



## 关于发展农业物联网的 几点认识\*

文 / 余欣荣

中华人民共和国农业部 北京 100125

**【摘要】** 文章从狭义和广义两个角度阐述了农业物联网的概念和内涵;运用信息论、系统论和控制论的基本原理,分析总结出农业物联网(有的涵盖物联网)的人机物一体化、生命体数字化、应用体系社会化的特征和全要素、全系统、全过程的“三全”发展理论;从生产力与生产关系角度,系统分析了农业物联网促进农业生产智能化、经营网络化、管理高效透明和服务便捷的作用。根据我国实际,提出了我国农业物联网理论研究、实践探索、效益优先和创新发展的路径。

**【关键词】** 农业物联网,决策控制,人机物一体化特征,“三全”理论,发展路径

**DOI:** 10.3969/j.issn.1000-3045.2013.06.001

信息技术的高速发展与广泛应用,推动了世界经济增长和人类社会进步。党的“十八大”报告提出了“四化同步”的战略部署,将信息化和农业现代化建设提升到国家战略的高度,使现代农业建设进入新的发展阶段。在这一历史进程中,农业物联网作为改变农业、农民、农村的新力量,必将发挥巨大作用。当前,发展农业物联网,不仅要在实践中努力推进技术创新和服务模式创新,还要注重结合我国国情、农情,在理论上深化研究,认真把握发展特征,正确选择发展路径,助推现代农业跨越发展。

### 1 正确认识农业物联网的概念和内涵

农业物联网伴随着信息社会的浪潮,正在我国悄然兴起,开始为人们所关注,可望

成为推动现代农业发展、提高农业发展质量、推进城乡发展一体化的巨大力量。总体上看,目前这项技术正处于研发、区域试验、多途径应用阶段,正确认识农业物联网概念和内涵十分必要。

农业物联网将是一次全新的农业技术变革,也是未来世界农业发展的新生动力。现阶段农业物联网概念可以从狭义和广义两个角度去理解。

狭义的农业物联网,或从技术角度看,是指应用射频识别、传感、网络通信等技术,对农业生产经营过程涉及的内外信号进行感知,并与互联网连接,实现农业信息的智能识别和农业生产的高效管理。在这里,物联网主要是指:(1)一种技术手段,它既是互联网技术的拓展,又是现代信息技术的创

\* 修改稿收到日期:2013年7月22日



中国科学院

新;(2)依托自动识别与通信新技术,实现物与物的相联;(3)各类传感器感知的信号,主要是种植业、畜牧业、水产业中所涉及的土壤、环境、气象等自然类信息,其处理与管理的数据也主要是农业生产系统内部的自然要素信息。简单地说,狭义农业物联网是指农业生产相关的物与物联接的一项新技术。

广义的农业物联网,或从管理角度看,是指在农业大系统中,通过射频识别、传感器网络、信息采集器等各类信息感知设备与技术系统,根据协议授权,任何人、任何物,在任何时间、任何地点,实施信息互联互通,以实现智能化生产、生活和管理的社会综合体。它是信息社会中农业领域发展的更高形态。在农业物联网中,存在各类信息感知识别、多类型数据融合、超级计算等核心技术问题。概括地说,广义农业物联网就是农业大系统中的人、机、物一体化的互联网络。

以计算机、互联网及移动通信为代表的现代信息技术,是迄今为止对人类社会影响最深刻、最广泛、最迅速的一项伟大发明,它推动了现代人类由工业社会向信息社会快速转变。对于这样一个覆盖全球的大事物,仅仅从技术的角度去分析定义,去把握内涵是远远不够的。也因此,在今天计算机、互联网等方面存在的一些重大全球性问题,不能说不与此有关。人类已经进入信息社会的物联网时代,就农业而言,亦可称之为农业物联网社会。

农业物联网社会是指,以自动识别与感知、通信为特征,以人、机、物一体化为基本方式,构建起多层次、多形式的智能化的农业关系总和。在这个综合体中,最基本的三要素:人、机、物;最基本的联系方式:人机物一体化;最基础的定位:人为根本,机为关键,物为对象;最基本的组织要素:行为合格化的人、不断现代化的信息工具和智能化的物。具体讲,“人”的行为合格化。一方面,就是所有参与体系之中的人,包括自然人和法人,必须遵守基于社会伦理和相关法律制定的规程和标

