宁夏数字经济对农业绿色发展的影响及耦合分析

李俊娥[1]，唐 燕[2]

（1. 宁夏大学农学院，银川 750021；2. 宁夏大学林业与草业学院，银川 750021）

摘要：为探究宁夏数字经济对农业绿色发展的影响及二者的耦合协调情况，选取2013—2022年宁夏地区面板数据构建回归效应模型，研究数字经济对农业绿色发展的中介效应及耦合分析。研究表明，宁夏数字经济能够有效促进农业绿色发展且结果稳健，宁夏地区农业绿色发展同数字经济的协调性随时间演进呈现增强态势。基于此，提出完善数字基础设施建设、提高农业绿色技术进步等措施，以促进宁夏数字经济与农业绿色协调有序发展。

关键词：数字经济；农业绿色发展；耦合协调

中图分类号：F321.8 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)04－0146－07

作为一种新型经济形态的数字经济，全球经济结构正被其重新塑造，各领域发展也受其深刻影响。现如今数字经济已深度融入国民经济各个领域，对社会经济发展产生了显著的“乘数效应”。在农业领域，数字经济的渗透率持续提升，为传统农业向绿色化、现代化转型带来了新的发展契机[1]。2025年的“中央一号文件”进一步强调要大力发展绿色农产品，推进农产品加工业转型升级。在此背景下，数字经济已成为驱动农业绿色发展的重要引擎。

宁夏回族自治区作为西北地区重要的农业生产基地，位于黄河中上游地段，物产丰富、环境优美，有着发展农业的天然优势。2020年宁夏成功获批建设国家农业绿色发展先行区，近年来，宁夏的农业绿色发展水平持续提升。然而受特殊地理环境和气候条件制约，该地区仍面临水资源短缺、农业面源污染、资源利用偏低等诸多问题。在此形势下，加快推进数字经济建设，深入践行绿色发展理念，对实现宁夏农业绿色可持续发展具有重大战略意义。本文立足于宁夏农业发展实际，系统探究数字经济对当地农业绿色发展的影响机制及二者耦合协调程度，旨在为数字经济赋能宁夏农业绿色发展提供理论支撑和实践路径[2]。

1 文献综述

农业绿色发展已然成为现阶段农业发展的主要趋势，其研究的主要成果可以概括为以下两个方面：一是关于农业绿色发展水平测度这一议题，现有研究主要依托层次分析法与熵权法展开测度工作，维度构成方面主要包括资源节约、环境友好、绿色农产品供给、人民生活质量以及农业综合经济效益等方面[3-5]。在农业绿色发展影响因素研究领域，自然资源禀赋、技术创新能力以及人力资本积累被现有研究证实为主要影响因素。具体而言，农地规模因素对农业绿色发展的影响呈现出倒U形曲线特征[6]；农业水权交易能有效推动农业绿色发展[7]；绿色技术创新拓展了农业绿色发展新空间[8]；财政支农很大程度地提升了农业绿色发展水平[9]。

数字经济对农业绿色发展的影响研究可以分为以下三个方面：①数字经济赋能农业绿色发展。孔令英和李宁[10]通过构建空间杜宾模型，得出数字经济与农业绿色发展显著正相关，同时数字经济发展也会引起周边地区农业绿色发展水平提高；卢京宇和郭俊华[11]得出数字经济能够通过激励农业绿色技术创新促进农业碳减排。②数字经济对农业绿色全要素生产率的影响。王利荣和杨婷[12]的研究表明：数农融合与农业绿色全要素生产率之间的关联呈现出明显的U形曲线特征；何艺群和杨焕玲[13]揭示了数字经济对于农业绿色全要素生产率有着积极的影响，并且进一步指出，农业经营规模在这其中充当着关键的中介角色。③数字经济与农业绿色发展的耦合分析。程脂涵等[14]通过采用修正后的耦合协调模型进行实证分析可见，近年来数字经济与农业绿色发展的障碍因子得以识别；姬

收稿日期：2025-09-21

作者简介：李俊娥(2000—)，女，甘肃庆阳人，硕士研究生，研究方向为农村发展；通信作者唐燕(1980—)，女，宁夏银川人，硕士，副教授，研究方向为园林植物与设计、乡村发展。

