

# 区块链在智慧农业中的应用展望

孙忠富<sup>1</sup>, 李永利<sup>2</sup>, 郑飞翔<sup>1</sup>, 杜克明<sup>1</sup>, 马浚诚<sup>1</sup>, 张德龙<sup>2</sup>

1. 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所, 北京 100081;

2. 内蒙古自治区气象信息中心, 内蒙古自治区 呼和浩特 010051

## 摘要

我国农业正处于升级转型的重要时期, 融合现代信息技术发展智慧农业是实现农业现代化的先行之路。首先, 分析了我国农业的发展现状, 进而阐述了智慧农业发展及其与区块链应用融合的必要性和重要性; 其次, 介绍了区块链的内涵及发展现状; 第三, 分析了区块链在智慧农业创新发展中可能的应用领域; 最后, 阐述了区块链的发展前景, 并提出了区块链在农业领域应用的一些建议。

## 关键词

区块链; 智慧农业; 农业区块链; 农业大数据; 农业物联网

中图分类号: S-1

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-0271.2019018

## Prospects of blockchain application in smart agriculture

SUN Zhongfu<sup>1</sup>, LI Yongli<sup>2</sup>, ZHENG Feixiang<sup>1</sup>, DU Keming<sup>1</sup>, MA Juncheng<sup>1</sup>, ZHANG Delong<sup>2</sup>

1. Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China

2. Inner Mongolia Meteorological Information Center, Huhhot 010051, China

## Abstract

At present time, China is entering an important period of upgradation and transition in agriculture, therefore, promoting smart agriculture development will be becoming the prior way with integration of modern information technology. Firstly, the current status of agriculture in China and the necessity of smart agriculture were analyzed, including possible blockchain application. Secondly, the connotation and its main trend for blockchain were briefly introduced. Thirdly, the main fields of blockchain application were summed up for smart agriculture. Finally, the prospects were set forth and some important suggestions were proposed for agricultural blockchain in future.

## Key words

blockchain, smart agriculture, agricultural blockchain, big data in agriculture, Internet of things in agriculture

## 1 引言

我国是农业大国,有悠久的农业发展历史。改革开放40年以来,国家和政府坚持把解决好“三农”问题作为重要举措,全面深化涉农工作的各项改革,农业农村发生了历史性变革,取得了令世界瞩目的历史性成就。

### 1.1 我国农业面临的挑战

我国农业高速发展的同时,也出现了一些新问题,面临着诸多挑战,大体上可以归纳为以下几个方面。

#### (1) 生态环境与气象灾害的双重挑战

我国农业过度依赖化肥、农药的格局仍未实现根本性扭转,农村中大量未处置的废弃物、牲畜粪便和生活垃圾带来的土壤、水体和大气污染等问题仍然突出,这些问题甚至可能演变为生态环境灾难。农产品安全事件经常发生,保证食品安全仍面临诸多挑战。同时,受全球气候变化及我国特殊的地理和气候环境的影响,各种农业灾害时常发生,由气象灾害造成的损失经常占农业损失的80%以上。

#### (2) 农业发展中的新问题突出

近十几年来,我国粮食生产量持续增长,其他主要农产品也实现了同步增长,但我国农产品进口量仍持续攀升,对外依存度趋于增大。另外,农业生产成本大幅度上升,市场环境时常波动,农产品数量和质量安全仍然不容忽视。

#### (3) 农业生产规模小、管理方式落后

根据2016年数据统计,我国大约有2.6亿农户,到2050年,仍将有1.0亿农户,生产规模小,土地碎片化严重,劳动效率低下,大产业、小农户的现象将长期存在。我国人

均耕地面积大约是2亩,是美国人均耕地面积的1/200,世界平均水平的1/3。生产经营规模小,资源利用率和土地产出率低下,人均创造的价值与发达国家相比,差距明显。

(4) 我国是世界上老龄化最突出的国家之一

现代农业发展与劳动力老龄化的矛盾非常突出。目前,我国60岁以上的务农劳动力大约占70%,人口红利正趋于消失。老龄劳动力对新技术和新知识的学习能力差,劳动力成本不断提升。“谁来种地,如何种好地”已成为制约农业可持续发展的紧迫重大问题。

