾音与 调音	111
第二节 文艺演出中的调音小技巧	171
第三节 防止灯光切光时电源电压升高, 损坏音响设备	174
第四节 给演员加装一只监听扬声器	175
第五节 分清文艺演出性质,圆满完成各项 演出任务	177
第六节 提高文艺演出的音色质量	181
第五章 扩声工程设计	192
第一节 扩声系统概述及常规扩声工程 简介	192
第二节 扩声工程设计的重要性	197
第三节 扩声系统设计需要掌握的基本 知识	200
第四节 扩声工程设计前期的准备工作	224
第五节 扩声工程设计的具体内容	227
第六章 数字音频网络传输	252
第一节 媒体矩阵	252
第二节 新一代音频处理器——NION	269
第三节 公共广播中的智能寻呼系统	275
第四节 CobraNet 技术原理与应用	285
第五节 CobraNet 的数据结构	290
附录	302

第一章 扩声用的声源

第一节 传声器

在录音和扩声中有两个非常重要的环节，那就是拾音和调音这两个细节部分。

拾音是指在录音和扩声中，将声源的乐音的声波，不损坏地转换成电压信号的过程。对声源音色的认识；选择最适合这种音色声源拾取的传声器类型，包括品牌与型号；调整传声器与声源的距离、高度和角度；这种过程就称为拾音。

调音是指声源的信号已经送入了调音台，对这个声源信号的电平和阻抗进行相应的匹配后，在调音台上的四段均衡器上进行频率特性的修饰，比如对高频、中高频、中低频和低频进行提升和衰减的处理，使音色明亮清透，有力度。还可以通过混响器和延时器对音色进行处理加工，使音色变得更加丰满、浑厚。也可以通过激励器对音色的泛音结构进行修饰，使音色更具有个性，富于色彩，增强表现力，这些手段称为调音。

扩声系统中，影响音色质量的一个重要环节就是拾音。拾音的一个关键环节就是对不同结构传声器的选择及其使用方法，所以对传声器的全面了解就显得非常重要，那么我们就首先了解一下传声器的概况。

一、传声器的发展和概况

自从 1876 年，贝尔发明了电话机以后，世界上就诞生了传声器（Mic），如图 1-1 所示。传声器的品种很多，这是因为世界上的声源种类非常繁多。例如：人声中就有语音和歌声；歌声中还有美声歌曲、民族歌曲、通俗歌曲、摇滚歌曲等。而音乐中有交响音乐、爵士音乐、民族音乐、戏曲音乐；交响音乐中又有弦乐声部、木管声部、铜管声部以及各种打击乐器。各式各样的声源都有它们自己不同的音色结构和特点。如果只使用一种传声器，要想把所有声音的最佳音色结构和特性都拾取进来是不可能的。因此，音响工程师们就专门为各种不同的声源设计出各种不同类型、不同结构和不同型号的传声器。所以，传声器是音响系统中品种最为繁多的一个单元。例如：有动圈式传声器、金属带式传声器、电容式传声器、驻极体式传声器、压力区式传声器、无线式传声器、立体声式传声器、混响式传声器、变调式传声器、颈项式传声器、头盔式传声器等，下面将逐一介绍。

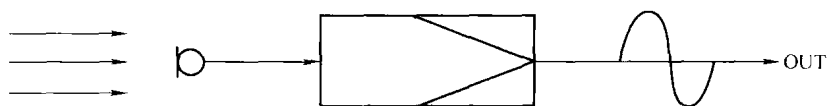


图 1-1 传声器的声电转换

（一）国外传声器的概况

传声器领域中居世界第一流的国家首先是德国、奥地利、美国，其次是日本。以德国诺

曼公司制造生产的 U87、U89 型电容式传声器为代表产品，其具有很高的拾音技术参数指标，其频率响应范围很宽、灵敏度高、失真度小、瞬态特性好。它的频率响应范围的特别性曲线均在 $\pm 1\text{dB}$ 以内，即传声器拾音有效频率特性曲线的波峰在 1dB 以内，其频率曲线的波谷也要在 1dB 范围以内，所以对音乐中不同频率声波拾取的幅度是相当平稳、均衡的。其等效噪声级控制在 16dB 以内，而目前我国传声器等效噪声级控制在 26dB 以内。U87 型传声器由于其先进的电路结构和精湛的生产工艺等优势，已成为全天候型传声器，可以在高温、低温和高湿度、低湿度环境中正常工作。如果不发生硬性碰撞，可使用数十年。目前，全世界的很多音乐录音棚、电视台、广播电台和国家级的艺术演出团体均选用 U87 型电容式传声器，它有“世界传声器之王”的美称。德国 SENNHEISER（森海泽尔）公司生产的传声器也属于世界一流的产品。MD441 是专为乐队各种乐器拾音而设计制作的传声器，可以满足不同音域的各种不同乐器的拾音需要，可以对低频进行多种档位的衰减选择，同时根据不同声源和人声的情况，亦可对中频进行提升选择，它也是录音棚中必不可少的优秀传声器之一。

奥地利 AKG 公司是世界著名的传声器生产厂家。它生产的专为人声和木管、铜管乐拾音的优秀传声器有 AKG D-90、D-95，AKG D-300、D-330 等动圈式传声器；还有专门为弦乐器拾音的电容式传声器 AKG D-1000 和 AKG C-2000。1995 年，森海泽尔公司和 AKG 公司均推出了电子管电路的高级电容式传声器，这是为录音棚录制现代音乐而设计生产的，颇受世界各地的录音师欢迎。