新龙和刘琴[15]得出中国数字经济和绿色发展的综合水平呈明显上升趋势,二者的耦合协调度在空间上具有显著集聚特征,并呈现由东向西、由南向北降低的趋势。

综上所述,现有的成果对数字经济与绿色农业发展的影响研究已经较为深入,但主要集中于省级层面,针对某个特定区域内的研究较少。因此本文将宁夏的数字经济与农业绿色发展结合起来,系统研究宁夏数字经济对农业绿色发展的直接影响及通过绿色技术创新的中介效应的间接影响并探究两者耦合协调发展程度,为推动宁夏农业高质量发展、实现乡村振兴提供科学依据。

2 理论机制分析与研究假说

2.1 数字经济对农业绿色发展的直接影响机制

数字经济能够优化资源利用,提升生产效率,促进生态循环,进而促进农业绿色发展[17]。①数字经济借助智能监测优化资源利用。数字经济通过大数据、物联网等技术,实时采集土壤、气象等数据,使农民能够科学施肥、精准灌溉,减少了水资源浪费以及农药、化肥的过量使用,降低农业面源污染,从而促进绿色农业的发展。②数字经济通过数据驱动提升生产效率。区块链技术可追溯农产品流通全链条,减少中间环节损耗。例如,借助电子商务平台和直播销售等创新的营销方式,农产品能够直接与消费者进行交互,缩短中间环节,从而提升了销售效益。③数字经济通过数字化管理促进循环农业。数字化管理平台还能实现农业资源的共享与调度,整合闲置农业机械、仓储设施等资源,对农业废弃物进行集中处理等,减少重复投入,促进循环农业。基于此,提出以下研究假设。

H1:宁夏数字经济能够推动农业绿色发展。

2.2 数字经济对农业绿色发展的间接影响机制

在“双碳”目标背景下,绿色技术创新可以提高农业资源的配置效率,在数字经济影响农业绿色发展的过程中发挥着中介作用。一方面,数字经济基于信息平台与科技手段,为绿色技术创新提供数据基础和经验支撑,缓解了创新过程中信息不对称性,降低了农村地区技术创新成本,规避技术创新过程中潜在风险,提升农业技术创新水平。另一方面,绿色技术创新可以促进农业绿色发展。绿色技术创新能够提升农产品品质,在农产品的精深加工领域,绿色技术贯穿整个农业综合加工体系,通过优化各加工环节的设施,减少农产品损耗,提高产品的质量。绿色技术创新还有利于建立绿色生态循环农业。通过完善农业资源的再利用体系,对多级农业废弃物进行循环利用,从而增加农产品的循环利用价值,实现农业可持续发展。基于此,提出以下研究假设。

H2:数字经济通过提高绿色技术创新水平,间接促进农业绿色发展。

2.3 农业绿色发展推动数字经济提高

农业绿色发展对于数字经济发展之影响,体现在数字基础设施、数字创新环境及数字产业化诸方面[18]。农村地区产业转型之推进,依托于农业绿色发展,而产业转型的实现需农业基础设施数字化建设予以支撑。网络基础设施与信息服务设施等建设内容,构成其重要组成部分。数字创新环境方面,农业转型政策的引导作用显著。引入农业数字人才、打造数字创新平台以及促进农业数字技术成果转化等创新驱动政策得以实施,由此形成有利于数字创新的制度环境与社会氛围。农业现代化发展由农业绿色发展所推动。农民为适应此发展态势,在农业生产中采用各类先进信息技术成为必然选择,农业大数据与农业云计算等技术应用范围由此得以扩大,为数字经济发展创造良好的条件、基础和环境。

综上所述,数字经济通过不同途径促进绿色发展,而绿色发展反向引导和助推数字产业化发展,数字经济与绿色发展两系统之间不仅是因果关系,还是相互作用、相互依赖的关系。基于此,提出以下研究假设。

H3:宁夏数字经济与农业绿色发展之间存在相互耦合协调关系。

3 研究设计

3.1 数据来源

为了进行实证分析,选取宁夏2013—2022年的面板数据作为研究样本,以宁夏的5个地级市,包括银川、石嘴山、吴忠、固原、中卫作为研究对象。数据主要来源于《中国统计年鉴》《宁夏统计年鉴》及《数字普惠金融指数》[19],同时参考了政府工作报告,缺失数据的处理采用了插值法进行补充完善。

