
液体稳定控制领域研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/37690.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！

液体稳定控制领域研究获进展

。液体晃动普遍存在于生活与工程场景：从端着的咖啡，到车辆和飞机油箱，再到化工储罐、医疗输液装置。日常溢洒只是小麻烦，但在工程系统中，液体晃动可能影响飞行器姿态控制，引发罐体疲劳损伤，或导致运输过程中的气泡和污染。

近日，中国科学院理化技术研究所研究团队，从猪笼草和睡莲中获得灵感，提出一种全新的“双仿生”防晃容器设计：无需挡板、无需机械结构、无需主动控制，仅依靠界面浸润性的调控和结构设计，即可在复杂动态环境中显著抑制液体晃动。

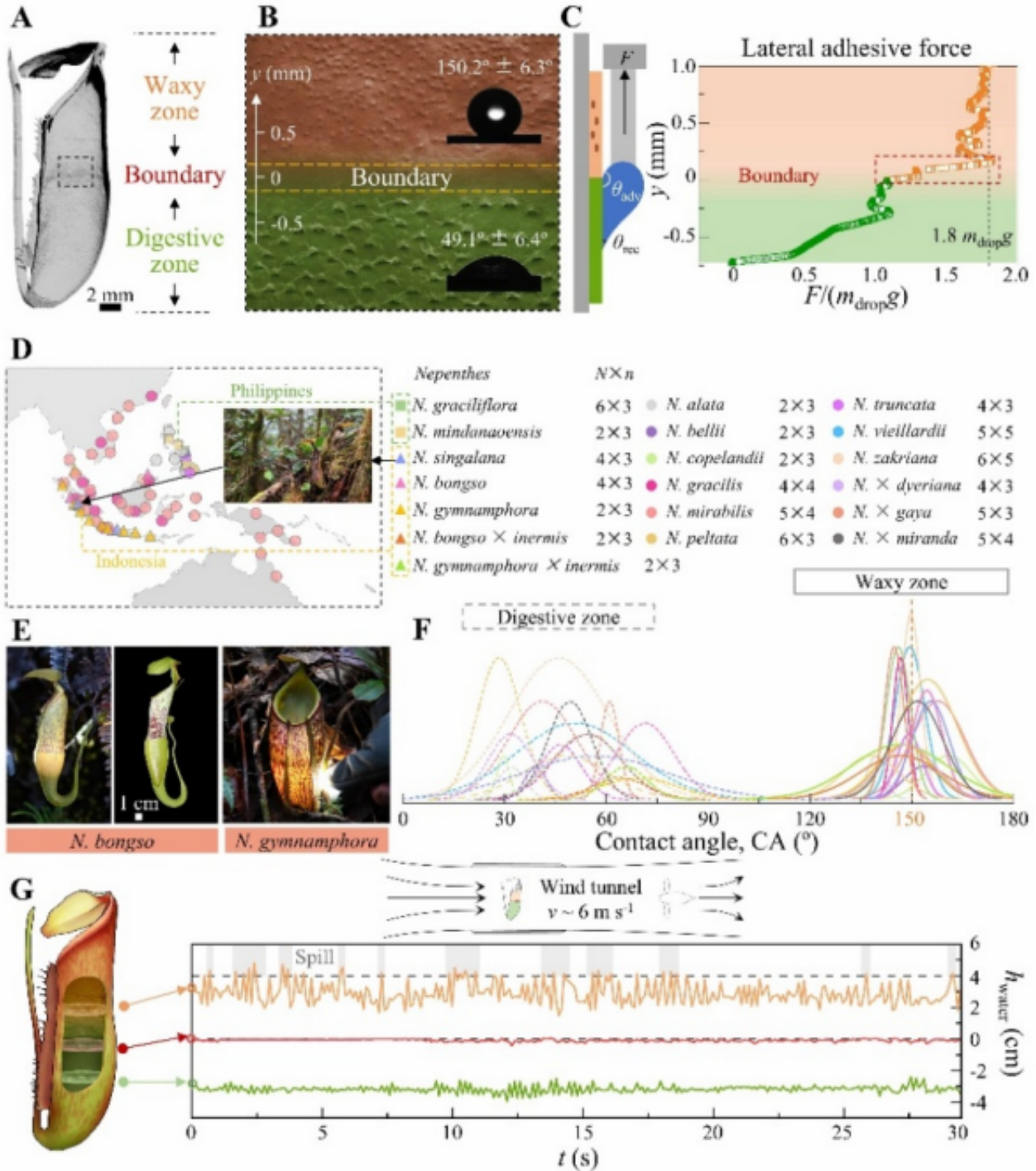
传统防晃常依赖挡板等内部结构，体积大、适应性差。科研团队选择换一条路——从液体与容器接触的“界面”入手，并从大自然中寻找答案。研究发现，猪笼草捕虫笼内壁呈现明显的分区：上部蜡质区为超疏水，下部消化区为亲水，交界处形成一条“亲水—超疏水”界线。这条界线如同“隐形安全带”，当液面接近界线时，会受到表面张力突变带来的“锁定”效应影响。风洞实验显示，液体在界线附近液面最稳定。睡莲叶的边缘有“缺角”结构，这一结构能够有效耗散水流冲击能量，提高叶片在水面上的稳定性。研究团队将猪笼草的浸润性界线与睡莲的缺角结构相结合，设计出具有“亲水—超疏水界线+缺角结构”的双仿生容器。这一结构既可通过连续3D打印实现，也能在普通纸杯上经过简单改造快速制备。

