

新兴学科百万个 为什么



综合性学科



主编：李 环

中央民族大学出版社

新兴学科百万个为什么

综合性学科

李 环 主编

中央民族大学出版社

〔京〕新登字 184 号

责任编辑:柯彦

封面设计:张 强

新兴学科百万个为什么

综合性学科

李 环 主 编

※

中央民族大学出版社出版

(北京西郊白石桥路 27 号)

(邮政编码:100081 电话:8420077-2218)

全国各地新华书店经销

唐山市委机关印刷厂印刷

850×1168 毫米 32 开 9.5 印张 200 千字

1994 年 2 月第 1 版 1994 年 2 月第 1 次印刷

印数:6,000 册

ISBN7-81001-720-9/G·313

定价:6.80 元

《新兴学科百万个为什么》

编 委 会

丛书主编 叶桂刚 王贵元

本卷主编 李 环

本卷撰稿 李 环 王寒冰 张 超

胡仙芝 张大伟 郝 杰

目 录

1. 系统科学是怎么产生的？	(1)
2. 什么是系统科学？	(2)
3. 系统科学的体系是什么？	(4)
4. 三个和尚为什么没水吃？	(5)
5. 为什么“牵一发而动全身”？	(7)
6. 天外还有天吗？	(9)
7. 金刚石为什么比石墨坚硬？	(11)
8. 什么叫做系统的目的性？	(14)
9. 人类为什么能够得以进化？	(16)
10. “拔苗助长”的故事说明什么道理？	(17)
11. 怎样进行系统的分类？	(19)
12. 贝塔朗菲对于一般系统论的创建有什么重要 贡献？	(22)
13. “耗散结构论”是怎样的一门理论？	(24)
14. 什么是热力学第二定律？——经典物理学中的最后 一座“大厦”	(25)
15. 一种电影特技制作过程给我们的启示——什么是 “可逆过程”和“不可逆过程”？	(28)
16. 一个崭新的物理概念——什么是熵？	(29)
17. 为什么说热力学第二定律又可称之为“熵增加 原理”？	(30)
18. “墨水扩散”给我们的启示——为什么说熵是混乱度的 度量？	(32)
19. 关于“世界末日”的预言——什么是“热寂说”？	(35)

20. 热力学与生物学产生了什么矛盾?	(36)
21. 一个神通广大的“妖精”——什么是“麦克斯韦妖”?	(37)
22. 什么是涨落?	(39)
23. 薛定谔是如何从遗传学角度来解释生命进化的?	(41)
24. 薛定谔是如何提出“负熵”这个概念的?	(42)
25. 生命系统能与外界交换熵的原因何在?	(43)
26. 布里渊是如何总结热力学与生命问题大讨论的?	(44)
27. 普利高津是怎样提出耗散结构理论的?	(45)
28. 普利高津是如何对系统分类的?	(47)
29. 什么是耗散结构?	(48)
30. 为什么说系统的开放性是耗散结构形成的首要条件?	(49)
31. 如何理解远离平衡态是产生耗散结构的一个基本条件?	(51)
32. 耗散结构系统内部为什么必须存在“非线性机制”?	(52)
33. “涨落”在耗散结构形成中起怎样的作用?	(54)
34. 有关耗散结构的几个典型事例。	(57)
35. 耗散结构具有哪些特征?	(59)
36. 耗散结构理论是怎样解决生物学与热力学的矛盾的?	(62)
37. 耗散结构理论对系统论作了怎样的丰富和发展?	(62)
38. 耗散结构理论具有怎样的方法论意义?	(63)
39. 耗散结构理论有什么局限性?	(65)
40. “诺亚方舟”的“和平鸽”何时飞来?	(66)
41. “孤掌”为什么“难鸣”?	(67)
42. 人为什么会长大? ——协同学的研究对象与创立	

