

“勇闯无人区”的你 “甘坐冷板凳”的你 “十年磨一剑”的你

祝贺

从代码世界到大国重器，从分子细胞到生物医药……又一批含金量十足的科技成果、贡献值满满的科技工作者上午登上上海科学技术奖励大会的“光荣榜”。《上海市推进科技创新中心建设条例》本月正式实施，为最大限度激发创新活力与动力，提供“最宽松的创新环境、最普惠公平的扶持政策、最有力的保障措施”。随着上海科创中心建设的基本框架越来越清晰，上海科技创新的活力和魅力，在基础研究、技术革新、产业发展甚至创新土壤等各个领域全面绽放。

科技进步奖特等奖

面向重大工业装备核心控制软件的安全可信保障技术及应用

把铸剑的磨刀石做好做精

如何保障高端装备控制软件的安全可信，是国际公认的重大挑战。特别是我国航空、航天、轨道交通和电力控制等安全攸关领域，其重大装备的核心控制软件的研制技术，急需解决技术与工具产品的自主可控问题，以支撑我国经济转型升级，打破国外在该领域的垄断。由华东师范大学软件工程学院副院长、中国科学院院士何积丰作为第一完成人的《面向重大工业装备核心控制软件的安全可信保障技术及应用》项目，今天荣获2019年度上海市科技进步特等奖。

高可信技术是保障核心工业软件成功研制的关键手段。何积丰院士说：“控制软件是工业重大装备的中枢，是国家利器。要让它足够锋利，就需要优良的磨刀石。我们就是把铸剑的磨刀石做好做精，这样来提高重大装备核心控制软件的质量，确保它们安全可信。”项目参研单位聚焦我国重大工业装备核心控制软件的软件安全可信保障技术，对接国家“自主可控”战略部署，历经十余年深入研究，以产学研协同创新为路径，攻克了软件安全可信保障技术的三大难题，即正确定性“验证难”、可靠性“保障难”与复杂性“分析难”。

据华东师大研发人员介绍，项目组采用形式化分析、测试与验证等核心技术，首创形式化统一建模理论与多维验证技术，解决了困扰国际学术界二十余年的

难题；发明了不确定环境下多属性量化评估与分析技术，应用于载人航天工程等一批国家重要任务。

项目的一大亮点是形成了系统化的自主可控软件开发工具链，覆盖了重大工业装备核心控制软件开发的全生命周期。

据统计，完全知识产权的形式化建模、测试与验证工具11款，已经形成商业化产品的达6款。其中，自主研发的软件自动化测试工具SmartUnit更是为了国内首款通过国际上公认标准TUV功能安全认证的测试工具。近三年来，仅工具销售额即达到了1.5亿。

历经十余年，该项目已产生了显著的社会和经济效益。项目新增直接经济效益和利润累计超14.2亿元人民币，实现利润超2.1亿元人民币，间接带动了千亿产值的产业效益。

截至目前，该项目成果成功支撑了“风云四号”卫星发射、“神舟八号与天宫一号对接”以及“探月工程月地高速再入返回器”等在内的多项重要航天任务；项目参研单位卡斯柯信号有限公司完全自主研发的TRANAVI城市轨道交通信号系统解决方案，成功部署于东非地区的第一条城市轻轨，即埃塞俄比亚的斯亚贝巴轻轨，成为中国第一套“走出去”的自主信号系统解决方案，有力地支撑了“一带一路”倡议。

首席记者 王蔚



可信软件技术服务轨交行业

本版图片除署名外均由采访对象提供



徐文东教授团队在做手术

科技进步奖特等奖

基于脑可塑理论新发展修复残障
手臂功能的新方案

手外科医生发现脑的奥秘

许多年来，全世界都在研究人脑这颗“智慧星球”，它的未知潜能值得不断挖掘。复旦大学附属华山医院手外科徐文东教授团队就通过对“手”的研究发现了“脑”的秘密：当一侧大脑半球损伤偏瘫时，另一侧健康半球在支配对侧健康上肢时，也可以独立支配同侧瘫痪上肢。团队经过十余年艰苦研究，创新性拓展了脑可塑理论。“基于脑可塑理论新发展修复残障上肢功能的新方案”引发世界瞩目，该项目今获2019年上海市科学技术奖科技进步奖特等奖。

