

人类究竟从何时“说”起？

◎本报记者 孙明源

近日，美国《发现》月刊网站刊登了一篇题为《人类何时进化出语言？》的文章。此文梳理了语言发展的一些观点，例如喉部下降理论认为，解剖学意义上的现代智人在进化了大约20万到30万年之后，语言才有可能出现。因为现代智人的喉头比之前的祖先更低，人类最初只能发出短而尖的声音，后来随着喉头等发声部位的不断进化，形成更复杂的语言才成为可能。

文中还介绍了一种神经系统变化理论，认为进化出必要的神经结构是语言产生的前提，这似乎比发声器官更重要。这是为什么呢？美国加利福尼亚大学欧文分校助理教授理查德·富特雷尔解释说：“说话需要精细的动作控制，而且速度得快。”而这种高速控制仰仗于神经元从大脑向身体的其他部位发送信号。

华南师范大学生命科学学院二级教授、博士生导师李东风表示，语言的产生机制一直是一个悬而未决的问题。长期以来，科学界提出了许多假说。

数年前，科学家发现了被称为“语言基因”的FoxP2基因。近年来，对“语言基因”的研究在一定程度上解释了人类语言产生、发展的遗传学基础。“喉头下降”“神经系统变化”等是“语言基因”表达的结果，为语言表达创造了生理基础。虽然人类语言起源依然是一个谜，但上述研究、假说已经拓展了人们的认知边界。

语言起源众说纷纭

在现代科学诞生之初，人们对语言的起源就提出了多种假说，例如神授说、手势说、感叹说、摹声说、劳动说、契约说、突变说、渐变说及本能说等。但是这些观点普遍包含较多的主观臆测和片面推论，科学证据普遍不足。

“语言虽然没有留下化石，但从祖先的人造物和解剖学中发现端倪。”李东风介绍说，70万年前的海德堡人拥有适合说话的生理结构，30万年前的智人完全具备语言能力，4万年前的人类遗迹表明当时的人类已经具备语言交流所需要的抽象思维能力。

但是，由于语言起源没有考古学上的直接证据，对于语言起源的研究在科学界曾经沉寂过很多年。20世纪以来，在现代进化论的启示下，随着考古学、解剖学、动物学、人类学、神经生物学、遗传学、心理学、语言学等学科的兴趣，人们也掌握了新的视角、方法和证据，语言起源研究又变得热闹起来。

例如，早先的一些研究者认为语言起源于4万年前，彼时已经出现了绘画和符号文化，由于画作和符号的创作需要应用抽象思维能力，因此科学家认为这时的人类已经拥有了抽象思维能力，进而发展出了语言。然而，该观点不具有说服力。科学家普遍认为，人类先进化出语言，然后再扩散开来。但4万年前人类已迁徙并分散到各个部落。这说明，语言的起源时间早于4万年前。

想要确定人类获得语言能力的时间，必须有关键的解剖学证据提供佐证。



视觉中国供图

后来的研究成果表明，尼安德特人和现代人的大脑发出神经信号并通过脊髓到达肋间的肌肉，这一生理机制提供了精准发声所必需的呼吸控制基础。此外，尼安德特人和现代人内耳的改变使其更适应与人类说话范围相匹配的声音频率。

李东风指出，生理条件是人类发音系统能发出清晰语音的前提，但是仅有生理基础还不够，人类的思维能力必须达到一定水平，才有产生语言的能力和必要性。

一些考古学家通过测量古人类化石的脑容量判断其思维发展的水平，从而推断语言起源的时间。从脑容量可推测，晚期智人可能已具有产生语言所需要的思维水平。

“语言基因”至关重要

在遗传学领域，被称为“语言基因”的FoxP2基因控制人脑语言区的布局和可塑性，并控制说话时面部和嘴的活动。

20世纪90年代，牛津大学科学家对一个患有罕见遗传病的家族中的三代人进行了研究。该家族的24名成员中，约半数的人无法自主控制嘴唇和舌头的运动，发音和说话极其困难。科学家认为，这种遗传性的语言缺陷是因为某个基因出了问题，这个基因就是FoxP2基因。

