

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2023.11.014

周滔, 李敏. 我国农村基础设施建设状态-效率二维测度及时空演化路径研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2023, 45(11): 141-154.

我国农村基础设施建设状态-效率二维测度及时空演化路径研究

周滔^{1,2}, 李敏¹

1. 重庆大学 管理科学与房地产学院, 重庆 400045; 2. 重庆大学 建设经济与管理研究中心, 重庆 400045

摘要: 农村基础设施是实施乡村振兴战略的物质基础, 它在区域间存在时间及空间差异. 基于状态水平和效率表现两维视角对我国省域农村基础设施的建设水平进行定量测度, 并分析其演化路径. 以我国 26 省(自治区、直辖市)2011—2020 年的数据为研究对象, 运用熵权法测度农村基础设施建设状态; 运用 DEA 模型、超效率 SBM-DEA 和 Malmquist 指数测度农村基础设施建设投入产出效率, 并分析农村基础设施建设综合效率的变动趋势及驱动力来源.

关键词: 农村基础设施; 状态-效率分析; 熵权法;

Malmquist 指数; 超效率 SBM-DEA

中图分类号: F323.21

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 1673-9868(2023)11-0141-14

Study on State-efficiency Evaluation and Temporal-spatial Evolution Path of Rural Infrastructure Construction in China

ZHOU Tao^{1,2}, LI Min¹

1. School of Management Science and Real Estate, Chongqing University, Chongqing 400045, China;

2. Research Center for Construction Economics and Management, Chongqing University, Chongqing 400045, China

Abstract: Rural infrastructure is the material basis for the implementation of Rural Revitalization Strategy, which has time and space differences among regions. Based on the two-dimensional perspective of state level and efficiency performance, this paper quantitatively measures the construction level of provincial rural infrastructure in China, and analyzes its evolution path. Taking the data of 26 provinces (autonomous regions and municipalities directly under the central government) from 2011 to 2020 as the research object, the entropy weight method is used to measure the state of rural infrastructure construction; DEA model,

收稿日期: 2022-05-16

基金项目: 国家社会科学基金项目(17BGL128).

作者简介: 周滔, 博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事城乡空间治理与乡村振兴研究.

super efficiency SBM-DEA and Malmquist index are used to measure the input-output efficiency of rural infrastructure construction, and the change trend and driving force source of the comprehensive efficiency of rural infrastructure construction are analyzed.

Key words: rural infrastructure; two-dimensional evaluation of status and efficiency; entropy method; Malmquist production index; super efficiency SBM-DEA

农村基础设施是农民生活与农业生产的保障和先决条件,是农村发展的基石,对于实现乡村振兴具有重要作用. 实践表明,改善农村交通基础设施,提高水利、电力和通信、医疗等农村基础设施建设水平,可以推动经济发展^[1],提高居民收入^[2],缩小贫富差距^[3],促进农业的高质量和现代化发展^[4]. 但是,受各地内生资源禀赋、经济发展水平及城乡耦合交互程度差异的影响,我国农村基础设施投资力度和建设水平区域异质性显著,区域发展不平衡和资源分配不合理的问题普遍存在^[5],发达地区与欠发达地区农村基础设施建设水平以及城乡之间的基础设施建设水平呈分层态势^[6],且差距逐渐增大^[7].

现有关于农村基础设施建设水平异质性的研究可以分为空间维度视角和时间维度视角两类. 在空间维度,现有研究大都基于省域范围或区域范围^[8-9],探究不同地域农村基础设施建设水平和投资现状的差异,且通常基于“东中西部”的区域划分标准^[10],有研究表明,在农村基础设施投入、农村公共物品的供给水平等方面,中西部地区与东部地区存在较大的差距^[11],且各地区内部不同地域也存在一定的组间差距^[12]. 在时间维度,现有研究表明,各区域农村基础设施发展不协调的格局会产生“马太效应”^[13],基础设施建设领先区域的资源、人才、技术和政策优势不断积累加强,会增大区域差距^[14],还有研究探究了农村基础设施的投资效率变化^[15-16],提出不同省份的乡村基础设施供给效率存在趋势差异性,且呈现出周期波动特征^[17].

结合上述研究可以看出,农村基础设施建设状态和效率水平存在地区差距,且农村基础设施建设对本地区及邻近地区经济和产业发展存在正向溢出效应;另一方面,农村基础设施建设状态、效率具有明显的时段性,地域间内生和外生的交互作用,都会改变农村基础设施发展过程、格局和空间形态. 此前很少有文献将状态与效率、时间与空间置于同一框架下进行研究. 因此,本研究基于状态和效率两维视角,分析我国农村基础设施建设状态和效率的区域差异格局,揭示农村基础设施演进规律,探讨中国农村发展的区域差异及其成因,揭示不同区域因素的自我发展能力的外在动力和内生动力,并分析区域农村持续高效发展的关键要素,进而分析其演变态势、驱动力来源和影响机制.

1 研究方法与数据来源

1.1 研究对象

本研究以我国省级行政区为基本单元,由于北京、上海的城镇化率高,西藏、新疆、内蒙古地区产业发展、地形条件和气候条件与其他省(自治区、直辖市)差异较大,考虑数据的可获得性,研究范围为除北京、上海、西藏、新疆、内蒙古和港澳台的 26 省(自治区、直辖市).

农村基础设施是为发展农村生产和保证农民生活而提供的公共服务设施的总称,是农村经济发展的物质基础. 参考相关文献和中国新农村建设的相关法规文件^[13,19],将农村基础设施分为 4 大类:第一类是农业生产必备的生产性基础设施;第二类是农村居民生活必需的生活性基础设施,包括水电和燃气等;第三类是生态环境建设基础设施,主要包括天然林资源、自然保护区等;第四类是为社会事业服务的社会发展性设施,主要包括社会保障和福利、医疗教育和环境保护等设施.

1.2 农村基础设施建设状态测度方法

1.2.1 测度指标选择

按照科学性、代表性、数据的可获得性原则,参考相关文献^[13,19],分别从生产性基础设施、生活性基础设

施、社会发展性基础设施和生态环境性基础设施 4 个维度构建农村基础设施状态测度体系, 以 20 个状态测度指标综合体现农村基础设施的建设水平. 农村基础设施建设状态测度指标的最终构建结果如表 1 所示.

