



实验结果表明,这种新型电子皮肤系统除了具有优异的柔性、透明性和电化学性能以及高灵敏度之外,充电后,它还可模仿人类皮肤感知功能,贴敷于人体皮肤实现对脉搏、吞咽、肢体运动等微弱生理信号和大范围肢体运动的多尺度人体活动的实时检测。

柔软透明、灵敏美观

新型电子皮肤可实时检测生理信号

◎本报记者 颜满斌

近日,兰州大学物理科学与技术学院兰伟教授领衔的柔性电子科研团队在电子皮肤领域取得新突破。团队提出的一种一体式自供能全透明柔性电子皮肤,一改先前穿戴不方便、不美观的缺点,能够让电子

皮肤发挥更大作用。

实验结果表明,这种新型电子皮肤系统除了具有优异的柔性、透明性和电化学性能以及高灵敏度之外,充电后,该一体式电子皮肤还可模仿人类皮肤感知功能,贴敷于人体皮肤实现对脉搏、吞咽、肢体运动等微弱生理信号和大范围肢体运动的多尺度人体活动的实时检测。

度人体活动的检测。

“如何在保持一定透光率的前提下实现超级电容器的高储能性能和传感器的高灵敏度,是研究团队面临的重大困难。”兰伟说。

此前,团队长期从事柔性电子学方面的应用基础研究,积累了大量的实验数据。2017年,团队首次提出了基于一维银纳米线网络的柔性透明热片;2019年,团队将银纳米线网络作为超级电容器的集流体,在表面原位构建了具有高电容特性的二维垂直纳米片阵列作为活性材料,同时实现了器件的高透明度和出色的电化学储能特性。为了摆脱渗流理论限制,团队通过静电纺丝结合磁控喷射技术制备出了大面积、排布方向可控的金属银纳米纤维网络的柔性透明电极,使导电性和透光率两个关键指标方面同时得到了大幅度提升。

2021年,团队将银纳米纤维网络作为超级电容器的集流体,设计构建了银纳米纤维与氧化钨纳米线复合的电极结构,在不牺牲透光率的前提下实现了器件电化学储能特性的大幅度提升。同年,团队通过调控银纳米纤维的排布方向,发现基于定向排列银纳米纤维网络的透明热片显示出非常优异的透明性、导电性和机械稳定性。多个相关技术已获得中国发明专利授权。

基于前期工作积累,团队进一步从材料选择、结构设计、制备工艺优化等多方面入手,进行一体式自供能的全透明柔性电子皮肤攻关,如利用缺陷工程提升超级电容器的能量密度,引入纳米纤维素调控光折射率构筑自支撑纸电极,设计一维银纳米线复合二维纳米片网络和“岛-桥”结构设计提高传感器的透明性和灵敏度等。

解决传统电子皮肤多个技术难题

兰伟介绍,模仿人类皮肤感知功能的电子皮肤是一种新型的柔性可穿戴传感器,具有轻薄、柔软、灵活等特点,可将外界刺激转化为不同的输出信号,因此在智慧医疗、人机交互、虚拟现实和人工智能等领域具有广泛的应用前景。

“传统电子皮肤大多需要与外部电源集成,以及多设备协同工作。”兰伟说,除了传感部分外,传统电子皮肤大多数组件通常都是刚性的,这极大地影响了电子皮肤的美感、舒适性和安全性,也对信号采集产生了不利影响。

“现有的电子皮肤通常依靠笨重的刚性电池或能量收集装置来运行。”兰伟介绍,但前者机械刚性大、重量大、体积大,后者受位置、机体或环境机械活动水平等特殊条件的限制,不能提供持续稳定的能源供给。因此,迫切需要开发和构建一款轻薄、柔软、高透明度和高稳定性的一体化自供能透明电子皮肤。

此外,实现电子皮肤透明化,可满足视觉或美学要求,也是走向实用化的必经

之路。电子皮肤的透明效果可为其功能设计提供更多灵感,例如与光伏能源收集模块和变色效果集成。

“目前大多数电子皮肤多为不透明或部分透明,这主要是受限于结构设计、材料选择和渗流理论。”兰伟说,理想的柔性电子皮肤应该是其所有组成部件具有可拉伸性、透明性且高度集成,有独立稳定可靠的能源供应组件以及无线信息传输功能。

