

中国显示技术是怎样炼成的？

□ 欧阳钟灿



欧阳钟灿，理论物理学家。1997年当选为中国科学院院士。2003年当选为第三世界科学院院士。主要从事液晶、生物膜理论和DNA生物大分子弹性性质及蛋白质折叠研究。曾获国家自然科学奖、海外华人物理学会亚洲华裔物理学杰出成就奖、周培源物理奖、何梁何利基金科学与技术进步奖等，为我国液晶显示产业的跨越发展作出了重要贡献。

在2025年1月8日的国际消费电子展上，中国新型显示产品正以颠覆性的技术革新吸引全球目光。如海信的全球首颗RGB光色同控画质芯片、TCL的全球最大QD-Mini LED电视以及京东方的拼接滑轨车载显示屏等，尽显中国显示产业的蓬勃发展之势。这一飞跃背后是中国显示技术的追赶和超越。习近平总书记指出：“要聚焦集成电路、新型显示、通信设备、智能硬件等重点领域，加快锻造长板、补齐短板，培育一批具有国际竞争力的大企业和具有产业链控制力的生态主导型企业，构建自主可控产业生态。”这为产业发展注入了强劲动力。回望过去，中国显示产业从“缺芯少屏”的困境到占据全球显示面板产能70%、市场规模超万亿元的领先地位，用短短十余年的时间完成了从技术追赶产业引领的华丽蜕变。这背后不仅是液晶显示器（LCD）与有机发光二极管（OLED）技术的突破，更是政产学研用协同创新的生动实践。

液晶显示产业的崛起

液晶最早在1888年由奥地利植物学家发现：当加热树脂时，它会经历从固体到浑浊液体的变化，而在特定温度下，这种液体突然变透明。它虽然像液体一样流动，但光学性质却像晶体，因此被称为“液晶”，即液态的晶体。液晶显示的发展起源于1968年，由美国RCA公司董事长海尔迈耶（Heilmeyer）提出，他当时设想将电视贴在墙上，使用的就是液晶技术。液晶显示技术虽然起源于欧美，但在日本实现了产业化，20世纪90年代传至韩国和中国台湾地区，进入21世纪，中国大陆开始在该领域崭露头角并迅速崛起。2008年北京奥运会开幕式上，那个巨大的液晶屏令人印象深刻，但它是固定不能动的。到了2022年北京冬奥会，奥运村广场上1万平方米的智慧屏则展现了智能交互的魅力，运动员走过会留下脚印痕迹，这是智能技术与显示技术结合的成果。从静态显示到智能交互，中国显示技术短时间内实现了质的飞跃。数据显示，中国显示面板产业2024年市场规模达1.3万亿元，已占据全球半壁江山。两大主流显示技术：液晶显示器2024年市场占比56.25%，有机发光二极管2024年市场占比14.51%。显示器出口面积全球占比超74%。15条主动矩阵有机发光二极管

中国液晶显示从“0到1”

早期中国液晶显示产业起步艰难。京东方作为中国液晶显示产业的开拓者，2008年国际金融危机期间，京东方收购韩国现代2.8代生产线，虽为低代线却“五脏俱全”。企业通过工程师带大学生模式培养技术团队，为自主研发奠定人才基础。当时，5代线以下仅能生产台式机屏幕，所以2010年前中国液晶电视面板完全依赖进口。真正的突破在安徽合肥诞生。2012年，中国首条6代液晶面板生产线在合肥建成，这是中国液晶产业发展的重要里程碑，解决了国产电视“无屏之痛”，改变了我国液晶电视面板依赖进口的局面。此后，中国液晶显示产业不断发展壮大，目前我国液晶显示生产线近20条，产能约占全球70%，稳居全球主导地位。这也说明政产学研用的紧密结合，尤其是政府的大力支持，为中国液晶显示产业的崛起提供了坚实保障。在技术创新方面，我国企业不断突破。以TCL的HVA技术为例，普通

