农业监测预警中的科学与技术问题

许世卫　　研究员

中国农科院信息所农业监测预警团队　首席科学家
农业部农业信息服务技术重点实验室　主　　任

2017AOC

内 容

一、农业监测预警的科学问题

二、农业监测预警的关键技术

三、农业监测预警的典型应用

2017AOC

一、农业监测预警的科学问题

2017AOC

农业监测预警开启了现代农业管理的新篇章

人类经历的农业形态

- 古代农业

- 传统农业

- 现代农业

以监测预警为目标的信息技术引领驱动现代农业发展

农业预警的价值与意义

农业风险

生产

水灾

风灾

旱灾

龙卷风

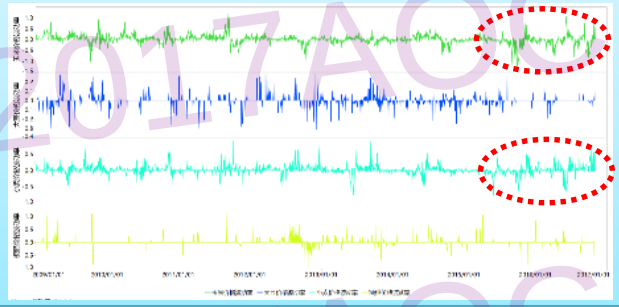
2015年，全国受灾面积约3.26亿亩；直接经济损失2700亿元。

市场

价格大起大落

食物安全事件

2016年1-10月玉米价格日均波动率为0.6%，2015年日均波动率为0.4%



农业预警

减少30%损失？

- 减少受灾面积；
- 减少农产品损失；
- 减少投入品损失；
- 减少经济损失。

- 及时、全面、有效信息把握市场异常，稳定市场形势；
- 降低生产者损失，增强消费者信心。

农业监测预警中信息流与物质流

监测预警中的信息流

- 信息流的形成：农业大数据贯穿于农产品的生产、消费、流通的全过程，通过大数据与物联网技术对其进行感知，形成信息流。
- 信息流的意义：通过对农产品信息流的流量、流向进行分析，对农产品全产业链进行模拟，可实现动态预警和精准调控。

监测预警中的物质流

- 农业监测预警物质流是指农业生产、消费和流通过程中物质的存量与流量，通过追踪物质在农业全产业链中的流通情况进行分析，可对掌握农产品的产销进行精确预测。

监测什么

生产维

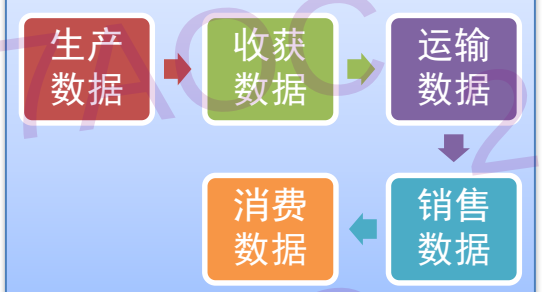
长势长相
- 苗情/株高
- 叶片颜色
- 根系/挂果
- 牲畜体征/体重
- ···

病情虫情
- 病株病症
- 虫害程度
- ···

墒情灾情
- 土壤温湿度
- 土壤含水量
- 降雨量/受灾面积
- ···

信息维

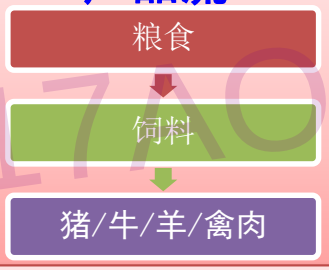
数据流



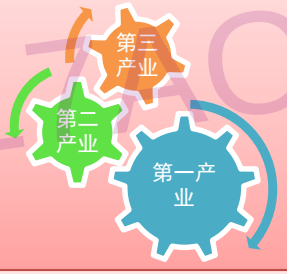
信息流

经济维

产品流



产业流



价值流

2017AOC

预警什么

产量预警

$$Y = f(y_1, y_2, y_3, \ldots)$$

Y_{Alarm} =
- Red Y>10% or Y<-10%
- Orange 10%>Y>8% or -10%>Y>-8%
- Yellow 8%>Y>5% or -8%>Y>-5%
- Blue 5%>Y>-5%

