

从茫茫星空，到浩瀚海洋，再到广袤大地，作为信息获取的源头，传感器是物理世界与数字世界连接的桥梁，已经成为信息化社会最为重要的基石之一。传感器主要功能是将各种物理量、化学量或生物特征等感知量转换为可检测与数字化的电信号，是我们感知世界的首要工具。传感器在科学研究、工业生产、国防安全、医疗健康等现代社会的方方面面扮演着至关重要的角色，发挥着不可或缺的关键作用。当前，传感器已经从早期由敏感元件与处理电路构成的分立式装置，演变成集信息获取、处理、传输、供电等功能于一身的智能传感微系统，也就是我们常说的高端传感器，其数字化、微型化、智能化的特色十分突出。然而，也正是由于高端传感器的高精尖属性，它又成为我们目前面临的一项核心“卡脖子”技术。

高端传感器是一项至关重要的“卡脖子”技术

那么，为什么高端传感器是一项至关重要的“卡脖子”技术？高端传感器究竟能带给我们什么？我国距离传感器强国还有多远？

首先，传感器的特点十分鲜明：一是传感器涉及很多新原理、新材料、新器件，所以它和很多基础科学、基础技术的创新关联十分密切。而且传感器又是直接应用于整机设备，或服务于终端用户，与各行各业、各个领域的关联同样紧密，如集成电路（IC）装备中的许多高端传感器就被列为关键核心技术。二是传感器往往汇集了物理、化学、电子、机械、设计、制造、测试等各个学科领域的前沿尖端技术，学科交叉融合的特点十分明显；同时传感器产业的投入也非常大，高端传感器的敏感结构基本都是采用MEMS（微机电系统）制造技术，高端传感器的技术、资金双密集特点尤为突出。三是由于传感器的应用十分广泛，使得传感器的技术门类十分庞杂，相应的产品、产业分布非常广，比如仅仅一个压力传感器在水利水电、交通运输、工业生产、自动控制、航空航天、电力电子、石油、化工、勘探等众多行业就有上千种方案，且每一种解决方案都有其特殊要求。

其次，传感器在工业技术体系中的定位是“基础零部件和元器件”，因为传感器是信息获取的源头，是物理世界与数字世界的接口，其重要意义

为什么要重视发展高端传感器技术

□ 尤 政



尤政，国家卓越工程师团队带头人、中国工程院院士，现任华中科技大学校长，兼任中国科协副主席、教育部科技委常务副主任、中国仪器仪表学会理事长等职务。主要学术方向为智能微系统技术及其应用研究。在我国率先开展了微机电系统（MEMS）、智能微系统技术、微纳航天器的技术创新及其工程实践。作为总负责人主持设计、建造和在轨运行“TH-1”“NS-1”“NS-2”“NS-3”等多颗微纳卫星。先后获得国家技术发明奖二等奖3项、国家科学技术进步奖二等奖2项。

体现在：它是“工业基石”，是各类现代工业赖以生存和发展的基础；它又是“性能关键”，直接决定重大装备和整机产品的性能和质量。正是由于传感器的基础性与关键性，又造成了瓶颈问题与依赖性：即高度依赖外国技术或产品，对我国产业造成严重影响，甚至威胁到国家安全和战略利益。高端传感器这样一个对我国关键产业、经济发展与国防安全至关重要，但又存在重大技术瓶颈或依赖进口的技术，已经成为“卡脖子”技术，亟待攻克。

高端传感器究竟能带给我们什么

在科技前沿创新中，传感器是“先行官”。纵观科技发展史，历次世界科学中心的形成都得益于核心传感器技术突破以及以此为基础的重要科学仪器的诞生。有统计表明，在诺贝尔奖的获奖名单中，72%的物理学奖、81%的化学奖、95%的生理学或医学奖都是借助于尖端传感器与仪器完成的，且已有38项、60余人次由于发明了新原理的科学仪器而直接获奖。而科学仪器对事物进行检测表征，获得科学数据的关键就是高端传感器；比如X射线衍射仪、X射线断层扫描仪、超分辨率荧光显微镜、电子显微

