

## 本期專題：汽電共生污染防治技術

# 汽電共生現況與未來發展

雷聲遠\*

## 摘要

本文主旨為對國內汽電共生系統之相關法令,應用現況及未來發展做一探討,以便有意新建廠者做一考量。

### 【關鍵字】

- 1.冷卻水塔(cooling tower)
- 2.燃料供應系統(fuel handling system)

---

\*益鼎工程公司資深工程師

## 一、國內發展汽電共生之緣由

由於台灣經濟發展迅速，全民之生活水準不斷上昇，相對地用電量也是不斷增加，台電之建設往往較費時日，另一方面工業上須要使用熱能的情形也是非常殷切。因而政府鼓勵廠商自行設置發電設施及提昇能源的使用率，故於民國 67 年訂定”自用發電設備登記規則”，又於民國 77 年訂定”汽電共生系統推廣辦法”，以鼓勵廠商自行設立汽電共生廠，以抒解台電備載容量始終未達預訂目標之困境及增加能源的使用效率之雙重目標。同時符合世界上高效能使用能源的潮流。

## 二、目前“合格汽電共生系統”法令之規範

汽電共生公司，其成立與建廠等，與一般工廠之成立建廠有同樣手續規定之外，應依照”自用發電設備登記規則”，”汽電共生系統推廣辦法”，”台灣電力公司與合格汽電共生系統經營者相互購電辦法”，”合格汽電共生備用電力”，”汽電共生併聯技術要點”，”台灣電力公司營業規則”等，可綜合概述如下：

### 2.1 合格汽電共生系統之條件：

經濟部能源委員會於民國 77 年 7 月發佈 “汽電共生系統推廣辦法”，在推廣辦法第四條明文規定，汽電共生系統須同時符合下列兩項條件，方可成為合格系統：

- 1.有效熱能產出比率不低於百分之二十

$$\text{有效熱能產出比率} = \frac{\text{有效熱能產出}}{\text{有效熱能產出} + \text{有效電能產出}}$$

- 2.總熱效率不低於百之五十

$$\text{總熱效率} = \frac{\text{有效熱能產出} + \text{有效電能產出}}{\text{燃料熱值}}$$

唯同條文亦有但書即”專業處理廢棄物之汽電共生系統，得不受前項規定之限制”。

### 2.2 汽電共生廠應申請證照：

- 1.工廠設立許可－工廠登記

- 2.固定污染源設置許可
- 3.固定污染源操作許可
- 4.建築執照
- 5.完工使用執照
- 6.自用發電設置許可
- 7.新增設用電及躉售電力計劃
- 8.自用發電設備登記證
- 9.合格汽電共生系統
- 10.合格汽電共生廠購售電契約

### **2.3 新增設用電及躉售電力計劃重點**

- 1.依發電機組設備總容量之引接電壓系統：發電機組設備總容量未滿 10,000KW，接 11.4KV 系統，未滿 20,000KW，接 22.8KV 系統，未滿 95,000KW，接 69KV 系統，未滿 1,000,000KW，接 161K 系統。
- 2.依購電契約容量(包括經常，離峰及備用電力)之引接電壓系統，購電契約容量未滿 5,000KW 接 11.4KV 系統；未滿 10,000KW 接 22.8KV 系統；未滿 60,000KW 接 69KV 系統。上列各項應在技術上無困難之情形下而言。
- 3.躉售電力之限定

引接配電系統之躉售電力，在 11.4KV 系統不得超過 5,000KW，22.8KV 系統不得超過 10,000KW，但最大逆送電力不得逆送至輸電系統。

### **2.4 既設經常用電或用電力移轉備用電力或經常用電方式。**

- 1.既設經常用電移轉備用電力，移轉容量按 1 對 2 之比例換算。
- 2.既設備用電力移轉經常用電，移轉容量按 2 對 1 之比例換算，如前條規定辦理移轉後一年內，將設備用電力容量全部或部分移回經常用電時，按經常契約基本電費單價繳交移回之經常契約容量移轉期間之全額基本電費，按新設標準繳交。

### **2.5 微量備用電力用電之處理原則**

- 1.因變壓器鐵損致電表走動或台電公司原因而發生微量用電，如計量電表最高需量未超過依變壓器銘牌計得或實測之鐵損值時，其基本電費按未用電月份計收，流動電費按經常用電適用電價另加百分之二十五計算。

