



**TMS- II.007**

## 小規模減量方法

---

### 更換為高效率變壓器

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 範疇.....	3
2.2 適用條件.....	3
2.2 生效日.....	4
3. 專案邊界.....	4
4. 外加性.....	4
5. 基線排放.....	4
5.1 基線情境.....	4
5.2 基線用電量.....	4
5.3 基線排放量.....	5
6. 專案排放.....	5
6.1 專案用電量.....	5
6.2 專案實施後之排放量.....	6
7. 洩漏排放.....	6
8. 減量.....	6
8.1 預設係數與參數說明.....	7
9. 監測方法.....	8
9.1 注意事項.....	8
9.2 應監測之數據與參數.....	8
10. 減量方案下之專案應用.....	10
附錄 1. 國際 IPMVP/ 國內 M&V 績效驗證方式.....	11
附錄 2. 減量方法研訂參考依據.....	12

## 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	將工廠既設變壓器設備更換為較專案實施前高效率之變壓器，提升運轉效率。
溫室氣體減量類型	減少變壓器設備用電產生之溫室氣體排放。

## 2. 範疇、適用條件及生效日

### 2.1 範疇

2. 本減量方法適用於工廠輸配電系統之變壓器汰換，以提升運轉效率，減少用電量。
3. 本減量方法之設計基本概念為藉由監測專案實施後之電力變壓器操作條件(操作時間、年用電量、功率因數)計算專案實施後之負載率，再用以回推基線用電量進而計算邊界內變壓器所節省之電力，以明確地將專案實施所產生之節能效益，與專案活動影響以外其他變數所造成之能源使用變化區隔。

### 2.2 適用條件

4. 本減量方法之適用條件如下：
- (1) 工廠輸配電系統中，升、降電壓用之電力變壓器，以高效率之電力變壓器取代既有變壓器之情況，包括同類型及不同類型變壓器之汰換措施<sup>1</sup>。
  - (2) 適用於既有變壓器之汰換，不適用於新設廠房、產線擴大而新增設變壓器之情形。
  - (3) 專案實施後之變壓器設備應為全新設備，並非來自其他專案活動。
  - (4) 專案實施前後，變壓器運轉之動力來源皆為電力。
  - (5) 專案實施後，變壓器所提供之電力，應使用於實施此減量方法之事業單位。
  - (6) 既有變壓器無論是否實施本專案，皆能持續運作。
  - (7) 既有變壓器剩餘使用年限應參循 CDM 最新版次之設備剩餘壽齡推估工具(Tool to determine the remaining lifetime of equipment) 評估，且專案計入期應受限於既有設備剩餘壽命評估結果。
  - (8) 單一專案之年總節能量不得超過 60 GWhe<sup>2</sup>。

---

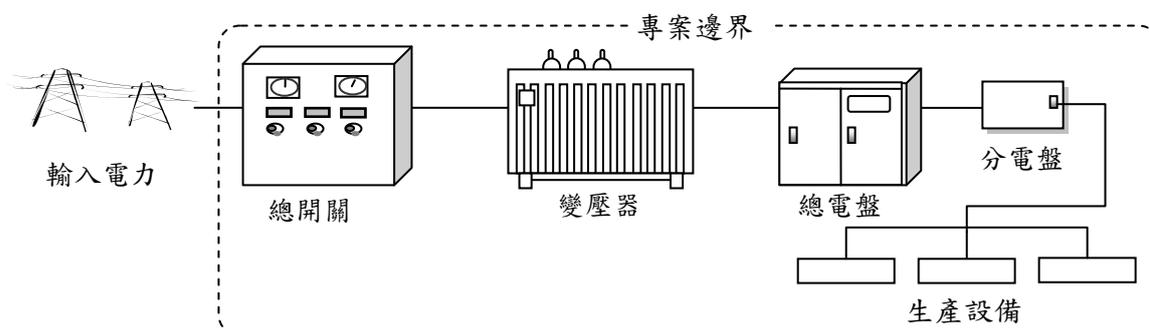
<sup>1</sup> 專案實施後變壓器在特定容量(kVA)、額定電壓(V)下，相對應的效率值應高於專案實施前之效率，並需符合國家規範。

## 2.2 生效日

5. 生效日係以 102 年 12 月 17 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 7 次會議」決議審核通過為準。

