

她在『极寒世界』里，捕捉量子计算的未来

(上接第 1 版)

经过数年的埋头苦干，2022 年，极低温强磁场量子输运和调控实验站成为装置首批试运行的实验站。实验站实现了 10 毫开尔文（-273.14℃）以下的极低温，最大磁场可达 12 特斯拉（约是地球磁场的 10 万倍量级）的强磁场，以及 3D 旋转的矢量磁场。这样的实验环境可使固态量子器件的量子态在调控过程中尽可能长时间保持稳定，保障量子信息不丢失。一时间，该实验站成为国际前沿固态量子计算实验研究的重要平台。

实验平台是“利器”，有拿手绝活儿才更具有竞争力。沈洁团队的绝活儿，是专注“半导体－超导”复合系统，开展量子器件的精密调控与测量，将科学家送上门的“宝贝材料”变成低功耗、高效能的新型量子学器件。

练绝活儿的过程并不轻松。测量、调控、加工……一个材料需要数十乃至上百道工序，同时还要攻克加工过程中量子性能退化的难题。不过，一旦工艺路线走通了，他们就可以像“搭乐高”一样，将其搭成具有独特性能的器件。而这需要大量的时间和经验的积累。

2023 年，实验站诞生了第一个重量级成果。沈洁联合物理所理论组，制备出新型拓扑材料 Ta₃Pd₃Te₃，并对其进行调控测量，发现它具有独特的“Luttinger 液体”行为——性质稳定、可延展、可调节。

发现新材料是第一步，接下来是认识其物理性质。团队利用拓扑材料 Ta₃Pd₃Te₃ 的边缘态和超导电极构建了一种新型的约瑟夫森二极管，后者具有磁场小、效率高、功率低和在微波环境下相对稳定性的优势。此外，这类机制的约瑟夫森二极管可与尖端光刻技术兼容，并集成到大规模超导量子电路中，使超导电子学具有巨大的应用价值。

所有努力的最终目标，是做出实用的器件。近日，沈洁带领团队利用拓扑材料 Ta₃Pd₃Te₃ 具有的“Luttinger 液体”新颖特性，成功研制出一种适用于宽温区测量的电阻温度计，并将其命名为“拓扑温度计”，为拓扑材料走向实际应用提供了一个具有前景的方向。

完成了这一系列工作，沈洁团队不仅建立了 Ta₃Pd₃Te₃ 拓扑量子材料的研究体系，更打通了从材料生长到物性表征，再到器件应用的全链条研究路径。

“拓扑量子计算是我们的大目标，通过‘玩’一些新量子器件构型，寻找突然一现的‘灵感’。”沈洁说。

如今，众多科学家纷纷找到沈洁团队，希望能解决一些“极端”的需求。实验站已与国内外 90 余家科研机构合作，产出了一批发表于《自然》《科学》等顶刊的成果，成为我国开展量子前沿研究和国际合作的关键基地。

追求“内啡肽”

回到沈洁选择科研的起点——2013 年初春，对中国科学界而言，最重要的事件无疑是首次实现了“量子反常霍尔效应”。物理学家、诺贝尔奖得主杨振宁称赞该成果为“第一次从中国实验室里发表的诺贝尔奖级的物理学论文”。

在铺天盖地的新闻报道中，夹杂着一张并不引人注目的照片。照片中有 6 名博士生，他们是这一成果发现的青年主力军代表。作为这篇论文的第一作者之一，娃娃脸的沈洁蹲在最后一排，开心地笑着。

彼时，她是物理所五年级博士生。在这一成果诞生之前，由于长时间没有出重要成果，她一度怀疑“自己是否适合做科研”，甚至开始找其他行业的工作机会。“这个工作对我影响很大，论文发表后，我有了信心，觉得似乎可以尝试一下做科研。”沈洁决定，博士毕业后，前往美国耶鲁大学从事博士后研究工作。

至今 13 年过去了，沈洁已经成长成为一名优秀的青年科学家。回忆起这段经历，她总结道，这些年来在选题、科学上的直觉，深受这一研究的影响，“与顶尖的科学家一起工作，让我知道了最好的科学研究是什么样子的”。

“做学生时就能参与到这样的工作中是很幸运的，因为它太重要了。”沈洁充满感恩地说。

这种在重要科学研究历程中被浸润的“科研态度”和“科学品味”，也被沈洁带到了学生培养中。“沈老师支持我们参加领域内的顶尖学术会议，鼓励我们与世界各地的优秀科学家交流，了解他们的研究目标和思路，学习他们是如何做科研的。”物理所博士后王安琪对《中国科学报》说。

