

科学创造中的科学美感 The Sense of Beauty in Scientific Creation

鲁兴启¹ 王 琴²

(浙江万里学院, 教授¹; 经济师² 宁波 315100)

德国著名学者赖欣马巴哈 (Hans Reichenbach) 曾经说过, 反对科学哲学的可能原因之一, 是认为科学哲学家不了解人生的感情方面, 逻辑分析剥夺了哲学的感情要素。其实, “科学哲学家并不想缩小感情的价值……他的生活可能像任何文学家一样地富于热情和感动, 但他拒绝把感情和认识混淆起来, 而喜欢呼吸逻辑的领悟和深思的纯洁空气。”赖欣巴哈的观点是不无道理的。我们拟从感情中的科学美感层面出发, 结合若干科学史实, 对此略作分析。

一、科学思维并不排斥科学美感

诺贝尔科学奖得主、美籍印度天体物理学家钱德拉塞卡 (S. Chandrasekhar) 曾结合自己的科学工作深有感触地指出: “艺术和科学都追求一个不可捉摸的东西——美, 但艺术工作者和科学工作者具有不同的创造模式, 这一点可以说使我苦思不得其解。那么, 美是什么呢? 在一篇极为动人的文章《精确科学中美的意义》中, 海森堡给美下了一个定义。笔者认为这个定义是恰当的。海森堡的定义可追溯到古代, 他说: ‘古代对美的定义是‘美是各部分之间以及各部分与整体之间恰到好处’的和谐。’思考再三, 我认为这个定义揭示了我们通常所说的‘美’的本质。它同样适用于《李尔王》、《庄严弥撒曲》和《自然哲学的数学原理》。”科学研究有别于艺术创作, 但这决不是意味着科学工作者的科学思维中不能容纳或不需要科学美感。对此, 某些曾在科学上作出过重要贡献的科学家的体会是颇为深刻的。

爱因斯坦的体会是: “在科学思维中, 永远存在着诗歌的因素。真正的科学和真正的音乐要求同样的思维过程。”

另一位外国科学家的感受是: “科学家的灵窍, 诗人的心扉, 画家的慧眼, 这里所感受到的都是同样的和谐、同样的优美、同样的富有韵律和节奏。”

前苏联学者拉契科夫认为: “科学创造同艺术创作之间的联系, 特别鲜明地展示在这样一些因素之中, 如: 幻想和想象 (虚构) 的作用, 幻想和想象对某种鲜明的逻辑的同样的从属地位, 反常的 (意外的) 思想的提出 (摆脱习惯的看法, 仿佛是重新看世界的的能力), 直观和象征的利用, 等等”; “在艺术领域中, 想象的作用是显而易见的。任何一部艺术作

品都不是离开作者的想象、离开虚构而创作的。亚里士多德早已说过: 艺术反映的不是有过的东西, 而是可能有的东西。在这里, 借助于虚构展示出生活的真实”; “而在科学中, 骤然看来, 想象似乎是完全不适当的。然而, 就是在这里没有想象也是不行的。‘预感和同想象联系的创造, 在科学中也是需要的, 就像在艺术中一样’。”

物理学家王福山教授回顾 20 世纪 30、40 年代在德国的科学工作时, 曾深有感触地写道: “我们这些人不一定都很熟识, 但大家都友好, 学术上互相讨教。可以说是一个以海森堡为中心的融洽的集体。……有时在讨论班室里有一位在工作, 他边工作嘴里边哼着著名的歌曲, 进来一个不论是哪国人, 他自然而然也会和上去, 再进来一个, 又会和上去一同哼起来。有时在音乐会里事先并未约好, 但又会互相碰见。至少我在莱比锡的一段时间里, 那些理论物理学者几乎都爱好古典音乐。这个特点不知是否与他们认为理论物理是美的这个审美秉性有关。”

这不禁使笔者想起曾获普利策大奖的、轰动美国科学界的《GEB——一条永恒的金带》一书。其中: G, 即哥德尔 (Gödel), 他是最伟大的数学家之一, 以哥德尔名字命名的定律是数学理论大厦的高深组成部分, 是数理逻辑、人工智能的基石; E, 是埃舍尔 (Escher), 当代杰出的画家, 当代许多科学家和数学家是埃舍尔作品的崇拜者; B, 是巴赫 (Bach), 最负盛名的古典音乐大师。数学家道格拉斯·霍夫施塔特的这部获奖著作精彩地揭示了“数学逻辑、绘画、音乐等领域之间深刻的共同规律, 指出了一条永恒的金带把这些表面上大相径庭的领域贯穿在一起, 它还构成了奥秘的思维、人工智能和生命遗传机制的基础。”

