

回首来时路 砥砺前行再出发

——中国科学院沈阳自动化研究所创新故事汇

▶ 开拓耕耘——学科方向初建立

中国科学院沈阳自动化研究所被誉为中国机器人事业的摇篮,在中国机器人发展史上开创了20多项第一。老一代沈阳自动化所科学家们,在机器人学科方向的确立,乃至我国首台水下机器人和工业机器人的研制过程中作出了重大贡献。

出生于1940年的谈大龙,曾任沈阳自动化所机器人研究所主任、机器人学开放实验室主任、国家“863”计划自动化领域智能机器人专家组组长,现已退休。他曾亲历了沈阳自动化所学科方向的确立以及我国第一台水下机器人“海人一号”的诞生。

1973年,当时33岁的谈大龙跟随时任沈阳自动化研究所所长蒋新松和机器人研究室主任吴继显到北京出差调研,走访了许多家单位,介绍研究所对于开展人工智能和机器人研究的设想。在中科院新技术局汇报情况时,时任局长邓裕民认真听取汇报后表示支持,并要求研究所提交报告,令研究人员大受鼓舞。1975年,谈大龙与同事一起被派往罗马尼亚参加国际控制论和系统会议,通过这次机会开阔了眼界,了解了国外人工智能和机器人的发展情况。

随着“四人帮”的倒台,我国迎来了科学的春天。1978年,中国科学院制定各研究所学科研究发展规划。在自动化学科规划会上,蒋新松和吴继显凭借此前的学术积累,经过与兄弟所的激烈讨论,确立了沈阳自动化所的学科发展方向:机器人技术、工业自动化和模式识别,从此开拓了机器人技术的发展道路。沈阳自动化所经过5年的努力,做机器人的目标终于实现了!

在20世纪70年代,水下机器人技术正在国外飞速发展,我国却仍是一片空白。沈阳自动化所瞄准了这项前沿技术,在国内率先开展“智能机器在海上的应用”的可行性研究,并由谈大龙担任项目总体组组长。

起初,确定先研制一台能潜深100米的水下机器人,能在水下进行观察和拾拾物体,采用有缆操作的控制方式。经过4年的努力,沈阳自动化所研制成功了我国第一台水下机器人——“海人一号”(HR-01),并通过了大连和三亚的两次海洋试验,实现了项目研究的既定目标。今天项目组在谈论水下机器人的早期研制工作时,总是不能忘记当时奋战在一线的科研人员。大家热情高涨,努力克服各种技术困难,两次海试都是冬季,其中大连海试结束已是大年三十。更加不能忘记,课题组成员冯仲良身患肠癌仍坚持在三亚进行海试,回来后不久就去世了。这些老科学家,是中国水下机器人研究的奠基石,值得我们永远铭记。

此外,由宋克威、周国斌、王棣棠、崔殿忠等人,完成了国内第一台S2-1型示教再现工业机器人,这也是我国第一台工业机器人。经过前期的积累,沈阳自动化所在激烈的竞争中脱颖而出,获得了国家“七五”工业机器人控制攻关项目支持,并将消化吸收和自主开发相结合,顺利完成“七五”攻关项目,为后来新松公司开发工业机器人产品,以及开展机器人力控制和协调控制打下了基础。

▶ 十年奋斗——“龙脑”诞生记

2012年6月24日,“蛟龙”号7000米级载人潜水器下潜到7020米海底,试航员之一——38岁的刘开周与两位同伴通过水声通话,对神舟九号航天员发出了问候:祝愿南海鹏、刘旺、刘洋3位航天员与天宫一号对接顺利!祝愿我国载人航天、载人深潜事业取得辉煌成就!这次下潜,首次创造了世界同类型载人潜水器的最



