中国智慧农业政策演进特征与优化策略
——基于“工具-主题-目标”三维框架

高 群[1,2*]，罗银芳[2]

（1. 南昌大学廉政研究中心，江西南昌 330031，中国；2. 南昌大学公共政策与管理学院，江西南昌 330031，中国）

摘 要：［**目的/意义**］智慧农业是农业新质生产力的关键内容，是驱动农业农村现代化的关键抓手。本研究立足于政策文本的前端设计，对中国智慧农业政策文本开展量化分析，为政策的优化完善提供决策参考。［**方法**］基于政策工具理论，构建“工具-主题-目标”三维分析框架，以2013—2025年240份智慧农业中央政策文本为研究对象，运用潜在狄利克雷分配主题模型及内容分析法揭示智慧农业政策演进特征与优化策略。［**结果和讨论**］（1）中国智慧农业政策时序演进趋势显著，分为政策探索期（2013—2015年）、试点示范期（2016—2018年）、战略推进期（2019—2023年）、全面深化期（2024年至今）4个阶段。（2）中国智慧农业政策综合运用了供给型、环境型、需求型3类政策工具，总量使用较均衡，但内部工具构成存在显著失衡。（3）政策目标演进呈现清晰的阶段递进特征，其内在结构尚需优化。（4）政策注意力高度集中于数字转型与智慧升级主题，政策主题与政策工具的适配度有待提升。［**结论**］为实现农业智慧转型与高质量发展，建议推动政策工具内部均衡化，构建供给提质、环境赋能、需求牵引的三元路径；协调政策主题的注意力分配，提升政策工具与政策主题的适配度；推动政策目标均衡化，完善标准引领、制度保障、人才支撑的系统机制。

关键词：智慧农业；政策演进；政策工具；政策主题；政策目标；LDA主题模型

中图分类号：F323 **文献标识码：**A **文章编号：**SA202603016

引用格式：高群, 罗银芳. 中国智慧农业政策演进特征与优化策略——基于"工具-主题-目标"三维框架[J]. 智慧农业(中英文), 2026, 8(3): 253-269. DOI：10.12133/j.smartag.SA202603016

GAO Qun, LUO Yinfang. Evolution Characteristics and Optimizing Strategy of Smart Agriculture Policies in China: Based on "Tools-Topics-Objectives" Framework[J]. Smart Agriculture, 2026, 8(3): 253-269. DOI：10.12133/j.smartag.SA202603016 (in Chinese with English abstract)

0 引 言

智慧农业既是建设农业强国的战略制高点，又是发展农业新质生产力的关键组成。2026年《中共中央 国务院关于锚定农业农村现代化扎实推进乡村全面振兴的意见》明确提出“因地制宜发展农业新质生产力，促进人工智能与农业发展相结合，拓展无人机、物联网、机器人等应用场景”；2025年，《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》强调“统筹发展科技农业、绿色农业、质量农业、品牌农业，把农业建成现代化大产业”。中国智慧农业近年来发展成效显著，农业数字化水平稳步提升，应用场景也不断丰富，这为农业现代化注入了强大动力。然而，智慧农业在政策落实、技术应用及产业协调方面仍面临着不少难题。一是农业数字基础设施发展不平衡，部分地区网络覆盖薄弱、设备更新滞后，限制了农业数据的实时采集与传输[1]；二是智慧农业技术应用广度不足，部分农业生产经营主体认知有限、应用能力欠缺，智慧农业技术的推广难度因此加大[2]；三是数据共享机制尚未健全[3]，数据孤岛现象突出，智慧农业的跨界创新难以开展[4]。智慧农业仍然处于从试点示范向规模化推广过渡的阶段，政策体系的适

收稿日期：2026-03-12

基金项目：国家自然科学基金项目（72563022）；国家级大学生创新训练项目（202510403097）

*通信作者：高 群，博士，教授，研究方向为农业经济理论与政策分析。E-mail：gaoqun3602@126.com

本文的附表材料可在本刊官网和知网检索并下载。

copyright©2026 by the authors

配性亟待优化。

随着智慧农业上升为国家战略，有关智慧农业政策的研究日益成为学界关注的重点，学者从智慧农业政策效果评估、优化路径及国内外智慧农业政策比较等方向展开了讨论。一是关于智慧农业政策效果评估的研究。学者们大多认可政策对智慧农业发展的赋能作用。政策有效引导了技术创新，借助政策与技术主题的关联分析能识别出智慧农业领域的技术机会，例如农业智能控制、智能灌溉、智能农业机械等[5]，加快了先进技术的转化应用[6]；政策也推动了产业融合与业态创新，带动了智慧农业与电商融合发展[7]，智慧农业新业态的创业活力因此被激发出来[8]。但也有学者指出，当前智慧农业政策体系仍面临不少难题。政策的精细化水平还有待提升，智慧农业与乡村振兴衔接的阶段性规划与财政支持需要进一步加强[9]；另外，部门间的协同机制还不够完善，政策分散、资金重复投入的问题仍然存在[10]，稳定高效的跨部门协调体系尚未真正形成[11]，政策效能因此大打折扣。二是关于智慧农业政策优化路径的研究。从顶层设计来看，智慧农业政策应兼顾区域差异和可操作性[12]。例如，西部地区可以通过规划先行来谋划智慧农业的发展思路[13]；与此同时，也要注重智慧农业与数字乡村战略的一体化设计，强化县域层面的政策协同[14]；在要素支撑层面，学者们认为应构建一个技术、人才、资金、数据四位一体的支持体系，包括加强关键技术研发与人才培养[15]、健全农村金融支持机制[16]、实施差异化补贴政策[17]，以及推动数据立法与共享[18]。三是关于国内外智慧农业政策比较的研究。从共性来看，国内外智慧农业政策均重视构建包容性政策框架、加强数据治理、完善评估反馈机制，并推动合作与国际经验交流[19]；差异则在于中国智慧农业政策更关注技术应用中的节本增效与小农衔接[20]，发达国家更侧重于城乡网络一体化[21]、开源社区研发[22]和绿色发展导向[23]。在政策具体推进过程中，国外倾向于进行小规模试点[24]与跨境数据监测[25]，国内则将着力点放在规模化试点[26]与战略衔接[27]上，这些差异为优化中国智慧农业政策提供了有益参考。

总体看来，国内外学者对智慧农业政策的研究相当重视。不过，从既有研究成果来看，尽管智慧农业发展受到了广泛关注，但针对智慧农业政策的论述却大多分散于个案分析当中，缺乏对中国智慧农业政策文本的整体分析，且现有智慧农业政策本身也还有较大的优化空间。在此背景下，对中央层面的智慧农业政策文本展开深入剖析，有助于准确把握政策演进的逻辑，进一步明确未来的施策重点。鉴于此，本研究以政策工具理论为基础，搭建了一个由政策工具、政策主题与政策目标构成的三维分析框架，同时综合运用潜在狄利克雷分配（Latent Dirichlet Allocation, LDA）主题模型与内容分析法，对2013—2025年中国出台的智慧农业政策文本进行量化分析，为健全智慧农业政策体系、赋能农业强国建设提供理论支撑与实践参照。本研究的边际贡献在于：一是对中国智慧农业政策演进历程进行了系统梳理，揭示出其从概念引入逐步走向体系成熟的变迁逻辑，为持续优化智慧农业政策提供理论依据；二是构建了一个融合政策目标、政策主题与政策工具的三维分析框架，由此实现对智慧农业政策文本的解构，拓展该领域的方法论视野；三是突破了传统定性研究的范式局限，LDA主题模型的引入推动智慧农业政策研究向量化分析方向深化，进一步丰富了该领域的方法论体系。

1 数据来源

政策是政府为实现特定目标，依据治国理政需要[28]所制定的规则体系与行动方案[29]。其功能在于规范和引导各类机构团体及个人的行为，表现形式包括法律法规、行政规章、规范性文件、国家规划、具体实施方案及相关路线方针政策等。随着政府信息公开与治理透明进程的持续深入，政策文本作为研究数据来源的信效度显著增强，一定程度上有效规避了定性分析可能存在的主观偏差，从而提升了研究的科学性与解释力[30]。为系统考察中国智慧农业政策体系的发展脉络，以2013年农业部（现农业农村部）首次在中央政策文件中明确提及“智慧农业”为时间起点，选取2013年至2025年间由中央政府及其组成部门发布的智慧农业政策文本作为研究对象，深入解析其政策工具运用、政策主题分布及政策目标的演变特征。选取中央层面发布的智慧农业政策作为研究对象，主要出于两方面考量：一方面，中央层面政策具有全国性统一指导作用，是地方政策创新和行业实践的风向标，在研究国家层面的智慧农业政策演进时更具代表性；梳理中央层面智慧农业政策的演进脉络能够明确各阶段的关注重点与工具组合特征，从而折射出政策体系的阶段演进逻辑；另一方面，相较于地方性政策，中央层面的政策更为连续完整，且在全国范围内具

有普遍约束力，且中央层面的政策获取更加便利，研究结论也更有说服力[31]。

重点参考赵春江[32]对智慧农业的概念界定，以“农业”“农机装备”“农业生产”“智慧农业”“精准农业”，以及“智慧”“智能”“数字”“物联网”“人工智能”等作为政策遴选关键词进行组配检索，通过北大法宝法律法规数据库、中国政府网、中央各部委网站等渠道搜集2013年至2025年间发布的契合智慧农业主题的法律法规、实施办法、指导意见、通知等政策文件。政策遴选遵循以下步骤和标准：首先，通过政策文件的标题来辅助判断该政策文件对智慧农业的重视程度和关注度，若政策标题与智慧农业十分相关则纳入全文分析；其次，根据文本内容尤其是关键词出现频率判断，对共同涉及两个及以上关键词的政策文本语段进行合并，只对与智慧农业相关的语段进行精确局部分析[33]；最后，剔除适用范围有限的非规范性文件、已失效或仍处于征求意见阶段的政策文本，并依据政策引用关系进行追溯补遗确保样本的完整性与时效性[34]，最终筛选获取有效政策文本240份（详见附录）。所选政策样本既涵盖中央层面的规范性政策，也包含相关部委制定的标准指南、操作规范等文件，能够代表过去十余年间中国政府顶层设计中的智慧农业相关政策。

