

# 一般系统论研究的过去、现在和未来(下)

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周密的考查,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;系统传动;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(2002)01-0001-10

## 2 一般系统论研究的现状

即使在正式定义了系统概念的基础上进行一般系统论研究的历史是非常的短暂,由于上述的系统运动的效应,系统科学的现状包括了合理发展和连贯的知识体系。在本节中,我们将简单地浏览一下这一知识体系。为了对系统科学能有一个更加系统的了解引导,建议读者翻阅[克勒尔,1991]。

### 2.1 系统科学的范围

系统科学的概念框架是建立在演绎法和归纳法这两种方法中的其中之一。在前一种方法中,人是从应该为尽可能通用的一组公理开始。在如此宽广的基础上,以附加和研究的要求,引入了特殊种类的系统。在归纳法中,系统概念和原理是从许多人类活动不同领域所研究的,看起来不相关的系统抽象出来的。

根据演绎法,最通用并得到最好地发展的理论应归功于 M·D·萨洛维奇, Y·塔卡哈拉, 林, 马和他们的同事。用这种方法,当系统概念作为一对有序集合引入后,通过映射概念研究系统之间的关系。这个方法的优点在于可通过对集合 M 或集合 R 或两者增加更多理论条件,来加以验证所获系统的丰富程度。

当应用归纳法时,人类所致力于使不同的方法和学科作为系统思想的固有资源而得以利用。然后,系统分支得以合适的整理并集合成一个连贯的整体。在这个方法中,最原始的概念是一个变量和它的定义域。变量和定义域可称之为状态集合,其每一个值称之为该变量的状态。现在,系统被定义为变量的集合连同这些变量间的关系[克勒尔,1985 和齐格勒,74 和 76]。在这种情况下,所有系统的领域根据有关已知的变量集合知识的不同方面被划分成认识论的范畴。处在高一级的系统包含有在任何低级的相对应系统中可获得的知识以及一些附加的知识。这样一个系统的可分有序谱被称为系统的认识论层次。并且,在系统之间还存在着方法论特征上的差别。

在建立系统的认识论层次时,最初的未定义的原始观点是:一名研究员,他的环境以及一个有待于研究的对象和它的环境,以及该研究员与研究对象之间的相互作用。在认识论分层的最低级别中,系统就是由研究者判别为一个不可分辨的系统的东西[盖因斯,1979]。每一个特定的组成有意义系统的研究者与其研究对象的相互作用可以用一组变量集合以及相关的物理属性和表现形式描述这些变量和其状态含义的一些运作方式来定义的。如今,单个变量的属性可以看作事物的属性,而与它们的关系相关联的属性可看作是系统特性。一个系统变量问题的每一个关系是在高于原有系统的认识论层次上进行概念化的。如今,不同认识论层次的系统是根据与特定关系有关的其单独的知识层次来区别不同的认识论层次的系统。

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,Carnegi 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 年获欧洲维纳科学奖,已出版著作及专集十一部。

## 2.2 系统方法论

所谓系统方法论,我们指的是在为处理系统问题的系统概念上发展起来的一簇方法。一个问题如果它至少涉及到一个系统和关系到一些系统的特性,那它就是一个系统问题。与数学研究类似,每个系统的系统方面都会导致研究具有广阔、交叉学科应用性(适应性),而导致与实际(物质)事物的本性不相干的研究成果。在科学的各种经典学科中,独立事物系统方法论的应用预计会带来新的结果和关于对自然的理解。

## 2.3 系统建模

当为了描述说明一物理系统 P 的一个方面而建立一个抽象系统时,抽象系统 S 就可称为 P 的模型。在力学系统的环境中,系统模型 S 能又好又完全地描述人造系统 P。迄今为止,当涉及到 P 部分的本质时,还没有任何系统模型 S 能在不丧失一些方面和看法的情况下而有效地描述 P。当一个系统的存在被指定为由仪器或人类感官来做真正现实的广义说明时,这个理论系统称之为真实世界的解释系统。所给予的解释称之为模型关系。

系统建模有好几种方法。首先,假定方法是基于研究者的知识、经历、见解、直觉等等;假设系统就是假定的。目前,用演绎推理和给定的一组关于系统环境条件的前提,该假设系统允许研究者推导出能来说明有重要意义的原有系统这样的特定结论。在这种情况下,作为基础系统模型的假定系统之有效性,要根据得出的结论和相关的经验证据来判断。

其次,在发现方法中,研究者基于其用给定的一组数据表示的模式发现,建立了模型,这样可以作出归纳推论。在这种情况下,模型有效性主要是关于所涉及的归纳推理合理性的一个问题。

关于工程系统建模,其建模目的不是为了解释,预测或式样翻新。相反,它是关于命令操作,通过命令操作可建立一个所想要的人工系统,如:一台机器、一项方针或一个决策。这就是这些系统模型称之为指示系统的原因,而建造一个命令(指示)系统的过程称为系统设计。系统设计的第一阶段包含设计问题的形成。这包括在考虑技术实现的真正可能性的同时,不同的精选取变量如何充分地表示该想象的人造系统的特性。在此时,必须要考虑列出包括成本、可靠性和安全性等在内的客观准则和约束的表格。系统设计的第二个阶段由能贯彻第一阶段所规划的思想系统的建造所组成。在这个阶段的许多情况下,设计者面临着从大量的选项中选择可行的建造工作计划的问题。

