



乡村振兴系列丛书·产业兴旺篇

农业4.0

——改变中国与世界的农业革命

夏 英 主编

一本关于“农业互联网、数字农业、农用智能机械、农业物联网、生物遗传工程、生物质能源、农业生态环境等”的乡村振兴战略全方位实施读本



中国农业出版社

农业 4.0

——改变中国与世界的农业革命

夏英 主编

乡村振兴系列丛书

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农业 4.0: 改变中国与世界的农业革命 / 夏英主编.
—北京: 中国农业出版社, 2019. 1

(乡村振兴系列丛书)

ISBN 978-7-109-24194-7

I. ①农… II. ①夏… III. ①智能技术—应用—农业发展—研究—世界 IV. ①F313

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 122730 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 廖 宁

文字编辑 徐志平

中农印务有限公司印刷 新华书店北京发行所发行
2019 年 1 月第 1 版 2019 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 14.5

字数: 350 千字

定价: 59.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内容简介

在世界范围内以互联网信息技术、工业智能制造技术、生物新技术带来的产业变革正如火如荼，工业 4.0 时代已呼啸而来，召唤和推动着农业的协同发展。随着信息技术的强力渗透，信息流的“无孔不入”以及智能化的快速发展，农业 4.0 时代即将到来。在资源人口、生态环境多重约束下的中国农业如何面对今天的科学技术发展，能否迎头赶上，抑或实现弯道超车，是这个大时代给我们经济学家提出的新课题。

本书深入而客观地分析了打造未来农业 4.0 的时代背景和技术支撑，用通俗易懂的方式梳理和介绍了与农业 4.0 相关的各种前沿科技成果，如互联网、大数据、机器人、物联网、遗传工程、生物质能源等。同时，对世界各国的农业资源状况与发展现状进行了优势分析与对比，并且重点针对中国发展农业 4.0 的切入点、手段与前景进行了详尽的分析与讨论，继而触发对农业 4.0 可能带来的种种机遇与挑战的深刻思考。这是一本关注农业进步和农业未来的前瞻性、综合性、启迪性的普及读物，期望能够为未来农业发展和我国农业现代化进程起到促进引领作用。

编者名单

- 主 编 夏 英 中国农业科学院农业经济与发展研究所
博 士
- 副主编 李富申 安华农业保险股份有限公司 董事长
贾 琳 河北农业大学商学院 讲 师
黄祖祥 211 智库 总经理
- 参 编 叶兴庆 国务院发展研究中心农村经济研究部
部 长
- 曲 颂 中国农业科学院农业经济与发展研究所
博 士
- 王 震 华北理工大学经济学院 副教授
- 崔海兴 中国人民大学农村发展学院 副教授
- 周忠丽 农业农村部干部管理学院 博 士
- 李世武 农业农村部干部管理学院 副主任
- 张瑞涛 中国农业科学院农业经济与发展研究所
博 士
- 吕开宇 中国农业科学院农业经济与发展研究所
博士、研究员

绘制面向 21 世纪的中国“三农”蓝图： 新科技+新乡村+新经济 (代序)

进入 21 世纪，第四次工业革命趋势日趋明朗，特别是在以生产高度数字化、网络化、机器自组织为标志的科技创新引领下，2013 年德国率先正式提出了工业 4.0 战略。受到德国工业 4.0 战略的影响，各国纷纷出台支持先进制造业或高科技行业发展的政策，欧盟很多国家都提出了类似于德国工业 4.0 的项目，有的称为“未来工厂”，有的称为“先进制造业”。作为中国政府实施制造强国战略“三步走”的第一个十年的行动纲领，2015 年我国提出了“中国制造 2025”等，尽管提法不同，工业 4.0 意识已经形成。由此可见新一轮科技变革对工业领域产生的积极影响及引发的巨大反响。反观农业这一古老又现代的产业，因新一轮科技革命爆发将会发生哪些变化？如何以全球视野认识、适应和推动这场变革？如何从中国农业高新科技应用的点滴变革感知和预测新经济的发展态势？这些问题目前尚未清晰确定，但这正是《农业 4.0——改变中国与世界的农业革命》一书试图引发读者思考和作答的，意在从

