Floating Solar Farm (โซล่าร์ฟาร์มทุ่นลอยน้ำ)

อุปกรณ์หลัก ในระบบ Floating Solar Farm)

1.) ชุดทุ่นลอยน้ำ (DHPE Plastic Floating Set)

ประกอบด้วยอุปกรณ์ย่อยดังนี้

1.1) ตัวพลาสติกทุ่นลอยน้ำ (HDPE Plastic Floating): ทำจากพลาสติก Food Grade ชนิดทนต่อรังสี UV ไม่น้อยกว่า UV Class8 และทนต่อสภาพแวดล้อมกลางแจ้ง ใช้วัสดุ ชนิด HDPE ที่มีความแข็งแรงสูง อายุการใช้งาน 20-25 ปี และสามารถนำกลับมารีไซเคิลใหม่ได้ คุณสมบัติของทุ่น ต้องออกแบบและผลิต มาให้สามารถลอยตัวในน้ำได้ดี และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สามารถวางในน้ำ โดยไม่เป็นพิษต่อน้ำหรือสัตว์น้ำ

แบ่งย่อยออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนทุ่นที่รองรับแผงโซล่าเซลล์ และส่วนทุ่นที่เป็น Walkway ทางเดิน

- Solar Floating: ทุ่นที่ใช้สำหรับวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะออกแบบให้มีช่องหรือรูยึดขาวางแผงได้ง่าย และสามารถรองรับน้ำหนักแผงเซลล์แสงอาทิตย์และชุดอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ โดยสามารถรองรับน้ำหนักไม่น้อยกว่า 20 kg/m2 ออกแบบให้สามารถต่อพ่วงเพื่อวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ได้หลายรูปแบบเช่น

- 1-Row: วางแผน 1 แถว แล้วเว้นทางเดิน
- 2-Row: วางแผน 2 แถวชิดกัน แล้วเว้นทางเดิน
- 4-Row: วางแผน 4 แถวชิดกัน แล้วเว้นทางเดิน

- Walk Way Floating: ทุ่นที่ใช้สำหรับเป็นทางเดินในการซ่อม ล้าง และService ระบบงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะออกแบบให้สามารถรองรับน้ำหนัก ช่างและเครื่องมือ ได้ไม่น้อยกว่า 200kg/m2

1.2) ชุด PV Mounting / PV Solar Stand (ขารองรับแผงโซล่าเซลล์): เป็นชุด PV Support ที่ผลิตจากวัสดุทนต่อการกัดกร่อนของความชื้นและน้ำ (Anti-Corrugate Resistant) โดยทำจากวัสดุ DHPE หรือ สเตนเลสสตีล (SUS) ขายึดแผงเข้ากับทุ่นลอยน้ำ ออกแบบให้สามารถขันยึดได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ และสามารถปรับองศาแผงให้รับแสงอาทิตย์ได้อย่างเต็มที่ (10-20 องศา)

1.3) ชุดสมอยึดทุ่น (Mooring Buoy and Anchor): เป็นชุดสมอรั้งยึดทุ่น ตรึงให้ทุ่นอยู่กับที่ เพื่อให้ทนต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนและลมพายุได้

อุปกรณ์หลักจะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1. ส่วนสมอ

2. เชือกยึดสมอเข้ากับทุ่น

1. สมอ จะมี 2 รูปแบบ คือ

- แบบยึดโยงกับฝั่ง เหมาะกับระบบขนาดเล็ก

- แบบสมอ แบบนี้ ก็จะมี 2 แบบย่อยคือ

1. แบบสมอเหล็ก ปัจจุบันไม่นิยมเนื่องจากยุ่งยากในการติดตั้งใต้น้ำ

2. แบบสมอ คอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นที่นิยมในปัจจุบัน เพราะก่อสร้างง่ายและติดตั้งง่าย มีอายุการใช้งานยาวนาน

2. เชือกยึดสมอเข้ากับทุ่นลอยน้ำ (Mooring Line):

มีใช้ทั่วไป 2 แบบ คือ

1. โซ่ ยึดสมอ

2. เชือกไนล่อนยึดสมอ (Nylon Mooring Anchor Rope)

2.) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Panel)

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่จะนำมาใช้ในระบบ Floating Solar จะเป็นชนิดกระจกสองด้าน (Double Glass PV Panel), **Bifacial Mono PERC Double Glass Module**

(การติดตั้งแผงเซลล์อาทิตย์ทั่วไป ทั้ง Solar Roof และOn ground Solar Farm จะใช้แผงแบบ Single Glass)

