

开放自然科学 开放社会科学

——访于景元研究员

张 翼

【人物简介】 于景元,1937年生。现为中国航天科技集团公司710研究所科技委主任、研究员、博士生导师,中国系统工程学会副理事长、中国社会经济系统分析研究会副理事长、中国软科学研究会副理事长。国家软科学研究指导委员会委员、国家计划生育委员会人口专家委员会委员。国务院学位委员会“系统科学”学科评审组成员、国家自然科学基金委员会管理科学部评审组成员。

他的主要研究领域是控制论、系统工程、系统科学及其应用,他在工程系统、人口系统、社会经济系统以及可持续发展等方面,都进行过系统研究,他及与别人合作的研究成果先后获得过国家自然科学二等奖一项,国家科技进步一等奖一项、二等奖两项、三等奖两项以及部级科技进步一、二等奖多项。

他独著及与别人合著的学术著作在国内外已出版13部,其中英文著作4部。中外刊物上发表论文170多篇。目前研究工作的重点是复杂系统、复杂性及其方法论,以及在实际中的应用。

张翼(中国社会科学院人口研究所,副研究员):于先生,我很早以前就注意到,作为一个自然科学家,您却一直为社会科学本应具有的地位而奔走呼号,比如说在对“科教兴国”战略的解释、评说和宣传中,您就与其他一些富于远见的自然科学家一道,倡导这“科教兴国”的“科”,既应该包括自然科学,也应该包括社会科学;是各种科学的并举,而不是一枝独秀;是科学技术整体作用的综合发挥。

于景元(中国航天科技集团公司710研究所,研究员):这是很早以前的事了。20世纪70年代末80年代初,在研究我国人口问题时,我们就已感受到了自然科学与社会科学结合的问题。后来,从事应用系统工程和系统科学方法研究宏观经济与可持续发展问题时,更加体会到不同领域、不同学科之间相互交叉、结合以至融合的重要性。促进不同领域学科的相互结合,发

挥科学技术的综合优势,对于我们国家来说是件非常重要的事情。你知道,我国正在实施科教兴国战略和可持续发展战略,这是两个重大的国家战略。

那么,科教兴国里的“科”究竟其内涵是什么?这个“科”仅仅是指自然科学,还是除自然科学外也包括其他科学部门,如社会科学。在科教兴国战略的宣传中,给人的感觉似乎这里的“科”是指自然科学技术,不少人甚至一些专家、学者也是这样理解的。但是,现代科学技术的发展已不仅仅是自然科学技术,实际上是由多个科学技术部门构成的现代科学技术体系,我国著名科学家钱学森曾指出,今天科学技术不仅仅是自然科学工程技术,而是人类认识客观世界、改造客观世界整个的知识体系,而这个知识体系的最高概括是马克思主义哲学。我们完全可以建立起一个科学体系,而且运用这个体系

去解决我们中国社会主义建设中的问题。钱学森提出的现代科学技术体系结构由11个科学技术部门构成,如自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、行为科学等。每个科学技术部门又有3个层次:直接用于改造客观世界的是工程技术,为工程技术直接提供理论方法的是技术科学,而揭示客观世界规律的是基础科学。这个体系是开放的,随着科学技术的发展,还会有新的科学技术部门产生。

辩证唯物主义告诉我们,客观世界是由无数相互联系、相互依赖、相互作用的事物与过程所形成的统一体。因此,作为反映客观世界规律的各个科学技术部门之间也是相互联系、相互影响、相互作用的有机整体。

现代科学技术体系给予我们的重要启发,就是要充分发挥这个体系的综合优势和整体力量,特别是不同科学技术部门的相互结合,更能提高认识客观世界的水平和改造客观世界的能力。邓小平指出,科学技术是生产力,而且是第一生产力。从现代科学技术体系来看,这里的科学技术就不单是哪一个科学技术部门,而应该是整个现代科学技术体系。如果把这里的科学技术只理解为自然科学技术,那至少是不全面的。钱学森曾指出:“研究社会科学的目的与研究自然科学和技术的目的没有什么不同,社会科学同样是提高人民物质生活和精神生活水平的工具,而且是不可缺少的工具,那么为什么不能说社会科学是生产力呢?如果说科学技术是生产力,这里的科学技术要包括社会科学”^①。

