https://doi.org/10.52288/mice.27069273.2022.03.04

基於 DEA 與 Malmquist 生產率指數分析影響黑龍江省生產效率的因素

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

侯文靜[1*] 牟一敏[2]
Wen-Jing Hou Yi-Min Mou

摘要

生產效率是在固定投入量下，制程的實際產出與最大產出兩者之間的比率，可以直觀有效的分析資源利用的有效性以及地區發展情況。隨著社會的發展，提高生產效率對於一個地區的經濟提升有著重要意義。本文以黑龍江省為例，運用 DEA 模型以及 Malmquist 生產率指數，從農業、工業以及能源三種角度來分析其各自對於黑龍江省生產效率的影響。通過結果得出，黑龍江在工業上的投入的使用率最為可觀，資源浪費較少，而能源的投入則表現出使用率低下的現象。建議合理分配要素投入，提高改善技術，以達到資源的有效利用。

關鍵詞：生產效率、DEA 模型、Malmquist 指數

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”時期是我在全面建成小康社會、實現第一個百年奮鬥目標之後，繼而進行全面建設社會主義現代化國家，向第二個百年奮鬥目標進軍的新時期。黑龍江省也積極響應黨中央部署，科學編制並落實十四五規劃，在龍江全面振興，全方位振興中

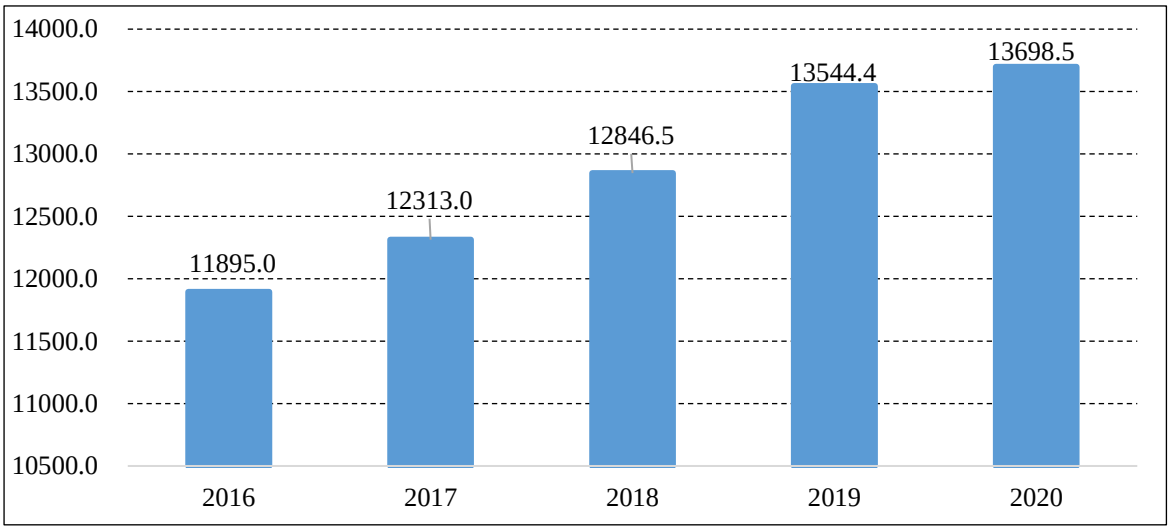
[1] 廈門大學嘉庚學院國際商務學院國際經濟與貿易專業 1468933154@qq.com*通訊作者
[2] 集美大學誠毅學院人文科學系法學專業 2571519645@qq.com

 All rights reserved.

取得了重大突破。黑龍江省經濟不斷發展，地區生產總值不斷增加，但在其順應政策發展的同時，也在長期發展中存在結構性、體制性和市場化程度不高等深層次矛盾比較突出，工業中傳統行業比重大，大項目帶動作用不夠，資源精深加工不夠，若干產業領域的增長潛力還沒有充分釋放等問題（孫浩進與閆晨佳，2020），本文將從黑龍江省下設的12個城市及1個地區，詳細分析省內生產效率現狀。