3.2 变量选取

被解释变量:农业绿色发展水平(Agd)。农业绿色发展水平的精准衡量需要构建专门指标体系,参考王宇洋等[20]的做法,基于农业绿色发展的三个维度——资源利用、环境治理和效益产出,构建适用于宁夏地区的评价体系(表1)。在各指标权重及得分的确定过程中,熵值法作为主要测算方法。

表 1　宁夏农业绿色发展、数字经济评价指标体系

系统	一级指标	二级指标	指标说明	单位	权重
农业绿色发展	资源利用	耕地面积	耕地面积	hm^2	0.106 296 3
		农作物播种总面积	农作物播种总面积	hm^2	0.102 432 7
		耕地复种指数	农作物总播种面积/耕地面积×100	%	0.117 992 9
	环境治理	农药施用量	农药施用量	hm^2	0.088 069 8
		化肥施用量	化肥施用量	hm^2	0.111 865 7
	效益产出	劳动生产率	农林牧渔总产值/第一产业从业人数	元/人	0.118 410 4
		农业总产值	农业总产值	万元	0.116 338 6
		农村居民收入	农村居民人均可支配收入	元	0.117 588 7
		人均粮食产量	粮食产量/总人口数	kg	0.121 004 9
数字经济		数字金融普惠发展	数字普惠金融指数		0.220 414 9
		互联网普及率	每百人国际互联网用户数	%	0.199 763 3
		数字产业从业人员占比	信息传输、计算机服务和软件业从业人员占比	%	0.192 039 6
		互联网相关产出	人均电信业务总量	万元/人	0.202 670 0
		移动互联网用户数	每百人移动电话用户数	%	0.185 112 3

核心解释变量：数字经济发展水平（Ded）。参考赵涛等[21]的做法，数字经济综合指数的测度选取五个关键指标：互联网普及率、数字产业从业人员占比、互联网相关产出以及移动互联网用户数等。与农业绿色发展指标体系类似，熵值法同样被运用于数字经济指数的测算过程。

中介变量：参考杜可等[22]的做法，采用宁夏各地级市绿色实用新型占地区年度获得的实用新型总数百分比作为绿色技术创新的衡量指标（Gti）。

为控制其他潜在因素对农业绿色发展的影响，选取以下控制变量：对外开放水平（Open）：实际利用外资额/地区生产总值；城镇化水平（Urb）：非农业人口/户籍人口；产业结构（Inst）：第三产业增加值/地区生产总值；人力资本水平（Hcl）：普通高等学校在校学生数/年末总人口。

3.3　研究方法

构建一套适用于宁夏地区的数字经济与农业绿色发展指标评价体系。通过熵值法对指标权重进行赋权计算[23-24]，采用固定效应回归模型与耦合协调模型评估当前发展状况。研究方法与实施步骤具体如下。

（1）构建基准回归模型。

$$Agd_{it}=\beta_0+\beta_1 Ded_{it}+\beta_2 control_{it}+y_t+\mu_i+\varepsilon_{it} \tag{1}$$

式中：Agd_{it} 为因变量农业绿色发展；β_0 为常数项；Ded_{it} 为核心解释变量数字经济；$control_{it}$ 为控制变量；β 为待测系数；y_t 为时间固定效应；μ_i 为地区固定效应；ε_{it} 为随机扰动项；i 为地区；t 为时间。

（2）构建中介效应模型。

$$Gti=\gamma_0+\gamma_1+Ded_{it}+\gamma_2 control_{it}+y_t+\mu_i+\varepsilon_{it} \tag{2}$$

$$Adg_{it}=\alpha_0+\alpha_1 Ded_{it}+\alpha_2 Gti_{it}+\alpha_3 control_{it}+y_t+\mu_i+\varepsilon_{it} \tag{3}$$

（3）构建耦合协调模型。借鉴刘潭和徐璋勇[25]的做法，构建耦合协调度模型，测度宁夏数字经济和农业绿色发展的耦合协调度。耦合协调度模型的具体计算公式为

$$C=\frac{\sqrt[2]{U_1U_2}}{U_1+U_2} \tag{4}$$

$$T=\alpha U_1+\beta U_2 \tag{5}$$

$$D=\sqrt{CT} \tag{6}$$

式中：C 为耦合度指数；U_1 为宁夏数字经济综合评价指数；U_2 为宁夏绿色农业发展综合评价指数；T 为综合评价指数；α、β 为待定系数，本文认为宁夏数字经济与绿色农业发展同等重要，因此规定 $\alpha=\beta=0.5$；D 为耦合协调度指数，取值范围为[0，1]，如果这个值越大，就意味着它们的耦合协调发展水平越高。

