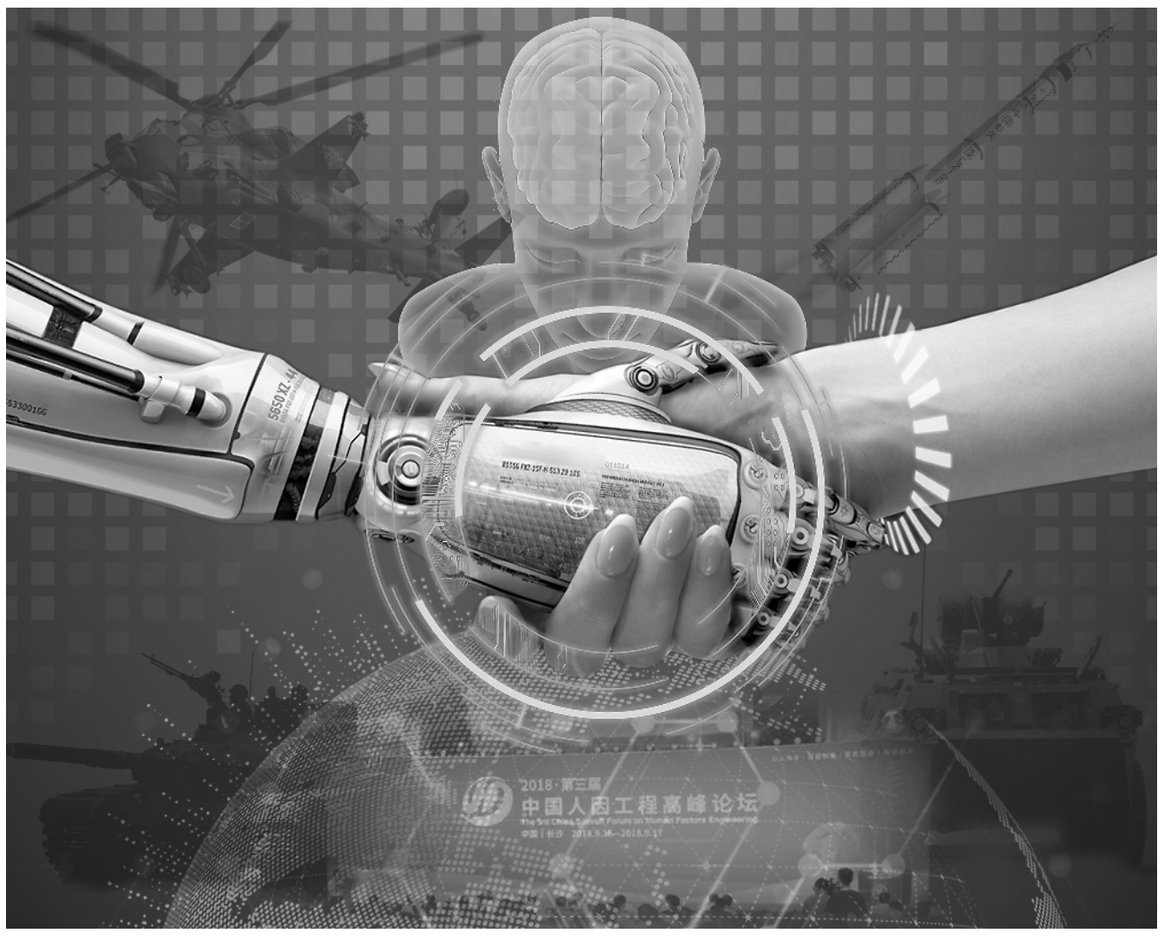
高技术前沿

不久前，第三届中国人因工程高峰论坛在长沙举办，20位“两院”院士和400余位领域专家参会，深入研究探讨人和机器、环境系统适应的相关课题，努力让工业机器更加适合人的生理、心理特点，让“人因工程创造美好生活”。不难看出，科技已开始从关注机器的功效转到关注人自身的福祉上。人因工程的兴起，正是冰冷的机器技术向温暖人性的回归。

