

降服电力系统“数据雪崩”

“伏羲”芯片带来中国方案

◎本报记者 叶青

主控芯片作为电力二次设备核心元器件是电力工业控制的大脑,涉及千万量级的电网关键装置。可是,我国电网关键设备继电保护核心芯片大多以进口为主。“部分进口关键芯片在国内市场占有率近90%,若被禁运,将会对国内继电保护领域产生重大影响。”南方电网数字电网研究院有限公司(以下简称南网数研院)总经理李鹏说。

为突破此技术困境,李鹏和团队历经8年,

研发出我国首款基于国产指令集、内核、自主硬件IP的全面国产电力专用主控芯片——“伏羲”芯片。

近日,记者从南网数研院了解到,得益于芯片技术的支撑,团队研发成果芯片化保护装置已在多个行业中实现规模化应用,并出口至10余个国家,创造经济效益11.5亿元。此成果标志着我国电网核心装备迈向完全自主可控,推动了继电保护技术的跨越式发展。“电力芯片保护关键技术攻关及核心器件国产化”项目也获得2020年度广东省科技进步奖一等奖。

性能优于进口芯片

与手机、电脑里的芯片有所不同,工业控制领域的芯片往往具有特定的场景应用需求。

“电网是实时控制的系统,其发电、输电、用电是在瞬间完成的,无法存储或临时转移。由于其数据量巨大,当电网发生故障或者扰动时,就可能面临‘数据雪崩’。”李鹏说,在发生了“数据雪崩”的状态下,有没有能力快速处理,这就涉及到工业控制系统中主控芯片的数据处理能力。

然而,长期以来,我国能够适用于工业实时控制特点的专用芯片依赖国外技术和产品,受制于人。这不仅无法跟上我国电力技术快速发展的步伐,也对我国工业系统的供应链安全造成重大威胁,甚至存在重大的网络安全和电网稳定隐患。

“我们需要进行定制化的开发,让主控芯片具备强大的数据处理能力以应付‘数据雪崩’,保

障电网安全。”2013年,南方电网公司组织专门团队,着手布局能够适用于工业控制系统的专用核心芯片的设计研发。该研发重担落到了李鹏团队身上。

实现芯片国产化化和芯片场景化支撑,是研发团队开展芯片研发的主要目的。“我们探索了在芯片级别实现传统电力装备完整功能的技术路线,采用完全国产化技术,包括芯片指令集、芯片内核、芯片的专用高性能硬件电路以及芯片的安全防护设计,设计开发了自主可控的第一款电力专用主控芯片——‘伏羲’。”历经8年,李鹏和团队实现了目标。

目前,“伏羲”系列芯片已应用于继电保护、配网自动化、计量自动化以及边缘计算领域。与同类进口竞品芯片相比,“伏羲”芯片在计算性能方面快约1.5倍。

实时调度让“龟兔协同有序”

芯片的设计研发并非易事,科研团队遇到的挑战远超想象。

芯片架构如何设计,才能同时满足工业控制系统对其快速性和灵活性的要求?“就好比一只兔子和一只乌龟,要在同一个跑道上同时跑步,还得保持互相之间的协同有序,能够互相照应。”李鹏用一个形象比喻说明。历经无数次的创新、试验,最终“伏羲”芯片形成了满足高性能、实时、安全、可靠的多核异构系统架构,在一块芯片上既可实现微秒级的实时业务处理,也可完成毫

秒级的管理信号处理。

另一大挑战来自于工业控制的快速性本身。当电网发生故障等极端情况时,芯片将面临雪崩式的数据涌入,这时候必须保证芯片能快速反应和处理。

“通常这个环节都采用外挂电路实现,这一次我们把外挂电路通过纳米级的芯片内部电路加以实现,并且固化成硬件IP,便于广泛推广。这项技术的创新性很强,我们花了比较大的气力。”李鹏说。

潜水员在51个大气压的环境中停留176小时

我国500米饱和潜水陆基载人实验取得成功

◎本报记者 矫阳

近日,交通运输部发布消息,经过7年的艰辛攻关,在2014年313.5米作业的基础上,上海打捞局于近期成功完成了我国首次500米饱和潜水陆基载人实验,标志着我国成为仅有的几个完成500米饱和潜水深度级别的国家。