2.抄表度數為零，經用戶提運轉資料證實非屬用戶原因導致者，視同未用電。

## 2.6 自用發電設備登記，合格汽電共生系統、及購售電契約，加入併聯系統辦理程序。

- 1.自用發電設備完工後提出申請自用發電登記證，其條件必須自用發電設備滿載運轉通過。
- 2.為自用發電設備滿載運轉，在不足滿自用負載之情況下；必須併聯電力公司系統，以臨時加入方式辦理。
- 3.為臨時加入台電系統之前必須完成併聯系統所需要之工作，惟未完成購售電契約前，逆送台電電力，台電不算購電費。
- 4.取得自用發電設備登記證後，併熱平衡資料申請合格汽電共生系統。
- 5.以合格汽電共生系統登記證及工廠登記證等資料與電力公司訂定購售電契約，在電機設備報竣工後檢驗合格正式加入系統併聯，並抄表計費。

## 2.7 共同設置自用發電設備之登記。

- 1.聯合投資設置之汽電廠，可以申請共同設置自用發電設備，惟應檢具自用電力範圍在同一工業區或科學工業園區內之證明文件，並提出聯合聲明書，惟舉一設置人代理辦理申請項。
- 2.自用發電設備產生之電力，僅供共同設置人自用，如有剩餘電力由台電公司臺購，共同設置用戶應合併一戶，並訂定自用範圍，該自用範圍外自備線路之設置應取得電業之同意。

## 2.8 融資優惠及租稅減免

- 1.汽電共生用戶購置汽電共生設備得向政府機關指定之銀行，交通銀行 29 家公營銀行申請辦理低利融資貸款。
- 2.汽電共生股份有限公司購置汽電共生設置，得依促進產業升級條例有規定得按二年加速折舊，並在支出金額百分之五至百分之二十限度內，抵減當年應納營利事業所得稅額。

## 2.9 汽電共生公司之股份轉讓對象或認購人資格未特別限制。

- 1.按公司法並未特別針對汽電共生事業公司之股份轉讓對象或發行新股之認購人資格有特別限制。公司股份之轉讓及所發行新股之認購，應依公司法之規定辦理。

2.聯合設置汽電共生事業依自用發電設備登記規則第三條第二項規定申請共同設置自用發電設備，該汽電共生系統復依汽電共生系統推廣辦法第四條規定取得合格登記，上開登記資格與條件之相關規定，均與公司股份之分佈(股東之結構)不相關連。從汽電共生事業之公司，並非電業法所稱之發電業。

### 三、燃料及機組型式選擇

針對各種不同之燃料及機組型式，其選擇之重點為經濟性、環保性、民眾之反應。

#### 3.1 汽電共生主要燃料分為

- (A)煤
- (B)重油/柴油
- (C)天然氣
- (D)廢棄物

台灣地區自產能源缺乏，除有部份水力資源外，進口能源達國內能源需求量之95%以上。因此，所需燃料幾乎全數仰賴進口，進口燃料種類有煤、油及天然氣等，其中煤價雖比燃油為低，然而燃煤的儲運費用驚人，在運送過程中易造成環境污染，污染防治費用亦高。

燃油本來由中油供油，再將多餘電力以優惠電價售予台電，是尚有經濟效益者，唯近來油價高漲，燃油發電成本亦不斷上昇，故經濟性大打折扣。

天然氣現為賣方市場，且受限於國內接收站的投資攤提費用及其價格昂貴等因素，而較不具吸引力，但如科學園區特殊要求亦必須採用。除此以外，目前民眾抗爭是一大問題，因此恐怕日後燃料趨勢仍以天然氣為主要方向。

#### 3.2 汽電共生機組主要分為

##### 1.複循環發電機組 (COMBINED-CYCLE GENERATION SET)

- (1)燃料：可使用重油、輕柴油、LNG、氣化燃氣(GASIFIED GAS) 等
- (2)製程：主系統配備為氣渦輪發電機組(GT/G)，廢熱回收鍋爐(HRSG)及蒸汽渦輪發電機組(ST/G)，其商業組合型式可如下：

[GT/G + HRSG] X 1 +ST/G. OR

[GT/G + HRSG] X 2 +ST/G. OR

[GT/G + HRSG] X 3 +ST/G.

