

兼顧能源與溫室氣體政策之我國汽電共生系統發展方向探討

林唐裕（台灣綜合研究院研一所所長）

陳玟如（台灣綜合研究院研一所組長）

蔡欣欣（台灣綜合研究院研一所高級助理研究員）

一、前言

由於能源同時扮演經濟成長與溫室氣體排放之推手，我國在追求永續發展目標之際，正面臨能源稀缺與全球暖化的雙重壓力，此時汽電共生系統將成為政府致力於節能減碳之另一可行政策，此乃本文探討之重點。因此，本文首先將闡述汽電共生系統之重要性，並探討自民國70年代迄今，汽電共生系統對我國能源系統（尤其是電力供應系統）之貢獻，進而評估汽電共生系統設置之效益；最後，提出相關建議，俾供政府決策之參考。

二、汽電共生系統重要性分析

（一）汽電共生系統原理概述

汽電共生系統係以同一初級能源投入後，可同時產出電力與熱能（蒸汽或熱水）之系統；亦可視為提升能源使用效率之發電技術。因其燃料所產生之熱能可同時提供蒸汽或熱水及發電使用，因此以能源使用效率而言，其燃料熱能大約50~80%可轉換成蒸汽及電能，與傳統純發電之火力電廠及產製蒸汽之鍋爐比較，節省燃料可達20%以上，進而減少溫室氣體排放之效果，如圖1所示。再者，汽電共生系統一般伴隨工廠而分散設置於各地，可免除輸配電過程中所損失的電力，對於分散電源及提高電力供應可靠度亦有顯著之成效。

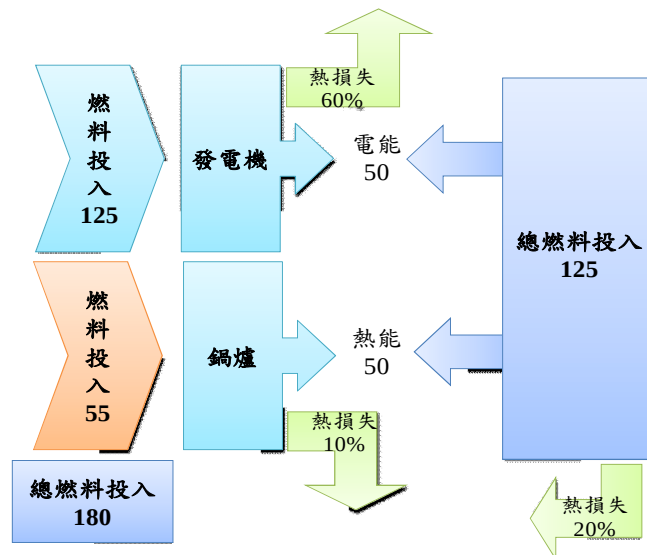


圖1 汽電共生系統與傳統發電方式比較

資料來源：台灣綜合研究院整理。

汽電共生系統可依操作系統方式之不同，可區分為先發電式(Topping Cycle)與後發電式(Bottoming Cycle)兩種。先發電式汽電共生系統之運轉流程係先由鍋

爐生產蒸汽後，導入原動機帶動發電機產生電力，再利用發電過程所排出的餘熱，提供工廠製程使用。後發電式汽電共生系統之運轉流程，則先由鍋爐先產生高溫蒸汽後，送至工廠製程使用，再利用工廠製程所剩之餘熱或廢熱（生產製程中因化學反應產生之熱能）送至廢熱回收鍋爐後產生蒸汽，導入原動機帶動發電機產生電力。此種操作方式適用於生產製程需要高溫蒸汽之產業。

（二）國外汽電共生發展現況及推動策略

有鑑於汽電共生系統具有節能、減少線路損失及降低溫室氣體排放量等多項優點，各國政府為兼顧能源安全與因應京都議定書之減排目標，採具高效率之汽電共生系統作為主要因應措施之一。茲以歐盟、英國、日本之發展情形分述如下：

1. 歐盟

2008年歐盟汽電共生的裝置容量約1.002億瓩，占整體電力系統12.5%；整體燃料使用情況，以天然氣與煤炭為大宗，其中，天然氣約占39.4%，煤炭等固體化石燃料占34.8%，再生能源則占11.0%。儘管各國均實施有利的政策推動措施，但受到高昂氣價及相對低的電價而降低燃氣汽電共生廠之競爭力，近年汽電共生發電量占比呈現持平現象。

自1997年京都議定書通過後，歐盟於2000年擬定歐盟氣候變遷計畫(European Climate Change Program)，明訂歐盟成員國在「能源供給」方面，應推行汽電共生系統，協調各別具有效率之發電、產汽廠進行汽電共生系統之設置，並且在2005年第二階段的歐盟氣候變遷計畫中，繼續作為減碳措施之一。

