

## 本月專題

### 淺談美國加州再生能源推動策略措施與發展現況

曾鈺雯<sup>1</sup>

#### 摘要

為符合「巴黎氣候協定」要求，美國各州透過政策制定調整能源結構，包括透過降低燃煤發電與提升再生能源發電占比等策略，降低溫室氣體排放量。相較美國各州，以加州訂定之再生能源目標最為積極，2018 年加州州長即簽署 SB100 法案，訂定於 2045 年達到碳中和之目標。

本研究係以美國加州為代表，進行該州政府推動再生能源策略措施(包括強制與獎勵措施等)與推動成效介紹，期藉由瞭解加州如何透過施行太陽能相關獎勵計畫(包括 CSI、NSHP、SASH 與 MASH 計畫等)，達成各計畫目標之有效作法，以及無法達到目標之推動困難，提供我國政府推動再生能源之政策借鏡參酌。

#### 一、前言

美國總統歐巴馬於 2009 年上任即提出「美國復甦與再投資法」(The American Recovery and Reinvestment Act of 2009, ARRA 2009)，該法案優先發展潔淨能源，並規範至 2025 年再生能源發電占比達 25%；2015 年正式發布「潔淨電力計畫」(Clean Power Plan, CPP)，除要求電力部門排放至 2030 年較 2005 年水準減少 32%，亦提出再生能源裝置容量至 2030 年占比達 28% 之目標。

美國川普總統於 2017 年上任後，氣候政策再次變更，以美國利益為由，徹底移除多項歐巴馬氣候政策，也未經國會同意即宣布退出「巴黎氣候協定」。

<sup>1</sup>財團法人台灣綜合研究院 副研究員

惟美國加州與其他各州並未受其影響，成立以達成巴黎氣候協定為目標之氣候行動聯盟(United States Climate Alliance)，展現其積極推動再生能源之決心。

相較於美國各州，美國加州訂定之再生能源目標最為積極，2018 年加州州長布朗簽署「參議院 100 號法案」(SB100)，該法案規範再生能源 2025 年達到 50%，2030 年達到 60%，2045 年達到「碳中和」(carbon neutrality)。

加州再生能源目標法制化落實於州政府層級，本研究係以該州之州政府進行再生能源推動策略措施與推動成效介紹。

## 二、加州再生能源推動策略措施

加州再生能源政策措施規範對象包括再生能源發電業者與電力消費者等，除透過強制措施要求電力供應者須提供一定比例之再生能源發電等，亦透過再生能源市場機制使再生能源發電達到最佳化利用等與提供獎勵誘因予一般住宅與低收入住宅給予再生能源設置者回饋等，相關策略措施說明如下：

### (一) 強制措施

#### 1. 再生能源配額制度(RPS)

加州 2002 年通過「參議院 1078 法案」(Senate Bill 1078)制定再生能源配額制度(Renewables Portfolio Standard, RPS)，該制度由加州能源委員會及由加州公用事業委員會 (California Public Commission, CPUC)<sup>2</sup>共同推動執行，強制要求電力供應者(load-serving entities, LSE)須提供一定比例之再生能源(包括太陽能、風能、地熱能、生質能和小型水力發電等)發電。

#### 2. 新住宅必須強制安裝太陽能系統

加州能源委員會(CEC)於 2018 年通過「建築能效標準」(Building Energy Efficiency Standards)，2020 年 1 月 1 日起於該州建造的新建住宅(包括三層以下獨棟或公寓)須強制安裝太陽能發電系統；亦規範倘若住宅屋

<sup>2</sup> 加州公用事業委員會 (California Public Utilities Commission, CPUC) 係負責執行和管理加州電力零售商之監管機構，包括投資者擁有的公用事業(Investor-owned Utilities, IOU)、電力服務提供商(Electric Service Providers, ESP)及社區選擇合作商 (Community Choice Aggregators, CCA)等業者。

頂太小或屋頂被樹木或其他建築物遮蔽無法建置太陽能系統，可以申請豁免或裝置儲能系統達到節能效果，以降低溫室氣體排放量。

## (二) 再生能源市場機制

### 1. 再生能源發電達到最佳化利用

加州電力調度中心(California Independent System Operator, CAISO)<sup>3</sup>每年進行輸電規劃，以滿足電網可靠性標準，達到加州再生能源和潔淨能源目標。加州透過出口過剩發電量(例如：中午的太陽能發電)或進口發電量(例如：州外的午後風電)，於需求增加且太陽能發電下降的午後透過進口幫助平衡區域資源，將再生能源發電達到最佳化利用。此外，由加州 CAISO 建立即時市場，出口過剩的再生能源發電，透過西部地區買賣發電。

