全国农交会-农业信息化高峰论坛，2014-10-25，青岛

现代农业信息技术与智能装备

赵春江

国家农业信息化工程技术研究中心

www.nercita.org.cn

一、信息化对农业现代化作用

农业信息化促进农业现代化

- 农业面临资源短缺、生态恶化、劳力短缺、食物安全压力，需要大幅度提高土地产出率、劳动生产率、资源利用率。

- 传统生产方式落后：**39.6%**农村劳动力，创造**11.3%**的 **GDP**
- 种植业

	净利润	生产成本	人工成本	人工/生产%
稻谷	371.7	737.3	327.9	44
小麦	117.9	583.0	225.7	39
玉米	263.1	603.9	295.5	49
大豆	122.0	315.8	136.4	43
油菜	21.3	501.0	322.9	64
棉花	202.5	1380.3	858.2	62

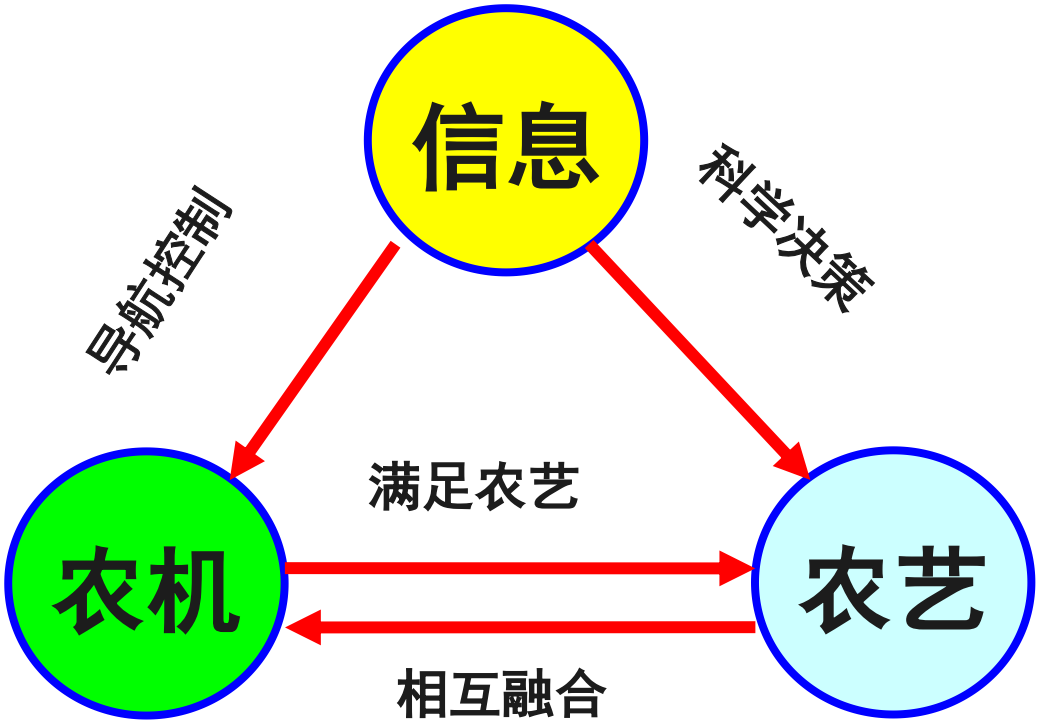
（2011年全国农产品成本收益资料汇编，元/亩，发改委2012）

- 农村劳力缺乏，人工成本加大

由传统向现代

用信息技术和装备技术提升传统农业，转变发展方式，提高农业现代化水平，是我国农业的客观要求

●信息技术促进农机与农艺融合



人工作业、传统农机具与智能农机具比较

项目对比	工序数	作业成本（元/公顷）	作业速度（公顷/小时）	1公顷作业时间（小时）	平均故障间隔时间（小时）
人工施肥	6-7	90	0.05	20	
普通施肥机	4-5	68	2	0.5	40
智能施肥机	2-3	64.4	2.5	0.4	70
人工施药	7-8	120	0.08	12.5	
普通施药机	4-5	80.2	4	0.25	35
智能施药机	2-3	76	6	0.2	60
人工收割	7-8	600	0.02	50	
普通收割机	4-5	459	0.5	2	40
智能型收割机	2-3	469	0.6	1.7	100

注： 作业成本＝单位面积的（折旧费+修理提存费+油耗+人员工资+管理费）

精准农业作业系统

- 可节约肥料30%

- 大幅度提高作业质量

- 可节约用药60%

●信息技术提高播种质量

美国约翰迪尔(John Deere)公司播种机　　德国亚马逊(AMAZONE)公司播种机

大型、宽幅、高速、机电液一体，集中化和电子化是典型特点

效果：

播种均匀度一致
播种深浅一致

电子化（质量控制）


费种、费时、费工、伤苗、耗费土壤养分
信息化、智能化玉米播种机械：不间苗，不补苗，出苗整齐

●提高田间作业质量

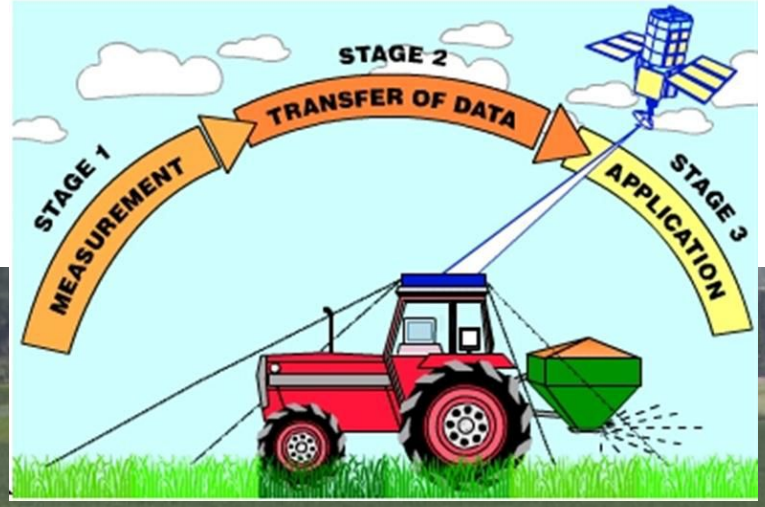
拖拉机导航控制技术大幅度提高作业质量

插秧机田间作业自动导航

拖拉机耕地作业自动导航　　拖拉机作物田间管理自动导航

自动导航拖拉机进行中耕作业

基于传感测定技术的小麦变量施肥



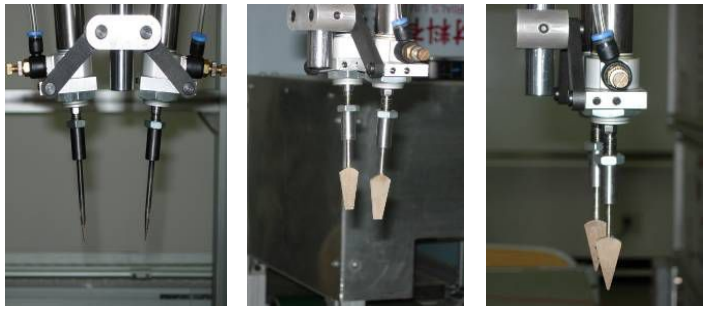
HOW TO SENSE NITROGEN

Photo courtesy: Bauer Built (http://www.bauerbuiltmfg.com)

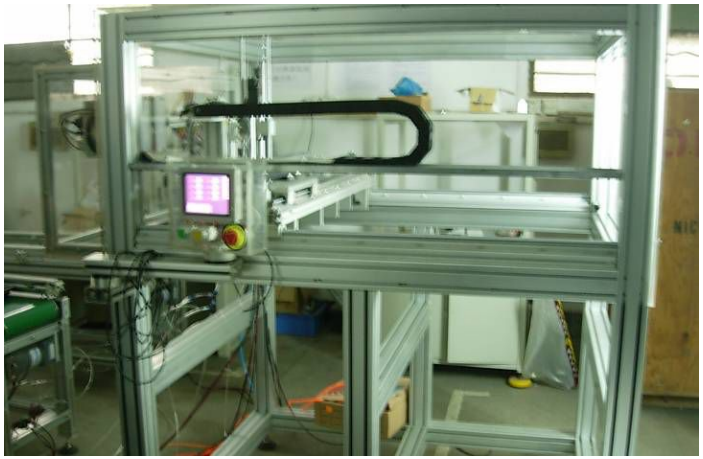

NAMM

◆移钵自动化技术研究

移钵自动化技术装备



三种移钵机械手设计



- 我国设施农业温室年平均用时达3600h/亩以上，人均管理面积仅相当于日本的1/5、西欧的1/50和美国的1/300。

机器自动嫁接与人工嫁接比较

	嫁接速度	每天嫁接苗数	年生产嫁接苗36万株	
			完成时间	成本
人工嫁接	每小时约120株/人	960株	360000/960=375天	按人工费每天50元计，每年成本18750元
自动嫁接机器人	每小时500株/台	4000株	360000/4000=90天（3个月）	售价4万，平均使用5年，每年成本8000-9000元

