



河南投资集团  
HENAN INVESTMENT GROUP

现代农业 · 篇

大讲堂

CCTV

中国经济

河南投资集团有限公司

2022年11月

# 前 言

《中国经济大讲堂》是中央电视台财经频道开办的一档大型专题栏目，是解读国家经济政策、经济现象、社会发展、人文科学、技术革命的高端平台。《中国经济大讲堂》围绕宏观经济和产业发展推出多期重磅节目，邀请相关高端人士，站在世界经济发展的高度，紧扣中国经济发展实际，纵论中国经济方略，向广大读者传递丰富的经济知识，是洞察中国经济政策的权威之作。

河南投资集团汇融研究院遴选现代农业领域《如何用数字技术打造智慧农业？》《如何打好种业翻身仗》《数字技术如何让农民“慧”种田》《植物工厂能为我们带来什么？》4期节目，梳理节目内容，提炼主讲嘉宾观点，从中总结相关产业发展动向，为领导决策提供支撑。

不当之处，恳请批评指正。

河南投资集团有限公司

2022年11月

# 目 录

一、如何用数字技术打造智慧农业？ .....	- 1 -
二、如何打好种业翻身仗 .....	- 14 -
三、数字技术如何让农民“慧”种田 .....	- 24 -
四、植物工厂能为我们带来什么？ .....	- 31 -

# 一、如何用数字技术打造智慧农业？

播出时间：2022年4月3日

——3月25日，农业农村部、财政部明确2022年粮食生产重点工作及一揽子支持政策，要求各地全力以赴保夏粮小麦丰收，毫不松懈抓好农业防灾、减灾、救灾，稳住农业基本盘。稳产量、保丰收，科技是关键。精准农业、测土施肥、遥感监测、灾害预报，数字技术正在全面助力我国现代农业生产提质增效，为我们的粮食安全保驾护航。数字技术是如何渗透进现代农业的各个环节？数字技术能解决当前农业生产中的哪些堵点、痛点？如何能让更多的农民享受到数字技术带来的红利？

**本期主讲嘉宾：**

**覃衡德：**现任中国中化先正达集团中国党委书记、总裁。

**本期观点精要：**

**数字技术已渗透进现代农业各个环节：**

- 1.精准气象：帮助农民转危为安。
- 2.精准巡田：节约农户时间。
- 3.AI精准识别：新手快速变老手。
- 4.精准灌溉技术：节水又丰收。
- 5.无人农场：数字化集成综合体。

## 数字技术能够打通传统农业堵点、痛点：

- 1.打造智农共富平台，推广普惠金融。
- 2.新型农业保险，帮农户抵御天灾巨祸。
- 3.“数字农业”需要线上线下相结合。
- 4.数字溯源助力，把控农产品品质。
- 5.农业大数据：助力政府精准施政。

## 数字技术是粮食安全的新保障：

- 1.数字技术赋能产品研发。
- 2.粮情监管，保证十八亿亩耕地实至名归。
- 3.运用数字化工具，减肥减药，低碳种植。
- 4.人工智能除草技术，精准用药。
- 5.农业遥感应用：科研机构与农业企业开放融合。
- 6.借助农业数字化优势，推进农业数字化转型。

## 一、数字技术已渗透进现代农业各个环节

### （一）精准气象：帮助农民转危为安

**农户痛点：**7月的内蒙古阿鲁科尔沁旗，几十万亩的苜蓿草进入了非常关键的晾晒打捆收获的季节。这时候的苜蓿草非常怕雨水，雨水会让苜蓿草品质大幅下降，情况严重时会变成垃圾。不幸的是在一天上午，一场突如其来的降雨，让种植农户措手不及。

**解决方案：**种了1000亩地的老胡，则在这场暴雨来临之前几小时完成了苜蓿草的抢收，与这场降雨完美地擦身而过。这得益于他手机里面一个软件的辅助，也就是农业的精

**准气象：**农业的精准气象可以在每平方公里范围内，对未来的 2 小时到 15 天进行精准地预测。

## **(二) 精准巡田：节约农户时间**

**农户痛点：**随着土地流转的速度加快，种了几百亩甚至上千亩的种植大户也越来越多。但实际情况是，目前很多大户的土地还没有完全齐拢变成整体的农场，所以在巡田上，需要花费很多的时间和精力。

在黑龙江的宁安县的东京城镇的胖哥，他流转的 800 亩地，分散在村子里面的各个角落，最远的一块地离他家有 30 多里地，要把 800 亩地走一遍，基本上花上一天，甚至三天。要想进入到地里仔细地查看，一星期的时间都不够，这样的情况持续了好几年。

**解决方案：**2021 年胖哥在手机上安装了一个新的软件，他花上半个小时就可以把自己的 800 亩地可以巡查一遍，还能够通过软件进行分析叶面缺不缺氮肥，有没有受到病虫害等。当他的田间出现异常的情况，胖哥的手机就能收到预警提醒。

## **(三) AI 精准识别：新手快速变老手**

**农户痛点：**四川眉山仁寿县，是我国高品质柑橘的生产地，由于老百姓对于高品质柑橘的消费越来越多，越来越多的农户，转而种植柑橘。当地农户老汪，2018 年包了 70 亩土地，第一次种起了耙耙柑，由于缺少种柑橘的经验，所以他经常要拿上自己的园子里面捉的虫子，到处逢人打听去请教，这是不是有虫害？这是什么病？往往大家也说不太清楚，

导致老汪一年下来焦头烂额。

**解决方案：**2021年，老汪突然像获得了秘籍一样，不仅是自己的园子里面的病虫害，都能够懂个七七八八，而且还经常到老乡们的园子里面去转一转，遇到种柑橘的老把式都不了解的问题，都能说上个123。

原来老汪在自己的手机上装了一个叫“慧眼”的软件，只要用手机对着虫子，有病的叶子，拍上一个照片上传到系统，“慧眼”的AI（人工智能）技术，就能够在几秒钟内识别这是什么样的病虫害。识别率达到了86%，同时能够给出相对的植保的建议，能够让老汪快速的去应对这些病虫害。

这样的AI技术，随着更多的农户使用，拍的图片越多，它的精准度就会越来越高，最终会超越所有农技的老把式，成为新农技。

#### （四）精准灌溉技术：节水又丰收

**农户痛点：**云南新平县的哀牢山，家喻户晓的褚橙就产自那里。过去的几年，褚橙的事业欣欣向荣，得到了很大的发展。但是快速发展也带来一些问题，特别是在春夏两季的干旱面前，柑橘园的灌溉用水挑战越来越大。

**解决方案：**褚橙的管理团队经过讨论，决定引进数字化的精准灌溉技术。通过安装土壤、天气等等系列的传感器，保证了示范园里面的天气、土壤、柑橘树长势的数据，都能够实时地被采集，按照分钟级的频度来用于计算和分析灌溉的水量，精准地送到每一个树根，从而能够达到节水节肥的目的。

