

二月从河南开始，一路向北到河北、山东给小麦打药，六七月回到辽宁主攻榛子园，八月转战新疆棉花田，之后再奔赴南方果园，这是辽宁小伙儿陈松一年的跨区作业路线图。

从以前揣着镰刀走天下的麦客，到驾着收割机驰骋四方的农机手，如今，跨区作业的大军中又多了一个新群体——飞手，他们的装备则是在空中作业的无人机。

近年来，在庞大市场需求推动下，为解决打药痛点而生的植保无人机在我国得以快速发展。全国农技中心的数据显示，2016年我国植保无人机保有量只有约4000架，到2021年仅病虫害专业防治服务组织的植保无人机就已超12万架，作业面积突破10.7亿亩次，有超过20万飞手活跃在田间地头。

随着应用场景的拓展，植保无人机的功能早已不再局限于打药，业内对其的称谓也被“农业无人机”所取代。有人说，农业无人机是新农人的种田利器，是最接地气的“黑科技”；有人说，农业无人机是社会化服务的绝佳入口，是打开智慧农业和精准农业的一把金钥匙。同时，“千亿级的市场蓝海”“炫酷高薪的新职业”等评价屡被提及，这个行业被寄予厚望和无限的想象，诸多光环加身，但也一直不乏质疑声。

无人机的发展给农业带来哪些变革？实际应用效果如何？一线实践者又有哪些切身感受？记者试图从多维度勾勒出这一行业的真实面貌。

从新鲜事物到标配 无人机飞入万千农户家

“一开始都不相信，打药用这么点水量效果能好么。”2018年刚接触无人机时，黑龙江省齐齐哈尔市甘南县种植户成国林和大多数人一样心存疑虑。成国林种了600亩水稻，以前都是雇人打药，多的时候一天要雇七八个人，一人一天打30亩地，两三天才能打完一遍，每亩要用十几升药液量。而用植保无人机1小时就能作业100亩，一亩地药液量还不到1升。

等打完看到效果，成国林信服了。“不光快，还喷得均匀，除草效果比人工打的好还！”自此，成国林再没雇人打过药，2019年他干脆自己买了台无人机。这两年无人机新增了播撒功能，现在成国林把播种、施肥、打药，都交给无人机完成。他告诉记者，如今当地种植户基本都是用无人机，几乎看不到人工打药。

“植保是农业最大的痛点和难点，农户种地最难的就在打药。小麦还好一点，水稻打药时地里容易陷人、又是高温又容易中毒，我就看到到旁边地里人工打药中毒的。”2015年入行的武明刚，是全国最早一批飞手之一。一开始在黑龙江推广无人机时，农户都不相信，他们只能硬着头皮挨家挨户上门免费打药做对比。武明刚还遇到过他们前面用无人机打完一遍，农户不放心又拿喷雾器再打一遍的尴尬。

但经过两年的应用推广，飞防逐渐被农户接受和认可，2017年、2018年开始爆发式增长。如果说以前无人机还算是新鲜事物，现在几乎成了社会化服务组织和新农人的标配。

一组数据也印证了这一变化。2015年黑龙江省农业无人机保有量约300台，作业面积不足100万亩次；到2018年保有量就快速增加到2437台，作业面积超过2600万亩次；2021年全省保有量已达1.7万台，作业面积超过2亿亩次，飞防渗透率近90%。同时，2021年全省无人机播撒作业面积超1亿亩次，覆盖近50%的水稻田施肥。

不光在黑龙江，新疆2021年飞防渗透率也达到80%，得益于飞防打落叶剂的大规模应用，新疆棉花的机械化水平大幅提升。在中原粮仓河南，2017年开始用无人机进行小麦病虫害系统防治。2018年5月在安阳举办的“千人千机”活动，8天完成200多万亩小麦病虫害系统防治，并全程实现平台监管，成为业内一大标志性事件，也充分体现出航空植保短时间内大规模防治病虫害的优势。

