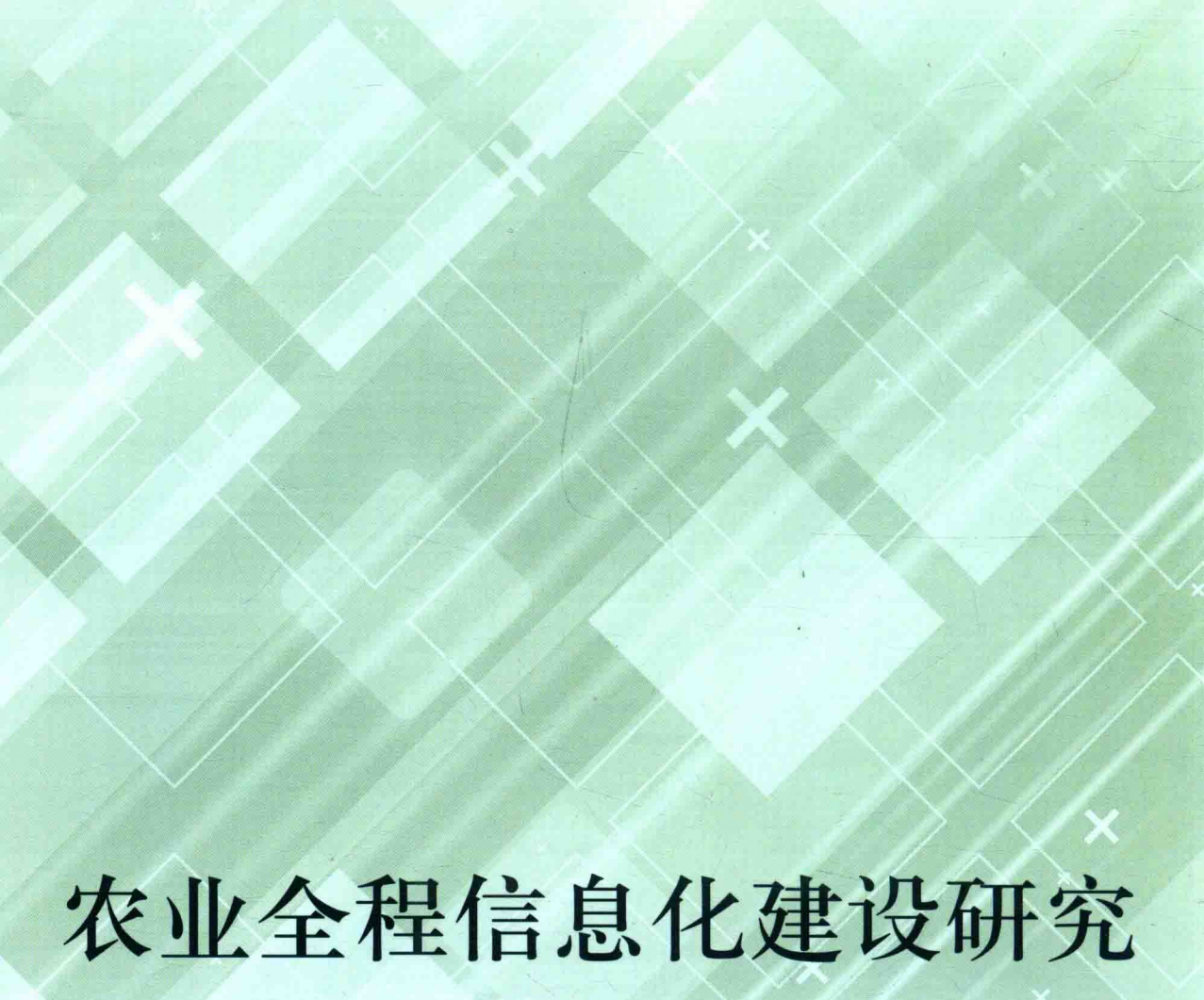




农业全程信息化建设研究

孔繁涛 张建华 吴建寨 等/编著



Research on the Development of Agriculture
Whole Process Informatization



科学出版社

农业全程信息化建设研究

孔繁涛 张建华 吴建寨 等/编著

Research on the Development of Agriculture
Whole Process Informatization

科学出版社

北 京

内 容 简 介

信息化是农业现代化的制高点。在“四化同步”的历史背景下,开展农业全程信息化建设研究,对于加快我国农业现代化建设、全面小康社会建成具有重要意义。本书以农业信息化为主题。首先,从农业生产、经营、管理、服务四个方面,详细阐述了我国农业全程信息化的发展现状、关键技术和技术体系;其次,定量分析了我国农业全程信息化水平,简要介绍了物联牧场、农业展望、信息服务的研究进展;最后,系统研判了农业全程信息化的未来趋势、问题挑战与政策建议。

本书既有理论探索也有实践检验、既有定性分析也有定量分析、既有规范研究也有实证研究。因此,读者群比较广泛,适合行政、科研以及相关人群阅读。

图书在版编目(CIP)数据

农业全程信息化建设研究 / 孔繁涛等编著. —北京: 科学出版社, 2015
ISBN 978-7-03-046834-5

I. ①农… II. ①孔… III. ①农业-信息化-研究 IV. ①S126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 303018 号

责任编辑: 王 倩 / 责任校对: 钟 洋

责任印制: 张 倩 / 封面设计: 无极书装

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>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 1 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2016 年 1 月第一次印刷 印张: 11 插页: 2