产出效益：每株嫁接苗愈合后出售1.0元/株，每株净利润0.5元，即每年单台机器人嫁接苗盈利36×0.5=18万元。


●颠覆传统的生产方式
●是普通日光温室的30倍
●是传统生产的50倍
日本植物工厂
我们没有技术储备！
提供:
CCS Inc.
フェアリーエンジェル, 日本

Ag products by CPPS, with safety, clean

我的美国之行

——2012.3.14-18


2012/03/15 23:17


2012/03/16 00:25

德国波恩苹果园

水果蔬菜品质快速无损检测、分级技术与装备

引进法国生产线3000多万元

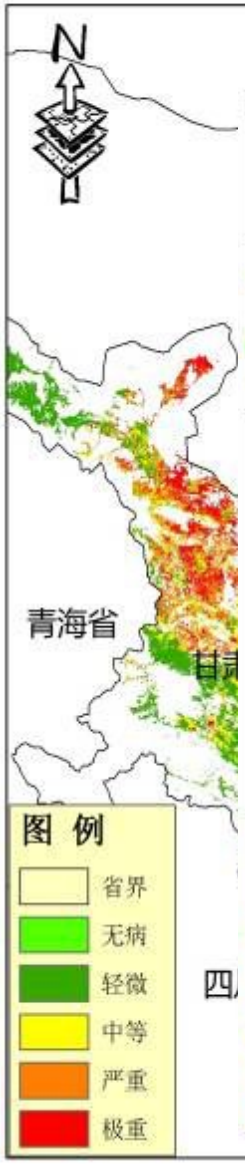
利用光谱成像、声学、嗅觉、生物传感器等方法进行果品品质检测

二、典型农业信息技术与智能装备应用

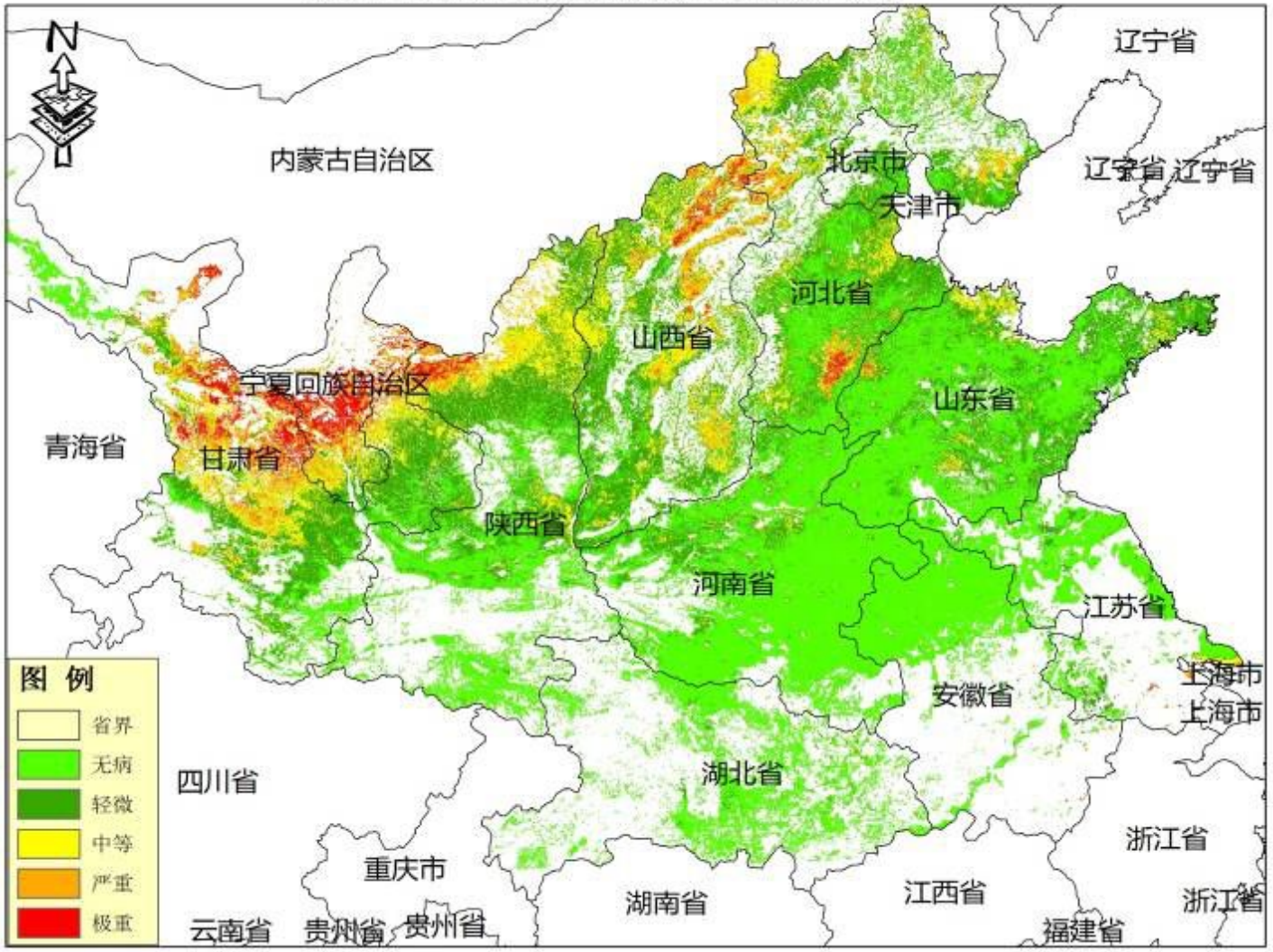
1.定量遥感监测技术

2007年华北地区小麦条锈病发生空间分布图

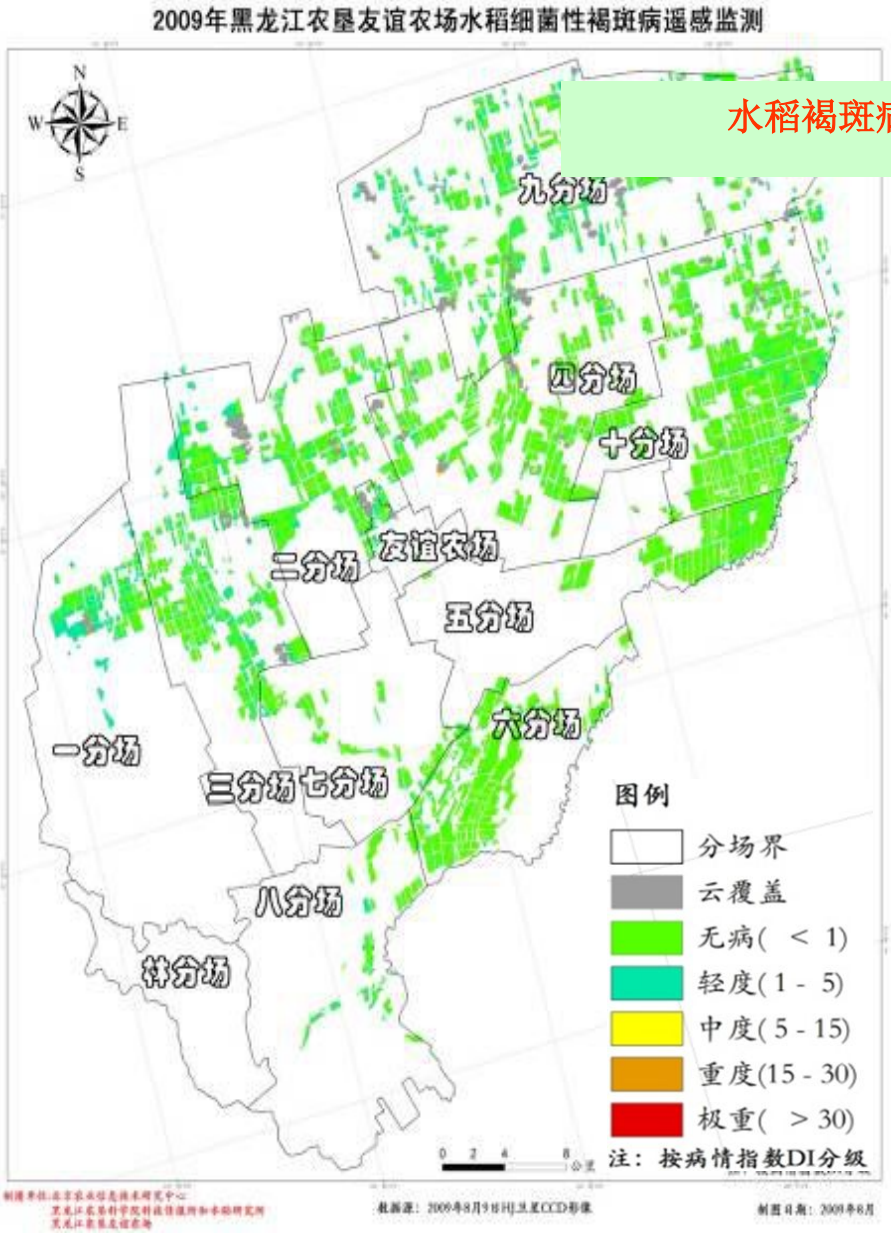
2009年华北地区小麦条锈病发生空间分布图

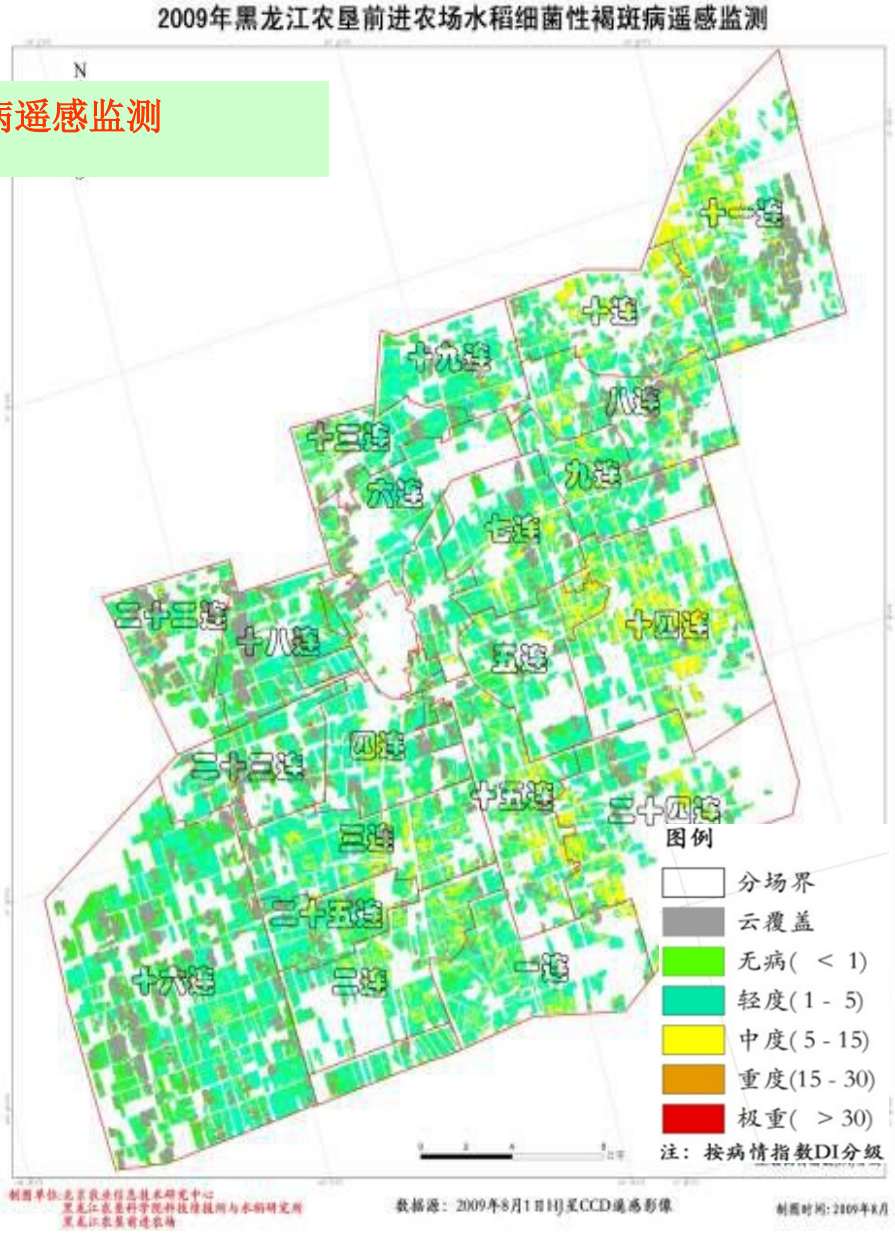


2010年华北地区小麦条锈病发生空间分布图



水稻褐斑病遥感监测

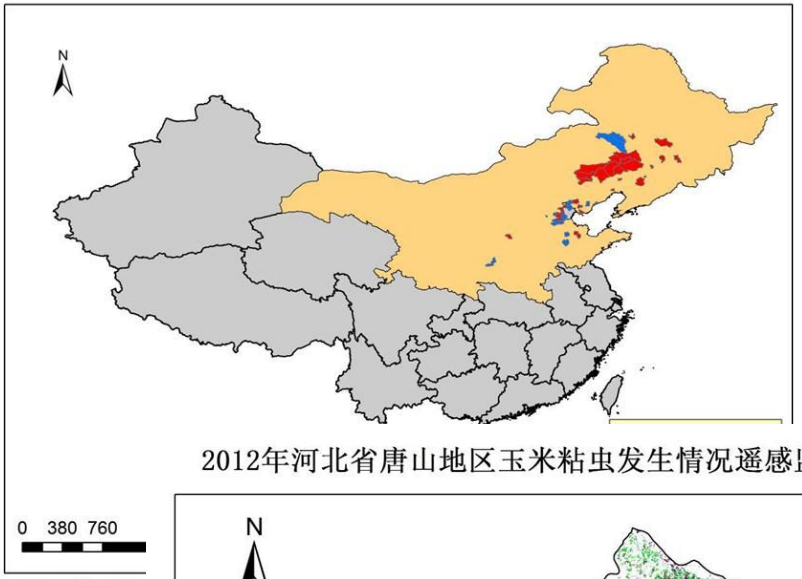




及时监测病害的发生、发展情况，及时做好预测预报，指导受害农药喷洒作业。

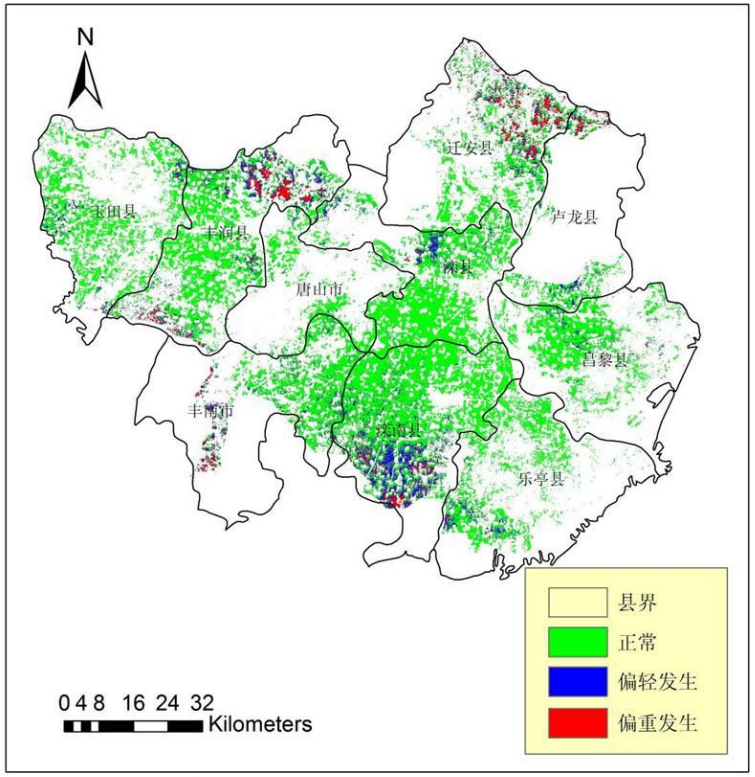
2012年重点区域粘虫病遥感监测

2012年东北、华北地区玉米粘虫发生区县示意图



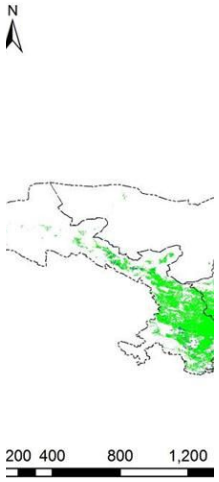
制图单位：北京农业信

2012年河北省唐山地区玉米粘虫发生情况遥感监测图



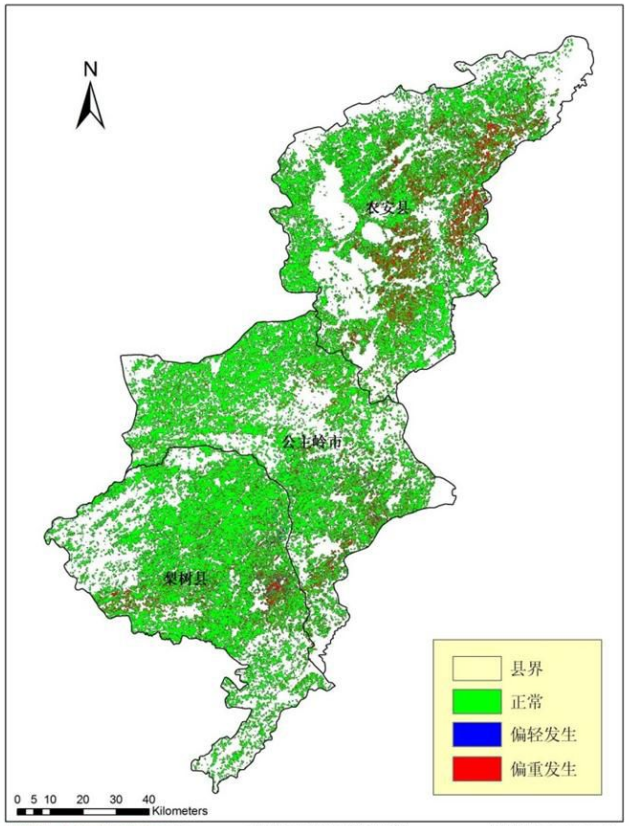
制图单位：北京农业信息技术研究中心　数据源：2012年7-8月HJ-CCD影像　制图日期：2012年8月16日

2012年东北、华



：北京农业信息技术研究中心

2012年吉林省农安地区玉米粘虫发生情况遥感监测图



制图单位：北京农业信息技术研究中心　数据源：2012年7-8月HJ-CCD影像　制图日期：2012年8月16日

基于LAI卫星遥感监测结果的变量施肥决策

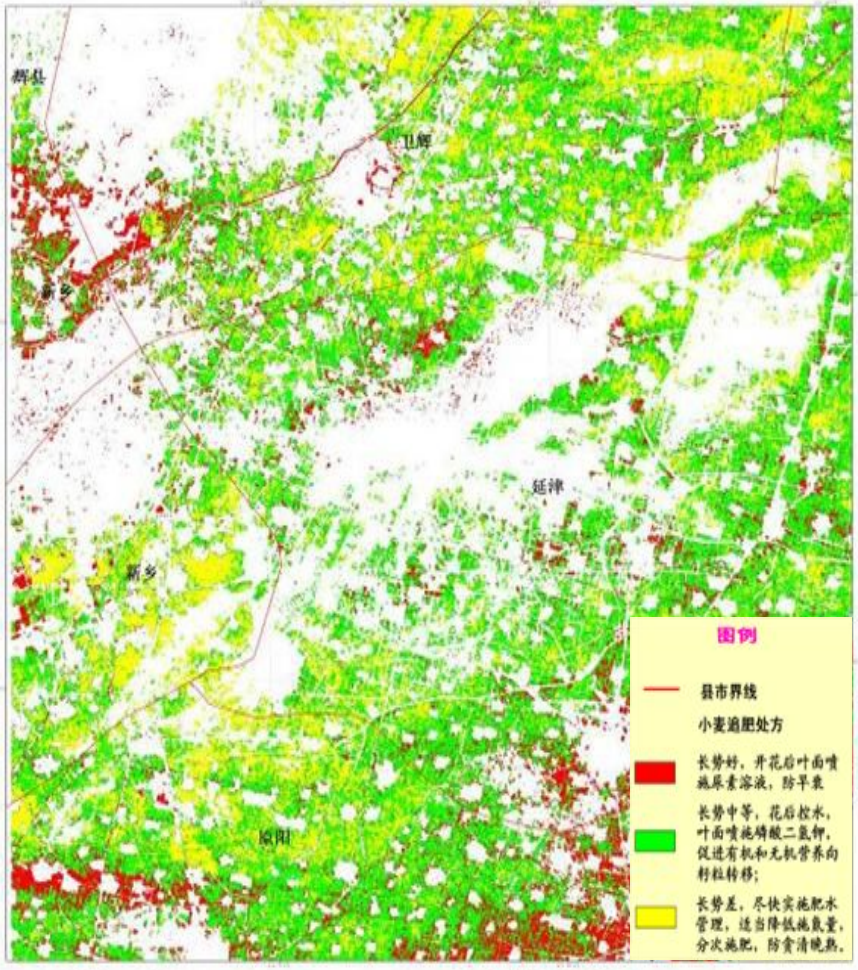
小麦群体质量指标

生育期	时间	播期	肥水情况	主茎叶龄	茎蘖数（万/亩）	有效茎蘖（万/亩）	LAI	生物量Kg/亩
苗期(有效分蘖可靠叶龄终止期)	11/10-15 11/25-30 12/5-10	早茬麦 中茬麦 晚茬麦		5.0-5.5 4.0-5.0 3.5-4.0	40-45 35-42 35-40		1.0-1.2 0.9-1.1 0.8-1.0	
越冬期	12/20	早茬麦 中茬麦 晚茬麦	根据墒情或浇越冬水	6.5-7.6 6.0-6.5 4.0-5.5	75-80 70-75 60-70	50-55 45-52 40-45	1.5-2.0 1.2-1.6 1.0-1.5	60-100
返青期	2/10	早茬麦 中茬麦 晚茬麦		8.0-9.0 7.0-8.0 6.2-7.0	80-90 80-85 70-80	50-55 45-52 40-45	2.0-2.5 2.0-2.5 2.0-2.5	200-250
拔节期	3/15-20	早茬麦 中茬麦 晚茬麦	施肥、灌水	8.8-9.5 8.6-9.3 8.1-8.6	75-80 75-80 75-80	48-55 42-48 38-42	4.0-4.5 3.5-4.0 3.0-3.5	380-450
抽穗期	4/15-4/20	早茬麦 中茬麦 晚茬麦		13 12-13 11	40-46 40-46 35-45	40-46 40-46 35-45	6.5-7.5 6.5-7.0 6.0-6.5	700-750

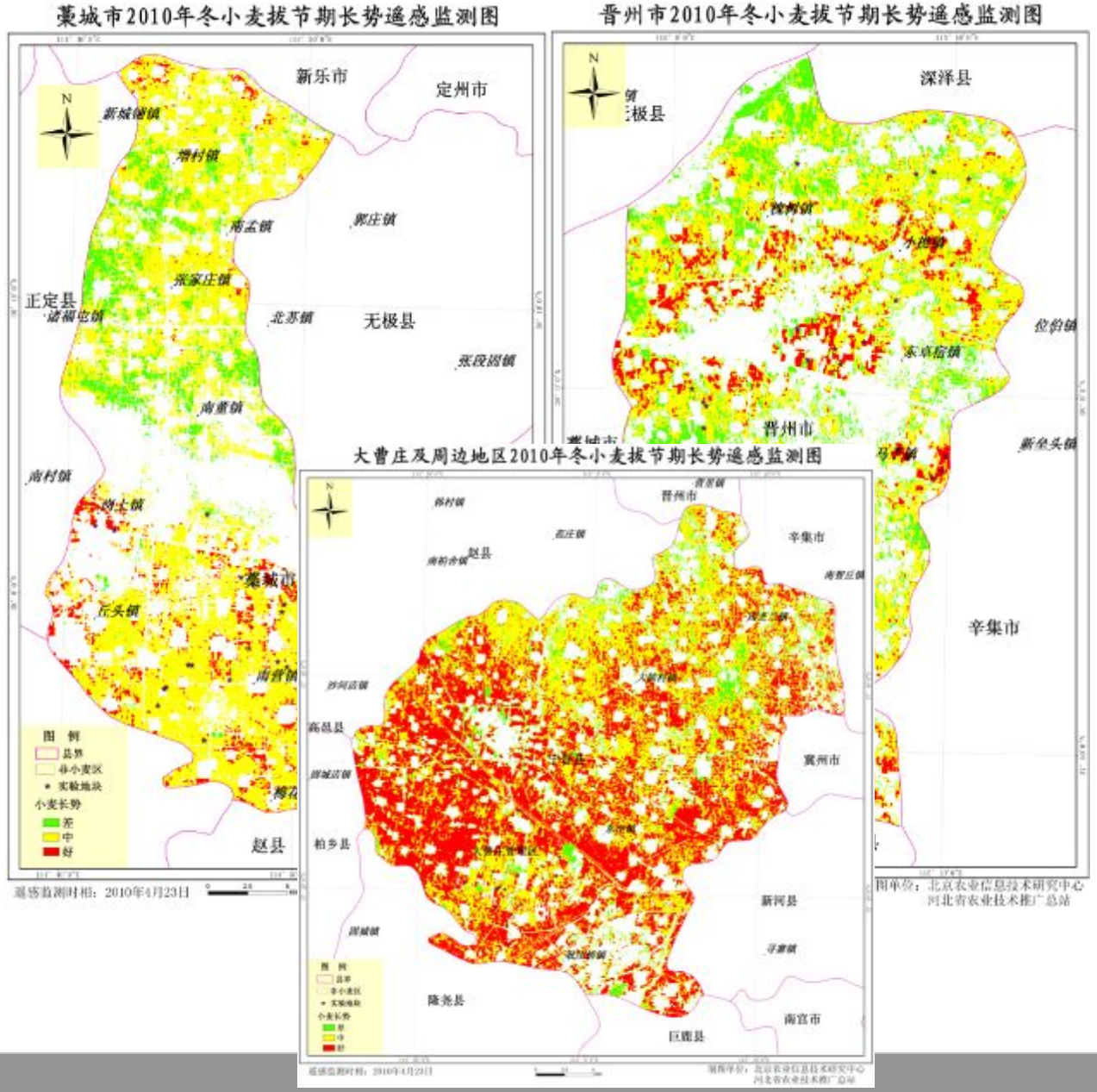
根据遥感监测LAI值的大小，集成专家系统的知识，对研究区冬小麦的长势进行了划分，其中LAI>4.5的小麦种植区划分为长势好的区域；4.5 >LAI>3.5的小麦种植区划分为长势中等的区域；把LAI<3.5小麦种植区划分为长势弱的区域，针对不同长势，提出了具体的管理决策建议。

