

张学文 著

组成论

The Constitution Theory

复杂度定律和广义集合

系统科学的新分支

对统计学的补充

改造后的熵

中国科学技术大学出版社

张学文 著

组成论

The Constitution Theory

复杂度定律和广义集合

系统科学的新分支

对统计学的补充

改造后的熵

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

很多事物中都存在**组成（成分、构成）**问题。作者创立的**组成论**为此提供统一的认识模型、分析工具、计算方法和原理。它通过广义集合、分布函数和复杂程度三个概念分析事物组成，并揭示了有随机性的事物都遵守**最复杂原理**。组成论与系统科学、复杂性研究、信息论和热力学第二定律关系密切。本书介绍了它在自然和社会科学中的许多应用，还提出了信息不可增殖、不同形态的复杂程度的互相转化（**复杂度定律**）等重要论点。自然科学、社会科学、哲学领域的理论工作者、有探索兴趣的科技专家、研究生都可以从本书中吸取新的思想、概念、方法和理论并且用于自己的领域。

Abstract

The problem of constitution (component, composition) is everywhere. The Constitution Theory proposed by the author provides a unified model, an analysis tool, and a computational method and principle for the problem. The theory analyzes the constitution through the concepts of general set, distribution function and complexity. It also reveals that every random event follows the maximum complexity principle. The constitution theory is closely related to system science, complexity study, the information theory, and the second law in thermodynamics. This book presents many applications of the theory on natural and social science, and brings up important arguments such as non-increase of information, complexity transformation of different conformation (the complexity law) and so on. Theorists in natural science, social science and philosophy, scientists, engineers and graduate students who are interested could obtain new ideas, concepts, methods and theories from this book and apply them in their own fields.

Author's email: zhangxw@mail.xj.cninfo.net

责任编辑：黄 德 鲁茂松

图书在版编目（CIP）数据

组成论 / 张学文著. —合肥：中国科学技术大学出版社，2003.12
ISBN 7-312-01640-5

I. 组… II. 张… III. 自然科学—科学研究—科学方法论 IV. N03

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 090268 号

中国科学技术大学出版社出版发行

（安徽省合肥市金寨路 96 号，邮编：230026，电话：0551-3602900）

中国科学技术大学印刷厂印刷

全国新华书店经销

开本：787×1092/16 印张：17.25 字数：440 千

2003 年 12 月第 1 版 2003 年 12 月第 1 次印刷

印数：1—2500 册

ISBN 7-312-01640-5/N·25 定价：35.00 元

序 言 1

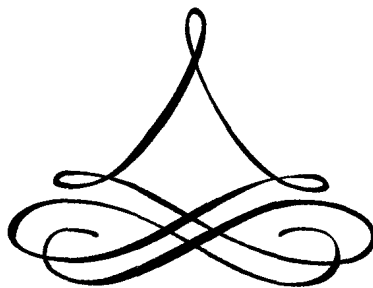
组成论是个新的理论框架，它把统计物理的思想方法进行简化、强化、泛化，而后扬弃，扩充变化，实现了新生，推广于一般系统，特别是复杂性研究，从特有的角度开拓系统局整（局部整体）关系、形影关系的新探索，为认识和研究客观事物的组成（构成、成分）的一般规律性提供了模型、基本概念、方法、工具、理论和若干应用事例，为理解世界上的事物提供了一个系统的广泛的新视角。多源多转巧运筹。组成论涉足复杂性研究、统计学、概率论、信息论、热力学第二定律、熵原理等等理法而举一反三，触类旁通，有源有流，体现了多种科技成果基础上的再创造。

虽然林林总总的系统科学分支对系统的复杂性、局整、形影关系均有或明或暗的研究，但是从系统与其子系统组成的关系来说，特别是从历史上已经有成效的统计物理来展开，扬弃扩变，则是一种非常可贵的开拓，它与耗散结构、协同学、分形论以及其他系统科学分支迥然不同。

鉴于这是一学科的开创之作，并且具有许多比较具体的理法，说理清晰，逻辑层次分明。我们热情向大家推荐本书。

吴学谋、冯向军

2003年9月6日



吴学谋：研究员、国际系统论和控制论学报副主编。

冯向军：工学博士、原华中科技大学教授、美国 IEEE 会员。

序 言 2

每一个学科及其各个分科的内部都存在自己特有的“组成”(又称构成、组分、成分)问题。而关于“组成问题”是否存在更为普遍、更为一般的通用的概念、模型和规律,我们对此可能没有想及,也可能是熟视而无睹。张先生的《组成论》独辟思路,它以组成问题为核心形成了一个创新的知识体系。

确实,组成问题存在于各个学科领域,如果确立了关于组成问题的一般性概念、模型和规律,岂不是为各个科学领域送来了新的理论武器?