沈阳自动化所俯瞰图



中国首套工业4.0互联制造解决方案



海翼7000水下潜航器

大下潜深度。此时,距离“蛟龙”号获批国家“十五”“863”计划重大专项立项,已过去10年的时间。十年磨一剑,这次下潜完美地诠释了沈阳自动化所“蛟龙”号控制系统研制团队的付出。10年间,他们秉承和发扬了研究所“献身、求实、协作、创新”的精神,通力协作、攻坚克难,解决了诸多技术问题,研制了我国首套具有完全自主知识产权、性能国际领先的深海载人潜水器控制系统,为“蛟龙”号的海试成功奠定了坚实的技术基础。

在团队负责人张艾群研究员的带领下,控制系统团队王晓辉、郭威、崔胜国、祝普强、刘开周等19人参加了各个深度级别的海上试验,一方面要对控制系统进行保障,另一方面还要对控制系统在不同深度下的航行控制、设备控制、导航定位、综合显控、应急控制等分系统的功能和性能指标进行现场验证。海上试验期间,张艾群为现场指挥部成员、安全总监,王晓辉为控制部门负责人,郭威为水面监控部门负责人,刘开周为试航员,祝普强负责潜水器反馈信号监视,崔胜国负责软件技术保障。团队成员虚心学习船舶驾驶、海事气象等有关专业知识,以严肃认真的态度,严谨求实的作风,实事求是的精神,在时间紧、难度大、任务重、后方坚强保障下,出色地完成了与控制相关的技术改进和试验保障任务。

从1000米到3000米,从5000米到7000米,2012年6月3日至7月16日,国内18家单位圆满完成了7000米级海上试验任务。该次试验最大特点是试验海区位于密克罗尼西亚专属经济区的马里亚纳海沟,“蛟龙”号的所有部件将要经受最大设计深度的考验,同时全体参试队员需要按照联合国海洋法公约要求在他国专属经济海域开展工作。“蛟龙”号7000米级海试共完成6次下潜,下潜深度分别为6671米、6965米、6963米、7020米、7062米和7035米,每次下潜都按预定计划和任务有效开展。本次海上试验,沈阳自动化所张艾群、郭威、祝普强等4人参加,主要负责验证载人潜水器控制系统7000米设计深度下的航行控制、设备控制、导航定位、综合显控、应急控制等分系统的功能和性能指标。

2012年6月24日,刘开周与其他两位试航员共同见证了我国载人深潜史上首次突破7000米的伟大历史时刻,并在7000米的海底向远在外太空中“神舟九号”航天员发送了祝福。试验对潜水器本体系统、水面支持及母船系统共313项功能、性能、指标和作业内容进行了逐一验证,对一些关键项目进行了多次试验和验证。试验还取得了丰富的海底科学作业成果,包括海底沉积物样品、生物样品、地质样品和深海水质,以及大量海底影像数据和海底微地形地貌资料等。在海上试验中,广大参试队伍通过实际行动,弘扬和凝练了“严谨求实、团结协作、拼搏奉献、勇攀高峰”的中国载人深潜精神。试验团队安全、圆

满,超额完成了“蛟龙”号7000米级海上试验的全部试验内容,实现了全部预定目标!

使命并未到此结束。2013年起,“蛟龙”号载人潜水器转入试验性应用阶段。沈阳自动化所先后派郭威、刘开周、祝普强、赵洋、崔胜国、何震、孔范东、杨鸣宇、赵兵、冀萌凡、陶伟春、王海龙、田启岩等20余人次,全航次参加“蛟龙”号试验性应用航次和中国大洋第35、37、38航次试验,圆满完成对“蛟龙”号控制系统的保障任务。“蛟龙”号控制系统团队获得了包括“载人深潜英雄集体”“载人深潜英雄”“全国专业技术人员先进集体”“全国五一劳动奖状”“全国五一劳动奖章”“中国青年五四奖章集体”和国家科学技术进步奖一等奖等诸多荣誉和奖励。“蛟龙号载人潜水器研发与应用”项目还荣获了2017年度国家科学技术进步奖一等奖。

