

## 關鍵議題評析

### 2019 年全球再生能源現況報告

一再生能源發電新增裝置容量已超越化石燃料及核能的新增裝置容量，  
成為近幾年全球發電的主流

周桂蘭

工業技術研究院 綠能與環境研究所

#### 摘要

21 世紀再生能政策網絡研究機構(REN21)每年 6 月定期發佈最新的全球再生能源現況報告(Renewables Global Status Report)，提供全面及時的再生能源資訊。再生能源發電新增裝置容量已經連續四年超越化石燃料及核能發電的新增裝置容量，使得再生能源成為近幾年全球發電的主流。2018 年不含水力的再生能源發電成長 15%，累計總裝置容量達到 1,246GW(十億瓦)，估計再生能源發電占全球發電比例超過 26%。由於中國的太陽光電政策變動，來自中國的投資大幅下降，是造成 2018 年全球再生能源投資出現衰退的主因，相對於 2017 年全球再生能源投資下降 11.5%，但是，太陽光電市場顯現全球逐漸擴散，非單一集中在某些國家發展，使得再生能源發電市場呈現普及化發展趨勢。2018 年又增加了 7 個國家，累計共有 135 個國家推動再生能源發電政策。運輸部門的再生能源應用政策推動並未持續增加。太陽光電及風力仍然電力部門的主流選項，2018 年新增太陽光電容量首次超過 100GW，有 11 個國家單年新增容量 1GW 以上，全球累計的太陽光電發電容量達到 505GW，總發電量 640 TWh(十億度)，占全球發電量的 2.4%。

我國再生能源推動策略方向符合 REN21 提出的先進能源系統轉型的策略建議。尤其是 REN21 在 2019 年的現況報告中特別提及臺灣提供浮動式太陽光電的優惠的躉購費率及離岸風電目標與競標機制，顯示我國的再生能源發電政策不但符合國際趨勢，亦引起全球對臺灣再生能源發展的關注，未來臺灣亦將加入 REN21 的先進再生能源發電占比超過 20%的國家之列。

關鍵字：再生能源、投資、市場、政策

## 一、前言

再生能源發電新增裝置容量已經連續四年超越化石燃料及核能發電的新增裝置容量，使得再生能源成為近幾年全球發電的主流。2018 年不含水力的再生能源發電成長 15%，累計總裝置容量達到 1,246GW。相對於 2017 年，2018 年的再生能源新增容量組成：太陽光電占 55%(100GW，成長率 25%);風力發電占 28%(51GW(離岸 4.5GW)，成長率 9%);水力 11%(20GW)。估計至 2018 年底，再生能源發電占全球發電比例超過 26%。有些城市設定的目標與採取的行動都超越國家／州／省的倡議。超過 100 個城市使用至少 70%的再生能源電力，超過 50 個城市的再生能源目標設定涵蓋電力、熱冷利用及運輸部門。此外，高占比變動型再生能源電網整合的國家持續增加，企業購買再生能源呈現倍數成長。

2018 年全球再生能源投資出現衰退，相對於 2017 年下降 11.5%。由於中國的太陽光電政策變動，來自中國的投資大幅下降，是造成 2018 年全球再生能源投資出現衰退的主因。

2018 年有幾項重大的國際政策宣示對再生能源具有重要的政策意涵：

- 第 24 屆聯合國氣候變化綱要公約在波蘭舉行，最終達成巴黎協定的協議。雖然很多細節都得不到解決，但是，大會確認加速再生能源轉型及下一個國家自主貢獻(Nationally Determined Contributions, NDCs)。
- 2018 年 8 月，一名學生在斯德哥爾摩郊外的瑞典議會大廈為了氣候暖化罷課，之後即迅速從一個人擴大至數以百萬計的學生在全球至少 125 個國家的氣候暖化罷課事件。此事件稱為「Fridays for future」，已經促使愈來愈多學生要求政治領導人積極採取對抗氣候暖化的行動。
- 2018 年底，超過 1000 家機構(包括城市、銀行、保險公司、退休基金及宗教團體)的專業投資管理基金承諾近 8 兆美元的投資與化石燃料脫勾。
- 國際太陽能聯盟 (ISA) 增加聯合國會員國的援助，法國承諾提

供 8 億美元達成 ISA 在 2030 年 1 兆美元的太陽能佈局投資目標。目前有六個非洲國家發起 Lome 倡議，建立一個大型太陽光電計畫的需求平台。

● 世界銀行宣布自 2021 年起五年內投資 2000 億美元支援 35GW 的再生能源及相關基礎設施。

21 世紀再生能政策網絡研究機構(REN21) 是一個國際政策網絡研究機構(主要成員包括：超過 65 個產業協會、國際組織、國家政府、非政府組織、科學及學術機構等組成)，自 2005 年首次發布再生能源全球現狀報告，蒐集來自全球超過 900 個資料來源，每年定期於 6 月發佈最新的全球再生能源現況報告(Renewables Global Status Report)，透過全球 180 個再生能源領域專家審視，共同完成每年的再生能源現況報告，提供全面及時的再生能源資訊，反應出公私部門的多元觀點，包括：政策現況、市場及產業、投資流向等。茲將 REN21 提出的 2019 年最新再生能源發展資訊，分別摘述如下：

## 二、政策現況

再生能源發展分成三大領域：電力、運輸及熱冷利用。圖 1 反應出全球再生能源政策推動在三大應用領域的不均衡，主要焦點仍集中在電力部門，相對於 2017 年的 128 個國家推動再生能源發電政策，2018 年又增加了 7 個國家，共有 135 個國家推動再生能源發電政策。運輸部門的再生能源應用政策推動並未持續增加，維持與 2017 年一樣有 70 個國家推動相關政策。2018 年只有 20 個國家制定再生能源熱源應用政策，相較於 2017 年有 24 個國家推動相關政策，2018 年反而減少了 4 個國家。

表 1 顯示 2018 年的再生能源新增投資金額(含電力及燃料)為 2890 億美元，相較 2017 年下降 370 億美元。但再生能源發電裝置容量(不含水力)累計達到 1,246GW，相較 2017 年增加 165GW，主要以太陽光電及風力發電為主。熱能利用及運輸部門的再生能源新增量在 2018 年呈現微幅上升。再生能源發電占全球電力的 26%，但是再生能源用於熱冷利用只占全球熱冷應用的 10%，用於運輸部門只占全球運輸能源的 3%。再生能源在熱冷利用及運輸部門缺乏積極永續性的低碳推動政策，使得能源轉型效益(包括潔淨空氣及能源安全)並未達到最大化。熱冷利用與運輸部門的再生能源推動

與碳定價機制息息相關，但是碳定價機制目前仍處於低度使用狀態，2018年底只有 44 個國家政府，21 個州／省，7 個城市，實施碳價政策（排放交易或碳稅），含蓋全球 CO<sub>2</sub> 排放的 13%。

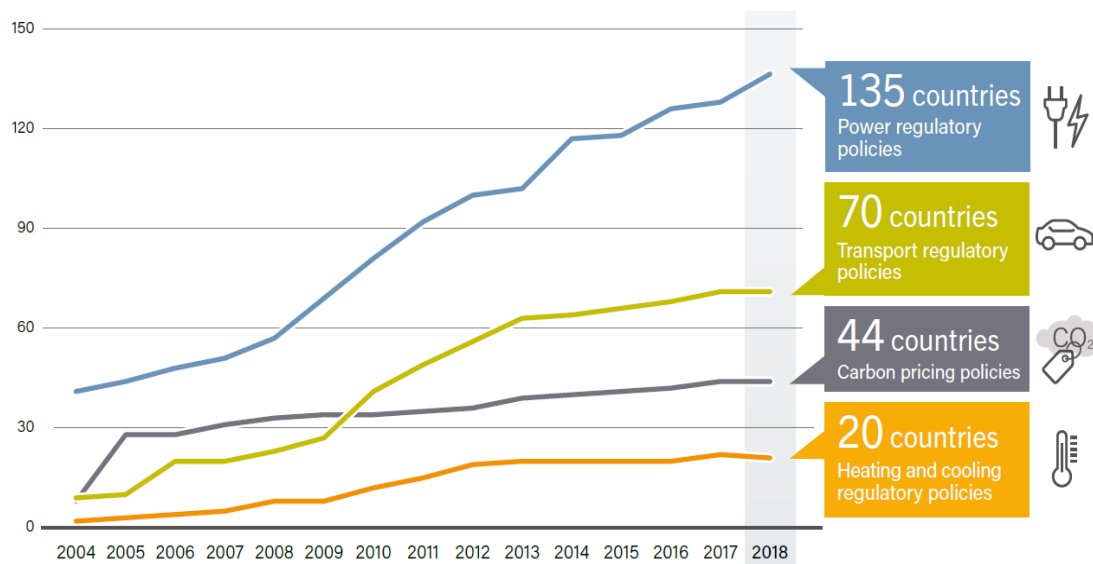














圖 1、再生能源政策的推動國家的成長趨勢(2004-2018)[ 1]

表 1、2018 年全球再生能源發展指標[ 1]

## RENEWABLE ENERGY INDICATORS 2018

		2017	2018
<b>INVESTMENT</b>			
New investment (annual) in renewable power and fuels <sup>1</sup>	billion USD	326	<b>289</b>
<b>POWER</b>			
Renewable power capacity (including hydropower)	GW	2,197	<b>2,378</b>
Renewable power capacity (not including hydropower)	GW	1,081	<b>1,246</b>
 Hydropower capacity <sup>2</sup>	GW	1,112	<b>1,132</b>
 Wind power capacity	GW	540	<b>591</b>
 Solar PV capacity <sup>3</sup>	GW	405	<b>505</b>
 Bio-power capacity	GW	121	<b>130</b>
 Geothermal power capacity	GW	12.8	<b>13.3</b>
 Concentrating solar thermal power (CSP) capacity	GW	4.9	<b>5.5</b>
 Ocean power capacity	GW	0.5	<b>0.5</b>
 Bioelectricity generation (annual)	TWh	532	<b>581</b>
<b>HEAT</b>			
 Solar hot water capacity <sup>4</sup>	GW <sub>th</sub>	472	<b>480</b>
<b>TRANSPORT</b>			
 Ethanol production (annual)	billion litres	104	<b>112</b>
 FAME biodiesel production (annual)	billion litres	33	<b>34</b>
 HVO biodiesel production (annual)	billion litres	6.2	<b>7.0</b>

再生能源在電力、運輸及熱冷利用的發展現況，詳述如下：

### (一)電力應用

太陽光電及風力仍然維持電力部門的主流選項。2018 年超過 45 個國家的再生能源裝置容量(不含水力)超過 1GW；有 17 個國家超過 10GW。相較於 2017 年，2018 年新增 3 個國家，累計有 9 個國家(丹麥、烏拉圭、愛爾蘭、德國、葡萄牙、西班牙、希臘、英國、匈牙利)的太陽光電及風力發電量占比超過 20%，，如圖 2 所示。

Share of Electricity Generation from Variable Renewable Energy, Top 10 Countries, 2018

