

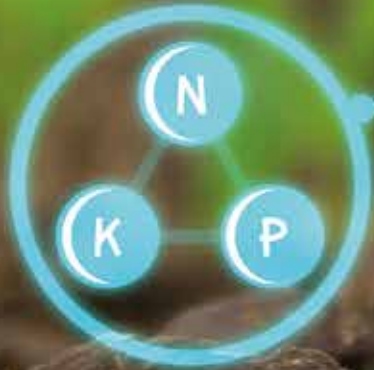


联合国
粮食及
农业组织

农业和农村地区数字技术

摘要文件





888%



888%



888%



888%

农业和农村地区数字技术

摘要文件

作者：

Nikola M. Trendov、Samuel Varas、Meng Zeng

联合国粮食及农业组织

2019年，罗马

目录

1 引言与背	1
1.1 数字农业革命	1
1.2 数字鸿沟	2
1.3 数字转型的条件	2
2 数字转型的基本条件	3
2.1 农村地区信息技术基础设施和网络	3
2.1.1 挑战	3
2.2 农村地区教育程度、数字扫盲与就业	4
2.2.1 挑战	4
2.3 支持数字农业的政策和计划	4
2.3.1 挑战	6
3 数字农业转型的支持因素	7
3.1 农村人口和农民数字技术使用情况	7
3.2 农村人口的数字技能	8
3.3 数字农业创业和创新文化	8
3.3.1 挑战	9
4 在农业食品系统中应用数字技术的实例	11
5 结论与未来工作	14
5.1 连接边缘化和边远社区的挑战	14
5.2 解锁数字农业转型的驱动力和需求	15
5.3 未来工作	16
6 参考文献	17



图1: 按区域划分手机用户覆盖率和智能手机使用率(%)，2018年	4
图2: 按城市化水平划分高等教育入学率	5
图3: 通过电子邮件、短信服务(SMS)或简易信息聚合(RSS)提供的政府服务(各区域国家%)， 2018年	6
图4: 农村和城市地区拥有特定数字技能的人口平均比例，2017年	8
图5: 农业与粮食利益相关方的社交媒体偏好(%)，2016年	15

1 引言与背景

农业与粮食部门面临多重挑战。到2050年，全球人口预计将从2018年的76亿增长到超过96亿，粮食需求将大幅增长（联合国经社部，2017）。与此同时，淡水资源、生产性可耕地等自然资源的压力越来越大。

产量不是唯一的关切；虽然当前的农业产出足以养活全世界，但目前仍有8.21亿饥饿人口（粮农组织，2018）。快速城市化等进程也对粮食生产和消费模式带来重要影响。

农业粮食部门对于生计和就业仍然至关重要。全世界有5.7亿小农户（Lowder等，2016），农业与粮食生产部门吸纳了全球28%的劳动力（ILOSTAT，2019）。

在2030年之前实现一个“零饥饿世界”的联合国可持续发展目标需要提高粮食系统的生产力、效能、可持续性、包容性、透明度及抵御恢复能力（粮农组织，2017b，第140页）。迫切需要对当前农业食品系统进行转型。

数字创新和技术可能是解决方案的一部分。在所谓的“第四次工业革命”（工业4.0）¹中，“颠覆性”数字创新技术正在迅速改变多个部门，如区块链、物联网、人工智能和沉浸式虚拟现实。在农业与粮食部门，移动技术、远程遥感服务和分布式计算的推广已在改善小农户获取信息、投入品、市场、金融和培训。数字技术为将小农户纳入数字驱动农业食品系统创了新局面（美国国际开发署，2018）。

下一阶段移动连接增长预计主要来自农村社区。目前，发展中国家最贫困的20%人口中已经有70%使用移动电话（世界银行，2016）。此外，全球人口中有40%拥

有互联网连接，同时还有重大计划将发展中国家农村地区的人口接入互联网（世界银行，2016）。

然而，在农业与食品价值链“数字化”方面还有许多挑战需要考虑。转型必须小心推进，以避免加剧不同经济体和不同部门之间，以及那些采用新技术的能力存在差距的人之间的“数字鸿沟”（经合组织，日期不详）。在新兴经济体和农村地区，技术基础设施薄弱，技术成本高昂，电子素养及数字技术水平低，获取服务渠道有限，表明这些地区存在被数字化进程落下的风险。

然而，发展中经济体也可能具有“跨越”旧农业食品技术和模式迎接数字农业革命的后发优势。这一新情况将要求政策制定者、国际组织、商业领袖和个人彻底转变思路：“一切照旧”没有出路。

1.1 数字农业革命

历史上，农业经历了一系列变革，前所未有地提高了效率、产量和利润水平。未来十年的市场预测表明，“数字农业革命”将成为最新的变革，将帮助确保农业满足未来全球人口的需求。

数字化将改变农业食品链的各个环节。全系统资源管理可能变得高度优化、个性化、智能化和可预期。它将以数字驱动的高速互联方式实时发挥作用。价值链将可追溯并且定位到最精确的水平，同时不同的田块、作物和动物能够以各自最佳的方式加以精确管理。数字农业将创造出生产率高、可预测性高和对变化（如气候变化造成的变化）适应能力高的系统。这将进一步提高粮食安全水平、利润率和可持续性。

¹ 工业4.0这个术语源自德国，在德国被用以指制造业系统及产品的设计、制造、运行和服务（欧洲议会，2015a）。

在可持续发展目标背景下, 数字农业有潜力通过提高农业生产力、成本效益和市场机会创造经济效益, 通过增进沟通和包容性带来社会与文化效益, 并通过优化资源利用及适应气候变化带来环境效益。

农业食品系统数字化的潜在好处很具有说服力, 但需要农业生产系统、农村经济、社区和自然资源管理进行重大转型。这将是一个挑战, 需要采取系统化和整体方式, 以便全面实现其潜在好处。

1.2 数字鸿沟

农业食品系统数字化涉及一个风险, 即: 所带来的潜在好处将在城乡之间和不同性别、年龄和掌握不同数字技能的人口之间出现不均等分配。与农村地区相比, 城市地区往往拥有更好地“数字生态系统”(资源、技能、网络)。加之城市化与中产和富裕阶层在城市定居的全球趋势, 数字化有可能会进一步加剧已有的城乡差距(联合国经社部, 2018), 使农村、性别、青年和掌握不同数字技能的人口在数字转型进程中被落到后面。粮农组织致力于帮助各国政府及伙伴弥合这一多学科数字鸿沟, 确保所有人都从新生的数字社会中获益。

1.3 数字转型的条件

有若干条件将会塑造在不同背景下农业数字转型的形式:

- 基本条件是使用技术需要的最低条件, 包括: 可获得性、互联互通、可负担性、电子素养、信息通信技术在教育中应用以及数字战略的支持政策和计划(电子政务);
- 支持性条件(“支持因素”)是进一步支持采用数字技术的因素: 使用互联网、移动电话和社交媒体、数字技术和支持农业创业与创新文化(人才发展、“冲刺”计划, 包括黑客松、孵化器和加速器计划)。

