

3D 全息声音系统在视听艺术中的应用与研究

马 晟 顾肖联 黄社人

摘 要：随着大众娱乐时代的到来，以往的文化艺术内容及形式突然间无法满足大众爆发式的需求，单是电影这一种艺术形式就在近些年出现了内容和技术上的大飞跃，研发和投入市场的时间也大幅缩短，3D 声音技术迅速渗透到传统的创作手法之中，使得画面有了新的拓展维度和空间。

关键词：视听艺术；3D 声音；大众娱乐时代；维度和空间

作者简介：马晟，男，硕士研究生。（中国美术学院 3D 音画研究所，浙江 杭州 310024）

顾肖联，男，国家一级录音师。（浙江传媒学院 电影学院，浙江 杭州，310018）

黄社人，男，录音师。（杭州声无界音频技术有限公司，浙江 杭州，310024）

中图分类号：J933 **文献标识码：**A **文章编号：**1008-6552 (2016) 02-00103-04

一、引 言

近些年，随着国家对文化创意产业扶植力度的逐年增大，整个产业如雨后春笋般出现爆发式增长，如在影视产业，目前国内的大银幕数已在去年过万，电影的年产量及票房也直逼拥有“影业帝国”宝座的美国。^[1]音乐产业也已逐步摆脱了单纯依靠唱片盈利的商业模式，向“独立音乐工作室”、“网络音乐营销”等多元化方向发展，应运而生的一些电视真人秀栏目如《中国好声音》《中国好歌曲》《我是歌手》等的诞生，直接辐射涵盖所有电视观众，让音乐从“免费时代”逐渐导入到“消费人群”模式。除了影视和音乐这些在国内曾经相对强势的娱乐形式之外，近年来随着舞台以及交互艺术形式的崛起，许多新型的文化娱乐形式也从文化创意产业大发展的大趋势中分得了一杯羹。

对于以上提及的这些艺术形式而言，最为直观且效率最高的切入点无疑是视觉与听觉。目前，随着视觉技术诸如 IMAX、3D、4K、8K 等科技的发展，配合与之形成呼应的 3D 全息声音技术的应用也在近些年大规模地投入市场，Auro 11.1、Dolby Atmos 及 IOSONO，这些相对于“IMAX”、“3D 全息投影”耳熟能详的名字逐步进入了大众的视野，但这些 3D 声音系统的“代名词”将慢慢改变人们对于传统声音听觉感受的态度。^[2]就传统的声音回放系统而言，一方面，观众只能感受到“面”，而无法感受到“点”。另一方面，声音只能在观众的平行维度出现，而无法在观众的立体空间中出现。直观地说，声音将变成一种能直接在观众你我身边“触手可及”的元素，这使得画面中的“人”和“物”从二维的平面视觉中跳脱出来，变得更加真切，从而使视听艺术的作品更加具有说服力和真实感。

可以想象，声音这个无处不在却似乎又不是那么被人重视的创作元素，将会对现有的艺术形式及艺术作品起到不可估量的作用。一个可以“触摸”到的声音，必将也正在改变传统的视听语言的规则和创作方式。对于创作者而言，无论是导演、编剧、摄影还是作曲，都必须重新定义作品中的各种元素，因为它们将不仅仅在观众的前、后方出现，而会存在于四面八方，甚至“上天入地”。

二、现有相对成熟的 3D 全息声音系统

本项目将首先阐述 3D 全息声音系统的概念以及形成 3D 全息声回放条件的要素，通过将 3D 全息声

与目前应用相对普及的传统环绕声进行比较,突出3D全息声在幻象声源、空间定位、听觉感受等多个方面的优势,体现该系统在现有回放系统的基础上,所能产生的在听感及定位上的飞跃。^[3]从回放系统算法、空间定位、波场合成原理等多方面讨论3D声音技术的实现效果和理论依据,对以下三种相对主流的3D全息声音回放系统进行分析和比较。