美国 EV 公司生产的人声和强声级拾音动圈式传声器，如 EV N/D-257、N/D-357、EV N/D-757、N/D-857 型传声器，均是歌舞厅中使用的优秀手持近讲式的动圈式传声器。

日本是驻极体传声器的发明地，因此驻极体传声器是日本最著名的传声器。它具有良好的中高频拾音特性，所以对中高音乐管乐、高音铜管乐器和中高音打击乐器拾音效果最佳，常被鼓手们用来进行镲类乐器，以及长笛、双簧管等中高音乐器的拾音。

（二）国内传声器概况

北京 797 厂是我国最大的传声器、扬声器生产厂家，有几十年的生产经验并具有雄厚的技术力量，目前我国生产传声器水平最高的厂家。它生产的著名传声器有 CD 1-3，现在我国人民大会堂、全国政协礼堂等重要语音会堂均使用 797 厂生产的 CD 1-3 型动圈式传声器。它失真度小、语音清晰、明澈，是国产优秀传声器之一。

CR1-3 是电容式传声器，其特性和技术参数很接近 U87 型电容式传声器，很受文艺演出团体的欢迎。

CR1-4 型电容式传声器是一种短枪式的电容式传声器，具有良好的技术参数指标，是国产优秀传声器之一。

山西 4382 厂生产的两种强指向型传声器：CR-701 型和 CR-702 型长枪式的电容式传声器，专为艺术舞台演出的扩声系统使用，颇受文艺演出团体的欢迎。

CR1-5 是一种双向选择式的电容式传声器，具有很高的技术参数和良好的拾音特性，常被艺术团体和录音棚选用。

上海是我国传统的轻工业城市，其产品有良好的工艺水平和质量水平，是可信服的产品。

飞乐厂生产的 CD1-11 型和 CD1-12 型动圈式传声器均可在歌舞厅 KTV 中使用。

风雷厂生产的 CR1-8 型小型电容式传声器技术参数很高，小巧玲珑，可为艺术团体在戏剧演出中吊装使用，也可以供大合唱演出中采用吊装方式拾音时使用，会取得良好的演唱音响效果。

也有少数厂家生产了大量的低档次、质量较差的动圈式传声器充斥市场。一般不具备专业音响知识的消费者选购后，在家庭卡拉 OK 娱乐中音响效果很差，影响了人们的娱乐情绪。因此，希望人们在选购传声器过程中，一定要经过试唱、试听，选择音质水准较高的传声器。

二、传声器的分类

（一）按传声器产生电压的方式划分

（1）恒速式：传声器的振动元件（如膜片、金属带）受声波作用产生振动，若其输出电压（ V_{OUT} ）与振动速度成一定比例，这种传声器称为恒速式传声器，如动圈式传声器。

（2）恒幅式：传声器的振动元件（如膜片）受声波作用产生振动，若其输出电压（ V_{OUT} ）与振动幅度成一定比例，这种传声器称为恒幅式传声器，如电容式传声器。

（二）按传声器的输出阻抗划分

（1）高阻式：20 ~ 50k Ω ，易受干扰，导线不易过长。

（2）低阻式：150 ~ 200 Ω （以前是 200 ~ 600 Ω ），美国 EV 公司的动圈式传声器、电容式传声器 Z-150 Ω 即属此类。

（三）按传声器受声波作用力划分

（1）压强式：若传声器的振动元件（如膜片）有一面受声波的压力而振动，其输出电压与声强大小成比例，这种传声器称为压强式传声器，如全向电容式或动圈式传声器。

（2）压差式：若传声器的振动元件（如膜片）有两面受声波压力而产生振动，其输出电压与压力差成比例，这种传声器称为压差式传声器，如双向带式传声器。

（四）从传声器的不同使用功能划分

（1）接触式传声器：直接贴在乐器共振体上的传声器。例如：奥地利 AKG 公司生产的 D401 接触式传声器，低频段靠固体传导振动，高频则靠空气传导，它常用在某些弦乐器及各种弱功率的乐器上，如吉他、提琴及某些民族乐器。

（2）颈挂式传声器：用丝带挂在脖子上的一种小型传声器，多为动圈式传声器，常在活动语言声源中使用，专业文艺团体一般不用，多被选用于教学、展览会、解说等。如 EV 公司的 647ds 小型动圈式全方向传声器，有 C090、C085 等型号。AKG 公司的 D110 型电容颈挂式小型传声器亦很著名。

（3）卡夹式传声器：一种超近距离的传声器。如德国 NEUMAN 公司的 KMA 电容卡夹式传声器，主要用于提琴。

AKG 公司的 C567E 也是用卡夹置于乐器上进行超近距离拾音的传声器，一般适用于弦乐器。

压强压差复合式传声器是使用较多的一种，对声波干扰有超强指向。

压力区传声器（如 PZM）可消除声染色。

此外，还有立体声传声器、混响传声器、变调传声器、测量传声器等。

(五) 按指向性划分

传声器的种类很多，就其拾取声源方向的覆盖空间可以分成圆形、心形、超心形和强指向型，如图 1-2 所示。其中图 1-2a 是专门为乐队拾音使用的；图 1-2b 是为语音、歌声等声源拾音的；图 1-2c 是强指向型的，它为了专门拾取一定方位的声源，而将左、右两侧和后面的声音排斥在传声器拾取空间之外，专门利用声波的相互干涉现象原理，使用声波干涉管制作的一种细长的管状传声器（人们称为枪式传声器），多在艺术舞台和新闻采访中采用。