小麦处方图

2009年河南实验区小麦拔节期后管理处方图



基于冬小麦关键生育期长势监测的肥水决策



拔节中期，是水肥管理的关键时期。采用多时相遥感影像开展小麦长势遥感监测，以此为依据提出拔节期调优方案。

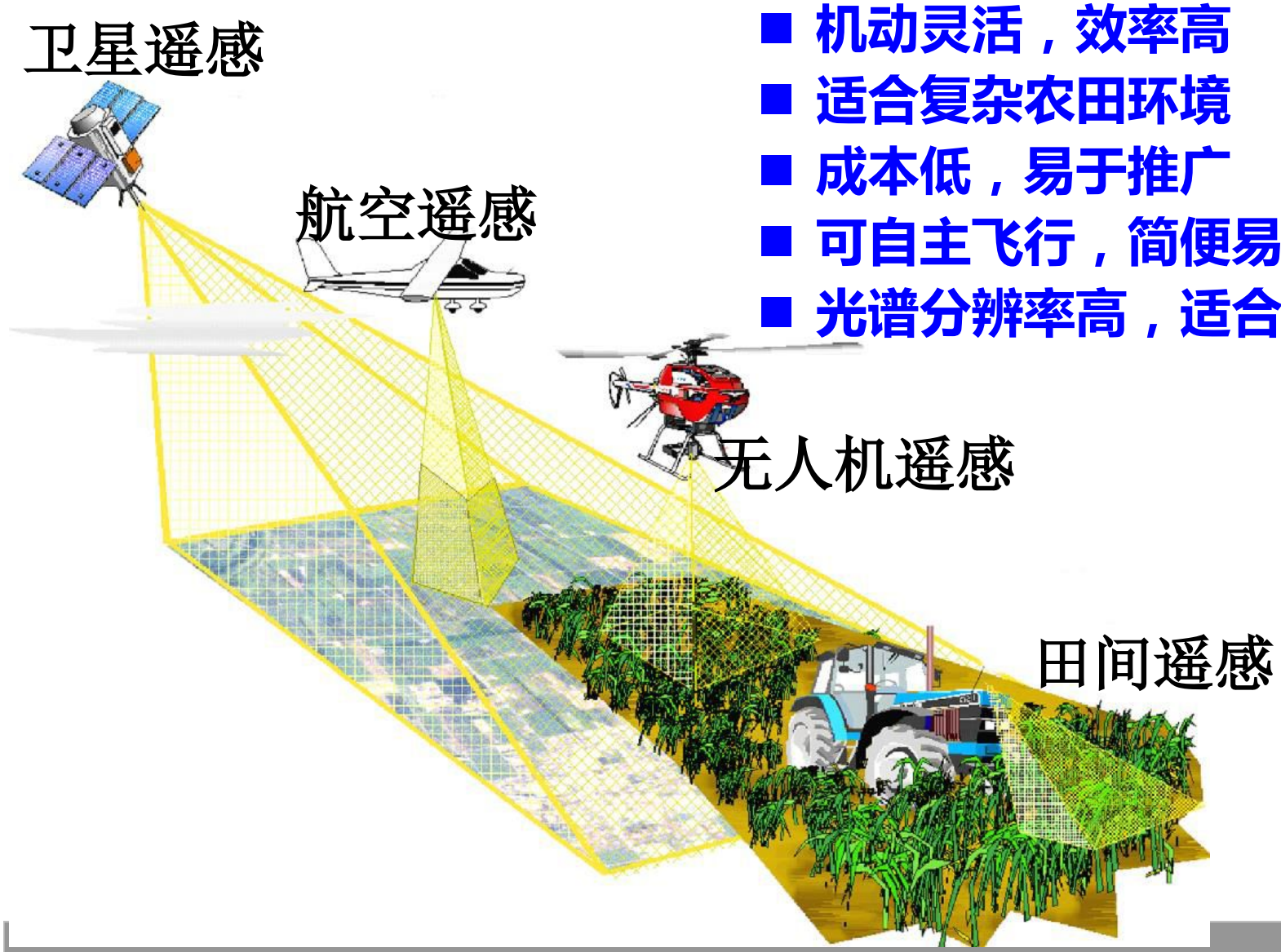
对于长势中等区域，则按采取正常拔节期水肥管理；

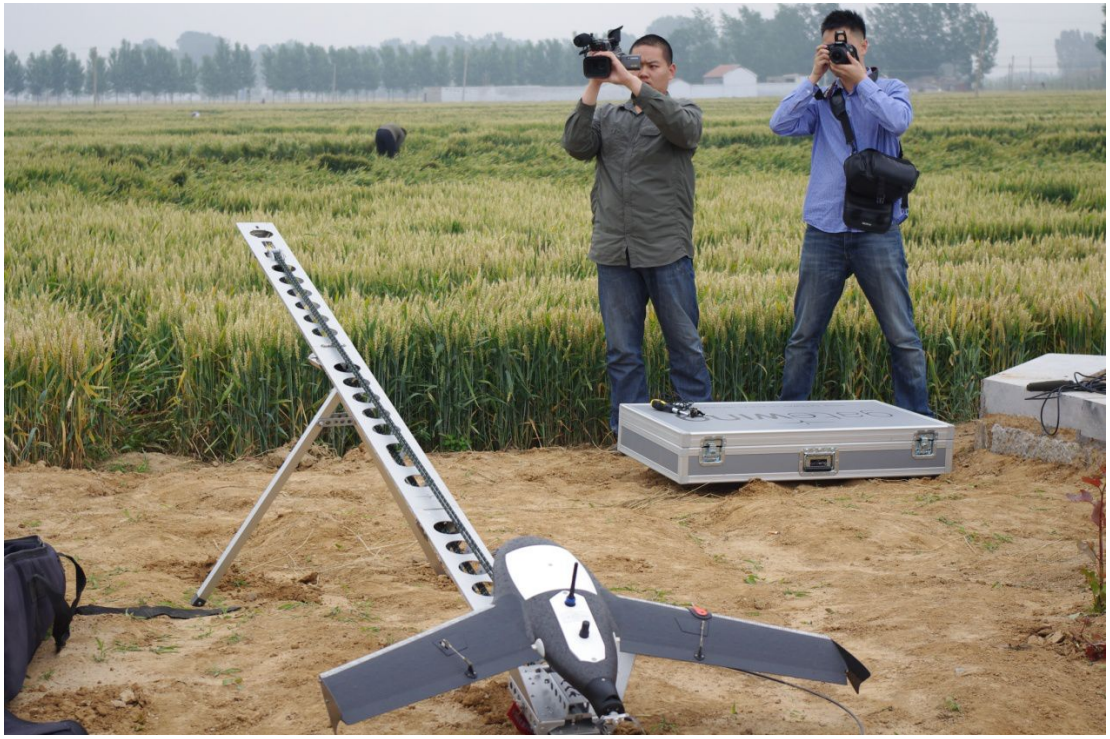
对于长势差的区域，拔节期进行春季第二次施肥浇水，亩施尿素10公斤。

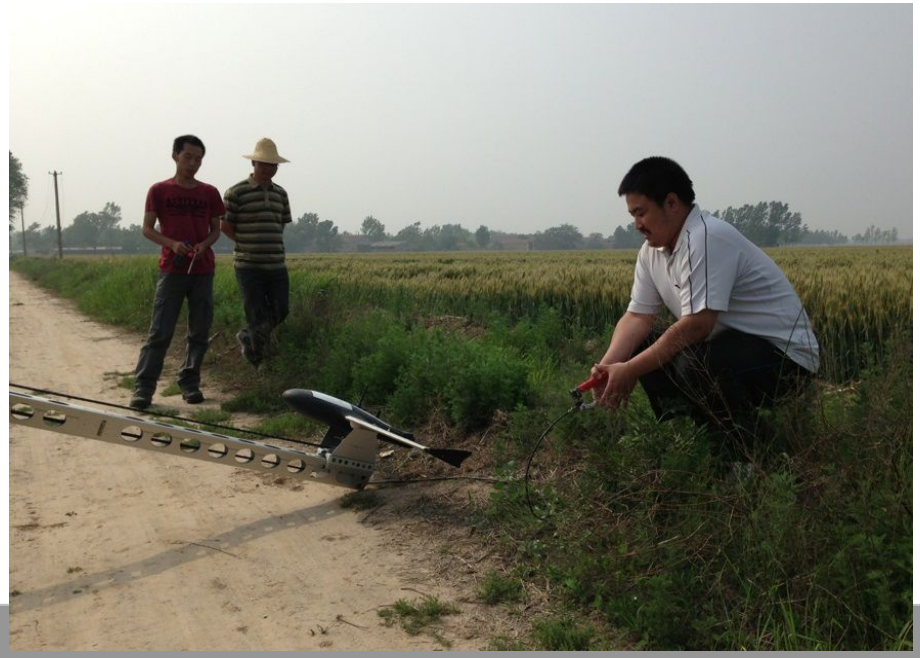
2. 农业智能航空技术应用

无人机高光谱遥感综合优势

- 机动灵活，效率高
- 适合复杂农田环境
- 成本低，易于推广
- 可自主飞行，简便易用
- 光谱分辨率高，适合精准农业







山东无人机航拍

面向育种的农业遥感无人机选型

主要用于：获取高空间分辨率热红外、多光谱数据，进行LAI、生物量、氮素、冠层温度解析

飞行参数： 飞行高度：15~1000m　有效载荷：3.5kg　飞行时间：15分钟
飞行速度：2-10m/s　机体重量：6kg

面向农业育种的传感器

■高清数码相机：大比例尺育种小区正射影像制图

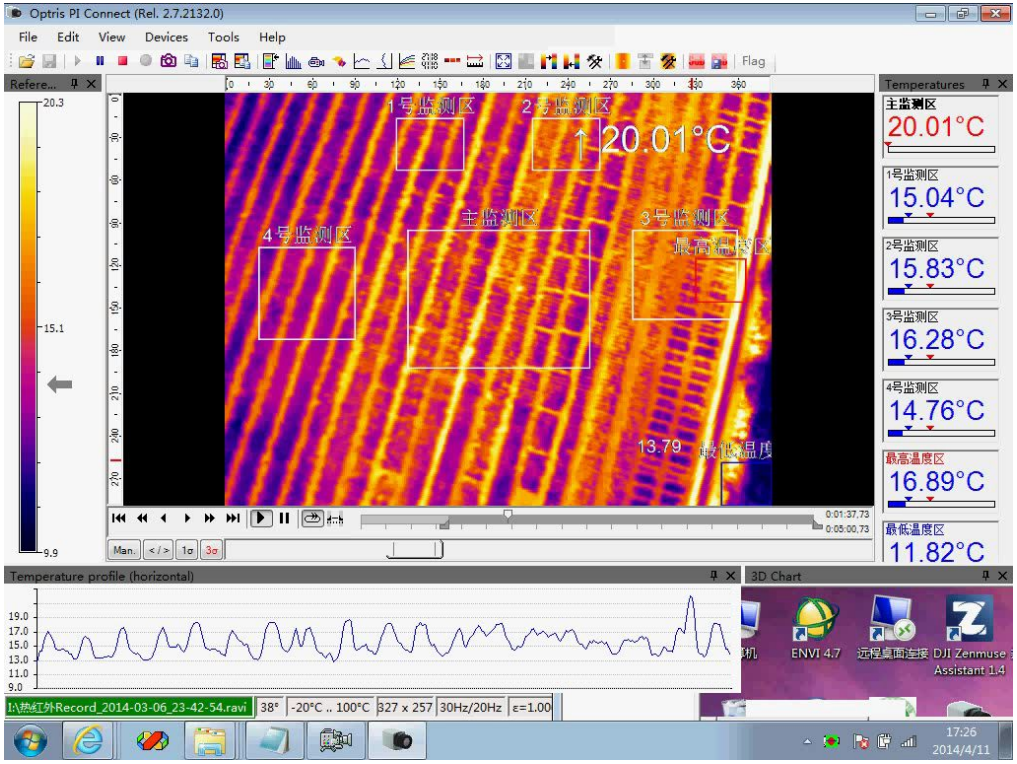
1210万像素,35mm 变焦，356克

1210万像素,35mm 变焦，201克，支持GPS

高度50米，分辨率1厘米

面向农业育种的传感器

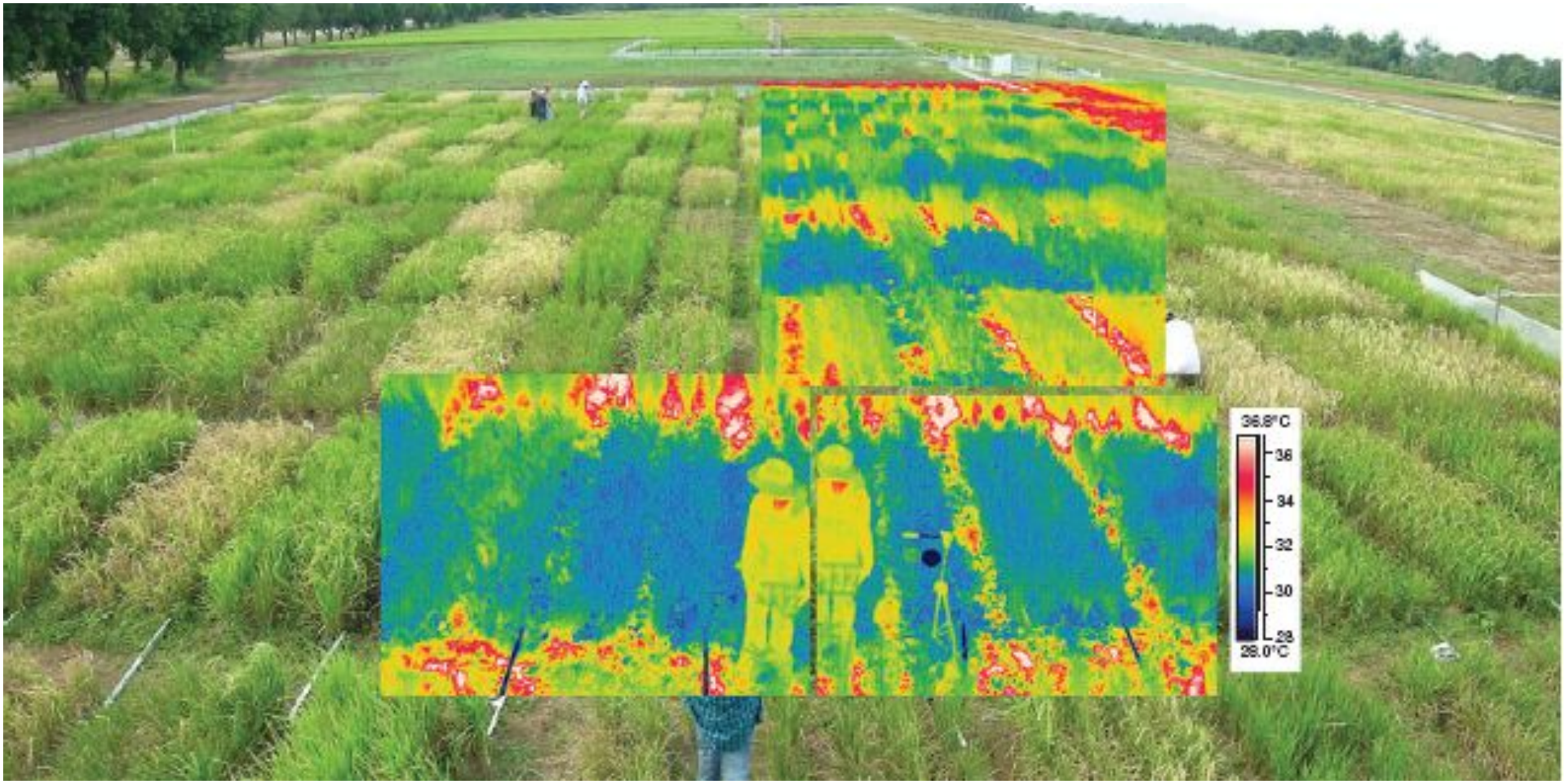
■作物育种热像仪：作物冠层温度获取



测温范围：-20~100℃
测温精度：±2%
波长范围：7.5~13μm
像素大小：382×288
视 场 角：38° ×29°
采集频率：0~80Hz

动态获取作物冠层温度，可提取任意视频帧，支持图片、文本多种格式导出。

作物冠层温度测量系统



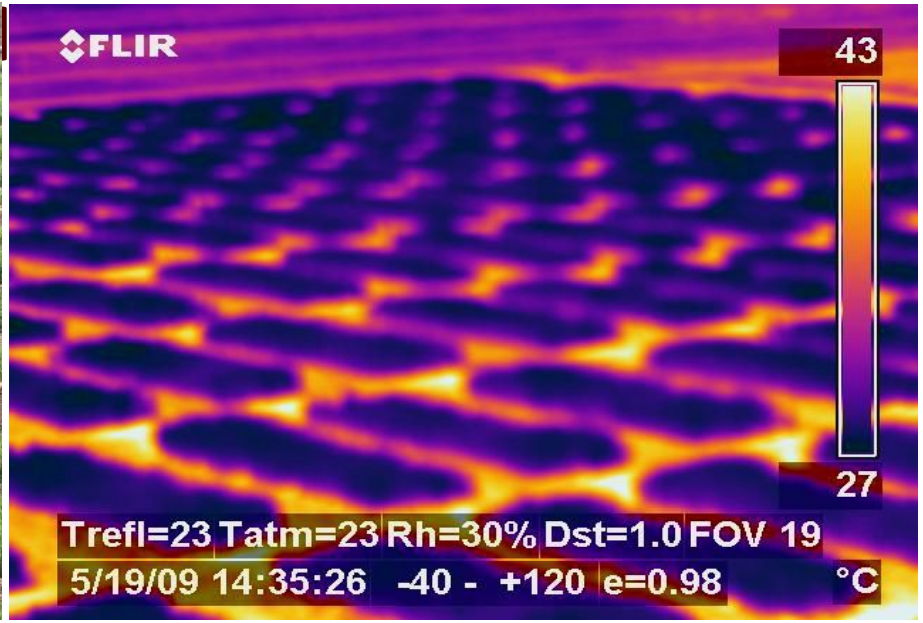
小区成像效果

D. Verbree, P. Gowda, S. Ajayi

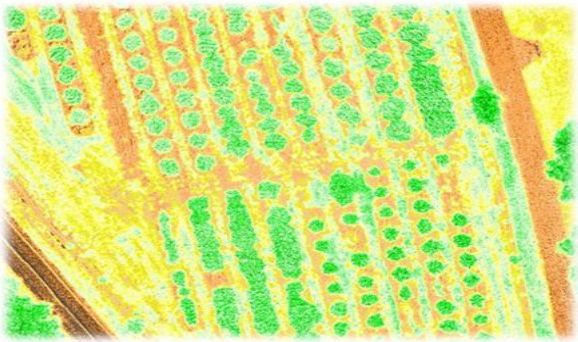
AgriLIFE RESEARCH
Texas A&M System

Phenotyping Drought Tolerance and WUE in Wheat Using RS Tools

Texas AgriLife Research at Amarillo; Uni. of Tennessee; USDA-ARS, Bushland TX



(a)