2　研究方法

2.1　内容分析法

基于内容分析法，借助NVivo14质性分析软件对智慧农业政策文本进行系统性编码与量化分析。内容分析法是一种将定性解读与定量统计相融合的研究技术，可较为客观地揭示政策文本内部特征及相互关系，既有助于深入挖掘政策工具的使用特征和主题分布，又能通过客观系统的定量工具和分析流程来保证研究的可信度。该方法遵循实证主义范式，常用数据表格、统计数字等来表达结果，不仅能够达到对政策内容“质”的深刻理解，又能够实现对政策内容“量”的分析。作为一种非直接介入的分析方法，内容分析法很大程度上降低了单一质性研究的主观性与不确定性[35]，适用于乡村振兴政策[36]、农村金融政策[37]、乡村治理政策[38]等农业农村类政策研究。此外，借助内容分析法，还可从历时性维度揭示政策的动态演变规律[39]。通过对不同时期政策文本的编码结果进行比较，内容分析法能够系统且客观地描述政策文本的内容，揭示政策的历史变迁及特征。

2.2　LDA主题模型

为深入挖掘中国智慧农业政策文本的潜在主题结构，识别其内容聚焦与演进特征，采用LDA主题模型进行自动化文本主题分析。LDA主题模型是一种通过概率主题建模实现文本无监督聚类的自然语言处理模型，可以借助反复迭代的无监督学习细化对主题的挖掘[40]，被认为是分析大规模非结构化文档集最有效的工具之一，在农业农村政策研究领域展现出较强的解释力。相较于其他文本分析方法，LDA模型的优势在于：一是通过无监督学习规避主观预设，客观识别政策主题演变[41]；二是突破表层词频与静态共现的局限，通过建模词语的共现概率分布，深入挖掘语义间的内在联系，能够有效揭示隐藏在文本背后的主题结构；三是适用于大规模语料的主题提取和聚类分析，大幅提升政策文本分析的可扩展性和语义解释性。

在具体实施中，利用Python 3.9.12编程环境构建LDA模型，通过对政策文本语料进行迭代计算，自动提取涵盖农业生产数字化、智能技术应用、基础设施建设、产业生态培育等方面的政策主题，从而揭示政策体系的内容架构与关注重点。模型构建遵循三个步骤：首先，对政策文本进行预处理，包括中文分词、去除停用词等，以净化语料并提取有效特征。在LDA模型中，每个政策文本被视为一组主题的概率混合，每个主题则是一组词语的概率分布。对于文本中的第i个词$w_{d,\,i}$而言，通过多项式概率分布multi（θ_d）产生主题$z_{d,\,i}$，又通过多项式概率分布multi（Φ_d）产生$w_{d,\,i}$，其中，θ和Φ是由α和β产生的，α是主题的先验分布参数；β是词的先验分布参数；θ代表各主题出现的概率；Φ代表各词出现的概率；Z是先验出现的主题；W是观测到的词数量；K为模型预设的主题数；M为智慧农业政策文本数量；变量的联合分布如公式（1）所示。

$$p(w,z|\alpha,\beta)=p(w,z|\alpha,\beta)\,p(z|\alpha,\beta)=$$
$$p(w,z|\beta)\,p(z|\alpha)=\prod_{k=1}^{k}\frac{\Delta(n_k+\beta)}{\Delta(\beta)}\cdot\prod_{d=1}^{M}\frac{\Delta(n_d+\alpha)}{\Delta(\alpha)}\quad(1)$$

式中：n_k表示第k个主题下各词语的统计频次；n_d表示第d篇政策文本内各主题出现频次。

利用Gibbs采样求解分布p（w，z），可得到LDA主题模型的Gibbs Sampling，见公式（2）。

$$p(z_i=k|\vec{z}_{\neg i},\vec{w})\propto\hat{\theta}_{mk}\cdot\hat{\varphi}_{kt}\quad(2)$$

式中：$z_i=k$表示第i个词被分配至第k个主题；$\vec{z}_{\neg i}$指的是剔除第i个词语后，剩余所有词汇的主题分配结果；$\vec{w}$表示所有政策文档词语全集；$\hat{\theta}_{mk}$表示估算得到第m篇文档在第k个主题上的占比，即文本主题概率；$\hat{\varphi}_{kt}$表示估算得到第k主题生成第t个特征词的概率，即主题用词概率。

θ和φ根据Dirichlet参数估计得到公式（3）和公式（4）。

$$\hat{\theta}_{mk}=\frac{n_{m,\neg i}^{(k)}+\alpha_k}{\sum_{k=1}^{K}(n_{m,\neg i}^{(t)}+\alpha_k)} \tag{3}$$

$$\hat{\varphi}_{kt}=\frac{n_{k,\neg i}^{(t)}+\beta_t}{\sum_{t=1}^{V}(n_{k,\neg i}^{(t)}+\beta_t)} \tag{4}$$

式中：$n_{m,\neg i}^{(k)}$表示剔除第i个词后，政策文本m中被划为主题k的词语数量；α_k指的是第k个主题对应的先验分布参数；$n_{m,\neg i}^{(t)}$表示剔除第i个词语后，政策文本m中词语t的出现频次；$n_{k,\neg i}^{(t)}$代表剔除第i个词语后，第k个主题下词语t的出现频次；β_t指的是第t个特征词对应的先验分布参数；V代表语料词汇表总容量。

采用公式（5）的主题困惑度（Perplexity）和公式（6）的主题一致性（Coherence）指标进行模型评估，困惑度值越小，一致性值越大，表明模型对数据的拟合效果越佳。

$$Perplexity=\exp\left\{-\frac{\sum_{d=1}^{M}\log p(W_d)}{\sum_{d=1}^{M}N_d}\right\} \tag{5}$$

$$Coherence=\sum_{i=2}^{M}\sum_{j=1}^{M-1}\log\frac{D(x_i,x_j)+\varepsilon}{D(x_j)} \tag{6}$$

式中：W_d表示第d篇政策文本的全部分词词语集合；$p(W_d)$表示第d篇政策文本中出现的每个词语的概率；N_d表示第d篇政策文本中分词后的词语总数；x_i，x_j表示同一主题下任意两个不同特征词汇；$D(x_i, x_j)$表示包含词语x_i，x_j的政策文本数量；$D(x_j)$表示包含词语x_j的政策文本数量。

最后，借助pyLDAvis可视化工具进行结果呈现与交互验证，提取各主题下的特征词分布，系统阐释智慧农业政策的核心关切与内容构成。

2.3 智慧农业政策三维分析框架构建

为深入理解智慧农业政策体系，参考张祚等[42]对耕地保护政策的分析框架，以中央各部门发布的智慧农业政策文本为基础，围绕三大核心研究内容构建分析框架：其一，揭示政策工具对智慧农业治理实践的形塑作用；其二，厘清智慧农业政策主题的层次结构；其三，阐释政策目标驱动下智慧农业政策体系的作用机制。据此，从政策工具、政策目标、政策主题三个维度构建智慧农业政策三维分析框架，见图1。其中，政策目标锚定政策发力的方向，进而决定工具选择的价值导向；政策主题反映政策的目标导向，引导政策工具的选用与配置。政策工具作为核心执行手段，其有效运用是实现政策目标的关键。三者相互关联、形成闭环，契合政策协同与效能提升的治理需求。相较于二维框架，该三维结构能更全面地呈现政策体系的复杂关联；相比多维框架，其简洁性更有利于开展跨维度的交互分析，从而为智慧农业政策分析提供系统化的研究视野。

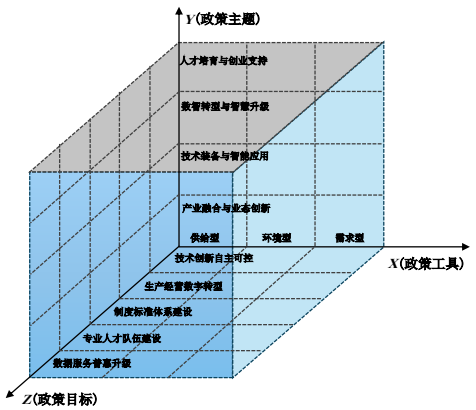


图1 智慧农业政策三维分析框架图

Fig. 1 Three-dimensional analytical framework for smart agriculture policies

2.3.1 X维度:政策工具维度

政策工具是政府连接政策目标和政策行动的机制，是将政策意图转化为实际行动的具体手段[43]。政策工具的选择既是决策者价值导向与治理理念的核心载体[44]，又是实现政策目标、保障政策效能的关键机制[45]。学界关于政策工具的分类存在多种理论框架，例如，依据政策对技术创新的作用层面，可划分为供给型、环境型和需求型工具[46]；根据政府介入强度，可分为自愿性、强制性和混合型工具[47]；从政策目标转化为具体行动的机制出发，可分为命令型、激励型、能力建设型与系统变革型[48]；亦有学者按政府推动公众行为的方式，将其划分为权威型、激励型、能力型、象征劝诱型与学习型5类[49]。以中央各部门发布的智慧农业政策为研究对象，基于政策工具分类理论，参考段尧清[50]对农业农村政策工具的分类，将智慧农业政策工具划分为供给型、环境型和需求型3类，并结

合智慧农业政策的特点构建政策工具维度[51]。该框架的选择主要出于三项考量：第一，中央层面智慧农业政策在实践中主要发挥推动供给、营造环境与拉动需求三方面作用，与此三类工具高度契合；第二，该模型具有明确的产业导向与问题针对性，边界清晰、操作性强且在政策文本量化研究中应用成熟，有助于对智慧农业政策进行系统解析；第三，该框架兼顾政府引导与市场协同，符合智慧农业在技术创新、资源配置与产业升级等方面的综合治理逻辑。

在智慧农业政策体系中，供给型政策工具是指政府通过提供必要的资源和支持，为智慧农业发展提供推力的政策工具；环境型政策工具是指政府通过营造有利的政策环境，引导和激励各类主体发展智慧农业的政策工具；需求型政策工具是指政府通过满足各类主体的特定需求，为智慧农业发展提供拉力的政策工具。具体政策工具的类型与释义详见表1。

表1　智慧农业政策工具维度及释义表

Table 1　Policy instrument dimension and definitions of smart agriculture policies

工具类型	政策工具名称	具体释义
供给型	基础建设	智慧农业产品和服务设施、智能设备等基础设施建设
	财政支持	政府财政拨款、资金投入支持智慧农业发展
	人才培养	培育智慧农业技术操作、研发与管理专业人才
	科研支持	支持智慧农业传感器、智能算法等核心技术攻关
环境型	目标规划	政府对发展智慧农业所达成的目标或者规划、实施路径
	宣传引导	宣传智慧农业典型案例、技术成果，引导各类主体积极参与
	标准规范	为促进智慧农业高质量发展提供一系列行业规范或标准
	金融支持	利用社会融资发展智慧农业
需求型	试点示范	政府培育智慧农业试点项目，评选示范建设点
	合作交流	开展智慧农业经验交流分享，推动各方力量合作交流
	产研结合	促进研发机构与产业主体对接，落地智慧农业技术
	社会参与	鼓励企业、合作社、社会公众积极参与智慧农业建设运营

