

我國貯備型電熱水器能源效率標準研擬研究

鄒金台 黃傳興 林俊宏

台灣大電力研究試驗中心

莊逢輝

經濟部能源局

摘要

依據「全國能源會議」之結論，為達成我國溫室氣體減量目標，應適時修訂提升主要用電器具能源效率標準，並納入國家標準實施商品檢驗，換言之，效率管理已被政府視為可採行之因應措施之一。效率管理可防止低效率的產品上市販售，可避免無謂的能源浪費，同時可促進業者重視研究發展，有助於產業技術升級。貯備型電熱水器進行能源效率標準提升研究，可促進其提升能源使用效率。

本研究擬研提貯備型電熱水器能源效率標準建議案，以共襄盛舉。

Abstract

According to the conclusion of National Energy Conference, in order to achieve the goal of reducing global warming gases we should appropriately revise and raise the energy efficiency standards of major electric appliances, and adopt it to CNS and also implement the energy efficiency management. Another words, it has been taken for granted by the government that energy efficiency management is able to prevent inefficient product from introducing to the market, which is able to avoid extra energy wasting. It is also able to promote manufacturers to emphasize in research and development. As a result it will elevate the level of our industry technology.

We will focus on the research of energy efficiency standards for Electric Storage Tank Water Heaters , to promote the energy using efficiency.

To do the research and come out the proposal drafts of energy efficiency standards for Electric Storage Tank Water Heaters .

關鍵詞(Key Words)：用電器具(Electric Appliances)、能源效率(Energy Efficiency Standard)、能源效率管理(Energy Efficiency Management)、貯備型電熱水器(Electric Storage Tank Water Heaters)

壹、前言

一、研究背景

能源問題日意漸迫切與嚴重，提高用電器具能源使用效率普遍受到國內外的重視，1975 年美國制定「能源政策及節約法案(EPCA)」，1979 年日本制定「能源使用合理化法律」(以下簡稱省能源法)，1980 年我國制定「能源管理法」，在這些法案中有一項共同的揭示事項，即要求政府要訂

定耗能器具的能源效率標準並加以管理，以促進耗能器具節約能源，此可顯示效率管理是各國節約能源政策中重要的一環，國內外皆然。

目前美、加、日等先進國家為因應溫室氣體減量的訴求，大幅提升用電器具之能源效率標準已列入主要的課題，因此我國亦有加以檢討修訂的必要，雖然經濟部曾於民國 88 年 12 月及 90 年 9 月分別公告最新版的冷氣機、電冰箱、冰水主機等能源效率標準，並於近年內相繼實施，然為引導業者朝向更高效率的貯備型電熱水器產品發展，參考先進國家做法，研擬貯備型電熱水器的能源效率標準目標值作為未來業者發展的方針，不失為提升貯備型電熱水器能源使用效率的強化措施。

在貯備型電熱水器管理機制方面，我國加入 WTO 後，為加速貿易自由化，在商品檢驗管理上有鬆綁的趨勢，由過去的逐批檢驗制度逐漸改為驗證登錄制度，指定商品只要通過前市場的型式試驗，後市場即不用逐批抽檢，因此為防止不肖業者偷工減料，生產不符合能源效率標準的產品，後市場的監督管理相形重要，因此規劃建立備型電熱水器能源效率後市場管理機制有其必要性，並可和目前之商檢制度相輔相成，以促進消費者權益。

二、研究目的

本研究主要目的在落實「全國能源會議」結論中有關「適時修訂提高主要用電器具(貯備型電熱水器)能源效率標準，並納入國家標準實施商品檢驗」，以全面提升用電器具(貯備型電熱水器)能源使用效率，達到節約能源及環境保護的效益，並強化用電器具(貯備型電熱水器)能源效率之管理。另為推動民國 92 年 9 月 17 日行政院通過之「非核家園具體行動方案」中有關節約能源推廣與效率提升工作，並執行強制性能源效率標準與管理，以達提高國內用電器具能源使用效率，促進早日達成「非核家園」之目標。

貳、國內外貯備型電熱水器能源效率標準介紹

一、國外貯備型電熱水器能源效率基準介紹

目前國外有制訂貯備型電熱水器能源效率基準的國家包括美國、加拿大、澳洲、紐西蘭及香港等，其中香港為自願性標示分級基準，其他四國為強制性基準，此外尚有歐盟的建議，分別介紹如下：

(一)美國貯備型電熱水器能源效率基準

美國貯備型電熱水器能源效率基準如表 1 所示，美國聯邦採購法對貯備型電熱水器能源因數 (EF) 之規定如表 2 所示。

表 1 美國貯備型電熱水器能源因數基準

能源因數 EF (Energy Factor)	能源因子 January 1,1990	能源因子 April 15,1991	能源因子 January 20,2004
		0.95- (0.00132×Rated Storage Volume in gallons)	0.93- (0.00132×Rated Storage Volume in gallons)

註：(1)1 加侖=3.785 公升(美制)

(2)1991 基準較 1990 年基準低係因測試程序改變所致

表 2 美國聯邦採購法對貯備型電熱水器能源因數規定

貯水桶容積	能源因子
Less than 60 gallons	0.93 or higher
60 gallons or more	0.91 or higher

Energy Factor is an efficiency ratio of the energy-supplied water divided by the energy input to the water heater

(二)加拿大貯備型電熱水器能源效率基準

加拿大貯備型電熱水器能源效率基準以待機損失表示，有別於美國以 EF 值表示，加拿大貯備型電熱水器 1995 年最大允許待機損失基準如表 3 所示，加拿大貯備型電熱水器 2004 年最大允許待機損失基準如表 4 所示。

表 3 加拿大貯備型電熱水器最大允許待機損失基準(1995 年):溫差 44K

產品等級	最大允許待機損失 (W) (standby loss) February 3,1995
50 到 270 公升	$61 + 0.20V$
271 到 450 公升	$0.472V - 12.5$

註：(1)V 為以公升表示之額定貯桶容積，W = Watts。

(2)測試標準：CAN/CSA-C191.1-M90。

表 4 加拿大貯備型電熱水器最大允許待機損失基準(2004 年)：溫差 44K

產品等級	最大允許待機損失 (W) (standby loss)	
	50 到 284 公升	$W \leq 35 + 0.20V$
$W \leq 40 + 0.20V$		Tank with bottom inlet
285 到 454 公升	$W \leq 0.472V - 38.5$	Tank without bottom inlet
	$W \leq 0.472V - 33.5$	Tank with bottom inlet

