

基於Malmquist-DEA模型的澳門 “智慧旅遊”生產力研究

陳頌泓

[摘要] 本文採用Malmquist-DEA模型測量澳門2008—2016年的城市“智慧旅遊”生產力的變化。通過研究得出如下結論：（1）澳門特區政府為澳門“智慧旅遊”提供了較好的硬件和軟件基礎；（2）未來澳門城市“智慧旅遊”的蓬勃發展應側重提升資訊科技水平，相應減少旅遊業人員等方面的投入。

[關鍵詞] 澳門 智慧旅遊 Malmquist-DEA

2008年11月IBM提出的“智慧地球”概念被世界廣泛認可，而“智慧旅遊”作為由“智慧地球”引申而來的一個全新的命題，是當今用資訊科技與旅遊業結合發展的主流模式。“智慧旅遊”是指通過ICT、Wifi等技術，利用多媒體資訊網絡、地理資訊系統等基礎設施平台整合城市旅遊資訊資源，從而建立旅遊電子商務、旅遊智慧管理等資訊化模式，逐步將城市的旅遊變得“智慧化”。

2017年澳門特別行政區政府為發展未來澳門智慧城市的計劃，已經與著名的阿里巴巴公司簽署合作協議——《構建智慧城市戰略合作框架協議》，在未來的發展過程中，阿里巴巴公司將把其人工智慧技術、雲計算系統應用在澳門的城市發展如城市交通管理、旅遊、醫療服務、城市綜合管理和人才培訓等方面，以期將澳門打造成一個“以數字引領科技，智慧服務民生”的智慧城市。作為一個特別行政區，旅遊業是澳門經濟、文化發展的重要支柱，在雙方合作的主要聚焦點上，將澳門打造成新型智慧旅遊城市，是協助其成為亞太區域智慧城市發展的重要舉措之一，“智慧旅遊”的建立是對澳門旅遊智慧化改造的實現，通過“智慧化”方式來整合已有的旅遊資源，可為旅客提供多樣性和多元化的旅遊服務，其旅遊體驗可以變得更方便、快捷、舒適和智慧化。

“智慧旅遊”的研究是未來城市旅遊業轉型至可持續發展的重要課題，本文選取有關“智慧旅遊”的基礎投入等變量，以澳門的“智慧旅遊”生產力為研究點來進行探討。

作者簡介：陳頌泓，澳門科技大學酒店與旅遊管理學院助理教授。

一、文獻綜述

DEA測量模型被廣泛應用於旅遊業效率的分析上，對有效地利用地區、城市的旅遊資源很有幫助。由於DEA模型僅限於分析橫截面的數據，而無法對縱向的截面數據進行分析，因此僅利用DEA模型進行分析探討仍存在着不足。當前已有眾多學者利用DEA模型對旅遊業展開研究，例如，翁綱民等利用DEA模型測量和分析秦皇島市旅遊資本效率，結論認為實現旅遊物質資本的合理配置和加強旅遊投資管理，可以進一步提高旅遊資本的利用效率。^①鄧洪波等基於DEA模型分析安徽省城市旅遊效率，並從城市的旅遊資源、城市的規模、經濟、交通和接待能力等各方面分析皖北、中、南三個地區的城市旅遊效率，並把三個地區旅遊效率作比較。^②閻友兵等使用DEA模型分析旅遊電子商務網站的效率，分析認為個別網站應加強其連結量和減少網站對象數量，以進行網站建設的優化。^③上述的文獻研究採用DEA對旅遊業領域作出分析，具有一定的意義，然而，DEA模型研究僅為單一年份的結果，無法在連續的時期中進行動態的測量，所以上述的研究仍存在一定的不足，在隨後的研究中，學者吳琳萍利用Malmquist指數模型測量旅遊上市公司的全要素生產率的變化，填補了DEA模型無法動態測量效率變化值的問題，該研究發現了旅遊市場需求的增長、資本要素投入的增加對全要素生產率起到了推動作用，而旅遊上市公司規模的遞減則影響了效率的提升。^④趙磊利用Malmquist-DEA指數方法測算2001—2009年中國省際旅遊全要素生產率，結論認為中國旅遊全要素生產率存在顯著的時空差異性。^⑤而在澳門方面，盧洪友等採用四階段DEA模型對澳門酒店業經營績效進行評估，結果顯示澳門酒店業在1991—2008年間平均效率得分為0.947，即產出在不增加投入下，仍有一定的改善空間。^⑥劉軍等引入DEA模型研究澳門會展業與第三產業的關係等。^⑦