这就不难理解为什么赖欣巴哈曾对科学界和学术界大声疾呼: “说数学和逻辑头脑的人不能欣赏艺术价值, 乃是无稽之谈。”这也与我国近代学人王国维的见解可谓不谋而合。作为著名的人文学者, 王国维是这样表述其精辟见解的: “词人想象, 直悟月轮绕地之理, 与科学家密合, 可谓神悟。”前苏联学者季米里亚捷夫在其《自然科学与风景画》一文中, 更是深刻地领悟到: “显而易见, 在自然研究者的逻辑和自然美鉴赏者的美感之间有着某种内在的有机联系。”

这种被科学工作者领悟到了的“内在的有机联

系”，犹如“一条永恒的金带”把科学和艺术紧密地联系在一起。“就拿美感来说，形成美的感觉是一种重要的思维活动。……当我们欣赏一幅名画时，是怎样感觉到美的？难道是那些线条和点在我们视网膜上形成的形象？当然也可以这么说。问题是这种形象如何通过大脑的分析机制而产生美的感觉。因为我们所能感觉到的只是二维平面上的形象，然而引起我们的感情反应的却是画中所表现的意义，这是内含在二维形象中的多维内容。要把这种多维的内容从中抽出来，显然需要某种复杂的机制，这种机制不同于可以形式化的判定机制。”

可见，科学思维非但不排斥科学美感，而且正如笔者在以前的研究中所得到的结论一样，科学美感与科学思维的结合，本身就构成一种重要的科学思维形式——“科学美感思维”。

二、现代科学领域的大师们 尤欣赏科学美感

科学创造离不开必要的科学美感。如果说这样的观点在近代自然科学的开拓者的思想中尚存某种神秘主义色彩，那么在现代科学大师们的科学探索中，就变得自觉而富于理性色彩了。

在当代科学大师中，许多人都有非常深刻的科学体验和科学美学思想。限于篇幅，此处仅简要谈谈爱因斯坦的科学美感。爱因斯坦对自然科学成就的评价，始终坚持先要以一个科学艺术家的身份进行科学美学的鉴赏，然后才对科学内容进行评论。上世纪50年代，他在评价迈克耳逊的科学工作时说：“我总认为迈克耳逊是科学家中的艺术家。他的最大乐趣似乎来自实验本身的优美和所使用方法的精湛。他从来不认为自己在科学上是个严格的‘专家’。事实上的确也不是；但始终是个艺术家。”

而对曾被誉为“汽轮机和燃汽轮机之父”的瑞士机械工程师、苏黎世工业大学教授斯托多拉，爱因斯坦则更生动而深刻地从科学创造与科学美感的关系的角度作了客观的评价：“要是斯托多拉生在文艺复兴时代，他会成为一个伟大的画家和雕刻家，因为想象力和创造力是他的为人的推动力量。多少世纪以来，有这样性格的人常常被科学所吸引。在科学的领域里，时代的创造性的冲动有力地迸发出来，在这里，对美的感觉和热爱使他们找到了比门外汉所能想象的更多的表现机会。”

至于爱因斯坦本人，其科学创造生涯更是一直与科学美感相伴随。这里我们仅介绍两位科学家对此所作的较有代表性的评价。与爱因斯坦交往甚深的物理学家霍夫曼教授曾作过如下颇为传神的描述：“爱因斯坦的方法，虽然以渊博的物理学知识为基础，但在本质上，是美学的、直觉的。我一边同他谈话，一边盯住瞧他，我才懂得科学的性质；只是读他的著作，或者只是读其他伟大的物理学家或哲学家和科学史家的著作，那是不大可能理解科学性质的。除了他是牛顿以来最伟大的物理学家之外，我们可以说，他是科学家，更是个科学的艺术家。”诺贝尔物理学奖金获得者、日本著名理论物理学家汤川秀树也认为：“爱因斯坦具有一种美感，这是只有

少数理论物理学家才具有的。很难说清楚对于一个物理学家来说什么是美感，但至少可以说简单性本身是可以通过抽象来达到的，而美感似乎在抽象的符号中间给物理学家以指导。古希腊的天才人物恰好具有今天的理论物理学家们所需要的那种美感——这与人的奇迹般的图案识别能力密切相关，这种能力是电子计算机之类的机器很不容易模仿的。”

三、科学美感中包含 某种关键性的“非科学判断”

