

科研进展

SHMFF用户实验观测到碳化钨中的三重简并点和费米弧表面态

文章来源：左萍 发布时间：2018-04-08

中科院物理研究所极端条件七组（EX7）丁洪研究员、钱天研究员通过研究该所超导国家重点实验室十组（SC10）陈根富研究员提供的样品，确定了碳化钨（WC）中三重简并半金属态的拓扑性质，合理解释了表面态观测结果。这是继狄拉克半金属和外尔半金属之后确定的又一类具有拓扑非平庸性质的半金属态。相关工作发表在Nature Physics期刊上。

中科院物理所研究人员前期理论和实验工作中，在具有WC晶体结构的MoP单晶中观测到三重简并点，其附近准粒子激发态被称为三重简并费米子。他们的工作首次实验证实固体材料中存在超出传统类型的费米子，该结果发表在【Nature 546, 627-631 (2017)】。但是，这个工作只证明了三重简并半金属态，其拓扑性质没有被确定。

本次工作中，中科院物理所超导十组陈根富研究员指导其博士后何俊宝生长出高质量WC单晶样品。极端条件七组丁洪研究员、钱天研究员指导其博士生马均章在ARPES实验中观测到WC体态中的三重简并点（图1d,e），与计算结果高度吻合（图1b,f）。与MoP相比，WC的三重简并点在费米能级附近，更容易表现出与三重简并费米子有关的物理性质。W 5d电子比Mo 4d电子具有更强的自旋-轨道耦合，导致较大的能带劈裂，实验测量结果与MoP相比也更加清晰。重要的是，他们在（100）解理面观测到费米弧表面态，连接三重简并点在（100）表面布里渊区的投影（图2a,c,f）。经过仔细分析和理论计算（图2b,d,g），确定了WC中三重简并半金属态的拓扑性质，合理地解释了表面态观测结果。

丁洪研究员和钱天研究员指导博士生马均章开展的实验研究中，部分实验得到了稳态强磁场实验装置（SHMFF）水冷磁体的支持，在最高38T强磁场下开展了量子震荡测量，研究WC的费米面结构。量子震荡数据能很好地直观提供体态的费米面结构信息，从而弥补了ARPES只能观测表面浅层电子态信息的缺陷。SHMFF实验的数据和ARPES测量结果很好的吻合，进一步为该材料中存在三重简并费米子提供了证据。

论文链接：<https://www.nature.com/articles/s41567-017-0021-8>。

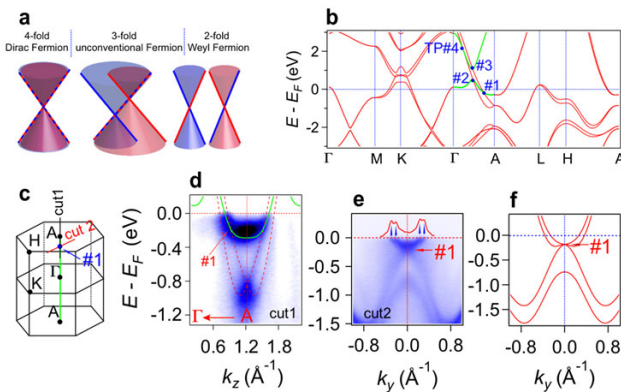


图1. WC体态电子结构中存在三重简并点。a) 四重简并狄拉克费米子、三重简并费米子以及两重简并外尔费米子能带结构示意图。b) 沿布里渊区高对称线体态能带结构计算结果。沿 ΓA 方向，两重简并（绿色）和自旋非简并（红色）能带交叉形成四个三重简并点，其中#1在费米能级之下，可以被ARPES探测到。c) 体布里渊区。cut1（绿色）和cut2（红色）分别沿 k_z 和 k_y 方向穿过三重简并点#1。d) 沿cut1观测到的能带色散，图中曲线是能带计算结果。e) 沿cut2观测到的能带色散。f) 沿cut2的能带计算结果。

