

第一推动丛书
综合系列

【珍藏本】

03

W
I
T
H
T
H
E
S
E



莎士比亚、 牛顿和贝多芬：

不同的创造模式

【美】S·钱德拉塞卡 / 著

Subrahmanyan Chandrasekhar

美籍印度天体物理学家。因其“对恒星结构和演化过程的研究，特别是对白矮星的结构和变化的精确预言”而获得1983年诺贝尔物理学奖。

杨建邺 王小明等 / 译



第一推动

CS | K 湖南科学技术出版社



Truth and Beauty

莎士比亚、 牛顿和贝多芬：

不同的创造模式

[美]S·钱德拉塞卡 / 著 杨建邺 王晓明等 / 译



第一推动

CS

湖南科学技术出版社

Truth and Beauty: Aesthetics and Motivation in Science

©1987 by The University of Chicago

All Rights Reserved.

湖南科学技术出版社通过大苹果股份有限公司独家获得本书中文简体版中国大陆地区出版发行权。

本书根据美国芝加哥大学 1990 年版本译出。

著作权合同登记号：18-2006-073

总 序

科学，特别是自然科学，最重要的目标之一，就是追寻科学本身的原动力，或曰追寻其第一推动。同时，科学的这种追求精神本身，又成为社会发展和人类进步的一种最基本的推动。

科学总是寻求发现和了解客观世界的新现象，研究和掌握新规律，总是在不懈地追求真理。科学是认真的、严谨的、实事求是的，同时，科学又是创造的。科学的最基本态度之一就是疑问，科学的最基本精神之一就是批判。

的确，科学活动，特别是自然科学活动，比较起其他的人类活动来，其最基本的特征就是不断进步。哪怕在其他方面倒退的时候，科学却总是进步着，即使是缓慢而艰难的进步，这表明，自然科学活动中包含着人类的最进步因素。

正是在这个意义上，科学堪称为人类进步的“第一推动”。

科学教育，特别是自然科学的教育，是提高人们素质的重要因素，是现代教育的一个核心。科学教育不仅使人获得生活



和工作所需的知识和技能，更重要的是使人获得科学思想、科学精神、科学态度以及科学方法的熏陶和培养，使人获得非生物本能的智慧，获得非与生俱来的灵魂。可以这样说，没有科学的“教育”，只是培养信仰，而不是教育。没有受过科学教育的人，只能称为受过训练，而非受过教育。

正是在这个意义上，科学堪称为使人进化为现代人的“第一推动”。

近百年来，无数仁人智士意识到，强国富民再造中国离不开科学技术，他们为摆脱愚昧与无知做了艰苦卓绝的奋斗，中国的科学先贤们代代相传，不遗余力地为中国的进步献身于科学启蒙运动，以图完成国人的强国梦。然而应该说，这个目标远未达到。今日的中国需要新的科学启蒙，需要现代科学教育。只有全社会的人具备较高的科学素质，以科学的精神和思想、科学的态度和方法作为探讨和解决各类问题的共同基础和出发点，社会才能更好地向前发展和进步。因此，中国的进步离不开科学，是毋庸置疑的。

正是在这个意义上，似乎可以说，科学已被公认是中国进步所必不可少的推动。

然而，这并不意味着，科学的精神也同样地被公认和接受。虽然，科学已渗透到社会的各个领域和层面，科学的价值和地位也更高了，但是，毋庸讳言，在一定的范围内，或某些特定时候，人们只是承认“科学是有用的”，只停留在对科学所带来的后果的接受和承认，而不是对科学的原动力，科学的精神的接受和承认。此种现象的存在也是不能忽视的。

科学的精神之一，是它自身就是自身的“第一推动”。也

就是说，科学活动在原则上是不隶属于服务于神学的，不隶属于服务于儒学的，科学活动在原则上也是不隶属于服务于任何哲学的。科学是超越宗教差别的，超越民族差别的，超越党派差别的，超越文化的地域差别的，科学是普适的、独立的，它自身就是自身的主宰。

湖南科学技术出版社精选了一批关于科学思想和科学精神的世界名著，请有关学者译成中文出版，其目的就是为了传播科学的精神，科学的思想，特别是自然科学的精神和思想，从而起到倡导科学精神，推动科技发展，对全民进行新的科学启蒙和科学教育的作用，为中国的进步做一点推动。丛书定名为《第一推动》，当然并非说其中每一册都是第一推动，但是可以肯定，蕴含在每一册中的科学的内容、观点、思想和精神，都会使你或多或少地更接近第一推动，或多或少地发现，自身如何成为自身的主宰。

