

以科技为盾，守卫国门生物安全

——中国检科院朱水芳团队构建国家检疫性有害生物国境防御技术体系工作纪实

本报记者 管晶晶

编者按

1966年，一个男孩从夏威夷带了几只非洲大蜗牛送给迈阿密的祖母，3年内蜗牛就蔓延了整个迈阿密；从欧洲传入的梨火疫病病菌毁掉了美国东部全部梨园……因外来有害生物入侵，美国每年损失1400多亿美元。

近年来，随着国际贸易持续扩大、国际旅游更加便捷及跨境电商的不断发展，我国国门生物安全形势日趋严峻。外来有害生物的数量和种类出现前所未有的增加，危害着我国农业、生态环境，乃至破坏经济、社会的稳定，威胁国家安全，也对出入境检验检疫工作提出了巨大的挑战，而中国检验检疫科学研究院（以下简称中国检科院）正是国门生物安全的守护者，也是应对这一巨大挑战的“科技担当”。

多年来，中国检科院的科技工作者为国门生物安全工作默默奉献，今年，该院承担的“我国检疫性有害生物国境防御技术体系与标准”科研项目摘得2017年度国家科学技术进步奖二等奖，这让中国检科院朱水芳及其科技团队走进了大众的视野，检验检疫这个没有硝烟的战场也得以在世人面前展露其神秘的面纱。

据海关统计，2018年前三季度，我国货物贸易进出口总值为22.28万亿元人民币，比去年同期增长9.9%。其中，出口11.86万亿元，增长6.5%；进口10.42万亿元，增长14.1%；贸易顺差1.44万亿元，收窄28.3%。

近年来，我国进出口贸易逐年增加，根据国家统计局发布的数据，2017年我国进出口贸易总值在全年内生产总值中占比约三分之一。这意味着，被誉为拉动经济的“三驾马车”之一的进出口贸易，对国家经济稳定有着举足轻重的作用。

“改革开放以来，我国贸易量增长了100多倍，2013年成为世界第一货物贸易大国，但国门安全科技整体发展水平远落后于经济贸易发展需求，国门安全治理能力亟待提升！”中国检科院首席专家、植物检疫研究所所长朱水芳说，“要达到‘用科学说话、以理服人、公正透明’解决国际质量安全争端的目的，需建立基于科学公正原则的国门安全风险合理治理体系，应对新时代国际治理挑战。”

国门生物安全的重要性

对外贸易为我国经济社会发展提供了强大动力，同时也带来了一系列安全风险。特别是美国及其盟友将我国定义为战略竞争对手后，来源于国外的各种安全风险骤然增加。

国门生物安全，是指国家检验检疫机关通过在出入境口岸设置防线，对出入境货物、人员、运输工具等实施检疫查验，防止外来有害生物入侵，避免和减少对我国的生态系统、生物多样性、农林牧渔业生产以及人类健康造成危害。和军事安全、政治安全、外交安全等传统国家安全不同，国门生物安全属于非传统国家安全。

近年来，随着城市宠物热的日益升温 and 跨境电商电子商务的迅猛发展，检验检疫部门查获的新型宠物逐年增多，其中既有数量的增多，也有种类的增多。而今这样一些外来物种经常“反客为主”，破坏生态平衡，甚至威胁到民众人身安全。美国白蛾、亚洲型舞毒蛾、松材线虫……这些外来有害生物的名字，随着科技和信息的发展，逐渐公众耳熟能详。外来生物是指发生于正常分布区域以外的物种；外来有害生物是指对生态系统、环境及其他物种有破坏作用的外来生物。

在进出口贸易大幅增加的今天，跨境电商的蓬勃发展使得我们进入了一个“买全球卖全球”的崭新时代，风险源于世界各地。据调查统计：传入中国的外来生物39.6%属有意引种传入，49.3%是随人类活动（主要形式为贸易、交通、旅游等）而无意传入，只有11.1%是由于风或物种迁徙等自然原因越境传入的。这三种传入途径里，除了少部分的非人为因素，绝大部分都可以通过质检环节“防患于未然”，这就是给边境检验检疫提出了全新的挑战。