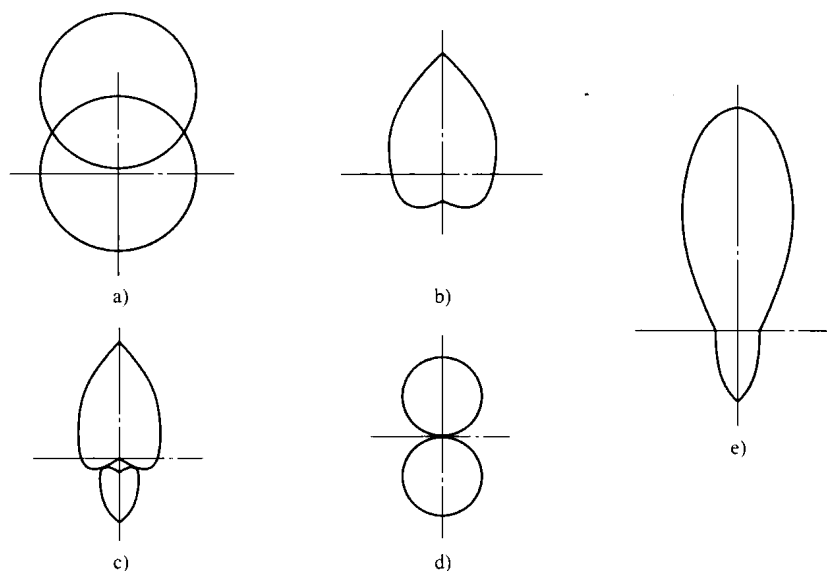


图 1-2 传声器的指向性

收录机中的传声器属于无指向型压强式传声器。

三、传声器的主要技术指标与应用

(一) 灵敏度

指传声器声电转换过程中，把不同强度的声压转换成电压的能力。例如：对于强度很弱的声压，膜片也能振动，并产生有效的电压输出，这就是灵敏度高的表示。

灵敏度常以膜片受一单位声压作用时，其输出端开路时输出电压的高低来表示。

不同灵敏度的传声器适用于不同的声源拾音。

传声器的灵敏度通常用 $\text{mV}/\mu\text{bar}^\ominus$ 表示，即在传声器的音膜上送入 $1\mu\text{bar}$ 的声压变化，测定其在传声器的输出端上能产生多少毫伏的输出电压。动圈式传声器的灵敏度在 $0.1 \sim 0.5\text{mV}/\mu\text{bar}$ ；电容式传声器的灵敏度在 $1 \sim 4\text{mV}/\mu\text{bar}$ 。

$1\text{mV}/\mu\text{bar} = -60\text{dB}$ ； $1\text{V}/\mu\text{bar} = 0\text{dB}$ 。

高灵敏度传声器， $1\mu\text{bar}$ 声压可产生 5mV 左右输出；低灵敏度传声器， $1\mu\text{bar}$ 声压可产生 0.1mV 输出。

U87 的灵敏度为 $5\text{mV}/\mu\text{bar}$ （高灵敏度）；AKG D—202 的灵敏度为 $0.17\text{mV}/\mu\text{bar}$ （低灵

$^\ominus$ bar 为非法定单位， $1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$ ，后同。

敏度)。

(二) 失真度

失真度即声源通过传声器以后音频变形的程度，主要是指线性失真和非线性失真。

传声器是由膜片、金属带、音圈、放大器、变压器所构成，组成一个振动与换能的传输系统。假如其振动与声源振动相吻合，那么其关系就是线性的，也就是保真。假如波形与声源不同，增多或减少了某个频率与谐波，这就产生了非线性失真——谐波失真。谐波失真是指输出的音频信号电压的谐波数量和输入的音频信号的谐波数量发生了变化，即多了几个谐波或少了几个谐波。假如波形与声源波形相同，但是一些频率或谐波的强度与声源的不同，即当输出的音频信号的谐波数量和输入的音频信号的谐波数量相同，但在幅度上产生了变化，即在某些频率上强了一些或者弱了一些，就是频率上产生了失真，叫频率失真。

(三) 频率响应特性

频率响应特性是指传声器的输出电平在各个不同频率上，可以用频率响应曲线来表示。

例如：高频声音声波振动速度快，若膜片振动同步性不好，就会使高频输出小，弱于其他频段，这样就会产生高频不良的失真。在低频时也可能因为声波振动的速度慢，膜片不易被振动而难于同步，不能产生有效的 V_{OUT} ，于是便造成低频响应不好，甚至出现失真现象。

