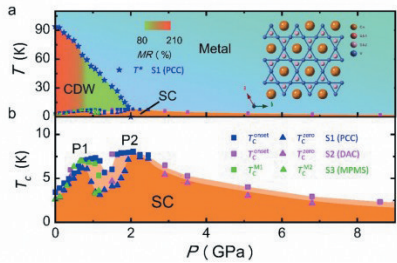


# 中国科大新型笼目结构超导体研究获突破

**本报讯** 6月10日，中国科大陈仙辉院士团队近期在一种新型笼目结构超导体中发现非寻常的电荷密度波与超导的竞争关系，为理解新奇的电荷密度波和超导态提供了关键性实验证据。该成果在线发表于《自然·通讯》。

传统超导和电荷密度波是两种不同的电子态，均起源于电声子耦合和费米面失稳。在传统电荷密度波和超导共存图像中，进入电荷密度波态后，由于费米面的嵌套打开能隙从而导致态密度的丢失，表现出电荷密度波与超导相竞争的行为。增加压力或化学掺杂等手段可以压制电荷密度波态，超导临界转变温度随着电荷密度波态压制，会展现出单穹顶状的行为。而在具有笼目结构的化合物中，理论预言会出现更多新奇量子物态，包括非传统超导态和手性密度波等。最近，一种具有94K电荷密度波转变温度的新型层



CsV3Sb5 超导体的压力-温度相图

状笼目结构超导体的发现，为相关研究提供了一个理想平台。

研究人员结合多种加压手段，确定了这一新型笼目结构超导体在高压下的相图，并发现其超导临界转变温度随压力增加表现为

双穹顶状的行为，而非传统的单穹顶状的行为。当压力在0.7~2吉帕时，样品表现出反常的超导临界转变温度压制。当压力达到2吉帕后，电荷密度波被完全压制，超导临界转变温度最高可达8K，这也是目前具有笼目结构材料所报道的最高超导临界转变温度。该反常的双穹顶状超导相图，可能由公度电荷密度波态转变为近公度电荷密度波态导致。在近公度电荷密度波态会有电荷密度波畴壁形成，从而导致超导临界转变温度的反常压制和超导展宽。

研究表明，这种新型超导体中的超导态和电荷密度波态对压力非常敏感，两者具有非寻常的竞争关系，为研究非传统电荷密度波机制提供了实验线索。

合肥微尺度物质科学国家研究中心的博士生生命芳航为第一作者，应剑俊特任研究员和陈仙辉教授为共同通讯作者。（桂延安）

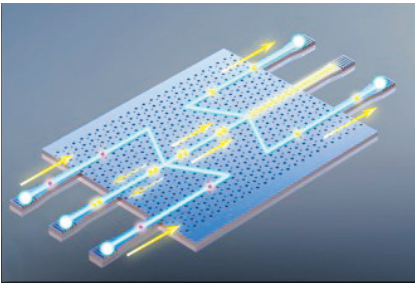
等人利用过程张量的方法，将可控探测和系统演化分开，从而可以研究多步演化。研究组利用一对纠缠光子的偏振和路径自由度，构造了两类多步演化的开放系统动力学过程，通过度量这两类演化过程在不同测量方式下的非马尔科夫性，证实了量子记忆强度的操作依赖性。

这一研究成果开启了多步演化过程的量子非马尔科夫性的实验研究，充分展示了多步演化过程的高阶量子记忆效应特征。

文章共同第一作者为我校博士后郭钰和奥地利科学院的 Philip Taranto，共同通讯作者为我校柳必恒研究员、李传锋教授和奥地利科学院的 Philip Taranto。其中柳必恒为中国科大中英青年学者。

