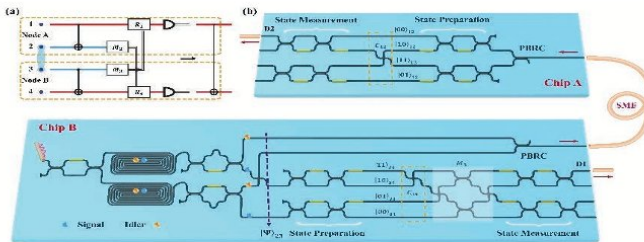


## 中国科大实现光量子芯片间量子受控非门隐形传输

**本报讯** 中国科大郭光灿院士团队在量子互联领域取得重要进展。该团队在希格教授研究组首次成功实现了两个光量子集成芯片之间的量子受控非门(CNOT)隐形传输。该成果7月8日发表在《物理评论快报》上。

构建大规模量子网络的关键在于实现高集成度、可扩展的量子节点,以及节点间高保真的量子互联。光量子集成芯片是实现此网络极具前景的平台。在此网络中,不同节点量子比特间的量子门操作至关重要,而最具挑战性的便是实现高保真的CNOT门隐形传输以纠缠远程量子比特,这是分布式量子计算的核心步骤。其实现过程极为复杂:需在两个量子节点间共享纠缠光子对,并在每个节点内执行高精度、复杂的片上线性光学量子操作,对器件性能要求极高。

为解决这一难题,研究团队基于硅光子芯片制备了量子纠缠光源,并通过单模光纤将其中一个光子传输至另一芯片。尤为关键的是,团队采用了高维量子编码技术,显著简化了单个节点内部所需的线性光学量子操作,从而确保了片间CNOT门隐形传输的成功实现。



不同节点量子受控非门隐形传输的原理图和芯片示意图

研究团队利用量子态层析和量子过程层析技术,对所实现的片间隐形传输逻辑性能进行了严格验证:在5米光纤互联距离下,门控态保真度高达95.69%,逻辑门过程保真度为94.81%;将互联光纤拓展至1公里后,门控态保真度仍高达94.07%,逻辑门过程保真度为93.04%。

这项成果标志着在光量子集成芯片间实现核心量子逻辑操作方面取得了重大突破。即使

在公里级距离上,CNOT门的隐形传输仍能保持极高的保真度,为构建基于光量子集成芯片的大规模量子网络和实现分布式量子计算等量子信息处理任务奠定了坚实的技术基础。

文章第一作者为量子网络安徽省重点实验室冯兰天副研究员,通讯作者为任希锋教授。

(量子网络安徽省重点实验室 物理学院 中国科学院量子信息和量子科技创新研究院 科研部)

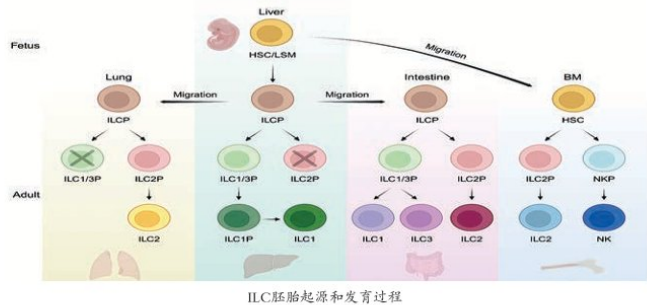
## 中国科大揭示固有淋巴细胞胚胎起源

**本报讯** 7月12日,中国科大生命科学与医学部基础医学院、免疫应答与免疫治疗全国重点实验室田志刚教授、彭慧教授课题组与法国艾克斯-马赛大学Eric Vivier教授团队合作在《科学免疫学》期刊发表研究成果,提出固有淋巴细胞(Innate lymphoid cell, ILC)胚胎起源模型,从时间和空间上解析了骨髓非淋巴的ILC动态发育过程,重新定义ILC发育框架。

