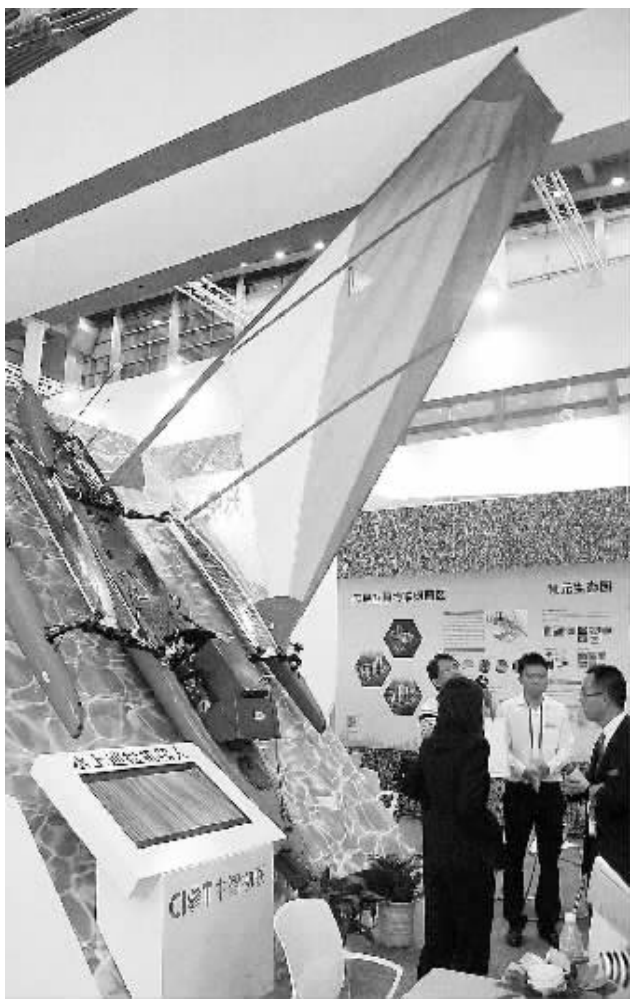
在刚刚结束的第十六届高交会上，机器人成为当之无愧的明星。无论是展示技能的书法机器人、跳舞机器人，还是服务生活的扫地机器人、送餐机器人，或者是为制造业升级服务的激光切割机器人、喷漆机器人，一台台形态各异的机器人让观众们流连忘返。未来的机器人什么样？中国人能否抢占机器人市场的主导权？《经济日报》记者采访了几位在机器人领域卓有贡献的院士。

聆听院士讲机器人的故事

本报记者 佘惠敏



▲ 高交会上展示的水上巡检机器人。

（本稿件图片均由本报记者 佘惠敏摄）

中国工程院院士谭建荣——

执着创新是制造科学最高境界

“机器换人促进转型升级，智能制造驱动企业创新。我国的人口红利正在逐渐消失，机器换人将是必然趋势，机器人的应用领域将不断拓展，智能化程度将不断提高。”作为机械工程专家，浙江大学教授谭建荣院士认为，智能技术的应用将是今后几乎所有行业的必然发展趋势。

智能制造是基于人工智能的制造技术，它离我们并不遥远。谭建荣说：“我们身边已经有很多智能制造产品，比如几乎每个人都在使用的智能手机。”

当前，制造行业正面临机械生产到智能制造的转变。受效率和能源等限制，常规制造业在激烈市场竞争面前面临直接的压力，必须通过转型升级才能求得未来。

“智能制造的前提是智能设计，有了智能设计，才有真正的智能制造。”谭建荣表示，市场经济初期是短缺经济，生产什么就能卖出去什么。现在则今非昔比，企业必须通过智能设计塑造品牌，掌握核心技术，实现转型升级。“我国企业必须将信息化和工业化深度融合，开发客户化、智能化、全球化、数字化、集成化的产品。只有这样，企业才能由提供一般性的产品向提供创新型产品转变。”

“自主创新、高效设计、高性能高品质、低碳环保、面向新领域、应用新知识，是目前制造企业对数字化智能设计的共性需求。”谭建荣建议，智能设计制造一定要关注数字化、智能化、拟人化、绿色化的发展趋势，将创新设计能力作为自己的核心竞争力。与一般设计相比，创新设计强调在新原理、新功能、新机构、新结构、新外观、新材料或新工艺等一个或多个创新要素方面与原产品有本质的变化，能满足用户或市场的新需求。这种趋势现在已经十分明显。

高交会上展出的各种智能手表，因搭载智能手机系统而实现多功能，尤其是个人健康管理功能的融入，让人们可以通过手表随时监控自己的健康信息，把疾病消灭在萌芽状态。“健康数字化管理中心，可以让我们每个人都享受高品质的保健，生活质量大大提高。这种手表就与原来的手表有本质变化，能满足用户的新需求。”