同理,科教兴国里的“科”也不能单纯理解成某一个科学技术部门,应该是现代科学技术体系。如果把这个“科”只理解成自然科学技术,大家知道,前苏联的自然科学技术并不比美国差,有些方面甚至比美国还要强。但结果不但没有兴国反而解体了。当然,前苏联解体的原因是多方面的,但从科学技术角度来看,给予我们的重要启发是在重视自然科学技术的同时,更要重视现代科学技术综合性的整体作用。

社会科学是研究社会现象及其规律的学问,它也是人类长期实践和认识的概括和总结。在我国改革开放和社会主义现代化建设中,迫

切需要社会科学创新。我们常说的体制机制创新、政策创新、组织管理创新等,都与社会科学有着极为密切的关系。

2001年8月7日,江泽民总书记在北戴河会见国防科技和社会科学专家时,在谈到哲学社会科学和自然科学的关系时,一连用了“四个同样重要”,并指出,“哲学社会科学的研究能力和成果,也是综合国力的重要组成部分”。今年4月28日他在考察中国人民大学时,又一次对我国哲学社会科学的发展,提出了“五个高度重视”的要求。7月16日他在中国社会科学院视察时提出了“两个不可替代”并着重指出,当今世界的人才竞争是全方位的,不仅包括领导人才、科技人才、管理人才的竞争,也包括文化人才的竞争,当然也就包括哲学社会科学人才的竞争。随后江泽民同志又要求各级党委和政府,各组织人事部门、宣传部门、教育部门和各哲学社会科学研究机构、高等院校、党校等等,要共同努力,进一步形成哲学社会科学人才的培养、激励、选拔和任用的良好机制,促进哲学社会科学优秀人才茁壮成长。这些都说明了社会科学的重要地位和作用。

张:国际学术舞台上最近也在谈论“开放社会科学”的话题。例如,在20世纪90年代,古本根基金会应宾厄姆顿大学布罗代尔研究中心主任沃伦斯坦(Immanuel Wallerstein)的提议,组织了一批国际知名学者,于1993年创建了重建社会科学委员会来共同研究社会科学发展的未来,并拟从社会科学、人文科学和自然科学之间的关系视角出发,对社会科学及其所发挥的作用进行一番考察。因为,古本根基金会认为,人类在过去的三四十年间所取得的巨大学术成就导致了我们对社会生活的现代性研究,“产生了注重研究复杂性的科学”。在重建社会科学委员会中,儒玛(Calestous Juma)的专业是科学技术研究,任非洲技术研究中心主任;凯勒(Everlyn Fox Keller)是物理学家,任麻省理工学院科学史与科学哲学教授;普里果金(Ilya

^① 钱学森:《创建系统学》,山西科技出版社,2001年。

Prigogine)是化学家,诺贝尔奖获得者,任国际物理和化学研究所所长,得克萨斯大学普里果金统计力学与复杂系统研究中心主任。他们都对社会科学的发展给予极大的关注。

于:的确如此。国际上,很多自然科学家都非常关注社会科学的发展,有些自然科学家还有很高的哲学修养。从发达国家多年来的科学研究和实践中可以看出,不同科学技术部门的相互结合,对推动科学技术的发展和应用具有重大意义。

