

深圳用上我国自研的首条新型超导电缆

◎黄雅熙 朱婷婷 冷迪
本报记者 刘传书

近日,我国首条自主研发的新型超导电缆在深圳投入使用,这也是全球首个应用于超大型城市中心区的超导电缆,标志着我国已全面掌握新型超导电缆设计、制造、建设的关键核心技术。

该条新型超导电缆直径仅17.5厘米、长400米,输电容量高达43兆伏安,相当于可同时满足4列时速350公里高铁的用电需求,实现以5倍于常规电缆的输电能力,为粤港澳大湾区第一高楼——深圳平安金融中心带来高可靠性供电。

作为南方电网公司的重大科技专项,该工程是深入实施创新驱动发展战略,推进科技自立自强的有力举措,不仅实现了关键装备100%国产化,也将为全球解决超大型城市高负荷密度区域

供电问题提供新方案。

高温超导输电技术被誉为下一代电力传输战略性技术,具有线损低、传输容量大、走廊占地小、环境友好等优点。该技术发挥超导材料的导电特性,让电力在低压输送过程中的损耗几乎为零。超导电缆传输容量远大于常规电缆,一条10千伏三相同轴高温超导交流电缆的电能输送能力比一条常规110千伏电缆还大,但输电损耗仅是常规电缆的1/4到1/5,非常适用于高负荷密度区域供电。

近年来,全球范围内特大型城市中心区供电均面临挑战,城市中心区负荷需求持续增长、能耗“双降”要求逐年增强、城市走廊饱和、电网建设用地难等问题逐年暴露。深圳是国内电力负荷密度最大的城市,其中央商务区负荷密度更是“高峰上的高峰”。该项目“一揽子”解决了高供电可靠性、高负荷密度、高电能质量、土地资源受限的现实难题。

“如果采用现有的供电手段,要给福田中心区重要负荷、特别是新增负荷供好电,用常规技术实现扩容,在寸土寸金的深圳难度很大。”南方电网公司深圳供电局创新与数字化部总经理吕志宁介绍,而10千伏超导电缆在满足供电需求的同时,还可减少城市电网中高压电缆的使用,简化电网结构,减少110千伏变电站的建设,可节省500平方米土地。

本次研制生产的超导电缆,采用三相同轴构型,为结构型式最紧凑、带材用量最少、研发难度最大的超导电缆。项目攻关团队历经4年时间,通过自主创新,在超导电缆系统总体设计制造、国产大冷量GM制冷机研制等多项关键技术方面取得重大突破,实现关键装备国产化,填补了国内技术空白。

超导电缆造价合理,才有可持续推广的可能。据了解,超导带材成本占整个超导电缆造价

约50%,三相同轴超导电缆比其他构型超导电缆节省近一半超导带材。

此外,本次投运的超导电缆,使用能在液氮环境冷却(相比绝对零度高出70℃左右,故称“高温”)下的超导导体代替常规的铜铝导体来输电。而液氮是一种制备较简单、价格较低廉的冷却介质,因此高温超导就有了重要的应用价值。为解决超导电缆低温制冷装备“卡脖子”问题,项目团队成功研制出了全国首台全国产大冷量GM制冷机,并实现了制冷机在线“即插即用”,可让超导电缆在零下200摄氏度的液氮环境下长期维持高可靠运行。

记者从南方电网公司创新管理部了解到,与常规技术相比,此次投产的高温超导示范项目已基本达到了经济上的平衡点,下一步,南方电网公司还将进一步加大投入力度,积极推动配网超导应用的科研和示范工程建设。

“出生”即可工作 有触觉的4D打印软体机器人来了

◎本报记者 陈曦 通讯员 刘延俊

近日,天津大学材料学院教授封伟研发了一种具备自主行动能力和触觉应变的4D打印

软体机器人,该机器人在一次打印成型后即具有热致无约束滚动能力,无需任何其他后续加工程序。

该研究成果在《细胞》出版社旗下顶尖期刊《物质》发表。

传统制造方法限制了软体机器人“智能”

软体机器人是一种新型柔体机器人,他们能够适应不同的非结构化环境,更好、更安全地与人类进行交互。同传统机器人相比,它们灵活、适应性强,危险性更小。但是目前,软体机器人主要采用手工装配工艺制造。制造方法的局限性导致了生产困难,限制了材料选择范围,并且难以获得复杂的驱动性能,特别是无限制的自主运动和感知能力。

相比之下,3D打印(增材制造技术)可以基于数字模型自动准确地将设计思想转化为复杂零件,从而显著提高生产效率和制造灵活性。

“我们在3D打印的基础上,为软体机器人制造增加‘时间’维度——即4D打印,将智能材料加工成对热刺激具有响应行为的动态结构材料。”封伟介绍,我们希望通过4D打印能获得具有感知能力和适应性的智能软体机器人,而不是仅仅只会变形的致动器。如果软体机器人能具有更丰富的驱动现象,就可以模仿更多动物或人的行为,实现智能化,也就是人工智能。而目前的研究多数都是基于弯曲变形的致动器,这仅仅是初步的刺激响应性。

