

# 應用向日葵8號衛星估計臺灣地表日射量

鄭光浩 葉子葵 翁敏娟 胥立南 章鶴群 張育承  
氣象衛星中心  
中央氣象局

## 摘要

地表日射量對於太陽能發電、農作物生長等的影響甚大，然而過去由於臺灣地區的日射計設置較稀疏及缺少定期維護保養等因素，不易產製出較細緻的面化之地表日射量資訊。本研究運用日本發射的向日葵8號地球同步衛星的B03、B13及B15等三個頻道遙測資料，並考慮太陽與地球間的天文因素及地球大氣層氣體吸收、雲層消光、氣膠光學厚度等因素，估計臺灣地區空間解析度 $0.01^\circ$ 且時間解析度為10分鐘之地表太陽輻照度(solar irradiance)格點資料。藉由工業技術研究院設置於臺灣本島20處的全天空日射計共一年期間約46萬筆觀測資料校驗此演算法，結果顯示衛星反演地表太陽輻照度之平均絕對誤差為 $76.9 \text{ W/m}^2$ ，相關係數為0.91，反演結果可合理掌握到地表實際日照的變化趨勢。從不同時間尺度進行誤差分析，顯示衛星反演輻照度於冬季之掌握度較夏季來得高，且正午前後的反演結果存在系統性偏低特徵，早晨及傍晚則有系統性偏高之情形。

關鍵字：日射量、衛星反演、向日葵8號

## 一、前言

自工業革命以來人類所排放的二氧化碳逐年攀升，使得大氣層中的二氧化碳濃度持續增高，並已於2020年超過410 ppm，而從發電能源類別來看又以火力發電中的燃煤發電排碳量較高，而核能發電則會有核廢料處理不易等問題，若能夠提升再生能源的使用並降低污染程度較高的發電能源占比，長遠來看對於減少二氧化碳排放量將有所助益。臺灣位處低緯度地區，全年日照充沛且中南部地區地勢較為平坦，有利於發展太陽光電系統，由於太陽光電的發電量與光電板接收到到的日射量多寡有高度相關，因此詳細且高解析度的地表日射量資訊更顯得相當重要。

地表日射量容易受雲層遮蔽影響故在空間分布上常有不連續之特徵，過去由於臺灣設置的日射計位置較為稀疏，且因缺少定期維護保養及觀測周圍環境的散射等因素導致資料品質不佳(林, 2003)，故不易藉由地面觀測資料產製出詳細二維平面的地表日射量資訊。隨著衛星遙測資料的空間解析度提升，以地球同步衛星資料為基礎並結合輻射傳遞模型(radiative transfer model, RTM)估算臺灣地區地表日射量的方法也逐漸建立，例如蕭等(2011)使用MTSAT地球同步衛星的可見光影像資料結合臺灣地區數位地形資料，並考慮大氣懸浮微粒及雲等的遮蔽與漫射反射效應等，估計衛星每一個像素(pixel)的向下太陽輻射通量，胥(2015)則進一步將蕭等人之方法應用至新一代的MTSAT-2衛星。

本研究以胥利用MTSAT-2衛星估計地表日射量方法以及鄭等人(2017)將該方法應用於向日葵8號衛星估計日射量為基礎，再進一步調校演算法中的相關參數以更切合臺灣地區之環境條件，產製出逐10分鐘之地表太陽輻照度(solar irradiance)產品，並與地面全天空日照計觀測資料進行比對，以驗證衛星估計地面日射量之準確度。