基于长期的工作积累和研究经验,研究团队提出了一种一体式自供能全透明柔性电子皮肤。

兰伟介绍,该系统由透明超级电容器、可拉伸透明应变传感器和蛇形电阻组成。由一维银纳米线和二维MXene纳米片构建的“岛桥结构”应变传感器具有极高的灵敏度,超级电容器作为“隐身”电源可为一体式电子皮肤系统进行供电。“本研究解决了现有的电子皮肤依靠外部电源供电且需有线连接、非透明缺乏美感的问题。”兰伟说。

变传感器和蛇形电阻的单片集成外,更重要的是实现了对脉搏、吞咽、肢体运动等微弱生理信号和大范围肢体运动在内的多尺

未来电子皮肤将更接近真实皮肤

“电子皮肤是未来可穿戴电子设备的核心,具有广阔的应用前景。”兰伟说,例如医生佩戴电子皮肤可以使手术机器人获取实时信息让手术更精准;通过触觉反馈实现亲人之间或朋友之间的远程“触摸”;让电子游戏玩家不单单享受视觉冲击,更能切身游戏体验游戏中多种感受。这款电子皮肤具有厚度薄、柔软亲肤和生物相容性好等优点,可以直接贴敷在人体皮肤上检测微弱生理信号如脉搏、声带振动、吞咽和大范围肢体运动状态如颈椎、手腕、肘关节、膝关节、脚踝等的活动。接下来,他们将着重解决传感、电源等方面的问题。

在传感方面,目前该电子皮肤功能较为单一,主要实现了拉伸应变传感,未来团队将通过材料复合、结构设计、封装策略等途径实现压力、温度、湿度等多维感知功能集成。传感功能多样化也将带来技术难度的指数式增加,包括制造工艺复杂、成本

高、不同信号之间的严重串扰等,如何通过巧妙的结构设计同时识别多个不同信号而不产生相互干扰显得尤为重要。此外,现有电子皮肤大多由弹性硅胶拉伸体制成,为了提高使用者长期佩戴的舒适度,电子皮肤还应该具备一定的透气性和更加灵活的延展性。“我们希望在未来能够制成更接近真实皮肤的电子皮肤。”兰伟说。

“电源方面,我们柔性电子科研团队将进一步提升柔性电池和超级电容器的能量密度,并探索与其他能量供应方式集成,如纳米发电机、光伏装置等,希望可满足电子皮肤的持续不间断供电。”兰伟说,另外,实现电子皮肤的无线信号传输、多设备协同、全柔性的后端电路与电子皮肤集成是整个系统未来多场景规模化应用的关键,他们希望未来可以与国内外相关科研团队合作解决这些技术难题。

实现了各尺度人体活动的检测

兰伟介绍,团队的该项研究除了设计一种一体式自供能的全透明柔性电子皮肤,实现了透明超级电容器、可拉伸透明应

将7500吨重的大楼“搬到”500米外,总共分几步?

◎本报记者 王延斌 通讯员 张之霖

将一座重达7500吨的大楼“搬到”500米之外,还要“毫发无损”,这一场景发生在近日的海南省。用时5个小时,山东建筑大学工程团队完成了这一罕见的举动,并创造了国内最大的拖车迁移单体工程,也是世界首例使用扇形布置拖车迁移的最大、最重工程。

给摩天大楼“搬家”,挑战在哪里?如何实现?为此,科技日报记者采访了山东建筑大学教授、建筑加固结构改造与地下空间工程教育部重点实验室主任张鑫。

涉及到多学科的系统工程

因为海岸线环境保护需要,海南红塘湾当地的一座酒店要被拆除,但其拆除重建成本昂贵,而平移成本仅为拆除重建成本的一半,因此,酒店方找到了张鑫教授团队。

30年来,团队以山东建筑大学工程鉴定加固研究院为阵地,已累计为46座建筑平移“搬家”,曾获国家技术发明奖二等奖、教育部技术发明一等奖等众多国家级、省部级大奖,积累了大量经验。

