

# 我国农业大数据应用进展综述

周国民<sup>1,2</sup>

(1.中国农业科学院农业信息研究所, 北京 100081;

2.农业农村部农业大数据重点实验室, 北京 100081)

**摘要:** 农业大数据已成为现代农业新型资源要素, 也是重要的农业科技创新方向, 不仅促进现代农业的生产、经营、管理和服务, 而且还耦合催化三产融合。欧美发达国家特别注重农业大数据在现代农业中的作用, 我国农业大数据的研究与应用也发展较快, 农业数据具有涉及领域广、跨越周期长、采集难度大、处理较为繁杂的特点, 因此系统梳理农业大数据应用进展, 进一步明确未来发展方向, 对我国农业大数据的研究和应用具有重要意义。本文通过文献调研并结合相关科研实践, 对比分析了不同学者对农业大数据的定义, 阐述了农业大数据的概念和内涵, 系统综述了近年来农业大数据在管理与政策、工程与应用、技术与架构等方面的应用进展。最后, 根据我国农业大数据发展的现状, 指出平台与数据、需求与应用、交易与共享等农业大数据未来发展需要特别关注的三个方面, 为进一步促进我国农业大数据领域发展提供建议。

**关键词:** 农业大数据 应用进展 农业科学数据

**中图分类号:** S-1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2096-6369 (2019) 01-0016-08

本文引用格式: 周国民. 我国农业大数据应用进展综述[J]. 农业大数据学报, 2019, 1(1): 16-23.

Zhou G M. Progress in the Application of Big Data in Agriculture in China [J]. Journal of Agricultural Big Data, 2019, 1(1): 16-23.

## Progress in the Application of Big Data in Agriculture in China

Zhou Guomin<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Agricultural Information, China Academy of Agricultural Sciences, Beijing, 100081;

2. Key Laboratory of Agricultural Big Data, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing, 100081)

**Abstract:** Big data have become a new resource in modern agriculture and an important focus for technological innovation in agricultural science. Big data not only promote the production, operation, management and service provisions of modern agriculture, but also advance the integration of primary, secondary and tertiary industries. In developed regions such as Europe and the United States, special attention has been paid to the role of big data in modern agriculture; in China, research and application of big data in agriculture have also developed rapidly. Agricultural data generally have large spatial and temporal coverages, and are difficult to collect and complicated to process. Therefore, it is of great significance for the research and application of agricultural big data in China to

收稿日期: 2018-08-13

基金项目: 中国农业科学院创新工程 (CAAS-ASTIP-2018-AII-03)

第一作者简介: 周国民, 男, 博士、研究员, 研究方向: 农业科学数据共享技术与系统, 果业信息化技术; Email: zhouguomin@caas.cn

systematically review the progress regarding the application of such data and further clarify the direction of future development. In this study, a literature review is combined with related scientific research; definitions of big data in agriculture proposed by different researchers are compared and analyzed; concepts and matters relating to big data in agriculture are explained; and progress in the application of big data in agriculture in management and policy, engineering and application, and technology and infrastructure in recent years is systematically summarized. Finally, based on the current situation regarding the development of big data in agriculture in China, this review suggests three aspects where special attention should be paid to promote its development: the issues of platform and data, demand and application, and trade and sharing.

**Keywords:** big data in agriculture; progress in application; scientific data in agriculture

以互联网和物联网为基础，以大数据为核心，人工智能技术为引擎，现代信息通讯技术正加快推进农业农村信息化发展，促进农业信息化和农业现代化融合，尤其是农业大数据，它已经成为现代农业发展的要素和战略性资源，不仅促进现代农业的生产、经营、管理和服务，而且还耦合催化三产融合<sup>[1]</sup>。

欧美发达国家特别注重农业大数据在发展现代农业中的作用。英国政府 2013 年正式启动“农业技术战略”，提出充分利用大数据等技术，一方面实现精准种植和精细养殖，另一方面大力提升农产品的生产和消费市场的对接能力。美国提出公共部门与私人部门共同投入的模式来建设规模较大的农业数据中心，促进农业数据的使用，提高农业管理水平。法国利用已建立的农业数据库，通过互联网络等信息发布渠道，定期发布信息来服务农业生产，管控农产品销售环节的市场秩序。德国将云端的天气、土壤、降水、温度、地理位置等数据及其分析处理结果发送到大型农业智能机械上，实现精准作业，

