第一章　系统论

第一节　系统思想的产生和发展

一、古代朴素的系统思想

早在古代中国、古希腊等文明古国的文化中就蕴育了朴素的系统思想。这些思想来源于古代人民的社会实践经验和对宇宙的直观认识。

系统思想在我国源远流长,在哲学、科学技术、军事、医学、工程、天文历法等各方面的理论和实践中都表现出了十分明显的系统观念。中国最早成书的《易经》和《洪范》所反映出的朴素唯物论和辩证法观念就包含了系统思想。《易经》曾试图用阴阳八卦来说明宇宙万物的发展变化和统一性，认为阴阳的交感、协调和消长是万物运动变化的原因,并用天、地、雷、火、风、泽、水、山作为说明世界上其他东西的根源，这显然包含着把世界万物看成一个统一整体的系统观点。《洪范》中的“五行说”则把金、木、水、火、土这五种基本物质看成是构成世界万物的不可缺少的元素，并用五行之间的相生相克来说明万物间的相互依存和相互制约。“五行说”可以看作是对现代系统理论的一种原始表达。春秋末期的著名思想家老子在《老子》一书中指出“:天下万物生于有,有生于无”;“无,名天地之始,有,名万物之母”;“道生一、一生二、二生三、三生万物”。这里就包含了事物之间相互联系、相互制约的关系，表述了对自然界的系统性的认识。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

北宋哲学家周敦颐在《太极图说》中指出“:无极而太极,太极动而生阳。动极而静,静而生阴。静极复动。一动一静,互为其根。分阴分阳,两仪立焉。阳变阴合而生水火木金土,五气顺布,四时行焉。五行一阴阳也,阴阳一太极也,太极本无极也。五行之生也,各一其性。无极之真,二(两仪)五(五行)之精,妙合而凝。乾道成男,坤道成女。二气交感、化生万物,万物生生而变化无穷。’由此可见,周敦颐实际上是论述了世界的构成和演化的过程。周敦颐的同代哲学家邵雍构造了一个象数体系,他的《先天图》实际上可看作是宇宙演化的系统模型。邵雍认为,世界上的万事万物都是从一个总的本体‘太极’演化出来的。太极演为两仪,两仪演为四象,四演为八,八演为十六,十六演为三十二,三十二演为六十四。他认为这种演化过程就象‘根之有干,干之有枝,枝之有叶’;‘合之斯为一,衍之斯为万”。这里的两仪(动静)、四象(阴阳刚柔)、八卦(太阳、太阴、少阳、少阴、太柔、太刚、少柔、少刚)是‘象”,与这些象相对应的一、二、四、八、十六、三十二、六十四是数。邵雍就用这种一演为二,二演为八、八演为十六……的简单的“加一倍法”推演出一个神秘的数的系统,用它来证明宇宙的生成。在这些神秘思想里就包含着系统的层次观点。

总之,中国古代哲学中的系统思想是十分丰富的,不仅如此,在各种社会实践活动中也包含着朴素的系统观念。战国时秦国太守李冰父子主持修建的都江堰水利工程,北宋晋国公丁渭修建被焚皇宫时所采用的“一举而三役济”的方法,明代铸造大铜钟所采用的‘群炉汇流法’等都体现了系统思想。著名的《孙子兵法》从天时、地利、将帅、法制和政治等方面对战争进行全面的分析,指出战争要以上述这些因素为依据,通过比较敌我双方的优劣条件,以求得战争的胜利。中国古代农学也很注重农业生产要求和生产环节之间的有机联系,从全局出发,统筹安排各种农事活动。许多农书对农作物的生长与种子、土壤、水分、肥料、气候等因素之间的关

系，以及怎样合理利用这些因素达到农业丰产进行了论述，并且总结出了指导农业生产的朴素系统法则，如“因地制宜”，“不违农时”;“顺天时,量地力,则用力少而成功多”等。中医也十分注重从整体出发来诊断、治疗疾病,讲究辩证施治。中国古代医学经典《黄帝内经》就把人体看成是一个有机整体，认为人体各部分是相互联系，不可分割的。它还把人体看成是与天地这个大系统相关联的小系统，并从病理现象与自然现象的联系上来阐明病因，强调医疗过程必须因时、因地、因人制宜。《黄帝内经》从整体出发来看待人体内脏之间以及人与环境之间的关系，比较深刻地体现了系统的整体性、相关性、动态性、层次性、环境适应性。

