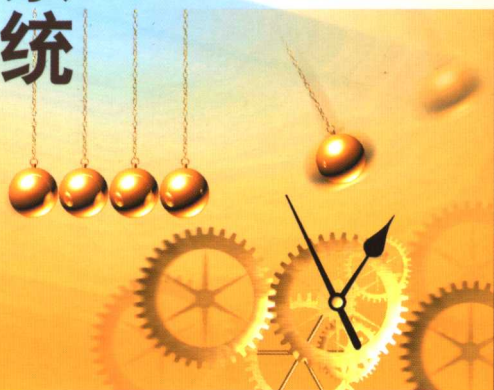


■ 吴永平 著

# 煤矿系统 协同性与复杂性研究



MEIKUANGXITONG  
XIETONGXINGYUFUZAXINGYANJIU

煤炭工业出版社

# 煤矿系统协同性与 复杂性研究

吴永平 著

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

## 前 言

资源企业系统是一个大系统，其系统规模大，系统结构复杂、功能多而全，自然与人造系统复合；人—机—自然—环境，包含着多个相互关联的子系统，整个系统的特性既体现在各个子系统的单独特性上，同时又体现在各子系统之间相互关联的特性上。同时资源企业系统又是一个动态的多级大系统，系统模型存在不同的时标，即多时标且时标相差很大，从系统的初始状态时标到系统的终止状态时标相差几年甚至上百年；系统的结构、性能及各子系统的目标和约束不同，且有些目标是相互制约的。它还是一个开放的复杂巨系统，系统与外部条件、环境有普遍的联系与制约，外部条件对系统有影响作用，系统对外部有反作用，无时不在与其内、外部环境发生物质、能量与信息的交换——即耗散。

在这个煤矿系统中，协同是演化发展的内生动力。市场经济条件下的煤炭企业系统是在一定环境下存在的一类自组织系统。在市场经济中，矿区系统内原煤生产、商品销售和投资决策等经营行为完全由企业自主实施；煤矿企业系统内各利益主体间关系在互惠互利和平等协作基础上自发形成，充分反映出煤矿企业系统的自组织性。既然煤矿系统是一类自组织系统，那么推动系统发展演化的内生动力，则是系统内各个子系统间在非线性相互作用基础之上的协同。矿区系统要素众多，相互间关系错综复杂，正是由于系统要素间的相互关系使系统要素的协同合作有了客观基础，协同与合作使矿区成为一个有机的区域整体。协同反映的是事物之间、系统或要素之间保持合作性、集体性的状态和趋势。协同是系统自组织演化发展的动力和源泉，煤矿系统的自组

织演化正是由矿区内系统要素间的协同推动。所以,协同性是煤矿系统的重要特征,研究煤矿系统的协同机理与发展体系的评价是十分重要的。

煤矿系统协同发展体系的基本目标是建立生态矿山、实行可持续发展。本书研究的煤矿协同发展体系主要由七大方面组成。此协同发展体系的动力则包括创新这一主动力和其他辅助动力,协同发展体系的机制是上述各部分之间进行决策、组织、指挥、控制、协调、创新等的动态调控机制。在企业生产经营系统的基础上,通过主体策划实现企业各构成部分、各方面、各环节的协调一致。因此,可将其建成为基于合理成本的煤炭生产经营七协同,即生产与经营协同;煤与非煤协同;生产与创新协同;生产与生态协同;生产与企业文化协同;生产与安全协同;企业与外部环境协同。它们相互补充,构成了一个协同的有机整体。

同时,如前所述,煤矿系统又是一个复杂大系统,复杂性是其重要的特性。目前我国的国有大型煤炭企业都面临转型、改制、重构,以及提高安全生产、管理效率、经济和社会效益等问题,煤矿系统管理复杂性还有许多研究领域需要去开拓和探索,特别是微观管理复杂性的理论与实践有许多方面比较粗糙、空泛,缺乏可操作性;对复杂性的机理、主要表现形式及组织的演化规律研究不够;对适用于复杂管理系统的管理与控制方法缺乏科学而深入的研究,仍停留在非线性方法和混沌理论在管理中简单的应用阶段;对复杂煤矿管理系统所需的组织结构、组织设计、组织文化、组织战略与计划缺乏系统深入的研究等问题。所以,我国的煤炭资源企业,存在着严重的中、微观生态环境、人文社会环境、工程环境等系统的复杂性和协同性的问题。根据煤矿资源企业系统的特征,研究系统的协同性和复杂性显得非常重要。

