

* 专题:系统层次与突现思想

编者按:

层次与突现是系统科学哲学的重要思想。本专题三篇文章,从不同视角,围绕系统层次与突现的思想进行了研究。第一篇对系统层级原理进行梳理和概括,并研究了系统层级原理在组织管理中,特别是在活系统模型中具有的重要方法论价值。第二篇节选美国著名哲学家,也是研究系统突现的著名学者保罗·汉弗莱斯(Paul William Humphreys)的著作《EMERGENCE: A Philosophical Account》第1.6和1.7节,对突现的标准和分类进行了深入而细致的研究。第三篇则将复杂适应系统的进化思想概括为适应性层级进化思想,强调主体或元素的主动性和以计算建模为主的研究方法。三篇文章是对系统层次与突现思想的深化和发展。

(专题策划:范冬萍)

系统层级原理及其在组织管理中的方法论价值

黄 键 范冬萍

(华南师范大学 科学技术与社会研究院,系统科学与系统管理研究中心 广东 广州 510006)

摘 要:层级概念是系统科学的一个基本概念,从一般系统论到控制论,信息论乃至复杂适应系统理论的发展表明,层级是理解复杂性的必要概念和基础。系统层级原理则是系统思想的重要内容,可概括为:系统的层级结构是由相互联系的子系统组成的一种递归式嵌套结构;必要的层级是系统存在的稳定结构,也是系统进化的主要方式;缺乏调节能力的系统可以通过增加组织层级来补偿,但可以增加的层级数量是有限的。系统层级原理在组织管理中得到了成功的应用,特别是在活系统模型中具有重要的方法论价值。

关键词:层级;层级原理;必要的层级定律;活系统模型

中图分类号: N94 - 02 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-6408(2021)02-0001-05

自从贝塔朗非开创系统科学以来,层级一直都是系统科学中的核心内容,对层级的研究始终贯穿整个系统科学的发展历程。不管是早期的老三论,还是自组织理论,甚至包括最新的复杂性理论,层级都是不可或缺的一部分。国内外学者都曾强调了这一点,例如,颜泽贤等^[1]主张“突现与层级概念的形成是一般系统论和系统科学开始出现的标志”。董春雨等^[2]认为“对层次性的研究,是形成新的方法论的基础”。刘华杰^[3]断言“整体方法具体化就

是层内分析和逾层分析,否则整体方法就是空话”。可见,对系统层级概念以及系统层级原理进行研究,特别是层级原理在组织管理中的应用价值研究是系统科学哲学与系统管理方法论研究中的一个重要问题。

1 层级概念与系统层级思想

系统科学中的层级概念,来源于英文词 hierar-

* 收稿日期:2020-11-01

基金项目:国家社会科学基金重大项目“系统哲学思想史”(19ZDA037);中宣部文化名家暨“四个一批”人才工程项目;国家“万人计划”哲学社会科学领军人才项目

作者简介:黄 键(1990-),男,广东韶关人,华南师范大学科学技术与社会研究院博士研究生,研究方向:系统科学与管理方法论。

通讯作者:范冬萍(1965-),女,广东英德人,华南师范大学科学技术与社会研究院教授,哲学博士,研究方向:系统科学哲学与管理方法论。

chy。根据《英汉大词典》(上卷)记载,hierarchy 有“等级制度”、“僧侣统治”、“天使”以及“阶层系统”等意思^[4]。追根溯源,这个词最早是由亚略巴古的伪丢尼修创造的(约公元前6世纪)。它的词源包含两部分,hieros 表示神圣的,arkhia 表示治理,规则。这最早是一个神学词汇,用来指不同天使之间的从属关系,指的是“神圣事务的管理”^[5]。在中文语境中,它有时候翻译成层级,有时候也翻译成层次使用。随着复杂适应系统理论的盛行,hierarchy 应当翻译成层级更为合理。《中国大百科全书哲学》(卷I)对“层次(hierarchy)”概念的界定是:“表征系统内部结构不同等级的范畴。任何系统内部都具有不同结构水平的部分……层次依赖于结构,结构不能脱离层次,没有也不可能有无层次的结构。”^[6]这个定义偏向于强调层级间的从属关系,是日常使用最多的本义。