2013年起，原农业部在全国推广植保无人机低空低量航空施药技术，全国农技中心连续三年在多省举办无人机田间作业展示与技术培训活动。2015年湖南与河南首次试点补贴植保无人机。随着各地重视扶持力度不断加大，利好政策不断出台，购机补贴明显增加，无人机逐渐飞入万千寻常农户家。

“我国已成为全球农业无人机应用面积最大的国家，连续几年调查数据显示，航空植保统防统治效果比农民自防效果提高10%至20%，减少农药使用20%至30%，农药利用率提高10%以上。”全国农技中心研究员郭永旺介绍说，得益于科技的进步，无人机在智能化飞控系统、喷洒系统、载药量等方面实现重大突破，加之农药制剂的发展，实现了“枪”与“子弹”的完美结合，推进了低空低量施药技术的进步。无人机的快速发展对农药减量、农业节本增效、应急救灾、保障粮食安全等，都发挥了积极作用，也推动了农业现代化的进程。

国家航空植保科技创新联盟理事长王志国告诉记者，这几年无人机相比前几年反而没那么“火”了，因为已经被农民接受，现在各地随处可见无人机打药，不像前几年还得靠政府推动。

无人机的应用，正对农业生产方式进行着革新和赋能，对于个体而言，最直接的感受就是种地更省事儿了，施肥打药成本更低了。如今武明刚还跨区承包了2000亩地，他觉得有了无人机种地轻松太多了，以前也就敢包几百亩地，现在包几千亩也有底气。

中国农业科技招牌 “一专多能”无人机领先世界

就在2010年以前，我国还没有一台自主研发的植保无人机，农用航空应用水平与美国、日本等国家

中国农业无人机的最接地气的「黑科技」能飞多远？

相距甚远。短短十余年，我国植保无人机完成了从“玩具”到“工具”、从“表演级”到“实用级”、从“跟跑”到“领跑”全球行业发展的转变。

武明刚清楚地记得，2015年、2016年时植保无人机还比较简陋，不能自动规划航线，也没有摄像头，一台无人机要配三个人，一人负责操控，一人充电、兑药，还要有一个人跑到对面地头看着，无人机飞到头了要喊一声，起飞前也要提前手动规划航线、标注电线杆等障碍物。一天作业效率也就在二三百亩。

“一开始都是纯手动操作，对飞手要求很高，一不小心就容易撞机，培训飞手要一个多月。现在的无人机可以说是傻瓜式的，会用手机就能操作无人机。不仅能自动避障，也能自动绕障，还有360度防撞功能，操作非常简单，培训两三天就能上手了。”对此武明刚深有体会。

记者采访了解到，目前无人机产品基本都能做到性能稳定、皮实耐用，这已成为业内共识。电池快充技术逐渐改进，飞机防护等方面明显提升，基本能满足农业生产实际需求，特别是大田作物施药技术已经成熟。如果说前几年还不乏对无人机性能和作业效果的质疑声，随着实践的不断验证，如今已得到业内人士和农户的一致肯定。

极飞、大疆等无人机领军企业的人局和深耕，也推动技术加速迭代升级，成本不断下降。2015年极飞P20和大疆MG-1作业效率仅为50亩/时，2021年发布的极飞P100和大疆T40，作业效率已高达320亩/时。很多飞手表示，这几年基本每年都要换一批新品。

“这些年大疆在无人机上加入了图传技术和雷达避障系统，方便飞手作业时也能观察飞行环境，让无人机能随时感知障碍物并自动避让绕行。我们还在无人机飞行逻辑方向做了众多优化，让无人机可以识别果树的树心，在不规则地块也可以高效作业。”大疆农业市场总监樊文泽表示，农业无人机可以说是目前“自动驾驶水平”最高的农业装备。只需给无人机充好电装上药，剩下的就可以由无人机自主完成。

