

长达 11.7 万年人类成年个体数仅 1000 多 新理论发现人类祖先差点儿“团灭”

■本报记者 张双虎

中国科学院上海营养与健康研究所研究员李海鹏研究组与华东师范大学脑功能基因组学研究所副研究员潘逸萱研究组“十年磨一剑”，创建了快速极小时间溯祖(FitCoal)新理论，并发现人类在早、中更新世过渡期由于气候环境剧变经历了严重的“群体瓶颈”。在长达十几万年的漫长岁月中，人类祖先群体只有 1000 多人，几近灭绝。相关研究 9 月 1 日在线发表于《科学》。

这项被誉为“新理论带来新发现的典范式研究”，不仅展示了计算生物学对相关领域的促进和推动，也为进一步研究和确定所有人类出生地提供了关键线索。

走出史前人口“普查”困局

“人类起源问题极其重要且引人入胜，而人群数量的变化历史为研究人类起源提供了关键信息。”西湖大学生命科学学院教授杨剑介绍说，“最近 100 万年是现代人类进化的关键期。”史前人口数量的变化综合反映了该时期气候环境的变迁。因此，通过群体遗传学研究方法进行回溯，能深入了解现代人类的形成。已有化石记录表明，近 100 万年是人类进化的关键时期，但人类群体历史的研究多局限于最近 30 万年至 10 万年内。

“虽然近年来古 DNA 测序技术发展迅速，但由于地球气候不利于 DNA 保存，因此无法从 30 万年前非洲人类祖先化石中提取古 DNA。”李海鹏告诉《中国科学报》。

因此，李海鹏和合作者一直尝试通过群体遗传学新理论，分析现代人群基因组并研究百万年前的群体历史。

“史前虽然没有文字记载群体数量，但有效群体大小会影响每个世代的溯祖率，即两个谱系在上一世代来自同一祖先的概率。”李海鹏解释说，“因此，可以通过人类祖先在群体基因组中留下的印记来推断当时的群体大小。”

虽然找到了研究方法，但新问题随之而来。研究人员发现，群体历史越久远，留存至今的印

记信号越微弱。

为了准确解读这些信号，进而准确估算百万年前人类群体历史，研究人员创建了群体遗传学和计算生物学新理论——FitCoal。

“遵照该理论进行数学推导，可获得任意群体模型下各突变类型，即突变频谱对应溯祖树枝长期期望值的解，并获得精确的似然值，也就是在群体历史条件下观察到样本突变频谱的概率。”李海鹏说。因此，无须事先获得群体历史的先验知识，用 FitCoal 即可自动快速搜寻出极大似然值，从而推断群体历史，对古人类群体进行“人口普查”。

新理论催生新发现

在 FitCoal 理论基础上，由中国科学家主导，意大利罗马大学、佛罗伦萨大学以及美国得克萨斯大学的研究人员通力合作，通过设定群体历史模型并分析模拟产生的 DNA 多态数据，衡量估计群体历史的无偏性和 95%置信区间。

这是评判某种分析方法准确程度的模型。通过模拟两个群体历史模型的结果可以看出，FitCoal 估计的群体历史不但“无偏差”，而且置信区间优于目前领域内常用的 3 种方法。

通过大量计算机模拟，研究人员进一步分析了不同条件下的群体历史，包括群体交融和自然选择，发现所有结果均表明 FitCoal 可精准估算百万年内的人类群体历史。

基于 FitCoal，研究人员进一步分析了来自千人基因组计划和 HGDP-CEPH 基因组计划产生的 50 个现代人类群体基因组数据，首次发现在距今 93 万年前，人类祖先由于早、中更新世过渡期的气候剧烈变化，在短期内丧失了约 98.7%的群体成员，导致人类几乎灭绝。

在此后长达 11.7 万年的时间里，人类平均成年个体数仅为 1280，且从千人基因组和 HGDP-CEPH 两组独立数据获得的群体数估值几乎完全一致，分别为 1270 人和 1300 人。考虑到群体数量的自然波动，这一均值代表了远古人类群体瓶颈期最小群体数量的上限。

“该理论在百万年时间尺度上，实现了高精度时间回溯，同时能准确地估计近期和远古的群体历史。发现人类祖先经历过严重的群体瓶颈是一个里程碑，对人类进化具有重要影响，可能决定了人类许多关键表型的形成。”杨剑说。

最好的“理论框架”