层级的用法可以大致归纳为三种。(1)表示等级制度、秩序以及从属关系。组成这种层级结构的每一级之间有一种从属关系。该词从最初的指代天使之间的神圣秩序,逐渐被转移到教会管理的职位之间的服从关系。当韦伯提出“科层制”的概念时,这种用法被最多人所熟知。在社会组织中,军队是最明显的以从属原则为基础的组织。在其他一般的诸如政府、公共企业或私营行政机构,类似金字塔形的体现等级秩序和从属控制关系的组织架构大为盛行。即使是在提倡去核心化的扁平管理或者网络管理中,其组织架构虽然不再按照一般的从属原则进行设计,但在组织的决策和执行、雇主和雇员之间的控制权力关系方面依然有明显的层级迹象。(2)第二种用法最早出现在17世纪的自然科学领域,特别是生物学中,并在18世纪期间得到巩固。它主要在分类学(如林奈分类法)中使用,是指根据其标准的重要性大小,在不同的嵌套类别中分类的元素之间的一种顺序。根据这些标准的参考值或规范,使排序的类别成层级。但是,依据这种标准形成的分类之间不再有任何明显的从属关系。这种用法也适用于许多社会组织,在这些组织中,层级与权力、影响、社会地位或信息是相互对应的,但层与层之间互不统属。(3)将一个集合组织成一系列有序的元素,在这些元素中,某项元素根据一些规范性特征高于下面的元素。排序和分类的方法展示了这种类型的层级结构顺序。根据这种用法,这个词的最新扩展定义与我们所说

的“层级”系统最为贴近,它有大量的元素,我们可以在三个观察级别上对它加以描述:在微观层面是元素(粒子、个体);在中间层是由可变数量的元素组成的子系统,这些子系统具有一定的自主性;而在宏观层面上,系统本身是子系统的集合,这些子系统还具有一些特性,使系统具有持久性和可识别性。结构有时由系统内给定大小的子系统数来定义,大小由每个子系统元素数来衡量。这种结构可以用统计分布来概括,统计分布通常是高度不对称的。众所周知的例子是公司规模在某一行业的分布,或在某一特定领土上的定居点规模的分布。

系统科学中最早提出层级概念的人是贝塔朗菲。早在1924年,这个概念就已经出现在他的文章中。他首次把有机体概念引入了生物学,认为只有坚持以整体性和系统性的方法来研究生物有机体,才能发现生物有机体中不同层级上的规律和原理。他的另两篇代表作《理论生物学》和《现代发展理论》分别发表于1932和1934年,在这两本著作中,他提出了用数学模型方法来研究生物学和机体系统论,把层级、有序、协调、目的性等概念用于研究有机体。黄小寒认为“贝塔朗菲的有机体系统理论主要阐述生物体是结构复杂的、动态的、等级性的系统”^[7]。

1937年,贝塔朗菲首次提出一般系统论的概念。但由于不符合当时的生物学主流理论,他的观点并没有造成太大影响。直至1945年,他写了《关于一般系统论》一书,但由于战争也没有引起广泛的传播。从时间上看,虽然一般系统论的概念比控制论、信息论还要早出现,但直到20世纪60年代和70年代才受到人们的重视。贝塔朗菲的一般系统论不仅是系统科学形成时最具代表性的理论,而且该理论还开创了系统科学的层级研究方法。此后,层级概念成为系统科学理论中的重要部分,在所有的系统理论里,它都占有一席之地。如何看待与描述层级,直接关系到我们对复杂性的理解与认识。

2 系统科学的发展与层级原理

随着系统科学的发展,关于层级思想的研究越来越多。1948年,申农发表了《通讯的数学原理》一文,标志着信息论的诞生。紧接着,他于1949、1957以及1959年依次发表了《在噪声中的通信》、《对于噪声信道编码定理的某些结果》和《高斯信道的最

佳码的错误概率》等文章,对之前的理论又作了严格推导和进一步深化。

在《通讯的数学原理》中,申农提出的定理 10 认为当信道的信息传输率不超过信道容量时,采用合适的信道编码方法可以实现任意高可靠性的传输,但若信息传输率超过了信道容量,就有可能出现误码^[8]。也就是说,在未超过信道容量时,如果噪声以一种合理方式改变了信号,则应当仍然能够通过校正通道的数据恢复出原信号。完成这一操作的代价是会在编码中产生一定的冗余。我们必须以正确的方式引入冗余,以对抗信道中的特定噪声结构。具体来说,如果该信源已经具有一定的冗余,而且没有尝试消除该冗余以与信道匹配,则这一冗余度可以帮助对抗噪声。

