

我国科学家在液态金属宏观体系中发现类波粒二象性现象

金属液滴也能「在轨追逐」

经济日报·中国经济网记者 余惠敏

在生活中，很多人会成为两个明星的“CP（配对）粉”。但你知道吗——我国科学家在实验室里，发现液态金属的液滴居然也能锁定“CP”，在轨追逐。这是科学家首次在液态金属宏观体系中发现类波粒二象性现象导致的液滴协同运动行为，对于探索认识原子层级的电子自旋行为乃至宇宙尺度的行星运动问题均有启示。

近日，来自清华大学和中国科学院理化技术研究所的刘静教授研究团队，在美国物理学会期刊《物理评论流体》上发表论文，揭示了液态金属导航波体系中的宏观波粒二象性——在导航波触发的液态金属振荡液池中，发生了量子化轨道现象及金属液滴追逐效应。

这是科学家首次在液态金属宏观体系中发现类波粒二象性现象导致的液滴协同运动行为。清华大学医学院生物医学工程系教授、中国科学院理化技术研究所双聘研究员刘静告诉经济日报记者：“特别是其中的金属液滴在轨追逐行为十分有趣生动，对于探索认识原子层级的电子自旋行为乃至宇宙尺度的行星运动问题均有一定启示。”

万物皆波，怎么看

什么是导航波？这是一个量子力学中的概念。1924年，法国科学家德布罗意首次提出了“万物皆波”的大胆猜想，认为与光一样，一切物质均具有波粒二象性。波粒二象性是量子力学发展的基石。基于此，德布罗意提出了导航波理论来描述量子世界的运动情形。根据这一理论，量子粒子，比如电子，其运动由一个导航波场来引导。若干年后，物理学家们找到了与德布罗意导航波理论有着惊人相似之处的宏观体系，即流体导航波体系。

在经典流体力学中，一个放置于竖直方向振动液面上的液滴能够持续在液面上弹跳而不发生融合。进一步的，这类不融合液滴会受到自身撞击液面形成的局部波作用而产生导向性水平运动。这种液滴运动，与量子力学中导航波理论描绘的量子粒子运动情形有着惊人相似之处。

对此，我们可以回忆一下下雨天。那时，你是否看见过雨滴在水潭上激起转瞬即逝的涟漪？击打在水面上的液滴有一些并不会立即与水面融合，而是会在水面上滞留一段时间。

这种反常的不融合现象及其背后的丰富的动力学知识，一度让物理学家们为之着迷。研究发现，不融合效应的产生，是由于液滴与液面之间的碰撞会被另外一层介质（例如空气）隔开所致。不融合现象的存在，也使得科学家们能够用液体表面来“悬浮”液滴——实现悬浮的秘诀就在于，让液面与液滴都动起来。

论文第一作者汤剑波博士介绍，在研究中，普遍采用的是经典法拉第实验手段，即让一个液池在竖直方向上受控振动。这样一来，置于液池表面上的液滴会随着液面振动，发生周期性弹跳，继而阻止二者融合。在这样的液滴一液池系统中，弹跳的液滴每次撞击振动的液池时，均会在液池表面留下一个以液滴为中心，向外扩散的局部波场。液滴与其在液面上产生的涟漪，恰好构成了一个宏观波粒二象性体系。

在竖直方向跳动的液滴，通过与其局部导航波的相互作用，获得水平方向的推力从而产生位移。这一液滴的自我助推状态与运动模式被形象比拟为“行走”。行走的液滴，与量子力学中导航波理论描述的量子世界粒子，有着很多相似之处。

先前研究表明，这种流体导航波体系中的悬浮液滴能模拟量子领域的一系列神秘行为，例如隧穿、干涉等。对这种宏观层面上波粒二象性的认识，使得流体导航波研究近年来引发科学界重视。

液滴CP，如何舞

为什么如此重视？因为其他研究途径都太困难了：除了量子体系之外，物理系统中普遍存在着波动伴随的粒子运动，而这些行为通常要么发生在极端尺度，要么需要借助特殊条件才能实现，这给直接观测和控制带来了巨大困难。而对于宏观流体导航波体系来说，其驱动参数及系统结构均可灵活变换，易于实现。

