

---

# 科学家构筑出基于纳米石墨烯的自旋-1/2反铁磁海森堡链

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/32146.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！*

科学家构筑出基于纳米石墨烯的自旋-1/2反铁磁海森堡链。

石墨烯纳米结构中未配对的p

电子产生的磁性具有弱自旋轨道耦合、长自旋相干时间和相干长度等特点，在自旋电子学和量子计算中具有潜在的应用价值。原子级精准设计调控纳米石墨烯链中自旋耦合的强度和方式，能够实现多种磁基态构筑。通常，纳米石墨烯的磁性通过锯齿型边界等非凯库勒结构产生，其反应活性高，合成难度大。2021年，基于三角烯的自旋-1反铁磁链通过表面在位化学反应方法合成。但是，由于缺乏合适的构筑单元及高效的聚合反应策略，其他磁基态的纳米石墨烯链的合成仍面临挑战。其中，自旋-1/2反铁磁海森堡链作为最基础的磁相互作用量子模型，其实验构筑有望为量子模拟与量子计算等研究提供平台。

中国科学院院士、物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心研究员高鸿钧带领的联合研究团队，对自旋-1/2反铁磁海森堡链构筑及其自旋态调控开展了研究。该研究发展了全新的表面合成策略，利用氮杂原子邻位碳氢活化反应构筑出纳米石墨烯链状聚合物。研究运用化学键分辨的非接触式原子力显微镜，对这一聚合物链的化学结构进行成像，并结合其端基结构阐明了反应机制。该聚合物各单元中心的二氮掺杂与基底间发生电荷转移，生成 $S=1/2$ 净自旋。这些自旋相互耦合表现出与链长奇偶性相关的磁基态。研究通过测量非弹性隧穿谱，在具有偶数个单元的聚合物链上发现了自旋激发，而在具有奇数个单元的聚合物链上发现了强度调制的近藤共振。基于自旋-1/2反铁磁海森堡模型的计算模拟显示，偶数聚合物链的磁基态为自旋单重态，其费米面附近表现为相对于零偏压对称的自旋激发信号，而奇数聚合物链的磁基态为自旋双重态，其净自旋主要分布在聚合物的奇数单元上，因此，其奇数单元上出现近藤共振，而偶数单元仅表现为自旋激发。随着链长增加，实验观测到的自旋激发能隙呈指数级衰减。这一现象与理论模型中无限长链上的零能隙自旋激发相吻合。

上述研究创造性地利用碳氢活化反应构筑出纳米石墨烯聚合物链，通过氮掺杂引入磁性发现其自旋量子态的奇偶效应以及可能存在的零能隙自旋激发。这是在国际上首次构筑出基于纳米石墨烯的自旋-1/2反铁磁海森堡链，为未来有机纳米自旋电子学的应用奠定了基础，并为量子模拟和量子计算等研究提供了平台。

相关研究成果以Building spin-1/2 antiferromagnetic Heisenberg chains with diaza-nanographenes为题，发表在《自然-合成》(Nature Synthesis)

---

)上。研究工作得到国家自然科学基金、国家重点研发计划和中国科学院相关项目的支持。

[论文链接](#)

基于氮掺杂纳米石墨烯的自旋-1/2反铁磁海森堡链的构筑及其自旋态调控

研究团队单位：物理研究所

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](http://www.iikx.com)转发