▶ 千里驰援——科技保障民生

2013年4月20日8点2分,四川省雅安市芦山县发生7.0级强烈地震。沈阳自动化所按照中科院统一部署,迅速启动了应急响应预案。出生于1963年的沈阳自动化所研究员李斌,被任命为地震现场总指挥,负责地震救援队的现场救援工作。组员由13名所内人员构成,除了两位负责运送设备的司机,都是机器人学国家重点实验室的科研人员。他们在“十一·五”“863”计划的支持下在2011年成功研制出了多种地震救援机器人,并在国家地震紧急救援训练基地示范应用,也得到了中央电视台等媒体报道。

李斌清楚地记得,地震发生那天正好是周六,大家都在家休息,他临时打电话召集大家,所有人都二话不说,迅速到达工作岗位。救援队分三批奔赴灾区,第一批救援人员携带废墟搜索可变机器人,乘坐飞机和汽车,日夜兼程,克服重重困难,在地震发生后19个小时,就到达了距离9000公里的四川芦山地震灾区。

在救灾物资紧缺的情况下,一个面积约12平方米的小帐篷,3条被子、两辆汽车,成了13名搜救队员每天的栖身之所。帐篷里睡6个人,其余人则睡在汽车里,但没有一个人觉得委屈。4月22日,震区开始下雨,夜里温度只有十三四摄氏度。潮湿的泥土将铺在帐篷内地上的纸盒板和棉被浸湿,身上穿的衣服也都不干,第二天醒来还是照样穿上身,不管不顾地投入到新一天的战斗,没有人考虑到会不会感冒。随行的老司机郑建荣在潮湿的环境下常常风湿病发作,肩膀、膝盖和腿的痛让他没睡过一个安稳觉。

热水,亦是地震后灾区稀缺资源。救援队员回忆起当时的场景都笑称,没有热水冲泡方便面,都是直接“啃面饼”。矿泉水、八宝粥、饼干等都是名副其实的“正餐”,没有热水,不能洗澡,就连上厕所都要自己爬到山里去。据旋翼无人机小

组的队员们回忆,灾区有一些供男士们使用的临时“茅坑”——地上挖个大洞,上面横放着木条。但洞口很深,看着吓人,一不小心一条腿就可能掉进去,大家只好纷纷到山里找地方。而在白天和夜里,多达4000多次的余震已经多到让他们习以为常、毫无畏惧。13人的救援队成立了临时党小组,由李斌担任临时党小组负责人。他提出在救灾行动中实行一票否决制,即只要13人当中有一个人提出行动有危险,大家就全体后退,不再向前。但令他感到骄傲的是,在这4天的任务中,即使是行驶在这样分分秒秒都可能丧命的山路上,都没有一人投过弃权票。

在4天的紧张救援工作中,救援队员不怕危险,沿着险峻、滚石塌方不断的山路驾车前往救援现场;冒着余震不断、房屋随时有垮塌的危险开展救援工作;在地震灾区真实的救援作业环境中,不断积累完善机器人系统的经验和第一手数据;在地震灾区救援现场与多个单位协调、配合;救援中所使用的三款机器人全部是沈阳自动化所自主研发的高技术装备,是我国首次将机器人应用于地震灾区现场救援工作,也是三款机器人第一次实战救援应用。团队成员的拼搏和奉献精神,以及在搜索救灾行动中表现出来的高效敬业,得到了国家地震灾害紧急救援队的充分肯定。

▶ 探索未知——勇闯世界科技前沿

2006年末,出生于1980年的孙兰香在沈阳自动化所攻读博士学位刚满一年,便接到了导师于海斌研究员的一项“艰巨的任务”——一份美国能源部2005年的项目研究报告,中文题目叫《铝、玻璃、钢工业熔融化学成分的在线、实时测量》,所采用的技术叫 Laser-induced breakdown spectroscopy,简称 LIBS,中文翻译叫“激光诱导击穿光谱技术”。导师告诉孙兰香,这可能是一项对我国工业发展非常有用的技术,她好好研究一下。

