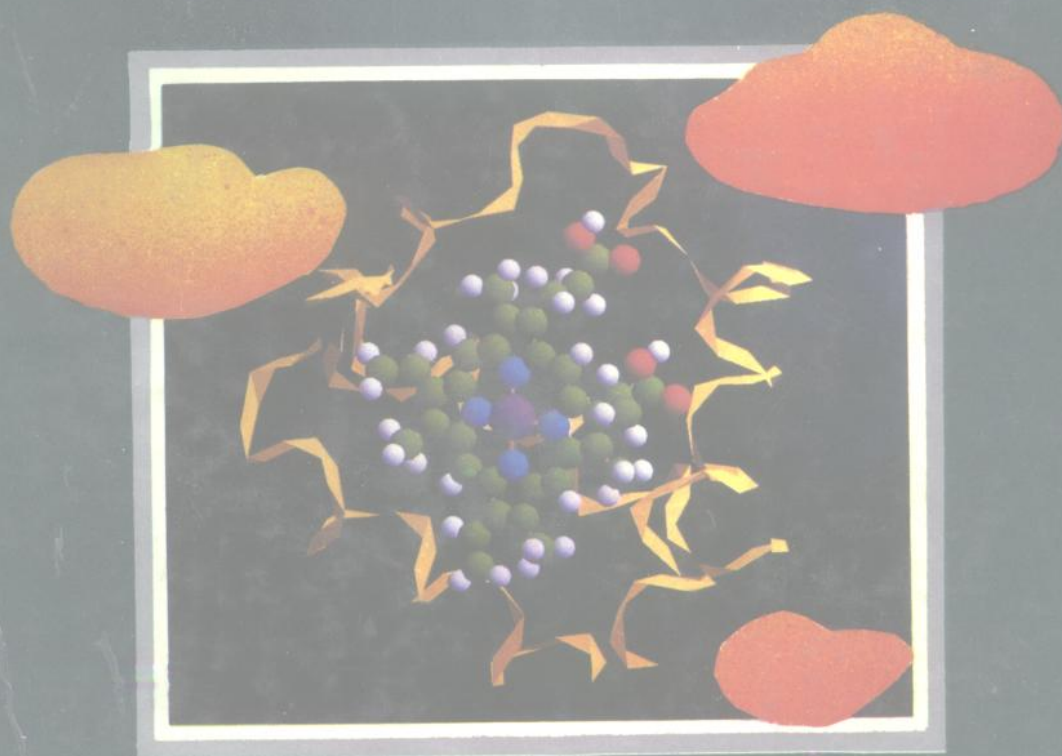




系统科学 大辞典

云南科技出版社

51.94072

519

系统科学 大辞典

主编:许国志



云南科技出版社

(滇)新登字 04 号

责任编辑 夏吉文 王建明
封面设计 王玉辉

书名 系统科学大辞典
主编 许国志

出版 云南科技出版社(昆明市书林街 100 号)
发行 新华书店
排版 科信照排公司
印装 湖南湘潭彩色印刷厂

版次 1994 年 3 月第 1 版第 1 次印刷
开本 880×1230 1/16
印张 52.5
字数 140 万字
印数 1—3000 册

书号 ISBN7—5416—0539—5/Z·98
定价 98.00 元

系统科学大辞典编辑委员会

特邀顾问 汪 浩 方福康 H.哈肯 E.拉兹洛

主 编 许国志

执行副主编 (按姓氏笔划)

吴义生 李建华 易可君 单沛尧 夏吉文

分 支 编 写 组

系统论与系统工程	主 编	曾广容	湖南省委党校	教 授	
		张承怡	国防科学技术大学	副教授	
	副主编	李希平	国防科学技术大学	副教授	
		王维平	国防科学技术大学	讲 师	
		汪 浩	国防科学技术大学	教 授	
	主 审 作 者	曾广容	教 授	张承怡	副教授
		李希平	副教授	王维平	讲 师
		E.拉兹洛	教 授	刘德铭	教 授
		颜廷富	教 授	张兆基	高级工程师
		殷洪义	教 授	卢世瑜	副教授
		元国乔	副教授	易进先	副教授
		胡德文	副教授	郭 波	讲 师
		武小悦	讲 师	朱一凡	讲 师
		刘宇飞	讲 师	龚时雨	讲 师
		查亚兵	博 士		

