

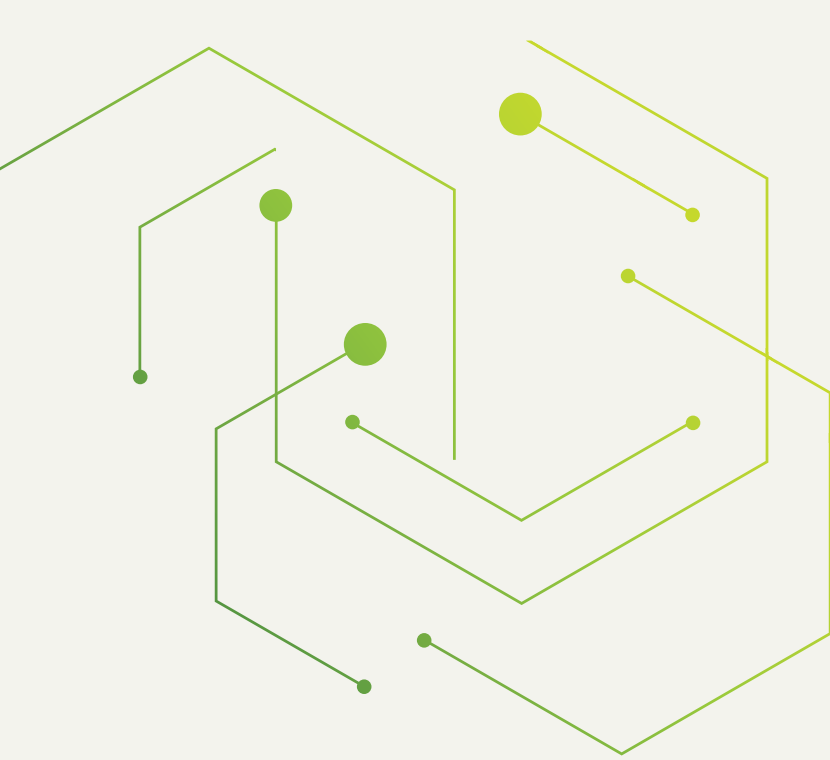


联合国
粮食及
农业组织



农业食品行业中区块链应用的新机遇

2020年11月



修订版由以下机构发布：

联合国粮食及农业组织
国际贸易和可持续发展中心 (ICTSD)

International Environment House 2
7 Chemin de Balexert, 1219 Geneva, Switzerland
电话：+41 22 917 8492 ictsd@ictsd.ch

出版人及首席执行官：Ricardo Meléndez-Ortiz
农业高级项目经理：Jonathan Hepburn
传真：+41 22 917 8093 www.ictsd.org

引用：

Tripoli, M.和Schmidhuber, J.。2020。《**农业食品行业中区块链应用的新机遇**》。修订版。罗马和日内瓦，联合国粮农组织及国际贸易和可持续发展中心。

本信息产品中使用的名称和介绍的材料，并不意味着联合国粮食及农业组织（联合国粮农组织）或国际贸易和可持续发展中心对任何国家、地区、城市、区域或其当局的法律或发展状态、或对其国界或边界的划分表示任何意见。提及具体的公司或厂商产品，无论是否含有专利，并不意味着这些公司或产品得到联合国粮农组织或国际贸易和可持续发展中心的认可或推荐，优于未提及的其它类似公司或产品。

本信息产品中表达的观点系作者的观点，并不一定反映联合国粮农组织或国际贸易和可持续发展中心的观点或政策。

第一版：2018年
©粮农组织，2020年

鸣谢：

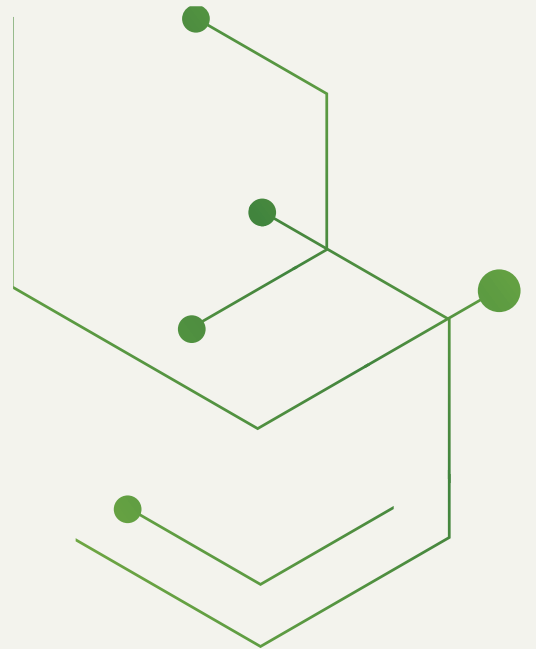
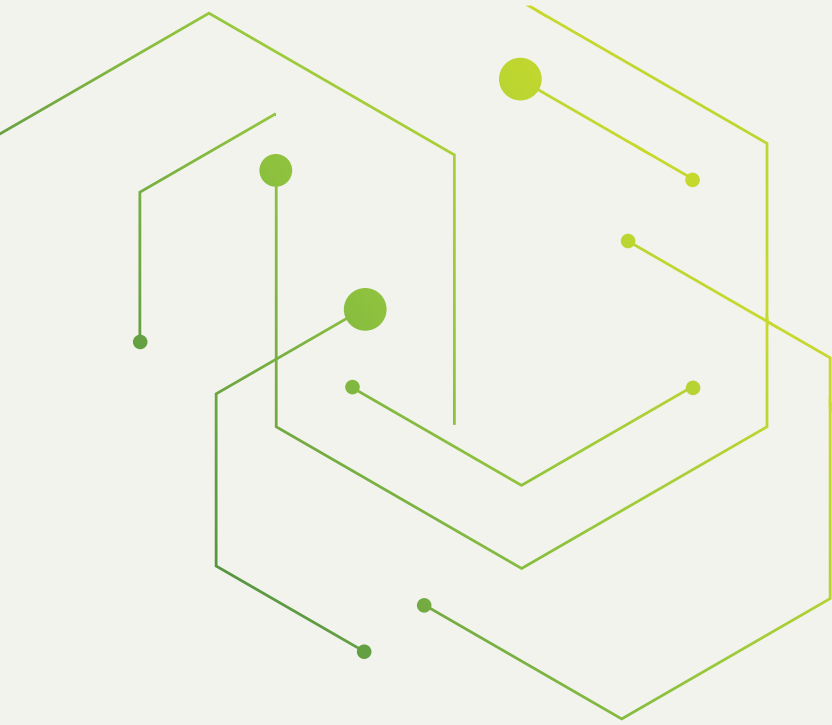
作者要感谢联合国粮食及农业组织的Christopher Emsden对本出版物做出的贡献。他提出的意见和展示的求知欲丰富了本文件内容。作者还对参与本文件审阅的国际贸易和可持续发展中心团队以及Heike Baumüller与Abhishek Sharma表示感谢。

国际贸易和可持续发展中心感谢其核心捐助者的慷慨支持，包括英国国际发展部 (DFID)；瑞典国际开发合作署 (SIDA)；丹麦外交部 (Danida)；荷兰发展合作总局 (DGIS)。

国际贸易和可持续发展中心欢迎对本出版物提出反馈意见。可将意见发送至Jonathan Hepburn (jhepburn@ictsd.ch) 或国际贸易和可持续发展中心执行编辑Fabrice Lehmann (flehmann@ictsd.ch)。也可联系本文的共同作者Mischa Tripoli (Mischa.Tripoli@fao.org)。

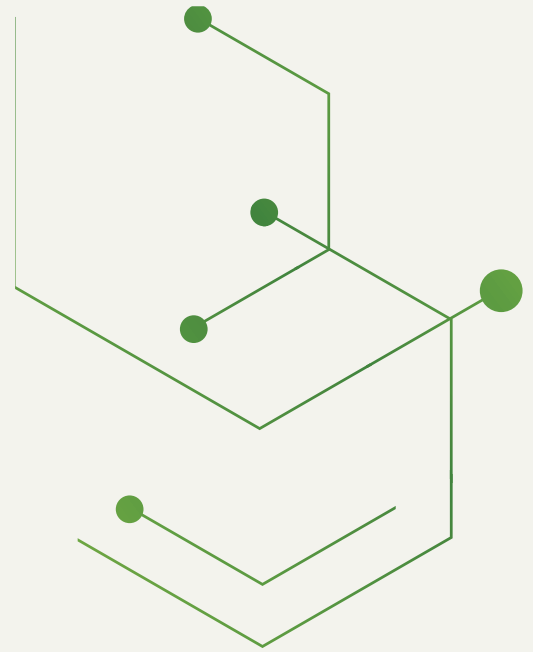
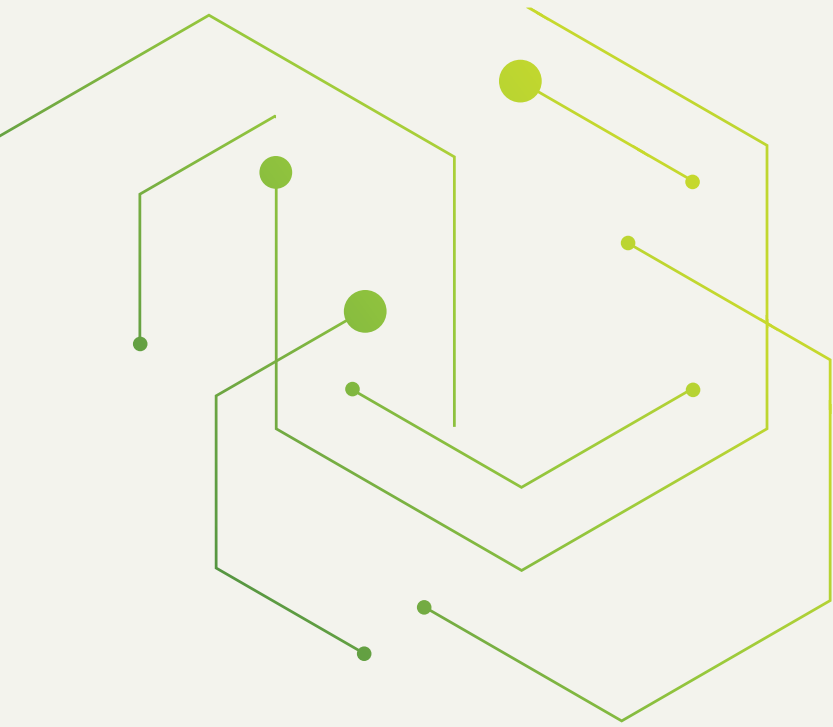
目录

缩略语.....	v
图表目录.....	vii
前言.....	ix
内容提要.....	xi
●	
1. 引言.....	1
2. 认识分布式账本技术.....	3
3. 分布式账本技术在粮农部门的应用.....	7
3.1 粮农产业当前趋势.....	7
3.2 农业供应链.....	7
3.3 土地登记.....	14
3.4 农业相关国际协定.....	15
4. 公共政策对粮食安全和农村发展的影响.....	17
4.1 通过高效的机构、可追溯性和市场透明度, 促进贸易便利化和粮食安全.....	17
4.2 加强农村发展成果, 推动包容性经济增长.....	17
5. 分布式账本技术的发展前景.....	19
5.1 分布式账本技术的挑战和风险.....	19
5.2 公共部门的下一步工作.....	20
6. 结论.....	23
●	
参考文献.....	25