之后的两年,孙兰香和几个年轻职工在导师的带领下研读国内外相关资料,搭建实验平台,开展实验和数据对比,对 LIBS 的基础积累逐渐加深。2008年底获得国家“863”计划项目的资助,项目目标是基于 LIBS 技术开发面向冶金生产过程的在线分析装置,孙兰香担任技术负责人。他们要挑战的应用领域是炼钢过程的钢水成分在线检测,这是钢铁企业长期以来的迫切需求,但大概也是冶金行业中最具有挑战的一个应用过程。

当时项目的核心成员只有3名,孙兰香、丛智博和辛勇,都是刚刚毕业的学生,没有什么经验,只能依靠查阅文献慢慢摸索。第一版样机出来以后,面对的困难是钢水熔炼试验。一个30千克的电炉炉起初没人会操作,由于不懂熔炼工艺,第一次操作因为温度控制不当导致炉底烧穿,

1600摄氏度以上的高温钢水从炉底流了出来,整个D楼全是烟尘,还好提前把防护措施准备得很到位,并没有造成任何损失。

2010年底开始工厂试验。工厂的合作伙伴是抚顺新钢铁公司,炼钢厂的李勇厂长非常关注这项技术,对工厂试验给予了很大支持。为了尽可能多地获得数据,孙兰香等人连续几天都工作得很晚。钢厂的环境很恶劣,而且设备就安装在转炉后,1600摄氏度以上的钢水就离人几米的距离,刚开始看到时确实需要克服心理上的恐惧。一天下来,即便戴着口罩,面部和鼻孔也都是黑色的。再加上钢厂一线没有女职工,也没有女厕所,试验过程中如果有需要,孙兰香就得去女公厕那边,所以要尽量少喝水。在工厂的大力配合下,试验很顺利,成功获得了液态钢水的分析数据,验证了装备和技术的可行性。经过短短4年时间,从零开始做到了工厂的应用验证,这也是国内 LIBS 技术首次在工厂生产中获得了液态钢水的分析数据,项目也顺利通过了验收。

此后,在2012年,研发团队又获得了第二个“863”项目的滚动支持,继续完成钢水成分在线分析仪的研制,这一期的项目目标是研制一套真正无须取样的在线分析装置,要解决等离子体远距离激发、信号远距离传输、厚厚炉渣层阻碍、1600摄氏度以上高温炉渣等问题,技术难度非常大。

2014年中旬,样机开发完毕并通过了实验室测试,开始第二次工厂试验。但是,这次的工厂试验并不顺利,前端探头虽然通过了实验室小感应的测试,但实际生产过程中钢水上面厚厚的炉渣层使得探头很容易碎裂。经过几个月,尝试了将近10种类型的探头,终于与一家耐火材料厂合作定制了一批合适的探头。探头成功以后,开始了真正的在线测量试验。转炉钢水转到钢包里面后,要在钢包里面调合金并吹氩气搅拌,搅拌均匀后取样化验分析,分析过程钢包要静等结果出来,等待时间通常是3至5分钟。设备就在这个等待过程开始测量,1分钟之内给出结果,再跟他们的分析结果对比。连续几天对比之后,数据的一致性不仅令孙兰香等人很满意,也使工厂的工人很惊讶。

2015年1月1日那天,工厂试验任务圆满成功。这不仅实现了我国钢水成分在线检测“零的突破”,也在国际上首次实现了40吨级钢包的钢水成分在线测量。李厂长也很兴奋,他说:“没想到你们几个小孩竟然把这事做成了,尤其是你这个看起来很斯文的带队女同志!”

