

台灣高效能太陽光電模組技術規範(附件)

太陽光電模組自願性產品驗證

碳足跡指標計算指引

目錄

一、適用範圍.....	
二、參考標準.....	
三、碳足跡指標盤查程序.....	
四、碳足跡指標盤查項目.....	
五、數據品質要求.....	
六、活動數據的引用期間.....	
七、數據佐證資料.....	
八、分配與計算.....	
九、碳足跡指標報告.....	
指引附錄一、碳足跡指標盤查表.....	
指引附錄二、碳足跡指標盤查報告格式.....	
指引附錄三、全球暖化潛勢.....	
指引附錄四、排放係數建議值.....	

一、適用範圍

本指引主要因應太陽光電模組自願性產品驗證之需求，參考生命週期評估方法及產品碳足跡技術規範，針對太陽光電模組產業評估其產品的溫室氣體排放，依據 ISO/TS 14067 技術規範中 6.3.4 章節之部分碳足跡規定，考量廠商於短期內蒐集原料供應商相關有效數據與排放係數資料有其困難，且碳足跡指標報告僅適用於太陽光電模組自願性產品驗證，並非作為對消費者公開之用，故將盤查邊界設定為大門到大門 (Gate to Gate) 的階段，簡化篩選主要排放項目，但增加考量一階供應商運輸與銷售運輸。

二、參考標準

本指引內容主要參考以下標準，並依據太陽光電模組廠商現有碳足跡盤查案例進行指標規劃。

- (1) CNS 14040 環境管理－生命週期評估－原則與架構
- (2) CNS 14044 環境管理－生命週期評估－要求事項與指導綱要
- (3) ISO/TS 14067:2013 Greenhouse gases -- Carbon footprint of products -- Requirements and guidelines for quantification and communication
- (4) 行政院環境保護署產品與服務碳足跡計算指引

三、碳足跡指標盤查程序

有關碳足跡指標盤查，可參考以下程序進行相關工作：

- (1) 確認標的產品
- (2) 確認活動數據引用期間
- (3) 確認活動期間內所有產品資訊

- (4) 蒐集各盤查項目所需數據資料
- (5) 蒐集分配所需之工廠相關資訊
- (6) 建立各盤查項目之分配原則
- (7) 尋求適用之碳排放係數
- (8) 計算產品碳足跡
- (9) 撰寫盤查報告

四、碳足跡指標盤查項目

有關太陽光電模組自願性產品驗證之碳足跡指標盤查邊界，矽晶太陽光電模組應包含完整模組製程如樹脂填充、電池焊接與排列、封裝壓合、裁邊、封邊裝框、安裝接線盒、測試檢查等製程範圍，以及產品相關之其他公司部門，並考量運輸排放；薄膜太陽光電模組則包含完整電池片與模組製程，以及產品相關之其他公司部門，並考量運輸排放。盤查項目依據以下說明進行碳足跡計算：

- (1) 電力：依據工廠電力使用量計算其碳足跡。
- (2) 用水：依據工廠用水量計算其碳足跡。
- (3) 燃料：依據工廠燃料使用計算其碳足跡。
- (4) 冷媒：依據工廠冷媒逸散量或補充量計算其碳足跡。
- (5) 廢棄物：依據工廠廢棄物重量計算其碳足跡。
- (6) 供應商運輸：依據標的產品零組件重量與運輸距離計算其碳足跡，不考慮製程耗材與包裝材之運輸。
- (7) 銷售運輸：依據標的產品銷售之重量與運輸距離計算其碳足跡，請注意產品零組件與產品之質量平衡。

五、數據品質要求

一級活動數據係由一個單元過程或活動直接量測而來，或基於原始來源之量測所計算而得的量化值。二級數據則是一級數據以外的其他數據。當在認定一級活動數據與二級數據作為溫室氣體排放評估之用途時，應考量下列要求：

- (1) 與時間相關之涵蓋範圍：時間的年份以及最低蒐集時間長度，應儘可能取得對於評估中產品有時間特定性之數據；
- (2) 地理特性：數據蒐集的地理範圍（例如區、國別、地域）等，應儘可能取得具有該產品地理特殊性的數據；
- (3) 技術涵蓋範圍：數據是否與一特定技術或混合技術相關，應儘可能取得與該評估中產品特定技術相關之數據；
- (4) 資訊的正確性（例如數據、模型以及假設等），應儘可能取得更正確之數據；
- (5) 精準性：針對每一項數據衡量數據值的變異性（例如：變異數），應儘可能取得更精準之數據（亦即擁有較低統計變異數）；
- (6) 完整性：數據測量之百分比，以及數據代表母體之程度（樣本大小是否足夠，周期性測量是否足夠等）；
- (7) 一致性：定性評估，分析不同組成部分的數據選擇方式是否一致；
- (8) 重現性：定性評估，方法與數據的訊息允許另一獨立從業者重製此份評估報告之結論的程度；
- (9) 數據來源：關於此數據的一級或二級數據性質。

