

讲述太空授课背后的“科学张力”

■本报记者 朱广清 周熙檀

·导读·

人物周刊 5-8 版

黄大昉：我为什么支持转基因

转基因大豆波澜再起，作为国家转基因生物安全委员会委员、力挺转基因作物产业化的黄大昉被“反转派”称作“首席转基因推手”、“美国转基因间谍”。黄大昉在接受《中国科学报》记者采访时说，国内外“转基因争议”从来就不是简单的学术之争，而是有十分复杂的经济、社会和政治背景。(5版)



探索周刊 9-12 版

肤浅与深刻，互联网时代的博弈

随着计算机的不断变小，重大的技术变革已经演变成一场移动互联网盛宴，无论是在家中、在单位、在教室，还是在交通工具上，互联网无处不在。事实上，就在不经意间，互联网时代已经使得人们的思维方式悄然改变。(9版)



文化周刊 13-16 版

打工文学：从乡村到城市的精神印记

因为农民进城打工，在过去 10 年，中国总共共有 90 万个自然村消失了，平均每天消失近百个村落。在这个以加速度前行的时代，后乡土中国呈现出的“魔幻现实主义”形象谱系，超过了马尔克斯们的想象力。面对当下复杂的城乡经验，打工文学对“后乡土”中国的书写，也许还只是一个开始。(13版)



生活周刊 17-20 版

多元格调的生活

那带不走的留在牛皮纸上的咖啡日记，那撕不掉的贴在墙上的美丽心情，从日记和图片里可以读出和看到人们不同的语言、不同的笔记，不同的心情，不同的经历……梦想的花朵在一个凝固时间的空间徐徐开放。

在那些模糊了界限的书店或咖啡店，让生活慢下来，让心灵静下来，不用背叛都市，转身享受群山湖泊。让忘记时间成为一种高尚的习惯，让一颗忙碌的心就此归隐。相信这对于快节奏生活压力之下的人们，有着不可抗拒的诱惑力。(17版)



“面对浩瀚的宇宙，我们都是学生。”神舟十号飞船出征之前，女航天员王亚平意味深长的话语，一直萦绕在人们的耳畔。作为中国首位“太空教师”，6月20日，她赫然站在了最高的讲台上。

2011年9月，在天宫一号目标飞行器升空之前，关于太空授课的想法已经开始酝酿。随后，这一创意被多次讨论，并于2012年“神九”发射前被采纳。当年11月初，太空授课活动被正式列入“神十”飞行大纲。

此后，来自不同领域的航天人、科学家、教育工作者广泛参与其中，设计实验内容、准备教案、研制教具。“神十”乘组出征之前，航天员们参与的正式天地授课演练不下5次。

这是一次绝无仅有的授课活动。其意义不仅仅在于王亚平所站讲台的高度以及我国青少年因此得到的太空知识，更在于它向世界传递了我国在航天科技方面的独特探索——正如此次太空授课围绕“微重力”这一太空科学重大命题所设计的实验活动，既是航空科技的基础，也一直是各国太空科技竞赛的主题。

1. “亚平老师”讲解牛顿第二定律

在距离地面 300 多千米的天宫一号上，6月20日上午，航天员王亚平变身“亚平老师”，进行了中国首次太空授课。

10时11分，北京航天飞行控制中心报告，已建立与航天员的双向通信链路。王亚平在“助教”聂海胜、“摄像”张晓光的帮助下，向天宫一号舱内摄像机镜头缓缓“飞”来。镜头背后，是设在人大附中的地面课堂。

来自北京 16 所学校的 335 名学生，用热烈的掌声欢迎他们的亚平老师。与此同时，全国 8 万余所中学 6000 余名师生同步组织收听收看了太空授课活动实况。

“生活中如何测量质量？”王亚平以提问的方式开始讲课。地面课堂的同学们有的用天平，有的用电子秤，还有人提到用“曹冲称象”的办法。但是，这些方法在太空失重的环境下都将“失灵”，那么航天员如何测体重？

王亚平用天宫一号上的质量测量仪现身说法。他们从舱壁上打开一个支架形状的装置，聂海胜把自己固定在支架一端。王亚平拉开支架，一放手，支架便在弹簧的作用下回复原位。装置上的 LED 屏上显示出数字：74.0，这表示聂海胜的实际质量是 74 千克。