此前，已有研究考查了常规流体导航波体系中单个或者多个液滴的动态行为，但均具有缺点：有的仅局限于单液滴、单个导航波场，有的又让系统结构过于复杂化了——因此，科学家们想寻找一种全新液滴运动模式。现在，中国科学家们做到了。

复课开学，怎样帮孩子做好身心准备

本报记者 余 颖

十万学员的训练数据与上百万测评数据的研究发现，很多孩子注意力不集中、记忆力差、写作业磨蹭等问题，其实均与他们身心健康有关。”林薇解释说：“比如，有的孩子上课时注意力不集中，不断调整姿势，很有可能是前庭平衡发展失调导致的。”

林薇告诉记者，从生理学上看，保持正常姿势是人类开展各种活动的必要条件，而正常姿势是依赖前庭器官、视觉器官与本体感觉器官的协调活动来完成的，这也是这次课题研究里的感觉统合部分。感觉统合提高后，有助于身体各感官对信息的接收，孩子注意力会更集中，书写质量也会得到改善。

她提醒家长，感觉统合差的孩子会有一些特殊表现，比如喜爱玩旋转椅凳或者游乐设施且不会晕；怕走平衡木；等等。对此，家长可以通过跑步、用足尖走路，以及在平衡木上前行倒退等训练来调整。

再比如，有些孩子不能较长时间保持正

确姿势，抄写速度比较慢……这些问题也可能是由于肌肉活动不足，肌力较差所致，可以通过肌力训练来改善。

“这些问题长期存在，只是疫情期间才被家长关注到。”林薇分析：“在家上网课，老师很难及时注意孩子的反馈，有些孩子尤其是低龄孩子容易分心。所以，说网课考验家长的执行力与孩子的自主学习力，有一定道理，但可能也忽略了问题核心，错过了帮助孩子发展学习能力的最佳阶段。”

返校复课需要面临的挑战不只是过渡期。互联网已渗透到生活的方方面面，这次疫情又推动了教育在线化，是教育改革的一次契机。这也意味着，网课的“副作用”可能将长期存在，孩子需要更强的学习能力，才能够把网课变成“加速器”。对此，林薇介绍了一些能帮助孩子更快适应网课的小技巧——对于孩子做作业拖拉，只想做容易的题目等现象，可以通过互动、合作的方式来解决。

“青少年最好合作学习。在学校，有同学一起抢答题、做作业，可以营造出学习氛围，但上网课缺乏社交。”对此她建议，家长和学校可以帮助学生成立学习互助小组，让小组员们一起讨论问题、检查作业，能够激发孩子学习热情，尽快过渡到返校学习状态。如果不具备条件，她建议鼓励学生给家人当小老师，复述、讲解知识点。

林薇还提醒，面对疫情与返校生活，家长应注意不要传递负面情绪给孩子，而要帮孩子树立疫情防控的正确认知，以适应返校后的防控措施。

总之，孩子的学习能力至关重要。林薇透露，今年底，《儿童感觉统合与心理健康（能力）体系建设研究》有望完成评估体系建设。“届时，全国的老师、家长按照这个指南，就能对孩子身心健康发展程度做出评估，有针对性地开展训练，帮助他们更好地发展学习能力，适应未来的学习。”

新视界

建“韧性城市”

提升城市“免疫力”

本报记者 李予阳

“‘韧性’和‘韧性城市’是目前国际社会在防灾减灾领域使用频率很高的两个概念。我认为需要强调‘韧性城市’的建设理念，提升城市面对风险的快速应对能力、适应能力和恢复能力。”今年全国两会上，全国政协委员、中国建筑西南设计研究院总工程师冯远提出要建设“韧性城市”，提升城市“免疫力”。

随着城市人口规模不断扩大以及功能不断延伸，在突如其来的灾害面前，城市往往表现出很大脆弱性。如何提高城市系统面对不确定性因素的抵御力、恢复力和适应力，提升城市规划的预见性与引导性？这逐渐成为国际城市规划领域研究的焦点问题。

