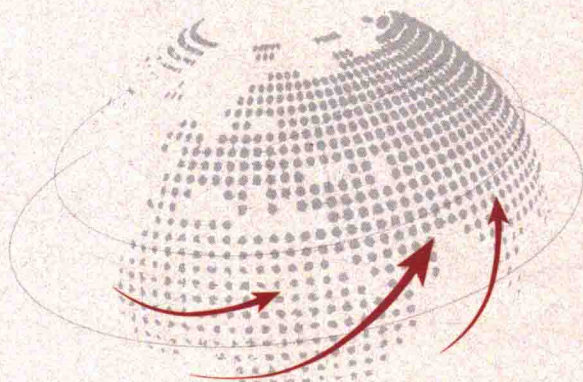


企业组织演化的 随机突变研究

徐 岩◎著



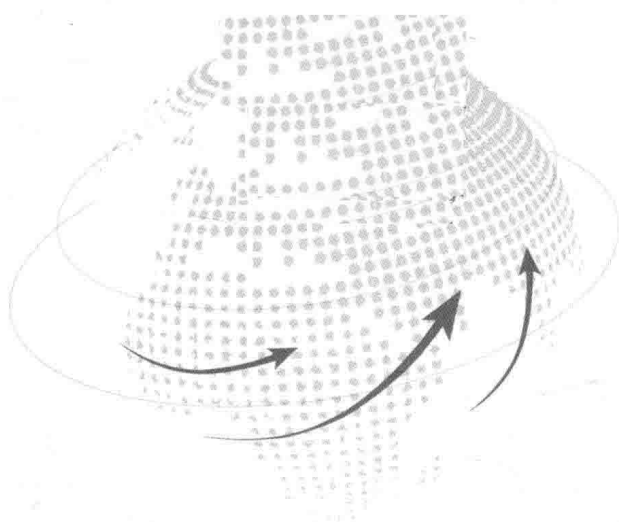
STOCHASTIC CATASTROPHE ANALYSIS ON
EVOLUTIONS OF
THE BUSINESS ORGANIZATIONS



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

企业组织演化的 随机突变研究

徐 岩◎著



STOCHASTIC CATASTROPHE ANALYSIS ON
EVOLUTIONS OF
THE BUSINESS ORGANIZATIONS



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

企业组织演化的随机突变研究/徐岩著. —北京: 经济管理出版社, 2017. 4
ISBN 978 - 7 - 5096 - 4971 - 8

I. ①企… II. ①徐… III. ①企业组织—组织管理学—研究 IV. ①F272.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 036127 号

组稿编辑: 申桂萍
责任编辑: 侯春霞
责任印制: 黄章平
责任校对: 超 凡

出版发行: 经济管理出版社
(北京市海淀区北蜂窝 8 号中雅大厦 A 座 11 层 100038)

网 址: www.E-mp.com.cn
电 话: (010) 51915602
印 刷: 北京玺诚印务有限公司
经 销: 新华书店
开 本: 720mm × 1000mm/16
印 张: 11
字 数: 143 千字
版 次: 2017 年 4 月第 1 版 2017 年 4 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 978 - 7 - 5096 - 4971 - 8
定 价: 48.00 元

· 版权所有 翻印必究 ·

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社读者服务部负责调换。

联系地址: 北京阜外月坛北小街 2 号

电话: (010) 68022974 邮编: 100836

前 言

企业组织由于受到随机干扰的影响，在演化过程中不仅存在着连续的量变行为，还存在大量很难预测的离散突变过程。相比于管理前者，企业实践者解释、预测和控制突变行为更具挑战性。因此，本书的核心内容就是运用突变理论研究这种离散突变过程的发生机理。

已有的文献研究将经典突变理论应用于以不确定性为基本特征的企业系统有明显的不足，因此本书引入随机突变理论。笔者阐述了它的基本原理，包括研究对象（Itô 随机微分方程）、研究问题（随机过程发生离散突变的内在原理）、研究工具（随机势函数、极限概率密度函数、众数和随机分歧等）和应用方式（一种是对随机微分方程进行分析；另一种是对显含突变特征的系统进行数据拟合，得出突变方程，在此基础上分析突变机制）。

然后，笔者以随机突变理论为基本工具来研究企业在随机干扰影响下其演化行为的离散突变问题。内容主要包括：

（1）宏观上，笔者以战略联盟由最初的合作稳定到最终意外地、非计划性地解体这一离散变化为研究主题。本书引入促进信任的公平效用激励机制，对均势联盟中多成员之间的策略互动建立了演化博弈模型，同时引入高斯白噪声来反映随机干扰。本书的分析表明，联盟由稳定到非计划性解体这一演变有两种解释方案：一是当系统参数在