褚橙的管理团队只要在手机上轻轻一点，这个阀门就能够自动打开。在实现节水 53% 的基础上，褚橙在夏季的落果率还能够减少 41.4%。在夏季夏梢的生长减少 63.9% 的情况下，还能够增产 14%。这就是数字化的精准灌溉技术给褚橙的庄园带来的根本性的改变。

### （五）无人农场：数字化集成综合体

无人农场是各种农业数字化技术集大成综合应用的极致案例。先正达集团中国建设和运营了这样一个无人农场：面积达 127000 亩，种着玉米、小麦、大豆、向日葵等作物。127000 亩，只需要 14 个人来运营。这是怎么做到的呢？

这是因为在农场里面安装了土壤、气候、等等的传感设备，可以空天地一体的对整个农场的种植数据和信息进行采集，用于整个农场管理的作业指导和分析。

其次，玉米小麦的种植全流程，包括整地、播种、施肥、打药、收割、入库等等，都是使用了各种智能化农业机械，农场产前、产中、产后的所有的数据都被收集整合，不仅可以对所有的农产品进行全程溯源，更重要的是通过这些数据的分析，可以为夏季的种植提供科学的决策依据，从而能够为整个农场的运营提供非常好的决策参谋的作用。

## 二、数字技术能够打通传统农业堵点、痛点

### （一）打造智农共富平台，推广普惠金融

2021 年，浙江瑞安通过数字技术打造了三位一体的智能共富平台，当地政府可以监测整个区域的农业分布种植情况，

最大的亮点就是通过数字化技术解决了农户贷款难的问题。现在浙江瑞安的农户只要在手机上一键申请，24小时就能够申请到贷款，而且贷款是无息的，这个是怎么做到的？

首先是数据整合，所有农户需要把所有的信息和数据整合到这个平台上，包括种植数据，也包括农户的资产信息。然后，当地的农行、农商行就基于这个数据平台上所积累的数据，按照不同的权重进行建模，从而能够对每一个农户的信用等级进行评分。第三步，当地农行、农商行也根据这样的信用等级设计出产品——无忧贷款。再结合当地政府对农业种植的补贴政策，当地农户都能够拿到免息贷款。最后一步是贷款的消费，所有农户拿到的贷款直接在平台上采购农业生产所需的种子、化肥、农药，这些贷款不能够被变现。

随着大数据的采集分析，包括数据的建模等，让广大的农户真正享受到非常快捷低成本的普惠金融服务。

## （二）新型农业保险，帮农户抵御天灾巨祸

农业难免会遇到天灾巨祸，农业保险成为农民兜底的关键。2020年，在甘肃张掖上线了一款大数据的产量保险，这也是全国第一个通过遥感产量模拟测产农产品。把所有农业生产的数据积累到数据化平台上，农险公司就能够用这些数据进行建模，风险评估，进而设计出更加有针对性的农业保险产品。

农民申请产量险后，系统每5天对整个农田情况进行动态监测，把整个农业生产的过程变成一张大数据的图。保险产品能够按图定保，按图索赔，极大提高了效率。

还有一个数字农业平台能够对农作物的产量进行预测。保险产品的理赔时间从一个月缩短到一周，受到广大农户的欢迎，在甘肃、陕西、山西、河北、山东、安徽等地已经有将近 30 万亩农田获得了大数据产量险的保险。

2021 年，山西的一位小麦种植大户种植的麦田产量没有达到保险所承保的产量，数字农业平台帮助回溯了地块在每个时期的监测数据，然后通过模型测算出精准的产量损失数据，这让理赔变得更加便捷，更加高效。

随着农业数字化技术的应用，农业保险能够帮助农户守住最后的风险底线，也让更多的农业金融服务机构敢于为农民提供更多的金融服务。

### （三）“数字农业”需要线上线下相结合

在一线推广农业数字工具的过程中，工作人员有一个最大的感受：中国很多的种植户现在用的手机可能还不是智能手机，有智能化手机的也不知道怎样去应用农业数字化工具和软件，所以数字农业需要 O2O（线上到线下）。线上的数字农业指导，线下的现代农业服务体系。

在河北柏乡，先正达集团中国 MAP（现代农业技术服务平合）的农艺师在电脑上为服务的农户进行线上巡田的时候，发现老张种的麦地里有一块红色的异常，于是农艺师告诉老张需要去检查一下。老张根据地块的标识导航去到了麦地里，这块地由于除草的时候出现了漏洒，所以出现了草害，但老张也不明白这是什么草，便当场把这些草拍了照片，发给了农艺师。

农艺师通过AI（人工智能）的识别系统，并结合团队的经验和老张在现场所描述的草像情况，帮助他甄别了这是什么草害，同时提供了植保解决方案。老张根据植保方案进行补救，避免了损失。可以想象这个上百亩的小麦地出现这样的草害，如果缺乏数字化的技术，是很难发现的，损失也是不可避免的。

#### （四）数字溯源助力，把控农产品品质

你在超市买一款五常大米的时候，你能够确定它产自五常吗？这款大米的品质怎么样？

农业大数据技术，可以让所有的农产品从田间到餐桌全程可追溯，并可以对所有的农产品品质进行评定，让所有消费者在购买之前，就对农产品的品质有非常清楚全面的了解。

例如，一个几万亩的五常大米农场里面，有着土壤、天气、物联网设施，所有的设备会进行全程监测：所有的大米从种植开始，什么时间施肥？什么时间一分三防？用了什么样的农业投入品？全部都有数据，有记录，而且田间还有摄像头，能够随机对种植作业进行抓拍。包括从脱皮入库，包括装袋上车，一路都有地理戳、时间戳、品质戳，戳戳留印，保证大米从田间到你的餐桌，都是全程被数据监测和溯源，且数据不能被篡改，只要用手机扫码，所有的信息都能够得到呈现，这样就能够保证你买到的大米就是产自五常。