### 2. 透過社區電力選擇整合方案(CCA)達到降低電價

加州 2002 年通過「眾議院 117 法案」(Assembly Bill 117)，准許社區電力選擇整合方案(Community Choice Aggregation, CCA)設立，加州 CCA 多數由相鄰之地方政府聯合共同設立，該機構可接受社區居民委託，與電力供應商簽訂購電合約，並根據委託內容，選擇供電的能源配比。透過 CCA 間彼此競爭，與電廠協商間可獲得比一般零售價格更便宜之電價，因此 CCA 可以同時達到降低電價與增加再生能源使用之雙重目的。

## (三) 獎勵措施

### 1. 太陽能倡議計畫(CSI)

加州 2006 年開始執行「太陽能倡議計畫」(California Solar Initiative, CSI)，該計畫為期十年，CSI 計畫目標 (一般市場計畫)至 2016 年太陽光電裝置容量達到 1,750MW。由加州公用事業委員會(CPUC)負責執行，補助對象為安裝太陽能裝置地點必須設置於民營公用事業(IOU)服務區域(包括現有住宅、工商業和農業地區之建築物等)之電力用戶。

加州 CSI 計畫旨於為太陽能發電之消費者提供兩種獎勵金：(1)預期性補貼(Expected Performance Based Buydown, EPBB)：對於小於 5MW 之太陽能項目，根據系統對未來估計運行功率預先提供獎勵金，符合項目在領取獎勵金之前可以選擇改為發電功率獎勵金(Performance-Based

<sup>3</sup> 建立於 1998 年，為北美九個獨立系統調度機構/區域輸電組織 (ISO/RTO)其中之一，為負責營運加州約 80%(近 3000 萬人口)與部分內華達州地區的電力市場以及管理電網可靠性之非營利公共組織。

Incentives, PBI)。(2)發電功率獎勵金(PBI)：對於 5MW 以上提供合格太陽能系統，在系統運行五年中按照電表測定之每月發電千瓦數計算支付獎勵金。

加州 CSI 計畫實施淨計量電價(Net-metering,NEM)，倘若太陽能發電超過該住戶使用量，可以將多餘的電力送至電網，使住戶獲得電費抵減之優惠。

加州除透過獎勵金方式鼓勵太陽光電設置者，亦透過安裝太陽能系統可免徵地價稅之獎勵模式鼓勵住戶與企業設置，獎勵金加上稅額抵免優惠使住戶與企業可以負擔得起太陽能發電。

加州 CSI 計畫透過設置專責管理員每月至少舉辦一次培訓班，為住戶及企業講解加州太陽能計劃之安裝方法及申請程序等，還舉辦許多其它講座及培訓相關主題。此作法使民眾及企業更務實瞭解如何裝置太陽能板，增加申設太陽能系統之意願。

## 2. 新建太陽能住宅夥伴計畫(NSHP)

加州於 2007 年啟動「新建太陽能住宅夥伴計畫」(New Solar Homes Partnership,NSHP)，由加州能源委員會(CEC)負責監管，民營公用事業(IOU)施行該計畫，透過新建建築安裝太陽能設置即可獲得補貼，補助之對象為安裝太陽能裝置地點必須設置於民營公用事業之服務區域，包括太平洋瓦電公司(PG&E)、南加州愛迪生電力公司(SCE)或聖地牙科瓦電公司(SDG&E)，且必須是這些公司的電力用戶。

加州 NSHP 計畫目標設定於 2016 年底前，太陽能裝置容量達 360MW。該計畫提供住戶、建商與開發商之財務獎勵，鼓勵新屋安裝太陽能設備。太陽能申請者能否獲得獎勵金之要素為根據住房類型及能源效率標準進行補貼，且新住房之能源效率必須高於現行的「建築物能源效益標準」(Building Energy Efficiency Standards)15%以上，當太陽能設置安裝、運作皆達到計畫之要素條件時，補助經費便全數核發。