更重要的是，在沈洁心中，这一研究是个“标杆”，她希望能做出像它一样重要的工作。

“拓扑量子比特的重要性可与其比肩。”沈洁说，拓扑量子比特通过利用微观粒子的拓扑性质来保护量子信息，是实现大规模、实用化通用量子计算的理想路径之一。实现拓扑量子比特的突破，将具有革命性意义。她希望团队能做出引领性的工作。

但越往前走，瓶颈就越难突破。沈洁直言，必须投入足够多的时间去思考，要有“坐冷板凳”的定力，才能取得真正意义上的重大突破。沈洁坦承，为此，过去喜欢的旅游等兴趣爱好已经被搁置了。比起多巴胺带来的即时快乐，每成功完成一次测量、得到一个漂亮的数据所激发的内啡肽，能带给她更持久的愉悦感。

“我很幸运，量子科技既是我的兴趣，也是国家需求和科学前沿，三者完美地结合在了一起。”沈洁说。

大型研究首次发现边缘型人格障碍遗传线索

本报讯 研究人员首次找到了与边缘型人格障碍(BPD)相关的遗传风险因素。这项 7 月 20 日发表于《自然－遗传学》的成果是迄今针对这种疾病的规模最大的全基因组关联研究(GWAS)。它在人类基因组中确定了 11 个相关位点，并在这些区域或附近找到了 9 个与 BPD 有关的基因。

在西方国家，约 2% 的人患有 BPD，女性患病的可能性为男性的 3 倍。遗传和环境风险因素均会增加患 BPD 的风险。

论文共同作者、德国曼海姆中央精神卫生研究所的 Fabian Streit 表示：“从精神病学角度来看，针对 BPD 的研究一直十分匮乏。”此前仅发表过一项针对该病的 GWAS，且并未找到任何具有显著相关性的基因变异。

“此前几乎没有针对该病的大规模研究，这项成果实现了跨越式突破。”英国爱丁堡大学的 Andrew McIntosh 表示，新发现证实，“遗传分析手段在研究这种疾病方面取得了丰硕成果，就像它在此前针对精神分裂症、抑郁症、双相情感障碍等疾病的研究中所表现的

那样”。

BPD 的诊断基于长期的情绪不稳定、认知与感知扭曲，以及不稳定的人际相处模式。患者常经历急性危机期，有时需入院治疗。这些因素大幅提升了招募 BPD 受试者的难度。

在这项研究中，Streit 团队整合了 27 项研究的数据，这些研究招募了 BPD 患者或分析了生物样本库中的基因与健康档案。所有受试者均为欧洲血统。

研究团队首先对两组人群的 600 多万个遗传标记进行了分析：一组为 12339 名 BPD 患者，另一组为 100 多万名健康参与者。研究筛选出基因组中 6 个包含与 BPD 相关的基因变异的位点。这些变异在另一项重复验证实验中仍然很显著，分析对象则包括了 685 名 BPD 患者和 107750 名非 BPD 患者。

研究人员合并两组分析数据后，又发现了 5 个与 BPD 存在关联的基因组位点。McIntosh 指出：“这 5 处基因变异仍需通过独立研究加以验证。”

Streit 团队测算得出，新发现的基因变异仅

能解释约 17% 的 BPD 遗传风险。这意味着“遗传因素对这种疾病的影响非常显著，但它永远无法解释全部发病成因”。

过往的家族与双胞胎研究显示，BPD 的遗传率在 46% 至 69% 之间。Streit 称，此项发现与其他精神疾病的 GWAS 结果一致。

美国密歇根州立大学东兰辛分校的 Ted Schwaba 表示，考虑到准确诊断 BPD 非常困难，以及各类人格障碍病症的重叠度很高，这项研究成果令人惊喜。

Schwaba 同时指出：“单一基因变异的影响微乎其微。即便你的 BPD 遗传风险评分很高，也无法仅凭该分数进行个体患病情况的预测。”

研究发现，部分与 BPD 相关的基因变异，同样会提升抑郁症、反社会行为、注意缺陷多动障碍等精神及发育类疾病的患病风险。其中，BPD 与创伤后应激障碍的遗传关联度最高。Schwaba 解释说：“创伤经历、自我认同障碍、伴随 BPD 的身份认知紊乱之间存在内在关联。”



