中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

中国科学院主管　中国科学报社出版　国内统一连续出版物号 CN 11－0084　代号 1－82

扫二维码 看科学报　扫二维码 看科学网

主办：中国科学院　中国工程院　国家自然科学基金委员会　中国科学技术协会

总第 8641 期　2024 年 12 月 2 日　星期一　今日 4 版

新浪微博 http://weibo.com/kexuebao　科学网 www.sciencenet.cn

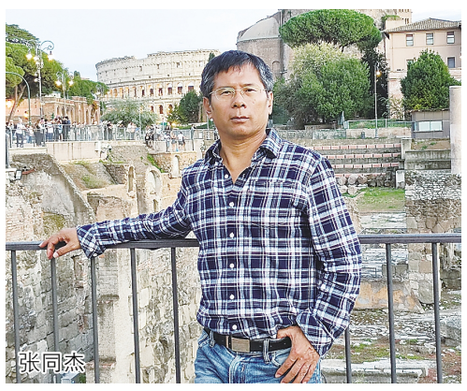
搜寻地外智慧生命的中国人

■本报记者 倪思洁

最近，参加完国际宇航大会的张同杰，从意大利米兰回到北京不久就收到了一封邮件，发件人是国际宇航联合会地外文明搜寻（SETI）委员会主席迈克尔·加勒特。信里，加勒特邀请张同杰担任新一届 SETI 委员会委员。

张同杰是北京师范大学物理与天文学院教授，研究方向是宇宙学和射电 SETI 研究。SETI 委员会是国际宇航联合会的下属分会，以美国、英国、意大利、法国等国的科学家为主要参与者，目标是搜寻地外智慧生命。

对于被邀请加入委员会，张同杰很高兴但并不觉得意外。“中国的研究工作，已经得到了国际 SETI 同行的重视。其实，2020 年我就曾被 SETI 同行、美国伯克利 SETI 研究中心首席技术专家丹·沃西默推荐加入过 SETI 委员会。”他说。



张同杰

受访者供图

从误解中争取认可

在地外智慧生命搜寻研究上，张同杰遇到过不少困难和误解。

尽管国际 SETI 研究已经开展了 60 多年，并且都是一些知名天体物理学家在开展研究，但张同杰只要对国内的一些专业人士提起自己在做 SETI 研究，很多听者的第一反应是瞪大眼睛，再意味深长地笑笑。因为对于很多人来说，那就像找不明飞行物（UFO）一样纯属幻想。

“国际上，尤其是美国，早已经过了这个尴尬阶段，而我国起步晚，对 SETI 的认知还处于初级阶段。”张同杰说。

过去很多年里，张同杰申请不到与 SETI 研究相关的经费支持，虽然他多次主持宇宙学相关的国家级科研项目，但是关于 SETI 研究的申请书仍然常在预申请阶段就无法通过审核。无奈之下，张同杰只能等他的宇宙学相关项目结题后，用结余的少量经费开展 SETI 研究。

张同杰还遭遇过同行的误解。2017 年，以研究宇宙学为主业的张同杰加入了撰写《中国平方公里阵列天文台（SKA）白皮书》的专家组。当时，他建议用 SKA 开展 SETI 研究，很快就有人公开反对，觉得这项研究“不切实际”。张同杰耐心地向对方解释之后，终于获得了理解和支持。

张同杰认为正是因为“地外文明搜寻”这样的说法具有科幻色彩，所以应该更严谨地将“SETI”翻译为“地外智慧生命搜寻”。在一些科普活动、媒体采访中，他不断告诉大家，SETI 不是“科幻”，而是“严肃的科学研究”，“一些天体物理学家、计算机专家和射电通信专家等都是在用科学的方法做观测、理论分析、数据处理”。

幸运的是，置身诸多误解之中的张同杰从一群志同道合的海内外朋友中获得了前进的动力。“这是一个很小众的领域，论文成果没那么多，谁有进展了，大家几乎都能第一时间知道，并相互祝贺。”张同杰说。