歐盟為積極推動汽電共生系統，於2004年2月21日由歐盟執委會施行「汽電共生指令(The CHP Directive 2004/8/EC)」。該指令共計18條，主要內容包含界定汽電共生系統範疇與定義各型式之汽電共生系統、汽電共生系統效率計算方式與標準界定、建立汽電共生電力來源保證機制(Guarantee of Origin, GO)、要求成員國提交汽電共生發展潛力與其障礙自評報告書、要求成員國應建立獎勵機制、規定汽電共生餘電併聯電網及業者購電價格保障等規範。

此時歐盟亦陸續執行相關推動措施，諸如具有強制性質的建築指令(the Buildings Directive 2002/91/EC)、能源服務指令(The Energy Services Directive 2006/32/EC)；具有給予經濟誘因性質的排放交易制度指令(The EU ETS Directive 2003/87/EC)、再生能源指令(The Renewable Energy Directive)。

2. 英國

2008年英國汽電共生系統裝置容量約550萬瓩，且以中、小型機組為主，占整體電力系統6.5%。此外，燃料使用以天然氣為主，占比高達70%，占英國整體天然氣消費量之8%；此乃由於英國能源政策方向大幅度轉向低碳燃料之使用，以天然氣代替燃煤，在1990至2004年間於北海發現豐富的自然氣，加上政府大力推廣天然氣複循環機組(Combined Cycle Gas Turbine, CCGT)以及廢止對煤礦開採的補助等措施，故天然氣使用比例較高。

英國為因應京都議定書之生效，不論在氣候政策抑或能源政策均以汽電共生系統作為施政措施之一。諸如於2006年頒布之氣候變遷計畫(Climate change: The

UK programme 2006)中，以推動汽電共生系統作為減碳配套措施之一；2007年能源白皮書(2007 Energy White Paper: meeting the energy challenge)亦提出應持續推廣汽電共生，短程及中程將透過汽電共生系統，以減少電力傳輸之線損。

英國為推廣汽電共生系統，於2004年設定汽電共生系統2010年達到1,000萬瓩之發展目標，以助達成溫室氣體減量目標，故實施許多汽電共生的相關推動獎勵措施，本文彙整英國推動汽電共生之獎勵機制，詳見表1。

表1 英國推動汽電共生系統獎勵措施

	計畫名稱	執行方式
補貼機制	社區能源計畫 (Community Energy programme)	1.資金協助：本計畫提供最高達 200 萬英鎊的設備補貼；而其餘 4,800 萬英鎊的則供資本資助(capital support)之用。 2.除金錢補助，計畫提供其它相關的協助，如「專家的訪問」、「訓練課程」、「如何投資的指示」，及「提供熱點地圖(heat density maps)」，以提供何地裝設汽電共生設備，是最具成本有效性的資訊。
	生質能資本補貼計畫 (Bio-energy Capital Grant scheme)	於 2002 年設立，鼓勵使用「能源穀物」或其它「生質能物料」的汽電共生設備，其設備成本，可取得計畫的「資本補貼(capital grant)」。
財務措施	免徵氣候變遷稅 (Climate Change Levy Exemption)	凡符合「高品質汽電共生」(good quality CHP)，其所使用之發電燃料，可免徵氣候變遷稅。於 2003 年 4 月起，其「燃料投入」以及「電力產出」用於廠內自用，或直接銷售給其它用戶者，均納入免徵氣候變遷稅之範圍。
	資本抵減優惠 (Enhanced Capital Allowances ,ECAs)	適用於投資「特定節能設備」者。凡購置正常使用壽期的設備或機械（具有二十五年或更久的使用年限）可享受此項優惠。包括投資「高品質汽電共生設備」第一年，可享受 100%資本抵減的優惠，而沖銷所有的投資成本，享有租稅上的優待。
	能源服務協定 (Energy services agreements)	在能源服務(ESCO)措施下，汽電共生設備者可透過銀行擁有所有權，租賃(lease)給 ESCO 公司經營或由業者委託能源服務公司提供服務。提供該設備所需之相關支出，如設備的設計、取得、裝設、營運、維修、運轉、能源服務。
	附加價值稅減免	2005 年 3 月起，裝設家用小型汽電共生者(micro-congen)，可享有減免附加價值稅 5%之優惠。
	氣候變遷協定 (Climate Change Agreements)	採取節能措施者，可減免「氣候變遷稅」。採取相關節約能源措施之工業部門，可享有氣候變遷稅(CCL)減少 80%的優待，而汽電共生設備也是節能措施重要的一環。
	地方型基金與推廣措施 (Regional funds and support schemes)	1.蘇格蘭能源效率局（The Scottish Energy Efficiency Office）提供無息貸款給母公司在蘇格蘭之中小企業，計畫自 5,000 到 50,000 英鎊，鼓勵提升能源效率與汽電共生設備之發展。 2.北愛爾蘭：(1)「貸款行動計畫」(Loan Action scheme)提供最高三萬英鎊之無息貸款給裝置汽電共生者；(2)中央能源基金（Central Energy Fund)提供最高達百分之百的補助，給政府建築物提升能源效率；(3)「北愛爾蘭永續建築計畫」(Northern Ireland Programme for Building Sustainable Prosperity)提供社區汽電共生設備，高達 50% 的投資補助；(4)「示範計畫基金」(Demonstration Scheme funds)提供投資補助「位於偏遠地區或貧窮地區」(rural areas or impoverished areas)且以再生能源為投入的汽電共生設備，最高可達該設備之百分之五十。