脑中风等中枢损伤后上肢偏瘫残障的功能重建

建是世界性的医学难题。徐文东教授团队经过十多年的研究，发现成人大脑的特殊可塑性，在国际上首次提出“成人一侧大脑半球具有支配双侧上肢的潜能”，并首创“左右颈7神经互换”显微手术，让一侧大脑管起一双手，开辟了“通过外周功能的改变治疗中枢损伤”的新领域。这个“中国方案”巧妙避开损伤半球，让人称奇，就连70岁的脑中风中后上肢偏瘫残障患者都有机会拥有灵巧的双手，至今这种新方法在临床应用已400余例。

徐文东教授介绍，左右颈7神经互换术后，健康半球是在原本单独支配对侧健康上肢的功能区中，通过“脑可塑变化”，“分离”出一个“新生功能区”，与同侧瘫痪上肢产生生理连接，继而实现独立支配，从而实现了健康侧大脑管双手。这次证实大脑可塑性可以“被诱发和被调控”，是脑可塑理论体系的创新发展。这项标志性成果2017年发表于国际医学界最高级别杂志《新英格兰医学杂志》(NEJM)，是该刊第一篇中国学者独立完成的外科新技术原创论著。

在利用神经移位治疗各种原因导致的肢体功能障碍的外科领域，华山医院手外科团队深耕已有30余年。顾玉东院士早在1986年就在国际首创了“健侧颈7神经移位术治疗臂丛损伤”，独特的“左右换位”方法为研究人类周围神经移位

后脑功能重塑的规律提供了极其重要的参考。徐文东注意到，接受该手术治疗的患者，一开始患手需要好手带动才能活动，但是最后患手都能够独立活动；而触摸患者患手时，好手会有被触摸的感觉。

徐文东联系上了16年前接受该手术的第一例病人，果然发现，即使手术过去了16年，病人的患手不需好手的带动就可以独立运动，但是在触摸患手的时候，好手还是感觉到被触摸。也就是说，患者两只手的感觉不能完全分开。

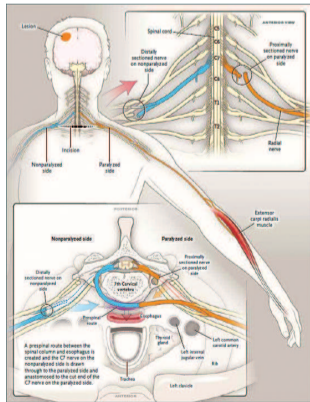
为了深入研究这个临床现象背后的机制，也为了将顾玉东院士的创新理念和术式进一步拓展，徐文东带领团队开始了跨界攻坚。他与顾玉东院士率领课题组发现大脑功能重塑的秘密，进而突破性地提出脑科学领域的全新观点。如果说健侧颈7神经移位手术是给病人“换了臂丛神经”，那么，用于中枢损伤后的上肢偏瘫则相当于给病人的瘫痪手“换了大脑”！

2008年起，徐文东团队在前期大量动物实验基础上，对一侧大脑损伤进入平台期的患者开展了该项新技术的临床应用。十多年来，团队结合“互联网+远程医疗”等技术，在全国广泛推广各项成果。多项原创成果及后续研究已在美国、法国等国际著名周围神经诊治中心开展应用。

去年，来自德国的5岁偏瘫男孩在华山医院接受了这一中国原创的神经移位手术，其瘫痪左臂成功连接至健康的大脑。孩子的母亲说，“这是中国医生的首创，手术一定要到中国来做！”

“科研需要大胆设想，也需要小心求证。我的老师顾玉东院士对我影响很深。”他说，顾玉东给治疗过的每位患者做档案卡，几十年如一日的积累，让他不断超越自我。顾院士也常常教导自己的学生，为了能让患者拥有一双灵巧的双手，值得医生们奋斗终生。

