

案例十八 物联网助力精准农业

贺字典 刘 敏

一、案例材料

从 2006 年 9 月起，北京市大兴区开始超前示范推广精准农业，16 项获得国家专利的信息化技术已经应用在 2000 亩农田上，全程监控瓜果菜花生长过程，堪称国内精准农业推广的发轫之举。随着三年多来的改进，政府已为技术开发、项目推广投入资金 200 万元，农民专业合作组织用上精准农业技术，尝到了甜头。目前，大兴区正在筹划在更大范围推广精准农业，使全区示范推广农田达到 4000 亩，带动 3 万农户应用精准农业技术。大兴农业示范区将大量的传感器节点构成监控网络，通过各种传感器采集信息，以帮助农民及时发现问题，并且准确地确定发生问题的位置，这样农业就逐渐地从以人力为中心、依赖于孤立机械的生产模式转向以信息和软件为中心的生产模式，从而大量使用各种自动化、智能化、远程控制的生产设备。

与此同时，大兴区还自主开发了农业信息网，为农民搭建了一个集农业产前信息引导、产中技术服务和产后农产品销售于一体的综合农业信息服务网，同时链接了本区 3 个专业网站和 20 个农业企业网，架起了农民与市场、专家之间的桥梁，农民有什么问题可以直接上网与专家对话，初步形成了大兴精准农业的物联网。



图 1 北京大兴精准农业示范区

在此之前，小汤山国家精准农业研究示范基地是 1999 年在国家发改委、北京市发改委、北京市科委、北京市农委、北京市财政局支持下，由北京市农林科学院信息技术研究中心承担建设的我国第一个精准农业技术研究试验示范基地，2002 年 10 月竣工完成，占地 2500 亩，总投资 5209 万元。该基地建立了以 3S 技术为核心和智能化农业机械为支撑的节水、节肥、节药、节能的资源节约型的精准农业技术体系。基地分成四大试验区：

1、大田精准生产试验示范区集成现代信息技术和智能装备技术，在定量决策的基础上，生成施肥、灌溉和喷药处方图后，由机械进行精准施肥、灌溉和喷药作业，实现了作物管理定量决策、定位投入和变量实施的精准作业管理。

2、设施精准生产试验示范区集成传感技术、电子技术、通讯技术、计算机技术、网络技术、智能技术，根据作物生长发育规律对温室环境进行智能调控，进行了“温室娃娃”，温室环境智能监控与管理系统、移动式温室精准施肥系统、移动式温室精准施药系统、静电精准施药系统等应用。

3、果园精准生产试验示范区重点示范果园精准生产管理技术，包括智能语言驱鸟器、精准自动化灌溉系统、果园对靶精准施药技术等。

4、精准灌溉试验区将农艺节水 and 工程节水有效链接，通过远程监控节水技术、精确灌溉技术、节水专家系统和墒情监测技术实现“工程节水”与“管理节水”的对接，进行了绿水系列节水灌溉信息

采集与控制系统，墒情监测系统，地下滴灌系统和负水头灌溉系统等应用示范。

基地实现了肥水药等生产要素按需精准定位投入，提高了资源利用率，减小施用化肥、农药造成的环境污染，成为全国现代农业高新技术的示范窗口。依托基地研发的技术产品 50 多个，已经在全国 14 个省市得到不同程度的示范应用，已经成为我国现代农业高新技术的重要展示平台。



