

补短板固核心强智能，推进农业工程科技创新

——对话罗锡文、陈学庚、赵春江

嘉宾

罗锡文 中国工程院院士，华南农业大学教授、博士生导师

陈学庚 中国工程院院士，石河子大学教授、江苏大学教授

赵春江 中国工程院院士，国家农业信息化工程技术研究中心主任、首席科学家

主持人

农民日报·中国农网记者 焦宏 赵新宁



◇罗锡文



◇陈学庚



◇赵春江

农场里，技术人员只需要打开计算机或手机，就可以启动远在百里之外的农业机械，遥控机械自动出库下田作业；稻田里，无人驾驶收获机执行收粮任务，无人驾驶运粮车在一旁配合，当收获机的粮仓达到临界值时，云端控制器便向运粮车发出“请来接粮”的指令，等待“朋友”将粮食转运到卡车里。如今，农业工程与生物技术、信息技术、人工智能、大数据等不断融合，深刻改变了我们的生产生活，在加快推进农业农村现代化中发挥着越来越重要的作用。

近日，在四川省成都市举办的中国农业工程学会2023年学术年会上，与会专家展示了农业机械化、智能化、智慧化的应用场景，并以“农业工程助力农业强国建设”为主题展开对话。我国农业工程发展现状如何？如何发挥农业工程的领先优势，应在哪些方向补齐短板？农业工程如何助力农业强国建设？农业工程的未来趋势是怎样的？记者采访了罗锡文、陈学庚、赵春江三位中国工程院院士，进行交流探讨。

农业工程主要瞄准一系列现实问题的解决，包括如何设计蔬菜的移栽和收获机械，如何让拖拉机自动行走，如何让农业机械完成插秧、直播、施药、收获等智能化作业等，从而提高劳动生产率、土地产出率和资源利用率

主持人：建设农业强国，利器在科技。近年来，我国农业物质技术装备条件得到明显改善，农业科技水平整体进入世界前列，农业工程在农业发展中发挥着越来越重要的作用。什么是农业工程？农业工程主要解决那些问题？

罗锡文：农业工程涉及范围很广，包括农业机械化与自动化、农业电气化、农业水土工程、农业建筑环境与能源工程、土地整治工程和农业智能装备工程等。农业工程主要瞄准一系列现实问题的解决，包括如何设计蔬菜的移栽和收获机械，如何让拖拉机自动行走，如何让农业机械完成插秧、直播、施药、收获等智能化作业等。

我国人均耕地面积约1.4亩，不到世界人均耕地面积的一半。要在有限的耕地上养活14亿多人口，关键是要提高农业全要素生产率，提高劳动生产率、土地产出率和资源利用率，这就需要农业工程技术提供强有力的科技支撑。而数字农业、智慧农业和智能农机等农业工程，能够做到数字化感知、智能化决策，在有限的土地上实现充分利用、精准对靶，从而显著提高农业生产的劳动生产率、土地产出率和资源利用率，增强农业综合竞争力。

赵春江：科技创新在支持农业强国建设中发挥着重要作用。现代农业生物技术、信息技术迅猛发展，成为现代农业发展的重要引擎。农业数字革命的表现形态是智慧农业，智慧农业是生物技术、信息技术、智能装备三大生产力要素的统一，是农业信息化发展的高级阶段。智慧农业工程科技的发展已成为国际上现代化农业技术发展的前沿。“十四五”规划中也提出要建设智慧农业，目标是用电脑强化人脑、用机器替代人力、用自主替代进口，实现生产智能化、作业精准化。我们要走中国特色的智慧农业之路，必须要有自己的核心技术和拳头产品，这就需要一系列农业工程的助力。

当前，我国农业正处在由传统生产方式向精准、智能、绿色发展方式转变，由过度依赖人工向以机器为主转变，由主观经验判断向以大数据智能决策方向转变的关键阶段。在此背景下，要让农民从

“会种地”到“慧种地”，开启智慧农业时代，提升农民的幸福感。

主持人：您认为，当前世界农业工程的发展现状是怎样的？我国农业工程发展现状如何？如何发挥领先优势，应在哪些方向补齐短板？

陈学庚：自2004年《中华人民共和国农业机械化促进法》实施以后，我国的农业工程取得了巨大进步，但与欧美发达国家相比，差距仍然很明显。欧美发达国家从种植业到养殖业，凡是可以由机械完成的工作，都有相应的机械供选用。而就我国农业工程发展现状来看，农业装备使用可靠性和耐用度不足，是我国农业机械存在的显著薄弱环节，也是我国农业装备在国际上话语权不强的主要因素。特别是基础性关键零部件效能提升和可靠性技术提高，在推进农业机械装备信息化、智能化进程中，这些基础问题是首先需要解决的。