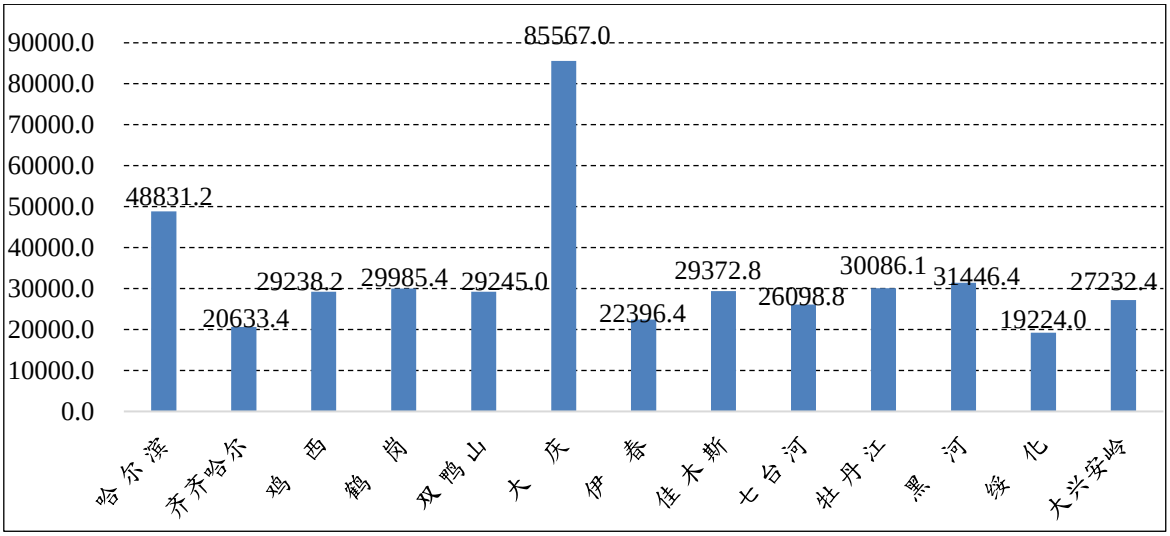
2. 黑龍江省發展現狀

黑龍江省地處中國東北部，下設哈爾濱、齊齊哈爾、雞西、鶴崗、雙鴨山、大慶、伊春、佳木斯、七台河、牡丹江、黑河、綏化、大興安嶺等12個城市、1個地區。地域遼闊，自然資源豐富，發展經濟優勢明顯。如圖1、圖2所示，2020年，黑龍江省實現地區生產總值（GDP）13,698.5億元，比上年增長1.0%；其中以大慶為首，GDP增長量最大，其次為哈爾濱，剩餘各市水平相近。



資料來源：2021 黑龍江省經濟發展研究報告

圖 1. 2016~2020 年黑龍江 GDP 發展情況（單位：億元）



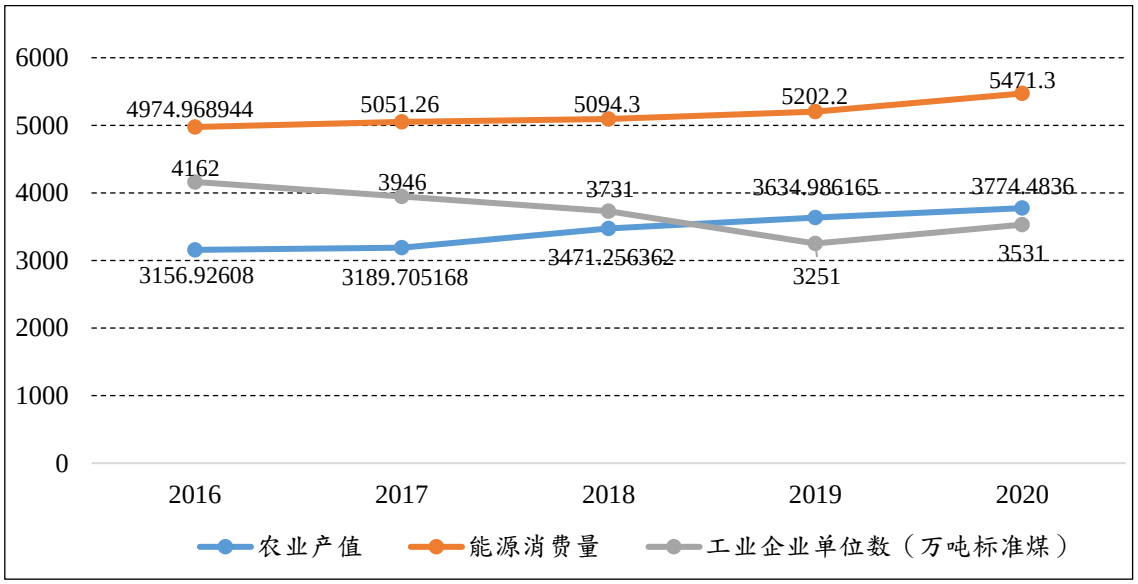
資料來源：2016~2020 黑龍江統計年鑒

圖 2. 2015~2019 年黑龍江各地區平均 GDP（單位：億元）

近年來，黑龍江省現代農業發展速度不斷加快，整體水平位於全國前列，黑龍江通過深化現代農業綜合配套改革等措施，在產能、生產條件、生態建設、科技水平、等方面取得了重大成就，極大的促進了農業的現代化發展。自 2016 年至 2019 年，黑龍江農業產值呈直線上升趨勢，農業水平不斷提高。

