

---

# 研究实现原位溶液磁共振谱测量

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/24649.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！*

**研究实现原位溶液磁共振谱测量。**中国科学技术大学中国科学院微观磁共振重点实验室杜江峰院士、石发展教授、孔飞特任研究员等人在量子精密测量领域取得重要进展，利用单个纳米金刚石内部的氮-空位（NV）色心进行量子传感，克服颗粒随机转动问题，在原位条件下探测到溶液中顺磁离子的磁共振谱。该项研究成果日前发表于《自然-通讯》。

在生理原位条件下对分子进行探测解析，是生命科学领域的一个重要目标。只有在生理原位条件下对生物分子进行观察，才能获知其实现生理功能时的构象变化等信息，帮助解决细胞信号通路、药物靶点识别等重要问题。

磁共振技术兼容生理环境，可以进行原位的无损探测，也可以通过自旋标记等手段，从细胞内杂乱的背景信号中选择性地探测目标分子的共振谱，是最有可能实现生理原位探测的方法。传统磁共振谱仪所进行的是系综分子探测，而NV色心量子传感器可以在室温大气条件下对单分子进行磁共振检测，避免系综平均导致的单分子谱线特征缺失。此外，NV色心的载体是金刚石，它的性质稳定，也具有生物兼容性，因此近年来有不少研究将含有NV色心的荧光纳米金刚石用作细胞内的长寿命荧光标记。得益于其灵敏度高、生物兼容性好的特点，NV色心量子传感器非常适合用于生理原位的探测，利用纳米金刚石中的NV色心，有望实现细胞内的原位磁共振探测。

然而，在活细胞内追踪纳米金刚石运动的结果表明，它在细胞内部和细胞膜上都会随机转动，导致NV色心感受到的有效操控微波场强度发生随机变化，让当前通用的磁共振探测方式失效。

为解决这一问题，研究团队设计幅度调制序列，用这种序列会在NV色心上产生一系列等间隔的能级，间隔大小只由调制频率决定，与有效操控场强度无关。当NV色心的能级与被测目标的能级匹配时，便会发生共振，使NV色心的状态发生改变。通过扫描调制频率，便可以获取目标的磁共振谱，谱峰位置不再受NV色心的空间取向影响。

进一步地，在原位条件下，研究人员对纳米金刚石所处溶液环境中的离子进行顺磁共振谱测量。为模拟纳米金刚石在细胞内的运动，研究人员用长链分子将纳米金刚石拴在基底上，限制其平动范围，但保留转动自由度。这种纳米金刚石可以深入目标内部进行探测，实验中选定被测目标为氧钒离子溶液。当纳米金刚石存在转动时，难以对NV色心进行精确的量子操控，但应用幅度调制微序列，依然能够测得氧钒离子的零场顺磁共振谱。这一结果从原理上证明了用纳米金刚石中的NV色心实现细胞内生理原位磁共振探测是可行的。

研究人员介绍，此次研究中所探测的氧钒离子本身具有生物学功能，用运动的单个纳米金刚石所测到顺磁共振谱可分析获取氧钒离子的超精细常数，今后有可能用于推断氧钒离子所处的局域环

---

境。未来通过改善微波辐射结构效率、提升纳米金刚石性质等方法，将能进一步提升测量速度，将这一方法推向实际应用。

据悉，该研究团队此前已经实现固态环境单分子磁共振检测，通过技术提升，将检测条件放宽至水溶液环境，这项工作又进一步推进至原位环境，该方向系统性的研究成果逐步向着实现细胞原位的单分子尺度微观磁共振迈进。（来源：中国科学报 王敏）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-023-41903-5>

作者：杜江峰等 来源：《自然—通讯》

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