分歧集合内部时，联盟由于受到外界的随机干扰而导致由稳定到解体的扰动性突跳；二是当参数穿越分歧集合边缘时，联盟因组织的作用而导致由稳定到解体的结构性突变。

(2) 中观上，笔者以团队的知识共享行为为主题。知识是核心资源，具有隐匿性，因此本书引入监督机制和奖罚机制。笔者针对知识共享行为建立了含有白噪声的随机演化博弈模型。利用随机突变理论研究模型参数的连续变化对团队行为演化的离散突变影响。该分析表明，团队行为的突变机制只与实质性变量即知识水平、共享损失系数、协同成本、奖与罚的程度、监督强度和惩罚分成比例有关，而非实质变量即协同效率、学习成本、吸收转换新知识的能力和知识的可共享度无关。实质性变量决定了团队由共享到不共享这一扰动性突跳或结构性突变发生的临界区域。

(3) 微观上，笔者以员工心理契约和组织承诺的建立—破坏为主题。心理契约和组织承诺的演化具有明显的突变特征，因此笔者用随机尖点突变模型来描述其演化机制。针对两个系统，本书分别以人格和组织氛围为独立控制变量、以工作满意度和组织支持为独立控制变量，通过调研数据，利用 Cuspsfit 软件拟合了尖点突变模型。研究结果表明，组织氛围作为正则因子、人格作为分歧因子共同影响心理契约的突变，而工作满意度作为正则因子、组织支持作为分歧因子共同影响组织承诺的突变。滞后现象说明了心理契约和组织承诺一旦破坏，就很难重新建立起来。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 选题来源、目的和意义	1
第二节 国内外相关研究评述	4
第三节 研究方法、研究内容及章节安排	35
第二章 战略联盟竞争与合作行为演化的随机突变分析	42
第一节 问题的引入	42
第二节 基本假设	44
第三节 数学模型	45
第四节 战略联盟行为演化的随机突变分析	51
第五节 数值仿真与讨论	63
本章小结	72
第三章 团队知识共享行为演化的随机突变分析	74
第一节 问题的引入	74
第二节 基本假设	75
第三节 团队成员知识共享行为演化的基本模型	77



第四节 模型分析	81
第五节 模型数值仿真	90
本章小结	96
第四章 基于随机尖点突变理论的心理契约建立—破坏的研究	98
第一节 问题的引入	98
第二节 员工心理契约动力学演化的尖点突变模型	100
第三节 尖点突变模型的拟合	102
第四节 突变分析	106
本章小结	118
第五章 基于随机尖点突变理论的员工组织承诺演化的 非线性突变研究	119
第一节 问题的引入	119
第二节 组织承诺演化的随机尖点突变模型	120
第三节 组织承诺尖点突变模型的拟合	121
第四节 组织承诺建立—破坏的非线性突变分析	124
本章小结	138
第六章 结论与展望	140
第一节 结论	140
第二节 主要创新点	144
第三节 研究展望	145
参考文献	147
后记	164

第一章 绪 论

第一节 选题来源、目的和意义

一、选题来源

本书选题主要来源于以下课题：国家自然科学基金青年基金项目“协同创新团队隐性知识共享有效性的随机动态博弈分析”（No. 71501113）、山东省优秀中青年科学家科研奖励基金“协同创新中动态知识共享行为演化的随机非线性分析”（No. BS2014SF009）、国家自然科学基金青年基金项目“基于风险视角的移动支付用户采纳及创新扩散机理研究”（No. 71301089）、国家自然科学基金面上项目“面向全生命周期的可信软件测度模型和过程改进工具研究”（No. 71471103）、国家自然科学基金面上项目“基于在线评论网络的多元交互行为及协同演化机理研究”（No. 71671060）、国家社科基金项目“果蔬品供应链中节点成员间协作共生的演进机理、组织模式与实现路径研究”（No. 13BGL099）、国家自然科学基金面上项目“基于系统模



拟、心理学和突变论的企业组织性能测试研究”(No. 71071065)、教育部博士点专项基金资助项目“基于本体的项目管理组织运作的嵌入式时变模拟研究”(No. 20100142110049)、国家自然科学基金重点项目“移动商务的基础理论与技术方法研究”(No. 70731001)、山东省自然科学基金“组织惯例复制的微观机理、过程及实施途径：基于多主体仿真的研究”(NO. ZR2016GB06)。