准,包括行为人的相关信息,人应遵守的规程和标准;另一方面,人为根本,应以人的需求为出发点,在标准许可的前提下,给人创造便捷、实现利益最大化的应用条件。“机”的现代化。这里的“机”,是相对“人”和“物”不同层次、不同形式的联系,而确定具体的内容,既可以是传感器,也可以是承担通信功能的工具,还可以是整个信息空间。人们通过技术创新和应用,实现更快效率、更大范围、更高强度的互联互通。“物”的智能化。它指的是与农业相关的物,既包括物理的物,也包括虚拟的物,通过实行精细化、智能化的动态管理,把它们的变化更准确、及时、全面和深刻地反映出来。

## 2 全面把握农业物联网的鲜明特征

农业物联网通过信息感知、传输和处理,把农业现代技术和现代信息技术集成应用。集约化、规模化、专业化、社会化是它的本来属性,与现代农业经营体系的规模化、集约化天然一致。因此,与物联网在其他领域的应用相比,农业物联网既有挑战性,更有重大机遇,关键是要把握它的特征,顺势而为。

### 2.1 人机物一体化特征

农业物联网把农业生产内部过程中所需的自然、经济等要素以人机物的形态有机联系起来;也把农业生产、经营、管理全过程中所涉及的人、机、物有机联系起来,将传统的人、机双方交互,转型为人机物三方交互。这种人机物三者相互融合的本质是为农业、农村和农民提供更透明、更智能、更泛在、更安全的一体化服务,实现人、机、物的相互协调与和谐发展。其中,人是核心,机是手段,物是对象,三者相互依赖,相互作用,缺一不可。

实现农业各子系统互联、互通,仅仅是农业物联网的低级阶段,基于开放农业物联网应用系统的透明化、自动化、智能化、协同化实时管理,才是农业物联网的真正目标。农业物联网不仅将农业系统中的人与物联系在一起,使之随时随地都可以发生联系,更重要的是实现了以智能决策和

全面自动化为目标的数据处理与远程控制。

农业物联网更加注重人机物一体化,机作为增强人和物联系的纽带,提高了人感知物、控制物的能力和手段。人机物一体化的特点决定了发展农业物联网不能只见物不见人或只见人不见物。要使农业物联网健康持续推进,必须综合考虑人、机、物的综合配置与协调,实现人机物一体化发展,才能真正发挥农业物联网的作用。

## 2.2 生命体数字化特征

农业物联网的作用对象大多是生命体,需要感知和监测的生命体信息从作物生长信息如水分含量、苗情长势,到动物的生命信息如生理参数、营养状态等,这些信息都与周围环境相互作用,随时随地发生着改变。如果要将这些实时变化的数据记录下来,其数据量将是海量的。

要掌握农业生命体生长、发育、活动的规律,并在此基础上实现其各类环境的智能控制,必须在采集到的大量实时数据的基础上,构建复杂的数学模型或组织模型,进行动态分析与模拟,在大量科学计算的基础上,基于模型再现整个生命体在生命周期中的活动,揭示生命体与周围环境因素之间的相互作用机理,以真正发现农业领域生命体的共性及个性特征,并将之用于农业环境的控制和改善,达到提高农业生产率的目的。

因此,对农业物联网的应用来说,感知层的各类传感器或传感网络为信息的全面获取提供了手段,传输层的各种类型的网络为信息的可靠传输提供了媒介,而信息获取和传输则为农业物联网的核心环节,为信息智能处理提供了支撑。只有从农业对象的生命机理角度出发,花大力气去研究、模拟农业生命体诸因素之间的关系,解释其生长、发育和变化规律,并做出相应的决策、实施控制,才能实现物联网对传统农业的改造升级,才能极大提升农业生产水平。

