
科学家发现天然石墨烯是一种全新的多铁材料

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/24622.html>

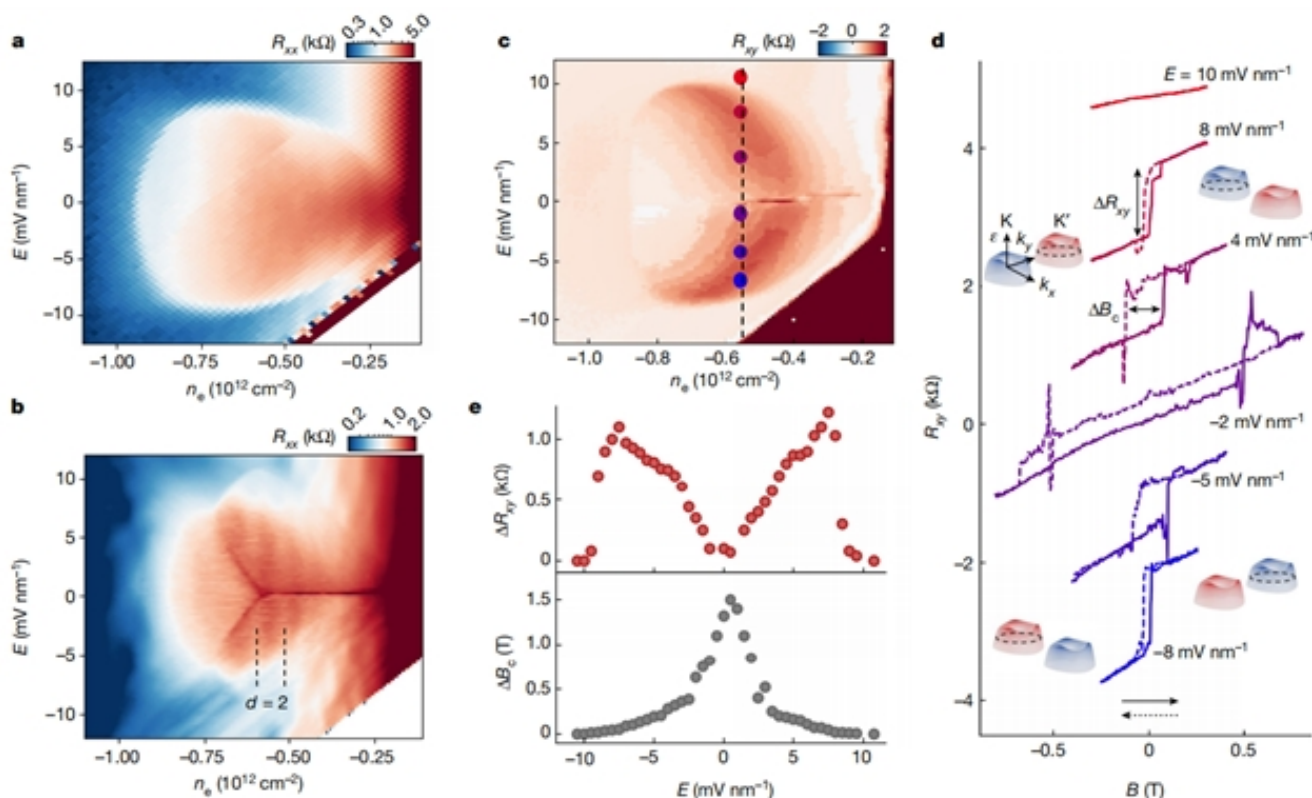
本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

科学家发现天然石墨烯是一种全新的多铁材料。2023年10月18日，美国麻省理工学院物理系巨龙课题组在Nature期刊上发表一项最新成果，题为Orbital multiferroicity in pentalayer rhombohedral graphene。研究发现菱方堆叠的五层石墨烯是一种多铁材料。它不但具有铁磁性，同时还有一种全新的铁性—铁谷性。不同于传统铁磁材料中电子自旋导致的磁性，这里的铁磁性和铁谷性均由电子的轨道运动导致，因此更容易被电场和磁场控制。