朱水芳介绍道，“十二五”期间，我国进境有害生物截获种次年均增长26.8%，累计监测截获外来有害生物8945种。我国检验检疫部门截获外来有害生物、疫病疫情已达9000余种，来源于世界200多个国家和地区，还有数以万计的各种有害因子随时可能入侵，可造成数以亿元的经济损失。而检验检疫结果或措施标准可能引发一种产品全面禁运或风险向一个产业甚至跨领域扩散，引发全局性风险甚至引发重大外交事件。如历史上的疯牛病、光肩星天牛引发2/3中国集装箱出口禁运等案例无如此。

当今世界秩序和格局进入一个变革和调整期。作为一个负责任的大国，中国提出的解决方案是构建“人类命运共同体”，要在全球化过程中保护自身安全，获得更大发展的同时，保护各国主权、安全和发展利益。国门质量安全处于国际治理舞台中央，迫切需要依靠现代科技全面提升国门质量安全风险防控能力，来满足新时代国家发展与大国外交需求。

三个小故事了解国门生物安全

杂交水稻种子是我国最有出口优势的农产品，但多年来，由于国外担心中国种子携带进口国没有的真菌、细菌和病毒病害而不敢进口，使得袁隆平院士“要让杂交水稻造福全人类的梦想”无法实现。2004年，朱水芳团队运用分子检测等技术对出口的杂交水稻种子进行了全面的检疫分析，并且将种子在特定的隔离区进行种植，跟踪种子成长，监测成长过程中的任何病害，经过多次严谨的实验，最终发现我国的杂交水稻种子携带的病毒并不能传给幼苗，这一铁的事实圆满地解决了两国之间检验检疫的争端。于是，2004年开始，我国杂交水稻种子就大规模出口到东南亚和非洲等十多个国家和地区，每年货值数亿元，农民增收20%—50%。“袁隆平院士当时对我们团队说，检验检疫部门帮他们解决了大问题。”朱水芳自豪地告诉记者。



朱水芳与其团队在实验室工作

2009年，美国在中国对其出口产品的集装箱中发现了亚洲型舞毒蛾虫卵。舞毒蛾，又叫秋干毛虫、苹果毒蛾、柿毛虫，其幼虫取食500余种植物，所过之处，树叶片甲不留。于是，美国把亚洲列入疫区，出台了非常苛刻的“船舶无亚洲型舞毒蛾”标准，要求来自疫区的船舶必须保证没有这种虫子，一旦发现全部退货。

这意味着什么？朱水芳说：“2000亿美元的出口贸易产品一旦出了问题，将引发整个国家经济出现重大安全灾难，整个国家的GDP将缩水，继而造成百姓失业。为了国家利益，我们团队加紧研发亚洲型舞毒蛾诱剂，并针对我国舞毒蛾分布区进行了重点调研，通过气候、环境等因素进行重点排查，最终确定了亚洲型舞毒蛾重点出现的地区 and 发生时间，这样就增强了出口检疫的针对性，大大减少了工作量，同时我们研发的亚洲型舞毒蛾诱剂诱捕率高出国际其他化合物诱剂50%。通过这些检测、监测和除害处理等多项综合检疫措施，现在我们满足了美国的检疫标准，产品可以顺利出口，成功解决了由舞毒蛾引发的输美集装箱运输货物危机。”

本世纪初，中国百姓对红酒养生逐渐认可，葡萄酒需求量大幅增长，导致我国对于葡萄酒的需求也日渐增加，而法国作为葡萄酒故乡和葡萄酒出口大国的法国成为我国引进葡萄酒的重要产地。为了保障苗木进口的安全性，国家出入境检验检疫局为“法国进口葡萄酒隔离检疫”成立了专门的技术保障组，并由朱水芳负责。

