

Catastrophe and Simulation Modeling for
Employee Psychological Activity

员工心理活动的突变 与模拟模型

胡斌 朱侯 赵旭 ◎著



清华大学出版社



Catastrophe and Simulation Modeling for
Employee Psychological Activity

员工心理活动的突变 与模拟模型

胡斌 朱侯 赵旭 〇著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书第一部分分析人的心理活动的特点,介绍个体人心理活动的BDI模型、认知模型和情绪模型,分析已有心理计算模型的不足。针对个体人的心理活动的突变与模拟模型,第二部分介绍建模的基本原理,包括多Agent模拟、定性模拟和突变论。第三部分介绍多模型建模原理,包括多模型建模模式、集成定性模拟和模糊数学方法的尖点突变模型建模原理。第四部分介绍个体人的心理活动的尖点突变模型的建模方法及其应用,包括心理契约、反生产行为、压力等心理活动。第五部分介绍个体人的心理活动的Agent建模方法(即将心理学理论或模型嵌入Agent的方法)、从个体人的心理到群体人的行为的多Agent模拟建模方法及其应用,包括满意度、合作与冲突、文化规范等方面。第六部分介绍心理计算模型与企业业务流运作模型之间的嵌入方法,以及其在人-业务交互规律分析上的应用。

本书可作为管理、心理、社会、人工智能等学科研究者的参考书,各章的模拟分析结论可供社会实践者阅读和参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

员工心理活动的突变与模拟模型/胡斌,朱侯,赵旭著. —北京:清华大学出版社,2014

ISBN 978-7-302-37330-9

I. ①员… II. ①胡… ②朱… ③赵… III. ①计算机模拟—应用—职工—心理活动—研究 IV. ①B842

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第1125号



责任编辑:朱敏悦

封面设计:汉风唐韵

责任校对:王荣静

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:170mm×240mm 印 张:15.75

字 数:316千字

版 次:2014年9月第1版

印 次:2014年9月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:55.00元

产品编号:057098-01



前言

人的心理计算模型，可视为在网络环境下管理学、社会学和经济学等领域一切理论与应用研究的基础，其原因有以下几点。

(1) 不同于自科、工程等领域所面向的物理系统，管理、社会和经济系统是人物混合的，对这些系统做研究，如果不考虑人的因素，那么这些研究就是理想化的、脱离现实的。

(2) 目前在这些领域，人们已经开始重视人因素的研究了，但多数都停留在人的行为层面上，如行为运作管理、群体行为模拟等，缺乏从心理学底层入手来研究人的行为，是漂浮在面上的研究，难以得到深层次的发现。

(3) 随着网络在人们日常工作生活中的普及和深化，人的心理活动比传统环境下更具有节奏快、极化、突变、非线性等复杂特征，具有线性、静态、线下等特性的传统统计学研究方法，显然无力揭示网络环境下人的内心心理的复杂性发生和演化机制。

(4) 互联网、物联网的普及和深化，导致人们今后工作生活在人工智能型的环境之中，传统管理理论与方法终将被颠覆，新的管理理论方法的开发与运用，要依赖于人的心理—行为规律的快速计算与把握。

为此，欧美已有大量学者致力于人的心理活动计算的研究，除了人格 (Personality)、智商 (IQ) 等测量以外，在认知 (Cognition)、情绪 (Emotion) 等的计算模型上，早已有丰硕的成果，这些成果在人—机对话的电脑界面上运用，甚至对机器人进行拟人化运用。但是，由于人类心理活动的复杂性，这些心理计算模型面临着两方面难处。