在古希腊，人们也具有了朴素的系统思想。毕达哥拉斯认为宇宙万物都能归结为整数和整数之比，构成一个和谐的整体；并且把人作为一个整体同宇宙整体进行比较，认为人是小宇宙，是大宇宙的缩影。朴素辩证法的奠基人之一赫拉克利特曾在《论自然界》中论述，世界是包括一切的整体。他认为世界是在火的变化中作有秩序的运动;“土死生水,水死生气,气死生火;反过来也是一样。”他把事物运动的规律、秩序称作“逻各斯”。古代原子论的创始人德谟克利特的哲学思想中也包含了一些系统思想。他认为一切事物都是由原子和虚空组成的，原子和虚空构成了不同层次的世界，人就是其中的一个小世界。他著有《世界大系统》一书,这可能是最早采用‘系统’这个词的著作。柏拉图在其知识论中,提出了四种认识对象、四种认识能力和四种不同的认识，形成了包括三个层次和四个等级的认知系统。柏拉图在理想国学说中认为人不能孤立自处，只能在社会中才能求得生存；国家是放大了的个人，个人则是缩小了的国家，并把国家看作是由统治阶级、武士阶级和劳动者阶级组成的等级系统。古希腊哲学的集大成者亚里士多德的系统思想对现代系统论的形成具有重大影响。一般系统论的创始人贝塔朗菲认为：“亚里士多德的世界观及其固有的整体论和目的论的观点就是

这种宇宙秩序的一种表达方式。亚里士多德的论点整体大于它的各部分的总和是基本的系统问题的一种表达，至今依然正确。”①其实,亚里士多德对系统整体性的描述‘整体并不是部分的总和”;更能反映系统整体性的各种情况。亚里士多德还提出用四因论，即质料因、形式因、动力因、目的因来说明事物的构成及生动变化的原因。其中就包含着对事物的组成、结构、功能、目的的系统理解。亚里士多德在人类历史上还第一次把形式逻辑变成了系统体系。

由上可见，系统思想在古代人类社会实践中就有萌芽，它们大都寓于朴素的辩证法之中。它们是与整体、秩序、等级、动态、相互联系等概念联系在一起的，其特点就是强调对世界整体性和统一性的认识。但是，由于受当时科学发展水平的限制，人们还缺乏对事物整体的各个细节的认识，因而对事物整体性和统一性的认识也是不全面的，甚至有时用理想、幻想的联系来代替或填补尚未知道的现实的联系，所以，古代的系统思想与辩证思想一样，带有猜测、直觉和思辨的性质。恩格斯曾指出“:在希腊人那里—正因为他们还没有进步到对自然界的解剖、分析—自然界还被当作一个整体而从总的方面来观察。自然现象的总联系还没有在细节方面得到证明，这种联系对希腊人来说是直接的直观的结果。这里就存在着希腊哲学的缺陷，由于这些缺陷，它在以后就必须屈服于另一种观点。’②

二、近代系统思想

对自然界这个统一整体各个细节的认识，是从近代科学的诞生开始的。15 世纪下半叶,天文学、力学、物理学、化学、生物学等相继从自然哲学中分离出来。近代自然科学主要通过观察、实验、解剖把自然事物分成各个独立的部分，分门别类进行研究。这种认

① 《科学学译文集》,科学出版社,1980年。
② 《马克思恩格斯选集》第 3 卷，人民出版社,1972 年。

识事物的方法反映在哲学上，就形成了形而上学的思维方法。这种思维方法撇开了事物总体的联系和发展来考察事物，因而它“堵塞了自己从了解部分到了解整体、到洞察普遍联系的道路”。① 在机械论和形而上学占统治地位的时代，系统思想的发展受到了很大的局限。当然，随着近代科学对世界各个部分和细节的认识的深化，以及对认识资料的加工整理，为人们认识客观事物的相互联系和发展，进而为现代系统理论的建立奠定了基础。

