

环境系统理论的发展及其在 环境保护中的意义

马 世 骏

(中国科学院动物研究所)

一、环境与环境系统

“环境”是一定空间与时间内,多种成分相互作用的多维结构。在此多种成分中,虽然通常只有一、二成分在当时起着显著作用,但成分之间的相互作用关系则仍然存在。因此,任何一个成分所表现的作用,亦都不同程度的带有其它成分的影响,有些成分的作用,可能是两种成分的合力或相互激发与加强的结果,从而有可能导致事物质量的突变。另一方面,多种成分(或元素)的结合所产生的拮抗作用,亦可能滞留或降解某种成分的生物效应。

什么是系统?系统是许多相互作用的部件(或功能群)联结而成的网络结构。由于这些部件有规律的相互作用,保证了系统的整体性,使整个系统的作用及功能表现了集体效应。每个网络都有中心与边缘之分,组成网络的网结中,随时间变化亦有重要和次要之别,或敏感性强弱的差异。因而各网结对网络整体来说,既具有同等的机制作用,又具有在整体中起中心作用的机能部分,这就为分析系统的结构与功能提供了线索,也是建立数理模式系统的依据和方法论的产生根源。

系统科学的研究目的,是通过对系统的结构与功能相互适应关系的认识,找出最高功能的适宜结构,以便进行:1)管理或运用系统;2)修补与重建系统;3)改良与改造系统;4)根据人类需要建造新系统。

现在把环境 with 系统这两个概念已紧密结合在一起,二者的关系比拟为一个鸡蛋的蛋白与蛋黄。整个鸡蛋是一个系统,每个系统都有它独特的环境,即充实着一定资源物质的空间,每个环境都附存在一个系统中。

此种结合是认识论的发展,也是经验的概括。我们现在的的生活状态已在相当长的时期内逾越了某种确定的概念水平。现代生态学阐明,在网状连结的结构中,一个新水平的复杂系统正从以前的非系统概念中产生出来。过去经常使用的直线形表达形式,那种连续的简单的因果思想产物,在人与环境日益增加的交错效应中,已不再能够阐明事物真正进行的过程,至少对某些问题是如此。此线形思想正在被其他适应复杂结构的思想即网络思想所代替。

生命系统功能的本质是在相互运动的若干基本规律中,找出交叉连结的局部系统,这些

系统充满着反馈控制及循环机制。在自然系统中，通过几十亿年的发展，完成了高度优越的组织效率和动能学效率，淘汰了若干不适应的法则。因此，如果我们想通过良好的判断和符合客观规律的计划，去促进我们的现代科学文化生活继续发展下去，我们必须学会运用自然规律去精确地认识和适当地评价事物交叉的连结进程，包括技术的、社会的或经济状态，并且和它们深入生活在一起。

二、生物环境系统的特性

依据等级序列原则，可以把生物环境系统分为生物圈、生态系统、生境和小生境（Niche），此四个等级不仅具有各自不同的概念，而且是包含不同空间结构的实体。生物圈具有不同性质的层次结构，在长期演化过程中，形成一定性质与数量的物质转化和能流规律。它被证明近似一个复杂的、动态的、不断与外层空间进行质能交换的控制系统。通过生命物质与非生命物质的运动，使生物圈不停地累积和进行着无限能量的再分布，并决定着不同层次结构的动态，也奠定了生物圈的相对稳定性和可塑性。

生态系统是组成生物圈的基本功能单位，亦是生物圈固定能量和贮存物质的基础。根据生态系统形成的过程、结构、性质及特征，可分为自然生态系统与人工生态系统以及开环生态系统与闭环生态系统等不同类型。

生态系统除具有一般系统的共性外，尚有其他几个基本性质及特征：

（一）作为自然的和人工的功能单元，包含二类基本成分。一类是不同生活方式的生物群，通过食物及其他化学、物理关系，使它们结合在一起；另一类是生物群生存所必需的一定空间的介质（或载体）和资源，如土、水、空气等，在此空间内贮存或供给生物生存和繁殖所需要的生态条件。

