

传感器如何赋能智能家电？

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

从上世纪90年代以彩电、冰箱、洗衣机为代表的“三大件”到如今智能空调、物联网冰箱、洗烘一体机等产品成为消费主流，家电产业的发展始终与技术革新同频共振，更与消费者需求的升级紧密相连。随着物联网、人工智能等技术的普及，消费者对家电的需求已从“能用、好用”向智能、个性化转变，不仅要求家电具备更精准的功能实现能力，更期待其能主动适配生活场景、预判用户需求，甚至实现自主决策与运行。在这一智能化升级浪潮中，传感器扮演着无可替代的关键与核心角色。例如，当红外传感器检测到卧室有人且环境温度高于26℃时，会将数据传输至智能空调的主控芯片，芯片结合湿度传感器数据判断是否需要开启制冷模式，随后指令压缩机启动并调节风速；当洗衣机传感器检测到洗涤水的污渍浓度降至阈值以下时，会反馈信号促使机器自动缩短洗涤时间，既保证洗净效果又节约水电。可以说，没有传感器的精准感知，家电的“智能”便无从谈起，其本质仍与传统家电无异。

家电领域智能传感器应用

智能传感器在不同家电品类中的应用，均以“解决功能细节问题”为核心目标，结合家电的功能属性与使用场景，形成了差异化的技术方案，让人们获得智能化深度体验。从控制温度、湿度等基础环境参数，到识别食材、监测水质等复杂需求，传感器的应用深度与广度不断拓展，推动家电产品向更精准、更智能、更人性化的方向发展。

大型家电：

核心场景的感知技术应用

大型家电作为生活的核心装备，具有使用频率高、功能复杂度高、与生活场景结合紧密等特点，其智能升级对传感器的精度、稳定性与集成性提出了更高要求。空调、冰箱、洗衣机、彩电四大品类，分别对应着“环境调节”“食材存储”“衣物护理”“娱乐交互”四大核心场景，传感器的应用也围绕这些场景形成了成熟的技术体系。

智能空调依赖于多类型传感器的协同，对室内外环境、人体状态及空调自身运行状态进行全方位监测，实现从“被动调节”到“主动服务”的转变。温度传感器是空调中配置最多的传感器，其主要作用是实时采集温度数据，为制冷、制热模式的切换及温度调节提供依据；湿度传感器是提升空调舒适度的关键组件，用于实时监测室内空气湿度；空气质量传感器让空调从“温度调节器”升级为“空气净化器”，主要包

括PM2.5传感器与VOC传感器；人体红外传感器是实现“人性化服务”的核心，通过检测人体发出的红外线来判断室内是否有人及人员的活动区域；振动传感器安装在压缩机外壳上，主要监测压缩机运行状态，保障空调的稳定运行，防止故障扩大。

智能冰箱通过配置多类型传感器，实现了对存储环境、食材状态的全方位监测与管理，解决了传统冰箱“食材遗忘变质”“不同食材串味”“控温不均”等痛点，成为家庭食材“精准存储+智能管理”的核心中枢。温度传感器在冰箱中的应用呈现“分区化、精准化”的特点；湿度传感器主要用于冷藏室的湿度控制，避免食材因失水而变质；食材识别传感器通过光学或多光谱技术，实现对食材种类、新鲜度的自动识别；半导体气体传感器在冰箱中的应用主要聚焦于“异味检测”与“健康监测”两大需求。

通过传感器技术，洗衣机实现了对衣量、水质、衣物材质的精准判断，从而优化洗涤流程，在保证洗净效果的同时，最大程度减少衣物磨损，解决了传统洗衣机“衣少水多”“洗涤时间固定”“衣物磨损严重”等问题。水位传感器通过检测洗涤桶内的水位高度，确定“衣量与水位匹配”关系来自动调节用水量；温度传感器在洗衣机中的主要作用是控制加热洗的水温，满足不同衣物材质与污渍类型的洗涤需求；振动传感器会将信号传输至主控芯片，芯片通过调整脱水转速或启动“重新分布衣物”程序，从而降低振动幅度；