德国莱布尼兹提出的《单子论》对系统思想的形成有重要意义。他在《单子论》中明确提出“单子”是生物的原素”，是“组成复合体的单纯实体”；同时他又认为“宇宙是一个被规范在一种完美秩序中的统一体系”。② 他还认为任何事物都是在联系中显现出来的，都是在系统中存在的，系统联系规定每一事物，而每一事物又能反映系统和联系的全貌。他说：“这种一切事物对每一事物的联系或适应，以及每一事物对一切事物的联系或适应，使每一个单纯实体具有表现其他一切事物的关系，并且使它因而成为宇宙的一面永恒的活的镜子。”③ 在莱布尼兹看来，单子是能动的实体，一切事物都是单子的表现。单子彼此不同，构成了千差万别的事物，单子的高低不同形成一个连续的系列，表现为事物由低级向高级的过渡，单子之间的普遍联系构成了整体世界。莱布尼兹强调单子的整体性、相互联系性、结构层次性、发展动态性，相互适应性等思想，这些论点都与现代系统论的思想很接近。莱布尼兹的单子论对现代控制论和系统论的创立都产生了重大影响。控制论的创始人维纳称他为控制论的哲学“守护神”，贝塔朗菲认为：“莱布尼兹的单子等级看来与现代系统等级很相似。”④

① 《马克思恩格斯选集》第3卷，人民出版社，1972年。
②《西方哲学原著选读》上卷，商务印书馆，1981年
③《西方哲学原著选读》上卷，商务印书馆，1981年。
④《科学学译文集》.科学出版社，1980年。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

德国古典哲学的创始人康德对系统思想的发展也作出了重要贡献。康德在其早期学术活动中所提出的星云假说，认为宇宙的形成是一个永恒的过程，它具有系统性质和自调性质，一旦旧的世界毁灭，新的世界就应运而生。他用原始星云自身具有的力学特性说明了太阳系这一系统从生成到形成有序结构的大致过程。恩格斯认为这一理论在当时的形而上学的“自然观上打开第一个缺口”。康德一直对机械论持批判的态度，而强调自然的整体性。他曾十分明显地把自然界中的整体分为机械性和合目的性整体两类，认为作为自然目的代表的生命有机整体具有三大特点：一是各部分只有在与其整体相联系的情况下才存在，如果把手与躯体分离开，就不成其为手了；二是各部分互为因果、互为目的和手段；三是具有自组织功能，能自己进行再生产。在康德看来，用作为系统整体的目的的观念来看待和研究事物，对于深入揭示自然的奥妙大有好处。

德国古典哲学大师黑格尔是哲学史上第一个“全面地有意识地叙述了辩证法的一般运动形式”的哲学家。① 他把‘绝对概念’称为‘系统’,把这种系统理解为一个‘过程的集合体’。他认为一切存在都是有机的整体,‘作为自身具体、自身发展的理念,乃是一个有机的系统,一个全体,包含很多的阶段和环节在它自身内’。② 他在论述系统整体与其部分的关系时说：不应当把动物的四肢和各种器官只看作动物的各个部分，因为四肢和各种器官只存在它们的统一体中才是四肢和各种器官……四肢和各种器官只是在解剖学家的手下才变成单纯的部分，但这个解剖学家这时所处理的已不是活的躯体，而是尸体。黑格尔在构造其哲学体系时，不是简单地列举哲学范畴，而是力图提示它们之间的内在联系，从一个推导出另一个，把它们放在一个动态的系统中考察。他的客观唯心主义哲

① 马克思：《资本论》第1卷，人民出版社，1972年。
② 黑格尔：《哲学史讲演录》第1卷，三联书店，1957年。

学体系就是这样一个由概念、范畴的演变和发展所组成的大系统。但他是用概念的系统发展颠倒地反映了客观世界现实系统的发展过程。恩格斯说:"黑格尔第一次——这是他的巨大功绩——把整个自然的、历史的和精神的世界描写为一个过程,即把它描写为处在不断的运动、变化、转变和发展中,并企图提示这种运动和发展的内在联系。"①