ILC是具有组织驻留特性的异质性群体(包

含ILC1、ILC2和ILC3),对机体抵抗病原体、抗肿瘤及免疫调节等具有重要作用。近年来,田志刚教授课题组发现肝胚驻留NK细胞(后续国际命名为ILC1)由肝胚原位造血前体细胞产生,提示ILC存在独立于骨髓造血的起源路径。

为进一步拓展上述发现,探究各外周组织驻留ILC亚群是否存在共轭发育起源路径,研究人员构建了造血干细胞(HSC)谱系示踪模型(Fgd5<sup>Cre</sup>-mapping),可以标记追踪不同年龄



ILC胚胎起源和发育过程

小鼠造血干细胞的起源、发育和分化轨迹,发现骨髓造血来源的组织驻留ILC仅占15%-35%,而胚胎肝胚造血则可产生ILC细胞的所有群体。利用单细胞测序和体内外分化体系,研究进一步解析了肝胚ILC共有祖细胞定向分化为特定ILC亚群前体细胞的发育轨迹,发现并鉴定了一群表达CD94的ILC前体,该前体具有ILC1和ILC3潜能,命名为ILC1.3P。

在胚胎发育过程中,肝胚造血产生的ILC1.3P迁移并定居于外周组织。随个体发生,组织微环境引导ILC1.3P向ILC1/3P或ILC2P分化,最终形成具有显著组织区域特性的ILC亚群。该发育过程不依赖骨髓,即使在病理感染或炎症状态下,局部组织ILC亚群发生大幅扩增,其来源依然独立于骨髓造血,提示成年组织ILC具有自我更新和分化潜能。相比之下,骨髓主要产生经典NK细胞和部分髓系ILC2。

基于以上发现,该项研究揭示了骨髓并非ILC细胞主要来源,ILC各细胞群体均起源于胚胎肝胚造血,从而提出了ILC共有起源、个体发生和发育分化的新模型,为后续研究ILC亚群在各器官的区域分化和功能特性奠定了基础。

中国科大免疫应答与免疫治疗全国重点实验室田志刚教授、彭慧教授和法国Eric Vivier教授为文章共同通讯作者,中国科大特任副研究员王宏伟、李佳瑞博士和法国Lucas Rebuffet博士为共同第一作者。

(生命科学与医学部 免疫应答与免疫治疗全国重点实验室 科研部)

## 中国科大实现超十种高阶模式可切换光纤激光器

**本报讯** 中国科大王安廷团队提出了一种基于倾斜多模光纤布拉格光栅的高阶模式可切换光纤激光器,成功实现了超十种不同高阶模式的切换发射。相关研究成果7月6日发表在《ACS光子学》上。

在光子技术飞速发展的背景下,高阶模式如线偏振(LP)模式和轨道角动量(OAM)模式等正为光纤激光器注入全新活力。高阶模式凭借独特的相位、偏振和光强分布,已在量子操纵、高分辨率显微成像、材料加工、光通信和光传感等领域展现出不可替代的价值。传统技术中,超高阶模式可切换光纤激光器通常依赖于空间光调制器,成本高昂且系统复杂。而传统光纤型模式转换器受限于自身结构的耦合特性和严格的制造工艺,往往只能激发一阶、二阶高阶模式,难以突破“超高阶”瓶颈。此外,当前对高阶模式的研究多聚焦于具有不同拓扑荷数(角动指数)的OAM模式,对以多环形光场分布为特征的高阶OAM模式关注较少。值得注意的是,高阶模式的阶数与

可切换性在提高系统和设备的性能方面发挥着至关重要的作用,特别是具有角向与径向双重变化特性的高阶模式,在大容量光通信、高灵敏度光传感以及量子信息处理等领域展现出独特优势。