#### (5) 技术创新能力相对薄弱

2017年,我国农业科技贡献率达到57.5%,而主要发达国家的农业科技贡献率在70%以上,我国的科技贡献率仍有很大的发展空间。例如,我国农用高端传感器和监测分析设备以及农业高端大型机械装备目前主要依赖进口。

总而言之,我国农业在经历了快速发展之后,出现的新问题也是不言而喻的。当前我国正处于农业生产方式的转型期,传统农业是资源扩张型、能源消耗型、人力消耗型的农业,主要特点是依赖大量人力资源和物理资源要素的投入,人口红利不断下降,环境压力不断增加,资源供需矛盾更加凸显,实践证明这种发展模式已经难以为继,必须找到新的突破口和发展模式。

### 1.2 智慧农业发展机遇

当前,人们对于智慧农业(smart agriculture)的内涵解读众说纷纭,但对于其本质仍有一定的共识,即将现代信息技术与农业生产、经营、管理服务、决策等全产业链进行深度融合与基因重组,消除数据鸿沟和信息不对称,引领信息化智能决策,节能高效化生产,提供差异化服务。智慧农业是以

物联网、大数据、云计算等为技术支撑的农业发展新形态,强调信息和知识的整合、挖掘与综合应用。智慧农业是在现代信息技术与农业不断的融合发展过程中被提出来的,被誉为一种新的资源和新型驱动力,也被视为现代农业发展的高地和突破口,是农业转型升级发展的必然趋势。在宏观层面上,智慧农业应落实创新发展理念,落实创新驱动发展战略,加快转变农业发展方式,改造传统农业,建设现代农业,推动农业现代化的基本要求。

随着智慧农业的深入发展和广泛应用,信息和知识将被更广泛地传播和应用,智能设备不仅解放人的体力劳动,也将逐步解放人的脑力劳动,在一些领域,机器代替人、电脑代替人脑正在成为现实。近年来国家和政府大力推动智慧农业的发展,《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》中提出了创新驱动发展的总体战略,制定了“加强农业与信息化技术融合,发展智慧农业,提高农业生产力水平”的总体目标。2018年,《中共中央国务院关于实施乡村振兴战略的意见》进一步指出:大力发展数字农业,实施智慧农业林业水利工程,推进物联网试验示范和遥感技术应用。这为智慧农业的发展进一步明确了方向。应用智慧农业发展理念和技术优势有利于提升各种涉农资源的优化利用,促进农业生产管理、市场流通、决策服务中各种重大问题的解决,推动农村经济社会进步以及城乡之间的协调发展。

### 1.3 区块链助力智慧农业

智慧农业既是一种发展理念,也是一种综合技术应用,其核心是在物联网、大数据、云计算、人工智能等关键技术的支撑下,通过数据全面感知、稳定传输、数据计算,实现智慧操控、智慧生产、智慧决策。

随着智慧农业的规模发展,一系列问题也会相伴而生,如大数据获取、挖掘分析、数据安全、网络安全、数据真实可靠性、网络诚信、知识产权的归属等,成功应对这些问题,也是智慧农业持续稳健发展的关键所在。这些既是智慧农业发展面临的挑战,也是区块链(blockchain)的用武之地和发展空间。从这个意义上说,区块链的兴起恰逢其时,区块链的应用将为智慧农业的发展奠定坚实的基础。区块链在智慧农业的发展过程中将起到双重作用。首先,它与大数据、物联网、云计算和人工智能等技术一样,是构成智慧农业发展的关键支撑技术;其次,区块链还承担着维护数据安全、建立诚信机制、传递价值等重要的工作,不仅为智慧农业保驾护航,甚至有可能重构智慧农业新秩序。全面认识区块链的基本内涵,创造性地应用区块链的发展理念,发掘区块链的技术优势,深入研究区块链的核心功能和应用,是智慧农业发展的重要任务,也是未来智慧农业发展的必然趋势。

