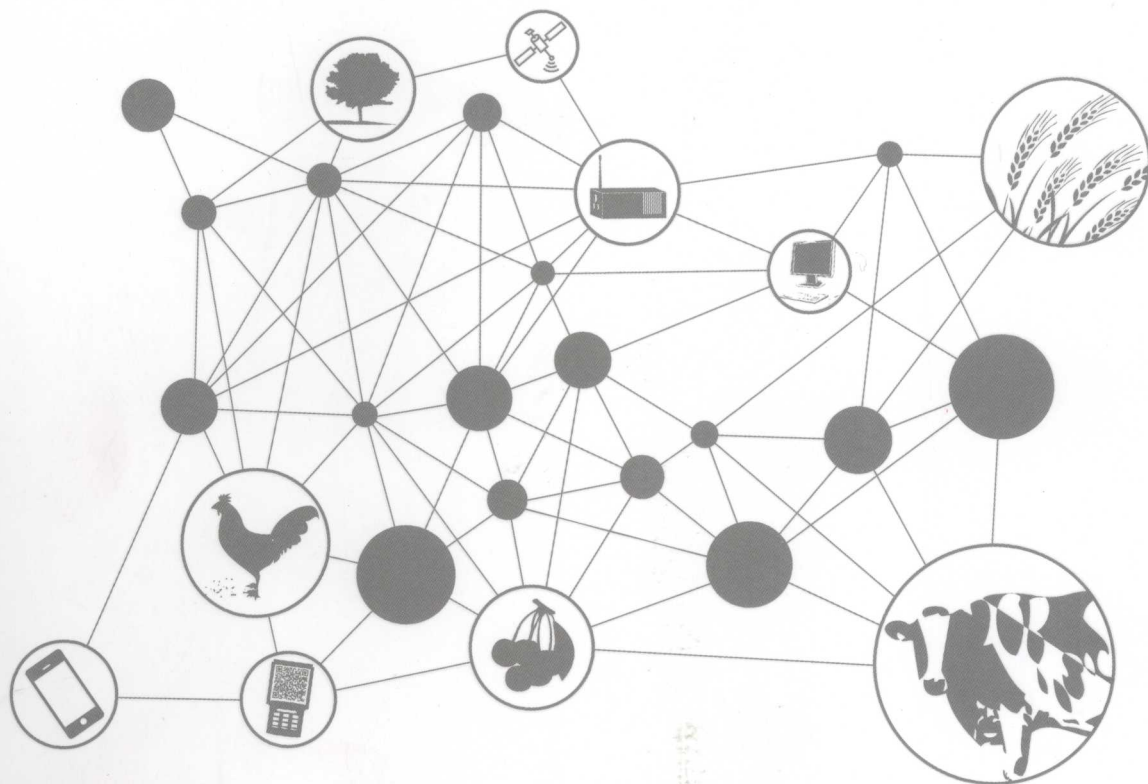




物联网工程专业系列教材



农业物联网导论

李道亮 著

INTRODUCTION TO
INTERNET OF THINGS
IN AGRICULTURE



科学出版社

物联网工程专业系列教材

农业物联网导论

李道亮 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

农业物联网是现代信息与通信技术在农业中的集成与应用,是农业生产方式变革的重要支撑,是现代农业发展的重要方向。

本书从感知、传输、处理和应用4个层面详细阐述了农业物联网的理论体系架构,对每一层所涉及到的关键技术的基本原理、地位和和在农业中的应用进行了深入的剖析,力争让读者对先进感知、可靠传输和智能处理的各种技术原理及其在大田种植、设施园艺、畜禽养殖、水产养殖和农产品物流及电子商务等领域的集成应用有一个全面的了解。

本书适合高等农业院校电子、自动化、通信、计算机和农业物联网工程等相关专业作为专业教材使用,也适合其他专业作为选修教材使用,亦适合农业信息化领域的科研工作者和相关企业人员参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

农业物联网导论 / 李道亮著. -- 北京: 科学出版社, 2012. 10
ISBN 978-7-03-035691-8

I. ①农… II. ①李… III. ①互联网络—应用—农业发展—高等学校—教材②智能技术—应用—农业发展—高等学校—教材 IV. ①F303-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第234568号