而复杂性理论的协同理论发展理论及方法的提出,无疑为解决资源企业系统问题提供了理论和方法论。

复杂性科学与管理科学的结合是管理科学发展的一个重要方向。20 世纪 80 年代, 复杂性研究在世界范围内的兴起, 对管理复杂性研究产生了深刻的影响。管理科学学派将熵理论、非线性理论、耗散结构理论、协同论、突变论等复杂性理论与新的数学手段和技术应用于管理科学领域, 在复杂性科学的基础之上产生的一门新的学科——管理复杂性研究。复杂性理论是这个学科重要的理论支柱。复杂性研究可划分为交叉学派、混沌理论学派、系统动力学派、自适应系统理论、结构基础学派等。

对现有复杂性研究各学派的理论与方法的深入研究, 根据企业组织管理系统结构化、次结构化、非结构化及其关系等特点, 进行煤矿管理系统复杂性研究最适宜的理论应为结构学基础派理论与方法, 这已经成为学者们的共识。

复杂性研究要走精密科学之路, 不仅要定性, 还要定量地研究目标。本书立足于煤矿组织系统微观管理系统复杂性建模还原性研究和对它的中观自然环境系统、生态环境系统、人文环境系统的发展、演化与相互作用关系的整体协同性、复杂性领域的研究; 由管理理论创新的原则, 以独特的研究方法 with 理念, 提出了一个基于结构复杂性、熵理论与其他复杂性理论交叉综合的企业组织微观管理系统复杂性评价尺度量化指标体系建模研究理论与方法。

本书内容主要分为两大部分。第一部分为煤矿资源企业宏观系统的整体协同性研究, 对协同发展模式的基本原理进行分析研究。研究了协同发展的基础、协同发展的目标、协同发展的功能、协同发展的组成部分, 并对各组成部分之间的关系进行分析, 进行煤矿系统各个子系统的协同性评价, 提出煤矿系统各个子系统的协同性发展的模式; 基于主分量分析与计量经济学理论, 建立起矿区 RESE 系统的“持续—协同”测度模型, 选择某典型矿区为案例背景, 进行矿区 RESE 系统分析与评价的实证研究。对矿区各系统的发展状况进行动态纵向评价, 使评价结

果反映出矿区发展的客观态势及系统结构的耦合特征和协同性评价。对协同发展的理论与实践方法研究进行了扩展。

第二部分主要是煤矿组织系统的复杂性评价的还原性研究。建立一种基于结构学派拓展和熵理论复杂信息量量度的企业组织系统管理复杂性的研究理论与方法；建立一个规范化的企业系统组织复杂性评价划分，来评价研究企业对象的组织管理复杂程度；最终建立一种基于结构学派拓展和熵理论复杂信息量量度的企业组织系统管理复杂性的研究理论与方法；对煤矿组织系统复杂性评价因子、参量或变量建立度量复杂信息的信息量计算或评价模型或函数；应用熵函数或其他的形式；建立复杂性评价的尺度模型；建立一致性、普适性、规范性和可操作性的基于复杂性信息量尺度的企业组织管理复杂性评价指标体系。解决煤矿系统的复杂性度量、评价、预测和组织结构简约、重构与增效、优化、控制问题，特别是达到对煤炭企业组织在经济逻辑方面的针对性、指导性和应用性目标，以提高安全生产、管理水平和经济效率的目的。

本书的完成只是一个暂时的定态，学术研究永无止境。作者力求达到上述研究目的，但水平有限，有些观点、理论和方法尚不成熟，有待进一步深入研究。也恳切希望广大学者、同仁提出批评和指导意，并给予帮助。在此对书中引用的研究成果和文献的作者表示真诚的感谢和崇高的敬意，对支持本书出版的同事、朋友和出版社的编辑们表示诚挚的谢意，并感谢国家软科学计划项目（2006DGQ3D090和2006GXQ3D154）、山东省科技发展计划软科学项目（A200423—6）、山东省自然科学基金（Y2006H10）、山东省社科规划研究项目（06BJJ005）对本书出版的资助。

