

科学家发现多拓扑荷特性“磁束子”

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/14988.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

近日，中国科学院合肥物质科学研究院强磁场科学中心联合安徽大学、美国新罕布什尔大学，在拓扑磁结构及其电流操控研究中取得重要进展，理论和实验上首次发现多拓扑荷特性“磁束子”，将拓扑磁电子学研究对象从单位拓扑荷扩展到多拓扑荷，揭示了磁性材料中拓扑磁结构的多样性，为未来开发多态存储、逻辑及信息处理器件提供了新的数据载体研究对象，有望开辟拓扑磁电子学研究新领域。相关研究成果以Skyrmion bundles and their current-driven dynamics（《磁束子及其电流驱动动力学》）为题，发表在Nature Nanotechnology上。

数据存储是信息社会发展的重要基石。以硬盘为代表的磁存储器件的存储速度、密度和能耗均趋于功能极限。因此，寻找新型磁性材料及磁结构，构筑高速度、高密度、低能耗磁存储器件是信息领域发展的重要需求。2009年，科学家在手性磁性材料中发现了磁斯格明子（Magnetic skyrmion）的纳米尺度磁结构。与传统磁畴相比，磁斯格明子的磁矩呈涡旋状排列可以产生单位磁性拓扑荷及层展电磁场，从而电子和磁斯格明子具有强自旋-电子相互作用。一方面，当电子通过斯格明子时，层展电磁场会对电子产生作用，使电子运动方向发生变化，产生拓扑霍尔效应；另一方面，电子对斯格明子通过自旋力矩作用，可以有效推动斯格明子运动。后续，科研人员在磁性材料中又发现了磁麦韧、磁泡斯格明子、磁浮子、磁霍普夫子等拓扑磁结构。这些磁结构具有与斯格明子类似的特性，具有强自旋-电子耦合特性，表现出作为新型数据载体构建新一代高性能自旋电子学器件的潜力。对于这些拓扑磁结构的深入研究，逐渐形成了当前自旋电子学的重要研究分支——拓扑磁电子学。

拓扑磁电子学研究的核心科学问题是拓扑磁结构的产生和操控。然而，传统拓扑磁结构的拓扑荷多是单位拓扑荷（0或 ± 1 ）。尽管已有“磁斯格明子袋”（Skyrmion bag）和“多拓扑态磁涡旋”等多拓扑态磁结构理论提出，但从未在实验上进行证实。合作团队首先通过三维微磁学计算模拟提出了一种由中间层“磁斯格明子袋”与表面层“多拓扑态磁涡旋”结合的三维多拓扑态磁结构。考虑其构型类似于超导重超导涡旋束，这种磁结构被命名为“磁斯格明子束子”（Skyrmion Bundles），简称“磁束子”。

研究团队利用聚焦离子束微纳加工技术制备纳米条带器件，通过零磁场对斯格明子和螺旋磁畴混合态反转磁场的方法，在实验上实现了新型“磁束子”拓扑磁结构。利用洛伦兹透射电子显微镜原位磁结构观测及调控技术，研究团队在这一磁结构中首次观察到具有不同磁拓扑荷的“磁束子”，并在此基础上探索了纳秒脉冲电流驱动下“磁束子”的运动行为。结果表明，多拓扑荷“磁束子”具有粒子行为，能够作为一个整体在电流驱动下运动，且其运动轨迹与拓扑荷符号密切相关。

研究工作得到国家自然科学基金、国家重点研发计划、中科院科研仪器设备研制项目、中科院前

沿科学重点研究计划、中科院青年创新促进会和强磁场安徽省实验室等的支持。

[论文链接](#)