现代科学领域已经非常繁多,如何概括不同领域中关于组成问题的一般认识?这看似复杂,而《组成论》却把它变得很简单:靠着新引入的三个概念和一个原理,张先生搭起了一个理论框架。重要的是作者探索了一个新领域,并且初步形成了一个新体系。俗语说万事开头难,张学文先生勇敢地迈出艰难的第一步,这是令人敬重并值得称赞的。

通俗、朴实、流畅和严谨也是本书的特点。书的前5章几乎没有一个公式,这有利于不同学科的读者步步深入而又不失严谨。全书以平等和朴实的心态与读者交换看法,令人没有说教填鸭之感,拉近了读者与作者、读者与科学的距离。全书文风清新,不艰涩、不玄虚,使人在轻松的阅读中长知识,在活跃的思维里添智慧。

组成论似乎不属于科学的经典分科中的某一类。在图书分类中它可能仅属于“科学”这个范畴。据作者说它与时髦的复杂性研究、统计学、系统论、信息论、物理学的熵有关。

时代呼唤创新,社会企盼创新。《组成论》在理论领域真的提出了创新性的见解,我们如何面对?如何评价?

20世纪80年代由于教学需要我对熵的知识产生了兴趣。张先生当时提出了与物理学的熵既有联系又有区别的另外一种“熵”,并且说它自发可以减少。这个与物理学传统认识有区别的观点发人深思。1987年我参加了张先生倡导的“熵与交叉科学研讨会”,认识了这位从事气象科学工作又有深刻物理思想的新疆气象科学研究所的所长。我和许多与会的物理同行发现,他把统计物理学中的分布函数的思路用于解决气象学中的降水分布,并且得到了资料证实。他充满信心地认为这是熵原理在非物理学领域的有效应用,他对把统计物理的思想方法推广到非物理学领域的积极性比专业物理学工作者还要高。这令人感动,也令我深受鼓舞。

张先生曾经在《气象预告问题的信息分析》一书对“信息熵”做了很好的说明和应用。借助信息论和物理学中有关熵知识的融汇,他提出了“熵是复杂程度的度量”的论点。这个提法与过去的“熵是无序程度的度量”的提法有区别又有联系。新提法比较容易理解,在很多场合也说得通。更好的是它把过去抽象难懂的概念和公式变得通俗易懂。

张先生在《熵气象学》中的思想有了发展。即沿着:分布函数—熵—熵原理(他称为

最复杂原理) 这样一条逻辑链条, 用“最复杂原理”把很多分布函数统一起来。这体现了组成论这个思路的理论力量。

在《组成论》中他的思想更为系统深化了。为了说明分布函数存在的广泛性, 他补充了一个广义集合概念。所谓广义集合是从特定角度对客观事物的一种认识模型。这样逻辑链条就延长为“广义集合(客观事物)—分布函数—熵(复杂程度)—熵原理(最复杂原理)—用原理说明对应事实”。这种被延长了的逻辑链条就是《组成论》一书的主线。其好处是它的应用领域从此跨出物理学而进入一切符合广义集合模型的客观事物中。这样, 《组成论》也就是跨出物理学的一个立体知识体系了。

看到有人把物理学的某些思路加以扩展到物理学以外, 派生出新的理论体系, 我感到高兴。

初读组成论, 我感到作者引用的广义集合、分布函数、复杂程度概念简单、重要又通俗。作者借助所谓的“概率公理”, 逻辑地引入了所谓“最复杂原理”。这不仅为全书提供了简单、清楚的理论链条, 也为物理学的对应知识提供了一个近乎平行的理论链条。我认为把《组成论》中的一些思考引入物理教学是很有意义的。

第 3 篇介绍组成论的应用时给出了不少物理学以外的事例。一部分物理知识穿上了组成论的外衣可以在非物理学领域畅通无阻。在提倡知识交叉的今天, 这确实是值得注意的新思路。作者期待各个领域的专家, 把来自物理学的定量规律应用于自己的专业中。也许这些工作取得了很大的进展以后更容易理解爱因斯坦的话: 熵原理是宇宙的第一法则。