意义	(69)
43. 协同学产生的历史背景是什么?	(73)
44. 哈肯是怎样创立协同学的?	(78)
45. 协同学理论近年来有什么发展?	(81)
46. 什么叫作序参量?	(83)
47. “皮之不存,毛将焉附”? ——协同学基本原理	(84)
48. “乱世”中的“英雄”是怎么出现的? ——自组织 过程	(86)
49. 协同学方法有什么方法论意义?	(92)
50. 小荷才露尖尖角——协同学的应用	(99)
51. 协同学的前景如何?	(101)
52. 什么是混沌阶段?	(104)
53. 混沌的特征是什么?	(106)
54. 什么是混沌现象?	(109)
55. 混沌理论是怎样形成的?	(111)
56. 混沌现象给我们怎样的启示?	(112)
57. 系统自组织的总体模式是什么?	(116)
58. 为什么说:“我们生活在灰色的世界中”? ——谈谈 “灰”的概念	(117)
59. 什么是灰色系统?	(118)
60. 灰色系统理论是如何产生、发展起来的?	(120)
61. 灰色系统理论的基本思想是什么?	(121)
62. 怎样用数学来表示灰色系统理论?	(124)
63. 我国的基本路线为什么要强调以经济建设为 中心?	(133)
64. 长江三峡模型真的能够反映建成后三峡的 景况吗? ——关于灰色模型。	(139)
65. 五步建模的基本思想和方法是什么?	(140)

66. 什么是灰色预测?	(143)
67. 如何对灰色系统进行决策?	(144)
68. 你追求什么? ——“灰色价值学”帮你解答	(148)
69. 灰色价值学包含哪些内容?	(149)
70. 什么叫作系统工程?	(152)
71. 系统工程要遵循怎样的原则?	(155)
72. 什么叫作系统工程的模型方法?	(156)
73. 什么叫系统工程的定量化方法?	(157)
74. 什么是霍尔三维结构?	(158)
75. 什么是预测?	(160)
76. 特尔斐法是什么意思?	(162)
77. 什么是专家个人判断法?	(165)
78. 怎样进行系统分析?	(165)
79. 怎样进行系统设计?	(167)
80. 千头万绪,从何下手?	(168)
81. 什么是计划评审技术(PERT)?	(169)
82. 什么是关键路线法?	(171)
83. 什么是自动化技术?	(171)
84. 什么是自动控制系统技术?	(172)
85. 什么是开环控制和闭环控制?	(172)
86. 自动控制系统可分为哪些类型?	(174)
87. 什么是自动检测技术?	(175)
88. 什么是计算机控制技术和机器人技术?	(176)
89. 什么是信息? 它有些什么特点?	(176)
90. 为什么信息和消息不是同一回事? 什么是 信息爆炸?	(180)
91. 为什么说我们目前正处于信息社会?	(181)
92. 信息有哪些性质?	(183)

93. 什么是信息的模糊度和多余度？它们对信息的收集和传递有什么影响？	(187)
94. 信息论是一门怎样的科学？——它是怎样产生的？	(190)
95. 信息论的发展情况如何？	(193)
96. 什么是信息科学？什么是信息科学的基本方法？	(197)
97. 什么是信息方法？	(198)
98. 信息方法主要有什么作用？	(200)
99. 什么是信息社会科学？什么是信息经济学？	(202)
100. 什么是信息处理？	(205)
101. 什么是信息材料？	(208)
102. 什么是信息技术？	(210)
103. 信息技术的发展为社会带来了怎样的变化？	(212)
104. 为什么说信息科学和信息技术是新技术革命的核心？	(215)
105. “爱国者”导弹何以有如此大的魅力？	(217)
106. “挑战者”号机毁人亡留给我们什么教训？	(228)
107. “摸着石头过河”蕴含着什么控制原理？	(232)
108. 国家领导干部为什么要有年龄和资历的条件限制？	(234)
109. “曹冲称象”利用了什么控制原理？	(236)
110. 人体体温为什么能保持恒定？	(238)
111. 啤酒厂的生产流水线用的是什么控制方式？	(240)
112. 鱼雷为什么会思考？	(243)
113. 什么叫控制系统？	(245)
114. 什么是控制论系统？	(246)
115. 赫鲁晓夫为什么会闹笑话？	(248)
116. 轮船摇晃说明了什么？——什么是振荡？	(250)

117. 什么是控制论的稳定性原则?	(252)
118. 为什么美国新兴工业部门要选择在“阳光地带” 来发展? ——避开干扰	(255)
119. 为什么航天飞机的外壳上要设置隔热层? ——阻止干扰	(256)
120. 地震过后,为什么有的房屋坚固如初? ——抗拒干扰	(256)
121. 瓦特制造的蒸汽机为什么能够保持恒速运转? ——消除干扰	(257)
122. 什么是反馈?	(257)
123. 什么是前馈?	(260)
124. “不识庐山真面目,只缘身在此山中”。 ——什么是退馈?	(261)
125. 什么是功能模拟方法?	(262)
126. 什么是黑箱—灰箱—白箱方法?	(264)
127. 什么是运筹学?	(267)
128. 什么是规划论?	(269)
129. 如何拿定主意?	(271)
130. 田忌赛马为什么能够取胜?	(273)
131. 排队论研究什么问题?	(275)
132. 怎样控制库存量?	(277)
133. 什么叫巨大系统?	(279)
134. 怎样对巨大系统建立模型?	(280)
135. 怎样对巨大系统进行控制?	(282)