(1) 要想用已知的数学、图形等符号模型穷尽对心理活动细节的描述，这是不可能的。

(2) 同一个心理计算模型，在一个环境下适用，换了另一个环境往往就会失效。因此，欧美已有的心理计算模型表现出如下三方面特点。

(1) 用描述性的框架来表达心理计算模型，为后来的学者留下发挥的空间，即基于这些基本的框架，面向不同的研究对象建立不同的模型。

(2) 用简单的算数运算方法来建立心理计算模型，以避免用复杂方法建立的模型太离谱，以及复杂模型不易验证的问题。

(3) 用人工神经网络来建立心理计算模型，这是因为人类心理活动太复杂，只能



将之视为黑箱。

显然,这些模型和方法停留在对心理活动的观察层面,没有从心理活动的内部机制入手。

人的心理活动是人的内部和外部各种要素的综合作用过程,这些要素又是分层次的,因此人类的心理活动是一种非线性动力过程,突变论是这种非线性动力学的典型代表。根据已有的实验发现,人类和动物的认知、情绪、员工的工作倾向等心理活动,都具有突变性,但这些研究都没有建立突变数学模型。

同时,人的心理活动又是随时间、环境而变化的,而已有的从观察层面建立起来的心理计算模型,是不考虑时间维度的静态模型。

为了解决上述不足,本书研究人的心理活动的突变模型和模拟模型的建立方法及其应用,形成了如下四个方面的特色。

(1) 对个体人的心理活动建立尖点突变模型。已有心理学领域的突变论应用的做法是,要么实验证明人的心理活动具有突变现象,要么将突变论作为理论依据或概念模型,来指导实证研究(如指导调查问卷的设计)。本书则是直接建立尖点突变模型(即数学模型),包括两个连续变化的控制变量的选择和数学模型中的参数的拟合。

(2) 尖点突变建模中其他方法的集成应用。由于心理活动的要素属于人文社科和自然科学交叉范畴中的概念,难以用定量的值来表达,因此,本书运用定性模拟、模糊数学及其他方法来处理这些要素,并参与到尖点突变模型的建模过程中。尖点突变模型的推演也利用了定性模拟方法。

(3) 将定性的心理学理论转化为定量的模拟模型。传统的心理学理论或模型,多为文字描述或简单的图形说明,这显然是静态的概念模型,本书则将它们转化为 Agent 模型和多 Agent 模拟模型,使心理学理论成为随时间推演的动态理论、或参与到其他心理活动的计算模型建模。

(4) 将心理计算模型嵌入其他运作模型。为使心理计算模型在其他计算环境中推广,本书以业务流离散事件模拟过程为例,介绍了心理计算模型与其他运作模型之间的嵌入方法,这为进一步实现心理计算模型嵌入运筹优化模型、嵌入动态网络分析软件、嵌入游戏软件、嵌入军事作战仿真体系、甚至嵌入机器人等打下基础。

总之,本书对网络环境下以及将来人工智能环境下,管理、心理、社会、人工智能等学科的建设与发展,以及各类社会组织(包括权利组织、营利组织、非营利组织等)的管理、各类行业的管理以及军事领域的培训和仿真等实践活动,具有广泛的理论意义和现实意义。

本书受国家自然科学基金项目“基于系统模拟、心理学和突变论的企业管理组织性能测试研究”(No. 71071065)的资助。第 1.1.3 节、第 9、第 10、第 12、第 14 章由朱侯博士完成,第 8 章由赵旭博士完成,其余各章的撰写以及全书的统稿都由胡斌



完成。其中，第4、第7章由徐岩博士提供材料，第1.2.2、1.2.4节分别由硕士研究生田蒋博宁、黄传超提供了翻译支持。

在本书的撰写过程中，我们也得到了南京师范大学心理学院余嘉元教授在心理学理论上的指导、美国卡耐基梅隆大学社会与组织系统计算分析中心（CASOS）主任Kathleen M Carley教授在计算组织理论、方法与工具上的支持。清华大学出版社为本书的出版做了大量工作。在此，我们对所有帮助过我们的组织和人士致以衷心的感谢。