Bifacial Mono PERC Double Glass Module ได้พัฒนาเซลล์ให้ผลิตพลังงานได้เพิ่มขึ้นและยังสร้างให้ผลิตได้ทั้งด้านหน้า และด้านหลังเซลล์ จึงสามารถผลิตพลังงานได้มากกว่าแผงปกติถึง 30% และอายุงานของแผงก็ยังเพิ่มขึ้นอีกด้วย มีอายุใช้งานได้ถึง 30ปี

ข้อดี ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Double Glass ประกอบด้วย

1. กระจกด้านล่างแผง จะป้องกันความชื้นจากน้ำเข้าไปทำลายชิ้นส่วนเซลล์แสงอาทิตย์

2. ช่วยยืดอายุการใช้งานให้แผงเซลล์อาทิตย์ มีอายุการใช้งานนานขึ้น (ไม่น้อยกว่า 30 ปี)

3. สามารถนำไปติดตั้งใช้งาน ในบริเวณพื้นที่ทุ่นลอยน้ำ หรือบริเวณใกล้ผิวน้ำได้ดี

4. ประสิทธิภาพของแผง จะเพิ่มขึ้นมากว่า แบบ Single Glass ประมาณ 30%

3.) สายไฟและกล่องควบคุมไฟฟ้ากระแสตรง (PV Panel Cable and DC Combiner Box))

การนำไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปใช้งาน อุปกรณ์ DC Component ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักคือ

1. สายไฟกระแสตรง สำหรับงานโซล่าเซลล์ (DC Cable for Solar Cell)

ชนิดสายไฟ จะต้องเป็นชนิดสายไฟกระแสตรง ใช้กับระบบโซล่าร์เซลล์เท่านั้น ซึ่งเป็นชนิดสาย PV-1F หรือ สาย CV ที่พิกัดสายทนแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1500V และทนอุณหภูมิขณะสายทำงาน ไม่น้อยกว่า 120C

2. ท่อร้อยสาย (Cable Conduit) จะต้องเป็นชนิดกันน้ำและทนต่อสภาพใช้งานกลางแจ้งได้ดี คือ ท่อ HDPE Conduit

3. ตู้ควบคุมไฟฟ้าทางด้านกระแสตรง สำหรับระบบโซล่าเซลล์ (DC Combiner Box) เป็นตู้ไฟกันน้ำใช้งานสภาพกลางแจ้งได้อย่างปลอดภัย

อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า ในตู้ควบคุมอย่างน้อยประกอบด้วย

- ตัวตู้ ต้องเป็นตู้กันน้ำ ฝาตู้แบบสองชั้น IP ไม่น้อยกว่า IP54
- String DC MCB หรือ String DC Fuse ที่ได้มาตรฐานการติดตั้งงานไฟฟ้ากระแสตรง โดยแรงดันใช้งานและกระแสใช้งาน รวมทั้งกระแสช๊อตเซอร์กิต ต้องได้มาตรฐานการออกแบบตาม มาตรฐาน IEC และ วสท
- Block Diode: หากการออกแบบ String แผง มีการต่อขนานกันหรือ Array แผง ในแต่ละ String แผง การจ่ายไฟจะต้องติดตั้ง Blocking Diode ป้องกันการไหลย้อนของกระแสไฟจาก String หนึ่ง ไปยังอีก String หนึ่งเสมอ

- Copper Busbar ทำหน้าที่ เป็นตัวรวมกระแสและแรงดันจากหลาย ๆ String ก่อนผ่านไปยัง Main MCB
- Main DC MCB ทำหน้าที่ควบคุมและป้องกันอันตรายจากแรงดันเกินหรือกระแสเกินจากแผงในแต่ละ โซนของ DC Combiner Box
- DC SPD ทำหน้าที่ ป้องกันฟ้าผ่าภายใน ช่วยป้องกันแผง, อุปกรณ์ไฟฟ้าในตู้ควบคุมและอินเวอเตอร์ จากสนามแม่เหล็กและแรงดันชั่วขณะจากฟ้าผ่า
- ขั้วต่อสาย หรือ Terminal หรือ Busbar ทำหน้าที่ เป็นขั้วให้ต่อสายไฟจากแผงมายังตู้ควบไฟฟ้า และทำหน้าที่เป็ฯขั้วต่อสายจากตู้ควบคุมไปยัง ตู้อินเวอเตอร์

4.) สายไฟ, ท่อร้อยสายและรางเดินสายไฟกระแสตรง (DC Cable, Conduit and Ladder))

