

中原大學
電學大樓等四棟屋頂太陽能光電設備建置暨儲能整合
統包工程需求說明書

壹、標的需求範圍及說明：

一、電學大樓屋頂及篤信大樓屋頂(光儲整合、自發自用)

(一) 結構設計：

1. 廠商應依本校既有建築結構圖說及現場勘查結果，辦理太陽光電系統結構分析與安全檢核。
2. 太陽光電棚架、支撐架及相關結構設施之設計，應妥善分配載重，避免對既有建築物造成不利影響，並兼顧建築物整體外觀之協調性。
3. 太陽能鋼構結構落柱位置應配置於主要「樑」、「柱」系統上，不得設置於樓板或其他非主要承重構件。
4. 電學大樓八樓屋頂及篤信大樓四樓屋頂之太陽光電棚架，其最低淨高不得低於 2 公尺，以利人員通行及既有設施設備之操作、巡檢與維護。
5. 若規劃於電學大樓8樓、篤信大樓4樓樓梯間頂設置太陽能高度不受限制，惟應思考日後防水汰換及維修的空間。
6. 臨建築物高空邊界處，應依《職業安全衛生法》及《職業安全衛生設施規則》設置固定式安全護欄、防墜設施或其他等效安全措施。

(二) 光電系統設計：

1. 依本校電學大樓旁既有兩套儲能設備之規格及容量需求，辦理太陽光電發電系統設計。各案場設置容量應符合下列規定：
 - (1) 電學大樓屋頂：太陽光電發電設備設置容量為 73 kWp，且不得高於 100 kWp。
 - (2) 篤信大樓屋頂：太陽光電發電設備設置容量為 49 kWp，且不得高於 75 kWp。
 - (3) 廠商應於符合上述容量範圍及現場施工條件之前提下，優先提高各案場之設置容量，以提升整體發電效益。
 - (4) 太陽光電系統之設計應與本校既有儲能設備相互匹配，並應符合儲能設備之MPPT配置、組串數、直流輸入電壓、直流輸入電流及其他相關技術規格，確保光電與儲能系統得以正常、安全

及穩定運轉。

2. 設計應兼顧整體美觀、結構安全及既有設備之操作、檢修與維護便利性，不得妨礙設備之正常使用。
3. 應評估周邊建築物、設備等遮蔭影響，利用模擬分析評估最佳模組配置方式，並依模組配置及遮蔭及發電性，規劃與既有儲能設備相容之系統配置。
4. 太陽光電系統應具備供應本校兩套既有儲能設備充電之能力，廠商應依儲能設備之容量、充放電功率、MPPT規格及控制策略，規劃最佳介接方式，確保光電與儲能系統得安全、穩定且有效運轉，並維持既有保護及控制功能。
5. 太陽光電發電與儲能設備電池充放電經由電學大樓106教室既有之EMS系統整合控制。
6. 建物屋頂太陽能陣列產生之直流電（DC），須引至「1樓戶外儲能系統（自帶 MPPT 模組）」，其線材必須使用CNS 國家標準且抗紫外線（防UV）之太陽光電專用電纜。並考慮長距離直流主幹線之全載理論電壓降損失，不得超過 2%，廠商須依據實際模組串列之最大輸出電流進行壓降試算，並律定安全線徑，技師簽證。
7. 太陽光電專用電纜於垂直管槽或管道間敷設時，每隔2~3公尺應設置專用電纜固定夾或應力釋放裝置，以避免電纜因自重造成線芯受力、絕緣層變形或其他損壞情形。電纜兩端、轉折處、接線箱、匯流箱、管道出入口及適當間距處，應設置耐候、防水且不易脫落之電纜識別標示，標示內容至少應包含線路名稱、線路編號、起訖位置及電壓種類（DC／AC），以利後續維護及管理。
8. 太陽光電系統應具備完整之直流側電氣安全保護措施，包括直流電弧故障偵測與自動斷路功能、對地絕緣監測、漏電偵測、直流隔離開關及其他符合相關法令或技術規範之保護機制。
9. 戶外牆面配線應採用鋁合金格柵式線槽（或同等品），其支架、固定座及固定螺絲均應採用不鏽鋼材質，以兼顧建築物外觀、耐候性及後續維護便利性。

（三）電力系統設計：

1. 學校電學大樓外既設儲能設備已併接電學大樓主要電路，本案太陽光電系統應配合既有光儲系統架構辦理設計，並依本需求說明書有關光儲整合相關規定辦理。

2. 廠商應依既有儲能設備之系統架構、設備規格及相容性，檢討最適介接方式，並提送系統單線圖、系統架構圖、控制邏輯、保護協調及介接方式等技術資料，經技師簽證，甲方同意後始得施工
3. 太陽光電系統直流配線應銜接至既有儲能系統之責任分界直流開關箱。如需辦理管路開挖埋設，應採適當埋設深度，並施作砂層保護、警示帶及其他必要保護措施。施工前應完成現況拍照紀錄，施工完成後應依原有鋪面、地坪及周邊設施恢復原狀，其復原品質不得低於施工前狀態。

(四) 光儲整合設計：

1. 學校已於電學大樓一樓戶外有102kWh儲能設備1套(型錄規格如參考資料六)，並計畫於115年12月前再現有儲能設備旁，再設置1套107kwh儲能設備，位置如參考資料七。本案太陽光電系統應依兩套儲能設備之規格及介接需求辦理設計，並保留後續增設儲能設備之介接能力。
2. 廠商應設置「責任分界直流開關箱」(標準化設計、SUS304不鏽鋼1.5T粉體塗裝、屋外防水型IP65、防水快速接頭IP67、外置式緊急斷電開關、設置外置式緊急斷電開關，並應具備可上鎖功能、箱體內應設置直流隔離開關、過電流保護、突波保護 (SPD) 及其他必要保護裝置、迴路均應設置永久性耐候標示，清楚標示迴路名稱、組串編號及流向)，並配合既有儲能設備介接需求，完成介接方式、控制邏輯及保護機制之整合。
3. 本案太陽光電系統與既有儲能設備之責任分界點，以設置於儲能設備區旁之責任分界直流開關箱為原則。太陽光電統包廠商應負責責任分界點一次側(含責任分界直流開關箱)之設備、材料、配線、保護裝置、測試、試運轉及施工介面整合；責任分界點另一側由既有儲能設備系統銜接(詳參考資料八)。
4. 廠商應提出光儲整合開關箱說明書，經技師設計後，經甲方審查同意後施工，內容至少包含各組串保護開關配置、輸入配置與輸出連接方式、保護及異常狀況處理機制。
5. 廠商應於施工前與既有儲能設備廠商完成介接協調及技術確認，確保本案太陽光電系統與既有及新增儲能設備之介接、通訊、控制及保護功能相容，不得因本案施工影響既有儲能設備之正常運轉、保固及後續擴充。

(五) 監控系統設置：

1. 廠商應設置數位電表、比流器（CT）及其他必要之監測設備，監測太陽光電系統之發電量、建築物自發自用電量、累積發電量、即時發電功率及其他本需求說明書規定之監測項目。
2. 各項監測資料應採網路通訊方式傳輸至電學大樓二樓208資訊機房，並完成與本校既有能源管理系統（EMS）之整合；通訊介面及通訊協定應符合本校指定規範，並完成資料點位測試及功能驗證。
3. 廠商應完成監測設備、通訊設備、網路配線、資料傳輸及系統整合等工作，確保監測資料即時、正確且穩定傳輸至本校指定系統。
4. 其餘詳情請參閱需求說明書伍、九監測與展示系統內容辦理。

二、智信樓屋頂(自發自用)

(一)結構設計：

1. 屋頂為金屬結構及金屬浪板屋頂，校方94年興建。廠商應依既有結構圖說(參閱參考資料九)及現地狀況，由合格結構技師辦理結構分析及安全檢核，據以提出適當之施工設計及施工規劃。
2. 本案原則以金屬浪板屋頂設置太陽光電設備；如廠商規劃於浪板屋頂以外之屋頂區域增設太陽光電設備，以提升整體發電效益者，應符合下列規定：
 - (1)依既有建築結構圖說辦理結構分析及安全檢核。
 - (2)太陽光電棚架、支撐架及相關結構設施之載重應妥善分配，不得影響建築物結構安全，並應兼顧建築物整體外觀。
 - (3)太陽光電棚架及鋼構支撐系統之柱腳，應設置於建築物主要梁、柱等承重構件上，不得設置於樓板或其他非主要承重構件
3. 浪板支架固定增高座等固定材料，須採具抗風、防鬆脫功能之固定方式，應為太陽能專用，材質為鋁擠型6063-T6，固定座及穿孔處應採防水設計，並提出防水保固措施，確保施工後不得產生漏水情形。
4. 廠商應採取必要之施工保護措施，避免施工過程造成屋頂防水層、浪板、結構構件或既有設施損壞；施工期間如發生滲漏水或損壞情形，應立即修復並負擔相關費用。

