

# 土地利用系统 演化分析与调控管理

STUDY ON SYSTEM EVOLUTION AND  
CONTROL REGULATION OF LAND USE

牛星 著



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

上海市教育委员会科研创新项目,项目编号(11YS27)

教育部人文社会科学研究项目,项目编号(10YJC630275)

# 土地利用系统演化 分析与调控管理

牛 星 著

上海交通大学出版社

## 内 容 提 要

本书基于系统科学理论、可持续发展理论、人—地关系理论对区域土地利用系统的演化发展进行分析和评价,借鉴系统发展的自组织和他组织原理,构建土地利用系统演化的无序度模型,来评判研究区域土地利用系统演化的动向和动因,从控制论的原理入手结合研究区域土地利用规划的重要控制指标,提出促进区域土地利用系统良性、稳定发展的可持续管理对策。

本书可作为土地资源管理、土地生态学、人文地理学专业高校师生、研究人员及管理人员阅读和参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

土地利用系统演化分析与调控管理/牛星著. —上海:  
上海交通大学出版社,2012

(卓越管理论丛)

ISBN 978-7-313-08362-3

I. 土... II. 牛... III. ①土地利用—系统分析  
②土地利用—调控 IV. F301.24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 073714 号

### 土地利用系统演化分析与调控管理

牛 星 著

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

常熟市文化印刷有限公司 印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×960mm 1/16 印张:11 字数:164 千字

2012年9月第1版 2012年9月第1次印刷

ISBN 978-7-313-08362-3/F 定价:32.00 元

---

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系  
联系电话:0512-52219025

# 序

土地是人类生产生活的基础和载体,人类利用土地既涉及自然生态层面的土地利用,更涉及社会经济领域的土地利用。纵观国内外的研究进展,从系统科学的思维来认识土地利用的问题显得十分必要。从系统论的观点讲,土地利用是一个复杂的巨系统,它是由土地自然生态子系统、土地社会子系统和土地经济子系统耦合而成,每个系统的发展都经过了漫长的历史演变过程。

近年来,有很多学者将系统论的思想引入到土地利用的研究中,不同的学者有不同的研究侧重点。《土地利用系统演化分析与调控管理》这本书基于前人研究的成果,将系统演化的思想与土地利用系统的演化发展很好地结合到一起,从系统涌现、系统协同、系统耗散的理论出发,分析土地利用系统运行的基本原理,从熵变理论、自组织和他组织的原理入手,分析土地利用系统演化的动向和动因,在此基础上,从控制论的理论入手,分析土地利用系统的调控原理和调控对策。通观全书,从演化分析和调控管理两个大的层面对土地利用系统的整体演化、不同子系统的发展演化和调控管理都进行了全面的分析和评价,将多项系统理论的原理融合到土地利用系统的分析中,全书的层次结构安排合理,体现了两个研究领域的有效融合,是该书非常可贵的一个亮点。

牛星自本科以来一直从事土地资源管理领域的学习与研究工作,2003年进入南京农业大学攻读硕士研究生,并获得直博资格。在5年的研究生学习生活中,她以土地利用系统的研究为主要方向,经过勤奋学习和刻苦研究,出色地完成了博士阶段的学习,该书正是在其博士研究基础上进行的拓展研究,对本学科领域相关学者的研究具有一定的指导和借鉴意义。

作为其导师,我十分高兴看到她能将本书整理出版以供大家讨论。

欧名豪

2012年5月30日于南京农业大学

# 前 言

土地利用作为人类有目的、有意识的社会经济活动,贯穿在人类生存与发展的整个历史过程中,是人类社会与大自然相互影响和作用、共同发展与不断进化的产物。从系统论的观点看,土地利用的实质就是土地自然生态子系统和土地社会经济子系统以人口子系统为纽带和接口,耦合而成的土地生态经济系统。