註：(1)V 為以公升表示之額定貯桶容量，W = Watts。

(2)測試標準：CAN/CSA-C191-04。

(三)澳洲貯備型電熱水器能源效率基準

澳洲貯備型電熱水器能源效率基準如表 5 所示，以待機熱損失表示能源效率。

表 5 澳洲貯備型電熱水器最大允許待機損失:溫差 55k

額定熱水趨送量 (liters)	最大允許待機熱損失 (kilowatt hours /day) October 1999	最大允許待機熱損失 (kilowatt hours /day) October 2005
<25	N/A	0.98
25	1.4	0.98
31.5	1.5	1.05
40	1.6	1.12
50	1.7	1.19
63	1.9	1.33
80	1.47	1.47
100	1.61	1.61
125	1.75	1.75
160	1.96	1.96
200	2.17	2.17
250	2.38	2.38
315	2.66	2.66
400	2.87	2.87
500	3.15	3.15
630	3.43	3.43

註：測試方法:AS1056.1

(三)紐西蘭貯備型電熱水器能源效率基準

紐西蘭貯備型電熱水器能源效率基準如表 6 所示，以待機熱損失表示能源效率。

表 6 紐西蘭貯備型電熱水器能源效率基準:溫差 55.6K

額定容量 V(公升)	每 24 小時備用耗電量 H(kWh/24h)
90 公升以下	$H \leq 0.40 + 0.0084V$
高於 90 公升	$H \leq 0.72 + 0.0048V$

(四)香港家用儲水式電熱水爐自願性標示分級能源效率基準

香港家用儲水式電熱水爐自願性能源效率標籤計畫於 2000 年 12 月推出，適用於容量不超過 300 公升的家用儲水式電熱水爐（包括直立式及橫向安裝式），儲水式電熱水爐器具分類如表 7 所示，量測固有能源消耗量（每 24 小時待機損失）是根據 IEC60379 「量測家用儲水式電熱水爐表現的方法」來進行，平均固有能源消耗量和固定能源消耗量如表 8 所示。表中符號說明如下: Est., av, var 為每 24 小時的器具平均固有能源消耗量的可變部份（千瓦小時/每 24 小時）。Est,av 為每 24 小時的器具平均固有能源消耗量（千瓦小時/每

24 小時)。Est,fix 為每 24 小時的器具平均固定能源消耗量（千瓦小時/每 24 小時）。

為把某熱水爐與一般熱水爐作出比較，同樣需從量得的固有能源消耗量減去固定能源消耗量。但是，由於需要安裝安全閥，香港市場上出售的熱水爐的固定能源消耗量通常高於歐洲的熱水爐，故應從量得的固有源消耗量再減去一個固定地區因數，固定地區因數如表 9 所示。香港儲水式電熱水爐能源效率指數 (I_E) 是指屬相同類別並有相同容量的器具，其「實際有效電力輸入（即固有能源消耗量）的可變部份」與「平均固有能源消耗量的可變部分」的比率。該指數以百分比的形式來表達。香港儲水式電熱水爐器具能源效率評級如表 10 所示，1 級代表效率最高，2 級次之，以此類推。

表 7 香港儲水式電熱水爐器具分類

類別	器 具	說 明
1	小型無排氣管家用儲水式電熱水爐	容量不超過 50 公升的小型無排氣管家用儲水式電熱水爐
2	小型敞開型用儲水式電熱水爐	容量不超過 50 公升的小型敞開型家用儲水式電熱水爐
3	橫向家用儲水式電熱水爐	容量超過 50 公升但不高於 300 公升的橫向缸型家用儲水式電熱水爐
4	直立家用儲水式電熱水爐	容量超過 50 公升但不高於 300 公升的直立家用儲水式電熱水爐

表 8 香港平均固有能源消耗量和固定能源消耗量

器具類別	每 24 小時的平均固有能源消耗量 $E_{st,av}$ (千瓦小時/每 24 小時)	每 24 小時的平均固定能源消耗量 $E_{st,fix}$ (千瓦小時/每 24 小時)
1, 2 (小型、無排氣管或敞開式)	$E_{st,av} = 0.13 + 0.0553V^{2/3}$	$E_{st,fix} = 0.072$
3 (橫向式)	$E_{st,av} = 0.75 + 0.008V$	$E_{st,fix} = 0.12$
4 (直立式)	$E_{st,av} = 0.2 + 0.051 V^{2/3}$	$E_{st,fix} = 0.12$

註：香港將 standing loss 翻譯成固有能源消耗量，相當於待機能源消耗量。

表 9 香港固定地區因數($E_{st.loc}$)

器具類別	地區因數（千瓦小時/每 24 小時）
1 (小型、無排氣管)	0.5
2 (小型、敞開式)	0.3
3 (橫向式)	1.5
4 (直立式)	1.5

表 10 香港儲水式電熱水爐器具能源效益評級

能源效益指數：I _E (%)	能源效益級別
I _E ≤ 75	1
75 < I _E ≤ 90	2
90 < I _E ≤ 105	3
105 < I _E ≤ 120	4
120 < I _E	5

註：E_{st,var} = E_{st,meas} - E_{st,fix} - E_{st,loc}

I_E = (E_{st,var} / E_{st,av,var}) × 100%，其中 E_{st,av,var} = E_{st,av} - E_{st,fix} (表 4.1.1.8)

(五) 歐盟(EU)貯備型電熱水器能源效率基準(草案)

歐盟(EU)貯備型電熱水器能源效率基準草案如表 11 所示。

表 11 歐盟(EU)建議之貯備型電熱水器能源效率基準 < 溫差 45k >

Type of DESWH	Capacity (liters)	建議值
Vertical	> 50-100	0.2 + 0.051 × V ^{2/3}
Horizontal	> 50-300	0.75 + 0.008 × V
Small	5-50	0.13 + 0.0553 × V ^{2/3}

註：建議案量測 方法依據 IEC60379-87

二、國內貯備型電熱水器能源效率基準介紹

(一) 我國 CNS 國家標準規定

國內貯備型電熱水器目前 CNS11010 標準有加熱性能(熱效率)及保溫性能規定，其規定如表 12 所示。貯備型電熱水器之熱效率之計算:將熱水器裝滿水，加熱至設定溫度，其被水吸收熱能與所耗電能之比。由於目前檢驗局只檢驗安規，並未依據 CNS 標準作性能檢測，換言之，不檢驗能源效率。

$$\eta (\%) = \frac{Q \times (T_2 - T_1)}{P \times 860} \times 100\%$$

式中

η：熱效率 (%)

