

裸眼三维立体显示技术趋势值得关注

【内容提要】 裸眼三维立体显示技术是新兴显示产业的重要组成部分及重点发展方向。赛迪智库电子信息产业研究所认为，以双目视差、体三维、光场、全息为代表的裸眼三维立体显示技术不断成熟，应用领域加速扩张，将给显示产业发展带来多方面的影响：市场需求不断拓宽，产业规模进一步增长；行业界限深度融合，企业面临重新洗牌；创新节奏明显加快，研发能力成为竞争制高点。为推动产业持续健康发展，应注重做好四方面的工作：强化顶层设计，布局下一代三维显示技术；统筹创新资源，攻克前沿核心技术；注重协同发展，加快打造产业链体系；加强队伍建设，大力培养专业人才。

【关键词】 裸眼三维立体 显示产业 行业趋势

三维显示技术具有广阔的应用前景，是“十三五”国家战略性新兴产业的重要组成部分之一。裸眼三维显示是指不需要眼镜等辅助设备，人眼可以直接观看到具有纵深感的三维立体场景技术，它更加符合人眼的观看习惯，是最具发展潜力的三维显示技术，在娱乐、文化、医疗卫生、制造工业和国防等领域有着广阔的应用前景。随着裸眼三维显示技术的不断成熟，新技术、新产品、新应用不断涌现，显示产业的现有格局必将发生重大变化。

一、裸眼三维显示技术发展格局初步成型

（一）双目视差显示技术发展最为成熟

双目视差型显示技术是目前最成熟的裸眼三维显示技术，其利用光栅、透镜阵列或微透镜阵列等分光组件将二维视差图像透射到观察者的双眼，通过人眼的立体视觉融合成三维视觉。从显示原理看，液晶、OLED，量子点、Micro-LED等可实现二维图像的显示技术，都可以依托双目视差技术实现裸眼三维显示，但效果会根据显示技术的刷新率、色彩饱和度、分辨率有所差别。双目视差技术只使用了人眼感知三维深度暗示中的双目视差信息，而不是全部的深度暗示，长时间观看会导致眩晕

和眼睛疲劳不适。2011年日本的索尼、东芝等就曾发布过裸眼3D电视，国内外众多企业随后也都推出了有关产品，但由于裸眼3D电视存在长期观看不舒适、可视角度小、价格高等问题，2012年前后推出的多数裸眼3D电视机已经下架。随着显示技术的发展和3D内容的丰富，裸眼3D电视开始再度走到前台。目前，采用双目视差原理的裸眼3D的代表性产品有裸眼3D电视、裸眼3D电脑、裸眼3D手机、LED裸眼3D显示器等。

（二）体三维显示技术多用于产品展示

体三维显示技术是利用人眼视觉暂留原理的真实空间成像的裸眼三维显示技术。该技术主要分为两种。一种是利用固体或气体介质，激发介质内的物质形成体素，组成体素阵列形成三维景象；另一种是利用屏幕旋转快速扫出一个成像空间，将多幅二维图像融合成一个具有深度感的三维景象，利用人眼视觉暂留特性获得三维立体效果。体三维显示技术的局限在于其再现的三维场景是透明的，无法显示不透明的物体，从而限制了其使用范围。目前大型场馆中对汽车产品、文物产品的裸眼三维显示多采用体三维显示技术。

（三）光场显示、全息显示最具发展潜力

光场显示和全息显示是目前最被业界认可的裸眼三维立体显示技术。光场三维显示技术的原理是重建三维物体表面向各个方向发出的光线来再现光场，通过光场调控器件（比如定向散射屏或镜面幕）结合高速扫描或多个显示单元，输出重构三维物体的真实光场分布。全息显示技术的原理是利用全息图记录物光波的振幅和相位信息，利用再现光波照射全息图得到再现像。光场显示和全息三维显示技术符合人眼的观看习惯，再现物体具有真实感，但目前相关产品大多处于实验室阶段。