从祝贺声中，张同杰感到，这些年，中国的 SETI 研究成果慢慢受到国际关注。每年，美国宾夕法尼亚州立大学天文学与天体物理学教授杰森·赖特都会收集和总结全球科学家发表的 SETI 科学论文。张同杰团队的几乎所有 SETI 论文都会被收录进去。

张同杰认为，我国 SETI 研究逐渐受重视，大约始于 2011 年天文学家南仁东等人发表在《国际现代物理学杂志 D》上的一篇文章。文中，南仁东全面介绍了“中国天眼”的工程设计、科学目标等，并提到“‘500 米口径球面射电望远镜’可能会给我们带来一个很好的机会”。之后，“参与 SETI”成为“中国天眼”的五大科学目标之一。

2016 年 10 月，中国科学院国家天文台与俄罗斯企业家尤里·米尔纳创立的“突破计划”签署合作意向，“中国天眼”计划加入国际地外智慧生命寻找计划——“突破聆听”项目，与位于美国的绿岸望远镜及位于澳大利亚的帕克斯天文台合作，寻找地外智慧生命的线索。

2019 年 7 月，张同杰与中国科学院国家天文台“中国天眼”团队以及沃西默合作，利用“中国天眼”首次开展了 SETI 研究，并于 2020 年 4 月在《天体物理学杂志》发表了“中国天眼”的首篇 SETI 论文。

截至目前，他们已经在《天体物理学杂志》和《天文学杂志》上发表了 7 篇基于“中国天眼”的 SETI 研究文章，获得了国际同行的关注和认可。

从证伪中寻找希望

尽管得到了同行认可，张同杰有时还是很无奈。

2020 年，当基于“中国天眼”的首篇 SETI 论文发表时，消息上了“热搜”，人们惊呼“‘中国天眼’要开始找外星人了”；2022 年，他们用“中国天眼”发现了疑似地外智慧生命信号时，消息又上了“热搜”，人们惊呼“‘中国天眼’发现外星人了”。

他需要不停地跟大家解释：“不能这么绝对”“还有很长的路要走”……

很多人不知道，这个研究圈子里有一种与大多数科研领域不同的科研文化。

他们最常用的是“排除法”——排除射电干扰。当其他研究领域的科学家为证实某项结果欢呼时，他们的大部分成果是在证伪，很多论文都在“排除某信号是由地外智慧生命传输的可能”。即便他们发现了无法被排除的新信号，也会在信号前面加上“疑似”“候选”等字样。

在这个研究领域，99%的结果令人“失望”，但获得研究结果的过程对于国际同行来说很重要。地外生命搜寻乃至地外智慧生命搜寻研究领域都曾闹过“乌龙”。例如，2020 年，科学家将两台望远镜观测到的数据进行处理后，发现金星云层中存在含量相对较高的磷化氢，而磷化氢的存在很可能与生命活动有关，论文发表于《自然－天文学》。但没过多久，人们发现，研究团队在数据处理上可能存在问题。

“我们最重要的工作就是提升探测能力和数据处理能力，识别干扰信号并排除，包括来自地球的人类活动干扰和天体信号干扰等。”张同杰说。

（下转第 2 版）

长征十二号成功首飞 我国首个商业航天发射场首发告捷

11 月 30 日 22 时 25 分，我国新型运载火箭长征十二号在海南商业航天发射场点火起飞，随后，火箭顺利将卫星互联网技术试验卫星、技术试验卫星 03 星送入预定轨道，我国首个商业航天发射场首次发射任务告捷。

长征十二号运载火箭由中国航天科技集团八院抓总研制，火箭全长约 62 米，采用二级构型设计，是我国首型 4 米级运载火箭，也是目前我国运载能力最大的单芯级运载火箭，近地轨道运载能力不少于 12 吨、700 公里太阳同步轨道运载能力不少于 6 吨。这一火箭在设计中融入产品化思路，整流罩标配 4.2 米、5.2 米直径，可根据不同任务进行多尺寸适配。火箭采用“三平测发模式”，可进一步缩短火箭在技术区和发射区工作时间，提高发射准备工作效率。

