

臺灣生質燃料產業趨勢分析

◎羅時芳／中華經濟研究院綠色經濟研究中心 研究員

◎吳周燕／中華經濟研究院綠色經濟研究中心 輔佐研究員

生質能可作為基載電力及供熱來源，溫室氣體排放較化石燃料低，各國已將生質能認定為協助達到國家溫室氣體減量目標之重要政策之一。經濟部今年開始鼓勵業者使用生質燃料作為鍋爐燃料，本文由生質能產業產值推估，以瞭解國內生質能產業發展趨勢。

關鍵詞：生質能、產值、溫室氣體

Keywords: bioenergy, market value, green house gas

由近年國際主要國家推動生質能市場經驗分析，生質能溫室氣體排放量遠較化石燃料低，已被認定是協助各國達到溫室氣體減量目標之重要政策之一。國內在生質能推廣上，經濟部〈指定能源用戶使用蒸氣鍋爐應遵行之節約能源規定〉公告，燃煤與燃油鍋爐可與固態生質燃料（包括木顆粒、棕櫚殼、菇類栽培介質廢棄物）混燒，藉由生質燃料產業產值推估可以藉此了解國內生質能產業發展概況。本文將首先定義生質能產業範疇，再根據國內能源統計資料，推估歷年臺灣整體生質能產值及發展趨勢。

臺灣生質能產業範疇

依照我國「再生能源發展條例」對再生能源的定義包括：「太陽能、生質能、地熱能、海洋能、風力、非抽蓄式水力、國內一般廢棄物與一般事業廢棄物等直接利用或經處理所產生之能源」。而再生能源中之生質能則定義為「農林植物、沼氣及國內有機廢棄物直接利用或經處理所產生之能源」。

全球生質能源協會（World Biomass Association，簡稱WBA）、REN21及IEA等國際機構在其報告中對生質能之定義，生質能（bioenergy或biomass energy）係指由生物質（biomass）經轉換後而產生之能源，而生物質係指任何來自動植物、藻類或廢棄物等



有機物質，且其能量經轉換後可作為能源使用。國際上將生質能之料源分成林業與林業剩餘資材、農作物與農業剩餘資材、以及污水、都市廢棄物、事業有機廢棄物等類別，並依照生質能之型態分成固態、氣態與液態生質能等三大類（見表1）。

固態生質能（solid biomass）係指將製材廠的邊角料、下腳料等林業剩餘資材，稻穀、稻稈、菇包培養基、棕櫚殼等農業剩餘資材，以及城市生活廢棄物等料源，直接或經過造粒程序後作為燃料使用。固態生質能之應用範圍主要用來發電、汽電共生、供暖，或作為工業鍋爐燃料以產生蒸氣。國際對固態生質能小類之分類，通常以料源類型作為區分，大致可分為農業剩餘資材燃料、林業剩餘資材燃料及廢棄物燃料等。

氣態生質能（biogas）係指由垃圾掩埋場、都市垃圾、污水、畜牧業廢棄物之生物質經轉換後所取得之氣體，沼氣（biogas）即屬此類，沼氣亦可進一步去除二氧化碳、矽氧烷與硫化氫等雜質，壓縮後成為生質甲烷，可直接作為天然氣之替代品。氣態生質能應用以發電及熱能用途較多。

液態生質能（liquid biofuels）包含生質酒精（bioethanol）與生質柴油（biodiesel），生質酒精係指利用微生物發酵把甘蔗、玉米、木薯、甘藷等物質之醱份經過轉化而成；生質柴油則是將油籽作物（如：大豆、油菜籽及棕櫚油）、廢棄食用油、動物脂肪

等經過轉化所生產的燃料。液態生質能常用於交通運輸工具之替代燃料。

臺灣生質燃料產值推估

臺灣生質能產業產值推估，以能源局能源統計月報與能源平衡表，以及中華民國海關進出口統計資料之數量，乘上再生能源躉購電價或市場單位售價，推估方法說明如下。

（一）固態生質能

1. 林業與農業資材燃料：目前國內林業與農業剩餘資材燃料已在市場流通者主要為木顆粒及棕櫚殼，木顆粒受限於國內料源分散而收集不易，廠商主要直接自國外進口，或於國外生產後再進口至臺灣。在棕櫚殼方面，國內並未栽種棕櫚樹，目前棕櫚殼均進口自印尼與馬來西亞，根據廠商訪談資料，木顆粒與棕櫚殼之平均售價分別為4,200元／噸與4,000元／噸。農林剩餘資材燃料之產值係以每年進口總量乘上國內市場平均售價計算，其產值推估如表2。

