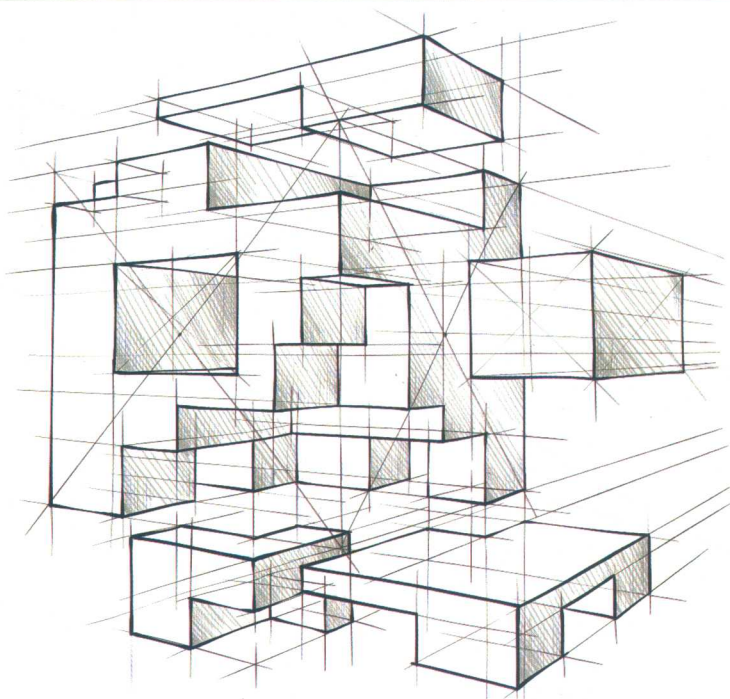


XITONG JIAGOU SHEJI FANGFA
SHIYONG SBC JIAGOU MIAOSHU YUYAN

系统架构设计方法

——使用SBC架构描述语言

邱国鹏 孙述平 著

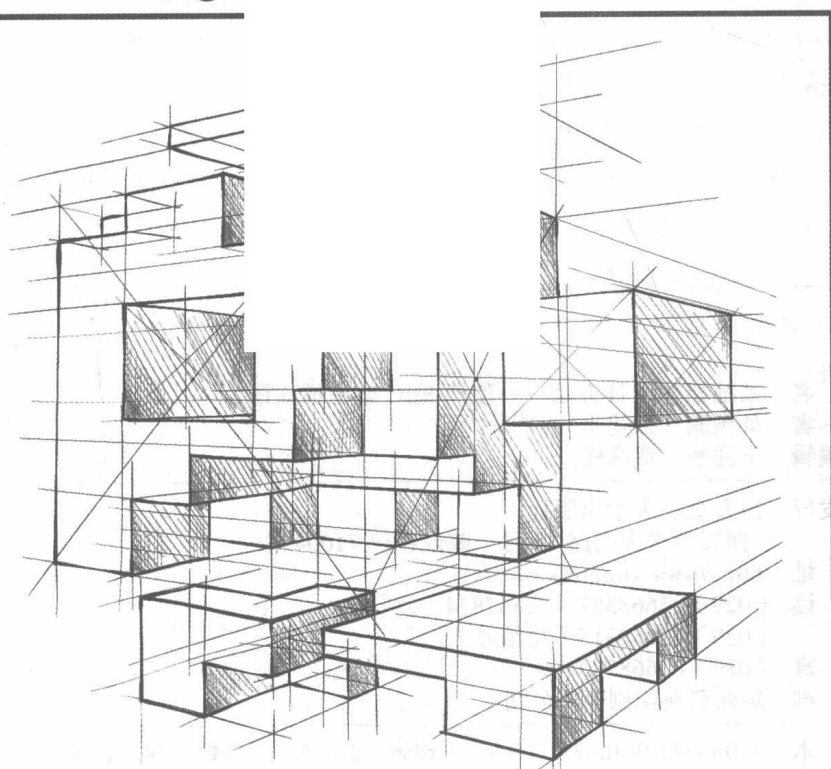


西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

系统架构设计方法

——使用SBC架构描述语言

邱国鹏 孙述平 著



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

系统架构设计方法:使用SBC架构描述语言/邱国鹏,孙述平著.--西安:西安交通大学出版社,2018.6
ISBN 978-7-5693-0724-5

I. ①系… II. ①邱… ②孙… III. ①计算机系统
IV. ①TP30

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第147210号

书 名 系统架构设计方法——使用 SBC 架构描述语言
作 者 邱国鹏 孙述平
责任编辑 李迎新 贺彦峰

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)

