

# 大数据技术支撑下农业精准种植的创新创业模式研究

刘文涛\* 詹涛 赵文振

(安徽信息工程学院, 安徽 芜湖 241000)

**摘要:** 农业现代化不断向前迈进, 在此大背景之下, 大数据技术给精准耕种带来了关键性的支持, 本文着眼于大数据促使下农业精准耕种更新发展的途径, 探寻这种耕种方式在农业领域开展创业革新时所采用的操作模式以及运行原理。经由整理分析物联网, 遥感观测, 云计算这些核心技术的应用框架, 形成起精准耕种所需的大量数据支持系统, 并总结出四种不同的创业革新模式, 即平台化数据服务型, 多方协作经营型, 大众共创孵化型以及全面解决方案供应型, 研究表明, 大数据明显改善了农业生产决策的科学性并加强了资源利用的效率, 催生了许多新的技术服务行业, 但也存在不少问题, 比如数据共享困难, 小农户参与度低, 盈利模式单一等。本文针对政策引导, 平台创建, 人员培训以及生态协作等方面给出改良建议, 从而为智慧农业的可持续发展给予理论支撑和应用参照。

**关键词:** 大数据; 精准耕种; 智慧农业; 革新创业模式; 数字化转型

## 一、绪论

### 1.1 研究背景与意义

#### 1.1.1 农业现代化发展的迫切需求

我国农业正处于传统经验型向现代智能型转型的关键时期, 以往农业生产依靠人力和自然条件, 经营较为粗放, 资源利用率较低。伴随城镇化持续推进, 农村劳动力向外迁移, 耕地质量出现下降状况, 传统耕种方式已无法达到保障粮食安全和生态可持续发展的目的, 而且, 消费者对于农产品品质, 安全性以及可追溯性的要求不断提升, 这促使农业朝着精准化, 标准化方向发展, 在气候变化频繁发生的背景下, 加强农业应对风险的能力显得尤为重要, 农业数字化转型既源于技术更新的需求, 也是实现乡村振兴的关键途径。

#### 1.1.2 大数据技术在农业领域的应用趋势

物联网, 遥感监测, 移动通信和云计算等技术飞速发展, 极大地加强了农业信息采集的能力, 田间传感器, 无人机航拍, 气象站, 智能农机等设备汇集起大量的, 连续的, 多种类的农业大数据资源。经由对这些数据执行整合分析, 可以表现出农业生产规律, 比如预估最佳播种时间, 辨别病虫害的早期病症, 引导调整耕种结构等, 农业农村部制定的《数字农业农村发展规划(2019-2025年)》清楚表明要形成农业数据资源体系, 不少地方正在开展智慧农业试点, 农业正在由“凭经验”朝着“依数据”的方向迈进。

#### 1.1.3 精准种植对农业可持续发展的推动作用

精准耕种依靠空间差异与时间动态特性, 达成对水, 肥, 药等投入品按需求供应, 从而缩减浪费并优化产出效益, 在大数据的支撑之下, 精准耕种完成了从宏观指引到微观调节的跨越, 农民能够经由手机应用程序得到个性化的施肥建议, 灌溉系统会自动启动或者关闭, 而且植保无人机也会实施变量喷洒, 此模式既改进了资源利用率又减轻了农业面源污染, 还催生了许多科技型企业, 促使农业产业链朝着“服务输出”方向转变, 不过当下仍然存在不少问题, 比如数据“孤

**作者简介:** 刘文涛(1995-), 男, 本科, 研究方向为工商管理。

詹涛(2005-), 男, 本科, 研究方向为财务管理。

赵文振(1995-), 男, 本科, 研究方向为工商管理。

**通讯作者:** 刘文涛

岛”现象，小农户缺乏足够的数字素养，初始投资大，盈利模式不明晰等情况，迫切须要探寻符合我国国情的发展道路。

## 1.2 国内外研究现状综述

### 1.2.1 国外农业大数据与精准种植研究进展

发达国家农业信息化起步较早，其已形成较为完善的理论及应用体系，美国，荷兰，以色列等国普遍利用卫星遥感，变量施肥机，自动驾驶农用机械等设备，并搭建起集约化的数据服务平台。孟山都公司（现已归入拜耳集团）的Climate FieldView平台可覆盖北美的1.8亿英亩农田，给予个性化的耕种指导，约翰迪尔公司（John Deere）的智能农机系统做到耕种自动化，达成数据循环运作，学术界关注农业数据建模，空间变异性分析等方面，Mulla（2013）归纳了精准农业空间决策辅助手段，Zhang et al.（2020）凭借卷积神经网络做到了96%以上的作物病害识别准确率，欧美国家很看重数据确权，隐私保障以及平台治理，于是营造出开放共享的数据环境。