对于国内大型农机企业来说，要把装备制造中的执行标准、工艺、材料等基础工作做扎实，在这方面还要下大力气向国内外知名企业学习；对于中、小农机企业，则需要依托制造质量稳步提升，达到保持市场地位、维护市场份额的目的。相信经过农业科技工作者的辛勤工作，一定能够推进我国农业机械化迅速发展，逐步赶上欧美发达国家。

以新疆棉花为例，2022年新疆的棉花产量占全国的90.2%。在这里，农业工程科技创新很明显地拉动了新疆棉花产业的发展，主要体现在两方面。第一，建立了特色鲜明的棉花生产全程机械化技术体系。第二，从20世纪90年代末到21世纪初，进行了膜下滴灌、精量播种栽培新工艺，在棉花生产各个环节中实施精准作业，提高自动化与智能化作业水平、作业质量和劳动生产率，实现棉花生产的提质增效。过去新疆的老百姓，包括兵团的职工，最怕种棉花，因为包15亩地要一家老少忙活1年，也没有多少收入。那时候，一到每年5月定苗和9月采收时节，工厂停工、机关关门、学生停课，全员要服务于棉花生产，而且内地还有80万采摘大军去新疆拾棉花。再看现在，自从实现全程机械化以后，老百姓种棉花积极性很高，过程轻轻松松，而且收入可观，他们开着小汽车下地种棉花的景观是很壮观的。

罗锡文：“十三五”期间，我们组织国内农业工程领域相关专家就我国农业工程和农业机械化的发展，提出了一定思路，叫作“3—2—3”。第一个“3”是种植业、养殖业和加工业；“2”是分两个阶段，2035年和2050年；第二个“3”，是三大重点业务，即补短板、固核心、强智能，这也是我国农业工程未来的努力方向。我这里讲一下三大重点业务。

一是补短板。我国农业机械化取得很大进步，但还存在很多短板和薄弱环节。以种植业为例，水稻、小麦、玉米等粮食作物机械化水平高一些，能达到70%。初级农产品以小麦为例，农民从地里收上来只赚全部收益的22%，一旦加工成面包、面粉、饼干等，又能赚20%，可见中间的加工非常重要，也从侧面显示出，我国农产品加工技术水平还需要提升创新。二是固核心。我国设施农业机械化是农业发展中的一个难点，目前设施农业机械化率只超过30%，而露地蔬菜基本靠人工，还不能实现自动化采摘。还有比如高压供水、自动变测箱、强制冷装备等，都需要农业工程的助力，这也是农业工程学科的主要任务。三是强智能。以养殖业为例，我去看过26层高楼养猪的情景，整个楼没有窗户，与外面没有任何联系，照明完全用电灯，靠强制通风把外面的空气通进来，送到猪舍里面，再把废气抽走，中间只要哪一个环节出现了问题，房间里的几百头猪就有麻烦了。这就需要我们的农业工程做些什么，如每层楼都配备巡检机器人，自动检测猪舍内的湿度和温度，随时观测猪的生长状态和行为表现，及时

预警，管理中心可以根据猪的生长情况搭配营养餐。光是一个高层养猪就可以看到，农业工程其实蕴含着很多科学。

构建“造用配合、机艺融合、开放发展”的农业机械化新格局，需要跳出农机、发展农机，形成全程机械化整体解决方案和技术体系，加强原始创新，加强作物生产全程机械化瓶颈技术及装备的研究开发

主持人：农业机械是重要的农业装备，能有效提高农业劳动生产率、促进粮食生产、增强农产品供给保障能力。您认为，如何推进农业机械化科技创新？

赵春江：当前，农机“下田难”是丘陵山区农机化发展的主要瓶颈。一方面，丘陵山区耕地条件差，地形复杂、田块细碎，许多地块坡多埂多、形状不规则，大中型农机难以通行作业。另一方面，种植品种较多，采用传统的套作、间作等种植模式较普遍，规模小且分散，所需要的农机装备多样，机具研发难题多且复杂，令不少研发机构和农机企业望而却步。