浑浊度传感器通过发射特定波长的光线穿过洗涤水，根据光线的透射率或散射率判断水中污渍的浓度。

智能彩电通过环境光传感器、色温传感器、人体距离传感器等多种传感器，实现了屏幕亮度、色彩的自适应调节，以及用眼健康提醒等功能，让观影体验更舒适、更健康。环境光传感器通过检测室内环境光的强度，自动调节屏幕的亮度，避免屏幕过亮或过暗对眼睛造成伤害；色温传感器用于彩电的“色彩还原校准”，确保屏幕显示的色彩更接近自然色彩，提升观影的真实感；人体距离传感器用于检测用户与彩电屏幕的距离，当距离过近时发出护眼提醒，避免长时间近距离观影导致的视力下降。

小型家电：

从“简单工具”变为“贴心助手”

小型家电涵盖厨房、环境、个护等多个场景，其智能升级更注重“便捷性”与“精准性”。从电饭煲的精准控温到电动牙刷的力度提醒，传感器技术的应用让小家电从“简单工具”转变为“贴心助手”。

传感器让厨房小家电能精准捕捉烹饪过程中的关键参数，实现对烹饪流程的精准控制，帮助用户轻松做出美味佳肴。如，智能电饭煲通过温度传感器与压力传感器的协同，实现了对煮饭过程的精准控制，解决了传统电饭煲“米饭夹生”“口感软烂”等问题；智能微波炉通过配置湿度传感器与温度传感器，实现

食物加热的精准控时与水分离存，保障加热效果；智能洗碗机通过水位传感器、温度传感器与浊度传感器的协同工作，实现了对清洗水位、水温及餐具脏污程度的精准判断，从而优化清洗流程。

环境类小家电依赖于传感器对环境参数的精准监测，实现“按需调节”，为用户营造舒适、健康的室内环境。如，智能空气净化器通过PM2.5传感器、VOC传感器与温湿度传感器的协同工作，实现了对室内空气质量的全方位监测与净化效果的精准控制；智能加湿器通过湿度传感器与水位传感器的协同工作，实现了对湿度的精准控制与缺水保护，将室内湿度调节至舒适范围；智能电风扇通过温度传感器与人体红外传感器的协同工作，实现了根据环境温度与人体存在状态自动调节风速与启停，解决了传统电风扇“无人时持续运转”“风速固定不变”等问题。

智能个护小家电通过传感器技术，实现了对人体状态与设备运行状态的精准监测，确保使用过程安全、舒适。如，智能电吹风通过温度传感器与风速传感器的协同，实现了对出风口温度与风量的精准控制，呵护头发健康；智能电动牙刷通过压力传感器与振动传感器协同，实现了对刷牙力度与振动频率的精准控制，呵护口腔健康；智能按摩仪通过温度传感器与压力传感器的协同工作，实现了对热敷温度与按摩力度的精准调节，为用户提供个性化的按摩体验。

家电智能传感器

为消费升级提供技术基石

市场趋势：

需求多元化，本土化加速

随着物联网、人工智能、MEMS等技术的不断进步，以及消费者对智能家电需求的持续升级，家电智能传感器正朝着“高精度、微型化、低功耗、集成化、智能化”的方向发展，同时产业链的协同创新将进一步深化，本土化发展进程加速，为智能家电产业的发展注入更强动力。

技术趋势：

多维度升级，突破性能瓶颈

精度与稳定性持续提升，满足高端需求。未来传感器将通过材料创新与工艺优化实现性能突破，精度与稳定性进一步提升。在材料方面，新型纳米材料、陶瓷材料将广泛应用于传感器制造，例如采用氧化锆陶瓷作为温度传感器的封装材料，能使传感器在-50℃至150℃的极端温度范围内保持±0.1℃的精度。在工艺方面，MEMS制造工艺将向“微纳化”升级，光刻精度从目前的0.1微米提升至0.05微米，使传感器芯片的体积更小、性能更稳定。