2 数字转型的基本条件

必须具备一些基本条件,才能利用数字技术,从而推动农业和粮食部门数字转型。这包括:基础设施和互联互通(登记使用移动电话服务、网络覆盖、互联网连接及电力供应)、可负担性、教育程度(识字、信息通信技术教育)和制度支持。

数字技术的获取可以给小农户及其他农村产业带来显著的优势,可以提供与供应商的联系及信息,使用户能够发挥劳动力的聪明才智,建立战略伙伴关系,获取支持服务,例如培训、金融和法律服务,以及至关重要的市场和客户。

然而,将数字技术引入农村地区可能是一项挑战。在全世界范围,农村人口在下降,教育和就业机会有限,往往缺乏基础设施,包括基本的信息技术基础设施,尤其是在十分边远的农村社区,以及有大量土著人口的社区。信息技术基础设施相关的费用成为农村地区的一个主要挑战,往往这里的贫困发生率很高,尤其是在发展中国家和最不发达国家。

2.1 农村地区信息技术基础设施和网络

在数字化时代,信息通信技术,例如移动电话和计算机,改变了人们获取知识和信息、从事商业活动及利用服务的方式。然而,在各国之间和各国内部都存在显著的数字鸿沟(欧洲议会,2015b)。

2.1.1 挑战

从全球看,近年来移动电话用户数量在不断增长。2013年至2018年间,新增10亿移动电话用户,67%的全世界人口目前已经成为移动电话用户(GSM协会,2018c;2019)。近期增长中很大一部分来源于非洲和亚太地区国家。最不发达国家和发展中国家计算机和互联网的使用情况也在增长。但仍有38亿人口没有接入网络,他们不成比例地分布在农村和边远地区(GSM协会,2018c)。

一个挑战是农村地区的网络覆盖率仍然有限。虽然4G已经成为全球最常见的移动电话连接方式,90%的人能够通过3G或更高的网络接入互联网,但最不发达国家农村人口中只有约三分之一能收到3G网络覆盖(GSM协会,2019a)。

智能手机成为消费者连接互联网的主要手段。手机价格下降和“预付费”方案等创新意味着移动设备越来越廉价和可获取,包括在农村社区(Hahn和Kibora,2008)。在全世界最贫困的家庭中,每10个当中就有7个拥有移动电话,最不发达国家的家庭更多(国际电联,2018)。然而,这些不一定都是有上网功能的智能手机。

虽然近年来发展中国家智能手机用户数量和移动宽带使用量的增速超过了发达国家,发达国家每100个居民移动宽带用户的数量仍然是发展中国家的两倍(图1)。价格仍然是最不发达国家中智能手机用户的一个重要障碍,在这些国家一个基础手机宽带方案仍相当于人均国民总收入的60%以上(国际电联,2017)。

图1：按区域划分手机用户覆盖率和智能手机使用率 (%)，2018年

资料来源：GSM协会，2019a。



2.2 农村地区教育程度、数字扫盲与就业

数字技术的使用要求具备基本的读写和数学能力，以及专门的技术知识和技能。不具备这些能力的人可能会在日益由数字驱动的社会中被边缘化。

2.2.1 挑战

农村地区缺乏基础设施和资源往往限制了教育质量。这导致学习效率偏低，入学率较低和较早辍学。此外，在很多农村地区，年轻人往往需要工作，几乎没有时间来读书。

因此，农村地区教育程度往往比城市地区偏低，尤其是在最不发达国家（参见图2）。虽然可以得到数据的国家中有60%消灭或接近消灭了青年文盲，但最不发达国家的许多农村地区识字率仍较低，尤其是妇女（联合国教科文组织，2017）。基本语文和数学能力缺失为采用数字技术带来一个严重的障碍。

此外，“数字扫盲”对使用数字技术至关重要。不像在许多发达国家，学生在日常学习和生活中经常性使用先进技术和数字技能，最不发达国家的信息通信技术和技能则相对落后。在许多最不发达国家和发展中国家，由于政府和私营部门缺乏兴趣进行投资，培育新型数字技能，而是希望雇佣已有的熟练工人，因此，基本的计算机课程并没有纳入小学或中学教育。

学校中缺乏数字工具，例如平板电脑和笔记本电脑，这被教师列为阻碍信息技术教育的一个最主要障碍（欧盟委员会，2019）。教师也缺乏相关技能。农村地区尤其如此。对于城市学校，连接互联网和获取在线学习资源往往十分平常。然而，农村和边远学校往往缺乏网络连接。类似情况即使在发达国家也是存在的，但在发展中国家和最不发达国家尤其突出。

在未来15年内，发展中国家和最不发达国家有约16亿人口达到工作年龄。在维持现有就业岗位的同时创造必要的新就业岗位将会是一个巨大挑战，尤其是对农业粮食部门来说（世界银行，2017）。农村失业率尤其高，并且更多地影响青年和妇女。

