



檢驗技術簡訊 71

INSPECTION TECHNIQUE

檢驗技術簡訊 第 71 期

2021 年 7 月 出刊

每季 出刊 1 期



500KW 智慧變流器

◆ 專題報導

離岸風力機葉片標準檢測簡介

電氣檢驗科技士 廖金隆

太陽光電模組破損後危害物質溶出之研究

化性技術科技士 張家維

◆ 儀器介紹

智慧變流器測試儀器簡介—500kW變流器測試設備

財團法人台灣大電力研究試驗中心 工程師 陳俊宏

X光繞射光譜儀(X-ray Diffraction)介紹

化性技術科技士 李耿亘

出版資料

出版單位 經濟部標準檢驗局第六組

聯絡地址 臺北市中正區濟南路1段4號

聯絡電話 02-23431833

傳 真 02-23921441

電子郵件 irene.lai@bsmi.gov.tw

網頁位置

<https://www.bsmi.gov.tw/wSite/lp?ctNode=8849&CtUnit=325&BaseDSD=7&mp=1>

發行人 黃志文

工作小組

主 持 人 楊紹經

召 集 人 陳毓瑛

總 編 輯 賴滢如

編 輯 孫思學 (化性技術領域)

林千儷 (綠能技術領域)

簡勝隆 (電磁相容領域)

林志賢 (物性技術領域)

廖英舜 (高分子領域)

徐泳言 (電氣領域)

陳亭宇 (報驗發證領域)

總 校 訂 賴滢如

網頁管理 王金標 吳文正

印 製 賴滢如

G P N 4710003764

離岸風力機葉片標準檢測簡介

電氣檢驗科技士 廖金隆

一、前言：

臺灣海峽為全世界最優良海上風場之一，且國內陸域風能資源較佳的位置多已開發或規劃，而臺灣地狹人稠且近多山區不易開發風場，為追求更穩定的風能，因此，「離岸風力發電」已成為我國積極開發之重點。不論離岸或陸域，對於風力機系統，「葉片」為關鍵零組件之一，若葉片受到一定程度的損壞，為了考量其安全性，須使風力機系統進入停機狀態，進而影響我國電網穩定及開發商的經濟收益。此外，「葉片」是風力機系統中受應力最大的零組件之一，如葉片遭受極端風況衝擊，將導致葉片疲勞損壞，減少其使用壽命，而葉片的損壞可能會對風力機周圍的人員、環境、風力機本身以及風場營運產生極大影響。本篇將聚焦於國際上及國內針對風力機葉片之標準與檢測項目進行介紹。

二、離岸風力機葉片相關標準介紹

盤點風力機葉片相關標準，如用葉片尺度由大而小加以分類，可區分為全尺度葉片、葉片子元件、葉片材料及其他等四大類。

在全尺度葉片的標準中，目前國際上對於風力機葉片之測試係依循國際電工委員會(International Electrotechnical Commission, IEC)所制定之「IEC 61400-23 Wind turbines – Part 23: Full-scale structural testing of rotor blades」執行測試，而國內標準以「CNS 15176-23 風力機—第23部：轉子葉片全尺度結構測試」為主，其內容係參考IEC標準所制定。針對風力機葉片測試主要利用全尺度葉片之靜態測試、疲勞測試等方式以評估葉片強度與疲勞壽命之要求。此外，DNVGL驗證公司針對全尺度葉片制定「DNVGL-ST-0376 Rotor blade for wind turbines」之產業標準，提供客戶可接受的安全層級驗證，也為設計師、供應商、製造商、採購者或監管者提供設計依據，DNVGL標準亦為陸域與離岸風力機提供了原理和技術要求。

另葉片子元件標準，目前尚無IEC國際通用標準，僅有DNVGL公司所訂之產業標準；而在其他標準方面，「IEC 61400-24 Lightning protection」標準內提及風力機在雷擊環境及風力機風險評估環境之應用，其內容包含葉片之保護、其他結構組件、電氣及控制系統避免遭受直接或間接雷擊影響之規定，用以確認符合性之試驗方法，其中於附錄C內提供了葉片保護方法之參考，附錄D為雷擊保護試驗規範之參考。另因葉片係由複合材料所構成，其中包含玻璃纖維、碳纖維等，因其材料較廣，因此於材料方面的標準也較多，可參考表1葉片標準彙整表。

表1 葉片標準彙整表

	IEC	DNV GL	CNS 及其他
材料	無	<ul style="list-style-type: none"> ● CP-0082 Type approval of glass fiber roving ● CP-0083 Type approval of polyester resin , and vinylester resins, gelcoats and topcoats ● CP-0084 Type approval of sandwich core materials ● CP-0086 Type approval of adhesives (rigid adhesives) ● CP-0089 Type approval of epoxy resin systems ● CP-0096 Type approval of carbon fibre tows ● CP-0424 Coatings for protection of frp structures with heavy rain erosion loads ● CP-0431 Prepreg materials ● CP-0434 Uni- and multi-axial multi-ply fabrics made of carbon fibres ● CP-0467 Uni- and multi-axial multi-ply fabrics made of glass fibres 	<ul style="list-style-type: none"> ● ISO 9163 抗拉強度浸漬粗砂 ● ISO 14130 層間剪切強度 ● ISO 527-5 纖維方向拉伸試驗 ● ISO 1675 密度 ● ISO 2555、2884-1 黏度 ● ISO 2535 凝膠時間 ● ISO 3521 體機固化收縮率 ● ISO 62 吸水性 ● ISO 2894-87 吸水係數 ● ISO 178 彎曲模數、極限抗彎強度 ● ASTM D2863 可燃性 ● ASTM D5528 Mode I LSE 樹脂機層動態破壞韌性 ● ISO 75-2 H.D.T ● ASTM D2583、EN59 硬度 ● ISO 844-78 壓縮強度、模數 ● ASTM C 393-88 四點彎矩剪切 ● ASTM C 393-88 耐熱強度、耐熱模數、防水強度 ● ISO 6721-2 玻璃轉換溫度
子元件	無	<ul style="list-style-type: none"> ● ST-0361 Machinery for wind turbines ● ST-0376 Rotor blades for wind turbines 	無
全尺度	● 61400-23 Full scale structural testing of rotor blades	● ST-0376 Rotor blades for wind turbines	● CNS 15176-23 轉子葉片全尺度結構測試
其他	● 61400-24 Lightning protection	● ST-0076 Design of electrical installations for wind turbines	無

三、離岸風力機葉片檢測介紹

葉片測試需要進行的項目包括葉片質量或重心量測、葉片自然頻率和阻尼模態測試、靜態彎曲、疲勞彎曲試驗、疲勞測試後模態測試以及疲勞測試後靜態測試等。全尺度葉片測試中，要求受測葉片從已生產之葉片中隨意選出，受測葉片相關參數應符合已遞交給第三方驗證公司之設計文件，除非有特殊理

由，受測葉片不應上漆，以方便進行檢查。如葉片在材料、設計或製造方法有產生重大的變化時，包含替換材料類型、變更結構設計、改變幾何形狀及更動製造過程等，其葉片應進行全面性測試。

本篇報告將葉片測試標準依國際標準(IEC 61400-23)、國家標準(CNS 15176-23)與產業標準(DNVGL-ST-0376)列表比較其差異性與共通性，如表2所示。

