



在植物免疫领域耕耘近30年，
中国科学院遗传与发育生物学研究所研究员周俭民

用专注回答科学问题

□赵永新

兴趣——

“科学研究是一个非常有趣的职业，你可以去追逐梦想、满足自己的好奇心”

从小生活在城市、跟植物打交道很少的周俭民，是如何与植物免疫研究结缘的？

“兴趣，或者说好奇心。”坐在办公室的靠背椅上，身穿深灰色短袖、脚踏运动鞋的周俭民，讲起自己的成长之路来。

周俭民出生在四川省成都市，上高中时，生物课老师讲的遗传学把他吸引住了：“之前觉得生物就是动植物、花花草草，听老师讲遗传学就觉得挺有意思。后来考大学填志愿时，我就报了四川大学生物系。”

上大学时，周俭民一心扑在专业学习上，成绩名列前茅。大学毕业后，他考入中国科学院遗传发育所攻读硕士研究生，导师是植物病理学家周嘉平先生。

读研期间，周俭民根据导师

的建议，到北京农学院（现中国农业大学）旁听曾士迈先生讲授的《植物免疫》课程。当时，曾士迈先生讲到美国植物病理学家弗洛尔提出的“基因对基因”假说：植物存在一组抗病基因，可以识别病原微生物的致病基因，并与之精准匹配，从而引发植物的免疫反应。“我听了之后觉得太神奇了，后来就一直忘不掉。”周俭民说。

之后，周俭民赴美国留学、工作。2004年回国后，加入刚成立的被称为“科技体制改革试验田”的北京生命科学研究所。2012年，他来到中国科学院遗传发育所，从事植物抗病研究。

“植物免疫领域最吸引我的，是植物与病原微生物之间奇妙的相互作用和令人叹为观止的生存策略，里面蕴含着无穷的生物学问题，令人流连忘返。”周俭民说，“科学研究是一个非常有趣的职业，你可以去追逐梦想、满足自己的好奇心，加班加

点也不觉得特别累。”

合作——

“把科学问题回答好是最重要的，至于谁的名字放在哪里不需要计较”

和周俭民同期加入北京生命科学研究所的，还有柴继杰。回国前，柴继杰在美国普林斯顿大学师从施一公，研究动物细胞凋亡关键蛋白的结构。在北京生命科学研究所，两人的实验室刚好门对门，经常一起聊天。

尽管20世纪90年代科学家就克隆出了第一批植物抗病基因，但植物抗病的一些关键问题始终没有解决，最为突出的就是弗洛尔抗病基因所编码的蛋白的结构及其抗病机制问题：抗病蛋白长什么样子？它怎么发出指令调动千军万马来抵御病原微生物？

当时，专注于植物抗病蛋白结构的科学家少之又少。听周俭民讲了这些情况，柴继杰立即产生

了浓厚兴趣，两人从此开始了长达19年的合作研究。周俭民主要研究植物抗病蛋白的生化机制，柴继杰主要解析抗病蛋白的三维结构，两人优势互补、各展所长，推动了植物免疫的研究进展。

2007年，两人合作解析出第一个弗洛尔抗病基因的复合物结构，并提出了抗病蛋白识别病原的新模型——“诱饵模型”。此后，他们又解析出多个抗病蛋白的三维结构及其生化机制。从2015年开始，两人开始聚焦经典的弗洛尔抗病蛋白ZAR1。两个实验室团队几乎每个月都要一起开会讨论，寻找突破方向。2019年，他们分别从植物细胞和体外重组蛋白实验获得了ZAR1寡聚的证据，柴继杰实验室在体外重组了ZAR1寡聚体，并解析了其清晰的三维结构。

他们把这个结构很像五瓣小花的抗病蛋白称为“抗病小体”。这是国际上第一次发现抗病小体，破解了困扰植物免疫领

域20多年悬而未决的难题——植物抗病蛋白是如何控制细胞死亡和免疫的，为国内外同行设计广谱、长效的新型抗病蛋白奠定了理论基础。

两人长达近20年的合作高效、默契，被同行誉为合作研究的“黄金搭档”。“我们之所以合作得这么好，除了专业互补、兴趣相投，最重要的是相互信任。”周俭民说，“把科学问题回答好是最重要的，至于谁的名字放在哪里不需要计较。”