责任编辑: 赵丽欣 文戈 / 责任校对: 马英菊
责任印制: 吕春珉 / 版式设计: 鑫联必升图文设计

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年10月第 一 版 开本: 889×1194 1/16

2012年10月第一次印刷 印张: 25 1/2

字数: 480 000

定价: 52.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈双青〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62134021

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

当前，物联网(Internet of Things, IoT)已成为各国构建经济社会发展新模式和重塑国家长期竞争力的先导领域。发达国家通过国家战略指引、政府研发投入、企业全球推进、应用试点建设、政策法律保障等措施加快物联网发展，以抢占战略主动权和发展先机。在我国，物联网被纳入战略性新兴产业规划重点，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》指出，要“推动物联网关键技术研发和在重点领域的应用示范”。

农业是物联网技术的重点应用领域之一，也是物联网技术应用需求最迫切、难度最大、集成性特征最明显的领域。目前，我国农业正处在从传统农业向现代农业迅速推进的过程当中，现代农业的发展从生产、经营、管理到服务各个环节都迫切呼唤信息技术的支撑。物联网浪潮的来临，为现代农业发展创造了前所未有的机遇，改造传统农业、发展现代农业，迫切需要运用物联网技术对大田种植、设施园艺、畜禽养殖、水产养殖、农产品物流等农业行业领域的各种农业要素实行数字化设计、智能化控制、精准化运行和科学化管理，从而实现对各种农业要素的“全面感知、可靠传输以及智能处理”，进而达到高产、高效、优质、生态、安全的目标。

农业物联网作为物联网技术在农业行业领域的重要应用，它的基本的理论框架是什么？它的技术基础和技术体系是什么？它在农业中的解决方案是什么？它的产业化体系又是什么？如何快速推进？随着农业物联网在全国各地实践的突飞猛进发展以及相关高校物联网工程专业特别是农业院校农业物联网专业的设置，迫切需要系统、全面、客观地回答上述问题。作为十几年在农业信息化技术战线上不断探索的一员，深感有责任和义务对以上问题进行系统整理和总结，正是本书出版的基本动因。

自1997年以来，本人一直致力于人工智能在农业领域的应用研究，最初开始于农业资源高效利用专家系统，1998年开始重点研制鱼病诊断专家系统和农业病虫害远程诊断系统，2002年开始全过程水产养殖智能决策支持系统的研究，重点对水质管理、饲料投喂、疾病诊断的决策模型和系统开展了精细管理决策系统研究。这一阶段重点开展了农业推理、预测、预警、优化、决策方法和模型以及农业知识库的建设，虽然当时没有物联网概念，但对农业信息处理做了大量的工作。2006年，本人考察了欧洲荷兰、德国、比利时等国的渔场、猪场、奶牛场、辣椒温室和花卉温室，给我一个重要的启发就是软件和硬件必须一体化，信息采集、传输、处理、控制系统集成在一起才能实现农业的自动化，单靠专家系统与决策系统就像人只有神经系统没有运动系统，不能行走。因此，2006年本人下决心从农业人工智能领域拓展开展传感器和无线传感网络的研究，开始组建智能系统团队，包括3个研究组：传感器与传感网络组、智能信息处理组和系统集成组，我的博士生、硕士生研究

方向也从原来的决策支持系统一个变为两个，并把传感器作为最重要的一个方向，同时以基础最好的水产养殖领域作为突破口，先后开展了水产养殖水体溶解氧、pH、电导率、氨氮、叶绿素、浊度等传感器的研发，开始以电化学传感器为主，后过渡到光学传感器。2007年，我们成功申请了国家863计划课题《集约化水产养殖数字化集成系统研究》，自主开发了一系列拥有自主知识产权的水质传感器、采集器和控制器以及水产养殖环境监控管理平台，真正实现了水产养殖领域水体信息采集、无线传输和智能处理与控制的一体化，在当时国内还没有物联网概念的情况下，其实已经开展了水产养殖从传感器、无线传感网到信息处理一体化的技术研究，也就是今天提及的水产养殖物联网的探索。