控制论与控制技术	主 编	王朝珠	中国科学院	研究员
		秦化淑	中国科学院	研究员
	作 者	王朝珠	研究员	秦化淑

许可康	研究员	郑应平	研究员
郭雷	研究员	王云久	研究员
郑大钟	教授	龚德恩	教授
严守权	副教授	屈常青	硕士生
李奇云	硕士生	林岩	讲师

信息论与信息技术

主 编	钟义信	北京邮电学院	教授
	易可君	湖南省委党校	副教授
副主编	赵履骏	湖南省委党校	副教授
	雷世平	核工业长沙工业学校	讲师
作 者	钟义信	教授	易可君 副教授
	赵履骏	副教授	陈钟湛 副教授
	易英	硕士生	雷世平 讲师
	蔡继跃	工程师	

0176/12

运 筹 学

主 编	顾基发	中国科学院	研究员
副主编	刘振宏	中国科学院	研究员
作 者	顾基发	研究员	刘振宏 研究员
	马仲蕃	研究员	金星 副研究员
	徐瑞恩	高级工程师	刘宝碇 博士

耗 散 结 构 理 论

主 编	姜璐	北京师范大学	副教授
副主编	李克强	北京师范大学	副教授
作 者	李克强	副教授	杨国健 副教授
	李蓉	讲师	李红纲 博士
	屈支林	博士	杨澄宇 博士
	狄增如	博士	张兴志 硕士
	李效田	硕士	罗学斌 硕士
	李兆亮	硕士	熊俊 硕士

协 同 学

主 编	姜璐	北京师范大学	副教授
副主编	李克强	北京师范大学	副教授
作 者	H. 哈肯	教授	李克强 副教授

				杨国健	副教授	李 蓉	讲 师
				李红纲	博 士	屈支林	博 士
				杨澄宇	博 士	狄增如	博 士
				张兴志	硕 士	李效田	硕 士
				罗学斌	硕 士	李兆亮	硕 士
				熊 俊	硕 士		
混 沌 理 论	主 编	刘式达	北京大 学 教 授				
	作 者	刘式达	教 授				
突 变 理 论	主 编	李培信	中国科学院 研究员				
	作 者	李培信	研究员				
超 循 环 理 论	主 编	李建华	中共中央党校 副教授				
	作 者	李建华	副教授				
灰 色 系 统 理 论	主 编	邓聚龙	华中理工大学 教 授				
	作 者	邓聚龙	教 授 吴文上				
泛 系 理 论	主 编	吴学谋	武汉数字工程研究所 研究员				
	副主 编	张玉祥	华北水利水电学院 副教授				
	作 者	吴学谋	研究员 张玉祥 副教授				
		丛大川	副教授 刘月生 副教授				
		孙裕文	副编审 向 中 研究员				
		闵永昌	副教授 李永礼 副教授				
		郭定和	讲 师 周小路 教 师				
		林 坚	硕 士 费 军 讲 师				
		廖 明	硕 士				
系 统 动 力 学	主 编	胡玉奎	北京航空航天大学 副教授				
	作 者	胡玉奎	副教授				
著 作 编 主 编	张松业	湖南省委党校 教 授					

副主编	彭炳忠	湖南省委党校	讲 师
作 者	彭炳忠	讲 师	戴树源 助理研究员
	姜群英	讲 师	

人	物	篇	主 编	邱政华	湖南农金职工大学	副教授
		副主编	杨梅林	湖南岳阳市委党校	副教授	
			曾惠东	湖南农金职工大学	讲 师	
		作 者	邱政华	副教授	杨梅林	副教授
			曾惠东	讲 师	陈建光	硕 士
			李毅红	讲 师		

责 任 编 辑	夏吉文	王建明
封 面 设 计	王玉辉	

序 一

科学家明确地把系统作为研究对象,约始于本世纪 30 年代;当时,冯·贝塔朗菲出版了他的专著《一般系统理论》。作为一位理论生物学家,他认为生命的本质是有机总体,因而生物学的研究应从系统的观点出发。后来在他的论文中,也叙述了自古希腊开始到本世纪所出现的许多重要科学成果中所孕育着的系统思想。事实上,在我国朴素的系统思想古已有之。

无庸讳言,系统是万事万物的存在方式之一,科学家们在研究这些事物时,其所提出的概念和创建的方法适用于一般系统。在这里,我们应该提到控制理论以及后来由维纳创建的控制论,其中一个重要的概念是反馈,而这也是系统研究中的一个重要概念。我们还应该提到申农的信息论。为了研究信息的传递,就不得不寻求一种度量信息量的方式。为此,申农把统计物理学中熵的概念移植于信息论,从此熵就越出了物理学的范围,进入了许多学科的领域,系统也不例外。

