

作为“卡魅实验室”创始人，清华大学航天航空学院教授高云峰利用信息技术给学生提供一个更便利的科学实践平台。虽然是一名大学教授，但高云峰热衷于走进中小学，给学生带来一节节生动有趣的科学课，并开设数百场科普讲座，让科学的种子悄然在孩子心间生根发芽。

2018年6月21日，清华大学航天航空学院“卡魅实验室”迎来几位来自香港的客人，时任香港教育局局长杨润雄、香港教育局副秘书长康乐翠等人士前来参观。卡魅实验室创始人、清华大学航天航空学院教授高云峰介绍了实验室的发展情况，以及STEM教育和创客教育的开展情况。

“卡魅实验室”以大量启发性装置和大型挑战性活动为抓手，让学生成为设计者和“创客”，通过实践经历学习的全过程。”高云峰在交流中反复提到“实践”一词。在他看来，科学教育要关注探究实践和动手实践，不仅要引导学生学会知识，而且要通过知识解决具体问题。

### 像科学家一样思考

“一把小米中混入了10颗黄豆和10颗绿豆，我们能不能设计一个装置，将黄豆和绿豆自动分开？”高云峰的问题刚刚抛出，学生就热烈地讨论起来。然后以小组为单位设计、拼装装置，尝试解决高云峰提出的这个生活中常见的问题。这是高云峰给小学生设计的“小小爱迪生”课程中的一个场景，他通过原理介绍、动手拼装、比赛展示等环节串起一个个有趣的科学实验和科技活动。

作为一名大学教授，为什么会给小学生设计课程？高云峰表示，希望将科学家的思维种在小学生的脑海中，让他们可以像科学家一样思考。如何才能“像科学家一样思考”？高云峰表示往往会经历“提出问题—作出假设—制订计划—搜集证据—处理信息—得出结论—表达交流—反思评价”等一系列过程。在高校独立负责“卫星编队飞行研究”“高超声速飞行轨道研究”等多个国家自然科学基金课题的高云峰，对于“像科学家一样思考”自然深有体会，但他更希望这种思考方式不是局限于高校的相关专业，而是可以从中小学开始就广泛培养。

高云峰第一次“走出高校”是在2012年，他为清华附中设计了10节STEM课，设计原则是“少讲科学原理，尽可能通过探究实践启发学生”。“我们不能试着让三国的势力变得均衡？”高云峰一边说一边拿出一张三国地图，让学生将三国的边界在泡沫板上按比例放大一倍，再将其分为面积相等的三份。第一节课“三分天下”就让学生大呼过瘾，接下来的“人造琥珀”“鸡蛋走马灯”“悬崖勒马”等课程更是让学生全身心地投入其中，简单的工具和材料体现了精巧的设计创意，学生通过实践完成复杂任务并探究解决问题的方法。

学生的兴趣和收获给了高云峰继续尝试的信心，他不断打磨自己的科学探究课程，让课程更加具有实践性和挑战性。“课本中的知识，包括常规考试题目都是提炼出的简单问题；然而我们在生活中遇到的往往是那些复杂问题、复合问题。”高云峰希望通过综合性探究实践活动，全面锻炼学生的多种思维方式，让学生经历“观察—归纳—验证—推广”的全过程。

如何让一根粗管子停在较细的竖直杆上？面对“动物爬绳”项目中这个匪夷所思的问题，学生不断尝试、不断修正，总结失败和成功的经验得出结论：物体倾斜角度越大越容易被卡住。高云峰说，看似简单的过程体现了多种思维方式，“我们还要培养学生的批判性思维，所以我问他们——有限次实验归纳出的结论是否可靠？”

高云峰用门捷列夫总结元素周期表的故事启发学生：当时的元素周期性属于有限归纳，仅仅是一种猜测，但是可以预测未知元素的性质并在后来



# 高云峰：为科学教育做“加法”

□本报记者 金锐

### 人物简介

#### 高云峰

清华大学航天航空学院教授，长期从事航天航空方面的教学和研究，曾获军队科技进步一等奖，参与全国义务教育“科学”和“通用技术”课程标准制定及教材审查，参与我国两次太空授课的策划工作。

