

國外汽電共生系統推動現況分析

蔡欣欣 102.7.29

2005 年 2 月 16 日「京都議定書」正式生效，世界各國無不努力推行各節能減碳目標政策。汽電共生系統相較傳統發電系統具有更高能源效率，爰此，各國為穩定能源供應安全兼顧抑制溫室氣體排放之目標，均採推動汽電共生系統作為重要節能減碳手段。

本文依「氣候地理環境條件」、「汽電共生系統推廣成效」為主要遴選條件，並考慮「社經條件」、「電力市場結構」、「資料可取得程度」等項目，篩選出荷蘭、英國、美國加州、美國德州及中國等國家進行深度探討，供作我國推動汽電共生系統政策參酌。

一、 荷蘭

2011 年荷蘭汽電共生系統發電量為 586 億度，占總發電量 51.9%；而裝置容量達 1,234.8 萬瓩，約占總裝置容量 44.0%，詳見表 1。在燃料使用方面，目前荷蘭汽電共生系統以使用天然氣為主，占比達 71.98%，其次依序為生質能及廢棄物，占 21.56%、煤炭占 6.41%，燃油則僅占 0.05%。荷蘭政府為了鼓勵使用再生能源發電，推行永續能源誘因計畫（sustainable energy incentive scheme, SDE+），在 SDE+ 的獎勵下，荷蘭汽電共生系統之使用生質能及廢棄物的比重從 2010 年的 18.6% 提升至 2011 年的 21.56%。

表 1. 荷蘭汽電共生系統發展趨勢

項目	單位	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
裝置容量	百萬瓩	12.2	12.8	12.9	12.3	12.3
有效電能產出	TWh	58.3	61.4	63.4	61.7	58.5
有效電能產出占總發電量比率	%	55.1	56.7	55.8	52.0	51.8
有效熱能產出	PJ	225.6	243.1	216.5	231.7	224.6

資料來源：CBS（2013），StatLine Home, Tables by theme, Select data.

為促進汽電共生系統之使用，荷蘭政府採取一系列措施，主要推動策略如下：

（一）汽電共生系統誘因計畫

1988 年荷蘭政府推動汽電共生系統獎勵計畫，此計畫重要的內容為投資補助、優惠的燃氣費率（特別吸引小規模的汽電共生系統）及建立汽電共生系統推動機構；同時也進行電力部門的重整，並頒布「汽電共生系統新電力法（Combined Heat and Power The New Electricity Act）」，強制規範電力公司負責收購汽電共生系統生產的電力，以支持汽電共生系統之發展，並透過公共電網導入最低費率，開放發電業與配電業。

（二）收購電價補貼（Feed-in subsidy）

為引進並推廣汽電共生系統之使用，2001 年開始併聯至電網之汽電共生系統廠進行收購電價補貼。2003 年電價補貼額度以汽電共生系統之碳排放密集度（二氧化碳排放量/度）為基礎訂定，補貼額度會依每年汽電共生系統技術之改變而有所變動。至 2008 年，對於使用化石燃料之汽電共生系統廠則不給予補貼，對於使用生質能之汽電共生系統廠，每度電給予 5.3 分之津貼，並實施至 2020 年為止。

（三）二氧化碳排放交易制度

根據歐盟排放交易指令 2003/87/EC，在第一階段（2005-2007 年）提供能源部門與能源密集度產業可利用汽電共生系統，減少二氧化碳排放，換取扣抵額度。荷蘭因屬歐盟成員國，亦享有此項獎勵措施，故荷蘭設有汽電共生系統之業者，可得到扣抵額度。至第二階段，現存的汽電共生系統廠將亦需要減少排放量，新設汽電共生系統廠則無多餘的排放額度。

（四）能源稅減免

1996~1997 年荷蘭實施能源稅，若發電機組之發電效率達 30%或發電裝置容量（power capacity）高於 60KW，則不需繳交能源稅，此項誘因措施亦用於推廣汽電共生系統設置。

（五）能源投資扣除計畫

1997 年能源投資扣除計畫為一項獎勵投資再生能源與節能技術之措施，該計畫允許投資者從公司利潤中扣除 44%的投資成本，以現今稅率來看，其相當於給予約 11%之補貼優惠。

（六）永續能源誘因計畫（sustainable energy incentive scheme, SDE+）

2012 年此計畫預算為 17 億歐元，至 2013 年提高至 30 億歐元。SDE+ 的預算用於鼓勵再生能源之使用，其中以再生能源為燃料之再生能源系統亦納入該計畫項目之一。在 SDE+計畫開始之後，荷蘭使用生質能、工業廢氣作為投入燃料的汽電共生系統在 2007 至 2011 年間，裝置容量增加 20%。

（七）能源投資補貼（Energy Investment Allowance, EIA）

EIA 是一項針對投資節約能源設備（需達到規定之效率標準）及永續能源的廠商，所做的減稅方案。廠商投資於節能設備的金額，可做為廠商應課稅淨利的扣除額，最高可達設備投資額之 41.5%。汽電共生廠商於 2012 年開始適用於 EIA 的認證範圍。