农业部门仍然是农村地区主要的生计来源。该部门的数字化将显著改变工作的性质以及对劳动力和技能的需求。数字素养日益成为农业食品工作的要求，需要适当的教育和培训。

2.3 支持数字农业的政策和计划

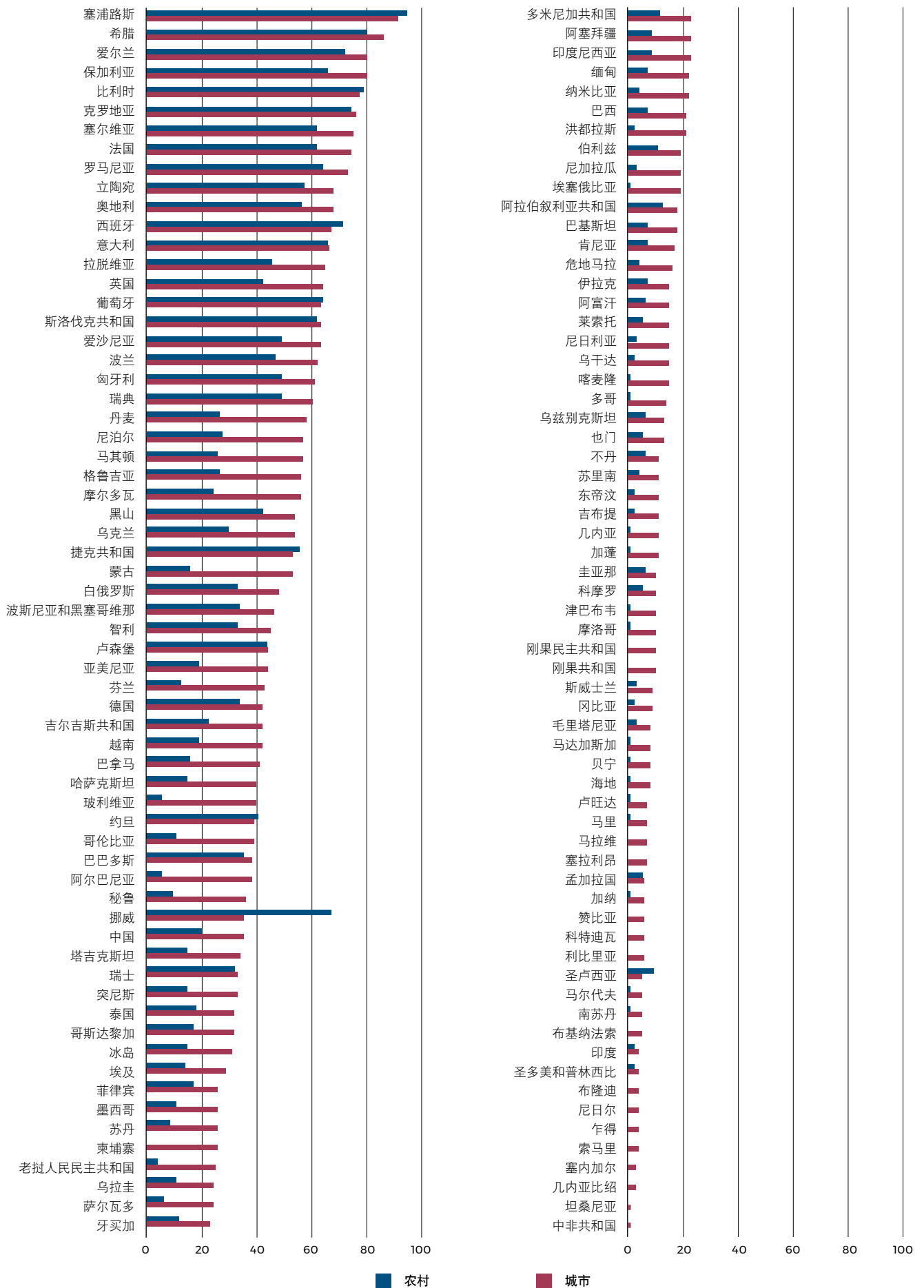
在许多国家，政府政策和框架是数字化背后的驱动力之一，为竞争性数字市场和电子服务营造了一个支持性环境。另外还有一个趋势就是政府自身在部署电子服务——“电子政务”——尤其是在卫生、教育、环境和就业领域。

然而，设计和管理数字政府计划要求高水平的行政能力。因此，一些国家在这方面取得的成功有限（Fakhoury，2018）。发展中国家往往管理该进程的能力最弱。在不同部门取得成功的情况也各不相同。在许多国家，农业部门——提供了农村地区主要的就业来源——往往比较落后。

目前缺乏对政府数字化政策公开发表的研究，但从包括政府提供电子服务的程度及其关于互联互通和数据的政策等替代指标推断出有关信息。

图2：按城市化和经济发展水平划分高等教育入学率，若干年份

资料来源：联合国教科文组织统计研究所，2018年



2.3.1 挑战

与仅10年前相比，各国政府已经在扩大信息通信技术获取渠道和数字网络方面取得了显著进展。一些发达国家已经通过固定和移动连接实现网络连接近乎全覆盖，而发展中国家通过扩大移动服务也在取得进展。

许多国家政府在卫生和教育等部门开始使用电子服务（图3）。然而，在最不发达国家和发展中国家，很多人由于收入水平低、用户能力有限以及缺乏基础设施，缺乏信息通信技术获取渠道，无法使用电子服务。随着技术创新步伐加快，这可能会限制这些国家电子政务的进一步发展。

政府使用的许可证管理框架类型和频谱分配效率²对于鼓励私营部门投资于边远地区移动网络十分重要。欧盟国家的经验表明，提高电信领域的自由度有助于实现广泛的互联互通。高效的频谱管理还可以通过降低部署费用有利于移动网络运营商，并为终端用户带来更好的信息通信技术服务。

政府使用的许可证管理框架类型和频谱分配效率对于鼓励私营部门投资于边远地区移动网络十分重要。欧盟国家的经验表明，提高电信领域的自由度有助于实现广泛的互联互通。高效的频谱管理还可以通过降

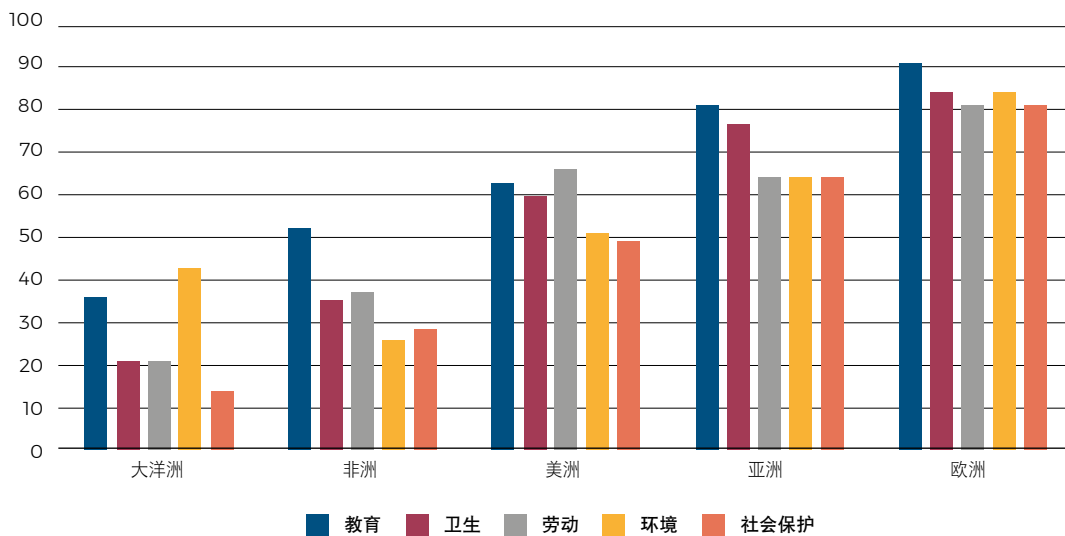
低部署费用有利于移动网络运营商，并为终端用户带来更好的信息通信技术服务。

政府在农业部门的电子服务发展往往格外缓慢，很少有国家提供电子农业服务。在农业领域将信息通信技术的应用列为优先重点的国家通常也具有更好的商业环境和农业企业政策及法规框架。这很可能是与信息通信技术的应用相关联的，因为它与一个国家的教育水平、识字率或农业对GDP的贡献率看起来没有关联。

迄今为止，发达国家仍在实施国家层面数字农业战略方面处于领先地位。在有些情况下，这是通过将农业粮食部门整合到旨在实现更广泛产业和社会转型的现有国家数字战略之中，并作为其中一个关键的关注点而实现的。在发展中国家，大部分电子农业服务融合在电子政务或信息通信技术战略之中，其主要目的是提供基本的电子农业服务，例如预警通知和一般信息。