（4）构建空间杜宾模型。

$$\boldsymbol{Y}_N=\rho\boldsymbol{W}_N\boldsymbol{Y}_N+\boldsymbol{X}_N\beta+\boldsymbol{W}_N\boldsymbol{X}_N\delta+\boldsymbol{\varepsilon}_N \tag{7}$$

式中：$\boldsymbol{Y}_N$ 为被解释变量的向量形式；N 为样本量；$\boldsymbol{W}$ 为空间权重矩阵；$\boldsymbol{W}_N\boldsymbol{Y}_N$ 为空间自回归项；ρ 为被解释变量的空间自回归系数；$\boldsymbol{X}_N$ 为解释变量的矩阵形式；β 为解释变量的回归系数；$\boldsymbol{W}_N\boldsymbol{X}_N$ 为解释变量的空间滞后项；δ 为解释变量的空间自回归系数；$\boldsymbol{\varepsilon}_N$ 为误差项。

4　实证结果与分析

4.1　基准回归结果

在选择面板模型之前，可利用 Stata 18.0 软件根据式（1）对面板数据进行固定效应回归（FE）、混合回归（OLS）和随机效应回归（RE），以确定最佳的回归方式，如表 2 所示。其中，F 检验值及豪斯曼检

表 2　宁夏数字经济对农业绿色发展的影响:基准回归

变量	(1) 固定效应 回归(FE)	(2) 混合效应 回归(OLS)	(3) 随机效应 回归(RE)
Ded	0.744 0*** (3.103 7)	0.618 6*** (4.790 2)	0.618 6*** (4.790 2)
Open	−4.694 4 (−0.234 0)	−6.583 1 (−0.372 9)	−6.583 1 (−0.372 9)
Urb	−0.591 4*** (−5.823 4)	−0.576 4*** (−6.718 1)	−0.576 4*** (−6.718 1)
Inst	−0.262 7 (−1.436 8)	−0.301 1** (−2.076 4)	−0.301 1** (−2.076 4)
Hcl	−3.902 4** (−2.150 5)	−3.059 0*** (−2.620 5)	−3.059 0*** (−2.620 5)
固定效应	控制	控制	控制
常数项	0.650 7*** (5.838 9)	0.662 2*** (7.352 5)	0.662 2*** (7.352 5)
观测值	50	50	50
R^2	0.533 2	0.666 2	0.666 2
F	0.000		
Hausman 检验	Probd>chi2=0.000		

注:*、**、***分别表示在 10%、5%、1%的水平上显著;括号内为 t 值。

表 3　稳健性检验

变量	(1) 缩尾处理	(2) 增加控制变量
Ded	0.527 9*** (2.920 9)	0.678 2*** (2.770 3)
Open	−14.463 1 (−0.959 9)	−22.929 0 (−0.968 5)
Urb	−0.512 3*** (−6.692 2)	−0.779 3*** (−4.558 9)
Inst	−0.248 2* (−1.771 6)	0.568 6 (0.924 7)
Hcl	−2.561 1* (−1.848 8)	−5.272 0*** (−2.581 6)
Gid		−0.269 8 (−1.238 9)
Isa		−0.068 5 (−1.081 5)
固定效应	控制	控制
R^2	0.735 3	
观测值	50	50
常数项	0.674 6*** (7.966 7)	0.626 0*** (4.199 0)

注:*、**、***分别表示在 10%、5%、1%的水平上显著;括号内为 t 值。

验的 P 均为 0,因此选取固定效应模型进行回归[26]。

基于固定效应面板回归模型的分析结果,在 1%的水平上显著的核心解释变量宁夏数字经济系数显示为 0.744 0。农业绿色发展水平提升 0.744%可由数字经济提高 1%所导致,实例表明数字经济发展对农业绿色发展的促进作用显著。城镇化水平与人力资本水平这两个控制变量的负向影响被观察到,且均通过显著性检验。由此可见城镇化进程和人力资本积累对农业绿色发展具有积极效应。对外开放水平和产业结构的影响则未能通过显著性检验。