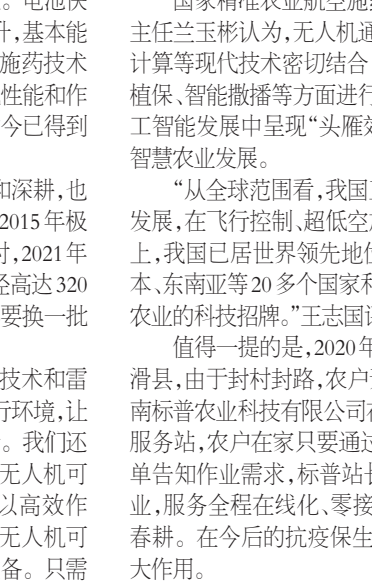
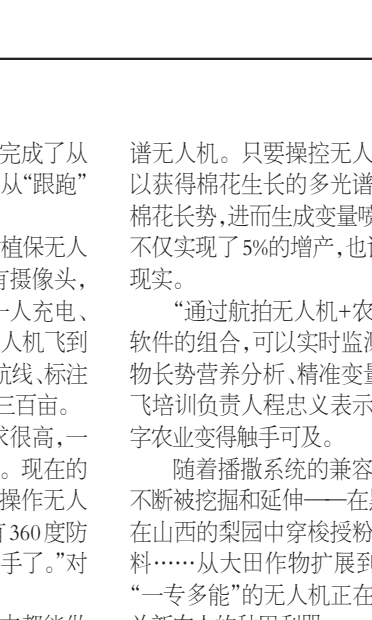
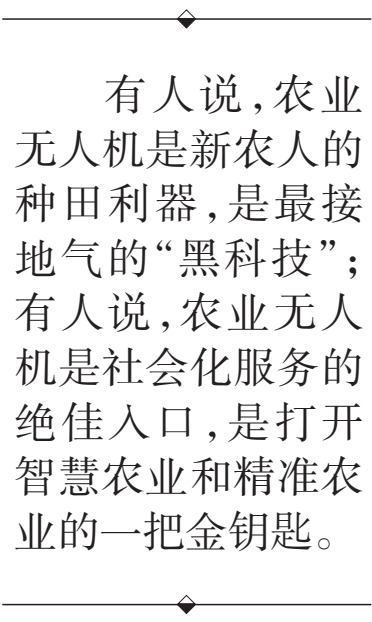
与大疆并肩的极飞科技这几年同样创新不辍。极飞科技公共事务高级总监佟巍告诉记者，极飞2022款农业无人机可搭载极飞睿喷、睿播和睿图三大任务系统，在各种复杂地形上实现全自主农田测绘、精准喷洒和智能播撒；创新分体平台设计，让无人机飞行平台和作业系统完全分离，便于无人机换装、转场、运输和维修。飞控和操作系统的优化，让无人机在弱网和无网环境下也能稳定、高效作业。

受益于无人机技术的不断进步，在新疆石河子，新农人陈功旭从去年开始在5000亩棉田引入了多光



▲在南方经济作物上，无人机作业有着更大的发展空间。
新华社记者 杨文斌 摄

►飞手武明刚正在操控无人机进行施肥作业。



吸引更多年轻人 也面临严重的低价竞争

两年前，原在北京一家知名视频网站做摄像的陈松，回老家开始从事无人机飞防服务。从城市到乡村，从摄影师到“新农人”，促成这一转变的缘起，一是陈松之前玩航拍无人机的爱好，二是当时看到老家招募飞手开出的高薪。如今他已购买了5台无人机，和几名飞手组建了一支飞防服务队，常年辗



秋慧丰农业服务有限公司的飞手们，也是全能的“农田卫士”。

转各地跨区作业。

手指轻点操控飞机，开着皮卡走南闯北，酷炫的新职业吸引了很多像陈松这样的年轻人投身农业。2019年4月，无人机飞手被人社部等三部门列为13项新职业之一，农业无人机的普及应用，给农村带来飞手、无人机教员等新兴工作岗位和更体面的职业选择，用科技的力量吸引更多年轻人回到农村。

“高薪”是飞手的另一大光环，百度相关搜索不时可见“一天收入两三千”“月入轻松过万”的报道，但光鲜背后，日趋激烈的低价竞争也让很多飞手和飞防队面临盈利难的困境。正如同攻城，这个行业很多人想进来，也有很多人想出去。