黑龍江作為老工業基地，在新時期也緊抓工業現代化改革，加快建設工業強省。黑龍江工業要緊緊圍繞推動現代產業體系建設實現新突破，科學把握新發展階段，系統準確全面貫徹新發展理念，自覺全面融入新發展格局，堅持推動高質量發展。[3]黑龍江省企業數量自 2018 年開始回升增長，致力於建設百億級、千億級、萬億級企業，實現工業跨越式增長。

能源作為現代化建設的基礎和動力，是經濟發展不可或缺的因素，黑龍江全面落實新發展理念，深化改革開放，奮力全面振興黑龍江發展，深化能源供給側結構性改革、轉變能源利用方式、提高能源利用效率，力求保障經濟社會可持續發展。能源消費量可觀察能源消費水平，黑龍江省能源消費量呈上升趨勢，印證了能源在經濟發展中的運用（圖 3）。



資料來源：2020 黑龍江統計年鑒

圖 3. 2015~2019 年黑龍江省農業、工業、能源發展情況

3. 生產效率評價指標體系的構建及模型的選擇

3.1 評價指標體系

本文主要探究農業、工業以及能源三方面對於黑龍江省生產效率的影響。灌溉面積是指一般年景下能進行正常灌溉的耕地面積，能夠有效衡量農業情況，因此農業選取灌溉面積；固定資產是企業賴以生產經營的主要資產，工業企業數能表明工業規模，據此工業選取固定資產與工業企業數為指標；能源消費量表現了在生產發展中能源的使用情況，能源則選取能源消費量來作為投入指標進行研究。為分析黑龍江省生產效率整體情況，本文選取黑龍江 13 地自 2015~2019 年的投入產出作為數據樣本（表 1）。

[3] 數據來源：黑龍江省政府（2021）。加快建設工業強省 黑龍江省“十四五”構建“433”工業新體系。https://www.hlj.gov.cn/n200/2021/0310/c35-11015396.html

表 1. 黑龍江生產效率評價指標體系

投入指標（X）		產出指標（Y）	
指標代碼	指標名稱	指標代碼	指標名稱
X_1	灌溉面積/千公頃	Y_1	地區生產總值/億元
X_2	能源消費量/萬噸標準煤	Y_2	進出口總額/萬元
X_3	固定資產總額/萬元	Y_3	進口總額/萬元
X_4	工業企業單位數/個	Y_4	出口總額/萬元
		Y_5	外商投資/萬美元

資料來源：本文自行整理

3.2 模型選擇

1978 年，Charnes 等提出了一種用於多投入多產出問題的效率評價方法，並將該方法命名為數據包絡分析法（Data Envelopment Analysis，簡稱 DEA）。DEA 方法是採用數學模型評價具有多元投入和產出的單位（稱為決策單元，簡記為 DMU）間的相對有效性（稱為 DEA 有效）的無參數計算方法（李思，2012）。

3.2.1 DEA 模型

本文中 DEA 數據包絡分析法主要思路是：將進行區域行政效率評價的 13 個城市作為決策單元，假設有 n 個，決策單元 DMU_j (j=1,2,…n)，DMU_j 的輸入、輸出向量分別為：

$$X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \cdots, x_{3j})T > 0, j = 1,2,\cdots,n$$
$$Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \cdots, y_{3j})T > 0, j = 1,2,\cdots,n$$

其中 n 為輸入指標的個數，s 為輸出指標的個數，由此構建基本模型。
BCC 模型：

$$\min\theta = \theta_0 \sum_{j=1}^{n} X_j\lambda_j - s^+ = Y_0 \sum_{i=1}^{n} \lambda_j = 1 \qquad (1)$$
$$\lambda \geq 0, j = 1,2,\cdots,n; s^+ \geq 0, s^- \geq 0$$

式（1）中，設其最優解為 λ^*、s^{*-}、s^{*+}、θ^*則可以對其進行 DEA 的有效性判斷。若 θ^*=1、s^{*-}=0、s^{*+}=0 則 DMU_j 為 DEA 有效；若 θ^*=1、$s^{*-} \neq 0$、$s^{*+} \neq 0$ 則 DMU_j 為 DEA 弱有效；若 θ^*>1 則 DMU_j 為 DEA 非有效，後兩種情形都需對決策對象進行改進（張協奎等，2012）。

3.2.2 Malmquist 指數

技術效率就是生產技術的利用效率，也就是生產前沿面和實際產出量之間的距離。技術水平的變化就是生產前沿面的移動，利用距離函數可以計算技術效率和技術進步。Malmquist 指數定義為：

