

释放绝育雄蚊、投放食蚊鱼……各类灭蚊技术齐上场

## 灭蚊防病害：「一招鲜」不如「组合拳」

人口流动频繁、气候异常、城市化发展的当下，由虫媒传播的“热带病”离人们已不再遥远。

清除蚊虫滋生地、喷洒杀虫剂是目前防控传播的常见方法。但一个不可否认的事实是，蚊子逐渐“适应”各类化学灭蚊措施了。目前最常用的灭蚊剂就是各类除虫菊酯和避蚊胺，蚊子已经对它们产生了普遍的抗药性，必须加大药量才能够奏效。

面对蚊子的“顽强反击”，各类灭蚊技术被派上场：比如“以蚊治蚊”：释放“绝育雄蚊”，让野生雌蚊绝育；比如培育不吸血的华丽巨蚊，让其幼虫吞食白纹伊蚊肠道共生菌，从源头实现“治蚊防病”……那么这些方法究竟效果如何？本报记者采访了中国科学院分子植物科学卓越创新中心（植物生理生态研究所）王四宝研究员。

四年前，王四宝领衔的团队在国际顶尖学术期刊《科学》(Science)上发表论文，揭示了疟蚊集群婚飞的分子机制和雌雄求偶的化学通信奥秘。通俗地说，在蚊子的“相亲大会”上，科研人员释放的可能是“香水喷得很浓但无生育力”的雄蚊，它们与野外雌蚊交配后，会使其无法繁衍后代。

“人们总希望有‘一招制敌’的方法，但基于越来越科学的认知，没有任何单一方法能解决任何一种虫媒传染病。”王四宝说，“‘绝育雄蚊’方法确实有效，但目前只能小范围应用，原因是成本高——必须得不断、定期释放‘绝育雄蚊’到野外。”

那么，诸如投放“食蚊鱼”等举措，效果又如何呢？据了解，食蚊鱼是以动物性食物为主的杂食性鱼类，食谱广但尤爱吃蚊虫，最喜欢吃刚羽化的成蚊以及蚊虫幼虫和卵块。“食蚊鱼适应力强，繁殖能力高，但是被列入了世界百大外来入侵物种之一，有可能引发生态风险。”王四宝表示。

此外，伊蚊天敌之一的华丽巨蚊的成蚊均不吸血，以植物汁液和花蜜为食，对人畜不构成侵扰。华丽巨蚊幼虫能捕食伊蚊幼虫，但其对生存环境要求较高，温度一高就无法适应。

“因此我们提出‘综合蚊媒病控制策略’，即通过系统监测和多种手段协同防控。”王四宝强调。

记者了解到，新兴的生物技术正在带来突破。例如，王四宝团队开发的“病原菌介导的RNA干扰(pnRNAi)”技术，将埃及伊蚊的miRNA(如miR-8、miR-375)导入杀蚊真菌，使其通过跨界RNA干扰蚊虫免疫通路，显著提高白僵菌杀蚊效力。美国马里兰大学则通过基因改造绿僵菌，使雄蚊在交配时传递致命孢子，两周内消灭试验场中90%的雌蚊，且对人类和益虫无害。

此外，王四宝团队还研发出“智能细菌”Serratia AS1，它能在蚊虫吸血时精准释放抗疟原虫、登革病毒和寨卡病毒的效应蛋白，实现“一箭三雕”的防控效果。

“防治蚊虫必须要有系统性思维。”王四宝再次强调，“在蚊虫密度低时，可以应用生物防治手段；一旦密度较高，化学手段仍是快速应急的有效补充。”

