

水稻重大病虫害发生气象条件监测评估和预警技术研究

【项目编号】GYHY201306053

【研究周期】2013年1月—2015年12月

【国拨经费】140万元

【项目负责人】包云轩

【项目骨干成员】刘万才、王纯枝、陆明红、谢晓金、刘维、王琳、李轩、高玉芳

【项目承担单位】南京信息工程大学

【项目协作单位】全国农业技术推广服务中心、国家气象中心

【主要研究成果】

(1) 已受理发明专利“水稻迁飞性害虫迁入峰预警方法”利用本项目研究所得或从以往我们研究中获取、经本项目实践检验和确认有效的水稻迁飞性害虫（稻纵卷叶螟和稻飞虱）发生、迁飞、为害等气象条件的监测、评估和预警预报参数、模型和指标，将它们的观测获取方法、计算推导过程、分级成图显示、报警信息发布等制作成相应的应用步骤、业务流程和操作帮助文件，申报了国家发明专利。目前该专利已被国家专利局受理，该专利所涉及的方法包括三部分：第一部分为稻纵卷叶螟和稻飞虱的轨迹示踪和虫源追溯部分，介绍了 WRF-HYSPLIT 和 WRF-FLEXPART 模式运行和轨迹计算流程及相关参数的计算公式、分级界限值，可以从中了解“两迁”害虫种群的虫源迁出地、迁飞路径和降虫区及其降落概率分布，实现害虫发生动态的异地预测；第二部分是稻纵卷叶螟、稻飞虱和条纹叶枯病发生大气背景的图表分析，由于超链接了中国气象局业务平台 MICAPS 系统，可以实时调用气象背景场信息，根据所提供的气象参量数据定量分析计算水稻病虫害发生气象条件的适宜程度，并结合 ArcGIS 软件，将相关计算分析结果作分级显示或报警信息提示；第三部分是利用本项目所建的各种病虫害发生特征量与相关气象条件之间定量关系的模型（以回归方程、BP 神经网络、支持向量机模型、奇异交叉谱分析、卡尔曼滤波等为主）制作成相应的计算机运行源代码程序，通过批处理文件，调用相关软件和库函数，计算输出相应的图表，最后撰写农业气象和病虫测报业务中常用的格式化文字材料，发往业务部门。该方法经实践检验，是能对害虫迁飞动态进行异地预测、可详实提供我国水稻重大病虫害发生气象条件适宜度信息、对其未来发生状况进行精确预警预报的先进技术

之一，可应用于我国水稻病虫害发生气象条件预报和病虫害灾变预警业务中。

(2) 已授权的国家软件著作权“水稻迁飞性害虫轨迹分析软件 1.0”利用气象数值预报模式 WRF 输出不同时期的风场、垂直气流场、温度场和相对湿度场等大气背景场，驱动在线版轨迹计算平台 HYSPLIT 和 FLEXPART，根据年内季节、所处一天中的时刻、水稻种植区分布和生育期、害虫历态和长短翅型、种群密度等，结合害虫生物学习性和相关迁飞行为参数，通过顺推和逆推两种方法对稻纵卷叶螟等害虫的迁出虫源地、迁飞轨迹、降虫区及其相应的概率分布进行精确的计算和分析，对其四维动态作可视化的显示，并提供在线和离线版相关轨迹参数、虫情分析计算结果的相关图表输出等。经实践检验，该成果是能精确提供我国水稻迁飞性害虫的源汇区、迁飞路径并对害虫迁飞动态进行异地预测的先进工具之一，可应用于我国农业病虫测报和有害生物入侵预警等相关业务中。

(3) “稻纵卷叶螟测报技术规范（修订待颁布）”通过本项目对稻纵卷叶螟调查方法的修订和改进，对我国稻纵卷叶螟的短、中、长期预测预报进行完善，可为各级领导防治决策提供更加科学的依据。一是在原《稻纵卷叶螟测报技术规范》的基础上，完善成虫监测方法，增加成虫性诱监测内容，明确了调查时间、田间性诱捕器设置方法、诱芯使用方法等，有效提高监测数据的准确性和工作效率。二是在不影响调查准确性的基础上，对原规范调查范围、调查内容、取样数量等进行了合理优化与调整，使其更符合生产实践需要。三是针对近年来稻纵卷叶螟发生的新特点，对稻纵卷叶螟的预测方法进行了完善，在迁入量发生趋势预测方法上增加了对虫源地天气气候条件的监测。修订后的标准规定了稻纵卷叶螟越冬、成虫及雌蛾卵巢发育进度、卵和幼虫种群消长及发育进度系统调查、卵量和幼虫发生程度普查、残留虫量和卷叶率普查的调查方法和测报资料整理与归档要求等技术与方法，内容科学、合理、可操作性强，对于基层农技人员进行稻纵卷叶螟的科学调查和准确预报具有很好的指导作用。