朱水芳就想这是一个很好的机会，可以验证一下分子生物学方法“嫁接”到检验检疫领域效果如何。当时，国内从法国进口大量葡萄种苗，朱水芳和同事们取了6000棵葡萄苗进行检验，结果发现了其中含有番茄斑萎病毒、烟草环斑病毒等我国进境植物检疫一类和二类危险性有害生物。这些有害生物如果不加以控制，将会对我国果树产业造成严重危害。根据这一检测结果，检验检疫部门立即对有病苗木进行了及时的检疫除害处理，销毁了价值1000多万美元的葡萄苗，防止了重大外来生物对我国农业的损害。

法国人对于葡萄苗出口的重视程度非常高，中国检验检疫的这行动，在中法贸易中掀起轩然大波。在法国人看来，当时的中国检验检疫有害生物检测技术落后，没有先进的设备，何谈具备高水平的检测技术和能力。

很快，法国方面派来了国际知名的病毒专家进行谈判，抗议我国检验检疫部门对有病葡萄苗木进行的检疫除害处理。而初出茅庐的朱水芳则是中法谈判的主谈专家之一，“我当时心里也直打鼓，我们所十多个人虽然都是留学归国的学者，但和法国专家相比，不是在同一个量级。”朱水芳打趣说自己的资历在其中是最差的，可在谈判对手面前不能首先输掉气势，他巧妙地介绍了自己曾在澳大利亚求学时的导师是国际病毒学会分类委员会主席，而在美国留学的实验室是国际最著名的三大植物病理学科学中心之首。随后，他让法国专家看了检测报告和相关技术，并且重点介绍了实验已经排除掉可能影响结果“污染”的干扰因素，证明出现的症状就是这类病毒的症状。“我们的实验结果获得全部国际已知最先进的病毒检测技术交叉验证，最关键是通过基因测序技术获得了病原物的全部分子序列。”朱水芳给外国专家翻看原始实验材料和报告，并同意实验结果经世界任何实验室复核。在确凿的事实面前，法国专家一改以前傲慢态度，最后赞叹：“你们实验做得真漂亮，技术先进，结果也很可靠，你们有些技术我的实验室还没有，今后

中法葡萄酒的检疫以中国技术为标准。”这场较量最终完美收尾。

这不只是一项技术高低的较量，更是一场为维护国家利益进行的战斗。这样的故事在朱水芳团队还有很多很多。

为国门安全建立生物防御体系

“检疫性有害生物是法律规定的、需要国家控制的重大外来有害生物。IPPC国际公约和SPS协议规定：采取检疫措施是国家主权。构建检疫性有害生物防御技术标准体系，是国家的需要。”朱水芳告诉记者。

2000年以前，我国进境植物检疫标准接近空白。我国在检疫性有害生物方面面临“检不出、检不准、检得慢和检出来怎么办”等系列难题。在这一背景下，“我国检疫性有害生物国境防御技术体系与标准”项目于2000年正式立项，由朱水芳牵头，3家单位共同承担。

“我们课题的一个重要任务，就是防控检疫性有害生物入侵。《中华人民共和国进出境动植物检疫法》规定了携带哪些疫病的动物、植物和有害生物不能入境，我们就重点监督这些。因为涉及的生物种类非常多，不可能都去查，为此，需要明确我国应该重点关注的外来有害生物种类，确保没有风险才能入境；如果在没有办法除去风险的情况下，必须采取退货处理。”朱水芳说。

预测高风险外来生物入侵是一个世界级难题，涉及全球气候、生物地理等复杂多因子模拟预测。朱水芳带领课题组创建了有害生物危险性定量评价、经济损失评估、生物种面积关系等模型，对全球4万余种有害生物进行了定性定量的风险评估，发现435种(属)需重点防控的有害生物，并定量评估了重要有害生物的危害程度和关键风险环节，这些研究成果，随后被国家收录并发表在《中华人民共和国进出境动植物检疫性有害生物名录》中，为保护我国农林生态安全、人类健康与支撑对外贸易谈判提供了法律依据。

