

中国科学院院士徐宗本： 人工智能的基石是数学

■本报见习记者 程唯加

“人工智能的基石是数学，没有数学基础科学的支持，人工智能很难行稳致远。”近日，由联合国教科文组织和中国工程院联合主办的联合国教科文组织国际工程科技知识中心2019国际高端研讨会上，中国科学院院士、西安交通大学教授徐宗本在题为《AI与数学：融通共进》的主题报告上如是说。

在他看来，目前人工智能所面临的一些基础问题，其本质是来自数学的挑战。

数学家眼里的人工智能是什么？徐宗本给出的答案简洁明了：当下主要指机器学习。

如果给这个名词赋予一个说明，他认为这是人或者智能体，通过与环境交互来提升自身行为和解决问题能力的智能化操作。“机器学习是把这种智能形式化为数学公式，转换成计算机可以操作的算法和软件。”他说。

进一步说，人工智能实际上是一个将数学、算法理论和工程实践紧密结合的领域。将其剖开来看，就是算法，也就是数学、概率论、统计学、各种数学理论的体现。

不过徐宗本认为，作为人工智能基石的数学，还存在五大核心问题待解，而这也是制约人工智能进一步发展的“绊脚石”。

第一是大数据的统计学基础。徐宗本认为，人工智能和大数据是一对“孪生姐妹”。人工智能更多指应用模式，强调与领域知识的结合。大数据则是最底层的信息技术，强调机器和机器、机器与人之间的内容交互与理解。但是当前，分析大数据的统计学基础面临颠覆，应用于复杂大数据分析的极限理论、统计推断方法、真伪判定等数学基础尚未完全建立起来。

第二是大数据计算基础算法。一般而言，理解和分析大数据都是通过数据处理或数据分析来实现的，而无论是数据处理还是数据分析，最终都归于求解一系列基本的数学问题，如线性方程组求解、图计算、最优化计算、高维积分等。不过，这些看似早已解决的问题在大数据情形下却成了“拦路虎”。

他以旅游为例，打了一个生动的比方来解释这种挑战。“比如从西安到北京，怎么走最近？过去地图分辨率不高，根据普通的地图可以获取基本的路线。但现在大数据背景下，地图的分辨率越来越高，不可能一次就涵盖西安至北京之间全部城市与道路的数据，只能一次一次地提供其中某些城市间的道路信息。到达北京需要多少时间，怎

样走最近？要带多少钱？现在的机器还回答不了这些问题。这是由于在分布式图信息环境下，图计算的基础算法问题还没有解决。”徐宗本说。

第三是深度学习的数学理论。徐宗本认为，这个问题在当下尤为关键。新一轮的人工智能多以深度学习为基本模型，然而深度学习的设计基础在哪里，什么样的结构决定了什么样的性能，能不能有台劳公式和富里埃级数这样的数学表示理论，这些基本的理论问题还没有解决。正是由于这个原因，现在的人工智能还得靠“人工”来换“智能”，这也是造成当下“人工智能=人工+智能”的原因。

第四是非常规约束下的最优运输。人工智能的很多问题都可归纳为两个领域数据打通问题，即让两个对象在满足某一个特定的不变量情况下互相转移。“比如中英文互译，就是在保持语义的情况下将中文数据转换成英文数据。”

应用到现实，徐宗本畅想，将医院的CT和核磁共振图像相互转移或能很好地解决医疗诊断的信息不足问题。“因为照的是同一个人，这里人就是不变量。要解决这些问题，建立特定约束下实现最优传输的数

学理论与方法是基本的。”

第五是关于学习方法论的建模与函数空间上的学习理论。徐宗本表示，研究生阶段学到的机器学习理论，需上升到方法论学习的阶段。

“从数学上说，无论函数空间上的学习理论怎么建立，本质是要适应不同的任务。由于任务本身是函数，是无穷的，那么就需要把过去机器学习中对样本、数据的选择、泛化，推广到对任务的选择、泛化中。”

如果辩证地看待数学和人工智能的关系，相辅相成可能是其最好的诠释。徐宗本表示，不仅数学可为人工智能提供基础，人工智能也为数学研究提供新的方法。

“比如解偏微分方程，过去人们可能会使用计算机，现在用人工智能可以做得更好。”他认为，让数学中的模型方法与人工智能的数据方法结合，可将机器的深度学习应用得更加精确。