科学岛报



科学岛视讯



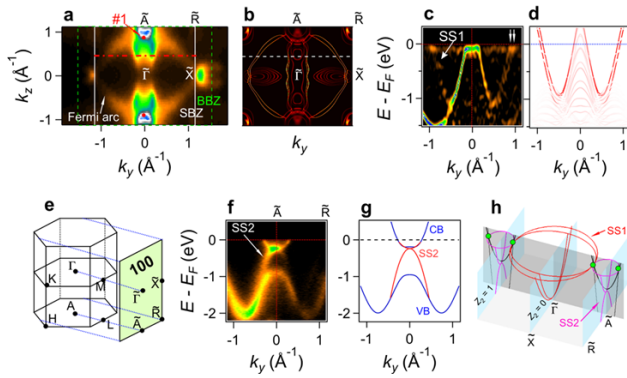
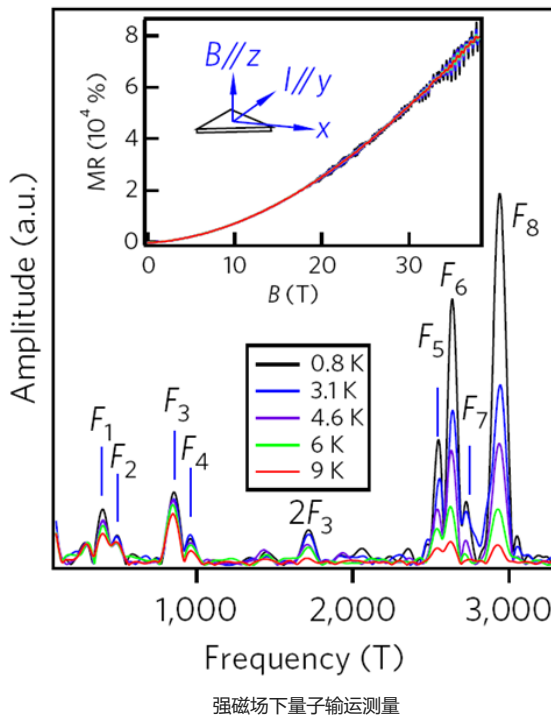


图2. WC (100) 面费米弧表面态。a) 三重简并点#1等能面的ARPES强度图。b) 相应的表面态等能面计算结果。c) 沿图a中红色虚线观测到的能带色散。d) 相应的表面态能带计算结果。e) 体布里渊区在 (100) 面的投影。f) 沿 $\tilde{A} - \tilde{R}$ 方向观测到的能带色散。g) 沿 $\tilde{A} - \tilde{R}$ 方向体态和表面态能带示意图。h) (100) 面费米弧表面态与体态三重简并点#1的连接以及沿 $\tilde{\Gamma} - \tilde{X}$ 方向和 $\tilde{A} - \tilde{R}$ 方向表面态能带的示意图。



子站

[内部信息](#) | [院长办公室](#) | [监督与审计处](#) | [人事处](#) | [财务处](#) | [资产处](#) | [科研处](#) | [高技术处](#) | [国际合作处](#) | [科发处](#) | [科学中心处](#) | [研究生处](#) | [安全保密处](#) | [离退休](#) | [基建管理](#) | [质量管理](#) | [后勤服务](#) | [信息中心](#) | [河南中心](#) | [健康管理中心](#) | [科院附中](#) | [供应商竞价平台](#) | [职能部门](#) |

[友情链接](#)



[版权保护](#) | [隐私与安全](#) | [网站地图](#) | [常见问题](#) | [联系我们](#)

Copyright © 2016 hfcas.ac.cn All Rights Reserved 中国科学院合肥物质科学研究院 版权所有 皖ICP备 050001008

地址: 安徽省合肥市蜀山湖路350号 邮编: 230031 电话: 0551-65591245 电邮: yzxx@hfcas.ac.cn

