

乡村振兴背景下县域农业农村创新发展评价及空间格局 ——以甘肃省为例

尹君锋, 石培基, 张韦萍, 才文顺, 李昕阳, 李雅丽

(西北师范大学地理与环境科学学院, 兰州 730070)

摘要: 实施农业农村现代化创新发展措施, 将有效促使乡村振兴战略长远推进, 形成我国农业农村创新发展的新局面。基于甘肃省 86 个县域研究单元, 从创新投入、创新保障、创新效果三个维度构建了包含 28 个二级指标的农业农村创新发展评价指标体系, 就农村地区创新发展水平进行综合评价。结果表明: (1) 甘肃省农业农村整体创新发展得分呈上升趋势, 但增长幅度较为缓慢。综合创新能力得分较高的县(区)主要集中在河西地区东部, 得分较低的县(区)主要集中在南部民族地区。河西地区创新保障和创新效果水平处于全省前列, 南部民族地区创新投入水平较低。(2) 全省农业农村创新发展在东西方向上表现为西高东低, 2013 年以后逐渐表现出“两头高、中间低”趋势; 在南北方向上表现北高南低; 在东南—西北方向上呈现出西北高、东南低; 在西南—东北方向上呈现出东北高、西南低。创新发展指数方向特征未发生明显变化, 在空间上具有一定的锁定性。(3) 创新发展热点区域集中在河西地区张掖市、武威市及金昌市, 冷点区域集中分布在南部民族地区; 极冷点区和极热点区数量减少, 县域农业农村创新发展差距在减小。(4) 多元资本投入、农业经济发展、自然地理条件及资源禀赋、农业基础设施配置、农业发展政策等通过内外因素结合创新发展供需两侧作用于甘肃省农业农村创新发展时空演化。

关键词: 乡村振兴; 农业农村; 创新发展; 演化机理; 甘肃省

党的十九大正式提出将“乡村振兴”战略作为乡村发展的总要求和奋斗目标, 随后发布一系列相关文件, 标志着我国农村地区发展迎来新机遇^[1-3]。2021 年中央一号文件继续锁定“三农”问题, 为农业农村现代化和农村高质量发展指明前进方向^[4]。第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要明确提出要走中国特色社会主义乡村振兴道路, 加快农业农村现代化优先发展, 全面推进乡村振兴战略。乡村振兴战略是我国打赢脱贫攻坚战后又一重大国家发展战略, 是新时代中国特色社会主义建设的重大战略, 也是全面实现共同富裕、促进城乡均衡发展道路的新举措^[5]。乡村振兴是一项全方位、多层次、宽领域的综合工程, 其中包含了农业农村现代化创新发展, 将乡村振兴摆在新时代我国社会主义现代化建设的重要位置, 促使农业高质高效、乡村宜居宜业、农民富裕富足^[6]。农业农村发展促进农村地区创新性成果转化与创新性发展, 将有效激发乡村振兴的内在动力^[7]。实施农业农村现代化创新发展措施, 必将带动乡村振兴战略有效发展, 形成新时期我国农业农村创新发展的新格局^[8]。本文着眼于甘肃省农业农村创新发展评价及创新格局形成的

收稿日期: 2021-04-12; 修订日期: 2021-08-12

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41771130, 41661035); 甘肃省科技计划项目 (20JR5RA529)

作者简介: 尹君锋 (1995-), 男, 甘肃庆城人, 硕士, 研究方向为区域发展与规划管理。E-mail: 1627815859@qq.com

通讯作者: 石培基 (1961-), 男, 甘肃临洮人, 硕士, 教授, 博士生导师, 研究方向为区域发展与规划管理。

E-mail: xbsdspj@163.com

演化机理分析,为乡村振兴战略的实施提供有效科学支撑。

农业农村创新发展是创新地理学研究的基本内容,主要强调研究人类创新活动与农村地理环境系统之间的相互作用^[9]。国外学者对农业农村创新发展开展了较多研究,主要分为三方面:(1)关注农业农村创新政策实施及创新效果的研究。如对美国土地制度下作物产量的变化研究,发现农业创新实施政策与作物产量大幅提高有关^[10];研究农林业系统与社区农业之间的相互作用,表明机构创新所带来的经济安全凸显了农林业系统与社区农业之间协同增效的潜力^[11]。(2)关注农村创新发展过程及影响因素的研究。如利用农户家庭数据分析农业创新影响因素,发现生产要素和健康冲击对高成本创新产生负面影响^[12];以共同解决共同问题的多方利益相关者群体为研究案例,探索社会资本和不同形式的信任如何约束或者促进农村创新发展的过程^[13]。(3)关注农村社会创新网络及空间分布的研究。如以农村地区为例进行深度访谈数据收集,对项目贡献者和利益相关者间的创新网络进行等级分析研究^[14];通过农村社会网络结构重构来激活农民社会关系的研究,发现支持和促进社会网络创新会成为重新思考以社会关系结构再生为重点的农村创新发展政策讨论点^[15]。对爱尔兰农村地区农业创新的空间集中度的研究表明,教育和咨询服务的地理空间分布显示出与农业创新类似的空间分布^[16];对整个欧盟范围内促进知识转移与创新(KT & I)措施实际支出的空间分布进行研究,发现农村对于KT & I措施表现出机会不均等和利用率低的特征,并且最偏远和农业最多的地区创新支出强度往往较低^[17]。

国内学者的研究可概括为:(1)关注农业科技创新效率及影响因素的研究。如对北京上海天津三大城市农业科技创新效率进行测算并分析影响因素,发现农业技术发育程度、农业技术引进和吸收能力、农业生产力发展水平等对农业科技创新效率产生显著正影响^[18];另外有学者以省级行政单位分析农业科技创新效率,发现在不同省份之间农业科技创新效率存在着显著差异^[19]。(2)关注农业科技创新体系及创新评价的研究。如以“国家现代农业示范区”为研究对象,发现县域生态农业创新体系对当地生态农业创新活动起到支持作用^[20];在此基础上,部分学者通过构建农业科技创新发展指标体系,对湖北省^[21]、甘肃省^[22]以及全国^[23]农村创新发展能力进行了实证研究。(3)关注农业农村创新发展模式及创新路径的研究。如对中国农业科技创新模式的变迁研究,表明中国的农业科技创新模式正在由布什模式转向巴斯德模式^[24];也有学者对农村财政农业投资模式^[25]、农业循环经济模式^[26]等农业发展模式进行了深层次分析研究。在系统研究农业农村创新发展模式的基础之上,部分学者对国外农业知识体系^[27]、农业科技推广模式^[28]、国外农业创新系统^[29]进行研究并对我国农村未来创新发展路径提出建设性意见。然而纵观以上研究发现,国内目前探讨农业农村创新发展的相关研究主要是以国家或省际等大尺度为研究单元,对县域尺度下农业农村创新发展的研究较为少见。

在乡村振兴和推进西部大开发形成新格局等系列重大战略决策背景下,亟待展开欠发达地区县域农业农村创新发展评价及演化机理研究。由于甘肃省特殊的自然地理条件和错综复杂的发展环境,使得农业农村协同创新一体发展面临一定的挑战,因此实现以创新为驱动的农业农村高质量发展在西北地区乡村振兴发展中具有十分重要的意义。鉴于此,本文以西北地区典型省份甘肃省为案例,从创新投入、创新保障、创新效果三个维度构建甘肃省农业农村创新发展综合评价指标体系,对1998—2018年86个县域研究单元的创新发展水平进行评估,进而探讨甘肃省农业农村创新发展的演化机理,并结合实际提出针对性意见和对策。本文研究结果可对乡村振兴战略背景下农业农村创新发展提供方法论借鉴,对西北农村地区高质量发展提供科学支撑。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究区概况