## 2.3 应用体系社会化特征

物联网所构造的人机物世界包括信息空间、客观世界和人类社会,它们相互作用融合为一个动态的、开放的网络社会。农业物联网面对的是纷繁复杂、变化万千的客观世界,它与作用对象所在的环境紧密关联,因而决定了农业物联网的大规模和复杂性。同时农业物联网应用体系的混杂性、环境变化的多样性以及控制任务的不确定性,也决定了农业物联网需要社会化分工与协同。

农业系统是一个复杂系统,它具有要素和环境的复杂性、风险的不确定性等特性。农业问题涉及食品安全问题、农产品消费问题、城乡协同发展问题、农民生活问题等等。在用物联网技术去感知农业、管理农业、服务农业、提升农业的过程中,将会不可避免地涉及到社会层面的问题,甚至社会问题对物联网的影响会远远大于技术本身的应用。

因此,在农业物联网的应用过程中,必须充分考虑其社会化特征,充分考虑技术层面之外的问题。在开展物联网工作时,必须完善相应的标准体系、应用体系、治理结构、法律法规、配套政策,及时采取有关措施,才能在改善、优化、推动社会层面问题的解决上发挥巨大作用。

## 2.4 发展理念“三全”化特征

农业系统是一个包含自然、社会、经济和人类活动的复杂巨系统。因此农业物联网必须遵循全要素、全过程和全系统的“三全”化发展理念,才能保证其发展的科学性和有效性。“全要素”是指包含农业生产资料、劳动力、农业技术和管理等全部要素,如水、种、肥、药、光、温、湿等环境与本体要素;劳动力、生产工具、能源动力、运输等要素;农业销售、农产品物流、成本控制等要素。



中国科学院



“全系统”是指农业大系统正常运转所涉及的自然、社会、生产、人力资源等全部系统,如生产、经营、市场、电子政务、溯源防伪、决策会商等环节的系统。“全过程”是指覆盖农业产前、产中、产后的全部过程,如农业生产、加工、仓储、物流、交易、消费产业链条的各环节及监管、政策制定与执行、治理与激励等多流程。

农业物联网的研究应用如果仅从一个或几个方面出发,其功能和效益将会减弱,难以实现资源配置与利用的最优化。发展农业物联网,要充分体现“全要素、全过程、全系统”的系统论观点,从全生育期、全产业链、全关联因素考虑。感知控制的要素越多、系统性越强,物联网系统处理的信息就越全面,作用效果也就越精确、越有效。

### 3 积极发挥农业物联网的引领作用

随着物联网的技术进步和推广应用,它与农业的融合不断加深,将在农业精准生产、农产品电子商务、农村社会管理、农业信息服务、推动农业规模化发展等方面大显身手。

#### 3.1 引领生产向智能化转变

传统农业生产是相互独立的、分散的、割裂的一家一户模式,小农经济的意识与行为占据主导地位。物联网将以其特有的技术优势、经济特征及社会网络属性,引领传统农业在产业布局、技术装备、措施管理等方面向智能化转变。

(1)有利于促进农业结构优化、布局合理。农业物联网通过感知农产品数量、质量、品种的供给与需求,自动寻求农业生产与市场流通的匹配度,从而促进农业生产要素的合理流动,推动农业产业结构的优化升级,实现农业资源的有效配置,提高农业生产效率。(2)有利于提升农业生产工具的专业化、智能化,有利于大型农业机械装备发挥效能。农业环境的复杂性、农事操作的多样性、动植物需求的精准性,都需要专业的,具有感知和控制功能的智能设备支持,这方面农业物联网具有得天独厚的优势。如,自动插秧机、播种机与收割机,规模养殖场自动饲喂设备得到了充分应用,黄

瓜采摘机器人也已问世。(3)有利于推进大田作物各种农事管理的精细化、农事措施的合理化,如水肥管理、植保管理等的数字化。农业传感器可以准确感知农作物生长环境的墒情、养分,通过智能运算与分析,提出决策建议,实现各种生产管理的精准化。

#### 3.2 引领经营向网络化转变

如何做好农产品市场流通和产销衔接一直是农业生产经营面临的难题。通过物联网技术的应用,将显著提高生产、流通、消费过程中的信息获取和信息应用能力,推动市场交易的网络化,促进农产品产销结合的智能化管理。