许多大型工程项目都是以系统的面貌出现的,本世纪 30 年代末,由于战争的需要,科学家们研制了雷达系统。这个新的系统的有效运行,以及其它武器系统的分析和评价,提出许多问题并逐一得到较满意的解决,从而出现了运筹学。如何分析、评价和优化,自然成为系统研究的重要内容。此后约 10 年,即本世纪 40 年代末,由于在大型通讯网络的扩展中,所积累起来的概念、方法等所构成的总体,当时的科学家名之为“系统工程”。在这些工作中,第一次提出了方法论,也就是进行一项工程所必需遵循的途径。

一个更大并且更重要的系统应该是社会、经济系统。这方面的研究导致了系统分析这一学科的出现。如果说平行于运筹学而发展起来的活动分析是经济学家和数学家共同耕耘的土地的话,那末系统分析就是在更大范围内是社会科学家和自然科学家(当然包括工程技术专家)通力协作的领域,在以系统分析为研究对象的单位中,其研究成员来自社会科学的许多领域和自然科学的各个学科。概括地说,系统分析的研究对象是社会经济系统,而其遵循途径和使用方法,则具有自然科学的色彩,特别是在系统分析发展的初期。电子计算机也正由工程、科学计算扩展到管理等等领域,对于系统分析的发展产生了重大影响。然而重大的突破是当我国学者提出复杂、巨系统的概念,并且认识到定量方法是远远不够的,从而提出由定性到定量的方法。不仅如此,还提出

了综合集成的概念。可以断言社会、经济系统今后将会有一个大发展。

系统还有一些更深层次的属性,在后来发展起来的突变理论(原名结构稳定性)、协同学和复杂性理论中得到阐发。复杂系统中的结构稳定性代表着有序性,但这种稳定性是怎样产生的呢?普里戈金及由他率领的比利时布鲁尔学派在几十年的工作中,首先从平衡态热力学出发,研究了稍为偏离平衡态的热力学,得到处理一般不均匀物质中各种传递过程的理论,创立了非平衡态热力学。他们将非平衡态热力学推广到远离平衡态的情况,由此发现了远离平衡态的稳定结构,即耗散结构,这种研究使一般系统论的有序结构稳定性有了严密的理论根据,最终形成了复杂性理论。哈肯引用统计方法研究复杂巨系统的行为,避开不必要的细节,透彻地看到局部到整体的过渡,把握住主要的现象,发现激光发射这种远离平衡态的系统与超导体、铁磁体等平衡态的系统,在形成系统的有序结构的机理方面是相似的,都是本系统固有的性质。哈肯还具体解释了“目的点”或“目的环”是怎样出现的,说明了系统的自组织。研究相空间系统的稳定性,哈肯得力于托姆的突变理论,正是综合了这些理论成就,他建立了协同学。托姆以结构稳定性理论为基础提出了判别突变、飞跃的原则,用数学工具描述系统状态的突变、飞跃,给出了系统处于稳定态和处于不稳定态时的参数区域,解释了自然和社会领域发生的不连续的变化过程。与上述理论相伴,是混沌动力学理论发现了系统在远离平衡的条件下,不仅可以自发地进入一种有组织状态,而且还可以进入一种特殊的有序的混沌状态。混沌并不是通常所理解的无序状态,而是一种在微观上分布高度不均匀,而在宏观上具有特别丰富特征空间和特征时间的无限嵌套的自相似结构。

正如对非平衡系统的深入研究诞生了各种非平衡系统理论一样,人们还根据系统的结构及其内部联系是否清晰明白,把系统分为黑色系统、灰色系统和白色系统,由此创立了一些系统方法和系统理论的新的分支。其中发展较快较成熟的有邓聚龙先生创立的灰色系统理论和建立在数学家扎德的模糊集合论基础上的模糊系统理论。系统理论的这两个新的分支学科在工程和管理现代化上具有广阔的实际应用前景。

综上所述,半个多世纪以来,在系统这个园地里,真是百花齐放、万紫千红,但也造成一些混乱。这并不奇怪,对于一个庞大的领域,少数人在较短的时间内无法看到全貌。总是甲看到东北一隅,乙看到西南一隅,各自埋头耕耘,难免导致一些概念和范畴的不统一,常常出现了同名而异实,或者同实而异名。

