

## “龙鳞”系统:中国核电“安全盾”

■本报记者 陆琦

中国的核电站什么时候才能用上自主的安全控制系统?这个“扎心”的问题终于有了答案。

12月6日,中核集团自主研发的我国首套军民融合核安全级DCS平台——“龙鳞”系统(NASPIC)正式发布。这意味着中国将不再受国外技术垄断的钳制,使我国成为世界上少数完全掌握该技术的国家。

### 一个梦想:仪控系统自主化

数字化控制系统(DCS)被称为核电站的中枢神经系统。其中,安全级DCS作为DCS的关键组成部分,是负责“保命”的部分。

安全级DCS用来完成事故工况下反应堆安全停堆、专设安全设施驱动等功能,限制或减轻事故后果,保障反应堆及人员安全,是核电站安全运维的关键。

简单来说,安全级DCS的作用就在于发生事故时紧急“刹车”,确保反应堆安全,确保环境及公众安全。

不过,目前中国大部分的在役核电站都依赖于进口的DCS系统,核心技术受制于人,购买、运行、维护成本极高。

中核集团中国核动力研究设计院(以下简称核动力院)设计所所长助理刘艳阳回忆

说,上世纪八九十年代,核动力院承担了秦山二期仪控系统的设计,但只负责核仪表系统的设计,设备则需要从国外采购。

“有一次在验收产品时,设计人员发现技术指标与设计需求存在差异,希望这家公司进行整改,却被傲慢地拒绝了。”这让当时的核仪控人如鲠在喉,“民族产业不能依赖别人,我们核仪控的发展以后要赶上世界顶尖公司,这是我们的梦想”。

中国工程院院士叶奇秦表示,中国核电要全面实现自主化、国产化,仪器仪表自然也要如此,而且还要挺进世界前列。

### 一盘“土菜”:5年占领制高点

“现在回忆起来,当初的胆子的确够大。”核动力院设计所核动力仪控中心主任吴志强笑着说。

在2013年12月“龙鳞”系统平台启动研发之初,存在着一些质疑的声音,认为过于冒进。

但吴志强和他的团队并不服气。那时,经过在核电仪控系统的多年多项目持续耕耘,核动力院虽不能覆盖DCS研发设计、设备制造以及供货服务等全流程,但已经完全熟悉DCS的设计标准、法规要求,具备了系统架构的能力,应该说具有相当的优势和能力。

于是,吴志强带领着不到10个在编人

员以及招聘的数十名研发人员,踏上了自我挑战之路。

过去5年,他们边“打怪”边扩大团队,现在已发展到近300人,最终实现了核仪控人30年的梦想。

这是一个年轻的研发团队,他们的平均年龄不到30岁。在他们的脑海里,始终坚信核心技术靠“化缘”是要不来的,必须靠自力更生。

“不亲自造出每一个核心部件,就走不完自主创新的全过程。”吴志强告诉记者,为了尽快推出这盘地道的“土菜”,在过去5年里,特别是从2016年年底到2018年上半年,车间里几乎整夜都是灯火通明的。

从敲定概要方案到交出第一套原型样机,仅用时3个月;从版固化到试验完成,仅用时12个月;从国家核安全局受理到取证,仅用时25个月。这些都是“龙鳞”系统研发团队创造的辉煌战绩。

### 一个未来:助力核电“走出去”

DCS集计算机、控制、通信等多门类学科于一身,是非常庞大而复杂的系统。用于核电厂的安全级DCS技术要求则更高,还受到一系列安全法规、标准的约束。

吴志强告诉记者,就拿标准来说,汲取日本福岛核事故的教训,国家要求中国的核电要执行最严格、最全面的标准,要梳理欧

标、美标和国标这三大套标准,技术门槛非常高。

而这些恰恰造就了“龙鳞”系统的优势。

“龙鳞”系统包括主控制站、信号预处理、安全显示站、网关站、工程师站五大部分,目前在软件和系统集成方面已经实现100%的国产化,具有高安全性、高可靠性的特点。

它继承了军用安全级平台和“华龙一号”先进堆芯测量系统等安全级设备的核心技术,后发优势使之更加成熟可靠;设计、验证、试验鉴定等各个环节符合最新、最全、最严格的国际和国内标准要求;采用先进可靠的信息安全技术,通信误码率低至10<sup>-11</sup>,领先国际标准一个量级;机械结构具备高抗震性能,能够保证极端自然条件下的正常工作,满足三代核电要求;研发了具备自主知识产权的安全操作系统,有利于之后的程序迭代。

