

基于深度学习的“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平评价

石京民^{1a} 王万君² 李健^{1b1}

(1. 北京理工大学:a. 管理与经济学院;b. 人文与社会科学学院, 北京 100081;

2. 伦敦国王学院自然与数学科学学院, 英国 伦敦 WC2R2LS)

【摘要】: 本文基于深度学习方法构建我国“一带一路”沿线省域普惠金融发展评价模型, 并运用泰尔指数分解、核密度估计与梯度下降算法明晰普惠金融发展的时空格局、动态演进与影响因素。研究表明:(1) 沿线省域普惠金融发展整体处于低水平、缓增长的成长期阶段; 横向来看, 沿线省域普惠金融发展水平呈“金字塔”型分布, 除“极核”上海表现突出外, 其他省域呈低水平均衡态势; 纵向来看, 沿线省域普惠金融发展水平稳步提升, 其发展速度呈“高低相间、连片集群”的分布格局; (2) 沿线省域普惠金融发展水平呈东高西低、南高北低的梯度分布格局。东部各省域分布呈两极分化趋势; 东北、西南各省域分布相对均衡; 西北各省域分布由两极分化向多极化转变; (3) 银行业金融机构覆盖率、小贷公司信贷状况、银行业金融机构服务投诉率与不良贷款率是影响普惠金融发展水平的关键因素。

【关键词】: “一带一路”倡议 普惠金融 深度学习 评估体系

【中图分类号】: F830 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1006—2912(2020)12—0139—11

一、引言

普惠金融这一概念由联合国于“2005 国际小额信贷年”活动中正式提出, 并以其解决金融排斥、改善金融结构、促进经济包容性增长的价值目标, 日渐成为发展中国家的共识(Easterly, 2006)^[1]。2013 年, 中国共产党第十八届三中全会通过《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》, 正式提出“发展普惠金融, 鼓励金融创新, 丰富金融市场层次和产品”。2016 年, 国务院发布《推进普惠金融发展规划(2016—2020 年)》, 明确我国普惠金融发展现状、指导思想、基本原则与总体目标, 为我国普惠金融进一步发展指明方向。2017 年, 习近平主席在“一带一路”国际合作高峰论坛开幕式上发表题为《携手推进“一带一路”建设》的主旨演讲, 并在演讲中强调“发展普惠金融, 完善金融服务网络”。这表明, 作为金融领域的一种制度创新, 普惠金融将在“一带一路”建设中发挥关键作用。

作者简介: 石京民(1993-), 女, 北京理工大学管理与经济学院博士研究生, 研究方向: 宏观经济学;

王万君(1993-), 男, 伦敦国王学院自然与数学科学学院硕士研究生, 研究方向: 人工智能;

李健(1964-), 男, 北京理工大学人文与社会科学学院教授、博士生导师, 研究方向: 宏观经济学。

基金项目: 国家自然科学基金项目“流域区居民环境行为的影响因素、影响机制及治理机制”(71373022), 项目负责人: 李健; 国家社科基金重点项目“我国军工上市公司自愿性信息披露特征及重大影响因素的统计研究”(13ATJ003), 项目负责人: 李慧云。

之所以在“一带一路”倡议推进中强调发展普惠金融,是因为普惠金融能够通过以下路径为“一带一路”建设提供强劲动力:一是缓解资金约束。普惠金融能够为参与“一带一路”建设的涉农产业、小微企业提供多渠道、可持续的资金支持,有效缓解了上述弱势市场主体在“一带一路”项目建设过程中的资本约束;二是助力脱贫致富。普惠金融能够为经济发展相对落后省域的低收入群体提供平等、有效的金融服务与信贷支持,使其在“一带一路”建设过程中通过“主动造血”机制脱贫致富;三是激发创业创新。普惠金融能够有效提升创业创新主体的金融可得性,帮助其在“一带一路”贸易交往中运用新技术、开发新产品、拓展新市场,将科技成果快速转化为现实生产力(李梦雨, 2019)^[2]。然而,在“一带一路”推进过程中,我国普惠金融发展仍面临较大挑战:从供给方面看,普惠金融供给主体存在结构不均衡、定位不清晰、互动不协调等问题,难以在“一带一路”推进过程中形成强大合力;从需求方面看,普惠金融需求主体存在资信水平差、教育程度低、金融需求分散等问题,难以在“一带一路”推进过程中实现自身发展。上述供需矛盾的持续存在严重阻碍了普惠金融对“一带一路”倡议推进的积极作用。

普惠金融这一概念自提出以来受到国内外学者的持续关注,其研究成果主要涉及以下三个方面:一是普惠金融发展水平测度与评价。根据普惠金融内涵与特征构建普惠金融发展水平评价体系,并在此基础上探讨不同区域普惠金融发展的异质性特征、收敛性趋势及影响因素(Sarma, 2008;孙英杰和林春, 2018;杨明婉等, 2019)^{[3][4][5]};二是普惠金融发展的经济绩效评价。在普惠金融发展水平测算基础上,检验普惠金融对贫困缓减、技术创新、经济增长等的影响机制(Kapoor, 2013;梁榜和张建华, 2019;顾宁和张甜, 2019)^{[6][7][8]};三是普惠金融发展的风险应对与路径选择。明确普惠金融发展存在的财务风险、技术风险、信用风险等,给出普惠金融可持续发展的基本原则与可行模式(尹振涛和舒凯彤, 2016;陆岷峰和徐博欢, 2018)^{[9][10]}。然而,上述研究鲜少基于“一带一路”视角探讨普惠金融在区域发展过程中的重要作用,更未见运用深度学习方法对“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平进行综合评价。鉴于此,本文以我国“一带一路”倡议重点圈定的省(市、自治区)为研究对象,基于深度学习方法构建“一带一路”沿线省域普惠金融发展评价模型,探析“一带一路”沿线省域普惠金融发展的时空特征、动态演进与影响因素,以期对“一带一路”沿线省域普惠金融体系的构建与完善提供理论依据。

