

---

# 科学家发现镍基高温超导机制的实验证据

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/39835.html>

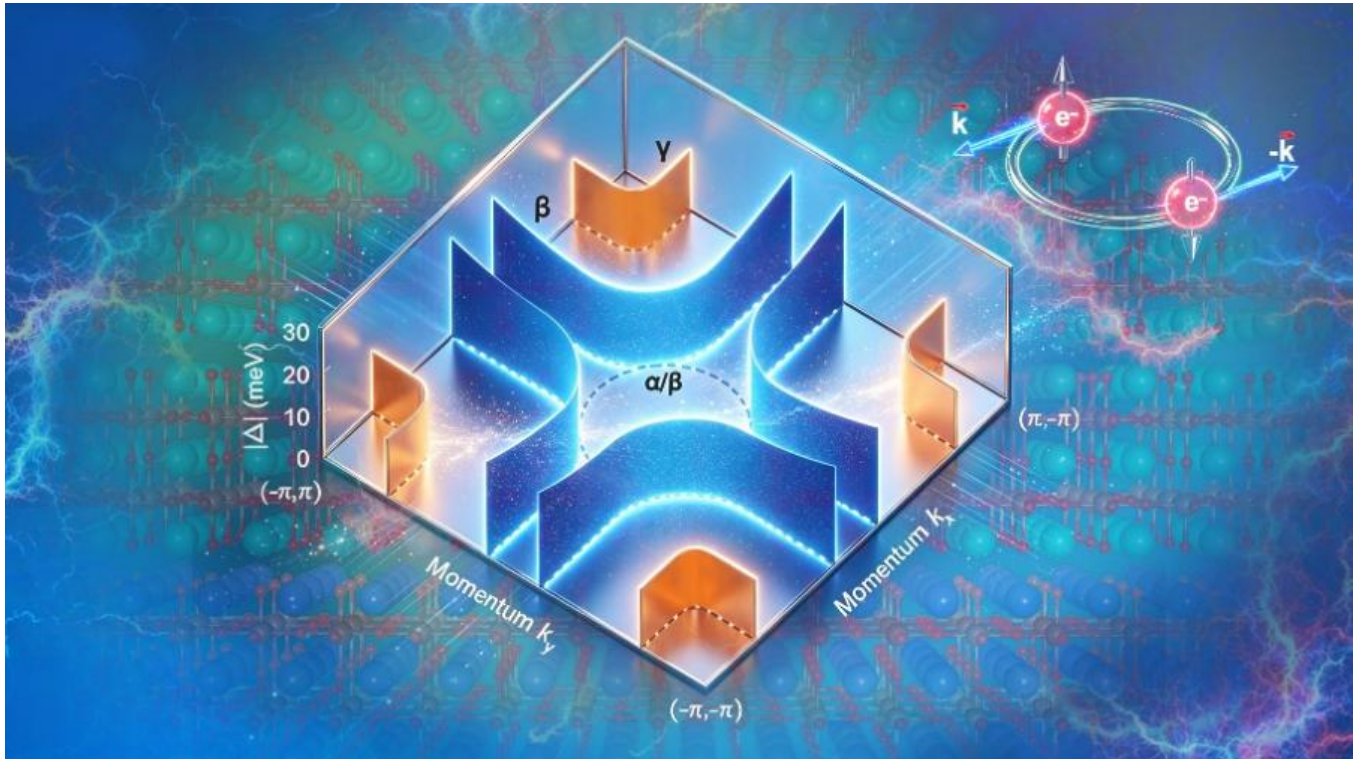
*本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！*

**科学家发现镍基高温超导机制的实验证据。** 高温超导机理是凝聚态物理领域的世纪难题。近日，中国科学技术大学（以下简称中国科大）教授何俊峰研究组与南方科技大学薛其坤院士、陈卓昱副教授研究组合作，在新型镍基高温超导的机理研究中取得重大突破：首次在Ruddlesden-Popper相双层镍氧化物高温超导薄膜中直接观测到无节点超导能隙并发现电子-玻色子耦合，为镍基高温超导机制的两个核心问题超导能隙对称性和超导配对机制提供了关键实验证据。相关成果5月21日发表于国际学术期刊《科学》。