良好的频率响应在各个不同频率上其 V_{OUT} 都应在 $\pm 2\text{dB}$ 以内，如图 1-3 所示。

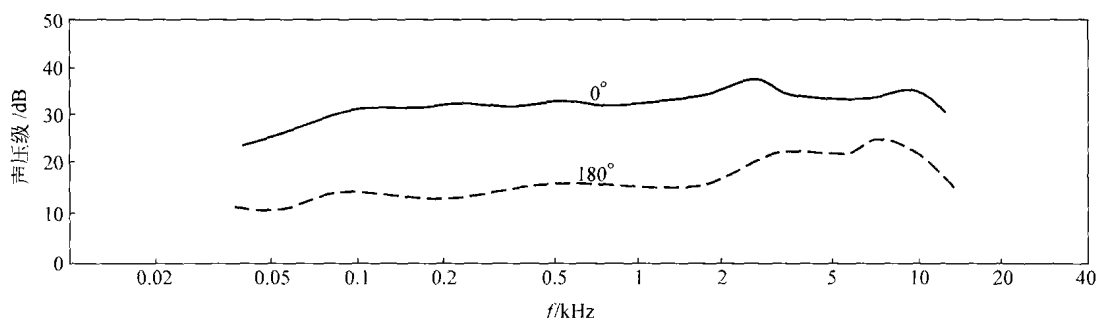


图 1-3 CD1-3N 动圈式传声器的频率特性曲线

(四) 动态范围

一般厂家多无此标记，例如：日本 SONY 公司只标出最大声压级。

因为现代传声器对噪声问题解决得很好，故其下限可以做到小于 20dB，上限可达到 140 ~ 160dB，这已超过了人类的听觉痛感阈（动态范围可达 120 ~ 130dB）。

SONY 公司的 C-55FET 电容式传声器动态范围为 10dB。

EV 公司的 CO15P 全方向电容式传声器最大声级可达 145dB。

人在 115dB 声场中待 30min 就会产生头晕现象，而卡拉 OK 厅一般都在声压级很强的声场中，这对人体是有害的。

1mbar 声压相当于 74dB，10mbar 声压相当于 94dB，100mbar 声压相当于 114dB。

鼓的声强、声压级很强，不能使用电容式传声器。

从传声器的使用角度来讲，要求声源的声压不宜过强，一般不能超过 0.5%，否则就会引起失真。所以在有的传声器信号进入调音台时，往往在大信号时需要加衰减器，提高保真度；有的传声器本身就有衰减装置。

(五) 等效噪声

$$N = V_N / S$$

式中 S ——灵敏度；

V_N ——传声器固有噪声。

电容式传声器使用场效应晶体管，放大倍数很大，内阻也很大，所以其噪声声级也大；动圈式传声器内阻很小，所以噪声也很低。

(六) 传声器的输出阻抗与负载阻抗

传声器有高阻抗的，约为 $20 \sim 50\text{k}\Omega$ ，由于馈线过长易产生谐波干扰，目前已很少使用。现在的传声器一般都使用低阻抗的，约为 $200 \sim 600\Omega$ ，以 200Ω 居多。

$Z_{\text{IN}} = Z_{\text{OUT}}$ 时为等值阻抗匹配，传输功率最大。

为了保证声源转换成为电信号，第一步的音频信号要求高质量、高保真。

传声器输出阻抗 $Z_{\text{OUT}} \times 5 =$ 调音台输入阻抗 Z_{IN} 。

这样，调音台的输入阻抗，也就是传声器的负载阻抗进入传声器的工作电路中，不影响传声器的正常工作，保证了信号不失真。而传声器的输出阻抗进入调音台输出电路中，能量虽有损失，但可以在调音台电路中放大。

(七) 传声器的相位

在夜总会演出或是舞台的文艺晚会演出以及音乐会演奏当中，音响师都会根据不同的乐器和不同的人声而选用不同型号的传声器。但是对于动圈式传声器并没有明确规定传声器振动膜片在瞬间的相位是正极性还是负极性，就是不同国家或不同厂家的传声器在瞬间承受压力时，传声器芯线（音圈上的引线，其始端和末端接在芯线上）可能是正极性，也可能是负极性。

如果一部调音台同时输入多只传声器，如果有两只传声器相位相反，当两只传声器信号送入调音台混合电路中，则信号会相互抵消，其声音反而会减小。这就是两只传声器的相位相反了，需要调整。

使用多只传声器时，尤其是各种不同型号的传声器同时演奏（即混合使用）时，要求传声器的相位一致。

可将两只传声器同时接收一个声源， V_{OUT} 应该比使用一只传声器时强度大一些，这时两只传声器相位一致。

当使用两只传声器且两只传声器同时使用时，如果 V_{OUT} 反而小了，表明两只传声器相位错了。可以将其中一只传声器的接线调整过来，然后再试其他的传声器。

在进行不同的乐队演出及不同规模的晚会时，歌舞厅音响系统需要重新进行扩声系统的跨接。在跨接过程中常常会遇到传声器的平衡或非平衡之间的转换问题。具体的连接方法如图 1-4 所示。

若按图中所示的连接方法进行焊接，就可用不同的插接件与调音台进行正确的跨接，如此便能顺利地完成任务。

(八) 传声器开关的应用

在很多电路和设备中都有开关装置。一般开关都串接在电路的电源回路中，但是传声器的开关与其他设备的开关的配置位置有所不同。如果按常规串接开关的方法连接，则会产生严重的干扰噪声。