作者

2007年春于大同

# 目 录

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| <b>第一章 绪 论</b> .....                | 1  |
| 第一节 我国煤炭资源企业的特征分析.....              | 1  |
| 第二节 矿区协同发展与复杂性研究的背景.....            | 7  |
| 第三节 煤矿系统协同性与复杂性研究的<br>主要内容 .....    | 15 |
| <b>第二章 煤矿协同发展模式的基本框架</b> .....      | 19 |
| 第一节 煤矿协同发展体系 .....                  | 19 |
| 第二节 煤矿系统协同发展的基本内容、功能<br>与目标 .....   | 21 |
| 第三节 协同发展模式中各部分的作用与关系 .....          | 27 |
| 第四节 结论 .....                        | 39 |
| <b>第三章 煤矿生产经营系统的协同发展</b> .....      | 41 |
| 第一节 生产经营系统协同的必要性 .....              | 41 |
| 第二节 煤矿生产经营协同发展原理 .....              | 42 |
| 第三节 生产协同体系 .....                    | 50 |
| 第四节 经营管理协同体系 .....                  | 52 |
| 第五节 结论 .....                        | 55 |
| <b>第四章 煤与非煤协同发展</b> .....           | 56 |
| 第一节 实施煤与非煤协同发展的长期发展<br>战略的必然性 ..... | 56 |

|            |                                   |            |
|------------|-----------------------------------|------------|
| 第二节        | 煤与非煤协同发展的基本原理 .....               | 59         |
| 第三节        | 煤矿煤与非煤协同发展理论创新 .....              | 62         |
| 第四节        | 同煤集团煤与非煤产业的协同发展 .....             | 68         |
| 第五节        | 结论 .....                          | 74         |
| <b>第五章</b> | <b>矿区生态系统协同发展 .....</b>           | <b>75</b>  |
| 第一节        | 煤矿生态建设协同发展理论 .....                | 75         |
| 第二节        | 生态矿业模式 .....                      | 83         |
| 第三节        | 结论 .....                          | 87         |
| <b>第六章</b> | <b>典型矿区协同发展实证研究 .....</b>         | <b>88</b>  |
| 第一节        | 基于“协同”测度模型的矿区协同发展评价 .....         | 89         |
| 第二节        | 矿区总体发展的“持续—协同”评价 .....            | 119        |
| 第三节        | 结论 .....                          | 121        |
| <b>第七章</b> | <b>煤矿组织管理系统协同复杂性度量 .....</b>      | <b>123</b> |
| 第一节        | 煤矿系统的组织协同复杂性分析 .....              | 124        |
| 第二节        | 煤矿系统组织协同复杂性的评价模型建立 .....          | 126        |
| 第三节        | 煤矿系统的协同复杂性度量熵评价尺度模型 .....         | 132        |
| 第四节        | 煤矿非煤产业煤矿产品开发的协同复杂性度量熵评价实证研究 ..... | 136        |
| 第五节        | 结论 .....                          | 147        |
| <b>第八章</b> | <b>煤矿生产系统结构与运行复杂性评价 .....</b>     | <b>149</b> |
| 第一节        | 煤矿生产系统结构复杂性评价 .....               | 149        |
| 第二节        | 多维空间复杂性信息评价模型 .....               | 154        |



---

|            |                            |            |
|------------|----------------------------|------------|
| 第三节        | 矿井分区式生产系统的结构复杂性评价.....     | 156        |
| 第四节        | 离散生产系统运行失序复杂性评价.....       | 160        |
| 第五节        | 生产系统运行复杂性尺度模型的建立.....      | 164        |
| 第六节        | 工作面生产系统运行失序复杂性尺度的量度.....   | 168        |
| 第七节        | 结论.....                    | 170        |
| <b>第九章</b> | <b>煤矿组织管理系统复杂性评价.....</b>  | <b>172</b> |
| 第一节        | 企业管理系统动态性复杂因果关系分析.....     | 172        |
| 第二节        | 企业组织复杂性熵尺度评价模型的建立.....     | 175        |
| 第三节        | 煤矿组织管理系统复杂性的实证研究.....      | 179        |
| 第四节        | 结论.....                    | 205        |
| <b>第十章</b> | <b>煤矿创新系统复杂性分析及评价.....</b> | <b>207</b> |
| 第一节        | 煤矿创新系统复杂性分析.....           | 207        |
| 第二节        | 煤矿创新的还原性分析.....            | 210        |
| 第三节        | 煤矿创新系统的复杂性评价模型.....        | 220        |
| 第四节        | 煤矿的复杂性评价结果.....            | 228        |
| 第五节        | 结论.....                    | 235        |
|            | 参考文献.....                  | 237        |

