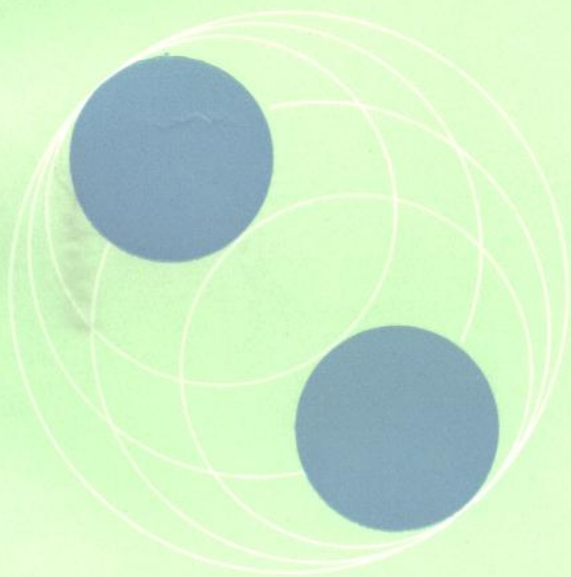


曹鸿兴 著

系统周界的一般理论 ——界壳论



气象出版社

系统周界的一般理论 ——界壳论

曹鸿兴 著

科学出版社

内 容 提 要

中国人要筑城墙,西方人要修城堡,鸡蛋为何要包个硬壳?人为何要穿衣?一种语言为什么不会被另一种同化?这些问题都可以从一个新理论——界壳论来解释。界壳论是系统周界的一般理论,它不研究一个个具体界壳,而研究系统周界的共同规律。本书系统地论述了有关界壳的研究成果,观点明确,论理清晰,内容新颖,可读性强。本书涉及许多学术领域,如物理、生物、信息和控制、系统论,对哲学、艺术、人文科学中的许多问题提出了作者独有的观点和看法,如对诸如战争、宗教、艺术、中医等见解,人们或许会拍案称奇。

读者对象:从事与系统、控制、信息、生物、环境、管理、决策等有关学科以及哲学、历史、心理、美学等社会科学领域的工作者和高校师生。

图书在版编目(CIP)数据

系统周界的一般理论:界壳论/曹鸿兴著. —北京:气象出版社, 1997. 3

ISBN 7-5029-2252-0

I. 系… I. 曹… III. 系统理论 IV. N94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 04026 号

系统周界的一般理论——界壳论

曹鸿兴 著

责任编辑:顾仁俭 终审:纪乃晋

封面设计:田春耕 责任技编:席大光 责任校对:曹文

* * *

气象出版社 出版

(北京海淀区白石桥路 46 号 邮政编码:100081)

北京科技印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

* * *

开本:787×1092 1/32 印张:6 字数:129 千字

1997 年 3 月第一版 1997 年 3 月第一次印刷

印数:1~1500 定价:9.50 元

ISBN 7-5029-2252-0/P·0831

序言一

系统科学现已发展成一个庞大的学科,显然,它以系统作为研究对象。系统必然与环境相连接,系统耦于环境之中。系统以它的周界(boundary,亦称边界)与环境相分离,无论从系统向环境或环境向系统的质量、能量和信息的输送,都必须经过系统的周界,这样,系统周界对系统的形成和发展、系统状态的变化都起着重要作用,乃至决定性的作用。但至今,对系统周界的专门研究进行得还不充分,尤其在一般意义上研究系统周界更属少见。

曹鸿兴研究员所著《系统周界的一般理论——界壳论》是研究系统周界的一本专著。它在系统科学中开辟了一个特殊的崭新领域。该书的出版无疑对发展系统科学作出了宝贵的贡献。

人们盖房子是为了将人的居住环境从自然界中分离出来,墙壁和屋顶起了分隔物作用。而房屋必备有门以供居住者出入以及物资的运入和运出,门在这里是交换介体。说清楚一点,墙壁、屋顶、地板和门窗就构成了一个界壳,这是房屋所构成的特殊界壳,它使人类免遭风雨侵袭,又让阳光进入,空气自由交换。物质世界中存在形形色色的界壳,如生物膜、动物的领地、生物机体表面的皮肤、城堡、国界等等。研究这些界壳的一般性共同规律,无疑是饶有兴趣的、十分有科学价值的论题。