(二)光電系統設計：

1. 智信樓屋頂太陽光電發電設備最低設置容量為128 kWp，廠商應於符合建築結構安全、法令規定及現場施工條件之前提下，優先

提高系統設置容量，以提升整體發電效益。

2. 太陽光電系統之設計應兼顧建築物整體美觀、結構安全及既有設備之操作、檢修與維護便利性，不得妨礙既有設施之正常使用。
3. 應評估周邊建築物、設備等遮蔭影響，利用模擬分析評估最佳模組配置方式，並依模組配置及遮蔭情形選用適當變流器。
4. 太陽光電模組配置應預留必要之維護通道及檢修空間，不得妨礙屋頂既有設備、排水系統及建築物後續維修作業。

(三) 電力系統設計：

1. 太陽光電系統所產生之電力，經變流器（Inverter）轉換為交流電後，應由屋頂配線至1樓地面，並開挖設置電力人孔，銜接校方既有預留管線（3吋、厚5.5 mm PVC管2支，管路遇90度轉角應採大月彎，詳參考資料七），再開挖配管、配線至電學大樓地下室變電室，併接電學大樓主配電用電迴路（詳參考資料五）。管路長度、配線距離、現場高程及施工方式，廠商應於投標前自行完成現場勘查及量測確認，並納入施工規劃及契約總價。廠商不得以現場管路長度、配線距離、施工條件或其他現場因素為由，要求增加契約價金。
2. 配線方式利用建築物既有管道間或採戶外管路配合線槽方式配置。變電室室內空間不足，需戶外另設配電盤（戶外防水型），並提出設備區圍籬或其他之具體可行方案。
3. 戶外牆面配線應採用鋁合金格柵式線槽（或同等品），其支架、固定座及固定螺絲均應採用不鏽鋼材質，並兼顧建築物外觀、耐候性及後續維護便利性。
4. 廠商應本於專業規劃最佳拼接位置，設置符合台灣電力股份有限公司規定之實體防逆流裝置，以提高太陽光電自發自用比例。
5. 廠商應依實際配線距離、負載容量及設置方式辦理導線選型及電壓降計算，並由合格電機技師簽證，確保系統安全、供電品質及發電效率。

(四) 監控系統設置：

1. 應設置數位電表、比流器（CT）等監測設備，監測太陽光電發電量、建築物用電量、自發自用電量、累積發電量及即時功率。各項監測資訊應藉由網路線傳輸至三樓301網路設備室，並完成監測資料之傳輸及整合。
2. 監測系統之設備、通訊介面、資料傳輸、系統整合及展示功能等

相關規定，應依本需求說明書伍、九「監測與展示系統」辦理。

三、智慧領航方舟屋頂：(光儲整合、自發自用)

(一)結構設計：

1. 屋頂為金屬結構及金屬浪板屋頂。廠商應依既有結構圖說及現況，由合格結構技師辦理分析評估，據以提出施工設計及施工規劃。施工期間及施工完成後，均不得造成建築物漏水或影響既有結構安全。
2. 太陽光電支撐系統及相關結構設施之載重應合理分配，並兼顧建築物結構安全、外觀整體協調及後續維護管理。
3. 金屬浪板屋頂之支架、固定座、增高座及相關固定構件，應採太陽光電專用固定系統，具抗風、防鬆脫功能，固定材料採鋁擠型6063-T6或同等以上材質。固定座及穿孔處應採防水設計，並提出防水保固措施，確保施工完成後不得產生漏水情形。
4. 廠商應就因太陽光電設備施工所造成之屋頂漏水負保固(同契約保固期)責任。
5. 臨建築物高空邊界處，應依《職業安全衛生法》及《職業安全衛生設施規則》設置固定式安全護欄、防墜設施或其他等效安全措施。

(二)光電系統設計：

1. 本案場最低設置容量為22.5 kWp，廠商應於符合結構安全、法令規定及現場施工條件之前提下，優先提高系統設置容量，以提升整體發電效益。
2. 設計應兼顧美觀、安全及後續既有設備維護便利性。
3. 應評估周邊建築物、設備等遮蔭影響，利用模擬分析評估最佳模組配置方式，並依模組配置及遮蔭情形選用適當變流器。
4. 模組配置應預留必要之維修通道，並兼顧屋頂排水、落葉清理、設備巡檢及後續維護空間，不得妨礙既有設備之操作及維修。

(三)電力系統設計：

1. 電力併接點以併現場MP盤一次側(參閱參考資料五)為原則；如經廠商專業評估有更佳之併接位置，應提出技術說明，經甲方同意後辦理。廠商並應妥善規劃配電管路、埋管及配線施工。
2. 現有157.7 kWh儲能設備(設備廠牌：東元，詳參考資料十)，太陽光電發電量應優先供儲能設備充電；當儲能設備達設定充電上限後，剩餘電力應供方舟建築物自發自用，相關控制方式應配

合既有EMS及儲能控制邏輯辦理。

3. 太陽光電系統配線於戶外牆面配置時，應採用鋁合金格柵式線槽（或同等品），其支架、固定座及固定螺絲均應採用不鏽鋼材質，以兼顧建築物外觀、耐候性及後續維護便利性。
4. 廠商應確認太陽光電系統與既有儲能設備整合後之運轉模式，並檢討是否具備孤島運轉、備援供電或緊急供電功能，提出具體建議方案，如現有設備不具備相關功能，廠商應提出技術可行性分析及建議方案，不列為本案必要履約項目。
5. 設置符合台灣電力股份有限公司相關規定之實體防逆流裝置及保護設備，以提高太陽光電自發自用比例。
6. 廠商應設置太陽光電併接盤（或匯流排盤），作為太陽光電系統之併接、保護、計量及防逆流控制介面，並預留適當擴充容量及備用迴路，以利後續系統擴充及維護。

（五）監控系統設置：

1. 應設置數位電表、比流器（CT）等監測設備，監測太陽光電發電量、儲能充電量、儲能放電量、建築物自發自用電量、累積發電量及即時功率，各項監測資訊應藉由網路線傳輸至附近方舟D櫃資訊箱，並完成與本校既有能源管理系統（EMS）之整合。
2. 其餘詳情請參閱需求說明書伍、九監測與展示系統內容辦理。

四、共同事項：

- （一）太陽光電發電設備之結構設計、設備配置及安裝位置，應以不影響既有供水、供電及其他既有設施設備之正常運作為原則，並應保留足夠之操作、拆換、維修及更新空間，以利後續維護管理。
- （二）設置基座、鋼構柱位、支架及相關固定構件時，應避開既有管線、防水層、設備基礎及其他重要設施；如確有調整需要，應提出改善方案，並經甲方同意後始得施工。
- （三）屋頂已有女兒牆，統包廠商於設計時應依法規及條文，檢討確認太陽能案場工作場所邊緣及開口，是否需要設置防墜落之護欄、護蓋或安全網等防護設備，欄杆材質比照結構體以不鏽鋼或熱浸鍍鋅。
- （四）統包廠商應本於專業，依現場電力系統配置、併接方式、設備容量、負載特性及相關法令規定，辦理整體系統設計、技術評估及介接規劃，並負責相關設備之整合及功能正常運作。
- （五）太陽光電相關電力設備（如變流器、配電盤、開關箱等）應設置於適當基礎，並採取必要之防護措施，以利設備固定、散熱及維護。

