
水往哪儿流 自己说了算

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/15823.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！

水往哪儿流 自己说了算。



南洋杉叶片结构独特 作者供图

都说人往高处走，水往低处流，3年前的一次偶遇让大连理工大学副教授冯诗乐发现了流体可以选择自己的命运，决定其流向的奥秘，相关论文9月17日发表在《科学》杂志。

2018年，正在香港城市大学做博士后研究的冯诗乐在公园游玩时被一种叶片吸引了目光。这种叶片由双重悬臂结构锯齿周期性排列组成，同时拥有横向和纵向曲率。

做仿生学研究的冯诗乐眼前一亮，当即把叶片带回实验室。初步研究发现，酒精在叶片上沿锯齿倾斜的方向流动，而水竟然逆着叶片倾斜方向流动。

冯诗乐的博士后导师、香港城市大学教授王钻开长期从事仿生表界面学研究，他随即提出一个深刻的科学问题：在不改变表面结构和无能量输入的前提下，液体能否自主选择运动方向？

历时3年，他们在国际上首次回答了这一问题，答案是：能。

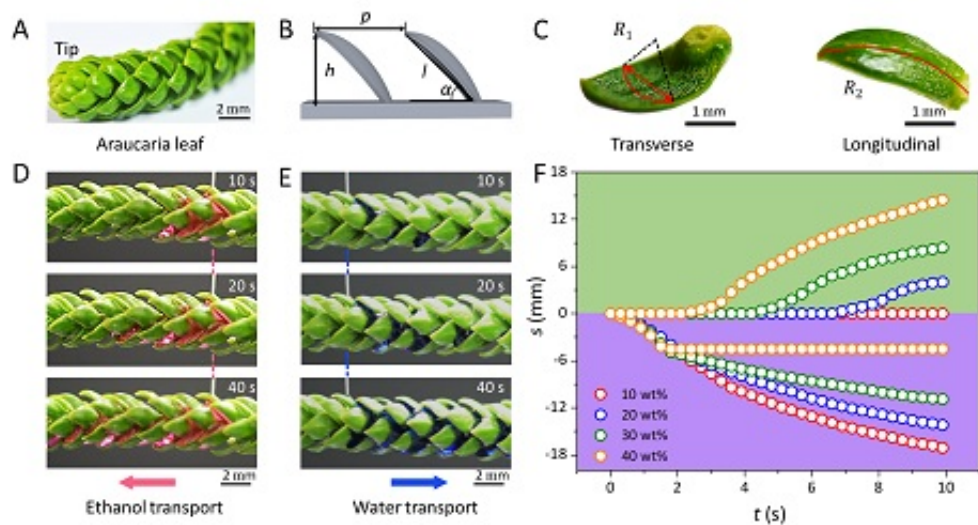
闻所未闻

冯诗乐看中的这种植物叫南洋杉，在我国南方沿海地区非常常见，甚至在香港城市大学的校园里就有很多。但把它带进实验室的，冯诗乐可能是第一人。

实验中，研究人员通过混合不同比例的乙醇和水，制备不同表面张力的液体。结果发现，当乙醇浓度超过40 %时，表面张力小，流体沿倾斜方向正向运动；当降低乙醇浓度至10%和40%之间时，液体双向运动；继续降低乙醇浓度至小于10 %时，表面张力大，液体改为逆向流动。

水往高处走的研究很多，但液体在同一表面无外力情况下自主选择运动方向却闻所未闻。冯诗乐表示，这种奇怪的现象同传统认知完全背道而驰。

研究者通过高精度3D打印技术，设计并制备了一种仿南洋杉叶片结构的3D毛细锯齿结构表面（ALIS）。进一步研究表明，不同表面张力的液体在这一表面上的接触角从20 ° 增加到82 °，其传输方向从正方向逐渐过渡到负方向，临界转变接触角为42 ± 5 °，即使在逆重力的情况下，依然如此。



这一现象背后的机理是什么？研究者们翻遍文献，并未找到答案。

文献中有很多单向流动的记录，但是双向流动我们百思不得其解，查文献、问专家，都没有结论。冯诗乐告诉《中国科学报》，自1804年表/界面科学润湿性基础理论提出以来，研究者普遍认为，液体在某一种表面上的运动方向是确定的，由材料表面结构决定，而与液体的种类、表面张力等本征性质无关。

研究进展到这儿，突然卡了壳。

追根溯源

搁浅了半年之后，研究组迎来转机。

通过高倍数的彩色高速摄像技术，研究人员得以一帧一帧地观察流体运动过程中的运动轴及三相接触线的变化规律。得益于信息量丰富的彩色图像，他们反复观察发现了一种全新的非对称3D固/液界面交互作用，这导致低表面能液体展现自下而上的铺展模式，而高表面能液体展现自上而下的铺展模式。

作者指出，区别于传统微米结构表面仅能诱发2D固/液界面作用，南洋杉叶片结构表面尺度在亚毫米数量级，其特征长度和流体毛细长度相当，因此能够诱发3D毛细锯齿结构纵向曲率和横向曲率的联合作用，产生了3D空间上非对称固/液界面相互作用。

2D固/液界面与3D固/液界面观察到的现象完全不同，液体自主择向现象的本质机理就是在这里。冯诗乐说。

论文审稿人评价称：该研究结果非常独特，区别于定向润湿领域以往发表的其他论文成果。

另一位审稿人则认为：这是一项高质量的工作，唯一的疑问是它是否具有充分的开创性和广泛的兴趣，使其发表在《科学》上，我的看法是肯定的。这项研究必将开辟许多全新的研究方向，并启发科研人员在基础和应用研究领域探索出更多延伸性工作。

开启方向

据悉，随着对自然界生物表面结构和功能的深入探索，仿生功能表面的研究呈爆炸式发展，包括仙人掌表面的水收集、猪笼草表面流体定向输运、荷叶表面的超疏水性能等。其中，流体定向输运的研究近5年相继在《自然》和《科学》及其子刊上发表论文超20篇，是一个颇有前景的研究方向。

冯诗乐表示，该工作提出了液体自主选择运动方向的科学问题，建立一种全新的非对称3D固/液界面交互作用，也开启三维流体可控输运新方向。

据悉，ALIS能显著促进或抑制毛细升（细小的玻璃管插入水中，水会在管中上升到一定高度才停止）现象。

实验发现，在普通表面上6毫米高度的毛细升，到了ALIS上，毛细升高度达到16毫米。而当把ALIS的叶片尖端朝下放置时，毛细升现象被显著抑制。

冯诗乐指出，毛细升促进现象一般发生在纳米结构中，而亚毫米结构的ALIS尺度更大，却在同多种微米和纳米结构材料的比较试验中实现速度最快、高度最大的毛细升现象。

作者表示，流体自主择向可应用于促进纺织染色、喷墨打印、海水淡化等领域的流体输运，也可以用于抑制防腐、微生物传播等领域的毛细升现象。（来源：中国科学报陈欢欢 梁媛）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1126/science.abg7552>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：冯诗乐等 来源：《科学》

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](https://www.iikx.com)转发