



Módulo FV Ligero ZKFN Solar

Guía de Diseño de Sistemas Fotovoltaicos

Shandong ZKFN Solar Technik GmbH

Fecha de emisión: 2026-04-25 | Versión: ZKFN-ATSD-FLX-02

Índice

Capítulo 1: Disposiciones Generales	4
1.1 Ámbito de Aplicación.....	4
1.2 Objetivo de la Elaboración.....	4
1.3 Posicionamiento del Documento	4
1.4 Cuatro Principios Básicos de Diseño.....	4
1.5 Valores de Referencia de Condiciones Ambientales Aplicables	4
1.6 Advertencia de Riesgos.....	5
Capítulo 2: Terminología.....	5
Capítulo 3 Normas de referencia y documentos de consulta	6
3.1 Normas nacionales y sectoriales	6
3.2 Documentos técnicos de la empresa.....	7
3.3 Δ Dos restricciones previas obligatorias.....	7
Capítulo 4: Introducción de productos y visión general de selección	7
4.1 Resumen de la serie de productos	7
4.2 Diagrama de flujo de decisión de selección para todos los escenarios.....	8
Capítulo 5 Principios de Diseño	9
5.1 Prioridad de Seguridad	9
5.2 Compatibilidad Estructural	9
5.3 Adaptabilidad Ambiental.....	10
5.4 Facilidad de Mantenimiento.....	10
Capítulo 6: Base para el Cálculo de Cargas.....	10
6.1 Tabla de Consulta Rápida de Carga por Peso Propio del Módulo FV.....	10
6.2 Cálculo de Carga de Viento (GB 50009).....	10
6.3 Cálculo de carga de nieve (GB 50009)	11
6.4 Acción sísmica (GB 50011).....	11
6.5 Combinación de cargas.....	11
Capítulo 7 Diseño de disposición de módulos.....	12
7.1 Principios de disposición	12
7.2 Parámetros típicos de disposición para cada serie.....	12
7.3 Diseño de sombreado.....	12
7.4 Diseño de seguridad del diseño eléctrico.....	13
Capítulo 8 Diseño de instalación de módulos	14
8.1 Evaluación de la idoneidad del sustrato (cubierta)	14
8.2 Requisito Obligatorio del Ángulo de Inclinación de Instalación de los Módulos.....	15
8.3 Proceso de Aplicación del Adhesivo Estructural.....	16
8.4 Explicación detallada de los esquemas de instalación para cada serie	17
8.5 Requisitos de diseño para módulos transitables (Serie Pega).....	21
8.6 Diseño para línea costera y entornos especiales.....	22
Capítulo 9 Selección del Inversor.....	23
9.1 Referencia de la Relación DC/AC (NB/T 10394-2020).....	23
9.2 Diseño de Coincidencia de Tensión	23
9.3 Diseño de Canales MPPT	25

9.4 Requisitos de Conexión a la Red	26
9.5 Protección y Adaptación Ambiental	26
9.6 Seguridad y Protección	26
9.7 Requisito Obligatorio de Compatibilidad de Conectores MC4	26
Capítulo 10 Diseño de Operación y Mantenimiento	27
10.1 Diseño del Sistema de Lavado con Agua	27
10.2 Puesta a tierra para protección contra rayos.....	28
10.3 Requisitos de diseño para inspecciones rutinarias.....	28
10.4 Reserva de diseño para mantenimiento periódico del sistema eléctrico.....	29
Capítulo 11 Alcance de la garantía y cláusulas de exención de responsabilidad	29
11.1 Tabla de referencia rápida del período de garantía.....	29
11.2 Limitaciones del mercado de garantía.....	29
11.3 Casos típicos de pérdida de validez de la garantía	30
11.4 Obligación de información de la oficina de diseño	30
Capítulo 12: Lista de Entregables de Diseño	30
12.1 Documentación Básica	31
12.2 Documentos de Diseño.....	31
12.3 Revisión del Diseño.....	31
Capítulo 13: Errores Comunes de Diseño y Cómo Evitarlos	31
Capítulo 14: Apéndices	33
Apéndice A: Parámetros del Adhesivo Estructural Especificado (Guangzhou Baiyun SMG533).....	33
Apéndice B: Tabla de Compatibilidad entre Tipos de Chapa de Acero Perfilada y Métodos de Instalación	33
Apéndice C: Tabla de Consulta Rápida de Coeficientes de Temperatura (Datos TDS)34	
Apéndice D: Lista de Sustancias Nocivas para la Corrosión de Conectores Fotovoltaicos	34
Apéndice E: Anomalías en la Superficie de Instalación y Medidas de Tratamiento .34	
Apéndice F: Parámetros Eléctricos de la Cadena de Módulos SolarVela/Noah (Valores Típicos).....	35
Apéndice G: Parámetros Eléctricos de la Cadena de Módulos SolarPega (Valores Típicos).....	35
Apéndice H: Abreviaturas de Referencia de Términos	35
Capítulo 15: Soporte Técnico y Contacto.....	36

Capítulo 1: Disposiciones Generales

1.1 Ámbito de Aplicación

El presente documento es aplicable a la fase de diseño de sistemas para los módulos fotovoltaicos de las series SolarVela, SolarNoah y SolarPega, fabricados por Shandong ZKFN Solar Technik GmbH (en adelante, "ZKFN Solar"), en proyectos de cubiertas industriales y comerciales, cubiertas de edificios públicos, cubiertas de estructuras especiales y proyectos BIPV/BAPV.

1.2 Objetivo de la Elaboración

El objetivo es estandarizar el proceso de diseño de sistemas de módulos fotovoltaicos ligeros, unificar los requisitos técnicos de diseño, guiar a las entidades de diseño en la realización del diseño de esquemas, la selección de productos, la planificación de la disposición y la configuración eléctrica, mitigando riesgos como la capacidad de carga insuficiente de la cubierta, la falta de coincidencia en la selección de módulos, el sombreado, el desajuste de parámetros eléctricos y las violaciones de los procedimientos de instalación, garantizando así una implementación segura, fiable, económica y conforme a la normativa del proyecto.

1.3 Posicionamiento del Documento

Este manual es un documento técnico de orientación para la fase de diseño y no sustituye a las normas obligatorias nacionales o del sector. El diseño de ingeniería debe ejecutarse simultáneamente de acuerdo con las normas vigentes como GB 50797, GB 50009, GB 50016, GB 50205, NB/T 10394, GB/T 38946, IEC 61215, IEC 61730, IEC 61701, IEC 62109, así como con las instrucciones de instalación de productos de ZKFN Solar y la garantía limitada.

1.4 Cuatro Principios Básicos de Diseño

Principios	Significado
Prioridad de Seguridad	Los módulos FV, el sistema de soporte y el sistema eléctrico deben cumplir con los requisitos de seguridad estructural, seguridad eléctrica y seguridad contra incendios durante la vida útil de diseño de 25/30 años.
Compatibilidad Estructural	El método de instalación de los módulos FV debe ser compatible con el material de la base del techo, la resistencia estructural y la impermeabilización.
Adaptación Ambiental	Se deben considerar plenamente las condiciones ambientales como viento, nieve, niebla salina, diferencias de temperatura y corrosión, para que el sistema cumpla con los requisitos en condiciones extremas.
Facilidad de Mantenimiento	Se deben disponer adecuadamente pasillos de inspección, interfaces de operación y mantenimiento, y espacios para desmontaje no destructivo, garantizando la mantenibilidad del sistema.

1.5 Valores de Referencia de Condiciones Ambientales Aplicables

Proyecto	Valor de Referencia
Velocidad Básica del Viento	Según datos de período de retorno de 50 años en la ubicación del proyecto, o según requisitos más estrictos del propietario
Carga de Nieve	Según la carga de nieve básica con período de retorno de 50 años en la zona local.
Temperatura de operación del módulo.	-40 °C ~ +85 °C.
Humedad relativa ambiental a largo plazo.	≤ 85 % HR.
Altitud de instalación.	≤ 2000 m (para altitudes superiores, se requiere evaluación especial).
Distancia a la línea costera.	≥ 500 m (para proyectos cercanos a la costa, se requiere confirmación por escrito de ZKFN Solar).

1.6 Advertencia de Riesgos

Este manual es un documento de referencia para la fase de diseño. El esquema final debe ser revisado por profesionales de estructuras y electricidad, y aprobado por las autoridades de revisión correspondientes. La falta de una evaluación adecuada de la estructura de la cubierta, las condiciones ambientales y la compatibilidad eléctrica puede provocar fallos en los módulos, degradación de la generación de energía, pérdida de la garantía o accidentes de seguridad estructural.

Capítulo 2: Terminología

1. Serie SolarVela: Módulo FV Flexible Ligero de silicio cristalino resistente a micro-fisuras (Módulo FV Flexible Ligero sin Marco), caracterizado por ser fino, ligero y flexible, con un radio de curvatura mínimo de 0,3 m. Adecuado para cubiertas de baja capacidad de carga y cubiertas de formas irregulares. Se instala mediante adhesión directa con adhesivo estructural. Incluye SolarVela, SolarVela Pro y SolarVela Max.
2. Serie SolarNoah: Módulo FV Flexible Ligero con Marco Trasero: Módulo fotovoltaico flexible con un marco trasero de material compuesto de 20 mm. Se instala mediante abrazaderas Quick-Clamp, permitiendo un desmontaje no destructivo. Incluye SolarNoah, SolarNoah Pro y SolarNoah Max.
3. Serie SolarPega: Módulo FV Rígido Ligero de Vidrio Delgado y Transitable (Módulo FV Ligero-Rígido y Transitable): Encapsulado con vidrio templado ultradelgado de 1,1 mm o 1,6 mm, combinado con la tecnología patentada TSR-Armor™ de ZKFN Solar para prevenir micro-fisuras, ofrece características de resistencia al tránsito, prevención de acumulación de polvo y prevención de micro-fisuras. Incluye cuatro modelos: SolarPega

/ SolarPegaL / SolarPegaF / SolarPegaFL.