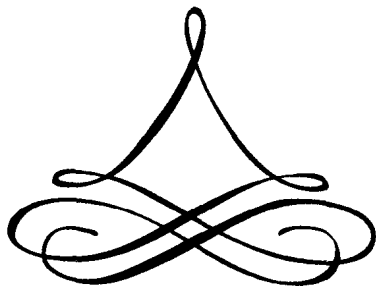
《组成论》中提出了一些与时下认识不同的论点, 如认为物理学的时间方向与生物学的方向没有鸿沟; 爱因斯坦的质量、能量关系公式应当扩大为物质的质量、能量、复杂程度(信息熵)三者的关系公式。这都是新鲜大胆的猜想或假设, 当然也有待于进一步论证、检验。

对于中国, “现代科学知识”几乎都是舶来品。它们在进口时就贴上了“合格的科学知识”的标签。如果一个新的认识首先发表在国内, 它的命运是什么? 因为没有接受洋人的洗礼而残酷地被淘汰? 我们有没有认定科学新认识的习惯、环境、程序? 有没有一种权威(机构、团体、个人)允许它报户口?

“创新”是时代的强音, 热情又谨慎地审定《组成论》是应当的。各个领域的专家尝试把组成论用于本领域, 甚至再扩展。这可能是最有实在意义的审定。

王 彬

2003 年 1 月 15 日于西北工业大学



凡中国人提出的新东西一律不予理睬的做法 是一种殖民地心态——苗东升

序 言 3

张学文是中国熵与交叉科学研究的开拓者之一。1999 年我到新疆参加复杂性研究的学术会议，有幸与学文同志结识。今就其新作《组成论》谈一些看法。

追溯张学文的组成论之思想源头，首先要提到统计物理学。他出身物理学，从事气象工作数十年，统计物理学是他的重要的理论武器。与牛顿物理学相比，统计物理学在承认不确定性（随机性）和描述整体性方面实现了科学思想的革命性变革，影响深远。作者从统计物理学走向交叉科学和复杂性研究是自然的。但我认为还必须考虑国内学术大环境。自 1978 年以来，在钱学森先生等人推动下，中国学术界掀起一场声势浩大的系统研究运动，后来又发展到复杂性研究。学文同志是积极参与者，做了许多工作，既接受了大环境的影响和滋养，也用自己的研究成果推动了系统研究运动。《组成论》意在克服分析方法的局限性，提倡横向地观察客观事物，这正是系统运动的主旨。组成问题是系统问题不可或缺的一个方面。所以，应当把组成论划归系统研究和复杂性研究。

从事科学研究最宝贵的是创新精神，理论的创新尤其宝贵。我国系统科学能够在世界系统科学界占有重要的一席之地，就在于有一些勇于提出新概念、新理论、新方法的学者。其中最突出的是我国系统科学的导师和统帅钱学森先生。钱老以超常的创新勇气和能力，在系统科学的各个层次上、大多数分支学科中都有令人瞩目的独创性贡献，把我国的系统科学带领到世界的前沿水平。此外，邓聚龙的灰色系统理论和吴学谋的泛系理论（80 年代），顾基发的“物理-事理-人理”方法论和蔡文的可拓集理论（90 年代），都是中国学者值得称道的创造。令人高兴的是，在新世纪又有张学文教授独出心裁的组成论问世，使我们有理由相信中国系统科学的创造性薪火能够传承下去。我们宣传这本新著，首先要弘扬作者敢于创立新理论的勇气。

其次，我们从系统科学和复杂性研究的角度对组成论的理论贡献做点鸟瞰式的考察。这里提三点：

系统科学超越古代整体论和近代还原论的地方，在于它吸收、改造和发展了还原论的分析方法，把它同整体思维和综合方法统一起来，形成一整套科学的系统分析方法。完整的系统分析包括元素分析、结构分析、环境分析、过程分析、动态分析等等。但系统理论没有提出和探讨过元素分析的一般理论和方法，这是个理论缺陷。组成论引进广义集合、

分布函数和复杂程度三个基本概念，试图把各个领域的组成问题一般化，寻找其一般模型和共同规律，制定对系统内部不同性质的组分做基本的定量描述的普适方法，有助于克服系统理论的这个缺点。

复杂性研究要成为一种科学，必须找到定量描述复杂性的方法。按照钱学森先生的观点，一个对象称得上复杂系统，必须具备组分“花色品种多”这个条件。广义集合和分布函数正是刻画系统组分花色品种多或少的定量化工具。所以，它有资格算作复杂性研究的一项成果。据赛思·劳埃德的统计，到上世纪九十年代初外国学者提出 45 种关于复杂性的定义，其中大多是定量的，如热力学深度、逻辑深度、共有信息、储存信息、Renyi 熵等等，都被作为度量复杂性的指标。组成论提出的度量复杂性的指标和方法，与它们大体处于同一水平，属于同一类概念。我们能够接受国外学者提出的那些概念，就应当接受组成论提出的这些概念。那种凡外国文献上有的新概念、新原理一律照抄照搬，凡中国人提出的新东西一律不予理睬的做法，是一种殖民地心态。

