

多通路声和家庭影院 (1)

沈 嶸

(中国科学院声学研究所 北京 100080)

1998 年 5 月 26 日收到

摘要 本文叙述了多通路声的发展和它的音质。环绕声系统和家庭影院的进展,将使家庭内具有甚优于目前流行的双通路立体声系统的音质。

关键词 多通路声, 立体声, 环绕声, 家庭影院

Multi-channel sound and home theater (1)

Shen Hao

(Institute of Acoustics, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Abstract In this paper are described the development of the multi-channel sound and its acoustic quality. The advance of the surround sound system and the home theater will give much better sound quality of the home reproduction system than the present stereo system.

Key words Multi-channel sound, Stereo, Surround sound, Home theater

1 引言

在家庭娱乐方式中, 音响和电视技术的发展使它们趋向组合是必然的。音频与视频技术的组合, 形成不同类型的音频 - 视频系统, 即 AV 系统。它包含了音频和视频设备, 可以进行音乐欣赏、舞曲伴奏、观赏电视和聆听录音节目等。并且还开发了卡拉 OK 演唱功能。在四通路立体声和电影院杜比立体声的相互促进下, 发展了环绕声系统。它与 60 年代以来广泛流行的双通路立体声相比, 在音质方面有明显的提高。过去音频与视频系统的结合, 一直是重视图像清晰度而忽视音质。在电视广播中, 迄今还是以单通路声为主, 而录象的重放虽然采

用了立体声, 但是对录象机的音质仍然没有足够重视。90 年代初环绕声系统逐渐普及, 这样才使电视机的设计与生产重视了放声的音质。在改善电视机声音质量的同时, 开始生产带环绕系统的大屏幕电视机。有的公司则在电视机中加入了 SRS(声音恢复系统)双通路模拟环绕声技术以提高音质效果。美国和欧洲一些国家都拟建立标准, 规定正在研制的高清晰度电视(HDTV)的伴音系统必须采用环绕声系统, 例如, 杜比专业逻辑环绕声系统(Dolby Pro Logic surround sound system)、杜比 AC-3 数字环绕声系统等。家庭影院是 AV 系统的一种, 但它要求采用环绕声系统以提高其放音音质。近年来, 由于大屏幕电视机已逐渐成为家庭内的娱

乐中心，它声图并茂，可以使人们坐在家中欣赏到电影院所具有的视听效果。显然，各种尺寸的大屏幕电视机、投影电视机、LD、VCD和DVD视盘机、各类音响和环绕声系统为发展和建立家庭影院创造了条件。关于家庭影院声系统的电路方面已有许多文章讨论，本文只从多通路声的音质来讨论四通路立体声的发展和环绕声系统的形成以介绍家庭放声系统音质的的发展。

2 多通路声的发展

早在 1930 年，美国就进行过三通路立体声的实验，由于当时的技术水平和经济条件的限制，一直到 50 年代才流行双通路立体声系统。它作为当时的一种新的放声技术，恢复了用双耳听声音的方向感觉，并部分地传输了空间声场的信息。虽然这种双通路立体声再现了原声场中各个声源的方位与空间分布，但是所听到的重放声音的临场感却不明显。要不失真地传输原声场的空间信息，应该使用无限多条通路的理想立体声系统，它能够使录音空间内的声场在听音空间内正确地得到重现。理想多通路立体声系统虽然原则上能够解决声场传输的真实性问题，但是无限多条通路的设备非常复杂而且价格昂贵，使它无法实际应用。由于人耳在垂直方向对声源的定向能力较差，而录音室和听音室的声学特性也不会完全相同。因此，若允许声场通过传输有一些畸变，并且只考虑聆听者对水平面内的定向特性时，就只需要一排传声器接收声信号并用相应的扬声器重放。这时传输通路数越多，声场信息传输越精确，但同时设备也就越复杂。图 1 是早期对立体声系统通路数量和放声质量之间关系的实验结果。当 $n=1$ 时，即单通路系统，放声质量很差。随着通路数量的增加，放声质量获得改善。当 $n \rightarrow \infty$ 时，放声质量趋近于一，它相应于理想的立体声传输。由图 1 中曲线可知，传输系统的放声质量开始随着通路数量增加而迅速增长，但是当通路数增加到 5 条或 7 条时，放