甘肃省位于中国西北内陆地区，版图上呈“西北—东南”向狭长地带，是黄河上游和青藏高原东北部生态安全保护屏障区，同时也是丝绸之路经济带上的重要省份。2018年甘肃省农村人口达1379.55万人，占全省总人口的52.31%，占比由1998年的56.52%下降4.21%。全省2018年农业总产值达到1166.09亿元，相比1998年的235.82亿元增加930.27亿元。1998—2018年农村地区人均居民纯收入由1403元增加至8804元，人均生活消费支出由949元增加至9065元，农村居民生活得到大幅改善，农村经济取得快速发展，但是整体上仍然落后于全国平均水平。当前，甘肃省农业农村发展水平与全国相比较还存在一定的差距，农村地区创新发展动力不足、现代化农业科技水平较低、农业科技成果成熟度低以及农业科学技术知识水平成果转化应用有限，制约甘肃省农业农村创新发展水平进一步提高。本文以甘肃省85个县、区（安宁区无农业户籍人口，故剔除）及嘉峪关市共86个研究单元（1个地级市、16个市辖区、5个县级市、7个自治县和57个县）为研究对象。同时参考前人相关研究方法，将甘肃省划分为4个区，分别是陇中地区、河西地区、陇东南地区和南部民族地区^[30]。

1.2 研究方法

1.2.1 农业农村创新能力指标体系构建

农业农村创新发展能力可以一定程度上反映农村地区的经济、科技及综合发展状况，农业农村创新发展指标体系是综合评价农业农村创新能力的关键性环节^[31]。农业农村创新发展指标体系的构建不同于城市、城市群或国家创新发展指标体系，农村作为相对于城市而言的特定区域和经济发展相对落后地区，创新能力本身存在不足^[22]。为全面、客观、系统、准确地研究甘肃省农业农村创新发展能力现实情况，指标体系构建遵循科学性、系统性，并结合指标的可获得性及动态性，以及农业农村创新发展分析框架（图1）并参考前人相关研究^[21,22,31]构建了甘肃省农业农村创新发展评价指标体系，包括创新投入、创新保障、创新效果3个一级指标及28个二级指标。

其中，创新投入从人力、物力资本等角度选取7项指标，万人乡村从业人员高中以上文化程度表征人力资源潜力投入；万人农村从业人员中科学研究和综合技术服务人数、万人农村从业人员中信息传输计算机服务和软件业人数表征科学研究和科技技术人力投入；万人农村农机从业人员占农村人口比例、农林渔牧业从业人员占农村总人口比例表征农业人力投入条件和投入规模；农村人均用电量、单位耕地面积农业机械总动力表征农机电气化程度及农机建设规模投入。创新保障从农机设备、农业技术推广以及各级政府政策支持等方面选取14项指标，农村旋耕机数、农村机动脱粒机数表征农机设备保障水平；农田基本建设设备数表征农田基本建设、收获及收获后机械处理保障水平；有效灌溉面积占耕地灌溉面积比例表征农业生产水利设施保障水平；农作物播种面积表征农作物实际播种面积；机械深耕深松面积、机械深施化肥面积、机械铺地膜面积、精少量播种面积表征农机化新技术推广水平；机播面积占农作物总播面积、机耕面积占总耕地面积表征农业机械化水平；农业科技园区、农业产业园、农业现代示范区表征农业科技创新与成果转化保障基地。创新效果从投入产出角度选取7项指标，农村居民人均纯收入增速表征农村居民收益增速效果；农机经营效益—利润总额表征创新成果转化经济产出效果；机收面积占农作物总播面积表征机械化服务效果；人均农业增加值表征农

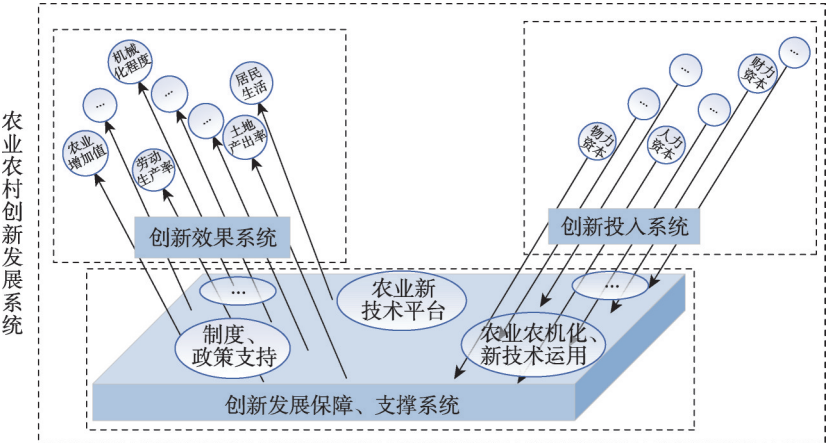


图1 农业农村创新发展分析框架

Fig. 1 Analysis framework of agricultural and rural innovation-driven development

业生产力贡献效果；农业劳动生产率表征农业劳动者生产效率；农村土地产出率表征一定面积土地上投入劳动、资金等相应增加的农产品收获量；粮食单产水平表征耕地生产能力及农业工作质量。最终构建的指标体系如表1所示。

1.2.2 农业农村创新发展综合得分测算

(1) 对指标原始数据进行标准化处理：

由于所选的各项农业农村创新指标数据单位量纲存在差异性，同时所选指标在表达意义与结果一致性之间存在正负向指标之分，不可直接进行对比分析。因此，需要对原始指标数据进行标准化处理，使得处理后的各项指标数值在 [0, 1] 间。公式如下：

$$X'_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij} - \min X_j}{\max X_j - \min X_j}, & \text{正向指标} \\ \frac{\max X_j - X_{ij}}{\max X_j - \min X_j}, & \text{负向指标} \end{cases} \quad (1)$$

表1 农业农村创新发展评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of agricultural and rural innovation-driven development

目标层	一级指标	二级指标
农业农村 创新发展 指标 体系 (Z)	创新投入 (Z ₁)	Z ₁₋₁ 万人乡村从业人员高中以上文化程度；Z ₁₋₂ 万人农村从业人员中科学研究和综合技术服务人数；Z ₁₋₃ 万人农村从业人员中信息传输计算机服务和软件业人数；Z ₁₋₄ 万人农村农机从业人员占农村人口比例；Z ₁₋₅ 农林渔牧业从业人员占农村总人口比例；Z ₁₋₆ 农村人均用电量；Z ₁₋₇ 单位耕地面积农业机械总动力
	创新保障 (Z ₂)	Z ₂₋₁ 农村旋耕机数；Z ₂₋₂ 农村机动脱粒机数；Z ₂₋₃ 机械铺地膜面积；Z ₂₋₄ 农田基本建设设备数；Z ₂₋₅ 有效灌溉面积占耕地灌溉面积比例；Z ₂₋₆ 机械深耕深松面积；Z ₂₋₇ 农作物播种面积；Z ₂₋₈ 机耕面积占总耕地面积；Z ₂₋₉ 机械深施化肥面积；Z ₂₋₁₀ 机播面积占农作物总播面积；Z ₂₋₁₁ 精少量播种面积；Z ₂₋₁₂ 农业科技园区；Z ₂₋₁₃ 农业产业园；Z ₂₋₁₄ 农业现代示范区 ^①
	创新效果 (Z ₃)	Z ₃₋₁ 农村居民人均纯收入增速；Z ₃₋₂ 农机经营效益—利润总额；Z ₃₋₃ 机收面积占总农作物总播面积；Z ₃₋₄ 人均农业增加值；Z ₃₋₅ 农业劳动生产率；Z ₃₋₆ 农村土地产出率；Z ₃₋₇ 粮食单产水平

① 对 Z₂₋₁₂、Z₂₋₁₃、Z₂₋₁₄ 分别以国家级、省级赋值为 2 分、1 分。

式中： X_{ij} 为甘肃省农业农村创新发展指标体系中第*i*个县域单元的第*j*个指标的标准化处理结果； X_{ij} 为指标体系中第*i*个县域单元的第*j*个指标中的原始数据； $\max X_j$ 和 $\min X_j$ 分别为指标体系中第*j*个指标中所有原始数据的最大值和最小值。

(2) 熵值法求取指标权重：

$$H_j = -k \sum_{i=1}^m (Y_{ij} \times \ln Y_{ij}) \quad (2)$$

$$Y_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (3)$$

$$W_j = \frac{(1 - H_j)}{\sum_{j=1}^n (1 - H_j)} \quad (4)$$

式中： H_j 为标准化后第*j*项指标的熵值；令 $k=1/\ln m$ ， m 为研究单元数（个，本文 m 取86）； Y_{ij} 表示第*i*个县域单元第*j*项指标所占比例； x_{ij} 表示第*i*个县域单元第*j*项指标的标准化处理数值； W_j 表示指标体系中第*j*个指标所占权重； n 为指标体系中所包含的指标数（层）。