如果说在科学尚处在幼年时代的自然科学的开拓者们可以主要依靠观察和实验得到的经验事实，归纳出科学理论，那么现代尤其是当代科学的许多理论，是不能单靠观察和归纳得出的，还必须发挥丰富的想象和科学美感。实际上，当代许多重要的科学发现的作出，常常包含着关键性的所谓“非科学判断”。当代多项极有意义的科学工作都与充满科学美感的“非科学判断”有关。当然这里所说的所谓“非科学判断”是相对于传统的思维形式而言。海森堡创立量子力学的思维过程中表现出的那种感受就是一种强烈的科学美感。对此，海森堡是这样自述的：“通过原子现象的表面，我窥测到一个异常美丽的内部，当想到现在必须探明自然界如此慷慨地展示在我面前的数学结构这一宝藏时，我几乎晕眩了。”

20世纪40年代，另一位在量子力学中颇有建树的物理学家大师、诺贝尔科学奖得主、奥地利科学家薛定谔，在创立了量子力学之后，接着运用量子力学的成果，论证了大分子作为遗传基因的物质基础的可能性，用遗传密码的概念解释了分子遗传的机制，并于1944年写成了分子生物学的开创性著作——《生命是什么？》，揭开了生命之谜帷幕的一角。

一个成就卓著的物理学家客串到生命科学领域，薛定谔是怎样将量子力学的理论引进生物学领域，并开拓出分子生物学这块处女地的呢？这就不能不提一提薛定谔的科学美感了。

薛定谔是在富有哲理而又充满浪漫色彩的想象中，找到探索途径的。他想象自己坐在林木森森的山坡上，夕阳西照，古往今来，人间沧桑，或许100年前，也有另一个人同样坐在这里，凝视着冰川夕照，这个人也一样是父母所生，一样有痛苦和欢乐。那么，为什么你刚好是你，而不是他呢？或许，你和他，实际上是同一的。你现在生活着的生命，只是古老的神圣生命之树上的一个蓓蕾。个人的诞生并不表明自己是第一次被创造出来，自己的死亡也不意味着生命本质的终结。正是这一系列美妙的奇思，使薛定谔悟出了生命的遗传密码概念，认为“每一个这样的机体是下一机体的蓝图”，从而为分子生物学的诞生奠定了基础。在其名著《生命是什么？》一书中，薛定谔甚至还引用过德国大诗人歌德的如下诗句来进行其充满浪漫色彩的科学美感思维：“存在是永恒的，因为有许多法则保存了生命的宝藏；而宇宙从这些宝藏中吸取了美。”这充满诗情画意的美妙遐想，怎能不激发科学的艺术家内在的

科学美感和创造欲望呢!如果说薛定谔横跨科学领域的创造才能令世人称奇,那么人类历史上另一划时代的科学研究工作——DNA 双螺旋结构的发现,其过程就更让人叹服科学美感所包含的那种关键性的“非科学判断”了。20 世纪 50 年代,英国物理学家克里克和美国生物学家沃森合作完成的这项划时代的科学发现,使两位科学家双双步入到诺贝尔医学与生理学获奖者的行列。沃森后来回顾这段在科学界颇富传奇色彩的科学发现时,作了如下生动描述:“我到剑桥以前,克里克只是偶尔想过 DNA 和它在遗传中的作用。这并不是因为他认为这没有什么趣味。恰恰相反,他舍弃物理学对生物学发生兴趣的主要原因是,他在 1946 年读了著名理论物理学家薛定谔(Ewin Schrodinger)写的《生命是什么?》一书”;“有一次我在纸上画腺嘌呤的结构式时,居然茅塞顿开,受到了一个颇为重要的启示。我忽然想到在 DNA 结构中,腺嘌呤残基之间形成的氢键和在纯腺嘌呤结晶中的氢键是相似的。这可能具有深远的意义。……尽管骨架不规则的问题仍未解决,我的心却砰砰地乱跳起来。如果这就是 DNA 的结构,我会因这个发现而一鸣惊人。……时钟敲过 12 点以后,我感到心情越来越愉快。……现在使我惊喜交加的是这个问题的答案看来竟如此饶有趣味。有两个多小时,我躺在床上,闭着眼睛兴奋得彻夜难眠,成对的腺嘌呤幻影在我眼前翩翩飞舞。仅偶有几次,我担忧这绝妙的幻想是否会出差错。……我站在室外,眼睛盯着藏红花。我希望一种完美的碱基顺序能像这朵鲜花一样脱颖而出。……从美学观点来看,我们的想法非常高雅。……我们一边吃饭,一边互相安慰说,这么绝妙的一种结构,简直非存在不可。”

