

---

# 综述：“水伏学”，水中“捕电”新途径

作者：韩扬眉 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/3466.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！*

综述：“水伏学”，水中“捕电”新途径。近年来，国际上一系列的研究显示，碳纳米材料通过与水的相互作用可以稳定地输出电能。纳米碳材料可从几乎所有形式的水能中捕获能量，持续产生高达伏级的电能，这种现象被称为‘水伏效应’。专家称，水伏效应为捕获地球水循环过程中的能量提供了全新的方向，提升了水能利用上限。

近日，南京航空航天大学纳米科学研究所团队以正浮现的水伏技术为题在《自然—纳米技术》上发表相关成果，并获得编辑对该文的期刊封面推荐。

## 当水遇上石墨烯结晶为电

水占据着地球表面大约70%的面积，能在水波、水流、雨滴、蒸发等各种水的运动和循环过程中集聚能量，可演化为波动能、流动能、雨滴能、蒸发能等。

据估算，地球上水动态吸纳释放能量的年平均功率高达60万亿千瓦，比全球人类的年平均能量消耗功率(2016年约180亿千瓦)高三个数量级，其中仅水蒸发的年平均功率就达40万亿千瓦。

不仅如此，水还以丰富多样的形式支配着自然界的能量转移，比如它吸收了近70%的太阳辐射到达地表的能量，并通过水的蒸发、对流等一系列过程将其转移。

也就是说，水自身储存着巨大的尚未得到开发的能量资源，它还转移着其他能量。

早在公元400年，人们就在探索使水能物尽其用的方式，比如流水推动的水轮、蒸汽推动的机车等，根据经典力学和电磁动力学的原理，将水的势能或动能转化成有用的机械能和电能。19世纪，科学家发现水和固体表面可发生相互作用，水在压力差作用下通过狭小的腔道或缝隙流动会将水的动能转化为电能等动电效应。

纳米通道具有原子尺寸的光滑壁面，可有效提高能量转换效率，这激发了该团队利用纳米材料收集水能的兴趣。

南京航空航天大学教授张助华表示，纳米材料因表面等效应对外界激励有独特的敏感性，可以收集传统技术无法获得的更丰富形式的水能。其中，尤以石墨烯和碳纳米管等纳米碳材料为代表，因其制备技术成熟，可宏量得到不同尺寸高质量样品脱颖而出。

事实上，来自水的能量更多是以无法感知的形式存在，即蒸发。每蒸发1克水会吸收 2.26 千焦的

---

环境能量，接近一节AAA干电池所含的能量。在全球范围内，蒸发消耗的能量占水所消耗的总能量的66%(40千瓦)，产生平均功率密度每平方米约80 W，且无时无刻不在发生着。研究表明，碳纳米材料能够与水蒸气发生独特相互作用，将水蒸发吸收的能量直接转换为电能输出。蒸发发电不需要任何显像机械能输入，截然不同於其它的水能利用方式。

纳米功能材料担当着把水中波动能、蒸发能等无法直接使用的能量转化成有用电能的‘桥梁’作用。张助华说。

## 从水中捕获电能

通过功能材料将水能转化电能的途径被称为水伏学。相关研究近两年开始兴起，其概念被专家定义为：一系列从水中捕获电能的新途径。

国内相关学者已围绕碳纳米材料的优化设计、纳米碳捕获水能的不同机理以及水伏效应的应用潜力和技术发展等方面做了大量的研究。该团队指出，水伏效应发展的关键之一在于深入认识固液界面和高效水伏效应材料的制备，尤其是界面的电荷转移和传输规律。

该团队对石墨烯等二维覆层体系的流-固-电耦合开展了系统的研究，发现了石墨烯新的动电效应，命名为曳势、波动势，极易廉价炭黑材料的水蒸发发电。这些研究成果显著提升了水伏技术的发展潜力。

据介绍，曳势即液滴在涂覆单层石墨烯的固体表面运动时，产生与液滴运动速度成正比的拖曳液滴发电。这一现象不禁让我们想象：把石墨烯放在手机屏幕上，水滴在上面一滚，就能生电。而且水滴滚得越快，发的电就越大。

与液滴相比，水的波浪蕴含着更巨大的能量，而这种波动势能量可以通过和拖曳势相似的方法获得。

去年5月，该团队与华中科技大学研究团队合作研究发现，在廉价碳纳米材料薄膜中，大气环境下水的自然蒸发产生了持续的伏级电压和直流电流，数平方厘米薄膜产生的电能已经能够直接驱动液晶显示器。最近的实验还发现，空气中的湿度变化也可以通过碳纳米材料转换成电信号。

## 召唤水伏的未来

水伏效应的理论与技术研究目前仍处在起步阶段，但其所展示的发展潜力和独特应用前景已透出水伏科学技术的曙光。中国科学院院士、南京航空航天大学教授郭万林说。

与对外部条件和环境有较大依赖性的光伏发电技术相比，水伏发电技术几乎完全借助水的自然过程。以蒸发发电为例，蒸发无处不在，不受天气、昼夜、空间的影响，而且可以结合风能、热能和太阳能提高蒸发发电量，使得蒸发能利用在理论上具有比光伏技术更大的空间。

迄今为止，研究人员挖掘并设计了其它材料结构以研究水伏效应，以期将水体中储存的巨大能量直接转化为电能。

但总的来说，功率密度低和转化效率低仍是制约水伏效应应用的主要问题。现有报道的水伏器件，电流密度在数十微安级，输出功率一般介于亚微瓦到毫瓦量级，功率密度一般小于 $10\text{ Wm}^{-2}$

---

, 远远不能与现有的电力设备相提并论。

张助华补充道, 经过几年的研究, 如果我们有幸能实现毫安级电流输出, 就基本可以给手机充电了, 还可以驱动大部分的移动电子器件。

他还预期, 水伏效应发电将是现有绿色能源体系的有力补充。水伏效应生电是否能真正走进大众生活还取决于后续研究, 需要更多科研人员的共同努力。(来源: 科学网 韩扬眉)

相关论文信息:

DOI:10.1038/s41565-018-0228-6

DOI:10.1038/nnano.2016.300

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