另一种系统建模称为性能建模。此建模目的是研制出在各种条件下能评估生产的产品之性能的模式。因此,可获得关于如何提高所生产的产品性能的建议。

## 2.4 系统知识

在科学技术的传统领域中,为了研究自然现象,建立与自然界相关方面的专门知识,已经并且正在开发建立系统模型。在系统科学中,咨询领域由研究个别的和专门的知识结构组成。即:在系统科学中,系统研究的目标可以是自然界某些方面的直接知识,也可以是自然界的组织特征。这方面所表示出的成果在各种表面上似与人类所致力领域无联系。因此,系统知识可适用于科学技术的各个典型领域中的采集、管理、以及知识应用的具体过程。总之,系统知识的获取,不是通过逻辑推理,就是通过实验。通过逻辑推理,已经完美地创立了许多具体的数学系统理论,并且得到成功地应用。这些理论包括控制理论,抽象系统理论,系统分析,……通过实验,利用模拟系统来获取系统知识。往往采用计算机编程模拟来进行。这便是计算机已经被视为系统科学的实验室的原因。

## 2.5 复杂性

就系统复杂性而言,它是指“质量或复杂的状况”,这是由于“存在许多不同的互相联系的部分、模式、或组成部分,其结果很难完全理解”,或者由于“许多部分、方面、细节、注意事项的某种牵连,以及必须要认真研究或去理解或要处理的检验”(韦伯斯特的第三国际词典)。因此可以这么说,系统的复杂性的确在于观察者的眼睛,而不是系统的固有特性[克勒尔,1991,及西蒙,1977]。由于不同的系统存在着很大的差异,所以说复杂性的概念就有很大变化。

根据如上所述的一个系统的复杂性的常识性定义,给与所要求叙述系统的信息量成正比例的任一系统的复杂性下定义,应该是惯常的了。起码要满足下列要求(考虑问题),方可给“信息”的意义下定义:

- 1) 如果 A 系统是同态可嵌入 B 系统,则 A 的复杂性不大于 B 的复杂性。
- 2) 如果 A 系统和 B 系统相似,则它们的复杂性应该相等。
- 3) 如果 C 系统是 A 和 B 两个子系统的直和,则 C 的复杂性应该等于 A 和 B 的复杂性的和。

依据不定性,系统复杂性的第二种方法可建立如下:某一系统的复杂性同需要解决与该系统有关系的不

定性的信息量成正比例。称这种复杂性为基于不定性的。通常,有一些数学方法可用来研究不定性。这些数学方法见诸于哈特利的信息的集合论方法[哈特利,1928]、概率论、香农的概率不定性[香农,1948],模糊集论,模糊测度论[克勒尔,及弗勒杰,1988]。

第三种复杂性,通常称作计算复杂性,是相对于在使用一种特定算法来解决某个问题时所需时间和/或空间的。

在初等的方法中,当应用于仅仅涉及到一些少量的与之有某些基本方面相联系的成分的问题时,基于微积分的经典数学已取的成功。一般来说,统计法被用于组成部分多而具有高度随机性的系统。对于所有那些构成成分多且高度组织的系统,这两种方法均遭惨败[林,1998]。这些现象中的每一种都叫作复杂性。复杂性的例证在人类一切努力活动中是丰富的,包括生活、老化现象。

## 2.6 不确定性

当哈特利从上个世纪 20 年代就开始了研究信息的不确定性以来,已经存在着许多种不同类型的不确定性。例如,一种不确定性就是非特定性。在这种情况下,在某种状况中留下未定的互斥性(交错)集越大,这种状况就越不明确。这种状况能应用哈特利信息测度加以研究。第二种类型的不确定性叫作不协调性。在这种情况下,概率中缺少区别性越大,不协调性就越大。这种状况已经应用香农熵予以研究过。第三种类型的不确定性是模糊性。这种模糊解释集元和元之间缺乏差异。第四种不确定性是存在于人类理解能力之中的不确定性。这种不确定性能利用灰色系统理论加以分析[刘,郭和董,1999]。

## 2.7 简易性

在我们研究自然系统的时候,总想寻求简单的系统模型,或者企图把现有的复杂系统简化。起初研究系统复杂性是想通过把难于理解和难于控制处理的系统简化成为易于接受复杂性的水平。这主要是为了达到开发完好方法之目的[西蒙 1977,泰勒 1980,温伯格 1972,阿什比 1964,韦弗 1948]。总起来说,真正的系统的问题运算起来颇为困难。通过使用通常不明确地阐述的过分强烈简化的假定,往往使它们成了易于处理的。然后,结果法便可处理相当大的系统出现的实际问题,并且产生“令人惊叹的”结果。然而,这些结果的意义充其量是令人怀疑的。

## 2.8 面向目标的系统

面向目标系统的基本特征是目标和性能的概念。系统的目标是“从认识代理者的观点来看”,他可能是位观察者,调研者,用户,设计者,等等。因此,对于一个给定系统来说,目标是由一位认识代理者来定义的,他认为这在给定的情况下是合乎需要的。当系统在一定程度上满足了目标,相对于这个目标来说,这个程度便称为系统的性能。各性能是根据在和已经下过定义的目标有牵连的那些性能特点的实际的和理想的表现形式之间接近测定。这种接近一般是用一种所谓的性能函数来表达的。那么,面向目标系统的概念就可以用下列两种方式中的任何一种加以定义:

1) 已知一目标和一相关性能函数,与这个目标不矛盾的各系统是在一定程度上相当于性能函数值的面向目标。

2) 已知一性能阈值,如果相对于目标的其性能超过阈,则系统便是面向目标。

当比较 A 和 B 两系统时,如果 A 系统运行比 B 系统好,那么, A 必然具有某些担负其好性能的特征。这些特征便称为寻的特征。原则上,各面向目标系统都包含有两种部件:①通过给目标下定义的实现目标部件;②查找目标元件,这种元件能按照所定义的目标去控制面向目标系统的性能。在面向目标系统的领域中,要研究的基本问题是去确定在查找目标元件中的变量,是如何显示如此高度的查找目标能力的。

设计面向目标系统的一个典型问题的特点如下:如果已知 X 和 Y 的状态之间的关系以及根据所涉及到的变量和给出定义的一个理想目标,我们就能设计出一条能够影响这个目标的关系的系统。下面是在设计面向目标系统中要涉及到的主要问题:目标和性能功能必须要明确地加以定义;必须选择一合适的查找目标变量集。在选择一个适当的查找目标变量中的难题是,其对目标变量的影响可能不完全知道;在查找目标变量已选取,接受以及扩展的面向目标系统有效地造型之后,下一步是去确定用一种什么方式来产生查找面向目标变量。这里的目标是去确定一种查找目标系统的行为功能(当性能功能在无论什么样的已知约束范围内达到其最大值时)。各查找目标系统必须要根据可采用要素进行设计。

## 2.9 自适应系统

如果执行目标要素的关系或面向目标系统的目标随时间而变化,为了保持高水平质量性能,寻找目标元件必须能够适应。为适应目标上的变化,打算把寻的系统的寻找目标元件作为一套随选的两个目标,并且用

其状态指示目标的一具体输入变量  $g$  增补。这种面向目标系统称作面向多目标系统。在这种情况下,指示目标变量不是受用户控制,就是由另一个相联系的系统控制。

由于要求面向目标系统适应执行目标元件 A 中的变化,各自这样系统的寻找目标元件必须要能够完成两个任务:1)处理相关变量状态的时间序列,并且使执行目标关系的模型定期地更新;2)对执行目标元件中的变化起作用,以便使系统的组合总性能增到最大值。

在通常的文献中,随着广泛地应用,已经研究了几种类型的面向目标系统。这些具体类型包括规定,制定决策,自组织系统,协同,等。

## 2.10 对其它科学领域的影响

1)由于系统科学的交叉学科性的取向,学者们更加意识到各个科学学科的限制和界限。

2)当今科学交流已增强了使用系统思考的习惯。学者们越来越按照系统概念思考他们的有关问题。

大部分进展都是在生物学领域内取得的,这是形成复杂性的一个领域[梅萨罗维克,1968,罗森,1978]。这些进步一直是在理论生物学上,后来是在像人工智能,仿生等领域。即便是反馈理论和经济之间有联系,[兰,1970],但在经济上的影响甚微[博尔丁,1972]。

## 2.11 哲学和当前形势

由于“系统”概念有许多微妙含义,它是一种特殊的哲学信仰物。目前,有二十多种实质不同的关于系统的概念,大约有一百种不同的系统方法。这些方法的大部分是非常简化的,机械的以及分析的,而其它的则是范围广的,社会的,以及在它们的规则上是系统的。不管他们是否是机械论者或者人类学家,系统思想家趋向于“真实信奉者”——问题是这个系统……或……这个系统是解——因此,不能或者不愿意去接纳其它的世界观。然而,值得注意的是,即使系统分析者的大部分客观的和实证的都承认,任何特定系统的定义都取决于感觉者的目的和价值。至于系统本身的概念定义,不同的学派对词语有不同的见解看法。

虽然谈到系统的完整性或“整体主义”是时髦的,但必须承认,系统的真正的概念代表一种把世界分成“系统”和“环境”。还应该承认,把一个系统看成为混合细雕,仍然进一步分开,所有这一切取决于与感觉者有关的是什么。因此,在一般系统论研究中,最困难的和有争议的问题之一是,如果有的话,关于任一假定系统的不变量是什么。

所以,一般系统毕竟是动力系统中的一个相对不变的部分。它是一个不完整的没有分离却有区别,分开是因为它的连接性,混合但不分开这样一个整体。它立即就是真实的(客观的),抽象的,主观的和突出的。它不仅取决于洞察、偏爱、前提以及感觉者的目的,而且还取决于坚持的重复性。因为它是连续不断地在变化,所以要在静态中坚持。它在自身限度内形成一个标准,这是一元化的特征,这是一个自解性的矛盾性结论。