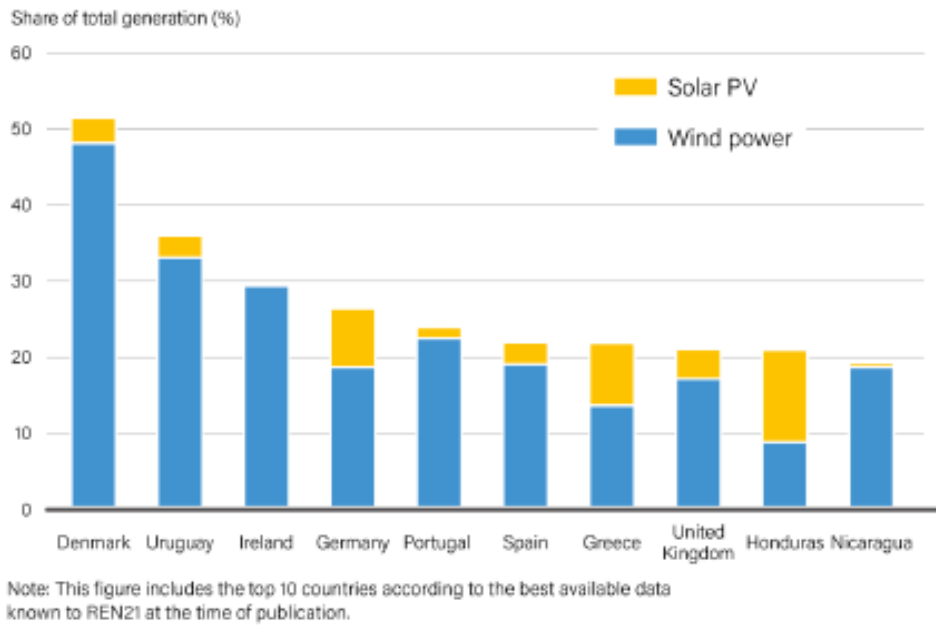


圖 2、2018 年變動型再生能源發電占比前十大國家[ 1]

2018 年總再生能源發電裝置容量（不含水力發電）前五名的國家與 2017 年一樣，分別為中國(404GW)、美國(180GW)、德國(113GW)、印度(78GW)、日本(64GW)。以人均為衡量指標評比再生能源發電國家全球排名顯示：人均再生能源發電(不含水力)以冰島居冠；人均太陽光電以德國領先全球；人均風力發電則以丹麥位列第一，如表 2 所示。

表 2、2018 年再生能源國家別發展全球排名[ 1]

Total Capacity or Generation as of End-2018

	1	2	3	4	5
<b>POWER</b>					
Renewable power capacity (including hydropower)	China	United States	Brazil	India	Germany
Renewable power capacity (not including hydropower)	China	United States	Germany	India	Japan
Renewable power capacity per capita (not including hydropower) <sup>3</sup>	Iceland	Denmark	Germany/Sweden		Finland
Bio-power generation	China	United States	Brazil	Germany	India
Bio-power capacity	China	United States	Brazil	India	Germany
Geothermal power capacity	United States	Indonesia	Philippines	Turkey	New Zealand
Hydropower capacity <sup>4</sup>	China	Brazil	Canada	United States	Russian Federation
Hydropower generation <sup>4</sup>	China	Canada	Brazil	United States	Russian Federation
Solar PV capacity	China	United States	Japan	Germany	India
Solar PV capacity per capita	Germany	Australia	Japan	Belgium	Italy
Concentrating solar thermal power (CSP) capacity	Spain	United States	South Africa	Morocco	India
Wind power capacity	China	United States	Germany	India	Spain
Wind power capacity per capita	Denmark	Ireland	Germany	Sweden	Portugal
<b>HEAT</b>					
Solar water heating collector capacity <sup>5</sup>	China	United States	Turkey	Germany	Brazil
Solar water heating collector capacity per capita	Barbados	Austria	Cyprus	Israel	Greece
Geothermal heat output <sup>6</sup>	China	Turkey	Iceland	Japan	Hungary

再生能源發電推動政策包括躉購電價機制 (FIT)、再生能源配額制 (renewable portfolio standards)。隨著再生能源成本持續下降，推動政策逐漸朝向市場競爭機制，如競標制。再生能源發電競標機制(tender)持續擴散中，2018 年共有超過 48 個國家以競標機制取代躉購電價機制(FIT)，超越 2017 年的 29 個國家採用競標制。有些國家為了維持國家產業競爭力，強制將競標制與國產化綁在一起，例如印度要求至少 50%太陽光電零件國產化。此外，2018 年中國也逐漸中止大型電廠級及小型分散型的太陽光電補助，改為競標制，未來風力發電也將改為競標制。美國海洋管理局持續辦理離岸風場的開發商競標，至 2018 年底共有 15 個風場實施競標制。

雖然競標制逐漸興起，躉購電價機制對於尚未成熟的再生能源發電技術，仍然居目前政策的主導地位。2018 年採取躉購電價機制的國家共有 111 國，相較 2017 年少了 2 個國家。英國已確定在 2019 年取消新增的住宅型太陽光電系統的 FIT。

2018 年有 66 個國家/省/州採取淨電表機制(Net metering)，主要用於推動住宅及商業用太陽光電，以刺激屋頂型太陽光電或小型風機市場。美國已有 45 州及領地推行淨電表制。印尼於 2018 年首次推動淨電表制。淨電

表費率隨著技術成本下降而調整，有些國家的公共事業針對併網費用有不同作法，例如：歐盟在 2018 年協議確保 25kW 以下的小型生產消費者 (prosumers) 不用付額外的併網費用；美國密西根州則採取降低多餘電力併網的淨電價誘因。

## (二)運輸應用

運輸能源占全球最終能源消費的 1/3。降低運輸部門的化石燃料使用，有助於改善運輸部門的能源安全、降低空氣污染及達成全球溫室氣體排放目標。然而，運輸的再生能源進展速度仍然很慢(只占全球運輸能源的 3%)，包括燃料效率提升、替代燃料及電力化。2018 年有 70 個國家/省/州強制生質燃油摻配；有 40 個國家採取小型車的燃油效率標準，只有 5 個國家(加拿大、中國、印度、日本及美國)採取重型卡車的燃油效率標準。歐盟在 2018 年同意先進生質燃油摻配目標為 2025 年 1%；2030 年 3.5%，期望 2030 年運輸部門的燃料有 14% 來自再生能源，此外，歐盟也設定第一代生質燃油在運輸部門的使用上限為 7%。美國也宣示在 2019 年開始增加先進生質燃油強制使用。

運輸電力化持續受到關注，很多國家也開始宣示未來將汽、柴油車禁售。目前政策朝向積極推動電動車發展，但是，電動車與再生能源的整合利用仍未受到政策重視，目前只有奧地利在 2018 年採取明確的政策鼓勵電動車與再生能源電力連結。

## (三)熱冷應用

再生能源於加熱及冷卻的方式應用有三種：(1)生質能直接燃燒；(2)地熱及太陽熱能直接利用；(3)以電能加熱或冷卻。2018 年沒有國家新增或強制再生能源應用於熱冷領域。大部分建築物或工業的再生能源熱冷利用多是依附在能源效率政策下。自願性或強制性的建築物能源法規(building energy codes)是目前推動再生能源與能源效率技術佈局的重要政策工具。至 2018 年底，有 69 個國家設置建築物能源法規，相較於 2017 年多了 9 個國家，但是，只有 29% 的國家是屬於強制性，主要適用於新建築物或重新翻修建築物。歐盟於 2018 年修訂建築物能源法規指引，其中加入了將新技術整合至建築物基礎建設中，包括電動車的整合。美國加州也於 2018 年修訂



能源標準，將能源效率與再生能源使用整合應用，包括太陽光電、電池儲能及熱泵。此外，許多城市及當地政府也開始展開淨零碳建築承諾(Net Zero Carbon Buildings Commitment)，2018 年共有 22 個城市及 5 個州/區域加入這個承諾。

### 三、成本

圖 3 顯示 2018 年各類再生能源發電均化成本(LCOE)，生質能發電、地熱發電、水力及陸域風力發電的均化發電成本平均落在 0.05~0.1 USD/kWh。太陽光電發電均化成本多數國家落在 0.05~0.15 USD/kWh，其中以亞洲地區的 LCOE 變動幅度較大，加權平均後的 LCOE 相較於其他國家或地區也較高，排序較低的三個國家分別為中國、印度及美國。集中式太陽熱能發電(CSP)及離岸風力發電的 LCOE 目前仍然偏高。集中式太陽熱能發電(CSP)大多數國家落在 0.2~0.3 USD/kWh。離岸風力發電的 LCOE 較為分散，最低的國家是中國，接近 0.1 USD/kWh，美國及北美地區的 LCOE 最高，約 0.25 USD/kWh。

已商業化的再生能源發電的平均均化成本( average levelised cost of electricity)在 2018 年顯著下降，相對於 2017 年下降幅度分別為；太陽熱能發電(CSP)26%；生質能發電 14%；太陽光電及陸域風力皆為 13%；水力 11%；地熱及離岸風力皆為 1%。再生能源發電均化成本下降除了歸因於技術進步外，另一個主要原因是市場競爭，陸域風力在大多數國家已經是一個具競爭力的電力來源，太陽光電開始可以與化石能源正面交鋒，離岸風力競爭力逐漸提升。

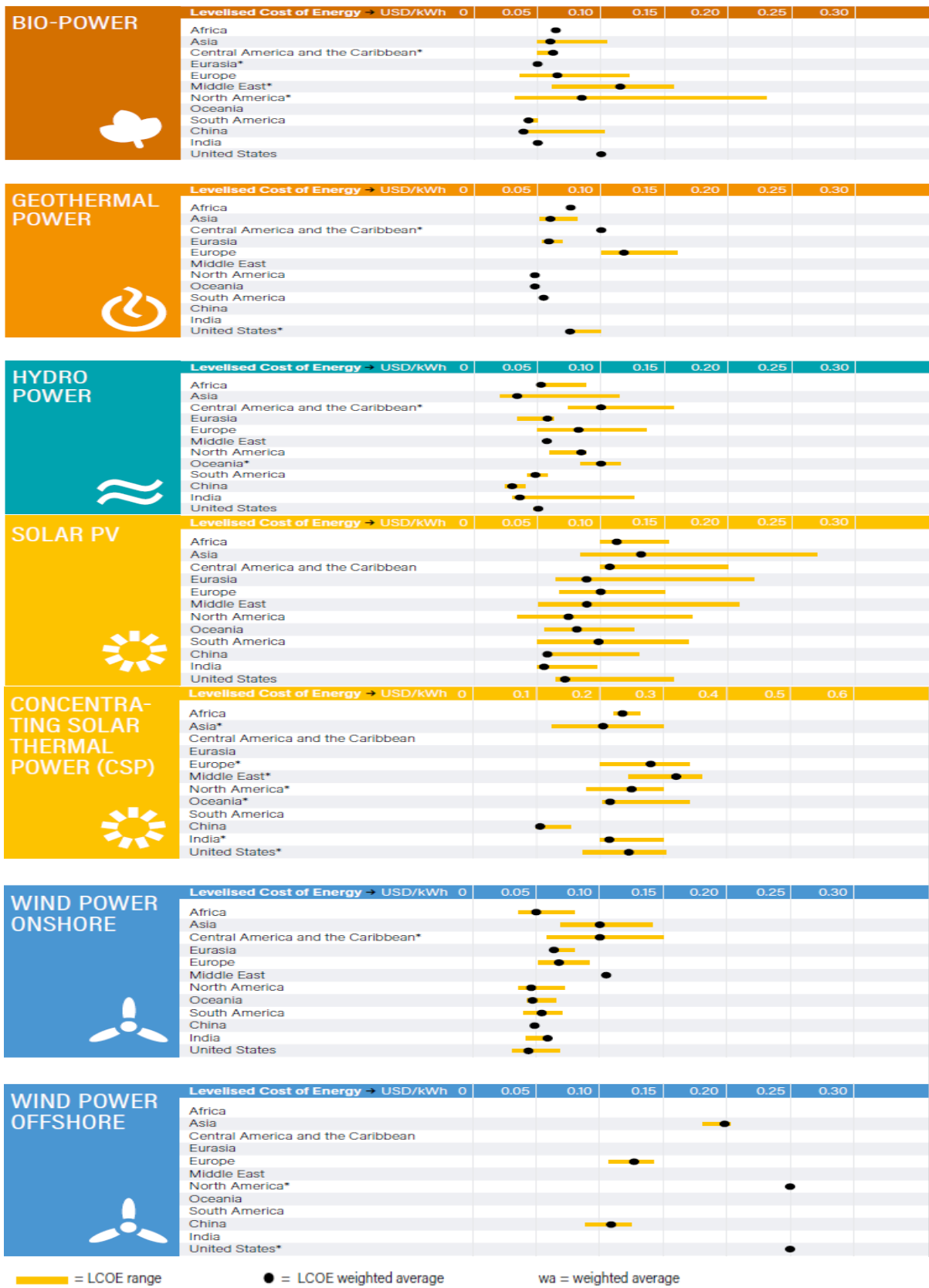


圖 3、2018 年再生能源發電均化成本現況[ 1]