发展更高水平的数字农业<sup>[2]</sup>。

近年来，我国农业大数据的研究与应用发展较快。农业物联网区域试验工程和天空地数字农业规划促进了农业数据采集技术体系的形成，互联网+农业的理念促进了各类农业信息平台 and 数字化管理系统的发展，数字技术的应用正向着产前、产中、产后的整个农业生产过程延伸<sup>[3]</sup>。本文重点梳理农业大数据的概念，总结我国农业大数据应用最新进展，并对农业大数据未来发展需要特别关注的问题进行分析。

1 农业大数据的概念和内涵

目前对农业大数据的准确定义尚有一些争论。百度百科上的定义是农业大数据就是融合了农业地域性、季节性、多样性、周期性等自身特征后产生的来源广泛、类型多样、结构复杂、具有潜在价值，并难以应用通常方法处理和分析的数据集合。温孚江<sup>[4]</sup>、孙忠富<sup>[5]</sup>、张浩然<sup>[6]</sup>、宋长青<sup>[7]</sup>等不同学者从不同角度给出了农业大数据的概念。

表 1 农业大数据的概念  
Table 1 The concept of big data in agriculture

年份	作者	概念	文献出处
2013	温孚江	农业大数据是大数据理念、技术和方法在农业领域的实践。	[4]
2013	孙忠富	农业大数据是指以大数据分析为基础，运用大数据理念、技术和方法，解决农业或涉农领域数据的采集、存储、分析与应用等一系列问题，以此来指导农业生产经营，是大数据理论和技术在农业上的应用和实践。	[5]
2014	张浩然	农业大数据是指以大数据分析为基础，运用大数据的理念、技术及方法来处理农业生产销售整个链条中所产生的大量数据，从中得到有用信息以指导农业生产经营、农产品流通和消费的过程。	[6]
2016	宋长青	农业大数据是指在农业以及涉农相关领域所产生(或发生)的全样本(或多样本)不同类型数据的集合。	[7]

笔者认为,农业大数据在概念和内涵上与原来的农业数据有很大的区别,从近年来的实践来看,农业大数据是农业领域全要素、全时、全域、全样本的数据集合,并应用大数据理念、技术和方法来处理这些数据集合。

农业大数据除了一般大数据具备的数据量大、处理速度快、数据类型多、价值大的特征之外,还包含农业领域所独有的特征<sup>[7]</sup>:一是数据涉及领域广。纵向看包括种植业、畜牧业、渔业的全产业链数据,横向看涉及生产、经营、管理、服务数据;二是数据跨越周期长。农业生产周期一般以年为单位,同一个数据类型在不同年份也有变化。例如:冬小麦生长的积温和水盐动态差异较大,直接影响其关键时期生长发育;三是数据采集难度大。农业受自然因素影响较大,而且数据采集又涉及生物、环境、经济、社会等方面,数据采集难度大,有的数据指标采集尚没有合适的传感器;四是数据处理较为繁杂。农业生产是一个开放的复杂巨系统,数据维度众多,数据处理困难大。

农业大数据的作用也被很多学者研究。孙九林院士<sup>[8]</sup>指出,农业大数据是农业信息化的重要内容,需要当作战略资源要素来深度开发利用。农业大数据在生产领域能节本增效,在农业经营领域能激发市场活力,在农业管理领域能稳定消费者信心和增强政府公信力,在农业综合服务领域能服务三农的诸多方面。王文生<sup>[9]</sup>认为大数据的理念正在被政府和企业等接受,海量的农业数据成为各类决策的依据和基础,数字驱动的决策大幅度提高了政府管理能力和企业的经营管理水平。温孚江<sup>[10]</sup>认为大数据的应用为农业科研、政府决策、涉农企业发展等提供新思路,当前农业领域存在诸如粮食安全、农业结构调整等问题,都可采用大数据的思维来解决。戴春晨<sup>[11]</sup>研究发现通过生态环境数据、农资流通数据、农产品价格数据、土地流转数据、农产品质量溯源数据、农业经营者征信数据等数据的挖掘应用可以破解我国农业当前面临的“种不好、销不出、地难租、钱难借”等痛点问题,促进农业粗放分散式的经营模式向精准化和智能化方向转变。