資料來源：台灣綜合研究院整理，2011年。

3. 日本

截至2011年3月為止，日本汽電共生系統總裝置容量高達940萬瓩，占全國發電量之5%；主要使用燃料天然氣占53%，其次依序為油占35%，其他（如廢棄物等）則占12%。

日本為達京都議定書2012年減少6%（相較於1990年）之目標，於2008年依地球暖化對策推進法授權訂定「京都議定書目標達成計畫」，合計推動60項政策與措施；其中，針對能源部門，亦以推動汽電共生系統作為因應措施之一。再者，為加強能源部門減碳效果，日本設定燃氣汽電共生系統推動目標，期望至2010年能達到498萬瓩至503萬瓩之間，而目前燃氣汽電共生系統裝置容量已達到498萬瓩。

回顧日本推動汽電共生系統政策措施可知，其主要以投資補貼及稅額減免優惠作為推動工具，顯示以政府承諾持續推動汽電共生系統之前提下，補貼經常被視為技術與經濟發展之明燈。本文彙整日本推動汽電共生之獎勵機制，詳見表2。

表2 日本推動汽電共生系統獎勵措施

	計畫名稱	執行方式
補貼機制	新能源使用者支援計畫 (The Support Program for New Energy Users)	提供補助金給引進合格新能源系統（如燃氣汽電共生系統及燃料電池）之企業。2008 年編列 335.8 億日圓預算；撥款率高達裝置成本的三分之一；其中，燃氣汽電共生系統最高可補貼 5 億日圓、燃料電池最高可補貼 10 億日圓。
	在地新能源推動計畫	對地方公共部門提供補助金，補助初步商業化階段之合格新能源系統，合格技術包含具能源效率之設備（如潔能運具、燃氣汽電共生系統、燃料電池、再生能源等）。2008 年，政府編列 41.5 億元預算在此項計畫中，此預算可補貼一半以上的裝置成本。
	研發與示範補助計畫	經濟產業省針對住商部門之燃料電池汽電共生技術研發與示範計畫提供補助資金，如對大型固定燃料電池示範專案，補貼企業購買此系統設備，每顆聚合電解燃料電池之補貼額度最高可達 220 萬日圓。
財務措施	促進投資能源供需稅制 (Taxation System for the Promotion of Investment in Energy Supply-Demand)	提供小型或中型企業抵減稅額 7%之優惠，或給予汽電共生設備標準收購價之 30%加速稅額折舊。
	區域能源低利投資貸款	日本發展銀行（the Development Bank of Japan）對利用汽電共生系統進行區域能源整合專案，給予電力公司低利貸款優惠之機制。

資料來源：台灣綜合研究院整理，2011年。

三、我國汽電共生系統之演進

由於能源扮演相當關鍵的地位，台灣追求永續發展時，正面臨能源稀缺與全球暖化的雙重壓力。其中，電力部門對能源需求占比幾近4~5成左右，顯示穩定的能源供應，對於電力部門而言相當重要。再者，我國電力事業由國營的台電公司獨家經營，業務涵蓋發、輸、配電等工作，肩負供電穩定之責任。爰此，面臨電力負載需求逐年遞增之趨勢，汽電共生系統成為紓解台電公司供電負擔之重要夥伴。

（一）汽電共生系統發展現況

我國汽電共生系統發展至今，2011年總裝置容量達793.8萬瓩；其中，合格汽電共生系統家數共計93家，裝置容量共計761.3萬瓩，占全國電力系統之15.6%；餘電躉售量達90億度，為全國發電系統貢獻16.3%之電力，僅次於台電公司69.0%（能源局，2012）。

分析國內各區域合格汽電共生系統之分布情形，依裝置容量多寡排序如下：南部(71.7%)、北部(15.8%)、中部(11.6%)、及東部(0.9%)；其中，有關發電燃料占比高低之排序如下：煤炭占70.6%、燃油占11.2%、垃圾占8.0%，其它(包括焦爐氣、高爐氣、轉爐氣、廢氣、廢熱等燃料)占9.0%，詳見表3。

然而，近年來天然氣價格高漲，100年1~9月中油售予合格汽電共生天然氣牌價估算業者平均發電成本為4.67元/度，與現行費率（最高收購價4.34元/度）相比明顯不具誘因，惟目前仍有3家燃氣業者（大台北瓦斯公司、台鹽通霄精鹽賞、中油大林煉油廠），其主要原因為受工廠面積所致；設置燃氣汽電共生系統不需儲煤倉、儲油槽，僅須與中油公司申請供氣管線，可節省土地使用面積。此外，為因應天然氣價格高漲，部分業者對於汽電共生系統之操作改為每個月啟動運轉2~3小時，以節省燃料成本。