## 四、市場

每個國家依照各自資源秉賦發展再生能源。茲將各類再生能源全球市場發展現況說明如下：

### (一)生質能源

生質能源可以轉換成各種能源，包括熱能、電能及運輸燃料。大部分的能質能源轉換技術皆已商業化。2017 年生質能占全球最終能源需求約 12.4%，其中傳統再生能源利用占 7.4%；現代再生能源利用占 5.0%。現代化生質能約提供建築物熱能需求的 4%；工業約 6.1%；電力約 2.1%及運輸需求約 3%(如圖 4 所示)。生質能源現代化利用成長相當緩慢，主要原因是缺乏政策誘因及化石燃料價格低的影響。茲將生質能源應用現況說明如下：

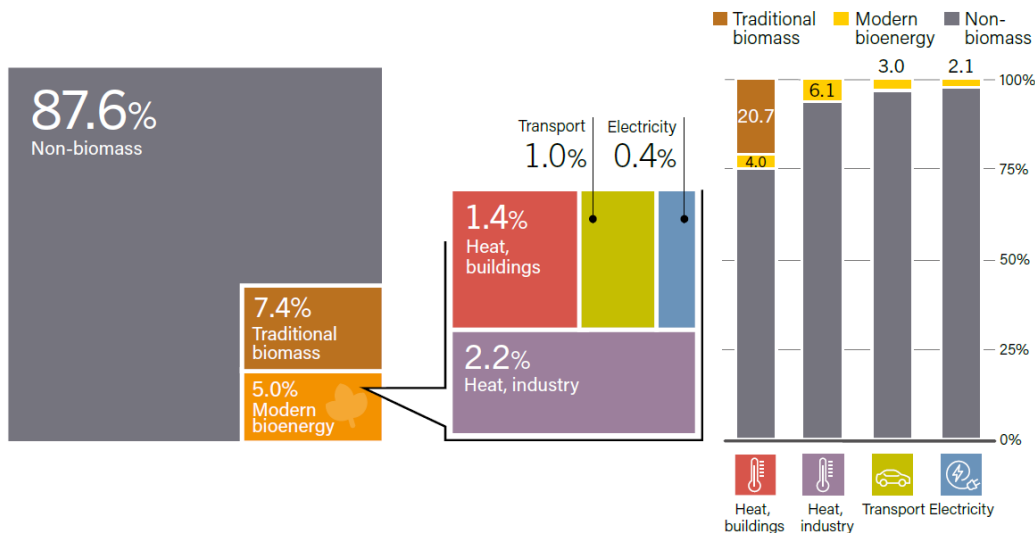


圖 4、生質能源占最終能源消費比例[ 1]

#### (1) 生質熱能

全球生質熱能應用在區域加熱每年以 5%速度成長(2006-2017)。歐洲是最大的生質熱能消費區域，主要應用於建築物及工業，以滿足歐盟再生能源指令(Renewable Energy Directive)的強制性國家目標設定，歐洲的生質熱能生產的年成長率為 2.2%(2012-2017)。義大利、法國及德國為主要使用國家，占全球生質熱能使用比例高達 44%。2016 年歐盟的生質熱能市場在建築物應用的全球占比為 46%；在住宅部門的全球占比為 54%。生質物在工業的應用以水泥業為主，歐盟水泥業是全球最大的廢棄物與生質能的最大

使用者，特別是德國及英國，在 2018 年取代煤炭比例高達 25%。

## (2) 生質電力

2018 年全球生質電力容量相對於 2017 年成長 6.5%，增加 121 GW。生質能發電量相對於 2017 年成長 9%，新增 49 TWh。歐盟是全球最大的生質發電的區域，主要驅動力來自歐盟再生能源指令(Renewable Energy Directive)，平均歐盟年成長率為 6%，其中，以德國、英國、荷蘭及法國為主要發展國家。亞洲國家以中國的生質電力市場在 2018 年快速成長，在 2018 年平均發電量年成長率高達 14%以上，是全球單一國家使用生質電力最多的單一國家，生質能總發電量為 91 TWh。印度的生質發電量年平均 2018 年成長 4%，生質能總發電量為 50 TWh。日本的生質能發電量在 2018 年成長快速，年平均成長率為 25%，總發電量為 29 TWh。泰國 2018 年的生質能發電量成長了 39%，總發電量為 14 TWh，2018 年的年平均成長率 39%。美洲國家中，美國是全球排名第三的生質能發電國家，總發電量為 69 TWh，但是近幾年因缺乏政策誘因推動，及其他再生能源發電來源競爭，2018 年並沒有顯著的成長。

## (3) 生質燃油

2018 年全球生質燃油新增 7%，總生產量為 1530 億公升。美國及巴西主導了全球生質燃油的 69%。生質燃油包括生質酒精及生質柴油，幾乎都是用在運輸用途，其中，生質酒精占全部生質燃油的 63%；脂肪酸甲酯(FAME)生質柴油占全部生質燃油的 31%；氫化植物油(HVO) 占全部生質燃油的 6%。

2018 年全球生質酒精生產新增 7%，總生產量為 1120 億公升。主要生產國為美國及巴西，占全球生質酒精產量的 83%。美國產量為 610 億公升，年增量為 1.7%。巴西產量為 330 億公升，年增量 15%。其次是中國(410 億公升)、加拿大(190 億公升)、泰國(150 億公升)及印度(140 億公升)。

2018 年全球生質柴油生產新增 5%，總生產量為 413 億公升。前五大國家的生質柴油產量占全球產量的 53%，依順序分別為美國(17%)、巴西(13%)、印尼(10%)、德國(8%)、阿根廷(5%)。歐洲年產量 150 億公升，占全球產量的 36%，是最大的生產區域，但 2018 年產量衰退 6%，主要原因是來自阿根廷及印尼的低成本競爭。美國生質柴油產量在 2018 年創新高 69 億公升，

年增率 14%，主要原因是大豆收成好及美國反傾銷稅，限制來自阿根廷及印尼的進口。巴西的生質柴油產量為 53 億公升，年增率 13%，成長的原因是大豆收成好及生質柴油摻配比例在 2018 年 3 月調高(由 8%提高到 10%)。阿根廷產量 28 億公升，年增率下降 15%，主要原因是美國的反傾銷稅。印尼產量 41 億公升，年增率 30%，主要原因是國內摻配需求增加，將運輸用油摻配比例調高至 20%，同時強制鐵路用油需摻配 5%的生質柴油及礦業部門需使用 10%的生質柴油，以消化過剩的椰子油產量。

## (二)地熱發電與熱源

地熱發電及熱源都是屬於可控制的能源，2018 年地熱能源總產出為 630 PJ，約當發電量 89.3 TWh。2018 年總裝置容量為 13.3GW，新增地熱發電容量為 0.5GW，土耳其及印尼新增容量約占全球的 2/3。圖 5 顯示以總裝置容量排序分別為美國、印尼、菲律賓、土耳其、紐西蘭、墨西哥、義大利、冰島、肯亞、日本等。土耳其地熱發電在 2013-2018 年快速成長，2018 年成長 21%(219MW)，總裝置容量為 1.3GW，2018 年土耳其完成最大單一容量案場 Kixildere III plant(165MW)，使用雙循環技術(binary-cycle)，適用於較低溫的地熱發電。印尼在 2018 年超越菲律賓，成為全球第二大地熱發電國家，總裝置容量為 1.95GW，估計印尼的地熱潛力約有 29GW，目前地熱發電供應全國 5%電力。美國一直保持全球地熱發電裝置容量領先地位，2018 年新增容量 58MW，總裝置容量為 2.54GW，總發電量 16.7 TWh，占全美淨發電量的 0.4%。

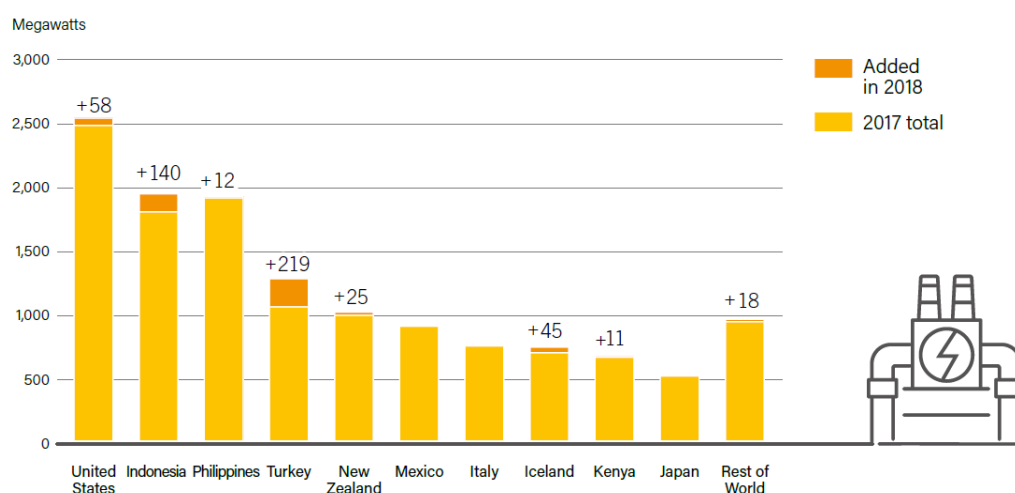


圖 5、2018 年地熱發電新增容量及前 10 大發展國家[ 1]

### (三)水力

2018 年全球水力發電新增容量約 20GW，累計全球總容量約 1132GW。圖 6 顯示巴西、加拿大、美國、俄羅斯、印度、挪威、土耳其、日本、法國這 10 個國家水力發電占全球比例為 2/3。水力發電量隨著每年氣候變遷而不同，2018 年全球水力總發電量為 4210 TWh，抽蓄發電容量新增 1%。中國仍然是全球水力發電最大開發者，2018 年新增 7GW(不含抽蓄水力)，占全球新增容量的 35%，總發電容量為 322.3GW，總發電量 1234 TWh。美國水力發電全球排名第四位，總裝置容量為 80GW，美國水力發電市場已經相當飽和，2013-2018 年只新增 0.9GW。

抽蓄水力是目前大型能源儲能的主力。2018 年全球抽蓄水力約新增 1.9GW，主要來自中國、奧地利及美國，累計全球總抽蓄水力儲能容量為 160GW。2018 年中國抽蓄水力新增裝置容量為 1.5GW，總裝置容量為 30GW。另外還有 36GW 的抽蓄水力建置中。中國擴建抽蓄水力的目的是為了降低變動型再生能源併網不穩定，並促進國家經濟與環境發展目標。

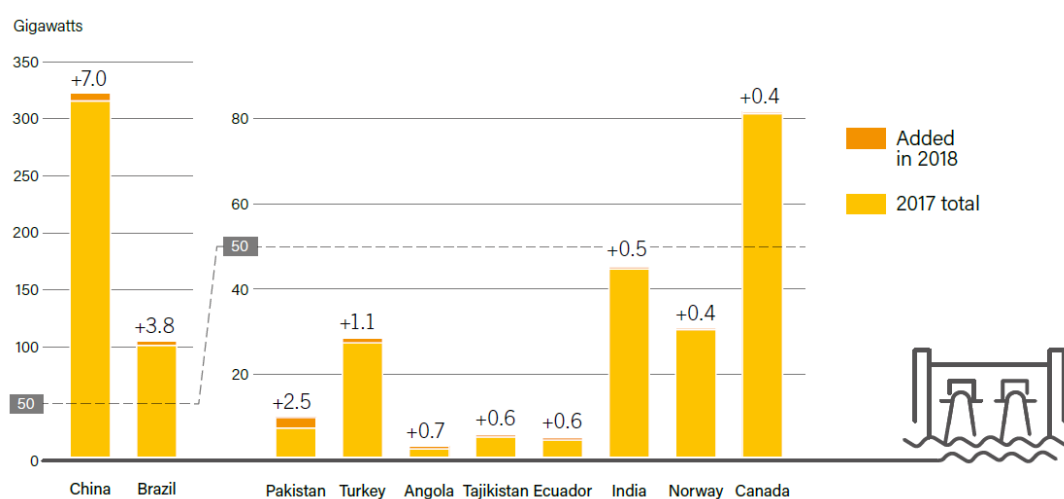


圖 6、2018 年水力發電新增容量及前 10 大發展國家[ 1 ]

