

邱式邦院士在中国蝗虫研究和防治实践中的贡献

蝗虫是世界性重大农业害虫，除南极大陆和北纬 55° 以北区域外均发生过蝗灾，全球常年发生面积 4680 万 km²，约 1/8 的人口遭受蝗灾的影响。在我国历史上蝗灾与水灾、旱灾并称为三大自然灾害。公元前 976 年至今，我国共发生蝗灾 1200 余次，平均 3~5 年一次大发生。2019 年，巴基斯坦因沙漠蝗灾害使粮食减产 30% 以上，仅小麦损失就高达 10 亿美元。2020 年 2 月 10 日，联合国粮农组织(FAO)向全球发布了沙漠蝗灾害预警，希望全球高度戒备正在肆虐的蝗灾，防止被入侵国家出现粮食危机。这也再次提醒我们，蝗灾依然是粮食生产和生态安全的严重威胁。

1 蝗虫在我国发生与防治的早期研究

我国有关蝗虫的记载最早可追溯到公元前 16 世纪，殷商甲骨文中“蝗”字记载。《新唐书》中描述了宰相姚崇破除迷信，利用蝗虫的趋光性，以火治蝗的例子；北宋时期制定《捕蝗法》；元朝建立地方首官负责制，有了“除蝗于未然”的预防意识，制定了秋耕晒卵的耕作制度和保护天敌的明令；明朝的徐光启撰写的《除蝗疏》中论述了治蝗策略。清代陈芳生撰写的《捕蝗考》中，介绍了蝗虫发生规律与防治方法，逐渐趋向科学治蝗；1935 年，邹钟琳撰写的《中国飞蝗之分布与气候、地理之关系及其发生地之环境》一书中论述了飞蝗的分布与气候特点和环境之间的关系；1936 年，陈家祥发表《中国历代蝗患之记载》一文中讲述了中国历代蝗灾发生情况。

2 邱式邦院士在中国蝗虫研究和防治实践中的贡献

新中国成立以来，党和国家高度重视治蝗工作。在这一时期，以邱式邦院士为代表的老一辈农业科学家通过多年开展飞蝗的生物学和生理学研究，追踪、监测蝗虫虫源地的发生情况，引进和创新了治蝗技术，提出了“预防为主，综合防治”的治蝗理念，为我国的蝗虫防治工作做出了突出贡献。

首先，引进了新药剂，创新“毒饵”治蝗技术。1938 年黄河花园口炸开决堤造成了历史上空前严重的蝗灾，到 1944 年，仅河南省飞蝗发生面积就达到 387 万多公顷，治蝗成为解决国家民生的大难题。邱式邦院士摒弃传统“人工扑打治蝗”的方式，引进英国治蝗新药——六六六。此后，他又将浓缩剂型的六六六拌上填充物改进为便于施用的粉剂，施于蝗区进行科学试验，发现蝗虫死亡率达 90% 以上。1947 年，他发明“毒饵治蝗”新技术，并被迅速应用推广，1952 年应用 80 万亩、1953 年应用 100 万亩。1948 年，他的研究成果发表在《中华农学会报》上，是国内第一篇使用六六六粉剂治蝗的技术报告。这项工作迈出了中国现代治蝗科学研究与应用的第一步，这也是我国首次科学报道蝗虫防治工作，开创了新中国治蝗事业的里程碑。同时，为研发适宜我国的防蝗产品，他带领团队开展大量研究，例如，从本土的植物和矿物中提取杀虫成分，研制出颗粒剂和粉剂等不

