



太陽光電 發電系統建置作業安全

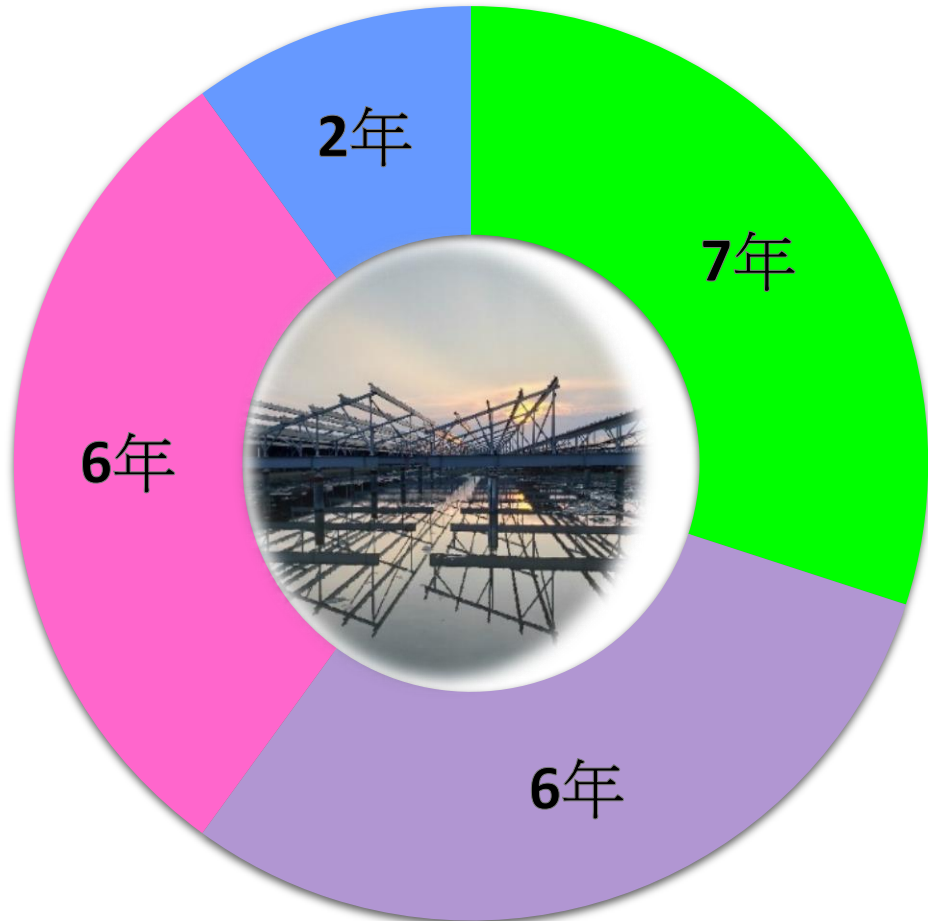
台電再生
能源處
RENEWABLE
ENERGY



報告人:蘇育辰



個人經歷(專業證照)



■ 監造

■ 設計

■ 營運

■ 其他

1. 勞工安全衛生管理技術士（乙級）

2. 勞工安全管理技術士（甲級）

3. 固定式起重機操作（架空式地操）技術士

4. 採購專業人員（基礎）

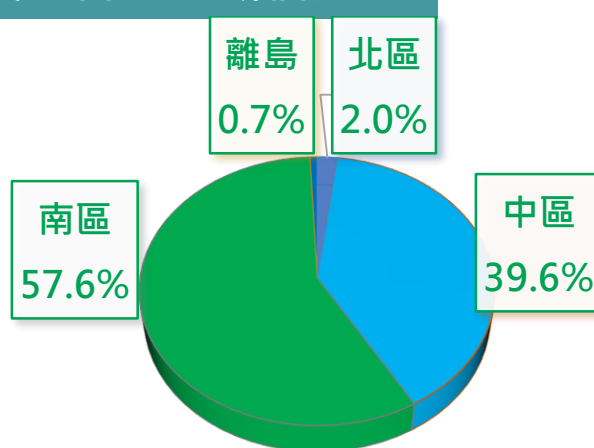
5. 公共工程品管工程師（機電）

台電自有光電案場分佈

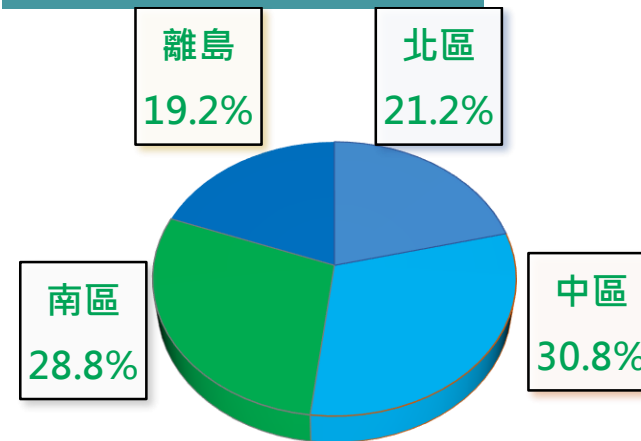


	109年累計		110年新增		合計	
	裝置容量	場址數量	裝置容量	場址數量	裝置容量	場址數量
北區	2.7 MW	6	3.0 MW	5	5.7 MW	11
中區	111.8 MW	15	0.7 MW	1	112.5 MW	16
南區	161.6 MW	14	2.0 MW	1	163.6 MW	15
離島	1.4 MW	9	0.7 MW	1	2.1 MW	10
總計	277.4 MW	44	6.5 MW	8	283.8 MW	52