人因工程：让冰冷的机器“暖”起来

■占传远 胡益鸣



不是黑科技而是“白月光”

坦克多出的狭小空间，是用来给战斗员装个空调、厕所，还是加上更多的燃料、炮弹？

这个问题可能让普通人诧异，甚至感到连思考的价值都没有。毕竟，这看起来不是“专业的提问”。谁都知道，坦克作为“陆战之王”，不就是该用更充足的燃料和炮弹，展露出更强更猛的“肌肉”吗？

不过，诧异并未结束。毛明，这个“不专业”的提问人，作为我军99A坦克总设计师，说起坦克，没人比他更专业。他在第三届中国人因工程高峰论坛上自问自答：搞武器装备工程设计，我们迫切需要什么？是人机结合。这正是人因工程研究的内容。

我们不禁疑惑，人因工程是什么？厕所、空调、炮弹、燃料，它们看似风马牛不相及，怎么就成了科技专家们考虑的问题？

作为一门交叉科学，人因工程涉及生理学、心理学、工程学、系统科学等诸多方面，聚焦一切由人制造、有人参与和使用的产品系统，让科研人员致力于研究人、机器及其工作环境之间的相互关系和影响，最终实现提高系统性能且确保人的安全、健康和舒适的目标。

这样的概念或多或少会让人难以理解，以至于人因工程在大多数人眼里有些陌生。但若把视线投向现实生活，不解的人们可能会拍脑门儿：人因工程原来就在身边呀！

高速公路路标指示牌使用反光油漆，方便司机夜间行驶；洗手间设置低矮的水池，考虑方便儿童使用；手机设有铃声、振动、静音模式，以避免来电影响他人，等等。它涉及范围很广，既有高大上的国之重器，也有日常生活中的小应用。

人因工程的不同应用，决定着科技不同的发展方向。在人和武器的交互关系中，是人适应武器还是武器适应人？苏式装备特点大概全世界都知道：皮实、耐用，但人机效果要差一些。苏联设计人员认为，实现关键性能，比人的舒适程度重要得多，这一理念导致其武器装备有许多不合理的设计。中东地区战争中，明明米格-21战机的性能比幻影-2000好，可飞行员一句“没空调不愿开”，道出了人机功效差对实际效果的尴尬影响。

让科技回归以人为本，是人因工程的初衷。在人因工程看来，武器装备让军人活下来、打胜仗，与使用舒适宜人，并非不可兼得。在这一理念面前，狭小空间里坦克兵的感受也被研制者考虑在内，以得到科技“关怀”。恰如寒风呼啸的冬天，风度和温度在常人思维下往往难以兼得。而人因工程，恰是通过技术理念上的改变，把人的体验放在第一位，既让人感受温暖，又能有风度舒适不至于臃肿。

人因工程，不仅是给人带来舒适便利的“暖男”，更是提高系统功能、规避风险的“安全卫士”。在灾难和风险面前，人因工程好比“扁鹊的长兄——善治未病”。不管是煤炭行业“减少矿难”这个黑色冰冷话题的出现，还是核电事故预防、造福人类，人因工程都能担此重任。

给人工智能戴上“紧箍咒”

相比人因工程在大众中的鲜为人知，人工智能可谓话题“缠身”。

以模拟人的智慧为目标，人工智能正深刻改变着人类的生产生活方式。人因工程，则是一门以了解人的特性为核心的科学。一个致力于模拟、延伸和扩展人的智能，一个以人为中心进行设计，当二者相遇，会碰撞出怎样的科技火花？

事实上，都以“人”为依托的人因工程和人工智能，在人类科技未来的进步发展中，始终有着密不可分的关联。

人工智能让机器拥有自我学习的能力，以实现用机器代替人类去思考和工作的目的。然而，人做出决定的动机和缘由各种各样，既有理性的一面，也有感性的一面。即使机器能像人类一样做理性的思考，但又能否像人一样作决定？这也正是人工智能飞速发展带来的问题，机器如果能够作决定，人类安全可能因此无法得到保障。

