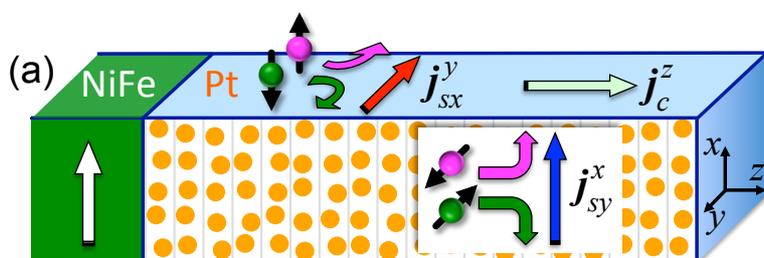


袁喆等在 *Physical Review Letters* 发表关于自旋霍尔效应的文章

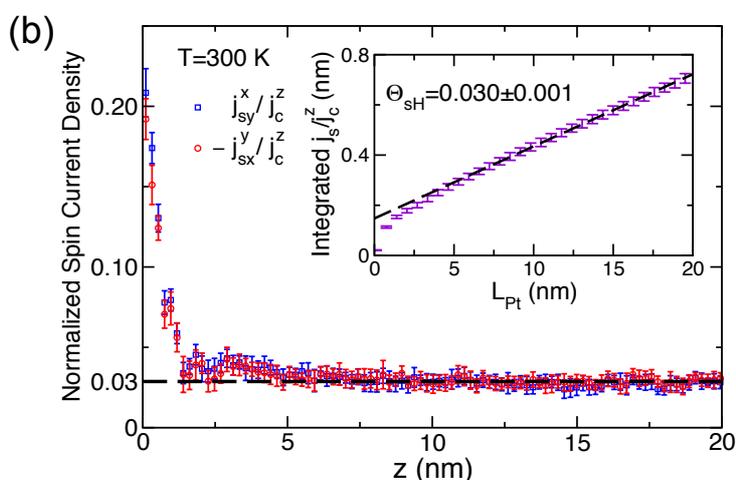
电子是带有电荷和内禀自旋角动量的粒子，类似一个带电且自转的陀螺。当运动中的电子遇到杂质散射时，由于相对论效应，顺时针和逆时针自转的电子会向着相反的横向方向运动，从而产生一个横向运动的自旋（角动量）流。这个效应被称为“自旋霍尔效应”，是目前用电学方式产生、操纵纯自旋流的重要途径。其逆效应（逆自旋霍尔效应）可以将自旋流转换为电压或电流信号，因而被广泛用来探测纯自旋流。自旋霍尔及其逆效应在设计、改进磁性存储器件方面具有极大的应用价值，是目前自旋电子学和磁性材料领域研究的重点问题。然而，自旋流和电流之间的相互转换效率（即所谓自旋霍尔角）在具体材料中的大小尚存在很大的争议，尤其是金属铂的自旋霍尔角的大小已成为自旋电子学研究领域的一桩公案。

出于面向应用的考虑，实验研究着重于在室温下实现自旋流对磁性材料磁矩的控制，因而通常将自旋霍尔材料（较重的非磁过渡金属元素，例如铂等）和铁磁材料接触构成双层或多层纳米薄膜。这些磁性异质结构中包含界面晶格失配，合金无序，以及有限温度导致的原子振动和磁矩涨落等，真实的理论描述具有极大的挑战性。

近期，北京师范大学高等量子研究中心袁喆研究员与夏钊教授及其博士生王蕾、刘翌研究员，以及荷兰 Twente 大学 Paul Kelly 教授以及博士生 Rien Wesselink 合作，采用能够处理上述复杂性的全相对论第一原理散射方法，计算了镍铁合金和铂双层膜中的自旋霍尔及其逆效应。计算结果清楚地表明，金属铂与镍铁合金界面是自旋流与电流转化最高效的地方，而这部分的贡献在过去所有研究中均被忽视了。该工作不仅解释了为什么不同实验测量出的金属铂自旋霍尔角会有很大差别，更重要的是，通过充分利用界面处巨大的自旋霍尔效应，可以极大地提高自旋流的产生、操纵和探测效率，为器件性能的优化提供了巨大的空间。该研究工作发表在 5 月 11 日出版的《*Physical Review Letters*》。



(a) 自旋霍尔效应示意。当电流 j_c^z 从 NiFe 进入 Pt，由于散射产生沿 x 方向和 $-y$ 方向运动的自旋流，分别沿着 y 和 x 方向极化，如蓝色和红色箭头所示。(b) 室温下金属 Pt 中的横向自旋霍尔流的位置分布。红色和蓝色点分别对应于沿 x 和 $-y$ 方向运动的自旋流。在远离界面区域，自旋霍尔角接近体材料中的值 0.03（如黑色虚线所示）。在 Pt 和 NiFe 界面 ($z=0$) 附近，自旋流密度远大于体材料中的大小。图中误差棒用来表示 30 个随机原子振动无序构型计算结果的分散度。插图：自旋流从界面处积分到 Pt 内某个长度 L_{Pt} ，其斜率对应于体材料的自旋霍尔角。



文章链接: Lei Wang, R. J. H. Wesselink, Yi Liu, Zhe Yuan, Ke Xia, and Paul J. Kelly, Giant Room Temperature Interface Spin Hall and Inverse Spin Hall Effects.

<http://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.116.196602>