表2 葉片標準差異分析表

	IEC 61400-23	CNS 15176-23	DNVGL-ST-0376
標準版次	2014年	2012年	2015年
測試項目	應進行： 1.質量、重心和自然頻率 2.靜態測試 3.疲勞負載測試 4.疲勞後靜態測試 可進行： 1.阻尼 2.模態形狀 3.潛變 4.質量分布 5.剛性分佈	應進行： 1.質量、重心和自然頻率 2.靜態測試 3.疲勞負載測試 4.疲勞後靜態試驗 可進行其他試驗： 1.自然頻率 2.阻尼 3.模態形狀 4.質量分布 5.勁度分布 6.潛變 7.非破壞檢測 8.葉片切片檢查	應進行： 1.質量與重心(C.O.G) 2.模態測試 3.靜態彎曲測試 4.耐彎曲疲勞測試 5.後疲勞模態測試 6.後疲勞靜態彎曲測試 備註：如新葉片式樣與先前相似，可依據標準要求，減少葉片測試的範圍，進行次級測試。
靜態測試持續時間	至少10秒	至少10秒	至少5秒
靜態測試方式	負載方式	負載方式 強度方式	負載方式
測試區域	葉片所有關鍵區域之負載應至少達到目標負載，應考慮以下潛在關鍵區域： 1.葉片內側部分到截面逐漸變化的範圍 2.計算顯示最小的挫曲、強度或疲勞壽命 3.葉片具有氣動煞車裝置(結構受裝置影響部分) 4.如果葉片連接到輪轂或軸承螺栓為葉片根部整體，則葉片全面測試也應包括在內	宜列入考量： 1.近葉片根部至翼展中，截面僅有少許變化區域 2.計算結果顯示葉片對挫曲、強度或疲勞壽命之預留係數最小之部分 3.葉片具有氣動煞車裝置(結構受裝置影響部分)	應達到試驗負載： 1.靜態測試-根部到葉片長度至少70% 2.疲勞測試-根部到葉片長度至少40% 3.計算顯示出最小備用因子，防止挫曲或纖維失效 4.葉片具有特定或獨特的設計細節(截面特性快速變化、剪腹板異常縮減、樑帽快速縮小、接頭等) 5.葉片具有氣動煞車裝置(結構受裝置影響部分)

四、參考文獻

- (一) IEC 61400-23:2014 Wind turbines – Part 23: Full-scale structural testing of rotor blades
- (二) CNS 15176-23:2012，風力機－第23部：轉子葉片全尺度結構測試，經濟部標準檢驗局。
- (三) DNVGL-ST-0376:2015 Rotor blade for wind turbines

太陽光電模組破損後危害物質溶出之研究

化性技術科 技士 張家維

一、前言

隨著國家政策引導及對環境保護的重視，太陽光電模組等綠能產品在臺灣的使用不斷的在增加，雖然太陽光電技術相較於一般傳統能源發電技術具有環境友善之優點，但是在製造過程中仍使用到危害物質(如重金屬鎘、鉛等)。電池本身被膠合封裝於模組內，在一般使用狀態，危害物質少有釋出可能，然而臺灣為地震、颱風頻傳之地，難免遭逢意外而有太陽光電模組破損，危害物質釋放至外界而對人體與環境產生危害之風險。破損太陽光電模組遭雨水沖淋而將其所含危害物質帶入環境是太陽光電模組危害物質在運行週期中可能的釋出途徑。本研究即設計實驗，模擬太陽光電模組在運行週期中破損後危害物質受雨水溶出之情形。

二、文獻探討

太陽光電模組在一般使用情況下，其危害物質釋出可能性甚微。然而，當模組有所破損時，所含危害物質便有受雨水沖淋而溶出之疑慮。此外，太陽光電模組使用壽命長達 20 年以上，若模組在案場等戶外環境長期使用後，模組的封裝情形是否會有改變而使模組破損後危害物質釋出的可能性增加？要評估危害物質溶出情形，一般來說可使用溶出測試(Leaching test)。Sinha 等人於 2015 年綜整了各國以不同溶出測試評估案場破損太陽光電模組危害物質溶出結果。Sinha 等人認為這些方法可能高估了案場破損太陽光電模組危害物質實際溶出情形。例如溶出測試的樣品尺寸一般在釐米級大小，然而於案場使用的太陽光電模組因有經過膠合封裝，其破損情形多為模組表面出現裂痕而非碎裂成厘米級碎塊。這些釐米級樣品有較高的比表面積會增加太陽光電模組危害物質溶出量。此外，這些溶出程序將樣品浸於萃取液中，以端到端快速攪動的方式進行萃取，此舉是為能在短時間內模擬掩埋廢棄物於土壤中長時間溶出情形，然而案場的太陽光電模組並不會和降雨有長時間的接觸，接觸面積也多在模組表面，且案場管理單位會監控模組運行情況，適時更換破損模組，這些因素都導

致溶出程序高估了太陽光電模組危害物質溶出情形。另外，國際能源署於 2019 年的報告則採用美國國家環境保護局的合成降水溶出程序(Synthetic Precipitation Leaching Procedure, SPLP)，以更貼近一般降雨性質的萃取液評估案場破損太陽光電模組危害物質溶出情形。

三、實驗方法

本研究係為模擬太陽光電模組在其運行週期中受外力而破損，其所含危害物質遭雨水溶出情形。單晶矽電池為目前市面上太陽能光電模組的主流型式，本研究測試樣品採用單晶矽太陽光電模組，以重金屬鉛及汞作為本試驗危害物質檢測標的。為減少樣品間差異，選購由同一產線、生產序號相連之模組產品。本實驗流程綜整如圖 1，可分為兩個部分。第一部分為太陽光電模組加速老化試驗，參考 CNS 61215「陸上太陽光電模組－設計確認和型式認可－第 1-1 部：結晶矽太陽光電模組特定試驗要求」中的濕熱測試(MQT 13)，將實驗組樣品置於極端的環境條件下 3,000 小時(攝氏 85 度，相對溼度 85%)加速老化，期間每 1,000 小時將模組取出以 XRF 檢查模組所含危害物質分布是否有可察覺之變化。第二部分為雨水溶出模擬試驗，參考環保署合成降水溶出程序(NIEA M205.10C)，將經濕熱測試(實驗組)與未經濕熱測試(對照組)之樣品進行合成降水溶出程序，以評估經長時間運行後太陽光電模組危害物質釋出情形。依模組不同區域進行鑽孔取樣，將取下之不同區域模組試樣分別置於 pH 4.2 之硝酸/硫酸混合液中，以端到端攪動的方式進行溶出萃取，模擬破損太陽光電模組危害物質受酸雨沖淋溶出之狀況。最後，溶出液以感應耦合電漿光學發射光譜儀(ICP-OES)進行定量分析，以評估危害物質釋出情形。