面对如今发展得如火如荼的人工智能产业，徐宗本也道出了自己对从业者的希冀。

“人工智能想要做得好，要靠数学问题尤其是算法的解决。”徐宗本再次强调，从业者应潜心从基础研究抓起，使我国的应用场景优势真正转化为技术优势和产业优势。

发现·进展

复旦大学、中国科大 证实铜基超导体 导电性与薄厚无关

【本报讯】铜基超导体是一种优质的导电材料，近日，复旦大学物理学系张远波团队和中国科学技术大学陈仙辉院士合作，首次获得了二维极限下的单层铜基超导体的导电数据，证明其具有与块体铜基超导体相同的超导特性。10月31日，该项研究在线发表于《自然》。

迄今为止，人类已经合成数十种铜基超导体，它们都具有相似的层状原子结构，核心结构皆由铜氧面和其他原子构成的平面层经层间交替堆叠而成。铜基超导体的导电特性是否与其结构有关呢？

研究团队从一种具有代表性的铜基超导体——铋锶钙铜氧(Bi-2212)出发，以氧化硅为衬底，成功得到大面积单层Bi-2212单晶。单层Bi-2212是一种对大气及环境温度极其敏感的材料，而目前的加工手段中，Bi-2212均不可避免地需要经过液相化学环境处理，或进行不同程度的加热，制备单层Bi-2212晶体犹如“天方夜谭”。

历时一年多的试错，该团队探索出一套制备单层Bi-2212运输器件的完整方案。在电极的制备过程中，研究团队自主开发出微电极冷焊技术，将铜/金箔电极在低温下直接与薄层样品接触，所有的制备都在零下40摄氏度的惰性气体环境中完成。

利用这一方案，单层Bi-2212单晶中的高质量超导转变第一次展现在团队眼前。之后，团队又在单层样品中复现了块体材料的相图。实验发现，在最佳掺杂状态下，单层Bi-2212的超导转变温度与块体材料的数据几乎完全一致，差别在实验误差范围之内。结合输运和扫描隧道显微学及谱学数据，该团队发现，二维极限下单层Bi-2212相图中的超导态、赝能隙态、电荷密度波态以及赝特绝缘态都与块体行为保持一致。

(卜叶、黄辛、范琼、杨凡)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-019-1718-x>

简讯

《科学的力量》纪录片开播

【本报讯】11月1日，中科院科学传播局与中央广播电视总台纪录频道联合摄制的纪录片《科学的力量》，在央视纪录频道晚8点“特别呈现”播出。

全片共8集，以新中国成立70年特别是党的十八大以来重大科技成果为主要内容，以弘扬科学精神和科学力量为宗旨，讲述中国科技发展与科学家的故事。

该纪录片通过30多个案例，探讨从科学研究到服务社会的全过程，以及面向未来的科学畅想，中国科技创新的三大主攻方向——世界科技前沿、国家重大需求、国民经济主战场贯穿全片。(丁佳)

联合国副秘书长获赠 清华两套全球制图产品

【本报讯】10月31日，联合国副秘书长、联合国环境署执行主任Inger Andersen在清华访问期间，获赠该校地球系统科学系官鹏研究员最新研制的两套全球制图产品，包括全球唯一一套10米分辨率地表覆盖图和30米分辨率全球1985年至2018年间逐年人工不透水面分布图。

据悉，该研究组近日牵头完成的人工不透水面数据集，首次揭示长达34年的逐年尺度世界各国和地区的城市化速率差异，为全球城市化、环境变化、生态保护研究提供了重要的基础数据。(冯丽妃)

科技改变生活科普游园会举行

【本报讯】10月31日，“科技改变生活”科普游园会在北京玉渊潭公园举办。游园会由北京发明协会和北京市玉渊潭公园管理处主办，得到了北京市科协“北京市基层科普行动计划”的资助。

游园会现场展示了许多“身边”的发明成果，这些成果的发明人大多是普通百姓，且许多发明人还拥有国家专利。他们以发明为乐，彰显了人民群众的创新激情和能力。(郑金武)