与载人飞船发射升空一样,饱和潜水是国家综合实力的体现。什么是饱和潜水?它都涉及哪些技术?目前世界上最先进的饱和潜水达到什么水平?对此,科技日报记者独家采访了交通运输部上海打捞局深潜中心主任、我国500米饱和潜水首次陆基载人实验项目负责人黄衍。

代表了国家深水复杂作业能力

据交通运输部救助打捞局局长王雷介绍,首次500米饱和潜水陆基载人实验始于5月22日,由9名饱和潜水员进舱实验,在51个大气压的高压环境下,共停留了176个小时,开展完成了各项测试项目,实验达到目标深度。6月25日,9名饱和潜水员安全减压返回常压、走出舱门。

“饱和潜水代表了国家深水复杂作业能力。”黄衍说,和航天出舱一样,饱和潜水作业需要完成机器人或者机械臂无法胜任的复杂作业任务,形成极限环境的终极处置能力。

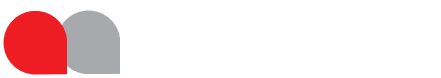
资料显示,当前陆地最新智能机器人,智能程度仅为人类作业能力的10%左右。“在人工智能取得突破性进展前,人是最灵活、最直观的操作者,饱和潜水技术可使潜水员长时间潜到深水作业现场,进行深水搜救、打捞、安装、探查等精细作业,代表了世界潜水技术发展的最高成果。”黄衍说。

饱和潜水是一种使潜水员可以直接暴露在高压环境下,实现长时间、大深度工作的潜水作业方式。饱和潜水技术涉及数学、物理、化学、潜水生理学等多个学科,工程化实践中又需要集成材料科学、结构设计、现代机械、电子电气、自动化控制、声学应用诸多技术。

法国陆基载人实验深度纪录已达701米

目前世界上最先进的饱和潜水达到什么水平?最深是多少米?

“为解决大深度潜水中人体生理上的系列问题,国际饱和潜水主流方向是采用三元混合气。三元混合气中,又分为氮氧氮三元混合气潜水和氮氧氮三元混合气潜水,法国创造了迄今两种外海潜水最高纪录,分别为501米和534米。”黄衍说,目前世界饱和潜水陆基载人模拟实验最高水平分别是法国和美国。法国的氮氧氮混合气陆基载人实验深度纪录是701米,美国氮氧氮混合气陆基载人实验深度为686米。



在人工智能取得突破性进展前,人是最灵活、最直观的操作者,饱和潜水技术可使潜水员长时间潜到深水作业现场,进行深水搜救、打捞、安装、探查等精细作业,代表了世界潜水技术发展的最高成果。

黄衍

交通运输部上海打捞局深潜中心主任、我国500米饱和潜水首次陆基载人实验项目负责人

从20世纪70年代开始,我国开始饱和潜水技术探索。2006年下潜深度至103.5米,实现了饱和潜水零的突破;2013年下潜深度至198米;2014年用饱和潜水作业方式创造了313.5米的国家潜水纪录;2021年6月25日,完成首次500

11.5 亿元

得益于芯片技术的支撑,团队研发成果芯片化保护装置已在多个行业中实现规模化应用,并出口至10余个国家,创造经济效益11.5亿元。

还有一个挑战来自安全性。设计芯片过程中,科研团队凭借芯片电路级别的网络安全防护设计,集成了国家密码算法,这是体现“伏羲”芯片完全自主可控的一个关键指针。

从东部沿海到西部高原,从热带雨林到极寒地区,作为我国自主可控的第一款电力专用主控芯片,“伏羲”系列芯片在设计研发时经历了许多严苛环境的考验,可靠性得以验证。

“创新是一个比较艰难的过程。这么多年来,我们不断试错,不断发现问题,不断磨合,寻

找更好的解决方案,并逐步迭代形成了自主的科研成果。”李鹏说。

据介绍,“伏羲”芯片的性能达到国际先进水平,特别是在工业控制并行处理能力上,“伏羲”芯片的能力明显优于国际类似产品。“在成果应用和转化方面,我们采用‘伏羲’芯片,开发了一系列高性能的芯片化电力保护装置,成效非常显著,芯片化装置的体积缩小至传统装置的1/40,功耗降低至六分之一,动作速度提升了20%,提升了继电保护装置的性能和智能化水平。”李鹏介绍。