“韧性”的理念为破解这一难题提供了新思路与规划视角——“韧性城市”应运而生。怎样加快“韧性城市”的建设，提高城市应对风险的能力？这需要我们深入思考。

“韧性城市”什么样

“韧性”一词在物理学中，指的是材料在塑性变形和断裂过程中吸收能量的能力。1973年，加拿大生态学家首次将韧性概念引入到生态系统研究中，定义为“生态系统受到扰动后恢复到稳定状态的能力”。

本世纪初，韧性的理念被用于城市复杂系统——“韧性城市”的概念应运而生。2016年，第三届联合国住房与可持续城市发展大会将倡导“城市的生态与韧性”作为新城市议程的核心内容之一。“韧性城市”成为国际普遍认可的城市建设理念，“韧性城市”规划的理念和策略越来越广泛地应用于气候变化应对与灾害风险管理等领域。

所谓“韧性城市”，是指城市或城市系统能够化解和抵御外界的冲击，保持主要特征与功能不受明显影响的能力。即当灾害发生时，韧性城市能承受冲击，保持城市功能正常运行，并通过适应来更好应对灾害风险。

“韧性城市”主要具有以下主要特点：一是当灾害发生时，城市能通过一定方式抵御、吸收和化解外界影响；二是城市能从灾害中快速恢复，保持城市功能正常运行。随着城镇化进程加快，“韧性城市”的理念已深入到城市规划制定与实施的各个层面。

呼唤科学治理

“韧性城市”代表着未来城市的发展方向。建设“韧性城市”需要根据城市特点、防灾需求与灾害风险种类、大小，建立一套适合城市特点的韧性评价体系。一座城市可能会建立上百项甚至更多指标，来评价韧性水平。

对于建设者来说，建设“韧性城市”是由被动应急响应转变为自主规划调控，是“未雨绸缪”而不是“亡羊补牢”。在设计思维上，是由刚性抵御对抗转变为柔性消解转化。比如在防灾方面，从建筑抗震、抗洪的传统设计思维向适应性、可恢复性设计思维转变。

“韧性城市”的规划、建设涉及自然、经济、社会等各个领域，需要构建多级联动的综合管理平台与多元参与的社会共治模式——以尊重城市发展规律，增强城市建设的韧性，让城市持续健康发展。

“建设‘韧性城市’是一个系统性工程，应当从工程技术、社会管理、文化观念等多方面系统构建。”冯远建议，加强“韧性城市”研究，要建立适合我国国情与城市发展需要的“韧性城市”基本理论、指标体系、规划方法与相关建设管理及技术标准；将“韧性城市”理念贯穿城市规划、建设、管理全过程；提升政府对重大突发事件的应对能力；通过应急救灾演练等途径，提高公众自救互救能力。

提升城市“免疫力”

不少发达国家都提出了建设“韧性城市”的计划，并付诸实践。在国内，“韧性城市”建设尚处于起步阶段。近年来，已有一些城市陆续提出开展“韧性城市”建设。

日前，成都首次将“韧性城市”写进政府工作报告，明确要为城市可持续发展提供坚实保障。具体来看，今年，成都将完成480家基层医疗卫生机构能力提升，同时切实增强综合应急能力，积极创建国家安全感发展示范城市；未来还会制定城市安全风险电子地图……

冯远认为，建设“韧性城市”要补短板、强弱项，提升城市“免疫力”。我国城市公共设施建设如何更好地为民服务？冯远表示，第一，在国土资源城市总体规划中，应包括防疫应急场地、防疫应急物资以及防疫应急人员等规划；第二，有针对性地将一些设施纳入应急场所范畴；第三，建立应急设计建造技术体系，完善应急设计建造标准，优化应急建造工艺技术，强化应急设计施工一体化管理；第四，对“日常”+“应急”相结合的公共设施统一管理，加强动态监控与管理，确保突发事件发生时能做到资源及时投放与精准调用。

面对不可预知的风险与考验，如何让城市更有“韧性”，还需要我们继续探索实践。



近年来，我国有一些城市提出开展“韧性城市”建设。图为在安徽淮南市大数据展示中心，参观者了解大数据产业在智慧城市建设中的作用。（新华社发）