中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

总第 9118 期　2026 年 11 月 17 日　星期二　今日 4 版

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

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

听《中国科学报》　《中国科学报》官微　科学网 App　科学网官微

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

习近平致信祝贺暨南大学建校 120 周年

新华社北京 11 月 16 日电 中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平 11 月 16 日致信祝贺暨南大学建校 120 周年，向全体师生员工和广大校友致以祝贺。

习近平在贺信中强调，新起点上，希望暨南大学以新时代中国特色社会主义思想为指导，继承爱国传统，坚持办学特色，加强港澳台侨青年人才培养，传承弘扬中华文化，促进中外友好交流，不断提升教育教学质量，为凝聚侨心侨力、推进中国式现代化作出新贡献。

暨南大学创办于 1906 年。120 年来，学校牢记办学使命，与时俱进、守正创新，为世界 170 多个国家和港澳台地区培养了大批优秀人才。

他们将“浪漫”藏进“枯燥”里

■本报记者 沈春蕾

给年轻人压担子、搭梯子，让他们在重大任务中经风雨、长才干。

这是中国科学院长春光学精密机械与物理研究所（以下简称长春光机所）空间 X 射线－极紫外光学技术研究室培养人才的核心理念。今年，该研究室的空间 X 射线－极紫外－远紫外光学技术研究团队（以下简称光学技术研究团队）获得第三届“中国科学院青年五四奖章集体”。

近年来，光学技术研究团队参与了一系列重大航天任务。团队青年科研人员分别在光、机、热、电、软、定标等多个关键环节承担重要工作，并逐步成长为能够独当一面的骨干。

把关键问题“拆开吃透”

空间 X 射线－极紫外－远紫外波段波长很短，可以看到人眼看不到的东西，比如该波段可以看到太阳内部百万摄氏度高温等离子体的变化，用于预报未来空间天气的情况。因此，空间 X 射线－极紫外－远紫外波段成像技术是监测空间天气的核心技术之一。

光学技术研究团队在长春光机所副总工程师陈波、研究员刘世界等前辈的带领下，通过老中青结合，并依靠多学科协同和技术迭代优化，将一个个关键技术问题“拆开吃透”。

作为空间 X 射线－极紫外光学技术研究室主任，陶琛主要从事高灵敏度光谱及单光子成像探测技术研究工作。他告诉《中国科学报》：“我们不仅要攻克某一项技术，还要完成自主可控的关键部件及系统设计、工艺突破和检测定标体系验证等研究工作。”

在参与风云系列某型卫星的太阳极紫外成像载荷任务中，团队成员黄斌作为结构分系统主管设计人员，不仅承担了成像仪光机系统的设计、安装、调试等工作，也承担了薄膜滤光片组件的可靠性验证工作。



团队成员在进行光学装调。　长春光机所供图

“薄膜滤光片是载荷系统中非常脆弱且重要的一个环节，直接决定着任务成败，其试验验证也十分坎坷。”在这个过程中，黄斌对航天任务中可靠性要求的理解有了质的变化，“航天任务容不得一丝一毫的懈怠与疏忽。只有在‘如临深渊、如履薄冰’的谨慎态度下，才能够满足高度可靠性要求，顺利完成各项航天任务。”

陶琛认为，对青年科研人员来说，最大的成长不只是某项技术能力提升，更是对航天“严慎细实”工作作风的理解和认同。

“国产化”背后的分量

空间 X 射线－极紫外－远紫外是一个全新的波段，我国在这个领域起步较晚，一些关键技术长期遭国外封锁，这也让光学技术研究团队对追求“国产化”有股执念。

黄斌介绍：“多年前，我们团队就已经开始自主研制核心部件和系统，最初很多关键技术及工艺都不熟悉，只能通过大量查阅相关文献、专利，查找类似产品来总结技术关键点及工艺路线。”

有了大致方案后，团队不断进行试验验证，根据具体情况修改参数，再进行试验。“经过多轮优化迭代，产品已经基本满足使用要求。这个过程让我深刻体会到，核心技术买不来、等不来，只能靠自主创新和反复验证。”黄斌说，“也正是在这样的过程中，我们逐渐理解了‘国产化’3 个字背后的分量。”