二、 英國

為降低 CO₂ 的排放量，英國於 2004 年設定汽電共生系統的發展目標，裝置容量預計於 2010 年達到 1,000 萬瓩。在 2007 年提出的能源白皮書中，提出應持續推廣汽電共生系統，短程及中程將透過汽電共生系統，減少能源傳輸之損耗；長期則透過發展氫能以取代天然氣之使用。2011 年英國汽電共生系統總裝置容量達 611 萬瓩，占全國電力總裝置容量 6.8%；發電量為 27,191 百萬度，約占英國電力供給 7.4%；汽電共生系統總熱效率達到 67.2%，如表 2 所示。

自 2007 年至 2011 年間，英國汽電共生系統裝置容量增加了 71 萬瓩，絕大部分的增長來自於不足 1,000 瓩的小型汽電共生系統。裝置容量超過 1 萬瓩之大型汽電共生系統機組，2011 年占全英國汽電共生總裝置容量 81.82%，惟成長趨緩，甚至呈現遞減趨勢。反觀小型汽電共生機組（小於 1,000 瓩），其裝置容量成長率皆在 16%以上，詳見表 3。

表 2 英國汽電共生系統發展趨勢

項目	單位	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
安裝數		1,407	1,427	1,485	1,577	1,880
裝置容量	萬瓩	539	541	557	605	611
裝置容量成長率	%	-0.6	0.2	3.0	8.6	0.9
熱電比		1.8	1.9	1.8	1.8	1.8
燃料投入	百萬度	118,601	118,689	111,298	112,570	112,858
有效電能產出	百萬度	27,833	27,529	26,428	26,772	27,191
有效熱能產出	百萬度	51,298	51,913	48,096	48,273	48,627
總熱效率	%	66.7	66.9	67.0	66.7	67.2
容量因素	%	58.9	58.1	54.1	50.5	50.8

資料來源：DECC (2012), Digest of United Kingdom Energy Statistics 2012 Chapter 7: Combined Heat and Power, capacity.

表 3 英國汽電共生系統之裝置容量（依機組大小別）

機組規模	2011 年裝置容量 (萬瓩)	占比 (%)	2010 年裝置容量 (萬瓩)	成長率 (%)
小於 100 瓩	3.3	0.54	2.8	16.38
100 瓩~999 瓩	25.0	4.09	20.8	20.05
1,000 瓩~1 萬瓩	82.8	13.56	79.5	4.22
大於 1 萬瓩	500.0	81.82	502.2	-0.45
總計	611.1	100	605.3	0.95

資料來源：DECC (2012), Digest of United Kingdom Energy Statistics 2012 Chapter 7: Combined Heat and Power.

在燃料使用方面，汽電共生系統燃料投入以天然氣為主，占比達 69.9%。英國在 1990 至 2004 年間於北海發現豐富的天然氣，使天然氣價格大幅下跌，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，故天然氣使用比例高。投入燃料比例第二高為製程副產品、焦爐氣、高爐煤氣及煉廠氣所組成的其他燃料。汽電共生投入燃料成長最多者為再生能源燃料，¹其 2007 至 2011 年之年均成長率 21.6%。

英國政府從 2000 年開始，針對達到特定效率門檻的汽電共生系統，推出汽電共生保證品質計畫（CHP Quality Assurance Programme, CHPQA）。此計畫為一系列鼓勵汽電共生系統設置的獎勵措施，整理如下：

¹ 再生能源燃料在此定義為：生質能、污水沼氣、城市固體廢棄物及廢棄物衍生燃料。

(一) 躉購制度 (Feed-in Tariff)

2010 年 5 月 1 日，2008 能源法 (Energy Act 2008) 針對裝置容量 2 KW 以下的小型汽電共生系統，提供優惠饋網電價。每度電饋網電價為 12.5 便士 (0.125 英鎊)。燃燒沼氣之汽電共生系統，也依裝置容量，提供每度電 9.9-14.7 便士的饋網電價。統計至 2012 年 4 月為止，共有 361 組汽電共生系統，裝置容量達 365 KW，註冊躉購電價計畫。

(二) 再生能源熱能獎勵計畫 (Renewable Heat Incentive, RHI)

凡在 2009 年 7 月 15 日之後設置之沼氣燃料汽電共生系統，都可註冊 RHI，並依照裝置容量之不同，每度電收購價格從 1 至 7.9 便士不等。

(三) 再生能源義務認證 (Renewable obligation Certificates, ROCs)

英國政府強制規定電力供應者須取得 ROCs，若無法達成規定的數量，每一單位的 ROCs 缺額將會罰款約 40 英鎊。英國使用再生能源當燃料的汽電共生系統皆可獲得不同單位的 ROCs，舉例而言，2013 年，沼氣燃料之再生能源系統可獲得每千度電 2 單位的 ROCs。在 2013 年至 2015 年間，新設電廠可自由選擇參加 ROCs 或是 RHI，2015 年 3 月 31 日之後，則須選擇 ROCs 與 RHI 的混合制度。

(四) 投資資本補貼 (Enhanced Capital Allowances, ECAs)

達到效率標準之汽電共生系統，可申請 ECAs，在申請的第一年，資本折舊金額可獲得完全補貼。根據英國汽電共生協會估計，若折舊年限為 15 年，ECAs 可使廠商獲得總投資額 7-10% 的補貼。ECAs 只適用於各產業投資的汽電共生系統，不是用於純發電廠。且有參加 ROCs 或是 RHI 計畫的汽電共生系統不得獲得 ECAs。

(五) 免徵氣候變遷稅 (Climate Change Levy, CCL)

