

地址 / 100 台北市中正區
濟南路一段4號

電話 / 02-2343-1700
#3147

發行單位
經濟部標準檢驗局
國家再生能源憑證中心

發行人
經濟部標準檢驗局局長 陳怡鈴
國家再生能源憑證中心主任 黃志文

114 年 Annual Report 報

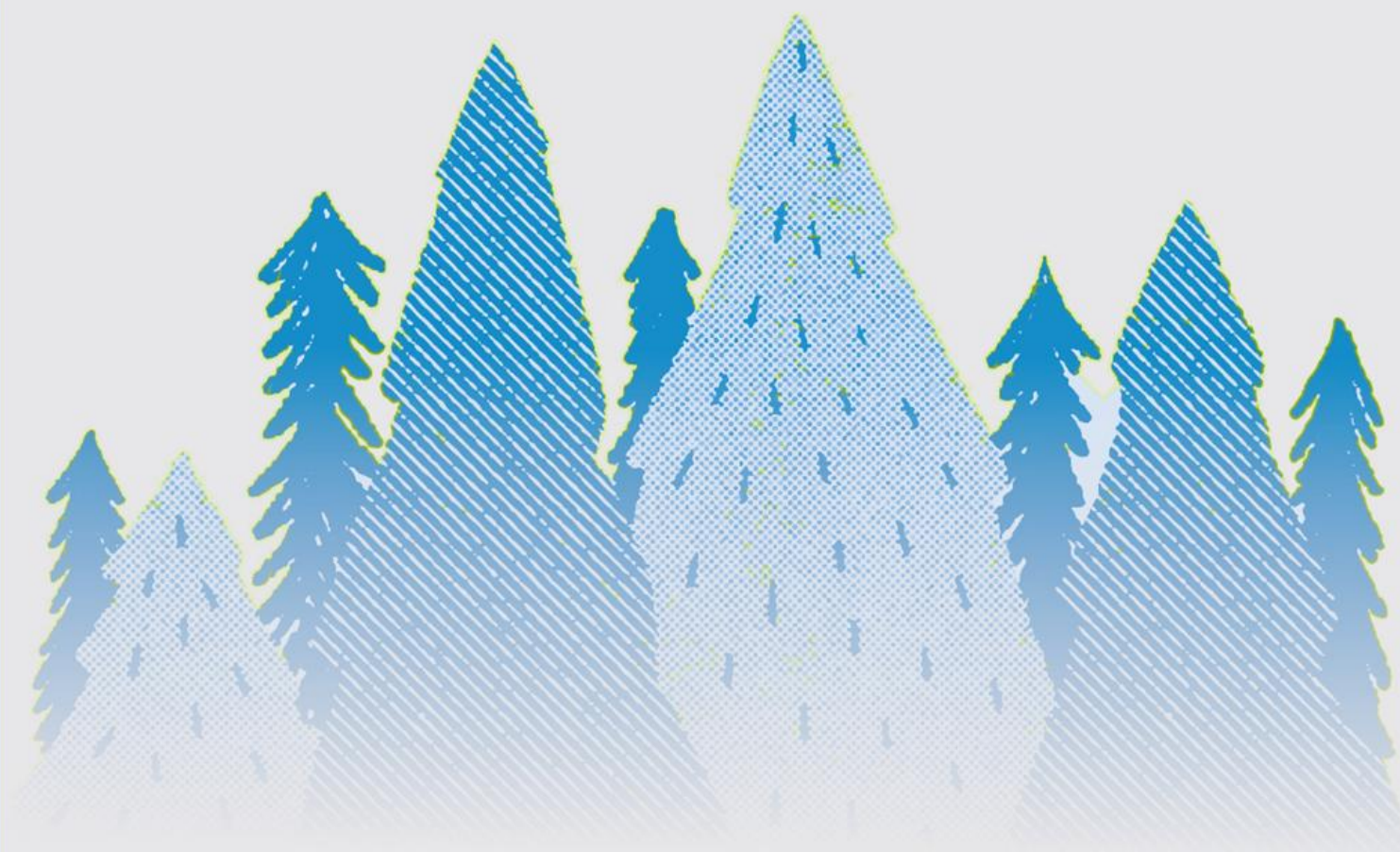
國家再生能源 憑證中心

National Renewable
Energy Certification Center



目錄

Table of Contents



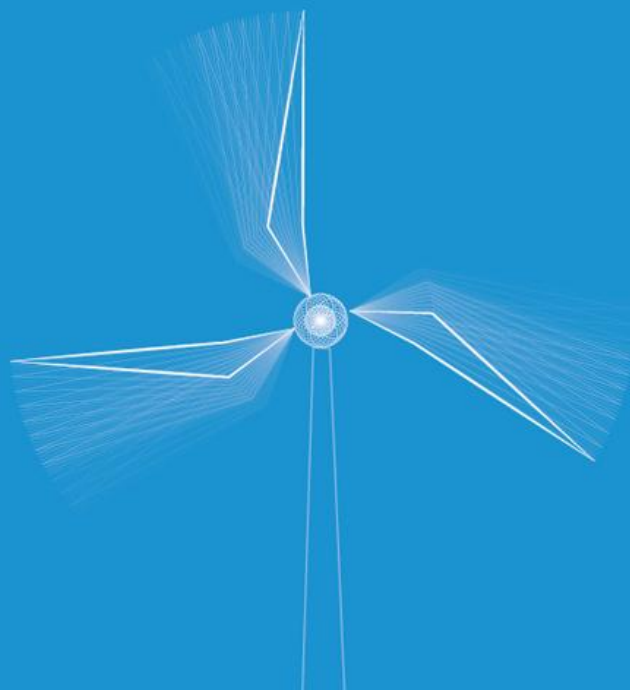
<i>Chapter 1</i>		
序言	—————	4
<i>Chapter 2</i>		
憑證里程碑-憑證關鍵數據年度解析	—————	6
<i>Chapter 3</i>		
114年再生能源憑證新制- 查驗機構認可制度與分級管理機制	—————	16
<i>Chapter 4</i>		
再生能源綠市集-驅動綠電交易之實踐	—————	21
<i>Chapter 5</i>		
助力中小企業達成淨零目標- 中小企業平價綠電專案	—————	25
<i>Chapter 6</i>		
國際電力交易市場及能源屬性證書交易方式介紹	—	31
<i>Chapter 7</i>		
國際再生與低碳氣體憑證制度發展趨勢	—————	44
<i>Chapter 8</i>		
總結與展望	—————	55



01 Chapter 1

序言

面對全球氣候變遷與淨零路徑的嚴峻挑戰，2050淨零排放已成為國家競爭力的核心指標。標準檢驗局作為國家標準與檢測驗證的守門員，深知透明且具公信力的能源數據是企業邁向綠色轉型的基石。





建構韌性綠電憑證市場 開創淨零供應鏈新局

經濟部標準檢驗局 局長

陳怡鈴

再生能源憑證(T-REC)自106年推行至今，不僅是我國能源轉型的重要工具，更是鏈結在地產業與國際綠色供應鏈的關鍵橋梁。

回顧114年度，我國憑證市場迎來結構性的爆發成長，累計憑證核發量已正式跨越「百億」大關，這不僅是數據的累積，更代表我國企業落實 ESG 與自主減碳的決心。本局亦將借鏡國際電證制度之經驗，持續精進憑證制度。

為進一步深化憑證公信力，本局持續強化憑證核發系統之數位化追蹤機制，實務建構憑證之唯一性並避免重複宣告；另為優化市場流動性，更透過多元交易媒合措施，協助產業鏈上下游共同解決綠電缺口；此外，因應歐盟CBAM及國際倡議(如RE100)，積極推動憑證與國際接軌，確保我國憑證具備全球通用的綠色通行證效力。

綠能轉型是永續發展必經之路，本局將秉持專業驗證的精神，與產業界攜手建構更具韌性、透明且高效的綠電憑證交易生態系，為我國的再生能源與嶄新的低碳經濟奠定永續競爭力。

02 Chapter 2

憑證里程碑 憑證關鍵數據年度解析



一、再生能源憑證核發與累積交易量：跨越千萬里程碑

國家再生能源憑證中心(以下簡稱憑證中心)自106年度核發首張再生能源憑證(T-REC)以來，我國綠電市場已從起步階段正式跨入爆發性成長期。根據最新統計數據顯示，114年單年度之憑證核發電量高達59億7,949萬2,000度(轉供加自用發電總發電量)，較113年度的32億1,037萬2,000度呈現近乎翻倍的強勁增長。

觀察圖1「T-REC年度發電度數與累計交易電量」與表1「T-REC年度發行電量與累計交易電量統計表」，截至114年12月止，累計憑證核發電量已正式突破百億大關，達到133億3,522萬6,000度。若以114年度電力排放係數(0.467公斤 CO₂e/度)換算，此累計核發量約可減少逾622萬公噸之二氧化碳排放，其減碳效益顯著，約等同於16,091座大安森林公園的年吸碳量。

此外，114年度單年交易量亦達到53億5,774萬2,000度(轉供加自用發電純憑證交易量)，顯示市場供需兩端均展現極強的動能。自111年單年度核發超過10億度後，112年與113年分別達到19億度與32億度，年均成長率約1.6倍，至114年更攀升至1.8倍。預計115年底憑證累計核發電量將更上層樓，有望邁向200億度以上之規模。

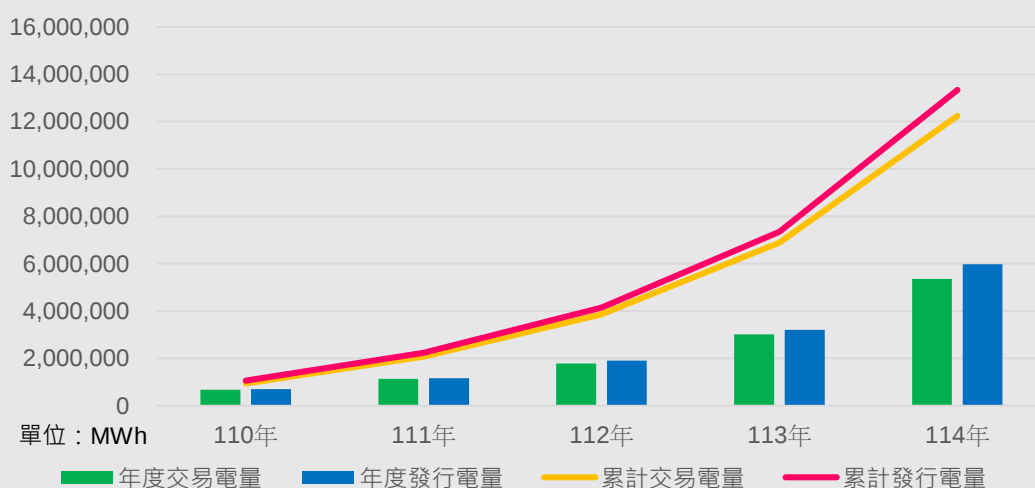


圖1 T-REC年度發行電量與交易電量

表1 T-REC年度發行電量與累計交易電量統計表

年度	交易電量(MWh)	累計交易電量(MWh)	發行電量(MWh)	累計發行電量(MWh)
110年	678,768	941,672	702,098	1,069,862
111年	1,133,461	2,075,133	1,166,152	2,236,014
112年	1,792,146	3,867,279	1,909,348	4,145,362
113年	3,019,588	6,886,867	3,210,372	7,355,734
114年	5,357,742	12,244,609	5,979,492	13,335,226

二、各能源類型案場狀況

根據圖2「前三大能源類型年度案場數量」與表2「各能源類型案場數量統計表」，可得知隨著憑證案場數量逐年增加並翻倍成長，112年至113年成長約3.5倍，而113年至114年間增幅更擴大至3.8倍，截至114年底，憑證案場總數已高達5,855座。這不僅代表有更多企業積極透過自用設備及轉供方式取得再生能源，亦可預期於115年底案場的數量將可順利突破1萬座以上的標竿。

從各能源類型案場數觀察，我國再生能源憑證市場主要以5,757座的太陽能案場居冠，僅114年單一年度便新增超過4,000座，其次為風力能55座，水力能29座、生質能10座及其他能源3座。此外，114年首度加入的地熱能1座，未來將有機會與水力能共同成為再生能源供應的關鍵生力軍。

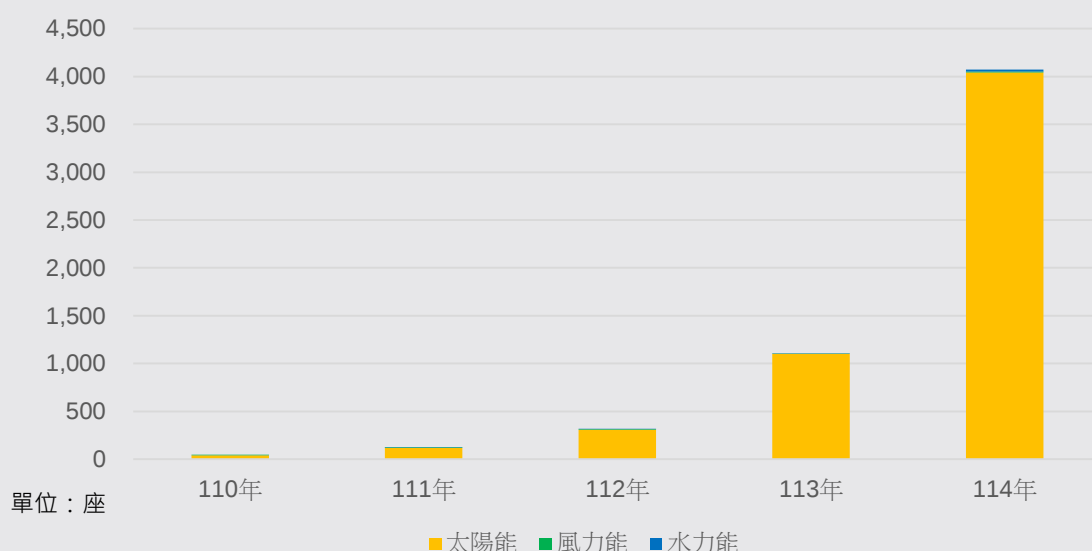


圖2 前三大能源類型年度案場數量 (110年至114年)

表2 各能源類型案場數量統計表 (106年至114年)