同剂型的防蝗药剂，这些防蝗药剂的使用大大提高了我国应对蝗灾的能力。

其次，深入蝗区，开展科学研究。20世纪50年代，邱式邦院士带领团队成员深入蝗区开展治蝗技术试验，进一步提出在蝗区建立侦察蝗虫的基层组织，并建立蝗虫侦察制度，包括查卵、查蛹和查成虫3个环节，即“三查制度”。为了便于农民更好地认识蝗虫，他和助手李光博院士将蝗区常见的各类蝗虫详细绘制成画，教会不识字的农民通过识图辨别蝗虫，化繁为简、化难为易。在政府的大力支持下，我国逐步建立了一支长期侦察测报队伍，构成了较为完整的虫情预报网。建立“三查”制度后，治蝗工作迅速由被动变主动，防蝗效率大大提高，而且为国家节省了大量的人力、物力和财力。1953年推广蝗虫“三查”技术后，全国投入治蝗的劳动量比1951年减少了80%，为我国开展害虫预测预报工作迈出了坚实的一步。

第三，引进了绿僵菌治蝗技术。1993年，邱式邦院士在中国农业科学院生物防治研究所期间，通过国际合作，从英联邦国际生物防治研究所（IIBC）引进了防蝗系列菌株，并对东亚飞蝗 *Locusta migratoria manilensis* (Meyen) 进行了毒力测定，发现一种真菌——金龟子绿僵菌 *Metarhizium anisopliae* 对蝗虫有很好的致病性。随后，团队成员围绕真菌治蝗开展了大量研究，筛选的高效菌株 IMA330189，施用后12d对亚洲小车蝗 *Oedaleus decorus asiaticus* (Bey-Bienko) 的防效达98%。在邱式邦院士引进绿僵菌治蝗技术的基础上，团队成员经过菌种改良、发酵工艺改进等工作，现阶段，已经自主设计完成了我国第一条绿僵菌全程自动化生产线，解决了连续生产和固体培养基灭菌等问题，并获得国家“973”、外专局、现代农业产业技术体系等项目资助，建立了真菌生物农药产业化基地，绿僵菌孢子的采收已全程实现自动化和智能化。针对蝗虫为害，登记了250亿孢子/g绿僵菌母药，制定了《真菌农药母药产品标准编写规范》等5项国家标准，与联合国粮农组织（FAO）和世界卫生组织（WHO）联合制定了《Specification Guidelines for Microbial Pesticides of Fungal Pesticides》真菌农药国际标准，为国际和国内真菌农药登记、推进真菌生物农药应用提供了重要支撑。

第四，提出了“预防为主，综合治理”的治蝗理念。1974年，在全国第一次农作物主要病虫害综合治理讨论会上，邱式邦院士明确指出：“综合治理是植物保护工作的方向”。1975年，在全国植物保护工作会议上，他又作了有关“预防为主，综合治理”的专题学术报告。就在这次大会上，原农业部正式确定“预防为主，综合治理”作为中国植物保护工作的方针。这八字方针，高度概括、凝练了他从解决农业生产实际问题的角度，辩证地认识害虫防治内在本质与规律，进而升华而成的植物保护科学技术理论创新实践的“科学发展观”。

3 蝗虫综合治理策略及应用

在邱式邦院士治蝗理念的倡导下，针对新时期治蝗工作实践中遇到的新问题，现阶段，我国集成了以生物防治为主、生态调控为辅的蝗虫可持续防控技术体系。首先，建立了蝗虫监测预警信息系统，实现了不同区域分级预警；其次，开发了新型生物农药（微生物制剂、植物源农药等）和高效低毒化学农药，结合天敌防控与生态调控等措施，为绿色防控提供了产品保障；第三，采用飞机、

大型机械和小型机械等适宜不同区域、不同为害级别的配套施药技术，可快速提高防蝗效率。该技术体系入选农业农村部主推技术，成为现阶段我国蝗虫治理的指导方案，并辐射至一带一路沿线国家，实现了蝗虫的绿色防控，为保障世界粮食安全做出了突出贡献。现阶段，我国防治蝗虫采取的手段包括生态调控、化学防治、生物防治等。

