

现代录音技术丛书

# STEREOPHONIC MICROPHONE TECHNIQUE

## 立体声拾音技术

李 伟 编著



音技术  
4  
3  
编著  
(134)

中国广播电视出版社

现代录音技术丛书

# 立体声拾音技术

李 伟 编著

中国广播电视出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

立体声拾音技术/李伟编著. —北京: 中国广播电视出版社, 2004.7

(现代录音技术丛书)

ISBN 7-5043-4297-1

I. 立… II. 李… III. 立体声录音  
IV. TN912.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 058228 号

### 立体声拾音技术

|       |                                   |
|-------|-----------------------------------|
| 编 著:  | 李 伟                               |
| 责任编辑: | 阎维峰                               |
| 封面设计: | 郭运娟                               |
| 责任校对: | 谭 霞                               |
| 监 印:  | 陈晓华                               |
| 出版发行: | 中国广播电视出版社                         |
| 电 话:  | 86093580 86093583                 |
| 社 址:  | 北京复外大街 2 号 (邮政编码 100866)          |
| 经 销:  | 全国各地新华书店                          |
| 印 刷:  | 北京海淀安华印刷厂                         |
| 开 本:  | 787×1092 毫米 1/16                  |
| 字 数:  | 160 (千) 字                         |
| 印 张:  | 11.25                             |
| 版 次:  | 2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月第 1 次印刷 |
| 印 数:  | 4000 册                            |
| 书 号:  | ISBN 7-5043-4297-1/TN·301         |
| 定 价:  | 24.00 元                           |

(版权所有 翻印必究·印装有误 负责调换)



## 作者简介

李伟, 生于1952年, 沈阳人。14岁因“文革”停学, 16岁插队。20岁有幸在沈阳音乐学院舞台美术系灯光音响专业学习, 毕业后留校任教并做扩声和录音工作, 期间, 录音作品颇丰。在“不惑之年”负笈万里, 自费公派赴德国柏林艺术大学 (UdK) 音乐学院录音专业攻读硕士学位。学成回国后, 由沈阳音乐学院调入北京广播学院任教, 期间, 发表专业论文若干篇。现任北京广播学院录音艺术学院副院长、硕士研究生导师, 德国录音师协会会员、中国电影电视技术学会声音专业委员会专家组成员、中国音乐学院客座硕士研究生导师。

# 立体声拾音技术

- ◆ 立体声拾音技术 李 伟 编著
- ◆ 音乐录音 李大康 编著
- ◆ 声频测量技术 朱 伟 编著
- ◆ 声音与人耳听觉 陈小平 编著
- ◆ 扬声器和传声器原理与应用 陈小平 编著
- ◆ 流音频技术及应用 胡 泽 赵新梅 编著
- ◆ 计算机数字音频工作站 胡 泽 雷 伟 编著
- ◆ 录音工程师手册 周小东 编著

责任编辑：阎维峰

封面设计：郭运娟

# 现代录音技术丛书

主编 李 伟 伍健阳

## 内 容 简 介

自从录音技术出现以来,音乐的受众便不再被仅仅限制在音乐厅里欣赏音乐,它通过广播、电视、音像制品等媒介传送到有听音人的每一个角落。在音乐大众传播过程中,录音技术担负了重要的桥梁作用。目前,环绕立体声音响已经进入家庭,对环绕立体声的实践和理论研究成为业内人士关注的热点和前沿课题。可是多年来,我国在双声道立体声领域的研究与一些先进国家比较尚有一定的差距,势必成为进一步研究环绕立体声的理论瓶颈。所以对双声道立体声拾音技术的理论研究至关重要,并具有其深刻的现实意义。

《立体声拾音技术》一书将目前流行的二十多种拾音制式进行了科学的分类,并以“传声器指向性系数”为切入点讨论各种立体声拾音制式的拾音、重放机理和录音技巧。书中提出的“有效拾音范围”和“拾音范围”概念为正确使用各种拾音制式提供了理论根据。书中对“扬声器立体声重放声音信号的畸变”问题进行了比较有新意的探讨。

本书图文并茂、数据量较大,每章后面附有“思考题和作业”,可作为大专院校相关专业的教材和供业余录音爱好者自学,也可供专业人士参考。

## 总 序

1877年，爱迪生发明“留声机”，掀开了人类文明发展最为激动人心的一百年的大幕。在这一百年中，产生了人类有史以来最有影响力的传播媒介和艺术形式，而它们无不与录音技术有着深刻的联系。

