

传感器产业“十四五”展望专栏

编者按：传感器是多学科的高技术聚合物，被称为“工业工艺品”。当前，传感器正在向智能化、微型化、多功能、低功耗、高精度等方向发展。“十四五”期间，我国智能传感器产业将在技术创新和产业规模上取得重大突破，设计与制造技术创新能力将大幅提升，模拟仿真、MEMS工艺、晶圆级封装、个性化测试和软硬件集成能力将达到国际先进水平，产业规模突破千亿元，成为支撑工业互联网和智能制造的新型基础产业。为此，本报特开辟“传感器产业‘十四五’展望”专栏，邀请业内专家把脉传感器产业，从技术、应用、市场全面梳理国内传感器产业的发展状况，为新基建的建设以及新一代信息技术的快速发展提供有力支撑。

国际战略竞争下的传感器产业再认识

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副理事长 郭源生

在数字经济体系或系统架构中，贯穿始终或流淌的“血液”就是数据。在由感知、传输和处理，以及存储、反馈与执行等构成的整个信息系统中，始终传递的也是“数据”。然而，作为数字经济最核心技术之一，传感器的产业化堪忧，严重制约和影响着数据采集与获取的功能与效率，成为影响和制约数字经济发展的最大的障碍与瓶颈，应当从战略方面引起高度重视。

战略定位再认识

依据当前我国传感器产业发展现状和问题，结合当前“十四五”规划将至、产业结构调整与制造业转型升级、疫情后数字经济产生的影响等几个方面的综合因素，进行重新定位。传感器作为数据采集的唯一功能器件，是信息技术的基础核心技术。

众所周知，信息技术是由感知、传输和处理三大技术构成，即计算机技术、通信技术、传感器技术。信息系统的硬件是由三大技术加上信息存储、反馈与执行等构成，而在整个系统中传递的信息正是“数据”。如果把一个人看做一个完整的信息系统，那么五官和皮肤与外界交互的信息就是“数据信息”，感知器官就是数据采集装置，是数据获取的核心。现实中与其相对应的实物器件就是传感器产品，因此传感器也被称为“电子五官”；5G等通信技术被称为人的神经系统；计算机被称为人体的大脑，负责并承担数据处理功能。

因此，应当把传感器提升到国家战略高度进行再认识，以便价值回归，受到其应有的重视。应该像扶持集成电路、显示技术一样，在国家战略规划中，突出传感器的战略地位，并给予相应的配套政策（专项扶持、税收减免、市场准入）持续支持，以弥补产业技术短板与政策缺失。

技术工艺再认识

虽然传感器是多学科、多技术、多领域的融合体，涉及物理、化学、生物基础学科，从敏感机理、工艺技术、结构设计、产成品测试到市场应用等全产业链过程，几乎与材料、机械、电子、数学、计算机软硬件、测量、半导体等所有二级学科紧密相关。其生产工艺也极为繁杂，被称为制作“工业工艺品”。但是，一味追求产品高精度、高可靠性、高稳定性指标就极大地增加了生产工艺难度和产业化水平与能力，经济效益上不去，创新成果收效甚微。因此，单一器件多功能复合和多个器件集成组合是传感器技术创新发展的趋势。

现有的传感器企业散落在全国各地、产业链协同难度较大，生产工艺流程繁琐复杂、技术要点繁多，工装夹具独特、装备昂贵，企业规模偏小，人才集聚和培养难度大。这些导致产业化长期处于“尴尬”与“无奈”的境地。更有甚者，把传感器与集成电路产品、技术、工艺混淆，将其划分到集成电路之列，导致长期得不到产业政策的倾斜与支持。

件复合，结合软件处理，组合构成多维度测试和多参数融合的微系统，来弥补片面追求高精度，而给产业化规模生产增加的难度，从而减少高精度生产难度和产成品测试成本，提高规模生产的经济效益。