一般系统可用来说明或解释飓风、森林、动物、政府及文化,它被看作是一种现实性的东西。

## 2.12 数学一般系统论

这里谈到的数学一般系统,是指应用数学开发研究的一般系统的概念。当然,用数学的名字,有许多不同的方法完成这一目的。例如,已经有基于如下学科的系统理论:1)微分方程[旺哈姆,1979,卡斯蒂,1985];2)泛函分析和无穷级数[舍尔茨,1980],这包括由诺伯特·威纳所著的一些著作;3)灰色方法[邓,1985];4)范畴论;5)康托尔集合论[梅萨罗维克和塔卡哈接 1975,1989];6)偏序结构[吴,1984],等等。

最初由康托尔所著的集合论是人类智慧最伟大创造之一。这正是研究此理论的每一个人为之消魂的原因。此外,这个理论已经成为数学家谱最为重要的东西之一。它几乎丰富了数学的每一个角落,并给予数学殿堂一枚新标牌。它已经引起数学新分支的产生,或者起码首先为它们的进一步发展提出了可能性,如点集论,实函数论和拓扑学。最后,集论已经对数学基础的调查研究产生影响。同样,通过它的概念的普遍性,成为数学和哲学之间一个连接纽带。

通过对系统分析和应用的各种方法的一个相对完整的讨论,恳请读者查询[伍德—哈珀和菲茨杰拉德,1982]。另外,在一般系统论研究中,关于某些方法的有权威的总的观念,恳请读者查阅[克林尔,1991]。

## 2.13 系统论各种不同学派

在这一小节,我们将熟悉一下某些已知的系统论学派及其领导人。本小节中的大部分内容都是根据 D·麦克尼尔在 1996 年写的著作,一本未出版的综述。

2.13.1 系统分析——假定先存在和已知研究对象、集、关系、结构、层次,等;另外还包括简化方法和技巧等。

1)数学系统(未哈基洛·梅萨罗维克,约翰L·卡斯蒂,……);2)系统分析(阿瑟D·霍尔,范·考特·黑尔,……);3)运筹学(拉塞尔·阿柯夫,斯坦福·比尔,……);4)系统工程(哈罗德·切斯特纽特);5)人工系统(赫伯特·西蒙);6)系统建模和系统模拟;7)控制系统;8)系统开发(约翰·沃菲尔德);9)系统管理(安德鲁P·塞奇);10)计算机系统(丹尼尔·丁·库格尔)。

2.13.2 一般系统——假定各分离学科、对象、层次、结构;强调关系、已知的集成、多学科交叉性。

1)通用系统论(路德维·冯·伯塔兰非,阿纳托·拉波波特);2)泛系统(吴学谋);3)实用系统(詹姆斯·格黑尔·米勒);4)总系统干涉(罗伯特·弗勒德);5)多方法论(约翰·明格斯);6)元系统(亚系)变换(V·特钦,弗朗西斯·海利格享,格利弗·乔斯林);7)目的系统(拉塞尔·L·阿考夫,哈森·奥赞贝克汗);8)软系统方法论(皮特·切克兰德);9)临界系统思维(迈克尔·C·杰克逊,罗伯特·弗拉德,沃纳·乌尔里克);10)查询系统(C·韦斯特·丘奇曼,贝拉·巴纳赛);11)亚系统建模(约翰·P·范吉奇);12)变换学科统一论(欧文·莱斯洛);13)先行系统(罗伯特·罗森);14)复杂(适合)系统(桑塔·弗·研究所,贝克曼研究所);15)调优整体主义(简·斯马茨,埃里克·詹茨奇);16)环绕定理(命题)(莱恩·特朗凯尔);17)生态动力学(肯尼恩·博尔丁);18)层次理论谱系定理(霍华德·帕蒂);19)信息动态学(斯坦利·N·索尔西);20)解释式分析(米卡尔·福考尔特);21)组织形态学(A·A·波格丹诺夫);22)社会系统论(塔尔称特·帕森斯;肯尼恩·贝利);23)有机体(阿尔弗莱德·诺思·怀特黑德,阿齐巴默);24)动态平衡系统(沃尔特·坎农);25)系统设计(贝拉·巴内塞)。

2.13.3 控制论的系统——功能性、处理单元;假定动态的和循环的关系。

1)伺服—控制论(一阶)(诺博特·韦纳,W·罗斯·阿什比);2)系统动力学(杰伊·W·弗莱斯特,皮特·森吉);3)系统生态学(霍华德·T·奥德姆);4)可行系统(斯坦福沃德·比尔);5)动态系统(拉尔夫·亚伯拉罕);6)对话论(戈登·帕斯科);7)耗散系统(艾亚·金);8)胀起系统(欧阳守成);9)社会控制论(R·费种克斯·盖耶,索伦·布赖尔);10)二阶控制论(海因茨·冯·福斯特,斯图尔特·昂普尔比);11)处理系统(赫克托·萨贝利);12)感性控制论(威廉姆·T·鲍尔斯);13)自动生成系统(享伯土·麦图拉纳,弗朗西斯科·瓦雷拉);14)复杂寻优系统(皮特·M·艾伦);15)纽结理论(应用的)(路易斯·考夫曼);16)地球物理学(詹姆斯·洛弗劳克,林·马右利斯)。

