六股排水太陽光電發電系統計畫

投標服務建議書

辦理機關｜行政院農業委員會農田水利署臺中管理處

計畫編號｜TC110IP04



目次

表目錄.....iii

圖目錄.....iv

壹、廠商基本資料及履約實績.....1

1.1 廠商能力與專業資格.....1

1.2 公司實績與相關經驗.....1

1.3 計畫主持人與履約團隊.....1

1.4 人員資格、證照與證明文件.....1

1.5 計畫緣起.....1

1.6 計畫內容.....2

1.7 相關法令.....3

貳、敦親睦鄰計畫.....6

2.1 施工前公開說明會與居民溝通暨綠能宣導活動.....6

2.2 太陽光電設置後之周邊效益.....7

參、興建計畫.....9

3.1 建置計畫書.....9

3.1.1 預定容量、設置型式、環境挑戰技術及結構計算書.....10

3.1.2 載重計算：自重及十五級風以上風力.....12

3.1.3 構材強度計算、應力檢核及震度七級以上耐震強度.....12

3.1.4 基礎錨定設計與計算.....13

3.1.5 地方說明會.....16

3.1.6 設置佈置方式及平面佈置圖.....16

3.2 光電與機電設備規格及採購方式.....16
3.3 工作團隊說明.....18
3.4 工作預定期程.....19
3.5 廠商其他補充說明.....28
肆、營運計畫.....35
4.1 營運組織及管理計畫.....35
4.2 維修計畫及維修方式限制.....36
4.3 安全維護措施.....38
4.4 水汙染防治措施.....40
4.5 緊急應變計畫.....41
4.6 拆除計畫.....43
伍、廠商投標值.....45
5.1 每年場地使用費.....45
5.2 最低回饋金百分比.....45
陸、結論.....48
6.1 綜合結論.....48
參考文獻.....50
附件一、書表及設備目錄、型錄.....52

表目錄

表 1 法規遵循與履約證據矩陣.....4

表 2 地方溝通與綠能宣導執行表.....7

表 3 投標階段代表單元結構計算與判定表.....14

表 4 主要設備性能、採購與驗收證據表.....17

表 5 建置期主要節點、完成定義與查核證據.....20

表 6 投標階段專業服務與第一年合規成本估算表.....29

表 7 長期營運管理週期與查核證據表.....36

表 8 渠道水污染防治情境與查核表.....41

表 9 緊急事件觸發、處置與復原判定表.....43

表 10 期滿拆除、清運與原狀回復驗收表.....44

表 11 投標標價清單.....47

圖目錄

圖 1 大甲區渭水段 772 地號光電使用案之場址條件與設計約束 2

圖 2 地方溝通與議題閉環管理流程 6

圖 3 設置後周邊效益之投入、產出與查核鏈 8

圖 4 參數化容量與設計審查閘門 11

圖 5 光電棚架載重傳遞與結構檢核關係 15

圖 6 光電與機電系統介面及採購品質閘門 18

圖 7 履約建置期程甘特圖（一）：第 1 至 10 週 21

圖 8 履約建置期程甘特圖（二）：第 11 至 20 週 22

圖 9 履約建置期程甘特圖（三）：第 21 至 30 週 23

圖 10 履約建置期程甘特圖（四）：第 31 至 40 週 24

圖 11 履約建置期程甘特圖（五）：第 41 至 50 週 25

圖 12 履約建置期程甘特圖（六）：第 51 至 58 週 26

圖 13 二十年營運管理之監測、工單與改善閉環 35

圖 14 渠道與極端天候事件分級應變及復原流程 42

壹、廠商基本資料及履約實績

1.1 廠商能力與專業資格

1.2 公司實績與相關經驗

1.3 計畫主持人與履約團隊

1.4 人員資格、證照與證明文件

1.5 計畫緣起

場址治理的成果以渠道功能維持、核定程序完成及安全證據齊備共同判定，任何單一發電指標都不能取代前述條件。

渭水段場址的投資條件同時受地籍、渠道、天候、維護及外部審查約束，計畫緣起不只在於增加再生能源設施，更在於建立可與農田水利功能共存的使用模式。既有渠道須持續提供通水、巡檢、清淤與搶修條件，光電構造則須承受強風、地震及長期戶外暴露；兩者的交界決定設計不能只以發電面積最大化為目標。投標階段遂以場址限制、結構安全、電氣併聯、地方關係與生命週期責任五項問題作為方法起點，每項均連至調查、計算、圖說、核定或營運紀錄，使投資效益建立在不削弱既有公共功能的前提上。 本案場址位於臺中市大甲區渭水段 772 地號，地籍面積 30,041.48 平方公尺，核心課題是在維持渠道原有功能、人員與交通安全的前提下導入太陽光電。既有資料未設定最低裝置容量，故投標階段不以單一容量取代現勘、饋線與審查結果，而是先把維護淨空、防颱、防震、光害及景觀控制轉成設計邊界；後續再由可設置範圍、結構安全、能源備案及台電併聯結果共同收斂核定方案。這項治理關係使場址條件、

審查閘門與可驗收文件彼此相扣，並以現勘紀錄、容量情境、計算書及送審紀錄形成決策證據，如圖 1 所示。

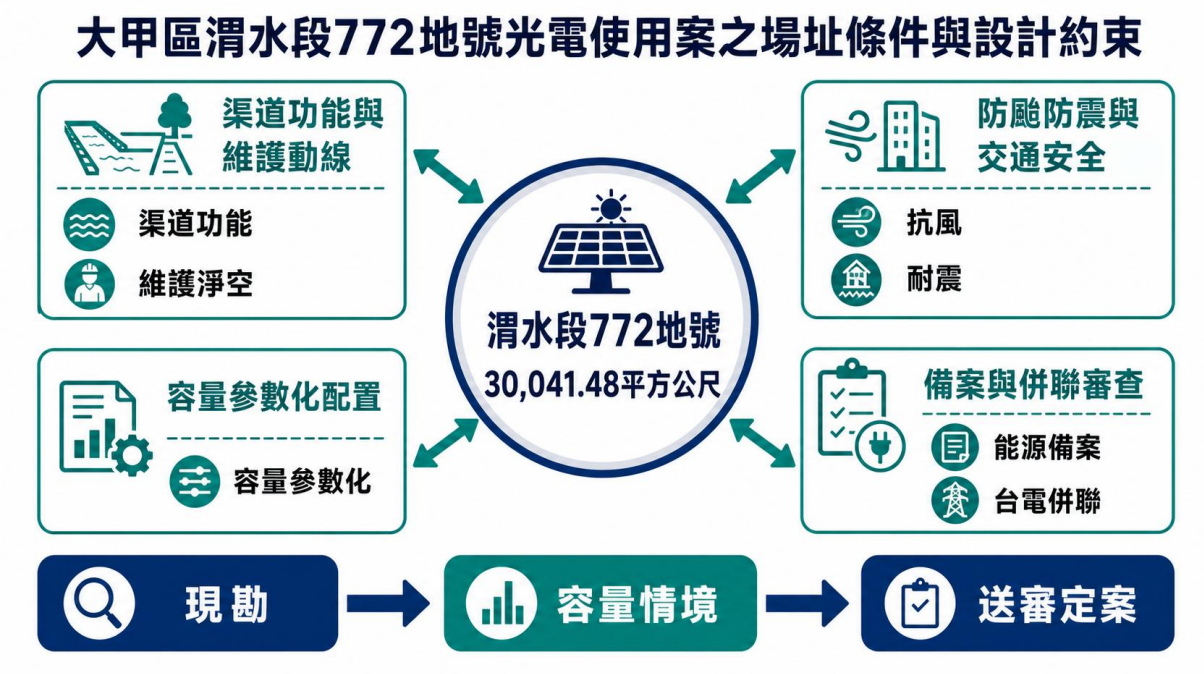

圖 1 大甲區渭水段 772 地號光電使用案之場址條件與設計約束

1.6 計畫內容

場址使用關係跨越建置與長期營運，工作分解須同時保留契約節點、專業責任與渠道持續使用需求。各階段的輸入、審查、放行及移交條件均先定義完成標準，再由文件編碼、責任矩陣與版本紀錄串接，使後續設計變動可以回查其來源與影響。 計畫內容涵蓋決標後計畫書審查、場址調查、設計簽證、主管機關備案、台電併聯、採購施工、測試驗收、二十年營運及期滿拆除。決標次日起四十日內完成資料盤點與修正計畫整合，修正版作為後續履約控制基準；設計階段同步辦理地籍與高程測量、渠道結構調查、維護動線確認、容量情境分析、結構計算、電氣保護協調及施工圖說簽證。施工圖說經同意後才進場，並以進料檢驗、隱蔽工程查驗、測試紀錄及竣工圖說構成品質證據。

建置期以簽約次日起四百日內完成設置及能源主管機關、台電核定容量為控制終點。施工方法採分區圍設、維持通水與巡檢動線、避免材料墜入渠道、汛期前完成臨時設施檢查；地方溝通則在進場前完成公開說明，將通行、噪音、工時、排水、安全與陳情窗口納入議題清冊。若設計、併聯或現場條件改變，先評估對安全、工期、成本與使用費基礎的影響，再經文件化審查更新基準，不以口頭指示取代版本管制。

營運期自監控告警、定期巡檢、預防保養、故障工單、水質與渠道保護、保險及緊急應變構成閉環。清洗作業以不使用清潔劑為原則；確有使用必要時，設備先移出水域再處理。每月彙整告警、工單、巡檢、發電偏差與陳情狀況，每年執行結構、電氣、接地、防雷、錨定及應變演練的管理審查。使用關係終止或期滿未續約時，於三個月內依核定拆除計畫移除設備、分類清運、檢查渠道並回復原狀，以移交清冊、照片、廢棄物流向及共同點交紀錄完成結案。

本計畫的交付邏輯是把每一工作包連至可查核成果：調查以測量與現勘紀錄驗證，設計以計算書、圖說與專業簽證驗證，採購以規格符合表與進料文件驗證，施工以自主檢查與試驗驗證，營運以告警、工單、月報及年度檢查驗證，拆除則以清運及復原證據驗證。裝置容量、併接方式與設備數量均在審查資料充分後定案，既保留投資彈性，也避免對未核定條件作出無法追溯的承諾。

1.7 相關法令

法規遵循採動態清冊管理，申請、施工、送電、營運及拆除各階段均記錄適用版本、主管機關、觸發條件、負責人與證據。法規或技術文件變更時，先判斷對既有核定、設備規格、簽證、承裝資格與併聯設定的影響，再形成差異紀錄並更新相關交付物；涉及安全或許可條件者，在完成必要程序前不進入下一工作階段。 本案涉及農田水利設施使用、再生能源設備設置、電氣承裝與併聯等不同法制層次。履約時依經濟

部主管的《水利法》及農業部主管的《農田水利法》維持水利與農田水利設施功能，並以《農田灌溉排水管理辦法》管理渠道使用、水質與維護作業；設置程序則依《再生能源發展條例》及《再生能源發電設備設置管理辦法》辦理同意備案、設備登記等文件。（經濟部水利署，2023；農業部，2020；農業部農田水利署，2025；經濟部，2025；經濟部能源署，2026）

電氣工程由符合《電器承裝業管理規則》資格者施作，結構與建築程序依個案條件檢核《設置再生能源設施免請領雜項執照標準》，不得把「免請領」誤解為免除結構安全、圖說或依法簽證責任。併聯設計及申請分別對照《台灣電力股份有限公司再生能源發電系統併聯技術要點》與《台灣電力股份有限公司第一型及第二型再生能源發電設備併聯作業須知》，並以台電核定內容作為保護協調、計量與送電條件。（經濟部能源署，2025；經濟部能源署、內政部，2025；台灣電力股份有限公司，2023；台灣電力股份有限公司，2025）

