

# 基于 DEA 与 Malmquist 生产率指数分析影响 黑龙江省生产效率的因素

## Analysis of Factors Affecting Production Efficiency in Heilongjiang Province Based on DEA and Malmquist Index

侯文静<sup>1\*</sup>      牟一敏<sup>2</sup>  
Wen-Jing Hou      Yi-Min Mou

### 摘要

生产效率是在固定投入量下，制程的实际产出与最大产出两者之间的比率。其可以直观有效的分析资源利用的有效性以及地区发展情况。随着社会的发展，提高生产效率对于一个地区的经济提升有着重要意义。本文以黑龙江省为例，运用 DEA 模型以及 Malmquist 生产率指数，从农业、工业以及能源三种角度来分析其各自对于黑龙江省生产效率的影响。通过结果得出，黑龙江在工业上的投入的使用率最为可观，资源浪费较少，而能源的投入则表现出使用率低下的现象。建议合理分配要素投入，提高改善技术，以达到资源的有效利用。

**关键词：**生产效率、DEA 模型、Malmquist 指数

### Abstract

Production efficiency is the ratio between the actual output and the maximum output of the process under a fixed input. It can intuitively and effectively analyze the effectiveness of resource utilization and regional development. With the development of society, improving production efficiency is of great significance to the economic improvement of a region. Taking Heilongjiang Province as an example, this paper uses DEA model and Malmquist productivity index to analyze the impact of agriculture, industry and energy on the production efficiency of Heilongjiang Province. The results show that the utilization rate of industrial input in Heilongjiang province is the most considerable, and the waste of resources is less, while the utilization rate of energy input is low. In order to achieve the effective utilization of resources, it is suggested to rationally allocate the input of factors and improve the technology.

**Keywords:** Production Efficiency, DEA, Malmquist Index

### 1. 引言

“十四五”时期是我在全面建成小康社会、实现第一个百年奋斗目标之后，继而进行全面建设社会主义现代化国家，向第二个百年奋斗目标进军的新时期。黑龙江省也积极响应党中央部署，科学编制并落实十四五规划，在龙江全面振兴，全方位振兴中

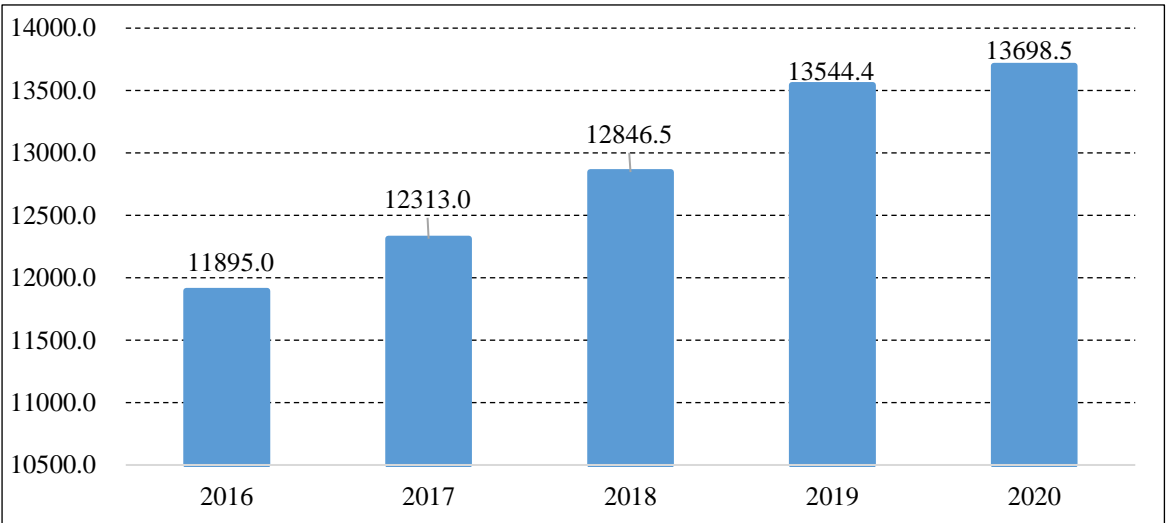
<sup>1</sup> 厦门大学嘉庚学院国际商务学院国际经济与贸易专业 1468933154@qq.com\*通讯作者

<sup>2</sup> 集美大学诚毅学院人文科学系法学专业 2571519645@qq.com

取得了重大突破。黑龙江省经济不断发展，地区生产总值不断增加，但在其顺应政策发展的同时，也在长期发展中存在结构性、体制性和市场化程度不高等深层次矛盾比较突出，工业中传统行业比重大，大项目带动作用不够，资源精深加工不够，若干产业领域的增长潜力还没有充分释放等问题（孙浩进与闫晨佳，2020），本文将从黑龙江省下设的12个城市及1个地区，详细分析省内生产效率现状。

