

2021 年诺贝尔科学奖中的高新技术产业前景

诺贝尔生理学或医学奖

破解谜团的科学发现可被用于开发治疗疾病的方法

引领神经科学发展的一场变革

► 张田勘

北京时间10月4日,瑞典卡罗琳斯卡医学院宣布,将2021年诺贝尔生理学或医学奖授予美国加利福尼亚大学的大卫·朱利叶斯(David Julius)和美国加利福尼亚拉霍亚的斯克瓦普斯研究所的阿登·帕塔普蒂安(Arden Patapoutian),以表彰他们在“发现温度和触觉感受器”方面所做出的贡献。

热和触觉感知能力对人类生存至关重要

人是如何感知外部世界的?传统的理论说法都是认为,是靠眼耳鼻舌身等感官来感知我们周围的世界,如眼睛能看到光,耳朵能感知声音,皮肤能感受到触感和压迫,鼻子能闻到气味。最初,甚至连哲学家都在按这样的方式证明人的感觉。17世纪,哲学家勒内·笛卡儿曾设计将皮肤的不同部分与大脑连线,这样,接触肌肤的脚会向大脑发送机械信号。然而,这种方式还是没有获得生理学上更深入的解释。

通过生理学实验揭示人的感知机制,并非始于朱利叶斯和帕塔普蒂安,但是,他们的研究揭示了人类与它们生活密切相关的感觉,即冷暖感觉和触觉,触觉(本体感受)中发挥关键作用。

诺贝尔奖官方新闻中说,人类对热、冷和触觉的感知能力对生存至关重要,支撑着我们与周围世界的互动。在日常生活中,我们认为这些感觉理所当然,但神经冲动是如何产生,从而使温度和压力可以被感知?今年的诺贝尔生理学或医学奖得主主要解决了这个问题。

朱利叶斯利用辣椒素(capsaicin,一种来自辣椒的刺激性能化合物,可引起灼热感)来测试皮肤神经末梢中对热有反应的传感器;而帕塔普蒂安使用压敏细胞发现了一类新型传感器,可以让皮肤和内部器官感知机械刺激如触感和压力做出反应。他们的创造性发现启动了后来的大量研究,让人们对于神经系统如何感知热、冷和机械刺激的理解逐步加深和全面。

然而,问题的核心是,温度和触觉如何在神经系统中转化为电信号,从而让大脑和神经系统感知。

神经系统感知物理的温度和机械刺激之谜

1990年代后期,朱利叶斯和其同事创建了一个包含数百万个DNA片段的库,以探索哪些基因可以对抗疼痛,和机械做出反应。

最后,他们发现了一个能够使细胞对辣椒素敏感基因,这个基因编码了一种新的受体蛋白,能感受辣椒素受体,这种新发现的辣椒素受体后来被命名为TRPV1。辣椒素受体属于香草酰胺(vanilloid)受体,也属于瞬时感受器离子电位通道的,也就是以TRPV1(代表香草酸)来命名。TRPV1是存在于哺乳动物的感觉神经纤维,在介导多种疼痛和炎症等方面发挥作用。

朱利叶斯等人在测试该基因编码的离子通道蛋白对热的反应时,发现TRPV1受体在感觉神经纤维的温度下会被激活,这一发现为揭开人们感受温度和揭示其他温度感应受体提供了线索。

尽管在朱利叶斯和帕塔普蒂安之前,研究人员已经发现过细胞体内有触觉感受器,但是脊椎动物的触觉感知机制却一直未获得阐明,触觉和压力是由机械刺激转换而成,这仍然是个不解之谜。

至今还在美国加利福尼亚拉霍亚的斯克瓦普斯研究所工作的帕塔普蒂安教授等人,在后来发现了机械刺激感受机械刺激的基因和离子通道。帕塔普蒂安等人发现,一种胶质瘤细胞系可以通过交流信号感受压力变化,他们以这种细胞系来筛选细胞对机械刺激敏感的基因。帕塔普蒂安等人逐一筛选出72种细胞受体的候选基因,然后一个接一个对其进行激活,最后,帕塔普蒂安等人终于找到这个基因,当这个基因沉默或

诺贝尔物理学奖

复杂系统研究将推动相关领域机器人集群与协同、大规模集成电路、电力调配、抗灾与减灾等应用研究及产业化

捕捉复杂系统无序和随机中隐秘“翅膀”

