

不可低估外来入侵物种对生态安全的影响

——美国棕鸟泛滥的启示

□ 蒙禹诺

外来入侵物种包括植物、动物和微生物，因其导致入侵地生物多样性下降甚至丧失，给当地的物种构成了严重危机。在美国，棕鸟于19世纪90年代被引入后，开始肆无忌惮地大肆繁殖，是目前美国数量最多的鸟类之一。由于棕鸟的泛滥成灾，对生态环境造成严重影响，包括种群的遗传改变、生态环境的恶化或改变以及病原体 and 寄生虫的传播，引发生物污染，成为令美国政府和居民头疼不已的难题，被列为“100个世界上最糟糕的入侵者”之一。

100多年前随意放养的棕鸟刺痛了美国

棕鸟原本产于西欧的大片地区，1890年，一位名叫尤金·席费林的德国移民在纽约中央公园两次放生了100只棕鸟，希望棕鸟能在新大陆定居下来。让所有人没想到的是在接下来的100年里，棕鸟因其良好的生态耐受性以及惊人的繁殖力迅速传播开来，现在整个美国境内的棕鸟多达两只。

作为美国入侵的物种之一，棕鸟几乎占据了美国的整个领空，引发噪声污染及飞行事故。棕鸟喜欢日落时分聚集在一起，形成各种方阵在空中盘旋、鸣叫，这种噪声持续时间长达40分钟，严重影响当地居民生活。此外，棕鸟还会危害飞行安全，造成空难。1960年10月4日，一架涡轮螺旋桨客机在美国波士顿洛根国际机场起飞时撞上一群棕鸟，导致62人死亡，9人受伤。在美国，军用和民用飞机遭遇的多起鸟击事故中，很大一部分皆由棕鸟引发。目前，棕鸟栖息地问题仍然是机场管理的重大挑战。

棕鸟泛滥成灾引发生物污染

棕鸟入侵不仅破坏自然平衡，改变本地鸟类种群的遗传多样性，与本地物种争夺食物和栖息地，对生态系统产生了严重的负面影响，还会诱发疾病以及

危害人类及牲畜健康，对农业和养殖业也造成了巨大损失。

生态系统遭受严重破坏。外来入侵物种被认为是导致全球生物多样性丧失的第二大原因。棕鸟入侵美国导致本土物种丧失，改变物种遗传多样性，引发生物多样性危机。一方面，棕鸟的繁殖速度非常快，且这种鸟类没有天敌，棕鸟引入美国后数量呈爆炸式增长。棕鸟以攻击、占据本地鸟类洞穴而闻名，通过与本地物种竞争筑巢地点，导致蓝知更鸟、猫头鹰和啄木鸟等本土洞穴筑巢者濒临灭绝，破坏生态系统的稳定性和平衡性。另一方面，棕鸟属于高度杂食性鸟类，外来棕鸟和本土物种之间形成食物竞争，从而减少了当地鸟类的主要食物来源。数量庞大的棕鸟通过侵占本土物种生存资源，将其从栖息地中取代。

危害人类及牲畜生命健康。棕鸟携带大量对人体有害的病菌，危害人类生命健康。棕鸟携带的产志贺毒素大肠埃希菌和沙门氏菌是美国重要的食源性病原体。在美国，每年因感染大肠杆菌和沙门氏菌的临床病例达100多万，造成的直接医疗费用每年约为4亿美元。棕鸟作为病毒的宿主，与传播组织胞浆菌病具有关联性，该病毒严重威胁人类生命。每年约有5万至20万人感染该病毒，约800人死亡。此外，棕鸟通过排泄物污染牧场饲料，导致家畜感染疾病。在养牛业中，美国每年因大肠杆菌引起的疾病花费超过2.67亿美元。此外，已有间接证据证明，在1978—1979年冬季，内布拉斯加州暴发的传染性肠炎是由棕鸟作为病媒引发的，最终导致1万头猪在一个月内死亡。

