

技术突破、市场爆发、应用拓展

电子纸产业喜迎三重发展浪潮

在全球显示产业百花齐放的格局中,电子纸以其独特的类纸观感、低功耗和视觉健康特性,正从细分赛道走向主流显示的聚光灯下。如今,电子纸产业正迎来技术突破、市场爆发与应用拓展的三重发展浪潮,一个千亿级的产业蓝海已拉开大幕。

细分市场中,电子价签是当前的“压舱石”,2025年出货量预计突破4.8亿片,同比增长53.7%;电子纸平板作为消费端主力,2025年出货量预计突破1880万片。

技术路径多元化突破

技术路径多元化与核心指标的持续突破,为电子纸解锁了从阅读到交互、从室内到户外、从静态到视频的广阔场景。

长期深耕柔性电子领域的中国科学院院士黄维指出:“电子纸是柔性电子可实现的显示类应用之一,其突破不是单一环节的精进,而是材料、器件、工艺、应用全链条协同发力。”这正是当前电子纸技术发展的真实写照。

在备受关注的彩色化方面,电子纸当前的两条主流技术路径——电泳与电润湿,正齐头并进。华南师范大学副研究员孙海玲在2025世界显示产业创新发展大会专题对接活动上介绍了所在团队攻坚的电润湿技术,其已率先形成面向幕墙装饰等应用的无源驱动彩色视频电子纸定制化样机交付能力,全球首条彩色动态电子纸面板量产线已正式在广东佛山启动建设。

而产业龙头企业元太科技则代表了电泳技术的推进方向,元太科技中国区总经理刘森华在2025世界显示产业创新发展大会专题对接活动上展示了其彩色产品矩阵。其中,全彩电子纸技术采用全新四色粒子显示系统,具有色彩温和和宽温操作特点,可承受极寒与酷热环境,支持恶劣环



AI生成

境下的工业、运输与户外显示应用。

在刷新率这一关键指标上,北京大上科技有限公司创始人龚东强调,当电子纸屏的刷新率达到超高刷新级别后,将释放更多想象力。据了解,大上科技通过优化电子墨滴运动路径、循环计算墨滴运动次数等专利技术,将墨水屏显示器的刷新率提升至60赫兹,“让墨水屏完全可以比肩液晶屏”。龚东将此定义为“液晶级刷新”,并认为这是“电子纸从一个小众显示技术升级为主流显示技术”的关键,为电子纸进入办公、创作等高频交互场景扫清了障碍。

不过,彩色化带来的亮度损失、成本增加以及高刷新率下的屏幕使用寿命与残影控制,仍是技术攻坚的难点。

业内人士指出,技术路线将持续竞争与融合,材料创新是核心;高刷新率成为高性能终端的标配;与柔性、触控技术的深度集成将成为差异化竞争的关键。

电子纸终端产品市场规模达142亿美元

技术的成熟直接催化了市场的认同。那么,电子纸的市场是否已迎来爆发临界点?专家表示,如今,核心模组国产化率攀升带来成本下降,新兴渠道助力市场教育,全球“双碳”政策创造了

绿色替代窗口期。

市场数据最为直观。洛图科技首席运营官王育红指出,电子纸技术已进入高速增长期。就应用终端现状来看,2024年全球电子纸终端产品市场规模达142亿美元,成为绿色显示与人工智能物联网融合的重要载体。细分市场中,根据洛图科技研究数据,电子价签是当前的“压舱石”,2025年出货量预计突破4.8亿片,同比增长53.7%;电子纸平板作为消费端主力,2025年出货量预计突破1880万片。王育红特别强调:“电子纸模组国产化率96%。”这为整个产业链的成本控制和自主可控奠定了坚实基础。

市场的爆发也反映在渠道变革上。抖音电商电纸书行业负责人康美玲透露,电纸书品类在抖音平台近两年增长29%。她指出,抖音这类平台“货找人”与“人找货”相结合的能力,非常适合电子纸这类需要深度种草的新品类。

终端品牌也在快速成长。“电纸书有望成为继手机、电脑之后的第三大主流终端。”汉王科技战略生态部总监徐世忠表示,“我们期望到2035年,电纸书全球年出货量达1亿台;到2045年增至10亿台,产值达到千亿美元。电子纸行业将像新能源汽车一样‘走出去’。”

总体而言,当前电子纸终端产品价格仍高于传统液晶屏,市场渗透率有待提升,比如电子纸

阅读器渗透率不足3%,空间巨大。此外,消费者认知仍需持续提升。

专家指出,电子纸成本随着规模效应和国产化推进持续下探,渠道多元化与营销内容化将成为品牌突围的关键。同时,绿色属性将成为电子纸重要的市场竞争力。

万物皆可“电子纸化”