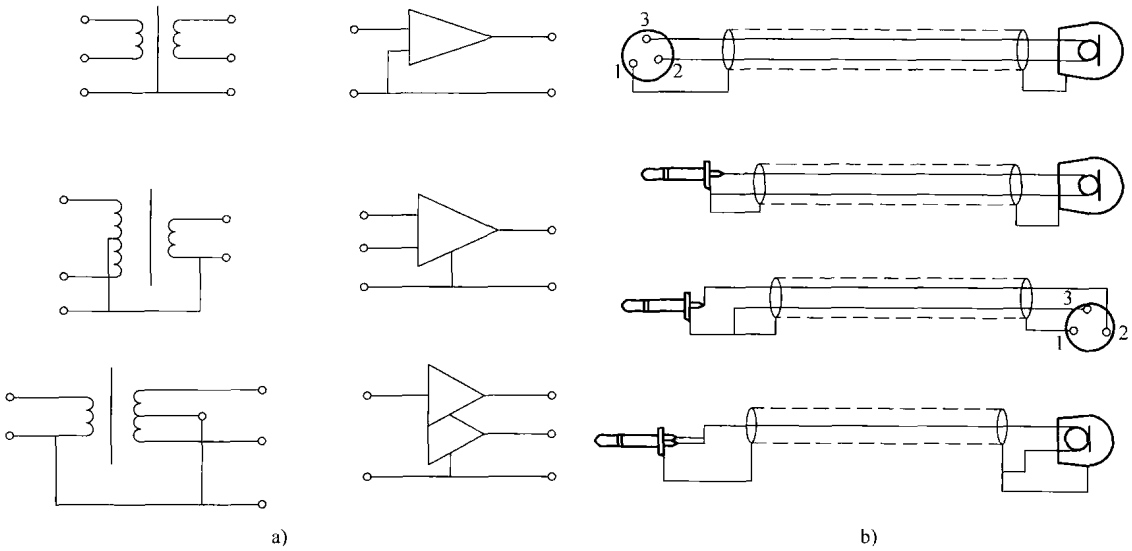


图 1-4 平衡或非平衡的转换

这是因为串接开关在使用中，当开关接通时，接通了传声器音圈回路，传声器可以正常工作。当开关断开时，传声器回路断路，不能工作。但是传声器一端接地，另一端悬空，形成一支天线，插入调音台的信号输入接口中去，造成了很大的干扰噪声。有时，将广播电台的播音信号收入调音台中，常常出现电台的广播干扰噪声。为了消除这种严重的干扰声，动圈式传声器的开关采用了如图 1-5 所示的连接形式。当开关处在

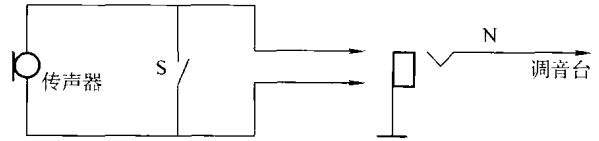


图 1-5 动圈式传声器的开关装置

开路状态时，传声器可以正常工作。当开关处在闭合状态时，将传声器音圈短路。此时，传声器线两端都和调音台的地线相接通，所以都接地。这样就消除了干扰噪声源。音响师在维修传声器时，应注意此开关的焊接。它的开关位置是 S 断开时，传声器工作；S 闭合时，传声器不工作。这与其他电路的开关位置正相反。

在传声器的技术参数指标中，其灵敏度在一些传声器中采用一个微巴（ μbar ）的声压能够产生多少个毫伏（mV）的音频电压来表示，即 $\text{mV}/\mu\text{bar}$ 。也有些传声器的灵敏度将电压值换算成分贝（dB）来表示，因为调音台输入通道中的电平增益都是使用分贝（dB）这个单位，音响师可以通过表 1-1 将 $\text{mV}/\mu\text{bar}$ 数值换算成分贝值。这样在调音台上的 GAIN（增益）旋钮的调节就非常清楚了，使用也就方便了。

一般传声器的灵敏度在 $1\mu\text{bar}$ 的声压产生 2mV 以下的音频电压，称之为低灵敏度传声器；而 $1\mu\text{bar}$ 声压能够产生 5mV 以上的音频电压，称之为高灵敏度传声器。音频电压与分贝（dB）的换算公式为

$$\text{dB 数} = 20 \lg \frac{U}{U_0}$$

传声器灵敏度的换算见表 1-1；不同声场选用不同传声器的原则和要求见表 1-2；常用传声器的主要特性见表 1-3。

表 1-1 传声器灵敏度的换算

传声器灵敏度		传声器灵敏度	
mV/ μ bar	dB	mV/ μ bar	dB
0.5	-66	4	-48
0.6	-64	5	-46
0.7	-63	6	-45
0.8	-62	7	-43
0.9	-61	8	-42
1	-60	9	-41
1.2	-58	12	-38
1.5	-57	15	-37
2	-54	20	-34
3	-50	35	-49

表 1-2 不同声场选用不同传声器的原则和要求

声 场	内 容	拾 音 要 求	选用传声器
小型厅堂	讲话、歌唱	清晰、明亮、中距离拾音	CD 或驻极体传声器,如 CD1-3、AT818
会议厅	语音	清晰、中距离拾音	CD 或驻极体传声器,如 AT818、CD1-3
礼堂	会议	要求清晰	指向性传声器
剧场	歌唱、语音	要求清晰、丰满,防止声反馈	CD 传声器、高档强指向传声器、电容式传声器
歌舞厅	歌唱	要求丰满,近讲传声器,近距离拾音	SM-58、AT818、EV-MC-100、AKG-D95

