

推进系统科学的发展已经成为国际学术界的重要目标,其对我国中长期科学发展的意义也逐渐被大家所认识和接受。相信在已有科学理论基础上,伴随着数学工具的创新,以及普适概念和规律的不断认识,钱学森先生创建系统科学的愿望一定会实现。

## 系统科学走上全面发展新阶段

樊瑛  
狄增如

### 科技进展

上个世纪80年代初,钱学森先生将主要的学术精力致力于创建系统学,他提出现代科学技术的九大学科类体系,由此确立了系统科学体系的框架,使系统科学走上了全面发展的新阶段。

在这个体系中,系统科学作为在系统论基础上发展起来的新兴学科,被认为是与数学、自然科学、社会科学等相并列的一个基础学科门类。它是从整体与局部的关系角度来研究客观实际的。在钱学森和其他专家学者的共同推动下,国务院学位委员会于1990年增列系统科学为理学门类中的一级学科,推动了系统科学学科建设在全国范围内的发展。

郭雷院士发表的《系统学是什么》一文中为系统科学给出了非常好的定义。他指出:“系统科学的研究对象是‘系统’自身,其目的是探索各类系统的结构、环境与功能的普适关系,以及演化与调控的一般规律。”它的核心科学内容包括系统方法论、系统演化论、系统认知论、系统调控论和系统实践论。而在科学方法论上超越还原论,在系统论的思想和方法指导下开展科学探索,是发展系统科学的必由之路。

钱学森强调,系统论是还原论与整体论的辩证统一。而郭雷院士则进一步指出,正是这种统一使系统论超越还原论成为可能,他还建议三个方面的结合来发展和应用系统方法论:一是整体指导下的还原与还原基础上的综合相结合(或“自上而下”与“自下而上”方法相结合);二是机理分析与功能模拟相结合;三是系统认知与系统调控相结合。郭雷强调,中国传统思维与西方近现代文化思维优势的恰当结合,对系统方法论发展具有重要意义,并且复杂性科学有望成为连接自然科学与社会科学的重要桥梁。

国际上富有远见卓识的学者也早就意识到了复杂性研究在未来学术发展中的意义。上个世纪中叶就已经有科学家注意到了复杂性这一科学方向,目前系统科学与复杂性研究已成为21世纪基础科学发展的一个重要方向。

《科学》杂志在1999年就曾发表专辑阐述了复杂性研究对众多学科的可能影响,2009年,《科学》杂志又以复杂系统与网络为主题,发表一集专刊,其中特别强调了复杂系统的结构与功能关系,指出从网络结构的层面,理解生命、生态、社会、经济等复杂系统的性质,应该是未来复杂性研究的主要方向。

关于系统科学,国际上也有许多阐述和认识,其中的一个定义非常简洁,把系统科学的研究对象、研究方法和研究目标表达得非常清楚。系统科学就是要超越还原论,用系统论的思维和方法,研究各个领域里面的复杂系统,并最终获得对各种各样的复杂系统普遍规律的认识。

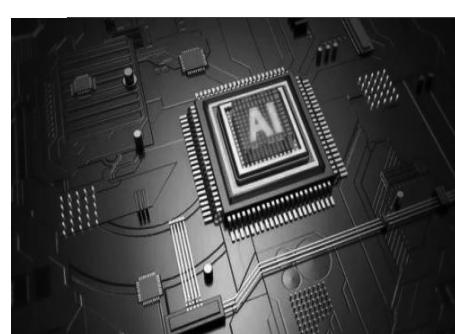
显然,系统科学对复杂系统性质和演化规律的探讨,科学目标在于揭示各种系统的共性和在演化过程中所遵循的共同规律,并进而为系统科学在科学技术、生物、经济、社会等领域的应用提供理论依据。

鉴于系统科学研究的内容、特点及目前的发展水平,又由于各种学科领域,如物理、化学、生物学、经济学、工程技术领域等的研究对象包括各种类型的复杂系统,所以系统科学的发展离不开对具体系统的深入探讨,并通过对具体系统结构、功能及其演化性质的研究,寻求复杂系统的一般机理与运动规律。所以从这样的意义上来说,发展系统科学一方面要求我们从各个领域、不同的角度来展开,加深对具体系统的认识,同时希望通过这样的研究,来形成系统科学的核心概念和理论体系。