双仿生设计固然巧妙，但关键还要看它的稳液能力如何。在振荡测试中，普通容器在振荡15次后，液体就开始明显溢出；双仿生防晃容器在同样条件下振荡5000次，液面仍保持稳定，不溢出。这意味着，在完全相同的扰动下，双仿生容器的稳液性能实现数量级的提升。在真实环境中，手持双仿生纸杯行走时液体不再溢出。在其他动态场景如跑步、骑行以及驾驶等，双仿生容器内液体依然稳定，表现出优异的稳定液晃性能。最受到关注的实验来自路测挑战。研究人员用30个仿生杯搭建了一座四层香槟塔，将其固定在一辆SUV车前，以约10km/h的速度连续驶过50个交替布置的减速带。结果显示，仿生杯香槟塔内液体溢出率为0，而使用普通杯搭建的对照香槟塔液体损失40%。这一极具视觉冲击的实验直观验证了仿生容器在极端条件下的稳定性与技术可行性。

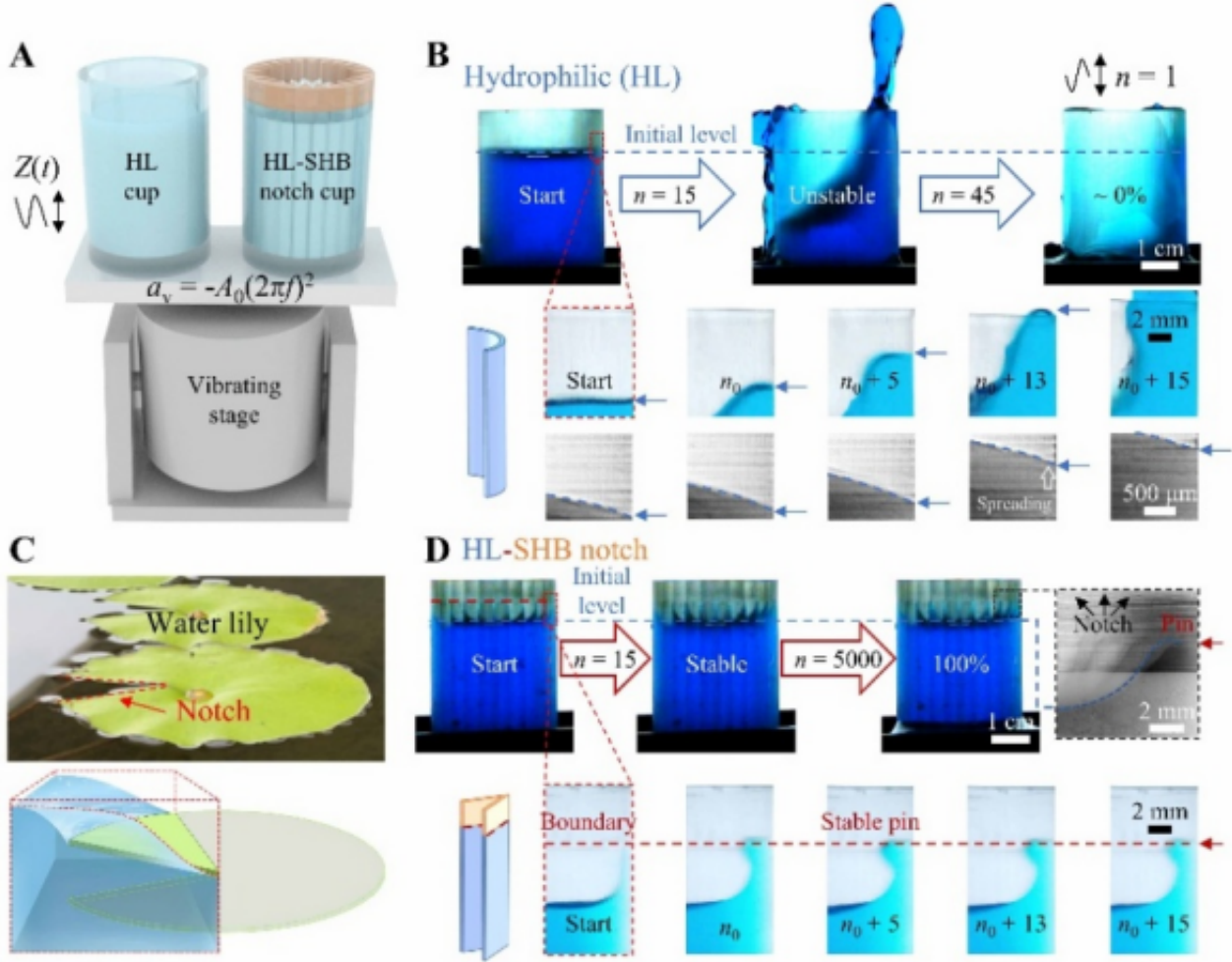