物联网技术将推动农产品市场实现网络化经营。有了物联网的监测分析,市场管理者与消费者就能够随时了解各种农产品的产地、产量、品质、上市时间等信息,实现远程网络交易,并通过物流物联网系统随时掌握商品所处的位置和环境信息。同样,农民通过流通物联网提供的信息,就知道哪里的销量好、价格高,并通过网络进行交易。

物联网技术将加速农产品电子商务技术的发展。近年来,农业电子商务发展迅速,2012年仅阿里巴巴平台上农产品的交易额已近200亿元,但交易量在总量比例当中仍然很低,这是因为产品标准化程度低、物流体系不完善、仓储运输管理水平不高等因素,在很大程度上制约了农产品电子商务的发展。有了物联网技术以后,就能够通过生产智能管理促进产品生产和产品标准化,通过智能冷链物流和仓储体系保证农产品的储运环境,通过智能调度系统确保物流的快捷,通过电子交易系统及时获取和发布市场信息,加速推动农产品电子商务的发展,实现农产品交易的最快速度、最短距离和显著提升农产品流通环节的效率。

物联网技术还能够推动农产品产销的智能撮合。通过对农业生产和流通环节信息的感知和模拟,物联网技术的应用能够实现农产品产销的异地异时对接,同时强化对生产和消费出现的结构

性、区域性和季节性波动的系统监测与分析,提高对农产品市场宏观管理的水平和应对突发性事件的能力。

### 3.3 引领管理向高效透明转变

农业领域的管理一直是社会管理的重点和难点。农村资源、资金、资产的使用和管理,农村社会管理,农产品质量安全都关系农民切身利益,社会广泛关注,长期以来一直难以做到高效透明。通过物联网技术的应用,将显著增强信息的即时获取和处置能力,有效提高信息发布的透明度、社会管理的高效性和质量安全监管的精准性。

物联网技术将推动农业“三资”管理的高效透明。物联网技术的应用,能够通过“三资”的状态和变化的实时感知,减少管理中的人为干扰,增强管理的可信度和便捷性,实现管理的高效透明,切实保障农民财产权利,提高管理部门的公信力,激发农业农村的经济发展活力。

物联网技术将推动农村社会管理的便捷高效。通过治安监控、环境监控、交通监控、健康监控等物联网技术的应用,将极大提升对农村社会的信息监测能力,同时推动不同地区和部门信息资源的共建共享、互联互通,为突发事件的提前发现、及时处置和事后追查提供手段,有利于改变人口居住分散、管理成本高,应对各种突发事件能力差的局面,提高管理和服务的效率。

物联网技术将大大提升农产品质量安全监管效率和公信力。从近年来进行的农产品质量安全例行监测来看,我国农产品合格率都保持在96%以上,但农产品质量安全关乎人民的身体健康,哪怕只有极少的产品出现问题也会引起全社会的关注。农产品从农田到餐桌,经历众多环节,用传统的方法难以实现全程控制,出现了问题也难以及时发现。应用物联网技术建设农产品质量安全监测、监管、预警系统,将人机物结合在

一起,实现农业生产、流通、消费全环节的信息记录和管理,及时开展质量安全的监测、预警和监督管理,高效、快速地进行质量安全事件处置,可以大大提升农产品质量安全管理水平。

### 3.4 引领服务向便捷灵活转变

依托农业物联网在配置信息资源、提供服务手段等诸多方面的技术优势,可建立高效、智能、个性化的农业服务体系,引领农业服务向便捷灵活转变。在服务方式层面,农业物联网可以打破传统信息服务所要求的服务提供者和服务享受者“同时同地”的条件限制,节约人力、时间和协调成本;同时,也可通过完善信息服务载体,提供面向不同应用需求和不同应用环境的个性化智能决策服务,变被动响应为主动控制。通过全面提升这两类服务的水平,最终实现实时服务、定制服务、交互服务和智能服务,推动农业现代化进程。在服务手段层面,农业物联网引领服务技术与产品向多样化、便捷化、灵活化发展,在知识传播、农业经营、生产决策等方面发挥巨大作用。在服务模式层面,通过物联网技术建立普适性服务模式开展高效服务,还可以为农民实现自主学习、自主提高,为农村用户提供全面的信息服务和知识保障创造新手段。

