

李宝善编著

JINDAI CHUANSHENGQI
HE SHIYIN JISHU



近代传声器和拾音技术

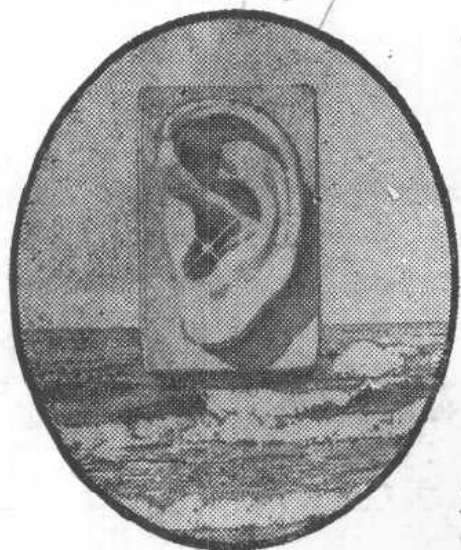


广播出版社



73.413
249

DG 44/21



李宝善 编著

近代传声器 和拾音技术



(干) 215 页 32开 1985年2月第1版第1次印刷

ISBN 7-305-00129-0

广播出版社

1985.2 32开 120页 1.20元

4012990

近代传声器和拾音技术

李宝善 著

*

广播出版社出版

三二〇九印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 32开 10.25印张 字数215(千)

1984年7月第1版 1984年7月第1次印刷

印数: 1—22,000

统一书号: 15236·003 定价: 0.98元

00251

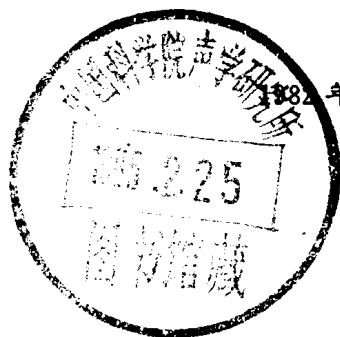
前 言

传声器是电声系统中的关键元件，如果没有近年来传声器在设计和制造上的巨大发展，今天的高质量电声系统以及广播、通信系统都是不可想象的。传声器已有一百年历史，但五十年前人们还认为最好把它做在 1000 赫附近最灵敏，声音才响亮；三十年前人们争论在高保真度中，高频率是否必要！传声器从贝尔的简单炭粒话筒发展到今天的频率响应平直而构造简单的高质量传声器是经过曲折道路的。

李宝善同志在电声系统方面有丰富的经验，他把设计、制造良好的传声器和正确的使用方法作出总结，以飨读者。这是有意义的贡献，当为读者所欢迎！

马大猷

1982 年 12 月 12 日



4012990

序

本书是奉献给全国广播电台、电视台、唱片厂、电影制片厂、有线广播站、音乐院校、文化团体、盒式音乐磁带厂，以及电化教育等单位的广大录音师、录音员和音响导演的。他们的辛勤劳动给全国人民群众带来了以声音为形象的重要文化食粮——广播、电视、唱片、电影、原声磁带等等，这些都是社会主义精神文明建设中的重要方面，他们的重要工具之一是传声器。使用好传声器，做好录音、拾音工作，是录音师、录音员和音响导演的中心任务。

本书也是奉献给广大业余电声爱好者的。他们也想掌握好录音拾音技术，以便录下自己所喜爱的音乐和家庭生活的音响场面，或将“有声的信”赠寄给自己的亲朋好友。这些有益的活动，将大大丰富他们自己及其家庭的业余文化生活。

传声器是录音师和业余电声爱好者手中的重要武器，拾音技术是需要掌握的重要基本功。但国内、外讨论这个侧面的专著太少了，这也是使作者产生在这一领域贡献一点微薄力量的想法的原因。今天，这个打算在广播出版社等有关单位的大力支持下总算得到了实现。

作者的主观愿望是尽可能把最新的国内、外传声器技术、拾音技术和经验介绍给广大读者，因而书中所述内容绝大多数是1980年到1982年间的新鲜资料，其中第五章第六

节的压力区传声器 (PZM), 是在本书交稿前夕刚收到的 1982 年 9 月国外期刊《Studio Sound》上引用下来的。本书内容偏重物理概念及实际应用, 图文并茂, 尽可能避免较深的理论和不必要的数学公式。

