

文章编号: 1000-6788(2002) 05-0008-04

系统科学与思维科学交叉发展的硕果——大成智慧工程

戴汝为

(中国科学院自动化研究所, 北京 100080)

摘要: 扼要地介绍钱学森院士倡导的思维科学与系统科学的一些观点; 并从系统的角度阐述了思维科学与系统科学的交叉发展以及大成智慧工程(metasyntetic engineering)的形成¹⁹。

关键词: 形象思维; 从定性到定量的综合集成法; 综合集成研讨厅体系; 大成智慧工程

中图分类号: N94

文献标识码: A

(20)

A Result of System Sciences and Noetic Sciences Cross Development — Metasyntetic Engineering

DAI Ru-wei

(Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract: Several views of system sciences and noetic sciences given by academicians are briefly introduced. Besides, from the point of view of system, the formation of metasyntetic engineering by system sciences and noetic science cross development is also described in this article.

Key words: thinking in imagery; metasyntesis from qualitative to quantitative; hall for workshop of metasyntetic engineering; metasyntetic engineering

我国著名科学家钱学森近 20 多年来, 对不同学科的交叉与整合, 作出了重要的贡献¹⁹。钱学森对应用力学, 火箭技术以及“两弹一星”等方面贡献是众所周知的, 但他近些年来在现代科学方面的贡献了解的人可能并不多¹⁹。他曾经担任过中国自动化学会第一届、第二届的理事长, 历时 20 年之久¹⁹。他对系统科学与思维科学都有大量开创性的工作, 对系统科学与思维科学交叉发展与整合所做出的贡献, 形成了大成智慧工程(metasyntetic engineering)。

在国务院、中央军委于 1991 年 10 月授予钱学森同志“国家杰出贡献科学家”荣誉称号的大会上, 他讲过一段话: “我认为今天的科学技术不仅仅是自然科学工程技术, 而且是人认识客观世界、改造客观世界整个的知识体系, 这个体系的最高概括是马克思主义哲学¹⁹。我们完全可以建立起一个科学体系, 而且运用这个科学体系去解决我们社会主义建设中的问题”¹⁹。并讲: “我在今后的余生中就想促进这件事情”¹⁹。

实际上, 钱学森所说建立一个科学体系的工作他早在 20 世纪 70 年代末就开始了¹⁹。钱学森于 80 年代在中央党校讲课时, 首次把原来人们心目中的“自然科学”和“社会科学”两大部门, 扩展到八大部门¹⁹。加上数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、军事科学和文艺理论, 形成了一个体系¹⁹。过了几年又加上地理科学、行为科学¹⁹。1996 年 6 月又提出建筑科学的设想, 在这个过程中曾与建筑专家及城市规划专家谈过¹⁹。总

⁽²⁰⁾ 收稿日期: 2002-04-04

资助项目: 国家自然科学基金(79990581)

作者简介: 戴汝为, 男, 中科院院士, 中国自动化学会理事长, 从事模式识别, 人工智能, 复杂系统的研究。

之,现代科学技术体系是基于各门科学研究的对象都是统一的物质世界的认识,区分只是研究的角度不同,这就从根本上拆除了以往各门学科之间仿佛永远不能逾越的中界,也必然使辩证唯物主义与各门科学内在地、紧密地熔铸在一起¹⁹。

这个体系从纵向分为三大层:最高层是马克思主义哲学¹⁹。马克思主义哲学、辩证唯物主义是人类一切知识的最高概括;从智慧形成的高度,以“性智”与“量智”来概括各科学部门及文艺活动与美学对人类的“性智”与“量智”两种类型智慧的形成与影响;最下面一层是现代科学技术十一大部门,即自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、地理科学、军事科学、行为科学、建筑科学以及文艺理论与文艺创作;并分别通过 11 座“桥梁”:自然辩证法、唯物史观、数学哲学、系统论、认识论、人天观、地理哲学、军事哲学、人学、建筑哲学和美学,把马克思主义哲学与十一大科技部门联在一起¹⁹到目前为止已经形成了一个包括 11 个科学技术部门的现代科学技术体系¹⁹。这里我们对这个现代科学技术体系中,由钱老倡导与开创的系统科学与思维科学两大科学技术部门的情况作一些介绍;介绍他把系统科学与思维科学两者的一些构思结合起来,提炼出开放的复杂巨系统、处理开放的复杂巨系统的方法论 —— 从定性到定量的综合集成法,以及人机结合以人为主的从定性到定量的综合集成研讨厅体系,从而形成“大成智慧”学术思想的来龙去脉¹⁹。

