

谈谈牛顿力学思想体系的科学美

聂承昌

(华南师范大学研究生处 广州 510631)

牛顿是近代自然科学的开山鼻祖,他对自然科学的巨大贡献是多方面的,但最伟大的贡献主要是在力学领域.他在1687年出版了传世杰作《自然哲学的数学原理》(以下简称《原理》),建立起有史以来第一个科学的力学体系,为人类建构出一个完美的“牛顿宇宙”模式.我国著名科学家周培源称“《原理》一书是人类的自然科学的奠基性巨著,是自然科学史上最重要的著作之一.”《原理》充分体现出牛顿的科学美思想.本文拟从《原理》的逻辑结构和外部证实两个方面谈谈牛顿的科学美思想的特征.

自然界是多种多样、千变万化的,即使是对机械运动而言也是错综复杂的,不过,物质的运动又呈现出惊人的秩序与和谐.当自然界作为一个整体而成为我们的审美对象时,应当如何去整理我们的审美体验呢?爱因斯坦说:“人们

实验表明,细胞的复制率非常高,而且还能够修复DNA可能受到的损伤.细胞的这种精确复制和自我修复的特异性,在生物演化过程中无疑是很重要的.在有突变的外界环境中,修复机制可以使物质保持其遗传的稳定性.然而生物的突变(即遗传材料的变异)对生物的演化也是十分必要的,具有重要意义,它允许物质中的各单元发生变异.在缓慢和不断的生命演化过程中,突变离不开致电离辐射.如紫外辐射等.由于辐射的作用,在DNA分子的螺旋线上产生嘧啶碱基,在三种可能形成的嘧啶二聚体中,胸腺嘧啶-胸腺嘧啶二聚体形成得最快.这种胸腺嘧啶二聚体的存在将阻碍DNA的正常复制.只要些微有这种缺陷的细胞,就不能分裂和形成集群,就往往引起突变.因此紫外辐射等致电离辐射效应正是导致生命演化过程中物质变异的原因.

总想以最适当的方式来画出一幅简化的和易于领悟的世界图象,于是,他就试图用他的这种世界体系来代替经验的世界,并来征服它,这就是画家、诗人、思辩哲学家和自然科学家所做的,他们都按照自己的方式去做.”作为一个自然科学家,牛顿凭藉他的天赋和独特的个性,用一条简明而富有成效的思维链条把对自然界的审美经验贯穿起来,这就是:自然界的实在性用“质点”统一起来,并把质点置于空间和时间之中——质点的相互作用用“力”统一起来——质点的运动用三条运动定律和万有引力定律统一起来——一切运动规律及因果关系用数学方程表达出来,从而建构起一个完整、严密、优美的逻辑体系.这是历史上第一座无比宏伟壮丽的科学大厦,让我们稍为跨进这座大厦的门槛,粗略探视一下,它内部的优美结构.

1. 面对着纷纭复杂的自然界,当研究以位

推究地球大气臭氧层在生物演化过程中的作用亦可以说明此点.人们提出这样一种假说:在地球生存初期,臭氧层尚未形成,由于太阳的辐射不受阻碍,致电离辐射效应强,突变率非常高,精确复制的几率小.这就导致了广泛的变异,而且由于那时营养物极为丰富,没有竞争.随着绿色植物的出现,氧气被释放到大气中去,由于紫外辐射对氧的作用而产生臭氧,臭氧层的形成使突变率大为减小,这就标志着精确复制的开始.在这时进化的竞争开始了,获得成功的是那些能够发展利用可见光系统的生物体.可见,大气臭氧层在生物演化过程中所起的作用也与致电离辐射有关.

考虑致电离辐射效应对生物变异所产生的影响,具有重要的现实意义,在培养优良品种等方面有广泛的借鉴作用.