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

式（2）中的 Malmquist 指數是在固定規模報酬的假定下的距離函數，也就是全

要素生產率，因此，其指數大於 1，就是生產率的進步；其指數小於 1，就是生產率的退步；其指數等於 1，就是生產率沒有變化。上式中的生產率指數可以分為技術效率的變化與技術變化。

4. 對黑龍江生產效率的實證分析

實證檢驗分為兩部分，一是分析黑龍江省 13 個地區 2015~2019 年的技術效率、純技術效率和規模效率的變動，二是 13 個地區的 Malmquist 指數變動。

4.1 黑龍江省城市生產效率DEA指數分析

黑龍江省 13 個地區在 2015~2019 年間，除大慶、牡丹江以及大興安嶺屬於 DEA 有效（即投入與產出處於最佳狀態）外，其餘 10 地都存在無效率現象（表 2、3、4、5）。

本文 DEA 指標以投入導向進行分析，哈爾濱在 2015 年、2016 年以及 2019 年為 DEA 有效，在 2017 年以及 2018 年出現規模效益遞減情況，由於純技術效率為 1，則說明對於技術效率而言，投入與產出相匹配，而對於規模而言，需要減小規模以達到有效。黑河狀況基本與哈爾濱相同，除 2015、2016 年外皆需要減小規模。而對於齊齊哈爾、雞西、伊春、七台河（2015 年除外）、綏化來說，規模效率絕大部分維持在 0.95 以上，說明規模效率良好，而純技術效率整體呈下降趨勢，說明技術效率影響了規模效益，導致了效率低下，可以追加投入擴大產出。鶴崗、雙鴨山、佳木斯等城市則大多年份需要減少規模效益，都呈現出了純技術效率低且規模效率也不高的情況，表明其需要大程度進行調整，投入產出以及規模都需改變，以相互適應以達到有效。

表 2. 投入導向下黑龍江城市 DEA 指數（哈爾濱、齊齊哈爾、雞西）

年份	哈爾濱				齊齊哈爾				雞西			
	技術效率	純技術效率	規模效率	規模效益	技術效率	純技術效率	規模效率	規模效益	技術效率	純技術效率	規模效率	規模效益
2015	1	1	1	-	0.750	0.754	0.994	遞增	0.720	0.883	0.815	遞減
2016	1	1	1	-	0.759	0.779	0.974	遞增	0.640	0.642	0.997	遞增
2017	0.783	1	0.783	遞減	0.216	0.226	0.957	遞增	0.476	0.491	0.970	遞減
2018	0.701	1	0.701	遞減	0.448	0.464	0.965	遞增	0.270	0.272	0.992	遞減
2019	1	1	1	-	1	1	1	-	0.391	0.392	0.998	遞增

資料來源：本文自行整理

表 3. 投入導向下黑龍江城市 DEA 指數（鶴崗、雙鴨山、大慶）

年份	鶴崗				雙鴨山				大慶			
	技術效率	純技術效率	規模效率	規模效益	技術效率	純技術效率	規模效率	規模效益	技術效率	純技術效率	規模效率	規模效益
2015	0.574	0.770	0.746	遞減	1	1	1	-	1	1	1	-
2016	0.535	0.633	0.845	遞減	0.272	0.362	0.751	遞減	1	1	1	-
2017	0.343	0.673	0.511	遞減	0.214	0.247	0.866	遞減	1	1	1	-
2018	0.166	0.476	0.349	遞減	0.152	0.303	0.500	遞減	1	1	1	-
2019	0.459	0.554	0.829	遞減	0.241	0.302	0.797	遞減	1	1	1	-

資料來源：本文自行整理

表 4. 投入導向下黑龍江城市 DEA 指數（伊春、佳木斯、七台河）

年份	伊春				佳木斯				七台河			
	技術效率	純技術效率	規模效率	規模效益	技術效率	純技術效率	規模效率	規模效益	技術效率	純技術效率	規模效率	規模效益
2015	0.235	0.255	0.924	遞增	0.963	1	0.963	遞減	0.226	0.332	0.680	遞減
2016	0.339	0.370	0.914	遞增	0.764	0.774	0.987	遞增	0.963	0.984	0.978	遞增
2017	0.281	0.315	0.892	遞增	0.510	0.640	0.798	遞減	0.426	0.453	0.940	遞增
2018	0.330	0.364	0.908	遞增	0.273	0.353	0.771	遞減	0.459	0.472	0.974	遞增
2019	0.303	0.342	0.884	遞增	0.308	0.309	0.995	遞減	0.379	0.413	0.916	遞增

