

一般系统论研究的过去、现在和未来(上)

林 益

(国际一般系统论研究会, 美国 宾夕法尼亚 16127)

摘 要:首先集中讨论了系统论研究的基本概念、历史背景和知识结构。接着详述古代和现代所取得的系统科学方面的成就;对系统知识的不同方面、基本原理和现状进行了严密的考查,并列出了系统观念确认的学派目录表;专门探讨系统研究在科学史上的地位;以叙述系统科学的前景和列举出一些未解决且容许引起争论的问题为结束。

关键词:系统;系统运动;复杂度;控制论

中图分类号:N941.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2001)06-0001-06

什么是一般系统?什么是系统科学?系统科学就是以一般意义下的系统为研究对象的科学研究领域。系统是由一个对象集合和一个建立在这些对象之间的关系集合而组成的。用符号表示时,系统可以写为一个有序偶对(Lin,1999):

$$S = (M, R),$$

其中, M 和 R 分别为系统 S 的对象集和关系集。

因此,由于其知识和方法论可应用于(经典科学)传统科学中的不同学科,使系统科学成为一个交叉学科。这样的交叉学科特征通过一些原理和法则对传统科学有一种统一影响,而打破了传统学科中的人为的界定。现在,传统科学和系统科学可视为现代科学在维度上的补充(辅助)[克勤尔,1991]:传统科学构成了人为划分世界情况下的维度,而系统科学是在把地球看作一个有机整体的条件下构成了的另外维度。

为了从系统的概念中导出有用的结果,按上述定义,人们只需用这样两种方法中的一种来规定该有序对偶 (M, R) 中的这些集或将 M 限制到一定种类的对象,或将 R 局限于某些种关系。系统科学的首要目的就是在许多主要步骤中尽可能完整地、推断组织和结构的现象。第一步将所有设想的系统频谱范围分成重要有效的类别。第二步是研究这些类别中的每一类及它们间可能存在的合理关系,并将这些种类组成一个相关整体。第三步则是研究在所组成的系统范畴中出现的系统问题。第四步是寻找和确定与该系统分类法(及方法论)有关的重大问题,该系统分类法或方法论是为处理各种系统问题而在系统概念的基础上研究出的一系列的运算和操作方法。系统科学的这种目标与数学的目标极不相同,因为纯数学是有关各种公理理论的研究,而应用数学则是设法是具有真实生活意义的相关变量来研究各种客观——具体问题。应用数学常用的作法和惯例称为数学模型,它是重新阐述真实——生活问题来适合于某个特定的数学理论的假设公理。由于数学理论中证实了的公理通常是出自研究人员想在其直觉和有限经验的基础上提出的一套公理来研究出一种“完美”理论的愿望,用这种方法发展和提出的数学理论提供了便利有效的方法来对付系统问题整体范围中的相当少和相当分散的部分及极少量的自然现象。与科学家重视精确表达和发展理论及科学的进程是松散接合,低级别原理和用数学上的方法系统阐述一般理论的综合体这些事实相反,由于系统方法论是设法验明能以其固有的表达应用于尽可能多的系统问题中的那些实用且富有意义和成果的问题,所以,系统方法论所强调的重点不同于数学上的在数和形之间追求“完美”与“和谐”。简而言之,每个系统方法皆追求实用的复杂性,行为质量和普遍性。系统科学使计算机模拟的应用更为有效,以使概括出一些规则来控制系统的各种各样的种类,并开发出更成熟的系统方法以使得系统问题能够用各种系统的范畴的术语来

收稿日期:2001-07-28

作者简介:林 益(1959-),男,福建福州市人,教授,美国非线性科学院院士,国际一般系统论研究会主席, Auburn 大学数学博士, Carnegie Mellon 大学统计博士后,主要从事数学及一般系统理论及应用,数学建模,非线性分析及应用等方面研究,1999年荣获欧洲维纳科学奖,已出版著作及专集十一部。

进行分类和编码。

有利于系统科学发展的因素包括有(拉斯兹洛,1975):1)在科学上有将认可的具有精确性的理论范围扩大到最大限度的趋势;2)对为了研究更加广泛的应用范围而产生多学科理论的科学有外部的压力。