六、活動數據的引用期間

碳足跡盤查活動數據之引用期間應以前一年度至今為期限，至少連續引用 3 個月的數據資料。

七、數據佐證資料

佐證碳足跡指標評估之資料，可包含（但不限於）產品與製程程序範圍、材料、排放係數與排放，以及其他本指引要求之資料。這些資料應整理歸檔並以適合進行分析以及查驗之形式儲存成紀錄予以保存，時間為 5 年或產品預期壽命。

八、分配與計算

各項盤查項目碳足跡之計算，應採用下列方式計算：

- (1) 一級活動數據以及二級數據應以該活動的排放係數，乘上活動數據，轉換成溫室氣體排放。此部分應記錄為各項盤查項目之碳足跡。
- (2) 溫室氣體排放數據應將相對之全球暖化潛勢(GWP)，乘上個別溫室氣體排放數據，轉換成二氧化碳當量排放。

各項盤查項目之碳足跡，應建立分配原則將碳足跡分配至標的產品，分配原則必須以能反映標的產品與盤查項目之基本物理關係的方式為之。

相關活動之碳足跡計算優先引用國內具有完整生命週期之排放係數。

將所有分配至標的產品的碳足跡加總，以標的產品數量除之，即為標的產品碳足跡。

九、碳足跡指標報告

太陽光電廠商需提供碳足跡盤查報告，報告內容格式如下：

- (1) 一般事項：碳足跡盤查執行者簡介、報告日期、依據聲明
- (2) 評估目的：緣起、預期應用、標的讀者
- (3) 評估範疇：產品系統、系統邊界、功能單位
- (4) 碳足跡盤查分析：數據蒐集程序、文獻來源、計算程序、數據之確認、分配原則及程序
- (5) 碳足跡盤查結果：碳足跡指標盤查結果、相關假設與限制、數據品質評估

指引附錄一、碳足跡指標盤查表

申請標的產品名稱									
申請標的產品型號與規格	額定發電量???W								
申請廠商名稱									
申請廠商地址									
生產工廠名稱									
生產工廠地址									
盤查活動數據引用之期間	至少3個月								
盤查期間之標的產品產量	???片模組(每片模組重量???公斤)								
盤查期間之其他產品	產品1	產品2	產品3	產品4	產品5	產品6			
盤查期間之其他產品重量	???公斤/片	???公斤/片	???公斤/片	???公斤/片	???公斤/片	???公斤/片			
盤查期間之其他產品產量	產品1產量(片)	產品2產量(片)	產品3產量(片)	產品4產量(片)	產品5產量(片)	產品6產量(片)			
生產工廠完整範疇	部門名稱	部門辦公室面積	部門人數	能源使用	資源使用	廢棄物			
	研發部門			電力	水、冷媒	廢水、廢棄物			
	品管部門			電力	水、冷媒	廢水、廢棄物			
	行政銷售部門			電力	水、冷媒	廢水、廢棄物			
	製造部門1			電力、燃油	水、冷媒	廢水、廢棄物			
	製造部門2			電力、燃油	水、冷媒	廢水、廢棄物			
	製造部門3			電力、燃油	水、冷媒	廢水、廢棄物			
申請產品相關範疇	如研發部、品管部、行政銷售部、製造部1								
碳排放係數選用	優先引用國內具有完整生命週期之排放係數，可參考環保署溫室氣體排放係數管理表6.0.1版、碳足跡計算服務平台，其次再選用國外碳排放係數資料庫								
製程碳足跡盤查	1.電力	用電項目	用電量(度)	分配比率	分配原則說明	碳排放係數	GWP	碳足跡小計	
		製程用電			以產品產量比率分配				
		空調用電				以辦公室面積分配到部門用電，再以產品產量分配到標的產品			
		其他公共用電				以各部門人數分配到部門用電，再以產品產量分配到標的產品			
								
	2.用水	用水項目	用水量(度)	分配比率	分配原則說明	碳排放係數	GWP	碳足跡小計	
		製程用水				以產品產量比率分配			
		生活用水				以各部門人數分配到部門用水，再以產品產量分配到標的產品			
								