4. Campo FV / Unidad de Generación / Horas de Sol Pico / Capacidad Instalada: Según GB/T 12936 y GB 50797-2012.
5. Adhesivo Estructural: El modelo preferido de ZKFN Solar es el adhesivo estructural especial para FV SMG533 de Guangzhou Baiyun, con una garantía de 25 años, siendo el material de unión central para el método de instalación por adhesión directa.
6. BIPV / BAPV: Integración de Fotovoltaica en Edificios / Fotovoltaica Adherida a Edificios.
7. Adhesión Directa (Direct Structural Adhesive Bonding): Método de instalación que fija el módulo (o tubo cuadrado de TPO o UPVC) a la base del tejado únicamente mediante adhesivo estructural, sin utilizar fijaciones mecánicas.
8. Soporte Nivelador de Tubo Cuadrado TPO / UPVC: Un soporte auxiliar nivelador utilizado en tejados de chapa de acero perfilada tipo "Angle-Batten" o "costura vertical" que carecen de superficies de adhesión continuas, ayudando a los módulos flexibles a formar una base de adhesión estable.
9. Tejado Plano / Tejado Inclinado / Tejado de Forma Irregular:
 - (1) Tejado Plano: Inclinación del tejado cercana a 0°;
 - (2) Tejado Inclinado: Pendiente del tejado $\geq 5^\circ$;
 - (3) Tejado de Forma Irregular: Tejados curvos, circulares u otros que no sean planos ni inclinados.
10. Efecto de Punto Caliente (Hot Spot Effect): Fenómeno en el que, debido a sombreado parcial, acumulación de polvo o desequilibrio entre celdas, algunas celdas se polarizan inversamente y generan calor, pudiendo causar daños permanentes al módulo en casos graves.
11. MPPT: Seguimiento del Punto de Máxima Potencia.
12. Relación DC/AC: Relación entre la potencia total en CC de los módulos y la potencia nominal en CA del inversor.
13. Fuerza de Arrancamiento (Pull-out Force): Capacidad del sistema de fijación para resistir fuerzas perpendiculares al tejado, siendo un indicador clave de aceptación para el esquema de adhesión estructural.
14. Tecnología TSR-Armor™: Tecnología de encapsulado patentada por ZKFN Solar para prevenir micro-fisuras, que permite que los módulos flexibles ligeros superen la prueba de impacto de granizo de $\varnothing 25$ mm a 23 m/s sin micro-fisuras y con degradación de potencia cero; y que los módulos rígidos ligeros no presenten micro-fisuras ni degradación de potencia tras ser transitados.
15. Otros términos: Según la norma GB/T 12936-2007 "Terminología para el aprovechamiento térmico de la energía solar". El derecho de interpretación final pertenece a ZKFN Solar.

Capítulo 3 Normas de referencia y documentos de consulta

3.1 Normas nacionales y sectoriales

- GB 50009-2012 "Código de cargas para estructuras de edificación"

- GB 50797-2012 (Edición 2024) "Código de diseño para centrales fotovoltaicas"
- GB 55037-2022 "Código de protección contra incendios en el diseño de edificaciones"
- GB 50205-2020 "Norma de aceptación de calidad para la construcción de estructuras de acero"
- GB 50033-2013 "Norma de diseño de iluminación natural en edificios"
- NB/T 10394-2020 "Especificación de eficiencia para sistemas de generación fotovoltaica"
- GB/T 38946-2020 "Reglamento de operación y mantenimiento para centrales fotovoltaicas"
- IEC 61215, IEC 61730, IEC 61701, IEC 62109

3.2 Documentos técnicos de la empresa

- Instrucciones de instalación de las series SolarVela / SolarNoah / SolarPega (última versión)
- Especificaciones técnicas TDS de las series SolarVela / SolarNoah / SolarPega
- Certificado de garantía limitada de las series SolarVela/Noah (12 años de producto + 25 años de potencia)
- Garantía Limitada de la Serie SolarPega (15 años de producto + 30 años de potencia)

3.3 ⚠ Dos restricciones previas obligatorias

① Restricción de modelos de módulos para proyectos en el extranjero

- ◆ Aplicable para el extranjero (regiones globales fuera de China): SolarVela Max, SolarNoah Max (caja de conexiones de seis compartimentos)
- ◆ Solo para venta/uso dentro de China: SolarVela, SolarVela Pro, SolarNoah, SolarNoah Pro (caja de conexiones de tres compartimentos). El uso en el extranjero anula automáticamente la garantía.
- ◆ Toda la serie SolarPega se aplica a los mercados según lo acordado en el contrato.

② Prohibición de sombras fijas prolongadas en toda la serie: Se prohíbe la instalación de módulos en áreas con sombras fijas prolongadas (edificios, estructuras, árboles, equipos en tejados, etc.). Los daños por puntos calientes causados por sombras fijas externas prolongadas no están cubiertos por la garantía.

Capítulo 4: Introducción de productos y visión general de selección

4.1 Resumen de la serie de productos

Serie.	Modelo típico.	Potencia (W). (W)	Peso (kg). (kg)	Peso (kg/m ²). (kg/m ²).	Escenario recomendado.	Método de Instalación	Garantía (Producto/Potencia)
--------	----------------	-------------------	-----------------	--	------------------------	-----------------------	------------------------------

(kg/m ²)					(产品/功率)		
SolarVela	ZKFN B1 000A-510~520	510-520	7.6	2.9	Cubiertas de baja capacidad portante, cubiertas irregulares, cubiertas inclinadas, dentro del territorio de China	Adhesión directa con Adhesivo Estructural	12 años / 25 años
SolarVela Pro	ZKFN B1 010A-550~560	550-560	7.6	2.9	Proyectos flexibles de alta eficiencia, cubiertas irregulares, cubiertas inclinadas, dentro de China continental.	Adhesivo Estructural de aplicación directa.	12 años / 25 años.
SolarVela Max.	ZKFN B1 010A-550~560.	550-560.	7.6.	2.9.	Cubierta plana con instalación a 0°, proyectos en el extranjero, zonas de alta contaminación, zonas de alta acumulación de polvo.	Adhesivo Estructural de aplicación directa.	12 años / 25 años.
SolarNoah.	ZKFN B1 000A-510~520.	510-520.	10.2.	3.8	Techos que requieren mantenimiento posterior / desmontables, dentro de China	Abrazadera Quick-Clamp	12 años / 25 años
SolarNoah Pro	ZKFN B1 012B-550~560	550-560	10.2	3.8	Proyecto desmontable de alta eficiencia, dentro de China	Abrazadera Quick-Clamp	12 años / 25 años
SolarNoah Max	ZKFN B1 012B-550~560	550-560	10.2	3.8	Cubierta plana a 0°, proyectos en el extranjero, zonas de alta contaminación, zonas de alta acumulación de polvo	Abrazadera Quick-Clamp	12 años / 25 años
SolarPegaL	ZKFN-G2-120B 500~510	500-510	10.0	4.5	Cubierta plana con carga ligera, cubierta con carga media	Adhesión directa con adhesivo estructural / tubo cuadrado de TPO o UPVC	15 años / 30 años
SolarPega	ZKFN-G2-220B 510~520	510-520	13.0	5.9	Proyecto Transitable con Módulo FV Rígido Ligero	Adhesivo Estructural aplicado directamente / Tubo cuadrado de TPO o UPVC	15 años / 30 años
SolarPegaFL	ZKFN-G2-122B 500~510	500-510	13.0	5.9	Proyecto de Carga Ligera que Requiere Fijación con Abrazaderas	Abrazaderas + Bloques de sujeción / Rieles	15 años / 30 años
SolarPegaF	ZKFN-G2-222B 510~520	510-520	16,2	7,3	Módulo FV Rígido Ligero Transitable + Fijación con Abrazadera	Abrazadera + Bloque de Presión / Riel	15 años / 30 años

4.2 Diagrama de flujo de decisión de selección para todos los escenarios

Paso 1: ¿Existen sombras fijas prolongadas en el tejado?

└ Sí → Prohibida la instalación, reubicar el sitio

└ No → Pasar al Paso 2

Paso 2: Evaluación de la carga residual disponible en el tejado (sistema de módulos FV de vidrio convencional $\geq 20 \text{ kg/m}^2$ completamente no utilizable)

└ $< 8 \text{ kg/m}^2$ (vidrio convencional: **X** no utilizable) → Solo compatible: Serie SolarVela ($2,9 \text{ kg/m}^2$), único módulo FV flexible ligero instalable

└ 8-15 kg/m² (Vidrio convencional: ✗ Prohibido/Riesgo extremo) → Prioridad: SolarNoah/SolarPegaL (3.8-4.5 kg/m²) Solución flexible óptima para cubiertas de baja carga

└ 15-25 kg/m² (Vidrio convencional: ✗ No recomendado/Margen insuficiente) → Opcional: SolarPega/PegaF (5.9-7.3 kg/m²) Límite superior de módulos rígidos ligeros

Paso 3: ¿Pendiente de la cubierta?