裝置容量區域佔比



案場數量區域佔比





目錄 大綱

一、水上型

- 設計階段
- 施工階段
- 維運階段

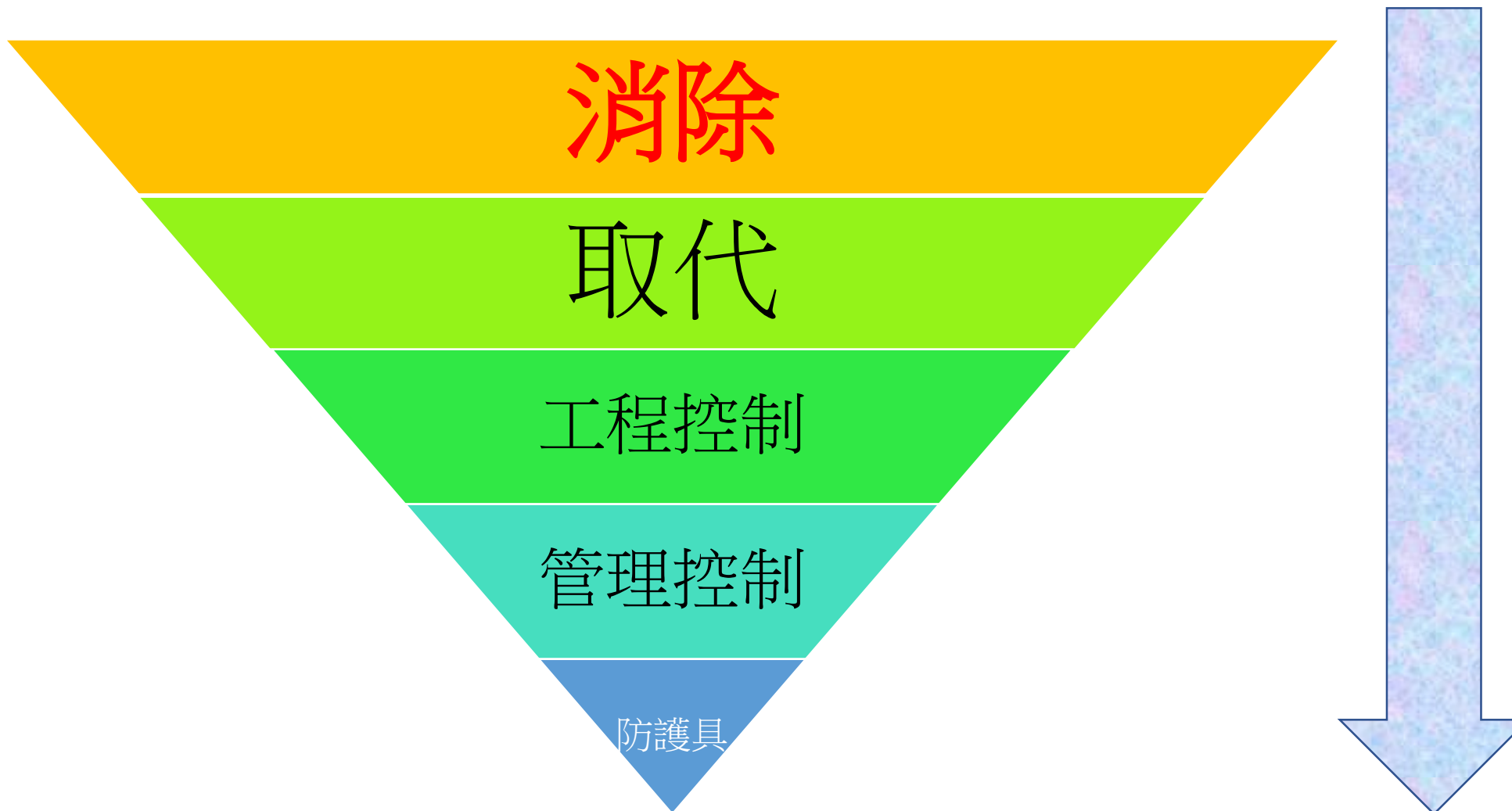
二、棚架型

- 設計階段
- 施工階段

三、教育訓練

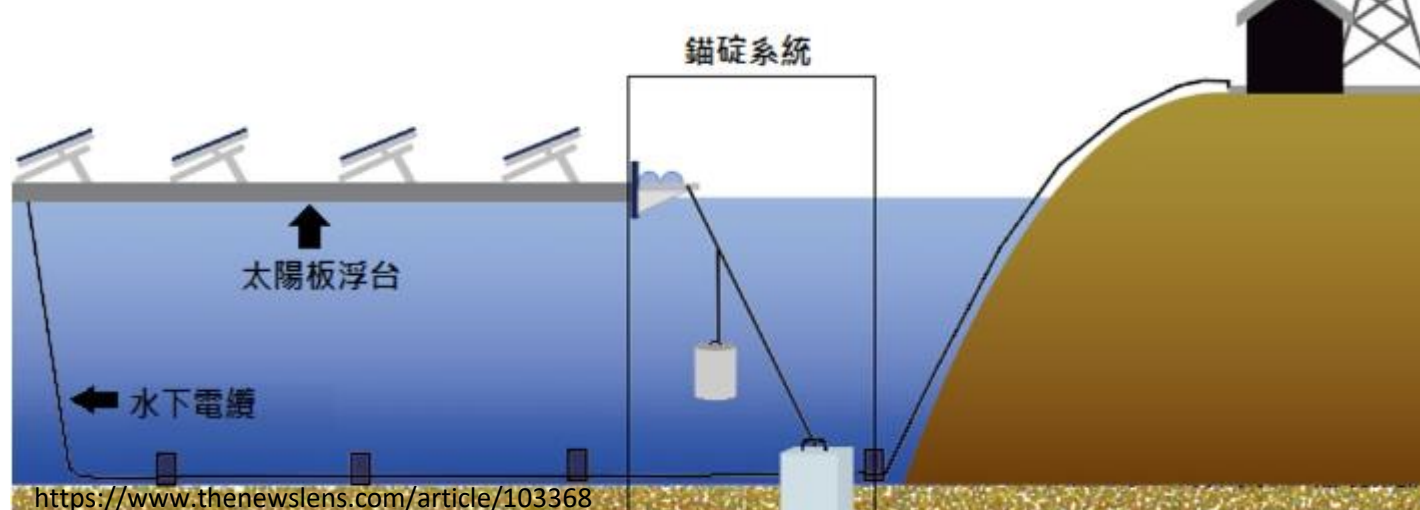
四、結語

降低風險採取之策略:



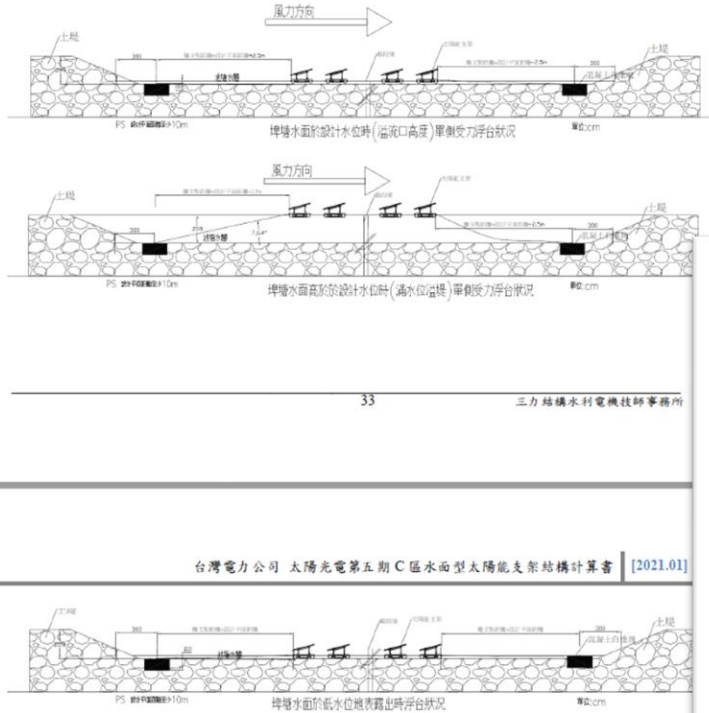


水上型光電



設計階段-結構安全

8.6.2 錨定配置立面圖



錨固穩定度

6. 設計風力計算(依 104 年版風力計算)