数字技术的使用将创造出与生成的数据相关的政策和法规需求。如果缺乏标准化数据格式和所有权，可能会造成差异，尤其是在大型国际企业正在推进数字农业以经营农业企业，而小农和本地农业企业家同时也在使用技术手段克服农村及农业领域社会挑战的背景下。

图3：通过电子邮件、短信服务（SMS）或简易信息聚合（RSS）提供的政府服务（各区域国家%），2018年
资料来源：联合国经社部，2018年。



² 频谱管理是指将无线电频段分配给移动行业及其他部门，以便通过无线电波进行通信（GSM协会，2019b）。

3 数字农业转型的支持因素

除了基本条件之外, 还有一些支持数字农业转型的重要支持因素。三个关键支持因素包括: 农民和农业推广官员使用互联网和移动及社交网络, 农村人口的数字技能, 以及鼓励数字农业创业精神及创新的文化。

随着高速互联网连接和带有上网功能的智能手机的兴起, 手机应用程序、社交媒体、基于IP的语音传输 (VoIP)³ 以及数字参与平台在改进农村地区人口获取信息和服务方面有巨大潜力。然而, 发展中国家许多小规模农民仍然与数字技术相隔离, 缺乏使用数字技术的技能。

建立一个“数字农业生态系统”要求有一个支持农民及农业企业家创新的有利环境。现在数字农业项目融资与合作已经在上升, 创业活动也开始吸引国际投资者及媒体的注意。青年在该进程中可发挥特别的作用。他们往往有数字知识的优势和创新解决方案的能力。如果将数字主题纳入教育计划, 也可以取得对数字工具使用的认识和创造数字工具的技能。

3.1 农村人口和农民数字技术使用情况

读写和数字技能以及技术的可获取性都对数字创新的使用产生影响。然而, 解锁数字技术使用可能性的最关键因素是互联网连接。

虽然现在近一半世界人口在使用互联网, 但大多在发达国家。在最不发达国家, 每7个人中只有1个人使用互联网 (国际电联, 2016), 在城乡之间又存在明显差距 (虽然国与国之间情况又各不相同)。

教育和收入水平是决定人们如何 (以及是否) 使用互联网的重要因素。教育水平较高的人倾向于使用更先进的服务, 例如电子商务和在线金融及政府服务。教育水平较低的人倾向于主要使用互联网进行通讯和娱乐。

在农村地区, 教育水平和识字率普遍偏低, 移动电话主要用于通讯和社交媒体。这为引入数字农业应用带来了挑战, 因为这往往需要更高级的数字技能。

农村地区智能手机总体拥有率偏低, 同时互联网费用高, 网络覆盖有限, 这些也给移动电话农业应用构成挑战, 并限制社交网络的使用范围, 例如使用脸书 (Facebook) 提供农业支持以及农民之间的信息流。此类信息的可获取性可支持农民做出更好的农业决策, 有助于提高产量、降低环境影响和改善生计。

可用技术的多样性以及这些技术之间缺乏标准化和兼容性, 例如数据交换, 也给农民使用这些技术构成了障碍。技术的适应性有限, 往往不可能将不同品牌的机械整合到一起。因此, 农民必须决定投资于哪一个品牌。目前缺乏独立的咨询服务来支持农民做出这些决策。

3 互联网平台语音传输或通过互联网提供电话服务

3.2 农村人口的数字技能

数字化创造出对数字技能的需求，以及对有能力使用数字设备、理解产出及开发程序和应用的人的需求。这要求不仅具备基本的读写和数学能力，还有数字处理和通讯技能。缺乏此类技能的人口需要迅速改善教育；信息通信技术正在以难以置信的速度发展，学习的速度也必须跟上（联合国开发署，2015年）。

在投资于技术的同时，日益需要投资于开发多学科数字技能与知识。这一点在发达和发展中国家均为如此。拥有信息通信技术教育计划、能够负担得起数字工具并且拥有良好互联网连接的国家将拥有更好的数字技能。

在农业食品领域，数字转型将改变劳动力市场结构和工作的性质。它将重新界定农民与农业企业家的作用，并改变农业粮食部门所需的技能构成。可能还将改变人们工作的方式和地点，并可能因为数字技能和技术使用的差别对男性和女性工作者产生不同的影响。农村地区在获取数字技能的进程方面特别被落在后面（图4）。有必要开发一个以农民为目标的数字技能培训模型，以便他们学会评估和实施最佳方式和技术，用于其农业经营。

3.3 数字农业创业和创新文化

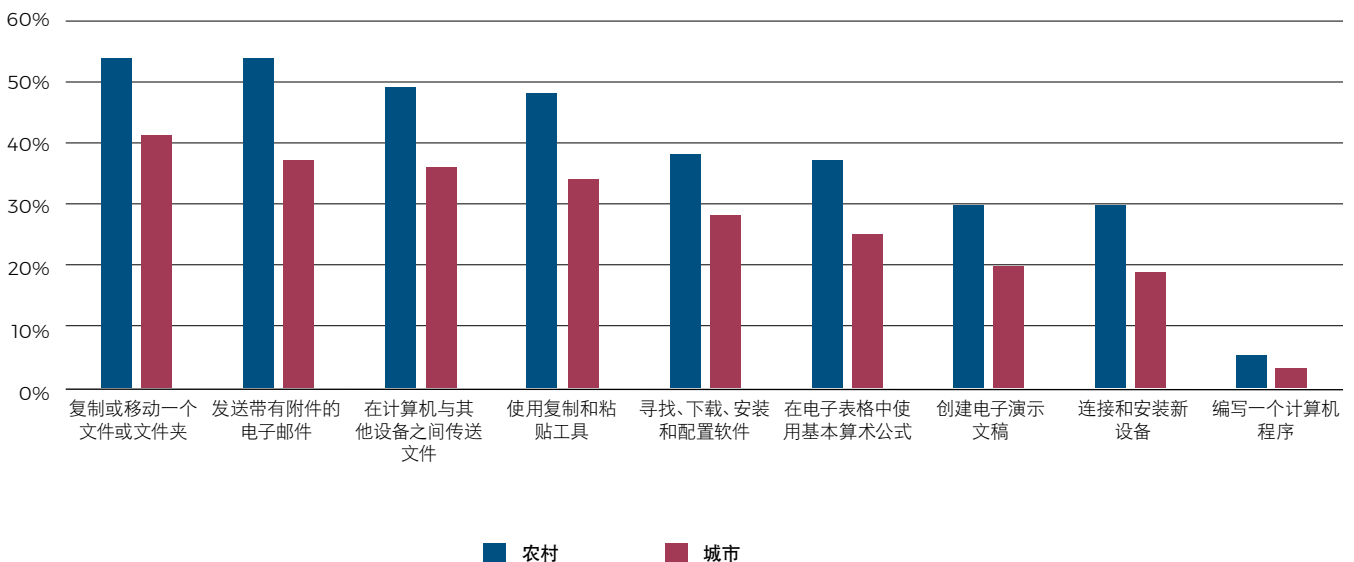
数字创业涉及通过新型数字技术对现有经营方式进行转型，并创立新型创新企业，这些企业具有以下特征：使用数字技术改进商业经营，创造新型（数字）商业模式，并通过新型（数字）渠道与客户和利益相关方接触（欧盟委员会，2013）。在全球范围，有越来越多的计划促进与“数字初创企业”创立、发展及成长相关的数字创业活动，包括在农业和粮食部门。