4D打印直接获得智能软体机器人

通过4D打印直接获得智能软体机器人是一个巨大的挑战。

封伟团队通过4D打印对液晶弹性体智能材料进行精确加工,直接获得了具有感知能力和适应性的智能软体机器人。“液晶弹性体是一种交联的聚合物网络,可将各向异性的刚性介晶单元连接在聚合物网络中,其特殊的结构将橡胶的弹性和液晶的各向异性有机结合起来,产生特殊的光学和物理特性。”封伟介绍,由于晶体内的原子定向分布导致液晶各个方向上体现出来的性质都不一样,这就是各向异性。

通过改造基于熔融沉积技术的3D打印机,团队实现了液晶弹性体的精准墨水直写打印技术。在此过程中,刚性介晶单元被直接写入具有可控分子序列的三维结构中。由于介晶排列顺序是通过打印路径设置的,因此不同的排列顺序可以实现不同的刺激响应性。

封伟团队通过全新的液晶弹性体热驱动现

象,得到了一种具备自主行动能力和触觉应变的4D打印软体机器人。该机器人在一次打印成型后即具有热致无约束滚动能力,无需任何其他后续加工程序,制作简单快速,重复性好。

“最让我们惊喜的是这种机器人的自主性,以及在遇到障碍物时的智能仿生行为。机器人的滚动稳定有力,而速度和方向可通过改变形状和尺寸进行调整。”封伟表示。

当放置于160℃的热台上时,4D打印的矩形软体机器人变形为螺旋管状,并在加热板上自动开始滚动。调整大小可以改变机器人的滚动速度。而滚动的方向由螺旋管的曲率方向控制,可以轻松改变。这种管状机器人的整个驱动过程是自动的,无需改变环境因素,完全能在脱离人工控制的情况下完成任务。由于软体机器人显示出一定的黏弹特性和相当大的滚动驱动力,所以即使以一定角度放置在倾斜的加热板上时,依然可以向上滚动。

半天制作上百件工艺品 这项技术可以做到

◎本报记者 王迎霞
通讯员 易静华 马万琪

做一件栩栩如生的工艺品,最快需要多长时间?如果让共享集团股份有限公司的人回答,答案是12小时,而且一次可以做出上百个。

这就是铸造用工业级3DP打印的实力和魅力。最高打印效率达到500升/小时(L/h),是国外同规格设备的3倍,也是铸造3D打印产业化应用的国内首创。最近公布的2020年度宁夏科学技术进步奖中,“铸造用工业级3DP打印设备研发及产业化应用”项目迎来高光时刻,一举摘得重大贡献奖。

“目前产业化收益达4.2亿元,希望我们的研发能够助推中国铸造产业高质量发展。”近日,共享装备股份有限公司3D打印事业部总经理助理周志军说。

国内自主研发和产业化应用之路

什么是3D打印?共享装备股份有限公司3D打印事业部总经理刘铁,给记者进行了生动的科普。

“就是分层叠加技术,它是一个从三维降到二维、再升到三维的过程。”他介绍说,首先利用切片软件将实体沿高度方向切成薄片,这个步骤可近似看成是一个平面,然后一层一层进行打印,

再叠加起来形成3D实体。

以前做一个铸件,必须先做出一模一样的模型,做完大概用时两个月。而铸造3D打印不用模型,直接将阴膜打印出来,再浇上铁水或钢水即可。铸件也不需要人工组配,成品大概一周就能制作好。

3DP是3D打印技术在铸造领域的一个分支,目前在业内生产效率最高,成本相对较低,最易于产业化推广。有业内人士将其称为铸造3D打印的plus版,它也是共享集团股份有限公司近些年攻关的首要任务。

“我们主要解决设备和成本问题。”周志军说。我国是名副其实的铸造大国,铸造产量连续多年稳居世界第一,然而传统的铸造设备以混砂机为主,致使工人劳动强度大,生产效率低。最让人糟心的是工作环境恶劣,工人经常白脸进去,黑脸出来,时间久了,一线技术人员流失严重。

