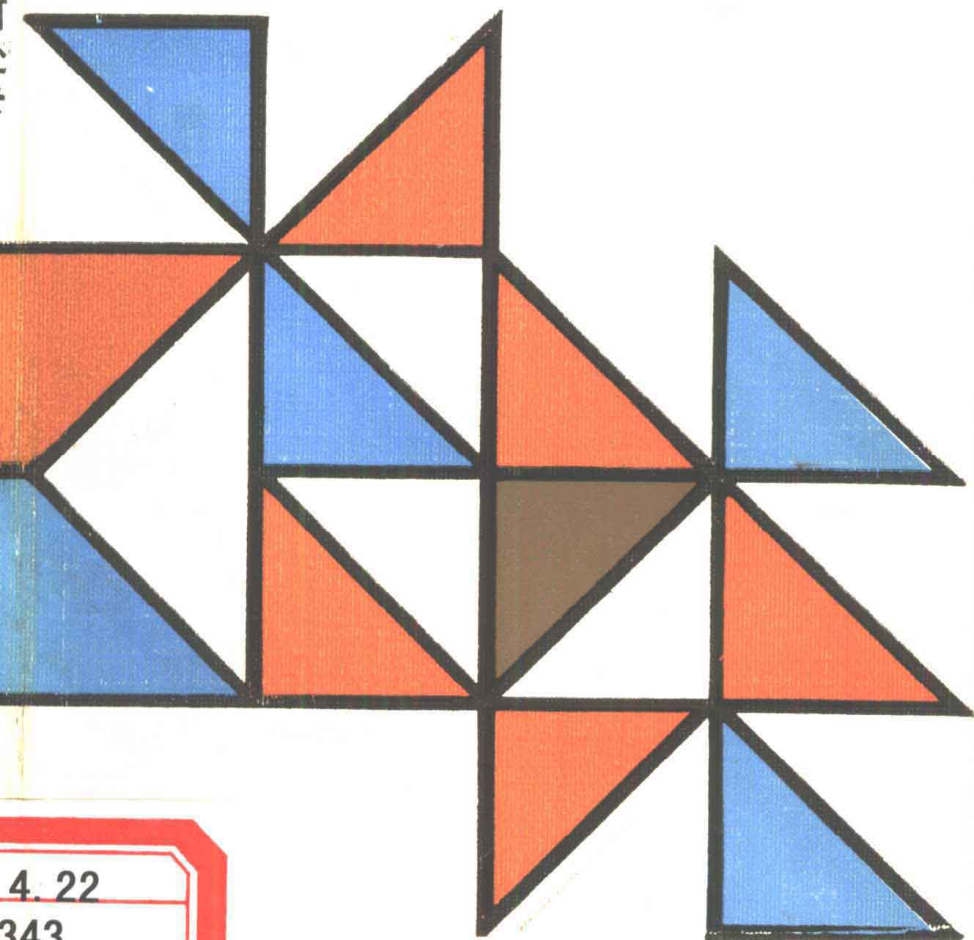


王 身 立

耗散结构理论 向何处去



4. 22
343

耗散结构理论向何处去

广义进化与负熵

人
民
出
版
社

耗散结构理论向何处去

HAOSANJIEGOU LILUN XIANG HECHU QU

——广义进化与负熵

王身立

封面设计/倪天煦

经销/新华书店

印刷/顺义冠中印刷厂

开本/787×960毫米 1/32 印张/7.125 字数/106,000

版次/1989年6月第1版 1989年6月北京第1次印刷

印数/0,001-2,260

人民出版社出版发行（北京朝阳门内大街166号）

ISBN 7-01-000291-6/Z·41

定价2.75元

致青年朋友

青年朋友们：

我疾步向你们走来。

在你们肩上，担负着中国现代化的希望。在你们四周，一个开放的世界在喧响。在你们眼中，无限美好的未来在闪光。

我听到了你们的呼唤，你们是思考的一代，行动的一代，你们求知的渴望和改革的热情为我催生。

我向你们走来，面向着现代化、面向着世界、面向着未来。我熟悉你们的面孔，热爱你们的心灵。你们是新型的探险者、实业家、诗人、思想家，你们是永远不安于现状、企求改革的勇士，你们是囤伏于人类文化的田壤，屹屹地收获与播种的耕夫。是的，你们，只有象你们这样胸襟开阔、目光

