

牛文元/主编

社会物理学系列 第3号

社会动力学

刘怡君 周 涛 等 著



科学出版社

牛文元/主编

社会物理学系列 第3号

社会动力学

刘怡君 周 涛 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是社会物理学系列丛书的第3号,在对国际社会物理学研究前沿认真探索(社会物理学系列第1号)以及国内社会物理学理论与应用深入研究(社会物理学系列第2号)的基础上,在社会物理学、社会系统学、人类动力学等重要应用领域,邀请国内外知名专家和学者以“社会动力学”为主题撰稿而成。其目的旨在对国际国内社会物理学界全面展示最新的研究理论、研究方法、研究成果及应用价值等。

作为新型的交叉学科,本书可为从事管理学、社会学、政策学和战略学等学科研究的科研人员和高校师生提供借鉴和参考。

图书在版编目(CIP)数据

社会动力学 / 刘怡君, 周涛等著. —北京: 科学出版社, 2012

(社会物理学系列; 3 / 牛文元主编)

ISBN 978-7-03-033965-2

I. 社… II. ①刘…②周 III. 系统动态学 IV. N941.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 060187 号

责任编辑: 李 敏 刘 超 / 责任校对: 宋玲玲

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 耕者设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年4月第 一 版 开本: 787 × 1092 1/16

2012年4月第一次印刷 印张: 15 插页: 2

字数: 340 000

定价: 68.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

中国科学院自然与社会交叉科学研究中心

主 任 穆荣平

首席科学家 牛文元

副 主 任 王 毅

《社会物理学系列》编辑委员会

主 编 牛文元

副主编 王飞跃 顾基发 刘怡君

委 员 (按姓氏汉语拼音排序)

艾南山	池 宏	李培林	李晓轩
李真真	穆荣平	时 勘	宋豫秦
王 毅	王 铮	魏一鸣	薛 澜
于景元	岳天祥		

本书受到中国科学院科技政策与管理科学研究所资助

总论 现代社会物理学的见解与评述

牛文元

20 世纪 80 年代社会网络的出现和普及，已经成为人们日常生活中不可或缺的重要工具，由此引发社会的结构与功能出现令人瞩目的变化。因特网使传统社会中对于信息的索取、识别、过滤、释放或反馈的形式和内容产生了革命性的提升，传统的社会组织、社会行为、社会标准和社会功效无论从外延还是内涵方面均发生了巨变。那种“等级式”、“分工式”、“二元式”的人际关系，被信息的海量化、虚拟化、多元化、速达化所颠覆，“世界是平的”已成为人们在现实世界中的亲身体验，于是诸如社会群体动力、社会行为映射、社会结构演化、社会舆论形成、社会心理识别、社会共识法则、社会道德标准以及虚拟社会环境等，就成了不可避免的研究内容。社会物理学在经历多年沉寂之后，又散发出复兴的活力，不能不思考这些理论的、应用的、乃至寻求社会良知的知识诉求和心理诉求。国际著名刊物 *Science* 在 2009 年的一期特刊中，专门发表 10 余篇论文集中探讨网络社会下的社会行为，就是一个显著的事例。

社会物理学的发轫，可以追溯到久远的年代，古希腊的柏拉图和古罗马的西塞罗都论述到社会领域中所涉及的物理学规则。到了 17 世纪威廉·配第对“政治算术”的提出，开启了人们寻求像物理学那样严谨的定律去研究社会现象。法国社会学家奥古斯特·孔德在 1830 年前后，最早使用“社会物理学”的术语，建立起研究社会的科学设想。他坚持认为只有当理论假设与已确证的定理无矛盾时的“相容性”和所得结论同观察相一致时的“可证性”同时存在时，预设的假定才能转换成科学的陈述。他一直企图用这种理性的思考去面对复杂的社会问题，并想象出“社会秩序”是“自然秩序”的延伸，分别以研究社会结构的社会静力学和研究社会发展的社会动力学等观念，去分析和判别并实现社会问题研究的严格性。自孔德提出社会物理学以来已有近 200 年的时间，社会物理学相继经历了古典社会物理学、近代社会物理学和现代社会物理学三个发展阶段。

古典社会物理学以法国的圣西门、孔德，比利时的凯特莱，英国的霍布斯等为代表，通过力学体系的机械论，去看待和阐述复杂的社会现象，由于类比的牵强和认识的浮泛，虽然在科学发展史上创立了一个学科发展的崭新空间，但是由于受到各方严厉的质疑，古典社会物理学的发展终究还是渐渐式微了。

第二次世界大战之后，近代社会物理学在所谓的哈佛学派、华盛顿学派和剑桥学派等的共同努力下，在古典社会物理学长期萎靡的境况下，迎来了一个发展的新阶段，其主要代表人物（及其理论）有著名的量子物理学家薛定谔（著作