由于我们的水平有限，不妥甚至有争议之处在所难免，为了我国计算组织学事业的发展，恳请广大读者不吝赐教。

胡斌

2014年4月于华中科技大学

目 录

Part 1 绪 论	(1)
第 1 章 绪论	(2)
1.1 个体心理活动模型	(2)
1.2 个体心理活动的计算模型	(5)
1.3 计算模型的缺陷分析	(13)
参考文献	(14)
Part 2 基本建模原理	(17)
第 2 章 多 Agent 建模与模拟	(18)
2.1 多 Agent 建模与模拟	(18)
2.2 元胞自动机模拟	(22)
参考文献	(28)
第 3 章 定性模拟	(30)
3.1 QSIM	(30)
3.2 Q2: 基于数字区间的定性模拟方法	(41)
参考文献	(45)
第 4 章 突变模型	(47)
4.1 基本突变理论	(47)
4.2 随机突变理论	(52)
4.3 突变模型的建模步骤	(53)
4.4 对突变论的评价	(56)
参考文献	(57)
Part 3 多模型建模原理	(61)
第 5 章 多模型的集成模式	(62)
5.1 常见集成模式	(62)
5.2 其他集成模式	(65)



5.3	心理学与其他计算模型之间的集成模式	(67)
5.4	多领域模型的确认方法	(70)
	参考文献	(72)
第6章	尖点突变模型的定性模拟化建模	(73)
6.1	前言	(73)
6.2	个体行为的尖点突变模型	(74)
6.3	个体行为的定性一定量混合尖点突变模型	(76)
6.4	参数 α 和 β 的拟合方法	(78)
6.5	建模示例	(83)
6.6	讨论及应用	(87)
6.7	本章小结	(92)
	参考文献	(93)
Part 4	突变模型建模与应用	(99)
第7章	个体员工心理契约的建模与分析	(100)
7.1	前言	(100)
7.2	员工心理契约的尖点突变模型	(100)
7.3	尖点突变模型的拟合	(102)
7.4	突变分析	(104)
7.5	本章小结	(112)
	参考文献	(113)
第8章	个体员工反生产心理的建模与分析	(115)
8.1	前言	(115)
8.2	企业员工 CWB 模型	(116)
8.3	员工 CWB 尖点突变模型构建	(118)
8.4	避免机制和控制策略分析	(122)
8.5	本章小结	(127)
	参考文献	(127)
第9章	个体员工压力心理的建模与分析	(130)
9.1	前言	(130)
9.2	挑战—阻断性压力的特征分析	(131)
9.3	突变模型参数求解	(132)
9.4	挑战—阻断压力的定性突变模拟模型	(134)
9.5	定性突变模拟模型的验证与应用	(137)



9.6 本章小结	(143)
参考文献	(143)

Part 5 模拟模型建模与应用：从个体模拟建模到群体模拟分析..... (145)

第 10 章 员工满意度的建模与分析	(146)
10.1 前言	(146)
10.2 个体满意度建模	(147)
10.3 群体满意度模拟模型建模	(151)
10.4 群体满意度模拟分析	(154)
10.5 本章小结	(159)
参考文献	(159)
第 11 章 员工合作与冲突的建模与分析	(162)
11.1 前言	(162)
11.2 系统模型	(163)
11.3 模拟模型建模与验证	(167)
11.4 模拟实验	(171)
11.5 本章小结	(176)
参考文献	(178)
第 12 章 员工文化规范融合的建模与分析	(180)
12.1 前言	(180)
12.2 文化融合中的公开不合作现象	(181)
12.3 基于异质相对协议模型的文化规范融合建模	(182)
12.4 模拟实验及分析	(185)
12.5 本章小结	(194)
参考文献	(195)

Part 6 心理计算模型的嵌入与应用 (197)

第 13 章 自我效能感模型嵌入的业务流模拟系统	(198)
13.1 前言	(198)
13.2 心理和行为变化的模拟模型	(199)
13.3 嵌入方法	(204)
13.4 模拟系统及其确认	(207)
13.5 应用示例	(211)
13.6 本章小结	(218)