“这一平台拥有完全自主知识产权,已通过最高等级的功能安全认证,部分关键指标达到国际领先水平,适用于核电站、研究堆、小堆等,有助于我国核电技术实现整体出口。”中国核能行业协会主任赵成昆说。

核动力院院长罗琦表示,未来将进一步加大科研攻关力度,加强协同创新,快速在标准领域占领制高点,引领安全级核仪控产品发展朝着小型化、智能化、无人值守核电站方向拓展应用空间。

## 发现·进展

中科院南海所

## 分析海洋底栖鱼类重金属镉累积机制

本报讯(记者徐海、朱汉斌)记者从中科院南海海洋所获悉,该所张黎团队利用多重稳定同位素示踪技术,在研究海洋底栖鱼类中重金属镉累积方面获重要进展。相关成果近日相继发表于《环境科学与技术》《有害物质期刊》。

张黎团队开发了一种多重稳定同位素示踪方法,在实验模拟体系中人为添加重金属镉同位素,首次对海洋底栖鱼类从水相、沉积物相和食物相同步吸收镉的生物动力学过程进行了量化分析。研究结果显示,该方法可有效模拟预测底栖鱼类长期累积镉的动态变化,可广泛适用于多种水生生物在复杂重金属暴露场景中生物累积机制的研究。

同时,该团队发现,底栖鱼类从沉积物中吸收镉的能力很弱。在该实验条件下(模拟未受镉污染情况,如大亚湾部分站位),底栖鱼类体内仅有约5%的镉来自沉积物,而大部分的镉来自海水和食物。

然而,随着鱼类生活环境中沉积物镉浓度的升高,鱼将从沉积物中获得更多的镉。在接近于我国三类沉积物标准的环境中,沉积物贡献了鱼体内超过50%的镉。

该研究表明,受重金属污染的海洋沉积物会导致底栖鱼类体内重金属的高累积。而底栖鱼类是海洋生态系统的重要组成部分,也是我国重要的渔业资源,因此,对受污染的沉积物进行人工修复、降低重金属的水平,对于生态健康和渔业资源保护都有重要意义。 相关论文信息:DOI:10.1021/acs.est.8b00027 DOI:10.1016/j.jhazmat.2018.09.045

东华大学

## 3D打印热固性材料研究获重要进展

本报讯(记者黄辛 通讯员朱一超)东华大学材料学院游正伟团队在3D打印热固性材料领域取得重要进展。相关成果近日发表于《材料地平线》杂志。

热固性材料具有出色的力学性能、热稳定性和耐化学性,被广泛应用于航空航天、汽车、船舶和能源等各种产业。然而,大多数热固性材料,尤其是非光固化一类材料的成型需要较长的交联过程,难以匹配3D打印连续化的制造方式。

如何让前沿3D技术成功驾驭热固性材料,在拓展可3D打印材料种类的同时又增加热固性材料的设计和加工自由度?对此,游正伟团队提出了一种新颖的策略。

他们巧妙地利用热固性材料预聚物结合为可3D打印的“复合墨水”。盐粒在3D打印过程中起到增稠剂的作用,保证顺利打印成型;同时在热固化过程中,盐粒又起到增强剂的作用,实现打印的三维立体结构在高温高真空交联过程中保形。在打印过程中盐粒固化成型后,可以方便地被水溶解除去,从而又作为致孔剂获得了多孔的结构。

游正伟表示,该策略具有良好的通用性,可实现多种热固性材料,例如交联聚酯、聚氨酯、环氧树脂的直接挤出式3D打印,打印出来的结构还具有常规3D打印难以获得的微孔。据悉,研究人员以热固性弹性体为例,开展了相关应用研究。利用3D打印个性化定制的优势构建了梯度化结构的柔性溶剂驱动器,可对溶剂即时响应并发生大尺度的形变,在软体机器人等领域具有潜在的应用前景。

同时,课题组和上海交通大学附属瑞金医院合作,证实采用该技术所打印的热固性三维多孔支架具有良好的力学强度、弹性和耐疲劳性,可作为心肌梗死片有效治疗大鼠心肌梗塞模型。 相关论文信息:DOI:10.1039/C8MH00937F

## 简讯

### 中科院人工智能产学研创新联盟举行年会

本报讯12月6日,中科院人工智能产学研创新联盟(以下简称联盟)在京召开2018年年会。会上,中科院党组成员、秘书长邓麦村重申了成立联盟的出发点:通过市场需求牵引人工智能相关研究工作的开展,力促相关成果更快地转化到产业应用中。

邓麦村还提及近日获批筹建的中科院人工智能创新研究院,也是为了整合中科院在人工智能方面的研究力量,形成大平台与企业结合,推进人工智能领域科研成果的转化,促进我国人工智能产业的发展。