有了检疫对象，外来有害生物就可以被挡在国门之外吗？实际情况并非如此简单。传统形态学方法难以鉴定不同发育阶段生物个体(如种子、卵、无性阶段等)。近似种、复合种、隐存种与生物残体等，“有的有害生物破坏性很大，甚至可能给生态环境带来毁灭性的破坏。所以，找到准确、快速的检测方法至关重要。”朱水芳告诉科技日报记者。

朱水芳运用自己对交叉学科方法的集成和创新能力，率先将分子生物学方法引入检验检疫领域，打造了世界植物病毒种类全覆盖的筛查芯片技术。他指着电脑上的一张项目技术列表强调道，“这项技术属于国际领先，其他国家没有的。”该技术让我国检验检疫技术在技术方法和研究对象上都得到了大幅度的提升，传统方法检测几个星期甚至几个月的工作量，现在只需几个小时。“病毒芯片技术可以一次性检测已知的1200种植物病毒，并能发现新病毒。该芯片技术的前期开发工作相当困难复杂，我们发现了4010个属特异性标记基因位点，对每种病毒设计了两条以上的探针。”朱水芳继续介绍，“研究成果得到了美国病理学年鉴高度评价；建立了植物病毒高通量鉴定技术。”同时，他们针对所有已报道的39个植原体组/741株系首次建立了比分析软件，提高了植原体分子检测的准确性，简化了操作，达到了微生物进化分析领域国际先进水平。

针对我国国境口岸点多、面广、距离远、专家资源短缺的现状，朱水芳带领课题组发明了我国有害

生物远程鉴定系统等一系列先进技术，并推广应用至全国质检领域，使我国检验检疫从监测到防控都有较大突破，也使我国的检验检疫技术能力接近世界领先水平。“十一五”期间，中国鉴定出的外来生物批次每年都以20%—25%的速度增加，大大提升了我国检验检疫能力，使我国能够及时发现和处理重大疫情，避免了重大经济社会损失。这些创新的手段解决了境外有害生物风险不明、检测监测技术基础薄弱和有害生物检测监测不快不准的难题。但是，对携带有害生物的大宗货物安全无损的除害处理难题，又该如何处置？

朱水芳带领课题组发明了溴甲烷吸附回收和再利用技术，创建了环境友好型熏蒸除害多参数智能控制系统，研发了木材、集装箱熏蒸处理多参数智能控制，首创了热处理时间多因子预测模型，实现了高风险大宗货物及集装箱的全天候不间断检疫处理通关；溴甲烷回收再利用率达95%以上，优于美国和澳大利亚同类技术。

……

经过10余年的系统研究，从全球4万多种有害生物中定性定量评估出435种(属)高风险有害生物，通过WTO-SPS国际咨询，最终该名录被国内外接受，2007年我国以法令形式颁布了《中华人民共和国进出境植物检疫性有害生物名录》，解决了“检什么”的问题；建立了一系列高通量、高精度检测监测方法，研制我国首个具有自主知识产权的昆虫、杂草等有害生物远程鉴定系统和截获疫情监测预警管理系统，实现了偏远口岸有害生物远程快速鉴定和疫情监测快速预警，解决了“检不出、检不快、检不准”的问题；研发的检疫性有害生物检疫处理技术和口岸高效环保处理装置，广泛应用于我国进境原木处理区，解决了“检出来怎么办”的问题；为“科技兴检”起到了良好示范作用。

