



TMS-II.008

小規模減量方法

更換為高效率空壓機

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.....	5
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.....	6
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.....	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	藉由汰換工業設施既有空壓主機，提升空壓機能源使用效率，並減少空壓機運轉用電量。
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. 本減量方法僅適用於工業設施之既有空壓機之汰換。藉由監測專案實施後，空壓機之耗電功率、運轉時間及產氣效率等數據，計算汰換為高效率空壓機後所減少的電力使用量。其中，基線用電量計算方式，係以專案實施後用電量與專案實施前後單位產氣耗能比例之乘積，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。
3. 專案活動若為空壓機零件(如快速接頭、過濾器)及空壓系統內其他設備(如乾燥機)之新增、汰換或改裝(如將空壓機配管由樹枝狀改為環狀)，或為導入變頻/台數控制等措施，則應選用「TMS-II.004 既有空壓機系統之能源效率提升」減量方法進行減量效益之計算。

2.2 適用條件

4. 本減量方法之適用條件如下：
- (1) 工廠等工業設施中，更換為較專案實施前高效率¹之空壓機，包括單一主機或多台主機汰換之情形。
 - (2) 適用於既有空壓機之汰換，不適用於新設廠房、產線擴大而新增設空壓機之情形。
 - (3) 專案實施後之空壓機應為全新設備，並非來自其他專案活動。
 - (4) 專案實施前後，空壓機運轉之動力來源為電力。
 - (5) 專案實施後，空壓機之運轉容量或規格輸出量，應介於既有空壓機之 90%~150%之間²。
 - (6) 專案實施後，空壓機所產生壓縮空氣應使用於實施此減量方法之事業單位。

¹ 本減量方法所謂高效率，為在相同之使用條件下，空壓機之能源效率獲得改善的情況。

² 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 150% of the service level of the baseline equipment.”

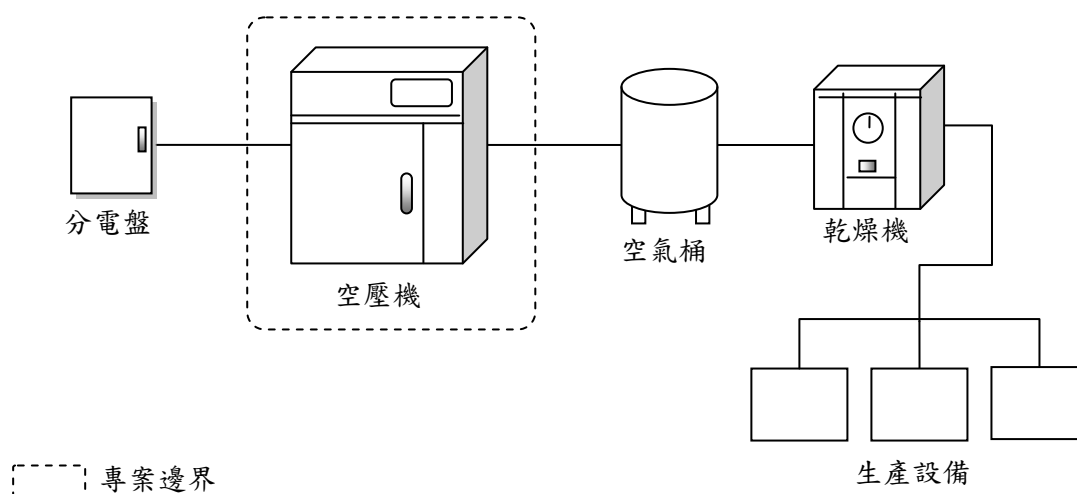
- (7) 既有空壓機無論是否實施專案，皆能持續運作。
- (8) 既有空壓機剩餘使用年限應參循 CDM 最新版次之設備剩餘壽齡推估工具(**Tool to determine the remaining lifetime of equipment**) 評估，且專案計入期應受限於既有設備剩餘壽命評估結果。
- (9) 單一專案之年總節能量不得超過 60 GWh_e。³

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. 空壓主機，不包括空壓系統附屬設備(如乾燥機、空氣桶及祛水器等)。



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)。

³ 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「既有空壓機之持續使用」做為基線情境。

5.2 基線用電量

9. 基線用電量計算式如下：

$$EC_{BL,y} = EC_{PJ,y} \div \beta \quad \text{式 1}$$

- (1) 若專案包括多台主機汰換，則需按公式 1 分別計算各主機用電量後，再行加總。

參數	定義	單位
$EC_{BL,y}$	y 年之基線用電量	kWh
$EC_{PJ,y}$	y 年之專案用電量	kWh
β	能源減量比例	$0 < \beta \leq 1$

10. β 之決定：

$$\beta = \frac{\varepsilon_{PJ}}{\varepsilon_{BL}} \quad \text{式 2}$$

參數	定義	單位
ε_{BL}	專案實施前，空壓機單位產氣用電量	kWh/m ³
ε_{PJ}	專案實施後，空壓機單位產氣用電量	kWh/m ³

5.3 基線排放量

11. 專案實施前，使用既有空壓機所產生之溫室氣體排放量乃為基線排放量，其計算式如下：

$$BE_y = EC_{BL,y} \times EF_{ELEC,y} \div 1,000 \quad \text{式 3}$$

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

註：單位換算，1t=1,000kg。

6. 專案排放

6.1 專案用電量

12. 專案實施後空壓機之用電量，係以主機功率量測值乘實際運轉時數計算：

- (1) 若專案包括多台主機汰換，則需按公式 4 分別計算各主機用電量後，再行加總。
- (2) 於專案計畫書撰寫時， $W_{PJ,y}$ 得以專案實施前空壓機輸入功率實測值與 β 之乘積計算。

$$EC_{PJ,y} = W_{PJ,y} \times T_{PJ,y} \quad \text{式 4}$$

13. $T_{PJ,y}$ 之決定：

$$T_{PJ,y} = \min(T_{PJ,y}, T_{his}) \quad \text{式 5}$$

參數	定義	單位
$EC_{PJ,y}$	y 年之專案用電量	kWh
$W_{PJ,y}$	專案實施後之空壓機輸入功率	kW
$T_{PJ,y}$	專案實施後之空壓機年運轉時間	h
T_{his}	空壓機年運轉時間之歷史值	h