微型化与低功耗并行，适配小型化家电。随着个护小家电、便携家电等细分品类的崛起，传感器的“微型化”与“低功耗”成为重要发展方向。一方面，通过芯片集成技术将多个传感器功能集成在单一芯片上，实现“多合一”传感器模组，大幅节省家电内部空间，适配电动牙刷、迷你加湿器等小型家电。另一方面，采用低功耗芯片设计与节能算法，降低传感器的功耗，例如智能电饭煲的压力传感器功耗可从目前的10mA降至2mA，配合电池供电可实现无线监测，为家电的模块化设计提供可能。

智能化升级，从“数据采集”到“决策辅助”。结合AI算法，传感器通过边缘计算具备数据处理与决策辅助能力，成为“感知+计算”的智能终端。例如，空调用空气质量传感器将内置AI算法，不仅能检测PM2.5、VOC浓度，还能根据浓度变化趋势预测空气质量变化，提前启动净化功能；冰箱的食材识别传感器通过AI图像识别技术，不仅能识别食材种类，还能结合用户的饮食习惯推荐菜谱，并自动生成采购清单。这种智能化升级让传感器从“数据提供者”转变为“决策参与者”，进一步提升智能家电的自主服务能力。

多传感器融合，提升场景适配能力。通过多传感器融合技术，将不同类型的采集数据互补，提升智能家电对复杂场景的适配能力。例如，智能洗衣机将融合衣物材质传感器、水质传感器、浊度传感器与紫外线传感器，不仅能根据衣物材质与脏污程度调整洗涤程序，还能检测水质硬度并自动添加合适剂量的洗涤剂，同时通过紫外线传感器确保杀菌效果；智能彩电将融合环境光传感器、色温传感器、人体距离传感器与手势识别传感器，实现屏幕参数的自适应调节与多模式交互，为用户提供更便捷、舒适的观影体验。多传感器融合技术的核心是数据融合算法的优化，通过对多源数据的整合分析，消除单一传感器的检测误差，提升判断的准确性。

对于产业链从业者而言，应把握技术升级与市场变革的机遇，上游企业聚焦核心技术突破，中游企业强化规模化与定制化能力，下游企业发挥需求牵引作用，通过协同创新构建良性发展的产业生态；对于消费者而言，传感器技术的进步将带来更智能、更健康、更便捷的家电产品，持续提升生活品质。在技术创新与市场需求的驱动下，家电智能传感器产业必将开启更广阔的发展空间，推动智能家电革命迈向新的高度。

市场现状与规模分析

随着家电智能化不断提升，传感器作为核心零部件，其市场规模持续扩大，产业链格局逐渐清晰。全球及中国市场均呈现出“需求旺盛、本土崛起”的特点，不同家电品类对传感器的需求差异显著，上游芯片技术突破与下游家电厂商的智能升级需求形成了良性互动，推动市场持续发展。

整体市场规模：

全球增长，中国最快

近年来，全球智能家电市场保持高速增长，带动家电智能传感器需求持续攀升。市场研究机构Grand View Research的数据显示，2023年全球家电传感器市场规模达187.6亿美元，2025年有望高达250亿美元，2020—2025年的年复合增长率(CAGR)将达12.3%，预计到2026年突破300亿美元。这主要得益于全球智能家电渗透率的提升，以及消费者对家电智能化、健康化需求的增长。

从区域市场来看，亚太地区是全球家电传感器最大的市场，2023年市场份额占比达到52.7%，其中中国、日本、韩国是主要贡献国。中国作为全球最大的家电生产与消费国，其家电传感器市场规模增长尤为迅速。根据中国电子元件行业协会的数据，2023年中国本土家电传感器市场规模达到486亿元，预计2026年将达到650亿元，年复合增长率为15.8%，高于全球平均水平。这一增长主要得益于中国家电企业的智能升级浪潮，以及本土传感器企业的技术突破与本土化发展进程加速。