19世纪,自然科学取得了重大进展。能量守恒与转化定律、细胞学说和进化论这三大科学发现,加深了人类对客观事物的普遍联系和整体发展的认识,也为辩证唯物主义系统观的创立提供了丰富的材料。"由于这三大发现和自然科学的其他巨大进步,我们现在不仅能够指出自然界中各个领域内的过程之间的联系,而且总的说来也能指出各个领域之间的联系了。这样,我们就能够依靠经验自然科学本身所提供的事实,以近乎系统的形式描绘出一幅自然界联系的清晰图画。"② 马克思和恩格斯在批判地继承康德、黑格尔等人的系统思想的基础上,把系统思想运用于具体研究工作中去,成为现代系统理论的先驱。恩格斯在《自然辩证法》中,把物质运动概括为机械的、物理的、化学的、生物的、社会的五种基本运动形式,力图以系统形式来描绘自然界和人类社会的联系。马克思和恩格斯还把人类社会的发展作为一个复杂的动态系统来研究。马克思在《政治经济学批判导言》中科学地描述了社会发展的系统形式是以五种社会形态依次更替发展的。他还把社会经济形态这一大系统看作是由经济基础、上层建筑和意识形态三个子系统构成的,并认为社会发展是三者矛盾运动的结果。马克思在对资本主义社会进行剖析时,并没有把孤立的个人当成研究的出发点,而是把人与人之间的联系这一带有整体性质的社会生产关系作为

① 《反杜林论》见《马克思恩格斯全集》第20卷。

② 恩格斯:《路德维希·费尔巴哈和德国古典哲学的终结》,见《马克思恩格斯全集》第21卷

研究的对象，认为人的本质是一切社会关系的总和。马克思把社会生产方式看成是由生产、分配、交换、消费诸要素构成的有机整体，并对它们之间的有机联系进行了深入细致的研究。所有这些体现系统思想的重要成果都包含在《资本论》这部巨著之中，并且这部巨著也构成了一个完整的概念系统。正如科学学奠基人贝尔纳所指出的那样："马克思的关键观点之一，就是科学的统一性。因此，马克思主义的发展是不把自然科学与社会科学隔绝开来而发展，……经济学、技术科学和各门自然科学同各门社会科学合为一个富有生命力的整体，这个整体在马克思的《资本论》中得到了充分的表达。"国内外许多学者，包括一般系统论的创始人在内，都把马克思和恩格斯看成是现代系统理论的先驱。

三、现代系统论的诞生

现代系统论是由美籍奥地利生物学家贝塔朗菲（L. V. Bertalanffy）创立的。它的产生与20世纪20年代在生物学中出现的机械论和活力论的论战密切相关。在生物学领域，一直就存在着机械论和活力论的争论。机械论者用分析的方法把生物问题还原为物理和化学问题，把复杂的生理和心理过程看成是各部分的机械相加，认为一种原因只能产生一种结果。与之相反，活力论者则认为生物体内存在着一种特殊的"活力"，生物体内的整个生命过程就是由这种超自然的力量支配着。在19世纪，由于物理学、化学等自然科学的迅猛发展及其对生物学的渗透，使得机械论者在争论中逐渐处于有利地位。20世纪初，德国生物学家杜里舒作了一个著名的海胆发育实验。他将处于原肠胚期的海胆分成两半，出人意料的是，每一半竟发育成为一个完整的幼体。他将两个细胞卵融合在一起，也能发育出一个幼体。这个实验证明整体并不是部分的简单相加，并且不同的原因也能产生相同的结果。这一实验给了机械论一次沉重的打击。以杜里舒为代表的新活力论认为这些实验结果