“我们要万分警惕，它比核武器更加危险”“机器人的进化速度可能比人类更快，而它们的终极目标将是不可预测的”，不管是马斯克还是霍金，他们都表达了对人工智能可能引发危险的担忧。

在信息化和智能化的大背景下，人造物智慧的提升，让人类自己对未来的发展惴惴不安。因此，只有给人工智能戴上一道有安全底线的“紧箍咒”，消除技术发展带来的安全不确定性因素，才能确保人工智能的自主可控，使之造福人类而不是成为让人自危的“嗜血怪兽”。在这一方面，人因工程技术的应用很值得期待，能为那些对未来发展感到焦虑和恐惧的人类开出良方。

人和机器之间的交互是人因工程研究的焦点。人工智能技术的发展，要让机器适应人，而非掌控人、毁灭人，在人因工程理念下，机器“‘讨好’了人的程度，决定了存在的价值”。通过重构和思考技术对人们生活未来的影响，人工智能的核心被圈定在为人服务、以人为中心的范围。

人因工程的研究已经告诉我们，在技术的发展过程中应当更加考虑人的因素，确保人在科技发展过程中的核心地位。发挥出人工智能正面效应，让人因工程为人工智能增添丝丝暖意，才能实现技术更人性化的用户体验，达到智能安全、高效、舒适三者最优化的目的。

人因工程任重道远未来可期

事前花一块钱，犯错后要付出100元代价，这成本你愿意付吗？

愿意为此支出的，往往是具有极大风险的行业，航天领域无疑走在了前面。这也是将人因工程的国家实验室放在航天员中心的原因。处理好人机关系，使人机融合在一起，成为人们的一个重要共识。近20年来，在航天工程这些国家重大计划中，人因工程不断发展。

透过人因工程这道“白月光”，我们应看到其背后蕴含着的丰富系统性思维。这才是这门技术的魅力所在。

在载人航天工程总设计师周建平看来，20世纪，钱学森倡导以人为本的人机环境、系统科学思想和理念，播撒了人因工程的火种。这套理论方法以处理开放的复杂性系统为目的，以“从定性到定量的综合集成研讨厅”为技术手段，在服务国民经济和社会发展的重大问题决策上，取得了一系列重要成果。

实践证明，正是系统工程的“根与魂”，孕育出了人因工程的“叶与果”。系统工程的基本特征，放到技术创新上，就是改变单项的奋起直追，推动系统的集群突破，“用不完全可靠的元件能够组成高可靠的系统”“用不是最优的局部组成最优的系统”，发挥出“1+1>2”的系统特性。

回过头来，当我们为坦克的空调、厕所这些问题“烧脑”时，作为总设计师的毛明已经看到了更远的地方：“我们的耳朵能不能用起来？我们的‘脑电’能不能跟机器结合起来？把生物学、医学、人体学跟人工智能结合起来，应用到坦克的人机交互系统中，将简单的人机界面，上升到让人和机器可以顺畅高效准确地交互。”

当今世界，科技发展似乎已经行进到了人类发展的重要关口，但“不要因为自己走得太远，忘了我们为什么出发”。

人类发展至今，不管是仅能打磨石块木棒的原始技术，还是创造现代智能化机器的高科技，都是为了帮助人类收获更多的“果实”。

不同的是，这个“果”，一个是让在生存边缘徘徊的原始人免受饥饿困扰，一个是给物质发达的新时代人带去更多美好生活的慰藉。

或许，这也正是技术发展的使命——让科技进步回归到以人为本的初衷，这才是最重要的。

制图：刘 程

诺贝尔科学奖何以“生物化”

■石文昊 童梦莎 贺福初

诺贝尔奖，是以瑞典化学家阿尔弗雷德·贝恩哈德·诺贝尔的部分遗产作为基金创立的，包括物理、化学、生理学或医学、文学、和平等五个奖项，后来增设经济学奖。其中的物理学、化学、生理学或医学奖，是三个科学类奖项，都被认为是各自领域中最为重要的奖项。2018年诺贝尔奖中的三大科学奖项，在去年10月份陆续揭晓，有意思的是，它们全与“生物”相关。