## 2 农业大数据最新应用进展

### 2.1 农业大数据管理与政策

我国政府高度重视农业大数据建设。国务院2015年发布了《促进大数据发展行动纲要》,农业大数据应用是主要任务之一,提出了“现代农业大数据工程”<sup>[11]</sup>。农业农村部2015年发布了《农业部关于推进农业大数据发展的实施意见》,2016年发布了《农业农村大数据试点方案》,这两个文件的发布明确了我国农业大数据发展和应用的顶层设计,具有重要的现实意义。当前我国农业大数据发展和应用的重点领域是生产智能化、环境监测、自然灾害预测预警、农产品质量安全追溯<sup>[12]</sup>。2016年农业农村部还组织开展8个农产品单品种大数据应用试点,遴选认定了30多项农业大数据应用最佳实践<sup>[13]</sup>。

近年来,国家发改委制定了《全国粮食价格监测报告制度》,商务部制定了《生活必需品和重要生产资料市场监测系统》,国家统计局制定了《农业产值和价格综合统计报表制度》,国家粮食局制定了《国家粮食流通统计制度》。这些制度规范了农业资源数据、粮食产量数据、农产品生产数据、农产品批发价格数据、农村和城镇住户抽样调查数据等数据的采集与发布<sup>[1]</sup>。

2015年,国内首个现代农业大数据交易中心在贵阳建成,交易中心汇聚了国内的农业生产和管理数据以及农产品市场和物流等数百种数据,初步形成了农业大数据聚合机制,通过数据汇聚和交易来营造良好的农业大数据应用生态圈<sup>[14]</sup>。

2018年,我国《科学数据管理办法》出台,引起了广泛关注。该办法深刻把握大数据时代科学数据发展趋势,把确保数据安全放在首要位置,重点突出科学数据共享利用,并提出五方面具体措施:明确职责分工,强调“谁拥有、谁负责”“谁开放、谁受益”;加强科学数据交流和利用的监管;加强知识产权保护;加强数据积累,促进开放共享;加强科学数据管理能力建设<sup>[15]</sup>。

总之,从农业大数据管理与政策角度看我国农业大数据发展具有比较好的顶层设计,尤其是在统

计型数据方面已经建立起一套规范的收集、采集、加工和发布的制度体系。但在数据交易、数据开放等方面的研究和实践还不够。

## 2.2 农业大数据工程与应用

国家农业数据中心。经过多年的金农工程建设,国家农业数据中心初具规模。在数据方面,汇聚了农业综合统计信息、物价监测信息、农产品成本调查信息、农村经营管理情况统计信息,以及农机监理、农药监管、绿色食品管理、无公害农产品管理、地理标志农产品管理等业务数据,在硬件和软件方面,建设了农业云,研制了数据挖掘分析系统,结合大数据可视化技术,在大屏系统实时展示农业数据,为农业宏观管理决策提供数据支持<sup>[12]</sup>。

单品全产业链大数据。2016年农业农村部开展农业农村大数据试点,在全国范围内建设生猪、柑橘、花生、马铃薯、大蒜、绿叶菜、大闸蟹、普洱茶等8个品种的全产业链大数据,并利用大数据及其挖掘分析结果引导市场预期和指导农业生产<sup>[16]</sup>。

