

# 日環食現象對電力系統之影響-以金門地區為例

林哲宇<sup>1</sup>、周儷芬<sup>1</sup>、黃志鵬<sup>2</sup>、呂藝光<sup>3</sup>

台灣電力公司綜合研究所<sup>1</sup>

台灣電力公司金門塔山發電廠<sup>2</sup>

國立臺灣師範大學電機工程學系<sup>3</sup>

## 摘要

2020年6月21日發生天文現象-日環食，環食帶橫跨台灣中南部地區，其他地區也可觀測到日偏食，當中又以金門地區持續時間最長及遮蔽面積最大。金門地區屬於小型的獨立電網系統，島內太陽光電裝置容量逐年提升，特定時段發電量佔比可能接近30%，為提升電網穩定度，估算及預測太陽光電的發電量對金門地區尤為重要。日食等此類特殊事件並沒有包含在預測模型訓練集中，不過日食是可預測且能預先做好準備的天文現象，本文利用日食軌跡與模擬月球遮蔽太陽面積，以影像處理方式計算出五分鐘日食遮蔽率，再依遮蔽率以比例方式調整發電量預測輸出，將此結果提供調度運轉單位參考。

關鍵字: 日環食、影像處理、太陽光電預測

## 一、前言

台灣的能源長期依靠國外進口化石燃料，但化石燃料多伴隨環境汙染問題，近年環保意識抬頭，全球極力推動再生能源的發展，台灣也不例外，再生能源諸如風力、太陽能等等皆由大自然中取得，藉此機會發展再生能源提高能源供應的自主性，也能滿足環境永續發展的議題。經濟部訂定台灣於2025年再生能源發電設備須達到27GW，當中20GW為太陽光電，由此可知太陽能發電未來在電網的占比相當可觀，目前全台灣太陽光電占總裝置容量已經達到4GW，當中金門地區太陽光電裝置容量也已來到9MW(約佔金門總裝置容量10%)，以發電量來看，金門地區在部分特定時段太陽光電發電佔比甚至可以達到30%，太陽光電發電佔比高同時也伴隨著一定風險，目前發展中的再生能源中太陽光是一種週期穩定的來源，即便週期穩定但太陽光電依然無法被作為穩定的電力來源，太陽光電的發電量源自於地表接收太陽輻射的量也就是日射量，而日射量會受到空氣中含有的物質影響，例如:雲、水氣、

懸浮微粒等等，這些因素導致太陽光電的間歇性及時變性，也因此當太陽光電於電網佔比越高，電網整體的穩定度將會下降，為降低太陽光電併網後對電力系統產生的衝擊，預先推估太陽光電可產生的發電量，將推估結果提供給調度運轉單位可更有效率的訂定機組排程或即時調度應用，故再生能源佔比高的情況下，預測系統對調度單位是十分重要的參考工具。

今年6月21日的天文現象-日食，當中壯觀且罕見的日環食在台灣也可觀測到，此次環食帶通過台灣中南部及金門地區，其餘地區也可以觀測到日偏食。月球運行到太陽與地球之間將來自太陽的光線擋住，因此日食的遮蔽效應必定會影響太陽光電的發電量，影響程度取決於遮蔽時間及遮蔽程度。根據中央氣象局發布的資料[2]得知金門地區會是受影響最大的地區，因為該地日環食全程持續時間最長、遮蔽面積最大；由於金門地區的電力系統屬於小型的獨立電網，為因應此次天文事件，塔山發電廠也預先準備多部機組因應，因此本文將藉由探討日食對金門電力系統的影響，建立未來相關的天文事件，對太陽光電發電預測系統的影響處理程序。

## 二、 預測方法

### (一) 預測模型

太陽光電發電量預測機制如圖一所示，預測模型使用人工類神經網路(ANN)[3,4]建成，ANN 的優點在於處理問題時不需要定義複雜的數學模型或解微積分等數學方程式，可完成輸入輸出之間的非線性映射關係，因此適合用於太陽光電發電預測。



圖一 太陽光電發電量預測機制

太陽光電發電預測由三組類神經網路模型組成，光電板的發電量和日射量有直接關係，因此第一部分由日射量觀測值、日射量計算值及氣象預報資料組成，以此預測未來光電板所接收到的日射量。此外，光電板的溫度會影響發電的效率，因此第二部份即透過氣象溫度預報及溫度觀測值來推估光電板的溫度。最後第三部份利用推估後的接收日射量及光電板溫度再推估太陽光電發電量。

### (二) 日蝕遮蔽率計算

ANN 模型是使用歷史資料進行訓練，但日食此類特殊的天文現象並不會出現在歷史資料中，因此預測輸出無法呈現符合的結果，為了因應本次日食事件必須使用特別的解決方法，利用計算出來的遮蔽率以比例的方式調整原先的預測輸出。