一门学科也好、一个学科分支也好,需要许多科学家经长时间努力才能形成一个内容丰富的体系。显然,本书的出版只

是已有成果的一个总结,它起到抛砖引玉的作用。更多更丰富的界壳论的成果需要许多有志者的努力,许多不同科学家的通力合作,经过坚持不懈的努力,才能使这一学科日臻完善。

中国系统工程学会理事长

顾基发

1996年10月9日

序言二

复杂系统无处不在,迫使我们必须寻求解决复杂系统的统一性原理。分析科学将学科划分得越来越细,越来越多,更决定着寻求复杂系统间统一性原理之必要。复杂系统的行为可在极不相同的基质上实现,但在它们之间的结构功能、调控机理和演化规律等方面存在着共同性和普适性。

生命系统结构最精巧,功能最高效,是典型的复杂系统。生命系统的研究成果似可应用于其它复杂系统,如人工系统、经济系统、社会系统和管理系统等。因此,系统生命科学研究成果有广阔的应用前景和深远的应用意义。所谓系统生命科学就是运用系统科学的理论和方法,研究生命系统的结构功能、调控机理和演化规律的科学。这里,系统科学理论和方法主要是早期的一般系统论、控制论和信息论,70年代的耗散结构论、协同论和突变论,以及后期的超循环、混沌和分形分维等,当然也包括结合中国传统文化思想提出的新构想和新原理。所谓生命系统涉及到各个层次,从生物分子、亚细胞、细胞、组织、器官到个体(植物、动物和微生物)、群体、社会、生态和生物圈等。

值得强调,系统生命科学与现代生物科学之不同点在于:现代生物科学的发展依赖于物理、化学等自然科学技术,其主流在于分析研究局部。而系统生命科学顺应现代科学由分析走向综合的总趋势,主要着眼于综合研究总体,将局部视为总体的局部,与总体统一起来研究局部;在对待客体上,现代生物科学的研究过分地强调主体的能动作用,忽视了客体的主

动作用。而系统生命科学认为生命体不仅是一个客体，也是一个主体，因此既要重视主体的能动性，又要重视客体的主动性，将客体与主体统一起来进行综合研究；在对待高级生命体上，现代生物科学的研究把物质与精神分离开来，很少同高级生命体的情绪、心态和意识活动统一起来。而系统生命科学的理论和方法强调物质与精神的统一性，将高级生命现象、活动、功能、行为和规律同生命体的情绪、心态和意识活动统一起来进行综合研究。

美国系统科学家 J. G. Miller(1990)将生命系统的各个层次划分为细胞、器官、个体、群体、组织、社区、国家和超国家等八个层次，每个层次又列出 20 种结构功能器，如决策器、复制器、储存器、分配器、边界器等，构成了 20×8 个框格，命名为生命系统的“层次-结构功能表”。此研究揭示了各层次生命系统间结构功能的相似性(并非全同性)，使系统生命科学向前推进了一大步。

我国曹鸿兴研究员经多年潜心钻研，就系统的边界提出了界壳概念，描述了界壳的基本理论框架，充实了系统生命科学的理论和方法，对系统生命科学的深入发展做出了突出的贡献。本书体现了“将局部视为总体的局部”的原则，深刻地论述了系统、系统周界和环境的关系，强调了系统与环境的相互作用及周界对系统的控制作用。设想一个现代化城市，如果四周加上城墙像古代那样，只允许经几个城门运输物质、能量和信息，那么该城市社会生产、生活水平只能停留在古代，而不是现代化的水平了。由此可见，系统周界对系统与环境间的交流以及系统的生存、调控和演化起着关键作用，甚至是决定性作用，生物膜就是一个典型。本书向世人提出了系统生命科学

一个重要课题,并为研究生命系统的界壳理论打下了初步基础。

我相信本书的出版,将为自然科学、生命科学、人文科学和社会科学等领域的广大读者提供了一本重要参考书。本书所论述的理论和方法能够应用于物理学、生物学、经济学、社会学和管理学等许多不同学科的大量问题,将成为学习和研究复杂系统和系统生命科学的有力工具。

中国生命科学学会常务副理事长
兼秘书长和学术委员会主任

曲直

1996年4月

前 言

启发我提出研究界壳现象的是我观察到的一些普通的却又值得深究的事实。例如一个乌龟靠着它的甲壳生存下来，虽然行动迟缓却免于被其他动物吞食。某些社会、宗教组织，有着极为严格的加入和退出的规定和手续，使得他们能在恶劣环境下生存下来。国家与国家间常为疆界发生争执甚或诉诸战争。这些事实可以研究它们的共性，它们的一般规律。这样，我于1988年写出了界壳理论的最早论文“界壳现象及其学术框架。”