單位：座

年度	106	107	108	109	110	111	112	113	114	個別累計
太陽能	29	24	48	46	41	118	308	1,101	4,042	5,757
風力能	3	0	0	15	6	8	9	3	11	55
水力能	0	0	3	0	0	3	1	1	21	29
生質能	0	1	1	0	0	1	1	4	2	10
地熱能	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
其他能源	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3
總累計	32	57	109	170	217	348	668	1,778	5,855	

三、各能源類型憑證電量核發狀況

分析圖3「T-REC前三大能源類型年度憑證數量」與表3「各能源類型憑證數量統計表」，顯示以往能源別之憑證核發數量均以風力能居冠。然而，自113年起在政策支持與經濟效益的雙重驅動下，太陽能憑證發行量首次超越風力能，至114年更已達到風力能的2.5倍。隨著太陽能案場數量於短期內急速增長至5,000座以上，帶動其憑證核發量攀升至395萬7,796張。

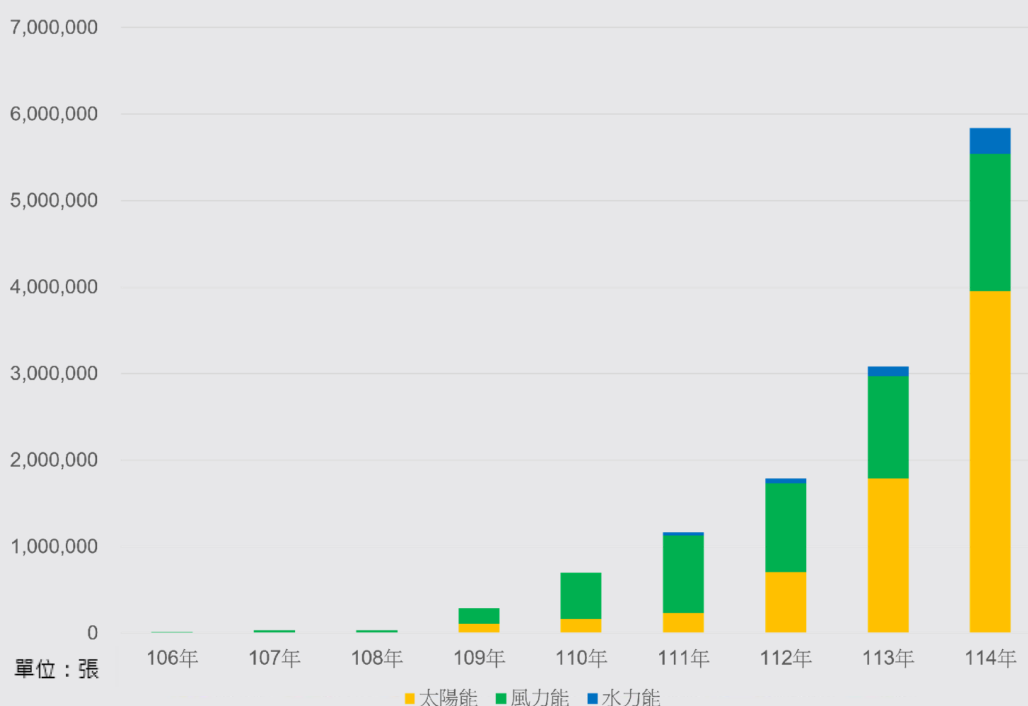


圖3 T-REC前三大能源類型年度憑證數量

表3 各能源類型憑證數量統計表

單位：張

年度	106	107	108	109	110	111	112	113	114
太陽能	2,179	4,346	6,789	107,632	164,565	235,090	704,159	1,789,416	3,957,796
風力能	14,482	26,143	25,561	180,463	537,505	896,441	1,029,308	1,179,847	1,581,976
水力能	0	0	0	0	0	34,129	57,138	112,127	296,177
生質能	0	19	84	66	28	480	118,669	128,812	142,707
地熱能	0	0	0	0	0	0	0	0	639
其他能源	0	0	0	0	0	12	74	170	197
總累計	16,661	30,508	32,434	288,161	702,098	1,166,152	1,909,348	3,210,372	5,979,492

四、各能源別累計發行數量

由圖4「T-REC六種能源別累計憑證發行數量與占比」之數據可見，截至114年底，各能源別的累計發行量結構出現顯著位移。其中最大變革為太陽能已超越風力能，占比達52%，主因為113至114年間太陽光電案場的大規模投入。其次分別為風力能41%、生質能2.92%及水力能3.7%，而地熱能與其他能源目前占比合計不足1%。儘管太陽能現階段在案場數與核發量上均維持領導地位，但預估未來隨著大型離岸風場陸續併網，風力能產能具備回升潛力，有望構建「風光互補」的雙主力供應模式。

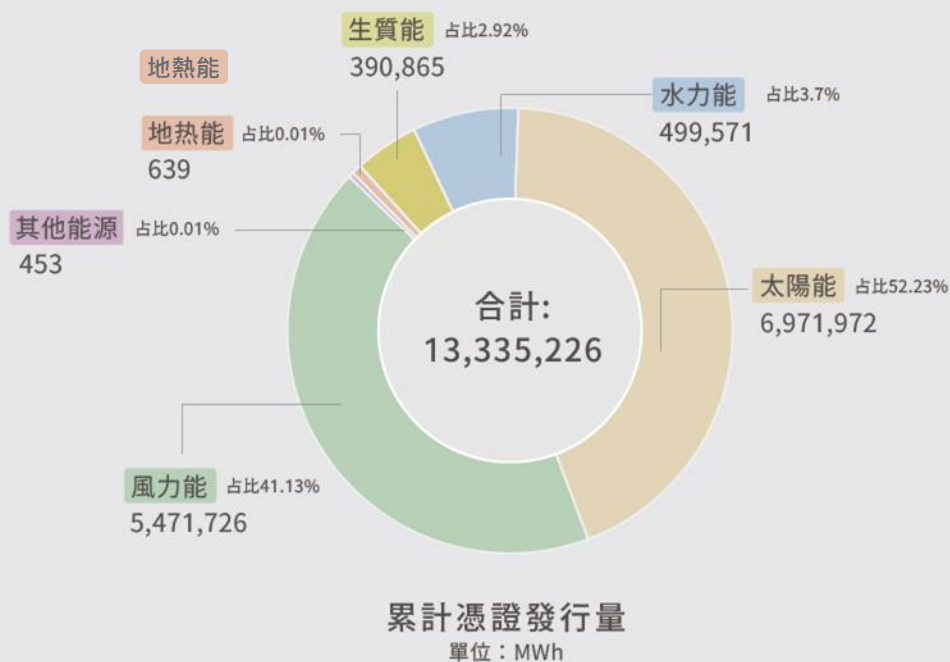


圖4 T-REC六種能源別累計憑證發行數量與占比

五、各類型能源發電設備裝置容量

觀察圖5「前三大能源年度發電設備裝置容量」與表4「各類型能源發電設備裝置容量統計表」之裝置容量發展趨勢，太陽能與風力能的差距自110年起逐漸縮小，並於111年正式反超風力能。值得關注的是，112年與114年之太陽能單年度新增裝置容量皆高於風力能近10倍，此趨勢與案場數量增長高度一致。綜合案場數、核發電量及裝置容量分析，太陽能已確立為我國再生能源的核心主力。在後續離岸風電大規模加入前，其發電規模將持續領先風力能。

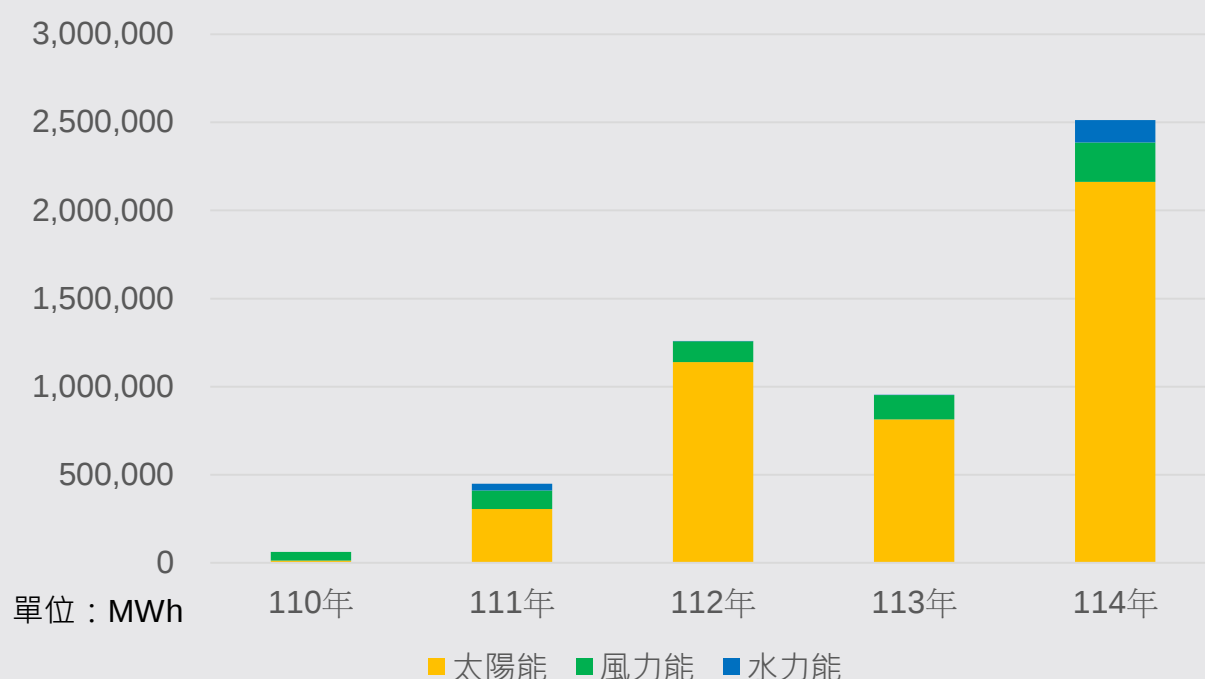


圖5 前三大能源年度發電設備裝置容量 (110年至114年)

表4 各類型能源發電設備裝置容量統計表

單位：MWh

年度	106	107	108	109	110	111	112	113	114
太陽能	3,633	1,986	5,039	100,842	13,248	305,296	1,138,650	813,785	2,162,008
風力能	9,190	0	0	284,400	48,550	106,200	118,200	138,600	222,885
水力能	0	0	0	0	0	36,974	2	75	127,925
生質能	0	65	30	0	0	788	25,452	4,140	2,280
地熱能	0	0	0	0	0	0	0	0	840
其他能源	0	0	0	0	0	50	49	115	0
總累計	12,823	14,874	19,943	405,185	466,983	916,291	2,198,644	3,155,359	5,671,297

六、取得再生能源憑證買家數量

協助更多用戶取得再生能源憑證乃是本局長期施政重點，從圖6「以轉供方式取得綠電暨再生能源憑證買家數量」，可得知綠電交易累計買家從109年的9家逐年增長至113年的555家，並於114年達到731家，其中中小企業占比也已接近兩成。圖7「購買自用發電設備憑證買家數量」自106年起至110年每年增加約10到30家，而111年起至114年間，每年新增家數已提升至約50家，其中，中小企業占比高達三成，顯示中小企業目前正積極透過購買再生能源憑證的方式參與綠電交易市場，且參與意願亦持續成長中。

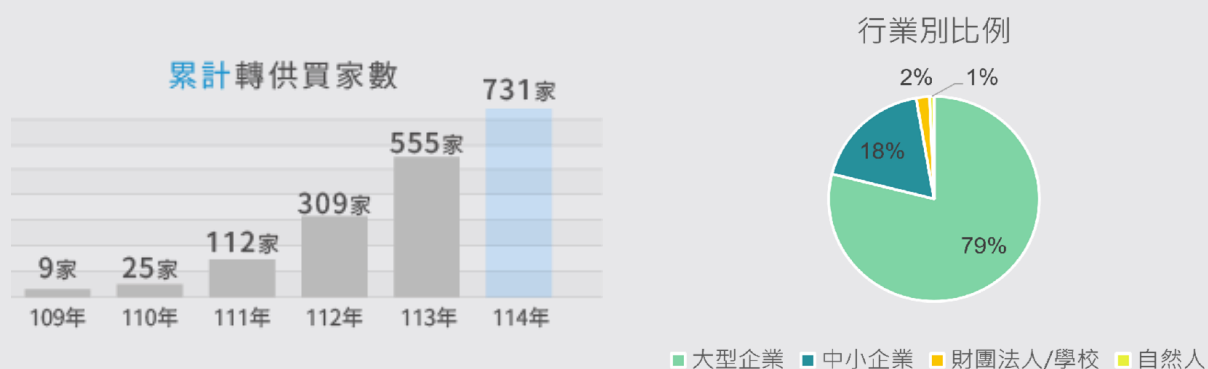


圖6 以轉供方式取得綠電暨再生能源憑證買家數量

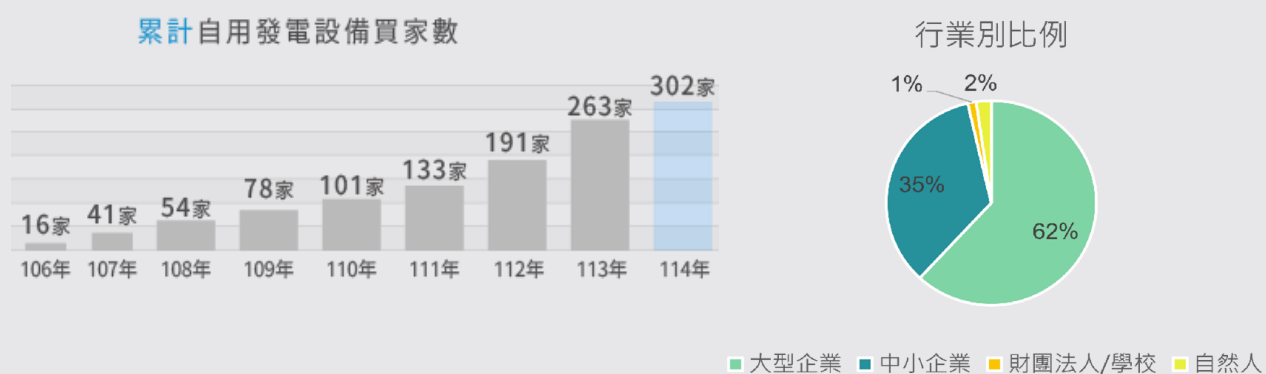


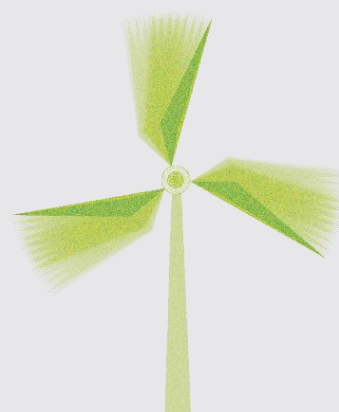
圖7 購買自用發電設備憑證買家數量

七、協助無電號承租戶取得綠電

為使商辦大樓內無獨立電表企業，可順利取得再生能源電能及憑證，本局自109年11月推出再生能源憑證「單一電號多用戶」交易輔導示範計畫，隨後又與國泰人壽、台北101大樓等單位共同研商，推出單一電號多用戶2.0版本「綠色租賃方案」。目前兩種協助無電號承租戶取得綠電的方案，已獲得諸多房東與承租戶的採用。自圖8「單一電號多用戶與綠色租賃綠電轉供成果」可得知「單一電號多用戶」從111年的8家房東、9家房客，成長至114年的53家房東與55家房客參與，累計轉供8,276萬7,029度綠電。而「綠色租賃」則從111年的10家房東、30家房客，成長至114年的37家房東、165家房客，累計轉供綠電高達2億2,909萬2,314度。有效回應企業的綠電暨再生能源憑證取得需求，且獲得方案使用者高度肯定。

