飞天梦永不失重　科学梦张力无限
——中国载人航天工程首次太空授课的设计与实现

文_林丽琴 / 中国科协青少年科技中心　张　光 / 北京市丰台区东高地青少年科技馆

◉ 太空授课

2013 年 6 月 20 日 10:04—10:54，在距离地面 343 km 的天宫 1 号，中国神舟 10 号飞船的 3 名航天员王亚平、聂海胜、张晓光为全国青少年上了一堂精彩的“太空一课”。这堂课由王亚平主讲，其他 2 名航天员担任助教和摄像。活动过程中，王老师开展了质量测量、单摆运动、陀螺、水膜和水球 5 项实验，展示了失重环境下物体运动、液体表面张力特性等物理现象，使中小学生了解失重条件下物体运动的特点，了解液体表面张力的作用，加深了对质量、重量及牛顿定律等基本物理概念的理解。300 名中小学生与中学物理教师在地面课堂听讲，并与航天员进行了互动交流。从首都北京到祖国的四面八方，8 万多所中学、数千万名师生通过广播、电视和网络直播，共同收听、收看航天员太空授课，一同领略奇妙的太空世界。

实验 1：质量测量演示

“失重了，我们的身体质量是不是也没有了？”

失重环境下怎样测量质量呢？航天员用天宫 1 号上的质量测量仪现身说法。他们从天宫 1 号的舱壁上打开一个支架形状的装置，航天员聂海胜把自己固定在支架一端，王亚平轻轻拉开支架，一放手，支架便在弹簧的作用下回复原位。装置上的 LED 屏显示出数字：74.0，这表示聂海胜的实测质量是 74 kg。王亚平向同学们解释了实验原理后，还给同学们布置了 1 道课后思考题：除了运用牛顿第二定律，还有什么办法可以在失重环境下测量物体的质量？

实验 2：单摆运动演示

“太空中的单摆小球松手后会出现怎样的情况呢？”

T 型支架上，用细绳拴着 1 颗明黄色的小钢球。王亚平把小球轻轻拉升到一定位置放手，小球并没有出现在地面上常见的往复摆动，而是停在了半空中。王亚平用手指沿切线方向轻推小球，给小球一个初始速度，奇妙的现象出现了，小球开始绕着 T 型支架的轴心做圆周运动。

实验 3：陀螺演示

“高速旋转的陀螺为什么不会倒下？”

物理学原理告诉我们，高速旋转的陀螺具有很好的定轴性。在太空失重环境下，这一特性更加直观地呈现出来。王亚平取出 1 个红黄相间的陀螺，把它静止悬放在空中。用手轻推陀螺顶部，陀螺翻滚着飞向远处。紧接着，王亚平取出 1 个一模一样的陀螺，让它旋转起来，悬浮在半空中，再用手轻轻一推，旋转的陀螺不再翻滚，而是保持着固定的轴向，向前飘去。



电视转播截屏

王亚平介绍说，高速旋转陀螺的定轴特性在航天、航空、航海等领域用途广泛。

实验 4：水膜演示

“天宫里有没有飞流直下的瀑布？”

王亚平拿起 1 个航天员饮用水袋，打开止水夹，水并没有倾泻而出。轻挤水袋，在饮水管端口形成了 1 颗晶莹剔透的水珠，略微抖动水袋，水珠便悬浮在半空中，与天宫 1 号舱壁上鲜艳的五星红旗交相辉映，更显得美轮美奂。接着，她把 1 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 1 个漂亮的水膜。轻轻晃动金属圈，水膜也不会破裂，用力稍大才甩出 1 个小水滴。随后，王亚平又往水膜表面贴上了 1 片画有中国结图案的塑料片，水膜依然完好。这些在地面难得一见的奇特景象，引起了地面课堂同学们的连声惊叹。

实验 5：水球演示

“用神奇的液体表面张力变个‘魔法’！”

王亚平用金属圈重新做了 1 个水膜，然后用饮水袋慢慢地向水膜上注水，不一会儿，水膜就变成了 1 个亮晶晶的大水球，水球中还有一串珍珠般的小气泡，仿佛银河系中的繁星点点。王亚平用注射器向水球内注入空气，在水球内产生了 2 个标准的球形气泡，气泡既没有被挤出水球，也没有融合到一起。水球也没有爆裂。紧接着，王亚平又用注射器把少许红色液体注入水球，红色液体慢慢扩散开来，晶莹透亮的水球变成了粉红色，令人啧啧称奇。

宇宙无限，探索无尽，不知不觉中，航天员们要和地面课堂的同学们说再见了。他们每人都为同学们送来了太空寄语——

聂海胜说：“愿同学们刻苦学习，增长知识，为‘中国梦’添彩！”

张晓光说：“深邃太空，奥秘无穷，探索无止境，让我们共同努力！”

王亚平说：“飞天梦永不失重，科学梦张力无限！”

◉ 太空授课活动的策划与设计

➲ 太空授课活动的由来

早在 2011 年 10 月，受中国科协委托，航天科普专家、北京市科普大使金声老师就着手筹备“中国航天员在天宫 1 号上与地面青少年交流活动”一事，联系航天专家、科普专家、教育专家等十几位权威人士策划、分析交流活动的可能性；调研、征询、筛选青少年关注航天发展的相关问题；设计天地交流的形式与内容；筹备在神舟 9 号任务中实现交流活动一事。后因神舟 9 号飞行任务要完成空间交会对接等重要实验任务，故此次活动任务未能进入神舟 9 号飞行任务之中。

