

揭秘“天宫课堂”实验背后的科学

□ 陈 征

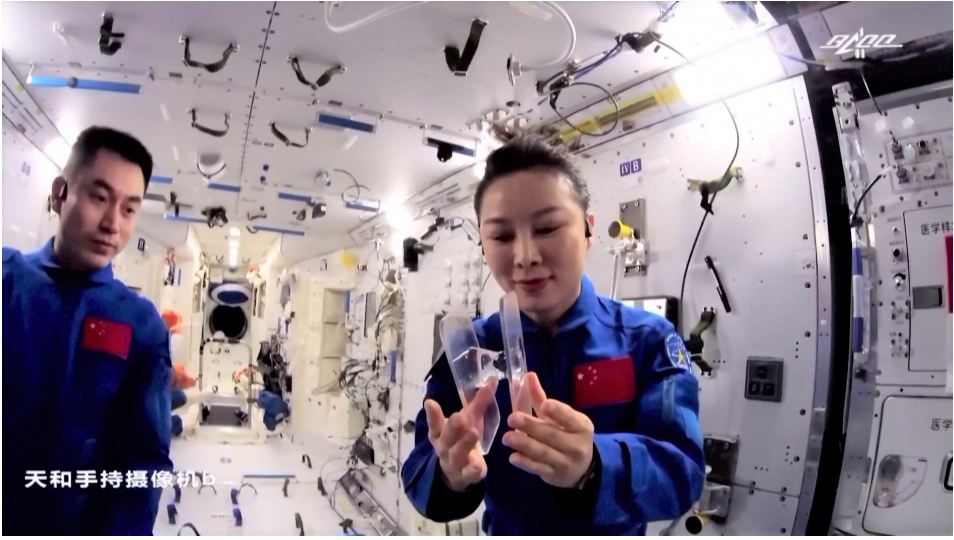
3月23日，第二次“天宫课堂”如约登场。翟志刚、王亚平、叶光富三位“太空教师”，用精彩的实验演示、详细的科学实验设施讲解、与地面课堂青少年的互动，为“神十三”乘组的太空授课画上了完美的句号。

为何能“点水成冰”

航天员首先带来了魔术般的“点水成冰”实验。航天员把孩子们常用的小玩具——毛根变成了“魔法棒”，向悬浮于空中的液滴上一点，毛根点到的地方立刻生长出白色的晶体，并很快就从一个透明的大液滴变成了白色“冰球”。更有趣的是这个“冰球”摸起来不但不凉，反而还热乎乎的，为什么呢？

秘密就在液体的成分上。与上次太空授课中王亚平用饮用水制作的水球不同，这次的液滴是醋酸钠的过饱和溶液。醋酸钠在热水中的溶解度很大，冷水中则要多得多，当大量醋酸钠溶解在热的纯净水中后再慢慢冷却，醋酸钠溶液就会进入过饱和状态。然而，因为缺少结晶的另一个必要条件——凝结核，于是溶液处在一个很不稳定的过临界状态。当毛根给液体的这种不稳定平衡状态施加一个扰动时，平衡被打破，液体中产生一些局部缺陷为结晶提供了凝结核，于是液滴便迅速结晶。与一般的过饱和溶液只是将多出的溶质析出结晶不同，醋酸钠在结晶时会带着水分子一起，形成水合的醋酸钠晶体。这意味析出结晶的同时，溶剂也在减少。控制好醋酸钠和水的配比时，让几乎所有的水分子与醋酸钠发生水合，就能让液体完全结晶成为固体，实现点水成冰的效果。

和水在结冰时会放出热量一样，醋酸钠溶液在从液态结晶成为固态时，也会放出一定的热量（物理学家常称之为“相变潜热”），所以那个“冰球”会显得热乎乎的。生活中有一种热敷用的液体袋，用力掰里面的一个小铁片时，液体会迅速变成固体同时发热，同样也是利用过饱和醋酸钠结晶时的放热。而且这个过程是可逆的，把袋子放进热水中加热，里面的固体还能重新变回液体，可以重复使用。后面展示的无容器实验柜中，金属锆在从液体变成固体时的“再辉”现象，也是因为释放相变潜热而猛然重新变热而产生的。