設備區應設置不鏽鋼圍籬或其他經甲方同意之安全防護設施。

- (六)相關管路配置、配線、電力傳輸及併接方式，應符合現行《電業法》、《屋內線路裝置規則》、《再生能源發電設備設置管理辦法》、CNS 國家標準、台灣電力股份有限公司相關規範及其他相關法令規定，並兼顧施工安全、維護管理及校園景觀。
- (七)廠商應協助甲方完成再生能源憑證（T-REC）首次申請作業，包含量測設備建置、系統登錄、文件準備、資料提送、審查意見回覆及其他相關作業，至完成首次憑證核發為止。
- (八)廠商應依再生能源用電憑證（T-REC）相關規定完成系統設計、計量設備建置、介接規劃及資料蒐集功能，確保本案符合再生能源用電憑證申請資格及查驗要求。
- (九)廠商應提供 Modbus TCP/IP、BACnet/IP 或經甲方同意之通訊協定，完成與本校既有能源管理系統（EMS）之資料介接、點位測試及功能驗證，並提供完整點位表（Point List）、通訊協定說明文件、通訊位址及測試紀錄，經甲方確認後始得辦理驗收。

五、採購方式：工程採統包，價格及設置容量納入評選。

六、採購預算金額：新臺幣：1,362 萬 5,000 元整。

貳、工程統包範圍：

- 一、詳工程契約書。
- 二、統包廠商應詳閱全部招標文件並自行前往工地勘察核對，俾對本工程有深切瞭解。統包廠商所提出之技術文件，將視為業已詳細研究工地，並對未來規劃、設計與施工時應達成之需求與可能造成之影響均已知悉，且已得到可能影響施工之有關災害、意外事件、或其他情況之必要資料。
- 三、統包廠商若未能詳盡勘查工地或拒絕勘察工地，以致不解各項文件（包括但不限於需求文件、合約內容）時，統包廠商不得藉詞推卸，應立即適當提出系統設備規劃、安裝運轉及施工方案並負擔相關責任且不得請求本校補償。

參、參考資料：

- 一、建築物位置圖及空拍照片。
- 二、建築物平面圖及立面圖。
- 三、建築物建物所有權狀及謄本。
- 四、電費單。
- 五、校本部校園高壓配電系統及智慧領航方舟低壓單線圖。

六、電學大樓既設儲能 102KWH 設備型錄。

七、智信樓至電學大樓預留管線示意圖及電學大樓現有儲能設備及新設儲能設備位置示意圖。

八、電學大樓儲能設備現況說明串組配線要求及交付條件配合事項。

九、智信樓屋頂防水工程圖說(內含屋架結構平面圖等圖說)。

十、智慧領航方舟戶外儲能設備說明資料。

肆、履約時限：

一、本案履約期限：

(一)開工後 260 個日曆天內施工完成。硬體設備應完成安裝、測試及試運轉，運作正常。完成光電系統與本校既有能源管理系統(EMS)介接及功能驗證，並取得台灣電力股份有限公司核發之併聯合格同意函及桃園市政府核發之完竣證明書備查函，經本校驗收合格。

(二)開工後 290 個日曆天內完工。應取得桃園市政府核發之再生能源發電設備登記文件、完成操作維護教育訓練、完成竣工資料移交，並經本校驗收合格，並於 90 日曆天內協助甲方完成取得國家再生能源憑證中心核發之首批綠電憑證。

二、統包廠商應配合師生作息及學校活動，施工需要佔據校內車道或棚架固定、吊掛、組裝等噪音、震動較大之工項，必須於施工前一周與校方協調討論提報計畫，經校方同意後，始可進行施工。

三、系統與既有校園電力系統介接施工時，乙方應採停電施工方式辦理，並應事先向甲方報告停電施工時間、施工方式及影響範圍，經甲方同意後，始得施工。

伍、主要設備規格

一、系統組成說明：

太陽光電系統主要包括太陽光電模組、直流接線箱、變流器、交流配電盤、併聯開關箱、支撐架規劃施工與基礎座、線材、管材及配件、安裝及施工、申辦業務、監控、展示系統等主要項目。

二、太陽光電模組：

(一)太陽能模組產品需全數符合經濟部標準檢驗局「台灣高效能太陽能光電模組技術規範」自願性產品驗證、通過「太陽光電模組自願性產品驗證工廠檢查特定規範」，且生產地為臺灣。

(二)太陽能光電模組：高效能單晶模組(轉換效率大於 22%以上)，防水接線盒須符合大約等於 IP68 防水防塵等級。

(三)太陽光電模組輸出電壓須能搭配每一組電力調節器(變流器)之最佳

電力特性。

- (四)模板尺寸、數量及單片模板最大輸出功率，統包廠商得以調整，但需考量屋頂容許裝置空間、維修需求、陰影及冷卻水塔飄落之水滴，並經專業技師簽證重新檢討太陽電池模板與支撐架之設計與結構安全計算，變頻器並做適當搭配，以發揮系統最佳發電能力。
- (五)太陽能光電系統需符合「用戶用電設備裝置規則」內太陽能專章。並另提出電機技師簽證。
- (六)加裝設漏電斷路器，且需符合「用戶用電設備裝置規則」等相關規定，並於施工完成後確認漏電斷路器使用功能正常。
- (七)裝設變流器（逆變器）、配電盤、監控器、斷路器等重要機電（電路通過）設置位置，須加裝隔離圍欄並設置危險告示，若為金屬隔離圍欄，應予接地，避免學生誤觸機組造成危險。光電發電系統須獨立設置表地，相關線路接地標準應依「用戶用電設備裝置規則」等規範施作。
- (八)太陽光電模組鋁框與鋼構基材接觸位置加裝具耐久性之有效絕緣墊片以隔開二者，避免產生電位差腐蝕。
- (九)螺絲組與太陽光電模組鋁框接觸處之平板華司下方應再加裝具耐久性之有效絕緣墊片以隔開螺絲組及模組鋁框。
- (十)所有隔絕電位差之耐久性有效絕緣墊片皆需先提出材質規格及證明資料。
- (十一)如太陽能光電模組距離屋頂面最高高度超過 0.3 公尺（含）以上之系統，單一模組與支撐架正面連結（上扣）及背部連結（下鎖）的固定組件共計需 8 個點以上。如太陽能光電模組距離屋頂面最高高度低於 0.3 公尺以下之系統，單一模組與支撐架正面連結（上扣）必須與 3 根支架組件（位於模組上中下側）連結固定，連結扣件共計需 6 組以上。
- (十二)太陽能模組規格：
 - 1. 品質要求：
 - (1)需符合CNS 61215-2:2022之測試規範且加測加強靜態機械負載試驗(Static mechanical load test)並取得試驗報告。
 - (2)加強靜態機械負載試驗：需通過模組正向(向下)及負向(向上)負載皆測試壓力值(Test Load)為5400Pa之試驗。(依據CNS 61215-2:2022規範之靜態機械負載試驗 (MQT 16)進行試驗)
 - 2. 安全要求：符合CNS 15118:2018太陽光電模組之安全確認。

3. 太陽光電模組尺寸與孔位一致性：其尺寸與鎖固孔距需與標準檢驗局實施之「台灣高效能太陽光電模組技術規範」中太陽光電模組尺寸共同規格要求一致。
 4. 太陽光電模組固定方式：詳請參閱各製造商太陽光電模組安裝手冊，並依安裝手冊固定安裝；或經結構計算書檢核太陽光電模組與太陽光電模組支架結合鎖固處可滿足系統承载力要求。
 5. 太陽光電模組直流用連接器建議採用原廠直流用連接器，如已無法取得原廠直流用連接器，可接受太陽光電模組欲延長端重新施做相同型號之公母接頭，其組裝方式依據原廠直流用連接器安裝說明書要求施作。
 6. 太陽光電模組須有檢驗測試證明文件或原廠保固書。
 7. 每一片太陽光電模組須附出廠測試數據，並列出其實際測量之電氣特性資料。
 8. 太陽光電模組須採用通過驗證之產品：如CNS 15114、CNS 15115、IEC61215、IEC61646、JIS C8990、JIS C8991或同等(含)以上標準之證明等。
 9. 太陽光電模組須提出原廠或合格驗機構所出具通過 CNS 15196 或IEC61701，或同等(含)以上標準之鹽霧試驗報告或證明。
 10. 太陽光電串列之排列、串聯方式須按照設計圖面進行鋪設；建議同一最大功率追蹤 (MPPT)並聯之太陽光電串列，其串列之太陽光電模組片數一致。
 11. 太陽光電發電設備竣工或維運時，應採用熱像儀檢查太陽光電模組確認運轉正常，如發現熱異常(包含旁路二極體啟動、接線盒、太陽光電電池單片或多片熱異常)時，統包廠商應進行改善。
- (十三)太陽光電模組功率和系統容量，其允收標準須符合且同時滿足下列之規定：
1. 太陽光電模組標籤上標示之功率須與型錄之額定功率規格一致，且太陽光電模組額定功率以模組標籤上標示之功率為憑。
 2. P_i (單片太陽光電模組出廠實測功率) $\geq P_m$ (型錄額定功率)並附出廠功率測試報告(flash report)。
 3. 太陽光電發電設備之全部太陽光電模組出廠實測功率總和(P_{sum})等於各單片太陽光電模組出廠實測功率(P_i)總和，且須大於或等於申請系統設置容量(P_0)，並配合於申報太陽光電發