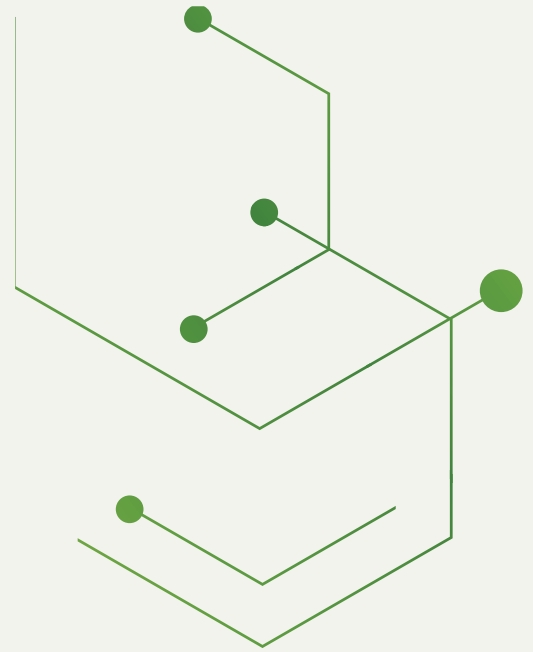
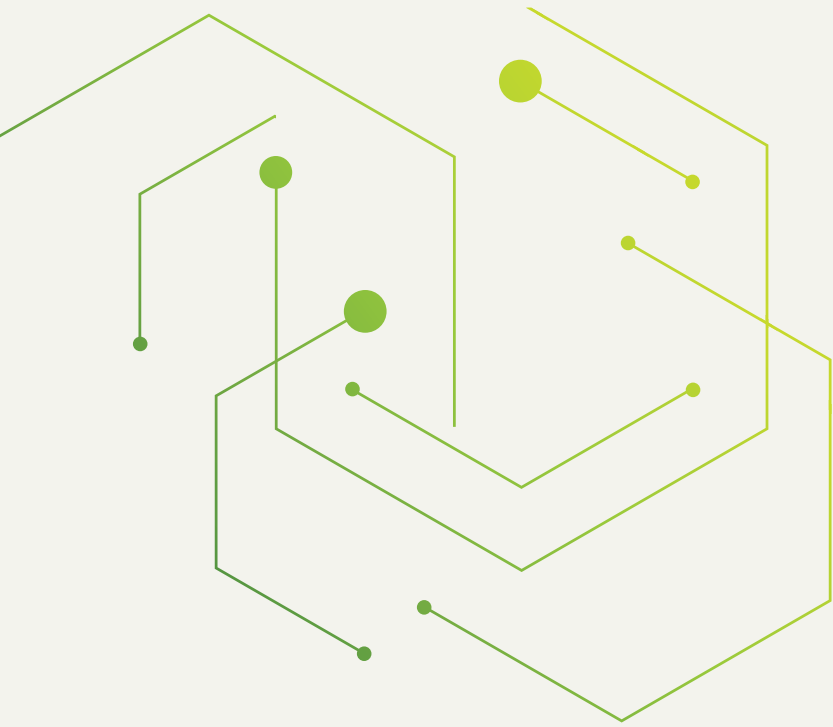
缩略语

B2B	企业对企业
CCA	中央主管部门
DLT	分布式账本技术
FAO	粮食及农业组织(粮农组织)
IoT	物联网
MSME	中小微企业
OTC	场外交易
RFID	无线射频识别
SDG	可持续发展目标
SPS	卫生与植物卫生
TRIPS	与贸易有关的知识产权问题
UN	联合国
WFP	世界粮食计划署(粮食署)
WSIS	信息社会世界峰会
WTO	世界贸易组织(世贸组织)



图表目录

图 1: 传统集中式账本和分布式账本	3
图 2: 分布式账本技术上的农业供应链	9



前言

分布式账本技术 (DLTs) 有可能通过在价值链中实现大幅增效, 并通过改善信任、透明度和可追溯性, 推动全球粮食体系转型。虽然大型机构很有可能在分布式账本技术开发方面迅速取得显著进展, 但小农和加工商如能获得这一技术, 也将从中取得巨大收益。这就提出了一个问题, 即如何为小农利用这些新技术创造有利环境, 并在更大范围内为分布式账本技术提供良好条件, 以改善全球粮食和农业市场的运作。

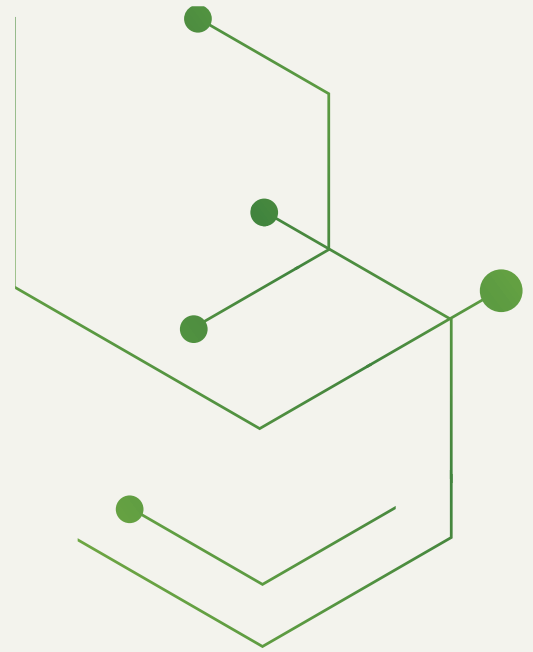
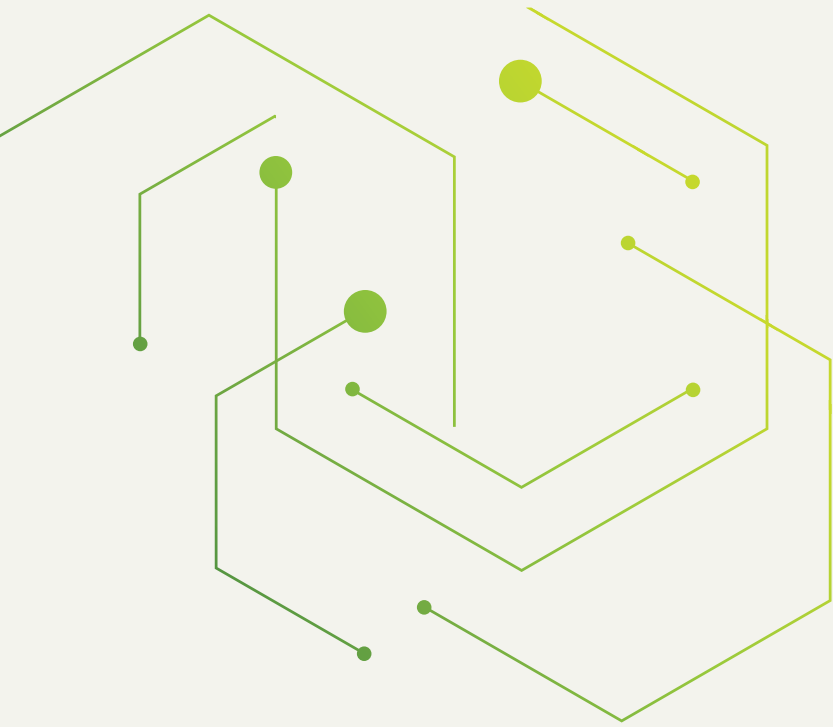
本文件由Mischa Tripoli和Josef Schmidhuber撰写, 旨在通过概述分布式账本技术及其在粮食及农业中的应用, 评价公共政策对粮食安全和农村发展的影响, 并确定潜在挑战、风险和下一步工作, 为关于这一问题新出现的公共讨论做初步贡献。●



国际贸易和可持续发展中心首席执行官
Ricardo Meléndez-Ortiz



联合国粮农组织市场及贸易司司长
布贝克尔·本·贝尔哈桑 (Boubaker Ben-Belhassen)



内容提要

分布式账本技术和智能合约为提高农业部门中价值和信息交换效率、透明度及可追溯性提供了独一无二的机会。分布式账本技术利用数字记录、密码学以及交易处理和数据存储去中介化,可通过多种方式改进农业供应链和农村发展干预措施。该技术能够简化和整合农业供应链、提升食品安全、增加获取贸易融资和其他类型农业金融服务的机会、提高市场透明度、增进土地权属制度的法律确定性,并加强遵守国际农业协定的问责。本文旨在推动深化对农业食品中分布式账本技术机遇、效益和应用的认识,探讨了分布式账本技术通过让弱势市场主体参与一体化供应链,对于解决其诸多挑战的潜力。还明确了采用分布式账本技术的技术局限性、可能的机构障碍以及公共部门的下一步工作。总而言之,本文揭示了分布式账本技术如何能够促进实现可持续发展目标。 ●



1. 引言

在全球范围内,无论经济发展水平如何,人类都在不断地转移价值。价值转移是一项基本的人类活动,使人们能够交易商品和服务,为创造福祉积累生产性资本和储蓄。为减少价值交换过程中的不确定性,机构发挥作用,确保信任并降低买卖双方之间的风险。在价值交换过程中充当中介的机构,使用集中式电子账本,跟踪资产并存储数据。由于这些中介通常依赖人工输入且易受欺诈影响,价值转移往往会给买卖双方带来高成本,进而大幅增加经营负担。交易成本高昂是经济发展的主要瓶颈。此外,(在正规和非正规经济中)现金交易可追溯性差,最终对(尤其是发展中国家)中小微企业获取信贷、进入新市场和发展壮大的能力构成阻碍。

分布式账本技术¹采用一种新的价值转移会计方法;该方法利用分散式和共享账本(作为数字信托机构)最大限度地减少不确定性,实现价值交换去中介化。分布式账本技术提供了一个在数字数据库中记录交易的安全系统;该系统去除了第三方中介,降低了交易成本,实现了更快速甚至实时交易,确保录入数据不可篡改并为网络中所有参与者提供数据库访问权限。区块链和其他分布式账本技术,2008年作为比特币²电子现金系统首次推出后,在提高全球经济效率、透明度和可追溯性方面显示出巨大潜力。分布式账本技术可加以编程,不仅可以记录经济交易,还可以记录对人类有价值和其他信息类型,如出生和死亡证明、结婚证、所有权契据和凭证、学位或其他可使用代码表示的任何信息(Tapscott和Tapscott, 2016)。

在整个全球经济中,政府、私营机构和技术初创企业正在探索分布式账本技术的可能应用。过去四年,超过50亿美元已投入到这些技术中(CoinDesk, 2018)。金融服务部门是主要领域之

一,正在测试和实施支付和证券交易相关技术。基于区块链的支付拥有巨大潜力,不仅对零售银行业务,对农业价值链和发展部门(在基于现金的援助计划、汇款和采购方面)也是如此。例如,世界粮食计划署(粮食署)实施了现金转账计划试点,使用基于区块链的技术,记录一个叙利亚难民营中的超市交易。这些试点计划,通过省去金融中介、相关交易费用以及粮食署会计汇总银行及商店数据和报告所用时间(区块链可自动记录),为粮食署节省了大量资金(Bacchi, 2017)。能够简化发展部门工作流程并提高效率的分布式账本技术潜在应用数量众多。私营部门已经与联合国合作,探索能够改进联合国系统工作效果并提升联合国系统效率的应用(Bacchi, 2017)。

农业部门也不例外。农业供应链在透明度和效率方面存在诸多问题,最终置农民和消费者于不利地位。农业供应链交易存在固有风险和复杂性,因此依赖一系列中介机构;尽管消费者意识提高,但食品来源和生产方式相关信息透明度较差。归根结底,强化农场、市场和消费者之间的联系可进一步推动增收并创造就业(粮农组织, 2017)。分布式账本技术提升整个农业供应链效率、透明度和信任并为所有市场主体赋权的潜力是实实在在的。这项技术能够简化和整合农业供应链,提升食品安全性,降低贸易金融风险并促进包容性贸易,增加获取农业金融服务的机会,生成更智能的市场信息并增进土地权属制度的法律确定性。农产食品和技术行业已经在探索相关应用。事实上,由大型食品公司(都乐、Driscoll's、金州食品、克罗格、味好美、雀巢、泰森食品和沃尔玛)组成的联盟正在与IBM合作,通过分布式账本解决方案,提高食品供应链透明度和可追溯性并简化支付流程。此前,IBM和沃尔玛利用基于区块链的技术,在几秒钟内,沿着从零售货架到农

¹ 本文中,分布式账本技术与区块链两术语可互换使用。应注意,区块链已成为各类分布式账本技术的俗称。但是,区块链实际上是一种分布式账本技术。详见第2节。

² 比特币是一种数字货币,使用称为区块链的分布式账本技术,在无需中央主管部门的情况下,在各方之间转移资金。

场的确切路径追踪一包芒果 (Wass, 2017b)。本文旨在推动深化对农业部门中分布式账本技术的机会、效益和应用的认识。本文还明确了在粮农领域采用分布式账本技术所面临的技术和资金制约。 ●