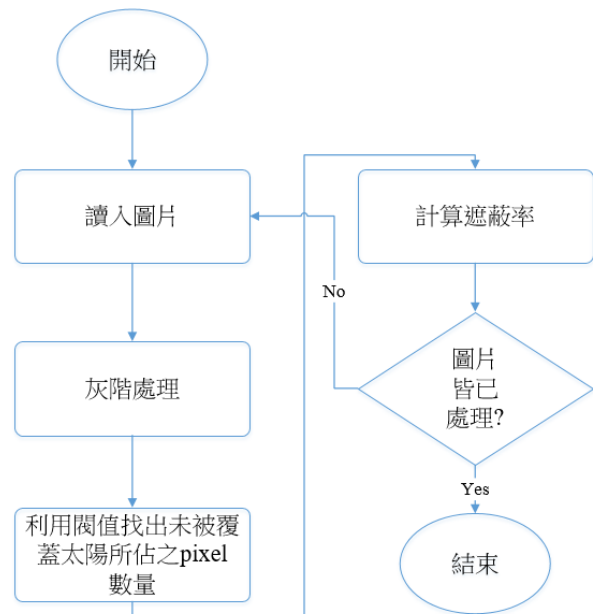
因中央氣象局並未對外釋出日食相關的天體資料，如:太陽及月球位置、半徑等等，因此無法使用公式求出遮蔽率[5]，因此本文提出另一種方式來計算遮蔽率。Time And Date[1]這個網站有提供日食的模擬

動畫，如圖二所示，但也未直接提供遮蔽率的數據。



圖二 Time And Date 日食模擬動畫

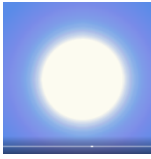
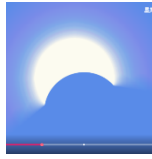
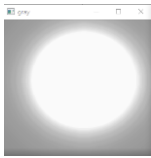

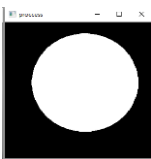
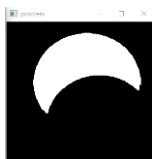
此動畫同時包含時間標籤能得知各時間點的模擬情況，因此本文將畫面每五分鐘擷取一次，接著利用 Python 編寫影像處理程式，程式流程如圖三，將擷取圖片處理成遮蔽率。



圖三 影像處理程式流程圖

首先程式讀入擷取的圖片，接著利用 Python 的 OpenCV 對圖片進行灰階處理，每一個 Pixel 的值介於 0 到 255 之間(數字越大越亮)，下一步閾值的定義為當 Pixel 內的值超過設定值則判定屬於太陽的光，利用此方式計算圖片中太陽所占 Pixel 數量，影像處理過程如表一所示，最後計算遮蔽率如式 1。

表一 影像處理過程

原圖		
灰階處理		
二值處理		
所占 Pixel	32292	14801

$$\text{遮蔽率}(\%) = \frac{\text{欲計算圖片之太陽所占 Pixel 數量}}{\text{完整太陽所占 Pixel 數量}} \cdot 100 \quad (1)$$

### 三、 預測結果

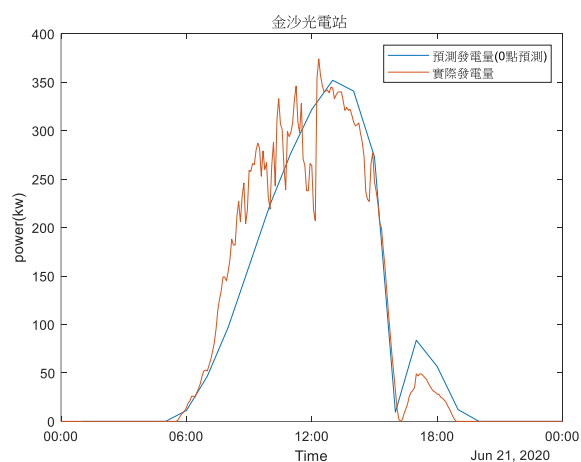
將金門每五分鐘日食遮蔽率以前述方式計算，時間為 2020 年 6 月 21 日 14 時 40 分至 2020 年 6 月 21 日 17 時 35 分。圖四為金門地區之遮蔽率，14 時 45 分已發生初虧遮蔽率開始上升，於 16 時 10 分附近到達食甚，最後於 17 時 25 分前完成復圓，圖五為中央氣象局公佈之日食各階段時間，由圖四結果對照圖五金門資料，可觀察到以本文方式計算出的遮蔽率對應時間點大致上與中央氣象局資料[2]一致。接著依遮蔽率以比例方式調整預測輸出，圖六為金門金沙光電站於 6 月 21 日當天之預測及實際發電量，藍線為 21 日 0 時預測未來 24 小時之結果(以 1 小時為單位)，橘線為實際發電量(以 5 分鐘為單位)，於圖六可觀察到 14 時至 16 時區間，預測系統有反應出因太陽遮蔽效應導致的發電量下降，後續遮蔽率開始下降後發電量回復的趨勢也有預測到。