2.13.4 范例:系统思维——检验关于划分和成员、区别和联系的假定;洞察,整体图象,长视图,关键思维。

1)一般系统思维(杰拉尔德·M·温伯格,肯尼恩·布尔丁);2)整体系统设计(哈罗德·尼尔森);3)社会生态学(埃里克·特里斯特,弗雷德·埃黑里);4)鉴别系统(杰弗里·维克斯,格雷戈里·贝特森);5)干酪模型(埃里克·斯克瓦尔茨);6)电话学(久尔·雅罗斯);7)系统学(D·H·麦克尼尔);8)系统开发(查理德·巴登)。

2.13.5 其他。

1)通用语义哲学(阿尔弗莱德·科齐布斯基);2)灰色系统(J·L·邓,陈民云);(3)释经学(朱尔金·哈伯玛斯);4)全息照像系统(卡尔·晋里布拉姆);5)流变模态系统(载维·博姆);6)信息微动力学(弗拉基米尔勒纳);7)解释系统学(拉姆塞斯·菲恩马约,赫尔南·洛佩斯-加赖);8)科利尔系统(乔治·科利尔);9)中型系统(朱伍家);10)多模型系统干涉(约翰·N·瓦尔弗尔德);(11)多模型系统(哈罗德·林斯托恩);12)机构设计(丹尼尔·邓肯);13)形言语言学(查理斯·S·皮尔斯,赫华德·帕蒂,路易斯·罗嘉);14)社会生态学(埃里克·特里斯特,弗雷德·艾默里,理查德·巴登);15)社会系统(威廉姆·巴克利,约翰·萨瑟兰);(16)社会学系统(肯尼恩·D·贝利);17)社会学系统(尼科拉斯·隆赫曼);18)协同学II(R·巴科明斯特·富勒尔);19)协调学(赫尔曼·哈肯);20)协同系统(彼德·A·康宁);21)值系统理论(B·毫尔和格雷夫斯);22)系统物理学(海尔马特·K·博克哈德特);23)语言学数学理论(赫金·海斯科恩);24)解释系统学(拉姆斯·菲恩马约);25)一般系统学(多纳尔德·H·麦克尼尔);27)形式系统(G·斯潘塞-布朗);28)分形系统(贝诺尹特B·蒙戴尔布罗特);29)混沌系统(埃德怀德N·劳伦斯);30)经济技术学(皮特·M·阿兰)。

### 3 历史展望中的系统科学

本小节是根据和欧阳守成教授就与系统思维及现代科学相关的几个重要问题经过探讨而成的。这些问

题包括现代科学的状况,时间概念,数学在现代科学中的应用、非线性奥秘、混沌理论等。从这些段落的条目中,你可以清楚地看出系统科学的重要性及其未来的意义。

在2000年7月22号到9月31号期间,欧阳守成教授,胀起理论的创立者,应我的邀请,并参观了美国宾夕法尼亚格罗佛市国际一般系统论研究会。在此逗留期间,几位学者和欧阳教授参观了我们的研究所。在此期间,我们进行了许多有意义和富有成果性的讨论。受与会和讲演者之托,加之他的关于现代科学的某些问题的观点,对他的西方世界的同事们总的来说是新颖的,所以在此文中,我仅突出和欧阳教授探讨的几个关键性的问题。关于欧阳教授的更详细的東西,恳请读者查阅[林,1995]。这里的一切叙述都是经我们加工的内容。如有不妥当或错误之处,将来我们负责予以修正。

问题:依你的看法,哪一类科学是现代科学?

欧阳:这个问题起码应该能从下面5个方面看出来。

1)根据物理状态,存在四种已知状态:波、波和涡流相互作用、涡流、以及涡流的胀起。所谓现代科学就是研究第一状态:波。至于其它三种状态,现代科学尚未涉及到,这是因为既没有成熟的理论,又没有现有的方法来处理。

2)根据运动的数学物理形式,波属于周期的性质。在波和涡流之间的相互作用是准周期。涡流是不规则的。并且,隆起的涡流是相对非周期的。

3)关于作用的形式,波呈现第一推力的线性形式,波和涡流之间的相互作用呈现第一推力和第二搅动合成作用的非线性形式。其它两种情况都属于第二搅动的非线性形式。

4)关于现代科学在“知识河”中的定位,它位于具有规则化特征时代的末端。这是因为,在中国的老子时代与希腊的赫拉克利特和德谟克利特时代之前,东西方的文明已经都应用了不规则结构分析来研究了解和定形客观世界了。简略地讲,人类知识传播时期大约为2500~3000年。从老子和赫拉克利特时代开始,大约流逝了2500年。这个时期以亚里士多德和孔子的规则化为特征。因此,现在就产生了一个有趣的问题,即在下一个2500~3000年间,知识河流应流向何方。基于当今科学领域的活动,出现了一群学者,他们已提出了各种不同于为我们这规则化时代易接受的理论和方法论的见解。我有幸成为了这些学者中的一员。

5)关于如何理解时间的概念,现代科学还没有解决这个重要问题。

问题:我们知道你有关这个概念所建立了一个非常特别的解释。

欧阳:我的解释不特别。它是老子思想的写照。我认为“时间起源于物质的转动,并不占据物质的大小”。也就是说,时间是非物质的。然而,没有物质,就没有时间。换句话说,“时间存在于物质之后,并寄生于物质上”。这也是对老子的“以不同名字在同一时间出现和不出现”的又一次领悟。

