

Broadview®
www.broadview.com.cn

智慧城市丛书



智慧农业

信息通信技术引领绿色发展

中国电信智慧农业研究组 编著

 电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

智慧农业

信息通信技术引领绿色发展

编著：中国电信智慧农业研究组

江志峰 周开宇 封顺天 孙向辉 高歆雅 刘波 陈晓益

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书分上下两篇，共 11 章。上篇系统性地介绍了智慧农业产生的背景、概念以及国内外智慧农业的发展经验，并对产业链各方发展智慧农业的策略进行了分析。下篇重点从精准农业管理、农机定位调度、农产品溯源、农业病虫害防治、农业信息互动平台等领域进行应用案例的介绍，带领读者漫步和体验绿色、高效的智慧化农业。

本书适合于从事物联网、智慧农业以及行业信息化等相关领域的研究开发、管理及教学的专业人员参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

智慧农业：信息通信技术引领绿色发展 / 中国电信智慧农业研究组编著. —北京：电子工业出版社，2013.1

(智慧城市丛书)

ISBN 978-7-121-18775-9

I. ①智… II. ①中… III. ①信息技术—应用—农业 IV. ①S126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 249262 号

策划编辑：刘 皎

责任编辑：李利健

印 刷：中国电影出版社印刷厂

装 订：三河市鹏成印业有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱

邮编：100036

开 本：787×1092 1/16

印张：22.25

字数：576 千字 彩插：1

印 次：2013 年 1 月第 1 次印刷

印 数：4000 册 定价：69.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

《智慧农业——
信息通信技术引领绿色发展》

编委会

主 编：张继平

编 委：	靳东滨	李 华	韩臻聪
	李志刚	赵慧玲	刘 颖
	刘少阳	顾荣太	冯 明
	万 军	张成良	

总序

改革开放以来的三十年,是当代我国社会一个最重要的历史转型期,人口大量涌入城市,城市化进程越来越快,“十二五”期间,中国的城市化率将首次超过 50%,城市化明显地促进了国民经济和社会的进步。与此同时,近年来人口膨胀、环境污染、资源短缺、交通阻塞等城市病的影响已经开始呈现,并成为制约我国城市发展的主要难题。

城市要合理发展,就必须有科学的城市治理,正如诺贝尔经济学奖获得者斯蒂格利茨所言,“在 21 世纪初期,影响世界最大的两件事,一是新技术革命,二是中国的城市化”。要把握时代发展的脉搏,实现城市的可持续繁荣发展的目标,就必须让新技术革命和城市化发展趋势相结合,就迫切需要找出一条遵循城市发展客观规律的综合解决之道。在此情形下,智慧城市成为我们的必然选择,也是城市未来的发展之路。

中国电信积极响应国家“十二五”规划,顺应信息技术、信息应用和信息市场新的发展形势,期望让用户更好地尽情享受信息新生活。为此,我们将深化企业战略转型,向“智能管道的主导者、综合平台的提供者、内容和应用的参与者”的目标迈进,实现规模发展再上新台阶。2011 年,中国电信全面启动“宽带中国·光网城市”工程并加快 3G 移动网建设,为智慧城市发展构建有线无线相结合的宽带网络和以“云计算”为核心的综合业务平台,期待通过这些城市信息化基础设施的建设与运营,为智慧城市发展贡献力量。中国电信以时不我待、只争朝夕的使命感,以奋发有为、顽强拼搏的创新精神,抓住智慧城市的发展机遇、勇担责任,为推动“十二五”信息化和工业化深度融合,打造国家新兴战略产业做出应有的贡献。

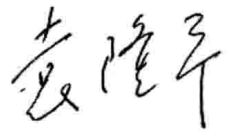
为此,我们组织公司长期从事相关工作的专家团队编写了“智慧城市丛书”,将团队的研究成果和有益探索与关注中国智慧城市建设的各界读者分享。我们热切地希望通过这套“智慧城市丛书”的陆续出版,为中国的智慧城市发展不断提供新的思路,借鉴与参考。



中国电信集团公司董事长

袁隆平院士推荐

一粒种子改变一个世界。关键时候，一粒小小的种子能绊倒强大的国家！当前农产品市场的竞争在某种意义上讲，可以认为就是良种的竞争。目前，现代信息技术已逐步渗透到农业生产的各个领域，农业信息化是未来一个不可逆转的趋势。我相信，信息技术在农业中的应用将对促进农业科研的创新，加速农业科研成果的转化，农作物的种植、加工、商贸、物流等起到越来越重要的作用。

A handwritten signature in black ink, reading '袁隆平' (Yuan Longping).