電設備竣工查驗時，須提供每片太陽光電模組出廠實測功率數據。

4. 太陽光電串列之組成：以規格相同之太陽光電模組串聯後再並聯組成。太陽光電模組總數量不限，但所有並聯太陽光電串列中太陽光電模組串聯數必須相同。
5. 設置容量定義為欲裝設之太陽光電串列中所有太陽光電模組額定功率之總和。

三、直流接線箱與保護裝置

(一)直流接線箱：

箱體採室外防水型、具門扣、可上鎖、具防水、箱體門框須裝設軟質墊片、防塵功能，材質 SUS 304（厚度 ≥ 1.5 mm 以上，若台電有更高要求，依台電規定辦理）靜電粉體塗裝，保護等級 IP ≥ 65 ，應符合 CNS 14165。箱體內外線連接採 MC4 接頭/MC6 接頭。

(二)功能：

太陽光電組列之輸出，搭配各保護裝置後再經直流總開關連接至電力調節器之輸入端，可與太陽電池組列搭配使用。

(三)保護裝置：

軌道式串列火災直流保險絲：軌道式串列火災直流保險絲 1500Vdc（含熔絲座），須能確保串列電纜（string cable）不可過載以及串列中模組能抵抗逆向電流，每一串列之正端及負端須裝設串列保險絲。串列保險絲須為直流額定規格，並符合 CNS 15187 或 IEC 60269 或同等級以上驗證標準。

四、直流配電箱與保護裝置

(一)直流配電箱：箱體採室外防水型、具門扣、可上鎖、具防水、箱體門框須裝設軟質墊片、防塵功能，材質 SUS 304（厚度 ≥ 1.5 mm 以上，若台電有更高要求，依台電規定辦理）靜電粉體塗裝，保護等級 IP ≥ 65 ，應符合 CNS 14165。箱體內外線連接採 MC4 接頭/MC6 接頭。

(二)功能：輸入端接太陽能板正負端，輸出端接變流器 MPPT。

(三)保護裝置：

1. 突波抑制裝置：每一串聯太陽電池組列需包含一保險絲及各串列併聯後正、負端對地之防雷擊保護器（突波抑制裝置）、直流隔離開關。

2. 直流離斷開關：直流專用型，耐電壓規格須大於太陽電池組列之開路電壓，耐電流規格須大於太陽電池組列之短路電流。

3. 低壓突波抑制裝置之耐突波電流容量須為 $I_{\max} \geq 40\text{kA}$ (8/20 μs)/每只。

(四)箱體內部之端子台螺絲需依照設計之扭力值進行鎖固。

(五)完成安裝與配線後，進線與出線孔應採用矽利康或相同功能材料密封。箱體內須放置與現場符合之單線圖、太陽光電模組擺佈圖及太陽光電模組串並圖以利對照，圖面不得用手繪方式，須以護貝或是資料夾保護。

(六)應於直流配電箱外殼正面張貼警示標語，並在直流配電箱內適當位置放置固定正確的電路圖。各導線接點需具有永久性標籤並與電路圖一致。

(七)內部保護元件與配線：

1. 內部保護元件與配線須符合設計及配線規範與需求。

2. 直流隔離開關：需設置多組分路直流開關，且內部線路須考量整體溫度變化選用耐溫 90°C 含以上之導線。

3. 突波保護器 (SPD) 之安裝，若變流器僅具有1 組最大功率追蹤 (MPPT) 者，乃於該變流器對應之太陽光電串列並聯後，在其正與負極分別對地安裝1個突波保護器；若變流器具有多個最大功率追蹤 (MPPT) 且每一最大功率追蹤 (MPPT) 連接一太陽光電串列者，則每一太陽光電串列之正與負極分別對地安裝1個突波保護器，具體需與台電協商，以台電意見為準。

4. 突波保護器 (SPD) 之耐連續最大直流電壓須為對應之太陽光電串列於0°C 下開路電壓 V_{oc} 以上 (仍須考量當地歷年最低氣溫情況)。

5. 突波保護器 (SPD) 之耐8/20 μs /sec 突波 (或雷擊) 電流容量須大於或等於20kA。

6. 太陽光電串列保險絲之安裝，須能確保太陽光電電纜 (PV cable) 不可過載以及太陽光電串列中太陽光電模組能抵抗逆向電流，每一太陽光電串列之正端及負端須裝設太陽光電串列保險絲。太陽光電串列保險絲須為直流額定規格，並符合CNS 15187或IEC 60269 或同等級以上驗證標準。

7. 太陽光電串列保險絲之額定電流須大於該太陽光電串列標準測試條件下短路電流 (額定短路電流) I_{sc} 之1.56倍 (採用太陽光電模

組規格中Series Fuse Rating)，但太陽光電串列保險絲之選用，仍須考慮所用太陽光電模組抵抗逆向電流之能力；太陽光電串列保險絲之額定電壓至少為對應太陽光電串列 0°C 下之開路電壓 (Voc) (仍須考量當地歷年最低氣溫情況)。

8. 直流專用隔離開關：若數個太陽光電串列並聯後，至少應於並聯後之正端裝設一個隔離開關（正極接地太陽光電模組則至少應於負端須裝設隔離開關）；隔離開關須為直流專用型，耐電壓規格須大於太陽光電串列於0°C下之開路電壓Voc，耐電流規格須大於太陽光電串列之短路電流Isc之1.25倍以上。
9. 須考量環境溫度效應影響並完成直流配電箱內部配置與配線設計，若使用匯流排則須有絕緣隔板以防止觸電。
10. 突波保護器(SPD)可獨立接地或與太陽光電模組與變流器共同接地。
11. 箱體內端子台正負極接線應隔開，保持安全接線空間，不緊接相鄰排列。

五、電力調節器(變流器)

- (一)變流器須使用符合「台灣電力股份有限公司再生能源發電系統併聯技術要點」規定及通過驗證之產品。
- (二)變流器須使用通過經濟部標準檢驗局 VPC 認證之產品，設備 5 年保固。不接受大陸生產之電力調節器(變流器)廠牌，須選用取得經濟部標準檢驗局「自願性產品驗證」證書之產品且生產地為臺灣。
- (三)具輸入端太陽能組列之最大輸出功率追蹤能力與直流檢出、保護功能(防止交流輸出側混入直流電源而造成損壞及電力諧波失真率)。
- (四)型式：屋外型防水型、防塵功能保護等級 IP $\geq$ 66，符合 CNS 14165 之規範。
- (五)必須匹配太陽光電組列輸出功率。
- (六)交流輸出規格：按現有電力系統匹配與併聯，廠商應使用足額變壓器進行系統匹配，須保證併聯作業正常，不得產生跳機或過熱、過載狀況。
- (七)併聯保護裝置：包括電力系統低電壓、過電壓、低頻、過頻及預防孤島效應之檢出能力，並提供標準通訊介面如 RS-485 等。
- (八)具顯示功能：至少可顯示直交流電流、電壓、頻率、發電量、累計發電量等電氣訊號、運作狀況及各項異常訊息。
- (九)安全性驗證指引：須採用通過驗證之產品，如 IEC-62013、IEC-

62109-1、DIN EN-50178、UL 1741 等相關標準，能取得台電併聯同意公文者。逆變器須搭配直流箱體(DC 箱)

(十)請遵守變流器安裝手冊與操作維護手冊。

(十一)設備安裝位置應具備良好之散熱與通風條件，避免陽光直射，可選擇位於陰涼處（如組件背面、屋簷下）或加設遮蔽結構。同時應考量防範暴雨侵襲，避免設置於易積水之區域。