从软件和系统可靠性角度看，“国产化”不仅是单个器件的替代，更是整套设计、验证、测试闭环的自主建立。光学技术研究团队有条不成文的规矩：在测试过程中，问题可以出现，但不能视而不见。

团队成员武昆记得在一次常规测试中，软件在前几轮测试中一直正常，后续测试却突然出现一次异常，随后又恢复正常。当时，软件其他状态都正常，问题很难确定。虽然大家提出了各自的怀疑方向，但实验结果又推翻了他们的猜想。团队内部讨论了几轮，依然没有头绪。

“只要功夫下足了，问题肯定会浮现。”项目主任设计师、长春光机所研究员宋克非带领大家重新绘制故障树，并在重点怀疑的地方逐一开展测试监控。软件连续运行半个月后，问题终于复现。那是一个非常隐蔽的隐患，大家根据测试监控精准定位到故障，并很快解决了问题。

这次“破案”让武昆感触颇深：问题只出现一次，不代表它只存在一次。如果在地面放过了这个问题，将来上天后同样问题再出现，可能就是灾难。

“在极低容错率面前，我们要对每一个异常都保持敬畏，对每一个‘说不清’的问题都不轻易放过。”在武昆看来，很多问题没有现成答案，只能靠大家一点点摸索、一次次复现，把“说不清”变成“说得清、控得住”。

个人扛不起整个项目

如今，空间 X 射线－极紫外光学技术研究室已走过近 40 年发展历程。前辈们不仅在具体任务中亲临一线、传帮带，还给年轻人压担子、搭梯子，帮助他们在项目磨砺中快速成长。

在光学技术研究团队，结构负责人郭权锋带领成员连续攻关两个月，完成航天载荷结构系统的安装、调试和验收工作；孙亮、王彭等团队成员针对电子学在测试验证中出现的隐蔽问题反复开展大量测试，最终复现相关问题并实现有效闭环。

在参与风云系列某型卫星项目中，武昆主要负责软件系统整体技术方案、架构选型和关键设计决策，保障软件系统的可靠性和安全性，同时带领软件团队开展疑难问题攻关。

“做工程师时，我的代码质量等于我的产出，事情没做完我可以加班搞定；做负责人后，团队产出才是我的产出，一个人再强也扛不起整个项目。”这个项目让武昆的心态发生很大转变，从“靠自己交付”变成“靠团队交付”。他说：“一开始会很不适应，后来才明白，负责人的价值不在于自己写多少代码，而在于让团队整体跑起来。”

在外界看来，光学技术研究团队的工作就是迭代优化、反复测试，几十年如一日，很是枯燥。而在这群年轻人看来，“浪漫”就藏在“枯燥”里。

陶琛解释道：每一次算法的优化，都可能提前预警一次太阳风暴；每一次结构减重，都可能让卫星在轨寿命延长一年。要看清宇宙里“浪漫”的星辰大海，离不开实验室里认真打磨的每一块镜片、小心谨慎组装的每一个部件、仔细核对的每一行代码……

科苑星光　青春之歌

研究揭示植物感应昆虫及启动防御新机制

本报讯（见习记者郑浩威）中国科学院分子植物科学卓越创新中心陈晓亚院士团队联合万里研究员团队，揭示了植物感应昆虫侵害、启动防御的一种新机制。近日，相关研究成果发表于《自然》。

病虫害会造成作物减产、品质下降，进而威胁粮食安全，是农业生产中的一大挑战。面对前来取食的昆虫，植物无法主动躲避，只能依靠自身免疫系统察觉危险、启动防御。昆虫取食时，会向植物组织释放成分复杂的口器分泌物，其中包含多种帮助其获取营养的消化酶。那么，昆虫叮咬，植物会不会也有“感觉”，进而捕获信号，启动抗虫反应？