大数据与农产品监测预警。农产品监测预警是现代农业稳定发展的重要基础,大数据是做好监测预警工作的基础支撑<sup>[17]</sup>。在农业大数据支撑下,农业监测信息已从样本向总体延伸,从农业单一环节向全产业链扩展,预警周期也由中长期向短期扩展,预警范围从全国范围向具体区域深化<sup>[18]</sup>。中国农业科学院农业信息研究所积极开展大数据驱动的市场监测预警研究和实践,自2014年开始每年定期召开展望大会和发布《中国农业展望报告》<sup>[19]</sup>。国内其他单位开发的各类监测预警系统也不少,如食物保障预警系统有12个,市场分析与监测系统有35个<sup>[20]</sup>。

国家农业科学数据共享中心。该中心是国家级科技基础条件平台,由中国农业科学院农业信息研究所主持建设。目前按照作物、动物、渔业、热作、草业、农业微生物等12个主题集成整合了734个数据集,总数据量达760TB,海量的农业科学数据的挖掘分析有效地支撑了农业科技创新活动<sup>[21]</sup>。

国家农业基础性长期性工作数据中心。2016年,农业农村部启动农业基础性长期性工作,开始建设由国家农业科学试验站、国家农业科技数据中

心、国家农业科技数据总中心三级构成的农业基础性长期性科技工作网络。中国农业科学院农业信息研究所正在承担国家农业科技数据总中心的建设任务,与科学试验站和领域数据中心一起,按照统一规范的数据标准,构建土壤质量、农业环境、植物保护、畜禽养殖、动物疫病、作物种质、农业微生物、渔业科学、天敌昆虫、农产品质量等10个学科领域的基础数据库,研究提出系列分析报告,为农业科技创新、政策制定等提供服务和支撑<sup>[22-23]</sup>。

全国农技推广信息平台 and 农技大数据。该平台由中国农业科学院农业信息研究所主持研究和建设,充分利用全国24万基层农业技术员,采集各地农作物播种、主导品种、主推技术、作物长势、农产品价格等各种涉农数据,建立了农技大数据<sup>[24]</sup>。

渤海粮仓农业大数据平台。该平台由山东农业大学主持建设,自下而上由数据获取层、数据存储层、数据应用层组成,平台实现了土壤、气象、苗情等数据的自动采集和人工输入,构建了农业粮食及生产技术的数据分析模型,实现了粮食生产影响因素分析等应用功能<sup>[25]</sup>。

另外,全国各地大数据的应用也风起云涌<sup>[26-31]</sup>。大数据产业发展已经成为贵州响亮的名片,广东省已是我国重要的大数据产业集聚区域。山东农业大学组建了农业大数据产业技术创新战略联盟。

总之,从农业大数据工程与应用角度看,农业宏观管理数据、农业产业数据、农业科学数据、农业推广数据等方面的平台已经建立,并在实践中发挥了作用。但从整体上看,农业领域的业务平台建设还比较滞后,发展也不平衡,因此作为农业大数据的重要来源,将来需要重视各类业务平台的建设。

## 2.3 农业大数据技术与架构

在农业大数据清洗技术方面,为了将脏数据转化成满足质量要求的数据,采用的方法主要有一般的数理统计、基于规则的数据清洗等<sup>[32]</sup>。尚未见针对农业问题而构建完备数据集的专门清洗方法。

在农业大数据尺度转换技术方面,点源数据的尺度转换技术比较成熟,一般采用时空插值方法,最常见的算法是采用Kriging方法及其扩展方法,也

有学者针对特定问题建立专门的时空协方差函数模型来进行时空插值分析<sup>[32-33]</sup>。

在多源农业大数据融合技术方面,语法层面数据集成融合技术较为成熟,包括数据格式转换技术、基于元数据的数据集成技术、数据互操作技术等。而语义层面数据集成融合技术急需攻克,采用领域本体来开展这方面技术的攻关是最常见的思路<sup>[32-34]</sup>。

在农业大数据存贮和管理方面,基本上采用一般大数据的存贮和管理技术,例如HDFS分布式文件系统、NoSQL数据库、云数据库等。区块链技术为农业大数据的存贮和分布式管理提供了新的可行思路,围绕去中心化的数据存贮和管理还产生了一些新的共享经济模式<sup>[14,35]</sup>。