(b)

超低空无人飞行精准施药技术装备

日本Yamaha公司Rmax超低空无人飞行系统(**60.0**万元)

USDA

Agricultural Research Service

3. 农业物联网技术

Instant Nitrogen Readings

FIELDSCOUT® GreenIndex+ App

Digital images taken in the field typically exhibit greater variation due to ambient lighting, shadows, and texture. Internal color standards (green & yellowish green discs) on a vibrant pink background provide contrast and aid the image recognition software used in processing allowing for DGCI images to be taken under a broad spectrum of conditions.

The Power of Your SmartPhone...for Nitrogen Management!

In-Season Corn Nitrogen Measurement and Fertilization via Image Analysis

Now there is a better, more affordable way to manage the nitrogen needs of your corn crop. Using an iPhone, iPod Touch, or iPad and the FieldScout GreenIndex+ App captures and processes the DGCI (Digital Green Color Index) of your corn leaves instantly and presents the nitrogen pounds per acre requirement during the V6 and tasseling growth stages. The benefit is allowing you to apply the right amount of nitrogen, in the right place, and at the right time.

2. 田间信息获取仪器研发进展

作物叶片形态测量仪：

◆在华中农大用于油菜菌核病的测量

传统测量方法

如图所示，分别用直尺量取椭圆（近似）的长径和短径a 和b，病斑面积：

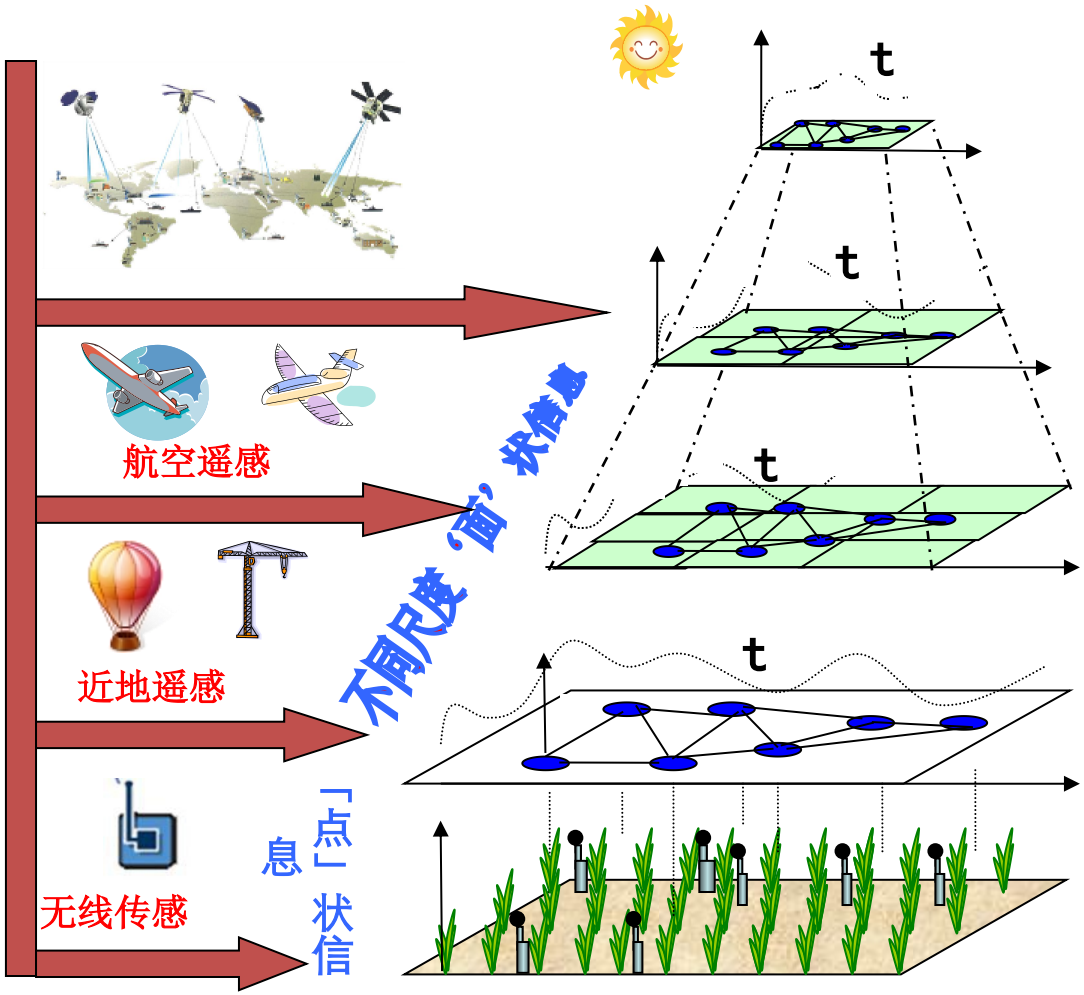
$$S = \pi \times a \times b/4$$

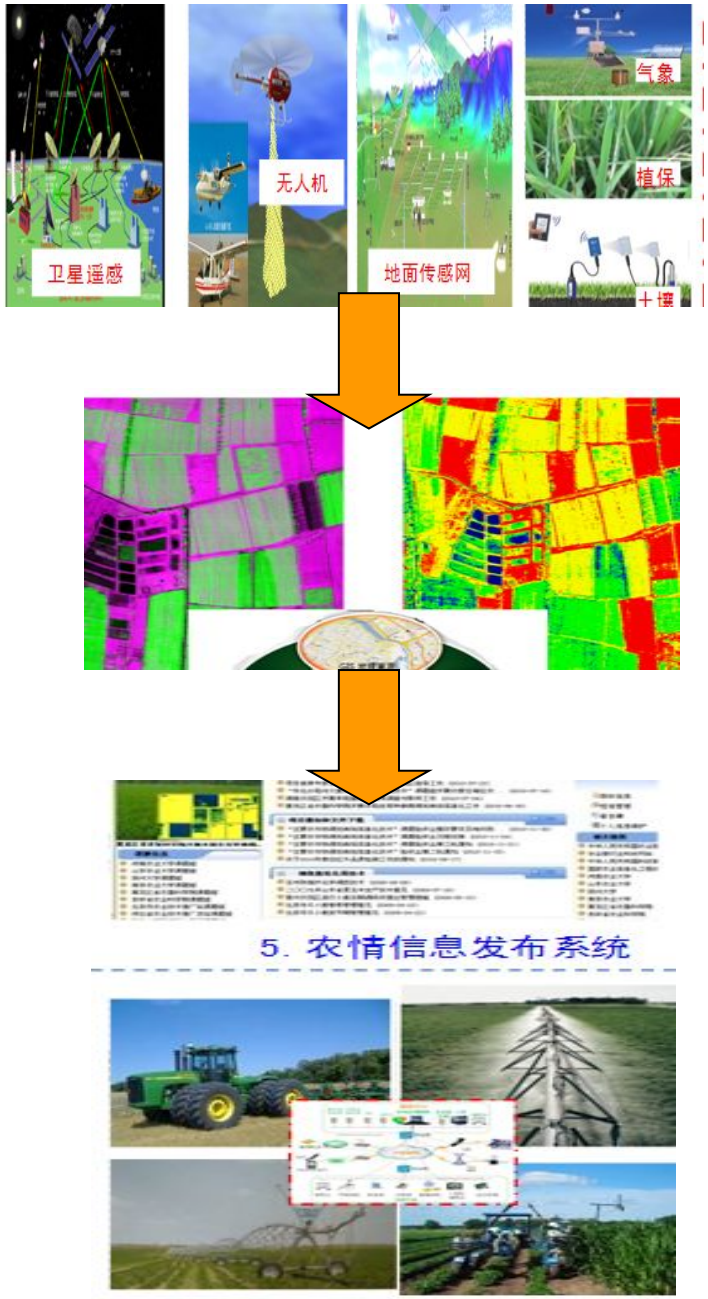
近似，存在误差

本仪器测量效果

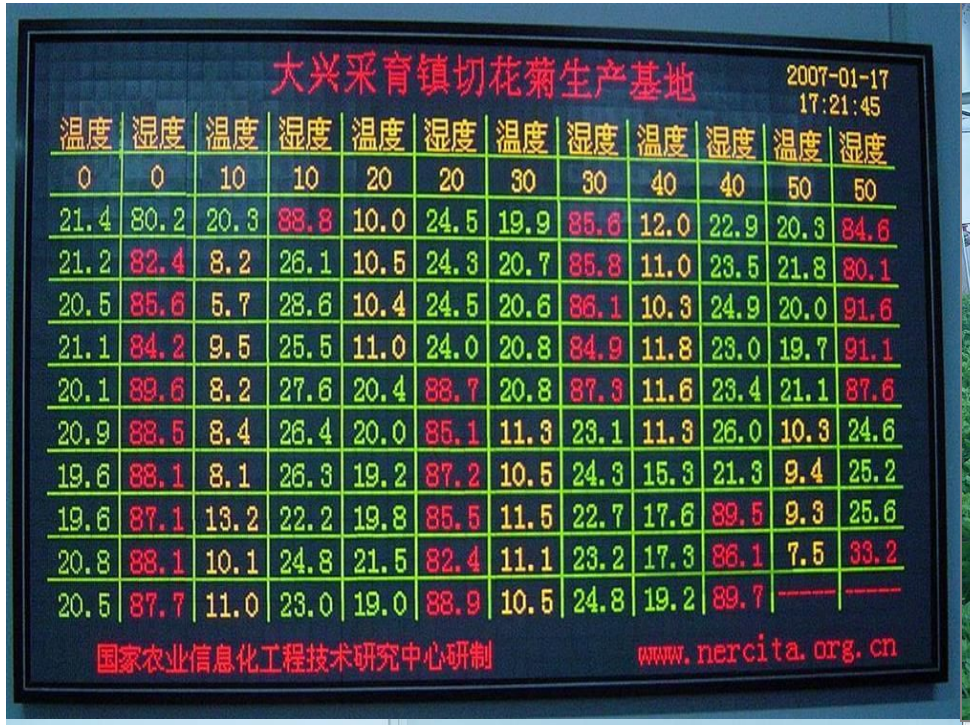
发生省份	本周发生程度	本周新增发生面积	累
广东省	3	105	
浙江省	3	35.5	
江苏省		0	
湖南省	3	20.9	
海南省	2	12.38	
湖北省	3	3	
上海市		0	
江西省	2	50	
福建省	4	30	
广西壮族自治区	2	55	
安徽省	2	12	
辽宁省		0	
合 计	--	323.78	1