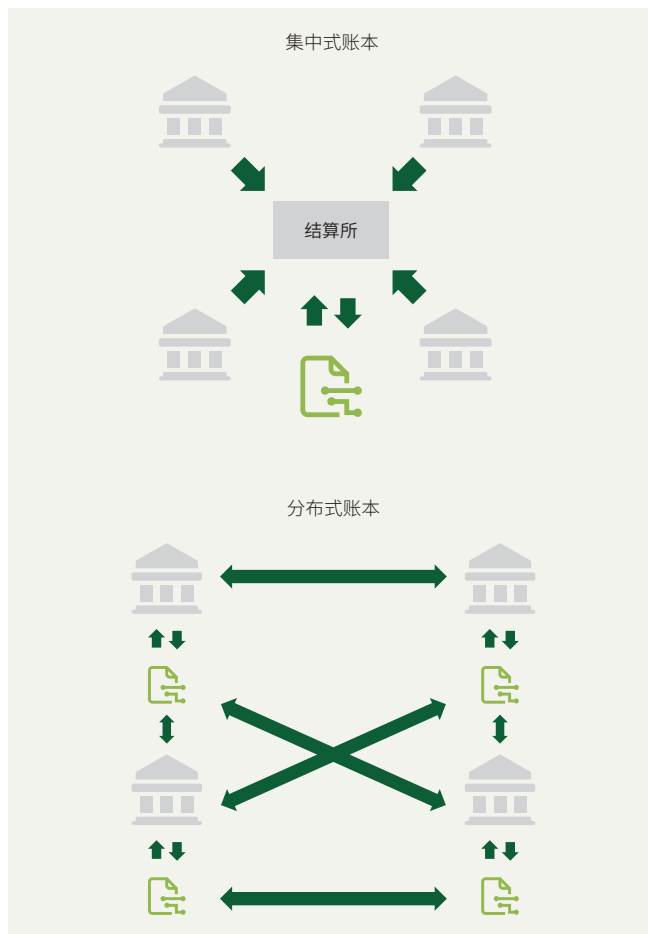


2. 认识分布式账本技术

分布式账本技术³是一项应用广泛的不断发展的技术和交易系统。2008年，分布式账本技术作为比特币加密货币系统首次提出。分布式账本技术可用于开展各类交易以及存储各类有价值的数据和信息。分布式账本技术是一个数字数据库，利用密码学连接和保护交易或数据条目，通过用于验证并存储交易历史和信息的对等分布式计算机网络，实现数据处理和数据存储去中介化。分布式账本技术作为分散式数字机构，确保买方和卖方或用户之间的信任，从而提供一种改良的价值转移记录方法。

这项技术有三个主要特性，有必要加以了解（见图1）：首先，分布式账本技术去除了数据条目处理和存储中介。目前，机构通过中介确保信任，在集中式账本中签订合同、清算、结算和记录交易。这些中介通常依赖人工输入，容易出现差错和欺诈，交易执行及时且昂贵。此外，集中式模式限制了买方和卖方的数据访问和控制。分布式账本技术不使用任何集中式认证主管部门。相反，信息在分布式账本上验证后，立即在网络中所有参与的计算机上记录，从而确保每个用户都能获取最新信息；没有单一失效点，任何一个机构或行为体都不能控制这些信息。分布式账本技术通过共识机制验证交易，共识机制使参与者就网络中数据状态达成一致。共识机制使用验证人（也是参与者）、经济激励和共识算法，验证共享账本中的交易或数据条目。分布式账本技术的所有用户都能参与交易验证进程。这无需通过中介维持信任，同时取代了当前集中式数据模式，从而大幅改变了支付成本结构（Cant等，2015）。该数据条目验证方法可大幅提高成本效益、降低费用、加速交易。

图 1: 传统集中式账本和分布式账本



资料来源：©粮农组织

³ 存在一系列分布式账本技术，分散程度各不相同。分布式账本技术包括从无需许可账本到需经许可账本的一系列技术；无需许可账本（如比特币区块链）抗审查、没有任何法律责任且用户享有平等权利；需经许可的账本需接受审查、有法律责任且用户可能不享有平等权利。

2. 认识分布式账本技术

其次,分布式账本技术使用密码学确保数据条目不可篡改且安全。每个数据条目都通过一个时间戳和该记录的加密指纹(称为哈希)加以记录,哈希将每个记录彼此连接,然后在整个计算机分布式网络中安全地存储。哈希是分布式账本安全性和不可篡改的基础,使无法在不显著影响账本中所有条目的情况下修改一个条目,使所有其他用户都能立即发现分布式账本中进行的欺诈活动。

再次,记录的不可篡改和数据存储的去中介化,通过共享账本,使分布式账本中的每个交易或记录都可追溯且透明。理论上,分布式账本的所有参与者都可以访问数据库中登记的完整交易历史。根据分布式账本技术的目的和规则,用户有能力控制共享哪些类型的交易细节以及与谁共享。存储在账本中的信息受加密保护、使用私钥和公钥管理。⁴这些密钥使用户能够保护和控制谁、何时可以访问分布式账本技术上的信息。例如,如果农民想与银行等贷方共享其在分布式账本上登记的信用记录,则农民可以使用银行的公钥加密并将数据发送给银行;银行则使用其相应的私钥解密和读取信息。此外,银行可以使用农民的公钥验证数据是否实际属于农民。总之,分布式账本技术中数据的访问可以共享或私有,取决于分布式账本技术规则(基于平台目的)和用户选择。

目前,主要有两种类型的分布式账本技术:公共和私有(Jayachandran, 2017)。公共分布式账本技术是无需许可即可访问的开放式账本,网络中的行为体均为匿名且此前无需与账本有任何关系。公共或无需许可的分布式账本技术抗审查且是完全分散的系统。世界上任何人都可参与网络,这意味着任何人都可进行交易、查看账本整个交易历史并参与共识机制。公共分布式账本技术的优点是任何个人或实体都不能控制账本上的信息,因此,该系统是中立的。两个最著名的公共分布式账本技术是比特币区块链和以太坊;以太坊是一个通用交易账本,允许任何人使用智能合约对分散的软件应用进行编程并在其分布式账本技术上执行这些应用。公共分布式账本技术的缺点是网络中可能存在一些恶意为体,

因为参与者是未知的。因此,如某些类型的信息过于敏感而无法在完全开放的账本中共享,则或许需要一些应用,如针对金融机构的应用。

私有分布式账本技术是访问需经许可的封闭账本,用户为实名,交易由账本已知的行为体进行验证和处理。私有或需经许可的分布式账本需要确认行为体身份,这可以提供额外一层保护,限制恶意为体,因为恶意为体可受到惩罚并从网络中剔除。⁵需经许可的分布式账本通过经身份验证的法律实体(而不是匿名参与者)对交易进行验证(Swanson, 2015)。使用经身份验证的验证人在网络中提供共识并不意味着这些验证人能够控制交易审批。事实上,需经许可的分布式账本做出权衡取舍,为法律责任牺牲了抗审查,但运行仍然无需中介参与。正是法律责任使需经许可的分布式账本对于全球资本市场、有形资产、供应链和智能合约更具吸引力(Swanson, 2015)。

公共分布式账本技术参与者的匿名性和私有分布式账本技术用户的身份确认,使开放和封闭系统中交易验证流程大为不同。公共和私有分布式账本技术有许多不同类型的共识算法。算法各有利弊,应根据具体应用加以理解和使用。例如,最著名的公共分布式账本技术之一是比特币区块链,它使用称为工作量证明的共识算法。工作量证明算法耗费资源和时间,因此不是企业区块链网络的最佳共识机制(Hyperledger, 2017)。以太坊公共分布式账本技术正过渡到权益证明算法,权益证明算法更高效,因为省去了挖矿和工作量证明算法中使用的昂贵的计算资源。私有分布式算法技术主要采用两组共识算法:基于彩票中奖的算法和基于投票计数的算法。基于彩票中奖的算法在可扩展性方面具有优势,但需要更长时间达到确定性;而基于投票计数的算法在速度和确定性方面具有优势,但可扩展性差(Hyperledger, 2017)。

全球经济的另一个潜在效率增益是分布式账本技术执行智能合约的能力。商务运行依赖合同协议,通常为实物合同。实物合同依赖于中央主管部门

⁴ 在非对称加密中,每个用户都有一对彼此对应的私钥和公钥。私钥是保密的,类似于密码。公钥类似于电子邮件地址,可供网络中的用户使用。

⁵ 关于需经许可的分布式账本好处的更多详情,见Swanson(2015年)。

进行交易清算和结算,这昂贵、耗时且容易出现差错和欺诈。分布式账本技术高度安全和不可篡改,因此为智能合约提供了完善的技术平台。智能合约是当预设条件满足时能够自动执行的计算机程序。智能合约旨在实现大部分合同流程自动化。合同协议的履行、监督和执行自主完成,无需任何中央主管部门或人员参与。合同自动化可为企业节省大笔交易费用和法律费用,同时能够实时履行合同义务(Shadab, 2014; Cant等, 2016)。这些效率增益有可能根除传统的合同基础设施并淘汰集中式中介机构。

分布式账本潜在应用领域广阔。通过分布式账本执行交易和合同所带来的效率增益可对金融业产生巨大影响,对其他经济部门也是如此。几乎各经济部门都在努力研究如何应用这项技术能够获益以及实施这项技术会遇到哪些挑战。 ●



3. 分布式账本技术在粮农部门的应用

3.1 粮农产业当前趋势

与其他经济部门类似，农业以及农业供应链中的交易从未完全经历过数字化转型。世界农业正面临诸多挑战。农产食品行业必须：

- 满足不断增长人口的粮食需求；
- 适应低收入和中等收入国家消费者从消费谷物类产品转向更多消费动物、水果和蔬菜产品的不断变化的偏好；
- 推动环境上更可持续的农业实践并减少环境足迹；
- 降低供应链成本；
- 保持高质量的卫生和植物卫生标准；
- 维持有利可图的农业经营；
- 提高小规模粮食生产者收入。

从全球来看，农业部门是主要就业来源，吸纳了约30%的全球劳动力(世界银行, 2018b)。对许多低收入和中低收入国家而言，农业部门是农村人口的重要收入来源，也是经济增长的主要驱动力。

世界各地粮食系统和农业实践多种多样，包括从现代大规模流通系统渠道到传统食品链的一系列形式。在低收入和中低收入国家，农业以小型农场为主，面积不足5公顷的农场分别占有所有农田的3/4和2/3(粮农组织, 2014)。在这些地区，农业的显著特点是劳动生产率低且资本密集度低。这与高收入和中高收入国家大规模农业形成鲜明对比，高收入和中高收入国家通常以高劳动生产率和高资本密集度为特征。

全球范围内，粮食生产和零售渠道都在发生变化。对于全球供应链和超市等大规模分销系统的依赖度增强。粮食系统资本密集度增加、纵向一体化

加强且日益由少数参与者掌控。在某些情况下，初级生产、加工和分销实现一体化，大规模加工实现自动化，资本和知识密集度增加(粮农组织, 2017)。对低收入和中等收入国家而言，不断变化的农业食品价值链增加了小规模生产者和农产品加工者参与地方、国家和全球市场的障碍。由于融资渠道不足、市场准入和运输问题以及遵守一系列质量、可追溯性和认证标准问题，许多小规模经营者难以参与一体化价值链(粮农组织, 2017)。农业价值链通过加强农民、市场和消费者之间的联系，可以增加收入和就业。

农业供应链存在风险且复杂，因为农业生产依赖难以掌控的因素(天气、病虫害)，农业供应链可追溯性差，交易结算缓慢且往往需要大量劳动力。农业供应链交易中充斥着大量中介机构且效率低下；能够持续利用全球供应渠道的行为体往往是声誉良好的大规模生产者和农业加工商。农业供应链应当更多地包容弱势市场主体，促进其经济发展并为满足不断增长人口所需更多的粮食供应做出贡献。分布式账本技术，通过提高透明度和可追溯性以及去除农业价值链中的中介机构，有能力降低农产食品行业风险并提高效率。此外，分布式账本技术和智能合约通过减少不确定性并推动市场主体之间建立信任，也为小农和中小微企业提供了真正的更具包容性的市场参与机会。

3.2 农业供应链

3.2.1 农业供应链管理

农业供应链效率极为低下，对从生产者到消费者的所有供应链行为体均造成影响。据估计，供应链运营成本占最终商品成本的2/3(Niforos, 2017b)，而仅文件费用就占全球贸易价值的7%。⁶ 供应链面临的挑战包括：因数据不

⁶ 见 www.tradefacilitation.org

3. 分布式账本技术在粮农部门的应用

一致或不可用而缺乏透明度、体力劳动和书面工作比例高、互操作性差且产品可追溯性信息有限(Lierow等, 2017)。私营和公共部门都想降低沿供应链运输货物的高成本, 世界贸易组织(世贸组织)《贸易便利化协定》采取措施削减成本、避免延迟及减少不确定性(经合组织等, 2014)。

同时, 私营部门一直在寻求技术进步, 以提高供应链的成本效益和竞争力。云计算、人工智能和物联网等技术已经在推动供应链数字化进程。但分布式账本技术在提高农业供应链效率和透明度方面最具潜力。

分布式账本技术在农业供应链中的应用将提供一个数字数据库, 开展实物和数字资产记录、跟踪、监控和交易。分布式账本技术可提高交易质量和可追溯性。该技术可实时整合和管理整个农业供应链中的每个流程和交易。分布式账本上处理的每笔交易都可以携带交易详情和产品特定属性(可由供应链行为体添加)。供应链行为体可以明确和检查产品在供应链上从农场使用的农牧业投入品(肥料、饲料等)到零售商的每一步移动。分布式账本技术存储透明和不可篡改的记录。理论上, 这些记录可为该软件的任何用户所获取。该技术具备为供应链中的每个行为体创造巨大效率增益的潜力。