与已有文献相比,本文的边际贡献在于:第一,将普惠金融研究拓展到“一带一路”应用场景之中,明确我国“一带一路”沿线省域普惠金融发展的时空特征与影响因素,为实现普惠金融与区域发展的良性互动提供理论依据;第二,首次运用深度学习方法构建普惠金融发展评价模型,避免了该领域已有无标签数据测算方法的权重主观性、随意性缺陷,能够充分挖掘多维度、非线性、高噪音数据间的复杂关系,进一步扩充了普惠金融量化研究的“工具箱”,极大提升了普惠金融发展水平的测算精度;第三,综合运用泰尔指数分解、核密度估计与梯度下降算法从时空格局分析、时空动态演进、权重贡献识别三个方面考察我国“一带一路”沿线省域普惠金融发展状况,为把握我国“一带一路”沿线省域普惠金融发展痛点,提升我国“一带一路”沿线省域普惠金融联动水平提供有益参考。

二、普惠金融发展评价指标体系构建

构建一套科学合理的指标体系是准确评价我国“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平的必要前提。为此,本文基于指标体系构建的可行性、系统性、代表性原则,遵循国际社会广泛承认的 G20 普惠金融指标体系,借鉴我国《推进普惠金融发展规划(2016—2020 年)》对普惠金融的内涵阐释,并在此基础上吸收于晓虹等(2016)^[11]、林春等(2019)^[12]的研究成果,从“金融服务可得性”、“金融服务使用情况”、“金融服务质量”三个维度构建我国“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平指标体系(表 1)。

表 1 普惠金融发展水平评价指标体系

一级指标	二级指标	方向	编号
金融服务可得性	每万人银行业金融机构营业网点数量	正向	C1
	每万人银行业金融机构从业人员数量	正向	C2

	每万平方千米银行业金融机构营业网点数量	正向	C3
	每万平方千米银行业金融机构从业人员数量	正向	C4
	每万农村人口农村银行业金融机构营业网点数量	正向	C5
	每万农村人口农村银行业金融机构从业人员数量	正向	C6
	每万平方千米农村面积农村银行业金融机构营业网点数量	正向	C7
	每万平方千米农村面积农村银行业金融机构从业人员数量	正向	C8
	每万人小额贷款公司营业网点数量	正向	C9
	每万人小额贷款公司从业人员数量	正向	C10
	每万平方千米小额贷款公司营业网点数量	正向	C11
	每万平方千米小额贷款公司从业人员数量	正向	C12
金融服务使用情况	银行业金融机构本外币各项存款余额/地区生产总值	正向	C13
	银行业金融机构本外币各项贷款余额/地区生产总值	正向	C14
	每万人银行业金融机构本外币各项存款余额	正向	C15
	每万人银行业金融机构本外币各项贷款余额	正向	C16
	保险密度	正向	C17
	保险深度	正向	C18
	小额贷款公司贷款余额/银行业金融机构本外币各项贷款余额	正向	C19
金融服务质量	银行业金融机构不良贷款率	反向	C20
	每万人银行业金融服务投诉数量	反向	C21

评价指标体系中,金融服务可得性是指金融供给方能够满足社会各阶层,特别是农村贫困人口、城市低收入者、小微企业经营者等弱势群体的金融服务需求。鉴于此,本文在金融服务可得性这一指标下设置 12 个二级指标,从人口覆盖性与地理覆盖性两个方面对银行业金融机构、农村银行业金融机构、小额信贷公司三类金融服务供给主体进行评价;金融服务使用情况是指金融需求方对各类金融产品与服务的实际使用状况,其主要涵盖储蓄、信贷、支付、保险等。鉴于此,本文在金融服务使用情况这一指标下设置 7 个二级指标,从密度与深度两个方面考察存款业务、贷款业务、保险业务使用状况,并在此基础上着重考察小额信贷使用状况;金融服务质量是指金融供给方能够向金融需求方提供可持续、标准化的金融服务。鉴于此,本文在金融服务质量这一指标下设置 2 个二级指标,考察金融供给方的服务质量。

三、基于深度学习的省域普惠金融发展评价模型构建

(一)模型适用性评价

深度学习(DeepLearning)是一种运用学习样本数据对研究对象进行特征表达的人工智能技术,其本质为包含多个隐藏层的人工神经网络模型(Lecun 等, 2015;刘星南等, 2020)^{[13][14]}。与其他机器学习方法相比,深度学习具有如下鲜明特征:一是强调神经网络结构的深度属性,即包含较多数量的隐藏层;二是强调多层非线性特征变换,即将低层特征表示逐层转换为高层特征表示(Russell 和 Norvig, 1995)^[15]。基于上述原理,深度学习方法能够自动提取研究对象的复杂特征,解决其他机器学习难以处理的模式识别问题。当前深度学习已在风险识别、情感分类、地价评估等多个领域展现出卓越性能,成为解决经济社会问题的前沿方法(周明和王满仓, 2019;Rojas-Barahona, 2016;王华等, 2018)^{[16][17][18]}。鉴于此,本文尝试将深度学习引入普惠金融评价领域,

