

太陽能熱水器安裝密度世界第一

巴貝多 (Barbados) 太陽能熱水器發展概況

撰文 | 顏貝珊、張克勤

圖檔來源 | 巴貝多旅遊局授權網站

巴貝多 (Barbados) 位於中美洲加勒比海群島最東端，為全世界安裝太陽能熱水器面積密度最高的國家 ($306\text{m}^2 / \text{km}^2$)，就人均密度來看，排名世界第3 ($324\text{kWth} / 1,000\text{inh}$)，僅次於賽浦勒斯及以色列。

巴貝多

與臺灣同為典型的海島國家，仰賴進口能源甚重，是全世界電價最高的國家之一；但其緯度較低，故陽光較臺灣更為充沛。巴貝多政府在1960年代便積極開發國內太陽熱能市場，本文介紹巴貝多太陽能熱水器的市場發展概況與政府經營策略，做為我國發展太陽能熱水器市場的資訊參考。

地理位置與政經環境

巴貝多位於北緯13~14度及西經59.4~59.7度（臺灣位於北緯22~25度、東經120~121度），國土面積約 430km^2 （臺灣約3萬6千 km^2 ），島上多為低地平原。全國人口數約28萬人，家戶數約9萬1,406戶（臺灣約2,300萬人，家戶數近800萬戶），人均密度高居世界第9。巴

國曾為英國殖民地，當時種植甘蔗且成為世界最大的蔗糖出口國；政府於1966年宣布獨立，因其在殖民時期奠定的經濟基礎，成為加勒比海群島中最富裕的國家。

現今島上發展觀光旅遊業、漁業、蔗糖出口、離岸銀行業及金融業務。巴貝多的人均國民所得（PPP）為2萬3,624美元，排名世界第40（臺灣為3萬7,720美元，排名第19）。巴貝多亦為極高人類發展國家，以政經教育及健康衛生等多方評比，人類發展指數為0.793，排名世界第47。

氣候環境與能源發展

受東北信風與暖流影響，巴貝多為熱帶海洋性氣候，年雨量約1,400毫米（臺灣約2,474毫米），乾季為

每年1月至5月，雨季為6月至11月，島上偶有颶風過境造成災害；年均溫約 26.1°C （臺灣均溫約 21.5°C ），一年四季溫差變化不大；年日照量為3,028小時（臺灣為1,729小時），全日空日射量為 $5.66\text{kWh}/\text{m}^2$ （臺灣為 $3.26\text{kWh}/\text{m}^2$ ）。由於巴貝多緯度較低，所能擷取的太陽能較臺灣豐沛許多，因此氣候條件相當適合發展太陽能（詳圖1）。

巴國的能源年產量相當於633千桶石油，遠不及消耗量（2,203千桶）；由於經濟發展及人口增長，電力需求每年以4%的成長率急遽攀升，年度總電力消費量達到735GWh，平均每人用電量為 $2,700\text{kWh}$ （臺灣為 $2,604\text{kWh}$ ）。該國政府為發展再生能源，自2011年起投入7,000萬美元的經費，預期在2029年能供給全國29%的用電量；其中太陽熱能市場則在2025年設定達到再生能源產量

50%的目標。

太陽熱能市場的發展與現況

巴貝多政府為扶植太陽熱能產業發展，在1960年借貸資金協助國內首家製造商Solar Dynamics成立，其領先的製造技術取得市場先驅，成為市占率第1（近60%）的公司，銷量遠超出另外2家彼此勢均力敵的SunPower及AquaSol公司。該國目前有3家製造商及4家經銷商（相對於臺灣取得合格認證的製造商為41家，安裝商為431家），年安裝量以2009年為例，巴貝多安裝2,300件，相較之下，臺灣當年核撥補助安裝量為2萬209件。由於其國內發展太陽熱能技術相當成熟，產品外銷足跡遍及拉丁美洲及歐洲各國。

自1973年爆發石油危機後，巴貝多政府透過企業扶植、稅賦優惠、關稅調整等多項措施，鼓勵太陽熱能市場發



展。1974年施行財務獎勵法案，製造商可享有免繳20%的進口材料稅，同年亦課徵進口天然氣與電熱水器30%的消費稅。在1975年及1988年，政府先後推動2次住屋計畫，共採購384套系統，帶動更多的市場消費量。

1980年起，巴國政府為實質鼓勵申裝而啟動稅收減免制度，讓購置民眾可列舉裝置費用為所得稅扣除額，此舉成功帶動安裝量的持續攀升，在1989年創下歷年度的安裝高峰。此政策曾經因全球經濟蕭條於1993年至1995年間暫停，直至1996年才恢復，目前仍持續實施中。

隨著國際油價飆漲，巴貝多電價相當高，每度電費約相當於新臺幣7.21元，然而居高不下的電價成為民眾踴躍安裝的市場推手。太陽能熱水器的總安裝量至今已突破5萬件（臺灣則將近54萬

件），總裝置容量達92.2MWth，家戶安裝率將近4成，其中新屋安裝率更高達9成，正逐年取代傳統使用的電熱水器。

巴貝多太陽能熱水器回收年限及節能效益

在巴貝多，平均購置1套家用的太陽能熱水器約新臺幣3.4~5.3萬元（略低於臺灣售價但差距不大），對多數民眾來說並不算是太大的負擔。一套66加侖（約300公升）系統的價格約需新臺幣4.3萬元，在稅收減免政策下，以該國一般25%的稅率來看，大約2年就可回收購置費用。