3月23日下午，“天宫课堂”第二课在中国空间站开讲并直播，这是液桥演示实验。（视觉中国供图）

液桥是座什么桥

第二个液桥实验则是流体研究的一个重要的基本实验，可以研究温度、密度等引起的毛细流。液桥就是附着在两个固体表面之间的液体，在表面张力的作用下形成一个液体柱。可是因为我们身处的地面上，液体的表面张力难以抵抗重力，很难形成长且稳定的液桥。笔者曾利用给纯净水加高压电场的方式，通过水的极化提供附加极化力在地面上尝试制作更长的液桥，在几万伏特的高压下形成的液桥也只有约1毫米直径和约1厘米的长度。

在太空中重力的影响消失了，液体的表面张力只需要维持液柱形状，于是我们看到航天员很容易就用两块固体的板子制作出了又粗又长，而且十分稳定的液桥。在“天宫二号”上就曾搭载过利用液桥来研究热毛细对流的科学实验装置。

物理学界有这样一个传说，量子力学的奠基人之一沃尔夫冈·泡利在临终前留下这样一句话：“当我见到上帝时，我会问他两个问题。第一，相对论是怎么回事？第二，

湍流是怎么回事？我相信上帝会给我第一个问题的答案。”描述流体的内维尔-斯托克斯方程至今还是世界六大未解数学难题之一，有关流体还有许多人类不了解的事情。太空中的微重力环境可以让地面上被重力掩盖的一些流体的行为和性质表现出来，我们从而可以揭示出更多有关它的性质和规律。

太空水油如何分层

第三个水油分离的实验向我们展示了太空中如何获得“人造重力”的方法。因为油和水不互溶，通过摇晃让油破碎成小滴后会形成乳液。地面上因为浮力的作用会让油滴上浮重新分层，而空间站微重力环境下浮力也随之消失，水中的油滴就像上次太空授课中的气泡一样留在原位。要想让它们重新分开，就可以用旋转的方式，利用“惯性离心力”来模拟重力。太空实验柜中的离心机就是类似的工作原理。

反过来看，太空中水油不分层的状况会带来一种优势。如果我们要制造一种合金，这就需要不同的金属充分混合。然而地面上不同金属密度不同，混合时受到重力影响难

诵读古诗词“过时”了吗

□ 李峥嵘



“只要人还追求心灵的自由，便一定会热爱诗歌。”近日，《2022中国诗词大会》精彩落幕，重温历久弥新的诗句，感受中华诗词的韵律，遇见生命里美好的瞬间。“自古文章盛世，俊杰亦多出少年。”我们一起聊聊古典诗词与现代教育。

感受独有的东方美学

古诗词是汉语精炼的高超艺术，是音、形、意的完美统一，是千百年来一代代诗人反复锤炼的思想和文字的精粹。有“肝肺皆冰雪”的胸怀，有“良辰美景奈何天”的青春萌动，有“一蓑烟雨任平生”的豁达，有“山不让尘、川不辞盈”的包容，有“少年心事当拏云”的志向……这些都是珍贵的文化遗产，有助于我们了解中华文化的美学理念，领悟其中蕴含的人文精神，深化对源远流长的文化血脉的认同，增强文化自信。

中国古典诗歌还可以传递独有的东方美学。在今年北京冬奥会闭幕式上，有一个追忆逝者的环节——用灯光营造了折柳送别的动人情景。“昔我往矣，杨柳依依。今我来思，雨雪霏霏。”这是《诗经》为我们营造的东方美学意象，是古诗为现代人带来的惊喜。诗歌不会死亡，古诗词也不会过时。

感悟超越时空的生命体验

很多家长认为孩子学习古诗词有助于提高作文写作水平，这种实用主义观点实际上是缩小了诗歌的意义。学习古典诗词绝不仅可以学习高超精妙的语言艺术，还可以了解深邃悠远的传统文化，更可以拥有超越时空的生命体验。