## 3. 專案邊界

6. 變壓器及其供電範圍。



## 4. 外加性

7. 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

8. 本減量方法係依 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「既有變壓器設備之持續使用」做為基線情境。

### 5.2 基線用電量

9. 專案實施前，其基線用電量之計算式如下：

$$EC_{BL,y} = T_{PJ,y} \times [P_{i,BL} + (LF_{PJ})^2 \times P_{c,BL}] \div 1,000 \quad \text{式 1}$$

參數	定義	單位
$EC_{BL,y}$	y 年之變壓器基線用電量	kWh
$T_{PJ,y}$	專案實施後變壓器之年運轉時間	h
$P_{i,BL}$	基線變壓器之鐵損(無載損)	W
$P_{c,BL}$	基線變壓器之銅損(有載損)	W

<sup>2</sup>參考依據：國際 CDM Standard: Clean development mechanism project standard (CDM-EB65-A05-STAN) 第 81 段(b)項，小規模專案(Type II)總節能量上限規範。

$LF_{PJ}$	專案實施後年平均負載率	%
-----------	-------------	---

註：單位換算：1kW=1,000W。

10.  $T_{PJ,y}$ 之決定：

$$T_{PJ,y} = \min(T_{PJ,y}, T_{his}) \quad \text{式 2}$$

參數	定義	單位
$T_{his}$	變壓器年運轉時間之歷史值	h

11.  $LF_{PJ}$ 之決定：

$$LF_{PJ} = \left[ EC_{total,PJ,y} \div T_{PJ,y} \div PF_{PJ} \right] \div TC \quad \text{式 3}$$

參數	定義	單位
$EC_{total,PJ,y}$	y年之專案廠內全年總用電量	kWh
$T_{PJ,y}$	專案實施後變壓器之年運轉時間	h
$PF_{PJ}$	專案實施後廠內功率因數	%
$TC$	變壓器容量	kVA

### 5.3 基線排放量

12. 專案實施前，使用既有變壓器所產生之溫室氣體排放量乃為基線排放量，其計算式如下：

$$BE_y = EC_{BL,y} \times EF_{ELEC,y} \div 1,000 \quad \text{式 4}$$

參數	定義	單位
$BE_y$	y年之變壓器基線排放量	tCO <sub>2</sub> e
$EC_{BL,y}$	y年之變壓器基線用電量	kWh
$EF_{ELEC,y}$	電力或電網排放係數	kgCO <sub>2</sub> e/ kWh

註：單位換算：1t=1,000kg。

## 6. 專案排放

### 6.1 專案用電量

13. 專案實施後之能源用量，其計算式如下：

$$EC_{PJ,y} = T_{PJ,y} \times \left[ P_{i,PJ} + (LF_{PJ})^2 \times P_{c,PJ} \right] \div 1,000 \quad \text{式 5}$$

參數	定義	單位
$EC_{PJ,y}$	y年之專案變壓器之用電量	kWh
$P_{i,PJ}$	專案變壓器之鐵損	W
$P_{c,PJ}$	專案變壓器之銅損	W

參數	定義	單位
$T_{PI,y}$	專案實施後變壓器之年運轉時間	h

## 6.2 專案排放量

14. 專案實施後之排放量，其計算式如下：

$$PE_y = EC_{PI,y} \times EF_{ELEC,y} \div 1,000 \quad \text{式 6}$$

參數	定義	單位
$PE_y$	y 年之專案變壓器排放量	tCO <sub>2</sub> e
$EF_{ELEC,y}$	電力或電網排放係數	kgCO <sub>2</sub> e/ kWh

註：單位換算：1kW=1,000W，1t=1,000kg。

## 7. 洩漏排放

15. 如既有變壓器設備直接報廢，則可忽略既有變壓器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(查驗機構得要求專案申請者出具設備處理相關佐證資料)。
16. 如既有變壓器設備自專案邊界移出後，其使用不屬專案申請者可控制之範圍時，得不考慮其洩漏量。但若有設備售出情形，則於外加性評估之投資分析，應將設備售出效益記入投資效益計算。(如售予資源回收業)
17. 非屬 15 項及 16 項之情況，且既有變壓器設備自專案邊界移出後持續使用(如作為其他製程之備用)，則應監測其能源用量並計算洩漏排放。
18. 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。

