
物理所在ZrSiS体电子态中观测到狄拉克节线和节面

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/5093.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！

物理所在ZrSiS体电子态中观测到狄拉克节线和节面。拓扑半金属材料的体内电子态在费米能级附近有受到对称性或拓扑保护的能带交叉，线性的能带交叉附近的电子激发是无质量的费米准粒子。拓扑半金属中的能带交叉有很多种类型，如果按照维度来区分，大多数能带交叉在动量空间中形成零维的节点(nodal point)，如Na₃Bi和Cd₃As₂中的狄拉克点、TaAs中的外尔点、MoP和WC中的三重简并点、CoSi中新型的手性节点等。在某些情况下，额外的晶体对称性会保证能带交叉点在动量空间中延伸，形成一维的节线(nodal line)，甚至二维的节面(nodal surface)。

节线半金属在2011年被提出，能带计算已经预言了不少候选材料，其中ZrSiS系列受到非常多的关注，因为它能带结构理想，能带计算表明在费米能级除了节线没有其它平庸能带的干扰，并且易于制备出高质量的单晶样品。2015年，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心T03组博士生许秋楠和研究员翁红明等首先报道了ZrSiS系列费米能级附近节线的计算结果[Phys. Rev. B92, 205310 (2015)]。2017年，A. Topp等人指出在费米能级以下布里渊区边界还存在非简单空间群保证的节面[Phys. Rev. X7, 041073 (2017)]。

2016年以来已经有很多关于ZrSiS系列的角分辨光电子能谱(ARPES)实验结果的报道(图1E、I、J)，但和理论计算的体态电子结构(图1D、H)有明显的差异。这是因为这些ARPES测量的是解理表面晶体对称性破缺以及悬挂键产生的表面态，所以和理论计算的表面态电子结构(图1C、F)吻合。物理所EX7组博士生付彬彬、研究员钱天、丁洪等发现在空气中解理ZrSiS样品可消除表面态，再借助软X射线ARPES探测范围较深的特点，可以观测到干净的体态电子结构(图1G、K、L)，与理论计算(图1D、H)吻合。基于这个方法，他们对ZrSiS体态中的节面(图2)和节线(图3)电子结构开展了系统的测量，并确认了费米能级处所有的电子态都来自于节线。在这个工作中，物理所EX1组博士生伊长江和研究员石友国提供了ZrSiS单晶样品，T03组博士生张田田和研究员翁红明进行了能带计算。

相关研究成果于5月3日在Science Advances上在线发表。该工作得到科技部(2016YFA0300600、2016YFA0401000、2016YFA0302400、2018YFA0305700、2017YFA0302901)，国家自然科学基金委(11622435、U1832202、11474340、11674369、11474330、11774399)，中科院(QYZDB-SSW-SLH04、XDB07000000、XDB28000000)，科学挑战计划(TZ2016004)，王宽诚教育基金会(GJTD-2018-01)，北京市自然科学基金委(Z180008)，北京市科委(Z171100002017018、Z181100004218001、Z181100004218005)的资助。

图1. 在超高真空中解理利用深紫外ARPES测量结果与空气中解理利用软X射线ARPES测量结果的对比，后者能够观测到纯净的体态能带结构。

图2. ZrSiS费米能级以下狄拉克节面的ARPES实验结果

图3. ZrSiS费米能级附近狄拉克节线的ARPES实验结果

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](http://www.iikx.com)转发