► 郑志刚

北京时间10月5日,2021年诺贝尔物理学奖授予意大利科学家乔治·帕里西(Giorgio Parisi)、美国科学家真锅淑郎(Syukuro Manabe)、德国科学家克劳斯·哈塞尔曼(Klaus Hasselmann),以表彰他们为“我们理解复杂物理系统所做出的开创性贡献。其中一半奖项授予乔治·帕里西,获奖理由为“对从原子到行星尺度的物理系统的无序和波动的相互作用的贡献”。另一半奖项则联合授予真锅淑郎与克劳斯·哈塞尔曼,“以表彰他们在对地球气候进行物理建模,量化全球变暖预测的变异性 and 可靠性方面的贡献”。

系统复杂性是真实世界的重要特性

复杂系统是一个跨学科的交叉领域,它从各个不同领域发展,又作为具有普遍意义的主题百川归海,推动了复杂性科学的发展,形成了非平衡耗散结构、自组织、自发起对破裂、混沌动力学、分形、复杂网络等理论体系,涵盖、吸收了诸多不同学科的研究方法,如统计物理学、信息论、非线性动力学、计算机科学、气象学、社会学、经济学、心理学和生物学等。

复杂系统的复杂性以随机和无序为表象,以耦合和作用纠缠为机理,以有序和普适为内核。从无序中寻序,从纠缠中寻适,这是复杂系统研究的重要任务。2021年物理学奖授予复杂系统的重要贡献中,既提出了复杂系统有序性的长期行为预测方法,又有对无序和复杂中隐藏着有序和模式的发现。这使人理解解和描述不同的表面看起来完全随机的材料和现象成为可能,其贡献不仅在物理学上,也体现在数学、生物学、神经科学和机器学上。

可以预期的是,以他们的研究结果为基,可以研发多款治疗疼痛的药物,从而解除人们的痛苦。流行病学数据显示,全球有超过20%的人口罹患慢性疼痛,长期的疼痛会导致患者焦虑、抑郁,严重影响患者的生活质量。尽管治疗疼痛需要找到疼痛的根源并斩断根源,但TRP通道和Piezo2通道的发现可以帮助研发各种止痛药,以解除人们痛苦,提高人们的生活质量。

另外,通过针对刺激刺激可以减少疼痛和热热的感觉,而通过超声这样的新技术产生的压力可以治疗神经骨、关节、肌肉及其他软组织创伤。今天一个重要的发现是,由于剖宫产的孩子没有经过产道的挤压,缺少本体感受,因此,一方面提倡自然分娩,另一方面要对剖宫产的孩子在未来接受压力和本体感的训练。

感受热辣、机械刺激(触摸)和本体感受的不同刺激有不同的神经纤维,这些纤维对不同的刺激有不同的反应,如对接疼痛和疼痛触膜的感觉。从那时起,研究人员就证明神经细胞高度专门用于检测和转导不同类型的刺激,从而可以让人对周围的环境产生准确的感知,如通过指尖可以感受不同物体表面的纹理差异,或者能让人辨别令人愉快的温暖而痛苦的热度。

同样,2004年的诺贝尔生理学或医学奖授予了美国的两位神经科学家理查德·阿克塞尔和琳达·巴克,他们发现了嗅觉细胞包含的1000个不同基因的大型基因家族,使人能够嗅闻到自然界中的无数物质,尤其是食物和花朵的香味。

显然,今年感受热辣、机械刺激(触摸)和本体感受的发现再次获得诺贝尔生理学或医学奖,是人们对感知外界环境机理的进一步深化。

今年的诺贝尔生理学或医学奖也证明一个常识,只有基础科学,才能盖出各种高楼大厦。包抱之木,生于毫末;九层之台,起于垒土。

作者: 张田勘, 中国大百科出版社编审, 曾任《百科知识》副主编。

系统方法

系统方法,是指从整体上、从相互联系和相互作用中,对客观事物进行认识的方法。系统方法的核心是整体性、关联性、层次性、动态性和开放性。系统方法的基本步骤是:明确系统边界、确定系统目标、分析系统结构、建立系统模型、验证系统模型、应用系统模型。