(3) 计算农业农村创新发展综合评价得分 S_i ：

$$S_i = \sum_{j=1}^m W_j Y_{ij} \quad (5)$$

1.2.3 趋势面分析

采用ArcGIS 10.7软件中的趋势分析功能模块，利用空间数据可拟合形成一个曲面来详细说明在较大尺度空间上用地理要素数值反映其在空间上的变化趋势和分布规律^[32]。本文以1998年、2003年、2008年、2013年和2018年5个时间截面的农业农村创新发展指数为研究数据，运用趋势面法分析甘肃省农村地区创新发展的总体分异趋势。

1.2.4 冷热点分析

冷热点分析是局部空间自相关分析的度量方法，属于探索性空间数据分析方法中的一类。可以用来判断研究区内创新能力热点区和冷点区的空间分布特征^[33]。通过识别甘肃省农业农村创新发展要素在地理空间上的高值簇与低值簇，即农业农村创新发展的冷点区与热点区的空间分布格局以及冷热点区的变化情况可以用来分析甘肃省农业农村创新发展的空间格局演变。

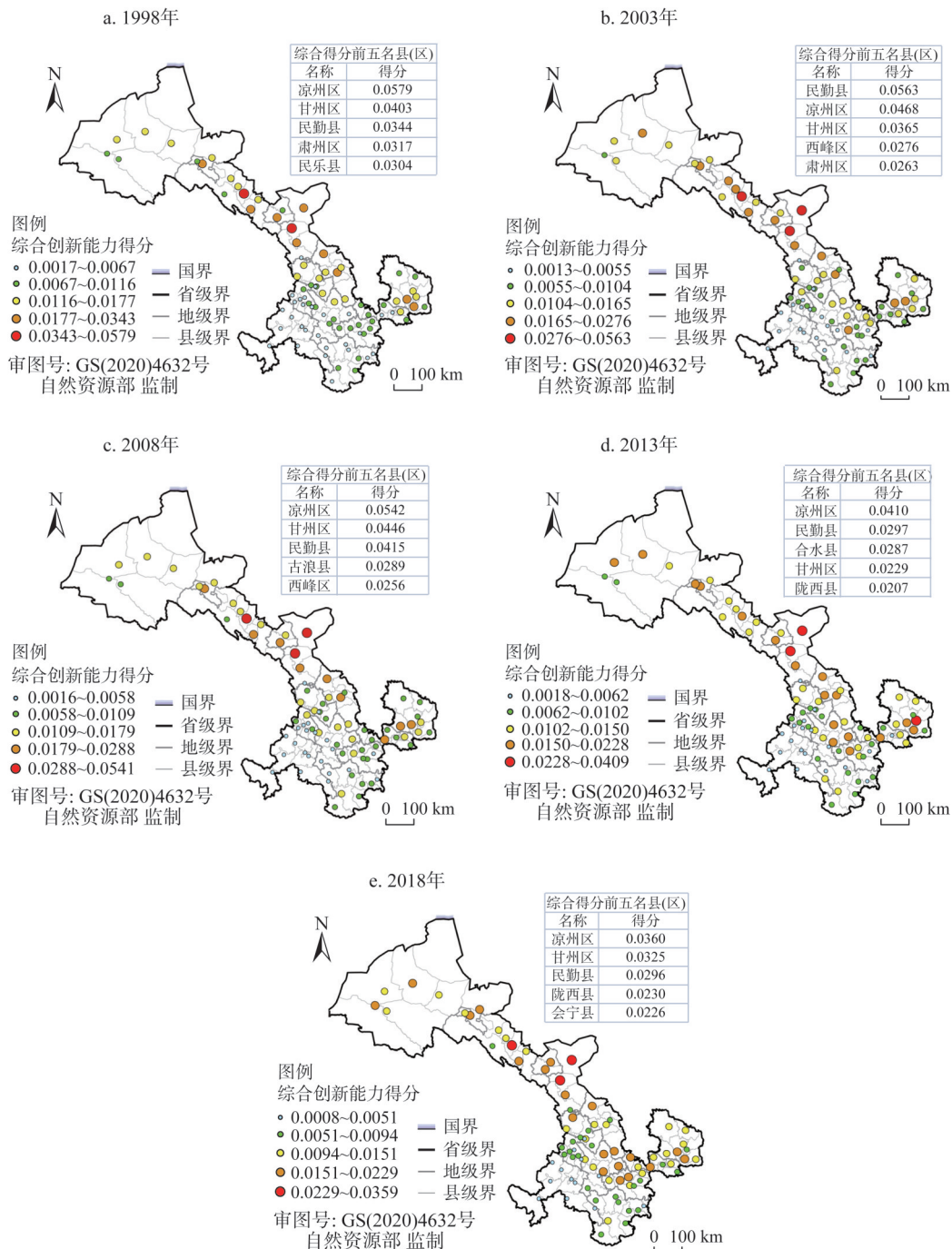
1.3 数据来源

本文所需研究数据主要来源于《中国农村统计年鉴（1999—2019年）》《甘肃农村统计年鉴（1999—2019年）》《甘肃发展统计年鉴（1999—2019年）》《甘肃省水利统计年鉴（1998—2018年）》，个别缺失数据来自于各地级市统计年鉴以及各地级市国民经济与社会发展统计公报进行补充，部分数据来源于甘肃省科学技术厅、甘肃省农业农村厅、各地级市农业农村局官方网站发布的相关统计数据。

2 结果分析

2.1 农业农村创新发展分析

以各年份全部县域单元农业农村创新发展的平均值来反映研究区域整体情况（图2），发现1998—2018年甘肃省农业农村创新发展得分由1998年的0.0020增长到2018年的0.0029，整体创新发展水平呈上升趋势，但增长幅度较为缓慢，说明甘肃省农业农村创



注: 本图基于自然资源部标准地图服务系统下载的标准地图制作, 底图无修改, 下同。

图2 甘肃省农业农村创新发展综合得分空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of agricultural and rural innovation-driven development score in Gansu province

新发展总体效果欠佳, 多年发展水平较为迟滞。综合创新能力县域最高得分由1998年的0.0579逐年下降至2018年的0.0360, 下降约38%。综合创新能力得分较高的县(区)主要集中在河西地区东部, 得分较低的县(区)主要集中在南部民族地区。从县域尺度上

看,凉州区、甘州区、民勤县三地综合创新能力始终处于甘肃省前五,成为全省农业农村创新发展的“领头羊”。2013年后陇西县综合创新能力得到提升,开始进入全省前五名行列。凉州区、肃州区综合创新能力长期处于甘肃省首位,陇西县、合水县、会宁县综合创新能力近年来得到逐步提升。在县域综合创新发展指数得分上,甘肃省农业农村呈现出河西地区较其他地区高,尤其河西地区凉州区、甘州区、民勤县等地处于甘肃省前列,河西地区依托内陆河灌溉优势,逐渐培育发展绿洲农业;南部民族地区农业农村创新发展水平整体较低,卓尼县、迭部县、碌曲县等地处甘南高原高寒区,生态环境脆弱,农业基础设施配备水平相对较弱等因素很大程度限制了农业的发展。