	3.燃料	燃料項目	用量(公升)	分配比率	分配原則說明	碳排放係數	GWP	碳足跡小計	
		公務車用汽油			以產品產量比率分配				
		起重機、發電機用柴油			以產品產量比率分配				
		員工餐廳用天然氣			以各部門人數分配到部門用量，再以產品產量分配到標的產品				
								
	4.冷媒	冷媒種類	填充量(kg)	分配比率	分配原則說明	碳排放係數	GWP	碳足跡小計	
		R-22			以辦公室面積分配到部門用量，以產品產量比率分配				
		R-23			以辦公室面積分配到部門用量，以產品產量比率分配				
		R-123			以辦公室面積分配到部門用量，以產品產量比率分配				
								
	5.廢棄物	廢棄物種類	產生量(kg)	分配比率	分配原則說明	碳排放係數	GWP	碳足跡小計	
		一般事業廢棄物			以產品產量比率分配				
								
	運輸碳足跡盤查	6.供應商運輸	運輸種類/工具種類/供應商地址	距離(km)	重量(kg)	分配比率	分配原則說明	碳排放係數	GWP
PV Cell 運輸/陸運貨車						以產品產量比率分配			
EVA 運輸/陸運貨車						以產品產量比率分配			
玻璃運輸/海運						以產品產量比率分配			
鋁框運輸/海運						以產品產量比率分配			
.....									
7.銷售運輸		運輸種類/工具種類	距離(km)	重量(kg)	分配比率	分配原則說明	碳排放係數	GWP	碳足跡小計
		銷售運輸/工具種類			100%				

備註：銷售以七股鹽場（724台南市七股區66號）及其他政府預定規劃太陽光電廠址為運輸目的地

產品碳足跡	kgCO ₂ /W
-------	----------------------

一、一般事項

(針對申請廠商進行相關介紹，並說明報告日期、依據聲明)

二、評估目的

(說明碳足跡指標盤查目的，預期用途及報告提供對象)

三、評估範疇

(說明產品製程系統、碳足跡指標盤查邊界、產品功能單位)

四、碳足跡盤查分析

(說明活動數據蒐集程序、文獻來源、計算程序、數據之確認、分配原則及程序)

五、碳足跡盤查結果：

(說明碳足跡指標盤查結果、相關假設與限制、數據品質評估，數據品質等級評估可參考以下範例)

表 5-1 數據等級分級表

等級評分	1	2	3
活動數據誤差等級(A1)	活動數據品質高 (資料完整，引用一級數據)	活動數據品質中等 (資料完整，引用次級數據)	活動數據品質低 (活動數據為自行推估者)
排放係數誤差等級(A2)	採用自我發展之排放係數；(1)量測/質能平衡所得係數；或(2)製程/設備經驗係數	採用(3)製造廠提供係數；或(4)區域排放係數	採用(5)國家排放係數；或(6)國際排放係數

盤查數據誤差等級=活動數據誤差等級(A1)×排放係數誤差等級(A2)，將所有盤查項目之盤查數據誤差等級加總平均，即得到盤查數據等級總平均值，再以下表評估數據等級。

表 5-2 數據誤差等級評分表

數據等級	等級評分標準
第一級	$1 \text{ 分} \leq \text{總平均值} < 4 \text{ 分}$
第二級	$4 \text{ 分} \leq \text{總平均值} < 7 \text{ 分}$
第三級	$7 \text{ 分} \leq \text{總平均值} < 10 \text{ 分}$

指引附錄三、全球暖化潛勢

計算產品碳足跡時應涵蓋所有 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) 所公布之溫室氣體，本計算指引之溫室氣體全球暖化潛勢係數，依據行政院環境保護署產品與服務碳足跡計算指引採用下表資料（IPCC 2007）：

工業名稱或一般名稱	化學式	GWP 100 年期水平
二氧化碳 (Carbondioxide)	CO ₂	1
甲烷 (Methane)	CH ₄	25
一氧化二氮 (Nitrous oxide)	N ₂ O	298
蒙特婁議定書管制物質		
CFC-11	CCl ₃ F	4750
CFC-12	CCl ₂ F ₂	10900
CFC-13	CClF ₃	14400
CFC-113	CCl ₂ FCF ₂	6130
CFC-114	CClF ₂ CClF ₂	10000
CFC-115	CClF ₂ CF ₃	7370
Halon-1301	CBrF ₃	7140
Halon-1211	CBrClF ₂	1890
Halon-2402	CBrF ₂ CBrF ₂	1640
Carbon tetrachloride	CCl ₄	1400
Methyl bromide	CH ₃ Br	5
Methyl chloroform	CH ₃ CCl ₃	146
HCFC-22	CHClF ₂	1810
HCFC-123	CHCl ₂ CF ₃	77
HCFC-124	CHClFCF ₃	609
HCFC-141b	CH ₃ CCl ₂ F	725
HCFC-142b	CH ₃ CClF ₂	2310
HCFC-225ca	CHCl ₂ CF ₂ CF ₃	122
HCFC-225cb	CHClFCF ₂ CClF ₂	595
氫氟碳化物 (Hydrofluorocarbons)		
HFC-23	CHF ₃	14800
HFC-32	CH ₂ F ₂	675
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3500
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1430
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	4470
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	124
HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	3220
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	9810
HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	1030