2000年,该团队曾将山东临沂一栋8层办公楼“挪动”170多米,惊艳建筑行业,此举也奠定了这支团队在建筑平移领域的领先地位。

不过,即便如此,当拿到酒店的建筑图纸时,他们也犯了难。该建筑物总重7500吨,需要移动到500米之外。

把老建筑从原基础上切割分离,直接装车,移动到指定位置,这就是建筑物平移技术。而“搬走”一栋大楼,涉及多少个学科?

张鑫告诉记者,建筑结构的截断、托换,以及移动到后的连接是结构工程专业的工作;地基的处理、沉降的控制,建筑物的纠偏则涉及岩土工程专业;而移动到之后加固建筑所用的无机黏结剂,就需要材料工程专业的人来攻关了。

为了运送这个不规则的庞然大物,张鑫团队计划把建筑物放在液压平板拖车上

进行平移,每辆车有16个能够独立转向的轮子,可以实现平移移动、原地转圈等各种极限运输要求,但是整个楼重量太大,一个拖车远远达不到需求。

几十次试验探索出最优方案

“平移路线最好是直线,而要实现直线移动,其中最理想的方案就是所有车辆的行驶方向都是一个方向。”山东建筑大学加固院设计二所副所长谭天乐说,“但如果所有车辆行驶方向是一个方向,有一些车辆在行驶过程中就会和自身的结构柱发生冲突,通过计算,我们发现同一个方向布车的方案是行不通的。”

一个拖车拉不动,同向布车行不通。过去的经验不能满足现在的工程情况,张鑫团队通过对建筑物主要受力点进行分析,通过大量计算,历经3个月的时间,终于找到了最优解决方案。

“我们最终选用了扇形的布车方式,车辆的方向和柱网的方向是一致的。”张鑫表示,“该方案受力合理,同时采用这种横向布车方案的话,比较节约成本,节约车辆。”

量。由于不规则建筑物体积大、重量沉,张鑫团队首次选用256轴的平板车对建筑物进行拖移,而且每个车轴都用计算机提前设定好路线。

车终于能动了,但是现场500米的行车路线坑坑洼洼,怎样让车“背着”建筑物动得又稳又好?张鑫团队又开始实验。

谭天乐介绍:“我们团队设计的平移路线是沿着一个平面进行平移,这样要对原有场地低的地方填平,高的地方挖去,另外场地要压实一些,在上面做一层土稳层,平移之前要进行整个场地的试路,让车辆运着配重在整个场地上走完一遍后,确保场地在平移过程中能够满足此次平移项目的要求。”

难题虽然解决了,但在平移之前,哪怕完成过46次平移工程的张鑫团队依然每天要对要搬移的建筑物进行精密的测试,丝毫不敢懈怠。张鑫坦言:“每个工程都要反复推敲、分析、计算,每个工程还都是非常紧张的,像这种平移工程风险也比较大,紧张到难以入眠,那是常事。”

平移的日子终于来到,在张鑫团队的精密配合下,历经5个小时,酒店整体被顺利“搬到”了500米外的预定点。

成果播报

铝线强度与导电性“握手言和” 每年可节约钢材1200万吨以上

科技日报讯(通讯员蔡松林 实习记者都芃)导线的强度和导电性仿佛一对冤家,此消彼长、相互制约。近日,中国电力科学研究院有限公司科研人员突破了铝线强度与导电性相互掣肘的天然壁垒,开发出一种全新的铝线制备工艺——超低温往复剪切变形,并首次在半硬铝单线中制备出纳米析出相,在铝线导电性略有降低的基础上,将半硬铝线的抗拉强度提高70%以上,实现了铝线强度与导电性的兼容调和。

导线强度的提升有助于提高输电线路的技术经济性,节约铁塔钢材用量;导电性的提升则有助于进一步降低输电线路电能损耗,增加输电效能。但由于金属材料存在天然壁垒,架空导线导电强度的提升通常伴随着导电性的急剧降低。纳米科技被认为能够突破常规金属材料的性能极限,一直是国内外学者研究的热点。