产业化能力再认识

目前全球约有2.6万种不同类型的传感器，形成了多品种、小批量的现状。因此产业过于“散”，缺乏从研发设计、功能指标、外形结构到应用场景的规范和标准，导致往往为了创新而创新。这不仅造成浪费，增加了产业化难度，也给市场应用带来了更多的复杂性。

现有的传感器企业散落在全国各地、产业链协同难度较大，生产工艺流程繁琐复杂、技术要点繁多，工装夹具独特、装备昂贵，企业规模偏小，人才集聚和培养难度大。这些导致产业化长期处于“尴尬”与“无奈”的境地。更有甚者，把传感器与集成电路产品、技术、工艺混淆，将其划分到集成电路之列，导致长期得不到产业政策的倾斜与支持。

市场协同与融合再认识

全球传感器市场总规模上年度已突破1870亿美元，并以大于10%的平均速度增长，有些领域的市场呈现出爆发式增长态势。然而，在生产企业与用户之间存在着难以跨越的障碍，各自对技术的理解和需

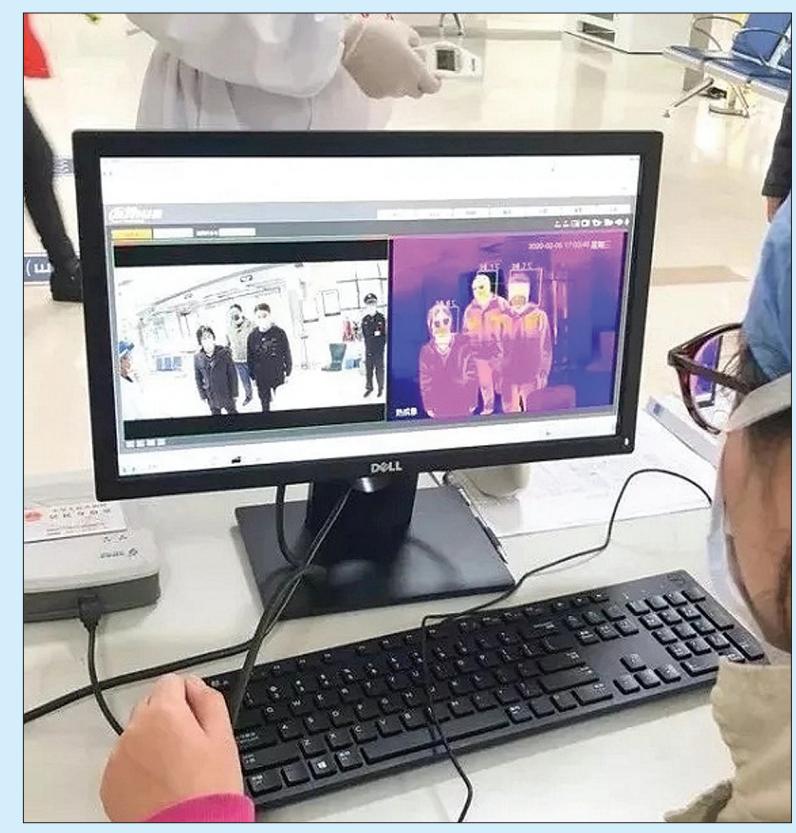
求也不尽相同，难以找到有效方法和途径来贯通和突破。从使用者角度看，存在技术参数、结构选择上的高深莫测，一时难以搞清楚，导致“不会用”和“不敢用”现象，也根本提不出详细内容和不同场景下的特殊使用要求。从生产角度看，厂家对市场应用的场景数据模型把握不准，产品从结构到性能缺乏柔性化设计，难以提供个性化和精准化的参数指标，也很难了解用户需要什么、怎么用、为什么要这么选。

从技术角度看，现实中的场景和状态是动态、多变、复杂的，取什么参数不仅应从现场需要角度考虑，更需要系统整体设计。因此，在数据采集现场，在传感器类型、结构与参数选取上各持己见、各持一词现象频发，可谓是“南腔北调”，甚至是“南辕北辙”，差异极大。可是，选用什么类型的传感器对系统或装置装备性能和智能化水平来说又至关重要。

