



TMS-II.003

小規模減量方法

更換為高效率空調設備

版本 01.0

範疇別：04 製造工業

目錄	頁數
1. 介紹.....	3
2. 範疇、適用條件及生效日	3
2.1. 適用條件.....	3
2.2 生效日	3
3. 專案執行邊界	4
4. 外加性.....	4
5. 基線排放	4
5.1 基線情境.....	4
5.2 基線排放量之定義.....	4
5.3 基線用電量	4
5.4 基線排放量	5
6. 專案排放	5
6.1 專案實施後之用電量	5
6.2 專案實施後之排放量	7
7. 洩漏排放	7
8. 減量.....	8
9. 監測方法	8
9.1 注意事項.....	8
9.2 預設係數與參數說明(僅於專案計畫書確證時確認即可).....	9
9.3 應監測之數據與參數	9
10. 減量方案下之專案應用	10
附錄 1. 2006 IPCC GUIDELINES FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES 所列冷凍空調設備之冷媒逸散率.....	11
附錄 2. 常用冷媒 GWP 參考表	12
附錄 3. 國際 IPMVP/ 國內 M&V 績效驗證方式.....	13
附錄 4. 減量方法研訂參考依據.....	14

1. 介紹

1. 下表為本減量方法的重要特性：

表一、減量方法重要特性

減量專案一般用法	藉由汰換工業設施既有空調設備，提升空調設備能源使用效率，減少空調用電量。
溫室氣體減量類型	減少電力涉及化石燃料燃燒之溫室氣體排放。

2. 範疇、適用條件及生效日

2.1. 適用條件

2. 本減量方法之適用條件如下：

- (1) 工廠空調系統中，以高效率空調主機¹取代既有主機之情況，包括同類型及不同類型空調主機之汰換措施。
- (2) 空調設備類型包括氣冷式/水冷式箱型冷氣及冰水主機。
- (3) 未實施空調設備之汰換時，既有空調設備仍能繼續使用。既有空調設備因故障或老舊，而不能繼續使用之情形，則不適用本方法。
- (4) 專案實施後之空調主機需為全新設備，不得來自其他專案活動。
- (5) 專案實施後，可以量測方式取得與空調設備能源用量最相關之活動數據(如：年運轉時間或冰水流量等)。
- (6) 專案實施前後，空調主機運轉及冷能需求端之範圍等操作條件一致。
- (7) 如專案執行邊界內設備之剩餘使用年限低於計入期者，應以最低剩餘使用年限為專案計入期。
- (8) 如專案實施後高效率空調主機非使用環保冷媒，專案執行期間，若法規禁用該冷媒，則自法規施行日起，專案計入期減量效益不予計算。
- (9) 單一專案之年總節能量不得超過 60 GWh_e。
- (10) 本方法不適用於再生能源供電之空調設備。

2.2 生效日

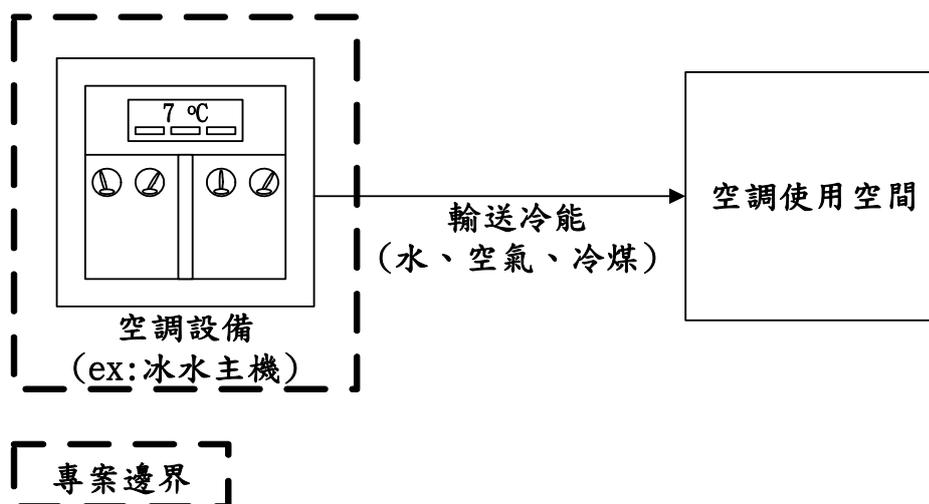
3. 生效日係以 2012 年 11 月 22 日「行政院環境保護署溫室氣體先期專案暨抵換專案審議會第四次會議」決議審核通過為準。