水利、農田水利、再生能源、承裝與併聯規範分屬不同主管界面，適用時點與設備類型會改變送審路徑；法規版本與個案程序可能隨申請時點及設備類型調整，故各送審閘門由法務、專業技師與承裝業資格文件交叉查核，並在法規清冊記錄查核日期、版本、承辦意見及文件去向。法規清冊若出現版本或適用程序差異，即暫停受影響的送審或施工界面，完成差異處置後再放行；管理處可據送審回執、核定函、簽證圖說、承裝資格與併聯測試紀錄判定是否進入下一階段，如表 1 所示。

表 1 法規遵循與履約證據矩陣

法規或技術文件	管理主題	履約動作	查核 / 驗收證據
《水利法》	水利設施與使用管理	維持渠道功能並辦理必要申請	現勘、核准與維護紀錄

法規或技術文件	管理主題	履約動作	查核 / 驗收證據
《農田水利法》	農田水利設施管理	服從管理及保護既有設施	同意文件、巡檢與改善紀錄
《農田灌溉排水管理辦法》	渠道使用與水質	管制清洗、污染與通水影響	作業紀錄、水質及通報資料
《再生能源發展條例》	再生能源制度	依核定路徑推進設置	主管機關核定文件
《再生能源發電設備設置管理辦法》	備案與設備登記	依容量與類型備妥送件	同意備案、設備登記資料
《電器承裝業管理規則》	承裝資格	查核承裝業與技術人員資格	登記、證照與施工紀錄
《設置再生能源設施免請領雜項執照標準》	建築與結構程序	判定個案程序並完成簽證	判定紀錄、計算書與簽證圖說
台電併聯技術與作業文件	保護、計量與併聯	完成申請、審查、測試與送電	審查意見、試驗及核定紀錄

貳、敦親睦鄰計畫

2.1 施工前公開說明會與居民溝通暨綠能宣導活動

施工前溝通以場址周邊實際使用關係為範圍，除里鄰與居民外，特別辨識農田水利設施管理、渠道操作、鄰地出入、道路交通及緊急救援界面。通知資料使用一致版次，讓會前揭露、現場說明及後續回覆對應相同工區與時程；無法在會中立即回答的技術問題，登錄其查證依據、責任專業與回覆證據。涉及個人資料的名冊與聯絡資訊採受控保存，公開紀錄僅呈現議題及處理結果。 地方溝通自利害關係人盤點開始，納入管理處、里鄰、渠道使用者、鄰地、道路使用者與緊急聯絡單位；會前揭露場址範圍、預定工序、交通維持、噪音時段、通水保護及陳情窗口，會中以圖說說明綠能、結構安全與水域作業限制。意見依人身安全、渠道功能、施工干擾及一般詢問分級，重大議題立即升級，其他議題設定責任人、回覆方式與結案證據；名冊、簡報、問答紀錄、照片、議題單與回覆函構成完整溝通鏈，如圖 2 所示。

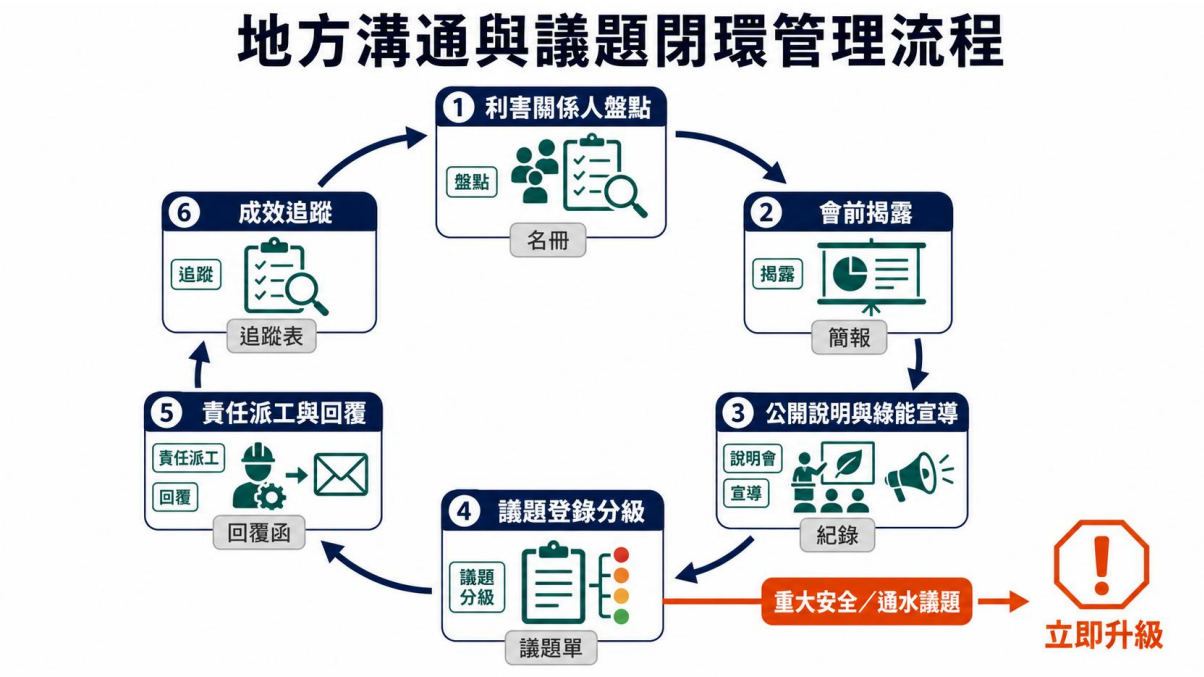

圖 2 地方溝通與議題閉環管理流程

執行表將施工前、施工中與營運初期的對象、訊息、頻率及證據分開管理，避免說明會結束後失去追蹤。每件意見均記錄提出日期、影響位置、責任界面、預定回覆日與關閉條件；涉及通水或公共安全者先採保護措施再完成技術答覆。管理處查核時可由會議紀錄追至工區告示、交通調整、改善照片與結案簽認，確認溝通結果已轉入施工控制，如表 2 所示。

表 2 地方溝通與綠能宣導執行表

階段	對象與核心訊息	執行方式	查核證據
施工前	里鄰、渠道使用者、鄰地；範圍、工期、通水與安全	公開說明會、現場踏勘、綠能宣導	通知、名冊、簡報、問答紀錄
施工中	道路使用者、鄰地；當週工序、噪音與交通	告示、窗口、定期訊息更新	工區告示、通報與陳情清冊
議題處理	受影響關係人；原因、措施與時程	分級、派工、書面回覆	議題單、改善照片、結案紀錄
營運初期	地方居民；安全、維護及通報方式	成果說明、聯絡資訊更新	活動紀錄、聯絡清冊、追蹤結果

2.2 太陽光電設置後之周邊效益

年度判讀並說明資料缺口對結論的影響及下一期補測方式。 本節處理的周邊效益包括施工與營運可直接控制的安全、通行、環境與資訊行動，以及須經較長期間觀察的地方信任與綠能認知。為避免不同層級互相替代，計畫先界定基線、活動、量測頻率與資料責任，再將外部天候、渠道作業、地方事件及樣本差異列為解讀限制；每次年度回顧均保留原始紀錄與方法說明，讓改善可被追溯。 設置後效益由可控制的履約投入開始，而不是先宣稱固定的社會成果。安全且低干擾的結構配置、維持渠道功能

與維護淨空、清楚的通報窗口及定期環境整理，可直接形成巡檢完成、案件結案、通行維持與資訊揭露等產出；地方信任、綠能認知及土地複合利用則受長期互動與外部環境影響，應以趨勢觀察而非保證值管理。

成效管理分三層。第一層每月查核巡檢、告示、工單與環境維護是否依計畫完成；第二層按季分析陳情類型、重複案件、回覆品質及渠道或交通干擾，將高頻原因轉為工程或作業改善；第三層於年度溝通時檢視地方關切、綠能認知與使用衝突，並記錄資料時點與樣本限制。不同年度資料僅在題目、對象與蒐集方式一致時比較，方法改變者分開呈現，避免把量測差異誤判為效益升降。

投入、活動、產出與效益之間須保留證據鏈：投入以圖說、預算與責任分工驗證，活動以巡檢、宣導、通報及整理紀錄驗證，產出以完成率、結案紀錄與現場狀態驗證，長期效益則以年度回顧及利害關係人意見判讀。監測結果若顯示重複陳情、通行受阻或維護不足，即回到設計、工序與溝通機制修正；管理處可據此確認周邊效益來自可查核行動，而非僅停留於宣示，如圖 3 所示。

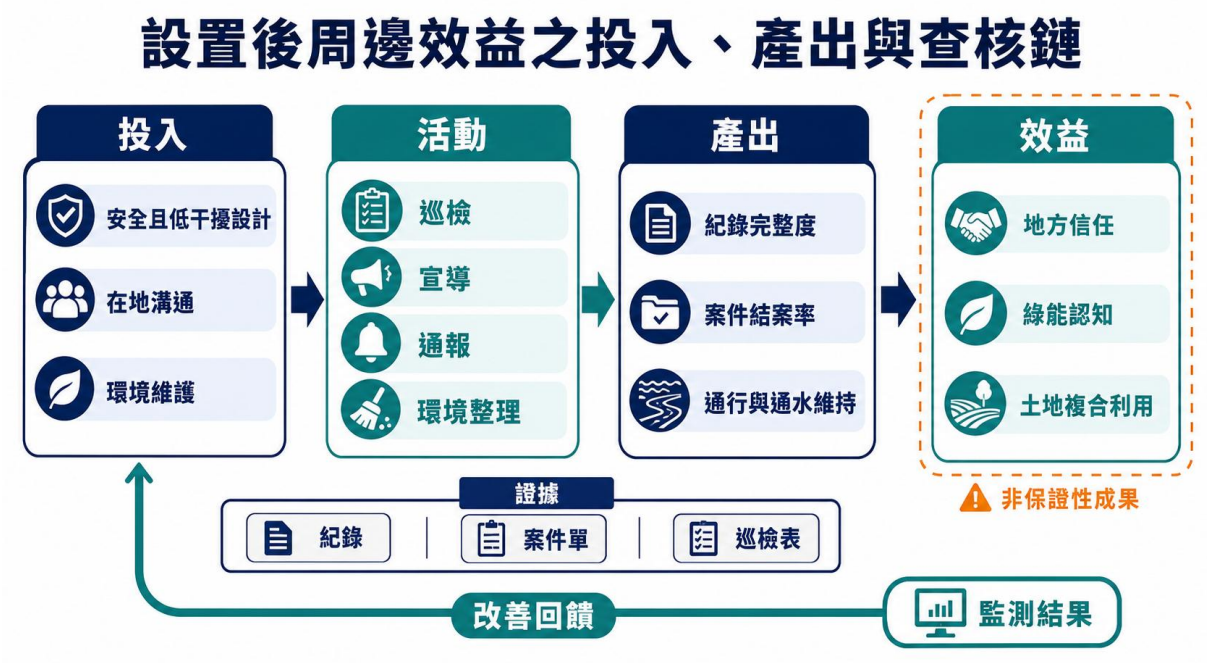

圖 3 設置後周邊效益之投入、產出與查核鏈

參、興建計畫

3.1 建置計畫書

場址實測與代表假設的差異依安全影響分級處理。跨距、柱位、構材、錨定或地盤抗力若使利用率上升，先凍結受影響區域，更新模型、圖說與材料清冊，再由專業人員完成審查及簽證；不影響安全且在圖說容許範圍內的偏差，仍記錄測值、位置與查驗結論。竣工整編將最終尺寸、材料批次、接合紀錄、拉拔與測試成果回填計算索引，確保營運巡檢與日後汰換使用的是建成資料，而非投標假設。

基礎設計另比較上拔、滑移、傾覆、承載與沉陷的控制關係，並檢查新設基礎對既有渠道構造及維護空間的影響。若地盤試驗顯示抗力低於投標假設，處置順序為調整柱位與跨距、增加基礎或錨定抗力、改善地盤及降低受風面配置；方案比較同時列出安全裕度、施工干擾、通水風險與查驗方法，選定後納入簽證圖說及現場停留點。設計成果另建立假設清冊與計算索引，逐項連結現勘來源、圖說位置、表列結果及簽證責任；管理處抽查任一構件時，可由現場編碼回溯至材料、計算、查驗與複驗紀錄。全場彙整表並列代表單元、邊角區及特殊接合之控制組合，確保局部最不利位置沒有被平均值掩蓋。