4.2　稳健性检验

为了验证回归结果的稳健性,采用缩尾处理、工具变量法以及增加控制变量这三种方法进行检验[27]。第一种是缩尾处理,旨在消除极端值对回归结果的影响。经过调整,对数据进行向上和向下各 5%的截断操作并再次执行回归分析,其结果如表 3 列(1)所示,相关的系数仍然在 1%的显著度标准中呈现积极的方向。第二种是增加控制变量,继续增加政府干预程度(Gid)及产业结构高级化(Isa)两个控制变量重新进行回归,结果如列(2)所示,数字经济的回归系数在 1%的水平上显著为正。由表 3 可知,数字经济相关系数依旧在 1%的水平下具有显著性的正向趋势,说明数字经济发展能够有效促进农业绿色发展,与上述结论一致,因此实证结果稳健。

至此,验证 H1 成立,也就是数字经济可以有效地推动农业的绿色进步。

4.3　中介效应

根据表 4 可知,列(1)是数字经济对农业绿色发展产生的直接影响作用,数字经济对农业绿色发展的影响系数为正,且在 1%的水平上显著,说明数字经济对促进农业绿色发展有显著效果;列(2)是数字经济对绿色技术创新产生的作用,可以看出数字经济对绿色技术创新的正向影响效应在 1%的水平上显著,且系数为 0.553 1,说明数字经济每提升 1 个单位,绿色技术创新就提升 0.553 1 个单位;列(3)表示数字经济和绿色技术创新共同加入模型时回归的结果,绿色技术创新对农业绿色发展有显著的促进作用,系数为 0.152 5 并且在 10%的水平上显著。由表 4 可知,三个模型的数字经济系数都是显著的,说明绿色技术创新发挥了中介效应,数字经济通过绿色技术创新对农业绿色发展产生了间接的促进作用。

因此,验证 H2 成立,即数字经济通过影响绿色技术创新对农业绿色发展产生间接的促进作用。

4.4　耦合协调分析

借鉴已有关于耦合协调模型的研究[28]。根据式(4)~式(6),各系统间的耦合值得以测算,二元

系统的耦合协调度如表 5 所示。分析结果显示，2013—2022 年宁夏地区的耦合协调水平呈现持续上升态势。其中吴忠市的耦合协调程度变化最大，增加速度最快，从 0.345 提升至 0.514，已经完成从轻度失调状态到勉强协调状态。银川市协调耦合程度由 0.466 提升至 0.515，从失调状态逐渐转变为勉强协调的状态已经实现，但总体上增长的幅度仍然较为有限。石嘴山市与固原市的耦合协调程度亦被纳入考察范围，石嘴山市耦合协调程度由 0.310 提升至 0.475，固原市的协调耦合程度由 0.376 提升至 0.463，中卫市耦合协调程度由 0.333 提升至 0.484，三市均由原来的轻度失调状态改善为勉强协调状态。综上，虽然各市的协调发展存在差异，但总体上五个地级市的数字经济与农业绿色发展的耦合协调程度不断增强。

表 4　中介效应

变量	(1)	(2)	(3)
	Agd	Gti	Agd
Ded	0.744 0***	0.553 1***	0.152 5*
	(3.103 7)	(3.680 5)	(1.862 6)
Open	−4.694 4	−13.260 0	24.490 0**
	(−0.234 0)	(−0.715 6)	(2.404 8)
Urb	−0.591 4***	−0.557 0***	0.013 1
	(−5.823 4)	(−6.423 7)	(0.281 6)
Inst	−0.262 7	−0.332 0**	0.016 8
	(−1.436 8)	(−2.254 5)	(0.217 8)
Hcl	−3.902 4**	−2.729 0**	−0.475 0
	(−2.150 5)	(−2.195 6)	(−0.704 8)
常数项	0.650 7***	0.692 0***	0.015 4
	(5.838 9)	(7.506 3)	(0.318 4)
观测值	50	50	50
R^2	0.533 2	0.613 4	0.164 9