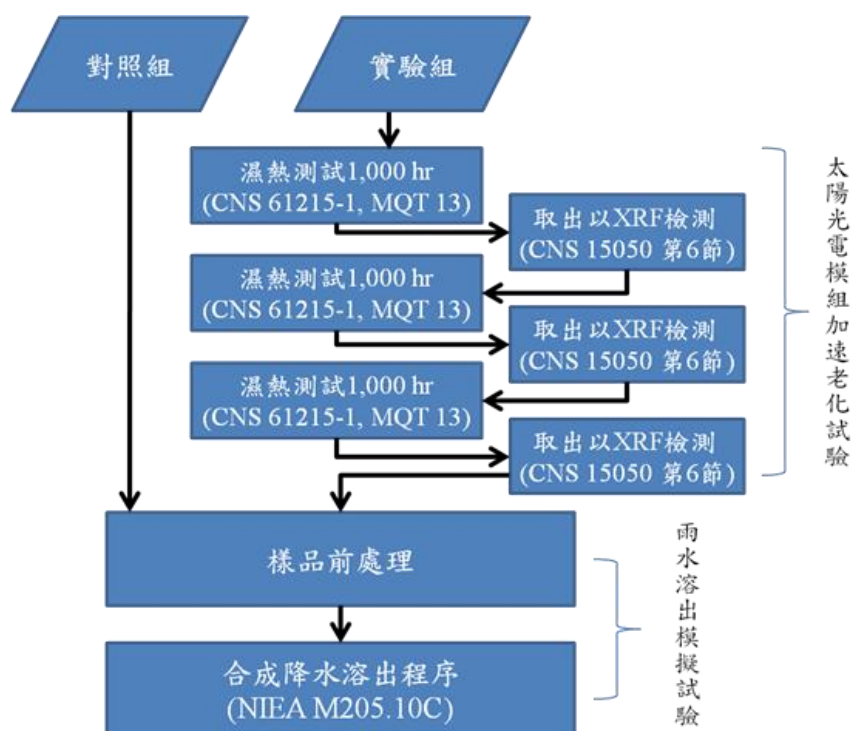


圖 1 實驗流程

四、結果與討論

(一)太陽光電模組加速老化試驗

太陽光電模組加速老化試驗即利用濕熱測試的極端環境條件加速老化太陽光電模組，模擬模組在案場長時間使用後的狀況。在總長3,000小時濕熱測試期間，本研究每1,000小時將模組取出以XRF檢查模組不同區域所含危害物質含量變化，以期能利用非破壞式檢測方式提前判斷模組是否出現危害物質釋出情形。本研究將太陽光電模組劃分成電池區、非電池區及串焊區，在進行濕熱測試前，為確保XRF測量一致性，依不同區域擇數點編號作為XRF檢測部位(圖2)，詳細說明如下：電池區域(Cell Area，編號1-7)、串焊區域(Ribbon Area，編號8)及非電池區域(Non-Cell Area，編號9-10)。此外太陽光電模組正面強化玻璃具一定的厚度，且XRF的X-ray穿透能力有限，故本研究從模組背板並依據對應位置進行非破壞性的檢測。XRF量測結果如圖3，由分析結果得知，模組在歷經累計1,000 hrs、2,000 hrs及3,000 hrs的濕熱測試後，其不同區域的鉛及汞含量並未產生XRF可測得之顯著變化。