在农业大数据关联分析与预测技术方面,经典关联分析算法,如Apriori算法,已经被多为农业学者使用<sup>[32]</sup>。但针对农业数据时空特点,建立专门化的关联分析与预测技术尚未见到<sup>[2,33]</sup>。农业数据降维和升维技术,以及不同维度相关性分析技术仍是当前急需解决的难题。

在农业大数据时空可视化技术方面,静态时空可视化技术和方法研究的比较多,相对比较成熟,目前常用的方法有时间符号法、对比地图法、运动线法、时间统计图法等。动态时空可视化方法在农业中也有应用,如时间墙模型和主题河流模型等<sup>[32,36]</sup>。

在农业大数据系统架构方面,孟祥宝<sup>[37]</sup>按照顶层设计原则,从服务、管理、应用、资源和技术5个方面提出了一种农业大数据应用架构体系,其中技术和资源是基础,应用是最直接的产出物,管理和服务是保障。笔者认为需要从品种(水稻、小麦、棉花、玉米等)、地域(地块尺度、区域尺度、全国尺度)、产业链(生产、流通、消费)3个维度形成农业大数据治理体系,以及构建基于农业本体和农业模型的数据挖掘应用技术体系。

### 3 农业大数据未来发展需关注的问题

大数据的发展带动了海量数据收集、传输、存储、建模、分析等大数据产业链的形成<sup>[38]</sup>。但由于农业数据涉及领域广、跨越周期长、采集难度大、

处理较为繁杂的特点,与其他领域的大数据应用相比,农业大数据的应用发展还不快。但农业大数据已成为现代农业新型资源要素,引领现代农业的发展<sup>[38]</sup>。根据当前我国农业大数据发展的现状,为了进一步促进我国农业大数据发展,笔者认为除了加强农业大数据发展的顶层设计、关键技术攻关、人才培养之外,如下几个方面也需要特别关注。

#### 3.1 平台和数据的关系问题

农业大数据的核心在于数据,除了建设体系化的农业数据采集系统之外,要通过补足农业信息化的短板,建立各类管理平台和业务平台,使得各类平台成为农业大数据的重要数据源。王钧<sup>[31]</sup>指出应该依托云计算实现业务工作平台化,并利用平台中产生的大数据在农业生产、经营、管理、服务等领域进行应用。在美国,Farmeron公司开发的软件平台不但可以帮助农场主管理自己饲养的动物,而且利用平台使用过程中产生的数据,如牲畜进食、产奶量、使用药物品种等,经过挖掘分析形成报告,为农场主下一阶段生产计划的制定及改进提供参考<sup>[39]</sup>。

#### 3.2 需求和应用问题

要让农业大数据发挥真正作用,必须以解决实际农业问题为导向,实现需求驱动,让数据应用产生实际价值。孙九林院士<sup>[7]</sup>指出要以受众获利为切入点进行数据信息资源体系建设,通过大数据应用帮助农民提质增效,才能实现农业大数据应用的可持续发展。

#### 3.3 交易和共享问题

只有建立农业大数据资产交易机制,让数据资源变成数据资产,解决农业数据共享的利益机制,才能形成良性的农业大数据应用生态圈。农业大数据资产交易机制的建立有助于让农业大数据资产在各交易主体间顺利流通,进一步打通不同区域、不同部门之间的数据通道,促进农业数据的流动<sup>[38,40]</sup>。