6.1 風力設計基本資料

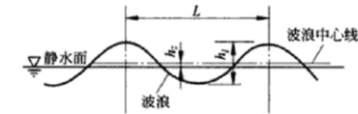
規範查得設計風速為 37.5(m/s)13 級

樓高(h)=	0.559	(m)						
工址=	台南市	七股區(南)						
V ₁₀ (C)=	37.50	(m/s)						
用途係數=	1.1							
地況種類=	C	α	z _g (m)	b	c	λ(m)	e	z _{max} (m)
		0.15	300	0.94	0.2	152	0.2	4.5
地形係數=	平地							
建築物形狀=	矩形							地況 C 採用
結構型態=	開放式建築物							
內風壓平衡=	YES							
β=	0.01	(規範建議鋼構β=0.01;鋼筋混凝土β=0.02)						
B=	8.73	(m)						(垂直風向結構物之平均水平尺寸)
L=	1.30	(m)						(平行風向結構物之平均水平尺寸)
結構物震動週期=	T _x =	0.410	T _y =	0.370	T _z =	0.150		
	ξ _x =ξ _y =ξ _z =	2.439	2.703	6.667				
	結構物震動頻率=							

建築物穩定性檢核= 不會產生共振、渦散與空氣動力不穩定現象

5. 波浪高程與周期計算

波浪高程與周期計算



(1) 平原、濱海地區水庫,按莆田試驗站公式計算平均波高h_m和平均波周期T_m

$$h_m = 0.13 \tanh[0.7(gH_m/v_0^2)^{0.7}] \tanh\left[\frac{0.0018(gD/v_0^2)^{0.45}}{0.13 \tanh[0.7(gH_m/v_0^2)^{0.7}]} \right] \frac{v_0^2}{g} \quad (m)$$

式中: V₀=計算風速,m/s

D=吹程,m

H_m=水域平均水深,m

g=重力加速度,g=9.81m/s²

本案設計參數

V₀= 37.5 m/s

D= 10000 m

H_m= 2.09 m

g= 9.81

h_m= 0.67 m

平均周期

$$T_m = 13.9 \sqrt{h_m/g} \quad (sec)$$

T_m= 3.63 (sec)

平均波長L_m

$$L_m = \frac{gT_m^2}{2\pi} \quad (m)$$

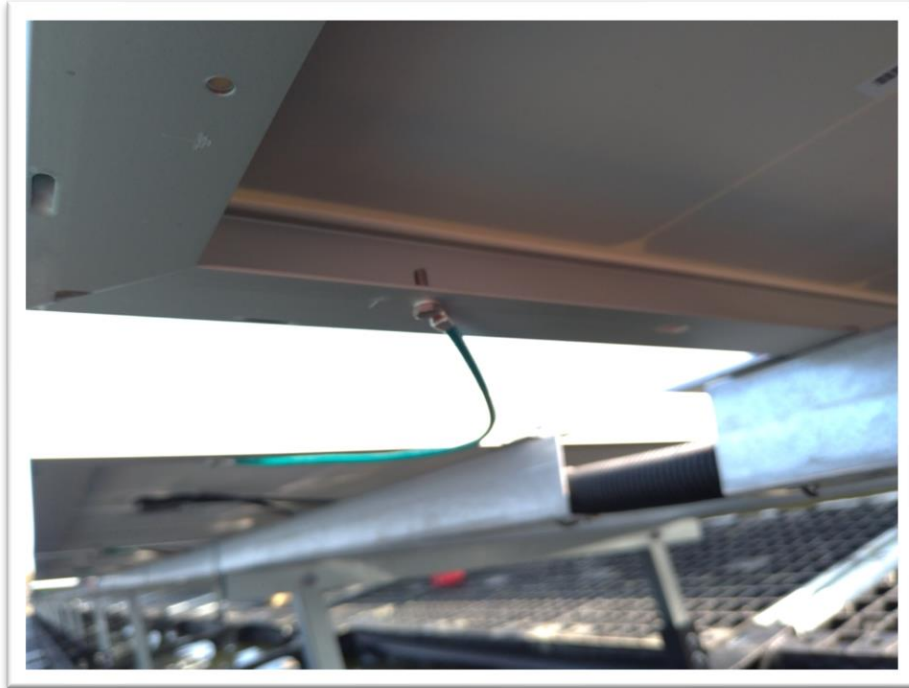
L_m= 20.55 (m)

載具受力狀況

模組支架強度



設計階段-感電風險抑制



光電模組皆有接地線串接

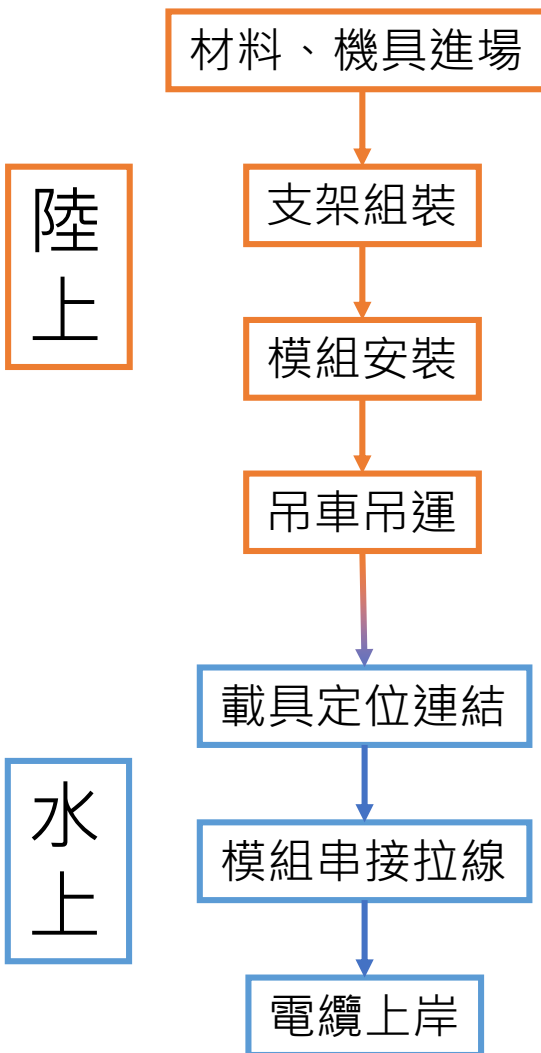


所有接頭皆採IP68

施工流程



每日上工前都要執行 TBM-KY !!!