图 2 小汤山国家精准农业研究示范基地

全国农技中心组织各省（区、市）测报人员和有关专家会商了 2016 年农作物重大病虫害发生趋势。由于病虫源发生基数较高、冬春季气候和作物种植有利等因素影响，预计 2016 年我国农作物重大病虫害总体为偏重发生年份，全国累计发生面积约 55 亿亩次。其中，小麦赤霉病、粘虫、水稻“两迁”害虫等流行性和迁飞性病虫害重发风险高于上年，水稻纹枯病、水稻螟虫、小麦蚜虫、玉米螟发生区域广、为害重，稻瘟病、小麦条锈病、玉米大斑病、马铃薯晚疫病在部分地区有偏重发生可能，飞蝗和草地螟总体发生平稳。水稻“两迁”害虫据监测，“两迁”害虫 2015 年秋季回迁虫量较高，长江中下游、江南和华南稻区灯下诱虫量平均比常年高 8%。据国家气候中心监测和预测，截至 12 月 26 日，海温距平累计值为 23℃，月海温距平最大值已达到 2.3℃，为历史第二强厄尔尼诺事件，且将持续至 2016 年春季。研究表明，厄尔尼诺强发生年的当年和次年往往是水稻病虫害高发年。本次厄尔尼诺事件将导致南方稻区冬春气温正常或偏高、降水偏多、汛期提前、时空分布不均，这样的气候条件有利于我国和越南“两迁”害虫越冬和虫源积累，增加发生基数，亦导致“两迁”害虫迁入期提前，迁入量增加，局部出现集中降落为害。我国南方稻区单、双季稻混栽，以粗秆大穗、优质高产型品种为主，易形成适温高湿的田间小气候，且栽插期、生育期不整齐，桥梁田多，有利于“两迁”害虫辗转为害，加重为害程度。预计 2016 年稻飞虱总体偏重至大发生，程度将明显重于近年，发生面积 4.3 亿亩次，华南、江南、长江中下游稻区大发生，西南、江淮稻区偏重发生。稻纵卷叶螟总体偏重发生，发生面积 3.2 亿亩次，黔东、湘西、江南和长江中下游湖库、沿江稻区大发生，西南大部稻区中等发生。水稻纹枯病我国主产稻区纹枯病连年发生，田间菌源基数不断积累，大部稻区具备中等以上发生程度的菌源基础。据预测，2015 年冬季（2015 年 12 月至 2016 年 2 月）、2016 年春季（3-5 月），西南、江南和华南稻区温度偏高，降水偏多。目前我国各稻区主栽的粗秆大穗高产品种多为感病品种，温湿条件和种植制度适合水稻主产区纹枯病越冬和病害流行。预计 2016 年水稻纹枯病偏重至大发生，发生面积 2.7 亿亩，华南、江南、长江中下游稻区大发生，西南北部和江淮稻区偏重发生，西南南部和东北稻区中等发生。水稻螟虫冬前调查，2015 年二化螟越冬虫源面积和基数偏高，全国虫源面积比 2014 年增加 10.8%，华南南部、江南、长江中游、东北大部稻区亩活虫数为 2500~5000 头，其中江西、黑龙江亩活虫数同比增加 34.8%、65.9%，具备偏重以上发生程度的虫源基数。我国主产稻区机收面积大、残留稻桩高，秸秆粗大品种比例高，有利于水稻螟虫的越冬、发生和繁殖。预计 2016 年水稻螟虫总体中等发生，发生面积 2.8 亿亩次，其中，二化螟在江南