现代农民可能尤其适合于创业活动。如今，农民经常设计商业方案，寻找资金，利用农业企业“孵化器”和参加科学大会。青年农民也尤其更可能愿意在其农业管理中承担风险。例如在意大利，2013年由25-30岁青年男女创立了12000家农业初创企业（Coldiretti，2018）。

发达国家仍是建立企业家文化的领导者，但欠发达国家，如卢旺达、赞比亚、土耳其和亚美尼亚也在迅速寻求数字时代的这些机会。

图4：农村和城市地区拥有特定数字技能的人口平均比例，2017年

资料来源：国际电联，2018年。



3.3.1 挑战

创业为农村社区的发展和商业经营提供了一个有希望的选项。

非洲拥有巨大的农业部门和消费市场，被农业科技群体预测将成为数字解决方案的一个主要试验场。2018年初，非洲有82家正在经营的农业科技创业企业，其中一多半是在此前两年内创立的（颠覆非洲，2018）。

然而，尽管数字农业技术迅猛发展，但多数使用信息通信技术的解决方案尚未规模展现。公司（特别是中小企业和小型初创公司）从应用程序开发阶段转向业务全面铺开往往很艰难。面临的挑战之一是企业家在服务不足的市场制定战略缺乏指导。

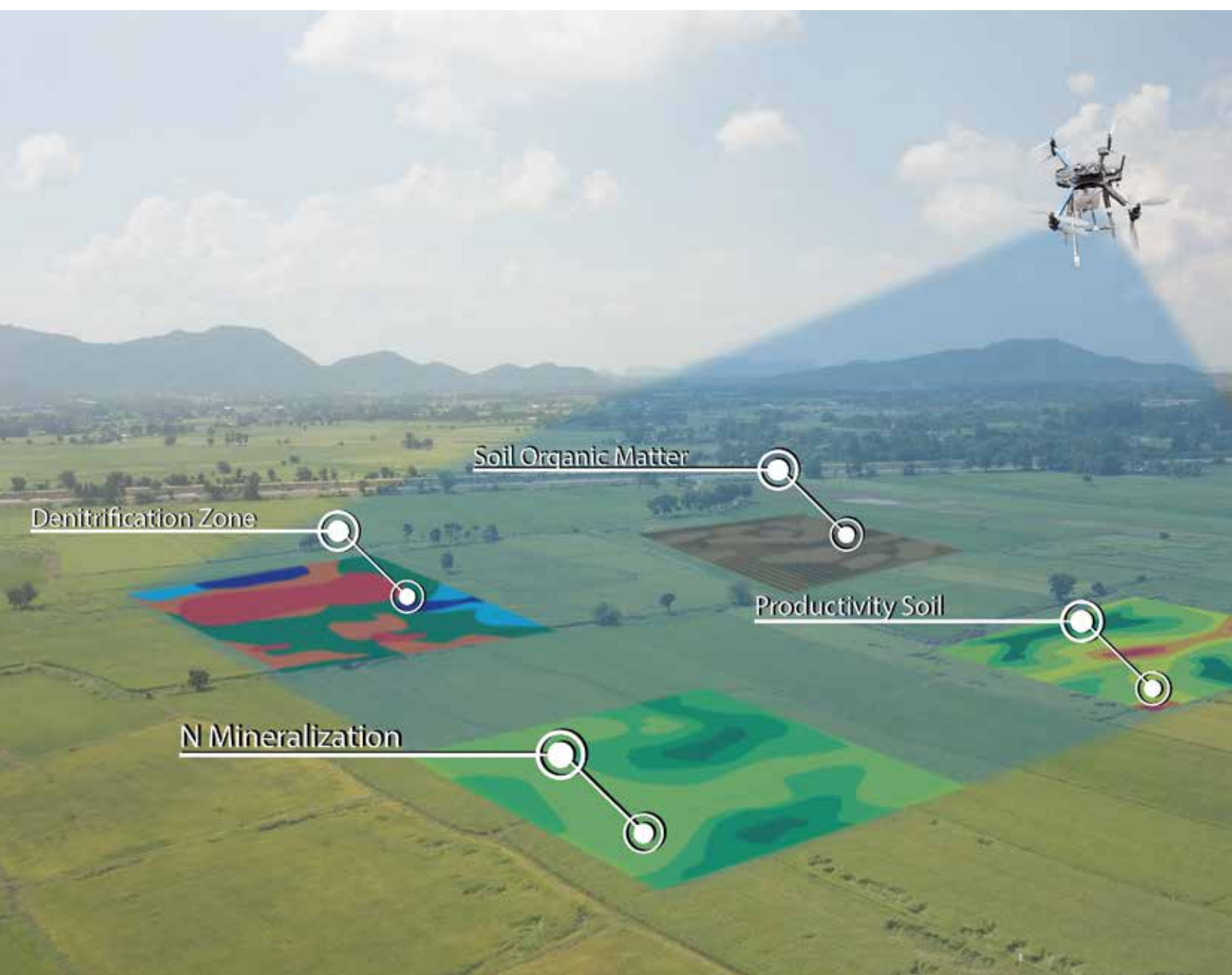
为鼓励数字农业创业，公司需要建立拥有数字技能的员工队伍。包括发掘具备相关技能的潜在员工，找到能吸引并留住他们的办法；并在现有员工中寻找可塑之才，为培养其数字技能进行投入。

教育是加速创新和数字化变革的最关键因素。政府需采取三管齐下的方法激励研发和创新教育：投资研发，扩大本土研发，并与广泛的伙伴合作，对教育重新设计，强调电子学习工具、自助动手学习、实验奖励、批判性思维、数字和金融素养以及软件技能。

青年农业企业家在农业部门的数字化中发挥着关键作用。他们通过聆听父母和祖辈的经历以及对错失机遇的观察，获得独到见解。小农社区的初创公司往往从创业者成长的农业社区中汲取灵感，并致力于回馈社区。青年人需要冲刺计划和财政支持才能进入农业创业市场。此类计划吸引投资，并为投资者和初创公司创造机会开展合作。

创业文化的存在往往与GDP或国家位置无关。电子商务和数字平台的可获得性使创业文化在任何地方都越来越容易形成。然而，打造可持续的数字农业企业文化是一个长期的政治和实践过程，需要首先在学校开展相应教育。需要有利环境，允许风险承担、利益相关方之间基于信赖的关系、金融机会、专业服务、可持续的数字生态系统⁴、适当技能的可用性以及共享或“开放式创新”的态度。