据悉,该联盟成立于2017年11月,中科院前沿科学与教育局、重大科技任务局、科技促进发展局3家院机关,中科院自动化所等17家科研院所以及包括国科控股、科大讯飞、寒武纪等在内的数家企业组成首批理事单位。(赵广立)

### 2018 青岛市千帆启航加速营开营

本报讯12月6日,2018青岛市千帆启航加速营开营仪式在青岛高新区举行。加速营活动以“创业青岛 加速未来”为主题,由青岛市科技局与高新区管委主办,青岛市工程技术研究院联合AA加速器共同承办。

此次加速营面向新材料、电子信息及先进制造等六大领域进行招募,先后在北京、深圳、厦门、西安等多个城市进行宣讲,近200个项目报名,最终遴选出66个项目,共计80余名企业创始人或高管参与学习。

该活动旨在通过为人营项目提供系统化的加速培训,为科技型中小企业搭建学习交流的平台,加速孵化一批创新能力强和发展前景好的中小企业,为青岛市营造良好的创新创业环境。(廖洋 孙春泽)

### 第十届物理海洋学系列讲习班在广州举行

本报讯近日,由中科院南海海洋所热带海洋环境国家重点实验室主办的“第十届物理海洋学系列讲习班——全球大洋中的热盐环流和气候变化”在广州结束。

本届讲习班内容涵盖大洋环流的机械能平衡、大气环流引论等15个方面,吸引了全国26家科研院所、高校的230余名学员前来听课。

据了解,2008年至2018年,物理海洋学系列讲习班围绕不同主题,共邀请百余名老师授课,共作专业课程讲义或报告290个,为国内外60多家科研单位、高校培养了1438名物理海洋学方面的优秀人才。(朱汉斌 徐海)

## 科普研学并非简单的旅游项目

■本报见习记者 韩扬眉

近年来,各种以研学为名的旅行项目持续升温,但“重旅游,轻研学”,使得很多研学旅行成了纯粹旅游。如何推动科普研学的健康发展,探索科普工作的有效形式,是当前科普传播面临的重要课题。

12月8日,在中国科技馆新闻学会主办的“首届中国科普研学论坛”上,来自高校、科研院所以及科技类企业和团体的专家代表聚焦“推动科技创新资源向科普研学资源转化”话题,以期实现科普研学资源的共建共享,提高青少年科学素质。

经济合作与发展组织(OECD)2015年公布的学生能力测试结果显示,中国“将来期望进入科学相关行业从业的学生比例”为16.8%,低于平均值24.5%。

“孩子们是否愿意做科学工作,值得我们关注。”中国科协科普部副部长

钱岩表示,科普研学是面向青少年的科学传播和科学教育的新方法和新模式。开展科学普及的研学旅行,有利于培养青少年的科学兴趣,促进书本知识和科学实践活动的深度融合,有利于孩子们创新积极性和动手能力的提升。

“科普研学是教育活动,而不只是简单的旅游项目。”钱岩建议,探索面向提升青少年科学素养的科普研学的有益模式,支持科研院所、高等院校、高新企业的科技专家成为优秀的科普研学导师;更多的高校和科研院所应向青少年开放,设计开发优质的科普研学课程;在科普研学活动中,不仅要注重传授科学知识,更要重视传播科学精神和培养青少年的科学志向。

此外,论坛当天,由中科院有关院所、高校、高新企业、科普场馆以及有关学会、协会共同发起的科普研学联盟成立,旨在加强科普研学的学术交流、实践探索,更好地面向社会公众服务,提高青少年科学素质。联盟由林群、周忠和等院士专家担任科普研学导师,为科普研学的发展提供科学的指导和规范。

“科普是科学家的天职,科普是非常不容易的。”中科院院士、数学家林群以数学为例介绍说,数学科普又难又重要。因为严格,容易陷入“因为所以、因为所以”的推理过程,陷在数学名词的倒来倒去中,让人迷失了方向;然而科普强调直觉,又容易陷入不严格。

林群认为,科普不能缺失数学的严格性,此问题似乎难解。但只要肯做研究,肯下功夫,千锤百炼,有一天会等到机会,使数学变得既感性,又保持严格。

在他看来,科普要与教材相结合,而教育是最重要的传播渠道。他谈到,为了提升学生的好奇心和想象力,日本的数学教材有很多漫画,而中国过去的教材强调严谨,陷在数学名词中。“这是否应该改变,做到图文结合,值得思考。”

