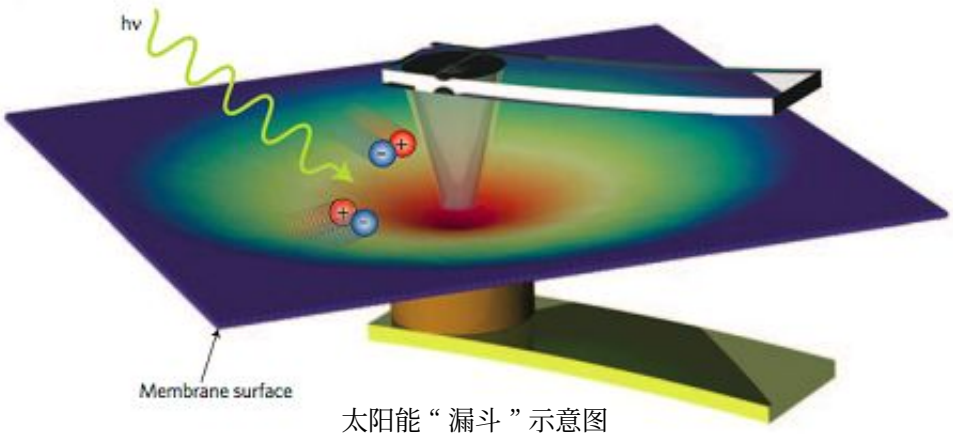
太阳能“漏斗”研究获进展

采集太阳能并将之转变为电能是一直以来非常重要的课题。北京大学物理学院量子材料科学中心的冯济在近期的工作提出，通过应变构造所谓的“太阳能漏斗”，为这一个课题提供全新的视角。这一工作发表在《自然—光子学》[Ji Feng, et al. Nature Photonics 6, 886-872 (2012); doi:10.1038/nphoton.2012.285]上。

传统的材料所能承受的拉伸弹性应变通常不会超过0.2%。最近出现的一类新型低维材料，如石墨烯，单层二硫化钼等，能够承受巨大的弹性拉伸。冯济及其合作者考虑如何运用弹性应变为材料带来前所未有的性能。他们设想让探针顶压悬浮的弹性薄膜，构造出一个不均匀的应变场。弹性应变在微观上对应的是化学键的拉伸或者压缩，改变材料中电子（或者载流子）的能量。不均匀的应变分布就可以引发一个对载流子的有效电场。如果在一个器件中实现应力集中，即能实现通过应力场来集中载流子。这就好像一个载流子“漏斗”。冯济及其合作者提出的器件的几何形状也正好是漏斗形（如图）。



太阳能“漏斗”示意图

作为概念演示，冯济与合作者针对单层二硫化钼开展数值模拟。单层二硫化钼是目前备受关注的量子材料。冯济和王恩哥在之前的合作中，演示了单层二硫化钼具有被称为“谷”的量子自由度，体现出“谷”圆二色光选择性及量子输运特性[Ting Cao et al. Nature Communications 3, 887 (2012)]。除了特异的光学性能，二硫化钼还是一个只有0.6纳米厚的超强度弹性晶体薄膜，可以承载11%的弹性应变。冯济与合作者通过基于密度泛函之GW近似，求解Bethe-Salpeter方程，得出二硫化钼中的准粒子能量（电子、空穴和激子）。计算显示，二硫化钼中的准粒子能量对应变非常敏感，其激子能量在材料的强度范围之内可以改变0.7 eV之多。结合经典分子动力学计算出顶压下的单层二硫化钼的应变分布，冯济及其合作者演示了这一设计的可行性。

应变和应变场对材料的许多性能在量子层面具有深刻影响。冯济的工作展示了非均匀应变场在调控载流子方面的独特能力。弹性应变具有d(d+1)/2个维度（d是材料的维度），相应的应变场则是一个d(d+3)/2维的连续变量，对材料性能具有丰富多变的调控能力。在超强度材料崭露头角的今天，不难预见弹性应变工程将是一个具有理论和技术价值的科研方向。哥伦比亚大学的James Hone教授在《自然-光学》同期的News and Views上对冯济的工作发表评述[Nature Photonics 6, 804-806 (2012)]，也对弹性应变工程的潜力给予高度评价。

这项工作是与MIT材料系和核工程系的李巨教授、钱晓峰博士和Cheng-Wei Huang合作完成的，受到中国自然科学基金委、973计划、美国NSF及空军等的资助。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/42454.html