镜等仪器中的光电探测器、电子探测器、温度传感器、质谱仪、扫描隧道显微镜中的位移传感器、力传感器等等。而现代科学仪器中，高端传感器是决定性的，直接代表了分析、检测和表征的水平。

在国民经济主战场，传感器是“倍增器”。传感器的应用领域非常广泛，几乎渗透到社会生产生活的各个层面。例如：在仅有通讯功能的传统手机，集成了大量传感器：图像传感器、陀螺仪、加速度计、距离传感器、环境光传感器、磁强计、电容传感器、温度传感器、湿度传感器、气压传感器……，使得传统手机摇身一变成了智能终端，手机的功能、性能都增强了很多，特别是与人的互动能力大大提升，手机行业的发展不仅得到“倍增”，而且进入了全新的时代。

当然，传感器行业本身也具有不容低估的市场规模。根据德国Statista数据分析公司数据，2022年全球传感器市场规模为2512.9亿美元（约1.79万亿人民币）。其中我国传感器市场规模为3096.9亿元人民币，2019—2022年均复合增长率为12.26%。尽管我国传感器市场增速相对稳定，但全球龙头企业如爱默生、西门子、博世、意法半导体、霍尼韦尔等跨国公司占据约60%的国内传感器市场份额，尤其在高端传感器市场，我国约80%的传感器依赖进口。特别需要说明的是，

传感器除了自身的万亿级市场之外，有研究表明，传感器带动的上下游产业链所创造的产值大约是传感器行业产值的6倍左右。

传感器在国家战略工程中是“胜负手”

传感器的性能、质量，直接决定重大装备和战略产品的性能、质量。高铁现在已经成为我国的一张名片，传感器就发挥了不可或缺的作用，高端传感器在高铁上有六大应用场景：一是列车监测与维护，二是轨道健康监测，三是列车安全防护，四是乘客信息交互，五是能源管理，六是环境综合监测。以和谐号380AL高铁列车为例，一辆列车里的传感器数量超过1000个，平均每40个零部件里就有一个传感器，它们承担着状态监视、故障报警、车载设备控制等功能，被认为是轨道交通运营安全的保障性技术和装备持续升级的关键性技术。未来，传感器与人工智能等新兴技术将实现深度融合，中国高铁将更智能、更安全。

在医疗健康中，传感器是“金钢钻”。现代医疗离不开各种检测，各类医疗仪器就是通过各类传感器获取与病人病理相关的各种医疗数据，来为医生诊疗提供依据。例如用于测量血

管内外径、血流速度、血压、心内压、体温等多种生理参数各类位移、速度、振动（加速度）、力、流量、压强和温度传感器；用于检测血液中的离子（如K⁺、Na⁺、Ca²⁺等）和气体（如O₂、CO₂）的浓度的化学传感器；利用选择性识别来测定生物物质的酶传感器、微生物传感器、免疫传感器、组织传感器和DNA传感器等；通过测量细胞或组织的微弱电信号的变化来监测生理状态的心电（EKG）、脑电（EEG）、肌电（EMG）等生物电传感器，这些传感器在诊断心脏疾病和肌肉功能状态中非常重要。传感器是医疗领域中不可或缺的技术，它们对疾病的预防、诊断和治疗起着至关重要的作用。

在国防安全中，传感器是“战斗力”。现代战争从某种程度上讲，打的就是传感器。在最近的乌克兰危机中，有统计表明80%的毁伤效果是由占全部弹药总量20%的精确制导弹药，也就是导弹、制导炸弹等造成的。这些高精度的惯性、无线电、激光、光电、红外、卫星等精确制导技术中，惯性测量单元（IMU）、激光传感器、红外传感器、毫米波传感器、光电传感器、雷达等各类高端传感器发挥了决定性的关键作用。除此之外，隐身战机、航母舰队、卫星星座等武器装备，更加需要由各类高端传感器组成的信息感知网络提供数据，