การนำกระแสไฟฟ้าจากตู้ควบคุมไฟฟ้า ไปใช้งาน, อุปกรณ์ Component ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักคือ

1. สายไฟกระแสตรง สำหรับงานโซล่าเซลล์ (DC Cable for Solar Cell)

ชนิดสายไฟ จะต้องเป็นชนิดสายไฟกระแสตรง ใช้กับระบบโซล่าร์เซลล์เท่านั้น ซึ่งเป็นชนิดสาย PV-1F หรือ สาย CV ที่พิกัดสายทนแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1500V และทนอุณหภูมิขณะสายทำงาน ไม่น้อยกว่า 120C

2. ท่อร้อยสาย (Cable Conduit) จะต้องเป็นชนิดกันน้ำและทนต่อสภาพใช้งานกลางแจ้งได้ดี คือ ท่อ HDPE Conduit

3. รางเดินสายไฟ สำหรับระบบโซล่าเซลล์ (Ladder) หากเดินลอยบนพื้นดิน จะมีอุปกรณ์รองรับการเดินสายไฟคือ Wire Ladder ทำหน้าที่เป็นรางรับสายไฟไปยังอุปกรณ์หลักที่ต้องการ

5.) ชุดอินเวอเตอร์ (Inverter Room)

อินเวอเตอร์ ทำหน้าที่ในการแปลงระบบไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟกระแสสลับ เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป หรือนำไปเชื่อมต่อกับโครงข่ายการไฟฟ้า เพื่อจำหน่ายได้ , อุปกรณ์ Component ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักคือ

1. อินเวอเตอร์ (Inverter) มีหลากหลายชนิด ขึ้นกับระบบการออกแบบและวัตถุประสงการนำไปใช้งาน

แบ่งกลุ่มได้ดังนี้

1. ชนิด Grid Tie หรือ Grid Connect หรือ On Grid Inverter อินฯ กลุ่มนี้ จะนำไปใช้งานในสถานที่ ที่มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าอยู่แล้ว และในการติดตั้งระบบ จะต้องมีการเชื่อมต่อไฟจากการไฟฟ้ามายังตัวอินเวอเตอร์ แบบ Synchronized

2. ชนิด Stand Alone หรือ Off Grid Inverter เป็นชนิดที่นำไปใช้งาน ในสถานที่ ที่ไม่มีไฟฟ้าจากการไฟฟ้าจำหน่าย จะมีทั้งแบบใช้งานร่วมกับ Battery หรือ ไม่มีBattery ก็ได้ ซึ่งปัจจุบัน จะมีอินเวอเตอร์ Off grid แบบ Hybrid Off Grid เพื่อให้ผู้ใช้สามารถ นำระบบแหล่งผลิตไฟฟ้าแหล่งอื่น เข้ามาร่วมกับอินเวอเตอร์ได้ เช่น ไฟฟ้าจาก Generator, Wind Turbine, Bio Mass Power Plant ฯลฯ

3. ชนิด Microgrid Central Inverter เป็นการพัฒนาประกอบเป็นชุดสำเร็จ เพื่อให้เหมาะกับการนำไปใช้งาน แบบ Solar Farm และขายไฟฟ้า กลับให้การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย

- ชนิด อินเวอเตอร์ แบบนี้ เป็นแบบ Stand Alone Inverter แบบรวมศูนย์ ซึ่งจะมีอุปกรณ์ประกอบเป็นชุดสำเร็จ ที่เห็นกันมาก จะมาเป็นชุดตู้คอนเทนเนอร์ ทำให้ง่ายต่อการติดตั้งและใช้เวลาในการติดตั้งระบบรวดเร็ว

ในชุดสำเร็จนี้ จะมีอุปกรณ์ประกอบ Completed Set จากโรงงานผู้ผลิต ประกอบด้วย

1. Central Stand Alone Inverter โดยรับไฟฟ้ากระแสตรงจากแผง ที่แรงดันรวมไม่น้อยกว่า 600VDC – 1500 VDC และแปลงแรงดันจ่ายออก AC Power Supply ที่ 600-800VAC/3 Ph/50 Hz

2. มีชุด Step Up Compact Substation ประกอบเป็นชุดสำเร็จ โดยมีอุปกรณ์หลักเช่น

- หม้อแปลงแรงดัน Step Up Transformer

- RMU and Switch Gear สำหรับจ่ายแรงดัน MV (Medium Voltage 22kV,24kV และติดตั้ง Export KWH Meter เพื่อขายไฟให้การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย และพร้อมจ่ายไปยัง MV หรือ HV Transmission Line ของการไฟฟ้า