已具备产业规模化应用条件

数字电网是电网发展的必然趋势,也是未来以新能源为主体的新型电网最佳形态。而推进数字电网发展,离不开在自主电力芯片、人工智能等关键技术取得的突破。

“在未来整个电网的数字化大格局里,芯片犹如数字化的神经末梢。因为在数字化的终端里,它需要依靠这种小型化、高度集成的芯片,提供数字化的信息感知、处理和执行能力。”李鹏指出,“伏羲”芯片的研发成功,是电网数字化的技术展现,代表了未来电网技术数字化方向的发展重点。

数字电网之下,网络安全更为重要。“‘伏羲’芯片将为电网安全奠定坚实的原生安全基础,未来的电网安全防护有望依靠‘芯片—装备—系统’的多级联动防护,不断堵上安全漏洞。”李鹏表示,从电网安全的角度来看,“伏羲”芯片采用了非开源的国产指令集架构,既可有效避免进口器件、进口IP所可能隐藏的“攻击后门”,又能有效防范黑客。

在“伏羲”芯片基础上,科研团队还研发出系列化芯片保护装置,目前已具备基本成熟的产业规模化应用条件。“我们掌握的核心技术,具有很

好的推广应用空间,已经形成了多方协同创新的局面,也有利于激活和发展上下游更广泛的创新链条。此外,芯片化装置将带来巨大的节能、节地、节材效益,这是响应双碳发展目标,推动我国绿色发展的重要举措。”他说。

回想起这8年来的研发历程,李鹏感触良多。他表示,项目推进过程中,得到了科技部及广东省广州市给予的支持,以中国工程院院士李立溆为首的一批院士专家提供了技术上的指导,用户单位则不断反馈改建意见,整个链条都动了起来。

“近年来,广东大力发展战略性新兴产业和新兴产业,把发展高端半导体元器件列入新一代电子信息战略支柱产业,把半导体与集成电路、高端装备制造列入战略新兴产业,提出要基本解决‘缺芯少核’问题,这给我们持续推进芯片设计研发注入了强大的信心。”他透露,我们的目标是以国产自主芯片为突破口,进一步延伸科技攻关的领域,在智能传感、高端装备等方向上形成更加丰富的成果和产出。同时致力于产业推广,在一些‘独门绝技’方向上孵化新的产业空间。

成果播报

可溶解智能手表问世 外壳在水中40小时内溶解

科技日报讯(记者陈曦 通讯员赵晖)当世界钟表行业还在研究如何增强手表的防水性时,天津大学反其道而行,开发了世界上第一款可溶解智能手表。近日,记者获悉,面对激增的电子垃圾,天津大学精密仪器与光电子工程学院生物医学工程系黄显教授团队从“电子产品环保易回收”的理念出发,研发出了可溶于水、用于制造电子产品的纳米复合材料,实现电子产品无污染快速回收,为电子垃圾无害处理开出了新药方。

随着电子技术的迅猛发展,全球电子产品爆发式增长,电子垃圾的处理也日益棘手,不科学的处理方法会产生多氯联苯、多溴联苯、聚氯乙烯、铅、镉和汞等有害物质,造成了严重的环境污染和健康问题。黄显团队研发出了一种引线互连的室温水烧结纳米复合材料,用这种材料制成的电子产品在正常使用条件下可以长期稳定地使用,当需要废弃回收时,只需要将电子产品丢入水中,即可在几天之内降解,其中的芯片等元器件仍然可以回收利用,既没有污染又能增加电子元器件的利用率,实现电子产品无污染的快速回收。

在天津大学精密仪器与光电子工程学院的实验室里,记者看到了刚刚研发成功的可溶性智能手表。该手表和传统的智能手表一样,具有传感器,可以精确测量心率、血氧水平和步数,并通过蓝牙连接,将这些数据传输到手机应用程序;有机发光二极管(OLED)屏幕可以显示相关手机的日期、时间和消息。但与普通智能手表不同的是,当这款智能手表被完全浸入水中时,其外壳和电路会在40小时内完全溶解,遗留下来的仅是OLED屏幕、电阻器、电容器等可再次利用组件。