本世纪80年代以来,著名科学家钱学森在研究系统科学过程中研究了现代科学技术的体系和结构。他把整个科学技术分为四个层次:首先是工程技术这一个层次,然后是直接为工程技术提供理论基础的技术科学这一层次;再就是基础科学这一层次;最后通过进一步综合、提炼达到最高概括的马克思主义哲学。整个科学技术又包括:自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、行为科学、军事科学等许多大的部门。今天能够列出这许多大的部门,是人类认识世界和改造世界的伟大成就。但是,历史不会停留在这一步,科学技术决不会停滞不前,科学技术的发展一定会出现新的部门,科学技术的体系结构是开放性的。

而系统科学作为现代科学技术体系中的一个重要部门,则是一门综合的、横断面的新兴科学技术部门。系统科学是从系统的结构和功能这个角度去研究客观世界,包括了系统工程这类工程技术,系统工程的理论方法,如运筹学、控制论、信息论这类技术科学,还有系统科学的基础理论的系统学等层次的知识 and 理论。这个科学技术部门包含着许多学科,但并不是杂乱无章地拼凑在一起,而是有机地相结合,具有内在逻辑。钱学森同志指出,虽然控制论、信息论和系统论都共居于系统科学之中,但并不平列,而是各在其位。把三论平列起来是思想上的混乱,实际上核心问题是系统,不是三论而是一论,就是系统论、控制论和信息论都包括在系统论中。

钱学森同志重现世界各国科学家的研究成果,把这些成果作为建立系统科学中“系统学”的素材。他认为,把运筹学、控制论和信息论同贝塔朗菲、普里戈金、哈肯、弗洛里希、艾肯等人的工作融会贯通,加以整理,就可以写出《系统学》这本书。他还说:“我看,‘耗散结构理论’、‘协同学’……都是过往云烟,留下的将是系统学。当然创造耗散结构理论和协同学的普里戈金和哈肯是大有功劳的。”的确,系统科学发展的前景是未可限量的,现在应该说是刚刚开始。

钱学森同志按学科的性质将不同学科分属不同的层次。如把系统工程属于工程技术,而控制论和信息论则属于技术科学,此外系统学则归于基础科学。鉴于系统科学本身既有社会科学,又有自然科学的内容,而将系统科学与自然科学平列,这样就提纲挈领、层次分明了。我们这本系统科学辞典,是企图在这种理解下编写的。

在这本辞典即将问世时刻,我们对所有支持我们编写和出版的同志表示深切谢意。我们特别要感谢钱学森同志,不仅感谢他对我们工作的具体支持,更感谢他对系统科学所作的重大贡献,使我们在编写这本辞典时,有一条遵循的途径。

许国志
1993 年北京

序 二

20 世纪,自然科学的研究经历了从无机到有机,从简单到复杂的变化,这些变化给科学的研究带来了新的面貌。

在传统自然科学中,牛顿的机械论和线性的思维方式占据着统治地位。那时组织化的问题是神秘的,随机性和偶然性被视为一种未完成的研究,而系统中非连续的突变,通过合作产生新的质变都是些莫明其妙的事。但是进入本世纪,随着系统科学和自组织理论的发展,这些问题已逐渐被认识并给出了科学的解释。从本世纪初的一般系统论和系统工程理论开始,此后,随着信息论、控制论、运筹学、突变和自组织理论的发展,系统思想已经发展成了包括许多学科的综合多方面的科学。而所有这些学科都是以系统的思维来研究复杂事物的规律。

系统科学的概念是由中国学者较早提出的,我认为这是很有意义的概括,并在理解和解释现代科学,推动其发展方面是十分重要的。

编纂一部辞典标志着一个科学学科发展的重要阶段。对于一个初创不久的学科来说编辞典是不可能的。但当一个学科发展到其高级的阶段,当其概念变得相对清楚,稳定时,辞典就会出现。由于系统科学已经发展到了这样的阶段,因此编写辞典明确其术语,统一其概念是适宜的和必要的。

看到协同学为中国学者的接受为我们的学术交流架起了桥梁我感到欣慰,而在与他们的合作与研究中我感到更加快乐。

科学是人类的共同事业,它是所有的学者们共同努力的结果,我希望这部辞典会对系统科学和现代科学的发展做出贡献,并使中国的读者和其它更多国家的读者从中获益。

H. 哈肯

Preface

In the 20th century, research in natural sciences has undergone changes from inorganic to organic and from simple to complex. The changes have given a new look to scientific research.

