

十大问题掣肘“大而不强”亟待破局

九三学社中央科技委副主任、中国传感器与物联网产业联盟常务副理事长 郭源生

当智能汽车在城市道路上实现L2+级辅助驾驶,当工业机器人在工厂车间精准完成毫米级操作,当医疗设备通过无创监测实时捕捉人体生理信号——这些场景的背后,都离不开传感器这一“智能时代的感知神经”。近年来,全球传感器市场规模以年均8%以上的速度增长,中国作为全球最大的传感器应用市场,2025年市场规模已达到4608.6亿元;在政策层面,传感器被列为“新一代信息技术”重点发展领域,地方政府也纷纷出台专项扶持政策。一时间,传感器行业仿佛站在了“风口”之上,企业数量激增、资本纷纷涌入,呈现出一派繁荣景象。

然而,在繁荣的表象下,行业深层次的矛盾与问题正日益凸显。数据显示,国内现有敏感元器件与传感器专业型企业约为1600家,年营收超10亿元的企业不足20家,绝大多数企业集中在温度、压力等中低端传感器领域,产品同质化严重;在高端市场,工业级MEMS传感器本土化率不足15%;中国本土的MEMS传感器产业高端化不足,2024年中国大陆的MEMS晶圆产量仅占全球的2%。车规级激光雷达、毫米波雷达等核心部件仍依赖进口。值得警惕的是,随着人工智能、物联网技术的爆发,传感器正从“单一感知器件”向“智能感知终端”升级,但国内企业在芯片集成、边缘计算等智能功能上的创新能力明显滞后,导致下游应用端出现“不会用、不好用、不愿用”的困境。这些问题并非孤立存在,而是相互交织、层层传导,共同制约着中国传感器产业从“规模扩张”向“质量提升”的转型。

本文将这些问题归结为“技术根基不牢”“产业生态待优”“外部环境承压”三大类,深入剖析十大核心问题的表现与根源,并提出系统性的破局路径,以期为行业高质量发展提供参考。

技术根基不牢：从“跟跑”到“领跑”仍有距离

传感器产业的竞争,本质是技术基础与综合实力的竞争。作为一门融合了物理、化学、生物、材料、微电子、软件算法等多学科的交叉领域,传感器的技术壁垒极高,而国内行业在底层技术、智能升级、高端产品、测试验证等关键环节中仍存在明显短板,导致“大而不强”的问题突出。

核心机理技术对外依赖,底层创新不足。

传感器的核心机理是决定其性能的“根技术”,例如压电效应、光电效应、霍尔效应等基础物理/化学原理的应用创新,以及基于新机理的新型传感器研发。长期以来,国内传感器研究多聚焦于“从1到N”的应用集成上,对“从0到1”的底层敏感机理创新投入严重不足。以MEMS传感器为例,其核心制造工艺如深硅刻蚀、多层异质异构与键合技术等,国内企业仍主要采用国外成熟工艺路线或产业整体跟随式设计,原创微机械结构稀缺。

这种“重应用、轻基础”的倾向,导致国内企业在技术迭代中始终处于“跟跑”地位。当国外企业推出基于新机理的高性能传感器时,国内企业往往需要花费2~3年时间进行逆向工程,而此时国外企业已通过专利壁垒和规模效应占据市场主导。尽管国内企业数量众多,但在核心机理技术上的“集体失语”,使得整个行业难以摆脱“低端锁定”的困境。

智能传感器升级滞后,AI适配能力不足。

随着AI技术的快速发展,传感器正从“单一数据采集器”向“智能感知终端”升级。传统传感器仅输出原始数据,而智能传感器需集成MCU、AI算法模块,具备数据预处理、边缘计算、自诊断等功能,实现“感知-计算-分析-决策”一体化。

然而,国内智能传感器的发展明显滞后于市场需求。从硬件集成看,国内企业生产的智能传感器中,80%以上采用“传感器芯片+外购MCU”的简单硬件集成组合方案,而国外领先企业已实现“传感器+专用AI芯片”的单芯片集成,体积缩小40%、功耗降低50%;从算法能力看,国内企业的智能传感器多依赖通用AI算法模型,针对特定场景的优化不足,导致数据处理精度比国外产品低10%~15%,响应速度慢20%以上,在实际应用中,数据处理精度与国外成熟产品存在一定差距,整体响应速度也相对滞后。