我们能够实现获得统一、普适的科学认识这一科学目标吗?答案是肯定的。郭雷院士指出:从中国古代的系统思想的建立与发展,到过去几百年间,各门科学针对客观世界不同时空尺度范围的具体对象所进行的大量的关于结构与功能关系的研究,再到当今不断发展的系统理论与系统方法,都是共性系统学规律存在并可被认识的明证。而复杂科学的发展,也从许多方面不断验证和强化基本认识和追求,让我们对普适规律的挖掘越来越充满信心。

事实上,在复杂网络研究中,小世界网络、无标度网络的概念,基本都是通过类似的研究发展起来的。从社会网络、生物网络到技术网络等,虽说处于不同领域、针对不同的对象,各种现实世界的复杂网络大多具有相似的结构特征,因此,可以建立普适的概念和方法去开展研究,并进而逐步发展成为可以普遍应用的网络科学。

(作者单位:北京师范大学系统科学学院)



人工智能产业投资如火如荼、国家级战略和规划紧锣密鼓……2019年第一季度刚刚过去,新一代人工智能发展迎来新的“大航海时代”。中国有哪些优势?需要怎样的人工智能创新生态?

“大航海时代”:人工智能发展涌现“机遇之泉”

不管是“停车难”还是“雾霾天”,无论是“航班预测”还是“癌症诊断”……人工智能正走进千家万户,应用场景和手段不断丰富,是新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量,有溢出带动效应。

“我们现在就如同处在人工智能的‘大航海时代’。”北京大学教授、中国工程院院士高文指出:“大航海”对一些方面有一定的灾难性影响,但让当时整个社会和文明迈进了一大步,带动了很多方面的大发展。

“与其现在去讨论乐观还是悲观,不

随着近期国家层面谋划出台一系列人工智能发展规划和举措,我国人工智能发展脉络更加清晰、生态更加优化。

## 人工智能创新生态是什么样子

□ 胡喆 刘宇轩

如抓住机遇先干起来。”高文说。

积极的政策、海量的数据、丰富的应用场景、大量的青年人才储备……在高文看来,这是中国在人工智能的“大航海时代”所具备的“四大优势”。在移动互联网、大数据、超级计算、传感网、脑科学等新理论新技术的驱动下,人工智能加速发展。

围绕人工智能芯片和新一代存储器技术,中国电子信息产业集团积极布局相关领域。在第二届中国电子科技委会上,院士专家齐聚,共议掌握核心技术、攻克“卡脖子”短板良策,筑牢人工智能发展的安全基石。

中国电子信息产业集团董事长芮晓武表示,作为网信产业的“国家队”,中国电子将坚定推进“本质安全、过程安全、产业安全”三大战略,加快人工智能芯片等核心技术研发。

养好“头雁”:精耕人工智能创新“试验田”

一段时期以来,人工智能“热度”持续不减。产业界、学界、投资界纷纷热衷追捧人工智能相关概念,但导致的另一结

果便是:人工智能的概念和边界更加泛化,“炒概念”的现象时有发生。

目前,科技部新一代人工智能发展规划推进办公室便着手召开年度工作会议,为人工智能的发展“划重点”。值得注意的是,这次会上正式宣布:新一代人工智能专业委员会成立。

北京市成为全国首个“国家新一代人工智能创新发展试验区”,将充分发挥人才和技术优势,突出“头雁”作用先行先试,为持续优化人工智能发展的创新生态做出探索。

“我们希望为更多创新者‘做减法’,降低门槛,打通壁垒,形成合力。”百度公司创始人李彦宏表示,人工智能发展至今,开放是走下去的必要条件。只有把更多的数据、运算力、技术汇集在一起,才能够展现出更大的影响力。