(一) Barco Auro 11.1 沉浸式音响技术

Auro-3D 11.1是由比利时Barco旗下的Auro Technologies于2005年研发的沉浸式音响技术,旨在将听音区域细分成top-overhead(顶层)、Height-upper(30°仰角层)和Ear-Level(人耳水平层),来塑造声音从上至下的垂直感。该技术首先在音乐制作及回放领域实现,在欧洲早期的一些所谓的“3D音乐现场”的CD中得以应用,目前正在逐步向影院市场的声音回放系统进军,且技术实力不断增强,许多影片诸如《超凡蜘蛛侠2》《Red Tails》《神探狄仁杰之神都龙王》等影片都应用了其技术,并与卢卡斯电影公司、天行者音效公司(Skywalker Sound)等好莱坞一线电影制作公司紧密合作。Barco Auro 11.1打破了传统的声音回放系统方式如立体声、5.1或7.1环绕立体声的感念,^[4]不但加强了在平面上的声音纵深感,更让声音素材能实现在垂直空间上的移动和覆盖,也就是其所谓“沉浸式音响技术”的感官实现关键。

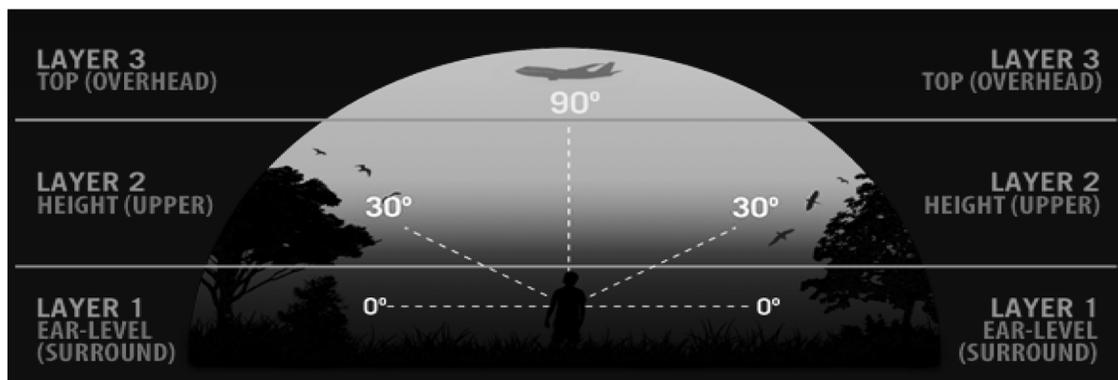


图1 Auro 3D 11.1 沉浸式声音效果图示,来源: <http://www.auro-3d.com>

最为首先提出所谓“3D声音”的机构,Auro用更为直观的方式——沉浸式来形容人在声音包裹下的体验。其Auro 11.1的音箱布局分别为Ear-Level(人耳水平层)——5只音箱(传统的5.1环绕式音箱布局方式);Height-upper(30°仰角层)——5只音箱;top-overhead(顶层)——1只音箱;再加上1只超低音组成的11.1的“3D声音”系统。在电影《Red Tails》中,影片开头就展示了一段飞行小组执行空中攻击任务的片段,利用该系统在顶部音箱布局的优势,展示了十分逼真的战斗场面,飞机的定位也相对准确,但唯一的缺点就是当飞机从画面底部出画后,声音定位的连续性就无法体现了,甚至在有些情况下,会给观众以利用低音音箱造成声像定位模糊的错觉。当然本片的导演或者声音设计师也刻意回避了这样的画面,却忽略了声音对于画面的延续性是无法改变的,因此过渡也存在着局限性。当然Auro 11.1只是其发布的最基础版本,它可以向下变换至10.1和9.1,向上变换至13.1(适应更大面积的电影院),耳机版本的3D回放系统也趋于成熟。但是,这都只能解决耳平面加上头顶部的声音回放,对于耳平面以下的空间似乎还需要再度研发。

(二) Dolby Atmos 全景声系统

杜比公司一直在影视的声音制作和回放方面有着自己独到的研发以及市场投放策略,Dolby Atmos全景声系统于2012年全面发布,虽然投放市场的时间较晚,但是基于其声音技术的连贯性,以及其全球覆盖度最广的院线市场,Dolby Atmos全景声系统得以在较短时间内迅速占领3D全息声在院线的市场。其技术在原有的Dolby Surround 7.1的基础上,在影院的顶部增加了Ceiling层,实际上更加细化了

