



## 牛顿力学内在随机性的启示

朱如曾

中国科学院力学研究所、非线性连续介质力学开放研究实验室, 北京 100080

当代非线性科学告诉我们, 牛顿动力学方程的解不总是简单的, 它在一定条件下可以有許多混沌解, 而且后者更为普遍, 更能描述真实世界. 混沌解的特点是, 它的长期细节不能由有限精度的初条件, 按拉普拉斯决定论的要求足够精确地操作出来, 这一性质被称为“牛顿运动方程的内在随机性”. 这样就第一次言之成理地宣告了拉普拉斯操作性决定论的破产.

这里有两点需要说明: 第一, 流行着一种说法, 认为量子力学首先否定了拉普拉斯决定论, 因为量子力学只能预言测量结果的概率. 实际上, 波函数就是量子力学中物质系统的状态, 当给定初始波函数后, 只要中间不再进行测量, 那么, 波函数的变化便由薛定谔方程唯一地确定. 所以根据量子力学中波函数对测量结果预言的概率性质而认为拉普拉斯决定论被量子力学所打破, 至少是值得争论的. 一种争辩是, 对量子力学而言, 拉普拉斯决定论是指, 只要知道系统的初始态函数, 便能根据薛定谔方程决定其后任何时刻的态函数. 第二, 为什么笔者要对拉普拉斯决定论加上“操作性”的定语呢? 原因是, 混沌的长期细节虽然不能用牛顿方程, 依据有限精度的初条件足够精确地操作出来, 然而这些细节毕竟由主观上虽然不掌握, 但客观上确实存在的, 宏观意义下精确初条件通过牛顿方程所客观地决定了. 这一点已由牛顿方程解的存在唯一性定理所肯定 (至于某些支配方程目前尚未能证明解的存在唯一性, 这要么将来能证明, 要么就是支配方程本身应改进). 这就是说, 牛顿方程对其混沌解虽无“操作性决定性”, 但有“客观决定性”. 拉普拉斯的错误不能笼统地说成是决定论的错误, 而应认为, 拉普拉斯根据牛顿方程的客观决定性, 错误地断定牛顿方程无例外地具有“操作性决定性”. 所以笔者感到, 对“拉普拉斯决定论”加上“操作性”的定语也许更为确切.

“牛顿方程内在随机性”不但不否定牛顿方程对其解的客观决定性, 相反“牛顿方程内在随机性”的发现, 还使人们认识到一大类随机现象原来是决定论方程所为! 这就把层次高于决定论力学现象的随机统计现象中的一大类还原为决定论牛顿力学方程的不可积解! 统计规律来自力学规律<sup>[1]</sup>! 从而构成了还原论的新证据. 所以非线性科学不仅不是对“还原论”的否定, 相反, 其创立和发展还为还原论已经提供并将不断提供有力新证据. 这里有其普遍根源: 各不同层次, 各不同学科 (包括系统科学等最新学科) 的定律实际上只不过是人们对于按基本自然定律 (包括数学基础的定律) 运动着的物质世界, 从不同的特定角度来观察时所得到的—部份规律而已, 它们都蕴含于基本自然定律之中便不足为奇了. 需要注意, 低层次规律蕴含高层次规律不是指少数原子的运动规律蕴含大块物质的运动规律 (这是明显不可能的), 而是就同一对象而言的, 例如对  $N(N \gg 1)$  个质点, 可以用  $N$  体正则方程来描写 (层次较低), 也可以用作时空间函数的密度来描写 (较高层次).  $N$  体正则方程决定其混沌的规律, 进而决定密度函数的变化规律. 如果这  $N$  个质点实际上是  $N$  个氮原子, 那末, 还可以用  $N$  个  $\alpha$  粒子和  $2N$  个电子

构成的  $3N$  体系统的波函数及多体系统薛定谔方程来描写, 这种描写层次就更低了. 低层次规律蕴含高层次规律的另一个有力证据是相对性原理适合于一切社会科学定律, 即社会科学的定律与自然科学定律一样地在所有惯性系中是相同的 (否则, 既然地面上任一地区因地球的公转和自转等运动而每时每刻变更着所从属或所代表的惯性系, 那末, 社会科学的定律就会不断地变化着, 而这与实际并不相符)<sup>[2]</sup>. 如果承认社会科学定律蕴含于自然科学定律之中, 那末根据自然科学定律满足相对性原理立即可以得出社会科学定律也必定满足相对性原理; 否则后者只能是一个悬而未决的新假定. 可是假定越多, 理论就越不美妙, 也越容易自相矛盾.