系统方法在自然科学、社会科学、工程技术等领域都有广泛的应用。在自然科学中,系统方法可以帮助我们理解复杂系统的行为,如天体运动、生态系统、气候系统等。在社会科学中,系统方法可以帮助我们理解社会系统的运行,如经济系统、政治系统、文化系统等。在工程技术中,系统方法可以帮助我们设计和优化系统,如计算机系统、控制系统、通信系统等。

系统方法的发展,离不开科学家的不断探索和创新。随着科学技术的不断进步,系统方法的应用范围越来越广,对人类社会的影响也越来越大。我们相信,系统方法将继续为人类社会的进步做出更大的贡献。

从洛伦兹模型到真锅模型再到哈塞尔曼模型

意大利物理学家帕里西是近几十年来最具创造力和影响力的理论物理学家之一,已斩获了包括1999年狄拉克奖、2002年费米奖、2005年海因曼数学物理学奖、2021年沃尔夫奖、2021年诺贝尔物理学奖在内的众多顶级奖项。帕里西的研究领域涵盖了量子场论、统计力学以及复杂系统。他在包括粒子物理、临界现象、无序系统以及优化理论和数学物理的不同物理分支都做出了重要贡献。

在量子色动力学(QCD)和粒子物理场论方面,帕里西与Altmarelli用简洁的微扰场论方法给出了分布函数随能标变化的演化方程,这是QCD理论与分布函数随能标变化的演化方程,这是QCD理论与分布函数随能标变化的演化方程,这是QCD理论与分布函数随能标变化的演化方程。

系统方法与系统思维是应对复杂系统最有效武器

复杂系统研究,自1977年普利高津以来再次获得诺贝尔奖。

上个世纪70年代末,在钱学森先生的倡导下,我国在世界上第一个建设系统科学,被列为基础理一级学科。

复杂系统研究在重视基础规律的探索之外,还需要密切结合国计民生、经济发展和技术进步,推动复杂系统在相关领域如机器人集群与协同、大规模集成电路、电力调配、防疫抗疫、防灾减灾等的研究和产业化。这些都需要发展系统方法与系统思维,这是对付复杂系统最有效的武器。

作者: 郑志刚, 华侨大学系统科学研究所所长, 系统科学与物理学科带头人。

诺奖官方新闻中的4个设问直指减排行动

气候变化科学植根数理化受益于信息高技术

► 周天军

模式的发展,开启了基于地球流体力学运动规律的三维气候模式的发展及其在全球变暖研究中的广泛应用时代。

1975年,真锅淑郎和理查德·韦瑟尔德合作在美国气象学会《大气科学》杂志上发表了题为《二氧化碳浓度加倍对一个环流模式的气候影响》的论文,这篇论文被认为标志着环流气候模式的诞生。

此后,随着观测数据的丰富、科学认识的提升和高性能计算机的发展,气候模式在全球得到快速发展,能够更为完整描述大气、海洋、陆地和海洋等气候系统模式和地球系统模式,在模拟历史变化、开展检测归因和预估未来变化中发挥着愈来愈重要的作用。据今年8月刚刚发布的IPCC第六次评估报告(AR6)统计,支撑IPCC报告编制的用于气候模拟、预估和检测归因的模式已经有39个,它们在性能上都已远远超越真锅淑郎等当年完成的第一代模式,这其中就包括来自我国的气候模式。

模式的发展,开启了基于地球流体力学运动规律的三维气候模式的发展及其在全球变暖研究中的广泛应用时代。

1975年,真锅淑郎和理查德·韦瑟尔德合作在美国气象学会《大气科学》杂志上发表了题为《二氧化碳浓度加倍对一个环流模式的气候影响》的论文,这篇论文被认为标志着环流气候模式的诞生。

此后,随着观测数据的丰富、科学认识的提升和高性能计算机的发展,气候模式在全球得到快速发展,能够更为完整描述大气、海洋、陆地和海洋等气候系统模式和地球系统模式,在模拟历史变化、开展检测归因和预估未来变化中发挥着愈来愈重要的作用。据今年8月刚刚发布的IPCC第六次评估报告(AR6)统计,支撑IPCC报告编制的用于气候模拟、预估和检测归因的模式已经有39个,它们在性能上都已远远超越真锅淑郎等当年完成的第一代模式,这其中就包括来自我国的气候模式。