建置設計輸入分為已知條件、投標假設與履約實測三類。已知條件包括地籍面積、風速與係數、耐震等級、渠道功能及契約節點；投標假設涵蓋代表跨距、分攤面積、構材性質、可利用率、容量密度、錨栓與地盤抗力；履約實測則由測量、地盤、既有構造、設備荷重及併聯資料補齊。計算書逐項標示資料類別，實測值取代假設後重新運算與版本比較，使安全判定可由投標代表單元延伸至全場而不失去追溯。

全場結構模型除代表橫梁外，還須檢查邊角區風壓、連續跨、立柱斜撐、接合、底板、錨栓、基礎及地盤的作用傳遞。載重組合分別保留向下壓力、向上風吸與水平地震方向，並檢查局部構件破壞是否造成連鎖失穩；服務性除撓度外，亦觀察設備接線、排水及維護操作是否因變形受影響。計算成果以輸入摘要、模型、組合、內力、利用率、變形、基礎反力與判定表交付，任何超限項目須在圖說中呈現加強措施並重新驗算。

施工查驗把計算假設轉為現場控制。構材斷面、材質、接合、螺栓、焊道、防蝕、錨栓、基礎尺寸與地盤條件均設查驗點，隱蔽前比對簽證圖說；錨定以扭矩、埋設、邊距及拉拔紀錄驗證，幾何則以跨距、垂直度、高程與維護淨空驗證。差異超出圖說容許範圍時停止相關工序，由結構專業人員評估並完成書面處置，確保表列通過結果與實際建成狀態一致。

3.1.1 預定容量、設置型式、環境挑戰技術及結構計算書

設計基準採渠道上方或鄰接區域之固定式光電棚架，實際跨距、柱位與設備區須避開既有水工構造、維護機具路徑及人員救援空間。地籍總面積為 30,041.48 平方公尺，但可設置面積並非地籍面積的直接等值；投標階段以可利用率 55%、65%與 75%建立低、基準、高三種情境，再以單位面積容量密度 0.14、0.15 與 0.16 kWp／平方公尺進行篩選。三種情境約為 2,313、2,929 與 3,605 kWp，僅作結構、設備與併聯需求的尺度分析，不構成裝置容量承諾；核定容量仍由現勘限制面、專業計算、能源備案及台電審查共同決定。

$$P_s = A_g \times r_u \times d_p \tag{3-1}$$

式中，P_s為情境裝置容量，單位為 kWp；A_g為地籍總面積，單位為平方公尺；r_u為扣除渠道、維護、交通、安全及設備空間後的可利用率，無單位；d_p為單位面積容量密度，單位為 kWp / 平方公尺。

容量收斂程序先由現勘與限制面形成可設置範圍，再對低、基準、高情境逐一檢查結構安全、電氣保護、維護可達性及主管機關與台電條件。任何閘門不通過，即回退調整排布、跨距或容量，不以縮減維護淨空換取容量；定案證據包括現勘測量、限制面圖、情境比較、結構計算、單線圖、審查意見與核定函。此作法讓容量從可追溯條件收斂，並將每次回退原因保留於版本紀錄，如圖 4 所示。

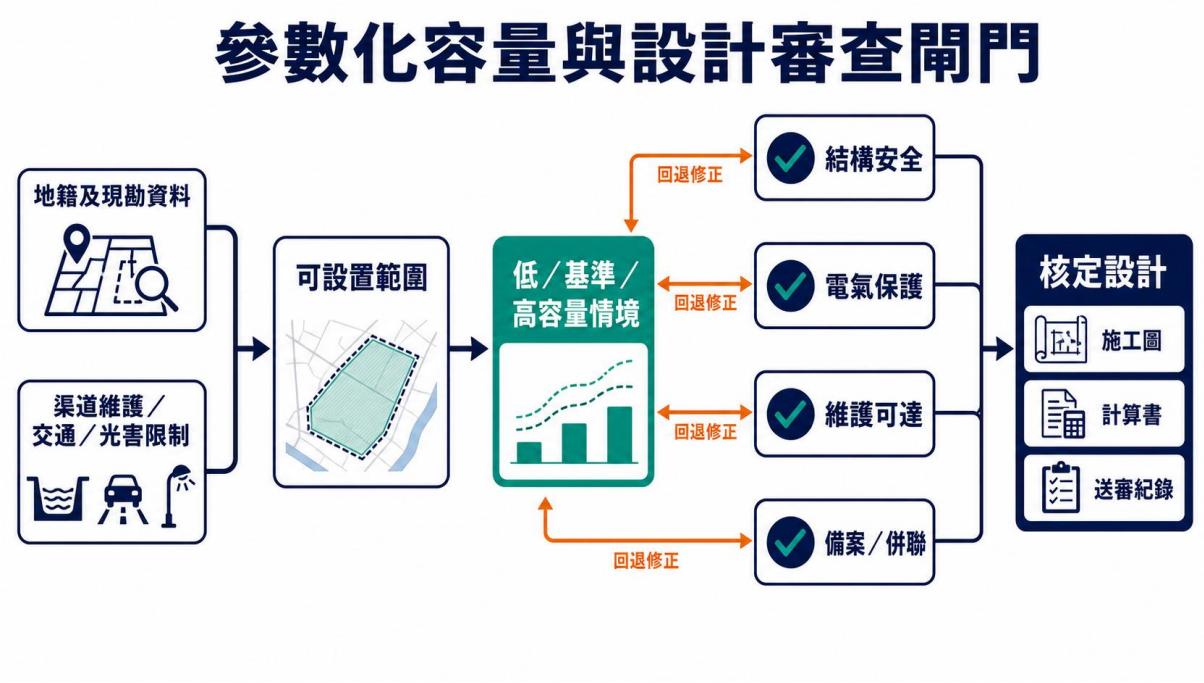

圖 4 參數化容量與設計審查閘門

環境控制先維持通水、清淤、巡檢與救援路徑，再處理設備耐候、防蝕、排水、眩光及道路視線；施工圖將代表單元擴充為全場模型，納入實測跨距、地盤、局部風壓與設備荷重，並由依法登記專業人員完成計算及簽證。

3.1.2 載重計算：自重及十五級風以上風力

投標代表單元採 4.0 公尺跨距、4.0 公尺柱距、16 平方公尺分攤面積；模組、軌道與次構材自重合計取 0.40 kN / 平方公尺。風速採 46.2 公尺 / 秒，重要性係數 1.10、陣風反應係數 1.88、投標地況係數 1.00 及淨風壓係數 1.30；空氣密度取 1.225 公斤 / 立方公尺。此組假設用於檢查十五級風以上條件下的代表性最不利單元，正式設計再依現勘高度、地況、局部區域與法定載重規範細化。

$$p_w = \frac{1}{2} \times \rho \times V \times V \times I \times G \times C_z \times C_p \tag{3-2}$$

$$S_1 = D,\ S_2 = D + W_d,\ S_3 = 0.6D + W_u \tag{3-3}$$

式中，p_w為設計風壓，單位為 kN / 平方公尺；ρ為空氣密度，單位為公斤 / 立方公尺；V為設計風速，單位為公尺 / 秒；I為重要性係數；G為陣風反應係數；C_z為地況係數；C_p為淨風壓係數，前述係數均無單位；S_1為自重組合；S_2為自重加向下風壓組合；S_3為 0.6 倍自重加向上風吸組合；D為自重作用；W_d為向下風壓作用；W_u為向上風吸作用，三者於構件分析時均以 kN 或 kN / 公尺表示。

代入得設計風壓 3.51 kN / 平方公尺，正壓控制構材彎曲，負壓控制夾具、底板與錨定；代表單元結果彙入計算表。

3.1.3 構材強度計算、應力檢核及震度七級以上耐震強度

代表橫梁以降伏強度 235 MPa、斷面模數 240,000 立方毫米、慣性矩 40,000,000 四次方毫米及彈性模數 200,000 MPa 篩選；

$$M_{max} = \frac{w \times L \times L}{8},\ \eta_{sigma} = \frac{M_{max}}{F_a \times Z} \le 1.0 \tag{3-4}$$

$$\delta_{max} = \frac{5 \times w \times L \times L \times L \times L}{384 \times E \times I} \le \frac{L}{180} \tag{3-5}$$

$$F_e = k_h \times G_d,\ \eta_e = \frac{F_e}{R_b} \le 1.0 \tag{3-6}$$

式中，M_{max}為最大彎矩，單位為 kN-m；w為均布線載重，單位為 kN / 公尺；L為跨距，單位為公尺或撓度式所用毫米；η_{sigma}為彎曲應力利用率；F_a為容許彎曲應力，

單位為 MPa；Z為斷面模數，單位為立方毫米；δ_{max}為最大撓度，單位為毫米；E為彈性模數，單位為 MPa；I為慣性矩，單位為四次方毫米；F_e為地震水平作用，單位為 kN；k_h為投標篩選用水平係數，無單位；G_d為代表單元自重，單位為 kN；η_e為耐震支撐利用率；R_b為支撐設計抗力，單位為 kN。

震度七級以上以水平係數 0.40 篩選，地震作用 2.56 kN 相對支撐抗力 12.00 kN 之利用率為 0.21；履約時依場址、週期與地盤建立整體模型並完成簽證。

3.1.4 基礎錨定設計與計算

代表單元以四支、單支抗拔力 25 kN 錨栓及 20 kN 剪力鍵篩選；

$$\eta_u = \frac{W_u - 0.6D}{n \times \varphi \times T_a} \leq 1.0 \tag{3-7}$$

$$\eta_s = \frac{H}{\mu N + V_k} \leq 1.0 \tag{3-8}$$

式中，η_u為抗拔利用率；W_u為風吸上拔作用，單位為 kN；D為自重作用，單位為 kN；n為錨栓數量；φ為抗力折減係數；T_a為單支錨栓設計抗拔力，單位為 kN；η_s為滑移利用率；H為水平作用，單位為 kN；μ為摩擦係數；N為有效正向力，單位為 kN；V_k為剪力鍵設計抗力，單位為 kN；數量、折減係數與兩項利用率均無單位。

自重、風壓、耐震、強度、變形、抗拔與滑移的輸入及判定採同一代表單元，讓作用、構材與基礎間可以逐項追算。表列數值是明確的投標設計假設，不以「後續計算」取代安全判斷；其中風速與風力係數符合來源條件，構材與基礎參數則以保守篩選值建立通過門檻。履約時將實測尺寸與地盤資料代入同一公式，若任何利用率超過 1.0，即增加斷面、支撐、錨栓或基礎抗力後再送簽證；管理處可由計算書版本、材料證明、拉拔試驗及簽證圖說驗證修正結果，如表 3 所示。

表 3 投標階段代表單元結構計算與判定表

檢核項目	輸入值與設計假設	公式代入	計算結果	容許值 / 判定
自重	0.40 kN / 平方公尺；分攤面積 16 平方公尺	$G_d = 0.40 \times 16$	6.40 kN	納入全部組合 / 通過
十五級風以上風壓	$V = 46.2$公尺 / 秒、$I = 1.10$、$G = 1.88$、$C_z = 1.00$、$C_p = 1.30$	$p_w = 0.5 \times 1.225 \times 46.2^2 \times 1.10 \times 1.88 \times 1.00 \times 1.30$	3.51 kN / 平方公尺	設計條件納入 / 通過
構材彎曲	跨距 4.0 公尺、分攤寬 4.0 公尺、$F_a = 141$MPa、$Z = 240000$立方毫米	$w = (3.51 + 0.40) \times 4 = 15.66$；$M = 15.66 \times 4^2/8$	31.32 kN-m；利用率 0.93	33.84 kN-m；不大於 1.0 / 通過
服務性撓度	$E = 200000$MPa、$I = 40000000$ 四次方毫米	$\delta = 5 \times 15.66 \times 4000^4 /(384 \times 200000 \times 40000000)$	6.52 毫米	22.22 毫米 / 通過
震度七級以上篩選	$k_h = 0.40$、支撐抗力 12.00 kN	$F_e = 0.40 \times 6.40$	2.56 kN；利用率 0.21	不大於 1.0 / 通過