3.1 生态调控

生态调控是实现自然生态系统平衡的重要手段，通过对蝗虫栖境地进行改造可以实现这一目标。20 世纪 80 年代，“改治结合、根除蝗害”的措施使我国农区的飞蝗治理工作有了重大突破，并取得举世瞩目的成就。对蝗虫孳生地的改造可以形成不利于蝗虫发生和繁衍、而有利于天敌繁衍和觅食的生态控制区，从而从根本上抑制蝗虫的发生。另外，根据不同寄主植物挥发性物质对蝗虫的作用不同，应用“推—拉”理论，可在田间将对蝗虫具有趋避作用的植物与农作物进行间作，用于蝗虫的田间防控。同时，我国新疆采用的人工筑巢招引粉红椋鸟取得了成功，每只椋鸟每日捕食蝗虫数量约 120~180 头，目前该技术已在新疆西部地区大面积推广应用。例如，2014 年新疆塔城地区成功招引椋鸟 40 余万只，建筑石巢 2 万 m^2 ，控制蝗虫面积 24 万 hm^2 ，节约防治经费达 3900 万元，经济效益十分显著。

3.2 化学防治

化学防治往往是控制蝗灾突发、暴发的首选技术手段，也是蝗虫防治中应用最广泛的方法，具有见效快、防效高和价格低廉等特点。目前用于防治蝗虫的药剂种类多样，其中高效低毒的化学农药主要有菊酯类、大环内脂类和新烟碱类等。陈净彤等在新疆玛纳斯县蝗害区应用 4.5% 高效氯氰菊酯和 2.5% 高效氯氟氰菊酯超低量喷雾 7d 后，对蝗虫的防效达到 90.4%。高效氯氰菊酯类药剂不仅用药量低，且与有机磷化学农药相比成本较低。据最新统计，我国农药登记用于防治蝗虫的产品有 35 个，有效成分有 12 个，其中化学农药有吡虫啉、溴氰菊酯、高效氯氰菊酯和阿维·三唑磷等 7 个产品，上述产品通过了我国农药登记风险评估程序，均为低风险防蝗药剂，正常使用对农产品和环境安全无不良影响。

3.3 生物防治

生物防治作为害虫治理中的重要手段，包括杀蝗真菌、杀蝗细菌和蝗虫微孢子虫等，在蝗虫防治中发挥了重要作用。例如，张泽华等在内蒙草原用绿僵菌油剂超低量喷雾防治蝗虫，结果表明喷药后 8d 对蝗虫（占混合虫口的 92.2%）的防治效果达 48.0%，12d 后增至 88.1%。牧鸡、牧鸭治蝗也是现阶段生物防蝗的重要手段，例如，1 个放牧单元（1600 只牧鸡）治蝗的最优控制半径为 1.5km，合理轮牧天数为 15d，对蝗虫的防效达到 85% 以上，1 人放牧每天治蝗面积为 10.0~13.3 hm^2 ，放牧 30d 后，对蝗虫的防效达 90% 以上。

从化学防治到生物防治的观念变化，是邱式邦院士植物保护研究思想的重大飞跃。以邱式邦院士为代表的老一辈科学家，通过 30 多年研究和防蝗实践，彻底改变了全国治蝗工作的被动局面，我



国开始走上了现代化的科学治蝗道路。蝗虫的侦查工作也为我国的害虫预测预报工作迈出了可喜的第一步。邱式邦院士以他孜孜不倦的努力,实现着发展我国生物防治科学事业的美好夙愿。他提出“预防为主,综合防治”的害虫防治策略,现阶段,仍是我国害虫治理的基本方针。从邱式邦院士的身上,我们能够感受到老一辈科学家身上所特有的为国分忧、为民解愁、甘于奉献的崇高精神境界。邱式邦院士的细心、耐心和认真,润物细无声般地滋润着每个学子。邱式邦院士在《院士风采录》上自题:“广泛地学习,详尽地询问,谨慎地思考,清楚地辨析,切实地实现”。原农业部部长何康为他的题词是:“农业卫士,生防先锋”,这也是邱式邦院士辉煌成就的真实写照。

(中国农科院植保所 涂雄兵、刘路路、张泽华撰稿,转载自《中国生物防治学报》,2021年第4期)