¹專案實施後空調設備(主機) 額定製冷能力下相對應之效率值應高於專案實施前之效率，並須符合國家規範(如 CNS12575 及能源局公告之「空調系統冰水主機能源效率標準」等)。

3. 專案執行邊界

4. 專案執行邊界涉及：

- (1) 空調主機設備。
- (2) 不包括空調系統附加設備(如水泵、風機、送風機等)。



4. 外加性

5. 依循環保署抵換專案制度小規模減量方法對外加性之規範，需符合法規外加性及障礙分析四擇一 (投資障礙、技術障礙、普遍性障礙或其他障礙)。

5. 基線排放

5.1 基線情境

6. 本減量方法係依聯合國氣候變遷綱要公約之清潔發展機制(Clean Development Mechanism, CDM)基線方法所列「現有實際或歷史的溫室氣體排放量」計算基線排放量，故以「既有空調設備主機之持續使用」做為基線情境。

5.2 基線排放量之定義

7. 使用既有空調設備所產生之溫室氣體排放量。

5.3 基線用電量

8. 基線用電量由專案活動所需之冷能(CR)及專案實施前空調主機設備效率計算而得。

$$EC_{BL,y} = CR \times \eta_{c,BL}$$

式 1

$$CR = \min (CR, CR_{his})$$

式 2

參數	定義	單位
$EC_{BL,y}$	y 年之基線用電量	kWh
CR	專案活動所需之冷能	RT-h/y
$\eta_{c, BL}$	專案實施前，空調主機設備效率	kW/RT
CR_{his}	空調主機產生冷能之歷史值	RT-h/y

註：1. 專案活動所需之冷能(CR)係透過公式 5、6、7 計算，於專案計畫書撰寫時 CR 等於 CR_{his} 。

2. 空調主機產生冷能之歷史值(CR_{his})為專案實施前最近 3 年平均值，如數據取得困難，得以最近 1 年累積用量計算。

5.4 基線排放量

9. 基線排放量計算式如下：

$$BE_y = EC_{BL,y} \times EF_{ELEC,y} \div 1,000$$

式 3

參數	定義	單位
BE_y	y 年之基線排放量	tCO ₂ e
$EC_{BL,y}$	y 年之基線用電量	kWh
$EF_{ELEC,y}$	電力或電網排放係數	kgCO ₂ e/kWh tCO ₂ /MWh

註：單位換算，1 t = 1,000 kg。

6. 專案排放

6.1 專案實施後之用電量

10. 專案實施後之用電量計算式如下：

$$EC_{PJ,y} = CR \times \eta_{c,PJ}$$

式 4

參數	定義	單位
$EC_{PJ,y}$	y 年之專案用電量	kWh
CR	專案活動所需之冷能	RT-h/y
$\eta_{c,PJ}$	空調主機設備效率	kW/RT

11. 上開公式 4 專案活動所需之冷能，可根據空調設備輸送冷能方式，由下列 3 種方式擇一計算。

(1) 水側計算方式

$$CR = \frac{Q_{PJ} \times (t_{c-r,PJ} - t_{c-s,PJ}) \times C_{p-w} \times \rho_w}{3,024} \times T = q_{air\ cond.PJ} \times PLR \times T \quad \text{式 5}$$

參數	定義	單位
CR	專案活動所需之冷能	RT-h/y
Q_{PJ}	專案實施後，每小時出水量	m ³ /h
$t_{c-r,PJ}$	專案實施後，冰水回水溫度	°C
$t_{c-s,PJ}$	專案實施後，冰水出水溫度	°C
C_{p-w}	水之比熱(1.0 kcal/kg°C)	kcal/kg°C
ρ_w	水之密度(1,000 kg/m ³)	kg/m ³
T	空調設備年運轉時間	h
$q_{air\ cond.PJ}$	空調主機設備冷凍能力	RT
PLR	空調主機的負載率	%

