

历时5年攻关,打破国外技术垄断

我国研发出无创连续血压监测设备

手术台上,麻醉医生紧盯监护仪,等待袖带式血压计给出读数。每5分钟、10分钟一次的间歇测量,在平稳状态下或许够用,但在麻醉诱导、术中波动、术后复苏这些关键节点,短暂的几分钟却可能成为“生命盲区”。

临床上,医生时常面临两难境地:袖带式血压计无创,却只能给出零散的时间点数据,无法捕捉两次测量之间的连续变化;有创动脉穿刺血压计能提供实时、精准的波形,但伴随出血、感染、血栓等风险,不适合大量患者常规使用。而无创连续血压监测设备长期由国外品牌主导,一台设备动辄上百万元,耗材成本居高不下。

近日,中国科学院空天信息创新研究院(以下简称“空天院”)传感器技术国家重点实验室主任方震带领团队用5年时间攻克关键技术,自主研发出无创连续血压及血流动力学监测设备,打破了国外技术垄断,有望大幅降低设备采购成本,使精准监测惠及更多患者。



恒定容积法原理,通过一个特殊的指套,利用高速伺服控制,让手指动脉维持在一个相对恒定的容积状态,指套内的压力就能实时跟随血管内压力变化,从而获得连续血压波形。

国产化带来的优势更为明显

做到进口替代,方震觉得还不够。“国外设备虽然精准,但只是一个‘测量工具’。我们能不能让它变得更聪明?”方震表示。

在与临床医生的深度交流中,团队发现,麻醉医生更需要判断“接下来会发生什么”。

低血压是麻醉手术中最常见的风险事件之一。在真正发生前,人体通常会先通过心率加快、外周血管收缩等方式维持血压稳定,当代偿机制逐渐耗竭,低血压才会发生。如果能提前捕捉这些早期征兆,医生就能赢得宝贵的干预时间。

团队利用连续血压波形和血流动力学参数,结合人工智能算法,构建了低血压预测模型。在临床验证中,该系统能提前15分钟预警低血压风险,预测准确率在90%以上。

在此基础上,团队将心电、脑电、肌电等多源数据融合,构建了“多模态麻醉态势感知系统”,从镇静、镇痛、肌松3个维度综合评估麻醉状态,满足了临床的迫切需求。

在具体处理上,团队从采集的信号中提取时间和空间域的特征,利用图神经网络进行处理,构建了一个新的指标——“临床干预同步指数”。它能反映模型计算结果与临床医生术中干预行为的匹配度,目前准确率在90%以上。

在中山大学附属第三医院的日间手术中心,这套系统发挥着独特价值。无痛胃肠镜检查时,麻醉医生需要根据患者的反应随时调整用药。传统监护只有心电和间歇性血压,麻醉深度全靠经验判断。当患者从麻醉中苏醒,血压可能在短短30秒内从120毫米汞柱飙升到200毫米汞柱,袖带根本来不及捕捉。而连续监测能实时看到这种变化,及时提醒医生拔管或用药。

“很多原来病情没有严重到需要用有创动脉穿刺血压计,但确实需要连续监测血压的患者,现在可以纳入更精细的监护范围了。”方震说。

在价格上,国产化带来的优势更为明显。国外同类设备售价在50万元至100万元之间,而团队的目标是大幅降低采购成本,让基层医疗机构也能用上过去只有少数头部科室才有的监测设备。

“高端医疗装备的国产化,绝非简单的替代,而是实现技术与应用层面的超越。”方震表示,当前,团队已具备比肩国际顶尖水平的研发实力,更能精准贴合临床一线的实际需求。下一阶段,团队将重点推进国产替代深化、可穿戴化研发、低血压趋势预测软件开发以及多模态麻醉态势感知系统的构建,推动产品从单一的监测设备向更具完整性的围手术期智能监护平台演进。

据《中国科学报》作者:高雅丽

临床痛点催生研发需求

2019年,方震照例受邀参加中华医学会麻醉学术年会。会后,一位麻醉科主任拉住他,聊起手术中遇到的难题:“在麻醉诱导、术中监护、术后复苏这些关键阶段,我们特别需要连续、实时、可靠的血压数据。”