应用声学

声质量就改善不明显了。应该注意，对于大的听音空间或者要传输移动声源的定位信息，在要求相同的传输质量条件下，需要的通路数要更多些。

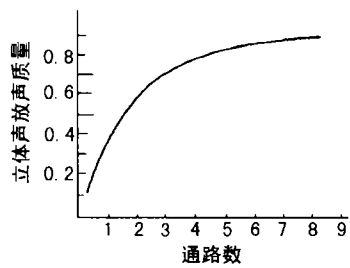


图 1 通路数和放声质量的关系

理想的多通路传输系统重放的声音应该和传声器录下的声音信息完全相同。但是，实际上要重放完全没有畸变的声音很难实现的。声音在接收、记录、传输和重放过程中，电声通路的许多零部件都会产生失真，影响放声的质量，而传输系统重视的声场信息也会有畸变。因此对于通路数量，实践中只能采用技术和经济的折衷方案。典型的三通路和五通路立体声系统常使用于专业场合，例如厅堂扩声，电影院放声等。而家庭放声长期来一直流行着双通路立体声系统。为了改善双通路立体声的音质，70 年代曾经企图发展四通路立体声，它能够真实地重发音乐的空间感。发展了用于四通路立体声的 CD-4 分离式唱片和矩阵编码唱片，实现了四通路立体声广播。但是在随后一段时期内，由于许多厂家各行其是，没有协商合作，也未能建立统一的规格标准。四通路立体声设备的种类繁多，互不兼容。有利用延时与合成的模拟四通路立体声，有利用调制与解调的分离式四通路立体声，有利用编码和解码的矩阵式四通路立体声，它们形成了混乱的局面，引发起争议，使录音制作公司和消费者无所适从，以致始终无法在家用高保真音响领域占据稳固的地位。经过十余年以后，所谓四通路立体声似乎已在不知不觉中逐渐消声匿迹。至今已很少有人提及了。这样，双通路立体声系统依然是家用高保真音响的主流。

四通路立体声是多通路立体声的一种,虽然四通路立体声在家庭放声领域中未能推广,但是并没有影响多通路技术在电影工业中的研究与发展。其中四通路立体声中的矩阵编码对多通路声的发展影响最大。由于矩阵式四通路立体声采用 QS 与 SQ 两种规格,其通路分离度很高,从而改进了四通路立体声的音质,并且采用双通路传输,与双通路立体声具有兼容性。这种矩阵编码系统用双通路重放,所有信息没有损失。如果经解码还原并恢复为四通路信息,则可以分别用四只扬声器重发。1975 年利用 QS 规格率先推出的第一台四通路矩阵解码器,虽然市场反应是不成功的,然而却引起当时研究和发展电影放映技术的杜比公司的兴趣。从而在电影院内采用了杜比立体声(Dolby stereo)。1977 年美国 George Lucas 公司制作的电影《星际大战》(Star war)里成功地运用了杜比立体声音响效果,一鸣惊人,在电影行业中迅速获得推广。但是在家庭放声领域,只有美国一些小公司推出基于 SQ 矩阵编码的产品。虽然它与 Dolby stereo 电影的解码方式不太一样,不过所处理的杜比立体声效果仍然具有相当好的分离度,在产品大展上进行试听令人耳目一新,引起了注意,使含有 Dolby stereo 音响效果的录象带和 LD 光盘迅速畅销起来。1978-1993 期间是 SQ 矩阵解码器风光的时代,但始终未能扩大影响。SQ 矩阵解码器只有左前(LF)、右前(RF)、右后(LB)、右后(RB)四条通路而没有中央通路,它与杜比解码器所处理的左前(L)、中央(C)、右前(R)以及后置环绕单通路声(S)并不兼容。1982 年出现过只有三通路的解码器,包括左前(L)、中央(C)、右前(R)的立体声和后置环绕单通路声(S),并利用延时与 Dolby 降噪处理,吸引了音响爱好者。接着美国 Audinics 和 Fosgate 公司推出配置中央通路(C)的新型矩阵解码器。这样对于家庭影院的美梦带来了潜力十足的前景。1985 年《家庭影院》技术已完备,虽然音响厂家依然无动于衷,但消费者们逐渐发觉视听(AV)音响的

质量有非常明显的改善,于是一种全新的家庭放声技术,即环绕声系统开始流行。同时厂家对家庭影院展开宣传攻势,有的推出矩阵解码器,有的推出大屏幕电视机,接着市场上就有了具有环绕声解码功能的 AV 放大器,使消费者们已有条件组装家庭影院。