土地利用系统内部各子系统之间及系统与外部环境之间的协调持续发展是土地利用系统良性运行的关键。在生产力发展水平极低条件下的原始社会时期,人类社会完全依赖于自然环境,人类从自然界获得的生活资料绝大部分是现成的,而实践活动的工具几乎是自然界的直接产品,此时的人地系统十分稳定,人口、资源、环境之间存在很强的自动均衡机制,起中介作用的技术手段简单、效率低,其演化速度慢、规模小,并在生态阈值内进行。这是土地利用的初期阶段,土地利用系统处于原始协调(共生)的状态;进入文明时代之后,土地利用系统发生了变化,人类由环境的消费者转变为环境的改造索取者,这一时期,环境极其宽容地对待人类,无论是人类的渔猎樵采、刀耕火种,还是任意排放废弃物,环境一概慷慨地支付、受纳和同化了,土地利用系统处于改造索取阶段的协调状态;在大约距今 300 多年前<sup>①</sup>,人类进入工业经济时代,在工业化初期,以土地为代表的自然资源成为财富的源泉和象征,人们对土地的利用由改造索取变为征服破坏,表现出对资源的掠夺式开发,此时土地利用系统处于资源环境子系统与社会经济子系统对立冲突的初始状态;到了工业化中期,随着科学技术的进一步发展,人们在土地利用的过程中开始有意识地去控制、调节、延缓日益加剧的资源和环境问题,并取得了一些可喜的成绩,土地利用系统又

---

<sup>①</sup> 香宝. 人地系统演化及人地关系理论进展初探[J]. 人文地理, 1999, 14 卷增刊: 69-71.



转向了新的协调共生状态。到 20 世纪中叶,人类进入工业化后期阶段,工业化进程在全球迅速扩展。20 世纪 60 年代开始,规模经济与生命周期规律导致生产资源开始在全球重新分配,全球工业首先在发达国家开始出现衰退迹象,与此形成鲜明对比的是,我国逐渐成为世界制造业的中心,发达市场工业链逐渐向我国市场转移,工业在我国 GDP 中的重要性越来越突出。工业化的发展有力推进了我国经济的增长,并促进了国内产业结构的转变,同时也极大影响了土地利用系统的演化状态,土地利用系统的自然属性逐渐减弱,代之以社会经济属性的日益凸现,土地利用系统的重心由早期的农业土地系统转向非农用地系统,其突出代表就是城市土地利用系统。

城市化与工业化是相伴而生的,目前我国的城市化水平是 40.53%,已进入国际经验所表明的高速发展阶段(30%~70%),这表明我们的城市化进程正处于加速发展的时期<sup>①</sup>,城市化的快速发展必将导致城市人口的增加和城市用地规模的扩张。1984~2000 年间我国城市建成区土地面积年均扩张速度为 850 平方公里,城市用地扩张与城市人口和 GDP 呈高度正相关<sup>②</sup>,这表明随着经济发展和收入的增加,城市用地的需求不断增加。城市用地扩张一个直接后果就是农地非农化,全世界的建设用地每年大致以 1.2% 的速度增加,我国在 1986~2006 年间每年约有 16.84 万公顷的耕地转变为非农用地,而且耕地减少的趋势还在加快,短期内可能无法逆转,按目前的趋势判断,我国的农地非农化可能仍会维持在一个较高的水平<sup>③</sup>。

非农社会经济土地利用系统的发展促进了社会经济的快速增长,但同时加大了对资源、环境的使用强度,导致了资源的枯竭、环境质量的下降,同时出现了全球人口规模的爆炸性增长和社会经济发展的不均衡现象。土地社会经济系统的发展严重影响和破坏了土地生态环境系统的持续有序运行,可以认为社会经济的发展是以牺牲生态环境为代价的。与此同时,恶化的土地生态、环境系统又会反过来制约土地社会经济系统的持续增长,势必导致土地利用系统的

① 厉伟. 城市化进程与土地持续利用[D]. 南京:南京农业大学博士学位论文,2002.

② 谈明洪,等. 我国城市用地扩张的驱动力分析[J]. 经济地理,2003,23(5):635-639.