被证实。同样，也可以用“物体倾斜角度越大越容易被卡住”进行预测。高云峰先用家里的老式抽屜举例，然后拿出自己制作的“啄木鸟”玩具——“啄木鸟”上下震动时，倾斜角度一会儿大一会儿小，角度大的时候卡住，角度小的时候下落。于是，学生预测“啄木鸟”的运动模式是“落—停—落—停”，并通过观察得到了验证。

“我们现在得到结论的前提都是‘向下落’，如果这个前提变成‘向上爬’呢？”高云峰提出这个问题是为了锻炼学生的逆向思维能力。学生开始设计“半自动爬升”装置，利用手的来回摆动让“动物”沿着绳子上爬，最后以比赛游戏的方式展示各自的成果。“学生多次进行实验，通过观察、归纳、总结得出结论，利用结论预测并验证，将相关结论应用到其他方面，最后动手设计装置——这个过程就是我们希望的‘像科学家一样思考’的过程。”高云峰说。

高云峰的探究课程一般不会教给学生具体的知识和公式，只是引导学生学会如何设计实验、如何证明自己的观点，课堂上学生很少会保持“坐姿”，基本都以小组为单位投入地完成实验。2012年，高云峰成立“卡魅实验室”，利用信息技术给学生提供更丰富、更便利的科学实践平台，“让每一个设想变为现实”。高云峰也在继续开展、推广他的科学探究课程，从中学到小学再到幼儿园，科学的种子就这样不断地播种、生长着。

### 科学背后的人文关怀

“科学既是有趣的也是深邃的，我上课前会先讲一个小故事激发学生兴趣，最后也会讲一些从科学中衍生出的人生道理。”在学习运动学知识时，高云峰设计了“寻找四叶草”的任务。怎样才能找到传说中可以带来幸福的四叶草呢？高云峰引导学生“找一找、看一看、画一画”。学生发现，校园里有许多三叶草，但是几乎找不到四叶草——那

就把四叶草画下来吧！数学中有“四叶玫瑰线”的概念，可以通过函数在坐标轴中表现出来。学生进一步尝试设计出一种可以画出四叶草的简单装置——有的学生成功画出了三叶草，有的学生失败了，还有的学生意外画出了五叶草。“寻找四叶草就是寻找幸福的过程，在故事中不容易，在我们的游戏中同样不容易。”高云峰适时将人生思考融入教学，“即使找到四叶草，也只是找到自己的幸福；但是通过科学，我们可以让更多的人找到四叶草，找到幸福。”

在“卡魅实验室”，高云峰曾经请来了几位“武林高手”，让他们给学生现场表演“飞针穿玻璃”。“武林高手”力贯于臂，钢针脱手而出，扎透玻璃后将气球击爆。高云峰和学生却做不到，他们扔出的钢针甚至不能在玻璃上留下任何痕迹。“我们是‘手无缚鸡之力’的书生，但是我们有知识，知识就是力量。”高云峰笑着说，他要求学生在短时间内设计出一种能发射钢针并击穿玻璃的装置。有的学生设计了弩，希望发射的钢针能沿直线前进，但实际上绝大部分钢针是翻滚着前进的。失败激起了学生的探究欲望，在一次次实践后他们总结出“钢针穿过玻璃的重要条件是具有足够的速度和垂直角度”，还要注意“钢针不能太尖”“控制发射时的抖动”“橡皮筋太多反而不好”等因素。最后，多个设计方案都获得了成功，有的甚至可以在玻璃上打出不同图案，超越了数十年苦练的“武林高手”。高云峰欣慰地说：“这个活动让学生体会到‘知识就是力量’的深刻意义，只有把知识转化为处理问题的能力，知识才能具有无穷的力量。”