表 1 农村基础设施建设状态测度指标体系

状态维度	状态类别	评价指标及其文献来源
生产性基础设施	灌溉面积	人均灌溉面积/(人·hm ⁻²) ^[14,18]
生活性基础设施	供电设施	农村人均用电量/(人·千瓦时 ⁻¹) ^[1,7,18-19]
	供水设施	集中供水的行政村比例/ % ^[7,9,20]
		供水普及率/ % ^[1,6]
	燃气设施	燃气普及率/ % ^[1,7,19]
	垃圾处理	生活垃圾处理率/ % ^[7,19]
	污水处理	污水处理率/ % ^[7]
	公共厕所	每万人拥有公共厕所/(座·万人 ⁻¹) ^[17,19]
	道路建设	人均道路面积/(m ² ·人 ⁻¹) ^[7,20]
	排水管道	排水管道暗渠密度/(km·km ⁻²) ^[19]
社会发展性基础设施	网络建设	农村人均宽带接入户数/(户·人 ⁻¹) ^[18-19]
	广播节目	广播节目人口覆盖率/ % ^[9,19,21]
	医疗设施	平均每千农村人口村卫生室人员/(人·千人 ⁻¹) ^[17-19]
		平均每千农村人口村卫生室床位/(张·千人 ⁻¹) ^[19]
	文化服务	每万人拥有乡村文化站/(个·万人 ⁻¹) ^[18,21]
	教育设施	人均小学、初中校舍面积/(人·m ⁻²) ^[1]
		小学、初中教育本科以上教师占比/ % ^[1]
生态环境性基础设施	自然保护	每万人自然保护区面积/(m ² ·万人 ⁻¹) ^[19]
	沼气工程	人均沼气池产气量/(m ³ ·人 ⁻¹) ^[19]
	环境保护	人均公园绿地面积/(m ² ·人 ⁻¹) ^[7]

1.2.2 测度方法

农村基础设施建设状态是上述 4 个维度的基础设施共同作用的结果, 如式(1)所示:

$$S=f_i(S_1,S_2,S_3,S_4)$$

(1)

式中, S_1, S_2, S_3, S_4 分别表示 4 个维度的农村基础设施建设状态.

其中农村基础设施建设的生产性基础设施状态、生活性基础设施状态、生态环境性基础设施状态和社会发展性基础设施状态可以通过下述公式进行计算:

$$S_i=\sum_{j=1}^{n_i}\omega_{j(i)}*P_{ij(i)}\qquad i=1,2,3,4;j=1,2,3,\cdots,n_1$$

(2)

式中, $P_{ij(i)}$ 表示被评价对象在各个维度下的指标 j 标准化后的值, n_i 表示各个维度的指标个数, $\omega_{j(i)}$ 表示 i 维度下指标 j 的权重.

已有研究常通过主观赋权法或客观赋权法确定权重, 本研究从客观的研究视角出发, 采用熵权法确定农村基础设施状态测度指标的权重.

农村基础设施建设状态测度指标权重的具体计算步骤如下:

对数据进行归一化处理, 计算 P_{ij} .

表 1 中所示的农村基础设施状态测度指标体系中的评价指标均为正向指标, 各指标数值归一化处理公式如下:

$$P_{ij} = \frac{\max(x_j) - x_{ij}}{\max(x_j) - \min(x_j)}$$

(3)

式中, x_{ij} 表示第 i 个样本的第 j 个指标的原始数值, $\max(x_j)$ 和 $\min(x_j)$ 分别代表指标 j 在所有样本中的最大值和最小值.

① 计算第 j 个指标在第 i 个样本数值的比重 f_{ij}

$$f_{ij} = \frac{P_{ij}}{\sum_{i=1}^m P_{ij}}$$

(4)

② 计算第 j 个指标值的熵值 e_j

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m f_{ij} * Ln f_{ij}$$

(5)

式中, $k = \frac{1}{Ln m}$, Ln 为自然对数, m 为样本总个数, $0 \leq e_j \leq 1$.

③ 计算第 j 个指标的差异性系数 g_j

$$g_j = 1 - e_j$$

(6)

④ 定义 j 个指标的权重 w_j

$$w_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^n g_j}$$

(7)

1.3 农村基础设施建设效率测度方法

1.3.1 测度指标选择

为测度农村基础设施建设投入产出效率,参考相关文献,从经济发展、教育水平和生活水平维度选取产出指标^[17,22-23],以人均农林牧渔业产值衡量经济发展水平,以农村居民人均可支配收入衡量生活水平,以 6 岁及以上人口专科及以上比例衡量教育水平,指标的最终构建结果如表 2 所示.

表 2 农村基础设施建设效率测度指标体系

维度	指标类别	评价指标及其文献来源
投入指标	灌溉面积	人均灌溉面积/(人·hm ⁻²) ^[14,17-18]
	道路建设	人均道路面积/(m ² ·人 ⁻¹) ^[7,20]
	供水设施	供水普及率/‰ ^[1,6,24]
	燃气设施	燃气普及率/‰ ^[1,7,19,24]
	网络建设	农村人均宽带接入户数/(户·人 ⁻¹) ^[18-19]
	医疗设施	平均每千农村人口村卫生室人员/(人·千人 ⁻¹) ^[17-19]
		平均每千农村人口村卫生室床位/(张·千人 ⁻¹) ^[19]
	教育设施	人均小学、初中校舍面积/(人·m ⁻²) ^[1]
产出指标		小学、初中教育本科以上教师占比/‰ ^[1]
	环境保护	人均公园绿地面积/(m ² ·人 ⁻¹) ^[7]
	经济发展	人均农林牧渔业产值/(万元·人 ⁻¹) ^[22]
	生活水平	农村居民人均可支配收入/(万元·人 ⁻¹) ^[23]
	教育水平	6 岁及以上人口专科及以上比例/‰ ^[17]

1.3.2 测度方法

(1) 超效率 SBM-DEA 模型

超效率 SBM-DEA 模型是 SBM-DEA 模型经改进和优化后的模型.假设被评价的决策单元(DMU)为

(x_0, y_0^d, y_0^{ud}) , 由于在农村基础设施建设系统中, 通过 SBM-DEA 进行评价可能出现多个决策单元 (DMU) 的农村基础设施建设效率 ρ 等于 1 的情况, 因而可以通过超效率 SBM-DEA 方法对各有效决策单元 (x_0, y_0^d, y_0^{ud}) 的农村基础设施建设效率进行进一步测度, 以区分在 SBM-DEA 方法下效率评价结果等于 1 的决策单元, 避免出现多个 DMU 的农村基础设施建设效率都等于 1 的情况. 超效率 SBM-DEA 模型基于生产可能性集合 $P \setminus (x_0, y_0^d, y_0^{ud})$ 对不同决策单元的效率进行测算, 这一新的生产可能性集合的定义如式(8)所示:

$$P \setminus (x_0, y_0^d, y_0^{ud}) = \left\{ (\bar{x}, \bar{y}^d, \bar{y}^{ud}) \mid \bar{x} \geq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_j, \right. \\ \left. \bar{y}^d \leq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_j^d, \bar{y}^{ud} \geq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_j^{ud}, \bar{y}^d \geq 0, \lambda \geq 0 \right\} \quad (8)$$