檢核項目	輸入值與設計假設	公式代入	計算結果	容許值 / 判定
錨栓抗拔	四支、單支 25 kN；風吸 56.23 kN	$\eta_u = (56.23 - 0.6 \times 6.40)/(4 \times 25)$	需求 52.39 kN；利用率 0.52	100 kN；不大於 1.0 / 通過
基礎滑移	水平作用 14.06 kN、摩擦係數 0.50、剪力鍵 20 kN	$\eta_s = 14.06/(0.50 \times 3.84 + 20)$	抗力 21.92 kN；利用率 0.64	不大於 1.0 / 通過

載重由模組及夾具傳至橫梁、立柱與斜撐，再經底板、錨栓、基礎傳入地盤；任一接合若缺少抗力或變形檢核，整體通過即失去意義。強度利用率控制構材與接合安全，撓度控制服務性，抗拔與滑移則控制風吸下的基礎穩定；震度七級以上條件另檢查水平力路徑。最終驗收證據須同時包含計算書、簽證圖、材料證明、扭矩與拉拔紀錄及現場尺寸，使代表單元判定可落到實體工程，如圖 5 所示。

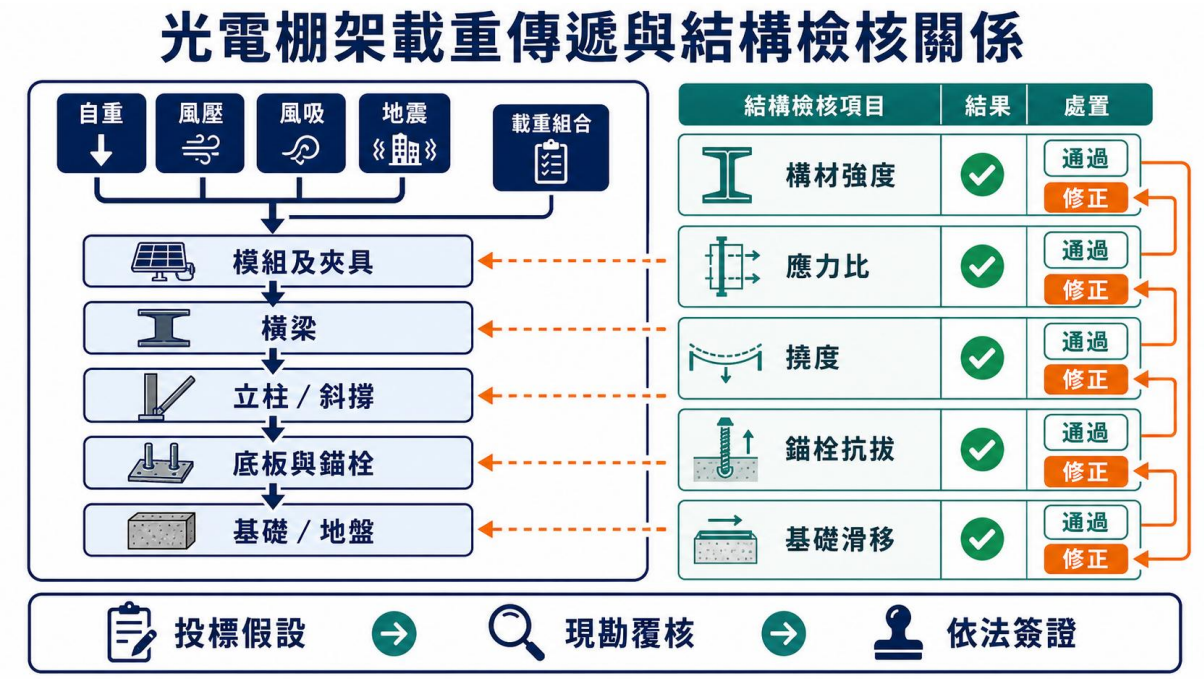

圖 5 光電棚架載重傳遞與結構檢核關係

3.1.5 地方說明會

地方說明會是施工放行前的必要閘門。會前完成工區配置、交通維持、通水保護、噪音與工時、緊急聯絡及預定期程資料；會中逐項記錄居民與渠道使用者意見；會後將涉及安全、通水或交通的議題轉成施工圖、工法或管理措施，並以回覆函、修正版圖說及結案紀錄證明已處理。未完成重大議題關閉前，不啟動受影響區域施工。

3.1.6 設置佈置方式及平面佈置圖

平面配置依序劃設渠道保護、維護救援、道路吊裝、光電陣列、機電設備及臨時施工區；投標基準情境可利用面積約 19,526.96 平方公尺，低、高情境分別約 16,522.81 與 22,531.11 平方公尺，施工圖再以實測座標標示分區面積、柱位、跨距、設備與出入口。

3.2 光電與機電設備規格及採購方式

場址的光電、結構、機電、監控與併聯設備形成連續介面，單一元件符合型錄並不足以證明整體可用。規格書須先建立額定條件、環境暴露、保護邏輯、通訊點位、維修替換與文件格式，再以介面清單逐項確認責任邊界；採購決策同時比較生命週期維護、備品取得、相容性及證明完整度，不只比較初始單價。 設備選型以性能需求與介面相容為先，不預先指定品牌。模組須具可追溯序號、產品與安全認證、功率分級及環境耐久文件；變流器須符合併聯保護、孤島效應防止、通訊與事件紀錄需求；直流線纜、連接器、匯流及交流盤依系統電壓、短路電流、溫升、耐候與防護等級選定。接地、防雷、計量、監控及通訊介面納入同一設計基準，避免土建、結構與電氣分包各自採購後才發現界面不合。

採購採「規格凍結—供應商文件審查—製造與交期控制—進料檢驗—安裝測試—竣工移交」六道閘門。規格符合表逐項記錄最低性能、投標資料、審查意見與符合證

據；長交期設備以核定圖說及併聯條件作下單前提，替代品須完成等同或優於分析。到貨時核對型號、序號、數量、外觀、證明與抽驗結果，未通過者隔離；安裝後以絕緣、極性、接地、保護、通訊、功能及併聯測試驗證。

主要設備的規格、採購與驗收證據須維持一對一關係。模組看功率與序號，變流器看保護及通訊，盤體看短路、溫升與標示，線纜連接看規格與施工測試，監控則看資料完整、權限與事件留存；交付物包括核定型錄、符合表、出廠文件、進料紀錄、測試報告、竣工圖與操作維護手冊。任何替代採購均須留下差異分析及核准軌跡，確保成本或交期調整不降低安全與併聯條件，如表 4 所示。

表 4 主要設備性能、採購與驗收證據表

系統 / 設備	核心性能需求	採購控制	驗收證據
太陽光電模組	認證、功率分級、耐候與序號追溯	型式文件及批次核對	型錄、證書、序號與抽驗
變流器	併聯保護、效率、通訊與事件紀錄	併聯條件及韌體版本審查	設定表、功能及保護測試
直流 / 交流配電	額定值、短路、溫升、防護與標示	圖說、元件清單及製造檢查	絕緣、極性、接地與功能測試
線纜與連接器	電壓電流、耐候、相容與敷設防護	同系列相容性與進料管制	規格證明、施工照片、測試紀錄
接地與防雷	等電位、接地連續及突波保護	計算、材料與施工節點審查	接地量測、連續性及查驗紀錄
監控與計量	資料完整、權限、告警、計量介面	通訊表、帳號與事件留存審查	點表、權限測試、告警與報表

直流發電、交流保護、計量併聯與監控不是獨立採購清單，而是需共同通過介面驗證的系統。上層能量路徑決定電壓、保護與計量條件，下層品質閘門決定文件、到貨、安裝及測試能否追溯；任一設備變更都要同步檢查上下游相容性。審查以規格符

合表為入口，以進料、試運轉與竣工文件為出口，使管理處可從實體設備回查核定條件，如圖 6 所示。

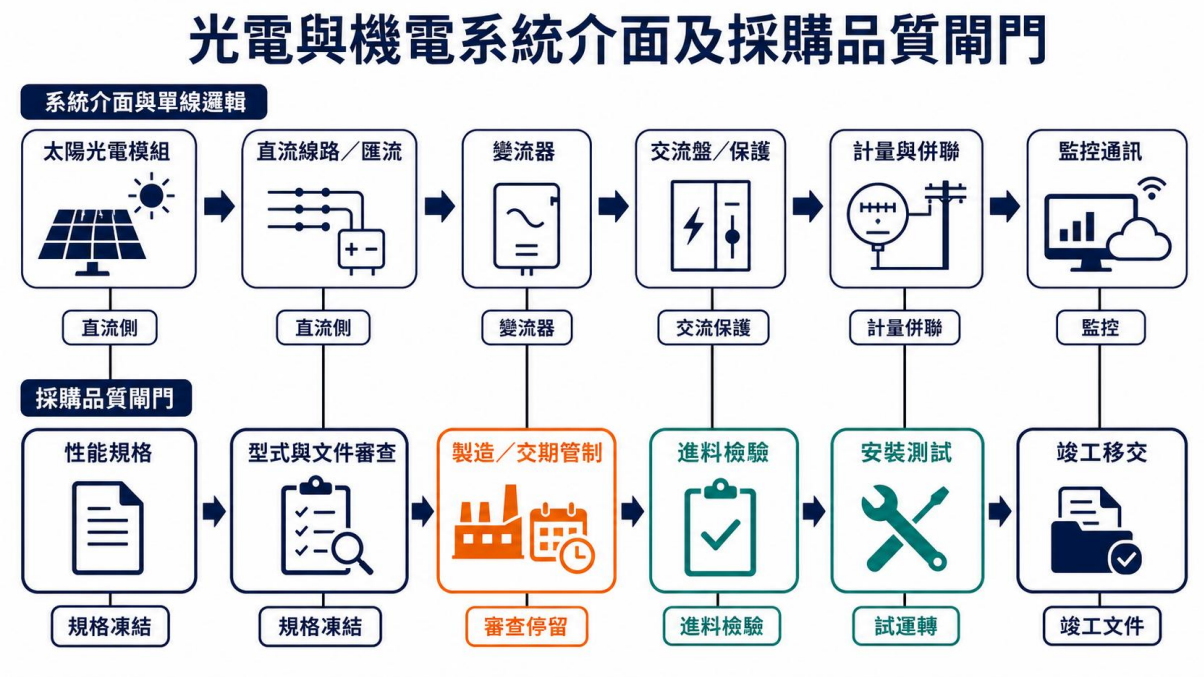

圖 6 光電與機電系統介面及採購品質閘門

3.3 工作團隊說明

場域工作同時涉及渠道、結構、電氣、施工安全、地方溝通與主管機關程序，團隊界面若未預先指定，容易出現圖說與現場責任斷點。專案以工作分解結構對應角色，以設計輸入、審查意見、施工查驗、異常通報與移交成果作為協作媒介；專業判斷由具相應資格者負責，行政協調不取代依法簽證或承裝責任。 興建團隊採專案治理、專業設計、施工管理與品質驗證四條責任線。計畫主持人負責契約界面、基準決策與審查應答；結構專業人員負責風震、構材、接合與基礎計算及依法簽證；電機與併聯工程人員負責單線圖、保護協調、設備規格、備案及台電界面；水利環境與地方溝通人員負責渠道保護、水質、說明會及利害關係人議題；工地主任、職業安全衛生與品質人員分別管理工序、安全及檢驗。

人力配置依工作量分階段動員，不以虛構姓名或證照取代資格審查。啟動與審查期由主持、結構、電機、水利及文件管理共同盤點；設計送審期提高專業人員投入；採購施工期由工地、安全、品質及專業監造形成每日協作；測試移交期由電機、監控、維運與文件人員完成測試、教育訓練及竣工整編。每一角色均設代理與升級路徑，重大結構、通水、電氣或居民議題由主持人召集跨專業判斷。

