

零距离

# “太空小鼠”出征记

中青报·中青网见习记者 王璟瑄  
记者 樊未晨

中国空间站迎来了一批特殊的新乘客——搭乘10月31日成功发射的神舟二十一号载人飞船的4只（两雌两雄）“小鼠航天员”。

中国科学院空间应用工程与技术中心研究员张伟表示，随着人类太空驻留时间的延长和深空探索的推进，生命如何在太空长期健康地生存，哺乳动物能否在空间环境中完成繁殖并实现世代延续，这两大问题已成为未来载人航天的关键科学挑战，直接关系人类未来深空定居的可能。

此前，我国成功将秀丽隐杆线虫、斑马鱼、金鱼藻、果蝇、涡虫等“动物航天员”送上“天宫”开展研究，而此次神舟二十一号任务是我国首次将小鼠送入中国空间站开展在轨空间生命科学实验。

作为神舟二十一号载人飞船上行的6项科学实验之一，“空间动物品系筛选与饲养关键技术验证”项目由中国科学院动物研究所和中国科学院上海技术物理研究所合作开展。

中国科学院动物研究所的科研人员在神舟二十一号发射一个多月前进驻到酒泉卫星发射中心，开展小鼠的适应性饲养、单元匹配试验等工作。现场技术负责人、中国科学院动物研究所副研究员李天达，在接受中青报·中青网记者采访时表示，小鼠是生命科学研究的重要哺乳类模式动物。因与人类基因同源性高、体型小、繁殖周期短，小鼠是开展生命体空间生理、病理及生长发育和繁衍研究的重要模型。

## 首要目标是‘保证小鼠活着上、活着下’

实际上，过去几十年来，许多国家都曾将动物送到太空。其中，广为人知的是苏联在1957年发射的人类第二颗人造卫星斯普特尼克2号，该卫星携带了一条名为“莱卡”的小狗，它也是历史上第一只进入地球轨道的哺乳动物。

“动物率先送入太空，其根本目的在于让它们成为人类的‘探路者’。通过让动物承担未知风险，来验证生命体能否承受并适应太空环境。”李天达表示，如今随着航天科技和生命科学的发展，空间生命科学实验则更注重回归生命科学基础研



①③④⑦“太空小鼠”在饲养盒中。②“太空小鼠”在中国空间站。⑤经过层层筛选的300多只小鼠。⑥小鼠所在的实验室。

本组图片由中国科学院空间应用工程与技术中心提供

究，聚焦回答生命个体在空间环境受到哪些影响，影响机制有哪些。

据了解，作为地面生命科学领域和医学领域最常用的模式动物，小鼠约有85%的基因与人类同源。

在本次神舟二十一号发射任务中，4只小鼠与航天员一起入驻中国空间站，并将在空间站停留5-7天，随后与神舟二十号航天员乘组一同返回地面，科研人员将对其进行下一步的科学研究。

李天达介绍，此次任务的首要目标是“保证小鼠活着上、活着下”，初步探索小鼠多组织器官在空间环境的应激响应和适

应性变化规律，为进一步理解空间环境对生命体的影响提供科学依据。

“用小鼠去探索未知，最终还是要服务于人，是空间生命科学研究的重要目的。”李天达说。

## 从“不约而同”到“双向奔赴”

关于此次任务的最初构想，动物研究所与上海技术物理研究所的两个团队，在相似时间、不同地点还收获了一段双向奔赴的“美妙巧合”。

中国科学院上海技术物理研究所副研

究员刘方武提到，2015年，我国空间站在规划科学实验装置时，上海技术物理研究所便提出了空间小鼠饲养装置的初步设计方案。

与此同时，“动物研究所的科学家们提出了利用小鼠开展空间生命科学实验的构想。”李天达说。

两个团队在没有事先交流的情况下，不约而同地实现“双向奔赴”。而这样的巧合，得益于当时我国空间站空间实验室建设的快速推进。

“当国家整体的航天科技硬实力提升，我们这些‘小团队’才有机会实现这些梦想，此刻我也感觉非常开心和幸

福。”李天达感慨道。

在刘方武看来，中国空间站为我国空间生命科学实验提供了前所未有的实验条件，包括更先进的实验设备条件，更高频次的实验机会，而航天员的参与，也让实验操作过程更加灵活。“此次由我们双方合作开展空间小鼠实验，是巧合，也是必然。”刘方武说。

