



SolarPega & SolarPegaF

Guia de Instalação do Módulo Fotovoltaico em Série

Shandong ZKFN Solar Tecnologia Ltda.

Data de Lançamento: 25/04/2026 | Versão: ZKFN-ATSD-LG-PIM-342

Table of Content

1. Visão Geral do Manual e Declaração de Responsabilidade.....	4
1.1 Escopo do Manual	4
1.2 Aviso	4
1.3 Escopo da Responsabilidade	5
1.4 Termos de Aviso de Garantia	5
1.5 Informações de Suporte Técnico	5
2. Especificações de Operação de Segurança	6
2.1 Avisos Gerais de Segurança	6
2.2 Requisitos Gerais de Segurança do Pessoal.....	7
2.3 Operações Gerais Proibidas	8
3. Especificações do Produto e Parâmetros de Desempenho Principais.....	10
3.1 Série de Produtos e Descrição do Modelo	10
3.2 Principais Parâmetros de Desempenho Elétrico	10
3.3 Principais Parâmetros de Desempenho Mecânico	11
3.4 Especificações de Ângulo de Inclinação de Instalação e Seleção do Local.....	12
4. Especificações de Descarregamento, Transporte e Armazenamento	13
4.1 Requisitos Gerais de Proteção	13
4.2 Descrições das Etiquetas de Embalagem.....	14
4.3 Especificações da Operação de Descarregamento	15
4.4 Requisitos de Transporte Secundário	17
4.5 Especificações de Armazenamento	17
4.6 Requisitos de Etapas do Módulo	17
5. Guia de Operação de Desembalagem	21
5.1 Desembalando os Requisitos de Segurança	21
5.2 Procedimento Padrão de Desembalagem	22
5.3 Procedimento Restante de Reembalagem do Módulo.....	22
6. Seleção de Cenário de Aplicação e Soluções de Instalação de Módulo	23
6.1 Requisitos Gerais de Instalação	23
6.2 Guia de Seleção de Produtos para Cenários Completos	26
6.3 Precauções de Instalação.....	27
6.4 Soluções de Instalação de Módulos da Série SolarPega / SolarPegaL.....	30

6.5 Soluções de Instalação de Módulos das Séries SolarPegaF / SolarPegaFL	36
7. Especificações de Conexão e Cabeamento.....	39
7.1 Requisitos de Roteamento e Fixação de Cabos	39
7.2 Especificações de Aterramento	40
8. Instruções de Trabalho para Instalação Elétrica	40
8.1 Requisitos Gerais de Instalação Elétrica	40
8.2 Especificações de Conexão em Série/Paralelo do Módulo.....	40
8.3 Seleção e Requisitos de Instalação de Fusíveis.....	41
8.4 Especificações de Uso e Proteção do Conector.....	41
9. Especificações de Operação e Manutenção	42
9.1 Inspeção Rotineira	42
9.2 Especificações de Limpeza do Módulo	42
9.3 Requisitos de Inspeção Periódica do Sistema Elétrico.....	43
10. Anexos	44
Anexo 1: Limpadores Recomendados para Diferentes Substratos de Telhado	44
Anexo 2: Especificações de Construção de Adesivo Estrutural	44
Anexo 3: Lista de Itens Corrosivos/Prejudiciais aos Conectores PV	45
Anexo 4: Perfil de Telha de Aço e Referência de Tipo de Abraçadeira Compatível	45
Anexo 5: Condições de Superfície de Instalação Anormais e Métodos de Tratamento ...	46
Anexo 6: Tabela Resumida de Seleção de Módulos e Métodos de Instalação para Diferentes Telhados	47
Anexo 7: Descrição dos Parâmetros Elétricos.....	48

1. Visão Geral do Manual e Declaração de Responsabilidade

1.1 Escopo do Manual

Este manual é o guia oficial de instalação emitido pela Shandong ZKFN Solar Technology Co., Ltd. (doravante denominada "ZKFN Solar") para a série SolarPega (SolarPega, SolarPegaL) e a série SolarPegaF (SolarPegaF, SolarPegaFL) de módulos fotovoltaicos de silício cristalino leve TOPCon (doravante denominados "módulos"). Este manual abrange todas as especificações do ciclo de vida, desde a seleção do produto, chegada e descarregamento, armazenamento, desempacotamento, instalação e construção, conexão elétrica, até a operação e manutenção subsequentes.