$$LE_y \quad \text{式 7}$$

參數	定義	單位
$LE_y$	y 年之洩漏排放量	tCO <sub>2</sub> e

## 8. 減量

19. 計入期間 y 年之減量計算如下：

$$ER_y = BE_y - (PE_y + LE_y) \quad \text{式 8}$$

參數	定義	單位
$ER_y$	y 年之減量	tCO <sub>2</sub> e
$BE_y$	y 年之基線排放量	tCO <sub>2</sub> e
$PE_y$	y 年之專案排放量	tCO <sub>2</sub> e
$LE_y$	y 年之洩漏排放量	tCO <sub>2</sub> e

## 8.1 預設係數與參數說明

20. 下列參數應於確證時成為定值。

數據與參數表 1

數據/參數	$P_{i,BL}$
數據單位	W
描述	基線變壓器之鐵損
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 產品測試值(實驗報告結果)，或；</li> <li>▪ 設備商所提供之產品型錄值</li> </ul>
量測程序(若適用)	-
備註	數據來源選擇之優先順序應由上而下

數據與參數表 2

數據/參數	$P_{c,BL}$
數據單位	基線變壓器之銅損
描述	W
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 產品測試值(實驗報告結果)，或；</li> <li>▪ 設備商所提供之產品型錄值</li> </ul>
量測程序(若適用)	-
備註	數據來源選擇之優先順序應由上而下

數據與參數表 3

數據/參數	$P_{i,PJ}$
數據單位	W
描述	專案變壓器之鐵損
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 產品測試值(實驗報告結果)，或；</li> <li>▪ 設備商所提供之產品型錄值</li> </ul>
量測程序(若適用)	-
備註	數據來源選擇之優先順序應由上而下

數據與參數表 4

數據/參數	$P_{c,PJ}$
數據單位	W
描述	專案變壓器之銅損
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 產品測試值(實驗報告結果)，或；</li> <li>▪ 設備商所提供之產品型錄值</li> </ul>
量測程序(若適用)	-
備註	數據來源選擇之優先順序應由上而下

數據與參數表 5

數據/參數	<b>TC</b>
數據單位	kVA
描述	變壓器容量
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 設備商所提供之產品型錄值，或；</li> <li>▪ 產品測試值(實驗報告結果)</li> </ul>
量測程序(若適用)	-
備註	數據來源選擇之優先順序應由上而下

數據與參數表 6

數據/參數	<b><math>T_{his}</math></b>
數據單位	h
描述	變壓器年運轉時間之歷史值
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 量測值，或；</li> <li>▪ 操作記錄</li> </ul>
量測程序(若適用)	-
備註	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>T_{his}</math> 為專案實施前最近 3 年變壓器年運轉時間之平均值，如無完整 3 年歷史數據，得至少以最近 1 年數據計算。</li> <li>▪ 數據來源選擇之優先順序應由上而下</li> </ul>

## 9. 監測方法

### 9.1 注意事項

21. 數據來源選擇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。
22. 數據以型錄值、操作紀錄、生產作業時間推算等方式取得時，查驗機構應請專案執行者提出相關佐證文件。

### 9.2 應監測之數據與參數

數據與參數表 7

數據/參數	<b><math>T_{PJ,y}</math></b>
數據單位	h
描述	專案實施後變壓器之年運轉時間
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 量測值，或；</li> <li>▪ 操作紀錄</li> </ul>
量測程序(若適用)	-
監測頻率	▪ 至少 1 年 1 次
QA/QC 程序	-
備註	▪ 於計畫書撰寫時， $T_{PJ,y} = T_{his}$ ，專案實施後 $T_{PJ,y}$ 應以實際量測數據計算。

數據與參數表 8

數據/參數	$PF_{PJ}$
數據單位	%
描述	功率因數
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> <li>由全年電費單資訊平均後求得</li> </ul>
量測程序(若適用)	-
監測頻率	<ul style="list-style-type: none"> <li>每月 1 次</li> </ul>
QA/QC 程序	-
備註	<ul style="list-style-type: none"> <li>於計畫書撰寫時，專案實施後廠內功率因數 (<math>PF_{PJ}</math>)，為歷史年平均操作數據，但專案實施後應以實際量測數據計算。</li> </ul>

