

硫族化合物三维拓扑绝缘体高压研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/3078.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！

硫族化合物三维拓扑绝缘体高压研究获进展。拓扑绝缘体是当前凝聚态物理研究的重要量子材料之一。理想的拓扑绝缘体体内为绝缘态，而表面为金属态，表面电子态受轨道-自旋相互作用和时间反演对称性的保护。由于具有 M_2X_3 (M通常为五族金属元素Bi或Sb，X为六族非金属元素Te、Se或S)化学组成的硫族化合物的原子具有相近的电负性，同时又具有斜方六面体的晶体结构，因而利于形成拓扑绝缘体。在对这类材料的研究中有两个备受关注的热点问题：一是其表面态与体态的关系如何，对这个问题的深入理解对拓扑绝缘体具有重要意义；另一个是能否将其通过化学或物理方法调制成拓扑超导体，如果能够成功调制拓扑超导体，将会在自旋电子学与量子计算等方面具有重大的潜在应用价值。然而，前期的实验研究结果表明，所发现的拓扑绝缘体的体态具有较高的载流子浓度，难以在输运实验上将表面态与体态进行区分，为表面态导电特性的研究带来困难。最近，拓扑材料的制备有了新的发展，制备出了理想的三维拓扑绝缘体 Bi_2Te_2Se (BTS) 和 $Bi_{1.1}Sb_{0.9}Te_2S$ (BSTS)，其不仅具有金属表面态而且体态具有高度的绝缘性，为表面态与体态关系的研究提供了机遇。

最近，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心超导国家重点实验室研究员孙力玲、博士生蔡树等，在研究员胡江平、博士勒聪聪理论计算的配合下，与普林斯顿大学教授R.Cava等合作，对BTS和BSTS三维拓扑绝缘体的表面态和潜在的超导电性开展了系统的高压研究。通过高压原位电阻、磁化率和同步辐射XRD实验测量发现尽管这两种材料的体态电导在较低压力的作用下增大了几个数量级且随温度发生变化，但表面态电导却不随温度和压力变化，首次从实验上揭示了这类拓扑绝缘体的表面态导电性是独立于体态导电性的。

此外，对这两种拓扑绝缘体较高压力下的研究结果表明：不同的压力下在两种材料中都能诱导出两个超导转变，这两个超导相均出现在晶体结构相变的边界处。通过与之之前 M_2X_3 体系拓扑绝缘体高压研究结果的分析对比，首次得到了这类拓扑绝缘体具有普适的压力-超导相图。这些结果为理解拓扑绝缘体的拓扑性质、晶体结构和超导电性之间的关联，进而为深入研究拓扑绝缘体的关键问题，提供了重要的实验依据。

上述工作分别以Independence of topological surface state and bulk conductance in three-dimensional topological insulators 和Universal superconductivity phase diagram for pressurized tetradymite topological insulators 为题目发表在【npj Quantum Materials, 3, 62 (2018)】和【Phys. Rev. Materials, 2(2018)114203】上。

该项研究得到科技部重点研发计划(2017YFA0302900, 2016YFA0300300, 2017YFA0303103)、国家自然科学基金委项目(11427805, U1532267, 11604376)、中科院B类先导项目和松山湖材料实验室的支持。高压X射线衍射实验室是在中科院高能物理研究所同步辐射装置4W2线站和上海光源15U线

