“毅力号”火星车近日成功着陆火星。其相机定标板上镌刻着“宣言”：“我们孤独吗？我们来到这里寻找火星生命的痕迹，来采集火星样品带回地球研究。将来的探索者们，祝你们有平安的旅程，也有发现的喜悦。”“发现的喜悦”这个词，除了英文、法文、德文之外，还有中文、印地语、西班牙语和阿拉伯语，展现了属于全人类的科学探索的浪漫。

“发现的喜悦”激励探索之旅

□ 李峥嵘

博物学家彼得·马伦在《彩虹尘埃：与那些蝴蝶相遇》一书中，记录了童年偶然与一只蝴蝶相遇的瞬间。他5岁时，在户外抓到了一只蝴蝶，那只蝴蝶从他的手指间溜出去，逃之夭夭，但是有些颜色留在了他小小的手掌上，他举起手对着太阳看着这些闪闪发光的小颗粒，这是蝴蝶掉的灰，他把它称为“彩虹尘埃”。无论时光如何流逝，5岁时这个闪耀的时刻在记忆中始终明亮如初。多年后，他引用作家纳博科夫的语言表达自己的狂喜之情：一个孩童生命中第一次感受大自然伟大力量的时刻，感官不说半句谎言。它铭刻着你第一场心怀激荡的经历，大自然的颜色、味道和声音似乎印在了你的身体里，不止印在脑海里，更深深地印在了你的骨髓里。纳博科夫管这叫心醉神迷，但心醉神迷的背后还有一些难以名状的东西：“那是片刻的真空。”纳博科夫是著名的小说家，也是一个热爱蝴蝶的博物学家，他也曾用这样充满诗意的语言描绘出了发现的惊喜：“一切我之所爱奔流而入，与天空大地合而为一之感。”

无论是纳博科夫所称的“心醉神迷”，还是彼得·马伦所说的“彩虹尘埃的时刻”，都代表着生命中一些重要的事物，开启持续一生的探索之旅。

正是这样“发现的喜悦”，激励着人们在探索的道路上如饥似渴、锲而不舍冲出地球，奔向宇宙的深处。作为一个普通的学习者，怎样才能遇到这样的发现的喜悦？

2月22日，美国国家航空航天局（NASA）公布“毅力”号火星车降落时的第一视角视频画面。 视觉中国供图

留心学习 遍访名师

管理学大师德鲁克曾在钢琴家施纳贝尔那里遇到过发现的喜悦时刻。他12岁时旁听钢琴家施纳贝尔的课。真正上课的是一个同学的姐姐利齐。有一次，老师批评利齐并没有把耳朵真正听到的弹出来。“你弹的是你‘自以为’听到的。但是，那是假的。对这一点我听得出来，听众也听得出来”。利齐一脸困惑地看着他。“你听听我所听到的舒伯特吧，或许你能听出其中的奥妙。”他随即坐在钢琴前，弹他听到的舒伯特。利齐突然开窍了，露出恍然大悟的微笑，换她弹的时候，德鲁克也听出来了不同，脸上情不自禁露出一样的微笑。德鲁克对音乐的鉴赏力不足以成为一个音乐家，但是他通过旁听音乐课，突然发觉了学习的方法：“我恍然大悟，至少对我而言，所谓正确的方法就是去找出有效的方法，并寻求可以做到的人。我了解到——至少我自己不是在错误中才能有所体认，我必须从成功的范例中学习”。从那以后，他不遗余力地在探访杰出教师的身影，观察他们教学的方式，并从中得到无穷的乐趣。一听说谁是“大师级”的老师，就设法溜进这位老师的课堂上旁听、观看。若是不得其门而入，也设法问学生，看这位老师是怎么教的，他成功的地方在哪儿？

深入钻研 锲而不舍

近日，“数学界的诺贝尔奖”——菲尔茨奖首位华人得主丘成桐先生的中文版自传《我的几何人生》与读者见面了。丘成桐在书中讲述了自己半个世纪以来以数学为出发点，依靠它的指引，照亮寻找真和美的旅程。丘成桐凭借证明卡拉比猜想获得了堪称数学界诺贝尔奖的菲尔茨奖，他借用三段宋词来描述一个人成就大事时的三个阶段：开始“昨夜西风凋碧树，独上高楼，望尽天涯路”，之后“衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴”，最后“蓦然回首，那人却在，灯火阑珊处”。简洁而富有诗意的宋词，正是我用6年时间证明卡拉比猜想的心路历程。也就是说，刚开始时要找到一个制高点，对整个问题有通透的理解，然后不眠不休、废寝忘食地工作，最后灵光一闪，突然看到了完成证明的途径。正如曹雪芹写作《红楼梦》一样，“字字看来皆是血，十年辛苦不寻常”。这是一种奇妙的经验，每一个环节都要花上很多细致的推敲”。

