
二维非厄米系统奇异点及费米点的Nielson-Nanomiya定理研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/13000.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！

与人一样，自然的规律也喜欢“成双成对”。在格点规范场论中，Nielson-Nanomiya定理（或称Fermion doubling theorem，费米子重叠定理）就是保证不同手性的费米子总是成双成对出现的重要概念，具体来说，就是在一个局域的、厄米的，以及平移不变的格点规范场论中，不同手性的费米子总是成对出现。

过去十多年，Nielson-Nanomiya定理在拓扑能带理论的发展过程中发挥重要作用，它保证布里渊区中拓扑荷总是成对出现。例如，对于一般的拓扑半金属，能带简并点总是成对出现；与此对应，每个能带简并点都可以定义一个拓扑荷，如在外尔拓扑半金属中，拓扑荷可以定义成围绕外尔点的陈数（Chern number）。如图1所示，Nielson-Nanomiya定理保证了这些拓扑荷在整个布里渊区中求和一定等于零。对拓扑材料来说，Nielson-Nanomiya定理可以在材料的表面被破坏，这个破坏恰好反应了材料的拓扑结构。比如，在时间反演不变的拓扑绝缘体的一个表面上，狄拉克点可以单独出现，出现这样的表面态和体态的能带拓扑是一一对应的，这就是拓扑能带理论中著名的体边对应。

Nielson-Nanomiya定理在非厄米拓扑系统中还成立吗？近年来，得益于人造材料和光子晶体的实验发展，非厄米系统受到越来越多的关注，这个问题也成为非厄米系统的基本物理问题。非厄米系统中有一类被称为奇异点的特殊简并点，以往研究表明，在非厄米系统中依然可以定义奇异点的拓扑荷。然而，过去针对非厄米系统拓扑荷的推广公式，并不能推导出有关奇异点的Nielson-Nanomiya定理。

近日，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心凝聚态理论与材料计算重点实验室T06研究组研究员胡江平指导的博士生杨哲森（现卡弗里理论物理研究所博士后），与德国马克斯-普朗克研究所研究员Schnyder及卡弗里理论物理研究所研究员邱靖凯合作，借助于数学中关于多项式判别式的概念，得到多能带非厄米系统奇异点的普遍定义，并证明奇异点满足Nielson-Nanomiya定理，即奇异点总是成对出现的，并进一步指出过去研究的拓扑荷并非奇异点的性质，而是有关费米点的性质，澄清了费米点和奇异点之间的差别（图2）。研究进一步探讨了Nielson-Nanomiya定理在三维材料表面被破坏的情况，并澄清了诸多关于奇异点的特殊性质，为研究非厄米系统中有关奇异点的物理奠定了理论基础。

相关研究成果发表在*Physical Review Letters*

上，并被选为期刊编辑推荐文章。研究工作受到国家重点研发计划、国家自然科学基金委员会和

中科院的资助。

[论文链接](#)

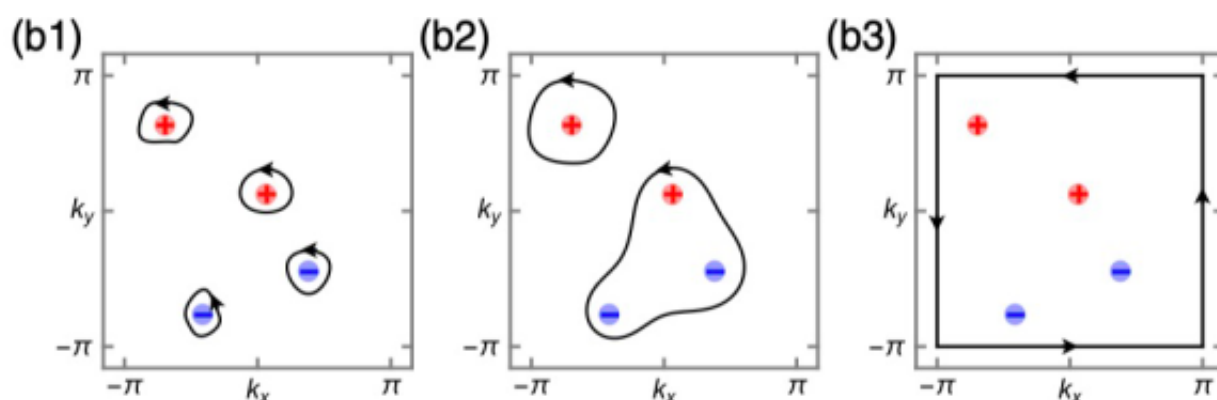


图1.Nielson-Nanomiya定理中拓扑荷在布里渊区的分布示意图及求和，红色和蓝色代表拓扑荷相反

图2.两能带系统中费米点与奇异点的差别示意图；红、蓝曲面代表两个不同的能带；黄、绿两点代表成对的奇异点，中间黑线代表费米弧；红、蓝两点代表成对的费米点

研究团队单位：物理研究所

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](#)转发