在英國，供應給國外的能源，須課徵氣候變遷稅。經過 CHPQA 認證之汽電共生系統，部分可獲得免徵氣候變遷稅的優惠。直接供電給使用端的汽電共生系統，其可免徵氣候變遷稅。經過第三方供電給消費端之汽電共生系統，若經過 CHPQA 認證，可獲得汽電共生免稅認證 (CHP Levy Exemption Certificates, LECs)。自 2013 年 4 月，非直接供電給消費端之汽

電共生系統，開始課徵氣候變遷稅，但之前取得的 LECs 可繼續使用至 2018 年。

(六) 碳價格支持計畫 (Carbon Price Support, CPS)

英國政府於 2013 年 4 月提出以 CPS 替代氣候變遷稅的計畫。適用對象為化石燃料發電的電廠，稅率為每公噸 CO₂ 課徵 15.5 英鎊。汽電共生系統依其使用化石燃料的比例，課徵減量的 CPS 稅，而經過 CHPQA 認證且非生產電力之汽電共生系統，及裝置容量小於 2,000 瓩的小型汽電共生系統將免徵 CPS 稅。

(七) 「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，皆可獲得一定補助。

(八) 地方型基金與推廣措施 (Regional funds and support schemes)

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。

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。

三、 美國加州及德州

汽電共生系統是美國電力重要供應來源之一，2011 年美國汽電共生系統發電裝置容量已達 8,200 萬瓩，其中製造業的占比達到 87%，而以天然氣

為燃料之汽電共生系統占總裝置容量 72%。2 汽電共生系統裝置容量占全美發電系統裝置容量之 8%，而發電量更超過 12%。3 2012 年 8 月 30 日，歐巴馬政府公布行政命令「加速工業能源效率提升投資（Accelerating Investment in Industrial Energy Efficiency）」，規劃、推動工業部門設置汽電共生系統，期望 2020 年之前將汽電共生系統的總裝置容量，增加 4,000 萬瓩，總投資達 400 至 800 億美元。

美國以行政法規推廣汽電共生系統始於 1978 年，聯邦政府訂定「公用事業管制政策法（PURPA）」，鼓勵合格發電設施加入供電行業，以達節約能源之目標。主要獎勵機制為縮短汽電共生計畫之折舊年限或提供投資稅貸款，以提高能源效率。1992 年制定「能源政策法（EPA）」，針對 PURPA 相關部分條文加以修正，並開放 IPPs 加入市場。

2001 年美國國家能源改革研究小組提出「美國國家能源政策」報告，建議總統要求財政部長與國會合作通過縮短汽電共生計畫的折舊年限或提供投資稅收信貸，以提高能源效率。並建議總統要求環保局（EPA）的管理者與當地州政府合作，促進使用設計良好的汽電共生系統和其他淨潔能源發電機，並要求 EPA 管理者在環境許可一定彈性範圍內推動汽電共生系統之發展，以達「國家能源計畫」中有關汽電共生系統規劃目標（2010 年汽電共生系統裝置容量 9,200 萬瓩）。

2005 年 8 月通過之「美國能源政策法」，再次強調發展汽電共生系統之重要性，政府宣布至 2009 年提供 41 億美元，藉由可再生電力生產抵減（Renewable Electricity Production Credit, REPC）及潔淨再生能源債券（Clean Renewable Energy Bonds, CREBS），用於再生能源與高效能技術稅賦獎勵，其中汽電共生系統更被列為重點項目之一，短期的實施財稅誘因機制，以刺激新興汽電共生技術（燃料電池與小型渦輪機）與再生能源作為發電燃料之利用。

2008 年 10 月 3 日通過之「美國能源政策法能源改善與擴展法（Energy Improvement and Extension Act of 2008）」，主要內容係放寬能源稅獎勵機制範疇，除了將太陽能、燃料電池及微型燃氣輪機之現有抵減期限延長至 9 年，並增加燃料電池的抵減額度，同時小型風力系統、地熱系統及汽電共

² 資料來源：DOE（2012），Combined Heat and Power Installation Database，
<http://www.eea-inc.com/chpdata/index.html>。

³ 資料來源：EPA（2012），Combined Heat and Power-A Clean Energy Solution。

生系統亦可進行能源稅抵減。該法給予新設汽電共生機組 10%投資稅額抵減，此優惠至 2017 年 1 月 1 日為止；另根據該法第 168 條，可給予汽電共生系統加速折舊之優惠。

美國除以聯邦法律來推廣汽電共生系統，各州政府也發行各式推行政策。本年度研究將分別探討加州及德州之汽電共生發展現況及推廣政策。

（一）美國加州

2011 年加州汽電共生系統裝置容量 747.3 萬瓩，占全加州電力裝置容量 10.2%。由於過去幾年天然氣價格大幅下降，廠商設置天然氣為燃料的發電設備誘因提昇。以天然氣為燃料之汽電共生機組，裝置容量占比最高（78.8%），其次分別為煤炭（6.2%）及工業製程廢氣（3.5%），詳見表 4。若以機組別來劃分，則比例最高者為內燃機組（43.7%），其次依序為複循環機組（39.29%）及汽力機組（11.6%）。

表 4 2011 年加州汽電共生系統依燃料別統計

燃料別	裝置容量 (萬瓩)	占比(%)
天然氣	589.1	78.82%
工業製程廢氣	25.8	3.45%
煤炭	46.2	6.18%
木材	20.4	2.73%
其他	11.7	1.56%
生質能	24.6	3.29%
燃油	7.3	0.97%
水力	20.5	2.74%
太陽能	1.9	0.25%
total	747.3	100%

資料來源：美國能源部資料庫 (2013),

<http://www.eea-inc.com/chpdata/States/CA.html>.