審查意見回應、查驗結果、工安環境紀錄、文件一致性及移交完整度均納入月報與節點審查，作為工作成果的驗收證據。會議紀錄標示決策人、責任人、期限與證據；圖說、計算書、採購文件與現場變更由單一文件編碼串聯。公司基本資料、實績、人數、姓名、資格與證照由投標廠商依後端填寫骨架提供，本節只界定履約功能與協作方式，不代填未獲授權資訊。

3.4 工作預定期程

建置期以決標後第 1 週啟動，四十日審查折算至第 6 週查核點，四百日完成期限以第 58 週完整涵蓋。進度基準只排至完成設置、測試、驗收與營運移交；二十年營運另由年度管理表控制，不把長期例行作業展開為逐週甘特。各工作包以輸入文件、前置關係、完成定義與查核證據管理，非可歸責因素則依契約程序評估影響及更新基準。

第 6 週審查定稿、第 16 週圖說核定、第 24 週申請送件及第 58 週完成移交構成時程紅線節點。節點前須完成相應文件與技術條件，不能只以時間到點認定完成；延誤預警同時檢查設計、審查、採購、施工及測試的關鍵介面。週報以實際開始、剩餘工期、前置缺口、責任人與復原措施呈現，管理處可據核定文件、送件回執、查驗紀錄與點交清冊驗證進度，如表 5 所示。

表 5 建置期主要節點、完成定義與查核證據

控制節點	預定週次	完成定義	查核證據
計畫審查定稿	第 6 週	四十日內完成審查配合與版本整合	核定 / 修正版計畫書、意見對照
施工圖說核定	第 16 週	結構、電氣、渠道保護及專業簽證完成	核定圖說、計算書、簽證及審查紀錄
備案與併聯申請送件	第 24 週	申請文件完整進件	收件回執、文件清單、缺件追蹤
主要設備與施工完成	第 48 週	支架模組及電氣併網施工達測試條件	進料、查驗、竣工前檢查紀錄
測試與竣工整編	第 57 週	功能、保護、計量與竣工文件完成	測試報告、竣工圖、操作維護文件
驗收與營運移交	第 58 週	設置、核定容量、驗收及移交完成	核定、驗收、教育訓練與點交清冊

第 1 至 10 週同時啟動資料盤點、計畫審查、現勘測量、渠道結構調查及併聯可行性，工作並行但輸入彼此相依。第 6 週審查定稿是首個契約節點，第 7 週起基線設計承接已確認限制；若現勘或渠道調查晚於第 8 週，設計與併聯分析會同時受影響。查核重點是現勘成果、問題清冊與審查對照均已閉合，如圖 7 所示。

履約建置期程甘特圖

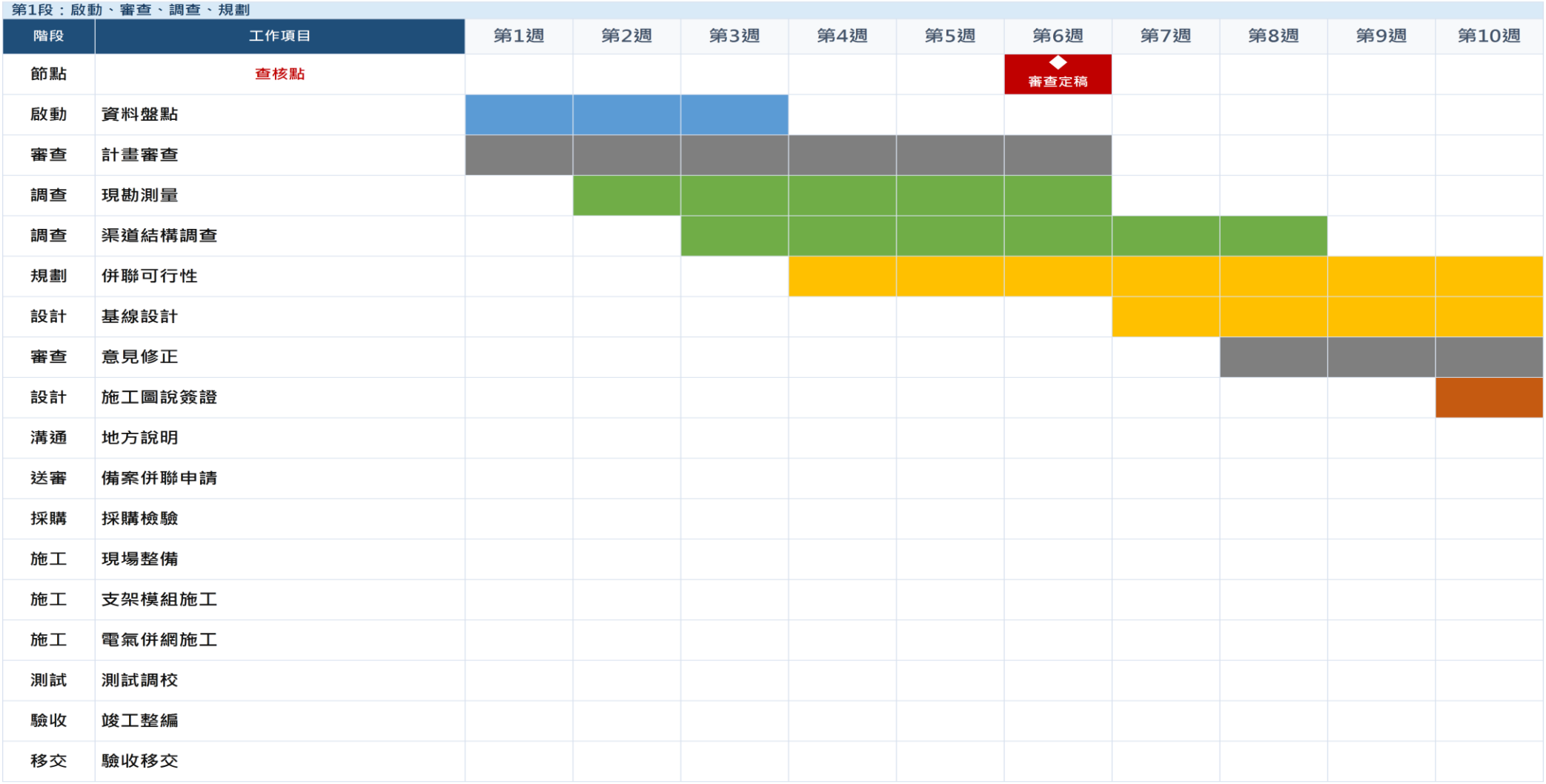

圖 7 履約建置期程甘特圖（一）：第 1 至 10 週

履約建置期程甘特圖

第2段：設計、審查、溝通、送審

階段	工作項目	第11週	第12週	第13週	第14週	第15週	第16週	第17週	第18週	第19週	第20週
節點	查核點						◆ 圖說核定				
啟動	資料盤點										
審查	計畫審查										
調查	現勘測量										
調查	渠道結構調查										
規劃	併聯可行性										
設計	基線設計										
審查	意見修正										
設計	施工圖說簽證										
溝通	地方說明										
送審	備案併聯申請										
採購	採購檢驗										
施工	現場整備										
施工	支架模組施工										
施工	電氣併網施工										
測試	測試調校										
驗收	竣工整編										
移交	驗收移交										

圖 8 履約建置期程甘特圖（二）：第 11 至 20 週

履約建置期程甘特圖

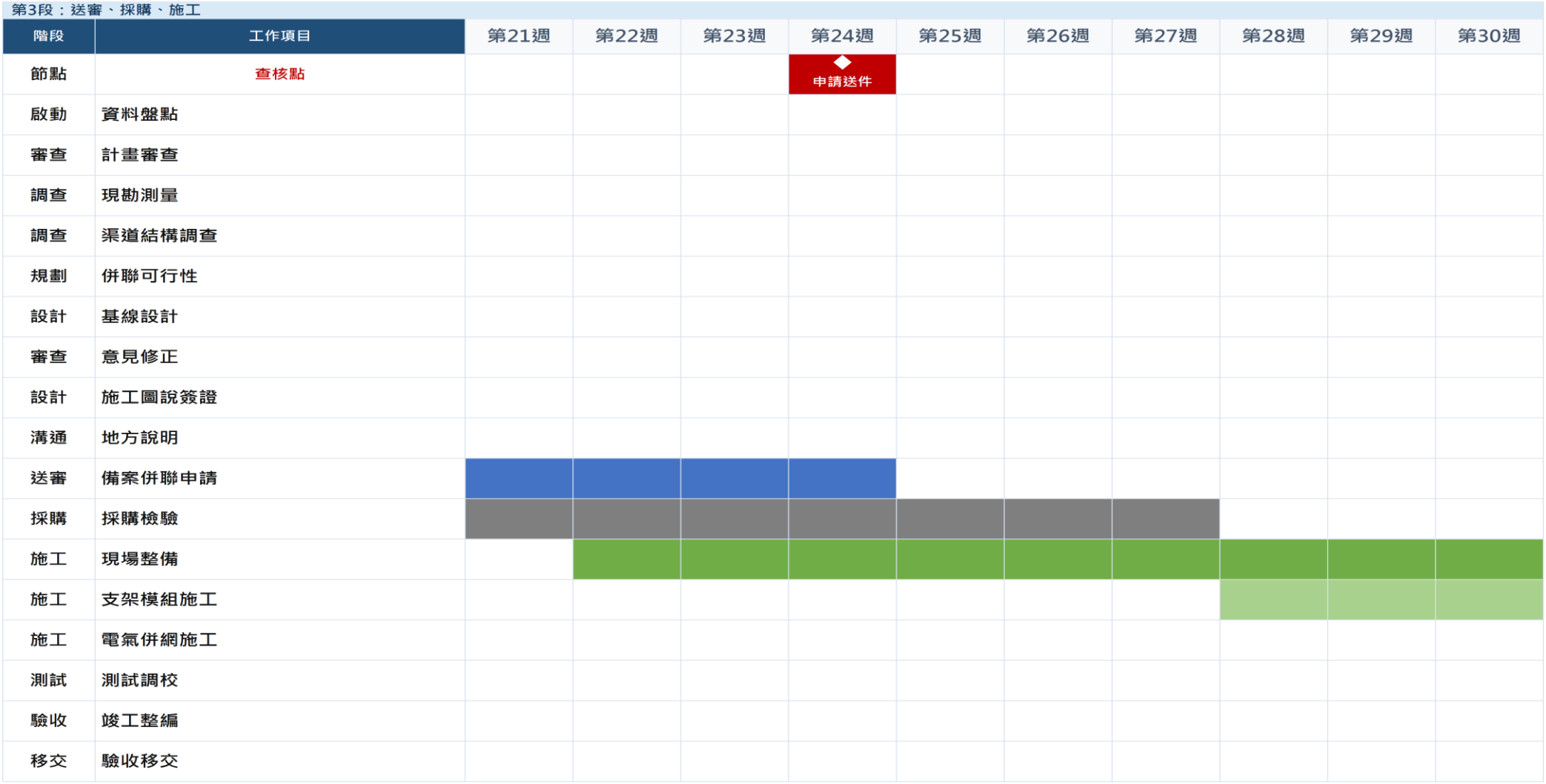

圖 9 履約建置期程甘特圖（三）：第 21 至 30 週

履約建置期程甘特圖

第4段：施工

階段	工作項目	第31週	第32週	第33週	第34週	第35週	第36週	第37週	第38週	第39週	第40週
節點	查核點										
啟動	資料盤點										
審查	計畫審查										
調查	現勘測量										
調查	渠道結構調查										
規劃	併聯可行性										
設計	基線設計										
審查	意見修正										
設計	施工圖說簽證										
溝通	地方說明										
送審	備案併聯申請										
採購	採購檢驗										
施工	現場整備										
施工	支架模組施工										
施工	電氣併網施工										
測試	測試調校										
驗收	竣工整編										
移交	驗收移交										