网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029) 82668357 82667874 (发行中心)
(029) 82668315 (总编办)

传 真 (029) 82668280
印 刷 定州启航印刷有限公司

开 本 710mm*1 000mm 1/16 印张 12.75 字数 241 千字
版次印次 2019 年 5 月第 1 版 2019 年 5 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5693-0724-5
定 价 45.00 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

版权所有 侵权必究

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

序文

在当今各种科学研究上，人类已经广泛采用了系统的观念和方法。系统架构设计是一种人工艺术品，它的目的是用来描述一个系统是什么。近百年来，人们都是采用类似系统学的方式来描述系统架构设计。系统学描述系统架构设计为一群彼此之间还有与外界环境会产生互动的构件所组合而成的整合性全体。系统学对系统架构设计的描述，隐含着的一个大的缺陷，那就是系统学并不要求系统结构和系统行为两者的整合。

系统结构和系统行为，是一个系统最重要的两个观点。为了满足一个整合性全体的系统，我们必须要先整合系统结构和系统行为。换句话说，要先能够整合系统结构和系统行为，才有可能得到一个整合性全体的系统。由于系统学并没有整合系统结构和系统行为，因此它可能永远无法得到一个整合性全体的系统。在这种情况下，我们发现到系统学其实是一个不理想的系统架构设计。

结构行为合一（Structure-Behavior Coalescence，简称为SBC）讲求系统结构和系统行为的整合，我们借用它来改善系统架构设计内涵，如此可以将系统学进步到系统架构学（系统架构学又称为架构学）。系统架构学描述系统架构设计为一群彼此之间还有与外界环境会产生互动的构件，并且遵行“结构行为合一”要求，所组合而成的整合性全体。系统架构学使用SBC架构描述语言（SBC Architecture Description Language，简称为SBC-ADL）来完成系统架构设计，SBC架构描述语言包含六大金图：(A) 架构阶层图、(B) 框架图、(C) 构件操作图、(D) 构件连结图、(E) 结构行为合一图、(F) 互动流程图。由于系统架构学强烈要求整合系统结构和系统行为，因此我们的结论为系统架构学方才是一个高度合格的系统架构设计方法。

在这本书中，邱国鹏老师撰写的第1章 - 第18章（计211千字），主要介绍了系统架构学，详细阐述SBC架构描述语言及相关案例；孙述平老师撰写了第19章 - 第21章（计30千字），为系统架构设计方法提供了详实的案例。通过这本书，所有的读者将可以很清楚地了解，系统架构学确实能够有效地帮助我们描述了一个整合性全体的系统架构设计。

由于种种原因，此次研究尚存在一些不足。诚挚希望专家同仁提出宝贵意见。感谢三明学院相关老师对本书编纂的支持，特别感谢台湾义守大学相关老师提供鲜活案例！

目录

基本概念

第 1 章 系统简介 / 001

- 1-1 系统学 / 002
- 1-2 实物系统与虚拟系统 / 004
- 1-3 系统边界与外界环境 / 006
- 1-4 高维系统 / 007
- 1-5 系统的演进 / 009

第 2 章 系统结构与系统行为 / 011

- 2-1 系统结构 / 011
- 2-2 系统行为 / 012

第 3 章 结构行为合一 / 014

- 3-1 整合性全体达成系统架构设计 / 014
- 3-2 整合系统结构和系统行为 / 015
- 3-3 结构行为合一达成整合性全体 / 016
- 3-4 结构行为合一达成系统架构设计 / 016
- 3-5 系统架构学 / 017