坚持——

“科学研究没有捷径，只能不断地寻找新的证据，用事实说话”

从事前沿领域的科学研究，失败和挑战是家常便饭。遇到障碍、做不下去的时候怎么办？

“我觉得真正难的地方，并不是技术问题，而是当你的工作完成之后，取得的新的研究成果没有马上被同行认可。”周俭民说。

周俭民坦言：“遇到技术难题，可以通过努力学习最新先进技术、跟同行合作来逐步解决。但当你的发现与现有学术观点

往下走？”

“要勇敢面对。”周俭民的回答是，“你只要做创新的东西，永远会存在这个问题。科学研究没有捷径，只能不断地寻找新的证据，用事实说话。”

他举了一个例子：2007年和柴继杰合作提出“诱饵模型”后，由于与当时的主流研究观点有冲突，文章发表后颇受质疑。

周俭民说，“这让我意识到，做科研不光要说服自己，还要学会说服同行。单靠一篇文章可能无济于事，要靠一系列的工作。”

后来，周俭民在其他几篇论文中印证了“诱饵模型”的正确性，几个国外实验室也得出了同样的结论，“诱饵模型”逐渐被大家认可。

“我们现在的研究重点有两个。”周俭民介绍，一个是顺着抗病小体开辟的方向继续往下挖，寻找一些重要的抗病机制；一个是关注农业生产上的重要问题，利用已有的研究成果设计出更有效的抗病基因，解决猕猴桃、水稻、油菜等重要作物的病虫害问题。

“历史上，多次暴发的植物病



中国科学院遗传与发育生物学研究所研究员周俭民(左)和西湖大学植物免疫学讲席教授柴继杰(右)在一起

有冲突，导致文章投出去之后杂志不接受，或者发表后不被许多同行认可，这对一名科研人员特别是‘新手’来说，会带来一些挫败感。”

“遇到这种情况时，怎么继续

虫害对人类文明产生了重大影响，即便现在，全球因病虫害造成的农作物减产高达40%。”周俭民表示，“力争在几年内做出对农业生产有帮助的研究成果。”

(据《人民日报》，有删节)

文苑观察

陕北民歌的旋律： 古腔老调 今韵新声

□杨舒越

稳定和沉着的收拢性。音程间的转位在上、下行的过程中起到了美化乐思的作用。因此，从审美意义上讲最终使受众获得美的享受。2.其他音程跳进：由于高原山区的音乐中大跳进的出现比较突出，除了四度、五度、八度外，还有大小六度和小七度的特色音程跳进也被普遍运用。小七度音程有由上而下和由下而上两种，跳进出现在徵—羽、宫—商、商—角之间。信天游音乐中的纯八度音程也有两种跳进方向，多在两徵音、两羽音之间进行。3.跳进音程之间的经过音：陕北民歌中，常把调式的骨干音放在节拍的重要位置，四度进行时加入经过音，并与多彩而有规律的节奏相结合，例如《兰花花》，整首曲调还是围绕三个骨干音(D、G、A)进行的，为了使旋律流畅动听，将Ⅲ级音和Ⅶ级音作为邻音，经过音或倚音，在四度进行中，出现了上、下行级进。匈牙利音乐家萨波奇·本采指出：“一切旋律的形态和音调当有一定形式的习俗与之相适应的合称为基础。”

对于陕北民歌的旋律，声调固然重要，但方言节奏对民歌节奏的影响也不容忽视，对民歌旋律的影响也是多方面的。1.语言性作用：主要来自于方言声调与方言节奏的影响。2.情感作用：不同的语句包含着不同的感情色彩，当带有感情色彩去演唱时，会对旋律变化产生影响。3.音乐惯性思维的影响：当地民间音乐逐渐形成自己独特风格并稳定传承。

