

## 未来，一滴水也能发电！中国科学家实现对液滴碰撞行为的精确控制

对于很多人来说，下雨是一件很烦人的事。雨天只能躲在家里，望着水滴四处飞溅。但水滴落在地上只能飞溅吗？能不能用来做点有意思的事？

近日，中国科学院化学研究所宋延林课题组与清华大学冯西桥、李群仰等合作，发现下落的水滴撞击到特殊平面后，能够产生高速旋转，每分钟转速超过7300 rpm，并在空中跳起了“水滴芭蕾舞”。这项研究通过巧妙的设计实现了对液滴碰撞行为的精确控制，并且首次实现了物体碰撞前后运动形式的转变，在水能采集、自清洁和防冰冻方面或具有应用价值。



水滴与平面碰撞后呈现的一系列演化形态（图片来源：宋延林课题组）

该研究于2019年3月5日发表在《Nature Communications》上（DOI: 10.1038/s41467-019-08919-2），并被《Nature》杂志选作研究亮点，以“Putting a spin on droplets”为题进行了报道。

### 物体之间的碰撞，牛顿是这样说的

两个物体的碰撞是常见过程。早在三百多年前，伟大的科学家艾萨克·牛顿就对该过程做了大量实验研究，并总结出了著名的牛顿碰撞定律：

$$e = \frac{v_1 - v_2}{u_1 - u_2}$$

两个相互碰撞的物体，碰撞后的脱离速度与碰撞前的靠近速度之比称为恢复系数。对于完全弹性碰撞来说，恢复系数为1，但这种情况只会出现在理想情况中；对于完全非弹性碰撞来说，恢复系数为0。真实的碰撞过程，恢复系数大部分介于0和1之间。一般来说，碰撞前后改变的是物体的速度大小和方向，很难改变物体的运动形态。

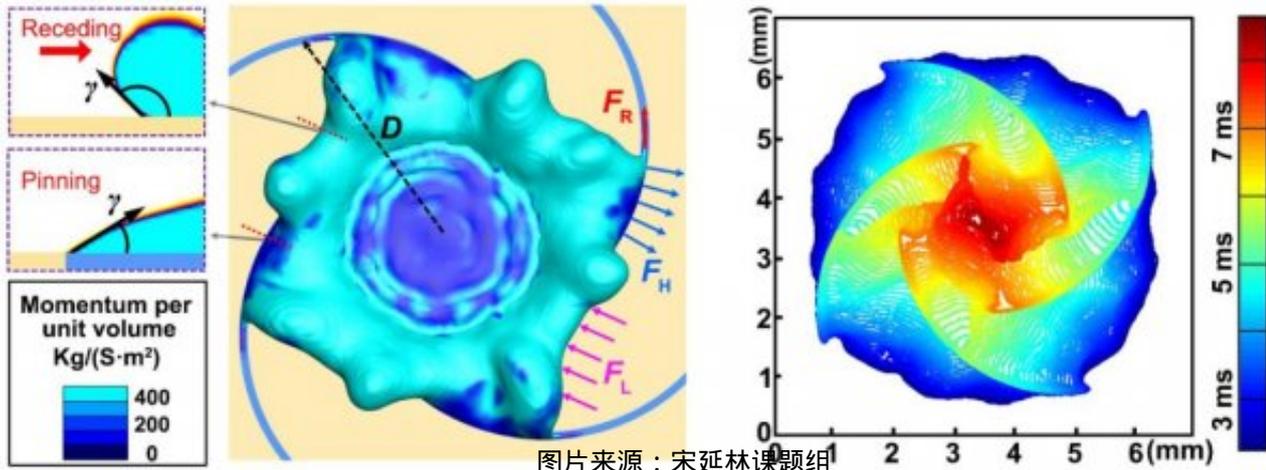
而在本工作中，水滴的运动形态首次由碰撞之前的平动变为了碰撞之后的转动，该现象与经典的“牛顿碰撞定律”有明显不同。

### 我们能控制水滴怎么飞

水滴落到固体表面后的动态行为一般在几毫秒到十几毫秒的时间内完成。水滴撞击表面后的结果（水滴弹回或飞溅）取决于固体表面的结构和化学性质。但是，由于水滴具有可变形性，且撞击水滴与固体发生相互作用的速度极快，操控这种行为存在一定难度。

研究人员借助同步高速成像系统，对这一行为进行了详细的记录与分析。他们发现，通过在疏水低粘附的基底表面构筑高粘附图案，对水滴的碰撞过程进行诱导，使液滴能够以超过7300转每分的速度高速旋转。液滴在粘附力的作用下形成四角的裂分结构，在空中跳起了“芭蕾”。

结合理论分析与数值模拟，他们揭示了该过程背后的科学原理。液滴碰撞到表面后，首先铺展形成圆形液膜，然后液膜在表面张力的作用下开始回缩。此时，由于基底表面不同区域具有差异化的粘附力，因此液滴各部分的回缩速度不同，并在液滴内部形成力矩。力矩的作用效果随着液膜的回缩逐渐累积，在液膜回缩完成后形成角动量，赋予液滴旋转的能力。



未来，发电模式可能改变！

液滴碰撞后产生高速旋转，实现液体平动能向转动能的转化。这与水力发电过程中，水的动能转化为发电机转子的动能进而产生电能类似，液滴碰撞过程中液滴的转动能也能够被收集与利用。

基于此原理，研究人员研制了利用单个液滴进行物体驱动的新型液滴驱动器，将图案化浸润性的基底漂浮在磁悬浮系统中，水滴落在表面后产生旋转运动。在此过程中，基底在液滴驱动下能朝着特定方向旋转。

这项研究为液体动能的利用（如水利发电）开拓了新的思路和方向。比如说，可以在合适的地方安装这种微型水能发电装置，而不必局限于大江大河上的水力发电站。当雨滴落在上面时，就能够带动下面的转子转动，将动能转换为电能，供人们利用。

本项目得到国家纳米重点研发计划、国家自然科学基金、博士后创新人才计划和博士后基金资助。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/136636.html>