## 二、資料來源及方法

向日葵8號衛星為西北太平洋地區主要的氣象觀測地球同步衛星之一，其由日本發射並自2015年7月7日開始作業化觀測，衛星軌道位在 $140.7^\circ\text{E}$ 的赤道上空，距離地表約35,800km，主要觀測範圍涵蓋 $108^\circ\text{E}\sim 180^\circ\text{E}$ 之間，其搭載的「先進向日葵成像儀(Advanced Himawari Imager, AHI)」共有16個觀測頻道，範圍涵蓋可見光、近紅外光及紅外光波段，星下點的空間解析度在可見光波段為 $0.5\sim 1.0 \text{ km}$ ，近紅外光及紅外光則為 $1\sim 2 \text{ km}$ ，全景範圍每10分鐘觀測一次。本研究的衛星資料使用向日葵8號Band 03(可見光,  $0.64\mu\text{m}$ )，星下點空間解析度 $0.5 \text{ km}$ ，以及Band 13(IR1,  $10.4\mu\text{m}$ )與Band 15(IR2,  $12.38\mu\text{m}$ )兩個紅外光頻道的資料，空間解析度 $2 \text{ km}$ 。

估算太陽輻照度會包含天文要素及大氣效應兩大部分：天文要素為計算太陽與地球之間的空間位置關係，以獲得太陽輻射傳遞至大氣層頂時的輻射量(地外輻射)；大氣效應則是計算太陽輻射從大氣層頂穿透至地表之間受到各種氣體之吸收及氣膠散

射等，並考慮雲層遮蔽造成之影響，最後得到地表太陽輻照度，估算方法如下：

### (一) 天文因素

天文因素為計算太陽輻射傳遞到大氣層頂之輻射入射量，由於地球公轉太陽的軌道為橢圓形，故須修正太陽常數以貼近實際狀態，即可求得理論的太陽入射量( $I$ )為：

$$I = I_d \cdot \cos\theta$$

#### 1. 太陽常數修正( $I_d$ )

太陽常數為在日地平均距離時，大氣層頂單位面積所接收到太陽垂直入射的輻射強度，本研究的太陽常數使用 $1367 \text{ Wm}^{-2}$  (Fröhlich and Brusa 1981)，並依Duffie and Beckman (1980)提出之方法修正因實際日地距離變化而造成的太陽常數修正值。

$$I_d = I_0 \cdot d_{se}$$

$$d_{se} = 1 + \cos(2\pi \cdot \frac{J}{365})$$

$I_0$ ：太陽常數

$d_{se}$ ：日地距離變化量

$J$ ：太陽日

#### 2. 太陽天頂角( $\theta$ )

太陽天頂角為太陽與天頂間之夾角，即太陽高度角的餘角，當太陽位於天頂時天頂角為 $0^\circ$ ，太陽天頂角之餘弦值為：

$$\cos\theta = \sin\varphi \cdot \sin\delta + \cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \cos\omega$$

其中 $\varphi$ 為地理緯度、 $\delta$ 為太陽赤緯(solar declination)、 $\omega$ 為時角(hour angle)。由於地球繞太陽公轉平面(黃道面)並非與地球自轉平面平行，且地球公轉軌道為橢圓形，故兩個平面間產生的赤緯角即為太陽赤緯，赤緯的計算方法參考 Cooper (1969)定義：

$$\delta = 23.45^\circ \cdot \sin\left[\frac{360}{365}(J + 284)\right]$$

時角為天體運行時與當地子午圈(經度)之夾角，當天體位在當地子午圈位置時的時角即為 $0^\circ$ ，時角的定義為：

$$\omega^\circ = \begin{cases} \frac{T_{TST}}{4} + 180 & T_{TST} < 0 \\ \frac{T_{TST}}{4} - 180 & T_{TST} > 0 \end{cases}$$

$T_{TST}$ 為視太陽時(apparent solar time)，臺灣地區的視太陽時計算如下：

$$T_{TST} = (T_{LST} + EOT + 4 * LON - 60 * 8) \text{ MOD } 1440$$

其中的 $T_{LST}$ 為地方標準時間， $LON$ 為經度位置， $EOT$

是均時差(equation of time)，由於地球公轉軌道並非正圓形，以及太陽運行的黃道與地球赤道面間存在夾角等因素，會導致太陽於該時區的中央經線通過中天的時間並非在正午 12 點整，而差異的時間長度即為均時差，其計算方法參考 Reda (2003)。