ρ^* 表示农村基础设施建设系统中的决策单元 (x_0, y_0^d, y_0^{ud}) 在超效率 SBM-DEA 方法下的效率评价值, 如式(9)所示:

$$\rho^* = \min \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{\bar{x}_i}{x_{i0}}}{\frac{1}{s_1 + s_2} \left(\sum_{r=1}^{s_1} \frac{\bar{y}_r^d}{y_{r0}^d} + \sum_{r=1}^{s_2} \frac{\bar{y}_r^{ud}}{y_{r0}^{ud}} \right)} \\ \text{s. t. } \begin{cases} \bar{x} \geq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_j \\ \bar{y}^d \leq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_j^d \\ \bar{y}^{ud} \geq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_j^{ud} \\ \bar{x} \geq x_0, \bar{y}^d \leq y_0^d, \bar{y}^{ud} \geq y_0^{ud}, \bar{y}^d \geq 0, \lambda \geq 0 \end{cases} \quad (9)$$

(2) Malmquist 生产指数方法

超效率 SBM-DEA 能够评价某个时间节点不同决策单元 (DMU) 的农村基础设施建设效率, 但不能反映一段时间内各决策单元 (DMU) 效率的动态变化情况. 因此, 采用 Malmquist 生产指数模型分析评价时间段内不同决策单元 (DMU) 建设效率的动态变化情况.

基于 DEA 的 Malmquist 生产指数模型如下:

$$MPI_j(t, t+1) = \left[\frac{\rho^t(x_j^{(t+1)}, y_j^{(t+1)d})}{\rho^t(x_j^t, y_j^{td})} \times \frac{\rho^{t+1}(x_j^{(t+1)}, y_j^{(t+1)d})}{\rho^{t+1}(x_j^t, y_j^{td})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

其中, 假设 $\rho^t(x_j^t, y_j^{td})$ 与 $\rho^{t+1}(x_j^t, y_j^{td})$ 分别代表决策单元 DMU_j 在 t 时期和 $(t+1)$ 时期的技术条件下, 基于 SBM-DEA 方法, 以 t 时间的投入和产出得到的效率评价值; $\rho^t(x_j^{(t+1)}, y_j^{(t+1)d})$ 与 $\rho^{t+1}(x_j^{(t+1)}, y_j^{(t+1)d})$ 分别代表决策单元 DMU_j 在 t 时期和 $(t+1)$ 时期的技术条件下, 基于 SBM-DEA 方法, 以 $(t+1)$ 时间的投入和产出得到的效率评价值. $MPI_j(t, t+1)$ 表示决策单元 DMU_j 在 t 到 $(t+1)$ 时期内的农村基础设施建设效率动态变化, 由式(10) 计算得到, 若 $MPI_j(t, t+1)$ 大于 1, 决策单元 DMU_j 在 t 至 $(t+1)$ 时期内的农村基础设施建设效率提升.

1.4 数据来源

本研究涉及的数据为 2011—2020 年省域面板数据, 来源于《中国农村统计年鉴》《中国城乡建设统计年鉴》《中国水利统计年鉴》《中国第三产业统计年鉴》《中国教育统计年鉴》《中国人口和就业统计年鉴》《中国统计年鉴》.

2 结果与分析

2.1 农村基础设施建设状态水平测度结果

应用构建的农村基础设施建设状态测度模型,对我国 26 省(自治区、直辖市)2011—2020 年的农村基础设施状态进行了测度,结果如表 3 所示.

表 3 2011—2020 年我国各省份农村基础设施建设状态测度结果

	地区	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
东部地区	天津	0.327	0.354	0.372	0.394	0.394	0.396	0.415	0.415	0.424	0.440
	河北	0.173	0.184	0.197	0.210	0.219	0.230	0.249	0.245	0.272	0.325
	辽宁	0.191	0.212	0.233	0.246	0.257	0.274	0.278	0.293	0.315	0.332
	江苏	0.418	0.451	0.474	0.498	0.528	0.567	0.565	0.603	0.609	0.615
	浙江	0.369	0.394	0.415	0.432	0.439	0.460	0.466	0.497	0.515	0.544
	福建	0.310	0.349	0.370	0.387	0.408	0.418	0.419	0.432	0.466	0.487
	山东	0.277	0.296	0.313	0.345	0.369	0.375	0.389	0.399	0.418	0.459
	广东	0.265	0.295	0.332	0.325	0.337	0.355	0.358	0.371	0.406	0.449
	海南	0.326	0.361	0.372	0.386	0.399	0.417	0.409	0.438	0.444	0.471
	平均值	0.295	0.322	0.342	0.358	0.372	0.388	0.394	0.410	0.430	0.458
中部地区	山西	0.139	0.150	0.162	0.172	0.178	0.189	0.200	0.208	0.225	0.267
	吉林	0.159	0.170	0.182	0.191	0.197	0.204	0.215	0.218	0.236	0.270
	黑龙江	0.201	0.219	0.229	0.245	0.257	0.274	0.291	0.308	0.320	0.338
	安徽	0.154	0.176	0.210	0.223	0.231	0.243	0.256	0.283	0.304	0.332
	江西	0.143	0.173	0.187	0.189	0.203	0.216	0.233	0.247	0.267	0.324
	河南	0.133	0.149	0.158	0.169	0.181	0.196	0.217	0.224	0.254	0.282
	湖北	0.159	0.190	0.207	0.219	0.236	0.250	0.268	0.277	0.308	0.366
	湖南	0.117	0.134	0.151	0.167	0.190	0.205	0.240	0.251	0.271	0.320
	平均值	0.151	0.170	0.186	0.197	0.209	0.222	0.240	0.252	0.273	0.312
西部地区	广西	0.165	0.194	0.210	0.226	0.241	0.249	0.270	0.274	0.306	0.324
	重庆	0.173	0.195	0.209	0.222	0.230	0.247	0.284	0.302	0.331	0.355
	四川	0.160	0.181	0.194	0.212	0.232	0.240	0.284	0.297	0.329	0.376
	贵州	0.096	0.108	0.149	0.144	0.170	0.189	0.213	0.230	0.256	0.290
	云南	0.151	0.163	0.173	0.182	0.197	0.215	0.220	0.242	0.260	0.314
	陕西	0.146	0.170	0.180	0.183	0.196	0.216	0.242	0.258	0.271	0.297
	甘肃	0.181	0.200	0.214	0.241	0.260	0.272	0.297	0.312	0.334	0.341
	青海	0.213	0.227	0.253	0.269	0.274	0.290	0.285	0.311	0.319	0.327
	宁夏	0.173	0.195	0.199	0.211	0.240	0.250	0.291	0.300	0.324	0.343
	平均值	0.162	0.181	0.198	0.210	0.227	0.241	0.265	0.281	0.303	0.330