(3)子系統:

(a)燃料供應系統(FUEL HANDLING SYSTEM)

(b)飼水系統(FEED WATER SYSTEM)

(c)進氣系統(COMBUSTION AIR SYSTEM)

(d)排氣系統(FLUE GAS SYSTEM) 包括:

SCR(OPTION), FGD(OPTION), BY-PASS STACK, STACK 等

(e)冷凝水系統(CONDENSATE SYSTEM) 包括:

冷凝器(SURFACE CONDENSOR)或氣冷式冷凝器(ACC), 冷凝水幫浦等

(f)循環水冷卻系統(CIRCULATING WATER COOLING WATER SYSTEM) 包括:

冷卻水塔(COOLING TOWER)或平行式冷卻組(COOLING TOWER + ACC),

冷卻水循環幫浦(COOLING WATER CIRCULATING PUMP) 等

(g)純水系統( WATER TREATMENT SYSTEM)

(h)廢水系統(WASTE WATER TREATMENT SYSTEM)

2.傳統火力發電燃煤機組 (CONVENTIONAL COAL FIRED POWER GENERATION

SET)

(1)燃料:煤

(2)製程:主系統配備為慣常鍋爐(Boiler)或流體化床鍋爐(CFB), 蒸汽渦輪發電機組  
ST/G,其商業組合型式可如下:

BOILER + ST/G OR

CFB +ST/G

(3)子系統:

(a)燃料供應系統(FUEL HANDLING SYSTEM)包括:

煤場,輸送帶系統,煤倉,粉煤機等。

(b)飼水系統(FEED WATER SYSTEM)包括:

飼水幫浦,低壓(高壓)熱交換器(LP/HP HEATER),除氧器(DEAERATOR)等。

(c)進氣系統(AIR SUPPLY SYSTEM) 包括:

PD FA, PA FAN, STEAM AIR HEATER, GAS AIR HEATER 等

(d)排氣系統(FLUE GAS TREATMENT SYSTEM) 包括:

SCR, ID FAN, ESP, FGD (OPTION)等

(e)冷凝水系統(CONDENSATE SYSTEM) 包括:

冷凝器(SURFACE CONDENSOR)或氣冷式冷凝器(ACC), 冷凝水幫浦等。

(f)循環水冷卻系統(CIRCULATING WATER COOLING WATER SYSTEM) 包括:

冷卻水塔(COOLING TOWER)或平行式冷卻組(COOLING TOWER + ACC),

冷卻水循環幫浦(COOLING WATER CIRCULATING PUMP) 等。

(g)純水系統( WATER TREATMENT SYSTEM)

(h)廢水系統(WASTE WATER TREATMENT SYSTEM)

3.傳統火力發電燃煤機組 (CONVENTIONAL COAL FIRED POWER GENERATION SET)

(1)燃料:煤

(2)製程:主系統配備為慣常鍋爐(Boiler)或流體化床鍋爐(CFB), 蒸汽渦輪發電機組 ST/G,其商業組合型式可如下:

BOILER + ST/G OR

CFB +ST/G

(3)子系統:

(a)燃料供應系統(FUEL HANDLING SYSTEM)包括:

煤場,輸送帶系統,煤倉,粉煤機等。

(b)飼水系統(FEED WATER SYSTEM)包括:

飼水幫浦,低壓(高壓)熱交換器(LP/HP HEATER),除氧器(DEAERATOR)等。

(c)進氣系統(AIR SUPPLY SYSTEM) 包括:

PD FA, PA FAN, STEAM AIR HEATER, GAS AIR HEATER 等。

(d)排氣系統(FLUE GAS TREATMENT SYSTEM) 包括:

SCR, ID FAN, ESP, FGD (OPTION)等。

(e)冷凝水系統(CONDENSATE SYSTEM) 包括:

冷凝器(SURFACE CONDENSOR)或氣冷式冷凝器(ACC), 冷凝水幫浦等。

(f)循環水冷卻系統(CIRCULATING WATER COOLING WATER SYSTEM) 包括:  
冷卻水塔(COOLING TOWER)或平行式冷卻組(COOLING TOWER + ACC),  
冷卻水循環幫浦(COOLING WATER CIRCULATING PUMP) 等。

(g)純水系統( WATER TREATMENT SYSTEM)

(h)廢水系統(WASTE WATER TREATMENT SYSTEM)