为评价我国“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平提供新方法。

之所以将深度学习引入普惠金融发展评价领域,是因为深度学习在处理高维数据的复杂结构问题上具有其他方法难以比拟的独特优势:普惠金融发展水平评价体系是一个包含多重因素的综合系统,不同因素间存在复杂的非线性关系,若直接使用已有文献中的主成分分析法、独立成分分析法等线性分析方法,即将不同维度影响因素投影到同一方向降维,会导致各因素间可能存在的未知联系丢失,降低测算结果精确度。正因如此,近年来虽有大量学者对普惠金融发展水平进行测度,但仍存在着标准不一、评价主观、结论矛盾等固有缺陷,难以得到该领域学者的普遍认可。深度学习方法善于处理数据间未知的、复杂的非线性关系,有效解决权重确定过程中的随意性、主观性缺陷,且能够根据神经元梯度消失特性筛选出与最终输出结果无关的部分属性,极大提升了普惠金融发展水平测算的科学性与准确性。

自动编码器是一种能够实现无监督学习的深度神经网络,可认为是非线性、鲁棒性更强的主成分分析方法。与只能进行线性处理的主成分分析法相比,自动编码器既能处理线性关系,也能处理非线性关系。将深度学习与自动编码器结合,能够表征数据与评价结果间的非线性关系,显著提升算法的识别准确度,实现对传统线性评价方法的充分优化。自动编码器包括编码器与解码器两个部分,二者呈对称分布,以输入与输出一致的方式提取隐藏层特征。编码器首先将数据逐次升维,在较高维度寻找其相关关系,之后将数据压缩为低维度的隐藏层特征;与之相反,解码器对学习到的隐藏层特征进行反向解码,进而重构出原始数据(Baldi,2012)^[19]。本文构建基于自动编码器的深度神经网络模型结构如图1所示。

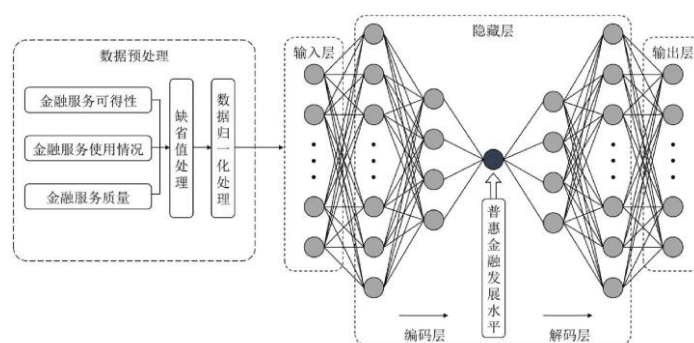


图1 基于自动编码器的深度神经网络模型结构图

(二)模型构建与算法实现

1. 基于自动编码器的深度神经网络构建。

本文运用Python语言的Keras库构建基于自动编码器的“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平深度神经网络。首先将输入层设定为普惠金融数据集的21个归一化指标,编码器隐藏层均为全连接层。第1至4层依次具有64,256,64,16个节点,所使用的激活函数为Tanh,第5层具有4个节点,所使用的激活函数为Softmax,最后一层具有1个节点,所使用的激活函数为Sigmoid,用于输出排序结果。解码器与编码器呈对称分布,隐藏层同样均为全连接层。将1个节点作为解码器输入,隐藏层依次具有4,16,64,256,64个节点,并使用21个节点作为解码器输出,输出结果为神经网络学习后的普惠金融数据集。设置迭代次数为200,对该深度神经网络进行训练。

(1)激活函数。激活函数将非线性特征引入神经网络,主要目的在于将ANN中节点的输入信号转换为输出信号。对神经网络而言,激活函数能够实现输入变量与输出变量间的非线性映射。本文使用Tanh、Softmax、Sigmoid三种激活函数进行运算。其中,Tanh函数使变量输出于(-1,1)之间,通过限制其输出范围使神经网络更易收敛。Softmax函数使变量输出于(0,1)之间且输

出变量总和为 1，从而凸显最大值并抑制远低于最大值的其他变量。Sigmoid 函数使变量输出于 (0, 1) 之间，用于输出排序结果。Tanh、Softmax、Sigmoid 三种激活函数依次由下列公式定义：

$$f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad (1)$$

$$f(x_j) = \frac{e^{x_j}}{\sum_{k=1}^K e^{x_k}} \quad (2)$$

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (3)$$

(2) 优化器与损失函数。优化器是深度神经网络的关键环节，主要目的在于对神经网络中的权重进行更新。本文使用随机梯度下降算法 (SGD) 作为深度神经网络的优化器，其因更快收敛的能力而被广泛采用。SGD 算法可由下述公式简要表示：

$$\begin{aligned} w_0 &\leftarrow w_0 + \alpha(y - h_w(x)) \\ w_1 &\leftarrow w_1 + \alpha(y - h_w(x))x \end{aligned} \quad (4)$$

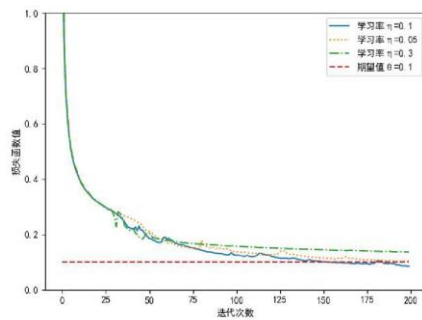
其中， w 为神经网络节点间的权重， α 为优化器算法学习率，在此设定为 0.2， y 为节点输出期望值， $h_w(x)$ 为节点输出真实值。本文对神经网络训练样本中的每组数据依次计算权重并更新，直到损失函数收敛到期望值。