置变化为基本特征的机械运动时,怎样才能把握住运动物体的基本特性,从而把它们运动的普遍规律用最直接、最简易的方式表述出来,这是一个既依赖于经验事实,又取决于思维创造的问题.牛顿使用“质点”作为对客观物体的直观摹写,作为建构他的科学大厦的基石.他把质点设想为一种类似于可动物体的东西,但剥夺了这些物体的广延性、形状、空间方位等特性以及一切内部性质,而只留下惯性和可移动性等一些基本属性.于是,物体的客观实在被模拟化了,在牛顿的体系中,自然界的物理实在是由质点、空间、时间和力(质点之间的相互作用)等概念来表征的.这样,牛顿找到了对自然界统一性的简化的逻辑表述,无论是地上物体还是行星和太阳等天体,均可以用一个没有几何大小只有质量的点来表示,物体之间的位置关系变成为一目了然的纯几何关系.换句话说,自然界在“牛顿宇宙”中,一下子被简化成为一个无限的质点系,物体之间的空间关系顿然清晰可辨;物体的运动被看作是质点在空间中的位置变动,充分显示出牛顿以简御繁的伟大才能和天才构想.

2. 实验观测使牛顿清楚认识到,自然界之成为自然界,是因为世界万物不是孤立的,它们都处于相互影响、相互作用之中;任何物体运动状态的改变皆因受到其他物体作用的结果.他认识到这种相互作用的普遍性,并把它们定义为“力”.他指出:“外加力是一种为了改变一个物体的静止或等速直线运动状态而加于其上的作用力.”同时又指出:“这种力只存在于作用的过程中,当作用过去以后,它就不留在物体之中.”尽管在牛顿之前,无数的自然科学家都讨论过和使用过力的概念,但是他们对力的认识是模糊的、不明确的,甚至连伽利略还常常将它与现代所说的力矩、动量、功和能量等意义相混淆.是牛顿首次给力的概念赋以明晰的意义,并把它作为解释自然现象因果性的基础,因而使力的概念在他的理论体系中占据着独特的地位.他在《原理》的序言中公开申明:“我把这部著作叫作哲学的数学原理,因为哲学的全部任

务看来就在于从各种运动现象中来研究各种自然之力,而后再用这些力去论证其他现象.”这样,对各种自然力的研究便自然地成为牛顿整个力学理论体系的出发点和归宿.牛顿指出:“在《原理》第三篇里我从天文现象中推导出使物体趋向太阳和几个行星的重力,然后根据其他同样是数学上论证了的命题,从这些力中推演出行星、彗星、月球和海潮的运动.我希望能用同样的推理方法从力学原理中推导出自然界的其他现象;因为有许多理由使我猜想,这些现象都是和某些力相联系着的.”因此可以说,《原理》基本上是一个关于力的理论体系,依据他的这个理论,由于自然力的作用,物质运动的多样性产生了,天体的和谐运动出现了,宇宙的秩序也随之建立起来了,自然界内在的和谐一致是由各种自然力编织而成的美丽花环.

3. 上述分析表明,在牛顿的审美意识中,物体之间的力学关系是世界最本质的关系,只有弄清楚了这种关系,才能得到关于运动的完整的因果表述.正是在这种审美观念的指引下,牛顿取得了他在力学研究中最光辉的成就:建立了运动三定律和万有引力定律.爱因斯坦指出:“正是这种运动定律和引力定律的结合构成了一个奇妙的思想结构,通过这种结构,就有可能根据在一特定瞬间所得到的体系的状态,计算出它在过去和未来的状态,只要一切事件只限于在引力的影响下发生的.”凭藉牛顿的理论,人们似乎可以根据世界现时的状态,逻辑地演绎出整个宇宙来.由于牛顿的理论概念清晰、结构简单,并且深刻揭示了力学条件下运动的因果性,所以它不愧是古典力学中最严谨、最优美的科学理论.不过,由于它把自然界中错综复杂的种种关系一概归结为简单的力学关系,其理论基础先天地存在着“太阳的黑子”,以至部分地削弱或遮盖了它的科学美光辉.历史上有人指责牛顿把一个活生生的世界变成一个冷、硬、无色、无声的死寂世界”,并非因为他们真正洞察出牛顿理论中的“太阳黑子”,而主要是由于他们对牛顿所描画的自然界图景缺乏足够的美学鉴赏能力之故.恰如科学史家丹皮