陈松告诉记者，干这一行确实很辛苦。早上两三点起床是常态，先赶到作业田做各种准备，天亮了开始作业。忙时经常吃不上饭，备些面包、香肠对付一口。最晚一次夜里11点才完工，一天没吃饭回到宾馆倒头就睡，第二天还要接着起来干。去年夏天在内蒙古，落在身上的蚊子可以用“层”来形容，花露水、蚊蚊胶统统不管用，大热天他只能全副武装仅把眼睛露出来。

陈松不怕吃苦，但今年低至两三元一亩的作业价格，跨区作业吃住、人车等各项费用损耗一算，赚得少了很多，再加上各地疫情影响，转场作业充满了不确定性，这让陈松有点“想撤”。

“单纯干飞手很难赚钱，有时没活儿干一次要歇好几天，如果再转场，跨区作业长途运输、吃住费用，再加上客户压价，成本投入非常高。”在老飞手武明刚看来，2017年、2018年是飞手的黄金期，一天挣个一两千元甚至几千元很正常，他的最高记录是一天作业2000多亩，收入也着实可观。但随着越来越多无人机和飞手的加入，价格越来越低，赚钱越来越难，很多人卖掉无人机转行了，像他这样坚持下来的不多。

黑龙江一季稻作业季节短，很多大户都买了无人机，价格压得很低，这让武明刚开始寻求别的出路。去年他转移阵地和朋友在江苏连云港合伙成立了植保服务公司，8个人8台无人机，接下一个农场5万亩地的服务订单，同时还承包了2000亩地。这样全年都有活儿干，一年水稻加小麦的十几次植保和施肥作业，一台无人机一年有20多万元的毛收入。“把植保难题给大户解决了，其他服务就很好介入了！”武明刚介绍说，以植保服务为切入口，5万亩农场的播种、插秧、收割环节也都托管给了他们。公司的飞手们身兼多能，同时也是农机手，一年作业四五个个月，收入能达到六七万元。

作为黑龙江省绥化市一家标杆飞防服务组织的创始人，刘秀峰同样曾被低价竞争逼到过死角。靠着做好效果和口碑，与厂家合作实行带药作业的模

式，让他的秋慧丰农业服务有限公司渐渐站稳脚跟，而后又通过拓展服务链条实现了突围。2021年公司调度140多台无人机完成240万亩订单作业，同时还承接了30万亩农田的全程托管服务，现在刘秀峰更愿意把自己称为职业“衣服人”，公司的几百名飞手也都定位成更全能的“农田卫士”。

“一台无人机加上车投入10万元左右，一年至少作业5万亩才能把人工挣出来，单靠植保服务很难存活，新进来的人也很难挣到钱。”刘秀峰坦言，植保服务是刚需，如果在当地能稳扎稳打把服务和效果做好了，也绝对大有干头，但要盈利还是要靠多元化服务。

从2016年开始，极飞科技已累计培养超过8万名飞手。佟巍认为，在北方大田作物市场，农户自购较多，飞防作业价格下降这是行业充分竞争的结果。在高价值经济作物如果树上使用飞防，飞手有着更高的议价和盈利空间。如何为农户提供更多元、更高价值的服务，也是飞防行业及飞手未来转型的方向。那些掌握并融合农机、农技、农资等资源的多面手式飞手，能在飞防行业开拓更多新业态和模式、提供“种药肥”套餐等增值服务和农田托管服务等，会更具竞争优势。

安全是重中之重 亟待规范监管促健康发展

采访时，一位飞手讲述的细节让记者印象深刻——早些年在推广无人机打药时，有一次除草剂遇风飘移到旁边大豆田出现了药害，打那时起他车里都备着现金，如果药没打好就直接赔给农户。如今对于老飞手来说，靠经验和技能完全可以“避雷”，这几年飞防药害事故也大为减少，但雾滴飘移特别是除草剂飘移导致的药害依然是无人机作业最大的风险点和槽点。