2009年物联网研究和应用在国内骤然升温，也恰逢国家开始制定十二五发展规划，本人也很荣幸地参与了《农业部全国农业农村信息化发展“十二五规划”》、《科技部农业与农村信息化专项规划及示范省建设》、《工业和信息化部中国农业农村信息化建设发展指南(2013-2015)》、《国家发改委农业物联网标准和示范工程建设规划》等的起草和调研工作，对农业物联网的理解日渐全面和深刻。2010年，团队对农业传感器的研究也进行了进一步的拓展，从水体参数传感器向土壤和气象参数传感器拓展，从水产养殖向设施园艺和设施畜禽养殖拓展，并成功申请成立了北京发改委先进农业传感北京工程中心和北京科委农业物联网工程技术研究中心，在两个中心的平台上团队的方向也日渐明晰，主攻传感器与传感网技术、智能信息处理技术、系统集成技术以及上述技术的产品化。

2010年，我们的传感器、采集器和控制器已经走出了实验室，但总体上还是小范围和小规模的试制与测试，2011年我们建立了中国农业大学宜兴实验站，在江苏省宜兴市开展了4个乡镇10000亩水面的较大规模的水产物联网应用，开始了农业物联网技术的规模化应用探索。2011年团队迎来实施国家科技支撑计划“农业现场信息全面感知技术集成与示范”、农业部公益性行业（农业）科研专项“现代渔业数字化及物联网技术集成与示范”、国家发改委“养殖业物联网示范工程”三个重大课题实施的机遇，我们在全国12个省开展了较大规模的示范应用，尤其是对物联网中的传感技术、物联网运营平台和系统集成技术进行全方位的测试与应用，本书很多成果都是来自这3个课题的研究。应用中从发现问题，解决问题中寻找本质的科学方法，改进后再到实践中验证，再发现问题，循环往复，不断深入，团队成员随我一路走来，有苦有甜，我们都乐在其中，矢志不移。

本书就是对我们团队1997年以来，特别是2006年以来所有理论、方法、技术与产品的系统总结。农业物联网自下而上可分为农业信息感知层、传输层、处理层和应用层。其中感知层是农业物联网的神经末梢，通过各种农业传感器、RFID、GPS、摄像机等识别装置智能感知各种农业环境和个体要素，这是我国农业物联网技术的攻坚环节，是国内众多团队需要狠下力气的环节；传输层主要利用各种近距离、远距离、有线和无线传输渠道实现农业现场数据、信息和处理后信息的双向传递，确保信息传输可靠通畅，这个环节是农业物联网相对成熟的环节，主要解决通信技术与农业场景的结合问题；处理层综合运用高性能计算、人工智能、数据库和模糊计算等技术，搭建农业物联网管理与处理平台，对收

集的感知数据进行存储、分类、优化、管理等处理，这个环节是我国农业物联网最为成熟的环节，目前主要精力放在农业云存储、云计算、搜索引擎研究上；应用层是面向大田种植、设施园艺、畜禽养殖、水产养殖、农产品物流与电子商务等具体应用领域需求，构建预测、预警、优化、控制、诊断、推理等各种农业模型，开发农业物联网应用系统，该环节也是我国农业物联网相对薄弱的环节，尤其是农业知识模型需要多年的积累和实际的修正。按照此逻辑，把本书的内容具体分为感知篇、传输篇、处理篇和应用篇，共25章。

本书的特色及创新之处主要表现在如下几个方面：①系统性：系统地从全面感知、可靠传输、智能处理、集成应用四方面对农业物联网的技术架构、基本原理、关键技术、应用案例进行了系统阐述，对各个组成部分之间的逻辑关系、地位和作用进行了详细论述；②先进性：本书介绍的大部分农业信息感知设备和农业物联网服务平台均属于团队十几年的自主研发成果，部分研究成果经鉴定为已达国际先进水平，并对每部分的发展趋势和方向进行了大胆预测和评述；③实用性：本书中的研究成果已经在江苏、山东、广东、湖南、湖北、北京、上海、天津等全国20余省市开展了应用示范，可以指导农业物联网实际应用者和建设者开展具体工作，也可指导研究生从事相关研究工作。希望本书首先能作为一本入门的教材供大学和相关研究机构使用，其次也尽量使其成为农业物联网工程建设的一本指导书，用于指导各级农业管理部门、农业龙头企业、农业合作社开展相关建设工作，本书也希望能成为一本通俗的读物，能引起农业物联网爱好者的共鸣。