另外一个方面，在买这款大米之前，可不可以了解这款大米的好吃程度怎么样呢？也可以！比如“熊猫风味轮”就为农产品提供评分数据。熊猫指南是一个公益性的中国优质

农产品榜单，为了准确评价熊猫指南所推荐的农产品，先正达集团中国发明了一个拥有自主知识产权的熊猫风味轮，针对不同作物的理化指标，感官指标确定的一个评价的标准。

### （五）农业大数据：助力政府精准施政

在湖北枝江，水稻的种植面积大概有 20 多万亩，过去农户种的品种非常杂乱，品质也较差，所以卖不上价。枝江市政府通过讨论，选择了高中低 3 档 6 个品种，这 6 个品种也制定了相应的订单种植方案以及补贴政策，建设了整个农业大数据平台。当农户要申请订单种植的时候，首先要在数字农业平台上把自己的地块划出来，申请选择哪个品种，这样全市种植了什么品种，种了多少面积，种在哪里一目了然。对于这个品种的补贴款，政府在平台上可以直接打给申请农户，农户在线下领取到种子、肥料等等农业生产资料，同时还能接收到数字农业平台所提供的种植方案，以及动态发出的农事作业提醒，保障了农业生产尽可能做到标准化，也帮助了农户应对新品种可能带来的一些种植风险。

精准种植的补贴政策，枝江市推广了三年，这 6 大品种的种植已经达到了 15 万亩，占到了整个枝江市的种植水稻面积的  $3/4$ ，品种相对越来越集中，广大的农户通过这种补贴，品质的加价，获得了更好回报，每亩增收 200 元到 350 元人民币，而粮库则能够稳定地收到更多高品质的稻谷，从而在当地政府的支持下顺利打造大米品牌。

## 三、数字技术是粮食安全的新保障

## (一) 数字技术赋能产品研发

过去一个新的化合物的研发，依靠科学家本人以及团队的经验，花 10 年到 12 年才能够有成果。但今天随着数字化的赋能，能够把研发的过程缩短到 8 年。

将多年积累的海量化学数据输入到开源的机器学习模型里面，把化合物的预测的准确率从 76% 提高到了 90%。通过数字化的模拟计算，在海量的化学产品里面进行筛选，最终高效地去发现最有可能的新有效成分。以往这个过程可能需要 2 到 3 年，到了今天，一年就够了。

种子的研发，过去选育一个品种，需要在不同的维度，不同的区域进行广泛试种，而且要频繁观测田间表现，需要大量的时间投入和人工。今天随着数字化的模拟计算系统，就可以把不同的维度，不同的区域，不同的基因环境，作物管理的数据输入到模拟的数字化系统中，并快速筛选真正适合的品种，从而在育种领域大幅缩短和发达国家之间的差距，真正的从技术上保障国家粮食安全。

## (二) 粮情监管，保证十八亿亩耕地实至名归

2021 年底，习近平总书记在中央农村工作会议上强调了 18 亿亩耕地的要求，农田就是农田，而且必须是良田。现在数字化技术在保障 18 亿亩耕地的实至名归上，也在发挥着极其重要的作用，用卫星遥感技术，可以对于耕地的非粮化非农化进行实时监测。

2021 年，在黄淮海由于大量的降雨，导致了玉米晚收、冬小麦的晚播，冬小麦晚播容易出现弱苗或者死苗，农业农

村部高度关注该情况，通过农业数字化技术也进行了深度研究，有两个方面可以在苗情的监测上提供解决方案。

一个是通过遥感技术巡田，对冬小麦种植区域的苗情情况进行广泛的监测。另外一方面通过分布在冬小麦种植区域的物联网设施，获取苗情的实时信息和数据，从而跟卫星遥感的信息进行比对，对整个苗情的情况提供监测。

### （三）运用数字化工具，减肥减药，低碳种植

运用数字化工具，还可以帮助我们实现减肥减药，让土壤得到休养生息，保护环境，减少污染，实现农业的绿色发展。精准灌溉技术在褚橙上的应用减少了水肥的使用，现在，在棉花、春玉米的区域也正在广泛应用该技术。2021年，中国农业绿色发展中心对水稻、玉米、小麦、苹果、柑橘、葡萄、草莓、小番茄、马铃薯、苜蓿共10种作物进行了实地问卷调查，覆盖全国15个省份的23.6万亩土地，通过这些数据分析，先正达集团中国MAP所服务的农户相较于普通农户：化肥的农学效率平均提升了55.89%，农药的农学效率平均提升了29.26%，整体温室气体排放强度平均降低了16.21%。

### （四）人工智能除草技术，精准用药

过去传统的植保作业是装好打药机，设定好用药量，不管有草没草，草多草少，匀速地打药，导致农药使用量太多。现在通过AI变量的动态植保技术，做到了真正精准的打药。

喷药管里面每一个喷管精准控制，有草才打，没草不打，草多多打，草少少打，保证了所有植保作业像人眼一样看见才喷，这是全球领先的技术创新，未来也希望随着5G技术

的推广，可以在中国的农业生产中得到广泛应用。

### （五）农业遥感应用，科研机构与农业企业开放融合

2021年，在一场全球的农业遥感应用大赛上，参赛队伍要在一小时内，用他们的技术在几百平方公里的遥感图上去识别农田，画地块，画的越多越准确，就是胜利者。在初赛阶段，用的是安徽某县的遥感图，安徽相对地块比较大，土地也比较平整，到了复赛时，用的是浙江某市的遥感图，与安徽不同，浙江农田地块小而散，而且与村镇的建筑犬牙交错，导致有些在初赛阶段很领先的技术团队，不能够把所有农田进行很好的识别。

这个事例反映出农业数字化的研发，还是偏碎片化，偏理论化，在中国实际的农业应用场景中得到验证和锻炼的机会比较少。

由这次应用大赛带来思考，领先的农业公司，包括行业内更多农业产业从业者，应该更加开放，提出诉求和问题，交给科研机构和高等院校，让他们用研究、技术和企业一起到中国的田间地头去解决实际问题，这样既能够避免企业重复投入，也能够让数字农业领域的技术更快演进，迭代和成熟。

### （六）借助农业数字化优势，推进农业数字化转型

2020年，全球农业数字化规模达到了268亿美元，其中美国占比达到31%，目前第一。英国、日本、挪威、澳大利亚、韩国、以色列等国也相继建成了在大田设施、渔业等领域里的“无人农场”。这些发达国家都在农业的数字化技术里

面纷纷布局，抢滩新的赛道。

在北美，农业数字化技术是把农业的产前、产中、产后进行了贯通，实现了整个农业价值链的整体数字化。而我们国家现在还基本上集中在以遥感技术加自动农机这样的产中环节。

我们国家在农业数字化领域也有很多的先发的优势和资源。比如广大的农村地区实现了4G网络的全覆盖，而且5G的覆盖也全球领先。要知道5G技术的应用将会对田间智能设备的广泛应用和推广形成极大助力。还有我们的无人机技术也领先全球，包括在农业应用场景的储备上也有非常深厚的积淀。能够不断地去缩小农业代差，保障我们国家粮食安全，推动整个农业产业的转型升级。