（二）包含一定地区和范围的空间概念，因而具有水平结构、层次结构以及水平与层次结合的多维结构。每个层次空间都具有一定的生态条件，栖居着一定的生物群。这方面涉及许多空间结构以及共生、竞争、排斥等种内与种间关系问题。

（三）生物有机体的特点是发育、生长与衰亡，因而生态系统可分为幼期和成熟期等阶段。在结构与功能方面，具有表现时间概念的时间特征。此种特性对研究生态系统的生物生产力，对外界条件变化的适应性，以及被损伤后的再生力都是重要的。

（四）生物特性的另一标志是具有代谢机能。生态系统的代谢是通过生产者（主要是植物）、消费者（动物）及还原者（微生物）三个不同营养水平的生物类群而完成的。三者是生态系统完成代谢的基本成分，也是生态系统得以完成物质流小循环的基本结构，结构的改变必将影响机能的正常运行。

（五）自动的功能调节是生物机体的本能，生态系统具有不同水平的更复杂的调节机制，包括：1）同种生物的种群密度调节；2）异种生物种群之间的数量调节；3）生物与环境之间的相互适应调节。在整个系统中包含着复杂的讯息传递和反馈控制，是生态系统动态平衡和可塑性形成的机理所在。

环境对于不同种类的生物所产生的同功效应，引导我们进一步认识结构与功能的关系。结构是完成功能的骨架，功能是使结构保持活性的动力。要提高功能效率，相应需要高效能的结构。进而加深了环境的整体概念。整体概念（Holism）被认为是研究简单的，特别是

许多复杂系统全部行为的哲学。它使我们理解生态系统宛如一个具有紧密回路和因果繁衍的组织，生物的和非生物的亚系统在此互为因果的关系中，使复杂的成分进行着有规律地相互联系与结合，形成平衡的、相互控制的机制。结合等级序列概念（Hierarchical approach）使我们不仅能从复杂的事物中去认识部分（亚系统）与整体（系统）的关系，包括主从与顺序，并有可能从分析部分的行为中，抽出关于整个系统行为的讯息，作为总的，去探索它们之间的相互作用，甚而从内部的行为格局（结构）导出一个整体系统的描述。

三、生态社会系统的发展趋势

就人类活动与自然环境关系的演变过程而言，大致可分为三个阶段：原始人类穴居树栖，生活在自然环境中，以猎食野生动、植物为生。因而在自然系统中的作用，与其他陆生灵长类动物在实质上无太大差异；进入农耕社会，人类生活方式发生根本变化，在自然系统中的作用亦有了显著不同。例如，能运用人类的智慧去部分地超越对自然力的依赖与影响，但就人类的作用性质及其对自然系统的相互关系而言，仍属于自然系统（即开环型循环系统）的一个成员；发展到现代产业社会后，人类运用近代科学技术，建造了许多闭环型安全系统，企图把人类自身置于自然系统之外，把自然环境及其所拥有的资源视为可注意利用的对象，不加培育与补偿，竞相滥用，以至破坏自然平衡、污染环境，使某些自然资源亦临近枯竭。

自本世纪五十年代以来，随着科学技术的迅速发展，人类对自然系统的影响及作用愈来愈大，迄今整个生物圈几乎都显示人类活动的踪迹和结果，但同时人类亦从破坏自然的惨痛教训中加深了认识，即人类与自然系统仍是不可分割的整体。人类对生物圈的正确利用，应该是属于四个基本类型：第一、本着高度集约使用原则，建立高功效的工业生产；第二、有效地用于生产食物及工业原料；第三、保存自然生态系统，包括自然资源与水源保护区，用于保护和调节适应人类生活的优良环境；第四、用于进行科学技术、文化以及日常生活的活动场所。

此四方面概括了人类生存和社会经济发展的必然趋势，也说明人类的一切活动都在不断地直接和间接影响着生态系统，包括干扰、破坏、修复、重建，进而不同程度地影响到生物圈，影响生物圈的物质及能量的输入、输出、交换、循环、组成成分以及动态平衡。我们亦必须认识到此种影响正随着工业发展及对于自然资源利用速度的增高而加剧。