FG 02/08

远大、热爱文化、勤于思考、勇于实践的人，才能真正做到三个面向。

面向现代化绝不是一味盲目地贪新惊奇。结果未获现代化，已患现代病。新奇之物并非都有生命力，浅薄无聊的东西也常有新奇的面孔。惟以理想和创造为最高价值，以祖先的大地为家，才不致如流水落花，做无根的漂泊者。

面向世界并不意味着与世界对峙，它要我们投入世界，与世界共忧，思人类所共思之题，创人类尚未创之业，解人类仍未解之谜，让中华民族的参天巨树挺拔于世界民族之林。

面向未来不仅意味着时间上的无限性，也意味着勃发的想象力。未来永远敞开着，迎纳涉过暗夜的来者。在向未来的行进中，历史的必然被征服，成为自由。想象的辉光照亮路途，未来的天地如梦，我们的任务是变梦为现实。

我向你们走来，开始了充满希望的航行。大学生的宿舍，自学者的斗室，校内外青年思想家和改革家的沙龙，每一个立志振兴中华的中国公民

的角落，是我心中的港口。

也许我和你们一样未脱稚气，因为孕育我的，是一颗颗和你们一样年轻的心；把我奉献给你们的，是一双双和你们一样探索着的手。我向你们走来，正是为了和你们一起前进。

有人说，我是现代化的一间小小的思想实验室，供人们研究新情况，新问题，新发展。

有人说，我是世界的一扇小小的窗口，向人们展示新思潮，新学科，新信息。

有人说，我是未来天空上的一朵小小的彩云，吸引人们追求新文化，新价值，新人生。

是的，我的名字叫《面向现代化面向世界面向未来丛书》。然而在你们面前，我只有一个小小的心愿，我只希望听到你们说一句：“你是真正属于我们的。”

朋友们，清晓的光已照亮崎岖的山路，走便是当前的任务。让我们负重前行，毫不踌躇，肩并着肩，手拉着手。

《面向现代化面向世界面向未来丛书》

前 言

热力学的发展经历了三个阶段。第一阶段是19世纪诞生的经典热力学，这是平衡态热力学。本世纪40年代至50年代，普里高津等人把热力学的研究推广到非平衡态的开放系统，建立了不可逆过程热力学或非平衡态热力学，并且形成了以普里高津为首的布鲁塞尔学派。这是热力学发展的第二阶段。本世纪60年代以来，普里高津及其学派把不可逆过程热力学进一步推广到非线性区，建立了非线性、非平衡态热力学。这是热力学发展的第三

阶段。这个阶段经历的时间还不长，目前的理论也还不十分成熟。但自60年代后期以来，已经取得了一些重要的进展，特别是在远离平衡的体系的热力学稳定性理论方面，取得了突破性的进展。这方面的进展终于导致普里高津在1969年提出“耗散结构”的概念。普里高津于1977年荣获诺贝尔化学奖。

本书著者在60年代初期开始接触到布鲁塞尔学派的不可逆过程热力学。当时著者还是一名大学生，正在湖南师范大学生物系学习。生物进化的方向性与热力学第二定律所描述的过程的方向性表现出来的矛盾，使著者感到有可能是未来科学发展的突破点之一。普里高津在《不可逆过程热力学导论》一书中关于“生物体的组织结构普遍地增加的事实相应于熵的减少”的论述，使著者感到极大的兴趣；而N·维纳在《控制论》中关于进化与负熵的讨论更使著者着迷。当时就产生了把不可逆过程热力学与控制论和信息论结合起来研究进化的想法，并且为这个课题拟名为“负熵论”（广义进化论）。