└ ≥5° Cubierta inclinada → Compatible: Vela/Vela Pro/Noah/Noah Pro (Módulos flexibles o rígidos ligeros)

└ <5° Cubierta plana → Obligatorio: Serie Max/Serie Pega (Solución flexible específica para cubiertas planas)

Paso 4: ¿Proyecto en el extranjero?

└ Sí → Limitado: Serie Max/Serie Pega (Módulos flexibles conformes a normativa internacional)

└ No → Mantener selección actual

Paso 5: ¿Requiere desmontaje para mantenimiento?

└ Sí → Prioridad: SolarNoah/SolarPegaF/SolarPegaFL (Módulos flexibles desmontables)

└ No → Mantener selección actual

Paso 6: Método de instalación según tipo de cubierta

└ Chapa trapezoidal/ondulada → Adhesión directa (Proceso específico para módulos flexibles)

└ Chapa engrapada/cerco vertical → Nivelación con TPO/UPVC (Soporte exclusivo para módulos flexibles)

└ Hormigón/membrana impermeabilizante → Base con adhesivo estructural (Fijación especializada para cubiertas de baja carga)

Capítulo 5 Principios de Diseño

5.1 Prioridad de Seguridad

- Los módulos FV, conectores, soportes y anclajes deben cumplir con los requisitos de seguridad estructural y eléctrica durante todo su ciclo de vida útil de 25/30 años.
- Todas las soluciones deben superar la verificación triple de cargas de viento, nieve y sismo.
- El factor de seguridad para la resistencia al arrancamiento del anclaje debe ser ≥ 2.5.

5.2 Compatibilidad Estructural

- Esquema con adhesivo estructural: la superficie base debe cumplir con los

requisitos mínimos de área de adhesión y resistencia al arrancamiento;

- Esquema con abrazaderas: las dimensiones de la abrazadera deben ajustarse al perfil de la teja, con una longitud ≥ 54 mm y una resistencia al arrancamiento > 100 kg una vez fijada;
- Esquema con bases: la resistencia al arrancamiento en un solo punto tras la adhesión estructural de la base debe ser ≥ 40 kg.

5.3 Adaptabilidad Ambiental

- Para entornos con niebla salina (a menos de 500 m de la costa), se requiere confirmación por escrito de ZKFN Solar;
- Evitar o prohibir su uso en áreas con gases corrosivos, lluvia ácida, polvo elevado o humo industrial;
- En regiones de alta altitud y frío extremo, se debe considerar la temperatura mínima de curado del adhesivo estructural ($\geq 0^{\circ}\text{C}$) y la carga de nieve.

5.4 Facilidad de Mantenimiento

- Pasillo de inspección entre filas: 400 mm (mínimo).
- Deje espacio para el desmontaje del módulo FV. Si se requiere desmontaje, priorice el uso de las soluciones desmontables no destructivas de las series SolarNoah y SolarPegaF.

Capítulo 6: Base para el Cálculo de Cargas

6.1 Tabla de Consulta Rápida de Carga por Peso Propio del Módulo FV

Modelo del Módulo FV	Peso (kg/m ²)	Carga por Peso Propio (kN/m ²)
SolarVela / SolarVela Pro / SolarVela Max	2,9	0,0274
SolarNoah / SolarNoah Pro / SolarNoah Max	3,8	0.0372
SolarPegaL	4.5	0.0441
SolarPega	5.9	0.0549
SolarPegaFL	5.9	0.0574
SolarPegaF	7.3	0.0716

6.2 Cálculo de Carga de Viento (GB 50009)

$$W = \mu_s \cdot \omega \cdot \beta_z$$

- W: Carga de viento de diseño (kN/m²)

- μ_s : Coeficiente de forma de la carga de viento (relacionado con la forma del techo; para techos planos tomar -1.3 , para zonas de esquina en parapetos tomar -2.0)
- ω : Presión básica del viento (período de retorno de 50 años)
- β_z : Coeficiente de altura

Consulte la norma nacional correspondiente para más detalles.

Valor de diseño de carga estática del módulo FV (capacidad medida en TDS de cada serie):

- SolarVela/Pro/Max, SolarNoah/Pro/Max: Presión frontal 5400 Pa, presión trasera 2400 Pa
- SolarPega / PegaF: Presión frontal 3600 Pa, presión trasera 2400 Pa
- SolarPegaL / PegaFL: Presión frontal 2400 Pa, presión trasera 2400 Pa
- Resistencia al viento de toda la serie: Grado 17, supera la prueba de granizo con $\varnothing 25$ mm / 23 m/s

6.3 Cálculo de carga de nieve (GB 50009)

$$S = \mu_s \cdot S_0$$

6.4 Acción sísmica (GB 50011)

Zonas con intensidad sísmica de diseño ≥ 7 grados:

$$F_{Ek} = \alpha_{max} \cdot G_{eq}$$

Intensidad Sísmica de Diseño	Grado 6	7 grados	8 grados
α_{max}	0.04	0.08 (0.10)	0.16 (0.20)

Valor máximo del coeficiente de influencia sísmica horizontal α_{max} :

6.5 Combinación de cargas

- Carga permanente + $1.4 \times$ Carga de viento (succión)
- Carga permanente + $1.4 \times$ Carga de nieve
- Carga permanente + $1.4 \times 0.7 \times$ Carga de viento + $1.4 \times 0.7 \times$ Carga de nieve
- Carga permanente + $1.3 \times$ Acción sísmica

Valores de control:

- Carga total del módulo FV y sistema de soporte \leq Capacidad portante admisible del techo $\times 0.8$
- **Fuerza de arranque del anclaje puntual \geq Carga de diseño \times Factor de seguridad ≥ 2.5**

Capítulo 7 Diseño de disposición de módulos

7.1 Principios de disposición

Económico, fiable, razonable y estético: garantizar la viabilidad de la instalación y la facilidad de operación y mantenimiento, cumpliendo al mismo tiempo con las especificaciones de uso del producto y maximizando la generación de energía.

7.2 Parámetros típicos de disposición para cada serie

Serie	Orientación del módulo	Separación entre módulos	Separación entre filas (pasillo de mantenimiento) (检修通道)	Dirección en serie
SolarVela / Pro / Max	Horizontal (borde largo perpendicular a las ondulaciones)	≥ 20 mm	≥ 400 mm	Conexión en serie izquierda-derecha
SolarNoah / Pro / Max	Horizontal	≥ 20 mm	≥ 400 mm	Conexión en serie izquierda-derecha
SolarPega / L	Horizontal/Vertical (ambas opciones)	≥ 20 mm	≥ 400 mm	Conexión en serie izquierda-derecha
Solución con tubo cuadrado de TPO o UPVC (teja de engarce vertical/borde plegado)	Horizontal	≥ 20 mm	≥ 400 mm	Conexión en serie lateral (izquierda-derecha)
SolarPegaF / FL	Orientación horizontal o vertical, ambas son válidas	≥ 20 mm	≥ 400 mm	Conexión en serie lateral (izquierda-derecha)

Prohibiciones estrictas (para toda la serie):

- Instalación de un módulo individual que cruce tuberías de drenaje (tuberías de desagüe, canalones);
- Presencia de juntas de unión debajo de un módulo individual (incluyendo juntas de paneles de acero perfilado y juntas de elementos de soporte);
- Instalación de un módulo individual que cruce juntas de dilatación del edificio;
- Instalación de módulos en áreas de lucernarios de cubiertas de acero perfilado;
- Instalación de módulos en zonas de salidas de aguas residuales, salidas de humos y gases, o áreas propensas a acumulación de polvo/vapores químicos.

7.3 Diseño de sombreado

7.3.1 Prohibiciones de diseño

- Sombreado fijo permanente: estrictamente prohibido (para toda la serie);
- Sombreado temporal/no fijo: evitar estrictamente (contaminación severa, acumulación excesiva de polvo, obstrucción temporal).

- Exención de diseño: Las series Max (Vela Max / Noah Max) utilizan una caja de conexiones de seis partes, lo que les otorga una mayor tolerancia al sombreado temporal/no fijo, pero no deben colocarse bajo sombreado permanente.

7.3.2 Distancia de seguridad frente a sombreado

Tipo de obstáculo	Distancia mínima de seguridad
Muro cortina, equipos en la azotea	$\geq 2.5 H$ (H es la altura del obstáculo)
Claraboya, panel de iluminación	$\geq 2 H$
Edificio adyacente	Sin sombra entre las 9:00 y las 15:00 del solsticio de invierno

7.3.3 Fórmula de separación entre filas de la matriz norte-sur (GB 50797-2012)

$$D = H / \tan\theta_{\min}$$

- D: Separación entre filas de la matriz (m)
- H: Diferencia de altura entre el punto más alto de la fila delantera y la parte inferior de la fila trasera (m)
- θ_{\min} : Ángulo de altitud solar al mediodía del solsticio de invierno local

7.3.4 Período clave de generación y evaluación

- Período clave de generación: sin obstrucción de luz directa entre las 9:00 y las 15:00 del solsticio de invierno;
- Tasa de pérdida anual de irradiación efectiva: $\leq 3\%$;
- Herramientas de evaluación: PVsyst, Helioscope, SketchUp + fotografía aérea con dron.

7.3.5 Requisitos especiales para cubiertas irregulares / cubiertas curvas

- Evitar la instalación en zonas con cambios bruscos de curvatura;
- Requisito obligatorio de agrupación MPPT en cubiertas curvas: la desviación del ángulo de inclinación de los módulos dentro del mismo circuito MPPT debe controlarse dentro de $\pm 5^\circ$, de lo contrario, se dividirá en zonas de control de cadenas independientes;
- Radio de curvatura mínimo del módulo curvo (Serie Flexible Vela) $\geq 0,3$ m.