站上完成的。

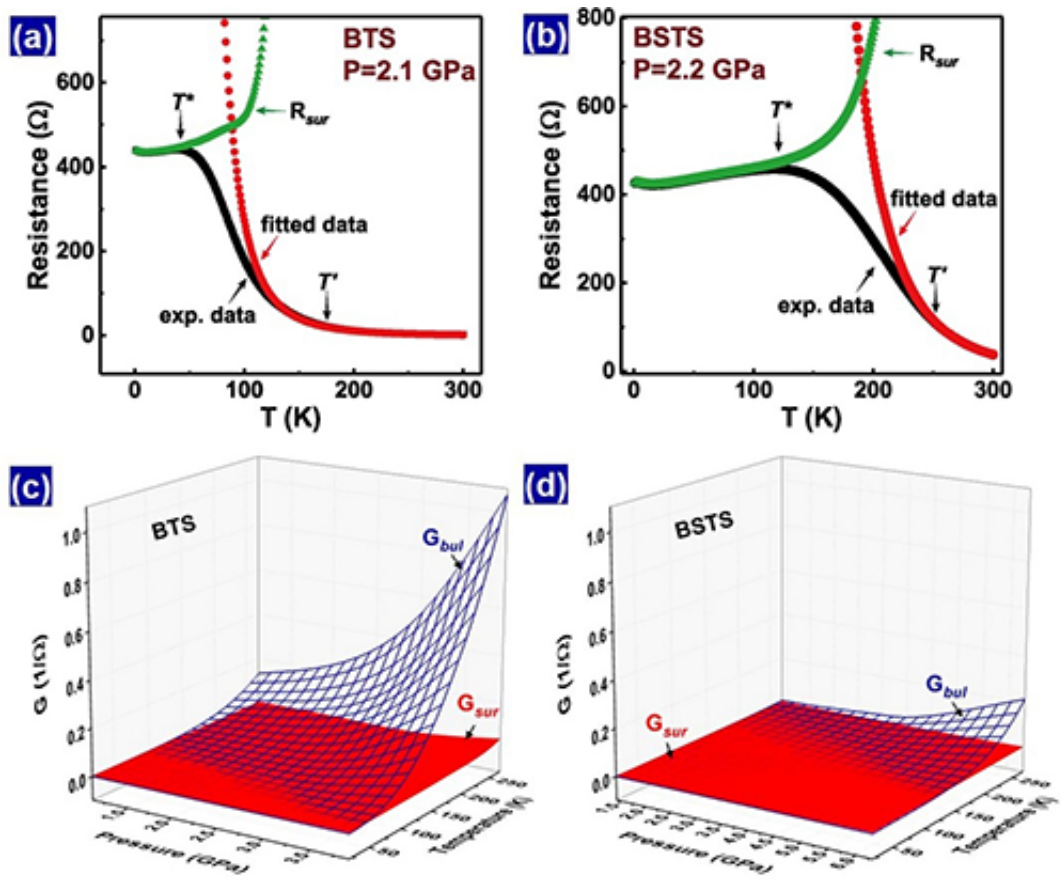


图1. Bi₂Te₂Se(BTS)和Bi_{1.1}Sb_{0.9}Te₂S(BSTS)三维拓扑绝缘体中表面态和体态随温度和压力的变化。

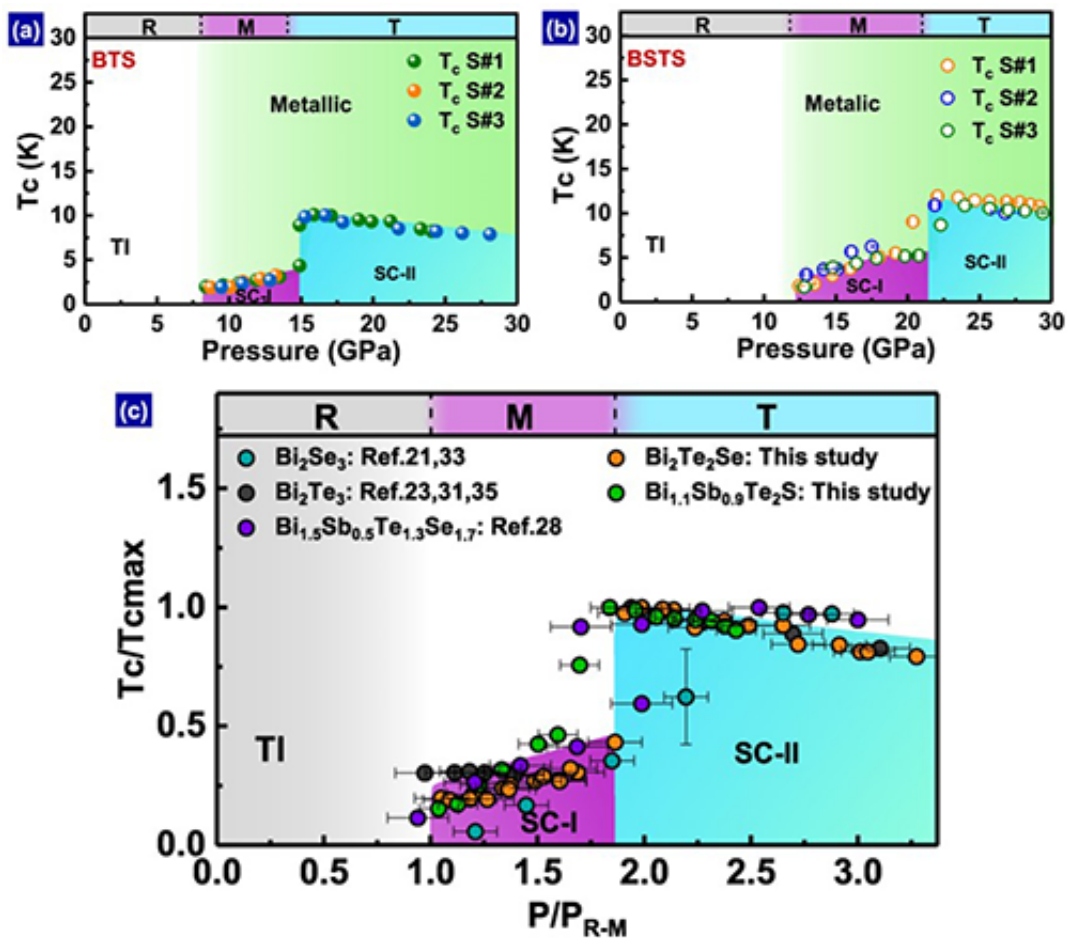


图2. M_2X_3 (M=Bi, X=Te, Se, S)型拓扑绝缘体的普适温度-压力相图

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