y_1 = 气象产量, y_2 = 投入产量, y_3 = 管理产量

消费量预警

$$D = f(d_1, d_2, d_3, \ldots)$$

D_{Alarm} =
- Red D>10% or D<-10%
- Orange 10%>D>8% or -10%>D>-8%
- Yellow 8%>D>5% or -8%>D>-5%
- Blue 5%>D>-5%

d_1 = 工业消费, d_2 = 食用消费, d_3 = 损耗量

价格预警

$$P = f(p_1, p_2, p_3, \ldots)$$

P_{Alarm} =
- Red P>15% or P<-15%
- Orange 15%>P>10% or -15%>P>-10%
- Yellow 10%>P>5% or -10%>P>-5%
- Blue 5%>P>-5%

p_1 = 田头市场, p_2 = 批发市场, p_3 = 零售市场

全国蔬菜批发价格月度波动情况

品种	明显波动（5%–10%）	显著波动（10%–15%）	剧烈波动（15%）
	次数	次数	次数
油菜	23	26	115
洋白菜	27	25	104
西红柿	23	26	96
韭菜	29	24	111
菜花	32	30	92
茄子	21	20	120

预警的3大难题：

未来会发生什么？

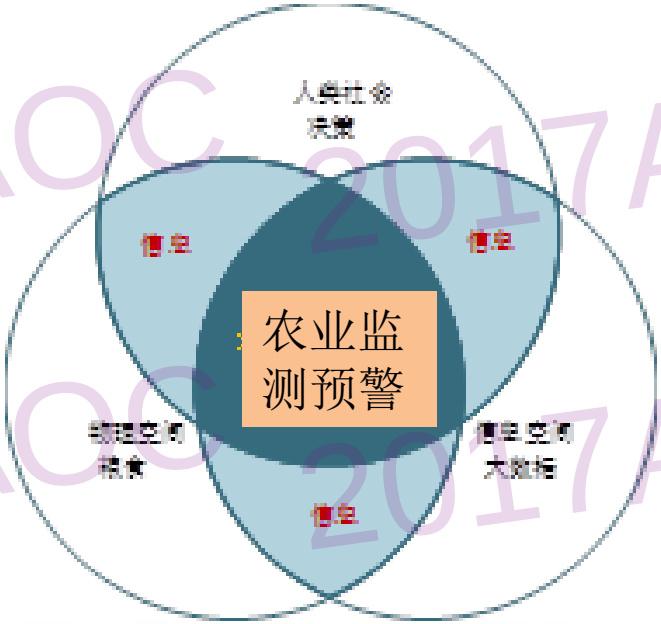
发生到什么程度？

警情是否冲出阈值？

科学问题1：信息流感知

三元空间信息流如何感知

- 三元空间是：信息空间、物理世界和人类社会。
- 他们之间的信息相互交织，通过信息技术获取，产生了大数据。



信息获取

交织性

信息感知

大数据

- 规模大
- 种类多
- 价值密度低
- 变化速度快
- 数据的稀疏性
- 数据的重复性
- 分布不平衡性

科学问题1：信息流感知
三元空间信息流如何感知

反映农业演化规律的线索往往同时碎片化地存在于信息空间、物理世界和人类社会三元空间的人机物的交织性之中。

- 如何实现信息流的泛在识别，三元空间中的多模态、多粒度数据如何统一表达、萃取、访问和推理?
- 如何实现信息流获取的协作协同，包括跨空间、跨系统的异构互补数据协同获取?
- 如何实现信息流中数据的可信度量、质量评估、时空关联和校验互补?