茅盾文学奖得主、作家张炜说：“有人常把诗当成华而不实的文辞彩头，实际上是不懂诗为何物。诗是对一切事物的最细微最极致的理解和把握，是远超周密的全息性概括，是一场大表达和大实践。”

懵懂少年诵读诗歌，可以感受音韵文辞之美；成年后经历世事沧桑，或将突然和千百年前的古人打通时空隧道，获得到超越时间和个人的生命体验。国学大师王国维用古诗词概括人生的三重境界最为典型——“昨

夜西风凋碧树。独上高楼，望尽天涯路。”“衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴。”“众里寻他千百度，蓦然回首，那人却在灯火阑珊处。”这三句原本是写爱情的诗句，王国维却从中悟出了古今之成大事业、大学问者的三种生命体验，先是孤独求索，历经坚忍不拔，而后豁然开朗。

如何和孩子一起学习古诗词

疏通字句，在理解的基础上记忆。鲁迅小时候看私塾先生很陶醉地诵读：“铁如意，指挥倜傥，一坐皆惊呢；金钊罗，颠倒淋漓噀，千杯未醉啊。”鲁迅完全不明白是什么意思，“只是疑心这是极好的文章吧，因为读到这里，老师总是微笑起来，而且将头仰起，摇着，向后面拗过去。”传统的诗歌学习方式讲究的是“书读百遍其义自见”，通过反复背诵形成语言的感受力。因为诗歌具有音韵之美，反复诵读自有其道理，也能逐渐体会到诗歌中的“意境”。但在这个过程中，也需要家长、老师适度地讲解，帮他们解决千百年时间跨度造成的“句读之不知，惑之不解”。

贯穿生活，融入对生命的理解。艺术大师丰子恺用现代人的生活观对照古代的

科普教育，如何发挥政府引领作用

——国外科普教育发展的启示（上）

□ 陈柳屹



我国第十四个五年规划和2035年远景目标纲要提出，“坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位，把科技自立自强作为国家发展的战略支撑。”促进青少年群体理解、参与科技创新，全面提高青少年群体的科学素质，是科普工作的重点任务，尤其是在“双减”政策初显成效的背景下，青少年科普教育就成为目前比较紧迫的任务。

教育专家普遍认为，面对的对象年龄越小，科普教育越重要。一些国家在青少年中开展科普教育有一些好的经验、模式，值得我们借鉴和学习。

制定科普教育鼓励性措施

科技创新、科技发展究其根本还是人才竞争，科技发达国家非常重视科普教育相关制度的制定与落实。

美国政府在2009年提出，计划将GDP的万分之一投资于科学教育等相关方面，这超过了太空竞赛时期美国于1964年创造的科研投资最高额。

欧盟国家在从第七研发框架计划（2007—2013年）开始，每年投入经费增加到4700万欧元。

从2010年2月开始，英国商业、创新与技能部组织的科普专家小组推出《英国科普行动计划》，用于科普和国际合作预算平均每年4000万英镑。

日本政府的科普理念是：科学技术的发展必须得到社会大众的理解与支持。日本现已形成课堂与课外、学校与社会、政府与团体(或企业)互相关联，有机配合的青少年科普教育体系，对科普教育重要性的认识正在化为社会各界支持科普教育的举动。

在制定鼓励性措施这方面，我国可以鼓励中小学生科普教育和学科教育相互融合、促进。校内科普教育不应该被当成负担，理工类学科本身就具有科普教育的客观基础，应在制度化层面强化青少年科普教育。

设立专项资金推动科普教育

欧美一些国家的科技界在科普教育的推动过程中普遍承担了非常重要的角色，尤其对青少年科普教育起到了唤醒和引领的作用。

在美国的科普教育中，参与科普最多的是美国科学基金会，通过资金资助等模式促进科普教育，其中以美国科学促进会 and 史密森尼学会为代表的民间团体影响最大。美国所有的科技项目，都包含“对公众宣传”的内容。美国科学基金会为鼓励研究人员开展相关科普活动，设立了“研究经费追加科普