T₂：加熱後水溫 (°C)

T₁：進水溫度 (°C)

Q：水槽容量 (L)

P：消耗電量 (kWh)

表 12 CNS11010 規定之貯備型電熱水器加熱性能及保溫性能

項 目	內桶容量	100L 以下	超過 100 至 350L 以下	超過 350L
	加熱性能	熱水溫度 (T ₂)	標示值 ± 5°C	
熱效率		80%以上	85%以上	90%以上
保溫性能	16 小時後之水溫	T ₂ - 18°C 以上	T ₂ - 15°C 以上	T ₂ - 13°C 以上

(二)國內貯備型電熱水器節能標章能源耗用基準 (實施日期:中華民國九十七年一月一日)

貯備型電熱水器申請節能標章認證,其適用範圍、能源效率試驗條件與測試方法及能源耗用基準規定應符合下列規定:

1.適用範圍:本項產品適用於符合 CNS 11010 之貯備型電熱水器 (Electric Storage Tank Water Heaters)。

2.貯備型電熱水器能源耗用基準試驗條件與方法:

(1)環境測試條件:本方法之周圍環境溫度為 25 ± 3°C 之間,電熱水器各側面、前面及上面與牆壁間,須相距 300mm 以上,測試時之風速必須低於 0.5m/s,測試環境溼度不得高於 85%。注入水溫約介於 25 ± 5°C。

(2)測試電壓:測試電壓變動值為 110V ± 2% 之間或 220V ± 1% 之間,貯備型電熱水器消耗電量單位以 kWh 表之。

(3)保溫模式 24 小時耗電量測試方法:

(a)電熱水器平均水溫之量測:以正常方式注滿電熱水器後,關閉電熱水器水源,並記錄添加水之質量 M (kg)。將溫度計置入電熱水器內部,於不排水之情況下量測水溫。設定電熱水器調整器水溫度約 65°C,使電熱水器內部水溫在 65 ± 5°C 之間。打開加熱器加熱水溫至設定溫度,進入電熱水器之保溫模式,在電熱水器保溫模式之穩定狀態下,使得加熱器加熱次數達數個整數週期,記錄此期間 t₁ (小時) (其中 t₁ 至少應大於 48 小時) 及電熱水器開始加熱之平均水溫 T_i (°C) 與加熱器停止加熱時之平均水溫 T_f (°C)。

(b)量測電熱水器加熱器開啟及關閉時之平均水溫,同時記錄電熱水器在此期間所累積之耗電量 (E_{t1}),並換算熱水器 24 小時之平均累積耗電量為 E₂₄ (kWh),如式 (1);再將 E₂₄ 換算水溫與平均環境溫度相差 40°C 之校正耗電量 E_{st,24} (kWh),E_{st,24} 計算如式 (2):

$$E_{24} = \frac{24}{t_1} \times E_{t1} \text{-----} (1)$$

$$E_{ST,24} = \frac{40}{\frac{(T_i+T_f)}{2} - T_{amt}} \times E_{24} \text{-----} (2)$$

其中:

t₁: 保溫狀態下量測耗電量之時間 (小時, hr)

E_{t1} ： t_1 時間內累計之耗電量（度，kWh）

E_{24} ：保溫模式下 24 小時平均耗電量（度，kWh）

$E_{st,24}$ ：保溫模式 24 小時之標準化平均耗電量（度，kWh），即為平均水溫與環境溫度相差 40°C 時相對之耗電量

V ：貯備型電熱水器標示容量（公升，L）

T_{amb} ：環境平均溫度（度，°C）

T_i （°C）：加熱器啟動平均水溫（度，°C）

T_f （°C）：加熱器關閉平均水溫（度，°C）

貯備型電熱水器能源耗用基準如表 13 所示：

表 13 我國節能標章貯備型電熱水器能源耗用基準〈溫差 40K〉

產 品	標示容量（V）	規 範 值
貯備型電熱水器	60 公升以下	$E_{st,24} \leq 0.13 + 0.0553 \times V^{2/3}$
	60 公升（含）以上	$E_{st,24} \leq 0.2 + 0.051 \times V^{2/3}$

參、國內貯備型電熱水器能源效率水準及技術發展評估

一、能源效率水準評估

本計畫購置 12 台貯備型電熱水器，測試結果如表 14 市面購樣 7 台貯備型電熱水器（儲水容量高於 60 公升）性能測試結果整理表及表 15 市面購樣 5 台貯備型電熱水器（儲水容量 60 公升以下）性能測試結果整理表所示，其效率水準分別說明如下：

1. 喜特麗牌實測消耗功率 4158W、實際添加水質量 73.54kg、加熱器啟動平均水溫 62.1°C、加熱器關閉平均水溫 63.8°C， t_1 期間內累積之耗電量 3.024kWh、平均 24 小時累計之耗電量 1.4463kWh，水溫與環境溫度差 40°C 下校正之耗電量 1.5244kWh，依節能標章貯備型電熱水器能源效率基準規定，標示容量 60 公升以上，能源耗用量應小於等於 1.1441kWh，測試結果實測耗電量值高於節能標章規範值 33.24%。
2. 亞昌牌實測消耗功率 3474W、實際添加水質量 75.36kg、加熱器啟動平均水溫 66.2°C、加熱器關閉平均水溫 70°C， t_1 期間內累積之耗電量 4.362kWh、平均 24 小時累計之耗電量 1.4476kWh，水溫與環境溫度差 40°C 下校正之耗電量 1.3592kWh，依節能標章貯備型電熱水器能源效率基準規定，標示容量 60 公升以上，能源耗用量應小於等於 1.1441kWh，測試結果實測耗電量值高於節能標章規範值 18.80%。
3. 鑫司牌實測消耗功率 6156W、實際添加水質量 151.3kg、加熱器啟動平均水溫 51.0°C、加熱器關閉平均水溫 51.4°C， t_1 期間內累積之耗電量 3.648kWh、平均 24 小時累計之耗電量 1.7510kWh，水溫與環境溫度差 40°C 下校正之耗電量 2.7043kWh，依節能標章貯備型電熱水器能源效率基準規定，標示容量 60 公升以上，能源耗用量應小於等於 1.6478kWh，測試結果實測耗電量值高於節能標章規範值 64.13%。
4. 林內牌實測消耗功率 3930W、實際添加水質量 112.2kg、加熱器啟動平均水溫 62.7°C、加熱器