大学毕业后，著者被分配到湖南涟源县一个偏僻的农村中学任教，后来又遇到“史无前例”的十年浩劫，困苦备尝，历尽艰辛，但仍然孜孜不倦

于负熵论的探索。历时20余年,终于写成《控制论与遗传进化问题》一书,1985年由湖南科技出版社出版。本书是《控制论与遗传进化问题》一书的继续和发展。

负熵是本书的中心概念,从控制论和信息论来推广耗散结构理论,是本书的中心思想。为此,著者感到有必要从信息论的概念来推广整个经典热力学,从一个新的角度来发展热力学,在耗散结构理论之外另辟蹊径。这方面的探索还是极其初步的,前面的道路还很长很长。著者希望通过本书能引起读者对这一课题的兴趣,能有更多的人参与研究,使这方面的探索能取得较快的进展。

深入浅出是本书写作中所企望达到的要求之一。对于书中若干较专门的章节,特别是第八章的前三节,不熟悉该方面内容的读者可以跳过去,而不致影响对本书主要内容的理解。

1986年8月在北京召开“系统理论中的科学方法与哲学问题学术讨论会”期间,人民出版社的编辑同志慨允接受出版本书,使本书得以与读者及时见面。著者对编辑同志为本书出版而付出的辛勤劳动,表示最诚挚的谢意。

著 者

1987年4月于湖南师范大学

目 录

前言	1
----	---

绪论：耗散结构理论向何处去？	1
----------------	---

第一章 信息与负熵	4
1·1 信息论的酝酿和诞生	5
1·2 信息概念的普遍性意义	10
1·3 熵、负熵与信息	14
1·4 熵与负熵概念的约定性	22

第二章 热力学第二定律的信息论表述方式	28
2·1 信息论文献中的几种表述	29
2·2 信息在变换和传输中的损失	37

第三章 信息热力学	41
3·1 热力学系统与通信系统	44
3·2 热和功	45
3·3 焓和熵	46
3·4 可逆过程与不可逆过程	48
3·5 信息与能量	49
3·6 从阴阳学说看信息与能量的关系	51
3·7 信息热力学对心理学的启发	53

第四章	广义温度	55
4.1	运动温度和电子温度	57
4.2	噪声温度	59
4.3	天线温度和天空温度	62
4.4	统计温度	68

第五章	从信息革命谈“永动机”与自动机的辩证法	74
5.1	从炼金术到永动机	74
5.2	永动机与自动机的辩证法	76

第六章	从负熵看自然科学中之“妖”	81
6.1	拉普拉斯妖	82
6.2	麦克斯韦妖	84
6.3	兰茨伯格妖	89

第七章	赫胥黎的广义进化思想	92
7.1	进化概念的推广	93
7.2	宇宙过程与园艺过程的对立统一	95

第八章	随机交配与选择对群体中熵和负熵的影响	99
8.1	两群体含量相等时的情形	100
8.2	两群体含量不相等时的情形	102

8.3	群体和基因数目不限的普遍性情形 . . .	104
8.4	选择导致负熵的产生	106
8.5	自然选择与人工选择产生负熵的比较 . . .	110
8.6	杂交对熵和负熵的影响	111
第九章	广义记忆与负熵	114
9.1	广义记忆与进化	114
9.2	神经性记忆的分子机制	119
9.3	记忆的亚分子机制初探	122
第十章	进化的仿生学	126
10.1	遗传进化的仿生模型	127
10.2	遗传进化的仿生理理论研究	131
第十一章	生命现象的“目的性”与负熵 . . .	137
11.1	经典的目的论	137
11.2	自动机的目的性	138
11.3	“目的”的方向性	139
11.4	目的学现象	140
11.5	目的论与目的学的统一	144
11.6	目的性与“信息势”	146
第十二章	两位诺贝尔奖获得者的争论 . . .	149
12.1	莫诺向普里高津的挑战	149

12·2	广义进化并非纯粹偶然·····	151
12·3	偶然性与必然性的对立统一·····	154
第十三章	负熵和宇宙论·····	158
13·1	宇宙热寂论·····	158
13·2	黑洞与负熵·····	162
13·3	黑洞与“三毛”·····	164
13·4	黑洞的超越性·····	166
13·5	拨正被颠倒了的黑洞热力学·····	168
13·6	宇宙收缩与负熵·····	173
第十四章	负熵论：一个未来的新学科·····	175
14·1	负熵与生物学的时间箭头·····	175
14·2	负熵概念对现代自然科学的普遍性意义·····	180
14·3	关于负熵论的设想·····	183
14·4	新学科命名的意义·····	185
第十五章	背景：现代自然科学的发展趋势·····	189
15·1	从动力科学到信息科学·····	189
15·2	从科学分化到科学综合·····	194
15·3	从可逆过程到不可逆过程的研究·····	197
15·4	从机械决定论到统计的观点·····	200
15·5	带头学科：从物理科学到系统科学·····	203
15·6	第二次与第三次浪潮中的自然观思潮·····	208

绪论:

耗散结构理论向何处去?