3. มีชุด Microgrid ควบคุมระบบการจ่ายไฟฟ้า เป็นชุด SCADA Monitoring Control System ผ่าน Cloud

4. ชุดอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิในห้องอินเวอเตอร์ (Air Conditioner) และชุดป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)

6.) Central Monitoring Control Room (ห้องและชุดควบคุมระบบส่วนกลาง)

เป็นห้องควบคุม ที่ติดตั้งระบบสื่อสารและระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ Power Plant ทั้งหมด ทั้ง แผงเซลล์แสงอาทิตย์, อินเวอเตอร์, Microgrid System, PQM, Protection Relay, KWH Meter ขายไฟฟ้า โดยทำการควบคุมและสั่งการทางไกลผ่านระบบ SCADA Control

7.) Utility, Security and Step Down Substation

เป็นชุดการนำไฟฟ้ามาใช้งานใน Power Plant ซึ่งต้องติดตั้ง Kwh Meter ซื้อไฟจากการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย โดยมีอุปกรณ์หลักๆ ประกอบด้วย

1. ชุด Substation Step Down Transformer เป็นชุดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้แปลงแรงดันจากระบบสายส่งของการไฟฟ้า เช่น 22kV เป็น 416V MEA หรือ 400V PEA พร้อมติดตั้ง KWH Meter ซื้อ (Import Meter)

การติดตั้ง Substation Step Down TR ทำได้ 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ แบบ AIS, แบบ GIS และแบบ Compact Substation (มีแบบ Fixed และแบบ Dynamics)

2. ชุดตู้ MDB&SDB เป็นชุดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ควบคุม การนำไฟฟ้าไปใช้กับ Load ห้องควบคุมและ Utility ต่าง ๆ

3. ระบบ Security Control เป็นชุดอุปกรณ์ในการรักษาความปลอดภัยและป้องกันการเกิดเพลิงไหม้

อุปกรณ์หลัก ประกอบด้วยระบบต่าง ๆ ดังนี้

- Security Person (รปภ)
- CCTV
- Fire Alarm System
- Plant Lighting
- Water Pump and Utility Water
- ระบบไฟสำรองฉุกเฉิน
- ฯลฯ

8.) Grid Connect and Transmission Line to PEA or MEA

เป็นระบบงาน เชื่อมต่อไฟฟ้าจาก Power Plant เข้ากับระบบสายส่งของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย และระบบ Link สัญญาณควบคุมจากสถานีย่อยของการไฟฟ้า มายัง Power Plant โดยมีอุปกรณ์หลักๆ ประกอบด้วย

1. ชุด สายไฟ MV or HV พร้อมระบบสายส่ง จาก Main Substation ของ Power Plant ไปยังจุดเชื่อมต่อกับระบบสายส่งของการไฟฟ้า

2. ชุดสายสัญญาณทางไกล จาก Main Substation ของ Power Plant ไปยัง สถานีย่อยของการไฟฟ้า

3. อุปกรณ์ป้องกันในการเชื่อมต่อไฟฟ้าจ่ายจาก Main Substation ของ Power Plant ไปยัง สายส่งของการไฟฟ้า และค่าตรวจสอบ ทดสอบอุปกรณ์ก่อนการจ่ายไฟฟ้า ของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย

9.) O&M ในช่วงรับประกันและช่วงระยะเวลาการขายไฟ

เป็นระบบงาน Monitoring Control and Maintenance ระบบอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามวงรอบใน Power Plant ทั้งหมด โดยมี ชุดทำงาน หลักๆ ประกอบด้วย

1. ชุด วิศวกร สำหรับMonitoring, วิเคราะห์ระบบ และบริหารจัดการระบบ (Energy Management System: EMP)