- 關閉平均水溫 62.9℃，t1 期間內累積之耗電量 2.856kWh、平均 24 小時累計之耗電量 1.4233kWh，水溫與環境溫度差 40℃下校正之耗電量 1.4864kWh，依節能標章貯備型電熱水器能源效率基準規定，標示容量 60 公升以上，能源耗用量應小於等於 1.3918kWh，測試結果實測耗電量值高於節能標章規範值 6.80%。
5. 鴻茂牌實測消耗功率 4038W、實際添加水質量 74.2kg、加熱器啟動平均水溫 62.0℃、加熱器關閉平均水溫 66.5℃，t1 期間內累積之耗電量 5.244kWh、平均 24 小時累計之耗電量 1.8301kWh，水溫與環境溫度差 40℃下校正之耗電量 1.8509kWh，依節能標章貯備型電熱水器能源效率基準規定，標示容量高於 60 公升，能源耗用量應小於等於 1.1441kWh，測試結果實測耗電量值高於節能標章規範值 61.77%。
 6. 隆昌牌實測消耗功率 3948W、實際添加水質量 74.5kg、加熱器啟動平均水溫 63.2℃、加熱器關閉平均水溫 63.9℃，t1 期間內累積之耗電量 4.02kWh、平均 24 小時累計之耗電量 1.3824kWh，水溫與環境溫度差 40℃下校正之耗電量 1.1441kWh，依節能標章貯備型電熱水器能源效率基準規定，標示容量高於 60 公升，能源耗用量應小於等於 1.1441kWh，測試結果實測耗電量值高於節能標章規範值 28.37%。
 7. 辛巴達牌實測消耗功率 3732W、實際添加水質量 103kg、加熱器啟動平均水溫 60.2℃、加熱器關閉平均水溫 62.3℃，t1 期間內累積之耗電量 5.898kWh、平均 24 小時累計之耗電量 2.0940kWh，水溫與環境溫度差 40℃下校正之耗電量 2.5044Wh，依節能標章貯備型電熱水器能源效率基準規定，標示容量高於 60 公升，能源耗用量應小於等於 1.3925kWh，測試結果實測耗電量值高於節能標章規範值 79.83%。
 8. 和成牌實測消耗功率 4008W、實際添加水質量 54.8kg、加熱器啟動平均水溫 62.0℃、加熱器關閉平均水溫 62.6℃，t1 期間內累積之耗電量 3.036kWh、平均 24 小時累計之耗電量 1.472kWh，水溫與環境溫度差 40℃下校正之耗電量 1.5957Wh，依節能標章貯備型電熱水器能源效率基準規定，標示容量低於 60 公升，能源耗用量應小於等於 0.9940kWh，測試結果實測耗電量值高於節能標章規範值 69.04%。
 9. 全鑫牌實測消耗功率 4062W、實際添加水質量 52.6kg、加熱器啟動平均水溫 61.9℃、加熱器關閉平均水溫 62.2℃，t1 期間內累積之耗電量 2.166kWh、平均 24 小時累計之耗電量 1.083kWh，水溫與環境溫度差 40℃下校正之耗電量 1.2723Wh，依節能標章貯備型電熱水器能源效率基準規定，標示容量低於 60 公升，能源耗用量應小於等於 0.9940kWh，測試結果實測耗電量值高於節能標章規範值 34.78%。
 10. 櫻花牌實測消耗功率 5838W、實際添加水質量 41.kg、加熱器啟動平均水溫 63.3℃、加熱器關閉平均水溫 67.2℃，t1 期間內累積之耗電量 2.784kWh、平均 24 小時累計之耗電量 1.3231kWh，水溫與環境溫度差 40℃下校正之耗電量 1.4132Wh，依節能標章貯備型電熱水器能源效率基準規定，標示容量低於 60 公升，能源耗用量應小於等於 0.8279kWh，測試結果實測耗電量值高於節能標章規範值 70.07%。
 11. 興隆牌實測消耗功率 3888W、實際添加水質量 38.0kg、加熱器啟動平均水溫 55.9℃、加熱器關閉平均水溫 60.0℃，t1 期間內累積之耗電量 2.49kWh、平均 24 小時累計之耗電量 1.2171kWh，水溫與環境溫度差 40℃下校正之耗電量 1.6094Wh，依節能標章貯備型電熱水器

能源效率基準規定，標示容量低於 60 公升，能源耗用量應小於等於 0.9572kWh，測試結果實測耗電量值高於節能標章規範值 65.03%。

12. 怡心牌實測消耗功率 4338W、實際添加水質量 15.0kg、加熱器啟動平均水溫 63.9℃、加熱器關閉平均水溫 72.9℃，t1 期間內累積之耗電量 3.024kWh、平均 24 小時累計之耗電量 1.0955kWh，水溫與環境溫度差 40℃下校正之耗電量 1.0433Wh，依節能標章貯備型電熱水器能源效率基準規定，標示容量低於 60 公升，能源耗用量應小於等於 0.4657kWh，測試結果實測耗電量值高於節能標章規範值 124.02%。

表 14 市面購樣 7 台貯備型電熱水器（儲水容量高於 60 公升）性能測試結果整理表

廠 牌	喜特麗	亞 昌	鑫 司	林 內	鴻 茂	隆 昌	辛巴達
型 號	JT-6020	EH-20A	KS-40	REH-3031	EH-2001S	ES-020-2	MI-30R6D
標示容量(V)	80	80	152	113.5	80	80	113.6
測試電壓(Volt)	220.2	220.2	220.2	220	220.2	220.2	220.8
電流(A)	18.84	15.8	27.9	17.8	18.24	17.88	16.86
消耗功率(W)	4158	3474	6156	3930	4038	3948	3732
注入水量(M)	73.54	75.36	151.3	112.2	74.2	74.5	103
平均環境溫度(T _{amb})	25	25.5	25.3	24.5	24.7	25.9	27.8
水初溫(T ₁)	26.2	27.4	27.2	25.6	25.9	25.8	28.1
加熱水溫 T _i	62.1	66.2	51	62.7	62	63.2	60.2
閉熱水溫 T _f	63.8	70	51.4	62.9	66.5	63.9	62.3
時間 t ₁	50.18	72.32	50	48.16	68.77	69.79	67.6
累積電量 E _{d1}	3.024	4.362	3.648	2.856	5.244	4.02	5.898
平均 24h 耗電量 E ₂₄	1.4463	1.4476	1.7510	1.4233	1.8301	1.3824	2.0940
校正耗電量 E _{st,24}	1.5244	1.3592	2.7043	1.4864	1.8509	1.4687	2.5040
能源耗用基準(節能標章) : 60L 以上 (0.2 + 0.051V ² /3)	1.1441	1.1441	1.6478	1.3918	1.1441	1.1441	1.3925
(實測值 - 標章基準值)/(標章基準值)%	33.24	18.80	64.13	6.80	61.77	28.37	79.83
保溫型式	玻璃纖維約3.5公分	PU發泡約4公分	PU發泡約3.5公分	PU發泡約3.2公分	玻璃纖維約3.5公分	玻璃纖維約3.5公分	PU發泡約1.5公分