海南商业航天发射场是我国首个商业航天发射场。本次发射在二号发射工位完成，是海南商业航天发射场首次发射任务。在这一发射场建设中，中国航天科技集团一院采用 EPC（设计、采购、施工）总承包模式承担发射区加注供气系统、发射工位部分建设等工作，并负责智慧发射场系统建设工作，让发射场测试发射流程更加智慧、高效。

图为发射现场。

图片来源：视觉中国

国内首次基因编辑猪肾移植在猕猴体内存活超半年

本报讯（记者李思辉 通讯员常宇）近日，《中国科学报》从华中科技大学同济医学院附属同济医院获悉，该院器官移植研究所教授陈刚团队在异种移植研究方面取得突破——基因编辑猪肾移植在猕猴体内存活超过半年。这在国内尚属首次。

为解决移植器官来源不足问题，医学界一直在探索将动物器官用作移植来源，但异种器官移植常出现难以完全避免免疫排斥反应及微血栓形成问题。基因编辑猪提供器官给人实施异种移植，是前沿生物技术的重点研究方向。我国同种器官移植临床应用技术已达国际先进水平，基因编辑猪的研发能力也接近国际先进水平，但在基因编辑猪到非人灵长类动物实验中，猪肾移植给猴子迟迟未能实现长期存活。这成为制约我国异种肾移植进入临床研究的一大瓶颈。

陈刚团队于今年 5 月 10 日，在经过动物实验伦理批准后，采用 pCMV 阴性的 4 基因编辑猪作为供体，将单个猪肾移植给猕猴，同时切除猕猴的自体双肾，通过改进免疫抑制方案，最终移植肾存活 184 天。在移植后 5 个月内，猕猴的移植猪肾功能完全正常，各项生理指标也基本正常，之后出现逐渐加重的蛋白尿，病理证实发生了新生异种抗体介导的慢性排斥反应。

陈刚介绍，对于异种移植动物实验而言，存活 180 天即代表着实现长期存活。在国际报道中，猴子移植基因编辑猪肾后长期存活的已接近 20 例。美国已率先开展将猪肾移植给尿毒症病人的临床尝试，而我国若要开展类似临床病例研究，仍需先在动物实验中解决长期存活的问题。此次基因编辑移植肾存活 184 天，标志着国内异种移植成功的第一步，为后续向临床研究推进奠定了实验基础。

提升 25 倍，科研团队首次实现像素“分割”成像

本报讯（记者高雅丽）中国科学院空天信息创新研究院研究员张泽团队首次提出了超采样成像概念，通过测定像素内量子效率，实现了像素“分割”成像。相关研究成果近日发表于《激光与光子学评论》。

数字图像传感器的像素规模和性能是影响天文、遥感等领域成像质量的核心器件，目前图像传感器芯片制造已趋近技术极限。依据当前的制造水平，数字图像传感器的像素分辨率和成像质量难以大幅提升。超采样成像技术绕过了芯片制造水平的限制，为突破像素分辨率成像瓶颈提供了一条鲁棒性很强的技术途径。

研究团队采用稳态激光技术扫描数字图像传感器，通过稳态光场表达式和输出图像矩阵的关联关系，精确求解图像传感器像素内量子效率分布。当使用相机拍摄动态目标，或者移动相机拍摄静态场景时，利用获取的像素内量子效率和像素细分算法，可以突破原始像素分辨率，实现超采样成像。据悉，稳态激光技术是由该团队首创的锋芒稳态激光技术演化而来，在原理上具有极稳定的光场形式。

超采样成像技术目前可以把像素规模提高 5×5 倍，即利用 1k×1k 的芯片可以实现 5k×5k 像素分辨率的成像，并且随着标校精度的进一步提升，像素分辨率还有进一步提升的空间。“原有像素是一个方块，通过我们的技术可以将像素分割，等效变成 25 个像素（方块），对应着像素规模提升了 25 倍。”张泽说。