#### 参考文献:

[1] 王东杰,李哲敏,张建华,等. 农业大数据共享现状分析与

- 对策研究[J]. 中国农业科技导报, 2016, 18(3):1-6.
- Wang D J, Li Z M, Zhang J H, et al. Current Situation and Countermeasures of Agricultural Data Sharing [J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2016, 18(3):1-6.
- [2] 黎玲萍, 毛克彪, 付秀丽, 等. 国内外农业大数据应用研究分析[J]. 高技术通讯, 2016, 26(4):414-422.
- Li L P, Mao K B, Fu X L, et al. Analysis of the Research on Agricultural Big Data Applications at Home and Abroad [J]. Chinese High Technology Letters, 2016, 26(4):414-422.
- [3] 戴春晨. 农业大数据展望:六大领域数据亟待推广[J]. 营销界(农资与市场), 2016(1):69-70.
- Dai C C. The Outlook of Agricultural Big Data: Six Fields of Data Need to Be Promoted Urgently [J]. Marketing (Agricultural Materials and Market), 2016(1):69-70.
- [4] 温孚江. 农业大数据研究的战略意义与协同机制[J]. 高等农业教育, 2013(11):3-6.
- Wen F J. Strategic Significance and Synergy Mechanism of Agricultural Big Data Research [J]. Higher Agricultural Education, 2013(11):3-6.
- [5] 孙忠富, 杜克明, 郑飞翔, 等. 大数据在智慧农业中研究与应用展望[J]. 中国农业科技导报, 2013, 15(6):63-71.
- Sun Z F, Du K M, Zheng F X, et al. Perspectives of Research and Application of Big Data on Smart Agriculture [J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2013, 15(6):63-71.
- [6] 张浩然, 李中良, 邹腾飞, 等. 农业大数据综述[J]. 计算机科学, 2014, 41(s2):387-392.
- Zhang H R, Li Z L, Zou T F, et al. Overview of Agriculture Big Data Research [J]. Computer Science, 2014, 41 (s2): 387-392.
- [7] 宋长青, 柳平增, 任万明, 等. 实施现代农业大数据工程的理性思考[J]. 中国现代教育装备, 2016(15):111-114.
- Song C Q, Liu P Z, Ren W M, et al. The Implementation of Modern Agricultural Big Data Project Rational Thinking [J]. China Modern Educational Equipment, 2016(15):111-114.
- [8] 孙海龙. 农业大数据专家孙九林院士: 数据信息改造传统农业[J]. 农业工程技术, 2016, 36(15):35-37.
- Sun H L. Agricultural Big Data Expert Sun Jiulin: Data Information Reforming Traditional Agriculture [J]. Agricultural Engineering Technology, 2016, 36(15):35-37.
- [9] 王文生, 郭雷风. 农业大数据及其应用展望[J]. 江苏农业科学, 2016, 43(12):43-46.
- Wang W S, Guo Leifeng. The Application and Outlook of Agricultural Big Data [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2016, 43(12):43-46.
- [10] 温孚江. 农业大数据与发展新机遇[J]. 中国农村科技, 2013(10):14-14.
- Wen F J. The New Opportunities of Agricultural Big Data Development [J]. China Rural Science & Technology, 2013 (10):14-14.
- [11] 屈冬玉. 要抓紧实施农业大数据工程[J]. 农村工作通讯, 2015(23):44-44.
- Qu D Y. Implementation of Agricultural Big Data Project [J]. Rural Work Communication, 2015(23):44-44.
- [12] 李涛. 我国农业大数据建设探究[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2016(6):319-321.
- Li T. Research on Big Data Construction of Agriculture in China [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development (Applied Technology Edition), 2016 (6): 319-321.
- [13] 王小兵, 康春鹏. 聚焦聚力 推进农业大数据发展应用 [N/OL]. 经济日报, 2018-01-11 [2018-02-11]. [http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/201801/11/t20180111\\_27679519.shtml](http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/201801/11/t20180111_27679519.shtml).
- Wang X B, Kang C P. Focus on Cohesion to Boost Agricultural Development of Big Data Applications [N/OL]. Economic Daily, 2018-01-11 [2018-02-11]. [http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/201801/11/t20180111\\_27679519.shtml](http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/201801/11/t20180111_27679519.shtml).
- [14] 谢江林. 国内首个现代农业大数据交易中心数博会期间上线[N]. 贵阳日报, 2015年5月15日, 第1版.
- Xie J L. China's First Trading Center of Modern Agricultural Big Data was Launched during the EXPO [N]. Guiyang Daily, May 15, 2015, edition 1.
- [15] 张保钢. 国务院办公厅印发《科学数据管理办法》[J]. 北京测绘, 2018(5):577.
- Zhang B G. 《Scientific Data Management Method》 Issued by General Office of the State Council of the People's Republic of China [J]. Beijing Surveying and Mapping, 2018(5): 577.
- [16] 张卫. 农业部:推进农业农村大数据发展 试建八类农产品