院士助力创新河北建设 成果展举办

【本报讯】11月1日，河北省科协“庆祝新中国成立70周年——院士助力创新河北建设成果展”在石家庄开幕。

本次展览精选了62位院士、22家院士工作站进行展示，涵盖大健康与生物医药、高性能新材料、新能源与节能环保、现代农业、地质勘查等领域。展览特设驻冀院士展示驻冀院士风采，同时展出了河北省科协院士选聘、科协科技之家建设等工作情况。(高长安)

2019全国气象科普 宣传观摩交流活动举行

【本报讯】10月31日—11月1日，由中国气象局气象宣传与科普中心主办的2019全国气象科普宣传观摩交流活动在京举行。

308个气象科普作品以及33名创客展开激烈角逐，产生了“十大气象科普优秀作品”“十大优秀科普基地”“百部气象科普好作品”“十大气象科普创客”等优秀作品或创客。

中国气象局党组成员、副局长杨梅燕指出，公众对科学知识、科学方法的多样化需求，已成为人民日益增长的美好生活需要的重要组成部分，气象科普宣传要适应时代要求，不断创新。(卜叶)



中科院动物所供图

11月2日，中科院动物研究所干细胞与生殖生物学国家重点实验室，小朋友们在实验室特殊的手电筒照射下，戴上滤光眼镜，仔细观察携带绿色荧光蛋白的转基因小鼠。

10月28日—11月3日，中国科学院第二届科学节期间，中科院北京分院组织中科院动物研究所、中科院北京基因组研究所等在京研究院所，开放了一批国家重点实验室，通过现场体验、专家讲解、科普报告等形式，向社会大众展示重大科技创新成果、高端科研设备，解读热点科学问题。

本报见习记者 卜叶报道

走，去暗物质地下实验室看看！

■本报记者 倪思洁

“大家好，我现在所在的位置就是世界上最深的锦屏地下实验室，在我的右手边是锦屏中微子实验……往前走，拐过这个过道，我们有一个30米的通道，右手边，这里是液氮存储区……这里是一套氮气的压缩机，是制冷装置的核心部件……”

“大家好，我现在位于英国伯毕地下实验室，接下来，我将为大家介绍实验室里的大概情况……”

10月31日，中国科技馆2019年国际暗物质日北京地区活动中，来自中国锦屏深地实验室、英国伯毕地下实验室的科研人员带着活动现场的观众穿越时空，“走进”位于地下2400米深的中国四川锦屏地下实验室和位于英国北约克郡东海岸下方1100米的钾盐矿井中的伯毕矿山下实验室，并见证了两个暗物质实验室的首次公开视频互动。

在场的300多名听众听得聚精会神，他们有些来自北京市十一学校、北京建华实验学校，有些来自清华大学、中国科学院大学等院校，还有些来自中国科学院国家天文台、高能物理研究所等科研机构。“暗物质是不是真的存在？”“科学家们怎么寻找暗物质？”……为了满足听众们的求知欲，来自中国科学院高能物理研究所、清华大学、上海交通大学、英国爱丁堡大学的专家学者向观众们介绍暗物质的起源、存在的证据以及为什么全世界的科学家都在寻找暗物质，展示实验室探测和研究暗物质的一些创新性方法，并与观众们互动，为他们答疑解惑。



陈和生院士科普暗物质知识
中科院高能所供图

“根据万有引力，我们可以推出太阳系的转动速度是每秒170公里，但实际观测结果却是每秒220-250公里。到上世纪70年代，我们发现不仅是太阳系，所有星系都存在这种差异。几十年来，大量天文观测证据都表明暗物质存在，著名的宇宙微波背景辐射观测实验WMAP的观测结果，给出了暗物质在宇宙物质中存在的比例。”中国科学院院士、粒子物理学家陈和生说。

陈和生说，了解暗物质将进一步促进人类对宇宙起源的理解和认识，并可能颠覆对当前物理学的认知。全球各地进行的数十项实验，利用深地探测、对撞机实验、空间探测等不同的方法，在深

地、地面和太空寻找暗物质的来源。“我们期待今后会出现爱因斯坦式的人才，揭开暗物质暗能量的谜题，也希望同学们投身物理学前沿研究，为人类和21世纪的物理学作出重要贡献。”陈和生说。

