



## 诗情画意的物理学\*

金晓峰<sup>†</sup>

(复旦大学物理学系 上海 200433)

在很多人眼中，科学和艺术似乎处于人类文明的两个极点，相距甚远。不仅人文类的学者会这么认为，很多科学家也如此认为。这与我们的教育长期文理分隔，乃至到了大学以后，学科越分越细相关。事实上，一个接受过完整教育的人，不应该有这样的看法。

自古以来科学与人文就是密不可分。长期以来科学与人文的割裂，不仅使我们的教育不可能完整，更会使得我们的社会走入歧途。大学里的通识教育实施已有10年，但通识教育是不是意味着我们给文科学生灌输一点“简陋”的或者说是“精简”的科学知识，给理科学生培养一点文学爱好，就算是通识教育了呢？

人文学科的意义之所在是人类创造物的精选，而科学作为人类创造物的精选，显然也是人文学科的重要组成部分。

蓝天下纵贯天际的彩虹、茫茫沙漠中若隐若现的海市蜃楼、自然

界鬼斧神工的山水风光，用“诗情画意”来描述它们大概不会有太大的争议，但若说“诗情画意的物理学”，恐怕大多数人会觉得莫名其妙，难以苟同。

早在一个多世纪之前，美国的心理学之父、哲学家、教育家 William James(1842—1910)就曾清楚地指出：“只要从历史的角度来讲，你就可以赋予任何学科以人文价值，如果从天才们取得的一个又一个成就来讲授地质学、经济学、力学，那么这些学科就都是人文主义的。相反，若这样讲授，那么文学就只是一些语法，艺术就是一些目录，历史就是一些年代，自然科学也就只是满纸的公式、重量和测量。人类创造物的精选，我们所说的人文学科就应该是这个意思！”

著名美学家朱光潜也曾经说过：“哲学和科学穷到极境，都是要满足求知的欲望。每个哲学家和科学家对于他自己所见到的一点真理(无论它是不是真理)都觉得有趣味，都用

一股热忱去欣赏它。真理在离开实用而成为情趣中心时就已经是美感的对象了。“地球绕日运行”，“勾方加股方等于弦方”一类的科学事实，和《密罗斯爱神》或《第九交响曲》一样可以摄魂震魄。科学家去寻求这一类的事实，穷到究竟，也正因为它们同样可以荡气回肠。所以科学的活动也还是一种艺术的活动，不但善与美是一体，真与美也并没有隔阂。”

显然，科学也是人类创造物的精选，理应构成人文学科的重要组成部分。科学同时还是一门艺术，就像文学是语言文字的艺术，科学，是一门揭示自然奥秘的艺术，艺术具有的特点在科学的创造中都所有表现。要培养有文化的人，科学的素养和对科学之美鉴赏力的培养是不可或缺的一课。

科学光有理性和逻辑还不够。在伟大的科学创造中，常常是凭着非常主观的信念去探索和追求的，这就是为什么它是一门艺术。而在

\* 原文刊登《文汇报》，本刊发表时略有删减。

<sup>†</sup> email: xjfin@fudan.edu.cn

DOI: 10.7693/wl20160809

长达两千多年的科学发展过程中，曾涌现过多少英雄豪杰，写下多少诗情画意的篇章。这些也早已构成了一部宏大叙事、摄魂震魄的史诗。

科学是人文学科的重要组成部分，是揭示自然界奥秘的一门艺术。物理学作为科学的一部分，它是人文的、艺术的、诗情画意的，它可以是波澜壮阔的“史诗”、可歌可泣的“悲剧”、亦真亦幻的“小说”、啼笑皆非的“喜剧”，也可以是美妙绝伦的“画卷”……

我们都曾经看过各种星轨的照片，在天空中的显示都是圆周。但是其实古人早就已经发现了这一点。曾经有史诗描述远古的先人们，世代相继地仰望着神秘莫测的星空，记录着星星周而复始地围绕人类居住的地球运行的“天象”。而且古人发现，我们把东西向上抛后，它总是落在原地。这一切都显示，我们的地球是“不动”的，而星星乃至太阳都是围绕着地球转的，这就是“地心说”的起始。

