

乡村义务教育师资配置脆弱性： 时空分异与风险规避

——基于BP神经网络模型

蔡文伯¹，达选莹¹，赵志强²

(1. 石河子大学师范学院，新疆石河子 832003; 2. 厦门大学教育研究院，福建厦门 361005)

[摘要] 优化乡村义务教育师资配置是加快高质量教育体系建设、实现城乡一体化均衡发展的基本诉求。本研究借助 DPSIR 概念模型设计了包含师资配置风险水平和应对能力的脆弱性评价指标体系，利用 2016–2020 年 31 个省份城镇义务教育师资配置数据训练出 BP 神经网络模型对乡村义务教育师资配置脆弱性进行评价，进而通过权重系数计算各评价指标权重。结果表明：2016–2020 年乡村师资配置脆弱性呈下降趋势，但存在“东低西高”脆弱性局面；小学阶段乡村师资配置比初中阶段乡村师资配置更加脆弱；11 项评价指标对乡村义务教育师资配置脆弱性的影响有主次之分。为此，应努力缩小师资配置的空间差异，提升小学阶段师资配置水平，优化师资队伍结构。

[关键词] 乡村义务教育；师资配置；脆弱性；BP 神经网络

[中图分类号] G40-011.8 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-5905 (2023) 01-0062-09

DOI:10.13445/j.cnki.t.e.r.2023.01.004

Temporal and Spatial Differentiation and Risk Avoidance of the Vulnerability of the Allocation of Teachers in Rural Compulsory Education

——Analysis Based on BP Neural Network

CAI Wen-bo¹, DA Xuan-ying¹, ZHAO Zhi-qiang²

(1. Teachers College, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang, 832003, China;

2. Education Research Institute, Xiamen University, Xiamen, Fujian, 361005, China)

Abstract: Optimizing the allocation of teachers for rural compulsory education is the basic demand for speeding up the construction of high-quality education system and achieving integrated urban-rural balanced development. This research uses the DPSIR conceptual model to design a vulnerability evaluation index system including teacher allocation risk level and coping ability, and uses the 2016–2020 urban compulsory education teacher allocation data in 31 provinces to train a BP neural network model to evaluate the vulnerability of rural compulsory education teacher allocation. Then, the weight of each evaluation index is calculated by the weight coefficient. The results show that: from 2016 to 2020, the vulnerability of rural teacher allocation is on the decline, but there is a situation of “low in the east and high in the west”; the allocation of rural teachers in primary schools is more fragile than that in junior high schools; The impact of 11 evaluation indicators on the vulnerability of teacher allocation in rural compulsory education is primary and secondary. To this end, efforts should be made to narrow the spatial differences in the allocation of teachers, improve the level of teacher allocation in primary schools, and

[收稿日期] 2022-07-03

[基金项目] 国家自然科学基金项目 (72264033) 研究成果

[作者简介] 蔡文伯，石河子大学师范学院教授，博士生导师，博士，主要研究方向为高等教育学和教育经济学；E-mail: 1010586683@qq.com。

— 62 —

optimize the structure of the teaching staff.

Key Words: rural compulsory education, allocation of teacher resources, vulnerability, BP neural network

一、问题提出

乡村中小学承担着普及义务教育和提高人口素质的重任，肩负着实现城乡区域协调发展的使命。2021年，三部委联合颁布《关于深入推进义务教育薄弱环节改善与能力提升工作的意见》，提出要“突出加强农村义务教育薄弱环节这个事关全局的重点”。^[1]在义务教育公用财政经费和硬件投入达到相对均衡的情况下，师资配置数量和质量上的差距已然成为城乡义务教育不公平的主要内容。^[2-3]教师是学生成长成才的引路者，也是社会物质文明和精神文明建设的推动者，对个体和社会发展都起着重要作用。教师资源的合理配置则是促进乡村义务教育健康发展、办好人民满意的乡村教育的必要保证。但由于学校基础设施、乡村经济发展和社会文化观念等方面的限制，乡村义务教育师资配置的脆弱性较强。本研究通过构建乡村义务教育师资配置脆弱性指标体系，明确其脆弱程度、空间分布及影响因素，审视乡村义务教育师资配置的不足，为优化我国乡村义务教育师资配置、科学应对配置隐患提供参考依据。

二、文献综述

我国义务教育师资配置的相关研究从新世纪开始步入有重点的稳步推进阶段，^[4]并且协同推进多项乡村义务教育学校布局调整政策，试图通过调整学校布局达到合理配置教育资源、推动教育均衡发展的目的。基于此，众多学者认为相关政策推行过程中配套制度和法律的缺乏致使乡村教师队伍出现师资紧缺、流失严重和整体素质偏低等问题。^[5-6]目前，乡村义务教育师资配置的研究内容已从数量规模、年龄结构、待遇保障等方面延伸到专业结构、培训机会和工作满意度等方面。^[7-8]多个省份的研究结果表明，城乡义务教育师资配置面临着数量、质量和结构失衡，具体包括教师数量、学历、年龄、职称、专业、编制等，地区、政策和待遇上的差异是师资配置失衡的成因。^[9-10]可能是由于不同时空下的城乡师资配置情况不同，也有研究结果显示城乡义务教育师资配置并没有在数量储备上表现出差