《第一推动》丛书编委会

前 言

本书收集的是我的 7 篇演讲，它们反映了我对于科学研究的动机和科学创造模式的一般观点。第一篇演讲是 40 年前做的（具体情况我在下面还要讲到），其余 6 篇是在 1975 年之后的 10 年中做的。正因为前后相隔几十年，所以它们显示了一个科学家态度的变化。（或成熟？）

这些演讲都做过精心的准备，在内容的细节以及措词上也做过认真的考虑。事实上，它们都是在一些重要的讲座上宣读的；收集在本书中时原稿未作改动，只删掉了一些开场白。

I

这些演讲大致上有两方面的内容。前 4 篇主要阐述美学和动机的问题。其余冠有米尔恩、爱丁顿和史瓦西讲座的 3 篇演讲，虽然其部分内容是介绍他们各自的经历，但也都间接地谈到了上述一般问题。特别是在卡尔·史瓦西讲座的演讲中，主要讨论的是广义相对论的美学基础，它是前面《美与科学对美



的探求》讨论的继续。

II

从1946年做《科学家》的演讲到1976年做《莎士比亚、牛顿和贝多芬：不同的创造模式》的演讲，中间相隔30年。前面我已说过，这是由特殊环境形成的。科学家一般都认为，科学追求的动机或这种追求的美学基础，是不值得认真讨论的；而且对认真讨论这些问题的科学家，他们也往往持怀疑态度，认为不屑一顾。我在1945年大致上也持有这种观点。但是，当时任芝加哥大学校长的哈钦斯（R. A. Hutchins）却给我写了一封信，邀请我在他组织的系列讲座中做有关《科学家》的演讲，他在信中解释道：

这次系列讲座的目的是激发大学生的批评能力，使他们了解什么是优秀的工作，引导他们尽力把各自的工作做好。希望每位演讲人谈谈他自己从事本行工作的体验，通过阐述其特性、总结其目的以及解释其技巧，来说明各自工作的价值。

开始，我不大愿意接受邀请，因为对这些问题我没有认真思考过。此外，哈钦斯邀请的其他演讲人的名单中还有赖特（F. L. Wright）、勋伯格（A. Schoenberg）、恰卡尔（M.

Chagall)、冯·诺伊曼 (John von Neumann)^① 这些赫赫有名的大人物,使我心虚、怯场。想想看,谁看了这张名单不会吓一跳。但那时我还很年轻,无法抗拒一位大学校长的权威,我只好硬着头皮去思考那些我当时还很生疏的问题。

当我再次看 40 年前我的讲稿时,我感到有些话我今天不会说,或者说法有些不同。但我还是把它收进了这本书,因为把 1946 年的演讲与 1985 年的演讲《美与科学对美的探求》放在一起,也许有助于读者更好地判断一位科学家对问题的观点如何随时间变化。

III

从时间顺序上看,《科学家》演讲之后是 1975 年《莎士比亚、牛顿和贝多芬:不同的创造模式》的演讲。1974 年,由于生病我不得不疗养了半年,这使我有了一次难得的机会,可以专心致志地思考一些我从未认真思考过的问题。半年的学习、思考和研究,不仅为我即将做的演讲提供了基础,而且使我对美的敏感性在科学素养中起的作用,产生了持续的兴趣。对广义相对论的数学方面研究得越深入,就越是加强了我的这一兴趣。(我应该补充一点,我所发现的新事实或新见解,在我看来并非我的“发现”,而是早就在那儿,我只不过偶然把

① F. L. Wright (1869~1959), 美国著名建筑家; A. Schoenberg (1874~1951), 美籍奥地利作曲家, 西方现代派音乐的主要代表人物之一; M. Chagall (1887~?), 美籍俄罗斯画家, 他的画《乡村和我》、《窗外巴黎》等蜚声欧美; John von Neumann (1903~1957), 美籍匈牙利数学家、物理学家。——译者注



它们拾起来罢了。这看来有点奇怪，但这是真的。)