4 数字生态系统由相互依存的企业、人员和/或事物组成，共享标准化数字平台



4 在农业食品系统中应用数字技术的实例

数字化变革可能带来巨大的经济、社会和环境效益。以下实例展示了如何应用数字技术来提高农业食品系统的效率和运作：

- 使用移动应用程序向农民提供价格信息，可减少市场扭曲并帮助农民规划生产过程。例如，肯尼亚的M-Farm应用程序帮助农民改变种植模式，有的农民表示，卖到市场上的产品价格有所上涨（Baumüller, 2015）；

EMA-i应用程序 粮农组织支持的动物健康系统

EMA-i是由粮农组织开发的一款早期预警应用程序，支持实地动物健康工作人员高质量和实时上报家畜疫病。EMA-i以纳入粮农组织全球动物疫病信息系统（EMPRES-i），各国可以在该系统安全存放数据和利用数据。EMA-i对于已建立牲畜疫病报告系统的国家很容易加以调适采用。通过支持国家一级监测与实施报告能力，以及改进利益相关方之间的沟通，EMA-i有助于加强预警和应对对粮食安全和生计影响较大的动物疫病发生。EMA-i目前已经在非洲6个国家使用（科特迪瓦、加纳、几内亚、莱索托、坦桑尼亚和赞比亚）。

- 还可以利用技术及时提供基于天气的农业咨询信息，帮助农民预测病虫害、作物歉收和气候变化的出现，并进行应对；

MYCROP 补充农场与农民管理系统

MyCrop是一个以技术为基础的计划，通过提供信息、专业知识和资源，提高生产力和利润率，进而提高生活水平，从而实现农民赋权。这是一个合作平台，力图将各种前沿技术（大数据、机器学习、智能手机/平板电脑等）、创新商业模式（农业服务平台）及针对性工作（农业深入认识、产品及服务）结合起来，为小农提供服务。MyCrop通过提供基于近乎实时的天气、土壤、病虫害及作物数据的量身定做的地理制图、作物计划、个体农场计划及农场自动化方案，支持农民采取和执行最佳决策。

MyCrop是一个可持续数据驱动、可扩展、智能、自学习、实时合作性农业食品系统，提供农场及农民管理解决方案、预测性分析及监测工具、决策支持系统及农业（买/卖）电子商务平台。

www.mycrop.tech

- 精准农业是物联网在农业中应用的一个例子。在种植和施肥期间使用引导系统可节省花在种子、肥料和拖拉机燃料上的成本，并减少在农田里的工作时间。变量技术和无人机还可减少水和农药的使用，并降低劳动力和资源成本。
- 企业资源规划 (ERP) 软件在农业中的重要性很高，可以帮助精简从采购到生产到分销的各个流程。ERP可以帮助农场 (或相关企业) 更加有机地应对环境挑战，对系统进行针对性调整，成长为成本效益更高的企业。
- 诸如区块链等技术已经显示出可带来好处。例如，区块链被成功用于检测食品链中劣质食品，为早期有效应对创造了条件；还可以为消费者提供食物来源的信息，为其用户创造了一个竞争优势；

沃尔玛从农场到区块链追溯生菜

经过一个为期两年的示范项目，该零售商使用区块链记录每一袋菠菜和每一棵生菜的追溯信息。该零售巨头开始要求生菜和菠菜供应商向区块链数据库提供信息，以便迅速追踪污染。超过100家向沃尔玛供应绿叶蔬菜的农场将被要求向IBM为沃尔玛及其他几家有同样打算的零售商开发的区块链数据库提供详细食品信息。

对于沃尔玛来说，该计划正好符合两个关键战略：提高数字化水平以及向消费者强调其新鲜食品的质量。区块链还可以为沃尔玛节约成本。当又一种食源性疾病爆发时——如大肠杆菌爆发影响长叶生菜时——零售商就只需要扔掉实际存在风险的食品。

<https://www.nytimes.com/2018/09/24/business/walmart-blockchain-lettuce.html>

- 在过去几年中，人工智能技术的发展强化了涉农企业，使之经营更加高效。使用人工智能的公司帮助农民扫描田地和监测生产周期的各个阶段。人工智能技术正在改变农业部门，农民依赖卫星或无人机记录的数据来确定农场的状况，而不是再人工去实地勘察。人工智能可以提高资源利用效率，通过预测模型支持早决策，并可以保持全天24小时不间断连续监测系统。

阿里巴巴集团和京东集团启动养猪场智脑计划

阿里巴巴的“ET农业大脑”是一项人工智能计划，利用面部、温度和语音识别评估每头猪的健康状况。该技术可以通过母猪的睡眠及站立姿势，以及进食习惯，识别出母猪是否怀孕，目前已经被中国许多领先的养猪场采用。利用人工智能，他们可以检测出病猪，从而最大限度减少事故，例如通过引入语音识别技术保护小猪不出事故。通过安装多种仪表采集数据，优化猪群生长环境，并减少养殖过程中的人为错误。根据该公司估计，利用人工智能，养猪场将降低人工成本30%至50%，并降低饲料需求，以及通过优化动物生长环境缩短生猪养殖周期5至8天。如果在全国范围推广应用该系统，中国养猪业可以节省成本500亿元（75亿美元）。

www.yicai.com/news/chinese-aging-farms-step-into-ai-era-with-facial-recognition-for-pigs-

- 农业机器人被视为将会深度影响未来农业的一个重要发展趋势。田间农业机器人已经部署使用，帮助农民测量、记录和优化水资源及灌溉利用。小型、轻型机器人集群被视为传统大型拖拉机的替代品，从而可以逐步减轻土壤板结，使土壤重新恢复透气，有利于改善土壤功能

DINO农业机器人用于农业和林业

法国机器人公司Naio Technologies团队研发了农业机器人,帮助农民改善工作环境和提高利润。

为了帮助农民应对植物卫生产品日益严格的监管、对农药日益增长的关注以及农业领域劳动力匮乏的问题,Dino提供了一种新的有效解决方案。Dino除草机器人使菜农以很高的精确度清除作物杂草,同时在整个生长季帮助他们节约时间。

Dino可以高效清除田间蔬菜杂草,无论是起垄的蔬菜还是成行种植的蔬菜,例如生菜、胡萝卜、洋葱等。

<https://www.naio-technologies.com/en/agricultural-equipment/large-scale-vegetable-weeding-robot/>

上述技术通常需要大量的财力资源和较大的农场规模,并与其他技术和农业食品链流程紧密结合。因此,与大型农场和农业企业相比,小规模农民使用这些技术面临更大的挑战,而前者采用这些技术则更加容易。

5 结论与未来工作

农业数字化将在未来几年内使农业和粮食生产发生重大变革。这将带来巨大的环境、经济和社会效益，但也存在相应挑战。获取数字技术和服务的差距意味着可能出现数字鸿沟。小农和农村地区的其他人尤其面临落后的风险，这不仅体现在数字素养和获取数字资源方面，在生产力和经济和社会融入方面也是如此。