表 1-3 常用传声器的主要特性

	类 型	频响/kHz	灵敏度/(mV/ μ bar)	阻抗/ Ω	用 途
CD1-3	CD 型	40 ~ 12	0.2	200	语音
CR1-3	CR 型	40 ~ 16	1	200	音乐人声
CR1-5	CR 型	40 ~ 16	1	200	音乐人声
U87	CR 型	40 ~ 16	1	200	弦乐人声、录音
U47	CR 型	40 ~ 16	1	150 ~ 250	弦乐、歌声
MD-441	CD 型	40 ~ 20	0.3	200	音乐、录音
SM-58	CD 型	50 ~ 15	0.18	150	卡拉 OK 演唱
AT-818	CD 型	40 ~ 12	0.15	200	KTV 包间演唱
SM-57	CD 型	40 ~ 15	0.17	150	鼓和打击乐器
SM-87	CD 型	50 ~ 18	0.2	150	美声歌曲、民族歌曲
AKG-D90S	CD 型	70 ~ 18	1.3	300	乐器拾音
AKG-D95S	CD 型	70 ~ 18	1.3	300	通俗歌曲
AKG D330	CD 型	50 ~ 20	1.2	470	通俗歌曲
AKG D-1000	CD 型	50 ~ 20	6	200	美声歌曲、民族歌曲、弦乐器

四、特殊传声器

(一) MS 式立体声传声器

立体声传声器由三个拾音单元构成：一个单方向的拾音振膜；一个左（L）方向的拾音单元；一个右（R）方向的拾音单元。这三个拾音振膜拾取的各个方向的声源信号被送入一个矩阵电路中，电路将正面的声源信号和左方向的声源信号合成立体声左路声道声源，将正面声源信号和右面声源信号合成立体声右路声道声源，然后通过三芯屏蔽线和大三芯插头送入调音台的立体声声源插口。传声器的体积比普通动圈式传声器大一些，因为它有三个拾音单元，适用于小型乐队的立体声拾音和音乐会实况录音，如图 1-6 所示。

立体声传声器有如下几种：AB 制；XY 制；M-S 制；人工头；ORTF——磁盘；真人头——将传声器装在模拟真人头的左右耳中。

立体声传声器在不同方位拾音，其左（L）声道声音和右（R）声道声音是由三个传声器单元所构成的。一个是正面的传声器单元，还有一个专门拾取左方向声音的传声器和一个专门拾取右方向声音的传声器单元。

当通过电路控制使正面的传声器单元和左面的传声器单元合成，构成左声道声源；当正面的传声器单元和右面传声器单元合成，则构成右声道声源。这样，这只立体声传声器就可以拾取左、右两个方位的声音，并送入立体声调音台的输入插口中或左、右两个通道中去，即可完成立体声拾音，如图 1-7 和图 1-8 所示。