电影是第一个成熟的视听艺术样式，在它的数次具有里程碑意义的变革当中（电影的发明、有声电影的诞生、彩色电影的出现和宽影幕的采用），有声电影的诞生无疑是最具革命性的。

1926年，美国电影业设计出一种与无声影片同步的电唱机，生产出用电唱机放声的有声电影。1927年，美国福无斯有声电影新闻公司发明将声音调制在电影胶卷上的方法。同年，华纳公司拍摄了音乐故事片《爵士歌王》(Jazz Singer)，这部影片不仅有音乐，还有一部分对白，因此被认为是声音正式进入电影的标志，它的出现，使伟大的“第七艺术”的奇迹得以真正完成。1928年，华纳兄弟公司进一步完善了有声电影技术，拍出了具有全部对白的真正有声电影《纽约之光》，自此，电影正式跨入了一个新的时期。

广播作为影响最大的大众传播媒介之一更是音频技术的直接产物。

1902年，美国人巴纳特·史特波斐德在肯塔基州穆雷市进行了第一次无线电广播。1920年，美国在底特律、旧金山和匹兹堡开始了商业无线电广播。1933年，阿姆斯特朗发明宽带调频原理，首次进行调频广播。20世纪50年代末，美国工程师赖纳德·康最先研制出立体声广播系统。1960年，蒙特利尔广播站首次应用赖纳德·康的系统进行立体

声广播。

广播的发明使人们第一次可以远距离传送自己的声音，第一次可以在广大的空间里对无数的听众进行信息传递活动。声音使人类首次体会到了“同时”和“零距离”的威力。

而稍后出现的电视的影响力更是超越了此前的任何一种传播媒介。

1929年，英国人贝尔德（1888—1946）发明了电视。1955年，美国无线电公司宣布实验成功磁带彩色录像机。1956年，美国菲舍无线电公司研制出具有晶体管放大器的磁带录音机。1958年，美国安皮克斯公司生产出商用彩色录像机。

作为视听媒介，声音也同样是电视的半壁江山。

录音技术也对原有的艺术样式产生了深刻的影响。音乐、戏曲、戏剧、文学等等传统艺术插上了“电子”的翅膀，为更多的人所接受。

以音乐艺术为例。录音技术的发明使人类的音乐文化传播发生了质的变化，使人们能够永久存储、广泛传播艺术家们的精湛表演，同时还催生了前所未有的音乐艺术样式。

纵观20世纪的艺术发展史我们可以发现，声音技术不仅是电子媒介的基础和电子艺术的摇篮，而且它的每一次技术飞跃都为艺术提供了更广阔的表现空间；而艺术创作也不断为技术发展提出新的要求与课题。

1931年，英国工程师布龙莱茵研制出横槽和直槽的双音迹立体声唱片。美国贝尔电话实验室首次通过电话线传送立体声交响乐。1954年，美国生产双迹磁带立体声录音机。三年后英国和美国生产出第一批商用立体声唱片。到20世纪50年代中期，立体声技术得以广泛运用，并在此后的近半个世纪中使视听艺术的创作得到空前的发展。立体声技术极大地改善了音频制作的质量，它使我们能聆听到位于正前方的两个音箱轴线之间的一个宽阔的立体声声场，领略声音的细腻的音质和层次感。

与此同时，人类开始了环绕声技术的探索。

1965年，美国科学家 Ray M. Dolby 在伦敦创办了杜比实验室，从事音响器材、降噪系统和环绕声技术的研究，陆续开发出了多种实用的环绕声编解码技术。

DTS公司和THX公司也分别开发了自己的环绕声技术，并在艺术创作和商业领域都取得了成功。

20世纪90年代后，日本SONY电影设备公司研制开发出SDDS制式，它是具有7.1声道的8路数字环绕声系统，其市场前景也颇具潜力。

音频技术领域发生的最为深刻的变革无疑是数字化和计算机技术的运用。

20世纪后半期开始飞速发展的计算机技术，使人类历史进入到了一个数字时代。如今，数字技术已经渗透进人类生活的各个层面，并深切改变着我们的生活状态和生存方式。

数字技术介入电影制作领域之后，带给电影的不仅是高清晰度的画面和奇幻的视觉享受，在进入电影音频制作领域后在听觉上也带给了人们高保真度的全新震撼体验。人们纷纷走进电影院，享受数字视觉奇观以及身临其境的环绕立体声享受。