六、交流配電盤與保護裝置

(一)交流配電盤：

1. 箱體採室外防水型、具門扣、可上鎖、具防水、箱體門框須裝設軟質墊片，防塵功能，材質 SUS 304（厚度 ≥ 2.0 mm 以上，若台電有更高要求，依台電規定辦理）靜電粉體塗裝，保護等級 IP ≥ 65 ，應符合 CNS 14165。
2. 須完成交流配電盤內部所有設備元件配置與接線設計，交流配電盤內含無熔絲開關等相關設備元件。
3. 箱體塗裝前所有金屬之表面須經一定程序之處理，以達脫脂、除鏽、防鏽等之要求。鋒面和粗糙部分必須除去，使保持平滑。在油漆前和進行油漆中，表面要徹底保持乾燥和清潔。經表面處理後之箱體各部分須噴以最少二道之底漆和一道面漆。
4. 箱內設備器材如無熔絲斷路器、比流器、電驛、儀錶、電磁開關等均應選用符合CNS、IEC、NEMA、ANSI等標準，箱盤須於出廠前完成耐壓試驗等其他試驗並符合單線圖。
5. 錶計及保護電驛用之比壓器與比流器，須具適當之規格，供錶計用之比壓器與比流器精密度須優於或同等於1.0級

(二)保護裝置：交流斷路器，須依經濟部頒布之「用戶用電設備裝置規則」及「輸配電設備裝置規則」，具備隔離、跳脫與啓斷之功能。若併接點與交流配線箱位置不在同一室者，則併接點前應裝設交流斷路器辦理。

(三)交流配電盤內尚須保留空間以裝置足量比流器(CT)、比壓器(PT，若需要)、日照計信號轉換儀表、溫度信號轉換儀表、直流儀表(電壓、電流)與交流儀表(電壓、電流、功率、瓦時)等監測組件。盤內須裝設訊號引接之端子台，日照量及溫度訊號各為 4~20mA，交直流電流、電壓、功率、發電量、累計發電量訊號並提供標準通訊介面如 RS485 等。

(四)交流累計發電瓦時計須使用經濟部檢定合格機械式電度表產品，設

置高度在一般身高容易抄表之位置，能正常記錄及顯示累計系統發電量。若瓦時計須搭配比流器使用時，該比流器之精確度須在 $\pm 1\%$ （含）以下。

- (五)發電量計量設備及相關通訊架構應符合國家再生能源憑證中心（T-REC）之申請、查核及驗證要求；如因設備規格或功能不足致無法取得再生能源用電憑證，應由廠商負責改善至符合申請條件，所需費用均包含於契約總價內。
- (六)完成安裝及配線後，各設備之進、出線孔應採用符合設備防護等級之防水電纜固定頭（Cable Gland）、封孔塞（Blanking Plug）或其他同等功能之密封配件施作；未使用之開孔應予封閉。不得以矽利康或其他密封材料直接封固電纜，致影響電纜個別拆裝、更換、擴充及後續維護。
- (七)應於交流配電箱外殼正面張貼警示標語，並在交流配電箱內適當位置放置固定正確的電路圖。各導線接點須附有牢固的編碼，並與竣工電路圖一致。
- (八)須完成交流配電箱內部配置與接線，包含如：無熔絲斷路器、空氣斷路器等，箱體須可上鎖，並須檢討設置適當之避雷器或突波保護器（SPD）以保護電氣設備（如有）。
- (九)交流配電箱內須放置與現場符合之單線圖以利維修保養時對照。
- (十)箱體內須放置與現場符合之單線圖以利對照，圖面不得用手繪方式，並須以護貝或是資料夾保護。

七、併聯開關箱與保護裝置

(一)併聯開關箱：

- 1. 箱體採室內型、具門扣、可上鎖、具防水、防塵功能，材質 SUS 304（厚度 ≥ 1.5 mm 以上，若台電有更高要求，依台電規定辦理）靜電粉體塗裝，保護等級 IP ≥ 65 ，應符合 CNS 14165。
- 2. 須完成併聯開關箱內部所有設備元件配置與接線設計，併聯開關箱內含ELCB 漏電斷路器等相關設備元件。

(二)保護裝置：須裝置具過電流保護功能之漏電斷路器來保護。

(三)併聯開關箱內尚須保留空間以裝置足量比流器（CT）、比壓器（PT，若需要）、計費型電子式瓦時計（電壓、電流、功率、瓦時等）等監測組件。箱內須裝設訊號引接之端子台，並提供標準通訊介面如 RS 485 等。

(四)計費型電子式瓦時計：依國家標準 CNS 14607 規定電表計量容許

誤差為 $\pm 0.5\%$ 。

(五)併接點:B2F 既設配電室既設盤，既設三相四線，380-220 V 銅排。

八、支撐架(棚架式)與基礎座

(一)工程材料規範：

1. 工程所用各項材料、設備，除有註明外，均應採全新貨品。
2. 本工程各項材料、設備，應採用符合CNS標準之產品，並禁止使用非法進口產品。
3. 需送檢驗之材料以經濟部標準檢驗局或認證實驗室受理項目為準。
4. 本材料與設備規範為合約之一部分，未說明之處，統包廠商應於施工說明書中說明，經本校同意方可施作。
5. 統包廠商必須完成太陽光電組列之模組支撐架與基礎設計，太陽光電模組支撐架之樑、柱、斜撐等構件以及相關接頭之加勁板採用熱浸鍍鋅，須符合 CNS SN490YB；一般結構用輕型鋼須符合 CNS 6183。
6. 所有螺栓、各式螺絲扣件之材質皆為不銹鋼 SUS 304 材質。
7. 異質金屬材料之接觸界面，應有絕緣處理，避免異質金屬間之電位差腐蝕發生。
8. 承載太陽光電組列或變電設施之結構物或樓板載重、基礎、支撐架與模組間之固定等設計須經結構安全計算：依一般建築法規進行，應包括：
 - (1)載重計算：
 - A. 自重。
 - B. 抗風能力：抗風能力計算之基本設計風速，採桃園市耐風設計規範標準，經依法登記開業之結構、土木專業技師簽證。
 - C. 地震力：地震加速度之計算方式應依據最新建築技術規則與建築物耐震設計規範及解說(最新版)，經依法登記開業之結構、土木專業技師簽證。
 - (2)構材強度計算及應力檢核，經依法登記開業之結構、土木專業技師簽證。
 - (3)基礎錨碇設計與計算：經依法登記開業之結構、土木專業技師簽證。
 - (4)棚架式：基礎座之植筋深度、拉拔試驗、水泥基礎尺寸、防水

施作、水泥強度磅數須依開業之結構、土木專業技師圖說施作。

- 9.組列間隔設計之最小間距計算。
- 10.太陽光電組列最高位置距離屋頂平台或地面之高度計算。
- 11.所有鍍鋅之鋼料，應經完全鍍鋅處理方可使用。裁切、鑽孔、加工及防蝕處理須皆在熱浸鍍鋅前於工廠內進行，出廠前須再做相關之表面防蝕處理，除太陽光電模組支架補漆外，不得在現場組裝時才執行防蝕處理，如因特殊狀況需作現場加工，應做好相關之表面防蝕處理。
- 12.設計鋼構太陽光電模組支架時需注意滴水線流向及避免腳座、壓塊、搭接處等部位積水，以免造成鋼構支架腐蝕；如發生鏽蝕，需除鏽 補漆或更換新品。
- 13.太陽能板間隙安裝防水膠條。膠條材質為熱塑性橡膠彈性體，其產品具有環保無毒、耐高低溫、耐用年限長、耐酸鹼鹽害、耐震減磨、施工便捷等優勢。

(二)工程設計規範：

- 1.工程主體結構及其他附屬結構構造之各構材強度，須能承受靜載重、活載重、風力及地震力，並使各部構材具有足夠強度、韌性、基礎穩定性、施工性及撓度控制，並能承受各種載重組合及地震力、風力之作用且需符合相關法令、規範及標準。
- 2.結構物之設計須考慮各種可能之載重，包括靜載重、活載重、風力、地震力、土壓力、水壓力、施工載重、混凝土乾縮、潛變、溫度變化及基礎不均勻沉陷等所生之作用力，並考慮各種載重組合產生之最大應力。靜載重與活載重需參考建築技術規則建築構造編第一章第三節之規定。
- 3.結構設計應符合「建築物耐風設計規範及解說」之規定，採用32.5公尺/秒之平均風速作為基本設計風速，另若高於32.5公尺/秒地區者，須採用各地區之平均風速作為基本設計風速，並考量陣風反應因子(G)，由專業技師分別提供結構計算書與各式連結(Connection)安全檢核文件。
- 4.結構設計依「建築物耐風設計規範及解說」進行設計與檢核，其中用途係數(I)，採 $I=1.1$ (含)以上、陣風反應因子(G)，應先進行整體結構系統自然振動頻率分析，而決定陣風反應因子(G)值，但必須至少採 $G=1.88$ (含)作為設計與計算基礎。