1948年, 维纳出版《控制论》一书, 申农发表《通信的数学理论》一文, 几乎同时以熵的形式表述了信息量的概念。但信息论的熵概念较热力学的熵概念推广了。这一点, 在科学界引起了骚动和混乱。普里高津在提出耗散结构理论之前, 曾在《不可逆过程热力学导论》一书中说, “生物体的组织结构普遍地增加的事实相应于熵的减少”。^① 这里所说的熵, 是相应于信息论的熵

① Prigogine, I. 著(徐锡申译):《不可逆过程热力学导论》, 科学出版社, 1960年。

而不是热力学的熵。

看来，普里高津后来察觉到了这一点，因此他在耗散结构理论中就小心翼翼地避免用熵减或负熵来指有序化。他只是说，耗散结构依靠来自环境的负熵流输入而产生有序化，但他决不肯再轻易说有序化也是负熵。这是普里高津的严谨之处。他避开了信息论的熵和负熵的概念，而将整个耗散结构理论局限于热力学中。即使是“非平衡、非线性热力学”，也仍然是热力学！非平衡、非线性，普里高津事实上已经在向经典热力学开刀了，但他却没有做得更彻底一些。

可是，事情的发展却偏偏不以人的意志为转移。在目前已经浩如烟海的评介性文章中，耗散结构屡屡被定义为“在远离平衡的条件下，借助于外界的能量流、质量流和信息流而维持的一种空间或时间的有序结构。”偏偏要节外生枝，在能量流和质量流之外再加上“信息流”！这样的说法已经连篇累牍，而普里高津却不置一词。莫非他已经默许了？

更有甚者，不少人还在耗散结构与信息系统之间划等号。有一篇题为“科学系统耗散结构”^①

① 宫崎：《科学系统的耗散结构》，《自然信息》，1982年，第2期。

的文章,就毫无顾忌地说:“对于科学系统,特别重要的是伴随着物质和能量交换过程而产生的信息过程”。好傢伙!被普里高津小心翼翼地排除掉了的信息幽灵,又神不知鬼不觉地闯进了耗散结构领域。

把信息系统与耗散结构联系起来的文章比比皆是,普里高津本人也有志于社会系统的探索。社会系统不是一个热力学系统而是信息系统。那么,一方面要避开信息论的概念,同时又要涉足于信息系统,“又要马儿跑,又要马儿不吃草”,行得通吗?这岂不是“普里高津悖论”了吗?

普里高津的耗散结构理论相对于经典热力学来说,是一次科学革命,正如普朗克的量子论相对于经典力学来说是一次科学革命一样。现在我们在信息系统的研究领域已经面临推广耗散结构理论的问题,这如同量子力学诞生前夕,旧量子论所面临的问题一样:

经典力学 $\rightarrow$ 旧量子论 $\rightarrow$ 量子力学

经典热力学 $\rightarrow$ 耗散结构理论 $\rightarrow$?

我们将怎样来回答这个问号呢?耗散结构理论向何处去?

第一章

信息与负熵

本世纪初期，普朗克提出旧量子论之后，曾花费了15年徒劳无功的努力，企图把量子论拉回到经典力学的轨道上去。但20世纪70年代的普里高津就比当年的普朗克要高明得多。他决不留恋经典热力学的过去，而称自己“一生主要着眼点在未来”，属于未来的乐观派。我们透过普里高津的多种论著和讲演，看到他正在酝酿着一个更远大的目标——如何把非生命自然科学、生命科学和社会科学的发展规律统一起来，向着广义的大统一进军。

要实现这个大统一的宏伟目