字数: 300 000

定价: 88.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

农业部“十三五”农业农村经济发展规划编制前期研究重大课题
“农业全程信息化建设研究”
农业部专项“农业监测预警与信息化研究”

编写委员会

主 笔	孔繁涛			
副 主 笔	张建华	吴建寨		
编写成员	韩书庆	刘佳佳	朱孟帅	杨海成
	赵 璞	秦 波	李辉尚	王盛威
	沈 辰	周向阳	梁丹辉	李婷婷
	徐 克	熊 露	李斐斐	张 晶
	王雍涵	吴 圣	於少文	

序

当今世界，科学技术日新月异，成为经济发展、社会进步的重要驱动。信息技术突飞猛进，摩尔定律效应显著，不断改变着生活方式、生产实践和人类思维，成为传统社会迈向现代社会的不竭动力。自第一台计算机 ENIAC 诞生，半个多世纪以来，人类目光多次聚焦信息技术；信息技术已经成为一个国家或地区科技发展水平的重要标志。抢占信息技术高地，突出发展信息产业，是世界主要发达国家的通行做法和重要经验。

承前启后、继往开来，在实现中华民族伟大复兴的历史征程中，党的十八大明确提出促进工业化、信息化、城镇化、农业现代化同步发展的战略决策，使信息化和农业现代化同时上升为国家战略。信息化和农业现代化的深度融合，促使农业信息化成为现代农业发展的制高点，成为农业现代化发展水平的重要标志。

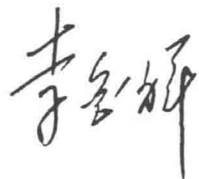
农业信息化是一个动态的、辩证的和相对的历史过程，是计算机科学转变为农业生产力的创新过程，是信息技术应用于农业产业发展的实践过程。信息技术是推动农业信息化进程的增长点、发动机和风向标；信息技术新概念、新观点、新方法、新理论不断涌现，具有旺盛的生命力，从电子管到超大规模集成电路、从 ARPA 网到万维网、从 PC 机到人工智能，直到当前的物联网、大数据、云计算、“互联网+”，展示着农业信息化未来的无限生机和美好愿景。进入 21 世纪以来，我国农业发展取得了举世瞩目的成就，粮食产量十一连增，农民增收十一连快。但是，农业发展依然面临着诸多问题，如农业生产自然风险、农产品市场风险、质量安全风险、农民持续增收