但是，在这满天天空中却有很少数的几颗星星并不依循柏拉图构造的圆周轨道规整运动，它们就是后来知道的行星。

根据目前的发现，至少在3600多年前，巴比伦国王阿米萨杜卡统治时期的泥板上就用楔形文字确凿地记录着对金星运动的观察。金星的运行轨迹就不是圆周形，而是不时逆行后继续前行。

于是，从柏拉图时期就有很多人试图通过各种数学模型来解释那些“不按照规矩走”的行星的轨迹。有所谓的同心圆模型、偏心圆一本轮一均轮模型。

虽然这些模型使得行星的运行变得非常复杂，但总算是使得地球中心说“心安理得”地在世间坐守

1000多年，直到哥白尼登场。

1000多年后，哥白尼提出了“日心说”。他的这一想法并没有新的实验事实，也没有任何清晰的逻辑，仅仅只是因为他产生了一个不寻常的想法——假设行星都是绕着太阳转，那么解释行星为何会逆行，就显得比较简单直观，而且看上去好像毫无瑕疵。也就是说，以太阳为中心来解释行星的运行轨迹，这一理论会显得非常简洁而完美。

虽然很多人认为科学就意味着冷冰冰的理性、逻辑。但是，理性和逻辑是所有学科发展中都必需的。而科学发展所需要的远远不止是理性和逻辑。

哥白尼“日心说”的提出以及随后的发展，使得我们意识到，在伟大的科学创造中，常常是科学家凭着非常主观的信念去探索和追求的。这就是为什么科学也是一门艺术的重要原因。

随后的重要进展是开普勒的贡献，他根据他的老师留下的详细实验数据，发现行星绕着太阳的运动并不是圆周运动，而是椭圆形的。这是人类历史上第一次偏离柏拉图的圆周说来解释行星的运行。然后他从实验观测数据提出了开普勒第一定律、第二定律，但是却凭着主观的信念“凑”出了第三定律，那是一个解释行星相互之间关系的公式，来自直觉和创造。

每一个行星绕太阳运转一圈的时间为 $T$ ，相应的椭圆轨道的半长轴为 $a$ ，他有一个很主观的看法，认为 $T$ 和 $a$ 应该有关系，开普勒执著于找到这一关系。

开普勒进行了很多次计算。最初，他认为不同行星的两组参数之间应该有直接关系，但是经过计算



金星观测的楔形文字碑

后，发现它们没有直接的关系，随后，他将每个行星的两个参数进行平方，发现还是无法找到关系。一般人做到这里就放弃了，但是开普勒很主观地认为，自己的想法是对的。于是，他又继续做到了三次方，发现了 $T^2$ 和 $a^3$ 的比例确实是一个常数，而这个数与哪颗行星都没有关系。

这再一次表明科学的创造并非如大家所想象，通过一个逻辑可以马上推理出来。科学家的“创作”其实非常主观。开普勒做第三定律时的逻辑在哪里？也许有他的逻辑推理，但更多的是“凑”，是“猜”。

真正让“日心说”一锤定音的人物是伽利略。在听说荷兰人发明了望远镜之后，他很快自己动手做了一个达到20倍的望远镜。凭借这20倍的望远镜，他不仅发现，月球并不像人们长期以来认为的那样“完美”，而且清楚地看到行星不是点而是球，银河的乳液状色泽只是因为其中布满了星星，他还惊异地发现木星竟然有4颗卫星，如同地





1986年的哈雷彗星

球有月亮一样，这是对“日心说”的有力支持。最重要的是，伽利略观察到金星有各种盈亏位相，如同月亮的阴晴圆缺，这才第一次清楚地证明了“地心说”确实是错的，而“日心说”是对的。

对于当年的人类，伽利略的这一系列发现带来的是地动山摇的震撼，想象一下，脚下的地球竟然是漂浮在漫无边际的星空！而开明激进的诗人们却高唱着赞歌：“折服吧，维斯普奇，让位吧，哥伦布，的确，他们曾向着未知的海洋，但是伽利略啊，只有你给了人类璀璨的星列，那是新的天界。”