地面传感与多平台遥感协同感知





- 利用地面无线传感“点”观测进行遥感“面”上解析建模和验证
- 无线传感比人工观测效率大幅提高，观测数据一致性、可靠性更好，数据质量和精度得到保障



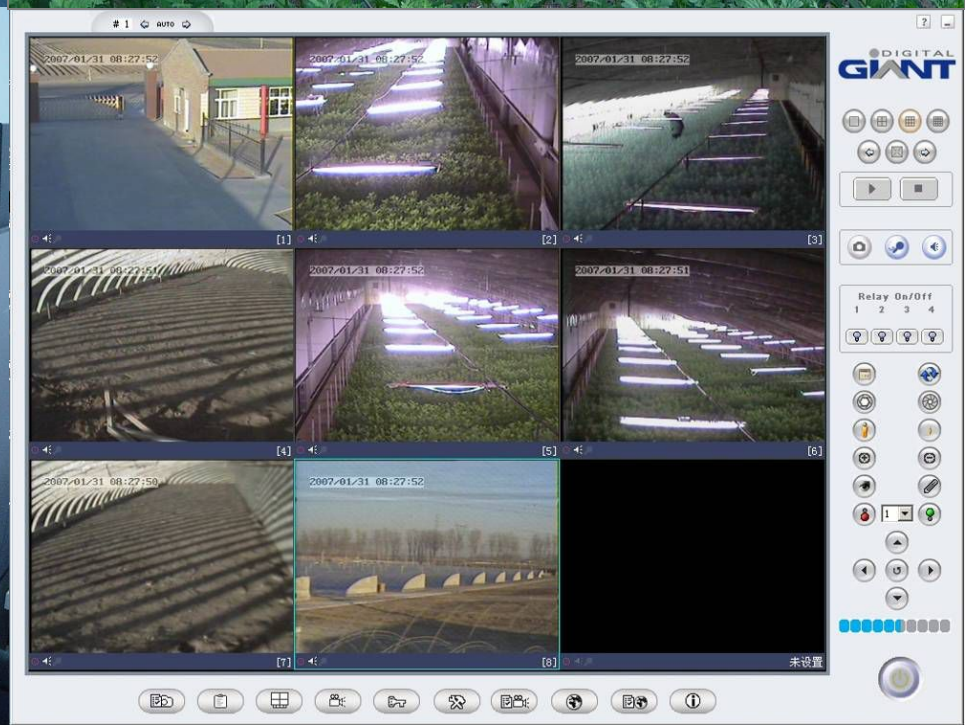
大兴采育镇切花菊生产基地

2007-01-17
17:21:45

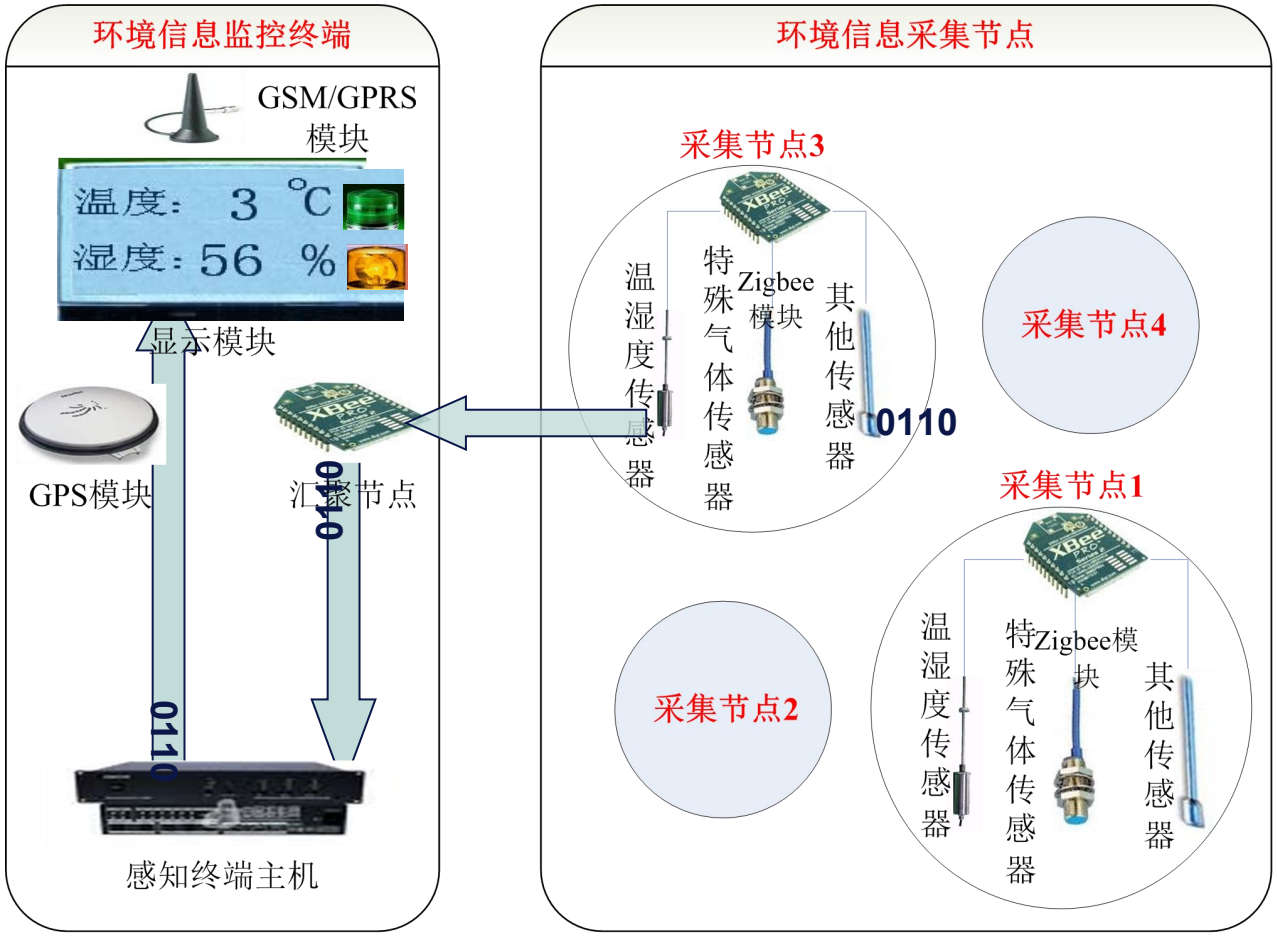
温度	湿度	温度	湿度	温度	湿度	温度	湿度	温度	湿度	温度	湿度
0	0	10	10	20	20	30	30	40	40	50	50
21.4	80.2	20.3	88.8	10.0	24.5	19.9	85.6	12.0	22.9	20.3	84.6
21.2	82.4	8.2	26.1	10.5	24.3	20.7	85.8	11.0	23.5	21.8	80.1
20.5	85.6	5.7	28.6	10.4	24.5	20.6	86.1	10.3	24.9	20.0	91.6
21.1	84.2	9.5	25.5	11.0	24.0	20.8	84.9	11.8	23.0	19.7	91.1
20.1	89.6	8.2	27.6	20.4	88.7	20.8	87.3	11.6	23.4	21.1	87.6
20.9	88.5	8.4	26.4	20.0	85.1	11.3	23.1	11.3	26.0	10.3	24.6
19.6	88.1	8.1	26.3	19.2	87.2	10.5	24.3	15.3	21.3	9.4	25.2
19.6	87.1	13.2	22.2	19.8	85.5	11.5	22.7	17.6	89.5	9.3	25.6
20.8	88.1	10.1	24.8	21.5	82.4	11.1	23.2	17.3	86.1	7.5	33.2
20.5	87.7	11.0	23.0	19.0	88.9	10.5	24.8	19.2	89.7	----	----

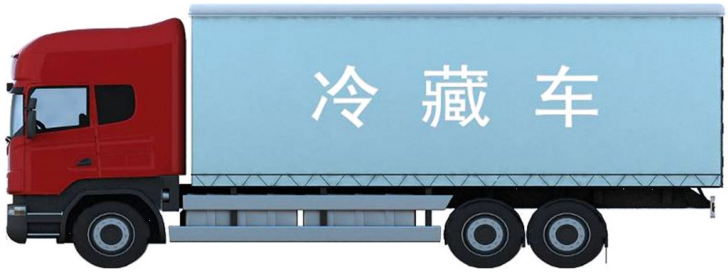
国家农业信息化工程技术研究中心研制 www.nercita.org.cn

- 精确测控生长环境和生育进程
- 准确控制花期　对接出口市场需求
- 提高菊花合格率提高20个百分点
- 经济效益提高33%



■储运环节微环境信息感知终端





终端功能

- 微环境信息实时在线采集
- 车厢内传感器自组织组网
- 配送车辆定位
- 无线通信

关键技术

- 最佳节能模式下节点数据汇聚技术
- 车载环境下无线传感器网络的自动最优组网技术
- 休眠与活跃状态的快速实时切换技术

种植/养殖　　加工/包装　　仓储/运输　　交易/消费

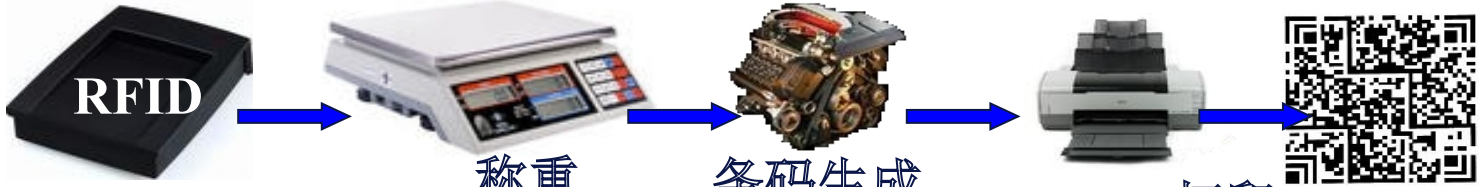
从生产开始

农 场
1) 种子
2) 化肥
3) 喷雾
4)灌溉/施肥
5) 耕田
6) 收割

加 工
将RFID与EPC系统打包，扩增农产品信息

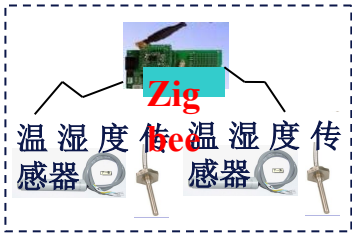
供应链 EPC system
系统兼容，感知型环境可进行追踪

消费者
可查询品质保障协议并从EPC码中获取产品历史信息



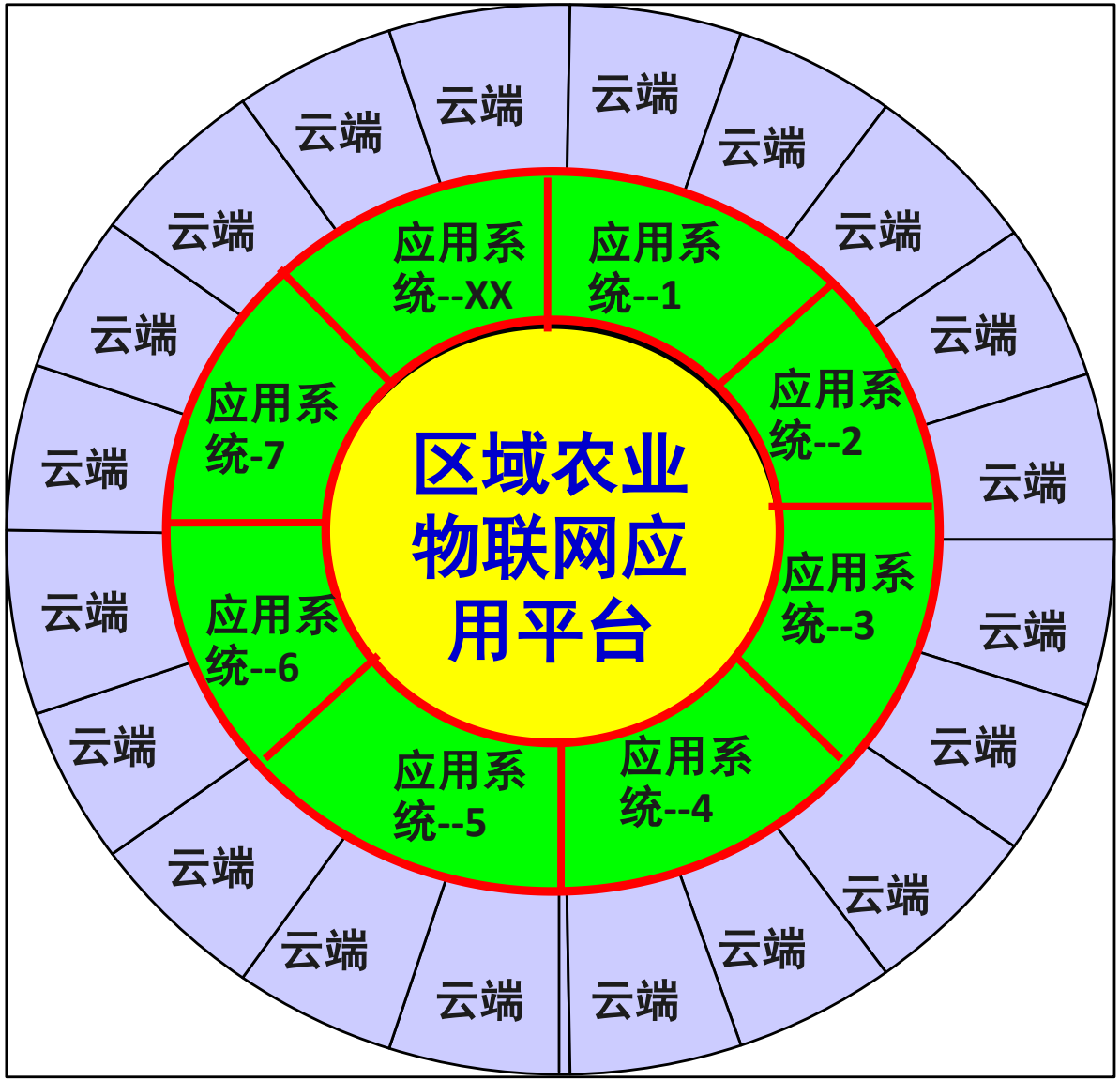
称重　　条码生成　　打印

车载电脑



我国区域（省级）农业物联网应用

国家、农业部、企业、物联网标准



采取：

1+N+N模式

1：区域农业物联网应用平台

N：若干行业应用系统

N：若干应用云端

物联网技术选择

- 先进农业感知技术(传感器+遥感+....)
- 适合农业不同场景信息传输技术(3G, WSN..)
- 农业模型与智能化决策技术(模型+专家系统..)
- 农业智能化控制技术(时序控制, 模型控制...)
- 农业智能装备技术(肥水药装备，嵌入系统..)
- 云服务技术(数据存储, 组织, 管理, 挖掘..)

低成本，实用化，适用性，稳定性，可靠性！

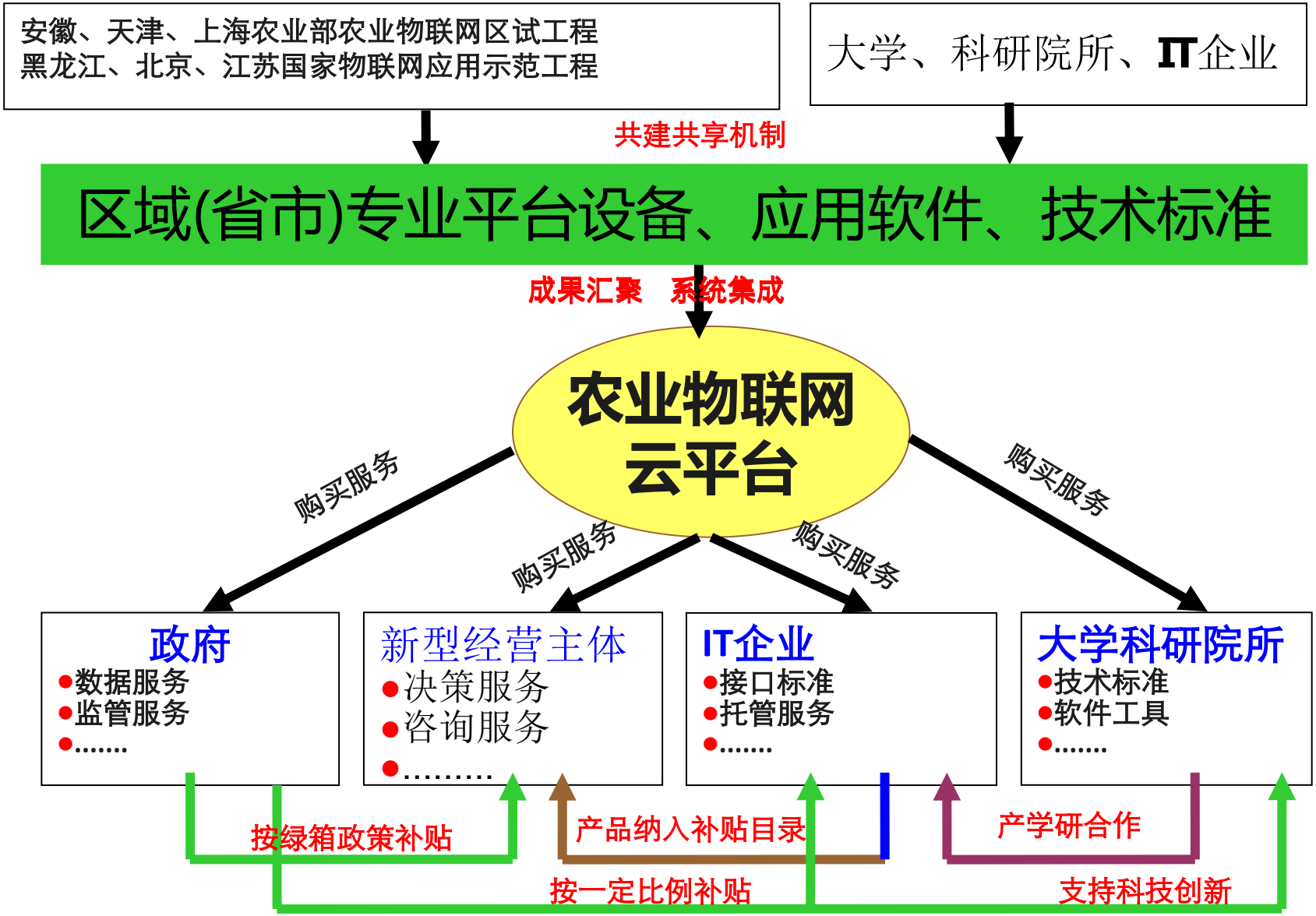
●存在的主要问题

- 关键技术和实用产品缺乏
  - 产品价格高、稳定性差
  - 生命信息传感器、高通量低资费通讯技术
  - 农业知识模型和应用控制阈值模型
- 农业物联网作用需要提升
  - 应用规模小、分散，单环节，缺运行维护
  - 未形成“感知-传输-控制”的应用“闭环”
- 可持续发展的商业模式缺乏
  - 成熟的技术应用模式
  - 成熟的商业化模式
- 农业物联网产业发展滞后
  - 产品量产能力不够
  - 产业扶持政策力度不够

农业物联网应用发展的角色分工

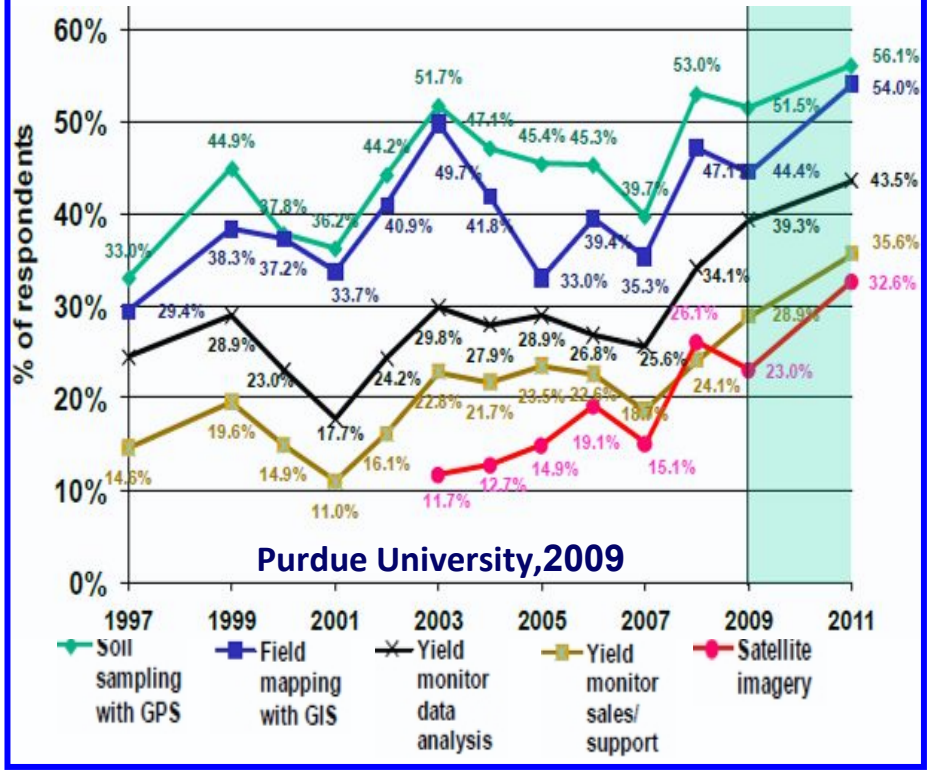
各阶段 各主体	技术创新	示范应用	产业化推广	标准制定
政府	资金支持	资金引导	政策支持	资金支持
研究院所	承担主体	技术支持	提供技术	参与主体
IT企业	投入研发	技术支持	市场主体	参与制定
农业用户	提供需求	承担主体	市场购买	参与制定