## 3. 單一住宅可負擔太陽能計畫(SASH)

加州 2008 年開始執行「單一住宅可負擔太陽能計畫」(Single-Family Affordable Solar Homes, SASH)，由加州公共事業委員會(CPUC)監督，並由太陽能承包商(GRID Alternatives)進行管理。該住戶必須符合 SASH 計畫申請資格，包括(1)必須是 PG&E、SCE 或 SDG&E 公司的電力用戶；

(2)安裝太陽能系統之住宅必須為主要住所；(3)加州公用事業將該住宅定義為低收入住宅(家庭收入中位數等於或低於全加州中位數收入 80%)。倘若住戶符合此前述要求，亦須安裝超過 1 kW 之太陽能裝置容量(上限為 5kW)才可獲得此項獎勵(每瓦提供 3 美元獎勵)。該計畫除提供低收入住宅提供太陽能系統安裝獎勵補助，亦透過淨計量電價(Net-metering,NEM)，倘若太陽能發電超過該住戶使用量，可以將多餘的電力送至電網，使住戶獲得電費抵減之優惠。

#### 4. 多戶住宅可負擔太陽能計畫(MASH)

加州於 2008 年開始執行「多戶住宅可負擔太陽能計畫」(Multi-Family Affordable Solar Housing, MASH)，由公共事業委員會(CPUC)監督並由太陽能承包商(GRID Alternatives)進行管理。太陽能承包商為低收入之多戶住宅屋主申請 MASH，於太陽能系統安裝後，透過淨計量電價(Net-metering,NEM)將多餘的電力送至電網，通過電錶分配給各住戶並抵銷其電費(例如：房東將太陽能發電所節省的能源支出，用於抵減房租，可創造房東、房客均可節省能源費用支出之雙贏局面)。

### 三、推動成效

#### (一)太陽能倡議計畫(CSI)

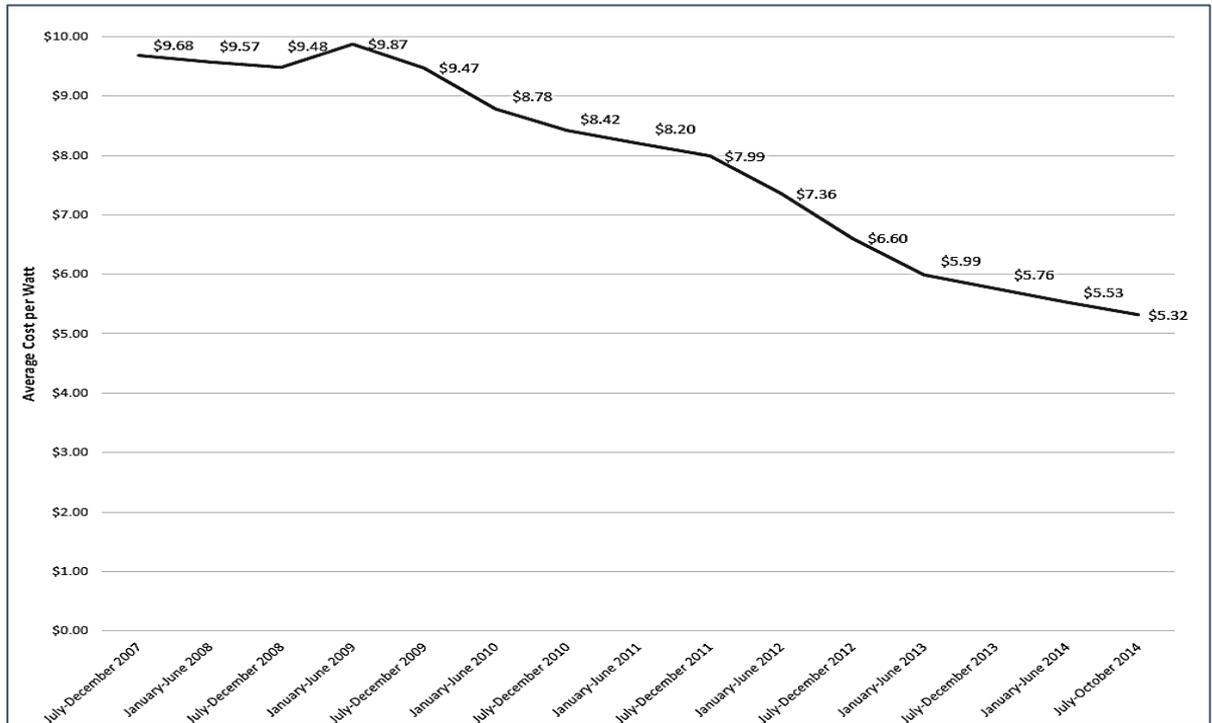
加州 CSI 計畫執行期間(2006 年至 2016 年)之住宅及非住宅已安裝太陽能系統裝置容量達 1,903MW，詳見圖 1。CSI 計畫提前兩年(2014 年)即達到目標裝置容量(1,750MW)，詳見表 1。