施工流程-材料、機具進場管制



潛在危害：物體倒塌、物體飛落
預防措施：物體堆置整齊、限高1.8m(營造安全衛生設施標準§35)



材料進場使用機具落實自動檢查(一機三證等)

施工流程-支架&模組安裝



潛在危害：夾傷、碰撞傷

預防措施：TBM-KY宣導、施作前教育訓練、
配戴安全護具、落實工安三護



因水面型支架高度相對低，進出模組
下方應特別注意頭部及背部碰撞傷。

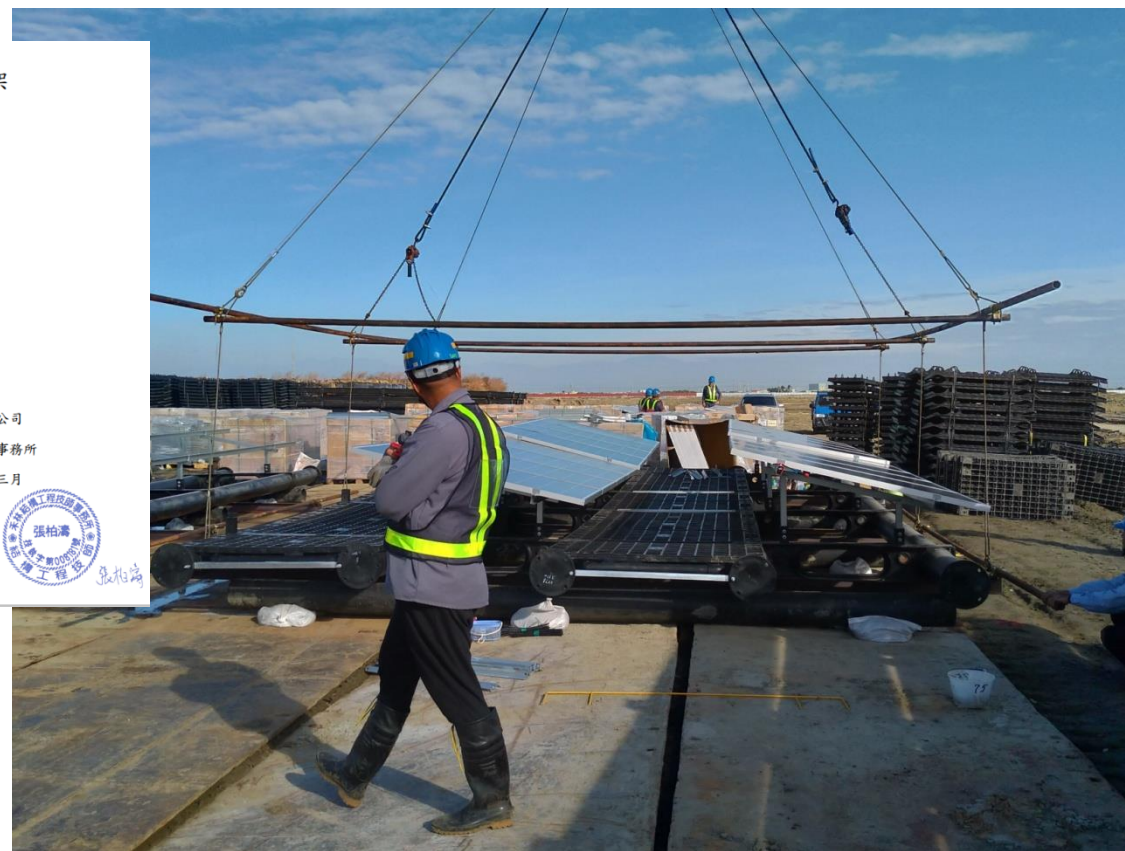
施工流程-吊車吊運



水上太陽版吊架

結構計算書

委託單位：華城電機股份有限公司
結構分析：禾林結構工程師事務所
日期：中華民國一〇九年三月



潛在危害：物體飛落

預防措施：吊掛區管制人員、吊裝前應再檢查安裝是否穩固、吊掛作業相關檢查(一機三證、自動檢查)