异，而是在教师质量上有差距。^[11]西部地区乡村义务教育师资配置与东部和中部地区相比较为落后，研究发现西部地区乡村义务教育师资配置面临供给不足、质量偏低、结构失衡、机会较少、待遇落后等困境。^[12-13]

乡村义务教育师资配置的现有研究中，描述资源配置的指标多样且具有共性，但未形成权威的方法和标准。本研究引入“脆弱性”这一概念对影响师资配置的各项指标进行综合处理。“脆弱性”源自地理学领域关于自然灾害的预警，在资源环境可持续发展的研究浪潮下，学者对脆弱性的认识愈发深刻，人文社会科学领域的学者也逐渐开始尝试用“脆弱性”来研究社会系统中的问题。^[14-15]鉴于各学科的属性研究对象不同，脆弱性的定义并不确定，表现为一个复杂概念的集合，通常与某个系统面临的“风险”、对风险的“敏感性”和经历风险后的“恢复能力”等一系列动态过程和结果有关，并且考虑到系统内部和外部环境的综合影响。^[16]因此，在评价某个研究对象的脆弱性时，研究者通常需要根据学科类型和研究对象的特征自主构建脆弱性评价指标和模型。我国研究自然资源脆弱性的数学方法多元，有加成法、模糊物元模型、粒子群投影追踪插值模型和神经网络模型等。但在教育领域，却缺乏对教育系统内部某个子系统的脆弱性研究，只有个别研究对民族地区高校教学质量评价机制的脆弱性进行了理论层面的判断分析，并未有可操作化的判断方法。^[17]

当前，我国乡村义务教育发展势态良好，在经费投入、物资设施和教学实施等方面均有明显提升，但师资配置的不合理性和不均衡性问题仍然突出。本研究收集2016-2020年31个省份各项评价指标的城乡数据，构建师资配置脆弱性评价指标体系，以便综合评价乡村义务教育师资配置的发展状况。同时，以城镇数据设计出模型所需的训练样本，训练出评价师资配置脆弱性的BP神经网络（Back-Propagation neural network）模型，借助模型对31个省份乡村义务教育师资配置脆弱性和时空分布情况进行评价，进而测算乡村义务教育师资配置脆弱性各项评价指标的影响力。

三、研究设计

(一) 构建指标体系

本研究基于 DPSIR 概念模型系统地看待师资配置与社会环境的互动关系，在整理师资配置的相关研究成果和考虑数据可得性的情况下，^[18-19] 构建包含 11 项指标的师资配置脆弱性评价体系，具体如表 1 所示。DPSIR 概念模型最初从社会学研究中发展出来，后来由自然科学领域的学者将其用于评估各种自然资源的质量。该模型从驱动力、压力、状态、影响和响应五个维度入手建立资源系统的评价体系，描述资源环境状况及其与社会发展的关系。^[20]

驱动力指标是推动师资配置发生变化的隐性因素，从居民经济生活水平和教育系统办学条件方面选取居民人均可支配收入、人均校舍面积和平均班级规模作为代理变量。压力指标是直接施加在教师资源系统中促使教师资源发展变化的因素，从社会的教育资源需求和教师资源自然变动方面选取居民消费中教育支出占比和专任教师增加率。状态指标

指在压力指标作用下教师资源系统所处的状态，从专任教师性别结构、学历结构和职务结构表征师资配置的现有状况。影响指标是指教师资源使用对社会环境产生的影响，用衡量教师资源满足教育需求程度的生师比和衡量义务教育普及程度的文盲率进行表征。响应指标是指在教师资源利用过程中外界系统对教育系统做出的反应措施，用社会提供给教师的年均薪资福利来衡量。

为满足乡村义务教育师资配置脆弱性模型的后续构建和评价工作需求，将五个维度下的 11 项指标按性质分为风险水平 (D) 指标和应对能力 (R) 指标。其中，平均班级规模、女专任教师比、专科及以下专任教师比、初级职称及以下专任教师比、生师比和文盲率为风险水平指标，居民人均可支配收入、人均校舍面积、教育支出占居民消费比、专任教师增加率和教师年均薪资福利为应对能力指标。在师资配置面临的风险水平一定时，应对能力与脆弱性呈负相关关系。在师资配置的应对能力一定时，风险水平与脆弱性呈正相关关系。