值得强调, 混沌的发现不是使人们惊奇世界是多么复杂, 多么不能从已知的基本原理出发进行解释, 多么需要改弦易辙重新认识世界, 恰恰相反, 蒙昧时代人类就为世界的复杂性而感到惊奇和束手无策, 所以才求助于神明, 后来也才有了科学, 其对策是力求用简单的基本原理来解释复杂的世界, 这是科学家的哲学信念. 混沌的发现只是证明了这一哲学信念的正确性和任务的艰巨性. 长期以来, 人们致力于发现不同层次上的基本原理或准基本原理 (下文不再突出“准”字), 竭力使各较高层次的基本原理纳入较低层次规律的推论之中, 并用它们来解释复杂的世界. 在混沌发现以前, 人们对所达到的最低层次的自然科学定律了解得已很完备, 而对较高层次规律则虽然了解得很不充分, 但已在此基础上实现了对复杂世界中许多不太复杂现象的解释. 这些成功同时也使人们产生了初条件对物理方程解的“客观决定性”一定能保证“操作性决定性”的糊涂观念, 从而以为既然最低层次基本原理已很完备, 各较高层次的基本原理又必定是较低层次规律的推论, 所以对任何复杂现象的研究仅仅需要从已知的基本原理出发进行简单求解或烦琐计算而已, 因而是一个“原则上解决了的问题”, 进一步的工作再好也只能算第二流的, 真正第一流的工作只属于从已知的最低层次向前的推进. 混沌的发现则是第一次真正兑现了科学的初衷——用基本原理, 不仅“原则上”, 而是真正完整地解释了一些复杂现象. 牛顿力学内在随机性的发现向人们证实, 低层次规律确实蕴含着高层次规律, 科学家的伟大哲学信念——简单的基本原理能解释真正复杂的世界确实不是一句空话; 同时还使人们清醒地认识到“客观决定性”不一定能保证“操作性决定性”, 因此简单求解或烦琐计算不一定能真正解决实际问题. 这表明复杂现实的研究既要从已知的基本原理出发, 又要采用和创造灵活多样的新方法、新概念 (不能仅限于严格还原, 还需准还原和阶段还原, 甚至包括发现新的层次、亚层次及其基本原理并把它们纳入较低层次规律的推论之中) 去踏踏实实地进行, 这里依然需要创造性, 依然可以有第一流的工作, 从而揭开了研究复杂现实的新篇章——形成了非线性科学这一新学科.

一叶知秋, 从牛顿方程内在随机性人们有理由相信, 量子力学和量子场论的基本方程必定具有“内在生命性”、“内在意识性”和“内在社会发展变化性”. 笔者认为, 人们从牛顿力学的内在随机性应该得到这样的启示.

不言而喻, 上述三性有两方面的含义. 一方面, 量子力学和量子场论的基本方程 (及其在一定条件下的近似——牛顿方程) 对力学各层次、生命、意识、社会发展变化等科学定律有客观决定性. 其实, DNA 及有丝分裂的量子生化模型已显示了量子力学多体系统薛定谔方程的内在生命性; 固体力学的从头算技术, 其指导思想就是低层次规律蕴含着高层次规律. 另一方面, 力学各层次、生命、意识、社会现象的细节多半不能从该层次意义下的有限精度初条件足够精确地操作出来, 所以在科学研究的方法上, 不能仅限于严格的从头算技术和纯演绎方法, 而必须采用和创造灵活多样的方法. 所得结果以符合实际为标准. 但是不能忘记, 如果要问为什么结果甲能符合实际, 而结果乙不符合实际? 其背后的根源仍在于, 甲与量子力学和量子场论基本方程所客观决定了的解比较接近, 乙则不够接近.