此外，用户在对待国内企业和产品上存在较大的偏见和分歧。在同等情况下，用户往往选用的是价格大大高于国内企业的国外产品。尤其是资源垄断性行业，为了减轻责任和避免麻烦，就形成了“能买国外的就一定不用国内产品”的普遍现象。

除用户对国内企业的偏见外，有时苛刻的额外条件、繁杂的程序和流程也令企业望而却步。因此，国内企业即使长期追踪却也是无功而返，这样也逐步抬高了准入门槛和行业壁垒。

由此可见，产、用之间的障碍与



瓶颈成为产业化发展的一大障碍。因此，传感器产品既要向参数指标的归一化、标准化、智能化、网络化方向发展，同时，也要建立产用之间的协同创新关系，组建产业与应用之间的相互信任、相互交流与沟通的信息通道和技术研发平台，为传感器产业化发展扫除道路上的障碍。

复合型人才需求再认识

人才协同是技术融合的前提，是产业化的基础保障。然而，目前传感器行业内缺少企业家或龙头企业的引领和带动，企业内部缺乏复合型技术创新和产业化的高端人才，特别是国际化领军人才，使得资本关注度不高，产业重组和资源整合难于形成。

因此，基础研究型人才、技术复合型人才、产业化工程型人才、国际化视野的人才的培养和聚集至关重要。对传感器行业来说，具有战略头脑和市场化的企业家人才更是重中之重。

产业化建议和构想

传感器产业发展问题集中表现为多品种小批量、产品分散性大、产业集中度不高、企业规模偏小，以及专业化和龙头企业偏少。从而呈现出以下五个方面问题：缺人、缺钱、缺技术、缺市场、不够重视。

在数字经济快速发展的今天，人们必须认识到我国产业化中的突出矛盾和问题，并应结合我国结构调整与转型升级，结合“十四五”规划要求，结合疫情、国际经贸摩擦升级与

环境变化产生的具体影响，做好战略定位和顶层设计，配置相应资源，梳理规范和标准等。其实若要实现我国传感器产业化并非难事，红外热成像传感器的产业化便是最好的例子。

具体建议如下：第一，明确战略定位，做好顶层设计。把传感器产业化作为数字经济基础的核心，并提升到国家战略高度来认识，分层次、分阶段的持续培育和支持。第二，挖掘产业中的问题，弥补短板与瓶颈。从产业体系和链条中的具体问题入手，解决工艺技术、产业化瓶颈、市场供需矛盾、人才引领作用（特别是企业家人才）、资源优化配置等问题。第三，政策精准配套，资源持续配置。结合地方产业配套政策资源，设立国家产业化专项政策，并在税收等方面给予优惠，针对产业化进行持续引领与指导。第四，持续评估效果，及时调整实施方式。按照产业化层次、阶段、步骤进行分段评价与考核，根据实时状态及时修正和调整实施步骤，避免造成经济损失和更大的机会成本。

根据以上建议，结合区域产业文化特征，可在条件具备的地区建立中国“传感谷”，努力建设我国完整产业链，打造具备“政、产、学、研、用、服”六位一体的协同化、专业化和精准化的“双生态”体系。实现传感器基础产品的500亿元产值，达到系统集成与应用产品千亿元级以上的目标，形成具有明显产业化特色的国际传感器产业集群。

对用户的理解，韦青认为其中的难点是建模。他表示：“当我们利用传感器收集了大量的数据，我们如何将这些数据进行建模，形成我们对事物的认知，这其中很关键的挑战在于，目前我们的建模能力还很弱，还不够高效、不够全面，还是单点的。而图计算是破解这一难点的重要突破方向。”

图计算（Graph）最近很热，包括在刚刚举行的世界人工智能大会上，它也是热门的技术。Rich Uhlig在此前接受《中国电子报》记者采访时表示，图计算也将是非常重要的一种新型计算方式。计算主要是发现数据之间的内在关系，尤其是大规模的数据之间的内在关系。今天，现有的计算本身就很稀疏，在内存访问模式上具有不稳定性，所以贝叶斯算法无法应用。图计算可以有效提升稀疏数据的处理效率。