从这个意义上讲,现代科学可以看作是无时间的科学。由于地球的旋转速度是在人类的感觉范围内,而现代科学所触到的最多的部分仅仅只是我们经历和感觉的一小部分。至于人类感觉有关流体部分之间,现代科学已显示出其无能为力。因此,用现代科学根本处理不了我们感觉能力之外的事。

问题:你对时间的解释真的非常有趣,你可以单就这个概念写一篇高质量的论文。

欧阳:关于我对你最开始第一个问题解答的第六点就是把现代科学看作是一种方法论。它包含两个部分。一个是积分或微分方程系统初值的自同构,是在牛顿定律的基础上发展而来的,而其它的是在统计学历史上的在任意性和随机性的基础上发展起来的。它们的本质是相同的。

过去值 = 现在值 = 将来值

这根本不能真正解决进化和发展问题。

问题:现代科学是以所应用的数学水平来衡量的,你对此有何看法?

欧阳:自从牛顿出版了他的《自然哲学的数学原理》一书的时代以来,不仅自然科学和社会科学,而且还有哲学——人类思想的最高级别——都看起来把数学视为其标准或质量的最高水平。然而,数学并不等于数学理论。不幸的是,现代科学已表现出定量分析的特征,并发展到了视定量分析的结果为物质现实或物质世界的规律和法则的程度。至于量是否能用来代替物质或看作物质,至少存在有如下的问题:

①量是不定的。众所周知的无理数,如 $\sqrt{2}$ , $e$ , $\dots$ ,在实际应用中都是不定的。然而,这些数学本身不能看作是不定的。其次,具有小增量的大数量的情况也是不定的,因为它不能精确地测量和计算。另外,就是许多变量的相互作用。在此,不论它是否定量精确或是否产生效果,任何定量大小的级别能充分表现说明这个情况。

②0和 $\infty$ 的人为性。0这个重要数字是人类发明的,并且也不是一个客观存在。显然,没有数字0,整个数学就瘫痪了,因为0这个数字有助于建立所有数字的基础系统。其次,0的倒数是 $\infty$ 。迄今为止,我们都知道任何数字与0的乘积是零,以及非零数字与0相除是 $\infty$ 。也就是说,与零相关的乘法和除法运算变得无序了。数学一直是以其严密的逻辑性为表征的。然而,0的乘法和除法都导致了一个谬论。在应用中重要的是,0既不能使一粒沙消失,也不能使一粒沙变得无穷大。因此,数字不能用来代替物质。

③当前的定量分析是关于规律化和大的概率化。显然,人们都知道微积分是在连续性基础上才有效,统计方法在稳定级数的范围里才有效。然而,真正重要的是无序性和小概率的客观存在。因此,当前的数学方法仍然不能有力地去精确表现和说明物质世界。

④同定量非同构性。定量是用以计数的一种抽象方式,它不同于任何其它的物理特性。因此,它们在处理物质结构问题是勉强的。

⑤非维数化。非维数化是用以处理偏微分方程的一个关键方法。但是,非维数化成功运算之后,即使能得到解析解,其结果也不能真正告知任何有用的信息。

⑥量连续性和连续粒子。量的连续性不能用来说明连续粒子的存在。实际上,谁也看不到一个数学点和在实际生活中不存在的任何连续介质。因为,无论小粒子是如何的小,它们的球形形状保证了它们不能完全地填充空间以形成所谓的连续介质。相反地,由于无理数的不可分离性,没有任何连续粒子能从连续介质分离出来。因此,粒子机理既不是认识论也不是哲学的一部分。作为一种理论,它没有逻辑上的严密性。作为一种方法,它只是在具有固体振动和流体运动波为其有效应用范围的特定条件下的近似法(逼近法)。在科学发展的过去300多年中,现代科学背后所遗留下来的只是教堂夜半钟声的和谐韵律。

问题:根据您刚才所说的,很大程度上,以定量分析为基础推导的理论物理学很自然地包含了许多原理问题吗?

欧阳:可以说自从牛顿时代发展来的力学,实质上没有解决力究竟是什么的问题。换句话讲,从牛顿到爱因斯坦的所有研究都持续地停留在亚里士多德的逻辑系统中,认为力独立存在于物质之外,其中也包括了爱因斯坦的能量扩散相互反应理论。但是,相互作用不能表示为线性流形。迄今为止。动态系统的研究局限于正在被作用的物体运动形式的分析,这些所谓的形式就是所有的量。这也是科学仍不能解答下列问题的原因:即使在自然科学中不存在任何“上帝”,自然科学如何仍能是“第一推力”呢?在此,牛顿力学第二定律称这第一推力是由“上帝”实现的。量是抽象的,直观视觉脱离于物质的计数。因此,它们不同于任何物理物质。然而,现代科学恰巧就完全由定量分析来证明,并发展到没有定量分析,理论就不能看作是科学的这种地步。一个苹果加一个梨等于两个水果。这“两个水果”能告诉我们什么呢?

牛顿力学第三定律告诉我们的只是相等数量的作用力和反作用力。然而,这个定律不能剖析最重要的信息,即关于作用力和反作用力的物体怎样移动或它们的移动是否遵循第二定律。当前,还没有关于牛顿万有引力定律中“引力”和“普遍性”(或自由落体无选择性)的解释。

问题:非线性是现代科学中的一个热门话题,您能谈谈对这个问题的一些看法吗?