澳門作為微型的獨立經濟體，旅遊業是最重要產業之一，尤其在回歸後，旅遊業的發展更為蓬勃，對澳門旅遊產業的研究具有一定的現實意義。有關對澳門地區的研究大多採用DEA測量模型進行分析，但其結果往往無法得知連續時期的效率變化情況，以DEA模型為基礎發展而來的Malmquist-DEA測量模型可以解決DEA模型的不足之處。此外，在現有對澳門地區的研究中，也較少從“智慧旅遊”這一視角來展開討論。因此，本文擬以澳門城市的“智慧旅遊”為出發點，利用Malmquist-DEA指數模型探討澳門在“智慧旅遊”方面的生產力變化，從中探討澳門在未來作為“智慧旅遊”城市該如何有效地整合現有的旅遊資源，並如何利用這些旅遊資源來更好地向本地市民和遊客提供服務。

- ① 翁綱民、王婷：《基於DEA的秦皇島市旅遊資本利用效率研究》，《企業經濟》（南昌）2012年第2期，第136—139頁。
- ② 鄧洪波、陸林：《基於DEA模型的安徽省城市旅遊效率研究》，《自然資源學報》（北京）2014年第2期，第313—323頁。
- ③ 閻友兵、馬朋：《基於DEA方法的旅遊電子商務網站效率評價研究》，《湖南財政經濟學院學報》（長沙）2013年第4期，第32—36頁。
- ④ 吳琳萍：《旅遊上市公司全要素生產率變化特徵及其影響因素—基於DEA-Malmquist指數分析方法》，《長春大學學報》（長春）2017年第3期，第7—15頁。
- ⑤ 趙磊：《中國旅遊全要素生產率差異與收斂實證研究》，《旅遊學刊》（北京）2013年第11期，第12—23頁。
- ⑥ 盧洪友、連信森：《澳門酒店業經營績效評估》，《旅遊學刊》（北京）2010年第2期，第54—59頁。
- ⑦ 劉軍、馬勇：《會展業與第三產業互動發展研究——以澳門為例》，《旅遊研究》（昆明）2016年第2期，第25—29頁。

二、研究方法

本研究利用現有的DEA測量模型和結合DEA發展而來的Malmquist測量模型來對澳門的城市“智慧旅遊”的生產力展開探討和分析，以下將對下面兩種數學模型進行介紹。

(一) DEA模型

Cooper等人於1978年創建了DEA模型。^① DEA模型是非參數型、估計生產前沿面為主的一種有效測量方法，它以採用數學規劃的模型來評價具有多投入、多產出決策單元（DMU）之間的相對有效性，假設對n個研究對象的效率進行測度與評價，相同時期的每一個研究對象被稱作一個決策單元（DMU），每個DMU在運營過程中均有m種投入X，r種產出Y。 x_{ij} 表示第j個DMU的第i種投入總量（ $i = 1, 2, \dots, m$ ）， y_{ij} 表示第j個DMU第i種產出總量（ $i = 1, 2, \dots, r$ ）。於是，第j個DMU的投入可表示為 $X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T$ ，產出可表示為 $Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{rj})^T$ ，用 (X_j, Y_j) 表示決策單元DMUj的整個經濟活動。令V為投入向量X的權係數向量，U為產出向量Y的權係數向量。以第j個DMU的效率為目標函數，記為 $D(X_{j0}, Y_{j0})$ ，以所有決策單元的效率指數為約束條件，得到最優化CCR模型：

$$D(X_{j0}, Y_{j0}) = \max \frac{U^T Y_{j0}}{V^T X_{j0}}$$

$$\text{s.t. } \frac{U^T Y_{j0}}{V^T X_{j0}} \leq 1 \quad (1)$$

$$U \geq 0, V \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

通過Charnes-Cooper變換，上述分式規劃可以轉換為等價的線性規劃模型：

$$\text{Min } \theta$$

$$\text{s.t. } \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j + s^- = \theta X_{j0}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j - s^+ = Y_{j0} \quad (2)$$

$$\lambda, s^-, s^+ \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

本研究根據澳門地區的情況，選取DEA-CCR模型來對測量城市“智慧旅遊”資源的效率。從技術效率方面來測度和評價當期的旅遊業相對效率，僅是一種靜態比較，無法測量，將在此基礎上，依據以下的Malmquist生產率指數（MPI）模型，來分澳門城市“智慧旅遊”效率的動態變化情況。

