



“火眼金睛”+“蟹钳”，有害 RNA 无处逃

■本报见习记者 赵宇彤

复杂的人体系统内，细胞活动时时时刻刻都在进行：运输氧气、吞噬细菌、传递神经信号……要想保证这些细胞各司其职、井然有序，离不开一位特殊的“指挥官”——非编码小 RNA（核糖核酸）。

非编码小 RNA 是一类不直接参与蛋白质“转化”的 RNA，包括 miRNA、siRNA 和 piRNA。其中，piRNA 在动物生殖细胞发育和生成过程中扮演着不可或缺的角色。然而，长期以来，piRNA 的功能和机制却一直是个谜。西湖大学生命科学学院、西湖实验室特聘研究员申恩志团队联合该校特聘研究员吴建平团队，成功揭示了小鼠体内 PIWI 蛋白（即 MILI 蛋白）与 piRNA 协作切割目标 RNA 的全过程。相关研究近日在线发表于《自然》。

论文审稿人给出高度评价：“这些结果阐明了 PIWI-piRNA 复合物在靶向 RNA 切割中的分子机制，对理解 piRNA 介导的基因组保护的分子基础作出了重要贡献。”

神秘的“螃蟹钳”

“非编码小 RNA 具有强大的调控功能，是近年来生命科学领域的研究热点。”申恩志告诉《中国科学报》，piRNA 就像人体里的卫士，专门在“有害”的 RNA 上来“一刀”，以维持生殖细胞基因组的稳定性和完整性。

其中，转座子就是 piRNA 的主要“敌人”。转座子又称转座元件或跳跃基因，带着属于自己的一段序列，在基因组中自主复制和位移。这种随意的“跳跃”会导致基因组不稳定，从而诱

发白血病、癌症等疾病，因而转座子一度被称作“垃圾基因”。

尽管转座子能够“伪装”身份，混入正常 RNA 中，但“聪明”的 piRNA 可以通过将自身序列和“有害”转座子序列进行对比，精准识别“真实身份”。

然而，要想击败“敌人”，piRNA 还需要一位得力助手——隶属 Argonaute 蛋白的 PIWI 蛋白。PIWI 蛋白像一只螃蟹，挥舞着两只“钳子”，与 piRNA 结合形成复合物 PIWI-piRNA。

在 piRNA 的“火眼金睛”下，轻松切割目标转座子 RNA，确保生殖细胞正常发育、遗传信息准确传递。

不过，从分子机制的角度而言，PIWI-piRNA 的“剪刀”如何完成切割，始终是个未解之谜。

申恩志团队以小鼠体内 MILI 蛋白为研究对象，对 piRNA 如何调控靶向 RNA 这一基本科学问题展开了系统研究。

研究人员发现，随着 piRNA 与靶标转座子 RNA 的碱基互补配对增加，PIWI-piRNA 复合物逐渐张开右侧“钳子”，匹配到一定程度时，“钳子”闭合，锁紧 piRNA-靶标 RNA 双链。此时，“螃蟹头”的 U 型环起到辅助作用，将双链 RNA 固定在正确的活性位点，带有核酸内切酶活性的左侧“钳子”对其进行精准切割。

“在识别目标 RNA 过程中，PIWI 蛋白经历了开放、中间、关闭 3 种过渡状态。”申恩志告诉记者，他们首次全面阐述了 PIWI-piRNA 复合物的动态轨迹变化，还发现了对 RNA 切割催化中心至关重要的新关键位点。

突围的“后起之秀”

与 piRNA 相比，它的两个“兄弟”——非编码小 RNA 家族的 miRNA 和 siRNA 名气大得多，分别荣获 2024 年和 2006 年诺贝尔生理学或医学奖。

然而，在“兄弟”们的相关研究井喷时，同为“明星家族”重要成员的 piRNA 的研究之路却异常坎坷，其功能和机制的研究都在探索中。

2015 年，刚刚从事博士后研究的申恩志出于好奇，将目光投向非编码小 RNA，特别是 piRNA，由此踏上非编码小 RNA 的探索之旅。

“PIWI 蛋白广泛存在于动物体的生殖细胞中，导致其功能和分子机理的研究极其困难，需要寻找合适的实验体系、建立有效的实验方法平台，但是这个过程往往要经历多次尝试，避免不了失败和迷茫。”申恩志说。

2018 年，申恩志利用模式动物秀丽隐杆线虫，研究了 PIWI 蛋白与 piRNA 信号途径的分子机制，结合遗传和分子生物学的方法，慢慢对非编码小 RNA 领域有了一定认识。相关研究发表于《细胞》。这一阶段性的成果极大提振了申恩志的信心。