基于区域创新投入分析结果,由图3a可知陇中地区农业农村创新投入在2013年前呈先下降后上升,在2013年后又出现下降;河西地区和陇东南地区创新投入相差不大;南部民族地区创新投入水平明显低于其他地区。就变异系数(图3d)来看,河西地区和陇中地区县域差距较小,陇东南地区变异系数先增大后降低并逐渐趋于平稳,说明县域差距近年来有所减小;南部民族地区县域差距波动减少,正朝积极方向发展。基于区域创新保障分析结果,由图3b可知河西地区农业农村创新保障水平明显高于其他地区,且长期处于领先地位;南部民族地区创新保障条件较低,整体处于全省末位,陇东南地区及陇中地区差距较小。从变异系数(图3e)可以看到河西地区及陇东南地区县域差距近年来呈现较为明显的减小趋势,而陇中地区及南部民族地区则表现出增大趋势。基于创新效果分析结果(图3c),河西地区创新效果处于全省前列,呈现先降低后上升,2018年创新效果达到近20年来最佳效果,这与上文所述创新投入和创新保障水平相关;陇中地区和陇东南地区创新效果差距不大,2018年两地区基本相平;南部民族地区创新效果多年来变化幅不大。就创新效果变异系数来看(图3f),除南部民族地区县域差距有所降低外,其余地区县域差距都逐渐拉大,河西地区表现尤为突出。总体上,全省农业农村创新发展水平总体较低,整体上甘肃省农业农村创新发展呈现不平衡发展趋势,区域内县

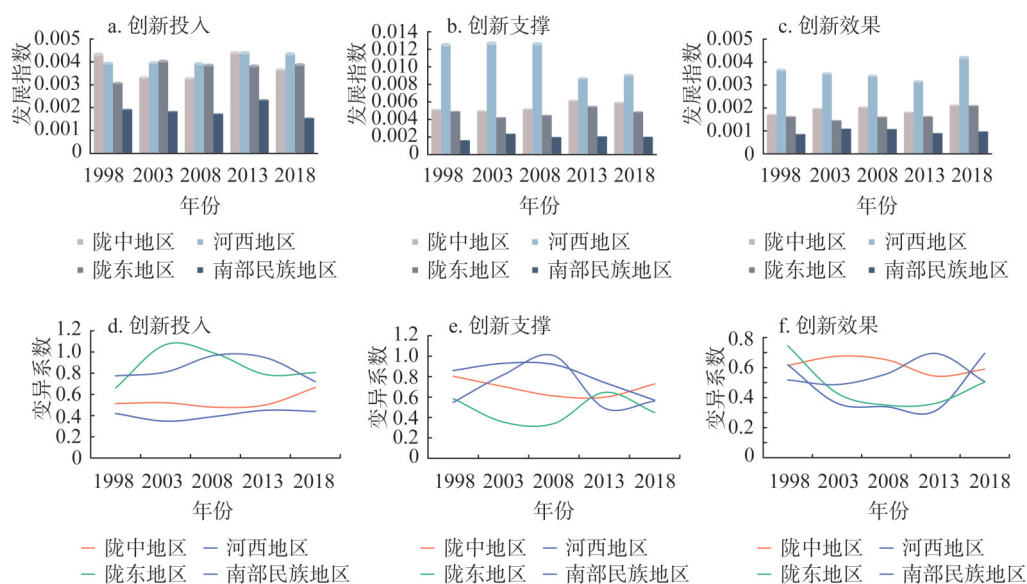


图3 甘肃省农业农村创新发展指数的时序特征

Fig. 3 Time series characteristics of agricultural and rural innovation-driven development index in Gansu province

域发展差异较大,距离农业农村创新高质量发展还存在短板。

2.2 农业农村创新发展全局趋势分析

采用ArcGIS 10.7软件中的趋势分析功能模块对甘肃省农业农村创新发展在空间上异情况和演变趋势进行制图,得到三维趋势图(图4)。图4a的X轴表示东西方向,Y轴表示南北方向,Z轴表示甘肃省农业农村创新发展总值;图中曲线表示根据数据拟合的趋势线,XZ投影面上的曲线表示东西方向上所拟合的趋势线,YZ投影面上的曲线表示南北方向上所拟合的趋势线。图4b是将图4a旋转45°后得到的三维趋势图,X轴表示西南—东北方向,Y轴表示东南—西北方向。由图4a可知,甘肃省农业农村创新发展指数在东西方向上表现为西高东低,2013年以后逐渐表现出“两头高、中间低”趋势,即河西地区和陇东地区创新发展能力强于南部民族地区及陇中地区;在南北方向上表现北高南低变化趋势,即临夏州、甘南州农业农村创新发展水平相对较低。由图4b可知,甘肃省农业农村创新发展指数在东南—西北方向上呈现出西北高、东南低,在西南—东北方向上呈现出东北高、西南低。从图4a和图4b的演变趋势上看,1998—2018年甘肃省农业农村创新发展指数方向变化特征未发生明显大幅度变化,在空间上具有一定的锁定性。

2.3 农业农村创新发展冷热点分析

从甘肃省农业农村创新发展变化的冷热点区域来看(图5),整体热点区域主要集中在河西地区张掖市、武威市及金昌市。河西地区土壤肥沃、光照充足,同时依赖冰川融水灌溉,成为全省农业较为发达的地区;同时近年来依靠国家级和省级农业科技园区、农业现代示范区等迅速发展高效型节水型农业,建设农产品产业示范基地,从而形成全省农业农村创新发展热点区域。冷点区域集中分布在南部民族地区,区域内以甘南高原高寒区及黄土高原沟壑区为主,少数民族人口普遍人均受教育程度较低,农业设施配备水平相对较低,农业现代化发展水平存在差异,农业发展的自身条件不足,从而形成全

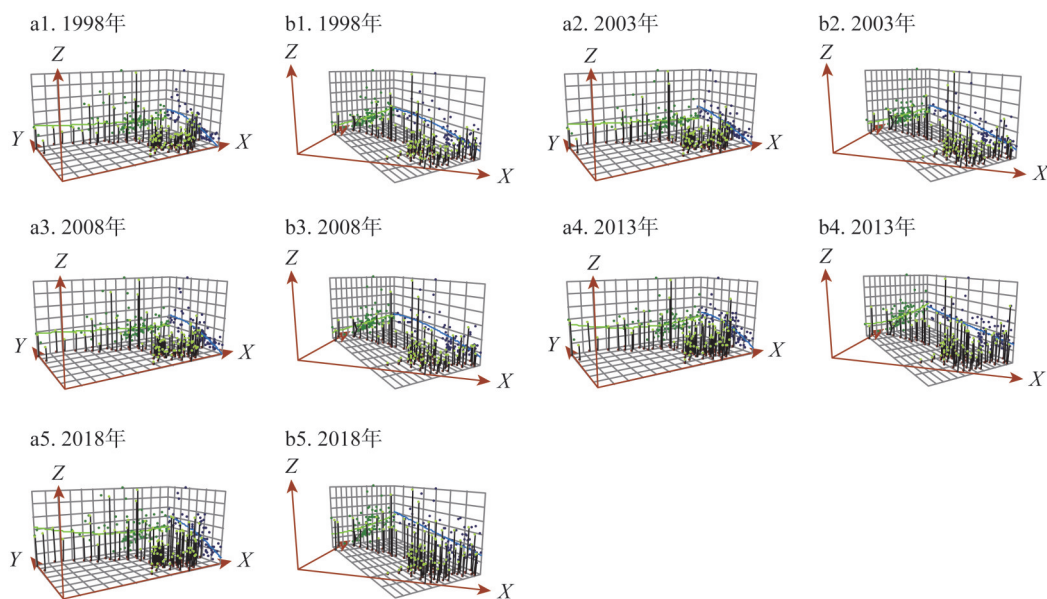


图4 甘肃省农业农村创新发展趋势

Fig. 4 Trend map of agricultural and rural innovation-driven development in Gansu province