系统科学是关于整体涌现性的科学，系统学是在基础科学层次上刻画整体涌现性的概念体系。所谓整体涌现性，意指各个组成部分不具有，但把它们整合在一起形成系统时，其整体具有的那些特性。最通俗的表述就是 $1+1 \neq 2$ 。建立系统学，发展系统论，就得给出整体涌现性的科学论证，包括数学的证明。但迄今为止，我们对它的论证都是经验事实的归纳性论证，理论性科学性不够。组成论在这方面可能有所创新。设广义集合 A 包含 100 个颜色相同的球，广义集合 B 也包含 100 个颜色相同的球，分别计算它们的复杂程度 C_A 和 C_B ，二者均为 0；如果把它们合并为一个新的广义集合 $A+B$ ，它的复杂程度 $C_{A+B} \geq 0$ ，其中当且仅当两个集合中球的颜色相同时等号才成立。如果颜色不同，必有 $C_{A+B} > 0$ 。设 A 为白球， B 为黄球，计算得 $C_{A+B} = 200 \ln 2$ （第 7 章），即 $0+0 > 0$ 。形式地看，仅仅因为 A 和 B 的组分颜色不同，把它们简单地合并为 $A+B$ 后，就会产生非加和效应。换言之，只要系统包含相异的成分，就会产生整体大于部分之和的涌现特性。这个例子看似简单平庸，却使我们窥见一种希望：找到更有力的数学方法和其他理论方法去证明系统科学的整体涌现原理是可能的。

组成论毕竟是新理论，要它一出世就很完善是不可能的。为促进组成论的发展和深化，我们从三个方面提出若干质疑，与作者和读者商榷。

研究“系统”主要应当关注非加和的整体性。分布函数反映的是系统组分的总量在不同类别（往往是系统的不同子系统）中的分配方案，各类组分的个体数加起来就是系统组分的总数。所以，组成论所刻画的只是系统的那些加和的即非涌现的整体性，不能刻画那些非加和的整体特性，这势必限制组成论在系统研究中的应用范围。描述系统的涌现性，尚需锻造更有力的理论工具。

事物或系统的复杂程度表现于极其不同的方面，不可能用一个指标来刻画。像热力学深度、计算复杂性之类概念作为复杂度的一种指标，它的命名就比较准确。如果把一种指标一般地改称为复杂度，就有以偏概全之嫌，缺乏严谨性。组成论提出的复杂程度就有这

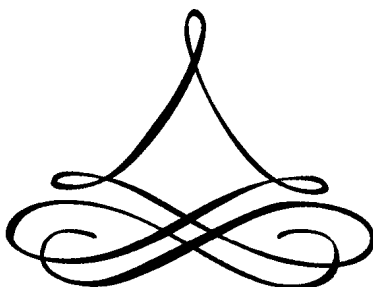
种嫌疑，因为它度量的只是集合的组分的多样性和丰富性。它们是造成系统复杂性的必要条件而不是充分条件。照我理解，张氏指标 C 只是系统复杂程度的一种度量。基于此，故建议把 C 改称为广义集合的（内在）差异度或丰富度。或者系统组分的差异度或丰富度，并作为系统复杂程度的指标之一。

作者基于指标 C 的数学定义对系统复杂程度具有守恒性的证明是严谨的，在数学和物理学上都站得住脚。但由此而导出信息守恒的一般性结论，却值得商榷。如前所说， C 是关于系统的那些可加和整体性的度量，一切可加和的整体性都是有关对象或系统的物质或能量方面的属性，度量这类属性得到的信息(数据)所反映出来的守恒性，归根结底反映了物质、能量的守恒性，不足为奇。但事物或系统的信息远不限于这一类，更多而且更为重要的是那些关于非加和整体性的信息，这种信息必定是不守恒的。总体上看，信息是不守恒的。它是系统学的理论基石，不可动摇，也无法动摇。

《组成论》是一本值得一读的好书，即便存在我提及的那些需要商榷的地方（笔者一家之言），对发展系统科学和复杂性研究也是有价值的。在科学发展中，提出问题，引起争论，同样是贡献。

苗东升

2003年3月16日于中国人民大学泊静斋



从海河滨到天山麓

自序

1935 年我出生在天津一个回族平民家庭。小学时学业平平。中学时读科普读物，唤起了我对科学的兴趣。高中时我的理科成绩提高了，立志要弄懂最深奥的科学原理，从事科学研究。