液晶电视对比度为3000比1，而搭载HVA技术的电视在相同灯珠和液晶材料下对比度高达6000比1。其奥秘在于液晶屏幕结构的优化。传统液晶屏幕中凸起电极形成的电场不均匀，产生“死区”，导致漏光和透光率降低。HVA技术通过重新设计电极结构和改变液晶驱动模式，增加透光面积，减少漏光，使屏幕更亮、更黑，对比度得以提升，为屏幕显示效果的提升提供有力支撑，让画面更精彩。

在更高亮度的微显示技术方面。LED技术从早期的表面张贴，像换灯泡一样替换损坏部件，发展到如今毫米级（Mini）和微米级（Micro），体积逐渐缩小，形似芯片。这种转变促使液晶直接做到玻璃基上，提升了电视光源质量，让显示效果更加出色。

OLED技术：突破垄断的追赶之路

自主研发打破技术壁垒。在液晶显示高速发展的同时，有机发光二极管技术逐步登上历史舞台。OLED具有视角广、能耗低、反应速度快、可柔性显示等优势，能实现卷曲、透明等效果，适合多种使用环境，深受市场青睐。

OLED的一大应用亮点是柔性屏，可用于曲面屏和折叠屏手机。OLED曲面屏的制作，是在塑料上进行，因塑料较难以控制，故采用聚酰亚胺这种工程塑料。将其液态涂在玻璃上，待干后在上面制作晶体管，

之后用激光切割，如此便制成曲面屏。折叠屏的难点在于封装，要保证有机晶体管在弯折时无应力，且因有机二极管对水极度敏感，需多次复杂封装。有机材料易氧化的特性使其柔性层成本高昂，而中性层设计实现了折叠屏的多折耐用性，技术含量高。现在，OLED技术主要应用于中、小尺寸的屏幕，尤其是手机屏幕。当前的手机市场，从直屏到曲面屏，从折叠屏到柔性屏，多种品牌争奇斗艳，OLED技术功不可没。

我国在OLED领域投入巨大，京东方在重庆、绵阳、成都等地建设了多条六代线，去年还投资建设了八代线，与三星等国际巨头展开竞争。虽然我国在OLED技术领域起步较晚，但通过技术创新和产能扩张，正逐步打破国外技术垄断，提升产品性能，让国产手机在全球市场大放异彩。

显示技术全覆盖：从全场景到未来智慧

目前显示面板领域有八大技术路径，针对的终端产品和应用场景各有不同。Mini LED灵活的背光控制，使其在大尺寸显示屏市场上广受欢迎；OLED的自发光特性提供了超高对比度和宽广视角，主要应用于高端智能手机、可折叠、可弯曲设备、平板电脑以及可穿戴设备等领域；Micro-LED因其出色的亮度、长寿命及能效比，在高端显示市场及公共显示领域具有巨大潜力。

通过不断的技术创新和快速的产能扩张，我国显示产业实现了从手机、电视到车载屏幕的全场景、全尺寸覆盖。2024年全球汽车显示屏出货量达到2.32亿片，其中中国企业占据超33%的市场份额。裸眼3D导航、可卷曲柔性屏等黑科技超越日韩，国产屏已广泛应用于国内外众多汽车品牌的智能座舱。

虽然我国多种显示技术已经发展到世界领先地位，但是新的市场需求也在不断出现，这倒逼着我国显示产业仍然要不断进行技术的迭代革新。例如，电竞市场的崛起对显示技术提出了更高要求，如更高的刷新率、更快的响应时间等。同时，显示技术正与人工智能、物联网等数字化技术深度融合，推动智能化、个性化和场景化发展，如集成AI芯片的显示屏可根据观看内容和环境光线自动调整显示参数，透明屏和柔性屏技术则能带来更沉浸的视觉体验。未来，屏幕与人的交互将更加智能，如霍金使用的脑动跟踪屏幕技术，有望在更多场景应用。



