

巴西能源政策之發展與成果研析

郭昕光

(國立政治大學外交學系講師)

摘要

能源安全是各國政府共同的關切，自主與多元則是能源安全的指標。21 世紀的新興能源大國巴西，堪稱全球模範。然而 40 年前的巴西卻也只是一個以化石燃料為重，高度倚賴進口能源的國家。巴西能夠在短短數十年間脫胎換骨，躋身全球前十大能源供應國，此不僅令人欣羨，更值得探討。簡言之，成功關鍵就在政府因勢制宜的政策。本文將依序從巴西「能源組合的現況與政策演進」、「能源政策之特色與成效」、「能源政策的成功之道與爭議之處」等三部分，探討巴西的成功轉型。「上帝是巴西人」這句巴西諺語，在外人聽來或許有些滑稽，但對照巴西的能源發展，倒也有幾分巧合。不過真正的推手還是巴西政府。他山之石，可以攻錯，巴西的成功經驗對其他發展中國家來說，當也有一定的參考價值。

關鍵詞：巴西能源政策、巴西能源供應組合，能源安全、可再生能源、不可再生能源，生質燃料，乙醇燃料

壹、前言

確保能源安全是所有政府共同的目標。從能源供應結構來看，巴西遠比多數國家擁有更理想的分配。巴西長期發展多元自主的能源策略，稱得上是成功典範。根據國際能源總署(International Energy Agency, IEA, 以下簡稱 IEA)統計,2011 年巴西可再生能源占全體能源供給的比重高達 44.1%，反觀全球平均值僅 13.2%，經濟合作與發展組織 (Organization for Economic Cooperation and Development, OECD) 成員國的平均值更只有 8.6%。¹巴西引以為傲的生質酒精燃料，無論產量或生產技術均領先世界。能夠有效降低對化石燃料的倚賴，更使得巴西在全球氣候變遷議題上，較諸其他新興大國，勇於承擔削減溫室氣體排放的責任。2007 年在東南方海域深達 2000 公尺處發現的巨大油田(Pre-sal)，讓巴西今後石油工業的前景更為看好。當多數國家猶在憂心能源短缺、油價高漲的同時，巴西的經驗值得他國省思，特別是發展中國家。本文希望透過對巴西能源結構及相關政策的說明，了解其如何僅以三十餘年的時間，便從能源進口國蛻變為自給自足的新興能源大國。以下內文分三部分，第一部分介紹巴西能源供給現況與政策演進；第二部分說明巴西政府能源政策的特色與成效；第三部分分析巴西能源政策的成功之道與爭議之處。當然，一國的能源結構，必然受限於先天條件與外在環境，完全複製他人經驗

¹ 根據 IEA 出版之 2012 *Key World Energy Statistics* 資料計算得出。能源供給總量(Total Primary Energy Supply, 簡稱 TPES)包含石油、煤炭、天然氣、核能、水力、生物質能、其他可再生能源(如太陽能、風力)等項目，此處可再生能源係指水力、生物質能及其他可再生能源的總和。

並不一定可行。不過，由巴西的經驗可以確知，國家希望兼顧能源安全、經濟發展和環境保護等多重目標，並非天方夜譚。成功的關鍵，端視政府作為。

貳、巴西能源組合的現況與政策演進

21 世紀的今天，比較世界各國的能源使用情形，不難察覺其間差異頗大。以位於亞非洲的落後國家來說，燃燒木材的傳統方式還處處可見。反觀工業化國家及較富裕的發展中國家，特別是所謂的新興工業化國家，能源的供給雖仍以不可再生的化石燃料為主，但近來也開始倡導替代能源的開發與應用。以巴西為例，早期和其他多數國家一樣，必須大量進口石油以應國內所需。但如今，進口石油對於巴西的能源供給已無足輕重。至於可再生能源占全國能源供給的比重，則已幾近半數。如此的能源組合，是該國政府數十年來陸續推動各項政策與計畫的結果。即使聯合國政府間氣候變化委員會(Intergovernmental Panel on Climate change, IPCC)預測，未來 10 年巴西對能源需求將擴增 60%，但巴西仍毅然承諾至 2020 年時，國內二氧化碳的排放量將大幅削減 36%至 39%。²巴西發展清潔能源的成績，已成為世界各國看齊的對象。表 1 及表 2 為近三年巴西能源統計資料，主要能源種類現況與相關政策分別說明如下。

² 「巴西八成電力來自可再生能源水力發電為主」，巴西新聞，<<http://www.bxqw.com/us/erlist/hbpd/newshow-14896.html>>（2011 年 10 月 13 日）。

表 1 2009-2011 巴西能源供應組合 (單位:Mtoe)

種類/供給量與比重	2009		2010		2011	
	供給量	比重	供給量	比重	供給量	比重
不可再生能源	128.726	52.8%	147.569	54.9%	152.187	55.9%
石油	92.263	37.9%	101.714	37.8%	105.2	38.6%
天然氣	21.329	8.8%	27.536	10.2%	27.601	10.1%
煤	11.706	4.8%	14.462	5.4%	15.243	5.6%
核能	3.428	1.4%	3.857	1.4%	4.143	1.5%
可再生能源	114.953	47.2%	121.203	45.1%	120.16	44.1%
水力發電	37.036	15.2%	37.663	14.0%	39.943	14.7%
木材	24.61	10.1%	25.998	9.7%	26.333	9.7%
甘蔗酒精	43.971	18.0%	47.102	17.5%	42.779	15.7%
其他可再生能源	9.336	3.8%	10.44	3.9%	11.105	4.1%
總計	243.679	100.0%	268.771	100.0%	272.348	100.0%

資料來源: 作者依據巴西礦業暨能源部(Ministry of Mines and Energy, MME)官方資料計算製作。此處其他可再生能源包括生質柴油及以木質纖維素為原料而生產的纖維酒精。

表 2 2010-2011 巴西電力供應組合 (單位: TWh)

種類/供給量與比重	2010		2011	
	供應量	比重	供應量	比重
不可再生能源	75.32	13.7%	64.185	11.2%
天然氣	36.476	6.6%	26.242	4.6%
石油	16.065	2.9%	14.401	2.5%
核能	14.543	2.6%	15.659	2.7%
煤	8.256	1.5%	7.883	1.4%

可再生能源	476.384	86.3%	507.116	88.8%
水力發電	403.29	73.1%	428.571	75.0%
進口水力發電	35.906	6.5%	38.43	6.7%
生物質能	34.941	6.3%	37.411	6.6%
風能	2.177	0.4%	2.705	0.5%
總計	551.704	100.0%	571.301	100.0%

資料來源：作者依據巴西礦業暨能源部官方資料計算製作。

一、不可再生能源

(一) 石油

1980 年時，巴西 77% 的石油需求須仰賴進口。然而到了 2006 年，巴西國內石油產量已可充分滿足市場需求。巴西前總統魯拉(Luiz Inácio Lula da Silva)還因此特別選在 2006 年 4 月 21 日，也是巴西獨立運動英雄紀念日 Tiradentes 當天，正式宣布巴西從今以後再也不用指望進口石油了。宣示巴西的石油供給已完全擺脫對外倚賴，徹底獨立。³

2007 年，巴西石油業迎來另一項意外驚喜。在鄰近海岸被當地人稱作”Pre-sal”的海域，發現了大片油田。根據巴西「國家石油管理局」(National Petroleum Agency, ANP，以下簡稱 ANP)估計，該地區已探明的原油儲量高達 50 至 80 億桶，是巴西史上最大的一次油田發現。時任巴

³ “The Energy Situation in Brazil: An Overview,” *The Office of Global Energy Dialogue*, <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/brazil-1.pdf>> (May, 2006), p. 3.