“世界杂交水稻之父”，中国工程院、美国科学院院士

推 荐 序

“食为人天，农为正本”是千百年来对农业重要地位的高度概括。随着中国经济和社会的高速发展，一方面，人们对食品的质量安全、农业的可持续发展提出了更高的期待，而另一方面，农业现代化已经成为中国现代化的一块短板。中国农业高层管理专家指出，我国的农业已到了必须更加依靠科技进步促进现代农业发展的新阶段，科技进步已成为最重大、最关键、最根本的出路和措施。

“信息通信技术让农村生活更美好！”是2011年世界电信和信息社会日的主题，联合国希望借助信息通信技术让农村社区生活更加美好，突出的是有必要充分利用信息通信技术的潜力，造福世界农村人口。在建设以现代装备为基础、现代科技为支撑、现代经营为特征、现代农民为主体的中国现代农业体系中，信息通信技术是现代精细农业可持续发展的核心技术之一，我国农业农村信息化发展“十二五”规划中也积极鼓励引导包括电信运营商在内的各种社会力量参与，形成推进中国农业农村信息化发展的合力。

本书的年轻作者们致力于中国智慧农业的产业发展，在梳理国内外现代农业中信息通信技术应用案例的基础上，结合自身多年实践，总结了以物联网技术为代表的各类信息通信技术如何在我国农业不同生产环节中进行应用的探索心得，可以为有志于现代农业与信息通信业跨行合作的读者提供有益的借鉴。

中国电信集团公司副总经理

专家点评

农业现代化是中国城市化的重要组成部分。转型中的电信业正以信息通信技术为手段积极服务于包括农业在内的重点行业和领域的物联网先导应用和发展，作为通信行业技术标准化组织的中国通信标准化协会（CCSA）也通过与对口行业的合作致力于重点行业应用相关物联网技术标准的制定工作。本书作者将国家战略性新兴产业的发展与传统产业的转型升级进行有机的结合，将其在智慧农业领域的技术研究、应用实践和标准制定等方面的多维度、深层次的思考与读者分享。该书是国内智慧农业领域跨行业合作的成果结晶和难得力作。

刘 多

中国通信标准化协会泛在网技术工作委员会主席

工业和信息化部电信研究院副院长

“两化融合”是国家产业战略，在“两化融合”的大环境下，对于农业这个极具特殊性质和重要地位的行业，探索农业信息化的发展道路，是我国信息化需要面对和解决的问题。本书系统性地探讨了如何采用信息化技术构建智慧型农业体系，对拓展物联网应用以及深化农业的转型升级都具有很好的借鉴作用。

张 平

泛在网技术与发展论坛秘书长

泛网无线通信教育部重点实验室主任

国家基础研究发展计划（973计划）“认知无线网络基础理论与关键技术研究”

项目首席科学家

致 谢

本书即将交付出版，作为中国最早从事信息技术农业应用研究的一批通信人，我们颇感欣慰，同时又有些激动和期待。近些年，国家连续9年一号文件涉及农业，充分强调了依托科技发展农业的决心，而物联网技术亦经历了快速突破发展的三年，社会环境和技术环境都给智慧农业的萌芽和发展提供了良好的条件。在这种大环境下，我们非常有幸亲身经历了诸多行业创新事件，对于物联网和智慧农业的认知也在实践中不断前进。农业是国家第一产业，其重要性和发展意义毋庸置疑。通过本书，我们总结了过去几年中行业同仁为提高农业生产力、改善农业生产环境和管理的各种努力，期望这种总结性的叙述能为阅读本书的各位读者带来价值。对于本书的出版，我们要感谢许多领导和同事。

首先，要感谢中国电信集团公司和中国电信北京研究院的领导们在我们研究和探索智慧农业应用的过程中提供的良好科研环境，给我们的研究工作和本书的编写提供了大力支持和指导。我们通过研发智慧农业平台，部署各类物联网试验和演示环境，突破一个个技术难题，直至满足实用需求，并最终得以实现大量的项目部署验证。通过这些项目研发，我们对物联网以及智慧农业的各层面技术有了深入了解，积累了丰富的技术知识。