中国电力科学研究院研制出的纳米析出相半硬铝单线,在导电率不低于61.5% IACS(国际退火铜标准)的前提下,突破了国际公认的半硬铝单线拉伸强度110兆帕关口,达到了190兆帕,强度提升70%以上,实现了导电性与强度的协同提升。

研究人员表示,以档距500米的500千伏角钢直线塔为参考,在输电线路其他设计参数不变的前提下,采用该技术提升铝线强度至190兆帕时,输电线路弧垂可减少14%,铁塔高度降低2.4米,每基铁塔可节约钢材12吨。以此推算,该新型铝单线全面应用后每年可节约铁塔钢材1200万吨以上,炼钢耗能减排二氧化碳2000万吨以上。

国内首列多适应性 中运量单轨系统车辆下线

科技日报讯(记者雍黎 通讯员谢力)近日,位于重庆两江新区的重庆中车长客轨道交通车辆有限公司自主研发的国内首列多适应性中运量单轨系统车辆下线。

据介绍,该车辆具有爬坡能力强、转弯半径小、环境适应性强等特点,最高运行速度为80千米/时,还适用于高温、高寒、高原等特殊环境,能够满足旅游景区及不同类型城市的多样化运用场景需求。

同时,此次下线的车辆采用碳纤维复合材料、牵引制动一体化、列车控制系统融合、电子机械制动等前沿技术,全面实现车辆轻量化,车辆轴重仅9吨,由此带来的土石方工程量将减少15%左右。

此外,车辆采用最高等级的自动驾驶技术,可实现车辆自动唤醒、自动启停、自动回库等功能,同时车辆的智能化设计可兼容车车通信、新能源供能、多网系统融合等新技术应用,实现了智慧出行、智能运维、智慧服务,为公众带来更智慧的出行体验。

与车辆同步亮相的还有单轨交通系统,能为多种运量轨道交通建设提供全新的解决方案,具有满足不同客流强度、不同运用场景需求、综合造价低等优势。这一单轨系统在国内尚属首例。



国内首列多适应性中运量单轨系统车辆下线 陆晨晨摄

精准定位设备隐患 “体检医生”保障铁路供电安全

科技日报讯(陈科)近日,笔者从中国铁路成都局集团有限公司成都供电段(以下简称成都供电段)获悉,今年以来,该段利用6C系统对管内铁路供电设备开展专项检测,及时发现、整治设备安全隐患,确保铁路供电安全畅通。

6C系统是“高速铁路供电安全检测监测系统”的简称,是由6个检测装置和一个数据处理中心组成的供电设备检测监测和分析系统。其中,1C系统安装在接触网检测车上,负责对接触网弓网参数和弓网运行状态进行实时检测;2C系统是安装在动车组司机室内的视频采集设备,负责以视频形式采集接触网及线路周围环境数据,并开展逐帧分析;3C系统安装在部分上线运营的动车组或电力机车的车顶位置,负责全程检测接触网设备状态;4C系统由24台图像采集设备组成,安装在检测车顶部,负责对接触网零部件进行高精度成像检测;5C系统安装在接触网设备关键处所,负责采集视频图像,检测机车受电弓滑板技术状态;6C系统负责地面检测接触网设备运行状态。各系统协调配合,能够有效避免漏检漏修,提高检修针对性、准确性,保障铁路供电设备安全可靠。

同时,为进一步释放6C系统数据潜力,成都供电段还建设了信息数据库,积极探索运用智能图像识别分析技术,采用“大数据+AI”的方式进一步提高信息分析效率和准确性,不断提高工作质效。

“6C系统让铁路供电设备安全隐患无处遁形,专业的成像检测装置能够清晰记录设备状态,经过分析中心逐项分析后便能精准定位设备隐患,从而更好地指导检修,确保设备安全。”成都供电段检测分析室主任王勇表示,今年以来该段利用6C系统完成管内近1万公里线路供电设备检测和两万条数据,为铁路供电安全提供了设备保障。