2. ชุดช่างเทคนิค ในการซ่อมบริการระบบ

3. อุปกรณ์อะไหล่สำรอง และเครื่องมือในการซ่อมบำรุงรักษาระบบ ตามวงรอบ PM

4. ชุด Worker สำหรับล้างแผงตามวงรอบ PM

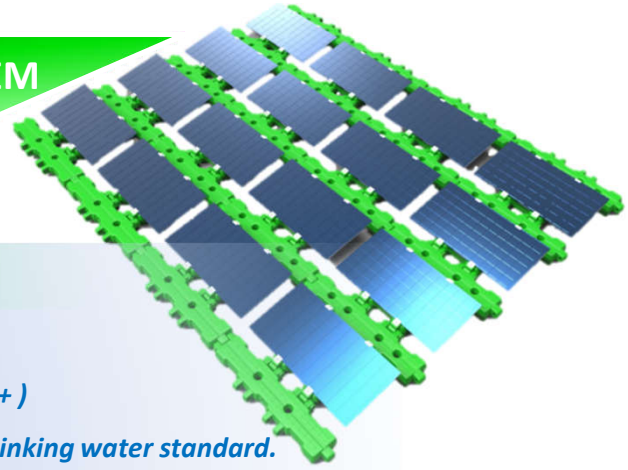
สรุปและจัดทำ เพื่อให้ความรู้เบื้องต้น แก่วิศวกรและลูกค้า

โดย

นพดล พริกประสงค์

FT-ENERGY FLOATING PV SYSTEM

Floating PV



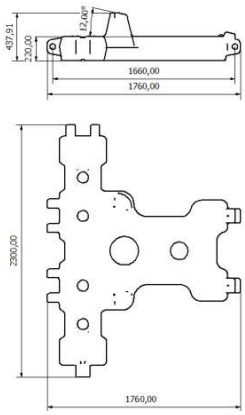
Product Feature

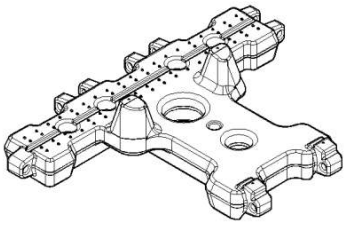
- *Easy to install and maintenance.*
- *Increase durability by using sunscreen: UV class 8 (PA +++)*
- *Use a buoy (floating) suitable for Migration testing in Drinking water standard.*
- *Intellectual property rights including patent and design.*
- *Thickness of PV : 4 mm or more.*

Floating Structure Specification

Part name	Size	Weigth	Material	Buoyancy
Main block	2,300*1760*438	25kg	MDPE	320kg
Passage block	2,300*650*220	15kg	MDPE	175kg
Tray block	800*1760*220	15kg	MDPE	180kg
load block A	800*1760*220	12kg	MDPE	175kg
load block B	2,300*1760*220	30kg	MDPE	450kg
load block C	2,300*1760*220	30kg	MDPE	450kg
load block D	650*800*220	12kg	MDPE	57kg
Connect pin	220*50	0.2kg	MDPE	-
Bracket A	80*50*5	0.1kg	SUS	-
Bracket B	120*50*50	0.1kg	SUS	-