我国丘陵区山区农机化发展，需先解决农业装备有无的问题，再解决农业装备智能提升的问题。一是在丘陵区山区农业装备研发制造方面，建议以“一企一机一冠军”模式发展农机生产企业，一个企业只针对某个特色品种作物生产相应的特色农机产品，并争取做到全国最好，然后把这些企业集中起来打造“集群产业”。二是在农业装备智能化方面，建议从“农机——物联网”上下功夫。三是在农机化方面，强调农机农艺融合、良田良机融合，在适宜性农机产品的设计、生产和制造上下功夫，打造不同应用场景，发展农机专业合作社，对农机的生产企业、研发主体、购买使用主体进行政府补贴，协同推进，从而形成良好的农业装备发展态势。

陈学庚：随着农业全程、全面机械化技术推进，需要进一步加大我国农业生产的重点区域、关键环节的农业机械研发力度。突出先进适用和绿色生态导向，对节水、节肥、节药及农业废弃物资源化利用等方面的农业机械，需要重点攻关。大力发展南方丘陵山区农机化及特种加工机械化。

构建“造用配合、机艺融合、开放发展”的农业机械化新格局，需要跳出农机、发展农机。首先要实现农机作业、作物品种、栽培模式相互适应、深度融合，形成全程机械化整体解决方案和技术体系。其次要加强国外先进农机研发与制造技术的引进消化吸收，提高我国现代化农业装备有效供给能力和国际竞争力。最后要加强原始创新，加强作物生产全程机械化瓶颈技术及装备的研究开发。

主持人：对农业科技进行创造性转化与创新性利用，是促进农业高质量发展的重要内容。您认为，政府、科研院所和企业如何联手推进科技成果转化和科技经济融合发展？有哪些成熟可行的途径？

罗锡文：这里有一个关键问题，就是怎样让农民知道我们手上有什么好东西可用。七八年前我在福建省连江县看到一位种田大户，还在种几十年前的水稻老品种，穗子少、产量又不高。我当即给他推荐了高产新品种，结果他种了一年，产量非常好，高兴得不得了。有些问题就像我亲自经历的这种情景，农民不知道我们手上有什么好东西，我们不知道农民需要什么东西。

我总结了农业科技工作者在推进科技成果转

化过程中面临的四个问题，一是我们不知道政府要做什么，二是政府不知道我们能做什么，三是农民不知道我们有什么，四是我们不知道农民要什么。为此，就要求我们农业科技工作者把论文写在大地上，去了解农民的需要，解决农民的问题，把核心成果推向农民，这是农业科技一个很重要的努力方向。

陈学庚：以农田残膜治理为例。针对我国农田地膜残留污染治理存在的“回收率低、含杂率高、资源化利用困难”行业难题，我们团队探索残膜机械回收和综合利用的新途径，进行了多地区、多种类的耐候地膜试验示范，开发秸秆还田与残膜回收联合作业机取得重大突破，创制的新型残膜回收装备残膜回收率达90%以上，回收地膜含杂率低，为资源化利用创造了条件。

创新技术取得突破了，但现在关键问题，就像罗老师说的，是老百姓不知道我们有没有，政府不知道我们的技术好不好用。技术推广工作非常必要，但又确实很难。推广残膜回收技术，老百姓要拿钱出来，要出作业费，所以他们的积极性不高，这就特别需要政府推动，投入专项资金，开设农田残膜污染治理先导试验区建设项目，层次跟进并落实推动。如果试验项目推动得好，就扩大推广面积；如果存在问题，就再改进提高，直到老百姓满意。所以说，我们科技工作者通过奋斗可以把装备和技术问题攻克，但是技术推广一定要加上政府的力量，才能顺利推进。

智慧农业是现代农业的重要发展方向，无人农场是实现智慧农业的重要途径。从决策开始，到精准作业、定点作业、智慧管理，无人农场可以实现生产全链条的数字化、无人化、智慧化等“未来场景”

主持人：农民是农业农村发展建设的主体，是农业强国的建设主体，更应成为主要受益者。您认为，对于农民朋友来说，如何让他们将最新的农业科技成果更好地运用到农业生产中？

罗锡文：现在农田里能看到的还在种地的人，大都是五六十岁甚至年纪更大的农民，等他们更老了，谁来种地？“谁来种地”和“如何种地”是我国农业发展亟待解决的问题。这就需要智能机械来种，需要农业工程科技人员研究出适应多种情况、不同地块的无人驾驶系统，并向农民更好地普及智能技术，让无人农场在更大范围内可推广、可应用。同时，还要面向有想法、有意愿的种粮大户和合作社，对他们加强科普培训，并逐步向全国推广。