### (四)海洋能

海洋能目前是各類再生能源市場占比最小的，大多仍處於低於 1MW 的小型示範階段。2018 年約有 532MW 的海洋能在運轉，相較於 2017 年新增 2MW，90%以上屬於潮汐發電。主要的開發活動集中在歐洲，特別是蘇格蘭離岸。來自政府的支援仍然是海洋能重要的產業支撐來源。

## (五)太陽光電

太陽光電是目前再生能源發電最熱門的技術，2018 年新增太陽光電容量首次超過 100GW，有 11 個國家單年新增容量 1GW 以上，全球累計的太陽光電發電容量達到 505GW，總發電量 640 TWh，占全球發電量的 2.4%。雖然中國、印度及日本的市場呈現衰退，但是整體亞洲市場的新增裝置容量仍然連續 6 年超越其他區域。中國 2018 年的新增容量占全球比例為 45%(2017 年占比為 54%)，相較於 2017 年下降了 15%，由此可明顯看出中國市場在 2018 年呈現衰退現象，這是自 2004 以來，中國太陽光電市場第一次呈現衰退，但是中國的總裝置容量達到 176.1GW，早已經超越 2016 年設定的 2020 年 105GW 的目標，2018 年太陽光電占全國發電量約 2.6%。中國太陽光電市場衰退主要歸因於中國因為國家再生能源基金赤字及執行領跑者計畫(Top Runner programme)而修正太陽光電的躉購費率(FIT)。

圖 7 顯示 2018 年全球新增容量市場的前五大市場分別為中國、印度、美國、日本及澳洲，五個國家總新增裝置容量占了全球的 75%，但低於 2017 年的 84%，顯示太陽光電市場在全球逐漸擴散，非單一集中在某些國家發展。

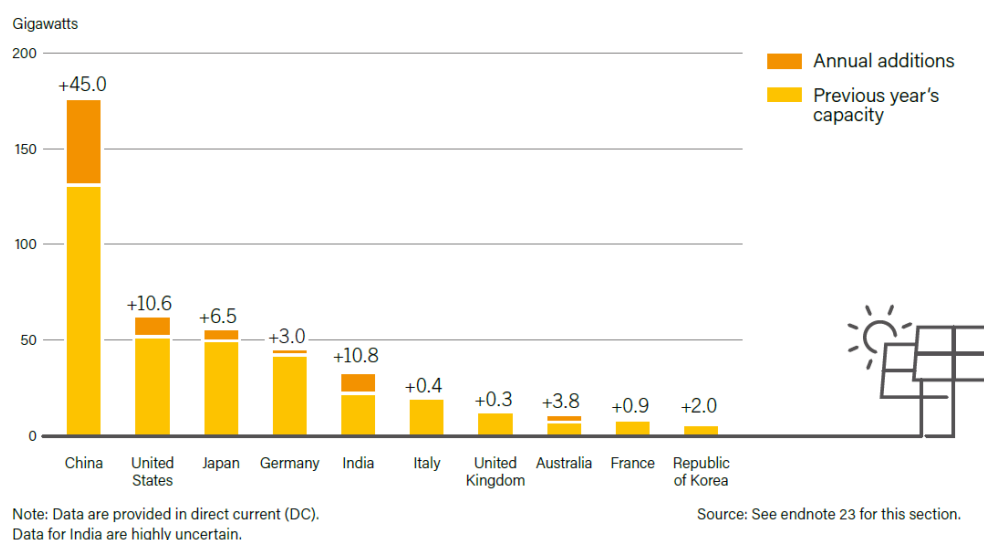


圖 7、2018 年太陽光電發電新增容量及前 10 大發展國家[ 1 ]

太陽光電市場目前聚焦在屋頂型及地面型，另一個新興市場是浮動型。世界第一個實驗型浮動式太陽光電是在 2007 年由日本開發完成(20kW)，隔

年(2008 年)美國加州開發第一個商業化浮動式太陽光電(175kW)，經過十幾年後，目前浮動式太陽光電已經在全球 29 個國家安裝。2018 年新增浮動式太陽光電約 786MW，累計裝置容量達到 1314MW。中國的浮動式太陽光電市場占全球的 73%，其中，在 2018 年安裝的二個 150MW 浮動式太陽光電，是目前規模最大的浮動式太陽光電案場。日本的浮動式太陽光電市場占全球第二位(16%)；南韓位居第三位(6%)；臺灣居第四位(2%)。(如圖 8 所示)

近幾年，浮動式太陽光電裝置容量持續上升，特別是在地狹人稠，缺乏土地安裝的國家，開啟了太陽光電佈局機會。有些國家針對浮動式太陽光電提供更多的財務誘因，例如：臺灣提供浮動式太陽光電的躉購費率設定高於地面型太陽光電的優惠；南韓提供額外的再生能源認證；美國麻塞諸塞州提高浮動式太陽光電的獎勵誘因。浮動式太陽光電的均化發電成本與地面型固定軸太陽光電相當

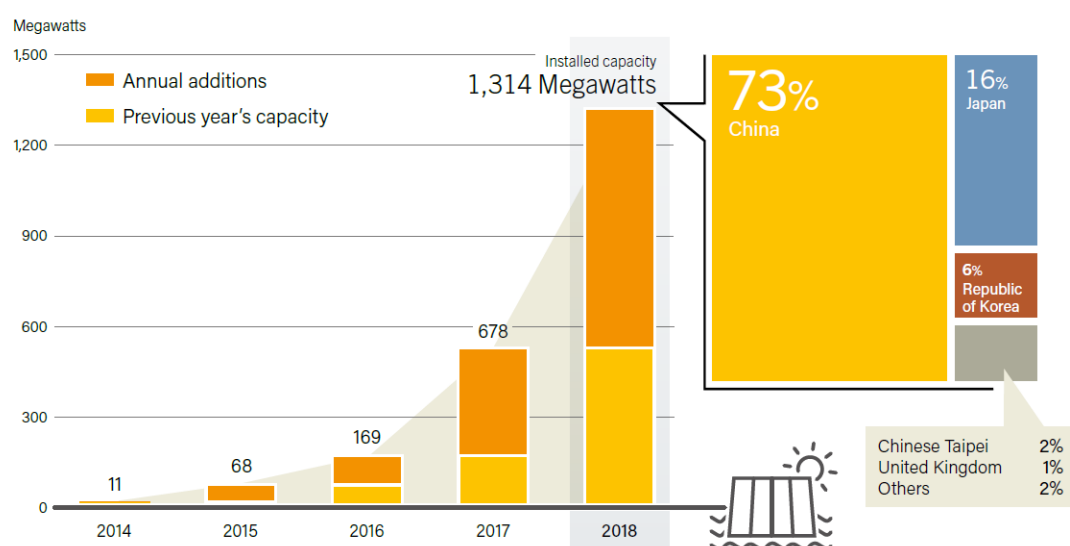


圖 8、浮動式太陽光電市場成長趨勢[ 1]

## (六)集熱式太陽熱能發電

2018 年全球集熱式太陽熱能發電(CSP)容量累計達到 5.5GW，相較於 2017 年新增 11%(如圖 9 所示)。2018 年約有 2GW 的 CSP 興建中，包括中國 500MW 及阿拉伯聯合大公國 700MW。西班牙維持現有的 CSP 領先地位，至 2018 年底共有 2.3GW 的容量營運中。其次是美國運轉中的容量有 1.7GW。西班牙與美國運轉中的 CSP 容量占全球的 75%，西班牙(2013 年



以後)及美國(2015 年以後)近幾年並無新增裝置容量。但西班牙在 2019 年年初宣布預計在 2030 年前新增 5GW 的容量。目前 CSP 加上熱能儲存(thermal energy storage, TES)被視為可與化石燃料發電廠競爭的可行方法，2018 年底約有 17GWh 的熱能儲存(TES)正在運轉中。

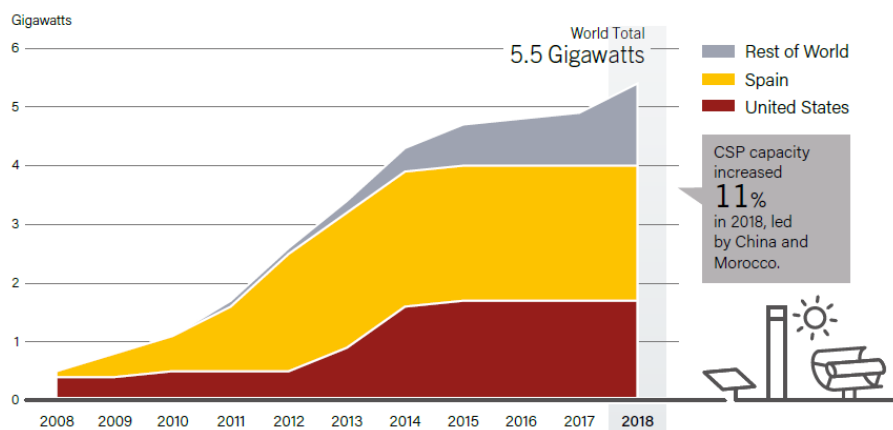


圖 9、集熱式太陽熱能發電(CSP) 累計容量[ 1]

## (七)太陽熱冷利用

2018 年新增 8GWth 的太陽熱水系統容量，累計全球總容量達到 480GWth(如圖 10 所示)。中國在太陽熱水加熱器領先其他國家，其次是土耳其、印度、巴西及美國。中國在太陽熱能利用也是領先其他國家，在太陽能暖氣及太陽能製程熱的應用明確列入中國的第十三年五年計畫中(2016-2020)，主要是為了對抗空污，至 2018 年底中國累計的太陽熱能運轉容量估計達到 338GWth，占全球容量的 70%。

雖然，大部分的太陽能主要用於個人住宅的熱水利用，2018 年有愈來愈多的大型商業大樓及工業製程採用太陽熱能加熱，至少已經有 37 個新增的大型太陽熱能系統或超過 500 平方公尺的區域加熱系統提供大型住宅或商業或公共大樓的暖氣使用。2018 年底全球約有 339 個大型太陽熱能加熱系統(1.35GWth)運轉中。

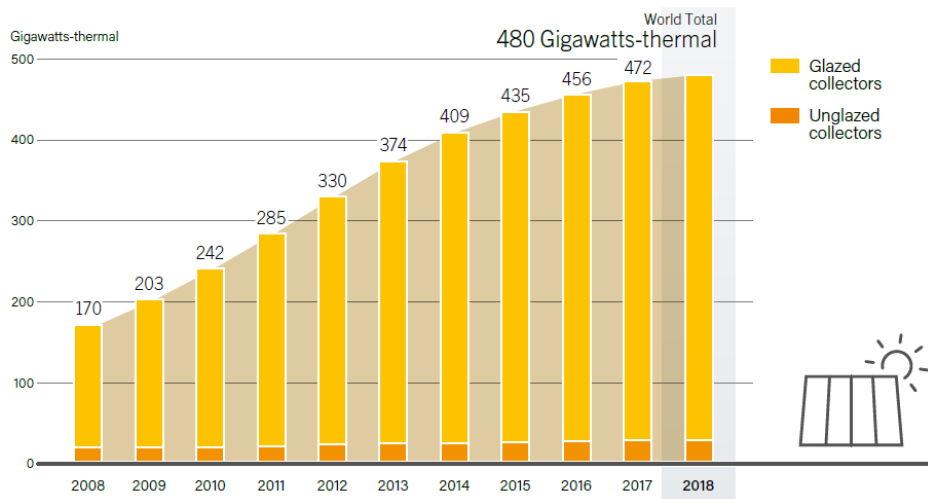


圖 10、太陽熱冷利用裝置容量[ 1]