為因應溫室氣體排放減量措施，加州州議會於 2007 年通過四項與溫室氣體有關法規，均將汽電共生系統優先列為提升能源使用效率及減少溫室氣體排放策略之一。茲分述如下：

1. 2007 年 2 月 1 日「AB 242 號法案」，確定獎勵業者進行自願性溫室氣體減量設備之投資，其中明列建立汽電共生設備為可行方案之一。
2. 2007 年 2 月 23 日「AB 1064 號法案」，修訂原有公用事業法 (Public

Utility Code)，授權主管機關提供誘因獎勵自行發電，但亦規定適用此獎勵措施之汽電共生系統效率需達 60%。若總熱效率達 60%，則業者可取得符合 0.07 磅/每千度之 NOX 排放標準之認證。

3. 2007 年 2 月 23 日通過「AB 1613 號法案」，確立透過汽電共生系統可有效利用廢熱之政策方針，並明定 2015 年汽電共生發電應增加 5,000 百萬度之政策目標。
4. 2007 年 10 月 14 日通過「加州汽電共生系統躉購費率制度 (FiT)」，凡是 2008 年 1 月之後開始運轉之汽電共生系統，且符合裝置容量小於 2 萬瓩、總熱效率大於 62%、生產每千度電所排放之 NOX 低於 0.07 磅之汽電共生系統。

加州在 2010 年發布的布朗潔淨能源工作計畫 (Governor Brown's Clean Energy Jobs Plan)，明確訂出 2030 年汽電共生系統，裝置容量達 650 萬瓩的目標。

2012 年 3 月 21 日，加州發布「公共部門能源效率融資計畫 (Energy Efficiency Financing for Public Sector Projects)」，針對建築物及公用設施 (汽電共生系統也可申請) 進行投資能源效率改善的低利率融資，單件投資計畫最高融資額為 300 萬美元。

(二) 美國德州

2011 年德州汽電共生系統裝置容量 1,807.6 萬瓩，占德州電力系統總裝置容量 15.2%。因頁岩氣革命，帶動天然氣價格大幅下降，汽電共生廠商多偏好設置燃料價格便宜之機組，因而 2011 年德州以天然氣為燃料之汽電共生機組，裝置容量占比達 95.3%，其次為工業製程廢棄物 (1.8%)，詳見表 5。若以機組別來劃分，則比例最高者為複循環機組 (74.6%)，其次依序為汽力機組 (12.5%) 及內燃機組 (12.4%)。

美國德州之汽電共生系統發展蓬勃之緣由，除了歸功聯邦政府自 1987 年迄今所頒布之相關推廣政策之外，州立政府與相關產業團體亦利用法規、宣導，以及技術協助進行汽電共生之推廣。茲分述如下：

表 5 2011 年德州汽電共生系統依燃料別統計

燃料別	裝置容量 (萬瓩)	占比(%)
天然氣	1,723.6	95.34%
工業製程廢棄物	33.4	1.85%
木材	17.6	0.97%
其他	25.9	1.43%
生質能	3.5	0.19%
燃油	3.5	0.19%
total	1,807.8	100%

資料來源：美國能源部資料庫 (2013),

<http://www.eea-inc.com/chpdata/States/CA.html>.

1. 訂定輸配電業能源效率目標

自 2002 年起，德州公用事業委員會 (Public Utility Commission of Texas, PUCT) 要求輸配電服務公司 (Transmission and Distribution Service Providers, TDSPs) 需符合能源效率目標 (節省 10%)，並藉由財政誘因機制鼓勵合格汽電共生廠設置。此外，2008 年將效率目標提升至 20%，以刺激汽電共生系統之技術提升。

2. 海灣汽電共生應用中心 (Gulf Coast Combined Heat and Power Application Center)

依據 2005 能源政策法，美國能源部出資成立海灣汽電共生應用中心。美國能源部自 2001 年先後成立 7 個汽電共生系統應用中心 (CHP Regional Application Center, RACs)。其中海灣汽電共生應用中心於 2005 年在德州休士頓成立，其服務州別包含三個海灣州 (路易斯安那州、德州及奧克拉荷馬州)，提供技術援助、案例分析，以及計畫推廣。

3. 能源自主與安全法 (Energy Independence and Security Act of 2007)

2007 年 12 月 19 日「能源自主與安全法」正式生效實施，根據該法第 451 條建立回收盤查計畫 (Recoverable Waste Energy Inventory Program) 中，將提撥 2008 年 200 萬美元之預算給能源部，以協助廠商進行設置汽電共生系統之可行性評估。此外，根據該法第 375 條，能源部成立之區域汽電共生應用中心 (如海灣汽電共生應用中心) 更名為「清潔能源應用中心」，並且預計從 2008 年至 2012 年每年提供 1,000 萬美元進行汽電共生等相關潔能

技術之研究。

4. 能源改善與擴展法 (Energy Improvement and Extension Act of 2008)