沉溺毒品或者酒精时,摄入的化学物质会直接刺激大脑的多巴胺分泌,使得正常的强化学习的机制减弱,人们会变得消极、不思进取。而赌博和网络游戏成瘾没有具体物质的摄入,它们通过一种外在的行为模式引发脑内“异样”奖赏系统的启动,同样获得多巴胺加速分泌的体验。在这种“异样”奖赏系统的刺激下,孩子会无视不良后果,长时间地沉溺于网络游戏,意志力下降,即放弃眼

前利益争取长远利益的决心会减弱。那么网络游戏成瘾是如何操控大脑中的奖赏系统呢?研究人员发现,在正常的游戏玩家的大脑中,以前额叶皮层为核心的认知控制回路可以制止成瘾行为的形成,像监考老师一样,发现作弊情况立即制止。但是一旦控制回路的结构或功能受到损伤,就像监考老师离开了考场,各种作弊的手段便可以趁虚而入,成瘾就变得轻而易举。

在沃尔科夫早前提出的“额叶-纹状体环路”的基础上,周艳团队联合运用静息态和动态功能连接技术发现,网络游戏成瘾青少年的额叶-纹状体环路存在静息态及动态功能连接异常,从而从神经影像层面揭示了网络成瘾的形成机制。

周艳等人对上海的孩子进行研究发现,男孩左侧额上回眶部的功能异常可能导致其冲动性增加,以至于行为抑制上比较差。与此同时,男孩的脑功能普遍比女孩子成熟得晚。这也是为什么人们

在生活中感觉到相比女孩,男孩更容易对游戏产生依赖。

同时,该团队联合上海精神卫生中心杜亚松团队,对一组网络游戏成瘾青少年进行了团体认知行为干预治疗(CBT)。CBT采用团体治疗形式,治疗时间为期12周,每次90至120分钟,主要从青少年CBT、监护人以及学校老师的认知行为培训三方面展开,讨论涉及的主题包括如何识别并控制你的情感、父母与子女之间健康沟通的原则、处理通过互联网获取内容的技巧等。

治疗后发现,孩子们的每周上网时间显著减少,网络游戏成瘾严重程度降低,一些关键成瘾相关脑区(壳核、眶额叶皮层、扣带回)在治疗后也发生了功能上的改变。这证实了CBT在一定程度上可改善孩子的认知控制能力。相关的研究还在持续中。

周艳表示,将来还会用不同的分析手段对网络成瘾孩子的脑功能进行研究,特别是大脑皮层厚度的变化以及微结构的改变,希望尽快找到一条更好的干预方法。



“海洋地质九号”船



多道地震震源——枪弹筒

12月7日,自然资源部中国地质调查局青岛海洋地质研究所“海洋地质九号”船完成列入首年调查科考任务,抵达青岛奥帆中心码头。

据介绍,“海洋地质九号”船是目前国内领先的同时具备专业地震调查与综合地质地球物理调查功能的调查船。

自2017年12月28日入列以来,该船分赴我国东海、南海、黄海以及西太平洋海域,完成了西太平洋深海地质调查科考、南黄海地震调查、

## “海洋地质九号”科考归来

东海宽线双缆地震测量和海洋试点国家实验室南海试验共享航次等任务。

在将近一年的时间里,安全航行作业258天,累计航程25000余海里,完成多波束、浅地层剖面、海洋重力磁力等测线各13290公里,二维多道地震测量942公里,宽线双缆多道地震测量2759公里,在海洋基础地质调查、海域油气资源勘查、深海探测技术应用等方面取得了重要成果。(冯丽妃)

## 大脑中“勤奋的小孩”靠作弊“犒赏”自己

### 科学家揭示青少年游戏成瘾机制

■本报记者 黄辛 通讯员 叶佳琪

视频网络游戏自诞生以来,给人们带来了许多乐趣,但也导致越来越多的个体沉迷其中,过度游戏造成的死亡也不罕见。网络游戏成瘾引发的个体及社会问题日益引起医学界、心理学界、教育界以及公众的广泛关注。

上海交通大学医学院附属仁济医院放射科主任周艳带领团队,在一项猜牌任务脑功能研究中发现,网络游戏成瘾青少年的大脑对奖励的敏感性增高,而对惩罚的敏感性降低,导致他们为了获得即时奖励而忽视长期的严重负面结果。研究人员在日前于美国芝加哥召开的北美放射年会上报告了这一成果。

周艳打了个比方,人们的大脑里存在一个随时随地想要犒赏自己的勤奋的小孩,而它最爱的事情就是促进多巴胺的分泌。多巴胺越多,它越兴奋,大脑里亢奋的信号因此迅速传递和蔓延。多巴胺是兴奋和愉悦的情绪源泉,其分泌有着自己的一套精密设计的