吊掛前應由專人(吊掛指揮手)確認特殊吊具狀況

施工流程-載具定位連結



潛在危害：**碰撞傷、感電、溺水**

預防措施：**動力艇完全停下前人員不靠近、以非電動手工工具作業、進入工作場所穿著救生衣**



進入水上作業身著救生衣外，承商亦有穿著潛水裝避免作業人員**長期泡水失溫**

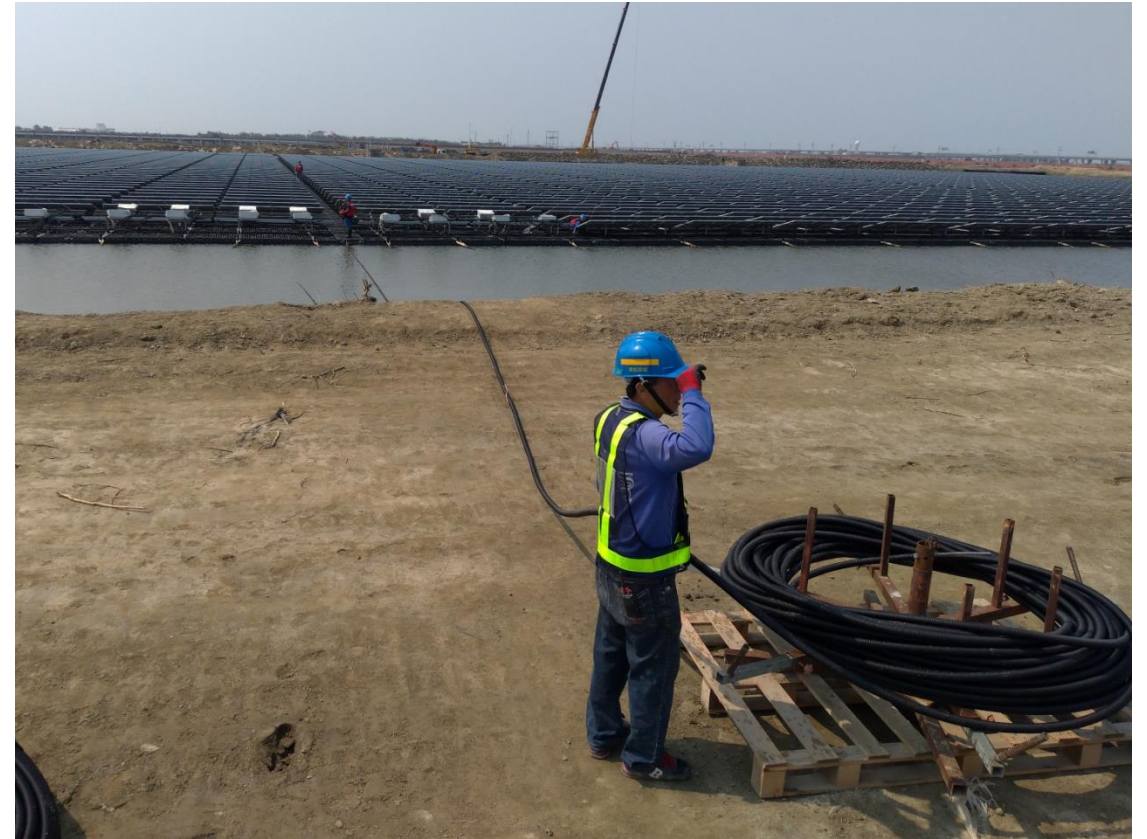


施工流程-模組串接拉線



潛在危害：**感電、溺水**

預防措施：作業人員穿戴雨（膠）鞋及絕緣手套、
穿著救生衣



岸上人員除配合佈纜外，亦有配備無線電可連絡
水上作業工班，以達工安三護



維運階段-管制措施



維護步道設置扶手欄杆



水位警示標示

維運階段-管制措施



出入口設置警告標語及門禁管制

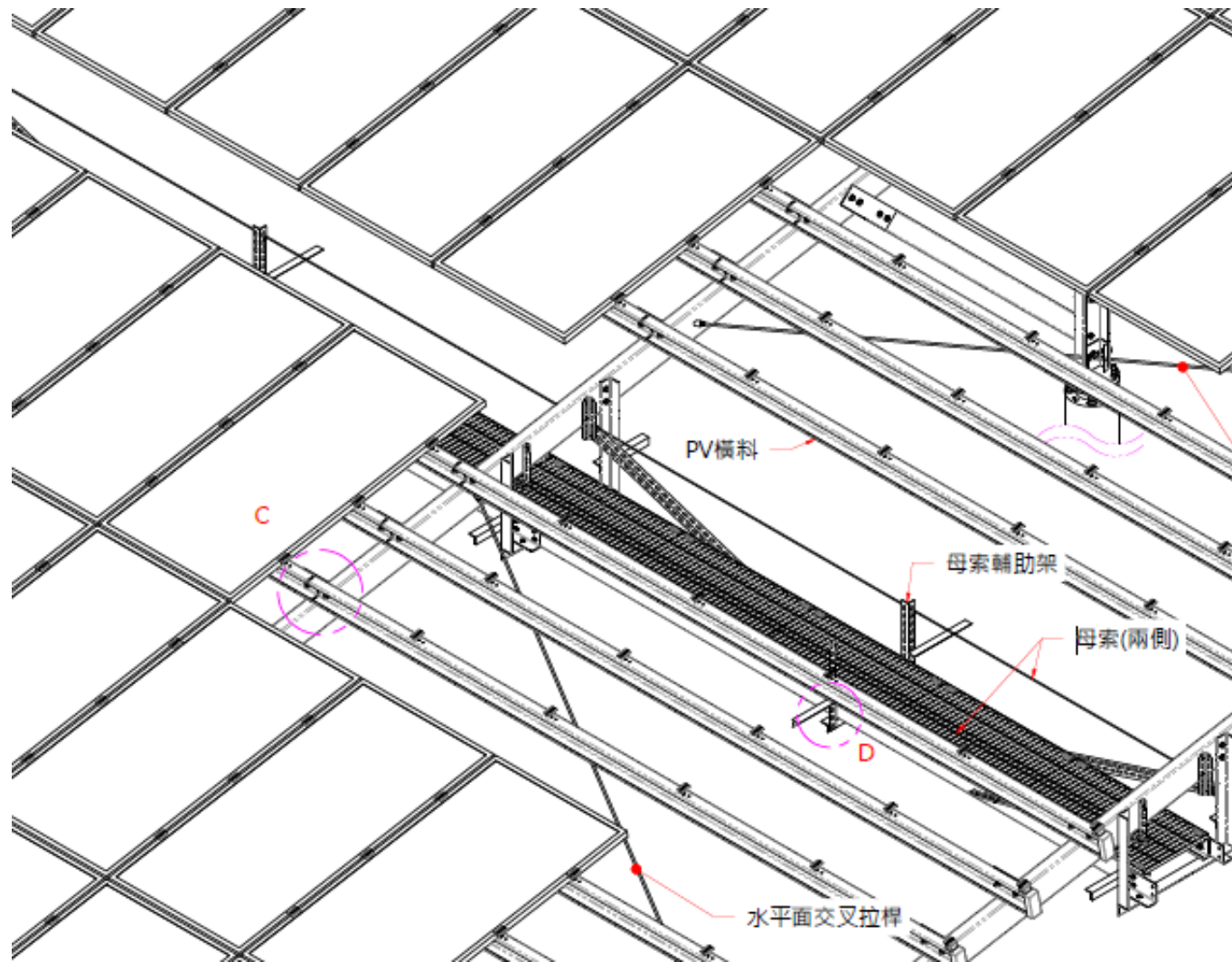


水面型全場1.8m高圍籬



棚架型光電

設計階段-高處作業防墜措施

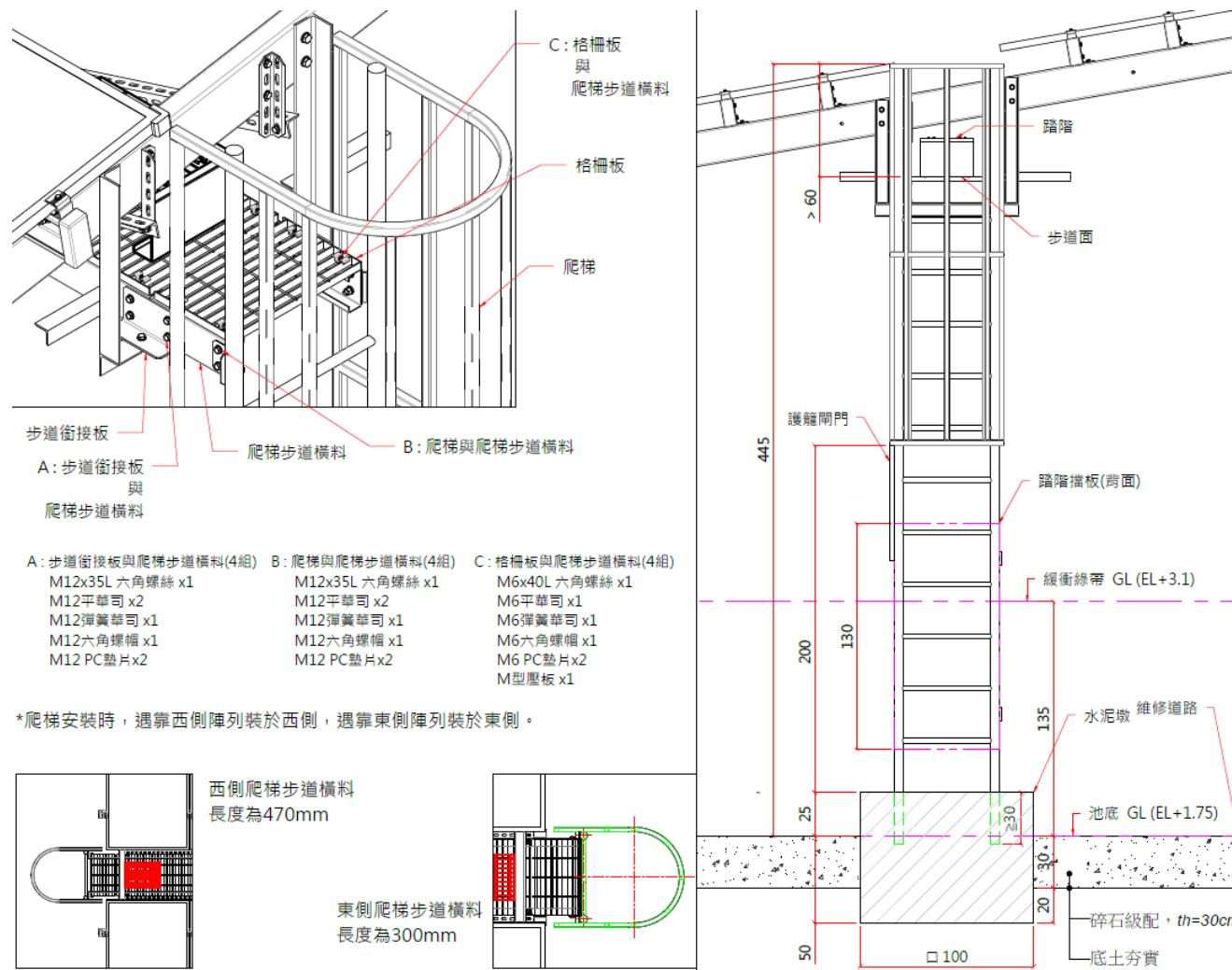


維修通道(附安全母索)

設計階段-高處作業防墜措施



永久爬梯 (含護籠)



訂定安全作業標準(1)

材料、機具進場

基樁打樁

支架組裝

模組安裝

電纜串接

1. 進場動線勘查，確定動線承載力足夠
2. **落實機具管制**（一機三證、自動檢查）
3. 物料堆置管制（**限高1.8m**、**放置區管制**）



先行整地確保動線承載力及堆置場地平整



訂定安全作業標準(2)

材料、機具進場

↓
基樁打樁

↓
支架組裝

↓
模組安裝

↓
電纜串接

1. 打樁場地**要求平整**，雨後**無積水**，並應設安全施工區、禁止行人進入或逗留。
2. **大雨、雷電、大霧或六級以上大風時，應停止作業。**
3. 作業前，必須檢查各部件，並試運行各機構，確認正常後，方能作業。
4. 挺杆在豎直位置時，不准離挺杆 4m 以外吊樁，嚴禁在側面斜拉吊樁。
5. 吊樁時必須先夾緊軌鉗，正面吊樁時，樁與導杆中心距離不得大於 4m。基樁吊點應在樁的全長 1/3 處，防止傾翻。