由于杜比环绕声系统的环绕声通路是单通路型式而非分离式双通路,所使用的四通路信号 L、C、R、S 必须编码为双通路信息。尽管环绕声音为单通路的效果良好,但还是受到某些限制。例如无法精确表现后方不同定位感的微妙变化。另一个缺点是四通路编码为双通路录制的软件,必须经过解码处理才能恢复为四通路信息。在解码过程中不可避免地会产生某种程度的失真。因此杜比公司对电影院提出新的 Dolby stereo SR.D 数字系统来解决这两项限制。这是一种完全分离的五通路系统,另外设置一条超低音通路,通常称为 5.1 通路系统。Dolby stereo SR.D 数字系统于 1991 年初次使用于电影行业,获得良好的音质效果。不到两年,全世界装设 Dolby stereo SR.D 放映设备的电影院已达 250 多家。我国北京电影制片厂也于 1992 年改建了新的 5.1 通路的混合录音棚,1997 年制作出 Dolby stereo SR.D 数字声影片《鸦片战争》。这类系统的优点在于中央通路使定向更为精确,而两条独立后置环绕通路分别拥有 20kHz 宽的频率响应,其音质自然而逼真。虽然目前还没有与之相应的家用杜比 AC-3 环绕声系统上市,但技术问题已经解决。不久将先推出 Dolby stereo SR.D 解码器,即杜比数字环绕声解码器;由于只需添购这种解码器取代原有的 Dolby Pro Logic 解码器,即可完全沿用现有的视听组合系统,因此前景看好。此外 AC-3 系统已使用在 DVD 视盘机中使用并且也已被美国选为高清度电视(HDTV)使用的多通路伴音系统。

3 多通路声的音质

人们在家中重放音乐时常常希望能够听到

像著名音乐厅那样的音质。在音乐厅内聆听实况演出时,听众除了听到直接来自乐队的直达声以外,同时也能听到由房间内各个墙面和天棚反射来的许多反射声。这些反射声是由房间添加的,反射声的总和形成环境声,它反映了房间的音质。听众在听立体声节目时,能够辨别出这些反映大厅混响信息的环境声,并辨认出录制音乐节目大厅的声学特点。环境声的重现是高质量多通路声系统的一个重要声学质量指标。近年来发展起来的环绕声系统力图重现这个传输特性。人们使用术语“环境声”有两个含义。环境声是房间内所有反射声的总和,它包含有房间声学特征的信息,但也指人们据此信息引起听觉的总效果。环境声有助于在听觉中产生空间感,它使每个房间具有其自身独特的音质。在这样房间内重放声音过程中,由于再现环境声而使人们能从录制的立体声节目中听出环境声并辨认录制节目大厅的声学特点,从而引起方向感、空间感、包围感和临场感,提高了放声的质量。各类多通路声系统试图更多地重现环境声以产生更为真实的声象分布。环境声与混响声客观上都是指室内各反射声的总和,但在主观感觉上,环境声强调临场感,而混响声则是指时间衰变的感觉。在放声技术中,混响声通常是指声源房间中反射声的总和,而环境声更多是指在听音室内听录音节目时由传输系统带来录音室内反射声总和信息的主观感觉。当然,听音室本身也有反射声,但是因为它的混响时间总是小于录音室的混响时间,所以听音室内感觉到的环境声主要是录音室的混响信息,但还包含少量听音室本身的混响声,是指录音室声学特点的主观感觉。

在单通路系统中,录音室中仅用一只传声器接收声音,重放时相应地也用一只扬声器(或数只扬声器并联)重放声音,聆听者感觉到重放声音来自房间内仅有的一只扬声器位置。对多只扬声器并联放声的情况,仅使声象范围宽些,但仍只来自一个方向。因此单通路放声既没有方向感,也没有空间感。如果一个大型管

弦乐队演奏的节目由单通路系统重放,所有乐器的声音似乎都是从一个位置发出来的,但是音乐演奏时声源实际的空间分布并不是集中在一个点上的。双通路立体声恢复了用双耳听声音的方向感,部分地传输环境声。但是由于直达声和环境声都是由布置在聆听者前方的两只扬声器重发,人们听觉的掩蔽效应减弱了对环境声的感觉。因此双通路立体声虽然再现了原来声场中各个声源的方位和空间分布,但所听到声音的临场感却不明显。当人们听双通路立体声时,能感觉到录制节目时声音传来的方向,能辨别出管弦乐队中各种乐器的空间分布,但声象主要分布在平面内。利用双通路立体声放声,声象可以产生在两只扬声器之间任何一个位置上,所以双通路立体声能够给出声音的空间感觉,并且由双通路立体声效果产生的听觉空间几乎总是要比听音室的实际尺寸大些。双通路立体声能够扩大这种空间感觉是很容易证明的。例如,当放声系统从立体声(stereo)转换到单通路声(Mono),这时音乐,还有房间似乎都变小了并且没有深度感或空间感。此外双通路立体声的音质还有两个缺点,首先是立体声的声象主要在两只扬声器之间大约几十度的狭窄区域内。除了响度差别以外,只在不大的区域内有立体声效果。其次,聆听双通路立体声缺少环境声。因为聆听房间的形状、尺寸和声学特性都和录音房间不同,所以双通路立体声还不能产生实况演出那样的音质。