In the traditional natural sciences, Newton's theory of mechanics and the linear way of thinking had a dominant position. At that time, the problem of organization was considered mysterious, contingency and randomization were regarded as an incomplete research, and uncontinuous mutation and new qualitative changes through cooperation in a system were taken as strange things. But in the 20th century, with the development of Systems Science and the theory of self-organization, these problems have been gradually understood and given scientific explanations. Beginning with the development of general systems theory and systems engineering in the early years of this century, and then with the establishment of information theory, cybernetics, operations research, catastrophe theory and the theory of self-organization, the ideas of systems have formed a comprehensive science which consists of a group of subjects. In all these subjects, the laws of complicated things are studied in the systematic way of thinking.

The concept of Systems science was first introduced by Chinese scholars. I think that this is a meaningful generalization and that it is important in understanding and explaining modern science and in promoting its development.

The compilation of a dictionary marks an important stage in the development of a scientific subject. It is impossible for a dictionary to be compiled soon after a subject is first founded. But a dictionary is to appear when a subject has developed to its advanced stage and when its concepts have become relatively clear and stable. Since Systems Science has developed to such a stage, it is suitable and necessary to compile a dictionary so as to define the terms and unify the concepts.

I am very glad to see that synergetics has been adopted by Chinese scholars and that it has created a bridge for our academic exchanges. I have found much pleasure in the discussions and cooperation with them.

Science is the common cause of all mankind and it is the fruit of all the scholars in a common effort. I hope that this dictionary will help to develop Systems Science and modern science and that readers in China and in many other countries will benefit from it.



序 三

如一切自然系统一样,科学也在不断地发展和进化。而系统科学的出现应该是 20 世纪科学进化的最重要的标志。

系统科学在许多方面与经典自然科学和社会科学有所不同,它的概念框架和范式的倾向不是简单的、分析的和还原论的,而是复杂的、综合的和整体论的。系统科学运用透视论的方法,包含了科学研究的全部领域,从物理、生物、社会直到人类科学。它以一种新的思想方法为基础和根据,给科学带来了一种新式的研究。

今天的系统科学已发展成为一个复杂的科学领域,形成了多方面多学科的研究。它的起源可以追溯到本世纪 30 年代 L. V. 贝塔朗菲提出的一般系统论。在此后的 20 年中,信息论、控制论、系统技术和运筹学等多个领域并行发展。进而,高度复杂性理论也出现了,如 I. 普里戈金的耗散系统理论、H. 哈肯的协同学、M. 艾根的超循环理论、R. 托姆的突变论和 J. 冯·诺伊曼的细胞自动机理论。在 70 年代初,这些发展的哲学基础在 E. 拉兹洛的系统哲学中形成。系统领域历史地进一步发展是 70 年代和 80 年代的动力系统的数学理论和混沌论的出现以及 B. 曼德布罗特的分维与自相似系统理论、查德的模糊逻辑、E. 罗伦兹、R. 阿伯拉罕、R. 肖等人的计算机基础实验工程的出现。由于所有这些理论快速进步,至 1990 年,由 E. 拉兹洛、J. 塞尔克又提出了包括着自然和社会的动力系统发展的一般进化论,并形成了一般进化论研究会。系统工程也伴随着这些理论的发展经近几十年而飞快地发展起来。

对于这个新兴的、快速发展的领域来说,明确其概念和方法,使其强有力的概念在现代理论和应用科学的许多领域中发挥更充分的作用是十分重要的。我祝贺中国学者们首先开始了编纂系统科学辞典这项重要的事业。

由于我从事了 30 多年系统科学各方面的研究发展工作,我很荣幸并愉快地接受了李建华教授和系统科学辞典编委会的邀请,加入了他们的重要事业。

系统科学正通过其许多学科和领域飞速发展,在未来将会产生更多的系统理论和概念。这部辞典将会对这些学科的发展做出贡献,并能够推动它的读者们学习和研究新的科学,开拓系统科学的更多的学科、理论和应用领域。

埃尔温·拉兹洛

PREFACE

to the Systems Science Dictionary

Science, like natural systems in general, is continuously growing and evolving. The emergence of systems science may have been the most important benchmark of its evolution in the 20th century.

In many respects, systems science is different from the classical natural and social sciences. Its conceptual framework and paradigmatic orientation are not simple, analytic and reductionist, but complex, synthetic, and holistic. Systems science uses the method of perspectivism, and encompasses the entire field of scientific investigation, from the physical, biological and sociological to the human sciences. It initiates a new approach to scientific investigation, based on new thinking and a corresponding new methodology.