SBC 架构描述语言

第 4 章 架构阶层图 / 019

- 4-1 分解与组合 / 019
- 4-2 多阶层的分解与组合 / 022
- 4-3 聚合与非聚合系统 / 024

- 第 5 章 框架图 / 025
 - 5-1 多层级的分解与组合 / 025
 - 5-2 框架图里只能出现非聚合系统 / 026
- 第 6 章 构件操作图 / 028
 - 6-1 各个构件的操作 / 028
 - 6-2 构件操作图的绘制 / 032
- 第 7 章 构件联结图 / 035
 - 7-1 联结的实质意义 / 035
 - 7-2 特殊的联结 / 036
 - 7-3 构件联结图的绘制 / 038
- 第 8 章 结构行为合一图 / 039
 - 8-1 结构行为合一图的目标 / 039
 - 8-2 结构行为合一图的绘制 / 040
- 第 9 章 互动流程图 / 043
 - 9-1 系统行为与互动流程图 / 043
 - 9-2 互动流程图的绘制 / 047

系统架构学范例

- 第 10 章 多媒体 KTV 的系统架构设计 / 053
 - 10-1 架构阶层图 / 054
 - 10-2 框架图 / 054
 - 10-3 构件操作图 / 055
 - 10-4 构件联结图 / 056
 - 10-5 结构行为合一图 / 056
 - 10-6 互动流程图 / 057
- 第 11 章 机器人的系统架构设计 / 059
 - 11-1 架构阶层图 / 059

11-2	框架图	/	060
11-3	构件操作图	/	061
11-4	构件联结图	/	061
11-5	结构行为合一图	/	062
11-6	互动流程图	/	063
第 12 章 天灾的系统架构设计 / 064			
12-1	架构阶层图	/	064
12-2	框架图	/	065
12-3	构件操作图	/	066
12-4	构件联结图	/	067
12-5	结构行为合一图	/	068
12-6	互动流程图	/	069
第 13 章 汽车的系统架构设计 / 071			
13-1	架构阶层图	/	071
13-2	框架图	/	072
13-3	构件操作图	/	073
13-4	构件联结图	/	073
13-5	结构行为合一图	/	074
13-6	互动流程图	/	075
第 14 章 脚踏车的系统架构设计 / 077			
14-1	架构阶层图	/	077
14-2	框架图	/	078
14-3	构件操作图	/	079
14-4	构件联结图	/	079
14-5	结构行为合一图	/	081
14-6	互动流程图	/	082
第 15 章 算数软件的系统架构设计 / 084			
15-1	架构阶层图	/	085
15-2	框架图	/	086
15-3	构件操作图	/	086

15-4 构件联结图 / 088

15-5 结构行为合一图 / 089

15-6 互动流程图 / 090

第 16 章 多层次个人数据系统的系统架构设计 / 093

16-1 架构阶层图 / 095

16-2 框架图 / 096

16-3 构件操作图 / 097

16-4 构件联结图 / 099

16-5 结构行为合一图 / 100

16-6 互动流程图 / 101

第 17 章 销售进货软件的系统架构设计 / 104

17-1 架构阶层图 / 107

17-2 框架图 / 108

17-3 构件操作图 / 109

17-4 构件联结图 / 115

17-5 结构行为合一图 / 116

17-6 互动流程图 / 117

第 18 章 接龙游戏的系统架构设计 / 121

18-1 架构阶层图 / 125

18-2 框架图 / 126

18-3 构件操作图 / 126

18-4 构件联结图 / 127

18-5 结构行为合一图 / 128

18-6 互动流程图 / 129

第 19 章 智能食安物联网的系统架构设计 / 133

19-1 架构阶层图 / 133

19-2 框架图 / 135

19-3 构件操作图 / 135

19-4 构件联结图 / 138

19-5 结构行为合一图 / 139

19-6 互动流程图 / 140

第 20 章 居家照护物联网的系统架构设计 / 143

20-1 架构阶层图 / 144

20-2 框架图 / 145

20-3 构件操作图 / 145

20-4 构件联结图 / 154

20-5 结构行为合一图 / 155

20-6 互动流程图 / 157

第 21 章 智能旅游城市物联网的系统架构设计 / 162

21-1 架构阶层图 / 163

21-2 框架图 / 164

21-3 构件操作图 / 164

21-4 构件联结图 / 175

21-5 结构行为合一图 / 176

21-6 互动流程图 / 178

附录 SBC 架构描述语言 / 183

参考文献 / 189

第1章 系统简介

英文中系统 (System) 一词来源于古代希腊文 (Systēma), 意为部分组合而成的整体。系统是大家常用到或者听到的字眼, 系统化 (Systematic) 是它的形容词。系统方法代表了做事有方法、有计划、有制度。反之, 做事急就没有规划, 就乱做一通的, 都可以归属为非系统方法。