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%的水平上显著；括号内为 t 值。

表 5　2013—2022 年宁夏数字经济与农业绿色发展耦合协调度

年份	银川	石嘴山	吴忠	固原	中卫	总均值	耦合协调程度
2013	0.466	0.309	0.345	0.376	0.333	0.366	轻度失调
2014	0.494	0.318	0.366	0.303	0.357	0.368	轻度失调
2015	0.520	0.378	0.434	0.350	0.379	0.412	濒临失调
2016	0.502	0.385	0.384	0.349	0.424	0.409	濒临失调
2017	0.514	0.425	0.409	0.379	0.403	0.426	濒临失调
2018	0.501	0.441	0.451	0.402	0.418	0.443	濒临失调
2019	0.481	0.434	0.457	0.419	0.418	0.442	濒临失调
2020	0.485	0.459	0.472	0.441	0.448	0.461	濒临失调
2021	0.501	0.465	0.506	0.448	0.471	0.478	濒临失调
2022	0.515	0.475	0.514	0.462	0.484	0.491	濒临失调

为了更加直观地观察宁夏数字经济与农业绿色发展的耦合协调程度，进一步对宁夏五个地级市的数字经济与农业绿色发展的耦合程度的均值进行处理，如图 1 所示[29]。宁夏 2013—2022 年数字经济与农业绿色发展的耦合协调程度呈波动上升趋势，最终接近勉强协调程度，但增长幅度较小。从时间维度观察各节点的协调情况可见，2019 年的耦合协调度较前一年有所下降。这一现象表明数字经济与农业绿色发展在该时段出现协调性差异，二者发展的不均衡状况由此显现。但从整体分析，宁夏农数字经济与农业绿色发展增长已从失调期发展为过渡期，二者耦合协调程度不断增加，表明宁夏数字经济与农业绿色发展之间的确存在较强的相互作用和相互协调关系。

至此，H3 成立，即宁夏数字经济与农业绿色发展之间存在着相互耦合协调的关系。

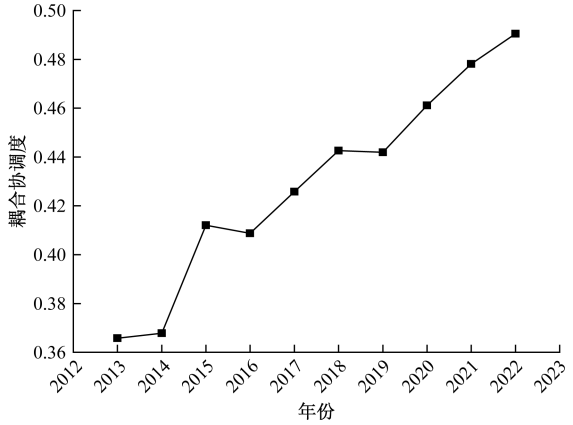


图 1　宁夏数字经济和农业绿色发展耦合协调总体趋势

4.5　空间计量回归

4.5.1　空间模型选择

为了更全面地分析宁夏数字经济对农业绿色发展的空间效应，预采用空间杜宾模型进行回归分析。在进行空间计量分析与估计之前，需要选择适合的空间计量模型。参考朱慧等[30]的做法，分别使用 LM 检验和 LR 检验，检验结果如表 6 所示。LM error通过了 1%的显著性水平检验，LM lag 通过了 5%的显著性水平检验，通过 LM 检验可使用空间计量回归分析。另外，使用 LR 检验，对空间杜宾模型(SDM)是否会退化为 SLM 和 SEM 模型，P 为 0 拒绝原假设，说明不会退化为 SLM(或 SEM)模型。

4.5.2　空间计量回归

表 7 为宁夏数字经济对农业绿色发展的空间杜宾模型回归分析结果。由表 7 可知，数字经济空间滞后项的系数显著为正，表明数字经济不仅促进本

表 6　空间计量模型检验

检验模型	统计值	*P*
LM error	7.082	0.008
LM lag	5.590	0.018
LR(SLM)	30.350	0.000
LR(SEM)	22.030	0.001

表 7　空间杜宾模型回归分析结果

变量	Main	Wx	直接效应	间接效应	总效应
Ded	0.454***	0.773***	0.288**	0.422**	0.710***
	(3.00)	(2.82)	(2.24)	(2.15)	(2.87)
Open	−3.164	−26.756	5.753	−22.538	−16.786
	(−0.30)	(−1.37)	(0.49)	(−1.32)	(−1.09)
Urb	2.703***	2.860***	2.431***	0.758*	3.189***
	(6.58)	(4.10)	(7.92)	(1.94)	(5.38)
Inst	0.732***	1.291***	0.439*	0.721**	1.160***
	(3.35)	(3.23)	(1.93)	(2.29)	(3.84)
Hcl	−4.951**	4.993	−8.440***	8.695**	0.255
	(−2.45)	(1.18)	(−2.60)	(2.01)	(0.11)
固定效应	YES	YES	YES	YES	YES
观测值	50	50	50	50	50