Este manual destina-se a integradores de sistemas, instaladores e profissionais qualificados envolvidos na instalação, comissionamento e manutenção da série de módulos mencionada acima. Qualquer pessoa responsável por manusear, instalar ou operar este produto tem a responsabilidade de ler, compreender e cumprir os requisitos deste manual antes da operação. O não cumprimento dos procedimentos operacionais, instruções de segurança e especificações técnicas estabelecidas neste manual pode resultar em lesões pessoais graves ou danos materiais. A instalação e operação de módulos solares requer habilidades profissionais; somente profissionais podem realizar esse trabalho. Por favor, leia as instruções de segurança e instalação antes de usar e operar os módulos. Os instaladores devem informar os clientes finais (ou consumidores) sobre esses pontos de maneira adequada.

Os modelos de módulo principal abrangidos por este manual incluem:

- SolarPega (vidro frontal de 1,6 mm, sem moldura traseira): ZKFN-G2-220B xxx, etc.
- SolarPega L (vidro frontal de 1,1 mm, sem estrutura traseira): ZKFN-G2-120B xxx, etc.
- SolarPegaF (vidro frontal de 1,6 mm, com estrutura traseira): ZKFN-G2-222B xxx, etc.
- SolarPegaF L (1,1 mm de vidro frontal, com estrutura traseira): ZKFN-G2-122B xxx, etc.

1.2 Aviso

1. A ZKFN Solar reserva-se o direito de modificar este manual sem aviso prévio devido a atualizações de tecnologia do produto, melhorias de processo ou atualizações de padrão. A versão mais recente será publicada simultaneamente no centro de download do site oficial da ZKFN Solar. Clientes e instaladores são responsáveis por garantir proativamente o uso da versão mais recente. Quaisquer desvios operacionais resultantes do uso de versões desatualizadas serão de responsabilidade do usuário.
2. A não observância dos requisitos especificados no manual de instalação (incluindo alterações publicadas no site oficial da ZKFN Solar no momento da instalação) durante a instalação do módulo anulará a garantia limitada do produto fornecida ao cliente.
3. A ZKFN Solar não oferece garantias, expressas ou implícitas, em relação a qualquer informação contida neste manual. Usuários e instaladores devem realizar uma pesquisa técnica do local para garantir que os métodos de instalação fornecidos estejam em conformidade com as leis locais e os padrões de construção.



4. A ZKFN Solar não fornece nenhum acessório para sistemas de montagem BIPV. Se necessário, consulte fabricantes profissionais de sistemas de montagem. A ZKFN Solar não assume nenhuma responsabilidade pela qualidade de quaisquer sistemas de montagem ou de seus acessórios.

1.3 Escopo da Responsabilidade

1. Independentemente de a instalação do módulo seguir o manual de instalação (incluindo alterações publicadas no site oficial da ZKFN Solar), a ZKFN Solar não poderá ser responsabilizada legalmente por quaisquer danos ocorridos durante a instalação, incluindo, mas não se limitando a, manuseio do módulo, lesões pessoais ou perda de propriedade decorrente da instalação do sistema.
2. Em caso de inconsistências entre diferentes versões linguísticas deste manual, a versão em chinês prevalecerá.
3. Este manual é fornecido apenas para orientação de instalação e não constitui qualquer garantia, seja expressa ou implícita.

1.4 Termos de Aviso de Garantia

1. A ZKFN Solar oferece uma garantia de produto de 15 anos e uma garantia linear de potência de 30 anos para todos os produtos das séries SolarPega e SolarPegaF. O escopo específico da garantia, os procedimentos para reivindicações e as exceções serão regidos pelos documentos oficiais de garantia que acompanham o produto no momento da compra.
2. Materiais auxiliares-chave usados com os módulos, como grampos, adesivo estrutural e conectores compatíveis com MC4, devem ser modelos recomendados ou certificados pela ZKFN Solar para garantir a compatibilidade, confiabilidade e segurança geral do sistema. Danos a produtos ou sistemas causados pelo uso de hardware não certificado não são cobertos pela garantia.

1.5 Informações de Suporte Técnico

Para obter documentos de suporte técnico mais detalhados, participar de consultas de solução específicas para projetos ou solicitar recomendações para superfícies de instalação anormais, por favor, entre em contato com a ZKFN Solar através dos seguintes canais oficiais:

- Linha Direta de Serviços Globais Tradução:(+86) 400 6768 100 (Office Hours: 8:30-17:30, Beijing Time)
- E-mail de Suporte Técnico: tech-support@zkfnsolar.com
- Site oficial: www.zkfnsolar.com
- Endereço da Base de Fabricação: Building 1 Xinshenglin, Parque Industrial de Fabricação Inteligente Lvhaihui, Zona de Desenvolvimento Econômico de Jining, Cidade de Jining, Província de Shandong