农业和养殖业遭受巨大损失。棕鸟是美国最具经济危害的鸟类。作为一种高度杂食性鸟类，棕鸟以成熟的作物、果树为食，增加作物和果树对病虫害的易感性，降低了物种健康和产量，增加经济成本。喜好集聚的棕鸟群可以在几天内轻易地摧毁整个葡萄园或果园。棕鸟每年对酿酒葡萄造成的损失超过7000万美元。棕鸟携带的副结核枝杆菌，会导致牛患上约翰氏病。约翰氏病每年使美国乳业损失2亿—2.5亿美元。

外来物种入侵带来的启示

随着经济社会发展和人类活动加剧，我国外来物种入侵形势日趋严峻，已证实的外来入侵物种达660余种。因此，防治外来物种侵害，加强生物安全风险防控和治理体系建设具有重要性和紧迫性。

完善外来物种入侵预防性制度。外来入侵物种破坏自然生态平衡，对生态系统造成的损坏具有不可逆转性。因此，需要坚持预防原则，从源头上严格控制，实现监管效能的最大化。一是健全入侵生物安全风险评估制度。对外来生物在引进和扩散阶段进行风险评估，有利于以最小的成本把对生态环境的不利影响降至最低限度。同时，进一步加强风险评估主体的独立性，确保风险评估结果的客观性。二是健全监测预警制度。早期监测和预警制度是对外来入侵物种作出快速反应的基本前提，相较于在物种扩散和定居后实施的长期控制计划，这一迅速反应行动的成本更小，资源损害程度更低。为此，未来要加强重点外来物种发生区域和入侵高风险区域监测预警。三是健全检疫检验制度。未来需要进一步扩大检疫检验范围，并适时更新检疫检验标准，适应生物入侵防范的变化需求。

完善外来物种入侵协同治理制度。外来物种入侵治理具有防治对象多元、防控专业性强、防治任务重等特点，需要最大程度地统筹、整合资源，形成协同治理合力。第一，完善跨部门协作机制。外来物种入侵涉及海关、农业农村、林草、生态环境等不同部门之间的监管职责，需要部门之间加强协作，因此应当加强跨部门联席会议，强化信息通报以及执法线索共享等机制实现跨部

门联动。第二，完善跨行政区域协作机制。外来物种入侵具有跨行政区域传播特点，不仅需要跨部门协作，还需要跨行政区域协作，为此要制定外来物种跨区域治理总体规划，健全跨区域应急联动机制，建立一体化联防联控机制，形成执法合力。第三，完善公众参与。社会治理是国家治理的重要方面。生物安全风险的有效治理，不仅需要公权力机构的统筹主导，还需要社会力量的有序参与，由此需要进一步细化社会组织、专家、专业技术人员以及公民等不同社会力量参与生物安全风险治理的具体内容，从制度层面为社会力量参与生物安全风险治理提供抓手。

积极参与生物安全全球治理。全球化使得物种迁移的地理空间屏障被打破，成为外来生物入侵的重要原因。因此，解决外来物种入侵需要加强国际合作。其一，充分发挥国际组织的协调作用。外来物种入侵等生物安全问题无国界，人类是休戚与共的命运共同体，需要国际社会一道通力合作解决。为此，国际组织可在全球环境治理中发挥协调者的角色，有助于推动主权国家在生物安全方面的合作、交流，克服集体行动困境。其二，加强入侵物种数据和信息共享。对生物入侵的研究常常受到信息、数据可用性的限制，这就迫切要求在世界各国分享入侵物种的信息和数据。其根本原因在于，国际社会可以通过建立数据库、共享平台等方式，以加强入侵物种的管理交流与合作。其三，加强打击非法野生动植物贸易跨国合作。野生动植物跨境犯罪呈链条型特点，涉及输出国、中转国和目的地等多个国家和地区，需要不同国家和地区加强合作。具体而言，在今后的发展中，需要进一步完善国家之间的双边执法合作机制，以及执法协调机制，有效遏制和打击跨境非法野生动植物犯罪。