科学问题2：智能预警

- 人具有灵活性和生物智能性，机器具有移动性、操作性强的特征，在大数据时代人发挥人的优势，机器人发挥机器人的优势，人机融合，让机器人更智能，才能实现实时精准预测预警。这里面需要思考以下问题：

  - 如何智能化对农业多源异构数据进行快速存储、自动甄别和并行处理；
  - 如何建立具有自学习、自适应的智能农业分析模型；
  - 如何智能的划分预警级别。

2017AOC

二、农业监测预警的关键技术

2017AOC

农业监测预警面对两大挑战

难点1：数据获取难

数据的实时性	• 大范围实时数据获取难 • 实时数据共享难
数据的准确性	•部门“数据打架” •数据解释不一致
数据的连续性	• 统计指标变化 • 监测预警数据标准尚未建立

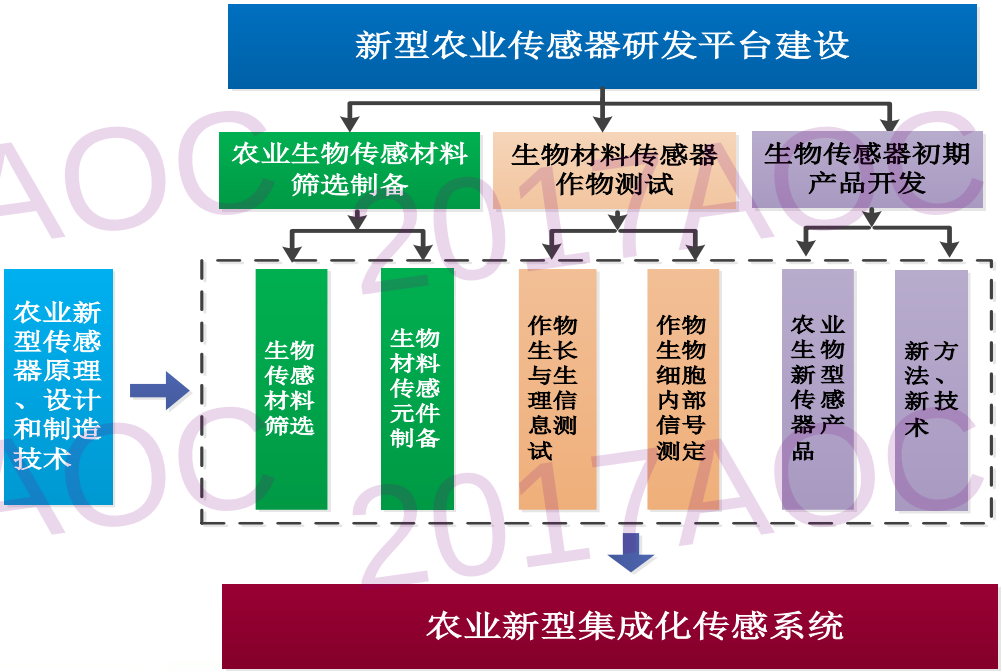
难点2：数据分析难

统计学方法	• 难以应对复杂系统问题 • 方法的适用性不足
计量经济学方法	• 理论模型是否能全面反映问题 • 无法表现社会经济难以量化的因素
智能分析方法	• 交叉学科，缺乏专业化人才 • 方法尚未广泛应用、验证

（一）数据采集技术

除了调查统计、仪器观测和实验采集等传统的数据统计方法与技术外，新型的微小型、低功耗、高精度、低成本的农业传感器、生命感知传感器等技术正在兴起。

- 微纳米传感器
- 智能传感器
- 网络信息传感器
- 网络机器人



作物生理信息感知技术

- **空间尺度**：不同维度的作物生理信息呈现出不同的监测灵敏度及感知区域范围，如作物表形图像、气味信号和生理电信号三个维度，感知区域范围逐渐缩小、监测灵敏度逐渐精准。