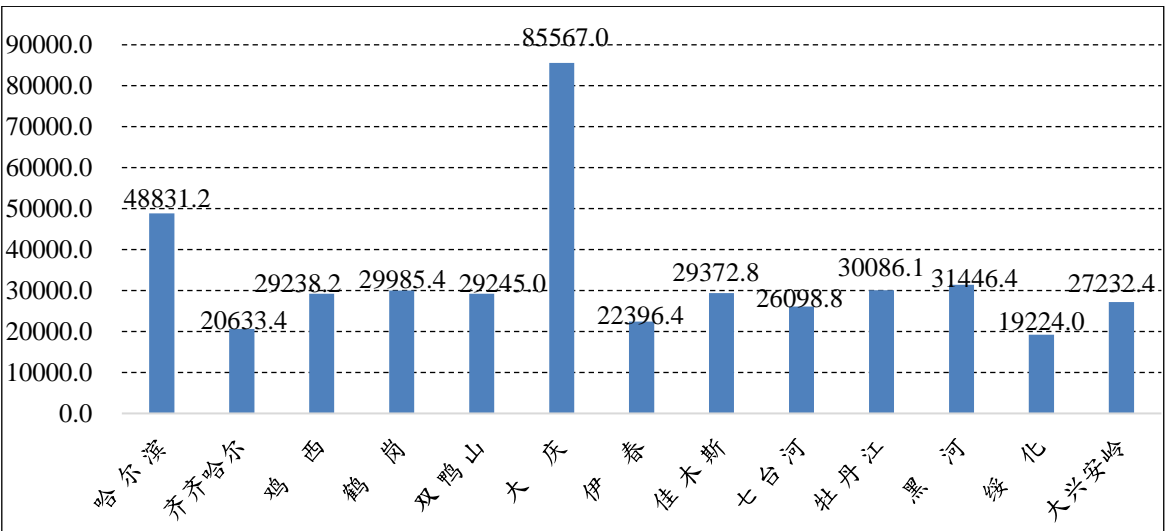
## 2. 黑龙江省发展现状

黑龙江省地处中国东北部，下设哈尔滨、齐齐哈尔、鸡西、鹤岗、双鸭山、大庆、伊春、佳木斯、七台河、牡丹江、黑河、绥化、大兴安岭等12个城市、1个地区。地域辽阔，自然资源丰富，发展经济优势明显。如图1、图2所示，2020年，黑龙江省实现地区生产总值（GDP）13,698.5亿元，比上年增长1.0%。其中以大庆为首，GDP增长量最大，其次为哈尔滨，剩余各市水平相近。



资料来源：2021 黑龙江省经济发展研究报告

图 1. 2016~2020 年黑龙江 GDP 发展情况（单位：亿元）



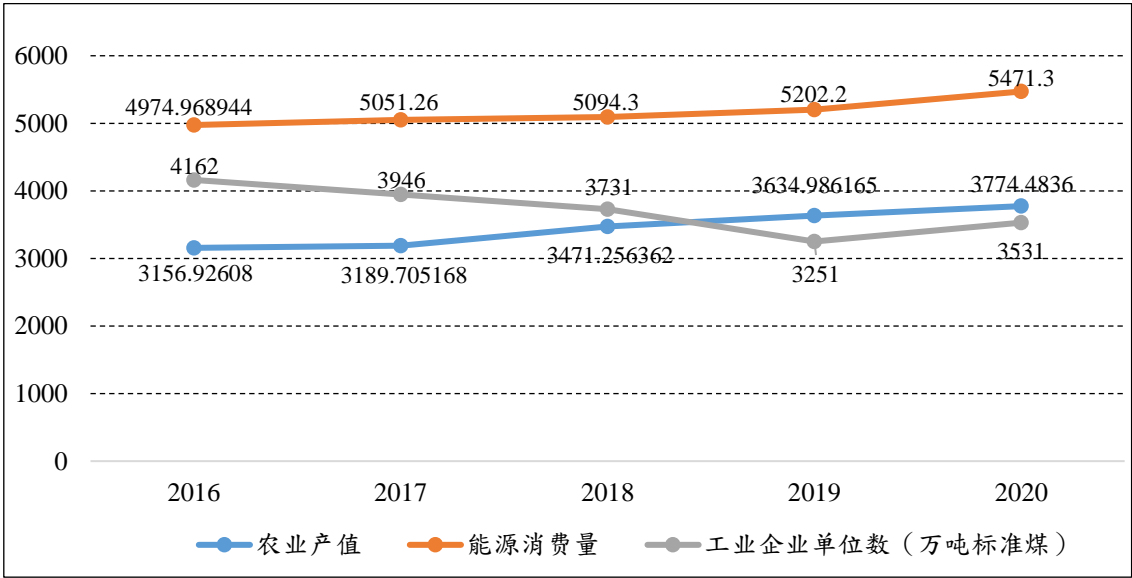
资料来源：2016~2020 黑龙江统计年鉴

图 2. 2015~2019 年黑龙江各地区平均 GDP（单位：亿元）

近年来，黑龙江省现代农业发展速度不断加快，整体水平位于全国前列，黑龙江通过深化现代农业综合配套改革等措施，在产能、生产条件、生态建设、科技水平、等方面取得了重大成就，极大的促进了农业的现代化发展。自 2016 年至 2019 年，黑龙江农业产值呈直线上升趋势，农业水平不断提高。

黑龙江作为老工业基地，在新时期也紧抓工业现代化改革，加快建设工业强省。黑龙江工业要紧紧围绕推动现代产业体系建设实现新突破，科学把握新发展阶段，系统准确全面贯彻新发展理念，自觉全面融入新发展格局，坚持推动高质量发展。<sup>3</sup>黑龙江省企业数量自 2018 年开始回升增长，致力于建设百亿级、千亿级、万亿级企业，实现工业跨越式增长。

