



**TMS- II.009**

## 小規模減量方法

---

# 工業設施既有馬達汰換為高效率馬達

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
2.3. 生效日.....	4
3. 專案邊界.....	4
4. 外加性.....	4
5. 基線排放.....	5
5.1 基線情境.....	5
5.2 基線用電量.....	5
5.3 基線排放量.....	6
6. 專案排放.....	6
6.1 專案用電量.....	6
6.2 專案實施後之排放量.....	6
7. 洩漏排放.....	7
8. 減量.....	7
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.....	9
10. 減量方案下之專案應用.....	11
附錄 1. 國際 IPMVP/ 國內 M&V 績效驗證方式.....	13
附錄 2. 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馬達，提升馬達能源使用效率，減少馬達用電量。
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. 範疇

2. 本減量方法適用於既有馬達之汰換，以提升馬達能源使用效率，減少馬達用電量。
3. 藉由監測馬達運轉功率(或效率)及運轉時間，分別計算專案實施前後邊界內設備用電量。其中，基線用電量計算方式，係以既有馬達功率與專案實施後實測運轉時間等數據計算回推求得，此計算方式可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) 工廠既有馬達更換為較專案實施前高效率<sup>1</sup>之馬達，其未包括馬達所帶動之設備(如藉由皮帶或鍊條傳動等方式進行連結傳動，間接與被帶動的負載設備)。
  - (2) 適用於既有馬達一對一之汰換，不適用於新設廠房、產線擴大而新增設馬達之情形。
  - (3) 專案實施後之馬達應為全新製品，並非來自其他專案活動。
  - (4) 專案實施前後，馬達運轉之動力來源為電力。
  - (5) 專案實施後，馬達所屬設備/系統及相關製程不因進行原料或生產環境等變更，而使馬達所帶動之動力需求大幅下降。專案實施後馬達規格容量或輸出功率，應介於既有馬達之 90%~150%之間<sup>2</sup>。

---

<sup>1</sup>本減量方法所謂高效率，為在相同之使用條件下，馬達之能源效率獲得改善的情況。專案實施後高效率馬達應符合並優於政府公告之效能標準。

<sup>2</sup>參考依據：國際 CDM 小規模減量方法 AMS-II.C (ver.14)，第 2 點規範”This methodology is only applicable if the service level (e.g. rated capacity or output) of the installed, project energy-efficient equipment is between 90% and

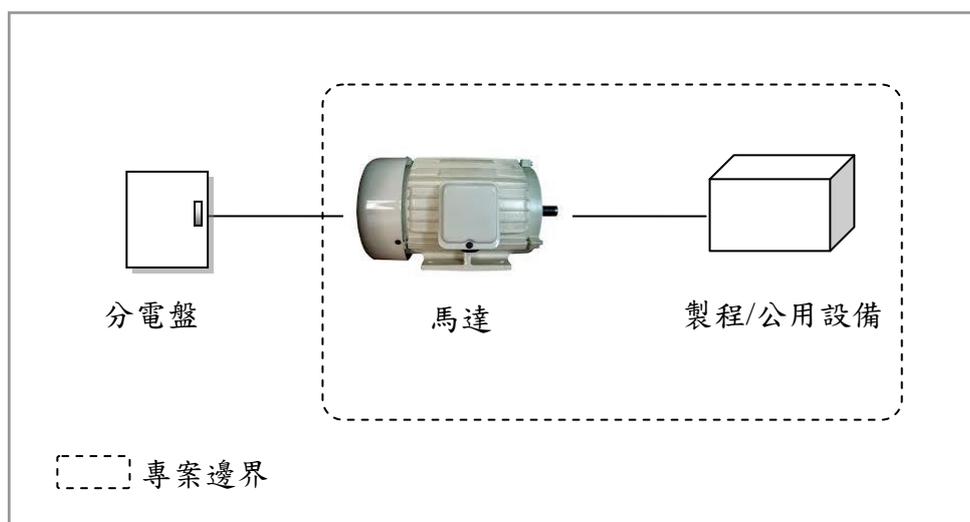
- (6) 專案實施前後，馬達產生之動力應使用於實施此減量方法之事業單位。
- (7) 既有馬達無論是否實施專案，皆能持續運作。
- (8) 既有設備剩餘使用年限應參循 CDM 最新版次之設備剩餘壽齡推估工具(Tool to determine the remaining lifetime of equipment) 評估，且專案計入期應受限於既有設備剩餘壽命評估結果。
- (9) 單一專案之年總節能量不得超過 60 GWh<sub>e</sub><sup>3</sup>。