拨款”制度。

美国非常重视青少年学生的科学创新培养。从上世纪70年代起实施“学生——科学家伙伴关系”计划，让学生参与到科学家的研究课题当中。美国科学界认为，中小学生们收集的数据是宝贵的研究资料。同时，学生们因为能够参加真正的科学研究而兴趣高涨。

英国采取了两方面工作推动科普教育，一方面英国各研究理事会每年两次征集科学家开展科普项目活动，由科学家自己决定形式和内容。另一方面科技组织和科技团体也在科普工作上发挥了重要作用，其中比较著名的有皇家科学研究与普及所和皇家学会等。皇家科学研究与普及所最具影响的科普活动是每年圣诞节期间举办的圣诞科学讲座。该讲座由著名物理、化学家法拉第于1826年发起，目的是使少年儿童感受到科学的无穷乐趣，唤起他们对科学的热爱。皇家学会每年还通过举办研讨会、讲座、展览等形式，增进科学家与公众间的交流，让公众走近科学、理解科学。

发挥“科普达人”带动效应

美国科普作家扮演着极其重要的角色，如阿西莫夫、萨根等，他们的科幻作品激发了众多青少年对科学的兴趣。同时，美国国内的著名科学家，包括诺贝尔奖获得者，经常被邀请到中小学校，与学生畅谈科学问

题。很多普通科研人员，也会被安排到中小学校指导学生开展科技活动。

冰墩墩为何做匀速直线运动

第四个太空抛物的实验看似简单，真正要理解它却需要清晰的物理图像，不是件容易的事情。首先就需要理解空间站的微重力环境是怎么来的？空间站的微重力并不是让重力真的消失了，而是因为空间站是一个围绕地球高速旋转的旋转参照系，用物理学的语言说就是一个非惯性参照系，力学规律在非惯性系当中成立的条件是必须对非惯性系进行修正。修正方法是引入一个和非惯性系加速度方向相反的假想力，也称惯性力，对于空间站而言就是一个与重力方向相反的“惯性离心力”，在空间站参照系中地球引力和惯性离心力几乎相互抵消，才让抛出的冰墩墩近似达到“合外力为零”的条件，从而表现出相对空间站的“匀速直线运动”。

如果站在地面这个惯性参考系上看冰墩墩时，它只受一个重力作用，其实是在不断下落的，只是它随飞船和航天员一起在以约8千米的速度向前飞奔，下落的同时作为一个球体的地球表面也在同步不断向下“弯曲”，于是看起来它与地面始终保持几乎相同的高度。卫星、空间站甚至月亮都只受到地球的引力作用（在地球参考系中，忽略太阳和其他行星引力的影响），却没有落到地面，都是相同的道理。

第一次太空授课以兴趣激发为主，第二次授课适当减少了演示科普实验的内容，而详细介绍了中国空间站上搭载的科学实验柜和其正在进行的科学实验，让大家更深入地了解作为国家太空实验室的空间站上的科学研究工作，为科学梦指引方向。未来，让“天宫课堂”在孩子心中种下的种子，植根于科技创新的沃土，能够开花、结果。

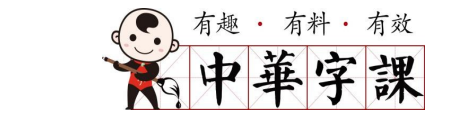
（作者系北京交通大学物理科学与工程学院副教授、中国科技馆科普讲师团副团长、太空授课科普专家组成员）



诗词名句，帮助孩子建立起对生活的态度。他给儿孙讲述古诗词的方式很特别——一边讲一边画，讲到“六军不发无奈何，宛转蛾眉马前死”，就画一个女子跪在地上，周围是拿着武器的将士。他还会延展说到诗词背后的故事，读到辛弃疾的“易水萧萧西风冷，满座衣冠似雪”，就说荆轲刺秦王、燕太子丹和高渐离易水送别壮士的故事。他还是最早游学的践行者，读完“二十四桥仍在，波心荡，冷月无声”，就带家人去扬州寻梦。他的外孙——科学家宋非君八十多岁还能全文背诵《长歌行》，他认为这些诗文古句已经成为他精神世界、情感世界的一部分。