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%的水平上显著；括号内为 *t* 值。

地区农业绿色发展水平，并对周边地区农业绿色发展水平产生正向的空间溢出效应。在总效应分析中，控制变量城镇化水平和产业结构的系数显著为正，表明均有利于邻近地区农业绿色发展水平提高。总的来说，宁夏数字经济既可以促进本地区农业绿色发展水平，还能对周边地区农业绿色发展水平起到很好的助推作用。

5　结论与建议

本文选取 2013—2022 年宁夏地区面板数据，构建数字经济和农业绿色发展综合评价体系。运用熵值法对两个指标体系进行测算，并对结果进行基准回归分析，为探究结果的准确性，运用多种检验方式对回归结果进行稳健性检验。同时根据熵值法测算结果探究宁夏数字经济与农业绿色发展耦合协调问题，得出以下结论。

(1)通过基准回归分析，宁夏数字经济能够有效促进农业绿色发展且在 1%的水平上显著，即数字经济每增长 1%，农业绿色发展水平提升 0.744%。同时，数字经济通过促进绿色技术创新从而间接促进农业绿色发展水平。

(2)为了深入检验回归结果的稳健性，采用缩尾处理和增加控制变量两种方法进行验证。其结果都通过了检验，证明宁夏数字经济能够有效促进农业绿色发展，结果稳健。

(3)耦合协调分析发现，宁夏数字经济与农业绿色发展的耦合协调程度随时间变化整体增强，但在空间分布上存在显著差异，呈现“中部强，南北弱”的空间格局。

(4)宁夏数字经济既可以促进本地区农业绿色发展水平，还能推动周边地区农业绿色发展水平，存在明显的空间溢出效应。

与此同时，相关政策建议亟须落实。完善数字基础设施建设。作为宁夏数字经济发展之重要前提，基础设施完善程度当前仍显不足。农村地区尤为突出，资金投入力度亟待加强。重点推进 5G 网络覆盖度和乡村网络速度。各地区数字经济发展策略需依据实际情况制定。宁夏省域内数字经济对农业绿色发展的影响呈现中部显著而南北部较弱之态势。制定差异化区域发展战略显得尤为必要。南部与北部地区数字经济的促进作用需要重点加强。技术进步对于农业绿色发展的关键性作用不容忽视。数字技术在提升绿色技术进步效率方面的服务功能，对农业发展具有显著助推效果。

参考文献

[1] 袁浩，王俊尧，罗添楠，等. 数字经济背景下重庆市农业绿色发展水平测度及障碍因子识别[J]. 产业与科技论坛，2024，23(15)：14-18.

[2] 李丹明，刘西敏，孙皓. 数字经济背景下潍坊市农业高质量发展研究[J]. 山东纺织经济，2024，41(8)：15-21.

[3] 肖华堂，薛蕾. 我国农业绿色发展水平与效率耦合协调性研究[J]. 农村经济，2021(3)：128-134.

[4] 查建平，周霞，周玉玺. 黄河流域农业绿色发展水平综合评价分析[J]. 中国农业资源与区划，2022，43(1)：18-28.

[5] 盖美，杨茼菲，何亚宁. 东北粮食主产区农业绿色发展水平时空演化及其影响因素[J]. 资源科学，2022，44(5)：927-942.

[6] 祝宏辉，杜美玲，尹小君，等. 乡村振兴战略下农地规模经营对农业绿色发展的影响[J]. 调研世界，2023(7)：55-66.

[7] 姚鹏，李慧昭. 农业水权交易能否推动农业绿色发展[J]. 中国农村经济，2023(2)：17-40.

[8] 姚升. 农业绿色技术创新促进了农业绿色发展么[J]. 山东农业工程学院学报，2025，42(3)：28-36.

[9] 唐一帆，吴波. 财政支农促进了农业绿色发展吗?：基于PVAR模型的实证检验[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版)，2022，23(6)：46-54.

[10] 孔令英，李宁. 数字经济对农业绿色发展的影响及其空间溢出效应[J]. 新疆农垦经济，2025(1)：39-49.

[11] 卢京宇，郭俊华. 数字经济赋能农业绿色发展的碳减排效应[J]. 江西财经大学学报，2024(3)：78-90.