數據與參數表 9

數據/參數	$EC_{total,PJ,y}$
數據單位	kWh
描述	y 年之廠內全年總用電量
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> <li>由全年電費單加總後求得全年總用電量</li> </ul>
量測程序(若適用)	-
監測頻率	<ul style="list-style-type: none"> <li>每月 1 次</li> </ul>
QA/QC 程序	-
備註	於計畫書撰寫時，y 年之專案廠內全年總用電量 ( $EC_{total,PJ,y}$ )，為歷史年平均操作數據，但專案實施後應以實際量測數據計算。

數據與參數表 10

數據/參數	$EF_{ELEC,y}$
數據單位	kgCO <sub>2</sub> e/ kWh
描述	電力或電網排放係數
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> <li>引用政府最新年度公告電力排放係數；或</li> <li>依據國際 CDM 電網排放係數計算工具(<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</li> <li>如包括自廠發電之情形，自廠電力排放係數應參循 CDM 最新版次「電力耗用之基線、專案及/或洩漏排放計算工具(<i>Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption</i>)」計算</li> </ul>
量測程序(若適用)	-
監測頻率	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 年 1 次；或</li> <li>如選擇事前(ex ante)監測，僅需於專案計畫書確證時確認</li> </ul>
QA/QC 程序	-
備註	-

23. 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，參閱附錄 1。

## 10. 減量方案下之專案應用

24. 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，如既有變壓器直接報廢，則可忽略既有變壓器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變壓器數量與報廢變壓器數量一致，故既有變壓器之報廢資訊應被文件化並查證。

## 附錄 1. 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"> <li>▪ 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</li> <li>▪ 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 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</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 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</li> <li>▪ 全部量測代表全部耗能參數皆以量測獲得，而非約定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 使用短時間或連續量測，進行節能效益計算</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 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</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 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</li> <li>▪ 通常是利用現有電力公司或燃料公司公表進行量測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 藉由回歸分析，針對公表或分表之數據進行分析比較</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 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</li> </ul>
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 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</li> <li>▪ 此選項需要大量模擬方面的技術與理論基礎</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 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</li> </ul>

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 2. 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 010「更換為高效率變壓器(変圧器の更新)」。2011.1.27。 (JCDM 網站連結 <a href="http://jcdm.jp/index.html">http://jcdm.jp/index.html</a> )	基線排放量、專案實施後之排放量、洩漏量、排放減量、監測方法與應用案例之計算
②	國際清潔發展機制(CDM)設備剩餘壽齡推估工具( <i>Tool to determine the remaining lifetime of equipment</i> )第 1 版，2009.10。	適用條件(既有設備剩餘使用年限)
③	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(電網排放係數)
④	國際清潔發展機制(CDM)，電力耗用之基線、專案及/或洩漏排放計算工具( <i>Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption</i> )第 1 版，2008.05。	監測方法(電力排放係數)
⑤	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，2009.07。	監測方法、方案型專案(PCDM)相關說明
⑥	經濟部能源局，「電壓調整控制器節能應用技術手冊」，2010。	應用案例
⑦	經濟部能源局，「節約能源技術手冊」P224-P231，2009。	應用案例(變壓器特性)
⑧	大同產品型錄「非品質樹脂型乾式變壓器」、「矽鋼片樹脂型乾式變壓器」， <a href="http://www.tatung.com/b5/tr/pdtCastResin1.htm">http://www.tatung.com/b5/tr/pdtCastResin1.htm</a> ，2006。	應用案例(變壓器特性)
⑨	日本國內額度制度(JCDM)，減量專案計畫書申請編號 0729「食品工廠導入高效率鍋爐、空調設備、照明設備、變壓器與空壓機變頻裝置之 CO2 減量計畫(食品工場におけるボイラーの更新(重油→重油)、空調設備の更新(電気→電気)、エアーコンプレッサーへのインバーター制御の導入、照明設備の更新(LED 化)、変圧器の更新)」，2011.3.23。	應用案例(監測方法)

-----

### 減量方法資料

---

版次	日期	修訂記錄
01.0	102 年 12 月 17 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 7 次會議」決議審核通過。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"><p>本減量方法為經濟部工業局(節能減碳服務團計畫) 「IDB-II-004_更換為高效率變壓器」申請認可之減量方法。</p></div>

---