① A. Charnes, W. W. Cooper, *Management Models and Industrial Application of Linear Programming*, 2nd Edition, Volume 1, John Wiley & Sons, 1961.

(二) Malmquist指數模型

Malmquist指數最初由Malmquist提出，^① Sten Malmquist首先將該指數應用於生產率變化的測算，此後與DEA理論相結合，適用於評價跨時期的動態生產效率，在生產率測算中的應用廣泛。^② 在規模報酬不變（CRS）條件下，從t期到t+1期的Malmquist生產率指數公式如下：

$$M_t^{t+1} = \frac{d_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^t(x^t, y^t)} \left[\frac{d_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{d_0^t(x^t, y^t)}{d_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}$$

當M>1時表示生產率水平提高；M=1時表示生產率水平不變；M<1時表示生產率水平下降。數學模型的進一步分解可以分為技術變動指數與效率變動指數。

t至t+1時的效率變動指數（Efficiency Change Index）為：

$$EC = \frac{d_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^t(x^t, y^t)}$$

t至t+1時期的技術效率改變（Change in Technical Efficiency），因此有：

$$TC = \left[\frac{d_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{d_0^t(x^t, y^t)}{d_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}$$

三、變量選取與實證分析

本研究在參考學者們對“智慧旅遊”研究的基礎上，根據澳門地區的情況來選取相關“智慧旅遊”的投入產出變量，並利用這些變量進行了實證分析。

(一) 變量選取

本研究時間長度為2008—2016年，數據依據澳門特別行政區政府統計暨普查局、旅遊局、郵電局。以“智慧旅遊”為視角，從澳門地區的旅遊業基礎建設、科技基礎建設、自然文化資源、旅遊產出這四方面來選取投入和產出變量（表1）。

投入變量：在參考王恩旭對“智慧旅遊”研究的基礎上，根據澳門的城市旅遊基礎建設、科技基礎建設和自然文化資源三方面來選取投入變量，分別為：澳門政府對旅遊業投入的資金、旅遊業場所總數、旅遊業從業人員、Hot-spot熱點數、互聯網客戶數、世界文化遺產景點數。^③

產出變量：在參考王恩旭對旅遊產出的基礎上，選取澳門城市旅遊業歷年的入境旅客人次為產出變量。^④

① Sten Malmquist, “Index Numbers and Indifference Surfaces,” *Trabajos de Estadística y de Investigación Operativa*, Vol. 4, No. 2 (1953), pp. 209-242.

② Douglas W. Caves, Laurits R. Christensen, W. Erwin. Diewert, “The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity,” *Econometrica*, Vol. 50, No. 6 (1982), pp. 1393-1414; Douglas W. Caves, Laurits R. Christensen, W. Erwin. Diewert, “Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Numbers,” *The Economic Journal*, Vol. 92, No. 365 (1982), pp. 73-86.

③ 王恩旭：《基於G1-熵值的智慧旅遊城市建設水平評價模型及實證研究》，《大連理工大學學報（社會科學版）》（大連）2014年第2期。

④ 王恩旭：《基於G1-熵值的智慧旅遊城市建設水平評價模型及實證研究》，《大連理工大學學報（社會科學版）》（大連）2014年第2期。

表1 變量的描述性統計

	投入變量				產出變量
	旅遊業基礎建設			自然文化資源	旅遊產出
	政府對旅遊業投入資金（澳門幣）	旅遊業場所總數	旅遊從業人員	世界文化景點數	入境旅客（人次）
平均值	190,185,667	884	60,853	25	27,583,482
最大值	274,046,000	985	82,073	25	31,525,632
最小值	125,442,000	757	48,281	25	21,752,751
標準差	51,374,713	70	11,738	0	3,376,615

