

文章编号:1005-0523(2018)06-0124-10

# 基于灰色关联评价的西非国家制造业产能合作竞争力研究

陈汨梨<sup>1,2</sup>, 封学军<sup>2</sup>, 彭广益<sup>2</sup>, 陆玉华<sup>2</sup>, 雷智鷗<sup>2</sup>

(1. 中国港湾西部非洲区域公司, 科特迪瓦 阿比让 06BP6687; 2. 河海大学港口海岸与近海工程学院, 江苏 南京 210098)

**摘要:**西非地区有着丰富的自然资源和极大的发展潜力,随着海上丝绸之路计划的不断实施,其与我国产能合作的需求旺盛。应用灰色关联评价方法研究西非域内国家与我国进行产能合作的竞争力,评价指标的选取上重点关注了西非国家的贸易水平,生产水平,消费水平以及物流水平,在贸易水平中引入了进出口不平衡性作为重要指标,应用系数生成法计算了西非十六国对外贸易集装箱进出口生成量,确定各国对外贸易的不均衡性。再利用变异系数法确定各指标权重,得出灰色关联度大小来反应竞争力水平,结果显示尼日利亚、科特迪瓦、加纳、和贝宁等国家制造业产能合作竞争力较强,作为与我国进行产能合作的重点推荐对象,对“一带一路”战略背景下我国在西部非洲开展工业建设和制造业产能合作具有重要的参考意义。

**关键词:**产能合作;灰色关联评价;变异系数法;系数生成法

**中图分类号:**F414

**文献标志码:**A

西非通常是指非洲大陆南北分界线和向西凸起部分区域,为地理、人种和文化过渡地带,包括贝宁、布基纳法索、多哥、佛得角、冈比亚、几内亚、几内亚比绍、加纳、科特迪瓦、利比里亚、马里、毛里塔尼亚、尼日尔、尼日利亚、塞拉利昂、塞内加尔等16个国家,如图1所示。



图1 西非区域国家区位图

Fig.1 Location map of west African countries

西非国家大多为农业国和资源产出国,对外出口的产品种类主要是各类资源或初等农渔产品,进口产品主要为生产资料及日用品。一个国家的对外贸易额指一定时间内的进出金额数量的指标,是衡量该国对外贸易状况的重要的经济指标,近年西非国家对外贸易额情况见表1,可以看出,除科特迪瓦和几内亚比绍为贸易顺差外,其余各国都有一定的贸易逆差。

收稿日期:2018-05-04

基金项目:国家自然科学基金项目(41401120,51009060,50909042);江苏省社会科学基金项目(14JD014);中央高校基本科研业务费项目(26120162016B09614)

作者简介:陈汨梨(1980—),男,高级工程师,研究方向为港口航道与海岸工程。

表1 2016年西非国家对外贸易额  
Tab.1 Foreign trade of west African countries in 2016

国家	出口/亿美元	进口/亿美元	差额/亿美元
贝宁	13.54	22.51	-8.97
布基纳法索	24.00	31.71	-7.71
多哥	12.93	23.87	-10.94
佛得角	0.60	6.66	-6.06
冈比亚	1.07	3.68	-2.61
几内亚	24.00	44.00	-20.00
几内亚比绍	2.62	2.49	0.14
加纳	112.83	133.52	-20.68
科特迪瓦	117.93	100.50	17.43
利比里亚	1.70	13.11	-11.41
马里	25.38	35.09	-9.71
毛里塔尼亚	13.99	19.51	-5.52
尼日尔	10.53	20.88	-10.35
尼日利亚	328.00	390.00	-62.00
塞拉利昂	6.35	15.60	-9.25
塞内加尔	26.40	54.78	-28.38

数据来源:联合国贸易和发展会议数据。

西非海港的显著特征是进出口货种严重不平衡,特别体现在集装箱进出口数量上,其80%的进口重箱需以空箱调运出港<sup>[1]</sup>。进出口货物种类的巨大差异主要表现为出口以大宗干散货和液体散货为主,如:尼日利亚、加纳、几内亚、科特迪瓦、多哥等国港口出口货物中矿石和原油占比显著,进口货物以集装箱运输为主<sup>[2]</sup>。这种不均衡性导致区域内集装箱运输的物流成本高昂,其中,铁路运输中空箱费率大约为重箱费率的40%<sup>[3]</sup>,长距离的远洋航运中空箱的费率会更高。极大地限制了该区域的贸易空间和全球化水平,并导致域内大部分国家处于经济比较落后的发展中阶段。根据2016年西非国家产业结构的分布情况(见图2),西非各国的工业化水平较低,制造业发展落后,出口商品局限于初等农产品和矿产品。除几内亚和毛里塔尼亚两国第二