面对校园里穿梭不息的自行车，高云峰忽然向学生：“自行车的车轮、辐条运动速度是怎样的？”这个问题不难回答，学生画了一张图清晰地显示：接触地面的位置速度最小，远离地面的位置速度最大。高云峰接着提问：“那么按照这个逻辑，我们观察自行车车轮时，最低点应该最清晰，最高点应该最模糊，事实是这样吗？”大多数学生表示“没有观察到”，有几个学生却发表了相反的意见，认为自行车车轮“上下模糊，中间清晰”。为什么现实与理论会产生矛盾？高云峰出示了两组照片，一组是固定位置拍摄，一组是运动中的拍摄，不同的拍摄方式导致了拍摄效果不同，学生也顿时明白了其中的科学原理。高云峰接着让学生思考：“参照系不同会导致观测结果不同；同样，观点不同也会导致结论不同。仅仅‘眼见为实’还不够，我们要分析背后的原因，学会‘既要观察，又要思考’。”

科学的背后是人文关怀，高云峰尝试在教学中加入中华优秀传统文化的元素。他曾经在《孔子家语》中读到一段话：“孔子观于鲁桓公之庙，有欹器焉……乃注之水，中则正，满则覆。”欹器中既有力学现象，也蕴藏着孔子所说的“中庸之道”。于是，高云峰带着学生分析欹器的多种受力情况，进而试着复原古老的欹器。复原欹器不是教学的终点，高云峰希望学生通过动手制作，真切感受中华文化中“谦受益，满招损”的人生哲理。

“课程思政不是灌输，而是要巧妙地融入学习之中、生活之中，让学生受到潜移默化的影响，完成科学教育中‘增强科技自信自立、厚植家国情怀’的要求。”高云峰表示。

会打架，三个乒乓球根本就待不住了。”顺着孩子的话语，高云峰让他们尝试两个人挑水，还故意“使坏”把水瓶放偏，让他们感受力的差异。

“那么，如何才能解决‘三个和尚没水喝’的问题呢？”对于这个问题，高云峰预想的答案是孩子让三个和尚分工合作，一人抬水一天。然而，5岁孩子给出的设想却让高云峰赞不绝口：山上有竹子，把竹子掏空了做管子，然后将一根根竹子接起来，把水引到寺庙去！高云峰感慨良多：“我们不能把成人的思维强加给孩子，他们脑海中有许多天马行空的想法。教育是启发、是引导，我们要做的就是呵护、尊重、点燃这些想法。”

### 用行动改变科学教育

2013年6月20日，在“天宫一号”空间实验室，宇航员王亚平、聂海胜、张晓光讲授了一节特殊的物理课，通过“太空质量测量”“太空单摆运动”“太空陀螺运动”“太空制作水球”等一系列有趣的物理实验，开启了中国首次太空授课。这次太空授课的策划人之一正是高云峰，他参与了方案论证、道具原型设计、讲稿撰写等工作，在地面模拟太空失重环境、在风洞进行漂浮试验，保证了授课活动的顺利进行。

受益于多年来开展科学教育，高云峰清楚地知道青少年对于科学的兴趣点，因此他也成为多档科学类电视节目的常驻嘉宾。比如，中央电视台的《加油！向未来》《异想天开》《走近科学》《我爱发明》等节目中，都经常能见到高云峰的身影。高云峰在节目中“身兼多职”，既能从理论层面进行科学分析，又能动手制作新鲜有趣的科学道具，还能提供有创意的节目策划方案，电视台科普栏目甚至流传着一句话：“有问题，找高老师！”在高云峰看来，参加电视节目可以更好地进行科学教育，把科学知识、科学实验用青少年喜闻乐见的形式表现出来。

