

合肥研究院等高压物质科学研究取得系列成果

文章来源：合肥物质科学研究院

发布时间：2014-07-21

【字号：小 中 大】

近日，中国科学院合肥物质科学研究院固体物理研究所高压研究团队与其合作者在实验上观测到了压力诱发 MoS_2 的金属化，并阐明了相变发生的物理机制，相关结果于7月16日在《物理评论快报》（*Physical Review Letters*）在线发表，并被选为该杂志编辑推荐文章（Editor's suggestion）。

近年来，随着石墨烯研究热潮的兴起，类石墨烯低维材料逐渐成为凝聚态物理和材料领域的研究热点。其中，半导体过渡金属二硫化物 MoS_2 具有和石墨类似的层状结构，其二维单层具有石墨烯所不具备的直接能隙，因而在纳米电子学和光电子器件方面具有广泛的应用前景。实验上已经证实：通过碱金属和有机导电分子插层，或者施以静电场偏压进行电荷载流子掺杂，可以使 MoS_2 从半导体转变成金属并最终变成超导体。压力，作为独立于温度和化学组分之外的一个“洁净”的热力学参数，能够可控的调节材料的能带结构和晶体结构，从而诱发出新奇的物理现象。尽管已有理论研究表明 MoS_2 在高压下可能通过能带重叠和能隙闭合发生半导体态向金属态的转变，然而从实验上直接证明 MoS_2 在高压下的金属化转变却未见报道，而且高压下发生的晶体学相变和电子结构演化规律仍不明确，尚不清楚相变或金属化发生的物理机制。

固体所团队研究人员利用金刚石对顶砧产生的静态超高压，对 MoS_2 进行了高压下的系统拉曼散射、同步辐射X光衍射，以及电输运测等系列研究，结果表明：在20 GPa（20万大气压力）以上， MoS_2 通过层间滑移发生可逆的等结构的一级晶体学相变；在40GPa附近，该等结构相变彻底完成， MoS_2 从半导体变成金属，研究者还发现这种相变具有可逆性，并伴随有滞后效应。

课题负责人陈晓嘉研究员认为，该研究有助于理解同类半导体过渡金属硫化物的光电行为和结构特征。目前，科学家正在研究该类材料中可能存在的高温超导电性。

固体所副研究员迟振华为文章的第一作者，研究者包括位于上海的高压先进科研中心、华南理工大学、美国卡内基研究院地球物理实验室、日本大阪大学的研究人员。研究工作得到了包括中组部创新人才计划和外专项目，以及中美国家自然科学基金等项目的支持。这项研究成果是固体所极端环境量子中心继发现NaCl高压下新形式和甲烷在高温高压下行为后的又一重要发现，前两项成果于2013年分别发表在《科学》（*Science* 342, 1502 (2013)）和《自然通讯》（*Nature Communication* 4, 2446 (2013)）上。与此同时，该中心在高压下超导电性、材料结构稳定性研究方面也取得一定进展，部分结果发表在*Nature*集团旗下刊物《科学报告》（*Scientific Reports* 3, 3331 (2013)；4, 5735 (2014)）上。

固体所极端条件量子物质研究中心自2013年以来已建成了高压、高温、低温等极端条件实验平台。目前拥有的设备包括可旋转红外激光打孔装置，多激发光波长的低波数多光路高压光学系统，高压低温光谱、输运、磁性、介电多功能测量系统，以及配备激光加热装置的高温高压光谱测量系统。于2014年其一期建设通过了中科院组织的专家验收。目前中心聚集了Alexander Goncharov和Eugene Gregoryanz两位外专千人专家组成的创新团队，正在开展极端高温高压下的物质合成与原位表征，特别关注超高压下的氢行为，高压下的超导电性等前沿科学问题。