在历史的推动下，陕北民歌开始向现代化发展，新生代重新邂逅父辈唱过的民间小调。1984年获得“百花奖”“最佳影片奖”和“最佳导演奖”的《人生》，便是再次启用了沉寂数年的陕北民歌，基本曲调采用了《天下黄河几道弯》，男女主人公道别时的音乐是《走西口》。粗重的喉顿低缓吟出，村路绵绵，黄河蜿蜒，不绝如缕的歌腔，引向天水交接的远方，凄楚、苍凉、凝重，民歌本色寓意为生活本色，当代人突然在古老歌风中再次品到了人性真实。在表达纯真质朴的情调上，没有什么可以代替民歌了，附上当代之魂的旧形式，弥漫于腔中。饱经风霜的老汉给在现实生活中屡遭挫折的年轻人诉说陈年旧事，背井离乡的恩怨离愁与道德冲突瞬间接轨，映衬出冰冷的现实中渴望的温暖。古腔老调，今韵新声，交融一体，瞬间焕发出矫正纷扰喧嚣的新立场。

陕北民歌有着“不可企及的美”，一方面不断从现实生活中汲取营养以增强自身艺术生命力，另一方面又慷慨地给其他民间艺术、专业艺术以多种养料。分析民歌的艺术特征为研究之常态，而为什么陕北民歌引发了越来越多的持续关注？至关重要的它是与中国社会巨大转型产生的需求相匹配。陕北民间音乐寄托了普罗大众挣脱被奴役的命运、赢得国家独立、实现民族解放、获得中国品格的夙愿，把它推向台前，就是中国人走向世界的步伐。

近日，美国空军发布消息，“凯瑟尔航线”全域作战软件套件将部署至印太地区。军事软件已经成为美军的重要军事装备，其在某一地区的部署，成为加强美军在这一地区军事力量的重要举措。

软件也是军事装备

传统观念上的军事装备指用于作战和作战保障的武器、设备、器材等。电子战、信息系统出现以后，电子信息系统等技术设备成为军事装备。人们习惯于将那些看得见、摸得着的武器、设备、器材等称为军事装备，但实际上，军事软件也是军事装备。

军事软件是用于军事领域的软件和软件系统，它存在于电子信息系统和网络系统中。1958年，美国在北约建成第一个指挥控制系统“赛其”，将21个区域指挥控制中心、36种不同型号的214部雷达连接起来。在这个系统中，包括硬件系统和软件系统。从此，美军电子信息系统一路升级，到2002年发展到C4KISR，实现侦察监视、决策、杀伤、战损评估全过程一体化。这种升级换代既包括硬件系统，也包括软件系统。

此后的20年，虽然软件仍然主要依附于硬件系统存在，但其作用越来越受到重视，软件的开发与交付也日益成为国防投资区别于硬件设备、获得独立立项的重要项目。2022年，两个智库的报告使军事软件的地位作用空前凸显出来。

2022年9月，美国智库战略与国际问题研究中心发布《软件定义战争》报告，提出美军必须采用新的软件设计方法，才能使美军保持军事优势。报告认为，美军现有软件水平远远落后于软件行业的先进水平，导致美军整体装备水平的落后。软件技术的军民通用性和市场易得性特点，可能使美军的对手通过市场获得先进的软件技术，从而获得超越美军的装备水平和军事能力。为此，美军必须优化软件开发的决策程序，加快软件更新换代的速度，更加快捷地完成软



软件定义战争？

□吴敏文

件开发、部署和形成作战能力的过程。

2022年12月，美国另一智库发布《软件定义战术》报告。报告认为，人类战争已经进入软件主宰时代，为了适应和赢得这一时代，美国国防部必须树立三大理念：软件是异质性的，不存在放之四海而皆准的解决方案；在军事系统中，是软件而不是作战平台在主导杀伤链；软件、数据和人工智能是当今时代军事领域的关键要素。总的来说，杀伤链这一最主要的战术要素，其速度与效应在当今时代是由软件决定的。

两个智库的报告从战争(战略)与战术两个层级肯定了软件的地位作用。软件是军事装备的重要组成部分和军事装备地位。如“凯瑟尔航线”全域作战软件套件，由美国空军Kessel run软件工厂开发完成。2021年，这个套件的最小版本由美国中央司令部装备。今年8月，这个软件的全套版本被部署到美国印太司令部，以支持印太司令部空军的全球作战。

谁来研发军事软件

军事软件成为重要军事装备，包括开发、交付、运行维护等在内的保障也就成为当今军队数字后勤的重要内容。军事软件的保障和其他保障一样，需要在平时奠定可靠的基础，才能在战时体现适应性和临机反应能力。