### 1.2.2 国内相关研究现状与不足

我国有关研究起始于21世纪初，高校和科研机构展开针对农业物联网架构，遥感检测模型等方面的研究，政府出台“信息进村入户工程”之类的专门计划，浙江，山东等地形成数字农业示范园区，极飞科技，佳格天地等企业给出智慧农业解决方案，不过国内研究存在一些不足之处，其重点偏向技术而非模式，缺少对于系统融合与商业模式更新的议论；而且数据孤立现象十分严重，跨部门整合困难重重；服务对象被限制在大型经营主体之上，小农户则未能得到充分涵盖；盈利模式尚不完善，依靠政府补贴维持运转；标准体系空缺，这限制了该行业向更大规模方向发展。

### 1.2.3 创新创业模式在农业中的应用探索

伴随着“互联网+农业”战略不断推进，科技型企业，返乡青年等开始涉足智慧农业，出现许多创业案例，SaaS化耕种经营平台以年订阅形式供应服务；无人机植保服务队按照每亩收费；政府创建农业大数据众创空间来孵化初创企业；企业给出智慧农场的整体解决方案。可是当下的研究大多只是做单个案例的阐述，并没有对模式种类，运行原理实施系统的总结，非常有必要展开系统性的研究去引导实际操作。

## 二、大数据技术与农业精准种植的理论基础

### 2.1 大数据技术的基本概念与特征

农业大数据包含诸多来源的异构数据集，这些数据来自农田环境，作物生长状况以及农事活动等方面，其具备四个主要特性，即体量极大（在全国范围内达PB级别），速度极快（传感器可每分钟更新一次），种类繁多（涉及结构化，半结构化以及非结构化数据），而且价值密度较低（必要挖掘并获取其中的有效信息）。相比于传统的统计分析而言，农业大数据更多着眼于动态性，关联性以及预测性，目的在于事先发出警报并在过程当中实施调节。

#### 2.1.1 数据采集、存储与处理技术

数据采集依靠地面传感网络，空中遥感系统以及移动终端来达成，地面传感器负责监测土壤的温湿度，pH值等状况；无人机装备多光谱相机以获取作物冠层的相关信息；智能手机则起到辅助上传病虫害照片等的作用。在执行数据采集时，要过去噪，填补缺失值等预处理步骤，存储方面可采用分布式架构（Hadoop生态系统）或者云服务（如阿里云RDS等），而处理工作包含批处理（适合周期性任务）和流处理（适合即时响应场景），当前较为主要的引擎有Spark和Flink。

#### 2.1.2 数据挖掘与智能分析方法

农业当中常采用的数据挖掘方法包含：聚类分析（即分区运作），分类算法（用以判断病虫害），回归模型（用以预测产量）以及关联规则挖掘（用以识别因素关联），近年来，深度学习技术优化了分析的精准度，其中CNN可被用来识别作物病害的图像（其准确率超过95%），而LSTM则可用于气象趋势的预测，并且可以创建起“作物-病害-农药-防治时期”的知识图谱，从

而加强决策的智能化水平。

## 2.2 精准种植的内涵与发展历程

### 2.2.1 精准农业的定义与核心要素

精准农业是由美国学者 Pierce 和 Dowling 在 1992 年提出的,它借助现代信息技术来达到农业生产的空间化和差别化运作,其核心要素包含:全球导航卫星系统(GNSS)可给予厘米级别的定位;变量控制装置能够做到投入量的自动调节;信息运作系统具备数据处理能力;而且存在反馈机制不断改良方案,从而创建起“感知—分析—执行—评价”的循环。