二、选题目的和意义

企业组织作为一个复杂系统，不确定性和突变性是其基本特征。在演化过程中不仅存在着连续的量变行为，还存在大量的很难预测的离散突变过程。相比于管理逐渐恶化的企业问题，预测和控制突变行为的发生更具挑战性。因此，本书运用最新出现的随机突变理论来研究企业组织在受到外界随机干扰影响的情况下其演化均衡态的离散突变问题，尝试得出一些关于企业演化随机突变的内在规律，为实践中解释、预测和控制企业演化的突变行为提供一些理论支持和技术指导。

以追求长期合作关系为理念的战略联盟，在近几十年得到了迅猛的发展。联盟内成员企业通过良好的合作能够带来很多市场与科层组织所没有的价值和优势。然而，有学者对全球的战略联盟进行了跟踪调查和统计发现，过去20年来能够成功地长期保持稳定合作关系的战略联盟并不多见，30%~70%的联盟以非计划性地并购或者解体而告终。由此，理论界和实业界对战略联盟的关注点，由开始的动力、形式和竞争力以及价值创造等问题，转变为对联盟过程和生命周期的管理。然而大多数联盟研究不是集中在联盟最初稳定性机制设计方面而忽略了后续的演化命运，就是仅仅对最终联盟不稳定性这一状态的原因探析感兴趣。这两个视角都不能有效地解释现实中为什么很多最初具有稳定合作关系的战略联盟，在经过一段时间的演化后最终走向非计划性地突然解体。突变理论作为一门数学分支，它是专门研究系统



的均衡态随着系统参数的连续变化而发生离散突变的工具。联盟的运作随着环境的变化而导致的上述变化本质上属于离散变化的范畴。对这一问题的研究,可以从突变论的视角进行有效的揭示。然而,传统的突变理论是研究确定性系统的,战略联盟作为一个复杂系统,不确定性的演化是其基本特征。因此,本书借助随机突变理论研究在受到随机干扰的影响下,联盟的演化在随着运作环境的变化而导致联盟性质发生离散变化的内在规律。这一研究所具有的实践意义是:一方面,可以用来解释为什么很多最初具有稳定合作关系的战略联盟,在经过一段时间的演化后最终走向非计划性地突然解体;另一方面,可以发现这种离散突变的临界集合,为预测联盟的非计划性解体提供指导。

本书除了在宏观层面上研究企业之间的群体演化行为外,还关注了企业内部员工之间的群体演化行为。相比前者,后者更具有可控性。为此选取了团队成员之间的知识共享行为作为研究对象。知识经济时代,知识资源作为企业或者组织的核心资源,可以为组织带来持久的竞争优势,因此组织会投入巨大的资源来进行知识管理,包括建立知识管理系统等来有效地利用知识。而知识的有效利用不仅取决于技术层面的因素,更为重要的是必须保证在组织内部实现有效的知识共享和知识转移。然而现实中,在团队内部随着环境的改变,由共享到不共享的离散演变的现象也经常发生,这就涉及团队知识共享演化动力学的研究。不过现有的研究中大多只是基于共享行为的稳定性研究而没有谈及由共享到不共享的离散过渡。因此,本书拟借助随机突变理论来探讨当团队行为受到外界随机干扰影响时由共享到不共享行为的离散突变规律。这一研究可以为团队管理者设计激励机制提供有力的理论指导,如果知道了发生突变的临界集合,就可以预测和控制突变的发生,针对由共享到不共享的突变,要尽量避免参数的变化穿越临界集合,而对于由不共享到共享行为的突变,管理者要尽量提高环境参变量,以使其穿过临界集合,来促进知识共享行为的出现。



上述两类研究的基本思路都是利用随机突变理论直接对系统的随机演化动力学方程进行分析。对于随机突变理论的应用还有另一种方式,如果知道一个系统的演化过程具有明显的突变特征如滞后、突跳、双模态等,那么就可以利用突变模型来描述该系统的演化动力学。为了获得具体的突变方程,一般首先搜集实证数据,然后利用 Cusffit 软件对一些参数进行估计,在此基础上进行突变机制分析。为此,本书在企业组织演化的微观层面上,考虑了演化具有突变特征的组织承诺和心理契约,对其建立一破坏的离散变化从突变理论的视角进行动力学演化研究。虽然现有的文献对两个对象从前因变量与结果变量等视角进行了研究,但是变量之间到底如何相互影响这一问题仍然是一个“黑箱”,突变特征的存在性说明可以从突变理论视角在一定程度上揭开这一“黑箱”。因此,本书一方面可以在理论上为深入剖析组织承诺和心理契约各自演化的内在机制提供一个新的视角,另一方面可以为实践中从组织承诺和心理契约出发而有效地激励员工的行为和态度这一视角提供指导。