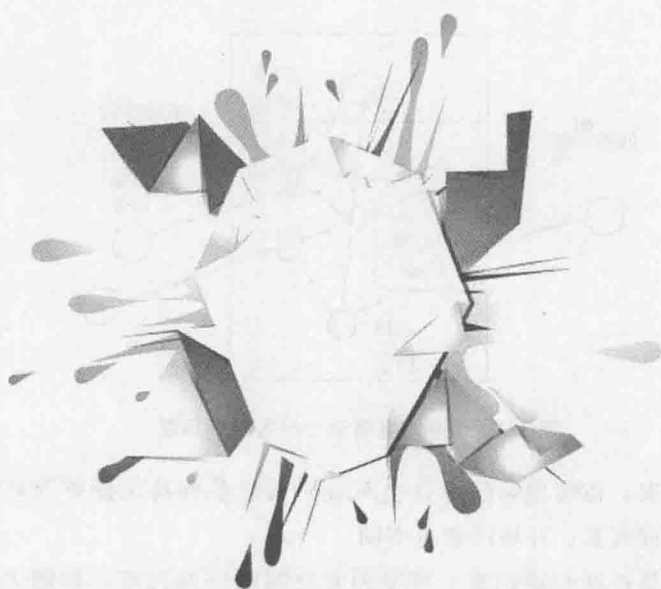


参考文献	(219)
第 14 章 拖延心理模型嵌入的业务处理模拟系统	(226)
14.1 前言	(226)
14.2 知识型员工—信息系统合作过程的拖延心理	(227)
14.3 知识型员工—信息系统合作的模拟模型与模拟系统	(229)
14.4 模拟实验	(235)
14.5 本章小结	(241)
参考文献	(242)

Part 1

绪论

个体心理活动是内部心理、外部环境因素之间交互的过程，为了建立该过程的突变和模拟模型，本部分先分析各因素及其交互过程的特征，并建立概念模型，然后介绍常见心理活动的计算模型及其特征，最后分析现有计算模型的不足。





第 1 章 绪 论

1.1 个体心理活动模型

1.1.1 心理活动的特点

管理系统或社会系统中的个体人可以从两个层面进行分析，即处于上层的行为表现和处于底层的心理活动。个体的行为表现来源于其心理活动，而心理活动是个体的各类心理因素、个体所处外部环境因素等相互交互的过程。如图 1.1 所示，大方框代表个体人，上面的小方框代表其行为表现，其中的椭圆代表该人的某项具体行为表现；下面的大方框代表其心理活动，其中的小方框代表子心理活动，圆形代表心理因素或环境因素。