表1. 100年我國各區域汽電共生系統裝置情形

單位：瓩

區域別	北部		中部		南部		東部		合計	
燃料別	裝置容量	占比(%)	裝置容量	占比(%)	裝置容量	占比(%)	裝置容量	占比(%)	裝置容量	占比(%)
煤炭	820,917	65.91	538,810	61.17	4,139,397	76.77	5,781	6.12	5,504,905	72.31
燃油	198,800	15.96	25,200	2.86	485,350	9.00	30,000	31.74	739,350	9.71
天然氣	500	0.04	6,750	0.77	50,000	0.93	-	0.00	57,250	0.75
沼氣	4,083	0.33	-	0.00	4,083	0.08	-	0.00	8,166	0.11
垃圾(含蔗渣)	221,170	17.76	135,100	15.34	244,560	4.54	33,650	35.60	634,480	8.33
其它	-	0.00	175,000	19.87	468,700	8.69	25,100	26.55	668,800	8.79
合計	1,245,470	100.00	880,860	100.00	5,392,090	100.00	94,531	100.00	7,612,951	100.00
區域別占比	16.36		11.57		70.83		1.24			

註：1.其它包含焦爐氣、高爐氣、轉爐氣、廢氣、廢熱。

2.區域別資料如下：

北部地區：宜蘭、基隆、台北、桃園；

中部地區：新竹、苗栗、台中、彰化、南投；

南部地區：雲林、嘉義、台南、高雄、屏東；

東部地區：花蓮、台東各縣市。

資料來源：經濟部能源局，2012。

（二）汽電共生系統發展之歷程

本文將藉由回顧汽電共生系統發展之歷程，分析汽電共生系統對於我國能源領域與近期氣候變遷議題下所扮演之角色，遂以「台灣光復時期」、「民國70~80年代」、「民國90年代後迄今」三階段進行探討，如圖2所示。

萌芽期
(工廠自用)

積極成長期
(分散電源、解決電力不足，朝向備用容量率達15~20%目標)

成熟轉型期
(節能減碳)

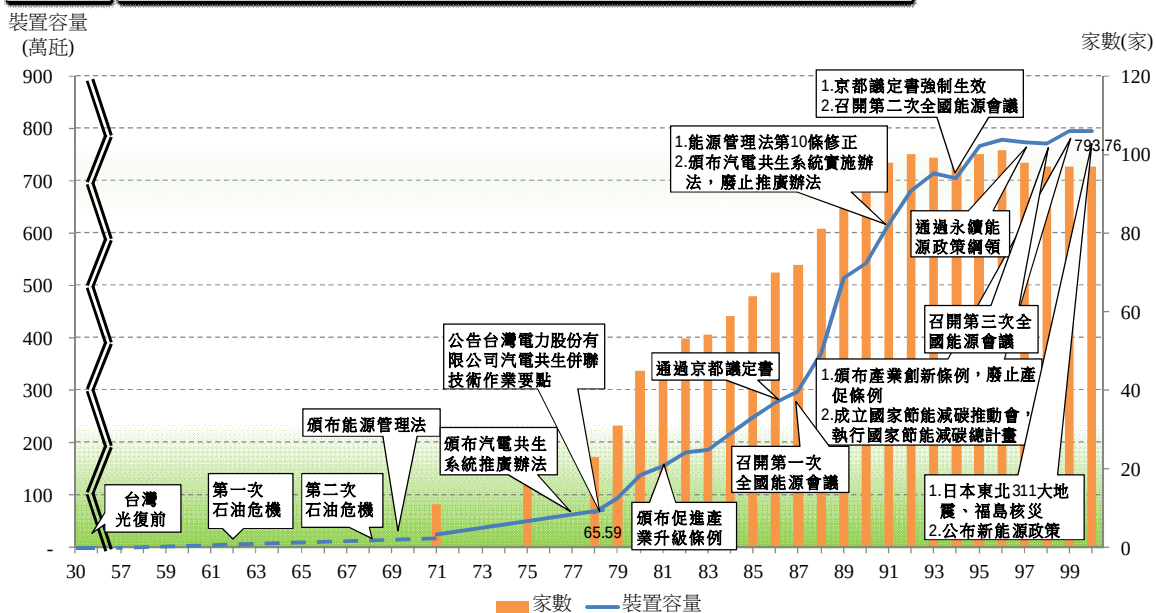


圖2 我國汽電共生系統發展歷程

資料來源：台灣綜合研究院整理，2011年。

（一）台灣光復時期：汽電共生系統萌芽期

民國34年台灣光復時期，電力系統裝置容量為27.5萬瓩，但因受二次戰火波及，可用電力僅剩3.3萬瓩；待至35年5月1日台灣電力公司成立，進行電力設施修復工作後，至42年，整體電力裝置容量增至36.3萬瓩。此時期，電力主要依賴水力發電，發電量占比高達93.7%。由於水力發電量受水文榮枯影響，當時部分業者（如台糖公司）為避免製程受到影響，故採取自行發電方式，設置汽電共生系統。