西總統的魯拉在總統官邸對外宣布該項消息時，欣喜之餘忍不住說道，「這一切發現證明.....上帝是巴西人。」⁴

石油是巴西早期能源供應的主要來源。不過，當 1973 年與 1979 年全球相繼爆發石油危機後，巴西政府驚覺國際石油市場的鉅變，對國家經濟帶來空前的打擊，從此下定決定，力圖擺脫對進口的依賴。⁵為此，早在 1953 年便已成立的國營石油公司 **Petrobras**，在政府的大力支持下，開始積極投入石油探勘及提升開採技術，以期增加石油自產量。

長期以來，巴西的石油業皆由國營的 **Petrobras** 所獨占。不過上世紀 90 年代起，巴西政府根據 1997 年頒布的「石油法」(**Petroleum Law**)，決定開放競爭，鼓勵投資，擴大市場。2002 年，政府進一步鬆綁國內原油及相關油品的進出口貿易管制，以刺激產業擴張。在政府各項政策的帶動下，今天巴西境內共有 50 餘間規模不等的石油公司，石油工業蒸蒸日上。昔日國營的 **Petrobras** 也已轉型為民營公司，政府持有的股權不到 1/2。不過，雖然 **Petrobras** 不再享有獨占地位，但並未因此而萎縮，反倒愈發壯大。根據富比士雜誌(**Forbes**)2012 全球 2000 大企業排名，**Petrobras** 的市值名列全球第 4 大石油公司、第 10 大企業。⁶就產量而言，70 年代末，巴西石油日產量僅 20 萬桶，2009 年時，已擴增為 200 萬桶。

⁴ “All this and oil too: God may indeed be Brazilian after all,” *Economists*, <<http://www.economist.com/node/10134215>> (November 15, 2007).

⁵ 70 年代前半期，巴西國內八成以上的石油來自進口。

⁶ 前三大石油公司依序為埃克森美孚(**Exxon Mobil**)、荷蘭皇家殼牌(**Royal Dutch Shell**)及中國石油天然氣集團(**PetroChina**)。

⁷如此驚人的成長速度，不僅使得巴西國內石油需求已不再仰賴進口，根據「能源研究公司」(Energy Research Company, EPE，以下簡稱 EPE)的報告，累積到目前為止，巴西總計發現 5 座大型油田，蘊藏量預估可高達 550 億桶，也讓巴西未來可望躋身全球五大產油國之列。⁸巴西也將是世界上第一個擁有大量可再生能源的石油出口國。伴隨國內石油業的發達，巴西的煉油技術也愈來愈成熟，煉油量亦迅速成長。2010 年煉油量達 1981kb/cd，排名全球第 10。⁹

(二) 天然氣

早期天然氣在巴西能源組合中並不具份量，近來因為其污染較少，被視為能源界的明日之星(the fuel of future)，巴西政府於是開始力推天然氣。2003 年首先提出「天然氣擴展計畫」(Natural Gas Expansion Project)，目的在擴大天然氣的管路鋪設範圍，尤其在東南部及東部落後地區。同時，透過價格控制，提高天然氣競爭優勢，以刺激消費需求。從 1999 年至 2004 年，巴西國內天然氣的需求以年增 20% 的速度成長，至 2005 年天然氣在能源供給組合的比重已達 9.1%，其中 42% 的天然氣進口自南美洲天然氣產量第一的玻利維亞。¹⁰

⁷ “Brazil’s Oil Boom: Filling up the Future,” *Economists*, <<http://www.economist.com/node/21536570>> (November 5, 2011).

⁸ *Ibid.*

⁹ International Energy Agency, *2011 Key World Energy Statistics* (Paris: International Energy Agency, 2009), p. 23.

¹⁰ “The Energy Situation in Brazil: An Overview,” *The Office of Global Energy Dialogue*, *op. cit.*, pp. 6-7.

雖然巴西自恃是玻利維亞不可或缺的買家，後者 72%的天然氣皆輸往巴西¹¹，不過當 2006 年 5 月 1 日，玻利維亞政府宣布將對石油與天然氣資源，實施國有化政策後，巴西不得不調整策略，以減緩未來衝擊。調整後的作法包括：擴大國內天然氣投資、向奈及利亞和卡達等國進口液態天然氣(LNG)、增加生質柴油做為天然氣的替代品等。在多方努力下，巴西近年由玻利維亞進口的天然氣，已降至全國總供應量的 35%。¹²

根據統計，巴西自身天然氣的蘊藏量高達 441,000 百萬立方公尺，但礙於輸送管線等基礎建設的不足，所以在能源組合中的比重始終有限。¹³巴西政府因此在 2008 年又通過了「天然氣法」(Natural Gas Law)，希望進一步擴大天然氣在巴西能源組合中的比例。在 Petrobras 2010 至 2014 年高達 2500 億美金的投資方案中，也預計提撥 170 億美金，用於天然氣的開發。2012 年 4 月 30 日，巴西礦業暨能源部(Ministry of Mines and Energy, MME，以下簡稱 MME)部長 Edison Lobão 宣布，巴西即將邁入天然氣的黃金時代。¹⁴根據 ANP 所公布的資料，在已探明的 28 處天然氣儲藏區，未來 10 年產量將可增加 360%。

¹¹ *Ibid.*, p. 7.

¹² “Brazil ready to live a natural gas golden era,” *MercoPress*, <<http://en.mercopress.com/2012/04/30/brazil-ready-to-live-a-natural-gas-golden-era-with-self-sufficiency-in-five-years>> (April 30, 2012).

¹³ “Brazil: Background,” *U.S. Energy Information Administration*, <<http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=BR>> (February 28, 2012).

¹⁴ “Brazil Onshore Gas Is New Pre-sal: Daily,” *The Rio Times*, <<http://riotimesonline.com/brazil-news/rio-business/brazils-onshore-gas-reserves-a-new-pre-sal/#>> (April 30, 2012).

二、可再生能源

(一) 水力資源

如表 2 所示，巴西可再生能源在全國電力供應的比例高達 88.8%，其中又以大型水力發電占電力供給最大份額，高達 75%，僅次於挪威，全球排名第 2。¹⁵巴西地域遼闊，水力資源豐富。境內年平均降雨量 1000 毫米以上且全年分布均勻。河道總長 4 萬 8 千公里，河川流量雄居世界榜首，占全世界 1/6。水力資源蘊藏量達 2.98 億千瓦(298GW)，僅次於中國大陸與加拿大，居世界第三位。¹⁶位於巴西與巴拉圭交界的巴拉那河 (Paraná River，巴西境內第二大河，世界第五大河) 上的伊太普水壩 (Itaipu Dam)，被譽為全球七大工程奇蹟之一，是僅次於中國大陸三峽大壩的全球第二大水力發電廠。根據 IEA 的統計，2010 年巴西生產電力 516TWh，是全球第九大電力生產國。¹⁷水力發電量 403TWh，則僅次於中國大陸的 722TWh，居全世界第二。¹⁸

近年來，巴西為因應經濟成長帶來的大量電力需求，政府持續推動大型水力發電的開發計畫，包括備受爭議的貝羅蒙特(Belo Monte)大壩。

¹⁵ International Energy Agency, *2012 Key World Energy Statistics, op. cit.*, p. 19.

¹⁶ “Hydroelectric power water,” USGS, <<http://ga.water.usgs.gov/edu/wuhy.html>> (February 14, 2013).

¹⁷ *Ibid.*, p. 27.

¹⁸ *Ibid.*, p. 19.