作者希望本书对从事声频和电声技术的教学、科研和生产工作的同志们能有所裨益; 对从事扩声工程的科技人员也能起到重要的参考作用。

本书最后, 列举了编著本书时的主要参考书籍和文献, 并在有关章节的后面列出了该章节所引用的有关内容的出处。

本书承蒙我国声学界前辈、中国科学院学部委员马大猷教授撰写《前言》, 作者深感荣幸。马教授在《前言》中十分精辟地指出了传声器的重要功能、作用和发展历史。在此, 作者谨向马大猷教授致以最衷心的敬意和谢意。

由于作者水平所限, 书中错漏之处在所难免, 祈请广大读者批评和指正。

李宝善

1982 年 11 月 22 日于沪

目 录

第一章 概述	(1)
第二章 传声器的分类	(5)
第三章 传声器的指向特性	(10)
第一节 压强式换能器	(11)
第二节 压差式传声器	(12)
第三节 压强换能器与压差换能器的组合	(14)
第四节 多种指向图形的形成	(18)
第五节 指向图形与声波频率和传声器尺寸的关系	(24)
第六节 指向特性前后比与频率的关系	(27)
第七节 传声器的无规入射功率效率与声功率集中度	(29)
第八节 传声器指向特性的应用价值	(32)
第九节 传声器指向特性的代表符号	(33)
第四章 传声器的技术指标	(34)
第一节 典型高质量传声器的技术指标	(34)
第二节 传声器主要技术指标释义	(38)
第五章 电动式传声器原理	(45)
第一节 电动式传声器的基本原理	(46)
第二节 压强式与压差式动圈传声器	(50)

第三节	现代动圈传声器的应用新技术·····	(52)
第四节	带式传声器·····	(58)
第五节	噪声抑制型电动传声器·····	(63)
第六节	压力区动圈传声器·····	(63)
第六章	电容式传声器原理·····	(66)
第一节	电容传声器的基本原理·····	(67)
第二节	压强式与压差式电容传声器·····	(68)
第三节	电容极头和直流极化方法与指向 ····· 性转换·····	(69)
第四节	电容传声器的预放大器·····	(78)
第五节	驻极体电容传声器·····	(80)
第六节	射频电容传声器·····	(81)
第七节	现代电容传声器的应用新技术·····	(84)
第七章	强指向性传声器·····	(87)
第八章	无线传声器·····	(97)
第一节	无线传声器的特点·····	(97)
第二节	专业级无线传声器·····	(101)
第三节	业余制作无线传声器·····	(105)
第九章	近距效应·····	(109)
第一节	近距效应产生的原理·····	(109)
第二节	近距效应的应用·····	(114)
第十章	佩带式传声器·····	(117)
第十一章	传声器与前级放大器的接口·····	(122)
第一节	传声器的额定阻抗与最佳负载阻 抗·····	(123)

第二节	前级放大器的允许输入动态	(124)
第三节	平衡与不平衡	(125)
第四节	幻相供电	(127)
第五节	A—B (平行) 供电	(131)
第六节	相位开关	(133)
第七节	输入端的加、减法器	(133)
第十二章	多只传声器拾音的相位处理	(134)
第一节	多只传声器拾音的相位干涉现象	(134)
第二节	处理多只传声器相位关系的原则	(137)
第十三章	单声道拾音技术	(141)
第一节	传声器的选择	(142)
第二节	各种声源的拾音细节	(144)
第三节	对乐队整体的拾音	(191)
第四节	传统拾音方式与多只传声器拾音方式	(194)
第十四章	立体声传声器	(201)
第十五章	立体声拾音技术	(205)
第一节	立体声拾音的十三种制式	(205)
第二节	A/B 拾音制式	(207)
第三节	X/Y 拾音制式	(211)
第四节	M/S 拾音制式	(219)
第五节	仿真头拾音制式	(227)
第六节	真人头拾音制式	(233)
第七节	ORTF 拾音制式	(234)
第八节	声象移动器制式	(236)
第九节	声场拾音制式	(241)