主要体现在：

- 作物表形成像检测提供外观模糊定位范围
- 作物散发气味（挥发性有机化合物）实现精准定位（定品、定时）范围
- 不同生长阶段作物细胞尺度所产生的生理电信号反映作物生理信息特征

作物生理信息感知技术—电信号

- **时间维度**：不同生长阶段的作物生理信息呈现出不同信息，全生长周期多维度作物生理信息的监测，有利于为农业监测预警提供更全面、更有说明力、更有准确预判性的数据化监测。

主要体现在：

- 不同生长阶段作物表形成像不同
- 不同生长阶段作物散发气味（挥发性有机化合物）不同
- 不同生长阶段作物细胞尺度所反映的生理电信号不同

2017AOC

（二）数据分析预警技术

- 大数据机器学习技术
- 复杂系统建模技术
- 多源混频数据预测技术
- 智能化预警与模拟评估技术

2017AOC

大数据机器学习技术

农业监测预警中的农业大数据处理与分析难题

2017AOC

- **建模技术：**

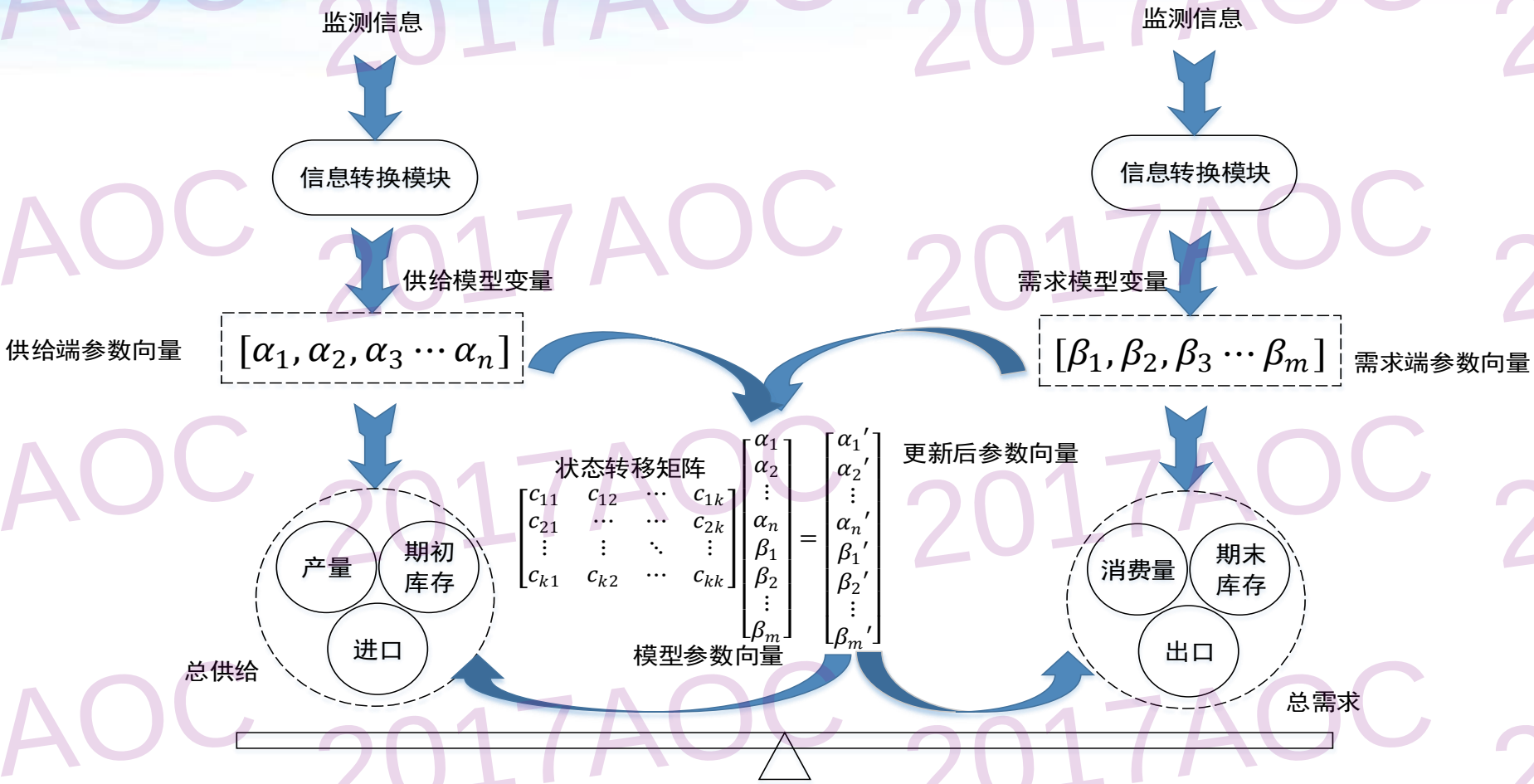
$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \cdots + a_n X_n$$