（二）民國70~80年代：汽電共生系統積極成長期

由於能源高度仰賴進口的台灣歷經62、68年兩次石油危機衝擊，政府能源政策改採發電多元化政策。除一方面推展核能發電，另一方面持續引進火力機組；此外，經濟部於民國69年頒布「能源管理法」，於第十條要求能源用戶生產蒸氣達中央主管機關規定數量（100噸/小時）者，應裝設汽電共生設備，並給予加速折舊之經濟誘因措施。

爾後，民國75年起，台灣政經情勢歷經大變局，如宣布解嚴、開放大陸探親、引進高科技及產業結構轉變等，電力需求因此持續增加，惟部分電源開發計畫如核四、蘇澳等受環保抗爭之影響興建受阻，導致電力備用容量率與合理備用容量標準15~20%相去甚遠，造成多次限電，影響民生、社會、經濟甚鉅。

政府為加速推動國內汽電共生系統設置，分散電源，以紓解限電困境，於77年7月15日頒布「汽電共生系統推廣辦法」，針對汽電共生系統符合有效熱能比率不低於20%，總熱效率不低於50%者，得向經濟部能源會申請登記為合格汽電共生系統，並享有加速折舊、投資抵減、低利融資貸款、天然氣價優惠、售電優

惠(餘電收購費率另可按台電公司核定之優惠價格予以收購合格汽電共生系統餘電)、購電優惠(備用電力)等更多獎勵優惠措施。

次年,台電公司為與汽電共生系統併聯時,能維持電力系統之品質、供電可靠度及公共安全,遂依「台電公司與合格汽電共生系統經營相互購電辦法」第3項規定,公告「台灣電力股份有限公司汽電共生併聯技術作業要點」,使汽電共生系統能夠給予穩定且便宜的電力。此時,汽電共生系統正式加入台電電力系統,裝置容量以年均成長15.2%之速度,自71年34.8萬瓩增至89年513.5萬瓩(合格汽電共生系統則達464.0萬瓩),對於台電電力系統佔有重要地位。

(二) 民國90年代後迄今：汽電共生系統成熟轉型期

90年代後,汽電共生系統發展趨於成熟,再者自政府開放民營電廠後,台電備用容量率均維持一定水準。爰此,經濟部藉由配合民國91年1月「能源管理法」第10條修正條文施行之機會,於同年9月4日頒布「汽電共生系統實施辦法」已取代「汽電共生系統推廣辦法」。

條文內容依循「汽電共生系統推廣辦法」之架構擬定,亦授權由經濟部公告收購價格;惟依新舊有別方式,新設機組取消舊有電價及備用電力之優惠措施,既有機組亦依折舊年限取消優惠;對於新設機組亦提升合格汽電共生系統資格認定標準,將總熱效率標準自50%提升至52%。此外,配合「促進產業升級條例」施行,取消租稅減免措施;配合「自用發電設備登記規則」施行,取消聯合設置;亦取消融資優惠、天然氣價優惠。

自93年4月起國際燃料價格飆漲,加上投資環境不佳、餘電收購費率不利等因素,導致工廠設置汽電共生系統意願降低。惟正逢全球暖化問題,在各國均積極進行溫室氣體減量之趨勢下,我國能源政策目標由「穩定能源供應安全」轉為兼顧「節能減碳」之方向發展,而推動汽電共生系統目的亦由分散電源,解決電力不足問題,擴展至兼顧追求溫室氣體減量之角色。

諸如,政府為因應「京都議定書」生效,於94年6月朝開「全國能源會議」,討論京都議定書生效後,整體能源因應與策略方向。其中於議題二「能源政策與能源結構發展方向」方面,將推動汽電共生系統作為提高能源效率之手段,並訂定『2010年800萬瓩、2025年1,000萬瓩』之目標。

至97年6月5日,行政院於第3095次院會通過「永續能源政策綱領」,政策目標為達到能源、環境與經濟三贏局面,同時在發展潔淨能源下,全國二氧化碳排放減量,於2016年至2020年間回到2008年排放水準,2025年回到2000年排放水準;提高能源效率、發展潔淨能源,以及能源供應穩定等四項目標。爰此,政府為達成永續能源政策綱領之政策目標與各項能源議題之推動共識,於98年4月召開第三次全國能源會議,會議分「永續發展與能源安全」、「能源管理與效率提升」、「能源價格與市場開放」、「能源科技與產業發展」四項核心議題進行討論。此時,汽電共生系統推動目標已不再僅以整體裝置容量為評斷標準,而開始轉至『鼓勵燃氣、低碳及共同設置』方向發展。

隨著全球暖化問題日益嚴重及傳統能源加速耗竭,99年5月行政院奉 總統指示成立「行政院節能減碳推動會」,整合目前相關部會之節能減碳計畫,並邀集相關部會規劃我國「國家節能減碳總計畫」,訂定國家節能減碳目標,包括節能

方面訂定2008年至2016年每年能源效率提高2%，進而使能源密集度於2015年較2005年下降20%以上，且藉由技術突破及配套措施，2025年較2005年下降50%以上；至於減碳目標方面，則配合98年全國能源會議結論，將減碳目標年修正為2020年回到2005年二氧化碳排放水準，2025年回到2000年二氧化碳排放水準。汽電共生系統亦持續作為我國節能減碳措施之一。