### (二) 大氣效應

太陽輻射由外太空穿越大氣層後，直接到達地表的部分稱為直接太陽輻射(direct irradiance)，另一部分則受到水氣、臭氧、懸浮微粒、雲及其他氣體吸收或散射作用影響衰減，稱為天空光散射輻射量。

1. 直接太陽輻射為大氣層頂的太陽入射經臭氧、水氣、瑞利散射及懸浮微粒散射而得，其計算式為：

$$Dir = I \cdot \tau_o \tau_r \tau_w \tau_a$$

2. 天空光散射輻射量：

(1) 瑞利散射輻射量：

$$Dif_r = I \cdot \frac{1}{2} \tau_a \tau_o (1 - \tau_r)$$

(2) 懸浮微粒散射輻射量：

$$Dif_a = I \cdot \tau_o \tau_r \tau_w F_c \omega_0 (1 - \tau_{ras})$$

$\tau_o$ ：臭氧透射率

$\tau_r$ ：瑞利散射透射率

$\tau_w$ ：水氣透射率

$\tau_{ras}$ ：懸浮微粒透射率

$\omega_0 = 0.905716$ ：單次散射反照率(Christian 1993)

$F_c$ ：懸浮微粒散射與總散射量比值

臭氧透射率( $\tau_o$ )為使用Lacis and Hanse (1974)之參數式，其中所需的垂直臭氧含量為參考Heuklon (1979)利用該地區的經緯度及太陽日求得。水氣透射率為利用Chester et. al (1987)之方法：

$$\tau_w = 1 - 2.9W_{ma} \cdot [(1 + 141.5W_{ma})^{0.635} + 5.925W_{ma}]$$

$$W_{ma} = W \cdot m_a$$

$W_{ma}$ 為水氣的大氣質量， $m_a$ 為空氣大氣光程， $W$ 為可降水量：

$$W = \begin{cases} \frac{1}{0.095} \left[ \cos\theta_{sat} \cdot \ln\left(\frac{T_1 - T_a}{T_2 - T_a}\right) \right] & \text{晴天} \\ 3.0 & \text{有雲} \end{cases}$$

其中 $\theta_{sat}$ 為衛星天頂角， $T_1$ 及 $T_2$ 分別為IR1及IR2的亮度溫度， $T_a = T_2 - 2.2$ 為地表溫度，溫度單位均為凱式(K)。

懸浮微粒透射率係利用 NOAA Visible Infrared Imaging Radiometer Suite / Suomi National Polar-Orbiting Partnership (VIIRS/SNPP)太陽同步衛星資料所衍伸之Aerosol EDR AOD 550nm氣膠光學厚度產

品為基礎計算，該產品在衛星星下點(nadir)的空間解析度約6 km，以2016~2017年兩年期間的資料內插至0.05°網格後求出各月份臺灣周圍網格化之氣膠光學厚度平均值(圖1)，再根據Chou et. al (2006)方法以氣膠光學厚度(AOD)與太陽天頂角資訊計算氣膠透射率( $\tau_{ras}$ )：

$$\tau_{ras} = a_{wa} + g_{au} \cdot \frac{AOD}{\theta}$$

$$a_{wa} = 0.366 + 0.811\theta - 0.431\theta^2$$

$$g_{au} = -0.03 - 0.181\theta + 0.0527\theta^2$$

懸浮微粒散射與總散射量比值參數式(Robinson 1963)：

$$Fc = -0.2562 \cdot \cos\theta^2 + 0.1409 \cdot \cos\theta + 0.9067$$

### 3. 天空狀態

本項目為判別天空是否為晴空狀態，當太陽天頂角小於50°且可見光反照率小於0.15時為晴空狀態，其餘情況則視為有雲狀態，並將前述分類結果分別依下列兩個方程式計算出地表太陽輻照度(Tanahashi 2000, 2001)：