此后,作为课题组长和研究员的孙兰香一直带领团队致力于将这项技术实用化,并向铝合金、铜合金、选矿等行业应用拓展。尽管应用推广的道路漫长而曲折,但始终坚持不懈前行,并在多个应用领域突破了国内应用的空白。“厉害”“了不起的工作”是他们时常收到的同行评价。(中国科学院沈阳自动化研究所供稿)

这是一个伟大的新时代。新时代中国特色社会主义成为国家发展新的历史方位,中华民族迎来了实现伟大复兴的光彩时刻。科技创新作为国家基本战略被提升到前所未有的高度,科技研发投入增长,科技改革日渐深入,科技创新渐入佳境,这是科技的又一个春天。制造业作为实体经济的主力成为国际竞争的战略制高点,实现中国制造业由大变强、迈向价值链中高端,是自动化人无可推卸的责任。

在新形势下,中国科学院沈阳自动化研究所像一列高速前行的“复兴号”,创新体制机制,科技成果频出,走进高速发展的快车道。新一代机器人装备助力国家重大工程项目的顺利实施;互联制造解决方案带动国家制造业转型升级;突破光电核心技术推动国防科技发展。沈阳自动化所一直站在国家需求的最前线。

2018年,沈阳自动化所走过了辉煌的第一个甲子。60年来,沈阳自动化所开拓进取、追求卓越,走出了一条和而不同的发展道路。“和”的思想贯穿始终,研究所坚持面向世界科技前沿、面向国家重大需求、面向国民经济主战场,传承献身、求实、协作、创新的精神,牢记使命、恪尽职守,同众多科研机构一道为中国社会进步和科技发展作出了显著贡献。

“不同”体现在时代变迁中的与时俱进,对研究所的发展具有独特的意义。1961年,沈阳自动化所设立了生产过程自动化、自动化技术与工具、远动技术三个研究室。艰苦的环境没有能够阻挡科技人员献身科研的步伐,在那个年代,潜心科研显得弥足珍贵。1978年全国科技大会上,沈阳自动化所1200多逆光轧机数字式准确停车装置、激光红外电视导电经

和而不同 追求卓越

■于海斌

纬仪等15项科技成果获得大会奖励。那时的“不同”是出淤泥而不染的风骨,无论在何种社会环境下,沈阳自动化所以国家需求为第一要务,始终以提高社会生产力、增强国家科技力量为己任。

1980年,沈阳自动化所提出要将自动化领域的科研工作向新的前沿阵地转移,把研究方向调整为人工智能与机器人技术、信息系统与控制技术、图像处理与模式识别。以蒋新松为代表的自动化领域探索者,提出开展人工智能和机器人研究,并先后研发了中国第一台工业机器人和第一台水下机器人。研究所在国内率先开展了以计算机集成制造系统(CIMS)为代表的新一代工业自动化技术研究,为国家工业自动化的发展和信息化转型作出了贡献。彼时的“不同”是高瞻远瞩的眼光,是铁杵成针的坚韧。让中国自动化技术走在世界的前列,是沈阳自动化所不变的追求。1999年以后,沈阳自动化所逐步将研究方向凝练为机器人、智能制造和光电信息技术。习近平总书记曾将机器人称为“制造业皇冠顶端的明珠”,并提出“不仅要使我国机器人水平提高上去,而且要尽可能多地占领市场”。早在2000年,沈阳自动化所就意识到机器人的发展必须走产业化的道路,成立了新松机器人自动化股份有限公司,目前已经成为首屈一指的机器人龙头企业。