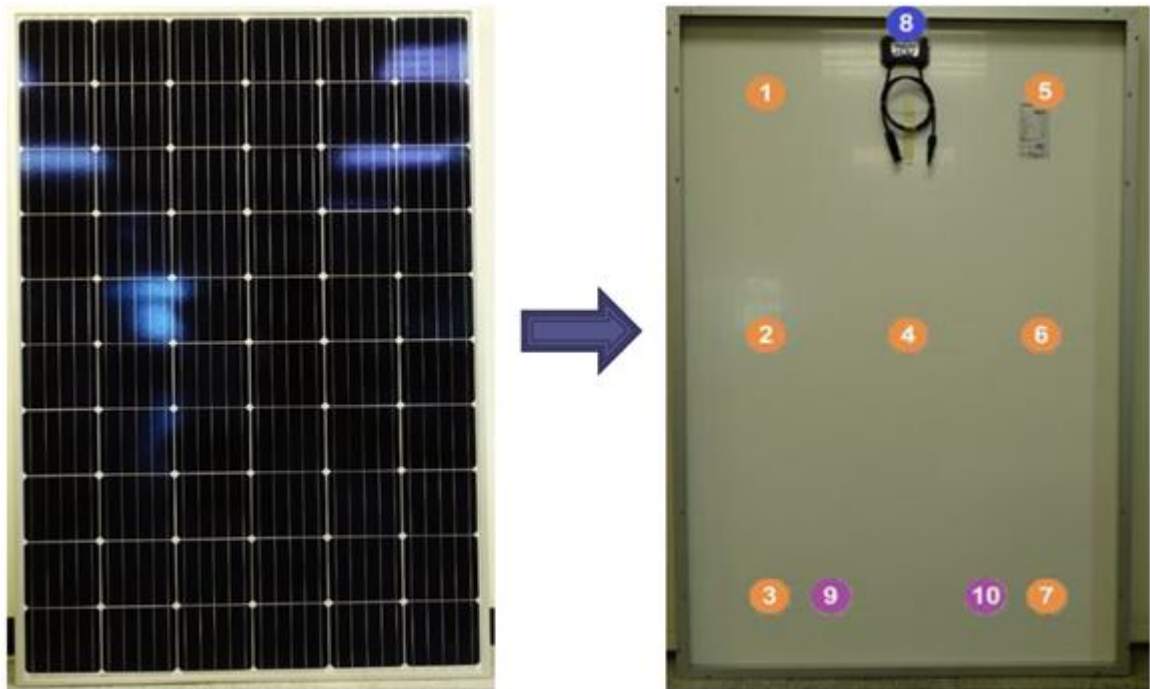


圖 2 太陽光電模組樣品 XRF 測量位置

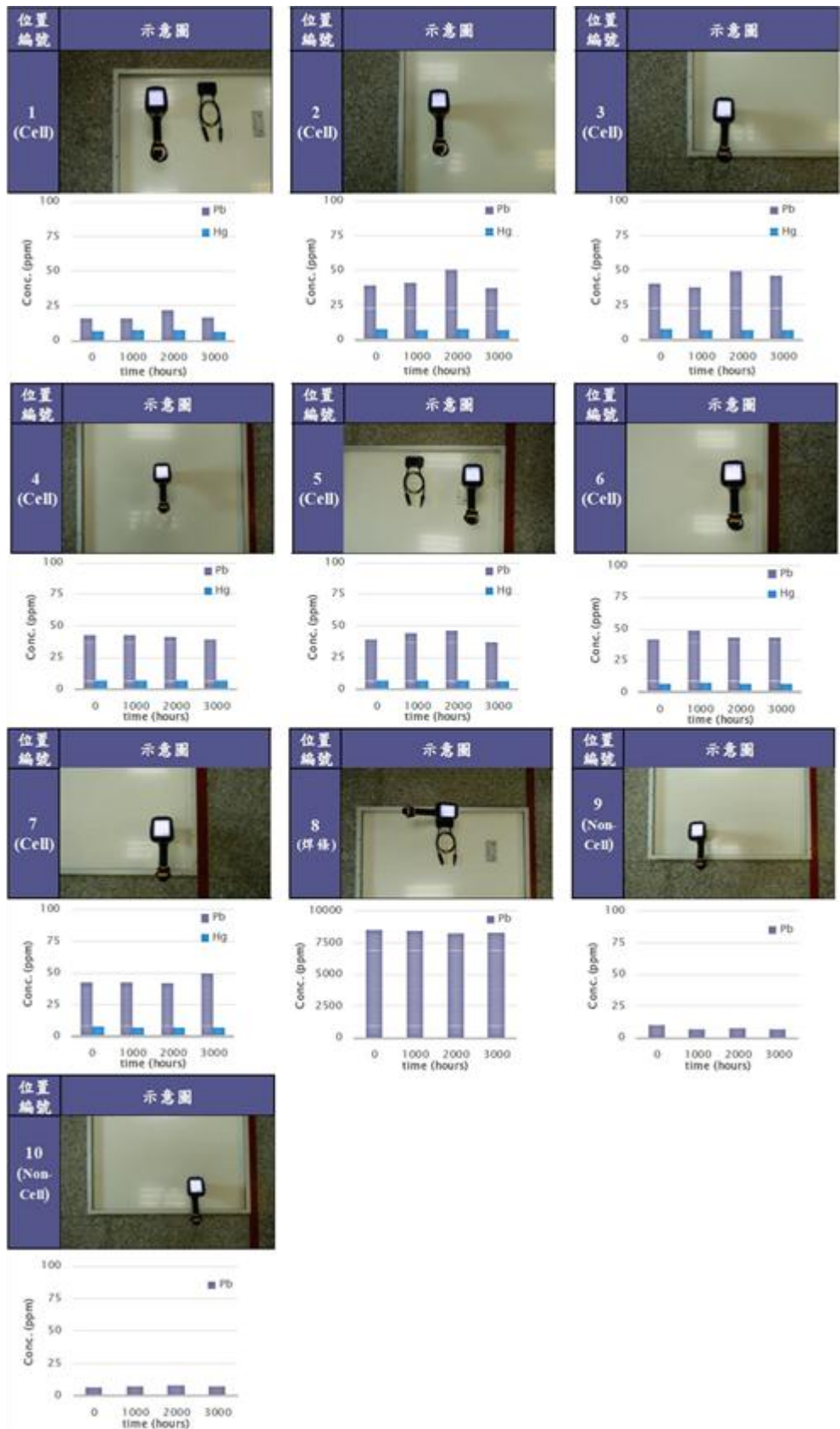


圖 3 太陽光電模組不同區域經不同時間濕熱測試後 XRF 測量結果

(二)雨水溶出模擬試驗

為評估不同使用時間之太陽光電模組破損後經雨水(pH 4.2)沖刷溶出危害物質之情形。在實驗組太陽光電模組完成 3,000 小時濕熱測試後，本研究依圖 2 編號位置，將對照組及實驗組太陽光電模組對應部位以鑽孔方式取下，作為溶出試驗樣品，大小約 1.5 公分(圖 4)。我們分別將對照組及實驗組模組樣品及 pH 4.2 H₂SO₄/HNO₃(60/40 wt %)的溶劑以固體:溶劑比 1:20 的比例加入 SPLP 萃取設備中，於室溫下(23±2°C)以每分鐘 30 ± 2 之轉速旋轉 18 ± 2 小時進行萃取，分別再收集萃取液，過濾後作為試樣溶液。最後以感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP-OES)進行分析。檢測結果如表 2 所示。我們發現太陽光電模組對照組各區域樣品溶出液皆無汞檢出，僅有串焊區域(Ribbon Area)有少量鉛檢出；實驗組各區域樣品萃取液，汞的部分僅有電池區有少量檢出，而鉛的部分僅有非電池區域無鉛檢出，電池區域有少量鉛檢出，串焊區域鉛溶出量約為對照組串焊區域鉛溶出量的 18.8 倍。此結果顯示經長時間使用的太陽光電模組破損後，其危害物質受雨水沖淋溶出的可能性有所增加，且模組的串焊區域具有較高的鉛溶出可能。雖然本次試驗模組對照組與實驗組都有鉛溶出的情形，但這並不表示運行週期中太陽光電模組破損後便會對環境與人體造成風險，尚須考量其在環境的宿命及運輸過程等因素，才能對其風險有正確的判斷。此外，如文獻討論部分所述，溶出程序與模組實際受雨水沖淋溶出的差異，會導致溶出程序對模組危害物質溶出情形的評估失準。本研究囿於溶出設備限制仍採鑽孔方式取樣進行溶出試驗，試片周圍因鑽孔而露出的部分會貢獻額外的危害物質釋出，而增加模組危害物質溶出量，在未來的研究中可採用蠟封的方式將此額外面積封住來減少誤差。另外，溶出程序的參數也可依台灣的降雨量及雨水的酸鹼度等天候條件進行調整，使太陽光電模組危害物質的溶出試驗條件更接近台灣太陽光電案場的實際情形。

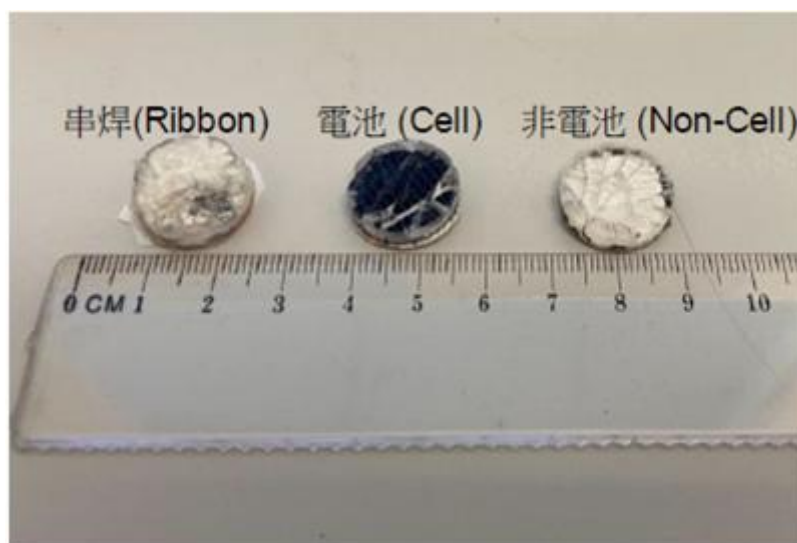


圖 4 太陽光電模組不同區域鑽孔取樣試樣外觀

表 2 雨水溶出模擬試驗結果

危害物質	取樣區域	對照組	實驗組
鉛 (mg/L)	電池區	未檢出	3.7
	非電池區	未檢出	未檢出
	串焊區	1.6	30.2
汞 (mg/L)	電池區	未檢出	0.6
	非電池區	未檢出	未檢出
	串焊區	未檢出	未檢出

可檢下限為 0.1 mg/L

五、結論

本研究以單晶矽太陽光電模組作為樣品，利用 3,000 hrs 的濕熱測試加速老化模組，並以合成降水溶出程序評估不同使用時間太陽光電模組破損後其不同區域鉛、汞溶出的情形。結果顯示，汞的部分僅有經加速老化後模組(實驗組)的電池區有微量汞溶出；鉛的部分，未經加速老化的模組(對照組)串焊區域便有少量鉛溶出，經加速老化後，模組(對照組)電池區域也出現少量鉛溶出，且串焊區域鉛溶出量增加了 18.8 倍，顯示長期使用的太陽光電模組若因意外破裂，其危害物質有較高的溶出可能性。此外，本研究採用的取樣方法及溶出程序萃取參數尚有調整改進的空間，以期能夠更接近台灣本地的實際情況。