#### (1) 晴空狀態

$$I_{mas} = Dir + Dif_r + Dif_a$$

#### (2) 有雲狀態

$$I_{mas} = (Dir + Dif_r + Dif_a)(1 - a \cdot A)$$

其中 $a$ 值為日射量衰減大氣參數，該值為利用可見光反照率與IR1亮度溫度為關係的查找表獲得(表1)； $A$ 為衛星可見光反照率除以太陽天頂角之餘弦值( $\cos\theta$ )。經過前述的地表太陽輻照度演算法估算後，產製臺灣地區的逐10分鐘地表太陽輻照度產品，空間範圍為21.48°N~26.72°N、117.78°E~123.52°E，水平解析度為0.01°，並已經即時作業化產製。

地面觀測資料使用經濟部能源局委託工業技術研究院(後稱工研院)建置的全天空日射計，日射計型號為Delta OHM 03AC並符合ISO 9060規範之第二級輻射計，20處日射計設置於臺灣本島的平地及丘陵地帶(圖2)，北部、中部、南部及東部各5站。經由工研院所取得之全天空水平太陽輻照度資料，時間解析度為10秒，為了更精確與衛星反演資料比較，故取出向日葵8號衛星AHI掃描通過臺灣上空時間前後的數筆地面觀測資料(每整10分鐘後第120秒至第180秒之間)，取其算術平均值做為地面真值，並用於下一節的校驗分析。

## 三、校驗結果分析

利用工研院全天空日射計資料處理後的地面真值檢驗衛星反演地表太陽輻照度產品，校驗期間為

2019年4月1日至2020年3月30日，此期間的衛星逐十分鐘地表太陽輻照度產品數共29438筆，地面觀測資料僅取用太陽天頂角小於90°(介於日出至日沒之間)者，衛星產品數據則取距離日射計最近的網格點為代表。經過前述條件篩選後可供校驗的資料約46萬筆，多數測站可供比對的資料數均大於2萬筆，而屏東鹽埔及臺東鹿野兩處的地面觀測資料缺漏較嚴重，可做為比對的數據分別僅有1.6萬筆及9千筆。

地面觀測與衛星反演太陽輻照度的次數分布(圖3)顯示，兩者資料均以接近0 W/m<sup>2</sup>出現的次數最高，且隨著日射越強而快速遞減，並在約600~750 W/m<sup>2</sup>範圍有另一個較小的峰值，然後再隨著日射強度增強而繼續遞減，地面觀測的最大值可達1387 W/m<sup>2</sup>，然而衛星反演最大值僅966 W/m<sup>2</sup>。結果亦顯示衛星反演的太陽輻照度次數分布在940 W/m<sup>2</sup>前後有明顯不連續情形，與地面觀測的分布特性有明顯差異，顯示衛星反演系統的演算法在大於940 W/m<sup>2</sup>的強日照環境有尚未考慮到的因素影響，有待後續進一步釐清造成此現象的原因。

衛星反演與地面觀測太陽輻照度的比對結果如圖4，圖中沿左下至右上的斜直線代表衛星反演值與地面觀測值相同的位置。結果顯示出資料點分布較密集的區域(暖色系)大多數均分布在代表觀測值與反演值相符的斜直線上，表示衛星估計結果可以掌握到實際觀測，但仍有部分反演值偏離地面觀測值甚多，反演結果的平均絕對誤差(mean absolute error)為76.9 W/m<sup>2</sup>，衛星反演與地面觀測的相關係數達到0.905。藉由地面觀測與衛星反演結果之時序變化(圖5)，也同樣顯示衛星反演結果可以合理掌握到地面實際觀測太陽輻照度，尤其在晴朗天氣的掌握度高，多雲天氣亦能掌握到實際日照的變化特徵，惟偏差的幅度會較晴朗時更為顯著。