以数字化改革提升海洋综合治理能力

□黄登良 罗贤宇

党的二十届三中全会指出，进一步全面深化改革的总目标是继续完善和发展中国特色社会主义制度，推进国家治理体系和治理能力现代化。海洋综合治理能力是国家治理能力在海洋领域的具体体现。由于我国海洋生态环境面临的结构性、根源性、趋势性压力尚未得到根本缓解，实现海洋综合治理能力现代化仍任重道远。随着大数据技术与人工智能等前沿数字技术日益成熟，数字化正成为推进海洋生态环境治理、加快海洋生态产业转型升级、实现人海和谐共生的关键力量。因此，在今后一定阶段内，必须持续深化数字化改革，构建蓝色海洋数字化治理体系，以数字化改革提升海洋综合治理能力。

提升海洋生态环境数字化治理能力。以数字化手段变革海洋生态环境治理模式是推进海洋生态环境治理的重要内容。一是推进海洋大数据中心、海洋云等基础设施建设，加强海洋模型集成服务，统一海洋数据共享流通技术标准，提升海洋数据产品应用质量，完善海洋网络通信关键技术，保障数据即时、安全传输。具体而言，利用卫星遥感、浮标、水下探测等关键感知装备及系统，构建“空天地海”一体化空间布局感知网络，提升海洋气象、水文、生态观测等监测的精度和效率，为海洋生态资源开发、环境保护、防灾减灾等领域提供准确、可靠的基础数据支持。二是推进海洋生态环境监测监管平台建设，加强高性能预测预警模型等先进监测监管技术应用。一方面，完善海域监测站点布局，聚焦重要河口、海湾、珊瑚礁、海草床等典型生态系统分布区以及生态灾害高风险区开展调查监测，推进各类监测监管数据信息的互联互通、实时接入和智能管理。另一方面，对围填海、生态修复项目等各类用海活动，

以及海砂资源富集区、海洋倾倒区等重要区域进行重点监测，掌握海洋空间资源变化及生态环境状况，提升对海域的智慧监控、预警预判和应急联动等能力。三是创新海洋垃圾数字化治理模式，打造智慧海上环卫监管系统，准确预测预报投入海垃圾漂移轨迹及分布区域，提升海漂垃圾拦截和清扫效率，推动海漂垃圾从“治理”向“智理”转变。在具体过程中，依托区块链和物联网等技术，对海洋塑料废弃物进行碳标签、碳足迹标定，实现“从海洋到货架”的全程可视化追溯，促进海洋塑料废弃物变废为宝。四是开发海洋生物多样性保护数字孪生系统，构筑涵盖生物形态、生活习性等诸多信息的生物模型，提高海洋生物多样性保护效率。简而言之，通过数据可视化一张图、水文气象环境监测展示、数据综合检索分析等功能建设，完善海洋生物多样性可视化信息系统，有效解决海洋生态资源调查数据的保管、查阅、分析等难题，提升海洋生物多样性数字化保护水平。

探索海洋生态产业数字化转型升级。以数字技术推动海洋生态产业转型升级，是促进海洋生态产业经济效益和生态效益有机统一的关键。一是以数字化手段助力海洋能源资源开发，实现绿色能源的集约高效利用。海洋中拥有潮汐能、风能、波浪能、海流能等几乎取之不尽的绿色能源，以数字技术赋能海洋能源资源开发将获得源源不断的绿色新动能。同时，探索深海探测技术、无人机海洋监测、深海采矿机器人、深海智慧采矿系统等技术 with 海洋工程应用场景相结合，将实现海洋油气藏和矿藏的智能识别开发与降本增效。二是以数字化驱动传统海洋产业转型升级，强化数字技术与海洋传统产业深度融合。以数字技术驱动海洋航道、码头、运输设备等实现自动化、智能化改

