

《美丽是可以表述的》后记

翁羽翔[†]

(中国科学院物理研究所 北京 100190)

《美丽是可以表述的》一文(本文作者发表在2005年第4期《物理》评述栏的一篇文章)是表达作者对自然界对称之美的一种深切感动,也是献给自然的一束小诗.作为该文的作者,我的这种感动是如此热烈和持久,以致那些悲喜、沮丧、震撼、艰辛的经历和感受至今还历历在目,恍如昨日.感谢《物理》的包容,给了我一方能够倾心相诉的天地,并得益于《物理》以往刊载的文章,使我有机会结识刘寄星先生,并引为知己,得到他的支持和鼓励.

每到春天,乡下的桃、梨、杏花,开得绚丽烂漫,在此之前,对花的感受最动人的莫过于“去年今日此门中,人面桃花相映红”这类文人的感受.直到在初中二年级课本中学到了对称性的知识,才对花瓣进行了细致的观察,得出花的几何形态“好的如同画出来一样”的认识,由此便埋下了一颗好奇的种子.在那段时间里,做小学教师的表哥章开基送给我一本《袖珍数学手册》(上世纪70年代的农村是极为稀罕之物),第一次见到了笛卡尔的三叶玫瑰线,自然而然地产生了花的形态可以用数学来表达的念头.然而对该问题真正在科学意义上的探索一直到研究生阶段才开始.

上世纪80年代初,国内掀起了一股学习普利高津耗散结构理论的热潮,我在读的华东师范大学也深受这股风气的影响.大约是在1985年,化学系主讲物理化学的朱传征老师和物理系的徐文柳老师一起合拍了一部关于化学振荡的教学片,揭示了非线性化学反应形成的空间有序结构和生物形态(如斑马身上的条纹)间的相似性.我们毕业班的同学观摩了这一教学片,看完后感到心灵经历了一场前所未有的震撼.也就是这部片子,如春雷般地催醒了冬眠的种子,以致下决心在硕士研究生阶段投入到非平衡态热力学的研究领域.

当初的设想很简单,化学反应速率方程中的浓度是空间均匀的.对于非平衡态,必须考虑到物质交换和浓度空间不均匀性.对于空间某一点,化学反应会导致在该处物质浓度的增加或减少,如果用物理的语言描述就等价于一个物质的源和汇,数学上可以用一个势函数对空间坐标的二阶微分来表示,也

就是说,通过构造一个势函数来描述非均匀系统的化学反应.由此在定态情况下就可获得一系列形态的数学解.当第一次看到在电脑屏幕上画出的、与花卉几何形态相对应的图形时,真可谓是欣喜若狂!

接下来的便是理想与现实的矛盾,硕士毕业前怀揣着部分结果找了不少单位,也得到了植物学界如北京大学生物系的李正理教授、中国科学院植物研究所的谭克辉研究员的赏识,在此期间,还差一点成为植物研究所的博士研究生.记得和植物研究所的一位做统计研究的老师在探讨这一问题时,他说了一句印象特别深刻的话:从数学和物理上解决花卉形态问题至少要等到三五辈人之后.

经历升学和求职的挫折后,大有一种“百无一用是书生”的感觉,决定博士期间转到实验技能更强的学科,这样便成为中国科学院物理研究所激光物理专业的研究生,从此洗心革面,从头做起.从博士生到博士后,直到1999年回物理研究所工作,一晃就是10年.经过这些年的训练,大胆的想法少了,思维更趋于严谨和理性,也就是说,更接近一个职业科学家了.闲暇时刻,又打开了珍藏多年、有些发黄的草稿,重理思路,并整理成文.

回到物理研究所工作最大的好处是周围有一些数理功底深厚的同事和朋友愿意帮忙审核论文,包括所里的汪力、王鹏业研究员、尹华伟博士.美国的汤超教授(现在北京大学理论生物学中心)和台北中研院的陈志强教授先后指出我先前工作中最大的毛病在于人为构造的势函数缺乏明确的物理意义!