### 2.3. 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. 包括馬達及其所帶動之相關設備。



## 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）。

150% of the service level of the baseline equipment.”

<sup>3</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。

## 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「既有馬達之持續使用」做為基線情境。

### 5.2 基線用電量

9. 基線用電量計算式如下：

$$EC_{BL,y} = \sum_n (W_{n,BL} \times T_{n,PJ}) \quad \text{式 1}$$

參數	定義	單位
$EC_{BL,y}$	y 年之基線用電量	kWh
$W_{n,BL}$	專案實施前個別馬達基線功率	kW
$T_{n,PJ}$	專案實施後個別馬達年運轉時數	h

10.  $W_{n,BL}$  之決定：

$$W_{n,BL} = W_{n,PJ} \times \frac{\eta_{n,PJ}}{\eta_{n,BL}} \times LF_{n,PJ} \quad \text{式 2}$$

參數	定義	單位
$W_{n,PJ}$	專案實施後個別馬達功率	kW
$\eta_{n,PJ}$	專案實施後個別馬達效率	—
$\eta_{n,BL}$	專案實施前個別馬達效率	—
$LF_{n,PJ}$	專案實施後個別馬達負載率	%

11.  $LF_{n,PJ}$  之決定：

- (1) 專案實施後個別馬達負載率( $LF_{n,PJ}$ )為相關生產操作紀錄計算或以公式 3 計算。

$$LF_{n,PJ} = W_{n,PJ} \div W_{n,PJ,S} \times 100\% \quad \text{式 3}$$

參數	定義	單位
$W_{n,PJ,S}$	專案實施後個別馬達額定滿載輸入功率	kW

12.  $T_{n,PJ}$  之決定：

$$T_{n,PJ} = \min(T_{n,His}, T_{n,PJ}) \quad \text{式 4}$$

參數	定義	單位
$T_{n,his}$	個別馬達年運轉時數之歷史值	h

### 5.3 基線排放量

13. 專案活動實施前，使用既有馬達所產生之溫室氣體排放量乃為基線排放量，其計算式如下：

$$BE_y = EC_{BL,y} \times EF_{ELEC,y} \div 1,000 \quad \text{式 5}$$

參數	定義	單位
$BE_y$	y 年之基線排放量	tCO <sub>2</sub> e
$EC_{BL,y}$	y 年之基線用電量	kWh
$EF_{ELEC,y}$	y 年之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

14. 專案實施後馬達之用電量以個別馬達功率量測值乘實際運轉時數計算：

$$EC_{PJ,y} = \sum_n (W_{n,PJ} \times T_{n,PJ}) \quad \text{式 6}$$

參數	定義	單位
$EC_{PJ,y}$	y 年之專案用電量	kWh
$W_{n,PJ}$	專案實施後個別馬達功率	kW
$T_{n,PJ}$	專案實施後個別馬達年運轉時數	h

### 6.2 專案實施後之排放量

$$PE_y = EC_{PJ,y} \times EF_{ELEC,y} \div 1,000 \quad \text{式 7}$$

參數	定義	單位
$PE_y$	y 年之專案排放量	tCO <sub>2</sub> e
$EC_{PJ,y}$	y 年之專案用電量	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。