2. Especificações de Operação de Segurança

2.1 Avisos Gerais de Segurança

1. Todo o trabalho de instalação deve estar em plena conformidade com os regulamentos locais e com as normas elétricas nacionais ou internacionais aplicáveis.
2. Risco de Choque Elétrico e Queimadura: Os módulos fotovoltaicos são equipamentos de geração de energia em corrente contínua (CC). Quando sua superfície é exposta à luz, mesmo sem conexão de circuito, há tensão CC presente nos terminais e conectores positivo e negativo. Múltiplos módulos conectados em série formam um arranjo fotovoltaico cuja tensão pode atingir níveis perigosos à segurança pessoal. É proibido que pessoas sem treinamento profissional ou autorização toquem nos terminais dos módulos, conectores ou partes energizadas expostas de qualquer maneira. O contato com partes energizadas pode causar queimaduras graves ou choque elétrico fatal.
3. Operação Sem Carga Viva: Antes de qualquer instalação, substituição, fiação de módulos ou modificação do sistema, os lados CC e CA devem estar completamente desenergizados, com medidas rigorosas de prevenção de religamento e verificação de desenergização. Em nenhuma circunstância os conectores ou conexões elétricas devem ser desconectados sob carga, pois isso gera arcos CC perigosos e destrutivos que podem causar incêndio, danos aos equipamentos e ferimentos pessoais graves.
4. Manuseio de Módulos Danificados: Não utilize módulos com danos visíveis, incluindo, mas não se limitando a, penetração na superfície, rachaduras, arranhões ou penetração na backsheet, rachaduras na caixa de junção ou entrada de água interna. Módulos danificados não podem ser reparados e apresentam riscos extremamente altos de vazamento e choque elétrico, com isolamento completamente comprometido. Não desmonte os módulos, remova partes componentes ou modifique a fiação do diodo de bypass por qualquer motivo. As tampas das caixas de junção dos módulos devem permanecer fechadas o tempo todo.
5. Risco de Curto-Circuito dos Pólos Positivo e Negativo: Não conecte diretamente os conectores positivo e negativo de um único módulo, pois isso causará um curto-circuito no módulo. Antes da instalação, inspecione e assegure-se de que todas as tampas isolantes dos conectores ou anéis de vedação estejam intactos e devidamente instalados para evitar curtos-circuitos causados por falha de isolamento, o que poderia levar a incêndio ou choque elétrico.
6. Limites de Parâmetros Ambientais e Elétricos: A faixa de temperatura ambiente estável de operação projetada para os módulos é de -40°C a 85°C. A tensão máxima de circuito aberto do sistema não deve exceder a tensão máxima do sistema de CC de 1500V indicada no rótulo do produto do módulo sob qualquer temperatura mínima ambiente esperada. A operação além dos parâmetros nominais é proibida.
7. Segurança contra Incêndio: No caso de um incêndio na instalação ou no local de O&M, e quando as condições permitirem sem perigo pessoal, toda a energia do sistema

fotovoltaico (incluindo os lados CC e CA) deve ser desconectada primeiro, e então extinguir usando pó seco, CO₂ ou outros meios extintores não condutivos de acordo com as normas de segurança contra incêndios elétricos. Não use água ou espuma para lavar diretamente os módulos ou sistemas elétricos antes de desligar a energia.

8. Classe de Aplicação e Aviso: Esta série de módulos é Classe de Aplicação A (equivalente à Classe de Segurança II da IEC 61730-1), adequada para sistemas acessíveis ao público. Quando a tensão de circuito aberto do sistema exceder 50V, placas de aviso proeminentes de “Risco de Choque Elétrico” devem ser instaladas próximas aos dispositivos de conexão de string, inversores e outros locais facilmente acessíveis, de acordo com os regulamentos de segurança.

2.2 Requisitos Gerais de Segurança do Pessoal

1. Requisitos de Qualificação: Todos os profissionais responsáveis pela instalação, fiação, comissionamento e manutenção do sistema fotovoltaico devem concluir o treinamento profissional em instalação de sistemas fotovoltaicos, possuir certificados de qualificação válidos e relevantes, e estar totalmente familiarizados com todas as normas de segurança deste manual e com os regulamentos do governo local aplicáveis.
2. Sistema de Trabalho em Dupla: Para minimizar os riscos de operações realizadas por uma única pessoa (como choque elétrico acidental, quedas de altura, etc.), todas as operações de instalação, manuseio e fiação no local devem ser realizadas por pelo menos duas pessoas trabalhando juntas. Operações de alto risco realizadas por uma única pessoa são proibidas.
3. Equipamento de Proteção Individual (EPI): O pessoal deve usar corretamente equipamentos de proteção individual certificados durante as operações, incluindo, mas não se limitando a: luvas de proteção antiderrapantes, roupas de trabalho isolantes de mangas compridas, calçados isolantes contra impactos. Ao trabalhar nas bordas do telhado ou em qualquer área com risco de queda (diferença de altura superior a 2 metros), deve-se usar sempre um cinto de segurança antichoque com gancho duplo, devidamente preso a uma linha de vida ou ponto de ancoragem instalada de forma independente, com barreiras de proteção contra quedas ou redes de segurança instaladas abaixo da área de trabalho.
4. Ferramentas e Joias: Apenas ferramentas que atendam aos padrões de segurança com isolamento intacto devem ser usadas. É proibido usar qualquer joia de metal, como relógios, anéis, colares, pulseiras, etc., durante o trabalho, pois esses itens podem causar condução de corrente indesejada, levando a risco de curto-circuito, ou arranhar a superfície do módulo durante o manuseio.