6. 樁架前傾不得超過 5°，後仰不得超過 18°。
7. 起吊樁錘各重物時，**作業範圍應設置區隔管制**，嚴禁任何人站立停留或通行。



訂定安全作業標準(3)

材料、機具進場

↓
基樁打樁

↓
支架組裝

↓
模組安裝

↓
電纜串接

8. 穩樁後，指揮人員必須檢查起落機械銷子位置，防止將錘提起時，產生樁和樁帽脫離。
9. 穩樁校正樁位應用撬槓撥正，不得用力過猛，**不准用身體抵槓**，防止樁碰撞挺杆。
10. 打樁和拉吊樁不准同時操作，並且要與相應的運輸車輛密切配合，將樁運至樁架正前方4m以內。
11. 打樁時，必須經常注意錘頭、樁架、往返傳動等是否正常，如有異常應立即停機檢修。
12. 錘擊不得偏心，開始落距要小，低錘密打。如遇貫入度突然增大，樁身突然傾斜，位移或樁頭、樁帽嚴重損壞，樁身斷裂，樁錘嚴重回彈等情況，應停止錘擊，經採取措施，排除險情和故障後，方可繼續作業。
13. 作業停止時，應將樁錘落到地面上，切斷電源。

訂定安全作業標準(4)

材料、機具進場

基樁打樁

支架組裝

模組安裝

電纜串接



施工人員兩人一組，其一負責確認樁位，另一人作為指揮，聯繫怪手操作及擔當監護。





訂定安全作業標準(5)

材料、機具進場

↓
基樁打樁

↓
支架組裝

↓
模組安裝

↓
電纜串接

1. 作業人員依規定正確穿戴安全帽、反光背心、全身背負式安全帶及防滑安全鞋。
2. 進行組立底座、立柱、橫樑等支架安裝作業時，應正確使用手工具鎖固作業。
3. 以高空工作車作業時
 - (1)使用高空工作車前先行**實施自動檢查**。
 - (2)工作台上作業人員**佩戴安全帽及安全帶**。
 - (3)作業人員應將**安全帶鉤**掛於**積載荷重**穩固部位。
 - (4)**不得超過**高空工作車之及能力。
 - (5)駕駛於離開駕駛座時，應將工作臺下降至最低位置。
 - (6)作業停止時，應確實**使用制動機**。
 - (7)**不得使用**高空作業車作為主要用途以外之用途。

訂定安全作業標準(6)

