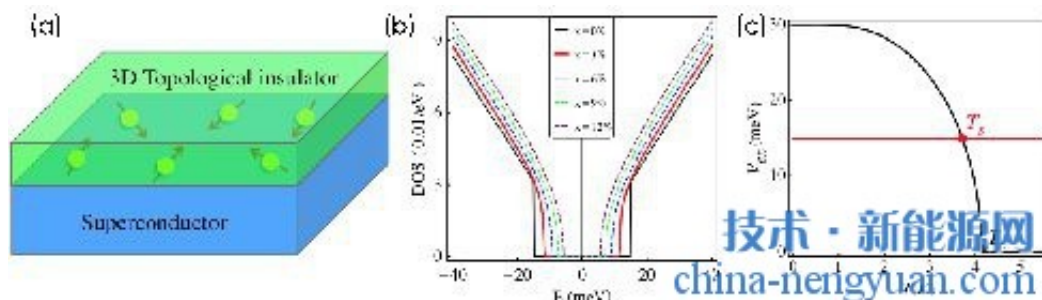


中国科大在量子材料的理论研究中取得新进展



近日，中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家实验室教授张振宇课题组的博士生秦维在量子材料的理论研究中取得新进展，为实现手性拓扑超导体和马约拉纳费米子提出新的可行体系。相关研究成果发表在2014年12月31日的《物理评论快报》上。

拓扑超导体和马约拉纳费米子分别是当今凝聚态物理领域备受关注的研究热点。马约拉纳费米子是自身的反粒子，服从非阿贝尔量子统计，因此可以用来实现拓扑量子计算。

理论上，马约拉纳费米子可存在于拓扑超导体中，例如无自旋p波超导体的量子磁通涡旋和带自旋的p波超导体的半量子磁通涡旋周围都会存在零能的马约拉纳费米子。实验上，无争议地观察到马约拉纳费米子的存在是物理界所面临的巨大挑战。几年前，毕业于科大少年班、现任职于麻省理工学院（MIT）的付亮与其导师美国科学家C. Kane首次预言了可以通过s波超导体和三维拓扑绝缘体之间的近邻效应来实现等效的p波超导体。

为了进一步实现手性的拓扑超导体，时间反演对称性必须被打破。基于付亮与Kane的工作，人们设计了一种由铁磁绝缘体、强自旋轨道耦合的半导体薄膜和s波超导体组成的三明治异质结，其中近邻效应引入的塞曼场会破坏时间反演对称性，从而可以实现手性拓扑超导体。

这些理论预言导致凝聚态物理领域实验上观察马约拉纳费米子的研究热潮，但因为体系复杂，先期的报道都存在争议。如何能在结构更简单的体系中实现手性拓扑超导体并进一步观察到马约拉纳费米子，具有广泛的基础研究与应用价值。

在新发表的工作中，秦维首次提出通过在拓扑绝缘体和s波超导体界面稀释掺杂磁性原子的方法(如图(a)所示)来打破时间反演对称性，从而可以在一种更为简单的结构中实现手性拓扑超导体。

他们的研究证明，适度的磁性原子不仅不会破坏超导体和拓扑绝缘体界面的超导性(图(b))，并且还能通过隶属于界面拓扑态的库珀电子对来实现长程铁磁有序。由于超导体和铁磁性的共存，可以通过温度诱导的拓扑量子相变(图(c))实现手性拓扑超导体，并进一步为马约拉纳费米子的实验探测提供新的更可行的平台，其显著优势是集超导、拓扑与磁性于同一界面。

上述研究得到了国家自然科学基金委、科技部和量子信息与量子科技前沿协同创新中心的资助。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/71735.html>