資料來源：本文自行整理

表5. 投入導向下黑龍江城市DEA指數（牡丹江、黑河、綏化、大興安嶺）

年份	牡丹江				黑河			
	技術效率	純技術效率	規模效率	規模效益	技術效率	純技術效率	規模效率	規模效益
2015	1	1	1	-	1	1	1	-
2016	1	1	1	-	1	1	1	-
2017	1	1	1	-	0.874	1	0.874	遞減
2018	1	1	1	-	0.450	1	0.450	遞減
2019	1	1	1	-	0.507	1	0.507	遞減
年份	綏化				大興安嶺			
	技術效率	純技術效率	規模效率	規模效益	技術效率	純技術效率	規模效率	規模效益
2015	0.436	0.441	0.989	遞增	1	1	1	-
2016	0.365	0.378	0.965	遞增	1	1	1	-
2017	1	1	1	-	1	1	1	-
2018	0.204	0.228	0.895	遞增	1	1	1	-
2019	0.150	0.170	0.883	遞增	1	1	1	-

資料來源：本文自行整理

投入冗餘狀態反映了實際投入與相對最優投入之間的差距。從技術的角度來說，技術效率不高並不必然表現為投入出現冗餘，但投入出現冗余必然給技術效率帶來負面影響。李澎等（2016）對黑龍江省 13 個地區的冗餘進行計算（附表 6、7、8），其中除哈爾濱、大慶、牡丹江、黑河以及大興安嶺在 2016~2019 年是無冗餘外，其他省市皆在不同方面出現了不同程度的冗餘。在產出因素不能決定時，應當對投入因素進行調整，在此計算中表現為對灌溉面積、能源消費量、固定資產總額以及工業企業單位數的投入進行減少，尤其為工業指標的投入。

由於投入因素不同，原始投入量也不同，單觀察冗餘量無法準確判斷資源的使用情況，因此，現以產生的投入與產出鬆弛量與原數據做除法計算，比較每年要素冗餘占比情況，以其所占比例的大小來判斷觀察資源的使用率情況（附表 9、10），若占比小即表示資源使用率高，得到了有效利用，浪費量較低，反之則體現出資源浪費。根據對黑龍江 13 個地區 5 年的冗餘占比計算結果得：在本文所研究的四個投入中，灌溉面積的冗餘占比為 51.3617，能源消費量為 53.9795，固定資產投資占比 39.9562 以及工業企業單位數占比為 41.3961。總括來講，固定資產投資的冗餘占比為四者中最低，即黑龍江省對固定資產投資的利用率更為有效，浪費量較低，其次為工業企業單位，而對能源的投入過多，未能達到更有效地使用。由此總結概括得出，黑龍江省在工業上的投入資源使用率較高，對黑龍江省生產率貢獻大，而在能源上則表現出使

用率低的現象，影響了黑龍江省整體生產效率的提升。

表 6. 黑龍江省各城市投入產出鬆弛量情況（哈爾濱、齊齊哈爾、雞西、鶴崗）

產出						
年份	城市	地區生產總值	進出口總額	進口總額	出口總額	外商投資
2015~2019	哈爾濱	0	0	0	0	0
2015	齊齊哈爾	10,382.583	110,386.230	108,932.214	1,454.192	0
2016	齊齊哈爾	10,754.346	79,263.734	60,999.180	19,044.033	0
2017	齊齊哈爾	5,649.647	1,237.443	1,237.443	0	0
2018	齊齊哈爾	9,517.293	2,238,290.222	1,955,262.639	283,027.583	0
2019	齊齊哈爾	0	0	0	0	0
2015	雞西	0	61,791.254	41,017.481	20,774.662	0
2016	雞西	118.608	26,301.829	26,830.116	0	0
2017	雞西	0	26,103.634	26,103.639	0	0
2018	雞西	0	465,793.727	465,793.727	0	7,309.948
2019	雞西	480.337	526,143.471	526,143.471	0	2,138.087
2015	鶴崗	0	66,212.455	58,898.512	7,315.505	3,743.513
2016	鶴崗	0	28,867.446	20,465.315	8,957.533	2,708.301
2017	鶴崗	0	26,253.936	16,621.593	9,632.356	3,786.132
2018	鶴崗	0	262,346.645	238,095.854	24,251.791	2,144.332
2019	鶴崗	0	68,298.238	0	68,298.238	0