损失函数能够计算深度神经网络中预测值与真实值之间的差异。本文使用最小均方误差 (MSE) 作为深度神经网络的损失函数进行训练。最小均方误差可由下述公式简要表示：

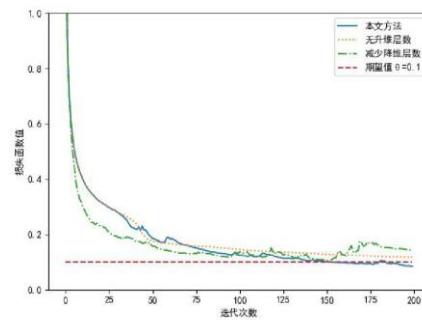
$$J_s(a) = \|Ya - b\|^2 \quad (5)$$

其中， Y 为神经网络输入层所有神经元组成的矩阵， a 为神经网络各层权值矩阵， b 为期望输出矩阵。

(3) 参数选取与模型评价。为验证参数选取与模型构建的准确性，本文以损失函数值为校验目标，观察不同学习率与不同隐藏层对损失函数值的影响。根据图 2 可知，本文选取的相关模型参数具备更优越的评估性能，其损失函数值在多次迭代后小于期望值 0.1，模型构建准确。



(a) 不同学习率对损失函数值的影响



(b) 不同隐藏层对损失函数值的影响

图 2 不同参数选取的模型准确性对比

综合以上步骤，本文构建的普惠金融深度神经网络模型参数如下表 2 所示。

表 2 普惠金融神经网络模型参数

参数名称	参数值
输入层节点数	21
隐藏层数	11
隐藏层每层节点数	64, 256, 64, 16, 4, 1, 4, 16, 64, 256, 64
输出层节点数	21
隐藏层使用方法	全连接层
激活函数	Tanh, Softmax, Sigmoid
优化器选取	SGD
优化器学习率	0.2
优化器动量系数	0.9
损失函数	MSE
批大小	17
迭代次数	200

2. 基于 batch 梯度下降算法的权重计算。

在得到各省域普惠金融评价结果后，就能根据普惠金融数据集和省域排名计算各指标权重。本文使用 batch 梯度下降算法，将基于假设函数得到的排名结果与本文基于深度学习得到的期望排名进行比较，逐次缩小二者间差异，直至最终获取各指标权重。

首先，设置 batch 梯度下降算法的代价函数为：

$$L(x, w) = \frac{1}{2} \|y - h(x)\|_2^2 + \lambda \left(\sum_{k=1}^{M-2} ReLU(-w_k) + \sum_{k=M-1}^M ReLU(w_k) \right) \quad (6)$$

其中，x 为普惠金融数据集，w 为各指标的权重，y 为期望排名，h(x) 为假设函数，M 为普惠金融指标数，+ 为正则化参数，在此设置为 10。代价函数能够判断假设函数与期望输出间的差异，代价函数值越小，结果越趋近最优解。

代价函数中，假设函数与期望输出间的差异通过下述函数计算：

$$\|y - h(x)\|_2^2 = \sum_{i=1}^N (y - h(x_i))^2 \quad (7)$$

代价函数的后半部分为惩罚函数。普惠金融发展水平评价指标体系中，银行业金融机构不良贷款率与每万人银行业金融服务投诉数量为负向指标，其他均为正向指标。因此，本文通过权重正负值判断指标正负向，若权重结果与期望结果符号相反，则代价函数输出增加。ReLU 函数最能反映上述表征：对负向指标而言，若权重数值小于 0，则输出为 0 即不增加代价函数值；若权重数值大于 0，则输出为正数即增加代价函数值。

假设函数 $h(x)$ 的计算公式为：

$$h(x_i) = \sum_{j=1}^M w_j x_{i,j} + w_0 = \sum_{j=0}^M w_j x_{i,j}, \text{ 其中 } x_{i,0} = 1 \quad (8)$$

假设函数的矩阵表示式为：

$$\begin{bmatrix} h(x_0) \\ h(x_1) \\ \vdots \\ h(x_k) \\ \vdots \\ h(x_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{k1} & x_{k2} & \cdots & x_{km} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_0 \\ w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_m \end{bmatrix} \quad (9)$$

在使用 batch 梯度下降算法迭代更新权重之前，需要先计算代价函数梯度：

$$\nabla L(W) = -(Y - h(X))X + \lambda \left(\sum_{k=1}^{M-2} [-1 \text{ if } w_k < 0 \text{ else } 0] + \sum_{k=M-1}^M [0 \text{ if } w_k < 0 \text{ else } 1] \right) \quad (10)$$

其中，假设函数与期望输出间的差异部分求导结果为：

$$\frac{\partial}{\partial w} \cdot \frac{1}{2} \|y - h(x)\|_2^2 = - \sum_{i=1}^N (y - h(x_i)) x_i = - (Y - h(X))X \quad (11)$$

ReLU 函数求导结果为：

$$\frac{\partial}{\partial w} ReLU(w) = \begin{cases} 0, & \text{当 } w < 0 \text{ 时} \\ 1, & \text{当 } w \geq 0 \text{ 时} \end{cases} \quad (12)$$

batch 梯度下降算法将所有假设函数统一计算之后再统一更新权重。权重的更新规则为：

$$w \leftarrow w - \eta \nabla L(w), \text{ 其中 } \eta \text{ 为梯度学习率。} \quad (13)$$

当代价函数低于期望值或达到设定的迭代次数时迭代终止，即：

$$L(x, w) < \theta \quad (14)$$

此时输出结果 w 即为各指标在“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平最终评价中的所占权重。