努力向前，不惧失败，才有可能柳暗花明，最终得到发现的喜悦。

万事俱备 静待东风

发现的喜悦也可以说是顿悟，是创造性思维的普遍形态。心理学家们发现，任何顿悟必须有明确的思考问题为大前提，同时对此问题经过长期、认真、甚至艰苦的思考才可能出现，有如“踏破铁鞋无觅处，得来全不费功夫”，也好似“文章本天成，妙手偶得之”。

日本著名数学家冈洁也说一生中曾数次体会过发现的喜悦，第一次感受到酣畅淋漓的快乐，是攻克多复变函数的中心问题。他曾经思考了3个月，始终找不到问题的突破口。他强迫自己继续研究，但每次只能勉强撑住十来分钟，过后便昏昏欲睡，甚至被朋友们送了一个“嗜睡性脑炎”的绰号。有一日，他坐在朋友客厅里发呆，突然处理问题的方法已了然于胸。“当时的我满心欢喜，毫不置疑这个发现的真实性。即使踏上了归程的火车，我的内心依然欣喜若狂，数学早已被我抛之脑后，眼中只有窗外飞驰而过的风景。”

思考的过程是艰苦的，可能很长时间看不到方向，但是坚持下去，就能找到出路。冈洁后来在他的散文集《春夜十话》中概括发现的艰苦和喜悦：“最初完全摸不清方向的探索状态，以及之后昏昏欲睡的停滞状态，都是发现历程中十分重要的过程。就像种子被撒进泥土后，需静待一段时间才会发芽；亦如结晶作用的发生，也需物体被置于一定条件下一段时间。万事俱备，仍需静待东风。所以即便感到研究一筹莫展，也不可轻言放弃，必须耐心等待潜意识里的种子慢慢成熟发芽。想法初见雏形之时，问题自然迎刃而解”。

祝愿每一个学习者都能得到发现的喜悦，犹如你想出门捉蝴蝶，蝴蝶正好停在你眼前。

（作者为教育硕士，金牌阅读推广人）

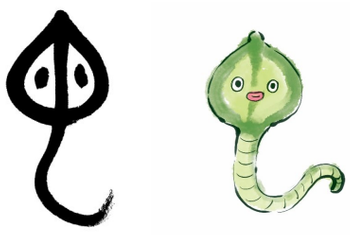
学有道 用心理学提高学习力

有趣·有料·有效 中華字課

从『惊蛰』到『虫』的家族

□ 李英

过了雨水，又到惊蛰了。这个节气名称很有意思，“惊”是惊动的意思；“蛰”是个形声字，上面的“执”代表读音，下面的“虫”代表蛇虫，其本义是动物冬眠。《说文解字》：“蛰，藏也。”段玉裁注：“凡虫之伏为蛰。”“惊蛰”顾名思义，就是惊醒了冬眠的蛇一类的小动物。这个时节，气温上升，土地解冻，春雷始鸣，古人认为冬眠的动物是被雷声惊醒了，所以叫“惊蛰”。其实，这些动物是感知到了外界气温的变化才苏醒的。



“蛰”下面的“虫”为什么代表蛇呢？因为“虫”字的甲骨文本来就是一条蛇，如果把“虫”和“它”（甲骨文也是一条蛇）组合起来，就成了“蛇”字。有些地方至今还把蛇叫“长虫”呢。

我们现在一般用“虫”来表示昆虫，这是因为现在常用的“虫”字，是“蟲”的简化字，其本义是动物的总名，不光是小动物，还包括大的动物，比如老虎也叫“大虫”。后来，“虫”的范围缩小了，专指昆虫了。

“虫”作为蛇的本义还保存在偏旁里，带“虫”的字，很多和蛇有关。比如惊蛰前后，蛇虫“蠢蠢欲动”，这个“蠢”字就是蛇虫从冬眠状态苏醒过来慢慢爬动的样子。这时候它们迷迷瞪瞪，傻乎乎的，行动还很笨拙，因而“蠢”也有笨拙之义。