《生命是什么》，1946）、基夫（人类最小努力原则理论，1947）、西蒙斯（国家生存理论，1965）、威尔逊（城市最大熵理论，1970）、哈盖特（地理空间网络，1979）和普里高津（耗散结构理论，1982）等。近代社会物理学企图将自然科学中尤其是物理学中相当成熟的规则，嫁接性地运用到对经济计量、人口分析、空间活动、过程模拟、政治运动、社会选举以及社会行为的分析中，主要用以解释等级性、协调性、选择性、偏好性、不确定性和自组织行为等，力求在一个可计量的系统对上述社会行为作出某种严格的定量的解释。尽管近代社会物理学与古典学派相比，无论其涉及的广度和深度都有长足的进步，但是仍然未能避免传统意义下的物理学与社会学硬性组合的“硬伤”，不是显示出机械论的刻板，就是陷入了结合论的窠臼。因此，尽管近代社会物理学的理论与方法曾受到研究界的热心推动和发扬，但始终由于未能寻找出普适的还原基础和条分缕析的解析空间，所以仍未能获得科学界的积极认同。

以因特网的出现和普及为标志，现代社会物理学应运而生，其最显著的特点，可以归纳为“量子化的社会”和“社会的量子化”的显现，可以体现出“宏观群体行为有序”与“微观个体行为随机”综合识别的可能性，其中必须要探讨的问题是具有统一解释意义的动力、作用、方向、速率、转化、反馈等的过程与规则。在社会网络普及的前提下，研究社会行为的形成机理，运用海量微观粒子（每个人）的“类量子力学”原理，寻求社会物理学的理论基础与实证基础，业已成为了网络社会趋势下现代社会物理学存在的必然。爱尔兰一群年轻的物理学家提出了这样的口号：“为什么人的行为会与基本粒子的行为相似？（Why people do what the particles do？）”这种见解似乎可将现代社会物理学的内涵统一到一个还原论所期望的基础形态，即从物质世界的量子化扩展到人文社会的量子化。中国学者也把网络社会中的社会行为、社会组织、社会结构的研究归纳为：如何从微观上“人”所表现出的随机性和无序性，通过识别和挖掘，寻求在宏观上“人”所表现出的可认知性和可观测性。综上所述，现代社会物理学的实质是建立在以下逻辑的基础上：统一承认物理世界和人文世界随处呈现出广义的“差异”；统一承认广义的“差异”和“非均衡”必然导致广义的“梯度”，统一承认广义的“梯度”必然要产生广义的“力”；统一承认广义“力”的作用下必然产生广义的“运动”和广义的“流”。而探索广义的“运动”和广义的“流”，是自然科学和社会科学共同面对的一致要求，现代社会物理学就是为适应这种统一要求而存在的。可以试图对于现代社会物理学的一般定义作如下的表述：“在网络世界的现实情景中，应用自然科学的思路，经过有效融合和理性修正，用来识别、模拟、解析和寻求在网络环境中社会行为规律和社会结构分布的充分交叉性学科。”

抛开枝节上的纷扰和争论，社会物理学的科学地位至少在如下三个方面是被肯定的。

第一，在各类学科当中，社会物理学是充分地既联系着自然科学，又联系着社会科学的独特学科，具备“统一论”所梦想的沟通自然规律与人文行为之间

的桥梁作用。

第二，在现代社会物理学体系中，将每个人的个体及其空间分布比拟为离散的粒子行为，将人的整体和时间过程比拟为连续的波动行为，这种波粒二象性的特征，又似乎具备“还原论”所梦想的由本原探索社会现象的要求。

第三，当社会进化到每一个个体所触及的认知边界几乎等同于人类整体所触及的认知边界时，已经颠覆了传统上个体影响力在时空域中的极大差异性，由此引发社会结构、社会作用、社会心理、社会行为和社会管理的跃迁，成为了现代社会物理学自身规定的目标函数，由此也就萌发出统一解析现代社会结构和创新社会管理的科学冲动。