时间维度上,农村基础设施建设状态水平整体持续提升. 2011—2020 年,我国 26 省(自治区、直辖市)的农村基础建设状态在各个子维度及总体水平上都表现出逐年上升趋势,总体上看,2015 年之前农村基础设施状态增长较为缓慢,2015 年之后变化加速. 不同省份间农村基础设施建设状态的标准差一直在增大,“马太效应”进一步凸显.

空间维度上,东部地区农村基础设施建设状态水平持续领先. 2011—2020 年,我国东部省份(天津、河

北、辽宁、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南)农村基础设施建设状态平均值为 0.377,我国中部省份(山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北)农村基础设施建设状态平均值为 0.221,我国西部省份(广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏)农村基础设施建设状态平均值为 0.240,总体表现为东部地区>西部地区>中部地区,江苏、浙江一带出现小范围农村基础设施建设高状态水平聚集区。

2.2 农村基础设施建设效率水平测度结果

利用超效率 SBM-DEA 方法对农村基础设施建设进行静态效率测度,测度结果如表 4 所示。研究时间段内,我国不同区域省(自治区、直辖市)的农村基础建设效率存在着一定差异,东部地区的农村基础建设效率表现值领先于中部和西部地区,效率高的地区集中分布在东南沿海地区、东北地区。

表 4 2011—2020 年我国各省份农村基础设施建设效率测度结果

	地区	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
东部地区	天津	1.246	1.265	1.315	1.401	1.361	1.474	1.476	1.424	1.503	1.320
	河北	1.023	1.058	1.060	1.077	1.040	1.023	0.668	1.018	0.723	1.048
	辽宁	1.171	1.216	1.210	1.141	1.230	1.072	1.025	1.071	1.157	1.141
	江苏	0.827	0.736	0.694	0.685	1.001	1.001	0.582	0.602	0.751	0.728
	浙江	1.099	1.099	1.135	1.123	1.113	1.115	1.090	1.139	1.148	1.182
	福建	1.159	1.127	1.093	1.125	1.017	1.024	1.014	1.016	1.022	1.199
	山东	0.798	0.736	0.715	0.732	0.714	0.720	0.655	0.690	0.690	0.704
	广东	1.211	1.206	1.088	1.054	1.040	1.031	1.027	1.045	1.025	1.076
	海南	1.565	1.355	1.289	1.174	1.250	1.268	1.758	1.763	1.242	1.514
	平均值	1.122	1.089	1.066	1.057	1.085	1.081	1.033	1.085	1.029	1.101
中部地区	山西	0.829	0.889	1.007	1.044	1.071	1.082	1.023	0.708	1.025	1.195
	吉林	1.116	1.151	1.134	1.124	1.204	1.170	1.089	1.091	1.132	1.112
	黑龙江	1.183	1.228	1.305	1.240	1.219	1.157	1.194	1.161	1.108	1.184
	安徽	0.890	0.874	0.859	1.022	0.886	0.845	0.718	0.751	0.741	1.001
	江西	1.087	1.038	1.020	1.057	1.057	1.034	1.014	1.014	1.015	1.004
	河南	1.001	1.000	0.916	0.888	0.896	0.903	0.743	0.771	0.726	0.865
	湖北	1.083	1.161	1.057	1.071	1.075	1.064	1.036	0.847	0.785	0.750
	湖南	1.044	1.057	1.132	1.128	1.049	1.111	1.039	1.041	1.041	1.039
	平均值	1.029	1.050	1.054	1.072	1.057	1.046	0.982	0.923	0.946	1.019
西部地区	广西	1.373	1.115	1.145	1.099	1.104	1.091	1.020	1.008	1.002	0.940
	重庆	1.024	1.042	1.060	1.114	1.302	1.355	1.030	1.146	1.099	1.088
	四川	1.021	1.069	1.062	1.042	1.053	1.036	1.040	1.037	1.047	1.074
	贵州	1.105	1.100	1.130	1.171	1.127	1.008	1.043	1.033	1.045	1.032
	云南	1.066	1.050	1.062	1.057	1.092	1.070	1.119	1.006	0.807	1.006
	陕西	1.113	1.029	1.196	1.297	1.232	1.176	0.592	0.680	1.065	1.004
	甘肃	1.026	1.675	1.146	1.126	1.056	1.063	1.010	1.002	1.079	0.986
	青海	1.390	1.564	1.257	1.261	1.158	1.168	1.095	1.320	1.369	1.027
	宁夏	1.096	1.056	1.115	1.173	1.325	1.340	1.065	0.746	1.046	1.099
	平均值	1.135	1.189	1.130	1.149	1.161	1.145	1.002	0.998	1.062	1.028

基于 DEA-Malmquist 生产指数对农村基础设施建设效率进行动态分析,2010—2020 年间我国 26 省(自治区、直辖市)的农村基础设施建设效率年均增长 3.3%,总体呈上升趋势。研究时间段内多数省(自治区、直辖

市)的农村基础设施建设效率有了明显的提升,这些省市的 MPI 均值大于 1;同时,也有部分省(自治区、直辖市)的农村基础设施效率在评价时间段内有所下降,例如福建、贵州、青海等省份,其农村基础设施建设效率的动态变化 MPI 评价值小于 1,远低于全国平均水平.整体而言,虽然不同省份规模效率和纯技术效率对综合效率的影响程度不同,但农村基础设施供给的技术进步对综合效率的提高起主要作用.