寻找更多更有效解决这个世界难题的技术，创造更多让我们更舒适的技术。在接受采访时，韦青多次强调不要受限。他认为：“我们需要从更大的维度看待挑战，看待技术的发展，当技术和产业走到今天这样的一个节点，我们看待世界、研究世界的方法，以及创新的方法已经和原来不一样。从还原论到系统论，从单一到复杂，从瀑布式到敏捷式开发，从产品有版本到无版本，这代表什么？代表我们对这个世界变化的认知能力与改造能力与过去不一样。”

从设备到AI到服务，我们如何“不设限”地进行创新，又如何围绕人、围绕场景进行最佳的组合，有着巨大的空间以及巨大的商业机会，等待产业更大维度携手创新。

环境计算是噱头还是新风口？

（上接第1版）

当然，环境计算的概念并非谷歌首创。早在上世纪80年代末90年代初，尚在施乐帕克研究中心担任首席技术专家的Mark Weiser就创造了环境计算这个词条，并与施乐帕克研究中心的董事和首席科学家John Seely Brown撰写了大量论文来描述这个概念，主要关注计算环境中出现的界面和交互问题。之后有很多研究和学术项目都是围绕这个课题进行的。众多的前人研究为这一概念的落地做了大量积累和铺垫，到这个时间点，巨头们让它的产业化脚步越来越快。就像触摸式操作系统并非苹果发明，但是苹果将其用在iPad、iPhone上，开启了移动计算的黄金十年一样。

在今年花1.8亿美元收购North之前，谷歌已将诸多的服务纳入了其设备中，比如在Pixel手机上，加入了“Soli”运动雷达感应技术，用户无需接触，用手势即可操作手机；比如改良其入耳式耳塞PixelBuds，搭载的“自适应声音”技术可根据用户所在的环境自动调节音量；又比如对Nest智能家居部门进行了大量更新等。

事实上，不同的巨头对于环境与计算融于一体有不同的定义和理解。微软中国有限公司首席技术官韦青在接受《中国电子报》记者采访时表示，真正的环境计算是让你感受不到任何设备、任何计算，它通过眼、耳、鼻、舌、身五官来感知信息、交互信息，或许到更高阶段时，信息的呈现不是通过设备而是通过光。当然，它的发展不是一蹴而就，而是不断迭代的。

就在7月9日，微软协作工具Teams宣布上线Together模式，这

个模式能够将视频会议中的人物从背景中抠出来，然后放到虚拟的大礼堂背景中。目前Teams最多支持49人同时在线，整体效果就像是坐在一起听课。Together Mode的初衷是帮助远程工作者，尤其是被迫待在家中的孩子减轻和克服长期社交隔离的落差和心理压力。

“环境计算是英特尔的中长期研究计划，也就是3~5年时间的研究计划。目前美国的团队已经做了一段时间，现在已经开始进行现场实验了。主要特色是用环境里部署的多种传感器来感知人的活动和与物体的交互，然后进行语义理解，再通过与环境融合的投影方式跟参与者互动。”英特尔中国研究院院长宋继强对《中国电子报》记者透露。

环境计算多久会成熟？

就在谷歌去年宣布环境计算计划之时，很多人包括媒体以及知名博主们都对其新计划的落地、商业模式以及用户接受度等提出了质疑。而事实上这样的计划并不是一下子铺开的，它是一个远景。如韦青所言，会“迭代式”往前推进，迭代会成为未来世界创新发展很重要的特征。

所以，关于环境计算，巨头们一方面会在原有的产品线中不断注入新的能力、新的体验，另一方面不断创造和丰富新的维度，它是长中短期结合的计划，并不是一个孤

注一掷的商业冒险。

衍生与迭代会成为巨头们将长中短期相结合的行走方式。有个例子来自微软。21世纪初，微软开始用计算机视觉研究骨架追踪和人体感知的基础科学；在2010年它推出了第一个商业产品Kinect；在此基础上，微软剑桥研究院做出了能够完全重构3D环境，让人与环境融为一体Kinect Fusion、HoloDesk；2015年，微软推出了HoloLens；2019年，它推出了HoloLens 2。