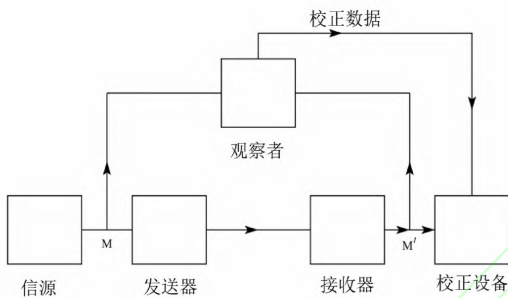


图 1 校正系统示意图^[9]

尽管一般系统论刚提出时并没有得到太多的关注,其关于层级的主张也尚未被其他学者所接受。但只要是关于系统的理论,就避免不了涉及到层级。如图 1 所示,申农的定理 10 初看只是在信息的发送和接收系统上多增加了一个观察者(校正通道),甚至他并没有提到这个新增的校正通道与层级有任何的关系,但这种排除噪声干扰的解决办法,无疑就是一种关于层级理论的实际应用。这种做法的意义被艾什比敏锐地捕捉到,并吸收到了他所提出的“必要的多样性(变异度)原理”中。

艾什比是发展控制论的重要人物之一,他把控制论引入生物学中,创立了生物控制论。1957 年,艾什比出版了《控制论导论》一书,他指出“对于那些以复杂著称而其复杂性不容忽视的系统,控制论给出了一种新的科学方法。”^[10]事实上,自维纳把控制论定义为关于“动物和机器中控制和通讯的科学”以及艾什比建立控制论神经模型以来,控制论的视野就不仅仅局限在工程控制领域。系统行为、人的认识甚至人的心理问题等方面的复杂性也是控

制论关注的领域。在《控制论导论》中,艾什比提出了“必要的多样性定律”(也称必要变异度定律),认为对被控对象无论进行前馈或反馈的控制,控制的能力受到调节器行动的多样性(变异度)以及从调节器到被控对象的信道容量的限制。调节器行动的多样性越大,它就越能抵偿需要控制的干扰^[11]。这个定律被艾什比形象地表达为:“只有用调节器的变异度(或其状态的多样性)才能压低于干扰所引起的变异度,只有用变异度才能消灭变异度。”^[12]

艾什比认为,必要的变异度定律可以跟申农的定理 10 建立对应关系。申农的定理 10 告诉我们:若消息中出现噪声,则改正通道(correction channel)所能滤去的噪声量,不能超过该通道所能传输的信息量^[13]。

将艾什比的必要的多样性定律与申农的定理 10 进行对比可以发现,图 1 中的观察者(校正通道)相当于图 2 中的调节器 R, D→E 的多样性的传输则等同于信源到信宿的信息传输。T 虽然也能阻挡一部分多样性的传输,但最有效的路径是 D→R→T→E。如果 R 的多样性足够大,就能够抵消 D 想要传输的干扰,使得 T 的值始终处于适应 E 的范围内。这与通过增加校正通道在编码中引入冗余来对抗噪声是一个道理。增加调节器 R,就是增加了系统的层级结构,只有系统的层级增加到了足够抵消 D 的干扰的时候,才能够保持系统的稳定。

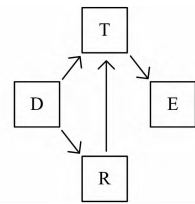


图 2 调节作用图^[14]

不管是贝塔朗菲、申农还是艾什比,虽然他们都提到了或使用了层级的概念,但真正将层级作为一个原理加以明确阐述的人是西蒙。他认为层级系统,或层级结构,指的是由相互联系的子系统组成的系统,每个子系统在结构上又是层级式的,直到我们达到某个基本子系统的最低层次^[15]。西蒙所认为的层级,是一种递归式嵌套的结构,类似中国套娃。西蒙所用的层级的意思,比传统组织管理中的层级制的意义更为宽泛,它不仅涉及上下层系统之间的从属关系,也研究各子系统之间的复杂关系。他的层级指的是可逐次分解为子系统的集合的复杂系