材料、機具進場

基樁打樁

支架組裝

模組安裝

電纜串接



高空工作車安全自動檢查報告表

工程名稱：七股(II)及南鹽光C區東側
室內養殖漁塭屋頂太陽光電新建工程
工程施工地點：七股(II)
承攬廠商：欣磊營造

編號：HGSQ035
檢查日期：11年5月10日

項次	檢 查 內 容	檢 查 結 果		備 註
		合格	不合格	
1	壓縮壓力、間隙及其他原動機有無異常？	✓		
2	離合器、變速箱、差速齒輪、傳動軸及其他動力傳動裝置有無異常？	✓		
3	主動輪、從動輪、上下轉輪、履帶、輪胎、車輪軸承及其他走行裝置有無異常？	✓		
4	轉向器之左右回轉角度、肘節、軸、臂及其他操作裝置有無異常？	✓		
5	制動能力、制動鼓、制動塊及其他制動裝置有無異常？	✓		
6	伸臂、升降裝置、屈折裝置、平衡裝置、工作台及其他作業裝置有無異常？	✓		
7	油壓泵、油壓馬達、汽缸、安全閥及其他油壓裝置有無異常？	✓		
8	電壓、電流及其他電氣系統有無異常？	✓		
9	車體、操作裝置、安全裝置、連鎖裝置、警報裝置、方向指示器、離合器、燈號裝置及儀表有無異常？		✓	
10	安全裝置有無異常？		✓	
11	其他(未列事項請自行增列)			

緊急安全連鎖裝置異常無法啟動(已修繕)

說明：
1. 本表由主辦工程師督導領班目視、檢試檢查後，經安衛人員複檢後，工地負責人核閱後存查。
2. 每年、每月、作業前檢查，不合格項目改正措施須於備註欄說明。
※合格打“V”，不合格打“X”，不適用打“/”。
3. 本表需留存至工程驗收合格。


 檢查人員：陳世揚 主辦工程師：羅仲廷 安全衛生管理員：林榮 工地負責人：於...

錯誤態樣



單側踩踏於合梯
中間固定桿非穩固鐵件

不夠高就再升高





訂定安全作業標準(7)

材料、機具進場

↓
基樁打樁

↓
支架組裝

↓
模組安裝

↓
電纜串接

1. 作業人員依規定正確穿戴安全帽、反光背心、全身背負式安全帶及防滑安全鞋。
2. 地面組裝時注意碰、撞、夾傷，組裝位置不得在吊裝路徑下方。
3. 以高空工作車作業時
 - (1)使用高空工作車前先行**實施自動檢查**
 - (2)工作台上作業人員**佩戴安全帽及安全帶**。
 - (3)作業人員應將安全帶鈎掛於穩固部位。
 - (4)**不得超過**高空工作車之**積載荷重**及能力。
 - (5)駕駛於離開駕駛座時，應將工作臺下降至最低位置。
 - (6)作業停止時，應確實使用制動機。
 - (7)不得使用高空作業車作為主要用途以外之用途。

訂定安全作業標準(8)

材料、機具進場

↓
基樁打樁

↓
支架組裝

↓
模組安裝

↓
電纜串接



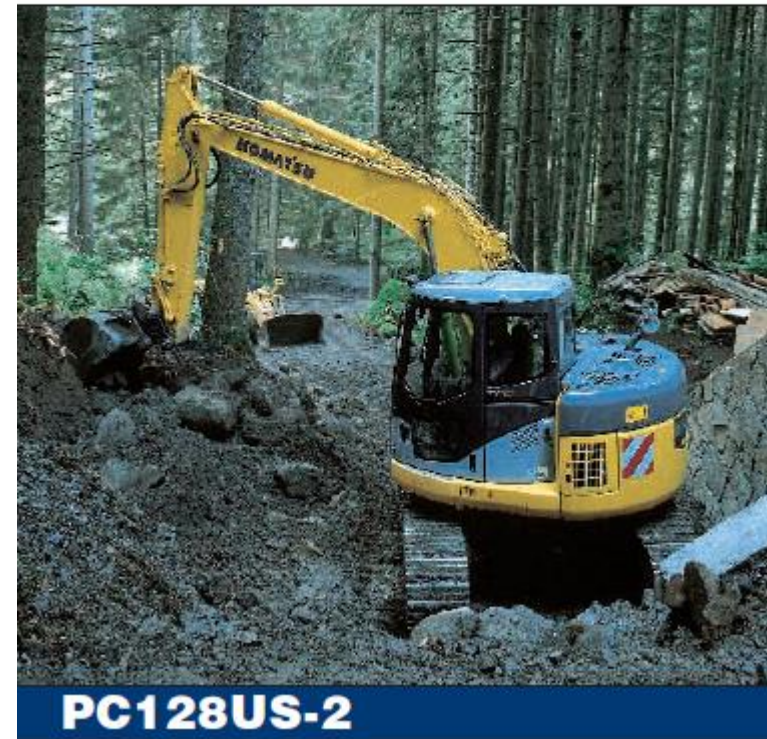
因棚架式光電作業高度較高，本案在地面組裝後，以吊裝方式定位，**減少**人員高空作業之時間及風險。

行政院勞工委員會93年10月6日勞安2字第0930048651號函

一、經查「勞工安全衛生設施規則」第116條第1項第9款規定：**車輛機械不得供為主要用途以外之用途**。本案挖土機可否當作起重機具從事吊升鋼板或其他荷物，**應視該挖土機製造廠原設計用途及個案事實加以判定**。

二、來函所指日本製造進口之挖土機，其吊鉤直接焊接於挖土斗後方或安裝於挖土機吊臂連桿上之鏈環直結式吊鉤，如該挖土機製造廠原設計用途可供從事起重用途者，吊鉤並有防脫裝置，且吊掛人員經吊掛作業訓練合格，以該挖土機從事吊升鋼板或其他荷物，尚無不可。

KOMATSU

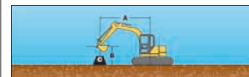


PC128US-2

HYDRAULIC EXCAVATOR

PC128US-2

LIFTING CAPACITY



- Equipment:**
- Boom: 4.6 m
 - Bucket: 0.45 m³
 - Counterweight: 3,020 kg
- A: Reach from swing center
B: Bucket hook height
C: Lifting capacity
Cf: Rating over front
Cs: Rating over side
⊕: Rating at maximum reach

PC128US-3 Shoe: 500 mm - Arm: 2.5 m Unit: kg									
B	A 3.0m		4.6 m		6.1 m		⊕ Maximum		Cs
	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	
6.1 m							*1,750	*1,750	
3.0 m	*5,000	*5,000	*3,650	2,800	2,450	1,700	*1,700	1,250	
0.0 m	*6,800	4,400	*3,550	2,400	2,250	1,500	1,750	1,150	
-3.0 m	*6,250	4,350	3,450	2,350			2,400	1,650	