2. 事業廢棄物衍生燃料：事業廢棄物衍生燃料目前主要是能源局所統計之黑液與蔗渣發電，其與焚化廠廢棄物發電同樣作為發電用途，因此其產值推估則以發電量乘上再生能源躉購費率。事業廢棄物衍生燃料之產值推估過程與結果整理如表3所示。能源局統計月報之生質能發電量含黑液、蔗渣及沼氣發電量，扣除沼氣發電度數後，即為黑液與蔗渣之發電量。

表1 臺灣生質能產業範疇定義

大類	小類	定義
固態生質	林業資材顆粒燃料	林業剩餘資材之料源來自林木、木屑、漂流木、木工廠乾淨邊材等，其料源經過造粒後可作為燃料使用，如：木顆粒。
	農業資材燃料	農業剩餘資材則含菇包培養基、稻稈、榨油殘渣等，其他棕櫚殼、草本植物等料源亦為此範疇，其料源經過造粒後可作為燃料使用。
	事業廢棄物衍生燃料	料源來自事業廢棄物（工業廢棄物），直接或經過造粒後作為燃料使用，製造業生產後所產生之黑液與蔗渣，並將其用於發電亦屬此類。
	焚化廠廢棄物發電	垃圾焚化廠之廢棄物能發電。
氣態生質能	沼氣	由垃圾掩埋場、都市生活廢棄物、污水、動物糞便中之生物質經厭氧發酵獲得之氣體。主要成分為甲烷與二氧化碳。
液態生質能	生質酒精	利用微生物發酵把生物質中之醣分轉化所得到之酒精。料源包含甘蔗、玉米、大麥、小麥、燕麥、稻米等穀類，還有甜菜、甜高粱，以及木薯、甘藷等。
	生質柴油	來自油籽作物（如：大豆、油菜籽及棕櫚油），以及其他油源（如：廢棄食用油及動物脂肪）所生產之燃料。

資料來源：本研究整理。

表2 我國林業與農業資材燃料產值

	2013	2014	2015	2016
木顆粒進口量（公斤）	66,814	7,323,258	18,021,115	21,733,483
棕櫚殼進口量（公斤）	52,513,410	78,213,306	68,560,392	35,393,076
林業資材燃料（千元）	281	30,758	75,689	91,281
農業資材燃料（千元）	210,054	312,853	274,242	141,572

註1：木顆粒進口貨號為HS 4401310000「木屑棒」；棕櫚殼進口貨號為HS 2306600004「棕櫚類核果及子仁油渣餅及固體殘渣物」。

註2：由於產值推估時係反映實際情形，因此上表所使用之棕櫚殼進口貨號為目前國內廠商申報時所使用。

資料來源：中華民國海關進出口統計資料庫；本研究整理及推估。

表3 我國事業廢棄物衍生燃料產值

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
生質能發電（千度）	272,137	237,334	243,363	219,361	242,505	235,781	193,756
減：沼氣發電（千度）	28,295	23,413	20,511	18,418	16,213	17,396	19,486
生質能發電-黑液、蔗渣（千度）	243,842	213,921	222,852	200,943	226,292	218,385	174,269
躉購電價-生質能發電（無厭氧發酵設備）（元/度）	2.0615	2.1821	2.3302	2.4652	2.5053	2.6338	2.7174
產值（千元）	502,680	466,798	519,289	495,363	566,929	575,182	473,559

註：本表所列躉購費率數值為正式施行期間，例如：能源局於2015年底公告2016年1月1日正式施行之躉購費率。

資料來源：本研究整理及推估（原始統計資料來自於能源局能源統計月報、能源平衡表及再生能源躉購費率）。



3. **焚化廠廢棄物發電**：焚化廠廢棄物發電之產值推估係以發電量乘上再生能源躉購費率，而再生能源躉購費率則採廢棄物能發電之價格，產值推估過程與結果整理如表4所示。

(二) 氣態生質能

國內沼氣主要生產於垃圾掩埋場、工業

廢水處理廠及養豬場，利用沼氣發電系統收集廢棄物產生之沼氣，用以發電或生熱。以養豬隻為例，一頭豬平均每天約可以產生0.1立方公尺沼氣；又以每立方公尺沼氣經由沼氣發電機轉換可以生產1.5度電計算，國內618萬頭豬則每天約可以生產927,000度電。最後根據能源局每年公告之再生能源躉購費率即可計算出氣態生質能之產值，如表5所示。