这其中，飞手缺乏植保知识是最直接的原因。“一个合格飞手，不但要熟练掌握无人机操控技术，还应掌握农作物栽培、农药、病虫害、气象等方面的基本知识。”郭永旺研究员指出，目前的飞手绝大多数缺乏农业生产和病虫害防控知识及经验，是“能飞”而不是“会飞”，与规范化、专业化要求有较大差距。

在我国农业劳动力短缺日益凸显的当下，蓬勃发展的无人机产业正成为推动农业现代化进程的重要动能，未来前景也值得期待。但价格恶性竞争、打药质量参差不齐、飞手植保知识缺乏、盈利能力不足等，都是行业可持续发展亟待解决的问题。

去年在黑龙江调研时，常看到电线杆上贴着无人机打药四块钱一亩的小广告，有的农户骑着摩托车载着一台无人机就下地去了，这一情景让郭永旺感到忧心。他分析说，这个价格已低于机器折旧、电池损耗、运输及劳动力等必要成本，低价竞争不但不利于行业良性发展，也势必影响作业质量，使得防效降低、药害事故增加等风险加大。而事实上，今年在一些北方大田作物区域，飞防作业价格已低至2元一亩。

此外，多位业内人士指出，无人机作业目前尚缺乏规范和标准，行业监督管理相关法律法规明显滞后，对作业质量的评定、作业纠纷的仲裁等均缺少相应的依据。

农业无人机产业已成必然之势，规范和加强监管是保障行业健康发展的重中之重，对此行业各方也在积极推进。近几年，全国农技中心联合国家航空植保科技创新联盟、中国农科院植保所在黑龙江等省针对主要病虫害开展40余个联合试验，筛选无人机、药剂和助剂使用的最优组合和最佳作业参数。2018年拜耳等企业率先与国家航空植保科技创新联盟联合发布了“植保无人机安全使用农药操作规范”。2019年中国农药工业协会发布团体标准《植保无人机安全施用农药作业规范》。2020年开始，借助4.28全球飞防安全日，行业多家单位发起安全飞防倡议书，线上集中开展安全培训。此外，2021年全国农技中心联合先正达、大疆等公司共同开展飞防安全用药培训1997场，培训了2.6万飞手，共同推进飞防安全和规范化。

郭永旺建议，要尽快出台符合农业生产实际需要、适用性和可操作性强的规范、管理办法，制定无人机施药、播种作业的行业标准，逐步规范农业无人机作业。要充分调动多方力量，建立科学完善的手培训体系，科学制定飞手等级标准，对飞手实行差异化精准管理。同时要组织产、学、研、推等相关部门，对无人机应用关键技术开展攻关，重点研发适用于无人机的农药品种和防飘技术、适用于除草剂的专用喷雾系统等。“尤为重要的一点是，要充分利用互联网和大数据，搭建无人机作业信息服务平台；加大政府购买服务力度，打造一批无人机专业化服务组织，引领和规范社会化服务行为；制定省级相对统一的无人机作业收费标准，杜绝恶性竞争，保证作业质量，促进行业健康有序发展。”

“新型农业经营主体的崛起，土地高流转率及新形势下农资市场的变革，都在为无人机产业发展提供有利条件，其未来前景非常广阔。”王志国认为，下一步在无人机产业地飞行，实时变量喷洒技术、飞防专用药剂及更多经济作物飞防用药解决方案等方面，还需要加强研发和提升，以更好地适应农业生产需求。

王玉彬告诉记者，“按需喷洒”是我国农业无人机今后的努力目标，这就需要解决病虫害草害低空遥感监测识别、配套喷洒系统研发及图像实时处理等关键性技术问题，最终实现农情监测采集和施药作业一体化的精准农业航空技术应用。

“农业无人机在播撒和果树领域仍有较大提升空间，预计未来3年作业面积仍将保持50%以上增速。我国水果种植面积和产量均为世界第一，如果能达到大田作物的飞防渗透率，果树飞防前景不可限量。”程忠义表示，果园具有果树植株高、冠层厚、地形陡峭的特点，农业无人机要实现良好的作业效果，还需要不断技术攻关，任重而道远。

（本版图片除署名外均由采访对象提供）