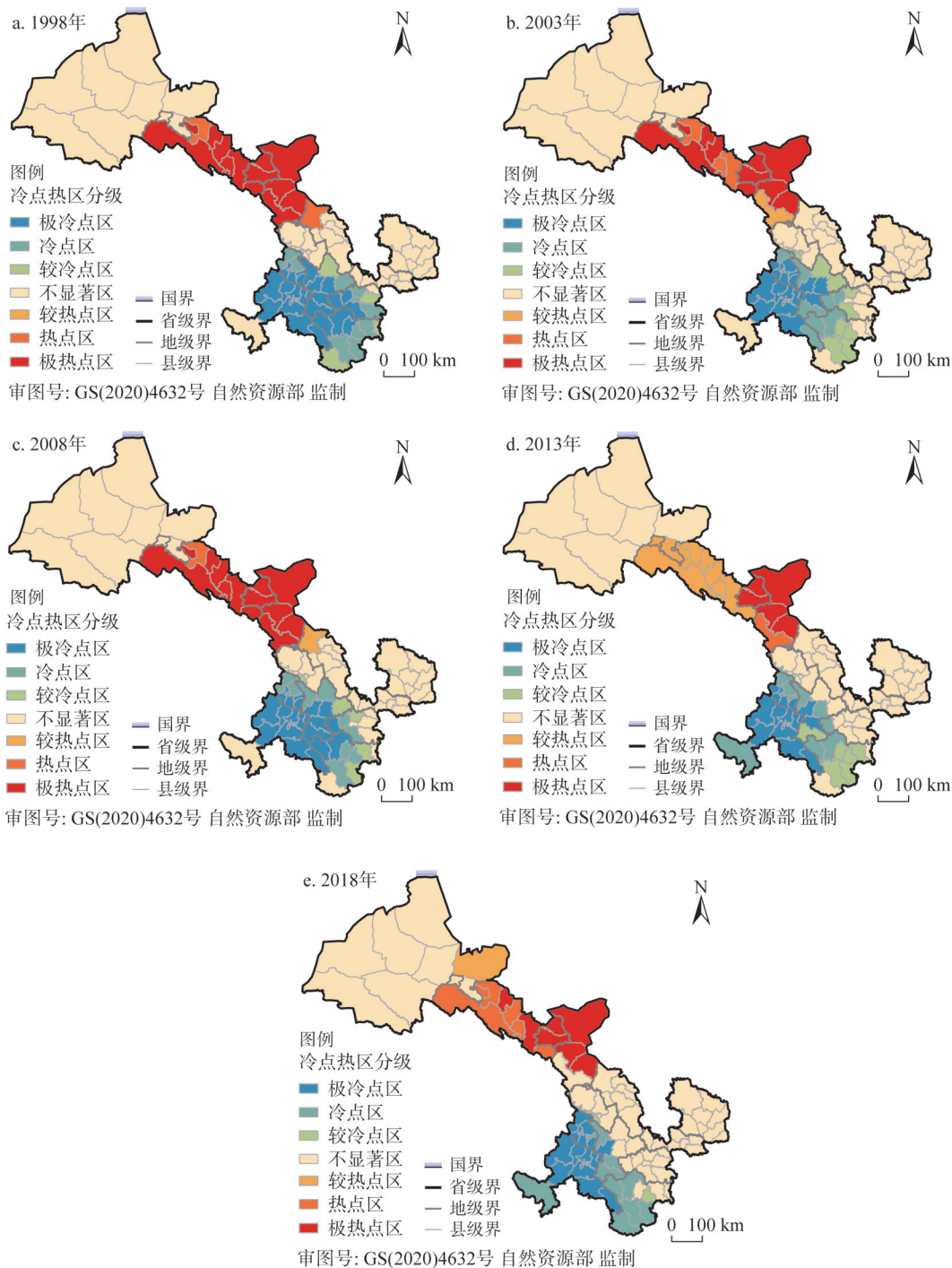


图5 农业农村创新发展冷热点区域

Fig. 5 Cold and hot areas for agricultural and rural innovation-driven development

省农业农村创新发展的冷点区。在时间尺度上,全省农业农村创新发展极热点区域数量减少,由1998年的11个县域波动减少到2018年的7个县域,极冷点区域数量由1998年的24个减少到2018年的16个,说明全省农业农村创新发展的不均衡性在缩小。值得注

意的是,南部民族地区虽然大部分县域创新水平较低,但近年来随着国家政策及当地政府的重视,农业创新发展水平逐步平稳上升,由极冷点区域或冷点区域向较冷点区域发展。

2.4 农业农村创新发展格局的形成与演化机理

甘肃省立足本省农业省情,紧跟农业发展步伐,瞄准农业发展先机,因地制宜制定农业发展策略,经过多年发展在全省范围内形成了区域分工明显、特色优势突出和规模效益凸显的多类型农业分区。例如沿黄河流域形成沿黄现代农业产业带,河西地区形成节水高效戈壁生态农业区和绿洲灌溉农业区,陇中地区形成中药材、水果、蔬菜等为主的现代旱作农业区,陇东地区形成全省重要的特色农产品生产区,陇南山地形成油橄榄、茶叶、中药材等种植业为特色的山地特色农业区,南部民族地区则形成以畜牧业为主的高原草地农牧交错区等多类型农业区,从而在全省形成“一带五区”的特色农业产业布局。近年来,甘肃省以现代农业发展为方向、以科学技术为支撑,全省农业发展朝着规模化、基地化、绿色化及信息化等方向发展,在全省农业分区基础上逐步形成产业布局合理、资源利用高效、综合效益显著的国家级现代农业示范区和现代农业产业园。如在河西甘州区、肃州区、凉州区及敦煌市和陇中安定区相继形成国家级农业现代示范区,在河西肃州区、陇东宁县等地形成国家级现代农业产业园。同时在全省建设定西、天水等国家级农业科技园区总数达到10家,系列重大农业举措示范引领甘肃省农业农村创新发展,多种因素促使甘肃省农业农村创新发展在空间上形成不同类型发展格局(图6)。

甘肃省农业农村创新发展时空演化是通过内外因素结合创新发展供需两侧共同作用来实现。自然环境是人类开展一切活动的载体,是农业农村创新发展面临的天然因素;政策措施营造创新发展的外部环境,是政府决策层为农业农村创新发展提供的智慧决策。坚持农业农村优先发展,推动陇原农村持续创新,实现富农兴陇新局面,在供给一侧,择优输出高质量农业产品,完善农业产品冷链物流设施服务;在需求一侧,强调农业基础设施资源空间配置,提高农业基础服务设施供给效率。

2.4.1 自然地理条件及资源禀赋是农业农村创新发展的基础条件

自然地理条件及资源禀赋是农业农村创新发展的基础条件。甘肃省地处西北内陆,境内地形起伏变化,气候类型复杂多样,多种自然因素影响全省农业农村创新发展的格局演化。依赖于自身独特的自然地理条件,因地制宜地探寻适合自身农业发展的新模式。如河西地区依靠内陆河灌溉及丰富的光照资源,为绿洲农业和灌溉农业提供发展动力。陇中地区地处黄土高原区,沟壑纵横地表裸露,地形破碎加之气候干旱,从而使得该地区形成以马铃薯、中药材、小杂粮等耐旱作物为主的现代旱作农业区;陇东地区依赖特色农产品产出形成全国重要的特色农产品生产区之一;地处秦岭西部褶皱带的陇南山地境内高山、深谷、丘陵交错,形成花椒、油橄榄、茶叶、中药材等种植业为主的山地农业特色产业基地。南部民族地区地处甘南高原高寒区和黄土高原区交汇处,高寒气候形成天然高山草场,加之地广人稀有大片草场发展畜牧业,进而形成以畜牧业为主的高原草地农牧交错区。

2.4.2 农业发展政策是农业农村创新发展的外在推动力

农业发展政策对农业农村创新发展具有一定的指导力和影响力,省委一号文件持续坚持以“三农”问题为工作主线,强调坚持农业农村优先发展,要发挥科技创新对农业农村发展的带动作用,将创新发展摆在全省农业农村发展更加突出的位置。2018年4月,省政府发布《关于实施乡村振兴战略的若干意见》,提出要提升农业科技创新能力,不断