¹⁹該項工程位於亞馬遜河流域的帕拉省(Pará)辛谷河(Xingu River)上，一旦完工將是全球第三大水壩，11,233MW 的發電量可為 1800 萬個家庭及 6 千多萬人提供足夠的電力。²⁰不過雖然水力發電具有營運低成本又無污染的優點，但仍存在不可抗力的風險。例如發生在 2001 至 2002 年間的乾旱，就曾造成巴西電力供應短缺的危機。加以考量基礎建設與築壩移民等工程和社會成本，未來水力在巴西電力供應所占的比重，預估可能由 2010 年的 75% 下降到 2020 年的 67%。減少的部分將由其他可再生能源補足，特別是風能，整體可再生能源對電力的貢獻度仍維持在八成以上。²¹

(二) 生質燃料

1. 生質酒精(乙醇)

巴西能源組合中最亮眼的一項便是用甘蔗經發酵與蒸餾製成的生質酒精。原本巴西是全球第一大生質酒精的出產國，不過 2006 年美國後來居上，巴西退居第二。2010 年巴西生質酒精的產量為 279 億公升，比 2002/3 年的 125 億公升增加一倍有餘。²²從 2000 年至 2008 年，生質酒精產量以年平均 12.8% 的增速成長。現今巴西的酒精生產工廠近 500 家，酒精原料甘蔗的種植面積達 800 萬公頃，2015 年預估酒精產量可達 370

¹⁹ 該項工程早在 1975 年軍政府時期便已提出，但當地的環保人士與原住民極力抗爭長達 30 餘年，直到 2011 年 6 月巴西環保機關「環境與自然再生資源署」(Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 簡稱 IBAMA)才終於核准開發。

²⁰ 「巴西八成電力來自可再生能源水力發電」，**巴西新聞**，前引文。

²¹ *Ibid.*

²² “National Energy Plan 2030 (PNE 2030),” *BARZIL.gov.br*, <<http://www.brasil.gov.br/energia-en/planning/national-energy-plan-2030-pne-2030>> (2010).

億公升。除了充分供應國內的消費市場外，巴西還是全球最大的生質酒精輸出國，包括歐洲與日本都是巴西的出口市場。僅 2008 年，巴西便賣出 51 億公升的生質酒精。未來只要國際需求持續擴大，巴西出口將只增不減。據估計，到了 2016 年，出口量將可高達 130 億公升。²³

巴西早在 1920 年代便已開始利用甘蔗提煉酒精，做為汽油的添加物，但真正開始大量投入該項產業，則是石油危機以後的事。1975 年政府首先頒布「國家生質酒精計畫」(National Program for Alcohol, PROALCOOL，以下簡稱 PROALCOOL)，授權巴西石油公司在汽油中添加一定比例的無水酒精(anhydrous ethanol)。1976 年首輛酒精車問市。80 年代中期，全國近 3 / 4 的汽車是酒精車。然而到了 80 年代後期，由於石油價格回跌，反之國際糖價卻大漲，蔗農因此紛紛轉以出口蔗糖為重。影響所及，原料甘蔗供應不足，導致酒精供應短缺。1989 年時，巴西反而成為酒精最大進口國。由於民眾與汽車業者擔心酒精燃料供不應求，導致酒精車的熱潮開始退燒。1997 年使用酒精燃料的新車銷售量，甚至不到整體新車銷售量的 1%。酒精汽車的熱度較高峰期大幅衰退，直到 2003 年情勢才出現逆轉。

2003 年巴西的汽車工業有了重大突破，福斯汽車(Volkswagen)宣布

²³ “Brazil’s Energy Matrix and Prospects of Integration with South America,” *Deloitte Touche Tohmatsu Limited*, <<http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Brazil/Local%20Assets/Documents/Ind%C3%BAstrias/Petr%C3%B3leo%20e%20G%C3%A1s/Brazil's%20Energy%20Matrix.pdf>> (2010), p. 12.

研發成功新一代的酒精車。新的可變換燃料(flex-fuel)引擎可使用不同比例的酒精與汽油混和燃料(內含 18%至 25%的酒精不等)，酒精車的銷售量開始逐年回升。下表為 2006 年至 2011 年新掛牌的酒精車數量。²⁴

表 3 2006-2011 巴西酒精車新車數量 (單位:輛)

2006	2007	2008	2009	2010	2011
1,432,197	2,003,197	2,329,331	2,652,368	2,876,223	2,848,122

資料來源: USDA Gain: Brazil Biofuels Annual 2012

根據巴西汽車工業協會 (Brazilian Association of Vehicle Manufacturers, ANFAVEA)的統計資料，截至 2011 年 9 月，酒精車累計產量已達 1440 餘萬輛。巴西全國輕型汽車總量大約 2770 餘萬輛，半數以上都採用可變換燃料的引擎。市售新車八成以上也都是酒精車。²⁵巴西更是當今全球唯一不再使用純汽油的國家。據估計，石油因酒精燃料的替代，進口量減少了 2300 億公升，為國庫所省下的支出，遠超過政府從 1975 年至 1989 年間在 PPOALCOOL 計畫中所投入的 40 億美元。²⁶

值得一提的是，巴西自 1975 年開始推動 PROALCOOL 時，便對酒精混和汽油的比例採強制作法，並逐年提高混和比例的下限。由初期的 5%調高至 1983 年的 22%，2006 年前甚至已達 25%。後因國內酒精供應

²⁴ “USDA Gain: Brazil Biofuels Annual 2012,” *TheFarmSite.com*, <<http://www.thefarmsite.com/reports/contents/brabioau12.pdf>> (2012), p. 13.

²⁵ *Ibid.*

²⁶ J. Goldemberg, Suani Teixeira Coelho, & Oswaldo Lucon, “How Adequate Policies Can Push Renewables,” *Energy Policy*, Vol. 32(2004), pp. 1141-1146.

趨緊，才將下限改為 20%。

2. 生質柴油

巴西從 2004 年開始開發生質柴油。近年來，生質柴油的產量更呈倍數成長。總年產量由 2006 年的 6.9 億公升增為 2010 年的 24 億公升。截至 2011 年 2 月，巴西國內有多達 58 個生產單位，全年約可生產 56 億公升的生質柴油。巴西全國設有 38000 個生質柴油的銷售據點，是僅次於德、法，全球第三大生質柴油的消費國。值得一提的是，隨著國內產量的增加，到 2011 年止，巴西生質柴油的進口量共減少有 79 億公升之多，相當於為巴西省下了 52 億美金。²⁷

雖然巴西在上世紀 90 年代後期，便已開始研發生質柴油，但產業真正蓬勃發展，是在政府積極介入之後。巴西前總統魯拉可謂巴西生質柴油的推手。2004 年巴西正式啟動「國家生質柴油生產與應用計畫」(National Program of Biodiesel Production and Use, PNPB)，根據 2005 年 1 月開始施行的第 11097 號法令，業者自 2008 年起，一概必須在礦物柴油中混合 2% 的生質柴油(B2)，且該比例至 2012 年時還須提高為 5%(B5)。由於市場的成長比政府原先預估的還要順利，B5 計畫已於 2010 年提早實施。不僅如此，巴西政府業已開始評估於 2020 年執行 B10 的計畫。²⁸

²⁷ 相關數據出自巴西政府礦業與能源部所公布的“National Energy Plan 2030 (PNE 2030),” *BARZIL.gov.br, op. cit.*

²⁸ “USDA Agriculture Service Gain Report Number: BR12013,” *USDA*. <http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Sao%20Paulo%20ATO_Brazil_8-21-2012.pdf> (August 21, 2012).