沈阳自动化所率先开展了以现场总线技术为核心的新一代全分布式工业控制系统的研究,为中国自动化仪表企业解决了产品升级没有核心技术的问题。在此基础上,工业无线技术的突破和国际标准的制定,不仅取得了国际话语权和竞争优势,也为建立中国自主的工业无线技术体系奠定了基础,取得了良好的社会效益。为支撑广域海洋观测、全海深海洋科学前沿研究,满足覆盖广阔海域的国家安全的迫切需要,研究所全面布局水下机器人向更深、更远、更快方向发展,形成了谱系化的水下机器人系统。“蛟龙”“海翼”“海斗”“潜龙”等海洋装备成为我国亮丽的海洋名片,满足了国家重大战略需求。在光电信息方向,研究所始终面向国家重大需求,在复杂条件下的光电探测等技术领域取得一系列创新成果,研制的各类型号产品性能达到国际先进水平并大量应用,创造了巨大的社会效益,形成了研究—开发—制造一体的创新格局。

此时的“不同”是敢为天下先的魄力,是海纳百川的胸怀,对国家的忠诚和责任塑造了沈阳自动化所独有的气质。沈自人心底的那抹红色从未褪去,“亦余心之所向往兮,虽九死其尤未悔”的豪情从未改变。多年来,沈阳自动化所都是国家科技体制改革的排头兵。从1999年首批进入中国科学院“知识创新工程”,到2014年首批成为中国科学院“率先行动”计划四类机构建设单位,建设中国科学院机器人与智能制造创新研究院。研究院紧跟时代步



沈阳自动化所所长于海斌

伐,以践行“四个率先”为宗旨,精准施策,深化体制机制改革,构建了创新生态。打造分类协同模式,集聚多方优质创新资源,院内凝聚合力,强化优势,院外拓展合作,开放协同,促成“科研—产业—行业—地方”协同发展;建设国家级创新平台,构建全链条创新布局;设立“前沿交叉创新特区”,增强创新支撑能力。推进与中航工业、航天科工、特变电工、中广核为代表的重点行业龙头的深度合作,促进与行业协同创新,建立行业联合研发中心或实验室,形成技术需求、应用、转化的重要支撑。发挥基础研究优势,借力产业平台,与行业龙头——新松机器人公司共同推动新产品研制,实现与产业公司的协同发展。创新研究院助力东北振兴,成为了沈阳国家全面创新改革试验区重点内容。

目前,沈阳自动化所已经成为中国科学院国家级平台最集中的单位,包括机器人学国家重点实验室、机器人技术国家工程研究中心、国家机器人

创新中心、国家机器人质量监督检验中心(辽宁)、国家机器人检测与评定中心(沈阳)、国家机器人标准化总体组秘书处、先进机器人学与机构学国际联合研究中心等9个国家级平台。全链条创新布局,“科学研究、工程应用、评估检测、标准制定”四位一体的发展模式已初步形成,源头技术创新、行业技术支持、市场规范指导作用凸显。

中国正值最好的发展时期,也面临着前所未有的挑战。习近平总书记在两院院士大会上提到“关键核心技术是要不来、买不来、讨不来的,要在关键领域、‘卡脖子’的地方下大功夫,集合精锐力量,作出战略性安排,尽早取得突破。”以人工智能、量子信息、移动通信、物联网为代表的新一代信息技术加速突破应用,融合机器人、数字化、新材料的先进制造技术正在加速推进制造业向智能化、服务化、绿色化转型,空间和海洋技术正在拓展人类生存发展新疆域。新时代赋予了科技新的定义,赋予了创新新的使命。新一代沈自人要敢于担当、勇于超越,树立敢为天下先的志向和信心,敢于走别人没有走过的路。

为了未来的卓越,需要我们坚持技术创新与体制改革“双轮驱动”的发展战略,技术上面向人机共融、海洋与空间重大装备,泛在信息化智能制造系统等领域,多元共融、追求尖端;为了未来的卓越,也需要我们在体制上围绕产业链部署创新链,建立从基础研究到技术扩散的全链条创新体系;为了未来的卓越,需要我们以实现机器人学与智能制造技术跨越式发展为目标,将沈阳自动化所建成世界一流的科研机构。

在支持科技创新中追求卓越,在服务国家需求中奉献自我!(作者系中国科学院沈阳自动化研究所所长)