虽然本书的成果是本人团队十几年的研究积累，但本书从下定决心写到成稿只有10个月的时间，团队老师陈英义（第9、20、21章）、李振波（第15、19、25章）、位耀光（第1、3、14、23章）、杨文柱（第6、17章）、段青玲（第12、22章）、孙龙清（第11、24章）、苏伟（第7、8章）、温继文（第16章）以及我的博士研究生丁启胜（第2章）、刘双印（第13章）、曾立华（第18章）、王聪（第4、10章）、袁晓庆（绪论）、台海江（第5章）对初稿的修改做出了重大贡献，我的硕士研究生张彦军、王振智、魏晓华、姜宇、战美、李琳、于辉辉、王钦祥、杨昊、马德好参与了本书的文字勘误工作，之后我又进行了若干轮的修订和统稿。

本书凝聚了很多物联网领域科研人员的智慧和见解，我首先要感谢我的导师中国农业大学傅泽田教授，他多年来在科研工作的教诲和指导让我受益良多。对于农业物联网研究过程中遇到的问题和困惑，多次请教中国农业大学汪懋华院士、国家农业信息化工程技术研究中心赵春江研究员，他们多次召开的农业物联网研讨会也让我茅塞顿开。感谢国家农村信息化指导组王安耕、梅方权、孙九林、方瑜等专家在历次国家农村信息化示范省建设会议上的指导。感谢科技部张来武副部长、农村科技司陈传宏司长、王喆副司长、胡京华处长、高旺盛处长；农业部市场与经济信息司张合成司长、李昌健副司长、张国处长、杨娜处长；工业和信息化部信息化推进司秦海司长、孙燕处长、方新平副处长；工业和信息化部电子信息司安筱鹏副司长在历次农业信息化规划和农业物联网示范工程建设研讨会

议上的指导与建议。感谢山东省科技厅翟鲁宁厅长、郭九成副厅长、许勃处长、陈长景主任，湖南省科技厅杨志平副厅长、侯峻处长，湖北省科技厅张震龙副厅长、戴新明处长，广东省科技厅刘炜副厅长、刘家平处长、钟小军主任在国家农村信息化示范省建设和农业物联网示范工程建设历次研讨会上建议与指导。特别要感谢江苏省宜兴市人民政府、高塍镇人民政府对农业物联网中国农业大学宜兴实验站的大力支持，我们才有了一个农业物联网的试验场和历练场，尤其要感谢宜兴市农林局信息科蒋永年科长3年来与我团队并肩作战，共同探索农业物联网技术转化与产品产业化，他的很多建议对我们理论方法的提升、产品改进和升级有很大促进作用。科学出版社策划编辑赵丽欣在本书的写作过程中提供很多出版方面的建议，深感农业物联网涉及的知识面很宽，要写的内容也很多，我们的研究是否达到出书的程度，是否有我们的盲点和误区，她的多次鼓励使我由开始的对出书诚惶诚恐到后来的认为出书是一种责任，有总比没有好，万事总有开始，也是本书能尽快与大家见面的原因之一。

农业物联网是一个复杂的系统，涉及电子、通信、计算机、农学等若干学科和领域，这些学科的交叉和集成决定了写好这样一本书并不是容易的事情。农业物联网建设是一个复杂的系统工程，除了理论、技术和方法外，还有工程实施和运行机制，在实际应用遇到的问题就更多，加上物联网是一个新生事物，理论、方法、技术还不成熟，深感出版此书的责任和压力的巨大，由于作者水平有限，书中错误或不妥之处在所难免，诚恳希望同行和读者批评指正，以便以后进行改正和完善，如有任何建议和意见，欢迎与我联系。