只能用类似灵魂的生机因素来加以解释。在 20 世纪 20 年代,机械论和活力论的论战成为科学界和哲学界关注的焦点。机械论虽然正确地指出了生命体中的物理化学机制，但却不能合理地解释复杂生命体的有机统一性；活力论虽然指出了机械论的形而上学的错误，但也使生命的本质带上了神秘主义的色彩。由于这两种观点都没能解决生命的本质问题，因此，一些科学家和哲学家开始提出用机体论取代活力论和机械论。贝塔朗菲就是最早提出“机体论”观点的学者之一。他在 1924 年至 1928 年之间多次发表文章表达了这一思想。当时他称之为“机体生物学”。他认为应当把有机体当做一个整体或系统来考察。 1932 年,他发表了《理论生物学》，1934 年又发表了《现代发展理论》,提出用数学模型来研究生物学的方法和机体系统概念。他指出，机械论有三个错误观点：其一是简单相加的观点，即把有机体分解为各要素，并采用简单地相加来说明有机体的属性；其二是机械观点，即把生命现象简单地比为机器,认为“动物即机器”“人即机器”其三是被动反应的观点,即把有机体看作只有受到刺激时才作出反应，否则就静止不动。他认为这种理论不能正确地解释生命现象。他从机体论思想的其他开创者那里吸取了许多思想，并概括了机体论发展的成就，提出了几个基本观点：

1. 系统观点

贝塔朗菲认为一切有机体都是一个整体系统，生物体是在时空上有限的具有复杂结构的一种自然整体。从作为一个有机体的生物体中分析出来的部分，同整体中发挥机能的部分是截然不同的,生物体的各部分离开整体是不能存在的。他认为“复杂现象大于因果链的孤立属性的简单总和。解释这些现象不仅要通过它的组成部分，而且要估计到它们之间的联系的总和。有联系的事物的总和，可以看成具有特殊的整体水平的功能和属性的系统。”他还把系统定义为“相互作用的诸要素的复合体”。

2. 动态观点

贝塔朗菲认为一切生命现象本身都处于积极的活动状态，活的东西的基本特征是组织。由此他提出了开放系统理论，认为任何活的系统是与环境发生物质、能量交换的系统，主张从生物体和环境的相互作用中证明生命的本质。他把生命的机体看成一个能保持动态稳定的系统，这种稳态能够抗拒环境对机体的瓦解性的侵犯。他还提出用联立微分方程对开放系统进行数学描述，并指出开放系统可以显示出异因同果律，从而正确地回答了新活力论者的挑战。

3. 等级观点

贝塔朗菲认为各种有机体都是按等级组织起来的。生物系统是分层次的，从活的分子到多细胞个体，再到个体的聚合物，层次分明，等级森严。整个自然界犹如一座巨大的建筑物，其中各层系统逐级地组合起来，成为越来越高级越庞大的系统。他认为，传统方法只是对各过程进行研究，没有包括协调各部分和各过程的信息，因而不能完整地描述活的现象。生物学的主要任务应当是发现在生物系统中（在组织的一切等级上）起作用的规律。他主张建立一种机体论的正确模式来取代机械论的错误模式，把有机体描述成一种整体或系统，它具有专门的系统属性和遵循不能简化的规律。有机体是由能动的极其复杂的诸多部分构成的，它完全不是被动的机械的东西。相反，它具有高度主动性的活动中心。

贝塔朗菲的这些新思想尽管获得某些学者赞赏（如英国的李约瑟），但也受到一些生物学权威人士的责难。1937 年他在芝加哥大学一个哲学讨论会上首次提出了一般系统论概念，但由于当时的压力没有发表。1945 年,他在《德国哲学周刊》18 期上发表了《关于一般系统论》一文，但很快毁于战火几乎未被人们所知。直到战后于 1947 年至 1948 年他在美国讲学和专题讨论中才阐述了他多年倡导的系统论思想。他指出：“存在着适用于综合系统和子系统

的模式、原则和规律，而不论其具体种类、组成部分的性质和它们之间的关系或‘力’的情况如何。我们提出了一门称为普通系统论的新科学。普通系统论乃是逻辑和数学的领域，它的任务乃是确定适用于系统的一般原则。’① 这时贝塔朗菲的学说才作为一门新兴学科初露头角。从此以后，对系统论的研究渐趋活跃。后来，贝塔朗菲等人又于 1954 年成立了‘一般系统论学会”,出版了《一般系统年鉴》等机关刊物。20 世纪 50 年代贝塔朗菲等人为发展和宣传系统论作了艰苦的努力。