谭建荣预测，未来面向新领域、综合新知识的设计技术，将产生智慧机器与脑控装备。智慧机器将拥有对环境的感知和理解能力以及自我决策与应变能力，脑控装备将拥有脑机信息的交互能力和大脑思维活动的临场感。“智慧机器和脑控装备将给用户带来‘心想事成’的效果。执着创新是制造科学的最高境界，智能制造就是实现这个境界的工具。”

中国工程院院士蔡鹤皋——

机器人可以“农村包围城市”

“机器人发展有限制吗？没有！机器人只受到创造力和想象力的限制，但人类的想象力和创造力是无止境的。”大半辈子从事机器人研究的蔡鹤皋院士，对这个行业充满信心和激情。他解决了机器人轨迹控制精度及路径预测控制等关键技术，我国第一台弧焊机器人和点焊机器人就是由他研制成功的。

“我们中国正处在转型升级的时代。中国是制造大国，还不是制造强国。我们的使命是使中国从制造大国发展为制造强国，从廉价劳动力、人海战术发展到智能制造。机器人在其中将扮演重要角色。它将提升产品质量和制造效率，使中国制造具有更强大的竞争力。”蔡鹤皋表示，机器人最先用于汽车工业，现在工业机器人应用领域不断扩展。可以预测，将来工业生产作业都将会被机器人取代。进一步发展，机器人将成为人类社会各种生产作业的主劳力，人类将不再从事繁琐、枯燥、沉重的劳动。“人类将更多从事脑力劳动，体力劳动将被机器人所代替。”

当前，我国机器人需求市场出现大爆发趋势。2013年我国新增机器人3.6万多台，已成为全球第一大机器人市场。我国已有400多家工业机器人制造企业和系统集成企业，但其中88%是系统集成企业，真正的机器人制造商还不多，减速器、伺服电机等核心元器件还需从国外进口。很多外企纷纷来华设厂，抢占中国机器人市场份额。我国工业机器人厂家应当采取什么发展战略？

“要以市场需求作为机器人技术与产业发展的动力。”蔡鹤皋说，我国机器人市场需求十分巨大，很多外国机器人企业纷纷抢占中国市场，但他们擅长的是汽车、电子等工业，而我国的制造业构成非常繁杂，除了汽车、电子外，还有很多产业机器人未得到应用，急需机器人来推动其升级改造。“我们应面对中国市场特点，为劳动密集型企业、为中小企业生产他们需要的机器人，这个市场非常巨大。随着我国机器人企业由小变大、由弱变强，未来也可以进入汽车、电子行业，与外国企业较量。我们要‘农村包围城市’，最后抢占制高点。”

对于核心零部件受制于人问题，蔡鹤皋表示，我国工业机器人的核心部件已经取得了初步突破，减速器和伺服电机的研究在快速发展。“再奋斗几年，有可能把中国制造的减速器和伺服电机产业建起来，机器人就可以用上国产的减速器和伺服电机。”

针对当前我国机器人产业四处开花的问题，蔡鹤皋建议国家有关部门做好顶层设计和政策引导，防止低水平重复建设。官产学研用结合，整合协同创新资源，实现机器人产业可持续发展。

“我国工厂要达到国外的机器人密度，要几百万台机器人来武装，外国工厂没有这么大的产能，也不了解小企业的产业需求。我们要为自己的市场，开发出中国人需要的各种各样的机器人。”蔡鹤皋总结说，“所以我对中国机器人产业抱有乐观态度。”

◀ 可替代保安巡逻的巡检机器人，吸引了观众好奇的眼光

▲ 高交会展厅里，机器人“店小二”表演送餐服务功能。

◀ 高交会上展示的六轴抛光打磨机械臂系统是工业机器人的一种，它可用于不同工件的打磨，帮助制造业转型升级。

中国工程院院士封锡盛——

海洋机器人圆深海探索梦

“人类来自海洋，今天人类已经无法直接返回故乡，为了圆回乡之梦，我们需要‘护甲’和‘替身’，这就是海洋机器人。海洋机器人也是机器人，是海洋技术和机器人技术结合的一个类型。”中国科学院沈阳自动化研究所研究员封锡盛院士是我国最早从事水下机器人研究的专家之一，他用生动的比喻介绍了自己的研究方向。

地球71%面积覆盖着蔚蓝的海洋，神秘的海底世界一直是人类探索的目标。但海底能见度极低，环境很恶劣，人体和普通设备都很难在这种条件下完成沉船打捞、光缆铺设、资源勘探等工作，于是，科学家把海洋探索的重任托付在水下机器人身上。

海洋机器人种类很多，按工作地域可分为水面机器人和水下机器人，水下机器人按控制方式又可分为“护甲”型的载人潜水器，以及“替身”型的遥控机器人和自主机器人。其中，自主海洋机器人AUV是当前理论界、工程界和军方关注的重点。

“自主海洋机器人代表了未来发展方向。智能自主是其关键技术，水平高低决定机器人能力大小。”封锡盛说，在非结构环境中给出完成使命的策略，如感知、理解、决策、规划、执行等，就是智能。它涉及到广义环境建模、自主驾驶、自主导航、精确定位等多种技术。