显示技术作为核心，涵盖了液晶显示、Micro LED、柔性OLED、Mini LED、量子点、白光等多种类型。其应用场景广泛，包括手机、平板、笔记本、显示器、电视、车载、家电、可穿戴、拼接、电子价签，以及安防、远程治疗、商务办公等领域，显示出巨大的发展潜力和广阔的应用前景。未来，显示技术将向更智慧的方向发展。Micro LED是重要发展方向，它将LED做到微米级，可作为光源提升显示效果。量子点技术利用量子效应，有望在显示领域发挥重要作用。光场显示和全息显示则致力于实现真正的3D效果，但目前仍面临技术挑战。光场显示需要解决成像清晰度问题，全息显示因信息量太大难以突破，但福州大学等机构在相关领域的研究值得期待。

中国显示产业的未来展望

中国显示产业从“缺芯少屏”到如今在全球占据领先地位，实现了万亿级的产业规模，带动了上下游相关产业的协同发展，尽管显示屏成本不算高，但其带动的产业附加值能达到4—5倍。在营收构成方面，手机显示屏占据较高比例，其次是电视，成为推动显示产业发展的重要力量。中国显示产业的发展离不开政产学研用的协同努力，政府前瞻性布局，资本和企业大力投入，科研机构和企业持续创新，让中国在显示技术领域实现了从跟跑到领跑的跨越。

未来，中国显示产业有望继续保持领先地位，但也需不断加强技术创新，积极应对全球科技竞争，进一步拓展应用场景，如智慧家庭、智慧医疗、数字文旅等领域，持续满足人们对高品质视觉体验的需求，为经济发展注入新动力，在全球显示产业中持续引领潮流，创造更大的经济和社会效益。



更多精彩内容扫码看视频

创新药何以重要

□ 杨赐然 毛宗福

祉、国家战略自主的高度所作出的长远谋划和先手布局，展示出以创新药发展为抓手，推动健康中国建设和提升国际竞争力的鲜明态度与坚定决心。

何为创新药

创新药（First-in-Class）是指基于全新作用机制、分子实体或治疗方法开发且具有明确临床价值，在全球未上市的药品。从研发层面看，与传统仿制药（Me-too）复制已有药物或改良药（Me-better）对现有药物进行优化有本质的不同，创新药通常涉及靶点治疗、基因编辑、免疫疗法等前沿技术，历经靶点发现与验证、先导化合物筛选、临床前研究、I—III期临床试验等漫长过程，其高投入、长周期和高风险的现实被业界形象地用3个“10”来形容，即10亿美元投入、10年研发周期以及10%的成功概率，真正代表着医药领域从“0到1”的原始创新。

更重要的是，创新药代表着对疾病认知和治疗手段的根本性突破。例如，程序性死亡受体-1 / 程序性死亡配体-1（PD-1 / PD-L1）抑制剂通过恢复T细胞对癌细胞的杀伤功能，大幅延长多种癌症的生存期；CAR-T细胞疗法在难治复发性血液肿瘤中实现了前所未有的高缓解率；CRISPR-Cas基因编辑技术为镰状细胞贫血等单基因疾病提供了潜在根治策略；阿尔茨海默病药物仑卡奈单抗（Lecanemab）首次证明清除β-淀粉样蛋白可延缓认知衰退；HIV长效抑制剂来那卡韦（Lenacapavir）仅需每年两次皮下注射，在关键试验中实现100%预防效果，并被国际学术期刊《科学》评为2024年十大科学突破之首。这些突破充分展示了仿制药和改良药所难以企及的原始创新价值。