## 4 科学选择物联网的发展途径

具有悠久历史的中国农业,在21世纪的新时代,赶上了“四化同步”的新机遇。以物联网为代表的信息技术日新月异,将为现代农业发展提供不竭动力。当前,要在充分考虑我国国情、农情、民情的基础上,积极探索并正确选择农业物联网的发展途径。

### 4.1 加强研究,奠定农业物联网理论基础

做好理论研究,是推动农业物联网健康、持续发展的基石。理论的创新、提升和完善,将为物联网提供更加广阔的发展空



中国科学院

间。相对于其他农业业态,物联网是新生事物,必然在起步和发展的初始阶段遇到这样或那样的问题,这就迫切需要从理论层面加强研究,夯实农业物联网理论基础,建立农业物联网理论体系。目前,理论研究要抓住以下几个重点:以物联网为代表的信息技术所形成的第三次浪潮,对社会、自然界和人类思维的冲击与影响;农业物联网社会的基本特征,人机物的关系与相互作用;农业物联网与生产力、生产关系以及经济基础、上层建筑的辩证关系;农业物联网的顶层设计,以及与工业化、信息化、城镇化、农业现代化的理论分析;农业物联网对农业、农村和农民的影响与作用,等等。

#### 4.2 积极试验,探索农业物联网实践模式

信息革命推动着现代农业的发展,物联网正在为转变农业生产经营方式注入新动力,成为催生农业现代化的新引擎。目前,物联网覆盖了农业生产、流通和消费等各个环节,好做法、好经验不断涌现,可谓繁星点点、璀璨夺目。但是,总体上尚未形成比较成熟的模式和典型,迫切需要试验示范、深化认识、积累经验。

农业是弱质产业,注定了物联网的应用不是一蹴而就、一步到位,必须试点探索、总结经验、循序渐进。要选择领导重视、经济条件好、农业水平高的区域进行试点带动,比如天津、上海、安徽等省市。2013年5月份,天津市根据“农业物联网区域试验工程”建设的需要,制定了《天津农业物联网平台实施方案》。该实施方案根据“互联互通、可看可用、可推广可持续”的总体目标,按照“全要素、全系统、全过程”三全理念,进行顶层设计与分步实施。当务之急,就是要加快天津农业物联网平台建设步伐,尽快出标准、出模式、出典型,并充分发挥示范、引领作用,带动农业物联网上水平、上台阶。

#### 4.3 突出效益,强化农业物联网引领作用

农业是自然再生产与经济再生产的有机统一,也是一个复杂的巨系统,因此,农业物联网具有强烈的自然属性、社会属性以及技术属性。这

在客观上要求农业物联网的发展,必须坚持“效益优先与以人为本并重、政府引导与需求拉动兼顾”的基本原则。

“效益优先”是发展农业物联网的根本动力和关键问题。在市场经济条件下,只有能够促进农民增收、农业增效、农村繁荣的技术与装备,才能得到社会认可、农民接受,并展现强劲的生命力。农业物联网是一项伟大的事业,其强大的生命力必须通过“效益”来体现,包括经济效益、社会效益和生态效益。一要强化“适用最好”理念。从传统农业到现代农业的转变,是一个长期的、渐进的过程,物联网技术的应用与发展不能逾越其必然阶段和内在规律,推广应用必须考量普适性及其低成本化运作。二要强化“双先双用”理念。发展农业物联网,要做到“先成熟的先用、先急需的先用”,从能够产生效果的领域和环节入手,让农业生产者、经营者、消费者看得见、摸得着,实实在在地感受物联网带来的效益与福利。