工業名稱或一般名稱	化學式	GWP 100 年期水平
HFC-365mfc	CH ₃ CF ₂ CH ₂ CF ₃	794
HFC-43-10mee	CF ₃ CHFCHF ₂ CF ₃	1640
全氟化物 (Perfluorinated compounds)		
Sulfur hexafluoride	SF ₆	22800
Nitrogen trifluoride	NF ₃	17200
PFC-14	CF ₄	7390
PFC-116	C ₂ F ₆	12200
PFC-218	C ₃ F ₈	8830
PFC-318	c-C ₄ F ₈	10300
PFC-3-1-10	C ₄ F ₁₀	8860
PFC-4-1-12	C ₅ F ₁₂	9160
PFC-5-1-14	C ₆ F ₁₄	9300
PFC-9-1-18	C ₁₀ F ₁₈	>7500
Trifluoromethyl sulfur pentafluoride	SF ₅ CF ₃	17700
氟化醚 (Fluorinated ethers)		
HFE-125	CHF ₂ OCF ₃	14900
HFE-134	CHF ₂ OCHF ₂	6320
HFE-143a	CH ₃ OCF ₃	756
HCFE-235da2	CHF ₂ OCHClCF ₃	350
HFE-245cb2	CH ₃ OCF ₂ CHF ₂	708
HFE-245fa2	CHF ₂ OCH ₂ CF ₃	659
HFE-254cb2	CH ₃ OCF ₂ CHF ₂	359
HFE-347mcc3	CH ₃ OCF ₂ CF ₂ CF ₃	575
HFE-347pcf2	CHF ₂ CF ₂ OCH ₂ CF ₃	580
HFE-356pcc3	CH ₃ OCF ₂ CF ₂ CHF ₂	110
HFE-449sl (HFE-7100)	C ₄ F ₉ OCH ₃	297
HFE-569sf2 (HFE-7200)	C ₄ F ₉ OC ₂ H ₅	59
HFE-43-10-pccc124 (H-Galden 1040x)	CHF ₂ OCF ₂ OC ₂ F ₄ OCHF ₂	1870
HFE-236ca12 (HG-10)	CH ₂ OCF ₂ OCHF ₂	2800
HFE-338pcc13 (HG-01)	CHF ₂ OCF ₂ CF ₂ OCHF ₂	1500
全氟聚醚 (Perfluoropolyethers)		
PFPME	CF ₃ OCF(CF ₃)CF ₂ OCF ₂ OCF ₃	10300
碳氫化合物及其他 (Hydrocarbons and other compounds—direct effects)		
Dimethylether	CH ₃ OCH ₃	1
Methylene chloride	CH ₂ Cl ₂	8.7
Methyl chloride	CH ₃ Cl	13

指引附錄四、排放係數建議值

項目	數值	單位	資料來源
電力	0.66	kgCO ₂ /度	碳足跡計算服務平台-電力
自來水	0.17	kgCO ₂ /度	碳足跡計算服務平台-台灣自來水
柴油	3.46	kgCO ₂ /公升	碳足跡計算服務平台-柴油(於固定源使用)
汽油	3.12	kgCO ₂ /公升	碳足跡計算服務平台-車用汽油(於移動源使用)
LPG	2.34	kgCO ₂ /公升	碳足跡計算服務平台-液化石油氣(於固定源使用)
一般事業廢棄物 (焚化)	0.73714	kgCO ₂ /kg	產品碳足跡計算服務平台 南部科學工業園區_台南園區廢棄物焚化清理服務
國內車輛運輸	0.24	kgCO ₂ /tkm	碳足跡計算服務平台-營業大貨車(柴油)
國內車輛運輸	0.65	kgCO ₂ /tkm	碳足跡計算服務平台-營業小貨車(柴油)

備註：廠商可視需求參考環保署碳足跡計算服務平台與溫室氣體排放係數管理表 6.0.1 版，查詢相關其他項目之排放係數。