依据上述的论调, 诸多和系统相关的学科, 例如系统分析与设计 (Systems Analysis and Design) [Hoff10, Shell11]、系统架构方法 (Systems Architecting) [Maie09, Mull11]、系统架构学 (Systems Architecture) [Lank09, Roza11]、系统圣经 (Systems Bible) [Gall03, Kill09]、系统生物学 (Systems Biology) [Klip09, Voit12]、系统动力学 (System Dynamics) [Ogat03, Palm09]、系统生态学 (Systems Ecology) [Jorg12, Odum94]、系统工程 (Systems Engineering) [Beam90, Kass07, Koss11]、系统医学 (Systems Medicine) [Pork78, Weil04, Weil00]、系统模型 (Systems Modeling) [Frie11]、系统生理学 (Systems Physiology) [Raff11, Sher09]、系统需求 (Systems Requirement) [Bere09, Grad06]、系统科学 (Systems Science) [Bere09, Grad06]、系统论 (Systems Theory) [Bert69, Luhm12]、系统思考 (Systems Thinking) [Chec99, Ghar11, Mead08]、系统观点 (Systems View) [Bert81, Lasz96] 等等, 都像雨后春笋般的出现。这些众多系统学科所阐述的观念, 莫不是系统化以及系统方法的法则。

在本章系统简介里, 我们将广泛地讨论系统学、实物系统与虚拟系统、系统边界与外界环境、高维系统、系统的演进等等。

1-1 系统学

系统这个词汇，是我们在日常生活中每天都会用到或者听到的，它多少代表了混乱的对立面。例如说，我们若提到系统方法，则表示做事有方法、有计划、有制度。反之，做事急就没有规划，就乱做一通的，都可以归属为非系统方法。

系统学主要是要对一些系统事物寻求整体性解释，Bertalanffy 在 20 世纪 20 年代就提出一般系统论（General System Theory，简称为 GST）的说法 [Bert69]。一般系统论的创立，就是本书所说的系统学，为系统思想由哲学概括发展成科学理论奠定了基础。

针对同一个系统架构设计，一万个人可能会有一万种不同的看法，所以我们必须要给它一个人工（Artificial）的描述，如此一万个人对此一个系统，就只能有一种统一的看法。由于是人工描述出来的，因此系统架构设计也可以被解释成是一个人工的工艺品（Artifact）[Kapo94]。

系统学对系统架构设计有如下的描述：所谓系统，指的就是一群彼此之间（Each Other）还有与外界环境（Environment）会产生互动的构件（Components）所组合而成的整合性全体（Integrated Whole），如图 1-1 所示。

所谓系统，指的就是一群彼此之间（Each Other）还有与外界环境（Environment）会产生互动的构件（Components）所组合而成的整合性全体（Integrated Whole）

图 1-1 系统学对系统架构设计的描述

构件也称为非聚合系统（Non-aggregated System）、零件（Part）、个体（Entity）、对象（Object）、结构元素（Structure Element）和构建块（Building Block）等等 [Chao09, Chao11, Chao12]。

综观系统学的系统架构设计，我们可以发现到其强调任何系统是一个整合性全体。除此，系统学有另外一大特色，那就是系统学采用结构分解（Structural Decomposition）[Chao12, Ghar11]的方法，抛弃功能分解（Functional Decomposition）[Scho10]的方法。