表 15 市面購樣 5 台貯備型電熱水器（儲水容量 60 公升以下）性能測試結果整理表

廠牌	和成	全鑫	櫻花	興龍	怡心
型號	EH-15B	CK-815	EH-128A	HE15型	ELG-15
標示容量(V)	56.7	56.7	45	60	15
測試電壓(Volt)	220.2	220.2	220.3	220.2	220.2
電流(A)	18.18	18.42	26.46	17.46	19.62
消耗功率(W)	4008	4062	5838	3888	4338
注入水量(M)	54.8	52.6	41	38	15
平均環境溫度(T _{amb})	25.4	28	27.8	27.7	26.3
水初溫(T ₁)	26.3	25.8	25.7	26.6	26.5
加熱水溫 T _i	62	61.9	63.3	55.9	63.9
閉熱水溫 T _f	62.6	62.2	67.2	60	72.7
時間 t ₁	49.5	48	50.5	49.1	66.25
累積電量 E _{t1}	3.036	2.166	2.784	2.49	3.024
平均 24h 耗電量 E ₂₄	1.472	1.083	1.3231	1.217108	1.0955
校正耗電量 E _{st,24}	1.5957	1.2723	1.4132	1.6094	1.0433
能源耗用基準(節能標章)： 低於 60L (0.13 + 0.0553V ² /3)	0.9440	0.9440	0.8279	0.9752	0.4657
(實測值-標章基準值)/(標章基準值)%	69.04	34.78	70.70	65.03	124.02
保溫型式	玻璃纖維 (未用鋁箔)約 小於3公分	玻璃纖維 (未用鋁箔)約 小於3公分	PU發泡約3.5 公分	玻璃纖維 (未用鋁箔)約 2~3公分	黑色泡綿約1 公分

二、技術發展評估

(一)成長性分析

目前國內貯備型電熱水器之主要廠家估計有櫻花牌、和成牌、佳龍、偉成牌、電光牌、銀箭牌、莊頭北、和利斯特、安北牌、景力企業等。依據節能標章訊料顯示，96 年度市場需求量約為 15 萬台。另依據台電調查資料顯示，96 年度貯備型電熱水器的住戶普及率約 28%，每百戶擁有約 32 台屬低度普及的產品。儲備型電熱水器的市場年需求量大致平穩，未來仍有成長空間。

(二)技術發展趨勢

節能技術發展方向，智慧型預約技術、中溫保溫技術（目標設定 40℃）、分層加熱技術、夜間省電技術（分時段加熱）為可行之節能發展模式。加熱棒結垢是電熱水器主要的技術挑戰課題。基本上加熱棒結垢後，將會延長熱水器的加熱時間，增加電費支出；同時使內膽容易損壞，進而降低使用安全系數。

節能首重保溫，電熱水器的節能主要依靠節能技術的提升，現行電熱水器節能主要措施計有：①附有定時的功能，可以定時起動加熱，採行在離峰電價較低電費時加熱（註：國內住家目前尚無時間電價之優惠）②定量供應熱水，實施分層加熱，避免了大容量電熱水器在單人使用時，需加熱整桶水的困惑③定溫功能，藉由發展“自調式節能系統”技術，不需人為反覆設定，能連續自動記憶數週的用水記錄，搭配使用者習慣變化可適時自動預先加熱，將能大幅減少保溫加熱次數，即使不拔插頭亦可獲得省電效果④電熱水器的保溫效果增進⑤電熱水器加熱管的熱效率提昇⑥電熱水器溫控器的品質增進。

現將貯備型電熱水器之主要節能技術方向加以分析如下：

● 貯備型電熱水器保溫技術提升

保溫效果相當重要，保溫效果主要取決於保溫層的厚度、密度和保溫層的技術等，整體而言保溫層保溫效果好就省電。儲槽式電熱水器因存在有熱水儲存上之熱損失，保溫工程需嚴謹，操作溫度若能降低將有利省電。高效能保溫能力，將成為電熱水器節能關鍵，使保溫溫度設定在合宜的保溫點，並採用先進聚氨酯發泡材設備和高密度聚氨酯材料，可有效降低熱損失，遇停電時亦可長時間保存熱量，有利於節能省電。

一般熱水器在右端蓋並無完善保溫層，是保溫上的死角，若能藉由採用全面性的保溫技術，在保溫層施作上若能對內膽進行全方位的覆蓋，保溫耗能損失約可減少 30% 左右。保溫材質（發泡保溫效果）如不良，將額外浪費電能，在水質不良情況下，電熱管壽命會加速縮短。電熱水器的保溫若能採用無氟聚氨酯的整體發泡技術，配合採用高性能進口灌注機械，將無氟聚氨酯原料加以混合後，在熱水器內膽和外殼間的空腔內進行發泡工程。發泡成型完成後，使水箱內膽、外殼和端蓋形成整體完善的無氟聚氨酯保溫層，可使保溫性能面大為改善。

● 貯備型電熱水器溫控技術提升

溫控器是熱水器溫度的控制中樞，影響熱水器的使用性能甚大，當環境溫度高於某一定值時溫控器自動斷開加熱電路，並於環境溫度低於某一定值時自動接通加熱電路。溫控器品質值得重示，電熱水器配置的溫控器大體上可區分為“機械式”和“電子式”兩類，電子溫控模式是較常採行的控溫手段，但廣泛應用在電熱水器上尚不普及。發展上電子溫控模式雖較機械溫控模式功能強、精度高，但電子溫控品質不如機械溫控穩定，價格又較昂貴，所以目前機械溫控仍為使用主力。

大體上溫控器，對溫度的精確、感知度頗為重視，若溫控器所能承受最大工作電流偏低，會影響電熱水器產品的功率，相對會限制電熱水器的容量。溫控器設計和品質穩定性若不佳，易引起電熱水器無端斷電及啟動，易造成額外的電能浪費。