(三) 其他可再生能源

除上述幾項主要能源外，巴西近來也著手開發風力資源。巴西有長達 9,650 公里的大西洋海岸線，其東北部的大部分地區，具備世界上最強大和最穩定的風力資源。巴西除現有的 50 餘所風力發電廠外，尚有 30 餘所正在興建。巴西在 2011 年的風力發電僅 1GW，但根據 EPE 的「10 年能源擴大計畫」(Ten Year Expansion Plan for Energy 2019)估算，預計 2020 年巴西風力發電將達到 12GW。不過，巴西風能協會認為這個預測仍嫌保守，實際數據將可達 22GW。目前風力發電供應約 1% 的電力，2020 年可望達到 7%。²⁹

根據 MME 的估計，2019 年巴西國內能源供應量將達 429.9Mtoe，年成長率為 5.8%，超過 GDP 預期成長率的 4.7%。可再生能源比重將從 2009 年的 47.2% 提高到 48.4%；不可再生能源中，石油的比重將進一步下滑。EPE 的能源計畫中，2009 到 2019 年巴西在能源發展方面的總投資為美金 5640 億元。其中 3980 億將用於石油和天然氣領域，希望達到日產石油 510 萬桶，天然氣產量提升 67%，日產量 1.16 億立方公尺。電力方面，總投資金額 1270 億美元，除了 230 億元用於興建輸電線路外，1040 億投資於發電。其中 56.8% 用於大型水電開發，27% 用於風能、生物質能和小型水電等。另餘 390 億美元則將投資於生質燃料。此外，該計畫還期待巴西能從 2014 年起，成為柴油和其他石油產品的出口國。³⁰

²⁹ 「巴西八成電力來自可再生能源水力發電為主」，**巴西新聞**，前引文。

³⁰ 「巴西能源發展近況與投資機會」，**巴西新聞**，<<http://www.bxqw.com/userlist/hbpd/newshow-12341.html>> (2011 年 3 月 3 日)。

參、巴西能源政策之特色與成效

一直以來，確保能源安全是各國政府共同努力的方向。所謂能源安全，是指一個國家能夠長期穩定地以可負擔的成本，滿足整體能源的需求。評估一個國家能源供給安全與否，指標有二。一為能源進口率(Imported Energy Ratio, IER)，也就是能源淨進口量(Net imports)占能源總供給量(Total Primary Energy Supply TPES)的比重³¹。能源進口率愈高，代表國家面對的供給風險愈高。另一指標則是能源集中度(Energy Concentration Ratio, ECR)³²。能源供給來源愈分散，能源集中度就愈低，國家也就愈不易受到單一能源供給波動的影響。對巴西而言，無論上述哪一項指標，都比其他主要能源消費國來得低。簡言之，巴西的能源結構既能自給自足，來源更是多元，以下進一步說明。

一、能源進口率(Imported Energy Ratio, IER)

³¹ 能源進口率的計算公式: Imported Energy Ratio = Net Imported Energy / Total Primary Energy Supply (淨進口量/能源總供給量)。倘若淨進口量為負值，例如俄羅斯與加拿大等能源出口國，則能源進口率以零計算。

³² 能源種類的集中度 Energy Concentration Ratio(ECR)計算公式如下:

$$ECR = \sqrt{\sum_i S_{Ei}^2}, \quad i=1,2,3,\dots$$

S_{Ei} 指各類能源供給量占總供給量(TPES)的比重。ECR值愈高，表示國家的能源供給愈不平衡，易受單一能源供給波動的影響。

巴西的能源市場近年已幾乎完全自給自足，但這樣的結構並非自始如此。不過就在 1941 年時，巴西國內 76% 的能源供應，還多依賴木材的燃燒。爾後，石油逐漸成為能源供給的重心。1975 年以前，和現今許多工業化國家一樣，巴西國內的石油供應多數來自國外進口。然而，1973 年的石油危機，不單造成供給吃緊，飆漲的價格更使得經濟秩序遭逢空前的壓力，促使巴西政府不得不重新檢討長期以來的能源政策。之後，在一連串為因應國際情勢驟變，而由政府主導制定的產業政策帶動下，巴西能源供給中國內生產與國外進口的比例，開始出現消長。在國內能源生產緩步增加的同時，進口能源則逐年遞減。

上世紀的最後 25 年，在國內鋁業及鋼鐵業等重工業的帶領下，加以一般居住與服務業對能源的需求上升，巴西的能源消費快速增加，成長幾達 250%。³³ 進入 21 世紀，巴西的經濟加速發展，能源的需求更為迫切。2003 年時，巴西已躋身全世界第 10 大能源消費國，占全世界能源總消耗量的 2.1%。³⁴ 然而儘管能源消費大幅增加，但能源供給仍延續上世紀末以來已形成的發展趨勢。2008 年，巴西國內能源產量已達 228.127 Mtoe，淨進口量 26.967 Mtoe，ECR 值為 10.6%。2009 年，國內產量略增為 230.31Mtoe，淨進口則持續減少為 15.65Mtoe，ECR 值進一步下滑至 6.3%。³⁵ 至此，巴西的能源消費已近乎完全自給自足。如下圖所示，

³³ “The Energy Situation in Brazil: an overview,” IEA, <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/brazil-1.pdf>> (May, 2006), pp. 3-5.

³⁴ *Ibid.*

³⁵ International Energy Agency, 2011 *Key World Energy Statistics*, *op. cit.*

在全球前十大能源消耗國中，巴西的能源進口率遠低於其他能源消費大國。

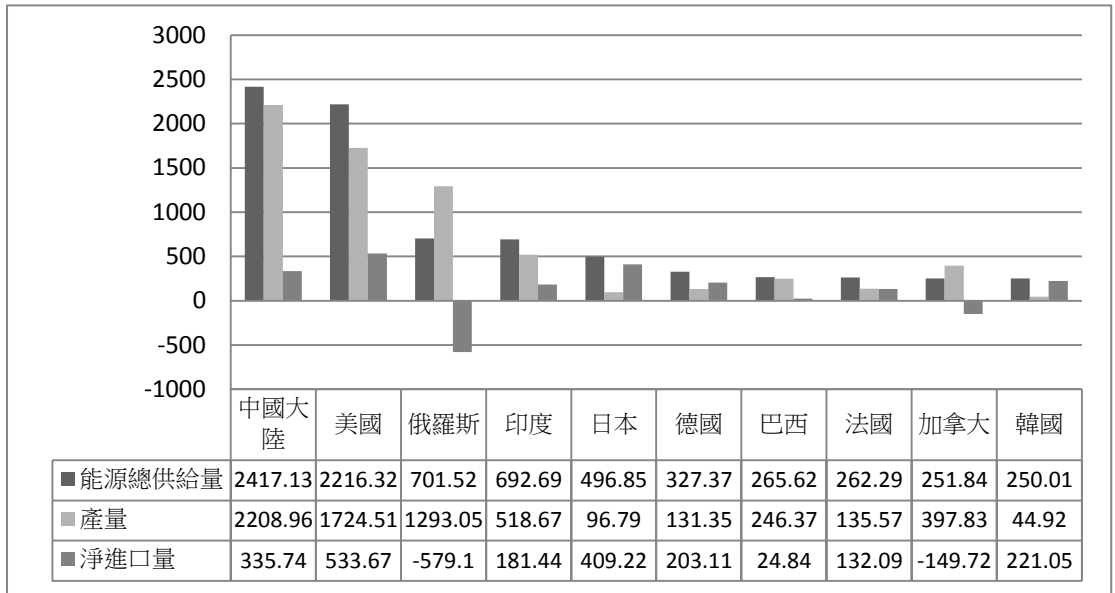


圖 1 2010 全球十大能源供應國

能源總供給量、產量與淨進口量統計 (單位: Mtoe)