表 5 2011—2020 年农村基础设施建设效率 Malmquist 指数及其分解

年份	技术效率指数	技术进步指数	纯技术效率变化	规模效率变化	全要素生产率指数
2010—2011	1.011	1.077	0.999	1.012	1.089
2011—2012	0.995	1.099	1	0.996	1.094
2012—2013	1.001	1.028	1.002	0.999	1.029
2013—2014	1.002	1.029	0.999	1.003	1.032
2014—2015	1.003	1.009	1.005	0.997	1.012
2015—2016	0.999	1.163	0.998	1.001	1.162
2016—2017	0.998	0.94	0.998	1.001	0.939
2017—2018	0.979	0.972	0.995	0.984	0.952
2018—2019	1.002	0.992	1.004	0.998	0.994
2019—2020	1.011	1.02	1	1.011	1.031
平均值	1	1.033	1	1	1.033

2.3 农村基础设施建设状态-效率水平分析

基于农村基础设施建设状态和农村基础设施建设效率两维视角,以状态和效率测度值的平均值为分界点,横坐标表示效率测度值,纵坐标表示状态测度值,原点坐标为平均值,第一象限表示“优状态-高效率”(HS-HE),第二象限表示“优状态-低效率”(HS-LE),第三象限表示“劣状态-高效率”(LS-HE),第四象限表示“劣状态-低效率”(LS-LE).基于此,可将我国 26 省(自治区、直辖市)农村基础设施建设状态-效率水平分为 4 种类型,部分年份的类型甄别结果如图 1 所示,各省份相应年份的类型及其变化如表 6 所示.

2.3.1 HS-HE(优状态-高效率)型

研究期内处于这一象限类型的省市主要是天津、浙江、福建、广东和海南.处于该象限的省市在研究时间段内的农村基础设施建设达到了较优的状态,同时建设过程中也能实现较高的效率.上述省份分布在长三角、珠三角、环渤海等东部经济发达地区,呈组团式分布,这些地区区位条件优越,农业生产基础良好,也是人口和产业集聚之地.同时这些沿海省份具有良好的经济和社会发展基础,工业化和城镇化进程较快,乡村发展水平较高,虽然人均灌溉面积相对较少,但是通过发展方式创新、农业生产结构调整等措施,实现了农村基础设施建设提质增效.

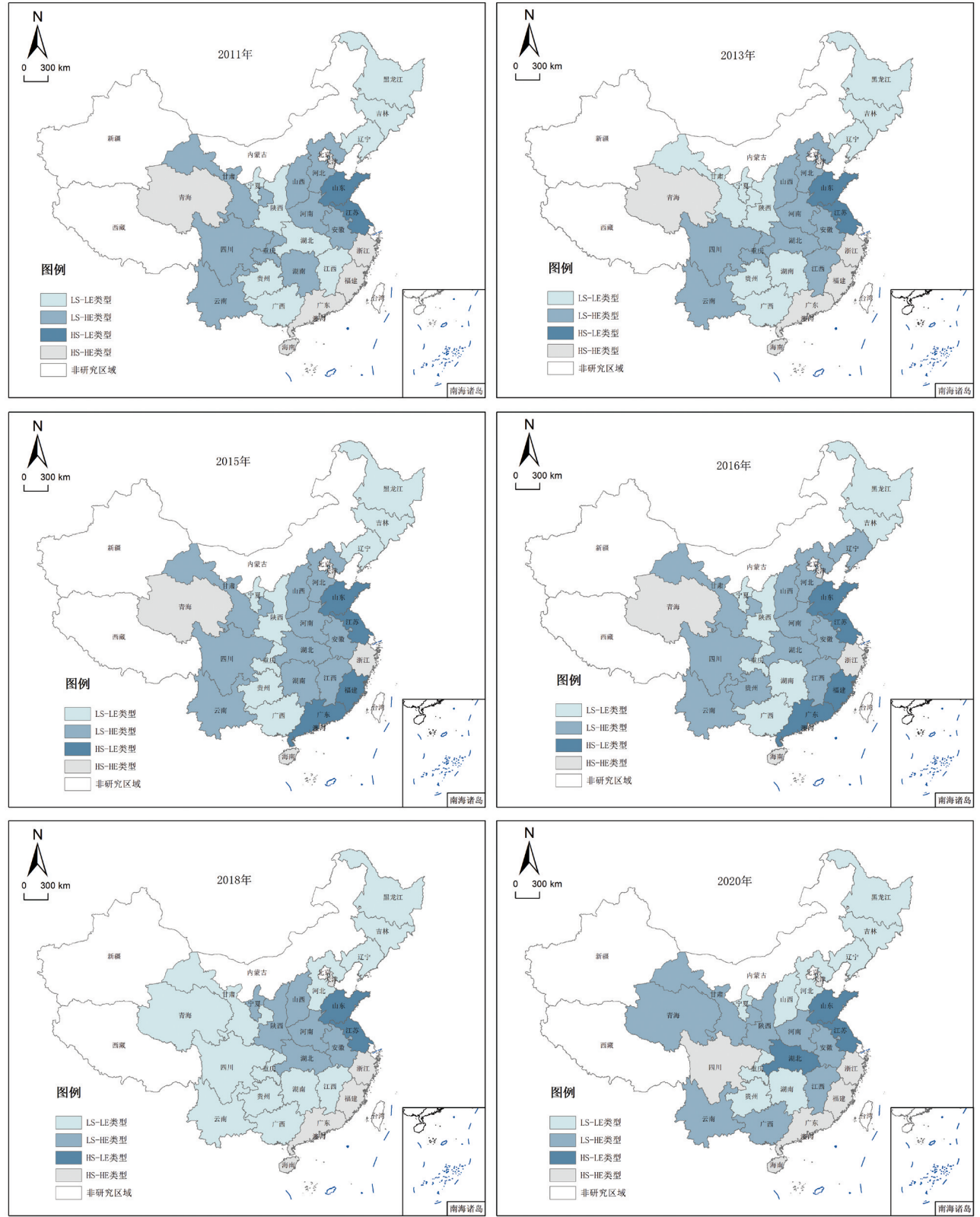
2.3.2 HS-LE(优状态-低效率)型

处于这一象限类型的代表性省份为江苏和山东.江苏省农村经济发展处于全国领先水平,非农产业逐渐成为农村主体产业,由于人均耕地面积较低,且农村相关产业产值劳动力投入逐渐减少,第一产业生产总值呈现负增长.山东省农村基础设施建设水平高,但农业基础略有欠缺,第一产业结构仍存在提升和调整空间,农村产业结构和农业发展保障能力有短板.此外,受资金和技术影响,农民扩大再生产、增收创收仍存在较大困难.