钱学森在回国前的 1954 年,美国出版了他的专著《Engineering cybernetics》(工程控制论)^[1]¹⁹紧接着此书的俄文、德文、中文译本在相关国家先后出版¹⁹。《工程控制论》一书获 1956 年中科院自然科学一等奖¹⁹。该书以其创新性、前瞻性而闻名,对培养我国新一代自动控制方面的专家起到了十分重要的作用,并在国际上获得极高的声誉;该书在 20 世纪 50 年代是自动控制领域中引用率最高的专著¹⁹。国际著名的自动控制理论专家在他 2000 年刚出版的一本新书中,一开始就引用了《工程控制论》“序言”中的一段话:“这门新科学的一个非常突出的特点就是完全不考虑能量、热量和效率等因素,可是在其它各门自然科学中这些因素都是十分重要的¹⁹。控制论所讨论的主要问题是——一个系统的各个不同部分之间的相互作用的定性性质以及整个系统的总的运动状态¹⁹。如果我们着眼于物理世界三个要素的分析:物质、能量和信息,那么控制论只研究信息与控制,它不论论能量和物质¹⁹。由此可以看出钱学森早在 1955 年已经把研究的“着眼点”转到“信息与控制”方面了¹⁹。

1978 年 9 月 27 日,钱学森与许国志、王寿云在上海“文汇报”上发表了题为“组织管理的技术 —— 系统工程”一文^[2]¹⁹。这篇文章被誉为系统工程在我国发展的一个“里程碑”¹⁹。他与王寿云、柴本良合作完成了军事系统工程的文章,于 1979 年 7 月 24 日在中国人民解放军总部机关领导同志学习会上作了演讲,从而把系统工程用于军事领域,形成“军事系统工程”¹⁹。

20 世纪 80 年代初,钱学森组织并亲自参与了系统科学、思维科学和人体科学三个讨论班,倡导开展思维科学的研究,在此之前,国防科工委召开了一次很重要的关于计算机发展的会议,那是一次关于大型机的研讨会;接着是在涿县召开了关于第五代计算机的会议¹⁹。大家知道,70 年代,日本提出了一个国家计划,叫做模式信息处理计划¹⁹。它主要是关于语音识别、文字识别、图像识别等的模式信息处理计划¹⁹。80 年代日本人又提出了知识信息处理计划,或称为第五代计算机计划¹⁹。他们声称要进行一场人工智能对世界的挑战,把日本的知识信息系统推向世界,美国也制定了高性能计算机计划¹⁹。当时各国都很重视计算机的发展¹⁹。因为,计算机是一项信息的核心技术¹⁹。钱学森提出思维科学的体系,并主张要进行思维科学研究,不是偶然的,而是与人工智能、智能计算机等有十分密切的关系¹⁹。

1980 年他在《中国社会科学》第 6 期发表《现代科学技术的发展》的文章中提出思维科学,谈到:“我们要把逻辑学扩大为思维学,包括一部分我们已经研究得很多而且很有成绩的逻辑思维,还要包括其他的人的思维过程¹⁹。这在国外已逐步地引起重视,他们是从搞机器人、人工智能这方面考虑的,搞人工智能、机器人,就要搞一个人工智能、机器人的理论,这个理论他们叫做认知科学(cognitive sciences),我们用“思维科学”,更确切一点,就是包括逻辑思维,也包括其他各种思维过程,形象思维等¹⁹。

后来他在 1984 年举行的全国思维科学会议上,提出思维科学研究的突破口在于形象思维的研究¹⁹。1986 年他又明确地指出:“思维科学的研究,我仍然以为其突破口在于形象思维学的建立,而这也是人工智

能、智能机的核心问题¹⁹。因此,这也是高技术或尖端科学技术的一个重点¹⁹。我们一定要抓住它不放,以此带动整个思维科学的研究^{19[3,4]}。

形象思维是比较难研究的¹⁹。开展形象思维研究,跟模式识别非常有关系¹⁹。前面说到,cognitive sciences,叫做认知科学¹⁹。认知是 cognition;模式识别是 recognition,意思是再认知¹⁹。心理界把识别叫再认知¹⁹。举个例子,对于你的一个朋友,先通过你的感官,对他的一些特征了解了,留下了印象,下回你再一见他,你就认识他了¹⁹。这就是 recognition,即再认¹⁹。我们就叫识别¹⁹。可见,模式识别跟形象思维是有关系的¹⁹。