[12] 王利荣，杨婷. 数农融合能促进农业绿色发展吗？——基于农业绿色全要素生产率的视角[J]. 农业资源与环境学报，2025，42(6)：1687-1700.

[13] 何艺群，杨焕玲. 山东省数字经济对农业绿色全要素生产率的影响研究[J]. 青岛农业大学学报(社会科学版)，2024，36(4)：51-56.
[14] 程脂涵，刘鹏凌，李远鹏，等. 数字经济与农业绿色发展效率协调性研究[J]. 青岛农业大学学报(社会科学版)，2025，37(2)：12-21.
[15] 姬新龙，刘琴. 数字经济与绿色发展耦合协调的时空演化及障碍度分析[J]. 华东经济管理，2024，38 (7)：77-90.
[16] 刘小凤，王力. 农村数字经济能促进农业绿色发展吗?[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版)，2024(4)：117-128.
[17] 卢京宇，郭俊华. 数字经济赋能农业绿色发展的碳减排效应[J]. 江西财经大学学报，2024(3)：78-90.
[18] 费威，安芷萱. 农村数字经济与农业绿色发展的耦合协调研究[J]. 农林经济管理学报，2024，23(3)：317-325.
[19] 郭峰，王靖一，王芳，等. 测度中国数字普惠金融发展：指数编制与空间特征[J]. 经济学季刊，2020，19(4)，1401-1418.
[20] 王宇洋，田静，王金媛. 数字经济背景下农业绿色发展路径研究[J]. 北方园艺，2025(1)：151-157.
[21] 赵涛，张智，梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展：来自中国城市的经验证据[J]. 管理世界，2020，36(10)：65-76.
[22] 杜可，陈关聚，梁锦凯. 异质性环境规制、环境双元战略与绿色技术创新[J]. 科技进步与对策，2023，40(8)：130-140.
[23] 杨孟阳，唐晓彬. 数字金融与经济高质量发展的耦合协调度评价[J]. 统计与决策，2023，39(3)：126-130.
[24] 程莉，黄兰稀. 数字经济与农业高质量耦合协调发展的时空演变及驱动因素研究[J]. 福建农林大学学报(哲学社会科学版)，2024，27(4)：24-39.
[25] 刘潭，徐璋勇. 中国绿色金融与低碳经济耦合协调及时空特征[J]. 统计与决策，2024，40(8)：144-149.
[26] 马莉，唐蜜. 数字经济与农业绿色发展：理论机制与实证检验[J]. 湖北农业科学，2024，63(8)：296-302.
[27] 杨雅迪，赵博骏，齐文浩. 数字乡村建设对农业绿色发展的影响研究[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版)，2025(1)：106-117.
[28] 王鹏程，吉泽男，廖升，等. 西北数字经济对农业绿色发展的影响及耦合分析[J]. 地域研究与开发，2025，44(2)：155-161.
[29] 吉泽男，付文婷，王鹏程，等. 新疆数字经济与农业绿色发展评价及耦合协调分析[J]. 塔里木大学学报，2024，36(4)：86-97.
[30] 朱慧，黄浩淋，薛小龙，等. 数字经济产业集聚的知识溢出对企业创新能力的影响——基于空间杜宾模型[J]. 科技和产业，2025，25(12)：83-91.

Impactsand Coupling Analysis of the Ningxia Digital Economy on Green Agricultural Development

LI Jun'e[1]，TANG Yan[2]
(1. School of Agriculture，Ningxia University，Yinchuan 750021，China；
2. School of Forestry and Grassland，Ningxia University，Yinchuan 750021，China)

Abstract：To explore the impact of digital economy on the green development of agriculture in Ningxia and the coupling coordination between the two，the panel data of Ningxia region from 2013 to 2022 was selected to construct a regression effect model，and investigated the mediating effect and coupling analysis of the digital economy on the green development of agriculture. The research shows that the digital economy in Ningxia can effectively promote the green development of agriculture and the results are stable. The coordination between the green development of agriculture and the digital economy in Ningxia has been enhanced over time. Based on this，measures such as improving digital infrastructure construction and promoting the progress of green agricultural technology are proposed to promote the coordinated and orderly development of the digital economy and green agriculture in Ningxia.

Keywords：digital economy；green development of agriculture；coupled and coordinated