这种“智能化不足”直接导致下游应用端的“三不”困境:“不会用”——智能传感器的接口协议、数据格式不统一,应用企业需要额外开发适配软件,这部分成本占系统集成总成本的30%以上;“不好用”——算法精度不足,导致误报率高,某汽车零部件企业反馈,使用国产智能压力传感器时,制动系统误报率达5‰,而进口产品仅为0.5‰,表现更稳定,差距显而易见;“不愿用”——国产智能传感器的

综合性能与进口产品存在差距,但价格仅低10%~20%,性价比优势不明显。

高端产品供给不足,本土化发展任重道远。

传感器市场呈现明显的“金字塔”结构:塔尖是工业级、车规级、医疗级等高端传感器,技术壁垒高、附加值高,全球市场份额不足20%,但利润占比超60%;塔基是消费电子类中低端传感器,技术门槛低、竞争激烈,利润占比不足20%。国内企业长期扎堆于塔基市场,高端产品供给严重不足。

在工业领域,用于精密制造的激光位移传感器,国内产品的测量精度多在±5μm以上,而德国西克、日本基恩士的产品精度已达±0.1μm;在汽车领域,相关数据显示,2024年中国毫米波雷达市场规模约98亿元,角雷达本土化率已超55%,前向雷达份额升至13.3%;车规级毫米波雷达,国内企业虽实现量产,但在探测距离、角分辨率等关键指标上比博世、大陆集团的产品落后1~2个技术代际;在医疗领域,用于无创血糖监测的光学传感器,国内仍处于实验室阶段,市场完全被美国雅培、德康医疗垄断。

高端产品供给不足的背后,是国内企业在“可靠性、一致性、长使用寿命”等核心指标上的差距。据传感器专家网公开的产业分析,国外高端工业传感器MTBF(平均无故障时间)普遍可达10万

小时以上,国产主流高端工业传感器MTBF约为5万小时,长期工况可靠性存在明显差距;车规级传感器需通过-40℃~125℃的宽温测试,国内部分企业的产品在极端温度下性能衰减率超过20%,难以满足汽车安全标准。这种“能用但不好用”的现状,导致高端市场长期被欧美日企业垄断,本土化发展之路依然漫长。

测试验证能力薄弱,可靠性难以保障。

传感器的性能指标需要通过严格的测试验证才能保证,而高端传感器的测试涉及力学、温度、湿度、电磁兼容等多维度环境模拟,对测试设备和技术能力要求极高。目前,国内传感器测试验证能力存在明显短板:从设备端看,高端测试设备如MEMS动态特性测试仪、汽车电子可靠性测试系统等,90%以上整体依赖进口,且价格昂贵,单台设备动辄数万元、数十万元,甚至上千万元,中小企业难以承担;从体系端看,国内尚未形成覆盖“材料-芯片-模块-整机”的全链条测试标准,多数企业只能参考国外标准进行自测,测试结果的权威性和认可度不足。

测试验证能力的薄弱,直接影响产品可靠性和市场信任度。此外,测试能力不足也导致产品迭代周期延长。国外企业一款传感器从研发到量产的测试周期约6个月,而国内企业平均需要10~12个月,错失市场先机。

获贷水平显著低于传统制造业企业。融资渠道单一,使得国内企业难以加大研发投入,2025年国内传感器企业平均研发投入占比仅为8%,而国外龙头企业普遍超过15%。

知识产权保护薄弱,创新积极性受抑制。

知识产权是传感器企业的核心竞争力,但国内传感器行业的知识产权保护仍存在诸多问题:从侵权现象看,中低端传感器领域的专利侵权问题突出、仿冒产品较为普遍。经国家知识产权局调研统计,2025年行业内专利侵权纠纷数量增长明显,案件同比增长35%。从维权成本看,专利诉讼的周期长、成本高,企业维权往往需要2~3年时间,花费数百万元,而侵权赔偿金额普遍较低,平均赔偿额不足500万元,难以弥补企业的损失。

