

物理研究所发现单相多铁性材料中的巨磁电耦合效应

多铁性是指铁电性、铁磁性、铁弹性等多种有序的共存。多铁性材料与磁电耦合效应蕴含着丰富的基础物理问题，具有重要的应用前景，是近年来凝聚态物理和材料科学的研究热点之一。多铁性材料分为复合材料和单相材料两类，复合材料的磁电耦合是利用界面效应实现的间接耦合，单相材料的磁电耦合是本征的体效应。人们已发现种类繁多的单相多铁性材料，已知的单相多铁性材料的磁电耦合效应（磁场控制电极化或者电场控制磁性）通常比较微弱，限制了单相多铁性材料在未来磁电子学器件中的应用，如何大幅度提高单相材料的磁电耦合效应成为该领域面临的重大挑战。近日，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家实验室（筹）研究员孙阳等在一种Y-型六角铁氧体 $\text{Ba}_{0.4}\text{Sr}_{1.6}\text{Mg}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ 中实现了巨大的磁电耦合效应，获得了高达33000ps/m的正磁电耦合系数和32000ps/m的逆磁电耦合系数，创造了单相材料磁电耦合效应的新世界记录。相关研究成果发表在Nature Communications上。

六角铁氧体是一类具有六角晶系的铁基氧化物，按照结构单元的不同，可进一步划分为M, W, X, Y, Z和U型六角铁氧体。由于存在多种磁性相互作用的竞争，在六角铁氧体中可以通过部分元素替换产生丰富的非共线螺旋磁结构。对一些特定的螺旋磁结构，非共线的自旋之间可以通过逆Dzyaloshinskii-Moriya相互作用产生宏观电极化，导致磁有序驱动的第二类多铁性与磁电耦合效应。在以往研究中，已在一些六角铁氧体中观察到较强的磁电耦合效应，但是，如何在六角铁氧体中进一步实现巨大的磁电耦合效应，缺乏清晰的认识和思路。为理解Y-

型六角铁氧体 $\text{Ba}_{0.4}\text{Sr}_{1.6}\text{Mg}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ 中巨磁电耦合效应的物理起源，科研人员合成出 $\text{Ba}_{2-x}\text{Sr}_x\text{Mg}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ (0.0 x 1.6) 一系列单晶样品，系统研究了其宏观磁性和磁电耦合效应随Sr含量的变化关系。同时，孙阳研究组与美国橡树岭国家实验室科研人员合作，利用中子散射技术详细研究了这一系列单晶样品的磁结构，给出了 $\text{Ba}_{2-x}\text{Sr}_x\text{Mg}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ 体系中圆锥状螺旋磁结构随Sr含量及外加磁场变化的相图。研究发现，六角铁氧体中磁电耦合效应的强度与自旋锥的对称性密切相关：当自旋锥的对称性从四重对称性降低到二重对称性时，在外加磁场驱动下自旋锥可以发生180度翻转；同时，自旋结构产生的电极化也会随之发生180度反向。通过元素替换调控磁各向异性使这一相变发生在零磁场附近，导致巨大的磁电耦合系数。该项研究获得了迄今为止单相材料中最大的正逆磁电耦合系数，也为如何提高多铁性六角铁氧体中的磁电耦合效应指明了方向。

研究工作得到了国家自然科学基金、科技部和中科院项目的支持。

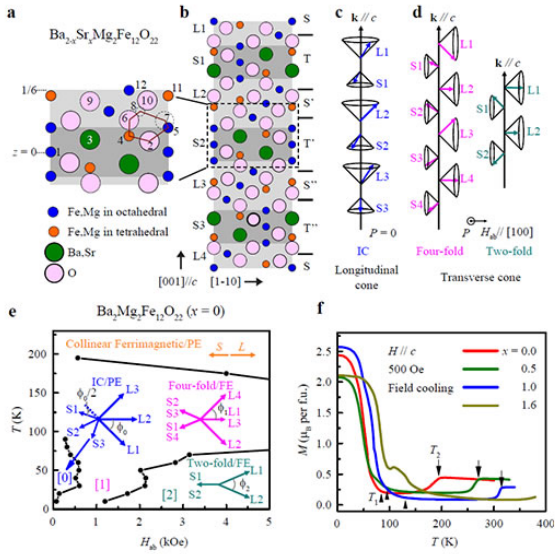


图1. 六角铁氧体 $Ba_{2-x}Sr_xMg_2Fe_{12}O_{22}$ 的晶体结构和磁性质。

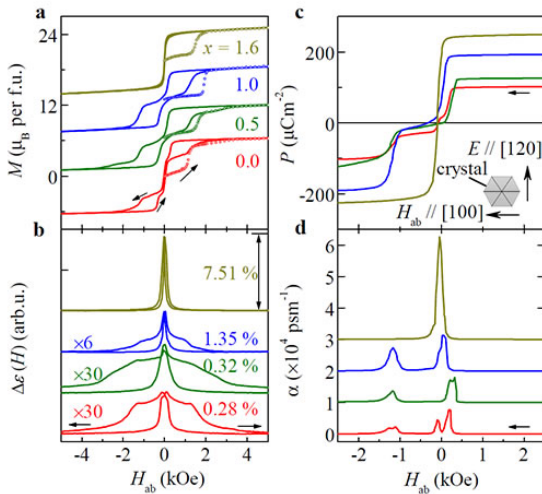


图2. 六角铁氧体 $Ba_{2-x}Sr_xMg_2Fe_{12}O_{22}$ 在10K下的正磁电耦合效应。

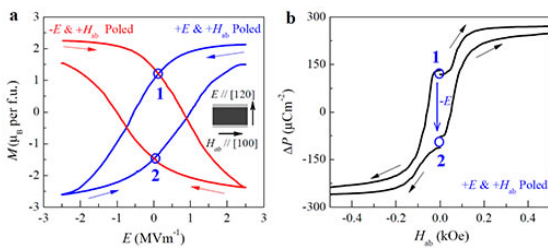


图3. 六角铁氧体 $Ba_{2-x}Sr_xMg_2Fe_{12}O_{22}$ ($x = 1.6$)在10K下的逆磁电耦合效应。

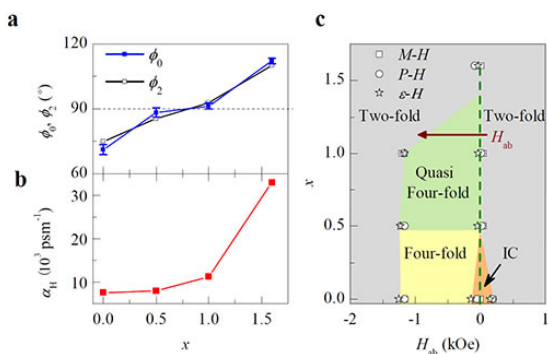


图4. 六角铁氧体中自旋锥对称性与磁电耦合系数的关系。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/116025.html>