2.3.2　Y维度：政策主题维度

为精准识别中国智慧农业政策的潜在主题特征，采用LDA主题模型进行文本挖掘。首先，在LDA主题模型中将α、β值设置为默认参数值，迭代值设置为默认值50次，将经过数据预处理得到的主题词频次表中共词出现的频率作为分析对象进行主题挖掘。随后，为进一步了解政策文本讨论的主题，采用主题困惑度（Perplexity）、主题一致性（Coherence）指标进行模型评估，困惑度值越小，一致性值越大，表明模型对数据的拟合效果越佳，如图2所示。最后，借助pyLDAvis可视化工具进行交互验证，提取并阐释各主题对应的核心特征词，从而系统揭示中国智慧农业政策的关注焦点与内容结构。

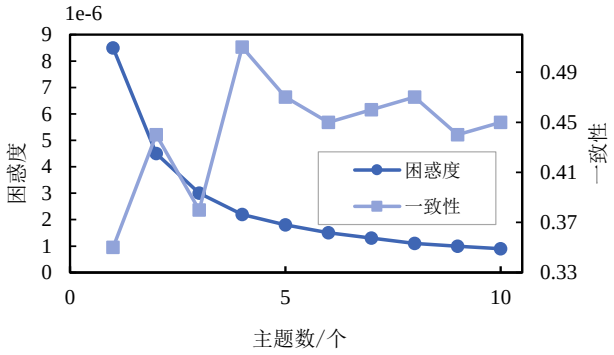


图2　智慧农业政策的困惑度与一致性曲线图

Fig. 2　Perplexity and coherence curves of smart agriculture policies

图2模型结果表明，困惑度曲线随着主题数递增呈现递减趋势，当LDA主题数量为4个时一致性曲线达到峰值，此时困惑度下降趋势显著放缓，模型在拟合度与复杂度之间实现较优平衡；同时，pyLDAvis模块的可视化结果显示4个主题无交叉且相对独立，表明主题间区分度良好，能够较为准确地反映智慧农业政策文本的主题特征，见图3。

2.3.3　Z维度：政策目标维度

政策目标是政策制定者希望通过政策制定和实施达到的效果。它是政策的核心组成部分，为政策执行提供了明确的方向和依据，是政策评估和监测的重要参照标准。根据学界对智慧农业战略目标的相关论述[32]，结合智慧农业政策文本的特点，确定技术创新自主可控、生产经营数智转型、制度标准体系建设、专业人才队伍建设、数据服务普惠升级五大政策目标，具体释义见表2。

2.3.4　政策文本单元编码

依据智慧农业政策的三维分析框架与扎根理论的编码规则，将240份政策文本导入NVivo14软件进行分析。采用“政策编号-条款编号-内容编号”的结构形式，逐句开展编码，对智慧农业政策工

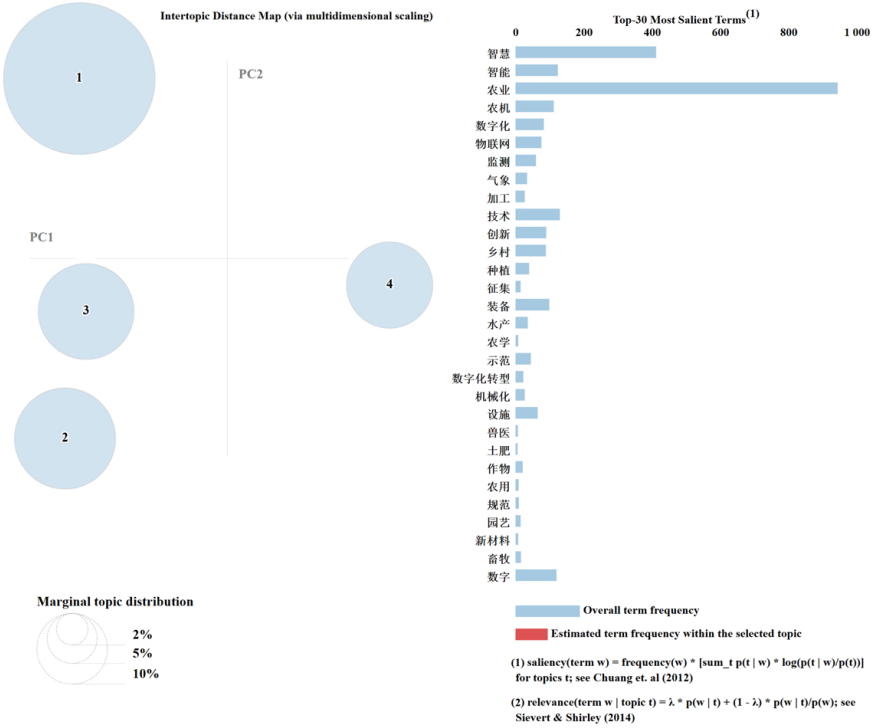


图3 智慧农业政策的pyLDAvis可视化结果

Fig. 3 pyLDAvis visualization results of smart agriculture policies

表2 智慧农业政策目标维度及释义表

Table 2 Policy objective dimension and definitions of smart agriculture policies

政策目标	具体释义
技术创新自主可控	突破智慧农业关键核心技术,构建自主知识产权体系,保障技术供给安全可控
生产经营数智转型	推动农业生产、管理、流通全链条数字化、智能化改造,提升生产效率与经营水平
制度标准体系建设	建立健全智慧农业数据、技术、安全等相关标准与规范,完善行业治理体系
专业人才队伍建设	推动产学研深度融合,创新培训方式,通过职业开发与技能认定强化智慧农业发展的人才支撑
数据服务普惠升级	强化数据要素保障,推动农业数据资源开放共享,为各类经营主体提供便捷、高效的数字化服务

具、政策主题和政策目标进行识别与归类，最终形成编码表。为直观展现编码过程，表3以第42条政策作为典型示例展示编码详情。

表3 智慧农业政策编码示例

Table 3 Example of smart agriculture policy coding

序号	政策名称	内容分析单元	编码	政策工具	政策主题	政策目标
42	《农业农村部关于大力发展智慧农业的指导意见》	二、全方位提升智慧农业应用水平(一)推进主要作物种植精准化……	42-2-1	环境型—宣传引导	产业融合与业态创新	生产经营数智转型

3 中国智慧农业政策历史演进

根据智慧农业政策在政策理念、发文部门、年度发文量和标志性文件等维度的演变特征，通过政策文本分析，将其演进划分为4个阶段（图4）。

1）2013—2015年政策探索期，以智慧农业概念的引入与顶层设计的建构为主要特征。该阶段智慧农业尚处于萌芽状态，政策初步明确了智慧农业的发展方向，内容聚焦农业信息化与智慧农业的概念界定、战略定位，强调物联网、大数据等技术与农业的融合。发文主体以原农业部为主，发文数量较少，标志性文件包括2013年《关于加快推进农业信息化的意见》和2015年《关于推进农业农村大数据发展的实施意见》。这一时期的政策探索为后续智慧农业的发展积累了经验，但由于理念理解和技术条件的限制，智慧农业的产业价值尚未得到充分认识。政策尚处于认知普及阶段，未形成系统

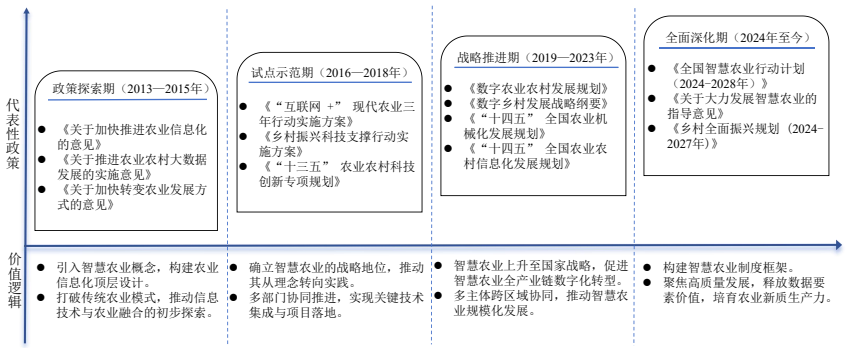


图 4　智慧农业政策演进脉络

Fig. 4　Evolution trajectory of smart agriculture policies

框架，核心目标是打破传统农业发展模式，探索信息技术在农业领域的应用可行性，尚未聚焦产业价值转化与规模化推广。

2）2016—2018 年试点示范期，政策重点转向具体技术应用与项目落地实施。2016 年《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》提出“推进农业信息化建设，加强农业与信息技术融合，发展智慧农业”，智慧农业正式确立其战略地位。政策内容从理念转向物联网、大数据、智能装备等具体技术的集成应用，并启动了数字农业建设试点、农业物联网区域试验工程等一批示范项目。发文部门趋于多元化。工业和信息化部、国家发展改革委、财政部等多部委联合发文的频率显著增加，体现了部门协同推进的态势。年度发文量快速增长，智慧农业进入“由虚向实”的技术驱动期。

3）2019—2023 年战略推进期，智慧农业上升为国家战略的重要组成部分。2019 年《数字农业农村发展规划》《数字乡村发展战略纲要》《中共中央国务院关于坚持农业农村优先发展做好“三农”工作的若干意见》均强调大力发展智慧农业；2021 年《中华人民共和国乡村振兴促进法》、2023 年《中华人民共和国粮食安全保障法》明确国家支持发展智慧农业，标志其在制度层面的突破。这一阶段政策内容从单一的生产环节向全产业链数字化延伸，强调推进种植业、畜牧业、渔业等细分领域的智慧化转型，完善农业农村大数据平台、智能农机标准等支撑体系，鼓励社会资本参与，推动智慧农业与乡村产业融合发展。发文主体进一步扩展至中共中央网络安全和信息化委员会办公室、教育部、国家数据局等，呈现出跨领域、跨行业协同的特征。政策工具“组合拳”频出，涵盖资金支持、人才培养、标准制定等，年度发文量达到峰值，智慧农业进入规模化推进阶段。