六、參考文獻

- (一) 李季霖，109，109 年推動太陽光電模組危害物質評估暨建置危害物質檢測技術委辦計畫期末報告，標準檢驗局，臺北。
- (二) Parikhit Sinha and Andreas Wade, 2015, Assessment of Leaching Tests for Evaluating Potential Environmental Impacts of PV Module Field Breakage, IEEE Journal of Photovoltaics, 5(6), 1710-1714.
- (三) Parikhit Sinha, Garvin Heath, Andreas Wade and Keiichi Komoto, 2019, Human Health Risk Assessment Methods for PV Part 2: Breakage risks, International Energy Agency, France.
- (四) CNS 61215-1:2018，陸上太陽光電模組－設計確認和型式認可－第 1-1 部：結晶矽太陽光電模組特定試驗要求，標準檢驗局。
- (五) CNS 15050:2010 電機電子類產品－六種管制物質(鉛、汞、鎘、六價鉻、多溴聯苯、多溴二苯醚)測定法，標準檢驗局。
- (六) NIEA M205.10C，合成降水溶出程序，行政院環境保護署。

儀器介紹

智慧變流器測試儀器簡介—500kW 變流器測試設備

財團法人台灣大電力研究試驗中心 工程師 陳俊宏

一、前言

因應時空環境與國際趨勢，及《環境基本法》的非核家園目標，立法院於108年4月12日三讀通過本條例部分條文修正，並於同年5月1日公布施行，經濟部依據本條例總量，原規劃太陽光電長期設置的目標為在114年裝置容量達成20GW，經濟部標準檢驗局也為配合太陽光電的長期推動目標行動。近年我國也積極發展綠能產業以達到能源轉型，其政策以展綠、增氣、減煤及非核為主軸，發展再生能源。再生能源中，太陽光電部分於夏季發電多，可提供尖峰用電需求，而離岸風電部分於冬季發電多，可減少燃煤發電，故政府以太陽光電及離岸風電為主要發展項目。

二、智慧變流器的應用：

太陽光電產電若要與電力系統相互連接的話，需要透過智慧變流器將太陽光電產電的直流電轉化為交流電，才能與電力公司的電網系統間進行併聯。當前我國對於智慧變流器產品，要求需測試通過後，才能供電併入電網，以確保產品符合標準，不損害電力品質。台灣電力股份有限公司於107年11月29日公告修正「再生能源發電系統併聯技術要點」，新增第三點第六款「太陽光電發電設備之變流器應符合國家標準，並提供經濟部標準檢驗局核發之自願性產品驗證證書」，當前我國對智慧變流器安全規範的檢測標準是CNS 15426-1及CNS 15426-2，電磁相容的檢測標準是CNS 14674-1、CNS 14674-2、CNS 14674-3及CNS 14674-4，併網及孤島效應的檢測標準分別為CNS 15382及CNS 15599 [1-8]，經由上述測項建立智慧變流器的效能及安全性標準。

三、智慧變流器測試系統

近年來大幅增加的再生能源產量，其電量併入電網之佔比也大幅提升，若無法有效調配與利用，對於我國電網運轉安全穩定度是一大堪憂，且極有可能造成意外地危害。因此擴充智慧變流器檢測能量的需求也大增，為此，經濟部標準檢驗局在財團法人台灣大電力研究試驗中心已完成建立了500kW的智慧變流器檢測能量，並預計在111年將檢測能量擴充至1MW。

為達到500kW智慧變流器的檢測能量所建置的設備包含了額定功率在600kW以上的直流電源模擬器(太陽光電模擬器)、額定視在功率能力在750kVA以上的交流電源模擬器(電網模擬器)、RLC負載及對應的控制系統，透過對控制系統的參數調控可以對智慧變流器之安全規範、電磁相容、併網及孤島效應做測試，各設備照片(圖，如附表一)。

(一)直流電源模擬器(太陽光電模擬器)：

太陽光電模擬器是一種直流電源模擬器，其目的是為了模擬太陽能板吸收

了陽光後產電軌跡，為此所設計的直流電源模型，在智慧變流器的測試中，我們將這個直流電源注入智慧變流器，看智慧變流器是否能正常運作。

(二)交流電源模擬器(電網模擬器)：

智慧變流器接收了太陽能板所產生的直流電源之後，會將其轉換為交流電源，因此，在智慧變流器的併網檢測之中，需要交流電源模擬器，藉以模擬智慧變流器所產生的電源併入電網產生的影響，檢測項目包含了併網效率以及孤島效應等。