圖 10 履約建置期程甘特圖（四）：第 31 至 40 週

履約建置期程甘特圖

第5段：施工、測試

階段	工作項目	第41週	第42週	第43週	第44週	第45週	第46週	第47週	第48週	第49週	第50週
節點	查核點										
啟動	資料盤點										
審查	計畫審查										
調查	現勘測量										
調查	渠道結構調查										
規劃	併聯可行性										
設計	基線設計										
審查	意見修正										
設計	施工圖說簽證										
溝通	地方說明										
送審	備案併聯申請										
採購	採購檢驗										
施工	現場整備										
施工	支架模組施工										
施工	電氣併網施工										
測試	測試調校										
驗收	竣工整編										
移交	驗收移交										

圖 11 履約建置期程甘特圖（五）：第 41 至 50 週

履約建置期程甘特圖

第6段：測試、驗收、移交

階段	工作項目	第51週	第52週	第53週	第54週	第55週	第56週	第57週	第58週
節點	查核點								◆ 完成移交
啟動	資料盤點								
審查	計畫審查								
調查	現勘測量								
調查	渠道結構調查								
規劃	併聯可行性								
設計	基線設計								
審查	意見修正								
設計	施工圖說簽證								
溝通	地方說明								
送審	備案併聯申請								
採購	採購檢驗								
施工	現場整備								
施工	支架模組施工								
施工	電氣併網施工								
測試	測試調校	■	■	■					
驗收	竣工整編		■	■	■	■	■	■	
移交	驗收移交						■	■	■

圖 12 履約建置期程甘特圖（六）：第 51 至 58 週

第 11 至 20 週由基線設計轉入施工圖說簽證、意見修正、地方說明、備案併聯申請及採購檢驗。第 16 週圖說核定既是施工放行條件，也是主要設備規格凍結基礎；地方說明產生的重大安全或通水意見須回寫圖說。審查意見對照、說明會議題結案、簽證圖說與採購核准構成此段完成證據，如圖 8 所示。

第 21 至 30 週的關鍵是申請送件、設備採購檢驗與現場整備交會。第 24 週申請送件不等同核定，專案仍須維持缺件及審查意見追蹤；現場整備則須在核定施工圖、工區安全與渠道保護條件具備後推進。收件回執、進料檢驗、臨時設施查驗及施工前檢查可用來判定是否安全銜接支架模組施工，如圖 9 所示。

第 31 至 40 週以支架模組施工為主，並在第 39 週銜接電氣併網施工。土建、支架、模組與電纜介面須按分區完成隱蔽工程及尺寸查驗，未通過區域不得被後續工序覆蓋；汛期與通水狀況亦可能改變每日可施工面。此段以自主檢查、材料追溯、隱蔽查驗、工安巡查及分區完成紀錄控制品質與進度，如圖 10 所示。

第 41 至 50 週完成支架模組與電氣併網施工，並由第 47 週開始測試調校。施工完成量須和測試可用量分開，因極性、絕緣、接地、保護、通訊或計量缺失都可能阻止區域送測；缺失依安全與併聯影響分級關閉。分區竣工清單、檢測值、保護設定、缺失複驗及台電介面紀錄是本段的主要查核證據，如圖 11 所示。

第 51 至 58 週由測試調校轉入竣工整編、驗收與移交，第 58 週完整涵蓋四百日完成控制。最終判定不只看設備可運轉，還要確認能源主管機關與台電核定容量、缺失關閉、竣工圖、操作維護文件、備品、教育訓練及點交清冊一致。任何未結事項均列明責任與完成證據後納入驗收控制，完成移交才進入長期營運管理，如圖 12 所示。

3.5 廠商其他補充說明

本案建置條件具有容量尚待收斂、渠道持續使用、極端風震、跨機關審查及長期營運等不確定性，補充治理先建立整合風險基準。風險評分分別判斷發生可能性、人身與渠道後果、期程衝擊、成本曝險及偵測能力，處置後再評估剩餘風險；高風險事項由主持人召集結構、電機、水利、施工與維運共同決策。風險關閉須有現場、計算、核准或測試證據，不能只把狀態改為完成。

文件治理以單一編碼連結需求、設計輸入、圖說、計算、採購、查驗、測試、缺失與竣工成果。每次發行標示版次、日期、編製、審查、核准及取代關係，工地只使用受控版本；口頭指示須轉為正式紀錄並完成影響評估。管理處提出的意見以對照表逐條回覆，關閉時附變更內容及證據，確保四十日審查後形成的契約基準能延續至驗收。

品質異常採隔離、原因分析、矯正、複驗與預防擴散五步處理。材料證明不符、尺寸超差、隱蔽工程漏驗、保護設定錯誤或資料缺漏均列入不符合事項；處置若涉及結構、併聯或渠道功能，必須回到專業審查，不得由現場自行放寬。月度品質報告呈現未結缺失、重複原因、逾期界面及趨勢，作為調整供應商、工法、人力或停留點的依據。 建置治理以風險、品質、文件與成本四項基準維持一致控制。風險登錄簿至少涵蓋場址限制、通水、風震、地盤、併聯審查、長交期設備、施工安全、地方意見與極端天候，逐項標示原因、影響、責任人、預警指標、預防措施及剩餘風險；重大風險變動時同步評估圖說、期程、費用與驗收文件。品質計畫則以設計審查、進料檢驗、施工查驗、測試、竣工與移交六個停留點管理，未具合格證據不得越點。

成本估算範圍鎖定投標計畫、送審與專業整合、結構安全與簽證支援、地方溝通、渠道水質與應變、遠端監控資訊安全基線、首年場地使用及保險等可識別工作。尚待

容量與併聯條件收斂的模組、支架、變流器及併網工程量不以臆估數量納入本表；其成本風險以容量、數量與交期情境分析，不併入本階段合規工作小計。表內直接薪資 1,280,000 元占總計 33.19%，直接執行費 2,201,037 元占 57.07%，公司管理費 192,000 元占 4.98%，營業稅 183,652 元占 4.76%，四個最大項彼此獨立。

直接執行費的主要成本動因為首年場地使用費 751,037 元、結構安全與簽證支援 450,000 元、首年保險 300,000 元及備案併聯支援 280,000 元；其交付證據分別是支付基礎、計算與簽證成果、保險文件及送審回執。遠端監控資訊安全基線 150,000 元占總計 3.89%，連結帳號權限、事件紀錄與設定交付；公司管理費只涵蓋契約行政、版本與內部品質複核，不與直接執行費重複。稅前小計 3,673,037 元乘 5%後四捨五入為 183,652 元，總計 3,856,689 元，算術可由各小計逐層回算。

各細項以人月、人日或可驗收工作包作數量基礎，單價乘數量形成複價，再由壹至肆小計加總；直接執行費占比最高，成本控制優先追蹤場地、簽證、保險與併聯支援，管理費及稅費則維持獨立。人力費用須對應工作紀錄與成果版本，技術支援費對應計算、圖說或送審成果，說明會與應變文件對應活動及查核紀錄，場地與保險費則對應付款及有效證明。管理處可由數量、單價、複價、小計、稅額與總計交叉驗算，並以交付證據判定成本是否已產生，避免把尚未核定的設備投資與本階段合規基準混為一談，如表 6 所示。

表 6 投標階段專業服務與第一年合規成本估算表

項次	工作項目	單位	數量	單價	複價
壹	直接薪資				
一	投資計畫、送審與專業整合人力				

項次	工作項目	單位	數量	單價	複價
1	計畫主持人（工作計畫、審查應答及成果品質控管，2.00 人月）	人月	2.00	120,000	240,000
2	協同主持人（設置與營運需求整合、計畫書修正，2.50 人月）	人月	2.50	100,000	250,000
3	結構專業技師（渠道保護、耐風耐震及錨定計算整合，2.00 人月）	人月	2.00	110,000	220,000
4	電機及併聯工程師（設備規格、保護協調及併聯文件整合，2.50 人月）	人月	2.50	100,000	250,000

項次	工作項目	單位	數量	單價	複價
5	水利環境與地方溝通專員（維護、水質、應變及說明會支援，4.00 人月）	人月	4.00	80,000	320,000
壹小計	直接薪資小計				1,280,000
貳	直接執行費				
一	技術審查、設置前作業與第一年合規成本				
1	結構安全計算、圖說彙整及技師簽證支援（1 式）	式	1	450,000	450,000
2	再生能源備案及台電併聯申請文件與現勘支援（1 式）	式	1	280,000	280,000

項次	工作項目	單位	數量	單價	複價
3	施工前地方說明會、場地及資料印製支援（1場）	場	1	100,000	100,000
4	渠道水質保護、汛期檢修及緊急應變文件支援（1式）	式	1	170,000	170,000
5	遠端監控資訊安全基線、帳號權限與事件紀錄設定（1式）	式	1	150,000	150,000
6	場地使用費（以地籍面積 3.004148 公頃及每年每公頃 250,000 元計，1 年）	年	1	751,037	751,037

項次	工作項目	單位	數量	單價	複價
7	公共意外、工程綜合、團體意外傷害及第三人責任保險首年保費基準（1 式）	式	1	300,000	300,000
貳小計	直接執行費小計				2,201,037
參	公司管理費				
一	專案行政與品質管理				
1	公司管理費（契約行政、文件版控、內部品質複核及履約協調，1 式）	式	1	192,000	192,000
參小計	公司管理費小計				192,000
肆	稅費				
一	營業稅				
1	營業稅（稅前小計 3,673,037 元 ×5%，四捨五入至元）	式	1	183,652	183,652

項次	工作項目	單位	數量	單價	複價
肆小計	稅費小計				183,652
總計	全案總計				3,856,689

肆、營運計畫

4.1 營運組織及管理計畫

營運責任由資產、事件、績效與利害關係人四條資訊鏈彙入管理決策。資產鏈維護設備位置、規格、保固、檢測與汰換履歷；事件鏈保存告警、派工、處置、復歸及根因；績效鏈比較發電、可用狀態、缺失與維護趨勢；利害關係人鏈則連結管理處通報、渠道狀態及地方意見。月度會議處理異常與資源，年度審查評估設備健康、保險、法規、備品及期滿責任，所有決策均標示依據、責任與完成證據。 二十年營運採契約與績效管理、監控與工單控制、現場巡檢維修三層治理。告警先依人員、渠道、結構、電氣、發電與通訊影響分級，再派工、處置及復歸驗證；重大事件升級管理處與應變組織。告警紀錄、工單、照片、量測、月報及年度審查形成同一追溯鏈，反覆故障則轉為根因改善，如圖 13 所示。

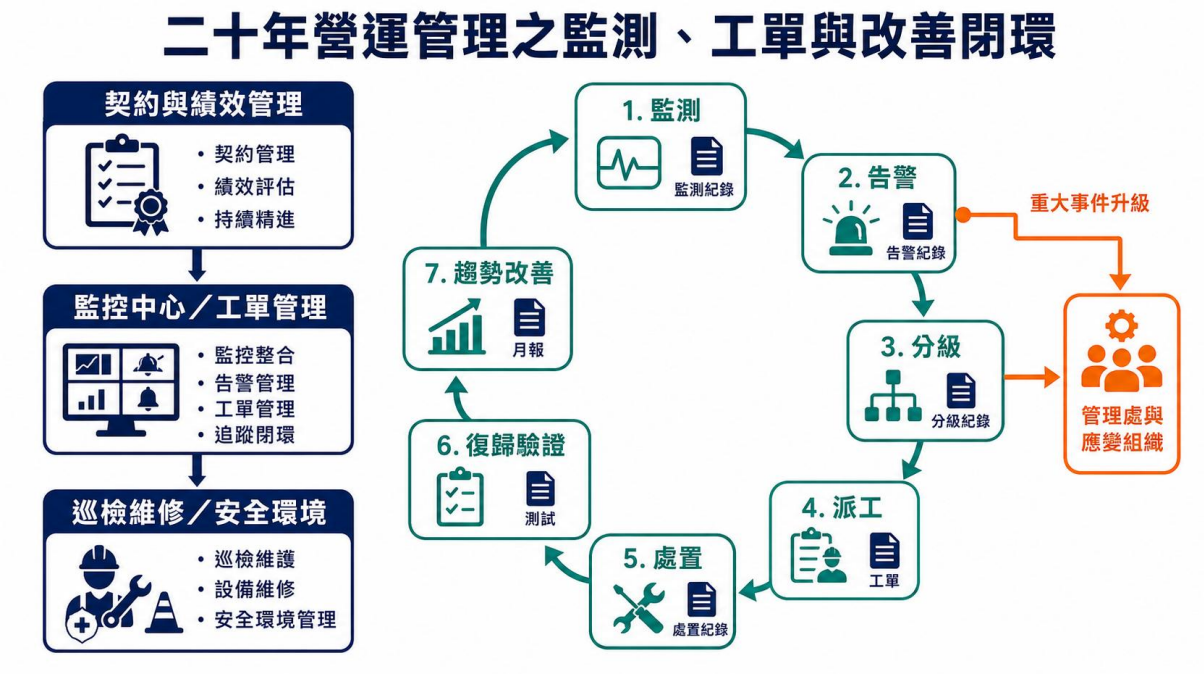

圖 13 二十年營運管理之監測、工單與改善閉環

管理週期依日常監測、月度彙整、季節前檢查及年度審查分層，不將二十年工作逐週鋪陳。日常確認告警、通訊與現場異常，月度交叉分析工單、發電偏差、渠道及陳情，汛期與颱風季前查結構、排水、固定與備援，年度則檢視保險、法規、設備健康及拆除準備。每個週期均設定責任、輸入與完成證據，管理處可由趨勢、異常關閉及改善追蹤判斷營運是否受控，如表 7 所示。