1953 年我考入北京大学物理系。那时进取是我的主旋律。自学逻辑学，把科学规律分成基本法则和从属法则，写人口论文，我成了“三好学生”。1957 年毕业时反右派运动席卷全国，我也受到冲击。我主动要求去了新疆。在大学我就读的是物理系气象专业，就分到新疆气象局从事技术工作直至 1998 年退休。

我在气象台当了多年的气象预告员。还从事气象研究、计算机开发等。1987 年我取得正研究员级高工职称（后转为研究员），1991 年享受国务院特殊津贴。1983—1998 年任过三届省级人大常委会的委员，还任过新疆气象研究所所长等职务。40 年间我写过书、论文、编（译）过书、图集、表集和程序集，但为数不多。

气象预告以经验为主，又经常不准。为改进它，我在寻找一切可以实用的理论。1964 年读《数理统计学》。1968 年自学《概率与信息》一书，使我从统计概率的角度理解了什么是“信息熵”（熵音商），这弥补了大学时对物理学中的热力学熵的迷惑。从此我改变了对熵的敬而远之的态度。我发现信息熵概念和信息规律是分析气象预告问题的好工具，在积累了一些把信息论用于气候分析与气象预告的事例的基础上，我写成《气象预告问题的信息分析》书稿，后来由科学出版社于 1981 出版。

在书中我介绍了信息论的一些概念和具体计算方法，还指出：计算气象上的信息熵可以计量各地的气候变化程度的大小、天气预告任务的大小、天气预告的质量优劣。并且给出了不少计算方法和实际计算的个例。

信息论指出对数据（随机变量）的任何变换不能创造信息（至多是不损失）。这为气象人员不能盲目寻找气象预告因子提供了理论依据。我感到过去做了一些类似制造永动机的蠢事（不止我一个人）。在书中我指出了这个结论在气象预告研究上有重要意义。后来我说“巧妇难成无米之炊、工程师造不出永动机、预告员创造不了信息，这三者包含了同样深奥的哲理”；此后我还把信息不可以增殖作为熵原理的一部分来介绍。

1980 年廖树生同志把统计物理中的玻尔兹曼分布的思路用于气象学中的降水的概率分析。这帮助我迈入想往多年的统计力学（理论物理学的一个分支）知识体系，也使我的最大信息熵知识与统计力学知识融汇到一起了。我感到把信息熵用于气象预告仅是技术问题，把熵原理用于大气现象可能是气象理论上的突破。

在“暴雨的时面深理论关系”一文中我把降水在面积上的分布表示为一个（分布）函数。我认识到对这个分布函数的一个积分就对应着该系统的熵，而熵必然服从最大熵原理。

于是，恰当地把分布函数、熵、熵原理这三个环节联系到一起就得到了一个降水在面积上的分布的理论公式。实际的雨量数据与理论公式的一致性给我很大的鼓舞。这不仅是水文气象学上是一个突破，也使我体会到把分布函数、熵、熵原理三个环节用到不同的客观事物中就可能解决更多的问题。

我感到分布函数这个概念非常有力量，沿着这个思路可以把很多含义不同的气象资料从分布函数的角度做整理。我发现水分（水汽）在大气（质量）中的分布服从负指数分布、郭爱卿同志发现海平面大气压力服从正态分布、我又找到全球大气的风速服从所谓 Gamma 分布（统计数学中的一种分布公式）。后来国家自然科学基金会资助了我们的研究。在马力、马淑红等同志的合作下我们找到了大约 30 个气象要素的分布函数。它们有的适用于各地的降水过程，有的针对全球大气总体。气象学中竟然存在这么多稳定的可以用不同公式表示的分布函数，这丰富了气象学。

在这些不同形状的实际的分布函数的启发下，如果为熵原理配合上物理意义合理的约束条件就可以得到对应的理论分布函数。而实际分布与理论分布的一致就意味着我们用熵原理解释了一批气象现象。

这些工作使我看到统计力学中对一些分布函数的理论证明实际与利用最大信息熵的做法是殊途同归。这说明，我们对现象的解释不是统计学的而是物理学的。

我们在不少（不是全部）气象要素的分布函数的论证上取得了类似降水的面积分布那样的成功。这从新的角度概括气象现象又显示了熵原理的威力。这也使我感到新的概念、新发现的一批经验公式和熵原理的引用构成了气象领域的一个新的知识体系。我把这称为熵气象学并由我和马力写成了《熵气象学》一书（1992 年气象出版社）。