统。为此,他简要分析了社会系统、生物系统、物质系统与符号系统。认为社会系统中相互作用密集的聚类便是相当确定的层级结构。而在生物系统中,层级结构以细胞、组织、器官等形式出现。细胞之内有形态清晰的细胞核、细胞膜、微粒体和线粒体等子系统。物质系统的层级结构是同样清晰的,在微观层次上有基本粒子、原子、分子、大分子。在宏观层次上有卫星系统、行星系统、星系。物质在空间各处的分布是非常不均匀的。生物、物质系统是从空间上描述层级,而社会系统则以相互作用关系来描述层级^[16]。除此之外,人类社会特有的符号系统也具有鲜明的层级结构,如文学作品的篇目章节、音乐艺术里的乐章、段落、主旋律、短句等。不仅如此,西蒙还通过钟表匠的案例论证,认为必要的层级是系统存在的稳定结构也是系统进化的主要方式。只有存在层级,系统在进化的过程中,才能对抗环境产生的干扰,从而保存足够长时间的稳定结构,增加成功进化的概率。

在西蒙看来,许多复杂系统都具有近可分解的层级结构这一事实,在近可分解系统中,子系统间的相互作用很弱但不可忽略。通过对近可分解系统的研究,他得到两条定理描述:(1)在近可分解系统中,每个单元子系统的短期行为与其他单元的短期行为近似无关;(2)长远说来,任一单元的行为仅以总体的方式取决于其他单元的行为。所以他认为要构建一门认识复杂系统的比较正规的理论,这个理论就是层级原理(theory of hierarchy)^[17]。他坚持认为:“自然界之所以在层级中被组织起来,那是因为对于任何系统,甚至是中度复杂的系统,层级结构提供了最可行的形式。”^[18]

在20世纪60年代末至70年代初的很多学者看来,层级是理解复杂性的基础,这是他们的共识。但是他们对这两个概念之间的联系的看法却不一样,有时候甚至是矛盾的。例如霍兰与西蒙,两者都赞成层级与复杂性密不可分,但在实际理解上,两者有很大的不同。西蒙认为层级是理解组织复杂性的关键,他主要关注的是系统的结构,所以他经常举中国套娃的例子来说明。而霍兰认为突现的过程才是核心,层级结构只是突现的结果。他在1998年发表的著作《涌现——从混沌到有序》中将具有层级的组织与机制、永恒的新奇、动态性和规律性这四个术

语作为对突现现象进行研究和方向的路标^[19]。根据套娃的隐喻,西蒙对层级的理解是从上往下的,并且层级结构几乎总是包含层级结构。而霍兰的积木隐喻,则是从下往上,结构之间未必是包含的关系。此外,霍兰还将许多更高层次的“实体”描述为组织图式,而不是稳定的低级实体的聚合。

根据系统科学的发展内容,系统层级原理可概括为:系统的层级结构是由相互联系的子系统组成的一种递归式嵌套结构;必要的层级是系统存在的稳定结构也是系统进化的主要方式;缺乏调节能力的系统可以通过增加组织层级来补偿,但可以增加的层级数量是有限的。

3 必要的层级定律与活系统模型

自20世纪40年代末和50年代初控制论和一般系统论出现以来,人们越来越期望这些新的跨学科领域将在我们寻求理解社会现象的过程中发挥越来越重要的作用。奥林在《社会进步的控制论规律》一书中,谨慎探讨了一些对人类社会而言具有意义的一般系统概念,如目标导向、调节、适应、指导和层级。他认为在社会研究中应当以必要的多样性定律为基本法则。除他之外,英国著名系统管理学家杰克逊曾说:“必要变异度定律(多样性定律)在管理学中的作用如同爱因斯坦相对论在物理学中的作用一样重要”^[20]。而根据必要的多样性定律,奥林提出了自己的必要的层级定律,认为“平均调节能力越弱,现有调节机构的平均不确定性越大,就需要为同样的调节结果建立更必要的调节和控制层级”^[21]。该定律同样主张系统缺乏调节能力时,可以通过增加组织层级来补偿,但可以增加的层级数量是有限的。在社会制度方面,必要的层级定律在人类社会的生产能力与有效调节所需要的社会组织的等级之间建立了关系。对于每一个生产层级,都有一个特定的层级结构,在这个层级结构中,调节是最有效的。一般来说,所需的层级程度随着生产能力水平的降低而增加。

