

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重要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，以及普遍概念和规律的不断认识，钱学森先生创建系统学学的愿望一定会实现。

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部类体系，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开展。

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、系统认识论、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，中国传统文化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重要方向。

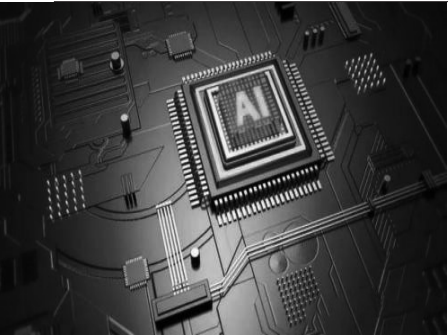
关于系统科学，国际上也有许多阐述和认识，其中的一个定义非常简洁，把系统科学的研究对象、研究方法和研究目标表达得非常清楚。系统科学就是要超越还原论，用系统论的思维和方法，研究各个领域里面的复杂系统，并最终获得对各种各样复杂系统普适规律的认识。

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讲，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，有溢出带动性很强的“头雁”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

蚂蚁为什么能如此成功？——漫谈合作行为演化之二

□ 杜 鹏

前沿探索

在这个蓝色星球上，蚂蚁可能是最成功的物种之一了：蚂蚁的足迹遍布全球，除了格陵兰岛、冰岛等没有土生土长的蚂蚁外，全世界到处可见蚂蚁忙碌的身影。蚂蚁家族成员超过1.2万种，其重量约占全球动物的十分之一，总重量与人类差不多。

蚂蚁在白垩纪兴起，可能是从侏罗纪出现的原始胡蜂演变出来的，距今超过了1亿年。蚂蚁属于膜翅目、蚁科，属于具有高度社会化组织的真社会性动物。每只蚂蚁几乎没有自主意识，完全服务于蚁群利益，整个蚁群仿佛才是个有生命的超级生物。对于蚁群的这种特性，科学家们用一个神奇的名词来称呼——“超个体”。

蚁群的核心，是群体的创建者、整群蚂蚁的母亲——蚁后。每个蚁巢有一只或多只蚁后，是专职的繁殖机器。它们的后代中一小部分是“贵族”生殖蚁——长翅膀的雄蚁和雌蚁，它们唯一使命就是在交配季节离巢，与其他蚁群的生殖蚁一起“婚飞”。蚁群中数量最多的，是维持蚁群运转的普通劳动者——工蚁。大部分蚂蚁种类的工蚁纪律严明，秩序井然，有些种类甚至从幼虫时代就定好了分工：从事不同“职务”的工蚁，破茧而出后的体型、模样都有所差别。

在部分蚂蚁中，还有一类特殊的工蚁——兵蚁。它们拥有同类中最强壮的身体，有些种类的兵蚁体型可达同种工蚁的上百倍！有的兵蚁甚至完全成了战斗机器，上颚夸张到了没法自己吃东西的地步，只能靠别的工蚁喂食……如果说人类社会是靠人们动手制造工具，那么蚂蚁的“超个体”社会，干脆把每个成员的身体都变成了工具。

蚂蚁和其他社会性昆虫为什么会如此成功？这些微小而短暂的生命体如何通过合作形成了一个超个体？这些问题一直吸引着科学家们的关注。达尔文观察到社会性昆虫的合作行为之后，以



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 大才是划算的，这样的行为才会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，比雄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

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5000万年～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，寻找剪切对象，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霉菌所产生的抗生素，高效地杀死入侵细菌。为了防止菌丝过度繁殖，小工蚁也不时地将其有些菌丝除去。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。

太空中寻找延缓衰老的秘诀

□ 不自白

随着年龄的增长，岁月悄悄在我们身上留下痕迹：横生的皱纹、酸痛的肌肉、渐升的血压、下降的认知……很多时候，我们无力阻止这些自然衰老现象的发生，更令人沮丧的是，细胞在渐渐老化的同时，一些慢性疾病也悄悄找上门来。

如今，研究人员设计了一批精致小巧的“药丸”，这些不起眼的纳米颗粒或许为解决我们变老而困扰的关键所在。这里所说的纳米颗粒就是一种潜在的抗衰老剂。

地球上的实验环境已经无法满足探索欲极强的科学家了，欧洲的一项实验将眼光投向了遥远的太空，希望能在地球之外寻找抗氧化剂的新思路。

5月4日，SpaceX的龙飞船在美国卡纳维拉尔角成功升空，并于5月6日完成了与国际空间站对接。在这次龙飞船所运载的货物中，就包含了一批特别的活体细胞样品。研究人员在里面注入了一些特制的陶瓷颗粒，它们将在迷你孵化器中待上6天时间。为了能让活体细胞更好地适应太空环境，它们所处的孵化器温度为30℃。

这项纳米抗氧化剂实验的目标，是寻找一种全新的方法来对抗肌肉损失、心力衰竭、糖尿病或帕金森。

这些陶瓷颗粒被称为“纳米二氧化铈”，设计的思路是在模仿生物体



内酶的生物学行为。

意大利技术研究所首席科学家詹尼·乔法尼解释说，我们实验室设计的这些纳米材料具有优异的抗氧化活性，可以保护生物免受氧化应激造成的损伤。

被细胞吸收的纳米二氧化铈作为一种抗氧化剂，不需要以药丸或注射的形式重复补充，并且它的抗氧化效果可以持续数周时间，比药房现有的任何抗氧化剂补剂都要持久。

在2017年的实验里，有一批样品同样被送入了空间站，实验过程中样品颗粒的性质一直保持稳定，并为

肌肉细胞提供了有效的保护。已有其他的研究对纳米粒子做过测试，发现它们的确能延长苍蝇的寿命，也能在体外试验中延长人类神经元的寿命。

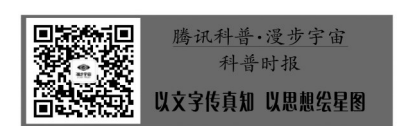
詹尼说，这些颗粒可以连续自我再生好几天。

库比克孵化器被安装在国际空间站欧洲空间局建造的哥伦布实验舱中，内含一个模拟重力环境的小型离心机。其中一半的样品将会一直处于接近零重力的条件下，另一半则保持与在地球上重力情况相同的条件下。太空旅行结束之后，这些颗粒将会被储存在-80℃的环境中。

研究人员将会比较太空中的颗粒和同一时间地球上的对照组颗粒实验结果，来考察最终观察到的结果是否与失重或其他环境因素相关。

这项研究的结果或许有助于开发新的补剂，以支持宇航员在太空中的长期停留以及未来的月球任务。这些纳米颗粒的抗氧化特性也可以使地球上的老年人和肌肉萎缩症患者受益。

对于广大爱美人士来说，它们甚至还能改善皮肤管理，让人的皮肤焕发年轻光彩。



腾讯科普·漫步宇宙
科普时报
以文字传真知 以思想绘星图

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技馆、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化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。