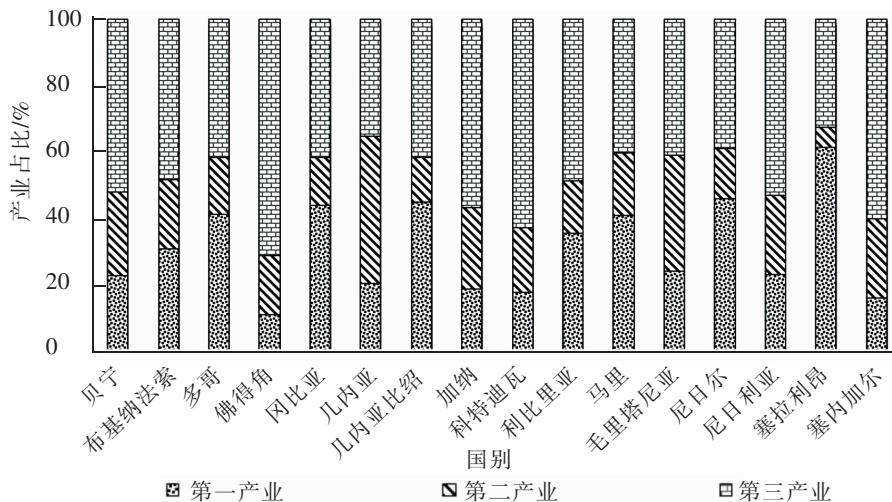


图2 2016年西非国家产业结构

Fig.2 West African countries' industrial structure in 2016

数据来源:商务部对外投资指南。

产业占比达到30%以上,其余14国的第二产业占比均低于30%,科特迪瓦、马里、佛得角、多哥、利比里亚、尼日尔、冈比亚、几内亚比绍和塞拉利昂等9国更是低于20%,因此西非国家发展第二产业迫在眉睫。

## 1 评价方法选择与模型构建

全球经济发展的长期不平衡导致了各个国家在技术水平和产业分工上的差距,而产能合作的模式有利于双方的共同发展。我国面临一定程度的产能过剩,过剩行业主要集中在制造业和建筑业,其发展程度处于国际中端水平<sup>[4]</sup>。在此基础上,我国积极寻求产能合作,2013年提出“一带一路”倡议。即“丝绸之路经济带”以及“21世纪海上丝绸之路”,在新的发展时期,为我国产能转移带来了新的机遇。在“一带一路”战略不断深入的背景以及西非国家在贸易逆差巨大且进出口极不平衡的情况下,中国可以寻求与西非国家的产能合作,调整西非国家出口商品结构,使得西非国家出口商品从初等农产品和矿产品向加工农产品和矿产制品改变,提升出口货物价值,减小出口空箱率,从而减小物流成本,达到产能合作和经济结构优化的目的。

在竞争力研究的评价方法选择上,李存芳等<sup>[5]</sup>以模糊综合评价研究企业竞争力,邓蓉晖等<sup>[6]</sup>以基于神经网络的竞争力评价方法研究建筑业企业竞争力,陈继红<sup>[7]</sup>以灰色关联评价研究航运业竞争力。王满<sup>[8]</sup>在对竞争力评价的常用方法中进行了比较,如层次分析法<sup>[9]</sup>、模糊综合评价法、因子分析法、灰色关联度法等,在对西非国家制造业产能合作竞争力评价时,对几种评价方法做简单介绍,并比较、分析各方法的特点和适用范围见表2<sup>[10]</sup>

表2 竞争力评价常用方法的优缺点比较

Tab.2 Comparison of advantages and disadvantages of common methods for competitiveness evaluation