## 2 区块链概述

### 2.1 区块链的内涵

“区块链”这一概念在国内传播大约始于2015年,最早是由中本聪(Satoshi Nakamoto)在2008年首次提出来的,他在一篇名为《比特币:一种点对点式的电子现金系统》的论文中,简明扼要、图文并茂地描述了比特币和区块链的基本原理,很多区块链的基本概念是在这里提出的,如区块链、比特币(bitcoin)、时间戳(timestamp)、工作量证明(proof of work, PoW)等,奠定了区块链的理论基础。

简单来说,区块链是非常适合互联网特

点的综合技术,是由数据区块(block)通过某种机制(密码签名和时间戳)组织形成区块链条,进而构成分布式网络数据库。具体来讲,区块链是利用块链式数据结构验证与存储数据、利用分布式节点共识算法生成新数据、利用密码学方式保证数据传输和访问的安全、利用由自动化脚本代码组成的智能合约编程和操作数据的一种全新的分布式基础架构和计算范式<sup>[1]</sup>。

区块链技术被认为是当前知识认知领域中复杂的技术之一,其很多特征对不同领域具有巨大的应用价值。区块链不是单一的技术,具有分布式数据存储、点对点传输、共识机制、加密算法、可追溯、难以篡改、公平公正、公开透明、智能合约等特征<sup>[2-3]</sup>。

## 2.2 区块链的发展与演变

根据区块链的进化脉络,可将区块链大致分为以下3个发展阶段。

- 以编程数字货币为特征的区块链1.0: 作为数字货币(比特币)的底层技术,加密数字货币是第一代区块链的标志。加密数字货币创建了全新的数字支付系统,使价值在互联网中流通成为可能,但其应用领域十分有限。

- 以可编程金融为特征的区块链2.0: 该阶段以2013年开发的以太坊(Ethereum)为代表,它是能支持各种加密货币、金融资产以及各种数字化资产管理的智能合约通用平台。以太坊的发明堪称区块链发展的里程碑,有学者认为以太坊将改变互联网的明天<sup>[4]</sup>。

- 以可编程整个社会为特征的区块链3.0: 随着技术的发展和需求的增加,区块链的应用已经远远超出了金融领域,扩展到其他领域,智慧农业也将成为区块链的一个

新的应用爆发点。

## 2.3 区块链应用分类

尽管人们基于各自的角度对区块链有不同的解读,但对区块链应用的分类越来越明朗。简单来讲,区块链的最终应用要落实到某个具体业务层上,例如面对什么类型的对象和群体,具体的服务和业务需求有哪些。理解这些分类也是进行区块链顶层设计、做好目标定位、应用系统开发的基本前提。

按开放程度,区块链可划分为以下3类,这是目前公认的分类方法。

- 私有链: 向满足特定条件的个人开放,得到组织内部授权才可使用。

- 公有链: 向所有人开放,任何人都可参与使用。

- 联盟链: 向授权的组织或机构开放,由若干组织或机构参与管理。

其他分类如下: 如按应用范围,将区块链划分为基础链和行业链;按原创程序,将区块链划分为原链(原创性的)和分叉链;按独立程度,将区块链划分为主链、侧链;按层级关系,将区块链划分为母链和子链等。

## 3 区块链农业应用场景

目前,区块链农业应用还处于初级阶段,真正全面应用区块链技术、规模化应用的成功案例并不多见,其在农业领域的应用任重道远。农业涉及的内容十分广泛,毫无疑问,区块链有广阔的发展空间。在总体发展理念方面,区块链可为智慧农业夯实底层基础,为其保驾护航,促进稳健发展。在具体技术实现方面,区块链可打造绿色农产品供应链,优化供应链条,贯通供应和

消费安全渠道,建立从田间生产到家庭餐桌的溯源监控体系,让农产品更健康、更安全,诸如此类应用是区块链最有可能发挥作用的突破口。另外,在农业金融、保险、信贷、农产品交易、品牌认知和知识产权保护方面,区块链也均可大有作为。

基于对当前和未来的应用场景的分析,可以将区块链的应用归纳为两大类,分别是基础领域应用和行业领域应用。

### 3.1 基础领域应用

为了加快区块链产品的开发,构建基于区块链技术的应用,从社会经济发展需求和区块链自身的优势来看,区块链与新一代信息技术的结合应用已毋庸置疑。基础领域应用通过提供底层的且通用的各类开发协议或开发工具与系统平台,方便开发者快速开发出各种去中心化的应用(decentralized application, DApp),一般以公有链为主。区块链在智慧农业基础领域的应用,大致可分为以下几类。