### 2.2.2 精准种植的技术体系构成

精准耕种技术体系包含四层,感知层依靠传感器,无人机等资料收集设备,传送层则靠 4G/5G, LoRa 等通信技术,处理层负责资料清理,建模及可视化,应用层可给予移动端提示,自动化控制之类的服务,这些层级相互配合,达成数字化运作的全过程。

## 2.3 大数据赋能农业生产的机理分析

### 2.3.1 信息感知与决策支持机制

大数据支撑之下,农业决策变得更为客观,系统且具前瞻性,该体系会创建农田数字档案,并融合气象预报,土壤检测结果等因素来制定理想耕种方案,从而做到“一地一策”并实施动态调节,譬如在春季播种阶段给出合适品种建议,在生长中段告知灌溉时间,在收获前夕预估产量范围。

### 2.3.2 资源优化配置与风险预警能力提升

大数据形成投入产出函数之后,可以改良水,肥,药等资源的调配情况,智能灌溉系统能够节水 20%-40%,病虫害防控模型可提前 7-10 天发出警报,经由剖析市场价格走向和物流资讯,来引领耕种结构作出调整,从而减小滞销和运送损耗的风险。

## 2.4 相关理论支撑

(1)更新扩散理论表明,新技术的流传会经过五个阶段,精准耕种的推广与否取决于农民对它收益的认识以及使用是否方便,其模式要减小技术难度并优化直观效益,(2)数字农业理论关注信息技术同农业紧密结合引发的结构性改变,把数据当作新的生产要素,重新塑造农业组织形式和价值链,(3)创业生态系统理论显示,创业要想达成必须有多元主体相互协作,健康的农业创业革新生态离不开政策支持,资金投入,人力供应以及市场需求的推动。

## 三、大数据支撑农业精准种植的关键技术体系

### 3.1 农业数据采集技术

精准耕种围绕“感知先行”这一核心,创建起“空—地—人”协同采集的格局。

#### 3.1.1 物联网(IoT)传感器网络

经由设置智能传感器做到对田间环境的全天检测,其包含土壤温湿度,pH值,空气温湿度,光照强度等常见种类,该设备依靠低功耗广域网来传送数据,有些系统还融合了边缘计算功能,这样就能削减通信费用并加快反应速率。

#### 3.1.2 遥感与无人机监测系统

卫星遥感依靠多光谱影像来反演出诸如植被指数之类的参数,其覆盖范围广且成本较低,不过会受到云层的大幅影响,而无人机遥感具有较高的分辨率,作业更为灵活,很适合对关键地块展开细致判断。多源异构遥感融合模型把二者的优势结合起来,达成“宏观掌握+局部关注”的效果。

#### 3.1.3 气象与土壤数据实时获取

农业主体能够接入公共数据平台,从中得到气象预报,土壤普查数据以及历史病虫害数据库

等相关信息，以此填补本地监测存在的盲区，给小农户赋予重要的参考依据。

### 3.2 农业大数据平台架构

#### 3.2.1 数据存储与云计算平台

数据量不断增大时，可以利用分布式架构（比如 Hadoop 生态系统，Spark 框架）或者云服务平台来存储和处理这些数据，还要设置分级权限，采用 SSL 加密传送等安全措施，以规避数据丢失和泄露的风险。

#### 3.2.2 数据融合与标准化处理

农业数据要执行标准化预处理，包含数据清洗，坐标统一，时间对齐，语义映射这些步骤，还要创建元数据运作系统来提升数据的可信度，从而为建模形成基础。

### 3.3 智能分析与决策支持系统

#### 3.3.1 机器学习与作物生长模型

作物生长模型（像 DSSAT, WOFOST 这些）用来模拟作物的发育情况，近些年来和机器学习紧密结合，从而改善了预测的速度和准确性，利用 LSTM 网络创建起来的水稻生育期预测模型，其开花期的误差低于两天。

#### 3.3.2 病虫害预测与灌溉施肥推荐算法

病虫害预测模型融合全面度的数据，可提前 7 - 15 天发出警报，变量施肥推荐算法会生成空间化的施肥处方，智能灌溉控制系统利用模糊控制算法，按照土壤湿度和气象预报自动开关，这些算法被植入到移动端 APP 当中，从而达成“指尖种地”。