# 第一章 绪 论

## 第一节 我国煤炭资源企业的特征分析

矿业作为我国的基础产业，在国民经济与社会发展中具有重要的地位和作用。我国 95% 的能源、80% 以上的工业原料和 70% 的农业生产资料来自矿业<sup>[1]</sup>，矿产资源是人类生存、经济建设和社会发展不可或缺的重要物质基础，是矿业赖以生存和发展的根本。能源矿产是矿产资源的重要组成部分，在我国，煤炭又排在能源矿产之首，是我国最有保障和最主要的能源。作为第一能源工业的我国煤炭工业，由于特殊的行业地位，其可持续、协同发展问题具有极强的典型性和重要性。

### 一、煤炭工业的能源基础产业地位

煤炭工业的能源基础产业地位，对于整个国民经济的发展起到支撑作用。资料显示<sup>[1]</sup>，新中国成立以来，中国的“实际 GDP”（1978 年不变价）1949~1993 年，增长了 30.8 倍，能源消费（煤所占比例年均 77.55%）增长了 46.10 倍，是实际 GDP 增长的 1.50 倍。这充分说明，中国在实现工业化的初级阶段，是以大量的能源投入为代价，换取社会财富的增加。21 世纪前叶，我国第三步战略目标的推进实施和经济全球化进程的加快，从内外两方面必将中国经济推入一个崭新的快速增长期，中国最具权威的研究报告《2001 年中国可持续发展战略报告》已发布，经过严格分析计算后的中国现代化目标实现进程表，未来 50 年，中国作为一个国家整体，将全面达到当时世界中等发达国家的水

平, 实现在这个阶段的现代化目标。这意味着未来时期, 中国经济将保持高速增长趋势。根据中国科学院国情分析小组的预测: 1995~2000 年期间中国 GDP 年平均增长率为 9.3% (实际为 8.3%<sup>[3]</sup>); 2000~2010 年平均增长率为 8.0% (“十五”预期目标为 7% 左右<sup>[3]</sup>); 2010~2020 年平均增长率为 7.0%; 2020~2030 年平均增长率为 6.3%。中国经济未来高速增长的态势必然刺激中国各类能源消费成倍增长, 同样据中国科学院国情分析研究小组预测, 到 2020 年中国能源消费总量将达到 28 亿 t 标准煤, 为 1995 年的 2.17 倍, 1995~2020 年期间年平均增长率为 3.15%; 原煤消费量将达到 24 亿 t, 为 1995 年的 1.86 倍, 年平均增长率为 2.51%。从世界范围看, 煤炭远景仍然看好<sup>[4]</sup>, 煤炭是世界上最经济、分布最广的矿物燃料。世界主要能源组织预测表明, 发电主要依靠煤炭。甚至世界石油输出国组织(OPEC)预测到 2020 年煤的耗量要超过石油, 煤炭将再次成为世界的主要能源。尽管国内一些专家和研究单位对未来我国原煤消费需求估计可能偏高, 但我国以煤为主的能源结构在近 20 年内不会改变。即便远期国内煤炭消费比重将由目前的 3/4 下降到 1/2 以下, 但煤炭作为最安全可靠和最主要能源的地位将难以改变。

## 二、煤炭资源的不可转与不可再生性

煤炭属于可耗竭且不可再生的自然资源。过去长时期实行的计划经济模式, 造成人们对矿产资源开发利用存在种种认识上的误区, 矿产资源无价值, 企业对地勘成果的无偿使用和对矿产资源的无偿开采是理所当然的。在这种意识支配下的煤炭开发与管理的存在一系列严重问题:

### 1. 开采回收率低, 资源浪费严重

据调查<sup>[5][6][7]</sup>, 近年来我国国有重点煤矿的矿井回采率平均为 50%, 国有地方煤矿为 30%, 乡镇及个体矿仅为 10%~15%, 全国平均水平达不到 40%, 而国际上先进的平均回采率为 60%。