1.0 代購模式		2.0 團購模式	
單一電號多用戶		綠色租賃	
111年	112年	111年	112年
累計參與房東：8家 累計參與房客：9家 累計憑證電量：101萬4,000度	累計參與房東：25家 累計參與房客：26家 累計憑證電量：1,641萬6,000度	累計參與房東：10家 累計參與房客：30家 累計憑證電量：3,088萬3,000度	累計參與房東：20家 累計參與房客：61家 累計憑證電量：8,305萬7,000度
113年	114年	113年	114年
累計參與房東：40家 累計參與房客：43家 累計憑證電量：3,073萬8,000度	累計參與房東：53家 累計參與房客：55家 累計憑證電量：8,276萬7,029度	累計參與房東：27家 累計參與房客：113家 累計憑證電量：1億2,165萬8,000度	累計參與房東：37家 累計參與房客：165家 累計憑證電量：2億2,909萬2,314度

圖8 單一電號多用戶與綠色租賃綠電轉供成果



八、綠電與再生能源憑證交易現況

由圖9「綠電轉供憑證交易企業累計前20名」清單分析，電子業以14家占絕大多數，電信業3家、鋼鐵業2家及金融業1家次之。而在圖10「自用發電設備憑證交易企業累計前20名」清單中，電子業仍以9家居首，金融業以5家展現出積極採購策略以達成減碳目標，其餘包含電信業與零售業各2家、物流業及機械零組件業各1家。總結數據分析，目前國內對再生能源憑證需求最強勁的產業仍以電子業為主，電信業緊隨其後。金融業則展現出更為靈活的憑證購買策略；此外，亦可觀察到許多外商企業選擇透過購買自用發電設備憑證，以精準對接其國際總部的綠能合規要求。

綠電轉供憑證交易—累計前20名清單

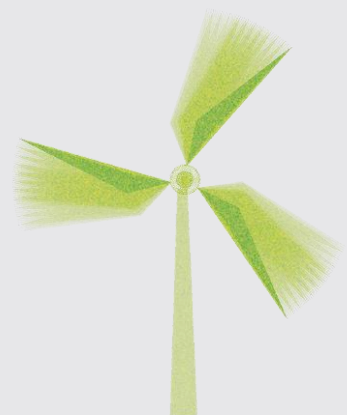
排序	公司名稱	業別	轉供年份
1	台灣積體電路	電子業	109年
2	友達光電	電子業	112年
3	聯華電子	電子業	113年
4	東和鋼鐵	鋼鐵業	112年
5	台達電子工業	電子業	110年
6	台灣大哥大	電信業	110年
7	南亞科技	電子業	110年
8	中華電信資訊技術分公司	電信業	111年
9	采鈺科技	電子業	110年
10	華邦電子	電子業	112年
11	緯創資通	電子業	112年
12	台灣固網	電信業	109年
13	中國鋼鐵	鋼鐵業	112年
14	台灣美光記憶體	電子業	113年
15	日月光半導體製造	電子業	111年
16	中華電信	電信業	111年
17	京元電子竹南分公司	電子業	113年
18	日月光半導體製造 中壢分公司	電子業	111年
19	玉山商業銀行	金融業	110年
20	金像電子	電子業	112年

圖9 綠電轉供憑證交易企業累計前20名

自用發電設備憑證交易一累計前20名清單

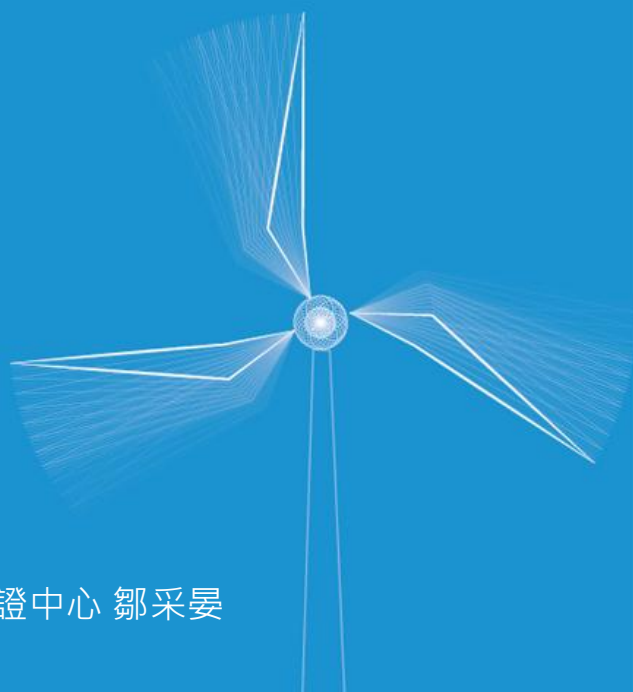
排序	公司名稱	業別	採購年份
1	美商蘋果電子	電子業	109年
2	台灣積體電路製造	電子業	110年
3	台達電子工業	電子業	112年
4	台灣微軟營運	電子業	112年
5	台灣艾司摩爾	電子業	113年
6	乾坤科技	電子業	113年
7	渣打國際商業銀行	金融業	113年
8	新加坡商輝達開發	電子業	113年
9	元太科技工業	電子業	106年
10	美商摩根大通銀行	金融業	112年
11	安聯人壽保險	金融業	112年
12	國際直線科技	機械零組件業	113年
13	國泰世華商業銀行	金融業	106年
14	台灣優衣庫	零售業	112年
15	挪威商挪迪克半導體	電子業	112年
16	安聯證券投資信託	金融業	112年
17	晶睿通訊	電信業	114年
18	台灣諾基亞通信	電信業	114年
19	美商雅詩蘭黛	零售業	113年
20	台灣敦豪供應鏈	物流業	114年

圖10 自用發電設備憑證交易企業累計前20名



03 Chapter 3

114年再生能源憑證新制 —— 查驗機構認可制度 與分級管理機制



因應經濟部能源署開放再生能源自用發電設備(太陽光電第二、三型)可透過再生能源售電業，轉售給綠電需求用戶，致使再生能源憑證發電設備(下稱發電設備)申請數大幅增加，本局國家再生能源憑證中心(下稱憑證中心)受理發電設備申請量自112年320案到113年驟增至1,110案。

本局為擴增發電設備查核量能並兼顧行政管理品質，規劃推動再生能源憑證「查驗機構認可制度」與「分級管理機制」。於114年5月26日修正公布《再生能源憑證實施辦法》及114年6月25日修正《再生能源憑證申請及管理作業程序》，另配套於114年6月4日發布《再生能源憑證發電設備查驗機構認可作業要點》，以推動上述再生能源憑證新制。

一、新制重點

(一) 查驗機構認可制度

本局自114年7月1日起導入並實施「查驗機構認可制度」，原由憑證中心辦理之發電設備現場查核等作業改由經本局認可之查驗機構執行，以擴增查核量能並提升再生能源憑證制度之查核與行政效率。申請人須取得查驗機構出具之發電設備查核報告後始得向憑證中心申請核發憑證。後續之追蹤查核亦由查驗機構定期執行，必要時得由本局不定期為之。

(二) 分級管理機制

新制搭配發電設備裝置容量「分級管理機制」，依發電設備之裝置容量大小，採行不同強度之審查與管理方式。針對未滿1 MW之轉供發電設備，可透過自行評估機制，使購電企業得提早滿足使用憑證需求，說明如下：

1.正常流程

正常流程適用所有發電設備，憑證申請人須先向認可查驗機構進行發電設備查核，檢附查驗機構出具之發電設備查核報告及公司或工廠設立登記文件、發電設備等相關證明文件，才能向憑證中心申請憑證。憑證中心進行文件審查，確認無誤後始得核發再生能源憑證。

2.快速通關流程

裝置容量未滿1 MW之轉供發電設備，且所屬員工取得本局核發之自評人員訓練合格證書則可採用此流程。憑證申請人可先行對發電設備進行自評，並將完成之自評報告及相關文件送交認可查驗機構進行文件審查。經審查合格後，申請人可暫以查驗機構核可的自評報告及相關文件向憑證中心提出憑證申請，經文件審查確認無誤後，即可開始累計電量並核發再生能源憑證。

其後，申請人須自行向查驗機構排定查核時程，並依規定期限補提查驗機構核發之查核報告。其中，裝置容量未滿500 kW者應於6個月內補提查核報告，500 kW以上未滿1 MW者則應於3個月內補提查核報告，如圖1「再生能源憑證申請流程」。

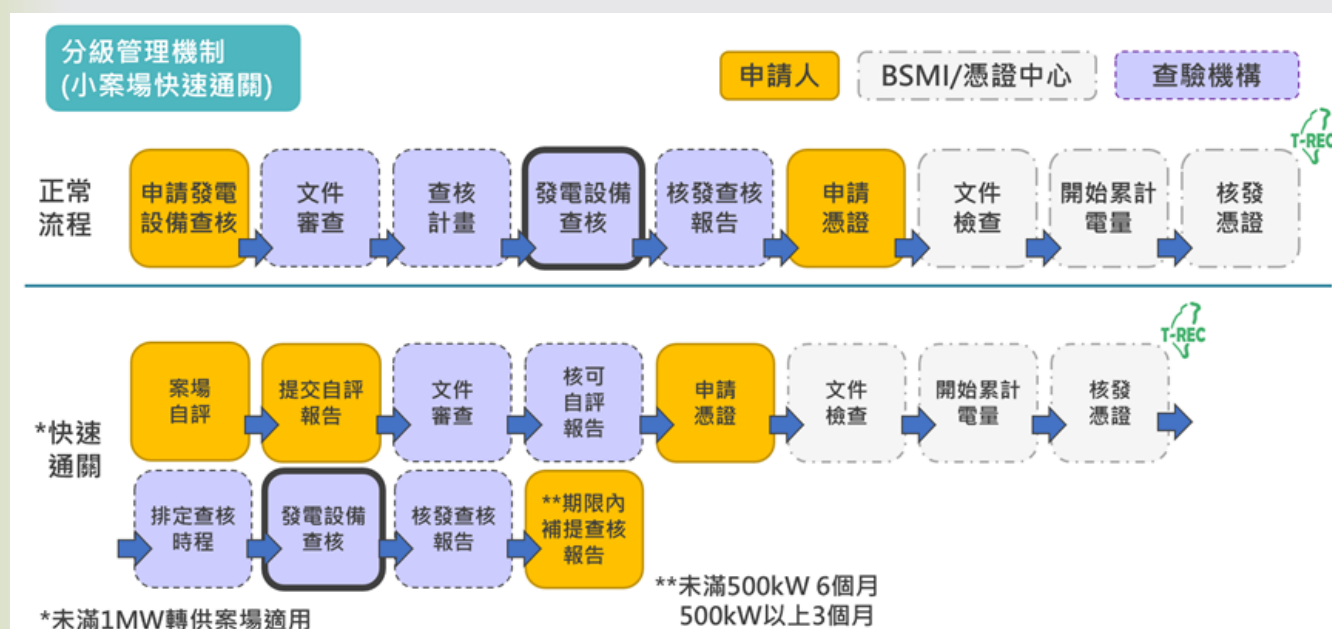


圖1 再生能源憑證申請流程

表1「新舊制度主要差異比較」顯示新制度新增分級管理機制提供更便捷的憑證取得方式。

表1 新舊制度主要差異比較

比較項目	發電設備查核報告出具單位	分級管理機制
舊制度	憑證中心	無
新制度	標準局認可之查驗機構	有，依發電設備之裝置容量大小採行不同強度之審查與管理方式，以利購電企業提前滿足憑證使用需求

二、推動措施

（一）辦理新制說明會、查驗機構認可評鑑作業及自評人員教育訓練

為順利推動新制，本局於114年4月14日舉辦再生能源憑證新制說明會，針對再生能源憑證實施辦法修正草案重點、查驗機構認可制度與分級管理機制進行說明，並於會後回復業者提問。

後續並辦理「再生能源憑證發電設備查驗機構」認可查核作業，以提升發電設備查核品質與查核效率。另為協助憑證申請者其所屬員工順利取得發電設備自評資格，並提升其自評報告之品質與通過率，本局114年共辦理6場次的「再生能源憑證自評人員教育訓練」，獲得業界熱烈響應。課程內容包含「再生能源憑證制度介紹」、「自評作業實務說明」以及「案例演練與討論」。課程要求學員全程參與，並須通過最終筆試方可取得由本局核發之合格證書(證書效期為3年)，作為執行再生能源發電設備自評作業之專業資格依據。透過專業課程培訓，協助學員瞭解自評流程與審查重點，如圖2「再生能源憑證自評人員教育訓練」課程。期望在維持查核品質嚴謹性的基礎上，使申請人提早取得再生能源憑證，進一步強化整體運作之便捷性。