1995年3月钱学森通过给本文作者的通信,对思维科学的研究作了界定:“我们要进一步分清什么是人体科学,什么是思维科学¹⁹。现在我想所谓感觉和知觉都是人体科学中神经心理学要研究的领域,而更上一层次的所谓感受则是精神学的研究领域¹⁹。只处理所获得的信息,那才是思维学的研究课题¹⁹。

对于信息来说,有信息的采集、信息的传输、信息的处理、信息的存储等等环节,他这里讲得比较清楚:“只处理所获得的信息,那才是思维学的研究课题¹⁹。他的学术思想也是在发展的¹⁹。如果说,认知科学、认知心理学是从信息处理的观点来研究心理学的话,那么,思维科学只考虑信息处理,他把其他划到人体科学的范畴¹⁹。”思维学的任务就是研究怎样处理从客观世界获得的信息,包括 Popper 的‘第三世界’这个非常重要的信息源信息库,以获得改造客观世界的知识¹⁹。处理可以只是人干,也可以人机结合(机器干一部分)¹⁹。

这是他多年来对于人机结合问题思考的重要结果¹⁹。

他对思维科学的研究作了如下的界定:“这样看思维学就只有3个部分:逻辑思维,微观法;形象思维,宏观法;创造思维,微观与宏观结合¹⁹。创造思维才是智慧的泉源;逻辑思维和形象思维都是手段¹⁹。

总之,思维科学是关于人脑对信息处理的研究,从信息处理的角度看,人脑与电脑相结合是非常自然的,它们都是做信息处理的¹⁹。人机结合,可以充分发挥人的性智与机器的高性能,这也是钱老的一个非常重要的观点¹⁹。这个学术思想是很重要的¹⁹。可以概括为:以人机的结合,集智慧之大成¹⁹。如果没有从信息处理的角度去研究思维的话,那当然不好说了¹⁹。更重要的是,将来有了信息网络,普遍地使用信息网络,那么看起来似乎地球变小了,某个地方发生一点事情,地球上其他地方通过信息网络,很快就能知道;坐飞机,一天之内可以达到地球任何一点,而且外界有那么多信息,人慢慢地就变得更聪明了¹⁹。但是信息太多了,哪些是你想要的,哪些是你不要的,仅靠人处理不了,要有智能技术,有些要计算机帮助人去做;如果你需要什么信息,现在研究的 agent,所谓代理者就可帮你去找,你只要找上几次,它就了解你要找什么,它给你去找¹⁹。这些也都要研究,这些研究也是与思维科学很有关系的¹⁹。

1990年,钱学森等发表了“一个新的科学领域——开放的复杂巨系统及其方法论”的重要文章^[6]¹⁹。该文将作者80年代初对处理复杂系统所概括的“经验和专家判断力相结合的半经验半理论的方法”进一步地加以提高和系统化,提炼出“开放的复杂巨系统”的概念,并以系统论的观点,在社会系统、人体系统、人脑系统及地理系统实践的基础上,提出处理“开放的复杂巨系统”的方法论,即“从定性到定量综合集成法”(metasynthesis),并做了如下解释:

“从定性到定量综合集成法”,其实质是把各方面有关专家的知识及才能、各种类型的信息及数据与计算机的软、硬件三者有机地结合起来,构成一个系统¹⁹。这个方法的成功之处就在于发挥这个系统的整体优势和综合优势,为综合使用信息提供了有效的手段¹⁹。按我国传统的说法,把一个非常复杂的事物的各个方面综合起来,达到对整体的认识,称之为“集大成”¹⁹。实际上,“从定性到定量综合集成技术”,就是要把各种情报、资料、信息、把人的思维、思维的成果、人的经验、知识、智慧统统集成起来,因此可以称为“大成智慧工程”(metasynthetic engineering)^[6]¹⁹。