超导现象自1911年被发现以来，因其极限电磁性能，成为国际科学界的一个重要研究方向。传统超导体的超导转变温度非常低，极大地限制其应用场景。因此，探索高温超导材料、理解高温超导机理成为国际超导研究的关键科学问题。超导发现之后的一个世纪，铜基和铁基两类高温超导材料被发现；然而，由于高温超导机理复杂，经过几十年的探索仍未破解。近期，镍基高温超导的出现，为理解高温超导机理提供了新的机遇。因此，率先获得镍基高温超导机制的关键实验证据成为全球科学家的最新竞技场。

在前期研究中，薛其坤、陈卓昱研究组在镍氧化物薄膜中实现了常压高温超导，为探测镍基高温超导电子结构提供了重要的材料窗口。在本项目研究中，南方科技大学团队负责优化高温超导薄膜生长，获得高质量样品。针对薄膜容易丢失氧进而失去超导的技术卡点，中国科大团队牵头、双方联合研发了基于液氮的超高真空低温淬火与样品传输新技术，成功实现样品从深圳到合肥的超高真空全冷链传输。最终，运用中国科大团队研制的高分辨率激光角分辨光电子能谱成功实现对高温超导薄膜样品的关键电子结构探测，并结合上海同步辐射光源形成完备测量。此项电子结构测量结果在Ruddlesden-Popper相双层镍氧化物高温超导薄膜中揭示了无节点超导能隙和电子-玻色子耦合现象，为超导能隙对称性和超导配对机制这两个高温超导核心问题的理解提供了关键实验证据。

在高温超导研究中，国际公认超导能隙对称性对于高温超导机制的理解具有里程碑意义。因此，在新型镍基高温超导中探索超导能隙对称性成为当前国际高温超导研究的最前沿。具体而言，超导能隙在动量空间中是否有节点（超导能隙大小为0的点），是揭示超导能隙对称性的一个关键指标。研究团队针对Ruddlesden-Popper相双层镍氧化物(La,Pr,Sm) $3\text{Ni}_2\text{O}_7$ 超导薄膜展开电子结构测量，利用高分辨率的激光角分辨光电子能谱观测到超导准粒子相干峰，并进一步揭示超导能隙大小及其动量依赖，发现在材料整个动量空间（布里渊区）中没有能隙节点。这一实验结果与d波节点能隙不同，与s波（ $s_{\pm}$ ）超导能隙对称性更为符合。



无节点超导能隙示意图 中国科大供图

在高温超导中，电子配对是形成超导的关键一步。理解电子如何配对也是解决高温超导机制的一个核心问题。理论认为，本应当相互排斥的两个电子可能以某种玻色子为媒介（胶水），通过电子-玻色子耦合实现配对。研究团队通过对Ruddlesden-Popper相双层镍氧化物(La,Pr,Sm) $3\text{Ni}_2\text{O}_7$ 超导薄膜电子结构测量，在电子能带色散中发现了费米能级以下~70 meV处的能带扭折，这是电子-玻色子耦合的典型谱学特征。通过定量分析，研究团队确认了电子-玻色子耦合的存在。值得强调的是：类似的电子-玻色子耦合在铜基高温超导中也存在。因此，这一现象在镍基高温超导中的发现展现出重要的普适性，对理解高温超导电子配对机制提供了关键实验证据。

中国科大博士研究生沈建昌、缪宇、欧志鹏，南方科技大学副研究员周广迪、助理研究员李鹏为论文共同第一作者；何俊峰、薛其坤和陈卓昱为论文共同通讯作者；中国科大为论文第一单位。该研究得到科技部、教育部、国家自然科学基金委员会等项目支持。（来源：中国科学报 陈欢欢）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1126/science.adw8329>

作者：何俊峰等 来源：《科学》

---

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