“生物化”成诺贝尔科学奖的共同趋势

去年诺贝尔生理学或医学奖的主题是免疫检查点疗法，得奖的两位科学家对肿瘤的治疗思路，从直接针对肿瘤细胞的治疗，转变为通过提高机体自身免疫力来对抗癌症。这一新的治疗思路，在临床上取得良好效果，被认为是人类克服癌症的希望。

去年诺贝尔化学奖的主题是蛋白质的进化，不论是酶的定向进化或是多肽和抗体的噬菌体展示技术，都是利用生物领域的思维方式，研究生物领域中的对象。酶是一类具有生物催化功能的蛋白质；噬菌体是侵袭细菌的病毒，噬菌体展示技术是一项利用其表面蛋白质展示蛋白质间相互作用、配体蛋白功能和蛋白质演化等特性的技术。

去年诺贝尔物理学奖颁给了激光物理领域，其中光学镊子技术可以用于探索和调整细胞内部结构，为理解细胞的正常和异常状态提供技术手段。而其中高强度、超短光脉冲技术不仅应用于物理学研究，也在医学领域大显身手。

去年三个科学领域的奖项，实现了“生物化”趋势大满贯。其实，诺贝尔科学奖的“生物化”趋势由来已久。人们对诺贝尔化学奖历年获奖情况进行统计后发现：从1901年至2018年，110次诺贝尔化学奖中，涉及生物学研究领域的有37个，超过三分之一的比例。进入21世纪以来，诺贝尔化学奖的“生物化”趋势愈发明显，在19次诺贝尔化学奖中，有11次奖项的主要研究贡献与生物学领域有关。

生命科学领域是新兴科学高地

为什么生命科学领域会成为各领域追逐的“香饽饽”？

生物系统一向被视为物质系统中最为复杂、独特的系统；生命现象也被认为是宇宙万象中最为奇特的现象。因此，自然科学各学科、各领域，都会把生物系统、生命现象作为其最大挑战与终极目标，生物系统、生命现象也自然成为各类英才大显身手的舞台。

多学科的发展推动了生命科学的进步。想要研究生命，就必须开发、利用各种物质的研究技术。随着人类现代科技的进步，物理和化学两大学科群的推陈出新，不断为生命科学的研究提供了强大而持续的理论引领和技术推动。从显微解剖基础上的生物分类，到组分解析基础上的分子生物学，再到今天的集成物资科技与信息科技的生命组学大数据时代，多学科技术进步与汇聚一直是推动生命科学发展的重要原动力。

随着生命科学领域的兴起，越来越多的精英人才从其他领域投身该领域，为该领域发展提供了全新的技术和智力支撑。比如去年的诺贝尔物理学奖得主之一弗朗西斯·阿诺德，起初是作为机械与航空航天工程师参与太阳能研究的，但从20世纪80年代开始，她将研究目标转向新兴的DNA技术。

科学“生物化”带动世界“生物化”

科学研究的“生物化”趋势，将会影响未来世界的发展。去年的诺贝尔科学奖成果，已表现出改变世界的潜力。

如生理学或医学奖成果，展现出巨大的临床应用价值，众多肿瘤治疗方案已得到广泛的推广应用。化学奖成果中，酶的定向进化满足了人们对工业酶的广泛需求，已用于新材料、新药物的绿色生产；噬菌体展示技术促进了抗体药物的研发，抗体药物市场正呈现日益广阔的前景。而物理学奖中，阿瑟·阿什金的工作特别强调了在生物系统中的应用；高强度短脉冲技术也已用于临床眼科疾病治疗。

生命科学和医疗、农业、工业、资源、生态、国防等诸多领域都息息相关。可以预见，越来越多的“生物化”科学突破，不仅可以改变人们的生老病死、衣食住行，也将带来经济的“生物化”、社会的“生物化”和国防的“生物化”。