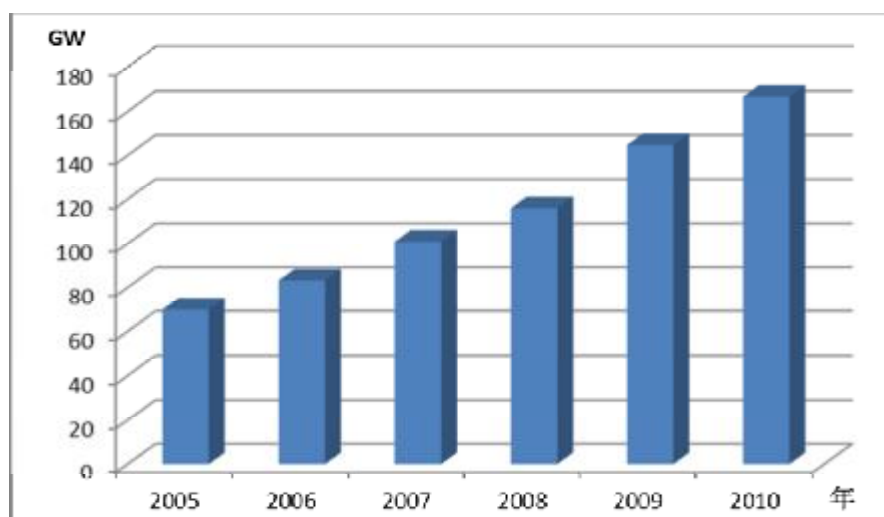
2008 年 10 月 3 日通過該法案，該法主要內容係放寬能源稅獎勵機制範疇，除了將太陽能、燃料電池及微型燃氣輪機之現有抵減期限延長至 9 年，並增加燃料電池的抵減額度，同時小型風力系統、地熱系統及汽電共生系統亦可進行能源稅抵減。該法給予新設汽電共生機組 10%投資稅額抵減，此優惠至 2017 年 1 月 1 日為止；另根據該法第 168 條，可給予汽電共生系統加速折舊之優惠。

5. 德州汽電共生推動組織 (The Texas Combined Heat and Power Initiative)

德州汽電共生推動組織為非營利組織，其使命係推動更具效率、經濟及環境友善性之汽電共生系統；目標係為汽電共生相關利害者提供教育與資源之服務，並且舉辦研討會進行汽電共生技術面、經濟面與政策面議題之交流，在德州汽電共生系統之發展扮演重要的角色。

四、 中國

中國汽電共生系統市場在過去數年來有明顯成長，如圖 1 所示。自 2005 年 6,980 萬瓩增至 2010 年 16,650 萬瓩，年平均成長率為 18.9%。2010 年，中國汽電共生系統裝置容量占全國發電裝置容量之 17.2% (中國電力企業統計聯合會，2011)。汽電共生系統機組主要分佈於華北、東北等氣候寒冷或工業用熱需求量大之地區，因為目前中國汽電共生系統的推廣以集中供熱為主要方向，人口較稀少之貴州、雲南、西藏、江西、青海等省份沒有汽電共生系統機組，詳見表 6。



資料來源：中國電力企業統計聯合會（2012）。

圖 1 中國汽電共生系統裝置容量走勢圖

表 6 2008 年中國汽電共生系統設備分佈情形

地區	裝置容量（萬瓩）	地區	裝置容量（萬瓩）
北京市	386	河南省	751
天津市	261	湖北省	111
河北省	838	廣東省	276
山西省	374	廣西自治區	-
內蒙古自治區	957	海南省	-
遼寧省	817	重慶市	17
吉林省	476	四川省	51
黑龍江省	660	貴州省	-
上海市	334	雲南省	-
江蘇省	1,685	西藏自治區	-
浙江省	557	陝西省	123
安徽省	205	甘肅省	247
福建省	63	青海省	-
江西省	-	寧夏自治區	83
山東省	2,075	新疆自治區	195
總計	11,583		

資料來源：汽電共生系統協會，2009。

自 1980 年代以來，中國政府陸續推動汽電共生系統相關政策，詳見表 7；本研究將重要推廣政策進一步說明，茲分述如下：

表 7. 中國汽電共生系統推廣政策歷程

年別	政策	內容
1986	公告「加強都市區域熱供應管理」工作報告	加強都市區域熱供應管理。
1989	發展工業區域供熱政策	提出工業區區域供熱政策。
1989	擬定「鼓勵小型汽電共生系統廠發展及限制小型冷凝式發電廠規章」	規章內容包括技術面、財政工具、尖峰電力規範、燃料供應面，以及線上電價規範，以規範汽電共生系統之發展與減少小型冷凝式產熱廠。
1995	公告「加強都市區域熱供應計畫與管理」工作報告	提出要求加強都市熱供應計畫擬定與管理。
1997	通過「中國節約能源法」	汽電共生系統被列為重要國家節能技術，明言應鼓勵之。
1998	擬定「國家鼓勵發展關鍵產業、產品及技術」目錄	將汽電共生系統編入關鍵產業技術中。
1998	擬定汽電共生系統相關規章	包括訂定熱電比率，作為界定並推動新型汽電共生系統廠之重要指標。
2000	修訂「汽電共生系統發展規章」	明定汽電共生系統指標、管理執行與電網併聯等規範。
2002	汽電共生系統預先可行技術規章專案	要求實施汽電共生系統專案前，應進行技術面與經濟面之可行性研究
2003	都市暖氣改造試驗計畫指導主張	著重停止福利供熱，並推動商業區域供熱。供熱改造試驗專案從中國東北部、北部、東西部、山東及河南等省分開始執行。
2004	指導都市住宅暖氣表技術	提供技術措施以符合熱表需求，包括可控的室內自動調溫器。
2004	中國中長期能源發展計畫	鼓勵汽電共生系統技術
2004	中國中長期節能計畫	界定汽電共生系統為重要的節能技術，並將汽電共生系統列為國家十大節能計畫之一。
2005	住宅建築節能管理規章	鼓勵冷熱電共生系統（Combined Cooling, Heating and Power, CCHP）技術。
2005	加強都市供熱改造主張	著重改革蒸氣價格、推動區域供熱逐步商業化、有效執行都市供熱與推動節能。
2006	執行推動暖氣表主張	訂定暖氣表目標與措施。
2006	發改會公布中國節能技術政策	提供汽電共生系統一些重要建議，包括應推動 CHP 及 CCHP 設置，而非小型暖氣鍋爐；在有適當的暖氣負載地區發展 CHP 及 CCHP；在北方暖氣地區之大中型都市發展 CHP 及 CCHP；在適當的環境下發展分散式 CCHP 系統。
2007	汽電共生和煤礦石綜合利用發電項目建設管理暫行規定	寒冷地區發展集中供熱為主，在夏熱冬冷地區發展冷熱電共生系統，並規定汽電共生系統之躉購電價。