从分布函数的角度归纳各种客观事物，借助分布函数与熵的关系联系到熵原理，这就形成了一个为客观事物寻找理论说明的链条。我感到这个思路的应用范围还可以扩大。我曾说“……统计物理中的深刻思想不应当仅供物理学家独享，它实际上也是众多学科共享的理论武器。它会帮助众多学科向理论阵地迈进一大步”。1987 年我发起组织了我国的“熵与交叉科学研讨会”。这个会后来每两年一届，到 1999 年已在全国各地开过七次。出版了四册会议文集。90 年代中国自然辩证法研究会还把这个组织定为它的二级学会。

这些年我也对熵的含义、规律、结构等问题有一些新认识，“物理场的熵”、“自然界有自发的非热力学熵的减少过程存在”、“熵是复杂程度”、“概率论中主要的概率分布公式都可以利用熵最大和一些约束条件推导出来”、“熵原理就是最复杂原理”等等论点在慢慢形成。1989 年我写成本书的前身“复杂度定律”（第二届熵会的长文）。

这些年的科学实践告诉我分布函数概念在概括现象联系熵原理方面起着纽带作用。为了介绍和应用熵，必须提高分布函数概念的地位、扩大分布函数概念的应用。为了说明分布函数概念的普遍性和实用性，就得说明它用到什么主体（客体）上。即哪些客观事物可以概括出它的分布函数？为了回答这个一般问题，我终于在 1997 年提出了客观事物的广义集合模型（集合概念是它的特例）。我认识到，如果客观事物符合这个模型，那么分布函数就是它必然的伴生物。即该广义集合（客观事物）就必然存在对应的分布函数。我感到广义集合概念使分布函数有了主人。1999 年我发现用类似代数学中的多项式的符号可以进行离散型的广义集合的运算。这简化了描述，也巩固了广义集合的地位。

1998 年退休后我有了比较多的时间，也就把这些认识作出整理，并且在因特网上逐步介绍。

2001 年想到广义集合的分布函数实际是描述一个系统的内部的组成（不同性质、不同

状态的个体各有多少), 复杂程度也就是事物组成的复杂性, 最复杂原理可以推导出分布函数也就是推导出客观事物的组成分配规律。我感到“组成”是我等待好久的主人。鉴于“组成论”是比较容易接受的词, 我决定把多年形成的概括客观事物又寻找理论说明的思路(认识模型)取一个概括性的名称“组成论”。

所以组成论是我在多年科技实践中最后找到的一个落脚点, 而不是我多年工作的出发点。

组成论就是吸收了一些科学的成果, 补入(也改造)了一些重要概念而形成的一组知识。它是一个认识客观事物的一般模型, 它帮助我们概括客观事实(得到一些类型不同的经验公式)还引领我们到最复杂原理(熵原理)去寻找对现象、经验公式的理论解释。组成论是概括客观事物组成, 解释事物组成的一个新武器。

确实, 存在组成问题的事物很多, 估计其中的大多数至今没有想到要用这里推荐的思路分析它。所以把组成论用到自然科学和社会科学的各个领域就可能帮助它们解决若干与组成问题有关的实践与理论问题。

《组成论》的成书就是我介绍这个知识体系的一种努力。希望它可以唤起各种背景的读者的注意、兴趣、宣传、研究与应用。当然, 公开了的思想认识也应当接受社会各个方面的审查与批判。

吴学谋、冯向军教授从泛系的角度对本书做了概括。王彬教授长期关心鼓励本书的写作, 她推荐“组成论介绍”在《物理与工程》杂志上的发表, 帮助联系出版社并且热情地写了序言。在序言中从物理学侧面对本书做了积极评价。苗东升教授热情接受了我请他写序的要求, 并且从系统科学角度对本书做了积极评价并且提出了一些置疑。所有这些对读者是引导, 对我也是激励, 我十分感激。我还感谢曹鸿兴研究员、鲁晨光先生给予的评价和帮助。另外, 通过电子邮件和因特网, 组成论也得到了很多朋友的积极评价和鼓励, 在此一并感谢!

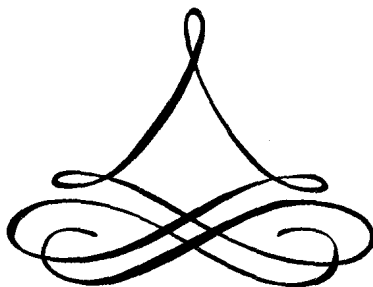
正在美国读博士的崔旭同学把本书的网络版编入他的网站文库, 译了内容提要、目录。他参加了某些部分的计算与写作、积极参加了一些问题的讨论, 特此说明和感谢! 本书也吸收了马力同志过去的某些计算, 这里顺致说明和谢意!