Today, systems science has grown into a complex field of scientific research, reaching many areas and fields of inquiry. Its origins can be traced to the general system theory introduced by Ludwig von Bertalanffy in the 1930s. In the following two decades there have been simultaneous developments in several areas, marking the appearance of information theory, cybernetics, systems technology, as well as of operations research. Highly sophisticated theories have appeared, among them Ilya Prigogine's dissipative systems theory, Hermann Haken's synergetics, Manfred Eigen's hypercycle theory, Rene Thom's catastrophe theory, and John von Neumann's cellular automata theory. In the early 1970s, the philosophical basis of these developments has been worked out by Ervin Laszlo in systems philosophy. The systems field experienced additional development throughout the 1970s and '80s with the appearance of mathematical theories of dynamical systems and chaos, including the theory of fractals and self-similar systems of Benoit Mandelbrot, the fuzzy logic of Zadeh, and the computer-based experimental work of Edward Lorenz, Ralph Abraham, Robert Shaw and others. Due to rapid progress in all these fields, a new theoretical development could appear by the year 1990: general evolution theory, encompassing dynamical systems development in nature as well as in society, developed by E. Laszlo, with Jonas Salk and the general Evolution Research Group. Systems engineering has benefited from these developments and made rapid progress throughout the last several decades.

It is important that this new and rapidly evolving science should define its concepts and methods, and thus bring the full thrust of its powerful concepts to bear on the many fields and dimensions of contemporary theoretical and applied science. I congratulate Chinese scholars for hav-

ing taken the initiative to compile the Systems Science Dictionary, dedicated to this important cause.

As I have been engaged in the research and development of various aspects of systems science over the past three decades, I am pleased and honoured to accept the invitation of Professor Li-Jianhua and the Editorial Board of this Dictionary to join their important endeavour.

Systems science is in rapid development throughout its many fields and domains and we can expect ever more systemic theories and concepts to emerge in coming years. This dictionary will contribute to progress on this field, and enable as well as motivate its readers to study and research the new science and develop its many branches, theories, and applications.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Edmund Byrne". The signature is fluid and cursive, with a long horizontal stroke at the end.

凡 例

一、《系统科学大辞典》所列条目，以系统科学中常见的、重要的和近几年新出现的名词术语为主，兼收了相关学科的名词术语，并酌量收录了该学科领域的知名人物和具有代表性的著作。内容涉及 14 个方面，共计 140 万字。

二、《系统科学大辞典》的条目及释文分三个层次先后排列：

(一) 汉字条目排在前面

按条目第一字的汉语拼音字母次序排列。第一字同音时，按阴平、阳平、上声、去声的声调次序排列；同音、同调时，按笔画多少和笔顺排列；如果第一字的音、调、笔画和笔顺完全相同，则按第二字的汉语拼音字母次序排列，余类推。如“初值化”与“储存器”两条目第一个字“初”与“储”同音，按声调次序故“初值化”排在“储存器”之前。如“根轨迹法”和“跟踪控制”两条目，第一个字同音、同调，按笔画和笔顺次序，“根轨迹法”排在“跟踪控制”之前。又如“增益介质”和“增长区域”两条目，第一个字的音、调、笔画和笔顺完全相同，按第二个字汉语拼音次序，“增益介质”排在“增长区域”之前。

(二) 英文条目紧随其后

英文字母开头的条目，按英文字母次序排列。第一个字母相同，依第二个字母次序排列，余类推。如果条目英、中文相混，英文相同，则按英文后汉字的汉语拼音字母次序排列。

(三) 其它条目排在最后

数字开头的条目，按由小到大次序排列。希腊字母开头的条目依希腊字母次序排列。

三、释文书眉标明本页内所有条目的第一个汉字及汉语拼音。

四、学科与学科之间交叉使用的条目，在分科索引中，均设。

五、同义异名的条目，或内容涉及其他相关条目，并需要由其它条目的释文补充的条目，采取“参见”方式。

六、相当部分条目的释文后附有参考书目，供读者选读。

七、除中国人名条目外，条目一般都加注英文名。

八、为查阅方便，本辞典在释文前设有综合目录(含汉语拼音、英文及其它三部分)，书末附有分科条目索引。

总 目 录

序一	1~3
序二	4~5
序三	6~8
凡例	1
分科目录	1~46
正文	1~726
汉语拼音索引	727~778
后记	779