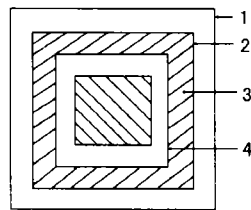


图 2 四通路立体声增大了听音房间的声学尺寸

- 1- 音乐厅大小
- 2- 分离式四通路立体声系统感觉到房间的大小
- 3- 矩阵式四通路立体声系统感觉到房间的大小
- 4- 实际听音房间的大小

四通路立体声可以改善重放音乐时的环境声和空间感。它的布置方案可以有若干思路,最典型的四通路立体声是用四只传声器接收声信号,其中两只传声器靠近舞台拾取直达声,即左前(LF)、右前(RF)信号,另外用两只传声器拾取环境声,即左后(LB)、右后(RB)信号。这些信号通过四条独立的通路传输,用布

置在听音室四角的四只扬声器重放 LF、RF、LB、RB 信号以获得空间感。使听音房间从声学观点来看类似于录音时的音乐厅。图 2 表示听音室好象变大了。虽然各种四通路立体声系统使聆听者感觉到房间变大的具体尺寸不同,但是不论哪一种放声系统都不能达到音乐厅原来的尺寸。(待续)



国际声学联合会议在欧洲举行

1999 年 3 月 14 日至 19 日,在德国柏林举行了第 137 届美国声学学会大会暨第二届欧洲声学大会(声学论坛)及第 25 届德国声学大会。此次国际声学联合大会是由美国声学学会(ASA)、欧洲声学学会(EAA)、及德国声学学会(DEGA)三家共同举办的。来自世界 34 个国家或地区的近 2000 人参加了会议。分 14 个大主题, 198 个分会、收到论文 1955 篇。

本次大会旨在推动国际声学各领域的研究,虽称地区性会议,但会议内容涉及声学的各个方面,可称本世纪最后一次全球性的声学会议。会议分的 14 个大主题分别为:建筑声学(AA)、动物声学(AB)、海洋声学(AO)、医学超声(BB)、工程声学(EA)、声学教育(ED)、音乐声学(MU)、噪声(NS)、物理声学(PA)、生理和心理声学(PP)、结构声与振动(SA)、语言通讯(SC)、声学信号处理(SP)、水下声学(UW)。会议期间,还举办了有源噪声与振动的专门讨论会,讨论了在有源噪声和振动方面领域的最新发展。同时,还举办了热声学的短训班,由美国 Los

Alamas 国家实验室 Condensed Matter and Thermol physical Group 的 Greg Swift 教授主讲。

在 198 个分会中,物理声学有两个专题是热声学,共 20 余篇论文。在热声制冷方面,其发展趋势是向单频高强度声方面发展,热机向大功率方向发展,使其能达到实用的地步。总之,热声学尤其是涉及高强度的非线性热声是当前声学研究领域的前沿课题。

在会议上,来自 6 个国家 40 余个公司及研究所参加了会议主办的声学仪器及技术展示会。

中国科学院声学研究所张仁和院士、关定华教授等六人参加此次大会。随后,关定华、刘克、吕亚东应邀访问了位于斯图加特的夫朗和费建筑物理研究所和斯图加特大学物理系,就非线性声学及噪声控制领域的学术问题举行了交流。在噪声控制方面,无纤维吸声材料是吸声材料今后发展的新动向,极有可能成为 21 世纪的吸声材料主流。

(中国科学院声学研究所 刘克)



中国声学学会检测分会学术会议在昆明召开

中国声学学会检测分会于 1999 年 4 月 18 日至 4 月 22 日在昆明召开了学术交流会,到会代表 120 多人,会议除四个特邀报告外,其余代表的论文都在会议上进行了交流。此外,会议还用了半天时间就目前声波检测中存在的问题进行专家咨询和技术交流。整个会议自始至终开得紧凑热烈,普遍反映效果很好。

在会议期间还召开了检测分会的委员会会议,讨论了换届以来分会工作,初步决定 2000 年下半年争取与其他兄弟学会联合召开一次学术交流会。在会议

闭幕式上,李明轩同志总结了换届以来初步实现了两个战略转移即由偏重基础向基础与应用相结合,理论与实践相结合的转移和中老年向中青年的转移;以及加强学会内部团结和抓住当前机遇大力发展检测声学学科的意见。刘明贵同志就本次会议作了总结。

本次会议由武汉岩土所承办,与会代表一致对岩土所组织开好这次会议给了充分肯定和感谢。

(中国科学院声学研究所 李明轩)