也有一些因素阻碍普通系统理论的发展,如:1)知识和组织上的惰性;2)对系统概念本身的混淆和怀疑;3)学科的人为划分。

1 回顾

在讨论系统理论出现的历史背景之前,首先谈一下系统方法论在不同的学者眼里究竟指的是什么。如果我们不严格地说,即使该领域中不同学者们有不同的认识和理解,他们的基本观点都是一样的。一般来说,这种系统方法论实质上是设立四种组织理论的一个结构基础,这种理论是:控制论,对策论,决策论和信息论(夸斯特勒,1955)。它使用黑箱和白箱的概念来说明出现在上述关于组织的理论可用白箱表示,而它们的环境以黑箱表示。在研究中的系统目标归为下列几类:操纵机构,该系统制作所需要的目标,传感器和效应器。传感器是该系统用来接收信息的元件,效应器则是该系统发生真正反应的元件。通过一套法则,策略和规定,传感器和效应器就做它们该做的事了。

以下列举[扎德 1962]的系统理论(科学)中研究的一些重要问题:系统特性,系统分类,系统识别,信号表示,信号分类,系统分析,系统综合(合成)、系统控制和系统规划,系统优化,识记和适应,系统可靠性,稳定性,可控性。系统理论的主要任务就是在不考虑系统的物理特性的情况下,研究其一般性能特点。以L. Zadeh[L. 扎德]的观点,系统方法论就:系统理论是一门独立的科学学科,其任务就是开发研究出一种抽象基础,其概念和框架,可用以研究不同种类系统的不同特点。因此,系统理论就是系统的数学结构理论,其目的是揭示规律,如果有的话,就控制了组织和系统结构。虽然系统概念一直是几乎所有现代科学技术领域中讨论的热点,并于上世纪20年代在生物学上首次采用(冯伯塔兰法,1924),正如科学上以有的新观念和新概念一样,系统的概念和思维逻辑也具有一段悠久历史,从时间上可追溯至少长达五千年的整个有文字记载的历史。例如,把每个人体作一个整体医治的中医学就可以追溯到大约四千八百多年前的黄帝时代。并且亚里士多德的“整体大于其部分之和”的论点一直是系统理论的基本问题。让我们更具体地看看系统思维在古代和不远的过去是如何应用的。在五千多年前,中国古代黄帝时期著的书《内经》就已经包含了系统思维和观念。例如,通过用假想的经络,用现代的科学语言来说就是人们视它为通路网络的主要和次要通道,和用脉搏跳动的强弱分级和针灸等,《内经》加深了我们对于人体“系统”的了解和理解。人们生命的活力和能量就是通过经络来循环,针灸疗法也是按经络走向来进行的[郭,1992]。中医上“辩证地开药方”的原理就是古代系统思维的实际应用和实现。在此,中医的每付药方由四种成分组成:主药、佐药、矫正药和共济药。主药在治病中起关键作用,所以,在同一药方中和其它几味药相比,它占的比例相对的大一些。佐药是辅助加强主药作用的;矫正药是用来控制和矫正主药可能产生的任何副作用的;而共济药起着调剂该药方中的各种成分的。当“主、佐、矫、济”这四种成分有机的配伍好后,中药方就成了具有治病健身作用的药“系统”。

两千多年前,老子写的《道德经》中就已成功地总结了中国古代的系统思想和观念。在《道德经》中所研究的那种“道”的概念已经超越了时间和空间的界限。“寂兮寥兮,独立而不改,周行而不殆,可以为天地母。”([老子]第二十五章)。其含意为:“道”既没有声音,也没有形体,但却超越于万物之上而永久不变,无时无地不在运行而永不停止。它创造天地万物,可以作为天下一切的根源。老子认为,只有坚持道的原则,才能实现预定的目标。“天得一以清;地得一以宁;神得一以灵;谷得一以盈,万物得一以生;侯王得一以为天一正。”([老子]第三十九章)。其意思是:天得到道而清明;地得到道而宁静;神(人)得到道而英灵;何谷得到道而充盈,万物得到道而生长;侯王得到道而成为天下的首领。在某种意义上来看,道和一(整体)的概念与系统的概念是一样的。