表 1 乡村义务教育师资配置脆弱性指标体系

维度	指标及单位	含义及性质	数据来源
驱动力	x1. 居民人均可支配收入(元)	居民物质生活条件(R)	《中国统计年鉴》
	x2. 人均校舍面积(平方米)	办学条件(R)	《中国教育统计年鉴》
	x3. 平均班级规模(人)	办学条件(D)	《中国教育统计年鉴》
压力	x4. 教育支出占居民消费比(%)	居民对教育需求(R)	《中国统计年鉴》
	x5. 专任教师增加率(%)	专任教师变动情况(R)	《中国教育统计年鉴》
状态	x6. 女专任教师比(%)	专任教师性别结构(D)	《中国教育统计年鉴》
	x7. 专科及以下专任教师比(%)	专任教师学历结构(D)	《中国教育统计年鉴》
	x8. 初级及以下专任教师比(%)	专任教师职务结构(D)	《中国教育统计年鉴》
影响	x9. 生师(专任教师)比	教育需求满足程度(D)	《中国教育统计年鉴》
	x10. 15 岁以上文盲人口比(%)	义务教育普及程度(D)	《中国教育统计年鉴》
响应	x11. 年均薪资福利(千元)	教师的劳动报酬(R)	《中国教育统计年鉴》《中国教育经费统计年鉴》

(二) 确定数据来源

本研究以 2016 - 2020 年 31 个省份乡村义务教育师资配置的脆弱性为核心变量。指标体系中的平均班级规模、女专任教师占比、专科及以下专任教师占比、初级职称及以下专任教师占比、生师比、文盲率、居民人均可支配收入、人均校舍面积、教育支出占比、专任教师增加率和教师年均薪资福

利，其原始数据均来源于历年《中国统计年鉴》《中国教育统计年鉴》《中国教育经费统计年鉴》，部分指标为整理计算所得。

(三) 师资配置脆弱性评价模型

BP 神经网络模型是一种能实现非线性模拟的神经网络算法。已有研究证明，BP 神经网络模型对数据的分布特征和变量相关没有要求，相比多元

线性回归能更好地拟合数据,具有并线性、非线性和容错性等优点。^[21]本研究通过拟合 BP 神经网络模型对 2016–2020 年 31 个省份乡村义务教育师资配置的风险水平 D_{it} 和应对能力 R_{it} 进行评价,进而根据脆弱性指数公式测算 31 个省份乡村义务教育师资配置脆弱性 S_{it} 。

1. 模型网络结构设计

BP 神经网络由输入层、隐藏层和输出层三层结构和神经元之间的连接构成,层与层之间通过神经元的映射关系传递信息。基于此次研究目的和乡村义务教育师资配置脆弱性评价指标体系,本研究设计出如图 1 和图 2 所示的风险水平评价和应对能力评价的 BP 神经网络结构。图 1 和图 2 中,箭头只标示出信息前馈过程,模型训练时会通过网络结构的反馈提升模型拟合效果。在 BP 神经网络中,隐藏层神经元个数 $m = \sqrt{n+l} + \alpha$, n 为输入层神经元个数, l 为输出层神经元个数, α 为 1–10 的常数。本研究构建的风险水平和应对能力评价网络中输入层神经元个数 n 分别为 6 和 5,输入的数据是各项指标的值;输出层神经元个数 l 均为 1,输出结果分别代表风险水平 D_{it} 和应对能力 R_{it} ;隐藏层神经元个数通过比较不同 α 训练所得神经网络的质量来确定, α 不同网络评价结果也略有不同。

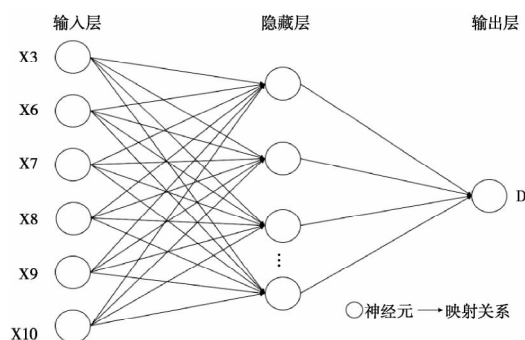


图1 风险水平评价 BP 神经网络结构图

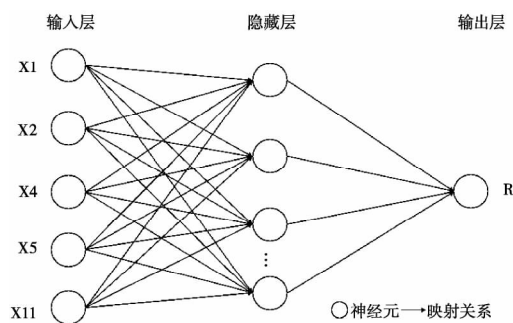


图2 应对能力评价 BP 神经网络结构图

2. 训练样本设计

本研究对各省份城镇各项指标赋权,以测算 BP 神经网络模型训练时所需的城镇风险水平值和应对能力值。常用赋权方法主要为熵值法、因子分析法和主成分分析法等。本研究借鉴熵值法对各省份城镇风险水平和应对能力赋权,^[22]利用赋权结果计算可得城镇风险水平和应对能力值;运用自然断裂点分级法分别将城镇小学和初中师资配置风险水平值和应对能力值划分为低、中、高三个层级,借鉴分段线性插值技术在每个层级内等距插入 40 个值,由此可得 120 组风险水平值、应对能力值和与之对应的各项评价指标值;从分段线性插值法所得的小学 and 初中 120 组数据中随机抽取 80 组数据作为训练 BP 神经网络模型的训练集,其中,65 组作为测试样本,15 组为检验样本。