压力、资源环境约束等。破解这些风险和难题，迫切需要信息化提供数据支撑，迫切需要信息化提供技术支撑，迫切需要信息化提供理论支撑。

农业全程信息化既是一个理论范畴，也是一个实践运用。从理论上讲，农业全程信息化是一个“全要素、全过程、全系统”的复杂工程，涉及农业、农村和农民的方方面面，涵盖农业生产、经营、管理和服务的各个环节，需要政府调控和市场机制的合力推动。从实践上讲，农业全程信息化是一个“化”的过程，既是对劳动力的改造，也是对劳动对象、劳动工具的改造；信息流反映物质流、引导物质流，信息流、物质流的有效匹配，是化解“春天种什么对，秋天卖什么贵，买什么生产资料最实惠”之间的最佳路径和理性选择。

立足当前我国“四化同步”战略部署，面向“十三五”重大需求，以农业转方式、调结构为契机，亟须开展农业全程信息化的理论分析、应用研究。本书全面梳理我国农业全程信息化的基本现状、存在问题，科学凝练我国农业全程信息化的关键技术、技术体系，定量研究我国农业全程信息化的模型方法、发展水平，聚焦分析我国农业全程信息化的热点难点，如物联牧场、农业展望、监测预警、机制模式等问题，系统阐述我国农业全程信息化的未来趋势、政策建议，具有重要的理论与实践意义，也体现了作者坚实的理论功底、深厚的学术造诣和严谨的治学态度。读罢书稿，感悟颇多，欣然提笔作序。

展望未来，农业全程信息化永远在路上。挑战与机遇并存、风险和收益同在，伴随着我国经济社会发展和科学技术进步，农业全程信息化需要不断探索中发展、在发展中提升、在提升中完善。希望作者继续坚持创新研究，快出成果、多出成果，为加快推进我国农业信息化事业作出应有的贡献。



2015年11月26日

前 言

农业是国家经济发展、人民生活的重要基础，农业问题备受关注。目前，我国农业正处于从传统农业向现代农业转型的关键时期，农业发展与人口、资源、环境的矛盾越来越突出。随着我国人口的增加，农产品总体需求呈明显的增长态势，农产品供求关系呈现基本平衡、结构短缺的特征，保障粮食等重要农产品有效供给的任务日益繁重。我国的耕地资源、水资源、人力资源约束日益趋紧，农田还有 2/3 以上是中低产田，耕地还有 50% 以上处于水资源紧缺的干旱、半干旱地区。当前，农业发展不仅面临生产过程中的诸多问题，还面临着农产品价格波动、国际环境等不确定性因素的影响。

近年来，以大数据技术、物联网技术、精准装备、云计算、现代通信技术为代表的信息技术迅猛发展，利用现代信息技术助力农业发展，成为从传统农业向现代农业转型的必然选择。党的十八大适时提出促进工业化、信息化、城镇化、农业现代化同步发展的“四化同步”战略。中央一号文件持续关注农业农村的信息化建设问题，2014 年中央一号文件指出建设以农业物联网和精准装备为重点的农业全程信息化和机械化技术体系，2015 年中央一号文件指出深入推进农村广播电视、通信等村村通工程，加快农村信息基础设施建设和宽带普及，推进信息进村入户。如何利用现代信息技术改造农业、引领农业、发展农业，提高农业的劳动生产率与核心竞争力，加快我国农业现代化建设步伐，已成为亟须解决的问题。

农业全程信息化，是农业信息化的最新诠释与发展方向，它是农业全要素、全过程、全产业的信息化，将大数据技术、物联网技术、精准装备、云

计算技术、现代通信技术等农业信息技术融于农业的各个环节，充分利用现代信息技术快速、便捷、智能的优势，全面感知农业各种生产流通要素，实现农业生产的数字化、智能化、精准化与管理科学化。同时，农业全程信息化充分发挥信息技术在社会资源配置中的优化和集成作用，进而突破农业生产、经营、管理、服务全过程长期存在的症结和难题，推动农业产业的转方式、调结构、转型升级，提升农业整体的创新力和生产力，以加快农业全面健康发展。