公元前二百五十年,在中国的春秋战国时期就设计和建成了闻名世界的“都江堰”(意为大河坝)水利工程。这个水利系统由三部分组成,即:都江堰鱼嘴(意为大河鱼塞),飞沙堰和宝瓶口。都江堰鱼嘴建在岷江中段,将水流分成了两支。一支水系叫内江,是流往川江平原去灌溉农田。另一支水系称为外江,是用来泄洪的。河坝是筑在内江的西堤岸,起拦溢排沙之作用。宝瓶口位于内江的东堤岸,协助飞沙堰调解水流量。这

三个部分有机地组成一个整体,起着控制岷江水流和疏引恰当量的水灌溉农田之作用。都江堰,其渠全长大约 1165 km,有 520 多条支流和 2200 多条小分支水流,灌溉大约 2000 km² 的良田。这项两千多年前完成的水利大业,至今一直起着其最初设计时应发挥的原设计作用[1958 年张、关及何]。都江堰工程和许多其它世界奇迹一样,都充分显示出我们祖先的智慧和勤劳。不应用系统的组织和系统设计,原先就不可能建成这些历史久而耐用的奇迹。有关这些奇迹的另一个例子是在公元 1015 年,宋朝的皇宫烧成灰烬,当时的皇帝下令重建该皇宫的事。为了解决满足当时烧制砖坯和夯打皇宫地基所需要的大量土方及运输大量的建筑材料这些难题,当时的建筑工就将街道、马路扒开,取出底下的土来烧制砖坯和打地基。取、运土方所形成的沟渠通到城外的护城河,以使运输船队将所需要的全部建筑材料直接运往工地,结果节约了大量的运输费用。到宫殿顺利建成之后,把所有的建筑垃圾填充到那些街沟、渠道里,修建新的街道和马路,使原先的市区街道恢复原貌。纵观整个建筑过程,可以看出这项工程的三个环节——取土制砖、运输建材和处理建筑垃圾是一步完成、解决[张、关及何,1989]。这件事无疑可以看作是系统思维在大规模建筑工程中的典型应用。

也就是说,人类一直在应用系统的思维逻辑研究和探索着自然界,这一事实贯穿着整个有文字记载的历史。只是在现代,我们才在古代的系统思想上增添了新的内容。总体上看,研究系统的方法论完全符合现代科学发展的趋势——在把考虑的事物划分成尽可能小的部分去研究的同时,探寻现象之间的相互作用和联系,观察和了解更多、更大的自然现象和情景。

在现代科学史上,尽管从来未强调过“系统”这个词,但是,我们仍然能发现有许多关于系统概念方面的说明性,解释性的术语。例如,15 世纪的重要思想家丘萨尼古拉斯是将中世纪的神秘主义与现代科学的最初(起源)开端连接起来,他引出了相合对立的概念,即:在整体中,虽然各部分之间存在着对立或真正的斗争,但仍然是构成一个高等级的统一体。莱布尼兹的单元谱系看起来十分象现代的系统体系;他的数学一般概念预言了一种扩展数学,它不局限于量和数的表达并且能系统的表达许多概念上的见解。黑格尔和马克思强调了思维的辩证结构性及其产生的宇宙世界,其深刻的见解是:定理不能详尽无遗地论述现实,而只是通过立论,对照、综合的辩证过程来探讨其对立的统一(叠合)。人们称之为心理学定律的创始人古斯塔夫·芬奇纳,曾详细描述了比观察的一般事物更高等级的超个体组织——例如生存共同体和整个地球,充满诗意和幻想地提出了现代说法和生态系统。在此,仅仅只列出了几个名字,有关更全面的研究,见[1972,冯·贝特朗菲]。

虽然亚里士多德学派的目的论在现代科学的发展中被淘汰,但其中所包含的问题——如“整体大于部分之和”,生物的状态和目的定向性等还仍然是当今系统理论研究中的问题。例如:“整体”是什么?“其部分和”又是什么意思?所有这些问题在科学的任何经典分支中都没有进行过研究,而这些经典分支都是建立在笛卡儿的第二原理和伽利略的方法上,其中笛卡儿的第二原理说道:将每个问题分成尽可能小的部分,且伽利略方法也含有将复杂的过程简化为基本的部分和过程的意思;详细论述,见[1962,库思]。