其次，要感谢中国电信湖南分公司、黑龙江分公司、浙江分公司、山东分公司、陕西分公司、北京分公司等各级省公司和本地网的同仁们，他们在一线积极进行智慧农业应用的推广，为平台的持续完善提出了众多好的需求和建设，让我们的技术和业务研究成果能够在现实网络环境和生产现场中得到检验和应用，积累了宝贵的实践经验。

第三，要感谢业界的领导、专家、学者以及技术人员，他们无私奉献了专业知识和经验。通过与他们的沟通、交流，我们学到了很多知识，加深了对物联网和智慧农业的理解。

同时，还要感谢电子工业出版社的领导和刘皎、李利健编辑，以及为本书付出辛勤劳动的出版社朋友们。

最后，要感谢我们的家人。本书的几位作者日常的科研工作和任务都很繁重，主要利用业余时间完成书稿的写作，没有家人的理解和支持，本书很难顺利付印。

作 者

《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十一个五年规划的建议》提出“推进现代农业建设”的战略；胡锦涛总书记在 2010 年两院院士大会上指出，要大力发展现代农业科学技术，推进农业信息化、数字化、精准化；《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十二个五年规划的建议》提出要加快发展现代农业，推进农业科技创新，促进农业生产经营专业化、标准化、规模化、集约化；中共中央、国务院 2012 年印发中央 1 号文件《关于加快推进农业科技创新持续增强农产品供给保障能力的若干意见》指出，要进一步通过加强农业科技创新支撑现代农业建设。现代农业的建设离不开信息化技术的支持，物联网、云计算、移动通信等技术的发展为现代农业提供了数字化和信息化技术的重要支撑手段，是实现农业集约、高产、优质、高效、生态、安全的重要支撑，同时也为农业农村经济转型、社会发展、统筹城乡发展提供“智慧”支撑。

回顾我国的农业和农村信息化发展路线，大体可以分为三个阶段。第一个阶段是最早开始实施的“村通工程”，通过“村通工程”实现了覆盖农业生产和农村地区的大规模信息基础设施的建设；第二个阶段是搭建各种涉农的综合信息服务平台，例如，中国电信的“信息田园”平台、中国移动的“农信通”服务，等等，可以提供大量的涉农信息以及电子商务服务等；第三个阶段是借助物联网、云计算等新兴技术实现智慧生产和运营的发展模式，大量的传感器节点构成了一张张功能各异的监控网络，通过各种传感器采集信息，可以帮助农民及时发现问题，并且准确地捕捉发生问题的位置。这样一来，农业逐渐从以人力为中心、依赖于手工、孤立机械的生产模式转向以信息和软件为中心的生产模式，从而可以大量使用各种自动化、智能化、远程控制的生产设备，进一步提高了生产效率，促进了农业发展方式的转变。

目前，我国一些农业信息化比较发达的地区已经陆续建立了一些小型化的利用物联网技术的农业生产和管理监测实验示范网络，这些实验性的物联网网络正用于农作物种植、农产品养殖、农业机械的智能管理调度、农作物病虫害防治以及农产品安全溯源等各类智慧农业信息化应用中，同时为进一步提升农业生产决策的智能性，还有一些应用与基础地理信息、农业历史资料数据等信息与知识集成系统，以实现智能化处理和特征

数据的提取，为农业生产提供更高层次的智能决策支持。

对比国内外智慧农业的发展情况，不难发现我国在智慧农业的发展方面仍然处于起步阶段，目前国内更多的是示范工程和项目，还比较缺少能够形成产业的应用项目。另外，在技术和标准方面，缺少统一的协议和标准，因此，大量的应用都是小规模孤岛式应用。但随着云计算和物联网等新兴技术的发展、中国小城镇化建设战略以及人们对广域化、移动化工作的需求增加，原有的多种局域化、孤岛式以及小规模智慧农业应用逐步向公共的共性服务平台迁移，逐步形成了一些具有一定规模以及相对规范的业务和应用。

本书较全面和系统地梳理了智慧农业的国内外发展现状，同时对一些智慧农业的典型应用和案例进行了重点介绍。通过阅读这本书，我们期待读者能对智慧农业的发展趋势和业务形态有所了解，为智慧农业应用的开发和项目实施提供一定的指引。