#### (1) 区块链+农业大数据

首先,区块链系统本身是一个数据系统,而且还是一个分布式数据系统,虽然大数据系统不一定是区块链系统,但随着区块链容量的扩大,必然与大数据有某些天然的属性关联。农业大数据的数据获取、安全管理、数据权的维护、数据的真实性和有效性、难以篡改、去中心化等要求对于现在的传统数据库来讲,是一个新的挑战。农业大数据具有来源复杂多样、结构复杂、数据周期长等特点,实现大数据的区块链化是未来智慧农业发展的基础性工作。

#### (2) 区块链+农业物联网

目前基于各类传感器和智能装备连接的物联网发展迅猛,大量的物联网设备标识不统一、网络协议复杂、数据格式多样、中心化管理等问题限制了物联网系统的高

效应用,同时设备监管和数据安全问题也一直困扰着物联网的发展。随着物联网设备的快速增加,基于中心化的维护与管理成本将难以估量。区块链将成为万物互联智能设备的总账本,除了真实记录物联网采集的数据外,也可真实记录设备的身份标识、停转工况、设备迁移、设备维护等数据,为智能设备的互联互通、自我管理提供安全可靠的保障。

#### (3) 区块链+云计算

目前云计算仍然具有中心化的特征,区块链技术与云计算的融合将改变目前基于中心化的云计算技术,形成一种云分布计算模式。农业领域大量的分散和碎片化资源有可能通过区块链得到保护和优化利用。另外,利用分布式和去中心化的技术,人们可以广泛地参与数据计算和交易活动,并能保护参与者的利益和行使交易权,从而降低运行成本,提高系统的安全性。

#### (4) 区块链+人工智能

人工智能的发展主要依赖数据和算力,机器学习和模型算法也必须依靠大量的数据,才可能训练出可靠模型,数据量越大,时间序列越长,训练出的模型越好。区块链技术可让人工智能的每一个动作和发展都得到记录和公开,从而提升人工智能功能的健全性、安全性和稳定性。人工智能与区块链技术结合更大的意义可能还在于,区块链技术能够为人工智能提供核心技能——制造互信的机器,相比建立人和人之间的信任,智能设备之间的互信可能更容易实现,代价也比较低。

### 3.2 行业领域应用

区块链技术发源于比特币,目前区块链应用最成功的领域也是金融领域。随着区块链技术的不断发展,它将渗透到包括农

业在内的更多领域,区块链在农业中的深度应用是非常值得期待的。这里仅梳理了一些重要的和优先发展的领域,更多的应用场景仍待不断挖掘和培养构建。

#### (1) 区块链+农业金融

目前金融领域是区块链应用最活跃和比较成功的领域,但农业金融具有一定的特殊性,还需要不断探索,例如,如何认知有效抵押物、建立契约机制。在这方面农业领域相对薄弱,总体上担保贷款比较难。区块链技术可以保证信息更透明、篡改难度更高,增加了诚信,降低了成本。另外,应用去中心化功能申请贷款时,将不再依赖银行、诚信公司等中介机构提供信用证明,贷款机构通过调取区块链的相应数据信息即可开展业务,能大大提高工作效率。

#### (2) 区块链+质量溯源

当解决了温饱之后,人们开始关注农产品质量是否安全可靠。农产品质量安全溯源被认为是区块链非常有价值和优先发展的应用领域之一。应用区块链可全程记录农产品的生产、运输、加工和储藏等过程,可确保数据的真实性、难以篡改性、不可伪造性、真实透明性,从而增加消费者的信任度,拓展市场空间。

#### (3) 区块链+农业保险

我国是农业灾害多发的国家,农业灾害包括生物灾害(病虫害)和非生物灾害(主要是气象灾害),这些灾害每年都在发生,并造成很大的经济损失。保护农业经营者的利益,加强农业保险服务势在必行。但目前农业保险存在着对灾害监测不准、灾情数据掌握不全甚至不真、灾损评估方法缺失等问题。如何确保数据真实可靠、可追溯、难以篡改,实现农业保险定损、认证、理赔的客观公正,是很大的挑战。将区块链与农业保险结合之后,农业保险不仅在可靠性上有很