知识产权保护薄弱,直接抑制了企业的创新积极性。部分企业因担心技术被抄袭,不愿投入核心技术研发,转而选择“低水平重复建设”,导致行业同质化竞争和价格战加剧,2025年国内中低端传感器市场价格战导致行业平均利润率降至5%以下,利润空间被大幅压缩;一些具备创新能力的中小企业,因无力承担高昂的维权成本,不得不被迫收缩业务、放弃部分市场份额。

产业生态待优：内生动能需持续激活

可燃气体探测器抽查不合格率达8.9%,扰乱市场秩序。

产业衔接不畅,“供需错配”突出。

传感器的技术研发必须与下游应用场景深度绑定,才能实现“以用促研、以研促产”。但目前国内传感器行业存在严重的“供需错配”:从供给端看,多数企业缺乏对下游场景的深入理解,研发方向盲目跟风;从需求端看,下游应用企业对国产传感器存在“信任壁垒”,尤其是在汽车、航空航天等对安全性要求高的领域,即使国产传感器性能接近进口产品,企业仍倾向于选择国外品牌,导致国产传感器“试错成本高、验证周期长”。

这种“产用脱节”导致科研成果难以转化。据科技部数据,国内传感器领域的实验室技术转化率不足20%,而国外先进水平超过36%。

复合型人才短缺,产学研协同不足。

传感器产业的发展需要大量“懂技术、懂工艺、懂市场”的复合型人才,但目前国内人才供给严重不足。从培养端看,高校传感器相关专业多隶属于电子、机械等学院,课程设置偏重理论教学,缺乏与产业实际结合的实践环节。据行业调研与企业实践,传感器专业毕业生进入企业后,平均需要1~2年才能独立工作。从引进端看,高端人才如MEMS工

艺专家、传感器算法工程师等,国内供给缺口超过10万人,企业不得不高薪从国外引进人才,年薪远高于国内同类人员数倍,进一步增加了成本。

人才短缺的背后,是产学研协同创新机制的不健全。目前,高校、科研院所与企业的合作多停留在“项目合作”“技术转让”等浅层层面,缺乏长期稳定的利益共享机制。

融资渠道单一,中小企业发展资金压力大。

传感器研发具有“高投入、长周期、慢回报”的特点:一款中高端传感器从研发到量产,需要3~5年时间,研发投入动辄数千万元,而市场回报往往在投产后2~3年才开始显现。目前,国内传感器企业的融资渠道仍以银行贷款和股权融资为主,融资难、融资贵问题突出。

从银行贷款角度看,传感器企业多为轻资产企业,90%以上的企业固定资产占比不足30%;国内绝大部分厂商以无晶圆厂(Fabless)模式为主,IDM厂商稀少且体量较小,企业固定资产占比普遍偏低,缺乏可抵押的固定资产,且研发项目的不确定性高,银行放贷意愿低。据银保监会数据,传感器企业银行贷款获批率仅为45%,低于制造业平均水平20个百分点,作为典型的科技型中小企业,其银行贷款获批难度更大,

外部环境承压：全球化风险与挑战加剧

受阻。

国内传感器企业在关键原材料、核心设备、高端芯片等领域仍高度依赖进口。在原材料方面,制造MEMS传感器所需的高纯度单晶硅片、压电陶瓷材料等,80%以上来自日本信越、美国MEMC

等企业;在核心设备方面,MEMS光刻机主要依赖荷兰ASML、日本尼康等海外厂商,国内整体自给率不足10%;在高端芯片方面,智能传感器所需的专用AI芯片,国内自给率不足10%。

此外,地缘政治冲突的加剧,导致国

际供应链“断供”风险上升。贸易保护主义抬头也增加了国内企业全球化布局的难度。据海关总署统计,2025年一季度中国对美工业机器人零部件出口同比下降11%,其中碰撞传感器品类出口降幅达14.7%。

破局路径：

多维度协同推动产业高质量发展

针对上述三大类的十大问题,中国传感器产业的破局需从技术、生态、外部环境三个维度协同发力,通过“补短板、强优势、防风险”,推动行业从“规模扩张”向“质量提升”转型,真正实现自主可控与高质量发展。