新一轮科技变革的制高点，嵌入乡村振兴、新经济崛起，绘制出面向 21 世纪的中国“三农”发展新蓝图。

《农业 4.0——改变中国与世界的农业革命》共有 12 章，除去第一章关于农业发展面临问题的剖析外，其余章节从不同视角对新科技革命在农业领域的应用进行全方位展现、诠释与展望，其作用不仅仅在于提升农业生产力，更在于促进乡村全面进步和绿色发展。

中国的乡村建设是政府引导下的国家现代化发展过程中的重要组成部分，是由先进生产力助推的乡村经济、社会、生态全面进步过程，是一个持续连贯、节节提升的过程。新乡村建设最核心内容是产业发展，关键是技术支撑，这是理解本书的一把钥匙。

当前，在中共十九大新时代背景下的乡村发展已开始从 1.0 版本所要求的“生产发展、生活宽裕、乡风文明、村容整洁、管理民主”迈向了以“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”为发展目标，以“生态经济、美丽经济、融合经济、股权经济、电商经济”为发展样态的 2.0 版本，这就是新乡村的新经济之路。第一是生态经济，判断绿水青山变金山银山拐点的三个维度是消费者购买能力、消费者购买意愿及购买力实现条件，以及政府购买生态产品促进拐点到来。第二是美丽经济，要依托农村绿水青山、田园风光、乡土文化等资源，大力发展休闲度假、旅游观光、养生养老、创意农业、农耕体验、乡村手工艺等，使之

成为繁荣农村、富裕农民的新兴支柱产业。第三是融合经济，即2016年中央1号文件所讲，促进农业产销紧密衔接，农村一、二、三产业深度融合，推进农业产业链整合和价值链提升，让农民共享产业融合发展的增值收益，培育农民增收新模式。第四是股权经济，比如鼓励发展股份合作，引导农户自愿以土地经营权等入股的龙头企业和农民合作社，探索将财政资金投入农业农村形成的经营性资产等。第五是电商经济，判断农产品电子商务模式优劣的维度，包括能否促进比较劣势地区特色产品优势显性化、促进新型经营主体发展、促进农产品品质提高、促进农村创业就业等。《农业4.0——改变中国与世界的农业革命》以一章的篇幅通过新农人来透视科技发展对农业从业者的影响，详述了新农人的产生背景、发展现状、类型与作用，说明新农人的出现既是新科技发展的必然结果，也为新乡村发展带来活水与生机。

对于这些发展样态或新经济之路，我们从《农业4.0——改变中国与世界的农业革命》一书中可找到其源头活水，正是大数据、“互联网+农业”、生态技术、科技金融、新农人等的创新，为实现“强富美”的乡村建设新目标提供了重要保障。

目前，在国家各项有力政策的引领下，我国“三农”事业发展已迈入新阶段，强农惠农富农政策体系基本形成。以终结农业“四税”为标志，国家与农民分配

关系发生历史性调整；以实行“四项补贴”为标志，农业支持保护体系基本形成；以放开粮食购销为标志，农产品市场化改革迈出最后一步；以推进集体林改为标志，农村基本经营制度覆盖面进一步扩大；以明确长久不变为标志，农民土地承包权得到更充分保障；以农村集体产权制度改革为标志，农民财产性收入得以增加；以推进农民落户为标志，农民工市民化政策环境逐步改善；以建立村镇银行为标志，竞争性农村金融市场体系开始发育；以加强“一事一议”为标志，公共财政开始覆盖村级基础设施；以实施“两免一补”为标志，走向真正的免费义务教育；以建立农村低保为标志，农村社会救助实现新跨越；以推行“新农合”为标志，逐步提高农民医疗保障水平；以推行新型农保为标志，促进农民养老方式实现重大转变。截至 2015 年，我国城乡收入差距进一步缩小，农民收入增幅连续 6 年高于城市居民的收入增幅。2015 年，农民人均纯收入达到 11 422 元。我国人均 GDP 从 2005 年的 1 709 美元，上升为 2015 年的 7 924 美元；城镇化率从 2005 年的 42.99% 上升为 2015 年的 56.1%；速度换挡，结构调整，动力转换，创新、协调、绿色、开放、共享已经成为中国经济发展新常态的关键词。