尔评论所言：“牛顿赋予世界画面惊人的秩序与和谐所给我们美感上的满足，超过凭藉任何天真的常识观和亚里士多德派范畴的谬误概念或诗人们的神秘想象所见到的、万花筒式混乱的世界。”这是对牛顿理论所蕴含的美学思想及其美学价值恰如其份的评价。

4. 如前所述，牛顿由于用力的概念贯穿于理论的始终而赋予了理论一种前后一致、浑然一体的逻辑美，同时应该看到，其理论之美也来源于它的完美的数学结构，或者说，在牛顿的《原理》中，数学美与逻辑美相得益彰。凡读过《原理》的人，无不为他严谨而精巧的数学论证和简洁优美的数学方程所倾倒。譬如，当人们遥望茫茫太空，见繁星密布而又井然有序，定会对宇宙的神秘莫测而感叹不已。但是，当你从牛顿的严密推证中得知，整个宇宙的秩序竟然是由万有引力定律的简单公式所统制时，在惊诧之余必定会对公式的简洁而深邃的统一美赞口不绝。

牛顿理论所具有的数学美是他科学美思想的产物。如同伽利略一样，他相信宇宙这本书“是用数学语言写成的”，故此他在《原理》第一版的序言中一开始就表明：“由于古人认为在研究自然事物时力学最为重要，而今人则舍弃其实体形状和隐蔽性质而力图以数学定律说明自然现象，因此我在这本书中也致力于用数学来探讨有关的哲学问题。”正是出于这样的目的，在《原理》的成书过程中，牛顿为物理而研究数学和用数学来研究物理同步地交织在一起，使二者结合得天衣无缝、美妙绝伦。他不仅仅把经验的事实和所定义的概念翻译成数学语言，也不限于把概念之间的关系或定律表达为一定的数学关系，而是从现象中寻找宇宙结构“数学的和谐”，创造出一个反映自然界因果性的完美的表达形式、一个严密的数学结构。如果说，伽利略是把物理学定量化的伟大先行者，那末，把牛顿称为物理学量化首度辉煌的伟大缔造者是一点也不过份的。著名科学史论家贝尔纳说过：“牛顿的工作，本身就是一个世纪的实验和计算的精华，提供了一种可靠的方法，让后代科学家可以放心使用。同时，它再度向科学家和非科学

家同样保证，宇宙是由简单的数学定律所调节的。”贝尔纳还断言：“就数学而论，只可以拿欧几里得的《几何原本》来与它（《原理》）相比。”

还须提出，牛顿力学理论科学美的最大特点是它与“真”和“善”结合在一块。怎样的科学理论才是真正美的理论？我们认为：如果一个“真”的理论具有自己完美的逻辑和数学结构，它又能从自己美学体系中演绎出或预见到客观世界中尚未为人观察到的美，并引导人们最终发现或证实这种现实美，这种理论就是真正优美的理论。同时，由于这种理论具有科学的预见功能，说明它是有用而且有效的，因而也是“善”的。牛顿的力学理论堪称这样的一个典范。他关于引力系数 G 是一个常数的预言和证实，哈雷彗星之如期出现，天王星和海王星的相继发现，以及牛顿理论对此后工业革命的巨大推动和对科学发展的巨大贡献，都是对牛顿力学体系“真”和“善”的历史见证，证明它是 17 世纪真善美科学思想的结晶。

许多研究者已正确指出：牛顿的自然观是形而上学的，他的哲学观是唯心的，这些都不可避免地影响到他的力学理论的科学价值。但是我们对此只能历史地作出评价，而不应苛求于前人。

* * * * *

世界 10 种最珍贵的动物

1. 生活在印尼的爪哇犀牛，约 50 头；
2. 生活在美国的红狼，不到 100 只；
3. 生活在阿拉伯的大羚羊，不到 150 只；
4. 生活在中国的大熊猫，约有几百只；
5. 生活在美国的夏威夷海豹，大约有 700 到 1000 只；
6. 生活在夏威夷群岛的考艾欧鸟，不到 10 只；
7. 生活在毛里求斯的毛里求斯茶隼，只有 20 只；
8. 生活在美国的加利福尼亚神鹰，不到 40 只；
9. 生活在新西兰的新西兰鸮鹗，不到 100 只；
10. 生活在西班牙的西班牙王鹰，约 15 只。