首席记者 左妍



“三大领域”成绩优异

特等奖是对特别重大的科学发现、技术发明或对经济发展、社会进步、生态文明等产生特别重大引领和支撑作用的科技创新成果最高规格的肯定。2019年度获奖名单中，生命健康、信息技术、机械制造等领域涌现出的3项特等奖，赫然在目。上海自2012年恢复特等奖至今，累计涌现10项特等奖，今年的3项“大奖”是近年来最多的。

随着，生物医药、人工智能、集成电路成为上海创新发展的三大关键领域，一批面向世界前沿、引领未来方向、补齐发展短板的重要创新

成果脱颖而出，与“三大领域”密切相关的技术领域表现突出。据统计，生物与医药技术、信息技术、自动化技术等领域成果获奖比重合计44.55%。而处于创新链和产业链上游的新材料相关项目在自然奖和发明奖获奖项目中表现突出，占比分别达到了20.93%和12.90%，体现出上海在前沿、基础领域活跃的原始创新能力和创新策源能力。

首设科学技术普及奖

2019年度，上海首次设立科学技术普及奖，这也是地方科技奖励系统中首个以“科普”之名单独设立的奖项。线上、线下立体传播，主

题馆、课程库、微课程、儿童读物多元化载体……科学技术普及奖的项目形式不拘一格，旨在授予取得重大科普成果，为普及科学技术知识、倡导科学方法、传播科学思想、弘扬科学精神做出重要贡献的个人、组织。

首次上海市科学技术普及奖，评选出4项一等奖，6项二等奖，5项三等奖。其中，同各种伪科学正面斗争的生命健康类科普成果，占科普奖项的26.67%。“基于心脑血管科普教育基地提升大众健康素养系列科普方法与技术的研发与推广”、“面向青少年的中医药系列科普读物(丛书、微课程、儿童读

物)”等科普项目，用通俗易懂的科学真相回应广大市民高度关切的医疗健康话题。

多少“十年磨一剑”

每每提到科研成果的问世，人们总爱用“十年磨一剑”。然而这并不仅仅是一个形容词，而是真实存在的科学规律。纵观2019年度这张最有分量的上海科技创新榜单，获奖项目的平均开展时间为7.98年。其中，自然科学奖、技术发明奖、科技进步奖和科学普及奖获奖项目持续科研时间，平均持续时间分别是10.74年、8.58年、7.99年和6.13年。“十年磨一剑”甚至几十年磨一剑的

潜心研究，是获奖成果最大共同点。

细读多年来的获奖数据，2014年-2019年，平均科研周期从5.84年稳步提升至7.98年，获奖项目平均科研周期逐步延长。上海市科技奖励中心主任段晓阳说，即使在创新日益活跃的当下，经历时间的积累，依然是重要创新成果涌现的普遍规律。而从科学进步奖到技术发明奖再到自然科学奖，科学研究投入的平均开展时间依次增长，越是面向科研前沿和突破关键核心技术，取得原创性或首创性成果，越需要“勇闯无人区”的勇气和“甘坐十年冷板凳”的耐心。