评价方法	优点	缺点
层次分析法	将定性分析与定量分析相结合,简便易行,易于使用。	无法全面反映西非国家竞争能力的主要决定性因素。
模糊综合评价法	简单易行,能够揭露问题的本质,适用于竞争力评价模型。	评价不够全面,评价信息易重复考虑,权重的确认受主观因素影响。
因子分析法	消除了评价指标之间的相关性,减少指标的数量,客观反映现实关系。	操作过程复杂需进行多次运算,要有计算机辅助,对样本数据要求较高。
灰色关联分析	不限制数据数量及分布状态,操作简便、运算结果清晰明了,结果与现实高度相符。	参考序列选择不合理会影响最终评价结果的准确性。

本文进行评价所需的大部分数据选自世界银行统计数据 and 各国的统计局,各指标之间不全存在相关性,通过对各种评价分析方法优缺点及适用性的分析,更好地对西非国家制造业产能合作竞争力进行评价,本文最终选择灰色关联评价方法对西非国家制造业产能合作竞争力进行评价,确定适合我国进行产能合作的方向。

### 1.1 西非国家制造业产能合作竞争力指标体系

指标体系的选取和构建的合理性对评价西非国家制造业产能合作竞争力的评价准确性有着举足轻重的作用。在评价制造业产能合作竞争力时,应当考虑到政治投资环境,对外贸易水平、生产能力、消费能力以及物流水平,通过对世界银行资料的分析,建立我国与西非的制造业产能合作竞争力评价的评价体系,如表三所示。该系统主要由三层指标构成,即第一层:目标层,制造业产能合作的竞争力(A);第二层:要素层,包括市场投资环境(B<sub>1</sub>)、对外贸易水平(B<sub>2</sub>)、生产水平(B<sub>3</sub>)、消费水平(B<sub>4</sub>)、物流水平(B<sub>5</sub>);第三层:指标层,反映西非国家在制造业产能合作竞争力上的具体形态(C)。随着“一带一路”倡议提出和2016年冈比亚与中国恢复外交关系,西非的政治投资环境趋于稳定,在市场因素上,绝大多数非洲市场以其开放的态度面对中国

等外国企业,近几年海外工程正如火如荼开展。因此市场投资环境不作为单独的指标进行评价分析。集装箱进出口量的规模和不均衡性在一定程度上影响了西非国家对制造业产能发展的需求上,世行给出了较好的统计指标,因此本文引进集装箱生成量和集装箱进出口不均衡性两个指标来进行对外贸易水平的评估。具体指标体系见表3 目标层为西非国家制造业产能合作竞争力(A)。

表3 西非国家制造业产能合作竞争力评价指标体系

Tab.3 Evaluation index system for manufacturing capacity cooperation competitiveness of west African countries

要素层	指标层	评价内容
市场投资环境(B <sub>1</sub> )	社会政治因素(C <sub>1</sub> )	国家安定,国泰民安的程度
	市场因素(C <sub>2</sub> )	市场发展程度
对外贸易水平(B <sub>2</sub> )	对外贸易总额(C <sub>3</sub> )	对外贸易总额/亿美元
	集装箱进出口量(C <sub>4</sub> )	对外贸易进出口集装箱生成量/万 TEU
	集装箱进出口均衡性(C <sub>5</sub> )	出口集装箱空箱占比/%
生产水平(B <sub>3</sub> )	工业增加值(C <sub>6</sub> )	所有产出相加再减去中间投入得出的工业的净产出/亿美元
	GDP(C <sub>7</sub> )	国内生产总值/亿美元
	劳动力总数(C <sub>8</sub> )	所有在特定阶段为货物和服务的生产提供劳力的人员/人
	雇员报酬(C <sub>9</sub> )	回报雇员服务的以现金和实物形式支付的所有报酬占支出的比例/%
消费水平(B <sub>4</sub> )	城镇化率(C <sub>9</sub> )	生活在国家统计局所定义的城镇地区的人口占总人口比例/%
	最终消费支出(C <sub>10</sub> )	居民最终消费支出和一般政府最终消费支出之和/亿美元
	国民净收入(C <sub>11</sub> )	国民总收入减去固定资本消耗和自然资源损耗/亿美元
	基尼(GINI)系数(C <sub>12</sub> )	一个经济体中在个人或家庭中的收入分配偏离完全平均分配的程度
物流水平(B <sub>5</sub> )	物流绩效指数(C <sub>13</sub> )	世界银行等单位对一个国家的物流的评估
	铁路总公里数(C <sub>14</sub> )	可用于提供铁路服务的铁路总长度/km
	港口基础设施质量(C <sub>15</sub> )	企业高管对本国港口设施的感受
	航空运输货运量(C <sub>16</sub> )	各飞行阶段所运送货物、快递和外交邮袋的数量/(百万 t·km)