1. 系统科学是怎么产生的？

早在古代，人们便开始运用“系统”的思想来思考问题，解决问题。即不是把认识和实战对象当成一个孤立的个体，而是把对象置于更大的背景之中；并且将对象分解为相互联系和相互作用的个体，从而对对象的功能和结构有了更为科学的把握。古代这种朴素的、刚刚萌芽阶段的系统观念在认识和实践活动中不断得到充实，并由古代杰出的思想家总结，形成了直观、朴素的古代整体论或系统论。在西方有著名的代表人物赫拉克利特、德谟克利特和亚里士多德。而我国古代思想家在系统思想方面同样取得了辉煌的成就。《易经》和《老子》包含有丰富的系统思想。我国的中医理论的整体性思想，至今还为现代西方医学所不及。

近代的系统思想产生于近、现代自然科学产生和发展之后。

近代科学的特征是不断地把研究对象还原为更深层次的元素，知识领域不断分划为更多更专门化的分支，使人们对客观世界的了解越来越深入、精细。但同时也形成了撇开总体联系来考察事物和过程的形而上学思维方式，堵塞了人们从了解部分到了解整体、洞察普遍联系的道路。在知识领域迅速向纵深扩展的同时忽略了横向的沟通。在对局部的了解越来越精细的同时，对总体的了解越来越零碎、模糊。

19 世纪上半叶，以能量转换、细胞学说和进化论三大发现为突出代表，自然科学得到了重大发展，从而人类有可能在了解自然界的细节的基础上来认识自然过程的相互联系和整体性特征，能够依据自然科学认识的事实，以近乎系统的方式描绘出一幅自然界普遍联系和永恒发展的总画面。马克思和恩格斯对这些自然科学的最新成果作了哲学的概括，创立了唯物辩证法。辩证法关于普遍联系的观点和永恒发展的观点是系统思想最核心的内容。系统思想在辩证唯物主义那里取得了哲学的表达形式。

但是人类对世界系统性的新认识不能停留在哲学形式上，需

要有具有研究系统的方法,需要建立系统的一般理论,并把系统方法具体化为人类改造世界的工程技术。

在 20 世纪中叶,自然科学领域,如天文学、物理学、化学、生物学、生理学、数学等都从研究个体事物转向研究系统事物,提出整体的综合的方法。

而人类的社会实践更是直接推动人类对系统作具体的科学研究。随着现代社会日益向大型化、复杂化发展,许多事务单凭经验越来越难以处理了,人们认识到必须把管理问题纳入到科学考察的范围。

在上述背景下,从本世纪中叶起,国际上涌现出一系列有关系统研究的新兴学科。如产生于自然科学的一般系统论、生命系统论等,产生于工程技术的信息论、网络理论等,以及产生于多学科交叉领域的运筹学、控制论等。

从本世纪四十年代以来,在系统研究的领域中,业已建立的学科继续蓬勃发展,新的领域又不断开辟出来,如模糊系统理论、突变理论、大系统理论等等。今后还会不断产生出来新的理论。

尽管这些学科分支有许多是在彼此没有联系的情况下分别建立的,所使用的范畴和方法也不尽相同,但都涉及到了一个最基本的范畴——系统及其机理,正是在这个契合点上,这些理论从不同方面,用不同手段,共同建造了一门新学科——系统科学。

2. 什么是系统科学?

系统科学是以系统及其机理为研究对象,研究系统的类型、一般性质和运动规律的科学。通过这种研究为人们提供认识现实世界中各类系统的性质和特点的理论依据,以便按照人的目的和需要在改造、创造各种系统中进行科学的设计、管理、预测和决策^①。