用哪个词来表达这一事实呢？“界”、“界面”、“周界”、“边界”等均可以，但这些词易与已有的用法相混。所以后来决定杜撰了一个词“界壳”，界壳一词的长处是很形象，而且是独特的，不会与已有的词及其代表的概念相混。缺点是给人一种硬梆梆的感觉，甚至有人说你在研究什么甲壳理论。此外，翻译成英文哪个词也犯了难，译为“shell”、“boundary”都各有长短。后来决定开始使用 shell 一词，并注上界壳的汉语拼音 jieke，一旦界壳理论被更多人了解和接受，就直截了当在英语文章中使用 jieke 一词，能否被科学界接受也只能等着瞧。

界壳理论要研究的问题说起来并不高深，就是要研究系统的周界，研究各种各样周界中所具有的一般规律。要研究一个问题就要给它界定一个范围，范围内为系统，其外为环境，系统与环境的交界面即是我们要研究的对象。系统对环境的作用、环境对系统的影响都要通过系统的周界，无疑，系统周界对系统生存、发展都起着重要的有时是决定性的作用。应该

说,一般地研究周界对系统乃至环境的作用是在系统科学中长期被忽略的领域。

其实,界壳现象俯拾皆是。人穿上衣服是为保护肌体,但又需露出五官和双手,为着看、听、呼吸和做事。房子是供人居住的,免受风雨侵袭,但必须设有门供人出入。设计一个剧场、影院、车站,必须考虑人群通过门聚散的快慢和安全。所谓文化圈是在特定的人群中存在,它必须有它的坚实的支撑点,同时又需吸收外来文化精髓以便发展自己。就此意义而言,界壳理论和方法,对人人几乎都有思维指导意义。

本书是在近年来对界壳研究成果基础上写成的,其中不少内容是第一次和读者见面。由于界壳理论涉及到自然科学、社会科学的许多领域,既有数学性的定量描述,也有说理性的定性描述,无论其知识面宽广、无论其思考逻辑的深奥,均非作者的知识功底能胜任的。不过,尽管对某些领域用界壳理论来考察所得结果很肤浅,甚至可能有谬误,只要能将界壳论观点引入该领域而带去一丝光芒,作者本人就很欣慰了。

界壳理论还有十分丰富的内容有待去研究、去开拓。限于经费和时间,本书所述的内容只是界壳理论的一个框架,瘦得只有一把骨头,血肉或者说更多更充实的内容需要今后的努力。但我坚信,界壳理论一定会开出累累的硕果。

已故学友顾今先生在发展界壳理论过程中和我进行过许多富有启发性的讨论和合作,如对界壳熵平衡方程的推导进行了仔细校对,本书中的某些论点和结果来自他的思想。他对科学孜孜不倦的追求精神一直激励着我,本书的出版是对他的最好纪念。

本书中第 7.6 节自忆预测模型和第 8.3 节语言学习模型

的数学和计算由封国林先生完成。这两个模型对预测和学习行为的研究都有很新颖的观点和数学处理。

作者衷心感谢中国科学院、中国工程院宋健院士在信函中对界壳论研究和本书出版的支持和鼓励：一切有活力的系统，如生命，都要与外界交换能量、物质、信息，才能有发展的可能；一切交换总要通过边界，是一个十分重要的命题；祝大作成功，对系统理论有所贡献。感谢中国系统工程学会理事长顾基发研究员为本书写了序并就今后研究系统边界发表了精辟的见解，指出在社会现象中界壳问题远比在自然现象中复杂。我要特别感谢中国生命科学学会常务副理事长兼秘书长曲直教授和副秘书长王城先生对作者工作持久性的关心和资助，多次指出，系统生命科学与界壳论的关系及相互促进的可能。蒙吴坤明教授、齐东旭教授和赵克勤工程师提供的学术材料和学术指导，作者深表谢意。