1968 年 3 月，贝塔朗菲发表了《一般系统论：基础、发展与应用》一书,全面总结了 40 年来的工作，并且进一步阐述了系统论的基本概念、原理、范畴、体系等等,是一部比较全面地论述系统论的完整著作。在贝塔朗菲临终那年(1972 年),他还发表了《普通系统论的历史和现状》，对一般系统论重新加以定义。他认为一般系统论是一种新的科学规范,应该包括三个方面 其一是关于‘系统’的科学和数学系统论,即对各种不同的具体科学(物理学、生理学、心理学、社会科学）的系统进行科学的理论研究，和作为适用于一切种类的系统的根本学说——一般系统论，它要求运用精确的数学语言描述各种系统。其二是系统技术，包括系统工程的内容，着重研究系统思想、系统方法在现代科学技术和社会各种系统中的实际应用。其三是系统哲学，研究系统论的科学或哲学方面的性质，即研究系统的本体论、认识论、以及研究人与世界的关系、价值观和人本主义等等，使系统论取得哲学方法的地位。自此，系统论迅速发展，并逐渐形成世界性的系统热。

随着新的系统理论的产生和各种系统理论的蓬勃发展，有关系统科学的结构体系问题已成为学术界关注的一个重要问题。中国著名科学家钱学森在 20 世纪 70 年代末和 80 年代初接连发表

①贝塔朗菲：《普通系统论的历史和现状》，《国外社会科学》第 2 期，1978 年。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

了一系列的文章和讲话，逐步形成了他的关于系统科学体系的观点。他认为人类的科学知识从横向可以分成自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、军事科学、行为科学、文艺理论九大部分，每一种科学从纵向又可分为三个层次，即直接改变客观世界的工程技术；指导工程技术的理论是技术科学；指导技术科学的理论是基础科学。这样，系统科学可分成工程技术——系统工程、自动化工程等，技术科学——运筹学、控制论、信息论等，基础科学——系统学。

第二节　系统论的基本概念

系统是物质存在的普遍形式。在科学研究和生产实践中，到处都可碰到系统。从基本粒子到系统，从细胞到国家，无一不是系统的存在方式。例如，细胞是一个由细胞核、细胞质、细胞膜等以一定结构组成的，具有新陈代谢、分裂、生长、分化等功能的系统。人体也是一个系统，对成年人来说，它是一个由几十万亿个细胞组成的大系统。其中细胞结合起来构成组织，组织结合起来构成器官，而能共同完成一种或几种生理功能的器官的总体被称为生理系统。由口腔、食道、胃、肠、肝、胰等器官组成的以消化食物和吸收营养为主要功能的系统叫做消化系统；此外还有呼吸系统、神经系统、循环系统、内分泌系统等。这些系统分工合作，紧密配合，维持着人体正常的生命活动。国民经济的各个部门，也是一个个系统，其中包括工业系统、农业系统、交通运输系统、邮电系统等等。这些部门系统又包括着各种各样的系统，如工业系统中的一个综合的钢铁企业是由矿山开采、选矿、冶炼、轧钢、剪切、包装、运输等许多部门环节组成的生产经营管理系统。系统处处可见，时时可见。那么，究竟什么是系统呢？

1. 系 统

“系统(System)”这个词由来已久。古希腊哲学家就已经使用了这个概念，古代原子论的创始人德谟克利特就写过《大世界系统》和《小世界系统》等著作。这个词在希腊语中即为部分组成整体的意思。系统一词的拉丁语(Systema)有“共同”和“给以位置”的含义，是表示群体、集合等的抽象名词。英文一词具有体系、系统、体制、秩序、机构、组织等含义。在马克思恩格斯的著作中系统的概念是经常用到的。他们曾明确地把“系统”理解为“统一体”“集合体”“综合的整体”。恩格斯曾指出“世界不是一成不变的事物的集合体，而是过程的集合体。”但是，系统真正作为一个科学概念而进入科学领域还是 20 世纪 30 年代以后的事。由于不同的研究者从不同的角度去考察系统，所以，目前国内外关于系统概念的定义可谓众说纷纭。据统计在有关文献中流行最广的系统定义竟达 40 种之多。贝塔朗菲在 1971 年认为，系统可定义为处于相互关系中并与环境有相互关系的诸要素的集合。韦氏大辞典把系统解释为“有组织的或被组织化的全体”。苏联学者乌耶莫夫则认为系统是客体具有的“那种满足某种预先确定的性质的关系”。中国学者钱学森认为系统就是“由相互作用和相互联系的若干组成部分结合而成的具有特定功能的整体，而且这个系统本身又是它所从属的一个更大系统的组成部分”。尽管系统的定义多种多样，但是，如果我们撇开各种具体系统的形态和性质，可以发现一个系统必须具备这样几个条件：一是要有两个以上的要素，单个要素不能构成系统；二是各要素之间具有某种关联，存在着一定的相互作用；三是系统赖以存在的环境。