2019 年，申恩志加入西湖大学生命科学学院，致力于研究小 RNA 的生物学功能与作用机理。经过两年的不断探索，他带领课题组在不同的实验体系和实验条件下，多次尝试制备 PIWI 蛋白。但是，实验体系的建立基本都是失败的，要么纯度不够，要么无法分离部分核酸、装载 piRNA 序列，反复的尝试和失败给申恩志团队浇了一盆盆冷水。（下转第 2 版）

他们陪南繁作物过年，只为造福更多“吃瓜群众”

■本报记者 李晨 实习生 鲁晓航

距离过年还有不到一周时间，中国农业科学院郑州果树研究所（以下简称郑果所）研究员徐志红做完年终总结，离开家，再次飞到位于海南三亚的南繁基地。

“海南上一次出现台风是在 2024 年 10 月，带来了大量雨水。我们这边地势相对低洼，雨停而地未干，等了很久才播种。所以这一季西瓜正好赶上春节假期成熟，我们就陪着作物在这里过年。”与《中国科学报》记者交流的过程中，徐志红的语气始终轻快、愉悦。

当下，徐志红主要从事设施西瓜、甜瓜育种及相关研究工作。每年 10 月，徐志红都会来到海南种瓜，第二年便收集材料回到河南，5 月则前往新疆种植，8 月重返琼州。如此奔波的 20 年里，徐志红和其团队成员共选育出 54 个“火出圈”的西瓜品种，其中 12 个新品种获得国家植物新品种权保护。

种瓜跟养孩子一样

在郑果所南繁基地的瓜田里，有 1/3 的瓜苗即将开花。天还没亮，徐志红就和团队成员“一头扎到地里”，直到夜幕降临才收工回宿舍。授粉期他们总是这样起早贪黑。

南繁育种的目的还是加代繁殖，主要工作是选择适合的父母本进行杂交或者自交，培育出性状优良的后代。

因为要准确知道父母本是谁、后代是谁，不能有一点差错，所以必须保证所需的父本花粉正确地传到所需的母本花蕊上。“但是，瓜长得实在是太快了，一个星期不见就认不出来了！”徐志红说，所以授粉是育种最重要的环节。

瓜田里还有 1/3 的瓜苗幼小一些，它们在开花坐果前，需要经历一项田间管理的重要环节——整枝打杈，通过调节植株生长来促进果实膨大，提高产量和品质。

徐志红一边口述着整枝打杈的过程，一边比照着植株向记者描述：“你看这个枝杈，它不能多长、乱长，多余的枝必须全部掰掉，只保留一到两根，令其向上生长。我们采用的是立体吊蔓栽培技术，每一棵瓜苗要围着尼龙草往上长，需要‘绑蔓’。绑蔓的力度、绑蔓的位置都有讲究。一边绑蔓、一边整枝打杈，每天如此，直到完成了开花授粉大家才能松口气。”

在徐志红看来，培育西瓜这一劳动密集型作物太操心了，“种瓜就跟养自己的孩子一样”。

手机里的西瓜档案库

从河南到新疆再到海南，从一年两季到一年三季，从种子到苗、花再到果，徐志红与团队成员历经了西瓜和甜瓜无数个完整的生命周期，也在它们的“代代相传”中总结出了独有的育种经验。

“育种的核心在于创造。先是创造这些‘材料’，然后将其稳定下来。你有四五万份这样的材料，才有可能选出一个品种。材料选定后要选配组合，进行多年、多点试验，验证了这个品种的稳定性之后就可以申请新品种保护、品种登记，再进入市场。像选配组合这个环节，有时候我们配了三四百个，挑出来十个八个，最终



等待科研人员“检验”的西瓜。徐志红供图

能有一个打响的品种就很了不起了。”

一晃九点钟了，徐志红拿上笔记本开始进行田间调查。她走到另外 1/3 瓜田里，这些瓜苗已经坐果。徐志红认真查看着小西瓜的长势。

“长势旺不旺，抗病性好不好，植株的整齐度怎么样，坐果性如何都需要记录，瓜的照片、植株的照片等都要采集到位。”徐志红说。她的手包里存着很多西瓜照片，每一天的长势变化都清晰可见，简直就是个西瓜档案库。