表 7 長期營運管理週期與查核證據表

管理週期	核心作業	決策與升級	查核證據
日常 / 即時	監控、告警確認、天候與渠道異常觀察	人身、通水或重大電氣風險立即升級	告警、通報、停復機紀錄
月度	巡檢、工單、發電偏差、環境與陳情彙整	重複異常啟動根因分析	月報、工單、照片、量測
季節前	防颱、防汛、結構固定、排水與備援檢查	缺失未關閉前限制相關設備運轉	檢查表、改善與複驗紀錄
年度	結構電氣健檢、保險、法規及績效審查	更新維護、備品與風險計畫	年報、檢測、保險與審查紀錄
生命週期節點	大修、汰換、期滿前拆除準備	比較維修、汰換與退場方案	評估報告、核准與資產清冊

4.2 維修計畫及維修方式限制

設備暴露於戶外、渠道濕氣、風雨與長期熱循環，維修策略須由失效模式而非固定行事曆單獨驅動。模組與連接器可能受熱點、鬆脫或進水影響，鋼構與錨定可能發

生腐蝕、疲勞、位移或沉陷，變流器與盤體則可能出現溫升、保護、濾網及通訊異常；各失效模式均指定可觀察徵兆、檢查方法、限制條件與復歸測試。

維護排程使用設備重要度、故障歷史、環境暴露與備品交期共同排序。會造成人身、通水、結構或併聯風險的設備列為關鍵資產，保養與備品優先；一般效能缺失則按趨勢安排。跨年度資料以相同設備編碼追蹤，汰換後保留前後型號、設定、測試及報廢流向，使設備履歷可支持保固求償、保險調查及生命週期決策。 維修計畫由狀態監測、預防保養、矯正維修與生命週期更新四類作業構成。監控系統比對各區發電、電壓電流、變流器告警、通訊與計量資料，辨識設備、遮蔽、污損或併聯異常；現場巡檢再確認模組破損、熱點跡象、夾具鬆脫、構材腐蝕、線纜磨損、盤體進水、接地、防雷、基礎與渠道周邊狀態。資料異常與實體缺失使用同一工單編號，避免監控告警在現場處置後沒有復歸證據。

預防保養依設備說明書、環境暴露及故障趨勢排程。模組檢查著重外觀、固定、接線與污損；支架及基礎著重腐蝕、變形、螺栓、焊道、錨定與沉陷；直交流設備著重溫升、絕緣、扭矩、保護設定、濾網與通風；監控著重時間同步、資料缺漏、帳號權限、備份與事件紀錄。季節前加做排水、落物、纜線固定、緊急停機與備援通訊檢查，缺失完成複驗後才關閉。

矯正維修先依危害分級。涉及人員觸電、火災、結構失穩、設備落入水域或阻礙通水者，立即隔離、停機並啟動應變；影響單一設備但未危及公共安全者，先限制故障區並調度備品；效能或資料品質異常則由趨勢與現場量測定位。更換品須符合核定規格及上下游介面，維修後執行絕緣、極性、接地、保護、通訊或結構複驗，工單記錄原因、材料、量測與復歸狀態。

水域作業限制優先於清洗便利。一般清潔使用不含清潔劑的方法，避免任何清潔液、油品、鏽屑或廢棄物進入渠道；確有使用清潔劑必要時，先將設備吊離水域，在有截流與回收條件的區域作業。通水、汛期、強風、雷雨、夜間視線不足或管理處限制期間，不進行會妨礙渠道或增加墜落風險的維修。吊裝、臨時支撐與停電作業均須有作業許可、能量隔離、監視及復歸確認。

維修成效按故障重複性、告警至派工軌跡、工單關閉證據、備品消耗、發電偏差恢復、結構與電氣缺失趨勢評估，不用單一發電數值掩蓋安全問題。年度分析辨識高故障設備與環境誘因，決定加密巡檢、調整保養、更換材料或更新設計；涉及核定設備或併聯條件的變更，先完成技術差異與審查程序。所有紀錄納入設備履歷，作為保固、保險、年度檢查與期滿資產處置的共同依據。

4.3 安全維護措施

安全檢查的未結缺失須維持警戒或限制措施，直至複驗通過。場址同時具有高處、帶電、臨水、戶外風雨與公共可接近等風險，安全維護必須在設計、作業與監督三層形成防護。設計層以隔離、接地、防墜、維護淨空與安全停機降低固有風險；作業層以許可、能量隔離、工具檢點、監視及復歸控制暴露；監督層再由巡查、稽核、事件調查與教育訓練確認措施持續有效。

人員進場前依工作內容完成資格與危害告知，承攬與分包使用同一安全標準。每日工具箱會議確認天候、水位、通水、帶電、吊裝與鄰近作業界面，作業中條件改變即重新評估；高處、吊掛、局限動線及臨水工作均指定監視及救援安排。事件與未遂事故保留現場、時間、作業條件、直接與系統原因，改善措施延伸檢查同類區域，不以個人疏失作為唯一結論。 安全維護以公共安全、職業安全、電氣安全、結構安全及渠道安全五道防線管理。場界、設備區、盤體與高風險位置設置權限、標示與防護，

維持道路、巡檢、清淤及救援動線；可能落物區、吊裝區與電氣作業區採實體隔離。開工或維修前由作業負責人辨識墜落、感電、夾捲、落水、吊掛、臨時支撐、極端天候與通水風險，控制措施未具備時停止作業。

電氣安全採停電、驗電、接地、上鎖掛牌及復歸確認程序。直流側即使交流停電仍可能帶電，故隔離範圍須涵蓋模組、匯流、變流器與回送電源；盤體標示、單線圖與現場設備編碼一致。接地連續、防雷與突波保護、絕緣、保護設定及緊急停機功能依週期檢測，任何跳脫或過熱不得只復歸而不查原因；熱作、臨時用電與測試另採許可及監視。

結構安全透過風前、風後與定期檢查控制。風前確認模組夾具、螺栓、斜撐、底板、錨栓、基礎、落物及排水，必要時限制人員進入；風後先遠端與目視判讀，再由安全路徑進場檢查變形、鬆脫、沉陷與電纜損傷。發現異常立即劃設警戒、停機及臨時支撐，結構專業人員評估後才修復與復歸；任何構材替代須重新檢查載重路徑與防蝕相容。

渠道安全要求設備、材料、工具與廢棄物不得掉入或阻礙通水，維護人員不得以渠道構造作未核定錨點。靠水作業配置防墜、救生、監視與救援動線；汛期、豪雨或水位異常時先撤離人員、固定材料並通報管理處。施工或維修造成濁度、油污或異物風險時，立即停止來源、圍堵回收並保留處置紀錄，後續依水質與渠道狀態判定復工。

公共安全以巡檢與通報閉環維持。民眾可接近區域檢查銳角、鬆動、落物、積水、眩光、標示與通行衝突；陳情或異常由單一窗口登錄，涉及立即危害先隔離再調查。安全稽核不只計算件數，而是檢查危害是否辨識、控制是否有效、缺失是否複驗及同類問題是否擴散檢查；月報與年度審查據此更新教育訓練、作業程序、備品及應變資源。

4.4 水汙染防治措施

所有污染防治用品均納入現場盤點，使用、回收與清運數量彼此勾稽。渠道是持續運作的水利設施，污染防治的控制邊界涵蓋設備表面、施工與維修平台、材料暫存、運輸路線及下方水體。作業規劃先盤點可能進入水域的液體、固體與細粒物，依「避免使用、遠離水域、二次圍阻、即時回收」順序選擇措施；承攬人攜入用品與離場廢棄物均登錄，避免不明化學品或耗材留置。

背景觀察與事件監測分開記錄。日常巡查看水色、異味、漂浮物、堆積及設備滲漏，必要量測同時記載上下游位置、天候、水位、時間及方法；發現異常先以現場安全與污染控制為主，不等待歸因完成。復原判定除現場無持續污染外，還須確認污染物已清除、渠道功能未受影響、廢棄物有合法流向且改善措施已落實。 水污染防治從污染源辨識與作業隔離開始，涵蓋清洗液、油品、燃料、塗料、鏽屑、切削物、包材、混凝土漿及事故消防水。依《農田灌溉排水管理辦法》維持灌溉排水水質與設施管理要求，水域內設備清洗不得使用清潔劑；確有必要時先移出水域，在具承接、截流與回收條件的區域處理。（農業部農田水利署，2025）

日常以乾式或不含清潔劑方式清除污物，工具與材料設防墜和承接措施；加油、塗裝、切割及混凝土作業遠離水域並配置二次盛裝。降雨前檢查臨時材料、排水與攔截，事故時先停源、圍堵、回收，再依污染範圍通報；污染物與吸附材分類貯存及清運。渠道水色、異味、漂浮物或濁度異常均記錄時點、位置、天候、上游背景與處置，避免把上游變化或自然濁度直接歸因於工區。

控制表區分例行清潔、高污染可能作業、降雨汛期及事故四種情境，並將禁止事項、預防、監測、通報與結案證據放在同一列。不同時點的水質資料僅在採樣位置、方法與環境條件相近時比較；條件不一致者保留限制說明，仍以污染源是否停止、渠

道是否恢復及清運是否完成作決策。管理處可由作業許可、照片、巡查、量測、通報、清運與復原紀錄追查全程，如表 8 所示。

表 8 渠道水污染防治情境與查核表

作業情境	主要限制	預防與處置	監測 / 驗收證據
模組與設備清潔	水域內禁用清潔劑	採不含清潔劑方法；必要時移出水域	作業紀錄、照片、用品清單
油品、塗裝、切割	不得使液體或碎屑入水	遠離水域、二次盛裝、承接與回收	作業許可、巡查、廢棄物流向
降雨與汛期	不得阻礙通水或沖刷材料	雨前固定、清理、檢查攔截與排水	雨前後檢查、異常與改善紀錄
污染事故	先控制來源並保護渠道	停源、圍堵、回收、通報、清運	通報、量測、處置、復原與結案

4.5 緊急應變計畫

應變資源依場址位置與事件類型配置，至少包含停機隔離、警戒、救生、消防、吸附圍堵、臨時支撐、照明、通訊及量測工具，並建立可用狀態與領用紀錄。聯絡清冊按管理處、現場指揮、結構電機支援、醫療消防、電力與清運界面分組，定期以通訊測試及桌上演練確認代理順序；個人聯絡資料只保存在受控清冊，不在公開正文臆列。