确保不可篡改的产品 – 进程连接

分布式账本技术提供了农业供应链可追溯性平台, 用以追溯原产地并确保农产品真实性。分布式账本技术可降低监管控制难度, 因为可对产品在供应链上的每个记录的移动进行跟踪, 可针对产品真实性相关欺诈行为追究法律责任。但为确保交易完全不可篡改, 应在分布式账本技术(进程)与实际产品之间建立不可篡改的连接。基本挑战是尽管可以通过附加到每笔交易的加密指纹跟踪交易数据, 但需要通过不可篡改的进程-产品连接, 确保实物产品沿着供应链在农场与消费者之间移动。建立连接有若干方案。包括众所周知的产品包装上的二维码、更先进的无线射频识别芯片以及最近和最有前景的加密锚。二维码已在市场中使用并要求监管机构监控产品真实性。IBM近期开发了加密锚, 作为分布式账本技术确保产品真实性的手段。加密锚是不可篡改的数字指纹, 使用光学代码或微型计算机以可食

用墨水的形式嵌入到产品中并与分布式账本技术连接以证明产品真实性。加密锚高度安全、不可克隆、比一粒盐小、制造成本不足0.10美分(IBM, 2018a)。针对加密锚无法直接嵌入产品的情况, IBM最近还开发了一项技术, 使用配备特殊光学设备和人工智能算法的移动传感器(或手机)在几分钟内学习和识别某些物品的光学结构、DNA序列和其他特征(IBM, 2018a)。例如, 在不久的将来, 零售商或报关代理可使用移动电话上的传感器验证番茄原产地真实性。加密锚成本低且使用简便, 是确保真实性的潜在可扩展和有用的工具。

例如, 家禽供应链(图2)显示出分布式账本技术中一体化供应链实实在在的潜力。随着对透明度和产品原产地信息要求增多, 供应链行为体可使用移动应用和产品二维码, 追踪产品来源及产品在供应链上的每一步移动。消费者可扫描鸡肉包装上的二维码以获得产品信息。为实现产品可追溯, 供应链应从生产者开始, 生产者将记录关于投入品(如饲料和药品)、动物健康、地点和品种的全部信息以及国内市场或出口市场所需其他技术信息。分布式账本技术将记录和验证鸡肉在供应链行为体之间每次移动形成的每笔交易。记录的其他信息是时间(屠宰日期、运输时间、保质期)以及出口相关证明(如健康和原产国证明)。这些详情及可追溯性将为供应链管理、食品安全和产品可持续性带来巨大效率增益。

目前, 初创企业大量涌入食品饮料业, 旨在将农业供应链过渡到分布式账本技术上。电商平台INS, 利用分布式账本技术, 通过数据集成, 将制造商与消费者直接联系起来, 从而打破食品杂货市场的权力集中。从全球来看, 约60%的食品杂货市场由五大零售商主导, 这可能导致农民和制造商的不公平贸易做法并抬高消费价格(Michail, 2017)。通过绕过食品杂货零售商, 制造商可以节省针对零售商的企业对企业营销资金; 在INS平台上购买产品可以为消费者节省20-30%的支出(Michail, 2017)。INS预计将为小型食品企业带来更多商机。Ambrosus是一家瑞士科技公司, 旨在使用分布式账本技术、智能合约和高科技传感器, 追踪食品和药品供应链。Ripe公司使用分布式账本技术、扫描仪和专门的传感器, 为农业供应链行为体提供关于作物种植以产出更高品质农产品的更优质数据(Massa, 2017)。英国初创公司Provenance成功启动了试点项目, 在分布式账本技

术上跟踪金枪鱼捕捞。该公司旨在遏制非法捕捞和假冒认证，通过在区块链上登记每批渔获物并出售附有区块链身份信息的鱼品，确保可追溯性。

3.2.2 食品安全的未来

通过实现农产品生产和加工每个细节的透明度和记录，将能提升确保符合食品和可持续性标准的能力。将提供产品质量（新鲜度、安全性、地理标志）、安全（健康、风险管理）和可持续性（有机、公平贸易）数据。分布式账本技术将帮助企业 and 政府中央主管部门跟踪和监控不遵守国际标准的情况，提高动植物疫病防控能力以维持无疫病状态。此外，中央主管部门应能轻松、快速和自信地签发出出口证书。分布式账本技术中将包含几乎全部产品相关必要信息，认证甚至可以自动完成。中央主管部门仍将在监测和检查农场和加工设施符合国际卫生和植物卫生标准方面发挥重要作用。

如暴发动物或植物疾病、农产品受到污染或出现食品欺诈，分布式账本技术还将使企业和监管机构能够更快追踪和查明受污染或欺诈性产品而不必大费周章。食品欺诈和食源性疾病会耗费大量资金且因浪费资源使环境付出昂贵代价。食品欺诈使全球食品行业每年蒙受约400亿美元的损失（普华永道，2016），仅美国的食源性疾病每年就耗资约550亿美元（Scharff, 2015）。目前，企业、政府和消费者都无法掌握某产品在整个供应链上的移动情况，因为政府通常只要求企业记录产品向前一步和向后一步移动的数据。这样更难以追踪受污染或欺诈性产品至可能导致疫情爆发的确切农场或工厂。分布式账本技术可以迅速对受污染产品溯源，将缺陷产品下架，从而最大限度地减少疾病和经济损失。

图 2: 分布式账本技术上的农业供应链



资料来源：©粮农组织

3. 分布式账本技术在粮农部门的应用

食品饮料业目前正在尝试将分布式账本技术部署到全球食品供应链中。由都乐、Driscoll's、金州食品、克罗格、味好美、雀巢、泰森食品和沃尔玛组成的大型食品供应商联盟正在与IBM合作，测试其分布式账本技术并明确这项技术能够使食品生态系统获益的新领域 (Wass, 2017b)。这项合作依托IBM与沃尔玛成功实施的试点项目，涉及分布式账本技术如何解决食品安全问题并追踪受污染产品来源。试点项目结果显示，从超市到种植农场追踪一包芒果，使用传统方法需花费6天18时26分，而使用分布式账本技术只需几秒就能确定确切来源以及这包芒果进入零售货架的路径 (Wass, 2017b)。

在亚洲，中国最大的两家电子商务公司正在开展相似项目，旨在打击食品欺诈。阿里巴巴正在与普华永道、百丽康美和澳大利亚邮政共同发起一项倡议，开发并在供应链中实施基于区块链的技术以消除食品欺诈。同样，中国第二大电子商务公司京东正在与蒙古牛肉制造商科尔沁牛业合作，追踪冷冻牛肉的生产和分送 (Huang, 2017)。

3.2.3 提高贸易融资效率

贸易融资在全球贸易中扮演至关重要的角色。每年约18万亿美元的贸易交易涉及某种形式的贸易融资，每年贸易融资市场总规模超过10万亿美元 (Auboin, 2015)。金融机构通过某种形式的金融 (如信贷、保险和担保) 弥合交易中买卖双方之间的差距。两家公司向国内或国外运送高价值和大规格货物 (如大米) 时，则存在很大风险。潜在风险涉及：双方之间的交易 (即卖方或出口商希望获得付款的时间与买方或进口商实际放款时间之差)、运输过程中可能发生的货物变更或损失以及汇率波动。贸易融资能够为卖方和买方 (或出口商和进口商) 减轻上述风险，这是货物贸易得以进行的基础。

当前贸易融资方法繁琐、耗时且严重依赖文本交易。交易涉及发货人银行与收货人银行之间协议以及货物价值和装载方式协议的多份副本。通过这些复杂且低效的交易系统，金融中介在处理交易过程中锁住大量美元资金。例如，澳大利亚粮食行业支付期限介于2至5周之间，这对种植者构成了交易对

手信用风险 (澳洲金融科技协会, 2016)。自然，这么长的时间会对卖家现金流、营运资金和业务管理能力造成负面影响。

使用分布式账本技术的贸易融资数字平台可以降低成本、减少卖方和银行风险、提高供应链效率。分布式账本技术使用智能合约实时自动执行结算：首先估计交收货物价值，然后验证买方是否有足够资金，最后妥善保管买方名下资金等待交货。实际交货后，粮食所有权转移给买方，付款同时从预留资金中结算 (澳洲金融科技协会, 2016)。贸易融资中的实时批准和支付将消除卖方面临的交易对手风险并释放营运资金。此外，工作流程自动化和文档数字化可大大提高效率。传统上存储在纸上的所有信息 (协议和证明有关信息) 都将存储在各方都能迅速访问的单一数字账本中。银行将不再需要中介机构承担风险。最后，分布式账本技术还可提高监管机构和管理部门收取税款和关税的能力。该技术可提高交易问责、可追溯性和可验证性。

分布式账本技术还可增加贸易融资渠道。贸易融资无法满足需求，尤其是中小微企业和新兴经济体的需求，导致经济增长受挫。2017年，全球贸易融资缺口约为1.5万亿美元 (DiCaprio等, 2017)。能否获得贸易融资通常取决于声誉以及是否为成熟的供应链参与者；归根结底，这是中小微企业的劣势。由于分布式账本技术降低了银行风险，因此在扩大包容性并为中小微企业提供服务方面更加积极。

目前，一些采用区块链技术的贸易融资应用将目标锁定中小微企业以及无法获得贸易融资的地点。七家大型欧洲银行⁷正在合作开发一个需经许可的分布式账本技术贸易融资平台并推动其商业化；该平台针对中小企业，由IBM主办并由Hyperledger Fabric 1.0驱动 (Wass, 2017a)。该平台称为“数字贸易链”，旨在管理欧洲中小企业国内和国际贸易的开放账户交易。其目标是为贸易交易提供单一平台，提供便捷的融资渠道并降低企业交易成本。此外，总部设在美国的公司Skuchain开发了一个分布式账本技术，以减少贸易融资和全球供应链摩擦。该公司旨在为此前无法获得融资的中小企业和新兴市场提供融资。Skuchain区块链技术提供“协作商务平台”，

⁷ 银行包括：德意志银行、汇丰银行、比利时联合银行、法国外贸银行、荷兰合作银行、法国兴业银行和裕信银行。

集支付(信用证或电汇)、融资(运营贷款或短期贸易贷款)和可视性(与“数据处理中的系统、应用和产品”或“企业资源计划”系统等后台系统集成)于一身(Allison, 2016)。Skuchain区块链的一个潜在用户是粮食署,因为粮食署目前正在研究东非粮食采购融资方案(Besnainou, 2017)。

贸易融资和供应链管理中还有许多其他应用正在进行概念验证测试,目的是进行后续试点和扩展。例如,多家荷兰和法国银行(荷兰国际集团、荷兰银行和法国兴业银行)与路易斯-德瑞弗斯公司(最大的农业食品贸易商之一)合作,使用分布式账本技术,将一批大豆从美国运往中国。据称这是使用该技术的首批完全成熟的农产品交易之一,该交易采用数字化文件(包括销售合同、信用证、政府检查和证明)将文件和数据处理花费的时间减少到1/5(彭博, 2018)。多家国际银行(巴克莱银行、渣打银行和法国巴黎银行)、大公司(联合利华、英伯瑞和Sappi)以及金融科技初创企业,共同倡议并启动项目,利用分布式账本技术跟踪实物供应链,并获取融资以支持可持续采购(Wass, 2017c)。第一个试点计划对茶叶和茶叶包装材料从马拉维农民到公司的跟踪技术进行测试。该试点是将供应链追踪与贸易融资相结合的首批举措之一。

3.2.4 农业价值链金融服务:支付、保险、信贷和衍生品

其他类型的金融服务,如支付服务、保险和信贷,也发挥重要作用,帮助农业供应链行为体降低风险、提高作物单产、管理流动性和实现回报最大化。分布式账本技术具有帮助参与者尤其是小农和中小微企业降低摩擦成本和增加农业价值链融资渠道的潜力。凯捷管理顾问公司称,基于分布式账本的智能合约估计每年可为消费者节省高达160亿美元的银

行和保险费用(Maity, 2016);当然,分布式账本技术通过降低摩擦成本节省的费用也将适用于农业金融服务。提高供应链和农业金融服务效率可扩大金融包容性并推动企业做大做强。

支付

金融交易(如向农民、贸易商、加工商和出口商支付商品和服务款项)或贷款拨付及还款,是最常见的农业价值链服务类型。农业价值链行为体进行的绝大多数金融交易都是现金交易。现金处理和交收流程缓慢、收费高,且存在盗窃和丢失等风险(Mattern和Ramirez, 2017)。数字支付服务经证明与现金交易相比能够降低成本和风险,同时生成价值链行为体现金流数据用于评估信用风险。例如,数字支付企业M-Pesa表明,移动货币可提供简单的转账方式,推动进一步获取和利用金融服务,实现更成功的业务发展。目前,10个非洲国家有超过3000万M-Pesa用户(Krishnakumar, 2017)。然而,分布式账本技术为无摩擦和实时支付服务提供了更大机会。