诗人韦应物写过一首诗，叫《观田家》，开头是：“微雨众卉新，一雷惊蛰始。”微微的春雨过后，花草呈现出勃勃生机；一声春雷响起，就进入了惊蛰节气。春雷阵阵，开始下雨，雨过天晴之后，天边有时候会有彩虹。这个“虹”字也带有“虫”，它的甲骨文像是一条大蛇，有两个脑袋，蜿蜒向下，仿佛是在江河里喝水呢。这是古人看到彩虹之后的想象。后来字形变成了“虫”和“工”，“虫”代表蛇，“工”代表读音。战国时期还出现了另外一种写法，上面是“雨”，下面是“工”，表示彩虹和雨有关。这两种写法，一种是从彩虹的形象出发，一种是从彩虹的成因出发，各具特色。不过还是“虹”这种写法占据主流，一直延续至今。

（图片选自中国人民大学出版社《汉字魔方》）

还有一些字也带“虫”。比如“蛊”字，上面是“虫”，代表蛇虫；下面是“皿”，代表器皿。蛊是人工培育的一种毒虫，其造字原理与制蛊方法有关。《通志·六书略》：“造蛊之法，以百虫置皿中，俾相啖食，其存者为蛊。”据说，端午节是一年中阳气最盛的时候，在这一天，把有毒的蛇虫放到密封的器皿里，让它们自相残杀，最后剩下的就成了“蛊”。后来引申为蛀虫、害人的邪术等，进而引申为迷惑、蛊惑，这个意义现在成为常用义。

我们都知道，福建省简称“闽”，这个字从虫，门声。它和“虫”有什么关系呢？原来，“闽”本是古代少数民族的名称，是古越族的一支，其居处多蛇，以蛇为图腾，所以带有“虫”字。不过，也不是所有“虫”都表示蛇，比如“蜀”，其甲骨文像条蚕，后来加“虫”强调蚕是昆虫。川西之地古代多养蚕，首领叫“蚕丛”，称为蜀王。所以后来“蜀”就成了族名、国名。

很多带“虫”的字，都是昆虫或者小动物，比如蚊、蝇、蜈蚣、蚂蚁、蜻蜓等。它们共同组成了一个庞大的“虫”字族，以形声字居多，掌握了造字原理，就很容易记住它们了。

（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）

美国旧金山探索馆：让科学绽放艺术之美

□ 刘玉花 莫小丹

栏目主持人：齐欣 馆窥天下 中国科技馆与科普时报社合办

美国旧金山探索馆从建馆之初就非常重视艺术家参与展品研发，其创始人奥本海默认为，探索馆对艺术的高度重视，使它从根本上有别于其他科学博物馆。他说：“将艺术包容进来，并非单纯是为了让展品看起来更加漂亮，尽管艺术通常也的确为展品增添了美感，而主要是因为艺术家对自然的探索与物理学家或生物学家大异其趣。……为了充分理解大自然及其对人类的影响，艺术和科学二者都是不可或缺的。因此，在探索馆里，艺术与科学相互交融，共同成为整体教学法的一个部分。”

探索馆兼具科学性和艺术性的早期展品，主要反映的是自然现象，比如光的反射或偏振。展品阳光彩绘（Sun Painting，图1）利用最简单的调色板和三棱镜设计了一面阳光艺术墙，其创作者罗伯特·米勒是研究光色散领域的专家。其后，在对展品设计进行迭代时，又利用多媒体展示手段加入全息投影效果，让光束色彩能够自动变化。当观众接近阳光墙时，立刻被不断变化的七色光环绕，彷佛进入了一个梦幻般的童话世界。诸如此类的展品还有色彩阴影（Colored Shadows，图2）、极光（Aurora）、像素桌（Pixel Table）、色彩圈（Colored Circles）等。

探索馆能够不断涌现出富有美感的科技展品，得益于其鼓励艺术家参与展览展品研发的机制，其中延续性和影响力最大的是驻馆艺术家项目（Artists-in-Residence Program），该项目鼓励艺术家以跨学科的方式观察、理解、表达，通过艺术家和展品制作团队的长期合作，帮助艺术家将其作品更好地传达给观众。自1974年以来，该项目共吸引了数百位艺术家加入，其工作模式是：探索馆向艺术家支付报酬，并为他们的创作提供时间、空间和设备，以及人力和物力支持。作为交换，驻馆艺术家要在探索馆举办展览，展示其作品。艺术家和展品制作团队（教育者、展品设计人员）之间的合作，以一种互动的、迭代的、基于经验的方式进行，这可提升探索馆展览设计人员的审美能力，同时又有利于艺术家将艺术与科学结合，全方位地表现和反映自然现象及社会生活。

