
巨反常霍尔角调控与磁性外尔霍尔传感

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/33011.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！

巨反常霍尔角调控与磁性外尔霍尔传感。磁性材料的反常霍尔输运效应来源于能带内禀贡献及杂质外禀散射，其重要参量反常霍尔角代表纵向电流密度驱动横向反常霍尔电流密度的能力。大反常霍尔角在反常霍尔磁传感、自旋电子学磁畴翻转等方面发挥关键作用。过去70年来，反常霍尔角长期处于 $0.1 \sim 3^\circ$ ($0.2\% \sim 5\%$)的较低水平，且缺乏调控模型和实验方案，导致反常霍尔这一重要物理效应长期不能得到有效应用。

近年来，本征磁性拓扑材料的发现为研究自旋相关拓扑物态和物性提供了材料平台，而其拓扑增强的电输运性能也为反常霍尔角的调控带来了契机。磁性外尔半金属 $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$ 具有大内禀反常霍尔电导率，为实现反常霍尔角的调控提供了理想载体。

最近，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心磁学实验室刘恩克课题组在磁性拓扑材料与物理研究方面取得新进展。他们提出了反常霍尔角的双变量数学模型，根据电导率及电阻率的张量转换，首次将反常霍尔角表达为纵向电阻率与反常霍尔电导率之积的函数。在金属区，反常霍尔角随着二者乘积的增加而增大。对于具有确定内禀反常霍尔电导率的体系，其反常霍尔角则随着纵向电阻率的增大而呈现一个极大值。根据反常霍尔电导率的内外禀机制特征，他们提出了基于磁性拓扑体系开展反常霍尔角调控的实验方案。利用拓扑态、微量掺杂、温度、维度等内外禀自由度，在 $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$ 体系中进行了实验设计和验证，实现了纵向电阻率和反常霍尔电导率的同步大幅提升，获得了 25° (46%)的零场巨反常霍尔角。同时，他们研制了新型反常霍尔传感器件，获得了低频 $23\text{nT}/\text{Hz}$ $0.5@1\text{Hz}$ 的磁场探测能力和 $7028 \mu\text{m}^2/\text{T}$ 的霍尔灵敏度，分别是目前已知反常霍尔传感器的3倍和10倍。

该研究为反常霍尔角的调控提供了一套可行的模型和方案，开启了磁性材料巨反常霍尔角的新阶段，实现了拓扑增强高性能磁传感的原理性验证。相关成果以Modulation of the anomalous Hall angle in a magnetic topological semimetal为题，于2025年4月2日发表在Nature Electronics杂志上。课题组博士生杨金颖为第一作者，刘恩克研究员为通讯作者。研究中微纳器件的NV色心磁测量得到了物理所刘刚钦团队的支持。物理所沈保根院士、复旦大学吴义政教授、马普微结构物理所Stuart Parkin教授、马普固体化物所Claudia Felser教授等对本研究给予了支持和指导。该工作得到了基金委面上、基金委基础科学中心、科技部重点研发、中国科学院稳定支持青年团队、中国科学院重大科研仪器研制、中国科学院-马普所联合研究单元等项目的支持。（来源：中国科学院物理研究所）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41928-025-01364-8>

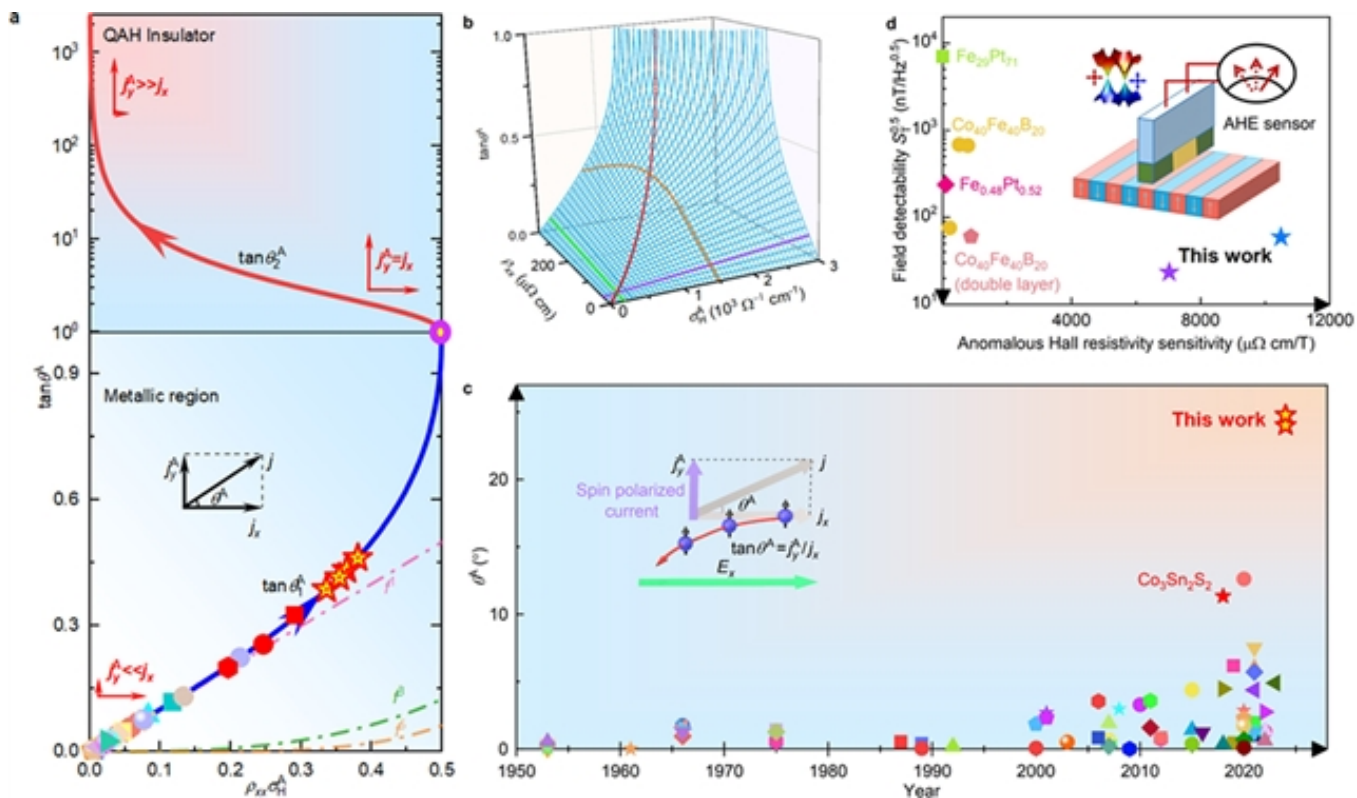


图1. a, b反常霍尔角的双变量函数关系, c巨反常霍尔角, d磁性外尔半金属反常霍尔传感。

作者：刘恩克等 来源：《自然—电子学》

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