钱学森在提出“从定性到定量综合集成法”的过程前后有一个明确的观点是:面对着开放的复杂巨系统,这类问题应采取的对策是“人、机结合”、以人为主的综合集成,需要把人的“心智”与计算机的高性能两者结合起来¹⁹。他总结了在思维科学与智能机有关问题的讨论过程中所提出的看法:“我们要研究的不是没有人实时参与的智能计算机,是‘人、机结合’的智能计算机体系!”他借鉴我国哲学家熊十力把人的心智(human mind)概括为“性智”与“量智”两部分,对“人、机”结合做了解释¹⁹。我们可以这样理解:“性智”是一种从定性的、宏观的角度,对总的方面巧妙加以把握的智慧,与经验的积累、形象思维有密切的联系,人们通

过文学艺术活动,不成文的实践感受得以形成;“量智”是一种定量的、微观的分析、概括与推理的智慧,与严格的训练、逻辑思维有密切的联系,人们通过科学技术领域的实践与训练得以形成¹⁹。“人、机结合”是以“人”为主,“机”不是代替“人”¹⁹而是协助“人”¹⁹。从信息处理的角度来考虑把人的“性智”与“量智”同计算机的“高性能”信息处理相结合,达到定性的(不精确的)与定量的(精确的)处理互相补充¹⁹。目前人们清楚地认识到计算机能够对信息进行精确的处理,而且速度之快是惊人的,但它的不足之处是定性的(不精确)处理信息的能力却很差¹⁹。尽管研究者将一系列近于定性处理信息的方法引入计算机系统中,企图完善其处理能力,但对于真正复杂的问题,计算机则还是难以解决¹⁹。与此相反,与计算机相比较,人处理精确信息是既慢又差,但是定性处理信息的能力是十分高明的¹⁹。因此在解决复杂问题的过程中,能够形式化的工作尽量让计算机去完成,一些关键的、无法形式化的工作,则靠人的直接参与,或间接的作用,这样构成“人、机结合”的系统¹⁹。这种系统既体现了“心智”的关键作用,也体现了计算机的特长¹⁹。这样一来,人们不仅能处理极为复杂的问题,而且通过“从定性到定量综合集成”^[7],达到“集智慧之大成”¹⁹。

1992年在“从定性到定量综合集成法”的基础上,钱学森针对如何完成思维科学的任务——“提高人的思维能力”这个问题,进一步提出“从定性到定量综合集成研讨厅”¹⁹。这是专家们同计算机和信息资料情报系统一起工作的“厅”,这是把专家们和知识库信息系统、各种人工智能系统、每秒几十亿次的计算机,像作战指挥厅那样组织起来,成为巨型的“人、机结合”智能系统¹⁹。“组织”二字代表了逻辑、理性,而专家们和各种“人工智能专家”系统代表了以实践经验为基础的非逻辑、非理性智能¹⁹。所以这个“厅”是21世纪的民主集中制的“厅”,是辩证思维的体现¹⁹。

20世纪90年代初期,美国政府提出“国家信息基础设施(NII)”计划,即人们易于接受而且经常谈到的“信息高速公路”计划后,引起国、内外十分关注信息网络的建设¹⁹。钱学森一直非常关心信息技术在我国的发展¹⁹。1995年6月29日他写信给他的同事们,对信息网络有关问题发表了自己如下的看法:

- 1) 现在我国也在开始信息网络建设,这是第五次产业革命的先声¹⁹。
 - 2) 大家似尚未意识到信息网络加用户将构成一个“开放的复杂巨系统”,不是简单巨系统,更不是大系统,小系统等容易调控的系统¹⁹。
 - 3) 前见英刊《New Scientist》中就有文论及新加坡政府原来热衷于进入全球信息网络,以促进其经济发展,现在也察觉到这会起许多难以调控的问题,所以政府决定放慢此过程,要研究对策和措施¹⁹。
 - 4) 可否合作写一篇要上报刊的文章?指出信息网络与用户是一个“开放的复杂巨系统”,对世界社会开放,是人造的¹⁹。我们必须用“系统学”与“开放的复杂巨系统”出现前就考虑其调控手段,这在历史上还是第一次吧!定会起大家对“开放的复杂巨系统”的注意¹⁹。以上这些思想的前瞻性,在历史的发展过程中被证实了¹⁹。一个时期以来,国内从事信息网络的一些专家们对上述思想有了较深刻的认识,以万维网(World wide web)所呈现出来的自组织性质,对互联网(internet)加用户是“一个开放的复杂巨系统”做了科学的论述;另外用“系统学”与“开放的复杂巨系统”的理论对网络进行宏观调控的看法已受到有关方面的重视^[8]¹⁹。
- 20世纪末,钱学森的学生们在其学术思想的指导下,提出“支持宏观经济的决策的从定性到定量综合集成法体系”项目,已经得到国家自然科学基金委的大力支持,并于1999年6月开始实施¹⁹。致力于把“从定性到定量综合集成研讨厅”建立在Internet的基础上,做到了研讨不受时间和空间的限制,使“研讨厅”实际上是一个“赛博空间”(cyberspace)¹⁹。这样的“研讨厅”就如钱学森所说的,是利用我们的现代科学技术体系的思想,综合古今中外上万亿个人类头脑的智慧!所以可以称之为“大成智慧工程”,而“大成智慧工程”的更高层次就是“大成智慧学”¹⁹。