你刚才提到的普里果金虽然是位化学家,但在其发表过的《探索复杂性》和《从混沌到有序》中,都阐述了包括社会问题在内的复杂性。其实,在获得诺贝尔奖的科学家中,还应该提出的是夸克理论的开创者 M·Gell-mann、凝聚态物理学家 P. W. Anderson、数理经济学家 K. J. Arrow,在他们的领导下,由一批不同领域、不同学科的科学家组织了桑塔菲研究所(Santa Fe Institute, SFI),开展跨学科、跨领域的研究,他们称之为复杂性研究,并概括为复杂性科学。这里的复杂性既有自然界的复杂性,也包括人类社会和人自身的复杂性。1997年中文版的《复杂——诞生于秩序与混沌边缘的科学》一书出版,书的作者迈克尔·沃尔德罗普也是 SFI 的一位研究人员,他以高级科普的方式向公众介绍了他们的研究成果。

复杂性研究体现了现代科学技术发展的综合趋势。我们知道,现代科学技术呈现出既高度分化又高度综合的两种状态。一方面是学科越分越细,新学科新领域不断产生;另一方面是不同学科、不同领域之间相互交叉、结合与融合,向综合与整体化方向发展。这两者是相辅相成、相互促进的。

早在 20 世纪 30 年代,德国著名物理学家 Plank 就讲了一段颇具哲理的话,他说,科学是内在的整体,它被分解为单独的部分,不是取决于事物本身,而是取决于人类认识能力的局限性。实际上存在着从物理到化学,通过生物学和人类学到社会学的连续链条,这是任何一处都不能打断的链条。在科学研究的早期,由于人类认识能力的局限性,只能一部分、一个方面、一

个层次来认识,这就人为地割断了学科之间本来所具有的天然联系,但科学发展到今天,自然科学、社会科学和思维科学等现代科学技术已有了前所未有的巨大进步,这就需要将学科之间那根链条联接起来研究,以获得人类对客观世界更加深刻、更加全面的认识。M. Gell-mann 在其所著《夸克与美洲豹——简单性与复杂性的奇遇》一书中说:“研究已表明,物理学、生物学、行为科学,甚至艺术与人类学,都可以用一种新的途径把它们联系在一起。有些事实和想法初看起来风马牛不相及,但新的方法却很容易使它们发生联系”。

现代科学技术的发展取得了巨大成就,今天人类正探索和研究从渺观、微观、宏观、宇观到胀观五个层次时空范围的客观世界。渺观和微观所探索的被 Gell-mann 称作简单性问题,这是物理和化学家们的世界。宏观层次就是我们所在的地球,在地球上诞生了生命、生物,出现了人类和人类社会,这就涉及到了复杂性问题。特别是人类社会这部分,不仅具有自然属性而且还有社会属性和人文属性。这是三种不同层次的属性,一个比一个复杂,高层次是由低层次演化过来的,但又有低层次所没有的性质, SFI 科学家将此称作涌现(Emergence)。人类社会的每个层都有自己的复杂性,3 个层次耦合在一起就更加复杂,如今天人类所面临的可持续发展问题,就涉及到了 3 个层次的复杂性问题。

张:您谈的这个话题让我受益匪浅。一方面,自然科学与社会科学都是科学;另外一方面,自然科学与社会科学又截然不同。比如说,自然科学所研究的对象的规律性,基本都可以重复和为人类所把握。不管是物理现象、还是化学现象和生物现象,甚或是数学现象,只要先行的科学家发现其中的规律,那么,这规律就可以被后来的科学家验证。只要该物质现象或运算规律存在,科学家就可以在实验室里重复先行者的发现。但社会科学所研究的人类社会,却与自然科学有着这样或那样的差异。首先是研究者本身,就被包括在自己的研究对象之中;另外,人类社会的许多领域,还不能按照实验的原

则,被一次次重复。例如历史,可能就那么一次。所以,正如您刚才所说的,社会现象要比渺观和微观自然现象复杂得多。但对于我这样一个对自然科学所知甚少的人来说,就不知道如何把握各学科的综合集成原则,就不知道怎样掌握研究“复杂的人类社会”的方法论问题?比如说,法国古典社会学大师涂尔干在论述其社会研究的方法时,就反对传统自然科学所遵循的还原论。