新年伊始，国务院就印发了在国家级层面对数字经济的第一个顶层发展规划，要求要充分发挥数据的要素作用，大力推进产业数字化，同时加快推动数字产业化。中央重视，政策利好，前景广阔，放眼整个中国的农业数字化转型之路，现在可以说是千帆竞渡，百舸争流。

三人行必有我师，在中国的农业数字化转型之路上，也希望能够有更多的科研机构、高校以及产业从业者协同起来，相互学习，相互合作，打造产学研用的开放生态，共同为中国的农业数字化转型助力，为我国农业数字化转型的时代伟业作出应有的贡献！

## 二、如何打好种业翻身仗

播出时间：2021年9月19日

——2021年7月9日，中央深改委审议通过了《种业振兴行动方案》引发社会广泛关注，其中关于提升种质资源建设，把民族种业搞上去的论述更是在农业领域引起注意。种质资源是否能够自主可控事关国家粮食安全的大局，那么我们该如何把饭碗牢牢端在自己手上，并且主要装中国粮？我们的种业被卡脖子究竟卡在了哪里？又该如何破解？

**本期主讲嘉宾：**

**覃衡德：**先正达集团中国负责人，中化国际(控股)股份有限公司董事,常务副总经理

**本期观点精要：**

- 1.居民食品消费结构的变化引起对粮食的需求的增长。  
随着消费的升级，对粮食需求的缺口将长期存在。
- 2.种子是农业的芯片，种质资源是种子的芯片。美国种质资源的多元性和资源特性的遗传距离相比我国更好，国外公司充分利用我国种质资源，进行改良育种后获得成功的例子很多，值得我们去反思和学习。
- 3.我国种业卡脖子的三个方面：种质资源、现代化育种技术、基础研究领域。第一是种质资源的缺乏。第二是现代

化的育种技术与国外存在代差。第三是国内基础研究领域相对薄弱，比如基因编辑的底层技术。

**4. 解决饲料用粮的缺口的两条途径：藏粮于地，藏粮于技。** 藏粮于地方面，我国的耕地数量与质量面临挑战。藏粮于技，是保障国家粮食安全一个更大的因素。

**5. 创新引领，藏粮于技的关键：**第一是企业发挥主导作用，比如由企业牵头或者主导种业的各种创新；第二是全面应用前沿科技，比如用信息化技术来驱动的全方位信息感知的自动化育种和生物育种的产业化。第三是加强知识产权保护。

**6. 有了优良的种子，还要有相应的配套方法，即“良种还要配良法”。**“良种配良法”的体现首先是农业社会化服务组织的助力，四川的竹香稻说明要充分发挥优质的种子的效益，农业社会化服务组织发挥的非常重要；其次是保姆式服务加持，MAP（现代农业技术服务平台）利用了农业的数字化的工具，为农户提供包括农事作业、病虫害预警、农业气象全方位的这样的农业数字化。

## 一、居民食品消费结构的变化引起对粮食的需求的增长。

随着居民食品消费结构的升级，对高质量蛋白质的消费越来越多，导致饲料用的粮食的需求量快速增长，用于生产饲料的粮食比例由过去的 20% 左右上升至目前的 40%。根据预测，到 2030 年我国的粮食产量大约有 56% 要用来生产饲料。

## 二、随着消费的升级，对粮食需求的缺口将长期存在。

玉米是饲料中的能量来源，大约能占到饲料生产中的50%-60%，随着需求的增长，玉米的产量开始出现短缺。饲料中的蛋白主要来自豆粕（大豆榨取食用油以后剩下的物质，主要用来生产饲料），近几年大豆的进口量年年增长。随着消费的不断提高升级，未来对饲料用粮的缺口是长期存在的。

## 三、种子是农业的芯片，种质资源是种子的芯片。

种质资源对于育种有着极端重要的作用。目前全国拥有的种质数量大约是52万份，排名世界第二，52万份种质资源中20%来源于国外，80%为我国本土的种质资源。美国拥有59万份种质资源，其中80%来源于美国之外的国家和地区。美国种质资源的多元性和资源特性的遗传距离相比我国更好。比如，孟山都与我国的大豆，佳沛公司与湖北秭归的猕猴桃，都是国外公司充分利用我国种质资源，进行改良育种后获得成功的例子，这是值得我们去反思和学习的。

## 四、我国种业卡脖子的三个方面：种质资源、现代化育种技术、基础研究领域。

第一是种质资源的缺乏。比如，国内苜蓿草种子资源和品种的蛋白含量、品质还达不到畜牧养殖的需要，因此我们必须要去进口高蛋白的苜蓿草品种；再比如甜菜，国内几乎所有的甜菜品种需要从国外进口，甜菜的种子有芝麻那么大，

包衣后会变成绿豆这么大，国内现在没有这样的包衣技术；很多蔬菜品种，包括西兰花，胡萝卜，洋葱等等，百分之八九十以上需要从国外去进口。第二是现代化的育种技术与国外存在代差。缺乏现代化的育种技术，比如高通量的种子选育技术，使国内的育种效率与国外相比有较大的差距。第三是在基础研究领域，比如基因编辑的底层技术，在良种选育过程中，基因编辑将会变得越来越具有重要的战略意义，2020年关于基因编辑的底层技术的诺贝尔奖的获得者们拥有着基因编辑的最底层技术的知识产权，将来一旦要商业化，我们就会面临被这些知识产权卡住脖子的窘境。

## 五、解决饲料用粮的缺口的两条途径：藏粮于地，藏粮于技。

藏粮于地方面，我国的耕地数量与质量面临挑战。国内的种植面积几乎没有增加的可能。我们用7%的土地上养活了20%的人口，对于土地的使用到了极致，这直接导致土地质量的下降，我国耕地的地力在过去的几十年持续下降，根据统计我国农业用的耕地，其中的70%都是中地产，而且耕地的退化面积达到了40%。直接去国外买便宜的饲料用量也是不可取的。首先是气候变暖带来的异常天气的频发，对全球的农业生产带来了巨大的影响。其次，新冠肺炎对全球的农业生产以及食品的供应链带来了非常大的威胁，无论是越南、印度都停止了大米的出口，包括俄罗斯，也开始限制粮食的出口。因此更应该绷紧粮食安全这根弦。

藏粮于技，我们认为是保障国家粮食安全一个更大的因素。影响粮食产量的因素有土壤、水分、肥力、种子、植保、机械等，这些因素中真正起决定作用的是种子。从 1978 年第一家种子公司开始，国内的种子市场超过了 1000 亿，而且也培育出了像超级杂交水稻、紧凑型玉米、优质小麦等这样的优秀品种。但也应该看到差距，种业科技对于粮食增产的贡献，国内是 40%，发达国家可以达到 60%。跨国公司的种子资源的创新，正在体现出高通量、大规模的特点，可以选择超过 5000 份的材料的基因表性，每年能够鉴定超过 100 万份多品种的品性，相比过去，效率有了极大的提升。因此，仅有种子资源的数量是远远不够的，更重要的是我们必须要有对这些种子资源的潜力，种子资源的基因要进行深度的挖掘，让这些种子资源真正为我们的商业化育种形成贡献。科技是农业现代化的重要支撑。