什么是势函数的物理意义?这一问题简直是无从下手,如果不能解决,前期的工作只能是功亏一篑.在被势函数问题折磨的过程中,有一天我突然问自己,为什么该方程描述的结构和植物的形态最接近,植物的细胞与动物的细胞有什么区别?这一问竟然抓住了问题的突破口,原来动物细胞膜只含有一层软的半透膜,而植物细胞除半透膜外还有一层细胞壁,具有很强的机械性能和耐压能力.植物生长的动

2012-05-20 收到

[†] Email: yxweng@aphy. iphy. ac. cn

力来自于渗透势(水势),并由此查到了刘寄星老师写的、关于上世纪40年代物理学家王竹溪和植物学家汤佩松教授在国外合作发表渗透势研究工作的那段历史.至此,峰回路转,势函数对于植物细胞而言就是渗透势,所受到的压力是渗透压产生的膨胀力,植物的形态是在膨胀力作用下发生对称性破缺的结果.

我的工作一个重要结论是生物的形态并非完全由基因决定,生物系统的应力如膨压能够实现对称几何形态,如文中引用的头状四照花,同一枝头上的花具有两种不同形态,用于佐证上述观点.2005年,物理研究所李超荣、张晓娜、曹则贤研究员等在*Science*上报导了他们通过应力自组装,在无机体系 Ag/SiO_x 微米级的内核/壳层结构上成功地获得了三角格子和斐波那契数花样.这类排列以往大多只在生命系统中被观察到,他们的实验结果直接支持了生物形态并非由基因完全决定的观点.

在植物形态方程的求解过程中,运用变量分离法将微分方程写成径向和角相部分,并令它们相等与任意常数 $\pm n^2$ (详见《物理》杂志2005年第4期《美丽是可以表述的——描述花卉形态的数理方程》一文).当该任意常数取 $+n^2$ 时,就得到文中给出的、对应各种花卉形态的数学解;而当该任意常数取 $-n^2$ 时,解的形式为左旋和右旋的对数螺旋线.尽管在文中提到了这类可能的植物形态,然而在我以往的生活及书本经历中,都没有见过螺旋形的花或叶,这不能不说是一个不小的遗憾.

2009年11月,我应邀参加在日本广岛召开的、由中日韩三国科学家参与的东北亚地区可再生能源研讨会,入住位于海边的Grand Prince Hotel Hiroshima.那天清晨,独自沿着海边的小道散步,无意间被路边及坡沿上的几只野猫所吸引,便过去想探究一下,此地的野猫会不会靠捕海鱼为生.等我一靠近,猫走了,可眼前的景色倒令我震撼不已,这一幕不就是我梦寐以求的吗?!我赶忙用颤抖的手拍下了这种尚不知名的植物,如图中的照片所示.照片中给出了具有左旋和右旋螺旋线形态的叶片,并配上

了对数螺旋线的数学模拟轮廓,借此机会和读者一起分享我当时的喜悦.



图1 日本广岛海边山坡上一种未知的植物,其中某些特殊的叶片长成了左旋和右旋对数螺旋线的形状(图中的白色虚线为对数螺旋线的模拟轮廓),而正常的叶片仍然保持了左右对称

美在自然界是无处不在、也是无时不在的.生长在天涯一角里的一花一草等待着的不光是阳光和雨露,还有你我发现美的慧眼和一颗关爱自然的热心.机遇总是垂爱有准备的心灵的,就用台湾女作家席慕容的诗句来形容这一段奇妙的经历吧:

一棵开花的树

如何让我遇见你

在我最美丽的时刻 为这
我已在佛前 求了五百年
求他让我们结一段尘缘

佛于是把我化作一棵树
长在你必经的路旁
阳光下慎重地开满了花
朵朵都是我前世的盼望

当你走近 请你细听

那颤抖的叶是我的热情

……

科学研究活动的第一要义是求真,美次之.然而对于许多伟大的成果,真和美能够做到完美的统一.数学家魏尔(H. Weyl)说过:“我的工作总是尽力把真和美统一起来;但当我必须在两者之中挑选一个时,我通常选择美.”对我自己而言,只能聊以自慰地说,对于科学中的美,曾经义无反顾地追求过,希望还有机会.