爾後，受日本福島核災影響，我國於去(100)年11月3日頒布「新能源政策」，宣示在核能方面，在確保核能安全前提下，核四2部機組於2016年前穩定商轉，核一將配合提前停轉，核二、核三將依原先規劃正常除役；而在面對未來電力需求增加之趨勢下，勢必將產生電力缺口。

為補足未來之電力缺口，政府於能源政策之供給面，除「全力推動再生能源」之外，亦期望藉由「促進天然氣合理使用」、「建構智慧電網」，以及「擴張新能源及節能科技研發能量」確保電力穩定供應；再者，於需求面則規劃由「加速產業結構轉型及強化能資源有效運用」、「倡導節能生活」、「推動智慧節能基礎建設與示範推廣」，以及「建立完善有助節能減碳市場機能及法制」共四面向著手。其中，在強化能資源有效運用方面，亦擬擴大區域能資源整合應用作為節能減碳措施；而汽電共生系統更是成為促進區域能源整合、建立蒸汽資源鏈結之關鍵角色。(我國歷年推動汽電共生系統政策措施，詳見表4)

表4 台灣汽電共生系統推廣政策措施一覽表

實施期程	政策	內容
69 年	頒布「能源管理法」	要求能源用戶生產蒸汽達中央主管機關規定數量者，應裝設汽電共生設備，並且適用獎勵投資條例關於加速折舊之規定。
77 年	頒布「汽電共生系統推廣辦法」	包括合格汽電共生廠之效率標準、融資優惠及租稅減免、天然氣使用優惠價格、聯合投資、購電與售電規定，以及合格系統經營者之義務等規範。
78 年	公告「台灣電力股份有限公司汽電共生併聯技術作業要點」	包括系統併聯方式、電力調度與通訊、系統併聯運轉、系統併聯保護等事項規定。
80 年	頒布「促進產業升級條例」施行細則	設置汽電共生設備者，可抵減營利事業所得稅額。
91 年	「能源管理法」修正	n 要求能源用戶生產蒸汽達中央主管機關規定數量者，應裝設汽電共生設備。要求綜合電業收購汽電共生系統之餘電，並提供系統維修或故障所需備用電力。 n 授權中央主管機關訂定收購餘電費率、汽電共生有效熱能比率與總熱效率基準及查驗方式之辦法，及裝設汽電共生之能源用戶與綜合電業相互併聯、電能收購方式、購電與備用電力費率及收購餘電義務之執行期間等事項。
91 年	頒布「汽電共生系統實施辦法」	包括有效熱能比率及總熱效率標準、合格汽電共生系統查驗方式、電能收購方式、收購餘電費率、購電及備用電力費率訂定原則，以及系統併聯規範。
93 年	頒布「合格汽電共生系統查驗原則」	公布合格汽電共生系統之範圍界定，以及各項相關數據之定義與計算方式。

96 年	執行「增購汽電共生電能暫行措施」	訂定增購汽電共生系統餘電費率，以及增購量核計方式。
97 年	成立「合格汽電共生系統輔導設置服務小組」	對於有意願設置汽電共生系統之廠商，提供技術面、法規面及經濟面之輔導建議。
98 年	修正「自用發電設備登記規則」	放寬申請共同設置自用發電設備標準。
98 年	修正「合格汽電共生系統查驗原則」	n 由鍋爐產生蒸汽先投入製程，再由製程產生廢熱作為發電使用者，其蒸汽熱能視為有效熱能 n 將其他有效能量之利用，如機械能、冷能等視為有效熱能產出。
99 年	頒布「產業創新條例」	n 各中央目的事業主管機關得補助或輔導企業推動溫室氣體減量與污染防治技術之發展及應用、鼓勵企業提升能源使用效率，應用能源再生、省能節水及相關技術。

資料來源：台灣綜合研究院整理，2011 年。

四、汽電共生系統設置效益分析

（一）評估範疇與方法

本文針對符合「汽電共生系統實施辦法」效率標準之「合格汽電共生系統」作為效益評估對象；其評估範疇涵蓋國家、台電公司及業者效益。其中，國家效益包含節約能源、溫室氣體減排效益；台電公司效益包含減少發購電成本效益及減少線損效益；而業者效益則為包含自用電與售電效益，以及自用蒸汽與售汽效益，如圖3所示。各類效益評估方法，茲分述如下：

