
拓扑表面态能带弯曲对自旋流的各向异性吸收机制研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/34539.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！

拓扑表面态能带弯曲对自旋流的各向异性吸收机制研究取得进展

。在铁磁/非磁（FM/NM）异质结中，纳秒尺度的自旋泵浦效应和飞秒尺度的自旋超扩散过程是实现铁磁层向非磁层注入自旋流的两种主要机制，为开发超快、低能耗自旋逻辑器件提供了理论基础。拓扑绝缘体（TI）凭借其强自旋轨道耦合和自旋-动量锁定的表面态，展现出比传统金属材料更高的自旋-电荷转换效率，在新一代自旋逻辑器件及太赫兹波产生等领域极具应用潜力。

中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心

研究员成昭华团队的前期研究工作发现，非磁层的能带结构可调控铁磁层的磁性阻尼因子。在Fe/ α -GeTe异质结中，科研人员观察到各向异性Rashba劈裂能带在自旋泵浦效应中诱导出增强的各向异性Gilbert阻尼。类似地，拓扑绝缘体中 $k \cdot p$ 理论的高阶项也能导致费米面弯曲，形成类雪花的费米轮廓。然而，这种形变的拓扑表面态（TSS）对FM/TI异质结构中纯自旋吸收的影响尚未探明。

近期，该研究团队基于自旋势的玻尔兹曼方程，考虑了自旋积累强度，理论计算并预测了拓扑表面态能带弯曲对自旋流的各向异性吸收机制。理论预言，若费米面附近以TSS为主导，能带弯曲效应将导致纳秒时间尺度下出现各向异性Gilbert阻尼，随着 Bi_2Te_3 厚度增加，体态贡献增强，积累的自旋向体态扩散会稀释该效应，使各向异性消失；而在飞秒时间尺度下，准平衡态尚未建立，因此不会出现各向异性自旋动力学行为，表现为各向同性的超快退磁。

实验上，研究团

队利用超高真空分子束外延技术

制备了高质量、厚度精确可控的 Bi_2Te_3

超薄膜。通过角分辨光电子能谱测量不同厚度 Bi_2Te_3

的费米面，拟合出能带弯曲效应随厚度的变化规律。进一步构建Fe/ Bi_2Te_3 异质结后，结合平面波导铁磁共振测试系统和时间分辨磁光克尔效应测试平台，分别在纳秒与飞秒时间尺度探究其自旋动力学。实验结果与理论预测一致：在纳秒尺度观察到各向异性增强的Gilbert阻尼，且其各向异性程度随 Bi_2Te_3

层厚度增加呈现先增后减的趋势；而在飞秒尺度下，则检测到近乎各向同性的超快退磁过程。

该研究提出并验证了由拓扑表面态能带弯曲诱导的各向异性Gilbert阻尼机制，为推进各向异性自旋电子学研究奠定了基础。

相关研究成果以Warping Effect-Induced Spin Current Absorption at Various Timescales in Fe/Bi₂Te₃ Heterostructures为题，发表在《物理评论快报》（Physical Review Letters）上。研究工作得到国家重点研发计划和国家自然科学基金的支持。

[论文链接](#)

Bi₂Te₃拓扑表面态能带弯曲对Fe/Bi₂Te₃异质结在纳秒和飞秒尺度下的自旋动力学行为的影响

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](http://www.iikx.com)转发