大的提升,而且会极大地简化交易流程。另外,将智能合约技术应用到农业保险领域,会使农业保险赔付处理更加智能化,赔付效率大大提高。

#### (4) 区块链+供应链

供应链中涉及产品配置、物流配送、交易结算等众多环节,数据量十分庞大。另外,质量溯源也是供应链中的一个重要内容。例如,应用区块链技术后,供应链中涉及的大量信息(包括价格、日期、地址、质量、产品状态等)将会被永久记录,且难以篡改,从而避免人为错误,提高安全性。

#### (5) 区块链+精准扶贫

“精准扶贫、精准脱贫”是我国政府提出的一项重大战略举措。区块链以其共识、去信任、防篡改、共监管、可追溯等机制,可以有效提高复杂环境下的信息高效管理,提高精准扶贫工作的“靶向性”,加强对资金流向、扶贫对象、获得效果等的有效监管,从管理理念和技术上为“精准定位和扶贫”提供坚实信息支撑。

#### (6) 区块链的其他应用

除上述可能的应用场景之外,区块链在其他方面的应用还有很多,如土地确权注册、农业投入产出(利润核算)、农业补贴支出、农机设备和农资管理、各种涉农智能契约、农产品交易和市场准入管理等,举不胜举。

## 4 区块链农业应用前景和建议

### 4.1 区块链应用前景

当前人们对区块链的认识仍有不同的争论,但主流观点对区块链给予了很高期待。众所周知,20世纪70年代诞生的TCP/IP奠

定了第一代互联网的基石,实现了信息的高效率传递,但高效率的背后是信息可以无限地复制、无序地传播,信息真伪难辨,知识产权难保,甚至产生破坏力,这在很大程度上破坏了信息的自身价值和传递价值。区块链通过去信任和去中心化、共识和共享以及智能契约机制完成价值传递,进而催生新的治理机制、组织形式和商业模式,在这一过程中,将不断产生各种新的业务应用。从这个意义上说,区块链会对未来互联网重构和智慧产业的发展产生重要的影响。在这种大背景下,区块链不仅可以支撑智慧农业的发展,而且必然大有可为。

#### 4.2 区块链应用的挑战

总体来看,目前区块链的应用仍处于初级阶段,任何创新技术从发明创造到成熟应用,都不可避免地会出现这样或那样的问题,尤其需要经过市场和时间的考验。从这个意义上说,人们仍需要以冷静客观的眼光看待其发展,过分渲染和过分怀疑都是不可取的。区块链的一些理念很理想化也很完美,但区块链不是“灵丹妙药”,不能解决信息社会所有的疑难杂症,至少目前在一些技术实现上还困难重重,其发展和应用仍需不断探索和发展。因此对区块链的开发应用不能简单盲目地跟风,要根据实际情况量力而行,要摸清自身家底、做好应用定位、制定好规划方案、补齐现存短板,切实打好基础。另外,信息技术农业应用相对其他行业而言仍存在短板,尽管近年来智慧农业正处于快速发展期,但也因为农业系统复杂、分布广、众多参与、交易链条长、信息不够透明等,更需要加以监管治理和加强构建诚信。这一方面说明了区块链农业应用的市场广泛需求性,另一方面也预示着极大的挑战性,必须要加强研究,探索可行之

路。

#### 4.3 区块链应用的建议

为更好地将区块链技术融合在智慧农业应用中,笔者提出以下几条初步建议。

- 加强基础设施建设。相比于其他行业,农业数据获取、数据质量控制、数据库建设、数据挖掘应用等方面水平较低,农业网络信息化基础相对薄弱,因此要优先加强网络信息基础设施的建设,包括物联网和大数据系统的建设,打好区块链应用的基础。

- 重视人才培养。任何一项技术的发明和创新应用,人才都是第一位的。区块链技术门槛较高,当前既懂技术又热爱农业的复合型人才更为缺乏。因此,需要加强人才培养,提高专业人才对区块链的认知及其技术研发能力。