和长江中下游单双季稻混栽区和西西北部稻区偏重发生；三化螟在华南、西西北部稻区中等发生；大螟在长江中下游部分稻区呈上升趋势。粘虫 2015 年三代粘虫为害程度明显重于上年，部分区域重于 2013 年，积累了大量有效虫源。夏末秋初，东北、华北、黄淮、长江中下游、江南、华南和西南地区高空测报灯均诱到粘虫成虫，诱虫量属较高年份。预测 2016 年春季，长江中下游至黄淮南部降水偏多、气温接近常年，对粘虫种群冬春季繁衍和发生为害有利。预计 2016 年粘虫总体为偏重发生，发生面积可达 1 亿亩次，其中黄淮、华北和东北等地玉米为主的禾谷类作物局部田块高密度集中为害的风险较高。小麦蚜虫冬前调查，蚜虫在江淮、黄淮、华北和西北麦区普遍发生，发生面积与 2014 年持平，预测 2016 年春季，大部麦区气温接近常年同期，华北、黄淮中北部和西南大部降水偏少，冬春季气候对蚜虫越冬和发生为害有利。2015 年全国冬小麦种植面积稳中略增，苗情长势较好，江淮、黄淮和华北主产麦区主栽品种对蚜虫的抗性普遍较差，有利于蚜虫发生为害。预计 2016 年小麦蚜虫总体偏重发生，发生面积 2.6 亿亩次。其中，山东、河北大发生，四川、宁夏、华北和黄淮的其他麦区偏重发生，长江中下游麦区大部、西南、西北的其他麦区中等发生。小麦条锈病冬前调查，2015 年小麦秋苗发生面积小、总体病情偏轻。预测 2016 年春季，西北地区东部、长江中下游至黄淮南部区域降水偏多，其中甘肃大部、宁夏、陕西西部、山东南部、河南东南部、湖北东部偏多 2~5 成，对条锈病春季流行十分有利。目前我国大部麦区种植品种抗锈性较差，特别是 2012 年以来，条锈菌新致病类群“贵农 22”在甘肃、四川等部分地区上升为优势类群，加速了小麦品种抗锈性的丧失，导致病害加重。预计 2016 年条锈病总体中等发生，发生面积约 3700 万亩。其中，湖北江汉平原及西北部、陕西南部及关中西部、甘肃陇南及陇中晚熟麦区、四川东北部沿江河流域、河南南部、新疆伊犁河谷东部及塔城盆地局部地区偏重流行，西南其他麦区、甘肃大部、陕西其他地区、河南大部、宁夏南部、青海东部和新疆其他麦区中等流行。玉米螟预测 2016 年春季，东北大部降水偏多、气温偏低，有利于一代玉米螟成虫集中羽化。东北、华北等大部地区品种抗性差，对玉米螟种群繁殖为害有利。预计 2016 年玉米螟发生面积为 3.5 亿亩次，其中，一代在东北大部偏重发生，华北、黄淮和西南部分地区中等发生，发生面积为 1.5 亿亩；二代在辽宁、内蒙古、新疆和云南偏重发生，东北、华北、西南大部中等发生，发生面积为 1.2 亿亩；三代在黄淮海大部中等发生，发生面积为 8000 万亩。飞蝗据调查，2015 年东亚飞蝗残蝗高密度面积、西藏飞蝗残蝗面积和密度高于 2014 年，亚洲飞蝗残蝗面积和密度偏低。气候预测，2016 年春季，除新疆北部气温偏低外，其他蝗区正常或偏高，降水除黄淮南部偏多外，其他大部地区正常或偏少，对飞蝗发生总体有利。东亚飞蝗部分蝗区水库水位下降，宜蝗面积扩大，生态环境也有利于蝗虫发生。预计 2016 年东亚飞蝗总体中等发生。草地螟预计 2016 年草地螟一代在西北、华北、东北大部轻发生，发生面积约 100 万亩。由于蒙古、哈萨克斯坦等地虫源不清，不排除一代成虫集中迁入造成二代幼虫发生为害的可能。气候型流行性病害赤霉病、稻瘟病、大斑病、晚疫病分别是我国小麦、水稻、玉米和马铃薯四大粮食作物发生最严重的气候型流行性病害。预计 2016 年小麦赤霉病发生面积可达 1 亿亩。其中，湖北东部和江汉平原、安徽沿淮及其以南、江苏沿江和苏南、浙江北部、上海沿海麦区有大流行的风险，长江中下游其他麦区和黄淮麦区有偏重流行、华北和西南等麦区有中等流行的可能。稻瘟病总体中等，局部偏重发生，程度重于 2015 年，发生面积 8000 万亩次，其中华南、西南东部、江南、长江中下游、东北等部分稻区偏重流行，感病品种有大流行的风险。玉米大斑病发生面积 9000 万亩，在黑龙江、内蒙古东北部等地大发生，东北、华北大部为偏重发生，西南大部中等发生。马铃薯晚疫病发生面积 3500 万亩，在西北、华北、东北、西南产区总体中等发生，西南东部以及甘肃中南部、陕西南部、内蒙古东北部、山西北部、黑龙江中西部、湖北及湖南的西部偏重流行风险高。