指标来源:世界银行数据。

## 1.2 西非各国集装箱生成量及不均衡性计算

分析西非国家进出口货物不平衡的程度,以对外贸易水平来判断制造业产能发展的需求,首先计算各国的集装箱生成量。计算集装箱生成量使用生成系数法<sup>[1]</sup>,生成系数与外贸进出口额、适箱货比例、适箱货总量系数、集装箱箱化率与集装箱平均载重量有关,其计算公式为

$$Q=V \times \frac{K_1 \times K_2 \times K_3}{K_4} \quad (1)$$

式中:Q为进出口集装箱生成量,对集装箱外贸运输的总需求量,万 TEU;V为进出口外贸总额(一定时间内的进出金额数量),亿美元;K<sub>1</sub>为适箱货比例外贸运输货物中集装箱货物比例,%;K<sub>2</sub>为适箱货重量系数(进出口货物重量系数是联系对外贸易金额与运输量之间关系的参数即一定单位的货物进出口额所能产生的货物吨数)<sup>[12]</sup>,t/亿美元;K<sub>3</sub>为集装箱箱化率(集装箱运输的货物重量与适箱货总量之比),%;K<sub>4</sub>为集装箱平均载重量,t。

计算西非国家的集装箱生成量,结合西非各国的经济情况、我国商务部对外投资指南以及我国驻西非各国经济参赞处网站资料,确定适箱货比例。西非国家进出口适箱货类型及占比见表4。

表4 西非国家进出口适箱货类型及占比  
Tab.4 West African countries import and export container types and proportions

国家	类型	适箱货种类	适箱货比例/%
贝宁	出口	棉花、水果	80
	进口	食品、纺织品	60
布基纳法索	出口	棉花、皮革	80
	进口	生产资料、食品	70
多哥	出口	棉花、塑料产品	35
	进口	车辆及零配件、机电和机械产品	20
佛得角	出口	渔产品	70
	进口	食品、车辆、纺织品	60
冈比亚	出口	花生、渔产品、皮棉	50
	进口	食品、机械设备	80
几内亚	出口	农产品、海产品	5
	进口	农产品、机械	75
几内亚比绍	出口	腰果、鱼虾、花生和棉花	95
	进口	食品、建材、汽车、机电产品	75
加纳	出口	可可	30
	进口	汽车、食品、工业制成品	85
科特迪瓦	出口	可可、咖啡、木材、橡胶	60
	进口	食品、日用品、轻工、机电	90
利比里亚	出口	橡胶、可可豆	90
	进口	机械运输设备、食品、化工产品	60
马里	出口	棉花	10
	进口	药品、化学试剂、机械、钢铁	60
毛里塔尼亚	出口	渔产品	20
	进口	机械、食品	50
尼日尔	出口	农产品	70
	进口	食品、机械、车辆及配件	40
尼日利亚	出口	饮料、蔬菜	5
	进口	机械设备、建筑材料、农产品	60
塞拉利昂	出口	可可、咖啡、渔产品	5
	进口	粮食、机械设备、化工产品	60
塞内加尔	出口	渔产品、农产品	35
	进口	粮食、机电和日常消费品	60

数据来源:我国驻西非各国经济参赞处和商务部对外投资指南整理。

发达国家箱化率为90%,我国外贸集装箱箱化率水平在1985年仅为18.5%,到2005年集装箱箱化率突破70%<sup>[3]</sup>,西非地区国家发展水平相对落后,箱化率取40%。根据适箱货货种类型,集装箱货物重量系数取5万t/亿美元,集装箱平均载重吨取10t<sup>[4]</sup>。各国外贸集装箱生成量及出口空箱占比见表5。除几内亚比绍外,其他国家集装箱进口量均大于集装箱出口量,平均出口空箱率达60%,由此可见西非国家外贸进出口的不平衡性较大,对于产能提升有着极其迫切的需求。