投入					
年份	城市	灌溉面積	能源消費量	固定資產總額	工業企業單位數
2015~2019	哈爾濱	0	0	0	0
2015	齊齊哈爾	512.768	229.672	1,343,425.883	90.644
2016	齊齊哈爾	658.869	152.357	1,213,154.368	84.244
2017	齊齊哈爾	739.211	326.986	3,972,835.914	284.109
2018	齊齊哈爾	795.504	352.059	5,258,461.871	168.197
2019	齊齊哈爾	0	0	0	0
2015	雞西	76.279	175.101	183,792.287	13.574
2016	雞西	101.685	151.894	727,878.458	39.400
2017	雞西	124.090	179.980	1,171,929.074	69.797
2018	雞西	147.504	211.737	2,532,269.884	128.923
2019	雞西	171.669	208.176	3,120,207.727	111.794
2015	鶴崗	81.701	80.690	45.580	22.790
2016	鶴崗	101.502	199.724	547,580.841	34.504
2017	鶴崗	82.364	220.130	489,215.019	35.684
2018	鶴崗	108.672	258.696	1,206,531.336	90.847
2019	鶴崗	65.684	243.109	1,627,598.514	57.937

資料來源：本文自行整理

表 7. 黑龍江省各城市投入產出鬆弛量情況（雙鴨山、大慶、伊春、佳木斯）

產出						
年份	城市	GDP	進出口總額	進口總額	出口總額	外商投資
2015	雙鴨山	0	0	0	0	0
2016	雙鴨山	0	11,161.802	10,959.801	1,016.390	4,334.273
2017	雙鴨山	0	4,251.181	4,251.192	0	0
2018	雙鴨山	0	202,042.556	202,041.556	0	269.516
2019	雙鴨山	0	252,409.853	252,409.853	0	1,152.812
2015~2019	大慶	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	灌溉面積	能源消費量	固定資產總額	工業企業單位數
2015	雙鴨山	0	0	0	0
2016	雙鴨山	64.848	335.422	1,595,465.227	86.083
2017	雙鴨山	83.794	334.485	1,695,919.146	108.428
2018	雙鴨山	72.187	363.432	2,407,277.939	109.354
2019	雙鴨山	71.513	335.129	3,301,622.150	114.600
2015~2019	大慶	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

資料來源：本文自行整理

表 8. 黑龍江省各城市投入產出鬆弛量情況
（七台河、牡丹江、黑河、綏化、大興安嶺）

		產出				
年份	城市	GDP	進出口總額	進口總額	出口總額	外商投資
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	綏化	5,915.635	79,509.423	66,565.521	12,944.002	0
2016	綏化	10,448.278	43,915.720	30,233.470	13,791.202	0
2017	綏化	0	0	0	0	0
2018	綏化	10,379.069	531,038.739	467,404.15	63,634.585	0
2019	綏化	11,707.255	22,131.392	22,131.392	0	287.288
2015~2019	大興安嶺	0	0	0	0	0
		投入				
年份	城市	灌溉面積	能源消費量	固定資產總額	工業企業單位數	
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	綏化	441.847	126.774	192.649	223.694	
2016	綏化	476.698	145.975	1,963,500.609	255.369	
2017	綏化	0	0	0	0	
2018	綏化	569.152	217.452	2,433,919.211	253.807	
2019	綏化	579.286	229.862	3,421,412.609	276.213	
2015~2019	大興安嶺	0	0	0	0	

資料來源：本文自行整理

4.2 黑龍江省城市 Malmquist 指數分析

對黑龍江省下 13 地在 2015~2019 年份的 Malmquist 指數分析如表 11，其中，綜合技術效率等於純技術效率與規模效率的乘積，全要素生產率等於綜合技術效率與技術變化的乘積。綜合效率分析主要看該產區的技術水平、管理能力是否與其經營規模相適應，看投入和產出是否達到最佳匹配的情況。廖功磊（2010）從綜合技術效率來看，綜合五年數據，共有 7 個城市的綜合技術效率大於或等於 1，其中七台河指數最高，達 1.138，13 個城市中雙鴨山最低，僅有 0.701，綜合技術效率小於 1 的說明急需提升生產效率。技術進步指數是衡量技術進步的一個指標，指數值小於 1 表示技術退步，反之則進步。從技術變化來看，僅有哈爾濱、七台河以及大興安嶺三個城市技術進步小於 1，其餘 10 個城市的進步值皆大於 1。