資料來源: 作者依據 IEA 所出版的 2012 Key World Energy Statistics 數據計算製作。

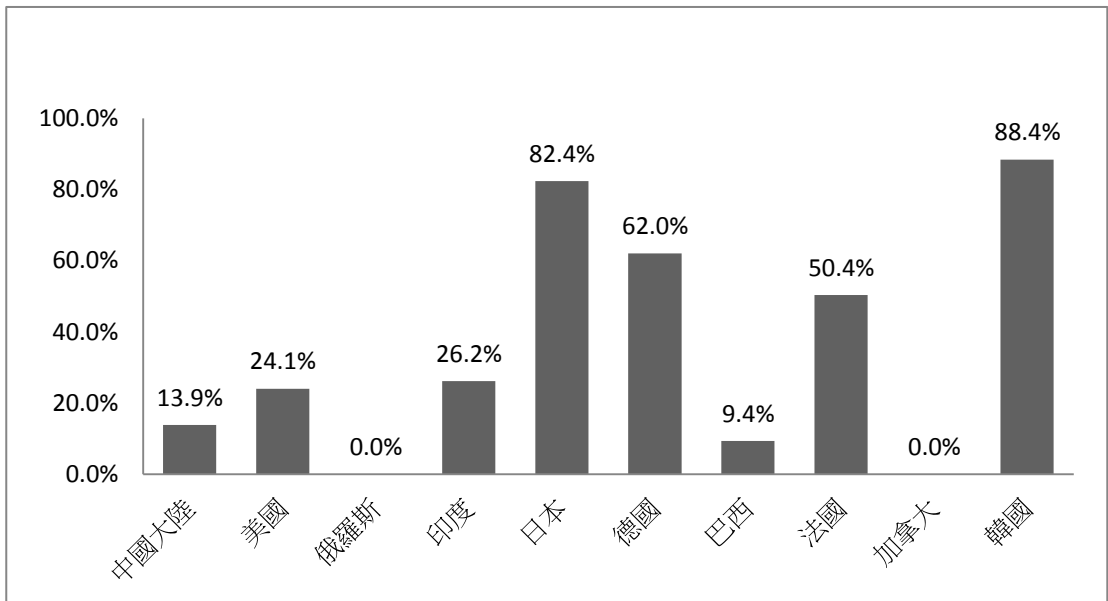


圖 2 2010 全球十大能源供應國
能源進口率統計圖

資料來源:作者依據 IEA 所出版的 2012 Key World Energy Statistics 數據計算製作。

二、能源集中度 (Energy Concentration Ratio, ECR)

2000 年時，巴西的能源總供給量(TPES)大約 172Mtoe，其中半數以上還是由傳統化石燃料供應，其中石油便占了 47.1%。當時的交通運輸多數也是使用一般汽油。其後，隨著國內經濟情勢好轉，巴西的能源需求逐年攀升，但同時間能源供給的組合也出現了明顯變化。³⁶2005 年，TPES 值為 217.6 Mtoe，石油仍然是最主要的能源供給來源，不過比例已

³⁶ Jose Goldemberg, Suani Teixeira Coelho, & Oswaldo Lucon, "How adequate policies can Push renewable?" *op. cit.*

大幅下降至 38.4%。到了 2009 年，TPES 值持續成長達 243.679Mtoe，雖然其中石油所占的比例與過去相比變化不大，但整體可再生能源則進一步提高到了總供應量的 47.17%。2009 年各類能源供給比例與本世紀初之比較如下圖所示。

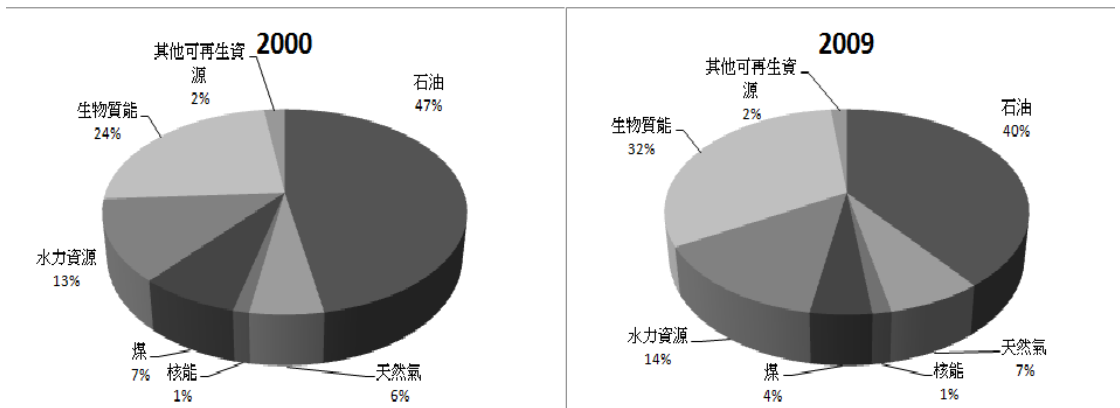


圖 3 2000 與 2009 巴西能源供給組合

資料來源：作者依據巴西礦業暨能源部官方資料計算製作。

進一步比較 2009 年能源供應總量(TPES)全球排名前 10 大的國家，如下表所示，巴西的能源集中度居金磚四國之末，這使得巴西較不易受單一能源供應波動的影響。值得注意的是，近年來可再生能源的比重已明顯超越化石燃料，此不僅可疏緩巴西對後者的依賴，生質燃料的生產技術與不斷增加的產量，也將為巴西帶來可觀的經濟利益。

表 4 2009 全球能源供應總量前 10 大國家之能源集中度

中國大	俄羅斯	法國	印度	巴西	南韓	日本	美國	加拿大	德國
-----	-----	----	----	----	----	----	----	-----	----

陸									
70%	60.4%	55%	54.7%	53.3%	53.3%	52.9%	51%	50%	48.5%

資料來源:作者依據 IEA 所出版的 2011 *Key World Energy Statistics* 數據計算製作。

除了充分實現能源安全的主要目標外，巴西政府歷來各項政策的成效，尚可歸納出以下幾點。

1. 降低能源進口，減少外匯支出
2. 扶植特色工業，增加政府稅收
3. 創造就業機會，改善人民生活
4. 發展清潔能源，善盡國際責任

巴西政府積極發展自主能源政策，除了希望擺脫對外國能源的依賴，另一方面也希望藉由降低進口而減少外匯支出。以 PROALCOOL 為例，從 1975 到 1989 年這段期間，雖然政府為了該項計畫一共投入 49.2 億美元，但相對的，從 1975 至 2000 年間，進口汽油大幅減少，相當於為國家省下了 430.5 億美元。³⁷前述於 2004 年正式啟動的 PNPB，也導致進口生質柴油減少 79 億公升之多，為國家保住了 52 億美金的外匯。

至於巴西總體能源政策之於人民福祉，最直接的助益便是增加就業機會與提高農民收入。以 Petrobras 的「原油與天然氣產業開發計畫」(Program for Mobilization of the National Oil and Natural Gas Industry)為

³⁷ J. Goldemberg & J. R. Moreira, "The alcohol program," *Energy Policy*, Vol. 27, No. 4(1999), pp. 229-245.

例，初估至 2013 年時，共可提供 20 萬 7 千個工作機會。³⁸至於可再生能源的開發，效果更佳。以 PNPB 計畫為例，巴西政府為了讓貧苦的農民也能受惠於生質柴油產業的發展，因此積極鼓勵業者購買一般農戶所種植的作物。按照 PNPB 的作法，只要生產業者的原料，有一定比例是向一般農家收購，且雙方訂有明確的採購合約，則可獲得巴西農業發展部(Ministry of Agrarian Development, MDA)核發的社會燃料標誌(Social Fuel Seal)。得到該項標誌肯定的業者，可享有聯邦稅部分減免，甚至完全免稅。在政策的激勵下，根據統計，2008 年約有 28000 個家庭加入生質柴油原料的生產，2009 年增加為 51000 個家庭，到了 2010 已有超過 10 萬個農戶加入，農民的收入因此而提高。³⁹正如聯合國環境署(United Nations Environment Programme, UNEP)2008 年「綠色就業報告」(Green Jobs Report)的分析，投資可再生能源和化石燃料產業所增加的工作機會，前者的績效比後者更為顯著。

除了創造就業機會外，巴西政府的能源政策也成功地改善了許多落後地區的生活條件。根據統計，從 2003 年至 2011 年 9 月，新增 280 萬個家庭 1420 萬人的電力供應。間接吸引了許多遠走他鄉的居民，陸續返回本已廢棄的村落定居並重新開始耕作生產，家庭年平均收入也因此增加了 35.6%。⁴⁰巴西電力的全國覆蓋率至 2009 年底已達 97.8%，其中城

³⁸ “The National Oil & Natural Gas Industry Mobilization Program,” *Petrobras*, <http://www.agenciapetrobras.com.br/upload/pdf/importfromurl_5502.pdf> (2012).

³⁹ Mark S. Langevin, “The Brazilian Biodiesel Program,” *Journal of Energy Security*, No. 12(December 2011), p. 367.