IV

1975 年以来的所有演讲中，用来阐述我的观点的一些相同的“故事”，在不同的背景和不同的地方出现，但有两条相互交错的线索把它们串连起来。一条线索是关于在科学中对美的追求，另一条线索是关于艺术和科学中不同创造模式的起源，这是我在 1975 年讲演中明确提出来的。这两种创造模式的明显差异，在我们讨论一位艺术家的工作和一位科学家的工作时，可以清楚地看出来。在评论一位艺术家时，我们常常把他们的工作区分为早期、中期和晚期；这种区分一般表示出作家成熟程度和认识深度的不同。但在评论一位科学家时，却往往不能这样。对科学家往往是根据他在思想领域或实践领域做出的一个或几个发现的重要意义来做出评价。一位科学家最“重要”的发现往往是他的第一个发现；相反，一位艺术家最深刻的创造多半是他最后做出的。这种明显的差异我至今仍然感到迷惑不解。

最近，我突然悟出了一点道理，也许有助于认识这种明显的差异，我不妨简略地说一下。16 世纪和 17 世纪科学家的目的与现代科学家有明显的不同。牛顿是最突出的例子。在大瘟疫时期他避居于家乡伍尔兹索普，这一期间他发现了万有引力定律和其他一些定律。大约 20 年之后，在哈雷的请求下他才重新写出开普勒第一定律的推导，但他没有就此打住，他甚至也不满意他随后做的演讲《论物体的运动》。不写完全部《原理》他是不会罢手的：他写这本书的速度和连贯性，在人类思

想史上真是无与伦比。从现有的认识水平来看，牛顿的拼搏在一个方面给人们以启迪，那就是他并不急于宣布他的发现；他想完成的研究远不止这一个发现，他似乎要把他的发现放在整个科学领域之中，而且他认为科学是一个整体，是一个他有能力建成的整体。在牛顿所处的时代，这种科学观比较普遍，例如开普勒在给出行星运动定律后，他本可心满意足，但他却决定写一本《新天文学》。伽利略也是如此，他在做出他的一些伟大发现后并没有停步，他显然认为他必须写出《关于两种新科学的对话》。后来，拉普拉斯和拉格朗日继承了开普勒、伽利略和牛顿的这一传统。

当然啦，如果现在一个正常的人还去刻意模仿牛顿、伽利略和开普勒，别人一定会取笑他，认为他闲着没事干。但是，这些范例表明，以巨大的视野作为科学的目的在科学史上确实存在过，而现在科学的目的则没有往日那么宏大。现在的科学目的逐渐转向强调改变科学方向的发现上，这种改变也许是大势所趋，不可避免。与伏打、安培、奥斯特和法拉第名字相联的一些发现，必然先于麦克斯韦的综合；它们各自需要不同类型的努力。无论如何，强调“发现”的倾向仍在继续，而对在科学发现中如何理解取得科学成就的主要因素，则进一步突出和强化了这种倾向。用一个简单的框架把某人的想象综合起来，即使在有限的范围里，也已经失去了价值。例如，我们不会向爱因斯坦提出这样一个问题：在发现他的引力定律 20 年后，他有没有设想（或感到能够）写一本像《原理》那样的书来阐述广义相对论。

假如 16 世纪和 17 世纪的伟大科学家对科学追求的目的在于



今日仍然通用，那么艺术家和科学家在创造模式上的差别，也许就不会出现了。这种看法正确吗？

我还想补充一点，在确定哪些演讲该收进这本集子中时，我与妻子拉莉莎（Lalitha）进行了深入的讨论。她的鉴别能力和毫不逊色的洞见，对本书最后定稿起了重要作用。我还应该感谢她对我不断的鼓励。

S·钱德拉塞卡

1986年12月8日

目 录

> 前言	1
> 第一章 科学家 (1946)	1
> 第二章 科学的追求及其动机 (1985)	20
> 第三章 诺拉和爱德华·赖森讲座 莎士比亚、牛顿和贝多芬：不同的创造 模式 (1975)	40
> 第四章 美与科学对美的探求 (1979)	88
> 第五章 米尔恩讲座 爱德华·阿瑟·米尔恩和他在现代天体 物理学发展中的地位 (1979)	107
> 第六章 纪念 A·S·爱丁顿诞辰一百周年 讲座 (1982)	129



FIRST MOVER

第一推动

> 第七章 K·史瓦西讲座	
广义相对论的美学基础 (1986)	199
> 附录：寻求秩序——钱德拉塞卡对黑洞、蓝天和 科学创造力的思考	231
> 译后记	243