阳光明媚，基地里有不少徐志红口中的“熟手”正在忙碌。他们有的是研究人员，更多的则是陪伴这片基地 20 余年的工人。分批管理、对点培育，基地的瓜田被打理得井井有条。远处有两三位阿姨戴着斗笠，用长筒、长裤和雨鞋将自己完全包裹住，忙碌时只看得见窈窕而轻快的背影。有歌声零星入耳，那来自她们外放的随身听。

徐志红说，有了这些熟练工人的帮助，基地的日常管理轻松了很多，科研人员不用事必躬亲，能更加专注于研发工作。

日啖西瓜三百个

趁着春节，有一批西瓜正好可以采收。采瓜大有讲究。“我们两种采摘方式，一种是混采，也叫小集团采，另外一种则是单瓜采。单瓜采之前，我们需要在瓜上面都做好记号。不能在早上做标记，因为露水重，瓜湿乎乎的；不能用黑色水笔在黑皮瓜上写，因为会混滑颜色；数字 6 和 9 还得用一个小横线区分，否则转个方向就看不明白了……”徐志红对这些细碎的注意事项如数家珍。

多年来，徐志红与团队培育了许多西瓜、甜瓜新品种。西瓜的瓜瓤“多彩”，口感爽弹，质地细腻，正如她起的名字“美颜”“玉琢”“满月”“朝霞”一般。这些名字也寄托了她浪漫的情思与美好的祝愿。而这些新品种的顺利推出，与采瓜后的一系列操作密切相关。（下转第 2 版）



新型催化剂实现光驱动甲烷到甲酸的高效转化

本报讯（记者王敏）中国科学技术大学教授熊宇杰和刘东研究团队实现了光驱动甲烷到甲酸的高效转化，为甲烷转化催化剂设计和反应机理提供了新思路。相关研究成果近日发表于《美国化学会志》。

光驱动甲烷直接转化为甲酸是将甲烷转化为高附加值化学品并促进可持续发展的方法。然而，由于甲烷到甲酸涉及复杂的中间体，这一过程仍然具有挑战性。

研究人员设计了一种以铂活性位点修饰的三氧化钨基光催化剂，通过质子耦合电子转移过程促进氧活化，产生更多的活性氧物种，从而实现甲烷到甲酸的高效转化。通过比较铂原子和

纯的三氧化钨，他们发现负载铂纳米颗粒表现出更高的甲烷转化速率和更高的甲酸产物选择性。铂纳米粒子可以促进氧吸附和活化，通过促进光生载流子分离，实现氧解离。而通过提高溶液中的质子浓度，可以提供足够的质子，从而降低羟基自由基形成势垒，最终通过质子耦合电子转移过程促进羟基自由基形成。

在该反应体系中，研究人员设计的铂-三氧化钨基光催化剂稳定性优异，可以实现 17.7 毫摩尔每克的甲酸产率，其甲酸产物的选择性为 84%。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1021/jacs.4c12758>

以“两弹一星”精神为引领，加快抢占半导体科技制高点

■谭平恒

有幸参观中国科学院与“两弹一星”纪念馆，我对当年老一辈科学家为祖国建设不懈奋斗、矢志不渝的艰辛创业历程有了更深刻的体会。

回望中国科学院半导体研究所（以下简称半导体所）60 多年的发展历程，研究所的发展与国家命运、民族命运同频共振、血脉相连，“科技报国、创新为民”始终是半导体所人的使命担当。半导体所的诞生，就源于国家 1956 年制定“十二年远景规划”时提出的要“发展计算技术、半导体技术、无线电电子学、自动学和远距离操纵技术的紧急措施方案”（即“四项紧急措施”）；而纪念馆里展出的反映半导体所王守武、林兰英、王守觉和成众志等老一辈科学家的文字和照片，更是半导体所为我国“两弹一星”事业作出突出贡献的印记和见证。

半导体器件物理学家王守武组织 109 工厂为研制 109 乙型计算机提供 12 个品种、14.5 万多支锗高频合金扩散晶体管，109 乙机正是我国第一台全部采用国产元器件的大型晶体管通用数字计算机；半导体材料学家林兰英领导长寿命硅单晶的研制，提高了硅光电池的效率和成功应用于人造卫星，不仅推动了砷化镓集成电路的发展，还成功研制抗辐射的 SOS-COMS 集成电路；半导体电子学家王守觉承担硅平面型晶体管的研制，成功研制的 5 种硅平面晶体管用于 109 丙机等专用微机，109 丙机为中国氢弹、导弹和人造卫星的研制工作作出了重大贡献，被誉为“功勋计算机”；固体电子学家成众志带领团队成功研制了用于我国第一颗人造地球卫星“东方红一号”的 10cm 微波信标机，这是播送《东方红》乐曲的半导体器件……这些无不展现了半导体所“爱国奉献”的红色基因和“永争