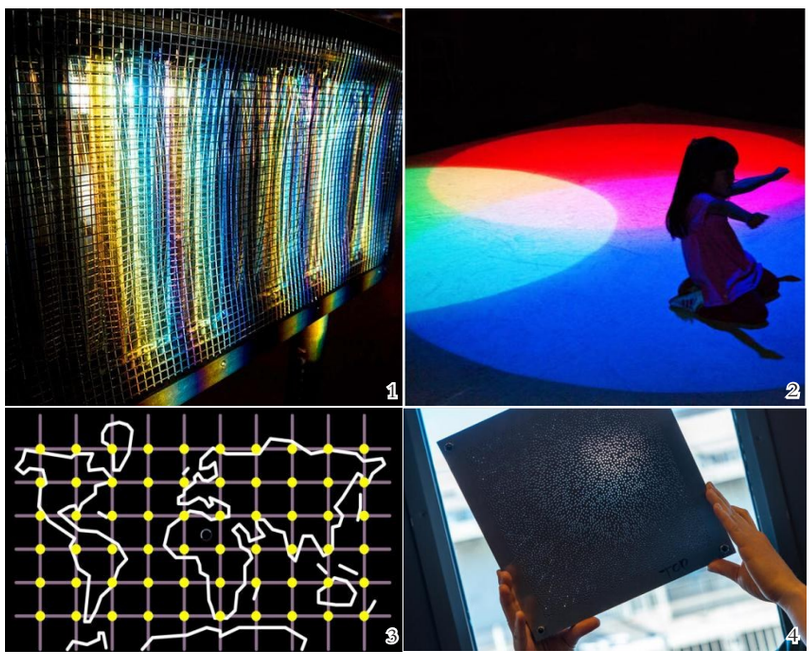


图1为阳光彩绘。图2为色彩阴影。图3为桥接空间。图4为光圈-最亮的星。（图片均来自该馆官网）

自2013年开始，该项目进行了更为深入的合作模式探索，包括扩大艺术家范围、延长合作年限、拓展展览展品领域等。探索馆每年邀请2~4位驻馆艺术家，并将驻馆时间延长至3年以上。例如，2014年邀请的驻馆艺术家是罗斯藤·吴，既是艺术家，也是设计师、作家和教育工作者。他驻馆5年，其艺术创作项目帮助人们更好地理解复杂系统，调整自己与居住地的关系，并参与群体决策（图3）。2018年驻馆的希瑟·杜威·哈哥伯格，也是一位跨学科的艺术家和教育家。她的艺术创作项目旨在帮助观众理解“陌生人的视角”，她对收集自公共场所的头发、烟头、嚼过的口香糖等材料进行遗传学分析，最终以雕塑的形式展示人作为社会性动物以及人类的各种行为的生物学意义。2019年该项目展示的是艺术家特里斯坦·杜克的作品。杜克表示，他在探索馆完成作品的历程并非一帆风顺，他本身具有摄影和全息技术的背景，对光学和视觉科学有着浓厚的兴趣，他与探索馆的设计人员合作尝试了各种概念性的探索和原型改进，最终制作了展示全息原理的沉浸式作品“光圈-最亮的星”（图4）——在探索馆的黑匣子展区内，从远处看是一个空白的立方体，中心是巨大的白色空间；走近观察，从立方体中投射出一个全息光球；当观众完全置身于白球之中，光球会分解成碎片。这种惊人的视觉效果完全借助光线，而没有使用电能或数字技术。

正是因为建立了相对完备的工作机制，探索馆为艺术家参与展览展品研发创造了各种有利条件，才能使艺术家为探索馆创造了250多件融科学与艺术于一体的展品，通过各种类型的艺术表达使科学散发出更耀眼的光彩。

（本文第一作者系中国科技馆科研管理部副研究员，第二作者系中国科技馆科研管理部助理研究员）

苍穹中的真实“鹊桥”