“这是个买椟‘藏’珠的故事。”中山大学生命科学学院教授吴仲义评价说，“这也是近年来《细胞》《自然》《科学》上刊发的凤毛麟角的理论文章。”

吴仲义认为论文只是刊登了研究结论，实际上该研究的理论架构意义更加深远。

研究人员用南部非洲两个群体的基因组作进一步验证，虽然样本个体仅为 6 人和 8 人，但 FitCoal 依然检测到了远古群体瓶颈。对非洲群体样本重抽样的结果表明，仅需 3 个个体的基因组，即可利用该理论检测到这一远古群体瓶颈，这进一步验证了理论的可靠性。

有趣的是，这一远古群体瓶颈恰好与非洲人类祖先化石的缺失环节、非洲直立人化石的消失、新的古人类物种(LCA)的形成、两条古人类 2 号染色体的融合阶段相对应。

“这说明早、中更新世过渡期严重的群体瓶颈对人类进化具有关键影响，可能决定了现代人类许多关键表型的形成。”李海鹏说，“远古时期群体数量减少降低了 65.85%的现代人群遗传多样性，对人类生命和健康产生了深远影响。”

群体遗传学和人类遗传学家、美国南佛罗里达大学教授刘晓明认为，FitCoal 方法是目前最准确的估计有效群体规模历史的方法。而且，该方法基于突变频谱数据，具有数据形式适应性强、计算速度快等优点，有非常广泛的应用前景。

“在科学发现方面，他们首次展示了人类在约 100 万年前所经历的一次严重群体瓶颈的基因组证据。这一推断与一系列人类学、古气候学证据吻合。”刘晓明说。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.abq7487>



夏威夷野火威胁当地水域和生态系统



本 报 讯 随着美国夏威夷群岛第二大岛毛伊岛搜寻因野火失踪人员行动的开始，科学家正准备调查该岛面临的水污染情况。有迹象表明，当地的水系统已经受到破坏，可能对毛伊岛多样化的沿海生态系统构成前所未有的威胁。

到目前为止，这场美国现代史上最致命的野火已导致 100 多人死亡、数百人下落不明。大火还摧毁了约 2200 座建筑物，形成了可能影响水质的有毒环境。该岛拉海纳小镇的公共供水系统中出现了致癌化学物质——苯。当地官员建议居民不要饮用自来水。科学家还担心受污染的径流会流入珊瑚礁群。

美国夏威夷大学水文学家 Chris Shuler 指

出，此次野火与以往不同。夏威夷大学的科学家与当地水务官员已经开始检测焚烧塑料、汽车、家用化学品等可能释放的各种污染物。

专门研究灾难应对的美国普渡大学工程师 Andrew Whelton 表示，初步检测结果过几天才能出来，但他们已有充分的理由认为拉海纳的供水系统受到了污染。他指出，当多栋建筑物被毁时，供水系统不仅会失去压力，还会产生真空区域，将燃烧区域的污染物吸入输水管道。当消防人员和居民打开消防栓和水龙头控制火势时，这些污染物会在水系统中循环。

研究人员正在检测苯、甲醛以及其他 86 种挥发性有机化合物、几十种其他污染物。目前检测结果显示，内陆的库拉社区几乎没有污染，有关拉海纳的检测结果目前还未得出，但毛伊水务部门在拉海纳发现了苯。

污染可能会蔓延到库拉。Whelton 认为，需要对数百甚至数千个样本进行检测，以全面评估整个岛屿面临的污染风险。

科学家和政府官员已经开始考虑污染对

珊瑚礁的长期影响。珊瑚礁是拉海纳经济和生活核心，他们需要努力防止石棉、铅、砷等污染物进入海洋。

其他研究人员则开始考虑如何监测野火对海洋的影响。夏威夷大学毛伊分校海洋学家 Andrea Kealoha 说，科学家将观测从藻华到酸化等的变化，以及海洋营养物质和化学物质质的长期变化。

目前，Kealoha 计划检测火灾发生一周多后在海岸收集的海水样本。在她采样前的几天，海洋被灰烬覆盖，表面漂浮着油性物质。而当地这次出海时，海水已经变得清澈，表明最初的污染物可能已漂流到远海。

收集数据、分析影响都需要时间，而拉海纳的民众已经开始追问大火对水域和生态系统会有怎样的长期影响。

据夏威夷紧急事务管理部门消息，这场野火始于 8 月 8 日，受飓风带来的强风和环境干旱影响迅速蔓延。毛伊岛和夏威夷州第一大岛比格艾兰岛有多处野火爆发。

(辛雨)