表 9. 鬆弛量占投入/產出比重（哈爾濱、齊齊哈爾、雞西、鶴崗、雙鴨山、大慶）

		產出					投入			
年份	城市	地區生產總值	進出口總額	進口總額	出口總額	外商投資	灌溉面積	能源消費量	固定資產總額	工業企業單位數
2015~2019	哈爾濱	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	齊齊哈爾	0.5500	1.9664	8.8823	0.0331	0	0.7595	0.4888	0.2456	0.2456
2016	齊齊哈爾	0.5344	3.0554	6.6056	1.1398	0	0.7753	0.3960	0.2205	0.2205
2017	齊齊哈爾	0.2753	0.0791	0.1821	0	0	0.8635	0.8378	0.8779	0.7741
2018	齊齊哈爾	0.4537	8.6144	35.7759	1.3794	0	0.9085	0.7596	0.7606	0.5357
2019	齊齊哈爾	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	雞西	0	2.4487	13.6407	0.9347	0	0.4723	0.6202	0.1170	0.1170
2016	雞西	0.0043	1.3847	7.9868	0	0	0.6093	0.6176	0.3582	0.3582
2017	雞西	0	1.1774	8.1383	0	0	0.7307	0.7182	0.5780	0.5095
2018	雞西	0	2.7080	11.8206	0	0.4415	0.8443	0.8456	0.8081	0.7284
2019	雞西	0.0149	2.3871	16.6919	0	0.9675	0.8421	0.8275	0.7580	0.6076
2015	鶴崗	0	2.9918	57.0170	0.3468	0.5111	0.5619	0.4233	0	0.2302
2016	鶴崗	0	3.6951	7.4647	1.7665	0.2944	0.6498	0.7339	0.3671	0.3671
2017	鶴崗	0	1.7099	1.2259	5.3658	1.0145	0.5854	0.7588	0.3274	0.3274
2018	鶴崗	0	3.4610	3.3943	4.2890	21.2310	0.8044	0.7992	0.5235	0.7571
2019	鶴崗	0	0.3641	0	10.4465	0	0.4861	0.7685	0.4457	0.4457
2015	雙鴨山	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	雙鴨山	0	0.8132	1.4468	0.1653	1.4448	0.6376	0.8339	0.6376	0.6778
2017	雙鴨山	0	0.2943	0.4777	0	0	0.7787	0.8872	0.7530	0.7530
2018	雙鴨山	0	1.9785	3.0750	0	0.0943	0.7043	0.8610	0.6966	0.7594
2019	雙鴨山	0	1.8075	4.6157	0	4.5032	0.6978	0.8738	0.6978	0.7031
2015~2019	大慶	0	0	0	0	0	0	0	0	0

資料來源：本文自行整理

表 10. 鬆弛量占投入/產出比重（伊春、佳木斯、七台河、牡丹江、黑河、綏化、大興安嶺）

		產出				投入				
年份	城市	地區生產總值	進出口總額	進口總額	出口總額	外商投資	灌溉面積	能源消費量	固定資產總額	工業企業單位數
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	綏化	0.3300	4.1171	8.5527	1.1227	0	0.8497	0.5842	0.0001	0.5918
2016	綏化	0.5623	2.4108	9.5845	0.9156	0	0.8280	0.6219	0.6219	0.6846
2017	綏化	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2018	綏化	0.5298	1.4992	1.9782	0.5396	0	0.9437	0.8224	0.7724	0.8057
2019	綏化	0.5563	0.0531	0.0736	0	0.1289	0.9626	0.8836	0.8302	0.8499
2015~2019	大興安嶺	0	0	0	0	0	0	0	0	0

資料來源：本文自行整理

從全要素生產率來看，有齊齊哈爾、雞西等 9 個城市指數大於 1，說明這些城市生產效率較高，呈正向增長，而哈爾濱等城市呈負增長。而在綜合技術效率值小於 1 的城市中，例如雞西、鶴崗等，由於技術進步最終全要素生產率也實現了正增長，由此可見，技術進步對於生產效率影響顯著。從整體來看，黑龍江省生產效率較為良好。

從年份來看黑龍江整體，在綜合技術效率方面，2016 年與 2019 年效率值大於 1 ，2017 年與 2018 年值小於 1，技術進步正與之相反，且 2018 年達到 3.185，遠超其他年份，從而導致最終全要素生產率指數也在 2017、2018 兩年份大於 1 ，其餘年份小於 1，說明技術進步能夠彌補在投入與產出中的不足。

表 11. 黑龍江 13 個城市 Malmquist 指數結果

城市	綜合技術效率 effch	技術變化 teachch	純技術效率 pech	規模效率 tech	全要素生產率 tfpch
哈爾濱	1.000	0.961	1.000	1.000	0.961
齊齊哈爾	1.075	1.179	1.073	1.002	1.267
雞西	0.859	1.252	0.816	1.052	1.075
鶴崗	0.946	1.249	0.921	1.027	1.182
雙鴨山	0.701	1.127	0.741	0.945	0.790
大慶	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
綏化	0.766	1.252	0.788	0.972	0.959
大興安嶺	1.000	0.781	1.000	1.000	0.781
年份 2016	1.005	0.841	0.994	1.011	0.845
年份 2017	0.785	1.524	0.835	0.940	1.196
年份 2018	0.756	3.158	0.906	0.835	2.388
年份 2019	1.225	0.515	1.004	1.220	0.630