即将来临的高清电视时代，也将是环绕声的时代。

正是在这样的背景下，人们对音频技术掌握的渴求突显了出来。《现代录音技术丛书》可以说是应运而生，作者大都多年从事录音节目制作和理论研究，每一部著作都凝结着他们的心血，既有多年来节目制作的宝贵经验的总结，也有填补国内理论空白的篇章。

这是一个“专家”的时代，又是一个“综合”的时代。社会分工越来越细，每个人都必须成为某一领域的“专家”，精通自己领域的“技能”。同时我们又必须越来越多地和不同领域的“专家”合作，在一个复杂的体系中完成协作。

广播电视就是这样一个庞大、严密的体系，这里需要各种各样的专门人员，他们又必须进行精巧的合作，以完成讯息传递、艺术创作的任务。本丛书是为广播电影电视领域从事声音制作的专门人员而编撰的，同时也希望成为其他从事广播电影电视工作、音像制作、远程教育等等专业人员的参考书目。

# 目 录

|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| 绪 论 .....                       | ( 1 )  |
| 第一章 传声器 .....                   | ( 7 )  |
| 1.1 传声器的分类 .....                | ( 8 )  |
| 1.2 压强式传声器 .....                | ( 10 ) |
| 1.3 压差式传声器 .....                | ( 11 ) |
| 1.4 压强式传声器与压差式传声器的组合 .....      | ( 12 ) |
| 1.5 传声器多种指向图形的形成和传声器指向性系数 ..... | ( 15 ) |
| 第二章 立体声重放的听音 .....              | ( 21 ) |
| 2.1 人耳对声源方位的判断 .....            | ( 21 ) |
| 2.2 扬声器立体声重放 .....              | ( 22 ) |
| 2.2.1 扬声器立体声重放系统 .....          | ( 22 ) |
| 2.2.2 扬声器立体声重放的听音范围 .....       | ( 25 ) |
| 2.2.3 时间差的声像定位 .....            | ( 26 ) |
| 2.2.4 强度差的声像定位 .....            | ( 27 ) |
| 2.2.5 时间/强度差对声像定位的共同作用 .....    | ( 27 ) |
| 2.3 耳机立体声重放 .....               | ( 28 ) |

|                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| <b>第三章 立体声概况</b>                    | ( 30 ) |
| 3.1 立体声简介                           | ( 30 ) |
| 3.2 双声道立体声拾音技术的分类                   | ( 32 ) |
| 3.3 房间立体声                           | ( 34 ) |
| <b>第四章 时间差拾音方法</b>                  | ( 36 ) |
| 4.1 A/B 拾音制式                        | ( 36 ) |
| 4.1.1 A/B 拾音制式拾音原理                  | ( 36 ) |
| 4.1.2 A/B 拾音制式扬声器立体声重放的声像定位原理       | ( 40 ) |
| 4.1.3 A/B 拾音制式中 $\Delta t$ 对声像定位的影响 | ( 42 ) |
| 4.1.4 A/B 拾音制式的拾音范围                 | ( 46 ) |
| 4.1.5 A/B 拾音制式中 $\Delta L$ 对声像定位的影响 | ( 50 ) |
| 4.1.6 梳状滤波器效应                       | ( 54 ) |
| 4.1.7 A/B 拾音制式的特点和使用                | ( 56 ) |
| 4.2 DECCA TREE 拾音制式                 | ( 57 ) |
| 4.3 FAULKNER 拾音制式                   | ( 58 ) |
| 4.4 STRAUS 组合拾音制式                   | ( 59 ) |
| 4.5 ABCDE 拾音制式                      | ( 60 ) |
| <b>第五章 强度差拾音方法 (1)</b>              | ( 62 ) |
| 5.1 X/Y 拾音制式                        | ( 63 ) |
| 5.1.1 X/Y 拾音制式的拾音原理和立体声重放原理         | ( 63 ) |
| 5.1.2 X/Y 拾音制式的有效拾音范围               | ( 68 ) |
| 5.1.3 X/Y 拾音制式的拾音范围                 | ( 72 ) |
| 5.1.4 X/Y 拾音制式的特点和使用                | ( 80 ) |
| 5.2 M/S 拾音制式                        | ( 81 ) |
| 5.2.1 M/S 拾音制式的加减器                  | ( 82 ) |
| 5.2.2 M/S 拾音制式的拾音和重放原理              | ( 84 ) |
| 5.2.3 M/S 拾音制式的有效拾音范围               | ( 88 ) |
| 5.2.4 M/S 拾音制式的拾音范围                 | ( 93 ) |