本书全面系统地阐述了农业全程信息化的相关理论、技术方法和机制模式，共分为9章内容。第一章为绪论，主要介绍农业全程信息化的概念与内涵，分析国内外全程信息化发展状况；第二章为我国农业全程信息化现状分析，对农业生产、经营、管理、服务的4个信息化进行展开与分析；第三章为农业全程信息化关键技术，详细介绍农业大数据技术、农业物联网技术、农业精准装备技术等；第四章为农业全程信息化技术体系构建，详细介绍我国农业全程信息化技术体系；第五章为农业全程信息化建设水平测度，分析与度量农业全程信息化发展水平；第六章为物联牧场研究，介绍物联牧场的概念、进展、技术体系、建设内容及发展趋势；第七章为农业展望研究，阐述农业展望的概念、发展历史、技术体系与研究进展；第八章为农业信息服务机制与模式；第九章为农业全程信息化存在的问题与政策建议。本书既融入团队的研究成果，形成明显的个性特色，成为反映国内外前沿研究成果的创新性著作，又构成了独立体系，系统地反映农业全程信息化的基本理论、技术方法。

本书的出版是多方支持与帮助的结果，从而进一步丰富了农业全程信息化的理论方法，凝练了农业全程信息化的技术体系。首先，本书内容的系统构建，是基于农业部“十三五”农业农村经济发展规划编制前期研究重大课题第21课题“农业全程信息化研究”的主要成果；其次，本书相关章节的部分内容，是研究团队所承担“十二五”国家科技支撑计划“农业生产与市场流通匹配管理及信息服务关键技术研究及示范”（编号：2012BAH20B04）、“十一五”国家科技支撑计划“农产品数量安全智能分析与预警关键技术及平台研究”（编号：2009BADA9B01）、农业部农业信息监测预警研究任务等相关研究

成果；最后，本书的形成与定稿，也得益于研究团队在农业信息技术、农业信息分析、农业信息管理方面的长期积累与沉淀。同时，由于本书成稿的过程，也是相关学术成果不断整理、凝练、提高、发表的过程，部分学术论文正在投稿、退修、完善甚至排版印刷之中，可能会出现极其个别内容的交叉与重复，在此特别说明。

由于作者水平有限，加之信息技术日新月异，“农业全程信息化”将会不断产生新需求、新命题、新挑战，因此本书难免出现一些不足与偏颇，诚望读者朋友不吝赐教。

作 者

目 录

第一章 绪论	1
第一节 农业全程信息化的概念与内涵	1
第二节 国外农业全程信息化发展状况	2
第三节 我国农业全程信息化建设状况	5
第四节 国内外农业全程信息化的比较	7
本章参考文献	9
第二章 我国农业全程信息化现状分析	10
第一节 农业生产信息化现状分析	10
第二节 农业经营信息化现状分析	18
第三节 农业管理信息化现状分析	21
第四节 农业服务信息化现状分析	24
本章参考文献	25
第三章 农业全程信息化关键技术	27
第一节 农业大数据	27
第二节 农业物联网	30
第三节 农业精准装备	33
第四节 农业监测预警	35
第五节 农业云计算	37
第六节 “3S” 技术	39
第七节 农业信息分析技术	41

本章参考文献	43
第四章 农业全程信息化技术体系构建	45
第一节 农业全程信息化技术体系概述	45
第二节 农业生产信息化技术体系构建	46
第三节 农业经营信息化技术体系构建	51
第四节 农业管理信息化技术体系构建	53
第五节 农业服务信息化技术体系构建	55
本章参考文献	57
第五章 农业全程信息化建设水平测度	58
第一节 农业信息化测评方法研究综述	58
第二节 全程信息化建设指标体系构建	65
第三节 数据来源	71
第四节 农业全程信息化测度方法及结果	73
本章参考文献	75
第六章 物联牧场研究	77
第一节 我国畜牧业的发展现状	77
第二节 物联牧场研究进展	79
第三节 物联牧场技术体系	84
第四节 物联牧场的建设内容	87
第五节 物联牧场监测控制系统	89
第六节 物联牧场的未来趋势	106
本章参考文献	107
第七章 农业展望研究	109
第一节 农业展望的概念及意义	109
第二节 国外农业展望进展	111
第三节 农业展望的技术体系	117
第四节 我国农业展望进展	127
本章参考文献	129