- 註：1. 於專案計畫書撰寫時， Q_{PJ} 、 $t_{c-r,PJ}$ 、 $t_{c-s,PJ}$ 、 C_{p-w} 及 ρ_w 等參數可以型錄值或設備商提供之檢測資料計算。
2. 於專案計畫書撰寫時， T 值為專案實施活動前最近 3 年歷史數據平均值進行估算，如數據取得困難，則得以專案實施前 1 年平均值代替。
3. 空調主機負載率(PLR)優先以空調主機額定製冷能力與實際輸出製冷能力之比，若受限於機台實際因素無法測得，則可轉由主機額定電流與運轉電流之比計算。
4. 單位換算，1 RT = 3,024 kcal/h(美制冷凍噸)。

(2) 氣側計算方式

$$CR = M_{air,PJ} \times (h_{air-r,PJ} - h_{air-s,PJ}) \times T = q_{air\ cond.PJ} \times PLR \times T \quad \text{式 6}$$

參數	定義	單位
CR	專案活動所需之冷能	RT-h/y
$M_{air,PJ}$	專案實施後，空氣質量流率	kg/h
$h_{air-r,PJ}$	專案實施後，入口端焓值	RT/kg
$h_{air-s,PJ}$	專案實施後，出口端焓值	RT/kg
T	空調設備年運轉時間	h
$q_{air\ cond.PJ}$	空調主機設備冷凍能力	RT
PLR	空調主機的負載率	%

註：出/入口端焓值($h_{air-r,PJ}$ 及 $h_{air-s,PJ}$)可由空氣線圖之乾球溫度及相對濕度計算或查圖表而得。

(3) 冷媒計算方式

$$CR = M_{ref,PJ} \times (h_{ref-s,PJ} - h_{ref-r,PJ}) \times T = q_{air\ cond,PJ} \times PLR \times T \quad \text{式 7}$$

參數	定義	單位
CR	專案活動所需之冷能	RT-h/y
$M_{ref,PJ}$	專案實施後，冷媒質量流率	kg/h
$h_{ref-s,PJ}$	專案實施後，出蒸發器焓值	RT/kg
$h_{ref-r,PJ}$	專案實施後，入蒸發器焓值	RT/kg
T	空調設備年運轉時間	h
$q_{air\ cond,PJ}$	空調主機設備冷凍能力	RT
PLR	空調主機的負載率	%

註：出/入蒸發器焓值($h_{ref-r,PJ}$ 及 $h_{ref-s,PJ}$)可由莫里耳線圖之冷媒壓力及溫度計算或查圖表而得。

6.2 專案實施後之排放量

12. 專案實施後之排放量計算如下：

$$PE_y = EC_{PJ,y} \times EF_{ELEC,y} \div 1,000 \quad \text{式 8}$$

參數	定義	單位
PE_y	y 年之專案排放量	tCO ₂ e
$EC_{PJ,y}$	y 年之專案用電量	kcal
$EF_{ELEC,y}$	電力或電網排放係數	kgCO ₂ e/kWh tCO ₂ /MWh

註：單位換算，1t = 1,000kg。

7. 洩漏排放

13. 如既有空調設備自專案邊界移出後，仍於自廠繼續使用，則必須考慮洩漏。(查驗機構可視實際狀況，要求專案申請者出具設備處理相關佐證資料)
14. 設備之生產、搬運、裝設與廢棄時所產生之溫室氣體排放，不納入洩漏排放。
15. 如專案實施後空調設備之冷媒屬於 IPCC 科學評估報告所列 HFC 及, PFC 等種類，則應計算冷媒逸散排放。計算方式如下：

$$LE_{ref,y} = PE_{ref,y} - BE_{ref,y} \quad \text{式 9}$$

$$BE_{ref} = Q_{ref, BL} \times F_{ref, BL} \times GWP_{ref, BL} \quad \text{式 10}$$

$$PE_{ref} = Q_{ref, PJ} \times F_{ref, PJ} \times GWP_{ref, PJ} \quad \text{式 11}$$