進一步以季節來分析衛星反演的結果顯示，春季(3~5月)的平均絕對誤差為77.1 W/m<sup>2</sup>，夏季(6~8月)為97.2 W/m<sup>2</sup>，秋季(9~11月)為72.9 W/m<sup>2</sup>，冬季(12~2月)則為53.7 W/m<sup>2</sup>，呈現出夏季誤差大、春秋兩季次之、冬季誤差小的特徵。造成此特徵的原因，可能除了夏季平均太陽輻照度原本就多於冬季之外，臺灣地區夏季多為空間尺度較小的積狀雲，而冬季則是以空間尺度較大的層狀雲覆蓋為主，向日葵8號衛星Band 03的空間解析度在臺灣附近約1 km，因此對於小尺度積狀雲的掌握度可能較低，使得夏季反演的平均絕對誤差較冬季大。

若從每日不同的時段進行誤差分析，各時段反演誤差的統計結果如表2，分布狀態則如圖6，表中的「時段7」即表示該列為衛星觀測時間在07:00~07:59之間的結果，其餘類推。統計結果顯示，每日12時及13時是衛星反演誤差最大的時段，平均絕對誤差均為114.0 W/m<sup>2</sup>，其次則為14時108.0 W/m<sup>2</sup>。藉由誤差中位數則可分析衛星反演在各時段是否有系統性偏差，

中位數結果顯示在每日10時、11時及12時等三個時段，誤差中位數為-14.8 ~ -21.6 W/m<sup>2</sup>，圖6亦同樣顯示此三個時段的誤差分布偏在零值線左側，表示反演結果有系統性低估的趨勢，而每日8時以前及14時之後的則有系統性高估趨勢，導致此結果的原因尚有待後續深入探討。

#### 四、結論與未來展望

本研究運用日本向日葵8號衛星的可見光(Band 03)與紅外光(Band 13、Band 15)頻道遙測資料，以及NOAA VIIRS/SNPP 550nm氣膠光學厚度的兩年期間的資料，延續前人研究方法估計臺灣地區逐十分鐘的地表太陽輻照度。藉由臺灣本島20處由工研院建置的全天空日照計一年期間觀測資料校驗，結果顯示衛星反演地表太陽輻照度的平均絕對誤差為76.9 W/m<sup>2</sup>，相關係數為0.905，反演結果可合理掌握到地表實際日照的變化趨勢。不同時間尺度誤差分析結果顯示，衛星反演輻照度於冬季的掌握度較夏季來得高，且正午前後的衛星反演結果存在系統性偏低特徵，而早晨及傍晚則有系統性偏高之現象。

分析結果亦顯示雲層型態可能是造成夏季估計誤差較大之原因，Wang et. al (2017)指出利用衛星估計地面輻照度時應考量太陽、雲塊、衛星三者間的幾何特性，太陽傾斜照射發展高聳的直展雲族或中高雲族所產生的雲陰影，可能造成以可見光頻道為基礎的演算法，將陰影區的低反照率格點判定為晴空狀態而導致估算偏差，未來將會朝此方向研究並進行改善；此外亦將研究運用向日葵8號衛星反演的氣膠光學厚度資訊於演算法，以較即時的氣膠光學厚度資料提升在晴空環境下的地表日射估計之準確度。