## 7. 洩漏排放

15. 如既有馬達自專案邊界移出後直接報廢，則可忽略既有馬達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. 如既有馬達自專案邊界移出後，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，且既有馬達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。洩漏排放量計算如下：

 $LE_y$ 

式 8

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：

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

式 9

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	$\eta_{n,BL}$
數據單位	—
描述	專案實施前個別馬達效率
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 量測計算值，或；</li> <li>▪ 使用型錄值計算</li> </ul>
量測程序(若適用)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 以功率計、測力計或其他儀器測量單位耗電之作功後，進行計算</li> </ul>
備註	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 數據來源選擇之優先順序應由上而下</li> <li>▪ 本參數量測計算值，宜於設備穩定運轉的狀態下進行，且如馬達負載條件有所變化，則依該負載條件分別量測並計算平均值</li> </ul>

數據與參數表 2

數據/參數	$T_{n,his}$
數據單位	h
描述	個別馬達年運轉時數之歷史值
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 連續量測值，或；</li> <li>▪ 操作紀錄</li> </ul>
量測程序(若適用)	-
備註	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 數據來源選擇之優先順序應由上而下</li> <li>▪ <math>T_{n,his}</math> 為專案實施前最近 3 年平均值，如無完整 3 年歷史數據，得以最近 1 年數據計算</li> </ul>

數據與參數表 3

數據/參數	$W_{n,PJ,s}$
數據單位	kW
描述	專案實施後個別馬達額定滿載輸入功率
數據來源	使用型錄值計算
量測程序(若適用)	-
備註	-

## 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、或量測計算等方式取得時，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

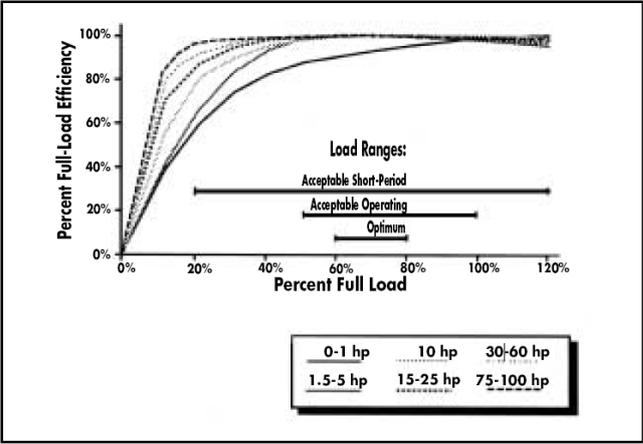
數據與參數表 4

數據/參數	$W_{n,PJ}$
數據單位	kW
描述	專案實施後個別馬達功率
數據來源	▪ 功率計/安培計或其他儀器量測計算值
量測程序(若適用)	-
監測頻率	▪ 連續量測；或 ▪ 每月 1 次
QA/QC 程序	-
備註	▪ 於專案計畫書撰寫時，得以額定滿載輸入功率( $W_{n,PJ,s}$ )計算 ▪ 本參數量測計算值，宜於設備穩定運轉的狀態下進行，且如馬達負載條件有所變化，則依該負載條件分別量測並計算平均值

數據與參數表 5

數據/參數	$\eta_{n,PJ}$
數據單位	-
描述	專案實施後個別馬達效率
數據來源	▪ 量測計算值；
量測程序(若適用)	▪ 以功率計、測力計或其他儀器測量單位耗電之作功後，進行計算
監測頻率	▪ 至少 1 年 1 次；或 ▪ 如選擇事前監測(ex-ante)，僅需於確證時確認
QA/QC 程序	-
備註	▪ 本參數量測計算值，宜於設備穩定運轉的狀態下進行，且馬達負載條件有所變化，則依該負載條件分別量測並計算平均值