为了满足国家战略需求，争取国际海底资源，中科院沈阳自动化所从上世纪90年代开始研发自主海洋机器人，已先后研制出“探索者”、“CR01”、“CR02”、“潜龙”、“4500”等AUV。

封锡盛表示，自主海洋机器人当前面临成本高和风险大这两大发展瓶颈。“自主海洋机器人技术复杂成本高，还需要母船支持，部分零件还依赖进口。此外，它的风险也大。自主海洋机器人实时监控难，回收过程风险大，失事概率高，容易丢。”

海洋机器人对维护国家安全和确保国家持续稳定发展具有重大战略意义。作为战略性海洋新兴产业的重要组成部分，海洋机器人体现了国家的海洋科技能力，在一定程度上标志着国家综合国力和科技水平。当前，国内机器人热正在迅速升温，各地开发区积极发展海洋机器人产业。虽然目前海洋机器人市场不算大，但潜力巨大。

封锡盛认为，自主海洋机器人未来需要实现三大突破：长航程，一次加油能走超长行程；超深型，可全海深覆盖，能到11000米深的马里亚纳海沟；实现接触作业，要有机械手，甚至有手指，会用工具。

自主海洋机器人是海洋机器人发展的主流方向，它将从信息型向作业型发展，从单一使命向多使命发展，从低智能向高智能发展，从单体向群体合作及网络化发展。

“机器人科学与技术正沿着模拟人的路线发展，随着人体和大脑的秘密被揭开，机器人研究必将同步前进，发展无句号。”封锡盛说，“将来，也许机器人就是人。”

新发现

“菲莱”寻找地球生命起源线索

本报讯 记者杜铭报道：通过分析“菲莱”着陆器获得的首批数据，科学家认为，“67P/丘留莫夫—格拉西缅科”彗星存在有机分子的痕迹，其表面也比预想的坚硬许多。

“菲莱”携带的元素和分子气体分析仪（COSAC）在着陆的第一时间就检测到了第一批有机分子，但现在还没有足够证据表明这些有机分子是否包括了构成蛋白质的复杂化合物。含碳有机分子是地球生命的基础，这一发现有助于我们了解地球生命的最初来源。此次彗星登陆任务的一个主要目标，正是通过发现这些碳基化合物，最终回答地球生命是否来源于彗星的问题。

此外，“菲莱”携带的地表及属性探测器“MUPUS”通过“敲击”67P彗星表面，发现彗星表面比预想坚硬。

新应用

数字技术成功“克隆”敦煌石窟

浙江大学文化遗产研究院科技考古中心团队利用高科技数字技术历时4年，仿真重建的敦煌220号石窟近日完成。图为浙江大学副教授刁常宇在解说复制窟上的佛像壁画。

新华社 王定昶摄

新项目

美将建最快超级计算机

本报讯 记者刘松柏报道：美国能源部日前宣布，将投资3.25亿美元建造“Summit”和“Sierra”两台超级计算机，其计算速度将分别达到每秒150千万亿次和100千万亿次，比目前的世界冠军——中国“天河二号”快至少3倍，计划在2017年建成并分别安装在美国能源部下属的橡树岭国家实验室和劳伦斯利弗莫尔国家实验室。美国能源部称，建造最快的超级计算机，研制超大规模计算技术，将会“使美国走上下一代大规模计算的快车道”。

过去两年，虽然美国在最快超级计算机方面失去垄断优势，但在超级计算机总体数量上仍具绝对优势，全球超级计算机500强中，有约一半来自美国。总体而言，美国在超级计算机的软硬件方面的优势依然远远超出其他国家。

新动态

国际人类基因组研讨会举行

本报讯 记者杨阳腾报道：国际人类基因组计划历史档案研讨会中国第一次会议日前在深圳举行，来自英国、法国及日本的专家在大会上分享并交流了各自的项目成果。

据了解，“国际人类基因组计划历史档案”项目致力于建立一个全面的、国际性的人类基因组计划资料数据库，收录来自全球科研机构、私人收藏、基金会、政府机构、出版商及美国、英国、中国等其他国家参与者拥有的原始资料，并将其数字化；逐步对人类基因组计划历史资料进行统一归档，填补人类基因组计划历史资料的空白，实现其历史和学术研究价值，最终实现收集20世纪伟大科学成就的全部历史资料。据悉，2010年，中国、美国、英国、法国和日本已正式加入该项目。

华大基因的杨焕明院士在研讨会上表示，人类基因组计划的价值体现在三个方面，首先开启了全球大合作的先河，让全球合作的文化开始兴起；其次让免费分享成为时尚，在科学研究方面，全世界的学者们都秉承共需、共为、共享、共用的精神；第三，改变人们的生活，生命开始成为数据，越来越多的组学研究蓬勃发展，应用于医疗健康等领域。

新活动

校园科技节倡导绿色生活

北京市东城区西总布小学第十届校园科技节近日开幕。学生们通过科技小制作等形式感受低碳环保的科技理念，提高创新能力。图为学生们在进行自制纸车模比赛。新华社 周 良摄

本版编辑 陈建辉 殷立春