王亚平向同学们解释，天宫一号中的质量测量仪，应用的物理学原理是牛顿第二运动定律： $F(力) = m(质量) \times a(加速度)$ 。质量测量仪上的弹簧能够产生一个恒定的力 F ，同时用光栅测速装置测量出支架复位的速度 v 和时间 t ，计算出加速度 ($a = v/t$)，就能够计算出物体的质量 ($m = F/a$)。

演示完质量测量，王亚平又取出一个物理课上常见的实验装置——单摆。王亚平沿切线方向轻推小球，奇妙的现象出现了，小球开始绕着 T 形支架的轴心做圆周运动——而在在地面对比试验中，需要施加足够的力，给小球一个较大的初速度，才能使它绕轴旋转。

原来，这也是因为在太空中重力消失，系统不具有回复力，在获得初速度后，单摆不会做往复运动而只做圆周运动。

接下来的陀螺试验显示，高速旋转的陀螺具有很好的定轴特性，在太空失重环境下，这一特性更加直观地呈现出来。

王亚平介绍说，高速旋转陀螺的定轴特性在航天领域用途广泛。在天宫一号目标飞行器上，就装有各式各样的陀螺定向仪，以精确地测量航天器的飞行姿态。

本次太空授课最令学生感到震撼的是失重环境下液体表面张力的演示。王亚平也吊足了学生们的胃口，用“见证奇迹的时刻”来引发更大期待。

她把一个金属圈插入装满饮用水的自封袋中，慢慢抽出金属圈，便形成了水膜。轻轻晃动金属圈，水膜也不会破裂。王亚平利用水膜造了一个大水球，并向水球内注入空气，在水球内形成两个球形气泡。随后，奇特的现象发生了，两个气泡各自游移，并未融合。

在提问环节，史家小学四年级学生邱甜甜的提问，将现场带入了童趣的幻想：“星星会闪烁吗？能看到 UFO 吗？”

“这真是个奇妙的问题。”王亚平微笑着说，他们没有看到过 UFO，由于航天器脱离了大气层，没有光的散射，所以看到的星星格外明亮，但是不会闪烁。

6月20日，我国女航天员王亚平成为了中国第一位“太空教师”。在笔者看来，这位“太空教师”所发挥的作用，绝不仅仅是向青少年普及太空知识那么简单，更会影响到他们的未来，播撒出一批未来可能成长为我国航天事业中坚力量的“种子”。

通过科普培育航天人才早已有了前例可循。翻开人类航天史，人们会发现三位科学大家不约而同都受到了“现代科学幻想小说之父”、法国作家儒勒·凡尔纳的影响。

被誉为现代航天学和火箭理论奠基人的俄罗斯科学家齐奥尔科夫斯基曾经坦言：“对我来说，第一颗太空飞行思想的种子，是由儒勒·凡尔纳的科幻小说播下的；”美国最早的火箭发动机发明家戈达德，童年时也醉心于阅读凡尔纳的科幻小说，这大大地激发了他的热情和想象力；德国火箭专家奥伯特也受凡尔纳的《从地球到月球》一书影响而迷上了星际旅行。

6月20日，在南开中学航天体验馆，学生们通过弧形屏幕观看中国首次太空授课。

当日，神舟十号航天员在天宫一号开展基础物理实验，为青少年进行太空授课，全国 8 万余所中学 6000 余名师生同步收看。

游思行摄 (新华社供图)

“告诉大家一件奇妙的事情，我们每天可以看到 16 次日出，因为我们每 90 分钟绕地球转一圈。”同学们听到亚平老师的描述，非常震惊。时针指向 10:50，王亚平以一句“飞天梦永不失重，科学梦张力无限”结束了首次太空授课。

2. 中科院专家解读实验原理

“神十”航天员王亚平在太空授课中所做的 5 项科学实验，“瞄准”的是微重力环境下物体运动的两种特性——测质量、单摆运动以及陀螺的动态与静态实验，展示的是失重环境中的刚体动力学特性；水膜及水球实验，展示的是失重环境中液体表面张力作为“主导因素”的奇异特征。

在太空授课前夕，参与在轨科学实验演示论证的两位力学专家——中国科学院力学研究所国家微重力实验室副主任、研究员康琦和研究员赵建福，向《中国科学报》记者详细阐述了微重力科研的独特价值及其对人类未来的意义。

