

[校园要闻](#)[综合新闻](#)[科教前沿](#)[合作交流](#)[招生就业](#)[深度报道](#)[图说华理](#)[新媒体](#)[媒体华理](#)[校报在线](#)[通知公告](#)[讲座报告](#)

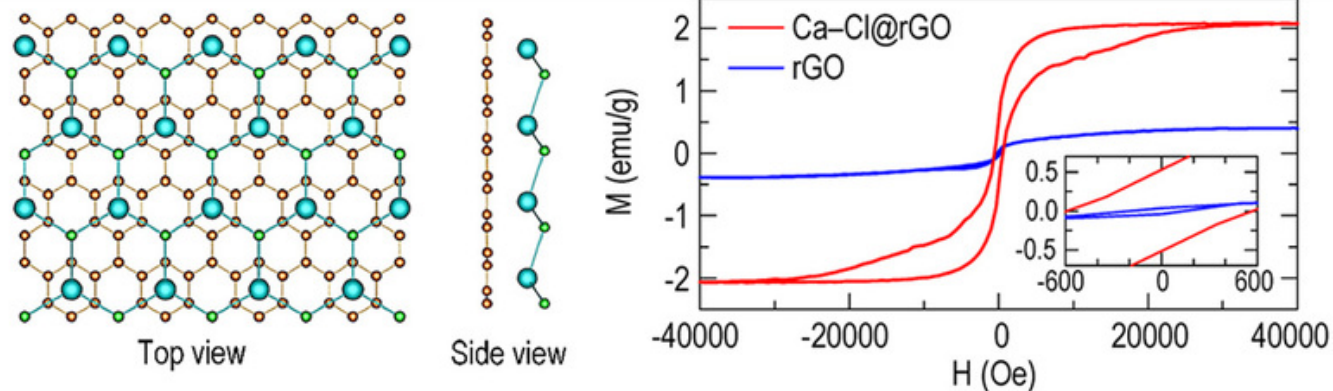
【创新前沿】《国家科学评论》在线发表我校理学院一课题组重大研究进展

稿件来源：理学院 | 作者：理学院 | 摄影：理学院 | 编辑： | 浏览量：2296

众所周知，钙原子是一种碱土金属原子，具有两个价电子。迄今为止，自然条件下钙离子的唯一已知价态是+2，相对应的所有种类钙离子晶体都没有磁性且呈现绝缘性。

在最近的研究中，我校理学院方海平教授等基于理论分析，结合冷冻透射电子显微镜同步辐射等技术，在还原氧化石墨烯（rGO）膜上直接观察到了自然环境下生成的二维CaCl晶体。其中，钙离子的价态为+1。同时，实验证明，这些二维CaCl晶体具有室温铁磁性、金属性、类压电性，可形成石墨烯-CaCl异质结，且具备显著的储氢和释氢能力。近日，该成果以“2D CaCl crystals with metallicity, room-temperature ferromagnetism, heterojunction, piezoelectricity-like property, and monovalent calcium ion”为题，在国家科学评论(National Science Review)在线发表。

理论研究表明，这种异常晶体的形成是由于石墨烯表面的芳香环与钙离子之间的强阳离子- π 相互作用所致。由于其他金属离子（如 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Co^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Cr^{2+} 和 Pb^{2+} ）与石墨表面也存在强的阳离子- π 相互作用，初步研究也表明，其他金属阳离子也会形成类似的异常价态晶体。



二维CaCl晶体结构和CaCl@rGO薄膜的室温(300K)磁滞回线

此类二维CaCl晶体表现出金属性，也显示出明显的类压电性质。这种超出预期的类压电行为来源于两个方面：Ca离子的单价行为，以及两种元素（Ca和Cl）在压缩或拉伸应变下具有不同的电效应。因此，二维CaCl晶体是一种既具有金属特性又具有压电特性的新型物质材料，有望制备具有原子尺度和纳米尺度的电子器件，从而产生广泛应用。

值得强调的是，CaCl晶体表现出室温铁磁性，这一发现打破了人们普遍认同的主族金属元素不会具有室温铁磁性的传统观念。理论计算表明，这种室温铁磁性同样来源于两个方面： $+1$ 价Ca离子中的不成对价电子，以及相应反常二维晶体结构的边缘或者缺陷效应。因此可以预期，其他金属元素也可通过形成类似的反常二维晶体从而具有室温铁磁性。

该类二维晶体的奇异性质和行为也将拓展功能化石墨烯的应用。此外，考虑到金属阳离子和碳在地球上的广泛分布，这种具有先前未被认识的性质的纳米级“特殊”化合物可能在自然界中广泛存在。

这一发现是方海平教授课题组十多年来关于溶液中水合离子与具有大量芳香环的表面（例如石墨、石墨烯、碳纳米管等）之间存在强水合离子- π 作用的理论和应用方面的又一力作。此前，他们已经取得了包括发现在常温常压条件下具有反常化学计量比的氯化二钠（ Na_2Cl ，钠氯元素比2:1）和氯化三钠（ Na_3Cl ，钠氯元素比3:1）等二维晶体（他们称之为“反晶”）、实现“离子精确装订石墨烯膜用于离子筛分”等系列工作[Sci. Rep. 2013, 3, 3436; Sci. Rep. 2014, 4, 6793; Phys. Rev. Lett. 2015, 115, 164502; Phys. Rev. Lett. 2016, 117, 238102; Nature 2017, 550, 380; Nature Chemistry, 2018, 10, 776; Phys. Rev. Lett. 2018, 121, 226102; Chin. Phys. Lett. (Express Letter) 2020, 37, 028103 and Highlight by Physics World]。

这些发现不仅在新颖的阳离子价态和奇异电磁学性质的二维晶体研究上取得了突破性进展，还在材料、生物(包括生物磁性起源)、化学和物理等方面都具有开创性的应用潜力。

我校方海平教授联合西安交通大学、上海大学、中国科学院上海应用物理研究所、浙江农林大学、华东师范大学和厦门大学相关团队共同完成了本项工作。本项工作获得了国家自然科学基金委、科学院、中央高校基本科研业务费、上海和广东超级计算中心等资助。

论文链接地址：<https://doi.org/10.1093/nsr/nwaa274>。

发布时间：2021-01-01

相关新闻

版权所有 © 华东理工大学党委宣传部

地址:上海市梅陇路130号

邮编:200237