发展创新药的战略价值

创新药不仅是医药领域的科研创新成果，更关乎国家发展的全局，加快创新药研发具有多重战略意义。一

方面，创新药是应对重大疾病挑战的根本出路和维护国家医药安全的战略基石。随着人口老龄化加剧和重大疾病发病率的上升，我国疾病谱已发生深刻变化，恶性肿瘤、心脑血管等慢性病占总死亡人数80%以上，艾滋病、耐药结核、病毒性肝炎以及潜在的新发呼吸道传染病仍对公共卫生构成长期威胁。传统治疗手段往往只能缓解症状，而创新药能够突破复杂疾病防治的深层桎梏带来革命性疗效，填补现有医疗手段的空白。同时，欧美日等发达国家、地区在掌握专利药的数量上占据绝对优势，关键原料药和制剂技术形成事实垄断。无论是新冠疫情期间，疫苗和特效药从医疗资源升格为战略资源，还是现如今美国将生物医药列为关键技术领域实施出口管制、欧盟推出《关键药物法案》提案等情况的出现，都共同揭示出医药供应链脆弱性和医药自主权的极端重要性。因此，只有把医药发展命脉牢牢抓在自己手里，国家安全、技术主权与生命主权才更有保障。另一方面，创新药是推动经济高质量发展的重要引擎和参与全球健康治理的重要抓手。创新药凭借高知识密度、高价值创造特性被誉为医药产业“皇冠上的明珠”。可以说，创新药既能够催生涵盖基础研究、药物筛选、临床应用等完整创新生态体系，也能够带动上下游产业链产值显著增长，创造巨大的经济效益和就业机会，已经成为新的经济增长点。此外，在全球健康治理中，谁抢占先机优势并主导技术标准，谁就能左右国际市场走向。我国越来越多的医药企业在创新药研发领域取得关键技术突破，既为药企“走出去”提供机遇，推动中国方案转化为国际标准，也增强了我国在构建人类卫生健康共同体中的引领作用。

发展创新药面临的挑战

近年来，我国在创新药研发领域取得了令人瞩目的进步。获批新药数量迅猛增长，“十四五”以来累计有113个创新药获批上市，是“十三五”

期间的2.8倍，市场规模跨过了1000亿元大关；2023年批准上市1类创新药40个，2024年进一步攀升至48个，涵盖近20个治疗领域。研发管线投入显著增加，据有关咨询机构统计，2024年中国制药企业和科研机构在研新药项目数量约占全球的26.7%，成为仅次于美国的第二大药物研发集群。审评审批改革成效显现，2015年之后，中美新药上市时间差已缩小到不足2年；2024年，创新药上市申请的平均审评时长比整体药品缩短了57天，部分国内研发的新药甚至实现了与欧美同步申报。本土创新成果持续涌现，在肿瘤免疫治疗等前沿领域研发出一批具有国际影响力的创新药。值得一提的是，近几年来我国学者在国际三大顶级学术期刊（Cell/Nature/Science）和四大顶级医学期刊（NEJM/Lancet/JAMA/BMJ）发表的医药论文数量不断攀升，为新药创制提供了源头活水。

然而，中国创新药领域仍存在诸多短板。原始创新能力不足，许多项目集中在已有成熟靶点上的Me-Too/Me-Better式跟进，真正的First-in-Class药物较为缺乏，同一作用机制下的类似药物竞相出现，产品同质化凸显。创新基础不牢，在生命科学基础研究、药物发现源头技术上积累不够深厚，高通量药物筛选平台等关键核心技术“卡脖子”问题依然存在。高端人才匮乏，本土企业在顶尖药物发现科学家和临床开发专家数量上存在明显缺口，缺乏跨学科整合能力和全球多中心临床试验组织管理经验。企业创新生态不稳健，部分中小创新药企过度依赖资本市场融资，研发投入短期化、浮躁化，为追逐热点频繁更换管线，缺乏持续打磨项目的定力。