模式的发展,开启了基于地球流体力学运动规律的三维气候模式的发展及其在全球变暖研究中的广泛应用时代。

系统方法

系统方法,是指从整体上、从相互联系和相互作用中,对客观事物进行认识的方法。系统方法的核心是整体性、关联性、层次性、动态性和开放性。系统方法的基本步骤是:明确系统边界、确定系统目标、分析系统结构、建立系统模型、验证系统模型、应用系统模型。

系统方法在自然科学、社会科学、工程技术等领域都有广泛的应用。在自然科学中,系统方法可以帮助我们理解复杂系统的行为,如天体运动、生态系统、气候系统等。在社会科学中,系统方法可以帮助我们理解社会系统的运行,如经济系统、政治系统、文化系统等。在工程技术中,系统方法可以帮助我们设计和优化系统,如计算机系统、控制系统、通信系统等。

系统方法的发展,离不开科学家的不断探索和创新。随着科学技术的不断进步,系统方法的应用范围越来越广,对人类社会的影响也越来越大。我们相信,系统方法将继续为人类社会的进步做出更大的贡献。

从洛伦兹模型到真锅模型再到哈塞尔曼模型

意大利物理学家帕里西是近几十年来最具创造力和影响力的理论物理学家之一,已斩获了包括1999年狄拉克奖、2002年费米奖、2005年海因曼数学物理学奖、2021年沃尔夫奖、2021年诺贝尔物理学奖在内的众多顶级奖项。帕里西的研究领域涵盖了量子场论、统计力学以及复杂系统。他在包括粒子物理、临界现象、无序系统以及优化理论和数学物理的不同物理分支都做出了重要贡献。

在量子色动力学(QCD)和粒子物理场论方面,帕里西与Altmarelli用简洁的微扰场论方法给出了分布函数随能标变化的演化方程,这是QCD理论与分布函数随能标变化的演化方程,这是QCD理论与分布函数随能标变化的演化方程,这是QCD理论与分布函数随能标变化的演化方程。

系统方法与系统思维是应对复杂系统最有效武器

复杂系统研究,自1977年普利高津以来再次获得诺贝尔奖。

上个世纪70年代末,在钱学森先生的倡导下,我国在世界上第一个建设系统科学,被列为基础理一级学科。

复杂系统研究在重视基础规律的探索之外,还需要密切结合国计民生、经济发展和技术进步,推动复杂系统在相关领域如机器人集群与协同、大规模集成电路、电力调配、防疫抗疫、防灾减灾等的研究和产业化。这些都需要发展系统方法与系统思维,这是对付复杂系统最有效的武器。

作者: 郑志刚, 华侨大学系统科学研究所所长, 系统科学与物理学科带头人。

诺奖官方新闻中的4个设问直指减排行动

气候变化科学植根数理化受益于信息高技术

► 周天军

模式的发展,开启了基于地球流体力学运动规律的三维气候模式的发展及其在全球变暖研究中的广泛应用时代。

1975年,真锅淑郎和理查德·韦瑟尔德合作在美国气象学会《大气科学》杂志上发表了题为《二氧化碳浓度加倍对一个环流模式的气候影响》的论文,这篇论文被认为标志着环流气候模式的诞生。

此后,随着观测数据的丰富、科学认识的提升和高性能计算机的发展,气候模式在全球得到快速发展,能够更为完整描述大气、海洋、陆地和海洋等气候系统模式和地球系统模式,在模拟历史变化、开展检测归因和预估未来变化中发挥着愈来愈重要的作用。据今年8月刚刚发布的IPCC第六次评估报告(AR6)统计,支撑IPCC报告编制的用于气候模拟、预估和检测归因的模式已经有39个,它们在性能上都已远远超越真锅淑郎等当年完成的第一代模式,这其中就包括来自我国的气候模式。

模式的发展,开启了基于地球流体力学运动规律的三维气候模式的发展及其在全球变暖研究中的广泛应用时代。

1975年,真锅淑郎和理查德·韦瑟尔德合作在美国气象学会《大气科学》杂志上发表了题为《二氧化碳浓度加倍对一个环流模式的气候影响》的论文,这篇论文被认为标志着环流气候模式的诞生。

此后,随着观测数据的丰富、科学认识的提升和高性能计算机的发展,气候模式在全球得到快速发展,能够更为完整描述大气、海洋、陆地和海洋等气候系统模式和地球系统模式,在模拟历史变化、开展检测归因和预估未来变化中发挥着愈来愈重要的作用。据今年8月刚刚发布的IPCC第六次评估报告(AR6)统计,支撑IPCC报告编制的用于气候模拟、预估和检测归因的模式已经有39个,它们在性能上都已远远超越真锅淑郎等当年完成的第一代模式,这其中就包括来自我国的气候模式。