“很多重大基础物理问题，都需要在太空环境中进行验证。”康琦解释，比如冷原子物理中的冷原子需要太空低温环境，以使其沉降；而科学界所熟知的爱因斯坦的广义相对论也需要在太空环境中予以验证。

微重力科学涉及一个庞大的学科体系，这难免会让公众产生理解上的困惑。然而，提起“微重力”的另一个称谓——“失重”，大家则不会感到陌生了。

“乘电梯时电梯加速下降的感觉，就是一种典型的失重体验。”康琦解释，如果在电梯加速下降时用弹簧秤称体重，弹簧秤的读数会大大减小；反之，电梯加速上升则属于超重，弹簧秤的读数会大大增加。

那么，在失重环境中，液体会发生怎样的变化？最直接的答案是，阿基米德的浮力定律将失效。赵建福向记者解释，浮力定律最大前提是重力作用。重力导致水中存在静压梯度，即水越深，压力越大。而一旦失重，静压梯度将不复存在，容器内的流体压力趋于一致，浸没其中的物体周围受到水的压力合力为零，也就不会有浮力。

“在地面环境中，重力作用是主要的，表面张力的作用经常被掩盖；而在太空微重力条件下，表面张力则上升为主导因素，同时呈现与地面完全不同的奇异特征。”

如水膜实验所展示的，在太空失重环境下，水的表面张力成为控制流体形态的主要作用力。表面张力使水形成水膜，使水团成为球状。

对公众而言，此次太空科学实验授课无疑是一次新奇的体验和难得的科普经历，然而其背后蕴藏的对于我国载人航天工程的特殊意义，人们对其则知之甚少。

比如，航天器在飞行过程中，设备和燃料都涉及液体管理和热管理，特别是航天员生存所必需的氧气和水的供应，都离不开对液体形态的控制。

“航天员出舱活动时需要对航天服内部的湿度进行控制，如果出汗产生的水蒸气导致航天服内部湿度过大，就会影响到宇航员的体感与动作。因此，这就须将水蒸气冷凝变成液体排掉，而气与液之间的界面在常重力与微重力情况下会有很大差异，需要我们认真研究。”康琦说。

事实上，在国外载人航天的发展历程中，尝试在微重力状态下进行科学研究一直贯穿始终，并且是重要内容之一。

20世纪60年代，美苏开展太空竞赛，微重力实验成为两国角力的焦点。此后，前苏联率先发射了第一颗人造地球卫星，较早地开展了一系列微重力实验研究，但其研究成果大多处于保密状态。

“美国早期的微重力实验，是在天花板上吊起实验装置，下面是沙坑或床垫，让实验装置自由下落，从而产生零点几秒钟的失重时间。”赵建福介绍说，正是当初这些简陋的实验，使科学家得以了解在微重力条件下流体运动与传热的规律，为人类的航天科技发展奠定了基础。

3. 授课列入“神十”飞行大纲

此次太空授课活动，由中国载人航天工程办公室联合教育部、中国科协共同主办。然而，据记者了解，太空授课从仅是想法到成为现实，也是几经倡议的结果。

原来，2011年9月天宫一号目标飞行器成功升空后，中国科协曾率先倡议开展太空授课活动；2012年6月“神九”发射前，中国科协再度倡议，并与载人航天工程主管方“一拍即合”。

2012年11月初，太空授课活动列入“神十”飞行大纲。随后，3家主办单位有关部门组成工作协调组，负责太空授课活动的筹备工作。其中，中国科协在参与总体方案制定与实施的同时，主要负责组织授课专家组，提出授课内容、编写教案脚本、准备课件等，同时负责协助天地演练。

授课专家组由航天领域的专家和航天员系统有关人员、教育专家及一线物理老师、科普专家组成。针对太空授课方案，从去年底至今年初，专家组进行了一系列论证。而在2012年12月18日、27日两次论证会上，专家组提出的一些意见，最终被确定为此次太空授课的刚性原则。

中国工程院院士、教育部原副部长韦钰表示，太空授课的重心一定要围绕“核心概念”，按照目前国际科学教育最新理念进行。

“此前沿袭的仅要求获得‘知识点’的这一页已经翻过去了。”韦钰在上述会议上表示，必须让授课对象学深学透一二十个“核心概念”，并使这些概念成为一种本能。

也就是说，此次太空授课的“核心概念”是微重力，教育方法则应是探究式的学习方法。我国载人航天工程总设计师周建平在会上也特别强调，在轨授课要突出科学探索精神，

“一系列在轨实验的科学原理，应成为青少年的终生认识”。

在经过反复讨论并综合了各方面专家的意见后，授课专家组约定：太空授课要同中小学生的常识与知识结构接轨，凡演示科学实验涉及物理学概念时，必须使用通俗语言表述，比如用“失重”而不用“微重力”讲解，使用“测体重”而不用“测质量”的说法……