2012年7月

于中国农业大学

2.7.1	叶绿素a检测原理	046	4.7	CO ₂	079
2.7.2	叶绿素a传感器的变送技术	047	4.7.1	红外式CO ₂ 测量原理	080
第3章	土壤信息传感技术	049	4.7.2	红外式CO ₂ 变送技术	080
3.1	概述	049	4.8	大气压力	081
3.2	土壤含水量传感技术	050	第5章	农业动植物生理信息传感技术	083
3.2.1	时域反射法测土壤水分	051	5.1	概述	083
3.2.2	频域反射法测土壤水分	052	5.2	植物生理传感器	084
3.2.3	驻波率法测土壤水分	053	5.2.1	植物茎流传感器	084
3.2.4	中子法测土壤水分	055	5.2.2	植物茎秆直径传感器	086
3.2.5	张力计法测土壤水分	056	5.2.3	叶绿素含量测定仪	089
3.3	土壤电导率传感技术	057	5.2.4	植物叶片厚度传感器	089
3.3.1	电磁感应法测土壤电导率	058	5.3	动物生理传感器	090
3.3.2	电流-电压四端法测土壤电导率	059	5.3.1	脉搏传感器	090
3.3.3	时域反射法测土壤电导率	060	5.3.2	血压传感器	091
3.3.4	土壤水分、电导率复合检测	060	5.3.3	呼吸传感器	093
3.4	土壤养分传感技术	061	第6章	农业个体标识技术	095
3.4.1	光谱检测方法测土壤水分	062	6.1	概述	095
3.4.2	电化学检测方法测土壤水分	063	6.2	RFID技术	095
第4章	农业气象信息传感技术	067	6.2.1	RFID技术特点	096
4.1	概述	067	6.2.2	RFID系统的组成	096
4.2	太阳辐射	068	6.2.3	RFID识别工作原理	097
4.2.1	太阳辐射量检测原理	068	6.2.4	RFID在农业物联网中的典型	
4.2.2	太阳辐射计的变送技术	069	应用	100	
4.3	光照度	070	6.3	条码技术	104
4.4	空气温湿度	071	6.3.1	条码技术简介	104
4.4.1	SHT系列传感器测量原理	071	6.3.2	条码识别工作原理	107
4.4.2	HMP45系列传感器测量原理	072	6.3.3	条码技术在农业物联网中的典型	
4.5	风速风向	073	应用	107	
4.5.1	超声波法	074	第7章	农业遥感技术	113
4.5.2	热流速法	075	7.1	概述	113
4.6	雨量	077	7.2	作物长势遥感监测	114
4.6.1	翻斗雨量计测量原理	077	7.3	作物水分和养分遥感监测	117
4.6.2	光学雨量计测量原理	079	7.3.1	作物水分遥感反演	117

18.1 概述	283	20.2 大田种植物联网总体框架	312
18.1.1 系统集成概念	283	20.2.1 种植业物联网应用平台体系架构	312
18.1.2 农业物联网系统集成	283	20.2.2 种植业物联网服务平台服务体系 架构	313
18.2 农业物联网系统集成原则和步骤	284	20.3 墒情监控系统	314
18.2.1 农业物联网系统集成原则	284	20.4 农田环境监测系统	317
18.2.2 农业物联网系统集成步骤	285	20.5 施肥管理测土配方系统	318
18.3 农业物联网系统集成方法	287	20.6 大田作物病虫害诊断与预警系统	318
18.3.1 感知层集成	287	20.7 农机调度管理系统	320
18.3.2 传输层集成	289	20.8 精细作业系统	321
18.3.3 农业物联网平台集成	289	20.9 应用案例	322
18.3.4 农业物联网系统集成	291	第21章 设施园艺物联网应用	325
18.4 系统集成案例	291	21.1 概述	325
18.4.1 设备集成	292	21.1.1 设施园艺物联网技术需求	325
18.4.2 数据库设计	293	21.1.2 设施园艺物联网技术发展趋势	326
18.4.3 系统结构设计	295	21.2 设施园艺物联网总体架构	327
18.4.4 系统功能设计	296	21.3 温室环境自动控制系统	328
第19章 农业物联网标准	299	21.3.1 温室自动控制系统	328
19.1 概述	299	21.3.2 环境自动控制系统	329
19.1.1 农业物联网标准相关概念	299	21.4 设施园艺水肥管理系统	332
19.1.2 农业物联网标准的重要性	300	21.5 设施园艺自动作业与机器人	333
19.1.3 农业物联网标准现状	302	21.6 设施园艺病虫害预测预警系统	334
19.2 农业物联网基础通用标准	304	21.7 农产品分级分类系统	335
19.3 农业产业物联网标准	305	21.8 应用案例	335
19.3.1 大田种植物联网标准体系	305	第22章 畜禽养殖物联网应用	339
19.3.2 设施园艺物联网标准体系	306	22.1 概述	339
19.3.3 畜禽养殖物联网标准体系	307	22.2 畜禽养殖物联网总体框架	341
19.3.4 水产养殖物联网标准体系	309	22.3 养殖环境监控系统	342
19.3.5 农产品物流追溯物联网标准体系	310	22.3.1 养殖环境信息智能传感子系统	343
第20章 大田种植物联网应用	311	22.3.2 养殖环境信息自动传输子系统	343
20.1 概述	311	22.3.3 养殖环境自动控制子系统	344
20.1.1 我国大田种植业的物联网技 术需求	311	22.3.4 养殖环境智能监控管理平台	345
20.1.2 我国种植业物联网技术特点	312	22.4 精细喂养决策系统	348