2.3.3 LS-HE(劣状态-高效率)型

这一类型省份主要分布在东北地区(辽宁、吉林、黑龙江)和中西部地区(湖南、重庆、四川、贵州和宁夏),地处东北平原、长江中下游平原、四川盆地和云贵高原.由于城乡发展不平衡,城市对乡村带动不足,城乡基础设施建设网络联通和融合速度慢,导致城进乡衰,农村发展不充分,农业基础差,公共服务和基础设施供给欠缺.东北地区耕地资源丰富,具备地形和土壤优势,农业规模化与商品化程度高,是重要的粮食主产区.同时,区域内矿产资源丰富,工业基础较为雄厚.而位于西部的重庆、贵州等省市是脱贫攻坚

的重点区域, 虽然农业发展的基础条件受制于自然环境, 但通过土地整治、经济林木种植等措施, 可有效提升农村基础设施的效率。



审图号: GS(2019)1822 号

图 1 部分年份我国各省级单位农村基础设施建状态-效率水平类型甄别

表 6 各年份我国各省级单位农村基础设施建设状态-效率水平类型甄别

地区	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
天津	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE
河北	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-HE	LS-LE	LS-HE
山西	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-HE	LS-LE	LS-HE	LS-HE
辽宁	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-LE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE
吉林	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE
黑龙江	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE
江苏	HS-LE	HS-LE	HS-LE	HS-LE	HS-LE	HS-LE	HS-LE	HS-LE	HS-LE	HS-LE
浙江	HS-HE	HS-LE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE
安徽	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE
福建	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-LE	HS-LE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE
江西	LS-HE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-LE
山东	HS-LE	HS-LE	HS-LE	HS-LE	HS-LE	HS-LE	HS-LE	HS-LE	HS-LE	HS-LE
河南	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE
湖北	LS-HE	LS-HE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-HE	LS-LE	LS-LE	HS-LE
湖南	LS-LE	LS-LE	LS-HE	LS-HE	LS-LE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE
广东	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-LE	HS-LE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE
广西	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-LE	LS-LE
海南	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE
重庆	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE
四川	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	HS-HE
贵州	LS-HE	LS-LE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-LE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE
云南	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-LE	LS-HE	LS-HE	LS-LE	LS-LE
陕西	LS-HE	LS-LE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-LE	LS-LE	LS-HE	LS-LE
甘肃	LS-LE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-LE	LS-LE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-LE
青海	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	HS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-LE
宁夏	LS-HE	LS-LE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-HE	LS-LE	LS-HE	LS-HE

2.3.4 LS-LE(劣状态-低效率)型

LS-LE 型区域主要分布在西部甘肃、广西、陕西、云南和青海，以及中部、湖北、江西、安徽、山西、河北、河南，上述区域中的一些西部省份受区位条件和自然地理因素制约，地形破碎，地质灾害频发，生态环境脆弱，因此基础设施建设成本相对较高，而位于中部的部分省份则是传统农业大省，囿于经济发展水平，乡村基础设施建设外援动力有限，内生动力不足，整体基础设施建设水平较低。区域尚未形成城乡功能耦合和相互作用，城乡发展差距较大，工业化和城镇化对农村的辐射和带动作用有限。总体而言，该类型的区域自然资源禀赋不足，交通和区位条件处于劣势，农村基础设施建设薄弱，乡村发展受其内生动力不足和外援驱动力有限的双重制约。

2.4 农村基础设施建设状态-效率二维演化路径识别与规律分析

2.4.1 演化路径识别

选取农村基础设施建设类型变化具有代表性的地区分析其演化路径，各省级单位农村基础设施建设状态和效率随时间发展的趋势如图 2 所示，以各省份当年测度值与当年平均值的差值为评价基础，横坐标为效率值，纵坐标为状态值，以 0 为坐标原点。图 2 显示了代表性地区 2011—2020 年状态及效率变化情况。

① 路径一：质稳效高

② 路径二：质稳效降

路径二是以江苏、山东、湖北、广东为代表的“质稳效降”。江苏省和山东省保持 HS-LE 型，湖北由 LS-HE 型变化为 LS-LE 型，广东省在 2015 年和 2016 年退步为 HS-LE 型，之后一直保持 HS-HE 型。江苏和山东省经济发展较早，区位优势，农村基础设施状态水平远高于其他省份，但是城乡二元经济结构明显，农业组织相对落后，农业可持续发展后续动力不足，虽然经济农村经济和文化发展高于平均水平，但相对于其他省份农村基础设施产出效率较低，而湖北等省份受惠于脱贫攻坚带来的农村基础设施建设提质增效，但因城镇辐射能力欠缺、经济结构单一和产业转型不力等原因，外部带动能力欠缺，同时由于乡村地域土地资源利用的集约水平下降，内生动力不足，乡村经济文化可持续发展亟待提高，导致研究期间农

村基础设施产出效率相对下降。广东省在研究初期农村基础设施投入产出效率高于平均水平,早期处于 HS-HE 型,但是由于乡村地域存在资源利用与配置效率低、城乡区域发展不平衡等问题,农村基础设施持续投入带来的边际效用递减,表现为农村基础设施投入产出效率相对降低。

③ 路径三：质缓效高

路径三是以天津、山西、辽宁、吉林为代表的“质缓效高”,这些省市状态水平相对降低但是效率水平明显提升,天津市维持 HS-HE 型,山西省由 LS-LE 型转变为 LS-HE 型,辽宁省除 2016 年外维持 LS-HE 型,吉林省维持 LS-HE 型。天津和辽宁基础设施相对完善,山西和吉林农村基础设施状态水平低于平均水平,这些省市基础设施建设状态水平有所提升但速度放缓,同时由于发展了现代化农业,改善了人居环境,促进了产业融合发展和农产品增收创收,使得乡村人居、产业和空间融合,也助推乡村经济、生活和文化的发展。此外,人均可支配收入和受教育程度的提高,使得农村基础设施低投入也能带来相对较高的效益产出。

④ 路径四：质缓效降

路径四是以广西、河南、陕西、青海为代表的“质缓效低”,这些省份在研究时间段属于 LS-HE 或 LS-LE 型。此类省份乡村发展水平相对较低、农业发展相对落后、农村建设基础差,存在产业结构单一、交通闭塞、信息不畅等问题,导致农村基础设施建设相对缓慢,在灌溉面积、供电设施、道路建设、排水管道、网络建设、教育设施、环境保护和自然保护等方面表现较差,自身的农村地域功能不足,由此导致劳动力流失,农民增收与创收难度大,城乡内生发展动力不足。此外,由于回波效应,生产要素向其周围更为发达的地区集聚,导致农村落后地区收缩,逐渐出现要素流失、土地撂荒和建设破败等现象,经济文化发展缓慢,导致了农村基础设施状态水平增长缓慢,投入产出效率低下。