能源作为现代化建设的基础和动力，是经济发展不可或缺的因素，黑龙江全面落实新发展理念，深化改革开放，奋力全面振兴黑龙江发展深化能源供给侧结构性改革、转变能源利用方式、提高能源利用效率，力求保障经济社会可持续发展。能源消费量可观察能源消费水平，黑龙江省能源消费量呈上升趋势，印证了能源在经济发展中的运用（图 3）。



资料来源：2020 黑龙江统计年鉴

图 3. 2015~2019 年黑龙江省农业、工业、能源发展情况

### 3. 生产效率评价指标体系的构建及模型的选择

#### 3.1 评价指标体系

本文主要探究农业、工业以及能源三方面对于黑龙江省生产效率的影响，灌溉面积是指一般年景下能进行正常灌溉的耕地面积，能够有效衡量农业情况，因此农业选取灌溉面积，固定资产是企业赖以生产经营的主要资产，工业企业数能表明工业规模，据此工业选取固定资产与工业企业数为指标，能源消费量表现了在生产发展中能源的使用情况，能源则选取能源消费量来作为投入指标进行研究。为分析黑龙江省生产效率整体情况，本文选取黑龙江 13 地自 2015~2019 年的投入产出作为数据样本（表 1）。

<sup>3</sup> 数据来源：黑龙江省政府（2021）。加快建设工业强省 黑龙江省“十四五”构建“433”工业新体系。  
<https://www.hlj.gov.cn/n200/2021/0310/c35-11015396.html>

表 1. 黑龙江生产效率评价指标体系

投入指标 (X)		产出指标 (Y)	
指标代码	指标名称	指标代码	指标名称
X <sub>1</sub>	灌溉面积/千公顷	Y <sub>1</sub>	地区生产总值/亿元
X <sub>2</sub>	能源消费量/万吨标准煤	Y <sub>2</sub>	进出口总额/万元
X <sub>3</sub>	固定资产总额/万元	Y <sub>3</sub>	进口总额/万元
X <sub>4</sub>	工业企业单位数/个	Y <sub>4</sub>	出口总额/万元
		Y <sub>5</sub>	外商投资/万美元

资料来源：本文自行整理

### 3.2 模型选择

1978 年, Charnes 等提出了一种用于多投入多产出问题的效率评价方法, 并将该方法命名为数据包络分析法 (Data Envelopment Analysis, 简称 DEA)。DEA 方法是采用数学模型评价具有多元投入和产出的单位 (称为决策单元, 简记为 DMU) 间的相对有效性 (称为 DEA 有效) 的无参数计算方法 (李思, 2012)。

#### 3.2.1 DEA 模型

本文中 DEA 数据包络分析法主要思路是: 将进行区域行政效率评价的 13 个城市作为决策单元, 假设有  $n$  个, 决策单元  $DMU_j (j=1, 2, \dots, n)$ ,  $DMU_j$  的输入、输出向量分别为:

$$\begin{aligned} X_j &= (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{sj})^T > 0, j = 1, 2, \dots, n \\ Y_j &= (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{rj})^T > 0, j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

其中  $n$  为输入指标的个数,  $s$  为输出指标的个数, 由此构建基本模型。

BCC 模型:

$$\begin{aligned} \min \theta &= \theta_0 \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j - s^+ = Y_0 \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \\ \lambda &\geq 0, j = 1, 2, \dots, n; s^+ \geq 0, s^- \geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

式 (1) 中, 设其最优解为  $\lambda^*$ 、 $s^{*-}$ 、 $s^{*+}$ 、 $\theta^*$  则可以对其进行 DEA 的有效性判断。若  $\theta^*=1$ 、 $s^{*-}=0$ 、 $s^{*+}=0$  则  $DMU_j$  为 DEA 有效; 若  $\theta^*=1$ 、 $s^{*-} \neq 0$ 、 $s^{*+} \neq 0$  则  $DMU_j$  为 DEA 弱有效; 若  $\theta^*>1$  则  $DMU_j$  为 DEA 非有效, 后两种情形都需对决策对象进行改进 (张协奎等, 2012)。

#### 3.2.2 Malmquist 指数

技术效率就是生产技术的利用效率, 也就是生产前沿面和实际产出量之间的距离。技术水平的变化就是生产前沿面的移动, 利用距离函数可以计算技术效率和技术进步。Malmquist 指数定义为:

$$M^{t,t+1} = [M^t \times M^{t+1}]^{1/2} = \left[ \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (2)$$

式 (2) 中的 Malmquist 指数是在固定规模报酬的假定下的距离函数, 也就是全

要素生产率，因此，其指数大于1，就是生产率的进步；其指数小于1，就是生产率的退步；其指数等于1，就是生产率没有变化。上式中的生产率指数可以分为技术效率的变化与技术变化。