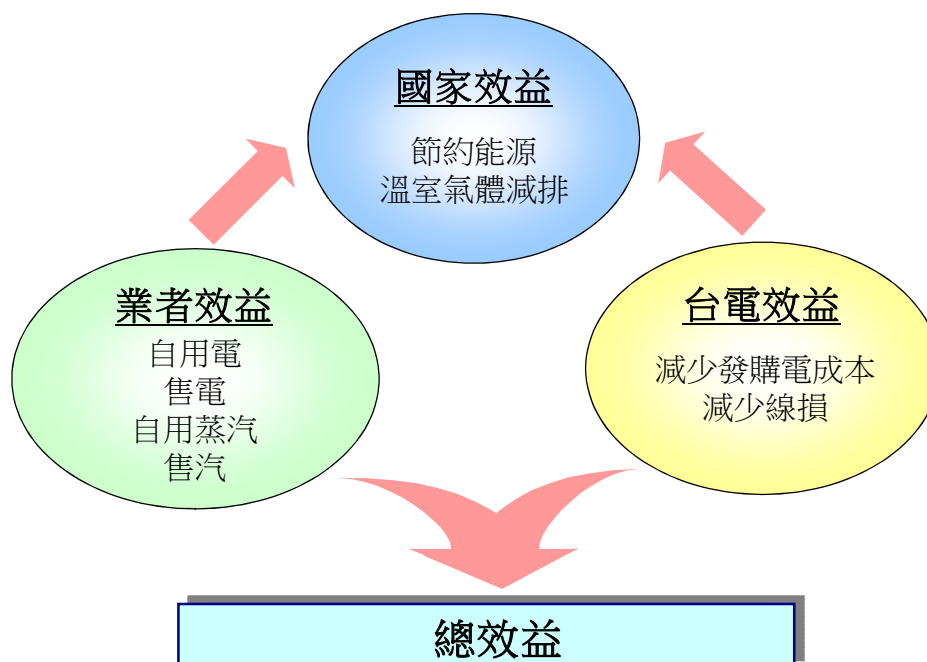


圖3 汽電共生設置效益評估範疇界定

資料來源：台灣綜合研究院整理，2011年。

1. 國家效益

(1) 汽電共生系統節約能源效益評估方法

步驟一：在相同供電及供汽量條件下計算設置/未設置汽電共生系統之總燃料投入量。

步驟二：計算設置汽電共生系統之燃料投入節約量，並換算為油當量、煤當量、電力量及貨幣價值。

(2) 減排效益評估方法

步驟一：在相同供電及供汽量條件下計算設置/未設置汽電共生系統之燃料別投入量。

步驟二：取得燃料別CO₂、SO_x、NO_x污染物排放係數。

步驟三：推估設置汽電共生系統與否之污染物排放量。

步驟四：將設置汽電共生系統所減少之污染物排放量與污染物單位減量成本相乘，求得設置汽電共生系統之減排效益。

2. 台電效益

(1) 減少發購電成本效益評估方法

步驟一：由台電公司提供之該年度「發電簡報」及「備轉容量表」等日報資料，每月選取3個樣本，全年共36個取樣本。

步驟二：將台電替代汽電共生機組之發電成本與台電購買汽電共生電能之購電成本相比，即為台電公司外購汽電共生系統電力所減少之成本效益。

(2) 減少線損效益評估方法

步驟一：將不同電壓別之汽電共生系統自用電量乘以相對應之該年度台電配電損失率、台電輸電損失率，以及台電發配電成本、發輸電成本，即可求得因汽電共生業者自用電所減少配電線損之效益。

步驟二：以台灣汽電共生系統輸電線損率乘以外購汽電共生餘電量及輸配電成本，可求得外購汽電共生餘電所增加的輸電線損之虧損。

步驟三：將減少配電線損效益與增加的輸電線之虧損加總後，即可得出台電減少線損之效益。

3. 業者效益

(1) 售電效益評估方法

步驟一：估算汽電共生廠之燃料別售電量。

步驟二：估算該年度之汽電共生系統燃煤、燃油機組發電成本。

步驟三：將汽電共生平均售電價格扣除汽電共生機組別發電成本，再乘以該年度汽電共生售電度數，即可求得業者售電效益。

(2) 自用電效益評估方法

步驟一：以台電電力價格（參考高壓平均電價）視為未設置汽電共生系統條件下之業者購電成本。

步驟二：由台電公司出版之當年度「統計年報」，取得汽電共生業者自用電量。

步驟三：將台電電力價格扣除汽電共生機組別發電成本，再乘以汽電共生自用電量，即可求得業者自用電效益。

(3) 售汽效益評估方法

步驟一：調查估算各機組別汽電共生廠之產汽成本、售汽價格與數量。

步驟二：將汽電共生各機組別售汽價格扣除汽電共生各機組產汽成本，再乘以該年度汽電共生售汽量，可求得業者售汽效益。

(4) 自用蒸汽效益評估方法

步驟一：估算在未設置汽電共生系統條件下之各類別鍋爐產汽成本。

步驟二：調查估算汽電共生機組別之產汽成本、自用蒸汽量。

步驟三：將未設置汽電共生系統情境下之鍋爐產汽成本扣除設置汽電共生系統之產汽成本，再乘以該年度汽電共生自用蒸汽量，即可求得業者自用蒸汽效益。

(二) 評估結果說明

經評估結果顯示，近年來台電公司外購汽電共生系統電力具有正面效益；不僅使台電公司因此獲得減少發購電成本及減少線損效益，確保我國長期電力供應穩定、品質提昇與成本降低等效益外，亦創造業者效益。惟在國家效益方面，因國內汽電共生系統約80%為燃煤機組，以其替代台電公司燃氣機組，反而降低減排效益。但就整體而言，設置汽電共生系統對於台灣整體確實具有正向效益。