|                                    |        |
|------------------------------------|--------|
| 5.2.5 M/S 拾音制式的特点和使用 .....         | ( 96 ) |
| 5.3 X/Y 拾音制式和 M/S 拾音制式的比较 .....    | (100)  |
| <b>第六章 强度差拾音方法 (2) Pan Pot 制式</b>  |        |
| <b>(多轨录音技术)</b> .....              | (102)  |
| 6.1 多轨录音技术的设备和录音环境 .....           | (103)  |
| 6.2 多轨录音技术的录音工艺 .....              | (106)  |
| 6.2.1 多轨录音技术的前期录音 .....            | (106)  |
| 6.2.2 多轨录音技术的后期加工处理 .....          | (108)  |
| <b>第七章 “混合”拾音方法</b> .....          | (114)  |
| 7.1 ORTF 拾音制式 .....                | (115)  |
| 7.2 NOS 拾音制式 .....                 | (120)  |
| 7.3 EBS 拾音制式 .....                 | (121)  |
| 7.4 DIN 拾音制式 .....                 | (123)  |
| 7.5 RAI 拾音制式和 OLSON 拾音制式 .....     | (124)  |
| 7.6 “混合”拾音方法的使用 .....              | (125)  |
| <b>第八章 人头立体声方法</b> .....           | (128)  |
| 8.1 音色差 .....                      | (128)  |
| 8.2 OSS 拾音制式 .....                 | (130)  |
| 8.3 人工头 (仿真头) 拾音制式 .....           | (132)  |
| 8.4 真人头拾音制式 .....                  | (134)  |
| 8.5 球面拾音制式 .....                   | (134)  |
| 8.6 SASS (CROWN) 拾音制式 .....        | (135)  |
| 8.7 CLARA 拾音制式 .....               | (136)  |
| <b>第九章 立体声声音信号的特性</b> .....        | (138)  |
| 9.1 不同拾音方法拾取声音信号的区别 .....          | (138)  |
| 9.2 房间 (扬声器) 立体声和人头 (耳机) 立体声的区别 .. | (140)  |

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| 9.3 不同拾音制式扬声器立体声重放声音信号的畸变 ..... | (143)     |
| 9.3.1 水平方向的声像定位畸变 .....         | (143)     |
| 9.3.1.1 声像还原准确度 .....           | (144)     |
| 9.3.1.2 声像定位准确性 .....           | (146)     |
| 9.3.2 纵深方向的声像定位畸变 .....         | (148)     |
| 9.4 “主传声器”和辅助传声器 .....          | (151)     |
| 9.5 3:1 规则 .....                | (154)     |
| <br>主要参考书目 .....                | <br>(157) |
| 附录1 本书符号注释 .....                | (159)     |
| 附录2 本书计算公式一览 .....              | (162)     |
| 后 记 .....                       | (168)     |

## 绪 论

录音艺术是广播、电影、电视、音像出版等艺术创作中不可或缺的重要组成部分，在这些领域的作用也是不容置疑的。简单地说，录音就是将自然界存在的和人们为了某种需要创造的音响记录下来。如果说，音响包括音乐声、语言声和效果声的话，那么，录音就是调动一切录音技术技巧，将以音乐、语言 and 效果为内容的音响转换成电子信号、并记录在相应的媒体上。录音的形式应包括现场录音、录音棚录音和利用多媒体手段的计算机音乐制作等。从技术层面上讲，我们将借助录音器材对声音的处理和记录过程称为录音技术。

录音技术的应用不是录音艺术的全部，但录音艺术发展的每一阶段都反映了人类对录音技术的探索。

在录音技术发展的初期，对音响的记录和重放都是以“单声道”的形式进行的。“单声道”录音的重放是用一只扬声器聆听录音节目源，听音人感受不到在自然听音状态下由于人双耳对声源方位具有判断能力而带来的愉悦。为了弥补这一缺憾，追求更自然的录音重放，人们开始了探索“立体声”的漫长历史。

“立体声”的理论基础是“双耳效应”。根据声音以一定的速度传播，并随着传播距离的增加，声音的强度逐渐减弱这一物理特性，“双耳效应”理论认为：由于人的双耳位于头的两侧，假设一点声源位于听音人正前方中轴线上，声音到达双耳的时间和强度是一样的；若这一点