用爱因斯坦的话说，“纯粹的逻辑思维是不能够给我们以关于客观事件的知识，所有关于真实的知识都是开始于经验，结束于经验。而从纯的逻辑方式得到的这种理论是根本完全空洞的，对于这个真实性来讲是完全空洞的。”

科学是历史的产物，而非逻辑之必然。它有自己的特点，就是在创造的时候是非常主观的，但这个主观必须成为他人之客观，因为科学是求真的，最后必须通过客观来验证。

在长达两千多年的科学史诗中，最华丽的篇章是牛顿的降临，他的《自然哲学的数学原理》的主体就是讨论万有引力定律，这是牛

顿一生在物理学上最大的贡献。通过万有引力的发现，使得天上和地下的事物联成一体，也就是说，同一个规律决定了整个宇宙的运行，后可预计未来，前可反演过去。

牛顿如何发现万有引力？并不是因为他看见了苹果落地，而是因为他问了一个最重要的问题——月亮为什么不掉下来？

他推测月亮没有掉下来，很可能是因为有一个力既没有让它掉下来，也没有让它飞离地球，而是让它在环绕着地球的轨道上运行。牛顿从数学上证明了这一点后，立刻又推广到太阳与其行星之间，包括太阳跟地球之间的关系，这样一切就很自然了，这些行星运动以及和恒星之间的关系，全是因为万有引力。如同 Alexander Pope 一首非常著名的诗中所写：“自然和自然律隐没在黑暗中，神说让牛顿去吧，万物遂成光明”。这是对牛顿极高的评价。

根据牛顿的发现，人们第一次意识到有一些特殊的星星，即那些彗星或“扫帚星”，很可能就来过地球一次，从此一去不复返了，但有些却会在许多年之后重新回来，最著名的故事就是哈雷预言了哈雷彗星将在间隔 75 年后重返地球视野。哈雷 1742 年去世，他曾幽默地说：“如果彗星最终根据我们的预言，大约在 1758 年再现，公正的后代大概不会忘记，首先是由一个英国人发现的。”

这颗彗星果然于 1759 年如约而至。拉朗德在 1759 年写下这样一段充满人文和艺术味道的记录：“今年宇宙里发生一件最令人满意的现象，是天文学从来没有向我们表现

过的。这是空前的胜利，它把我们的猜测变成了真实，使我们的假设得到证明。虽然聪明的物理学家一向就希望彗星能如期归来，虽然牛顿加以证明，哈雷确定了时间，请求后代人类为他作证，可是他的情况和我们是两样的，他的幸运的猜测和我们亲眼看见的快乐，自然也是两样的！综合历史的事迹得出结论，这是哈雷最大的成就。在 50 多年以后看见他的结论得到完全的证实，这快乐是我们的享受，也是自古以来的哲学家所羡慕的。克来罗先生为了维护理论，要求彗星的归期有 1 个月的误差，彗星恰好差一个月出现了，比前次迟了 186 日，比预定期早了 32 日，但是在 150 年间人们只观测了它的轨迹的 1/200，其余的部分我们完全没有看见，这 32 日之差算得了什么呢？”

爱因斯坦如是评价牛顿：“幸运的牛顿，科学的快乐童年，他一个人集实验学家、理论学家以及机械师于一身，而且还是一个阐释的艺术家，他屹立在我们面前，强大、自信、独一无二。”

朱光潜在谈艺术时曾经说过：“艺术都是主观的，都是作者情感的流露，但是它要经过几分客观化。艺术都要有情感，但是只有情感不一定是艺术，艺术所用的情感并不是生糙的而是经过反省的。”如果用科学替代这里的艺术，这段话仍然完全成立：“伟大的科学创作都是主观的，都是作者情感的流露，但是它需要几分客观化。科学都要有情感，但是有情感不一定是科学，科学所用的情感并不是生糙而是经过反省的”。