山羊用撞头来确立统治地位、玩耍或探索环境。

科学此刻

山羊撞头 大脑受损

近日，研究人员在爱撞头的 1 岁山羊身上发现了神经退行性变化的早期迹象。这表明，山羊有望成为研究人类头部损伤与神经退行性变化联系的动物模型。相关成果公布于预印本平台 bioRxiv。

山羊通过撞头来决定谁是羊群里的老大，这也是它们玩耍或探索新事物的方式。因此人们常认为，山羊的头骨形状和强壮的颈部肌肉能使头部免受伤害。而上述研究挑战了这一假设。

“这项研究得出的结论相当有说服力。”美国宾夕法尼亚大学的 Ramon Diaz-Arrastia 说，研究人员一直用大鼠和小鼠作为研究脑损伤的动物模型，但啮齿动物大脑和人类差异很大，这可能是临床前发现难以转化为人体试验的部分原因。

美国阿拉巴马大学的 Nicole Ackermans 于 2022 年首次在撞头的野生动物中发现了神经退行性变化的迹象，如死亡的磨牛大脑含有异常的 tau 蛋白。在人类中，这些缠结的 tau 蛋白与阿尔茨海默病等神经退行性疾病相关，并可能在头部受伤后形成。这引起了 Ackermans 的注意，但追踪野生动物的损伤随时间的累积不太可行。这时，山羊进入了她的视野。

Ackermans 团队从农场获得了 3 只 6 个月大的公山羊，并将它们转移到附近一所农学院。在那里，研究人员用摄像头记录了山羊 6 个月的撞头行为。每个月，研究人员都

会采集它们的血液、唾液和脑液样本，寻找脑损伤的生物标志物。在研究开始和结束时，他们用正电子发射断层扫描－磁共振成像系统对山羊大脑进行了扫描，以确定结构性损伤情况。

在 6 个月里，3 只山羊每天共撞头 227 次。研究结束时，这些约 1 岁的山羊未出现大规模脑损伤，在走简单的迷宫时也没有出现记忆障碍。然而，它们似乎累积了轻微脑损伤。一些生物标志物，特别是胶质纤维酸性蛋白(GFAP)——一种大脑免疫细胞在应对损伤或疾病时释放的蛋白质，超过了健康个体的水平。团队对山羊实施了安乐死并检查它们的大脑，从中发现了异常的 tau 蛋白以及活跃的免疫细胞，这是一种典型的损伤

反应。但在两只更年轻的山羊大脑中并没有异常 tau 蛋白。

Ackermans 说，目前尚不清楚这些标志物能否在不同物种间进行直接比较，但看起来确实“产生了一些创伤”。对如此年轻的动物而言，只有轻微影响是说得通的。不过，就像随着积累，经常遭受头部撞击的运动员的损伤越来越多，并且认知影响在晚年才显现出来一样，这些山羊受到的损伤也会随时间积累。

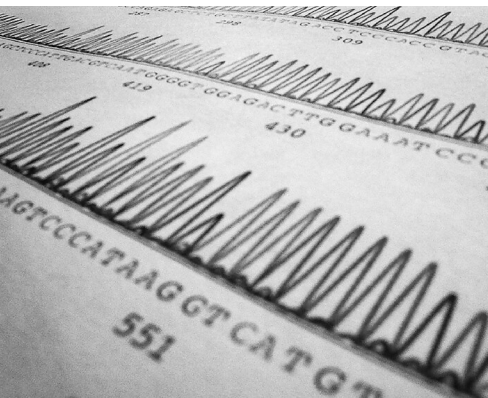
英国哈珀亚当斯大学的 Holly Vickery 表示，那些可以养到十几岁的奶山羊和种山羊，并未出现类似痴呆症的症状。而它们撞头的频率可能不如研究中的山羊。

Ackermans 说，找到山羊脑损伤发展为全面神经退行性疾病的“临界点”是她下的一个目标。是撞头 10 万次吗，还是必须撞得非常用力，回答这些问题有助于揭示脑损伤在人体中如何发展为疾病。

与啮齿动物不同，山羊天然表达 tau 蛋白和 β-淀粉样蛋白等，后者是人类神经退行性变化的另一个关键因素。此外，山羊大脑褶皱结构更接近人类。Diaz-Arrastia 说，较大、有褶皱的大脑受到撞击的影响，与较小、较光滑的啮齿动物大脑不同。而且山羊会自我损伤，研究人员无需通过诱导产生伤害。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.64898/2026.06.26.734585>