Main Block Structure



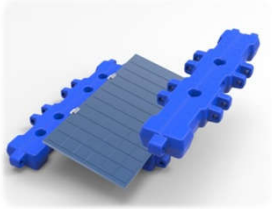


5 Step Assembly and installation

1. Main block

2. PV Module on Main Float

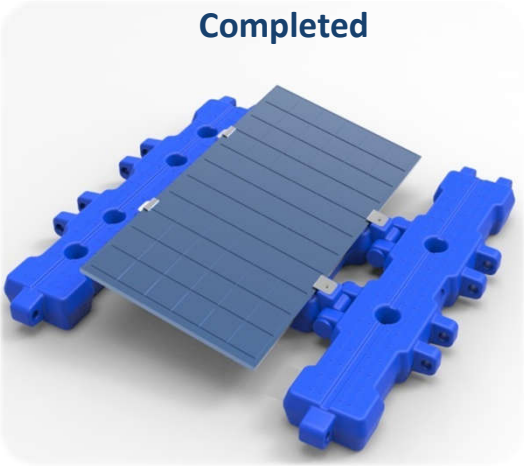
3. Fix Bracket and bolts



4. Secondary Float

5. Connection Pin

Completed



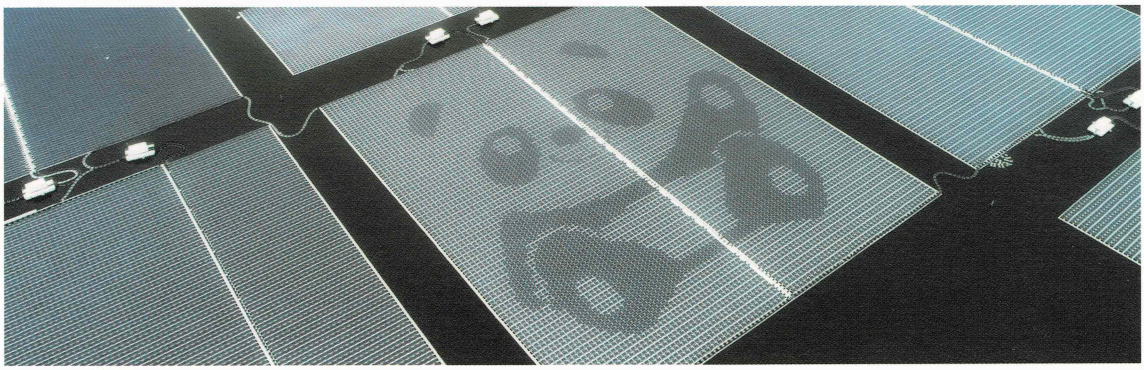
FT-ENERGY CO., Ltd.

70/12 Moo.6, Ladsawai, Lumlukka, Pathumthani 12150 Thailand Tel: +662 159 0830, Fax: +662 159 0831, Website: www.ft-energy.co.th

Project References

Large-scale floating power plant

Guqiao Huainan • China Installed capacity : 150MW

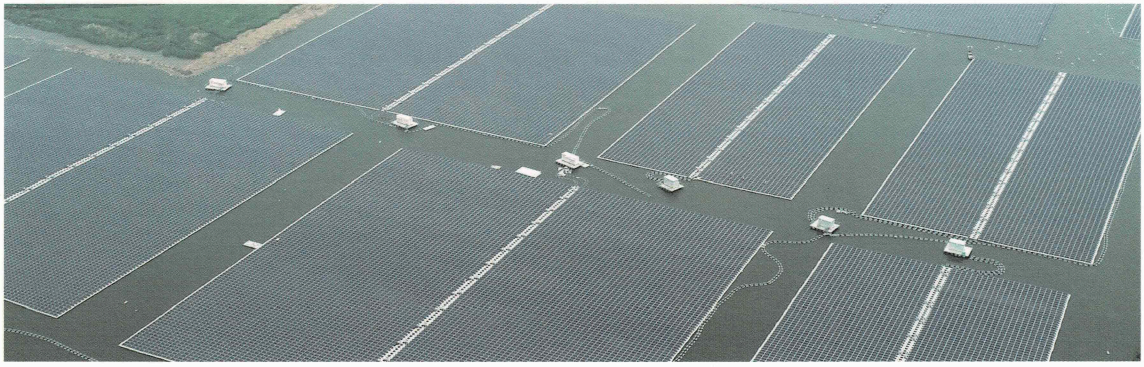


Xinji Huainan • China Installed capacity : 102MW

Weishan Jining • China Installed capacity : 100MW

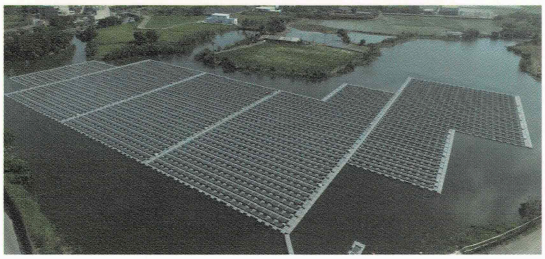
Huancheng Jining • China Installed capacity : 50MW