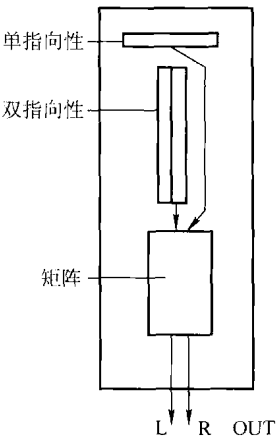


图 1-6 立体声传声器的内部结构

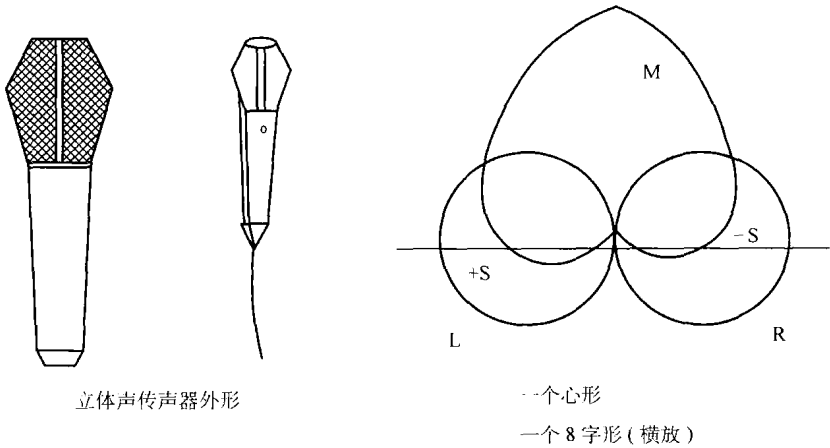


图 1-7 立体声传声器的构成

(二) 混响传声器

(1) 弹簧式混响传声器如图 1-9 所示。图中：

- a: 直达声用传声器单元；
- b: 混响声用传声器单元；

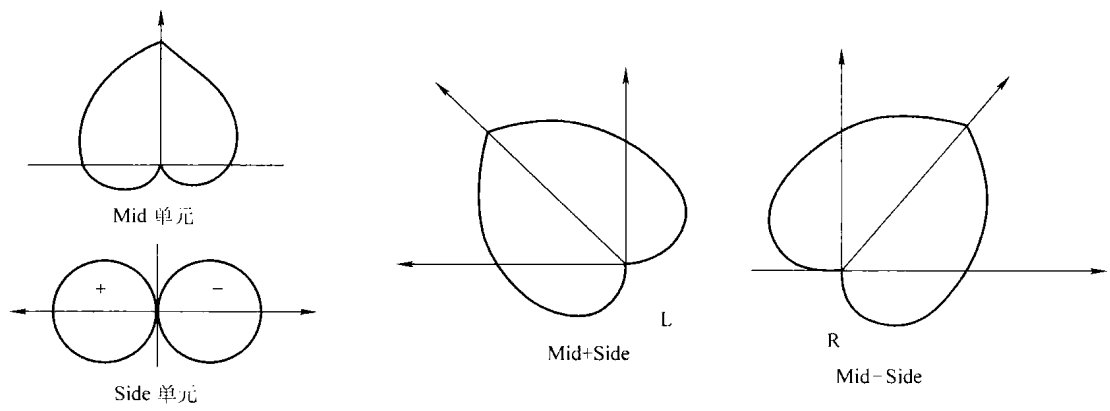


图 1-8 立体声传声器的方位

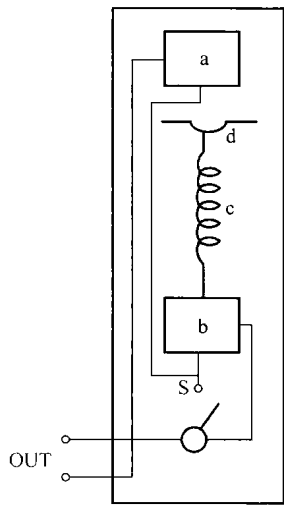


图 1-9 弹簧混响传声器

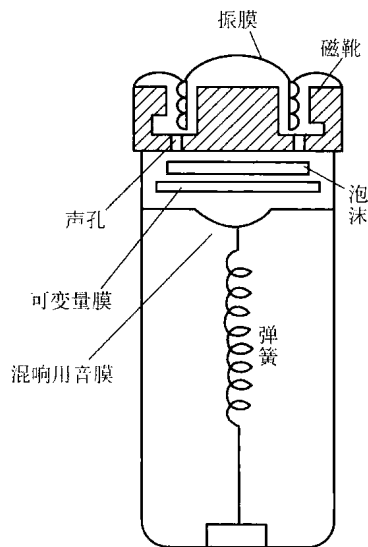


图 1-10 混响传声器的结构
(混响声大小可变)

- c: 弹簧——为声波提供往返的反射，形成混响；
- d: 混响用拾音膜，两个单元串接起来就有一个直达声和一个混响声；
- S: ON/OFF——混响声切换。

如果将 S 合上，就把混响声短路，传声器就只有直达声（声波使直达声音膜和混响用的音膜同时振动）。

(2) 混响声大小可变型弹簧混响传声器如图 1-10 所示。

传声器的工作过程是声波使振膜振动产生直达声，声波通过声孔进入混响室，振动混响用振膜，用传声器单元本身拾取返回来的混响声，通过房音单元和拾音单元之间的开闭关系来改变混响质量。

用这种方法，歌手可以根据自己的需要来改变可变量膜（一个定膜和一个动膜），定膜有孔的开度大小，从而来调整混响时间（ t_{60} ）。

(3) 电子混响传声器如图 1-11 所示。图 1-11a 为电子混响传声器电路，图 1-11b 为电子混响器形成的反射声强度。

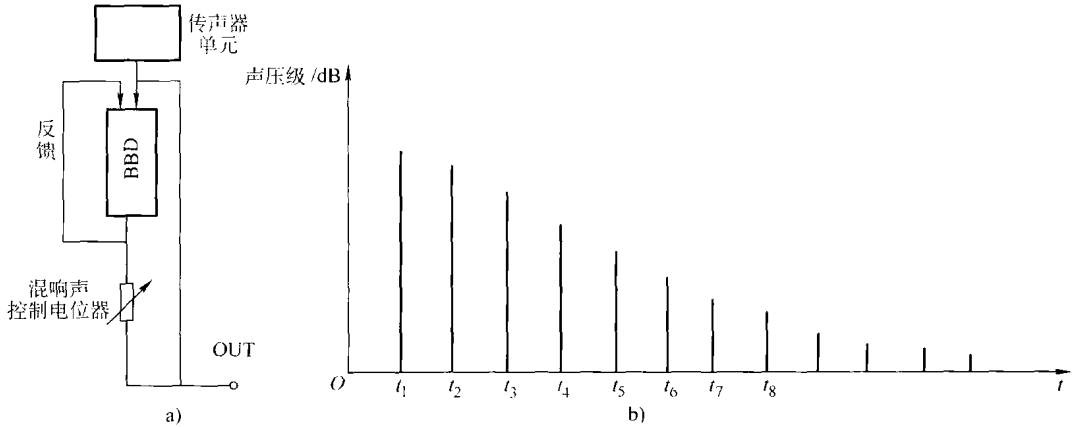


图 1-11 电子混响传声器的结构

使用 BBD 电子器件（延时器电路）能把信号按次序进行延迟传送，把音频信号按 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 、 t_5 、 t_6 时间逐渐延时，而强度 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 A_5 、 A_6 又逐次减小，这样反复循环就形成了混响声。直达声从传声器拾音单元送至输出端子；音源声音经过 BBD 电路单元，按次序延迟输出渐小的音频信号，从 BBD-OUT 端反馈到 BBD-IN 端，这样进行循环，就出现了混响声（模拟自然的混响声）。

