

# 本是“同根生”，为啥我们成了人？

## 跨物种脑连接图谱揭示人与非人灵长类进化差异

■本报记者 张思玮

“我从哪里来？”为了回答这一悬而未决的问题，国内外科学家做了种种尝试，但因缺乏可靠的技术手段均未阐明。

根据达尔文的进化论，人类起源于自然选择驱动的生物进化。与现存的非人灵长类动物例如猴和猿相比，人类在很多高级认知功能方面具有显著优势，尤其是语言和复杂工具使用能力，这可能构成了“人之所以为人”的基础。

近日，中科院自动化研究所脑网络组研究中心研究员蒋田仔和樊令仲团队，联合电子科技大学生命科学与技术学院程禄祺、王骄健等人，利用脑网络图谱理论，绘制了灵长类大脑顶下小叶跨物种脑连接图谱，揭示了人与非人灵长类顶下小叶不对称性的进化差异，为人类语言和工具使用的起源和演进提供了新线索，为阐明人类为什么成为人类提供了新证据。相关研究近期发表在*eLife*上。

“这绝对是一项卓越的研究成果！”文章刊发后，加拿大麦吉尔大学教授 Danilo Bzdok 给蒋田仔发来一封贺信。

### 传统手段不能有效阐明差异

针对人类语言和复杂工具使用的进化研究，传统手段主要通过化石分析和对猴、猿或黑猩猩等人类近亲的行为进行观察。

“然而，化石和行为学研究只能显示人和非人灵长类动物之间的差异，无法明确进化和脑功能之间的因果关系，仍需要观察长期进化过程对脑功能的可塑性。”蒋田仔告诉《中国科学报》。

此外，比较神经解剖学通过分析不同灵

长类大脑解剖对应脑区细胞形态差异(细胞构筑方法)，试图确立不同物种间脑功能区的进化模式。

“此类方法不仅耗时耗力，而且不能广泛用于群组研究，极大限制了跨物种比较研究及其结论的得出。”樊令仲表示。

随着磁共振成像技术的出现，研究人员通过脑成像方法比较了人类和人类近缘物种的语言相关脑区结构，以研究语言功能的起源。

颇具戏剧化的是，结构磁共振成像研究推翻了语言区域大脑偏侧化是人类语言起源的假设。研究人员发现，东非狒狒和黑猩猩也表现出显著的不对称，这说明仅仅是脑形态结构的不对称，不足以阐明人类大脑的功能尤其是语言的特异性和进化起源。

“因此，从决定脑功能的连接模式差异研究语言等特异功能起源，成为可能解开此问题的新途径。”蒋田仔说。

实际上，早在2008年，美国埃默里大学 Yerkes 国家灵长类研究中心研究人员 James Rilling 用弥散张量成像技术(DTI)发现大脑中一条神经纤维束背侧的弓形束，在猴脑中几乎不存在，在黑猩猩脑中很小，而在人脑中非常大。

“目前，人和非人灵长类动物脑结构和纤维束研究存在的一个最大问题就是，如何确定不同物种间脑功能区以及连接纤维束的同源性？”该论文第一作者程禄祺认为，此前关于跨物种脑结构与功能上的进化研究结果的可靠性仍需进一步验证。

### 脑网络组图谱得出不同

采访中，记者了解到，该团队先前研究突

破了传统脑图谱绘制的瓶颈，提出了“利用脑连接信息绘制脑图谱”的新思想，成功绘制出全新的人类脑图谱，即脑网络组图谱。

“研究语言和复杂工具使用的起源，首先要确定的是人和非人灵长类在相关脑区的功能同源性。”王骄健说，他们首先将脑网络组图谱推广到绘制非人灵长类动物脑图谱，以确定跨物种比较的基本单元。

随后，在此基础上，研究人员通过更精细的脑图谱确定不同物种的功能同源，从而为进行精确的结构与连接模式比较分析奠定了基础。

具体而言，研究人员首先利用磁共振成像技术获得了人类、黑猩猩以及猕猴的数据，并以语言和工具使用最相关的顶下小叶为研究对象，通过结构磁共振成像分析了3种灵长类顶下小叶结构的不对称性。