于:你说的这个问题,实际上涉及到科学研究中的方法和方法论问题。的确,在自然科学和社会科学研究中,在方法上有很大的不同,这与它们的研究对象不同有很大关系。在科学发展史上,凡以定量方法为主的科学被称为“精密科学”,如自然科学、数学等。而以描述和思辨研究为主的科学称为“描述科学”,如社会科学。SFI的复杂性研究还是想走“精密科学”之路,因而不同于传统的社会科学研究方法。但在自然科学中基于还原论的定量方法又有局限性,也不能用来研究和解决复杂性问题。所以,SFI的复杂性研究首先遇到的是方法和方法论问题。

这里我们需要区分一下方法论和方法。方法论是科学研究所应遵循的研究途径和路线,方法是在方法论指导下研究问题的具体方法。方法也不止一种,可能有多种方法。但如果方法论不对,具体方法再好也解决不了根本问题。

从近代科学到现代科学,还原论方法发挥了重要作用并取得了巨大成功。还原论方法属于方法论层次,它所遵循的研究途径是把事物分解成局部或低层次事物来研究,以为局部或低层次事物研究清楚了,整体或高层次事物也就自然清楚了。如果低层次或局部事物还没有认识清楚,那么还可以继续分解下去,直到认识清楚为止。

但现代科学技术的发展向还原论方法提出了挑战,许多事实使科学家们认识到还原论方法的局限性。如著名物理学家李政道就讲过,我们发现,不是光知道基本粒子就能完全了解整个宇宙的大问题。全部的基因并不是生命,生命是宏观的。整体论的创始人 L. Von Bertalanffy 是较早认识到这一点的科学家,他本人是位理

论生物学家,当生物学研究到分子层次产生分子生物学时,他感到他对生物体整体的认识反而模糊了,正是这一认识使他提出了整体论方法,要把宏观和微观研究结合起来。

复杂事物或复杂性问题,通常都有层次结构,高层次事物可以具有低层次事物所没有的性质,或者说整体可以具有其组成部分所没有的性质,即通常所说的“一加一大于二”。在这种情况下,把事物分解成部分后,事物的整体性质在部分层次上就可能消失了。这样,即使在部分层次上研究得再清楚,也还回答不了整体问题。SFI 科学家们正是认识到了这一点,才提出复杂性问题。他们认为,复杂系统的整体行为并不是简单地与部分或局部行为相联系,因此,还原论方法处理不了这类问题,需要有新的方法论和方法。

复杂性寓于系统之中,是系统复杂性,把复杂性和复杂系统联系起来,在复杂性研究中广泛使用复杂系统的概念,用来描述那些对组成部分的理解不能解释其全部性质的系统。这类系统在自然界、人类社会包括人自身是广泛存在的。

系统科学是从事物的整体与部分、全局与局部以及层次关系的角度来研究客观事物的(包括自然的、社会的以及人自身)。能反映复杂事物的最重要的基本概念就是复杂系统,如生物体系统、生态系统、社会系统等等。

既然还原论方法处理不了复杂性或复杂系统问题,那么,研究复杂性或复杂系统的方法论到底是什么? 20 世纪 80 年代,钱学森就提出将还原论方法和整体论方法结合起来,即系统论方法,是处理复杂性或复杂系统的方法论。它吸收了还原论方法和整体论方法的长处,也弥补了各自的局限性,既超越了还原论方法也发展了整体论方法,这是科学方法论上的重大发展。

这套方法论的实现得益于当前这场以计算机、网络和通信为核心的信息技术革命。这场技术革命不仅开创了新一代的人机结合的物质生产体系,同时也开创了人机结合、人网结合的知识生产力,深刻地改变了人们的思维方式和研究方式。大家知道,人脑和计算机都能有效处理