## 以“选拔航天员”的标准 选拔“太空小鼠”

在空间站开展小鼠的饲养和研究，是

我国未曾探索过的“无人区”。

李天达告诉中青报·中青网记者，“筛选和训练一批合适执行空间任务的小鼠是整个实验规划的重要一环。”本次任务选用的小鼠品系为C57BL/6，这是一种近交系的小鼠，优势在于遗传均一性好、个体间差异小，有利于开展空间实验和科学数据采集。

为了找出符合实验条件的小鼠，在小鼠的筛选阶段，中国科学院动物研究所的团队参照了类似航天员选拔的技术方案和标准。

为提升小鼠对空间微重力环境的适应能力，它们经历了一系列的筛选与训练过程。

中国科学院动物研究所实验动物中心团队通过生理、生化、运动能力等多个指标的检测，筛选出身体质素优良、行为稳定的小小鼠。

随后，针对入选小鼠开展了空间识别、前庭功能等专项适应性训练，重点模拟空间环境下的生存挑战，提升其对空间微重力条件的耐受能力。

团队首先依据生化指标，从300多只小鼠中将偏离极限值的个体排除掉。随后通过地面转棒、Y迷宫、旋转仪等项目对剩下100余只小鼠的耐力、平衡力、空间识别和记忆力、前庭功能等进行多维度训练和筛选。

第二轮筛选，留下了48只发射前“训练合格”的小鼠，它们在10月20日被运往发射场并进行最后的筛选。“过五关斩六将”之后，4只状态最好的小鼠最终与航天员一起入驻中国空间站。

如何确保这些小鼠“优等生”能够安全健康地在太空遨游？其中的技术奥秘蕴藏在中国科学院上海技术物理研究所研制的空间小型哺乳动物饲养装置中。

“为了减少小鼠饲养过程对空间站舱内环境的影响，此次小鼠实验采用全气密饲养方式。”刘方武透露，这套空间小型哺乳动物饲养装置可以支持小鼠的自动饲养和观测，能够为小鼠提供饮食、光照、温湿度、气体组分控制等生存保障条件，并配备了可见光相机和红外相机，便于地面实时监测小鼠的在轨生存状态。

为了让小鼠在空间站的生活“更有安全感”，饲养装置内还固定了弹簧管，为小鼠提供躲避和游玩的场景，也方便研究人员观察小鼠在微重力环境下的行为特征。

此外，为了保证小鼠生活环境的清洁舒适，防止排泄物、毛发和食物残渣在失重漂浮状态下影响小鼠正常呼吸，装置还配备了自动收集系统，通过自上而下的稳定风场将漂浮物吹到排泄物收集模块内。

“此次任务验证了小鼠在轨饲养的关键核心技术，填补了我国空间站哺乳动物研究的空白，对我国空间生命科学研究的意义重大。”刘方武说。

## 科技成果转化新质生产力



张和平教授带领团队在甘肃省甘南藏族自治州采集自然发酵乳制品。左一为马腾，右二为张和平教授。  
受访者供图



马腾带领团队在内蒙古锡林郭勒大草原采集自然发酵乳。左三为马腾。  
受访者供图

# 内蒙古农大团队利用新技术“慧眼识菌”

中青报·中青网记者 李桂杰

在10月28日福建泉州举行的第三届全国博士后创新创业大赛总决赛上，来自内蒙古农业大学博士后马腾团队的参赛项目“慧眼识菌——数据赋能中国菌迈向产业强国之路”，在创新组的农业与现代食品赛道获得金奖。