#### 4. 对黑龙江生产率的实证分析

实证检验分为两部分，一是分析黑龙江省13个地区2015~2019年的技术效率、纯技术效率和规模效率的变动，二是13个地区的Malmquist指数变动。

##### 4.1 黑龙江省城市生产率DEA指数分析

黑龙江省13个地区在2015~2019年间，除大庆、牡丹江以及大兴安岭属于DEA有效即投入与产出处于最佳状态外，其余10地都存在无效率现象（表2、3、4、5）。

本文DEA指标以投入导向进行分析，哈尔滨在2015年、2016年以及2019年为DEA有效，在2017年以及2018年出现规模效益递减情况，由于纯技术效率为1，则说明对于技术效率而言，投入与产出相匹配，而对于规模而言，需要减小规模以达到有效。黑河状况基本与哈尔滨相同，除2015、2016年外皆需要减小规模。而对于齐齐哈尔、鸡西、伊春、七台河（2015年除外）、绥化来说，规模效率绝大部分维持在0.95以上，说明规模效率良好，而纯技术效率整体呈下降趋势，说明技术效率影响了规模效益，导致了效率低下，可以追加投入扩大产出。鹤岗、双鸭山、佳木斯等城市则大多年份需要减少规模效益，其都呈现出了纯技术效率低且规模效率也不高的情况，表明其需要大程度进行调整，投入产出以及规模都需改变以相互适应以达到有效。

表 2. 投入导向下黑龙江城市 DEA 指数（哈尔滨、齐齐哈尔、鸡西）

年份	哈 尔 滨				齐 齐 哈 尔				鸡 西			
	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模效益	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模效益	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模效益
2015	1	1	1	-	0.750	0.754	0.994	递增	0.720	0.883	0.815	递减
2016	1	1	1	-	0.759	0.779	0.974	递增	0.640	0.642	0.997	递增
2017	0.783	1	0.783	递减	0.216	0.226	0.957	递增	0.476	0.491	0.970	递减
2018	0.701	1	0.701	递减	0.448	0.464	0.965	递增	0.270	0.272	0.992	递减
2019	1	1	1	-	1	1	1	-	0.391	0.392	0.998	递增

资料来源：本文自行整理

表 3. 投入导向下黑龙江城市 DEA 指数（鹤岗、双鸭山、大庆）

年份	鹤 岗				双 鸭 山				大 庆			
	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模效益	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模效益	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模效益
2015	0.574	0.770	0.746	递减	1	1	1	-	1	1	1	-
2016	0.535	0.633	0.845	递减	0.272	0.362	0.751	递减	1	1	1	-
2017	0.343	0.673	0.511	递减	0.214	0.247	0.866	递减	1	1	1	-
2018	0.166	0.476	0.349	递减	0.152	0.303	0.500	递减	1	1	1	-
2019	0.459	0.554	0.829	递减	0.241	0.302	0.797	递减	1	1	1	-

资料来源：本文自行整理

表 4. 投入导向下黑龙江城市 DEA 指数（伊春、佳木斯、七台河）

年份	伊 春				佳 木 斯				七 台 河			
	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模效益	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模效益	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模效益
2015	0.235	0.255	0.924	递增	0.963	1	0.963	递减	0.226	0.332	0.680	递减
2016	0.339	0.370	0.914	递增	0.764	0.774	0.987	递增	0.963	0.984	0.978	递增
2017	0.281	0.315	0.892	递增	0.510	0.640	0.798	递减	0.426	0.453	0.940	递增
2018	0.330	0.364	0.908	递增	0.273	0.353	0.771	递减	0.459	0.472	0.974	递增
2019	0.303	0.342	0.884	递增	0.308	0.309	0.995	递减	0.379	0.413	0.916	递增

资料来源：本文自行整理

表 5. 投入导向下黑龙江城市 DEA 指数（牡丹江、黑河、绥化、大兴安岭）

年份	牡 丹 江				黑 河			
	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模效益	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模效益
2015	1	1	1	-	1	1	1	-
2016	1	1	1	-	1	1	1	-
2017	1	1	1	-	0.874	1	0.874	递减
2018	1	1	1	-	0.450	1	0.450	递减
2019	1	1	1	-	0.507	1	0.507	递减

年份	绥 化				大 兴 安 岭			
	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模效益	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模效益
2015	0.436	0.441	0.989	递增	1	1	1	-
2016	0.365	0.378	0.965	递增	1	1	1	-
2017	1	1	1	-	1	1	1	-
2018	0.204	0.228	0.895	递增	1	1	1	-
2019	0.150	0.170	0.883	递增	1	1	1	-

资料来源：本文自行整理

投入冗余状态反映了实际投入与相对最优投入之间的差距。从技术的角度来说，技术效率不高并不必然表现为投入出现冗余，但投入出现冗余必然给技术效率带来负面影响。李澎等（2016）对黑龙江省 13 个地区的冗余进行计算（附表 6、7、8），其中除哈尔滨、大庆、牡丹江、黑河以及大兴安岭在 2016-2019 年是无冗余外，其他省市皆在不同方面出现了不同程度的冗余。在产出因素不能决定时，应当对投入因素进行调整，在此计算中表现为对灌溉面积、能源消费量、固定资产总额以及工业企业单位数的投入进行减少，尤其为工业指标的投入。