许多金融机构正着手概念验证测试且已将分布式账本技术用于支付。⁸许多公司之所以对分布式账本技术感兴趣,是由于该技术能够减少摩擦和成本(Tapscott和Tapscott, 2017)。数字支付仍然相对缓慢和昂贵,且使用集中式数据模型。通过分布式账本技术绕过现有中介机构可为消费者和金融机构节省大量资金。Santander InnoVentures报告指出,到2022,分布式账本技术每年可为银行节约150-200亿美元的支付、证券和监管合规基础设施费用(Belinky等人, 2015)。2013, BitPesa推出了一项基于分布式账本技术的支付服务,为非洲和国际企业提供往返非洲的支付服务,每月促成约2000万美元

⁸ 金融机构对分布式账本技术进行了大力投资。Visa、纳斯达克、花旗和其他业内主体在区块链开发者平台Chain.com上投资了3000万美元(Shin, 2015年)。瑞波是企业全球支付区块链解决方案,由Santander InnoVentures和其他主要金融机构支持(Elison, 2016年)。另一个名为以太坊的主要区块链技术于2017年推出一项倡议,旨在提高其区块链技术针对企业的标准化和可扩展性;以太坊拥有116名成员,由摩根大通、英特尔和微软牵头(Shin, 2017年)。针对一系列金融服务正在开发分布式账本解决方案,如通过支付和汇款转移价值、在金融资产中交易价值以及保险。分布式账本给金融服务带来的好处毫无疑问将惠及关注农业价值链的金融机构。

的交易 (Aglionby, 2018)。2016年9月,世界多家最大型银行⁹成立了首个银行间集团,使用分布式账本技术实现全球实时支付,所使用的分布式账本技术是瑞波区块链 (Treacher, 2016)。其他金融机构已开始使用瑞波区块链实现即时汇款支付 (Ripple, 2017)。同样,纳斯达克和花旗集团最近推出了一个新的综合支付解决方案,通过使用由Chain.com支持的分布式账本技术,增强私人证券和全球支付的流动性 (纳斯达克, 2017年)。上述零售银行实例展示了该技术的真正潜力,这项技术也可应用于农业金融。分布式账本技术可扩大对中小微企业和低收入国家的金融包容性,帮助农业价值链行为体节约资金用于业务投资。

农业保险

农业保险是一种风险管理工具,有助于在自然灾害爆发或市场价格低迷造成损失时稳定农场收入和投资。这些工具能够缓冲收入损失冲击,帮助农民在歉年后开始作物种植并在较长时间内分散风险,推动持续农业投资。发展中国家尤其是小农通常无法获得农业保险产品。对小农而言,这是由于在地理位置分散的地区核实损失索赔成本高、个别保单规模相对较小、保险公司对小农面临的农业风险认识不足 (Mattern和Ramirez, 2017)。对能够获取农业保险的农民而言,保单文本量大且核实索赔需要大量体力劳动,最终推高了保险费用。

数字技术通过加强精算估值以及降低保险产品交付和监控成本,为解决某些挑战提供了可能性。以天气指数作物保险为例,保险公司通过移动电话对消费者进行地理标记,结合使用自动气象站和卫星成像信息,从而无需开展实地损失评估 (Mattern和Ramirez, 2017)。如同时使用分布式账本技术支持的智能合约,则保险索赔和支付将实现完全数字化和自动化。例如,智能合约可为农民签发天气指数作物保单并自动结算。首先,保险公司将为农民制定保单数字合同。在爆发洪水等天气冲击导致农民作物受损的情况下,如气象站显示实际降雨量超过智能合约中预设降雨量和降雨时段,则区块链将自动向农民放款,无需保险公司管理和核实。该实例同样适用于能够合理代表作物损失的其他天气指数;温度、风和光照等其他参数可以测量。

分布式账本技术上基于智能合约的农业保险将为更多农民和供应链行为体提供更好的保险。由于无需人为干预评估保险索赔,该流程简单、透明且高效。智能合约将消除欺诈性索赔和保险公司腐败风险,因为保单条款一旦达成将无法篡改。气象站收集的数据也可在分布式账本技术上登记以确保数据完整性。智能合约实现的自动化将大大降低消费者和保险公司的保单费用。保险公司承担的费用和风险降低,将能为更多农民提供保险。农民几乎可以即时收到支付款项。分布式账本技术在整个供应链上收集的数据将帮助农民和保险公司更好地评估风险并提供能够反映农民情况的更准确保单。

一些公司正在利用分布式账本技术推出农业保险产品。总部设在瑞士的区块链初创公司Etherisc正在使用分布式账本技术为发展中国家尤其是非洲国家提供农作物保险 (Krishnakumar, 2017)。自治保险网络Aigang和无人机成像企业Skyglyph合作开发了一款使用无人机硬件、地理信息系统软件、区块链和智能合约的自治作物保险产品 (Staras, 2017)。

农业信贷产品

金融机构为中小微企业提供信贷产品的主要障碍是为偏远地区提供服务成本高、缺少评估申请人信誉的数据或缺少抵押品 (Mattern和Ramirez, 2017)。将农业供应链纳入分布式账本技术可以为金融机构提供有关农民和其他价值链行为体运营的丰富数据,这些数据对于提供直接信贷或仓单等多种金融服务不可或缺。小农户或农业加工商依托分布式账本技术系统将能建立数字身份,数字身份将记录其实物资产 (如可作为抵押品的不可篡改的土地所有权 (见下文第3.3节)、数字资产 (如信用记录、农产品质量和数量等经济活动) 和其他生产要素 (如天气信息),用以确定信誉。丰富的数据和总体透明度可推动金融机构增加在农业供应链中为中小微企业提供的金融服务。

仓单使农民能够将储存的作物作为抵押品以获得产后融资。如在作物季末市场价格低迷且农民需要流动性,农民通常付费将作物存放在仓库中。这样,农民能够获得融资,享受为收成寻找最佳市场机会的灵活性 (Varangis和Larson, 1996)。仓单系统通

⁹ 包括美银美林集团、桑坦德银行、裕信银行、渣打银行、西太平洋银行和加拿大皇家银行。

常需要关于所存放作物质量和数量的可验证数据，而发展中国家小农通常无法提供这些数据 (Mattern和Ramirez, 2017年)。通过使用分布式账本技术实施仓单系统, 农民可以容易地提供有关其作物的必要数据, 向金融机构证明其信誉以便获得贷款。

分布式账本技术将淘汰某些类型的融资, 如发票贴现。由于物流挑战、流动性制约和严重的交易摩擦, 贸易商和加工商可能需要数周时间才能向农民或运输商等服务提供商付款。付款延迟可能诱使农民毁约, 将农产品卖给另一个能够立即付款的买家; 农民由于亟需流动性, 通常会以更低价格卖出 (这种做法称为“侧卖”)。发票贴现是以应收账款为抵押品申请贷款以确保按时向供应商付款并减少“侧卖”做法。目前, 中小微企业获取发票贴现贷款所面临的主要挑战是缺少正式业务记录 (Mattern和Ramirez, 2017)。分布式账本技术可以为中小微企业和金融机构提供必要数据, 但最终彻底淘汰发票贴现, 因为发票贴现这类融资是供应链低效和摩擦的衍生品。分布式账本技术通过智能合约实现支付流程自动化, 淘汰中介机构并实现收货即付款, 这将保证实时支付并增加农民、中小微企业和所有供应链行为体的营运资金。

针对农业贷款过往资信良好的供应链行为体, 分布式账本技术将主要帮助其降低交易费用并简化贷款处理和还款方案。金融机构应能扩大覆盖范围, 为更多农业价值链行为体尤其是小农和中小微企业提供更多信贷产品。

农业衍生品

农产品市场具有内在不稳定性; 农场收入和价格易受外部冲击影响。一些农业生产者使用衍生品 (期货合约或期权合约) 作为风险管理工具, 对冲价格风险并为收成确定未来价格。分布式账本技术有可能在不久的将来应用于农业衍生品市场。

目前, 证券交易是另一个正在向分布式账本转移的金融服务领域。多数针对证券的区块链创新关注场外交易市场, 因为场外交易市场比交易所透明度和监管水平低, 且依赖及时的人工输入和文本工作。纳斯达克与Chain.com合作, 一直是开发针对证

券交易的分布式账本技术的领头羊。2015年, 纳斯达克与Chain.com推出了第一个基于分布式账本技术的平台Linq, 用于场外交易市场的私人证券交易。纳斯达克Linq取得成功, 将有助于减少场外交易处理时间 (从3天到不足10分钟)、结算风险敞口、资本费用和行政负担 (纳斯达克, 2015年)。其他区块链公司也在关注场外交易市场, 如Clearmatics。这些公司正在开发一个清算和结算平台, 将托管人、交易商、交易场所、买方公司和数据提供商纳入单一平台。Clearmatics平台使用分布式账本技术, 可以结算证券交易、实现衍生品和其他金融合约的估值及保证金支付自动化 (Swanson, 2015)。今后, 使用农业衍生品的生产商将可能借助分布式账本技术, 提高效率并降低交易费用。

3.2.5 更智能和更易获取的数据和市场信息

分布式账本技术帮助用户利用记录的数字和实物资产建立数字身份。分布式账本技术从农业供应链和农业金融服务的高质量交易中生成大量数据。分布式账本技术存储每笔记录的交易, 这可为供应链行为体提供关于其运营和金融服务活动的详细记录, 以及更准确和更优质的市场信息。数据条目是数字且不可篡改, 理论上每个网络参与者都有账本交易历史副本, 从而能够更方便地获取数据。但机密数据可以加密, 在这种情况下, 只有数据使用者或所有者能够破译并与其他人分享数据。最终, 分布式账本技术提供了提高农业供应链和市场透明度的平台。

供应链行为体可利用更优质的市场信息为生产和营销决策以及农业和相关政策提供参考。可能包括政府、政府间组织, 甚至为企业分析数据的数据中心。其他供应链行为体, 如农民, 将能够获得有关价格、零售市场需求和特定市场当前供应水平的数据。这使生产者和其他供应链行为体能够在运营中使用更好的分析方法, 帮助其更好地认识和响应消费者偏好。进一步获取准确数据可以为所有行为体尤其是目前市场透明度较弱地区的农业生产者和加工者带来巨大的效益提升。最终, 这应使供应链行为体通过更有利可图的商业实践和高效的供应链, 增加销售并减少食品损失和浪费。

3. 分布式账本技术在粮农部门的应用

分布式账本技术平台具备利用大量交易数据创造货币化机会的潜力。首先,分布式账本技术中每笔交易详细数据的积累将为所有供应链行为体建立声誉和历史记录。其次,分布式账本技术使市场主体之间加强信任、问责和可预测性。现在,农业供应链行为体可以在没有中介机构促成信任的情况下开展业务,知道每个参与者都有透明的历史记录,且账本和智能合约将仅在达成合同协议后才会执行付款。小农、中小微企业和其他弱势市场主体也将拥有历史记录和系统,由于交易双方风险大大降低,因此能够利用新的市场机遇。此外,对于难以获得融资的中小微企业而言,丰富的数据可以为它们提供获取金融服务所需的运营财务证据。最后,由于分布式账本技术可以沿供应链向上沟通,因此能够激励农民使用需要更多资金投入的农业方法生产更高质量的产品,这些产品可通过可追溯性和透明度实现货币化。这可在专业细分市场为农民提供更多机会。

最后,治理和机构发挥重要作用,打造强有力的扶持性环境,通过政策和计划促进农业供应链中的业务发展。通过分布式账本技术提供更准确和可获取的数据,可增强政府和政府间组织(如粮农组织)分析市场、市场主体和农业及相关政策的能力,以制定更明智的政策。尤其是在目前缺乏数据或数据准确性不够的领域,将能够利用更智能数据制定更明智政策。这些领域可包括:按地理位置和人口分组划分的生产能力和市场参与情况、农业投入品数据、价格数据、贸易量、消费者偏好、农业金融、政府补贴、税收和关税。

3.2.6 农业供应链的未来

分布式账本技术有可能成为一项基础技术,将其他新兴数字技术纳入分布式账本技术平台,以持续改进农业供应链管理。人工智能、物联网、大数据和3D打印等其他数字技术都有助于打造更高效、知情的农业供应链。例如,物联网使用设备和传感器收集整个供应链中关于农产品生产、加工、移动和储存条件及特征的数据。物联网生成的大量数据可以丰富农业供应链分布式账本技术上记录的交易详情。大量数据可以推动在农业供应链中以数据为驱动进行决策。大数据管理采用分析方法,生成可消化信息并为决策提供参考。使用机器学习和其他分析工具的人工智能可以促进预测和数据驱动的决策。食品

公司将能够使用3D打印技术开发专门的食物包装,包装内可加入智能跟踪传感器以跟踪分布式账本技术中的食品。分布式账本技术中数据的不可篡改和安全性为这些技术提供了一个有力平台,用以生成、使用和存储可靠及安全的数据。