參數	定義	單位
$LE_{ref,y}$	y 年之冷媒逸散排放量	tCO _{2e}
$PE_{ref,y}$	y 年之專案冷媒逸散排放量	tCO _{2e}
$BE_{ref,y}$	y 年之基線冷媒逸散排放量	tCO _{2e}
$Q_{ref, BL}$	專案實施前之冷凍冷藏設備冷媒填充量	t
$F_{ref, BL}$	專案實施前之冷媒年逸散率	%
$GWP_{ref, BL}$	專案實施前之冷媒全球暖化潛勢	tCO _{2e} /t
$Q_{ref, PJ}$	專案實施後之冷媒填充量	t
$F_{ref, PJ}$	專案實施後之冷媒年逸散率	%
$GWP_{ref, PJ}$	專案實施後之冷媒全球暖化潛勢	tCO _{2e} /t

註：1. 各種冷凍空調設備冷媒逸散率可引用 IPCC guidance for national greenhouse gas inventories, 2006 (可參考附錄 1)。

2. 冷媒種類及 GWP 值應依據「IPCC 科學評估報告」(評估週期取 100 年)，常見冷媒 GWP 可參考附錄 2。

16. 洩漏排放量計算如下：

$$LE_y = LE_{ELEC,y} + LE_{ref,y}$$

式 12

參數	定義	單位
LE_y	y 年之洩漏排放量	tCO _{2e}
$LE_{ELEC,y}$	y 年之既有空調設備於自廠持續使用之耗電量	tCO _{2e}
$LE_{ref,y}$	y 年之冷媒逸散排放量	tCO _{2e}

8. 減量

17. 計入期間 y 年之減量計算如下：

$$ER_y = BE_y - (PE_y + LE_y)$$

式 13

參數	定義	單位
ER_y	y 年之減量	tCO _{2e}
BE_y	y 年之基線排放量	tCO _{2e}
PE_y	y 年之專案排放量	tCO _{2e}
LE_y	y 年之洩漏排放量	tCO _{2e}

9. 監測方法

9.1 注意事項

18. 數據來源之優先順序由上而下，在數據可取得之情況下，應優先選擇實際量測值。

19. 數據以型錄值、操作紀錄、生產作業時間推算、短期或暫態量測等方式取得時，查驗機構得視實況，請專案執行者提出不確定性說明或其他佐證文件。
20. 實施短期或暫態量測時，應取系統/設備正常運轉模式下之一段時間內，各負載下所量測值之加權平均值。

9.2 預設係數與參數說明(僅於專案計畫書確證時確認即可)

參數	定義	單位	數據來源
$\eta_{c, BL}$	專案實施前，空調主機設備效率	kW/RT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 短期/暫態量測值；或 ▪ 以型錄值計算
C_{p-w}	水之比熱	kcal/kg°C	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 文獻資料(技術手冊等)
ρ_w	水之密度	kg/m ³	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 文獻資料(技術手冊等)
$Q_{ref, PJ}$	專案實施後之冷媒填充量	t	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 以型錄值計算

9.3 應監測之數據與參數

參數	定義	單位	數據來源	監測頻率
Q_{PJ}	專案實施後， 每小時出水量	m ³ /h	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 流量計量測值；或， 	連續量測
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ 短期/暫態量測值 	至少1年1次
$t_{c-r, PJ}$	專案實施後， 冰水回水溫度	°C	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 直接量測值 	連續量測
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ 短期/暫態量測值 	至少1年1次
$t_{c-s, PJ}$	專案實施後， 冰水出水溫度	°C	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 直接量測值 	連續量測
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ 短期/暫態量測值 	至少1年1次
T	空調系統之年 運轉時間	h/y	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 直接量測值；或 	連續量測
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ 操作紀錄 	至少每月記錄
$q_{air\ cond. PJ}$	空調主機設備 冷凍能力	RT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 直接量測值 	連續量測
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ 短期/暫態量測值 	至少1年1次
PLR	空調主機的負 載率	%	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 直接量測值 	連續量測
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ 短期/暫態量測值 	至少1年1次
$M_{air, PJ}$	專案實施後， 空氣質量流率	kg/h	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 直接量測值 	連續量測 至少1年1次
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ 以短期/暫態量測值計算 (可藉由空氣流速與空氣 密度計算) 	
$h_{air-s, PJ}$	專案實施後， 出口端焓值	RT/kg	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 以短期/暫態量測值計算 (可藉由乾球溫度與相對 溼度計算) 	至少1年1次