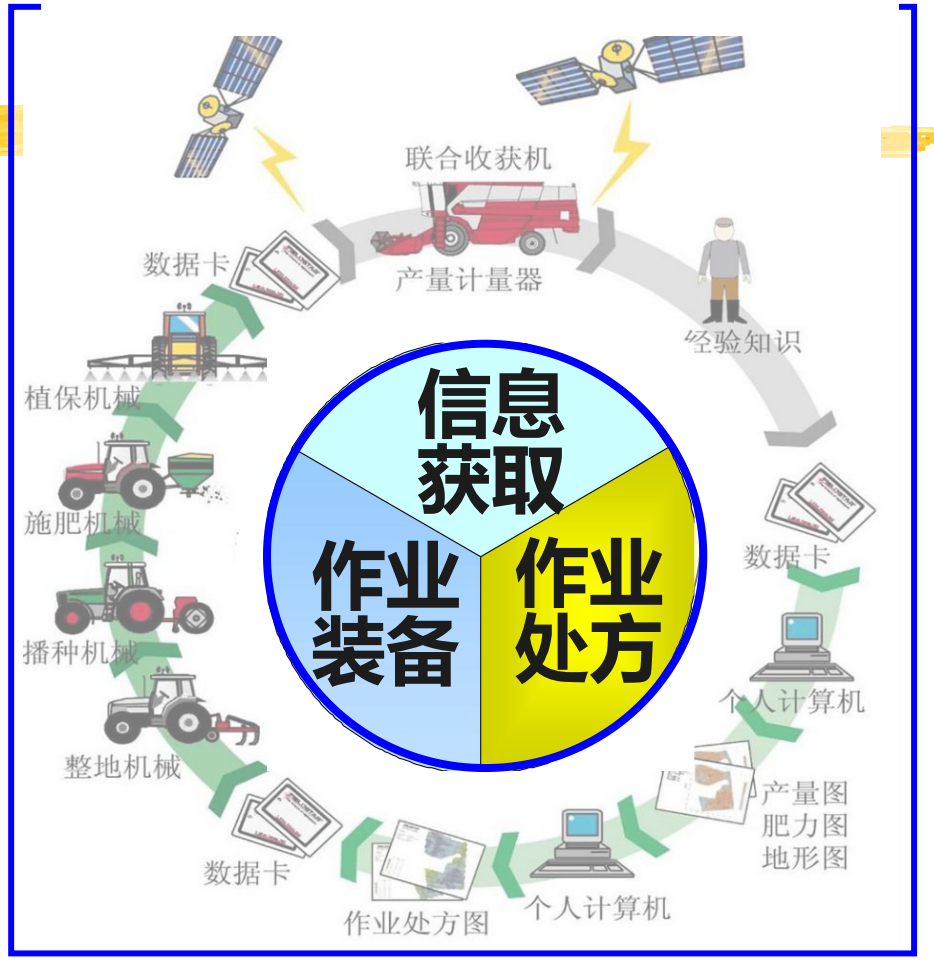
农业物联网应用发展模式



4. 精准农业技术

美国NRC：21世纪农业发展方向，50%农场用





我国土地流转，生产规模扩大，精准农业需求不断增加

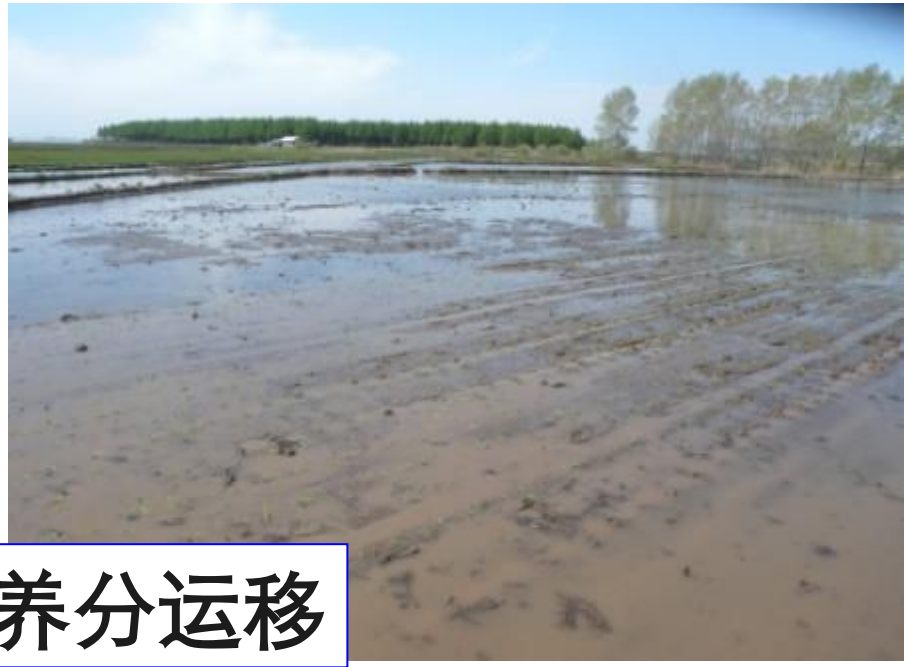
我国家庭农场迅速发展

- 2013-06-04农业部新闻办公室：2012年底，全国家庭农场87.7万个，经营耕地面积1.76亿亩，占全国承包耕地面积的13.4%
- 家庭农场种植业有40.95万个，占46.7%；养殖业的有39.93万个，占45.5%。
- 家庭农场平均经营规模200亩，是全国承包农户平均经营耕地面积7.5亩的近27倍。其中，经营规模50亩以下的48.42万个，占55.2%；50-100亩有18.98万个，占21.6%；100-500亩有17.07万个，占19.5%；500-1000亩的有1.58万个，占1.8%；1000亩以上的有1.65万个，占1.9%。
- 2012年全国扶持家庭农场资金总额达到6.35亿元。

（1）农田激光精平机

（1PJ-2500/1PJ-3500/1PJ-4000）

漫灌



养分运移

农田微地形
高差

灌溉不均

杂草

	灌溉时间成本	灌溉成本
非激光平地	0.02 ha/h	585 ￥/ha
激光平地	0.06 ha/h	195 ￥/ha

《2012-2014年国家支持推广的农业机械产品目录》

34	激光平地机	1PJ-2500	绿园	北京派得伟业科技发展有限公司	北京市海淀区曙光花园中路 11 号北京农科大厦 A 座 202-218	张云鹤

该型号进入2012年山西、宁夏、湖北、新疆、天津、甘肃等省农机购置补贴目录

（2）播种监控

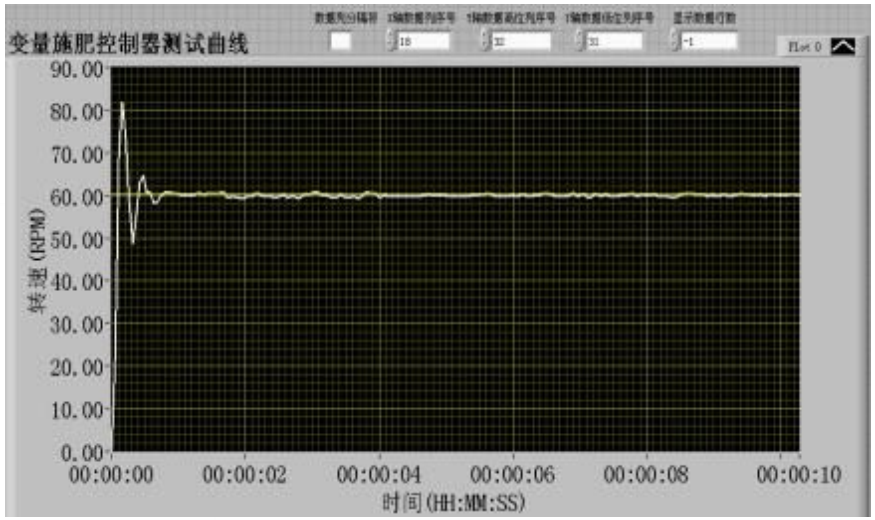
Seed Mon-200 是一款玉米精量播种监控与计量仪器，具有**种管状态监测、播种量计量、播种密度计算、排种轴转速测量、地速测量、作业面积测量**等功能。

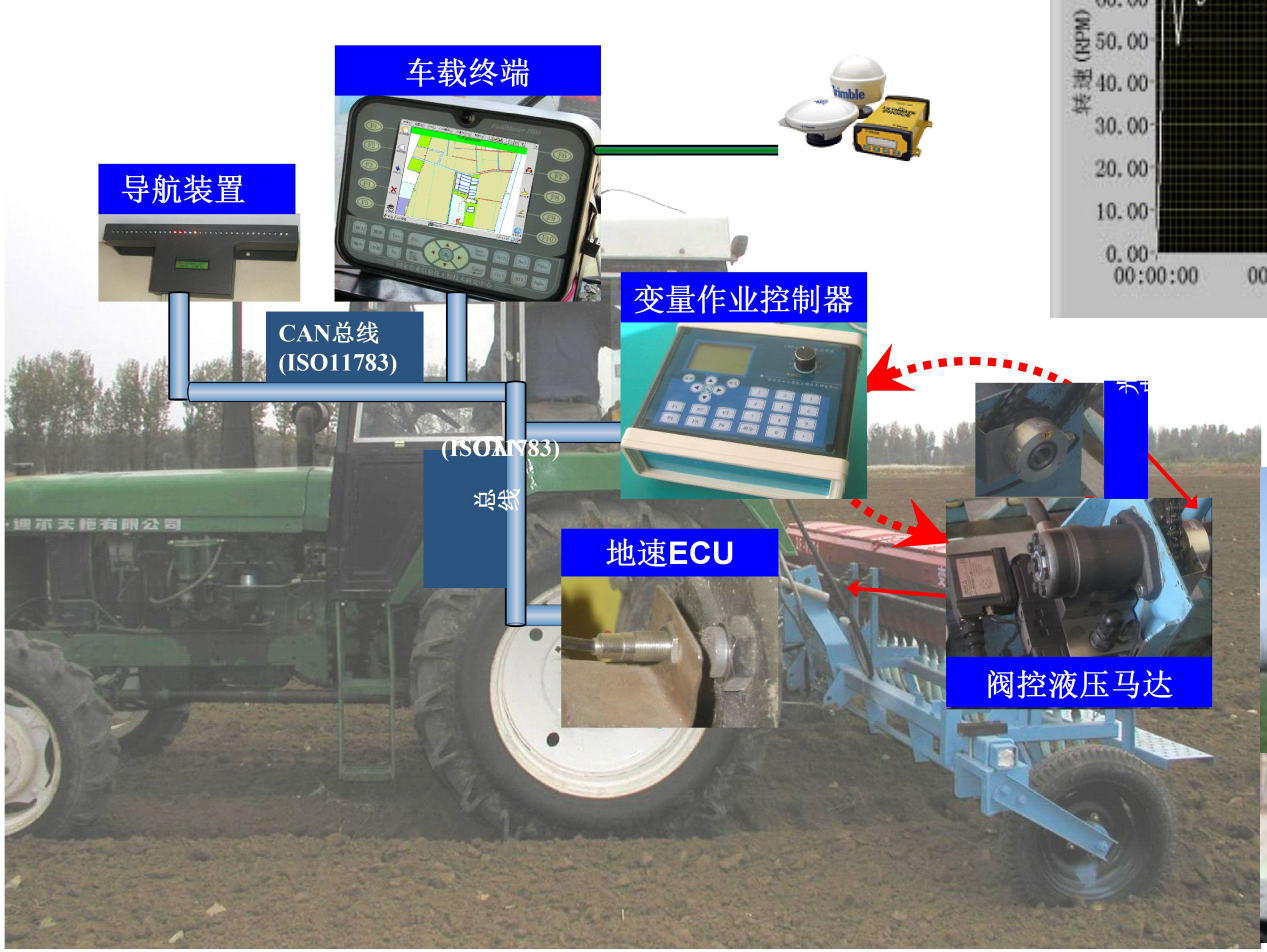
■主要性能指标：

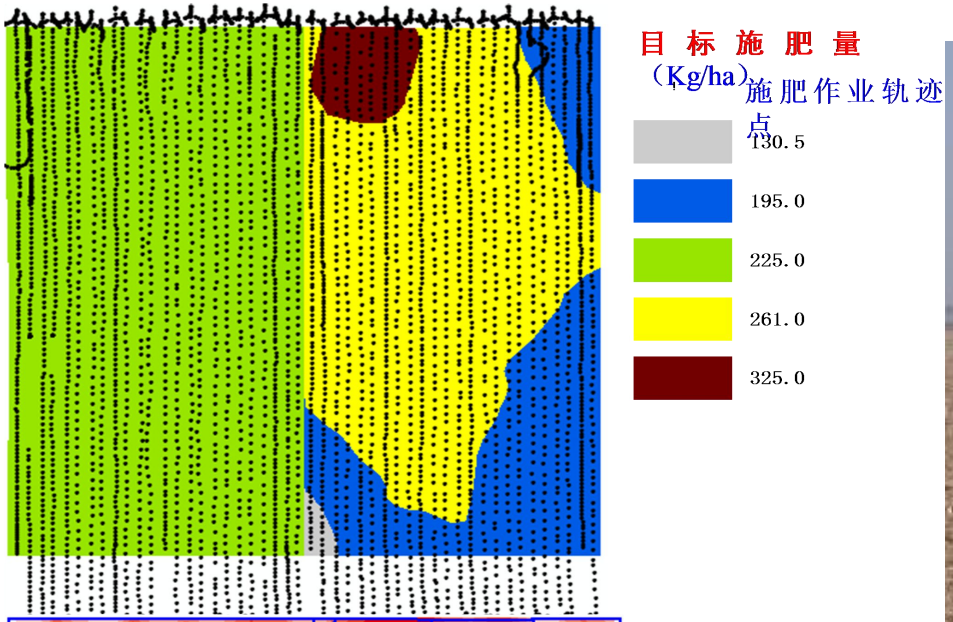
- ◆ 可监测多达48路种管
- ◆ 播种量计量误差≤5%
- ◆ 作业面积计量误差≤ 3%
- ◆ 排种轴转速测量误差≤ 2%
- ◆ 地速测量误差≤ 2%
- ◆车载终端IP64防护封装设计，高强度抗震抗冲击

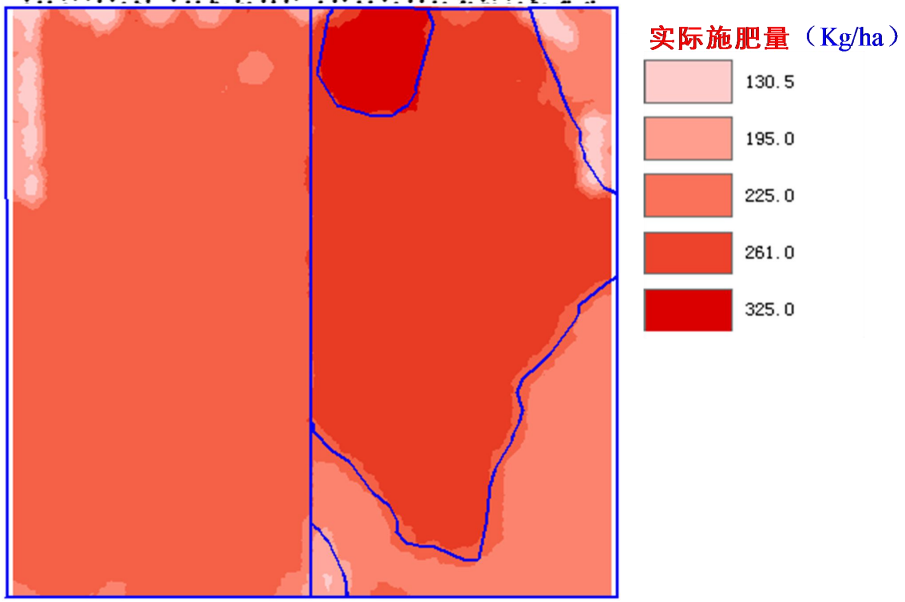
（3）精准施肥

精准农业变量施肥控制系统









配套动力	≥38KW，液压输出，液压泵排量≥20ml
施肥范围	0－675kg/ha
施肥精度	≤5%
排肥方式	外槽轮计量排肥
GPS精度	亚米级
肥料品种	颗粒状尿素或者磷酸二铵


国家农业信息化工程技术研究中心

（4）精量喷药

- 可实现化学农药精量化喷洒，安装的压力自动化调节系统可以保证化学农药的喷洒数量不因拖拉机速度的变化而发生变化
- 系统的自动化监视导航系统可以保证系统夜间作业
- 自动液压展开系统提高了劳动效率