(i)底灰系統(BOTTOM ASH SYSTEM)

(j)飛灰系統(FLY ASH SYSTEM)

#### 4. 傳統火力發電燃重油機組 (CONVENTIONAL HEAVY FUEL OIL POWER GENERATION SET)

(1)燃料:重油

(2)製程:主配備為

BOILER + ST/G OR

CFB +ST/G

(3)子系統:

(a)燃料供應系統(FUEL HANDLING SYSTEM)包括:

重油槽,SUCTION HEATER, 重油輸送幫浦, STEAM TRACING 等。

(b)飼水系統(FEED WATER SYSTEM)包括:

飼水幫浦,低壓(高壓)熱交換器(LP/HP HEATER),除氧器(DEAERATOR)等。

(c)其餘子系統考量與(B)之項目相似。

#### 5. 燃廢棄物發電機組 (WASTE REUSE POWER GENERATION SET)

(1)燃料: 如 廢輪胎,廢木屑,塔底油(TAR)或低級煤,垃圾

(2)製程:主配備為

BOILER + ST/G OR

CFB +ST/G (較佳選擇)

高溫融熔/熱裂解爐+HRSG(經濟性須考慮)

(3)子系統:

(a)燃料供應系統(FUEL HANDLING SYSTEM)

(b) 飼水系統(FEED WATER SYSTEM)包括:

飼水幫浦,低壓(高壓)熱交換器(LP/HP HEATER),除氧器(DEAERATOR)等。

(c) 進氣系統(AIR SUPPLY SYSTEM) 包括:

FD FAN, SECONDARY AIR FAN 等。

(d) 排氣系統(OFF GAS TREATMENT SYSTEM) 包括:

SCR, ID FAN, ESP(OPTION), FGD (OPTION)等。

(e) 其餘子系統考量與(B)之項目相似。

## 6. 柴油引擎發電機組 (DEISEL ENGINE GENERATION SET)

(1) 燃料: 柴油 或 重油

(2) 製程: 主配備為

DEISEL ENGINE/GEN +HRSG /OR HEAT EXCHANGER

(3) 子系統:

(a) 燃料供應系統(FUEL HANDLING SYSTEM)

(b) 飼水系統(FEED WATER SYSTEM, OPTION)包括:

飼水幫浦,低壓熱交換器(LP HEATER),除氧器(DEAERATOR)等

(c) 進氣系統(COMBUSTION AIR SYSTEM) 包括:

SILICENCER, INLET AIR FILTER, 等。

(d) 排氣系統(FLUE GAS TREATMENT SYSTEM) 包括:

SCR(OPTION), FGD(OPTION), 等。

(e) 缸套水冷卻系統(JACKET WATER COOLING WATER SYSTEM) 包括: 熱交換器, 缸套水循環幫浦。

(f) 循環水冷卻系統(CIRCULATING WATER COOLING WATER SYSTEM) 包括:

冷卻水塔(COOLING TOWER)或平行式冷卻組(COOLING TOWER + ACC),

冷卻水循環幫浦(COOLING WATER CIRCULATING PUMP) 等。

(g) 純水系統( WATER TREATMENT SYSTEM)

(h) 廢水系統(WASTE WATER TREATMENT SYSTEM)

以上為各主要系統之概述，

## 四、台灣汽電共生廠使用現況

### 4.1 傳統鍋爐汽電共生廠

早期汽電共生廠使用者皆為傳統產業，如中油、中鋼、台塑、東展、永豐餘等鋼鐵、石化、紡織、造紙等，同時需使用電力與蒸汽之產業。而使用之設備多為傳統鍋爐加上汽輪機發電機組之系統，而燃料基本上為煤或重油等低成本燃料。唯近年來環保意識抬頭，舊有電廠須更改早期環保設備的壓力，而另一方面油品價格這二年觸底反彈後，燃料成本大幅上升，也造成發電成本上揚的問題。

### 4.2 柴油引擎發電機組汽電共生廠

至於柴油引擎發電機組之汽電共生廠，目前國內亦有約十餘座，皆是以重油為燃料，至於熱能之使用亦多為製程蒸汽及吸收式冰水機為主。而另一方面油品近期價格大幅上升，同樣有發電成本上揚的問題。