(三)RLC 負載

為了測試智慧型變流器能否在不同的電力潮流狀況下，能夠穩定正常工作，因此透過調整 RLC 負載來模擬不同的電網狀況，確保智慧型變流器的可靠度及安全性。

附表一

	
<p>直流電源模擬器圖</p>	<p>交流電源模擬器圖</p>
	
<p>RLC 負載圖</p>	<p>控制系統</p>


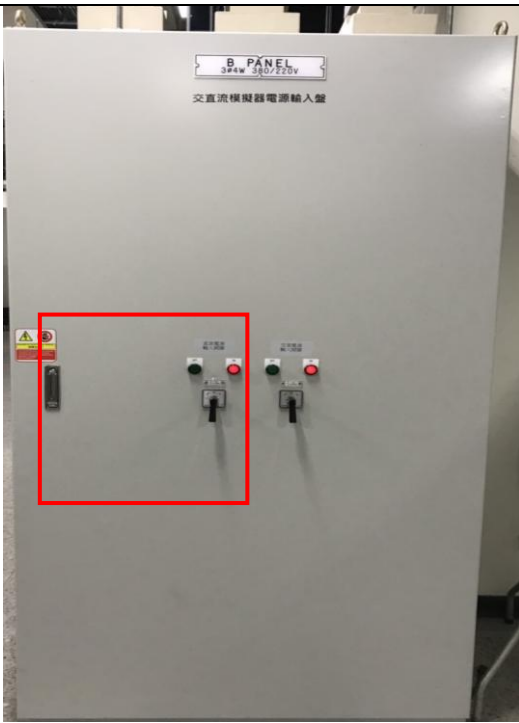
四、儀器操作介面說明：

本節針對 500kW 智慧變流器的併網測試操作流程做介紹。

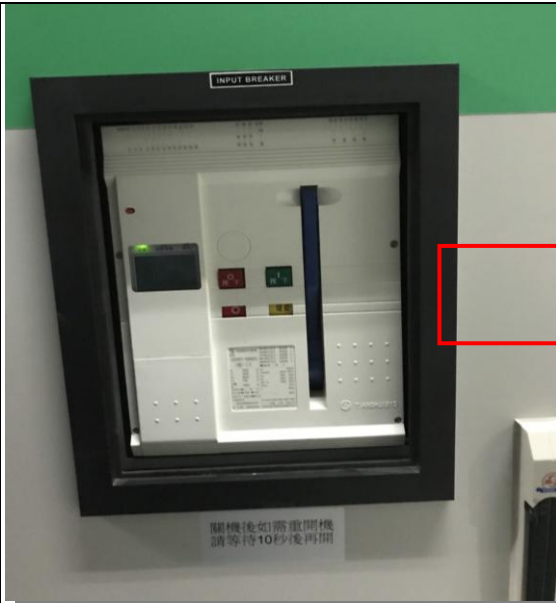
(一)操作說明(圖，如附表二)：

1.開啟電源 ACB

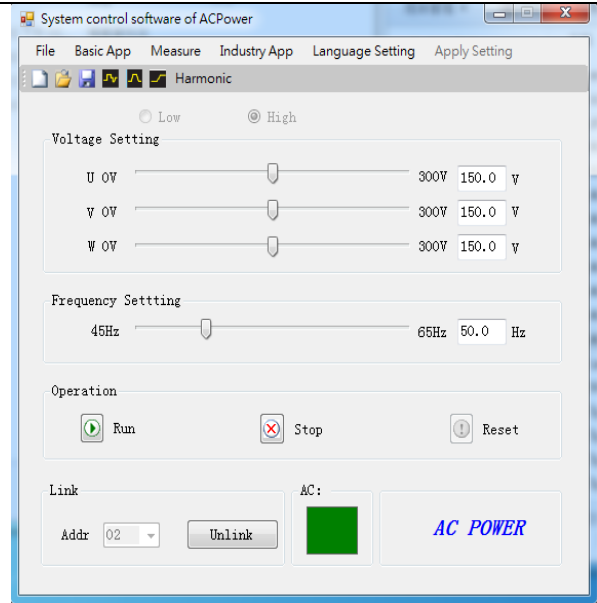
2. 開啟 B Panel ACB
3. 開啟直流電源模擬器電源及控制介面
4. 開啟交流電源模擬器電源及控制介面
5. 開啟 RLC 負載設備電源及控制介面
6. 開啟量測系統電腦及 ATS 自動測試系統軟體
7. 載入 CNS 15382 之併網測試程序
8. 確認測試程序參數及 EUT 設定規格是否正確
9. 確認完成後可點選畫面 GO 之按鈕進行試驗
10. 試驗完成後會產生測試結果於畫面顯示利於提供測試者判定 EUT 是否合格

附表二	
編號	操作圖片
1、2	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>開啟電源 ACB</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>開啟 B Panel</p> </div> </div>

3



AC 電源

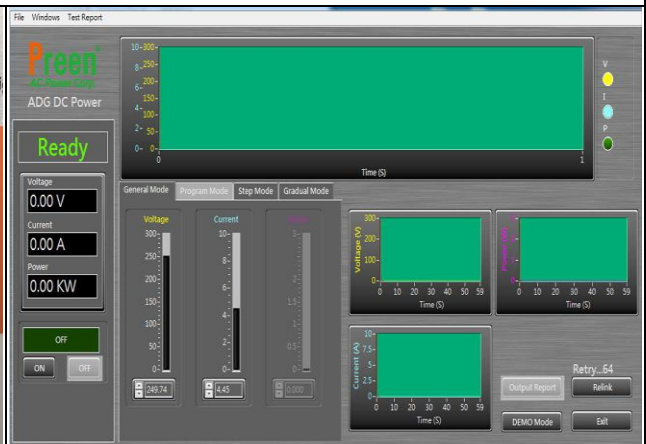


AC 控制介面

4

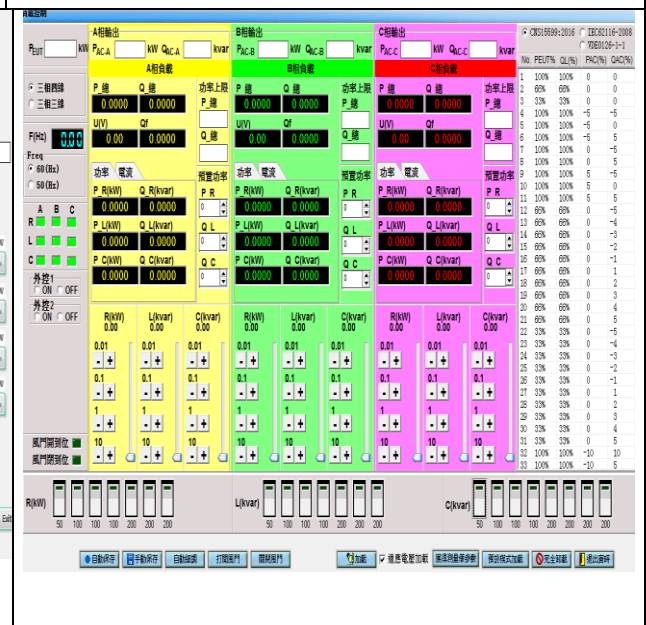
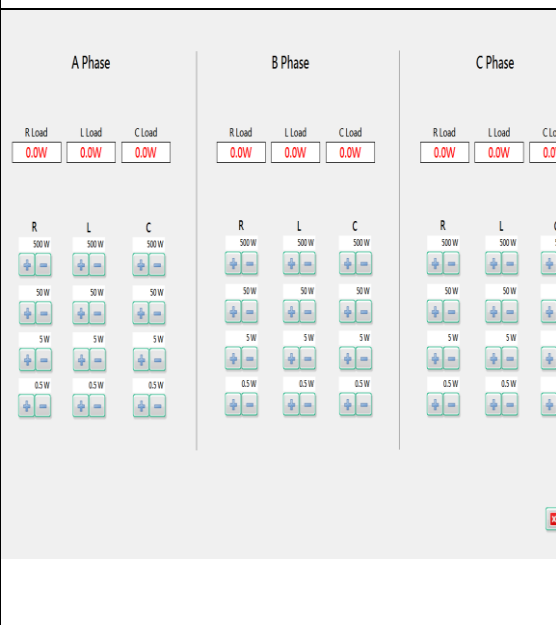