7.4 Diseño de seguridad del diseño eléctrico

7.4.1 Caja de conexiones y cable

- Grado de protección de la caja de conexiones: IP68 (equipamiento estándar en toda la serie)
- Especificación del cable de CC: $\geq 1 \times 4.0 \text{ mm}^2$, aislamiento doble
- Rango de temperatura: $-40^\circ\text{C} \sim +90^\circ\text{C}$

- Tendido de cables: protección mediante bandejas portacables/tubos, prohibido el contacto directo con la cubierta metálica
- Requisito de caída de tensión: lado CC $\leq 2\%$, lado CA $\leq 1\%$
- Radio mínimo de curvatura: $R = 10 \times$ diámetro exterior del cable

7.4.2 Protección contra sobrecorriente

- Cada cadena de módulos debe estar equipada con un fusible de CC o un interruptor automático
- Corriente nominal máxima del fusible: 25 A (uniforme en toda la serie)
- Corriente nominal del fusible: $I_r = 1,25 \times I_{sc}$
- La caja de combinación debe estar equipada con un SPD (Clase II) y un interruptor-seccionador

Capítulo 8 Diseño de instalación de módulos

8.1 Evaluación de la idoneidad del sustrato (cubierta)

8.1.1 Cubierta de chapa de acero perfilada

Proyecto	Condiciones de Aprobación	Condiciones de Prohibición
Distancia entre Crestas de Onda Corrugada	≤ 350 mm	Superior a 350 mm (prohibida la adhesión directa)
Revestimiento Superficial	Intacto, área de corrosión $\leq 5\%$	Desprendimiento extenso de pintura, metal expuesto
Integridad de las Crestas de Onda	Sin perforaciones, sin protuberancias de remaches	Presencia de remaches, perforaciones u otros elementos de fijación que interfieran en las crestas de onda
Estado de Contaminación	Sin aceite, musgo ni polvo	Aceite, musgo o contaminación química no eliminados
Estructura (monocapa)	Debajo no hay taller de alta temperatura.	Debajo de la teja simple hay un taller de alta temperatura.




Tratamiento de la oxidación de la cubierta: debe realizarse bajo la guía de un fabricante profesional utilizando pintura especial para renovación de chapa de acero perfilada (ciclo de 3 a 5 años); después de la renovación, se debe verificar la fuerza de arranque.

8.1.2 Cubierta de Hormigón


Ítem	Condición de Aceptación
------	-------------------------

Resistencia del Hormigón	≥ C25
Planicidad Superficial	≤ 3 mm / 2 m
Capa Impermeabilizante	Íntegra, sin fisuras, sin ampollas
Capa de Mortero Fino de Árido	Debe ser esmerilada o cubierta con látex impermeabilizante, y pasar la prueba de arrancamiento.

 Tratamiento de cubierta de mortero de cemento fino: Presenta partículas expuestas que afectan la adhesión del adhesivo estructural. Método de tratamiento: lijar la capa protectora con amoladora angular → cubrir con látex impermeable especial → prueba de tracción (punto individual ≥ 40 kg, puntos de prueba > 1% del número total de soportes).

8.1.3 Cubierta de Membrana Impermeabilizante

Ítem	Condición de Aceptación
Superficie de la Membrana	Sin residuos ni protuberancias
Estado de la membrana	Sin envejecimiento ni deslaminación
Adhesión inferior	Adhesión firme a la base, sin abultamientos
Estructura de la base	Hormigón armado / losa prefabricada de doble T / panel compuesto de acero ligero

 Tratamiento de ampollas: Prohibida la instalación directa en zonas con ampollas. El fabricante de la membrana debe tratar o renovar la zona → realizar prueba de tracción (punto individual ≥ 40 kg, puntos de prueba > 1% del número total de soportes). Solo se permite la instalación tras cumplir los requisitos.

8.2 Requisito Obligatorio del Ángulo de Inclinación de Instalación de los Módulos

Serie	Inclinación mínima	Inclinación máxima	Observaciones
SolarVela / SolarVela Pro	≥ 5°	90°	Prohibida la instalación horizontal a 0°
SolarVela Max	Sin restricciones (0°–90°)	90°	Único modelo flexible que permite instalación horizontal en cubierta plana

SolarNoah / SolarNoah Pro	$\geq 5^\circ$	90°	Prohibida la instalación a 0° o en horizontal
SolarNoah Max	Sin restricciones ($0^\circ-90^\circ$)	90°	Solución desmontable con marco preferida para cubiertas planas
SolarPega / PegaL / PegaF / PegaFL	Se recomienda $\geq 5^\circ$	90°	Si se instala a 0° , es necesario aumentar la frecuencia de limpieza.

Fundamento de diseño para inclinación $\geq 5^\circ$: Garantizar la autolimpieza por agua de lluvia, evitar acumulación de polvo y agua en el borde inferior, y prevenir el riesgo de puntos calientes a largo plazo derivado de ello.

8.3 Proceso de Aplicación del Adhesivo Estructural

8.3.1 Especificación del Producto

- Modelo: Adhesivo Estructural Especial para Fotovoltaica SMG533 de Guangzhou Baiyun
- Especificación: 590 mL/unidad
- Color: Blanco
- Garantía: 25 años

8.3.2 Parámetros de Rendimiento

Parámetro	Valor
Resistencia a la tracción (tras curado)	≥ 1.5 MPa
Elongación a la rotura	$\geq 250\%$
Temperatura ambiente mínima para aplicación de adhesivo	$\geq 0^\circ\text{C}$
Temperatura de instalación recomendada	$4.4^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$
Tiempo de curado	24 h @ 25°C (a menor temperatura, mayor tiempo)

8.3.3 Requisitos del Proceso de Aplicación del Adhesivo

Requisito	Valor
Método de corte de la boquilla de adhesivo	Corte en forma oblicua
Sección transversal del cordón de adhesivo	Cilíndrica

Ancho del cordón de adhesivo	Aprox. 10 mm
Altura del cordón de adhesivo	Aprox. 8 mm
Velocidad de aplicación del adhesivo	Aprox. 10 cm/s a velocidad constante
Continuidad del cordón de adhesivo	Debe ser continua y uniforme, queda estrictamente prohibida la aplicación puntual o segmentada
Burbujas / Puntos de interrupción	No se permite su presencia

8.3.4 Hitos Temporales Clave (de obligado cumplimiento)

- "Regla de los 5 minutos de oro": La colocación del módulo debe completarse dentro de los 5 minutos posteriores a la aplicación del adhesivo.
- Una vez colocado el módulo, no se debe levantar ni reajustar (está estrictamente prohibido volver a pegarlo).
- Durante el período de curado (24 h a 25 °C), está estrictamente prohibido mover o perturbar el módulo.

8.3.5 Requisitos climáticos para la instalación

- Prohibida la instalación bajo condiciones de lluvia, nieve o viento fuerte (\geq nivel 4).
- La superficie base debe estar seca y limpia (limpiar con el detergente especificado).
- Se recomienda un entorno soleado, sin viento o con brisa ligera.

8.4 Explicación detallada de los esquemas de instalación para cada serie

8.4.1 SolarVela / SolarVela Pro / SolarVela Max: Adhesión directa con adhesivo estructural

【Escenarios aplicables】 Cubiertas de chapa metálica perfilada (tipo T, tipo ondulada), cubiertas planas, cubiertas curvas, cubiertas de forma irregular, cubiertas con capacidad de carga insuficiente, proyectos BIPV.

【Condiciones previas para la adhesión directa】

- Distancia entre crestas de las ondulaciones de la chapa metálica \leq 350 mm;
- Las crestas de la chapa metálica no deben tener remaches;
- La chapa metálica en su conjunto no debe presentar corrosión, y localmente no debe tener daños ni deformaciones;
- En caso de chapa metálica de una sola capa, no debe haber equipos de alta temperatura debajo.
- Inclinación: Vela/Vela Pro \geq 5°, Vela Max sin restricción.

【Parámetros Clave de Diseño】


Parámetros	Valores
Área mínima de adhesión por módulo individual	$\geq 800 \text{ cm}^2$
Valor típico de resistencia a la tracción de diseño correspondiente	$\approx 17.4 \text{ kN (1771 kg)}$
Requisito de fuerza de extracción para tubo cuadrado de TPO o UPVC en un solo punto	$> 40 \text{ kg (ensayo tras curado)}$
Límite de voladizo del módulo	Voladizo en ambos lados $< 5 \text{ cm}$; si el voladizo $\geq 5 \text{ cm}$, debe nivelarse con tubo cuadrado
Distancia entre filas	$\geq 400 \text{ mm}$
Distancia entre módulos	$\geq 20 \text{ mm}$

8.4.2 SolarVela Pro/Max en cubierta inclinada (pendiente $> 5^\circ$, para pendiente $< 5^\circ$ usar la serie Max): Esquema de adhesión con tubo cuadrado de TPO o UPVC

【Escenarios de Aplicación】 Todos los módulos FV flexibles ligeros en cubiertas inclinadas, cubiertas de membrana impermeabilizante, chapa de acero color tipo 角驰, y chapa de acero color de junta alzada vertical.