进入“十三五”，特别是中共十九大之后，伴随着新一轮科技革命进入爆发期，新一轮的政策出台高峰期已经到来。2016 年国务院《政府工作报告》指出：

“当前我国发展正处于这样一个关键时期，必须培育壮大新动能，加快发展新经济。”“要推动新技术、新产业、新业态加快成长，以体制机制创新促进分享经济发展。”2016年中央1号文件指出：“大力推进农民奔小康，必须充分发挥农村的独特优势，深度挖掘农业的多种功能，培育壮大农村新产业新业态。”“十三五”规划纲要指出：“拓展农业多种功能，推进农业与旅游休闲、教育文化、健康养生等深度融合，发展观光农业、体验农业、创业农业等新业态。”可以预见，科技与政策双轮驱动，必将为质量兴农、绿色发展提供不竭动力；科技与政策优势叠加，必将推动我国农业现代化向更高水平迈进。

国务院发展研究中心农村经济研究部部长 叶兴庆

2018年8月

前 | 言

FOREWORD

2013年，德国在汉诺威工业博览会上正式提出了“工业4.0”的概念，认为人类将迎来以信息物理融合系统为基础，以生产高度数字化、网络化、机器自组织为标志的第四次工业革命。工业革命的重要特征是技术的变革，以及由此带来的对战略、商业模式、企业组织、过程管理、工具和方法的变革。而农业作为与工业密切联系、相互依存的部门，也必将融入这场变革之中。工业4.0推动了农业生产理念变革、数字化技术推广应用，农业生产机械化、智能化、自动化程度不断提升，带来了农业领域巨大变革。随着工业变革的推进，农业未来发展的走向如何？农业经营理念、资源利用、产品种类、

技术变革等正在和将会发生怎样的变化？如何认识、适应和推动这场意义深远的重大变革顺利进行？本书对这些问题进行理论与实务探讨，并试图找到答案。

本书借鉴选编了大量国内外学者相关的研究成果，结合编写初衷，力图做到体系完整、重点突出、贴近实践、通俗易懂，为农业经济相关专业学生、农业经营管理者 and 科研人员提供学习参考与实务。本书共有 12 章，第一章概述了当前农业发展面临的危机：灾害、生态、劳动力与粮食安全；第二章至第十二章具体介绍了农业互联网应用、数字农业、农用机械智能化、物联网技术、生物遗传工程、土地保护与改良、水资源、生物质能源、生态环境、农业劳动力的创新发展及农业保险。在内容上，突出介绍农业各方面的最新发展，并结合案例分享，对实践应用进行介绍，使读者有更形象的认识。

本书编者均为长期从事农业经济管理领域研究的科研人员或高校教师。本书在编写过程中，参考和借鉴了大量国内外学者的研究成果，在此衷心感谢！由于工业化进程仍然在不断发展，农业领域的变革也在不断发展的过程中，一些理论和实践问题尚未发展成熟，仍然需要在实践中探索和检验；加之作者水平有限，如有不当之处，恳请读者批评指正。