  - 农作物生长与产量形成机理建模；
  - 农产品消费行为与消费量变化动态建模；
  - 基于多代理系统进行农业智能仿真模拟；

- **关联分析：**

  - 专家会商系统结合；
  - 专家智慧动态引入；
  - 仿真模拟智能化和自适应；
  - 仿真过程介入；
  - 仿真结果反馈；
  - 生产与市场决策流程优化。

基于参数耦合的农业监测预警模型



模型间的深度耦合是农业监测预警模型的一个重要特征，模型通过计算机迭代算法确立的状态转移矩阵，可以实现农业监测预警模型中可调参数的耦合。

三、农业监测预警的典型应用

2017AOC

农业监测预警应用类型

- 农业展望/USDA outlook
- FAO-OECD outlook
- 扶贫/管理

- 春天种什么对
- 秋天卖什么贵
- 买什么生产资料最实惠

- 农业支持服务
- 农业大环境
- 农业贸易

- 区域产品的短缺和过剩
- 市场价格的变化

监测应用的关键点：知道现在发生了什么

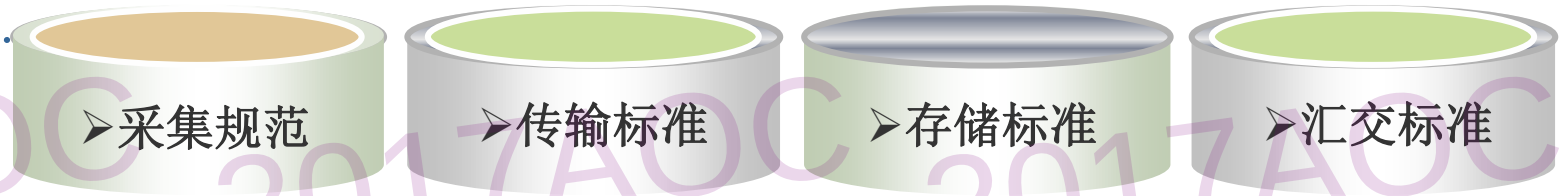
现代农业基准数据，是指现代农业建设过程中涉及的生产、经营、管理等各种活动所依赖的标准化、基础性、系统性数据。