论文通讯作者是巨龙助理教授，第一作者是韩同航、路正光。合作者有美国哈佛大学Hongkun Park教授，Giovanni Scuri，Jiho Sung，Jue Wang；麻省理工学院Liang Fu教授；日本国立材料科学研究所Kenji Watanabe教授和Takashi Taniguchi教授。

材料的铁性指的是即使在不施加外场（电场、磁场、应力等）的情况下，某些性质依然具备特定取向的现象。目前发现的铁性包括铁磁性、铁电性、铁弹性等。举例来说，铁磁材料中电子的自旋可以在没有外加磁场时统一排列朝向同一方向，使得材料产生宏观的磁性。同时具有上述多种铁性的单相材料被称为多铁材料。铁性材料具备的特定取向可被当作信息存储的基本单元，因而多铁材料具备的多重铁性天然可以存储更多信息。多铁材料中的不同铁性之间如果产生耦合，将会为信息操纵和处理提供更多可能，有望实现低能耗和高效的信息处理。虽然具有广阔的应用前景，多铁材料却非常少见，寻找新的铁性，新的多铁材料，更强的多铁耦合，是凝聚态物理中的一个重要方向。

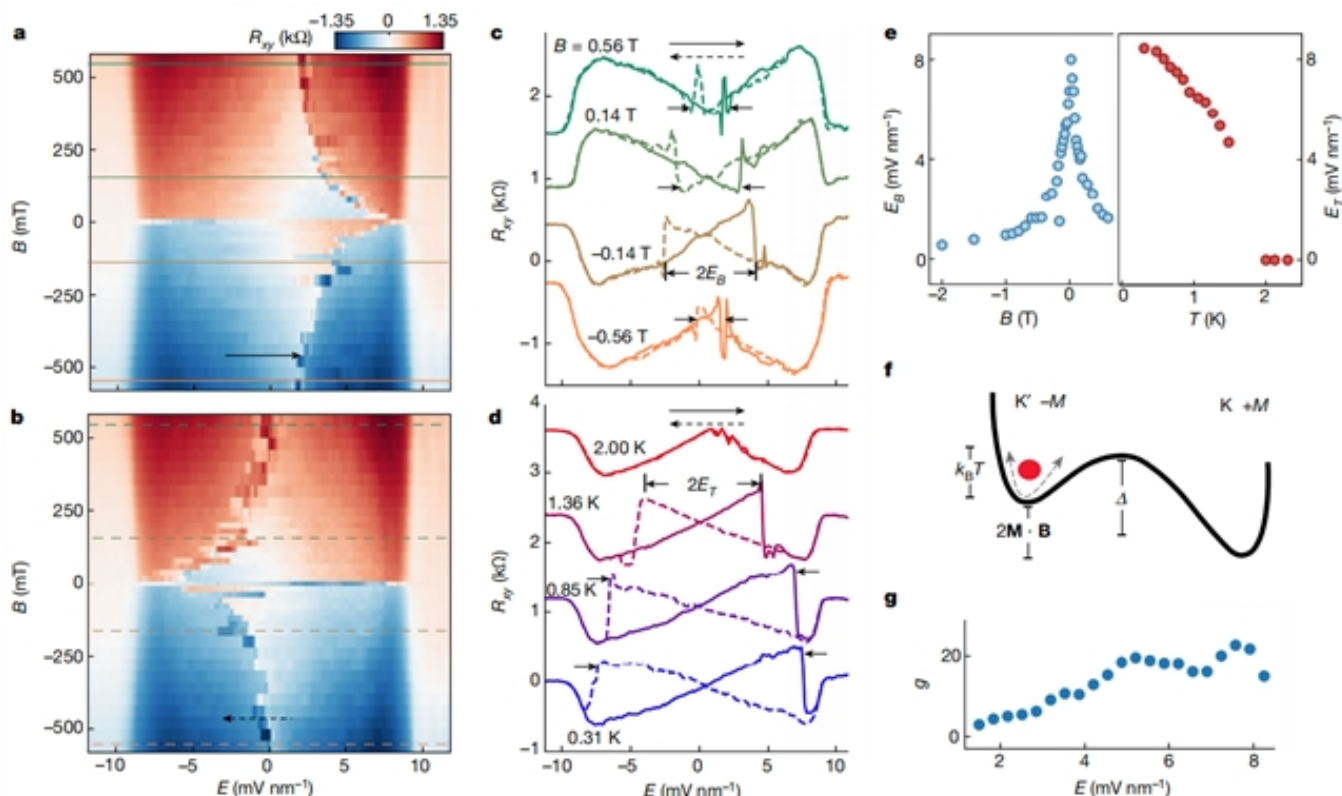
石墨烯是一种完全由碳原子构成的单层材料。我们日常使用的铅笔芯由石墨构成，它是一种层状材料，如果将石墨变薄直至单层就获得了石墨烯。通常认为石墨和石墨烯并不具有磁性，出乎意料的是，近日美国麻省理工学院物理系巨龙课题组发现菱方堆叠的五层石墨烯是一种多铁材料。它不但具有铁磁性，同时还有一种全新的铁性—铁谷性。不同于传统铁磁材料中电子自旋导致的磁性，这里的铁磁性和铁谷性均由电子的轨道运动导致，因此更容易被电场和磁场控制。