2023 年两院院士增选有效候选人名单公布

据新华社电 中国科学院、中国工程院 8 月 31 日公布 2023 年院士增选有效候选人名单，中国科学院院士增选有效候选人 583 人，中国工程院院士增选有效候选人 655 人。后续将进行外部同行专家评选、院士选举，并最终产生新当选院士。

院士是我国科学技术方面和工程科技领域的最高荣誉称号，院士制度是党和国家为树立尊重知识、尊重人才导向，凝聚优秀人才服务国家设立的一项重要制度。

2023 年两院院士增选工作于 5 月 31 日正

式启动，中国科学院院士增选名额共 79 名，中国工程院院士增选总名额不超过 90 名，增选名额进一步向国家急需的关键领域和基础学科、新兴学科、交叉学科倾斜；向国防和国家安全作出突出贡献的科研人员倾斜；向承担国家重大科研任务、重大科技基础设施建设和重大工程并作出突出贡献的科研人员倾斜。

为维护院士称号的学术性、荣誉性、纯洁性，中国科学院、中国工程院进一步强化对候选人多方位审核，并进一步健全监督体系，切实把好院士队伍“入门关口”。

(张泉)

首个干细胞型生物人工肝获批临床试验

本 报 讯 (记者朱汉斌 通讯员伍晓丹)8 月 28 日，南方医科大学珠江医院转化医学中心执行主任高毅团队领衔的组合型生物人工肝转化研究取得新突破，其自主研发的国际首个干细胞型生物人工肝器械组合产品获得国家药品监督管理局临床试验批文。

“本次获批药物临床试验的干细胞型生物人工肝使患者生存率从 17%提升到 87.5%，有望为肝衰竭患者提供新的救命治疗体系。”8 月 31 日，高毅接受《中国科学报》采访时表示。

肝脏是人体内脏中最大的器官，因其具有合成、解毒、代谢、分泌、生物转化以及免疫防御等功能，又被称为“加工厂”。肝衰竭是肝脏疾病中最为严重的症状，我国每年新发病例达 80 万例至 100 万例，现有常规药物治疗与机械人工肝治疗效果较差，死亡率高达 70%~80%。

高毅团队长期致力于相关研究。团队在前期实验中发现，不论是肝切除小鼠模型还是药物性猪肝衰竭模型，炎症机制存在于所有具有急性期

特征的肝衰竭过程中。而间充质干细胞可以通过抑制过度炎症导致的肝损伤，并通过旁分泌作用、分泌外泌体等方式发挥免疫调节、刺激组织再生作用。

在国家重点研发计划的支持下，高毅组建了医工复合型研发团队，首次提出干细胞型生物人工肝并构建了“血液净化用间充质干细胞”。它由一罐生长着人间充质干细胞的中空纤维膜式生物反应器构成，基于产品旁分泌机制，通过人工肝血液净化模式开展治疗。

大动物肝衰竭救治的实验研究结果证实，血液净化用间充质干细胞产品在肝衰竭的治疗方案中效果非常好，治疗生存率提升至 87.5%，能够有效抑制全身炎症反应，改善内稳态，是一种非常有潜力的救命产品，有望推动临床应用。

高毅表示，本次药物临床试验预计开展两年左右，如果顺利通过，有望助力众多肝衰竭患者重获新生。

新型频分复用树形光纤多用户接入架构问世

本 报 讯 (记者朱汉斌)8 月 28 日，《自然-电子》刊发了鹏城实验室研究员魏金龙与英国伦敦大学学院、香港中文大学(深圳)、英国南安普顿大学等研究人员合作完成的新型频分复用(FDM)树形光纤多用户接入架构成果。

当前，光接入网采用分光树形拓扑网络架构，运用时分复用(TDM)机制统筹多用户的带宽分配，产生了不可预测的通信时延，难以满足自动驾驶和工业控制等新兴应用场景对时延和同步的严苛要求。

针对此问题，研究人员创新性地提出了基于光频梳参考光源和锁频技术的新型 FDM 机制的树形光纤多用户接入架构，可同时满足用户专用带宽、确定性低时延、亚纳秒级时间同步和易