本报记者 马亚宁

技术发明奖特等奖

高功率密度燃料电池薄型金属双极板及批量化精密制造技术

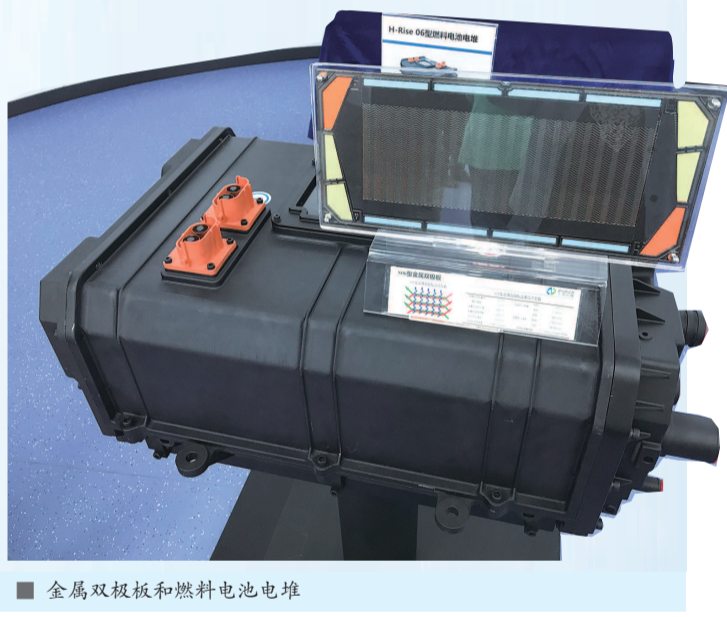
金属板“中国方案”破解世界难题

“发动机”里有乾坤

发展氢能与燃料电池汽车成为全球共识，我国已将燃料电池汽车列入国家发展战略，预计2030年产量达百万辆。而燃料电池，正是这一辆辆未来汽车的“发动机”。钻进“发动机”内，数百张电池板“手拉手”组成的电堆，则是燃料电池产生动力源的核心；又由于电堆要占到燃料电池系统60%的成本以及整车30%的成本，电堆又是燃料电池汽车降低成本“金钥匙”。

“由于汽车市场对于大功率、长距离、低成本的要求，燃料电池电堆发展趋势应该是从原来增程式或小功率，向着全功率模式转变。”项目负责人，上海交通大学机械与动力工程学院教授来新民告诉记者，研制高功率密度、大功率输出、长寿命运行和低成本制造的车用电堆，成为整个科研团队自2005年以来不变的初心。

而要实现这一目标，传统的石墨板电堆，必须被颠覆。“乘用车燃料电池对体积和重量要求严苛，碳材料电极板又大又重。”可是替代说说容易，实践起来需要从技术到生产全部自主创新。项目历经十余年研究，终于发明了薄型金属双极板“两板三场”新结构。



金属双极板和燃料电池电堆

技术发明奖一等奖

机载蓝绿激光海洋探测和传输系统关键技术及应用

细听海洋秘密守护“蓝色国土”

约300万平方公里的主张管辖海域，1.8万多公里大陆海岸线，让我国成为名副其实的海洋大国。守护好这片辽阔广阔的“蓝色国土”，呼唤海洋科学技术的发展。中国科学院上海光学精密机械研究所党委书记、副所长陈卫标研究员项目组瞄准蓝绿激光海洋探测和传输技术研究和系统研制的科研机构之一。

不过，由于蓝绿激光传输过程中受到海气界面随机波动、海水强吸收和散射，以及太阳背景光干扰的影响，导致接收激光信号强度衰减严重、噪声较大并伴随时空展宽效应，使得机载蓝绿激光海洋探测与传输系统长期以来面临传输深度浅、信道稳定性差、探测水深精度低的发展瓶颈。

遇到的技术难点，也是突破口，瞄准“测得准、探得深、通得稳、抗干扰”，项目组勇于创新，实现从无到有

的新技术突破。“比如针对大信号动态范围导致测深精度低的难点，我们发明了瞬时光信号动态非线性压缩技术，研制出非线性光学空间频率滤波器，将信号动态范围从5-6个量级压缩到3个量级以内。”陈卫标介绍，“再比如针对太阳背景噪声比下降难题，我们发明了匹配太阳暗线波长的蓝绿激光技术，研制太阳暗线波长的绿光和蓝光激光器，大幅降低太阳背景噪声，并显著提升海水穿透能力。”

陈卫标自豪地说，持续20年的技术攻关，机载蓝绿激光海洋探测和传输先后经历四代产品研发，已从最初跟跑发展到目前关键指标领跑。“该项目的成果在陆海岛礁测绘、海洋资源开发和海洋权益保障等领域具有重大应用前景，可为海洋强国建设战略发挥重要作用。”陈卫标透露，

“项目取得的多个技术发明，已成功实现转移转化，先后开发出地基、车载三维测绘激光雷达、水下无线高速激光信息传输终端等系列产品，促进了蓝绿激光技



机载双频激光雷达

邵阳摄

术和海洋科学的交叉融合发展，推动了国产海洋装备研发进程。”

本报记者 邵阳