该技术具有很大的应用发展潜力。以红外图像传感器为例，市场化的成像芯片分辨率一般在 2k×2k 以下，3k×3k、4k×4k 的成像芯片还没有成熟的商用产品，而采用超采样成像技术可以利用 2k×2k 的芯片实现 8k×8k 以上的像素分辨率，这在光学遥感、安防等成像领域具有广阔的应用前景。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1002/lpor.202401306

最具挑战性的科学难题：艾滋病疫苗研发

孙彩军

今年 12 月 1 日是第 37 个“世界艾滋病日”。我国宣传活动主题为“社会共治，终结艾滋，共享健康”。

疫苗是人类对抗传染病最具效益比的科学发明，但艾滋病疫苗研发却是全球公认的最具挑战性的科学难题之一。无根治性药物、尚未发现可自愈患者、已开展的数百项艾滋病疫苗临床研究均铩羽而归……在已知的免疫学理论框架下，我们还能研发出艾滋病疫苗吗？

步履维艰的 5 点原因

40 多年前，人类免疫缺陷病毒（HIV）被发现初期，科学家乐观地认为能迅速研发出艾滋病疫苗。从上世纪 80 年代至今，国内外已开展了艾滋病疫苗临床试验 400 余次，虽出现过曙光，遗憾的是，都未成功。

艾滋病疫苗研发之所以步履维艰，主要有以下几个原因：

一是 HIV 序列的高度变异性且重要抗原高度糖基化，导致传统疫苗研发路径无法奏效。

二是 HIV 基因组可整合到宿主细胞基因组中，给治疗和疫苗研发带来极大挑战。

三是 HIV 通常不能感染人之外的其他物种并引起明显的临床症状，因此缺乏良好的动物感染模型进行深入研究。

四是目前尚未发现自愈 HIV 患者，即仅靠自身免疫系统不能清除 HIV 感染，因此难以从自然界中寻找免疫保护相关性线索。

五是固化的免疫学思维框架，例如 HIV 感染和攻击的主要靶标是体内发挥免疫保护作用的 T 淋巴细胞，而这类细胞恰恰是常规疫苗发挥作用时需要激活和扩增的免疫细胞群。这就形成了一个目前免疫学理论框架下难以解决的悖论：常规意义上的疫苗免疫效果越好，给 HIV 提供的感染靶标越多。因此，需另辟蹊径才有可能研制出有效的疫苗。

艾滋病疫苗的研究历程

艾滋病疫苗的研究大致可分为 3 个阶段：诱发体液免疫应答为主的疫苗策略、诱发细胞免疫应答为主的疫苗策略、同时诱发体液免疫和细胞免疫的联合疫苗策略。

1984 年，科学家开始研制艾滋病疫苗，当时的策略主要基于传统疫苗研发技术，以期产生高水平的 HIV 特异性中和抗体。1986 年，查古里等人在扎伊尔（现刚果民主共和国）进行了艾滋病疫苗的第一次人体 I 期临床试验。2003 年，由美国 VaxGEN 公司主导的两个艾滋病疫苗的大规模Ⅲ期临床试验以失败告终。

目前，以诱发广谱中和抗体为目标的艾滋病疫苗策略仍在研究中，并陆续取得重要进展。广谱中和抗体是 HIV 与人体内免疫系统长期共同进化的产物，大约 2~4 年甚至更久的时间才能在约 2%~5%的患者体内产生此类抗体。

在诱发抗体策略的 HIV 疫苗研究失败多次后，科学家开始反思 HIV 疫苗的研发策略。科学家逐渐将研发重点转向免疫应答的另一个方向，即希望能诱发出高效的 HIV 特异性细胞免疫应答。

近期有研究表明，不同的病毒载体疫苗会诱发出不同的免疫应答类型，进而影响其保护效果。因此，以诱发细胞免疫应答为目标的 HIV 疫苗值得深入探索。值得一提的是，我国科学家研制的复制型痘苗病毒天坛株 HIV 疫苗已完成Ⅱ期试验。