資料來源：2016~2020 黑龍江統計年鑒

5. 結論與對策

5.1 研究結論

本文利用 DEA 模型分析 2015 年到 2019 年的黑龍江 13 個地區投入與產出數據，可以得出在省內城市間生產效率存在一定差異，五年中黑龍江在投入與產出以及規模上匹配良好的城市僅有大慶、牡丹江以及齊齊哈爾三個城市，其餘十個城市都出現了生產效率低下，投入產出結構不合理的問題。以投入產出鬆弛量與原始投入產出數據計算占比結果得出，無論是黑龍江整體還是從黑龍江 13 個城市單獨來看，絕大部分在固定資產投資與工業企業單位數兩個投入要素上，表現出資源使用效率高的結果，即工業方面投入，其次為農業方面投入，而資源使用效率最低的為能源投入，說明在能源消費量方面存在較為嚴重的資源浪費現象。而工業的資源投入在更大程度上推動了黑龍江生產效率的提高。

通過對黑龍江 13 個地區 Malmquist 指數的整體分析，從城市狀況來看，綜合技

術效率大於 1 的城市有 7 個，全要素生產率大於 1 的城市有 9 個，整體態勢良好，但仍存在很大的進步空間。其中，有部分城市在兩者間並不重合，原因在於受綜合技術效率和技術進步的雙重影響，在一方數值過低時，會拉低最後計算的總體數值，證明在一個城市的發展中技術要素與投入產出的量度配合極為重要。從年份數據來看，在 2016 年至 2018 年全要素生產率指數呈現上升趨勢，最高值達 2.388，但在 2019 年大幅度下降到 0.630，其中 2017 與 2018 年技術進步大於 1，Malmquist 指數也大於 1，2019 年技術進步率僅為 0.515 從而也導致了 Malmquist 指數大幅下降。由此再一次印證了技術進步在生產效率中的關鍵作用。

黑龍江 13 個地區的投入產出冗餘量每年都在有所變化，說明了各城市的要素使用方式還有待於改進，在現階段城市都在不斷調整要素量以達到最高的生產效率來避免資源浪費，希望達到以高效率發展城市經濟。

5.2 對策分析

針對上述投入因素的冗餘與產量不足情況來看，黑龍江城市效率大多未達到有效，還需提高改進。在黑龍江總體層面來講，可以從以下方面來尋求方法：一是從要素的投入中下手，對於投入過多的部分合理減少，黑龍江 13 地中應加大對冗餘進行的調整，以適應規模與產出能力；二是在投入產出合理的情況下調整規模地大小來提高整體生產效率；三是重視發展的質量，優化生產環境，達到高效發展；四是重視省內城市均衡發展，因地制宜，發展各地優勢產業，以達到提升黑龍江省整體生產效率的目的；五是提升技術進步率，除基本要素外，提高創新、生產方式、技能等方面來彌補其他方面的缺陷，從多方面下手，因地制宜，提高資源利用率，避免資源浪費，提升生產效率。本文研究發現資源浪費主要存在於農業資源以及能源等方面，因此對於農業來講，除以上對策外，還可以從以下方面入手，如指定合理的區域投資政策和合適的產業投資政策，依據地域特點制定十一的發展方式；建設效率型的生產模式，依託於科技技術創新，提升整體生產效率。對於能源資源來說，要貫徹“節約、集約、減約”理念，在採選、加工以及利用過程中全面構建高效利用方式，做到科學有效利用（溫紅梅與王雪瑩，2016）。

參考文獻

1. 孫浩進、閆晨佳（2020）。黑龍江省經濟發展的現狀、趨勢與路徑分析。牡丹江師範學院學報（社會科學版），1，81-93。
2. 李思（2012）。基於 DEA 模型的四川省農業效率評價。天津農業科學，18(2)，80-82。
3. 張協奎、楊林慧、陳偉清、林劍（2012）。基於 DEA-Malmquist 指數的北部灣經濟區行政效率分析。管理世界，8，176-177。
4. 李澎、劉若陽、李健（2016）。中國城市行政等級與資源配置效率。經濟地理，36(10)，46-51。
5. 廖功磊（2010）。基於 DEA 法的四川農業生產效率綜合分析。商業時代，21，121-123。
6. 溫紅梅、王雪瑩（2016）。黑龍江省農業生產效率影響因素的實證分析。哈爾濱商業大學學報（社會科學版），3，78-84。

收稿日期：2022-01-22

責任編輯、校對：欒文菁、曾奕婷