社会物理学发展的一个前提是必须承认人是整个自然界的一部分，而由人组成的社会在具有自身特点的同时，同样也离不开整个自然规律的制约。恩格斯的一段话十分发人深省：“自然界的统一性，显示在关于各种现象领域的微分方程的‘惊人相似’之中。”德国著名科学家洪堡在其鸿篇巨制《宇宙》的第一卷中，开宗明义地坚信这种统一性的存在：“我的主要动机是想把外部环境的现象，都纳入到世界的总的联系之中。自然界是一个被运动着的和被作用着的整体。”我们当然不惧怕认识这种统一基础出现的缓慢，只惧怕人们对这种统一基础的存在根本不屑一顾；我们也不惧怕认识这个统一基础的不完美，只惧怕社会物理学家们各执一词而不去寻求深藏的共同语境。这就是为什么明知到达社会物理学的彼岸是荆棘遍地，也要横下心来艰难行进的唯一理由。世界进入21世纪的大趋势及其所显露的新特点，都预示着社会物理学正在酝酿着某种突破性的萌动，这种萌动既来自于社会需求的推挽，更来自于社会物理学家的自身反省，人们很难想象，处于信息时代的社会物理学，会一直因袭旧的哲学观念而不去变革它；也很难想象在新潮流激荡的节点上，社会物理学家会依然沉沦而不去重新思考它的定位和价值。

中国学者自1994年以来一直耕耘在现代社会物理学的土地上，与世界学术同行们一道努力构建着学科的基础与底蕴。将近20年的时光流淌中，中国学者在以下四个方面获得了十分宝贵的成果。

第一，社会作用最小原理。这是社会中驱使人的行为的总动力。如果承认牛顿引力定律是自然界物质宏观运动的支配者，那么社会作用最小原理就是人类行为取向的支配者。我们应用费马最小作用原理的广延，获得了对于这一规则的理论认知。在物理学中，最小作用量原理具有普遍有效性。费马曾以简单几何学的证明提出了光在不同介质中传递路径的最小性。在社会结构中，对于同一事件的理解和反应，常因所处状态的不同而有不同的选择。如何能从不同状态、不同等级、不同层级（相当于物理学中的不同介质）中，寻求行为认同的最小阻力，是社会物理学企图定量解释社会现象并给予普遍性回答的一项重要内容。在社会最小作用原理的阐释中，对于社会组成的每一层级内揭示出了最小作用的存在性，并进而联系到社会 n 层级的整体优化，从而为社会行为选择找出了精确化的解析。

第二,“社会燃烧理论”。在社会温度、社会活化能的概念范畴下,社会燃烧理论(social combustion theory, SCT)通过“社会燃烧物质”的积累,即社会系统中微观“基本粒子”(个体)从同化向异化的“基础社会能量”积聚,引领社会系统朝着社会熵增大的方向演进。同时,通过“社会助燃剂”(社会活化能)的催化,增加了社会系统无序化过程的“社会温度”,完成了社会熵增可以发生跃迁的能量储备。最终在“社会触发阈值”的点燃下,社会系统完成了从有序到无序的突变。上述三组基本的非线性过程的连续变化,共同组成了社会燃烧理论的全部内容。在不同时间、不同空间、不同规模尺度的条件约束下,最终表达出社会系统劣质化的整体动力学解释。普里高津在《从混沌到有序》和哈肯在《协同学导论》中,对于系统从无序到有序的变化,曾经作出过精辟的论述。基于对自组织行为引发的系统熵变化,提出了非线性动力学的解释框架,这无疑对于社会系统行为轨迹的认识是十分重要的。但无论是哈肯,还是普里高津,虽然解释了远离平衡态时自组织引发了从无序走向有序的系统重组和系统收敛,但是对于“系统行为走势波”如何从有序走向无序的理论解析,即对于系统组织的解体和系统有序的解构,再从有序走向无序的社会系统劣质化,则是社会燃烧理论完成的。系统行为演变的“整体变化波”,即二者从无序到有序,再从有序到无序的完整解析,社会燃烧理论的提出具有十分重要的价值。

第三,社会行为选择理论。在社会力的作用下,社会个体行为选择呈现出微观下的表达图式,而在微观表达图式的数目集合中,必然呈现出宏观下的平均状态,即形成了对于社会群体行为选择的表现图式。研究指出,支配社会行为选择的“力”有两大类型:其一称为“行为驱动内力”或“行为突破力”,其二称为“行为驱动外力”或“行为维系力”。行为突破力的自发倾向是不间断地对于“社会行为选择期望值”的破坏与更新;而行为维系力的自发倾向是不间断地对于“社会行为选择期望值”的保持与坚守。行为突破力从微观数目(对于个体行为选择的可能方式)随时空的“无限改变”上获得认识,行为维系力从宏观集合(对于群体行为选择的集合方式)随时空的“整体定常”上获得认识。所构成的在真实社会系统中社会行为的选择图式,只能是行为驱动内力和行为驱动外力二者之间互相制约,彼此妥协与实现均衡的总结果。毋庸置疑,行为驱动内力与行为驱动外力二者作用概率的总和恒等于1,而一旦行为驱动内力与行为驱动外力相等的那一瞬间(概率各等于0.5),达到了一个极为特殊的社会行为选择临界,称之为理想社会行为的标准图式。在统计意义上,理想社会行为标准对应着“期望值”与“方差”获得完全相等时的概率描述,由此找到了在最公理性假设前提下优社会管理标准的合理工具。