2.4.2 演化规律分析

将相应省份的区域属性、2011 年及 2020 年农村基础设施建设状态-效率类型、演变路径类型等信息绘制桑基图,如图 3 所示,用以刻画各省级单位农村基础设施建设状态-效率二维演化规律。

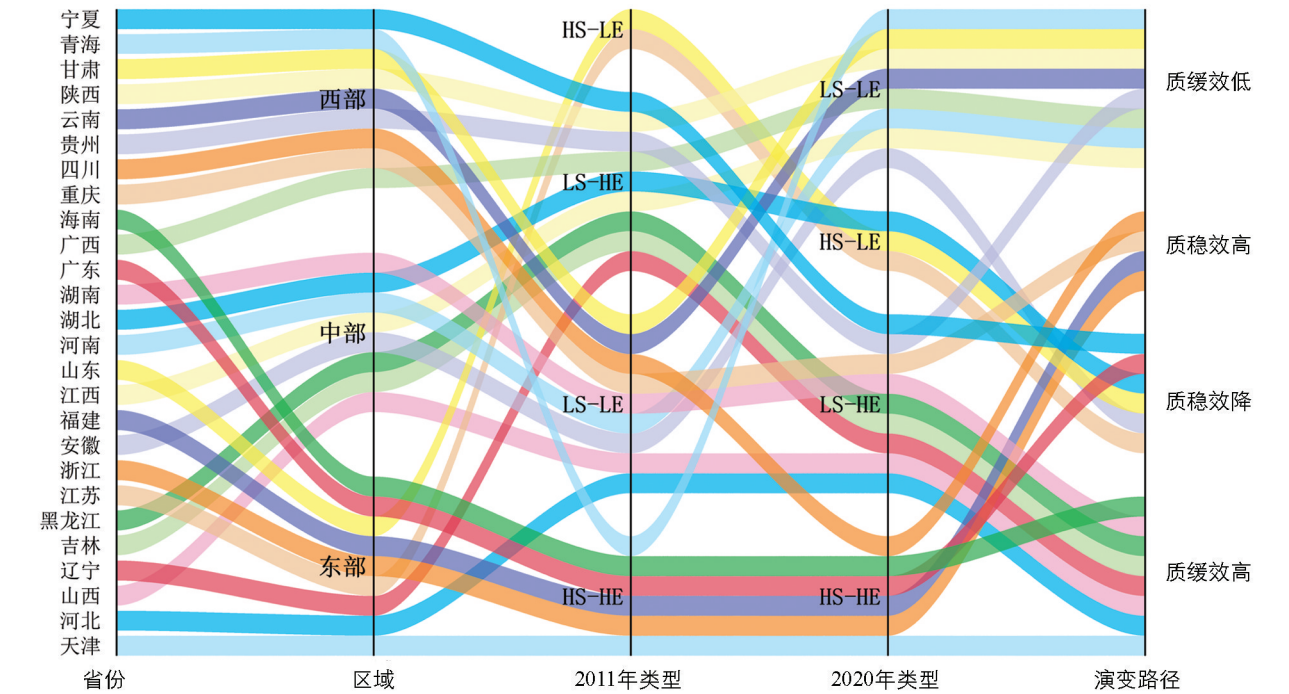


图 3 我国各省级单位农村基础设施建设状态-效率二维演化规律

由图 3 可以看出,长时间维持 HS-HE 和 LS-LE 两种类型的情况较为常见,长期处于 HS-HE 型的地区主要分布在东部沿海地区,长期处于 LS-LE 型的地区主要分布在中西部地区。而 HS-LE 型和 LS-HE

型难以长时间保持不变,是农村基础设施建设水平的过渡状态。从发展路径来看,效率通常作为演化的先行因素,从较低水平的类型升级变化为更高水平的类型,往往是“低效”先演化为“高效”,“高效”稳定发展一段时间,实现“质变”,进而转化为 HS-HE 型,如以重庆为代表的“质稳效高”型地区,先转换为 LS-HE 型,再经过一段时期的高效率发展,成果逐步积累,达到从量变到质变,实现农村基础设施建设状态的质量提升,转换为 HS-HE 型。而少数具有特殊资源优势的地区,如安徽实现了农村基础设施建设状态的快速提升,由 LS-LE 型转化为 HS-LE 型;从水平较高类型向水平较低类型转变的过程,通常也是先由“高效”退步为“低效”,如江苏在研究期内农村基础设施建设状态稳步提升,但效率退步,湖北、宁夏由 LS-HE 型退步为 LS-LE 型,表现为“质稳效降”型,而状态水平发展放缓通常不会造成农村基础设施建设水平类型改变。

3 结论和讨论

3.1 主要研究结论

2011—2020 年,我国农村基础设施建设状态水平持续上升,东部沿海地区上升幅度大于中西部地区,农村基础设施建设状态在东、中、西部地区呈现明显的差异性。我国不同区域的农村基础建设效率水平亦存在一定差异,效率高的地区集中分布在东南沿海地区、东北地区和中部地区。依据农村基础设施建设状态和效率二维视角,我国农村基础设施建设水平可以划分为“优状态-高效率”(HS-HE)、“优状态-低效率”(HS-LE)、“劣状态-高效率”(LS-HE)、“劣状态-低效率”(LS-LE)4 种类型。基于不同省份在研究时段内状态-效率二维演化规律,可以划分为“质稳效高”“质稳效降”“质缓效高”和“质缓效降”4 条典型的演化路径,效率通常作为类型变化的先行因素,部分 HS-HE 型地区会出现“效率”维度的退步,转变为 HS-LE 型地区;部分 LS-LE 型地区会转变为 LS-HE 型地区;LS-LE 型地区升级转型的主要路径是转变为 LS-HE 型,少数具有特殊资源条件和外部经济带动优势的地区会转变为 HS-LE 型,对于 LS-LE 型地区,首先转变为 LS-HE 型或 HS-LE 型,进一步升级转变为 HS-HE 型是较为可行的发展路径。

3.2 政策建议

农村基础设施建设水平区域发展不平衡,可采用集群式发展战略,加强发达区域对周边区域的带动作用,实现城乡和乡乡间统筹发展和联动发展,缩小区域差距。在进行基础设施投资时可以增强农村基础设施投资的公平性,对低状态水平和高效率水平地区适当增加投入,可以缩小区域差异,促进区域间均衡发展,避免农村发展的“马太效应”,实现区域、城乡间的协调发展和公平发展。