从以上的肤浅讨论可以看出:我们现在正研究的系统概念绝对不只是昨天或不久前所产生的成果。而它是有着悠久历史的。它是一些古代思想的再现,是古代探索和寻求的一种现代形式。这种探索已在人类为生存与自然界做斗争中得到了认可,并且用不同历史发展阶段的语言及时而充分地得到研究。

[艾考夫,1959]曾评论说:在过去的二十年中,我们亲眼目睹了在科学的研究中“系统”这个关键概念的出现。然而,随着这个概念的出现,在现代科学中又发生了什么样变化呢?以“系统研究”为名,现代科学的许多分支都显示出了协同发展的趋势。各门学科中的研究方法和结果交叉缠结在一起,影响着总体研究进程,因此,使人们感知到在科学的活动中综合发展的趋势。这种综合发展需要在科学的整个范围中引入新的概念和思想。在某种意义上来说,所有这都可以说成是“系统”这个概念的核心。一位前苏联专家将现代科学的发展和进步描绘如下(见[1967,哈恩]185 页):系统研究的精炼具体的方法是探索现代科学知识中的广泛趋势,就象 19 世纪的科学一样,以形成自然理论系统和科学进程为其特征的。[冯·伯塔兰法,1972]将 16 世纪的科学上的革命描述如下:“(16 到 17 世纪的科学上的革命)用数学上的实证论和伽利略的理论取代了在亚里士多德学派的学说中所集中体现的那种叙述性的形而上学的宇宙观。也就是说,作为目的论的整个体系的宇宙观是由因果的数学定律对事件的描述和说明代替了。基于这个说明,我们能如下表述现代的科学和目的论全面的变化吗?在继续应用笛卡儿第二原理和伽利略方法的同时,就引入了系统方法来处理和论述顺序与体制结构方面的问题。

为什么我们还要继续使用笛卡儿第二原理和伽利略方法呢?首先,与我们有限的脑力比起来,笛卡儿第二原理和伽利略方法在科学研究和管理方面一直非常有效,而这些方面的所有问题和现象都要能分解成因

果链,然后再分别单独处理。这一直就是一切基本理论研究和现代实验室活动的基础,而且在物理学和所有自然科学方面也获得了成就,进而还引发了许多技术革命。其次,现代科学和技术不是一个象[波珀·1945]叙述的乌托邦工程——为了一个新世界重新罗织每一个角落,而是在已知的知识基础上,科学技术向着更深层,应用性更广,难度更大的各个方向发展。就该事物的另一方面来说,我们所居住的地球(生活的世界)并不是许多无穷尽孤立事物的堆积,在这些事物中也并非所有的问题或现象都可以简单地用单纯的因果关系来说明。这个世界的最基本的特点就是其组织结构,以及不同事物的内、外部关系间的连接关系。只研究问题的一个孤立的部分或是问题的一个单纯因果关系都不能完全地或相对全面地说明我们周围的世界。因此,在力学方面三体问题的研究发展就是一个恰当的例子。所以,由于人类在不断地进步,随着应用性范围的日益扩大,研究多因果关系或多关系的问题将变得越来越重要;越来越有意义。

透过科学发展的历史,可以看出人类对自然界的探索总是在特定事物或现象及一般问题上前后踱步式发展。科学理论需要深深扎根于实践的基础,而在此同时,又用理论来解释说明自然现象,使我们的理解和认识大大地提高。下面让我们来探讨一下系统理论出现的技术背景,也就是,在技术发展和更高级的生产的要求中所产生的这种需要。