6.2 專案排放量

14. 專案實施後之排放量計算如下：

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

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	kWh
$EF_{ELEC,y}$	電力或電網排放係數	kgCO ₂ e/ kWh

註：單位換算，1t=1,000kg。

7. 洩漏排放

15. 如既有既有空壓機直接報廢，則可忽略既有空壓機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. 如既有空壓機自專案邊界移出後，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，且既有空壓機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。
19. 洩漏排放量計算如下：

$$LE_y \quad \text{式 7}$$

參數	定義	單位
LE_y	y 年之洩漏排放量	tCO ₂ e

8. 減量

20. 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 ₂ e
BE_y	y 年之基線排放量	tCO ₂ e
PE_y	y 年之專案排放量	tCO ₂ e
LE_y	y 年之洩漏排放量	tCO ₂ e

8.1 預設係數與參數說明

21. 下列參數應於確證時成為定值。

數據與參數表 1

數據/參數	ϵ_{BL}
數據單位	kWh/m ³
描述	專案實施前，空壓機單位產氣用電量
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 量測計算值，或； ▪ 使用型錄值計算
量測程序(若適用)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 以功率計及流量計或其他儀器，分別測量空壓機之產氣量及用電量後，進行計算
備註	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 數據來源選擇之優先順序應由上而下 ▪ 本參數量測計算值，宜於相關製程穩定生產狀況下進行，並取空壓機正常操作壓力範圍區間之量測數據，求其平均值

數據與參數表 2

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

9. 監測方法

9.1 注意事項

22. 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。
23. 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 3

數據/參數	$W_{PJ, y}$
數據單位	kW
描述	專案實施後，空壓機之輸入功率
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 功率計/安培計或其他儀器量測計算值，或； ▪ 操作記錄
量測程序(若適用)	-
監測頻率	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 連續量測 ▪ 每月記錄
QA/QC 程序	-
備註	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 於專案計畫書撰寫時，以取樣測量值計算(模擬)，或以專案實施前空壓機輸入功率實測值與 β 之乘積計算

數據與參數表 4

數據/參數	$T_{PJ,y}$
數據單位	h
描述	專案實施後之空壓機年運轉時間
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 量測值；或 ▪ 操作紀錄
量測程序(若適用)	-
監測頻率	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 每月記錄
QA/QC 程序	-
備註	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 於專案計畫書撰寫時，$T_{PJ}=T_{his}$

數據與參數表 5

數據/參數	ϵ_{PJ}
數據單位	kWh/m ³
描述	專案實施後，空壓機單位產氣用電量
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 量測計算值
量測程序(若適用)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 以功率計及流量計或其他儀器，分別測量空壓機之產氣量及用電量後，進行計算
監測頻率	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 至少 1 年 1 次
QA/QC 程序	-
備註	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 於專案計畫書撰寫時，以取樣測量值計算(模擬)，如無法取得量測數據，得使用設備型錄值計算 ▪ 本參數量測計算值，宜於相關製程穩定生產狀況下進行，並取空壓機正常操作壓力範圍區間之量測數據，求其平均值

數據與參數表 6

數據/參數	$EF_{ELEC,y}$
數據單位	kgCO ₂ e/kWh、tCO ₂ /MWh
描述	電力或電網排放係數
數據來源	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 引用政府最新年度公告電力排放係數；或 ▪ 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 ▪ 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
量測程序(若適用)	-
監測頻率	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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	-

24. 採連續量測方式，至少每月記錄 1 次，並取年平均值/累計值計算。
25. 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

26. 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，如既有空壓機直接報廢，則可忽略既有空壓機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.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 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「更換為高效率泵浦、風扇設備(ポンプ・ファン類の更新)」，2011.03.23。 (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)，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，2012.08.03。	適用條件(專案實施後設備容量變動範圍)
③	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，2009.10.16。	適用條件(既有設備剩餘使用年限)
④	「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，中鋼張尚武。	專案邊界
⑤	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)
⑥	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，2008.05.16。	監測方法(電力排放係數)
⑦	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，2009.12.18。	監測方法、方案型專案(PCDM)相關說明
⑧	「壓縮空氣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
⑨	日本國內額度制度(JCDM)，減量專案計畫書申請編號 0638「鑄造工廠導入高效率空壓機之 CO ₂ 減量計畫(鑄造工場における高效率エアコンプレッサー導入による CO ₂ 排出削減事業)」，2011.3.23。	應用案例(含計入期及 QA/QC 等)
⑩	「壓縮空氣系統能源查核及節能案例手冊」，經濟部能源局。	應用案例
⑪	「壓縮空氣系統節能技術手冊」，中技社。	應用案例

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; margin-top: 5px;">本減量方法為經濟部工業局(節能減碳服務團計畫) 「IDB-II-005_更換為高效率空壓機」申請認可之減量方法。</div>