表4 我國焚化廠廢棄物發電產值

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
廢棄物能發電（千度）	3,036,140	3,091,877	3,082,351	3,148,937	3,204,339	3,258,768	3,256,710
躉購電價-廢棄物能發電（元/度）	2.0879	2.6875	2.8240	2.8240	2.8240	2.8240	2.9439
產值（千元）	6,339,157	8,309,421	8,704,561	8,892,598	9,049,053	9,202,761	9,587,429

註：本表所列躉購費率數值為正式施行期間，例如：能源局於2015年底公告2016年1月1日正式施行之躉購費率。

資料來源：本研究整理及推估（原始統計資料來自於能源局能源統計月報、能源平衡表及再生能源躉購費率）。

表5 我國氣態生質能產值

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
氣態生質能供給量（公秉油當量）	10,356	8,569	7,507	6,741	5,934	6,367	7,132
氣態生質能供給量（千立方公尺）	18,863	15,608	13,674	12,279	10,809	11,597	12,991
每立方公尺沼氣可產生電力（度）	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
氣態生質能供給量（千度）	28,295	23,413	20,511	18,418	16,213	17,396	19,486
躉購電價-生質能發電（有厭氧發酵設備）（元/度）	2.06	2.18	2.70	2.80	3.25	3.38	3.92
產值（千元）	58,330	51,089	55,369	51,596	52,710	58,804	76,408

註1：能源平衡表所使用之沼氣發電熱值為4,941 kcal/m³，沼氣發電之1公升油當量=4,941 kcal/9,000 kcal =0.549立方公尺。

註2：本表所列躉購費率數值為正式施行期間，例如：能源局於2015年底公告2016年1月1日正式施行之躉購費率。

資料來源：本研究整理及推估（原始統計資料來自於能源局能源平衡表及再生能源躉購費率）。

表6 我國生質酒精產值

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
生質酒精供給量（公秉）	215	115	235	168	169	143	161
95無鉛汽油年平均價格（元/公升）	29.21	31.35	32.91	33.52	32.12	23.77	22.17
95無鉛汽油年平均價格（元/公秉）	29,206.67	31,347.37	32,908.70	33,523.26	32,121.28	23,773.47	22,174.42
產值（千元）	6,279	3,605	7,734	5,632	5,428	3,400	3,566

註1：能源平衡表所使用之沼氣發電熱值為4,941 kcal/m³，沼氣發電之1公升油當量=4,941 kcal/9,000 kcal =0.549立方公尺。

註2：本表所列躉購費率數值為正式施行期間，例如：能源局於2015年底公告2016年1月1日正式施行之躉購費率。

資料來源：本研究整理及推估（原始統計資料來自於能源局能源平衡表及再生能源躉購費率）。

表7 我國生質柴油產值

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
生質柴油供給量（公秉）	43,774	56,939	82,872	96,234	44,058	173	123
95無鉛汽油年平均價格（元/公升）	29.21	31.35	32.91	33.52	32.12	23.77	22.17
95無鉛汽油年平均價格（元/公秉）	29,206.67	31,347.37	32,908.70	33,523.26	32,121.28	23,773.47	22,174.42
產值（千元）	1,278,493	1,784,888	2,727,209	3,226,077	1,415,199	4,113	2,721