混合现实/增强现实公司 Magic Leap 宣称采用了光场显示技术，但尚未推出正式产品。目前，全息干板这一静态全息显示产品已经成熟，动态的全息显示技术受限于显示器件的分辨率和尺寸、全息图的技术速度，还处于实验室阶段。在全息计算算法、显示器件、光场显示等方面，清华大学、北京理工大学、东南大学、四川大学、北京邮电大学等已开展研究工作，但尚未形成具有代表性的产业化产品，技术攻关和应用推广仍然任重道远。

二、裸眼三维立体显示将给显示产业带来三方面影响

(一) 从创新层面看，技术演进节奏明显加快，研发能力成为竞争制高点

随着信息消费需求的持续升级，显示技术作为信息显示载体和人机交互窗口，升级换代步伐不断加快，而裸眼三维立体显示技术问世再次加快了创新节奏，竞争焦点开始从产能优势向创新优势转变，创新能力提升成为各企业在新形势下发展的重中之重。从技术升级情况来看，显示产品形态将从硬屏到软屏、有屏到无屏的方向转变，产品分辨率将从百级 PPI 到千级 PPI 升级，技术升级将推动裸眼三维立体显示加快普及和应用。从竞争话语权看，核心技术、知识产权和人才成为竞争热点，LuxVue 在 Micro-LED 领域的 21 项专利是吸引苹果收购的重要原因。从应用来看，在裸眼三维立体显示时代，显示技术升级换代从大规模替代向长时间渗透、小范围增长转变，根据产品、场景、环境、用途进行个性化设计成为主流，原始创新、颠覆性产品将不断涌现。

(二) 从企业层面看，产业秩序发生改变，行业面临重新洗牌

裸眼三维立体显示的技术种类繁多，涉及光学、生物、材料、

微纳技术、精细化工、半导体等多门学科种类，其技术的成熟和产业化将会带动多个行业的企业进入，有望改变目前显示技术种类单一，行业专业性强，企业集聚度高的现状。一方面，传统显示企业将积极向三维立体显示领域发展，在终端企业的需求带动下，在裸眼三维立体显示方面的投入将不断加大，利用双目视差技术，以液晶、AMOLED、Micro-LED 等显示器件实现裸眼三维立体效果，这类企业在竞争中占据完备供应链和销售渠道的优势，将在短期内占据领先地位。另一方面，光场、全息等新兴显示产品实现产业化后，新进企业凭借对技术的理解优势，有望开发出具有颠覆潜质的裸眼三维立体显示新产品和新应用，抢占价值链高端，并使企业得到迅速发展，加速培育出新的“巨无霸”或者“小巨人”企业，从而对原有产业体系带来巨大冲击。因此，裸眼三维立体显示技术将给显示行业技术领域、经营模式和应用范围带来重大改变，有望打破原有产业秩序，使全行业再次面临“群雄逐鹿”的局面。

（三）从市场层面看，应用需求不断拓宽，产业规模将进一步增长

随着裸眼三维立体显示技术的深入发展，其市场需求将日益

旺盛，进而将带动显示产业的整体规模快速增长。例如，在虚拟现实领域，裸眼三维立体显示将提升人机交互的效果和质量，推动新兴产业的快速发展。预计，到 2025 年，全球虚拟现实市场规模将达到 1100 亿美元，其中显示器件市场规模为 400-500 亿美元，能实现裸眼三维显示效果的光场显示技术将走向成熟。同时，裸眼三维立体显示技术的不断成熟，也将给视听娱乐产品带来舒适、方便、逼真的观看体验，推动家居电子产品创新发展，进而带动产业和市场持续增长。此外，在科研、国防、教育、医疗、制造等专业应用领域，裸眼三维立体显示具有人机交互和图像处理的先天便利，可推动专业领域图像处理技术的升级换代，在专业消费领域和中高端消费领域形成新增长点、新动能，成为新的利基市场。在互联网、大数据和人工智能与硬件产品深度融合的大背景下，显示器件的重要作用不断加强，裸眼三维立体显示技术将进一步扩大显示产品市场应用范围。

三、对策建议

（一）强化顶层设计，布局下一代三维显示技术

一是统筹规划裸眼三维显示产业战略顶层设计，抢位发展具

有原始创新的裸眼三维立体显示技术。应把握三维显示产业处于起步阶段、核心技术尚未成熟的机遇期，发挥产业引导作用，培养优势企业和产业联盟，进行前瞻技术研发和专利布局，推动三维产业快速成长成熟产业。二是完善产学研用协同创新机制，加快三维显示产品的技术攻关和产业化，推进实验室产品的产业化，推动三维显示产品和服务的标准化建设，推动三维显示商业模式和服务模式的创新发展。