扩展的多重需求。

该研究展示了首个基于参考频率实现复用和时间同步的 240Gbps 以上速率相干 FDM 光接入系统，4Gbps 以上用户专用速率，确定性收发信号处理时延小于 10ns，用户获取的分布式参考时钟抖动小于 10ps。用户只需采用低成本 1GHz 带宽发送器，单个相干接收机就能同时接收所有用户数据，而目前 50G TDM 光接入需要 20GHz 带宽用户发送器及上行突发模式接收机。

据介绍，该创新成果将为时延敏感和对同步要求较高的通信应用所面临的关键技术挑战提供有效应对方案。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41928-023-01022-x>

一个“温暖的研究室”

■本报见习记者 严涛 ■张行勇

中国科学院国家授时中心高精度时间传递与精密测定轨研究室党支部已经连续两年获得中国科学院先进基层党组织的荣誉。支部书记李伟超在接受采访时一直强调，这份荣誉不仅属于现在的研究室党支部，作为前身的测量与定轨研究室党支部也功不可没。

“我们党支部去年 9 月才成立，之前与时间频率测量与控制研究室属于同一个党支部，2022 年‘四强标兵党支部’的荣誉也是我们共同获得的。虽然现在分成了两个党支部，但荣誉属于数年来一起并肩奋斗的每一位支部成员。”李伟超说。

党建引领科研，“谈心谈话”是个好办法

中国科学院国家授时中心高精度时间传递与精密测定轨研究室党支部一直把“抓好党建促科研”作为支部工作的主线，以高质量党建引领科研工作高质量发展，努力建设特色鲜明、作用突出的科研型党支部。“我们一直争取把党建工作融入科研攻关的全过程。”李伟超说。

党支部始终坚持党建和业务同谋划、同部署、同推进、同考核。党建工作紧密围绕研究室主要研究方向，研究工作展开，服务、支撑好科研工作，确保更多的科研成果产出。

李伟超坦言，前些年部门研究室安排的工作，也会有应付了事的情况。自从他担任研究室副主任、支部支委、支部书记以来，一直在努力建设一个“温暖的研究室”。人心的问题解决了，很多工作上的问题就不是问题了。

“‘谈心谈话’真的是个好办法。”李伟超说，当支部同志们遇到各种困难，作为党支部书记，他可以通过“谈心谈话”了解年轻人的困惑，帮他们解决生活上的困难，助力规划未来职业发展工作；通过“谈心谈话”了解中年党员同志职业困境、生活难处，并尽量提供帮助。“就算有的事情帮不上忙，但总可以说些暖心话。”比如，通过“谈心谈话”了解老同志身体情况、家庭困难，并尽量提供力所能及的帮助。通过长期的“谈心谈话”，研究室环境比前些年温暖许多，也进一步推动了科研工作的进展。

近些年，中国科学院国家授时中心高精度时间传递与精密测定轨研究室党支部紧密围绕国家各项重大需求，解决了高轨卫星转发式测定轨系统、iGMAS 全球跟踪网、数据中心、分析中心建设等国内首创自主技术问题，填补了多项国内空白，为我国导航领域、星网工程的多个重大项



党支部主题党日活动合影。受访者供图

目提供了有力的技术支撑。

发挥党员先锋模范作用，榜样就在身边

刘娅是中国科学院国家授时中心时间频率测量与控制研究室副主任，之前一直是测量与定轨研究室党支部的党员。她觉得在支部里发挥党员的先锋模范作用是一件不需要专门提及和动员的事情。“每个人似乎都有这样的念头，就是我要更积极、更主动地去做一些事情，尤其是在面对困难时。”刘娅感慨道。

一次，在三亚执行任务遭遇了台风天。为了避免研究室的户外天线遭台风破坏，党支部的同志们纷纷主动请缨去现场处理。谁知，一位年轻党员早已顶风冒雨到达现场，并攀爬到高处，对价值不菲的天线设备等进行保护处理，避免了更大的损失。刘娅说：“我们不鼓励大家的冒险行为，但这种愿意为科研工作奉献和牺牲的精神，时刻在支部每位党员身上闪现。”

王侃是高精度时间传递与精密测定轨研究室党支部一名年轻的预备党员。7 月初，她带领两名同事出差参与重庆的星网测试项目。由于工作场所偏僻、住宿环境简陋，每天处理海量数据常常加班到凌晨，王侃开始出现咳嗽的症状，病情日益严重。尽管同事劝她去检查，但王侃却不愿意离开岗位。项目工程师邹德财知道情况后，马上安排王侃的学生“强行”带她去医院拍片子，诊断结果显示是肺炎。

(下转第 2 版)

两优一先