年別	政策	內容
2007	在「十大國家節能計畫」下，執行「國家十大節能專案機制」	進一步具體說明汽電共生系統之重要應用與推動策略。
2007	國外投資產業指導目錄	鼓勵國外投資並在中國營運汽電共生系統廠。
2007	都市暖氣價格管理暫行措施	提出暖氣價格結構改革，結構包含基本暖氣價格與計量暖氣價格兩部分，並逐步採用。
2007	修正「中國節約能源法」	擬定推動 CHP 及 DHC 相關法規條文。
2013	能源發展十二五規劃	訂定汽電共生系統裝置容量 7,000 萬瓩的增長目標，並鼓勵發展大型、複循環機組之氣電共生系統，及冷熱電共生系統。

資料來源：IEA(2009), “CHP/DHC Country Scorecard-China”。

（一）汽電共生系統發展相關規章（1998 年／2000 年）

1998 年「汽電共生系統發展相關規章」初步訂定汽電共生系統之熱電比率，以改善汽電共生系統效率。2000 年修正「汽電共生系統相關規章」，增列汽電共生系統技術、管理措施以電網併聯規章，主要內容重點說明如下：

1. 要求地方政府擬定汽電共生系統發展計畫。
2. 詳細說明汽電共生系統專案認可條件。
3. 汽電共生系統技術指標（總效率水準與熱電比率）要求。以汽輪機汽電共生系統機組為例，該機組之年總能源效率需大於 45%；汽電共生系統機組容量大於 5 萬瓩者，年熱電比率需大於 100%；汽電共生系統機組容量介於 5 萬至 20 萬瓩者，年熱電比率需大於 50%；區域供熱用之冷凝式汽電共生系統機組容量大於 20 萬瓩者，供熱期間之熱電比率需大於 100%。
4. 電力管理部門需提供汽電共生系統電網併聯檢驗意見。
5. 設置汽電共生系統指導方針；為達能源效率最佳化，應根據可用暖氣負載，設置一定容量之汽電共生系統。
6. 鼓勵並輔導使用廢熱、煤渣及其他廢棄物作為汽電共生系統之燃料。
7. 建議使用 CCHP，以改善能源效率。

8. 規劃 CHP/DHC 專案之暖氣供應範圍，若規劃 CHP/DHC 容量符合暖氣需求，則須限制其他新增小型燃煤鍋爐專案。

9. 目標執行暖氣計量表裝置。

(二) 中國中長期能源發展計畫 (2004 年) 及國家十大節能計畫執行機制

2004 年中國中長期能源發展計畫視 CHP 為重要節能技術，併列於國家十大節能計畫中。2007 年中國發改會公布「國家十大節能專案之執行機制」，陳述汽電共生系統目標應用與推動策略等細節，包括：

1. 訂定推廣目標：2005 年至 2010 年，在北部暖氣地區新增 4,500 萬瓩之汽電共生系統機組，在南部工業暖氣應用地區設置 800 萬瓩。
2. 主要應用：要求住宅與工業部門發展汽電共生系統，鼓勵分散式汽電共生系統及使用廢棄物為汽電共生系統燃料。

(三) 都市暖氣改造試驗計畫指導主張 (2003 年)

該主張中止暖氣福利並推動商業區域暖氣。該規章提出區域暖氣表之具體要求。此外，暖氣改造試驗專案從中國東北部、北部；西北部、山東及河南之省分開始進行。

(四) 汽電共生系統暫行規章與煤渣整合利用發電 (2007 年)

2007 年 1 月 15 日，發改會及建設部頒布「汽電共生系統暫行規章與煤渣整合利用發電」。相較 2000 年經修正後之「汽電共生系統發展規章」在汽電共生系統方面有更多的行政規範，內容如下：

1. 要求地方政府規定汽電共生系統與煤渣利用規劃。
2. 屬嚴冬且集中式暖氣負載地區應積極發展汽電共生系統，取代小型供汽鍋爐。屬炎夏且寒冬地區，應在集中式暖氣負載地方發展汽電共生系統，亦鼓勵在合適地點發展冷熱電共生 (CCHP, Trigeneration)。
3. 對於既存汽電共生系統廠區域，鼓勵持續發展設置汽電共生系統廠。
4. 不鼓勵單獨企業設置汽電共生系統，但除大型企業如石油、化學、