- 采集内容
- 采集方式
- 采集时间
- 采集地点
- ……

- 传输速率
- 编码标准
- 传输方式
- 传输冗余
- ……

- 存储格式
- 存储方式
- 存储安全
- 数据结构
- ……

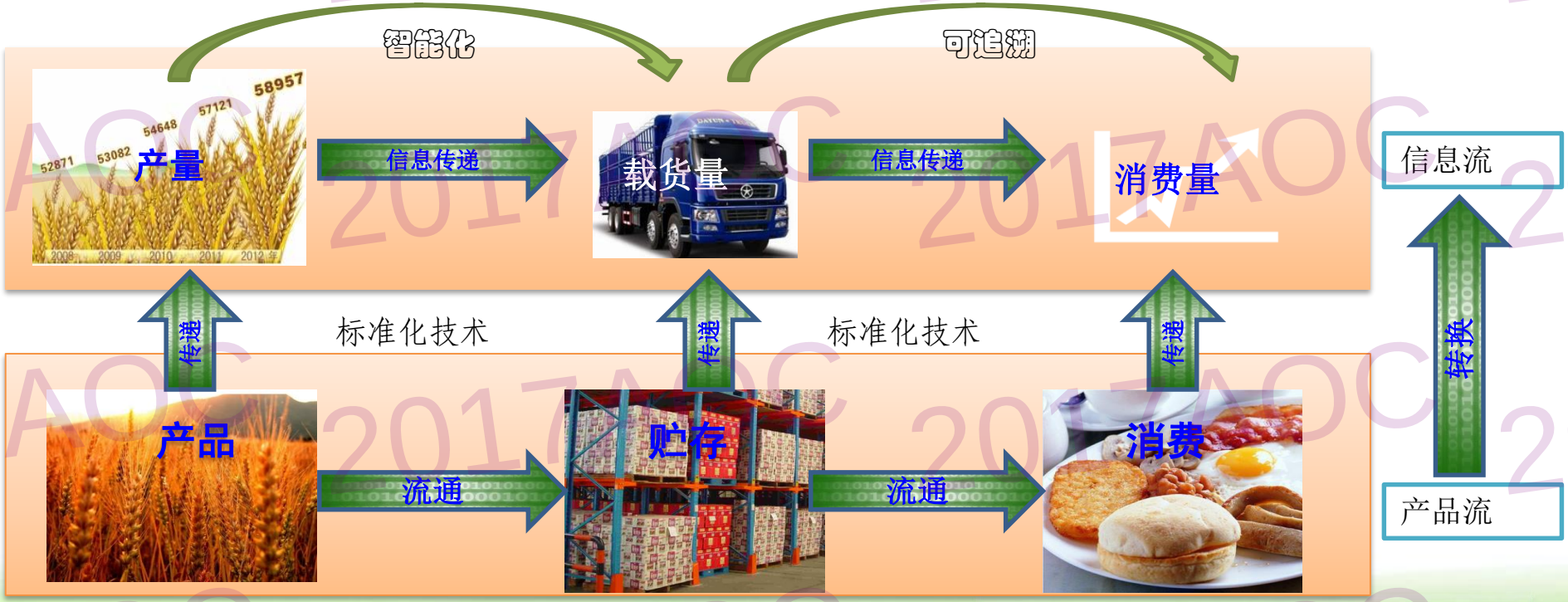
- 汇交方法
- 汇交内容
- 汇交分类
- 汇交范围
- ……



农业基准数据标准体系框架

结果性分析：可能会发生什么

- 生物材料的纳米传感器
- 搭载在无人机上的传感器
- 农产品市场信息流监测技术
- 多品种市场关联预测技术
- 农产品市场预警多维模拟技术
- 产销信息匹配捕捉技术



怎样去监测预警

研制内部相互统一、模型相互关联、总体功能完备的农产品监测预警模型集群系统，尽最大可能解决模型空间与真实世界的值差难题，实现各应用领域上覆盖农业全产业链的全程监测预警。

集群巨系统

- **多品种巨系统**：构建品种上覆盖粮棉油糖等多种分品种，领域上包括种植、消费、价格、贸易等板块的品种巨系统
- **模型集群巨系统**：构建包括作物生长模拟模型、计量经济学模型、均衡模型等各模型的模型巨系统
- **时空巨系统**：构建时间上从短期到长期，空间上跨越全球的农业监测预警空间巨系统。
- **功能巨系统**：构建具有数据分析、预测预警、模拟仿真、农业展望等各个功能模块的功能巨系统。