强化底层创新与智能升级。

一是加大核心机理技术攻关。建议设立国家级传感器基础研究专项,每年投入不低于20亿元,重点支持新型传感机理、新材料应用、跨学科融合等“从0到1”的原创性研究,目标是到2030年,自主开发的新型MEMS结构设计占比提升至20%,柔性传感器原创机理技术转化率提高到15%。

二是加速智能传感器技术突破。推动“传感器+AI芯片”单芯片集成研发,对实现集成的企业给予单款产品最高1000万元补贴;建设“智能传感器算法开源平台”,联合高校开发100多个行业专用算法模型,目标是到2028年,国产智能传感器数据处理精度与国外产品差距缩小至5%以内,响应速度提升15%。

三是提升高端产品供给能力。实施“传感器高端化专项行动”,对通过AEC-Q100车规认证、ISO13485医疗认证的产品,给予销售额8%~12%的奖励,目标是到2030年,工业级MEMS传感器国产化率提升至30%,车规级毫米波雷达国产化率突破50%。

四是完善测试验证体系。在长三角、珠三角建设2~3个国家级传感器测试验证中心,配备100台(套)以上高端测试设备,提供从材料到整机的全链条测试服务,目标是到2027年,高端传感器测试标准覆盖率达80%,企业产品迭代周期缩短至8个月以内。

构建协同高效的发展环境。

一是统一标准体系。由工业和信息化部牵头成立全国传感器标准化技术委员会,3年内制定50项以上智能传感器、柔性传感器等新兴领域国家标准,推动汽车、工业等行业标准互通,目标是到2028年,主流传感器品类标准覆盖率达90%,企业重复认证成本降低40%。

二是深化产用对接。建立“传感器产用对接平台”,每年发布100多条下游重点应用需求,组织50场以上“企业-用户”对接会;在汽车、航空航天领域开展“国产传感器示范应用”,对应用企业给予采购额10%~15%的补贴,目标是到2027年,国产传感器试错周期缩短至1年以内,实验室技术转化率提升至40%。

三是加强人才培养与产学研协同。支持20所高校设立“传感器工程”本科专业,建设50个校企联合实习基地,每年培养1万名以上复合型人才;推动企业、高校、科研院所组建20个创新联合体,通过“技术入股+利益分成”绑定合作,目标是到2028年,科研成果产业化失败率降至20%以下。

四是拓宽融资渠道。设立总规模500亿元的国家级传感器产业基金,重点投向中小企业技术研发;鼓励银行开发“知识产权质押贷”,对传感器企业给予LPR下浮30个基点的利率优惠,目标是到2027年,传感器企业银行贷款获批率提升至70%,行业平均研发投入占比提高到12%。

五是强化知识产权保护。建立传感器行业知识产权快速维权中心,将专利侵权纠纷处理周期缩短至3个月以内;加大侵权处罚力度,对恶意侵权行为处以500万元以上罚款,目标是到2028年,行业专利侵权纠纷案件同比下罚款。

提升供应链自主可控能力。

一是构建自主供应链体系。支持国内企业研发高纯度单晶硅片、深硅刻蚀机等关键材料和设备,对实现本土化发展的产品给予一次性20%~30%的奖励,目标是到2030年,传感器关键原材料自给率提升至50%,核心设备自给率突破30%。

二是多元化国际合作。鼓励企业通过技术合作、海外并购获取先进技术,对并购金额超1亿美元的项目给予5%的补贴;加强与“一带一路”沿线国家和地区的合作,共建5个以上传感器生产基地,目标是到2030年,对新兴市场传感器出口额占比提升至40%。

传感器产业的高质量发展,是中国实现“产业数字化”和“数字产业化”以及“制造强国”“网络强国”战略的关键支撑。面对“技术根基不牢、产业生态待优、外部环境承压”的挑战,全行业需以更长远的眼光布局底层技术,以更协同的机制完善产业生态,以更开放的态度应对全球竞争。唯有如此,中国传感器产业才能真正突破“低端锁定”,在智能时代的全球竞争中占据主动地位。