（中科院量子信息重点实验室/量子信息和量子科技创新研究院）

# 中国科大在光量子芯片领域取得有趣且重要进展



“鱼叉”形拓扑分束器结构光量子芯片示意图

合作在硅光子晶体体系中设计并制备出了“鱼叉”形的拓扑分束器结构。他们发现六角晶格结构的光子晶体中的电场相位涡旋方向依赖于不同拓扑陈数的晶格结构以及其所处的能带位置，可以构造出两种不同结构的拓扑边界。基于能谷相关方向性传输的机理，设计并加工了拐角可达到120度的“鱼叉”形

拓扑分束器，并在此结构上演示了高可见度的双光子干涉过程，干涉可见度达到95.6%。进一步通过级联两个拓扑分束器结构演示了片上路径编码量子纠缠态的产生。

该成果为拓扑光子学特别是能谷光子拓扑绝缘体结构应用于更加深入的量子信息处理过程提供了一个新的思路，审稿人一致认为这是一个有趣且重要的研究工作，并给出高度评价：“这是一个有趣而且重要的工作”“这个结果非常有趣，特别的，器件中实现的HOM干涉过程可能对高保真片上量子信息处理起到重要作用”。

中科院量子信息重点实验室任希锋教授、中山大学董建文教授为论文共同通讯作者，中科院量子信息重点实验室博士生陈阳和中山大学博士后何幸涛为论文共同第一作者，浙江大学戴道铎研究组参与工作。

（中科院量子信息重点实验室 中科院量子信息和量子科技创新研究院）

源（肾细胞、成纤维细胞、上皮细胞等）的溶酶体进行分类，发现在各类细胞中溶酶体均被分为了5个亚群，且均包含了内吞溶酶体和自噬溶酶体。接下来基于单溶酶体代谢组学分析研究了细胞衰老过程中各类溶酶体的代谢变化。发现自噬溶酶体中大多数代谢物显著下调，而内吞溶酶体则相反。在数量上，细胞中自噬溶酶体的比例显著降低，从22%下降到10%，而内吞溶酶体的比例从15%上升到了23%，其它类型溶酶体的比例变化则不明显。此外，研究组也对5个溶酶体亚群在细胞衰老过程中的代谢变化分别展开了解析，发现每类溶酶体亚群的代谢组学改变均不相同。这就说明细胞衰老过程中溶酶体的代谢变化是存在溶酶体类型特异性的，因此研究衰老过程中各类溶酶体的变化异质性是针对性解决细胞衰老及其相关疾病的重要途径之一。

朱洪影副教授，博士研究生李倩倩、廖铁鹏为论文共同第一作者。熊伟教授和仓春蕾教授共同通讯作者。

（附一院脑衰老与脑疾病研究中心 生与医部 合肥微尺度物质科学国家研究中心）

## 在细胞衰老的溶酶体代谢组学研究中

# 中国科大取得新进展

**本报讯** 6月14日，中国科大生命科学与医学部熊伟教授团队与仓春蕾教授团队通过建立单溶酶体代谢组质谱检测技术，首次实现基于单个溶酶体代谢组学信息的溶酶体分型，并深度探索了细胞衰老过程中溶酶体代谢组学的异质性改变。该研究成果在线发表在自然杂志子刊《Nature Methods》上。

溶酶体是几乎存在于所有真核细胞中的细胞器，是细胞内必不可少的消化站。溶酶体对于维持能量和代谢的稳态、信号转导以及受损蛋白和细胞器的回收是必不可少的。它们的功能已被广泛证实参与了许多生理和病理过程，例如越来越多的证据表明细胞衰老就与溶酶体及其内部代谢过程有着密切的联系。早期对于溶酶体代谢的研究一般都是经过分离、纯化得到大量溶酶体并匀浆后进行分析，然而仅仅在一个细胞中就包含多种

溶酶体，如自噬溶酶体、内吞溶酶体等。因此，研究不同类型溶酶体在衰老过程中代谢功能变化的特异性，可以为针对性的开发延缓衰老及治疗衰老相关疾病的药物靶点提供新的可能以及研究途径。不过，由于技术局限性，目前还无法针对单个溶酶体内代谢组进行检测，更不可能从单个溶酶体代谢组学角度去研究细胞衰老。