本报记者 郇阳



本版图片 图 IC



生物链条使得原本可能局限于某个物种或小范围生态系统的病原体，能够在不同物种和广阔地域之间迅速流动。

与蚊子的斗争，是一门古老的学问，也是全球健康的必修课。

### 人类与蚊媒传染病漫长的斗争

每年8月20日是“世界蚊子日”，是为了纪念一个足以改写人类医学史的发现。1897年的这一天，英国医生罗纳德·罗斯在显微镜下第一次确认疟疾是通过按蚊传播的。这一突破让人类真正意识到，蚊子不只会带来惹人烦的嗡嗡声和痒痒包，更是全球范围内最致命的动物之一。据估算，每年有超过七十万万人死于蚊媒传染病，数量远超鲨鱼、蛇等人们印象中的“危险生物”致死的案例。

蚊子原本是生态系统中的普通成员，但在数百万年的进化中，它们与病毒、寄生虫、原虫之间形成了复杂的“搭便车”关系。

雌蚊为了产卵而吸食血液，血液中寄居的病原体便有机会通过蚊子的口器进入下一个宿主。这种

类只是被动卷入的“终末宿主”。感染者可能出现高热、抽搐和意识障碍，病死率和致残率都很高。随着大规模免疫接种的实施，乙型脑炎的病例数已大幅下降，但在亚洲多个国家，尤其是水稻种植与养猪密集的地区，它仍不时出现。

西尼罗病毒病的故事则更具全球化色彩。这种病毒原本在非洲、欧洲、亚洲的鸟类群体中静静循环，直到20世纪末才引起全球关注。1999年，美国纽约的疫情让它引起关注，约60人因脑膜炎、脑炎住院，其中7人死亡。候鸟是西尼罗病毒的自然宿主，可以在迁徙中将病毒带到新的大陆，而库蚊则负责在本地扩散。虽然大多数感染者症状轻微，但一旦波及神经系统，后果可能十分严重。

#### 登革热、基孔肯雅热与寨卡病毒病

白纹伊蚊和埃及伊蚊白天活跃，擅长在人类居住区活动，甚至能在瓶盖大小的积水中完成繁殖周期。正是这种适应力和高效叮咬习性，让三种原本地域分布不同的病毒——登革热病毒、基孔肯雅热病毒和寨卡病毒——有了共同的“快递员”。这三种由伊蚊传播的疾病，如同三姐妹，各有不同的性格与危害，却又常在同一流行区内轮番登场。登革热是由四种血清型病毒引起的疾病，在全球超过100个国家流行。第一次感染多为轻症，但再次感染不同血清型时，可能引发致命的登革出血热。

基孔肯雅热这个名字大多数人今年才第一次听到，它与登革热症状相似，但最显著的特征是剧烈的关节痛，部分患者甚至会发展为长期的慢性关节炎。近年来，源自东中非非型的印度洋分支病毒获得了感染白纹伊蚊的能力，使得它在亚热带和温带地区的传播效率大大提高。

寨卡病毒病的出现则更让人警觉。2015—2016年，寨卡病毒在美洲迅速扩散，并与新生儿小头畸形的爆发关联起来，引发全球公共卫生紧急状态。虽然多数感染者症状轻微，但它对孕妇及胎儿的威胁极大。

三种疾病都没有特效治疗方法，疫苗研发进展不一，因此防控核心仍在阻断伊蚊的滋生和叮咬。



世界上已知的蚊子种类超过3500种，但能够影响人类健康的只是少数几类，其中以按蚊、库蚊和伊蚊最为重要。

- 按蚊是疟疾的主要传播者
- 库蚊偏好传播乙型脑炎、西尼罗病毒病等
- 伊蚊家族中的白纹伊蚊和埃及伊蚊，会快速传播登革热、黄热病、基孔肯雅热、寨卡等病毒

蚊子原本生活在野外，吸食动物血液，但随着农业文明的扩展、城市的兴起和家畜饲养的普及，蚊子获得了前所未有的稳定血源。城市中的积水、废弃容器和绿化带，为它们提供了理想的滋生环境，而人口密集则意味着一次吸血可以在极短时间内找到下一个宿主。

