

樊登读书《深奥的简洁》思维导图

一、混沌中的秩序

17世纪科学革命之前，“混沌”这个名词和现代科学家使用的意义不同

亲自做实验的伽利略 第一个以科学方式解释运动概念的人

牛顿的三个运动定律 牛顿定律不能给出三个以上、由重力相互吸引的物体运动的精确计算，即三体问题

麦克斯韦方程组 关于时间的又一伟大物理成就

热寂终结的宇宙 德国的鲁道夫·克劳修斯在19世纪60年代提出熵的概念
玻尔兹曼：推导出一道将熵与概率联结起来的数学公式
认为宇宙的“热寂终结”已经开始，之所以世界仍然有序，是因为我们看到的世界，只是更大宇宙中的一部分

吸引子 定义：一个系统中最终的平衡状态，因为整个系统的运行方式宛如被吸到这个状态
稍稍偏离平衡状态，就能由混沌中产生秩序

二、重返混沌

相空间 19世纪初，爱尔兰数学家威廉·哈密顿提出，将坐标的观念引入，以粒子的位置和动量（物体的质量乘以速度）这两项性质，重现牛顿物理定律

亨利·庞加莱 庞加莱是拓扑学的先驱，他将焦点放在“简化的三体问题”有关的轨道运行所产生的相空间的几何面貌上
庞加莱截面 最大的简化过程，是只关注相空间中的一个截面

气象学方面 气象学家理查德森 证明了物理定律与数学近似算法，可以预测天气；但计算过程过于复杂，获得的原始数据有限，导致结果不准确且预测时间太短，无意义
蝴蝶效应 源自1972年罗伦兹在华盛顿特区一场学术会议上发表的论文题目《巴西的一只蝴蝶舞动翅膀，可以引发德州的龙卷风吗？》
成为“混沌”最有力量的隐喻

小行星混沌带 柯克伍德空隙 一系列的小物体受他们的重力影响，在火星和木星轨道之间形成小行星带环绕太阳，但一些小行星轨道并非均匀分布在小行星带上，形成柯克伍德空隙
小行星会受木星影响产生混沌，被赶出柯克伍德空隙
受太阳的重力影响，行星自转时会摇晃，引起倾角；而月亮的存在让地球的倾角未产生混沌

三、秩序衍生混沌

21世纪科学家讨论的混乱，不是杂乱无章的，而是全然而有序、决定式的混乱，是预测的细节赶不上真实事件发生的速度，如乱流

混沌的由来 罗伦兹于20世纪60年代早期，从气象学的角度出发，对混沌进行探索
1975年，数学家詹姆斯·约克和他的同事李天岩发表了一篇题为《周期三蕴含混沌》的论文，混沌才因此得名，是具有现代科学意义的“混沌”一词的源头

分形 意大利数学家皮亚诺在1890年发表论文，描述如何构建一条可以完全填满平面的曲线 类似的图像还有康托尔集合
20世纪70年代，IBM沃森研究所的本华曼德勃将描述这种实体的语言创造出来
1975年，“分形”这个词被创造出来
生物系统存在大量分形，如人体的动脉与静脉的分布

四、混沌的边际：事物如何趋于平衡

平衡无意义，但事物如何趋于平衡有意义；
一个生物体最接近平衡状态的时候是死亡

图灵式机制 艾伦·图灵 生于1912年6月23日，著名的密码学家，对人工智能有浓厚兴趣
1950年，将电子计算机的知识应用到了生物系统和人脑的研究上
1952年，发表论文《形态发生的化学基础》
解释了哺乳动物皮毛上斑点与条纹之类标记的成因
图案不取决于成年动物的大小与形状，而取决于图灵式的过程发生时，胚胎的大小与形状

宇宙存在秩序的秘密 能量在开放系统中流动耗散，处于不稳定状态
在地球上，能量来自太阳

五、地震、物种灭绝与突现

复杂系统只是由许多简单部分彼此交互形成的系统

幂定律 (1/f 噪声) 即事情的大小和1除以它发生概率的某个指数成正比，f代表频率
地震 地震的强度和发生的数目遵循幂定律，相对于每1000次的5级地震，大约会发生100次6级地震，10次7级地震，这个现象被称为古登堡-里克特定律
摔碎的冰冻马铃薯
海岸线 海岸线图遵循幂定律
堵车 无需重大事件就能发生堵车
人类的经济活动

斯图亚特·考夫曼的纽扣实验 当连接数超过节点数的一半时，系统会从一个无趣的状态进入另一个更多结构的稳定状态，这时再进一步改变的空间变得很有限，即一个相变现象的例子
网络连接的不够，生命不会存在；但多加入一两个连接，生命会无可避免地出现

六、生命的真相

达尔文式进化 子女和父母相似，特征是代代遗传的
达尔文式进化的三个步骤 复制遗传的过程并非完美，所以个体间存在差异
不是每个个体都有机会存活到成年繁殖下一代，“适者生存”
竞争是同一物种间为取得食物而发生的竞争
红后效应

生态网 当网络中的一种物种改变，所有物种也跟着改变

大规模灭绝遵循幂定律

物理环境与生物环境息息相关

七、远方的生命

盖亚的概念 概念：地球是一个自我调节的系统
盖亚理论的基础：当系统被视为整体而非个别部分时，控制进化的物理定律可能都变得更简单

海洋微生物帮助控制地球气候 海洋与陆地之间的双向反馈机制

彗星带来生命 证据来自对太空中云状气体与微尘的光谱分析，太阳系的行星系统就是由这种云形成的
氨基酸可以被带到任何一个类似地球的年轻星球的表面

寻找其他盖亚 首先必须观测出环绕其他恒星大小和地球差不多的行星，其次分析那些行星上衰减过程发生的证据