图片来源:TAVIPHOTO/ISTOCK



对比患者与健康人群的基因组，可确定与疾病相关的基因变异。图片来源:Gregory Adams

Streit 说，后续需要深入开展更细致的生物学研究，挖掘背后的潜在机制。
(李木子)
相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41588-026-02654-3>

科学家可能发现 双星超新星系统

本报讯 研究人员可能探测到了那颗爆发并形成 IC 443(又称“水母星云”)的恒星的伴星残骸。这是首个两颗恒星均经历过超新星爆发事件的双星系统。相关研究结果 7 月 21 日发表于《自然－通讯》。

超新星遗迹是恒星爆发后留下的膨胀的碎片云。尽管在银河系中已知有数百个此类遗迹，但要确定它们之间的关系却很困难，特别是在银河系中恒星密集的区域。IC 443 是一个研究较为深入的案例，该超新星遗迹位于双子座，距离地球约 6000 光年。它紧邻其他天体结构，且位于一团复杂的气体和尘埃云之中，这使得对其周边区域的研究十分困难。

在这项研究中，美国斯坦福大学的 Miltiadis Michailidis 和同事将费米大面积望远镜 16 年的伽马射线观测数据，与 eROSITA X 射线数据以及互补的多波段数据结合起来。利用这些数据，研究人员证实了新近发现的超新星遗迹 G189.6+3.3 与 IC 443 处于相同的物理环境中，这表明两者彼此邻近，且与地球的距离大致相当。

统计分析和对这些测量结果进行的验证表明，这种配置基本不可能是偶然的排列，表明形成这些超新星遗迹的两颗恒星是在双星系统中共同诞生的。

科学家认为，这一发现有望提供对超新星和双星系统的新见解。
(赵熙熙)
相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41467-026-74978-x>

解读 123 亿年前宇宙的“加密电报”

(上接第 1 版)

此外，他们还发现这个星系身处一个“过密区域”，周围环绕着许多伴星系，如同宇宙城市群中的核心。“这个结构很像宇宙早期电离泡泡里的过密区。”朱帅儒说，“这是一个非常好的样本，让我们去了解星系环境对电离光子逃逸有什么影响。”这为后续研究打开了一扇新窗口。

而这项发现的意义更指向未来。郑振亚还有另一重身份——中国空间站巡天空间望远镜(CSST)上多通道成像仪(MCI)载荷的责任科学家。这台望远镜，正是中国人自己的“太空之眼”。

郑振亚从 2018 年开始就深度参与这一项目。“我们上海天文台跟中国科学院上海技术物理研究所一起，负责 CSST 首批 5 个主要载荷中的两个。我这边负责 MCI，我们台另一位老师负责积分视场光谱仪。”他介绍道，这个望远镜从 2013 年正式立项，而他加入至今已经 8 年多。

谈及参与研制的感受，郑振亚表示，这是一个极具挑战性的过程。“载荷的研制涉及光学设计、探测器选型、结构热控、电子学等多个环节，每个环节都需要反复论证和测试。”他提到，MCI 在紫外波段的观测能力是这项研究的关键，“因为莱曼连续辐射本身就在紫外波段，我们希望在 CSST 上把紫外深场巡天的能力做到全世界最优”。

这台设备的巡天相机视场是 HST 的 300 倍。“哈勃在天上运行了 30 多年，只看了全天约 1% 的天区。CSST 上线之后 10 年内能看到 40% 的天区。在空间光学和近紫外波段，我们更有优势。”郑振亚说，“我们希望在 CSST 上开展更深入的紫外波段研究，肯定会发现更多这类星系。所以红移的纪录、样本的数量，很可能就在我们自己的望远镜上取得重大突破。”

“这一类源非常稀少，高红移处可能只有十几个。但未来有了 CSST 这样大视场的紫外巡天，我们就有可能从个例推进到大样本统计，真正回答宇宙再电离到底是由哪类星系驱动的。”朱帅儒也表达了相似的想法。

123 亿年前那个星系发出的电离光子，经历漫长的宇宙旅途终于抵达了地球。而人类才刚刚开始读懂它带来的信息。未来，当 CSST 升空之后，更多“加密电报”将被发现，宇宙黎明的那层薄雾终将散开。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ae75e1>