表5 西非国家集装箱外贸进出口生成量  
Tab.5 Container foreign trade import and export volume in west Africa

中文名	2016 出口额/ 亿美元	2016 进口额/ 亿美元	出口适箱货 比例/%	进口适箱货 比例/%	出口集装箱 生成量/TEU	进口集装箱 生成量/TEU	出口空箱比/ %
贝宁	13.54	22.51	80	60	21 664	27 012	20
布基纳法索	24	31.71	80	70	38 400	44 394	14
多哥	12.9	23.87	35	20	9 030	9 548	5
佛得角	0.6	6.66	70	60	840	7 992	89
冈比亚	1.07	3.68	50	80	1 070	5 888	82
几内亚	24.14	21.52	5	75	2 414	32 280	93
几内亚比绍	2.63	2.49	95	75	4 997	3 735	-34
加纳	112.83	133.52	30	85	67 698	226 984	70
科特迪瓦	117.67	100.5	60	90	141 204	180 900	22
利比里亚	1.7	13.11	90	60	3 060	15 732	81
马里	25.38	35.09	10	60	5 076	42 108	88
毛里塔尼亚	12.99	19.51	20	50	5 196	19 510	73
尼日尔	10.5	20.88	70	40	14 700	16 704	12
尼日利亚	328	390	5	60	32 800	468 000	93
塞拉利昂	6.35	15.6	5	60	635	18 720	97
塞内加尔	26.4	54.78	35	60	18 480	65 736	72

### 1.3 灰色关联指标值的确定

根据世界银行资料,确定工业增加值、GDP、劳动力总数、雇员报酬、城镇化率、最终消费支出、国民净收入、基尼(GINI)系数、物流绩效指数、铁路总公里数、港口基础设施质量、航空运输货运量。得到灰色关联评价的指标值,见表6。

### 1.4 指标权重的确定

参考指标选择不合理会影响最终评价结果的准确性,对于指标的权重选取也会影响到评价结果的准确性。在基于灰色关联度的甘肃省工业竞争力评价中<sup>[5]</sup>,采用了变异系数法确定权重,取得不错的结果,本文采用变异系数法确定评价西非国家制造业产能合作竞争力的指标权重。

表6 西非国家制造业产能合作竞争力评价的灰色关联评价指标值

Tab.6 The gray relevance evaluation index value of manufacturing capacity cooperation evaluation in west African countries

国家	对外贸易			生产				消费			物流				
	外贸进出口额/亿美元	集装箱进出口量/万TEU	进出口均衡性/%	工业增加值/亿美元	GDP/亿美元	劳动力总件数/万人	雇员报酬/%	城镇化率/%	最终消费支出/亿美元	国民净收入/亿美元	基尼系数	物流绩效指数	铁路总公里数/km	港口基础设施质量	航空运输货运量/(百万t·km)
贝宁	36.05	4.87	20	18.20	87.27	440	51.29	44.4	69.9	69	0.478	2.43	758	3.4	0.01
布基纳法索	55.71	8.28	14	27.40	115.15	679	49.57	30.7	89.5	88	0.353	2.73	622	3.1	0.02
多哥	36.8	1.86	5	7.50	43.36	344	31.47	40.5	42.7	26.1	0.43	2.62	0	0	8.35
佛得角	7.26	0.88	89	2.70	16.20	225	47.08	66.2	15.5	13	0.472	0.00	0	3.7	1.88
冈比亚	4.75	0.70	82	1.20	10.22	66	28.96	60.2	9.6	6.4	0.473	2.25	0	4.1	0.07
几内亚	68	3.47	93	23.30	83.99	458	30.00	37.7	23.7	36.1	0.337	2.36	0	2.9	1.40
几内亚比绍	5.11	0.87	-34	1.50	10.30	76	30.00	50.1	11.2	8.2	0.507	2.37	0	0	0.10
加纳	246.35	29.47	70	107.30	430.15	1 327	36.10	54.7	351	242.7	0.422	2.66	953	3.5	0.85
科特迪瓦	218.43	32.21	22	100.10	348.02	781	53.24	54.9	277.6	265.9	0.417	2.60	639	5.2	5.82
利比里亚	14.81	1.88	81	2.70	22.86	149	40.91	50.1	33.4	9.4	0.332	2.20	0	3.6	0.10
马里	60.47	4.72	88	23.10	134.08	668	38.82	40.7	139.2	87.7	0.33	2.50	733	2.5	0.00
毛里塔尼亚	33.5	2.47	73	12.40	50.54	127	30.00	60.4	37.2	33.3	0.324	1.87	728	2.7	0.00
尼日尔	31.41	3.14	12	12.80	74.29	812	30.00	19.0	62.1	59.1	0.34	2.56	0	0	1.08
尼日利亚	718	50.08	93	735.40	282.93	5 735	42.22	48.6	4 058.8	4 029.1	0.43	2.63	3 528	3	24.16
塞拉利昂	21.95	1.94	97	2.50	39.34	247	54.02	40.3	40.7	31.9	0.34	2.03	0	2.8	0.00
塞内加尔	81.18	8.42	72	29.80	145.74	501	26.37	44.1	132.2	114.1	0.403	2.33	906	4.1	0.13