结构分解的方法是将一个系统分解成许多构件，如图 1-2 所示。将一个大问题分解成许多构件来解决，是一个比较优异的方法。

功能分解的方法是将一个系统分解成许多功能，如图 1-3 所示。将一个大问题分解成许多功能来解决，是一个比较拙劣的方法。

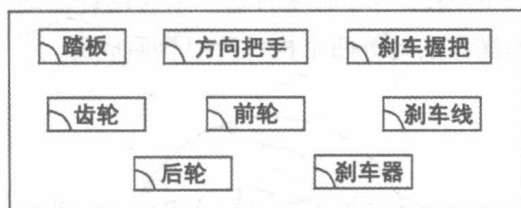


图 1-2 结构分解的方法

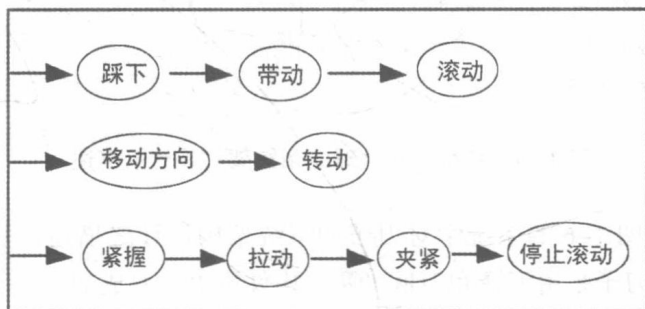


图 1-3 功能分解的方法

我们将透过系统学的系统架构设计来描述一个系统是什么。例如，在朱汤姆的脑海里，交通大学 4069 教室是由一把书桌和一张椅子等两个构件所组合而成的；在赵威廉的脑海里，交通大学 4069 教室是由一张书桌和两把椅子等三个构件所组合而成的；在李约翰的脑海里，交通大学 4069 教室是由一张书桌和三把椅子等四个构件所组合而成的。每个人的脑海想的都不一样，因此这些都不是共识，只有经由系统学的系统架构设计来描述交通大学 4069 教室是什么，才会得到大家对交通大学 4069 教室的共识。例如，经由图 1-4 中系统架构设计的描述，所有的人都会有共识地认同交通大学 4069 教室是由一张书桌和两把椅子等三个构件所组合而成的。

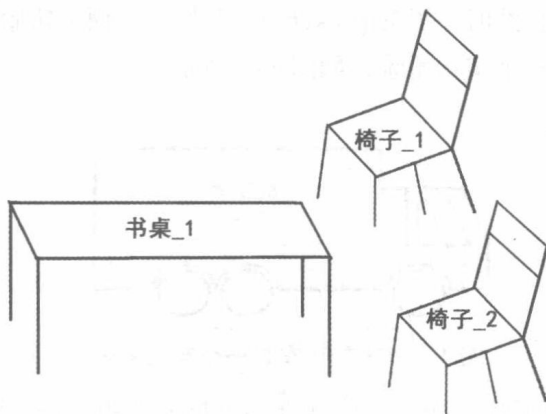


图 1-4 系统学的系统架构设计来描述交通大学 4069 教室

又如，经由图 1-5 的系统学对地球的系统架构设计之描述，所有的人都会有共识地认同地球是由海洋和陆地等两个构件所组合而成的。



图 1-5 系统学对地球的系统架构设计的描述

再如，透过图 1-6 的系统学对刀子的系统架构设计之描述，所有的人都会有共识地认同一把刀子是由刀锋和刀柄等两个构件所组合而成的。



图 1-6 系统学对刀子的系统架构设计之描述

1-2 实物系统与虚拟系统

实物系统 (Physical System) 又称作具体系统 (Concrete System) 或真实系统 (Real System)。实物系统指的是宇宙内真实世界 (Real World) 的事物，这些真实世界的事物是存在于自然时空里的 [Acko68]。例如，一辆由轮胎和车身等两个构件所组合而成的汽车是一个实物系统，如图 1-7 所示。

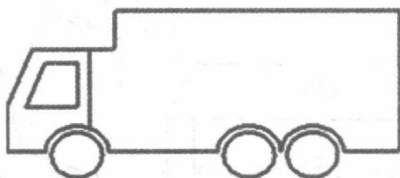


图 1-7 一辆汽车是一个实物系统

又如，一副由两个镜片和一个镜框等三个构件所组合而成的眼镜也是一个实物系统，如图 1-8 所示。



图 1-8 一副眼镜也是一个实物系统

虚拟系统 (Virtual System) 和实物系统则完全相反。虚拟系统代表着一些抽象理念所组成的虚拟事物, 这些虚拟事物只是存在于抽象 (Abstract) 空间里, 它们不属于真实世界的事物 [Acko68]。例如一, 由杰克与巨人等两个构件所组合而成的童话故事是一个虚拟系统, 如图 1-9 所示。