在技术领域已有了许多进展:由用像蒸汽发动机,电机,计算机和自动控制机等各种装置产生的能;从家用空调到自定向导弹等自控设备的出现;信息高速公路的到来产生了科技新成果,增强了通讯交流。另一方面,通讯速度的提高更进一步地促进了科学技术的发展,使之上到了一个不同的高度(水平)。此外,社会的变化对新的建筑材料的需求也更加迫切。从这些例子可以看出:技术的发展迫使人类不仅考虑单个的机器或事物或现象,而且还要考虑机器的“系统”和/或事物和现象的“系统”。设计蒸汽发动机、汽车,无线设备等都可由专门训练过的工程师们来完成;而要设计诸如导弹、飞机或新的建筑材料时,就得需要同时具有各方面不同知识的集体力量,其中包括各种技术、机器,电子技术和工艺,化学反应及人力等的结合。在此,人与机器之间的关系就显得更加明显了,并且无以计数的财政、经济、社会和政治方面的问题千丝万缕地缠结掺杂在一起,形成了一个由人员,机器和许多其它成分组成的庞大而复杂的系统。美国阿波罗计划给了我们一个启示——即历史已迈入了一个新阶段,在这个时刻中科学技术各个方面已成熟地发展,使一些信息和知识合理结合,可产生出预料不到的结果。阿波罗计划是在政治,技术和人员方面联合安排配置上获得伟大成功,使人类得以登上月球。此项计划耗资超过300亿美元,涉及到120多所大学,两万多个工厂及42万多的科学家和工程师。如果我们考虑运输问题,事情就更加清楚了。因为,解决运输问题不单纯是车辆的数量问题,而且也是包括道路系统、车辆行车路线,成本和效益等等,设计最佳系统的问题。在生产领域中,许多的问题需要在极其复杂的网络中找出具有最大的经济效益和最低的成本这样一个最优性方案。这一种问题不仅出现在工业、农业、军事和商业方面,实际上政治家们也用同样的(系统)方法来寻求解决诸如空气和水污染、交通阻塞、减少内城等问题,以及青少年及团伙犯罪问题的答案。

在生产领域,已存在有设计和生产更大或更精确,具有更大利润的产品这一趋势。实际上,在不同的解释说明中,各个领域的知识都一直面临着复杂性、不确定性、多重性、整体性和“系统性”。这个趋势预示了在科学思维方面的一个急剧明显的变化。如上所述,将笛卡儿第二原理和伽利略方法与系统方法和系统思维进行比较,以及就在学术界和技术领域出现的发展趋势而论,不难看出由于系统概念的正式出现,又一场新的科学技术革命将很快到来。为此,系统理论的每一种应用都表明了相关的经典理论由于某种原因需要修改这一事实,见[克勒尔,1970,伯林,1976和利莱思,1978]。虽然,并非所有科学工作者都持有这种乐观的看法,可是一些学者认为这是系统科学本身面临着危机(或转折点)的一个前兆,详细内容见[伍德——哈珀和菲茨杰拉德,1982]。

一般系统思维提出了科学技术及其应用的广阔前景。从这个远景,人类会对自然界的道(或者说规律)有更深的了解,使自己的思维方式和处理自己的事务变得更加明智。

在用一般系统思维逻辑论证推理时,人们力求对利益情况作出最普通而最实际的评价。这说明了人们在考虑着历史的先例,当前的处境和这个变化过程的未来前景。随着此进程发展,该形势就体现出一种进化论观点,在这点上所有古典学科都遭惨败。

系统概念的语源学的根可追溯到希腊的共同历史:集合起来产生并维持不变。从该希腊语,我们不仅有系统的定义,而且还知道了至少三个明确不同的阶段和该概念的涵义。第一个阶段始自德谟克利特,它像宇宙中的建筑群一样,是独立、不变和分解不了的“原子”;第二个阶段始自柏拉图,它是静态平衡中的完美阶段和“理想的”永久形式;第三阶段始自赫拉克利特,是个无所不在的流动性和变化的阶段。

系统概念是非常难以理解且又是非常普通的。可以视其为大约公元前三百年著的道德经中讲到的道的概念等同,而道的思想在历史上可追溯到至少五千年。然而,无论它可能是什么,它既不是与“体制”相同的同义词,也不是与“结构”或“计算机”相同的同义词。并且,它也不纯粹是为“具有许多部分的一个事物”而无充分根据所设想的一个词。

即使在人类的历史上,“系统”这个词一直是漫不经心地被使用着并且与许多根本不相同的概念联系着,致使在平常的讲话和论述中它的重要性几乎被降到了无意义的地步。部分一般系统思想的工作者是要使系统思想本身作为一门学科,建立系统思想的合法性和正统性,并给它下一个明智而切合实际的定义。