造，加快打造智慧航运和智慧港口。借助深海网箱养殖监测系统、数据资源中心和渔业数字大脑等数字化系统，准确预测鱼类迁徙和渔情变化，打造自动化、高效化、数字化综合管理模式，促进海洋渔业智慧化发展。三是以数字化赋能海洋新兴产业智慧化发展，激活海洋新质生产力业态模式。制定海洋数字化产业发展规划，打造业态先进的现代海洋信息产业引领示范园区，发展海洋生物医药、智慧海洋高端装备、智慧海洋文旅、智慧港航、智慧养殖等海洋绿色新兴产业，以智能化发展为导向积极培育现代海洋服务业，推动海洋产业实现绿色化数字化协同发展。

推动数字技术赋能海洋生态产品价值实现。建立和完善海洋生态产品价值实现机制，推动海洋生态产品经营开发，是推进“碧海银滩”向“金山银山”有效转化的重要途径。一是提升海洋生态产品权益登记数字化水平。依托海洋生态环境调查监测体系，对海洋储藏的各类资源进行调查和登记，将其纳入自然资源确权登记数据库，建立海洋生态产品基础信息 and 产品目录，推动海洋生态产品统一确权登记的规范化、标准化、信息化，夯实海洋生态产品价值实现数据基底。二是建立海洋生态产品价值核算评估体系。规范化、标准化推进海洋生态产品价值核算评估，掌握海洋生态产品的数量分布、质量等级、功能特点、权益归属、价格情况等信息，构建开放联动的海洋生态产品价值核算数据库，实现各核算海域GEP精细化动态核算。三是构建海洋生态产品数字化交易平台。通过摸底调查、价值评估、流转储备、开发运营、过程监管等流程，打破信息孤岛，推进海洋生态资源收储、资源产权流转、生态权益交易等海洋生态产品交易进程，促进交易双方

的数据共享与合作，健全海洋生态产品数字化交易体系。四是拓展海洋生态产品数字化消费模式。运用数字生态管护系统和生态环境监测传输系统，改善海洋生态系统提供生态调节服务产品的消费体验。借助3D、VR等新技术应用，定制化海洋生态产品消费模式，丰富海洋生态文化产品消费场景。同时，优化互联网传播模式，提升优质产品品牌知名度和美誉度，实现海洋生态产品价值增值。

以数字化普及海洋生态文化。传播海洋生态文明理念，是提升海洋生态综合治理能力的重要环节。一是将大数据与数字孪生可视化技术深度融合，打造主题鲜明的沉浸式、可视化海洋数字系统，建设海洋生态文明数字档案、数字图书馆、数字博物馆等海洋生态特色教育资源库，完善海洋生态文化育人阵地。二是借助三维模型展示海洋生态系统，实现海洋虚拟现实游览，全方位了解海洋生态文化丰富内涵，身临其境领略海洋生态文明的独特魅力。构建数字文化物展示模型重现海洋生态场景，促进海洋生态环境数字化保护和宣传。三是依托海洋特色生态资源优势，运用数字化、全媒体等新技术推进海洋科技馆、海洋展览馆、航海博物馆等数字化转型升级，完善海洋文化育人载体建设。结合“世界海洋日”等标志性时间节点，依托网络技术制作并推送公众喜闻乐见的涉海音视频内容，创新海洋生态文明数字化传播模式，提高公众的海洋生态环境保护意识。



党的二十届三中全会审议通过的《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》提出，“加强关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术创新”“完善推动新一代信息技术、人工智能、航空航天、新能源、新材料、高端装备、生物医药、量子科技等战略性新兴产业政策和治理体系”。合成生物作为21世纪生命科学领域的颠覆性技术之一，日渐进入大众视野，被认为是驱动生物科技发展的颠覆性技术，是实现生物制造、绿色制造、“双碳”目标的底层支撑。作为科学界的新生力量，合成生物技术进展迅速，并已在化工、能源、材料、农业、医药、环境和健康等领域展现广阔的应用前景。近年来，随着合成生物技术的迭代升级，其在我国的应用不仅提升了环保效率，也推动了资源的可持续利用，为破解资源短缺、环境污染、生态破坏、气候变暖等发展困境提供了可行路径，同时也有着广泛的应用价值，可加以充分利用。