4）2024 年至今全面深化期，智慧农业政策以体系化、制度化、高质量为核心特征。2024 年农业农村部出台《全国智慧农业行动计划（2024—2028 年）》《关于大力发展智慧农业的指导意见》，标志着智慧农业政策转向体系化、制度化。这一阶段政策重点聚焦于关键核心技术突破、标准体系建设、检验检测制度建立，以及智慧农业集群培育。政策主题更加聚焦高质量发展与农业强国建设目标，不仅强调技术应用，更注重数据要素价值释放、农业新质生产力培育与国际竞争力提升。发文部门以农业农村部牵头，联合国家发展改革委、科学技术部、市场监管总局等多部门，强化跨领域、跨区域协同。智慧农业政策从数量扩张转向质量提升，进入全面深化与效能释放的新阶段。

4　智慧农业政策特征量化分析

4.1　政策工具分析

基于前文构建的政策工具分类框架，以 2013—2025 年中央层面公开发布的 240 份智慧农业政策文本为分析对象，以政策条款为分析单元，采用 NVivo14 软件对智慧农业政策文本内容开展文本编码工作。按照政策工具及其具体类型对编码结果进行识别与归类，在具体编码过程中，遵循重复编码原则：若同一政策表述涉及多种工具，则分别归类至相应节点；若内容不涉及工具运用，则不予编码。最终统计得到各类政策工具的使用频次，结果见表 4。

总体而言，智慧农业政策综合运用了供给型、环境型与需求型 3 类政策工具，形成了多层次、多元化的支持与激励体系。然而，不同工具类型的使用分布呈现显著差异，整体结构均衡性有待提升。具体而言，供给型政策工具占比为 37.90%，其中，

表4 智慧农业政策工具使用频次和比重分布统计结果

Table 4 Statistical results on usage frequency and proportional distribution of smart agriculture policy instruments

工具类型	政策工具名称	占比/%	工具占比/%
供给型	基础建设	42.55	37.90
	财政支持	5.67	
	人才培养	19.86	
	科研支持	31.91	
环境型	目标规划	19.66	31.45
	宣传引导	52.99	
	标准规范	17.95	
	金融支持	9.40	
需求型	试点示范	41.23	30.65
	合作交流	16.67	
	产研结合	23.68	
	社会参与	18.42	

基础设施建设和科研支持分别占42.55%和31.91%，成为供给侧政策发力的核心抓手；而财政支持仅占5.67%，难以支撑智慧农业长期运行与规模化落地，也无法有效覆盖各类经营主体的资金缺口。环境型政策工具占比31.45%，以宣传引导为主导手段，占比高达52.99%，金融支持类环境型工具与制度供给缺位。需求型政策工具占比30.65%，其中，试点示范措施占比较高（41.23%），而合作交流、产研结合及社会参与等工具的应用则相对不足。此分布格局表明，政策实践侧重于通过资源供给与宣传引导推动智慧农业发展，但在市场化合作机制构建、产研协同路径拓展及社会力量参与渠道挖掘方面尚存深化空间。这一结构特征可能导致市场主体活力激发不足、技术成果落地转化效率偏低以及社会协同效应弱化等问题，进而制约智慧农业政策体系的整体效能发挥。

4.2 政策主题分析

智慧农业政策主题经LDA模型提取后可分为四类，生成的“主题-词项”分布见表5。选取各主题中排名前10的特征词，结合语义内涵对主题内容进行判断与标识，分别命名为“数字转型与智慧升级”“产业融合与业态创新”“人才培育与创业支持”及“技术装备与智能应用”，并依据政策隶属计算各主题强度。4个主题的强度依次为57.92%、16.67%、14.58%和10.83%，表明政府对各个主题的关注度存在显著差异，当前对智慧农业的数字转型与智慧升级关注最为突出。

表5 智慧农业政策主题分类结果

Table 5 Topic classification results of smart agriculture policies

政策主题	主题特征词	主题强度/%
数字转型与智慧升级	数字化、大数据、智能、精准、生产经营、示范、研发、人工智能、物联网	57.92
产业融合与业态创新	融合发展、业态、种业、康养、休闲、旅游、森林修复、营养、新兴、碳汇	16.67
人才培育与创业支持	培训、农民、技能、创业、专业、推荐、创新、培育、素养、带头人	14.58
技术装备与智能应用	农机、装备、无人机、物联网、人工智能、精准、标准化、高端、质量、冷链	10.83

1）数字转型与智慧升级主题——以“数字化”“大数据”“智能”等词项为核心，旨在推动农业全链条的数字化转型与智慧化升级。借助大数据、人工智能、物联网等数字技术，优化农业生产经营管理的各环节，搭建精准化生产管理体系。以建设示范项目和加大技术研发投入为依托，将数字技术深度融入农业生产、管理、服务等场景，完善农业数字化基础设施与服务体系，提升农业整体智慧化水平。该主题以57.92%的高强度占据绝对主导地位，超过其他三类主题强度之和，充分表明数字化转型是当前智慧农业政策的核心驱动力，政策注意力高度聚焦于以数字技术破解传统农业粗放经营、效率偏低的痛点，致力于实现农业的智慧升级。

2）产业融合与业态创新主题——以“融合发展”“业态”为核心，聚焦智慧农业领域的产业跨界融合与新型业态培育。通过推动种业、康养、休闲、旅游等产业与农业深度结合，拓展农业功能边界，例如发展休闲观光农业、康养农业等新业态。同时，结合森林修复、碳汇等生态相关元素，注重农业生态价值开发，以营养提升为导向优化农产品供给，助力农业从传统生产模式向多元化、高附加值的新兴产业形态转型。该主题以16.67%的强度仅次于数字转型与智慧升级，同时与数字转型与智慧升级主题联系紧密，反映出智慧农业政策在以数字化为核心的同时，注重拓展智慧农业的产业边界与价值空间，通过业态创新破解农业产业链条短、附加值低的难题，是支撑智慧农业高质量发展的重要着力点。

3）人才培育与创业支持主题——以“培训”“培育”为重点，致力于构建智慧农业发展的人才支撑体系。面向农业从业者开展专项技能培训，提升其专业素养与智慧农业技术应用能力；通过创业支持政策，鼓励培育农业创业带头人，推荐优质创业项目与资源，吸引更多专业人才投身智慧农业领域，为智慧农业发展注入人才与创新活力。该主题以14.58%的强度位列第三，体现了政策对人技适配与创业赋能双重需求的重视，人才培育作为基础保障、创业支持作为活力引擎，正以协同推进的方式为智慧农业注入持续动力，确保技术落地与产业发展有充足的人才支撑和创新主体。

4）技术装备与智能应用主题——围绕“农机”“装备”等关键词，强调先进技术装备对智慧农业发展的支撑作用。重点推广无人机、智能农机等智能装备在农业生产中的应用，实现农业作业的精准化与标准化。聚焦高端装备研发与应用，提升农业生产装备的智能化水平；同时依托冷链技术，保障农产品从生产到流通环节的品质，推动农业生产方式向高效、智能及优质方向优化升级。这一主题强度为10.83%，相对最低，原因在于技术装备作为硬件支撑，其发展逻辑内嵌于智慧农业数字转型与产业融合的需求之中。技术装备是数字技术落地的物质基础，政策通过强化智能装备研发与应用，推动农业生产向高效、智能、优质方向升级。

4.3 政策目标分析

整体来看，国家层面的智慧农业政策兼顾了技术创新、产业转型、制度建设、人才支撑、数据服务5大核心领域，5个政策目标的频次与占比依次为：技术创新自主可控73次（18.96%）、生产经营数智转型164次（42.60%）、制度标准体系建设39次（10.13%）、专业人才队伍建设42次（10.91%）、数据服务普惠升级67次（17.40%），各阶段各目标频次分布见表6。为克服年度样本量差异、客观反映政策侧重，统计各阶段政策数量和政策目标，引入提及强度（目标频次/阶段政策总数×100%），各阶段各政策目标提及强度变化趋势见图5。

表6　各阶段智慧农业政策目标统计结果

Table 6　Statistics on smart agriculture policy objectives by stages

阶段	政策数量/项	技术创新自主可控/频次	生产经营数智转型/频次	制度标准体系建设/频次	专业人才队伍建设/频次	数据服务普惠升级/频次
政策探索期	15	11	17	5	5	7
试点示范期	64	21	38	8	9	19
战略推进期	125	27	82	15	18	28
全面深化期	36	14	27	11	10	13

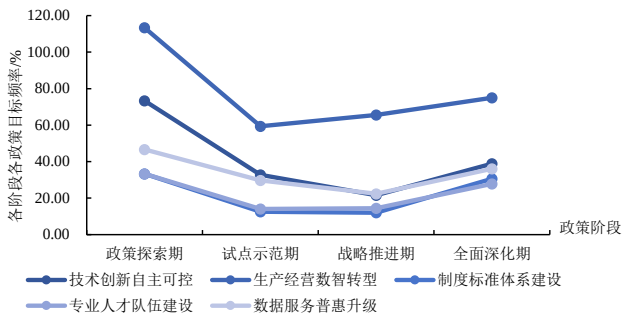


图5　智慧农业政策的各目标频率变化趋势图

Fig. 5　Variation trend chart of frequency for each policy objective of smart agriculture policies

总体上，“生产经营数智转型”目标频次与强度显著领先，折射出中央政府对推动农业发展全链条数字化、智能化的高度重视，是贯穿智慧农业政策体系的核心主线；其余4项政策目标强度随政策阶段推进呈差异化波动，后期呈现协同发力趋势。具体到各政策阶段：

政策探索期（2013—2015年）仅出台15项政策，各项目标频次均处于较低水平，政策重点以理念引导与基础布局为主，符合智慧农业政策尚处于起步探索阶段的现实。但5大目标提及强度均处于全周期最高水平，其中生产经营数智转型强度以113.33%遥遥领先；技术创新自主可控强度次之，为73.33%；数据服务普惠升级以46.67%的强度居第三；制度与人才目标强度均为33.33%，主要源于早期政策多为纲领性顶层文件，样本体量小且内容高度聚焦，核心作用在于统一发展理念并明确核心方向，因此单位政策的目标提及强度显著偏高。

试点示范期（2016—2018年）政策数量增至64项，“生产经营数智转型”“数据服务普惠升级”目标频次快速上升，大田种植、设施园艺、畜禽水产养殖等典型场景的数字化、智能化改造成为政策焦点，政策导向由概念普及转向场景落地。这直接反映了自发布《“十三五”全国农业农村信息化发