由于投入因素不同，原始投入量也不同，单观察冗余量无法准确判断资源的使用情况，因此，现以产生的投入与产出松弛量与原数据做除法计算，比较每年要素冗余占比情况，以其所占比例的大小来判断观察资源的使用率情况（附表 9、10），若占比小即表示资源使用率高，得到了有效利用，浪费量较低，反之则体现出资源浪费。根据对黑龙江 13 个地区 5 年的冗余占比计算结果得：在本文所研究的四个投入中，灌溉面积的冗余占比为 51.3617，能源消费量为 53.9795，固定资产投资占比 39.9562 以及工业企业单位数占比为 41.3961。比较得出总括来讲固定资产投资的冗余占比为四者中最低，即黑龙江省对固定资产投资的利用率更为有效，浪费量较低，其次为工业企业单位，而对能源的投入过多，未能达到更有效地使用。由此总结概括得出，黑龙江省在工业上的投入资源使用率较高，对黑龙江省生产率贡献大，而在能源上则表

现出使用率低的现象，影响了黑龙江省整体生产效率的提升。

表 6. 黑龙江省各城市投入产出松弛量情况（哈尔滨、齐齐哈尔、鸡西、鹤岗）

产出						
年份	城市	地区生产总值	进出口总额	进口总额	出口总额	外商投资
2015~ 2019	哈尔滨	0	0	0	0	0
2015	齐齐哈尔	10,382.583	110,386.230	108,932.214	1,454.192	0
2016	齐齐哈尔	10,754.346	79,263.734	60,999.180	19,044.033	0
2017	齐齐哈尔	5,649.647	1,237.443	1,237.443	0	0
2018	齐齐哈尔	9,517.293	2,238,290.222	1,955,262.639	283,027.583	0
2019	齐齐哈尔	0	0	0	0	0
2015	鸡西	0	61,791.254	41,017.481	20,774.662	0
2016	鸡西	118.608	26,301.829	26,830.116	0	0
2017	鸡西	0	26,103.634	26,103.639	0	0
2018	鸡西	0	465,793.727	465,793.727	0	7,309.948
2019	鸡西	480.337	526,143.471	526,143.471	0	2,138.087
2015	鹤岗	0	66,212.455	58,898.512	7,315.505	3,743.513
2016	鹤岗	0	28,867.446	20,465.315	8,957.533	2,708.301
2017	鹤岗	0	26,253.936	16,621.593	9,632.356	3,786.132
2018	鹤岗	0	262,346.645	238,095.854	24,251.791	2,144.332
2019	鹤岗	0	68,298.238	0	68,298.238	0
投入						
年份	城市	灌溉面积	能源消费量	固定资产总额	工业企业单位数	
2015~ 2019	哈尔滨	0	0	0	0	
2015	齐齐哈尔	512.768	229.672	1,343,425.883	90.644	
2016	齐齐哈尔	658.869	152.357	1,213,154.368	84.244	
2017	齐齐哈尔	739.211	326.986	3,972,835.914	284.109	
2018	齐齐哈尔	795.504	352.059	5,258,461.871	168.197	
2019	齐齐哈尔	0	0	0	0	
2015	鸡西	76.279	175.101	183,792.287	13.574	
2016	鸡西	101.685	151.894	727,878.458	39.400	
2017	鸡西	124.090	179.980	1,171,929.074	69.797	
2018	鸡西	147.504	211.737	2,532,269.884	128.923	
2019	鸡西	171.669	208.176	3,120,207.727	111.794	
2015	鹤岗	81.701	80.690	45.580	22.790	
2016	鹤岗	101.502	199.724	547,580.841	34.504	
2017	鹤岗	82.364	220.130	489,215.019	35.684	
2018	鹤岗	108.672	258.696	1,206,531.336	90.847	
2019	鹤岗	65.684	243.109	1,627,598.514	57.937	

资料来源：本文自行整理

表 7. 黑龙江省各城市投入产出松弛量情况（双鸭山、大庆、伊春、佳木斯）

产出						
年份	城市	GDP	进出口总额	进口总额	出口总额	外商投资
2015	双鸭山	0	0	0	0	0
2016	双鸭山	0	11,161.802	10,959.801	1,016.390	4,334.273
2017	双鸭山	0	4,251.181	4,251.192	0	0
2018	双鸭山	0	202,042.556	202,041.556	0	269.516
2019	双鸭山	0	252,409.853	252,409.853	0	1,152.812
2015~ 2019	大庆	0	0	0	0	0
2015	伊春	3,156.405	51,735.875	51,735.973	0	3,185.665
2016	伊春	4,955.441	3,319.811	4,231.673	0	3,205.370
2017	伊春	5,177.849	3,946.391	3,810.617	135.774	0
2018	伊春	5,740.381	110,311.417	110,311.417	0	4,664.006
2019	伊春	6,305.731	24,145.569	24,145.569	0	0
2015	佳木斯	0	0	0	0	0
2016	佳木斯	1,819.800	3,543.147	3,682.029	0	0
2017	佳木斯	0	22,502.886	22,501.886	0	0
2018	佳木斯	0	302,515.523	302,516.523	0	23,698.137
2019	佳木斯	0	298,496.456	298,497.456	0	4,414.732
投入						
年份	城市	灌溉面积	能源消费量	固定资产总额	工业企业单位数	
2015	双鸭山	0	0	0	0	
2016	双鸭山	64.848	335.422	1,595,465.227	86.083	
2017	双鸭山	83.794	334.485	1,695,919.146	108.428	
2018	双鸭山	72.187	363.432	2,407,277.939	109.354	
2019	双鸭山	71.513	335.129	3,301,622.150	114.600	
2015~ 2019	大庆	0	0	0	0	
2015	伊春	36.821	96.941	143.294	81.229	
2016	伊春	33.122	133.269	1,281,924.560	57.932	
2017	伊春	35.046	193.756	1,305,681.234	66.447	
2018	伊春	40.421	224.838	1,477,515.013	40.703	
2019	伊春	45.937	282.655	1,189,840.503	41.429	
2015	佳木斯	0	0	0	0	
2016	佳木斯	363.975	31.277	485,859.233	105.582	
2017	佳木斯	385.613	52.687	682,520.165	82.881	
2018	佳木斯	556.143	100.302	2,194,975.026	172.461	
2019	佳木斯	576.090	107.448	2,455,392.279	192.716	