## 2. 资源管理混乱, 矿产资源综合利用水平低

由于我国矿业权市场中介领域立法欠缺, 加上地方保护势力盛行, 导致非法小煤矿乱采滥挖, 与国有大矿争抢资源, 这既损失国家资源, 又扰乱国有煤矿的正常生产。而在国有矿山内部, 由于多种元素共生和伴生的矿床很多, 但综合利用水平却很低。据有关部门对 1845 个国营综合矿山进行抽查<sup>[8]</sup>, 综合利用率达 70% 的矿山只占 2%; 98% 的矿山资源综合利用率低于 70%, 其中有 75% 的矿山资源综合利用率不足 2.5%, 由此造成极为严重的资源浪费。

## 3. 资源产出效益低而消耗水平高

新中国成立 50 年来, 我国煤炭资源开发速度呈现快速增长态势。1949 年全国原煤产量仅有 3243 万 t, 而 1990 年全国原煤产量已达 107929.8 万 t, 位居世界第一。1996 年达到高峰产量 13.74 亿 t, 1998 年为 12.32 亿 t。从 1999 年开始关井压产, 2000 年国家限产原煤在 9 亿 t 以内。按新中国成立后 41 年的平均递增率计算, 统配煤矿为 7.63%, 地方煤矿为 10.81%。尽管我国矿产资源的开发速度明显高于世界平均水平, 能源生产和消费在支持国民经济增长中作出了巨大贡献, 但产出效益却远远落后于世界先进水平。据世界资源研究所的计算, 依照 1987 年不变价, 世界上最发达的“七国工业集团”的平均能源产出率为  $11.7 \times 10^6 \text{ J}$  生产出 1 美元, 而中国是  $69 \times 10^6 \text{ J}$  生产出 1 美元, 中国是世界发达国家单位产出能源消耗的 5.9 倍。造成这种局面的原因, 除了我国能源设备技术落后外, 长期以来“资源无价、原料低价、产品高价”的逆反价格体系, 致使生产环节的资源浪费严重, 消耗水平居高不下。

## 三、煤炭资源产业是一个高熵产业

煤炭产业是一个高熵产业。在我国, 煤炭能源在生产、运输、消费过程中熵产生的非预测结果, 对人的生存质量和生命的

损害和威胁程度十分严重。

我国煤炭生产过程中事故发生频率和吨煤死亡率高。高事故率使煤炭生产受到影响,加剧了煤炭供需关系的紧张,造成煤炭价格上涨,转而引起石油等其他可替代能源需求的增长,增加了对进口石油的依赖。

落后煤能转化方式严重破坏了生态环境并且造成巨大国民经济损失<sup>[9]</sup>。煤炭在支持经济发展作出巨大贡献的同时也危及我国生态与人文环境。煤炭生产过程还造成环境、水源污染与废渣污染等问题严重。我国是以煤为主要能源的国家,也是世界上最大的煤炭消费国,原煤产量在 2001 年为 11.6 亿 t,煤炭大量使用造成的能源环境问题十分突出。2004 年二氧化硫排放量约为 2200 万 t,居世界首位。酸雨面积已占国土面积的 1/3,这些已大大超过中国的环境容量,经济发展面临的环境压力越来越大。一些矿区开采后,没有进行回填,造成地表塌陷。目前,我国已存积煤矸石 16 亿 t,每年仍以 1 亿 t 速度增长,占用大量土地,严重污染水土等。据专家专析,因空气污染,使国民经济损失 2~3 个百分点。照此发展,到 2020 年,我国将为此付出 3900 亿美元的代价,约占国民生产总值的 13%。2001 年诺贝尔经济学奖得主约瑟夫·斯蒂格利茨 (Joseph. Stiglitz) 在评价市场经济时指出:中国在评价市场经济时,应该采取远远比 GDP 更大的概念,要强调环保问题;衡量国内生产总值,要扣除掉环境恶化的部分<sup>[10]</sup>。

资源浪费严重。我国煤炭开采所造成的环境损害和资源浪费问题一直没有找到较好的解决途径。我国煤炭资源平均综合回收率在 30% 左右,小型矿井不足 15%。近年来,在高煤价的刺激下,煤矿为了尽快增加产量,煤炭资源采出率又有所下降,乡镇煤矿资源采出率平均为 10% 左右,国有大型煤矿 1.3m 以下薄煤层基本丢弃不采,特厚煤层采区采出率只有 50%~70%,加之煤炭长途运输,损耗比较大。同时,煤炭资源伴生瓦斯,又称煤