#### 圖表

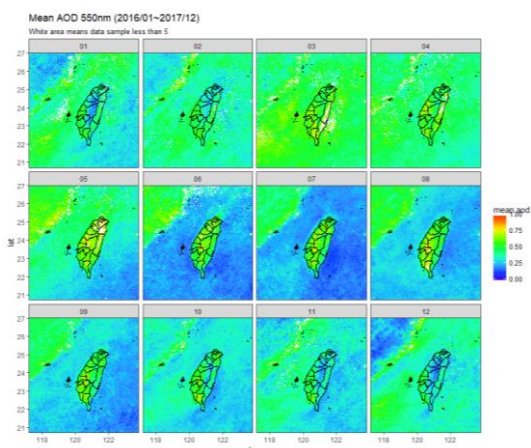


圖 1 利用 VIIRS/SNPP Aerosol EDR AOD 550nm 計算各月份的平均氣膠光學厚度。

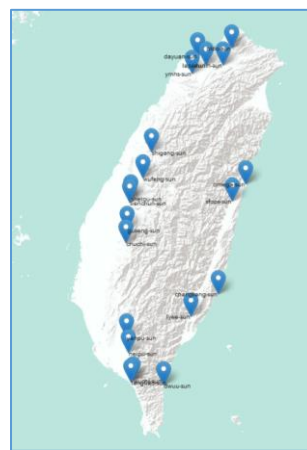


圖 2 工研院 20 處全天空日射計位置。

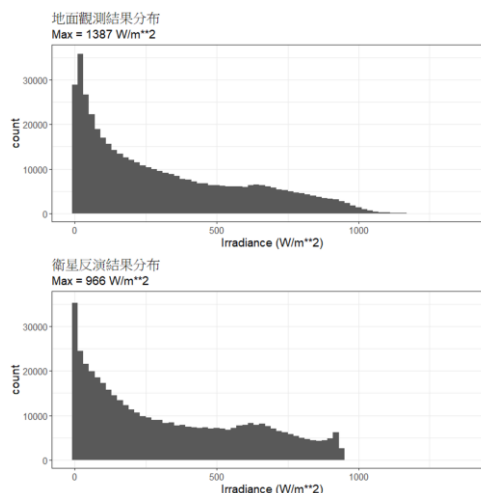


圖 3 地面觀測與衛星反演太陽輻照度直方圖。

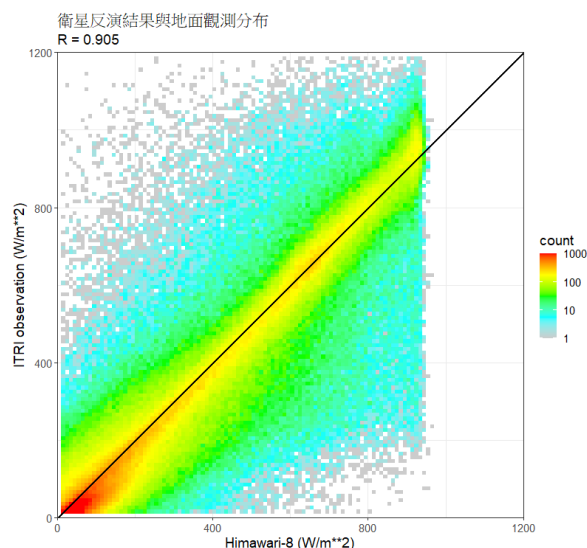


圖 4 衛星反演與地面觀測太陽輻照度之熱點圖 (heatmap)，反演結果若位於斜直線表示觀測相符。

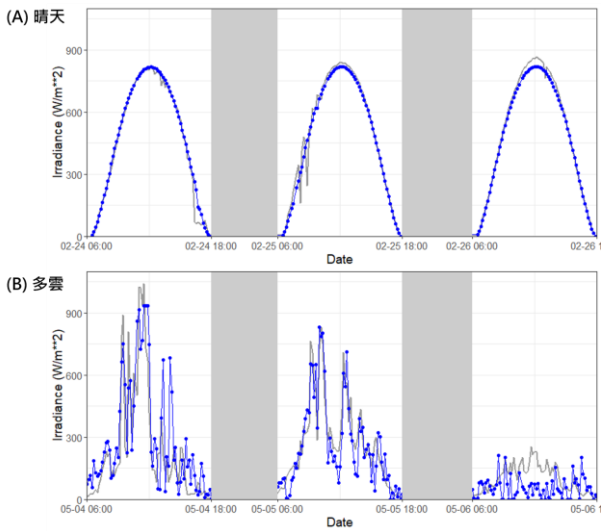


圖 5 石岡區公所於不同天氣型態之衛星反演(藍線)與地面日射計觀測(灰線)輻照度之時序變化。

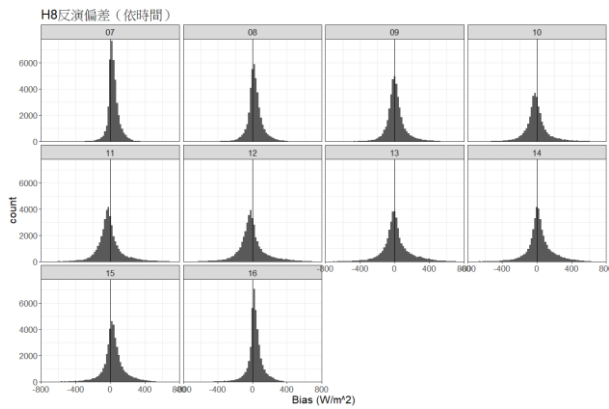


圖 6 每日 7 時至 16 時各時段衛星反演偏差量之次數分布。

表 1 日射量衰減大氣參數查找表(來源: Tanahashi 2000, 2001)。

| TBB (K) | Albedo (%) |     |      |      |      |      |      |     |
|---------|------------|-----|------|------|------|------|------|-----|
|         | 10         | 20  | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80  |
| 200     |            |     |      |      |      |      |      | 1.2 |
| 210     |            |     |      |      |      |      | 1.2  | 1.2 |
| 220     |            |     |      |      |      | 1.2  | 1.2  | 1.2 |
| 230     |            |     |      |      | 1.16 | 1.18 | 1.2  | 1.2 |