资料来源：本文自行整理



表 8. 黑龙江省各城市投入产出松弛量情况  
(七台河、牡丹江、黑河、绥化、大兴安岭)

产出						
年份	城市	GDP	进出口总额	进口总额	出口总额	外商投资
2015	七台河	0	60,149.986	58,535.730	1,614.256	2,994.934
2016	七台河	1,098.744	13,140.424	3,727.165	10,336.032	0
2017	七台河	1,703.760	1,396.680	382.814	1,012.866	0
2018	七台河	837.391	38,476.100	18,367.209	20,108.891	0
2019	七台河	2,831.079	16,030.998	0	16,030.998	47.646
2015~2019	牡丹江	0	0	0	0	0
2015~2019	黑河	0	0	0	0	0
2015	绥化	5,915.635	79,509.423	66,565.521	12,944.002	0
2016	绥化	10,448.278	43,915.720	30,233.470	13,791.202	0
2017	绥化	0	0	0	0	0
2018	绥化	10,379.069	531,038.739	467,404.15	63,634.585	0
2019	绥化	11,707.255	22,131.392	22,131.392	0	287.288
2015~2019	大兴安岭	0	0	0	0	0
投入						
年份	城市	灌溉面积	能源消费量	固定资产总额	工业企业单位数	
2015	七台河	13.096	398.110	128.906	68.054	
2016	七台河	0.310	374.181	1,190,123.134	2.745	
2017	七台河	11.299	399.815	1,336,897.378	62.874	
2018	七台河	11.040	434.817	2,542,561.759	60.972	
2019	七台河	13.405	437.451	3,540,713.557	72.698	
2015~2019	牡丹江	0	0	0	0	
2015~2019	黑河	0	0	0	0	
2015	绥化	441.847	126.774	192.649	223.694	
2016	绥化	476.698	145.975	1,963,500.609	255.369	
2017	绥化	0	0	0	0	
2018	绥化	569.152	217.452	2,433,919.211	253.807	
2019	绥化	579.286	229.862	3,421,412.609	276.213	
2015~2019	大兴安岭	0	0	0	0	

资料来源：本文自行整理

#### 4.2 黑龙江省城市 Malmquist 指数分析

对黑龙江省下 13 地在 2015-2019 年份的 Malmquist 指数分析如表 11，其中，综合技术效率等于纯技术效率与规模效率的乘积，全要素生产率等于综合技术效率与技术变化的乘积。综合效率分析主要看该产区的技术水平、管理能力是否与其经营规模相适应，看投入和产出是否达到最佳匹配的情况。廖功磊（2010）从综合技术效率来看，综合五年数据，共有 7 个城市的综合技术效率大于或等于 1，其中七台河指数最高，达 1.138，13 个城市中双鸭山最低，仅有 0.701，综合技术效率小于 1 的说明急需提升生产效率。技术进步指数是衡量技术进步的一个指标，指数值小于 1 表示技术退步，反之则进步。从技术变化来看，仅有哈尔滨、七台河以及大兴安岭三个城市技术进步小于 1，其余 10 个城市的进步值皆大于 1。