3. 网络训练模拟与脆弱性评价

运用 MATLAB R2016b 软件,将随机抽取的 80 组训练样本数据分别输入风险水平和应对能力的 BP 神经网络模型中,调整隐藏层神经元个数 m 进行多次训练并保存网络训练结果。比较不同 m 时 BP 神经网络训练的效果,发现风险水平的隐藏层节点数 m 为 13 时模型拟合最好,应对能力的隐藏层节点数 m 为 11 时模型拟合最好。把 2016–2020 年 31 个省份乡村小学和初中师资配置数据分别导入训练好的 BP 神经网络模型中,可得到相应的风险水平值和应对能力值,再根据脆弱性指数公式,测算五年间各省份乡村义务教育师资配置脆弱性水平。基本公式如下所示:

$$S_{it} = D_{it} / R_{it}$$

S_{it} 表示 i 省份 t 年脆弱性指数, D_{it} 表示 i 省份 t 年的风险水平, R_{it} 表示 i 省份 t 年的应对能力。

四、研究结果

(一) 现状分析

从阶段比较来看,在风险水平方面,2020 年有 26 个省份小学阶段风险水平高于初中阶段,其中,福建、山西、安徽等地的差距较大,西藏、上海、浙江在内的 5 个省份小学阶段风险水平低于初中阶段;在应对能力方面,仅有上海小学阶段应对能力高于初中阶段,其余 30 个省份均低于初中阶段,且山东、河南、广西等地的差距较大;在脆弱性方面,仅有上海小学阶段脆弱性指数低于初中阶

段，其余 30 个省份均高于初中阶段，且河南、广西等地的差距较大。具体见表 2。与初中阶段相比，小学阶段风险水平较高，应对能力较差，师资配置脆弱性更强。

从区域比较来看，在风险水平方面，2020 年西部地区的新疆和西藏分别是乡村小学和初中师资配置风险水平最高的省份，且中西部地区较多处于全国均值以下；在应对能力方面，东部地区的上海

和江苏分别是乡村小学和初中师资配置应对能力最强的省份，且东部地区较多处于全国均值以上；在脆弱性方面，北京是乡村小学和初中师资配置脆弱性最低的省份，小学和初中阶段的师资配置脆弱性值分别为 0.19 和 0.17，且大部分东部省份均低于全国均值。总体而言，东部地区乡村义务教育师资配置的风险水平较低、应对能力较高，中西部地区则相反。

表 2 2020 年乡村义务教育师资配置风险水平、应对能力和脆弱性状况

省份	乡村小学			乡村初中			省份	乡村小学			乡村初中		
	D	R	S	D	R	S		D	R	S	D	R	S
北京	0.16	0.83	0.19	0.16	0.96	0.17	湖北	0.42	0.48	0.88	0.30	0.76	0.40
天津	0.22	0.55	0.40	0.17	0.90	0.19	湖南	0.44	0.44	1.01	0.32	0.81	0.39
河北	0.30	0.27	1.09	0.31	0.34	0.91	广东	0.38	0.49	0.78	0.27	0.95	0.29
山西	0.38	0.43	0.89	0.13	0.70	0.19	广西	0.46	0.32	1.46	0.39	0.89	0.44
内蒙古	0.34	0.76	0.46	0.32	1.00	0.31	海南	0.44	0.59	0.75	0.32	0.99	0.33
辽宁	0.34	0.49	0.71	0.19	0.73	0.26	重庆	0.37	0.71	0.51	0.28	0.91	0.30
吉林	0.35	0.43	0.82	0.16	0.76	0.21	四川	0.43	0.47	0.91	0.38	0.72	0.52
黑龙江	0.35	0.55	0.64	0.21	0.70	0.29	贵州	0.41	0.44	0.93	0.39	0.73	0.53
上海	0.22	0.95	0.23	0.24	0.75	0.32	云南	0.41	0.35	1.17	0.33	0.83	0.40
江苏	0.25	0.79	0.32	0.21	1.03	0.21	西藏	0.44	0.58	0.75	0.58	0.87	0.67
浙江	0.21	0.83	0.26	0.25	0.96	0.26	陕西	0.39	0.52	0.76	0.24	0.70	0.34
安徽	0.44	0.39	1.14	0.25	0.76	0.33	甘肃	0.40	0.29	1.37	0.28	0.72	0.40
福建	0.45	0.54	0.82	0.19	0.77	0.25	青海	0.42	0.63	0.66	0.45	0.72	0.62
江西	0.43	0.41	1.05	0.32	0.82	0.39	宁夏	0.40	0.44	0.92	0.31	0.70	0.44
山东	0.42	0.43	0.97	0.32	0.93	0.35	新疆	0.46	0.31	1.49	0.39	0.72	0.54
河南	0.42	0.26	1.60	0.40	0.74	0.53	均值	0.37	0.52	0.84	0.29	0.80	0.38