2012年,共享集团股份有限公司董事长彭凡在德国看到铸造3D打印实验室设备的时候,当即果断决定购买。

“现场用完后感觉技术确实挺好,能解决很多问题,但用了一段时间发现新问题又来了。”周志军说。

首先是成本太高,没法推广,所有原材料和零配件都要进口。其次是受制于人现象严重,设备出了故障也必须德方来修。

从这时开始,研发团队开始思考3D打印在国内的自主研发和产业化应用之路。

2014年,共享集团股份有限公司成立了研



视觉中国供图

可装载机器人自重40倍的货物

相比于在日常环境中执行精确和重复性工作,机器人在极端环境中的工作更为不可替代。比如在酷热、寒冷、辐射、深水、真空和其他条件下执行智能和受控任务,对所有类型的机器人来说都是极具挑战性的。而与具有刚性系统的普通金属机器人相比,软体机器人在极端环境中的工作能力更为有限,特别是在极端高温条件下。

目前的软体机器人,特别是由单种材料组成的软体机器人,走向人工智能的道路依旧漫长而艰难。

封伟团队此次研制的4D打印软体机器人,由于螺旋圆筒的曲率方向控制滚动方向的特性使得这种软体机器人具有类似昆虫触角的触觉感知能力,能够探测前方道路上的障碍物,根据障碍物的高低实现翻越或折返,从行为学上体现了一定的智能性。比如当机器人穿越未知的固定长度路径时,将能实现3种场景:在预定

时间内穿越意味着滚动路径中不存在障碍物;比预定时间穿越的慢意味着未知路径稍微被阻塞;机器人返回起点意味着未知路径被严重或完全阻塞。

此外货物运输也是无约束软体机器人的一个重要应用。“虽然我们的机器人只能向前和向后移动,但它依然可以用于点对点货物运输。”封伟介绍:“管状机器人的空心圆筒为线形物体提供了装载空间。为了测试管状机器人在非线形物体情况下的运输能力,我们设计了一个类似于地牛的小型牵引装置,整个装置可以在加热板上以恒定速度移动。这表明这种软体机器人可以应用于在极端高温环境中执行货物运输任务。”

通过增加样品长度,软体机器人可显著提高运输能力。如果样品长度增加到米级时,管状机器人的运输能力可能会增加一个数量级,装载货物的最大容量可达机器人重量的40倍。

德方技术存在的诸多问题均被改进。

以发动机气缸盖铸件为例。原先用金属模具做得近20个砂型零件,并需要一个高级技工进行精密组装,是一个高级技工培训半年才能干的工作。而采用3D打印技术一次就能打印完成,误差也从原来的1毫米降到了0.3毫米,生产效率提高约3—5倍,成品率提高了20%—30%。

铸件生产由复杂变得简单,传统的铸造生产方式也由“黑”变为“绿”。随着生产实现零排放,以前的翻砂车间摇身一变成了空调工厂,彻底颠覆了以手工为主的多品种小批量砂型铸造生产方式。

彭凡告诉科技日报记者:“我要通过这种集成创新,把铸造3D打印技术的优势展示出来并推向市场,还要让产能能用得起。它不应该只是架子上的花瓶。”

锁定更高目标后,研发团队在“铸造用工业级3DP打印设备研发及产业化应用”项目上持续发力。

他们研发出交错式、跟随式等打印方式设备,实现了不间断打印,一举解决3D打印无法产业化推广应用难题。

目前,项目产品被纳入国家《首台(套)重大技术装备推广应用指导目录》,累计研制出10款铸造用工业级3D打印设备并全部实现产业化。

“我们共取得国内外授权专利254项,发布核心期刊论文50余篇。项目产品实现57台套的制造,成功应用于银川、烟台等4个智能工厂,经济社会效益显著。”周志军说。

成果播报

新型试纸10秒测出西红柿病毒 适用于田间大批量检测

科技日报讯(记者王斌斌 通讯员翟荣惠)将一片西红柿叶子在滴管里挤出汁液,并适当加水稀释,然后轻轻放入一片试纸条,大约10秒之后,该纸条上清晰地出现了两道暗红色的横线,这是该叶子感染了番茄褐色皱果病毒(tomato brown rugose fruit virus,简称ToBRFV)的标志。

这一幕是在山东农业大学植物病毒学研究室发生的。近日,科技日报记者来到该实验室时,实验室负责人、植物病毒学专家李向东教授告诉记者:“这是我们实验室刚刚制备的番茄褐色皱果病毒试纸条。相对于其它检测手段,它灵敏度高、特异性强、使用方便、操作简单,非常适合田间大批量样品检测,对病毒的精准监测及早期预警有重要作用。”