- 单品种大数据[J]. 中国食品, 2016(21):156-156.
- Zhang W. the Ministry of Agriculture: Promote the Development of Agricultural and Rural Big Data, Try to Build Eight Categories of Agricultural Single Variety Big Data [J]. China Food, 2016(21):156-156.
- [17] 许世卫. 农业大数据与农产品监测预警[J]. 中国农业科技导报, 2014, 16(5):14-20.
- Xu S W. Agricultural Big Data and Monitoring and Early Warning of Agricultural Products [J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2014, 16(5):14-20.
- [18] 许世卫, 王东杰, 李哲敏. 大数据推动农业现代化应用研究[J]. 中国农业科学, 2015, 48(17):3429-3438.
- Xu S W, Wang D J, Li Z M. Application Research on Big Data Promote Agricultural Modernization [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2015, 48(17):3429-3438.
- [19] 许世卫. 中国农业监测预警的研究进展与展望[J]. 农学报, 2018(1):197-202.
- Xu S W. Review on Research in Agricultural Monitoring and Early Warning in China [J]. Journal of Agriculture, 2018 (1):197-202.
- [20] 秦学敏, 陈位政, 谭立伟, 等. 互联网思维下农业大数据的需求、现状与发展思考[J]. 农业工程技术, 2015(36):44-47.
- Qin X M, Chen W Z, Tan L W, et al. Requirements, Current Situation and Development of Agricultural Big Data under the Internet Perspective [J]. Agricultural Engineering Technology, 2015(36):44-47.
- [21] 周国民. 农业科学数据共享中心建设经验与体会[J]. 太原理工, 2006(7):3-4.
- Zhou G M. Experience in the Construction of Agricultural Science Data Sharing Center [J]. Taiyuan Science and Technology, 2006(7):3-4.
- [22] 熊明民. 加强我国农业科技基础性长期性数据监测工作的建议[J]. 农业科技管理, 2015, 34(5):39-42.
- Xiong M M. Suggestions for Strengthening the Monitoring on Fundamental and Long-Term Data of Agricultural Science and Technology in China [J]. Management of Agricultural Science and Technology, 2015, 34(5):39-42.
- [23] 仪器信息网. 农业部明确 10 个学科领域的观测监测任务[J]. 化学分析计量, 2017, 26(3):41.
- Instrument information network ([www.instrument.com.cn](http://www.instrument.com.cn)).
- the Ministry of Agriculture Defines Observation and Monitoring Tasks in 10 Subject Areas [J]. Chemical Analysis and Meterage, 2017, 26(3):41.
- [24] 王文生, 郭雷风. 关于我国农业大数据中心建设的设想[J]. 大数据, 2016, 2(1):28-34.
- Wang W S, Guo L F. Envisagement of the Construction of National Agricultural Big Data Center [J]. Big Data Research, 2016, 2(1):28-34.
- [25] 柳平增. 农业大数据平台在智慧农业中的应用[J]. 高科技与产业化, 2015, 11(5):68-71.
- Liu P Z. Application of Agricultural Big Data Platform in Smart Agriculture [J]. High-Technology & Industrialization, 2015, 11(5):68-71.
- [26] 温孚江, 宋长青. 农业大数据应用、研究与展望[J]. 农业网络信息, 2017(5):31-36.
- Wen F J, Song C Q. Application, Research and Prospect of Agricultural Big Data [J]. Agriculture Network Information, 2017(5):31-36.
- [27] 刘念, 王枫. 辽宁省农业大数据应用研究 [J]. 科技资讯, 2017, 15(6):122-124.
- Liu N, Wang F. Applied Research on Agricultural Big Data in Liaoning Province [J]. Science & Technology Information, 2017, 15(6):122-124.
- [28] 何宁秀, 路辉, 罗拥兵, 等. 连云港农业大数据现状与发展对策[J]. 中国农业信息, 2016(18):40.
- He N X, Lu H, Luo Y B, et al. Current Situation and Development Countermeasures of Agricultural Big Data in Lianyungang [J]. China Agricultural Information, 2016(18):40.
- [29] 李鹏伟. 黑龙江垦区农业大数据应用研究[J]. 现代化农业, 2017(11):53-54.
- Li P W. Agricultural Big Data Application Research in Reclamation Area of Heilongjiang Province [J]. Modernizing Agriculture, 2017(11):53-54.
- [30] 梁文立. 中山市农业大数据建设与应用[J]. 热带农业工程, 2017, 41(4):53-55.
- Liang W L. Construction and Application of Big Agricultural Data in Zhongshan [J]. Tropical Agricultural Engineering,