四、“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平评价

(一) 样本选择与数据来源

本文将 2015 年我国政府发布《推动共建丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路的愿景与行动》重点圈定的 18 个省(市、自治区)认定为“一带一路”沿线省域，具体包括我国东北地区的黑龙江、吉林、辽宁，西北地区的陕西、青海、甘肃、新疆、宁夏、内蒙古，西南地区的云南、广西、西藏、重庆，东部地区的广东、浙江、福建、海南、上海。西藏相关金融数据缺失严重，因此在后续分析中作剔除处理。对于其他省份的少数缺失数据，本文采用 kmeans 均值聚类插补法进行处理。由于政策落地需要一定时间窗口，本文最终以除西藏之外的 17 个省(市、自治区)2016-2018 年金融数据为研究样本。数据主要来源于中国统计年鉴、中国金融年鉴、各省(市、自治区)金融运行报告、中国人民银行网站、中国国家统计局网站、Wind 数据库等。此外，在运用深度学习方法对“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平进行测算之前，本文对原始数据进行归一化处理。

(二) 结果分析

基于上述模型，本文测算出“一带一路”沿线省域普惠金融发展指数如表 3 所示。从发展水平来看，2016-2018 年沿线省域的普惠金融发展指数整体均值为 0.2455，高于整体均值的沿线省域仅有 4 个；从发展速度来看，2016-2018 年沿线省域普惠金融发展指数年均增长率为 0.68%，高于整体年均增长率的沿线省域共有 9 个。上述结果表明，沿线省域普惠金融发展整体处于低水平、缓增长的成长期阶段。在此基础上，本文基于泰尔指数分解、核密度估计与梯度下降算法从时空格局分析、时空动态演进、权重贡献识别三个方面对沿线省域普惠金融发展状况进行深入阐释。

表 3 2016-2018 年“一带一路”沿线省域普惠金融发展指数

排序	省域	2016 年	2017 年	2018 年	综合指数
1	上海	0.7535	0.7551	0.7568	0.7551
2	浙江	0.2944	0.3020	0.3074	0.3013
3	广东	0.2521	0.2590	0.2609	0.2573
4	辽宁	0.2511	0.2461	0.2422	0.2465

5	内蒙古	0.2273	0.2299	0.2312	0.2295
6	吉林	0.2146	0.2344	0.2163	0.2218
7	宁夏	0.2138	0.2192	0.2201	0.2177
8	福建	0.2081	0.2118	0.2131	0.2110
9	黑龙江	0.1989	0.2083	0.2057	0.2043
10	陕西	0.1989	0.2041	0.2096	0.2042
11	海南	0.1998	0.2043	0.2033	0.2025
12	重庆	0.1952	0.1996	0.2071	0.2006
13	青海	0.2041	0.1992	0.1976	0.2003
14	甘肃	0.2006	0.2001	0.1961	0.1989
15	新疆	0.1827	0.1844	0.1840	0.1837
16	广西	0.1717	0.1712	0.1704	0.1711
17	云南	0.1677	0.1672	0.1681	0.1677

1. 时空格局分异。

根据表 3 中的数据结果, 本文从发展水平(横向)与发展速度(纵向)两个维度描述我国“一带一路”沿线省域普惠金融时空格局特征, 并运用泰尔指数分解法揭示沿线省域普惠金融时空格局分异的形成机理。

横向来看, 我国“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平整体呈“金字塔”型分布, 除上海普惠金融发展指数显著高于均值之外, 其他省域普惠金融发展指数均接近或低于整体均值且分布较为集中, 呈现低水平均衡的发展态势。其中, 排名第一的上海与排名第十七的云南普惠金融发展指数均值相差达 0.5874, 这表明沿线省域普惠金融发展呈现较为严重的两极分化, 上海作为沿线省域普惠金融发展的“极核”, 对其他省域的虹吸效应导致沿线省域普惠金融发展水平呈现“断崖式”分布格局。

纵向来看, 我国“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平稳步提升, 各省域发展速度呈“高低相间、连片集群”的分布格局, 重庆、陕西等普惠金融发展低起点省域展现出巨大增长潜力。根据演化特征差异, 可将沿线省域划分为发展型、波动型、滞后型三类。发展型如重庆、陕西、浙江等均具有较高的发展速度, 普惠金融水平迅速提升;波动型如黑龙江、海南、吉林等虽整体呈现增长态势但年际间存在回落与波动;滞后型如辽宁、青海、甘肃等呈现负增长态势, 普惠金融发展水平仍亟待提升。

以经济区域划分, “一带一路”沿线省域普惠金融发展水平从高到低依次为东部地区、东北地区、西北地区、西南地区, 呈现东高西低、南高北低的梯度分布格局, 且东西差距显著高于南北差距。究其原因, 东部地区具有良好的金融基础, 金融机构渗透性较好, 存贷款业务与保险业务不断拓展, 且具有较强的金融风险化解能力。此外, 政府积极运用财政贴息、差别税率等经济调控手段引导资金流向弱势群体, 普惠金融配置效率不断提高。随着东北振兴战略的持续推进, 东北地区金融发展速度不断提升, 金融资产规模日益扩大, 金融深化水平显著提高。但与东部地区相比, 东北地区金融风险相对较高, 金融运行效率相对较低, 中小微民营企业存在较为显著的融资难问题。西北地区经济起步较晚, 普惠金融发展的客观条件相对较差, 资金外流现象较为明显, 与东部地区相比仍存在较大差距。但随着近年来我国普惠金融的持续推进, 西北地区的小额信贷规模显著增加, 展现出良好发展势头。西南地区具有较多低收入人口, 加之少数民族集聚, 进一步增加了普惠金融发展的难度与复杂度。与其他地区相比, 西南地区在金融机构渗透性、金融服务状况等多个方面均处于较低水平。