研究结果在黑猩猩和人类中发现了相似的结构不对称性，但在猕猴中未发现类似模式。

“这说明顶下小叶结构的分离出现在3个物种的共同祖先之后，但在黑猩猩和人类共同祖先之前。”蒋田仔说。

此外，研究人员进一步利用弥散张量成像，绘制了人类、黑猩猩和猕猴顶下小叶的亚区尺度脑连接图谱，发现在3个灵长类物种间，脑解剖连接模式的不对称性呈现梯度式进化模式。

“与人类亲缘关系较远的猕猴中没有脑连接的不对称，而在与人类亲缘关系较近的黑猩猩中开始出现脑连接的不对称，这种不对称性在人类大脑中更加广泛。”程禄祺表示，上述发现表明脑结构与其解剖连接模式的不对称性是驱动语言以及复杂工具使用进化的内在生物学基础。

### 期待寻找更多新证据

多位业内专家表示，此项研究表明绘制跨物种脑网络组图谱将成为非人类动物模型和人类大脑研究之间的桥梁。

“这不但是破译人类大脑特有高级认知功能的一个重要突破口，同时也对建立重大脑疾病的非人灵长类动物模型、深入研究人类脑疾病的致病机制和通用人工智能具有重要的科学意义。”蒋田仔说。

但任何研究都不可能一帆风顺。樊令仲告诉《中国科学报》，他们在研究中遇到的一个主要问题就是如何确定不同物种的同源脑区以及跨物种比较研究的理论方法。

为了解决这一问题，该联合团队前期进行了深入的文献调研，并从不同的角度进行了大量的预实验，最终确定了通过绘制跨物种脑网络组图谱的方法解决该问题的研究方案。

“在初步结果和论文完成后，我们分别与乔治·华盛顿大学教授 Chet Sherwood、北京师范大学教授龚高浪以及电子科技大学团队成员进行了多次远程会议，讨论结果及论文的写作。”樊令仲说。

审稿人认为，这项研究为人类大脑的进化历史提供了一个更清晰的观点。

“下一步，我们将首先绘制猕猴、黑猩猩等非人灵长类动物的多尺度脑网络组图谱，即猕猴脑网络组图谱。还将进一步构建进化相关脑功能区的跨物种脑图谱，解析不同物种间脑结构与功能的进化关系，确立人类大脑特异功能进化的起源，为回答我们为何成为人提供新的证据。”蒋田仔说。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.7554/eLife.67600>

### 发现·进展

兰州大学

## 发现史前温度变化影响文明演进

本报讯(记者才妃 通讯员许文艳)兰州大学资源环境学院教授黄小忠课题组发现，过去5500年来的温度巨大变化对内陆地区文明演进产生重要影响。该研究根据对盘星藻现代种属分布及气候意义的调查，解译了博斯腾湖沉积岩芯中的盘星藻种属指示的温度变化。该研究对盘星藻作为古生态指标的未来应用具有重要意义，所发现的中晚全新世气候变化及其与文明演进的关系对环境考古和古气候研究提供了重要的证据。近日，相关研究成果发表于《第四纪科学评论》。

盘星藻在淡水湖泊中分布广，易于分辨，对生境要求单一性、较大的种间差异性和较短的生命周期使得它们能迅速响应水体环境变化，因而是潜在的古气候和环境变化代用指标，但相关研究相对较少。

研究人员查明盘星藻种属的分布情况，明确了单角盘星藻是一种嗜热种，二角盘星藻是次嗜热种，短棘盘星藻属于广温种。利用2004年和2019年博斯腾湖沉积岩芯盘星藻组合变化，结合同一钻孔自生碳酸盐团簇同位素 $\Delta 47$ 重建的绝对温度变化，课题组首次根据单角盘星藻重建了区域中晚全新世温度波动，发现在约4.7~4.3 ka(千年)气候异常温暖，单角盘星藻在4.2~4.1 ka和3.6~3.5 ka期间的减少或消失表明气候变冷，该重建结果得到同一钻孔自生碳酸盐团簇同位素 $\Delta 47$ 重建的温度变化以及青藏高原、黄土高原其他古气候记录的支持。

研究人员结合考古资料发现，温暖气候促进了史前人类在相对寒冷的阿尔泰山及周边地区活动；极端变冷事件可能触发了阿尔泰山地区史前人群向南迁徙，使得南北疆盆地绿洲出现早期文明。而且，我国黄土高原和青藏高原的一系列文化更替可能与中晚全新世的温度变化有关，如温暖气候为我国新石器文化鼎盛、宗日文化在青藏高原出现提供了气候条件，而寒冷气候事件则迫使人群众南向迁徙、技术更新，开启了我国青铜时代。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2021.107054>

广东省科学院微生物研究所

## 揭示酿酒酵母类胡萝卜素新工程改造靶点

本报讯(记者朱汉斌 通讯员李诚斌)近日，记者从广东省科学院微生物研究所获悉，该所研究员朱红惠团队研究揭示酿酒酵母类胡萝卜素合成中的适应性进化策略和最新代谢工程改造靶点。相关研究发表于《生物资源与生物加工》。