项目成果绝大部分被国家质量监督检验检疫总局发布的标准采用，推广应用到35个直属检验检疫局和全国口岸，检测鉴定速度从原来平均数天提升到数小时，显著提高了通关速度和进出口贸易效益；为杂交水稻种子出口等12项重大贸易争端解决提供了技术方案，促进了贸易出口和农民增收；检疫处理技术方法和标准的推广应用为可传带疫情但国家发展急需的大宗资源类产品的进口及数以百亿计美元的带木包装产品出口提供了技术支撑，减少了溴甲烷排放，履行了《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》国际公约。该项目成果对于保护国家农林生态安全，促进对外贸易的可持续发展，产生了巨大的社会经济效益。仅检疫性有害生物就发现了130余种，每年挽回经济损失上百亿元，也促使货值上千万的10项国际贸易争端解决。朱水芳主持的“我国检疫性有害生物国境防御技术体系与标准”荣获2017年度国家科技进步奖二等奖。

国门生物安全风险类型多、来源复杂、隐蔽性强、新发突发事件频繁、隐存风险巨大，是各种风险交汇点，而且还极易引发系统性和全局性风险。

新时代、新使命、新征程。党的十九大报告中指出，创新是引领发展的第一动力，是建设现代化经济体系的关键支撑。要瞄准世界科技前沿，强化基础研究，实现前瞻性基础研究、引领性原创成果重大突破。作为我国检验检疫领域重要的科技支撑和技术保障部门，身处机构改革洪流之中，中国检科院不忘初心，坚定“强院大市场”的发展思路，发挥检验检疫科技引领“火车头”作用，在促进国际贸易发展、维护消费者生命财产安全、保障国门安全、保护国家生态安全等方面做出不可或缺贡献，为实现中华民族伟大复兴的中国梦，实现人民对美好生活的向往提供有力的技术保障。

人物档案

朱水芳，第十三届全国政协委员、农业和农村专业委员会委员、中国检验检疫科学研究院首席专家、植物检疫研究所所长。

在外来有害生物、转基因生物等生物安全风险防控领域工作30余年，多次参加国家中长期科技发展规划、国家重大及重点科技计划战略研究。牵头创建了国家转基因产品口岸检验检疫技术体系和国家检疫性有害生物国境防御技术体系，为国家转基因产品和外来有害生物防控提供了全面的技术支撑，为祖国的边境口岸搭建了一张无形而高效的生物安全科技防护网，经济和社会效益显著。

其成果获国家科技进步奖二等奖2项，国家质检总局“科技兴检奖”一等奖4项、二等奖4项，中国“科技创新贡献奖”二等奖等省部级奖励20余项，主编专著5部和发表论文160余篇(SCI120篇)、制修订标准45项(国际标准5项)，获得重要发明专利20余项。

中国检科院简介

中国检科院是国家设立的公益性中央研究机构，2004年建院，其前身是成立于1954年的农业部植物检疫研究所和成立于1979年的中国进出口商品检验检疫研究所。主要任务是开展检验检疫应用研究，以及相关基础、高新技术和软科学研究，着重解决检验检疫工作中带有全局性、综合性、关键性、突发性、基础性的科学技术问题，为国家检验检疫决策和检验检疫执法把关提供技术支持，为质量安全科普教育及社会实践培训提供社会服务。

中国检科院始终紧密服务国家和社会经济发展全局，在防控SARS、甲型流感、埃博拉病毒、中东呼吸综合征和登革热以及在应对输入性转基因、输入水饺中毒、三聚氰胺奶粉、农夫山泉、双汇瘦肉精、日本核辐射、“地沟油”等一系列突发事件中发挥了重要的科技支撑作用，为2008年北京奥运会、2010年上海世博会、2014年南京青奥会、2016年杭州G20峰会、“一带一路”论坛等重大活动的食品安全检测和生物反恐提供了重要的技术保障，为汶川、玉树地震灾区防疫、食品安全检测及灾后重建工作做出了重要贡献。多年来，为社会提供了大量公正、权威、精确的检测技术服务，在促进国际贸易便利化、维护消费者生命财产安全、保障国门安全、保护国家生态安全等方面发挥了重要作用。