除了在一般的意义上探讨层级在社会管理中的必要性,还有学者在更具体的组织管理设计中运用了必要的层级定律。从1972年开始,英国管理控制论(也叫组织控制论)专家贝尔连续出版了三部著作,包括《公司的大脑》(Brain of The Firm)、《企业的心脏》(The Heart of The Enterprise)以及《组织系

统的诊断》(Diagnosing The System for Organizations),提出了活系统模型(Viable System Model, VSM),该模型被誉为组织管理上的“哥白尼式的革命”,又因其跨学科的研究方法,开始受到越来越多的关注。

活系统模型本质上是和企业和组织与有机体(人体)进行隐喻和类比,所以它具有鲜明的层级划分。在具体企业上,贝尔从功能的角度把碾磨机、切割机、轧钢机等工厂基础设施隐喻为人体肌肉,把管理中的人际沟通隐喻为人体神经元的交流,把公司信息的流动与处理隐喻为人体信息的流动与能量转换,把企业间各部分的竞争与合作隐喻为交感神经与副交感神经的拮抗与协调^[22]。在结构上,他把组织成员类比为人体细胞,组织部门类比为人体器官,组织决策类比为大脑皮层的活动和输出,组织制度和培训类比为遗传基因等等。在他的活系统模型里,结构和功能的层次是清晰且明确的。

贝尔的活系统模型蕴含以下两个基本原理。(1)递归原理。递归原理体现的是组织结构的层级性,是指在操作或结构上反复重复,这是一种自相似过程。不同层级的组织不断嵌套,类似于分形。不同层级具有不同功能,与层级的结合强度有关也与层级的结构有关。结合强度反映的是相互作用即系统组织的内容,层级结构反映的是组织方式即组织结构的形式^[23]。在活系统模型中,它的的各个操作子单元自身便是一个活系统。它与操作系统所在的上一级系统具有相同的核心结构,不同层级的活系统也是通过这样的组织结构的递归联系起来,形成一个紧密的整体^[24]。(2)艾什比的多样性原理。多样性原理要求系统应对环境的干扰不能超过系统本身的最大多样性。贝尔的活系统模型共含有五个功能子系统,每个子系统都要处理自身所处层级的环境多样性,他们之间的功能层级是分明(不统属)的。S1 - S3 构成了“自主性管理机构”,此时即使没有高层系统的干预,也能保持内部的稳定。S2 - S5 也可以组成管理系统(元系统),在整个活系统上,要实现管理系统的多样性大于等于活系统的多样性再大于等于环境的多样性,即 $V_M \geq V_S \geq V_E$,只有这样管理才是有效且可控的。但现实情况一般都是 $V_M \leq V_S \leq V_E$,所以我们只能通过增加组织层级,使

得组织系统能够不断接近 $V_M = V_S = V_E$,以保持系统的稳定。贝尔的活系统模型图不是一张企业或组织的部门图,它和 5 个子系统是深层结构和功能的模型图^[25]。

物质系统与社会系统对于层级的描述是有差异的,两者既有区别又有可以借鉴的地方。但系统层级原理在组织管理中的成功运用,不仅证明和实现了系统层级原理的方法论价值,而且也在实践中丰富和发展了系统层级原理该原理。

