

中国科学院物理研究所 A02组供稿  
北京凝聚态物理国家研究中心

第92期

2021年12月15日

## 层状超导体 $\text{CsV}_3\text{Sb}_5$ 的物性调控取得进展

具有钒 Kagome 格子的层状化合物  $\text{AV}_3\text{Sb}_5$  ( $A = \text{K}, \text{Rb}$  和  $\text{Cs}$ )包含着丰富的物理现象, 如拓扑非平庸的电子结构、超导和电荷密度波(CDW)转变等, 引起了研究人员的广泛关注。常压下,  $\text{AV}_3\text{Sb}_5$ 在78-103 K发生CDW转变( $q_1=2a_0 \times 2a_0$ 和 $q_2=4a_0$ ), 引起了时间反演对称性破缺, 这可能是其中巨大反常霍尔效应的起因之一; 体相样品的超导临界温度( $T_c$ )为0.93-2.5 K。通过高压原位研究, 研究人员发现 $\text{CsV}_3\text{Sb}_5$ 在低压区(0-2 GPa), CDW被逐渐抑制,  $T_c$ 出现非单调变化的“M”型相图, 并逐渐消失[Nature Commun. 12, 3645 (2021); Phys. Rev. Lett. 126, 247001 (2021)]。但当压力升高到15 GPa时,  $\text{CsV}_3\text{Sb}_5$ 发生超导再进入现象, 并且超导可稳定至100 GPa [Highly Robust Reentrant Superconductivity in  $\text{CsV}_3\text{Sb}_5$  under Pressure, Chin. Phys. Lett. Express Letter 38, 057402 (2021)]。

从能带结构上来看,  $\text{CsV}_3\text{Sb}_5$  的费米能级位于两个范霍夫奇点(VHS)附近, 通过电荷掺杂可以调控费米能级的位置和态密度的大小, 有效提高 $\text{CsV}_3\text{Sb}_5$  的 $T_c$ 。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先进材料与结构分析实验室A02组的博士后宋艳鹏、应天平特聘研究员、郭建刚研究员和陈小龙研究员, 与德国马克斯-普朗克固体研究所的吴贤新博士和 Andreas P. Schnyder教授等人合作, 首次在 $\text{CsV}_3\text{Sb}_5$ 中实现了空穴型的载流子掺杂和 $T_c$ 的有效调控。由于 $\text{CsV}_3\text{Sb}_5$ 的层间作用力较弱, 项目组利用机械剥离的方式获得了不同厚度的 $\text{CsV}_3\text{Sb}_5$ 样品(12-370 nm), 通过控制Cs原子的氧化程度, 实现了不同浓度的空穴掺杂, 获得了 $T_c$ 随掺杂量变化的dome状超导相图。其中, 最高 $T_c$ 为5 K, CDW与超导表现为相互竞争的关系, 见图1。同时, 项目组对 $\text{CsV}_3\text{Sb}_5$ 的薄层样品进行了原位栅压调控, 发现其 $T_c$ 随正向栅压的升高而降低, 证明样品确实属于空穴型掺杂, 这也是首次在 $\text{CsV}_3\text{Sb}_5$ 上进行的原位栅压调控实验。密度泛函理论计算表明了费米面附近的两个范霍夫奇点中的一个(VHS1)和态密度对空穴掺杂变化极其敏感, 定性地解释 $T_c$ 的变化, 见图2。本工作为研究和理解 $\text{AV}_3\text{Sb}_5$ 中超导、CDW和拓扑三者之间的相互关系提供了新的调控途径, 相关成果以“Competition of Superconductivity and Charge Density Wave in Selective Oxidized  $\text{CsV}_3\text{Sb}_5$  Thin Flakes”为题发表于Physical Review Letters [Phys. Rev. Lett. 127, 237001 (2021)]。