为进一步明晰我国“一带一路”沿线省域普惠金融发展地区差异形成的内在机理，本文运用泰尔指数分解法测算沿线省域普惠金融发展地区差异的泰尔指数及其分解贡献率。整体而言，2016-2018 年沿线省域普惠金融发展水平泰尔指数均值为 0.0984，由 2016 年的 0.0997 缓慢下降至 2018 年的 0.0985，这表明沿线省域普惠金融发展差距虽有轻微收敛趋势，但各省域间仍存在较大差距。从分解结果来看，在沿线省域普惠金融发展差距中，按照经济区域划分的组内贡献约占 65.31%，组间贡献约占 34.69%，这表明区域内差距是造成沿线省域普惠金融发展差距的主要原因。而细分至各区域内部可知，2016-2018 年东部地区泰尔指数整体均值高达 0.1513，而东北、西北、西南地区泰尔指数整体均值分别为 0.0030、0.0025、0.0033，这表明东部地区普惠金融发展差距远远高于其他地区。综上所述，充分发挥上海等普惠金融极核的辐射带动作用，缩小因资源禀赋与先行优势导致的区域内部发展差异，特别是缩小东部地区各省域间差异，是提升沿线省域普惠金融发展水平的关键所在。

2. 时空动态演进。

根据以上分析可知，我国“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平展现出显著的时空分异特征。在此基础上，为进一步考察沿线省域普惠金融发展差异的动态演进趋势，本文运用 Stata14.0 绘制我国各区域普惠金融发展水平的核密度估计图谱，根据曲线分布状况对沿线省域普惠金融发展的演进路径进行深入分析。图 3-图 6 依次展示了我国“一带一路”东部、东北、西北、西南沿线地区普惠金融发展的动态演进趋势。

从曲线形态来看，东部地区核密度估计曲线始终呈“双峰”分布，且在曲线中部出现断层，这表明东部地区普惠金融发展呈现较为显著的两极分化趋势，具备良好普惠金融基础的上海成为东部地区普惠金融发展的增长极，与其他省域构成职能上的等级关系；东北、西南地区核密度估计曲线始终呈“单峰”分布，这表明东北、西南地区普惠金融发展相对均衡，并未出现显著的极化趋势，由于东北、西南地区普惠金融发展基础相对薄弱，尚未出现能够吸附周边省域普惠金融发展资源的极核，区域内部均处于低水平均衡的初级发展阶段；西北地区核密度估计曲线由“双峰”向“多峰”转变，这表明西北地区普惠金融发展由两极分化向多极分化转变，伴随着区域内部各省域普惠金融的不平衡发展，新的普惠金融增长中心正在酝酿，这一特征与西北地区部分省域如陕西、宁夏的普惠金融高增速表现相契合。

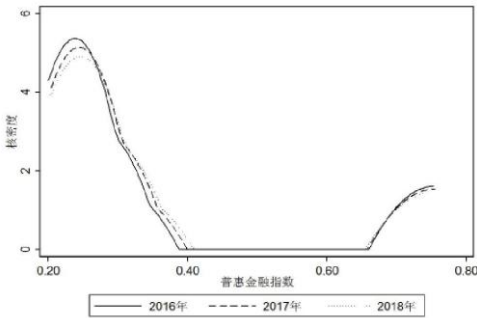


图 3 东部地区普惠金融演进趋势

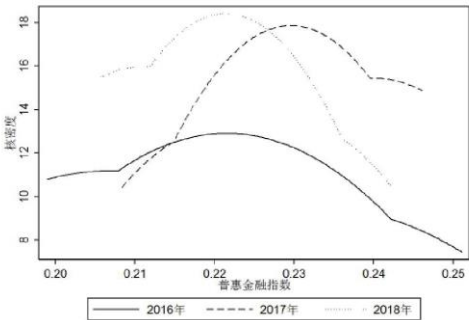


图 4 东北地区普惠金融演进趋势

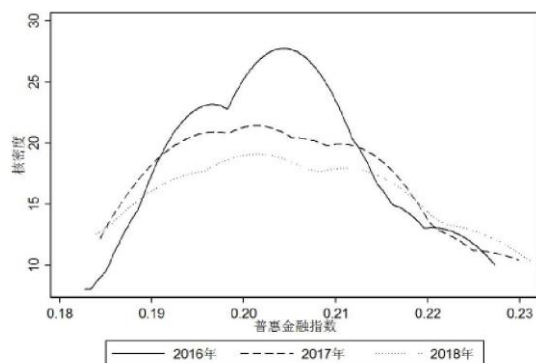


图 5 西北地区普惠金融演进趋势

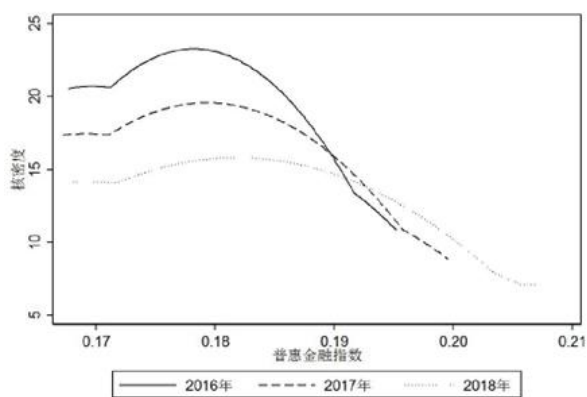


图 6 西南地区普惠金融演进趋势

从波峰波宽来看，东部地区核密度估计曲线“高峰”与“矮峰”的峰值高度均逐渐降低，宽度无显著变化，这表明东部地区普惠金融发展差距不断扩大，区域内的省域协同效应仍未形成；东北地区核密度估计曲线“波峰”高度逐渐增加，宽度逐渐变窄，这表明东北沿线地区普惠金融发展差距不断减小，各省域普惠金融发展分布逐渐集中；西北、西南地区核密度估计曲线“波峰”高度逐渐下降，宽度逐渐变宽，这表明西北、西南沿线地区普惠金融发展差距不断增大，各省域普惠金融发展分布逐渐离散。