5. 結構設計應符合「建築物耐震設計規範及解說」之規定，其中用途係數（I），採 $I=1.25$ （含）以上作為設計與計算基礎。
6. 所有螺絲組（包含螺絲、螺帽、彈簧華司、平華司等）及扣件材質應為同一材質且必須具高抗腐蝕能力。每一構件連結螺絲組：包含抗腐蝕螺絲、至少1片彈簧華司、至少2片平板華司、至少2個抗腐蝕六角螺帽或至少1個抗腐蝕六角螺帽以及於六角螺帽上再套上1個抗腐蝕六角蓋型螺帽。所有螺栓組及扣件材質必須具抗防蝕能力，並取得耐久性防蝕之品質測試報告及保固保證。支撐架若採用鋁合金材質，螺栓、螺帽須為304或316不銹鋼材質。
7. 依ISO 9224金屬材質的腐蝕速率進行防蝕設計，惟至少應以中度腐蝕（ISO 9223-C3）等級以上的腐蝕環境進行設計，由專業機構提出說明與品質保證，若學校處於C3腐蝕環境以上之等級，可參考臺灣腐蝕環境分類資訊系統/大氣腐蝕年報表，進行防腐蝕評估，其主要承重鋼構浸鋅附著量應達 550g/m^2 （含以上），表面需均勻完整，於材料出廠前應做好檢查，吊掛過程必須做好保護，若有損傷由設計技師提出改善方案，報請本校同意後改善，所需費用由統包廠商負責。
8. 若採用鋼構基材，應為一般結構用鋼材或冷軋鋼構材外加表面防蝕處理，或耐候鋼材。鋼構基材表面處理，須以設置地點符合ISO 9223之腐蝕環境分類等級，且至少以中度腐蝕（ISO 9223-C3）等級以上為處理基準，並以20年（含）以上抗腐蝕性能進行表面處理，並由專業機構提出施作說明與品質保證證明。
9. 若採用鋁合金鋁擠型基材，其鋁合金材質應為6005T5或6061T6以上之等級，並須符合結構安全要求。其表面處理方式採陽極處理厚度 $14\mu\text{m}$ 以上及外加一層膜厚 $7\mu\text{m}$ 以上之壓克力透明漆之表面防蝕處理，除鋁擠型構材外的鋁合金板、小配件等之表面處理方式可為陽極處理厚度 $7\mu\text{m}$ 以上及外加一層膜厚 $7\mu\text{m}$ 以上之壓克力透明漆，且皆需取得具有TAF認可之測試實驗室測試合格報告。
10. 所有結構支撐系統材料皆需提供材質規格及出廠證明、表面防蝕處理施作說明、材質、規格與品質保證證明。
11. 太陽能光電模組結構支撐系統（非光電運動場鋼材主結構）安裝組立時，現場不得採電焊加工，全部採螺栓連結固定方式。模組鎖固螺栓須可辨識鎖固後之方向性，並於支撐架鎖固完成後，以不會褪色之油漆筆於螺栓之鎖固螺帽畫線做識別，以利日後之

巡檢。

12. 支撐架及基礎位置以銜接既有建物梁為原則。

13. 基礎座之植筋深度、拉拔試驗、水泥基礎尺寸、防水施作、水泥強度磅數須依開業之結構、土木專業技師圖說施作。

九、監測與展示系統

(一) 監控箱體：箱體採室外防水型、具門扣、可上鎖、具防水、防塵功能，材質 SUS 304 (厚度 ≥ 1.5 mm 以上，若台電有更高要求，依台電規定辦理) 靜電粉體塗裝，保護等級 IP ≥ 65 ，應符合 CNS 14165。

1. 日射計

(1) 須匹配合宜之類比數位轉換器。

(2) 精確度應符合 ISO 9060 Second Class (含) 以上。

(3) 傾斜角：與太陽光電模組相同設置角度。

(4) 配合使用之類比數位轉換器規格須與選用之日射計規格匹配。

2. 模組溫度計

(1) 溫度範圍：至少適用 $-20\sim 120^{\circ}\text{C}$ 範圍。

(2) 響應時間： ≤ 30 秒 $0\sim 100^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 裝置位置：太陽光電模組之中央位置太陽電池背面。

(4) 配合使用之類比數位轉換器規格須與選用之模組溫度計規格匹配。

3. 直流發電資料監測儀表：

如電力調節器(變流器)可提供直流電壓/電流/功率之讀值時，可由電力調節器(變流器)讀取代替之。

(1) 直流電壓/電流/功率：

A. 量測範圍：須大於太陽光電組列之電壓/電流/功率最大值。

B. 量測精確度：直流電壓 (V) $\pm 0.25\%$ 、電流 (A) $\pm 0.25\%$ ；功率 (kW) $\pm 0.5\%$ 、瓦時 (kWh) $\pm 0.5\%$

(2) 監測位置：太陽光電組列及電力調節器(變流器)之間。

4. 交流發電資料監測儀表

如電力調節器(變流器)可提供交流電壓/電流/功率/瓦時之讀值時，可由電力調節器(變流器)讀取代替之。

(1) 交流電壓/電流/功率/瓦時：

A. 量測範圍：測量各相電壓值，須大於系統之輸出電壓/電流/功率最大值。

B. 量測精確度：在 PF=1.0 額定電流下，累積瓦時 (kWh) 測量準確度 $\pm 0.5\%$ ；在 PF=1.0 額定電流下，功率 (W) 測量準確度 $\pm 1\%$ 。

(2) 監測位置：電力調節器(變流器)與市電接連處之間。

(3) 交流發電量：

A. 功率量測範圍：與交流功率相同。

B. 瓦時記錄位數：須紀錄系統開始運轉起至五年內之發電量累計值(0~99999999 kWh)。

C. 精確度： $\pm 1\%$ 。

D. 標準輸出訊號界面：如 RS485 等。

5. 資料收集器

(1) 功能：擷取太陽光電發電系統之日照強度、模組溫度、直流電壓、直流電流、直流功率、直流發電量、交流電壓、交流電流、交流功率及交流發電量等監測資訊，並於系統啟動後自動收集、儲存及更新資料。

(2) 資料擷取間隔：至少每 30 秒鐘擷取、儲存、更新顯示一筆資料。

(3) 資料收集器：應具備整合各併聯型太陽光電系統監測資訊之功能。

6. 發電資訊應整合至本校教學大樓一樓既有（或新設）資訊顯示器，並提供即時監控及展示功能。

(1) 系統應提供太陽光電監測資訊展示功能，包括：

A. 數據訊息：包括日期、時間、日照強度、模組溫度、直流功率、交流功率、交流發電量 (kWh)、再生能源減碳量效益。

B. 統計圖訊息：

a. 歷年統計圖表/年統計圖表/月統計圖表：每 kWp 發電量統計圖、系統總電量統計圖等。

b. 日趨勢圖：功率與日照強度、電壓與日照強度、電流與日照強度等。

C. 系統應提供每日、每週、每月及每年歷史資料查詢功能，並可即時顯示發電量、累積發電量及 CO₂ 減量效益。得標廠商應完成發電資訊介接、監控畫面設定及資料整合。

7. 四個案場發電資訊應透過本校校園網路傳輸至本校既有茂群能

源股份有限公司 i-inverter 太陽光電監控系統，供本校以電腦及 APP 即時查詢及瀏覽歷史發電資料。

8. 發電監控系統整合：

- (1)得標廠商應完成各案場發電設備與本校既有茂群能源股份有限公司 i-inverter 太陽光電監控系統之通訊介接，並配合完成監控軟體安裝、系統整合及測試，使新增案場發電資訊可於既有監控平台正常顯示及查詢。
- (2)每案場應提供一套工業電腦（參考廠牌：NUC-ADN，P/N：NUC-ADN-N97-A1-1R），供監控軟體安裝使用，並完成設備安裝、配線、網路及電源配置。
- (3)得標廠商應於決標後儘速完成工業電腦訂購作業，並不得因工業電腦交貨延遲作為展延工期之理由。