未來本局將持續依據市場需求與法規變動，定期更新課程內容並持續辦理，以確保參訓人員的專業能力及實務操作符合最新標準，期望有效建構專業且穩定的自評作業量能，進一步提升發電設備查核的效率與正確性，優化整體綠電憑證制度之運作。



圖2 「再生能源憑證自評人員教育訓練」課程

（二）辦理查驗機構一致性會議

為掌握各檢查人員現場查核作業所遭遇的情況、宣導憑證中心審核查核報告時常發現問題的注意事項，以及為使各查核機構辦理再生能源憑證現場查核之驗證作業一致性，因此本局定期召開再生能源憑證發電設備查核作業一致性會議。

114年7月新制上路後共辦理5場次「再生能源憑證發電設備查核作業一致性會議」，各次會議皆採實體與線上混合模式辦理，邀請認可查驗機構執行再生能源發電設備查核之人員與會，討論查核過程遭遇之問題與處理原則，以維持發電設備查核作業一致性。

三、推動成果與結論

自114年7月1日實施「查驗機構認可制度」與「分級管理機制」迄今，本局認可3家查驗機構，包含財團法人台灣商品檢測驗證中心、財團法人台灣大電力研究試驗中心及財團法人金屬工業研究發展中心一起投入現場查核與文件審查作業；114年辦理的自評人員培訓課程，總計有209人參加，191人通過考試取得證書，通過率為91.4%。

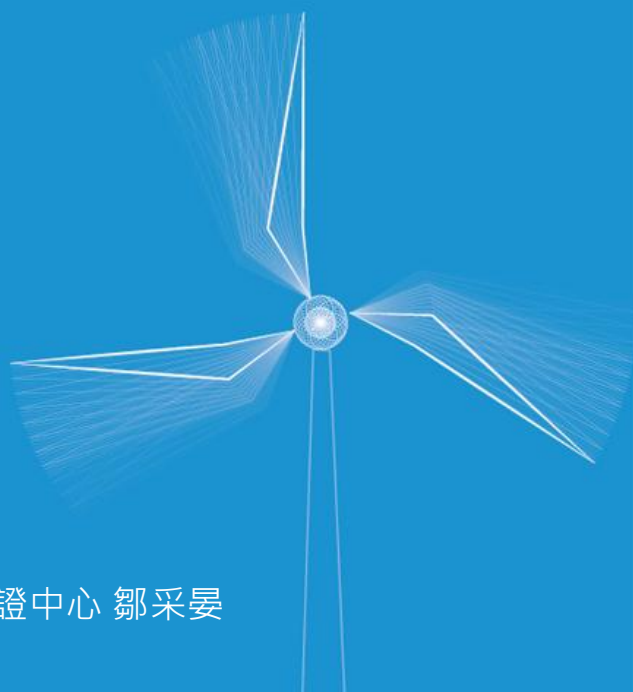
檢視新制自114年7月上路後半年的執行成果，發電設備審查量能顯著提升。統計至114年底，114年上半年(1月至6月)通過查核之發電設備數量為1,749件，下半年(7月至12月)在新制推動下，通過查核之發電設備數量增至2,313件，成長幅度達32%。

本局未來將持續關注國際趨勢與產業需求，滾動檢討制度、強化人員培訓及優化數位平台等措施，不斷精進制度，建構健全、透明且高效的再生能源憑證制度，活絡國內綠能交易市場，支持臺灣淨零轉型之推動。



04 Chapter 4

再生能源綠市集 驅動綠電交易之實踐



隨著全球對氣候變遷議題的關注日益增強，「淨零碳排」已成為國際間的共識與目標，各國政府與國際知名品牌紛紛宣布淨零承諾。臺灣企業作為全球供應鏈的重要一環，面臨綠色供應鏈趨勢及落實我國用電大戶條款壓力，因此對綠電暨再生能源憑證需求逐步提升。

為促進綠電市場交易活絡，本局於114年與中華民國工業區廠商聯合總會持續合作，共辦理四場「再生能源綠市集」活動，涵蓋北中南再生能源購售電業者、企業用戶及本局代表等，如表1「114年度「再生能源綠市集」辦理場次與參與狀況說明」所示，共計有222家企業、334人次參與，成功搭建企業與售電業者之間的溝通橋樑，推動再生能源的普及與應用。

表1 114年度「再生能源綠市集」辦理場次與參與狀況說明

場次	日期	活動地點	參與企業數	參與人數
高雄場	9月25日	高雄和發產業園區服務中心2樓會議室	53	75
桃園場	10月8日	經濟部大園產業園區服務中心 多功能會議室	58	102
臺中場	10月21日	台中環境保護中心3樓多功能會議室	56	75
臺北場	11月4日	標準檢驗局台北總局報驗發證大樓2F大禮堂	55	82

活動採「先座談、後媒合」方式進行，上半場座談主題豐富，首先邀請台經院專家解析全球綠色供應鏈趨勢及RE100新規範，接著由本局介紹2025年再生能源憑證新制，活動照片如圖1「專題介紹：全球綠色供應鏈趨勢與國內外規範」。此外，也邀請台電介紹中小企業關注的「RE30方案」之銷售架構與申購流程。



圖1 專題介紹：全球綠色供應鏈趨勢與國內外規範

上半場最後，請各家售電業者分享各自的綠電案場資源、服務模式及特色，幫助企業全面掌握市場供給端資訊。下半場進入媒合交流環節，有綠電需求的企業可直接與現場設攤的售電業者洽談，獲取多元化的綠電採購建議。活動照片如圖2「專題介紹：全球綠色供應鏈趨勢與國內外規範」與圖3「售電業分享綠電採購方案」。



圖2 專題介紹：全球綠色供應鏈趨勢與國內外規範

根據114年度「再生能源綠市集」回饋問卷(80份)，整體滿意度平均達4.7分(滿分5分)。多數與會企業肯定活動議程設計及講師內容，認為本次活動有助於了解再生能源憑證制度與綠電採購流程，並期待持續舉辦。另外，也有企業建議未來可擴大邀請更多綠電廠商參與，增加售電業者與用戶之間的互動交流機會，也希望能在全台產業園區進行巡迴舉辦，以便讓更多企業受惠。



圖3 售電業分享綠電採購方案

綠市集活動期間，本局同步進行「114年度企業綠電需求調查」，共蒐集1,209份。透過問卷分析結果，瞭解台灣企業目前的綠電需求、採購規劃及所面臨的挑戰。這些寶貴數據將成為政府推動「中小企業平價綠電專案」及其他相關政策的重要參考依據。

面對快速發展的綠電交易市場，本局持續優化現有的綠電交易平台，協助企業參與各類示範計畫及憑證申請的可能性。透過辦理「再生能源綠市集」(如圖4「再生能源綠市集台中場大合照」與圖5「再生能源綠市集台北場大合照」)及執行「企業綠電需求調查問卷」，提供企業更多元化的綠電採購選項，以滿足不同產業對再生能源的多樣性需求。透過持續推動再生能源政策，並辦理多元的推廣活動，協助我國企業迎接淨零經濟所帶來的新機遇，實現台灣在全球綠色經濟中的重要角色。



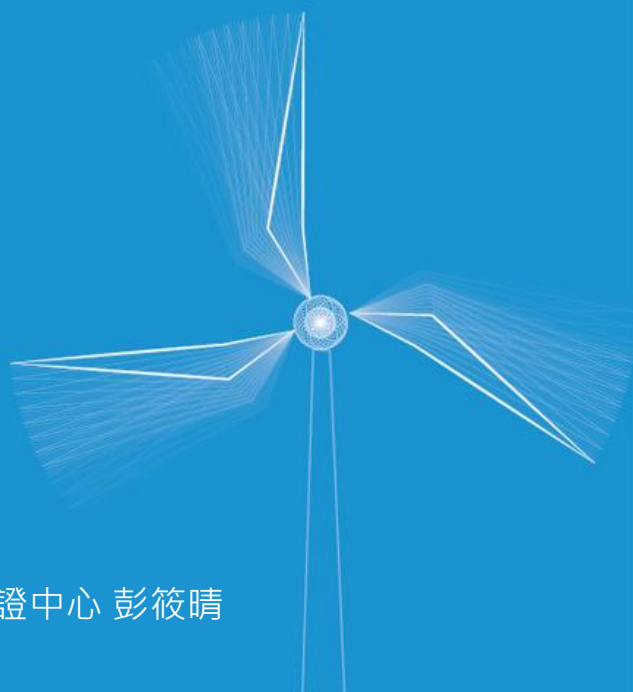
圖4 「再生能源綠市集」台中場大合照



圖5 「再生能源綠市集」台北場大合照

05 Chapter 5

助力中小企業達成淨零目標 —— 中小企業平價綠電專案



一、在綠色浪潮中，為中小企業撐起一把傘

面對全球淨零碳排趨勢，綠電採購成為台灣企業保衛訂單的關鍵，惟中小企業常受限於資源與規模，致購電議價空間較小。因此，經濟部推動「中小企業平價綠電專案」，由公有或國營事業土地標租案場釋出3成綠電，於國家再生能源憑證中心平台(以下簡稱綠電交易平台)公開競標，專供中小企業購買，如圖1「中小企業平價綠電專案運作流程」，以於綠色浪潮的競爭風雨中，為中小企業撐起保護傘。

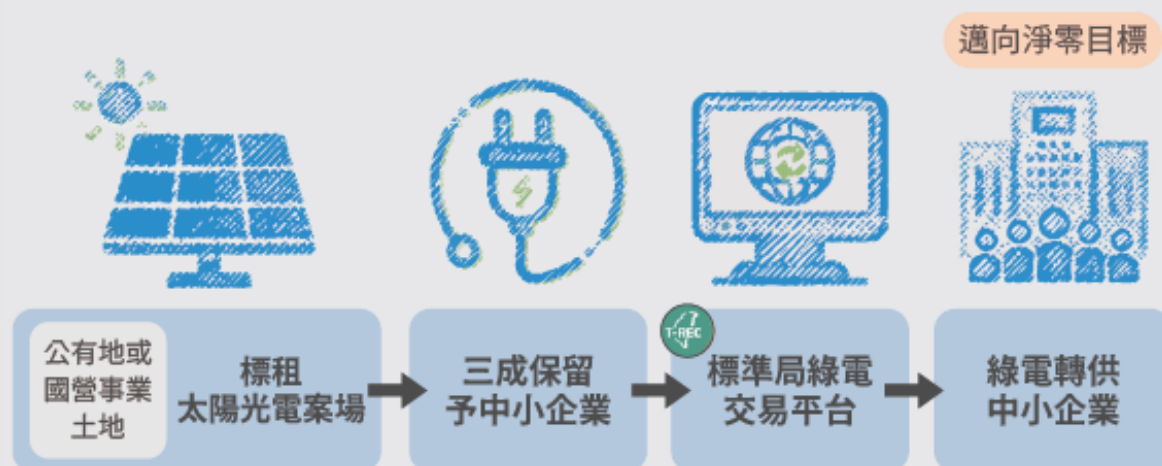


圖1 中小企業平價綠電專案運作流程

二、打破綠電高價、長約迷思

許多中小企業在進行綠電採購評估時，最關心的問題通常是：「綠電會不會很貴？」，因此本專案考量開發成本與合理利潤，設定了極具競爭力的競標底價，確保中小企業的起標價格是合理且有據可循的，而在公開競價機制下，中小企業再依據自身的財務能力與綠電需求的急迫性出價。

另一個困擾中小企業購電的問題則是需不需要簽署長約，因為傳統購售電合約往往要求簽署長達10至20年的長約，這對營運週期較短、需靈活應變的中小企業而言，無疑是巨大的經營賭注。因此，本專案規劃了較短的合約年限，大幅降低了長期違約風險，同時又保障了中小企業對未來電價波動的不確定性，鼓勵中小企業敢於邁出採購綠電的第一步。

三、確保綠電精準挹注到中小企業

由於政策資源有限，必須用在刀口上，將綠電精準挹注到最需要的受眾，因此本專案劃定了參與對象範圍，以符合「中小企業認定標準」(依法辦理公司、有限合夥或商業登記，且實收資本額在新臺幣1億元以下或經常僱用員工數未滿200人者)作為參加專案的基本門票。

為落實資源公平分配，防止綠電被少數企業買光，本專案特別設置採購上限，規定每家中小企業之購買量不得超過其年度總用電量的30%，以將有限的綠電資源做最大化分享，讓更多中小企業能雨露均霑。也因為供應鏈綠電要求多為階段漸進式，此購電額度已足以協助中小企業達到RE30的門檻。

四、經3年擘劃，114年併網首航

自111年起，經濟部便超前部署，啟動綠電資源盤點，將具開發潛力的公有或國營事業土地轉化為優質太陽光電的孕育基地。最終擇定經濟部產業園區管理局與台灣糖業股份有限公司土地後，即於當年度辦理土地標租作業。另為使專案運作流程具法源依據，於111年訂定「公有或國營事業土地標租太陽光電案場再生能源電力及憑證媒合服務作業程序」。

歷經3年的籌劃與工程建置，本專案於114年終於迎來首座案場，即圖2「彰濱產業園區臨6、臨7光電案場」順利完工並成功併網，象徵本專案正式揚帆準備啟航。



圖2 彰濱產業園區臨6、臨7光電案場
資料來源：星崙電業股份有限公司

而後本局隨即籌組跨機關工作小組，進行首波專案規劃，決議推出以每度4.3元為底價，契約期程5年之方案，以中小企業可負擔底價為基礎，由競標機制決定最終價格，且保障中小企業可於期程內持續取得綠電而不受購電價格波動影響。

本專案於114年10月正式發布與啟動，此首航具體落實了政府對支持中小企業的承諾，也為活絡國內綠電交易市場注入一劑強心針(如圖3「專案啟動記者會」)。



圖3 專案啟動記者會

五、透明、公正、便捷的購電流程

為了讓繁忙的中小企業能快速上手，本局運用綠電交易平台提供一個線上公開競標的操作環境，協助中小企業順利進場且保障過程透明公正。登入路徑係於本局憑證中心官網(<https://www.trec.org.tw>)「媒合交易專區/綠電競標(綠電交易專區)/公有及國營事業土地標租太陽光電案場再生能源電力及憑證競價媒合專區」，如圖4「專案登入路徑」所示，流程如下：