“乳酸菌已广泛应用于食品工业、大健康产业、畜牧健康养殖等领域，我们团队在张和平教授带领下，长期致力于乳酸菌资源的开发与利用，意在通过数据驱动的方式，推动我国益生菌从资源优势向产业优势转化。”马腾说。

“我们团队所做的，就是‘站在巨人的肩膀上再创新’。”马腾说，“我们用AI技术为导师30多年积累的宝藏装上了‘慧眼’，团队实现从‘找菌’到‘筛菌’再到‘用菌’的全链条突破。”

“没有好菌种，再先进的食品加工技术都是‘无米之炊’。”马腾团队指导教师张和平教授的话，点出行业痛点。

早在1989年，张和平就开启了全球“寻菌”之路，从46个国家采集自然发酵乳制品等6663份样本，创新19种乳酸菌培养方法，最终分离保藏55328株乳酸菌，涵盖33个属、456个种，建成全球最大、种类最齐全的原创性乳酸菌种质资源库，为“中国菌”储备了核心家底。

他们通过建立乳酸菌发酵特性、胃肠道耐受性等表型与功能基因的关联模型，借助内蒙古高性能计算公共服务平台“青城之光”高性能计算力，将筛选时间从每株“3到6个月”压缩至每株“2小时”，准确率更达97.77%。

目前，这份寻找“好菌种”的接力棒，传到了张和平的博士后和研究生手中。

他们通过建立乳酸菌发酵特性、胃肠道耐受性等表型与功能基因的关联模型，借助内蒙古高性能计算公共服务平台“青城之光”高性能计算力，将筛选时间从每株“3到6个月”压缩至每株“2小时”，准确率更达97.77%。

“就像给每株菌建了‘基因身份证’，明确哪些菌株能抗住胃酸、哪些能高效生产短链脂肪酸，为食品工业提供精准依据。”张和平团队核心成员、内蒙古农业大学博士后靳昊说。

马腾表示，过去，食品企业筛选一

株适配发酵、耐受性强的优质益生菌，依赖传统纯培养技术，需3到6个月才能完成分离、培养、验证全流程，效率低、成本高，导致国内食品企业长期“不敢筛、筛不起”。

目前，这份寻找“好菌种”的接力棒，传到了张和平的博士后和研究生手中。

他们通过建立乳酸菌发酵特性、胃肠道耐受性等表型与功能基因的关联模型，借助内蒙古高性能计算公共服务平台“青城之光”高性能计算力，将筛选时间从每株“3到6个月”压缩至每株“2小时”，准确率更达97.77%。

截至目前，团队筛选出72株优质功能菌株。其中，副干酪乳杆菌PC-01被应用于乳酸菌饮料生产，活菌数突破每100毫升500亿，远超行业每100毫升300亿到500亿的平均水平。

在某乳制品企业的发酵乳生产车间，由张和平团队筛选的“副干酪乳杆菌PC-01”正改变着生产端效率——这株菌经智能化筛选验证，具备产酸速率快、稳

定性好的特点，已通过成果转化落地该企业生产线上。

“AI筛菌技术不是‘炫技’，而是实实在在帮企业降本、提质、创新。”马腾介绍，针对食品工业不同场景，团队提供“定制化菌种方案”：为乳制品企业筛选高稳定性、高活菌株，让发酵乳活菌数从10<sup>CFU/mL</sup>提升到10<sup>7</sup><sup>CFU/mL</sup>，为休闲食品、膳食补充剂企业提供功能明确的菌株，推动产品从“普通食品”向“功能性食品”升级。

如今，张和平团队已构建起“资源库-数据库-筛选平台-产业应用”的完整转化链条，团队的4位在站博士后累计获科研资助394万元，授权发明专利12项，其中，全球最大的乳酸菌基因组数据库的建立，更获中国工程院陈卫院士评价“是乳酸菌研究与产业开发的里程碑”。