我们完全没有必要为巨头们的商业落地和商业模式操心。就像这次微软在Teams中上线的Together模式，它是在微软原有的产品Teams中加以改进，增加了多人协同的真实感和交互感。就像谷歌在其Pixel手机上，是将“Soli”运动雷达感应技术加入一样。谷歌和微软走的是两条不一样的路线，微软聚焦“生产力”维度，所以它的环境计算场景会最先选择像办公、开会等体验的改进，像医院病人起身跌倒等行为异常的检测，以及预防工厂环境下重物跌落倾倒等场景的应用。而谷歌更关注消费与娱乐的人群，你在家、在路上、在娱乐等更多维度所需要的服务，以及与智能家居和环境的互动。

就在谷歌去年宣布环境计算计划之时，很多人包括媒体以及知名博主们都对其新计划的落地、商业模式以及用户接受度等提出了质疑。而事实上这样的计划并不是一下子铺开的，它是一个远景。如韦青所言，会“迭代式”往前推进，迭代会成为未来世界创新发展很重要的特征。

所以，关于环境计算，巨头们

市场宣战的习惯有关。不过，近日苹果申请的一项专利显示，除了眼镜和耳机，苹果还在为其VR（虚拟现实）战略研发一款专用手套。专利中提到，该手套支持检测各种手势动作，适用于笔记本电脑、平板电脑和智能手机等多个场景，还可应用到全息投影模组、联动PC和打印机等设备的场景，让用户在虚拟中体验真实的触感。如果这个市场的发展是渐进式的，各个巨头都已经往前走了，届时苹果还是那个市场成熟的风向标吗？也未必。

环境计算中的关键痛点

巨头企业总是比其他人更早感受到窘境和焦虑，就像这次因为疫情的发生，“线上化”成为常态。当越来越多的人待在“线上”比“线下”的时间长很多时，如何减少线上办公、线上开会、线上沉浸的焦虑感、不真实感，用环境计算创造新的舒适安全体验，就成了巨头们思考的新维度。

“现在大家都在讲，世界不会再回到疫情以前的状态，会产生很大的变化。具体有什么变化？在我看来，过去大量通过‘人-人’（人和人接触）的方式来完成的事情，以后很多会被‘人-信息-人’（人和人不直接接触）的方式取代。”中国工程院院士潘云鹤认为，“当大量的会议远程化之后，从我个人的使用体验来看，大部分远程会议系统都有待完善。”

最突出的问题在于网络会议难以进行充分和及时的讨论，线下开会那种“你一言，我一语”的互动很难有效实现。这意味着中间的调度器不够灵活，不能远程、及时并善于解人意地开关、切换话筒和镜头。潘云鹤这样谈及其中的挑战，并认为问题就是动力，企业应该瞄准这个其中的商机，研究更智能的产品，占领各个山头。

问题是动力，寻着现实问题进行研发也是科技巨头的解题方法。英特尔研究院院长Rich Uhlig透露，目前其研究院研究创新的沉浸式临场感技术，用于支持仿真交互，应对许多人因长时间虚拟工作而出现的“虚拟疲劳”综合症。这些技术在现有直播解决方案中集成了多摄像头，并整合实现仿真交互，可用于视频通话及在线直播内容。他们经过人类学研究发现，人们使用注视、手势、姿势、体态、话语、行动及其他提示来实现对某一领域和所指之物的共同关注，从而建立起有效的互动。他们正在探索如何通过阵列摄像头技术、计算声学和多模型信号语义理解实现沉浸式互动，从而减少全虚拟环境中的摩擦和认知负荷。

在环境计算推进过程中哪些难点是巨头们关注的？宋继强认为：“环境计算的挑战，一是如何从多模态的感知到形成个性化的对用户理解，二是怎样把交互内容跟沉浸式技术形式很好地结合起来。”

从多模态感知到形成个性化