成年人和孩子一起读诗歌，还要融入自己的生命观念。战乱时的林徽因一家避居后方，在病榻上给女儿讲杜甫的《北征》，“呜咽失声回，悲泉共幽咽”。对家人充满真挚情感的诗句不因时光的流逝而褪色。杜甫的“剑外忽传收蓟北、漫卷诗书喜欲狂”是他们全家最喜爱的诗句，寄托了对胜利的期待、对和平的向往。

每一位家长只要用心，都能找到和孩子一起学习诗词的方式，让唐诗宋词始终鲜活。



“起来，还是不起？这是个问题。”

早晨八点半，我正躺在床上，和地球引力作斗争。忽然收到《科普时报》编辑的催稿信息，“亲，出差回来了，记得写稿呦！”

在这位编辑的“热情帮助”下，我终于爬了起来，开始码字前的例行灵魂拷问——写点什么呢？突然我眼前一亮——注意到了编辑的名字“琼”。噢，这可是个好字。今天我们就来说说这个字。

琼，本来写成“璿”，是个形声字，左边的“王”代表玉，右边的“璣”代表读音。汉字简化的时候，变成了从玉，京声。其本义是赤色的玉，后来泛指美玉。《诗经》里有一篇《木瓜》：“投我以木瓜，报之以琼琚。匪报也，永以为好也！投我以木桃，报之以琼瑶。匪报也，永以为好也！投我以木李，报之以琼玖。匪报也，永以为好也！”这里的“琼瑶”“琼琚”“琼玖”，都是指美玉。台湾有个女作家，写了很多言情小说，笔名就叫“琼瑶”。

古人非常喜欢玉，所以“琼”后来引申为美好的、精美的。他们把美好的姿态叫“琼姿”，美好的文章叫“琼章”，帝王的子孙叫“琼枝玉叶”，皇帝宴请新科进士的宴会叫“琼林宴”。很多人给孩子取名，也爱用这个字，希望孩子如同美玉一般美好，男女皆可——唐代有个著名男将杨炯泰琼，现代有个女演员叫杨紫琼。

玉不完美，人们还赋予它很多品质和功能。传说，喝了用美玉制成的浆液可以成仙，所以人们用“琼浆玉液”比喻美酒或者甘甜的浆汁。传说中，仙人的住所也是用美玉做成的，像蓬莱、方丈、瀛洲这三座仙山，上面的宫殿就是用玉做的，我们形容它是“仙山琼阁”。月亮上的宫殿也是用美玉做成的。苏轼：“我欲乘风归去，又恐琼楼玉宇，高处不胜寒。”这里的“琼楼玉宇”就表示“天上宫阙”，月中宫殿。

据说，古代有种花叫琼花，十分美丽，像是来自仙界。而雪花也来自天上，同样十分美丽，所以人们用“琼花”来比喻雪花，在古诗里很常见。下了雪之后，积雪覆盖的树枝，像是用美玉做成的，我们形容它是“玉树琼枝”。有个成语叫“碎琼乱玉”，指的就是洁白细碎的雪花。

不止人名，“琼”还是海南省的简称。这个名字从哪儿呢？原来，海南岛境内有一座琼山，山上土石洁白，润泽如玉，因此得名。唐朝时就以琼山为名，建立了琼山县。后来又设立了琼州都督府，“琼州”这个名字就流传下来。也正是因为“琼州”这个名字历史悠久，影响深远，海南省取简称时就叫“琼”了。

（作者系中国科普作家协会科学文艺委员会委员，文学博士，“三千字”品牌联合创始人）



我的宇宙级理想：成为宇航员

小时候被问到将来的理想，好多人都会说想当“太空人”！在现实中，“太空人”就是航天员。随着航天科技的发展，各种载人飞行器陆续诞生，从一开始随着火箭上天溜达一圈，到空间站建立之后可以常驻太空，航天员逐渐成为一个个越来越壮大的职业门类。不过，这是一个准入门槛颇高的行业，想要成为航天员可没那么容易。

2022年第4期《科学Fans》将和您聊一聊关于航天员的进阶之路。