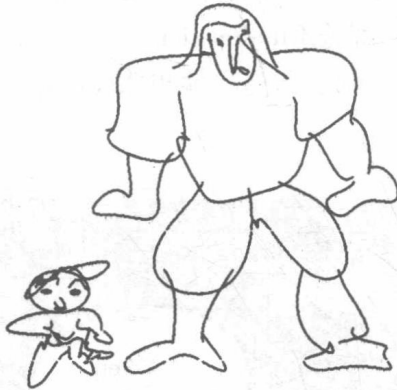


图 1-9 杰克与巨人童话故事是一个虚拟系统

例如二, 由「MTPDS_GUI」、「Age_Logic」、「Overweight_Logic」、「Personal_Database」等四个构件所组合而成的「多层次个人资料系统」软件是一个虚拟系统, 如图 1-10 所示。

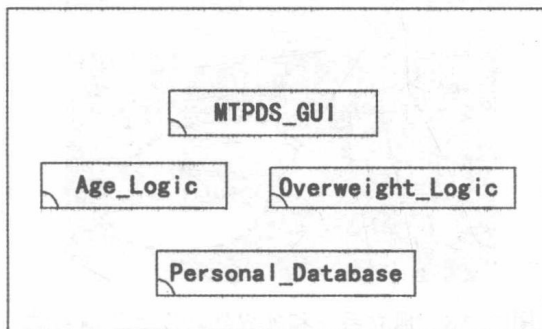


图 1-10 「多层次个人资料系统」软体是一个虚拟系统

1-3 系统边界与外界环境

系统边界 (System Boundary) 可以让我们界定一个系统的范围 (Scope)。如图 1-11 所示, 系统的组成构件是在系统边界之内, 而外界环境 (Outside Environment) 却是在系统边界之外。

一个系统可能会和外界环境有所互动 (Interaction), 也可能会和外界环境没有任何互动。所谓一个开放式系统 (Open System), 指的是此系统和其外界环境会有物质 (Matter)、能量 (Energy)、数据 (Data)、信息 (Information)、讯息 (Message) 的交换、交流、传送、输出 (Output/Input) 等等互动, 如图 1-12 所示。

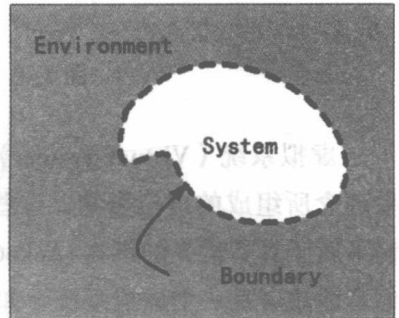


图 1-11 系统边界与外界环境

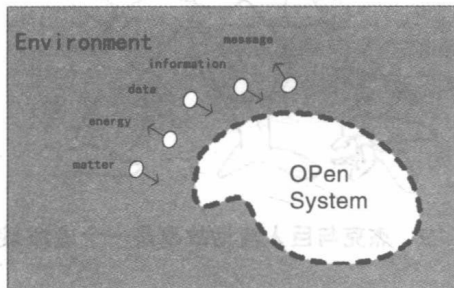


图 1-12 开放式系统和外界环境有互动

一个孤立系统 (Isolated System) 和外界环境没有任何物质、能量、数据、信息、讯息等等的互动, 如图 1-13 所示。

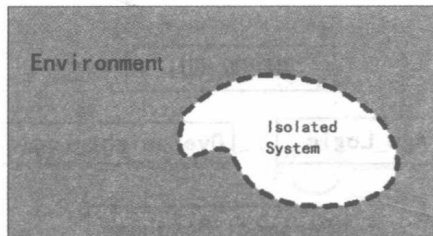


图 1-13 孤立系统和外界环境没有任何互动

1-4 高维系统

假设一个系统和其外界环境只会有「物质」、「能量」、「数据」、「信息」、「资料」的交换、交流、传送等等互动，不会有「系统」的交换、交流、传送、输出入 (Output/Input) 等等互动，则此系统称之为「一维系统 (First Order System)」。