#### 4.4 创新科研,构建农业物联网技术体系

农业物联网是农业生产力水平的重要标志,是促进农业发展与进步的重要工具,是推动农业生产经营现代化的重要手段。现代农业对高新技术的强烈需求,加速了农业物联网社会的到来,对物联网技术也提出了更高的要求。当今世界,信息技术方兴未艾,但是,总的来看,各国农业物联网应用大多处于起步阶段。我国和发达国家相比,虽有差距,但并不明显。放眼未来,谁占据农业物联网的技术优势,谁就拥有了农产品贸易的发言权、农业发展的主动权。因此,坚持走引进、消化、吸收、再创新、集成创新和自主创新相结合之路,研发具有自主知识产权的农业物联网技术,突破核心关键技术,形成共性技术标准,占领农业物联网技术高地,意义深远而重大。

农业物联网科研创新的重点领域,是指根据感知层、传输层、数据层和服务层的技术需要,围绕“全要素、全系统、全过程”开展联合攻关和科研创新,加强农业物联网标准技术研究,加强低成



本、低功耗、高精度、高可靠、智能化传感器的研发,着力突破农业物联网核心芯片、软件、仪器仪表等基础共性技术研发,加快核心传感器件、智能服务终端、新一代通信网络、大规模服务集成等关键技术创新,推进农业物联网与云计算、大数据、大系统等技术的融合发展,形成农业物联网技术体系。只有这样的农业物联网科研工作,才能为我国农业信息化、农业现代化的发展与创新提供支撑,做出贡献。

#### 参考文献

- 1 罗仲伟,邢云鹏. 物联网产业的发展模式探索——基于中经汇通的案例分析. 宏观经济研究,2010,(12):24-29.
- 2 绳立成,张颖,王光辉. 中国物联网产业集群发展态势分析及路径. 北京科技大学学报(社会科学版),2010,26(3):138-141.
- 3 朱未卫,于娱. 我国物联网产业发展环境分析. 南京邮电大学学报(社会科学版),2011,13(4):28-35.
- 4 袁长征. 基于产业经济学视角的我国物联网产业发展分析. 学术交流,2011,(7):115-118.
- 5 罗瑞华,尹磊. 我国物联网产业发展路径研究. 新西部,2010,(18):60-61.
- 6 王建春,吕雄杰,马享优等. 天津市农产品电子商务平台的构建. 天津农业科学,2009,15(1):83-85.
- 7 刘多. 物联网标准化进展. 中兴通讯技术,http://www.c114.net/m2m/2493/a685460.html.
- 8 张钰芸. 首家农产品网上交易平台上线 蔬菜便宜两三成. 东方网,2013.2.22,http://sh.eastday.com/m/20130222/u1a7211377\_2.html.
- 9 王娟. 农业物联网试点不计成本 规模化应用尚需时日. 和讯网(原载于:赛迪网),2013.5.20,http://tech.hexun.com/2013-05-20/154304528.html.

## Perspectives on Developing Agricultural Internet of Things in China

Yu Xinrong

(Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, Beijing 100125, China)

**Abstract** In this paper, the concept and connotation of Agricultural Internet of Things (Agri-IoT) were stated from both narrow sense and broad sense. Using the basic principles of information theory, system theory, and cybernetics, the features of human-machine-object integration, living body digitization, and application system socialization in Agri-IoT were analyzed and summarized. Moreover, the three-whole development theory of whole-factor, whole-system, and whole-process for Agri-IoT was proposed. From the perspective of productivity and the relations of production, the promotions of Agri-IoT on intelligent production, networked business, efficient and transparent management, and convenient service were systematically analyzed. The Agri-IoT development path including theoretical research, practice and exploration, efficiency priority, and innovative development was proposed according to China's actual conditions.

**Keywords** Agricultural Internet of Things (Agri-IoT), decision and control, feature of human-machine-object integration, three-whole theory, development path

**余欣荣** 农业部党组副书记、副部长,管理学博士。1959年6月出生,江西樟树人。长期从事城乡经济发展的政策、理论研究,在现代农业改革与建设、农村基本经营制度、农业信息化、农业金融保险等领域颇有建树。曾提出并主持安徽省农业物联网工程研究、建设,促进了农业信息化的快速发展。E-mail: duxiaowei@139.com



中国科学院