至于说到科学美感的风格,也许有人会感到不可思议,艺术风格倒是可以研究,科学研究中也有风格问题吗?对此,回答是肯定的。当代著名理论物理学家、诺贝尔物理学奖得主杨振宁博士就曾表述过类似的观点。他这样谈到科学美感与研究风格:“一般念文史的人,可能不了解科学研究也有‘风格’。……让我们拿物理学来说吧。物理学的原理有它的结构。这个结构有它的美和妙的地方。而各个物理学工作者,对于这个结构的不同的美和妙的地方,有不同的感受。因为大家有不同的感受,所以每位工作者就会发展他自己独特的研究方向和研究方法。也就是说形成自己的研究风格。”

不可否认,科学家的科学美感,与他们的艺术修养有着密切的关系。譬如说,1969 年诺贝尔物理学奖获得者盖尔曼就不曾见到过什么“夸克”,然而他却是“夸克”的命名者。那么,盖尔曼是怎样提出“夸克”这个概念的呢?原来,“夸克”英文为“quark”,这是一个已废弃的古代象声词,意为海鸟的叫声。盖尔曼要为他发现的一种性质令人困惑的新基本粒子命名,并提出基本粒子有更基础的构成时,从詹姆斯·乔伊斯的小说《芬尼根的彻夜祭》中借用了“夸克”这个词。“夸克”有红黄蓝三色,组成强子时,颜色互相抵消,所以“无色为强子”,这种巧妙的意喻,显然来自色彩学的概念。

类似这样的科学的术语、意喻、想象,越来越多地出现在科学领域内,并往往由于它们的渗入,使

原来不明确的特殊问题迎刃而解。因此有人把运用这种非理性思维方式的创造过程,称之为“高级创造”,也许是不无道理的。

四、如何认识科学美感

关于科学美感,科学家们的体验及表述是不完全一致的。这里拟对若干种有代表性的观点作一些分析。

著名科学家、英国动物病理学教授贝弗里奇把它表述为“科学鉴赏力”,这或许是一种能启迪思维的重要思路。贝弗里奇说:“有相当部分的科学思维并无足够的可靠知识作为有效推理的依据,而势必只能主要凭借鉴赏力的作用来作出判断”;“也许最好把鉴赏力描述为美感或审美敏感性,其是否可靠,取决于个人。具有鉴赏力的人仅仅是感觉到某一方面的工作本身有价值,值得深入研究,但也许并不知其所以然。感觉的可靠程度如何,完全取决于结果。科学鉴赏力的概念还可有另一种解释——善于发现具有发展前途的研究方向的人比别人更有远见,能看到研究工作可能产生的结果,因为他具有运用想象力遐思远望的习惯,而不把自己的思想局限于已有的知识和眼前的问题。他也许不能明确说出缘由,或形成具体的假说,因为他看到的也许只是模糊的暗示。”

贝弗里奇所说的这种“模糊的暗示”颇类似于大哲人黑格尔笔下的“美的理念”:“所谓美的理念即是出于自由想象力的表象,这些表象有助于暗示理念、启发思想,但其内容并未用概念的形式表达出来,而且也不容许用概念去表达。”

既然美的理念未用、也不容许用概念的形式去表达,那么,科学美感在科学创造中是如何发挥作用的,其发挥作用的机理又是怎样的呢?

在科学创造的王国里,理性主义的地位大为降低了。“情感上的敏感性或许是科学家应该具有的一种可贵品质。无论如何,一个伟大的科学家应该被看作是一个创造性的艺术家,把他看成一个仅仅按照逻辑规则和实验规章办事的人是非常错误的。”从这个意义上看,英国现代哲学家席勒(F. C. S. Schiller)对于逻辑在科学中运用的观点是很值得引起我们重视的。此处援引如下:“对于科学行动步骤进行逻辑分析,实在是科学发展的一大障碍。……逻辑分析没有去描述科学实际发展所凭借的方法,并且没有得出……可用以调整科学发展的规则,而是任意按照自己的偏见重新安排了实际的行动步骤,用求证的规程代替发现的规程。”物理学大师普朗克的说法更明确:“人们试图在想象的图纸上逐步建立条理,而这想象的图纸一而再、再而三地化成泡影,这样,我们必须再从头开始。这种对最终胜利的想象和信念是不可或缺的。这里没有纯理性主义者的位置。”

确实,科学创造的领域不是纯理性主义的,其实际情形更可能是理性与非理性以及逻辑与情感的、审美的因素的奇特结合。在这个意义上,我们觉得科学大师彭加勒这位典型的法国科学家的观点是值得我们深思的。结合数学上的发明,这位杰出