^① 《系统科学》,邹珊刚等编著,上海人民出版社,1987 年版,P28。

系统科学研究的不是某个特定领域的具体的结构、功能,而是作为一般系统的共同的规律性、一致性和同构性。

各种不同的系统,由于组成的要素不同,而且构成整体的各个要素之间的相互作用与相互关系也不同,从而决定了系统整体的性质。

还有生命系统、社会系统等自适应、自稳定、自组织、自控制性,以及大系统的性质、结构和一般运动规律等,都是系统科学研究的内容。

系统科学研究对象的复杂性和研究领域的广泛性,决定了系统科学具有特殊的性质,即横向学科性质、综合性质、功能行为性质和方法论性质。

首先,系统科学具有横向学科性质。系统科学不同于研究自然界某一(或某些)物质运动形态的自然科学,它反映的是自然界各个领域和各门自然科学中共同的东西,也反映社会生活中各个领域某些共同的东西。系统科学正是基于各门学科,又撇开各种事物、现象、过程的具体特性,撇开各类系统的具体内容,用抽象的方法研究它们的共同方面、一致性和同型性。

其次,系统科学具有综合性。系统科学的综合性质,一表现它在研究方法上综合融汇了各个领域、各门科学的研究方法和方式;二表现在它从方法论的侧面把各门科学整合、融汇、沟通起来,从而使它具有大科学或整体科学的特点。

再次,系统科学还具有功能行为性质。系统科学就其方法来说,注重的是动态的、功能行为的方法。它主要不是研究“这是什么?”而研究“它做什么”和“怎么做”的问题。着重研究事物运动发展过程中的功能行为。另一方面,系统科学的很多分支学科,特别是应用学科,研究的不是单纯自然的、“物理”的联系,而是包含着人的因素的“事理”的联系。系统科学的产生,就是为了寻求在人的参与下变革系统的结构,形成有利于人的系统功能的条件程度和

界限。

第四,系统科学具有方法论性质。由于系统科学具有上述的三种性质,即横向学科性质、综合性质、功能行为的性质,所以系统科学虽然不是哲学方法论,却具有一般方法论的意义。系统科学不论它的基本原理还是它的各分支学科的具体方法(如信息方法、反馈控制方法、系统分析方法等等),原则上都是作为一种思维方法而提出的。系统科学提供了一套具有哲学意义和方法论意义概念和范畴。系统、信息熵、控制、反馈、稳态、功能、结构、涨落等等,这些概念和范畴是人们对系统的各种联系和关系认识的成果,是对系统各个方面的本质所作的概括和反映。

3. 系统科学的体系是什么?

一般系统论的创始人贝塔朗非和我国著名科学家钱学森在系统科学体系的创立方面,是影响最大的两位科学家。综合两位科学家对系统科学体系的见解,系统科学的体系可以分为以下几个层次:

(一)系统学

这是系统科学的基础理论。研究一般系统的定义、分类、基本特性;一般系统可能的结构模式、结构与功能的关系;系统与环境的关系,系统的边界;系统各部分的协调运行,系统与信息的关系;系统结构的形成、生长、变化、解体等,即系统的演化问题;系统的设计、控制、使用和改造等问题;系统学还包括根据系统科学的基本概念和基本原理研究系统方法的理论。在系统学这一层次中,包括一般系统理论、耗散结构论、协同学、混沌理论、灰色系统理论等等。

(二)工程技术

系统科学体系中的工程技术,主要包括系统工程、信息技术和自动化技术三大块。是指根据实践经验和运筹学、控制论、信息论

等理论相结合而发展成的技能和方法、相应的工具设备以及这些工具设备的操作技能、程序等等。系统工程是根据经营管理的实践经验和运筹学原理发展起来的。信息技术是根据通信工程及其它信息工程的实践经验和信息原理发展起来的,自动化技术是根据生产过程控制的实践经验和控制论原理发展起来的。

(三)系统科学的技术科学

系统科学的技术科学是指直接来自工程技术并直接为工程技术提供理论指导的科学,亦即系统科学的应用科学。在这一层次中,主要包括信息理论、控制理论、运筹学和大系统理论。

4. 三个和尚为什么没水吃?

有句谚语说:“一个和尚挑水吃,两个和尚抬水吃,三个和尚没水吃。”为什么相对于吃水这一事情,两个或两个以上和尚在一起生活就会出现与一个和尚单独生活完全不同的状态呢?这是由系统的整体性所决定的。

一个和尚作为一个单个的要素,不能构成系统。而两个和尚或两个以上的和尚,便构成了以吃水为目的系统。任何一个系统都必须是由两个以上的要素(部分、环节)组成的整体,单个要素不能构成系统。如果我们把挑水吃看成是人们在分离状态下生活的特点,那么抬水吃和没水吃,就是人们在组成系统以后生活的特点。