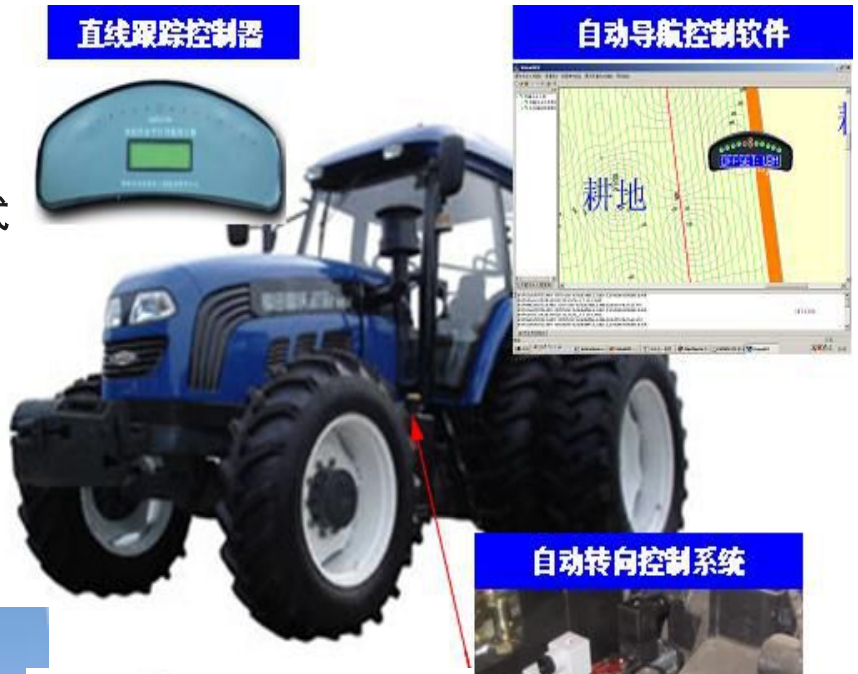
水田化学农药变量喷洒：自走高地隙设计，可以实现基于处方图的变量化学农药喷洒

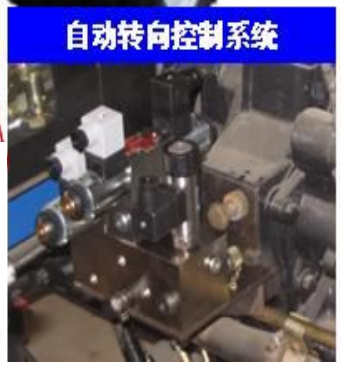
（5） 农机作业自动导航

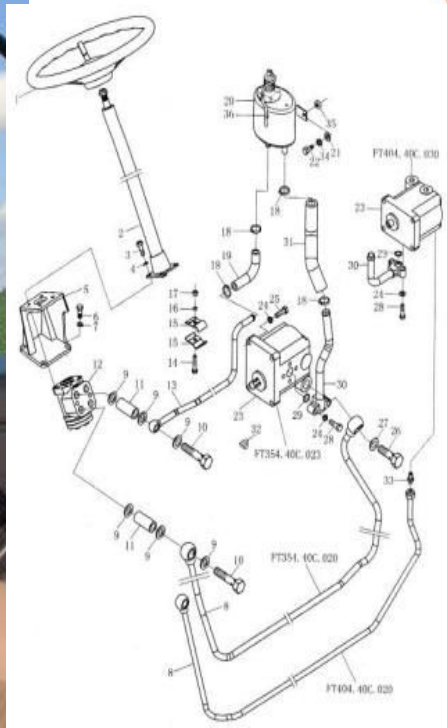
轻简型拖拉机自动导航系统

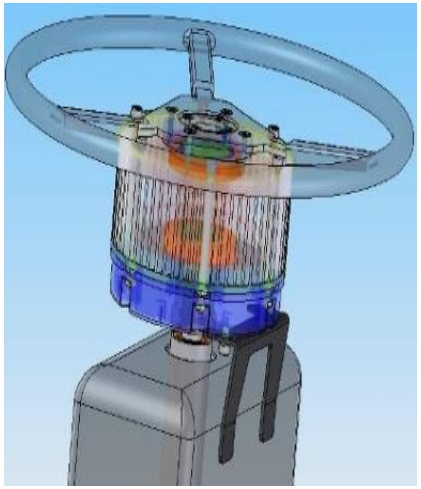
- 手自动切换方式：支持逆向操作，手动/自动自由切换
- 地形适应性：适应多种地形
- GPS定位方式：支持卫星差分、RTK差分等多种差分模式
- 系统显示方式：高亮液晶显示器，支持昼夜工作模式
- 系统软件：支持作业面积/速度/卫星数及作业偏差显示
- 导航作业精度：≤±3cm

- 适应性强、方便多机共用、设备利用率高
- 系统3个模块独立封装，安装后驾驶室没有繁琐的电缆，装卸简便
- 易于升级：软硬件预留接口，易升级支持变量施肥、喷药控制

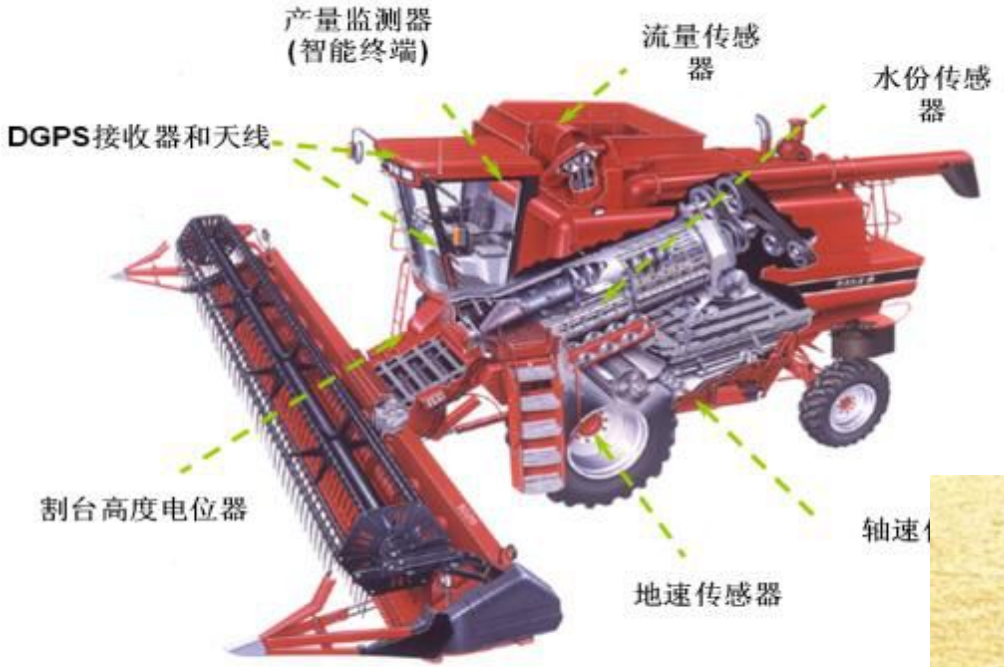


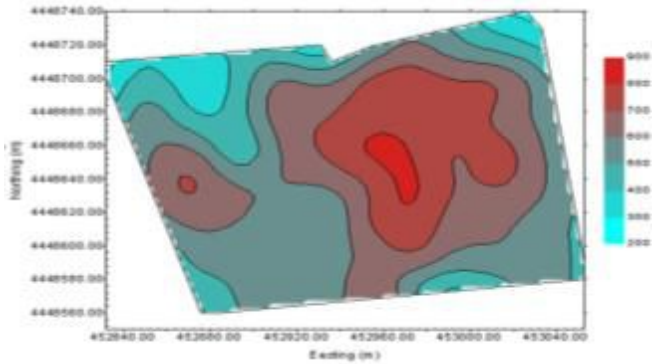






（6） 精准收获与智能测产


产量监测器
(智能终端)
流量传感器
水份传感器
DGPS接收器和天线
割台高度电位器
轴速
地速传感器




地块:NORTHWST
小区:ABCDEFG
小麦
19:32 AM - 29 JULY
地块
作物
小区
后 40
油菜
全部
面积 12345.6 公顷
水份 34.7 %
湿产量 368 吨/公顷
干产量 218 吨/公顷
重量 2378 公斤
摘要
记忆
灯
标识器
主屏