22.5 育种繁育管理系统	349	24.7.1 农产品温控物流智能系统业务需求	381
22.6 疾病诊治与预警系统	350	24.7.2 农产品温控物流智能系统功能实现	382
第23章 水产养殖物联网应用	353	第25章 农业物联网发展趋势和前景展望	385
23.1 概述	353	25.1 农业物联网发展面临的机遇与挑战	385
23.2 水产养殖物联网总体架构	355	25.1.1 农业物联网发展面临的机遇	385
23.3 水产养殖环境监控系统	356	25.1.2 农业物联网发展面临的挑战	386
23.3.1 智能水质传感器	357	25.2 农业物联网发展需求与趋势	388
23.3.2 无线增氧控制器	358	25.2.1 更透彻的感知	390
23.3.3 水产养殖无线监控网络	358	25.2.2 更全面的互联互通	390
23.3.4 水质智能调控系统	360	25.2.3 更深入的智慧服务	391
23.4 精细喂养管理系统	361	25.2.4 更优化的集成	391
23.4.1 饲料配方优化	361	25.3 农业物联网发展对策与建议	392
23.4.2 精细喂养决策	362	25.3.1 突破核心技术和重大共性关键技术	392
23.5 疾病预警远程诊断系统	363	25.3.2 加快农业物联网标准体系建设	393
23.5.1 疾病预警系统	363	25.3.3 开展农业物联网产品补贴	393
23.5.2 疾病诊断系统	364	25.3.4 加强农业物联网示范项目建设	394
23.6 应用案例	364	25.3.5 加快制定农业物联网发展的产业政策	394
第24章 农产品物流物联网应用	367		
24.1 概述	367		
24.1.1 农产品物流物联网的内涵	367		
24.1.2 农产品物流物联网的特点	368		
24.1.3 农产品物流物联网应用主要技术	370		
24.1.4 农产品物流物联网发展趋势	371		
24.2 农产品物流物联网系统总体架构	372		
24.2.1 总体技术架构	372		
24.2.2 技术特点分析	373		
24.3 农产品配货管理系统	374		
24.4 农产品质量监管追溯系统	377		
24.5 农产品运输管理系统	380		
24.6 农产品采购交易系统	380		
24.7 案例分析——农产品温控物流智能系统解决方案	381		



绪 论

0.1 农业物联网的概念和内涵

1. 物联网

物联网 (Internet of Things, IoT) 最早是由麻省理工学院Ashton教授1999年在研究RFID时提出的。2003年, SUN公司发表文章介绍了物联网的基本工作流程并提出解决方案。2008年11月, IBM提出“智慧地球”的发展战略, 受到美国政府的高度重视, 奥巴马对“智慧地球”的构想做出了积极回应。2009年8月7日, 温家宝总理视察无锡时提出“感知中国”的理念, 使物联网在国内引起高度重视, 成为继计算机、互联网、移动通信之后新一轮信息产业浪潮的核心领域。

目前公认的物联网定义是国际电信联盟给出的。国际电信联盟认为, 物联网是通过智能传感器、射频识别 (RFID)、激光扫描仪、全球定位系统 (GPS)、遥感等信息传感设备及系统和其他基于物-物通信模式 (M2M) 的短距无线自组织网络, 按照约定的协议, 把任何物品与互联网连接起来, 进行信息交换和通信, 以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种巨大智能网络 (国际电信联盟, 2005)。

国内, 工业和信息化部电信研究院认为物联网是通信网和互联网的拓展应用和网络延伸, 它利用感知技术与智能装备对物理世界进行感知识别, 通过网络传输互联, 进行计算、处理和知识挖掘, 实现人与物、物与物信息交互和无缝链接, 达到对物理世界实时控制、精确管理和科学决策的目的 (工业和信息化部电信研究院, 2011)。