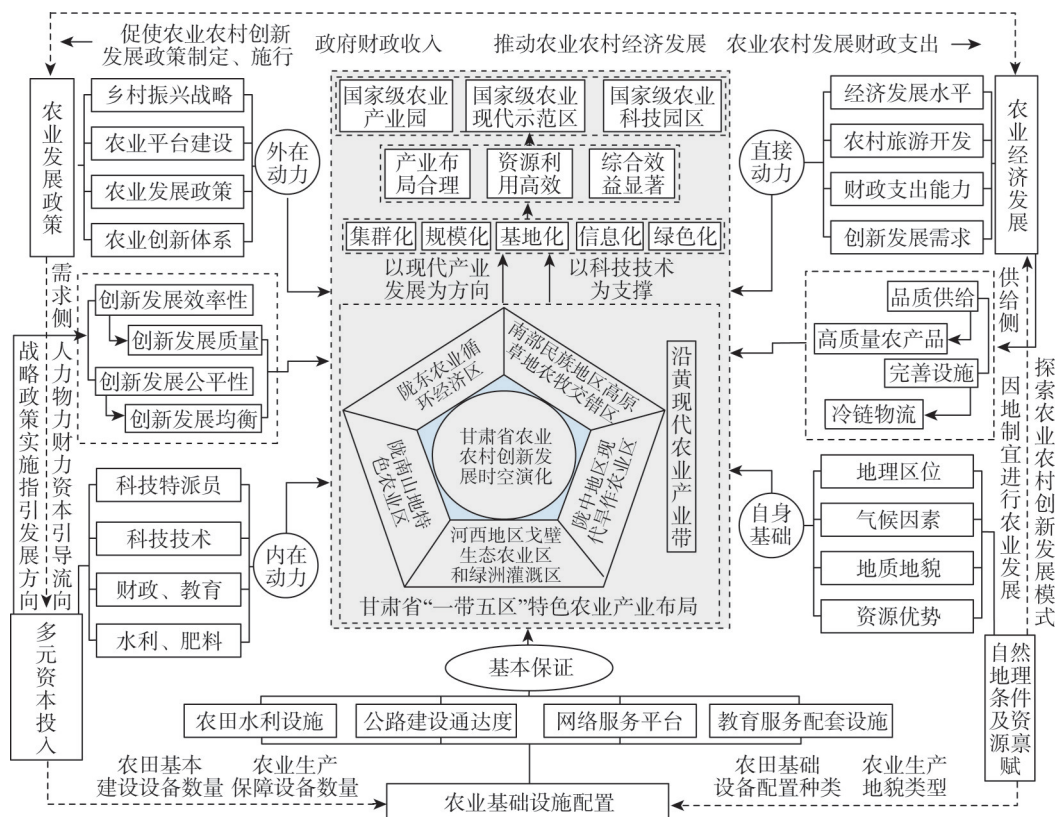


图6 农业农村创新发展时空格局演化机理

Fig. 6 Spatio-temporal pattern evolution mechanism of agricultural and rural innovation-driven development

完善现代农业创新体系，加快国家现代农业示范区、国家农业科技园区和现代农业科技创新平台建设。2021年6月，甘肃省发布《全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的实施意见》，指出要强化现代农业科技创新驱动，构建新阶段农业科技研发和推广体系。同时，甘肃省积极实施“365”现代农业发展行动计划、循环农业产业发展专项计划、“十百千万”工程，积极推行绿洲现代农业试验示范区及现代丝路寒旱农业区等农业发展措施。系列重大措施有效为全省农业农村创新发展注入新活力，促进甘肃省农业农村创新发展时空分异格局的形成。

2.4.3 多元资本投入是农业农村创新发展的内在推动力

多元资本的有效投入能够刺激创新活动，进而促使区域创新发展空间分异化、多类型化^[34,35]。人力资本聚集程度较高的区域同时也是地区经济发展较快的地区^[36]，就农村地区而言，人力资本是农业农村创新发展的根本动力，社会资本是农业农村创新发展最活跃的元素。农业科技特派员、农业科技技术等现代农业生产要素的注入，有利于农业农村加快形成现代农业生产、经营体系。农业财政、教育投入对农业发展的贡献相对较大，不同区域农业财政、教育投入存在差异，直接影响农业农村创新发展的空间演化。农业农村创新发展离不开水源、肥料的支撑，甘肃省农业土地相对贫瘠，土壤中常量元素不能满足农作物生长需求，同时季节性降水使得农业水源补给季节性不均衡，因而化学投入、农业水利设施也影响到农业农村创新发展的空间演化。

2.4.4 农业经济发展水平是农业农村创新发展的直接驱动力

农业经济发展水平是推动农业农村创新发展的直接驱动力,是农村地区乡村振兴的经济基础。经济发展水平的提升作用于地方政府对农村发展的财政支出能力^[37],进而有效提高农业农村创新发展水平。一般来说,农村地区经济发展水平越高,农村居民生活质量越高^[38],对农业农村创新发展的需求就越强,对农业农村创新发展的推动力就越强。随着近年市场经济的不断发展,农村旅游发展正在成为农村地区经济增长点,带动农村经济的整体发展。农村经济发展水平的提升可以极大程度地促进以农村知识创新、技术进步为核心的农业科技创新活动。而创新发展供给能力受限时,地方政府以教育、制度为优先发展,一定程度上进行创新要素的供给补充。农村经济发展水平的差异,驱使甘肃省农业农村创新发展呈现出河西地区显著高于其他地区的空间格局分异。

2.4.5 农业基础设施配置水平是农业农村创新发展的基本保证

农业基础设施配置水平是农业农村创新发展的基本保证。农业基础设施资源的空间配置可以有效提高农业基础设施供给效率^[39],促使全省农业农村创新发展形成演化格局。农业基础设施包括农业物质基础设施和农业服务基础设施。河西地区农业现代化、自动化程度较高,农业发展速度相对较快,内部农村公路建设通达度水平相对较高,农业基础设施配置水平相对较高,促使河西地区成为全省农业农村创新发展较为发达地区。南部民族地区农村网络服务平台普及率低,新型农用技术的推广时效性差,农村教育服务配套设施相对较低等因素使得南部民族地区农业农村创新发展在全省处于落后水平。农田水利设施是农田防御灾害风险的基本保证,农田水利设施的完备程度可以促进农业农村创新发展水平稳步提高。当然,农业基础设施配置水平对农业农村创新发展的拉动效应有限^[22],因而在提高农业农村创新发展综合能力方面不能仅考虑农业农村基础设施配置水平。

3 结论与讨论

3.1 结论

本文基于创新投入、创新保障、创新效果三个维度构建农业农村创新发展综合评价指标体系,对1998—2018年甘肃省86个县域单元农业农村创新发展空间格局特征进行了分析,并在此基础上探讨了甘肃省农业农村创新发展形成的演化机理。主要结论如下:

(1) 甘肃省农业农村创新发展整体呈上升趋势,但增长幅度较为缓慢。综合创新能力得分较高的县(区)主要集中在河西地区东部,得分较低的县(区)主要集中在南部民族地区。凉州区、甘州区、民勤县三地综合创新能力相对较高,处于全省前列。全省农业农村创新发展水平总体仍处于较低水平,县域农业农村创新发展呈现不平衡发展趋势,距离农业农村创新高质量发展还存在一定短板。

(2) 甘肃省农业农村创新发展在东西方向上表现为西高东低,2013年以后逐渐表现出“两头高、中间低”趋势,即河西地区和陇东南地区创新发展能力明显高于南部民族地区及陇中地区;在南北方向上表现北高南低,即南部民族地区农业农村创新发展水平相对较低;东南—西北方向上呈现出西北高、东南低;在西南—东北方向上呈现出东北高、西南低。1998—2018年甘肃省农业农村创新发展指数方向变化特征未发生明显大幅度变化,在空间上具有一定的锁定性。从农业农村创新发展变化的冷热点区域来看,热点区域主要集中在河西地区张掖市、武威市及金昌市,冷点区域集中分布在南部民族地区,全省极冷点区和极热点区数量减少,县域农业农村创新发展差距在减小。

(3) 甘肃省农业农村创新发展时空演化是通过内外因素结合创新发展供需两侧共同作用来实现,多元资本投入、农业经济发展、自然地理条件及资源禀赋、农业基础设施配置、农业发展政策等因素是驱使甘肃省农业农村创新发展时空格局形成与演化机理的主要影响因素。