信息,但有着很大的不同。思维科学研究表明,从处理信息角度来看,人脑具有三种思维方式。一种是逻辑思维(也称抽象思维),它是微观、定量处理信息方式。另一种是形象思维,它是宏观、定性处理信息方式。而人的创造性主要来自创造思维,创造思维是逻辑思维和形象思维的结合,也就是定性和定量、宏观和微观相结合,这是人脑的创造性源泉。今天的计算机在逻辑思维方面确实比人脑还有优势,比人脑做得还好、还快(如著名数学家吴文俊先生的定理机器证明)。但在形象思维方面,计算机还不能给我们以任何帮助。至于创造思维就只能依靠人脑了。由此来看,期望完全靠计算机来解决复杂性问题,至少目前是行不通的。如果复杂性问题完全靠计算机来解决,那么,这个复杂性问题也就不那么“复杂”了。但从另一个角度来看,既然计算机在逻辑思维方面有优势,那么,把人脑和计算机结合起来不就更有优势么,这也是“一加一大于二”的道理。但人机结合必须以人为主,而不是以机器(计算机)为主。人、机结合以人为主,优势互补,相辅相成。这个人机结合思维方式在思维能力和创造性方面,比单纯依靠人(专家)要强,比单纯依靠机器就更强,因而更具有处理复杂性问题的能力。人类有史以来,是通过人脑获得知识和智慧的。现在由于计算机技术的发展,我们可以通过人机结合的方式来获得知识和智慧,在人类发展史上,这是具有重大意义的进步。

张:如果说人机结合是处理复杂性问题的基本方法的话,是否我们可以这样理解,对于社会系统这个开放的复杂巨系统来说,只要我们利用人机结合的方式,就可以对这个复杂巨系统进行比较深入的探索了呢?

于:社会系统是个典型的复杂系统,可以说是最复杂的复杂系统了。上面我们是从方法论和思维科学角度谈到了复杂性或复杂系统研究问题。把这些问题再具体化,就是20世纪80年代末和90年代初钱学森提出的“从定性到定量综合集成方法”以及“从定性到定量综合集成研讨厅体系”(以下简称综合集成方法论)。

任何一项研究工作,通常是科学理论、经验

知识和专家判断力(专家的知识、智慧和创造力)相结合,形成和提出经验性假设(如判断、猜想、方案、思路等)。在自然科学和数学中,这类经验性假想一般是用严密逻辑推理和各种实验手段来证明其正确与否,这一过程体现了从定性到定量的特点。但它用到的各种方法来处理复杂系统问题时,就显得力所不及了。如社会系统中的问题,既不是简单的逻辑推理也不能进行社会系统实验。而我们又不能对经验性假设只停留在思辨和定性描述上。那么出路在哪里呢?就是我们上面谈到的计算机技术的发展,为我们开辟了新的途径,这就是人机结合,人网结合的方式,通过人机结合,实现信息、知识和智慧的综合集成。这里包括了不同领域、不同学科的科学知识和经验知识,定性知识和定量知识,理性知识和感性知识,通过人机交互反复对比,逐次逼近,实现从定性到定量的认识,从而对经验性假设的正确与否作出明确结论,这个结论已不再是经验性了,而是现阶段对客观事物认识的科学结论。这个方法的实质是把专家体系、数据和信息体系以及计算机体系有机结合起来,构成一个高度智能化的人机结合系统。这个方法的成功运用,就在于发挥这个系统的综合优势、整体优势和智能优势。它能把人的思维、思维的成果、人的经验、知识、智慧以及各种情报、资料和信息系统集成起来,从多方面的定性认识上升到定量认识,所以这个方法是走精密科学之路的方法。

钱学森是在总结了国内外成功经验基础上提出这个方法的。其理论基础是思维科学,方法基础是系统科学与数学,技术基础是以计算机为主的现代信息技术,哲学基础是马克思主义的实践论和认识论。