李东风介绍，FoxP2基因并非人类所特有，在其他哺乳动物包括黑猩猩、小鼠和蝙蝠中也存在。但自600万年前人类支系与黑猩猩分离后，人类的FoxP2基因发生了黑猩猩所没有发生的两处关键突变。

在自然界，鸟类的鸣唱或许是唯一可与人类语言相媲美的。人类和鸟类均具有FoxP2基因。科学家在各发育阶段检查鸟脑中FoxP2基因的表达水平，发现其在鸟各脑区的分布表达与人类胚胎一致。而鸣禽斑胸草雀与人类FoxP2基因的DNA结合区氨基酸序列完全一致。这说明FoxP2基因很可能在鸟鸣和人类语言中发挥了类似的重要作用。

三种“前语言”或催生语言

李东风强调，语言的形成并不是一蹴而就的。在人类的生理和思维能力满足语言产生的条件之后，语言还需要长期演化才能形成。学者们猜想，语言正式形成之前的“前语言”有歌唱、手势和摹声三种形式。

达尔文认为，人类的祖先通过唱歌吸引异性，其歌声就像鸟儿的鸣叫没有什么含义，只是用于与对手竞争。随着时间的推移和人类智力的进化，这种性选择的工具被赋予更多的意义，语言由此产生。

但是如果语言真的基于性选择产生，那么男性和女性的语言能力应有较大的差异，而事实并非如此。实际上，歌唱进化为语言的动机不仅是吸引异性，也包括同性合作、安慰孩子等。

也有人提出语言是从手势发展而来的。这个理论有一定的道理。打手势也许是比说话更早的交流方式。这说明人类大脑在语言出现之前就具备处理有意义信号的能力了。

摹声或许是语言的另一个源头。模仿声音几乎是人人具备的能力，即使孩童也能模仿动物的叫声。但对此观点，人们有一些争议。首先，模仿声音需要一定的生理结构作为支撑，而早期的人类缺乏控制呼吸和发声的神经结构与功能。其次，作为“前语言”，摹声的局限性极大，环境中存在很多无法发声的和抽象的事物（例如方向），仅靠摹声是无法表达的。

“三种‘前语言’都有不足，因此有科学家推测，三者统一在一起或许才能解释语言的起源。”李东风说。关于人类语言起源的争论已有数千年历史。歌唱、手势和摹声三者共同促进语言起源的理论得到不少科学家的认同，但要彻底解开人类语言之谜，还有待进一步研究，科学家正在为之继续努力。

“总之，人类语言的产生与进化是伴随人类自身起源与发展逐步推进的过程，遗传基础、解剖与生理条件及社会交往活动，共同促成了该过程的发生。”李东风说。

观天

新年首月 “天象大戏”轮番上演

新华社讯（记者周润健）2024年首月的星空舞台有哪些好戏上演？天文预报显示，水星西大距、土星合月、水星火星极近等“天象大戏”将轮番上演。

1月12日，水星迎来西大距。“2024年水星一共有7次大距，12日这次是第一次。水星亮度0.3等，地平高度约15度，观测条件不错。在大距前后一段时间的黎明时分，感兴趣的公众朝东方低空，可凭借肉眼或借助双筒望远镜对水星进行观测。”中国天文学会会员、天津市天文学会理事杨婧说。

1月14日，有“指环王”之称的土星会与一弯娥眉月相合，上演“亲密一刻”。当日日落，感兴趣的公众可面朝西南方低空找寻二者的身影。

1月20日，昴星团合月。入夜后，一轮上弦月将会运行至金牛座天区，与金牛座中著名的昴星团（又称七姐妹星团）相合。届时如果天气晴好，我国感兴趣的公众有望目睹“月姑娘”与“七姐妹”近距离“欢聚夜空”的趣味一幕。

1月28日，一次水星火星极近的天文现象将在黎明时分的东南方低空上演。“这幕‘星星相吸’对天气情况要求很高，持续的时间也比较短，观测起来有一定难度，喜欢挑战的公众不妨尝试一下。”杨婧说。



2024年首场流星雨象限仪座流星雨迎来极大期，不时有明亮的火流星出现在新疆巴州库尔勒市夜空。视觉中国供图

宇宙两大极端现象或有关联 高能宇宙线粒子可能在伽马暴中产生

◎本报记者 赵卫华

近日，The Innovation 期刊评选了2023年全球十大科技进展，“解密宇宙中最剧烈的天体现象”相关成果榜上有名。相关成果包括科学家对宇宙中两大极端现象的记录与研究。