相关文章信息：

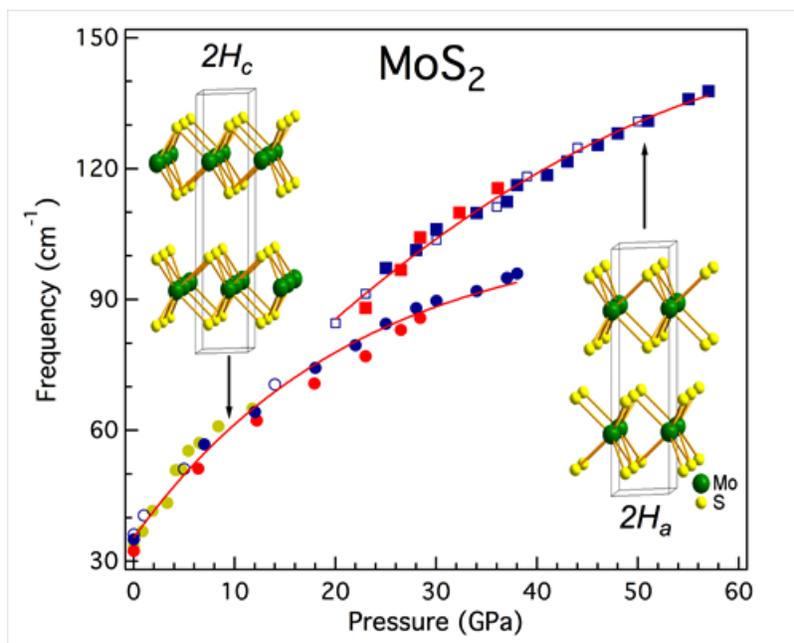
1、Z. H. Chi, X. M. Zhao, H. Zhang, A. F. Goncharov, S. S. Lobanov, T. Kagayama, M. Sakata, and X. J. Chen, *Pressure-induced metallization of molybdenum disulfide*, *Phys. Rev. Lett.* 113, 036802 (2014).

2、Q. Peng, W. Ji, J. Lian, X. J. Chen, H. Huang, F. Gao, and S. De, *Pressure effect on*

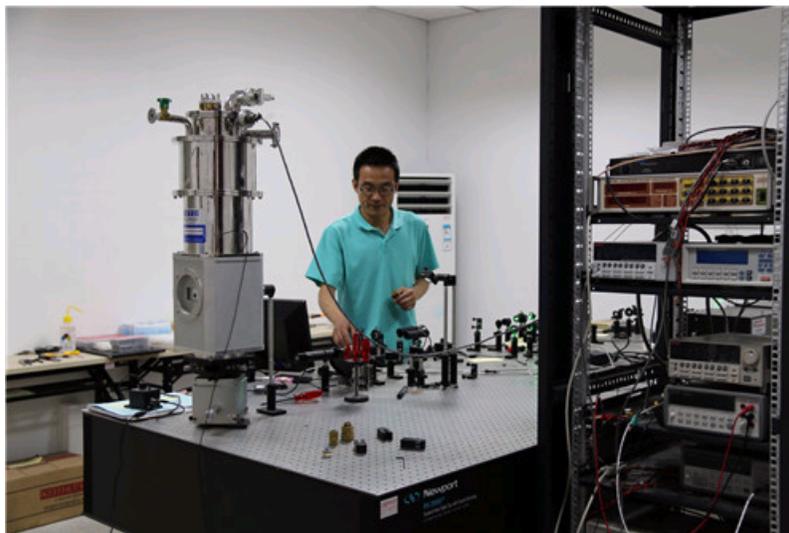
3、W. Zhang, A. R. Oganov, A. F. Goncharov, Q. Zhu, S. E. Boulfelfel, A. O. Lyakhov, E. Stavrou, M. Somayazulu, V. B. Prakapenka, and Z. Konôpková, *Unexpected stable stoichiometries of sodium chlorides*, *Science* 342, 1502(2013).

4、S.S.Lobanov, P. N. Chen, X. J. Chen, C. S. Zha, K.D.Litasov, H. K. Mao, and A.F Goncharov, *Carbon precipitation from heavy hydrocarbon fluid in deep planetary interiors*, *Nature Communications* 4, 2446 (2013).

5、Y. L. Li, W. Luo, X. J. Chen, Z. Zeng, H. Q. Lin, and R. Ahuja, *Formation of nanofoam carbon and re-emergence of superconductivity in compressed CaC_6* , *Scientific Reports* 3, 3331(2013).



MoS_2 拉曼振动模式频率随压力的演化，当两相共存发生完成后，体系进入金属态。



迟振华副研究员正利用低温高压物性综合测量平台进行高压下电输运测量



Alexander Goncharov研究员正利用原位激光加热系统研究氨的高温高压行为



Eugene Gregoryanz研究员正与中心研究人员进行氢低温高压行为的测量

打印本页

关闭本页