在此次活动中，观众们还观看了球幕电影《暗物质之谜》。“暗物质日”是由国际互联合作组织发起的全球性科普活动，该组织成员主要由世界各大粒子物理实验室组成。本次活动为中国地区第二次活动，由中国科学院高能物理研究所、中国科学院国家天文台、中国科技馆与英国国家科研与创新署下属科学与技术设施理事会共同主办。

中国地质大学等 发现1亿年前 凶猛古鸟类



袖珍猛禽复原图
韩志信绘图

【本报讯】(记者崔雪芹)10月30日，中外科学家团队宣布，他们在缅甸琥珀中发现一件特别的古鸟类化石，其细节对理解古鸟类的多样性和羽毛的演化有重要意义。该研究由中国地质大学(北京)副教授邢立达领衔，英良世界石材自然历史博物馆执行馆长钮科程、中国科学院古脊椎动物与古人类研究所美籍研究员邹晶梅等学者共同完成，论文发表于《科学报告》。

此次的标本由英良世界石材自然历史博物馆收藏，来自缅甸北部克钦邦胡康河谷，此地的琥珀生成于距今约1亿年，提供了独特的森林生态系统记录。标本并没有保存很多脚趾的骨骼，但是鸟脚的轮廓被皮肤记录了下来，而且这些古鸟脚趾皮肤的表面还有大量的毛。此外，标本保存了非常罕见的羽轴主导型羽。

“标本具有大而弯曲的脚爪，脚爪较扁，横截面形态和现代树栖鸟类相似，而不同于地栖类；标本的远端趾节相对较长，这是树栖鸟类才有的特征，而地栖类近端趾节较长。”邢立达说。

最有趣的是其脚趾非常粗壮，这不同于该地区此前发现的所有鸟类化石。其外脚趾，也就是第四趾，有着横向拉长的趾垫，相对于两个内脚趾(第二和第三趾)显得非常粗壮。强壮有力的脚趾与现生的猛禽相似，这可能表明标本是一种小型空中食虫鸟类。

古生物学家目前认为羽轴主导型羽是古鸟类种内信息交流的工具，主要功能是求偶炫耀、物种识别和视觉沟通等。“此次发现的标本是首次将羽轴主导型羽与反鸟遗骸直接对应的证据。”邹晶梅告诉记者。

这种独特的足部形态反映了鸟类捕猎方式上的差异，这种类型的脚部在当地的化石记录中没有发现过，这体现了恐龙时代鸟类的多样性。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41598-019-51929-9>

中科院分子植物科学卓越创新中心 首次用烟草实现 紫杉醇重要中间体合成

【本报讯】(记者黄辛)中科院分子植物科学卓越创新中心研究员王勇小组首次在植物底盘中实现了紫杉醇关键中间体5 α -羟基紫杉二烯的异源合成。该成果近日在线发表于《自然—通讯》。

紫杉醇是从红豆杉树皮中分离的一种具有抗癌活性的珍稀二萜类化合物，是广泛用于多种癌症治疗的临床一线药物。紫杉醇在红豆杉树皮中的含量仅约为干重的万分之一，目前主要依赖于消耗红豆杉资源的半合成方法获得，远不能满足临床需求。

研究人员将紫杉二烯合成酶、紫杉二烯5 α -羟化酶及其还原酶导入本氏烟草体系中。检测发现，这些酶在细胞中定位于不同的区域，这种不同的分区是此前P450酶参与的紫杉醇中间体在植物体系中未成功合成的关键。研究人员对紫杉二烯5 α -羟化酶及细胞色素P450还原酶进行叶绿体定位改造，实现了5 α -羟基紫杉二烯的合成，产量为0.9微克每克鲜重叶片。

经进一步实验，研究人员发现，通过共强化DXS(1-脱氧-D-木酮糖5-磷酸合酶)和GGPPS(牻牛儿苗基牻牛儿苗基磷酸合酶基因)，可将紫杉二烯的产量提高至56微克每克鲜重水平，将5 α -羟基紫杉二烯的产量提高至1.3微克每克鲜重水平。

该研究为复杂天然产物的异源合成提供了一种基于植物底盘的成功案例，所建立的工程化烟草体系为进一步解析紫杉醇的合成途径提供了可能。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-019-12879-y>