數據與參數表 6

數據/參數	$LF_{n,PJ}$
數據單位	%
描述	專案實施後個別馬達年均負載率
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 測量個別馬達功率(<math>W_{n,PJ}</math>)並依式 3 計算；或</li> <li>▪ 操作紀錄</li> </ul>
量測程序(若適用)	-
監測頻率	▪ 至少每月 1 次
QA/QC 程序	-
備註	<p>1. 馬達負載率(<math>LF_{n,PJ}</math>)計算參考來源為：「高效率馬達動力系統」，經濟部能源局高效率馬達應用技術開發與推廣計畫，7 月 2008。</p> <p>2. 如以相關生產紀錄計算馬達負載率(<math>LF_{n,PJ}</math>)，宜取當前產量下測得單位產品耗電與穩定生產狀態之最大生產量下測得單位產品耗電之比值計算。</p> <p>3. 如下圖馬達負載率與滿載效率關係圖所示，超過 100hp 之馬達額定負載高於 50%時，其效率差異不大，故於此情況下，馬達負載率(<math>LF_{n,PJ}</math>)得以 1 計算。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">馬達負載率與滿載效率關係圖</p> <p>資料來源：「US Department of Energy's Motor Challenge :DETERMINING ELECTRIC MOTOR LOAD AND EFFICIENCY」</p>

數據與參數表 7

數據/參數	$T_{n,PJ}$
數據單位	h
描述	專案實施後個別馬達年運轉時間
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 連續量測；或</li> <li>▪ 至少每月 1 次</li> </ul>
QA/QC 程序	-
備註	▪ 於專案計畫書撰寫時， $T_{n,PJ} = T_{n,his}$ 。

數據與參數表 8

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(Tool to calculate the emission factor for an electricity system) 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(Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption)」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>▪ 如選擇事前監測(ex-ante)，僅需於確證時確認</li> </ul>
QA/QC 程序	-
備註	-

23. 採連續量測方式，至少每月記錄 1 次，並取年平均值計算。
24. 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

25. 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，如既有馬達直接報廢，則可忽略既有馬達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馬達數量與報廢馬達數量一致，故報廢馬達應保留至此一致性被確認為止，且既有馬達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 025「泵浦、風扇類設備之更新 (ポンプ・ファン類の更新)」，2011.01。(JCDM 網站連結 <a href="http://jcdm.jp/index.html">http://jcdm.jp/index.html</a> )	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	「高效率馬達動力系統」，經濟部能源局高效率馬達應用技術開發與推廣計畫，2007。	適用條件、基線/專案實施後排放量計算、應用範例
③	國際清潔發展機制(CDM)，小規模方法學編號 AMS-II.C「需求端利用特定技術的能源效率活動 (Demand-side energy efficiency activities for specific technologies)」第 14 版，2012.08。	適用條件(專案實施後設備容量變動範圍)
④	國際清潔發展機制(CDM)設備剩餘壽齡推估工具(Tool to determine the remaining lifetime of equipment)第 1 版，2009.10。	適用條件(既有設備剩餘使用年限)
⑤	「工廠能源管理與查核示範」，98 年產業公用設備節約能源研習會，中鋼公司張尚武。	專案邊界
⑥	國際清潔發展機制(CDM)，電網排放係數計算工具 (Tool to calculate the emission factor for an electricity system) 第 2.2.1 版，2011.09。	監測方法(電網排放係數)
⑦	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(Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption)第 1 版，2008.05。	監測方法(電力排放係數)
⑧	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(Energy efficiency and fuel switching measures for industrial facilities)」第 12 版，2009.12。	節能規模上限、方案型專案 (PCDM)相關說明
⑨	「馬達動力系統之現場量測實務探討」，機械工業雜誌 298 期，工業技術研究院機械所。	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。

本減量方法為經濟部工業局(節能減碳服務團計畫)

「IDB-II-023\_汰換為高效率馬達」申請認可之減量方法。

---

---