（7）农机作业工况智能监测与计量管理系统

农机作业工况智能监测与计量管理系统

FieldMaster-1000 农机作业计量终端

■ FieldMaster-1000 农机作业计量终端

- ◆ 5.7’ 高亮触摸液晶显示屏
- ◆ 亚米级GPS定位
- ◆ GPRS无线通讯模块
- ◆ WinCE嵌入式操作系统
- ◆ 抗震、防尘和宽温工作性能

■ 农机作业计量软件

◆支持打开、新建作业任务，设定作业类型、作业幅宽等作业参数

◆基于DGPS的实时作业面积量算，实时显示累计作业面积

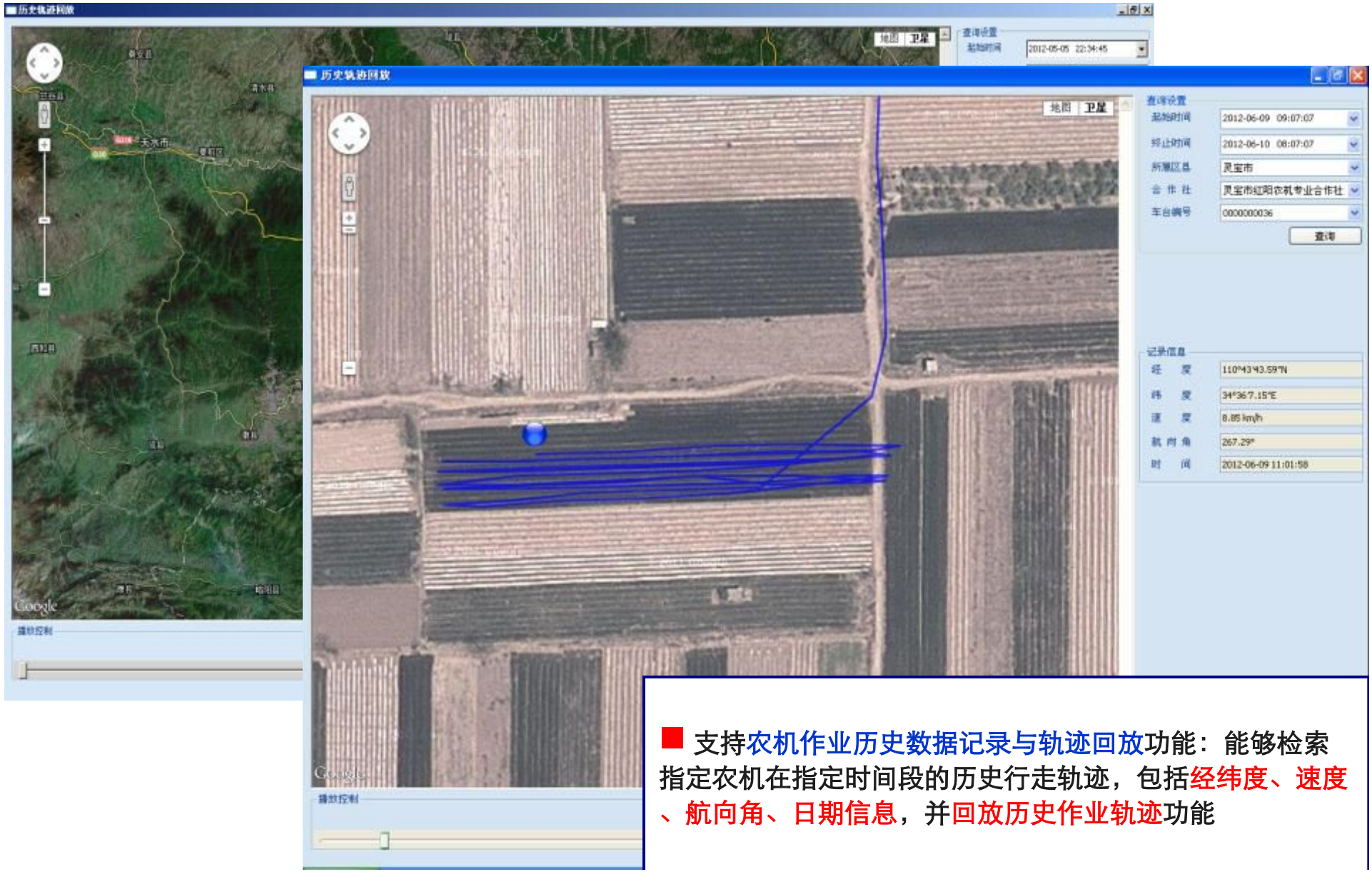
◆通过GPRS网络上传GPS信息和作业任务信息至后台服务系统

农机作业工况智能监测与计量管理子系统

实时监控位置信息和作业信息

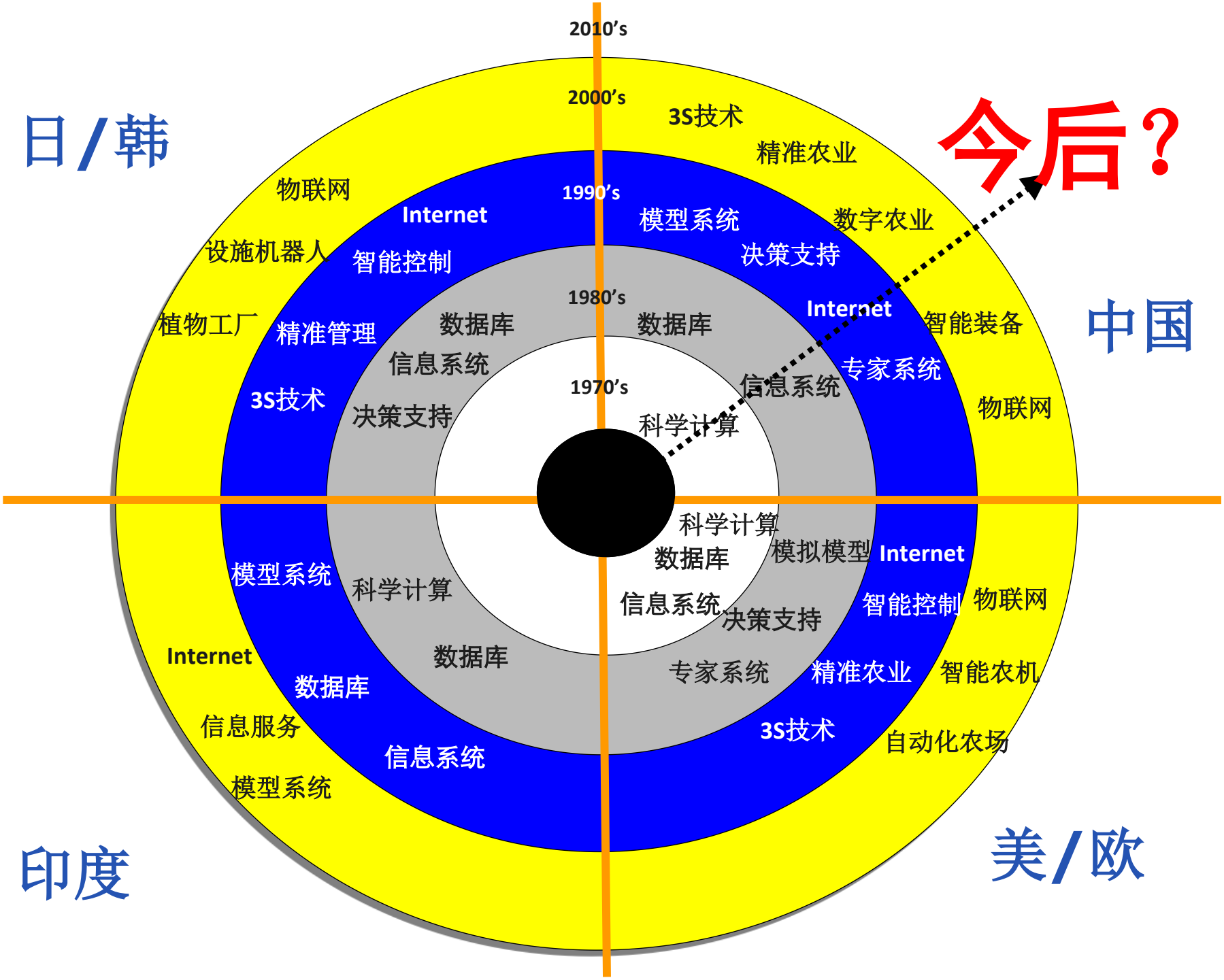
农机作业工况智能监测与计量管理子系统

农机作业定位监控与作业服务子系统

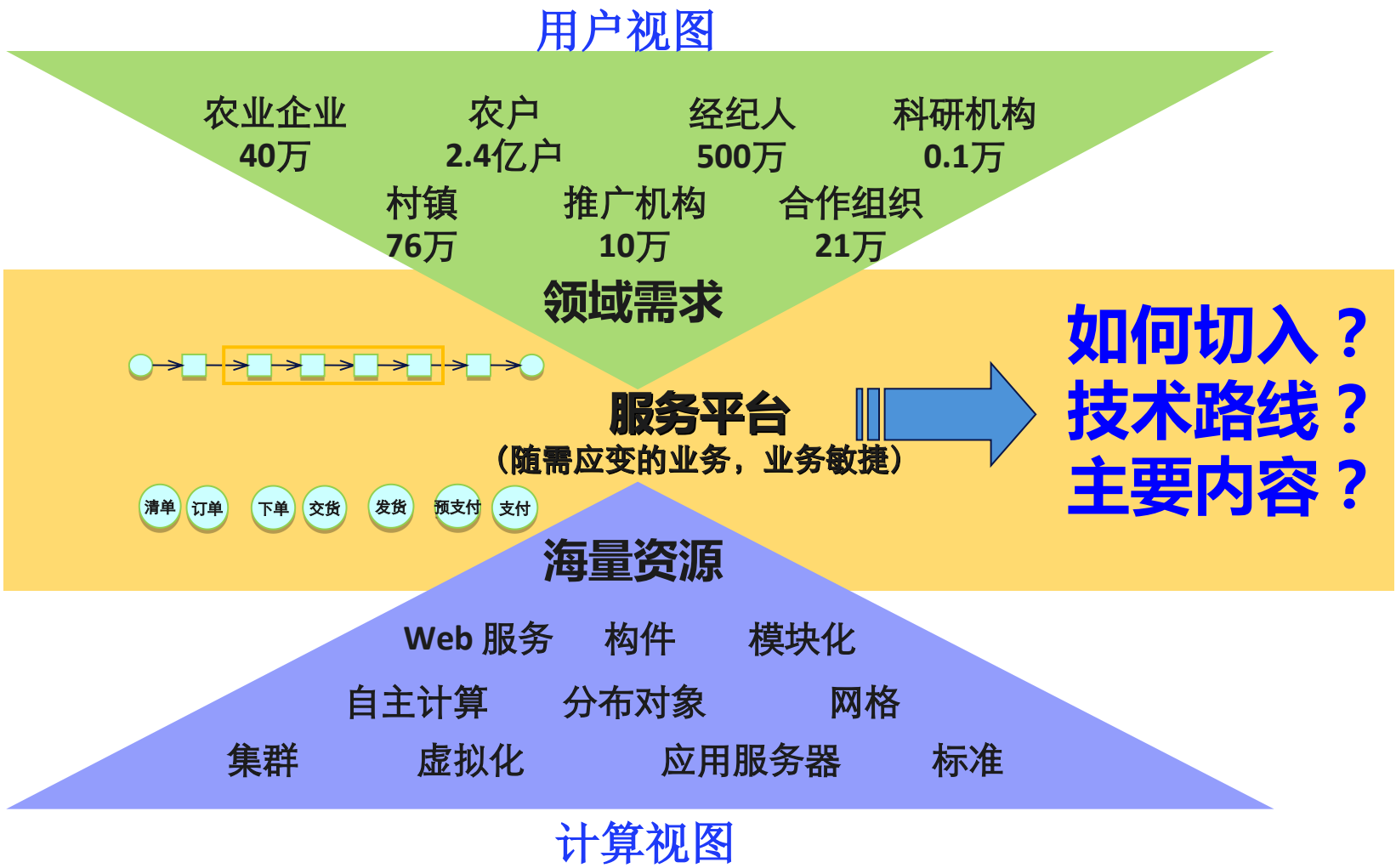


■ 支持农机作业历史数据记录与轨迹回放功能：能够检索指定农机在指定时间段的历史行走轨迹，包括经纬度、速度、航向角、日期信息，并回放历史作业轨迹功能

三、推进我国农业信息化建议


2010's
2000's
1990's
1980's
1970's
日/韩
中国
印度
美/欧
今后？
3S技术
精准农业
物联网
Internet
模型系统
数字农业
设施机器人
智能控制
决策支持
植物工厂
精准管理
数据库
数据库
Internet
智能装备
信息系统
专家系统
3S技术
决策支持
信息系统
物联网
科学计算
科学计算
数据库
模拟模型
Internet
模型系统
科学计算
信息系统
智能控制
物联网
决策支持
Internet
数据库
专家系统
精准农业
智能农机
数据库
3S技术
信息服务
自动化农场
信息系统
模型系统

我们面对一个多样的世界……



（一）对发展现代农业思考

- 进入21世纪，信息技术在农业领域的泛在应用，导致农业按需投入、产业链前后延伸、价值链不断放大的历史变革。在“四化同步”大背景下，我国进入了运用现代信息技术改造传统农业、走中国特色现代农业道路。
- 农业信息化变革农业生产组织方式，大幅度提高农业生产力。农业信息化转变农业发展方式，大幅度提高劳动生产率、土地产出率和资源利用率。

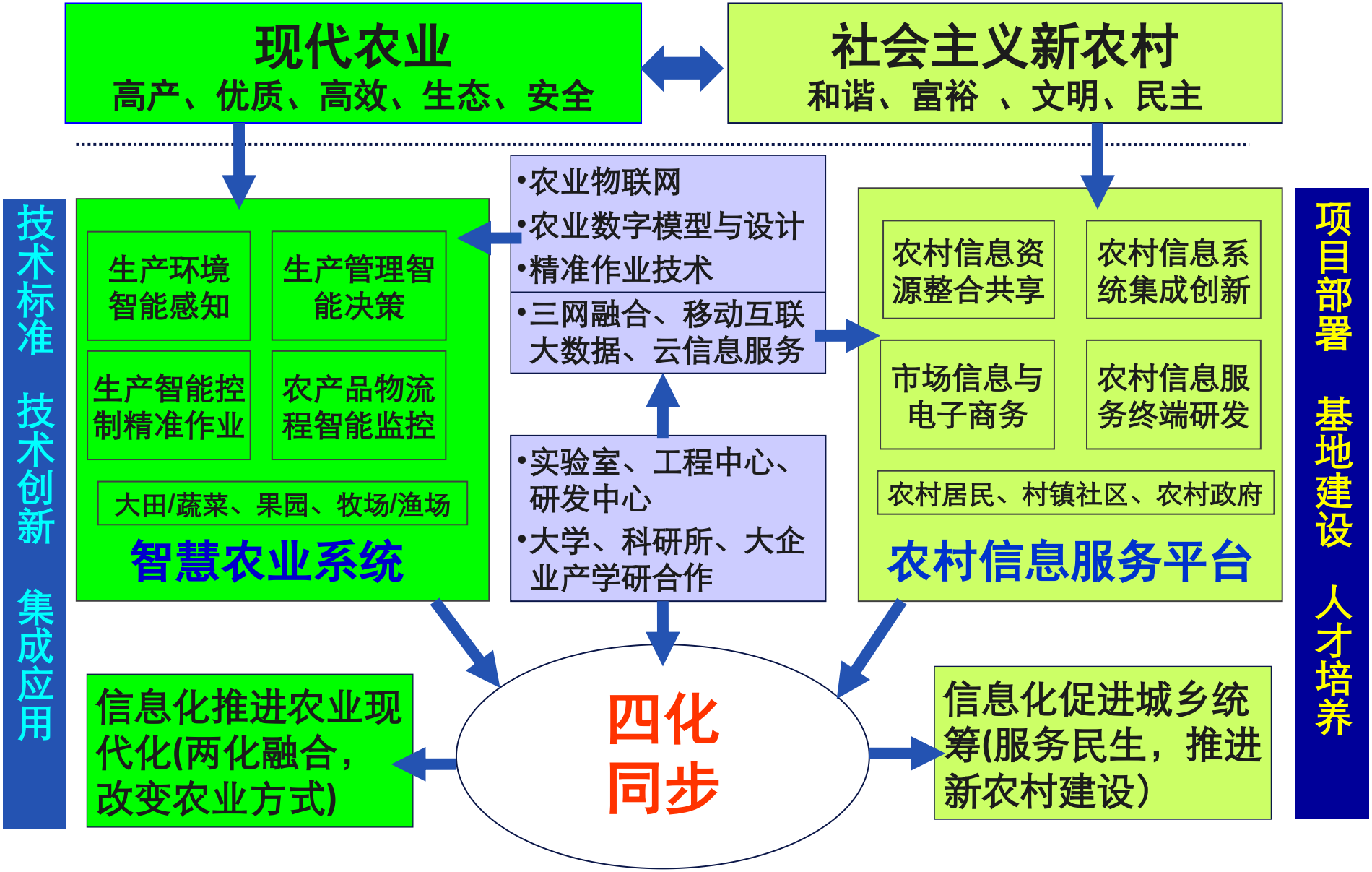
（一）对发展现代农业的思考

- 现代农业要素包括土地、资本、科技、人力、生态和信息六要素，信息是融合农业其它要素的要素，因此，也是最重要的元素。
- 现代农业是一个集种养加、产供销、农工商“一二三”产融合性产业，信息是三产融合的重要熔剂。
- 现代农业是一个集食物保障、原料供给、资源开发、生态保护、经济发展、市场服务一体的综合系统，信息是调控农业系统结构与功能、能流与物流的重要手段。
- 现代农业的典型特征是工业技术装备农业，随着信息化社会的到来，信息化已经成为现代农业新特征。

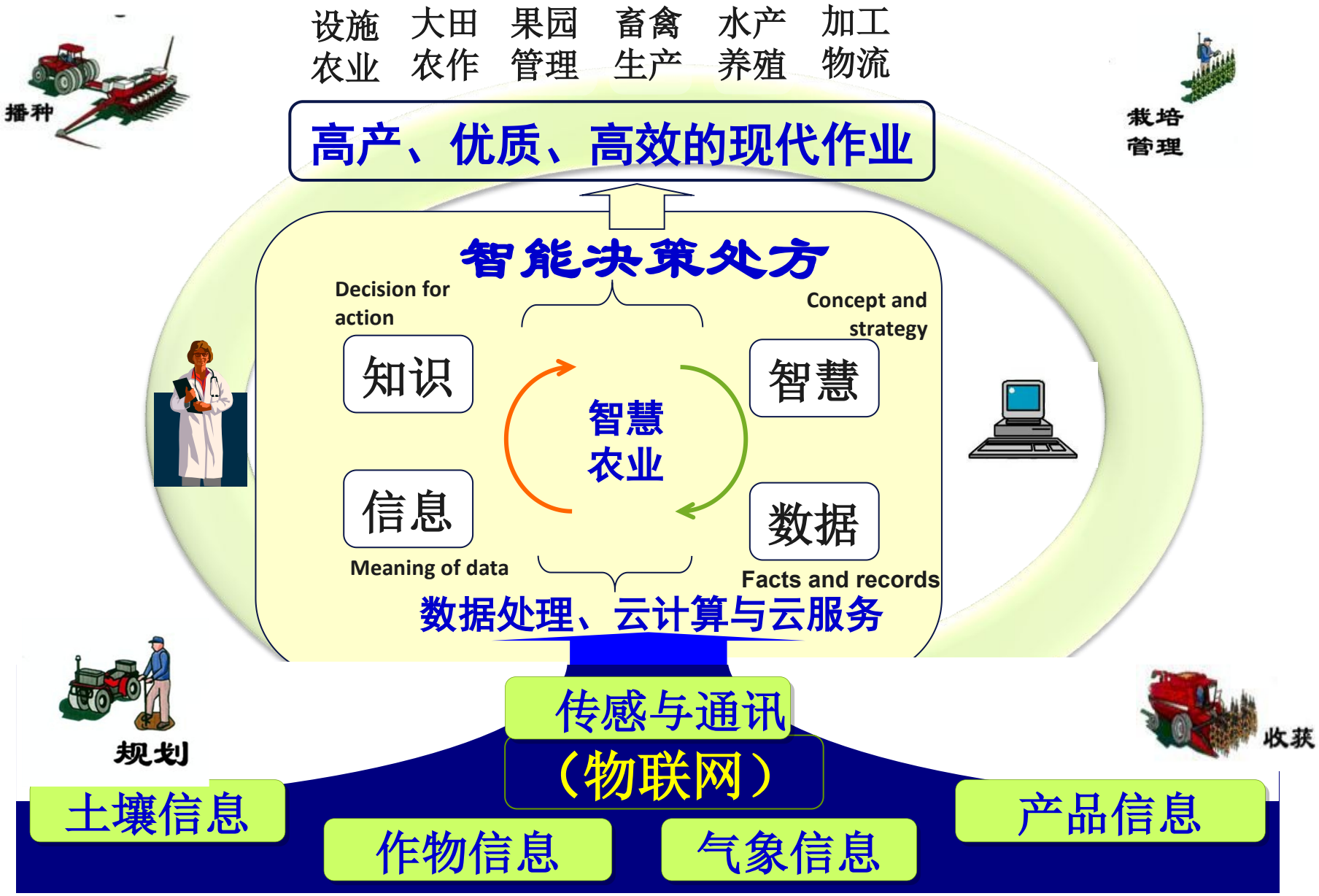
（二）对农业信息化的思考

- 对农业信息化的理解与把握：“信息技术本身不应该成为我们关注的重点，而是如何通过信息技术实现对农业生产生活有用的业务和应用”。农业信息化关键在于化“字”
- 须制定一个新的、全面的农业信息化发展战略，它具有所有工作的最高优先级。当我们制定战略时，必须与国家发展的战略需求相关联，让农业信息化成为农业现代化的杠杆。
- 具体实施时，必须提出一个纲领目标、一个实现路径、一个切入点，就像军事打仗一样，撕开一个口子，影响一个战局。开展旗舰式的重大任务研究。
- 加强信息整合、共享和系统集成，当我们实施农业信息化行动时，将如同面对自然灾害那样，确保信息共享、发布预警、做出协同一致的响应
- 加强机制创新，产-学-研，政府-企业-市场，政策-资金-人才的合作，实现协同创新发展。
- 加强前沿创新性研究开发，做好技术储备，今天是昨天20年的缩影，也是明天20年的现实。我们虽有后发优势，但维持时间不会太长。

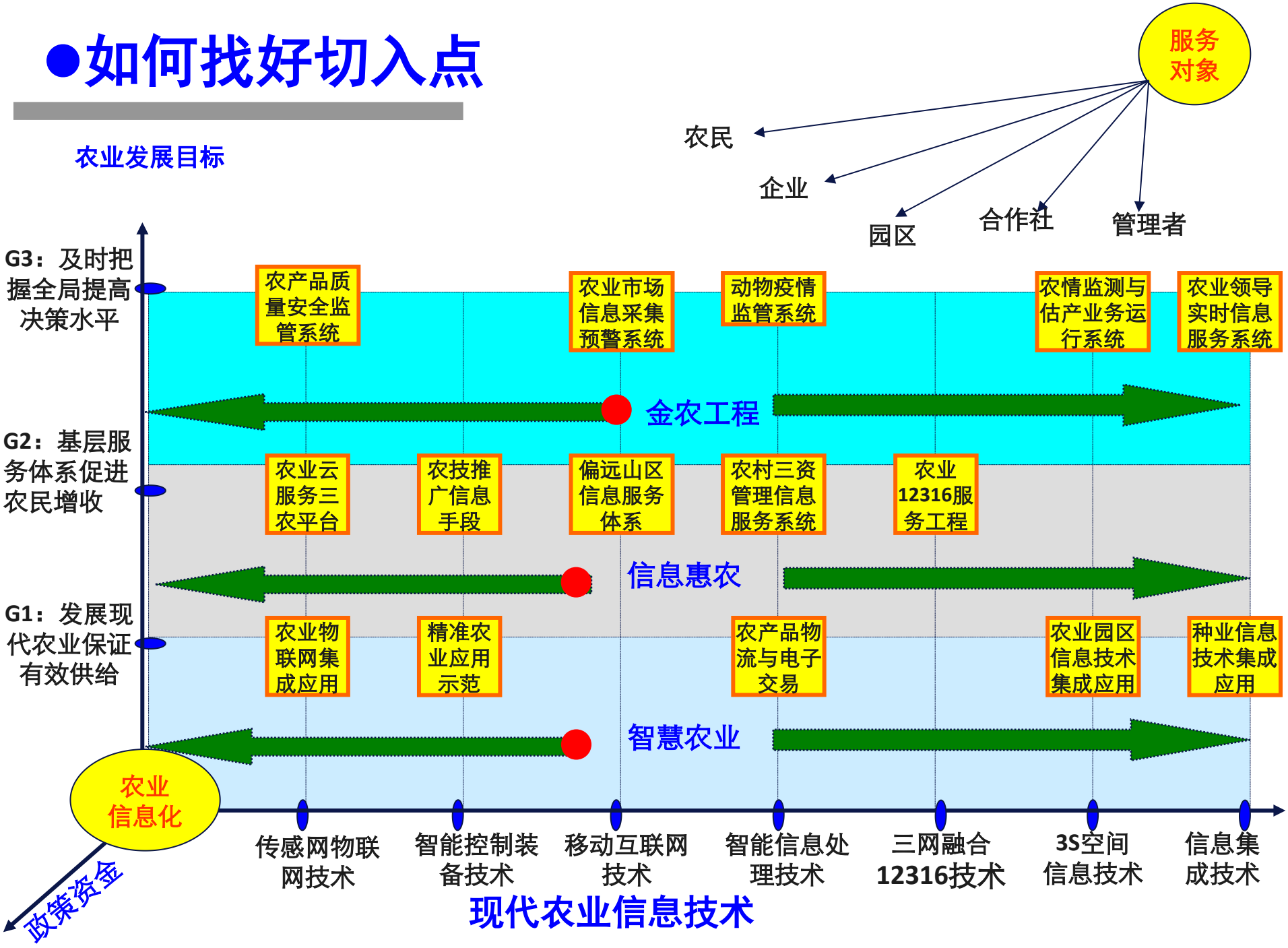
农业信息化发展战略布局



智慧农业（物联网）


设施 大田 果园 畜禽 水产 加工
农业 农作 管理 生产 养殖 物流
播种
栽培
管理
高产、优质、高效的现代作业
智能决策处方
Decision for action
Concept and strategy
知识
智慧
智慧
农业
信息
数据
Meaning of data
Facts and records
数据处理、云计算与云服务
规划
传感与通讯
（物联网）
收获
土壤信息
作物信息
气象信息
产品信息

●如何找好切入点


服务对象
农民
企业
园区
合作社
管理者
农业发展目标
G3：及时把握全局提高决策水平
G2：基层服务体系促进农民增收
G1：发展现代农业保证有效供给
农产品质量安全监管系统
农业市场信息采集预警系统
动物疫情监管系统
农情监测与估产业务运行系统
农业领导实时信息服务系统
金农工程
农业云服务三农平台
农技推广信息手段
偏远山区信息服务体系
农村三资管理信息服务系统
农业12316服务工程
信息惠农
农业物联网集成应用
精准农业应用示范
农产品物流与电子交易
农业园区信息技术集成应用
种业信息技术集成应用
智慧农业
农业信息化
政策资金
传感网物联网技术
智能控制装备技术
移动互联网技术
智能信息处理技术
三网融合12316技术
3S空间信息技术
信息集成技术
现代农业信息技术

谢 谢！

赵春江

国家农业信息化工程技术研究中心