展规划》《“互联网+”现代农业三年行动实施方案》后，中央政府高度重视智慧农业落地应用，通过明确农业生产经营智能化、农业数据服务体系化等核心目标，为智慧农业从理念探索转向场景落地提供了系统性、可操作的政策保障。生产经营数智转型强度仍居首位，技术创新自主可控大幅下降至32.81%，数据服务普惠升级明显下滑至29.69%，制度与人才目标强度分别降至12.50%与14.06%，原因是此阶段政策重心从顶层设计转向场景落地，样本量快速扩容且覆盖范围持续扩大，单位政策的目标提及强度随之下降。

战略推进期（2019—2023年）政策数量达125项，政策重心从单点应用转向全体系建设，重点强化核心技术自主研发、标准制定与人才培育。“生产经营数智转型”持续保持高位，提及强度也有所提升；“技术创新自主可控”“专业人才队伍建设”“制度标准体系建设”三大目标在频数上同步增长。在强度上，“技术创新自主可控”降至21.60%，“数据服务普惠升级”降至22.40%，“专业人才队伍建设”小幅上行至14.40%，制度标准体系建设略降至12.00%。随着智慧农业上升为国家战略，政策进入全体系建设阶段，出台政策数目多且覆盖维度广，前期试点暴露的人才短板促使政策重心转向补齐短板，人才目标有所提升，技术与数据目标从高频强调转为常态化部署，强度随之回落，制度建设仍处于蓄力阶段。

全面深化期（2024年至今）政策数量为36项，政策发展从规模扩张转向高质量发展，聚焦长效机制构建，5大目标呈现协同推进格局。各目标提及强度全面回升，生产经营数智转型回升至75.00%创阶段新高，技术创新自主可控回升至38.89%，数据服务普惠升级回升至36.11%，制度标准体系建设回升至30.56%，专业人才队伍建设回升至27.78%。此阶段样本量提质减量，制度与人才从配套支撑升级为核心保障，技术与数据重新成为政策重点发力方向，单位政策聚焦度回升带动强度整体走高，为农业现代化与乡村全面振兴提供持续动力。

4.4 “工具–主题”交叉分析

政策工具的选择与运用同政策主题的聚焦领域具有内在关联。在完成对政策工具与政策主题单维分析的基础上，进一步开展交叉分析以揭示二者间的匹配特征，结果见表7。

表7 智慧农业政策“工具–主题”交叉频次分布

Table 7 Cross-frequency distribution of policy instruments and topics in smart agriculture policies

维度		产业融合与业态创新	技术装备与智能应用	人才培育与创业支持	数字转型与智慧升级	总计/频次	占比/%
供给型	财政支持	2	4	2	3	11	1.94
	基础建设	22	38	4	43	107	18.87
	科研支持	19	22	6	20	67	11.82
	人才培养	7	5	24	7	43	7.58
	总计/频次	50	69	36	73	228	40.21
环境型	标准规范	7	4	2	14	27	4.76
	金融支持	4	1	0	3	8	1.41
	目标规划	9	10	1	13	33	5.82
	宣传引导	33	20	9	35	97	17.11
	总计/频次	53	35	12	65	165	29.10
需求型	产研结合	12	15	6	11	44	7.76
	合作交流	9	5	3	8	25	4.41
	社会参与	11	5	2	9	27	4.76
	试点示范	22	18	8	30	78	13.76
	总计/频次	54	43	19	58	174	30.69
占比/%		27.69	25.92	11.82	34.57		

从横向维度即政策工具内部构成来看，供给型工具以40.21%的占比成为政策发力的核心抓手，其中，基础建设（18.87%）、科研支持（11.82%）为核心子工具，反映出政策遵循硬件筑基、技术赋能、智力托底的政府主导型投入逻辑，契合智慧农业数字化、智能化转型对基础设施、核心技术、专

业人才的依赖，体现了政策以硬资源投入破解产业发展基础薄弱问题的核心思路。环境型工具占比29.10%，且高度依赖宣传引导（17.11%），政策侧重理念普及与氛围营造，试图为智慧农业发展降低制度与认知成本，然而制度性支撑作用发挥有限。需求型工具占比30.69%，以试点示范（13.76%）为核心载体，市场激活、多元协同等工具应用不足，反映政策仍偏重政府推动，市场化、社会化驱动机制尚未健全。

从纵向维度即政策主题维度观察，参考点最多的是数字转型与智慧升级主题-基础设施建设，共计43次，其次是数字转型与智慧升级主题-宣传引导和技术装备与智能应用-基础设施建设，分别为35次和38次，表明智慧农业的数字化、智能化转型升级和智能技术装备的应用是智慧农业政策的重要内容，且主要通过基础设施建设和宣传引导来实现。数字转型与智慧升级主题-基础设施建设参考点数达到43次，其原因可能是中国智慧农业发展数字化底座薄弱，面临生产经营场景信息化基础不足的现实困境，说明政策将基础设施建设作为推进农业数字化转型的核心前提，通过布局农业物联网、监测网络、数据平台等硬件设施，为智慧农业全链条数字化转型奠定坚实基础。数字转型与智慧升级主题-宣传引导为35次，这是由于智慧农业属于农业新兴发展模式、市场主体认知度偏低、技术模式推广普及难度较大，政策依托宣传引导手段强化理念传播、凝聚发展共识，推动智慧农业技术与模式的广泛普及，营造农业数字化转型的良好政策与社会氛围。技术装备与智能应用-基础设施建设为38次，表明智能农机、农业传感器等智能装备的落地应用高度依赖配套基础设施，基础设施不完善则装备应用效能难以释放的产业实际。政策聚焦基础设施与智能装备的协同适配，通过完善配套硬件支撑打通智能装备应用堵点，推动农业技术装备智能化落地见效。

4.5 “工具–主题–目标”三维交叉分析

开展中国智慧农业政策文本的政策工具、政策目标、政策主题三维框架分析，有助于进一步深化对中国智慧农业政策文本的特点、三者协调度及一致性的认识，结果见表8。

表8　智慧农业政策“工具–主题–目标”交叉频次分布

Table 8　Cross-frequency distribution of policy instruments, topics, and effectiveness of smart agriculture policies

单位：频次

维度			政策目标					
			技术创新自主可控	生产经营数智转型	制度标准体系建设	专业人才队伍建设	数据服务普惠升级	合计
政策工具	供给型	财政支持	6	8	0	1	3	18
		基础建设	22	48	6	4	28	108
		科研支持	28	28	7	4	13	80
		人才培养	3	7	2	21	3	36
		合计	59	91	15	30	47	242
	环境型	标准规范	3	12	17	2	6	40
		金融支持	4	9	0	0	3	16
		目标规划	7	15	4	0	7	33
		宣传引导	16	46	7	10	18	97
		合计	30	82	28	12	34	186
	需求型	产研结合	13	16	3	6	7	45
		合作交流	5	12	1	4	5	27
		社会参与	5	16	0	3	6	30
		试点示范	12	34	5	9	15	75
		合计	35	78	9	22	33	177
政策主题	产业融合与业态创新		23	58	8	7	24	120
	技术装备与智能应用		32	45	5	7	25	114
	人才培育与创业支持		2	6	1	19	4	32
	数字转型与智慧升级		27	72	21	12	39	171
	合计		84	181	35	45	92	437

政策工具与政策目标的二维交叉分析结果显示，各政策目标综合使用了供给型、环境型、需求型三类政策工具，但其内部存在细分工具缺位的情况。具体而言：其一，生产经营数智转型是智慧农业政策的核心目标。该目标以41.49%的占比最高，三类政策工具的运用也较为均衡，同时全面运用了所有细分政策工具。反映了政府通过完善基础设施建设，推动智能农业装备的集成应用，加快农业的数字化转型和智能化升级，从而提升农民的生产经营水平。在此基础上加强交流推广，支持智慧农业引领区先行先试，探索智慧农业未来应用场景。其二，技术创新自主可控是智慧农业政策的战略目标。其以20.50%的占比次之，主要通过供给型政策工具中的科研支持手段实现。这体现了政府聚焦智慧农业关键领域，持续强化科研攻关与技术研发投入，推动农业数字技术与智能装备国产化替代，为智慧农业发展筑牢技术支撑。然而，此目标下的标准规范有待完善，且社会参与与交流合作有待加强。其三，数据服务普惠升级是智慧农业政策的关键目标。该目标以18.84%的比重位居第三，主要通过供给型政策工具中的基础设施建设来实现。说明政府通过搭建农业大数据中心等基础设施，推动智慧农业数据跨域共享应用，让数据服务赋能“三农”工作普惠发展，为智慧农业的全链条数字化转型提供支撑。但是这一目标下的标准规范有待完善，且需要加强与人才培养的结合度，争取财政支持从而助力目标的实现。其四，专业人才队伍建设是智慧农业政策的重要支撑。此目标以10.58%的占比居第四，主要通过供给型政策工具中的人才培养手段来实现。政府紧扣智慧农业发展需求，围绕智慧农业核心场景开展智慧农业全产业链技能培训，培育复合型农业技术人才，有效补齐智慧农业实操短板，夯实智慧农业高质量发展的人才根基。此外，此目标下的目标规划与标准规范亟待完善，且缺乏财政金融方面的支持，制约了其整体效能的发挥。最后，制度标准体系建设是智慧农业政策的重要保障。该目标以8.60%的比重位居第五，环境型政策工具中的标准规范工具是实现该目标的关键举措。反映了政府为推进智慧农业产业的发展着重构建智慧农业标准体系，为提升农业智能化水平提供制度保障。但也应强化该目标与财政金融支持的衔接，深化合作交流，引导多元主体参与智慧农业标准规范的制定。

从“目标-主题”维度来看，政策目标与政策主题呈现核心高度耦合而整体非均衡协同的特征，耦合强度与频次分布折射出智慧农业政策的核心导向与资源配置逻辑。生产经营数智转型作为核心目标，同数字转型与智慧升级主题形成最强耦合（39.78%），成为政策落地的核心主线，政策以农业全链条数字化、智能化改造为核心场景，将生产经营转型目标全面嵌入数字乡村、智慧农业工程建设任务，契合以物联网、大数据、智能装备推动农业生产经营变革的核心导向；技术创新自主可控与数字转型与智慧升级（32.14%）、技术装备与智能应用（38.09%）两大主题深度耦合，表明政策将核心技术攻关与智能装备升级作为实现技术自主可控的核心载体，紧扣智慧农业对核心技术、智能装备的底层需求；数据服务普惠升级与数字转型与智慧升级主题（42.39%）高度适配，政策依托农业大数据平台、天空地一体化监测体系建设，将数据普惠目标融入数字化转型全过程，以数据互通共享支撑农业数智化升级；专业人才队伍建设与人才培育与创业支持主题形成单一协同（42.22%），与其他各政策主题交叉耦合频次偏低，反映政策对智慧农业人才培育的主题覆盖与资源投入存在明显短板；制度标准体系建设（8.01%）与数字转型与智慧升级主题形成高度耦合，与产业融合、技术装备、人才培育等主题适配不足，凸显政策在制度规范、标准体系构建上滞后于智慧农业实践发展的现实困境。