研究表明，通过合理设计界面浸润性和容器边缘几何结构，可在不耗能、无需复杂结构的前提下实现优异的稳液效果。从应用角度看，双仿生防晃容器的潜力远不止一个杯子：在化工与危险品运输中，有望用于减小罐体内液体拍击，提高运输安全；在航空航天中，有潜力为推进剂储罐提供被动稳液方案；在医疗与生物试剂输运中，有助于降低振动带来的气泡和交叉污染。在自然界，猪笼草和睡莲早已用各自的方式“驯服”了水。现在，科研人员正把这些隐身在叶片和捕虫笼里的智慧，变成可以走进生活和工程系统的仿生技术。

相关研究成果发表在《科学进展》(Science Advances)上。研究工作得到国家自然科学基金委员会等的支持。

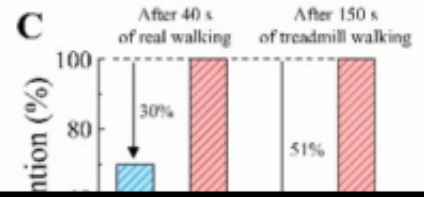
[论文链接](#)



具有异质浸润性边界的猪笼草结构及风洞实验



异质浸润性界面与缺角结构协同作用显著增强容器稳定液晃能力



双仿生容器在真实动态环境中的系统测试及与普通容器的对比结果

研究团队单位：理化技术研究所

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