3.3 土地登记

安全和正式的产权对全人类的生计和经济发展至关重要。但全球在获取及维持安全和正式的产权方面仍面临重大挑战。据估计,全世界70%的人无法获得合理的土地所有权颁证或确权(Heider和Connelly, 2016)。土地登记通常由国家运行,因此国家在土地登记方面的绩效取决于国家机构腐败、组织和整体运行水平。此外,土地登记系统技术水平低且大多效率不高。土地登记系统的土地所有权登记通常依赖纸质文件、手写签名和体力劳动。差错和欺诈常见,造成费用高昂的纠纷。

分布式账本技术能够弥补传统土地登记的许多缺点。首先,分布式账本技术提供了安全、快速和不可篡改的土地所有权登记方法,这将增强对系统可靠性的信心。土地登记后,不可篡改和可追溯的交易历史可保护农民和土地所有者免受腐败和欺诈之苦并帮助解决日后纠纷。通过重振对土地登记的信心,土地所有者将参与并获得正式土地所有权,从而释放潜在的大量资本。正式的土地所有权和新资本将使土地所有者能够将土地作为抵押品进入信贷市场。其次,分布式账本技术实现的土地登记数字化,由于淘汰了纸质和人力系统,可减少土地所有权登记花费的资金和时间。

许多国家已经开始实施将土地登记转移到分布式账本技术上的项目。Bitland正在与加纳土地管理项目和国家主管部门合作,开展土地调查并在区块链上记录契据。17年来,各项倡议一直试图解决加纳土地纠纷问题(Aitken, 2016), Bitland认为基于区块链的应用可提供解决方案。BenBen在加纳、Bitfury在格鲁吉亚、Factom在洪都拉斯、ChromaWay在瑞典等都实施了类似项目。这些项目的主要挑战之一是首先要澄清土地所有权然后在区块链上对土地进行登记。澄清产权过程可能会受到腐败和纠纷影响,仍然是土地登记的一大障碍。

3.4 农业相关国际协定

3.4.1 世贸组织农业协定

分布式账本技术还可能改进世贸组织协定及农业贸易相关重要条款的实施及监督。第一,如上所述,智能合约可在海关接收货物时自动收取关税,分布式账本技术可存储准确的关税税率数据。这将加强具体国家关税承诺的透明度和问责并改进关税数据。第二,加强可追溯性和透明度将提升执行世贸组织《实施卫生与植物卫生措施协定》的能力。高质量的农业供应链交易详情和上传的数字证书应涵盖整个供应链采取的卫生和植物卫生措施。这将为遵守国际标准提供方便可验证的证明、为所采取措施提供支撑性科学证据、提供疫病爆发或不合规事件发生的具体地理位置,以便开展卫生和植物卫生监测。第三,分布式账本技术的高度可追溯性将提高执行原产地规则的能力,以确保食品安全以及针对相关商品实施准确关税。第四,分布式账本技术的可追溯性和透明度也为监测世贸组织《与贸易有关的知识产权协定》下知识产权和地理标志提供了强有力平台。总之,分布式账本技术有潜力加强遵守国际贸易农业规则相关问责及透明度。

3.4.2 气候变化

气候变化对农业生产的负面影响和给粮食安全造成的挑战有据可查(粮农组织,2016年)。分布式账本技术可通过两种方式推动减缓气候变化。首先,分布式账本技术是报告和监测《巴黎气候变化协定》下国家承诺的良好平台;国家承诺包括国家自主承诺、全球盘点、国际转让的减缓成果、气候金融和绿色金融等。其次,碳信用额市场可获益于应用分布式账本技术而成为贸易信贷市场。分布式账本技术将减少摩擦并提供更透明和高效的碳核算和抵消方法(IBM,2018b)。总之,上述两种分布式账本技术应用都能从提升气候变化减缓的透明度、效率和问责中获益。●



4. 公共政策对粮食安全和农村发展的影响

公共政策旨在创造有效的扶持性环境,促进农业部门包容性经济增长、推动农村发展并确保粮食安全。此外,完善的公共政策是实现可持续发展目标的核心,而可持续发展目标对发展中国家尤为重要。分布式账本技术在农业供应链、土地登记和金融服务中的应用可帮助公共部门实现粮食安全和农村发展的公共政策目标并助力实现可持续发展目标。

4.1 通过高效的机构、可追溯性和市场透明度,促进贸易便利化和粮食安全

世贸组织《贸易便利化协定》强调国家政策削减农业贸易成本、避免拖延和减少不确定性的共同目标。加强贸易便利化可在实现可持续发展目标2以消除饥饿和提升粮食安全方面发挥关键作用。分布式账本技术和智能合约,通过高效和透明的农业供应链,推动国内和国际贸易便利化,为推动贸易便利化做出重大贡献:为农业供应链中的交易提供更高效和有效的机构基础设施;提高食品安全及质量的可追溯性和透明度;加强市场透明度。

机构基础设施在促进农业部门中商品、服务、投资和劳动力自由流动方面发挥重要作用。缺乏有效的机构基础设施是造成许多发展中国家贸易壁垒和生产力低下的关键因素。分布式账本技术作为数字信托机构,与传统私营和公共机构相比,为交易和记录提供了更透明和高效的系统。分布式账本技术,通过交易去中介化,取代了机构为执行交易提供的低效的验证、合同和结算流程。这淘汰了农业供应链中某种形式的交易中介机构;这些中介机构通常收费高,发展中国家尤其如此。此外,智能合约,通过减少相关方数量并淘汰目前保障合同流程的某些类型的机构,可以加强机构基础设施。智能合约和分布式账本技术实时自动处理合同流程,为供应链行为体节省交易费用和法律成本。

最终,分布式账本技术和智能合约通过削减交易成本,能够支持提高农业供应链生产率和效率的政策目标,从而降低运营成本,增加小农、中小微企业和其他行为体收入,并为消费者降低食品价格。

上述技术实现的效率提升可增加农村收入,从而提升粮食安全水平。此外,上述技术可加强政府交易问责和透明度,如补贴计划、税收(增值税、关税等)、环境计划、社会保护、政府主导的发展计划和国际协定等。

农业部门的共同公共政策目标是确保贸易和国内生产中农产品的安全 and 质量。分布式账本技术为提升可追溯性和透明度提供了平台,助力食品安全及遵守卫生和植物卫生标准。分布式账本技术追踪产品原产地、在每笔交易中携带详细属性信息以及确保可追溯性的能力,为提升食品安全提供了巨大空间,推动更迅速地应对疾病爆发和农产品污染事件、开展环境和可持续性认证、打击食品欺诈并可潜在减少边境摩擦。

市场透明度和更优质的市场信息是加强世界粮食安全的关键要素。分布式账本技术利用农业供应链交易生成的大量数据为此提供了平台。除为农业供应链行为体大幅提升效率外,进一步获取更准确的市场信息,可以加强全球粮食系统,减少价格飙升(粮食安全的主要威胁)发生率及影响。降低交易和法律费用、实时结算的自动化合同流程、通过提升可追溯性和透明度推动食品安全及市场,可推动贸易便利化。

4.2 加强农村发展成果,推动包容性经济增长

促进包容性经济增长和增加中小微农业供应链行为体收入是农村发展政策议程的关键。分布式账本技术为弱势市场参与者(如小农和中小微企业)提供了更大的经济和金融包容性。通过分布式账本技术和智能合约实现的透明度、数字记录和增强的信任使弱势市场参与者能够建立数字身份和历史记录,这可以证明其获取金融服务的信誉并带来新的市场机会,因为通过智能合约消除不确定性,将大幅降低与中小微企业开展业务的风险。这些新的市场机会和获取金融服务的途径可以为小农和中小微企业带来更大的经济增长。

4. 公共政策对粮食安全和农村发展的影响

汇款是一种社会保护形式，对于经济增长以及在诸多领域实现可持续发展目标发挥积极作用 (Ponsot等, 2017)。汇款通常可以帮助贫困和弱势群体减少贫困，获得更好的健康、营养和教育机会，改善住房和卫生条件，推动创业和金融包容并减少不平等，在农村地区尤其如此。汇款支付通常受到转账费用高、汇率不稳定以及取款点对某些农村人口不便的影响。分布式账本技术通过提供交易费用低的实时跨境支付渠道，可以使人们更方便地获取汇款等社会安全网付款，并通过大幅节省收款人需支付的交易费用，为实现可持续发展目标10.C¹⁰直接做出贡献。基于分布式账本技术的汇款支付通过建立数字身份(作为“了解你的客户”可验证性的一部分)并为货币转换提供法定数字货币，提高成本效益 (Niforos, 2017a)。此外，智能合约可自动将资金交付给受益人的金融机构并通报相应的监管机构。最终，汇款支付通过分布式账本技术实现的效率增益，可为促进农村发展的社会保护计划做出巨大贡献。

安全和正式的土地权利(是农村发展政策的核心且贯穿可持续发展目标始终)是实现经济发展和粮食安全(尤其是在农村地区)至关重要的组成部

分。缺少可靠的土地登记可能诱发冲突、腐败和贫困。使用分布式账本技术实现安全、快速和不可篡改的土地所有权登记，可提高土地权属系统的法律清晰度。不可篡改和可追溯的交易历史，保护农民和土地所有者免受腐败和欺诈侵害，土地登记后可帮助解决纠纷，释放大量资金，使农民和农村地区其他企业充分利用这一宝贵资产。

最后，分布式账本技术还可以积极推动妇女参与农业供应链并获取金融服务和土地所有权。与中小微企业等其他弱势市场参与者一样，妇女，无论是个人还是作为企业所有人，都无法充分获取信贷、储蓄和保险等金融服务，这最终制约了发展。分布式账本技术，通过具有成本效益的数字身份，可以帮助妇女克服相对而言无法充分获得正式身份以实现金融包容的问题(世界银行, 2018年a)，并为妇女在农业供应链中发挥正式作用和获得报酬提供切入点 (Niforos, 2017b)。此外，分布式账本技术可以为妇女提供有保障的土地所有权，并在出现土地纠纷时保护妇女的土地所有权。 ●

¹⁰ 可持续发展目标10.C提出，“到2030年，将移徙者汇款手续费减至3%以下，取消费用高于5%的汇款渠道。”
见<https://sustainabledevelopment.un.org/>



5. 分布式账本技术的发展前景

5.1 分布式账本技术的挑战和风险

随着分布式账本技术继续发展,在达到成熟之前需要解决一系列技术、监管和制度挑战,以确保技术的可扩展性和可获性。分布式账本技术不是农产食品行业的灵丹妙药,但如能克服其广泛应用所面临的挑战,将发挥巨大潜力。

5.1.1 技术挑战

在技术方面,分布式账本技术的演进推动了公共和私有分布式账本技术的发展,两者使用不同的共识算法以验证数据条目。目前的开发工作正在实施一系列不同的共识机制和不同类型的分布式账本技术。如上文第2节所述,算法各有利弊,应认识利弊并根据具体应用选取最适宜算法。例如,使用工作量证明共识算法的公共分布式账本技术,能耗高、成本效益差且交易速度低,给可扩展性带来挑战。需经许可的分布式账本技术基于彩票中奖或投票计数的共识算法,可扩展性和交易确定性更好,但在匿名性和身份方面表现欠佳。最终,了解每个分布式账本技术的技术性细节将决定该技术在实地是否能够取得成功及产生何种影响。这突显出开源平台以及技术社区在分享分布式账本技术开发代码和技术方法方面的透明度至关重要。此外,目前企业正在使用公共和私有账本,这将要求两类账本之间能够互操作。不同账本之间的数据可携性要求制定明确的数据保护标准,以决定如何在公共和私有分布式账本技术之间存储和共享数据。

此外,随着技术不断发展,分布式账本技术的数据可获性是需要特别关注的关键挑战。分布式账本技术中数据的获取可为私有或共享,取决于分布式账本技术遵守的规则、平台目的和用户偏好。需经许可的分布式账本技术种类多样,针对数据可获性采取了不同方法。这些方法不断发展,而分布式账本

技术的数据保护和透明度最佳方法仍在开发和测试中。当然,交易包含某些不宜公开的机密信息,如个人数据。然而,以农民和贸易商交易为例,一吨小麦的价格,应当隐藏和保护,还是披露和共享?分布式账本技术中交易的分散化,使用户能够所有和掌控其数据并选择与谁分享这些数据,但农业供应链分布式账本技术的开发应内置一套核心原则,以确保市场透明度和包容性。由于透明度是农业市场和供应链分布式账本技术的关键特征,因此应认真思考哪些类型的数据应予以保护和披露以及最后如何开发分布式账本技术以激励供应链行为体分享数据。由于分布式账本技术为提高市场透明度提供了巨大潜力,因此关键数据实际可获取至关重要。