在单纯地诱发抗体应答策略和细胞免疫应答策略屡遭失败后，目前科学家认为，有效的艾滋病疫苗需同时诱导出均衡的抗体应答和细胞免疫应答。

在病毒感染早期，抗体作为第一道防线可有效中和和阻断病毒入侵宿主细胞，这为后续的细胞免疫应答争取了更多时间，而强烈的细胞免疫应答可有效杀死和清除被病毒感染的细胞，从而降低病毒载量和阻断病毒在人群间的传播。不同类型疫苗的联合免疫成为艾滋病疫苗发展的主流方向。

2009 年 9 月，美国和泰国公布了一种 HIV 联合疫苗策略的Ⅲ期临床试验结果。研究表明，该策略可使人体感染 HIV 的风险降低 31.2%，这是首次在人体中证明艾滋病疫苗的有效性，它重新激发了科学家研发艾滋病疫苗的热情。

目前，科学家在广泛尝试不同类型疫苗的联合使用，以期找到最佳组合方式的 HIV 疫苗策略。

重建免疫反应的治疗性 HIV 疫苗

治疗性 HIV 疫苗是在已感染 HIV 的个体中使用的疫苗。与预防性 HIV 疫苗不同，治疗性疫苗的目标是重建患者体内的免疫反应，以更好控制病毒复制，减轻症状，并延缓疾病进展和提高生活质量。

一项临床研究表明，将灭活 HIV 刺激过的自体树突状细胞回输患者后，诱发了针对 HIV 多个抗原的广谱 T 细胞免疫应答，而且受试者体内的病毒载量显著下降，对停药后的病毒载量起到了较好控制效果。

最近，香港大学研发的一款艾滋病治疗性核酸疫苗公布了其 I 期临床试验数据，结果显示该疫苗具有良好的安全性和免疫效果。

目前，我们团队正在研发一种新型双功能 HSV-1 载体治疗性艾滋病疫苗，该疫苗不仅可高效激活潜伏感染的 HIV 病毒库，还可诱导强效的抗原特异性免疫反应，从而实现消灭或长期控制 HIV 慢性感染的目的。未来，我们将进一步探索这种新型治疗疫苗的作用机制和临床应用前景，以期为 HIV 防控作出贡献。

（作者系中山大学教授，本报记者张思玮采访整理）

美搭建百岁老人细胞库研究长寿

寰球眼

本报讯 据《自然》报道，美国科学家利用百岁老人血液制备出重编程干细胞，并计划搭建百岁老人细胞库与其他研究人员共享，以更好了解有助长寿和健康的影响因素。

“百岁老人面对伤病有一种惊人的恢复力。”美国波士顿大学乔巴尼亚和阿维迪西亚医学院的干细胞生物学家 George Murphy 说，他认识的一位百岁老人先后扛过了一百多年前的西班牙流感和近些年暴发的新冠疫情。

这些百岁老人健康长寿的理论解释之一是其基因能够保护他们免受疾病侵害。但验证这一解释具有挑战性，因为百岁老人不常见，他们的血液和皮肤样本更是宝贵的研究资源。于是，Murphy 决定和老年医学专家 Tom Perls 合作，创建一个科学家共享的百岁老人细胞库。

Perls 参与了美国 1995 年启动的“新英格兰百岁老人研究”。这是世界上针对百岁老人和家属的最大规模的研究。该研究在美国选民登记名单、新闻文章和长期护理机构中搜寻百岁老人。

Murphy 等研究人员从约 30 名百岁老人的血液样本中分离出血细胞，并通过重编程逆转获得诱导性多能干细胞（iPS 细胞）。iPS 细胞可分化为任何类型的细胞，它们在逆转过程中没有改变遗传密码。这使得研究人员能够利用它们研究衰老的遗传决定因素。

使用上述细胞开展的实验正在进行中。例如，Murphy 团队已经从百岁老人的 iPS 细胞中培养出神经元。他们发现，与利用非百岁老人 iPS 细胞培养出的神经元相比，百岁老人的更“安静”，它们在正常条件下不参与蛋白质质量控制。但引入压力源后，百岁老人的神经元有效而稳健地启动了控制机制，迅速将坏蛋白质与好蛋白质分离。

（徐锐）