

風力發電

(含小型風力、陸域型風力及離岸型風力發電)



台灣風能協會 報告

98年11月9日

簡報內容與人員

1. 前言
—台灣風能協會秘書處 王裕光 秘書長
(盧顯卿董事長代)
2. 陸域
—英華威風力發電公司 馬維麟 總經理
3. 離岸
—台灣汽電共生公司 徐崧富 總經理
4. 小型風機
—台灣中小型風力機發展協會 曾明慧
5. 學術界
—澎湖科技大學前校長 林輝政 教授
6. 整合系統界
—怡興工程顧問公司 盧顯卿 董事長

前言

台灣風能協會秘書處---王裕光秘書長
(盧顯卿董事長代)

- 舉世的政府為追求未來10-15年達成可再生能源發電百分比的目標，都紛紛提高電價的收購單價，尤以風能為甚。
- 我政府為符合社會正義與環保政策，殫精竭慮於躉購電價收購，協會自能充分體認，但協會仍認為：
 1. 2.18元的收購價實在過低(稍後各代表人將會陳述)。
 2. 希望政府能考慮納入local contents 因子。
 3. 期待政府能將年度風力發電機設置容量目標的達成列入相關單位的KPI (Key Performance Indicator) ，如此有利於政府與全民合作。

3

國家及台電公司風力發電目標(KPI)

國家實績及目標				台電目標		
2009年	2010年	2015年	2025年	2010年		
推廣實績	推廣目標	推廣目標	推廣目標	自建	外購	合計
累計裝置容量(萬瓩)	累計裝置容量(萬瓩)	累計裝置容量(萬瓩)	累計裝置容量(萬瓩)	累計裝置容量(萬瓩)	累計裝置容量(萬瓩)	累計裝置容量(萬瓩)
52	98	148	300	30	68	98

* 資料來源：1. 經濟部能源局
2. 推廣實績為重新統計

4

風力發電(陸域)合理計算參數值及收購價格

英華威風力發電股份有限公司 馬維麟 總經理

參數名稱	合理值	備註
期初設置成本 (新台幣元/kW)	70,000~ 80,000	此價格為本公司今年與德國銀行融資案實際簽約的總投資成本。由於本公司乃以德國政府提供Hermes擔保的方式向德國銀行融資，德國政府對於本公司所提之成本資料均須經德國政府所聘請的相關專家嚴格檢視計算及把關，因此成本數據不容虛構，可以反映現實，極具參考價值。
折現率(%)	8-9	國內長期（15 年）貸款利率約6%~7%；內部回報率普遍都訂為10%； <u>折現率應為8%~9% 才是合理。</u>
回收年限(年)	10	參照國內民營電廠及銀行貸款實例，以10年內還本付息較符合事實。
年發電量	2000	依能源局所公布之2008 年報，台灣目前置風場之年滿發小時2,370。而此類風場灣目前岸上擁有最佳風資源處，日後再者，其年發電量應較此為低，為鼓勵設生能源發電系統，風力發電之年售電量數應不超過2000 較為合理。

5

風力發電(陸域)合理計算參數值及收購價格(2/2)

參數名稱	合理值	備註
運維費用 (佔期初設置成本%)	4.5~5%	依本公司近幾年在台灣的实际經驗，每年不低於總投資成本的5%；另歐洲最大風電融資銀行之一的BREMERLANDESBANK 也指出，風電的年運轉維護費每年不低於總投資成本的4%。
通貨膨脹率	2%	通貨膨脹率應納入公式計算中。
收購電價 (新台幣元/度)	3~4 元	德國2009 年新能源優先法(EEG)最新公布風力發電基本電價新台幣4.42元，中國大陸風電價格亦由其中央政府規定為新台幣2.9 元。加拿大政府才通過的費率為新台幣4.05 元。 <u>因此台灣風電收購價格若介於新台幣 3-4 元間，應屬合理之價格，且和目前台電收購台電民營天然氣發電廠的價格都在新台幣 4 元以上相比，仍屬便宜，外界當無質疑！</u>