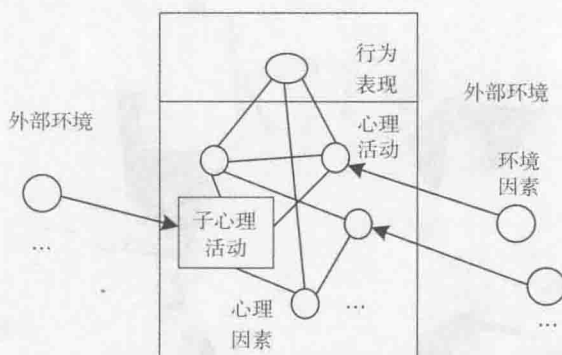


图 1.1 个体心理活动—行为表现示意

具体的行为表现，在管理系统或社会系统中就是各种特定任务及环境下的决策选择，相应涉及的心理因素、环境因素也不同。

心理活动，就是各项心理因素、环境因素之间的交互过程，如图 1.2 所示，该过程有三个层次。

底层是人格特质，用椭圆表示为相对恒定的值，即它不随环境而变化，是人一生

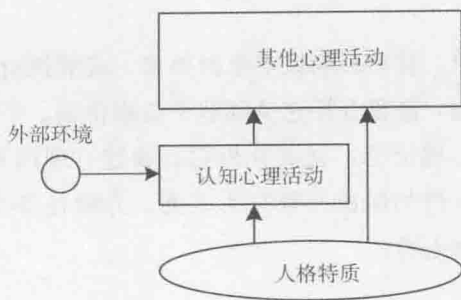


图 1.2 个体心理活动的层次

中基本固定的东西，是任何心理活动的基础。中层和上层用长方形表示心理活动。

中层是认知心理活动，它是所有其他心理活动的起始，即人的任何心理活动，基本上都是先经过认知心理活动以后才开始的。认知心理活动直接受外部环境的影响，但其活动结果取决于该人的人格特质。

上层是所有其他心理活动，如情绪、需求、动机、风险偏好等，它们都是基于认知心理活动的结果的，但更基于人格特质。在相同的外部环境下，不同人格特质的人会表现出不同的心理活动。

而心理活动（即图 1.2 中长方形表示的认知心理、其他心理）的发生机制，又包括两种类型：快速响应机制和精细计算机制。快速响应机制是人对外部刺激的本能反应，是不假思索的快速反应。在管理或社会系统中，也指人在如下三种条件下的随大溜行为选择。

- (1) 信息收集不全；
- (2) 需短时间内做出决策；
- (3) 周围大部分邻居都有明确的行为表现。

与之相反，精细计算机制是在信息收集全面、时间充裕条件下由相应的心理学理论驱动的过程，如情绪理论、需求理论、动机理论等。

但不管哪种机制，为了研究心理活动规律，都要先建立起心理活动的模型。可以通过如下步骤来建立心理活动的概念模型。

1.1.2 心理活动的概念模型

1. 确定研究对象

研究对象有两种情形，一是行为表现，如图 1.1 所示上面的小方框，比如群体中个体的跟从行为、经济系统中个体的购买行为或采纳行为等；二是某个心理因素，如图 1.1 所示下面大方框中的小方框即某项子心理活动，比如个体的自我效能感、情绪等。



2. 分析组成要素

一旦确定了研究对象，就对影响该对象的要素、或者该对象的组成要素进行分析。如果研究对象是行为表现，就要分析它受哪些子心理活动、心理因素、环境因素影响；如果研究对象是某项子心理活动，就要分析它有哪些心理因素、环境因素参与。比如人格模型，西方学者将人格的组成要素分为五类，并阐述各类要素的含义、衡量尺度等，而我国学者将其分为七类。

3. 建立定性模型

对于研究对象与影响因素之间的关系，任何心理学理论都是难以建立起确定的、定量的数学模型的，这是由于人与人之间的差异、环境、情景的不同等造成的。因而，心理学的模型多以因果关系的定性模型的形式表达出来。

4. 测量心理与行为

定性模型是一般性的模型，如果针对某个特定个体人、环境、情景，则可以采用心理与行为测量方法（主要是实验和统计方法），测量变量（即各个因素）的取值刻度（scale），测量各因素之间因果关系的强弱。

从管理系统的运行特点、计算方法的要求等角度来看，上述概念模型的建立过程，有两个特点，即定性的和静态的。

（1）定性特点。

心理活动的概念模型主要是用定性的方法来描述，如因果关系图；甚至用一个概念、观点这种文字性的描述，如前景理论的五个核心概念。

而管理领域的计算方法都是定量化的数理模型方法，如何在定量模型或方法中表述定性的描述性的东西？

心理与行为测量将它们量化，但这种量化是特例，是对特定的人在特定的情景下某一个时点的测量所得。它突显了心理学理论或模型的静态性。

（2）静态特点。

在现实社会中，人的心理属性是随时间和环境波动的，随着时间的推移、环境的变化，原先测量的结果可能会失去意义，需要重新测量。

因果关系图以及实证研究方法中的结构方程，只表达了要素之间的静态关系，无法揭示要素之间动态化的动力机制。在现实场景，要素之间很难说清谁为因、谁为果，而是互为因果关系的，这就是反馈的本质含义。反馈的存在，使得管理和社会系统成为一个非线性系统，而结构方程的路径图没有反馈回路的表达，结构方程是一种线性方程的表达。