高维系统 (High Order System) 又称为二维系统 (Second Order System)，指的是这个高维系统和其外界环境不但可以有「物质」、「能量」、「数据」、「信息」、「讯息」的交换、交流、传送等等互动，也可以有「系统」的交换、交流、传送、输出入等等互动 [Bare84, Hend80, Mann74, Sang03, Shap00]，如图 1-14 所示。

人脑 (Human Brain)、策略管理 (Strategic Management)、创意思考 (Creative Thinking) 等等都算是一种高维系统。人脑是一个高维系统，因为人脑会建构出非常多的「系统」来，如图 1-15 所示。

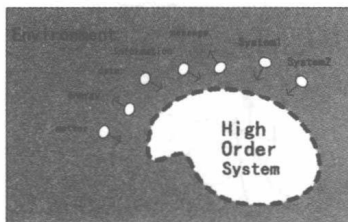


图 1-14 高维系统

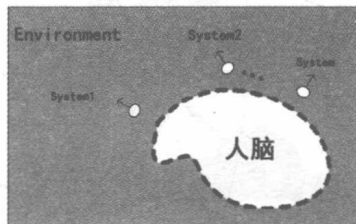


图 1-15 人脑是一种高维系统

策略管理是一种高维系统，因为策略管理会考虑各种不同的「系统」，然后从中选择出最合适的「系统」来，如图 1-16 所示。

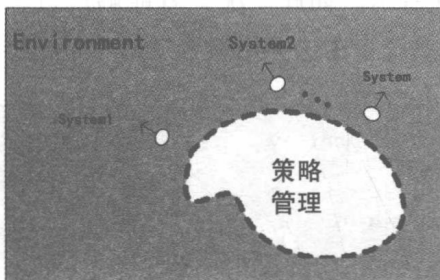


图 1-16 策略管理是一种高维系统

再来，创意思考也是一种高维系统，因为创意思考会考虑各种不同的「系统」，然后从中创造出最优异的「系统」来，如图 1-17 所示。

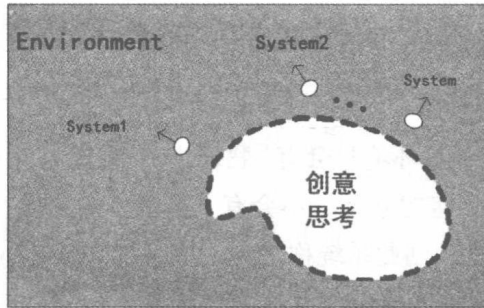


图 1-17 创意思考是一种高维系统

系统动力学 (Systems Dynamics, 简称为 SD), 为美国麻省理工学院的 Forrester 教授创始于 1950 年前后。系统动力学利用正回环环路 (Positive Feedback Loops) 和负回环环路 (Negative Feedback Loops) 来建立各种系统的动态仿真, 如图 1-18 所示。

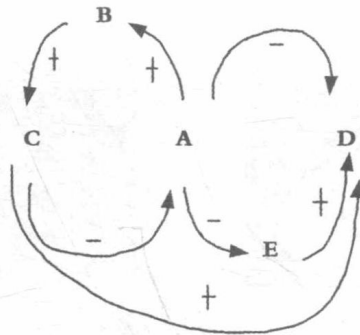


图 1-18 系统的动态模拟

最后, 系统动力学是一种高维系统, 因为系统动力学是用来动态仿真各种「系统」的状况, 如图 1-19 所示。如此, 决策者能够透过系统动力学, 因而策略地 (Strategically) 从众多「系统」中选择出最合适的「系统」来。

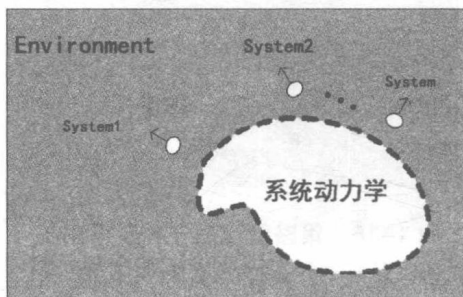


图 1-19 系统动力学是一种高维系统