## (八)風力發電

2018 年全球風力發電市場穩定成長，新增 51GW，其中陸域風力發電 47GW；離岸風力發電 4.5GW。全球風力發電市場已經連續 5 年每年新增容量超過 50GW，但相對於 2015 年新增容量的高峰，已經連續 3 年新增容量縮減，2018 年底總裝置容量為 591GW(如圖 11 所示)。2018 年至少有 47 個國家的新增風場開始商業運轉，累計全球共有 103 個國家已經擁有商業化的風力發電，其中 33 個國家運轉容量超過 1GW 以上。風力發電量已經占全歐盟每年電力消費量的 14%，其中丹麥風力發電量占全國電力消費量 40.8%，有 12 個國家的風力發電量占比超過 10%。

亞洲市場已經連續第 10 年成為最大的區域風力發電市場，2018 年全球新增裝置容量有 52%在亞洲，總市場規模超過 262GW。歐洲市場占全球比例為 22%；北美市場占全球比例為 16%；拉丁美洲及哥倫比亞地區的市場規模占比約 7%。中國在 2018 年成為第一個風力發電容量超過 200GW 的國家，總裝置容量達到 210GW，其中 184.3GW 併入國家電網，風力發電量占全國電力比例為 5.2%。中國風力發電棄電現象已經逐漸改善中，主要的改善措施包括：擴大工業加熱電力化、鼓勵大用戶再生能源直接交易、建構新的傳輸線及限制棄電區域新增風力或太陽光電設置容量。2018 年中國再次宣示將棄電率降至 2019 年 10%以下，2020 年降至 5%以下。

歐盟 2018 年新增裝置容量 10.1GW(陸域風力 7.4GW;離岸風力 2.7GW),

其中 9.3GW 採取競標機制，累計裝置容量為 178.8GW。由於 2017 年開始歐盟風力發電逐漸採取競標機制，為搶在競標機制實施前，2017 年裝置容量創新高，使得 2018 年因為新機制的新增容量明顯下降 35%，創下 2011 年以來最低的新增容量。歐盟的風力發電市場主要集中在德國、英國、法國、瑞典、比利時五個國家，幾乎占了歐盟新增風力市場的 80%。

在離岸風電市場，7 個歐盟國家及 2 個亞洲國家在 2018 年合計新增 4.5GW，全球累計裝置容量達到 23.1GW。2018 年離岸風力約占全球風力發電總容量的 4%。中國離岸風力發電新增裝置容量在 2018 年為 1.7GW，領先其他國家。歐盟市場持續領先成為全球最大的離岸風力發電市場，2018 年新增裝置容量為 2.6GW(相對於 2017 年下降 16%)，總裝置容量為 18.5GW，大部分集中在北海地區，以英國為首，擁有全球最大的離岸風力發電廠 (657MW)。至 2018 年底統計，目前全球共有 17 個國家擁有離岸風力發電 (包含 11 個歐洲國家、5 個亞洲國家及 1 個北美國家)。美國自 2016 年第一座離岸風力發電廠(30MW)完成後，就沒有新增容量，有幾個州(紐澤西州及紐約州)在 2019 年仍積極規劃推動離岸風力發電，另外，麻塞諸塞州規劃 0.8GW 的離岸風力發電廠，將成為美國第一個大規模開發的風場。

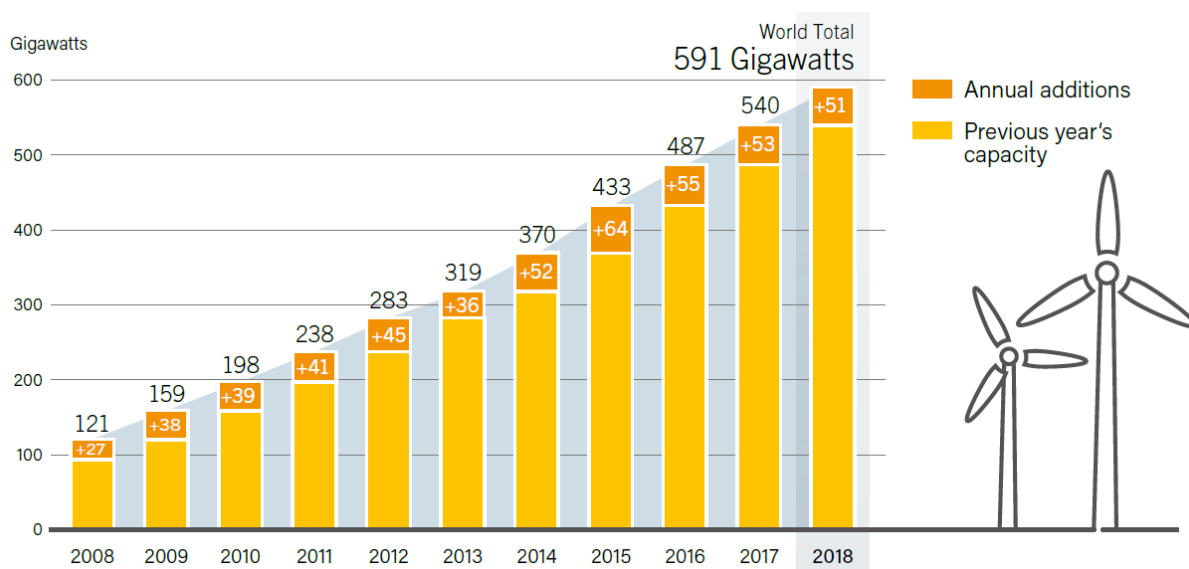


圖 11、風力發電全球容量成長趨勢[ 1]

## 五、投資流向

2018 年新增再生能源投資金額(包括再生能源電力及燃料，不含水力)約 2889 億美元，相較 2017 年下降 11%，但是再生能源投資仍然連續第 9 年超過 2300 億美元。50MW 以上的大型水力發電相對於 2017 年則由 400 億美元下降至 160 億美元。再生能源投資金額仍然保持高於化石燃料電廠投資額的三倍。

圖 12 顯示開發中及新興國家的再生能源投資自 2015 年超越已開發國家後，2018 年仍然維持超越的態勢，約占全球再生能源投資的 53%。2018 年開發中及新興國家的再生能源投資金額為 1,528 億美元，相對於 2017 年下降 25%，反觀已開發國家投資金額約為 1,361 億美元，相對於 2017 年上升 11%。由圖 12 可明顯看出開發中及新興國家的再生能源投資衰退主要來自中國市場的縮減，若不計入中國，則開發中及新興國家在 2018 年的投資金額是增加 6%(616 億美元)，來到歷史新高點，這也顯示太陽光電及風力發電投資市場擴散至更多國家，包括亞洲、東歐、中東及非洲。

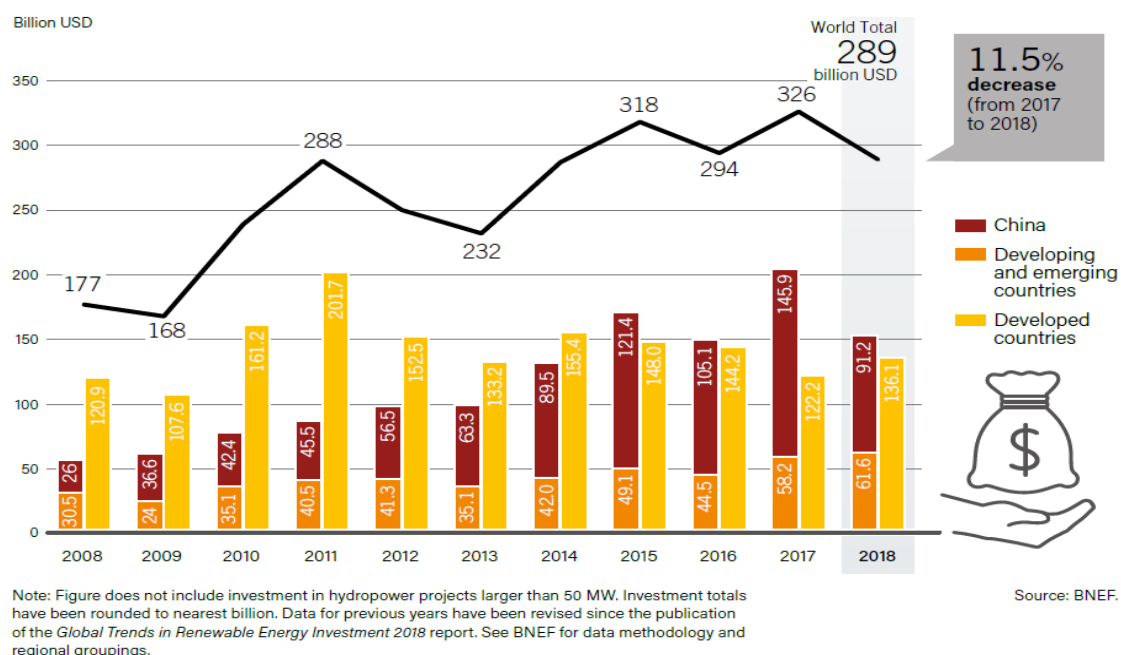


圖 12、全球再生能源投資趨勢[ 1 ]

圖 13 顯示全球再生能源電力及燃料新增投資趨勢。2018 年中國占全球再生能源新增投資金額(不含 50MW 以上的水力發電) 由 2017 年的 45% 下降至 32%，主要原因來自年中的躉購費率調整，使得太陽能發電投資金額從 2017 年的 890 億美元下降至 402 億美元，但是風力發電投資只有減

少 6%，仍然維持 501 億美元的投資。歐洲投資金額占比則跳升至 39%，是近二年來增加幅度最大的一年，主要歸因於三個因素，一是瑞典及挪威的陸域風力發電投資因為有購電合約(PPAs)的財務支援而激增；二是西班牙的電價不管是透過競標或 PPAs 都可以獲得穩定的保證，使得太陽光電投資又開始增加；三是歐洲具有良好的離岸風力發電經驗，五個離岸風力發電總投資高達 10 億美元。美國 2018 年增加 1%，總投資金額為 485 億美元，是自 2011 年以來最高的投資水準，主要投資來自風力發電投資增加 15%(投資金額 246 億美元)，太陽光電投資反而下降 8%(投資金額為 218 億美元)。亞太地區(不含中國)的再生能源投資上升 6%，總投資金額為 442 億美元，是近三年來最高的一年，主要投資國為澳洲(95 億美元)及越南(41 億美元)，越南是第一次跳升成為太陽光電 10 億美元等級的市場規模。日本的再生能源投資市場下降 19%(投資金額為 183 億美元)，太陽能發電投資達到 7 年來的新低，主要原因來自開發商對土地取得及併網的疑慮。印度的市場規模也下降 16%(投資金額為 154 億美元)，主要原因是進口關稅及匯率不穩定，特別是太陽光電投資下降幅度高達 27%(投資金額為 82 億美元)。