PC128US-3 Shoe: 500 mm - Arm: 3.0 m Unit: kg									
B	A 3.0 m		4.6 m		6.1 m		⊕ Maximum		Cs
	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	
6.1 m			*2,500	*2,500	*1,850	1,850	*1,400	*1,400	
3.0 m	*3,800	*3,800	*3,450	2,850	2,450	1,700	*1,300	1,050	
0.0 m	7,000	4,400	*3,550	2,350	2,200	1,450	*1,500	1,000	
-3.0 m	*6,750	4,200	3,350	2,150	2,150	1,400	2,000	1,350	

PC128US-3 Shoe: 500 mm - Arm: 2.1 m Unit: kg									
B	A 3.0 m		4.6 m		6.1 m		⊕ Maximum		Cs
	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	
6.1 m			*3,300	3,050			*2,200	*2,200	
3.0 m	*5,800	5,450	*3,950	2,750	2,400	1,700	*2,000	1,400	
0.0 m	*6,750	4,400	3,450	2,300	2,250	1,500	*1,900	1,300	
-3.0 m	*6,150	4,400	3,500	2,350			2,800	1,900	

* Load is limited by hydraulic capacity rather than tipping. Ratings are based on SAE Standard No. J11097. Rated loads do not exceed 87% of hydraulic lift capacity or 75% of tipping load.

原廠設計可供吊掛使用→

訂定安全作業標準(9)

材料、機具進場

基樁打樁

支架組裝

模組安裝

電纜串接

直流電纜

交流電纜

1. 作業人員依規定正確**穿戴安全帽、反光背心、絕緣手套及防滑安全鞋**。
2. 模組串接時**應用專業工具**，操作人員應接受職前訓練。
3. 電纜軸架設應確定穩固，不致傾斜倒塌。
4. 拉線時應有專人護軸放線，除控制拉線速度外，也避免其餘人員被捲受傷。





訂定安全作業標準(10)

材料、機具進場

基樁打樁

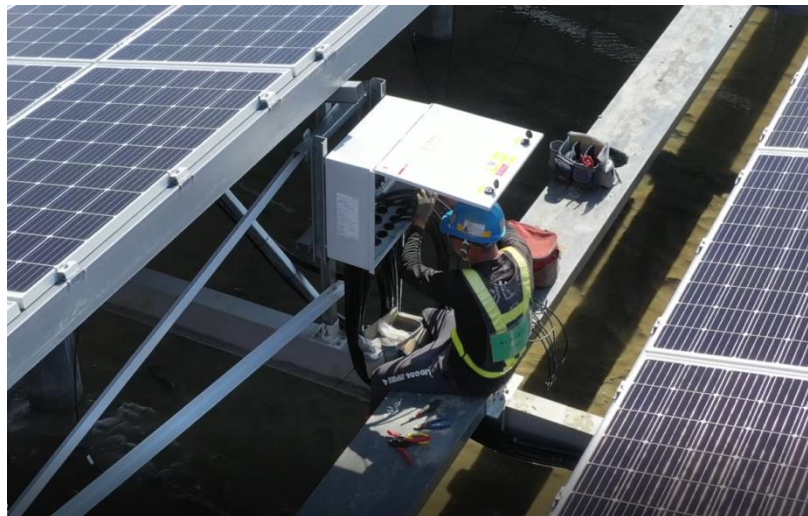
支架組裝

模組安裝

電纜串接

直流電纜

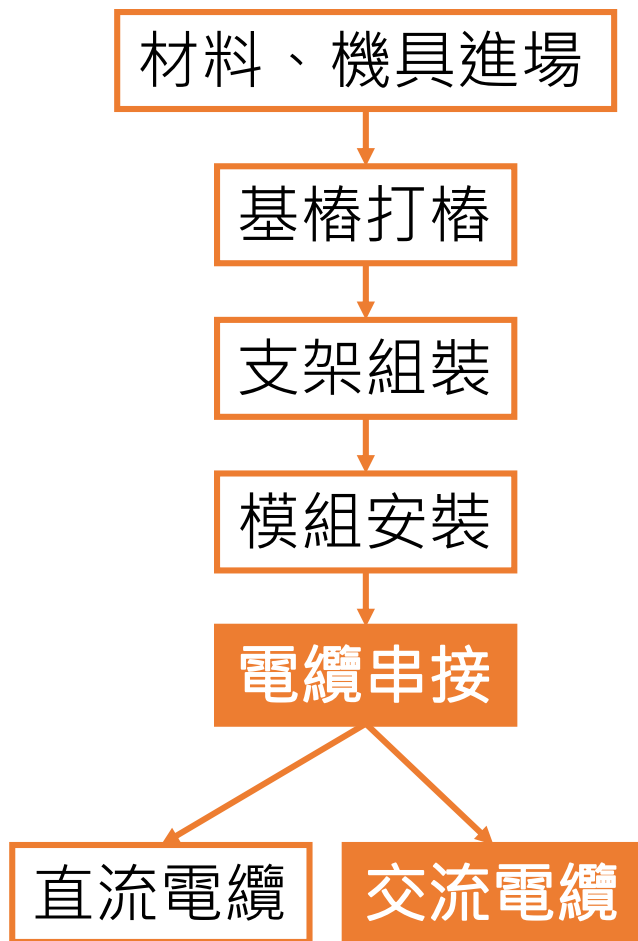
交流電纜



圖為經職前受訓合格人員進行接線，並做檢查確認接線正確。



訂定安全作業標準(11)



- ◆ 交流電纜通常都較粗重且電壓等級較高，且電纜處理頭裝設具較高技術含量，一般要求**設備原廠人員，或是具乙級配電線路裝修或配電電纜裝修職類之技術士**，不僅為品質保證，更因其對施工特性具相當辨識能力，使工作更安全。



2020.03.11



教育訓練

教育訓練

除了現場施工的安全措施外，亦定期舉辦各類教育訓練（如**消防演習、急救訓練、緊急應變演練...**等）提升勞工自我安全意識，並於**每月辦理共同作業協議組織會議**，使共同作業者周知相關危害，提升危害辨識能力。



照片為急救訓練課程



上為消防演習
左、右為緊急應變演練



結語

職業安全衛生一直是大家努力的目標，除了法規規定的相關措施，更重要的是雇主及工作者的意識提升。優良的工安環境不應止於表面，而是要深入人心，讓每位工作者都能自發性地遵守、落實，漸漸演化成一種文化，讓每位工作者安心出門，安心回家。

感謝聆聽
敬請指導

台電再生
能源處
RENEWABLE
ENERGY