(一) 購電需求預登記

參與者於正式投標前，需先於平台辦理預登記，提供：(1)符合中小企業認定標準資格之證明文件(例如：經濟部商工登記公示資料或勞保局投保人數資料等)、(2)所屬電號之前一年度用電證明(例如：台灣電力股份有限公司用電繳費單或MyData平臺下載之用電資料等)，以及(3)需求電量(即預計採購需求量)。

(二) 進場投標

本局憑證中心會通知預登記階段提報資料審查合格者參加投標，參與者接獲通知後，可於競標期間，透過平台填寫：(1)投標電量：以預登記階段填報之需求電量為上限、(2)標價：應不低於平台頁面揭露之底價；另前揭投標資訊除首次填寫外，於截標前仍有2次修正機會。

(三) 靜候佳音與簽約轉供

本局憑證中心於截標後，將依價高者得競標原則決定最終決標結果，參與者可於平台查詢，另憑證中心也會以電郵將決標結果通知個別參與者以及案場賣方。得標的中小企業將自行與案場賣方進行簽約，並依約開始轉供。



圖4 專案登入路徑

六、持續領航，與中小企業並肩同行

114年係首次推出，考量中小企業因資源有限，資訊取得不易，為充分將專案資訊傳遞，運用多元管道推廣，包含與中小及新創企業署、商業發展署合作，協助將專案訊息轉知相關團體或於其網站、活動揭露，本局亦於北、中、南區及線上舉辦共計6場專案說明會(活動照片如圖5「專案說明會」)及於憑證中心官網與小安心臉書訊息揭露。由於本專案採分批釋出，114年首次推出獲得企業良好反饋，後續將持續精進推動與擴大廣宣，讓未及參與的中小企業仍有機會得知專案訊息並購得綠電。



圖5 專案說明會

「中小企業平價綠電專案」的成功首航，僅是政府協助中小企業邁向淨零永續的關鍵第一步，面對國際供應鏈日益嚴峻的減碳規範與歐盟碳邊境調整機制的挑戰，本局深知對中小企業的支持絕不能停歇，展望未來，將持續扮演領航者與堅實後盾的角色，推動包含本專案在內的各項措施，與廣大的中小企業夥伴並肩同行，助其提升競爭力、跨越國際貿易門檻，攜手共創經濟成長與環境永續的雙贏新局。



06 Chapter 6

國際電力交易市場 及能源屬性證書交易方式介紹



觀察先進國家已成熟發展之自由化電力市場，圖1「完整電力市場架構及類型」如以距離調度時點區分，可分為長期市場(long-term market)、中期市場(medium-term market)及短期市場(short-term market)，電力商品包括容量(capacity)、能量(energy，指電能)及備轉容量(reserve，指輔助服務)。短期市場為所有電能市場奠定了基礎，在多數情況下其包含二個主要市場：日前市場(day-ahead market)與即時市場(real-time market)。而能量市場交易始於期貨市場、日前市場、日內市場並直到實時交易；輔助服務的交易於日前開始運作直到日內時段；容量市場則於數年前開設。

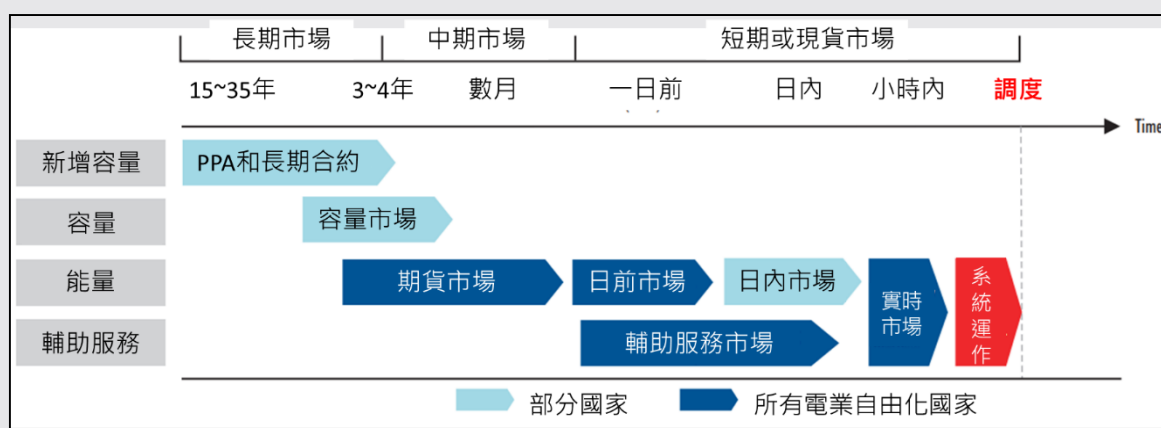
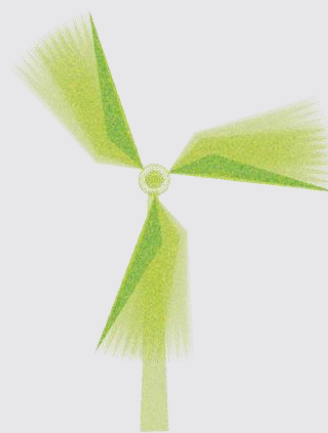


圖1 完整電力市場架構及類型

資料來源：IEA(2016), Re-powering Markets

電業自由化國家/區域皆存在電力交易市場，並透過購售電合約、容量市場、期貨市場、日前市場、日內市場、實時市場等方式，盡可能達成供需平衡，日後再結算維持即時平衡供需之電力調度成本。

各國推動電業自由化主要目的在導入市場競爭機制，提升產業及市場效率與服務品質，藉由市場公開競爭方式，進一步刺激產業效率。本篇文章將介紹美國及日本的電力市場及再生能源憑證交易機制。



一、美國PJM電力交易市場及再生能源憑證交易市場

(一) 背景

1927年美國的三個州：賓州、紐澤西州與馬里蘭州(合稱賓澤馬)，其三家綜合電業共同組合電力池名為「PJM-Interconnection」(簡稱PJM)，並於1997年成立PJM，建立第一個能量競標市場。1998年PJM開始運作，並成立容量市場；2001年PJM組成「區域輸電組織(Regional Transmission Organization, RTO)」，成為美國第一個區域輸電組織。之後PJM控制區域不斷擴大，至2013年中，其控制地區已擴大至美國13個州(如圖2「美國RTO與ISO分布」)，涵蓋人口數約6,500萬人。

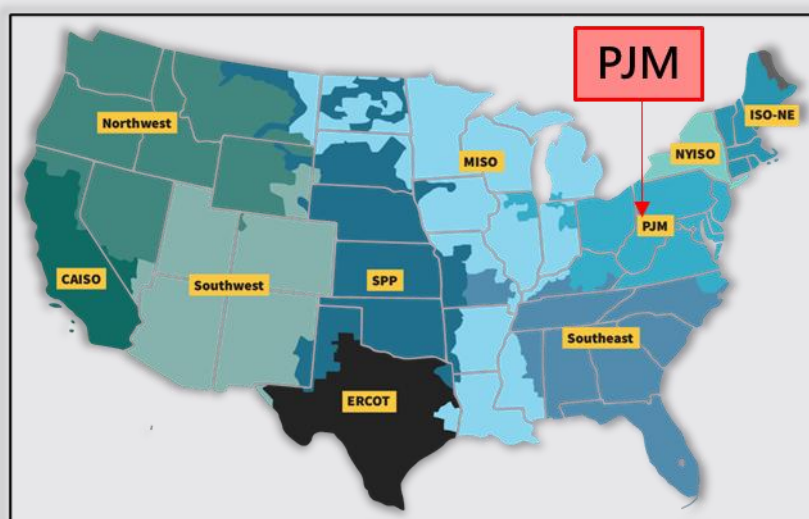


圖2 美國RTO與ISO分布
資料來源：FERC官方網站

在美國電業自由化後，PJM系統在原有架構上進行修改，依據聯邦能源管制委員會(Federal Energy Regulatory Commission, FERC)888號指令的要求，將輸電線路定義為共用網路(Common Carrier)，輸電線路為電力公司所有，並成立PJM負責整個輸電系統的操作與電力交易所(Power Exchange, PX)的運作。

PJM主要負責電力調度(System Operator, SO)及電力交易(Market Operator, MO)兩項業務及功能，故除確保電能調度及輸送之穩定及安全外，並負責安排雙邊合約之調度排程、提供輔助服務及備用電力服務、交易會計作業及結算等業務，主要職責乃在促進具有競爭性之批發電力市場。其宗旨在符合顧客需要以及保持其服務的每個市場之電力系統可靠性。

(二) 電力市場架構、參與者與交易機制

PJM為北美最大的RTO，亦為全世界第三大的電力競爭市場。其共設有四個市場以進行不同需求的電力交易，分別為：電能市場(energy market)、輔助服務市場(regulation market)、容量信用市場(capacity credit market)以及財務輸電權市場(fixed transmission right market, FTR market)。市場參與者可依據自身需求來決定在那個市場中進行電力交易及交易方式。用戶或電能購買者除可選擇利用即時現貨市場或中長期購電合約方式購電，亦可向PJM控制區域外之電業購電。

1. 電能市場

電能市場負責進行批發電力市場之電能買賣與交付行為，以滿足電能供應商、批發用戶與其他市場參與者之需要。運作方式相當類似股票交易市場，由買賣雙方自行設定價格後進行撮合。

電價訂價方式採區域邊際訂價法(Locational Marginal Pricing, LMP)，反應各區域當時的電能價值，亦即在考慮所有輸電限制下，以可用發電機組最低發電成本滿足下一單位負載之成本，等於「發電邊際成本(generation marginal cost)」、「輸電壅塞成本(transmission congestion cost)」與「邊際損失成本(cost of marginal losses)」三者之合。若某個區域發生輸電壅塞，則電能無法自由傳送至該地區，為滿足其需求，該區域的電能價格將較昂貴，因此該區域邊際價格相對較高。

以賣方標單為基礎，買賣電力者可利用雙邊契約或於市場上遞出買/賣電力標單進行電力交易。買方有充分選擇權，如負載服務公司(Load Serving Entities, LSE)，即售電業可透過PJM 電力現貨市場、自我排程(Self-schedule)、雙邊合約等方式獲得電能，再提供給用戶。

PJM 結清方式採雙重結算系統(Two Settlement System)，包括兩個現貨市場(如圖3「美國PJM電能市場之日前市場與即時市場」)：日前市場以及即時市場。而電能交易除了在現貨市場進行之外，也能在雙邊合約交易市場透過簽訂中長期購電合約方式購電。因此，PJM電力市場的電能交易能以多種方式組成，增加市場自由競爭，也促使購售電雙方應更精準預測發電與負載曲線，否則要負擔發電與負載不平衡的額外成本。



圖3 美國PJM電能市場之日前市場與即時市場

2. 日前市場

在PJM系統的前日市場中，市場參與者須在一日前的12:00前提交標單，在一日前的12:00~16:00執行安全約束機組排程，評估系統狀況(包含評估用戶需求、氣候條件、輸電網路及發電機組狀況等)以確認是否會有線路壅塞情形。在每天16:00公布未來一日每小時的排程與LMP電價結果。而在16:00到18:00之間，市場參與者可以修改未進入未來一日的排程發電更新其標單。

3. 即時市場

即時市場為一個平衡市場，為了解決系統突發事故、電網壅塞、市場結算困難等情形而成立，並確保滿足負載需求及發電的運作效率性。即時電能市場於交易一日前的14:15開始，即時電力交易市場的參與者，必須於一日前的14:15前將標單提交給PJM，即時市場會依據各小時實際發電量與供電者在即時市場的標單，每五分鐘結清一次LMP電價，當即時市場的可靠度發生問題時，PJM立即做經濟調度以因應需求，並運用LMP電價機制解決線路壅塞問題。

4. 雙邊合約交易市場

PJM場外實體購電合約可透過電力交易所或以場外交易(OTC)方式達成。在電力交易所中的合約有固定形式，多以月尖峰/離峰為交易期間區塊(monthly on/off peak block)，有固定電量(MW)與單一價格；賣方須送一定電量(MW)至合約指定地點(Hub)，而買方則必須將電力由Hub送至負載端。為滿足合約，雙方都可能要另外購買輸電合約或到電能現貨市場交易。相反的，OTC交易之雙邊合約則無固定形式，可由買賣雙方按其需求決定合約條款。

PJM 要求其會員必須在至少一日前告知所有使用到PJM的發電及輸電設備的雙邊合約排程，並說明是否願意支付日前市場及即時市場的壅塞費用。在日前市場中，簽有雙邊合約輸電用戶可提送壅塞受限標單，其出價不可大於\$25/MWh，否則會被視為固定雙邊合約。

5. 輔助服務市場

輔助服務市場的目的為確保電力傳輸的可靠度，主要包括即時備轉容量市場(Synchronized Reserve)與調頻(Regulation)市場，輔助服務市場需即時因應系統狀態的改變而進行即時調度，因此需具備快速反應之特性，通常包含抽蓄水力與燃氣發電等機組。

6. 容量信用市場

為了確保電力系統的可靠度，系統應保有超過尖峰負載以上容量，PJM operating agreement(schedule 11)中規定容量信用市場的運作準則。依其用戶之負載量，每個配電公司都需滿足其每日容量信用要求，其可透過自己的發電容量、雙邊合約或至容量信用市場購買容量來滿足容量要求。

容量信用市場包括每日市場及每月市場。每日市場為強制性市場，買方及賣方標單應於早上7:00~10:00間提送，註明容量、種類(固定或變動)、價格、日期等資訊，PJM會於10:05評估市場參與者之容量，若市場參與者的容量不足，PJM會自動將買方標單調為不足之容量；若市場參與者容量過剩，則PJM會賣出過剩容量。每月市場則是自願性市場，期間可涵括一個月至數月，買方及賣方標單亦於早上7:00~10:00間提送，PJM於晚上12:00前結清。

7. 財務輸電權市場

財務輸電權(FTR)市場係提供財務輸電權給電力交易者作為規避電網壅塞價格變動工具，可確保持有者在一日前市場發生電網壅塞時，因調度排程外機組來紓解壅塞所產生之輸電壅塞費用可獲得補償。FTR有指定的注入點(發電端)及提出點(負載端)，在注入點及提出點間的網路系統發生壅塞時，FTR持有者可獲得市場參與者繳交之輸電壅塞費用的一部分。