二、案例分析

（一）物联网的基础是收集农业信息

物联网农业之所以被认为对于传统农业生产具有颠覆意义，重要一点就是改变了以往农业人员依靠有限农业知识对植物、土壤以及农业环境进行主观判断，传统农业，浇水、施肥、打药，农民全凭经验、靠感觉，随着时间的推移，经验判断有可能出现遗漏乃至断层，而依靠感觉也会造成误

判，对于个体生产而言，这样的失误造成的损失不会太大，但是处于企业化的农业生产中，造成的损失就大大增加了。所以，“感知农业”的优势就在此时得以凸显。“感知农业”通过室内传感器“捕捉”各项数据，经数据采集控制器汇总、中控室电脑分析处理，结果即时显示在屏幕上。这其中就包括**温度、湿度、光照、二氧化碳浓度**等，中央计算机还会通过计算给出决策方案，农业人员只需根据方案进行浇水、施肥或者改善植物生长环境。精确的“感知”才是物联网能够发挥出巨大优势的基础。



图 3 温室中物联网温度、湿度、光照和 CO₂ 浓度收集器——传感器



图 4 传感器



图 5 温度、湿度、光照和 CO₂ 浓度显示器

(二) 物联网的重点是信息传送设备

在通过传感器以及 GPRS 和地理信息系统采集了视频、温度、湿度、光照和土壤等数据之后，还要通过一系列的**系统实施操作**，例如进行精准施肥、施药、灌溉以及光照，在实施完成之后，还可收集反馈信息以做进一步的判断。从收集信息——作出决策——实施操作——后续反馈，这是一个完成的“链条”，如果缺少其中任何一个环节，都难以称之为智能农业。除此之外，在作物生长周期内，从播种到收割，以致仓储，都需要相应的科技装备支撑，这样才能大幅高效地提升农业生产效率。



图 6 物联网控制中心



图 7 数据传输设备

（三）物联网的关键是解决方案

农业物联网的“武器”就是物联网产品，即农业生产解决方案。以小汤山国家精准农业示范基地为例，基地就安装了绿地自动化灌溉系统，这套系统主要采用喷灌灌溉方式，控制 4 个电磁阀开启，检测的项目主要有风速和空气温湿度信息。自动控制系统与上位机通过 485 方式进行通讯，用户还可以通过手机短信进行控制。



图 8 物联网温度异常向管理员手机报警

（四）植保精准施药技术的关键是装备

结合农学、农药、植保等相关学科优势，将遥感技术、传感器探测技术、机电一体化技术、导

航技术、信号采集及数据处理等多种现代化技术与方法应用于精准施药技术装备。

1、果园自动对靶静电喷雾机



图 9 果园自动对靶静电喷雾机

自动对靶喷雾机，将目标物探测、自动化控制技术与喷雾技术相结合，靶标探测“电子眼”发现靶标（果树枝叶）时，喷雾机自动控制系统打开喷雾系统进行对靶喷雾，在没有果树枝叶的空挡，“电子眼”把信号传给自动控制系统，将喷雾系统关闭，喷雾机不对外喷雾施药，实现“有靶标时进行喷雾，没有靶标不喷雾”的作业要求；同时，该喷雾机融合静电喷雾技术，应用高压静电（电晕荷电方式）使雾滴带电，带电的细雾滴作定向运动趋向植株靶标，最后吸附在靶标上，其沉积率显著提高，在靶标上附着量增大，覆盖均匀，沉降速度增快，尤其是提高了在靶标叶片的背面的沉积量，减少了漂移和流失。自动对靶静电喷雾技术的应用至少可节省农药50%~80%以上，明显提高了农药的利用率和防治效率、可大幅度地减少农药使用引起的环境污染。