层气,除了引起我国煤矿事故死亡率居高之外,并没有开发利用。据统计资料显示,我国陆上埋深 300~2000m 的煤层气资源很丰富,为 31.46 万亿  $\text{m}^3$ ,相当于 450 亿 t 标煤,与陆地上天然气资源相当,超过美国位列世界前三位。我国近一半煤矿属于高瓦斯矿井,虽然煤矿开发中的瓦斯排放每年达 77 亿  $\text{m}^3$ ,而抽放利用率却不足 10%,可见资源浪费现象十分严重,与我国能源紧张局面形成强烈反差<sup>[11]</sup>。

可见,煤炭资源在生产与消费过程中的副作用,形成对国民经济现代化进程中严重的潜在冲击,对国民经济安全造成威胁。

所以,煤炭产业能源环境问题突出,发展洁净煤技术是现实选择。我国的终端能源消费中煤炭占的比例过大,解决能源环境问题应将重点放在改善能源的终端消费结构上,煤炭消费要实现向以煤电为主格局的转变。中国人均能源资源严重不足(煤炭为世界人均的 1/2,石油仅为 1/10),提高能源利用效率始终应作为解决能源和环境问题的首选方案;对煤炭开发利用产生的污染应实现全过程控制,而增加煤炭就地转化的比例是从根本上减少污染和解决能源安全的途径。我国丰富的煤炭资源是我国中长期发展中可以依靠的能源资源,煤基燃料是解决我国能源安全问题的重要途径,适合国情需要<sup>[11]</sup>。

#### 四、自然地理空间域对煤炭开发与基地建设的不协同性

据中国煤田地质总局 1992~1997 年组织的第三次全国煤田预测<sup>[12]</sup>,国内煤炭资源从南北分布看,昆仑山—秦岭—大别山一线以北的我国北方地区,已发现资源占全国的 90.29%,而其中的 65%又集中在太行山—贺兰山之间地区;秦岭—大别山一线以南的我国南方地区,已发现资源只占全国的 9.65%,而其中的 90.6%又集中在四川、贵州、云南三省。从东西分布看,大兴安岭—太行山—雪峰山一线以西地区,已发现资源占全国的 89%;而该线以东是我国经济最发达地区,也是能源的主要消耗

地区，已发现资源仅占全国的 11%。优越的地理经济环境与丰富的煤炭资源呈逆向分布，以及北煤南运、西煤东调是我国的一种客观实际。受煤炭资源分布的限定，我国的煤炭开发基地多数远离经济和交通发达的中心城市，加上历史原因，煤矿的生产经营与社会化功能同步建立。针对上述我国煤炭工业的地位和状况，如何研究制定切实可行的发展战略，是我国煤炭发展领域中的一项重大课题。

在我国长期的煤炭开发过程中，已经形成了数以百计遍布全国各地的各类矿区，同时，为保障煤炭开发的接续，还要兴建许多新的矿区。这些矿区是以煤炭资源的开发利用为主业，并带动和支持本区经济和社会发展的典型经济社区，它们是煤炭赋存、生产和供应的基地，是整个煤炭工业系统中的基本组成部分。因此，矿区发展战略的选择、制定和执行，不仅决定着矿区自身的健康发展，而且将直接影响整个煤炭工业的发展，进而影响到全国的经济和社会发展。然而，一个不容回避的事实是，我国众多的煤炭矿区由于脱胎和成长于计划经济体制，矿区发展中积存了大量复杂的经济、环境和社会问题，严重制约着矿区本身乃至全社会的持续健康发展，迫切需要从理论和实践上寻找解决问题的途径，使矿区发展真正步入持续快速健康的良性轨道上来。

## 五、资源企业系统是一个复杂巨系统

资源企业系统是一个大系统，即系统规模大，系统的工作区域长达几公里或十几公里；系统结构复杂、功能多而全，自然与人造系统复合：人一机—自然—环境，包含着多个相互关联的子系统，整个系统的特性即体现在各个子系统的单独特性上同时又体现子系统之间相互关联的特性上；又是一个动态的多级大系统，系统模型存在不同的时标，即多时标且时标相差很大，从系统的初始状态时标到系统的终止状态时标相差几年甚至上百；系统的结构、性能及各子系统的目标和约束不同，且有些目标是