感谢本书的责任编辑德黄先生和鲁茂松先生, 以及王红星女士、周代庆先生, 没有他们的积极努力和付出的种种辛劳, 本书不可能以现在的面貌和大家见面。另外, 赵金龙先生以及我的家庭成员也都为本书的出版给予了多方面的帮助和建议, 这里一并致谢!

欢迎读者、专家自由评论《组成论》。可以发电子邮件(zhangxw@mail.xj.cninfo.net)也可以在“熵、信息、复杂性”网站上(<http://entropy.com.cn>)的论坛上自由发言。

张学文

2003年9月于乌鲁木齐



目 录



序言 1	(1)
序言 2	(2)
序言 3	(4)
自序	(7)

第 1 章 导论 (1)

1.1 组成问题	(1)
1.2 新视角	(2)
1.3 普遍适用的规律	(3)
1.4 广泛的应用	(4)
1.5 某些新论点	(5)
1.6 与其他学科的关系	(6)
1.7 结构	(7)

第 1 篇 三个概念

第 2 章 广义集合概念 (11)

2.1 问题的引入	(11)
2.2 个体概念——强调彼此地位相同	(12)
2.3 标志概念——描述差别	(13)
2.4 广义集合	(14)
2.5 初步说明	(15)
2.6 小结	(17)

第 3 章 分布函数概念 (19)

3.1 标志值与个体数量的关系	(19)
3.2 分布函数	(19)
3.3 例子	(20)
3.4 从观测数据中求分布函数	(22)
3.5 分布函数的一些性质	(23)
3.6 小结	(24)

第 4 章 广义集合事例 (26)

4.1 身边事物	(26)
----------	------

4.2 广义集合 100 例	(27)
4.3 小结	(33)
第 5 章 广义集合类型	(35)
5.1 物质组成的广义集合	(35)
5.2 时空(场)的广义集合	(36)
5.3 运动的广义集合	(37)
5.4 物理场的广义集合	(38)
5.5 随机实验和概率的广义集合	(39)
5.6 抽象事物的广义集合	(40)
5.7 概率的新定义	(41)
5.8 确定性和随机性	(41)
5.9 小结	(42)
第 6 章 广义集合多项式和运算	(44)
6.1 广义集合多项式	(44)
6.2 关系	(47)
6.3 和(并)+运算(加法)	(48)
6.4 差-运算(减法)	(50)
6.5 交 $\cap$ 运算	(50)
6.6 多元(维)广义集合	(51)
6.7 积 $\times$ 运算(乘法)	(53)
6.8 除($\div$)运算(除法)	(54)
6.9 连续变量	(55)
6.10 小结	(56)
第 7 章 复杂程度概念	(59)
7.1 从平均值到复杂程度	(59)
7.2 对复杂程度公式的初步说明	(63)
7.3 整体的复杂程度 $\geq$ 各部分的和	(65)
7.4 连续变量的复杂程度公式	(67)
7.5 对复杂程度公式的新理解	(67)
7.6 讨论和小结	(68)
第 8 章 信息、熵和复杂程度	(70)
8.1 引言	(70)
8.2 不确定性——信息熵公式	(71)
8.3 复杂程度与信息熵	(74)
8.4 熵函数的一些性质	(75)
8.5 信息	(76)
8.6 物理学中的熵	(79)
8.7 小结	(81)
第 9 章 关于概念的小结与讨论	(83)
9.1 引入了新概念	(83)

9.2 为规律的出台做准备·····	(84)
9.3 “客观事物”概念如何精确化·····	(84)
9.4 复杂性研究从何处下手·····	(85)
9.5 复杂性研究的保护神·····	(86)
9.6 熵体现无序性还是复杂性? ·····	(87)
9.7 连续变量复杂程度公式问题·····	(88)
第1篇参考文献·····	(90)

第2篇 一个原理

第10章 概率公理····· (93)

10.1 谁是新皇帝·····	(93)
10.2 概率公理·····	(94)
10.3 概率公理的定性应用·····	(94)
10.4 概率公理的定量应用——最大似然原理(方法)·····	(95)
10.5 小结·····	(97)

第11章 最复杂原理····· (99)