第四,社会和谐方程。社会和谐方程由慢变量、中变量和快变量三个层次在统一规则下,体现于拉格朗日方程的社会变体中。它描述了社会系统中微观“基本粒子”(个体)在慢变量作用下从同化走向异化的“基础社会能量”积聚,从而引领社会系统朝着“社会熵”增大(即不和谐)的方向演进。同时,通过中变量的心理激发能催化,增加了社会系统无序化过程的“社会温度”,完成了社

会熵增大至可以产生跃迁的能量储备。最终在快变量即“危机触发阈值”的触动下，社会系统完成了从和谐到不和谐的突变。上述三个基本非线性过程的连续变化，共同组成了社会和谐方程的全部内容。在不同时间、不同空间和不同规模尺度的条件约束下，最终表达了社会和谐水平的整体动力学解释。

以上四个方面的理论探索仍在继续，尤其是在社会网络化的总体社会环境下，既给现代社会物理学研究提出了巨大的挑战，也给现代社会物理学研究提供了全新的刺激。中国科学院自然与社会交叉科学研究中心，将自己的研究方向和研究任务，牢牢地固化在对于现代社会物理学的探索之中。团结在研究中心周围的一群有志青年，既憧憬着闪烁于学术前沿的星光，又体味着献身于学术责任的良知，在一片蛮荒的土地上，无怨无悔地默默进行着异常艰辛的耕耘。天道酬勤，大器晚成，青年学者们的精神、见识和担当，在当代物欲横流、浮躁成风的大环境中，无异带来一片清风拂面的幽静，令人神怡，为之陶然。在鼓励现代社会物理学成长的同时，我更希冀有更多的青年才俊能严肃地关注这一新型学科的成长，同时也能对现代社会物理学的观点和见解展开勇士般的对决。科学是全人类的财富，更是全社会的公器，具有无私的精神和共享的品格，只有在科学海洋中自觉地徜徉、熏陶和磨砺的拓荒者，个中的体悟远不仅仅只是为了幸福他人，从根本上说也是在幸福着自己。

目 录

CONTENTS

总论 现代社会物理学的见解与评述

社会行为选择的力学注记	1
Queuing Problems in Shanghai World Expo	10
椭圆社会学	30
“熵”：从物理到社会	43
人类动力学的基本概念和研究内容	50
人类行为的时间统计特性	54
人类行为时间统计特性的物理模型	65
人类行为的空间统计特性	82
人类行为空间统计特性的物理模型	94
人类行为对传播动力学的影响	104
Who will gain the Chinese wine market? A word-of-mouth model from physics	119
Formation of share market prices under heterogeneous beliefs and common knowledge	135
Discrete Opinion models as a limit case of the CODA model	146
焓分析 (exergy analysis) 与生态系统的普适规则	158
百人村模型与快乐驱动	168
基于社会物理学的突发事件和应急管理的机理体系研究	174
网络舆论的复杂网络实证分析	187
突发事件中信息公开度与社会公信力研究	196
基于社会物理学视角的社会收入跃迁理论	210
农牧交错区居民适应生态保护政策的行为研究	217

社会行为选择的力学注记

牛文元

摘要

社会行为选择的表现结果取决于社会力的方向和大小。在社会力的作用下，社会个体行为选择以微观下的表达图式呈现，而在微观表达图式的数目集合中，又呈现出宏观下的平均状态，即形成了对于社会群体行为选择的表现图式。研究指出，支配社会行为选择的“力”有两大类型：其一，我们称之为“行为驱动内力”或“行为突破力”；其二，我们称之为“行为驱动外力”或“行为维系力”。行为突破力的自发倾向是不间断地对“社会行为选择期望值”的破坏与更新；而行为维系力的自发倾向是不间断地对“社会行为选择期望值”的保持与坚守。行为突破力从微观数目（对于个体行为选择的可能方式）随时空的“无限改变”上获得认识，行为维系力从宏观集合（对于群体行为选择的集合方式）随时空的“整体定常”上获得认识。所构成的在真实社会系统中社会行为的选择图式，只能是行为驱动内力和行为驱动外力二者之间互相制约、彼此妥协与实现均衡的总结果。毋庸置疑，行为驱动内力与行为驱动外力二者的概率总和恒等于1，而一旦行为驱动内力与行为驱动外力相等的那一瞬间（概率各等于0.5），达到的一个极为特殊的社会行为选择临界状态，称之为理想社会行为的标准图式。在统计意义上，理想社会行为标准图式对应着“期望值”与“方差”获得完全相等时的概率描述，因而泊松分布可被用来作为表现这项公理性假设的合理工具。

1. 引言

社会行为选择的基本理论，自18世纪以降，一直成为社会物理学最关注的基础研究问题之一。所谓社会行为的选择，通常包含着两个既有联系又有区别的层次，其一是“社会个体”的行为选择，其二是“社会群体”的行为选择。如果抛开复杂的随机现象和多重时空变化下的社会行为输出方式，社会群体的行为

选择,主要依循于社会个体的行为选择,前者可以如实地视作是在后者行为选择基础上所形成的宏观平抑综合体。换言之,社会群体行为的选择应当表现为社会个体行为选择的“期望值”,这就意味着社会群体行为是全部社会个体行为输出值与其相应概率的乘积之和。这样一来,一个更加简明的理解可以表述为:接近于无限的微观数目的社会个体行为选择,与其各自所发生的概率相乘后的总和,代表着在特定时空条件下社会群体行为选择的宏观表达。在作者关于社会物理学的论述中,多次强调“如何从随机的、无限的微观行为中,获取有序的、可识别的宏观行为,始终是社会物理学探讨的终极目标之一”(牛文元,2007);而社会行为选择中,从微观到宏观的联系与识别,比较清晰地反映出个体行为与群体行为之间的关系,二者由在微观层次上的随机选择上升到宏观层次上的有序描述,恰好代表了人类行为选择的全部意义与过程。

社会学家奥古斯特·孔德,曾经企图用社会静力学与社会动力学去描述人类社会秩序的建立和演化。依照现代的观点,他所谓的社会静力学主要用以说明社会组成成员间的结构关系以及此种关系所体现出的各成员之间互相作用、互相影响、互相制约、互相依存的基本图式。而他所谓的社会动力学则是主要用以描述社会结构关系的系统变迁或演化轨迹的动态表述,以及整体社会系统行为选择随时间的宏观表达。这也表明,社会静力学似乎更多偏重于社会的微观行为选择,而社会动力学似乎更多地偏重于社会系统的宏观时空图式,社会物理学家都十分企盼通过二者的有机组合去刻画社会行为选择的全貌,即利用社会力学对完整的社会结构、社会组织、社会功能、社会行为做出一个从微观到宏观、从无序到有序、从随机到常态的总说明。但是十分遗憾,200年前这位社会物理学的创始者,加上其后的追随者们,始终未能触及到问题的本质,也从未吸取近代物理学尤其是热力学第二定律的精髓,更遑论作出深层次学术解析的精确表述。孔德与绝大多数中古时期从事人文科学研究的学者一样,一直保持着“虽不中亦不远”的心态,一直矜持地维系着“说不透也打不倒的”庄严,一直坚持着“盲人摸象般”的混沌和尽可能发散的多元解,其实这也如实地道出了社会物理学为何在两个多世纪以来仍然停滞不前且迈不进精密科学行列的悲哀(牛文元,1992)。

2. 行为选择的社会力学

行为选择的结果取决于力的方向和大小。在力的作用下,个体的行为选择以微观下的表达图式呈现,进而在微观数目的集合下,又呈现出宏观状态下的平均状态,形成了对于群体行为选择的表现图式。支配社会行为选择的“力”有两大类型:其一,我们称之为“行为驱动内力”或“行为突破力”;其二,我们称之为“行为驱动外力”或“行为维系力”。行为突破力的自发倾向是不间断地对于“社会行为选择期望值”的破坏与更新;而行为维系力的自发倾向是不间断地对于“社会行为选择期望值”的保持与坚守。行为突破力从微观数目

(对于社会个体行为选择的可能方式)随时空的“无限改变”上获得认识,行为维系力从宏观集合(对于社会群体行为选择的集合方式)随时空的“整体定常”上获得认识。一般而言,行为驱动内力即行为突破力常常表达为瞬时、微观、无序和随机;而行为驱动外力即行为维系力常常表达为平均、宏观、有序和可观测。

对于社会行为选择而言,行为驱动内力的产生和作用通常是欲望、利己、感性、率性瞬变的集合,而行为驱动外力的产生和作用通常是理性、利他、抑制、惯性规范的集合。行为驱动内力每时每刻总想突破已有的限制和框架,自发地追寻个人行为的无限自由与解放;而行为驱动外力永远想保持已有的规定和法则,执著地追寻群体行为的定常与固化。行为驱动内力起源于人自身的自我、欲望、感情和易变,而行为驱动外力起源于文明、整体、理性和智慧。行为驱动内力源自于凡事追求“最小付出与最大获得”的小概率奇点,而行为驱动外力发端于社会共识所形成的道德、宗法、共约、法律所承担的“义务规范与文明契约”的整体功能最大化。现实的社会行为选择,一般特指微观个体行为在杂乱多变状况下所形成的宏观群体行为,也就是赋予一定时空条件下真实的社会行为选择,其实质就是行为驱动内力与行为驱动外力互相作用下的总结果。就极端状态而言,如果人类社会仅仅存在行为驱动内力,社会系统将最终成为既无排斥又无吸引的非联系和非组织状态;而如果人类社会仅仅只存在行为驱动外力,社会系统将永远成为一个固化不变的恒久模式。现实行为选择当然不是这里所指的极端状态,真实社会系统中的社会行为选择图式,表达出的只能是行为驱动内力和行为驱动外力二者之间的互相制约,彼此妥协与实现均衡的状态。毋庸置疑,行为驱动内力与行为驱动外力二者的概率总和恒等于1,当行为驱动外力达到极限1时(此时行为驱动内力为0),此时社会系统行为选择表现为“绝对独裁”的图式;而当行为驱动内力达到极限1时(此时行为驱动外力为0),此时社会系统行为选择表现为“绝对自由”的无政府图式。而真实社会系统的行为选择只是处于从绝对独裁到绝对自由所构成的整个序列谱中间的某个位置;某一时段表现出行为驱动内力大于行为驱动外力,另一时段则可能表现出行为驱动内力小于行为驱动外力,二者的概率之和恒等于1。而一旦行为驱动内力与行为驱动外力相等的那一瞬间(概率各等于0.5),则达到了一个极为特殊的社会行为选择临界状态,称之为理想社会行为的标准图式。

3. 理想社会行为的标准判断

前已述及,真实社会行为选择的图式是行为驱动内力与行为驱动外力共同作用的结果,也是这两大驱动力互相竞争、互相妥协、互相平衡共同作用的结果。社会物理学关于社会力学解释的理想追求,就是要找出在理想社会行为选择状态下的社会力学表现。这里提出一个公理式的判断:只有当行为驱动内力恒等于行为驱动外力时所表现出的社会行为选择图式,被定义为人类“理想的”社会

行为选择。换言之，要寻找出行为驱动内力与行为驱动外力相等时的社会行为图式，就要从理论上推导出两大驱动力“等值临界”时微观（社会个体）行为选择所映射的宏观社会行为图式，这也可称之为“标准的”社会系统行为选择图式。在现实世界中，这相当于在一个现存社会系统中，通过对于两大驱动力的选优与调适，达到一个和谐的、效率的、公义的良好社会。

从微观意义上认识，社会个体成员代表的是大量的、离散的、独自的“基本粒子”，其行为选择的意愿和结果只能够表现在统计意义上的价值。如果从宏观层面上去认识，社会群体的行为选择图式可以表现为在微观概率分布谱上对其宏观“期望值”的寻取。于是在第一近似意义上，本文提出只有当微观社会行为选择与宏观行为选择二者在统计概念中处于瞬间的期望值与其方差“获得完全相等”时，才可能构成“理想”社会行为选择图式的标准，这也必将成为在近于无限的微观数目中的微观行为所反映出的两大驱动力达到完全均等时的标准。一旦承认该项假设合理，即可立即推论出泊松分布模式（Poisson Distribution）可成为表述上述公理性假设的合理工具（Morrill, 1971）。

设在一个包含 n 个个体的空间域 A 中，划分为若干栅格，以一个固定的面积 a 作为栅格的单元，并对 n 实施分布。规定如下的基本概念： $r = A/a$ （空间域中共划分出的栅格总数）； $x = n/A$ （表示每个空间中所含的个体数目，相当于平均密度）。

在随机分布条件下，对于 n 个个体而言，某面积单元 a 中一个个体也不存在的概率为

$$\left(1 - \frac{1}{r}\right)^n = \left(1 - \frac{1}{r}\right)^{arx} \quad (1)$$

当 r 足够大时，则有

$$\left(1 - \frac{1}{r}\right)^r = e^{-1} \quad (2)$$

于是，公式（1）可以写成 e^{-ax} 。

进而，当这个面积单元 a 仅能发现一个个体而无其他个体时的概率，可以写成

$$r \left(1 - \frac{1}{r}\right)^{n-1} \quad (3)$$

n 个个体中，任意一个个体均可在该面积单元 a 中被发现的概率则可写成

$$n \cdot \frac{1}{r} \cdot \left(1 - \frac{1}{r}\right)^{n-1} \approx n \cdot \frac{1}{r} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{r}\right)} \cdot e^{-ax} \quad (4)$$

当 r 足够大时，则 $\frac{1}{r} \rightarrow 0$ ，即公式（4）中的分母 $\left(1 - \frac{1}{r}\right)$ 趋近于 1，则公式（4）能写成

$$arx \cdot \left(\frac{1}{r}\right) \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{r}\right)} \cdot e^{-ax} \approx axe^{-ax} \quad (5)$$

由此推及，在某个面积单元 a 中可能发现两个特定个体的机会应能表达为

$$\left(\frac{1}{r}\right)^2 \cdot \left(1 - \frac{1}{r}\right)^{n-2} \quad (6)$$

对于 n 个个体而言, 两个点被选择的方式为

$$\frac{n(n-1)}{2!} \uparrow$$

这样在这个面积单元 a 中可能同时发现两个个体的概率为

$$\begin{aligned} \frac{n(n-1)}{2!} \cdot \left(\frac{1}{r}\right)^2 \cdot \left(1 - \frac{1}{r}\right)^{n-2} &\approx \frac{axr(axr-1)}{2!} \cdot \left(\frac{1}{r}\right)^2 \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{r}\right)^2} \cdot e^{-ax} \\ &\approx \frac{(ax)^2}{2!} e^{-ax} \end{aligned} \quad (7)$$

依此, 可能推演出在一个面积单位 a 中包括了 3 个个体直至包含 n 个个体的概率分布。总括起来, 在一个分割成 r 个栅格组成的空间域中, 面积单元 a 中可能包括各个直至 n 个个体的概率总体即被写成

$$e^{-ax}, axe^{-ax}, \frac{(ax)^2}{2!}e^{-ax}, \frac{(ax)^3}{3!}e^{-ax}, \dots \quad (8)$$

这就是著名的泊松分布, 其概率总和恒等于 1。

如果一个社会系统的空间结构, 符合泊松分布所表达的规律, 即在通常情形下符合

$$P(\xi = n) = \frac{\lambda}{n!} e^{-\lambda} \quad (\lambda = ax) \quad (9)$$

如果一个社会系统的行为选择图式, 正巧能够满足泊松分布的描述, 则它将被认为是“理想”的社会行为选择标准。此理想状态下, 既不是行为驱动内力发生概率 = 1 (行为驱动外力 = 0), 也不是行为驱动外力发生概率 = 1 (行为驱动内力 = 0), 而是处于两大驱动力发生概率各等于 0.5 的临界位置上, 由此拟定出理想社会行为选择的定量标准。

现实的社会行为选择图式很难正巧处于这种理想的临界点上, 更多的是发生在理想标准图式下, 社会行为选择图式向由两个极端概率包含空间所形成的社会行为选择谱 (“0-1” 社会行为选择谱) 中移动, 这可以依照两大驱动力互相作用下的实际结果去判断。在本文中特别规定, 在 “0-1” 社会行为选择图式谱中, 由理想社会行为选择 (概率 0.5) 向上, 行为驱动内力越来越强, 行为驱动外力越来越弱, 一直到图式谱中概率 1 的位置, 此时行为驱动内力达到概率最大值 1 (行为驱动外力为 0); 如果由理想社会行为选择 (概率 0.5) 向下, 行为驱动外力越来越强, 行为驱动内力越来越弱, 一直到图式谱中 0 的位置, 此时行为驱动外力达到概率最大 1 (行为驱动内力为 0)。

4. 现实社会行为选择的 “行为尺度谱”

可以将理想社会行为图式看做是现实社会行为图式的特例, 从而将现实的社

会行为选择图式想象成为偏离泊松分布程度的空间点阵。任何现实的社会行为选择,均应以理想社会行为模式作为标准和出发点,向两个方向作空间演进,即从完全符合泊松分布的二维空间点阵集合出发,随着行为驱动内力的加大,在该二维空间中点的分布“越来越分散”,一直到行为驱动内力达到它的最大值时,空间点阵呈完全的等距分布(显现出社会行为选择的绝对自由)。同时随着行为驱动外力的加大,在该二维空间中点的分布“越来越集中”,一直到行为驱动外力达到它的最大值时,空间点阵呈完全集簇式的聚合分布(显现出社会行为选择的绝对服从)。这种趋向分散和均匀的走势,与趋向聚合和集簇的空间点阵表达,完成了现实社会行为的全谱系空间图式。由此,在两大驱动力互相作用的总表现中,可以将某一时刻现实社会行为选择完整地纳入到一个统一的、可比的、具有精确数量比较的图式空间谱中(牛文元,2009)。

由此本文设计出一个称之为“行为尺度”(Behavior Scale, BS)的指标,用于对于全部社会行为选择的度量。行为尺度以泊松分布作为理想社会行为选择的标准,分别向两个极值方向(即行为驱动内力为0和行为驱动外力为0)呈现连续的对称式展开,这样任何一种现实的社会行为选择,均可望能在行为尺度谱上找到它的位置,同时亦可精确地判定这种行为选择对于理想社会行为选择的背离程度。

对于任何一个真实的社会行为选择,一旦运用合适的指标,并将这种社会行为选择转化为具有数值意义的“点”之后,可获得这些点在一个二维空间中的分布图式。以这些点所占据二维空间中的单位格网所量算出的实际距离之和 D_a ,与标准泊松分布时社会行为选择所占格网的理想距离之和 D_p 实施比较,二者之比值 D_a/D_p 即构成了行为尺度指标。很显然,如果行为尺度BS的数值恰好等于0.5,则意味着 $D_a = D_p$,说明此时现实的社会行为选择等同于理想的社会行为选择。当 $BS > 0.5$,则社会行为选择图式逐步趋向于分散和均匀,直到 $BS = 1$, $D_a = 2D_p$,即为行为驱动内力达到最大而行为驱动外力为零。相反,当 $BS < 0.5$,则社会行为选择逐步趋向集中和簇聚,直到 $BS = 0$,此状态 $D_a = 0$,即为行为驱动外力最大而行为驱动内力为0。采用这个连续的、精确的、以理想社会行为选择的泊松分布为中心呈对称式展开的行为谱,既可以衡量现实社会行为构成中微观(个体)与宏观(群体)之间的关系,又可以衡量社会行为选择的合理程度,从而为社会行为的最优调控提供一个可识别的统一度量的工具。

4.1 统一网络

依照社会行为选择的力学要求,统一选取以社会个体数目为依据的二维格网。该格网呈现欧氏平面的正方形布局。在该格网中,每一个面积单元对应着“空”、“实”两种状态,而不考虑该格网中社会个体的数目。为了计量上的方便,在本文中取社会个体数目 n 正好等于格网的栅格数目。这样设定的优点是:当 $BS = 1$ 时,每一个栅格刚好容纳一个个体;当 $BS = 0$ 时,所有的个体完全集聚于唯一的一个栅格内。

4.2 点的分布

格网中的“点”，代表着社会个体的存在状态和数量。在理想状态下，一个格网中无点存在，以及存在1个点、2个点……服从泊松分布，均以格网中或“空”（无人）或“实”（可以是1, 2, 3…）作为计量。由于总点数（社会个体数目）与格网的栅格数目相等，可以十分容易想象：在 $BS=1$ 时，每个栅格刚好都有1个点，呈完全均匀分散状态。而在 $BS=0$ 时，所有的点（社会个体数目）均集中于唯一的一个栅格中，呈完全集簇状态。

4.3 距离判定

相邻的两个有点栅格，垂直距离取1（方位角 $=0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ ），斜角距离取 $\sqrt{2}$ （方位角 $=45^\circ, 135^\circ, 225^\circ, 315^\circ$ ）。

不相邻接的有点格网，取这两个有点格网之间的最短距离。凡是在垂直距离上与最近有点格网的距离增量为 u^2 （ u 为距离有点格网之数目），在非垂直距离上距离增量为 $(\sqrt{2}u)^2$ 。

无论相邻或非相邻有点格网中，所含点数不同时，以各自点数占计算格网中点数总和之比加以订正。于是有

$$D_a = \sum_{\theta=1}^h \sum_{\theta=1}^{360^\circ} [(d_{ij} + \Delta d)]_{\min}]_{\theta} \cdot (p_i / (1 - p_i)) \quad (10)$$

式中： θ 为方位角，取垂直和斜角各4个方向，服从： $\theta=0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ 时，距离取1，而 $\theta=45^\circ, 135^\circ, 225^\circ, 315^\circ$ 时，距离取 $\sqrt{2}$ ； h 为直接相邻格网数目； d_{ij} 为最近两个含点格网之距离； Δd 为由于非相邻状态下一对含点格网计算最短距离的订正； p_i 为计算含点格网对中点数不相等时的概率订正。

4.4 行为尺度

行为尺度 $BS=1/2 (D_a/D_0)$ ， D_a 为实际含点栅格间的距离测定， D_0 为泊松分布时含点栅格的理想距离，由此

$$BS = \sum_{\theta=1}^h \sum_{\theta=1}^{360^\circ} \{ [(d_{ij} + \Delta d)]_{\min}]_{\theta} \cdot (p_i / (1 - p_i)) \} / D_0 \quad (11)$$

当 $D_a = D_0$ ，则 $BS=0.5$ （代表理想的社会行为选择图式）；当 $D_a = 2D_0$ ，则 $BS=1.0$ （代表行为驱动内力最大，处于完全分散的社会行为选择）；当 $D_a/D_0=0$ ，则 $BS=0$ （代表行为驱动外力最大，处于完全集聚的社会行为选择）。

4.5 建立 BS 谱

行为尺度谱（BS谱）如图1所示。