图示:超十种高阶模式可切换光纤激光器

研究团队创新性地将倾斜多模光纤布拉格光栅作为核心模式转换元件,显著提升了基模与高阶模式之间的耦合效率,成功突破了传统光纤模式转换器激发高阶模式数目少的技术局限。实验证实,该光纤激光器可有效激发12种不同的LP模式;通过偏振控制能进一步获得21种不同的OAM模式,其拓扑荷数可以为0、±1、±2、±3、±4和±5,径向指数可以扩展为1、2和3;通过波长调谐可实现不同模式间的快速稳定切换。该技术摒弃了对昂贵空间光调制器的依赖,实现了集成化、低成本的高阶模式灵活调控,为高阶模式光纤激光器的实用化、产业化迈出了关键一步,也将助力径向高阶OAM模式的深入研究与表征,从而促进激光技术在光学和光子学广泛领域的进一步发展。

中国科大物理学院博士生桂磊为论文第一作者,王安廷为论文通讯作者。中国科学院安徽光学精密机械研究所桂华桥、上海理工大学为其为论文共同作者。(物理学院 科研部)

## 中国科大提出基于裂纹磁阻调制的柔性电感式传感新机理

**本报讯** 中国科大工程科学学院、人形机器人研究院王洪波研究员课题联合韩国浦项科技大学材料科学与工程系Unyong Jeong教授团队和中国科大张世武教授、冯志华教授,提出了一种基于磁性薄膜贯穿裂纹的新一代电感式双向曲率柔性传感器,其能够检测0.01°的微小弯曲变形,并在汽车多次碾压和破损等情况下保持性能不变,为真实世界中的机器人精准感知开辟了新路经。研究成果7月10日发表在《自然·通讯》上。

基于“磁场可以穿过空气隙”这一物理基础,研究团队创造性地提出一种基于贯穿裂纹磁阻调制的新兴敏感机理,实现磁性裂纹电感式传感器(MC-PIS)的机器人感知新路经。将商用铁氧体薄膜卷绕在圆柱棒上即可形成周分布的贯穿裂纹。该磁性裂纹薄膜的磁阻随着裂纹间隙而变化,当薄膜受应力时磁阻减

小,受应力时磁阻增大。通过将一个柔性平面线圈贴在裂纹铁氧体薄膜的下方即可检测其在变形下的微小磁阻变化,实现双向弯曲传感。该电感式柔性双向弯曲传感器可在-200°至320°的范围内检测低至0.01°的微小弯曲变形,并具有响应速度快、无迟滞、长期稳定性高,制造一致性好等特性。

为了验证该传感器在真实世界场景下准确感知微小变形的能力,研究团队设计了基于16个MC-PIS单元的自感知柔性臂。无需任何数据训练或者复杂算法,基于简单的分段等曲率模型,该柔性臂的形状可由MC-PIS传感器数据实时准确重建出来。该实验展现了其在软体连续体机器人或医疗导管的形状感知等领域的应用潜力。

由于MC-PIS具有极高的分辨率和稳定性,集成该传感器的仿生柔性手指能够实现非

常细腻的触觉感知。该仿生手指滑过透明胶带的表面时可感知胶带的形状并识别“端头”的位置,与桌面接触时能够检测音乐引起的微小振动并准确区分不同的音调。此外,MC-PIS还可作为柔性爪爪提供多模态触觉感知,赋能机器人自主植树的多个作业任务。在整个机器人植树过程中,两个MC-PIS传感器为各操作任务提供了实时的触觉信号。即使在反复接触摩擦土壤和石块后,传感器始终未出现输出漂移或性能退化,表现出优异的稳定性与可靠性。

中国科大工程科学学院精密机械与精密仪器系博士研究生彭玉连、王正岩,特任副研究员吴后人为论文第一作者。中国科大工程科学学院、人形机器人研究院王洪波研究员、韩国浦项科技大学Unyong Jeong教授为论文通讯作者。

(工程科学学院 人形机器人研究院 科研部)