模式的发展,开启了基于地球流体力学运动规律的三维气候模式的发展及其在全球变暖研究中的广泛应用时代。

系统方法

系统方法,是指从整体上、从相互联系和相互作用中,对客观事物进行认识的方法。系统方法的核心是整体性、关联性、层次性、动态性和开放性。系统方法的基本步骤是:明确系统边界、确定系统目标、分析系统结构、建立系统模型、验证系统模型、应用系统模型。

系统方法在自然科学、社会科学、工程技术等领域都有广泛的应用。在自然科学中,系统方法可以帮助我们理解复杂系统的行为,如天体运动、生态系统、气候系统等。在社会科学中,系统方法可以帮助我们理解社会系统的运行,如经济系统、政治系统、文化系统等。在工程技术中,系统方法可以帮助我们设计和优化系统,如计算机系统、控制系统、通信系统等。

系统方法的发展,离不开科学家的不断探索和创新。随着科学技术的不断进步,系统方法的应用范围越来越广,对人类社会的影响也越来越大。我们相信,系统方法将继续为人类社会的进步做出更大的贡献。

从洛伦兹模型到真锅模型再到哈塞尔曼模型

意大利物理学家帕里西是近几十年来最具创造力和影响力的理论物理学家之一,已斩获了包括1999年狄拉克奖、2002年费米奖、2005年海因曼数学物理学奖、2021年沃尔夫奖、2021年诺贝尔物理学奖在内的众多顶级奖项。帕里西的研究领域涵盖了量子场论、统计力学以及复杂系统。他在包括粒子物理、临界现象、无序系统以及优化理论和数学物理的不同物理分支都做出了重要贡献。

在量子色动力学(QCD)和粒子物理场论方面,帕里西与Altmarelli用简洁的微扰场论方法给出了分布函数随能标变化的演化方程,这是QCD理论与分布函数随能标变化的演化方程,这是QCD理论与分布函数随能标变化的演化方程,这是QCD理论与分布函数随能标变化的演化方程。

系统方法与系统思维是应对复杂系统最有效武器

复杂系统研究,自1977年普利高津以来再次获得诺贝尔奖。

上个世纪70年代末,在钱学森先生的倡导下,我国在世界上第一个建设系统科学,被列为基础理一级学科。

复杂系统研究在重视基础规律的探索之外,还需要密切结合国计民生、经济发展和技术进步,推动复杂系统在相关领域如机器人集群与协同、大规模集成电路、电力调配、防疫抗疫、防灾减灾等的研究和产业化。这些都需要发展系统方法与系统思维,这是对付复杂系统最有效的武器。

作者: 郑志刚, 华侨大学系统科学研究所所长, 系统科学与物理学科带头人。

诺奖官方新闻中的4个设问直指减排行动

不对称有机催化发展的黄金时代

► 杜海峰 史一安

不对称有机催化为手性分子构建提供了全新有效的重要工具,其在合成化学上的应用将越来越多

不对称有机催化发展的黄金时代

不对称有机催化为手性分子构建提供了全新有效的重要工具,其在合成化学上的应用将越来越多

不对称有机催化为手性分子构建提供了全新有效的重要工具,其在合成化学上的应用将越来越多

不对称有机催化为手性分子构建提供了全新有效的重要工具,其在合成化学上的应用将越来越多

不对称有机催化为手性分子构建提供了全新有效的重要工具,其在合成化学上的应用将越来越多

破,有机小分子在合成化学中的应用也不断深入。至此,有机小分子催化剂成为继金属和酶之后第三类手性催化剂。本杰明·李斯特教授和戴维·麦克米伦教授为进一步推动这一领域的发展做出了杰出的贡献。

有机催化这一名词的提出最早可以追溯到1932年,德国化学家Wolfgang Langenbeck提出了有机催化剂这一名词(Organic Catalysts)。1949年他出版了一本学术专著,书名是《有机催化剂及其与酶的关系》(Organic Catalysts and Their Relation to the Enzymes)。1999年法国著名化学家Henry B. Kagan在《不对称催化全书》(Comprehensive Asymmetric Catalysis)在这本书中,将非金属催化的这类反应称为有机催化(Organic catalysis)。2000年戴维·麦克米伦教授进一步提出了有机催化这一名词(Organocatalysis or Organocatalytic)。