6

風機設置成本							
公司	風場場址	投資金額 (仟元)	平均單價 (元/kW)	資料來源	業者說明		
					統包工程決標 總金額(仟元)	統包工程決標 平均單價(元/kW)	資料來源
台電	核一廠	179,410	45,306	93年竣工	由於整個國際市場自2007年起價格大漲，再加上自2005年起歐元對台幣匯率大幅飆升，此筆價格和目前市場行情偏離太遠，因此較不具參考價值。		
台電	大園觀音	1,621,891	54,063	95年竣工	由於整個國際市場自2007年起價格大漲，再加上自2005年起歐元對台幣匯率大幅飆升，此筆價格和目前市場行情偏離太遠，因此較不具參考價值。		
台電	四湖	1,716,249	61,295	95年申請籌設	3,200,000	80,000	96.10決標
台電	林口	752,524	62,710	95年申請籌設			
台電	海汕洲	878,950	62,782	95年申請籌設	此案台電公司已放棄		
台電	金門金沙	258,174	64,544	95年申請籌設	2,769,990	76,944	97.01決標
台電	雲麥二期	93,490	52,138	96年申請籌設			
台電	彰工二期	1,162,220	72,639	96年申請籌設			
	台中	1,778,366	40,417	96年竣工	由於整個國際市場自2007年起價格大漲，再加上自2005年起歐元對台幣匯率大幅飆升，此案為2007年前開發施工的案件，此筆價格和目前市場行情偏離太遠，因此較不具參考價值。		

7

7

風機設置成本							
公司	風場場址	投資金額 (仟元)	平均單價 (元/kW)	資料來源	業者說明		
					統包工程決標 總金額(仟元)	統包工程決標 平均單價(元/kW)	資料來源
民間廠商1	桃園觀音風場			96年申請籌設	歐元65,520,000 (@47.76)	歐元1,500 (@47.76)	98.7與德國銀行簽約
民間廠商2	桃園新屋風場			96年申請籌設	此案和觀音案一起談，成本架構一樣，但因尚未和地方完成協調，因此未通知銀行撥款，因此匯率部份未確定		
民間廠商3	彰濱二期			96年申請籌設	此案和本公司2007年所興建之彰濱一期風場一起談，因此價格早在2006年即已談定，較不具參考價值		
東和鋼鐵	龍港	493,495	49,350	96年申請籌設	702,070	70,207	98.10於聽證會後正式傳真能源局修正投資成本資料(但至今能源局仍未修正)
台電	香山	576,109	48,016	97年竣工	此案原為台電一期風場，於2005年即已興建完成，只是因為某些原因，直至2008年才竣工完成。由於整個國際市場自2007年起價格大漲，再加上自2005年起歐元對台幣匯率大幅飆升，此筆價格和目前市場行情偏離太遠，因此較不具參考價值。		
台電	大潭二期	475,000	118,750	97年申請籌設	2,774,343	86,428	98.09決標
台電	王功	1,858,771	92,939	97年申請籌設			
台電	澎湖湖西			申請籌設中			

8

各國風電收購價格（2009年～）

	德國	中國	美國 (佛蒙特州)	愛爾蘭	加拿大 (安大略省)
收購價格	1) 前五年期間 NT4.41元 / kWh 2) 其餘躉購年間， 視風資源而定， 最低為 NT2.41元 / kWh * 台幣/歐元 換算匯 率 1 : 48	視地區風資源品質 NT2.47元 ~ 2.96 元/ kWh * 台幣/人民幣 換算 匯率 1 : 4.85	(1)裝置容量未達15 瓩者 NT6.54元 / kWh (2)裝置容量達15瓩以 上者 NT4.58元 / kWh * 台幣/美元 換算匯 率 1 : 32.7	(1)非大型裝置容量 者 NT6.72元 / kWh (2)大型裝置容量者 NT3.17元 / kWh * 台幣/歐元 換算 匯率 1 : 48	NT 4.1元 / kWh * 台幣/加幣換 算匯率 1 : 30.37
資料來源	德國聯邦政府環保 部官 方網站"氣候變遷"網 頁 下文件	(1)光電風電能源雜 誌 (SUN&WIND ENERGY) 2009年9月版第18頁 (2)中國國家發展和 改革委員會-發改價 格〔2009〕1906號 通知文及其附件「 全國風力發電標杆 上網電價表」	光電風電能源雜誌 (SUN&WIND ENERGY) 2009年7月版第18頁	每月風電新聞雜誌 (WINDPOWER MONTHLY NEWS MAGAZINE) 2009年10月版第44 頁	加拿大安大略 省2009年9月 24日公布之再 生能源電能躉 購費率計畫-風 力發電電價表

9

有關離岸風力發電費率公式及 參數建議

台灣汽電共生股份有限公司 徐崧富 總經理

- 依據國家再生能源推廣目標及衡量台灣環境，陸域型風力發電未來成長空間相當有限；
- 反觀離岸型風力發電，台灣擁有得天獨厚及廣闊待開發的海上型風場，潛在開發容量超過500萬瓩
- 因此，離岸系統風力發電是國家推廣再生能源的重要目標，爰此，建議政府應審慎參酌國外實績訂定合理離岸式風力發電費率，以提升業者投資意願，進而帶動相關產業及增進國家永續發展。

10

有關離岸風力發電費率公式及參數建議(2/4)