(4) “条纹叶枯病测报技术规范（已颁布）”通过本项目实施在调查方法上有了更合理的设计，尤其在条纹叶枯病毒的检测方式上有了新的突破，为各级领导防治决策提供了更加科学的依据。一是在原《水稻条纹叶枯病测报技术规范》的基础上，增加了目录，对正文中部分内容调整了位置，使其更有逻辑性，在生产上更方便使用。二是增加了胶体金免疫试纸条检测水稻植株和灰飞虱体内携带的水稻条纹病毒的方法，提高了检测效率，减轻了工作强度。三是在不影响调查准确性的基础上，对原规范调查内容、取样数量等进行了合理优化与调整，使其更符

合生产实践需要。四是针对近年水稻条纹叶枯病发生的新 132 特点，对水稻条纹叶枯病预测方法进行了完善，增加了以病株率为条纹叶枯病发生程度的分级指标。本标准规定了水稻条纹叶枯病及其传毒介体灰飞虱的调查方法和调查数据记载归档等技术与方法，内容科学、合理、可操作性强，对于基层农技人员进行水稻条纹叶枯病的科学调查和准确预报具有很好的指导作用。该技术规范已通过审定并正式颁布实施。

(5)“水稻病虫害发生气象等级预报流程”利用本项目研究获得的气象条件对稻纵卷叶螟和条纹叶枯病影响的监测、适宜度预报、灾变预警的方法、模型、指标等成果，集成研发出了以稻纵卷叶螟为主、条纹叶枯病为辅的全国水稻病虫害发生气象等级预报流程，在此基础上分别制订了华南地区和江南地区水稻病虫害发生气象等级预报流程。这些流程主要对我国南方稻区稻纵卷叶螟易成灾时段（每年 7 月 1 日至 9 月 11 日）的气象条件开展监测、分析、预报、预警和评估，流程 24 小时运行，运行期间不断调用相关气象数据、调整病虫害生物学参数，运行输出各稻区各站点分级预警预报结果，并通过国家农业气象服务发布平台和全国农技中心有害生物信息发布平台实时向全国、区域或相关省份的生产管理部门发布预警预报信息，指导病虫害防治和水稻生产管理。这些流程于 2015 年进入业务化应用，目前已在全国各省份普遍推广，深受农业气象和病虫测报业务部门欢迎，并取得了良好的减灾经济效益（未定量估算）和社会效益。

(6)“稻纵卷叶螟发生和为害的遥感监测方法”本项目通过多年的设点虫情小区控制和野外大田观测试验，利用卫星遥感和地面高光谱监测技术，结合水稻生理生态参数测定，探明了稻纵卷叶螟为害水稻生长发育的表形学机理，获取了多组监测指标，为从不同尺度、不同环境、不同气象条件下准确监测稻纵卷叶螟为害动态提供了重要的参考依据。这些参数主要包括：(1)以归一化植被指数 NDVI、增强型植被指数 EVI、近红外反射率 NIR 等 10 个参数为主的卫星遥感监测参数；(2)以红边幅值与面积、蓝边幅值与面积、黄边幅值与面积等 25 个参数为主的地面高光谱遥感监测参数。利用这些参数与反映水稻生育状况和受稻纵卷叶螟为害程度的 SPAD、LAI 和卷叶率之间的关系构建了一组卫星和地面高光谱遥感监测和估算稻纵卷叶螟为害的监测模型。目前部分模型已在全国农业病虫测报部门推广应用，经统计，在示范区分级监测准确率达 100%。

(7)“水稻黑条矮缩病测报技术规范”本项目通过多年探索与实践，制订了中国“水稻黑条矮缩病测报技术规范”。133 水稻黑条矮缩病的初侵染源和传毒媒介

有灰飞虱、白背飞虱，其中以灰飞虱传毒为主。因此，任何影响灰飞虱越冬、迁移、生长繁殖的因素都直接影响此病的发生流行程度，其中以耕作制度和气候条件最为重要。本世纪初以来水稻黑条矮缩病在我国秦岭、淮河以南稻区（14 个省份）发生程度重、发生范围广、危害损失大，严重影响了水稻高产稳产和粮食安全。近 20 年来，水稻黑条矮缩病发生规律更加明晰，通过本项目的实施，在其检测技术、调查方法上有了较科学和合理的设计，也为各级领导防治决策提供了更加科学的依据。本标准规定了水稻黑条矮缩病测报调查的病毒检测技术、病情调查方法以及调查数据记载归档的要求，适用于农业植保部门水稻黑条矮缩病的测报调查，有关科研及生产单位可参考执行。该成果的作用主要有：一是描述了水稻黑条矮缩病的主要特征、传播媒介、发病症状和不同发生期；二是介绍了水稻黑条矮缩病的系统调查、预测方法；三是规定了水稻黑条矮缩病的调查数据记载归档内容和要求；四是提供了水稻黑条矮缩病的发生程度的分级指标。该标准内容科学、合理、可操作性强，不仅基层农技人员进行水稻黑条矮缩病的科学调查和准确测报具有很好的指导作用，而且为相关科学研究高质量、规范化数据的获取提供了技术支撑。