（二）實證分析

本研究的實證分析部分採用兩種不同的角度，以下將分兩種投入產出變量組合來進行測量和分析：

第一組：選取“政府對旅遊業投入資金”、“旅遊業場所總數”、“旅遊從業人員”、“Hot-spot熱點數”、“互聯網服務客戶數”為投入變量，“入境旅客人次”為產出變量。

第二組：選取“旅遊業場所總數”、“旅遊從業人員”、“Hot-spot熱點數”、“互聯網服務客戶數”、“世界文化景點”數為投入變量，“入境旅客人次”為產出變量。

（1）澳門城市“智慧旅遊”的技術效率

自2011—2013年，澳門城市“智慧旅遊”的效率（第一組）逐步下降分別為0.806、0.823和0.711。自2014—2016年“智慧旅遊”效率值上升為1（表2）。而從2010—2013年，澳門“智慧旅遊”效率值（第二組）逐步下降分別為0.969、0.816、0.762和0.757，自2014—2016年，效率值開始上升為1（表3）。兩組數據均說明，在部分時期，由於技術效率受政治性因素的影響而出現了明顯下降，但從總體看來澳門特區政府為城市“智慧旅遊”提供了相對較完善的基礎。

表2 澳門城市“智慧旅遊”技術效率（第一組）

第一組	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	平均值
澳門“智慧旅遊”技術效率	1.000	1.000	1.000	0.806	0.823	0.711	1.000	1.000	1.000	0.927

表3 澳門城市“智慧旅遊”技術效率（第二組）

第二組	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	平均值
澳門“智慧旅遊”技術效率	1.000	1.000	0.969	0.816	0.762	0.757	1.000	1.000	1.000	0.923

為了進一步研究不同類型的變量組合下，澳門旅遊業的效率變化水平，接下來將使用Malmquist-DEA測量模型來分析2008—2016年澳門“智慧旅遊”的生產力水平的變化。

（2）澳門城市“智慧旅遊”的生產力分析

在有關澳門“智慧旅遊”的城市生產力指數（第一組）方面，2008—2016年澳門旅遊業城市的效率變動指數總體維持在1上，說明澳門旅遊業的發展規模並沒有出現大幅度的改善（表4）。

從技術效率變動指數方面來看，2008—2009期間，澳門旅遊業的技術變動指數為1.243。2009—2010期間，澳門旅遊業的技術方面投入水平為1.210。2010—2011期間，澳門旅遊業的技術變動指數為0.438。2011—2012期間，澳門旅遊業的技術水平為1.280。2012—2013期間，澳門

旅遊業的技術變動指數為0.597。2013—2014期間，澳門旅遊業的技術變動指數為3.530。2014—2015期間，澳門旅遊業的技術變動指數為1.244。2015—2016期間，澳門旅遊業的技術變動指數為1.260。其中2010—2012、2012—2013這兩個期間的技術效率變動指數處於無效的狀態，分別為0.438和0.597。

從生產力指數方面來看，2008—2009期間，澳門旅遊業的生產力指數為1.243。2009—2010期間，澳門旅遊業的生產力指數水平為1.210。2010—2011期間，澳門旅遊業的生產力指數為0.438。2011—2012期間，澳門旅遊業的生產力指數為1.280。2012—2013期間，澳門旅遊業的生產力指數為0.597。2013—2014期間，澳門旅遊業的生產力指數為3.530。2014—2015期間，澳門旅遊業的生產力指數為1.244。2015—2016期間，澳門旅遊業的生產力指數為1.260。其中2010—2012、2012—2013這兩個期間的生產力指數處於無效的狀態，分別為0.438和0.597。

表4 Malmquist生產力指數及其指數分解（第一組）

	效率變動指數	技術變動指數	Malmquist 指數
2008-2009	1.000	1.243	1.243
2009-2010	1.000	1.210	1.210
2010-2011	1.000	0.438	0.438
2011-2012	1.000	1.280	1.280
2012-2013	1.000	0.597	0.597
2013-2014	1.000	3.530	3.530
2014-2015	1.000	1.244	1.244
2015-2016	1.000	1.260	1.260
平均值	1.000	1.350	1.350