Year	Annual Stats - Capacity (MW)		
	Non-Residential	Residential	Total
2006	18.4	0	18.4
2007	104.5	30	134.5
2008	65.1	43.2	108.3
2009	88.5	63.6	152.1
2010	270.8	90.6	361.4
2011	121.9	101	222.9
2012	129.9	165.7	295.6
2013	124.4	167.8	292.2
2014	193	31.4	224.4
2015	54.4	2.6	57
2016	35.7	0.8	36.5

Source: California Solar Statistics – Monthly, Quarterly, and Annual Statistics, data accessed May 17, 2017, data current as of May 23, 2018.

圖 1、每年住宅及非住宅安裝太陽能系統之裝置容量(MW)

推動 CSI 計畫之前，住宅安裝太陽能系統非常昂貴，該計畫提供重要財務支持，幫助加州家庭和企業中安裝太陽能系統。2007 年 CSI 計畫剛開始時，住宅太陽能安裝成本為 9.68 美元/瓦，至 2014 年安裝成本降至 5.32 美元/瓦。CSI 計畫增加住戶對太陽能系統之需求，並幫助降低其安裝成本，詳見圖 2。



Source: Environment California Research & Policy Center(2015),“California’s Solar Success Story”.

圖 2、住宅安裝太陽能系統之平均成本

## (二)新建太陽能住宅夥伴計畫(NSHP)

加州 NSHP 計畫推行期間(2007 年至 2016 年)，住戶已安裝太陽能系統裝置容量達 138MW，占目標裝置容量(360MW)僅 38.3%，詳見表 1。該計畫未能達成目標之原因為新住房之能源效率必須高於現行「建築物能源效益標準」15%以上，且太陽能設置安裝、運作皆達到計畫之要素條件時，申請者才能獲得獎勵金。該計畫獎勵標準較為嚴苛，以致申請太陽能系統狀況不如預期。

## (三)單一&多戶住宅可負擔太陽能計畫(SASH&MASH)

截至 2018 年，加州 SASH 及 MASH 計畫已推動低收入戶裝置太陽能系統達 64MW，已超越原訂目標裝置容量(50MW)，推動成效良好，詳見表 1。

表 1、太陽能獎勵計畫之推動成效

計畫名稱	管制機關	施行期間	計畫目標	已安裝 太陽能系統	投入資金	備註
太陽能倡議計畫(CSI)-一般市場計畫	公共事業委員會(CPUC)	2006~2016	➢ 太陽能裝置容量達 1,750MW	➢ 太陽能裝置容量達 1,900MW	➢ 21 億美元	自 2016 年 12 月 31 日起不再接受新的申請
新建太陽能住宅夥伴計畫(NSHP)	能源委員會(CEC)	2007~2016	➢ 太陽能裝置容量達 360MW	➢ 太陽能裝置容量達 138MW	➢ 4 億美元	--
單一住宅可負擔太陽能計畫(SASH)	公共事業委員會(CPUC)	2008~2020	➢ 太陽能裝置容量達 50MW	➢ 太陽能裝置容量達 24 MW	➢ 1.08 億美元	積極招募參與者
多戶住宅可負擔太陽能計畫(MASH)	公共事業委員會(CPUC)	2008~2016		➢ 太陽能裝置容量達 40MW	➢ 1.08 億美元	--

Source: California Energy Commission(2018), "Tracking Progress"; 本研究整理。

#### 四、結語

##### (一)加州 CCA 之商業模式納入我國電業法修法考量

我國電業法已於 106 年 1 月 25 日修正通過，將電業分為三大區塊(發電業、輸配電業及售電業)，並採兩階段推動電業自由化，第一階段於一至三年內，開放再生能源發電業、售電業進入市場；台電公司於未來六至九年內進行廠網分離，第二階段修法則預期完成電業自由化(全面開放非再生能源發電業及售電業進入市場)，目前我國正處於電業法第一階段，俟第二階段電業法修法推動我國電力市場自由化時，可參酌加州 CCA 商業模式，除可加強用戶電力選擇權，亦可透過 CCA 彼此競爭達到降低電價，將綠色再生能源落實於社區民眾，帶動國內再生能源之蓬勃發展。