这不是第一次有临床医生和方震聊到这个话题了。方震团队长期深耕可穿戴传感器与医疗电子设备领域,曾尝试通过心电与血氧信号解析血压,但这种基于脉搏波传输速度的方法始终难以达到临床要求的精度。

面对临床急迫的需求,方震团队经过大量文献调研和临床考察,最终锁定了一条在国内外都极具挑战性的技术路线——恒定容积法。

这种方法的原理说起来并不复杂:通过一个特殊的指套,利用高速伺服控制,让手指动脉维持在一个相对恒定的容积状态,指套内的压力就能实时跟随血管内压力变化,从而获得连续血压波形。但难点在于如何让这个精密的伺服控制系统在不同患者身上、不同场景下都能稳定工作,并构建传感器、气路控制、实时校准、波形重建和临床验证这一整套系统能力。

“原理看似清晰,工程化落地却举步维艰。”方震表示。团队选取国外主流设备开展技术对标与性能分析,系统梳理技术路径与设计特点,在充分

研判行业先进方案的基础上,自主探索更适配临床需求的优化实现路径。

“死磕”技术细节

“第一代样机如同一只20英寸的行李箱。”团队成员、空天院博士后吴庞回忆起研发历程时说。吴庞自博士阶段便投身无创连续血压技术攻关,2019年至2021年间,实验室30余名师生率先作为受试者开展相关测试,所积累的试验数据为团队初步验证技术原理可行性奠定了重要基础。

2021年,当团队满怀信心地带着第一代样机走进华西医院急诊科时,现实的反馈给了他们当头一棒。

“我们发现准确度有差距,病人身体稍微动一下,国外设备5秒就能恢复测量,我们要10秒甚至20秒。”吴庞回忆道。

更棘手的是,急诊科的患者很多是危重病人,末梢循环极差,手指冰凉,血液很难到达末端小动脉,设备甚至无法测出有效信号。

带着满是问题的设备回到实验室,团队成员十分沮丧。“科研攻关就像冲锋陷阵,再难的山头也要攻下来。”方震给团队打气。

他们把临床反馈的问题逐一拆解,开始了一场“死磕”技术细节的攻坚战。团队成员王鹏表

示,最初团队使用的是一种半包式指套,需要先用标准血压计校准,操作烦琐,还容易引入误差。后来,他们改为全包式指套,根据手指粗细设计了3种尺寸,戴上就能直接测量,大大简化了操作流程。

国外设备通常只有一个指套,长时间测量可能导致手指淤青。团队创新性地设计了两路气路系统,让两个手指交替测量,既保证了连续性,又避免了局部不适。

核心部件的选择也经历了多次试验。团队最初采用的电磁阀发热严重、功耗高、体积大,不适合集成到小型设备中。为此,他们攻克了微型化阀门的集成技术,将4个阀门集成到一个巴掌大小的模块里。

其间,团队带着设备往返于实验室和医院,每改进一个版本,就去临床“试水”,再根据医生的反馈回来复盘。

“有一次在重症加强护理病房对设备进行测试时,一个危重病人末梢灌注极差,怎么也测不准。回来后,我们专门针对低灌注状态做了信号增强和控制优化,现在我们设备的测量能力已经超过国外设备。”吴庞说。

2023年,设备样机再次进入临床,与“金标准”有创动脉导管进行了近百例对比验证。结果显示,新设备相关性在90%以上,整体性能与进口设备不相上下。

60载创新,光纤成互联网“骨架”

生活在一个没有互联网、电子邮件、流媒体服务或社交媒体的世界,用旋转拨号电话或写信的方式和远方的人沟通,为了买各种东西,必须开车去商店……澳大利亚《对话》网站日前报道指出,这就是光纤没有面世时,人们所处的世界。