在第二組有關澳門“智慧旅遊”的城市生產力指數方面，2008—2016年澳門旅遊業城市的效率變動指數總體維持在1上，說明澳門旅遊業發展規模並沒有出現大幅度的改善（表5）。

從技術效率變動指數方面來看，2008—2009期間，澳門旅遊業的技術變動指數為1.178。2009—2010期間，澳門旅遊業的技術水平為0.593。2010—2011期間，澳門旅遊業的技術變動指數為0.760。2011—2012期間，澳門旅遊業的技術水平為0.923。2012—2013期間，澳門旅遊業的技術變動指數為0.932。2013—2014期間，澳門旅遊業的技術變動指數為2.917。2014—2015期間，澳門旅遊業的技術變動指數為0.314。2015—2016期間，澳門旅遊業的技術變動指數為0.839。

從生產力指數方面來看，2008—2009期間，澳門旅遊業的生產力指數為1.178。2009—2010期間，澳門旅遊業的生產力指數為0.593。2010—2011期間澳門旅遊業的生產力指數為0.760。2011—2012期間，澳門旅遊業的生產力指數為0.923。2012—2013期間，澳門旅遊業的生產力指數為0.932。2013—2014期間，澳門旅遊業的生產力指數為2.917。2014—2015期間，澳門旅遊業的生產力指數為0.314。2015—2016期間，澳門旅遊業的生產力指數為0.83。

表5 Malmquist生產力指數及其指數分解（第二組）

	效率變動指數	技術變動指數	Malmquist 指數
2008-2009	1.000	1.178	1.178
2009-2010	1.000	0.593	0.593
2010-2011	1.000	0.760	0.760
2011-2012	1.000	0.923	0.923
2012-2013	1.000	0.932	0.932
2013-2014	1.000	2.917	2.917
2014-2015	1.000	0.314	0.314
2015-2016	1.000	0.839	0.839
平均值	1.000	1.057	1.057

表4及表5的效率變動指數均為1，說明澳門“智慧旅遊”的發展規模沒有明顯的變化，主要的原因在於此次的數據樣本僅選取了澳門，故在旅遊業的發展規模上沒有明顯的體現。

總結

本研究利用Malmquist-DEA模型分析澳門2008—2016年的城市“智慧旅遊”生產力變化，分別利用兩種不同的變量組合來對澳門“智慧旅遊”的技術效率和生產力進行測量分析。

綜合了澳門特區政府對城市旅遊業投入的資源、技術資源、自然文化資源和相應的遊客入境人次這些因素後，分析澳門“智慧旅遊”生產力變化的原因，並通過對比不同要素投入所測量的生產力結果來尋求“智慧旅遊”需改善之處，結論如下：

（一）從總體而言，澳門特區政府為澳門“智慧旅遊”的發展提供了較好的硬體和軟件基礎，如建立wifi熱點數量、增加網絡用戶數、增加旅遊業從業人員等。通過不同組合的“智慧旅遊”技術效率和生產力測量分析，從不同的角度均發現澳門城市旅遊業正逐步強化其相關的資訊技術，儘管政府在軟件和硬體方面均大力投入到城市“智慧旅遊”的發展中，但澳門地區的資訊科技能力仍有待提升，澳門城市“智慧旅遊”的發展主要取決於先進的資訊科技水平。澳門特區政府對旅遊業發展逐年增加資金投入，但未來城市“智慧旅遊”的發展同時需要對專業人才的培養、提升現有旅遊業從業人員的服務質素等，才能最終通過減少旅遊業人力成本的投入來促進澳門“智慧旅遊業”的發展。

（二）由於澳門地理位置上的限制，以及歷史發展時期相對較短，因此本地的歷史文化旅遊資源對澳門旅遊業的發展影響力較小，對澳門的“智慧旅遊”發展沒有帶來明顯的推動作用。

澳門“智慧旅遊”的研究相對較少，因此有關研究的開展對澳門而言具有一定的參考價值。在未來有關“智慧旅遊”的研究中，建議採用其他地區的智慧旅遊相關的數據來與澳門地區進行比對分析。

[責任編輯 陳超敏]