进行态势感知、目标打击、体系作战等各项行动。装备有各类高端传感器的无人系统已经开始在现代战场崭露头角，未来战场的无人机、无人车、机器人系统等武器装备将更加趋于常态化，这些“机器战士”的千里眼、顺风耳则完全要依靠高端传感器。而且，随着传感器等先进技术的快速发展和进一步赋能，各种新概念武器装备也将涌现出来，传感器技术在国防安全事业中将发挥更大作用。

我国距离传感器强国还有多远

传感器这么重要，市场规模也很大，我国一定要发展高端传感器。但是，我国高端传感器的发展现状不容乐观。我国的高端传感器，尤其是中高端传感器的MEMS芯片还大量依赖进口，被“卡脖子”之外，我国高端传感器行业创新生态、设计工具与研发平台、先进材料与核心器件、高端芯片与工艺设备、系统集成与转化应用等方面，还存在差距。

我国要成为传感器强国，需要在如下几个方面持续发力。第一是要关注“产教融合”，也就是人才培养与产业发展深度关联融合。前面讲过传感器是一个多学科交叉、技术密集，且与应用紧密关联的领域，高端人才与技术创新的重要性不言而喻。创新人才培养和原创技术开发相结合的产教融合，是发展传感器，成为传感器强国的首要条件。第二是要强化协同创新，前面还讲了传感器行业是投资密集，产品应用广但产业分散的行业，因此，政府、企业、高校、科研院所、用户、金融机构等各个创新要素必须统筹规划、合理布局、协同创新。通过公共研发平台建设与共性技术开发与共享机制，来实现传感器全行业的高效运行，持续、健康、快速发展。第三是加大示范应用，可以围绕国家的重大工程任务、国家亟须的重要战略装备以及有代表性的社会经济生活需求，有组织地开展创新，体现新型举国体制的优势，通过传感器赋能，形成新质生产力，推动产业集聚，形成传感器产业的生态链。



（上接1版）全面加强法治建设，要求完善落实保证“起点公平”所必需的制度安排，为广大人民群众参与国家治理、获取各类资源提供同等机会，让每个社会成员都能够平等自由选择、平等参与竞争。

规则公平是公平正义引领法治建设的程序保障。习近平总书记强调，“任何组织或者个人都必须在宪法和法律范围内活动，任何公民、社会组织和国家机关都要以宪法和法律为行为准则，依照宪法和法律行使权利或权力、履行义务或职责”。全面加强法治建设，要求社会所有成员都必须遵守法律法规，所有行为都必须受到法律的约束；司法机关要牢固树立宪法法律至上、法律面前人人平等、权由法定、权依法使等基本法治观念，与各种危害法治、破坏法治、践踏法治的行为作坚决斗争。

分配公平是公平正义引领法治建设的更高指向。党的十八大以来，我们坚持社会主义基本经济制度和分配制度，调整国民收入分配格局，加大再分配调节力度，着力解决收入分配差距较大问题，使发展成果更多更公平惠及全体人民，朝着共同富裕方向稳步前进。分配公平不是分配结果的均等化，而是权利公平、机会公平、规则公平基础上的结果公平，是过程公平与结果公平的有机统一。只有在经济社会发展的基础上不断促进社会公平正义尤其是分配公平，才能让改革发展成果更多更公平惠及全体人民。

把公平正义贯穿法治国家、法治政府、法治社会一体建设全过程

习近平总书记强调，“围绕保障和

促进社会公平正义，坚持依法治国、依法行政、依法行政共同推进，坚持法治国家、法治政府、法治社会一体建设”。这一重要论述深刻表明，保障和促进社会公平正义，是建设社会主义法治国家的神圣使命和价值统领；坚持“共同推进”“一体建设”，是公平正义价值追求的实现路径。学习宣传贯彻党的二十大精神，必须以习近平法治思想为引领，切实把社会公平正义这一价值追求贯穿法治国家、法治政府、法治社会一体建设全过程。