③ 陈江龙. 经济快速增长阶段农地非农化问题研究[D]. 南京:南京农业大学博士学位论文,2003.

恶性循环,使整个系统处于一种不协调的状态。随着 20 世纪 80 年代以后可持续发展概念形成并广泛接受,土地利用的人口、资源、环境与发展问题(即通常所称的 PRED)引起了全球关注<sup>①</sup>,土地持续利用逐渐成为土地科学研究的焦点同时也是土地利用的理想目标,因此,实现土地利用系统的持续协调发展成为我国土地利用的首要任务,这不仅包括土地自然条件的改善和保护,也包括社会、经济、技术的改进,更重要的是实现社会、经济、技术和土地自然条件间的协同发展。

本书主要是针对现有土地利用系统复杂的耦合特性,借鉴系统科学、人—地关系理论及生态经济学的原理与研究成果,对区域土地利用系统的结构功能特性、运行目标及原理、演化动向及动因进行研究并对其进行有效调控。

第一章是土地利用系统分析的理论基础。从系统科学理论、人—地关系理论和土地生态经济理论三个方面对涉及土地利用系统演化发展的相关理论进行梳理。

第二章是土地利用系统的特性及运行原理。立足于土地利用系统的耦合机理和复杂特性,从系统科学的基本特性入手,分析土地利用系统所特有的结构功能属性,以此为基础确定土地利用系统运行的主要目标。在运行目标的驱动下,主要从土地利用系统的整体涌现性、协同作用性及耗散结构性的角度分析土地利用系统的运行原理。

第三章是土地利用系统演化的历史回顾。首先对土地利用大系统的发展演化历史进行回顾,然后对土地利用自然子系统、社会子系统和经济子系统的演化过程进行详细的梳理和分析。

第四章是土地利用系统的演化分析。从土地利用系统演化的动向和动因两个方面展开讨论。借鉴系统科学中的自组织理论探讨土地利用系统的演化方向,在这个理论的支撑下具体探讨土地利用系统由无序向有序演化的动态过程。以此为基础运用适当的定量分析方法对土地利用系统演化的动因展开研究,明确促使土地利用系统从一个状态演化到另一个状态的主要驱动因素。

---

<sup>①</sup> 戴尔阜,等. 土地可持续利用的系统特征与评价[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2002, 38(2): 232-238.



## 土地利用系统演化分析与调控管理

第五章是土地利用系统的调控管理。应用控制论的原理,将影响土地利用系统运行的主要限制因素作为施控对象,根据相关规范和标准对其进行有效的调控;在此基础上制定合理的土地利用系统发展对策,实现土地利用系统的良性运行。

第六章是实证分析。根据以上关于土地利用系统演化分析和调控管理的理论分析框架,以扬州市为例,对扬州市土地利用系统的演化发展状况及调控管理的对策展开详细的定量分析,以此来支持和验证理论分析的可操作性。



# 目 录

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第一章 土地利用系统分析的理论基础 .....  | 1   |
| 一、系统科学理论 .....           | 1   |
| 二、人—地关系理论 .....          | 9   |
| 三、土地生态经济理论 .....         | 13  |
| 第二章 土地利用系统的特性及运行原理 ..... | 16  |
| 一、土地利用系统的特性描述 .....      | 16  |
| 二、土地利用系统的结构功能 .....      | 21  |
| 三、土地利用系统的运行目标 .....      | 25  |
| 四、土地利用系统的运行原理 .....      | 27  |
| 第三章 土地利用系统演化的历史回顾 .....  | 35  |
| 一、土地利用自然子系统的发展演化 .....   | 40  |
| 二、土地利用社会子系统的发展演化 .....   | 44  |
| 三、土地利用经济子系统的发展演化 .....   | 63  |
| 第四章 土地利用系统的演化分析 .....    | 74  |
| 一、土地利用系统演化的动向 .....      | 75  |
| 二、土地利用系统演化的动因 .....      | 85  |
| 第五章 土地利用系统的调控管理 .....    | 99  |
| 一、系统调控的原理 .....          | 99  |
| 二、土地利用系统调控的内涵 .....      | 100 |