颱風或豪雨採預警、整備、限制、撤離、災後檢查五階段。預警時檢查固定、排水、落物與備援；風雨條件達不安全狀態即停止臨水、高處及吊裝作業並撤離；災後先確認渠道與公共區域，再檢查結構和電氣。演練觀察資訊是否完整、決策是否明確、資源能否到位及復原條件是否被正確使用，結果納入年度改善。 應變事件分為人員傷害、電氣火災、結構失穩、極端風雨、渠道阻塞或水位異常、污染及通訊中斷。任何

人員危害先救援與隔離，渠道事件先維持通水與通知管理處，電氣事件先停機及能量隔離；現場應變組、結構電機技術支援與管理處依事件等級協同。通報紀錄須包含時間、位置、現象、已採措施、影響範圍及後續需求。

分級應變由異常偵測進入人員安全與初判，再決定停機、隔離、保護通水、資源動員與外部通報。搶修完成不代表事件結束，仍須檢查結構、電氣、渠道與水質，確認風險已降至可接受後才復歸；結案檢討把根因、措施與同類設備擴散檢查納入改善。跨組織交接以通報、照片、檢測、復原確認及改善追蹤為證據，如圖 14 所示。



圖 14 渠道與極端天候事件分級應變及復原流程

事件控制表將觸發、立即行動、升級與復原條件逐項對應。風雨事件關注人員撤離、落物、錨定與通水；電氣事件關注隔離、復燃與保護設定；污染事件關注停源、圍堵與清運；結構事件則須由專業人員判定支撐與復歸。演練以情境注入測試通報鏈及替代通訊，缺口形成具責任與期限的改善單，管理處可據演練、事件、檢測與結案紀錄查核應變能力，如表 9 所示。

表 9 緊急事件觸發、處置與復原判定表

事件類型	觸發與初判	立即行動及通報	復原與結案證據
極端風雨 / 渠道異常	氣象警示、水位、阻塞或落物	撤離、固定、停機、保護通水、通報管理處	風後巡檢、渠道確認、複驗與改善
電氣火災 / 感電	跳脫、煙熱、異味、人員受傷	救援、隔離電源、警戒、外部救援	絕緣、保護、設備更換與復歸測試
結構變形 / 鬆脫	異音、位移、構材或錨定異常	警戒、停機、臨時支撐、專業評估	計算、修復、簽認與擴散檢查
污染 / 異物入水	油污、濁度、漂浮物或掉落	停源、圍堵、回收、通報與清運	水質 / 現場確認、清運與結案
監控通訊中斷	資料中斷或告警失效	啟用替代通訊、現場巡檢、限制風險作業	資料補正、原因分析、備援測試

4.6 拆除計畫

復原缺失由原責任單位完成改善與共同複驗，不因設備移出而結案。拆除規劃在營運期間即維護資產清冊與材料資訊，避免期滿才辨識設備、危害物及回收責任。重大汰換時同步更新數量、位置、重量、拆解方式與去向；期滿前以現況調查比對初始場址及歷次變更，形成拆除範圍、復原標準、責任界面與三個月倒排計畫，並將通水、交通、噪音及地方通知納入施工前條件。 使用關係終止或期滿未續約時，依三個月內拆除並回復原狀的控制期限倒排作業。期滿前先完成設備與材料清冊、危害物辨識、停機及解聯程序、吊裝與運輸路線、渠道保護、廢棄物分類、再使用與回收去向及復原基準；拆除順序原則由電氣隔離、模組與線纜、盤體與變流器、支架、基礎及場地復原逐步推進，避免先移除承重或防護構件。

拆除前核對無帶電、無回送及可安全吊運，工作區維持通水、維護與救援路徑。可再使用設備建立序號與去向，金屬、線纜、電子設備與一般廢棄物分類交合法流向，破損模組及含油或污染材料另行隔離；不得將碎片、漿體或油污留在渠道。基礎移除範圍依核定復原標準執行，完成後檢查結構、地表、排水、通行及渠道狀態。

停解聯、設備移除、廢棄物流向、基礎處理與共同點交依序串成驗收鏈。各階段均設完成定義，前階段未簽認不得進入可能掩蓋缺失的後續作業；照片須有位置、日期及前後對照，重量或數量資料與清運憑證互相勾稽。管理處可由解聯文件、清冊、運輸、合法流向、復原檢查與共同點交確認三個月期限及原狀回復責任已完成，如表 10 所示。

表 10 期滿拆除、清運與原狀回復驗收表

階段	主要作業	風險控制	驗收證據
停機與解聯	隔離直交流電、計量及併聯界面	驗電、上鎖掛牌、防回送	停機、解聯與安全確認紀錄
設備拆卸	模組、線纜、盤體、變流器及支架依序拆除	吊裝、防墜、落物與渠道保護	設備清冊、序號、照片與運輸資料
分類與清運	再使用、回收、電子及一般廢棄物分流	破損與污染物隔離、防逸散	重量 / 數量、清運與合法流向證明
基礎與場地復原	依核定範圍移除並修復地表及排水	維持渠道結構與通水功能	施工紀錄、檢測與前後對照
共同點交	全場巡查、缺失關閉、文件移交	未結事項列管至完成	點交清冊、簽認、結案報告

伍、廠商投標值

5.1 每年場地使用費

投標承諾值：新臺幣 _ _ _ _ 元 / 公頃 / 年（不得低於招標最低門檻新臺幣 25 萬元 / 公頃 / 年）。

地籍面積 3.004148 公頃乘來源最低每公頃年費 250,000 元，最低年費基礎為 751,037 元；投標欄由廠商填具，不以本項試算代填承諾值。

$$F_y = A_h \times f_h \tag{5-1}$$

式中，F_y為每年場地使用費，單位為新臺幣元 / 年；A_h為計費面積，單位為公頃；f_h為投標承諾之每公頃年費，單位為新臺幣元 / 公頃 / 年，且不得低於來源最低門檻。

場地使用費是固定支出，直接影響二十年現金流與回饋承受能力；財務模型以承諾單價、核定計費面積、支付期點及契約調整條件逐年列示，並將支付證據與原式表單一致勾稽。

5.2 最低回饋金百分比

承諾回饋金百分比（售電收入百分比）：_ _ _ _ %（不得低於招標最低門檻 4.00%）。

回饋金以售電收入乘投標承諾百分比計算，來源最低門檻為 4%，承諾值須填至小數點後二位並依原式表單要求書寫。承諾百分比提高會同步提高每期變動支出，評估時以不同發電量、電價與停機情境檢查現金流，但不把預估售電收入寫成保證。決標後依原表填具值製成契約經費表，售電收入、計算期間、憑證及支付紀錄須可相互核對。

$$R_y = r_b \times S_y \quad (5\text{-}2)$$

式中，R_y為年度回饋金，單位為新臺幣元 / 年；r_b為投標承諾回饋金比率，無單位且不得低於 4%；S_y為同一年度售電收入，單位為新臺幣元 / 年。

表 11 投標標價清單

投標標價清單

編列與標封同一號碼）

（本表應列入投資建議書之「廠商投標值」章內，不另做價格封）

本廠商投標 行政院農業委員會農田水利署臺中管理處「六股排水太陽光電發電系統計畫」案，願支付太陽光電發電設備設置容量及回饋金百分比如下：

投 標 值	**承諾回饋金百分比（售電收入百分比）為** **（_____點_____%）** （最低回饋金百分比不得低於4%） 百分比用**國字數字大寫**填入小數點後二位 （百分比請用中文大寫否則無效）
投標廠商(公司)印鑑	負責人簽章

備註：

一、本招商案於 111 年 1 月 4 日 第 一 次開標。

二、本表將作為投標廠商支付回饋金之依據。

三、本表不得塗改，塗改者無效。

四、本表應列入投資建議書之「廠商投標值」章內，不另做價格封。

五、承諾回饋金百分比(售電收入百分比)，其數值應填至小數點後二位，不得以鉛筆填寫。

六、得標廠商於決標後依本表所填之「承諾回饋金百分比(售電收入百分比)」製成契約經費表後簽章納入契約據以執行。

監辦人員： **主 持 人 ：**

審查人員：

陸、結論

6.1 綜合結論

本團隊以維持六股排水渠道原有功能、人員與公共安全為首要條件，將渭水段772地號的地籍規模、無最低裝置容量、十五級風以上風力、震度七級以上耐震、四十日計畫審查、四百日完成設置、二十年營運及期滿三個月拆除等要求，轉成可追溯的設計與履約基準。容量不以未核定數字承諾，而由現勘限制面、參數化情境、結構安全、電氣保護、維護可達性、能源備案及台電併聯逐關收斂；代表單元計算已就自重、風壓、載重組合、構材強度、撓度、耐震、錨栓抗拔及基礎滑移提出輸入、代入與通過判定，履約時再以實測資料擴充並由依法登記專業人員簽證。

建置治理以設計審查、地方說明、採購檢驗、施工查驗、測試、竣工與移交為停留點，第 6、16、24 及 58 週分別控制審查定稿、圖說核定、申請送件及完成移交。每一節點均連結核定文件、計算與簽證、進料資料、隱蔽查驗、測試報告及點交清冊，避免把經過時間誤認為完成。成本基準另以直接薪資、直接執行費、公司管理費及稅費四個獨立最大項回算，並將主要成本動因連至具體交付證據；場地使用費與售電收入回饋則保留原式投標承諾欄，僅說明門檻、公式與財務影響，不代填廠商投標值。

營運階段以監測、告警、分級、派工、處置、復歸與趨勢改善形成閉環，維修同時受通水、水質、天候與水域禁用清潔劑等限制。公共、職業、電氣、結構及渠道安全分層管理，極端天候、火災、污染或結構異常均有停機隔離、保護通水、通報、搶修、復原及結案證據；期滿拆除則由解聯、設備移除、分類清運、基礎處理與共同點交完成原狀回復。整體價值不只在發電設備建成，更在於渠道功能可維持、風險可預

警、決策可追算、文件可查核、長期維運可交接，並以地方溝通與持續改善建立可審查、可驗收且可延續的履約體系。

參考文獻

1. 經濟部水利署（2023）。水利法。 經濟部主管法規查詢系統。 https://law.moea.gov.tw/LawContent.aspx?id=FL011480
2. 農業部（2020）。農田水利法。 農業部主管法規共用系統。 https://law.moa.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL001178
3. 農業部農田水利署（2025）。農田灌溉排水管理辦法。 農業部主管法規共用系統。 https://law.moa.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL001237
4. 經濟部（2025）。再生能源發展條例。 經濟部主管法規查詢系統。 https://law.moea.gov.tw/EngLawContent.aspx?id=10701&lan=E&media=print
5. 經濟部能源署（2026）。再生能源發電設備設置管理辦法。 經濟部主管法規查詢系統。 https://law.moea.gov.tw/LawContent.aspx?id=FL054000
6. 經濟部能源署（2025）。電器承裝業管理規則。 經濟部主管法規查詢系統。 https://law.moea.gov.tw/LawContent.aspx?id=FL011113
7. 經濟部能源署、內政部（2025）。設置再生能源設施免請領雜項執照標準。 經濟部主管法規查詢系統。 https://law.moea.gov.tw/LawContent.aspx?id=FL054007
8. 台灣電力股份有限公司（2023）。台灣電力股份有限公司再生能源發電系統併聯技術要點。 台灣電力股份有限公司。 https://hc1.taipower.com.tw/media/3inksmke/annex-6-taipower-company-renewable-energy-power-generation-system-parallel-technology-guidelines.pdf?mediaDL=true
9. 台灣電力股份有限公司（2025）。台灣電力股份有限公司第一型及第二型再生能源發電設備併聯作業須知。 台灣電力股份有限公司。 https://hc1.taipower.com.tw/media/ouso3oyd/%E7%AC%AC%E4%B8%80%E5%9E%8B%E5%8F%8A%E7%AC%AC%E4%BA%8C%E5%9E%8B%E5%86%8D%E7%94%9F%E8%83%BD%E6%BA%90%E7%99%BC%E9%9B%BB%E8%A8%AD

%E5%82%99%E4%BD%B5%EF%A6%97%E4%BD%9C%E6%A5%AD%E9%A0%88%E7%9F%A5.pdf?mediaDL=true

附件一、書表及設備目錄、型錄



版權所有 翻印必究