【Especificaciones del Tubo Cuadrado de TPO o UPVC】

Parámetros	Requisito
Material	TPO o UPVC, resistente a rayos UV y a la intemperie
Altura H_1	$= (\text{Altura medida de la cresta de la chapa metálica } H - 6 \text{ mm}) \pm 2 \text{ mm}$
Ancho B (compartido por dos módulos)	$\geq 40 \text{ mm y } \geq \frac{1}{2} H_1$
Ancho B (soporte de un solo módulo)	$\geq 30 \text{ mm y } \geq \frac{1}{2} H_1$
Número de rieles por módulo	≥ 6 , distribuidos uniformemente a lo largo del módulo
Ubicación de la junta	Debe colocarse entre los módulos; está estrictamente prohibido que un solo módulo cruce la junta

8.4.3  Advertencia Especial: ¡Prohibido adherir directamente sobre chapa de acero color tipo Angle-Batten o de junta alzada vertical!

Motivo: El tipo Angle-Batten presenta desviaciones en la altura de la onda y un ancho de adhesión efectivo insuficiente; la junta alzada vertical es una estructura de engarce vertical, sin una superficie de adhesión continua y amplia en la chapa. Ambos casos no pueden cumplir con los requisitos de resistencia a la carga de viento y a las tensiones térmicas. La adhesión directa conlleva graves riesgos de seguridad por desprendimiento o levantamiento por viento.

Esquema Recomendado:

- Priorizar el uso de la serie SolarNoah + abrazadera Quick-Clamp;
- Si la cubierta no tiene previsto un plan de renovación o reparación en 25 años, se puede adoptar el esquema de SolarVela/Pro (inclinación $\geq 5^\circ$) o SolarVela Max (cualquier inclinación) + soporte de nivelación con tubo cuadrado de TPO o UPVC.

8.4.4 SolarNoah / SolarNoah Pro / SolarNoah Max: Esquema de abrazadera Quick-Clamp

【Cubierta de Chapa de Acero Color】 Abrazadera + presilla especial

Tipo de chapa	Adaptador de fijación	Dirección del lado largo
Tipo T	Abrazadera especial tipo T	Ondulación vertical
Tipo de ángulo rápido	Abrazadera especial para ángulo rápido	Ondulación vertical
Tipo de borde vertical con cierre	Abrazadera especial para borde con cierre	Ondulación vertical
Tipo ondulado	Abrazadera especial tipo ondulado	Ondulación vertical

【Requisitos Técnicos de la Abrazadera】

- Material de aleación de aluminio, debe cumplir con la norma nacional, espesor de capa anódica $\geq 15 \mu\text{m}$;
- Perno de conexión: acero inoxidable 304-2;
- Longitud de la abrazadera $\geq 54 \text{ mm}$;
- Fuerza de tracción después del apriete $> 100 \text{ kg}$;
- Par de apriete del perno: 15-20 N·m (pernos grado 8.8, GB 50205-2020);
- Presión máxima recomendada: 20 MPa.

【BOM de accesorios por cada 2 módulos (valor típico)】

N.º	Nombre	Especificación	Cantidad
1	Módulo FV SolarNoah	SET	2
2	Bloque de borde	Bloque universal 04	6
3	Bloque central	Bloque universal 01	3

【Esquema de cubierta plana】 Base + Adhesivo Estructural + Bloque de sujeción

- Se adopta una combinación de bases alta y baja para formar una inclinación $\geq 5^\circ$;
- Fuerza de tracción en un solo punto tras la adhesión de la base con adhesivo estructural ≥ 40 kg;
- BOM de accesorios por cada 2 módulos: Combinación de base para sujeción lateral $\times 6$, Combinación de base para clip central $\times 3$, Adhesivo Estructural SMG533 $\times 1$ tubo.

8.4.5 SolarPega / SolarPegaL: Módulo FV Rígido Ligero sin marco

【Instalación sobre membrana impermeabilizante en cubierta plana】

- Limpieza de la superficie base \rightarrow Adhesión del tubo cuadrado \rightarrow Aplicación de adhesivo en la cara frontal del tubo cuadrado;
- Sección cilíndrica de la tira adhesiva (10 mm \times 8 mm), velocidad constante de 10 cm/s;
- Área de adhesión por módulo individual ≥ 800 cm² (fuerza de tracción correspondiente ≈ 17.4 kN);
- Después de la instalación, compactar con rodillo de presión suave. Está estrictamente prohibido presionar las células solares con las manos.

【Tabla de Adaptación para Instalación en Cubierta de Chapa de Acero Galvanizado】

Tipo de teja	Método de adhesión	Dirección del lado largo del módulo
Tipo T	Adhesión directa + tubo cuadrado de TPO o UPVC	Ondulación vertical
Tipo ondulado	Adhesión directa	Ondulación vertical
Tipo 角驰	Adhesión con tubo cuadrado de TPO o UPVC	Ondulación vertical
Tipo de junta alzada vertical	Adhesión con tubo cuadrado de TPO o UPVC	Ondulación vertical

【Disposición de Tubos Cuadrados de TPO o UPVC】

- Separación entre tubos cuadrados: < 350 mm (colocados centrados entre las crestas de las ondas);
- Los tubos cuadrados se adhieren entre las crestas y en el centro de los valles de las ondas.

8.4.6 SolarPegaF / SolarPegaFL: Módulo FV Rígido Ligero con Marco (Solución con Abrazaderas)

Método	Cantidad de bloques de sujeción (por módulo)	Posición de las abrazaderas
① Seis abrazaderas en el lado largo del riel	6	Distribuidas uniformemente en el lado largo
② Seis abrazaderas perpendiculares al lado largo del riel	6	Distribuidas uniformemente perpendicular al lado largo

【Solución de Instalación con Rieles/Abrazaderas】

【Requisitos Técnicos para las Piezas de Presión】

- Ancho $a \geq 40$ mm, diámetro del orificio $\varnothing 8.5$ mm, espesor ≥ 3 mm;
- Solapamiento con el marco del módulo de 8 a 11 mm;
- Los orificios de drenaje no deben quedar obstruidos por las abrazaderas;
- Las piezas de presión no deben ejercer presión directa sobre el vidrio;
- Par de apriete del perno: 15-20 N·m (grado 8.8);
- Secuencia de instalación: arandela plana → arandela de presión → tuerca.

【Instalación de Módulo FV Rígido Ligero con Bastidor Trasero en Cubierta Plana】

- Fijación a la cubierta mediante soportes especializados + Adhesivo Estructural / pernos químicos.
- Anclaje químico en cubierta de hormigón: la rosca expuesta del perno debe ser ≥ 55 mm, y la prueba de arranque solo se realizará tras 24 h de curado.
- Fuerza de arranque individual del perno químico $\geq 20-25$ kN.
- Cubierta con membrana impermeabilizante: fijación con pernos + parche de membrana impermeabilizante (ancho de solape ≥ 100 mm, colocación cuadrada, soldadura del mismo material).

8.5 Requisitos de diseño para módulos transitables (Serie Pega)



Las series SolarPega / PegaF están nominalmente clasificadas como "transitables", pero en la fase de diseño deben especificarse claramente las siguientes limitaciones en el plan:

Condiciones previas de instalación:

- SolarPega / SolarPegaL deben utilizar 8 tubos cuadrados de UPVC dispuestos uniformemente a lo largo del lado largo del módulo como soporte. La longitud de cada tubo cuadrado debe coincidir con la dimensión del lado corto del módulo. Los extremos del tubo cuadrado deben sobresalir de 5 a 8 mm del ancho del módulo, y el borde del lado corto debe cubrir de 1/2 a 2/3 del ancho del tubo cuadrado más exterior.
- SolarPegaF / SolarPegaFL deben contar con 8 puntos de fijación de soporte distribuidos uniformemente, dispuestos simétricamente a lo largo de los dos lados largos del módulo (4 puntos por lado). La distancia desde el centro de la abrazadera más exterior hasta el borde del lado corto debe ser de 8 a 10 cm, y la distancia de separación bajo el módulo debe ser > 50 mm. La superficie base de instalación debe ser plana y estable, con una tolerancia de planitud $\leq \pm 2$ mm/m.

Elemento	Restricción
Peso del personal	< 80 kg
Calzado	Zapatos de protección con suela de goma o zapatos de seguridad de suela blanda
Calzado prohibido	Tacones altos, zapatos de cuero con suela dura, zapatos con clavos
Zonas Permitidas	Área central del módulo
Zonas Prohibidas	Bordes perimetrales, puntos de sujeción del soporte, juntas entre módulos
Acciones Permitidas	Caminar, permanecer de pie estáticamente
Acciones Prohibidas	Saltar, pisotear, pisar con fuerza, correr
Número de personas por módulo	Solo se permite 1 persona
Restricciones Climáticas	Prohibido pisar en días de lluvia, nieve o cuando la superficie esté húmeda

Las series SolarVela / SolarNoah están prohibidas para ser transitables. El mantenimiento debe realizarse a través de los pasillos de inspección reservados.

8.6 Diseño para línea costera y entornos especiales

- Entorno de niebla salina: la distancia del módulo a la línea costera debe ser ≥ 500 m. Para instalaciones cercanas a la costa (< 500 m), se requiere confirmación por escrito de ZKFN Solar.
- Gran altitud: ≤ 2000 m. Para altitudes superiores, se requiere una evaluación especial.
- Protección contra rayos: en zonas con actividad frecuente de rayos, se debe instalar

un sistema de protección contra rayos independiente.

- Entorno corrosivo: está prohibida la instalación en áreas propensas a la acumulación de sales, vapores químicos activos o lluvia ácida.