尽管系统思想的根源可追溯到整个有文学记载的历史,但是,只是在上一个世纪系统早应该受到学术和专业重视这一观点才逐渐为人们接受。除了在20世纪20和30年代,在数学和物理学上系统这个词的隐喻用法之外,在以下理解认识[冯·伯塔兰法1924]观点的基础上,生物学家沃尔特·坎农和路德维格·冯·伯塔兰法都将有机生物视为系统。冯·伯塔兰法的观点如下:由于生物的重要基本性质就是其组织结构,通常调查研究这单独的部分和过程就不能对于极其重要的那些现象提供一个圆满解释说明。这种研究不能给我们任何有关部分和过程协调共济的信息。为此,生物学的主要任务应该是去发现生物系统(在各级组织结构)的规律和法则。我们相信这些努力能为世界局势的基本变化的理论观点找到一个基础。这个看法被看作是一个研究(调查)方法,我们将称之为“有机体(或微生物)生物学”,或作为在解释说明上的一种尝试,称之为“有机体的系统理论”。

在20世纪50年代,人们开始看到了一种趋势,即:与技术人员们按机械原理努力简化每一件事这一事实相比较,科学开始变得越来越不完整(即分支越来越细,多)越来越难以处理了。根据这一情况,“一般系统运动”逐渐产生了,开始以“一般系统论研究学会”为标志,而后出现了美国和欧洲的大学里出现各种各样的“系统科学”系。由于各种原因和“运动”的热爱者滑入“整体主义”,“层次体系”,“综合聚积”等的陈词滥调这一事实,到1990年在美国没有什么研究院、所和大学的系给自己冠以“系统”一词为名了,并也几乎没有一个再自称(自封)是一般系统运动的元老或最初的代表:为了全人类努力的长期利益和地球上所有的居民,要统一哲学科学。

即使在近年来一般系统运动最初的几股浪潮处于衰退时,令人惊讶的一些科学和数学上的新发现提供了越来越多的证据,表明世界毕竟不象最复杂人类设计的机器那样简单。诸如“混沌”和“复杂性”这些理论就揭穿了人类能够实现“预测和控制”的古典科学梦想这一观点。同时,那些奋斗了几十年来教导启发我们有关富有生命的可行系统、二阶控制论、有目的系统、非凡的机器和变态分层组织的那些学者们现在终于为人所共知。虽然,有显著发展的一般系统思维可能仍然太幼小而不能挡开在地球上肆虐的社会和生态灾难,然而新建立的系统方法正帮助着人们向在机械化、技术化和正规化的现代狂乱热潮中丢失的智慧让步。

所谓的系统运动始于20世纪40和50年代。来自不同门类的科学,工程和其它领域的一批学者聚集在一起,追寻他们在思想方面的共同兴趣,他们的这些理念和思想适用于所有系统,并因此产生了超越所有传统学科界限的研究。这个系统运动由三大块组成:数学、计算机科学和系统思维。

除了解析方法和统计方法是系统研究有用的工具外,系统科学的主要目标就是对复杂系统及其相关问题进行研究。复杂性研究的困难是跟不上大量组合搜寻的进程。由于人类大脑的这个缺陷,计算机不可避免地变成了用于系统研究的必备工具和实验设备。这种情况也解释了在20世纪40年代末期和50年代初期纯自动数字计算机建成不久,系统运动迅速出现的原因以及数学、计算机和系统科学和谐相关的原因。

有助于系统运动出现的最重要的思想之一是整体主义,意思是将任何事物看作为整体。整体主义的中心思想在亚里士多德“整体大于部分之和”的论述中完美地阐述,并认为如果在没有必要的部分组织纽带时,就不一定能通过其部分来理解整体。整体主义思想和交叉学科研究的出现已证实了这样一个事实:来自不同学科的观点、一定的概念、原理和方法可以应用到系统研究中去。因此,一般系统理论的观点就自然创立了[冯·伯塔兰法,1968]。20世纪40年代后期,在诺伯特·维纳的控制论影响下,推出了相似的但偏重于信息处理的思想。因此,系统论和控制论这两个研究活动自出现以来就肩并肩地发展着。

(该文原稿为英文,由空军工程大学工程学院白秀云副教授翻译。)

参考文献:

[1] Ackoff R L. Games, decisions and organizations[J]. General Systems, 1959 4, 145 - 150.