消费创新对于当前中国技术创新的意义

The Function of Consumptive Innovation to Technological Innovation in China

肖 峰

(中国青年政治学院, 教授 北京 100089)

一、消费创新与技术创新的多层次对应关系

技术创新与消费创新有着十分密切的联系, 一定意义上, 技术创新就是用户的消费创新, 消费创新就是技术创新, 如人类使用火的技术创新与食用熟食的消费创新, 就是同一创新两个方面, 而降低生产成本的技术创新本身就是一种提高市场消费能力的手段。不仅如此, 两者之间还存在着多层次的对应关系, 如消费水平与技术水平之间、消费结构与技术(产业)结构之间、消费行为模式与技术管理方式之间、消费体制与技术创新体制之间都存在对应的关系, 从而在一般层次上消费(创新)能力与技术创新能力之间也存在着对应关系: 消费需求的更新是技术创新的基本动因; 消费状况如何构成技术创新能力的一个内生变量。

从消费和生产的一般关系看, 如同马克思所揭

的物理学家写道: “数学的发明实际上指的是什么呢? 它不是由已知的数学事物做了新的组合就构成了。随便一个人都能做出这种组合, 而且可以形成组合的数目是无穷的, 但大部分是毫无意义的。确切地说, 发明并不是由无用的组合构成的。发明就是鉴别、选择。”

彭加勒的上述观点在科学界是有一定的影响和相当的代表性的。化学家普利斯特利就认为: “凡能自由想象并把互不相干的各种观点结合起来的人, 就是最勇敢、最有创造性的实验者。”巴特菲尔德(H. Buuerfield)教授则指出: “思维活动中最困难的是重新编排整理一组熟悉的资料, 并且摆脱当时流行的理论, 从不同的角度着眼看待它。”爱因斯坦更是一语道破真谛: “这种组合作用似乎是创造性思维的本质特征。”

这里值得我们进一步思考的问题是: 科学工作者面对大量的组合是如何进行鉴别和选择的? 这种鉴别和选择的依据是什么?

通过对大量重大科学发现实例的研究, 我们可以毫不怀疑地说, 科学工作者对大量创造性组合进行鉴别和选择的一个重要依据就是科学美感。原苏联学者A. B. 古雪加也提出过类似的观点。他指出: 科学工作者心理的

示, 消费在两方面制约着生产的发展: 一是消费使产品成为现实的产品, 产品只有在消费中才证明自己是产品, 才成为产品; 二是消费为生产创造出新的需要, 使生产重新开始和向纵深发展, 所以消费又是推动生产发展的动力。尤其是在生产能力有盈余的情况下, 经常是消费决定生产, 从而也决定技术创新。例如, 必须有相应的消费能力才能支撑技术创新推出的新产品能够被市场所吸纳。所以从一定意义上, 消费规模是制约技术创新规模的。具体来看, 消费市场规模的扩大可以引发提高生产效率的技术创新; 消费者对产品质量的更高要求, 则引发改进产品品质和性能的技术创新; 消费者对新的产品和服务的需求, 导向产品的创新。在消费的需求和供给之间, 当供大于求时, 更容易引起提高质量、降低成本、开发新产品的技术创新; 而求大于供时主要导致的是扩大生产规模、提高生产效率的技术创新。

从“技术创新”的本意上看, 其成功的最终标志就是市场的成功。技术创新的核心就是创新的产品

无意识成分和研究者思维的美学因素应引起现代美学的关注, 而创造性才华的培养乃属于艺术的范围。这位学者还认为: “创造就是作选择, 抛弃不合适的方案, 而支配无意识的选择乃是科学美感。……特殊的美感是一种独特的筛子, 只有那些依赖自己的和谐而成为真理的东西才能通过它。”

法国数学家阿达玛对这种选择的机制表述得更有意义。阿达玛指出: “在我们用下意识所形成的大量组合中, 大多数是乏味的和无用的, 因此它们无法作用于我们的美感, 它们永远不会被我们意识到; 其中只有若干组合是和谐的, 因而同时是美的和有用的, 它们能够激起我们特殊的几何直觉, 这种几何直觉把我们的注意力引向这些组合, 从而使它们得以被我们意识到。……没有它的人, 永远成不了真正的发明家。”阿达玛所说的“特殊的几何直觉”, 也许就是对上述贝弗里奇所谓的“模糊的暗示”的某种解释吧!

然而, 阿达玛所说的“特殊的几何直觉”又是什么呢? 这也许仍然是一个有待于我们进一步深入研究的问题。

(省略中文参考文献目录 52 篇)

(责任编辑 蔡德诚)