类胡萝卜素是一大类自然界天然存在的有色物质，广泛分布于植物、藻类、真菌和细菌中。目前，大部分研究集中在对已有文献报道进行不断优化，提出新改造靶点并不多见。

研究人员基于已知酿酒酵母乙醇耐受性机理(与细胞膜有关)及类胡萝卜素储存于细胞膜的特性，推测在提高酿酒酵母乙醇耐受性过程中，细胞膜可能会产生变化，当细胞膜的改变与类胡萝卜素储存达到一个契合点时，就会促进类胡萝卜素的合成。因此，他们在酿酒酵母细胞内构建了一套乙醇胁迫诱导的实验室适应性进化方法，并成功应用于类胡萝卜素的生物合成，获得了一株含量提高5.1倍的突变株M3。

“借助基因组和转录组学，我们成功鉴定出PFK1失活突变是变异菌株类胡萝卜素合成能力提高的主要原因。”朱红惠对《中国科学报》表示，该研究为筛选有益突变并揭示变异的分子机制提供了一个典型案例。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1186/s40643-021-00402-5>

中科院亚热带生态所等

## 首次构建反刍动物氢代谢微生物基因组数据库

本报讯(见习记者李昕茹)长期以来，科学家重点关注反刍动物瘤胃微生物的菌群组成和功能，而全消化道微生物对饲料利用效率、甲烷生成和宿主健康的功能解析尚未完成。近日，中科院亚热带农业生态研究所(以下简称亚热带生态所)、南京农业大学等单位联合开展了反刍动物全消化道微生物组的结构和功能研究。相关研究成果发表于《微生物组》。

研究人员选取了奶牛、水牛、牦牛、山羊、绵羊、豹子和獐子7种代表性反刍动物，采集了瘤胃、小肠等全消化道10个区段的食糜样品共370个，构建了反刍动物全消化道微生物基因组，组建了超过10000个非冗余的微生物基因组，且在种水平上鉴定出了8745个新基因组。专家认为，这些新基因组极大地拓展了反刍动物全消化道微生物基因组资源，在分类学上大幅提升了反刍动物消化道微生物的分辨率。

同时，研究团队对组装微生物基因组的氢酶分布进行了系统解析。结果发现，反刍动物消化道中约60%的微生物编码氢酶基因能够进行氢代谢。这些微生物分布在24个门类、72个目和304个属中。其中，约50%微生物基因组能够通过发酵途径产生氢气分子，有95个甲烷菌基因组能利用氢生成甲烷，其他消耗氢微生物有352个。

“该研究首次构建了反刍动物氢代谢微生物基因组数据库，证实了全消化道微生物具有广泛产氢的能力，这将为提高饲料利用效率和减少甲烷排放提供科技支撑。”亚热带生态所研究员王敏告诉《中国科学报》。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1186/s40168-021-01078-x>

### 简讯

### 第三届北京健康医疗大数据论坛举办

本报讯 近日，由北京大学主办的第三届北京健康医疗大数据论坛在北京召开。来自临床医学、公共卫生、计算机、数学与统计等相关领域的专家、学者和企业界人士，围绕“健康医疗大数据新途径：创新引领·驱动发展”这一主题，探讨了我国健康医疗大数据发展的新机遇、新路径。

与会专家就“健康医疗大数据赋能生物医药：机遇、挑战、方向”“构建多尺度、可解释的人工智能医疗平台”“新冠肺炎时期数据、健康相关社会学因素和决策”等话题进行了交流。中国医院协会健康医疗大数据应用管理专业委员会第一届委员会证书颁发仪式同时举行。(崔雪芹)

### 我国学者当选俄罗斯自然科学院外籍院士

本报讯 近日，记者从电子科技大学获悉，该校材料与能源学院教授刘孝波当选俄罗斯自然科学院外籍院士。

刘孝波一直从事先进功能高分子及其功能材料研究，先后研究出“可生物降解聚酰胺”“新型特种高分子——第一代、第二代聚芳醚腈”“高吸附通量磺化聚芳醚腈”“耐高温腈基聚合物及其系列复合材料”等多项研究成果并实现产业化，以聚芳醚腈及其衍生物、邻苯二甲腈聚合物为代表构建了新型的芳腈基聚合物，首次实现芳腈基聚合物在国内外工业化规模的中国制造。(张思玮)

