



面向世界科技前沿，面向国家重大需求，面向国民经济主战场，率先实现科学
国家创新人才高地，率先建成国家高水平科技智库，率先建设国际一流科研机

[首页](#) [组织机构](#) [科学研究](#) [成果转化](#) [人才教育](#) [学部与院士](#) [科学普及](#) [党建与科学](#)

[首页](#) > [科研进展](#)

物理所实现磁场对氢键无序-有序相变的调控

2019-07-16 来源：物理研究所

[【字体：大 中 小】](#)

氢键是一种以氢原子为媒介的化学键，广泛存在于气态、液态和固态物质中。在一些含有氢键的晶体中，随着温度的降低，热涨落被抑制动态无序到静态有序的相变，同时伴随着晶体结构和对称性的变化，并可能产生铁电或反铁电有序。通常，氢键无序-有序的相变过程对外加此，人们难以利用磁场来有效地调控氢键。近期，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心磁学国家重点实验室孙阳研究组在磁向取得进展，成功地在一类金属-有机框架材料中实现了磁场对氢键无序-有序相变的调控。

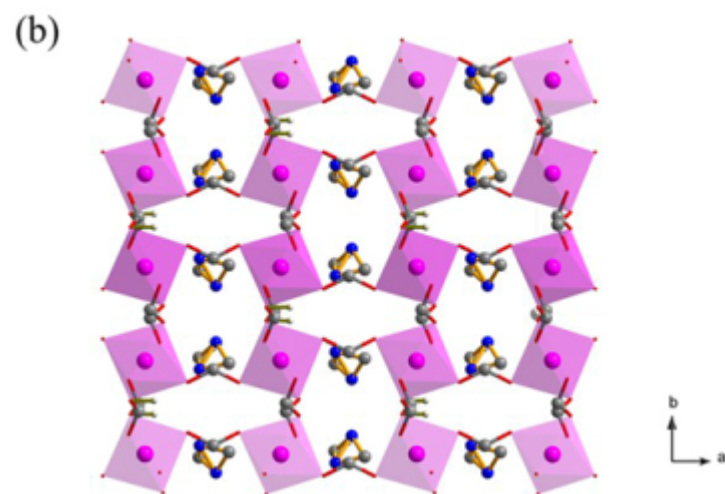
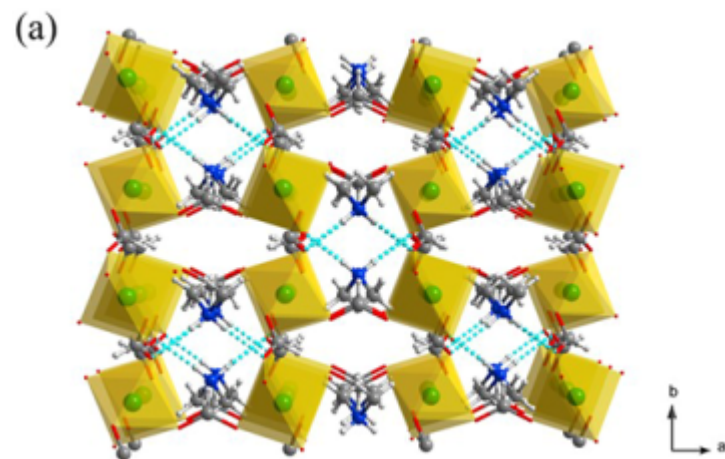
金属-有机框架（MOF）是一类无机-有机杂化材料，由金属离子与有机官能团相互链接，共同构筑长程有序的晶态结构。金属-有机框架催化、储氢、吸附、环保等多个领域具有重要应用而受到广泛关注。近年来，孙阳研究组开展了金属-有机框架的磁电性质的研究，取得了一

发现了金属-有机框架中磁化强度共振量子隧穿效应 [*Phys. Rev. Lett.* 112, 017202 (2014)]和共振量子磁电耦合效应 [*J. Am. Chem. Soc.* 136, 12111 (2014)]。率先报道了金属-有机框架中的磁电耦合效应 [*Sci. Rep.* 3, 2024 (2013); *Sci. Rep.* 4, 6062 (2014); *Phys. Status Solidi RRL* 9, 62 (2015)]等

在前期工作基础上，博士生马怡妮娜利用研究组自主研制的电容法热膨胀计精确测量了几种钙钛矿结构 ABX_3 金属-有机框架在磁场下的一些钙钛矿MOF中，A位的有机团簇与B位甲酸根中的氧原子形成氢键以稳定在框架中。在高温时，热涨落使得氢键处于动态无序的状态；随着温度降低，氢键集体发生无序-有序相变。通过热释电的测量，研究确定了氢键的有序分别在钙钛矿Fe-MOF和Co-MOF中诱导出反铁电和铁电有序。热膨胀测量显示，氢键的无序-有序过程伴随着晶格发生了显著的变化，导致了在相变处具有巨大的热膨胀系数，比传统的无机氧化物铁电体高一个数量级。施加一个磁场，氢键无序-有序的相变温度会发生明显的移动。对于低温下铁电有序的Co-MOF，外加磁场驱动氢键无序-有序相变温度向高温移动；对于反铁电有序的Fe-MOF，磁场驱动相变温度向低温移动。这些实验结果清晰地表明，磁场可以有效地调控金属-有机框架中的氢键无序-有序相变。该调控机制来源于磁性离子在外加磁场下通过磁弹性耦合产生局域的晶格畸变，该畸变使得氢键的平行取向（铁电有序）具有更低的能量，而反平行取向的能量更高。因此，在外加磁场下铁电有序相更加稳定，需要更高的热涨落来破坏氢键的有序。这一发现为磁场调控氢键提供了新的思路。

上述研究成果发表在 *Physical Review Letters* (122, 255701 (2019)) 上。该工作得到了国家自然科学基金、科技部和北京市等项目的支持。

[论文链接](#)



钙钛矿金属-有机框架 $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2]M(\text{HCOO})_3$ ($M = \text{Fe}, \text{Co}$)的晶体结构

上一篇： 版纳植物园发现胡蜂具有超长嗅觉记忆

下一篇： 合肥研究院研究发现具有内部输运丝的离轴锯齿



© 1996 - 2019 中国科学院 版权所有 京ICP备05002857号 京公网安备110402500047号

联系我们 地址：北京市三里河路52号 邮编：100864