不论是自然界、人类社会，还是思维领域，系统时时存在，处处存在。例如，银河系是由大约一千亿个恒星星系组成的一个巨大的天体系统；太阳系是由太阳、九大行星及其卫星组成的一个系统；地球也是一个由大气圈、水圈、生物圈、岩石圈以及地幔、地核等组

成的大系统；生物圈是由植物、动物、微生物等组成的一个生态系统；人类社会是一个由生产力和生产关系、经济基础和上层建筑按一定结构方式组成的社会系统；一个家庭、一个企业、一个政府部门都可视为不同的系统。在微观世界，分子是由许多原子按一定规则构成的一个系统；原子则是由原子核和电子构成的系统；甚至一个概念、一篇文章、一个理论体系，也都是由其相应部分构成的系统。总之，系统是普遍存在的，宇宙间的一切事物都处于一定的系统中。

2. 要　素

所谓要素就是系统的组成部分或环节。例如，电子是原子系统的要素，工人是企业系统的要素。系统和要素的关系就是整体和部分的关系。系统是要素存在的条件，没有系统也就无所谓要素。要素是系统存在的基础，离开了要素就谈不上系统。当然，系统和要素的区分是相对的。在一定条件下可以相互转化。一个系统只有相对于构成它的要素才是系统，而相对于由它和其他事物构成的较大系统而言，就成了一个要素；同样，一个要素只有相对于由它和其他要素构成的系统而言才是要素，而相对于构成它的要素而言则是一个系统。因此，要素又称为子系统。

要素的关联是指系统各要素之间的相互联系、相互作用、相互依存和相互制约。这种关联在不同系统中表现方式是不一样的。例如，在经济系统中，存在着企业间的竞争关系；在生物系统中存在着不同种类之间的拮抗关系、寄生关系、共生关系；在家庭系统中存在着哺育关系等。实际上，关联是事物之间的物质、能量、信息的交换。正是要素之间的相互作用，才使得一个要素的变化能够引起其他要素的变化，通过各要素的相互协调，共同构成具有特定功能的有机整体。

3. 结构和功能

系统内部各要素相互关联的方式和组织形式称为系统的结

构。系统的结构反映着系统内部各个要素相互之间的稳定联系。大凡系统都有结构。对于相同的要素，如果关联方式不同，各系统之间也会呈现出差别。例如，石墨和金刚石都是由碳原子组成，但由于碳原子之间的连结方式不同，所以石墨和金刚石表现出了截然不同的性质。

系统的功能是指系统在特定的环境中所表现出来的行为和能力。系统的功能体现了一个系统与环境之间的物质、能量和信息的输入与输出的交换关系。例如，一个面粉加工厂将输入的粮食转换成面粉输出，一个火力发电厂将输入的煤转换成电能输出，这都是它们的功能。

结构和功能是相互依存的。结构是功能的内在根据，功能是结构的外在表现。系统的结构决定系统的功能。例如，只有按照汽车设计中规定的结构把汽车的各个零部件装配起来，才能形成一个运载系统；而如果不按照规定要求把零部件胡乱地装配在一起，就不会形成一个具有运载功能的系统。然而功能不只是处于被动地位，它具有相对独立性，在一定条件下，功能可反作用于结构。例如，在类人猿进化为人的过程中，类人猿的生理结构决定了它的极为简单的劳动功能，而劳动功能又反过来促进了它的生理结构的变化，使类人猿朝着人的方向演化。