（二）时空分析

本研究采用自然断裂点分级法，将 31 个省份乡村义务教育师资配置脆弱性程度划分为低脆弱、较低脆弱、中度脆弱、较高脆弱和高脆弱性五个等级。根据划分结果，三大区域间的脆弱性基本呈现东部省份低、中西部省份高的局势。虽然 2020 年乡村小学和初中师资配置脆弱性相比于 2016 年有所降低，但东部省份低、中西部省份高的空间分布特征却愈加明显。

从阶段比较来看，小学阶段，2016 年北京、天津、上海、江苏、浙江、辽宁和山西 7 个省份处于低脆弱性等级，除山西和辽宁外的 5 个省份在 2020 年处于低脆弱性等级，2016 年江西、河南、安徽、云南、四川和贵州 6 个省份处于高脆弱性等

级，2020 年河南、新疆、甘肃和广西处于高脆弱性等级。初中阶段，2016 年北京、天津、上海、江苏、浙江、海南、内蒙古和重庆 8 个省份处于低脆弱性等级，2020 年北京、天津、江苏、山西和吉林 5 个省份处于低脆弱性等级，2016 年河南、云南、新疆、甘肃和贵州 5 个省份处于高脆弱性等级，2020 年河南、河北、四川、贵州、新疆、青海和西藏处于高脆弱性等级。总体而言，乡村义务教育师资配置脆弱性等级呈“东低西高”的分布局面。

分区域来看，2016 - 2020 年三大区域的乡村小学师资配置脆弱性都经历了“降—涨—降—涨”的波动式下降过程，东部和中部地区乡村初中师资配置脆弱性部分年份有所增长但涨幅不大，西部地区乡村初中师资配置脆弱性逐渐下降。具体见表

3. 总体表明，2016 – 2020 年乡村小学师资配置的变化过程并不稳定，存在脆弱性降低后反弹的情况，而乡村初中师资配置渐趋合理，脆弱性程度越来越低。同时，2016 – 2020 年东部地区乡村义务教育师资配置脆弱性程度一直最低，且在小学阶段与中西部地区差距较大。小学阶段，2016 – 2018 年西部地区脆弱性比中部地区较高，2019 – 2020 年中部地区脆弱性反超西部地区，三大区域脆弱性整体呈“山字形”分布。初中阶段，2016 年中部地区脆弱性比西部地区较高，2017 – 2020 年西部地区脆弱程度反超中部地区，三大区域脆弱性整体呈“阶梯状”分布。总体而言，东部发达地区以优越的经济发展水平、办学条件和薪资待遇形成了良好的风险应对能力，降低其在师资数量和结构方面的风险水平，故而其脆弱性较低。在教师资源稀

缺的情况下，中西部欠发达地区的师资配置竞争力不如东部地区，脆弱性较高。

（三）权重分析

通过 BP 神经网络训练可以得到各神经元间的权值系数，但不能直接得到各项输入指标与风险水平和应对能力之间的真实关系。为明确各项指标对师资配置脆弱性的预测能力及其变化情况，需要对这些权值系数加以处理得到各项指标权重，本研究在此参考孙会君等人的计算方法。^[23] 根据 BP 神经网络工作原理，利用网络训练所得输入层指标到隐藏层指标的权值和隐藏层指标到输出层指标的权值系数，分别计算 2016 年和 2020 年乡村义务教育师资配置风险水平和应对能力神经网络模型中各指标权重，具体如表 4 所示。

表 3 2016 – 2020 年分区域乡村义务教育师资配置脆弱性均值

年份	乡村小学			乡村初中		
	东部	中部	西部	东部	中部	西部
2016	1.56	2.56	2.69	0.67	1.76	1.65
2017	0.73	0.83	0.92	0.46	0.75	1.04
2018	0.92	1.20	1.43	0.46	0.78	0.80
2019	0.52	0.70	0.68	0.32	0.47	0.53
2020	0.59	1.00	0.95	0.32	0.34	0.46

表 4 2016 年和 2020 年乡村义务教育师资配置脆弱性各指标权重

风险水平各指标权重					应对能力各指标权重				
指标	乡村小学		乡村初中		指标	乡村小学		乡村初中	
	2016	2020	2016	2020		2016	2020	2016	2020
x3	0.02	0.05	0.06	0.11	x1	0.11	0.12	0.07	0.11
x6	0.21	0.23	0.13	0.15	x2	0.15	0.26	0.13	0.18
x7	0.27	0.19	0.20	0.15	x4	0.35	0.25	0.29	0.22
x8	0.19	0.19	0.24	0.17	x5	0.13	0.17	0.25	0.28
x9	0.21	0.28	0.25	0.29	x11	0.26	0.20	0.26	0.21
x10	0.10	0.06	0.12	0.13					

在风险水平模型中，尽管 2020 年与 2016 年相比各指标权重值发生变化，但总体而言，女专任教师占比（x6）、专科及以下专任教师占比（x7）、初级及以下专任教师占比（x8）、生师比（x9）均大于 0.13，处于 0.13 – 0.29 之间，表明这 4 个指