总体而言，当前智慧农业政策“工具-主题-目标”呈现相对非均衡格局，三者协同不足或成为制约智慧农业政策高质量效能的关键瓶颈。政策高度聚焦生产经营数智转型与技术创新自主可控两大核心战略目标，依托供给型工具快速落地，但人才建设、制度标准等保障支撑型目标与政策主题耦合偏弱，与环境型、需求型工具协同不足。未来需均衡目标配置、深化政策主题的目标导向作用、优化工具结构，补齐人才与制度短板，强化多元工具协同，推动政策从单点突破向系统协同转型。

5 结论与政策建议

5.1 结论

以2013—2025年我国智慧农业相关政策文本为研究对象，构建智慧农业政策“工具-主题-目标”三维分析框架，基于LDA主题模型与内容分析法，对政策文本进行系统解构与量化解析，划分了中国智慧农业政策的发展阶段，从而分析各阶段政策目标的演变，揭示了政策工具的配置特征、政策主题

的演变规律及其分布格局，为农业强国建设提供理论支撑与实践参照。主要研究结论有：

第一，智慧农业政策供给型、环境型、需求型三类政策工具总量配置趋于均衡，总量占比相近，但内部结构存在显著失衡。其一，供给型工具高度集中于基础设施建设、科研支持与人才培养，直接财政投入手段相对不足，难以支撑智慧农业长期运行与规模化落地，也无法有效覆盖各类经营主体的资金缺口；其二，环境型工具以宣传引导为绝对主导，政策环境营造仅停留在理念宣导与氛围营造层面，金融支持类市场化激励工具与制度供给缺位；其三，需求型工具偏重试点示范项目，而在技术成果转化所需的协作交流、产研结合及社会资本参与机制构建方面明显欠缺。总之，政策仍以政府行政推动为主，市场驱动与协同不足，难以激活各类市场主体创新创造动力，对社会资本的撬动效应薄弱，难以支撑智慧农业长足发展。

第二，政策注意力高度聚焦于数字转型与智慧升级主题，政策主题与政策工具的适配度有待提升。其一，数字转型与智慧升级主题在政策强度与条目数量上均占据绝对主导地位，相较而言，其他主题的关注度显著偏低，供给端过度向该主题倾斜，形成资源虹吸效应。其二，供给型工具过度向数字转型主题倾斜，产业融合缺乏专项政策支撑，人才培育仅依赖单一供给型工具，技术装备未配套标准、金融等环境型工具，匹配逻辑脱节。其三，关键支撑工具全域缺位，金融支持、社会参与等市场化、协同性工具缺失，市场驱动与多元协同机制尚未建立。综上，主题失衡与工具错配阻碍产业、技术、人才的协同推进，制约政策整体落地效能。

第三，政策目标演进呈现清晰的阶段性递进特征，其内在结构尚需优化。一方面，整体来看，国家层面智慧农业政策兼顾了技术创新、产业转型、制度建设、人才支撑、数据服务五大核心领域，生产经营数智转型是核心目标。技术创新与数据服务为重要支撑，而专业人才队伍建设（10.91%）、制度标准体系建设（10.13%）两类支撑保障型目标占比显著偏低，目标结构失衡问题突出。另一方面，政策目标发展历经探索期、试点示范期、战略推进期、全面深化期四个阶段，早期以理念引导与基础布局为主，试点期聚焦场景落地，战略推进期转向政策体系建设，全面深化期侧重质效提升，阶段性递进特征显著。各阶段均以生产经营数智化转型为主线，人才支撑、制度建设目标虽逐步提升，但长期滞后于核心目标推进节奏。

5.2 政策建议

智慧农业政策体系的建立和完善，对于发挥政策引领作用及保障智慧农业高质量发展具有重要意义。政策文本分析结果表明，中国智慧农业政策已从战略推进迈入全面深化阶段，但政策目标分布、主题布局、工具结构等方面的问题仍一定程度制约着智慧农业高质量发展，亟须以体系化思维重构治理框架。据此，提出优化策略如下。

第一，推动政策工具均衡化，构建供给提质、环境赋能、需求牵引的三元路径。供给端加大财政直接投入力度，设立智慧农业专项财政支持资金，重点保障智能装备、数据平台及基层站点建设，同步配套科研攻关与人才培养经费，筑牢长效运行资金保障；环境端在宣传引导基础上，新增信贷贴息、税收减免、农业保险等金融支持工具，完善技术标准与中长期发展规划，以制度与金融杠杆激活市场活力；需求端将单点试点提升为全产业链示范推广，搭建产学研用协同转化平台，畅通社会资本参与渠道，健全技术成果落地与市场化应用激励机制，补齐协同转化短板，全面提升政策落地实效与市场驱动效能。这一体系并非简单的工具叠加，而是通过各维度工具的协同，实现资源供给与智慧农业场景落地、技术转化需求、产业发展活力的精准匹配。

第二，协调政策主题的注意力分配，提升政策工具与政策主题的适配度。一是优化数字转型与智慧升级主题工具结构，在政策关注上适度分散重心，增补其他主题相关政策条款，减少单一基础设施建设依赖，新增目标规划、标准规范工具，制定农业数字化平台建设标准与中长期发展路径。二是强化产业融合与业态创新支撑，加大财政支持、基础建设等供给型工具投入，建设休闲农业、康养农业配套设施与研发基地，新增金融信贷、税收减免等环境型工具，激活社会参与等需求型工具，推动农业与文旅、康养深度融合。三是完善人才培育与创业支持主题工具体系，突破单一人才培养工具局限，新增试点示范、产研结合工具，搭建校地实训基地与创业孵化平台，配套创业补贴、金融贴息工具，培育农业技能人才与创业带头人。四是补齐技术装备与智能应用主题工具短板，强化标准规范、金融补贴等环境型工具，制定智能农机、无人机技术标准与购置补贴政策，优化基础建设配套，搭建

产学研合作平台，提升智能装备推广应用效率。全面强化金融支持、社会资本参与机制，提高政策主题与政策工具的耦合度与适配性，推动智慧农业全域协同发展。

第三，推动政策目标均衡化，完善标准引领、制度保障、人才支撑的系统机制。一是强化制度标准体系建设。构建国家、行业、企业三层标准架构，建立各层级标准的动态更新机制，结合技术迭代与需求变化定期调整，确保标准的科学性与适配性，为智慧农业发展提供制度保障。二是推动专业人才队伍建设。针对人才培育短板，构建全链条培育模式，涉农院校增设相关专业培养复合型人才，基层开展常态化技能培训，覆盖各类经营主体；设立专项培育资金与激励政策，建立人才评价与适配标准，补齐人才短板。三是立足智慧农业全面深化发展需求，持续强化生产经营数智转型在大田种植、畜禽水产养殖等场景的落地应用，每年将部分智慧农业财政资金投向人才技能培训、行业标准制定；分年度发布智慧农业人才培养计划与标准建设清单，优先制定智能农机、农业大数据、数据安全等关键领域技术规范，为智慧农业长效规范化发展筑牢人才与制度保障。

特别说明的是，本研究在样本选取与分析视角方面尚存在一定局限，有待后续研究予以拓展与深化。首先，在研究对象层面，以中央部门发布的240份智慧农业政策文本为核心样本，尚未纳入地方政府出台的政策文件。这一选择主要基于中央政策在全国范围内所具有的统一性与权威性，能够集中反映国家层面的战略意图与发展导向；相较而言，地方政策文本往往呈现内容分散、重复性较高、系统性整合难度较大等特点，因此聚焦于中央层面的政策能够更清楚地把握国家在智慧农业领域的整体布局与演进路径。不过，地方政策作为中央政策传导与落地的重要载体，是对中央政策原则在具体贯彻中的丰富和细化，后续研究可以逐步把地方层面的政策文本纳入分析范围，借助中央与地方政策的比较分析来呈现政策传导机制与地方创新路径。其次，在分析视角层面，本研究主要聚焦于智慧农业政策文本的前端设计，尚未延伸至政策执行过程与实施效果的后端评估。然而，政策过程具有显著的时滞性与动态性，单纯基于文本解构难以全面反映政策的实际治理效能。未来研究可以尝试构建一个涵盖政策设计、执行过程及效果评估的全周期政策分析框架，综合运用实地调研、案例追踪等经验材料，以及政策一致性（Policy Model Consistency, PMC）指数模型等政策量化评估工具，开展覆盖前后端的政策效果评估。力求文本分析和经验材料相互印证，对智慧农业政策的治理逻辑与实践路径作出更为立体的呈现。

利益冲突声明：本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

参考文献：

[1] 曹冰雪, 李鸿飞, 赵春江, 等. 智慧农业科技创新引领农业新质生产力发展路径[J]. 智慧农业(中英文), 2024, 6(4): 116-127.
CAO B X, LI H F, ZHAO C J, et al. The path of smart agricultural technology innovation leading development of agricultural new quality productivity[J]. Smart Agriculture, 2024, 6(4): 116-127.

[2] 黄季焜. 农业新质生产力: 内涵与外延、潜力与挑战和发展思路[J]. 中国农村观察, 2024(5): 19-34.
HUANG J K. New quality productive forces in agriculture: Connotation and denotation, potential and challenges, and development ideas[J]. China Rural Survey, 2024(5): 19-34.

[3] 冯献, 李瑾, 崔凯, 等. 数据要素驱动农业高质量发展的作用机理——基于4个典型案例的探索性分析[J]. 中国农业大学学报, 2025, 30(9): 319-335.
FENG X, LI J, CUI K, et al. Mechanism of data elements-driven high-quality development of agricultural production: Based on exploratory analysis on four typical cases[J]. Journal of China Agricultural University, 2025, 30(9): 319-335.

[4] 王容宽, 胡蝶. 跨界农机技术创新的双向信息黏性与合法性门槛跨越——农户共创视角下的单案例研究[J]. 中国农村经济, 2024(12): 87-107.
WANG R K, HU D. Two-way information stickiness and legitimacy threshold crossing of cross-border agricultural machinery technology innovation: A single case study from Farmers'Co-creation perspective[J]. Chinese Rural Economy, 2024(12): 87-107.