1.2 个体心理活动的计算模型

1.2.1 计算模型及其类型

心理学领域的计算模型,指运用符号方式表达人的心理活动或行为表现等基本机理的方法。可以将其分为如下四大类。

(1) 描述性模型。主要指基于逻辑规则的模型,最常见的逻辑规则表达方式为IF-THEN产生式规则,从这一点也可看出,描述性模型离“计算”的本意较远。它对心理活动计算建模的贡献主要在于提供建模框架。心理计算模型中最著名的框架为BDI建模框架,用以描述从人对内外环境感知到的信息(Belief),以及人的期望(Desire),到某种意向(Intention)形成的逻辑关系。

(2) 算术运算模型。这是指加减乘除式的算术运算、或算法程序式的伪代码。这种方法在心理学和管理学、社会学等领域的软计算方法中大量存在,但要求变量之间的量纲保持一致。

(3) 网络模型。即运用结点加连线的网络模型,如联结主义模型和贝叶斯网络模型。前者主要是运用人工神经网络来表达人的心理活动过程,这些神经网络模型模仿人脑的计算和存储方式。后者是运用贝叶斯定理的推理定理来模仿人的心理活动过程,它假设人们的学习与推理大致遵循贝叶斯定理的推理原理^[1,2]。

(4) 动态系统模型。该类理论和方法认为,人的心理过程形成了一个动态系统(Dynamical System),具有反馈、双向因果关系、迟滞、分叉、多态等动态系统特征,所以,能表达动力学机制的数学模型、系统模拟方法等是其主要建模工具。

下面介绍比较成熟的计算模型,包括BDI框架、认知模型和情绪模型。

1.2.2 BDI模型

BDI分别为信念(Belief)、期望(Desire)和意向(Intention)的含义。这些概念源于亚里士多德关于人类(和动物)如何选择行动的分析,即生物体内部(心理)属性的变化如何导致其外部行动的发生:有三件事情控制着行动,即感觉(Sensation)、推理(Reason)和期望(Desire)^[3]。

其中感觉是生物体对环境的感应,用现代术语来说就是信念。推理指理性地选择一个行动,以实现既定的期望。这就是亚里士多解释行动选择的三段论:



如果 A 有一种期望 D，并且 A 有一种信念，认为选择行动 AC 是实现期望 D 的一种（或最好的）方法，那么，A 就会选择行动 AC。

BDI 模型运用了这样的推理模式，以解释行为发生的原因，即先是从信念和期望产生出意向，再从意向产生出行动。这就是如图 1.3 所示的两阶段 BDI 模型框架。

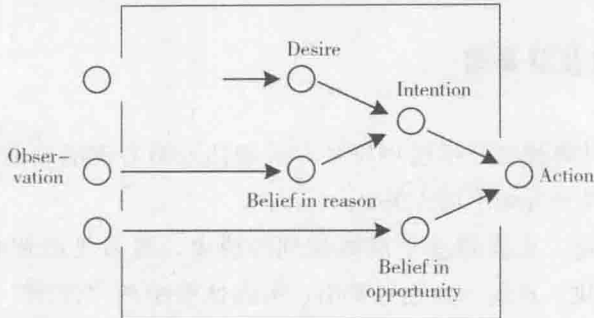


图 1.3 BDI 模型示意

图 1.3 中，方框表示 Agent（即个体人的代理体）的边界，圆圈表示 Agent 的属性状态，箭头表示属性状态的产生过程，即一种属性状态导致另一种属性状态的产生。在这个模型中，当 Agent 有意向（Intention）选择这个行动（Action），并且 Agent 从外部观察中获得了如下信念（Belief in Reason）：在外部环境中存在选择该行动的机会，那么，这个行动才会被 Agent 选择。信念是从对外部的观察中获得的。当 Agent 持有某个期望（Desire），并且从外部观察中获得了如下信念：选择了该行动才能实现这个期望，那么，意向就会形成。