3.2 讨论

本文研究结果对甘肃省农业农村创新发展政策的制定和实施具有一定参考价值。甘肃省农业农村创新发展应充分考虑自身特质,因地制宜制定区域差异化政策,以提高全省农业农村高质量发展,切实推进质量兴农和乡村振兴战略,开创富民兴陇新局面。应增强创新对农业农村高质量发展的引领作用,加大农业科技经费投入,支持农业科研院所从事现代化农业研究工作,加快全省农业科技技术推广和农业科技创新体系高质量建设。加强农业科技创新技术中心建设,加大农业先进技术定点推广使用。河西地区应进一步依托现有优势资源实现农业规模化、基地化标准生产,提高农业产品市场竞争力和品牌力,借助大数据推动区域农业发展智能化、高效化。其他地区应加快产业融合转型发展,构建多元化、现代化农业农村创新发展体系,推动农业现代化发展。南部民族地区更应加快发展步伐,迎难而上,提升区域农业特色资源开发利用附加值,缩短与其他区域农业农村创新发展差距。完善农业农村创新发展基础设施建设,重视农村数字化、农业互联网等现代化设施建设,推动农业农村现代化、智能化发展,提高基础设施建设对农业农村创新发展的支撑作用。地方政府制定发展政策应放眼全局,在保证科学、合理基础之上有针对性地分配农业财政支出,合理配置农业发展基础设施资源,依托地方农业特色调整发展方式及重点,提高农业农村创新发展能力。

然而,当前学术界对农业农村创新发展的认知并不统一,同时县域农业农村创新发展的综合评价是一项复杂工程,不同的研究视角将会产生不同的评价指标体系,进而导致农业农村创新发展评价的结果产生分异。甘肃省农业农村创新发展需要更多地考虑与新基建、大数据、云平台等方面的支撑作用,也需对不同县域农业农村创新发展的微观机理及特色发展路径进一步考虑。本文由于县域相关研究数据掌握不全面,需要在后期更进一步关注,以便于更好地推动甘肃省农业农村高质量可持续发展,为2035年美丽甘肃建设服务。

参考文献(References):

- [1] 刘彦随. 中国乡村振兴规划的基础理论与方法论. 地理学报, 2020, 75(6): 1120-1133. [LIU Y S. The basic theory and methodology of rural revitalization planning in China. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(6): 1120-1133.]
- [2] 璩路路, 王永生, 刘彦随, 等. 乡村振兴导向的水土资源承载力评价及其优化. 自然资源学报, 2021, 36(2): 300-314. [QU L L, WANG Y S, LIU Y S, et al. Evaluation of water and land resources system bearing capacity and path optimization for rural revitalization. *Journal of Natural Resources*, 2021, 36(2): 300-314.]
- [3] 徐维祥, 李露, 周建平, 等. 乡村振兴与新型城镇化耦合协调的动态演进及其驱动机制. 自然资源学报, 2020, 35(9): 2044-2062. [XU W X, LI L, ZHOU J P, et al. The dynamic evolution and its driving mechanism of coordination of rural rejuvenation and new urbanization. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(9): 2044-2062.]
- [4] 刘彦随, 冯巍仑, 李裕瑞. 现代农业地理工程与农业高质量发展: 以黄土丘陵沟壑区为例. 地理学报, 2020, 75(10): 2029-2046. [LIU Y S, FENG W L, LI Y R. Modern agricultural geographical engineering and agricultural high-quality development: Case study of loess hilly and gully region. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(10): 2029-2046.]
- [5] 李小建, 胡雪瑶, 史焱文, 等. 乡村振兴下的聚落研究: 来自经济地理学视角. 地理科学进展, 2021, 40(1): 3-14. [LI X J, HU X Y, SHI Y W, et al. The role of rural settlements in rural revitalization: Perspective of economic geography. *Progress in Geography*, 2021, 40(1): 3-14.]

- [6] 董文静, 王昌森, 张震. 山东省乡村振兴与乡村旅游时空耦合研究. 地理科学, 2020, 40(4): 628-636. [DONG W J, WANG C S, ZHANG Z. The space-time coupling between rural revitalization strategy and rural tourism development in Shandong province. *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(4): 628-636.]
- [7] 陈秧分, 刘玉, 李裕瑞. 中国乡村振兴背景下的农业发展状态与产业兴旺途径. 地理研究, 2019, 38(3): 632-642. [CHEN Y F, LIU Y, LI Y R. Agricultural development status and industrial prosperity path under the background of rural revitalization in China. *Geographical Research*, 2019, 38(3): 632-642.]
- [8] 刘彦随. 中国新时代城乡融合与乡村振兴. 地理学报, 2018, 73(4): 637-650. [LIU Y S. Research on the urban-rural integration and rural revitalization in the New Era in China. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(4): 637-650.]
- [9] 梁流涛, 曲福田, 冯淑怡. 农村发展中生态环境问题及其管理创新探讨. 软科学, 2010, 24(8): 53-57. [LIANG L T, QU F T, FENG S Y. Study on eco-environmental problems and management system innovation in the process of rural development. *Soft Science*, 2010, 24(8): 53-57.]
- [10] WRIGHT B D. Grand missions of agricultural innovation. *Research Policy*, 2012, 41(10): 1716-1728.
- [11] ANDREI C, VICTOR DA S, LOUISE A. Exploring the synergy between community supported agriculture and agroforestry: Institutional innovation from smallholders in a Brazilian rural settlement. *Journal of Rural Studies*, 2021, 81: 246-258.
- [12] GEBRELIBANOS G, WONDIMAGEGN T. The heterogeneous effect of shocks on agricultural innovations adoption: Microeconometric evidence from rural Ethiopia. *Food Policy*, 2018, 74: 154-161.
- [13] BARBARA K, SIMON F, KAREN B, et al. Navigating shades of social capital and trust to leverage opportunities for rural innovation. *Journal of Rural Studies*, 2019, 68: 123-134.
- [14] JAVIER, ESPARCIA. Innovation and networks in rural areas. An analysis from European innovative projects. *Journal of Rural Studies*, 2014, 34: 1-14.
- [15] LOMBARDI M, LOPOLITO A, ANDRIANO A M, et al. Network impact of social innovation initiatives in marginalised rural communities. *Social Networks*, 2020, 63: 11-20.
- [16] LAPPLE D, RENWICK A, CULLINAN J, et al. What drives innovation in the agricultural sector? A spatial analysis of knowledge spillovers. *Land Use Policy*, 2016, 56: 238-250.
- [17] BONFIGLIO A, CAMAIONI B, CODERONI S. Are rural regions prioritizing knowledge transfer and innovation? Evidence from rural development policy expenditure across the EU space. *Journal of Rural Studies*, 2017, 53: 78-87.
- [18] 张莉侠, 俞美莲, 王晓华. 农业科技创新效率测算及比较研究. 农业技术经济, 2016, (12): 84-90. [ZHANG L X, YU M L, WANG X H. Calculation and comparative research on the efficiency of agricultural science and technology innovation. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2016, (12): 84-90.]
- [19] 张静, 张宝文. 基于 Malmquist 指数法的我国农业科技创新效率实证分析. 科技进步与对策, 2011, 28(7): 84-88. [ZHANG J, ZHANG B W. An empirical analysis of my country's agricultural science and technology innovation efficiency based on Malmquist index method. *Science & Technology Progress and Policy*, 2011, 28(7): 84-88.]
- [20] 胡平波. 支持合作社生态化建设的区域生态农业创新体系构建研究. 农业经济问题, 2018, (12): 94-106. [HU P B. Study on the construction of the regional ecological agricultural innovation system in support of the ecological construction of cooperatives. *Issues in Agricultural Economy*, 2018, (12): 94-106.]
- [21] 李洪文, 黎东升. 农业科技创新能力评价研究: 以湖北省为例. 农业技术经济, 2013, (10): 114-119. [LI H W, LI D S. Research on the evaluation of agricultural science and technology innovation ability: Taking Hubei province as an example. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2013, (10): 114-119.]
- [22] 焦贝贝, 张治河, 刘海猛, 等. 乡村振兴战略下欠发达地区农村创新能力评价: 以甘肃省 86 个县级行政单元为例. 经济地理, 2020, 40(1): 132-139, 172. [JIAO B B, ZHANG Z H, LIU H M, et al. Evaluation of rural innovation capability of less-developed areas under the perspective of rural revitalization: A case of 86 counties of Gansu province. *Economic Geography*, 2020, 40(1): 132-139, 172.]
- [23] 孙长东, 陈西宜. 新时期我国农业科技创新能力评价与提升对策研究. 中国农业资源与区划, 2020, 41(6): 91-99. [SUN C D, CHEN Y Y. Evaluation and improvement countermeasures of China's agricultural science and technology innovation capability in the new period. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2020, 41(6): 91-99.]
- [24] 陈慧女, 周伯. 中国农业科技创新模式变迁及策略选择. 科技进步与对策, 2014, 31(17): 70-74. [CHEN H N, ZHOU Z. Analysis on agricultural science and technology innovation model of China's. *Science & Technology Progress and Policy*, 2014, 31(17): 70-74.]
- [25] 熊启泉, 邓家琼. 现代农业发展中的财政农业投资模式创新. 华南农业大学学报: 社会科学版, 2008, (4): 49-55.