标是风险水平的核心构成因素；平均班级规模（x3）和文盲率（x10）均低于 0.13，处于 0.02 – 0.13 之间，表明这 2 个指标是风险水平的边缘因素。女专任教师占比和生师比的权重在小学和初中阶段均略有提升；专科及以下专任教师占比和初级

及以下专任教师占比的权重在小学和初中阶段均有所下降,但依然在 0.15 水平之上。平均班级规模的权重在小学和初中阶段略有增大趋势,文盲率的权重在小学阶段下降 0.04、在初中阶段提高 0.01,但二者权重值始终较小。这可能是由于近年来各省份乡村平均班级规模和义务教育的普及化程度相对稳定,不足以对风险水平产生太大影响。

2016 年,应对能力模型中教育支出占居民消费比 (x_4) 和年均薪资福利 (x_{11}) 的权重均高于 0.26,处于 0.26 – 0.35 之间,表明这 2 个指标是 2016 年风险应对能力的核心因素;人均可支配收入 (x_1)、人均校舍面积 (x_2) 和专任教师增加率 (x_5) 的权重均低于 0.26,处于 0.07 – 0.25 之间,表明这 3 个指标是 2016 年应对能力的边缘因素。2020 年,仅人均可支配收入 (x_1) 的权重值仍然较低,人均校舍面积 (x_2) 和专任教师增加率 (x_5) 均高于 0.17,表明 2020 年除人均可支配收入仍是边缘因素外,其他指标均为核心因素。教育支出占居民消费比和年均薪资福利在 2016 年应对能力指标中决策权重最大,到 2020 年时两者的权重均有所下降,但依然在 0.20 水平以上,可见教育投入在应对能力中的必要性。2020 年人均可支配收入、人均校舍面积和专任教师增加率在小学和初中阶段的决策权重均有增加,人均校舍面积和专任教师增加率分别成为小学和初中阶段决策权重最大的指标,分别为 0.26 和 0.28,这一转变体现出改善乡村办学条件和引进乡村教育人才对提高乡村师资配置风险应对能力的重要作用。

(四) 稳健性检验

1. 增加部分指标

经济发展水平是降低区域风险水平、提升抗风险能力的重要保障,一个地区经济发展水平越高,抗风险能力也越强。因此,本研究将各省份 GDP 作为衡量经济发展水平的代理变量,加入应对能力维度中对乡村义务教育师资配置脆弱性进行测算。增加部分指标之后,2020 年各省份的脆弱性排名并无明显变化,表明本研究测算的乡村义务教育师资配置脆弱性指数是可靠的。

2. 缩小样本容量

本研究在借鉴已有研究的基础上,将样本容量进行缩小处理,^[24]主要是缩小空间样本。综合考虑各省份的经济、教育、科技等发展水平,并结合前

文的研究结果,对三大区域的 22 个省份进行测算。相较于原始的 2020 年脆弱性指数,缩小样本后的脆弱性指数有所变化,部分省份的排名也有所提升或下降,但整体而言,缩小样本容量后的脆弱性指数仍处于合理区间且相对稳定,进一步验证了上文的研究结论。

五、研究结论与建议

(一) 研究结论

本研究探讨了乡村义务教育师资配置脆弱性的内涵和评价体系,并尝试用 BP 神经网络模型来评价义务教育师资配置风险水平和应对能力,借以测算乡村义务教育师资配置脆弱性。本研究最终得出以下结论。

1. 乡村义务教育师资配置脆弱性的时空分异特征明显

在时间层面上,根据各省份乡村义务教育师资配置脆弱性相对关系,本研究分别将 2016 年和 2020 年脆弱性情况划分为五个等级。结果显示,2020 年各等级的脆弱性临界值均比 2016 年相应等级小,2016 – 2020 年三大区域的脆弱性均值呈下降趋势,说明 2020 年乡村师资配置脆弱程度与 2016 年相比整体降低。在空间层面上,2020 年乡村小学师资配置脆弱性中部最高、西部次之、东部最低,呈“山字形”分布;乡村初中师资配置脆弱性西部最高、中部次之、东部最低,呈“阶梯状”分布。

2. 乡村小学师资配置脆弱性比初中高

比较 2020 年各省份乡村小学和初中师资配置风险水平、风险应对能力和脆弱性状况,发现多数省份乡村小学师资配置风险水平高于初中阶段,而乡村初中师资配置风险应对能力高于小学阶段,故而乡村小学师资配置脆弱性水平远高于初中阶段。通过对 2016 – 2020 年三大区域的数值进行分析,发现乡村小学师资配置脆弱性降低过程并不平缓,经历了“降—涨—降—涨”的波动式下降趋势。相比之下,乡村初中师资配置脆弱性的下降趋势较为稳定。