对于 HS-HE 型省份,可以优化区域空间布局,推进城乡发展一体化,利用自然资源禀赋和区位优势,实现农村经济产业多元化发展,通过空间优化搭建城乡相融和要素互动、功能契合的“城市+乡村”格局,不断优化农村居住空间、产业结构,丰富乡村文化内涵,提高资源利用率,推进乡村发展与生态环境建设有机融合,实现农村经济、社会、文化及环境的协调和可持续发展,推进乡村由多功能乡村地域系统向城乡融合交互系统转变。

对于 HS-LE 型省份,应该立足资源条件和区位优势,促进现代农业产业化和智慧化发展,构建现代农业生产和经营体系,促进农业发展增质增效,推动农业供给侧结构性改革,促进农业产业多元化发展,推动产业增效和农民增收,创新农村土地经营方式,优化农业和农村空间布局,推动城乡要素平等交换和自由流动,推动工农互促城乡发展。

对于 LS-HE 型省份,应该积极推动普适共享的农村基础设施和公共服务设施落地生效,强化乡村发展的基础设施支撑,推进乡村产业结构的转型升级和产业链的优化与强化,促进城乡要素流动、资源交换、产业互联和经济互动,打破城乡分散化和两级失衡现象,实现公共服务设施由城乡两极分化格局向城乡空间融合格局发展,加速农业现代化与农村城镇化进程。

对于 LS-LE 型省份,应该增加基础设施建设投入,补齐农村公共服务设施短板,增强农村建设发展弱

项,提高区域协同建设能力。通过城镇带动和自有资源禀赋“双轮驱动”,通过基础设施功能提升和产业结构调整双侧支撑推动农村产业发展;优化农业基础设施配置,改善农业生产条件,立足于乡村人地系统,激发农村产业发展的新动力,因地制宜培育乡村发展新动能,实现城乡融合发展与乡村发展转型升级。

参考文献:

- [1] 肖海越. 广东省农村基础设施建设与农业经济增长的关系探究 [J]. 中国农业资源与区划, 2016, 37(8): 180-185.
- [2] 郑晓冬, 方向明, 储雪玲. 农村基础设施对收入不平等的影响研究——基于中西部 5 省 218 个村庄调查 [J]. 农业现代化研究, 2018, 39(1): 139-147.
- [3] 彭继权, 秦小迪. 21 世纪以来农业基础设施减贫效应研究 [J]. 中国农业资源与区划, 2022, 43(1): 206-215.
- [4] 郭楚月, 曾福生. 农村基础设施影响农业高质量发展的机理与效应分析 [J]. 农业现代化研究, 2021, 42(6): 1017-1025.
- [5] 张秀莲, 王凯. 我国农村基础设施投入的地区不平衡性研究 [J]. 经济体制改革, 2012(6): 97-100.
- [6] 田祥宇, 景香君. 农村基础设施投资公平性研究现状与展望——基于政策保障机制的视角 [J]. 经济问题, 2019(4): 85-91.
- [7] 王大伟, 梁献超, 宣卫红, 等. 中国城乡基础设施发展差异梯度测度及时空演变规律研究 [J]. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2020, 45(1): 92-99.
- [8] 张增博, 邵洪波. 河北省农村基础设施建设区域差异分析 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38(16): 8729-8730, 8781.
- [9] 叶文辉, 张琰. 西部农村基础设施建设水平与地区差距——基于 2000~2007 年数据的解析 [J]. 云南财经大学学报, 2010, 26(4): 127-134.
- [10] 林振德, 赵伟. 农村公共基础设施投资区域差异影响因素研究 [J]. 农村经济, 2016(1): 88-94.
- [11] 赵伟, 林振德, 刘菲菲, 等. 农村基础设施投资公平性的趋势及其成因 [J]. 农业技术经济, 2017(2): 93-101.
- [12] 赵伟, 肖晓婧. 中国农村基础设施投资区域不平衡分析——基于人口加权变异系数和 HP 滤波模型的分解 [J]. 东南大学学报(哲学社会科学版), 2019, 21(2): 44-51, 146.
- [13] 冯娟娟, 弓剑芳, 田祥宇. 中国农村基础设施投资公平性测度与评价 [J]. 宏观经济研究, 2019(2): 143-160.
- [14] 田祥宇, 景香君. 农村基础设施投资公平性研究现状与展望——基于政策保障机制的视角 [J]. 经济问题, 2019(4): 85-91.
- [15] 刘天军, 唐娟莉, 霍学喜, 等. 农村公共物品供给效率测度及影响因素研究——基于陕西省的面板数据 [J]. 农业技术经济, 2012(2): 63-73.
- [16] 郭军华, 倪明, 李帮义. 基于三阶段 DEA 模型的农业生产效率研究 [J]. 数量经济技术经济研究, 2010, 27(12): 27-38.
- [17] 刘玮琳, 夏英. 我国农村基本公共服务供给效率研究——基于三阶段 DEA 模型和三阶段 Malmquist 模型 [J]. 现代经济探讨, 2018(3): 123-132.
- [18] 何翔. 农村基础设施投资公平性与脱贫攻坚成果巩固关系研究——基于 2010—2019 年省级面板数据的实证分析 [J]. 宏观经济研究, 2021(3): 160-175.
- [19] 苏超, 程晓倩. 中国西部地区农村基础设施建设水平研究 [J]. 湖北农业科学, 2016, 55(11): 2964-2967.
- [20] 刘青, 李慧民. 我国农村基础设施建设现状评价研究——基于突变级数模型 [J]. 工程经济, 2016, 26(10): 35-40.
- [21] 沈月领, 王占军. 基于农户视角的河北省农村基础设施建设状况评价 [J]. 贵州农业科学, 2013, 41(5): 209-212.
- [22] 韩增林, 曹锡顶, 狄乾斌. 基础设施投入效率时空演变及其关联格局研究——基于中国地级以上城市的实证 [J]. 地理科学, 2021, 41(6): 941-950.
- [23] 管立杰, 赵伟. 基于 DEA-Malmquist 的农村基础设施供给效率评价 [J]. 统计与决策, 2020, 36(4): 172-175.
- [24] 裴勇杰. 基于三阶段 DEA-Malmquist 模型的城市基础设施系统投资效率评价研究 [D]. 天津: 天津大学, 2018.