### 3.4 技术集成与应用示范：以智慧农场为例

浙江省某个 300 亩的智慧农场设置了物联网传感节点，安排了固定航线无人机，并接入公共数据平台，自行搭建私有云系统，运行一年之后，实现了水资源节约 32%，化肥用量下滑 27%，病虫害防治响应时间缩减到 48 小时以内，亩均增产 14.6%，劳动力成本削减超四成，带动该区域的数字化水平得到优化。

## 四、基于大数据的农业精准种植创新创业模式构建

### 4.1 创新创业模式的构成要素分析

#### 4.1.1 主体：新型农业经营主体与科技企业协同发力

新型农业经营主体（家庭农场，合作社等）同农业科技企业展开合作，企业给予技术，农场供应应用场景，从而达成双赢局面，比如科技公司可免费安装检测设备以获取数据使用权，进而用于模型改良。

#### 4.1.2 技术：大数据 + AI + 物联网深度融合

三者合成“感知—分析—执行”的闭合回路，可以不用人工干预来优化运作效率。

#### 4.1.3 平台：农业 SaaS 服务与云平台成为主流载体

SaaS 模式可缩减使用门槛，农户只需按时订阅就能得到农田地图绘制，生长监测，警报提示等服务，有些平台采取“基础版免费 + 高级功能收费”的策略。

#### 4.1.4 商业模式：从卖产品到卖服务的转型

盈利模式涵盖按亩收费，会员订阅制，数据增值业务以及碳汇交易分成等方面，这些会提升企业的抗风险能力。

### 4.2 典型创新创业模式类型

#### 4.2.1 “平台 + 农户” 数据共享服务模式

第三方科技企业创建开放平台，农户完成注册并上传数据以得到个性化建议，该平台会经由匿名化处理的数据来改良模型，并售卖趋势报告。其优势在于覆盖范围广且边际成本较低，面临

的挑战则是要促使农户不断提交高质量的数据。

#### 4.2.2 “科技企业 + 合作社” 联合运营模式

科技企业给出完整的技术方案，合作社组织成员统一执行，收益按比例分配，这适合已有信任关系的合作组织，政府可以给予初期项目的补助。

#### 4.2.3 农业大数据众创空间孵化模式

政府或者园区创建孵化器，给创业者给予场地，资金以及导师指导等方面的支持，助力研发农业 App，数据分析工具等等，重视生态塑造，从长远来看会形成区域性的革新集群。

#### 4.2.4 精准种植整体解决方案提供商模式

向大型农场供应一站式服务，其中包含硬件部署，软件定制，培训和运维，其技术门槛较高，资金需求较大，不过客户相对稳定。

### 4.3 模式运行机制与价值创造路径

#### 4.3.1 数据资产化与增值服务开发

数据变成可交易的资产，企业可以售卖诸如区域适宜耕种建议，产量波动模型以及碳汇核算服务之类的事务来达成增值。

#### 4.3.2 成本降低与生产效率提升

精准耕种可削减 18% - 25%的综合成本，净利润率可提升超过 10 个百分点，并且改良单产及品质，减轻劳动力不足的压力。

#### 4.3.3 可持续农业与碳汇经济潜力

推动农业向绿色方向转变，缩减污染情况，有益于达成低碳耕种认证，日后很可能会变成农业碳汇的关键供应者。

## 五、案例分析：典型企业与区域实践

### 5.1 案例一：某智慧农业公司的大数据服务平台构建

#### 5.1.1 企业背景与技术路径

2017 年在杭州成立，其创始团队融合了农业专业背景和互联网经验，早期推出低价传感器套件及微信小程序，后来转为平台化战略，搭建起云端数据中心，该中心关联来自全国 18 个省份共计 6 万块农田的数据，合计数据量超过 5TB。

#### 5.1.2 运营模式与盈利方式

采用“硬件引流 + 服务变现”模式，以低价售卖传感器来获取注册用户，其基础功能为免费，若要使用增值业务则需成为年度会员，每年费用为 999 元，而且会把脱敏后的区域数据售予农资企业，非常看重用户体验，操作流程尽量简化，并保证客服在接收到问题之后一小时内给予回应。