相互制约的；它是一个开放的复杂巨系统，系统与外部条件、环境有普遍的联系与制约，外部条件对系统有影响作用，系统对外部有反作用，无时不在与其内、外部环境发生物质、能量与信息的交换——即耗散。而这种耗散的条件在当前剧烈动荡与变化的经济发展形势下，是不确定的。

纵观我国的煤炭资源企业，存在着严重的中、微观生态环境、人文社会环境、工程环境等系统的复杂性和协同性问题。根据资源企业系统的特征，研究系统的协同性和复杂性显得非常重要。而复杂性理论的协同理论发展理论及方法的提出，无疑为解决资源企业系统问题提供了理论和方法论。

## 第二节 矿区协同发展与复杂性研究的背景

### 一、复杂性理论研究及在煤矿资源企业应用研究的现状

复杂性科学与管理科学的结合是管理科学发展的一个重要方向。20世纪三、四十年代产生的系统科学，如贝塔朗菲的一般系统论、维纳的控制论和仙农的信息论，体现了一种从整体上研究事物的科学思想和理论，是复杂系统科学产生的基础。1984年，美国圣菲研究所（Santa Fe Institute，简称SFI）三位诺贝尔奖获得者，夸克理论创建者 M. Gell-mann、凝聚态物理学家 P. W. Anderson 和数理经济学家 K. J. Arrow，以及集中在这里的一批不同领域、不同学科的青年科学家，开展了跨学科、跨领域的研究，称为复杂性研究。他们的研究既有自然界的复杂性，也有人类社会及人自身的复杂性，并提炼出复杂适应系统的概念，如生命系统、免疫系统、生态系统、人脑系统、经济系统等。事实上，所有复杂系统都有一种能力，能使秩序及混乱达到某种特定的平衡，称为“混沌边缘”的平衡。并且认为，圣菲研究院正在架构的理论是第一个能替代自牛顿以来，主宰科学的线



性、简化论 (reductionism) 想法的严谨方案, 而且这个方案能充分解释今日世界的种种问题。用圣菲研究院创办人考恩 (G. Cowan) 的话说, 他们正在开创 “21 世纪的新科学”<sup>[13]</sup>。SFI 的科学家先后运用自组织、混沌、涌现、复杂自适应系统这些概念来研究复杂性, 而且很重视计算机技术在复杂性研究中的运用, 相继提出遗传算法、演化算法、自动机网络等。

20 世纪 80 年代, 正是复杂性研究在世界范围内的兴起, 对管理复杂性研究产生了深刻的影响, 文献 [14] 对其发展过程做了深刻的阐述。管理科学学派将熵理论、非线性理论、耗散结构理论、协同论、突变论等复杂性理论与新的数学手段和技术应用于管理科学领域, 在复杂性科学的基础之上产生的一门新的学科——管理复杂性研究。复杂性理论是这个学科重要的理论支柱<sup>[15]~[22]</sup>。

近年来, 世界上每年都有许多关于管理复杂性的学术会议召开。1999 年 3 月, “复杂与管理” 讨论组、英国的新英格兰复杂系统研究所 (New England Complex System Institute) 等研究组织和《Emergence》杂志社共同在美国的波士顿组织召开了以 “管理复杂” (Managing and Complex) 为题的国际学术会议。到会的学者、科学家和企业家就复杂性科学与管理的关系以及和管理实践中的应用等问题展开了讨论与交流。管理复杂性学术会议和期刊在世界范围广泛出现, 如介绍复杂性科学在管理中应用的刊物《Emergence: A Journal of Complexity Issues in Organization and Management》于 1999 年 4 月问世。目前, 复杂性研究正向更深层次研究进行。

我国经济管理复杂性研究起步较晚。20 世纪 90 年代初, 我国以钱学森教授为首的一批学者在系统科学研究的基础上, 提出了解决 “开放的复杂巨系统” 的理论。随后, 历经 10 年研究, 形成了 “从定性到定量的综合集成法 (metasynthesis)” 和 “从定性到定量综合集成研讨厅体系”, 为大系统复杂研究提供了新