稻绿蝽是一种广食性害虫，危害水稻等多种作物。研究团队发现，稻绿蝽取食时向植物组织释放 T2 核酸酶 NVR1，在降解植物核酸（RNA）的同时，产生一类具有免疫活性的小分子——2′，3′－环核苷酸。这些小分子就像昆虫取食留下的“预警信号”，能够被水稻中核酸结合蛋白 NIB1 捕获。接收到信号后，NIB1 在细胞核内集结形成凝聚体，招募免疫中心枢纽蛋白 EDS1，启动下游抗虫防御反应。从昆虫取食留下的“分子痕迹”，到植物捕获信号、调动自身防御，这项研究揭示了核酸降解参与调控植物抗虫反应的一条新途径。

研究人员发现，与 NVR1 同源的分泌型 T2 核酸酶也存在于稻纵卷叶螟、绿盲蝽和棉铃虫等害虫中，而负责感知信号的核酸结合蛋白在陆生植物中同样普遍存在。实验表明，类似的“分子预警”过程也能在其他植物与害虫之间发生，是植物抵御不同昆虫侵害的一种广谱机制。研究人员还发现，外源施用核酸酶降解产物能够增强植物抗虫能力，显示出 2′，3′－环核苷酸作为植物免疫诱导剂的应用潜力。

该研究为理解植物抗虫免疫提供了新视角，也为发掘抗虫基因、培育抗虫新品种、开发新型植物疫苗提供了新思路。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41586-026-11259-z

让“忙中出错”的癌细胞亲手消灭自己

■本报记者 崔雪芹 通讯员 岳思聪

浙江大学医学院 / 良渚实验室研究员毛圆辉团队发现，肿瘤细胞的核糖体更易受特定序列影响而发生“核糖体移码”，并据此设计出人工基因回路“FAST”，让“忙中出错”的癌细胞亲手消灭自己。近日，这一成果发表于《自然》，为癌症治疗提供了新思路。

癌细胞也会“忙中出错”

人体细胞如同一座座忙碌的工厂，日复一日地生产蛋白质。毛圆辉团队发现，当面临生产 KPI（关键绩效指标）压力时，癌细胞和人一样，也容易“失误”。“失误”是指细胞内一种名为“移码”的现象，意思是“细胞工厂”中的核糖体在读取基因“图纸”时会偶尔“读错行”。

毛圆辉一直对蛋白质翻译这一基础细胞分子过程感兴趣，经常思考如何将蛋白质翻译的基础研究置于重大疾病治疗的背景下开展。

他带领团队将目光转向了癌细胞中的核糖体移码。这一转变获得了意外发现：过去在普通细胞中不容易观察到的移码，在部分癌细胞中竟然十分明显。在团队测试的非癌细胞中，特定序列诱导的移码频率平均仅约 3%，而在部分癌细胞中，这一频率甚至接近 40%。

发现癌细胞中高频“移码”现象，已是生命科学基础研究领域的重要突破，但毛圆辉团队的研究没有止步于此。

让癌细胞犯错后“付出代价”

“癌症之所以难治，就是因为很多治疗手段无法有效区分正常细胞和癌细胞。我们一直在思考，怎么利用二者在移码频率上的差异，把这种差异转化成治疗方案。”论文第一作者、浙江大学医学院博士生王秋懿说。

经过不懈探索，团队设计出名为 FAST 的人工基因回路。其基本原理是，把杀伤癌细胞的蛋白质编码信息放在另一套阅读框架中，并在前方安排容易诱发移码的短序列。正常细胞中的核糖体大多沿原有框架读取，较难产生杀伤癌细胞的效应蛋白；而在移码活跃的癌细胞中，部分核糖体会进入新的阅读框架，让原本难以读取的治疗信息得到表达。

打个比方，FAST 相当于在细胞工厂使用的“图纸”中，人为添加了一段“自爆炸弹”的生产配方，同时还为配方设置了一道“加密口令”。癌细胞则可以通过移码绕过这段“加密口令”，并忠实地按照这段人为添加的生产配方生产出“自爆炸弹”，最终“自作自受”走向死亡。