根据规划，团队将在2026年新增10家食品企业合作，到2028年将推动AI筛菌技术与“中国明星菌株”出海。“我们要让全球食品工业知道，优质益生菌，中国也有、中国更优。”马腾说。

“种地我是新手，之前一直种得不太好。”杜先生说，往年看到老农们到时节就能提前预防病害，能够及时发现和处置庄稼的问题，特别羡慕。但苦于缺乏经验，有时他看着自己的庄稼得了病，也只好干着急。

而农业大模型，恰好弥补了他经验不足的短板。他说，相当于让自己迅速长出了一个“农业大脑”。杜先生在玉米地里布设传感器，将气候、光照、土壤、病虫害监测等多维数据传输到智慧管理平台的AI大脑里。AI大脑“到时间就会提醒该预防什么病”，他说，AI不仅能生成种植管理的方案建议，包括用什么药、施什么肥，“连名字都可以告诉你”。

“节水节肥，少走弯路。”杜先生介绍，在AI大脑的加持下，他的种植成本减少了，“往年每亩玉米地种植成本约480元，今年不到400元”。

AI大模型之所以好用，是王耀君团队“训”出来的。

2019年，王耀君就确立了做农业大模型的思路。从最初一个人做，到如今带领五十人团队，他在“不会做大模型”和“不会做农业大模型”的困境中一点一滴摸索、成长。他说，不记得多少次，把大模型都给“训疯了”——输入一个问题，它会喋喋不休地重复一句毫无意义的答案。

王耀君介绍，农业专业大模型有其

特有的难关需要攻克——相关训练数据地

域差异巨大，大模型经常被搞“晕”。例如，北方的农民种水稻和南方的农民种水稻方法不同，大模型到底听谁的？后来王耀君终于发现其中关窍，他说，“训练大模型就像教小孩”，训练它的内容、方法和顺序，都至关重要。

变聪明之后的大模型，还辅助北京的新农人崔若冰水培蔬菜，帮助黑龙江省哈尔滨市松北区对青山镇李家村的村民种大豆、玉米、水稻等。

崔若冰在北京市怀柔区北房镇大周各庄村种水培、有机质培蔬菜。她说，以往一个400平方米的水培蔬菜大棚需要多人管理，接入AI大脑后，联合水肥一体机共同操作，“一个年轻人可以同时管理4个蔬菜大棚”。

她介绍，以管理水培生菜为例，管理者可以通过手机远程操作，通过AI大脑和水肥一体机定时监测和管控生菜的循环水、供氧等。

黑龙江省哈尔滨市松北区对青山镇李家村支书高信告诉记者，村里有占地2万亩的智慧农业示范基地。高信说，今年3月起，村里用上了黑龙江联通联合中国农业大学研发的“农业病虫害防治智能体”，农民打开小程序，扫一扫，就能够知道庄稼上面长的是什么虫子，用什么药，以及以后应该如何预防。

高信介绍，今年以来，村民们靠AI大脑，快速识别出了玉米大斑病、水稻二化螟、大豆霜霉病等病虫害问题，非常有利于保产量。

但技术并不是王耀君需要考虑的唯一问题，他深知，“成本”是农业AI赋能普通农民的第一道坎儿。

据了解，杜先生、崔若冰和高信所在的大模型应用，目前处于试用推广阶段，尚不需要他们自己掏腰包。

王耀君坦言，目前以学校团队所能调用的算力资源，还不足以支撑广大农民无限次使用神农大模型及其应用。但令他欣慰的是，此次升级“把成本压缩了一半”，让农业AI离“普惠”又近了一步。

农业大模型有幻觉吗？王耀君坦言，农业大模型虽经垂直领域优化，但仍存在AI幻觉风险，如虚构数据、错误推荐或术语混淆，可能影响决策准确性。他介绍，为防范风险，神农大模型强制调用专业工具交叉验证、锁定权威知识库、标注置信度并提示用户结合实地判断，同时建立人工复核与用户反馈闭环，并在相关应用上附有“答案由AI生成”的标识，让用户进行辨识。