收获“成果”:壮大人工智能“融”字当头

阿里的城市大脑、百度的无人驾驶、科大讯飞的语音识别……随着当前人工智能技术的应用愈发丰富,融合任务也更加紧迫。

路边的包子铺、菜场的小摊主……一块小小二维码,把最基层的他们和最高大的技术连在一起。如何扩大经营?如何解决小微企业融资贵、贷款难?轻轻一扫,答案马上就有的。

蚂蚁金服网商银行通过对信息收集、数据处理的智能化加工和深度学习,创新设计出“微贷技术”,实现了3分钟申贷、1秒钟放款、全程0人工介入的“310模式”,让越来越多微观市场主体的活力都能够进一步迸发涌流。

“融”字当头,“创”随其后。身处人工智能的“大航海时代”,作为知名家电品牌的海尔,把自己再一次逼上了“创新的梁山”。

海尔家电产业集团副总裁陈录城说:“这种挑战就像是把每天当作最后一天,今天要不转型,今天就死亡。必须把人工智能用起来。”

广大消费者所熟悉的海尔冰箱、海尔空调,正在不知不觉中完成“智能化升级”,围绕人这个中心,海尔充分创造“人工”和“智能”结合的价值。

(据新华社电)

## 蚂蚁为什么会如此成功?

——漫谈合作行为演化之二

□ 杜鹏



一种萌芽方式提出了群体选择的思想。

20世纪30年代以后,一些行为生态学家深入研究了社会性昆虫,如白蚁、蚂蚁、蜜蜂、黄蜂的行为方式。同时,生物学家进一步深化和发展了达尔文的个体选择思想,使合作行为演化问题的研究出现了重大突破。

1964年,英国生物学家汉密尔顿运用广义适合度概念和亲缘选择思想,成功解释了近亲个体间的利他行为。广义适合度扩展了个体适合度的概念,它不仅以个体的存活和生殖为尺度,而是以个体在后代中传播自身基因或与自身基因相同基因的概率为尺度。一些物种演化出合作行为,以及复杂劳动分工,这是一种近亲之间的繁殖策略。这个观点以著名的“汉密尔顿法则”数学公式正式确立:

$Rb > c$ ; 其中,  $R$  代表个体和亲戚间亲缘关系的远近,  $b$  代表亲戚获得的遗传利益,  $c$  代表个体因帮助亲戚所付出的代价。亲缘关系系数  $R$  乘以亲戚获得的遗传利益  $b$  的值,必须比个体付出的代价  $c$  才是划算的,这样的行为才被自然选择保留下来。

蚂蚁、蜜蜂等膜翅目社会性昆虫群

体的单-双倍体的性别遗传系统表现出亲子亲缘关系的不对称性,雌性成员之间的血缘关系,比雌性和自己后代之间的血缘关系更大。在亲缘选择的作用下,帮助姊妹哺育后代的利益,便大于

哺育自己后代的利益。

随着大量有影响力的文章、书籍的问世,如威尔逊的《昆虫的社会》《社会生物学》,道金斯的《自私的基因》,广义适合度和亲缘选择理论渐渐深入人心。在之后的很长一段时间内,亲缘选择以及亲缘鉴别和有限扩散被用来解释像蚂蚁这样的真社会性动物。

随着研究的深入,人们发现还有其他7万多种动物同样是单-双倍体物种,可它们统统都没有进化出真社会

性。另外,科学家也发现了非膜翅目的白蚁和裸鼹鼠这样的双倍体物种也是真社会性动物,亲缘选择理论也无法解释它们为什么放弃自己的生育。

2010年,诺瓦克、塔尼卡、威尔逊三位科学家在世界顶尖期刊《自然》发表《真社会性的演化》一文,引起了学术界的巨大争议。诺瓦克等认为,动物会以群体为单位进行自然选择,所有个体都选择了最大化群体利益,并不需要利用到雌蚊姐妹间亲缘关系很近这一事实来解释真社会性。因为群体内部的竞争的利益,远不如群体与群体间竞争的利益。在一定条件下,多层的群体选择理论是能够成立的。他们用数学分析指出,汉密尔顿法则在蚂蚁的真社会性演化中,绝大多数情况下根本就不成立。此外,筑巢、食物来源和分布、寄生的生物都在一定程度上促进了真社会性的形成。

目前来说,人们对真社会性的研究还处在早期阶段,尚未有具体的定论。亲缘选择、多层的群体选择对真社会性,以及合作行为究竟有多重要还有很大的争议,仍在探讨。

(作者系中国科学院科技战略咨询研究院、中国科学院学部学科研究支撑中心研究员)