| 240     |            |     |      | 1.14 | 1.16 | 1.18 | 1.2  | 1.2 |
| 250     |            |     | 1.12 | 1.14 | 1.16 | 1.18 | 1.2  | 1.2 |
| 260     |            | 1.1 | 1.12 | 1.14 | 1.16 | 1.18 | 1.2  |     |
| 270     |            | 1.1 | 1.1  | 1.12 | 1.16 | 1.18 | 1.2  |     |
| 280     | 0.7        | 0.9 | 1.06 | 1.1  | 1.13 | 1.16 | 1.18 |     |
| 290     | 0.5        | 0.7 | 1.05 | 1.1  | 1.13 | 1.16 | 1.18 |     |
| 300     | 0.3        | 0.5 | 0.9  |      |      |      |      |     |

表 2 不同時段衛星反演偏差量之統計數據(單位:  $W/m^2$ )。

| 時段 | 平均<br>絕對誤差 | 誤差<br>中位數 | 資料數   |
|----|------------|-----------|-------|
| 7  | 53.2       | 30.3      | 39154 |
| 8  | 62.4       | 22.9      | 38327 |
| 9  | 72.4       | 3.5       | 38411 |
| 10 | 88.5       | -14.8     | 32494 |
| 11 | 104.0      | -21.6     | 38978 |
| 12 | 114.0      | -20.1     | 38270 |
| 13 | 114.0      | 0.1       | 39039 |
| 14 | 108.0      | 18.8      | 39122 |
| 15 | 91.5       | 31.0      | 39105 |
| 16 | 65.2       | 27.3      | 39478 |