这枚“自爆炸弹”是一种名为 Gasdermin D 的活性片段对应的效应分子。它能够在细胞膜上形成小孔，引发细胞焦亡，直接杀伤癌细胞。这一过程还可能释放危险信号，吸引免疫系统参与抗肿瘤反应。细胞实验显示，FAST 能够在多种移码活跃的癌细胞中发挥作用，而对受试的正常细胞影响较小。调整移码序列的种类和数量，还能够改变这一回路的输出强度，从而拥有进一步优化设计的空间。

为患者带来新的治疗选择

过去，癌症的精准治疗主要关注癌细胞“有什么”，如携带哪些异常基因、表达哪些特定蛋白。而 FAST 则关注癌细胞“如何工作”，关注它们怎样读取遗传信息、合成蛋白质，以及这些过程与正常细胞有何不同。从寻找特定分子靶点，到识别细胞内在的异常状态，FAST 为肿瘤精准治疗提供了一个全新视角。

“一套巧妙的基因回路，只有在复杂的生物体内仍然有效，才有走向应用的希望。”毛圆辉说。于是，团队开展动物模型实验，利用成熟的递送方案，将 FAST 递送至小鼠体内。

在结直肠癌小鼠模型中，团队发现 FAST 能显著抑制肿瘤生长，部分小鼠肿瘤甚至完全消退。同时，肿瘤组织中还出现了更活跃的免疫细胞浸润，团队给肿瘤已清除的小鼠再次接种同类癌细胞后发现，接受 FAST 治疗的小鼠没有形成新的肿瘤，说明 FAST 治疗后可能诱导抗肿瘤的免疫记忆，为小鼠提供长期的肿瘤免疫屏障。

团队又将 FAST 用于更具挑战性的胰腺癌小鼠模型。结果显示，它不仅减轻了原发肿瘤负担，还减少了肝、肺等器官的转移病灶。FAST 与抗 PD-L1 免疫治疗联用时，抗肿瘤作用得到了进一步增强。从结直肠癌到胰腺癌，FAST 展现出了跨越不同肿瘤模型发挥作用的巨大潜力。

肿瘤细胞选择性与治疗安全性是另一项重要挑战。研究团队检测了多种正常细胞、正常组织及重要器官的安全指标，在常规实验条件下未发现 FAST 有明显的正常组织毒性。这些结果初步显示，FAST 的应用前景广阔。

目前，毛圆辉团队正积极与临床及相关机构开展合作，加快推进 FAST 的临床转化。毛圆辉告诉记者，接下来，该团队将围绕基因递送、治疗效果和安全性等关键问题，进一步优化 FAST 治疗系统，推动其从实验室研究走向临床应用。毛圆辉希望，这项从基础科学研究中诞生的新技术，能够发展成为一种全新的肿瘤基因治疗方案，为更多癌症患者带来新的治疗选择。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41586-026-11200-4

零下 40℃也温暖极地应急宿舍舱出征南极

本报讯（记者李媛）近日，由西安建筑科技大学绿色建筑全国重点实验室和中建八局共同研发的南极应急宿舍舱顺利完成吊装登船，正式搭载“雪龙 2 号”极地科学考察破冰船，随中国第 43 次南极科学考察队奔赴南极大陆。本次运出的模块宿舍舱将为科考队员提供安全可靠、绿色低碳、宜居舒适的居住保障。

本次运出 3 个模块宿舍舱，每个模块建筑面积 18 平方米，单舱最多容纳 8 名队员住宿。不同于传统建筑现场施工的模式，这款宿舍舱采用钢结构模块体系，实现了结构、围护、机电、内装、能源系统全工厂预制，出厂即成品，运抵极地后仅需简单调试即可投入使用，大幅压缩现场作业量。

这批移动暖屋还特别“能跑”。其底座配备了标准集装箱角件接口，既能装船远洋运输，也能接上雪橇在冰面、雪地上拖行。它还能像积木一样串联、并联拼接，内部可快速切换宿舍、办公、科考等场景，营地规模可按需灵活拓展，重复利用率高。