鋼鐵及造紙業以外。

5. 鼓勵中、小型城市使用各種方式解決暖氣供應問題，如使用生質能、太陽能、地熱能及其他再生能源，以及以天然氣、煤氣及其他資源作為汽電共生系統燃料等方式。
6. 根據國家規章、暖氣成本及利潤率決定電網電力價格。
7. 應給予汽電共生系統電網併聯優惠。

（五）都市暖氣價格管理暫行措施（2007 年）

「都市暖氣價格管理暫行措施」進行暖氣價格改革，逐步使用由基本暖氣價格（似容量費率）與計量暖氣價格（似能量費率）組成之暖氣價格結構。此外，鼓勵發展汽電共生系統與區域暖/冷氣，並准許私部門（包含國外資金）投資、建造、管理暖氣供應廠，使區域暖氣業逐步商業化；而原則上，暖氣價格費率由政府決定，部分區域則隨市場供需情況決定價格。

（六）中國節約能源法（1997 年公布施行，2007 年修訂）

由於 1997 年「中國節約能源法」將汽電共生系統列為節能技術之一，並明言應予以鼓勵。2007 年中國人民大會檢視該法並進行修正，該法規與汽電共生系統相關之條文如下：

1. 第 31 條 國家鼓勵工業企業採用高效、節能的電動機、鍋爐、窯爐、風機、泵類等設備，採用熱電聯產⁴、餘熱餘壓利用，潔淨煤以及先進的用能監測和控制等技術。
2. 第 32 條 電網企業應當按國務院有關部門制定的節能發電調度管理的規定，安排清潔、高效和符合規定的熱電聯產、利用餘熱餘壓的機組以及其他符合資源綜合利用規定之發電機組與電網開網運行，上網電價⁵執行國家有關規定。
3. 第 78 條 電網企業未按照本法規定安排符合規定的熱電聯產和利用餘熱餘壓發電的機組與電網開網運行，或者未執行國家有關上網

⁴ 中國稱汽電共生系統為熱電聯產系統。

⁵ 中國稱躉購電價為上網電價。

電價規定的，由國家電力監管機構則責令改正；造成發電企業經濟損失的，依法承擔賠償責任。

（七） 汽電共生和煤礦石綜合利用發電項目建設管理暫行規定

中國國家發展改革委員會於 2007 年 1 月 17 日，發布「汽電共生和煤礦石綜合利用發電項目建設管理暫行規定」。其重點為，汽電共生系統發展以集中供熱為主（第 9 條）、在夏熱冬冷地區發展冷熱電共生系統（第 10 條），汽電共生系統之躉購電價格參考「上網電價管理暫行規定」（第 22 條）。

（8） 能源發展十二五規劃（2013 年）

中國國務院於 2013 年 1 月 23 日，發布「能源發展十二五規劃」。其中與汽電共生系統有規之規定彙整如下：

1. 燃煤機組以大型機組或汽電共生系統為優先。
2. 在大城市推廣大型汽電共生系統；在中小城市或工業區推行冷熱電共生系統。
3. 十二五期間，新增汽電共生系統裝置容量達 7,000 萬瓩。
4. 在天然氣供應來源穩定的地區，優先發展複循環機組汽電共生系統。

五、 國內外汽電共生系統推廣政策措施比較

本文歸納前述分析，有關近五年荷蘭、英國、美國加州、美國德州與中國之氣候環境與電業結構、汽電共生系統發展現況、發展方向、推廣目標、推動策略措施及相關法規，比較說明如下。

（一）氣候環境與電業結構

由於汽電共生系統為以熱制電之系統，故荷蘭、英國及中國北方等氣候較寒冷之國家，對於蒸汽需求使用相較大，其中中國更明文規定汽電共生系統發展以集中供熱為主。反之，位處亞熱帶地區的台灣，因住商部門無暖氣需求，故汽電共生系統之應用主著重於工業部門。

至於電業結構方面，歐盟地區（荷蘭、英國）電業自由化程度因各成

員國而異，但原則上均朝向發、輸、配電及零售市場全面自由化，其電業管制機構僅負責監督工作（輸配電操作、會計帳目、費率公平性）；中國電業自 2002 年 12 月經過改組後，國家電力公司重組為 2 家電網公司及 5 家大型獨立發電集團，並且由國家電力監管委員會所管制，以確保電業之公平競爭。美國加州及德州，其發電及零售市場開放自由化，而輸、配電事業則由獨立系統操作機構（ISO）負責，而終端用戶則有選擇不同公司的購電選擇權。我國電業市場則受政府管制，僅階段性開放民營發電業者參與發電事業。

（二）汽電共生系統發展現況

汽電共生系統裝置容量占全國電力系統均有一定之比重，此外，燃料投入仍以化石燃料為主。

（三）發展方向及推廣目標

回顧各國汽電共生系統推廣目標，除早期 1997 年歐盟 15 國訂定汽電共生系統發電量占比至 2010 年達 18%後，截至目前尚未進一步訂定具體目標。中國之目標為，2011 年到 2015 年間，新增 7,000 萬瓩汽電共生系統機組。美國在 2012 年訂定 2020 年，汽電共生裝置容量新增 4,000 萬瓩的目標，其中加州於 2010 年訂定 2030 年汽電共生總裝置容量 650 萬瓩的目標。