3. 权重贡献识别。

为进一步明晰各指标在“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平排序中的不同作用，探讨各指标对沿线省域普惠金融发展水平的影响程度，本文基于 batch 梯度下降算法测算各指标在普惠金融发展水平计算结果中的权重贡献，如下表 4 所示。

表 4 “一带一路”沿线省域普惠金融发展水平指标权重

指标	权重	指标	权重	指标	权重
C1	0.1147	C8	0.0063	C15	0.0481

C2	0.0520	C9	0.0311	C16	0.0548
C3	0.0646	C10	0.0136	C17	0.0724
C4	0.1578	C11	0.0170	C18	0.0418
C5	0.0031	C12	0.0368	C19	0.1346
C6	0.0625	C13	0.0581	C20	-0.0894
C7	0.0167	C14	0.0589	C21	-0.0916

金融服务可得性方面，银行业金融机构覆盖率、农村银行业金融机构覆盖率对“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平的影响较大，小额贷款公司覆盖率对“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平的影响相对较小。由此可知，在普惠金融发展过程中，银行业金融机构在人口与地理上的全面覆盖具有重大意义：随着普惠金融服务的不断下沉与网络的逐步优化，金融服务最后一公里被顺利打通，具有金融需求的各类弱势群体，特别是生产能力相对较低的农村人口，能够获得及时、有效的金融服务，并最终借助“一带一路”战略的历史机遇脱贫致富。

金融服务使用情况方面，小额信贷对“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平的影响最大，贷款业务与保险业务对“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平同样具有显著影响。由此可知，在普惠金融发展过程中，贷款业务仍是弱势群体所需的主要金融服务。增加针对弱势群体的金融供给，充分满足弱势群体的金融需求，能够显著提升各省域普惠金融发展水平。在此过程中，小额贷款公司各类贷款业务发挥了重要作用，其通过市场化运作引导资金流向农业生产者、小微企业经营者等被正规金融体系排斥在外的弱势群体，帮助弱势群体通过“主动造血”机制在“一带一路”战略中脱贫致富(谢玉梅等，2016)^[20]。

金融服务质量方面，银行业金融机构不良贷款率与服务投诉率对“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平均具有较大影响。由此可知，在普惠金融发展过程中必须充分控制金融服务的信用风险，提升金融服务的客户满意度。一方面，普惠金融的服务对象往往是缺乏有效信用记录与抵押物品的长尾人群，在满足上述弱势群体金融服务需求的同时，必须提高普惠金融供给主体的信用风险控制能力。另一方面，普惠金融的服务水准不应以服务对象的改变而降低，弱势群体同样应该享受到标准化、多元化的优质金融服务。普惠金融并非单纯的金融救助，其最终必须发展成为具有市场化运作能力的可持续模式，特别是，在“一带一路”战略推进过程中，上述市场化模式必须能够经受国际市场的冲击与考验。

五、结论与启示

基于普惠金融的理论内涵与现实实践，本文创造性地提出一种基于深度学习方法的普惠金融发展水平评价模型，并以此测算“一带一路”沿线省域普惠金融发展状况。研究表明：(1)沿线省域普惠金融发展整体处于低水平、缓增长的成长期阶段。横向来看，沿线省域普惠金融发展水平整体呈“金字塔”型分布，极核增长与低水平均衡并存。纵向来看，沿线省域普惠金融发展水平稳步提升，部分发展低起点的沿线省域展现出巨大增长潜力。(2)按照经济区域划分，沿线省域普惠金融发展水平呈现东高西低、南高北低的梯度分布格局，且东西差距显著高于南北差距。其中，东部地区普惠金融发展呈现较为显著的“两极分化”趋势，东北、西南地区普惠金融发展相对均衡，并未出现显著的“极化”趋势，西北地区普惠金融发展由“两极分化”向“多极化”转变。(3)银行业金融机构覆盖率、小贷公司信贷业务占比、银行业金融机构服务投诉率与不良贷款率是影响各省域普惠金融发展水平高低的关键指标。基于上述结论，本文给出如下政策建议：

第一，构建多层次、差异化的普惠金融体系，明确沿线省域在“一带一路”建设中的市场定位。我国“一带一路”沿线省域普惠金融发展水平整体呈“金字塔”状分布，各省域间存在显著的不均衡现象，因此在普惠金融推进过程中，必须根据不同省域的金融基础设施建设水平、金融供需状况、金融服务能力构建多层次、差异化的普惠金融体系。对发展水平相对较高的省域而言，应充分发挥市场在金融资源配置中的决定性作用，坚持普惠金融市场化运作，在资产定价、管理运营、服务方式等多

个方面保证金融资源配置的高效率,鼓励普惠金融需求主体利用“一带一路”历史机遇走出国门,借助国际市场脱贫致富;对发展水平处于中等水平的省域而言,应将普惠金融的政府扶持与市场化运作相结合,兼顾普惠金融资源配置的市场效率性与社会公平性,鼓励具备国际竞争力的普惠金融需求主体参与到“一带一路”建设中,同时扶持并未完全具备国际竞争力的普惠金融需求主体,使其通过“主动造血”机制实现可持续发展;对发展水平相对较低的省域而言,应充分利用政府行政、经济等宏观调控手段加强普惠金融基础设施建设,扩大普惠金融融资规模,引导金融资源向普惠金融需求主体倾斜,使其逐步参与到“一带一路”建设过程之中。