Capítulo 9 Selección del Inversor

9.1 Referencia de la Relación DC/AC (NB/T 10394-2020)

Irradiación Anual en Plano Horizontal (kWh/m ² ·año) (kWh/m ² ·年)	Regiones Típicas	Factor de Temperatura	Relación DC/AC recomendada	Descripción
< 1200 (zona de baja irradiación)	Harbin, Shenyang, Urumqi	Clima más frío	1.15–1.25	Baja irradiación; el sobredimensionamiento mejora la utilización del inversor
1200–1400 (zona de irradiación media)	Jining, Jinan, Shanghái, Chengdu	Clima templado	1.10–1.15	Sin sobrecarga la mayor parte del tiempo
1400–1700 (zona de irradiación alta)	Xi'an, Hohhot, Lanzhou	Verano caluroso e invierno frío	1.05–1.10	Evitar la limitación de potencia en verano
> 1700 (zona de alta irradiación)	Gonghe, Qinghai; Dunhuang, Gansu; Hami, Xinjiang	Meseta cálida	1.00–1.05	El sobredimensionamiento tiende a causar pérdidas significativas por limitación de potencia

9.2 Diseño de Coincidencia de Tensión

- En condiciones de alta temperatura: Asegurar que V_{mp} (tensión de máxima potencia del módulo) \geq límite inferior del MPPT
- En condiciones de baja temperatura: Asegurar que V_{oc} (tensión de circuito abierto total en serie) \leq tensión máxima de entrada DC del inversor (1000 V o 1500 V)

9.2.1 Tabla de Coeficientes de Corrección por Baja Temperatura para Tensión de Circuito Abierto

Para proyectos distribuidos en tejados, se recomienda adoptar un valor de 1.05–1.10 (para evitar sobrecarga en verano).

Temperatura ambiente mínima prevista (°C)	Factor de corrección
24 ~ 20	1.02

19 ~ 15	1.04
14 ~ 10	1.06
9 ~ 5	1.08
4 ~ 0	1.10
-1 ~ -5	1.12
-6 ~ -10	1.14
-11 ~ -15	1.16
-16 ~ -20	1.18
-21 ~ -25	1.20
-26 ~ -30	1.21
-31 ~ -35	1.23
-36 ~ -40	1.25

9.2.2 Fórmula de Cálculo Preciso

(1)

$$N \leq \frac{V_{dc \max}}{V_{oc} \times [1 + (t - 25) \times K_v]}$$

(2)

$$\frac{V_{mppt \min}}{V_{pm} \times [1 + (t' - 25) \times K'_v]} \leq N \leq \frac{V_{mppt \max}}{V_{pm} \times [1 + (t - 25) \times K'_v]}$$

Símbolo	Significado	Fuente del parámetro
Kv	Coficiente de temperatura de tensión en circuito abierto del módulo FV	Hoja de especificaciones del módulo
Kv'	Coficiente de temperatura de tensión de operación del módulo FV	Hoja de especificaciones del módulo

Voc	Tensión de circuito abierto del módulo FV (V)	Hoja de especificaciones del módulo
Vpm	Tensión de operación del módulo FV (V)	Hoja de especificaciones del módulo
Vdcmx	Tensión máxima de entrada DC permitida por el inversor (V)	Hoja de especificaciones del inversor
Vmpptmax	Valor máximo de tensión a plena carga del MPPT del inversor (V)	Hoja de especificaciones del inversor
Vmpptmin	Valor mínimo de tensión a plena carga del MPPT del inversor (V)	Hoja de especificaciones del inversor
t	Temperatura mínima extrema en condiciones de operación del módulo FV (°C)	Clima local
t'	Temperatura máxima extrema en condiciones de operación del módulo FV (°C)	Clima local

Nota:

- En los sistemas fotovoltaicos integrados en edificios, a menudo no se diseña con el número máximo de módulos en serie. Es necesario combinar las dos fórmulas para obtener el rango de redondeo del número de módulos en serie, y luego realizar una comparación técnica y económica considerando factores como la disposición de los módulos FV, la conexión en CC y las condiciones de construcción, para diseñar razonablemente el número de módulos en serie.
- Si es difícil obtener Kv' , se puede utilizar el valor Kv del módulo como sustituto.
- Si no se puede obtener el aumento de temperatura del módulo para t y t' , se puede utilizar la temperatura ambiente como sustituto.
- Para optimizar la generación de energía, $Vmpptmax$ y $Vmpptmin$ deben tomar el rango de tensión de carga completa del MPPT del inversor.

9.2.4 Diseño de la Corriente Máxima de la Cadena

Cálculo de la especificación de corriente del cable/fusible:

$$I_{fu} \geq 1.56 \times I_{sc}$$

Corriente nominal máxima del fusible para toda la serie = 25 A.

9.3 Diseño de Canales MPPT

- Cuando el tejado presente diferentes orientaciones, inclinaciones o sombreados, se

debe seleccionar un inversor con múltiples canales MPPT.

- Los inversores de tipo string tienen prioridad para su uso en proyectos distribuidos.
- La desviación del ángulo de inclinación de los módulos FV dentro de un mismo canal MPPT debe ser $\leq \pm 5^\circ$.
- Cubierta curva: dividir en zonas de $\pm 5^\circ$ para establecer áreas de control MPPT independientes.
- No se deben compartir canales MPPT entre diferentes orientaciones.

9.4 Requisitos de Conexión a la Red

- El nivel de tensión de salida debe coincidir con el punto de conexión a la red (baja tensión de 380 V o elevación a media tensión de 10 kV).
- Debe contar con protecciones contra sobretensión, subtensión, sobrefrecuencia, subfrecuencia y anti-isla.
- Los armónicos, las fluctuaciones de tensión y el factor de potencia deben cumplir con las normas de conexión a la red (factor de potencia $\geq 0,9$ en retardo a $0,9$ en adelanto).

9.5 Protección y Adaptación Ambiental

- Grado de protección: $\geq IP65$ (exterior)
- Temperatura de funcionamiento: $-25^\circ\text{C} \sim +55^\circ\text{C}$
- Entorno de niebla salina: conforme a GB/T 10125
- Debe disponer de funciones de monitorización remota y registro de datos.
- El inversor debe contar con la función AFCI (Interrupción por Falla de Arco Eléctrico).

9.6 Seguridad y Protección

- Lado CC: Protección contra polaridad inversa, sobretensión, SPD (Clase II), AFCI.
- Lado CA: Protección contra sobrecorriente, cortocircuito y sobretensión transitoria.
- Puesta a tierra: Conforme al sistema TN-S o TT.
- Cumplimiento de la norma de seguridad IEC 62109.

9.7 Requisito Obligatorio de Compatibilidad de Conectores MC4

- Los conectores MC4 deben ser compatibles con el módulo FV, utilizando conectores del mismo fabricante, mismo modelo y misma especificación.
- Queda estrictamente prohibido mezclar conectores de diferentes marcas o series, ya que esto puede provocar mal contacto, sobrecalentamiento e incluso riesgo de incendio, y anulará automáticamente la garantía.
- Modelos de conectores recomendados para los módulos FV de ZKFN Solar: PV-BN101B BONENG, RHC2 RENHE, EVO2 Stäubli.

Capítulo 10 Diseño de Operación y Mantenimiento

10.1 Diseño del Sistema de Lavado con Agua

10.1.1 Disposición de Tuberías

- Distribución uniforme a lo largo del conjunto en la cubierta, cubriendo la totalidad;
- Tubería principal DN25–DN50, tubería secundaria DN15–DN20.
- Material: Acero inoxidable o PPR resistente a rayos UV;
- Las tuberías deben ser resistentes a rayos UV, bajas temperaturas y corrosión.

10.1.2 Fuente de agua y presión hidráulica

- Fuente de agua: Agua municipal o agua de lluvia purificada;
- Presión hidráulica: 0.1–0.2 MPa (está estrictamente prohibido el impacto de alta presión, ya que una presión excesiva puede provocar micro-fisuras);
- Una presión hidráulica demasiado baja (< 0.1 MPa) resulta en un efecto de lavado deficiente, mientras que una presión demasiado alta (> 0.2 MPa) puede causar micro-fisuras en los módulos.

10.1.3 Dispositivo de lavado

- Los rociadores deben cubrir toda la superficie del módulo, sin puntos muertos;
- Configurar válvulas motorizadas o manuales por zonas;
- El ángulo de pulverización debe coincidir con el ángulo de inclinación del módulo.

10.1.4 Drenaje y protección contra heladas

- Las aguas residuales deben ser canalizadas hacia tuberías de agua de lluvia o zanjas de drenaje dedicadas;
- En regiones del norte, es necesario instalar capas de aislamiento térmico o un sistema de circulación de líquido anticongelante (o drenar y suspender el uso durante la temporada invernal).

10.1.5 Recomendaciones de frecuencia de limpieza (GB/T 38946-2020)

Condiciones ambientales	Frecuencia recomendada	Observaciones
Zonas urbanas y suburbanas convencionales	Se recomienda 1 vez al mes	Puede reducirse en invierno
Zonas con alta presencia de polvo y arena	Al menos 1 vez al mes	Limpieza inmediata después de una tormenta de arena
Zonas con alta contaminación industrial	1–2 veces al mes	Monitoreo de suciedad y degradación de la generación

Zonas costeras con niebla salina	Al menos 1 vez al mes	Inspección anticorrosión simultánea
Zonas lluviosas	≥ 1 vez por trimestre	Limpieza asistida por lluvia
Tras eventos imprevistos	Limpieza inmediata	Prevención de puntos calientes

10.1.6 Precauciones durante la limpieza

- Realizar la operación durante la mañana o al atardecer (evitar el enfriamiento brusco del módulo a alta temperatura que pueda provocar micro-fisuras).
- Prohibir el uso de ácidos fuertes, bases fuertes y agua con alto contenido de sales.
- Para los diferentes tipos de sustratos de cubierta, consulte los limpiadores recomendados en el Anexo 1 del manual de instrucciones de instalación.
- Registrar la fecha de limpieza, el método y el consumo de agua, y monitorear los cambios en la generación de energía.