以上工作得到了中国科学院、国家重点研发计划、国家自然科学基金委和北京市自然科学基金等的支持。

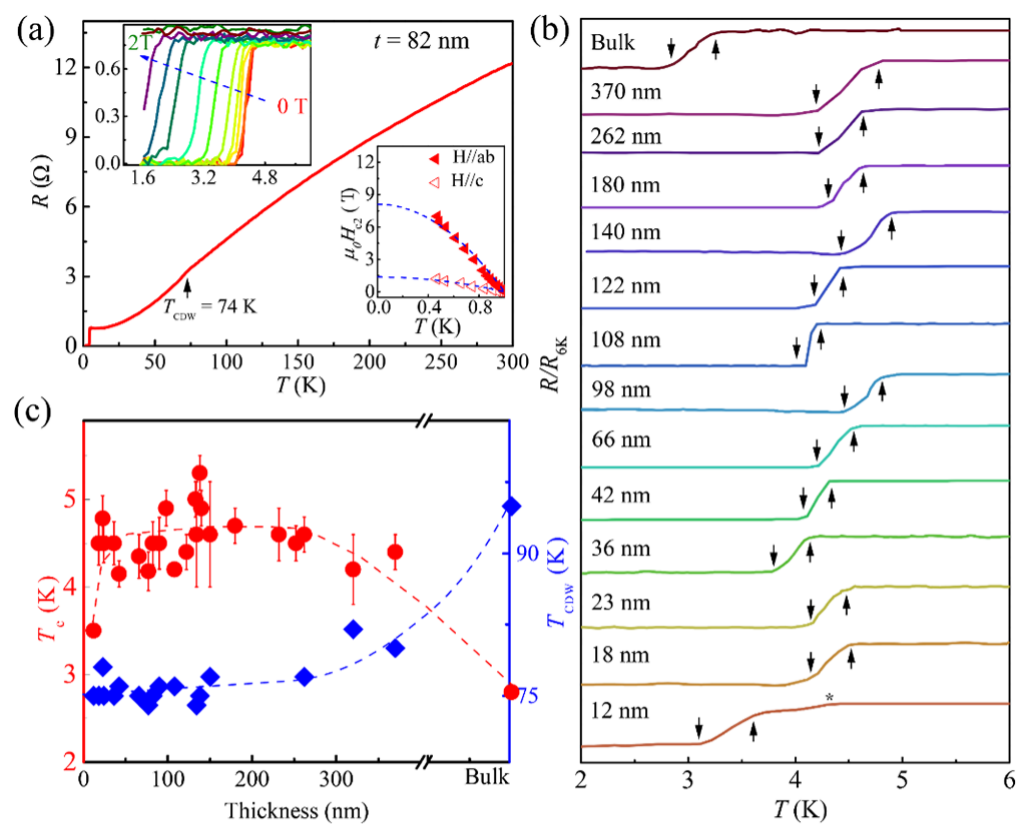


图1. CsV<sub>3</sub>Sb<sub>5</sub>薄层样品的低温输运特性。

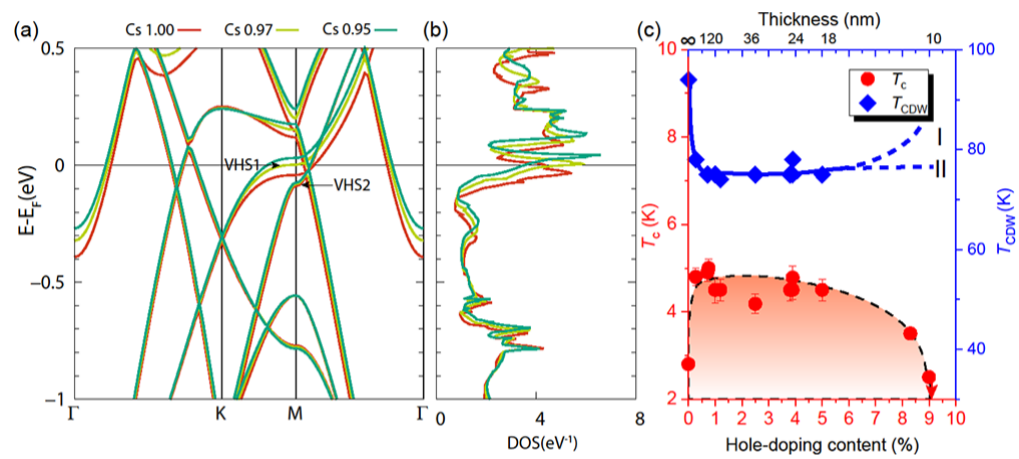


图2. 空穴掺杂 CsV<sub>3</sub>Sb<sub>5</sub> 的能带结构、态密度 (DOS) 和相图。

[CPL 38, 057402 \(2021\).pdf](#)

[PRL 127, 237001 \(2021\).pdf](#)

[电子所刊](#)
[公开课](#)
[微信](#)
[联系我们](#)
[友情链接](#)
[所长信箱](#)
[违纪违法举报](#)



中国科学院  
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES