

曾 旗 等 编著

矿区可持续发展的自组织 理论与实践

煤炭工业出版社

矿区可持续发展的自组织 理论与实践

曾 旗 冯之前 向 阳 编著
贺晓顺 王素玲 杜水锋

煤炭工业出版社

·北 京·

图书在版编目 (CIP) 数据

矿区可持续发展的自组织理论与实践/曾旗等编著.
北京:煤炭工业出版社, 2003
ISBN 7-5020-2282-1

I. 矿… II. 曾… III. 矿区—可持续发展—研究
IV. F407.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 016004 号

矿区可持续发展的自组织理论与实践

曾 旗 等 编 著

责任编辑: 宋 黎 明

*

煤炭工业出版社 出版发行

(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

北京房山宏伟印刷厂 印刷

*

开本 787mm×1092mm¹/₃₂ 印张 5⁵/₈

字数 119 千字 印数 1—700

2003 年 5 月第 1 版 2003 年 5 月第 1 次印刷

社内编号 5054 定价 19.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书介绍了近几年来国内外自组织理论的发展动向与趋势，重点阐述了矿区可持续发展的耗散结构模式、各产业演替机理、产业结构演替分岔模型、产业结构评价与优化模型，以及基于自组织理论的矿区可持续发展的动态耦合与协调控制模型。

本书可供企业管理者、技术人员、高校教师及研究生阅读。

序

近年来，煤炭工业同国民经济一样迅速发展，已具备相当大的规模，在目前的能源结构中约占60%~70%，煤炭工业为国民经济发展做出了巨大的贡献。中国煤炭企业摆脱了计划经济对企业的束缚，逐步具有了市场竞争力。

但是，随着煤炭企业所面临的内外部环境的不不断变化和国有大中型企业改革的不断深入，煤炭企业经营状况波动起伏，整体上处于一个不断的适应与再适应，组织与再组织，创新与再创新的过程。体制、管理、技术水平等方面也在不断地完善当中，煤炭企业对市场经济的适应能力和把握能力有待于进一步提高。同时，煤炭资源属不可再生资源，煤炭开采必然受到矿区剩余储量的制约，煤炭企业或早或晚都将面临资源衰竭的现实。

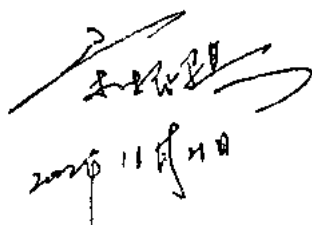
因此，为维持矿区，特别是衰老矿区的可持续发展，就必须从战略高度研究煤炭开采与非煤炭产业演替的自组织机理、竞争与协作关系、产业结构调整与优化，以及培育新的经济增长点等一系列重大问题，揭示其可持续发展过程中煤炭开采、非煤产业的有序演替规律、变化过程和发展趋势，从而探寻解决新矿区产业经济重点和产业结构调整，以及衰老矿区在资源衰竭情况下，后续和替代产业发展。

本世纪60年代以来，一系列自组织理论如普里高津的耗散结构、哈肯的协同学、艾根的超循环理论、托姆的突变论、费根鲍姆的混沌理论和曼德·勃罗的分形学等相继出现，

引起了包括物理学界、生物学界、哲学界、社会科学界以及经济学界的广泛关注。上述理论从不同侧面揭示了开放系统从无序到有序进化的一般规律：当一个开放系统远离平衡态时，由于其内部的非线性相互作用，利用涨落的诱因，使系统从一种状态跃迁到另一种状态，从无序走向有序，从低级有序走向高级有序。自组织理论最突出的特征是非平衡相变，主要是由热力学基础、时空结构、确定性混沌、触发非平衡相变的涨落以及外噪声诱导相变所构成。自组织理论建立的最大贡献在于把非平衡热力学为基础的这一理论，成功地开辟了一个新的领域：研究世界复杂性的生命问题以及社会或经济的问题，并已经得出了许多有意义的结论。

本书作者在吸收国内外该领域研究成果的基础上，充分考虑我国煤炭企业独特的行业特点与自身发展的内在规律，对矿区社会经济系统可持续发展的耗散结构模式、自组织演替机理及分岔模型、产业结构调整与优化、可持续发展的动态耦合与协调控制模型进行了系统的、富有创新性的理论、模型和方法的应用研究。将自组织理论很好地应用到矿区的社会经济系统之中，国内外学者对此问题研究甚少，作者在这一研究领域做出了许多有意义的研究，具有一定的理论和应用价值，特别是对衰老矿区尽快走出困境，实现可持续发展具有重要的指导意义。

中国科学院院士



2006 11月11日

前 言

21 世纪的到来，我们将经历一个前所未有的变革时代，煤炭工业作为国民经济发展的重要能源支柱，将继续发挥着巨大的作用。

近几年来，随着科学技术的飞速发展以及国家煤炭工业政策的逐步调整，使得煤炭企业的生存环境有了重大的变化，市场竞争日趋激烈，经营环境随外界环境不断变化，煤炭企业面临着整个行业结构的调整。因此，这就需要从战略高度来研究不断出现的新问题，探索煤炭企业可持续发展过程中煤炭开采与非煤产业及其之间的竞争与协作关系、产业结构调整与优化等一系列重大问题。

与此同时，全国哲学与社会科学规划办公室和河南省自然科学基金委员会对矿区可持续发展问题十分重视，资助了这方面的课题，学术界也进行了不少有益的探索与研究，一些煤炭企业开始了这方面的实践探索。1999 年以来，本人作为主持人，承担了国家社会科学基金项目《我国衰老矿区产业演替规律、产业政策及可持续发展战略研究》、河南省自然科学基金项目《矿区可持续发展的自组织机理及产业结构优化研究》等国家及省部级项目的研究，同时与平煤集团、鹤煤集团和焦煤集团等企业合作，开展了有关矿区可持续发展方面的大量研究。在这些课题的研究当中，我们始终跟踪国内外最新的研究动态和相关理论的发展，力求使研究既具有一定的理论水平又与矿区的实践密切结合，真正使研

究成果能够对我国煤炭企业有一定的指导意义。

在课题的研究过程中，我们发现，无论企业的经营管理人员，还是高校教师和学生以及其它研究人员，对企业可持续发展的自组织理论表现出浓厚的兴趣，希望能有比较全面、系统的了解。因此，我们将这几年来的部分研究成果系统整理，写成此书，以满足这方面的需要。

本书的出版得到了河南省高等学校创新人才基金、焦作工学院省级重点学科（采矿工程）基金的资助，在此深表感谢。

本书还引用了国内外一些学者的研究成果和观点，对他们也表示感谢。

曾 旗

2003 年春于焦作工学院

目 录

第一章	导 论	1
第二章	自组织理论与矿区社会经济系统的 耗散结构模式	15
第三章	矿区社会经济系统可持续发展的演替 机理	45
第四章	矿区社会经济系统产业结构演替分岔 模型	83
第五章	矿区社会经济系统产业结构评价指标 体系	98
第六章	矿区社会经济系统产业结构评价与 优化模型	121
第七章	基于自组织理论的矿区可持续发展的 动态耦合与协调控制模型	138
附表 1		163
附表 2		164
附表 3		166
参考文献		168

第一章 导 论

近年来，随着国有大中型企业改革的不断深化，煤炭企业发生了巨大的变化，从严重的全行业亏损到逐渐扭亏为盈，显示了煤炭行业正处于一个重大的历史变革时期。

从独特的行业特点与严酷的市场环境来看，煤炭企业要取得生存与可持续发展，就必须从理论与实践上对一些重大的企业发展问题作较深入的研究。

我们知道，煤炭资源属不可再生资源，煤炭开采业必然受到矿区所剩余煤炭储量的制约。因而，煤炭开采业的自组织演替过程，必然经历建设期（投入期）、达产期（成长期）、稳产期（成熟期）和减产期（衰退期）。也就是说，在可以预见的若干年后，煤炭开采业必然在矿区社会经济系统中逐渐衰退。为维持矿区社会经济系统的可持续发展，特别是维持已进入衰退期的矿区社会经济系统的可持续发展，就必须发展可替代产业。因而也就有必要深入研究矿区社会经济系统演替的自组织规律，揭示其可持续发展过程中煤炭开采、非煤产业的有序演替机理、变化过程和发展趋势。

矿区社会经济系统是一个集人力资源、煤炭资源及开发、非煤产业、生态环境等环状耦合嵌套为一体的非平衡巨系统，且具有开放性、非平衡性及非线性特征。这一系统的演替及发展规律可用包括耗散结构理论、协同学、突变论等在内的自组织理论来解释与描述。自组织理论为解决矿区社会经济系统中人与自然环境、煤炭开采与非煤产业协

调发展以及整个矿区的可持续发展问题带来了新契机，提供了一套全新的理论体系与思维方法。

从目前我国经济体制改革的形势来看，产业结构调整已成为国民经济发展的迫切要求和面临的重要任务。这种形势对于长期从事单一产业、单一初级产品经营的煤炭企业来说，既是一场严峻的挑战，也是一次调整产业结构，搞活生产经营的重大历史机遇。这要求我们必须改变传统的煤炭开采和洗选加工为本业的狭义的煤炭工业的观念，树立全新的大煤炭工业的观念。

目前，多数煤炭企业从事单一的煤炭开采及洗选加工业，非煤产业发展缓慢，且多属于劳动密集型企业，高科技、高效益企业少，技术开发项目少，加工项目多，而且面临着资金缺口大、富余人员增加快、经营信息不灵、转产安置任务重等难题。因而承受市场风险能力差，生产规模小，无法形成规模效益。产业结构的不合理、重复建设的结果不仅使本来就很有限的资金、科技人员及物力产生不出最佳效益，而且对煤炭企业经营机制的转变也产生严重的不利影响。

煤炭经济学界有识之士已开始认识到调整矿区产业结构的重要性，非煤产业发展必须实现新的突破，如必须进一步拓宽产业面，弥补一部分被社会占领的“产业空缺”，并以煤炭为依托，利用矿区的人、财、物及自然资源优势，培养发展非煤支柱产业。而且还迫切需要上升到理论高度，对产业结构的调整与优化进行定性与定量分析，形成较为系统的理论与实践体系，以阐明产业结构转换的一般规律，从而指导解决新矿区产业经济重点和产业结构选择以及衰老矿区在资源衰竭的情况下，后续和替代产业建设等一系列问题。显

然，调整矿区社会经济系统的产业结构，研究产业部门之间生产经营耦合关系和数量比例关系，着眼于产业部门各行业间的动态优化，确立各产业的优先发展顺序，对于不断提高矿区社会经济系统的整体经济效益有着非常重要的意义。

产业部门及其各行业之间生产经营耦合关系和数量比例关系是非常复杂的，如何通过定量的分析、计算、评价、调整及预测直到优化产业结构，单靠人力简单计算和经验直觉判断显然是难以实现的。根据系统最优化原则及自组织理论，建立矿区社会经济系统可持续发展的耦合关系模型和产业结构优化模型，并通过计算机快速运算可顺利实现上述目标。

企业可持续发展的自组织机理研究，是目前国内外这一领域研究的前沿课题。调整与优化产业结构又是矿区社会经济系统可持续发展的必由之路。因而，对这一课题进行较深入的研究，并解决相关理论与实践问题，具有重要的理论意义和实践意义，并能取得较大的经济效益。

1.1 关于自组织理论

自组织理论是适应现代科学技术整体化发展的需要，采用全新的科学理论和方法，适应对复杂系统的规律进行系统的研究。自组织理论本身不仅在充实和完善，而且在研究非生命的物理现象、化学现象、天体演化、黑洞宇观现象到研究生命的生物进化、社会经济的发展变化、产业演替及结构优化等方面，都不同程度地得到了一些新奇的结果，产生了许多新思想、新观点和新方法，引起了广泛的关注。

自组织理论的创立，发端于物理、化学的自组织现象，其后逐渐将其研究与应用的范围渗透到其它领域。国际上研

究自组织理论的学派主要有三个：一是比利时布鲁塞尔国际物理化学研究所 Prigogine 为首的布鲁塞尔学派，他们创立了属于非平衡统计物理学的耗散结构理论，他本人为此项研究，于 1977 年获得诺贝尔化学奖；二是德国斯图加特大学的著名物理学家 Haken 领导的斯图加特学派，他们创立协同学。协同学把不同学科中共同存在的协同现象抽取出来，作为自己的研究对象，并用共同的数学模型加以刻画，因此被称为一门新兴的横断学科；三是德国的生物学家 Eigen 提出的超循环理论，它解释了生物的变化和遗传变异过程，为生命科学奠定了理论基础。

Prigogine 早先研究了在宏观系统演化过程中时间的单向性和不可逆过程，Onsager 后来提出最小熵产生定理。当热力学偏离平衡时，内部必定出现不可逆过程，当离平衡态不远时，称为线性区。在外界控制条件不变的条件下，系统总向定态演化。在远离平衡态即超越了最小熵产生定理范围的非线性区，Prigogine、Glansclorff 等提出了“自组织”和“耗散结构”的概念。在这一区域，系统定态有可能失稳，系统内部的涨落能驱使它进入具有时间空间或功能结构的状态。这个过程即为“自组织过程”，所形成的结构称“耗散结构”。只有在系统与外界不断进行物质能量交流的条件下，“耗散结构”才能维持。

Haken 则从另一途径在这领域作出了独特贡献。Haken 和 Sallermann 早先建立了系统的非线性激光理论和激光噪声的非线性理论。1971 年，Haken 提出了“协同学”，对以激光、生物、生态等为代表的自组织过程作统一的研究。

Eigen 所提出的超循环理论是关于生物系统在分子级的理论，它揭示了生物自复制自催化、自繁殖的概况。我国学

者胡传机等根据超循环理论，结合中国古代哲学，提出了“开放循环论”。开放循环论揭示了物质世界处于普遍流动和循环的这一规律性。

另外，突变论在研究自然界连续的量变怎样引起突变方向上也对自组织理论的形成起到了积极的作用。

耗散结构、协同学、超循环理论和突变理论等都各自成功地提出了自组织学说。它们运用定量的数学方法揭示了系统自组织及不同的自组织层次之间相互关系的机理，回答了各种自组织的形成、发展和演化规律问题。

另外，前苏联学者、日本学者在创立自组织理论方面也做了一些工作。

正当自组织理论的创始人寻求自然界乃至社会生活中各种精妙的有序结构时，另外一些物理学家、数学家和生物学家却在非线性系统的研究中取得了新的突破，提出了“混沌现象”。“混沌现象”既不同于气体处于平衡态时分子的无规则运动和碰撞，也不同于通常意义下的时空有序结构。“混沌现象”的发现并没有否定自组织过程的理论，相反，使得这一理论变的更加丰富了。自组织理论中的非平衡相变有两种发展前途，一是通常意义下的时空有序结构或功能结构，另一个就是混沌行为。

由于开放系统从外界引入负熵流（物质、能量、信息）来抵消自身的熵产生，这就有可能从浑沌无序的状态向新的有序状态转化。自然界中可能同时存在“退化”和“进化”两种趋势，把物理学规律、化学规律和生物学规律统一起来，自组织正在解决一系列自然科学问题。

Prigogine、Nkllis、Haken 等人曾探讨过对活系统的新陈代谢必不可少的高能分子 ATP（三磷酸腺苷）的糖酵解循

环的相干结构与化学耗散结构的相似性；在定性研究方面，人们在不断扩大自组织过程的研究范围，Prigogine、Allen等人还用自组织的观点解释了白蚁筑巢、寻找食物的自发会聚现象。Dewel等人在将重态度化群方法应用于非平衡相变方面有不少工作是值得继续进行的。

关于化学振荡问题，Belousov - Zhabotinski 反应也会形成远离平衡的有序结构。将 $\text{Ge}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 KBrO_3 、 $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ 、 H_2SO_4 和几滴氧化还原指示剂混合搅拌后倒入试管中，在一定条件下，浓度会出现随时间周期性的振荡，形成有序的动态稳定结构，结构依靠供给反应物质维持。

关于激光发射问题，一个激光器，当外界泵入原子系统的能量未达到阈值时，光场系统处于无序状态；当泵入能量达到一定阈值时，激光器发射出单色性、方向性和相干性极好的受激发射光，形成频率和位相都有序的动态稳定结构，结构靠外界泵入能量维持。

关于细胞组织问题，在生理学的发展中，早已知道相同的细胞会自发组织成为有确定边界的结构。细胞胚胎起源中细胞相互作用的代表性模型是由细胞组成盘基网柄菌，还有灰厚菌也是由单细胞聚集而成的一个有序的多细胞组织。

在非平衡相变的热力学基础研究中，根据非平衡热力学证明了当系统远离平衡到一定程度时，系统定态有可能失去稳定性，从而在涨落的驱动下跃入时空有序结构或功能结构。

近几年我国学者在这一领域的研究也取得了一定的进展。

可以看出自组织理论在上述各方面的研究，基本上局限

于无生命系统。当今，其研究的重点已从物理、化学等非生命系统向生命系统过渡。

社会经济问题一直是个热门研究领域。不同学科从不同的角度出发来讨论研究。把社会、经济问题作为一个开放系统，通过自组织过程，把其研究的范围扩大到具有生命现象的社会经济系统当中，这是当今自组织理论研究的前沿课题。

Prigogine 等人用自组织的观点和方法描述和解释了城市的形成；Haken 则计算并构造了舆论形成和转移问题与模型；Uirich 和 Probst 等人深入研究了自组织的社会管理问题；Erich 和 Jantsch 等人则把自组织科学的各种优秀成果应用于自然界的进化过程；Haken 在其科普性著作中也尝试用协同学的思想描述科学革命与大脑的思维过程。

一般来说，物理学中的概念和方法可以通过两条途径应用于社会现象的研究。一条是通过结构的类似性进行定性的讨论；另一条途径是运用详细的定量数学方法进行研究 and 计算。已有成果对在定量社会学中的基本概念、方程及典型例子“包括生灭过程和迁徙过程在内的人口动力学”做了详细的研究，另外还讨论了当代社会生活中两个根本问题：经济发展问题和战争与和平问题，并建立了初步的模型。

我国不少科学工作者对自组织理论在社会经济系统中的研究作过许多工作。如用耗散结构的一些基本理论和基本方法建立了社会经济模型，并着重研究了系统随时间演化出现新的稳定结构的条件以及这些不同的结构怎样依赖着参数的不同取值而变化。在求解方程时，应用了自组织理论所采用的非线性数学等一些数学工具，同时应用了自组织理论的物理概念，例如快、慢变量等来简化问题。但该文献所研究的

问题也仅仅是社会经济系统中的一两个侧面，远没有达到从系统全局出发，建立一套完整的社会经济模型。

从社会经济系统的某一个局域入手来研究其自组织机理，这方面的工作主要有：乡村、城镇生态系统是一个典型自组织系统，它每天都要输入食品、燃料和其他日用品，同时要输出产品和废物，这样才能生存下去，以保持一种稳定的有序结构，这种稳定的有序结构是非平衡的，对外全面开放，激烈竞争，充分利用涨落作用，对内协同、有序、自组织、自适应、自催化且有非线性作用。上述乡镇自组织系统的论述，仅是从其自组织的一般特征及结构而论，对其可持续发展的未来模式涉及不多。

物资流通领域、地震科学、土地系统、图书情报系统、哲学、一般自组织理论等自组织问题也有不少学者涉足。目前研究的企业系统、区域经济、技术引进等侧重于自组织系统的一般概念、原理研究，对系统的自组织运作，特别是企业自组织模式及相关因素耦合模型的研究涉足尚少。

在管理科学中，我们可把管理对象视为人工自组织系统，而管理的本质是自组织的功能之一。所谓管理科学化，就是要适时适势地引入适当的信息流和物质流，降低对象的熵值，提高组织的有序度。所以，管理工作要产生思想和政策，并把信息的交换量作为衡量管理效能的重要依据。

关于投资系统，Weidlich 和 Hkang 与经济学家的合作过程中建立了投资者的模型，并用该模型计算了联邦德国 1955~1985 年间的经济发展，得到了与实际相当一致的结果，引起了经济学界的震惊。在我国，以“膨胀——紧缩——膨胀”为特征的投资波动是投资领域中长期存在的问题。虽然每次投资波动到来之时，临时的调整措施也能奏一