|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 三、土地利用系统调控的目标 .....           | 102        |
| 四、土地利用系统调控的机制 .....           | 102        |
| 五、土地利用系统调控的手段 .....           | 108        |
| 六、土地利用系统的规划调控 .....           | 109        |
| <b>第六章 实证研究——以扬州市为例</b> ..... | <b>116</b> |
| 一、研究区域概况 .....                | 116        |
| 二、扬州市土地利用现状分析 .....           | 117        |
| 三、扬州市土地利用系统演化分析 .....         | 120        |
| 四、扬州市土地利用系统规划调控 .....         | 142        |
| <b>参考文献</b> .....             | <b>153</b> |

# 第一章 土地利用系统分析的理论基础

## 一、系统科学理论

### (一) 系统思想的历史发展

系统是人类在认知过程中,从关注认知对象的各个部分、各部分之间的关系中引出的一个概念,本质上说,系统是对认知对象的整体性质的强调。可以说,对整体性质的关注在人类的认识产生时就已经存在了,随着人类的进化与发展,系统思想也随之不断发展。

人类对系统的理解和认识有其产生与发展的过程,在某种意义上,古代就开始了系统核心思想的探索,到了现代,随着社会经济与科学技术的发展,人们对系统的认识有了进一步的深化。

#### 1. 古代系统思想

形成于殷周时代的我国古籍《周易》就把世界看成是一个由许多要素构成的具有某种层次性的整体,例如,六十四卦就是一个整体,每卦又自成一个整体,但每一卦的六爻之间存在着相互制约的关系并由这些关系产生整体中的层次性。而五行论则认为自然界由五种基本要素构成。道家提出的“道生一、一生二、二生三、三生万物”不仅强调了自然界的统一性,而且还强调了自然界的动态变化。宋明理学的奠基人周敦颐把阴阳五行系统与道家思想融入了儒家学说,并力求将天、地、人统一于一个整体中<sup>①</sup>。

---

<sup>①</sup> 苗东升. 系统科学原理[M]. 北京:中国人民大学出版社,1990.



中国古代中医把人与环境看成一个密切相关的整体<sup>①</sup>。《孙子兵法》从“道、天、地、将、法”五个方面论述战争、战略与战术问题；战国时期李冰父子设计和指挥修造都江堰工程等，都是中国古代系统思想渗透到人们各种实践活动之中的典型例子。

在古希腊，希勒斯、毕达哥拉斯、赫拉克利特等都试图通过寻找世界的“始基”来认识世界的整体。他们分别提出了“水”、“数”、“火”为世界万物的“始基”。而德谟克利特则提出了作为“始基”的“原子”。亚里士多德对整体与部分的关系进行了思考，提出了“整体由若干部分组成，其总和并非只是一个堆集，而其整体又有不同的部分”，这里已明白地表述了关于系统“非加和性”的特征。

### 2. 近代系统思想

15 世纪资本主义开始萌芽，伴随着文艺复兴和宗教改革运动，自然科学在欧洲兴起，按照当时科学提供的见解，天地及其间万物固定不变，一切自然现象是互不联系、各自孤立的，他们在空间中彼此无关地交织在一起。简言之，机械论、还原论占据了主导地位，尽管如此，这一时期仍有许多系统思想的火花闪现出来，例如莱布尼兹提出单子组成复合物，宇宙是一个被规范在一种完美秩序中的统一体系统。

德国古典哲学的开创者康德推测整个宇宙具有不同的层次，在对知识的理解上，他认为知识是相互联系要素的整体。而近代唯心辩证法的大师黑格尔则指出必须把真理和科学作为有机的整体加以研究，真理只有作为系统者才是现实的，他称“绝对概念”为系统，并把这种系统理解为一个“过程的集合体”，他还运用系统方法构造出完整的哲学体系。他不仅丰富和发展了系统思想，还自觉不自觉地进行着系统思维。

随着 19 世纪社会、哲学与科学技术的发展，许多领域呈现出由分析进入综合、由部分到整体的趋势。马克思继承了前人的系统思想，并形成了自己的系统观。首先，马克思把社会的演变作为一个有机整体来看，在他看来，社会就是一切关系同时存在而又相互依存的社会机体。其次，马克思把社会形态的发展

---

<sup>①</sup> 林益. 系统科学研究的过去、现在与未来[J]. 农业系统科学与综合研究, 2000, 16 (3): 161-167.