本书除了关注随机突变理论在实践中的应用外,还考虑了对随机突变理论在理论上的创新发展。比如,首次提出在随机突变理论的框架下,存在两类离散突变过程:扰动性突跳和结构性突变。传统的突变理论研究中只关注后者,而对于一门直接服务于实践的理论,由于随机干扰的存在性而导致的扰动性突跳同样具有重要的实践意义。

第二节 国内外相关研究评述

本部分的综述包含两方面:一是方法与工具方面的综述,这包括随机突变理论与生成动力学演化方程的方法,如演化博弈理论等;二是研



究问题方面的综述,包含宏观上战略联盟的演化稳定性研究、中观上团队知识共享的演化研究、微观上员工的心理契约与组织承诺研究。

一、随机突变理论的研究与应用评述

(一) 初等突变理论概况

客观世界中系统存在着三类变化:状态变量随着控制变量的连续变化而连续变化、状态变量随着控制变量的离散变化而离散变化、状态变量随着控制变量的连续变化而发生离散的突然变化。描述第一类变化的数学工具是微积分和常微分方程,描述第二类变化的数学工具是差分方程、概率论和离散数学等工具,两类变化都得到了有效的研究。然而对于第三类变化的研究,长期以来因一直缺乏有效的工具而没有得到很好的探索,直到后来出现了突变理论。突变理论的研究内容是系统在连续发展过程中出现的突然变化的现象以及它与连续变化因素之间的关系。它与耗散结构论、协同学一起构成了“新三论”的框架,用来研究系统的微观运作机制及其特点。

经典的突变理论也叫初等突变理论,它的数学渊源是分歧理论。经典的分歧理论就是研究系统参数变化导致的系统某些定性形态的改变这一问题的,然而系统地处理并成功地解决大量实际问题,是从突变理论开始的。分歧理论在一般意义上是关于含参数的非线性方程平衡解的理论。所谓平衡解即吸引子,一般包括常解(即通常意义上的系统的平衡点)、时间周期解、概周期解和混沌四种形式。分歧理论研究的就是由参数的变化而导致的系统平衡解之间的分歧。突变理论作为分歧理论的一个分支,实际上研究的就是平衡点之间的相互转换问题或者分歧问题。但是它的立足点更高,不只是考虑单一参数的变化,还考虑了多个参数变化时平衡点的分歧机制,而且更加重视由这种分歧而导致的平衡点之间的离散突变过渡现象,而用来解释现实世界中离散突变现象的恰恰就是这种平衡点之间的离散过渡过程。



1972 年 Thom 的著作《结构稳定性和形态发生学》的出版被学术界公认为突变理论诞生的标志。随后由学者 Zeeman、Arnol'd 等做了理论和实践上的推广。突变理论于 20 世纪 80 ~ 90 年代开始在国内兴起,以凌复华、李家贤、高隆昌为代表的国内学者开始引进、消化突变理论(这其中包含着大量综述性质的文章)。

突变理论的研究对象是系统的势函数(势函数是指系统具有采取某种趋向的能力,由系统各个组成部分的相对关系、相互作用以及系统与环境的关系决定。在管理领域中,势函数可以理解为系统的一种性能函数),记为 $V = V(x, c)$, 其中 x 是状态向量, c 是系统的控制参数。后来突变专家又对与势函数相关的梯度系统或者 Hamilton 系统进行了研究,即考虑系统的动力学方程:

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{dV(x, c)}{dx} \quad (1-1)$$

分歧理论指出对于含有参数的非线性动力学系统很有可能出现退化的临界点,而它是产生复杂性的重要根源。这是由于当含有参数的非线性式子或动力学系统的参数变化时,系统的均衡点或者临界点必然产生分叉和奇异性。而这种分叉会导致系统的均衡状态发生突变。在数学中,突变是指针对系统的控制变量的连续变化导致了系统的状态变量的均衡点的跳跃性变化。突变理论研究的问题就是随着参数 c 的连续变化所导致的系统状态向量的均衡点(或临界点、平衡点)的离散变化即突变的内在机制。它以势函数在临界点(即平衡点)附近的性态的变化规律为研究对象,将系统的临界点划分为非退化和退化的临界点,指出在系统的非退化临界点附近,势函数的性质是比较简单的;而在退化的临界点附近,系统结构是不稳定的,只要参数的微小变动,就容易导致系统拓扑性质发生变化而发生突变。Thom 指出,这一性质与状态变量的个数无关,只与控制参数的个数相关。在控制参数不多于 4 的前提下,经过拓扑等价变换,只存在七种不同的