铁性来源于电子间的关联和相互作用。通常材料中电子动能比相互作用大得多，此时电子以很高的速度横冲直撞，行为杂乱无章。当电子运动速度变得很低，电子开始感受到其他电子的相互作用，进而统一步调变得有序，这种有序态就是铁性。巨龙课题组发现天然存在的五层石墨烯中有一种特殊的堆叠方式——菱方堆叠，在这种堆叠的石墨烯中电子运动会变得很慢，出现了很多新奇的电子关联现象（Han, T., Lu, Z. et al. Nat. Nanotechnol. 2023.）。然而这种堆叠方式是一种亚稳态，在制备样品的过程中随时可能变成其他的结构。经过探索，课题组制备了高质量的菱方堆叠的五层石墨烯，并在低温环境中进行了电学输运测量。

他们发现五层石墨烯具有铁磁性。与常规铁磁材料不同的是，这里磁性并非来源于电子自旋（类似于电子的自转），而是来自于电子的轨道运动（类似电子的公转）。这种轨道运动可以被电场调控，在不加电场时，系统的磁矩为零，随着施加电场的增大，系统磁矩也近似线性增加。这种电控磁效应体现了系统中存在巨大的磁电耦合，在应用中有很价值。

更新奇的是，课题组还发现了一种全新的铁性——铁谷性。低能的电子能带被称为能谷，在石墨烯中有两个具有相同能量但不等价的能谷，通常电子会均匀分布在两个能谷中。但在五层石墨烯中，由于电子间的相互作用，电子选择全部进入同一个能谷。这种电子分布的选择性是一种新的铁性，由于系统中同时存在铁磁性，五层石墨烯实际上是有两种铁性共存的多铁材料。



该研究同时展示了这两种铁性均可以被电场方便地调控，未来可被用于制作更高效且低能耗的电子器件。

巨龙课题组长期关注石墨烯等二维材料体系中的强关联与拓扑效应，近年来在菱方堆叠多层石墨烯系统中有一系列进展。本月初，在同样的菱方堆叠五层石墨烯样品中，课题组报道了其中关联绝缘态，陈氏绝缘态，以及多种对称性破缺金属态（Han, T., Lu, Z. et al. Nat. Nanotechnol. 2023.）。菱方堆叠多层石墨烯体系已成为一个重要的研究强电子关联与拓扑效应的新平台。（来源：科学网）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06572-w>

作者：巨龙等 来源：《自然》

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