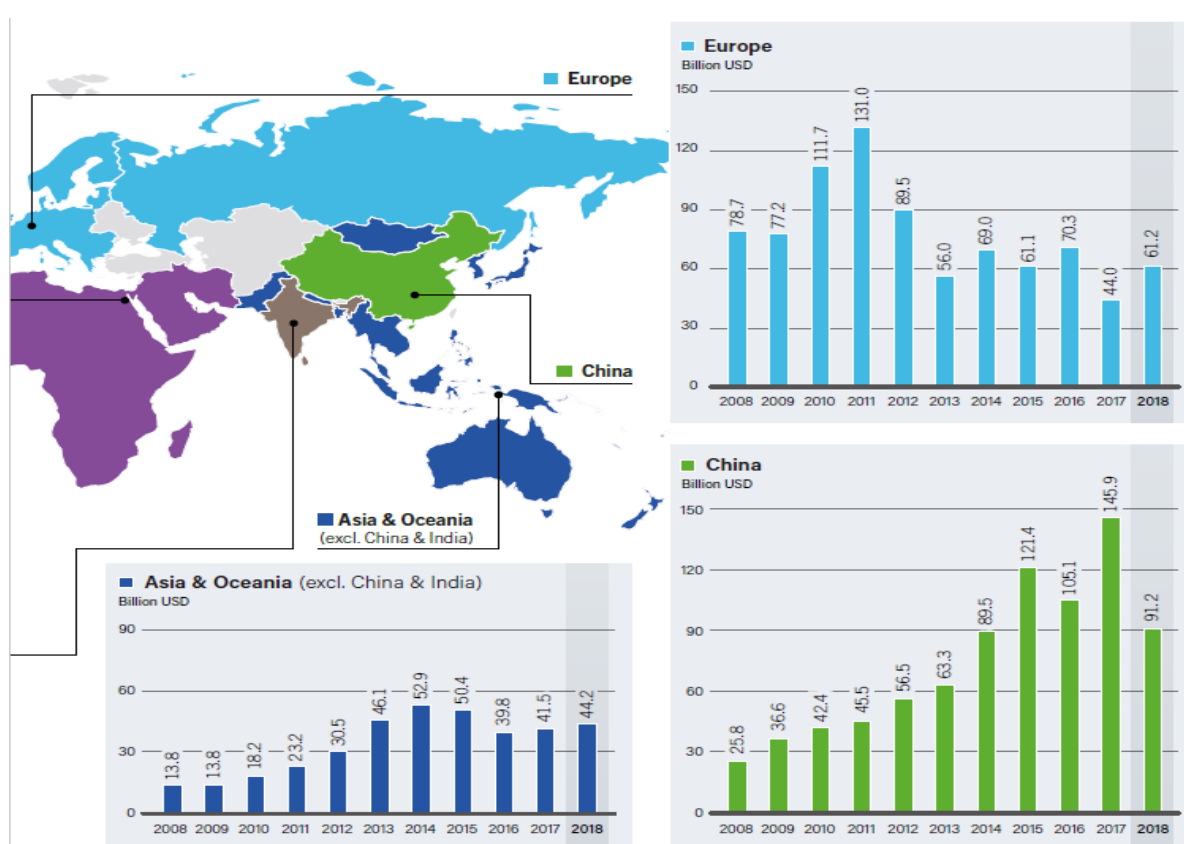


圖 13、全球再生能源電力及燃料新增投資趨勢[ 1 ]

圖 14 顯示 2018 年太陽光電及風力發電仍然是全球投資焦點。太陽光電新增投資金額為 1,397 億美元，占總再生能源投資金額的 48%，相對於 2017 年下降 22%，主要原因是單位成本大幅下降及中國太陽光電市場變動。風力發電投資金額在 2018 年增加 2%(總投資金額 1,341 億美元，創歷史新高，其中陸域風力 1,098 億美元；離岸風力 246 億美元)，緊追在太陽光電投資之後，占總再生能源投資金額的 46%，風力發電投資已逐漸縮短與太陽光電投資差距。其他再生能源投資，例如：生質能及廢棄物發電，雖然 2018 年新增投資 54%，但是總投資金額只有 88 億美元，遠遠落後於太陽光電及風力發電的投資。

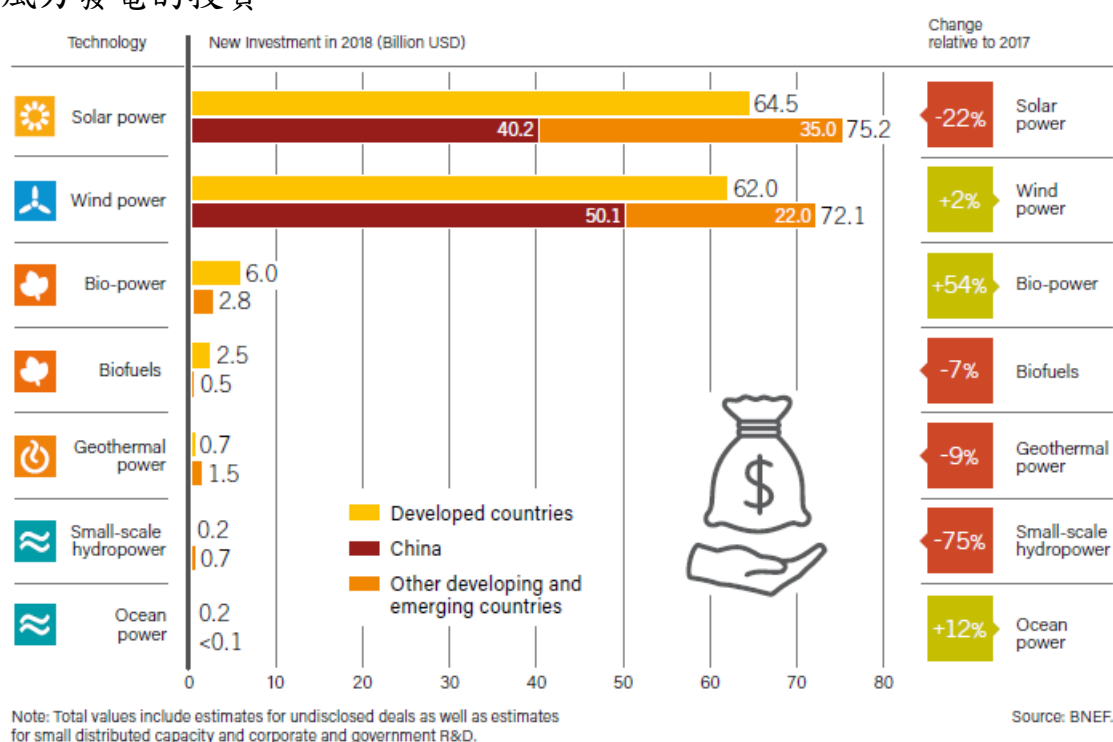


圖 14、全球再生能源技術新增投資變動[ 1]

表 3 顯示 2018 年全球再生能源資金來源。來自公司及政府的研發投資約 130 億美元，又創歷史新高紀錄，相對於 2017 年上升 31%，其中來自政府部門約 55 億美元，來自私人公司約 75 億美元。來自創投基金(Venture Capital)的投資逐年遞減，由 2017 年的 7 億美元降至 2 億美元。公開市場及私募基金近三年則維持持平。資產融資(Asset finance)在 2018 年的規模亦縮小，由 2017 年的高點 3102 億美元，降至 2018 年的 2,728 億美元，下降 12%。

表 3、全球再生能源投資來源[ 1]

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	Billion USD										
<b>New Investment by Stage</b>											
<b>Technology Research</b>											
Government R&D	2.8	5.4	4.9	4.8	4.7	5.2	4.5	4.4	5.1	5.1	5.5
Corporate R&D	3.3	3.3	3.8	4.3	4.1	4.0	4.3	4.1	4.3	6.7	7.5
<b>Development/Commercialisation</b>											
Venture capital	3.3	1.6	2.6	2.6	2.4	0.8	1.0	1.4	0.8	0.7	0.2
<b>Manufacturing</b>											
Public markets	10.5	11.7	10.6	9.9	3.8	9.8	14.9	12.0	6.2	5.6	6.0
Private equity expansion capital	6.7	3.0	5.3	2.4	1.6	1.3	1.7	1.8	1.7	0.7	1.8
<b>Projects</b>											
Asset finance	132.8	112.3	152.4	190.8	166.5	171.3	226.9	269.2	247.5	267.8	236.5
(re-invested equity)	-4.4	-3.7	-1.8	-2.1	-2.9	-1.2	-3.6	-6.7	-4.4	-2.9	-4.8
Small-scale distributed capacity	22.2	34.7	60.9	75.1	70.0	40.4	37.1	32.4	32.7	42.4	36.3
<b>Total New Investment</b>	<b>177.2</b>	<b>168.2</b>	<b>238.7</b>	<b>287.7</b>	<b>250.2</b>	<b>231.6</b>	<b>286.9</b>	<b>318.5</b>	<b>293.8</b>	<b>326.3</b>	<b>288.9</b>

## 六、能源系統整合

2018 年至少有 9 個國家的變動型再生能源發電占比超過 20%。隨著,高變動型再生能源發電占比提高,能源系統整合議題愈來愈受到關注,主要推進的關鍵措施如下:

- 能源系統管理的適當設計,包括:營運、管制及市場。例如:中國於 2017 年宣布實施國家電力市場碳排放交易機制,讓再生能源發電在躉售電力市場的優先交易機制(merit-order wholesale electricity market)具有更多的競爭力。美國德州的獨立系統營運商(ISO)引進每 5 分鐘的風力預測,更精準掌握風力增強或減弱的變化,增加電力支援與可靠度。澳洲也採取每 5 分鐘的風力及太陽能預測。

- 基礎設施改善或強化,將有助於擴大區域及遠端的再生能源的連結或彈性,改善整體系統的成本有效性。例如:中國推動電網基礎設施現代化,平均太陽光電及風力發電的棄電率由 2017 年 17%及 12%降至 2018 年的 3%及 7%。

● 增加能源供給與需求對變動性再生能源適應與調和的彈性。整合技術包括：儲能系統、熱泵電動車及智慧電網，這些技術引進除了有助於電網整合，亦有助於將再生能源發電與熱能及運輸部門的整合利用。在成熟需量反應市場，特定服務供應商正在興起，促成消費者參與從需量反應計畫中獲利。

茲將儲能、熱泵及電動車等三項能源系統整合技術發展現況說明如下：

## (一)儲能

目前的儲能技術以抽蓄水力為主，雖然受限於地理環境因素，但是抽蓄水力是成本最低的儲能技術。近年來，其他儲能技術也開始有顯著的進展，包括電化學(electro-chemical)的電池及電子機械(electro-mechanical)的飛輪(flywheels)及空氣壓縮(compressed air)。熱能儲存(thermal energy storage)，例如熔鹽(molten salt)，除了可應用於熱冷利用，也可與集熱型太陽熱能發電(CSP)結合。另外，再生能源電力也可利用電解方式將天然氣轉化為氫能(P2G)，應用於運輸或電力或加熱。

全球電廠級儲能容量達到 167GW，仍以抽蓄水力占比最高約有 160GW，電池儲能約占 3.3GW，主要分佈於澳洲、中國、韓國、英國及美國，這五個國家的市場占比約 80%(如圖 15 所示)。電池儲能具有良好的平衡短期電網負載波動的功能，可以快速調節頻率與電壓變動。2018 年太陽光電結合儲能的市場約占新增電廠級電池容量的 40%。另外，德國 2018 年的小型太陽光電加裝電池儲能系統已經超過 120,000 座，其中一座 48MW 的電池儲能裝置是目前歐洲最大的電池儲能系統。英國 2018 年約有 7 個電池儲能系統(合計約 200MW)加入「強化頻率反應採購計畫」(Enhanced Frequency Response Procurement Programme)。美國已經通過建置二座儲能系統(合計約 568MW)計畫，另外還有 33GW 的電池儲能計畫規劃中。



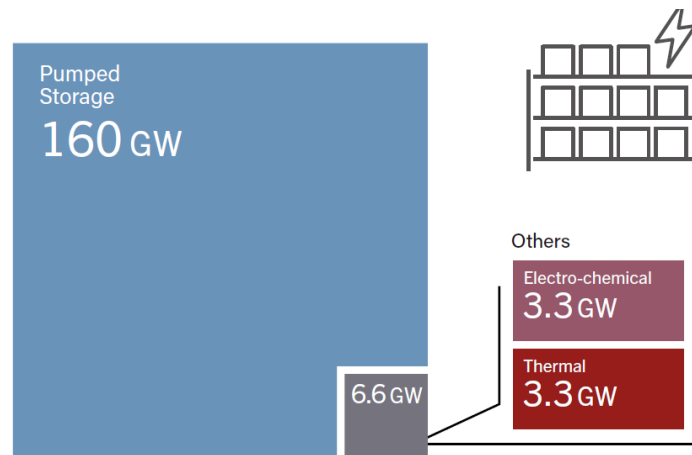


圖 15、2018 年電廠級儲能容量[ 1]