第十节	DIN拾音制式	(242)
第十一节	奥尔森拾音制式	(242)
第十二节	M/S—X/Y拾音制式	(243)
第十三节	三点拾音制式	(244)
第十四节	根特拾音制式	(249)
第十五节	立体声拾音传声器的布局	(254)
第十六章	传声器在扩声系统中的应用	(266)
第十七章	家庭拾音技巧	(273)
第一节	家庭实况录音	(273)
第二节	“行走的人”	(277)
第三节	家庭录音节目的转录	(278)
第四节	家用无线传声器	(280)
第十八章	测量用传声器	(282)
第十九章	传声器的测量	(292)
第一节	消声室与消音箱	(292)
第二节	传声器灵敏度的测量	(299)
第三节	传声器频率特性的测量	(303)
第四节	传声器指向特性的测量	(306)
第五节	传声器的谐波畸变和互调畸变的测量	(306)
第二十章	传声器的风罩和支架	(310)
第一节	风罩	(310)
第二节	支架	(314)
附录	主要参考书籍及文献	(317)

第一章 概 述

什么是传声器？

传声器是将声音转换为相应的电信号的器件，电信号的波形特性应与声信号的相似。所谓波形特性包含频率、相对振幅、泛音和波形包络等在内。

传声器与扬声器、耳机等同为典型的电声换能器件，不过前者是声——电换能；后者是电——声换能。电声换能器件在整个声频系统中，从音质角度来说是最薄弱的环节，而传声器却是整个声频系统的第一环节。例如，对广播电台来说，它是广播节目通过的第一关。如果传声器质量低劣，或选用不当，或者放置方法欠佳，那么所产生的不良后果往往不能在以后各个环节中予以校正或改善。由此可以看出它的重要作用。图 1-1 为传声器质量（包括使用操作质量）对声频信息总流量的影响。由图可见，传声器是使系统达到高保真度要求的主要器件。所谓声频信息总流量，不完全是一个量的概念，更重要的是质的概念，其中包括：通过的通频带宽度；非线性畸变的程度以及对声频信号瞬态变化的跟随能力等等。

图 1-1 所示出的概念，可以认为传声器是声频系统中的第一道闸门。它能否使应该通过的全部信息都顺利通过？什

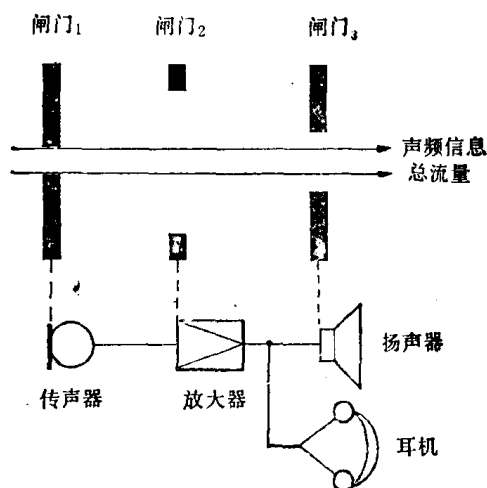


图 1-1 传声器对音频信息总流量的影响

么样的传声器以及怎么使用这些传声器，才能通过应该通过的最大限量的音频信息呢？

本书就是企图通过以下章节的讨论和阐述，较为全面地回答这些问题。

近二十年来，广播、电视、唱片、电影的录放声音质，以及家庭录放声设备的音质都有了极大的提高。反过来对录声的第一个环节——传声器的音质提出了更高的要求，同时，随着电子学、声学技术的进步，特别是研究人们听音机理的心理声学的迅速发展，也给传声器质量的提高奠定了理论基础。冶金、化工和电子工业突飞猛进地发展，也给制造高质量的传声器提供了理想的材料及工艺手段。所以，虽然近二十年来传声器在基本换能原理方面没有太大的变化，