11.1 广义集合的内在随机性·····	(99)
11.2 不同的广义集合有不同的出现概率 ·····	(100)
11.3 计算不同广义集合出现概率的一个模型·····	(101)
11.4 对模型的推广·····	(103)
11.5 更一般的模型·····	(105)
11.6 最复杂原理·····	(106)
11.7 普通的例子·····	(107)
11.8 最大(信息)熵方法·····	(108)
11.9 热力学第二定律·····	(109)
11.10 小结·····	(111)

附录 概率的二项分布和多项分布·····	(112)
----------------------	-------

第12章 拉格朗日方法····· (115)

12.1 用最复杂原理寻找分布函数问题·····	(115)
12.2 泛函数和它的极值·····	(115)
12.3 求极值的一般思路·····	(116)
12.4 拉格朗日方法(1) ·····	(117)
12.5 例子·····	(118)
12.6 拉格朗日方法(2) ·····	(119)
12.7 斩乱麻问题·····	(120)
12.8 斩乱麻数值实验·····	(122)
12.9 再谈最复杂原理·····	(123)
12.10 小结·····	(124)

第 13 章 物质复杂程度的客观性	(126)
13.1 复杂程度比信息更有客观性	(126)
13.2 有限的物质具有很多种复杂程度	(126)
13.3 有限的物质仅具有有限的复杂程度	(127)
13.4 随机性是否影响复杂程度的客观性?	(128)
13.5 随机性的丧失	(129)
13.6 个体、原子、量子、数字化	(130)
13.7 物质的三元观	(131)
13.8 与维纳观点的差别	(133)
13.9 小结	(133)
第 14 章 复杂度定律	(135)
14.1 复杂度定律问题	(135)
14.2 不同形态复杂程度的互相转化问题	(136)
14.3 吉卜斯佯谬的新说明	(137)
14.4 热传导引起宏观熵的减少	(138)
14.5 被忽视的非平衡态附加熵	(139)
14.6 被忽视的物质组成熵	(140)
14.7 不可逆变换的熵减少	(140)
14.8 三种变换机构	(143)
14.9 信息、质量、能量的不增殖原理	(144)
14.10 第二类永动机	(146)
14.11 爱因斯坦公式的扩大	(147)
14.12 复杂度定律	(149)
14.13 小结	(149)
第 15 章 关于原理的小结与讨论	(151)
15.1 从概念转向规律	(151)
15.2 关于最复杂原理	(151)
15.3 物质的复杂程度的客观性	(152)
15.4 复杂程度为零的物质是不存在的	(153)
15.5 物质的复杂程度的互相转化现象	(153)
15.6 关于复杂度定律	(154)
15.7 连续变量在变换时的复杂程度的变化	(154)
15.8 信息在变换中保守性的证明	(156)
第 2 篇参考文献	(158)

第 3 篇 某些应用

第 16 章 三个概念的应用	(161)
16.1 广义集合概念的应用	(161)
16.2 分布函数概念早已应用	(162)

16.3	用分布函数归纳现象	(162)
16.4	偏见、愚见与卓见?	(164)
16.5	分布函数是连接现象与理论的桥梁	(165)
16.6	复杂程度概念的应用	(166)
16.7	小结	(168)
第 17 章	概率分布的统一 (1)	(169)
17.1	引论	(169)
17.2	等权分布	(170)
17.3	均匀分布	(172)
17.4	负指数分布	(173)
17.5	几何分布	(175)
17.6	分数维与幂分布 (1)	(176)
17.7	幂分布的数值模拟	(179)
17.8	分数维与幂分布 (2)	(181)
17.9	小结与讨论	(182)
第 18 章	概率分布的统一 (2)	(184)
18.1	正态分布	(184)
18.2	对数正态分布	(186)
18.3	Gamma 分布	(189)
18.4	Beta 分布	(192)
18.5	韦伯 (Weibull) 分布	(193)
18.6	瑞利 (Rayleigh) 分布	(194)
18.7	变量函数的分布函数	(195)
18.8	极值分布	(197)
18.9	其他的分布	(199)
18.10	小结与讨论	(200)
18.11	致谢、补充、希望	(201)
第 19 章	熵气象学	(202)
19.1	气象学需要新视角	(202)
19.2	广义集合视角下的大气 (1)	(202)
19.3	广义集合视角下的大气 (2)	(204)
19.4	用最复杂原理解释分布函数	(209)
19.5	大气的热力学熵	(210)
19.6	用复杂程度描述气候变化	(210)
19.7	使信息增殖的预告方法是找不到的	(211)
19.8	大气密度方程	(211)
19.9	小结	(212)
第 20 章	物理学	(213)
20.1	物理学中的一些分布函数	(213)
20.2	物理学中的复杂程度概念	(215)