细分市场：

大型家电为主，小型增量显著

不同家电品类对传感器的需求呈现出显著分化特征。大型家电仍是传感器需求的核心来源；而小型家电则依托创新和消费升级，成为拉动需求增长的重要动力。

大型家电中空调、冰箱、洗衣机2023年合计贡献了家电传感器总需求的58%，其中空调以22%的占比位居首位。空调的智能升级聚焦“舒适化”与“健康化”，除基础的温度、湿度传感器外，PM2.5、VOC等空气质量传感器的配置率已从2020年的30%提升至2024年的75%，高端空调单台传感器配置数量较普通机型多3-5只，直接推动空调传感器需求年增长率达到18%。冰箱智能升级在

食材识别、农药残留检测等新型传感器的应用，使冰箱传感器成本较普通机型提升50%以上，2024年需求较2023年同比增长25%，成为冰箱领域增长最快的细分市场。滚筒洗衣机传感器配置数量普遍比波轮洗衣机多2-3只，2024年洗衣机传感器需求年增15%，其中高端滚筒机型贡献了60%的增量。

在小型家电领域，厨房小家电、环境小家电2024年合计占家电传感器总需求的32%。在厨房小家电中，电饭煲、微波炉、洗碗机的智能升级带动温度、压力、浊度传感器需求放量，智能电饭煲的传感器成本较传统机型提升30%，2024年厨房小家电传感器需求同比增长20%。环境小家电受益于健康消费热潮，空气净化器、加湿器的传感器配置率已达100%，PM2.5传感器在空气净化器中的渗透率从2020年的65%升至2024年的98%，推动环境小家电传感器需求年增22%。个护小家电成为增长新亮点，智能电动牙刷、按摩仪等品类的崛起带动压力、振动传感器需求激增，2023年个护小家电传感器需求同比增长35%，是所有细分品类中增速最快的领域。

价格差异明显，呈现明显的分层特征。基础型传感器(如温度、湿度传感器)单只价格通常在5-20元，主要应用于中低端家电；中高端传感器(如食材识别、农药残留检测传感器)单只价格可达50-200元，集中应用于高端机型。以冰箱为例，高端法式多门冰箱的传感器成本可达200-300元，占冰箱总成本的5%-8%；而普通三门冰箱的传感器成本仅50-80元，占比不足2%。这种价格差异也导致高端家电成为传感器企业的主要利润来源。

产业链格局：

上游壁垒高筑，中下游协同创新

家电智能传感器产业链分为上游(芯片、敏感元件)、中游(传感器模组)、下游(家电整机厂商)三个环节，各环节技术门槛、竞争格局差异显著，形成了“上游垄断、中游竞争、下游主导”的产业生态。

上游为核心零部件供应环节，技术壁垒极高，全球市场由外资企业主导。传感器芯片是决定传感器精度、稳定性的核心，其研发需要深厚的半导体技术积累，目前英飞凌、索尼、德州仪器等国际巨头占据全球传感器芯片市场80%以上的份额。

中游为传感器模组，技术门槛相对较低，国内企业竞争激烈。模组制造主要涉及封装、校准等工艺，国内麦乐克、敏芯微等企业通过规模化生产和定制化服务，已在国内市场占据主导地位。该环节竞争焦点集中在成本控制、交货周期和定制化能力，利润水平相对较低，仅占产业链利润的20%-30%。

下游为家电整机应用环节，国内企业占据主导地位，需求牵引作用显著。海尔、美的、格力、小米等国内家电巨头凭借庞大的生产规模，对中游模组企业具有较强议价能力。

当前，全产业链呈现“上游垄断、中游竞争、下游主导”的格局，上游芯片技术瓶颈、中游校准效率不足与产业链数据孤岛是当前面临的主要挑战。为提升产品竞争力和供应链安全性，下游企业已积极与传感器企业开展联合研发，共建联合实验室实现全产业链协同创新。