## (二)熱泵

熱泵主要用於建築物暖氣及冷卻功能及工業加熱。近年來，再生能源與熱泵結合的應用趨勢愈來愈多。世界主要的熱泵市場在中國、日本、美國、法國、義大利、西班牙、瑞典及挪威。2018 年歐洲熱泵總數達到 1,200 萬套，已經持續 7 年的成長，2018 年成長了 12%。

## (三)電動車

運輸部門電力化的現象，特別是與再生能源電力整合，愈來愈受到關注。隨著電動車輛的市場占有率提高，透過 V2G(vehicle-to-grid)可以支援變動型再生能源與需量反應的整合。2018 年全球電動小客車累計存量已經達到 510 萬輛(全球市占率約 2.1%)，相較於 2017 年增加 63%(增 200 萬輛)(如圖 16 所示)。另外，約有 26000 萬台電動機車行駛於道路上，中國占了 1/4。電動巴士(包括純電動車(BEV)及插電式混合動力車(PHEV))在 2018 年成長了 25%，主要還是來自中國(約 421000 輛)。2018 年電動車充電站新增超過 100,000 座，全球安裝總數包括 395,000 座一般充電及 145,000 快速充電站，中國占了全球公共充電站的 51%，其次是美國占 10%，荷蘭占 7%，日本占 6%，法國及德國各占 5%(如圖 17 所示)。

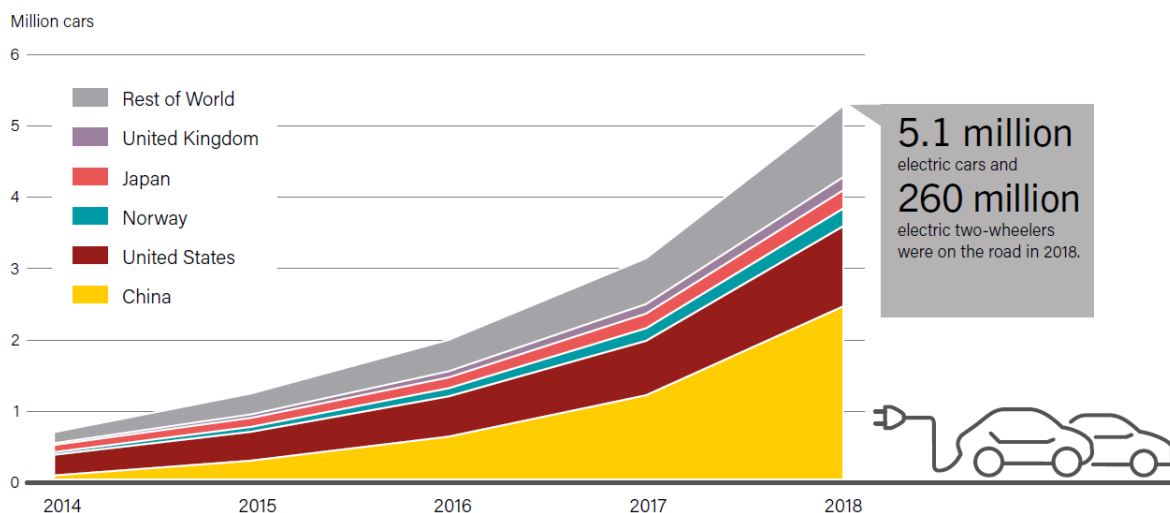


圖 16、全球電動小客車輛成長趨勢(2012-2017)[ 1]

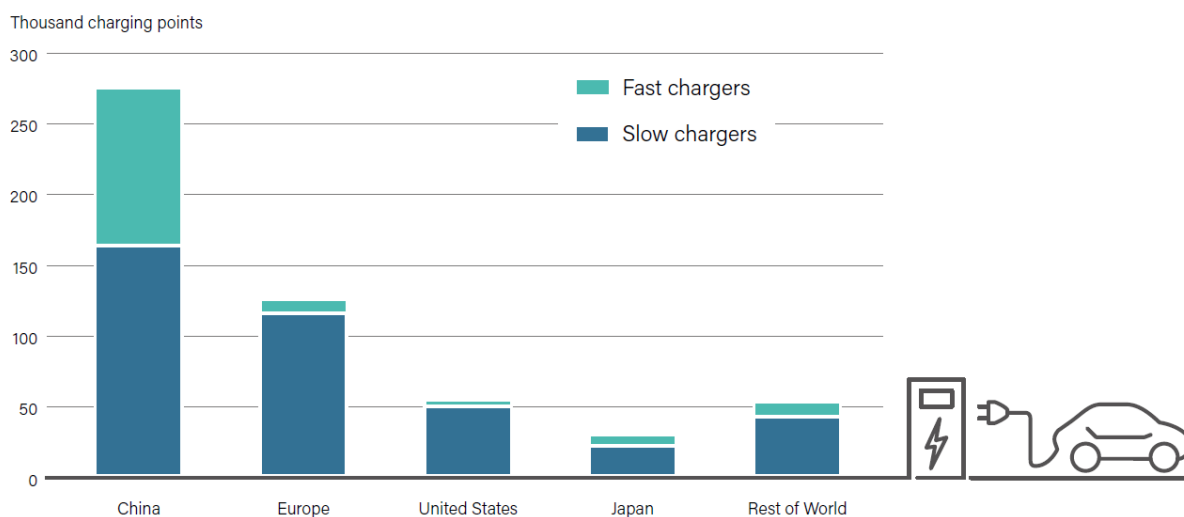


圖 17、2018 年一般充電及快速充電站現況[ 1]

## 七、臺灣再生能源推動現況

我國自 2016 年展開積極的能源系統轉型，朝向非核低碳的能源願景邁進。2025 年設定再生能源發展目標為發電容量達到 27GW 以上，而且已於 2019 年 5 月 1 日由總統公布「再生能源發展條例修正案」中明確入法，顯示我國發展再生能源的決心。

圖 18 及圖 19 顯示 2018 年臺灣初級能源結構占比，化石能源幾乎 98% 依賴進口，臺灣自主性能源只剩下再生能源(生質能及廢棄物、水力、太陽光電、風力、太陽熱能及地熱)。2018 年化石能源、核能及再生能源占初級

能源供給比例分別為約 92.8%、5.4%、1.77%，相較 2017 年，化石能源下降 1%；核能上升 1%；再生能源上升 0.01%。再生能源占初級能源供給比例提升主要貢獻來源是太陽光電，2018 年太陽光電占初級能源供給比例為 0.18%，比 2017 年提高 0.07%。水力發電由於受氣候枯水期等因素影響，自 2016 年開始占比下滑，已接近 2002 年的低點。

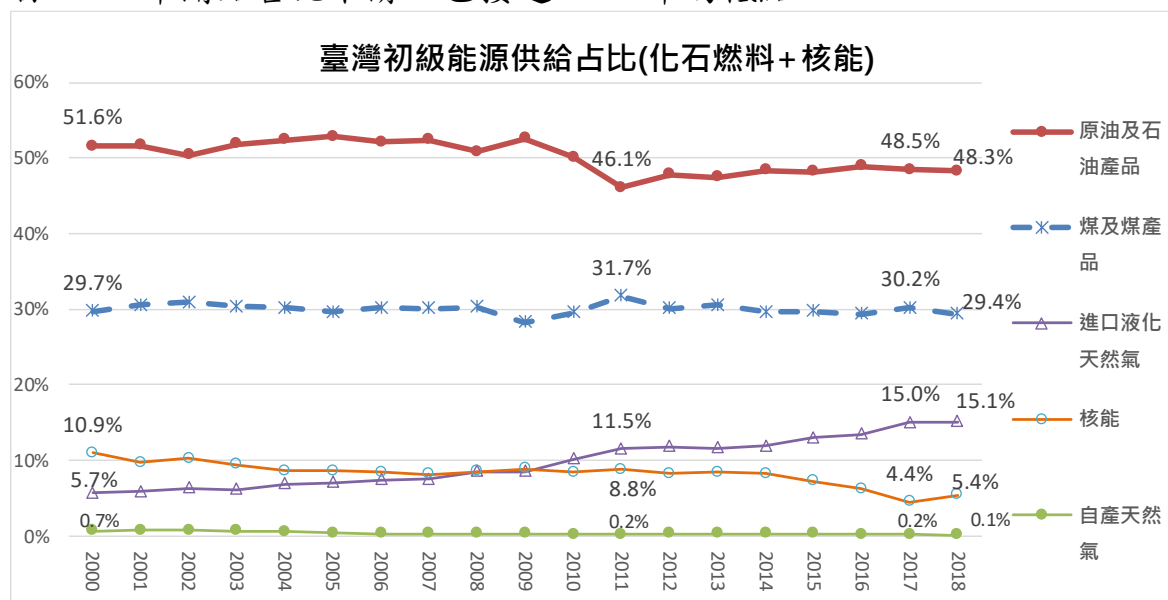


圖 18、臺灣初級能源供給占比(化石燃料+核能)[ 6 ]

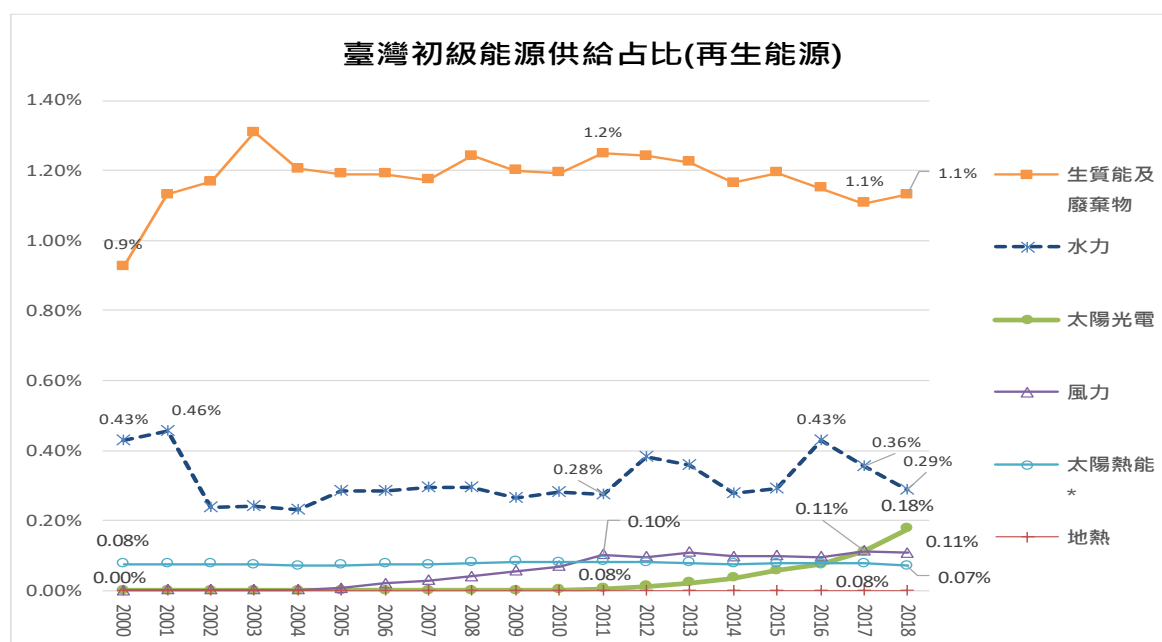


圖 19、臺灣初級能源供給占比(再生能源)[ 6 ]