[5] 宋凯, 冉从敬. 基于主题挖掘与专利评估的技术机会识别研究——以智慧农业为例[J]. 图书情报工作, 2023, 67(3): 61-71.
SONG K, RAN C J. Research on technology opportunity identification based on topic mining and patent evaluation: A case study of smart agriculture[J]. Library and Information Service, 2023, 67(3): 61-71.

[6] 张星民, 徐晨曦, 张建清, 等. 智慧农业政策实施的新质劳动者需求效应研究——基于生成式人工智能大数据挖掘的经验证据[J]. 中国农村经济, 2025(12): 63-83.
ZHANG X M, XU C X, ZHANG J Q, et al. The impact of smart agriculture policy implementation on the demand for new quality labor: Empirical evidence from big data mining using generative AI[J]. Chinese Rural Economy, 2025(12): 63-83.

[7] 易法敏, 古飞婷, 罗必良. 乡村数字经济包容性发展的政策组合及其治理——基于"电子商务进农村综合示范"的案例研究[J]. 管理世界, 2025, 41(5): 101-116, 197, 246.
YI F M, GU F T, LUO B L. Policy mixes and the governance for inclusive development of rural digital economy: A case study of "comprehensive demonstration of E-commerce in rural areas"[J]. Journal of Management World, 2025, 41(5): 101-116, 197, 246.

[8] 仲嘉维, 郑军, 张明月. 特色农业发展政策能否激发农业新业态创业活力——基于中国特色农产品优势区的评估[J]. 中南财经政法大学学报, 2025(5): 123-134.
ZHONG J W, ZHENG J, ZHANG M Y. Can characteristic agricultural development policy stimulate entrepreneurial vitality in new agricultural business formats: An assessment based on Chinese characteristic agricultural product advantage zones[J]. Journal of Zhongnan University of Economics and Law, 2025(5): 123-134.

[9] 崔宁波. 智慧农业赋能乡村振兴的意义、挑战与实现路径[J]. 人民论坛, 2022(5): 26-28.

CUI N B. Significance, challenge and realization path of smart agriculture empowering rural revitalization[J]. People's Tribune, 2022(5): 26-28.

[10] 李建军, 白鹏飞 . 我国智慧农业创新实践的现实挑战与应对策略[J]. 科学管理研究, 2023, 41(2): 127-134.
LI J J, BAI P F. Realistic challenges and countermeasures of China's smart agriculture innovation practice[J]. Scientific Management Research, 2023, 41(2): 127-134.

[11] 崔宁波, 刘紫薇, 董晋 . 智慧农业助力粮食生产减损的内在逻辑与长效机制构建[J]. 农业经济问题, 2023(10): 116-128.
CUI N B, LIU Z W, DONG J. Internal logic and long-term mechanism construction of smart agriculture for reducing losses of grain production[J]. Issues in Agricultural Economy, 2023(10): 116-128.

[12] 高群, 王宏杨, 陈诗瑶 . 长江经济带智慧农场发展的时空特征及驱动因子研究[J]. 智慧农业(中英文), 2024, 6(6): 168-179.
GAO Q, WANG H Y, CHEN S Y. Research on the spatio-temporal characteristics and driving factors of smart farm development in the Yangtze River economic belt[J]. Smart Agriculture, 2024, 6 (6): 168-179.

[13] 宁甜甜 . 新发展阶段我国智慧农业: 机遇、挑战与优化路径[J]. 科学管理研究, 2022, 40(2): 131-138.
NING T T. China's smart agriculture in the new development stage: Opportunities, challenges and optimization path[J]. Scientific Management Research, 2022, 40(2): 131-138.

[14] 白鹏飞, 李建军 . 智慧农业创新动力机制: 基于推拉理论的分析框架[J]. 科学管理研究, 2022, 40(1): 130-136.
BAI P F, LI J J. Dynamic mechanism of smart agriculture innovation: An analytical framework based on push-pull theory[J]. Scientific Management Research, 2022, 40(1): 130-136.

[15] 蒙慧, 刘允秀, 刘光旭 . DeepSeek何以赋能智慧农业高质量发展: 内在机理与路径选择[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2026, 26(1): 48-58.
MENG H, LIU Y X, LIU G X. Inner mechanism and path choice: How DeepSeek enables the high-quality development of smart agriculture[J]. Journal of Northwest A&F University (Social Science Edition), 2026, 26(1): 48-58.

[16] 曾学文, 王雪, 张正平 . 智慧农业发展中的农村金融转型: 理论逻辑、实践困境与突破路径[J]. 北京联合大学学报(人文社会科学版), 2024, 22(2): 23-33.
ZENG X W, WANG X, ZHANG Z P. Rural financial transformation in the development of smart agriculture: Theoretical logic, practical dilemmas and breakthrough paths[J]. Journal of Beijing Union University (Humanities and Social Sciences Edition), 2024, 22(2): 23-33.

[17] 李家辉, 李晗, 牛永泽, 等 . 精准农业技术对农户生产效率和家庭收入的协同影响及机制[J]. 资源科学, 2025, 47(11): 2466-2479.
LI J H, LI H, NIU Y Z, et al. Synergistic effects and mechanisms of precision agriculture technology on farmers'production efficiency and household income[J]. Resources Science, 2025, 47 (11): 2466-2479.

[18] 李伟嘉, 苏昕 . 数字乡村背景下智慧农业的场景、效应与路径[J]. 科学管理研究, 2023, 41(3): 140-150.
LI W J, SU X. The scene, effect and path of smart agriculture under the background of digital countryside[J]. Scientific Management Research, 2023, 41(3): 140-150.

[19] AHMED B, SHABBIR H, NAQVI S R, et al. Smart agriculture: Current state, opportunities, and challenges[J]. IEEE Access, 2024, 12: 144456-144478.

[20] LAWANI M, LOKONON B O K, KANE A. Enhancing climate-smart agriculture: Stakeholder contributions and cooperation in establishing a policy environment in developing countries[J]. Climate Policy, 2025: 1-11.

[21] HA L T. An investigation of digital integration's importance on smart and sustainable agriculture in the European region[J]. Resources Policy, 2023, 86(PA): 104158.

[22] BALMOS A D, CASTIBLANCO F A, NEUSTEDTER A J, et al. ISOBlue *Avena*: A framework for agricultural edge computing and data sovereignty[J]. IEEE Micro, 2022, 42(1): 78-86.

[23] RODRÍGUEZ-BARILLAS M, KLERKX L, POORTVLIET P M. Transformative policy mix or policy pandemonium? Insights from the climate smart agriculture policy mix in *Costa* Rica[J]. Environmental Innovation and Societal Transitions, 2024, 50: 100791.

[24] NAVEEN N, DATTA P, BEHERA B, et al. Climate-smart agriculture in South Asia: Exploring practices, determinants, and contribution to sustainable development goals[J]. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 2024, 29(4): 31.

[25] TRINH THI V H, ZHOU W Q. Investigating the technical efficiency and balanced development of climate-smart agriculture in Northeast China[J]. Land, 2025, 14(3): 547.

[26] ZHANG Z, JIANG S, SHEN B, et al. The carbon emission reduction effect of smart agricultural policy: Evidence from China[J]. Frontiers in Sustainable Food Systems, 2024, 8: 1482834.

[27] DOU X C, ZHENG Y Y, YANG D. Promoting digital transformation in facility agriculture: The role of government policies and digital literacy[J]. Frontiers in Sustainable Food Systems, 2025, 9: 1575666.

[28] 谢明 . 公共政策导论[M]. 5版 . 北京: 中国人民大学出版社, 2020.
XIE M. Introduction to public policy (5th Edition)[M]. Beijing: China Renmin University Press, 2020.

[29] 陈乐宾, 姜海 . 公共政策与社会共识的协调治理——以土地增值收益分配改革为例[J]. 中国土地科学, 2024, 38(9): 11-20.
CHEN L B, JIANG H. Coordinated governance of public policy and social consensus: A case study of land incremental revenue distribution reform[J]. China Land Science, 2024, 38(9): 11-20.

[30] 张赛楠, 宋昌耀, 厉新建 . 中国旅游用地政策历史演进及变迁逻辑——基于"主体-工具-主题"三维框架[J]. 旅游学刊, 2026, 41(3): 113-128.
ZHANG S N, SONG C Y, LI X J. Historical evolution and logic of change of China's tourism land policy: Based on the three-dimensional framework of "subject-tool-theme"[J]. Tourism Tribune, 2026, 41(3): 113-128.

[31] 江亚洲, 郁建兴 . 重大公共卫生危机治理中的政策工具组合运用——基于中央层面新冠疫情防控政策的文本分析[J]. 公共管理学报, 2020, 17(4): 1-9, 163.
JIANG Y Z, YU J X. Research on the combined application of policy tools in the management of major public health crises: A textual analysis of the Chinese central government's epidemic control policy[J]. Journal of Public Management, 2020, 17(4): 1-9, 163.

[32] 赵春江 . 智慧农业发展现状及战略目标研究[J]. 智慧农业, 2019, 1(1): 1-7.
ZHAO C J. State-of-the-art and recommended developmental strategic objectivs of smart agriculture[J]. Smart Agriculture, 2019, 1(1): 1-7.

[33] 高群, 陈衡洋, 张新亮 . 中国农业绿色发展政策的历史演变与焦点特征——基于注意力视角的文本分析[J]. 资源科学, 2023, 45(12): 2433-2448.
GAO Q, CHEN H Y, ZHANG X L. Evolution and focal features of China's agricultural green development policies: Text analysis based on attention perspective[J]. Resources Science, 2023, 45 (12): 2433-2448.

[34] 张晓娟, 部闫若, 莫富传 . 政策工具视角下我国地方政府公共数据治理政策研究[J]. 情报理论与实践, 2024, 47(6): 21-30.
ZHANG X J, BU Y R, MO F C. Research on public data governance policies of local governments in China from the perspective of policy instruments[J]. Information Studies (Theory & Application), 2024, 47(6): 21-30.

[35] 姚怡帆, 张相, 叶中华 . 目标-工具-效力: 中国数字政府建设政策的三维图景[J]. 管理评论, 2024, 36(5): 248-259.
YAO Y F, ZHANG X, YE Z H. Objective-tool-effectiveness: A three-dimensional picture of digital government construction policies in China[J]. Management Review, 2024, 36(5): 248-259.