这个方法既可研究复杂系统理论问题,也可研究复杂系统实践问题。我们研究所就用这套方法进行过“财政补贴、价格、工资的综合研究”,实践证明是很有效的。

我想这套方法对于社会科学研究会有参考价值,至少在研究方法上有可借鉴的地方。

张:的确,在改革开放以前,中国的社会科学基本处于“描述”状态。甚至于在某些社会科

学的研究中,往往还存在很多非科学的因素。正是某些自然科学家在对社会科学的研究中,才注入了精密科学的内容。比如说在人口研究中,据我所知,您与其他一些科学家比较早的以定量研究的方式,通过模型的建构,对中国人口进行了预测。另外,我还特别感兴趣于您所倡导的综合集成研究方法,能否结合您的研究,给我们以更为明确的说明呢?

于:正如开头所说的那样,我国已将可持续发展作为国家发展战略之一。可持续发展的实质是人类与自然之间的协调发展。人类在大自然面前既不是无所作为,但也不能为所欲为。人类与自然之间的协调发展就涉及到人口、经济、资源、环境等之间的相互协调,这是一个复杂系统问题或者说是个复杂性问题。在以往的研究中,人们习惯于就人口论人口—人口与可持续发展;就经济论经济—经济与可持续发展;就资源论资源—资源与可持续发展;就环境论环境—环境与可持续发展……,这些论述与研究无疑都是很重要的,也是有意义的,但都难以回答可持续发展的整体问题。实际上,人口、经济、资源、环境这些部分之间是相互联系、相互作用的,它们构成了一个复杂系统,称作地球表层系统。单纯从局部的发展研究说明不了整体的发展,局部发展战略也代替不了整体发展战略,这就是前面所说的对部分的理解不能解释整体性质的复杂系统特点。处理这类系统不能用还原论方法。

可持续发展涉及到自然界也涉及到人类社会。研究可持续发展既需要自然科学也需要社会科学,特别是要把自然科学与社会科学结合起来,才有可能科学地回答可持续发展的整体问题,但我国现行的体制,是部门分割、学科分立,自然科学与社会科学分得一清二楚。结果形成了自然科学家从自然科学角度研究可持续发展问题,社会科学家从社会科学角度研究可持

续发展问题,两者之间难以协调与合作,研究者之间都不能很好协调,还要给出一个人与自然之间的协调发展战略,这是不可思议的。尽管产生这种现象的原因是多方面的,但最终结果是把一个复杂性问题简单化处理了。这里需要的恰恰是综合集成方法。

从人口方面来说,中国的人口控制和计划生育工作已经取得了巨大成功。全国妇女总和生育率已降到更替水平以下,人口发展已进入到低生育水平,但还不稳定,所以当前的政策是稳定低生育水平。也有人感到20世纪末期人口政策可能严了一些,因而提出将人口政策调整到每对夫妇生育两个孩子。按照这个生育水平测算,21世纪中叶中国人口将进入零增长,并稳定在16亿左右的人口规模上,现在的问题是,这样的人口规模和我国的经济、资源、环境状况、环境保护是否相协调,也就是说,这样的人口规模是否适合于可持续发展战略的要求。人口问题始终是制约我国走上可持续发展之路的关键因素。这就说明,在制定人口政策时,不仅要考虑到人口自身的发展,还要考虑到人口、经济、资源、环境的协调发展。要把这个问题纳入到可持续发展的总体研究之中。如果这样来研究,那么,综合集成方法就能有效地处理这类问题。在国家自然科学基金和国家软科学研究计划的支持下,应用这套方法我们曾经做过这方面的研究,研究成果也提供给了有关部门。通过这个研究过程,使我们深切感受到不同领域专家的结合、磨合,人机结合的重要性。

复杂系统或复杂性研究是一个科学新领域,既是一个理论问题,也是一个实践问题,其中既有理论创新、方法创新,还有应用创新。在面对这些问题时,至少我们应该认识到,不能再走传统之路,需要创新。

(责任编辑: 朱 犁)