科普讲座也是高云峰推广科学教育的重要方式，他已经开设了数百场科普讲座，“上至宇航员，下至幼儿园的孩子”都曾当过高云峰的学生。“因为我的讲座以方法和思维为主，注重趣味性和体验性，所以即使让大学教师和小学生一起上课也没问题。”高云峰笑着说。

2018年，在苏州一所幼儿园的经历让高云峰记忆犹新。“为了激发小朋友的兴趣，我拿来一台吹风机，让小朋友尝试用吹风机吹乒乓球。”在吹风机的“鼓吹”之下，小小的乒乓球上下颠簸，幼儿园的孩子玩得也不亦乐乎。这时，高云峰把乒乓球变成两个，小球开始翻滚打架，很快便掉了下去；当乒乓球变成三个的时候，几乎立刻就掉了下去。一个孩子忽然高兴地大喊：“这就像‘三个和尚没水喝’一样！一个乒乓球好好的，两个乒乓球

## 用头脑赛跑，用双手说话

□本报记者 金锐

“用头脑赛跑，用双手说话”，这是高云峰很喜欢的一句节目宣传语，体现了“像科学家一样思考，像工程师一样创造”的精神。思考者不必说，高云峰同样看重创造的力量，他也对自己的一双“巧手”颇为得意。许多复杂甚至匪夷所思的设想，高云峰总能迅速将其“实体化”。一次，来自香港的几位科学教师参观高云峰的“卡魅实验室”，高云峰现场向他们展示了创造的力量。香港教师提出制作一个老母鸡与小母鸡互动的装置，高云峰先在网站上找到老母鸡和小母鸡的图片，然后设计模型、加工切割，最后利用齿轮带动装置运行，整个流程耗时20分钟。高云峰笑着表示：“给我一个平板，还你一个世界。”

“利用知识解决问题需要实践，实现创意同样需要实践，只有不断实践才会不断产生新的创意。”高云峰非常看重科学教育中的“实践”一环，他总是尽量给学生提供实践的平台和机会。在“欹器”项目中，高云峰不仅让学生理解力学原理，更是让他们尝试复原孔子时代的欹器。历史典籍中没有欹器明确的制作方法，这也正好为高云峰的教学生提供了想象的空间，他与学生一起动手实践。“这个复原欹器的活动可以在各个年龄段开展：悬挂式欹器最简单，小学生就可以完成；水中的欹器有一定难度，一般适合中学生尝试；桌上的欹器最难，只能留给学有余力的学生。”高云峰解释着自己的设想。

除了在课堂上与学生“同台竞赛”，高云峰还会自己制作教具分享给其他教师使用，生活中的高云峰也经常制作各种有趣的装置。有一年春节，高云峰设计制作了一个喜庆的宫灯送给父母，安装好后点亮灯泡，不同侧面显示出“春节吉祥”“元宵快乐”等字样，引得父亲哈哈大笑。高云峰感慨：“小时候是父母做玩具送给我，现在到了我做玩具送给他们的时候了。感谢生活给予的一切，这样才会有一种健康的人生态度。”

科学与生活是息息相关的，高云峰不希望科学研究成为“象牙塔”里不为人知的存在，也不希望科学家被定义成刻板形象，“我们要从生活中发现科学问题，也要带着科学的思考来到生活中”。兴趣广泛的高云峰热情地拥抱生活、拥抱大自然，他带着学生去深山中寻找矿脉，把专业的天文望远镜搬到宾馆顶层观测星空，去海边感受潮汐的力量……

“接触自然、亲近自然会对人产生积极的作用，我曾经在北戴河海边，听着大海的声音，望着深邃的星空，突然感觉到自然的伟大、个人的渺小，这是在喧嚣的城市高楼大厦中难以产生的感悟。”高云峰说。

“接触自然、亲近自然会对人产生积极的作用，我曾经在北戴河海边，听着大海的声音，望着深邃的星空，突然感觉到自然的伟大、个人的渺小，这是在喧嚣的城市高楼大厦中难以产生的感悟。”高云峰说。