## 參考文獻

- [1] 林博雄, 2003: 中央氣象局測站之地表全天空輻射量的效驗與分析, 交通部中央氣象局委託研究計畫成果報告。
- [2] 賴彥任與林博雄, 2005: “到達地面太陽輻射量之空間分布推估模擬”, 94年天氣分析與預報研討會論文集全文彙編, 中央氣象局, 臺北市。
- [3] 蕭鋒、林博雄與賴彥任, 2011: “由MTSAT衛星影像及數位地形資料估算臺灣地表太陽輻射量”, 大氣科學, 39期, 53-67。
- [4] 胥立南, 2015: “應用MTSAT2衛星資料估算臺灣地表日射量”, 104年天氣分析與預報研討會論文集全文彙編, 中央氣象局, 臺北市。
- [5] 鄭光浩、葉子葵、胥立南、章鶴群與張育承, 2017: “應用Himawari-8估計臺灣地表日射量之校驗及探討”, 106年天氣分析與預報研討會論文集全文彙編, 中央氣象局, 臺北市。
- [6] Chesters, D., Robinson, W. and Uccellini, L. 1987: “Optimized Retrievals of Precipitable Water from the VAS Split Window”, Journal of Applied Meteorology. 26.
- [7] Chou, M.-D., P.-H. Lin, P.-L. Ma, and H.-J. Lin 2006: “Effects of aerosols on the surface solar radiation in a tropical urban area”, J. Geophys. Res., 111, D15207.
- [8] Cooper, P. I., 1969: “The absorption of solar radiation in solar stills”, Solar Energy, 12, 333-346.
- [9] Duffie, J. A. and W. A. Beckman, 1980: Solar Engineering of Thermal Processes, Chapter 1, John Wiley & Sons, Inc., New York, 762 pp.

- [10] Fröhlich, C. and R.W. Brusa, 1981: "Solar radiation and its variation in time", *Solar Physics*, 74, 209-215.
- [11] Heuklon, T. 1979: "Estimating atmospheric ozone for solar radiation models", *Solar Energy*. 22. 63-68.
- [12] Lacis, A. A., and J. E. Hansen, 1974: "A parameterization for the absorption of solar radiation in the Earth's atmosphere", *J. Atmos. Sci.*, 31, 118-133.
- [13] Reda, I. and A. Andreas, 2003: *Solar Position Algorithm for Solar Radiation Applications*. 55 pp.; NREL Report No. TP-560-34302, Revised January 2008.
- [14] Tanahashi, S., H. Kawamura, T. Takahashi, and H. Yusa, 2000: "Improved Estimates of Hourly Insolation from GMS S-VISSR Data", *Remote Sens. Environ.*, 74, 409-413.
- [15] Tanahashi, S., H. Kawamura, T. Takahashi, and H. Yusa, 2001: "A system to distribute satellite incident solar radiation in real-time", *Remote Sens. Environ.*, 75, 412-422.
- [16] Wang, T., J. Shi, L. Husi, T. Zhao, D. Ji, C. Xiong, and B. Gao, 2017: "Effect of Solar-Cloud-Satellite Geometry on Land Surface Shortwave Radiation Derived from Remotely Sensed Data", *Remote Sens.*, 9, 690.

# Surface Solar Irradiance Estimation in Taiwan by Using Himawari-8 Satellite

Cheng Kuang-Hao, Yeh Tzu-Ying, Weng Min-Chuan, Shee Li-Nan,  
Chang Ho-Chun, Chang Yu-Cheng

Meteorological Satellite Center, Central Weather Bureau

## Abstract

Surface solar irradiance is an important meteorological element on photovoltaic power plants and agricultures. In this study, we use the band 3, band 13 and band 15 remote sensing data of Advanced Himawari Imager which aboard Himawari-8 satellite to estimate high spatial and time resolution surface solar irradiance data near Taiwan area. The astronomy effects, such as Earth-Sun distance, and the absorption effects, clouds and aerosol optical depth in the atmosphere are considered in our algorithm. By using one-year-period global horizontal irradiance (GHI) data from 20 pyranometers around Taiwan to verify the algorithm, the result shows that the mean absolute error (MAE) of the GHI is  $76.9 \text{ W/m}^2$ , and the correlation coefficient is 0.91. The bias of satellite retrieval GHI is greater in summer than in winter, and systematic underestimation in the noon but overestimation in the morning and the dusk.

**Key words:** solar irradiance, satellite retrieval, Himawari-8