表5 台灣地區近年汽電共生系統之設置效益評估比較

單位：億元

年度	國家效益	台電效益	業者效益	總效益
93	345.50	40.41	356.24	742.15
94	279.72	53.91	364.19	697.82
95	189.02	99.06	551.90	839.98
96	190.96	139.03	250.98	580.97
97	180.20	114.29	138.74	433.23
98	134.77	26.24	319.95	480.96
99	-20.19	56.68	345.72	382.21

資料來源：台灣綜合研究院整理，2011年。

五、結論與建議

誠如上述，由於汽電共生系統具有投入同一燃料而同時產出蒸汽與電能之功能，相較以同種燃料分別純發電、產製蒸汽之方式，可節省燃料20%以上，具有提高能源使用效率及節約能源，兼具減少空氣污染與抑制二氧化碳排放等效果。此外，由於汽電共生系統係伴隨工廠而分散設置於各地，對於分散電源及提高電力供應可靠度亦有顯著之成效。爰此，汽電共生系統對我國能源政策原所扮演分散電源、解決電力不足角色之外，更成為溫室氣體減量措施之一。

惟我國汽電共生系統因餘電收購價格無法完全反映燃料成本之情況下，近年來部分業者紛紛停止發電售電（如燃氣、燃油汽電共生業者）或改變燃料使用類別，導致汽電共生系統仍以含碳量較高之燃煤汽電共生系統為主。倘若未計入公共行政業應用汽電共生系統發電，則燃煤汽電共生系統占整體使用化石燃料之汽電共生系統發電量達8成之比例。

再者，根據台電99年電源開發方案顯示，現行基載機組不足，加上近年新增甚多複循環發電機組，如98年燃氣複循環機組總裝置容量達1,364萬瓩，占33.9%（台電公司，2010）。造成台電公司在實際電力調度下，有一部分複循環機組已作基載運轉，一部分作尖峰運轉，導致評估設置汽電共生減碳效益時，反而出現「減碳效果不佳」之誤解。茲以汽電共生系統發電結構與台電遞補汽電共生系統電能之機組結構差異性說明，民國99年若無設置汽電共生系統而由台電系統遞補發電時，則台電公司遞補機組中7.5%電能由燃煤機組發電、3.5%由燃油機組發電、89.0%由燃油機組發電；反觀汽電共生系統發電結構上，燃煤汽電機組占83.2%，燃油汽電機組13.2%，燃氣汽電機組則僅占3.4%。

綜觀世界各國均鼓勵低碳、燃氣汽電共生系統之發展，期能達成溫室氣體減量之目標；反觀我國對於低碳、燃氣汽電共生系統之相關推動措施不如國外制度健全，進而影響低碳、燃氣汽電共生系統之發展。因此，為兼顧經濟發展及溫室氣體減量政策，建議主管機關應積極研修相關獎勵措施，以發揮汽電共生系統節能減碳與分散電源之最大功效。

參考文獻

1. Bureau of Energy Efficiency, 2012, Energy Managers/Auditors-Guide Book 2: Energy Efficiency in Thermal Utilities. chapter 7. Available online: http://220.156.189.23/energy_managers_auditors/documents/guide_books/2Ch7.pdf.
2. IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, chapter 4. Available online: <http://ipcc.ch/>.
3. 台電公司（2010），「99 台電電源開發方案」。
4. 台灣電力公司網站，<http://www.taipower.com.tw/>。
5. 李涵茵、林唐裕、陳玟如等（2004），外購電力成本效益分析，台灣綜合研究院，經濟部能源會專案研究計畫。
6. 李涵茵、梁志堅、陳玟如等（2005），汽電共生效益評估及未來發展之研究，

- 台灣綜合研究院，經濟部能源局專案研究計畫。
7. 林唐裕、吳再益、沈文瀾等（2006~2009），合格汽電共生系統效率查驗及效益評估，台灣綜合研究院，經濟部能源局專案研究計畫。
 8. 林唐裕、梁志堅（2003），推廣汽電共生系統效益研究，台灣綜合研究院，經濟部能源委員會專案研究計畫。
 9. 許志義、張四立、陳澤義等（1988），台灣汽電共生電價之研究，中華經濟研究院，經濟部能源委員會委託研究計畫。
 10. 陳玟如、林唐裕、沈文瀾、李涵茵等（2011），汽電共生輔導設置與經濟效益分析及煤炭供需之研究，台灣綜合研究院，經濟部能源局委辦計畫。
 11. 陳玟如、林唐裕、沈文瀾等（2010），推動汽電共生系統輔導設置與經濟效益評估之研究，台灣綜合研究院，經濟部能源局專案研究計畫。
 12. 經濟部能源局（2005），「94 全國能源會議具體結論」。
 13. 經濟部能源局（2009），「98 全國能源會議具體結論」。
 14. 經濟部能源局（2011），「確保核安 穩健減核 打造綠能低碳環境 逐步邁向非核家園」，民國 100 年 11 月 3 日。
 15. 經濟部能源局（2012），「能源統計月報」。