- 拓展区块链场景。区块链是多节点、多用户形成的一个去中心化的网络系统,必须要达到一定的参与规模才有意义,如何组织并培养达成共识的用户群体,本身就是一个挑战。目前农业区块链真正成功应用的案例并不多见,有报道的一些应用系统在顶层设计和技术上还需要不断完善,在用户群体培养和规模化应用方面仍需不断开拓。因此切实结合实际情况,选准题、定好位、创新商业服务模式,是区块链农业应用的重点。研究人员应挖掘更多的应用场景,不断拓展应用服务视野,进而开发出具有示范效应与业务应用的区块链系统。

- 认知区块链短板。从技术层面看,区块链仍存一些不完善的地方,例如区块链只能确保上链之后的数据的真实性和安全性,对链下数据仍无能为力,而农业恰恰有大量的源数据是在链下的,源数据的质量控制非常关键;区块链交易要求取得大多

数节点的共识,这导致交易效率较低,且对网络基础条件要求很高;要获得区块记账权,必须有强大的计算力,这要付出很高的成本;区块链的加密技术并不能完全解决安全问题,例如算力攻击对区块链的安全威胁仍然不可忽视等,不仅需要在技术上不断进步,甚至需要健全法律保障。

## 5 结束语

新一代信息技术催生了数字经济,促进了新型业态的发展壮大,引领了传统产业的升级转型。展望未来,随之兴起的智慧农业正在推动新一轮农业科技革命的浪潮,农业正在朝现代化方向升级转型。区块链作为智慧农业中的又一个关键技术,将逐渐成为学术界和产业界的热点研究课题,同时也将助推智慧农业健康发展。

## 参考文献:

- [1] 连玉明. 重新定义大数据—改变未来的十大驱动力[M]. 北京: 机械工业出版社, 2017.  
LIAN Y M. Redefining big data-ten driving forces for changing the future[M]. Beijing: China Machine Press, 2017.
- [2] 大数据战略重点实验室. 块数据3.0: 秩序互联网与主权区块链[M]. 北京: 中信出版社, 2017.  
Key Lab of Big Data. Strategy, block data 3.0-order internet and sovereign blockchain[M]. Beijing: CITIC Press, 2017.
- [3] 谭磊, 陈刚. 区块链2.0[M]. 北京: 电子工业出版社, 2016.  
TAN L, CHEN G. Blockchain 2.0[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2016.
- [4] 赵刚. 区块链: 价值互联网的基石[M]. 北京: 电子工业出版社, 2016.  
ZHAO G. Blockchain: foundation of value Internet[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2016.

### 作者简介



**孙忠富** (1957- ), 男, 博士, 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所研究员、博士生导师, 国家减灾委员会专家, 中国农学会计算机农业应用分会副理事长, 中国农学会农业气象分会副理事长。主要研究方向为智慧农业, 重点研究领域为物联网和大数据在农业环境调控与灾害监测预警中的研发应用。

## 作者简介



李永利 (1969- ), 女, 内蒙古自治区气象信息中心高级工程师、主任, 主要研究方向为计算机技术在气象大数据领域的应用。



郑飞翔 (1982- ), 男, 博士, 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所副研究员, 主要研究方向为农业防灾减灾数据挖掘分析。



杜克明 (1980- ), 男, 博士, 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所副研究员, 主要研究方向为基于物联网的农业环境与灾害监测技术。



马浚诚 (1987- ), 男, 博士, 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所助理研究员, 主要研究方向为基于计算机视觉的作物信息获取与分析。



张德龙 (1978- ), 男, 内蒙古自治区气象信息中心高级工程师, 内蒙古工业大学硕士生导师, 内蒙古气象信息网络及服务创新团队骨干成员, 主要研究方向为气象数据质量控制方法研究、多源气象数据融合以及气象系统相关软件设计研发。

收稿日期: 2019-01-22

基金项目: 国家重点研发计划基金资助项目 (No.2017YFD0300401, No.2016YFD0300606-3, No.2017YFD0300402-4)

**Foundation Items:** National Key Research and Development Program of China(No.2017YFD0300401, No.2016YFD0300606-3, No.2017YFD0300402-4)

\* 本文为2018中国国际大数据大会演讲约稿