中国科学院院士、中国科学院高能物理研究所研究员曹臻及其团队对人类目前观测到的史上最亮伽马暴GRB 221009A的高能辐射能谱进行了研究，相关论文于2023年11月16日在线发表于《科学进展》。

此前，他们利用高海拔宇宙线观测站“拉索”（LHAASO）首次精确地记录了史上最亮伽马暴GRB 221009A万亿电子伏特余辉射线流量增强和衰减的整个过程。

伽马暴和高能宇宙射线的观测为我们提供了关于恒星和星系形成与演化的宝贵资料。

曹臻在接受科技日报记者采访时表示，由于“拉索”卓越的灵敏度，他们得到了最完整的伽马暴余辉记录。其中，最高能量的光子达到了惊人的13万亿电子伏特。这一精确的测量结果使他们对光束的粗细和宇宙的透明度等问题有了更深层次的理解。特别是宇宙透明度问题涉及底层物理的前沿问题，如量子时空、宇宙演化以及轻质量暗物质候选粒子等。

值得一提的是，科学家发现曹臻团队观测到的极端现象与另一个极端现象有关。

此前，美国的望远镜阵列实验记录到了史上第二高能量的宇宙线粒子，其能量高达240百亿亿电子伏特，科学家对此进行了研究，但还未能完全解答产生如此高能量的粒子的机制。即使在人类能够建造的最大粒子加速器——欧洲核子研究中心的大型强子对撞机上，产生出来的最高能量的粒子的能量也仅仅是这颗粒子能量的2000万分之一。

目前，科学家们正在建立这两个极端现象之间的联系模型。有人认为，这样高能量的宇宙线粒子很有可能是伽马暴事件中产生的。这一观点引发了广泛的讨论和进一步的研究。

曹臻团队的最新研究成果揭示了宇宙中最极端的两个现象之间的可能联系。这一发现不仅拓宽了我们对宇宙的认识，还为解决底层物理前沿问题提供了新的线索。随着进一步的研究和观测，我们有望更加深入地了解宇宙的奥秘。



在四川甘孜稻城海子山海拔4410米处，高海拔宇宙线观测站“拉索”的数千个不同类型的探测器有序排列。池永/视觉中国供图

新型隔膜提升锂离子电池安全性

科技日报讯（记者顾满斌）记者1月9日从中国科学院近代物理研究所获悉，该所材料中心科研人员与先进能源科学与技术广东省实验室合作，利用离子辐照技术和化学蚀刻工艺，成功研发了一种用于锂离子电池的耐高温聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）隔膜。相关论文发表在《ACS应用材料与界面》上。

中国科学院近代物理研究所材料中心研究员姚会军介绍，隔膜作为锂离子

电池的关键部件之一，发挥着隔离正负极以防止电池短路、为锂离子自由穿梭提供通道的重要作用，其性能对电池的安全性具有重要影响。目前，人们主要通过聚烯烃隔膜涂覆耐高温材料等方式，提高聚烯烃隔膜的耐高温性能，进而提升电池的安全性。

“但是此方法并不能从根本上改变聚烯烃隔膜热稳定性差的情况。”参与研究的东江实验室重离子微孔膜关键技术团队

负责人段敬来说，因此开发具有耐高温性能的新型锂离子电池隔膜和工艺，成为提高锂离子电池安全性的重要途径和手段。

科研人员借助兰州重离子研究装置（HIRFL），将重离子辐照技术与化学蚀刻工艺相结合，以PET隔膜为基材，成功开发一种PET基耐高温锂离子电池隔膜。该锂离子电池隔膜相较于商业聚烯烃隔膜，不仅具有更加均匀的孔径分布和更优异的电解液润湿性，而且所制备的PET隔

膜表现出良好的耐高温性能。电池测试结果表明，该PET隔膜具有更高的锂离子迁移数（0.59）以及优异的常温和高温循环性能。

中国科学院近代物理研究所材料中心主任、研究员刘杰介绍，此项成果将重离子辐照技术应用与新能源领域，为新型耐高温电池隔膜开发提供了新思路，对促进新能源技术创新和产业升级等方面具有重要意义。