近日，在寒假来临之际，“润泽湿地，循环共生”主题展览在中国科技馆对公众正式开放，并同步推出系列科普活动。该展览旨在通过展现保护湿地和发展循环经济的重要意义，提升公众环保意识。

所长书记谈“两弹一星”精神

1979 年王守武在调试探针台。



半导体所供图

第一”的科学精神。在 60 多年的发展历程中，半导体所一代代科技工作者胸怀祖国、勇攀高峰、追求卓越、敢为人先，创造了一个又一个“第一”，为我国半导体事业的发展作出了重大贡献。以黄昆、王守武、林兰英和王守觉等为代表的半导体所老一辈科学家在新中国成立前后，突破重重阻碍毅然选择回到祖国，开创了我国半导体科学事业发展的新篇章，铸就了半导体所独具特色的精神谱系。他们因国家需求而确立自己的科研方向，奉献毕生智慧和心血推动中国半导体科技事业进步和国家发展。他们的奋斗历程，是中国科学技术发展的历史缩影；他们的科学人生，是中华民族追求现代化的集中写照；他们的科研

品质，是中国科学院人勇攀科技高峰、抢占科技制高点的生动展示。

2024 年，半导体所党委在所区建立了主题为“‘科学’‘两弹一星’精神薪火相传 照亮抢占半导体科技制高点新征程”的科学家精神教育基地，引导科研人员赓续红色基因，让“两弹一星”精神薪火相传，照亮抢占半导体科技制高点的新征程。

今天，“两弹一星”精神穿越时空，仍然激励、鼓舞着我们不断朝着科技强国的目标前进。

当前，半导体所广大科研人员正以积极承担半导体领域国家重点研发计划、中国科学院先导专项、科技创新 2030-重大项目等重大科技任务为抓手，聚焦主责主业，开展科研创新。作为我国半导体科技发展和建设的国家战略科技力量，我们要把老一辈科学家的爱国之情、报国之志和奋斗精神融入民族复兴的伟大事业中、融入科技自立自强的伟大奋斗中，瞄准世界科技前沿，面向国家重大需求，全力以赴抢占半导体领域科技制高点，不断攀登半导体科技高峰，力争在半导体科技领域取得一系列具有开创性意义的重大成果，为保障国家安全和实现高水平科技自立自强作出无愧于新时代的贡献。

（作者系中国科学院半导体研究所所长，本报记者赵广立整理）



科学家呼吁将保持太空整洁列入联合国可持续发展目标



随着太空垃圾日益增多，亟须通过更多措施保护地球轨道。近日，多名研究人员在细胞出版社旗下期刊《一个地球》（One Earth）撰文，呼吁将保持太空整洁纳入联合国可持续发展目标。

可持续发展目标是联合国制定的 17 个全球发展目标，包括消除贫困、促进优质教育和性别平等、应对气候变化等。研究人员希望增加第 18 个发展目标，包括确保卫星和火箭在其使用寿命结束时离开轨道，以防止碰撞和产生新的碎片，并引入罚款和立法以确立问责机制。

“可持续发展目标的设立是为了拥有一个可持续发展的未来，但目前这些目标里没有任何关于保护太空的内容。”英国伦敦大学学院的 Heather Koldewey 说，“我们了解到，一旦碎片

掉落在海洋里，清除它们就极具挑战性。我们希望在太空中避免发生同样的事情。”

尽管目前已有处理太空碎片的指导方针，如 1967 年正式生效的联合国《外层空间条约》，但近年来在轨运行卫星数量激增，从 2020 年的不到 3000 颗增加到今天的 1 万多颗，仅美国太空探索技术公司（SpaceX）的“星链”巨型星座就贡献了约 7000 颗卫星。此外，太空中还有成千上万绕地球运行的报废火箭和数百万件太空垃圾。因此，亟须采取更多行动保护地球轨道。

“任何提高人们对太空碎片意识的事情都是好事。”英国诺森比亚大学的空间律师 Christopher Newman 说，将控制太空碎片纳入第 18 个可持续发展目标可能会提高对这一问题的关注度。

不过，联合国可持续发展目标能否实现还是一个悬而未决的问题。去年，联合国报告称，17 个现有可持续发展目标中，只实现了不到 1/5。

此外，Newman 说，没有经过 SpaceX 及其所有者埃隆·马斯克的同意，任何有意义的努力都很难实现。（李木子）