当作一个有机体的进化过程来研究。西方学者也普遍承认,马克思率先把系统方法运用于社会历史研究,是社会科学中应用现代系统方法的始祖。

在恩格斯看来,整个世界是一个有机联系的复杂系统,“我们所面对的自然界形成一个体系,即各种物体相互联系的总体……这些物体是相互联系的,就是说,它们是相互作用着的,并且正是这种相互作用构成了运动。”恩格斯还在他的著作里完整地表达了关于物质世界的层次思想、物质世界的层次结构与一定的运动形式的内在联系等。在整体与部分的关系上,恩格斯指出“许多人协作,许多力量融合为一个总的力量,用马克思的话说,就造就了‘新的力量’,这种力量和它的各个分量的总和与有本质的差别”。恩格斯不但从若干方面和若干问题上阐述了系统思想,而且从整个人类认识史入手,分析自然观发展的最一般规律,从而揭示系统思想兴起的必然性。

### 3. 现代系统思想

19 世纪下半叶以来,科学技术进入全面进步时期,而 20 世纪自然科学的迅速发展,使之开始形成一个多层次、综合的统一整体。系统思想在科学技术不断创新的今天,得到了极大的发展。

具有代表性的发展之一是贝塔朗菲的系统论思想,他从 20 世纪 20 年代起就多次发表文章,强调应当把有机体看作是一个整体,一种在时空上有限的具有复杂结构的自然整体来考虑。他认为“复杂现象大于因果链的独立属性和简单总和”,他甚至给系统下了如下的定义:系统是相互作用的诸要素的复合体。贝塔朗菲还认为生命是一个开放系统,要从生物体与环境的相互作用中说明生命的本质。另外,他认为生物系统是分层次的,他于 1937 年就第一次提出了一般系统论的概念。

随着生产规模的日益扩大,社会组织日益复杂,一个组织内的目标、协作以及信息的联系日趋重要,于是系统思想日益深入到管理领域。至于信息论、控制论等现代科学技术的发展,更是多方面地推动了系统思想、系统科学的发展。

20 世纪 60 年代以来,先后诞生了耗散结构、协同学、超循环理论、突变理论和混沌学等一系列关于系统的新学科、新理论,从而使人们对系统的复杂性、组织性、整体性和动态性的认识又提升到一个新的高度。如果说过去人们还主要是局限于对稳定系统的研究上,而现在已经将研究触角延伸到非平衡系统和非



线性系统的自组织演化上。人们对系统演化理论,例如系统演化的动力机制、偶然因素在系统演化中的作用、系统演化的循环发展形式、系统演化的多样性、系统演化从无序到有序到混沌再从混沌到有序的全过程,等等,都有深入的研究,有些还具有统一的原理性与数量上的普适性。

现代系统思想的发展使当代人的思维方式包含了丰富的系统思想成分。从系统的角度看世界是一种方法论上的趋势。当今的各种学科都在一定程度上包含了系统思想。

### (二) 主要系统科学理论

现代系统理论以一般系统论、控制论、信息论、系统工程的诞生为标志,随着耗散结构理论、协同学、超循环理论、突变论、混沌学、分形学等成就被推向一个新的发展阶段,并形成了系统科学系统。通常情况下系统科学理论习惯地被分为两类,即“老三论”(系统论、控制论、信息论)和“新三论”(耗散结构理论、协同学、突变论)。