3. 乡村义务教育师资配置脆弱性评价指标有主次之分

在风险水平模型中,平均班级规模和文盲率是影响风险水平的边缘因素。女专任教师占比、生师

比、专科及以下专任教师占比和初级及以下专任教师占比是影响风险水平的核心因素。其中，专科和初级及以下专任教师占比对风险水平的影响力有所减小。在应对能力模型中，2016—2020年核心因素从教育支出占居民消费比和年均薪资福利转变为人均校舍面积、教育支出占居民消费比、专任教师增加率和年均薪资福利，人均可支配收入始终处于应对能力的边缘位置。

（二）相关建议

1. 加强乡村义务教育师资配置的区域统筹

三大区域的乡村义务教育师资配置长期处于东部脆弱性低、中西部脆弱性高的空间分布状态。固有的空间地理位置、经济发展水平和社会文化等方面的特征可能是导致乡村义务教育师资配置空间差异的原因。因此，有必要更充分地发挥中国特色的制度优势，在宏观层面对全国范围内的乡村义务教育师资进行灵活的协调管理，实现东、中、西部协同共进。一是为中西部乡村教育提供财政经费和其他物质条件方面的帮扶，经济支持是教育发展的基本条件；二是采取政策倾斜方式满足边远地区的师资需求，运用行政力量加大义务教育教师队伍的跨省域、跨区域调配力度；三是根据不同区域的发展现状合理规划乡村师资供给，并且加强对中西部本土乡村教师的定向培养。

2. 侧重对乡村小学师资配置的改进整合

通过比较2016—2020年乡村小学和初中师资配置的相关数据，可知初中教师的薪资水平通常比小学教师高，且乡村初中学校仍保持一定规模，有大量乡村小学却以教学点和小规模学校的形态存在。所以，乡村小学师资配置难度比初中阶段要高，也更容易表现出脆弱性。未来要把工作重点放在改进和整合乡村小学师资配置上来：一是要做好乡村学校的布局规划，发挥乡村师资分配到岗后的规模效益；二是要培养更多优质的小学师资，保证有足够数量的、品质合格的师资可以分配到乡村去；三是要提高乡村小学的办学条件和教师待遇水平，为吸纳优秀教师提供外在动力；四是要加强城镇师资和预备师资服务乡村教育的意识，让更多师资拥有去乡村小学任教的内在动力。

3. 调整师资结构与强化师资补充并重

如前所述，女专任教师占比、专科及以下专任教师占比、初级及以下专任教师占比和生师比是影响风险水平的核心因素，人均校舍面积、教育支出

占居民消费比、专任教师增加率和年均薪资福利是构成应对能力的核心要素。据此，可以从以下几点入手降低乡村义务教育师资配置的脆弱性水平：其一，调整乡村师资的性别结构、学历结构和职称结构，以优化乡村教师工作的人际环境、素质水平和专业能力；其二，乡村师资的足额配置是其风险应对能力的“强化剂”，因此要着力补充乡村师资以保持健康合理的专任教师增加率和生师比；其三，日常生活待遇是留住乡村教师的重要保障，因此要继续推动乡村振兴以增强乡村地区教育投入能力；其四，建立合理的城乡师资交流轮岗机制，以实现乡村师资规模和结构的动态调配。

【参考文献】

- [1] 教育部 国家发展改革委 财政部关于深入推进义务教育薄弱环节改善与能力提升工作的意见 [EB/OL]. (2021-06-25) [2022-06-02]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A05/s7052/202106/t20210630_541230.html.
- [2] 关松林. 区域内义务教育师资均衡配置：问题与破解 [J]. 教育研究, 2013, 34 (12): 46-51+67.
- [3] 张岳, 辛涛, 杨涛. 从“配好”到“用好”：提升特困地区教育发展水平的关键——基于12省特困与非特困地区中小学教师教学资源分配与使用状况的调查 [J]. 中小学管理, 2020 (3): 37-39.
- [4] 贺静霞, 张庆晓. 新中国成立以来义务教育教师资源配置有关政策变迁历程、特征与展望 [J]. 现代教育管理, 2020 (3): 78-84.
- [5] 刘仁. 我国西部地区中小学师资状况的调研与透析 [D]. 兰州: 兰州大学, 2008.
- [6] 金东海, 任强, 郭秀兰. 西北民族地区农村义务教育阶段学校教师资源配置效率现状调查 [J]. 当代教育与文化, 2010, 2 (2): 1-6.
- [7] 赵丹. 教育均衡视角下农村教师资源配置的现实困境及改革对策——小规模 and 大规模学校的对比研究 [J]. 华中师范大学学报 (人文社会科学版), 2016, 55 (5): 156-163.
- [8] 庞丽娟, 韩小雨. 我国农村义务教育教师队伍建设：问题及其破解 [J]. 教育研究, 2006 (9): 47-53.
- [9] 王爱丽. 县域农村义务教育教师资源配置研究 [D]. 济南: 山东师范大学, 2015.
- [10] 曾俊霞. 农村地区内部教师资源配置失衡表现及影响 [J]. 山西农业大学学报 (社会科学版), 2019, 18 (2): 9-13+44.
- [11] 张翔. 城乡统筹背景下中小学教师资源配置及其改革 [J]. 现代教育管理, 2016 (11): 93-97.