之后，再经控制电位器送到 OUT 端子，控制 t_{60} 的强度从而满足混响的要求。

（三）变调传声器

目前的歌舞厅大都带有几间 KTV 包房，以免出现客人在大型歌舞厅中，需要等很长时间才能排上唱一首歌曲的局面。在 KTV 包房中演唱歌曲一般不太拘束，大多坐在沙发上来唱歌。而如果想对伴奏音乐进行变调处理，那还得站起来走到机器前面，按动升降调节键，然后再坐回到沙发上来演唱。当唱完一首歌曲后，卡拉 OK 机便自动恢复不变调的状态，如果下一首歌曲还需要进行变调处理，便又需要从沙发上站起，走到卡拉 OK 机前按动变调键，非常麻烦。为了避免频繁的重复操作，于是就出现了变调式传声器。使用这种传声器，客人可以坐在沙发上，只要用传声器上的升调键、降调键和还原键就可以对伴奏音乐进行变调处理。

变调传声器的结构如图 1-12 所示。其中图 1-12a 是 BS-70 型传声器的结构：

- 第一个键是 ON/OFF 开关键；
- 第二个键是圆形的升调 # 键；
- 第三个键是圆形的降调 b 键；
- 第四个键是方形的还原 ONCE MORE 键。

BS-70 型传声器的技术参数如下：

频率响应范围为 80Hz ~ 12kHz；

灵敏度为 75dB；

阻抗为 600Ω；

指向性为心形；

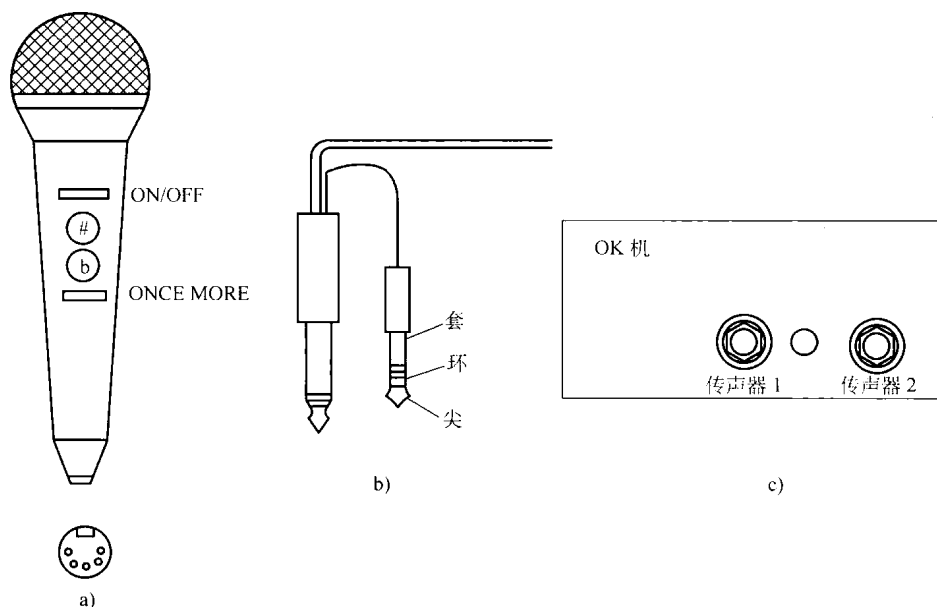


图 1-12 变调传声器的结构

传声器线为五芯线。

插接头如图 1-12b 所示。传声器插头为 6.5mm 大二芯插头；变调控制为一个小三芯插头；此插头的尖是升调控制键；环是降调控制键；套是还原控制键。

这两个插头分别插在卡拉 OK 机上各自的接口中，如图 1-12c 所示。左边插口为传声器 1；右边插口为传声器 2；中间插口为小三芯的遥控变调传声器插口。这样就可以在传声器上利用按键对卡拉 OK 机进行变调处理。

(四) 传声器的特殊装置

(1) 传声器的低切装置：亦称低频衰减。

在传声器上，为了解决近讲变音的问题，通过在输出端跨接一个电感或一个电容来实现，这对近距离演唱或乐器的录音很有用处。例如：诺曼公司的 U87，AKG 公司的 D-202、D-222 等。AKG 公司用双路系统很好地解决了这个问题。

在有些传声器结构中，为了对不同的声源进行拾音，有时需要较低音频率拾音，所以传声器的频率响应做得较低。有时要对中音和高音频率的声源拾音就需要将低频率衰减一下，以增强声音的纯净性，减少低频噪声的干扰。所以在结构上将低频率进行了衰减，如图 1-13 所示。不进行衰减时，频率特性曲线从 100Hz 开始平滑下降，经过衰减则在 200Hz 时，曲线即开始平滑下降，这时 200Hz 以下的低频被衰减，对于女声歌曲和中高乐器的拾音效果，音色会变得更加纯净、清澈，增加了声音的清晰度。

近讲低音过重，影响清晰度，使声音易混，也要衰减低频。在对一些不同乐器进行拾音的过程中，对不同频率特性的声源处理也是十分严格的。要想达到较高水平的声音质量，对传声器的频率特性的要求也就非常仔细。例如：森海泽尔公司的 MD-441 型传声器为了适应对不同频率特性的声源进行拾音，需要对低频声音进行衰减。但是由于声源的音域不同，所