第八章 农业信息服务机制与模式	131
第一节 国外农业信息服务的基本做法	131
第二节 我国农业信息服务的现状分析	132
第三节 我国农业信息服务的问题导向	133
第四节 农业信息服务的机制模式探讨	134
第五节 农业部信息进村入户的探索和实践	136
第六节 我国农业信息服务的对策建议	147
本章参考文献	149
第九章 农业全程信息化存在的问题与政策建议	150
第一节 未来趋势	150
第二节 制约因素及存在问题	153
第三节 政策建议	158
本章参考文献	163

第一章 绪 论

第一节 农业全程信息化的概念与内涵

农业全程信息化是农业信息化进一步深入之后产生的全新概念，它是国家推进农业“互联网+”行动计划的具体内容，是现阶段农业向纵深发展的信息化。

一、农业全程信息化概念

农业全程信息化标志着整体农业的发展水平，代表农业现代化的发展方向，彰显农业现代化的发展动力。它是在现代信息技术与农业现代化深度融合基础上，全力推进的农业全过程信息化。

农业全程信息化就是指农业全系统、全过程、全要素的信息化，其核心是用信息技术转变传统农业的发展方式，覆盖农业生产、流通和消费各个环节，包括生产、经营、管理和服务各个方面，提升农业整体的生产效率，加快农产品的产销对接，提高农业的管理与服务水平，推动农业现代化建设的历史进程，是“人、机、物”^①的有机统一。

^① “人”是核心，包括自然人和法人；“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；“物”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。

二、农业全程信息化内涵

农业全程信息化是一次全新的农业跨越式发展的必然方式，也是农业现代化发展的主要力量。它主要包括农业生产信息化、农业经营信息化、农业管理信息化和农业服务信息化四个方面：

一是农业生产信息化：是指信息技术在包括农田种植、设施农业、畜牧养殖、家禽养殖、渔业生产等农业生产过程中的信息化，主要目标是应用信息技术提高劳动生产率，降低劳动成本，增加农民收入。

二是农业经营信息化：是指信息技术在农业经营过程中的信息化，如电子商务、物流管理，主要目标是应用信息技术实现供需信息匹配，降低交易成本。

三是农业管理信息化：是指信息技术在农业管理过程中的信息化，如电子政务等，主要目标是应用信息技术提高农业管理部门质量和效率。

四是农业服务信息化：是指信息技术在农业服务过程中的信息化，包括农业技术推广、信息进村入户等，主要目标是提高信息化服务“三农”（指农村、农业、农民）的水平^[1]。

第二节 国外农业全程信息化发展状况

农业全程信息化是推动农业现代化快速发展的必然选择。剖析发达国家农业全程信息化发展现状，归纳国外农业全程信息化发展规律，对于我国农业全程信息化具有重要的指导作用。世界主要发达国家农业全程信息化发展状况如下。

一、美国

美国是世界上最发达的国家，美国的农业信息化建设一直走在世界的前列。主要有如下特点：

首先，美国建立了非常完善的农业信息基础设施。作为信息技术最先进的国家，美国的计算机、互联网、数据中心等基础设施非常完善，同时，建立了内容完整、覆盖广泛的农业信息服务体系，如美国国家农业信息数据库（AGRICOLA）、国家海洋与大气管理局数据库（NOAA）、地质调查局数据库（USGS）等规模化、影响大的涉农信息数据中心，提供最新的农作物种植面积、土地资源、淡水资源、

气象资源、遥感信息、农作物生长状况、病虫害程度、受灾状况、生长环境等信息^[2]。

其次，美国建立了长期规范的农业生产、经营、管理、服务等农业全过程的信息发布机制。构建了以政府为主体的庞大的市场信息网络，制定了全面、详细的农业信息调查内容和规范的调查方法^[3]，建立了严格的农业信息处理和农业信息发布制度，构建了以国家、地区、州为单位的农业信息网，形成了完整、健全、规范的农业信息服务体系。

最后，美国构建了有效的农业信息资源共建共享机制。1995年由多个农业图书馆、农业大学、农业研究机构、农业信息中心以及相关农业部门，联合组建了覆盖农业多个领域的信息资源共享联合体，极大整合了农业信息资源，通过建设的信息共享系统，全球用户可免费获得丰富的农业信息数据^[4]。

