

农业机器人：全球农民的革命性工具

农业机器人已被证明是世界各地农民的宝贵生产工具。自工业革命以来，农业变得越来越机械化和自动化，人工智能将这种自动化提升到更高的水平，人工智能的使用与现在的“精准农业”相融合，减少了肥料、杀虫剂、除草剂和水等投入，同时提高了产量。

□张本庸

农业航空机器人

使用空中无人机从空中检查农作物已经很成熟。航空成像提供了有关作物健康和土壤条件的宝贵见解。监测作物生长的公认方法是使用归一化植被指数(NDVI)地图。但这不仅仅是被动检查数据的问题。NDVI数据还可以下载到拖拉机上，智能农场设备使用数据来控制肥料的施用。

农业中使用的无人机(UAV)主要有三种类型。

一是固定翼无人机。固定翼无人机的机翼像飞机一样，通常只有一个或两个螺旋桨。这种无人机可以在空中停留的时间比旋翼型更长，对于当今庞大的农场来说，长时间的飞行是一个优势，但是它们需要一条光滑的起飞和着陆跑道，并且比直升机更难驾驶。

二是旋翼无人机。旋翼无人机有多个旋翼，像直升机一样带有叶片，最常见的配置具有四个旋翼(四轴飞行器)或六个旋翼，一些无人机还有更多，旋翼无人机比固定翼无人机更容易控制，因为它们可以垂直起飞和降落，所以它们不需要着陆跑道，旋翼无人机通常比固定翼型号便宜。

三是混合无人机。混合动力无人机垂直起飞，然后可以在飞行中切换到滑翔模式，因此，它们结合了其他两种无人机的优点，混合动力无人机承诺固定翼无人机的飞行时间更长，旋翼型飞机易于使用，然而，混合动力无人机更复杂、更重、更昂贵。该技术也不像其他两种类型那样成熟。

播种和喷洒机器人

用于播种和喷洒的无人机仍然是一个新事物，但它们是商用的。农用车辆中的一些大品牌现在已可以提供自动喷洒

和播种无人机。

任何想要在美国驾驶起飞时重量超过55磅的无人机(包括货物)的无人机飞行员都需要通过美国联邦航空管理局(FAA)申请特别豁免。因此，许多无人机制造商限制了他们的有效载荷能力以避免这一障碍。

播种无人机主要用于覆盖作物。采用种植覆盖作物的做法是一种土壤健康做法。覆盖作物有助于控制土壤侵蚀并减少径流中的污染。空中无人机最适合在拖拉机和农作物喷洒机难以到达的地方播种。

对于喷涂和播种无人机，有效载荷能力是一个关键因素。需要注意水箱的大小和喷雾宽度。无人机必须具有足够强大的电池和提升能力。这些因素的组合将决定一次可以喷洒多少面积。

更复杂的无人机有一个野外站，为无人机提供大本营。一家供应商提供具有自动储罐加注功能的现场工作站。现场工作站还可以完全自主地将旧电池换成新电池。先进的自主喷涂无人机利用雷达和其他传感器，使它们能够避开障碍物。

大多数无人机都是电池供电的。然而，有些人使用燃料。燃料增加了它们的有效载荷能力和飞行时间。

水果和蔬菜收获机器人

水果和蔬菜收获机器人仍处于原型阶段。但他们显示出巨大的希望。

收割机器人的手臂末端工具(EoAT)因每种作物而异。例如，辣椒表面光滑、蜡状，非常适合用吸盘夹住。西红柿比辣椒更脆弱，因此机器人使用软指抓手，在拉动水果以将其与植物分开时扭曲水果。草莓更加娇嫩，需要格外小心才能收获。例如，让收割机器人在握住物品的同时使用茎刀，以避免在拉动时受损。

人工智能辅助视觉检测成熟度并规划机械臂的路径以拔出目标。一些收割机器人具有骑在轮式底座上的关节臂。其他类型则在铁路上行駛或使用军用车辆等轨道。

一个特别引人注目的收割机器人有两架空中无人机。无人机通过提供电力的脐带连接到轮式推车上。无人机在推车旁边飞行，使用计算机视觉找到成熟的水果并使用抓手将其摘下。采摘后，无人机将作物放入推车的垃圾箱中。推车向下移动，而拴在推车上的无人机根据需要重新定位。

虽然仍处于采用的初始阶段，但原理证明已经存在。有多个供应商可供选择只是时间问题。

目前，全球可供商业选择并不多。一个例外是一家以色列公司，该公司提供使用RaaS(机器人即服务)的收割机器人。RaaS将农民从大量的初始劳动中解放出来。农民联系相关公司，告诉他们亩数和哪种作物。然后，收割机器人供应部署其单位车队进行收割。工作可以24小时不间断作业，并且可以用更少的劳动力更快地完成收获。