光纤始于20世纪60年代的物理实验,如今已成为互联网的“骨架”。从革新全球通信网络,到支撑云计算、人工智能、物联网等新兴范式,60年来,光纤领域的创新从未止步。

简单结构承载海量信息

光纤是极细的玻璃丝,用来约束并传输光线。光所承载的信息,正是人们日常交流、观影、购物的依托。

为远距离传输光信号,光纤必须如明镜般澄澈。光沿纤维传播之际,部分光线会因玻璃分子散射而损耗。在现代光纤中,此类损耗已微乎其微,光可穿行数百英里,依然清晰可辨。

光纤结构简单,由三层同心圆柱结构组成:内层为高纯度石英玻璃(或塑料)制成的纤芯,折射率最高,是光信号传输的主要通道;中层为包层,材质与纤芯相似但掺杂不同,折射率较低,利用折射率差异实现光的全内反射;外层为涂覆层,通常为环氧树脂或丙烯酸酯,不参与光传输,主要起机械保护与防潮之效。

而提到光纤,就不得不提125微米这个数字。国际电信联盟等权威机构明确规定,通信光纤直径为125微米(误差不超过1微米),以确保全球设备、连接器与熔接设备的兼容。125微米直径,既易于在拉丝工艺中稳定生产,又兼顾机械强度与柔韧性,便于光信号在纤芯中全反射传输,且与标准连接器适配。

取代铜线升级全球通信

光纤于20世纪60年代始受瞩目。当时,物理学家纳林德·辛格·卡帕尼发表开创性文章,展示光若射入玻璃纤维一端,则会从另一端完整而出。道理虽简单,却为光通信奠定了基石,预示了一个数据传输超乎想象的未来。

1966年,工程师乔治·霍克汉姆与高锟开展实验,以探索不同材料及导光结构的透明度。他们断定,如果玻璃足够纯净,光纤可以将光传递到数公里之外。

研制更透明光纤的竞赛自此打响发令枪。1970年,康宁公司科学家以化学气相沉积法,造出极透明的光纤。在此类光纤与更成熟的激光脉冲技术的加持下,长距离光学通信应运而生。

此后数十载,光纤由奇妙的实验室实验,发展为不可或缺的基础设施。铜线曾是数据传输的“桥梁”,但光纤因更低衰减、更高带宽、更低延迟的优势,后来者居上,渐次取代铜线,尤以长途与海底电缆为甚。这一转变使全球通信更高效,也更经济。

近年来,塑料光纤引发广泛关注。相较于玻璃纤维,塑料光纤制造成本更低,却同样胜任高速数据传输,尤其适用于数据量庞大的地方,如AI训练设施与大型数据中心。

自1970年至今,光纤透明度提升逾百倍,网络得以联通世界。因在光纤领域取得开创性成就,高锟荣膺2009年诺贝尔物理学奖。

“信息纽带”连接现代生活

光纤跨越长距离承载海量信息,主要用于电信领域的高速数据传输,是移动网络的支柱,支撑5G技术与物联网日益增长的需求,连接从家庭到城市的一切。自20世纪70年代以来,全球已制造了数十亿公里长的光纤用于通信。

除了在通信领域稳居主角外,光纤在传感、医疗、制造和国防等诸多领域也至关重要。

据国际光学委员会网站报道,航空航天与国防行业正经历一场真正的科技变革,军方对安全、高速且坚固通信的需求与日俱增,对下一代光纤的需求也水涨船高。专家预测,市场规模将从2024年的60亿美元跃至2034年的158亿美元。光纤系统正以更优性能、更高效率和更严格的安全保障,改变雷达、卫星、无人系统乃至电子战的格局。

在医疗领域,光纤可用作体内成像与激光治疗的导管,将光线精准送达所需之处,显著提升医学影像与操作精度。内窥镜通过柔性玻璃纤维将光线送入人体内,医生可借助内窥镜等设备进行复杂诊断。通过单模与多模光纤,医生更方便使用激光治疗与微创技术。

光纤也可用作地质事件(如地震)的传感器,以及桥梁、道路、建筑物的监测器。光纤还被用作激光器内的光源,这种光纤激光器在加工、制造、国防和安全等领域广泛应用。

此外,在生活和娱乐领域,光纤支持高清视频流媒体,全面提升人们的视听体验。在人工智能、云计算与沉浸式媒体领域,光纤不断提升高速、低延迟数据传输的标准。

未来光纤将继续成为推动技术进步的核心力量,其以纤细透明之姿,承载全球对话与连接。光纤60年的成长经历告诉人们:材料科学与大胆理念相结合,足以重塑全球传播格局。

据《科技日报》作者:刘霞

全球首个全景式碳核算大模型发布

“磐石·禹衡碳核算大模型”1.0版近日在上海正式发布。该模型为全球首个覆盖生产端、消费端及自然源的全景式碳排放核算系统,旨在破解传统碳核算知识壁垒高、数据处理难、周期长等瓶颈问题,服务国家应对气候变化战略需求。