以法治国家建设为目标，更好满足人民群众对公平正义的新期待。习近平总书记指出，“要推动我国经济社会持续健康发展，不断开拓中国特色社会主义事业更加广阔的发展前景，就必须全面推进社会主义法治国家建设”。法治国家是国家建设的全方位法治化。只有将法治国家建设贯穿经济建设、政治建设、文化建设、社会建设、生态文明建设“五位一体”总体布局之中，才能满足人民群众对公平正义的全方位期待。全面推进法治国家建设，要按照党的二十大三中全会部署，聚焦发展全过程人民民主，坚持党的领导、人民当家作主、依法治国有机统一，推动人民当家作主制度更加健全、协商民主广泛多层制度化发展、中国特色社会主义法治体系更加完善，社会主义法治国家建设达到更高水平。

以法治政府建设为重点，不断提升人民群众对公平正义的感受度。党的二十大三中全会《决定》强调，“推进政府机构、职能、权限、程序、责任法定化”，就深入推进依法行政作出一系列部署安排，充分彰显了公平正义原则，为新时代法治政府建设指明了方向。法治政府建设是推进国家治

理体系和治理能力现代化、保障和促进社会公平正义的重要支撑，在“一体建设”中处于带动整体的枢纽位置。全面加强法治政府建设，要求坚持职权法定，用法律明确规定政府职责，划定权力运行边界，做到有权必有责、有责要担当、失责必追究。坚持权依法使，通过完善重大决策、规范性文件合法性审查机制、深化加强政府立法审查、健全行政复议体制机制、完善行政裁决制度等，切实做到法定职责必须为、法无授权不可为、法有授权不乱为。坚持执法为民，深化行政执法体制改革，完善基层综合执法体制机制，健全行政执法监督体制机制，深化政务服务增值化改革，让人民群众切实感受到公平正义就在身边。

以法治社会建设为基础，持续增强人民群众对公平正义的获得感。习近平总书记强调，“法治建设需要全社会共同参与，只有全体人民信仰法治、厉行法治，国家和社会生活才能真正实现在法治轨道上运行”。法治社会建设的任务，不仅在于让人民群众在治理效能、安全环境中共享公平正义成果，也在于培育办事依法、遇事找法、解决问题用法、化解矛盾靠法的良好社会环境，真正厚植公平正义价值的法治土壤。全面加强法治社会建设，要求认真落实“谁执法谁普法”普法责任制，拓展普法内容，创新普法形式，扩大普法范围，增强全民法治观念，树立全民法治信仰。加快建设覆盖城乡、便捷高效、均等普惠的现代公共法律服务体系，更好满足人民群众日益增长的高品质法律服务需求。推进多层次多领域依法治理，依法有效化解社会矛盾、修复社会关系、维护群众权益、增强社会韧性，提升社会治理法治化水平。

把公平正义贯穿立法、执法、司法、守法各环节

党的二十大三中全会指出，“必须全面贯彻实施宪法，维护宪法权威，协同推进立法、执法、司法、守法各环节改革，健全法律面前人人平等保障机制，弘扬社会主义法治精神，维护社会公平正义，全面推进国家各方面工作法治化”。全会《决定》作出的一系列法治领域改革部署，直指影响社会公平正义的深层次问题，彰显鲜明的改革价值导向。学习宣传贯彻党的二十大精神，必须紧扣完善中国特色社会主义法治体系重大任务，坚定不移深化法治领域各项改革，解决好立法、执法、司法、守法等环节的突出矛盾和问题。