■ 以下謹提供訂價相關參數供參考：

1. 期初設置成本

- 1) 依照英、德等歐洲國家2008~2009年的建造實績，平均建置成本每KW約3,052歐元，以目前匯率1歐元換48.3台幣，約14.8萬台幣。
- 2) 目前風機幾乎均為國外進口，可選擇製造商少，幾無降價空間。
- 3) 台灣西部海域地處地震帶及地層液化，且颱風頻繁，基礎設置成本較高。
- 4) 因此，建議合理之期初建置成本每KW至少需為新台幣15.5~16萬元，才能真實反映市場價格。

2. 維護運轉成本

- 1) 以國外案例而言，純維護運轉費用約佔期初設置成本之3%。
- 2) 加計保險、漁業權費用、地方回饋金及物價上漲率等因素，維護運轉成本須至少為期初設置成本之5.5~6.5%，才能真實反應長期維護運轉費用所需包含的因素。

11

有關離岸風力發電費率公式及參數建議(3/4)

3. 折現率(i)

- 1) 離岸式風場以歐洲為主導國家，從各國的例子折現率皆落在7~9%，因此合理的折現率應落在8%，才能真正反映離岸式風場開發的風險。

4. 躉購期間(n)

- 1) 目前公式係採用20年均一價收購，但實務上，因法定風機折舊年限為9年，加上專案融資一般在10年內還本，故一般前幾年無法符合專案融資之還本付息保障倍數(DSCR, Debt interest coverage ratio)1.3倍最低要求。
- 2) 建議參考國外應用實績，採二段式訂價法，前十年給予較高電價，讓業者可順利完成專案融資及還本付息，後十年降低電價至相當於投資者合理的回收及支付運轉維護費用，以激勵業者初期投入，並讓業者有足夠誘因維持後續良好營運。

12

有關離岸風力發電費率公式及參數建議(4/4)

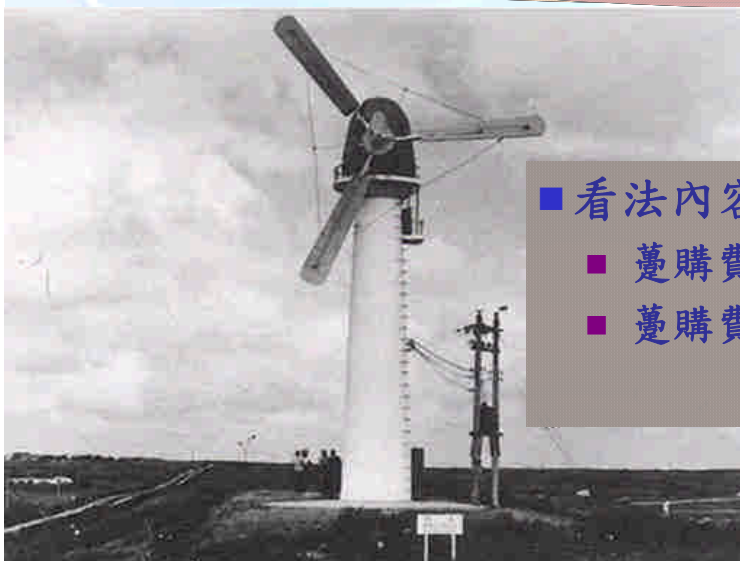
■ 結論：

- 要在台灣成功發展離岸式風電，並達成國家再生能源發展目標，離岸系統躉購電價需落在每度電新台幣7~7.5元，才能促進台灣離岸式風電的發展。
- 以上所提意見詳細資料，請參考永傳能源股份有限公司98.11.04永傳能源字第098110401號函能源局，「離岸式風力發電費率公式及參數建議」，以及星能股份有限公司98.10.29 (98)星能字第1279號函，「提供再生能源收購費率之計算公式參數意見」(現場並提交該二函之影本各一份供參)。

13

風力電能躉購費率看法

台灣大學工程科學及海洋工程系 教授
澎湖科技大學 前任校長 林輝政



■ 看法內容

- 躉購費率問題
- 躉購費率建議

14

躉購費率問題-1

- 風能係目前**最具經濟效率**的綠能
- 應該**全力發展風能**，若躉購費率太低，將遏阻風能未來發展。等同去發展沒有競爭力的其他綠能
- 2.18元/度電價太低，鼓勵廠商**投資沒有誘因**
- EWEC「WindForce12」：風能佔比12% (2020)
- 台灣再生能源佔總裝置容量的預估為8%(2009)、11.2%(2015)、14.9%(2025)，**可能？**
- 風車受颱風、地震、鏽蝕、振動、疲勞、雷擊影響甚大 (P.12)，**躉購期間20年太長**
- 太陽光電有補助要點，為何風電沒有？