例如，以色列是世界上自然资源最匮乏的国家之一，也是农业最发达的国家之一。以色列用 2.2% 的农业人口，养活了 900 多万国民，而且还成了欧洲主要的蔬菜供应基地，依靠的正是先进的农业科技。根据国家统计局 7 月 14 日公布的数据，2021 年我国夏粮总产量达到 2916 亿斤，比 2020 年增加 59.3 亿斤，粮食生产实现了 17 连丰，这得益于国家持续推进的藏粮于地藏粮于技战略。我国有 14 亿多人口。耕地只有 19 亿多的基本国情，决定了我国的农业发展，更需要依靠科技的力量，突破资源环境束缚，实现持续稳定发展。

## 六、创新引领，藏粮于技之一：企业发挥主导作用。

发达国家种业创新的历史表明，企业在这些发达国家里面的种业创新，起到了主导性的作用。在上世纪 60 年代，发达国家的公共的科研机构和企业之间的研发的占比是六比四，但发展到今天这个比例变成了 25:75。反观国内，全国 6300 多家种业公司的研发投入加起来也不到全球领先的这个种业公司的一个公司一年的一半，所以说中国的种业公司的这个研发的实力和能力还远远不够。要实现种业强国，仅仅依靠企业也是不够的，开创一种新型的举国体制和创新合作的这种模式至关重要。比如隆平高科，始终将育种的商业化价值作为确定育种升级的一个核心的标准，所以从 15 年到 17 年连续的育成了 40 多个品种，不仅是数量领先，而且在这些品种里面，它的绿色、安全、优质、高产品种占比也是比较高的。比如荃银高科，荃银高科和中科院以及联盟内的 20 多个知名科学家整合起来，成立了一个创新联合体，是以分子育种作为主攻方向，进行种子资源的创新和品种选择，一手牵老百姓，一手牵科学家，以这样的合作方式来创制新的种子资源，选育新的品种，大幅的提高了整个育种的效率。最近国家科技部批准的在北京建设的玉米种业科技创新中心就是一个很好的尝试，由领先的种业企业牵头，联合大学、科研院所和其他的行业内的骨干企业，共同建立玉米种业的创新中心，把各方面的资源融合协同起来，围绕产业里面的具体的问题和需求开展科技创新，聚焦到玉米种业，特别是产业化中间的核心的问题和后续需求，形成一些对于

玉米种业创新的源头的科技的供给，相当于是一个为中国的玉米种业的企业和行业进行赋能的一个平台，如果能够做到很好的协同合作，对于提升我们中国的种业科技的创新，是会有非常大的借鉴意义。

**七、创新引领，藏粮于技之二：全面应用前沿科技。  
用信息化技术来驱动的全方位信息感知的自动化育种。**

在种业比较领先的发达国家，育种已经在步入 4.0 的时代。如果说 1.0 是靠种植者在自然界里面去选择；那么 2.0 是靠育种家，靠经验；3.0 就是我们的育种家加上的一些现代的种业技术，比如说精准育种的技术；4.0 基本上就是进入到智能化育种的一个阶段。现在我们还处在 2.0 到 3.0 的阶段，这也是我们面临的种业科技的卡脖子的领域之一。随着生物技术、基因编辑、大数据、物联网这些革命性的技术，逐步的向育种领域的渗透，我国的种业的育种技术正在加快向 4.0 的阶段发展。现代的信息化技术，在现代育种中间扮演了非常重要的作用。比如一个自动感知、自动检测的系统，它可以自主的检测，主动的分析，包括建模进行分析，包括育种过程中间的管理过程，以及对育种过程中间的数据进行收集和积累，而且在作物的收割过程中间能够检测到每一株作物的产量，通过这样广泛的数据的收集，可以形成包括天气、作物、基因以及作物的整个的管理过程，全生命周期的信息通过建模来进行分析，这种输出的分析成果可以来指导育种家育种。这种育种是一种用信息化技术来驱动的全方位信息

感知的自动化育种，这对于整个育种技术将是颠覆性。

另外一个非常重要的领域，是生物育种技术的产业化。

96年以后，美国开始运用了生物育种技术的产业化，这些生物育种，对于抗虫，包括耐除草剂和异常气候的这些表现非常好的，美国的玉米种植的产量得到了持续的增长，所以种业科技的创新，生物育种的有序产业化，也是非常重要的一个领域。

## 八、创新引领，藏粮于技之三：加强知识产权保护。

藏粮于技还有一个很非常重要的方面，就是知识产权保护。特别知名的案例是阳光玫瑰。日本的一家农业食品公司花了30年，培育出的一个优质的品种。于2006年注册了这个品种权。当时一个法令，就是这种优质品种，如果在本国注册以后，要在六年内要去申请其他国家的注册，如果不去申请注册，就意味着会丧失这些品种。由于日本没有重视这种知识产权的保护，韩国就很快培育出了一个类似的品种，虽然质量、口感不能够完全达到日本的水平，但同样也非常的可口，更重要的是它的价格只有日本的1/3，所以受到了消费者欢迎。这说明，中国要成为一个种业强国，一定要建立一个更严格的知识产权的保护机制，让所有的企业能够没有后顾之忧去投入更多的资源进行原创性研究，让育种家能够有更大的积极性去育成、推广更领先的品种，这个对于我国真正形成种业强国是至关重要的。

## 九、良种还要配良法之一：农业社会化服务组织的助力。

良种配良法才能够真正的保障粮食的安全。优良的品种选育以后，还必须要保证优质品种在田间能够真正有好的表现，能够有好的产量，好的质量。比如，俗话说“川中无好米”，为了解决这个问题，种子研发的机构进行了坚持不懈的努力，研发出一种叫做竹香稻的品种，是市场消费者极其欢迎的品种。但在推广初期，由于种植技术复杂，产量不高，老板姓不接受竹香稻，这时候农业的社会化服务组织就发挥了非常重要的作用。他们把这种品种选育出来做示范，然后跟下游的这些大米的加工企业形成了产业链的合作，让竹香稻能够以高的溢价卖给市场，从而让农民能够获得更好的收益，同时也把竹香稻的种植技术，形成了综合解决方案交给农民，所以随着农民看到种植这种优质稻的收益能提高，技术服务能够有保障，所以慢慢的接受了，现在竹香稻在四川的种植面积正在快速扩大。所以说，要充分发挥优质的种子的效益，农业社会化服务组织发挥的非常重要。在过去的十几年，我国的农业社会化服务组织，也得到同步的发展，现在全国超过了 90 万，一年提供的耕地的托管服务，超过了 16 亿亩，能够实现连农带农七千万。比如说，过去种植玉米，农民，一般是一个坑里面要放三到五颗种子，种子出苗儿以后，农民得到田间去间苗儿，以保证我们的种子的出苗率和最终的产量。这就导致玉米的种植的成本效率，特别是用工非常大。2003 年，先锋公司启动了种植健康的这样的管理技术，实现了一穴一粒的精准的播种，既减少了用种的数量，