让合成生物技术在农业产业化绿色化中创新发展。合成生物技术的利用必须在尊重科学、严格监管、依法依规、确保安全的前提下，推进农业产业化绿色化发展。一是缓解养殖业带来的环境污染问题和资源压力。中国有14亿多人口，每天要消耗23万吨肉，带给传统养殖业及相应的环境资源压力较大。通过发展合成生物技术，探索研发“人造蛋白”等新型食品，推动食品工业迭代升级，既能够有效满足人民日益增长的肉类消费需求，又能够减少相应畜禽养殖规模，从而有效降低对资源的消耗及对环境的破坏。二是应用合成生物技术解决种植养殖领域的环境污染问题。一方面，通过开发农业废弃物生物制剂、天然农业生物药物、土壤改良生物制品等农业制品，从源头上解决农业种植带来的环境污染问题。同时，发展酶制剂、微生物制剂、发酵饲料、饲用氨基酸等生物饲料，解决饲料安全、原料缺乏和环境污染等问题。另一方面，通过前沿生物技术在农业领域的融合，推动饲用抗生素替代品、木本饲料、动物基因工程疫苗、生物兽药、植物免疫调节剂、高效检测试剂、高效固碳和固氮产品等技术的创新，推进农业产业化绿色发展。

以合成生物技术进一步推动清洁能源开发创新。能源是人类社会永续发展的必备资源，石油、煤炭、天然气都属于不可再生资源，能源供应总量有限，且石油、煤炭能源在使用过程带来的环境污染问题也日渐受到诟病，加快开发清洁能源是人与自然和谐共生的内在要求。为此，可以充分发挥合成生物技术在开发清洁能源方面的创新潜力。首先，应用合成生物技术开发新型生物物质能技术研发与培育，推动生物燃料与生物化工融合发展，建立生物质燃掺混标准 for 开发生物能源奠定基础。其次，优选和改良中高温厌氧发酵菌种，提高生物质厌氧处理工艺及厌氧发酵成套装备研制水平，加快生物天然气、纤维素乙醇、藻类生物燃料等关键技术研发和设备制造，推动研发出多品类新型生物能源。最后，积极推进先进生物燃料在市政、交通等重点领域替代推广应用，优化政府绿色采购政策，完善绿色税制，推动化石能源向绿色低碳可再生能源转型。

将合成生物技术充分应用到环境污染治理之中。环境问题是21世纪人类面临的严峻挑战。随着现代农业飞速发展，生态环境问题日益凸显，已成为制约经济社会可持续发展的重要因素。可通过应用合成生物技术生产的新材料新产品，为环境保护和污染治理提供底层支撑。一是依托合

合成生物技术如何在应用和保护中创新

□ 张建琴 江晨颖

成生物技术推广应用生物可降解材料制品。可先重点在日用品制品、农业地膜、包装材料、纺织材料等领域应用示范，待技术成熟后再做全面推广应用，同时要做好降低生产成本和提升产品性能，积极开拓生物材料制品市场等工作。二是依托合成生物技术推广工业绿色化发展。可依托合成生物技术实现化工原料和过程的生物技术替代，发展高性能生物保材料和生物制剂，推动化工、医药、材料、轻工等重要工业产品制造与合成生物技术深度融合，向绿色低碳、无毒低毒、可持续发展模式转型。在实践中，合成生物技术催生的活体胶水、生物基可降解塑料、重组胶原蛋白等新材料新产品能够有效助力工业绿色化转型。三是应用合成生物技术推进生态环境修复。一方面，可以应用功能型微生物、酶制剂等合成生物技术，推动实现水体脱氮除磷、重金属土壤修复、固体废物利用处置、秸秆综合利用水平提升等目标，有效解决长期以来难以解决的水体污染、土壤污染、固体废物污染、空气污染等环境污染问题，促进生态环境修复。另一方面，可通过发展污染物生物环境响应监测、生物降解和生物修复、生物资源回收利用等生物环保产业链，助力打赢大气、水、土壤等污染防治攻坚战。