参考文献:

[1] Tsien H S (钱学森). Engineering Cybernetics[M]. McGraw-Hill Publishing Company Ltd, 1954.
[2] 钱学森, 许国志, 王寿云. 组织管理的技术——系统工程[A]. 钱学森, 等, 论系统工程[C]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1982. (下转第65页)

新流程的实施是一个系统工程,必须科学地、有步骤、有计划地组织¹⁹。为保证实施的成功,需要做好以下工作:定义新任务及角色;开发信息支持系统;其制定阶段性实施计划及小范围的实验;与员工就新流程方案进行沟通,制定并实施管理规则;员工系统培训¹⁹。

为了确保 BSPR 发挥应有的效果,在设计、组织、实施的同时要启动同步工程,同步工程包括:重新塑造企业营销的价值观,重新设计组织结构,重新建立运行机制和管理规则¹⁹。

3.5 新销售流程的效果评价

流程评价主要包括以下工作:一是确定评估标准,便于进行周期性的评估,标准应围绕目标设定¹⁹二是新流程的效果衡量,主要从节约人力、财力、物力方面进行评价¹⁹泰伟公司实施 BSPR 后,效果主要表现在:

1. 整个销售流程的销售周期由原来的 10 天压缩到一天半以内¹⁹。
 2. 信息处理人员由原来的 9 人减到现在的 3 人,减少了 67.6%¹⁹。
 3. 各种单据凭证实现了“无纸化”传输,节省人力、物力和财力,提高了准确性¹⁹。
- BSPR 也使企业其他部门的内部管理出现了许多新变化,起到了以点带面的效果¹⁹。
1. 扩大了决策权¹⁹缩短工序,压缩垂直等级,使原来须层层上报和请示的工作由员工自我决策¹⁹。
 2. 打破平行作业方式¹⁹使原来顺序进行的工序改为同步进行,方式更加灵活¹⁹。
 3. 超越组织界限工作¹⁹打破了组织内部分工不合理和重复工作的界限,为跨越组织界限工作创造了条件¹⁹。
 4. 减少了审核与监督¹⁹活动的压缩与组合,减少了活动与活动之间的连接点,从而减少了审核与监督的“点数”和层次¹⁹。
 5. 顾客成为第一服务对象¹⁹为顾客提供“一人包办”的服务,顾客与公司之间只有一个连接点,不必与更多的人或部门打交道,顾客的满意度得到极大的提高¹⁹。
 6. 企业数据库和网络的建立使领导层随时掌握和监控各部门工作成为可能,因此,可以充分放权,实施自我管理¹⁹。

参考文献:

[1] 黄丽华. 基于规则的企业过程结构优化的理论和方法[M]. 上海:复旦大学出版社,1996.
[2] 颜光华,刘正周. 企业再造[M]. 上海:上海财经大学出版社,1998.
[3] 徐向艺. 企业制度变迁管理创新[M]. 济南:山东大学出版社,1997.
[4] 黄丽华. 基于规则和方法的企业过程优化[J]. 系统工程学报,2000,(3),209-216.

(上接第 11 页)

[3] 钱学森. 关于思维科学[M]. 上海:上海人民出版社,1986.
[4] 赵光武. 思维科学研究[M]. 北京:中国人民大学出版社,1999.
[5] 钱学森,于景元,戴汝为. 开放的复杂巨系统及其方法论[J]. 自然杂志,1990,13(1):3-10.
[6] 戴汝为,王珏,田捷. 智能系统的综合集成[M]. 杭州:浙江科技出版社,1995.
[7] 王寿云,等. 开放的复杂巨系统[M]. 杭州:浙江科技出版社,1996.
[8] 戴汝为,操龙兵. 一个开放的复杂巨系统[J]. 系统工程学报,2001,(5):377-381.