### 4.3 複循環發電機組汽電共生廠

近來工業發展往電子業傾斜，但是電子業非常怕粉塵污染，所以新竹科學園區內有目前唯一成立在科學園區內之新宇汽電共生廠，此廠為複循環機組、燃料為天然氣。以成本考量，天然氣目前國內售價較國外貴上倍，而且科學園區內使用熱能(蒸汽或冰水)之數量不大，因此新宇發電成本相當高，若非九二一地震，新宇售電情形並不理想。

### 4.4 廢棄物焚化廠之汽電共生廠

由於專業處理廢棄物之汽電共生系統並不受”有效熱能產出比率不得小於 20%”之限制，因此新建廢棄物焚化廠亦可適用此優惠電價回售台電。唯由於一般廢棄物熱值都不高，故能轉換成電能者亦有限。同時近來台北市採用垃圾分類，致使不可回收的垃圾數大減，亦造成部份焚化廠未達預定營收目標之問題。

### 4.5 大樓直接供電之汽電共生系統

由於國內天然氣價格過高，未事先規劃場地，法令未強制要求等因素，造成大樓直接供電之汽電共生系統始終在叫好不叫座之階段。

故整體而言，國內汽電共生廠似乎仍以傳統產業較為實用。

## 五、汽電共生系統成本與營運之考量

### 5.1 成本考量

建汽電共生廠之最大誘因是為除了可以低價之燃料自行使用外，亦可充分利用到其熱能，而多餘的電力則可以不錯的價格回售給台電，因此有相當之誘因。唯近來環保意識的抬頭及燃料費用漲價之影響，在估計成本時除標準的建廠工程費用外，須加入許多直接，非直接成本(如環保要求更嚴格之增加設備費用、地方補償、回饋金等)，因此仔細核算成本實乃必須。

### 5.2 營運考量

如不考慮非理性因素，則汽電共生廠的營運當配合製程特性及購售電價誘因做彈性化運轉以追求最大經濟效益運轉高經濟效益，主要模式包括下列各項：

#### (1) 尖峰時段充分發電自用

汽電共生系統裝置容量若少於其用電量，則應於尖峰時段充分發電，減少購入高價之尖峰電力；但於離峰時則儘量減少或停止自行發電，俾購入台電低廉之離峰電力。此種運轉方式可因減少經常契約容量而降低用戶之基本電費。

#### (2) 尖峰時段充份發電回售台電

汽電共生系統裝置容量大於其需電量時，宜於尖峰時段充份發電，儘量將剩餘電力回售台電，可獲得尖峰高價費率與較多售電收入；但於離峰時則儘量減少或停止發電，充份利用離峰廉價電力及節省燃料成本。

#### (3) 夏季停止機組維修及選用可停電力

夏季期間機組維修無法享受優惠備用電力電價，而且夏季電費因實施季節電價調高甚多，故在夏季不宜安排機組維修。又夏季配合製程特性與電機組運轉條件允許下可適當選可停電力，以獲得電價優惠，減少電費支出。

由上述三種運轉模式及所附圖 1~4 可知，等量發電與購電模式之全日負載曲線均甚平滑，並無尖峰離峰之別，故無法享受時間電價之利益。彈性運轉模式中，高程度之汽電共生系統於尖離峰時段負載差距較大，最高程度者之尖離峰比例更大，離峰時期汽電廠停止運轉，全由台電受電，亦即彈性運轉幅度最高，經濟效益最佳。如再配合可停電力，最大需量控制及適當卸載策略，則更可降低契約容量，減少電