● 貯備型電熱水器加熱管技術提升

電熱水器加熱管的熱效率轉換高低是影響節能與否的關鍵，電熱水器加熱管節能發展上重視高熱效率轉換，藉由電熱水器所消耗的電能即時能高熱效率化轉換成所需求之熱水，其中加熱管轉換的熱效率高將直接決定電熱水器體積大小、容積規格，與熱水增多或減少的主因。

- 貯備型電熱水器運轉時間技術提升

電熱水器採用夜電模式，在實施時間電價地區，可將加熱時間設定在夜間，享用低價電，有效分離用電時間，以節約電費；進一步發展預約洗澡功能，消費者先行設定好自己洗澡的時間，熱水器的電腦系統將會根據水溫、設定溫度與功率需求等參數自動規劃出要提前多長時間加熱，自動提前加熱並在其他時間不加熱，藉由系統化執行將能更有效率地節約能源。

新發展出採用雙加熱運轉模式，配合水的冷熱分層原理，實現熱水器內膽的“變容量”，可以單獨啟動內膽上部的加熱棒，只需加熱實際量一半的熱水，進而避免不必要的加熱能源浪費。

肆、國內貯備型電熱水器能源效率基準建議案研擬及效益衝擊評估

一、能源效率基準建議案

貯備型電熱水器若保溫性能不好，會造成相當大的熱損失，無形中浪費不少能源，目前美加紐澳等先進國家已將其納入能源效率管理，因此我國亦有制定基準並施加管理的必要。國內貯備型電熱水器能源效率基準建議案研擬從前面第貳節國內外貯備型電熱水器能源效率基準介紹得知，貯備型電熱水器能源效率測試方法係依據經濟部能源局公告之「貯備型電熱水器節能標章能源耗用基準與標示方法」規定，前述方法主要係參照 IEC 60739 測試方法，量測貯備型電熱水器待機之 24 小時耗電量作為能源效率比較參數。量測電熱水器加熱器開啟及關閉時之平均水溫，同時記錄電熱水器在此期間所累積之耗電量(E_{t1})，並換算熱水器 24 小時之平均累積耗電量(E_{24})，再將 E_{24} 換算水溫與平均周圍環境溫度相差 40°C 之校正耗電量 $E_{st,24}$ 。現將各國貯備型電熱水器及市購 12 台貯備型電熱水器實測資料與工研院節能標章資料加以整理，參見表 16 各國貯備型電熱水器能源效率(每 24 小時備用耗電量)基準比較、圖 1 貯備型電熱水器能源效率基準比較圖、圖 2 貯備型電熱水器能源效率實測值(60 公升以上)比較圖、圖 3 貯備型電熱水器能源效率實測值(低於 60 公升)比較圖。歐盟 2002 基準相較於加拿大 2004 基準出現小嚴大鬆的現象，紐西蘭 2003 年基準相較下為較嚴苛的基準。由測試數據可知符合節能標章基準約占 5 成，通過溫度差修正草案基準約占 3 成。

本中心於民國 97 年 9 月 26 日召開「我國貯備型電熱水器能源效率基準草案研訂座談會」時，業者建議貯備型電熱水器能源效率管理範圍能與目前標檢局列管的範圍相同，適用於單相交流 300V 以下之產品。貯備型電熱水器能源效率實質名稱經討論後，建議以每 24 小時標準化備用損失(standby loss)表示。另為避免消費者產生困擾，在宣導上提到能源效率時，應愈高愈好，提到損失或耗電量時，應愈低愈好。由於貯備型電熱水器能源效率基準(24 小時標準化備用損失)係以額定容量為計算依據，因此建議內桶容量須符合 CNS11010 貯備型電熱水器之規定。貯備型

電熱水器的備用損失主要取決於保溫性能的優劣，要降低備用損失除 PU 發泡應用技術外，真空隔熱板亦是值得重視的材料應用。

綜合以上技術面及標準面評估，本研究提出「我國貯備型電熱水器能源效率基準草案」如表 17 所示。貯備型電熱水器由於目前經濟部能源局已公告節能標章能源耗用基準試驗條件與方法，其試驗方法主要係參照國際標準 IEC60379 (Methods for measuring the performance of electric storage water-heaters for household purpose)，因此草案中建議試驗條件及方法依據節能標章相關規定。貯備型電熱水器能源效率基準建議公告後三年實施，以配合證書有效期限並給予業者緩衝改善時間。產品之實測 $E_{st,24}$ 值計算至小數點後第四位，小數點後第五位即四捨五入。 $E_{st,24}$ 實測值不得高於上表基準值，並在產品標示值以下。

二、效益衝擊評估

貯備型電熱水器能源效率提升方面，其主要技術瓶頸為保溫性能的改善，目前國內工研院能環所已發展出之保溫技術將可協助業者改善產品性能，同時部份業者亦有能力自行改善保溫性能，因此衝擊不大。

貯備型電熱水器能源效率方面，目前節能標章訂有基準，屬於自願性標準，產品以家用為主，納入政府採購機會不多，因此施行強制性能源效率管理，較能促進廠商提升研發能量生產高效率省能產品，強化市場競爭力。

貯備型電熱水器效率提升後，每年節約電量若以每天平均備用損失(度/天)×損失降低比率×年銷售台數(萬台/年)×365(天)估算，則貯備型電熱水器每年節約電量約 $1.65(\text{度/天}) \times 0.22 \times 15(\text{萬台/年}) \times 365(\text{天}) = 0.20$ 億度