5.1.2 制度挑战

在制度和监管层面,另一个巨大挑战是将当前复杂的法律框架(管理供应链和跨境所有权及占有权)与分布式账本技术和智能合约相合并。首先,技术行业与农产食品行业合作,必须为跨境和跨属地的分布式账本和合同结构制定最佳实践和标准(Casey和Wong, 2017)。此外,私营和公共部门都需要做好准备,从现有遗留系统顺利过渡到分布式账本系统。这将需要制定行业计划和程序,在过渡期及以后促进不同系统共存。促进分布式账本技术和遗留系统互操作的一套通用标准将有助于这项技术扩大规模。国际、区域和国家层面应建立适当治理架构,以便为分布式账本技术建立必要监管框架和标准,甚至从全球供应链和国际贸易出发,参与分布式账本技术。信息社会世界首脑会议¹¹、世界贸易组织和世界经济论坛等一系列国际机构,可在农业供应链、国际贸易和农村发展中发挥上述治理作用。

分布式账本技术能否取得成功将很大程度上取决于公共部门的接受和推动。针对一项促进透明度、

¹¹ 信息社会世界首脑会议是多利益相关方平台,促进实施信息社会世界首脑会议行动方针,依托信息通信技术推动可持续发展(信息社会世界首脑会议,2018年)。

5. 分布式账本技术的发展前景

不可篡改、可追溯性和效率的技术，政府和机构采取的行动（如交易和记录），对分布式账本技术网络参与者以及潜在的公民和世界，都将发挥明显的带动作用。分布式账本技术将帮助政府大幅加强问责，因此不应抵制这项技术，否则可能拖延甚至最大限度地减少这项总体有益技术的采纳。

5.1.3 基础设施和能力发展挑战

分布式账本技术只有在互联网连接可用的情况下才能使用；而在一些发展中国家，接入互联网仍是一项挑战。2016年最新数据显示，约有40亿人无法接入互联网，其中多数在发展中国家（国际电信联盟，2016年）。这说明为了使发展中国家的人们能够使用分布式账本技术，应加强因特网服务可获性，尤其是在非洲、亚洲及太平洋部分地区以及因特网用户比例最低的阿拉伯国家（国际电信联盟，2016年）。

分布式账本技术使用公钥和私钥进行数据加密，可能给一些发展中国家采用分布式账本技术带来挑战。一些发展中国家缺少公钥基础设施，对分布式账本技术的使用构成障碍（Zambrano, 2017）。公钥基础设施是保障信息电子传输的一套规则、政策和程序；目前，该系统用于管理非对称加密并确保密钥对所有权。或者开发和采用替代解决方案，或者在缺少公钥基础设施的发展中国家建立相应基础设施。

分布式账本技术的复杂性对于人们广泛认知这项技术带来潜在挑战，可能在短期内阻碍这项技术的应用。将农业供应链中的所有行为体纳入分布式账本技术，将富有挑战且需要时间。期望所有参与者一开始就采纳这项技术并不现实，因为某些参与者可能会犹豫和拒不接受。此外，某些参与者将缺少所需技能和知识。对市场参与者而言，利用该技术需要在移动设备上使用一个应用。但是，访问数据和开发应用需要数字技能，公司将需要具备相应技能。缺少数字技能将对技术采纳构成障碍，对中小微企业尤其如此。最终，这可能导致中小微企业至少在最初阶段更加边缘化，或直至其加强在这一领域的的能力。所有利益相关方都需要政府、政府间组织和发展伙伴制定强有力的提高认识和能力发展计划。

即使该技术仅在农业供应链中部分得到采用，它仍将带来巨大好处。例如，农民和超市可能在分布式账本技术上连接；但货运公司没有连接。在生产过程中，农民输入食品详情（类型、做法、收获日期等），货运公司交运新鲜采摘的农产品。食品到达超市是分布式账本技术上可见的下一个节点。超市在分布式账本技术上登记交货，智能合约向农民发出交货已完成的确认信息。尽管缺少运输数据，供应链仍从该系统中获益。在同一例子中，即使农民没有使用分布式账本技术而货运公司使用了该技术，食品仍可通过运输数据确认信息追溯到农场。然而，为获得生产数据详情，在区块链上记录农业供应链原产地至关重要。

5.2 公共部门的下一步工作

尽管过去十年分布式账本技术日益受到欢迎，但总体而言，许多政府、政府间组织和供应链行为体对该技术的技术性细节、潜在应用、挑战和前进道路的认知仍存在缺口。为利用分布式账本技术发展包容性农业供应链并实现农村发展和粮食安全的公共政策目标，政府和政府间组织需要加强能力建设，在许多领域支持该技术的开发和实施。首先，公共部门需要继续加强对分布式账本技术如何提升农业供应链透明度、效率和可追溯性的认识，并帮助实现政策目标。加强知识基础将帮助政府致力于开发、利用和推广该技术。

其次，公共部门需要推动分布式账本技术的开发和实施，以确保其对农业供应链中小农和中小微企业的包容性和可获性。这意味着公共部门（政府和政府间组织）应推动与私营部门（技术公司和农业企业）就研发开展技术对话（如针对数据可获性等问题）。此外，政府（与关注农业的政府间组织）应合作建立农业分布式账本技术政府间工作组，牵头针对该技术在农业供应链和农村发展中的应用提供政策指导。其他可扩大范围以涉及该主题的潜在多利益相关方平台可包括：信息社会世界高峰会议《日内瓦行动计划》电子农业行动方针（也可关注分布式账本技术在农业中的应用）以及世界经济论坛关于“塑造食品的未来”的系统倡议。

政府将需要制定针对分布式账本技术尤其是供应链的规定和标准,以便从遗留系统过渡到分布式账本技术。为加强公共和私营部门在分布式账本技术发展方面的伙伴关系,一项可能奏效的战略是针对农业供应链和农村发展中富有前景的应用案例建立全球“监管沙盒”¹²,推动私营部门发展分布式账本技术(Maupin, 2017b)。这将为测试和优化分布式账本技术的不同技术部署提供平台;在平台所打造的环境中,创新人员可以与国家和国际监管者合作解决不同的跨境监管关切和其他监管问题(Maupin, 2017a)。今后,关注农业的政府间组织应考虑利用现有知识产品并制定农业供应链中包容性分布式账本技术准则。最后,政府、政府间组织和发展伙伴将发挥关键作用,开展外联工作以加强农村地区基础设施和数字技能。这应包括农业供应链中的试点项目。 ●

¹² 根据英国金融行为监管局定义,监管沙盒是一个安全空间;在这个安全空间内,创新人员可在预先规定的时间内在政府严密监督下在不遵守任何法律要求的情况下测试其产品和商业模式(金融行为监管局,2015年)。关于在分布式账本技术开发中为何需要监管沙盒的全面解释,见Maupin(2017年b)。



6. 结论

分布式账本技术为农业部门提供了独一无二的机会。该技术平台引入了一种新的数字信托机构，能够降低买卖双方之间的不确定性并提高价值和信息交换效率、透明度和可追溯性，这对农业部门和整个全球经济至关重要。通过简化和对等的交易网络以及智能合约去除摩擦和中介，可以提高农业供应链、农业金融和整个农业部门效率。分布式账本技术通过提高透明度和记录更高质量的交易细节，能够提升食品安全和质量(如产品可持续性)及消费者意识。交易生成的大量数据还能够加强市场信息和市场透明度，极大造福低收入和中等收入国家。农业供应链参与者，依托在分布式账本技术上注册的数字和实物资产，能够在市场中建立信誉和历史记录，从而进一步获得金融服务和新的市场机会，这尤其有利于小农、中小微企业和妇女等弱势市场参与者。最终，分布式账本技术可以帮助政府实现其农业部门包容性经济增长、农村发展和粮食安全的公共政策目标，并成为可持续发展和实现可持续发展目标的催化剂。

关于如何使分布式账本技术为高中低收入国家所获取和使用，存在一系列挑战。目前，技术公司、食品饮料业领导者，甚至一些政府，正在开发和测试概念及应用，以确定该技术在粮农领域的可能性和局限性。为使分布式账本技术在粮农领域充分发挥潜力，需要解决技术、机构、基础设施和能力发展挑战，以确保该技术实现预期效益。有必要不断改进数字基础设施和技能，尤其是在发展中国家和农村地区。随着分布式账本技术持续发展和演进，国际社会应确保该技术的开发和实施具有包容性且有利于整个农产食品行业。该技术通过促进中小微企业参与一体化价值链，在解决中小微企业所面临挑战方面拥有巨大潜力。

从当前发展速度看，跨国农业食品公司将最有可能首先在农产食品行业中实施该技术。为确保所有市场参与者都能从分布式账本技术带来的生产率增益中获益，关注农业的政府间组织应牵头提高意识、加强农业利益相关方采用分布式账本技术的能

力、推动公共和私营部门开展国际合作以针对农业部门开发和实施包容性分布式账本技术。通过公共和私营部门伙伴关系开展合作可能是开发分布式账本技术、打造适当监管环境以及从当前遗留系统过渡的最快和最高效方式。关注农业的组织应继续完善知识基础，将所需提供的技术援助类型概念化，从而做好准备并支持农业行为体和政府在区块链推动的农业价值链中发挥积极作用。随着行业领导者继续创新并开发分布式账本技术解决方案，需要进一步研究以更深入地分析这些应用及其对农业部门的潜在影响。关注农业的政府间组织还应探索可能的分布式账本技术应用，以提高业务有效性。

历史表明，无论公众舆论如何，产生生产力增益的技术进步都将成为大势所趋。分布式账本技术，只要能产生实实在在的生产力增益，将继续在全球经济中得到应用并影响农业的未来。因此，国际社会务必确保发展中国家和弱势市场参与者也能从分布式账本技术产生的增益中获益。农产食品行业必须认识这些机会和即将发生的变化并为之做好准备。 ●



参考文献

Aglionby, J. 2018. Kenya's 4G Capital Plans Tokenised Bond via Cryptocurrency. Financial Times, 16 March. www.ft.com/content/e20305f0-28da-11e8-b27e-cc62a39d57a0

Agricultural Market information System (AMIS). 2012. Enhancing Market Transparency. www.amis-outlook.org

Aitken, R. 2016. Bitland's African Blockchain Initiative Putting Land on the Ledger. Forbes, 5 April. www.forbes.com/sites/rogeraitken/2016/04/05/bitlands-african-blockchain-initiative-putting-land-on-the-ledger/#4f0f895f7537

Allison, I. 2016. Skuchain: Here's How Blockchain Will Save Global Trade a Trillion Dollars. International Business Times, 8 February. www.ibtimes.co.uk/skuchain-heres-how-blockchain-will-save-global-trade-trillion-dollars-1540618

Auboin, M. 2015. Improving the Availability of Trade Finance in Developing Countries: An Assessment of Remaining Gaps. CESifo Working Paper Series No. 5784. Geneva: World Trade Organization. www.wto.org/english/res_e/reser_e/ersd201506_e.pdf

Bacchi, U. 2017. U.N. Glimpses into Blockchain Future with Eye Scan Payments for Refugees. Reuters, 21 June. www.reuters.com/article/us-un-refugees-blockchain/u-n-glimpses-into-blockchain-future-with-eye-scan-payments-for-refugees-idUSKBN19C0BB

Belinky, M., E. Rennick and A. Veitch. 2015. The Fintech 2.0 Paper: Rebooting Financial Services. Oliver Wyman, Anthemis Group and Santander Innoventures. <http://santanderinnoventures.com/wp-content/uploads/2015/06/The-Fintech-2-0-Paper.pdf>

Besnainou, J. 2017. Blockchain and Supply Chain Financing: A Conversation with Skuchain. CleanTech Group, 12 October. www.cleantech.com/blockchain-and-supply-chain-financing-a-conversation-with-skuchain/

Bloomberg. 2018. Dreyfus Teams With Banks for First Agriculture Blockchain Trade. Bloomberg News, 22 January. www.agweb.com/article/dreyfus-teams-with-banks-for-first-agriculture-blockchain-trade-blmg/

Cant, B., C. Vergne, C. Evans and M. Weimert. 2015. Blockchain: A Fundamental Shift for Financial Services Institutions. Capgemini Consulting. www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/blockchain_pov_2015.pdf

Cant, B., A. Khadikar, A. Ruiter, J. B. Bronebakk, J. Coumaros, J. Buvat and A. Gupta. 2016. Smart Contracts in Financial Services: Getting from Hype to Reality. Capgemini Consulting. www.capgemini.com/consulting-de/wp-content/uploads/sites/32/2017/08/smart_contracts_paper_long_0.pdf

Casey, M.J., and P. Wong. 2017. Global Supply Chains are About to Get Better, Thanks to Blockchain. Harvard Business Review, 13 March. <https://hbr.org/2017/03/global-supply-chains-are-about-to-get-better-thanks-to-blockchain>