在本书写作过程中得到吴其勋、高翔、魏凤英和马天健等的种种帮助，王淑凤清绘了书中的图，在此深表感谢。

本书中学术上有许多新观点、新见解，但不少并不成熟。作者学识浅薄，缺点错误在所难免，诚恳欢迎读者批评指正。

曹鸿兴

1996年10月于北京

道可道，非常道；名可名，非常名。无，名天地之始；有，名万物之母。故常无，欲以观其妙；常有，欲以观其徼^①。此两者，同出而异名，同谓之玄。玄之又玄，众妙之门。

老子《道德经》

古之欲明明德于天下者，先治其国，欲治其国者，先齐其家，欲齐其家者，先修其身，欲修其身者，先正其心，欲正其心者，先诚其意，欲诚其意者，先致其知。

朱熹编《大学》

芦花被下，卧雪眠云，保全得一觉夜气；竹叶杯中，吟风弄月，躲离了万丈红尘。

洪应明著《菜根谭》

那不从门进羊圈，却从别处爬进去的，是贼、是强盗。那从门进去的，才是羊的牧人。

圣经·约翰福音

身处高位者是三重意义上的臣仆——君主和国家的臣仆，名誉地位的臣仆以及事业的臣仆。所以，他们没有自由——没有言行的自由，也没有支配时间的自由。

弗兰西斯·培根著《人生论》

① 音 jiào，边界。

目 录

序言一

序言二

前言

第一章 界壳现象	(1)
1.1 自然界和社会中的界壳现象.....	(1)
1.2 系统和系统周界.....	(7)
1.3 界壳及其理论	(10)
1.4 界壳类型与行为	(16)
1.5 界壳的总体特征	(19)
1.6 界壳方法论	(20)
参考文献.....	(22)
第二章 界壳要素、原理与模型	(23)
2.1 开放度与交换率	(23)
2.2 一般性界壳原理	(26)
2.3 界壳套	(28)
2.4 静态模型	(29)
2.5 运动学模型	(30)
2.6 界壳拓扑	(32)
2.7 与协同论、控制论及生命系统理论的关系.....	(33)
参考文献.....	(35)
第三章 界门与麦克斯韦妖	(36)
3.1 界门	(36)
3.2 麦克斯韦妖	(41)
3.3 界壳开放度的上界	(44)

3.4	边界条件与界壳	(46)
3.5	界门与生物进化	(47)
	参考文献.....	(53)
第四章	界壳成因	(54)
4.1	一般性成因	(54)
4.2	界壳存在的一个解释	(57)
4.3	界壳表示	(59)
4.4	模糊界壳	(61)
4.5	时间界壳	(63)
	参考文献.....	(66)
第五章	熵平衡与信息流	(67)
5.1	熵平衡方程	(67)
5.2	开放度熵判据	(68)
5.3	交换率熵判据	(70)
5.4	时变熵平衡方程	(72)
5.5	地球系统的熵平衡	(73)
5.6	界壳的信息功能	(75)
5.7	自组织的信息判据	(76)
	参考文献.....	(79)
第六章	动态方程	(81)
6.1	动态方程一般形式	(81)
6.2	单状态变量模型	(83)
6.3	人口-移民模型	(86)
6.4	科技进步	(91)
6.5	偏微分方程模型	(97)
	参考文献.....	(98)

第七章	系统自忆性与系统预测	(100)
7.1	系统的记忆性.....	(100)
7.2	自忆性方程.....	(103)
7.3	自忆率.....	(106)
7.4	自忆性方程的求解.....	(108)
7.5	在计算数学中的应用.....	(109)
7.6	自忆预测模型.....	(110)
	参考文献.....	(117)
第八章	界壳与非线性	(118)
8.1	非线性模型.....	(118)
8.2	考虑界壳效应的 Logistic 模型.....	(119)
8.3	语言学习模型.....	(122)
8.4	界壳与分形.....	(130)
8.5	界壳与混沌.....	(132)
	参考文献.....	(133)
第九章	自然科学中的界壳问题	(134)
9.1	生物.....	(134)
9.2	中医.....	(137)
9.3	地球物理.....	(140)
9.4	物理和化学.....	(142)
	参考文献.....	(144)
第十章	对社会科学中某些问题的思考	(145)
10.1	哲学.....	(145)
10.2	宗教.....	(148)
10.3	美学.....	(152)
10.4	科学学.....	(153)

10.5 心理学	(155)
10.6 战争	(157)
10.7 文化、艺术和释梦等问题.....	(159)
参考文献	(162)
英文摘要	(163)

General Theory of a System Boundary

— *Jieke* Theory

1	Shell (<i>Jieke</i>) Phenomenon	(1)
1.1	<i>Jieke</i> phenomena in the nature and the human society	(1)
1.2	System and system boundary	(7)
1.3	<i>Jieke</i> and its theory	(10)
1.4	<i>Jieke</i> type and behaviour	(16)
1.5	Holistic feature of <i>jieke</i>	(19)
1.6	<i>Jieke</i> methodology	(20)
2	<i>Jieke</i> Element, Principle and Model	(23)
2.1	Open ratio and exchange rate	(23)
2.2	General principle of <i>jieke</i>	(26)
2.3	<i>Jieke</i> covers	(28)
2.4	Static model	(29)
2.5	Kinetic model	(30)
2.6	<i>Jieke</i> topology	(32)
2.7	Relationships between <i>jieke</i> theory and synergetics, cybernetics and living system	(33)
3	<i>Jieke</i> Gate and Maxwell Demon	(36)
3.1	Gate of <i>jieke</i>	(36)
3.2	Maxwell Demon	(41)
3.3	Super limit of open ratio of <i>jieke</i>	(44)
3.4	Boundary condition in mathematics and <i>jieke</i>	(46)