#### 1. 老三论

20 世纪 40 年代以来,几乎同时产生了许多把对象作为系统考察的系统理论,特别是以一般系统为对象进行研究的系统论,以通信系统为对象的信息论,以及以控制系统为研究对象的控制论等的创立,对当代科学技术的发展和当代科学家的思维方式产生了重大影响。

##### 1) 系统论

一般认为,美籍奥地利理论生物学家和哲学家贝塔朗非是系统论的创始人。早在 20 世纪 20 年代初期贝塔朗非就对当时生物学的传统研究方法和理论不满,认为那种孤立的因果分离的机械论模式,不足以解决生物学中的理论问题和现代科学技术提出的实践问题<sup>①</sup>。为此,他提出了机体论概念,强调要把有机体看作是一个整体或是系统来观察。

一般系统论的基本出发点,是把生物体作为一个有机整体来加以考察,以寻求解决整体与部分之间相互关系的模式、原则与方法。其基本思路是:①系

---

<sup>①</sup> [英]P·切克兰德. 系统论的思想与实践[M]. 北京:华夏出版社,1990.

统观点。一切有机体都是一个整体——系统,生物机体是在时间和空间上有限的,具有复杂结构的一种自然整体。从一个系统中分解出来的部分,同在整个系统中发挥功能的部分是截然不同的,各部分离开整体是不能存在的。系统的性质是不能用孤立部分的性质来加以解释,而是取决于复合体内部特定的关系,我们不仅要知道它的组成部分(要素),而且还必须知道它们之间的相互关系,才能确定系统的性质。系统论进而把数学引进分析研究,用一组微分方程定量地描述系统的概念,使系统的建立定义在定量的基础上,能够从各要素的行为推导出系统的行为,从要素的关系推导出系统的特性,精确地表示出系统中某些要素的某些变化对系统所产生的影响。②开放系统。一切有机体之间所有能有组织地处于活动状态并保持其活力的生命运动,是由于系统与环境不断的进行物质、能量与信息的交换,这种能与环境进行交换的系统就是开放系统。事实上,即使是一个简单的开放系统,能在一定条件下保持自身的动态稳定性,正是由于这种开放性,才能使有机体抗拒外界环境对它的瓦解性的侵犯。③等级观点。等级观点也就是层次观点,即认为各种有机体都按照严格的等级组织起来。生物系统等次分明、等级森严,犹如一座大厦,其中各层次逐级地组织起来,成为越来越高级和越来越庞大的系统。系统的等级性或层次性正是结构等级与功能等级统一的反映。

## 2) 信息论

信息论是一门研究信息的获取、变换、传输和处理问题的具有高度概括性的、方法性的横向科学。1948年,美国数学家申农在《贝尔系统技术杂志》发表了关于信源和信道特性的《通讯的数学理论》的两篇论文,奠定了信息论的理论基础<sup>①</sup>。麦克米伦(B. McMillan)和斯列平(Slepian)对信息论有三种理解:①狭义信息论,主要研究信息的信息量,信息容道以及信息的编码问题;②一般信息论,主要也是研究通信问题,但还包括噪声理论、信号滤波和预测、调制与信息处理问题;③广义信息论,不仅包括前两种的内容,还包括与信息有关的各个领域。

维纳等人一直强调指出,任何系统都是信息系统。他指出:“任何组织之所

---

<sup>①</sup> 杨春时. 系统论信息论控制论浅说[M]. 北京:中国广播电视出版社,1987.



以能够保持自身的内稳定性,是由于它具有取得、使用、保持和传递信息的方法。”系统各部门之所以能组合成为相互制约、相互支持、具有一定功能的整体,关键在于有信息进行联结和控制。没有信息,任何有组织的系统都不能存在。信息论方法,就是把信息概念及其量化方法作为分析和研究问题的基础,撇开研究对象——物质和能量的具体形式,把系统运动抽象为一个信息变化过程,从组织形式和量的方面广泛地进行类比和研究。对复杂系统的研究和管理,涉及各种不同的物理过程和学科,它们的机理不同,量纲不同,描述的科学语言也不同,按传统方法是很难进行综合的,而用信息方法则可以有效地、定量地进行综合研究,并促进科学整体化的进程。