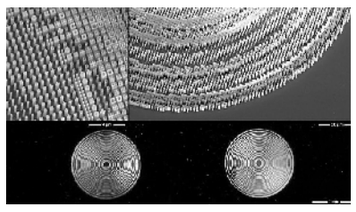
热点追踪

科技云

科技连着你我他

■本期观察：杨飞 司晓帆 巴孝晶

眼镜薄如纸张



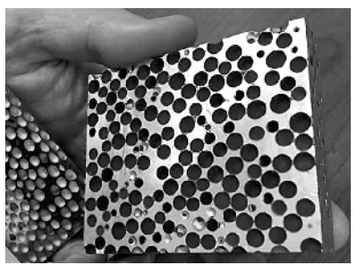
一副眼镜片如A4纸一样薄！闻此，你也许不大相信，但这确实是真的。

近日，美国哥伦比亚大学研制出一种只有1微米厚的超薄平面透镜。这种由“超像素”构成的平面透镜，像素均小于光的波长，能不同程度延迟光波通过透镜的时长，从而实现传统透镜的功能。

研究团队采用具有复杂纳米结构的“超像素”，应用半导体制造工艺，制造出可将任何偏振态的各色光波聚焦于一点的平面透镜，其成像性能可与一流的复杂透镜系统相当。

研究人员称，这种平面透镜，能依托类似制造电脑芯片的晶圆代工方式大规模生产，且产品质量高、成本低，有望大幅降低光学器件的尺寸和重量。

装甲形似泡沫



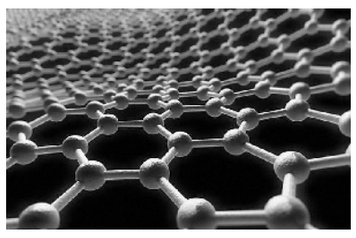
装甲，是战车在战场上用于抵挡或削弱敌人攻击力、抵消或减轻攻击对保护目标伤害的保护壳。它给人的第一印象往往是厚实笨重。

近日，美国陆军航空应用技术局和北卡罗来纳州州立大学联合研制一种具有高强度防护能力的新型装甲材料——金属泡沫。该材料不但能挡住子弹，还可抵抗爆炸物的冲击，甚至能隔绝核辐射。

金属泡沫是一种内部充满空洞的金属，它的透气性很高，几乎都是连通孔，孔隙比表面积大，材料容重很小。与一般烧结多孔金属相比，泡沫金属的气孔率更高，孔径尺寸可达7毫米。当泡沫金属承受压力时，由于气孔塌陷导致的受力面积增加和材料应变硬化效应，使得泡沫金属具有优异的吸收冲击能量特性。

科研人员表示，在传统的坦克、装甲车或轻型轮式车辆上增加金属泡沫装甲板，能够在只增加较轻重量的前提下，显著提升针对枪弹、小口径炮弹、简易爆炸物的防护能力。

提袋韧过渔网



手提袋在日常生活中随处可见。大家都知道它的韧度有限，承受不了多重的东西。如果说，一个手提袋能够承受大约两吨重的物品，你一定觉得是天方夜谭。可用石墨烯制成的手提袋就做到了。

近日，哥伦比亚大学的物理学家对石墨烯的机械特性进行了全面研究。他们选取10-20微米的石墨烯微粒作为研究对象，将其放在一个表面钻有直径1-1.5微米小孔的晶体薄板上，用金刚石制成的探针对这些放置在小孔上的石墨烯施加压力，测试其承受能力。结果发现，石墨烯样品微粒开始碎裂前，它们在每100纳米距离上可承受的最大压力居然达到了2.9微牛，即相当于要施加55牛顿的压力才能使1米长的石墨烯断裂。

随后，物理学家们制造出厚度相当于普通食品塑料袋（厚度约100纳米）的石墨烯，经实验需要施加差不多2万牛顿的压力才能将其扯断。换句话说，如果用石墨烯制成手提袋，那么它将能承受大约两吨重的物品，韧度将超过结实的渔网。