为应对南极的极端天气，宿舍舱以方钢为主体，适应零下 40℃低温；搭配高保温围护体系与发热地板，在室外极端低温下，将室内温度稳定维持在 18℃至 24℃的舒适区间。此外，舱内还在低于下铺的墙面安装了二氧化碳浓度报警装置，为科考队员的安全保驾护航。



▲南极应急宿舍舱高保温围护体系。

▶南极应急宿舍舱顺利完成吊装登船。　西安建筑科技大学供图

体内基因编辑疗法有望首次在美获批

寰球眼

本报讯 根据美国生物制药公司 Intellia Therapeutics 发布的临床试验数据，其制备的一种体内基因编辑疗法 lonvo-z，一次治疗 4 年后仍然有效。据《自然》报道，日前，Intellia 已向美国食品药品监督管理局（FDA）申请批准 lonvo-z 上市，预计 FDA 将在明年 3 月 10 日前作出决定。

lonvo-z 旨在治疗可能导致喉咙和身体其他部位疼痛及肿胀的遗传性血管水肿。该疗法利用 CRISPR-Cas9 基因编辑系统使产生前激肽释放酶的基因失活。前激肽释放酶是一种在肝脏中合成的蛋白质，其异常大量激活能导致血管渗漏，使水肿反复发作。

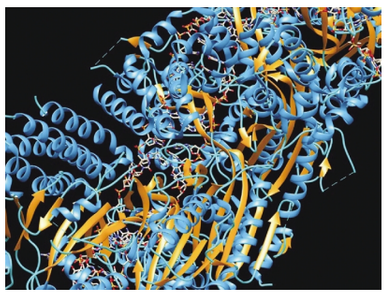
Intellia 首席执行官 John Leonard 表示，如果 lonvo-z 获批，该疗法将成为全球首个直接递送至体内的 CRISPR 基因编辑疗法。“对于患有遗传性血管水肿的人来说，基因编辑方法或许能让他们摆脱多年来为预防和治疗肿胀发作而不断调整用药的困扰。”美国辛辛那提大学的遗传性血管水肿专家、lonvo-z 试验的研究者 Jonathan Bernstein 表示。

目前，唯一获得 FDA 批准的 CRISPR 疗法是一种体外基因编辑疗法，名为 Casgevy，用于治疗两种遗传性血液疾病——镰状细胞病和 β 地中海贫血。医生首先要从患者体内取出造血干细胞，然后对这些细胞进行基因编辑，再回输到患者体内。这种疗法必须为每位患者单独制备，增加了时间、成本和复杂性。患者还必须接受强烈的化疗，为编辑后的细胞腾出空间。

直接在体内编辑基因，则能规避上述问题。例如，Lonvo-z 由包裹编码 CRISPR-Cas9 成分的 mRNA 脂肪颗粒组成。这些颗粒被注入血液并被肝脏摄取，而前激肽释放酶正是在肝脏中产生的。整个过程仅耗时一天。

此前一项涉及 80 名受试者的试验显示，接受 lonvo-z 治疗的受试者中 62% 的人在治疗后 6 个月内没有报告肿胀发作。同期，安慰剂组中只有 11% 没有报告肿胀发作。11 月 12 日，Intellia 公布了多项试验的长期数据。数据显示，参与试验的受试者在接受 lonvo-z 治疗前，平均每月肿胀发作超过 3 次。治疗后，这一频率降至平均每 2 个月不足 1 次，并在 4 年内保持稳定，其间没有发生严重安全事件。

然而，体内基因编辑可能带来其他安全隐患。因为这种疗法无法筛选出基因组其他位置上不需要编辑的细胞。接受者也可能产生对身体有害的免疫反应。



Cas9 蛋白与 RNA 和 DNA（橙色）示意图。　图片来源：Alfred Pasieka

美国加州大学圣迭戈分校的 Sandra Christiansen 担心，使前激肽释放酶基因失活确实会减少血管渗漏，但它是通过消除人体内一种蛋白质来实现的，这可能会带来其他后果。Christiansen 表示，安全方面的问题可能需要更长随访时间才能明确。　（李木子）