技术成熟与市场需求共振,驱动电子纸超越传统边界,赋能千行百业。

王育红表示,电子纸的应用正呈现“横向领域拓宽,纵向产品深化”的态势。在典型的零售、办公、教育类之外,还有商用领域在进行横向的场景化探索。

首先,智慧商显与数字标牌成为电子纸最具潜力的新增长点。刘森华表示,元太科技将商显作为新重点,并指出电子纸看板的便捷性,以及其在欧洲能源危机背景下凸显的节能优势。他透露,在车载显示领域,电子纸也已应用于“宝马的车子外衣”。

其次,智慧办公与教育领域成为电子纸核心价值的体现。比如,电子纸阅读器有望成为手机、电脑之后的第三大主流终端,多个品牌都正在致力于推出护眼学习电子纸产品。而电子纸显示器则精准击中了长期面对屏幕的文字工作者、程序员等群体的护眼刚需。

此外,在智慧城市与绿色建筑领域,电子纸也应用于建筑幕墙、公交站牌等场景,其愿景是“体现纸张海报无光污染、低功耗的特点,并且可以结合彩色视频功能”。

面向未来,挑战也同样存在:如何针对碎片化的垂直行业需求,提供稳定、低成本、定制化的解决方案?如何与现有的智能物联网系统高效集成?

接下来,应用场景将持续碎片化、精细化,从电子价签、桌牌到胸牌,万物皆可“电子纸化”;“绿色低碳”将成为电子纸切入企业用户端和政府端市场的核心议题。王育红表示:“假如电子纸替换70%的液晶产品,降碳之后减少砍伐树木的数量可填补三分之一塔克拉玛干沙漠。”这种降碳能力是电子纸最有力的名片。

中国电子视像行业协会秘书长董敏强调,应积极探索新场景、新模式,以应用牵引产业结构升级和技术迭代。

如今,电子纸产业正循着上述路径,在技术、市场与应用的重重浪潮中乘风破浪。当产业链上下游协同发力,这片“绿洲”般的显示技术,必将在全球显示产业格局中占据更为重要的位置,真正实现“显示如纸,赋能万物”的愿景。

据《中国电子报》作者:杨鹏岳

国产工艺破解微珠生产“密码”

锂电池产业链企业开启满产满销模式

高性能空心玻璃微珠(以下简称“微珠”)是一种性能奇异的材料。3800万颗微珠的重量加起来仅1克,最小粒径为头发丝的三十分之一。与其“体重”形成鲜明对比的是,微珠的抗压强度极高,最大抗压超过180兆帕。用它制成的材料,被广泛用于航天、海洋、油田、电子、建筑等领域。

历经10多年研发试验,山西海诺科技股份有限公司(以下简称“山西海诺”)成功研发出微珠工业化制备工艺和设备,打破了国外垄断,实现了微珠的国产化。其研发的“一种空心玻璃微珠的制备方法”发明专利荣获第二十五届中国专利奖优秀奖。

打破微珠生产工艺垄断

在山西海诺展厅里,记者通过电子显微镜目睹了微珠的真相:被放大数百倍后的微珠,如同小玻璃珠一般,外壁薄,内部中空。

“微珠中空部分填充的是惰性气体。”山西海诺董事会秘书赵慧龙介绍,由于具有独特的中空球形结构,微珠不仅密度低、导热系数低、抗压强度高、耐高温、稳定性好,还具备绝缘、自润滑、隔音、耐火、耐腐蚀、防辐射、无毒以及表面易改性等特殊性能。

“我首次接触微珠,就被它的奇性能和广泛用途震惊了。”山西海诺董事长申鹏展回忆道。微珠是微米级的非金属轻质无机材料,既可单独使用,也可作为轻质填料制备复合材料,用途广泛。

但此前,微珠生产技术一直被美国垄断。“国内应用的微珠几乎全靠高价进口。”申鹏展说,我国科研人员对微珠的研究取得了一定成果,但生产仅停留在实验室或小规模阶段,未实现工业化批量生产,产量无法满足需求。

为此,2008年起,申鹏展出资邀请中国科学院相关研究所、中北大学等高校院所的专家参与,组织科研团队开展微珠产业化试验,研发微珠工业化生产工艺和设备。

建立万吨级智能生产线

当时,微珠生产工艺包括固相玻璃粉末法、液相雾化法、软化学制备法。但赵慧龙坦言,因

种种原因,这些工艺他们无法使用。要真正实现微珠战略新材料的国产化,他们必须研发出一种适合国内工业化大批量生产的工艺。

调整原料比例、增加磨浆细腻度、加大均质化压力、优化烧结温度……经过百十次试验,成功仍遥不可及。申鹏展感慨道:“微珠生产理论看似简单,背后却藏着无数待解的技术密码。原料比例稍有偏差,成品就可能面目全非。烧结温度高几摄氏度,空心结构就可能坍塌。就连均质化时的压力波动都可能导致微珠粘黏。从论文到工厂生产线,确实难如西天取经。”

2010年起,申鹏展和科研团队干脆吃住在实验室,一起寻找问题症结,紧盯每一道工序。经过反复配比、调整数值、不断实验……他们探明了微珠工业化生产的原料配方,以及研磨细度、均质化程度、喷雾造粒粒径控制、烧结火焰温度等关键数据,迈出了微珠工业化制备的重要一步。