十、線材、管材及配件

- (一)AC 線材：符合 CNS 標準 XLPE 600V 使用廠牌：華新麗華、太平洋、宏泰電工。
- (二)DC 線材：PV 專用線 4.0mm² 及 6.0mm² 耐壓 1500VDC。MC4/MC6 PV 連接器耐壓 1500VDC 防水(需通過 IP 65 認證規格)，使用廠牌：華新麗華、太平洋、宏泰電工。
- (三)鋁合金線槽：應符合 CNS 13303 (C4466) 相關規定，得採密閉式或密閉通風式，其型式應依電纜載流量、填充率及散熱需求選用，並兼顧防雨、防塵、防異物侵入及後續維護。線槽應具可拆卸式上蓋，並設置端蓋、接合板及必要之伸縮接頭，進、出線口應採護口保護，不得影響後續維修及配線更換。跨距以 1.5 公尺為原則，陽極處理膜厚應 $\geq 10\mu\text{m}$ ，鋁合金板厚不得小於 1.6mm，並應於線槽標示廠牌、型號及規格。廠商應檢附原廠型錄、載重試驗資料及載流量檢討資料，證明符合本案使用需求。

十一、設備清潔給水系統

- (一) 屋頂之太陽能光電系統之模組陣列設置給水管路，做為清潔給水用，如現場需要增設水塔，統包廠商須一併規劃設置，設置原則如後：
 1. 獨立供水主幹管設計：於屋頂設置一條專用供水主幹管，走管應盡量靠近走道或結構樑邊，便於檢修與保護。主幹管沿太陽能陣列配置，於每一串模組預留分支快接點（建議每隔10~20公尺設一點）。

2. 快接式管件與閥門：所有出水點採用快接接頭，使用者清洗時可快速連接毛刷、水管或自動設備。各分支點設置球閥/截止閥，方便區域性管路開關及故障隔離。
 3. 安裝過濾器與排水閥：屋頂供水入口處設過濾器，避免沙石堵塞清洗設備。每段主幹管末端設排水閥，利於季節性洩水與保養。
 4. 設管槽/支架保護：配管盡量走在金屬支架管槽內或固定於支架側面，避免日曬或踩踏損壞。支架應保護。
 5. 視覺標示與維護指南：清楚標示供水方向、閥門位置及功能（可貼彩色標籤或耐候標牌）。
 6. 在屋頂機房或進水點設置系統簡圖與定期維護指引。
- (二) 太陽能板清潔設備配管須配置加壓幫浦，壓力要足夠能進行清洗作業，幫浦須加不銹鋼護罩防曬。
- (三) 水管材質：管路採不銹鋼管，固定螺絲、管夾等皆為 SUS 304 材料。
- (四) 須設置屋外開關盤：箱體採室外防水型、具門扣、可上鎖、具防水、防塵功能，材質 SUS 304（厚度 ≥ 1.5 mm 以上）靜電粉體塗裝，保護等級 IP ≥ 65 。
- (五) 太陽能板清洗設備應預先施作清洗所需之管線及電力配置，並提報本校審查同意，設備安裝完成後擇一區域進行示範清洗，並提供含太陽能專用毛刷、管材或專用清洗設備等一套清單，移交本校確認。

十二、安全母索或日後維運安全措施

- (一) 材質：依營造安全衛生設施標準安全母索鋼索材質構成。
- (二) 屋頂四周設置永久性安全柱杆，柱杆之直徑不得小於 3.8 cm，柱杆相鄰間距不得超過 2.5m，安全母索繫固於柱杆高度 90cm 及高度 35cm~55cm 之間。
- (三) 結合日後維運動線，由技師或專業人員審定後施作。

十三、接地、避雷

- (一) 設備接地、避雷接地需各自獨立接地，接地方式可採用接地網或接地棒施作。
- (二) 設備接地：各太陽能模組、直流接線箱、變流器、交流配電盤、併聯開關箱、支撐架等設備皆須實施接地。
- (三) 避雷設施：設置避雷器須獨立接地，需自行設置接地網，其保護範圍需涵蓋整個場址。

- (四)雷擊避雷設施：如設置地點為高落雷區，須另加雷擊避雷設施以策安全。
- (五)避雷設施應依照一般大樓避雷設施指引設計，須檢附避雷涵蓋範圍圖，設置時避雷線種類、線徑，不可與太陽光電發電設備共構，由避雷針接至接地箱線路全程須使用絕緣礙子架空(或依現況調整)，若現場已有既有避雷系統，且既有避雷系統可涵蓋太陽光電模組於保護範圍內，則可免新增避雷設施，並由統包廠商電機技師完成簽證，並出具報告。
- (六)直流配電箱：裝設突波抑制裝置，每一串聯太陽電池組列，正、負端對地之防雷擊保護器。
- (七)模組間之接地線接線方式，須符合模組製造商的安裝規範。
- (八)支撐架應選擇適當處施作接地。
- (九)避雷設施接地：太陽能模組、支撐架、變流器、變壓器、直流接線箱及交流配電盤等設備皆須實施接地，並須符合國內「用戶用電設備裝置規則」、「發電設備裝置規則」及「輸配電業裝置規則」。
- (十)接地極如使用兩支以上接地棒時，其間連接導線；除註明者外，應為 100mm^2 以上之銅導線，並以火泥熔接方式接續。
- (十一)接地線如並聯 2 個以上接地極時，其相互距離不得小於 2 公尺。
- (十二)各接地極之間隔應為 5 公尺以上(比照細協單線圖)，E-P-C 各點盡可能一直線；避雷接地極採責任施工，以並聯方式連接，接地電極相互間隔 2 公尺以上。
- (十三)避雷接地銅導線裝置之地點有被外物碰傷之虞時，應使用硬質塑膠管或非磁性金屬管保護之。

十四、維修走道

- (一)材質：維修走道材質為熱浸鍍鋅步道網材質，厚度 $\geq 4.5\text{mm t}$ 。
- (二)每條步道上設永久性安全母索以供清潔維護人員鉤掛安全帶使用。
- (三)結合日後維運動線，由技師或專業人員審定後施作。

十五、系統安裝與接線施工

- (一)太陽光電組列安裝：依設計圖說及產品規範辦理。
- (二)組列支撐架底座：調整水平及固定太陽光電模組支撐架固定於新設基礎座上，並進行防漏水處理，統包廠商須完成組列支撐架底座安裝，及模組架台和支撐架安裝，須符合結構安全計算結果，並保證 5 年內不得漏水。
- (三)太陽光電模組支撐架：統包廠商須提出模組支撐架材質出廠證明與

支撐架尺寸圖面，並須負責確認該支撐架材質出廠證明。

- (四)模組之安裝：螺栓、各式螺絲扣件皆採用不銹鋼 SUS 304 材質。
- (五)串聯模組與直流接線箱間接線：各組串聯模組與直流接線箱線間須額外延長接線且須採用耐候線(PV CABLE)與小型防水接續箱(材質為 SUS 304 1.5mm t 靜電粉體塗裝；保護等級 IP65 (含) 以上，須符合 CNS 14165)，已固定於支撐架上之防水接續箱中，以制式接線座完成各項接線作業，不得直接焊接、絞接或以螺絲進行接續接線。
- (六)設備接地：各模組、支撐架、變流器、直流接線箱、直流配電箱及交流配電箱等設備皆須實施接地，並須符合國內「用戶用電設備裝置規則」及「電業供電線路裝置規則」。
- (七)直流接線箱與變流器間配線：設計原則須符合當太陽光電組列於標準測試條件之狀態時，因直流配線而造成之總最大功率點電壓 (V_{mp}) 降(變流器輸入端與太陽光電組列輸出端之電壓差)，必須低於標準測試條件下太陽光電組列最大功率點電壓 (V_{mp}) 之 3% 以下。
- (八)室外直流配管：採鋁合金線槽，應佈設整齊，以不影響日後人員維修動線為原則，如有管架基座，應參考「棚架基礎座施工防水作法規範」內容辦理。
- (九)變流器間與交流配電盤間配線及交流配電盤內部配線：須符合「用戶用電設備裝置規則」，所有壓克力名牌禁止手寫，請一律使用經排版印製之廣告壓克力名牌。未符合規範者，請於指定期限內更換完畢。
- (十)室內配管：須符合「用戶用電設備裝置規則」，採鋁合金線槽和 EMT 管。
- (十一)太陽光電發電系統配線施工時須同時進行監測系統必要之配線施工。
- (十二)以上施工須符合「用戶用電設備裝置規則」及「電業供電線路裝置規則」，所有配管接線除了顧及系統安全性及易於維護外，應力求美觀，並應考量防水、耐候、防塵等功能。
- (十三)其他
 - 1. 以上施工包含購料、進料、安裝、測試等之時程規劃與控制。另材料進場後安裝前，統包廠商須提出太陽光電模組產品之型錄、驗證合格文件與每片模組之出廠實測規格數據(連同產品序