本书部分内容和案例来自作者的研究成果和实践经验，本书的写作也得到了中国电信集团公司、中国电信北京研究院、中国电信黑龙江分公司、中国电信湖南分公司、中国电信浙江分公司等领导 and 专家的大力支持，另外，还参考了大量来自业界的科研成果和相关技术资料，在此一并表示感谢！

本书由中国电信集团公司靳东滨、冯明统稿，由中国电信北京研究院智慧农业项目组编写，其中江志峰负责全书的策划及第6章的编写，高歆雅负责第1、4、5章的编写，孙向辉负责第2、3、9章的编写，封顺天负责第7、8、11章的编写，周开宇负责第10章的编写，陈晓益和刘波编写了第2章的部分应用案例。另外，在编写过程中，中国电信北京研究院的李志刚、赵慧玲、王晓平、张成良、王建秀、陈运清、解冲锋，以及中国电信集团和省公司的孙健、孙军涛、李成波、刘谦、龚剑、管继刚、赵佳强、杨慧、王达、渠德军、宋革联、王茂华等多位领导和专家提出了很多有益的建议，使本书的内容得以不断完善。

智慧农业作为一种领域和学科交叉融合性应用，涵盖的知识范围较广，同时各种技术仍在快速发展和演进的过程中。由于作者水平有限，书中难免存在谬误，恳请读者批评、指正。

作 者

目 录

上篇 走进智慧农业

第 1 章 农业的未来与发展现状.....	2
1.1 未来信息化新农业展望.....	3
1.2 农业信息化的发展历程.....	4
1.2.1 世界农业信息化的历程.....	5
1.2.2 中国农业信息化的历程.....	10
1.3 中国农业信息化的挑战与机遇.....	18
1.3.1 农业信息化的特点.....	19
1.3.2 农业信息化发展的难点.....	20
1.3.3 中国农业发展的巨大潜力.....	21
第 2 章 信息技术助推农业智慧转型.....	23
2.1 农业信息技术的概念.....	24
2.2 信息技术新进展.....	25
2.2.1 物联网.....	25
2.2.2 云计算.....	33
2.2.3 广域无线通信.....	37
2.2.4 IPv6 和 6LoWPAN 技术.....	42
2.2.5 传感器.....	50
2.2.6 ZigBee 技术.....	57
2.2.7 RFID 技术.....	62

2.2.8	条形码技术.....	70
2.2.9	定位技术.....	80
2.2.10	WebGIS 技术.....	85
第 3 章	智慧农业概述.....	90
3.1	智慧农业的内涵.....	91
3.2	智慧农业的整体系统架构.....	92
3.3	智慧农业的典型应用场景.....	97
3.3.1	智能大棚/温室/仓储.....	97
3.3.2	农产品溯源和食品安全.....	98
3.3.3	农机管理和调度.....	99
3.4	智慧农业的产业链分析.....	100
3.5	智慧农业的实施模式.....	103
3.5.1	“孤岛式”架构.....	103
3.5.2	“烟囱式”架构.....	104
3.5.3	“共性平台式”架构.....	105
第 4 章	国外智慧农业发展经验.....	106
4.1	北美智慧农业发展.....	107
4.1.1	北美农业的特点.....	107
4.1.2	北美智慧农业的发展措施.....	109
4.2	欧洲智慧农业发展.....	110
4.2.1	欧洲农业的特点.....	110
4.2.2	欧洲智慧农业的发展措施.....	111
4.3	亚洲智慧农业发展.....	114
4.3.1	日本农业的特点.....	114
4.3.2	日本智慧农业的发展措施.....	115

4.3.3	韩国智慧农业的发展措施.....	119
4.4	其他地区智慧农业发展.....	120
4.5	国外智慧农业的发展模式分析.....	120
第5章	国内智慧农业发展现状.....	122
5.1	我国农业的发展现状.....	123
5.2	农业领域的主要应用.....	123
5.2.1	智能农业育种/育苗.....	124
5.2.2	农业信息推送.....	125
5.2.3	农业病虫害监控.....	125
5.2.4	粮仓监控.....	126
5.3	林业领域的主要应用.....	127
5.3.1	智慧林业的防火及参数监测.....	127
5.3.2	智慧木材产销系统.....	128
5.4	牧业领域的主要应用.....	129
5.4.1	牧业食品安全溯源.....	129
5.4.2	物联网养殖技术.....	132
5.5	渔业领域的主要应用.....	133
5.6	中国智慧农业发展特色分析.....	135
第6章	智慧农业产业链发展策略.....	138
6.1	智慧农业发展的机遇与挑战.....	139
6.1.1	智慧农业发展的机遇.....	139
6.1.2	智慧农业发展的挑战.....	147
6.2	智慧农业发展策略建议.....	151
6.2.1	产品策略.....	151
6.2.2	技术策略.....	154