声音的回放层次。由于是在原有的基础上的“升级”，在概念上实现了“3D”，通过原有的“环绕层”加上顶部的“Ceiling”层实现头顶部分的声音覆盖。^[5]通过这样的设计概念，使其在院线的改造成本上大幅下降，市场化的速度和效率达到最大值。正是基于其在院线市场的统一性，也确保了在制作端完成的项目能在回放端（院线）得到相对一致的听感体验，这才是 Dolby Atmos 全景声系统最大的卖点之一。在其院线建声的白皮书中，详细规范了扬声器数量、声压级、频响曲线、频响范围等涵盖了从环境声学到电声学的几乎所有技术指标和规范，沿袭了其“有产品，必有规范”的一贯作风，也是杜比产品统一性的重要保证。其他品牌或厂商在这一方面就落后了好几步。

从原理上看，杜比全景声采用的是基于“声道”（beds）+基于“对象”（objects）来制作和渲染输出，这样的流程更符合电影工业的流程和制作习惯。对于电影声音制作人员来说，有着一定的制作习惯和模式。虽然现在强调“沉浸式”听感体验，但并不是所有的声音都需要具备这样的功能。比如在电影《星际穿越》中，主人公所处的太空环境自然需要处理为沉浸式的，在做环境效果（BG）编辑时，就需要将这一部分的声音设置成（beds）作为“音床”使用，不需要占用对象（objects）部分的使用数量。提到“数量”的概念，在杜比全景声系统中，对（beds）和（objects）的使用是有约束的。“Beds”在 9.1 的模式下上限为 10 组，分别是 L、C、R、Lss、Rss、Lsr、Rsr、Lts、Rts 和 LFE，“Objects”在 Mono 或 Stereo 格式下上限为 118 个（C for Mono，L&R for Stereo），合计上限数量为 128。因此，使用杜比全景声的影片声音设计师（Sound Designer）或声音剪辑指导（Sound Editing Supervisor）在预混时就需要对轨道属性及数量有提前规划。回到影片《星际穿越》，由于该片的语言（DX）部分在混录上与以往影片有着明显区别的是，需要根据画面的变化而改变位置，语言不只局限在中间声道（C），会如画面位置而改变。这就要求将语言元素作为“objects”单独处理。当然，另一方面也要求影院扬声器的统一性，不只是在规格上的统一，更需要在比如音箱夹角、轴向偏离度等细节指标上也具备一定的统一度，这也体现出其《院线白皮书》的重要性。

更为重要的是，一贯强调“体验感”的杜比公司，已将“影院级”的听觉感受迅速地引入普通家庭，通过早日普及的机顶盒和日益发达的互联网技术，将这样的感受“百分之百”地“复制”到家庭这样的小单位中去，与“安桥”功放等客户端服务厂商的合作，让一部分家庭影院的拥有者先一步享受到杜比全景声系统技术“个性化”服务的听觉体验。

（三）IOSONO 3D 全息声系统

IOSONO 3D 全息声系统是相较于以上几种相对主流的 3D 声音系统最早研发的，是由德国弗劳恩霍夫应用研究促进会（Fraunhofer Gesellschaft）下属的数字媒体技术研究所（Institut für Digitale Medientechnologie）于 2004 年推出的最为全面的 3D 声音回放系统。作为该系统的基础的“波长合成技术”（Wave Filed Synthesis）并不是十分新鲜的技术，但 IOSONO 是率先将该技术实现到应用层面的公司。通过“WFS 技术”，可以准确定位声音在空间中的任意位置，通过对于“球面波”与“平面波”的精确控制，能使声音元素在三维空间形成“声聚焦”，将声音“打”在观众所处的经过设计的听音区域内的任意位置。

2013 年，张军的“水磨新调”3D 全息音乐会成功实现了将实时的移动声源的声像位置，同步定位在舞台。该场音乐会首次采用了将戏曲舞台做成四方形，演员位于舞台中央，而观众围绕在四周的形式呈现。音响圈一共分为三层（水平层、中高层和头顶层），在张军演唱曲目《长刀大工》时，小提琴演员从画面的最下角进入舞台（表演区域）中央，通过 IOSONO 的声像定位技术，声音十分精确地跟随表演者的位置移动而移动。更值得一提的是，演出主角张军的声音位置也能随着他的运动轨迹而实时改变：当张军正面朝向观众时，观众可以切实地感觉到声音在其正前方出现，而当张军背对观众时，则能感觉到声音到了背向的一侧，这是其他 3D 全息声音系统所无法实现的。“球面波”对于声像定位