上述过程，可以用如下规范形式的规则表达：

$\text{Desire (D)} \wedge \text{belief (B1)} \rightarrow \text{intention (AC)}$

$\text{intention (AC)} \wedge \text{belief (B2)} \rightarrow \text{performs (AC)}$

其中，“ $\wedge$ ”代表操作符“and”。在具体应用中，该规范形式多以如下半规范形式表达：

At any point in time

If desire D is present

and the belief B1 is present

then the intention for action AC will occur

At any point in time

If the intention for action AC is present

and the belief B2 is present

then the action AC will be performed

1.2.3 认知模型

针对个体人的认知过程, Ron Sun 等开发了 CLARION 模型^[4,5], 其主要目标是建立一个具有与认知各个方面对应的参数可调的模型。过去的认知模型纯粹依赖于数学表达或技术因素, 往往不能体现认知的机制。CLARION 模型则较好地反映了认知活动的过程, CLARION 通过调整模型参数来观察认知参数的变化对认知活动表现的影响。

CLARION 模型是一个具有双重表达结构的认知模型, 包括两个层次: 显性学习的顶层和隐性学习的底层 (图 1.4)。而其中每一层都有专门的表达和运行机制, 且都分为两个子系统: 行动中心系统和非行动中心系统。行动中心系统可以直接影响行动, 即认知系统能直接从人的行动中获得经验, 也能直接指导人的行动。而非行动中心系统只能间接影响行动。学习可以是自底向上的, 在这种情况下, 知识最开始是被隐性学习获得的, 然后成为显性学习的基础; 学习也可以自顶而下, 在这种情况下, 知识是被显性学习先获得, 然后作为隐性学习的基础。

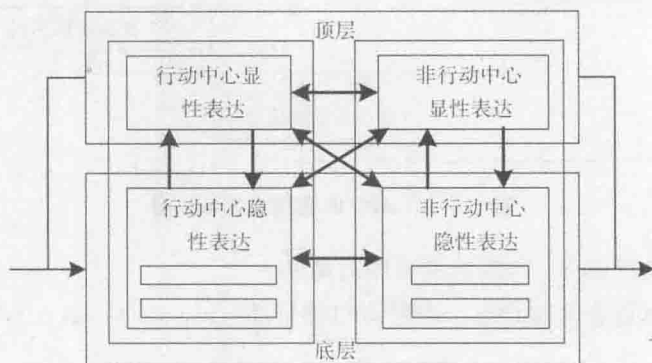


图 1.4 CLARION 构架

在 CLARION 两大层次的学习机制方面, 底层通过亚符号 (物理信号, 而非数据符号, 比如通过神经网络对人脸进行识别, 计算机程序并没有对“脸”的长宽和每个部位进行严格定义, 而网络自己演化出了对脸的抽象定义, 使机器能够像人一样对“脸”进行抽象识别), 以分布式表达的方式来进行隐性学习, 通过强化学习 (即 Q-learning) 和反向传播的组合, 来提高有关状态/动作组合 (x, a) 的评估值。强化学习作为一种模仿人类学习过程的算法, 实现了人类思维过程中大脑神经网络的反向传播机制, 这使得底层的学习以试错方式进行^[6]。除此以外, 其他的认知表达和学习方法还包括贝叶斯网络^[7]、隐藏式马尔科夫模型^[8]和模拟退火模型等。

在顶层, 显性学习可以通过符号表达来获得, 其中每个符号元素是离散的并且都