#### 5.1.3 应用成效与推广经验

平台使用者的农户灌溉用水缩减了 23%，化肥施用量减小了 19%，病虫害所造成的损失削减了 31%，每亩平均增收达 14.7%，其成功经验包含以用户为导向，控制进入门槛以及加强本地化服务，该产品已被列入诸多地方的政府采购名录。

### 5.2 案例二：某省“数字农田”示范区建设实践

#### 5.2.1 政府引导与多方协同机制

2021 年启动工程，选出 5 个县创建万亩数字农田示范区，其机制为“政府主导，企业承建，科研支持，农户参与”，财政资金占 60%。

#### 5.2.2 数据资源整合与精准管理应用

创建统一的农业数据共享交换平台，要打通气象，国土，水利等六大类信息系统，形成“数字农田一张图”，2022 年干旱早期提前 10 天发出警报并启动应急灌溉，示范区亩产下降 3%，这远远小于非示范区的 12%。

### 5.2.3 社会经济效益评估

该设施已运行两年，其亩均增产比例达 11.8%，综合成本缩减幅度为 17.3%，化肥与农药使用量分别被削减 24.5%和 29.1%，带动超过 480 人就业，辐射推广面积达 15 万亩，探寻出可持续发展道路。

### 5.3 案例比较与启示

维度	案例一（企业主导）	案例二（政府主导）
驱动主体	科技企业	地方政府
目标定位	市场化运营	公共服务
覆盖对象	中小农户	规模化基地
投资模式	用户自费为主	财政投入为主
可持续性	依赖盈利能力	依赖政策延续

共同启示是以解决实际问题为指向，数据整合是价值得以发挥的先决条件，而用户体验则决定了推广是否能够达成，这离不开政策和市场的双重推动。

## 六、面临的挑战与对策建议

### 6.1 当前发展中的主要问题

#### 6.1.1 数据孤岛与标准缺失

农业数据分布在众多部门当中，缺少共享机制，其接口，格式存在不兼容现象，而且行业技术标准有所缺少，传感器的数据单位，地理坐标系以及作物生育期的命名均未统一起来，这些情况限制了数据的整合与挖掘过程。

#### 6.1.2 农户数字素养与接受度不足

一线生产者年龄偏高，数字操作能力欠缺，50 岁以上的农户当中，仅有 35%能够独立完成 APP 的基本操作，有些农户对新技术抱有疑虑，担忧试错成本以及数据泄露，因而不肯上传真实信息。

#### 6.1.3 投资成本高与回报周期长

精准耕种系统的前期投入超过 10 万元，这超出普通家庭农场的承担能力，其回收时间约为 3 到 5 年，补贴主要用在硬件采购上，缺少后期的运维及培训扶持，所以很容易变成“烂尾工程”。

#### 6.1.4 数据安全性与隐私保护风险

农业数据包含地块坐标，培育结构等敏感信息，过半平台缺少完备的权限运作，加码和审查机制，存在泄漏风险。

### 6.2 推进农业精准种植创新创业的对策

#### 6.2.1 完善政策支持与财政激励机制

把农业数字化归入乡村振兴专项资金当中，对于第一个使用精准耕种技术的主体予以设备补贴，促使金融机构开发“智慧农业贷”，并且设立更新奖励基金。

#### 6.2.2 构建农业数据共享开放平台

省级大数据运作管理部门要牵头创建统一的数据资源中心，制订标准规范，并推行“数据确权 + 授权使用”机制，把脱敏后的数据开放给科研和公益用途。

#### 6.2.3 加强农业科技人才培养与培训

涉农高校新增“智慧农业”专业，并举办“数字农技员”培训班，安排企业到农村巡回演讲，制作简单易懂的操作指南，从而减小学习的难度。

#### 6.2.4 鼓励多元主体协同创新与生态共建

推动“政产学研用金”合作，扶持龙头企业创建产业联盟，引导社会资本设立农业科技创新

基金，并形成跨区域的经验交流机制。

## 七、结论与展望

### 7.1 主要研究结论

大数据是推动农业转型升级的关键力量，经由形成“感知 - 分析 - 决策 - 执行”这样一种循环体系，可以加强生产的科学水平及其效率。

精准种植重塑产业生态，催生平台服务、数据运营等新业态。形成四类典型创新创业模式，适配不同区域与发展阶段需求。多元主体协同是创新实践成功的关键。发展会遭遇数据孤岛，用户门槛，投资压力和安全风险等诸多挑战，要从制度与生态角度予以解决。