同时，以数字化、网络化和智能化为核心特征的现代农业建设也需要新一代年轻人加入，因此在运用推广农业科技过程中，也要努力吸引“新农人”的加入。

赵春江：提升农机装备智能化水平，要围绕物联网、大数据、人工智能三方面开展工作。一台机器完全依靠科学技术把智能化程度提升到很高，成本、代价很高，农业上用不起。未来除非在特别复杂条件下由机器独立完成，很多环境下人机是交互的。人和机器智能系统耦合在一起，形成更强的智能，协同完成复杂管理的任务，使技术、产品在实际生产中得到应用。就智慧农业来说，目前主要还是通过专业合作社提供服务的方式来解决小型农户的需求。小型农户由于种植规模小、种植品种多等因素，暂时还做不了智慧农业，其投入成本过高，但可以通过专业合作社购入智慧农业装备，统一给小

型农户使用，以提供服务的方式发展智慧农业，从而提高生产效益。

陈学庚：近年来，通过适度规模化经营，新疆棉花生产已形成“农户+合作社”模式，土地碎片化问题得以解决，水、土等农业资源利用率提高。随着科技的发展和应用，新疆棉花生产正逐步从机械化向智能化转变。

未来要让农民群众更好掌握最新农业科技，一是加强技术培训，结合农民技术培训等工作，大力宣传及推广精准棉花监测技术的使用方法，无偿提供部分需要的服务设备，同时给农户发放相应的技术管理操作手册，让生产者做到心里有数。二是专家团队护航，针对农情信息监测不精确、生产管理决策不科学、生产控制不精准等制约因素，进行规模化生产精准监控技术普及，及时召开现场观摩推进会，推广成功经验。

主持人：现代农业工程是农业现代化的支撑。您认为，现代农业的发展方向是什么？有哪些比较前沿的农业工程可助力实现农业现代化？

罗锡文：智慧农业是现代农业的重要发展方向，无人农场是实现智慧农业的重要途径。智慧农业能提高劳动生产率、土地产出率和资源利用率。就提高劳动生产率而言，我们来做个对比，1个人1头牛1天最多能犁2亩地，1台无人驾驶旋耕机1小时能耕20亩地；人工插秧1人1天最多能插1亩地，1台无人驾驶插秧机1小时能插5亩地；人工收获1人1天最多能收半亩地，1台无人驾驶收获机1小时能收5—6亩地。

无人农场是智慧农业的一种生产方式，是实现智慧农业的一种途径。无人农场有五个功能，包括耕种管收生产环节全覆盖、机库田间转移作业全自动、自动避障异况停车保安全、作物生产过程实时全监控、智能决策精准作业全无人。从决策开始，到精准作业、定点作业、智慧管理，无人农场可以实现生产全链条的数字化、无人化、智慧化等“未来场景”。

赵春江：加快建设农业强国必须要发展科技，智慧农业是其中一个很好的切入点，这也是世界农业的发展趋势。

当前全球有一些智慧农业的实践探索，有的是技术创新，有的是是一些先进生产方式。

比如农业传感器，只要从事种植业生产的，这个技术都用得到，过去我们做传感器都是用声学光谱和光学光谱，现在是用激光光谱，激光打到土壤里面，会发生很多物理变化，会收集到很多元素信息。还有农机的自动驾驶，主要减少对人的依赖，未来完全实现田间无人监控的条件下全自主作业，这是最顶级的，当然很难，现在有些自动驾驶拖拉机的研发，重点是工况监测、远程遥控、自动刹车、自动换向、自动换挡等。此外，有些农业智能生产工厂，如植物工厂和动物工厂，植物工厂是在非耕地条件下从事农业生产，解决耕地不足的问题，动物工厂最典型的就是楼房智能养猪，特点是成本高，好处是对土地高度集约使用。

主持人：农业工程科技创新，有利于加快推进农业农村现代化。扎实推进农业工程发展，需要不断强化科技赋能农业生产，围绕智慧农业与数字乡村、农业机械化与装备工程、农业水土工程、现代设施农业等不同领域开展。在这个过程中，一方面，要研究现代农业建设的现状与特点，借鉴现代农业建设的国际案例与经验；另一方面，还要研究现代农业建设的系统路径，开展重大农业工程的谋划和建设，并适时进行技术推广，为加快建设农业强国贡献农业工程的智慧和力量。感谢三位院士做客《对话》栏目，带来精彩观点！