二、欧洲发达国家

欧洲发达国家农业发展一直处于国际领先水平，尤其以法国、德国、荷兰、英国等国家的农业信息化水平较高。

法国作为欧盟最大的农业生产国和农产品出口国，农业信息化问题一直受到政府高度关注。法国农业机构非常重视计算机、互联网与信息技术在农业中的应用，各级农业政府部门都具有较为完备的农业信息数据库；法国农业信息技术的应用水平很高，可以利用通信与遥感卫星进行灾害预报、病虫害预警，利用专家系统进行农业田间管理，利用计算机技术进行农业全程跟踪；同时，该国还具有丰富的农业信息资源，农业服务主体多样，各级农业部门、行业组织均有强大的农业信息管理体系。

德国农业信息化起步较早，信息化建设水平也较高。首先，德国早在20世纪80年代，就着手构建面向农业的资源数据中心，如土地资源数据中心、气象资源数据中心、植物生长管理数据中心、病虫害管理数据中心、植物保护剂数据库中心、植物保护文献数据库等，为德国农业生产提供了丰富的信息数据；其次，德国农业农村信息设施条件健全，电话、电视、互联网、移动通信等技术发展一直走在世界的前列；再次，基于本国良好的机械制造能力，德国在农业领域研制了广泛的计算机自动控制系统，提高了农机的利用效率；最后，随着物联网技术的广泛应用，德国在农业，尤其是养殖业领域，进行了大量的信息物联网研发应用，利用最

新技术实现了现代化生产^[5]。

荷兰作为一个北欧国家，面临着人多地少、农业资源贫乏的窘状，但该国农业却取得了举世瞩目的成就。在自动化生产、作物模拟、农业市场服务等方面，达到了世界领先水平。在设施农业控制自动化方面，花卉、蔬菜、水果等植物的计算机智能控制系统应用广泛，能够实现设施农业的喷淋、滴管灌溉、光照调节等自动化智能化控制，大幅减少人工操作，以及机械化挤奶、自动饲喂。在作物模拟方面，三维作物模拟技术的研发和应用都获得了较快发展，模型在农业生产实践中的应用水平很高，能够模拟不同种类的作物生长过程与生长变化，能够模拟不同气象变化对农作物生长的影响程度，并进行实时分析，作物模拟技术的应用对于指导农作物种植与生长具有很大贡献。在农业信息服务体系方面，构建广泛的农民社团与服务组织，并能通过制定的农业政策、法律法规等，积极促进与指导农业生产^[6]。

英国因其地理环境的独特性，农业的发展与其他欧洲国家有一定的差异，但农业信息化建设却有极大的相似性。首先，英国农业全程信息化起步较早，20 世纪 90 年代，互联网、手机、电视等设施条件已基本在农村地区普及；到 21 世纪初，英国全部大小农场拥有计算机与上网设备，保证 99% 的农场能上网，而且农民都受过很好的培训；至 2011 年，英国互联网已接入全国 99% 的农村地区；目前，农村地区的互联网、3G 无线网络等已经基本覆盖，成为八国集团中信息网络最密集的国家。其次，精准装备、智能系统在该国发展也非常迅速，卫星导航、地理信息系统、遥感等“3S”技术已全面在农作物种植与畜牧养殖中得到应用，在农作物的耕、种、收，以及施肥除草等方面基本采用精准装备实施，农业物联网技术、无线传感器网络技术、无线远程控制技术等不断在农业各个环节和过程中得到使用。最后，该国建立了海量的农业基础数据库，存储的农业信息资源相当广泛，对农业生产、经营与管理起着非常重大的指导作用，还针对农民、涉农企业、农业社团免费发布各类农业信息，并对其提供农业生产中必需的咨询和援助，指导农业生产^[4]。

三、亚洲发达国家

日本作为亚洲最发达的国家之一，农业的信息化和产业化程度都比较高。首先，日本十分重视农业信息化体系建设，成立了若干专门咨询委员会，制定市场规则和发展政策，并重视农村通信、广播、电视等基础设施的发展。其次，日本构建了从服务人员到服务系统一体的服务体系，包括 1800 个农业生产信息与市场信息