□ 文凤春 王 运

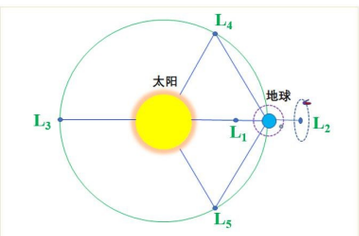


图1：5个拉格朗日点位置关系图

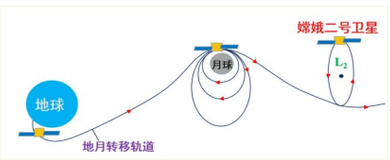


图2：嫦娥二号奔向L2点轨迹模拟图

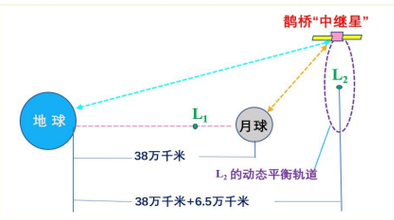


图3：地球、月球和“鹊桥”的位置关系图

茫茫苍穹中，有一颗卫星，她的名字叫“鹊桥”，是我国嫦娥四号中继通信卫星。“鹊桥”于2018年5月21日发射，使命是常驻浩瀚太空中的拉格朗日L_2点，为月球上的“嫦娥”和地球上的居民搭建一座用于通信联系的“桥梁”。

拉格朗日点到底是什么点？拉格朗日点L_2又在天空的什么方向？

在宇宙中，有一个特殊的位置，一个小天体位于该地方，在太阳、地球两大天体引力的作用下，小天体还能保持相对静止。我们把这个位置，称为拉格朗日点。在数学上，拉格朗日点是一个限制性三体问题的特殊解，共5个，分别记为L_1，L_2，L_3，L_4，L_5。拉格朗日点也称平动点。1767年，瑞士数学家欧拉计算出3个平动点。1772年，欧拉的学生，法国数学家拉格朗日计算出剩下2个平动点。（拉格朗日点在宇宙的位置如图1所示）

2010年10月1日，嫦娥二号卫星在西昌卫星发射中心成功发射，顺利进入地月转移轨道。她是嫦娥三号、嫦娥四号的开路先锋，其目的地是拉格朗日点L_2。她先对月球表面的环境进行探测，为嫦娥三号卫星在月球上的着陆区进行高清晰度成像探测。任务完成后，嫦娥二号卫星于2011年6月9日从月球轨道出发，在浩瀚的太空飞行76个昼夜才抵达拉格朗日点L_2，并绕其缓缓飞行一周，为“鹊桥”探测L_2附近区域的太空环境和通信测试（见图2）。任务结束后，嫦娥二号卫星继续向宇宙更远的深空飞行。2012年12月13号，嫦娥二号在距地球700万公里深空处偶遇小行星4179(图塔蒂斯)，她们俩交会最近距离3.2公里，真是擦肩而过。而且嫦娥为美丽的图塔蒂斯进行了长达100秒的拍摄，给我们地球传回来了图塔蒂斯美丽的倩影。

L_1和L_2是离地球最近的两个拉格朗日点。如果我们要观测太阳的活动规律或者对地球全方位拍摄，L_1是最佳位置。如果我们做其他科学考察，一般选择离地球近，受太阳离子风危害要小的L_2处。在L_2附近区域，卫星在地球和太阳的作用下，几乎是静止的，只需要消耗极少的燃料即可长期驻留。因此，L_2是人类太空探测器、天体望远镜定位的理想位置，在工程和科学上具有重要意义。L_2是国际深空探测的热点。例如，在L_2附近，安置了美国宇航局的威尔金森微波各向异性探测器和欧洲航天局的赫歇尔天文台。在不久的将来，在L_2附件区域会有更多人类的杰作。

我国的“鹊桥”中继卫星位于L_2的动态平衡轨道上（见图3）。这个轨道实在得天独厚，可为整个月球背面提供中继，成为月球着陆器与地球通信的信使。

嫦娥奔月是我国的古老神话，也是中华民族的伟大梦想。2004年，中国正式开启“嫦娥工程”。“嫦娥工程”分三步走，即“绕”、“落”、“回”。

我国航天人通过不懈地努力，从2010年到2020年十年时间里相继成功地发射了嫦娥一号、嫦娥二号、嫦娥三号、嫦娥四号和嫦娥五号卫星。嫦娥五号卫星从拉格朗日L_1点登月，并从月球上带回了约2公斤美丽的月壤。这2公斤的月球礼物，标志着我国“嫦娥工程”的圆满收官！拉格朗日点，为人类探索宇宙，提供了极大的帮助！

银河湾湾，鹊桥翩翩，地月联通一线牵。
牛郎织女无幽怨，柔情似水，佳期天天。
拉格朗日点，圆梦人间。

（作者文凤春系华中农业大学理学院副教授，王运系华中农业大学教授）

数学文化

地址：北京市复兴路15号 邮编100038 电话010-58884136/37/38 传真010-58884135 每周五出版 （2020全年订价：120元。零售价：每份2.40元）