### 3) 控制论

控制论与信息论密切相关,控制论是研究各种系统的控制和调节的一般规律的科学,是自动控制、电子技术、无线电通信、生物学、数理逻辑、统计力学等多种学科和技术相互渗透的一门综合性学科。

控制论的基本概念是信息概念和反馈概念。控制论的创始人美国数学家、电信工程师、生理学家维纳认为,客观世界有一种普遍的联系,即信息联系,任何组织所以能够保持自身的稳定性,是由于它具有取得、使用、保持和传递信息的方法。这个信息的交换过程,可以简化为信息—输入—存贮—处理—输出—信息,在这个过程中,存在着反馈信息。所谓反馈,是指一个系统的输出信息反作用于输入信息,并影响信息再输出的方式,起着控制和调节作用。

到目前为止控制论已经经历了三个主要的发展时期,以单因素控制为研究对象的经典控制理论时期,以多因素控制为研究对象的现代控制理论时期,以及以大系统为研究重点的大系统控制理论时期,由此控制的方法也从反馈控制、最优控制发展到大系统多级递阶控制,并逐步应用于经济、社会、生态、环境和管理等领域。

控制论的一个基本特征就是在变化的过程中考察系统,这样一来就从根本上改变了研究系统的方法。控制论认为,任何事物的发展都存在着多种多样的可能性,因而具有一定的可能性空间。至于事物具体会发展成为可能性空间中的哪一种状态,则取决于外部条件。人们可以通过改变和创造条件,使事物在可能性空间内沿着确定的方向(或状态)发展。因此,控制的概念不仅与人类的



选择有关,而且与事物发展变化的可能性空间有关,理想的控制结果是事物发展变化的可能性与人类选择目标的统一。

## 2. 新三论

“新三论”是适应时代发展的客观需要而诞生的,它的出现不仅丰富和发展了“老三论”,而且标志着现代科学水平已进入高度综合化、一体化的历史新阶段。

### 1) 耗散结构理论

耗散结构理论是比利时布鲁塞尔学派领导人普利高津(I. Prigogine)1969年在一次“理论物理与生物学”国际会议上,针对非平衡调剂物理学的发展而提出的。这一理论指出,一个远离平衡的开放系统,通过不断地与外界交换物质和能量,在外界条件的变化达到一定程度、系统某个参变量变化达到一定临界值时,通过涨落发生突变即非平衡相变,就可能从原来的混沌无序的状态,转变到一种在时间上、空间上或功能上的有序状态,这种在远离平衡的非线性区形成的新的有序结构,需要不断与外界交换物质和能量才能够维持,因此普利高津把它命名为“耗散结构”。耗散结构理论主要研究耗散结构的性质,以及它的形成、稳定和演变的规律,它也被称为非平衡系统的自组织理论。

普利高津指出,一个系统由混沌向有序转化形成耗散结构,至少需要四个条件:①系统必须是开放系统。开放系统通过与外界环境交换物质和能量,从外界引入负熵流抵消自身的增熵,使系统的总熵逐步减少,才有可能从无序走向有序。②系统必须远离平衡态。系统若是处于离平衡态不远的近平衡区,即便与外界有物质和能量交换,其自发趋势仍是回到平衡态,而不会产生新的有序结构。系统只有远离平衡态,才有可能形成新的稳定有序的结构,普利高津认为“非平衡是有序之源”。③系统内部各个要素之间存在着非线性的相互作用。通过非线性和相互作用使各个因素(子系统)之间产生协同作用和相干效应,才能使系统从无序变为有序,这种非线性的相互作用要用非线性的方程来描述。④涨落导致有序。系统处于不同状态时,涨落起着迥然不同的作用,当系统处于稳定状态时,涨落是一种导致无序的干扰,此时系统具有抗干扰能力,它迫使涨落逐渐衰减,回到系统原来的状态或轨道。