但电声技术指标和性能却有了很大的提高，制造工艺也得到了较全面的革新。

几乎和二十年前一样，电动式（主要是动圈式）和电容式传声器仍然是两个主要品种，但由于电声学理论研究的带动和心理声学研究成果的应用，动圈式传声器的电声性能已接近电容式传声器，类似分频式扬声器系统一样，有些动圈式传声器也应用了分频原理，用来改善各频段的指向特性。电容式传声器的发展是令人瞩目的。驻极体式电容传声器的研制成功，使电容式传声器开始有了投入民用市场的可能，但早期的驻极体式电容传声器的性能和指标却不够好。不久，由于永久极化原材料的出现，驻极体传声器很快达到了专业水平。与此同时，电容式传声器各种幻相供电方式的研究成功，各种无线式传声器被试制出来，同时，为适应近代多声道、近距离录音的需要，又有不少电容传声器可在声压很强的情况下工作，这样，电容传声器便进入了多品种的年代。立体声技术的发展，给传声器研究者提出了不少新课题，如在相位方面；在配对一致性方面，都提出了更加严格的要求。

需要提出的是：电容式传声器从原理上具有容易改变指向特性的特点，同时，立体声录音的各种不同拾音制式，也要求经常转换传声器的指向特性，因而出现了在很大范围内改变指向特性的各式电容传声器，这种转变可用声学方法，也可以用电路方法，显然，后者更加方便些。应用电路方法改变指向特性，还可以实现遥控，给立体声录音带来了很大的灵活性。

应该指出，只有好的传声器是不够的，更主要的是正确使用。正确使用包括：正确地选择类别和型号；正确的拾音方案；传声器的正确布局；正确地处理单只特定传声器与传声器群的相互关系——距离、相位、混合比例；以及正确处理传声器与前置放大器的接口关系等。

很多录音师认为下面的公式是恰当的，即

录音师 + 传声器 = 画家 + 笔

由此可知，传声器的运用是十分重要的。运用的关键是正确地拾音，而拾音技术是与录音师的听音评价密切相关的。录音师要把拾音作为艺术上和技术上的再创作，他的最主要工具是传声器。优质的拾音必需依靠经验的积累，依靠细致地观察和仔细地聆听，这是一件高水准的工作。当然，拾音技术也有不少基本的原则和可遵循的规律，它并不是不可捉摸的或高深莫测的，但它有较大的可塑性，这一点是肯定的。重复一句，录音师和录音员必须随时记住：自己的工作是一种再创作，自己手中的武器是传声器。

有关拾音技术的基本规律，将在第十三章和第十五章中详细讨论。

第二章 传声器的分类

传声器有多种分类方法，换句话说，可以从多种不同的角度来进行分类。图 2-1 是几种分类方法的相互关系。

第一种方法 按能源分类

无源换能器把声能直接转换为电能，或者反之（此时换能器就变为扬声器）。无源传声器不需要任何有源电功率。它包括电动式、电磁式和压电式传声器。同时，如果不严格地划分，也可以包括使用直流极化电源的电容式传声器，因为直流极化电压虽然很高，可是直流极化电流却很小，可以认为直流极化电源基本上不提供电功率，而仅提供势能。