時間	遮蔽率(%)	時間	遮蔽率(%)
2020/6/21 14:40	0	2020/6/21 16:10	98.8511
2020/6/21 14:45	0.250836	2020/6/21 16:15	94.1224
2020/6/21 14:50	1.83637	2020/6/21 16:20	85.0954
2020/6/21 14:55	4.53673	2020/6/21 16:25	75.4614
2020/6/21 15:00	7.99269	2020/6/21 16:30	68.4937
2020/6/21 15:05	12.7586	2020/6/21 16:35	59.6247
2020/6/21 15:10	17.0785	2020/6/21 16:40	51.728
2020/6/21 15:15	22.1696	2020/6/21 16:45	44.8099
2020/6/21 15:20	28.5365	2020/6/21 16:50	37.229
2020/6/21 15:25	33.9062	2020/6/21 16:55	29.8092
2020/6/21 15:30	40.0192	2020/6/21 17:00	23.1048
2020/6/21 15:35	46.9931	2020/6/21 17:05	15.8646
2020/6/21 15:40	53.8988	2020/6/21 17:10	10.1914
2020/6/21 15:45	59.6556	2020/6/21 17:15	5.8962
2020/6/21 15:50	67.8248	2020/6/21 17:20	1.44928
2020/6/21 15:55	75.4057	2020/6/21 17:25	0
2020/6/21 16:00	83.739	2020/6/21 17:30	0
2020/6/21 16:05	90.6881	2020/6/21 17:35	0

圖四 金門地區計算之遮蔽率

地區	初虧	食既	食甚	生光	復圓
臺北市	14:49:57	-	16:13:28	-	17:24:26
新北市	14:50:02	-	16:13:34	-	17:24:31
桃園市	14:49:05	-	16:13:05	-	17:24:23
新竹縣	14:49:11	-	16:13:15	-	17:24:34
新竹市	14:49:05	-	16:13:13	-	17:24:35
苗栗縣	14:49:05	-	16:13:22	-	17:24:49
臺中市	14:49:09	-	16:13:41	-	17:25:14
彰化縣	14:49:13	-	16:13:53	-	17:25:30
南投縣	14:49:51	-	16:14:11	-	17:25:34
雲林縣	14:49:23	16:13:55	16:14:06	16:14:20	17:25:44
嘉義縣	14:49:03	16:13:38	16:14:03	16:14:30	17:25:51
嘉義市	14:49:17	16:13:40	16:14:08	16:14:38	17:25:50
臺南市	14:49:20	-	16:14:27	-	17:26:16
高雄市	14:49:59	-	16:15:00	-	17:26:41
屏東縣	14:50:11	-	16:15:02	-	17:26:37
基隆市	14:50:18	-	16:13:34	-	17:24:21
宜蘭縣	14:50:39	-	16:13:59	-	17:24:46
花蓮縣	14:51:05	-	16:14:42	-	17:25:35
臺東縣	14:51:24	-	16:15:35	-	17:26:43
澎湖縣	14:47:30	-	16:13:14	-	17:25:33
金門縣	14:44:04	16:10:35	16:11:01	16:11:29	17:24:20
連江縣	14:45:54	-	16:10:45	-	17:22:49

圖五 中央氣象局公佈之日食各階段時間



圖六 金門金沙光電站預測及實際發電量

## 四、 結論

本研究將日食模擬圖以影像處理方式計算出遮蔽率，並依據遮蔽率調整預測系統的輸出，日食現象主要影響對象為電力系統中太陽光電的部分，尤其金門地區再生能源發電量佔比相對台灣本島高，又屬小型獨立電網，整體衝擊必然較大，由結果能看到發電量下降到接近 0，可以說那個時段完全沒有太陽光電發電出力，將此結果提供調度單位參考，使其能預先做好機組排程，提早準備機組因應短時間內的變化。未來特殊事件皆以模組化處理，避免改變網路模型遭遇的困難及繁瑣過程，模組的精確程度也會逐步修正。

## 五、 參考資料

- [1] Time And Date <https://www.timeanddate.com/>
- [2] 交通部中央氣象局 <https://www.cwb.gov.tw/V8/C/>
- [3] J. J. Flores, M. Graff and H. Rodriguez, 2012: “Evolutive Design of ARMA and ANN Models for Time Series Forecasting” , Renewable Energy, vol. 44, no. pp. 225-230.
- [4] C. Paoli, C. Voyant, M. Muselli, and M.-L. Nivet, 2010: “Forecasting of Preprocessed Daily Solar Radiation Time Series Using Neural Networks” , Solar Energy, vol. 84, no. 12, pp. 2146-2160.
- [5] S. S. Sarvesh, S. Pradeep sundar, I. Kenny Jackson, P. Kannan, 2011: “ Detection and Analysis of Solar Eclipse” , Department of Electronics and communication Engineering, Panimalar Engineering College, Chennai, India.