設計FTR的目的是確保固定點對點輸電服務，用戶在其送電量與其預訂容量相符時，不致產生額外之輸電壅塞成本。換句話說，FTR為一種財務契約，將輸電壅塞費用退回給固定點對點輸電服務用戶，而非實體的電力輸送權。當一日前市場壅塞發生時，FTR持有者可獲得其持有FTR數量(MW)乘以注入點與提出點間LMP價差，所求得之補償金額。

(三) 再生能源憑證交易市場

1. 美國再生能源憑證交易制度

再生能源憑證(以下簡稱憑證)是美國電力市場機制的一部分，為自願性與順應再生能源電力市場背景下再生能源電力購買、移轉與使用的證明。美國憑證制度配合其電力事業架構及各州法規規範，其交易模式可分為義務性與自願性兩大類：

(1) 應用於再生能源配額制度(Renewable Portfolio Standards, RPS)的義務性憑證交易：憑證早期是用於讓電力事業滿足使用一定比例再生能源義務，並利用現有平台競價與金流系統進行交易。如圖4「美國採用RPS之州別及RPS目標」所示，2021年美國共有31個州採用RPS制度。

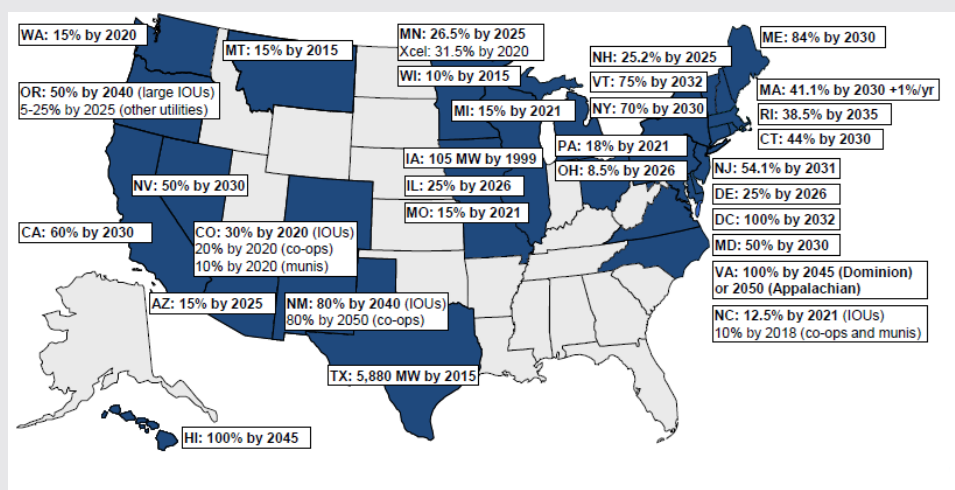


圖4 美國採用RPS之州別及RPS目標

資料來源：Galen Barbose (2021)

(2) 自願性憑證交易：分為電證合一與電證分離兩種類型：

電證合一自願性憑證交易：憑證隨著購售電合約(PPA)移轉。

電證分離自願性憑證交易：透過仲介商(brokers)銷售。

根據美國國家再生能源實驗室(National Renewable Energy Laboratory, NREL)統計如表1「2022年美國自願性再生能源市場銷售狀況」，2022年美國自願性再生能源市場採購機制中，電證分離再生能源憑證及購電合約兩種方案佔自願性市場再生能源電力銷售約73%，而約有5,714千位用戶透過社區電力選擇整合計畫取得再生能源電力。

表1 2022年美國自願性再生能源市場銷售狀況

類型\項目	銷售電量 (萬仟度)	銷售占比 (%)	各類型單位	客戶類型
公用電力事業綠色定價	166,000	6	1,252 (千位用戶)	住宅型與小型 商業用戶
公用電力事業再生能源 合約	183,000	7	114 (張合約)	大型工商用戶
競爭型供應商	236,000	9	2,242 (千位用戶)	所有類型
電證分離再生能源憑證	1,101,000	40	377 (千位用戶)	工商用戶與機 構團體
社區電力選擇整合計畫	146,000	5	5,714 (千位用戶)	住宅型與小型 商業用戶
購電合約(PPA)	901,000	33	727 (家採購商)	工商用戶與機 構團體
總計	2,733,000	100	-	-

資料來源：NREL (2022), Status and Trends in the Voluntary Market

2. PJM之憑證交易市場提供小時憑證

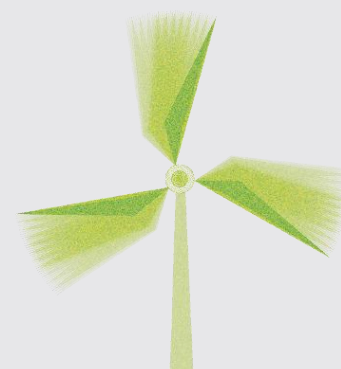
美國各種憑證的追蹤系統採非營利模式經營，但因成立背景與維持營運方式不盡相同，因此各追蹤系統各自發展出一套收費機制，例如：德州電力可靠性委員會(Electric Reliability Council of Texas, ERCOT)不收取任何憑證相關費用；PJM-GATS則由帳戶持有人或再生能源設備擁有者支付相關費用等。以下針對圖5「PJM的憑證追蹤系統機制」作說明：

核發單位：PJM的子公司PJM環境資訊服務(PJM-EIS)。

交易平台：發電屬性追蹤系統GATS(Generation Attribute Tracking System)。建立在電證分離基礎上，允許憑證與電能分開交易。

小時憑證標示內容：發電的小時、日期、月份與年份。

應用範圍：如自願性市場、碳減緩標準(Carbon Mitigation Standard, CMS)和零排放標準(Zero Emission Standard, ZES)。



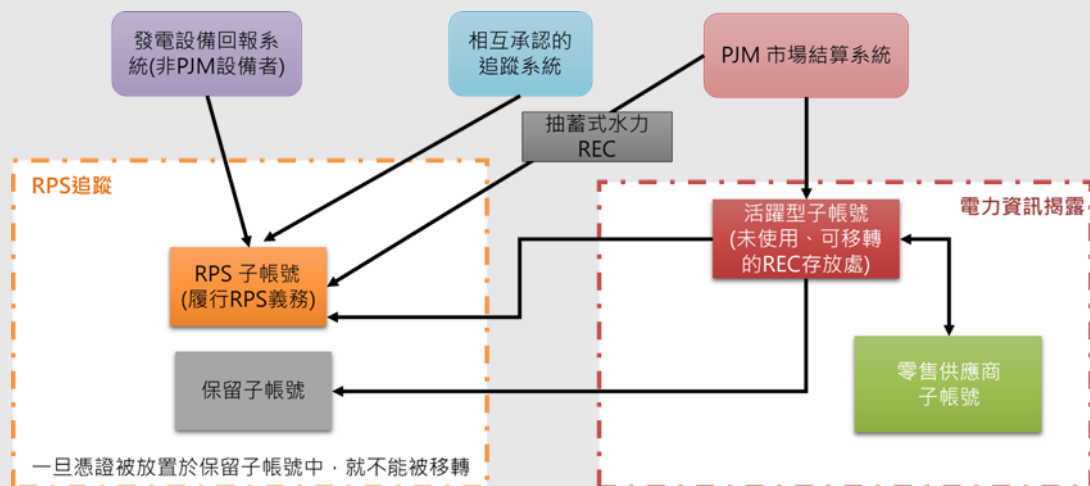


圖5 PJM的憑證追蹤系統機制

資料來源： PJM-EIS (2020), GATS Operating Rules；台經院整理

二、日本JEPX電力交易所及非化石證書交易所

日本自2000年開始推動「電力自由化」，由超高壓的用戶開始，逐步擴張到一般用戶，全面地自由化。電力自由化之前，只有各地區的大型電力公司負責該地區所有電力供應相關環節，包含發電、輸配電及零售電力供應等等，用戶無法自由選擇電力公司，由發電業者直接售予用戶。推動電力自由化產生了新興的行業—售電業，然而這些業者不一定擁有發電設備，因此需要購買電力。

另外，由於難以大量且便宜地儲存電力，且需要平衡電力供需，2003年經產省資源能源綜合調查委員會電力業務小組提出報告〈未來理想電力業務系統的框架〉，建議設立日本電力交易所(JEPX)。發電業者與售電業者在交易所營運的交易系統上進行買賣，售電業者再售予用戶。

(一) 電力市場參與者

日本電力交易市場參與者包含：日本電力交易所、包含大用戶以及售電業者的電力需求者、作為電力供給者的發電業者。

(二) 參與者目的

售電業者有購買電力作為商品的需求，在2000年推動電力自由化之前，各地區的大型電力公司負責該地區的發電、輸配電以及電力零售等所有業務，推動電力自由化促成了售電業的興起，然售電業者不一定持有發電設備因此有購買電力的需求。大用戶加入電力交易市場將能節省仲介費等成本，且因為使用量夠大，0.1MW的最低下標單位並不會成為壓力。發電業者參與市場以銷售電力獲利。

(三) 平台所能滿足的參與者需求

推動電力自由化後的新興電力公司，特別是售電公司，有購買電力作為商品的需求。JEPX開設多種市場，提供不同種類電力的交易平台：需近期的電力可至現貨市場交易；有即時的需求或現貨市場中尚未售出的電力，則可至小時前市場交易；有長期的電力需求可至期貨市場交易；對燃煤火力、大水力、核能、地熱等能源有需求者，可至基載市場交易，然這四種發電廠的持有者可自行決定要投入何種市場出售，不一定要全部投入基載市場。有再生能源需求者，平台提供非化石證書市場，可進入市場購買非FIT再生能源非化石證書。

(四) 平台之運作

平台運作方式依不同市場而有差異，詳如：表2「JEPX平台所開設之五種市場」。

表2 JEPX平台所開設之五種市場

	商品	時間	交易實施方法	交易物品
現貨	30分鐘一個商品，最低下標單位: 0.1MW。	交易日前十日至前一日可以投標。	單一價格拍賣。	能量
小時前	現貨市場結束前一小時未匹配的電力，30分鐘為一個商品，最低下標單位: 0.1MW。	每天17:00以後至隔天該商品時段前一小時可投標。	單一價格拍賣。	能量
期貨	每週24小時型、每週工作日日間型、每月24小時型、每月工作日日間型、年度工作日日間型。	至多提前三年進行交易。	單一價格拍賣。	能量
基載	最低下標單位: 0.1MW。包含燃煤火力、大水利、核能、地熱。	每年公布四次交易日，於交割前一年的8月、10月、11月、當年1月進行。	單一價格拍賣。	能量
非化石證書	FIT非化石證書、非FIT再生能源非化石證書以及非FIT非再生能源非化石證書。	每年公布四次（8月、11月、2月、5月）交易日，交易日的五日前至交易當日14:00之間可以投標。	FIT非化石證書採多價格拍賣；非FIT再生能源非化石證書及非FIT非再生能源非化石證書採單一價格拍賣。	環境價值

在各國眾多市場中，基載市場是日本所獨有，以下將詳加說明。首先是基載電源的定義，包含燃煤火力、大水力、核能、地熱等四種能源。日本經濟產業省電力 / 瓦斯監察委員會提出報告：即使推動電力自由化，舊電力業者仍持有大部分的基載電源設施。因此，為使新電力業者也有充足的基載電源，2019年開始於JEPX開設基載市場。

考慮到基載市場的目的，大型發電業者設定之基載市場的供應價格不應不合理地高於其自身零售部門的批發供應價；也為了防止採購價格不合理地低於供應價格，導致基載市場的目的無法實現的風險，因此規定平均發電成本的計算方式，即《視同售電業特定零售供電合約收費計算規則》。以交割期間水力、燃煤、核能、再生能源發電成本之和除以基載電源預計發電量為適當的平均發電成本。成本的計算可以分為下列五個步驟：

1. 成本計算

各營業費用項目合計金額，依《視同售電業特定零售供電合約收費計算規則》第三條第二款各項規定的方法計算。其中燃料成本根據燃料期貨價格波動。基載交易在整個交付期內是以一固定價格交付電力。

2. 業務費用的計算

業務費雖依《視同售電業特定零售供電合約收費計算規則》第四條規定的方法計算，但對於業務報酬率，只要能合理解釋，不排除使用擁有基載電源的公司或集團內發電部門特有的業務報酬率。業務費的範圍須在向公司或集團內的零售部門提供的基載電力批發供應費以內。

3. 費用的合併

上述1.和2.計算的費用和業務費用總額依照《視同售電業特定零售供電合約收費計算規則》第六條第一款，分攤至該款各項目所列部分。為了確定與基載電源相關的成本，應於「水力發電成本」中納入「徑流水力發電成本」(如適用)和「水庫型一般水力發電成本」；於「火力發電成本」中納入「燃煤發電成本」和「其他火力發電成本」；於「再生能源發電成本」中納入「地熱發電成本」和「其他再生能源發電成本」。

若大型發電公司承擔交割年度輸配電業務相關成本，則應適當計算離島供電及輔助服務相關成本，並從發電成本中扣除。

4. 加總

整理3.後，加總「徑流式水力發電成本」(如適用，還包括「水庫型一般水力發電成本(基地營運部門)」)、 「燃煤發電成本」、「核能發電成本」和「地熱發電成本」。

5. 其他考慮因素

如果與交付週期相對應的容量市場預期收入金額已經確定，則可以從4.的合計金額中扣除預期收入金額。

(五) 日本非化石能源證書交易平台

1. 成立目的

依據日本2016年修訂的「能源供給結構高度化法」，要求自2030年度起，每年售電量達5億度以上的零售電力業者，在其售電量中，非化石能源(再生能源、核能)必須達到44%以上。但是，當時在批發電力交易市場所採購的電力，無法區別其為非化石能源或化石能源，來凸顯非化石能源的價值，此外再生能源的FIT制度，以賦課金方式附加於電費中，由全部用戶平均負擔，並未能顯現FIT電力的環境價值。因此，為凸顯非化石電源的價值，創設新的非化石價值交易市場，協助零售電力業者可以便利地採購非化石電源的電力，達成高度化法的目標，同時促進再生能源發展和降低成本、擴大用戶選擇權，以及減輕FIT制度下的國民負擔。