DC 電源



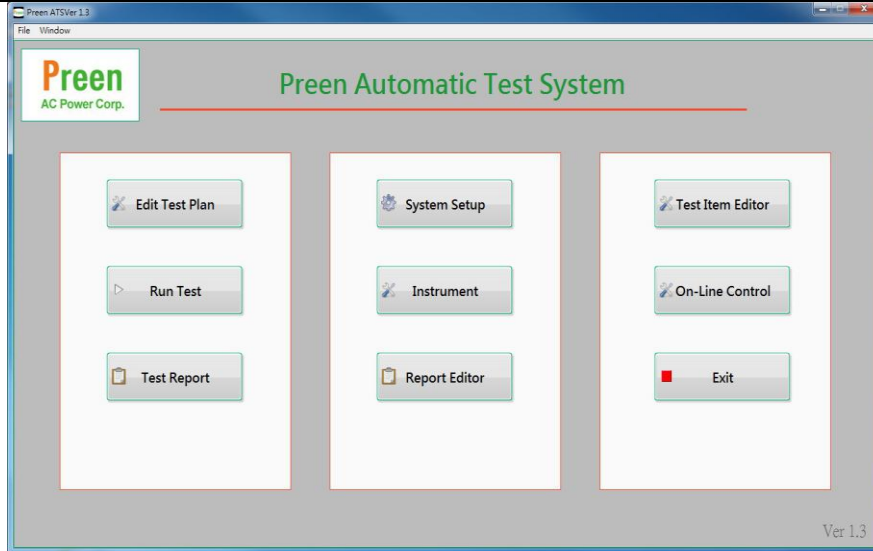
DC 控制介面

5



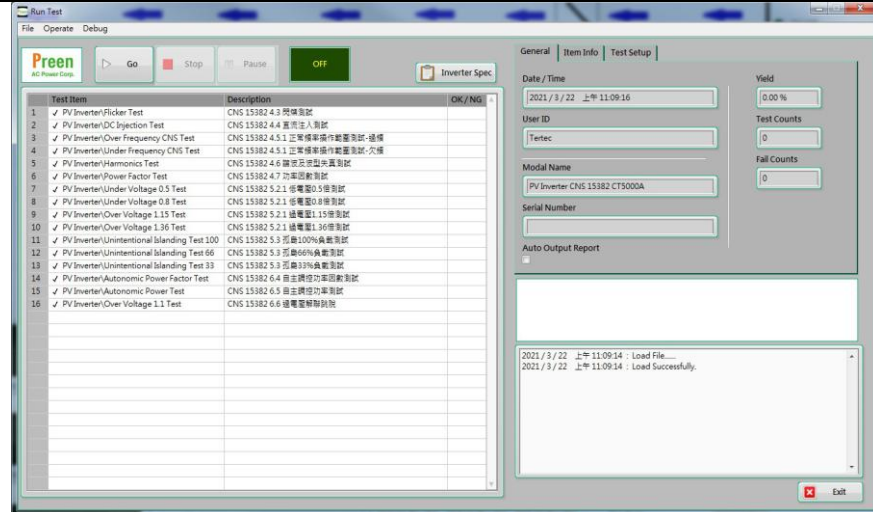
控制系統 RLC 控制介面

6



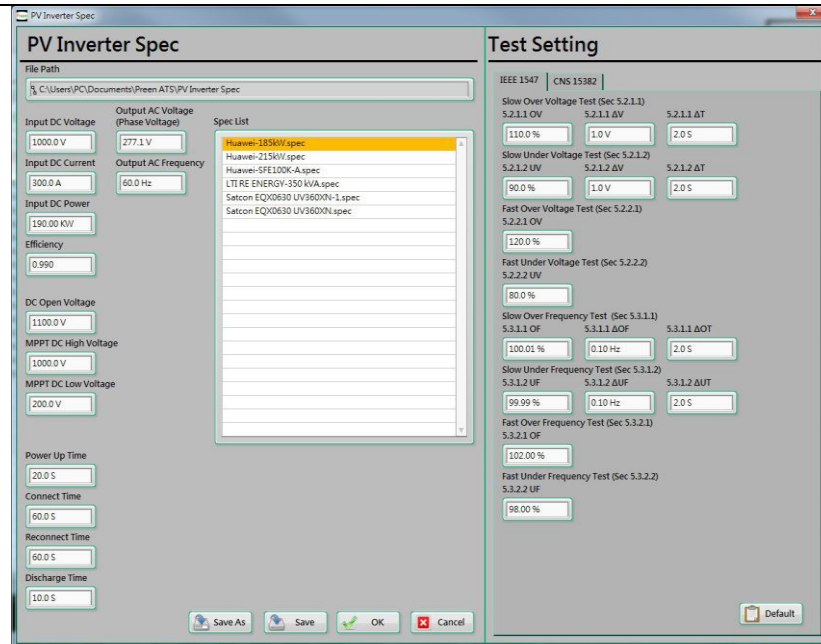
ATS 自動測試系統軟體

7

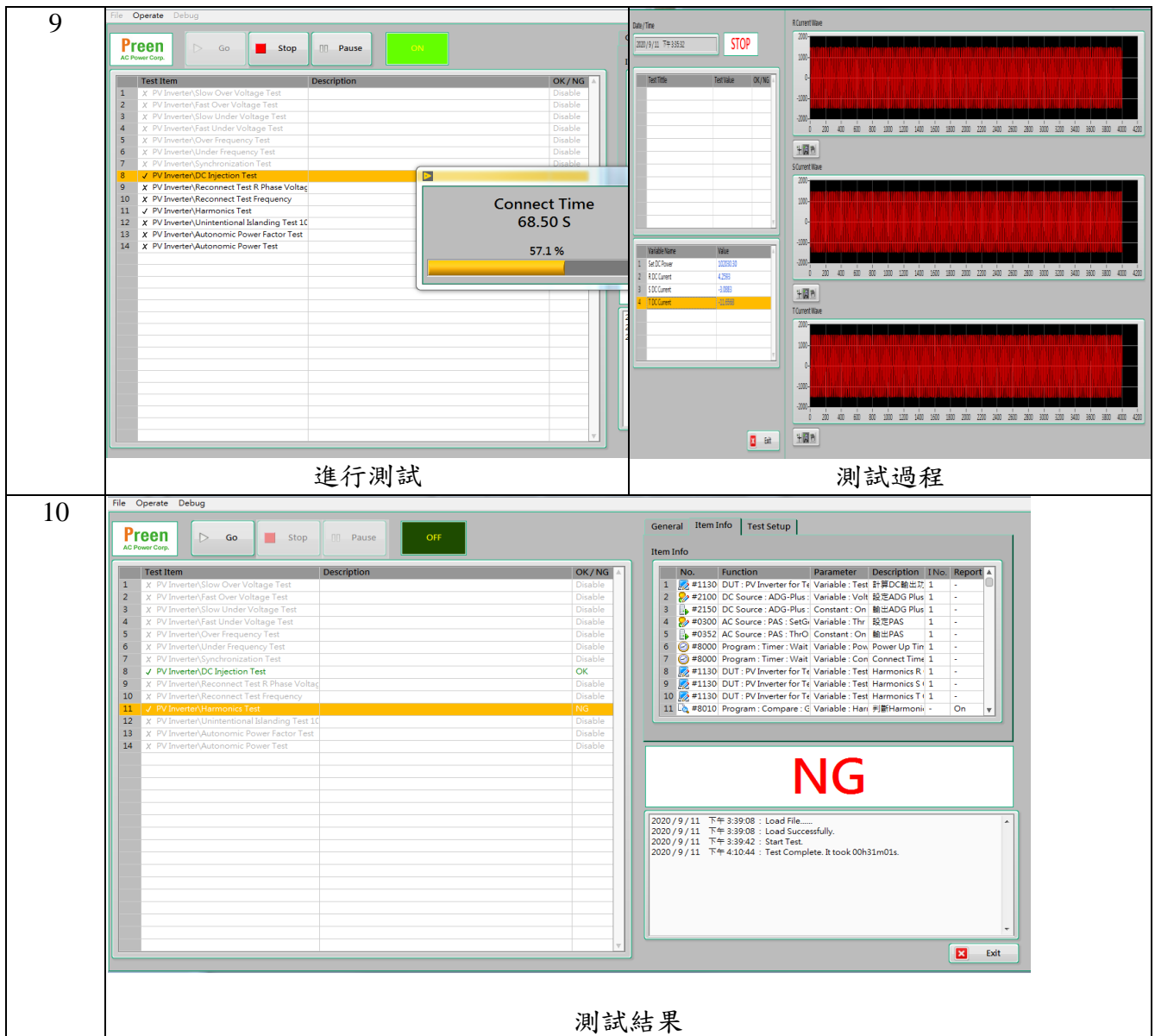


載入 CNS 15382 併網測試程序

8



確認測試程序參數及 EUT 設定規格



五、結論

500kW 的智慧變流器檢測能量的建置，對台灣的綠能產業推廣很有成效。統計截至 109 年 11 月，高效能太陽光電模組自願性產品驗證(VPC) 總登錄鋪設量已超過 1000 MW，輔導共 14 家廠商取得高效能 PV 模組自願性產品驗證(VPC)證書，並取得證書 174 張，完成變流器及太陽光電檢測服務已累計超過 120 案。證明了有足夠的檢測能量是發展綠能產業的一大推力。