推动创新药高质量发展

面对机遇与挑战，进一步推动我国创新药高质量发展，需要重点在以下几个方面发力。加强创新药研发源头供给，夯实基础研究和早期开发。一是持续加大

对生命科学基础研究的投入力度，布局长周期的药物原创靶点研究计划，支持高校、科研院所围绕重大疾病机理开展攻关。二是在“重大新药创制”等科技重大专项基础上，进一步完善新药早期研发资助机制，对颠覆性创新思路给予经费和政策倾斜。三是鼓励科研单位和企业协作建立药物发现联合实验室、国家级新药研发平台，提高筛选、先导化合物优化等关键环节的能力。四是注重完善激励机制，在科研评价中提高医学和药学成果权重，鼓励科研人员深入医药产业需求，推动论文成果向药物产品转化。

深化药品审评审批改革，加速新药研发到上市的转化。一是完善提前介入和沟通机制，对纳入国家鼓励的重点创新药，优化实行“一企一策”的研审联动，监管部门从临床试验设计阶段就提供指导咨询。二是扩大审评审批提速试点，进一步增加试点地区和范围，缩短创新药临床试验审批时限；对临床急需、疗效确切的创新药加快审评，充分利用已有数据，必要时减免部分国内临床试验要求。三是强化审评队伍和科学监管，加大药品审评检查人才培养，吸纳更多具有新药研发背景的专家加入审评队伍，推进真实世界证据、滚动审评等新监管工具的应用。

优化资本市场和产业生态，构建可持续创新投融资体系。一是完善多层次资本市场对医药企业的支持，继续发挥科创板、创业板对未盈利生物医药企业上市融资的政策优势；对已上市创新药企业，支持其再融资募资用于新药研发。二是鼓励国有大型基金、保险资金等长期资金进入生物医药领域，设立政府引导基金对早期创新项目进行投资孵化，引导资本更多流向“硬科技”性质的原始创新项目。三是营造良好的产业孵化环境，在生物医药集聚地区建设一批国际一流的药物孵化器和加速器，为科研成果转化提供一站式服务。四是完善创新失败的容错机制，对创新药企阶段性失败给予合理的融资便利和政策纾困。五是完善知识产权保护和收益分享机制，激励科研人员和机构持续产

出高质量专利和成果。

一体强化人才培养和引进，打造高水平创新人才队伍。一是建立多层次人才培养体系，支持高校设立与药物研发相关的交叉学科专业，培养既懂药学又懂临床的复合型人才；鼓励校企联合培养，通过设立企业导师制、产业博士后工作站等方式，让学生尽早接触产业实践。二是实施精准化人才引进策略，针对药物化学、药理毒理、临床开发、注册事务等关键岗位制定专项引才计划，对引进的高层次人才在科研启动经费、住房保障、子女教育、配偶就业等方面给予全方位支持。三是完善人才评价激励机制，建立以创新价值、能力、贡献为导向的人才评价体系；支持企业实施股权激励、项目分红等长期激励措施。四是优化人才发展环境，在生物医药产业集聚区建设国际化人才社区，简化外籍人才工作许可和居留许可办理流程。五是加强国际人才交流合作，建立常态化的国际学术交流机制，支持本土人才赴国外顶尖药企和科研机构学习深造，为本土人才提供国际化成长平台。

深化国际交流与合作，加速中国创新药“引进来”和“走出去”。一方面要“引进来”，鼓励国内研究机构和企业积极参与国际多中心临床试验，与全球顶尖药企、高校联合开展药物早期研究；加快推动境外已上市新药在国内的审评审批；支持跨国药企在华设立研发中心和开放式创新平台。另一方面要“走出去”，支持有条件的企业在海外开展临床试验和注册申报，争取中国原创药物尽早获得FDA、EMA等严格监管市场的批准；鼓励国内企业通过技术转让等模式，将自主研发新药推向全球市场；深化药品监管国际合作，推动监管标准与国际接轨；参与全球药物惠及机制，展现中国作为大国的责任担当。