2012 年 6 月神舟 9 号出色地完成了载人空间交会对接这一中国航天史上极具突破性的一幕后，由中国载人航天工程办公室牵头，联合教育部、中国科协共同重启“天地青少年交流活动”列入神舟 10 号飞行任务，定名为“神舟 10 号飞行任务科普教育活动”，这就是我们看到的“太空授课”活动的由来。

➲ 太空授课讲什么、如何讲

“讲什么、如何讲”是决定此次授课活动成败的关键。考虑到授课的对象是中小学生，科技专家和教育专家们建议授课要按照目前国际科学教育最新理念进行，围绕科学教育“核心概念”，而不是几个具体的“知识点”，要让“一系列在轨实验的科学原理成为青少年的终生认识”。基于这一理念，结合太空的特殊环境，确定此次太空授课的“核心概念”是微重力。围绕这一核心概念，这堂课的主要内容被确定为物理实验。

在实验方案的设计上，考虑要与中小学生常识与知识结构接轨，并通过网络和实地访谈充分征集中小学科学教师和孩子们的意见，了解他们最想了解什么。经过多轮专家论证后，确定了 4 个实验方向，分别是称重、摆的运动、

定轴性和水的表面张力。在实验的具体形式设计上，从电视和网络传播的特点出发，充分考虑到实验的效果要有可视性，这点在制作水膜和水球实验中体现得尤为明显——红色的中国结和红色液体的注入凸显了实验效果，让观看这个实验的学生和公众倍感神奇。在教学方法上，采用了传统的模拟课堂教学的方式，贴近青少年的学习生活。在讲课过程中，王老师没有侧重知识的传授，而是重在通过各种实验现象的演示和提问，激发学生的好奇心和求知欲，有些问题故意没有给出答案，鼓励学生们自己通过学习去寻找这些实验现象背后的科学道理。这种教学方法大大激发了学生的学习兴趣。此次授课活动后，很多学生都感叹“王老师”比很多真正的物理老师教得更生动、更有趣。

➲ **太空授课活动的科学传播**

电视和网络是目前最有影响力的传播媒体。中央电视台作为中国国家级电视台，是中国受众最多、影响力最大的电视媒体。中央电视台从授课活动策划开始就高度关注、主动参与，并结合电视传播的特点对授课的内容和形式提出了很多建议。在活动开始之前，进行了多角度的宣传，吸引观众的注意。授课活动中进行了同步直播，并组织了多个专题节目，邀请著名科学家对此次活动的内容进行全方位地详细解读和阐释，进一步拓展了授课活动的影响。中国众多网络媒体在互联网上对活动的全过程进行了视频直播，全世界的观众都可以通过网络看到授课活动。网络传播使得授课活动的覆盖面进一步扩大，并得以持续和多次传播，使得很多没有及时观看电视直播的观众得以通过网络观看活动的视频。此外，很多报纸、期刊也对授课活动进行了及时且翔实的报道。

为吸引青少年关注此次太空授课活动，今年 3—5 月，中国科协在全国范围内举办了“全国青少年航天科技知识竞赛”。竞赛组织专家围绕太空基本知识设计了竞赛题目。全国 30 多个省区 2000 余所学校的 30 余万名青少年积极参与。中国载人航天工程网在授课活动前也举办了“我问航天员——太空授课大型问题征集”活动，收集中小学生对载人航天科技、航天飞行、空间科学及航天员太空工作、生活等领域的提问，征集到数千个相关问题。这些活动的开展为授课活动进行了预热，激发了很多孩子对太空授课活动的好奇心，为授课活动作了知识上和心理上的铺垫。

这次太空授课是一次成功的科学传播活动案例。成功之处体现在：一是参与人数多。中国有 6000 万名中小学生及公众通过电视和互联网直播收看了授课活动，总共约有 1 亿中国人观看了这次授课活动。中国以外的中小学生和公众也都可以通过互联网观看此次授课活动的视频。二是效果好。授课内容形式生动有趣，给公众留下了深刻的印象。航天员在太空中演示的 5 个实验现象是地面上无法实现的，展示了太空失重环境下的有趣现象，王老师的讲解轻松活泼，大大激发了中小学生和公众的好奇心和求知欲，激发了青少年热爱太空、探索太空的热情。

◉ 太空授课背后的科技实力保障

太空授课看似是很简单的一项任务，但鲜为人知的是，这需要强大的航天测控能力在背后进行支持，特别是数据中继卫星的支持。神舟—天宫组合体运行在距离地面大约 343 km 的高度，属于近地轨道航天器，绕地球运行 1 圈的时间约为 90 分钟。受地球曲率影响，地面或海面单个测控站对 343 km 高度的神舟—天宫组合体的测控、通讯范围很小，如果要保持不间断的通联，理论上需要布设 100 多个站点并均匀分布在地表，这在经济上、政治上都是不可能的。此次太空授课的时长是 50 分钟，从上课开始到结束，这期间神舟—天宫组合体已经围绕地球飞行了半圈多，依靠地面测控站进行不间断视频直播的话，最理想情况也需要 10 多个测控站，我国的地面测控体系现在也缺乏这个条件。我国分别在 2008 年、2011 年和 2012 年发射了天链 1 号数据中继卫星的 01、02 和 03 星，由此建立第 1 代数据中继卫星系统。细心的观众可以发现，在央视对神舟 10 号发射的直播中，屏幕右上角有时会出现“天链”字眼，这是表示当时的视频信号来自天链 1 号数据中继卫星的转发。数据中继卫星可以称得上是当今技术含量最高的通讯卫星，太空授课实则是对我国航天测控实力的一次展示。■