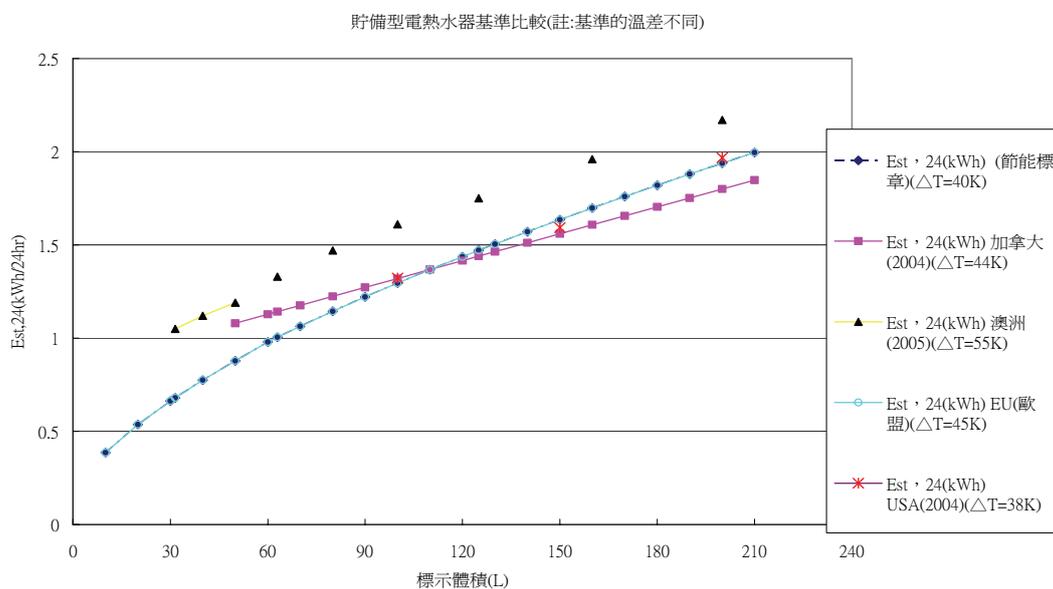


圖 1 貯備型電熱水器能源效率基準比較圖

貯備型電熱水器(60公升以上)實測分析

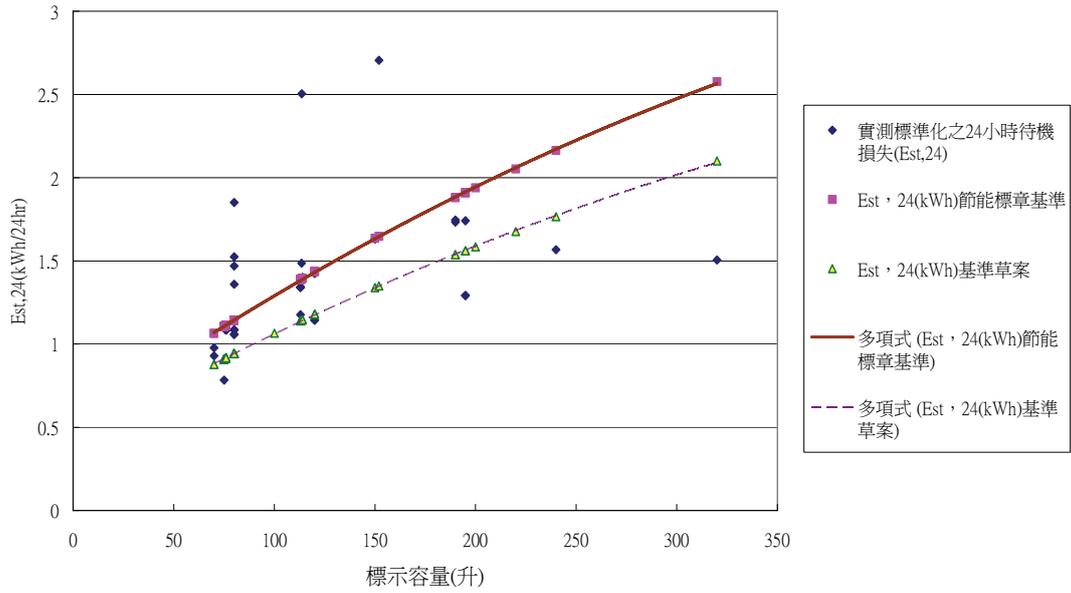


圖 2 貯備型電熱水器能源效率實測值（60 公升以上）比較圖

貯備型電熱水器(低於60公升)實測分析

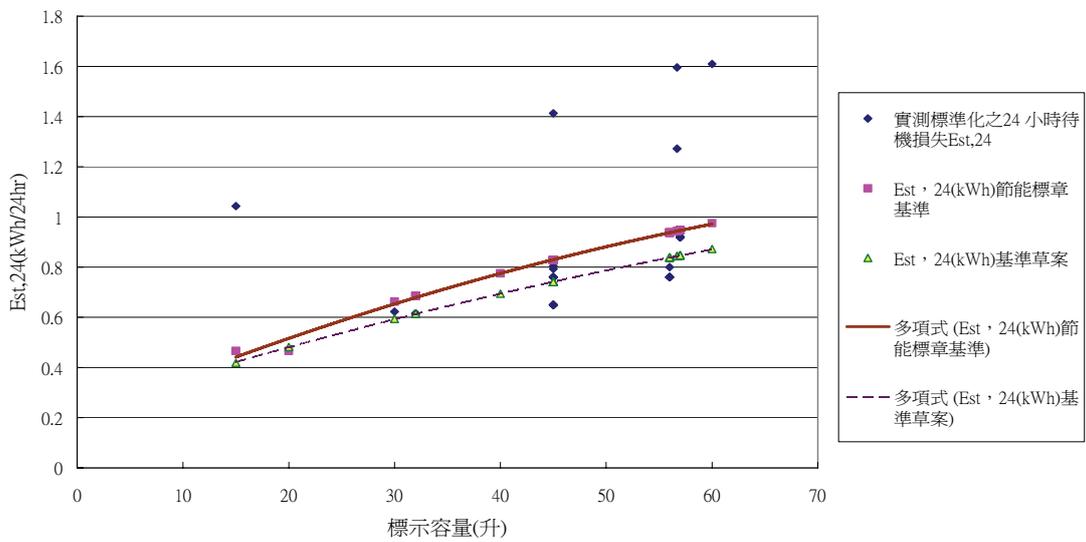


圖 3 貯備型電熱水器能源效率實測值（低於 60 公升）比較圖

表16各國貯備型電熱水器能源效率(每24小時備用耗電量)基準比較

額定容量 (公升)	各國貯備型電熱水器能源效率(每24小時備用耗電量)基準比較					
	加拿大2004年基準 (KWh)/24h)	澳洲2005年基準 (KWh)/24h)	紐西蘭2003年基準 (KWh)/24h)	歐盟2000年建議基準 (KWh)/24h)	我國基準草案	
	溫差44k	溫差55k	溫差55.6k	溫差45k	溫差40k	
20	1.128	1.12	0.568	0.537	0.477	
40	1.025	1.12	0.736	0.777	0.691	
60	1.128	1.025	0.904	0.982	0.811	
80	1.224	1.113	1.072	1.147	0.945	
100	1.320	1.200	1.200	1.299	1.068	
120	1.416	1.287	1.269	1.441	1.182	
140	1.512	1.375	1.392	1.575	1.291	
160	1.608	1.462	1.448	1.703	1.394	
180	1.704	1.549	1.584	1.826	1.493	
200	1.800	1.636	1.68	1.944	1.589	
220	1.896	1.724	1.766	2.059	1.681	