CoinDesk. 2018. CoinDesk ICO Tracker. www.coindesk.com/ico-tracker/

DiCaprio, A., K. Kim and S. Beck. 2017. 2017 Trade Finance Gaps, Growth, and Jobs Survey. ADB Briefs No. 64, Asian Development Bank. <http://dx.doi.org/10.22617/BRF178995-2>

Elison, M. 2016. Several Global Banks Join Ripple's Growing Network. Ripple Insights, 15 September. <https://ripple.com/insights/several-global-banks-join-ripples-growing-network/>

FAO. 2014. The State of Food and Agriculture 2014: Innovation in Family Farming. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. 2016. The State of Food and Agriculture 2016: Climate Change, Agriculture and Food Security. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. 2017. The Future of Food and Agriculture: Trends and Challenges. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FCA. 2015. Regulatory Sandbox. Pub. Ref.: 005147. London: Financial Conduct Authority. www.fca.org.uk/publication/research/regulatory-sandbox.pdf

Fintech Australia. 2016. Full Profile's AgriDigital Successfully Executes World's First Settlement of an Agricultural Commodity on a Blockchain. FinTech Australia Newsroom, 9 December. <https://fintechaustralia.org.au/full-profiles-agridigital-successfully-executes-worlds-first-settlement-of-an-agricultural-commodity-on-a-blockchain/>

Heider, C., and A. Connelly. 2016. Why Land Administration Matters for Development. Independent Evaluation Group (World Bank Group) Blog, 28 June. <http://ieg.worldbankgroup.org/blog/why-land-administration-matters-development>

Huang, E. 2017. Blockchain Could Fix a Key Problem in China's Food Industry: The Fear of food Made in China. Quartz, 10 August. <https://qz.com/1031861/blockchain-could-fix-a-key-problem-in-chinas-food-industry-the-fear-of-food-made-in-china/>

Hyperledger Architecture Working Group. 2017. Hyperledger Architecture, Volume 1: Introduction to Hyperledger Business Blockchain Design Philosophy and Consensus. Hyperledger. www.hyperledger.org/wp-content/uploads/2017/08/Hyperledger_Arch_WG_Paper_1_Consensus.pdf

- IBM.** 2018a. Crypto anchors and blockchain. IBM Research, undated. www.research.ibm.com/5-in-5/crypto-anchors-and-blockchain/
- IBM.** 2018b. Veridium to Use IBM Blockchain Technology to Create Social and Environmental Impact Tokens. IBM News Room, 15 May. <https://newsroom.ibm.com/2018-05-15-Veridium-to-Use-IBM-Blockchain-Technology-to-Create-Social-and-Environmental-Impact-Tokens-1>
- ITU.** 2016. ICT Facts and Figures 2016. Geneva: International Telecommunication Union (ITU). www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFacts_s2016.pdf
- Jayachandran, P.** 2017. The Difference between Public and Private Blockchain. Blockchain Unleashed: IBM Blockchain Blog, 31 May. www.ibm.com/blogs/blockchain/2017/05/the-difference-between-public-and-private-blockchain/
- Krishnakumar, A.** 2017. IoT Meets DLT and Blockchain Meets M-Pesa in Africa. Daily Fintech, 24 March. <https://dailyfintech.com/2017/03/24/iot-meets-dlt-and-blockchain-meets-m-pesa-in-africa/>
- Lierow, M., C. Herzog and P. Oest.** 2017. Blockchain: The Backbone of Digital Supply Chains. Oliver Wyman, undated. www.oliverwyman.com/our-expertise/insights/2017/jun/blockchain-the-backbone-of-digital-supply-chains.html
- Maity, S.** 2016. Consumers Set to Save Up to Sixteen Billion Dollars on Banking and Insurance Fees Thanks to Blockchain-based Smart Contracts Says Capgemini Report. Capgemini Consulting, 11 October. www.capgemini.com/news/consumers-set-to-save-up-to-sixteen-billion-dollars-on-banking-and-insurance-fees-thanks-to/
- Massa, A.** 2017. Someone Figured Out How to Put Tomatoes on a Blockchain. Bloomberg, 9 November. www.bloomberg.com/news/articles/2017-11-09/the-internet-of-tomatoes-is-coming-starting-with-boston-salads
- Mattern, M., and R.M. Ramirez, R.** 2017. Digitizing Value Chain Finance for Smallholder Farmers. No. 106. Washington DC: Consultative Group to Assist the Poor (CGAP)
- Maupin, J.** 2017a. The G20 Countries Should Engage with Blockchain Technologies to Build and Inclusive, Transparent, and Accountable Digital Economy for All. G20 Insights, 5 April (last updated 15 January 2018).
- Maupin, J.** 2017b. Mapping the Legal Landscape of Blockchain and other Distributed Ledger Technologies. CIGI Papers No. 149. Waterloo ON: Centre for International Governance and Innovation.
- Michail, N.** 2017. Smart E-commerce: INS Connects Manufacturers and consumers for a Slice of \$8.5 Trillion Global Grocery Industry. Food Navigator.com, 23 November. www.foodnavigator.com/Article/2017/11/23/Smart-e-commerce-INS-connects-manufacturers-and-consumers-for-a-slice-of-8.5-trillion-global-grocery-industry

- Nasdaq.** 2015. NASDAQ Linq Enables First-ever Private Securities Issuance Documented with Blockchain Technology. NASDAQ Investor Relations, 30 December. <http://ir.nasdaq.com/releasedetail.cfm?releaseid=948326>
- Nasdaq.** 2017. NASDAQ and CITI Announce Pioneering Blockchain and Global Banking Integration. NASDAQ.com News, 22 May. www.nasdaq.com/article/nasdaq-and-citi-announce-pioneering-blockchain-and-global-banking-integration-cm792544
- Niforos, M.** 2017a. Blockchain in Financial Services in Emerging Markets, Part 1: Current Trends. EMCompass Note 43, August. Washington DC: International Finance Corporation (World Bank Group).
- Niforos, M.** 2017b. Beyond Fintech: Leveraging Blockchain for More Sustainable and Inclusive Supply Chains. EMCompass Note 45. Washington DC: International Finance Corporation (World Bank Group). www.ifc.org/wps/wcm/connect/a4f157bb-cf24-490d-a9d4-6f116a22940c/EM+Compass+Note+45+final.pdf?MOD=AJPERES
- Ponsot, F., B. Vásquez, D. Terry and P. de Vasconcelos.** 2017. Sending Money Home: Contributing to the SDGs, One Family at a Time. Rome: International Fund for Agricultural Development (IFAD).
- OECD, WTO and World Bank Group.** 2014. Global Value Chains: Challenges, Opportunities and Implications for Policy. Report prepared for submission to the G20 Trade Ministers Meeting, Sydney, Australia, 19 July.
- PWC.** 2016. Food Fraud Vulnerability Assessment and Mitigation: Are you doing enough to prevent food fraud? www.careers.pwccn.com/webmedia/doc/636160304675611808_fsis_food_fraud_nov2016.pdf
- Ripple.** 2017. SCB, Ripple Launch First Blockchain-powered Payment Service between Japan and Thailand. Ripple, 29 June. https://ripple.com/ripple_press/scb-ripple-launch-first-blockchain-powered-payment-service-japan-thailand/
- Scharff, R.L.** 2015. State Estimates for the Annual Cost of Foodborne Illness. Journal of Food Protection: June 2015, Vol. 78 no. 6: 1064–1071.
- Shadab, H.** 2014. What are Smart Contracts, and What Can We do with Them? Coin Center, 15 December. <https://coincenter.org/entry/what-are-smart-contracts-and-what-can-we-do-with-them>
- Shin, L.** 2015. Visa, Citi, NASDAQ Invest \$30 Million in Blockchain Startup Chain.com. Forbes, 9 September. www.forbes.com/sites/laurashin/2015/09/09/visa-citi-nasdaq-invest-30-million-in-blockchain-startup-chain-com/#7eb07a16199c
- Shin, L.** 2017. Ethereum Enterprise Alliance Adds 86 New Members including DTCC, State Street and Infosys. Forbes, 22 May. www.forbes.com/sites/laurashin/2017/05/22/ethereum-enterprise-alliance-adds-86-new-members-including-dtcc-state-street-and-infosys-and/#4a09446f8ff2

- Staras, A.** 2017. Aigang Announces Autonomous Crop Insurance Project with Drone Partner. Medium, 17 November. <https://medium.com/aigang-network/aigang-announces-autonomous-crop-insurance-project-with-drone-partner-2b926c0c23b9>
- Swanson, T.** 2015. Consensus-as-a-service: A Brief Report on the Emergence of Permissioned, Distributed Ledger Systems. www.ofnumbers.com/wp-content/uploads/2015/04/Permissioned-distributed-ledgers.pdf
- Tapscott, A., and Tapscott, D.** 2016. Blockchain Revolution: How the Technology behind Bitcoin is Changing Money, Business and the World. New York: Penguin Random House.
- Tapscott, A., and Tapscott, D.** 2017. How Blockchain is Changing Finance. Harvard Business Review, 1 March. <https://hbr.org/2017/03/how-blockchain-is-changing-finance>
- Treacher, M.** 2016. Announcing Ripple’s Global Payments Steering Group. Ripple Insights, 23 September. <https://ripple.com/insights/announcing-ripples-global-payments-steering-group/>
- Varangis, P., and D. Larson.** 1996. How Warehouse Receipts Help Commodity Trading and Financing. DECnotes, no. 21. Washington DC: World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/237851468776694375/Howwarehouse-receipts-help-commodity-trading-andfinancing>
- Wass, S.** 2017a. Seven Banks Go Live with Hyperledger Trade Finance Platform in 2017. Global Trade Review, 26 June. www.gtreview.com/news/europe/seven-banks-to-go-live-with-hyperledger-blockchain-trade-finance-platform-in-2017/
- Wass, S.** 2017b. Food Companies Unite to Advance Blockchain for Supply Chain Traceability. Global Trade Review, 22 August. www.gtreview.com/news/fintech/food-companies-unite-to-advance-blockchain-for-supply-chain-traceability/
- Wass, S.** 2017c. Banks to Pilot New Concept for Blockchain-based Supply Chain Finance. Global Trade Review, 12 December. www.gtreview.com/news/fintech/banks-to-pilot-new-concept-for-blockchain-based-supply-chain-finance/
- World Bank.** 2018a. Women, Business and the Law 2018. Washington DC: World Bank Group. <http://hdl.handle.net/10986/29498>
- World Bank.** 2018b. World Bank Open Data. <https://data.worldbank.org/>
- WSIS.** 2018. World Summit on the Information Society. www.itu.int/net/wsis/
- Zambrano, R.** 2017. Blockchain: Unpacking the Disruptive Potential of Blockchain Technology for Human Development. Ottawa, Canada: International Development Research Centre.



国际贸易和可持续发展中心农业贸易和可持续发展计划的其他选定出版物包括:

- 《实现可持续发展目标2:采取哪些贸易和市场政策?》国际贸易和可持续发展中心, 2018
- 《在农业多边贸易谈判中取得进展》。国际贸易和可持续发展中心, 2018
- 《阿根廷担任二十国集团主席国如何支持贸易对打造可持续粮食未来的贡献?》国际贸易和可持续发展中心, 2018
- 《世贸组织关于农业国内支持的谈判对最不发达国家的影响》国际贸易和可持续发展中心, 2017
- 《农业国内支持全球规则谈判:世贸组织布宜诺斯艾利斯部长级会议的备选方案》。国际贸易和可持续发展中心, 2017
- 《农业和贸易国内支持:对多边改革的影响》。Jared Greenville, 2017
- 《中国的农业政策改革如何影响贸易与市场:聚焦粮食和棉花》。余武胜, 2017
- 《粮食安全公共储备:永久解决方案的备选方案》。国际贸易和可持续发展中心, 2016
- 《比较近期区域和双边贸易协定中的保障措施》。Willemien Viljoen, 2016
- 《贸易、粮食安全和2030年议程》。Eugenio Díaz-Bonilla和Jonathan Hepburn, 2016
- 《评价内罗毕:成果对食品和农产品贸易的影响》。国际贸易和可持续发展中心, 2016
- 《农业和粮食安全:国际政策的新挑战和备选方案》。Stefan Tangermann, 2016

关于国际贸易和可持续发展中心

国际贸易和可持续发展中心 (ICTSD) 是一个独立智库和非盈利组织, 总部位于瑞士日内瓦, 致力于提供信息、研究和分析并参与政策和多利益相关方对话; 在北京和布鲁塞尔设有办事处, 在全球开展业务。国际贸易和可持续发展中心成立于1996年, 其使命是确保贸易和投资政策及框架推动全球经济的可持续发展。

市场及贸易司 - 经济及社会发展部

联合国粮食及农业组织(粮农组织)
Viale delle Terme di Caracalla
00153 意大利罗马

Website - www.fao.org/economic/trade-and-markets