数据来源:世界银行数据。

首先选取各项数据最优值为最优指标,对原始数据进行标准化,变成无量纲数,得到规范化矩阵。数据标准化计算公式为

$$C_k^i = \frac{J_k^i - \min_k J_k^i}{\max_k J_k^i - \min_k J_k^i} \quad (2)$$

式中: $J_k^i$ 为第 $k$ 个国家的第 $i$ 个指标, $\min_k J_k^i$ 为第 $i$ 个指标中最优指标, $\max_k J_k^i$ 为第 $i$ 个指标中最劣指标。对于进出口均衡性指标,1为最优,即对产能增长需求最大,急需平衡内外贸的进出口,0为最劣,计算时 $J_k^i$ 选取其绝对值。对于雇员报酬指标,指标值越低,劳动力越廉价,因此最小值为最优,最大值为最劣。对于其他13个指标,16个国家中最大值为最优,最小值为最劣。

求出各项指标的平均值和标准差 $S_j$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (3)$$

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (4)$$

计算变异系数 $W_i$

$$W_i = \frac{S_i}{\bar{X}} \quad (5)$$

计算各指标权重  $V_i$

$$V_i = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \tag{6}$$

计算得 15 个指标的权重分别为 0.076 4,0.067 0,0.034 9,0.110 9,0.122 5,0.075 7,0.015 1,0.018 2,0.127 2,0.132 1,0.024 4,0.012 0,0.066 6,0.023 0,0.094 0。权重越大,说明该指标值越重要,工业增加值、GDP、最终消费支出和国民净收入为权重较大指标,是需要更多关注的指标,没有权重过于偏小的指标,因此不予删除。

## 2 主要结论

在数据标准化之后,计算灰色关联系数。根据灰色系统理论,将  $\{C_*\} = \{C_*^1, C_*^2, C_*^3, \dots, C_*^n\}$  作为参考数列,将  $\{C\} = \{C_k^1, C_k^2, C_k^3, \dots, C_k^n\}$  计算公式为

$$\varepsilon_k(i) = \frac{\min_k \min_i |C_*^i - C_k^i| + \rho \max_k \max_i |C_*^i - C_k^i|}{|C_*^i - C_k^i| + \rho \max_k \max_i |C_*^i - C_k^i|} \tag{7}$$

式中:  $\rho \in (0, 1)$ , 本文取  $\rho = 0.5$ , 乘以各指标权重, 计算结果得各国制造业产能合作竞争力的灰色关联度为表 7。

表 7 西非国家制造业产能合作竞争力评价结果

Tab.7 Manufacturing capacity cooperation competitiveness evaluation results for west African countries