从小试到中试,经过5公斤、50公斤、100公斤、500公斤的递进式试验和上万次实验,2012年,山西海诺科研团队终于研发出能耗低、成球率高的微珠生产工艺。次年,该工艺申请并获得了发明专利。赵慧龙说,这个工艺配方可调配、生产成本低、简单易控制、产品质量稳定,更适合大规模工业化生产。

在山西省多部门支持下,2015年,山西海诺建成国内首条拥有高性能空心玻璃微珠制备技术自主知识产权的工业化生产线,实现了微珠从实验室到规模化生产的跨越。生产线能

够量产低、中、高全密度系列微珠产品。2021年,山西海诺又建成国内唯一万吨级微珠智能生产线。

申鹏展说:“经权威部门检验,我们生产的多数型号产品抗压强度、粒径分布等核心指标处于国际领先水平,但成本仅为进口产品的三分之一。”山西海诺的“微球代木复材制备”项目已列入山西省级专利转化推广项目,并通过了“专利密集型产品”认证。

同步攻关研制配套装备

山西海诺科研团队不仅试验微珠生产工艺,还同步研制生产设备。申鹏展介绍,微珠生产线上有几十台大大小小的设备,这些设备都是他们自主研发的。在研制过程中,没有成熟设备可供参考,每台设备团队都要自己摸索和研发。

无论是微珠量产的一次次跨越,还是生产工艺的一次次修改完善,都对设备提出了新要求。团队必须对每一台设备进行更新优化,有时还得“推倒重来”。赵慧龙说:“每提升一个产能量级,原有的设备就难以适配,必须重新设计、重新研制,没有任何捷径可走。”他举例说,微珠要在600摄氏度至1000摄氏度不同温度曲线的高温火焰中过火强化,这对燃烧炉的性能要求很高。“我们设计图纸,指导南方几家企业加工,历经好几年才制造出既能调节火焰温度,又保证过火均匀,还能自动控制风力、便于顶部收集微珠的炉子。”赵慧龙说,这个炉子目前已获得我国实用新型专利授权。

从微珠生产中必需的除尘设备、搅拌式反应釜,到核心的空心玻璃微珠成球炉、分级设备,再到收集装置、烘干装置、表面处理装置,乃至最后的包装机……山西海诺在微珠工业化生产的全流程实现了设备的自主可控。申鹏展说,研制的这些设备让他们获得了11项实用新型专利授权。

目前,山西海诺微珠产能达1.5万吨。它已成为国内微珠生产规模最大的企业、国家级专精特新“小巨人”企业。其产品应用于油田固井、改性塑料、胶黏剂、涂料、橡胶、代木、印制电路板等领域。仅中国海洋石油集团就累计使用1.5万多吨,节省石油开采成本约6亿元。

据《科技日报》作者:赵向南

在市场强劲增长的背景下,锂电池产业链多家企业开启满产满销模式。

“目前公司主要储能产品基本满产满销,相关产品价格较上半年有一定的上涨。”11月24日,锂电池企业广州鹏辉能源科技股份有限公司相关负责人在投资者互动平台上表示。同日,上游材料六氟磷酸锂企业天际新能源科技股份有限公司相关负责人也表示:“公司六氟磷酸锂目前及明年一季度预计是满产满销状态。”

此外,北京当升材料科技股份有限公司相关负责人近期也在交易所互动平台上表示:“公司磷酸(锰)铁锂攀枝花首期一阶段4万吨产能已建成,实现‘建成即投产、投产即满产’。”

福建龙净环保股份有限公司相关负责人也表示:“公司现有储能电芯产能约8.5吉瓦时,自今年3月以来处于满产满销态势。为满足当前电芯市场需求,公司拟在原产线预留区域适度提升产能,以进一步降低单位生产成本。”

苏商银行特约研究员高政扬表示:“本轮锂电池市场景气度攀升,核心驱动力来自旺盛的市场需求,不仅储能电池市场井喷,新能源汽车动力电池也保持强劲增长势头。”

据Wind数据,11月25日,基础原料电池级碳酸锂现货报价91960元/吨,相比一个月前75440元/吨的报价,涨幅达到21.9%。电解液核心材料六氟磷酸锂价格近期大幅上涨。电芯方面,100安时至314安时的主流磷酸铁锂电芯价格近期均出现上行。

值得关注的是,在市场需求激增的背景下,长期协议成为下游企业保障供应的重要方式。日前,北京海博思创科技股份有限公司与宁德时代新能源科技股份有限公司签订《战略合作协议》,前者承诺2026年1月1日至2035年12月31日其生产经营所需产品采购并使用后者电芯产品,后者确保其产品满足甲方的质量及技术要求。

“企业纷纷通过签订长期协议进行采购,侧面反映了市场对储能电池长期需求的乐观预期,同时这一模式也有利于产业链、供应链稳定。”中国城市专家智库委员会常务副秘书长林先平表示。据《证券日报》作者:丁蓉