第一章 | 科学家 (1946)

首先我得承认，让我作为“思维的作用”这个系列讲座的一个撰讲人，我感到担忧。因为讨论科学家的创造力这样的问题，必然涉及广阔而又全面的知识，而我深深感到我在这方面不是行家，可能讲不好。尽管我对把我作为这个系列讲座中科学家的代表是否合适感到疑虑，但对选择天文学和天体物理学作为精密科学的代表，我却没有丝毫疑虑。因为在所有精密科学的学科中，天文学最具综合性。它需要综合各个不同时期的学术成就，以便在实践中逐步完善。另一方面，在所有科学中天文学占有独特地位，诺伊格鲍尔（O. Neugebauer）^① 曾经说过：

自从罗马帝国衰亡以来，天文学是所有古代科学学科中唯一完整流传下来的分支。当然，在罗马帝国残存的地

^① O. Neugebauer (1899~1990)，研究古代、中世纪精密科学史的著名学者。——译者注



域内天文学研究的水平下降了，但天文学理论与实践的传统却从来没有丢失。相反，印度和阿拉伯的天文学者改进了希腊三角学的笨拙方法，新的观察结果不断地与托勒密的观察结果加以比较，等等。人们只有将这种情形与希腊数学的较高分支的完全失落这一情形加以对比，才能认识到天文学是联系现代学科与古代学科的最直接环节。的确，只有不断地参考古代的方法和概念后，人们才能理解哥白尼、第谷·布拉赫和开普勒的著作，但是，我们要想理解希腊人有关无理数的理论和阿基米德的集合方法，那只有现代科学家在新发现它们后才可能。

这个系列讲座的发起人要求每个演讲者通过阐述其特性、总结其目的以及解释其技巧，来说明他所从事的艺术或职业的价值。在我开始讨论这些问题之前，我想提请大家注意并牢牢记住自然科学的总体分类，即自然科学分为基础科学和导出科学（derived science）两类。请大家注意，我没有在“理论科学”和“应用科学”之间做出什么区分。对于后者我不打算讨论，因为我不相信在刻意追求科学的应用中，会发现科学的真正价值。因此我将只讨论通常所说的“理论科学”，我想要大家注意的是，我的分类正是将理论科学分为基础科学和导出科学两部分。尽管无法对基础科学和导出科学给出准确或鲜明的定义，但这种分类确实存在着，并且通过我要枚举的例证，它将表现得越来越清楚。广义地说，我们可以认为基础科学试图分析物质的终极构成和基本的时空观；而导出科学所关心的是，利用这些基本概念将自然现象的各个侧面条理化。通过这

样的叙述，有两点是很清楚的：第一，这种分类依赖于在某一特定时间内科学所处的状态；第二，在分析自然现象时，可能确实存在着不同的层次。例如，大量的现象能够从牛顿定律有效的领域中找到直接和自然的解释。然而，其他类型的一些问题就只能从量子理论中获得答案。既然存在如此不同的分析层次，那么肯定存在一些判据，利用这些判据，我们就能确定，在什么情况下哪些定律是适用的，哪些是不适用的。

至于讲到分类本身，我认为最好的例子莫过于卢瑟福（E. Rutherford）发现 α 粒子的大角散射。他做的这个实验非常简单。用某种放射性物质发射出来的高能 α 粒子轰击一层薄箔时，卢瑟福发现 α 粒子有时被完全弹了回来——这种完全弹回的粒子很少，但确确实实存在。在他晚年（1936年）回想这种现象时。他说：“这是我一生中所遇到的最难以令人置信的事。”他还这样描述过他当时的反应：“其难以置信的程度就像用一发15英寸的炮弹射击一张卫生纸，炮弹反弹回来并击中炮手。”他还写道：

经过仔细思考，我马上意识到这种反方向的散射肯定是出自某种单一的碰撞。经过计算我发现，除非重建一个原子模型。在新模型中原子的绝大部分质量都集中在某个很小的核上，否则是不可能得到这种数量级的散射结果。正是从那时起，我认为原子有个很小但很重的带电质心。我发现，某一给定角度的散射粒子数与箔厚成正比，与核电量的平方成正比，与粒子速度的四次方成反比。这些推论后来被盖革（Geiger）和马斯顿（Marsden）用一系列