註: 1.澳洲之額定容量是以熱水排放量(Rated hot water deliver)表示, 非貯桶容量, 若溫度分層好則很接近。

2.我國基準草案(每24小時備用耗電量)約較加拿大2004年基準(每24小時備用耗電量)平均低約8%。

表 17 我國貯備型電熱水器能源效率基準（草案）

額定容量 V(公升)	每24小時標準化備用損失 $E_{st,24}$ (kWh/24h)	實施日期
低於60	$E_{st,24} = 0.12 + 0.0492 \times V^{0.6667}$	公告後三年
60以上	$E_{st,24} = 0.18 + 0.0412 \times V^{0.6667}$	

註：(1)本效率基準適用於單相交流 300V 以下之貯備型電熱水器。

(2)V 為額定容量(公升)，貯備型電熱水器之內桶容量須符合 CNS11010 貯備型電熱水器之規定。

(3)每 24 小時標準化備用損失 ($E_{st,24}$) 之試驗條件及方法依經濟部能源局公告之「貯備型電熱水器節能標章能源耗用基準與標示方法」規定。

(4)產品之實測 $E_{st,24}$ 值計算至小數點後第四位，小數點後第五位即四捨五入。

(5) $E_{st,24}$ 實測值不得高於上表基準值，並在產品標示值以下。

伍、結論及建議

1. 貯備型電熱水器若保溫性能不好，會造成相當大的熱損失，無形中浪費不少能源，目前美加紐澳等先進國家已將其納入能源效率管理，因此我國亦有制定基準並施加管理的必要。
2. 貯備型電熱水器能源效率標準目標值之制訂，參考美、日、韓、歐盟等國標準發展趨勢，若適度提升能源效率標準將可淘汰低效率之產品並促進外銷之競爭力。建議標準之提升採漸進式，讓業者有時間因應。
3. 目前貯備型電熱水器已納入安規檢驗，未來若能源局公告能源效率基準，為推行節能減碳政策，標檢局會配合將能源效率與安規一起進行檢驗，經檢測合格後再發給登錄證書。
4. 能源效率基準公告後，目前已取得證書者在有效期限內應可繼續生產，但將終止展延作業，新申請者應符合公告之基準，詳細規定標準局會事先公告周知。
5. 目前大電力提出的貯備型電熱水器能源效率基準草案係經由市場購樣測試、廠商資料收集、效率水準評估並參考歐盟在內的國外先進國家基準所研擬的草案，與會者對基準草案並無異議。
6. 貯備型電熱水器能源效率基準建議公告後三年實施，以配合證書有效期限並給予業者緩衝改善時間。
7. 貯備型電熱水器由於目前經濟部能源局已公告節能標章能源耗用基準試驗條件與方法，其試驗方法主要係參照國際標準 IEC60379 (Methods for measuring the performance of electric storage water-heaters for household purpose)，因此草案中建議試驗條件及方法依據節能標章相關規定。
8. 貯備型電熱水器能源效率管理範圍，與會者建議與目前標檢局列管的範圍相同，適用於單相交流 300V 以下之產品。
9. 貯備型電熱水器能源效率實質名稱經討論後，建議以每 24 小時標準化備用損失 (standby loss) 表示。另為避免消費者產生困擾，在宣導上提到能源效率時，應愈高愈好，提到損失或耗電量時，應愈低愈好。

10. 由於貯備型電熱水器能源效率基準（24 小時標準化備用損失）係以額定容量為計算依據，因此建議內桶容量須符合 CNS11010 貯備型電熱水器之規定。
11. 貯備型電熱水器的備用損失主要取決於保溫性能的優劣，要降低備用損失除 PU 發泡應用技術外，真空隔熱板亦是值得重視的材料應用。
12. 貯備型電熱水器能源效率基準公告實施後，屆時節能標章基準應會更新提升，因此不會產生標章基準低於能源效率基準之不合理現象。

誌 謝

本文承經濟部能源局之能源基金計畫所贊助，謹此誌謝。

陸、參考文獻

1. 全國能源會議結論具體行動方案，民國 88 年 8 月 5 日行政院第二六四 O 次院會通過。
2. 「全國能源會議」結論及擬採行措施，民國 87 年 6 月 11 日行政院第 2582 次會議核定。
3. 節約能源措施，行政院台八十一經 41405 號函核定修正。
4. 節約能源管理措施推動計畫(民國八十六年~九十年)，經濟部能源委員會編印，86 年 7 月。
5. 「能源管理法」，民國 81 年 1 月 31 日總統令修正。
6. 商品檢驗法，民國 90 年 10 月 24 日修訂公布。
7. 商品驗證登錄辦法，90.12.5 經(90)標檢字第 09004625360 號令公佈。
8. 用電器具能源效率標準提升研究八十八年下半年及八十九年度執行報告，經濟部能源委員會編印，民國 90 年 5 月。
9. 用電器具能源效率標準提升研究九十年年度執行報告，經濟部能源委員會編印，民國 90 年 12 月
10. 中國國家標準 CNS 11010 貯備型電熱水器，民國 78 年 11 月 22 日修訂。
11. 中國國家標準 CNS 3263 貯備型電熱水器檢驗法，民國 78 年 11 月 22 日修訂。
12. 香港自願參與能源效益標籤計劃:家用儲水式電熱水爐(2006 年 1 月香港機電工程署)
13. performance of electric storage tank water Heater for domestic hot water service (CSA Standards C191-04 June 2004).
14. ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2001(Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings).
15. ISO 60379 : 1987-09 Methods for measuring the performance of electric storage water-heaters for household purposes.
16. Public Law 100-12 “National Application Energy Conservation Act of 1987”, U.S.A.
17. Public Law 102-486 “Energy Policy Act of 1992”, U.S.A.
18. Guide to Canada’s Energy Efficacy Regulations, Revised May 1999.
19. 日本「能源使用合理化法律」，平成 10 年 6 月 5 日修正。
20. 台灣地區家用電氣普及狀況調查報告，台灣電力公司，民國 91 年 1 月。
21. 非核家園具體行動方案，九十二年九月十七日第二八五七次