突变类型：折叠型、尖点型、燕尾型、蝴蝶型、双曲型、椭圆型和抛物型，即所谓的七种初等突变。相关的势函数和发生突变的参数临界集合等内容可以参考凌复华（1987）。

在七种初等突变模型中，尖点突变模型由于其内容丰富和结构简单而在实践中得到了广泛的应用。尖点模型对应的系统的动力学方程如下：

$$\frac{dx(t)}{dt} = -\frac{\partial V(x, \alpha, \beta)}{\partial x} = -x^3 + \beta x + \alpha \quad (1-2)$$

其中， x 是状态变量， $V(x, \alpha, \beta)$ 是系统的势函数， α 是正则因子， β 是分歧因子，系统所有的均衡点满足：

$$-x^3 + \beta x + \alpha = 0 \quad (1-3)$$

由于非线性性质，系统会出现分歧现象。同时伴随分歧会产生突跳、滞后、双模态、发散等现象，而两类因子共同决定系统突变特征的发生。例如，正则因子决定发生突变的位置，而分歧因子决定发生突变的程度。图 1-1 给出了系统的均衡点随着参数连续变化而发生离散变化的图解，三叶曲面是系统的均衡曲面，平面是系统的控制平面，从中可以发现相应的突变特征。

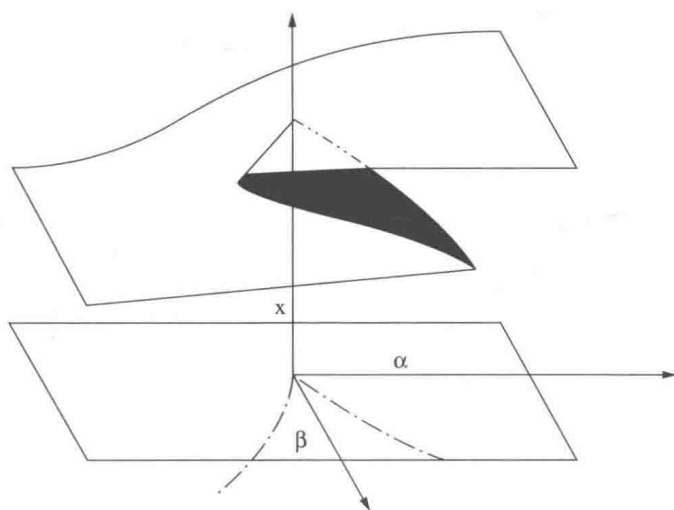


图 1-1 尖点突变模型示意图



突变理论在描述和解释不连续变化现象方面的成功,使得它在实践中得到了大量应用。国内外不同领域的学者在研究中进行了大量尝试,例如,硬科学领域包括物理学、化学、生物学、工程学,软科学领域包括企业管理学、社会学、心理学、金融学、经济学。

(二) 初等突变理论的不足

虽然已经有大量文献应用经典突变理论来研究实践问题,但是经典突变理论在应用上仍然具有很大的局限性,而这些局限阻碍了突变理论的进一步应用。经典突变理论的研究对象是形如式(1-1)的演化系统,这一对研究系统的严格的定量要求,使得突变理论的应用受到了某些质疑。

首先,现实系统的复杂使得研究者很难获得系统的精确的动力学方程,此时对系统突变的研究只能停留在定性的描述上,包括对突变特征如双模态、突跳、滞后、不可达、发散的定性解释上,无法获得定量上的结论,而定量上获得系统发生突变的临界集合是突变理论最大的贡献。这一点的无法实现使得对突变的研究成果大打折扣。例如,Zeeman在对股票市场波动的研究上,在当时没有基于数据的估计理论的情况下,只能定性地描述股票市场的波动情形,无法精确地获得相关结论。基于系统动力学方程的研究这一思路只能局限于少数应用领域,如硬科学领域和软科学领域中的某些特殊范围。如Weidlich结合社会心理学研究了人对政府政策的态度的转变问题中发生的突变现象,给定人口数量和评价度作为状态变量,利用社会动力学理论建立了状态动力学机制,在此基础上讨论了其中若干控制参数的连续变化对状态变量的突变影响。