其实,世间一切事物都是这样。一种事物在独立状态下的特点跟若干个这样的事物组成系统以后的特点和性质是不一样的。因为要素组成系统以后,就产生了要素之间的相互联系和作用,形成了一种新的特性,即系统的整体性。

整体性是系统最基本的特征。

系统的整体性首先表现在系统整体联系的统一性,即整体与部分、部分与部分、系统与环境联系的统一性。在一个系统内,尽管组成系统的要素形态各异,功能等等也不相同,但它们彼此并不是

孤立存在着，而是按照一定的关系，适应整体活动的需要，相互协调一致地活动着。

而一个系统之所以产生整体性，是由于整体具有有机性。任何存在于整体中的部分，不论该部分是否能作为相对独立的部分，都只有在整体中才能体现出它具有部分的意义；一旦离开了整体，这个部分就失去了整体的部分的意义。同时，构成系统的要素所具有的整体特性，只有在运动中按一定的规律进行整体与部分、部分与部分、整体与环境、以及不同层次之间的信息、能量、物质的交换，系统的整体性才能体现出来。

例如，人作为一个活的有机整体，能思维，会说话，可以从事各种活动。但是组成人体的各个肢体器官，在独立存在的情况下哪个也不具有这些性质和功能。如果把脑袋割下来，它就不会思维了；把胃割下来，它就不能消化食物了；把手割下来，它就不能劳动了。可见，这些肢体器官只有统一在人体身上，只有作为一个活着的人体的组成部分，才能发挥它们的作用。

又例如，一架钟表虽然各个部件按一定的关系相互组合成一体，但是如果不给钟表传递能量，不上紧发条，那么钟表仍是“死的”，它的整体质特性和功能就不可能显现出来。

由有机联系着的部分组成的整体，具有构成它的部分所没有的性质，因而反映整体质的整体功能也不等于组成它的各部分功能的总和。拿破仑曾经描写过，骑术不精的一定数量的法国骑兵，由于形成一个密集队形和严格的纪律，它所显示出来的整体性的新的力量，就能战胜骑术较精、剑法高超、善于单个格斗，但缺乏严格纪律、人数较多的马木留克骑兵。前者整体显示出来的力量大于单个作战的力量之和，而对于后者则相反。

由有机联系着的部分组成的整体，同时丧失了组成部分在孤立状态下所具有的某些部分的特性。系统整体性的形成，就是系统中各要素部分特性的丧失。

综上所述,系统整体性作为系统科学的一条基本原理,指各个要素按一定的方式构成的有机整体,其要素作为整体的部分,要素与整体、环境以及各要素之间相互联系、相互作用,使系统整体呈现出各个组成要素所没有的新的质,因而具有构成部分所不具有的功能。可以简单表述为:“整体不等于它的各部分之和。”

至此,就可以对“三个和尚为什么没水吃”的问题得出解答。三个单个的要素组成一个整体,出现了与单个要素孤立存在情况下不同的性质,整体功能远远小于组成它的各部分功能的总和,出现了“没水吃”的局面。而我国的另一条民谚:“三个臭皮匠,顶个诸葛亮”,三个皮匠一条心,群策群力,达到常人所不及的智慧。则是与“三个和尚没水吃”绝然相反的整体效应,亦即整体的功能远远大于部分之和。

5. 为什么“牵一发而动全身”?

有句成语叫作“牵一发而动全身”,为什么小小的一根毛发,竟然会影响到全身呢?这要从系统的相关性谈起。

所谓系统的相关性,就是指系统的要素与要素之间,要素与系统之间,以及系统与环境之间的相互联系和相互作用。

系统的相关性,首先表现在系统内部各要素之间的相互联系和相互作用。在系统内部任何一个要素的变化,都会导致其他要素以及整个系统的变化,比如,英国生物学家达尔文就发现在三叶草、土蜂、田鼠和猫之间存在着一种有趣的关系:三叶草靠土蜂给他传授花粉,才能结出种子。因此,三叶草的繁殖,直接受土蜂多少的制约。但达尔文又发现,土蜂的多少在很大程度上又由田鼠的多少来决定,因为田鼠吃土蜂,并且常常毁坏它们的蜂房。而靠近村镇的地方有很多猫又靠捕捉田鼠过日子。所以猫的多少又决定着田鼠的数量。这样,猫、田鼠、土蜂和三叶草就构成了一个生态系统。在这个系统里,猫、田鼠和土蜂之间是冲突关系,土蜂和三叶草