- [2] Ashby W R. Introductory remarks at panel discussions[A]. Mesarovic M D Views of General Systems Theory[C]. New York; John Wiley, 1964.
- [3] Boulding K E. Economics and general systems[A]. The Relevance of General Systems Theory[C]. Laszlo, E. George Braziller, New York; 1972.
- [4] Casti J. Nonlinear systems theory[M]. Orlando, USA Academic Press, 1985.
- [5] Deng J L. Grey control systems[M]. Wuhan Huazhong Institute of Science and Technology Press, 1985.
- [6] Gaines B R. General systems research: quo valdis[J]. General Systems Yearbook, 1979. 24:1 - 9.
- [7] Guo H C. The words in Yellow Emperor's Nei Jing[M]. Tianjing, China: Tianjing Press of Science and Technology, 1992.
- [8] Hahn E. Aktuelle entwicklungstendenzen der soziologischen theorie[J]. Deutsche Z. Phil, 1967, 15:178 - 191.
- [9] Hartley R V L. Transmission of information[J]. The Bell System Technical Journal, 1928, 7:535 - 563.
- [10] Klir G. Architecture of systems[M]. problem solving New York. Plenum Press, 1985.
- [11] Klir G. Facets of systems science[M]. New York; Plenum Press, 1991.
- [12] Kli G, Folger T A. Fuzzy sets, uncertainty, and information[M]. Englewood Cliffs, New Jersey Prentice - Hall, 1988.
- [13] Kuhn T. The structure of scientific revolutions[M]. Chicago; University of Chicago Press, 1962.
- [14] Lang O. Introduction to economic cybernetics[M]. Oxford; Pergaman Press, 1970.
- [15] Lao Tzu. Tao Te Ching[M]. Gia - Fu Feng and Jarie, New York; Vintage Books: 1972.
- [16] Laszlo E. The meaning and significance of general systems theory[J]. Behavioral Science, 1995, 20:9 - 24.
- [17] Lin Y. Mystery of nonlinearity and Lorenz's "chaos". Kybernetes[J]. The International Journal of Systems and Cybernetics, 1995. 27:605 - 854.
- [18] Lin Y. General systems theory: a mathematical approach[M]: New York; Kluwer Academic / Plenum Publishers, 1999.
- [19] Liu S F, Guo T B, Dong Y G. Theory and Applications of greysystems theory (second edition)[M]. Beijing. Press of Science, 1999.
- [20] Mesarovic M D. Systems theory and biology[M]. New York; Springer - Verlag, 1968.
- [21] Mesaroci M D, Takahara Y. General systems theory: mathematical foundations[M]. New York; Academic Press, 1999.
- [22] Mesaroci M D, Takahara Y. Abstract systems theory[M]. Berlin; Springer - Verlag, 1989.
- [23] Popper K. The open society and its enemies[M]. London Routledge; 1945.
- [24] Quastler H. Information theory in biology[M]. Urbana, IL: The University of Illinois Press, 1955.
- [25] Rosen R. Biology and systems research[A]. Klir G. Applied General Systems Research; Recent Developments and Trends [C]. New York; Plenum Press.
- [26] Scheltzen M. The Volterra and Wiener theories of nonlinear systems[M]. New York; Wiley, 1980.
- [27] Shannon C E. The mathematical theory of communication[J]. The Bell System Technical Journal, 1948. 27:379 - 423, 623 - 656.
- [28] Simon H A. How complex are complex systems[A]. Suppe F, Asquith PD. PSA, vol. 2, Philosophy of Science Association [C]. Michigan; East Lansing, 1976, 507 - 522.
- [29] Teller E. The pursuit of simplicity[M]. Malibu, California Pepperdine University Press, 1980.

The Past, Present and Future of General Systems Studies

LIN Yi

(International Institute for General Systems Studies 23 Kings Lane Grove City, PA 16127, USA)

Abstract: As suggested by the title of this paper, the author focuses on the fundamental concepts of systems research, its historical background and knowledge structure. The paper discusses achievements of the systems science made in the ancient and modern times. The author pays a closer look at different aspects of the systems knowledge, the philosophy and the current situation and provides a list of established schools of systemic thoughts. The position of systems studies in the scientific history is discussed. Our paper concludes with a description about the future of the systems science and a list of some open problems.

Key words: system; systems movement; complexity; cybernetics