在太空微重力环境中，液体表面张力主导效应会表现出不同于地面的奇异现象。有人曾提议，在做“水膜”实验时实验用具能否使用圆形或其他形状的。对此，参与实验论证的力学专家们则表示：一定要用圆环！

赵建福解释说，表面张力大小与表面张力系数和表面弯曲程度有关，尖锐角度的实验用具会因为流体表面张力的变化而拉破液膜，因而应该避免使用尖角用具。

4. 将向全国征集太空实验方案

太空授课结束后，王亚平在天宫一号上给世界第一位太空教师、美国前宇航员芭芭拉·摩根发了一封电子邮件。邮件中，王亚平这位中国首位太空教师，向她的前辈描述了自己“与亿万中国学生一起分享太空的神奇和美妙”的体验。

据了解，伴随我国载人航天工程三步走目标第二阶段任务的实施，作为科普工作的主要社会力量，中国科协自 2010 年起与中国载人航天工程办公室、中国航天科技集团共同面向青少年开展了“开启太空梦想”系列航天科普活动。而此次太空授课将是系列科普活动中的一项重要内容。

“学术上，太空失重环境使得一些在地面常重力环境中被掩盖的次要因素或次级效应得以彰显。科学家借此可以观测到不同于地面的独特现象，揭示其内在规律。”关于此次太空授课的意义，赵建福如此评价。

太空授课专家组组长邸乃庸在接受《中国科学报》记者采访时也表示，此次活动将带领孩子们进入另外一个世界，丰富他们的想象力。“我们的未来源于科学幻想。孩子们的幻想越丰富，人类社会的进步就会越快。”

北京十九中高一学生张雪霏是学校天文社成员，一直喜欢探索太空世界。当她得知自己已成为学校能够参与现场互动的 15 个学生之一，感到特别高兴。看到水膜注水后形成的水球晶莹剔透，她不由得联想到电影《哈里·波特》中的水晶球。

就在“神十”飞天之前，历时 3 个月的全国青少年航天科技知识竞赛活动刚刚落幕。明年，中国科协还将面向全国青少年广泛征集空间实验室的实验项目。

正如航天员王亚平说：“太空寄托着人类美好的向往，知识是走向太空的阶梯。我们愿与您一道为开启全世界青少年朋友热爱科学、探索宇宙的梦想共同努力。”

14日，当年作为麦考利夫候补的芭芭拉·摩根，随“奋进”号航天飞机登上国际空间站，完成了梦想多年的太空授课计划。面对媒体，摩根说：“对我而言，没有什么比我们的孩子和他们的未来更重要的事情了……”

中国在载人航天领域之所以能够取得突飞猛进的发展，很重要的一个原因是中国拥有一批 30 岁左右的航天技术骨干。而他们中的很多人，正是受到了杨利伟等航天英雄的影响，才投身于航空航天这项造福人类的伟大事业。而王亚平此次太空授课，无疑将再次激发全社会、特别是青少年了解航天、探索宇宙的热情。

从这个意义上说，航天科普活动将为中国航天事业今后的发展提供不竭的动力。

科普播撒的“种子”

■朱广清

授课讲台搬至太空，这更延伸了想象的翅膀，激发了人们探索太空的热情。

不过，人类太空授课的历程并非一帆风顺。1986年1月28日，美国“挑战者”号航天飞机升空，计划在太空举行首次太空授课。然而“挑战者”号 73 秒钟时骤然爆炸，拟在太空为学生授课的女教师克里斯塔·麦考利夫与其他 6 名宇航员全部殉难。21 年后的 2007 年 8 月

箭发动机发明家戈达德，童年时也醉心于阅读凡尔纳的科幻小说，这大大地激发了他的热情和想象力；德国火箭专家奥伯特也受凡尔纳的《从地球到月球》一书影响而迷上了星际旅行。可以说，凡尔纳的科幻小说成为了这三位科学家的启蒙老师，由此，我们也可看出科学幻想与科学普及对人才培养的重要价值所在。如今，有能力向宇宙深空进军的人类，将