编者

2018 年 8 月于北京

目 | 录

CONTENTS

绘制面向 21 世纪的中国“三农”蓝图：新科技+新乡村+
新经济（代序）

前言

导言 农业科技创新与中国农业转型 1

第一章 农业危机：灾害、生态、劳动力与粮食安全 6

第一节 农业灾害频发多发 7

第二节 生态环境不堪重负 11

一、农业投入品对环境的污染和对农产品质量安全的
威胁 12

二、畜禽养殖业的环境污染 15

三、水源短缺和污染	17
四、耕地退化	20
五、土地荒漠化	22
第三节 农业劳动力老龄化困局难解	24
一、农业劳动力比重下降伴随着老龄化	24
二、中国农业劳动力现状	25
第四节 饥饿与贫困挥之不去	28
第五节 世界粮食安全约束重重	30
一、世界人口持续增长	30
二、世界耕地面积增长减缓	32
三、资源约束和全球气候灾害，世界粮食产量增长 减缓	34
四、膳食结构的改变，对饲料用粮和水的需求增加	36
五、不同需求的竞争，特别是对生物燃料生产的需求	39
第二章 创新农业	41
第一节 互联网农业的兴起	41
一、互联网农业的提出	41
二、“互联网+”助力农业现代化	42
三、云农场领跑“互联网+农业”	44
第二节 “互联网+农业”的优势	49
一、“互联网+”对农业的深度改造和提升	49
二、农业成为互联网的第二战场	53
三、合作社发展迎来新机遇	58
第三节 互联网农业发展存在的问题	66

第四节 农业互联网展望与发展建议	68
第三章 农业大数据和数字农业	72
第一节 农业大数据	72
一、数字农业的基本内涵	72
二、数字农业的特点	74
三、数字农业的发展概况	76
第二节 发展数字农业的必要性	79
一、农业现代化发展的需要	79
二、数字地球建设的需要	80
三、资源、信息共享的需要	81
第三节 数字农业与农业的可持续发展	81
一、数字农业促进传统农业向现代农业跨越	82
二、数字农业有助于农业产业结构调整	83
三、数字农业提高农业产品竞争力	84
四、数字农业保护农业生态环境	84
第四节 数字农业中农业物联网关键技术与装备	85
一、数字农业中常用的传感器	85
二、植物生长过程数字化技术与装备	86
三、土壤信息检测数字化技术与装备	88
四、环境信息检测数字化技术与装备	89
第五节 数字农业的国内研发应用	91
一、研发投入	91
二、数字农业基地建设	91
三、研发领域	93

四、应用成果	94
第六节 数字农业技术发展趋势及展望	99
第四章 农用机器人	102
第一节 方兴未艾的农业机械智能化	103
一、农业机器人特征	103
二、农业机器人基本机构	104
三、智能机械化对农业的影响	105
四、国内农业对智能化的需求	108
第二节 国内外农业智能机器人的研发应用	110
一、耕作智能机械化	111
二、激光除草枪	113
三、移栽机器人	115
四、果蔬分选机器人	117
五、采摘机器人	120
六、机器人自动嫁接蔬菜技术	122
第三节 农业机器人发展存在的问题	127
第四节 中国农业机器人发展展望	129
第五章 物联网：生产资料与食品安全保证	132
第一节 势不可挡的物联网信息技术	132
一、物联网的概念	132
二、物联网的关键技术	133
三、国外农业物联网的概况	138
第二节 “互联网+农业”新蓝图	141

一、“互联网+农业”的产业及政策背景	141
二、中国农业物联网发展概况	144
第三节 物联网技术在农业领域中的应用	146
一、智慧农业的内涵、整体系统架构	146
二、种植业物联网技术	147
三、禽畜养植物联网技术	149
四、水产养植物联网技术	150
第四节 农业物联网“护驾”食品安全	154
一、生产管理系统	155
二、流通管理系统	157
三、追溯查询系统	158
四、质量监管平台	159
第五节 “互联网+农村金融”：农村市场的新蓝海	160
一、“互联网+农村金融”的优势	161
二、“互联网+农村金融”的服务模式	162
三、“互联网+农村金融”的发展方向	167
第六节 未来的农业物联网前途无量	168
第六章 生物遗传工程	173
第一节 基因工程的全球研发与应用进展	173
一、生物技术的喷气火箭时代	173
二、基因工程的内涵与外延	176
三、基因工程的重要进展——人类基因组计划	179
四、基因工程在农业和食品领域的应用价值	180
第二节 基因农业突破自然约束，开拓新领域	182