⁴⁰ “National Energy Plan 2030 (PNE 2030),” *BARZIL.gov.br*, *op.cit.*

市地區 99.5%，偏遠地區也有 88%。⁴¹

巴西可再生能源產業的成功，更引起其他國家與投資者的廣泛注意。以生質酒精來說，日本便與巴國有約，計畫興建輸送酒精的管路與港口。許多外國石油及金融投資公司，如英國石油公司(British Petroleum)、美林集團(Meryll Lynch)、高盛集團(Goldman Sachs)等，亦紛紛前往巴國投資。巴西各類能源工業因此更加茁壯。憑恃擁有量大價廉的酒精燃料及領先世界的生產技術和設備，巴西也開始走向國際。巴西前總統魯拉在 2010 年 7 月走訪非州 6 國時，便允諾向肯亞及維德角分別轉讓製造生質酒精和開採深海石油的技術，同時也為自己尋找海外商機。⁴²

此外根據美國皮優慈善信託基金會(The Pew Charitable Trust)所發表的報告—「誰在清潔能源競賽中獲勝？」(Who's Winning the Clean Energy Race?)，巴西清潔能源投資在 G-20 中名列第六。單單 2010 年清潔能源投資總額便高達 76 億美元，其中 40% 投向生質燃料，31% 風力發電，28% 為其他清潔能源項目。⁴³ 今日巴西每一公噸油當量的碳排放量僅 1.4 噸二氧化碳(t/ CO₂)，遠低於全球平均數 2.4t/ CO₂。⁴⁴ 在因應全球氣

⁴¹ International Energy Agency, *Comparative Study on Rural Electrification Policies in Emerging Countries* (Paris: OECD/IEA, 2010), p. 19.

⁴² “Mozambique/Brazil: ‘Ethanol Diplomacy’ meets criticism,” *GlobalVoices*, <<http://globalvoicesonline.org/2010/07/22/mozambiquebrazil-ethanol-diplomacy-meets-criticism/>> (July 22, 2010).

⁴³ “The Pew Charitable Trusts,” *Pewenvironment.org*, <<http://www.pewenvironment.org/uploadedFiles/PEG/Publications/Report/G-20Report-LOWRes-FINAL.pdf>> (2010), p. 11.

⁴⁴ “The Brazilian Energy Matrix,” *BARZIL.gov.br*, <http://www.brasil.gov.br/energia-en/energia-matrix/the-brazilian-energy-matrix/br_model1?set_language=en> (2010).

候變遷等國際合作議題上，巴西得以展現出一個負責任的新興大國風範。

肆、巴西能源政策的成功之道與爭議之處

巴西擁有許多令人欣羨的天然條件。舉例來說，廣佈的河川搭配獨特的地形，形成許多高原河流，造就水力資源潛力雄厚；遼闊的可耕地，加上適宜的氣候，有利於甘蔗、大豆等作物的生長，生物質能前景看好。然而，儘管自然條件佳，仍須仰賴政府努力，方能兼顧能源安全、永續發展與環境保護等多重目標。巴西能源政策的成功奠基於政府的強勢作為，無論行政立法、市場機制與創新技術等三方面，在政府的積極主導下，三者相輔相成、交互配合，為巴西打造出既安全且清潔的能源組合，以下分別說明。

一、行政立法

1970 年代的石油危機促使各國政府紛紛開始尋找替代能源，一時間可再生能源的研發成為政策的寵兒。然而當 80 年代中期，石油價格大幅回落，這股熱潮在多數國家便也隨之消退，唯獨巴西政府不改初衷。從化石燃料到可再生能源產業，隨著國內外環境的變遷，各項計畫陸續出台。巴西能源政策的主要決策單位為成立於 1960 年的「礦業暨能源部」

(Ministry of Mines and Energy, MME) , ⁴⁵其他相關機構與各項重大計畫整理如下:

- 1953 國營石油公司 Petrobras 成立。1997 年開始民營化，現為全球第四大石油公司。
- 1962 國營電力公司 Electrobras 成立。現為巴西國內及拉丁美洲第一、世界排名第十的電力公司，也是全球第四大清潔能源公司，聯邦政府持股 52%。
- 1975 實施「國家生質酒精計畫」(National Program for Alcohol, PPOALCOOL)。
- 1975 成立「國家生質酒精計畫執行委員會」(National Alcohol Commission, CNAL)。
- 1985 實施「國家電力保存計畫」(National Energy Conservation Program, PROCEL), 以提高效能、減少浪費為目標，提出「電就是錢」(Energy is money, don't waste it!)的口號。
- 1997 通過「石油法」(Petroleum Act)，石油產業進入新紀元。
- 1997 成立「國家電力資源署」(National Agency for Electrical Energy, ANEEL)，隸屬於 MME。
- 1998 成立「國家石油、天然氣與生質燃料署」(National Agency for Oil, Gas and Biofuels, ANP)，隸屬於 MME。
- 2002 實施「電力替代來源計畫」(Incentive Program for Alternative Sources of Energy, PROINFA)，開發風能、小型水電與生質燃料。
- 2003 實施「點亮全國計畫」(Light for All Program)，加速落後地區供電。
- 2003 Flex-fuel 汽車研發成功。
- 2004 實施「國家生質柴油生產與應用計畫」(National Program for Biodiesel Production and Use, PNPB)。

⁴⁵ MME 於 1990 年一度遭到廢除，由 Ministry of Infrastructure 取代，直到 1992 年才又恢復運作。

- 2004 成立「能源研究公司」(Energy Research Company, EPE)，隸屬於 MME，負責每二年研擬「能源擴張十年計畫」(Ten Year Plan for Expansion of the Energy Sector)。
- 2008 通過「天然氣法」(Natural Gas Law)。

除上述行政機關外，根據「石油法」，另設有「國家能源政策委員會」(National Energy Policy Council, CNPE)，襄助總統統籌規劃國家整體能源政策的發展方向。在政府主動以完整的立法程序，再配合市場機制與技術研發，巴西能源政策遂得以逐步實現其自主與多元的安全目標。

二、市場機制

一般說來，可再生能源發展不易的主要原因，多是由於初期生產成本過高，市場需求不振，使得投資者裹足不前。反觀巴西可再生能源工業蓬勃發展的一大助力，便是政策保障市場。藉由刺激消費，鼓勵投資、擴大生產、降低成本。除由政府帶頭做起，民間與外來資金亦紛紛跟進。

以生質酒精工業為例，PROALCOOL 計畫的具體策略有四。1.要求國有石油公司 Petrobras 每年必須購買一定數量的酒精；2.國家銀行(Bank of Brazil)提供優惠貸款利率，增加生產者投資意願；3.由政府補貼，規定加油站的酒精售價最高不得超過汽油價格的 65%，吸引民眾消費。4.

設定甘蔗的生產配額及出口量，避免甘蔗價格起伏過大。⁴⁶隨著市場消費增加，生產規模不斷擴大，生產成本因此大幅下降。今天，即使在自由競爭的市場中，政府早已停止補貼，但酒精的價格大致維持在汽油價格的 60% 至 70%，仍深具市場競爭力。

燃料酒精如此，生質柴油產業的成長更是拜政策引導市場所賜。當政府公告 PNPB 計畫時，規定所有柴油燃料至 2008 年，都必須添加 2% 的生質柴油後，市場需求頓時倍增。不單政府控制的 Petrobras 立即籌畫提高產能，民間業者更大舉投資設廠。2005 年起，先有 Soy Minas 公司表示將年產 1,200 萬公升的生質柴油。緊接著 4 月間，棕櫚農業集團 (Agropalma) 也宣布在北部的貝倫州 (Belém) 投資 200 萬巴西幣 (美金 85 萬) 建廠，並與里約熱內盧大學 (Federal University of Rio de Janeiro, EFRJ) 簽訂技術合作協議，估計年產 2,400 萬公升的生質柴油。⁴⁷4 個月後，由業者聯合組成的產業協會 (Biodiesel Industries Association) 更進一步表示，將一口氣推出 8 項生產計畫，總產能高達 4.5 億公升。巴西的生質柴油工業因政策所創造出的大量市場需求，因此發達起來。⁴⁸

三、技術研發

⁴⁶ Anil Hira & Luiz Guilherme de Oliveira, "No Substitute for Oil? How Brazil Developed its ethanol Industry," *Energy Policy*, No. 37(2009), pp. 2450-2456.