热点方向一：小品种的监测预警研究

近年来，小品种的价格波动加剧，“油你涨”、“蒜你狠”、“豆你玩”、“苹什么”成为热门词语。

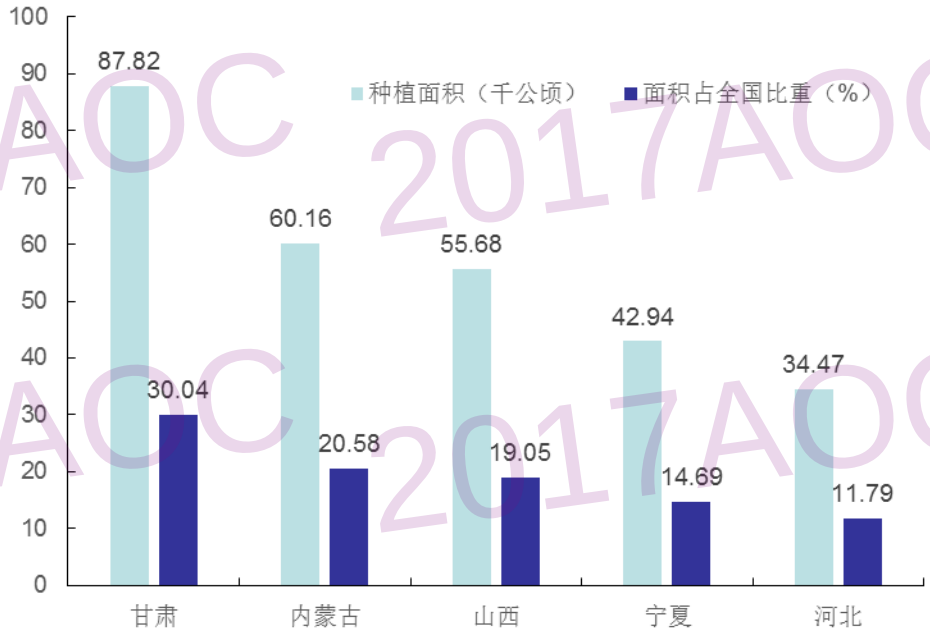
绿豆、胡麻、芝麻等小品种作物多数分布在山区、贫困地区、少数民族地区，对特殊人群的减贫增收具有重要意义。

监测品种：

- 杂粮小品种：高粱、荞麦、糜子
- 油料小品种：芝麻、胡麻、向日葵
- 食用豆小品种：绿豆、小豆、蚕豆
- 小宗果蔬：鸡毛菜、芦笋、火龙果
- 小宗水产品：大闸蟹、油滚鱼、鲩鱼

监测地区：

- 粮食生产功能区
- 重要农产品生产保护区
- 特色农产品优势区

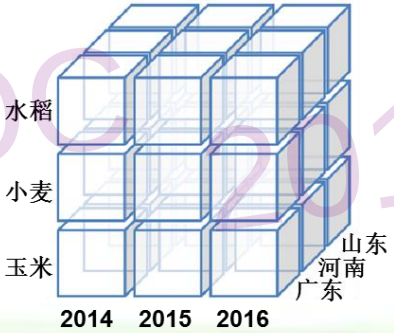


如：胡麻仔种植主要集中在甘肃、内蒙古、山西、宁夏、河北5个地区，面积占全国比重96.2%。

热点方向二：分地区的监测预警

对内开展省域的监测预警

- 开展省市的特色品种展望分析和预警
- 开展相似省市的区域联动分析预警
- 建立从国家到省区市的综合性预警分析



对外开展国家农产品监测预警

基于全球视角，构建全球监测网络体系。

针对重点品种，率先开展国际供需平衡表分析

加强国际合作，实现农业展望的区域协同与合作。

E-mail: xushiwei@caas.cn
Telephone: 0086-10-82109902