#### 疟疾：祖宗级的蚊媒传染病

在人类与蚊媒传染病的漫长战斗史上，疟疾无疑是最古老也最致命的对手之一。这种由疟原虫引起的疾病在古埃及木乃伊、古罗马医书中均有记载，曾长期肆虐世界热带和亚热带地区。20世纪初，疟疾每年感染数亿人，造成数百万人死亡。它不仅是健康的威胁，也曾左右战争和工程的成败。太平洋战场上，美军因疟疾失去的战斗一度超过战伤；在巴拿马运河的修建过程中，疟疾和黄热病的肆虐几乎让工程夭折。

如今，人类掌握了包括青蒿素类药物在内的有效治疗手段，部分非洲国家也开始推广疟疾疫苗，但疟疾仍在撒哈拉以南非洲和部分东南亚地区顽强存在，气候变化、抗药性和防控资源不足，仍让它成为全球公共卫生的难题。

#### 黄热病：让城市恐慌的“黄死神”

黄热病曾是18、19世纪美洲港口城市的噩梦。这种由黄热病毒引起的疾病通过埃及伊蚊传播，患者常出现高热、黄疸、出血等症状，严重时死亡率可高达50%。在疫苗问世之前，它一次次让繁荣的港口陷入停摆。巴拿马运河工程的推进，正是依靠了针对埃及伊蚊的大规模灭蚊行动，才得以摆脱疫情困扰。

今天，黄热病仍在非洲和南美部分国家流行，但17D减毒活疫苗的广泛接种已使其可防可控。对于前往这些地区的旅行者，接种黄热病疫苗并出具国际预防接种证书已是入境的必备条件。

#### 乙型脑炎与西尼罗病毒病

如果说按蚊和伊蚊的“战绩”更为人熟知，那么库蚊的威胁则常被忽视。乙型脑炎是其中最典型的代表，它的自然循环链由水鸟、蚊子和猪组成，人

### 气候变化与蚊媒传染病的“北上”

无论是登革热、基孔肯雅热，还是乙型脑炎和疟疾，它们的地理分布都在悄然变化。全球变暖延长了蚊虫的活动季节，使原本被冬季低温阻隔的北方地区逐渐具备蚊媒传染病传播的气候条件。

城市化带来的热岛效应，使城市蚊虫发育更快，

世代更短，种群密度更高。极端降水事件一方面可能冲刷掉部分积水，但更多时候会在低洼处制造新的滋生地，帮助蚊虫迅速繁殖。研究预测，到2050年，白纹伊蚊的高度适生区可能扩展至中国北方更多省份。

### 多道防线联手阻击蚊媒传染病

蚊媒传染病的防控从来不是一个通过单一手段就能完成的任务。个人防护固然重要，比如在蚊虫活跃季节穿着浅色长袖衣物，使用含有有效成分的驱蚊剂，睡眠时使用蚊帐或保持室内纱窗完好，出行前了解目的地的流行病风险并接种相关疫苗。但更为根本的，是家庭和社区的环境管理。倒掉花盆、罐子、废旧轮胎中的积水，改造容易积水的下水道和明渠，减少可供蚊子产卵的水体，是切断蚊子繁殖链的关键。

近年来，科研人员探索了新的控制技术，在部分

地区试点取得了成效，但蚊子顽强的适应能力提醒我们，防控必须是多手段、持续性的综合措施。

我们对蚊子的了解和防控能力，决定了它能在多大程度上威胁我们的健康。世界蚊子日不仅是对一次科学发现的纪念，更提醒我们，蚊媒传染病不只是热带的故事，它们的风险正在随气候、环境和人口流动而变化。防控的成败，不仅在于临床医疗、疾控部门和科研机构的努力，也在于每个人的日常细节——那一盆倒掉的积水，可能就是阻断一条传播链的关键。

# 世界蚊子日

# 『致命快递』带着病毒扩散

复旦大学附属华山医院感染科副主任 王新宇