⁴⁷ Elizabeth Johns, "Brazil's Biodiesel Rush," *Biodiesel Magazine*, <<http://www.biodieselmagazine.com/articles/380/brazils-biodiesel-rush>> (August 1, 2005).

⁴⁸ *Ibid.*

產業的成長除了有賴政策引導市場外，還需要相關技術的改良與創新，方能迎合供需的變化。倘若缺乏生產技術提供足夠的原料，所有計畫與願景都是枉然。反之，重要技術的突破，也可能扭轉瀕危的產業。以下便以巴西能源組合中的亮點--生質酒精為例，說明巴西在這方面的成就。

不同於美國使用玉米為原料，巴西製作生質酒精的主要作物是甘蔗。如前所述，從 1986 至 2002 年這段期間，巴西生質酒精市場曾一落千丈，主要原因有三：一來酒精汽車的性能本就不及一般汽車；二者、國際石油價格自 1986 年起大幅滑落；三者，由於國際糖價上漲，政府只好放寬酒精價格上限，從汽油價格的 45% 提高為 65%。由於燃料價格優勢不再，消費者對酒精汽車的興致逐漸冷卻。當糖價持續攀升，政府不得不取消出口配額限制，酒精供應更加吃緊。隨著國內金融情勢轉趨惡劣，政府無力繼續補貼，因此 PROALCOOL 計畫遂於 1991 年喊停。昔日風光一時的酒精汽車乏人問津。1997-98 年間，只有 1000 輛的酒精汽車售出，與 1980 年 1 月單月便售出 980 輛酒精車的盛況形成強烈對比。直到 2003 年，酒精車的寒冬才終於出現轉機。該年 3 月，可使用任意酒精與汽油混和比例的 flex-fuel 汽車(FFV)誕生，在政府的優惠稅率鼓勵下，消費者趨之若鶩，酒精車市場終於復甦。⁴⁹2005 年初，FFV 的銷售量已超過一般汽車，占汽車總銷售量的 57%。

⁴⁹ 汽油稅比純酒精高出 58%。

除了汽車製造技術的突破，巴西政府投入在甘蔗種植的相關研究，也是促進生質酒精產業發達的重要原因。以甘蔗酒精產量最高的 Sao Paulo 為例，從甘蔗品種的研發、病蟲害的防治、發酵與蒸餾技術的提升，乃至於土壤改良等各方面，州政府都有相當的貢獻。巴西境內現已培養出數十種甘蔗。不同品種的甘蔗可適應不同的生長環境，即使在降雨量小的東北地區，一樣可以栽種防蟲抗旱的甘蔗。參與研發酒精引擎有功且是巴西最大的蔗糖技術中心(Sugarcane Technological Center, CTC)，便長期得到 Sao Paulo 州政府轄下的農藝中心(Agronomical Institute of Campinas, IAC)及生物中心(Biological Institute)的指導與合作。

儘管巴西的能源組合足以作為其他國家學習的典範，但看似成功的能源策略背後，仍不乏引人詬病與質疑之處。首先，巴西政府雖然在上世紀 90 年代結束了國營石油公司在石油產業的壟斷地位，繼而吸引了民間與外來的大舉投資。但其近年的一些政策安排，却如國家石油管理局 (ANP)前任官員 Adriano Pires 所言，在晚近的一些工程上置外國企業於次要的地位，呈現出一種「國家主義」和「平民主義」。⁵⁰例如在 2010 年所通過的一項法案中，要求未來開發 Pre-sal 油田時，Petrobras 持有的股權不得少於 30%，並且由其負責開採作業。⁵¹該項規定無疑是為了保

⁵⁰ “Brazil: Pre-Salt: A New Legal Framework for the Oil Industry in Brazil,” *Mondaq*, <<http://www.mondaq.com/article/asp?articleid=120464>> (January 11, 2011).

⁵¹ “Brazil’s Oil Boom: Filling up the Future,” *The Economist*, <<http://www.economist.com/node/21536570>> (November 5, 2011).

障 Petrobras 長期享有的特權。其次，在 2010 年巴西海岸所發生的大約 3000 桶原油的漏油事件中⁵²，環境保護局(IBAMA)對雪佛龍石油公司(Chevron Corp.)開出 5000 萬巴西幣的高額罰款(折合美金 2800 萬元)⁵³，國家石油管理局(ANP)甚至傳出要下令關閉該公司的油井作業。據巴西聖保羅大學能源與環境專家 José Goldemberg 表示，「這些舉措與洩漏量根本不成比例。」⁵⁴這也不得不令人懷疑，巴西政府是否真的歡迎外國石油公司。然而若要開發 Pre-sal 的石油，必得仰賴來自全球的專業技術，一旦外國企業的投資意願出現動搖，勢必將使得巴西成為石油大國的進程受阻。

其次，大型水力資源的開發向來就是引發高度爭議的大事。其中牽涉的層面，不單只是經濟發展與環境破壞的矛盾，還波及社會人文的衝突。以 Belo Monte 水壩為例，雖然該計畫有助於因為經濟成長而需求大增的用電，但是也令人擔心對當地環境和印第安原住民的負面影響。由於該項工程預計將辛谷河截斷，使得當地原住民賴以補魚、飲用、洗滌與交通的水路被迫中斷，因此引發居民持續抗爭 30 餘年。雖然巴西政府最終仍強勢通過該計畫，並於 2011 年 6 月開始施工，但抗議行動迫使工程無法順利進行。2012 年 8 月 14 日巴西地區聯邦高等法院(Regional Federal Tribunal, TRF1)更以「缺乏原住民諮詢程序」為由，裁定工程應立即停止。法官 Souza Prudente 指出，「法院這項裁定凸顯了巴西政府與

⁵² 聯邦政府對漏油量的說法為 5000 桶。

⁵³ 巴西環境保護局後又以雪佛龍公司緊急處分的不完善為由，追加 1000 萬巴西幣的罰款。

⁵⁴ “Oil, Water and Trouble,” *The Economist*, <<http://www.economist.com/node/21542179>> (December 31, 2011).

國會必須遵守憲法和國際公約，對於攸關原住民生計和領域存續的開發計畫，須事前諮詢原住民並取得同意。狹隘的商業利益不能凌駕於人權和環境保護之上。」⁵⁵預料隨著人權與環保意識不斷高漲，巴西政府未來大型的水力開發計畫，必將面臨更多的波折。

再者，巴西的生質能源產業也不時受到各種質疑與批評，例如憂心大量生產生質能源作物會導致農地不足，影響糧食產量，造成糧價上漲；或抗議甘蔗工人嚴苛的工作環境與微薄的待遇，違反社會公義等。但事實上，現階段巴西甘蔗種植區雖使用了相當於 10% 的農地面積，但該面積僅占全國可耕地的 2%，影響糧作十分有限。⁵⁶而若為了保護工人權益，改採全面機械化的採收方式，反將使得 10 萬農民失去工作機會。⁵⁷

伍、結語

巴西擁有得天獨厚的自然條件，可說是非常幸運的。但就在上世紀 80 年代以前，巴西的能源卻是匱乏的。巴西今日能源消費自給自足，半

⁵⁵ Jonathan Watts, "Belo Monte dam construction halted by Brazilian court," *The Guardian*, <<http://www.guardian.co.uk/world/2012/aug/16/belo-monte-dam-construction-suspended?iNTCMP=SRCH>> (August 16, 2012).

⁵⁶ Jose Goldemberg, "Ethanol for a Sustainable Energy Future", *Science*, Vol. 315(2007), pp. 808-810.

⁵⁷ Joao Martines-Filho, Burnquist Heloisa L., & Vian Carlos E.F., "Bioenergy and the Rise of Sugarcane-Based Ethanol in Brazil," *Choices*, Vol. 21, No. 2(2006), pp. 91-96.