欧阳:首先需要澄清的是当前广泛讨论的非线性概念是动态系统的非线性。观察到的奇怪而有趣的事情是:尽管人们熟知这样的非线性是动态力的相互作用,可动态术语却几乎全都线性化了。关于相互作用问题的研究属于牛顿第三定律范畴。它们不同于牛顿第二定律,是对几乎要被击垮的面对面战斗的研究。因此,牛顿第三定律的问题不能看成第二定律中的问题。因为,面对面地战斗,在同一时间准确打击对手的核心力量是困难的,这些战斗的结果是旋转形的运动,也就是说,非线性与线性动态系统之间的关键区别在于运动的形式。非线性动态系统含有旋转,而线性动态系统呈现直线运动。换句话说,非线性不应也不能线性化或半线性化。

问题:我听说关于混沌问题你持有与从事混沌理论专业的研究者们不同的观点。你能就这个问题谈谈吗?

欧阳:我需要声明的是我本人不反对混沌。而是我不同意所谓混沌理论的许多主张。至于准相等数量之间相互作用的效果,用不着定义成混沌,这是一个误导词。当然,现在也没有必要刻意去改变这个术语,尤其是它已被如此广泛地应用着(在以许多不同的方式应用)。就混沌理论而言,它本身就不知道“混沌”的含义是什么?该理论的目的是描述非周期现象,它实际上就是具有无穷小差(别)的大量(经)受到不精确计算的问题。所谓的“混沌”可以从线性和非线性模型中获得。因此,混沌的概念不能作为非线性特性被使用。并且,如果非线性特性称为混沌,那么混沌理论的研究应该终止了。其次,混沌理论的混沌不是真正关于非

周期流的。而它是出自误差值计算中,准平衡解的相关相空间中的图示。当开方值和初值或开方值本身是准相等,或者说大约相等时,就会出现这些误差值计算。同时,当时间步长非常小时,也会出现混沌理论的混沌现象。在这种情况下,近似为初值的相空间由因这个小时步长而引起的误差值开方组成的图示就称为所谓的混沌。需要指出的是混沌理论的混沌不仅敏感于初值,而且对在运算中所涉及到的所有参量和变量都敏感。尤其是,自从混沌概念最初提出至今几乎已有40年了,混沌的主要研究仍主要停留在对敏感性上。这种情况至少表明在过去的40年中混沌理论没有取得多大进展。同时,因为它一直被看作是一种科学的真理,对于任何人来说,没有必要去保护它免受不同观点和反对。

## 4 展望未来

在将传统科学学科大规模地划分成更小更精的专业范围基础上,现代科学技术已显示出合成所有的分支和专业领域为一个有机整体的趋势,从而导致了大量系统科学不同学派和方法的探讨和研究。系统科学的出现改变着我们的思想和经营的方式,并提供了新思维逻辑和方法来处理在现代科学,经济系统和各种传统科学领域中存在的许多复杂问题。

各种不同的学派、方法和理论伴随着系统运动的发展应运而生。这一方面丰富了系统科学的内涵,另一方面也将致力于这些研究的国际力量划分为系统研究,并极大地影响着系统科学的健康发展。因此,非常需要一些具有必要的知识、智慧和表达简炼的学者去建立一个所有系统研究的成熟而统一的系统。在20世纪60年代,[冯·伯塔兰法,1968]提出了构成一个一般系统理论的计划。该计划包括系统科学,数学系统理论,系统技术和系统哲学。在1976年,介绍了建立由系统理论、控制理论和信息理论组成的新科学的观念[张,关和何·1989]。1979年,钱学森提出了建立系统科学的学科系统的创见[刘·郭和董,1999]。他认为系统科学是一种科学咨询,并且是与自然科学,社会科学和数学一样重要。因此,系统科学应包括以下层次:工程技术、运筹学方法理论、理论基础和哲学。根据顾基发的观点,系统科学应涵盖五个方面的题材:系统概念,一般系统理论,系统理论分支,系统方法论和系统方法的应用[刘·关和董,1989]。至于在系统科学中应包含什么内容及如何建立一个统一的系统科学,还仍然存在着许多不同的意见和提议。即使如此,系统科学家们已经并一直致力于这样一个宏伟而统一科学的研究,以能清楚地显示出对传统科学的深远影响。

人类历史已驶入了一个信息社会的新纪元。科技的相关知识在许多分支上正以指数规律拓展。历史上没有任何一个时期能与当代相提并论。所有的科学和技术活动构成了一个复杂的超大系统,在该系统中不同领域的科学技术都混合在一起。因此,产生重要和重大突破的力量正越来越依靠于那些具有系统思维的学者们。在人类所有的努力中,系统思维的成功应用将会使人类具有处理社会结构中的复杂和动态变化的能力。随着系统科学的发展,社会化、经济生活和行为方式将相应地改变。每个可生存的社会组织必须按系统思维规律运作,其技术、生产方法和组织结构必须得随着动态环境频繁改变,并不得不比以前变得更加通用和普遍,因为动态环境需要更迅速的对外部条件变化的反应能力。每个具有自我发展和自我定向的社会组织将必须能建立基于变化着的环境之上的相关系统模型,并借助于这些模型来作预测和作最佳决定,以便使组织目标能动态地优化。因此,对系统科学专家的社会需求必将急剧增长[克勒尔,1991]。