2、自走式精准变量喷杆喷雾机

该喷雾机集合GPS导航定位、多传感器数据采集、单片机自动化控制、Windows 程序界面可视化、机电液一体化等多种现代化技术手段，参考作物种类、病虫草发生情况自动调整单位面积施药量，并根据喷雾压力、运行速度、喷头流量实时调整喷雾机运行速度、管路液压和喷头流量。通过试验证明，该机作业过程中喷杆各处雾滴分布均匀性变异系数小于10%，单位面积施药量误差低于8%，定为精度控制在10cm以内，保证单位面积施药量保持一致，实现药液均匀喷洒到靶标作物。



图10 高架自走喷杆式喷雾机

3、植保无人机

植保无人机装机容量可挂载5~20 L的药箱，喷幅在5~20 m之间，可适用于不同的施药条件，喷雾作业效率高达6 ha/h，能有效及时防治水稻病虫害。至今，全国农业航空技术95%以上用于航空植保作业，还有5%左右用于农情信息获取、航空拍摄、农作物的辅助育种等。大大提高了工作效率，且减少了农药浪费、保护了环境，为实现复杂的变量喷洒提供了可能，或将有利于改变传统农业劳动力人口需求过多的状况，推动农业向简约化、精准化及可持续化发展。

利用先进传感技术、电子信息和自动化等先进技术，加快推进研发精准施药技术与装备，突破我国植保作业中的瓶颈技术，对提高植物病、虫、草害防治能力，促进农业稳定发展和农民增收具有重要意义。



图11 植保无人机

【问题】

- 1、精准农业怎样控制作物、蔬菜、果树等病虫害发生？
- 2、精准农业与物联网的关系？
- 3、大田作物病虫害怎么做到精准防控？

三、补充材料

（一）精准农业

精准农业又称为精确农业或精细农作，发源于美国。精准农业是以信息技术为支撑，根据空间变异，定位、定时、定量地实施一整套现代化农事操作与管理的系统，是信息技术与农业生产全面结合的一种新型农业。精准农业是近年出现的专门用于大田作物种植的综合集成的高科技农业应用系统。

精准农业是美国等经济发达国家在 20 世纪 80 年代末期继 LISA(低投入可持续农业)后，为适应信息化社会发展要求对农业发展提出的一个新的课题。精准农业又称精细农业、精确农业、精准农作，是一种基于信息和知识管理的现代农业生产系统。精准农业采用 3S(GPS、GIS 和 RS)等高新技术与现代农业技术相结合，对农资、农作实施精确定时、定位、定量控制的现代化农业生产技术，可最大限度地提高农业生产力，是实现优质、高产、低耗和环保的可持续发展农业的有效途径。

精准农业是通过 3S 技术和自动化技术的综合应用，按照田间每一块操作单元上的具体条件，更好地利用耕地资源潜力、科学合理利用物资投入，以提高农作物产量和品质、降低生产成本、减少农业活动带来的污染和改善环境质量为目的，相对于传统农业的最大特点是：以高新技术投入和科学管理换取对自然资源的最大节约和对农业产出的最大索取，主要体现在农业生产手段之精新，农业资源投入之精省，农业生产过程运作和管理之精准，农用土壤之精培，农业产出之优质、高效、低耗。

精准农业是由信息技术支持的根据空间变异，定位、定时、定量地实施一整套现代化农事操作技术与管理的系统，其基本涵义是根据作物生长的土壤性状，调节对作物的投入，即一方面查清田块内部的土壤性状与生产力空间变异，另一方面确定农作物的生产目标，进行定位的“系统诊断、优化配方、技术组装、科学管理”，调动土壤生产力，以最少的或最节省的投入达到同等收入或更高的收入，并改善环境，高效地利用各类农业资源，取得经济效益和环境效益。精准农业的核心是建立