我们可以看出两个定义虽有文字差异, 但本质上没有区别, 物联网需要利用感知技术对物理世界进行感知和识别, 通过网络互联, 进行传输、计算、处理和知识挖掘, 实现对物理世界实时控制、精确管理和科学决策, 包含感知、传输、处理和应用4个层次。

2. 农业物联网

经过十几年的发展，物联网技术与农业领域应用逐渐紧密结合，形成了农业物联网的具体应用。目前，官方尚没有关于农业物联网的定义，笔者认为，农业物联网是物联网技术在农业生产、经营、管理和服务中的具体应用，就是运用各类传感器、RFID、视觉采集终端等感知设备，广泛地采集大田种植、设施园艺、畜禽养殖、水产养殖、农产品物流等领域的现场信息；通过建立数据传输和格式转换方法，充分利用无线传感器网络、电信网和互联网等多种现代信息传输通道，实现农业信息的多尺度的可靠传输；最后将获取的海量农业信息进行融合、处理，并通过智能化操作终端实现农业的自动化生产、最优化控制、智能化管理、系统化物流、电子化交易，进而实现农业集约、高产、优质、高效、生态和安全的目标。

0.2 发展农业物联网的意义

1. 物联网是推动信息化与农业现代化融合的重要切入点

党的十七届三中全会明确提出，发展现代农业，必须按照“高产、优质、高效、生态、安全”的要求，加快转变农业发展方式，推进农业科技进步和创新，加强农业物质技术装备，健全农业产业体系，提高土地产出率、资源利用率和劳动生产率，将不断促进“农业技术集成化、劳动过程机械化、生产经营信息化”和“推进农业信息服务技术发展，重点开发信息采集、精准作业和管理信息、农村远程数字化和可视化、气象预测预报和灾害预警等技术作为加快农业科技创新的重要内容。以信息传感设备、传感网、互联网和智能信息处理为核心的物联网必将在农业领域得到广泛应用，并将进一步促进信息技术与农业现代化的融合。

2. 农业物联网是推动我国精细农业应用与实践的重要驱动力

精细农业是信息时代基于信息、知识和现代农业装备管理复杂农业生产系统的精耕细作、精细经营技术体系，是利用3S技术、传感技术、智能决策技术和变量作业智能化控制装备，对农业生产过程进行量化分析、智能决策、变量投入、定位操作的现代农业生产管理技术体系，它是21世纪农业产业科学经营管理发展的重要方向之一。目前精细农业实施的最大障碍，仍然集中在农田信息高效、低成本获取传感技术以及基于信息和计算处理的智能化管理决策模型方法上。随着物联网的发展和应用，通过感知技术可以获得更多的信息，包括

作物信息、农田环境信息、农机作业信息等，为精细农业提供更加丰富的实时信息，通过全面互联共享可以获得更多的网络服务，提高精细农业科学决策水平和作业实施水平。

3. 农业物联网是农业信息化应用优先发展的领域

我国发展现代农业面临着资源紧缺与生态环境恶化的双重约束，面临着资源高投入和粗放式经营的矛盾，面临着农产品质量安全问题的严峻挑战，迫切需要加强以农业物联网为代表的农业信息化技术应用，实现农业生产过程中对动植物、土壤、环境从宏观到微观的实时监测，提高农业生产经营精细化管理水平，达到合理使用农业资源、降低生产成本、改善生态环境、提高农产品产量和品质的目的。从应用对象层面看，物联网在农业领域应当在土壤、水资源可持续利用，生态环境监测，农业生产过程精细管理，农产品与食品安全可追溯系统和大型农业机械作业服务调度、远程工况监测与故障诊断等领域优先发展；从技术层面看，物联网在农业领域应用，要优先在重点农业综合开发区发展3S基础设施与服务平台建设，突破适于农业生物与环境条件下使用的信息获取低成本传感技术、面向不同应用目标的信息智能化处理技术和科技成果产业化发展模式等关键共性问题等。