費支出。

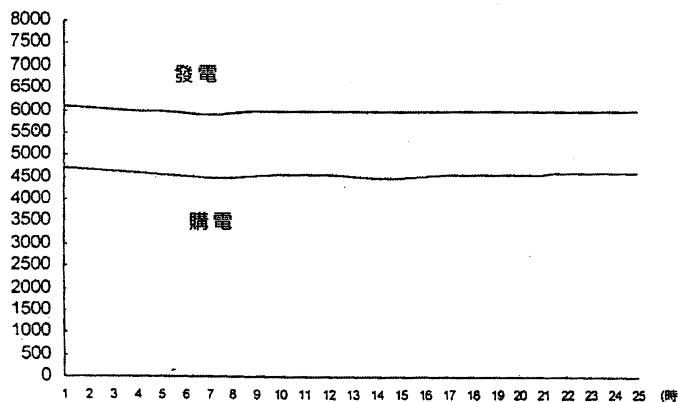


圖 1 全日等量運轉模式

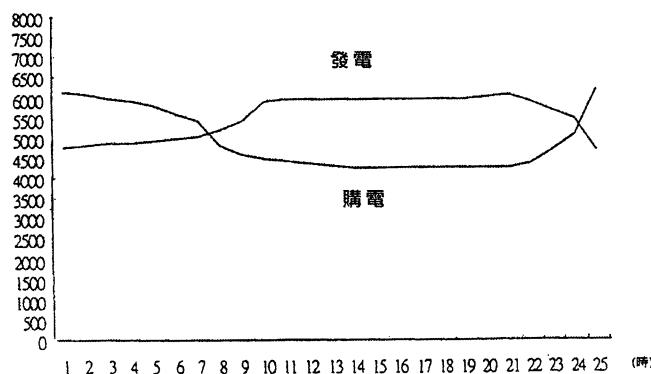


圖 2 中程度彈性運轉模式

## 94 汽電共生現況與未來發展

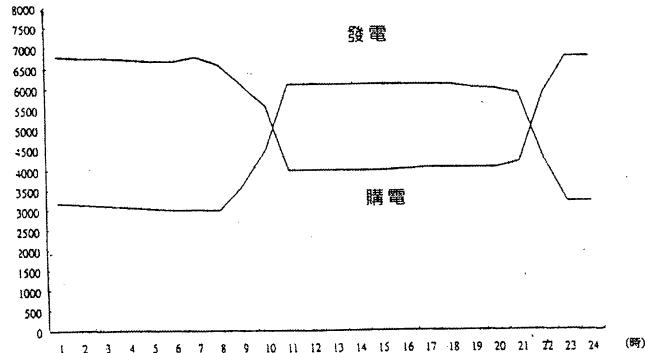


圖 3 高程度彈性運轉模式

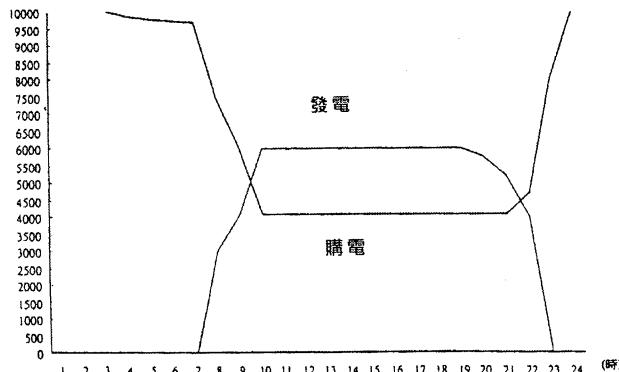


圖 4 最高程度彈性運轉模式

## 六、汽電共生推廣辦法之法源依據之隱憂

電業法乃經立法院審議通過之特別法，有優先適用之效力，而汽電共生推廣法屬經濟部於民國七十七年七月頒佈施行之行政規定，對非經濟部所轄之機關團體、

生產事業不具約束力。由於「行政程序法」已經立法院審議通過，即將於民國九十年開始實施，也就是說，”汽電共生推廣辦法”將自明年開始，面臨無法源依據，造成汽電共生業者面臨適應新電業法及無汽電共生推廣辦法之過渡時期的恐慌。

目前汽電共生廠所享有之購售電優惠及天然氣燃料價格優惠，係分別依汽電共生推廣辦法第四章及第六章之條文，予以訂定，具有配合經濟部推廣汽電共生政策之任務。雖曰自民國九十年起，再無汽電共生推廣辦法可資依循，惟處在電業法修正草案仍未通過且其相關施行細則尚未立法之過渡時期，似宜由經濟部責成台電及中油依汽電共生推廣辦法之立法精神，繼續提供優惠措施，以鼓勵業者設置高能源效率之汽電共生系統。

## 七、電業自由化後汽電共生系統之經營

行政院於 88 年 6 月與 9 月分別提出電業自由化替代方案與電業法修正草案。目前雖送立法院，但仍在一審未完成之階段，故除非立法院加快腳步，否則電業自由化尚有一段路要走。