（二）统筹创新资源，攻克前沿核心技术

一是依托国内已有的技术储备基础，组织高校、科研院所、重点企业共同建立三维显示国家实验室，协同多方力量解决关键共性技术问题，鼓励开发具有更好使用体验的创新型产品。二是重点组织攻克光场采集算法、光场重建算法、全息显示器件等一批三维显示前沿核心技术，提升三维显示技术创新能力。三是强化在光场相机、空间光调制器、微透镜阵列等核心器件和动态环境建模、3D内容生成等关键技术环节的联合攻关，提升我国三维显示产品的竞争力。四是引导规范三维显示产品研发应用，推动三维显示产业健康有序快速发展。

（三）注重协同发展，加快打造产业链体系

一是在裸眼三维立体显示领域具有技术优势的骨干企业中开展核心材料和关键装备产业链的建设，扶持下游内容和服务产业链的聚集和发展，以裸眼三维立体显示“硬件+软件+内容+服务”为架构，打造形成具有国际竞争力的新型显示产业生态。二是支持有条件的显示企业在裸眼三维立体显示产业链进行上下游垂直整合和跨领域价值链横向拓展，以现有的显示产业集群为中心，建设裸眼三维立体显示产业示范区，推动产业链整体集聚。三是组织实施材料、设备、工艺、内容、服务等重点领域“一揽子”突破计划，吸取显示产业发展经验，提高裸眼三维立体显示的装备、材料和工艺技术可靠性和有效性，以及内容、服务的先进性和多样性。组织开展首台（套）、首批次示范应用，加快产业链环节的市场化应用和推广进程。

（四）加强队伍建设，大力培养专业人才

一是对裸眼三维立体显示人才需求开展调查和预测，建立健全高层次人才信息库，为高校、科研单位和企业培养人才提供指引和参考。二是鼓励企业面向 OLED、Micro-LED、量子点、全

息、光场等新兴显示技术发展需求制定人才培养目标，加强企业与高校和研究机构的合作，对在职人员进行裸眼三维立体显示技术普及和培训。三是推动高校加强和丰富显示领域学科专业建设，精准培养裸眼三维立体显示急需的微电子、半导体、微纳技术、精细化工等领域的科研人员和技术人才。四是完善人才引进和激励政策，与国外裸眼三维立体显示技术研究领先的企业和研究机构合作，建立顶级专家引进计划，吸引一批在裸眼三维立体显示方面具有国际影响力的学术带头人和关键技术项目负责人。

本文作者：工业和信息化部赛迪研究院 耿怡 赵燕
联系方式：13520188173
电子邮件：gengyi @ccidthinktank.com

研究，还是研究 才使我们见微知著

信息化研究中心

电子信息产业研究所

软件产业研究所

网络空间研究所

无线电管理研究所

互联网研究所

集成电路研究所

工业化研究中心

工业经济研究所

工业科技研究所

装备工业研究所

消费品工业研究所

原材料工业研究所

工业节能与环保研究所

规划研究所

产业政策研究所

军民结合研究所

中小企业研究所

政策法规研究所

世界工业研究所

安全产业研究所

编辑部：赛迪工业和信息化研究院

通讯地址：北京市海淀区万寿路27号院8号楼12层

邮政编码：100846

联系人：刘颖 董凯

联系电话：010-68200552 13701304215

010-68207922 13910685050

传真：0086-10-68209616

网址：www.ccidwise.com

电子邮件：liuying@ccidthinktank.com

报：部领导

送：部机关各司局，各地方工业和信息化主管部门及
相关部门

编辑部：工业和信息化部赛迪研究院

通讯地址：北京市海淀区万寿路27号院南门8号楼12层

邮政编码：100846

联系人：刘颖 董凯

联系电话：010-68200552 13701304215

010-68207922 13910685050

传 真：010-68200534

网 址：www.ccidwise.com

电子邮件：liuying@ccidthinktank.com