數能源又是可再生能源，能源供給既安全又清潔，這一切主要還是歸功於政府因勢利導的能源政策使然。截至目前，巴西能源政策無疑是十分成功的。不過正如巴西里約熱內盧 Oren Investimentos 資產管理公司的經濟學家古奧斯塔門多薩(Gustavo Mendonca)在 Pre-sal 油田被發現後所稱：「如果方向正確，我們將成為一個更富裕的國家，擁有在全球位居前茅的石油服務業，就業大軍的技能水平更高，人們的教育和健康程度更好。總而言之，我們生產力將提高，不僅是在石油領域，而是整個國家。然而，如果方向不對，我們將成為緊守著一個且是唯一一個產業的國家，聽憑油價漲落決定我們的貧富。」目前看來，巴西當不至淪落到聽憑油價來決定國家貧富的那一天，但隨著國內需求不斷攀升，未來如何持續既安全又清潔的能源供給，仍必須審慎應對。

本文分析巴西近 40 年來的能源策略，了解其如何從一個能源進口國轉變為能源自主的新興大國。近年來，在溫室氣體超量排放、全球氣候暖化、國際原油供需不穩和價格持續上漲等因素影響下，能源安全已再度成為各國決策者的重要課題。巴西能夠在短短數十年間脫胎換骨，躋身全球前十大能源生產國，此不僅令人欣羨，更值得省思。「上帝是巴西人」這句巴西諺語，聽來或許有些滑稽，但對照巴西的能源發展，倒也有幾分巧合。不過真正的推手還是巴西政府。至於巴西如何把握契機，善用其能源的強項，進行所謂的「能源外交」，雖不在本文討論範圍，但值得後續觀察與研究。

參考文獻

中文部分

網際網路

「巴西八成電力來自可再生能源水力發電為主」，巴西新聞，
<<http://www.bxqw.com/userlist/hbpd/newshow-14896.html>> (2011
年 10 月 13 日)。

「巴西能源發展近況與投資機會」，巴西新聞，
<<http://www.bxqw.com/userlist/hbpd/newshow-12341.html>> (2011 年
3 月 3 日)。

英文部分

專書

International Energy Agency, *2011 Key World Energy Statistics* (Paris: International Energy Agency, 2009).

International Energy Agency, *Comparative Study on Rural Electrification Policies in Emerging Countries* (Paris: OECD/IEA, 2010).

期刊論文

Goldemberg, J., Suani Teixeira Coelho & Oswaldo Lucon, "How Adequate Policies Can Push Renewables," *Energy Policy*, Vol. 32(2004), pp.

1141-1146.

Goldemberg, J. & J. R. Moreira, "The alcohol program," *Energy Policy*, Vol. 27, No. 4(1999), pp. 229-245.

Langevin, Mark S., "The Brazilian Biodiesel Program," *Journal of Energy Security*, No. 12(December 2011), p. 367.

Hira, Anil & Luiz Guilherme de Oliveira, "No Substitute for Oil? How Brazil Developed its ethanol Industry," *Energy Policy*, No. 37(2009), pp. 2450-2456.

Goldemberg, Jose, "Ethanol for a Sustainable Energy Future", *Science*, Vol. 315(2007), pp. 808-810.

Martines-Filho, Joao, Burnquist Heloisa L. & Vian Carlos E.F., "Bioenergy and the Rise of Sugarcane-Based Ethanol in Brazil," *Choices*, Vol. 21, No. 2(2006), pp. 91-96.

網際網路

"The Energy Situation in Brazil: An Overview," *The Office of Global Energy Dialogue*, <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/brazil-1.pdf>> (May, 2006), p. 3.

"All this and oil too: God may indeed be Brazilian after all," *Economists*, <<http://www.economist.com/node/10134215>> (November 15, 2007).

"Brazil's Oil Boom: Filling up the Future," *Economists*, <<http://www.economist.com/node/21536570>> (November 5, 2011).

"Brazil ready to live a natural gas golden era," *MercoPress*, <<http://en.merco.press.com/2012/04/30/brazil-ready-to-live-a-natural-gas-golden-era-with-self-sufficiency-in-five-years>> (April 30, 2012).

"Brazil's Energy Matrix and Prospects of Integration with South America," *Deloitte Touche Tohmatsu Limited*, <<http://www.deloitte.com/assets/Dc>

- om-Brazil/Local%20Assets/Documents/Ind%C3%BAstrias/Petr%C3%B3leo%20e%20G%C3%A1s/Brazil's%20Energy%20Matrix.pdf> (2010), p. 12.
- “Oil, Water and Trouble,” *The Economist*, <<http://www.economist.com/node/21542179>> (December 31, 2011).
- “USDA Gain: Brazil Biofuels Annual 2012,” *TheFarmSite.com*, <<http://www.thefarmsite.com/reports/contents/brabioau12.pdf>> (2012), p. 13.
- “USDA Agriculture Service Gain Report Number: BR12013,” *USDA*, <http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Sao%20Paulo%20ATO_Brazil_8-21-2012.pdf> (August 21, 2012).
- “The Energy Situation in Brazil: an overview,” *IEA*, <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/brazil-1.pdf>> (May, 2006), pp. 3-5.
- “The National Oil & Natural Gas Industry Mobilization Program,” *Petrobras*, <http://www.agenciapetrobras.com.br/upload/pdf/importfromurl_5502.pdf> (2012).
- “Mozambique/Brazil: ‘Ethanol Diplomacy’ meets criticism,” *GlobalVoices*, <<http://globalvoicesonline.org/2010/07/22/mozambiquebrazil-ethanol-diplomacy-meets-criticism/>> (July 22, 2010).
- “The Pew Charitable Trusts,” *Pewenvironment.org*, <<http://www.pewenvironment.org/uploadedFiles/PEG/Publications/Report/G-20Report-LOWRes-FINAL.pdf>> (2010), p. 11.
- “The Brazilian Energy Matrix,” *BARZIL.gov.br*, <http://www.brasil.gov.br/energia-en/energy-matrix/the-brazilian-energy-matrix/br_model1?set_language=en> (2010).
- Johns, Elizabeth, “Brazil’s Biodiesel Rush,” *Biodiesel Magazine*, <<http://www.biodieselmagazine.com/articles/380/brazils-biodiesel-rush>> (August 1, 2005).

“Brazil: Pre-Salt: A New Legal Framework for the Oil Industry in Brazil,”
Mondaq, <<http://www.mondaq.com/article/asp?articleid=120464>> (January 11, 2011).

“Brazil’s Oil Boom: Filling up the Future,” *The Economist*,
<<http://www.economist.com/node/21536570>> (November 5, 2011).

Watts, Jonathan, “Belo Monte dam construction halted by Brazilian court,”
The Guardian, <<http://www.guardian.co.uk/world/2012/aug/16/belo-monte-dam-construction-suspended?INTCMP=SRCH>> (August 16, 2012).

An Analysis of Brazilian Energy Policies: Evolution and Achievements

Kuo, Hsin-kuang

(Lecturer, Department of Diplomacy, National Chengchi University)

Abstract

Energy security is the common concern of modern states. Ensuring energy supply is secure means working both in the short term to minimize risks of any unplanned interruptions – and in the long term to have the right policies in place. This article examines the case of Brazil, currently the 2nd largest producer of ethanol fuel in the world. In 2006, Brazil achieved self-sufficiency in crude oil. Today, the Brazilian energy matrix is one of the cleanest in the world, with a strong presence of renewable energy. Brazilian state policies were directly responsible for the success. In the case of Brazil, it shows that there are viable alternatives to a purely petroleum-based economy, if the state is willing to shape markets and technologies into productive directions. The development of Brazilian energy policy has major implications for neighboring Latin American countries and the rest of the world.

Key words: Brazilian energy policy, Brazilian energy matrix, energy security, renewable energy, nonrenewable energy, biofuel, ethanol fuel