2022年2月，美国国防部发布《软件现代化战略》，主要举措包括：建立指导软件现代化的高级指导小组，以推动美军软件现代化计划；采用层级管理的方式，将软件现代化项目区分为优先任务、支持性任务和部门任务；明确软件现代化的财年优先事项和主要措施。

在信息化、智能化时代，美军各军兵种、各类作战职能所需软件成分多样、功能复杂，为了规范软件开发的规划计划，今年4月，美国国防部工程与研究办公室发布了《用于持续交付作战能力的软件工程》指南，以利于快速、安全和有效地交付作战能力并形成作战

能力。

有了军事软件发展战略，随之而来的就是推动软件战略的落实。美军《软件现代化战略》中的优先任务、支持性任务和部门任务的落实主体有所不同，优先任务和支持性任务必须由国防部主要负责。例如，作为优先任务的“联合全域作战软件”由美国国防部高级研究计划局自适应能力办公室主任，软件系统功能包括任务编程、任务分析和预测，以及提供友好用户界面等，主要目的是优化作战资源调配，最大限度提高杀伤网的效能与弹性。

另外，运用软件工程思想和模式开发军事软件，模块化、体系化和通用性是基本要求。对于各军兵种、各种作战功能通用的软件工具，由国防部层级提供。这也有利于提高军事软件开发的效率和各军兵种之间的互联互通互操作。

军事软件的研发，采取军方开发与招标地方企业开发的方式进行。军事软件在保密性上有特殊要求，很多软件依托军内软件人才开发。另外，也有通过招标将软件开发项目发包给以波音、雷神、洛克希德·马丁为代表的军火商的软件团队，以及思科、谷歌、英特尔、微软等为代表的美国科技巨头开发。

军事软件是“看不见的手”

软件和硬件是电子计算机发明后才出现的名词。1946年，世界上第一台电子计算机由美国宾夕法尼亚大学莫尔学院和美国陆军阿伯特弹道实验室联合研制成功，最简单的、最基本的软件和操作系统就产生了。1958年，美国在北约第一个指挥控制系统“赛其”的投入使用，标志着军事软件系统的出现。纵观军事软件的发展历史，它有以下三方面发展趋势。

第一，军事软件是信息化、智能化技术推动军事变革的必然产物。在工业时代，石油是工业的血脉。在电子信息网络时代，软件是系统的灵魂。一机械化作战平台，没有嵌入

式电子信息系统，它只是一只“拳头”。加上电子信息系统软件，它就具有了信息获取、处理、利用的能力，可以使作战效能成倍提升。

武器装备系统发挥最大效能是任何时代的军事追求。电子信息时代，软件系统所产生的效能，使其不可能在军事应用领域缺席。例如，与简单发射电磁信号的电子干扰机相比，认知电子战可在复杂电磁环境中采用人工智能和机器学习等技术，实现实时环境感知、干扰措施合成、干扰效果评估、自主优化干扰效果等自主作战能力。二者之间的区别，好比一个牙牙学语的婴儿和一个技能娴熟的专业人员，这样的差别主要是由智能化的软件系统决定的。

第二，军事软件将形成装备体系。军事软件主要依托装备体系发挥作用，武器装备的体系化决定了军事软件必然体系化。体系化的军事软件按照层级可区分为战略、战役、战术军事软件，按照军兵种可区分为陆、海、空、天等军事软件，按照功能可区分为预警探测、情报侦察、指挥控制等军事软件。

第三，军事软件与传统武器装备相辅相成。机械化平台是军事软件的载体，军事软件是机械化平台的灵魂，军事软件与机械化武器装备共同发挥作用。一部分战术级军事软件，可能与机械化武器平台融为一体，但大型、战略级软件系统，如全球指挥控制系统、战略通信系统等，将一直保持其独立存在，不会完全融入机械化武器系统。

每一次新技术推动的军事变革都会改变战争形态，蒸汽机、化学能推动机械化战争形态的生成，数字化、信息化、智能化技术推动信息化、智能化战争的形成。如果说电子信息系统硬件和设备是给战争塑形的那只“看得见的手”，电子信息系统中的软件系统就是那只“看不见的手”。这手手虽然看不见，但那只“看得见的手”却是听命于它的。

(据《中国青年报》，有删节)