也使农民极大的省工，省时省力。正因为这种良种加良法的技术的应用，使我们国家的玉米种植面积，增长到六亿亩以上，而且整个的种植效率实现了机械化，得到了极大的提高，所以农业围绕优质品种的创新需要整个产业链的集成创新，从而能够让种子的潜力能够最大化的发挥。所以良法对于种业的创新，对良种的价值发挥同样非常重要。

## 十、良种还要配良法之二：保姆式服务加持。

随着我国农业现代化进程的不断的深入，农业社会化服务组织变得越来越多样化，内容也越来越丰富。其中典型的代表是 MAP，现代农业技术服务平台，就是为新型的农民提供线上线下相结合、从种植到销售的全程的服务。MAP 服务模式，一方面聚焦于下游的消费升级，对优质的农产品需求来形成综合技术解决方案，另一方面，通过现代农业技术的集成应用，包括对于下游的优质订单的组织和获取，跟下游的食品加工企业、渠道商的广泛的合作，从而能够帮助我们的农户、种植者卖出好价钱。在这个过程中，MAP 利用了农业的数字化的工具，为农户提供包括农事作业、病虫害预警、农业气象全方位的这样的农业数字化。

### 三、数字技术如何让农民“慧”种田

播出时间：2021年6月20日

——智慧农业正在改变传统的农业生产方式，为丰富我国居民的米袋子、菜篮子作出巨大贡献。发展智慧农业要面对的关键问题是什么？如何让智慧二字深入到农业生产的全链条之中？智慧农业将如何深刻改变我们的农业生产？

#### 本期主讲嘉宾：

赵春江：中国工程院院士，现任国家农业信息化工程技术研究中心主任、首席专家，国家农业智能装备工程技术研究中心首席专家，中国农业大学、中国科学技术大学、上海交通大学客座教授，博士生导师。

#### 本期观点精要：

##### 什么是智慧农业（智慧农业的内涵）：

1. 获取信息。
2. 定量决策。
3. 智能控制。
4. 个性化的服务。

##### 智慧农业的发展趋势：

1. 大数据技术渗透到全产业链。
2. 智能化的装备广泛应用。

3.无人化和少人化是一个非常重要的趋势。

数字信息技术如何让农业变“聪明”（数字信息技术如何解决科学种地难题）：

- 1.大田智慧农业。
- 2.现代化智能大棚。
- 3.动物智能养殖。
- 4.智能信息服务。

未来我国发展智慧农业如何实现突破：

- 1.基于不同规模主题的智慧农业发展路径。
- 2.基于不同产业类型的智慧农业发展路径。
- 3.基于不同区域类型的智慧农业发展路径。

**一、什么是智慧农业（智慧农业的内涵）：**

智慧农业是以信息和知识为核心要素，通过信息科技和智能化的装备与农业深度融合之后，实现农业生产全过程。智慧农业的内涵，第一个方面是信息感知就是获取信息，第二定量决策，不像以前一样，经验性的拍拍脑门完成决策，现在要引入模型，进行计算，进行定量决策。第三个方面的话就是智能控制，要对环境控制，对我们要达到措施的量，要进行精确的控制，从而实现精准的投入。最后还有一个方面就是个性化的服务。以上四个方面构成了智慧农业的核心内容，它是一种现代化的新的农业生产方式，也是农业科技创新的一种业态。

## 二、智慧农业的发展趋势

根据一些咨询机构的预测，从 2015 年到 2025 年，这 10 年前智慧农业的整个全球的市值达到 680 多亿美元。涉及的领域方向和内容逐渐增多，存在三个明显的发展趋势：第一，大数据技术渗透到全产业链，从生产、加工、配送、餐桌的食品，消费者消费，到废弃物的处理，实现全链条的发展模式。第二个趋势是智能化的装备广泛应用，尤其是高端的智能化农机设备。第三，无人化和少人化是一个非常重要的趋势。因为国外劳动力的成本比我们国家还要高，所以无人化的趋势少，人化的趋势更加明显。要解决这些问题，除了发展智能化的农机装备以外，大量发展现代化的智能机器人也是关键趋势，所以现在各种各样商品化的农业机器人也在应运而生。

## 三、数字信息技术如何让农业变“聪明”（数字信息技术如何解决科学种地难题）：

### （一）大田智慧农业

大田智慧农业发展中关键环节包括卫星遥感技术和机械智能化收获。我们国家的北斗卫星已经实现了全球覆盖，对发展现代农业是一个巨大的支撑。北斗卫星导航技术与农业相关联，比方说播种环节，在新津地区运用中国自主开发的导航技术装在拖拉机上，能够实现自动驾驶，降低人工成本。另外，北斗卫星导航技术可以帮助实现天空地一体化技术，用遥感、用无人机、用物联网来监测苗子长得什么样子，

该追多少肥以及受灾或者受旱是什么样的程度。

大田智慧农业生产还有很重要的环节，即收获问题。我们现在农作物的收获率是比较高的，小麦基本上达到百分之百，水稻能达到80%、90%左右，玉米的话也接近70%，但这只是机械化收获。而在智慧农业下，我们强调**机械智能化收获**这个概念，就是要把收获机械进行智慧化改造和提升。现在很多大的农机制造企业都在进行攻关，目前比较有代表性的一些企业，高位数量的智能石化机械已经研发完成，这为我们实施农业里面的智能化和智慧化的收获奠定了一个技术装备的基础。

## （二）现代化智能大棚

温室蔬菜生产里面，荷兰在全世界是比较先进的。而经过国内的科学家的研究和积累，我国也完全可以实现大型现代化玻璃温室的智能化的生产。赵春光的团队在山东寿光实施的一个大型的智能温室的建设，大型的智能温室，占地是8万平方米，它是由6万块玻璃3500吨钢材做成，生产能力为年产300万公斤番茄，其它的特点具备大型化、智能化和国产化。另外在现代化智能大棚中还需要考虑智能化的环境调控，肥水的管理等等这个方面。目前我们国家日光温室占的比例仍然是绝对的大多数，现代化智能的大型玻璃温室还是占少数。但是随着我们数字技术对智能装备技术的广泛应用，特别是随着人工成本的快速增加，这种现代化大型玻璃温室的生产方式也是一种发展方向。