仅仅引进技术还不足以产生效果。社会、经济和政策制度需要为数字化变革提供基本条件和有利因素。“颠覆定律” (Downes, 2009) 指出，技术呈指数级发展，但经济和社会制度则逐步变化，难以跟上。尤其需要努力确保为农村地区提供数字化变革的必要条件。

5.1 连接边缘化和边远社区的挑战

发达的数字基础设施（特别是在农村地区）是实现数字农业和粮食系统的先决条件。虽然技术进步和监管改革改进了各地人民对信息通信技术的获取，但数字鸿沟依旧存在。一种技术（如拨号上网）刚在所有收入阶层普及，另一种新技术（如宽带）就马上出现，使发展中国家的用户“不断追赶”。

过去五年里，尽管移动电话用户数量大幅增长（主要出现在非洲和亚太国家），但仍有许多人没有或无法使用移动电话，用户分布不均等。在农村地区，获取上网功能的智能手机和3G或4G高速网络连接仍十分有限。需要努力消除这种差距，并在目前缺少智能手机的地区推广其持有和使用。

发展中国家和最不发达国家的农村人口识字和教育水平仍非常低，阻碍数字技术的应用。青年失业率往往高于全国平均水平，农村地区尤其如此。雇主越来越青睐善于使用技术的员工。农村地区缺乏数字素养和数字技能，这意味着这些人口将被现代劳动力市场抛弃。需要在学校课程中引入数字学科，提高教师的知识和技能，并增加数字技术在教室中应用。

为了充分发挥数字农业转型的潜力，政府需要创造有利的监管环境。制定和管理数字政府计划需要高水平行政能力，某些国家（特别是最不发达国家和发展中国家）无法胜任。消除数字鸿沟必须成为政策优先重点，政府应为农民、潜在的私营部门投资者和初创公司提供小农农业数字化的社会经济理由。发展中国家和最不发达国家政府需要进行大量能力建设，以促进政策和监管改革。

人们越来越关注基于数据的农业和相关服务，有许多来自科技行业的新入行者和初创公司。大规模数据收集将推动机器学习和人工智能的应用，需要开发新模型以使数据实用化。迄今为止，收集到的信息往往不足以支持形成全面解决方案和伙伴关系，帮助小农农业转型为可行、可持续的数字化企业。还应对数据所有权和使用权做出有关决策；制造商可通过设备收集数据并有机会使用，但农民通常不愿在没有回报的情况下分享数据。

发展中国家的农业数字化变革战略必须将信息技术基础设施与社会、组织和政策变革相结合。

5.2 解锁数字农业转型的驱动力和需求

互联网连接仍是解锁新技术可能的最关键因素。在全球,使用智能手机上网占上网时长主导,并可能成为最不发达国家和发展中国家农产品行业的转型利器。智能手机通过移动应用程序、在线视频和社交媒体为用户创造机会,获取信息和服务。脸书、推特和YouTube等网站提供了一种经济有效的沟通方式,帮助小农和其他主要农业利益相关方(如推广人员、农产品经销商、零售商、农业研究人员和决策者)进行沟通(图5)。

手机价格下降、互联网覆盖范围扩大以及不断增长的青年人口为农业地区使用移动电话创造了巨大机会。但在发展中国家(特别是农村地区),互联网服务使用和智能手机持有率仍然较低,需要就农村社区移动互联网和社交媒体的使用开展更多研究。

此外,并非所有农民都能迅速使用信息通信技术。许多人缺乏必要的知识来申请或使用服务,特别是由于农产品领域的信息通信技术应用相对较新,许多电子服务仍在开发阶段。技术必须目标明确;如果技术无法为农民提供所需信息,将不会被接受。

数字技能和数字素养仍是新技术应用的一个重要制约因素,在农村地区(特别是发展中国家)尤其缺乏。

现有数字技术的多样性和缺乏标准化也对其使用构成了阻碍。选择使用哪种技术很复杂,咨询服务不到位,农民难以做出决定。必须改进教育和配套服务,对数字技术的使用提供支持。

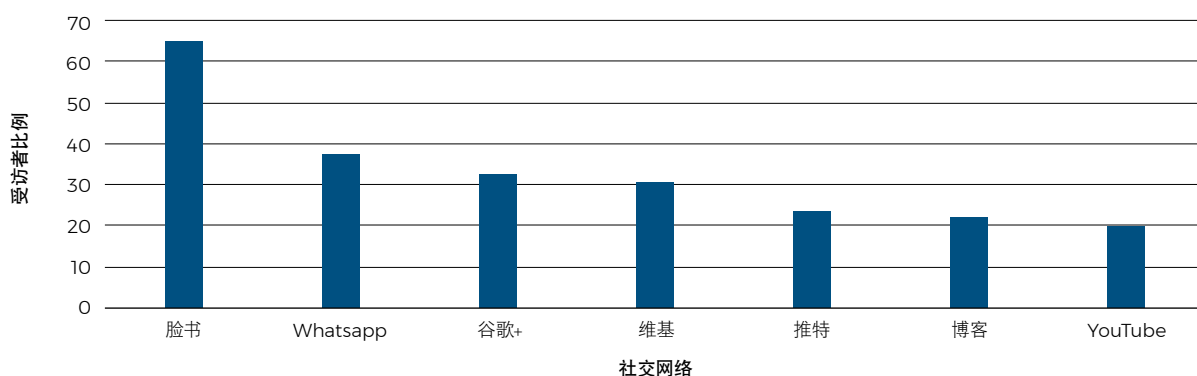
数字技术已经在改变农业食品行业的态势,但到目前为止该进程仍未系统化。挖掘农业数字化的全部潜力需要农业价值链中所有参与者合作。农产品和数字产品行业参与者(包括私营部门、政府和其他机构)应明确如何利用农业数字化带来的机遇。

农民可在其中发挥关键作用,而数字技术为他们带来了合作和创新的新机会。农业领域里拥有大学学位和学习科技专业的人越来越多。他们通常擅长实验和创新思维。农业食品领域的青年人往往具有创业精神,愿意适当冒险创业。

需要加大力度支持农业创业活动,如提供农业领域商务课程和教育领域信息通信技术课程、提高创新中心和孵化器的能力并为加大支持力度、增加风险投资供给(特别是扩大规模所需的中等水平融资)以及打造更有利的商业环境。因为真正的影响来自由此创造出的企业,以及中小企业或数字化农场创造出的就业数量和类型。

图5: 农业利益相关方的社交媒体偏好(%) , 2016年

资料来源: Bhattacharjee and Saravanan, 2016。



注: 包括62个国家。

5.3 未来工作

实现农业和农村地区数字化需要开展大量工作。为此, 需要考虑一些关键因素。

首先, 理解农业数字化转型的一大挑战是缺乏关于该问题的系统、官方数据。大部分数据(如有关数字素养水平的数据) 仅到国家一级, 没有对城乡做出区分。同时, 关于网络的数据仅关注覆盖面, 缺少服务质量或费用信息。数字转型的政府支持和监管框架信息也缺失; 到目前为止, 这已通过替代指标加以解读, 包括政府电子服务供给以及有关互联互通和数据保护的法规。