声源偏离中轴线，双耳的距离便使到达双耳的声音出现了时间差、强度差、相位差和音色差。听音人就是根据这些“差”判断出声源的方位。

早在 1881 年，人们曾经在巴黎用普通电话线从歌剧院传送双声道立体声节目，这是人类最早的“双耳效应”试验。

1896 年，著名英国物理学家、诺贝尔物理学奖得主瑞利（Lord John Willam Rayleigh, 1842—1919）对“双耳效应”进行了较完整的阐述，奠定了立体声理论的物理、生理基础。在后来的几十年里，各国科学家对立体声进行了大量的有益的试验。

1920 年，英国哥伦比亚唱片公司录制了三通道立体声唱片。

1925 年，德国柏林电台用两个中波台试播立体声广播。

1932 年，美国贝尔电话实验室在华盛顿和费城之间用高质量电话线传送三通道的交响乐，并进行了最早的立体声心理学测试。

1937 年，立体声电影问世。

可以认为，到 20 世纪 40 年代，是立体声技术发展的第一阶段，即试验阶段。一直到 1943 年，德国柏林帝国广播电台（RRG）第一次用磁带录音机进行立体声音乐录音，才真正开始了立体声录音的实用阶段。德国录音师用两只传声器彼此拉开一定距离，分别放在乐队的“小提琴”和“低音组”前面，模仿人的两只耳朵去“听”音乐，再将两个传声器拾取的电信号分别记录在录音机的两条声轨上（实际上，还使用了第三只传声器放在乐队前方的中间，这只“中间”传声器拾取的声音平均馈送到录音机的两条声轨上，这第三只传声器完全是技术上的需要，同立体声原理无关）。然后，再把分别记录的信号用两只扬声器重放。由于两路电信号中带有不同的时间差和强度差信息，描绘了乐队中不同乐器的声音位置，即再现了“立体声”。这一磁性立体声录音试验很快在包括电影制作在内的所有应用领域迅速普及，人类真正进入了立体声时代。

第二次世界大战后，立体声技术发展很快。1954 年，立体声制品第一次作为商品出售，20 世纪 60 年代，随着盒式录音机的普及，立体声节目进入千家万户，立体声技术也进入其发展的第三阶段——成熟阶段。这一阶段，立体声电影被大批生产，同时人们开始尝试电视立体声广播。

近三十年来,随着数字技术、激光技术、大规模集成电路、计算机等的迅速发展和声音分析与综合技术的广泛应用,人们不仅能高保真地记录和重放自然界中的声音,还能创造出在自然界中不存在的奇妙音响。多轨录音技术的普遍应用,使录音创作理念发生了根本的变革,特别近些年来对环绕立体声的探索,使立体声录音技术提高到新的水平。

音响本身是物质的自然属性,但当音乐、语言 and 效果附在音响载体上被受众接受时,则表现为呈现了表情功能。在表情信息的传递过程中,作为外在形式的音响对内容的感情表达势必起到一定的烘托、渲染作用。这种烘托和渲染也是感情表达的一部分。所以说,音响本身也同样具有审美价值。纵观录音技术的发展,它经历了单声道→双声道立体声→环绕立体声三大步。这三大步是人们实现审美追求的三次飞跃。

有声电影的初期,录音都是单声道的,现今的电视还有相当一部分是以单声道形式传输的。实事求是地说,单声道音乐音响包含了音乐的大部分信息,如音量变化、音色变化、甚至空间的远近变化等。它们基本上能够传达音响的物理特性和感情内容。但是,单声道音响由于只用一只扬声器重放,基本上是一个点在发声(即使使用几只扬声器重放,也是几个点在发声)。这样便使在自然状态下音响的大部分空间信息——如左右、上下、前后——都无法表达出来。如果说,没有空间就没有音响的话,单声道的音响还音对空间的描述实在是苍白无力的。单声道阶段音响的创作手法也处于低级阶段。人们对音响美的享受只能在一个“发声点”里去挖掘。

双声道立体声录音技术的应用使录音技术和艺术前进了一大步。就音响而言,双声道立体声携带了声音在发生和传播过程中几乎所有的空间信息。最为突出的是声像在左右的定位。这基本符合人双耳在听音时的自然状态,也大大增强了音响空间表现力的感情因素。双声道立体声的出现使人们对音响的审美升华到了平衡、对称、变化、和谐、统一等诸原则。

人耳对声音的感受是 360°全方位的。人们并没有满足双声道立体声近乎完美的音响。技术的进步和审美的要求使环绕立体声应运而生。在电影电视中环绕立体声的引入,使影视音响声音的创作进入到更高境