黄显介绍,这款可溶解智能手表,其实是一种瞬态电子器件。即当电子功能器件在实现指定功能或完成某项任务后,其物理形态和功能可以在外界刺激触发下,发生部分自毁消失或者完全自毁消失的一种电子器件。对于这款手表,水是刺激物,可在水的刺激下溶解。这种新型材料不仅保持了与常规导电材料相当的导电特性,还实现了室温环境下的温和烧结,大大降低了成本,具有可推广性。黄显还介绍说:“该新材料具有良好的生物相容性,可以溶解在体内,可以让植入设备在完成功能后消失在人体中,且在汗水中无法溶解,生物医学应用前景广阔。”

据相关资料介绍,电子垃圾中含有大量金、银、白金、铂、钨等贵金属,但由于回收成本高,回收困难,回收率一直徘徊不前。2019年产生超过5360万吨的电子垃圾,回收率却仅有2%。黄显团队研发的新型材料为解决电子垃圾提供了一个全新的思路。



黄显团队研发的可溶解智能手表

受访者供图

成品油SCADA系统上线 管道输送用上国产“心脏”

科技日报讯(记者叶青 通讯员钟吉森 李凌波)“成功了!成功了!”近日,国家管网集团华南公司(以下简称华南公司)珠海站传来一阵欢呼,我国首套全国产化成品油管道数据采集与监视控制(SCADA)系统顺利上线运行。

SCADA系统指成品油管道工控系统(包括全套硬件和软件),是数据采集与监视控制系统,是管道输送的“心脏”,广泛应用于成品油管道等领域。

为了打破国外长期以来的技术垄断,降低系统全生命周期成本和安全风险,华南公司自2016年起便成立了攻关领导小组,与行业领先企业联合开展技术攻关,实现了SCADA系统软件国产化,并在珠三角管网连续5年平稳运行。但受制于国内芯片技术水平难以突破,系统底层硬件依然无法完全摆脱对进口的依赖。

针对此情况,华南公司联合杭州和利时自动化有限公司,联手开发了国内首台(套)自主芯片和操作系统100%国产化的成品油管道SCADA系统。

“这是第一个实现全流程国产化的SCADA系统,真正实现了所有硬件、软件的国产化,毫不夸张地说,芯片上的螺丝钉都是中国制造。”成品油管道SCADA系统研制项目技术总负责人、华南公司高级专家杨昌群自豪地说。

杨昌群介绍,该系统实现了轻量化、高性能、国际水准,可适配工业领域三种主流体系架构CPU,支持多系统高效协同。系统以核心控制系统内生安全为基础,结合多层次、多维度防护与监控技术,嵌入安全可信芯片,防止恶意程序攻击,创新实现了可信计算在工业嵌入式控制的突破性应用,构建了核心控制系统的内生安全可信与动态主动防护,满足成品油管道运行操作可靠性高及安全性高的需要,达到“自主可控、安全可信、高效可用”的目标。

国内首台(套)基于自主可控100%国产化成品油管道SCADA系统成功上线运行,是自主工业领域芯片、数据库、操作系统、工业软件、自动化技术与大型油气管道运输行业技术的完美耦合,对保障国家能源安全具有重要意义。

米饱和潜水陆基载人实验。

王雷表示,下一步,在此次实验的基础上,我们将择机进行500米饱和潜水外海试验作业。

掌握了大深度饱和潜水核心技术

饱和潜水的深度加深都需要什么技术支持?极限是多少?

黄衍认为,饱和潜水技术向更深的深度发展,首先需要在高压生理学上开展扎实的基础生理研究。这涉及人体神经系统、呼吸系统、循环系统、泌尿系统、消化系统及耳鼻喉专科的研究。其次,是在现代装备的工程化基础上,为饱和潜水系统设备、操作程序、安全作业管理等方面提供支撑。

“从目前国际的陆基实验数据看,在饱和潜水技术的加持下,潜水员的身体可承受700米深度的高压。而海洋哺乳类生物可以下潜到2000米的深度。”黄衍说,人类能否继续下潜,取决于我们对人体和海洋哺乳类生物的深入研究。

专家认为,此次500米饱和潜水陆基试验的成功,标志着我国饱和潜水技术领域掌握了大深度饱和潜水核心技术,大幅提升了大深度水下应急救援救助能力,有助于搜救深海沉船沉物、处置深海敏感目标物、开发深海资源等活动的开展,真正提升了我国在海洋活动领域的话语权。