- [12] 凡勇昆, 郭志辉. 我国城乡义务教育资源均衡发展研究报告——基于东、中、西部 8 省 17 个区(市、县)的实地调查分析 [J]. 教育研究, 2014, 35 (11): 32-44+83.
- [13] 赵丹, 王兵, 杨雪秋. 优质均衡发展背景下农村学校师资配置困境及对策 [J]. 教学与管理, 2020 (12): 23-26.
- [14] JANSSEN M A, SCHOON M L, KE W, et al. Scholarly networks on resilience, vulnerability and adaptation within the human dimensions of global environmental change [J]. *Global Environmental Change*, 2006, 16 (3): 240-252.
- [15] 黄建毅, 刘毅, 马丽, 等. 国外脆弱性理论模型与评估框架研究评述 [J]. 地域研究与开发, 2012, 31 (5): 1-5+15.
- [16] 刘轩, 栗晓玲, 刘雨翰, 等. 西北地区生态干旱脆弱性评估方法及其应用研究 [J/OL]. 水资源保护: 1-16 [2022-06-02]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1356.TV.20220520.1354.010.html>.
- [17] 杨继富, 邵泽斌. 民族地区高校教学质量评价机制的“脆弱性”与对策分析 [J]. 民族教育研究, 2021, 32 (5): 150-158.
- [18] 赖秀龙. 谁主沉浮: 国外义务教育师资均衡配置政策的影响因素分析 [J]. 外国中小学教育, 2011 (10): 1-6+26.
- [19] 邓泽军. 统筹西部城乡师资均衡配置: 问题分析及推进策略 [J]. 教师教育研究, 2017, 29 (5): 19-25.
- [20] 曹红军. 浅评 DPSIR 模型 [J]. 环境科学与技术, 2005 (S1): 110-111+126.
- [21] BISHOP C M. *Pattern recognition and machine learning* [M]. New York: Springer, 2006: 227-281.
- [22] 唐晓玲. 基于熵值法的高等教育国际竞争力评价模型 [J]. 实验室研究与探索, 2019, 38 (8): 272-277.
- [23] 孙会君, 王新华. 应用人工神经网络确定评价指标的权重 [J]. 山东科技大学学报(自然科学版), 2001 (3): 84-86.
- [24] 蔡文伯, 赵志强. 研究生扩招对区域创新效率的影响研究 [J]. 黑龙江高教研究, 2022, 40 (4): 113-119.

(本文责任编辑: 张海燕)

(上接第 61 页)

- [13] 林南. 社会资本——关于社会结构与行动的理论 [M]. 张磊, 译. 上海: 上海人民出版社, 2004: 24.
- [14] HARGREAVES A, O'CONNOR M T. Cultures of professional collaboration: their origins and opponents [J]. *Journal of Professional Capital and Community*, 2017, 2 (2): 74-85.
- [15] ANDREA N, TEBEJE M. Teacher confidence and professional capital [J]. *Teaching and teacher education*, 2017, 62 (2): 10-18.
- [16] HARGREAVES A. Emotional geographies of teaching [J]. *Teachers College Record*, 2001, 103 (6): 1056-1080.
- [17] 王嘉毅, 程岭. 安迪·哈格里夫斯的教师观与教学观 [J]. 全球教育展望, 2011 (8): 15-21.
- [18] HARGREAVES A. The emotional practice of teaching [J]. *Teaching and Teacher Education*, 1998, 14 (8): 835-854.
- [19] 冯建军. 义务教育优质均衡发展的理论研究 [J]. 全球教育展望, 2013 (1): 84-94+61.
- [20] 王丽佳, 黎万红, 沈伟. 从优秀师资转移到优秀师资创生: 教师发展视域下的轮岗交流研究 [J]. 教育发展研究, 2018 (4): 31-36.
- [21] 操太圣, 吴蔚. 从外在支援到内在发展: 教师交流轮岗交流政策的实施重点探析 [J]. 全球教育展望, 2014 (2): 95-105.
- [22] 夏心军. 从“系统人”到“学校人”: 关于教师流动与文化遗产的思考 [J]. 上海教育科研, 2016 (9): 84-89.
- [23] 黄乾. 人力资本产权的概念、结构与特征 [J]. 经济学家, 2000 (5): 38-45.
- [24] 龙宝新. 论教师专业发展取向的区域教师流动工作系统 [J]. 教育发展研究, 2017 (6): 27-34.
- [25] 石艳. 在知识共享网络中促进教师专业发展 [J]. 教育发展研究, 2013 (20): 74-79.
- [26] 宋萍萍, 黎万红. 轮岗教师的共同体实践: 样态及其优化 [J]. 教育发展研究, 2018 (4): 45-50.
- [27] 苏强, 吕帆, 周健民. 迷思与困惑: 教师赋权失范的二重性 [J]. 教育研究, 2014 (11): 107-112.
- [28] 周彬. 学校教师队伍治理: 理论建构与运作策略 [J]. 教师教育研究, 2020 (2): 13-19.

(本文责任编辑: 吴 娱)