6.2.3 平台策略.....	156
6.2.4 平台建设模式.....	158

下篇 拥抱智慧农业

第7章 绿色高效率——精准农业生产管理系统.....	162
7.1 概述.....	163
7.1.1 现代农业生产遇到的三大问题.....	163
7.1.2 精准农业生产管理的内涵.....	164
7.1.3 管理手段.....	166
7.2 精准农业生产管理系统业务需求及功能.....	175
7.2.1 精准农业生产管理系统主要业务流程.....	175
7.2.2 精准农业生产管理系统主要的业务功能.....	176
7.3 系统设计.....	178
7.3.1 设计原则.....	179
7.3.2 系统架构.....	182
7.3.3 功能设计.....	184
7.4 关键技术.....	194
7.4.1 终端设备接入技术.....	194
7.4.2 数据滤波和插值分析技术.....	195
7.4.3 农业现场网关的数据上报技术.....	196
7.5 应用案例.....	197
7.5.1 黑龙江某农垦温室大棚应用.....	197
7.5.2 黑龙江某农垦精准灌溉应用.....	201
7.5.3 浙江宁波某渔场水产养殖应用.....	204
第8章 运筹于帷幄——农机装备定位和调度系统.....	208
8.1 概述.....	209

8.1.1	农机装备定位和调度面临的问题.....	209
8.1.2	农机装备定位和调度的内涵.....	210
8.1.3	农机装备定位和调度的分类.....	212
8.2	农机装备定位和调度系统业务需求及功能.....	217
8.2.1	农机装备定位和调度系统主要业务流程.....	217
8.2.2	农机装备定位和调度系统主要业务功能.....	219
8.3	系统设计.....	221
8.3.1	设计原则.....	221
8.3.2	系统架构.....	222
8.3.3	功能设计.....	225
8.4	关键技术.....	236
8.4.1	GPS 定位原理及定位方法.....	236
8.4.2	空间数据的存储技术.....	238
8.5	应用案例.....	239
8.5.1	黑龙江某农垦农机定位应用.....	239
8.5.2	中国电信“渔信 E 通”应用.....	241
第 9 章	安全有保障——农产品溯源系统.....	245
9.1	农产品溯源概述.....	246
9.1.1	农产品溯源的背景.....	246
9.1.2	农产品溯源的内涵.....	247
9.1.3	农产品溯源的分类.....	248
9.1.4	农产品溯源与供应链.....	250
9.1.5	农产品溯源的实施流程.....	251
9.2	农产品溯源中的标识技术.....	252
9.2.1	溯源标识的作用.....	252
9.2.2	标识技术选择依据.....	253

9.2.3	标识绑定对象的确定.....	254
9.2.4	标识的设计实现.....	254
9.2.5	RFID 标识读取设计.....	257
9.3	农产品溯源中的编码体系及方案.....	259
9.3.1	多环节分段式需求.....	259
9.3.2	国际 EAN·UCC 编码方案.....	260
9.3.3	国内编码方案.....	265
9.3.4	农产品溯源中编码方案的使用.....	268
9.4	农产品溯源中的信息技术.....	272
9.4.1	物联网技术.....	272
9.4.2	云计算技术.....	273
9.4.3	SOA 技术.....	274
9.5	系统设计及实现.....	275
9.5.1	农产品溯源的基本系统架构.....	276
9.5.2	典型的农产品溯源流程.....	277
9.5.3	系统网络结构及部署方案.....	280
9.6	应用案例.....	281
9.6.1	某市“放心肉”工程——猪肉溯源系统.....	281
9.6.2	某公司“绿色有机蔬菜”项目.....	290
第 10 章	防患于未然——农业病虫害防治系统.....	297
10.1	病虫害防治的手段.....	298
10.1.1	病虫害综合防治的概念.....	298
10.1.2	病虫害综合防治的几个观点.....	298
10.1.3	植物病虫害综合防治技术.....	299
10.2	病虫害防治理论.....	302
10.3	植物病虫害的调查统计及预测预报.....	304