此外, 低层次自然科学定律对于各较高层次规律具有客观决定性, 这一认识对于澄清“人体特异功能”等问题上的是非曲直有十分重要的意义. 这是因为, 目前人们对所达到的最低层

次的自然科学定律了解得很完备,而对由它所客观决定了的较高层次规律则了解得很不充分,可是“人体特异功能”等问题大都属于较高层次,例如“意念折枝”.就拿此例而言,为了判定它是否真的可能,必须论证大脑的思维活动是否可能使与大脑不接触的树枝受到足以被折断的力.这一问题单在宏观力学层次上是说不清的,它涉及大脑思维活动这一非力学层次.只有坚信低层次自然科学定律对高层次规律的客观决定性,才敢于,也才有理由用人们已掌握的低层次自然科学定律,对细节尚不清楚的思维活动之效应进行有把握的估算,从而毫不含糊地判定“意念折枝”的不可能性.相反,如果我们不承认低层次自然科学定律对高层次规律的客观决定性,而认为各层次都有独立于低层次的规律,则当我们面对“意念折枝”的表演时,就没有理由排除在意念这一层次上碰巧有一条“意念可以折枝”或“意念折不了枝”的,独立于低层次的规律存在,从而对本来现阶段就可以判定的是非也只好推向无限期的未来.流行着一种见解,认为提高人们在“人体特异功能”等问题上的是非鉴别能力的主要办法是加强科普教育.笔者感到,这虽然必要,但不能从根本上解决问题,因为高水平学者在“人体特异功能”等问题上也未必是人人都看得很清楚的.究其原因,可能与默认了各层次都有独立于低层次的规律不无关系.所以强调低层次规律对高层次规律的客观决定性,否定高层次“独立规律”的存在性,也许对提高人们在“人体特异功能”等问题上的是非鉴别能力有所裨益.

## 参 考 文 献

- 1 朱如曾. 科学的统一性与力学的范围、地位和方向. 力学进展, 1997, 27(2): 145~160
- 2 朱如曾. 相对性原理及其对自然界定律的协变性要求. 大学物理, 1999, 18(11): 18

# 第六届全国湍流与流动稳定性学术会议 暨第三届全国工程紊流与流动模拟学术会议征文

第六届全国湍流与流动稳定性暨第三届全国紊流及流动模拟学术会议,由中国力学学会、中国水利学会、上海大学、交通部长江口深水航道科学试验中心、上海市应用数学和力学研究所共同主办,由上海大学和交通部长江口深水航道科学试验中心承办,将于2000年5月在上海大学举行.会议将邀请国内著名专家介绍新世纪到来之际湍流研究的最新进展和发展动向,组织我国力学界和工程界从事湍流理论和工程应用研究的学者、科技工作者交流最新研究成果.会议欢迎全国各地的同行踊跃投稿,参加这一世纪之交的湍流研究盛会.

## 征文内容

湍流相干结构和湍流层次结构理论,流动稳定性,边界层流动及转捩,湍流的大涡模拟及直接数值模拟,湍流模式及湍流精细模型,湍流实验技术研究,湍流扩散及输运,涡旋动力学与湍流,水利、

水运、环境工程问题中的复杂紊流和流动模拟,船舶及海洋中的湍流模拟,航空、航天中的湍流计算及其实验,大气中湍流结构与湍流模拟,其他与湍流相关的理论及工程问题.

请将论文详细摘要(4页)于1999年11月15日寄至会议组委会秘书组.

邮政编码: 200072

地址: 上海延长路149号

上海大学189信箱 力学所

联系人: 王道增教授 或 冯伟教授

联系电话: 021-56331451

传真: 021-56333137

E-mail: wfeng@public3.sta.net.cn

请在信封上注明“会议论文”为宜

(中国力学学会办公室 供稿)