六、參考文獻

- (一) CNS 15426-1:2011，太陽光電系統用電源轉換器之安全性－第 1 部：一般要求，經濟部標準檢驗局。
- (二) CNS 15426-2:2013，太陽光電系統用電源轉換器之安全性－第 2 部：變流器之個別要求，經濟部標準檢驗局。

- (三) CNS 15382:2018，太陽光電系統—電力傳輸網界面之特性要求，經濟部標準檢驗局。
- (四) CNS 15599:2016，市電併聯型太陽光電變流器孤島效應預防措施之測試程序，經濟部標準檢驗局。
- (五) CNS 14674-1:2016，電磁相容性 (EMC) —一般性標準—第 1 部：住宅、商業與輕工業環境之免疫力，經濟部標準檢驗局。
- (六) CNS 14674-2:2016，電磁相容性 (EMC) —一般性標準—第 2 部：工業環境之免疫力，經濟部標準檢驗局。
- (七) CNS 14674-3:2016，電磁相容性 (EMC) —一般性標準—第 3 部：住宅、商業與輕工業區環境之發射標準，經濟部標準檢驗局。
- (八) CNS 14674-4:2016，電磁相容性 (EMC) —一般性標準—第 4 部：工業環境之放射標準，經濟部標準檢驗局。

X 光繞射光譜儀(X-ray Diffraction)介紹

化性技術科 技士 李耿亘

一、前言

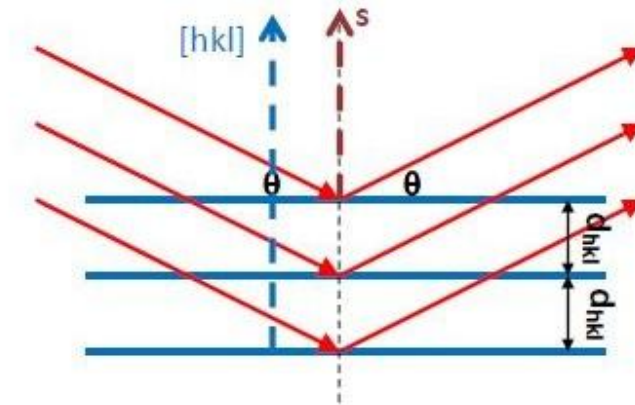
X 光繞射光譜儀係利用加速電子撞擊金屬靶材，使其產生 X 射線，再將 X 射線打在材料表面上。因材料上各晶格面間距不同，依據布拉格定律，在不同的入射角(θ)入射時，會產生建設性干涉訊號，當改變入射角即可分析所有可能產生的晶格資訊。X 光繞射光譜儀為一種簡單、直接且非破壞性之材料鑑定實驗裝置，可提供材料晶體結構的重要資訊，包括晶相的定性與定量分析、晶粒度、材料結構與結晶度分析等，甚至可以在不同的分析條件下，如高溫、低溫、低壓、真空等特殊環境下進行分析，因此 X 光繞射法是一種既簡便又具多項功能之分析利器。

二、原理及構造

(一)布拉格定律(Braggs' Law)

布拉格定律由物理學家 W.L. Bragg 於 1912 年推導出來，其認為 X 光在進入晶體中時，會被原子所組成之晶面所反射，如圖 1 所示。當入射光被二相鄰晶面所反射，二反射光束會有一光程差，若此光程差剛好等於光波波長的整數倍，亦即當此二反射光束同步，各光波之波幅會有加成效果而形成建設性干涉，即繞射現象。布拉格定律簡明易記，可利用實驗測得繞射角度，再帶入公式即可得到晶體之晶格常數，進而判定晶體之結構。

$$n\lambda = 2d_{hkl} \sin \theta$$



- 其中
- $n=1, 2, 3.$
 - $\lambda=X$ 光波長
 - d =平面與平面間之距離
 - hkl =各晶面之指標
 - θ =X 光射線之入射角

圖 1 布拉格定律(Braggs' Law)

(二)X 光繞射光譜儀構造

X 光繞射光譜儀的構件可略分如圖 2，各構件功用簡述如下：

- 1.X 光管：產生 X 光來源。通常藉由加熱燈絲使之放出電子，再透過施加高電壓加速電子，在電子撞擊靶材後釋放出 X 光。
- 2.狹縫片：主要目的為降低離散程度防止散射，並使 X 光線更為準直平行。狹縫寬度增加會增加繞射光強度但會減低其解析度。
- 3.測角器：每當在圓心上的試樣旋轉 θ 角，偵檢器就旋轉 2θ 角，逐一偵測各繞線的位置，測定轉動速度、方向和掃描 2θ 範圍。
- 4.偵檢器：將所測得之射線強度轉換為電流強度，再經增幅器及分析器傳到電腦得到圖譜供實驗判讀。

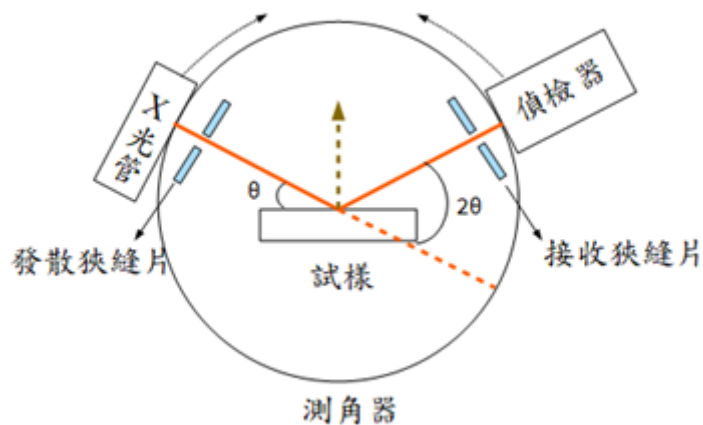


圖 2 X 光繞射儀構造設計示意圖

三、應用與結論

繞射圖中的每一個細節都具有意義，波峰位置、強度、波動和其他形狀組成，都是鑑別樣品所需的數據，利用這些數據可推斷出樣品的性質得知材料的晶體結構資訊並加以探討材料性質的變化。透過其快速定性的分析特性將未知物質繞射圖與已知物質繞射圖比較，協助我們對於這些樣品有初步的了解。也因其非破壞式、可定性及定量的功能是研究各式材料晶體所不可或缺的工具，其應用與用途非常廣泛，包括金屬材料、電子材料、陶瓷材料、複合材料、電池材料、建築材料、薄膜計量、製藥產業、及化工製品等。

四、參考文獻

- (一) 許樹恩、吳泰伯，99，X 光繞射原理與材料結構分析，中國材料科學學會，臺灣。
- (二) 儀器總覽-化學分析儀器，87，行政院國家科學委員會精密儀器發展中心，臺灣。
- (三) 實用儀器分析，92，合記圖書出版社，臺灣。
- (四) Scott A Speakman，Basics of X-Ray Powder Diffraction，110/5/17 檢索，取自 <http://prism.mit.edu/xray/>。