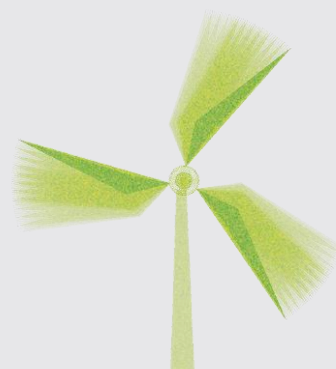
2. 服務對象

賣方：電力廣域的運營推進機關(Organization for Cross-regional Coordination of Transmission Operators, OCCTO)及其他非化石能源發電業者。

買方：加入JEPX會員之售電業者。

3. 責任義務

為出售參與躉購的再生能源案場所產生之環境效益，2018年5月日本電力交易所(JEPX)建立非石化價值交易市場，零售電力事業者可購入「非化石證書」，出售再生能源電力給所屬用戶，相關收益則挹注於負擔調整機構---低碳投資促進機構(GIO)，補貼國民躉購賦課金(電費中的附加費)。



4. 交易商品

非化石能源證書，單位為kWh(度)，但其種類細分為：

- (1) FIT非化石證書
- (2) 非FIT再生能源非化石證書
- (3) 非FIT非再生能源非化石證書

5. 交易方式

交易日期並無固定，若有交易，會提前通知所有會員，欲參加交易之會員須於交易日前五個工作天的下午2點前投標。其中非FIT再生能源非化石證書及非FIT非再生能源非化石證書需買賣雙方各自投標。

投標時須註明指定交易之非化石證書類型、期望價格及數量，且不可重複出價。

競價方式依其不同非化石證書種類分為兩種：

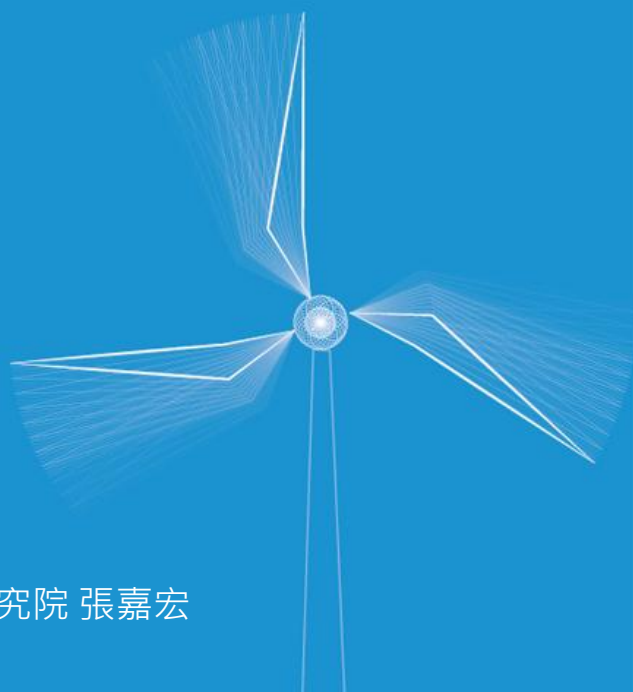
(1) FIT非化石證書採多價競標模式，即由價格最高者優先依其投標之價格及數量採購FIT非化石證書，再換價格次高者依其投標之價格及數量採購FIT非化石證書，以此類推。

(2) 非FIT再生能源非化石證書、非FIT非再生能源非化石證書的拍賣方式為單一價格拍賣模式，即按照所有供給者及需求者出價及價格，畫出供需曲線，供需曲線交點之價格即為成交價格及成交量。

JEPX會第一時間通知得標者競價結果，包含成交量、成交價格及總計金額，一旦通知完成即視為交易成立。

07 Chapter 7

國際再生 與低碳氣體憑證制度發展趨勢



一、摘要

再生能源氣體(Renewable Gas，如生質甲烷與再生能源氫)在能源轉型與碳中和進程中逐漸扮演關鍵角色。為確保其環境效益真實與可驗證性，各國開始擴大能源屬性憑證制度的應用，作為市場交易、碳盤查與遵循政策規範的重要工具。本文以歐盟與美國制度為核心進行分析，並進一步比較英國、日本、韓國與澳洲的相關實踐，以研析國際再生能源氣體憑證制度之發展趨勢。

歐盟透過《再生能源指令》及《氫能與脫碳氣體市場套案》建立以能源來源證明(GO)為核心的制度，要求成員國必須對再生能源氣體全面發行、註冊與註銷憑證。歐洲發證機構協會(AIB)、歐洲再生能源氣體註冊組織(ERGaR)與歐盟聯合資料庫(UDB)共同推動跨境互認與全程追蹤。此一架構強調資訊透明與市場一體化，確保環境效益唯一性並提升消費者信任。

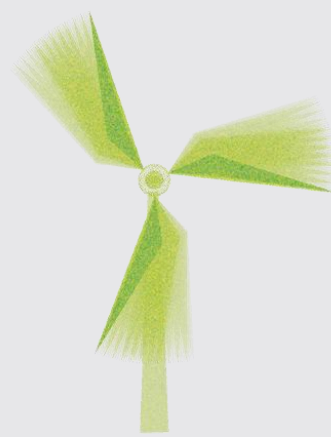
美國在聯邦層級實施《再生燃料標準》(RFS)，以再生識別碼(RIN)作為合規工具，要求燃料供應商透過購買與註銷再生識別碼履行混摻義務；在州層級則以加州的《低碳燃料標準》(LCFS)為代表，該制度以生命周期碳排強度為基礎核發信用額度，直接反映燃料的減排效益。《降低通膨法案》(IRA)進一步設立 45V 條潔淨氫與 45Z 條潔淨燃料稅收抵免，依碳強度提供財政誘因，並由能源部的 GREET 模型統一計算方法。美國的制度結合法定規範與財政誘因，既確保遵循政策規範要求，又能有效地創造市場需求並推升投資規模。

在制度定位上，歐盟屬於資訊揭露與跨境互認模式，美國則採取強制遵循政策規範與財政激勵模式。其他國家亦逐步建立制度，如英國推行再生能源氣體能源來源證明(RGGO)；日本則於 2024 年，由日本瓦斯與大阪瓦斯依據日本氣體協會框架，發行第一張經第三方驗證的潔淨氣體憑證(Clean Gas Certificate)；澳洲則透過澳洲碳信用單位(ACCUs)獎勵減少溫室氣體排放。在全球發展脈絡下，國際趨勢正朝制度化、標準化與互認邁進，為再生能源氣體市場化及國際貿易創造有利的制度環境。

二、歐盟再生與低碳氣體憑證制度發展

自2018年修訂《再生能源指令》(RED II)以來，歐盟首次將生質甲烷(Biomethane)納入再生能源範疇，並要求會員國為每 1 MWh再生能源(包括再生能源氣體)核發能源來源證明(Guarantee of Origin, GO)。此憑證由各國指定機構核發給生產者，以證明該能源來自再生能源。憑證有效期為12個月，能源供應商在憑證有效期結束後6個月內須註銷該憑證，以確保每單位再生能源的環境價值只屬於一個最終使用者。2023年公布的《再生能源指令》(RED III)則進一步強化此機制，要求各國每年公布殘差係數(Residual Mix)，鼓勵憑證加註時間註記，並簡化小型裝置的憑證登記程序；同時，亦明確規範使用再生能源氣體供應商的憑證註銷義務。透過《再生能源指令》的制度設計，歐盟已建立完整的法律依據，使再生能源氣體的生產與消費具備透明且可追溯的能源來源憑證¹。

2024年5月，歐盟通過《氫能與脫碳氣體市場套案》(Hydrogen and Decarbonised Gas Market Package)，以更新天然氣市場規範，並加速氫氣與其他低碳氣體的融合²。新規範要求成員國重新規劃現有天然氣網絡，使其逐步接納氫氣與再生能源氣體，同時允許在天然氣管網中以低比例摻混氫氣(目前技術規範下約2%的摻混比例,未來將視技術發展調整)。該方案亦規定成員國必須協調天然氣與氫氣基礎設施的整合，並成立「歐洲氫網絡營運商協會」(European Network of Network Operators for Hydrogen, ENNOH)，統籌跨境氫網規劃。在消費端，規定將再生能源氣體納入供應安全與消費者保護範疇，例如延長供應安全義務以涵蓋低碳氣體，並禁止 2049 年以後簽署新的化石燃氣長期合約。同時，法案還建立低碳氫驗證制度，將氫氣全生命週期排放上限設定為 28.2 gCO₂/MJ(約3.38 kgCO₂e/kg H₂)。此舉為氫氣市場構建了明確的法制基礎，並與 RED III 要求相互銜接，確立再生能源氫和低碳氣體的統一排放標準。



各國政府指定專責機構管理本國的再生能源氣體登記系統。生產者按照產量申請發憑證，每一MWh能源對應一張GO。經查驗後，憑證註冊在國家級平台，然後可在市場上交易；由於採紀錄與宣告(Book and Claim)原則，憑證的交易與氣體實際流動是分離的。也就是說，企業可以購買或出售憑證，而無需實際搬運相應數量的氣體。使用憑證的買方在將能源供給最終用戶後，必須註銷該憑證，其註銷數據將納入該國的殘差系數計算中。《再生能源指令》的相關條款(如第19條)為這一系統提供法源依據，並透過歐洲發證機構協會(Association of Issuing Bodies, AIB)所制定的歐洲能源憑證系統(European Energy Certificate System, EECs)標準實現跨國互認。目前，多數成員國已建立國家級憑證登記平台(如德國 DENA、法國的原產地保證登錄系統、英國 GGCS 等)，以落實此一能源來源追蹤機制。

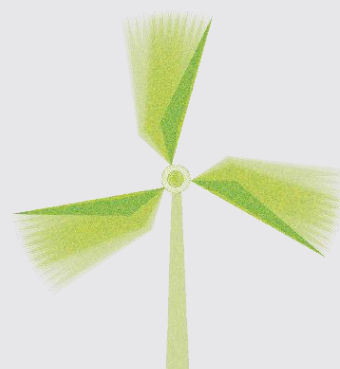
為支持跨境交易，歐洲再生能源氣體註冊組織(European Renewable Gas Registry, ERGaR)推出跨境原產地憑證(Certificate of Origin, CoO)機制³。該機制透過 Cert-X Europe 平台，串聯各國GO註冊系統，使會員國能互相交換再生能源氣體憑證。截至2024年，已有德國、奧地利、丹麥等多個註冊機構加入CoO機制，並透過ERGaR的ExtraVert平台完成多筆生質甲烷憑證的跨境轉移。此外，《再生能源指令》明確要求建立歐盟聯合資料庫(Union Database, UDB)，以全程追蹤生物燃料與生質氣體的原料來源、製程與減排數據。未來，生質甲烷生產過程中的永續性證明(Proof of Sustainability, PoS)也將與GO一併納入UDB，並依據質量平衡(Mass Balance)原則管理，避免重複計算。透過上述制度的整合，歐盟在再生能源氣體來源追蹤與驗證制具備完善的規劃，實現高度透明且可驗證的市場機制。

三、美國再生與低碳氣體憑證制度發展

美國推動再生天然氣(Renewable Natural Gas, RNG)及低碳燃料發展的政策，主要建立在兩大框架上，分別是聯邦層級的《再生燃料標準》(Renewable Fuel Standard, RFS)⁴與州層級的《低碳燃料標準》(Low Carbon Fuel Standard, LCFS)⁵。此外，2022年《降低通膨法案》(Inflation Reduction Act, IRA)新增45V條潔淨氫生產稅收抵免與45Z 條潔淨燃料稅收抵免，依據燃料全生命週期碳排放強度提供財政支持⁶。美國能源部(United States Department of Energy, DOE)則透過氫區域計畫(The Regional Clean Hydrogen Hubs, H2Hubs)，並採用溫室氣體、受管制排放與能源使用之技術生命週期模型(Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Technologies, GREET模型)⁷，同時推動基礎設施投資與統一的碳排放計算方法，逐步形成完整的政策架構。

在聯邦層級，《再生燃料標準》(RFS)由美國環境保護署(United States Environmental Protection Agency, EPA)管理，根據《清潔空氣法》(Clean Air Act)要求煉油廠與燃料進口商每年必須混摻一定比例的再生燃料。該法令的核心遵循機制是再生燃料識別碼(Renewable Identification Number, RIN)，每生產一加侖再生燃料即生成對應數量的RIN，作為可交易且循政策規範的憑證。RIN分為指派RIN(Assigned RIN)，隨燃料一併移轉，以及分離 RIN(Separated RIN)，可獨立交易。義務方需在年度法規遵循時提交並註銷足夠額度的RIN，否則將面臨罰則。

具體運作上，再生燃料生產商註冊後，依據所生產燃料的能源量生成對應的RIN編碼；RIN的註冊、轉移與註銷均透過EPA的調整交易系統(Moderated Transaction System, MTS)完成。若燃料出口，相關 RIN必須立即註銷。調整交易系統平台確保交易資訊透明，防止RIN重複使用，並為政府監管提供基礎。



在州層級，加州於2011年由加州空氣資源局(California Air Resources Board, CARB)實施低碳燃料標準(Low Carbon Fuel Standard, LCFS)，要求燃料供應商逐年降低所提供燃料的碳排放強度(Carbon Intensity, CI)。當燃料的碳排放強度低於法定基準值時，即可產生信用額(Credit)，高於基準值則產生負債(Deficit)；燃料供應商可將所獲得的信用額在市場交易或結轉使用，並須最終以信用額抵銷負債以符合法規要求。LCFS採用全生命週期評估(Well-to-Wheel)計算燃料碳排放強度，涵蓋原料採集、轉換、製造、運輸及使用等階段。加州使用由美國阿貢國家實驗室(Argonne National Laboratory, ANL)開發的CA-GREET模型，計算不同燃料路徑的全生命週期碳強度；每減少1公噸二氧化碳當量即可產生一單位信用額，且CARB每季公布碳信用額市場交易價格。

LCFS信用額的價格由市場供需決定，為避免成本過度轉嫁，CARB同時設置了價格上限(2023年上限約為每噸253美元)。截至2022年底，加州LCFS已顯著超額達成既定減碳目標，顯示該機制的有效性；LCFS制度已成為推動再生天然氣、氫氣與電力等再生能源燃料投資的重要誘因。