（8）“南方水稻黑条矮缩病测报技术规范”南方水稻黑条矮缩病的初侵染源和传毒媒介主要为灰飞虱、白背飞虱，其中以灰飞虱传毒为主。灰飞虱的越冬、迁移、生长繁殖等直接影响此病的发生流行程度，耕作制度和气候条件的关键影响不可忽视。近 20 年来，南方水稻黑条矮缩病在我国南方稻区发生程度重、发生范围广、危害损失大，给我国水稻高产稳产和粮食安全带来了较大的威胁。该规范的一部分研究是在本项目实施期间完成的，本项目的部分工作为南方水稻黑条矮缩病发生规律的进一步明晰、其检测技术和调查方法的合理设计提供了重要支持。本标准规定了南方水稻黑条矮缩病测报调查的病毒检测技术、病情调查方法以及调查数据记载归档的要求，适用于农业植保部门南方水稻黑条矮缩病的测报调查，也为有关科研及生产单位的研究和生产管理提供了重要的参考。该成果的作用主要有：一是描述了南方水稻黑条矮缩病的南方主要特征、传播媒介、发病症状和不同发生期；二是介绍了南方水稻黑条矮缩病的系统调查、预测方法；三是规定了南方水稻黑条矮缩病的调查数据记载归档内容和要求；四是提供了南方水稻黑条矮缩病的发生程度的分级指标。该标准内容科学、合理、可操作性强，不仅基层农技人员进行南方水稻黑条矮缩病的科学调查和准确测报具有很好的指导作用，而且为相关科学研究提供了数据支持。本标准已在我国南方 14 个发生南方水稻黑条矮缩病较严重的省份推广应用，通过统一病毒检测、系统调查方法和预

报技术，大大提高了测报和防控水平，为科学指导我国南方水稻黑条矮缩病防治、保护生态环境、保联水稻生产安全提供了重要技术支撑。

（9）“三化螟测报技术规范”三化螟广泛分布于长江流域以南稻区，特别是沿江、沿海平原地区受害严重。近年来，三化螟受气候变暖影响，为害特点发生变化，其发生代次增加，为害期延长，发生面积扩大，发生程度加重。为了更准确、更精细化地测报三化螟的为害动态，本项目对三化螟的调查方法进行了改进，对其短、中、长期的预测方法作了完善，可为各级领导防治决策提供更加科学的依据。本标准一是在原《三化螟测报技术规范》的基础上，完善了成虫监测方法，增加了成虫诱测内容，明确了卵块密度和孵化进度的调查时间和调查方法，有效提高了监测数据的准确性和工作效率。二是在开展螟害率调查同时，增加了苗情和农事活动调查，特别强调了气象条件的观测记录；三是针对近年来三化螟发生的新特点，在以往多种预测方法的基础上增加了统计预测法，着重考虑了天气气候因素对三化螟发生影响的预警作用。修订后的标准规定了水稻三化螟卵、幼虫、蛹发育进度、虫口密度、成虫诱测及螟害率的调查和预报方法，以及调查数据记载归档的要求。内容科学、合理、可操作性强，对于基层农技人员进行三化螟的科学调查和准确预报具有很好的指导作用。本标准已在我国南方 8 个发生三化螟较严重的省份推广应用，通过统一调查方法和预报技术，大大提高了测报和防控水平，为科学指导我国三化螟防治、减少三化螟虫灾损失提供了重要技术支持。

【成果应用情况】

本项目为支持国家级病虫害气象业务服务，2015 年、2016 年、2017 年将江南、华南稻纵卷叶螟发生发展气象等级预报模型和迁入量气象等级预报模型在国家级农作物病虫害气象等级预报、农业气象情报、农业气象影响预报与评估业务中进行了业务试验和实际应用，发布试验产品和业务产品 4 期，提醒“预计未来 10 天浙江南部、福建北部、广东东南部和广西西部的部分地区稻纵卷叶螟迁入气象等级高，未来 10 天江南、华南大部稻纵卷叶螟发生发展气象等级均较高，需加强防范”等。服务中给予了技术支持服务，服务产品提供给农业部、发改委、财政部、统计局、民政部、粮食局、新华社、保监会等有关单位，提醒加强防范，服务效益较好。

【成果代表图片】