Panji Huainan • China Installed capacity : 48MW



Weishan Jining • China Installed capacity : 31MW

Special application floating power plant



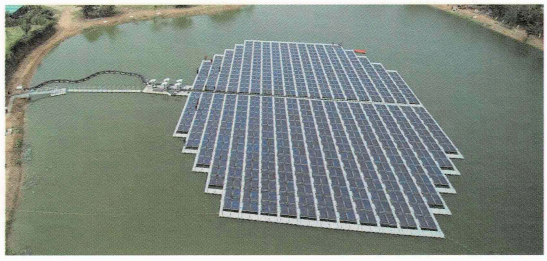
Taiwan typhoon region

Taiwan pond

Heilongjiang • China extremely cold region

Heilongjiang • China extremely cold region

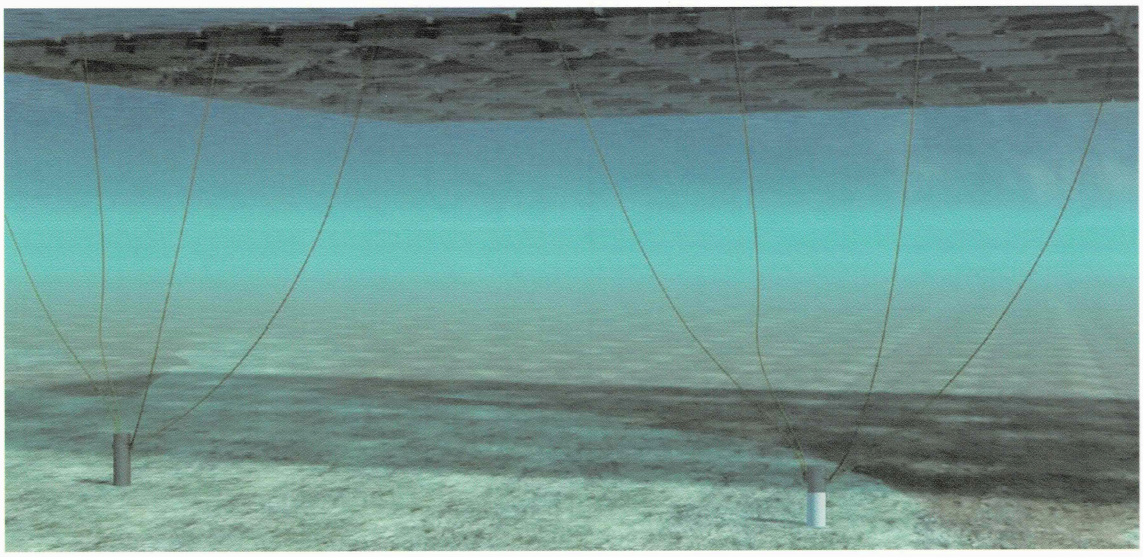
Israel irrigation pond



Thailand amusement park

Anchoring system

Customized anchoring system design is capable for various scenes with different water depth and water level variation.



Design process for anchoring system

1 // Confirm the Max Wind, Wave&Water Flow Conditions

2 // Analysis of Wind&Water Flow Force or Model Wind Tunnel Experiment

3 // Selection for anchoring system Layout

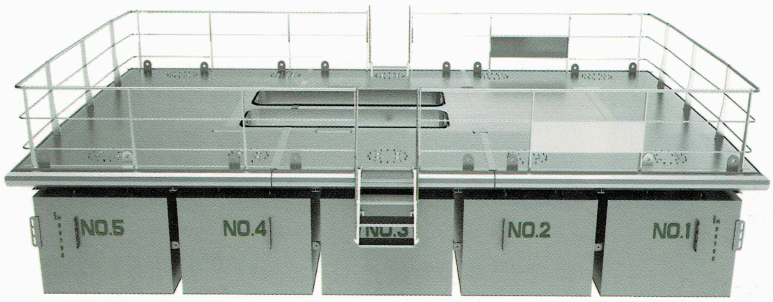
4 // Coupling analysis of hydrodynamic force and anchoring system in extreme conditions

5 // Confirm the max tension of mooring rope, confirm anchoring system

6 // Confirm the safe distance of matrix

Inverter&booster floating platform

Good compatibility of facility, high safety	Lower DC cable loss, higher system efficiency



1 // Installation on site, convenient O&M

2 // Multi-man holes design, easy for operation,maintenance and also inspection

3 // Rational modular design, convenient for transportation and maintenance

4 // Environmentally friendly coating layer design, excellent resistance to aging and corrosion (Severity C5)

5 // Pontoon with multiple subdivisions to improve overall security

6 // Separated oil collection container, compatible for different types of electronic equipment

Advantages of Floating Power Plant

Land Resource Conservation
availability on water reservoir, fishpond, mining subsidence area, coastal waters etc.

Water protection
reduce water evaporation, control algae growth

Power generation improvement
good water cooling effects, 10% more power generation

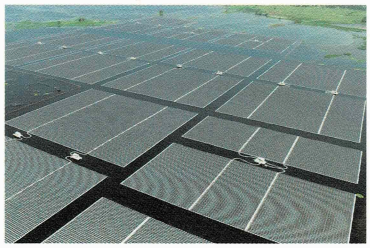
Convenient O&M
no obstructions, convenient cleaning