当前出现的环境问题和迫切需要我们及早采取的有效保护政策，使我们不得不在社会经济、自然生态系统和资源物质之间考虑多方面的相互依赖的特点，从而在社会科学和自然科学之间产生了新的杂交科学前沿，即社会经济生态系统。它将是处理当前国际上五大社会问题的重要理论依据，它把自然生态系统和高度发达的经济社会的相互作用，作为一个整体来考虑，并以此为基础去阐明经济应向什么方向发展，方能达到在工农业建设中合理利用自然资源和保护环境的目的。可以设想人类今后比较理想的生活方式，应该是自然保护型与亚闭环型相结合的多重循环的共生系统，既发挥现代科学技术的作用，又保护了自然系统为人类提供资源的再生能力。

城市生态系统是近年开展研究的一个典型的社会经济生态系统，在此复合系统中，包括复杂的物质、能量代谢系统及地质化学循环系统。此项研究密切联系废物管理、人口密度、

能量利用、营养物质循环和区域性食物供应系统。接连此三系统的循环关系，可以及时而有效地把人类和动、植物的废物还回到土壤，把工业废物分别加以分解或再生，这对于持续维护现代化都市的良好环境和支持郊区现代化农业是重要的，它依据的机理，就是模拟自然生态系统长期保持链环结构及其功能的过程。

四、社会经济生态系统的机理在环境保护中的运用

自然界形成的生物环境系统具有一定程度的物质代谢和调节功能，通过分解、合成或氧化、还原等反应过程，可能使某些污染物质的毒性降解或朝相反方向转化。因此，我们对自然的或人工的环境系统，必须充分了解其特性，以便在环境保护中增高此种降解毒性和调节机能，维持该系统的相对平衡。

在建设现代化工农业过程中，提高资源物质利用率和降低经营成本，是必须考虑的经济原则。对三废中有限量物质的回收成本是随该物质的逐渐减少而增高的，这个账要计算，要根据技术水平、需要投资数值确定回收的最低物质标准，而此最低标准亦是自然系统的降解机能可接受的，所以环境保护问题既是系统生态学问题，又属于技术经济学所讨论的范围。因此，综合治理（包括回收、利用）和发挥自然环境系统自净力相结合的设想，应看成是今后制定环境保护对策的依据。

环境问题以人类为中心，其中包括生物的和非生物的一系列关系人类生存的因素，由此亦决定了环境科学的多科性，以及多种学科相互交错的复杂性。对于复杂的系统，我们可以运用系统学的中心作用（Centralisation）法则和谱系排列方法使其模型化。此种方法论现已开始用于综合研究现代产业社会和自然系统相结合的问题中。重视社会经济生态系统的综合研究，方便于做到从经济学角度，使自然系统和经济社会的相互作用中的各种自然现象趋向经济化，并使其具有新的秩序和意义。另一方面，从生态学观点来讲，使自然系统和经济社会的相互关系中的各种经济现象生态系统化，进而运用生态学原则去改进社会经济结构及功能。下列三个方面的生态学原则，值得在制定环境问题对策中参考、运用或模拟。

（一）自然生物环境系统的动态平衡。某个地区的生态平衡是自然界在特定条件下经过长期演化所形成的，其中包括物质与能量的平衡输出、输入、交换、补偿等复杂的反馈控制过程，是人类合理利用生物、土壤、自然能源和水等自然资源的参考。运用此类原则可以定向地改造和提高农田、森林、草原、湖泊、海滩等的生产力。

（二）自然生态系统的代谢功能，即物质——转换——合成——分解——再循环生产过程，反映特定条件下，某些物质的最佳运转方式及其利用率。据此原理，可以设计或改造工业大城市、区域性工农业布局，以及从整体出发建立人类现代产业社会的生产——消费——再生产的系统，并保持环境质量。

（三）结构与功能相互适应的协调，使自然系统得以适应外界变化，并不断发展。结构包括生物的无机环境的两个方面，相互适应，结合成一个灵活的机体。只有相互适应，方能真正实现因地制宜，发挥当地自然资源的潜力，只有重视结构与功能的适应，才能避免因结构或功能的过度损害，导致环境退化的连锁反应。