该模型以中国科学院上海高等研究院牵头打造的“磐石科学基础大模型”为基座,构建数据、算法、算力三层支撑体系。中国科学院上海高等研究院副院长魏伟介绍,数据层拥有八类自主核心数据集,累计汇聚208太字节多格式碳数据;算法层自主研发多口径碳核算方法学,开发了基于大语言模型的碳核算智能体并实现多智能体协作;算力层通过内部集群与外部中心协同,实现资源全局优化。

据悉,目前该模型已开发5个专业智能体,可分别实现工业流程数字化模拟、贸易碳转移核算、生命周期评价、自然源核算及不确定性分析。其中,生命周期评价智能体自

主完成产品碳足迹全流程核算。

基于该模型,研究人员初步实现了国别级高精度碳全息图谱。以2022年为例,在新核算体系下,中国、美国、日本的温室气体排放量相较于传统的联合国政府间气候变化专门委员会生产端核算结果,分别调整了-17.7%、+15.2%和+7.2%。模型还发现,欧盟碳边境调节机制的默认排放因子系统性地高估了中国产品排放因子,凸显采用本土化因子的必要性。

“该模型还核算了我国绿色产品的全球减排贡献:2024年出口的风机和光伏产品,生产阶段产生约200万吨碳排放,运行阶段为全球贡献了约3.5亿吨碳减排收益。”魏伟说。

魏伟表示,将持续迭代该模型,为我国温室气体清单编制、碳市场建设、产业绿色转型及国际碳政策应对提供支撑,助力建立更加公平、科学的全球碳核算新秩序。

据《光明日报》作者:颜维琦 崔兴毅

► 链接

给碳排放算一笔明白账

碳排放看不见、摸不着,却关乎每一场国际气候谈判、每一笔碳关税账单。过去,算清这笔账主要靠联合国政府间气候变化专门委员会的“生产端”方法——谁生产,谁负责。这导致一个尴尬局面:中国为制造业大国,大量碳排放记在自己名下,而产品的消费国却“一身轻”。更棘手的是,各国数据口径不一、更新滞后,一套流程走下来动辄数月,精度也难以让人信服。

国家应对气候变化战略研究和国际合作中心首席科学家徐华清表示,“磐石·禹衡碳核算大模型”要解决的,正是这个“算不清、说不明”的难题。该模型把生产端、消费端甚至森林湿地等自然源全部纳入视野,借助人工智能大模型,自动读取海量数据、模拟工业流程、追溯碳足迹,过去几周才能完成的工作现在几分钟就能完成。

对中国而言,这套系统有三个立竿见影的价值与意义。

在谈判桌上有了自己的“计算器”。“欧盟碳边境调节机制用默认排放因子给中国产品

‘打分’,往往偏高。”中国21世纪议程管理中心气候变化处处长张贤认为,现在该模型拿出基于本土实情的高精度数据,让中方在碳关税谈判中底气更足。

让绿色贡献“看得见”。2024年,中国出口的风机、光伏在生产阶段排放了200万吨碳,但在运行阶段为全球减少了3.5亿吨碳排放。“没有全景核算,这笔巨大贡献就被埋没了。”上海环境能源交易所董事长赖晓明说,有了这套模型,中国绿色产品的环境收益可以量化呈现,不再是“埋头干活、吃亏不说”。

倒逼国内转型更精准。从钢铁到水泥,哪些环节排放最集中?替代工艺能减多少?在张贤看来,该模型里的工业智能体可以像“数字孪生工厂”一样模拟优化,帮企业找到减碳成本最低的路径。

说到底,气候治理的核心是数据治理。伦敦大学学院教授米志付直言,该模型不仅是一套模型,更是中国从被动履约走向主动制定规则的关键一步。

据《光明日报》作者:颜维琦 崔兴毅