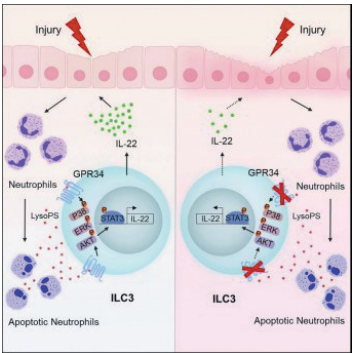
研究组建立了世界上首个单溶酶体代谢组质谱分析平台，该平台是一种基于单溶酶体膜片钳与超低温感应纳升电喷雾质谱相结合的技术平台，实现了对细胞内单个溶酶体直接无需任何前处理的代谢组检测，更为真实的保留了溶酶体内代谢组的信息。通过该平台，研究组对细胞衰老过程中各种类型溶酶体的代谢异质性变化进行了深入研究。首先基于单溶酶体代谢组，对至少四种细胞来

**本报讯** 6月8日，中国科大周荣斌/江维教授团队在 Immunity 发表研究论文，率先证明 ILC3s 可直接识别组织损伤并发现 GPR34 在其中发挥关键作用。

免疫识别是免疫学研究的核心科学问题。固有免疫识别受体能够识别病原微生物感染以及机体组织损伤或者内环境失衡产生的内源性“危险信号”，从而快速启动固有免疫和炎症反应，因而在免疫防御、免疫稳态和炎症性疾病发生中发挥关键作用。近年来病原微生物的固有免疫识别机制研究取得了极大的进展，目前已经发现超过50种固有免疫识别受体。

三型固有淋巴细胞 (type 3 innate lymphoid cells, ILC3s) 是近年发现的固有免疫细胞，主要位于粘膜组织。ILC3s 可通过产生 IL-22 促进上皮细胞增殖和修复，因而在肠道、皮肤等粘膜组织稳态维持方面发挥关键作用。

利用葡聚糖硫酸钠 (dextran sodium sulfate, DSS) 诱导的结肠损伤模型，研究者发现清除中性粒细胞会导致小鼠肠道损伤加重、修复减弱。机制研究发现清除中性粒细胞后小鼠结肠组织中 ILC3s 细胞的活化及产生的 IL-22 减弱，且补充 IL-22 可恢复 DSS 诱导的结肠损伤，说明结肠损伤过程中中性粒细胞介导了 ILC3s 的活化。为进一步探究中性粒细胞如何活化 ILC3s，利用体外共培养和代谢组学分析，研究者发现凋亡的中性粒细胞可通过释放溶血磷脂酰丝氨酸诱导 ILC3s 活化和 IL-22 产生。进一步利用基因缺陷小鼠和小分子拮抗剂，研究者利用 Gpr34 全身敲除小鼠和 ILC3s 条件敲除小鼠证明 GPR34 在结肠和皮肤损伤模型中对 ILC3s 活化、IL-22 产生及组织修复中均发挥重要作用（如图）。



该项研究得到了审稿人的高度评价，认为该项工作“首次证明 ILC3s 可感应危险信号”“发现了一种新的 ILC3s 活化方式”。

该研究的创新性体现在以下三个方面：首次证明三型固有淋巴细胞可直接识别组织损伤；发现 GPR34 是一种新的危险识别受体；提示 GPR34 可作为治疗炎症性肠病和皮肤炎症的潜在干预靶标。

我校博士后王夏琼、博士研究生蔡娟、林柏龙为论文共同第一作者。

（生命科学与医学部 基础医学院、附属第一医院 中科院天然免疫与慢性疾病重点实验室 合肥微尺度物质科学研究中心 科研部）

# 中国科大发现介导 ILC3s 识别组织损伤的关键危险识别受体