此次诺奖的重要意义及启示

作为第三类手性催化剂,有机小分子催化剂具有独特优势,相对于酶而言,结构更为简单,合成也更为容易,但能获得与酶相媲美甚至更好的结果,如脯氨酸就被称为“最小的酶”。而相对于金属而言,有机小分子催化剂具有稳定、反应条件温和、环境友好等优点,特别是有机小分子催化能够避免金属催化剂合成中有毒金属残留的问题,为手性分子的构建提供了全新、有效的重要工具,在合成化学上有着越来越多的应用。

不对称有机催化领域获得诺贝尔奖给人们如下启示:要勇于突破传统,跳出思维定势,敢于从事“非主流”的研究工作,努力将“非主流”变成未来的“主流”;要向自然学习,化繁为简,“最简单的”往往是“最有用”的。

诺贝尔化学奖颁发给了有机催化领域的两位杰出化学家本杰明·李斯特和戴维·麦克米伦,彰显了这一领域重要的学术价值和广阔的应用前景。同时,还有许多优秀化学家为这一领域的蓬勃发展做出了重要贡献,特别是我国化学家产生了一些“诺奖级”研究成果,在这一领域留下了不可磨灭的印记。值得指出的是,有机催化的不对称催化反应应明显早于获奖的学术,同时又兼具系统性、通用性,可预测性以及实用性,是公认的大人名反应和有机催化发展的要里程碑。

我们对诺奖获奖的态度是,既要重视它又不能完全迷信它,进而迷失相关领域的金镜,忽视了其他人的重要贡献。

作者: 杜海峰, 中国科学院化学研究所研究员。史一安, 常州大学自然与合成有机化学研究院院长。1983年常州大学获理学学士学位,1987年于加拿大多伦多大学获化学硕士学位,1992年于美国斯坦福大学获化学博士学位,1992-1995年在美国哈佛大学医学院从事博士后研究,1995年8月起在美国科罗拉多州立大学化学系任教,2008-2012年任中国科学院化学研究所分子识别与功能膜重点实验室主任,现任常州大学自然与合成有机化学研究院院长。主要研究方向是有机合成方法学,不对称合成和生物活性分子的合成与研究。

不对称催化为手性化合物在药物化学、材料化学等领域广泛应用提供了基础

时代需求与道法自然

► 高中华 叶松

属催化的不对称氢化和氧化反应获得了2001年诺贝尔化学奖。酶催化具有高效性和专一性,但适用于的机反应非常有限。金属催化效率高,选择性好,但可能的有毒金属残留留给其在药物合成中的应用带来不便。

那么,有没有不同于酶及金属的第三类不对称催化剂呢?

不对称有机催化道法自然

有机催化即用不含金属且比酶简单得多的有机分子作为反应催化剂。有机催化是年轻的又是“古老”的。早在1912年,德国化学家就发表了天然有机分子金盏菊碱催化不对称反应的工作,但反应的效果很差,未能取得进一步应用。20世纪70年代也有学者发表了天然氨基酸—脯氨酸催化不对称催化反应的工作。在这—研究工作中,麦克米伦教授正式提出了“有机分子催化(Organocatalysis)”的概念。有机小分子催化剂常常来源于天然的手性化合物,或经过较为简单的改造。它比酶结构简单,更易合成,催化反应所需的条件温和,而且—般环境友好,生物毒性低,底物兼容性和适应性强,且催化剂易于回收。不对称有机催化由此受到广泛关注,进入了快速发展的黄金时期。

合成化学是人类创造出了无尽的物质财富,在方方面面影响和改变着人类生活。手性化合物在药物化学、材料化学等领域应用广泛,不对称催化为手性化合物的合成提供了基础。2021年诺贝尔化学奖颁给了合成化学领域的基础性研究,是为不对称有机小分子催化领域的肯定,更是对于从事合成化学基础研究科研人员们的认可与鼓励。时代对科学研究的提出了更多的需求和更高的要求,向自然学习,突破式地,是科学创新基本路径之一。

作者:叶松,中国科学院化学研究所研究员,主要从事不对称有机催化研究。高中华,中国科学院化学研究所研究员。