
复杂性科学与还原论

作者：陶勇 来源：科学网博客

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/topnews/8970.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

1984年，两位诺贝尔物理学奖得主盖尔曼(Murray Gell-mann)、安德森(Philip Anderson)和诺贝尔经济学奖得主阿罗(Kenneth Arrow)聚集了一批从事物理、经济、生物、计算机科学的年轻学者，建立了著名的“圣塔菲研究所”。在这个研究所里，人们希望理解一种新的思潮——**复杂性科学(Complexity)**。

自牛顿创立三大力学定律以来，**还原论(Reductionism)**

逐渐成为自然科学的主要哲学思潮。在还原论的影响下，人们普遍相信只要我们能够弄清楚一个事物各个组分的性质以及相互之间的作用，那么就可以理解这个事物的基本性质。所以才有了拉普拉斯那句著名的豪言壮语：“宇宙像时钟那样运行，某一时刻宇宙的完整信息能够决定它在未来和过去任意时刻的状态。”这就是著名的“拉普拉斯决定论”。

拉普拉斯决定论在很长一段时间内都占据了物理学的主流思潮。大家相信，只要精确地知道一个系统演化的方程和初值，就可以精确预言它任何时刻的运动。而真正对这一思潮产生怀疑还要等到20世纪初。在那个时候，法国著名数学家庞加莱，在研究三体牛顿方程时发现方程组的解是不确定的，即牛顿方程本身就包含了不确定性与随机性。三体问题对还原论是一个巨大的冲击，使得人们开始重新认识物理学家玻尔兹曼所发展的统计物理学，而这门学科开创了“Emergence(涌现)”的研究方法。

玻尔兹曼这位悲情的英雄人物，在更早的时候就已经洞察到多体牛顿方程的解是完全随机的。他把多体牛顿方程(在给定时间点下)的不同解都称为一个不同的“微观态”，由于多体牛顿方程的解是完全随机的，所以相应的微观态将有无穷多个。玻尔兹曼计算到，假如每个微观态以同等概率出现，那么一定存在一个以“最大概率涌现”的粒子能量分布——指数函数分布。现在这个指数函数分布也被叫作“玻尔兹曼分布”。

历史其实也和牛顿开了一点小小的玩笑。尽管他利用还原论在自然科学领域取得了巨大成功，但是当他把还原论的研究方法应用到社会科学时却遭遇了“滑铁卢”——预测股票而导致巨额亏损。事后，牛顿感叹道：我能计算天体的轨迹，却无法预测人性的疯狂。

还原论在物理学中获得了巨大的成功，但不等于它就可以在社会科学和生物科学中取得同样的成功。三体问题的出现，预示着这个世界比我们想象的其实还要“复杂”。就算你真的成功的预测了股票的价格趋势，别人知道后，跟你同样买进卖出，你预测的价格就会失效。就好比你想让自己的大脑停止片刻，但却做不到，因为你停止大脑的想法作为“信号”本身就在驱动大脑进一步活动。在经济学中，道理一样，你在预测股票价格的时候必须考虑到自己行为对股票价格的影响，你不可能预料到你的行为最终会对社会产生什么影响，所以无法把所有潜在的影响考虑进预测

方案。是不是有“自相矛盾”的感觉。的确是这样，这就是“自指(Self-reference)”。

大自然有一系列奇妙的现象，比如鸟群自组织有序结对飞翔，蚂蚁群自组织分工协作，人类群体自组织市场……它们与机械的物理现象似曾相识，但又不同。决定这一系列现象的基本动因是什么。它似乎与物理学很像，但是一定多了一些什么。

而正是多的这点东西造就了“复杂”。

笔者从一开始希望成为一个数学物理工作者，后来变成一个经济学工作者，但是后来发现以前走过的路似乎通往另一个方向，再往前走才发现，原来国际上已经有一些成名的学者正在跟自己靠近，我们相视一笑，惺惺相惜，再往前一步，然后发现我们正在通向同一个目标——理解“复杂”。

更多 科研头条 请访问 <https://www.iikx.com/news/topnews/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发