Easy installation
short period installation cycle

Market Advantages
abundant water resource and able for large-scale promotion

Application Scope of PV Floating System

Coal subsidence



Scenery lake

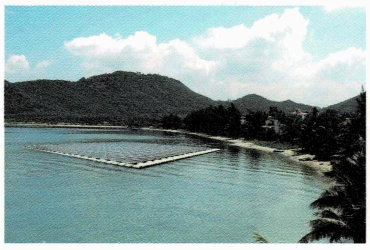
Small unused water area

Pond

Reservoir

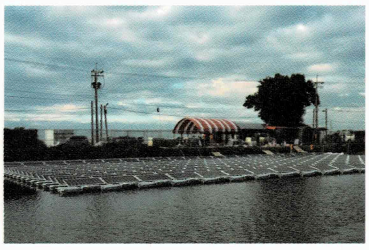
Sewage treatment reservoir

Offshore water area



Extremely cold area

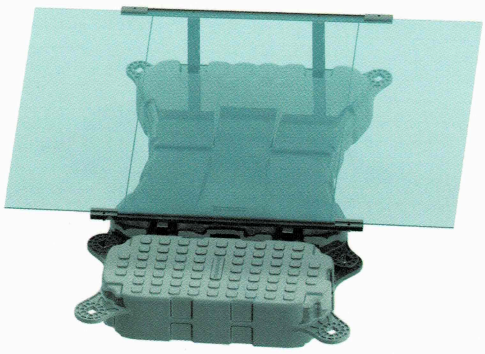
Frequent typhoon area



PV Floating System Solution

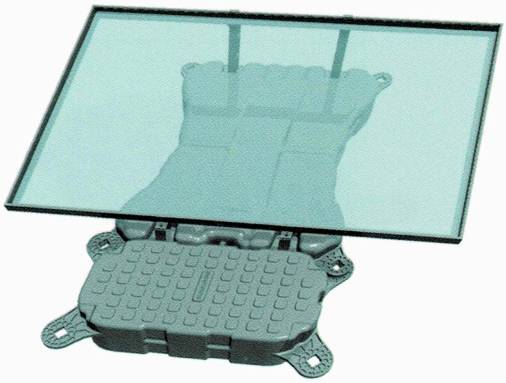
Floating system

- Convenient Installation
- Reliable and Durable
- Resistance of 60m/s wind
- Adjust to different latitudes



Installation of Dual-Glass Panel

Installed through guide rail and briquetting, can solve the deformation of cantilever part of panel; resistance of heavy snow.

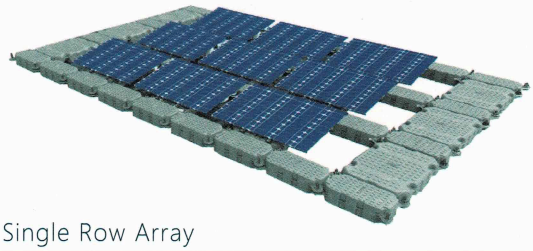


Installation of Aluminum Frame

Good application for different panels, dual-glass panel is applicable.

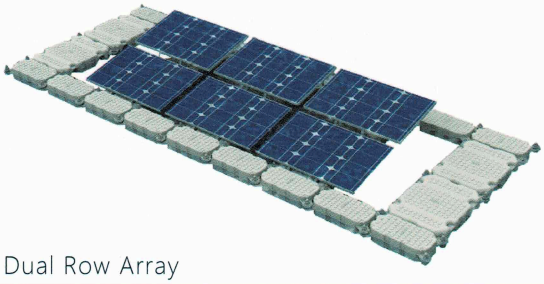
System layout

- Good ventilation effect
- Power generation improvement
- Modular design
- Low LCOE



Single Row Array

Good integrality, inside stress equilibrium, good orientation consistency. Various layouts can adjust different water regions.



Dual Row Array

Improvement of solar irradiation, wide O&M aisle, quick response.

Floating Products

Main floating body

Connection floating body

Aisle floating body

Multi-Function floating body

System Componment	Function	Max buoyance force(N)	Temperature tolerance	Antifatigue	Material
Main floating body	For supporting	1380	- 40 ~ + 85℃	100,000 times of dynamic load cycle	HDPE
Connection floating body	For connection	860			
Aisle floating body	For O&M	600			
Multi-Function floating body	For electrical connection	1500			

Product Advantages

- ESCR
- Anti-UV aging
- 25 years life time
- Air-tightness & water tightness
- Antiseep & hydrolysis resistence
- Antifatigue and wave resistance
- Environment friendly material (BS6920)
- Strong bearing capacity, stab resistance
- Skid resistance; scratch and abrasion resistance
- Anti-tensile for fitting lug, anti-looseness for connection

TÜV SÜD

Water quality detection ☑ Damp-heat aging ☑ Oxidation induction time ☑ Impact brittle temperature ☑
Strain relief test of opposite side angle ☑ UV-irradiation aging ☑ Bend fatigue test ☑ RoSH ☑ ESCR ☑