其次,式(1-1)所描述的系统是一个自治系统,系统动力学中不显含时间 t 。针对一个非自治系统:

$$dx = f(x, c, t)dt \quad (1-4)$$

现有的突变理论内容无法进行研究。因此,针对研究的系统,即



使获得了动力学方程，如果是非自治的，那么突变理论也无法对此进行求解，而非自治系统在实际中广泛存在，因此这也阻碍了突变理论的进一步应用。

再次，针对一个多维动力系统，应用突变理论同时研究多个维数的状态变量的前提是，系统对应的 Jacobian 矩阵具有对称性。例如，针对一个二维系统，假设演化的势函数是 $V = V(x, y, c)$ ，则要求：

$$\frac{\partial^2 V(x, y, c)}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 V(x, y, c)}{\partial y \partial x} \quad (1-5)$$

否则只能单个研究某个状态维的突变。Holyst 等（2000）的研究就是采纳这一思路的。

最后，基于式（1-1）突变问题的研究是在确定性环境下展开的。但是实际场景中总是具有不同程度的随机性，针对随机环境下的突变研究，经典突变理论无法胜任，尤其是在社会科学领域中有人参与的系统。

基于以上几点，突变理论的后续研究者在不同程度上进行了改进。这其中包括将式（1-1）扩展为一个泛函系统，研究泛函系统的突变问题；或者将式（1-1）扩展为一个随机系统，研究在不确定环境下系统的突变问题。本书接下来重点对后者进行讨论，因为随机系统和管理领域中广泛存在，针对该系统的突变研究有重要的实际意义。

（三）随机突变理论的引入

1. 基本原理

客观世界中存在着含有扰动效应的系统，这种系统在软科学领域中尤其常见。该扰动效应可能是系统固有的，也可能是在观察和测量系统时人为的误差。针对含有扰动因子的系统，式（1-1）已经无法精确描述，而且传统的突变理论内容框架也不能有效地描述系统的突变机制。

为了解决上述问题，Cobb 首先尝试了将经典突变理论与随机系统

理论内容的集成。将由式(1-1)描述的确定性系统扩展为由随机微分方程描述的系统:

$$dx = \frac{-dV(x, c)}{dx} dt + \sigma(x) dW(t) \quad (1-6)$$

其中, x 被作为随机过程来处理, $W(t)$ 为一个标准 Brown 运动, 表示 x 所受到的一个随机干扰, 而 $\mu(x) = \frac{-dV(x)}{dx}$ 被定义为系统 $x(t)$ 的漂移系数, $\sigma(x)$ 为扩散系数, 表示所受干扰的强度。以上随机微分形式是 Itô 微分[关于随机过程和随机微分方程的知识可以查阅胡适耕等(2008)]。

突变理论研究的初衷就是研究系统均衡态随着参数的连续变化而导致的离散变化。那么研究式(1-6)的突变问题, 首先要定义该系统的均衡状态。传统的经典突变理论在研究确定性系统式(1-1)的均衡点集合时, 有如下定义: $\left\{x \left| \frac{-dV(x, c)}{dx} = 0 \right. \right\}$, 该均衡点有明显的实际意义, 它表示过程演化的静止态。而在随机系统中, 由于过程的演化路径是无数的, 而且是杂乱无章的, 单独研究某个点的静止已经失去意义, 因此只能研究统计意义上的均衡态。为了从统计意义上研究系统演化的突变问题, 就要借助随机过程的统计工具, 如随机变量的概率密度函数。考虑如下概率密度函数:

$$f(u, t, x_0) = \frac{d}{du} \text{Prob} \{x(t) < u | x(0) = x_0\} \quad (1-7)$$

式(1-7)表示以随机变量 x_0 为初值的随机过程 $x(t)$ 在时刻 t 处的概率密度函数。该函数在当 $t \rightarrow \infty$ 时, 有极限 $f(u, t, x_0) \rightarrow f^*$, 其表达式为:

$$f^*(x) = N_a \exp[-V_{sto}(x)] \quad (1-8)$$

其中, N_a 是常数, 而随机势函数 $V_{sto}(x)$ 有:

$$V_{sto}(x) = -2 \int_a^x \frac{\left\{ \frac{-\partial V(z, c)}{\partial z} - \left(\frac{1}{2} \right) [\sigma^2(z)]' \right\}}{\sigma^2(z)} dz \quad (1-9)$$