參數	定義	單位	數據來源	監測頻率
$h_{air-r,PJ}$	專案實施後，入口端焓值	RT/kg	▪ 以短期/暫態量測值計算 (可藉由乾球溫度與相對溼度計算)	至少 1 年 1 次
$M_{ref,PJ}$	專案實施後，冷媒質量流率	kg/h	▪ 以短期/暫態量測值計算 (可藉由冷媒流速與密度計算)	至少 1 年 1 次
$h_{ref-r,PJ}$	專案實施後，入蒸發器焓值	RT/kg	▪ 以短期/暫態量測值計算 (可藉由冷媒壓力與溫度計算)	至少 1 年 1 次
$h_{ref-s,PJ}$	專案實施後，出蒸發器焓值	RT/kg	▪ 以短期/暫態量測值計算 (可藉由冷媒壓力與溫度計算)	至少 1 年 1 次
$\eta_{c,PJ}$	空調主機設備效率	kW/RT	▪ 短期/暫態量測值	至少 1 年 1 次
$EC_{PJ,y}$	y 年之專家用電量	kWh	▪ 電錶量測值；或，	連續量測
			▪ 短期/暫態量測值乘實際運轉時數計算	至少 1 年 1 次
$EF_{ELEC,y}$	電力或電網排放係數	kgCO ₂ e/ kWh 、tCO ₂ / MWh	▪ 引用政府最新年度公告電力排放係數	1 年 1 次
			▪ 依據國際 CDM 電力排放係數計算工具(<i>Tool to calculate the emission factor for an electricity system</i>)求出當年度混合邊際(CM)排放係數	如選擇事前(<i>ex ante</i>)監測，僅需於專案計畫書確證時確認

註：1. 採連續量測方式，至少每月紀錄 1 次，並取年平均值計算。

2. 監測頻率可參考 IPMVP 規範，或國內節能績效驗證(M&V)相關作法，可參閱附錄 3。

10. 減量方案下之專案應用

21. 如本減量方法應用於方案型減量專案，須符合下列事項：

- (1) 洩漏量之計算應符合第 7 節之規範。
- (2) 專案實施後，如既有空調設備直接報廢，則可忽略該設備於其他活動使用造成之洩漏，但應針對其報廢情形進行監測。監測內容應確保被替換之既有設備類型/數量與報廢設備類型/數量一致，故既有設備之報廢資訊應被文件化並查證。

附錄 1. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 所列冷凍空調設備之冷媒逸散率

設備名稱	排放因子 (%)
家用冷凍、冷藏裝備	0.1~0.5
獨立商用冷凍、冷藏裝備	1~15
中、大型冷凍、冷藏裝備	10~35
交通用冷凍、冷藏裝備	15~50
工業冷凍、冷藏裝備，包括食品加工及冷藏	7~25
冰水機	2~15
住宅及商業建築冷氣機	1~10
移動式空氣清靜機	10~20

資料來源：環保署排放係數管理表 6.0 版。(應以環保署國家溫室氣體登錄平台之係數值為準)