- 2017,41(4):53-55.
- [31] 王钧. 互联网思维下山东农业大数据应用的若干思考[J]. 信息技术与信息化, 2017(10):95-96.
- Wang J. Some Thoughts on the Application of Big Data in Shandong Province Agriculture under the Internet Thinking [J]. Information Technology and Informatization, 2017(10): 95-96.
- [32] 米春桥, 彭小宁, 米允龙, 等. 农业大数据技术研究现状与发展趋势[J]. 安徽农业科学, 2016(34):235-237.
- Mi C Q, Peng X N, Mi Y L, et al. Research Status and Development Trend of Agriculture Big Data Technology [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2016(34):235-237.
- [33] 吴重言, 吴成伟, 熊燕玲, 等. 农业大数据综述[J]. 现代农业科技, 2017(17):290-292.
- Wu C Y, Wu C W, Xiong Y L, et al. Overview of Agriculture Big Data Research [J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2017(17):290-292.
- [34] 张静, 王健, 周国民, 等. 基于农产品价格信息的多源网络信息语义异构类型探析[J]. 农业展望, 2014, 10(5):56-62.
- Zhang J, Wang J, Zhou G M, et al. Exploration Investigation of Semantic Heterogeneity Types in Multi-Source Network Information Based on Agricultural Product Price Information [J]. Agricultural Outlook, 2014, 10(5):56-62.
- [35] 康春鹏. 区块链在农业中的6大应用场景与挑战[J]. 农业工程技术, 2016(33):62-63.
- Kang C P. 6 Application Scenarios and Challenges of Blockchain in Agriculture [J]. Agricultural Engineering Technology, 2016(33):62-63.
- [36] 刘勃, 毛克彪, 马莹, 等. 基于农业大数据可视化方法的中国生猪空间流通模式[J]. 地理科学, 2017, 37(1):118-124.
- Liu Q, Mao K B, Ma Y, et al. Pig's Circulation Pattern Based on Agricultural Big Data Visualization Method in China [J]. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37(1):118-124.
- [37] 孟祥宝, 谢秋波, 刘海峰, 等. 农业大数据应用体系架构和平台建设[J]. 广东农业科学, 2014, 41(14):173-178.
- Meng X B, Xie Q B, Liu H F, et al. Architecture and Platform Construction of Big Data Application in Agriculture [J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2014, 41(14):173-178.
- [38] 尹衍雨, 白春明, 柴多梅, 等. 大数据与农业大数据在农业领域的应用[J]. 蔬菜, 2018(3):1-7.
- Yin Y Y, Bai C M, Chai D M, et al. Application of Big Data and Agricultural Big Data in the Field of Agriculture [J]. Vegetables, 2018(3):1-7.
- [39] 朱文韬, 朱礼龙. 中国农业大数据发展研究 [J]. 沈阳农业大学学报(社会科学版), 2017(5):513-517.
- Zhu W T, Zhu L L. Development of Agricultural Big Data In China [J]. Journal of Shenyang Agricultural University (Social Sciences Edition), 2017(5):513-517.
- [40] 李俊清, 宋长青, 周虎. 农业大数据资产管理面临的挑战与思考[J]. 大数据, 2016, 2(1):35-43.
- Li J Q, Song C Q, Zhou H. Challenge and Thinking of Agricultural Big Data Assets Management [J]. Big Data Research, 2016, 2(1):35-43.