10.2 Puesta a tierra para protección contra rayos

Ninguno de los módulos de la serie completa de ZKFN Solar requiere puesta a tierra del marco.

Motivo: Se utiliza un proceso de adhesión no conductora o un marco posterior de material compuesto, por lo que el marco no es conductor.

El diseño solo requiere:

1. Puesta a tierra de los soportes, bases y otros componentes metálicos según el sistema TN-S / TT;
2. Puesta a tierra del inversor y de la caja de conexiones, cumpliendo con los requisitos del fabricante del inversor y la normativa local;
3. En zonas con frecuentes tormentas eléctricas, se debe instalar un sistema de protección contra rayos independiente (cinta/pararrayos).

10.3 Requisitos de diseño para inspecciones rutinarias

En la fase de diseño, se debe reservar:

- Pasillo de mantenimiento (> 400 mm);
- Puntos de fijación para arnés de seguridad y puntos de anclaje para línea de vida (en áreas de trabajo en altura > 2 m).
- Cuarto de herramientas de operación y mantenimiento o sala de equipos (almacenamiento centralizado de herramientas de limpieza e inspección eléctrica);
- Sistema de monitoreo y alarma de generación de energía (precisión a nivel de string, localización de fallos hasta el string de módulos).

10.4 Reserva de diseño para mantenimiento periódico del sistema eléctrico

- Espacio de mantenimiento para caja de combinación e inversor ≥ 800 mm;
- El interruptor de CC y el SPD deben instalarse de forma independiente para facilitar el reemplazo en caliente;
- La caja de conexiones del módulo debe orientarse hacia el pasillo de mantenimiento para facilitar la inspección infrarroja y el reemplazo;
- En la fase de diseño, se debe reservar al menos un 0.5% de la cantidad de módulos de repuesto (según lo acordado en el contrato).

Capítulo 11 Alcance de la garantía y cláusulas de exención de responsabilidad

11.1 Tabla de referencia rápida del período de garantía

Serie	Garantía del producto 质保	Garantía de potencia 质保	Degradación de potencia (primer año) (首年)	Degradación de Potencia (2-25/30 años) (2-25/30 年)	Potencia al Final del Año 25/30 功率
SolarVela (PERC)	12 años	25 años	$\leq 2\%$	$\leq 0.55\%$ / año	$\geq 84.8\%$
SolarVela Pro/Max (TOPCON)	12 años	25 años	$\leq 1\%$	$\leq 0.4\%$ / año	$\geq 89.4\%$
SolarNoah (PERC)	12 años	25 años	$\leq 2\%$	$\leq 0.55\%$ / año	$\geq 84.8\%$
SolarNoah Pro/Max (TOPCON)	12 años	25 años	$\leq 1\%$	$\leq 0.4\%$ / año	$\geq 89.4\%$
SolarPega / PegaL / PegaF / PegaFL (TOPCON)	15 años	30 años	$\leq 1\%$	$\leq 0,4\%$ / año	$\geq 87,4\%$

11.2 Limitaciones del mercado de garantía

Tipo de caja de conexiones	Modelo típico	Mercado de comercialización
Caja de conexiones de seis compartimentos	SolarVela Max, SolarNoah Max	Disponible globalmente, garantía mundial
Caja de conexiones de tres compartimentos	SolarVela, SolarVela Pro, SolarNoah, SolarNoah Pro	Solo para el mercado nacional de China; la garantía queda sin efecto para ventas en el extranjero

Serie SolarPega	Según lo estipulado en el contrato	Según lo estipulado en el contrato
-----------------	------------------------------------	------------------------------------

11.3 Casos típicos de pérdida de validez de la garantía

Las siguientes situaciones provocarán directamente la pérdida total de la garantía, y deben evitarse estrictamente en la fase de diseño:

- Sombreado: áreas con sombreado fijo prolongado (edificios, estructuras, árboles, etc.);
- Incumplimiento del ángulo de inclinación: instalación de SolarVela/Pro, SolarNoah/Pro con un ángulo $< 5^\circ$ o en posición horizontal;
- Uso incorrecto del modelo: SolarVela/Vela Pro/Noah/Noah Pro utilizados en proyectos en el extranjero;
- Incumplimiento de las instrucciones de instalación;
- Infracciones eléctricas;
- Escenarios no estáticos: vibraciones, sacudidas, plegado, fijación con hebillas, transporte frecuente (período de garantía de solo 3 años);
- Fuerzas naturales o casos de fuerza mayor: rayos, granizo, heladas, nieve, tormentas (que excedan la capacidad de diseño), incendios, explosiones, etc.;
- Modificaciones no autorizadas por escrito: cualquier tipo de modificación, perforación o desmontaje del módulo;
- Número de serie dañado o ilegible.

11.4 Obligación de información de la oficina de diseño

La oficina de diseño deberá indicar claramente los siguientes puntos en los planos de diseño y en las instrucciones de diseño, y comunicarlos al propietario:

- Modelo del módulo y restricciones del mercado de comercialización;
- Requisito de inclinación mínima del módulo;
- Prohibición de sombras y requisitos de operación y mantenimiento;
- Modelo y parámetros especificados del adhesivo estructural/abrazadera/prensa utilizados;
- Limitaciones de transitabilidad (serie Pega) y prohibición de transitar (series Vela/Noah);
- Límites de presión de agua y frecuencia para el lavado con agua;
- Período de garantía y reglas de transferencia.

Capítulo 12: Lista de Entregables de Diseño

Antes de la finalización del diseño, la oficina de ingeniería deberá completar los siguientes entregables de acuerdo con los requisitos de estas especificaciones generales:

12.1 Documentación Básica

- Informe de revisión estructural de la cubierta (capacidad portante, tipo de sustrato, nivelación, estado de impermeabilización)
- Datos de condiciones meteorológicas del emplazamiento (presión básica del viento, carga de nieve, temperatura mínima/máxima, irradiación anual)
- Datos de clasificación de niebla salina/corrosión/sismicidad del emplazamiento
- Informe de análisis de sombras (periodos críticos anuales, informe PVsyst/Helioscope)

12.2 Documentos de Diseño

- Informe de selección del modelo de módulo FV (incluyendo verificación de mercado objetivo)
- Plano de distribución en cubierta (incluyendo espaciado entre filas, pasillos de mantenimiento, dirección de conexión en serie, agrupación MPPT)
- Memoria de cálculo de cargas (combinación de viento, nieve y sismo; fuerza de arrancamiento del anclaje)
- Plano de diseño eléctrico (cálculo de tensión de cadena, selección de fusibles, coincidencia MPPT, caída de tensión en cableado)
- Lista de materiales BOM de adhesivo estructural/soporte/base (deben utilizarse productos especificados)
- Diagrama del sistema de puesta a tierra y protección contra rayos
- Diagrama del sistema de operación y mantenimiento (tuberías de lavado con agua, frecuencia de limpieza, rutas de emergencia)

12.3 Revisión del Diseño

- Firma de verificación del especialista en estructuras
- Firma de verificación del especialista en electricidad
- Confirmación del plan técnico del equipo de ZKFN Solar (obligatorio para proyectos en el extranjero, proyectos cercanos al mar, techos de forma irregular y modelos especiales)
- Aprobación de la entidad de revisión del proyecto

Capítulo 13: Errores Comunes de Diseño y Cómo Evitarlos

Número de serie	Errores Comunes	Procedimiento Correcto	Sección de Referencia
1	Seleccionar SolarVela Pro en cubiertas con inclinación < 5°	Debe seleccionarse SolarVela Max	8.2
2	Instalar directamente módulos FV	Es obligatorio nivelar con tubos	8.4.3

	flexibles sobre chapa de acero perfilada tipo Jiaochi	cuadrados de TPO o UPVC, o bien utilizar el sistema de fijación SolarNoah	
3	Conectar módulos con diferencia de inclinación > 5° en un mismo MPPT	Dividir en MPPT independientes según zonas con diferencia de $\pm 5^\circ$	9.3
4	Para proyectos en el extranjero, se utiliza SolarVela Pro (caja de conexiones de tres cuerpos)	Se debe seleccionar la serie Max	11.2
5	Un módulo individual que cruza la junta de unión o la junta de dilatación del techo	Colocar la junta de unión entre los módulos	7.2
6	Instalación adhesiva sobre chapa de acero de una sola capa en un taller de alta temperatura debajo	Prohibido; se debe cambiar a un sistema de fijación con abrazaderas o reemplazar el módulo	8.1.1
7	Uso de adhesivo estructural de baja calidad	Utilizar el SMG533 especificado	8.3.1
8	Mezcla de conectores MC4 de diferentes marcas	Debe unificarse el fabricante/modelo	9.7
9	Adhesión directa sobre cubierta de mortero de cemento con árido fino	Lijado + imprimación impermeable + ensayo de arrancamiento	8.1.2
10	Presión de agua de lavado > 0.2 MPa	Controlar entre 0.1–0.2 MPa	10.1.2
11	No se ha considerado la corrección por baja temperatura de la tensión de circuito abierto	Utilice la fórmula C_{voc} o la tabla de factores de corrección.	9.2
12	El inversor no está equipado con AFCL.	Se exige obligatoriamente que el inversor incluya AFCL.	9.5
13	La distancia entre filas del array es de solo 200 mm.	≥ 400 mm	7.2
14	El módulo se instaló cerca del tragaluz sin respetar la distancia de 2H.	Distancia al tragaluz $\geq 2H$	7.3.2
15	Realizar perforaciones o modificaciones en el módulo FV in situ.	Prohibido terminantemente; de lo contrario, la garantía quedará anulada.	11.3