各國汽電共生系統發展之方向，荷蘭及英國皆鼓勵微型汽電共生系統（Micro CHP）設置，且立法獎勵以生質能、廢棄物作為投入燃料之汽電共生系統。加州及德州則著重於獎勵高效率、低汙染之汽電共生系統。中國因氣候環境條件緣故，在氣候寒冷的北方，推動集中供熱式汽電共生系統；而在南方，則推廣冷熱電共生系統。

而我國於 2005 年全國能源會議，訂定不同階段之汽電共生系統裝置容量目標（2020 年 1,000 萬瓩），爾後，於 2009 年全國能源會議亦要求政府應訂定汽電共生系統階段性目標，並朝燃氣或低碳汽電共生系統方向進行推廣，詳見表 8。

表 8. 各國汽電共生系統發展方向及推廣目標比較

國家/ 比較項目		荷蘭、英國	美國加州	中國	台灣
使用燃料		天然氣	天然氣	煤炭	煤炭
發展方向		n 鼓勵以生質能、廢棄物作為汽電共生系統投入燃料 n 鼓勵微型汽電共生系統	n 鼓勵小型高效之汽電共生系統設置。	n 北部：集中供熱 n 南部：冷熱電共生系統	n 工業蒸汽：燃氣或低碳 ¹ 汽電共生系統
推廣	目標年	2010	2030	2011~2015	2020 ²
	目標	n 汽電共生系統發電量占比至2010年達18%	n 加州2030年總裝置容量650萬瓩。	n 新增裝置容量7,000萬瓩	n 2020年：1,000萬瓩

註：1.此為2009年全國能源會議結論。

2.此為2005年全國能源會議結論。

資料來源：本研究整理。

(四) 推動策略及措施

綜觀各國推動汽電共生系統策略，多以經濟誘因工具為主，措施包括給予獎勵補貼/補助、保證收購價格（Feed-in tariff）、租稅減免等，並搭配其他配套措施，例如歐盟強制要求新建物應設置汽電共生系統，並且強制輸電業有義務收購汽電共生系統電能，此外並放寬再生能源義務認定範疇，將以生質能為燃料之汽電共生系統亦認列於再生能源推廣目標中。德州更成立海灣汽電共生應用中心，以提供技術援助。中國則規定燃煤機組，以大型機組或汽電共生機組為優先。而我國「能源管理法」亦強制要求能源用戶每小時生產100噸以上者，需設置此系統。

六、可供台灣推廣汽電共生系統政策參考之處

由各國汽電共生系統發展現況及其推廣政策可知，各國因本身的地理環境及產業發展背景不同，對於汽電共生系統之設置有所差異。台灣、美國德州及中國南部因天氣炎熱，住宅熱氣需求不高，多應用於工業部門。位處高緯度地區之歐盟地區及加州北部，對於暖氣之需求量大，故與區域暖房系統相結合而將汽電共生系統推廣於服務業。

台灣相較於高緯度國家對暖氣之需求量雖不大，但建議可朝向區域能

源整合方向推動汽電共生系統設備之設置，並可與分散型電廠連結形成智慧型電網（Smart Grid；Micro-Grid，或稱微型電網），以達到經濟、有效、潔淨之能源供應系統與企業永續經營之目標。此外，亦可借鏡中國對於南方較溫暖地區，推行冷熱電共生系統（trigeneration），將建築物之冷氣需求納入，則可解決我國目前汽電共生系統多應用於工業界的情形。

此外，回顧各國之汽電共生系統政策推動策略及其配套措施，可知各國對於汽電共生系統推動積極度不同，如歐盟國家之排放交易制度（EU ETS），給予高效率之汽電共生系統廠有免費核配權，因而刺激產業界設置高效率的汽電共生系統設備。再者諸如荷蘭、英國皆有設置汽電共生系統免徵或減免能源稅之方案，若我國日後正式通過能源稅條例草案，可參考歐盟國家作法來推廣汽電共生系統。

值得一提的是，歐盟各國為達到 2020 年再生能源使用占比 20% 之目標，皆推出各項再生能源推廣辦法。如荷蘭之「永續能源誘因計畫」，就獎勵以生質能、廢熱做為燃料之再生能源系統。我國目前僅獎勵沼氣發電⁶，對於其他再生能源並無鼓勵措施。英國之再生能源義務認證（ROCs），則優惠汽電共生業者可取得認證，類似於我國「再生能源發展條例」，優惠使用再生能源發電業者不用繳交再生能源發展基金。

雖許多國家均訂定強制電業收購汽電共生系統電能及保證收購電價之制度，但部分國家考量不同燃料別使用所產生之外部性而調整收購電價，如荷蘭為推動使用再生能源，自 2001 年開始施行躉購電價之汽電共生系統廠，於 2008 年開始，使用化石燃料之汽電共生廠不給予補助，而只補助使用生質能之汽電共生系統廠；英國也有類似規定，而我國目前躉購電價則無區分燃料別。此種將汽電共生系統機組所產生的外部效益（如減碳效果）內部化之費率訂定方式，可供我國推動低碳、潔淨汽電共生系統策略措施之參考。

⁶ 「一般廢棄物掩埋場沼氣發電獎勵辦法」規定使用沼氣發電之發電業者，可申請每度電 0.5 元的獎勵。