表 9. 松弛量占投入/产出比重（哈尔滨、齐齐哈尔、鸡西、鹤岗、双鸭山、大庆）

年份	城市	地区 生产总值	产出				投入			
			进出口 总额	进口总额	出口总额	外商投资	灌溉面积	能源 消费量	固定资产 总额	工业企业 单位数
2015~2019	哈尔滨	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	齐齐哈尔	0.5500	1.9664	8.8823	0.0331	0	0.7595	0.4888	0.2456	0.2456
2016	齐齐哈尔	0.5344	3.0554	6.6056	1.1398	0	0.7753	0.3960	0.2205	0.2205
2017	齐齐哈尔	0.2753	0.0791	0.1821	0	0	0.8635	0.8378	0.8779	0.7741
2018	齐齐哈尔	0.4537	8.6144	35.7759	1.3794	0	0.9085	0.7596	0.7606	0.5357
2019	齐齐哈尔	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	鸡西	0	2.4487	13.6407	0.9347	0	0.4723	0.6202	0.1170	0.1170
2016	鸡西	0.0043	1.3847	7.9868	0	0	0.6093	0.6176	0.3582	0.3582
2017	鸡西	0	1.1774	8.1383	0	0	0.7307	0.7182	0.5780	0.5095
2018	鸡西	0	2.7080	11.8206	0	0.4415	0.8443	0.8456	0.8081	0.7284
2019	鸡西	0.0149	2.3871	16.6919	0	0.9675	0.8421	0.8275	0.7580	0.6076
2015	鹤岗	0	2.9918	57.0170	0.3468	0.5111	0.5619	0.4233	0	0.2302
2016	鹤岗	0	3.6951	7.4647	1.7665	0.2944	0.6498	0.7339	0.3671	0.3671
2017	鹤岗	0	1.7099	1.2259	5.3658	1.0145	0.5854	0.7588	0.3274	0.3274
2018	鹤岗	0	3.4610	3.3943	4.2890	21.2310	0.8044	0.7992	0.5235	0.7571
2019	鹤岗	0	0.3641	0	10.4465	0	0.4861	0.7685	0.4457	0.4457
2015	双鸭山	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	双鸭山	0	0.8132	1.4468	0.1653	1.4448	0.6376	0.8339	0.6376	0.6778
2017	双鸭山	0	0.2943	0.4777	0	0	0.7787	0.8872	0.7530	0.7530
2018	双鸭山	0	1.9785	3.0750	0	0.0943	0.7043	0.8610	0.6966	0.7594
2019	双鸭山	0	1.8075	4.6157	0	4.5032	0.6978	0.8738	0.6978	0.7031
2015~2019	大庆	0	0	0	0	0	0	0	0	0

资料来源：本文自行整理

表 10. 松弛量占投入/产出比重（伊春、佳木斯、七台河、牡丹江、黑河、绥化、大兴安岭）

年份	城市	产出				投入				
		地区 生产总值	进出口 总额	进口总额	出口总额	外商投资	灌溉面积	能源 消费量	固定资产 总额	工业企业 单位数
2015	伊春	0.1642	6.6920	27.9201	0	3.2178	0.7545	0.7775	0.0001	0.7452
2016	伊春	0.2483	0.5529	6.1548	0	56.2346	0.6297	0.8230	0.7954	0.6297
2017	伊春	0.2309	0.5752	2.6626	0.0250	0	0.6850	0.8908	0.8378	0.6850
2018	伊春	0.2392	2.0992	13.2535	0	5.0586	0.7527	0.9256	0.8326	0.6360
2019	伊春	0.2390	0.6457	2.4061	0	0	0.7499	0.9431	0.7591	0.6576
2015	佳木斯	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	佳木斯	0.0675	0.0531	0.1354	0	0	0.7875	0.2256	0.2256	0.3692
2017	佳木斯	0	0.3323	0.7490	0	0	0.8227	0.3604	0.3604	0.3750
2018	佳木斯	0	0.7041	1.1131	0	6.4467	0.9162	0.6467	0.6758	0.7011
2019	佳木斯	0	0.5450	0.8913	0	8.6563	0.9414	0.6913	0.6908	0.7059
2015	七台河	0	273.4090	1,272.516	9.2773	3.8895	0.6682	0.9317	0.0001	0.7562
2016	七台河	0.0463	55.5653	60.4108	59.1343	0	0.0158	0.9085	0.6808	0.0410
2017	七台河	0.0660	2.5075	2.9765	2.3610	0	0.5466	0.9602	0.8832	0.7575
2018	七台河	0.0290	7.8828	5.2730	14.3865	0	0.5282	0.9704	0.9178	0.7817
2019	七台河	0.0946	1.8245	0	10.0436	7.9410	0.5867	0.9719	0.9216	0.8078
2015~2019	牡丹江	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015~2019	黑河	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	绥化	0.3300	4.1171	8.5527	1.1227	0	0.8497	0.5842	0.0001	0.5918
2016	绥化	0.5623	2.4108	9.5845	0.9156	0	0.8280	0.6219	0.6219	0.6846
2017	绥化	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2018	绥化	0.5298	1.4992	1.9782	0.5396	0	0.9437	0.8224	0.7724	0.8057
2019	绥化	0.5563	0.0531	0.0736	0	0.1289	0.9626	0.8836	0.8302	0.8499
2015~2019	大兴安岭	0	0	0	0	0	0	0	0	0

资料来源：本文自行整理

从全要素生产率来看，有齐齐哈尔、鸡西等 9 个城市指数大于 1，说明这些城市生产效率较高，呈正向增长，而哈尔滨等城市呈负增长。而在综合技术效率值小于 1 的城市中，例如鸡西、鹤岗等，由于技术进步最终全要素生产率也实现了正增长，由此可见，技术进步对于生产效率影响显著。从整体来看，黑龙江省生产效率较为良好。

从年份来看黑龙江整体，在综合技术效率方面，2016 年与 2019 年效率值大于 1，2017 年与 2018 年值小于 1，技术进步正与之相反，且 2018 年达到 3.185，远超其他年份，从而导致最终全要素生产率指数也在 2017、2018 两年份大于 1，其余年份小于 1，说明技术进步能够弥补在投入与产出中的不足。