国家	对外贸易水平			生产水平				消费水平			物流水平				灰色关联度	
	对外贸易总额	集装箱进出口箱	进出口均衡性	工业增加值	GDP	劳动力总数	雇员报酬	城镇化率	最终消费支出	国民净收入	基尼系数	物流绩效指数	铁路总公里数	港口基础设施质量		航空货运量
尼日利亚	1.000	0.393	0.350	1.000	1.000	1.000	0.730	0.573	1.000	1.000	1.000	0.930	1.000	0.542	1.000	0.913
科特迪瓦	0.417	1.000	0.695	0.366	0.352	0.366	0.587	0.676	0.349	0.348	0.434	0.914	0.379	1.000	0.397	0.453
加纳	0.431	0.489	0.416	0.369	0.357	0.393	0.340	0.672	0.353	0.347	0.434	0.951	0.407	0.605	0.341	0.398
贝宁	0.343	0.370	0.716	0.339	0.337	0.350	1.000	0.520	0.337	0.337	0.430	0.819	0.389	0.591	0.333	0.384
多哥	0.344	0.347	0.902	0.335	0.335	0.346	0.466	0.478	0.335	0.334	0.429	0.924	0.333	0.333	0.433	0.380
布基纳法索	0.350	0.406	0.787	0.341	0.339	0.361	0.333	0.399	0.338	0.338	0.430	1.000	0.378	0.553	0.334	0.380
塞内加尔	0.359	0.364	0.410	0.342	0.341	0.353	0.357	0.516	0.340	0.339	0.431	0.772	0.402	0.703	0.335	0.370
毛里塔尼亚	0.343	0.341	0.405	0.337	0.335	0.337	0.842	0.804	0.335	0.335	0.429	0.612	0.387	0.510	0.333	0.368
尼日尔	0.342	0.357	0.806	0.337	0.337	0.367	0.400	0.333	0.336	0.336	0.430	0.890	0.333	0.333	0.344	0.367
马里	0.352	0.341	0.362	0.340	0.340	0.361	0.792	0.480	0.341	0.338	0.430	0.857	0.387	0.491	0.333	0.367
冈比亚	0.333	0.334	0.379	0.333	0.333	0.335	0.792	0.798	0.333	0.333	0.429	0.739	0.333	0.703	0.334	0.366
佛得角	0.334	0.334	0.358	0.334	0.334	0.333	0.792	1.000	0.334	0.334	0.429	0.333	0.333	0.634	0.352	0.364
利比里亚	0.336	0.337	0.383	0.334	0.334	0.338	0.792	0.595	0.335	0.333	0.429	0.722	0.333	0.619	0.334	0.362
几内亚比绍	0.333	0.340	0.597	0.333	0.333	0.335	0.487	0.594	0.333	0.333	0.429	0.791	0.333	0.333	0.334	0.358
几内亚	0.354	0.336	0.351	0.340	0.337	0.351	0.526	0.453	0.334	0.335	0.429	0.786	0.333	0.531	0.347	0.357
塞拉利昂	0.339	0.333	0.341	0.334	0.335	0.342	0.373	0.477	0.335	0.335	0.429	0.659	0.333	0.520	0.333	0.349



从最后的灰色关联度排序看,尼日利亚指标值达到最高,领先于其他国家,其与中国进行产能合作的优势最大,主要体现在其对外贸易水平较领先,生产消费能力较高,优先考虑与其进行产能合作。科特迪瓦、贝宁、多哥、加纳都处在象牙海岸,经济较其他国家发达,港口物流便捷,在产能合作竞争力上有一定优势。

西非国家大多处于中低收入国家行列,主要的出口物资还是依靠初等农产品和矿产品,产业结构中第二、三产业相对落后,与我国进行制造业的产能合作,引进我国的先进技术与管理方式,可以显著提高西非国家经济收入,调整产业结构,加快西非建设发展。根据西非国家制造业产能合作竞争力评价结果,尼日利亚的灰色关联值最高,且领先其他国家,尼日利亚经济优势大,有一定发展能力,适合作为我国与西非进行制造业产能合作的先行者。科特迪瓦具有优异的港口资源,物流优势巨大,可以有效推动外贸发展,也应当作为我国在西非进行制造业产能合作重点关注的国家。根据灰色关联度值排序,尼日利亚、科特迪瓦、加纳和贝宁4个国家重点推荐作为我国进行制造业产能合作的目标对象,对我国“一带一路”战略背景下在非洲开展工业建设和进行制造业产能合作具有重要的参考意义。