附錄 2. 常用冷媒 GWP 參考表

溫室氣體化學式	IPCC 第二次 評估報告 (1995)	IPCC 第三次 評估報告 (2001)	IPCC 第四次 評估報告 (2007)
HFC-23/R-23 三氟甲烷, CHF_3	11,700	12,000	14,800
HFC-32/R-32 二氟甲烷, CH_2F_2	650	550	675
HFC-41 一氟甲烷, CH_3F	150	97	—
HFC-125/R-125, 1,1,1,2,2-五氟乙烷, C_2HF_5	2,800	3,400	3,500
HFC-134a/R-134a, 1,1,1,2-四氟乙烷, $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$	1,300	1,300	1,430
HFC-143a/R-143a, 1,1,1-三氟乙烷, $\text{C}_2\text{H}_3\text{F}_3$	3,800	4,300	4,470
HCFC-22/ R-22, CHF_2Cl	—	1,700	1,500
R401a, R22/152a/124 (53/13/34)	1,126	1,124	1,018
R404a, R125/143a/134a (44/52/4)	3,260	3,784	3,922
R410a, R32/125 (50/50)	1,725	1,975	2,025

資料來源：環保署排放係數管理表 6.0 版。(應以環保署國家溫室氣體登錄平台之係數值為準)

附錄 3. 國際 IPMVP/ 國內 M&V 績效驗證方式

選項	量測方式	計算方式	量測與驗證費用
A	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 透過部分量測獨立改善設備的耗能來計算節能量，量測時間可短期或連續量測 ▪ 部分量測代表某些耗能參數可以為約定值，但做約定時必須進行誤差分析，證明約定值總誤差造成節能量計算結果的影響不大 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 使用短時間或連續量測、約定值、電腦模擬與(或)歷史資料，進行節能效益計算 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 決定於量測點的多寡、約定內容的複雜程度、量測頻率，典型的費用約占 1~5%的節能專案成本
B	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 透過全部量測獨立改善設備的耗能來計算節能量，量測時間可短時或連續量測 ▪ 全部量測代表全部耗能參數皆以量測獲得，而非約定 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 使用短時間或連續量測，進行節能效益計算 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 決定於量測點及系統型態，與分析及量測的條款，典型的費用約占 3~10%的節能專案成本
C	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 透過全部量測整廠的耗能來計算節能量，量測時間可短時或連續量測 ▪ 通常是利用現有電力公司或燃料公司公表進行量測 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 藉由回歸分析，針對公表或分表之數據進行分析比較 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 決定於分析參數的數量及複雜程度，典型的費用約占 1~10%的節能專案成本
D	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 透過電腦模擬方式來求得節能量，獨立節能改善或證廠節能改善皆可適用 ▪ 此選項需要大量模擬方面的技術與理論基礎 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 將耗能相關數據帶入模擬模型進行校正後，再計算節能效益 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 決定於分析系統的數量及複雜程度，典型的費用約占 3~10%的節能專案成本

資料來源：陳輝俊，台灣 ESCO 節能績效量測與驗證之案例分析，2010。

附錄 4. 減量方法研訂參考依據

資料名稱		應用項目
①	日本國內額度制度(JCDM)，方法論編號 004「空調設備の更新」，2011。 (JCDM 網站連結 http://jcdm.jp/index.html)	邊界、外加性、基線/專案實施後排放量計算等(為本減量方法主要參考來源)
②	國際清潔發展機制(CDM)，電網排放係數計算工具 (<i>Tool to calculate the emission factor for an electricity system</i>) 第 2.2.1 版，2011.09。	監測方法(電力或電網排放係數)
③	國際清潔發展機制(CDM)，小規模方法學編號 AMS-II.D「工業設施的能源效率和燃料轉換措施專案 (<i>Energy efficiency and fuel switching measures for industrial facilities</i>)」第 12 版，2009。	監測方法、方案型專案(PCDM)相關說明
④	「空調系統節能改善之節能績效量測與驗證方法」，經濟部能源局 ESCO 推動辦公室，2009。	監測方法
⑤	「空調系統能源查核與節約能源案例手冊」，經濟部能源局，2006。	應用範例
⑥	製造業節能減碳服務團計畫輔導報告案例，經濟部工業局，2009。	應用範例

減量方法資料

版次	日期	修訂記錄
01.0	2012 年 11 月 22 日	「行政院環境保護署溫室氣體先期專案暨抵換專案審議會第四次會議」決議審核通過。
本減量方法為經濟部工業局(節能減碳服務團計畫) 「IDB-II-006 更換為高效率空調設備」申請認可之減量方法。		