自从美国和西欧对系统科学家的求职市场环境广泛开放以来,优秀的学者已占据了大学和研究所中的许多重要职位。近期(毕业的)大多数系统科学专业的毕业生在政府和工业部门担任着非学术职位,而这些政府和工业部门中的技术培训和研究仍由快到退休年龄的老学者们分管着。与西方国家的这种情形相比,在发展中国家,几年前曾接受了大学教育的年青的系统科学专家们都已在不同所大学和研究所的前沿教学和研究中发挥着重要作用。这些年青的专家们中有许多已取得了很大的成就并朝着职业成功的方向迈进。这就是西方学者预测了下一次科学和工业革命很可能在亚洲,如在中国,发生的原因。

下面我就一般系统论研究的前景概括一些研究方向:1)在组织复杂的领域,需要研究怎样来处理那些复杂性超出我们信息处理极限的系统和相关问题;2)由于计算机在系统科学中是重要的实验室(或实验设备),系统科学的进一步发展将无疑与计算机技术和科学的发展和提高紧密相连;3)系统的新范畴,例如细胞自动装置、发展系统、神经网络、基于分形几何的系统、模糊系统、非线性系统……等很可能最活跃的研究领域;4)不同目标方向的研究,如自定向、自保护、自繁殖和自动产生等;5)从广义上讲,真正的跨学科的和机能整体性的系统科学的美丽前景将继续抵消片面简化和面向学科的态度,这些在当今科学上仍很流行;

6) 系统科学在形成信息社会中的作用可描述如下: 面临由越来越多和日益增加的知识, 复杂性和激流为特征的环境, 组织将面临制定决策的挑战要求。为了能在信息社会中生存下去, 组织机构将不得不就更加频繁、更加迅速和更加关心机构革新, 如改变生产的物品和服务, 以相关的生产技术、进程, 甚至组织结构本身作出大量的决定。对于有关集理论的系统理论专业的更加开放问题, 建议读者查阅[林, 1999]。象在任何科学学科中一样, 人们都可以很容易地发现许多未解决的问题。然而, 为了真正提出系统科学在传统科学领域的重要组成, 系统科学面临的真正挑战是如何应用系统科学的方法和理论来解决传统科学中的一些最重要的、公开了很长时间而一直找不到令人满意的答案的问题。当战胜或部分战胜了这个问题, 现代科学的第二维重要性将照耀科学和技术的宫殿。

## 5 结束语

从论文的讨论中可以看出, 系统科学仍是一门非常年青的科学, 同时也具有很好的前景和未来。这种科学是存在于寻求更实际的例子, 开发更多(数学的和一般的)性质、进行自我测试和重新思考的历史阶段中。这是系统科学研究中新思想能迅速出现而且能在尔后得到深入而细致的研究的原因。可以预见, 现代科学和技术的发展将是一种有效的动力, 是系统科学的观念和思想的持续性和重要性可得以检验的沃土。

(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 problem solving* [M]. 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]. New Jersey: Prentice - Hall Englewood Cliffs, 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]. New York; Gia - Fu Feng and Jane, 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 grey systems 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] Schelzen 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.
- [30] von Bertalanffy L. Einfuhrung in Spenglers Werk[M]. Literaturblatt Kolnische Zeitung, May: 1924.
- [31] von Bertalanffy L. General systems theory: foundations, development, applications[M]. New York: George Braziller, 1984.
- [32] Weaver W. Science and complexity[J]. American Scientist, 1984, 36:536 - 544.
- [33] Weinberg G M. A computer approach to general systems theory[A]. Klir G. Trends in General Systems Theory[C]. New York: Wiley - Interscience, 1972:98 - 141.
- [34] Wonham W M. Linear multi - variable control: a geometric approach[M]. New York: Springer - Verlag, 1979.
- [35] Wood - Harper A T, Fitzgerald G. A taxonomy of current approaches to systems analysis[J]. Compt. J, 1982, 25:12 - 16.
- [36] Wu X M. Approximation transformation theory and the pansystems concepts in mathematics[M]. Changsa: Hunan Science and Technology Press, 1984.
- [37] Zadeh L. From circuitry theory to systems theory[J]. Proc. IRE, 1962, 50:856 - 865.
- [38] Zeigler B. A conceptual basis for modeling and simulation[J]. International journal of General Systems, 1974, 1:213 - 228.
- [39] Zeigler B. The hierarchy of system specifications and the problem of structural inference[A]. Suppe F, Asquith P D. PSP, 1: Philosophy of Science Association[C]. Michigan: East Lansing, 1976. 227 - 239.
- [40] Zhang J X, Guan X J, He Z X. Manual of Soft Sciences[M]. Tianjing, China: Tiangjing Press of Translation of Science and technology, 1989.

(编辑:田新华)

## The Past, Present and Future of General Systems Studies(continue)

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. He 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. He inquires into the position of systems studied in the scientific history. The 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

### 简 讯

《空军工程大学学报》在2001年被选入“中国期刊方阵”，并领取到由国家新闻出版总署颁发的“中国期刊方阵标识”。按照规定，自本期起，本刊在封面上印制“中国期刊方阵标识”徽标。