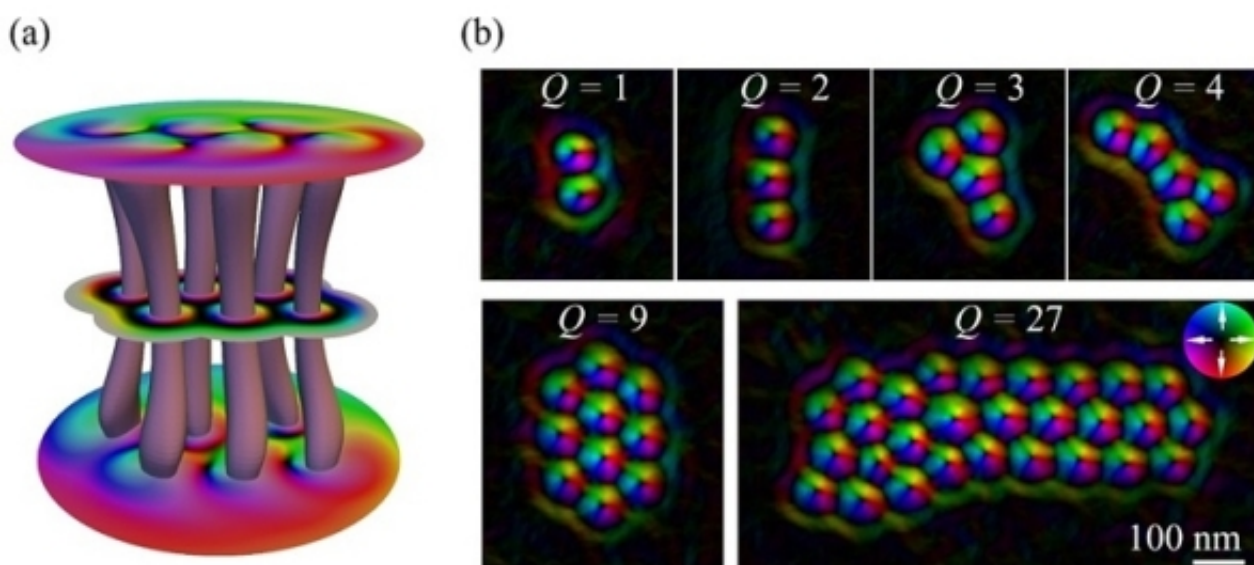


图1 (a) 磁束子三维磁结构示意图；(b) 磁束子磁的洛伦兹电镜观测

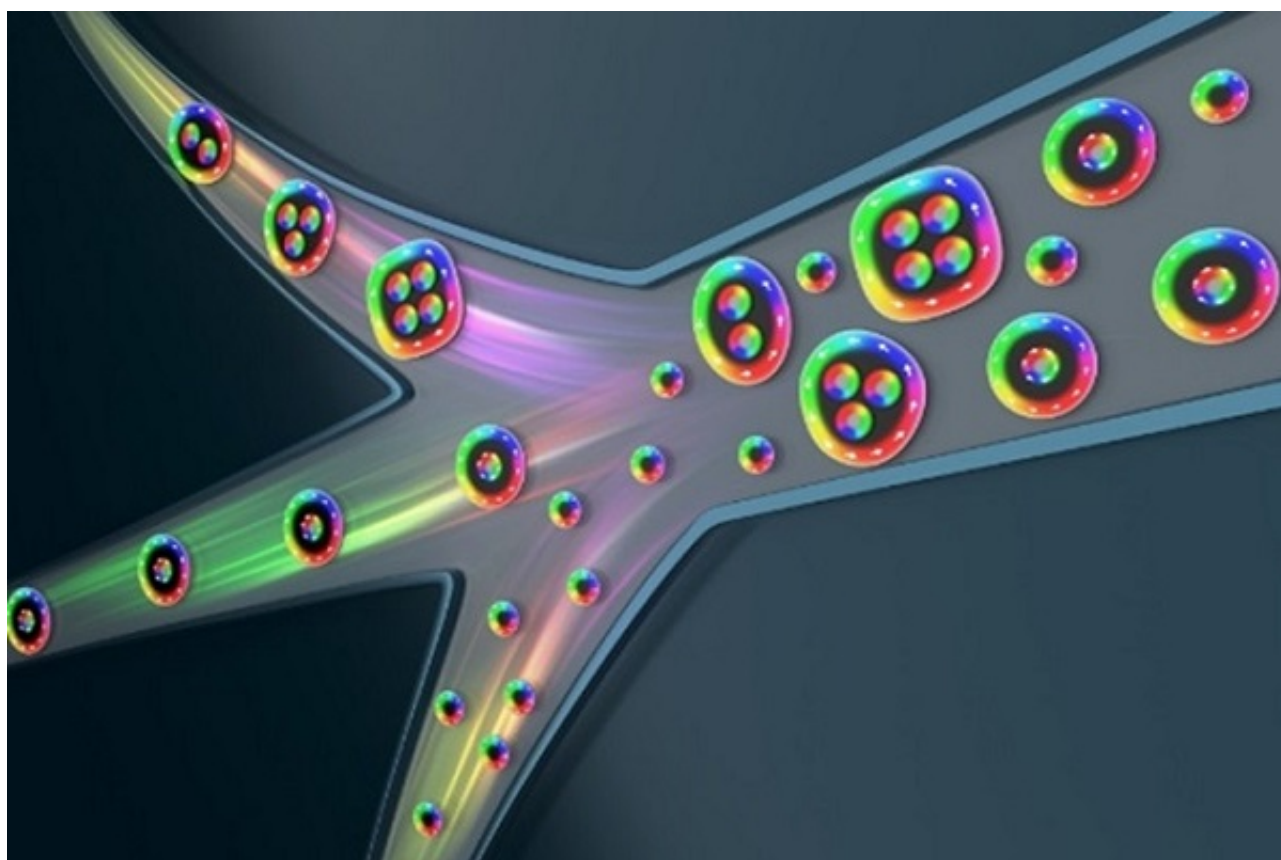


图2 “磁束子”在电流作用下运动及其自旋电子学器件概念图

研究团队单位：合肥物质科学研究院

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发