## 蚂蚁社会的一个合作典范

南美切叶蚁是蚂蚁社会的一个合作典范,其族群拥有动物世界中最复杂的通信系统和最微妙的品级体系,巢穴建筑结构具有空气调解功能,它们可在几年内将占地面积扩大到30~600平方米,族群个体数目达数百万只。更令人惊讶的是,大约5000万~6000万年前,切叶蚁已经开始了农业生活方式,集体养殖真菌。

切叶蚁常常成群结队地出来活动,寻找切口对象,队伍中有负责剪叶的中等大小的工蚁,还有担任警戒工作的小工蚁。它们剪下树叶之后会排成整齐的长队往巢穴搬运。较小的工蚁在巢穴中把叶子切成小块,然后再切磨成浆状,并用切叶蚁的液体排泄物浇在上面,然后将其插入菌圃的培养基中。这些工蚁随后从菌圃的其他地方采来一簇簇的菌丝将其栽种到新铺设的培养基中,之后真菌迅速生长。

为了保护种植的真菌,切叶蚁巧妙利用了生长在它们皮肤上的链孢霉所产生的抗生素,高效地杀死入侵细菌。为了防止菌丝过度繁殖,小工蚁也不时地将有些菌丝除去。此外,切叶蚁有一种很特殊的规矩来管理菌圃和丢弃废物,防止Es-covopsis霉菌的威胁。这个蚂蚁、细菌和真菌组成的庄园,是一个极为复杂的体系,也是自然界中协同作用的一个典范。

### 科协动态

#### 中国科协助力黑龙江全面振兴调研

中国科协助力东北三省全面振兴调研服务龙江行,5月8日至27日全面展开,调研成果将在中国科协年会上公布。调研题目包括农业现代化、装备制造、石墨产业、生态资源产业可持续发展、科技创新促进动能转换、民营经济、食品和农副产品精深加工产业转型升级、生态旅游与健康产业融合发展等。每项调研都由院士专家领衔,黑龙江省有关省直部门、高校、科研院所参与。

#### 北京市科协开展区科协深化改革调研

北京市科协近日对16家区科协分成4个片区,开展深化改革专题调研。此次调研是为了充分掌握区科协改革进展情况,加大指导和推动区科协改革力度,为北京市科协系统深化改革向纵深发展注入强大动力。各区科协围绕改革主要进展情况、改革成效,及下一步计划作了汇报,就组织建设、工作创新、发挥作用等重点难点问题进行深入交流,并对北京市科协加强市区两级联动等方面工作进行了深入探讨。

#### 天津市推进“全域科普”效果初显

天津市科协5月18日主办的天津市第33届科技周活动,在梅江会展中心拉开帷幕。主场展览由全域科普、科技强市和智能时代三部分组成。“全域科普”反映了天津市各领域、各区域和媒体等推进科普工作取得的阶段性成果。“科技强市”宣传了天津市实施科技强市战略促进高质量发展的丰硕成果。“智能时代”推出了人工智能新技术、青少年人工智能创新作品、智能科技互动体验和未来应用场景。

#### 云南省科协积极参与科技周活动

云南省科协等单位主办的2019年云南省科技活动周启动仪式,近日在云南省博物馆、云南省大剧院外场举行。启动仪式现场,展示了先进制造技术、数字视觉技术、智能无人系统、智慧农业应用示范等科技创新成果。云南省科协组织省科协馆、省青少年科技中心和省少数民族科普工作队积极参与现场集中示范活动,展示全省的优秀科普展品,普及科学知识,倡导科学方法,传播科学思想,弘扬科学精神。

#### 四川省科协助推中药材产业发展

四川省科协近日与来川调研的中药质量研究国家重点实验室(澳门科技大学)专家组座谈交流。双方围绕中药质量研究国家重点实验室在四川设立分中心、共建联办实验室、四川道地中药材的质量管理及中药国际标准建设等开展深入交流,共商川澳中药材产业发展合作事宜,并就附子药材合作研究、共建附子药材标准等达成初步共识。