## （三）动物智能养殖

现在大数据技术，人工智能技术以及其他的一些信息科技，在养殖业里面，从种业育种开始，一直到环境的调控，精准的饲喂，动物行为的分析，疫病的防控，废弃物的处理，屠宰加工，以及物流形成全链条的发展模式。

#### （四）智能信息服务

中国已经建立起了农业科教云的信息服务平台，搭建起农民、技术人员和专家之间沟通的桥梁。农户如果有问题的话，例如什么时候该种了，种什么样的品种，该不该施肥了，出现苗子黄了之后是施肥多了，缺什么肥了，这些问题都可以通过科教云平台得到相应的答案和结果。

平台上有接近 50 万的基层农技推广人员，还有 3 万多农业科学家。平台完全是基于农业农村大数据，数据量是自成长型的。通过机器学习，包括一些人工智能的分析方法来构建这种知识图谱。目前这套系统，在农业部的推动下已经广泛应用，现在各类用户数接近 1,000 万，通过这种手段把调动起人员的积极性，使得传统的农技推广体系变成一个有生命活力的一套体系。

### 四、未来我国发展智慧农业如何实现突破

#### （一）基于不同规模主题的智慧农业发展路径

面向小农户的智慧农业发展路径，要加强信息技术的培训，提供专门的、专业化的信息服务，也可以提供智慧农业技术的托管服务和共享服务，另外大力发展面向小农户的电商平台，以及小农户应用的低成本信息终端。

面向新型经营主体智慧农业发展路径，主要关注以提升生产效率为重点的种养大户智慧化转型，以提升产附加值为重点的家庭农场智慧化转型，加快农业企业全产业链的智慧化转型，强化对经营主体的智慧化专业化服务。

## （二）基于不同产业类型的智慧农业发展路径

智慧种植方面，主要解决技术效益低、生产程度不标准、资源利用率不高的问题，要推进农机农业信息化的深度融合，推动全程全面机械化和智能化，推动园艺作物高效绿色智能化的发展。

智能养殖方面，重点要围着疫病防控、健康养殖以及废弃物的智能化的处理等这些方面，来考虑数字化技术的应用及其转型，特别是要发展一批支持智慧养殖的智能技术装备。

智慧物流方面，重点要解决仓储物流问题。发展一定规模的冷链的仓储基础设施非常重要。

## （三）基于不同区域类型的智慧农业发展路径

东北和内蒙古作为规模化智能生产发展区，重点要进行建设黑土地数据资源管理平台，发展粮食规模化智慧农业，升级改造智能化农机装备，特别是高端的大型的机器装备的智能化改造，发展智慧牧业。

京津沪作为都市型智慧农业发展区。重点依托示范园区打造智慧农业科技园，加快智慧休闲农业发展，示范建设一批无人农场，发展区块链追溯保障农产品质量安全。

西北干旱地区作为绿色智慧农业发展区，要大力发展高效节水灌溉技术，实现耕地保护智慧化转型，智慧草食畜牧

业发展，推动“智慧型”生态保护建设。

东南沿海作为智慧渔业与智慧物流发展先导区，要加快水养殖智慧型转型，提升生鲜农产品冷链物流智慧化水平，打造跨域电商，提供农产品品牌竞争。

长江中下游平原作为智慧粮油发展区，要提升农技精准性，加速粮食提质增效，实现粮油生产信息化、精准化管理，强化农产品质量的安全监管。

西南地区作为智慧特殊农业发展区，引导特色农业标准化生产，加快采后处理加工智慧化转型，加快农产品营销电商化。

## 四、植物工厂能为我们带来什么？

播出时间：2022年10月9日

——高温、干旱、暴雨、山洪等极端天气和自然灾害，不断影响着全球粮食的产量和质量。未来如何解决全世界人的吃饭问题，成为全人类必须面对的重大课题。植物工厂的出现，则为我们开辟了一条值得期待的解决路径。

**本期主讲嘉宾：**

杨其长：中国经济大讲堂特邀中国农业科学院都市农业研究所研究员，智能植物工厂首席科学家

**本期观点精要：**

1. 植物工厂被认为是对传统农作方式的一种颠覆，代表了未来农业的发展方向。

2.植物工厂有三大要素。第一，要用人工光源代替阳光，需要采用营养液栽培代替土壤；第二，可控的温度、湿度、二氧化碳环境；第三，需要一些智能的装备等。

3.理论上来看，几乎所有的作物都可以在植物工厂的环境下进行生产。

4.植物工厂为我们未来的食物安全找到了一些有效的途径。与陆地相比，植物工厂单位面积的产量可以达到陆地的40倍以上。

5.植物工厂或者营养液栽培的菜是无害的。221种农药的残留全部是0，几种重金属的残留也是0，一些致病的微生物也是0。

6.一些沙漠、极寒地区等特殊场所的应用或者外太空的探索中，我们也可以用植物工厂解决我们食物的一些供给的问题。

7.现在植物工厂的综合能耗由原来的31-42度电/公斤菜降到大概8.25度电/公斤菜，为未来的植物工厂大规模的应用提供了一个很好的技术支撑。

8.激光被认为是未来很有潜力的一个光源。

9.植物工厂技术的突破和植物工厂技术的出现，延伸出了很多产业。退休的职工还有劳动能力，未来我们可以到垂直农场来去参与一些劳动。

## 一、什么是植物工厂

植物工厂无需泥土不洒农药，不受自然环境影响，通过模拟植物所需的光照、温度、营养等要素，在完全工厂化的条件下进行连续生产。它可以建在、荒漠、戈壁、海岛、水面、摩天大楼等各种地点，甚至在地球以外也能大显身手，是航天工程星际探索中实现食物自给的重要手段。作为设施农业的高级阶段，植物工厂不仅能为保障居民菜篮子的供应提供有效补充，也能成为农民致富和产业振兴的重要抓手。

植物工厂被认为是对传统农作方式的一种颠覆，代表了未来农业的发展方向，它需要完全可控的环境，它有三个核

心的要素，第一，要用人工光源代替阳光，需要采用营养液栽培代替土壤；第二，可控的温度、湿度、二氧化碳环境；第三，需要一些智能的装备等。有这三个核心要素，我们就可以在工厂化的条件下进行食物的生产。