- 號)，變流器產品之型錄與驗證合格文件，以及支撐架材質證明，以供本校檢查與確認。
2. 模組、支撐架等吊裝作業須注意高壓電線及防墜落，以策安全。
 3. 以上施工作業不可違背相關法令之規定，諸如勞基法、工安法規、配電規則、營建法規、建築技術規則等。
 4. 施工作業須同時進行防制漏水之規劃，如因施工所造成之漏水，統包廠商須負責修復；若因而造成損失，統包廠商須負賠償責任。
 5. 棚架基礎座施工防水作法規範如後：
 - (1) 基礎範圍內將既有的防水層剷除，表面打毛及清潔，
 - (2) 以專用植筋膠，配合技師的規劃進行植筋及拉拔試驗，植筋旁以矽利康包覆。
 - (3) 基礎座組模要確實，以無收縮水泥灌注，實施粉光，基礎中心內高項外洩水使柱頭不積水，並考慮基礎座周邊排水方向。
 - (4) 乾燥後進行防水作業：
 - A. 步驟1：基礎座及周圍10CM，金絲猴P930油性超強底漆固化劑塗布。
 - B. 步驟2：步驟1完成之後，於基礎座四周樓板接合處填2CM西卡聚氨酯PU。
 - C. 步驟3：步驟2完成之後，基礎座及周圍10CM，使用金絲猴635厚塗型PU防水膠塗布，2度(或以上)，有轉角處要使其成弧形。
 6. 本系統設置案如須申請變更或展延之情事，統包廠商須協助辦理。

陸、驗收要求

- 一、統包廠商於驗收前應自主檢查，填寫竣工後安裝廠商自我檢查，分由統包廠商承辦技師及工地負責人於紀錄上簽認，以示負責，並參加本校驗收。
- 二、系統竣工書面文件審查與交付本校（統包廠商須準備下列資料提供審查）

項次	審查項目內容	審查標準
1	太陽光電系統設置資料	須符合合約書要求
2	太陽光電系統竣工照片	須符合合約書中系統設置要求 完工多角度空照圖

		現場代表照片
3	太陽光電系統電路送審圖	太陽光電系統電路圖規範，其系統單線圖之繪製作法如下： (1)應標示變流器之最大功率追蹤（MPPT）電壓範圍與額定輸出電壓規格。 (2)應標示模組 STC 下 Pmp、Vmp、Imp、Voc、Isc 等規格，以及 Vmp 與 Voc 之溫度係數。 (3)應標示各開關或斷路器之額定電流規格。 (4)直流接線箱與交流配電箱之內含元件應以虛線之框線標示。 (5)應標示併接點電力系統之電壓規格。
4	太陽光電模組型錄、產品序號與產品出廠規格及驗證資料（驗證產品）	型錄、產品序號與出廠規格及驗證證明文件。太陽光電模組選用單晶矽太陽光電發電模組，其型錄模組轉換效率單晶矽應 $\geq 21\%$ ，並提出相關文件證明。
5	變流器型錄與驗證資料	型錄與驗證證明文件
6	突波吸收器、直流離斷開關及交流斷路器型錄	符合系統設置要求之元件型錄
7	架台支撐架材質證明文件	須符合或優於合約書要求
8	太陽光電模組/串列電壓之溫度特性關係與變流器最大功率追蹤範圍之匹配資料	須符合變流器輸入電壓範圍與最大功率電壓範圍
9	太陽光電發電系統竣工查驗用電量生產與使用狀況紀錄	核算日平均發電量是否在合理範圍
10	發電量瓦時計數字顯示之照片	須使用經檢定合格之瓦時計（其數字顯示之照片遠近各 1 張），數字須與電能生產紀錄一致。
11	直流接線箱及交流配電箱線路圖面	須符合系統設計與安裝及相關配線法規之規定

12	廠商對申設者系統操作維護教育訓練資料	教育訓練講義、照片與相關記錄，需要有維修建議書，詳盡載明相關常有故障之處理方式，以利維修
13	太陽光電發電系統竣工安裝廠商自我檢查表	結果須符合合約書要求及直流發電比 $RA \geq 82\%$
14	測試運轉報告	依經濟部能源署太陽光電系統設置書表
15	各階段送主管機關資料及核准公文	CAD 及 PDF 檔
16	其他	工具或備品

柒、其他約定事項：

- 一、太陽能模組產品需全數符合經濟部標準檢驗局「台灣高效能太陽能光電模組技術規範」自願性產品驗證、通過「太陽光電模組自願性產品驗證工廠檢查特定規範」。
- 二、採用之太陽光電模組，其產品之瑕疵賠償責任須有保險承擔。
- 三、設置模組、逆變器、監控等不得使用大陸產品，需提供產地證明，如經發現使用大陸產品，統包廠商最遲應於 30 個日曆天內完成更換，否則視同違約，本校得沒收履保保證金，並立即拆除所有太陽能設備將場地恢復原狀和賠償學校所有相關損失費用。

捌、注意事項：

- 一、本案機電設備（系統）及棚架結構之設計與施工，統包廠商應注意校園美觀、抗風防漏、防止光害、避雷措施，並應洽請依法登記開業之電機技師、結構(土木)技師於設計及施工階段，實施圖說審查簽證及施工查驗簽證，確保整體設備系統及建築物之安全。
- 二、如因太陽能設備要評估避免發生光害，並將其因素降至最低。
- 三、統包廠商現場安裝太陽光電發電設備前，需評估場址範圍有無漏水或可能漏水情事，並會同本校，將現況拍照，紀錄現況，有任何損壞，應向本校說明，並經本校同意後施作。若完成建置後場址範圍（包含設置場址同水平面屋頂範圍）內若有漏水情事發生，除經統包廠商提出經公正第三方證明非屬其責任之文件外，概由統包廠商負責。公正第三方，係指土木技師公會、結構技師公會或建築師公會等相關專門技術職業公會。
- 四、施工過程中，如發現因造成漏水，統包廠商應於當日內進行臨時防漏措施，並需於 30 日曆天內辦理修復工程。若統包廠商未能於協

商期間內完成，本校可自行完成臨時防漏措施及漏水修復工程。除由統包廠商提出經公正第三方證明非屬其責任之文件外，所產生之相關金額得自履約保證金扣除，不足部分本校得再向統包廠商求償，且本校採取屋頂漏水修復工程與方式統包廠商不得有異議。

五、所有無熔絲開關及漏電斷路器，一律使用士林電機。

六、配電箱均須遵守「用戶用電設備裝置規則」、「發電設備裝置規則」及「輸配電業裝置規則」，並符合設計及配線規範與需求。

玖、補充規定

一、統包廠商展開太陽光電發電設備及整體管路、系統施工前，應先完成保險投保事宜，並將證明文件資料送本校備查。統包廠商不得僱用無工作權之人員、供應不法來源之履約標的、使用非法車輛或工具、提供不實證明、非法棄置廢棄物或其他不法或不當行為；若有違法情事衍生罰款、糾紛甚至刑責，均由統包廠商自行負責，與本校無涉。

二、統包廠商執行太陽光電發電設備及整體管路、系統施工及後續維護保養，應遵照「中原大學承攬工程廠商須遵守事項」，結合校區工作環境實際需要，自行備妥充足之防護措施。執行過程若有任何疏忽致發生災害事故，本校有權可隨時要求停工，造成損失由統包廠商負一切賠償責任。