4. 农业物联网将成为未来农业经济社会发展的重要方向

物联网技术作为信息产业的第三次浪潮，必将为改造传统农业，加快转变农业增长方式，发展高产、优质、高效、生态、安全的现代农业发挥重要作用，培育引领农业的未来发展。《国家中长期科学和技术发展规划纲要》中，明确将“传感器网络及智能信息处理”作为“重点领域及其优先主题”；温家宝总理在2009年11月3日向首都科技界发表的《让科技引领中国可持续发展》的讲话和2010年、2011年政府工作报告中，都提出要加快物联网的研发应用，要着力突破物联网关键技术，及早部署后IP时代相关技术研发，使信息网络产业成为推动产业升级、迈向信息社会的“发动机”。“农业物联网技术”已经纳入“十二五”“863”计划发展纲要。我国农业面临着新的发展机遇和挑战，要实现农业生产由粗放型经营向集约化经营方式的转变、由传统农业向现代农业的转变，必须瞄准世界农业科技前沿，大力发展现代农业信息技术，提升我国农业物联网技术研发与应用水平。农业物联网技术的发展，将会解决一系列在广域空间分布的信息获取、高效可靠的信息传输与互联、面向不同应用需求和不同应用环境的智能决策系统集成的科学技术问题，将是实现传统农业向现代农业转变的助推器和加速器，也将为培育物联网农业应用相关新兴技术和产业发展提供无限的商机。作为物联网重要分支之一的农业物联网也必将在我国具有广阔的应用前景。

0.3 农业物联网网络架构

根据信息生成、传输、处理和应用的原则，可以把农业物联网分成感知层、传输层、处理层和应用层。图0.1展示了农业物联网的四层模型。

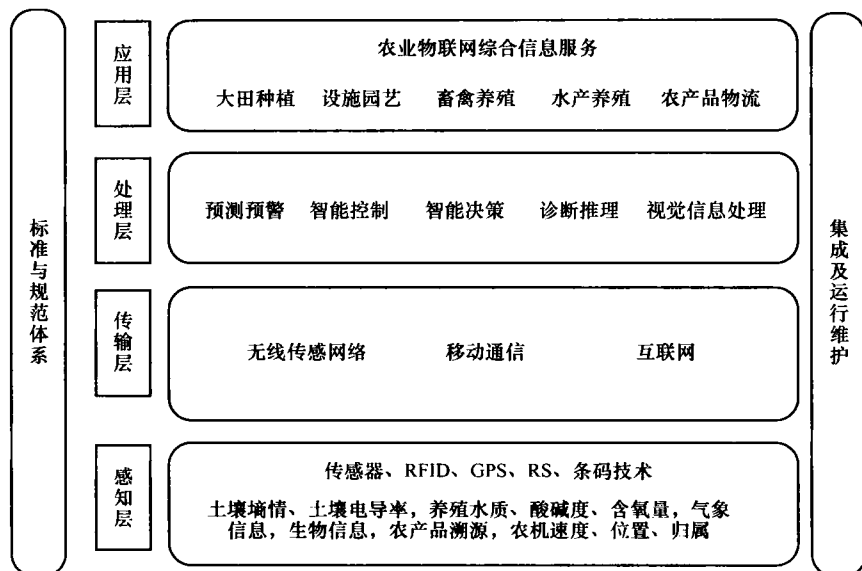


图0.1
农业物联网理论框架

感知层是让物品对话的先决条件，即以传感器、RFID、GPS、RS（遥感）、条码技术，采集物理世界中发生的物理事件和数据，包括各类物理量、身份标识、情境信息、音频、视频等数据，实现“物”的识别。

传输层具有完成大范围的信息传输与广泛的互联功能，即借助于现有的广域网技术（如SMDS网络、3G/4G LTE移动通信网、Internet等）与感知层的传感网技术相融合，把感知到的农业生产信息无障碍、快速、高安全、高可靠地传送到所需的各个地方，使物品在全球范围内能够实现远距离、大范围的通信。

处理层通过云计算、数据挖掘、知识本体、模式识别、预测、预警、决策等智能信息处理平台，最终实现信息技术与行业的深度融合，完成物品信息的汇总、协同、共享、互通、分析、预测、决策等功能。

应用层是农业物联网体系结构的最高层，是面向终端用户的，可以根据用户需求搭建不同的操作平台。农业物联网的应用主要实现大田种植、设施园艺、畜禽养殖、水产养殖以及农产品流通过程等环节信息的实时获取和数据共享，从而保证产前正确规划以提高资源利用效率，产中精细管理以提高生产效