第二个需要考虑的因素是, 发达国家和发展中国家之间以及全球性企业与地方、社区或家庭企业之间在数字农业技术使用方面存在很大差距。财政资源和教育水平等因素影响着现代农业技术的使用。农村地区的小农处于非常不利的地位, 并面临着基础设施、网络和技术获取受限的问题。

需要考虑的最后一个因素是, 数字农业技术受规模效益的影响。能够大规模应用该技术的用户较容易采用。与大型农业企业相比, 小农处于劣势地位。这造成了大小规模农户之间的差距, 发达国家和发展中国家之间也存在不平等。转型数字创新和技术往往并非针对小农经营规模设计。

未来的一些具体重点工作包括:

- 推进在区域和人口层面更好地收集数字技术和数字化的数据, 特别要体现出城乡地区的差异化信息;
- 创造可持续商业模式, 提供可行的数字解决方案, 将小农纳入数字农业转型进程;
- 设立一个指数, 从文化、教育和制度角度衡量一个国家的农业数字化发展水平, 包括基本条件的可获得性和实现数字化的支持因素, 以及该进程的潜在经济、社会和环境的影响。还可在2015年粮农组织欧洲及中亚区域办事处曾开展的工作基础上, 进一步建立数字农业就绪指数。该指数将为粮农组织成员国未来制定数字农业战略提供背景参考, 首先使各国了解数字农业的理念以及信息通信技术对农业食品部门的重要性, 然后逐步推进数字农业转型进程。

6 参考文献

- Agfundernews.com. African AgriTech Market Map (available at: <https://i0.wp.com/agfundernews.com/wp-content/uploads/2018/02/African-AgriTech-Market-Map-FINAL.jpg>)
- Baumüller, H. 2015. Assessing the role of mobile phones in offering price information and market linkages: the case of m-farm in Kenya, *EJISDC*. (68) 6:1-16.
- Bhattacharjee, S. & Saravanan, R. 2016. *Social Media: Shaping the Future of Agricultural Extension and advisory Services*. GFRAS Interest Group on ICT4RAS discussion paper, GFRAS: Lindau, Switzerland.
- Coldiretti, 2018. *Report for the agri-food forum of Cernobbio 2018*. Trieste: Istituto Ixe Srl [In Italian].
- Disrupt Africa. 2018. *African tech startups funding report 2018*. Disrupt Africa (available at: <http://disrupt-africa.com/funding-report/#>)
- Downes, L. 2009. *The Laws of Disruption: Harnessing the New Forces that Govern Life and Business in the Digital Age*. Basic Books.
- European Commission. 2013. *Strategic Policy Forum on Digital Entrepreneurship. Fuelling Digital Entrepreneurship in Europe: background paper*. 6pp. (also available at: <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/5313/attachments/1/translations>)
- European Commission. 2019. 2nd Survey of Schools: ICT in Education (available at: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2nd-survey-schools-ict-education>)
- European Parliament, 2015a. *Industry 4.0: Digitalisation for productivity and growth*. Brussels: European Parliamentary Research Service.
- European Parliament. 2015b. *ICT in the developing world*. Brussels: European Parliamentary Research Service.
- European Parliament, 2019. *E-Government Survey 2018*. Brussels: European Parliamentary Research Service.
- Fakhoury, R. 2018. *Digital government isn't working in the developing world. Here's why*. The Conversation (available at: <https://theconversation.com/digital-government-isnt-working-in-the-developing-world-heres-why-94737>)
- FAO, 2018. *The State of Food Security and Nutrition in the World: Building Resilience for Peace and Food Security*. Rome: FAO (available at: <http://www.fao.org/news/story/en/item/1152031/icode/>)
- FAO. 2017b. *Information and Communication Technology (ICT) in Agriculture: A Report to the G20 Agricultural Deputies*. Rome: FAO.
- GSMA. 2018c. *Enabling Rural Coverage: Regulatory and policy recommendations to foster mobile broadband coverage in developing countries*. London: GSMA Intelligence.
- GSMA. 2019a. *The Mobile Economy*. London: GSMA Intelligence.
- GSMA, 2019b. *Spectrum: What is spectrum?* (available at: <https://www.gsma.com/spectrum/what-is-spectrum/#>)
- Hahn, H. P. & Kibora, L. 2008. The domestication of the mobile phone: Oral society and new ICT in Burkina Faso. *The Journal of Modern African Studies*. (46)1: 87–109.
- ILOSTAT, 2019. *Employment database*. Geneva: International Labour Organization. [Data retrieved May 2019]
- ITU. 2016. *Measuring Information Society Report*. Geneva: ITU.
- ITU, 2017. *Measuring the Information Society Report: Volume 2, ICT country profiles*. Geneva: ITU.
- ITU. 2018. *Measuring the Information Society Report: Volume 1*. Geneva: ITU.
- Lowder, S.K., Scoet, J. & Raney, T., 2016. The number, size and distribution of farms, smallholder farms, and family farms worldwide. *World Development*. (86): 16–29.

- McKinsey & Co. 2014. *Offline and falling behind: Barriers to Internet adoption*. New York: McKinsey and Company.
- OECD. nd. *Bridging the Digital Divide* (available at: <https://www.oecd.org/site/schoolingfortomorrowknowledgebase/themes/ict/bridgingthedigitaldivide.htm>)
- UN DESA. 2017 World Population Prospects: Key findings and advance tables. New York: UN DESA.
- UN DESA. 2018a. *The 2018 Revision of World Urbanisation Prospects*. New York: UN DESA.
- UN DESA, 2018b. United Nation e-government survey 2018. New York: UN DESA.
- UN DESA, 2019. *Population, surface area and density*. New York: UN DESA.
- UNDP. 2015. *Work for Human Development: Human Development Report 2015*. New York: UNDP.
- UNESCO. 2017. *Reading the past, writing the future Fifty years of promoting literacy*. Paris: UNESCO.
- UNESCO Institute for Statistics. 2018. *Higher education attendance* (available at: https://www.education-inequalities.org/indicators/higher_1822#?sort=mean&dimension=community&group=all&age_group=attend_higher_1822&countries=all)
- USAID, 2018. *Digital farmer profile: Reimagining Smallholder Agriculture*. Washington D.C.: USAID.
- World Bank. 2016. World Bank, 2016. *World Development Report 2016: Digital Dividends*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank. 2017. *Future of Food: Shaping the Food System to Deliver Jobs*. Washington, DC: The World Bank.

<http://www.fao.org/e-agriculture/>



联系单位

信息技术司

联合国粮食及农业组织

CIO-Director@fao.org / digital-innovation.org



保留部分权利。本作品根据署名-非商业性使用-相同方式共享3.0政府间组织许可公开。



© 粮农组织, 2019年
CA4887ZH/1/06.19