表 11. 黑龙江 13 个城市 Malmquist 指数结果

城市	综合技术效率 effch	技术变化 teachch	纯技术效率 pech	规模效率 tech	全要素生产率 tfpch
哈 尔 滨	1.000	0.961	1.000	1.000	0.961
齐 齐 哈 尔	1.075	1.179	1.073	1.002	1.267
鸡 西	0.859	1.252	0.816	1.052	1.075
鹤 岗	0.946	1.249	0.921	1.027	1.182
双 鸭 山	0.701	1.127	0.741	0.945	0.790
大 庆	1.000	1.703	1.000	1.000	1.703
伊 春	1.065	1.260	1.077	0.989	1.342
佳 木 斯	0.752	1.498	0.746	1.008	1.126
七 台 河	1.138	0.882	1.056	1.077	1.003
牡 丹 江	1.000	1.421	1.000	1.000	1.421
黑 河	0.844	1.383	1.000	0.844	1.167
绥 化	0.766	1.252	0.788	0.972	0.959
大兴安岭	1.000	0.781	1.000	1.000	0.781
2016	1.005	0.841	0.994	1.011	0.845
2017	0.785	1.524	0.835	0.940	1.196
2018	0.756	3.158	0.906	0.835	2.388
2019	1.225	0.515	1.004	1.220	0.630

资料来源：2016~2020 黑龙江统计年鉴

## 5. 结论与对策

### 5.1 研究结论

利用 DEA 模型分析 2015 年到 2019 年的黑龙江 13 个地区投入与产出数据，可以得出在省内城市间生产效率存在一定差异，五年中黑龙江在投入与产出以及规模上匹配良好的城市仅有大庆、牡丹江以及齐齐哈尔三个城市，其余十个城市都出现了生产效率低下，投入产出结构不合理的问题。以投入产出松弛量与原始投入产出数据计算占比结果得出，无论是黑龙江整体还是从黑龙江 13 个城市单独来看，绝大部分在固定资产投资与工业企业单位数两个投入要素上表现出资源使用效率高的结果，即工业方面投入，其次为农业方面投入，而资源使用效率最低的为能源投入，说明在能源消费量方面存在较为严重的资源浪费现象。而工业的资源投入在更大程度上推动了黑龙江生产效率的提高。

通过对黑龙江 13 个地区 Malmquist 指数的整体分析，从城市状况来看综合技术

效率大于1的城市有7个，全要素生产率大于1的城市有9个，整体态势良好，但仍存在很大的进步空间。其中，有部分城市在两者间并不重合，原因在于受综合技术效率和技术进步的双重影响，在一方数值过低时，会拉低最后计算的总体数值，证明在一个城市的发展中技术要素与投入产出的量度配合极为重要。从年份数据来看，在2016年至2018年全要素生产率指数呈现上升趋势，最高值达2.388，但在2019年大幅度下降到0.630，其中2017与2018年技术进步大于1，Malmquist指数也大于1，2019年技术进步率仅为0.515从而也导致了Malmquist指数大幅下降。由此再一次印证了技术进步在生产效率中的关键作用。

黑龙江13个地区的投入产出冗余量每年都在有所变化，说明了各城市的要素使用方式还有待于改进，在现阶段城市都在不断调整要素量以达到最高的生产效率来避免资源浪费，希望达到以高效率发展城市经济。

## 5.2 对策分析

针对上述投入因素的冗余与产量不足情况来看，黑龙江城市效率大多未达到有效，还需提高改进。在黑龙江总体层面来讲，可以从以下方面来寻求方法：一是从要素的投入中下手，对于投入过多的部分合理减少，黑龙江13地中应加大对冗余进行的调整，以适应规模与产出能力；二是在投入产出合理的情况下调整规模地大小来提高整体生产效率；三是重视发展的质量，优化生产环境，达到高效发展；四是重视省内城市均衡发展，因地制宜，发展各地优势产业，以达到提升黑龙江省整体生产效率的目的；五是提升技术进步率，除基本要素外，提高创新、生产方式、技能等方面来弥补其他方面的缺陷，从多方面下手，因地制宜，提高资源利用率，避免资源浪费，提升生产效率。本文研究发现资源浪费主要存在于农业资源以及能源等方面，因此对于农业来讲，除以上对策外，还可以从以下方面入手，如指定合理的区域投资政策和合适的产业投资政策，依据地域特点制定十一的发展方式；建设效率型的生产模式，依托于科技技术创新，提升整体生产效率。对于能源资源来说，要贯彻“节约、集约、减约”理念，在采选、加工以及利用过程中全面构建高效利用方式，做到科学有效利用（温红梅与王雪莹，2016）。

## 参考文献

1. 孙浩进、闫晨佳（2020）。黑龙江省经济发展的现状、趋势与路径分析。牡丹江师范学院学报（社会科学版），1，81-93。
2. 李思（2012）。基于DEA模型的四川省农业效率评价。天津农业科学，18(2)，80-82。
3. 张协奎、杨林慧、陈伟清、林剑（2012）。基于DEA-Malmquist指数的北部湾经济区行政效率分析。管理世界，8，176-177。
4. 李澎、刘若阳、李健（2016）。中国城市行政等级与资源配置效率。经济地理，36(10)，46-51。
5. 廖功磊（2010）。基于DEA法的四川农业生产效率综合分析。商业时代，21，121-123。
6. 温红梅、王雪莹（2016）。黑龙江省农业生产效率影响因素的实证分析。哈尔滨商业大学学报（社会科学版），3，78-84。

收稿日期：2022-01-22

责任编辑、校对：栾文菁、曾奕婷