巴貝多一般家用熱水除以太陽能熱水器產生之外（約占4成），約6成是以電熱水器來產生。電熱水器1年約耗費3,710千瓦小時的電力，太陽能熱水器約可節省50~70%的電量。以安裝量5萬

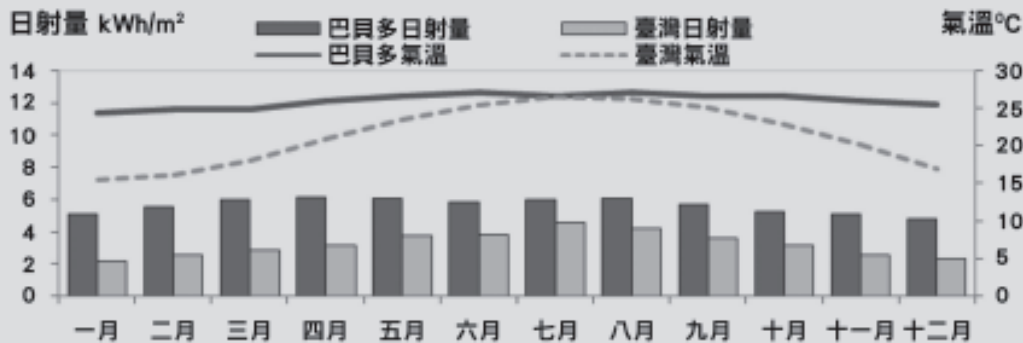


圖1 全日空日射量及月平均氣溫

1980年起，巴貝多政府為實質鼓勵申裝太陽能熱水器而啟動稅收減免制度，讓購置民眾可列舉裝置費用為所得稅扣除額，此舉成功帶動安裝量的持續攀升。

438件計，至少能節省9,356萬千瓦小時的電量，相當於減少新臺幣6億7,459萬元的電費支出。就節能減碳效益來看，約可減少188千桶的石油進口量，並降低2萬1,587公噸的碳排放量。

市場未來性及策略建議

巴貝多政府雖於1996年恢復稅收減免，但市場卻已出現變化。民眾選購熱水器時，除考量購置成本及稅賦減免，更重視後續的維修及節能機制，致使近年來安裝量未能如1980年代表現亮眼。

巴國政府及產業因此提出多項因應措施，例如：2008年起提高列舉額上限，且放寬列舉範圍可包含修繕及節能費用，同時舉辦安裝技術人員職業訓練以提高消費者信心；製造商則以強化品質為首要任務，對出水溫度保證、建物整合及美觀設計、抗颶風損壞設計、健全陰雨天加熱及節能機制等多項技術進行改善，期能引領市場發展再造第二春。

由於巴貝多政府主力推動家用市場，卻忽略了旅宿業及工商業製程等方



▲ 圖2 Almond Resort 安裝在停車場上方的面蓋式太陽能熱水器

圖檔來源：Solar Dynamics, The Barbados model: A success story in 3 acts



▲ 圖3 巴貝多的家用太陽能熱水器

圖檔來源：Solar in the City, <http://www.solarinthecity.net>

表1 巴貝多及臺灣安裝太陽能熱水器的條件與發展概況

基本資訊	巴貝多	臺灣	安裝條件	巴貝多	臺灣
緯度（北緯）	13~14度	22~25度	降雨量	1,400毫米	2,474毫米
土地面積	430km ²	36,188km ²	年均溫	26.1°C	21.5°C
人口數	28萬人	2,300萬人	年日照時數	3,028小時	1,729小時
家戶數	逾9萬戶	近800萬戶	日射量	5.66kWh/m ²	3.26kWh/m ²
人均國民所得	23,624美元	37,720美元	總安裝量	逾5萬件	近54萬件
人類發展指數	0.793	0.882	總裝置容量	92.2MWth	1,345.9MWth
人均年用電量	2,700kWh	2,604kWh	安裝面積密度	306m ² /km ²	59.6m ² /km ²
每度電費價格	NT\$7.21	NT\$2.94	家戶安裝率	近40%	5.39%

面的應用，間接導致安裝量未能有明顯突破。因此，現階段除積極研擬工商應用的經濟及財務配套方案，亦立法制訂建物整合及新屋安裝的規範。市場除呈現求過於供的狀態，產品亦缺乏類似巴西的能源標示保證，導致市場競爭無法帶動產業持續進步。

巴貝多經驗與臺灣比較

從巴貝多推動太陽能熱水器的經驗可知，政府實為影響市場發展的關鍵角色。巴貝多政府透過制訂完善的獎勵及法令政策，包括：扶植企業及產品健全發展、實質鼓勵民眾安裝、關稅優惠與電價調整等施政策略來推廣太陽能熱水器。在未來亦將制訂新屋安裝及建物整合法令，並均衡發展家用及商用市場，同時預計成立專職機構以促進產官學界

交流，方能為太陽熱能市場帶來永續發展的可能。

相較之下，臺灣政府推廣太陽能熱水器的政策包括：提供消費者購置補助金、合格廠商及產品的認證制度。補助政策分2階段進行：第1期補助期間自民國75年至80年止；第2期則自民國89年迄今持續補助，委由專職機構依據《再生能源熱利用獎勵補助辦法》辦理補助作業，條文明令所有製造商、安裝商及產品皆需取得合格認證，購置用戶方可申請補助。近年來部分縣市政府更提供加碼補助金額，以有效提升地區安裝量，前景可期。^{*}（作者任職於成功大學能源研究中心、成功大學航空太空工程學系 / 主要參考資料：Latin American Energy Organization, SWH Market Assessment Regional Report）