用于运输水果、蔬菜和盆栽植物的自主移动机器人AMR是市售的，并且有一些供应商可供选择。这些机器人是农民的助手，让人们腾出时间去执行更高价值的任务。

在苗圃中，一项必不可少但累人且耗时的任务是将盆栽植物隔开。作为幼苗时，观赏灌木和幼树可以紧密地放在一起，以最大限度地利用可用空间。随着它们的生长和变大，这些植物需要空间来变得茂盛和广泛。移动植物以将它们隔开是AMR的应用。一些供应商专门从事此应用程序开发。

对于果园来说，将水果从采摘地点拖回收集点是AMR的一个很好的应用。AMR通过自主跟踪人类采摘者来协助



他们。机器人携带托盘或箱子，工人可以将采摘的水果放入其中。当托盘装满时，机器人自主移动到收集区域。因此，机器人消除了原本需要的行走。它通过使工人能够继续采摘来提高生产力。有些供应商提供这种机器人。

除草机器人

杀死杂草的农业机器人是市售的，一些供应商提供它们。一些除草机器人用于家庭花园。这些小型机器人就像人们家中的吸尘机器人。但也有机器人旨在为更大的农场提供服务。

对于商业农业，一些除草机器人使用微量剂的除草剂。机器人沿着作物自主移动。它使用计算机视觉来区分杂草和作物。当发现杂草时，机器人执行器会伸出援手。少量农药直接沉积在杂草上。因此，使用的化学品要少得多。另一种方法是使用激光去除杂草。因此，该方法不使用化学品，并被认证为有机物。

一些除草机器人具有太阳能电池板为其运行提供动力，而另一些则使用电池或柴油燃料。

机器人温室

室内农业激增。在室内种植提供了更可控的环境，有利于精准农业。降低温室的关键

成本是LED灯。如今的LED提供与白炽灯泡相同的光照强度，功耗降低85%。AI控制照明、温度、二氧化碳和湿度。气候可以根据每种作物的需求量量身定制。

许多室内农业公司出售他们的水果和蔬菜。他们的主要客户是杂货店和餐馆。他们的技术不出售。但是，一些供应商确实出售设备以建立自己的自动化温室。

一家公司提供了一个模块化系统，可以安装在杂货店生产部门的展示柜中。例如，商店可以种植生菜和草药，出售给客户。温室公司的系统可以扩大规模，以创建一个能够在商业销售中种植各种作物的垂直农场。该公司还销售零部件。他们提供特殊的软件来管理气候和营养流。专有的LED灯可供购买。可以购买“施肥”装置，通过循环溶液为植物提供养分。另一家提供室内农业解决方案的公司采用了一种新颖的方法。他们的水培农场设计为在集装箱内运行。集装箱的想法降低了购买合适建筑物的成本。

室内农业的缺点是它是能源密集型的。因此，这样的农场只对水果和蔬菜等高价值作物具有经济意义。试图在里面种植小麦或谷物不会获利。然而，室内农业的产量要高得多。对于许多作物来说，这可能是一个有吸引力的投资选择。

农业机器人在世界范围内的发展现状

□闻雁

随着农业现代化的推进和人工智能技术的发展，农业机器人在全球范围内得到了广泛应用，目前主要呈现三方面的发展现状。

农业机器人在农田管理方面的应用越来越广泛。农田管理是农业生产的基础，传统的

农田管理工作需要大量的人力和时间，效率低下。而农业机器人的出现，可以实现对农田的自动化管理，提高工作效率。例如，美国的一家农业机器人公司开发了一款名为“Bonirob”的机器人，它可以通过图像识别技术判断作物的生长情况，并自动进行除草、施肥等工作，大大减轻了农民的劳

动负担。

农业机器人在种植方面的应用取得了显著的进展。种植是农业生产的核心环节，传统的种植方式需要大量的人工操作，容易出现误差。而农业机器人可以通过激光雷达、GPS定位等技术精确测量土壤的湿度、温度等参数，并根据作物的需求进行精确的种植。例如，

日本的一家农业机器人公司开发了一款名为“Vegebot”的机器人，它可以通过机器视觉技术判断作物的生长情况，并自动进行种植，大大提高了种植的准确性和效率。

农业机器人在收割方面的应用也得到了广泛的关注。传统的收割工作需要大量的人力和时间，而且容易受到天气等因素的影响。而农业机器人可以通过机器视觉技术识别作物的成熟度，并自动进行收割。

例如，荷兰的一家农业机器人公司开发了一款名为“Ro-bocrop”的机器人，它可以通过机器视觉技术判断作物的成熟度，并自动进行收割，大大提高了收割的效率和质量。

就世界农业机器人范围而言，农业机器人发展极不平衡，发达国家凭借先进技术和土地制度已经普及了农业机器人，而发展中国家的农业机器人却还处于起步阶段，到那时市场空间与市场机会巨大。