结构和功能的关系不是一一对应的，往往表现为极为复杂的对应关系。一种是同构异功现象,即一种结构具有多种功能。例如，人的灵巧的手就具有多种功能。热电厂既可发电，又能将其余热供给其他设施利用。设计一个工厂时，不仅应看到它能带来的经济效益，也要看到它对环境的影响。另一种是同功异构现象。即一种功能可由多种结构实现。例如，昆虫和鸟的翅膀结构不同，但都有飞的功能。沙漏、日晷、机械手表、电子手表等的结构不同,但都有计时的功能。棉布衣服和化纤服装都有保暖的功能。

4. 环　境

系统的环境是指存在于系统之外的并且与系统发生作用的所有外界事物的总称。任何系统都存在于一定的环境中，系统和环境之间存在着物质、能量和信息的交换，实际上，环境就是为系统提供输入或接受系统输出的场所，因此可以说，环境是系统存在和发展的条件。系统与环境的交流必须通过边界才能进行，它对系统的输入和输出有控制作用。系统的边界不是固定不变的。哪些因素划归系统,哪些因素划归环境,要视具体情况而定。这样,就导致了系统与其环境的相对性，在一定条件下，系统与其环境结合起来构成新的系统，并把这一新系统放在新的环境中来考察。

第三节　系统分类

世界上的具体系统是各种各样的。为了深入地研究系统，揭示不同类型系统之间的内在联系，有必要对不同形态的系统进行分类。从不同的角度出发，按照一定的标准，可将系统分为以下几类：

1. 以组成系统的内容为标准，可将系统分为物质系统和概念系统

物质系统是指以各种物质和能量为要素而构成的系统，包括无机系统和生命系统。其中由无机物质或简单有机物质构成的系统称为无机系统。例如原子、分子、行星,恒星、银河系、河外星系及机器等等都属于无机系统。由复杂的有机物质构成的系统称为生命系统。生命系统又分为生物系统和社会系统。例如，细胞、微生物、植物、动物、群落等属于生物系统 而人、家庭、社区等就属于社会系统。从进化的角度来看，生物系统是从无机系统进化来的，而社会系统又是从生物系统进化来的。

所谓概念系统是指以人在认识和改造客观世界中所形成的知识为要素构成的系统。如世界观、政治法律观点、科学体系等等都

属于概念系统。物质系统是概念系统的基础，而概念系统又反作用于物质系统。

2. 从系统的要素的性质来看，可分为自然系统、人工系统和复合系统

自然系统是由自然物所组成的系统，它是自然形成的。例如，天体系统、生态系统、海洋系统等。人工系统是由人造物组成的系统,它是通过人的劳动制造出来的。例如,机器、电子计算机、航天飞机等就属于人工系统。

实际上，大多数系统是由自然系统和人工系统相结合构成的系统,这样的系统叫做复合系统。例如,工业系统、水利系统等。

3. 按照系统与环境的关系，可将系统分为封闭系统和开放系统

系统与环境不发生物质、能量和信息交换的系统叫做封闭系统。严格来讲，封闭系统是不存在的。现实中的任何系统都与外界环境有着一定的联系，只是为了研究的方便，才把与外界联系较少的系统近似地看作封闭系统。例如，在绝热条件下进行化学反应的密闭器，闭关自守的封建国家就可以看作是封闭系统。

系统与外界环境之间有物质、能量和信息交换的系统称为开放系统。实际存在的系统都是开放系统,如城市、工厂、学校等。

4. 从系统的复杂性程度上来区分，可把系统分为小型系统、中型系统、大型系统和巨大型系统

结构比较简单的系统叫小型系统。如氢原子是由一个作为原子核的质子和围绕它运动的一个电子组成的，由几个家庭成员组成的家庭系统，由几个学生组成的学习小组等等都属于小型系统。结构比较复杂的系统叫中型系统。如学校、企业即属此类。结构很复杂的系统叫大型系统。如生态系统、农业系统、国家等都是大型系统。具有自我生存和自我运行能力的结构极为复杂的系统叫巨大型系统。如银河系、人的大脑、人类社会等等。当然,小型、中型、

需要全本请访问 www.ertongbook.com