- [XIONG Q Q, DENG J Q. Fiscal investment innovation in developing modern agriculture. *Journal of South China Agricultural University: Social Science Editio*, 2008, (4): 49-55.]
- [26] 李光明. 农业循环经济发展模式创新及推广对策研究. *农村经济*, 2009, (1): 110-113. [LI G M. Research on the innovation of agricultural circular economy development model and popularization countermeasures. *Rural Economy*, 2009, (1): 110-113.]
- [27] 赵黎. 成功还是失败? 欧盟国家农业知识创新服务体系的演变及其启示. *中国农村经济*, 2020, (7): 122-144. [ZHAO L. Success or failure? The evolution of agricultural knowledge and innovation system in the EU countries and its implications for China. *Chinese Rural Economy*, 2020, (7): 122-144.]
- [28] 彭凌凤. 农业科技推广模式的创新探索: 新农村发展研究院服务农业科技推广的模式比较. *农村经济*, 2017, (2): 104-109. [PENG L F. Innovative exploration of agricultural science and technology extension models: Comparison of the models of the new rural development research institute serving agricultural science and technology extension. *Rural Economy*, 2017, (2): 104-109.]
- [29] 史焱文, 李二玲, 李小建. 农业创新系统研究脉络及启示. *经济地理*, 2014, 34(3): 10-16. [SHI Y W, LI E L, LI X J. Research context and enlightenment of agricultural innovation system. *Economic Geography*, 2014, 34(3): 10-16.]
- [30] 胡雪瑶, 张子龙, 陈兴鹏, 等. 县域经济发展时空差异和影响因素的地理探测: 以甘肃省为例. *地理研究*, 2019, 38(4): 772-783. [HU X Y, ZHANG Z L, CHEN X P, et al. Geographic detection of spatial-temporal difference and its influencing factors on county economic development: A case study of Gansu province. *Geographical Research*, 2019, 38(4): 772-783.]
- [31] 陈琼, 陈丽娜, 宋建辉. 天津农村创新能力综合评价指标体系构建研究. *天津农业科学*, 2015, 21(4): 41-45. [CHEN Q, CHEN L N, SONG J H. Research on the establishment of evaluation index system of Tianjin rural innovation capability. *Tianjin Agricultural Sciences*, 2015, 21(4): 41-45.]
- [32] 李雪铭, 郭玉洁, 田深圳, 等. 辽宁省城市人居环境系统耦合协调度时空格局演变及驱动力研究. *地理科学*, 2019, 39(8): 1208-1218. [LI X M, GUO Y J, TIAN S Z, et al. The spatio-temporal pattern evolution and driving force of the coupling coordination degree of urban human settlements system in Liaoning province. *Scientia Geographica Sinica*, 2019, 39(8): 1208-1218.]
- [33] 刘海猛, 方创琳, 黄解军, 等. 京津冀城市群大气污染的时空特征与影响因素解析. *地理学报*, 2018, 73(1): 177-191. [LIU H M, FANG C L, HUANG J J, et al. The spatial-temporal characteristics and influencing factors of air pollution in Beijing-Tianjin-Hebei Urban Agglomeration. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(1): 177-191.]
- [34] 刘汉初, 樊杰, 周侃. 中国科技创新发展格局与类型划分: 基于投入规模和创新效率的分析. *地理研究*, 2018, 37(5): 910-924. [LIU H C, FAN J, ZHOU K. Development pattern of scientific and technological innovation and typical zone in China based on the analysis of scale and efficiency. *Geographical Research*, 2018, 37(5): 910-924.]
- [35] 王晓辰, 韩增林, 彭飞, 等. 中国海洋科技创新效率发展格局演变与类型划分. *地理科学*, 2020, 40(6): 890-899. [WANG X C, HAN Z L, PENG F, et al. Development pattern and typical zone of marine scientific and technological innovation efficiency in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(6): 890-899.]
- [36] 肖黎明, 张仙鹏. 强可持续理念下绿色创新效率与生态福利绩效耦合协调的时空特征. *自然资源学报*, 2019, 34(2): 312-324. [XIAO L M, ZHANG X P. Spatio-temporal characteristics of coupling coordination between green innovation efficiency and ecological welfare performance under the concept of strong sustainability. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(2): 312-324.]
- [37] 张林, 张雯卿. 普惠金融与农村产业融合发展的耦合协同关系及动态演进. *财经理论与实践*, 2021, 42(2): 2-11. [ZHANG L, ZHANG W Q. Study on the coupling cooperative relationship and its dynamic evolution of inclusive finance and integrated development of rural industries. *The Theory and Practice of Finance and Economics*, 2021, 42(2): 2-11.]
- [38] 李二玲. 中国农业产业集群演化过程及创新发展机制: 以“寿光模式”蔬菜产业集群为例. *地理科学*, 2020, 40(4): 617-627. [LI E L. The formation, evolution and innovative development of agricultural clusters in China: Case of the cluster nature of "Shouguang Mode". *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(4): 617-627.]
- [39] 赵婧, 王智颖. 农村电子商务产业集聚发展演化路径探析. *湖北农业科学*, 2017, 56(21): 4196-4198. [ZHAO J, WANG Z Y. Analysis on evolution path for the agglomeration development of rural e-commerce industry. *Hubei Agricultural Sciences*, 2017, 56(21): 4196-4198.]

The evaluation and spatial pattern of agricultural and rural innovation-driven development at county level in the context of rural revitalization: Take Gansu province as an example

YIN Jun-feng, SHI Pei-ji, ZHANG Wei-ping, CAI Wen-shun, LI Xin-yang, LI Ya-li
(College of Geography and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: The implementation of agricultural and rural modernization and innovation-driven development will effectively promote the long-term rural revitalization strategy so as to form a new situation for the development of China's agriculture and rural areas. Based on 86 county-level units in Gansu province, this paper constructs an agricultural and rural innovation-driven development evaluation index system, including 28 secondary indexes from three dimensions of innovation input, innovation guarantee, and innovation effect, and comprehensively evaluates the level of innovation development in rural areas. The results show that: (1) The overall innovation score of agriculture and rural areas in the study area is on the rise, but the growth rate is relatively low. The counties and districts with higher scores on comprehensive innovation ability are mainly concentrated in the eastern Hexi region, and those with lower scores are mainly in the southern ethnic regions. The level of innovation guarantee and innovation effect in Hexi is at the forefront of the province, and the level of innovation input in the southern ethnic regions is relatively low. (2) In the east-west direction, the innovation level of agriculture and rural areas is high in the west and low in the east. After 2013, the pattern of "high at both ends and low in the middle" has gradually formed in terms of the innovation level; in the north-south direction, the innovation level is high in the north and low in the south; in the southeast-northwest direction, it is high in the northwest and low in the southeast; in the southwest-northeast direction, it is high in the northeast and low in the southwest. The direction of the innovation index has not changed significantly, and it has a certain degree of lock-in in space. (3) The hot spots of innovation are concentrated in cities of Zhangye, Wuwei and Jinchang in the Hexi region, while the cold spots are mainly in the southern ethnic regions; the number of extremely cold spots and hot spots has decreased, and the gap between county-level agricultural and rural innovation is narrowing. (4) Multiple capital investment, agricultural economic development, natural geographical conditions and resource endowments, agricultural infrastructure allocation, agricultural development policies and other factors act on the spatio-temporal evolution of agricultural and rural innovation in Gansu through internal and external factors combined with both supply and demand of innovation-driven development.

Keywords: rural revitalization; agriculture and rural areas; innovation-driven development; evolution mechanism; Gansu province