### 第十三届“气象防灾减灾宣传志愿者中国行”启动

本报讯 7月16日，第十三届“气象防灾减灾宣传志愿者中国行”活动在四川成都市蒲江明月村启动。来自全国21所高校的800多名气象防灾减灾宣传志愿者将组成80个团队奔赴全国各地，通过知识讲座、图片展、发放防灾减灾宣传资料、开展调研等多种形式，让气象防灾减灾知识贴近百姓需求，走进百姓生活。

据悉，自2007年启动以来，“气象防灾减灾宣传志愿者中国行”活动累计组织了2万余名志愿者、1900多支分队，奔赴全国各地开展气象防灾减灾科普宣传工作。(辛雨)

海南大学三亚南繁研究院成立

本报讯 7月17日，海南大学三亚南繁研究院在三亚成立。

该研究院将聚焦“南繁”和“热带”，围绕南繁硅谷、热带高效农业等全产业链创新链中存在的重大科学问题与工程技术难题，以天然橡胶、槟榔、椰子、热带果蔬等主要热带作物和热带特色优势农产品为核心，重点开展种质资源栽培与耕作、病虫害防控、农业机械化、农产品和农林经济管理等领域的人才培养、科学研究与社会服务工作。(温才妃 余梦月)



### 视点

## 基础研究类机构稳定经费只占30%

### 专家建议实行差异化支持机制

■本报记者 陆琦

如何强化国家战略科技力量？“人才是强化国家战略科技力量最关键的要素。”7月17日，中科院科技战略咨询研究院副院长张凤在“全球变局下的科技人才培养、流动与保障”研讨会上如是说。

“强化国家战略科技力量、实现科技自立自强，必须在创新活动中培育人才，在创新实践中发现人才，在创新事业中凝聚人才。”张凤说。

目前，我国无论基础研究还是应用研究均采取基本支出定额法、研发项目竞争法的支持方式，导致基础研究稳定支持不足。以中科院为例，由于其所属的研究所性质不同，获得稳定经费和竞争项目经费的比例不尽相同，但总体来看稳定性经费部分比例都偏低。其中，基础研究类研究所能获得的稳定经费只占30%，导致科研人员无法专注于需要长期潜心研究的重大问题，不利于基础研究的重大突破。

对此，张凤建议，相关部门大幅增加稳定支持力度，对水平高、能力强的国家科研机构，以及基础类、智库类科研人员给予稳定的支持。同时，对不同

类型科研机构实行分类和差异化的支持机制，对基础类研究机构采用“任务+机构”模式，对应用类研究机构采用“机构+竞争”模式。

此外，当前我国对青年科技人才的支持仍远远不够。国家自然科学基金资助项目的负责人年龄统计显示，目前面上项目平均年龄42.8岁、重点项目50.6岁、“杰青”项目40岁。

“对创新潜力巨大、发展后劲十足的优秀青年人才的支持明显滞后。”张凤建议，建立向青年科技人才倾斜的科技资源支持配置机制，保证一定比例科研经费用于支持青年人才开展创新性工作，并给予项目、基地、团队一体化支持，重点研发计划也应在更大范围内设立青年科学家项目。

在人才激励方面，近年来，国家发布了一系列提升科研人员收入的政策，分配导向上更尊重增量知识价值，尽管如此，我国科研人员收入与项目挂钩过紧，薪酬中稳定支持部分只占1/3。

为此，张凤建议，推动高校、科研机构薪酬制度改革，建立符合科研单位行业特点和科研规律的工资制度，探索多

种形式的科研事业单位岗位绩效工资制度改革，扩大科研机构薪酬改革自主权下放新模式的覆盖范围。

人才评价机制是引导人才往特定方向发力的“指挥棒”。在张凤看来，杰出人才的评价需要不拘一格的选拔方式，“如果在现有的评价体系内，华罗庚、陈景润都很难脱颖而出”。

张凤希望，“破四唯”和“立新标”并举，完善科技人才评价体系。以强化国家使命、坚持需求导向开展分类评估，对于自由探索竞争性基金项目评估以解决定向问题和原创性贡献为导向，对于应用和开发性项目评估以解决实际问题、产生经济影响和增加人民福祉为导向。

她还建议，构建专业性、自律性和自主性的科学共同体，发挥学术委员会和专家顾问委员会的关键性作用，减少行政权力的过度介入和对微观评估的干预。

“只有把人才的积极性创造性激发出来、调动起来，才能迸发出无穷的创新力量，才能在竞争中占据主动、获得优势，赢得未来发展的先机。”张凤说。