参考文献

- [1][25] 颜泽贤,范冬萍,张华夏. 系统科学导论——复杂性探索[M]. 北京:人民出版社,2006:97,23.
- [2] 董春雨,姜璐. 层次性:系统思想与方法的精髓[J]. 系统辩证学学报,2001,9(1):1-4.
- [3] 刘华杰. 方法的变迁和科学发展的新方向[J]. 哲学研究,1997(11):20-28.
- [4] 陆谷孙. 英汉大词典:上卷[M]. 上海:上海译文出版社,1989:1515.
- [5] Furetière A. Dictionnaire universel contenant généralement tous les mots franc cois[M]. Arnout and Reinier Leer; Le Haye et Rotterdam, 1690.
- [6] 中国大百科全书总编辑委员会(哲学)编辑委员会. 中国大百科全书哲学:卷 I [M]. 北京:中国大百科全书出版社,1987:84-85.
- [7] 黄小寒. 世界视野中的系统哲学[M]. 北京:商务印书馆,2006:25.
- [8][9] Shannon C E. A mathematical theory of communication [J]. The Bell System Technical Journal, 1948(27): 79-423, 623-656.
- [10][11][12][13][14] 艾什比. 控制论导论[M]. 张理京,译. 北京:科学出版社,1965:5,216,211,216,215.
- [15][16][17] 司马贺. 人工科学:杂性面面观[M]. 武夷山,译. 上海:上海科技教育出版社,2004:171,173,200.
- [18] Simon H. The organization of complex systems[M] // Patter H. Hierarchy theory. New York; Braziller, 1973.
- [19] 霍兰. 涌现——从混沌到有序[M]. 陈禹,译. 上海:上海科学技术出版社,2006:11.
- [20] 杰克逊. 系统思考[M]. 高飞,李萌,译. 北京:中国人民大学出版社,2005:99.
- [21] Aulin A. The cybernetic laws of social progress: towards a critical social philosophy and a criticism of marxism[M]. New York; Pergamon Press, 1982:218.
- [22][24] 黄键. 活系统模型中的功能整体主义思想[J]. 系统科学学报,2016,24(4):76-79.
- [23] 魏宏森,曾国屏. 试论系统的层次性原理[J]. 系统辩证学学报, 1995(1):42-47.

(下转第 16 页)

- 社,2000:29,29,93.
- [12] Holland J H. Hidden order; how adaptation builds complexity[M]. MA: Addison-Wesley, 1995:41-92.
- [13] Holland J H. Genetic algorithms and the optimal allocation of trials [J]. SIAM Journal on Computing, 1973, 2(2):88-105.
- [14] Wright S. The roles of mutation, inbreeding, crossbreeding and selection in evolution[C]//Proceeding of the Sixth International Congress on Genetics. Brooklyn Botanic Garden, 1932:355-366.
- [17] 米勒,佩奇. 复杂适应系统-社会生活计算模型导论[M]. 隆云滔,译. 上海:上海人民出版社,2012:251.
- [18] 考夫曼. 科学新领域的探索[M]. 池里平,蔡勤,译. 湖南:湖南科学技术出版社,2004:253.
- [19] 沃尔德罗普. 复杂:诞生于秩序与混沌边缘的科学[M]. 陈玲,译. 上海:三联书店,1997:368.
- [20] 张旺君. 系统自组织层级进化思想研究[J]. 系统科学学报, 2019, 27(2):29-32, 68.

Thought of Systematic Adaptive Hierarchy Evolution

ZHANG Wang-jun

(Institute for Science, Technology and Society, Center for Systems Science and Systems Management Research, South China Normal University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: Hierarchy evolution of system is the core issue of system science research. The evolution thought of complex adaptive system theory can be summarized as adaptive hierarchy evolution thought, which is an important part of hierarchy evolution thought of system. The idea of adaptive hierarchical evolution is embodied in a multi-level network in which adaptive agents interact, an agent-based model and a genetic algorithm that simulates adaptive evolution, and an adaptive landscape and adaptive evolution process.

Key words: complex adaptive system; adaptive agent; hierarchy evolution; genetic algorithm; adaptive landscape

(上接第5页)

System Hierarchy Principle and Its Methodological Value in Organization Management

HUANG Jian FAN Dong-ping

(Institute for Science, Technology and Society, Center for Systems Science and Systems Management Research, South China Normal University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: The concept of hierarchy is a basic concept of systems science. The development from general system theory to cybernetics, information theory and even complex adaptive system theory shows that hierarchy is a necessary concept and basis for understanding complexity. System hierarchy principle is an important part of the systems thinking, which can be summarized as: the hierarchy structure of the system is a recursive nested structure composed of interconnected subsystems; The necessary hierarchy is the stable structure of the existence of the system and the main way of system evolution; Systems lacking regulatory capacity can be compensated by adding hierarchy to the organization, but there is a limit to how many hierarchy can be added. System hierarchy principle has been successfully applied in organization management, especially in viable system? model, which has important methodological value.

Key words: the hierarchy; principle of hierarchy; the laws of requisite hierarchy; the viable system model