## 二、植物工厂的工作原理

首先要有种子，然后把种子播种在带孔的一个穴盘上。通过2~3天的催芽过程，把种子变成小芽苗，小芽苗再送到育苗车间里进行育苗。通过12天到14天的时间，育出小苗以后，就可以把小苗种植在栽培盘上，送到栽培车间里。经过20天-22天左右，像生菜等叶菜类植物长到100克到120克左右时，就可以进行采收包装，送到市场上。理论上来看，几乎所有的作物都可以在植物工厂的环境下进行生产。

## 三、我们为什么需要植物工厂

21世纪以来，我们面临着各种挑战，包括人口的增长，耕地的减少，农业劳动力的人口老龄化非常严重，这三个挑战对我们的食物安全和食物保障提出了严峻的挑战。

植物工厂为我们未来的食物安全找到了一些有效的途径。我们可以大幅度地提高食物的产能，与陆地相比，植物工厂单位面积的产量可以达到陆地的40倍以上。

如果说未来我们建一个比如说30层左右的垂直农业大楼， $30 \times 40$ ，这样的话我们大概能达到1200倍的一个产能。

植物工厂相当于在工厂化的环境下进行食物的生产，用

了很多机械化和自动化的技术手段，所工作起来也相对比较轻松，可以吸引一大批年轻人从事农业。

另外就是我们大家非常关心的，社会上有一些不太正确的观点，说植物工厂或者营养液栽培的菜是有害的。实际上我们测过很多数据，221种农药的残留全部是0，几种重金属的残留也是0，一些致病的微生物也是0，所以说我们植物工厂里的生产蔬菜是可以放心食用的。

植物工厂对未来我们城市的发展也是非常重要的一个支撑手段。我们如果在一些社区和家庭等场所，有一定的食物的自给能力，能保证几天或者一个短时期内的食物供给的话，我们就大大缓解了现在由于各种疫情和自然灾害引起的食物尤其是新鲜蔬菜的恐慌。

另外，一些沙漠、极寒地区等特殊场所的应用或者外太空的探索中，我们也可以用植物工厂这么一个手段解决我们食物的一些供给的问题。

#### 四、未来还有哪些作物可以用植物工厂高效生产？

植物工厂的早期的栽培的作物主要是以像蔬菜、花卉、瓜果、功能植物等等，怎么会想到种水稻？有一次中国科学院院士钱院士，他有一些非常矮化的水稻品种，他特别希望用这种水稻搞成多层的立体栽培。后来我们通过探索以后，发现原来在大田环境下120天以上才能收获的水稻，在植物工厂的环境下，用我们一些技术手段，60天就可以把水稻种出来，所以这是非常有意思的一个结果。

现在实验室已经做完了，像小麦我们大概也能 60 天左右收获，原来的小麦有 120-150 天以上，但是青豆我们基本上在 60 天左右，还有像大豆，大豆我们现在种的大概在 60 天到 70 天的样子，我们也可以收获。

## 五、如何找到适合植物工厂的特殊光源？

我们中国的植物工厂发展起步还是比较晚的，大概也就是从 2002 年开始探索，不到 20 年左右的时间。但是中国的路子要顺一点，因为我们相当于跨过了高压钠灯和荧光灯时代，直接进入了第三个时代，我们叫 LED 时代。植物工厂的整个成本大概有 52% 左右的成本是来自于电能的消耗，在电能消耗中有 60% 是来自于光源，35% 是空调。

所以说要解决植物工厂的关键技术瓶颈，首先要解决光源的能耗的问题，其次解决空调的能耗。

2005 年在欧洲马丁大学访学的时候，有一天我在同事的带领下看到一个实验室，就是弄了 LED 的灯板，用红蓝交替的光源种出了非常漂亮的生菜，对我的启发非常大。

我们发现很多年前有个植物生理学家画了一条曲线，叫植物光谱的吸收曲线，这个曲线可以看出来植物的主要吸收峰在 400~500 纳米的蓝光区域和 600~700 纳米的红光区域，而且它最优的两个峰值在 450 纳米和 660 纳米。有了这么一个依据以后，我们就可以进行 LED 的一个开发。后来我们又提出了 LED 光配方的概念，探索远红光、紫外光等对植物生长的影响，包括光源的照射方向，从植物下方照射会对植

物生长有什么样的效果？

## 六、植物工厂如何降低能耗？

目前来说植物工厂的成本还是相对来说还是比较高一点的，我们在北京的一家植物工厂的案例，2400 平米的一个商业化的植物工厂，它现在在北京的知名的一些餐馆或者一些超市销售，总体算起来成本大概一公斤 24 块钱左右。未来随着植物工厂的技术的突破，可以进一步地降低它的成本。

刚才提到的光效能耗的问题，中国科学家通过了不懈的努力，现在我们已经把综合能耗由原来的 31 度-42 度电/公斤菜这么一个状况，现在给它降到大概 8.25 这么一个水平。当然现在国际上的水平给我们的数据大概还是 10 以上，所以这个技术的突破为未来的植物工厂大规模的应用提供了很好的一个技术支撑。

但是理论上的值呢我们现在算了一下还可以继续下降大概在 4~5 的样子。也就是说未来的一公斤的菜用 4~5 度电就可以解决。

另外我们还有一个很有意思的研究，就是说植物工厂里的从小苗子、长到大苗子这个过程大概有 20 多天的时间，小苗子很小，如果你在全生育期都用同样的一个光去照的话，其他的地方就是浪费的。如果我们把一个光聚到植物体上去照，它小的时候给它小一点，大的时候光斑大一点，这样的话我们也可以节省 50% 左右的能耗。

另外我们现在试了，把激光一条线变成一个面，然后再

扩散。它的耗能只有 LED 的  $1/3\sim1/5$ ，所以激光被认为是未来很有潜力的一个光源。

## 七、植物工厂如何带动发展？

植物工厂技术的突破和植物工厂技术的出现，延伸出了很多产业。比如说**植物光源产业**，我们植物光源的产业目前来说，占世界上的整个份额的百分之八九十。去年我们出口了大概 4.5 亿美元的灯，国内用的植物的灯大概 20 亿左右，这个规模还不是很大，未来的规模会更大。

假想一下，我们未来可能在很多城市建立这种**城市的垂直农场**，比如说在北京我们建立一栋大概 30 层左右的垂直农场，一年的产菜的量大概是 1.08 万吨，就可以供应周围的 4 万人一年的蔬菜，所以说这个是非常可观的。

退休的职工还有劳动能力，未来我们可以到垂直农场来去参与一些劳动，一方面我们得到了身心的一些锻炼，同时我们还有收获。一些城市居民需要体验农业的愿望也可以实现，这种家庭种菜的小、装备，一方面满足自己新鲜蔬菜的需求，同时可以有参与感、体验感和幸福感。