雖然如此，我們仍可由 88 年 9 月之版本略為探知，汽電共生系統於電業自由化後之角色定位。由圖 5 中可了解，基本上，政府態度上基於獎勵高效率之汽電共生系統，故汽電共生系統仍可維持自設線路直接供電給直接用戶端，而電價並不設限，另一方面亦可委付電力代輸業者送電至代輸用戶，同樣電價亦不設限，最後汽電共生業者亦可躉售給綜合電業者，而電價有上限(針對綜合電業者而設)。唯此時台電已民營化轉進為綜合電業者，是否有提供如現在如此優惠的價格向汽電共生業者購買則仍是一個問號。而自設線路除非在同一工業區內，不必經過民間用地，否則成本必定相當昂貴，因此自設線路亦不是一可行之路。因而汽電共生廠與使用端關係之維持，是為往後維持經營最重要之一環。

以目前廢核四的共識似乎逐漸形成，而核四果真廢除，則其配套方案又未完成規劃之情況下，開放北部 IPP 或以台塑麥寮電廠為替代方式，恐將緩不濟急，因此以這方面考量，汽電共生系統對生產廠商而言，又是一有利的選擇。

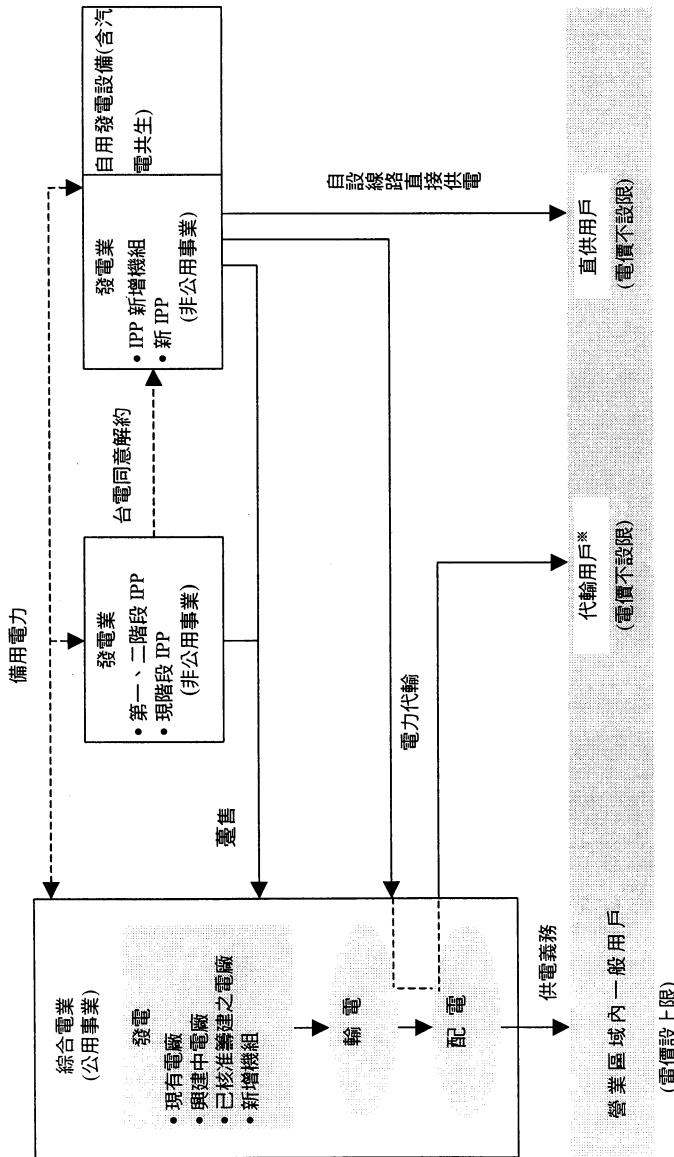


圖 5 電業法替代方案基本架構

## 八、結論

綜合上述各點，汽電共生系統在國內之發展正是處於又令人期待又令人害怕受傷害之轉變階段，因而政府整體規劃完整的電業發展方向，才是整體產業之福。

## 參考文獻

- 1.經濟部，”自用發電設備登記規則”
- 2.經濟部，”汽電共生系統推廣辦法”及相關法令
- 3.梁志堅，”汽電共生系統之經營”，〔汽電共生報導 19 期〕
- 4.經濟部能委會，“電業自由化替代方案與電業法修正草案簡報”，（1999/9）