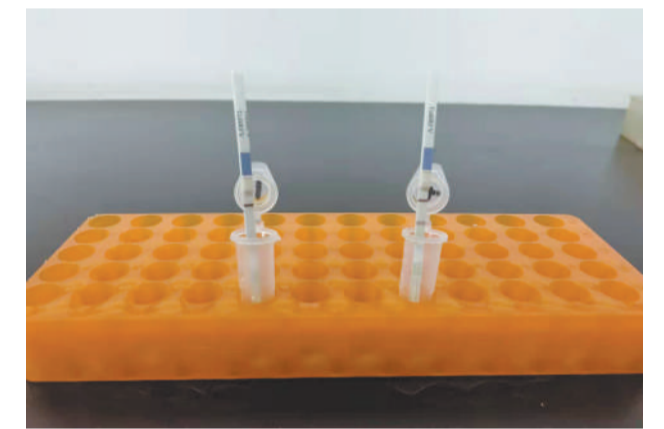
番茄褐色皱果病毒是一种新发病毒,可通过种子、接触以及熊蜂传播,严重威胁番茄的安全生产。ToBRFV首先报道于约旦,以色列,随后相继在美洲、欧洲、非洲等国家出现,引起国际上广泛重视,多个国家将其列入检疫对象。

今年4月9日,我国农业农村部海关总署联合发布的《中华人民共和国进境植物检疫性有害生物名录》也将ToBRFV列为检疫对象。

快速鉴定及早期预警对ToBRFV的防治十分关键。目前的ToBRFV检测方法包括多重PCR、荧光定量等,均需要精密仪器或专业的操作人员。而李向东实验室研制的胶体金免疫试纸条操作简单,可在几秒或者几分钟内通过肉眼观察进行判断,对于田间检测十分适用。

据李向东介绍,他们实验室以ToBRFV粒子为免疫原,通过杂交瘤技术制备了17株抗ToBRFV的单抗,将2个单抗分别固定于胶体金垫和硝酸纤维素膜上进行组合,制备胶体金试纸条,获得272个配对组合。通过特异性测定,筛选出一组配对抗体制备的试纸条。试纸条可从稀释12800倍的番茄叶片病汁液中(含约8微克番茄叶片)检测到ToBRFV,快速而且灵敏,而与其它同属烟草花叶病毒属、氨基酸一致率超过85%、同样侵染番茄的番茄斑斑花叶病毒、番茄花叶病毒等毫无反应。

“我们同时在辣椒上做了实验,结果同样理想。目前,该成果已经申请国家发明专利,并被山东、河北、河南、江苏、安徽等地农业推广部门和企业试用。”李向东说。



番茄褐色皱果病毒试纸条

受访者供图

中老铁路有了“大脑中枢” 磨万段首个综合智能楼宇投运

科技日报讯(记者矫阳)10月10日,由中国铁建电气化局承建的中老铁路万象调度指挥中心正式启用,磨丁至万象段弱电工程亦于同日完成静态验收。

万象调度指挥中心系中老铁路磨万段首个投运的综合智能楼宇,设有信号、通信、信息设备机房、调度大厅、运维管理室等功能区域,所有系统的中心设备全部汇集在这里,是中老铁路名副其实的“大脑中枢”。其中,调度中心信息机房承载了中老铁路客票、货物营销及办公自动化等多个运营生产系统;通信机房作为铁路的“顺风耳”,是铁路各专业远程遥测、通信、遥控的必要前提和必须平台;信号机房,支撑新调度楼的“千里眼”信号系统,对管内列车进行运行监视和调度命令的网络下达,确保车站信号设备的集中控制。

中老铁路由昆玉段、玉磨段、磨万段组成,其中磨万段从磨丁站到万象站全长418千米,设计时速160公里。据中国铁建电气化局技术人员介绍,弱电工程静态验收完成后将开展动态检测,为后期动态验收提供技术依据,进而为运行试验和最后开通运营提供科学合理的运输组织方案。

特高压交流输电新标准获批 有助中国技术和装备走向国门

科技日报讯(记者马爱平 通讯员荆逸然)近日,特高压交流领域国际标准(IEC/TS63042-102:2021,特高压交流输电系统第102部分:通用系统设计)获批发布。该标准于2018年在特高压交流输电系统技术委员会上发起立项,由第一工作组负责该标准的编制工作,来自中国、德国、瑞士、日本、印度等国家的专家参与了标准编制。

该标准召集人中国电科院系统所前瞻技术研究室主任马士聪介绍,标准结合我国近年来特高压交流输电工程规划、设计、建设及运行经验,考虑了标准的国际通用性和适用性,在特高压交流输电技术创新积累的基础上,全面规定了特高压交流输电的应用场景及关键问题,特高压交流输电系统规划设计的研究范围和具体研究内容,并给出了特高压交流输电技术在中国、日本、印度、意大利的实践案例。

“该标准的发布和实施对特高压交流系统的建设和发展提供了标准依据和技术保障,特别是对巴西、印度等有潜在特高压输电需求的国家,开展前期规划设计研究具有重要的指导意义,填补了特高压交流输电规划设计领域国际标准的空白,显著提高我国特高压交流输电技术和装备的国际竞争力,为我国特高压交流输电技术和装备走向国门奠定了基础。”马士聪说。