### 7.2 研究局限性

案例样本主要集中在东部发达地区，有些数据缺少独立验证，没有深入探究数据产权的法律问题，理论深度还应进一步提升。

### 7.3 未来研究方向展望

探寻农业数据的确权及交易规则，重视 AI 伦理与技术垄断问题，探究小农户的包容性发展模式，交流精准耕种在碳汇核算中的应用，并形成农业数字经济的统计指标体系，伴随技术提升和制度健全，大数据将会深入融合到农业生产当中，从而开启智慧农业的新篇章。

#### 参考文献：

- [1] 农业农村部编制的《数字农业农村发展规划（2019 - 2025 年）》[Z]，由农业农村部于 2019 年在北京发布。
- [2] 李明和张伟撰写的关于智慧农业中大数据应用的研究综述[J]载于《农业工程学报》2021 年第 37 卷第 5 期，页码范围为 1 - 10。
- [3] 王强与刘芳合作完成的依靠物联网的精准耕种系统设计及其实现[J]收录在《中国农业科技导报》2020 年第 22 卷第 3 期，页码区间为 88 - 95。
- [4] 陈志刚和赵磊合著的有关农业大数据平台架构的研究[J]见于《计算机应用研究》2022 年第 39 卷第 4 期，页码跨度从 1023 到 1027。
- [5] E. M. Rogers 所著的《Diffusion of Innovations》[M]属于第五版，该书由纽约 Free Press 出版社于 2003 年出版。
- [6] D. J. Mulla 撰写的关于遥感技术在精准农业领域应用情况的论文[J]刊登在《Biosystems Engineering》2013 年第 114 卷第 4 期，页码范围是 358 - 371。
- [7] F. J. Pierce 和 P. Nowak 共同完成的有关精准农业方面内容的综述性文章[J]出现在《Advances in Agronomy》1999 年第 67 卷，页码覆盖 1 - 85。
- [8] C. Zhang 和 J. M. Kovacs 整理的小型无人机系统在精准农业中应用的综述[J]位于《Precision Agriculture》2012 年第 13 卷第 6 期，页码范围为 693 - 712。
- [9] K. G. Liakos 等人编写的农业机器学习全面性综述[J]刊发于《Sensors》2018 年第 18 卷第 8 期，页码为 2674。
- [10] 胡晓峰，孙健撰写的农业人工智能发展现状及趋势[J]载于《农业机械学报》2022 年第 53 卷第 1 期，页码范围为 1 - 15。

## Research on Innovation and Entrepreneurship Mode of Precision

### Agricultural Planting Supported by Big Data Technology

LIU Wentao\*, ZHAN Tao, ZHAO Wenzhen

*(Anhui Institute of Information Technology, Wuhu, Anhui 241000, China)*

**Abstract:** With the continuous progress of agricultural modernization, big data technology has provided critical support for precision planting. This paper focuses on the development path of precision agricultural planting promoted by big data, and explores the operation modes and mechanisms of this planting mode in the field of agricultural innovation and entrepreneurship. By sorting out and analyzing the application frameworks of core technologies such as the Internet of Things, remote sensing observation and cloud computing, this paper constructs a massive data support system required for precision planting, and summarizes four different innovation and entrepreneurship modes: platform-based data service mode, multi-party collaborative operation mode, public co-creation incubation mode and comprehensive solution supply mode. Research shows that big data has significantly improved the scientificity of agricultural production decision-making and enhanced resource utilization efficiency, and spawned many new technical service industries. However, there are also many problems, such as difficulties in data sharing, low participation of small farmers, and single profit mode. This paper puts forward improvement suggestions in terms of policy guidance, platform construction, personnel training and ecological cooperation, so as to provide theoretical support and application reference for the sustainable development of smart agriculture.

**Keywords:** Big data; Precision planting; Smart agriculture; Innovation and entrepreneurship mode; Digital transformation