Capítulo 14: Apéndices

Apéndice A: Parámetros del Adhesivo Estructural Especificado (Guangzhou Baiyun SMG533)

Proyecto	Parámetro
Modelo	Adhesivo Estructural SMG533 para uso fotovoltaico
Fabricante	Guangzhou Baiyun Technology Co., Ltd.
Especificación	590 mL / unidad
Color	Blanco
Resistencia a la tracción	≥ 1.5 MPa (después del curado)
Elongación a la Rotura	$\geq 250\%$
Temperatura Mínima de Aplicación del Adhesivo	$\geq 0^{\circ}\text{C}$
Temperatura Recomendada para la Instalación	4.4–35°C
Tiempo de Curado	24 h @ 25°C
Período de Garantía	25 años

Apéndice B: Tabla de Compatibilidad entre Tipos de Chapa de Acero Perfilada y Métodos de Instalación

Tipo de Perfil / Estructura	Vela – Adhesión Directa	Vela + Tubo Cuadrado	Noah – Sistema de Fijación con Abrazadera	Pega – Adhesión Directa	Pega + Tubo Cuadrado	Abrazadera PegaF
Tipo T	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tipo Ondulado	✓	–	✓	✓	–	–
Tipo Angle-Batten	✗	✓	✓	✗	✓	✓
Tipo de junta alzada vertical	✗	✓	✓	✗	✓	✓
Perfil de engarce vertical de borde	✗	✓	✓	✗	✓	✓

Tipo de Perfil / Estructura	Vela – Adhesión Directa	Vela + Tubo Cuadrado	Noah – Sistema de Fijación con Abrazadera	Pega – Adhesión Directa	Pega + Tubo Cuadrado	Abrazadera PegaF
recto						

Apéndice C: Tabla de Consulta Rápida de Coeficientes de Temperatura (Datos TDS)

Serie	α_{Voc} (%/°C)	β_{Pmpp} (%/°C)	δ_{Isc} (%/°C)	NOCT (°C)
SolarVela (PERC)	-0.28	-0.34	+0.05	45±2
SolarVela Pro / Max (TOPCON)	-0.26	-0.29	+0.045	45±2
SolarNoah (PERC)	-0.28	-0.34	+0.05	45±2
SolarNoah Pro / Max (TOPCON)	-0.26	-0.29	+0.045	45±2

Apéndice D: Lista de Sustancias Nocivas para la Corrosión de Conectores Fotovoltaicos

Durante la fase de diseño, se debe evitar la colocación de módulos en áreas donde puedan estar expuestos a los siguientes productos químicos:

Categoría	Sustancia
Ácidos y bases	Cloruro de sodio, bicarbonato de sodio, peróxido de hidrógeno, cloruro de calcio, hidróxido de sodio, amoníaco, bórax, carbonato de calcio, alumbre
Oxidantes	Agua oxigenada, lejía de hipoclorito de sodio, permanganato de potasio, cloro, ozono, desinfectante para piscinas, oxidantes industriales
Disolventes orgánicos	Acetona, tolueno, xileno, benceno, tetracloruro de carbono, diclorometano, diluyente de pintura, removedor de esmalte de uñas, etanol/isopropanol de alta concentración, trementina, tetrahidrofurano

Apéndice E: Anomalías en la Superficie de Instalación y Medidas de Tratamiento

Anomalía	Método de tratamiento	Requisitos posteriores
Corrosión de chapa de acero pintada	Repintado con pintura profesional de renovación (ciclo de 3 a 5 años)	Revisión de la fuerza de arranque tras la renovación.
Cubierta de mortero de cemento con árido fino.	Lijado con amoladora angular + recubrimiento con látex impermeable.	Arranque puntual ≥ 40 kg, pruebas aleatorias $> 1\%$.

Anomalía	Método de tratamiento	Requisitos posteriores
Ampollas en la membrana impermeable.	Tratamiento/renovación por parte del fabricante.	Arranque puntual ≥ 40 kg, pruebas aleatorias $> 1\%$.
Interferencia del remache en la cresta de la onda.	Ajustar la posición del tubo cuadrado o retirar el remache.	Sin comprometer la impermeabilidad.
Junta de unión desde la cumbrera hasta el alero.	Colocar la junta entre los módulos.	Un solo módulo no debe cubrir la junta.

Apéndice F: Parámetros Eléctricos de la Cadena de Módulos SolarVela/Noah (Valores Típicos)

Parámetros.	SolarVela	SolarVela Pro/Max	SolarNoah	SolarNoah Pro/Max
Pmax STC (W)	510–520	550–560	510–520	550–560
Vmp (V)	41,43–42,04	45,19–45,29	41,43–42,04	45,19–45,29
Voc (V)	49,76–49,9	52,96–53,05	49,76–49,9	52,96–53,05
Imp (A)	12,31–12,37	12,18–12,37	12,31–12,37	12,18–12,37
Isc (A)	12,74–13,09	12,92–12,96	12,74–13,09	12,92–12,96

Apéndice G: Parámetros Eléctricos de la Cadena de Módulos SolarPega (Valores Típicos)

Parámetro	SolarPegaL / PegaFL	SolarPega / PegaF
Pmax en STC (W)	500–510	510–520
Vmp (V)	33,76–33,91	33,58–33,79
Voc (V)	39,72–40,03	39,46–39,78
Imp (A)	14,83–15,06	15,19–15,40
Isc (A)	15,36–15,45	15,78–15,84

Apéndice H: Abreviaturas de Referencia de Términos

Abreviatura	Nombre Completo	Español
STC	Condiciones Estándar de Prueba	Condiciones Estándar de Prueba (1000 W/m ² ,

		25 °C, AM 1.5)
NMOT	Temperatura Nominal de Operación del Módulo	Temperatura Nominal de Operación del Módulo (800 W/m ² , 20 °C, 1 m/s)
MPPT	Seguimiento del Punto de Máxima Potencia	Seguimiento del Punto de Máxima Potencia
AFCI	Interruptor de Circuito por Falla de Arco	Interruptor de Arco Eléctrico (AFCI)
SPD	Dispositivo de Protección contra Sobretensiones (DPS)	Protector contra Sobretensiones
TDS	Hoja de Datos Técnicos	Especificaciones Técnicas
BIPV / BAPV	FV Integrado en Edificios / FV Adherido a Edificios	Integración Arquitectónica Fotovoltaica / Fotovoltaica Adosada a Edificios

Capítulo 15: Soporte Técnico y Contacto

Para escenarios especiales, modelos especiales o requisitos de personalización no cubiertos explícitamente en estas directrices generales, las oficinas de diseño y los ingenieros deben contactar proactivamente al equipo técnico de ZKFN Solar antes de finalizar el diseño para obtener soporte técnico especializado:

Shandong ZKFN Solar Technik GmbH

- Dirección: Nave 1, Xinshenglin, Parque Industrial de Fabricación Inteligente Lūhaihui, Zona de Desarrollo Económico de Jining, Ciudad de Jining, Provincia de Shandong
- Línea de Atención: 400 6768 100
- Correo Electrónico de Soporte Técnico: tech-support@zkfnsolar.com
- Sitio Web Oficial: www.zkfnsolar.com

Tipos de Proyectos que Deben Contactar Proactivamente a ZKFN Solar

- Proyectos en el extranjero (incluyendo, entre otros, Europa, Sudeste Asiático, Medio Oriente, Norteamérica, África, Sudamérica);
- Proyectos cercanos a la costa (distancia a la línea costera < 500 m);
- Proyectos en cubiertas de forma irregular/curva/superficie abovedada;
- Proyectos en alta altitud (> 2000 m);
- Proyectos con alto nivel de resistencia sísmica (≥ 8 grados);
- Proyectos BIPV con personalización especial (color, patrón, dimensión, potencia).
- Diseño de operación y mantenimiento a gran escala que involucra áreas transitables de SolarPega;

- Aplicaciones en escenarios no estáticos (marquesinas solares, centrales eléctricas plegables, etc.).

Descripción del Documento

- Esta normativa general corresponde a la edición 2026, elaborada con base en la ficha técnica del producto de ZKFN Solar, el "Manual de Instalación de las Series SolarVela & SolarNoah", el "Manual de Instalación de las Series SolarPega / PegaF" y la "Garantía Limitada".
- Si las especificaciones del producto se actualizan, prevalecerán la última TDS y el manual de instalación publicados en el sitio web oficial de ZKFN Solar.
- En caso de conflicto entre esta guía de diseño y los términos del manual de instalación oficial de ZKFN Solar o la garantía limitada, prevalecerán el manual de instalación y la garantía limitada.
- En caso de discrepancias entre las distintas versiones lingüísticas de este manual, prevalecerá la versión en chino.
- El derecho de interpretación final pertenece a Shandong ZKFN Solar Technik GmbH