[36] 周德, 金凤芝, 李思媛, 等 . 乡村振兴产业用地政策工具: 选择偏好与优化路径——基于扎根理论的浙江省政策文本分析[J]. 中国土地科学, 2025, 39(2): 23-32.
ZHOU D, JIN F Z, LI S Y, et al. Policy tools for industrial land

use for rural revitalization: Choice preferences and optimization path: Empirical study on policy text of Zhejiang province based on grounded theory[J]. China Land Science, 2025, 39(2): 23-32.

[37] 彭澎, 周月书. 新世纪以来农村金融改革的政策轨迹、理论逻辑与实践效果——基于2004—2022年中央"一号文件"的文本分析[J]. 中国农村经济, 2022(9): 2-23.
PENG P, ZHOU Y S. Policy trajectory, theoretical logic and implementation effect of rural financial reform in the new century: An examination based on the text analysis of the No. 1 central document from 2004 to 2022[J]. Chinese Rural Economy, 2022 (9): 2-23.

[38] 党晓虹, 杨莉, 云立新. 中国共产党乡村治理政策变迁过程及其逻辑——基于历次党代会报告及涉农决议的扎根分析[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2026, 26(2): 34-49.
DANG X H, YANG L, YUN L X. The evolution and logic of the Chinese communist party's rural governance policies: A grounded analysis based on successive party congress reports and agriculture-related resolutions[J]. Journal of Northwest A&F University (Social Science Edition), 2026, 26(2): 34-49.

[39] 陈远星. "全面健康建设"的形成: 基于词频和工具的政策变迁分析[J]. 社会科学, 2023(3): 106-120.
CHEN Y X. Formation of "comprehensive health construction": An analysis of policy evolution based on word frequency and tools[J]. Journal of Social Sciences, 2023(3): 106-120.

[40] 曲靖野, 陈震, 胡铁楠. 共词分析与LDA模型分析在文本主题挖掘中的比较研究[J]. 情报科学, 2018, 36(2): 18-23.
QU J Y, CHEN Z, HU Y N. A comparative study of co-word analysis and LDA model analysis in mining text topic[J]. Information Science, 2018, 36(2): 18-23.

[41] 刘美忆. 媒介化治理视角下乡村文化政策主题演化与区域适配研究——基于LDA的央地政策文本分析[J]. 中州学刊, 2025 (12): 171-176.
LIU M Y. Thematic evolution and regional adaptation of rural cultural policy under mediatized governance perspective: An LDA-based analysis of central and local policy texts[J]. Academic Journal of Zhongzhou, 2025(12): 171-176.

[42] 张祚, 侯文姣, 刘晓歌. 基于"主题—目标—工具"的耕地保护政策文本分析: 框架、方法及其应用[J]. 中国土地科学, 2024, 38 (12): 52-66.
ZHANG Z, HOU W J, LIU X G. Analysis of cultivated land protection policy texts based on "topics-objectives-tools": Framework, methodology and its application[J]. China Land Science, 2024, 38(12): 52-66.

[43] 陈振明, 张敏. 国内政策工具研究新进展: 1998—2016[J]. 江苏行政学院学报, 2017(6): 109-116.
CHEN Z M, ZHANG M. New development in studies on domestic policy tools: 1998—2016[J]. The Journal of Jiangsu Administration Institute, 2017(6): 109-116.

[44] 宋林霖, 王鹏霖. 可预期营商政策环境治理的可能性及其创新逻辑[J]. 中国行政管理, 2025, 41(5): 14-24.
SONG L L, WANG P L. The potential and innovation logic of governance in the predictable business policy environment[J]. Chinese Public Administration, 2025, 41(5): 14-24.

[45] B. 盖伊·彼得斯, 弗兰斯·K. M. 冯尼斯潘, 编. 顾建光, 译. 公共政策工具——对公共管理工具的评价[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2007: 39-40.
PETERS B G, VAN NISPEN F K M, eds. Public policy instruments: Evaluating the tools of public administration[M]. GU J G, trans. Beijing: China Renmin University Press, 2007: 39-40.

[46] ROTHWELL R, ZEGVELD W. An assessment of government innovation policies[J]. Review of Policy Research, 1984, 3(3/4): 436-444.

[47] HOWLETT M, RAMESH M. The policy effects of internationalization: A subsystem adjustment analysis of policy change[J]. Journal of Comparative Policy Analysis, 2002, 4(1): 31-50.

[48] MCDONNELL L M, ELMORE R F. Getting the job done: Alternative policy instruments[J]. Educational Evaluation and Policy Analysis, 1987, 9(2): 133-152.

[49] SCHNEIDER A, INGRAM H. Behavioral assumptions of policy tools[J]. The Journal of Politics, 1990, 52(2): 510-529.

[50] 段尧清, 王丽娜, 易明. 政策计算视角下乡村振兴效应研究[J]. 图书情报工作, 2023, 67(6): 4-12, 3.
DUAN Y Q, WANG L N, YI M. Research on the effect of rural revitalization from the perspective of policy computing[J]. Library and Information Service, 2023, 67(6): 4-12.

[51] 张梅, 张涵野. 黑土地保护政策工具对农业绿色全要素生产率影响及其空间差异[J]. 经济地理, 2024, 44(7): 165-174.
ZHANG M, ZHANG H Y. Effects of black soil protection policy instruments on agricultural green total factor productivity and its spatial differences[J]. Economic Geography, 2024, 44(7): 165-174.

Evolution Characteristics and Optimizing Strategy of Smart Agriculture Policies in China: Based on "Tools-Topics-Objectives" Framework

GAO Qun[1,2*], LUO Yinfang[2]

(1. *Center for Anti-Corruption Studies*, *Nanchang University*, *Nanchang* 330031, *China*;
2. *School of Public Policy and Administration*, *Nanchang University*, *Nanchang* 330031, *China*)

Abstract: [Objective] Smart agriculture serves not only as a critical measure for driving agricultural and rural modernization, but also as a core component of new quality productive forces in agriculture. In recent years, China's smart agriculture has achieved remarkable development. However, it still faces practical challenges in policy implementation, technological application, and industrial coordination, which restricts the high-quality development of agriculture. Against this background, quantitative analysis of the central-level smart agriculture policy system was conducted from the crucial link of policy design. Grounded in practical dilemmas of smart agriculture development and top-level guiding requirements, policy logic and inherent deficiencies were clarified via scientific analytical approaches.The aim of this research is to identify the direction of policy optimization, so as to provide practical references for promoting the quality and efficiency improvement of smart agriculture and advancing the construction of a strong agricultural country. **[Meth-**

ods] From the perspective of policy tools, first, a three-dimensional analytical framework of "tools-topics-objectives" was constructed, which served as the core analytical logic of the overall research. A total of 240 central-level policy documents concerning smart agriculture issued from 2013 to 2025 were selected as the research sample. Systematic coding and quantitative analysis of all collected policy texts were implemented through content analysis with the assistance of NVivo14 qualitative analysis software. To further explore the latent thematic structures of China's smart agriculture policy texts, accurately identify the focal directions of policy content and their long-term evolutionary characteristics, the Latent Dirichlet Allocation (LDA) topic model was further adopted to realize automatic text topic analysis. Through the above integrated research methods and analytical pathways, core characteristics of China's smart agriculture policies were systematically summarized, and targeted optimization strategies were put forward. **[Results and Discussions]** First, the analysis identified four distinct evolutionary stages: the Policy Exploration Period (2013—2015), the Pilot Demonstration Period (2016—2018), the Strategic Promotion Period (2019—2023), and the Comprehensive Deepening Period (2024 to present). This progression reflected a shift from conceptual introduction and top-level design to concrete technology application, strategic scaling, and finally, systematic institutionalization. Second, in terms of policy instrument deployment, it was found that supply-side, environmental, and demand-side tools were used in a relatively balanced overall proportion. However, significant structural imbalances existed within each category. Supply-side tools were heavily skewed towards infrastructure construction and scientific research support, with relatively less emphasis on direct financial input and talent cultivation. Environmental tools were dominated by publicity and guidance, while financial support mechanisms and standard-setting were underutilized. On the demand side, policy relied heavily on pilot demonstrations, with weaker emphasis on fostering cooperation, industry-research integration, and broader social participation. Thirdly, the evolution of policy objectives exhibited an obvious phased and progressive feature, whereas its internal structure still needed optimization. On the whole, national smart agricultural policies covered five core fields, with the digital and intelligent transformation of production and operation as the primary objective. Technological innovation and data services acted as crucial supporting pillars. By contrast, two guarantee-oriented objectives, namely talent team development and institutional standard improvement, accounted for merely 10.91% and 10.13%, respectively, resulting in a prominent imbalance in the objective system. Furthermore, policy development could be divided into four sequential stages: Initial conceptual guidance and foundational planning, pilot-oriented practical implementation, systematic policy construction, and in-depth quality and efficiency upgrading, forming a clear progressive trajectory. Though digital transformation had long served as the central focus across all stages, the development of talents and institutional mechanisms had witnessed gradual yet relatively slow progress, constantly lagging behind the advancement of core policy objectives. Fourthly, the LDA topic model extracted four core policy themes: Digital transformation and intelligent upgrading, industrial integration and business model innovation, talent cultivation and entrepreneurial support, and technical equipment and intelligent application. A striking finding was the extreme concentration of policy attention, with the digital transformation and intelligent upgrading theme accounting for 57.92% of the thematic focus, significantly overshadowing the other three themes combined, the matching degree between policy themes and policy instruments needs to be improved. **[Conclusions]** While China has developed a comprehensive policy framework for smart agriculture, its effectiveness is hampered by structural imbalances in instrument use, an over-concentration on a single policy theme, and an inconsistent coordination of policy objectives. To address these challenges and foster a more robust and sustainable development path, three key optimization strategies are proposed. First, promoting the balanced deployment of policy tools by following a tripartite approach: upgrading supply-side tools, empowering environmental-side tools, and driving demand-side tools, so as to enhance synergy and complementarity among different tool types. Second, optimizing the allocation of attention to policy themes and enhance the alignment between policy instruments and policy themes, avoiding over-reliance on individual fields and under-support for key sectors. Third, advancing the coordinated optimization of policy goals, and improving the systematic mechanism led by standards, guaranteed by institutions, and supported by talent teams. Implementing these strategies will be crucial for transforming China's smart agriculture policy system from one focused on quantity and foundational building to one capable of driving high-quality, balanced, and innovative development in the years to come.

Keywords: smart agriculture; policy evolution; policy tools; policy topics; policy objectives; Latent Dirichlet Allocation (LDA) topic model

Foundation items: National Natural Science Foundation of China (72563022); National College Students' Innovation and Entrepreneurship Training Program (202510403097)

***Corresponding author:** GAO Qun, E-mail: gaoqun3602@126.com