圖 20 顯示 2018 年臺灣再生能源發電量占比為 4.6%，相對 2017 年占

比呈現持平。其中太陽光電發電占比創歷史新高達到 1%，慣常水力發電量占比卻創下自 2009 年以來的新低點(1.62%)，其他再生能源發電占比波動幅度不大。

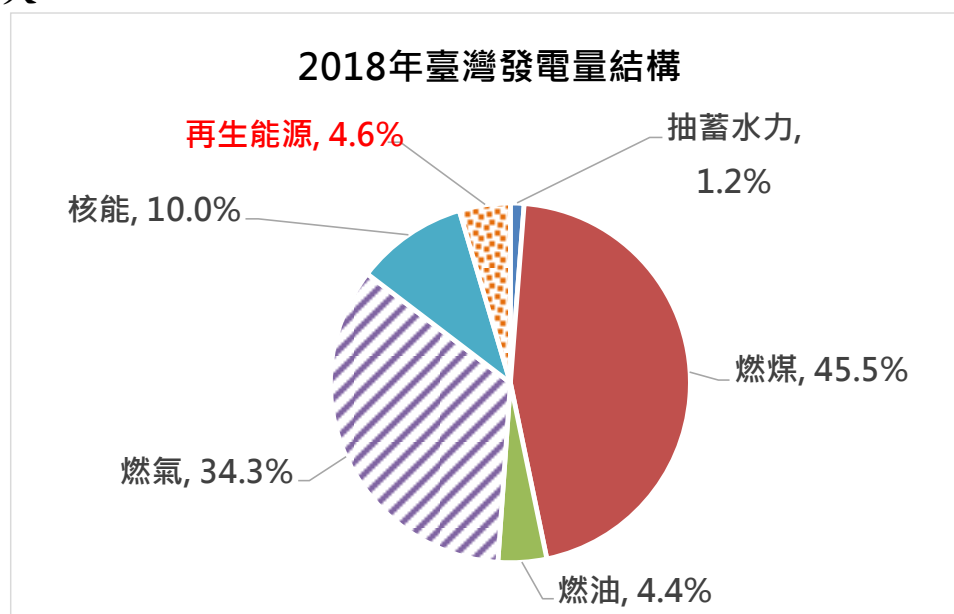


圖 20、臺灣發電結構占比(2018 年)[ 6]

表 4 顯示我國再生能源推動的政策焦點以太陽光電及風力發電為主，茲將我國再生能源發展現況及未來規劃說明如下：

表 4、台灣再生能源發電目標設定[ 2]

項目	再生能源裝置容量(MW)		再生能源發電量(億度)	
	2020	2025	2020	2025
太陽光電	6,500	20,000	81	256
陸域風力	814	1,200	19	28
離岸風力	976	5,738	35	207
地熱能	150	200	10	13
生質能	768	813	38	43
慣常水力	2,100	2,150	64	66
燃料電池	22	60	2	5
總計	11,331	30,161	249	617

(一) 太陽光電：

2025 年裝置容量目標 20GW，太陽光電二年計畫(2016.07-2018.12)成功帶動新增裝置容量 1.8GW，超越原先設定 1.5GW 目標，累計裝置容量 4.3GW。未來自 2020 年起每年規劃超過 2GW 的新增容量，預計 2022 年我國將邁入 10GW 的國家行列中(如圖 21 所示)，目前太陽光電政策推動現況：

1. 配合「再生能源發展條例」修法，規範用電大戶須設置一定比例再生能源發電設備、儲能設備或購買再生能源憑證，以此契機擴大推動產業園區設置太陽光電。

2. 考量臺灣土地資源有限，為使太陽光電與農作、漁業養殖、生態保育等共存共榮，第二期規劃(2019.1-2020.12)以複合式多元利用為主要推動方向，透過建立農電共生、漁電共生之示範案例，明確訂定相關規範，以利設置者依循，朝農漁業為本、綠電加值願景邁進。

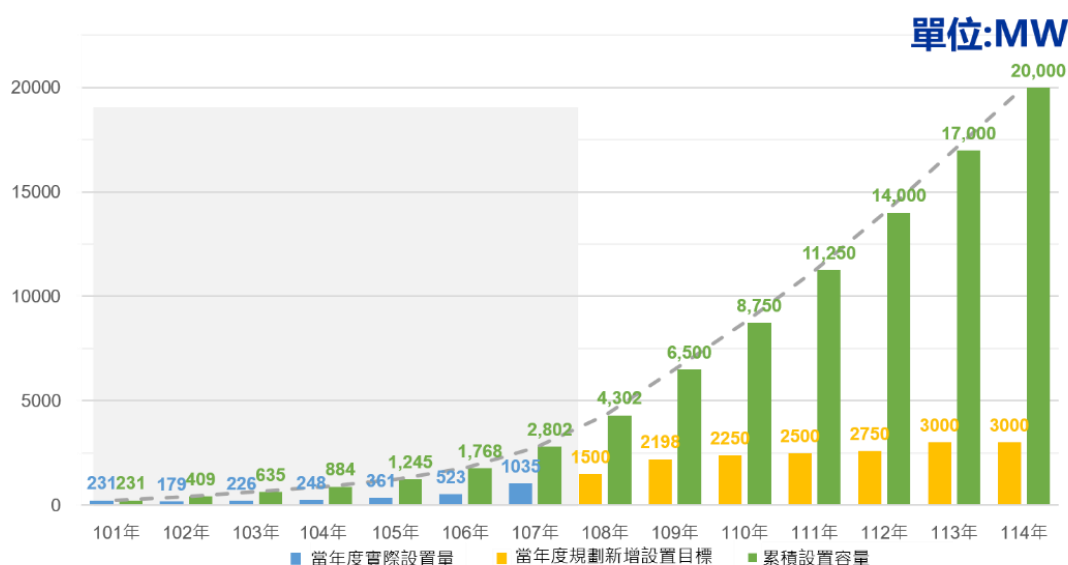


圖 21、我國太陽光電分年規劃設置容量[2]

## (二) 風力發電

2025 年裝置容量目標 6.9GW，其中陸域 1.2GW，離岸 5.7GW。離岸風電發展關係著我國再生能源推動目標推進及國產化的重責大任。離岸風電競標制對我國能源安全的主要意涵是離岸風電得標價格具有二大指標性意

義：(1)可以瞭解國際市場如何看待台灣風場條件及離岸風電成本，作為我國未來開發亞洲地區離岸風電產業基礎；(2)作為我國未來檢討躉購費率的依據，提供品質穩定、價格合理與永續安全的電能。目前風力發電政策推動現況：

1. 國內離岸風電開發分三個階段，依序為示範、潛力、區塊逐步推動。第一階段示範開發依據 2012 年公告的離岸風力發電示範獎勵辦法，選出 238MW 裝置容量。2018 年 1 月公布「離岸風力發電規劃場址容量分配作業要點」，我國離岸風電發展進入第二階段的新里程碑。能源局在第二階段的潛力開發，採取「先遴選、後競價」模式，主要考量規模經濟可促使國家能源成本最優化，同時完成遴選配套的國產化推動及蒐集海事工程的驗證資訊。至 2018 年 6 月底，完成離岸風電的第二階段潛力區的遴選與競標作業，確認 5.5GW(3836MW 遴選+1664MW 競標)風場開發商，競標價格為每度電 2.2~2.5 元。開發業者依完工併聯時程，積極辦理離岸風場設置及相關國產化承諾，將如期如質完成。

2. 第三階段的區塊開發，由於 2016 年底環保署已通過 10.5GW 的環評審查，扣除前二階段的 5.7GW，尚有 4.8GW 的空間可推動，預計隨著國內供應鏈逐步跟進，穩定開發後，再推動第三階段開發[3]。

### (三)中央與地方攜手共推綠電

1. 再生能源發電設備認定權限擴大至地方，「再生能源發展條例」修正案明定，未達 2 MW 之再生能源設備由地方政府認定，短期內將由經濟部自再生能源發展基金編列經費，支援地方政府擴充人力並提供訓練，俾利業務承接。

2. 經濟部已補助多個縣市政府 (108 年共 17 個縣市) 成立綠能推動辦公室或專責小組，加強內部資源整合、盤點地方再生能源發展潛力及推動策略，逐步擘劃地方綠能發展藍圖。

### (四)建立市場機制條件與社會接受度：

1. 目前台灣太陽光電及風力發電採取躉購費率與競標雙軌進行，逐步朝向市場機制邁進。

2. 再生能源產業發展，提高能源安全、減少污染排放。除了產業國產化帶來的國內商機，創造就業機會，亦將有助於打進包括外商重視的國際綠色供應鏈。

3. 為促進地方電力發展營運，提升發電、輸電與變電設施周邊地區發展及居民福祉，中央依據「電業法」第 65 條及「電力開發協助金運用與監督管理辦法」，擬定相關辦法協助地方政府推動電力開發與社區和諧發展。

4. 我國於 2018 年 6 月完成能源轉型白皮書初稿，目前送行政院核定中。能源轉型白皮書是我國能源政策首次引進公民參與模式，歷經一年的三階段公民參與程序，導入一般公民與利害關係人意見，經由多元對話與協作形式，作為國家政策諮詢的基礎，反映社會各界對於能源議題的關切並建立互信的溝通管道。

#### **(五)綠色金融環境推動**

綠色金融環境推動再生能源目標達成及綠能產業發展重要的配套措施，尤其是離岸風電涉及百億元以上的投資，若國內資金市場無法有效配合，將使得業者無法取得資金進行相關設備投資。因此，隨著 2018 年度離岸風電的邁向新的開發里程碑，政府在綠色金融環境推動也陸續進行法規及政策的修訂與放寬，主要有三大推動重點：融資授信、引導投資、發行綠色債券。我國綠色金融推動目標設定 2025 年三項推動重點累計金額要破三兆元新台幣，截至 2018 年 5 月三項綠色金融推動累計共達 1,390.8 億元新台幣，相較 2017 年底，增加 675.3 億元新台幣[4]。

### **八、結論與建議**

建構永續能源的未來需要立即且強勢的政策行動。由於再生能源仍無法完全與化石燃料競爭，因此仍需要一些支援的配套措施，包括碳稅、碳排放交易及廢除化石燃料補貼等。在 REN21 報告提出先進能源系統轉型的策略建議：

1. 全面建立跨區域及部門的再生能源目標。
2. 創造永續性的市場機制條件。
3. 加速再生能源電力投資的同時，應建立再生能源在熱冷利用及運輸部門的應用政策，並強化電力、熱冷及運輸的整合應用。
4. 協調中央到地方的再生能源政策，並支援城市行動方案。
5. 強化能源效率措施與再生能源推動的整合。
6. 創造公平的能源轉型，提升地方工作機會。
7. 建立社會接受度及增加大眾參與與認同。

低碳能源轉型是國家能源系統結構的長期動態調整過程，從上述我國再生能源推動策略方向來看，我國再生能源推動策略方向符合 REN21 提出的先進能源系統轉型的策略建議。尤其是 REN21 在 2019 年的現況報告中特別提及臺灣提供浮動式太陽光電優惠的躉購費率及離岸風電目標與競標機制，顯示我國的再生能源發電政策不但符合國際趨勢，亦引起全球對臺灣再生能源發展的關注。未來臺灣亦將加入 REN21 的先進再生能源發電占比超過 20% 的國家之列。至於熱冷利用及運輸部門的整合規劃，臺灣尚待進一步的政策研擬。

## 參考文獻

- [ 1]REN21, Renewables 2019 global Status Report, 2019.06.18.
- [ 2]能源局，太陽光電 2 年推動計畫(第二期)初步規劃，2019.06。
- [ 3]聯合新聞網，離岸風電第 3 階段招標再等等，2019.03.15。
- [ 4]自由時報，金融挺綠能放款債券投資三箭齊發，2018.09.16
- [ 5]2018 年能源轉型白皮書初稿，<http://energywhitepaper.tw/>
- [ 6]能源局，能源統計月報，2019.07。