##### (二)透過淨計量電價，減少電網系統負擔

我國政府於 2016 年積極啟動能源轉型，訂定 2025 年再生能源發電占比達 20%之目標，其中以太陽光電為重要發展關鍵，期間推動「太陽光電 2 年推動計畫」(以健全法令與簡化行政程序等)、「綠能屋頂全民參與推動

計畫」<sup>4</sup>與「產業園區擴大設置太陽光電」(係以太陽光電能源技術服務(PV-ESCO)<sup>5</sup>模式推動)；並輔以配套措施進行相關推動(包括：推動銀行投入太陽光電設置融資業務與加強太陽光電金融人才培訓等)。

加州推動太陽能 CSI、SASH 與 MASH 等計畫達成目標且執行成效良好，相關計畫皆透過實施淨計量電價(NEM)，家庭用戶於屋頂裝設太陽能板發電，超過自宅用電量有餘電時，反方向輸送給電力公司(賣電)，不夠用時則向電力公司輸入(買電)，減少電網負擔。我國 PV-ESCO 模式，全數由 PV-ESCO 業者銷售電能予台電公司，建議參酌加州淨計量電量(NEM)，設計 FIT 收購價格與住宅電價之價差模式，為家戶自用提供誘因，減少太陽能發電進電網造成電網系統之負擔。

---

<sup>4</sup> 以「民眾零出資，政府零補助」為原則，由地方政府為平台，調查並整合提供具有一定規模之屋頂潛能，遴選綠能屋頂營運商，提供屋主太陽光電系統設置及維運服務，促進全民參與。

<sup>5</sup> 園區廠家不用負擔設置成本，只需出租屋頂，由 PV-ESCO 業者負責建置太陽光電發電設備、修繕、融資及後續營運維護，園區廠家並可依約收取租金或分享售電利潤。

## 參考文獻

1. 2020 美國加州新建住宅將強制安裝光伏，光伏資訊，2020 年 2 月 10 日查詢，連結網址：  
<https://kknews.cc/house/2nbemzy.html>。
2. 加州簽了！ 2045 年 100% 乾淨能源目標入法，中央研究院社會學研究所，2020 年 2 月 5 日查詢，連結網址：  
<http://ddpp.ntu.edu.tw/selected-articles/foreign-news/474-news-1070913.html>。
3. 【行政院公告】積極推動太陽光電，2020 年 2 月 25 日查詢，連結網址：  
[https://www.mrpv.org.tw/Post/PubView.aspx?type=news&id=2&post\\_id=2213](https://www.mrpv.org.tw/Post/PubView.aspx?type=news&id=2&post_id=2213)。
4. 美國社區能源參與評比對臺美能源合作的啟示，APEC 能源國際資訊合作網，2020 年 2 月 10 日查詢，連結網址：  
<https://apecenergy.tier.org.tw/report/article201903-2.php>。
5. 陳詠容(2013)，《論臺灣再生能源政策及法制之發展-以美國加州為借鏡》，國立雲林科技大學科技法律研究所碩士論文。
6. 綠電行不行——新版《電業法》真能促進再生能源發展？2020 年 2 月 26 日查詢，連結網址：  
<https://unews.nccu.edu.tw/unews/electricutility/>。
7. 經濟部標準檢驗局(2018)，「再生能源憑證中心及檢測驗證發展計畫參訪美國再生能源憑證發展現況及合作方案出國報告」。
8. 謝明叡(2015)，「主要國家再生能源政策執行效益評析」。
9. 駐洛杉磯辦事處經濟組(2017)，「加州再生能源發展概況專題簡析報告」。
10. PG&E 開放 1030 萬新能源資金申請，為弱勢社區提供太陽能補助，美國橋報網，2020 年 2 月 12 日查詢，連結網址：  
<https://kknews.cc/zh-tw/finance/qj995ng.html>。
11. California Solar Initiative: the SASH program，energysage，  
<https://news.energysage.com/california-solar-initiative-the-sash-program/>
12. California Energy Commission(2018)，“Tracking Progress”。

13.Environment California Research & Policy Center(2015), “California’s Solar Success Story”.

14.California Solar Statistics – Monthly, Quarterly, and Annual Statistics, data accessed May 17, 2017, data current as of May 23, 2018.