以科学立法彰显公平正义理念。习近平总书记指出，“不论处在什么发展水平上，制度都是社会公平正义的重要保证”，“人民群众对立法的期盼，已经不是有没有，而是好不好、管用不管用、能不能解决实际问题”。要始终恪守法律面前人人平等这一基本原则，综合考虑中国幅员辽阔、民族众多、发展水平差异明显等各类因素，兼顾形式平等下可能存在的先天性实质不平等，消除影响平等行使权利的不利境遇，确保每一个法律主体权利和义务平等。以消除排斥和歧视为重点，确保公平正义在社会生活中的无障碍实施，特别要持续完善犯罪附随后果制度体系，建立轻微犯罪记录封存制度，确保微罪犯罪人及其亲属在工作、生活中不受任何限制和歧视。以防范新兴技术伦理风险为方向，对利用占有他人的数据牟利、大

数据“杀熟”等问题进行立法规制，推动公平正义理念在新技术新业态领域得到全面贯彻。以体现补偿正义为价值理念，建立分层分类救助体系，对特殊群体加大社会福利、社会保障、社会救助等方面的立法力度，使其拥有和其他人一样的实际行使权利的能力和条件。

以严格执法推进公平正义进程。习近平总书记强调，“人民群众对执法乱作为、不作为以及司法不公的意见比较集中，这要成为我们厉行法治的聚焦点和发力点”。如果做不到严格执法，公平正义将是一纸空谈。以严格执法推进公平正义，要求执法机关着力破解执法中的乱作为、不作为、不敢为、不善为等问题。坚持法定职责必须为，对于法定职责必须采取积极的措施和行动依法履行，着力破解有令不行、有禁不止、行政不作为等问题。坚持法无授权不可为，通过制定政府权力清单、负面清单、责任清单等形式，明责明权明法，为权力划定边界，着力破解超越职权执法、公权力的无限度扩张等问题。坚持法有规定不乱为，强化对行政权力的制约和监督，着力破解执法不规范、不透明、不文明问题，杜绝各种乱执法、野蛮执法现象，切实维护人民群众的合法权益。

以公正司法捍卫公平正义底线。习近平总书记指出，“一纸判决，或许能够给当事人正义，却不一定能解开当事人的‘心结’。‘心结’没有解开，案件也就没有真正了结”。以公正司法捍卫公平正义底线，就要通过保障基本诉权、同案同判、释法说理、强化对执行活动监督等载体方式，满足人民群众对于实现实体公正和程序公正的期盼，及时回应人民群众对于追求更可接近、更加透明、更能感

知、更有温度司法公正的期待，不断增强人民群众司法获得感。立足时代、国情、文化，综合考量法、理、情等因素，强化执法司法的实质贵在修复社会关系的理念，做到情理法相融合、“三个效果”相统一，真正让当事人心服口服、实现案结事了人和。强化对司法权的制约监督，加快构建规范高效的制约监督体系，把司法权关进制度的笼子，着力破解由于司法腐败、违法违规干预司法等带来的司法不公问题，让公平正义的阳光照进人民心田。

以全民守法营造公平正义氛围。习近平总书记多次强调，“法律要发挥作用，需要全社会信仰法律”，“只有内心尊崇法治，才能行为遵守法律。只有铭刻在人们心中的法治，才是真正牢不可破的法治”。法律要发挥维护社会公平正义的作用，需要全社会信仰法律，特别是党员干部要充分发挥遵纪守法的表率作用。习近平总书记明确指出，“我们的党政领导干部都应该成为复合型干部，不管在什么岗位工作都要具备基本的知识体系，法律就是其中基本组成部分”，“各级领导干部都要提高运用法治思维和法治方式深化改革、推动发展、化解矛盾、维护稳定能力，努力推动形成办事依法、遇事找法、解决问题用法、化解矛盾靠法的良好法治环境，在法治轨道上推动各项工作”。只有充分发挥领导干部“关键少数”的表率作用，做到尊崇法治、敬畏法律，了解法律、掌握法律，以实际行动带动全社会弘扬社会主义法治精神，建设社会主义法治文化，才能不断增强人民群众对法律的内心拥护和真诚信仰。

（作者系浙江省委常委、政法委书记）