有源换能器所需要的电能，由电池或整流器供给，传声器只是使这种电能受声振动的调制，并与声振动同步而已。炭粒传声器和无线电容传声器就属于这一类。

第二种方法 按换能器原理分类

所有磁换能器均按感应定律工作，它们的输出电压不是与振膜的位移幅度成正比，而是与振膜速度成正比的。

对于所有的电容和电动式传声器，它们的输出电压和可动元件的位移幅度成正比。对于炭粒传声器，它的电阻大致与振膜位移的幅度成正比。

第三种方法 按声驱动力形成的方式分类（按制造时的

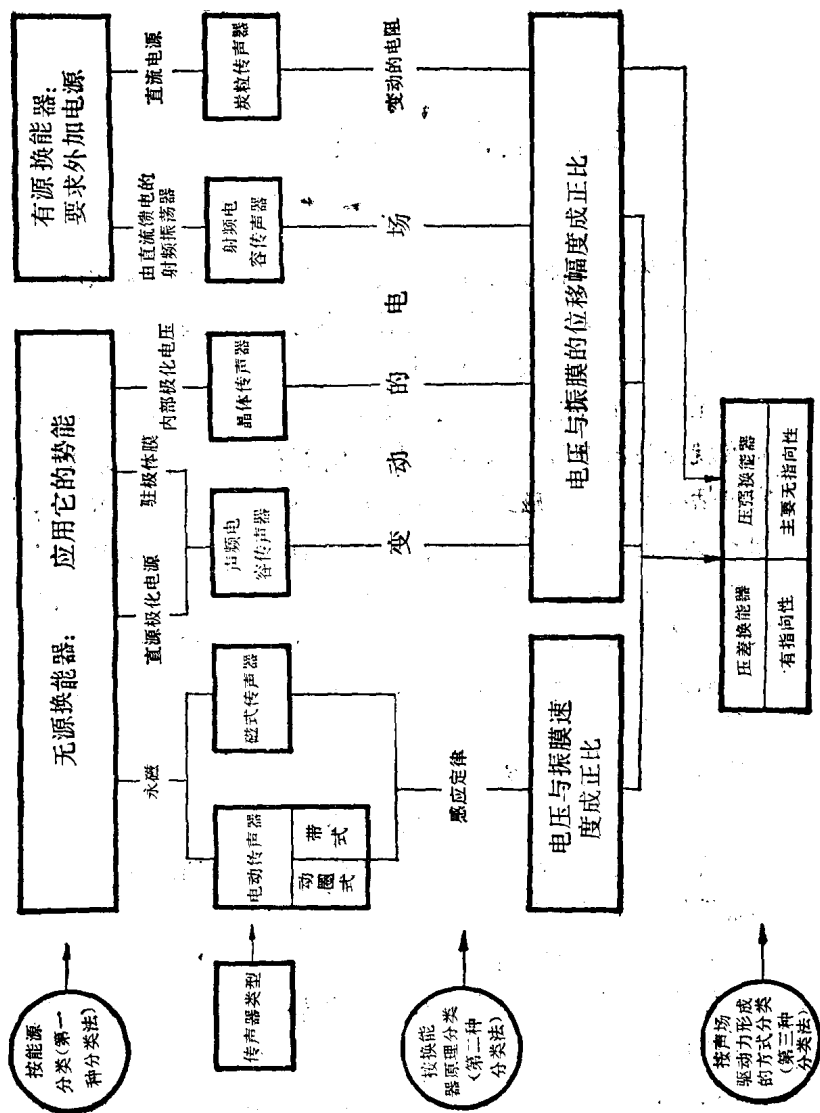


图 2-1 传声器的几种分类方法

用途分类，也是如此)

压强式传声器，是指声波只激励传声器振膜的一侧，主要是无指向特性的传声器。

压差换能器又称声压梯度换能器，是指声波激励传声器振膜的两侧，也就是说，这种传声器必须具有后侧声入射口，振膜的运动受振膜两侧声压之差的控制。这种传声器总是带有特定的指向特性。

当传声器的尺寸大于或近似于入射声波的波长时，任何传声器都呈现特殊的指向特性，这一点在第三章里还要详细讨论。

除炭粒传声器是压强换能器以外，其他各种形式的传声器既可能是压差换能器，也可能是压强换能器。

图 2-1 中所示的各种类型的传声器，并不都能达到高保真度录音的要求。众所周知，炭粒传声器、晶体传声器和磁式传声器只能用于通讯或一般音质要求不高的系统中，而动圈式传声器、声频电容式传声器和射频电容式传声器才具有很高的电声指标，因而被用于高质量录音工作中。近十年来，驻极体电容式传声器的特性和指标大有提高，已可用于高质量录音和测量中。以上提到的四种传声器——一种电动式和三种电容式，它们的结构繁简程度有较大的不同，如图 2-2 所示。带式传声器是电动式传声器的一种，近十年来，在国际上的专业录音中已很少使用。我们不少单位使用带式传声器积累了比较丰富的经验。它确实可作高质量录音使用，但由于它容易损坏，输出电平低，以及性能、指标不能长期保持稳定等弱点，因而在专业录音工作中，已逐渐退居