起到了至关重要的作用，正是 IOSONO 基于延时的算法，可以在不同平面上的音箱根据可设定的延时数值，令声音在“观众区域”中的任意位置产生共振峰——也就是所谓的“声聚焦”，完成声音物体的精确定位。

除此之外，IOSONO 基于延时的算法也能让音箱产生“平面波”，使声音在一定距内以平面运动的方式传达至观众区域，打破了“皇帝位”这样的听觉局限，消除了以往传统的环绕声无法克服的物理障碍。IOSONO 的 3D 声音系统完全摒弃了以往对于“通道”的依赖，只基于“对象”的概念，在其最新的“core”版本中就可将音箱圈增多至 5 层，理论上音箱数量和声音对象都没有了上限瓶颈。这最大限度上解放了艺术家在创作时的壁垒，这项技术能更为广泛地应用于一些“声学条件不佳的”或是“声源回放条件不统一的”会展、装置艺术、多维舞台等强调互动的新型艺术形式中去，声音创作者在创意“天马行空”之后，也极大地保留了后期创作的余地。

三、结 语

虽然以上三种 3D 全息声系统是目目前相对成熟，实际运用最为广泛的技术，但是并不意味着这个新兴的市场就被垄断了，后起之秀依然层出不穷，大众熟知的 DTS (Digital Theatre System) 公司在前不久也发布了自己的 3D 声音制作及回放系统——DTS: X 多维音频技术，并在电影《火星救援》中得到了应用，效果也得到了大众的认可。又如斯坦福大学电脑音乐与音响研究中心 (CCRMA) 研发的 3D 多声道声音传播系统，以及其他一些市场认知度不高的系统都在向这个市场靠拢。可见以后的声音设计和制作形式都将发生改变，可能会在以下三个领域最为明显：声音设计元素的改变、创作方式的改变及其他艺术工作者合作方式的改变。由于声音出现的地方不再局限于环绕声道，因此对于移动声源来说，单声道的声音元素可能更加便于实际操作及后期的分布。立体声的素材对于类似音效或是环境音响，对用户来说就不再有原来的功能和效果，反而单声道元素会使单一平面的细节更为丰富。如果使用 Dolby Atmos 来实现“沉浸式体验”时，立体声的素材就会显得捉襟见肘。^[6]不考虑通道而是更加关注声源本身，将是声音设计师需要转变的创作态度。在和导演、摄影、演员及其他艺术工作者合作创作时，声音设计将不得被提前至脚本甚至是剧本构想阶段，而不是像现在的声音从业者一味被动地要求将声音设计前置考虑。这样的技术发展，使得声音这门艺术不再是以往的处于可有可无地位的“被动创作”，而是对故事本身、情节设置、转场方式、现场调度等都具有了指导意义。如此，“声音指导”这个工作岗位才能发挥其最大功能，不光是对声音部门，更能对整个主创团队的听觉引导都起到不可或缺的作用。

参考文献：

- [1] 姚睿, 姚国强. 数字电影声——3D 时代的全维度环绕立体声 (ADSS) 的概念、创意与发展对策 [J]. 北京电影学院学报, 2011 (5): 54-59.
- [2] 姚国强, 赫铁龙. 挑战与机遇——探析电影院数字环绕立体声还音系统的现状与未来发展趋势 [J]. 现代电影技术, 2013 (10): 20-31.
- [3] 朱昱晨. 3D 声音的发展历程及在电影艺术中的应用 [J]. 影视制作, 2013 (2): 48-50.
- [4] 王钢. 电影杜比全景声创作初探 [J]. 现代电影技术, 2014 (5): 3-9.
- [5] 梁铁强, 刘小莎. 杜比全景声技术及在影院中的应用 [J]. 音响技术, 2013 (3): 5-13.
- [6] 张雪, 刘达. 全球数字电影发展与新技术应用研究 [J]. 现代电影技术, 2014 (6): 36-42.

[责任编辑：高辛凡]