从陆上到海底 捕捉“幽灵信使”

◎实习记者 周思同

近日，总投资2亿元、规划占地超2万平方米的中微子科普基地（科普馆）项目奠基仪式在广东省开平市金鸡镇举行。建成后，该馆将成为全国唯一一个以中微子为主题、具有国际水平的特色科普馆。

此前，科学家启动了“海铃计划”，将探索建设中国首个深海中微子望远镜，通过捕捉高能（亚TeV到PeV量级）天体中微子来探索极端宇宙。“海铃计划”将为我国科学家探测高能中微子，并利用其开展天文学、粒子物理学等学科的研究提供重要助力。

那么，中微子到底是什么？它为何能用来探索宇宙？为深入了解这些问题，科技日报记者采访了国家天文台副研究员金洪波。

中微子有着“幽灵信使”之称，是科学家观测宇宙的重要媒介。

金洪波告诉记者，要弄明白中微子探索宇宙的原理，首先要清楚中微子本身的

性质。

人们最早注意到中微子的存在，是在观察原子核的β衰变时，发现释放出的电子动能总会小于理论最大值。这也就意味着，原子核在发生β衰变时，总会有一定程度上的能量丢失。物理学家泡利在1931年做出预测，认为除了电子以外，在这个衰变过程中还释放了另一种粒子——中微子。

中微子是一种亚原子微粒，由基本粒子的弱相互作用过程产生，比如中子、缪子（ μ 子）和陶子（ τ 子）的衰变。中微子本身质量非常轻，不带电荷，且以接近光速的速度运动。因而其本身具备极强的穿透力，几乎可以穿透所有物质，包括人体、水、岩石、金属等。通过研究宇宙极端天体环境中产生的中微子，科学家便可以进一步分析产生中微子的天体源，包括黑洞喷流、超新星爆发在内的一系列天体物理过程。

但是，开展这种研究并不简单。由于中微子本身不带电，不能直接用电磁效应来捕捉它；同时，中微子与其他粒子的碰

撞截面较小，难以被探测到。因此，在很长一段时间内，中微子的存在都仅停留于概念中。1956年，美国物理学家莱尼斯和柯万通过对大型裂变反应堆进行探测，第一次探测到了中微子。

经过几十年的不断探索改进，时至今日，科学家已经可以通过探测中微子与其他物质发生反应后伴随产生的次级粒子和信号，来完成对中微子的探测。例如在南极的“冰立方”项目，就是监测中微子与原子相撞产生的 μ 介子所生成的切伦科夫光。通过捕捉切伦科夫光的信号，可以判断中微子和其他介质发生反应的时间。

在对中微子的参数进行测量时，一般存在两种选择：一种为利用人工制造的中微子源，如反应堆、加速器和放射性同位素等，实现对中微子参数的测量。如多国粒子物理项目“大亚湾核反应堆中微子实验”，利用位于广东省的核电站产生的中微子，探索中微子振荡时的一系列参数。另一种则是利用自然界的中微子源，如太阳、宇宙线和大气层等释放的中微子。高

能量的宇宙线进入大气层后，会与空气中的原子核发生强作用和电磁作用，产生大量次级粒子，中微子便是其中之一。利用一定的介质，研究者便可以捕捉这些“从天而降”的中微子，进而展开研究。“海铃计划”便是在深海介质中使用新型探测模块来进行中微子探测。

“海铃计划”拟定建设1200根探测串列，将其垂直锚定于海床上，每根串列搭载约20个具有高灵敏度的光学探测球舱，舱内表面覆盖了多个有单光子探测能力的光电倍增管。同时，“海铃计划”利用光电倍增管之间的空隙安装超快时间响应的硅光电倍增管，进一步优化中微子探测性能，实现无死角的光信号收集。

“对中微子的探测，就像是用一只大碗去接天上落下的雨，我们的‘碗’，也就是望远镜的建设体积越大，能接到的‘雨’就越多，也就越具有统计学意义。”金洪波以一个生动的比喻解释了“海铃计划”的优势。

在未来，利用中微子与其他物质的作用，许多天文学难题或许都会被破解。