一个完善的果园地理信息系统(GIS)，可以说是信息技术与农业生产全面结合的一种新型农业。精准农业并不过分强调高产，而主要强调效益。它将农业带入数字和信息时代，是 21 世纪农业的重要发展方向。

精准农业的技术原理是，根据土壤肥力和作物生长状况的空间差异，调节对作物的投入，在对耕地和作物长势进行定量的实时诊断并充分了解大田生产力的空间变异的基础上，以平衡地力、提高产量为目标，实施定位、定量的精准田间管理，实现高效利用各类农业资源和改善环境这一可持续发展目标。实施精准农业不但可以最大限度地提高农业生产力，而且能够实现优质、高产、低耗和环保的农业可持续发展的目标。

精准农业由 10 个系统组成：

全球定位系统，用于信息获取和实施的准确定位，它的定位精度高，根据不同的目的可自由选择不同精度的 GPS 系统；

农田信息采集系统；

农田遥感监测系统；

农田地理信息系统，它是构成农作物精准管理空间信息数据库的有力工具，田间信息通过 GIS 系统予以表达和处理，是精准农业实施的重要手段；

精准农业还包括农业专家系统、智能化农机具系统、环境监测系统、系统集成、网络化管理系统和培训系统。其核心是建立一个完善的农田地理信息系统，可以说是信息技术与农业生产全面结合的一种新型农业。

（二）物联网

是指通过各种信息传感设备，实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程等各种需要的信息，与互联网结合形成的一个巨大网络。其目的是实现物与物、物与人，所有的物品与网络的连接，方便识别、管理和控制。通俗地说，物联网就是物物相连的互联网。这有两层意思：其一，物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础上的延伸和扩展的网络；其二，其用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间，进行信息交换和通信，也就是物物相息。物联网通过智能感知、识别技术与普适计算等通信感知技术，广泛应用于网络的融合中，也因此被称为继计算机、互联网之后世界信息产业发展的第三次浪潮。

物联网关键技术包括

1、传感器技术：这也是计算机应用中的关键技术。大家都知道，到目前为止绝大部分计算机处理的都是数字信号。自从有计算机以来就需要传感器把模拟信号转换成数字信号计算机才能处理。

2、RFID 标签：也是一种传感器技术，RFID 技术是融合了无线射频技术和嵌入式技术为一体的综合技术，RFID 在自动识别、物品物流管理有着广阔的应用前景。

3、嵌入式系统技术：是综合了计算机软硬件、传感器技术、集成电路技术、电子应用技术为一体的复杂技术。如果把物联网用人体做一个简单比喻，传感器相当于人的眼睛、鼻子、皮肤等感官，网络就是神经系统用来传递信息，嵌入式系统则是人的大脑，在接收到信息后要进行分类处理。



图 9 物联网图示

四 参考文献

- [1] 张向飞.基于农业物联网的数据智能传输与大田监测应用[D].上海:东华大学,2016.
- [2] 周炜.智能农业大棚物联网研究与应用[D].长春:长春工业大学,2017.
- [3] 李瑾,郭美荣,高亮亮.农业物联网技术应用及创新发展策略[J].农业工程学报,2015(2):200-209.
- [4] 王玺.基于物联网时代农业信息化发展研究[D].安徽:湖南农业大学,2016.
- [5] 何雄奎.植保精准施药技术装备[J].农业工程技术,2017(30): 22-26.
- [6] 张国龙.棉蚜发生量信息快速获取方法与监测模型的建立研究[D].石河子:石河子农业大学 ,2017.
- [7] 王玲.多旋翼植保无人机低空雾滴沉积规律及变量喷施测控技术[D].北京:中国农业大学,2017.
- [8] 吴彦强.风幕式高地隙喷杆喷雾机的研制与试验[D].泰安:山东农业大学,2017.