15

躉購費率問題-2

- 風車初期成本
 - 大多未計入塔架、線路、施工、線路、變壓等成本
 - 引用93~95年與96~98年差距頗大，應引用最近資料
- 年售電量
 - 10千瓦2400度(27.4%)不合理，**27.4%以下將無人投資**
 - 德國平均25%、英國平均29%、丹麥平均28%
 - 澎湖幾乎是世界no.1風場，以澎湖發電量為參考不合理
 - 風能係**公共財**，廠商有回饋地方成本
- 運轉維護費用
 - 風車係一運動機構，元件經常受損，維護費用不合理
 - 以澎科大wind park為例

16



尾翼鏽蝕



發電機鏽蝕、鹽蝕短路



葉片根部磨損



葉片風蝕

澎科大 Wind park

4架2KW風車：裝置1
年2架發電機燒毀

4架400W風車：裝置
1年2架葉片斷裂



躉購費率建議

- 年售電量
 - 以20%以上有開發價值來考量（太陽光電只有13.6%）
- 運轉維護費用
 - 路域型：期初設置成本4~5%
 - 海域型：期初設置成本5~7%
- 回收年限10年。若有國內產品，應考慮風車產地的適用性。風電應比照太陽光電有補助要點。
- 利潤應加入，才有產業，才有就業，才能技術生根

世界風場開發平均價格概述

怡興工程顧問有限公司 盧顯卿 董事長

- 依據丹麥BTM顧問公司於2009年3月15日出版的“International Wind Energy Development, World Market Updated 2008”，有關風場施工成本的資訊如下：

1. 2008年採用的風場統包價格 (Euro/NT=48)：

- 1) 陸域風場：1,380 Euro/KW 或 66,240 NT/KW
- 2) 海域風場：3,000~3,500 Euro/KW 或 144,000~168,000 NT/KW

2. 影響風場統包價格的主要因素：

- 1) 原物料及石油價格
- 2) 歐元或美元對新台幣的匯率
- 3) 風場環境特色

3. 未來5年的預測 (2009~2013年)

- 1) 因2008年風場統包價格多為2006年以前簽約計畫，未來陸域風場價格大略持平。
- 2) 海域風場統包價格會因風場水深逐漸由10~20Meters擴大到25~30Meters而增加。

21

世界各國風電躉購費率一覽表(NT/KWH)

奧地利	3.576	日本	3.504~4.286
澳洲 ⁽¹⁾	1.718	拉脫維亞	4.368
比利時	3.600	立陶宛	4.171
捷克	4.205	紐西蘭	4.224
丹麥	3.331	挪威 ⁽²⁾	2.194
愛沙尼亞	3.528	波蘭	3.600
法國	3.936/6.240(離岸)	葡萄牙	3.840
德國	4.416/7.200(離岸)	西班牙	4.483
希臘	3.504~4.320	瑞士	2.957
愛爾蘭	3.120/6.720(離岸)	英國	2.678~2.856
義大利	8.640	美國 ⁽³⁾	1.814

1.採用匯率：EURO/NT=48

2.費率比較低的國家說明：

(1)澳洲：原相當支持風電，目前費率約為舊費率的一半，新費率正協商中。

(2)挪威：新費率正協商中，可能提高一倍為4.38。

(3)美國：另外提供0.683 NT/KWH的減稅優惠。

3.資料來源：“International Wind Energy Development, BTM Consultant, 2009/3”

22

風場開發其他成本概述

- 除了期初設置成本、折現率、折舊年限、運維費等估算風力發電成本的因子外，在台灣籌設風場尚有下列不確定因子：
 1. **颱風威脅**—強烈颱風及超級強烈颱風路徑若行經風場附近，可能造成大規模破壞及損失。
 2. **居民抗爭**—依已籌設風場的實質經驗，遭受鄰近居民抗爭而減少風機數目或延長裝機時程的機會相當高，增加整體投資費用。
 3. **併聯路權費用**—為取得從風機至風場變電站再連接至台電變電站的輸電線路路權，開發業者常需支付額外費用。
 4. **海陸運輸費用**—台灣離歐美風機生產製造商甚遠，其成本上需包括額外的海陸運輸費用。
 5. **總結上述額外成本**台灣地區的陸域風機期初設置成本應為7~8萬/kW，海域風機期初設置成本應為15~16萬/kW。

23

合理風電躉購費率的預期效益

1. 鼓勵國內各大財團投入風場開發商機，順利達成能源局在2010年(980MW)、2015年(1,480 MW)及2025年(3,000 MW)的裝置容量目標。
2. 結合海峽兩岸風機製造業者，**開發出適合臺灣海峽離岸風場的風機及施工方式**，將海峽內豐富的風能資源轉換成可永續經營的自有能源。
3. 結合風場及各型蓄能電池的發展，開創出新的**綠色產業鏈**（尤其是澎湖離島的豐富風力資源）。

24