**附一院发表卒中精准治疗临床研究成果**

**本报讯** 《新英格兰医学杂志》7月3日在线发表中国科大附属第一医院(安徽省立医院)神经内科胡伟教授团队最新研究成果。该研究首次通过高质量循证医学证据证实,对于发病4.5小时内接受标准静脉溶栓治疗、但不符合血管内取栓条件的急性非心源性缺血性卒中患者,在溶栓后早期(1-1.5小时内)加用短效静脉抗血小板药物替罗非班(糖蛋白IIb/IIIa受体拮抗剂),能显著提升患者完全康复比例,且安全性良好。这一发现,为全球庞大的缺血性卒中患者群体提供了全新且安全有效的治疗策略,也标志着我国在急性缺血性卒中精准治疗领域的自主创新临床研究能力迈上新台阶。

这项名为ASSET-IT的研究(急性脑梗死患者静脉溶栓后早期应用替罗非班的疗效与安全性评估Advancing Stroke Safety and Efficacy through Early Tirofiban Administration after Intravenous Thrombolysis)由胡伟教授团队牵头设计并组织实施,联合国内38家高级卒中中心共同完成,为多中心、随机、双盲、安慰剂对照临床试验。研究共纳入7832例在发病4.5小时内接受静脉溶栓、但不符合血管内治疗(取栓)指征的急性非心源性缺血性卒中患者。受试者被随机分配接受为期24小时的替罗非班(糖蛋白IIb/IIIa受体拮抗剂)或安慰剂静脉滴注治疗。研究的主要终点是患者在90天时达到改良Rankin量表(mRS)评分0-1,即独立生活能力完全或接近完全恢复的比例。

结果显示,替罗非班组90天良好功能结局比例显著高于安慰剂组,且症状性颅内出血发生率、死亡率与安慰剂组相近。这项研究首次通过高质量临床试验证实,在静脉溶栓后尽早给予短效静脉抗血小板药物,能够显著提高非取栓适应症缺血性卒中患者的功能恢复率,拓展了这类患者的治疗窗口和手段。

该研究由中国医生团队自主原创设计,牵头组织并完成,对提升我国乃至全球缺血性卒中的精准治疗水平、改善患者预后具有重要意义,也标志着我国在脑血管病防治领域的临床研究水平已跃居世界前沿。

胡伟教授表示,这项研究不仅为解决卒中治疗痛点提供了“中国方案”,更证明了我国家有能力主导完成改变国际临床实践的高质量研究。期待这一成果能尽快转化为临床实践,让更多卒中患者受益,为人类健康事业做出贡献。(附属第一医院 科研部)

**中国科大实现下一代纤维检验技术新突破**

**本报讯** 瞄准当前检验技术中样本制备环节高度依赖人工的关键瓶颈,中国科大工程科学学院、人形机器人研究院张世武教授、金虎副教授团队与中国纤维质量监督中心、安徽省纤维检验局提出了基于机械样本制备方法的下一代纤维检验技术,相关成果7月9日发表在《工业作物与产品》上。

研究团队在不改变现有检验标准的前提下,基于机器人柔性介质灵巧操作方面的技术积累,构建了棉纤维机械样本制备方法。为了达到人工无损样本制备效果,创新性在纤维拆分中融入了机械震动降低阻力和压力,揭示了基于震动针的无损拆分机理,实验优化最优震动参数;为了满足定量样本需求,探索了纤维压缩均匀性理论,实现了纤维快速、精准提取,实验证明机械定量提取精度相较于人工方法提升了33%。基于上述核心技术,研究团队开发出了下一代纤维检验系统样机,在安徽省纤维检验局的标准环境中完成对比实验,充分验证了其替代人工的可行性,已完成为期两个月的试运行。

中国科大鲍丙亮博士为论文第一作者。金虎副教授、高伟特任副研究员为论文通讯作者。论文的合作者还包括中国科大欧阳一博博士、褚德扬博士以及安徽省纤维检验局陈文兵等。

在完成本工作过程中,中国科大、中国纤维质量监督中心和安徽省纤维检验局联合研究团队共获得13项发明专利授权,在下一代纤维检验方向初步形成了国产技术的自主知识产权,有助于我国在纤维检验领域的仪器国产化和国际话语权提升。

(工程科学学院 人形机器人研究院 科研部)