資料來源：本研究整理及推估（原始統計資料來自於能源局能源統計月報及臺灣中油公司95無鉛汽油價格）。

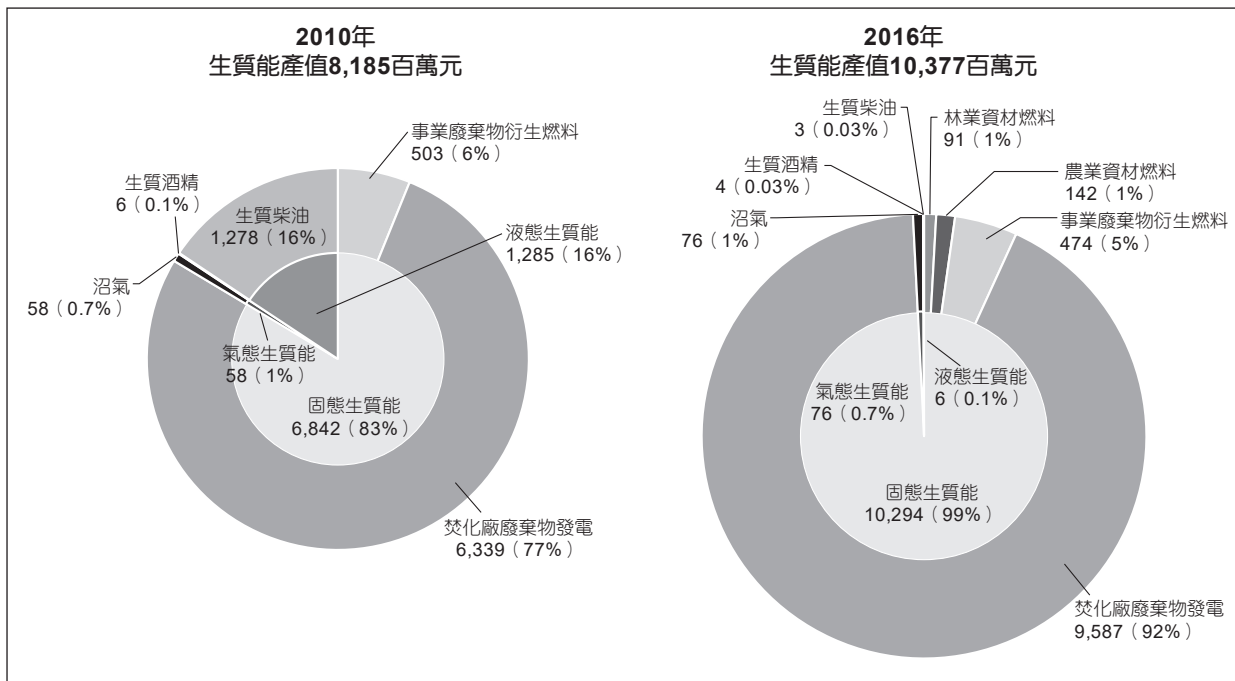
（三）液態生質能

2017年5月公告之能源統計月報與能源平衡表已將生質燃料油自液態生質能移除，並將過去年度數值一併追溯調整，因此國內液態生質能包含生質酒精與生質柴油。假設液態生質能主要用以取代國內運輸燃料使用，故參考國內95無鉛汽油價格，將生質酒精與生質柴油供給量乘上95無鉛汽油價格，即可推估國內生質酒精與生質柴油之產值。（見表6與表7）所示。

（四）臺灣生質能產值推估結果

圖1為2010年與2016年生質能產值推估結果，2010年整體生質能產值為81.85億元，

2016年成長至103.77億元。以大類來看，固態生質能產值最高，並有逐年成長趨勢，2010年產值為68.42億元，占整體產值77%，2016年固態生質能產值則成長至102.94億元，占比高達92%。固態生質能產值在近6年共成長50.45%，年平均成長率為8.41%。氣態與液態生質能產值在過去幾年有明顯變化，氣態生質能歷年產值約維持在5,000萬至6,000萬元之間，去年因農委會推動養豬場沼氣發電政策影響，產值有明顯成長，由2010年5,800萬元成長至2016年7,641萬元，近6年共成長31.74%，年平均成長率為5.29%。液態生質能則是受到能源局於2014年宣布暫時停止推動生質柴油政策影響，生質酒精與生質柴油



資料來源：本研究整理及推估

圖1 2010與2016年臺灣生質能產值推估結果

產量皆明顯下滑，導致液態生質能產值大幅下滑。液態生質能於2010年產值為12.85億元，2016年產值僅600萬元。

進一步從小類來看，固態生質能方面以焚化廠廢棄物所能發電的產值最高，2010年及2016年產值分別為63.39億元及95.87億元。其次為事業廢棄物衍生燃料，2010年及2016年產值分別為5.03億元及4.74億元。氣態生質能則主要是來自掩埋場與畜牧場之沼氣發電，液態生質能則包含生質柴油及生質酒精，其中生質柴油受到政策暫停影響甚大，2010年生質柴油產值仍有12.78億元（占整體產值16%），2016年僅剩下300萬元。

結論

根據國際主要生質能市場經驗分析，生質燃料可作為基載電力，燃煤電廠轉換生質能設備所需時程短，投資成本較其他再生能源來得低，溫室氣體排放也遠較化石燃料少，同時可以提高能源多樣性並促進國家能源安全。另外，生質能可幫助農村、林區提供就業機會，並協助解決廢棄物去化問題。

在空氣污染防治方面，國內民眾近年對於空氣品質的重視，加上部分地方政府對於空氣污染排放標準轉趨嚴格或有禁燒生煤之規定，未來國內業者勢必會面臨以清潔能源取代化石燃料之規定。生質能則被認為是投資成本相對較低、轉換時程較短之選項，也是達成溫室氣體減量重要的手段之一。