第二,发挥中心省域对外围省域的辐射带动作用,实现沿线省域在“一带一路”建设中的协同发展。区域内差距,特别是东部地区的内部省域差距,是造成沿线省域普惠金融发展差距的主要原因,缩小因资源禀赋与先行优势造成的两极分化,推动沿线省域普惠金融沿着“低水平均衡-极核-高水平均衡”的脉络演进是提升沿线省域普惠金融发展水平的关键。因此在普惠金融推进过程中,必须有力统筹各省域普惠金融发展规划与资源分配,并根据不同区域普惠金融动态演进特征进行差异化的战略布局。对两极分化较为严重且分化趋势进一步加强的东部沿线省域而言,应充分发挥上海这一极核对周边省域的辐射带动作用,引导上海由虹吸效应主导的普惠金融集聚中心发展模式转向由溢出效应主导的普惠金融服务中心发展模式,降低区域协同成本,提升区域协同效率;对处于低水平均衡,并未出现显著极化趋势的东北、西南沿线省域而言,应积极培育能够集聚金融稀缺资源、提升金融运作效率的增长极核,依托“一带一路”历史机遇与普惠金融相关政策实现普惠金融市场化运作的正向循环;对由两极分化向多极分化转变的西北沿线省域而言,应在进一步加强普惠金融增长极核建设的同时扶持次级普惠金融增长极核发展,充分发挥多极化演进特征所带来的分工与合作优势,促进不同省域间普惠金融发展的良性竞争与深度协同。

第三,推进智慧式、数字化的普惠金融模式,降低金融机构在“一带一路”建设中的运营成本。金融机构覆盖率、小贷公司信贷、金融服务投诉率与不良贷款率是影响我国“一带一路”沿线省域普惠金融发展的关键因素,因此在普惠金融推进过程中,应充分提升普惠金融服务渗透度与标准化水平,在解决弱势群体融资需求的同时尽可能降低信用风险,最终实现普惠金融的市场化运作。而以云计算、区块链、大数据、AI技术为核心的数字普惠金融模式为实现上述目标提供了有效途径:一方面运用数字技术对普惠金融需求主体进行精准识别,通过对该用户的需求画像与深度分析为其匹配针对性、差异化的普惠金融服务;另一方面运用数字技术大力发展移动支付、线上审批等普惠金融服务,最大限度提升普惠金融服务质量,扩大普惠金融覆盖面,并通过普惠金融需求主体信用体系联网实现信息共享,降低信用风险。

参考文献:

- [1]Easterly W. The White Man's Burden:Why the West's Efforts to Aid the Rest Have Done so Much III and so Little Good[M]. New York:Penguin Press, 2006:1-2.
- [2]李梦雨. 普惠金融对“一带一路”沿线国家经济增长的影响[J]. 当代经济管理, 2019, 41(5):76-84.
- [3]Sarma M. Index of financial inclusion[R]. Indian Council for Research on International Economic Relations Working Paper No. 215, 2008.
- [4]孙英杰, 林春. 普惠金融发展的地区差异、收敛性及影响因素研究[J]. 经济理论与经济管理, 2018, (11):70-80.
- [5]杨明婉, 张乐柱, 颜梁柱. 普惠金融发展的测度体系与影响因素研究[J]. 金融监管研究, 2019, (1):69-80.
- [6]Kapoor A. Financial inclusion and the future of the Indian economy[J]. Futures, 2014, (56):35-42.
- [7]梁榜, 张建华. 数字普惠金融发展能激励创新吗?[J]. 当代经济科学, 2019, (5):74-86.

-
- [8]顾宁,张甜.普惠金融发展与农村减贫:门槛、空间溢出与渠道效应[J].农业技术经济,2019,(10):74-91.
- [9]尹振涛,舒凯彤.我国普惠金融发展的模式、问题与对策[J].经济纵横,2016,(1):103-107.
- [10]陆岷峰,徐博欢.普惠金融:发展现状、风险特征与管理研究[J].当代经济管理,2019,(3):73-79.
- [11]于晓虹,楼文高,余秀荣.中国省际普惠金融发展水平综合评价与实证研究[J].金融论坛,2016,(5):18-32.
- [12]林春,康宽,孙英杰.中国普惠金融的区域差异与极化趋势:2005—2016[J].国际金融研究,2019,(8):3-13.
- [13]Lecun Y,Bengio Y,Hinton G. Deep learning[J].Nature,2015,521(7553):436-444.
- [14]刘星南,吴志峰,骆仁波等.基于多源数据和深度学习的城市边缘区判定[J].地理研究,2020,39(2):243-256.
- [15]Russell S,Norvig P. Artificial Intelligence:A Modern Approach[M]. New Jersey:Prentice-Hall,1995:744-745.
- [16]周明,王满仓.全球化背景下的财政危机风险分析与我国对外投资的启示[J].经济问题探索,2019,(4):111-120.
- [17]ROJAS-BARAHONA L M. Deep learning for sentiment analysis[C].Proceedings of International Conference on Neural Information Processing,2016:701-719.
- [18]王华,罗平,张杰.引入深度学习的城市基准地价评估模型研究[J].中国土地科学,2018,(9):59-65.
- [19]Baldi P. Autoencoders,Unsupervised Learning and Deep Architectures[J]. JMLR: Workshop and Conference Proceedings,2012,(27):37-50.
- [20]谢玉梅,徐玮,程恩江等.基于精准扶贫视角的小额信贷创新模式比较研究[J].中国农业大学学报(社会科学版),2016,(5):54-63.