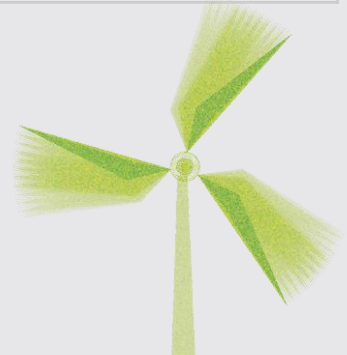
此外，聯邦政府亦在立法層面投入資源。2022年頒布的《降低通膨法案》新增第45V條款，根據潔淨氫氣生產的全生命週期碳排放強度提供每公斤最多3美元的稅收抵免。只有當每公斤氫氣生產碳排放強度低於4公斤二氧化碳當量時，才符合此抵免資格，且碳排放強度越低，即可獲得越高的抵免額度。同時，《降低通膨法案》也新增第45Z條款，針對再生柴油、甲醇、氨等低碳運輸燃料提供每加侖的稅收抵免，其抵免額依據「係數×燃料碳排放因子」計算，該措施將自2025年起實施，預期為低碳燃料供應帶來長期誘因。為配合上述抵免計算，美國能源部要求申請者使用GREET模型評估燃料全生命週期的排放，並於2025年推出針對45V與45Z抵免申請的專用版GREET模型(如45VH2-GREET和45ZCF-GREET)，以確保碳排放計算的標準化。

四、制度比較與整合分析

歐盟與美國皆透過憑證制度推動再生能源氣體發展，但制度設計與政策定位存在差異。歐盟能源來源證明(GO)旨在提供能源來源的透明揭露，協助用戶確認使用比例，並透過跨境互認機制強化市場信任。美國的再生燃料標準(RFS)及低碳燃料標準(LCFS)則屬於法定遵循政策規範的工具，RIN與LCFS信用額均為履行減碳或混摻義務的核心單位，詳細比較如表1「歐盟與美國再生氣體憑證制度」。

表1 歐盟與美國再生氣體憑證制度

比較項目	歐盟GO制度	美國RFS制度	美國LCFS制度
制度定位	資訊揭露與跨境互認工具	法定遵循工具 (強制混摻義務)	法定遵循工具 (碳強度降低義務)
法律基礎	《再生能源指令》 (RED II/III) 《氫能與脫碳氣體市場套案》	《清潔空氣法》 《能源獨立與安全法》	加州《全球暖化解決方案法》(AB 32)
適用範圍	電力、熱能、氣體 (生質甲烷、再生能源氫)	運輸燃料 (含再生天然氣RNG)	運輸燃料、再生天然氣 (用於發電或車輛)
核發依據	產量基礎 1 MWh = 1張GO	燃料體積 1加侖燃料 = 對應RIN數量	碳排放減量 每減少1公噸CO ₂ e = 1信用額
減排門檻	低碳氫:28.2 gCO ₂ /MJ (約3.38 kgCO ₂ e/kg H ₂)	依燃料類別: 傳統:20% 先進:50% 纖維素:60%	基於全生命週期碳強度 逐年降低基準值
交易範圍	歐盟成員國間跨境交易 (透過AIB/ERGaR平台)	美國國內交易 (透過EPA MTS系統)	加州州內交易 (CARB管理平台)
市場機制	自願交易 紀錄與宣告 (Book & Claim)	義務交易 實體交付或分離交易	義務交易 可結轉或交易
主管機關	各成員國指定機構 歐盟執委會監督	美國環保署(EPA)	加州空氣資源局(CARB)
實施年份	2018年(RED II) 2023年強化(RED III)	2007年實施 持續更新年度規則	2011年實施 2024年最新修訂



涵蓋範圍上，歐盟的GO制度適用於電力、熱能與氣體（包括生質甲烷與再生能源氫），並在《再生能源指令》要求成員國全面建立憑證發行與註銷系統；美國的RFS則僅針對運輸燃料，而LCFS則依燃料碳排放強度核算，涵蓋汽車用燃料與再生天然氣發電。在核發依據上，歐盟的能源來源證明(GO)以產量為基礎，每1 MWh再生能源對應1張GO；美國《再生燃料標準》(RFS)則依燃料體積生成再生燃料識別碼(RIN)，並規定不同燃料需達到特定的減排效益門檻，例如纖維素燃料必須實現至少60%的溫室氣體減排；加州《低碳燃料標準》(LCFS)則採用生命周期碳排放強度計算，並以減排量折算信用額，每減少1公噸二氧化碳當量即可獲得1個信用額。

在交易特性上，歐盟的能源來源證明(GO)可透過AIB或ERGaR平台等進行跨國轉移，以支援區域市場交易；而美國的再生燃料識別碼(RIN)與 LCFS 信用則僅限於美國國內流通。在制度定位上，歐盟制度屬於資訊透明與跨境互認模式，美國則偏向強制配額與財政誘因模式。兩者雖然定位不同，但均確保環境效益不被重複計算，並透過市場價格體現再生能源氣體的環境價值。

其他國家如英國自脫歐後實施再生天然氣能源來源證明(Renewable Gas Guarantees of Origin, RGGOs)⁸，每生產1 kWh再生能源氣體即可核發1張RGGO，作為使用者揭露與碳盤查依據。日本氣體協會(The Japan Gas Association, JGA)於 2024年4月啟動潔淨氣體憑證制度，並於同年10月由大阪瓦斯與日本瓦斯合作發行首張經第三方驗證的潔淨氣體憑證(Clean Gas Certificate)⁹。韓國於2024年發布國家沼氣戰略(National Biogas Strategy)，但未設計獨立的驗證憑證或交易平台制度¹⁰。澳洲則是透過潔淨能源監管機構(Clean Energy Regulator, CER)核發的澳洲碳信用單位(Australian Carbon Credit Unit, ACCU)獎勵減少溫室氣體排放，但目前仍屬自願性質，尚未形成全國性強制制度¹¹。

從制度發展現況來看，歐盟制度強調透明度與跨境互認，美國則偏重強制合規與稅務誘因；英國建立了專屬的再生能源氣體憑證，作為市場自願揭露工具；日本、韓國，與澳洲則仍處於制度發展或試行階段。未來，國際間如何進一步推動憑證標準化與互認，將是確保再生能源氣體市場規模化與國際貿易可行性的關鍵課題。

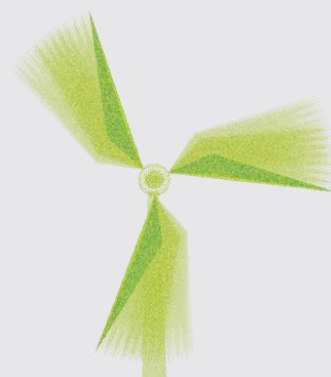
五、結語

歐盟與美國在推動再生能源氣體憑證制度的路徑，雖然出發點不同，但均以確保環境效益的真實性與唯一性為核心。歐盟透過《再生能源指令》及《氫氣與脫碳氣體市場法案》建立以能源來源證明(GO)為基礎的透明化架構，重點在於能源來源的揭露與跨境互認，並透過ERGaR及歐盟聯合資料庫(UDB)避免環境價值的重複計算，體現歐盟長期以市場一體化與消費者信任為導向的制度設計。

美國則以再生燃料標準(RFS)與低碳燃料標準(LCFS)並行推動，分別透過再生識別編號(RIN)及碳強度信用額，確保燃料供應商履行法定減碳與混摻義務，同時搭配《降低通膨法案》(IRA)中的45V與45Z條款稅收抵免，將財政誘因與市場規範結合，確保減排績效，擴大低碳燃料的市場需求與投資動能。

其他國家與地區則處於不同的發展階段。英國已建立再生能源天然氣能源來源證明(RGGO)，作為自願市場揭露工具；日本啟動潔淨氣體憑證(Clean Gas Certificate)制度，並已發行第一張憑證；韓國以立法推廣沼氣(Biogas)生產與利用，但尚未建立憑證制度；澳洲則透過碳信用(ACCU)獎勵減少溫室氣體排放。這些制度雖不若歐美成熟，但顯示全球正逐步朝標準化與制度化邁進。

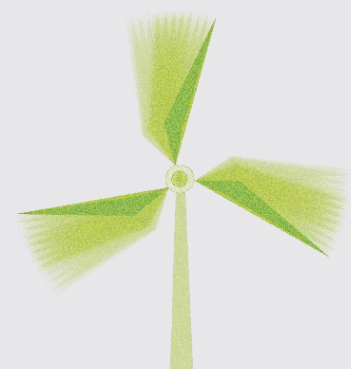
對台灣而言，歐盟與美國經驗提供了三點啟示。第一，建立具法律效力且具操作性的憑證制度，不僅能確保能源來源的真實性與可追溯性，亦須同時反映產品在全生命週期中的減碳績效，以符合國際碳排放管理規範。第二，積極參與並對接國際標準與互認機制，確保國內制度具備跨境可接受性，避免因制度孤立而削弱產業在全球供應鏈與能源市場中的競爭力。第三，在制度設計上應兼顧資訊透明與市場誘因，透過明確的揭露機制保障環境效益唯一性，並藉由市場化工具與財政誘因吸引長期投資與產業參與。隨著氫能與再生氣體逐步成為國際能源體系的重要組成，憑證制度不僅是能源轉型的核心支撐，更是國內能否有效融入全球碳市場與貿易規則的關鍵基礎。



六、參考資料

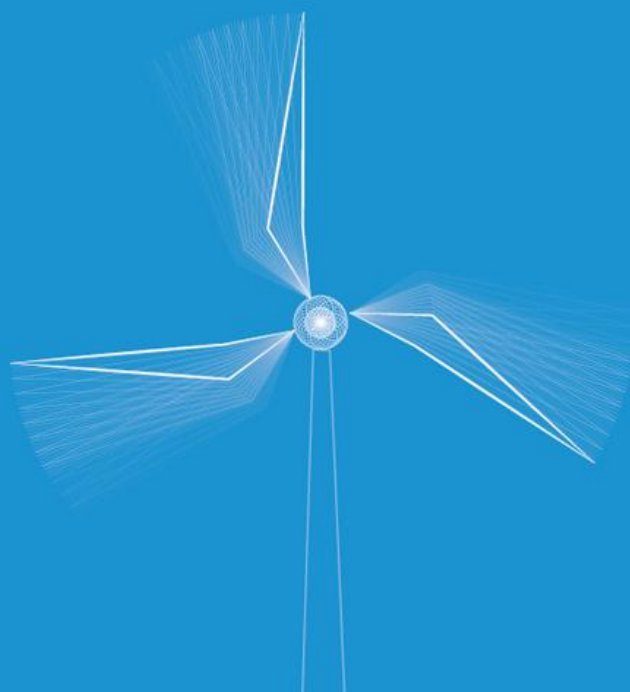
1. European Parliament & The Council, "Directive (EU) 2023/2413 amending Directive (EU) 2018/2001 on the promotion of energy from renewable sources (RED III)", EUR-Lex, 2023/10, <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj/eng>
2. European Commission, "Hydrogen and decarbonised gas market package", European Commission, 2024/05, https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/hydrogen-and-decarbonised-gas-market_en
3. European Renewable Gas Registry (ERGaR), "About ERGaR", <https://www.ergar.org/about-us/about-us/>
4. U.S. Environmental Protection Agency, "Final rule: Renewable Fuel Standard for 2023–2025 and supplemental volume requirements", United States Environmental Protection Agency, 2025/07, <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard/final-renewable-fuels-standards-rule-2023-2024-and-2025>
5. California Air Resources Board, "Low Carbon Fuel Standard (LCFS)", Low Carbon Fuel Standard - California Air Resources Board, <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/low-carbon-fuel-standard>
6. U.S. Department of the Treasury, " U.S. Department of the Treasury Releases Final Rules for Clean Hydrogen Production Tax Credit", U.S. Department of the Treasury, 2025/01, <https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy2768>
7. U.S. Department of Energy, "GREET model overview", U.S. Department of Energy, <https://www.energy.gov/eere/greet>
8. Green Gas Certification Scheme, "About Renewable Gas Guarantees of Origin (RGGOs)", Green Gas Certification Scheme, <https://www.greengas.org.uk/certificates>

9. Nippon Gas Co., Ltd., & Osaka Gas Co., Ltd., "First Clean Gas Certificate to help make 2025 World Expo more carbon neutral: Providing the environmental value of biogas from the Kagoshima City Nanbu Incineration Processing Plant", 2024/11, https://www.osakagas.co.jp/en/whatsnew/_icsFiles/afieldfile/2024/11/22/241101.pdf
10. Tng Yong Li, "S Korea unveils biogas strategy, eyes 1mn t/yr GHG cut", Argus Media, 2024/06, <https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2580858-s-korea-unveils-biogas-strategy-eyes-1mn-t-yr-ghgcut>
11. Clean Energy Regulator, "Australian Carbon Credit Unit Scheme", Clean Energy Regulator, 2025/05, <https://cer.gov.au/schemes/australian-carbon-credit-unit-scheme>



Chapter 8

總結與展望



總結與展望

數據賦能綠色轉型，落實普惠綠電願景

114 年度對國家再生能源憑證中心而言，是營運量能與服務深度雙重躍升的一年。隨著綠電需求由大型龍頭企業擴散至廣大中小企業，本中心致力於建構一個更具包容性的交易市場。統計至 114 年底，我國憑證案場總數已成長至 5,855 座，年度增幅高達 3.8 倍，顯示分散式能源佈局已趨於成熟。

在114年的市場觀察中，我們發現中小企業參與的積極度持續增進，在自發設備憑證買家中，中小企業占比已接近三成，展現出台灣企業使用再生能源暨憑證已經有了基礎的共識與認知。而能源供應的多樣化也是值得關注的重點，太陽光電隨著政策的開放，成為主要供應源占比達到 52%。同時，地熱能等新型案場的加入，更為綠電市場注入了新活水。展望未來，憑證中心在面臨倍數增長的案場與綠電交易時，將朝向「智慧化管理」發展，導入更精確的系統與技術，協助企業參與更順暢、透明的綠電交易市場。同時，我們將持續滾動式調整制度，簡化中小企業申請流程，確保即便規模有限的單位，也能透過憑證中心輕鬆且便捷地取得綠電資源。

我們深信，數據的價值在於應用。憑證中心將持續扮演公正第三方的角色，以精準的數據賦能產業，推動台灣綠電市場穩健成長，成為支援我國淨零路徑最堅實的後盾。



國家再生能源憑證中心主任

黃志文