西非地区盛产资源,毛里塔尼亚的铁矿石,尼日利亚的石油,几内亚的铝矾土、加纳和马里的黄金等,作为资源型国家聚集区域,西非的潜力巨大。我国的资源型和能源型企业有进一步向西非大陆探索的可能,因此除了制造业的产能合作,资源型和能源型企业与西非的产能合作,值得我们进一步的研究。

#### 参考文献:

- [1] 航运界. 非洲港口格局重构而潜力依旧巨大[EB/OL]. 航运评论,2017-09-06. [http://www.ship.sh/news\\_detail.php?nid=22139](http://www.ship.sh/news_detail.php?nid=22139).
- [2] AKPENA MOCTAR ALANDA. Improving Ports Efficiency in West Africa[D]. 大连:大连海事大学,2013.
- [3] 赵志荣. 铁路集装箱空箱调运优化研究[D]. 北京:北京交通大学,2009.
- [4] 熊艾伦,蒲勇健,张勇.“一带一路”与过剩产能转移[J]. 求索,2015(12):75-79.
- [5] 李存芳,周德群. 基于模糊数学的企业综合竞争力评价和实证[J]. 控制与决策,2007,22(3):337-340.
- [6] 邓蓉晖,王要武. 基于神经网络的建筑企业竞争力评估方法研究[J]. 哈尔滨工业大学学报,2006,38(3):489-494.
- [7] 陈继红,真虹. 基于灰色关联的航运产业集群竞争力评价与应用[J]. 交通运输系统工程与信息,2009,9(5):110-116.
- [8] 王满. 企业竞争力评价方法的比较与选择[J]. 产业与科技论坛,2008,7(5):245-247.
- [9] 汪立夏,周娟,卢雨刚,等. 基于 AHP 与灰色理论的高校思政教育实效性评价研究[J]. 华东交通大学学报,2018,35(1):136-137.
- [10] 温丽. 基于多层次灰色关联法的石油企业国际竞争力评价[D]. 大庆:东北石油大学,2011:10-12.
- [11] 潘常虹,范厚明. 基于生成系数法的区域集装箱空箱需求预测模型[J]. 大连海事大学学报,2012,38(1):45-46.
- [12] 何雪君,郑平,王冬良,等. 三步实现城市集装箱生成量预测[J]. 物流技术,2012,31(1):89-90.
- [13] 马新华. 我国集装箱港口吞吐能力供需平衡研究[D]. 大连:大连海事大学,2010.
- [14] 高晓月,封学军,蒋柳鹏. 南京港集装箱生成量预测与发展措施建议[J]. 华东交通大学学报,2013,30(1):91-95.
- [15] 任剑翔. 基于灰色关联度的甘肃省工业竞争力评价研究[D]. 兰州:兰州理工大学,2013:31-32.

# Study on Manufacturing Capacity Cooperation Competitiveness in West African Countries Based on Gray Relevance Evaluation

Chen Mili<sup>1,2</sup>, Feng Xuejun<sup>2</sup>, Peng Guangyi<sup>2</sup>, Lu Yuhua<sup>2</sup>, Lei Zhiyi<sup>2</sup>

(1. CHEC Wes Africa Division, Abidjan 06BP6687, Cote d'Ivoire;

2. College of Harbor, Coastal and Offshore Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

**Abstract:** West Africa has rich natural resources and great potential for development. With the deepening of the Maritime Silk Road, demand for capacity cooperation between West Africa and China has been increasing. Gray relevance evaluation was adopted to study the competitiveness of capacity cooperation between west African countries and China. The evaluation indicators focus on the trade, production, consumption and logistics of west African countries. In terms of trade level, imbalance of imports and exports was regarded as an important indicator. Then, generation of coefficients was used to calculate the import and export volume of containers in foreign trade among the sixteen west African countries and the foreign trade imbalances among them were determined. Then, the variation coefficient method was used to determine the weight of each index, and the degree of gray correlation was obtained to reflect the level of competitiveness. The research results show that Nigeria, Cote d'Ivoire, Ghana, and Benin and other countries, as key targets of China's capacity cooperation, have strong competitiveness in manufacturing capacity cooperation, which has provided important reference for China to explore industrial construction and enhance manufacturing capacity cooperation in west Africa under the "Belt and Road" initiative.

**Key words:** capacity cooperation; gray relevance evaluation; coefficient of variation method; coefficients generation method