5. **Clima Adverso:** A instalação ao ar livre, içamento ou operações de fiação são proibidos na chuva, neve, neblina, tempestades ou quando a velocidade instantânea do vento no local atingir ou exceder o Nível 4 (velocidade do vento aproximadamente 7,9 m/s). Ambientes úmidos aumentam significativamente o risco de choque elétrico. Os instaladores devem garantir que todos os módulos, ferramentas e pontos de conexão elétrica estejam limpos e secos antes de prosseguir.
6. **Controle de Área:** O canteiro de obras e a área de armazenamento temporário de módulos devem ser claramente sinalizados com placas de aviso e barreiras. Pessoas não autorizadas, crianças ou outras pessoas sem relação com o local estão proibidas de entrar para prevenir acidentes.
7. **Proteção contra Exposição à Luz:** Proteção contra Exposição à Luz: A qualquer momento, mesmo quando os módulos não estão conectados a um sistema completo, eles constituem uma fonte de energia quando expostos à luz. Não toque diretamente nas caixas de junção, nas extremidades dos cabos ou nos contatos metálicos dentro dos conectores com as mãos nuas sem proteção.

2.3 Operações Gerais Proibidas

Para garantir o desempenho do módulo, a segurança do pessoal e a validade da garantia, o seguinte é proibido:

1. **Danos físicos e Revestimento:** Não risque, bata, dobre ou impacte a frente ou a parte de trás dos módulos com objetos afiados. Não aplique tinta, adesivos, fitas ou qualquer forma de revestimento em qualquer área da superfície do módulo. Não perfure, corte ou lixe qualquer parte do módulo (a menos que seja obtida confirmação por escrito prévia do pessoal técnico profissional da ZKFN Solar).
2. **Danos ao Cabo e Conector:** Não risque, corte, aperte ou puxe os cabos e conectores do módulo de qualquer forma. Não exponha os cabos e conectores à luz solar direta ou à água por longos períodos sem a proteção adequada.
3. **Manuseio e Pressão:** Não pressione a área da célula ao manusear. Não levante, carregue ou arraste os módulos agarrando a caixa de junção, fios condutores ou conectores. Os módulos devem ser manuseados com ambas as mãos. Não pressione, fique em pé, caminhe, suba ou pule de maneira irregular sobre a superfície do módulo. Não permita que os módulos colidam, esfreguem ou impactem objetos duros ou pontiagudos.
4. **Concentração de Luz Artificial:** Não use espelhos, lupas, lentes ou outros dispositivos ópticos para concentrar luz solar ou luz artificial adicional na superfície do módulo.



5. **Imersão em água e empilhamento:** Não coloque os módulos em áreas propensas ao acúmulo de água ou umidade contínua por períodos prolongados ou permanentes. Durante todas as etapas de armazenamento, manuseio e instalação, não coloque os módulos com a parte traseira voltada para cima, não empilhe nem comprima os módulos.
6. **Contaminação da Superfície e Sombreamento:** Não aplique adesivo estrutural, selante ou qualquer material estranho na área efetiva de recepção de luz das células durante a instalação. Após a instalação do módulo, certifique-se de que todos os cabos de saída e jumpers estejam devidamente organizados e firmemente fixados. Não permita que fios, grampos ou outros objetos sombreiem a área efetiva de recepção de luz das células.
7. **Fontes de Poluição e Riscos de Incêndio:** Não instale módulos perto de ventiladores ou saídas de exaustão que emitam continuamente vapores de óleo, poeira ou gases quimicamente corrosivos. Não instale módulos perto de chamas abertas ou materiais inflamáveis/explosivos.
8. **Perturbação Após a Instalação:** Módulos instalados com adesivo estrutural não devem ser perturbados dentro de um certo período após a colagem (consulte o Anexo 2), incluindo, mas não se limitando a, mover módulos, conectar cabos, aplicar força externa ou ficar sobre os módulos para outras operações. Não levante e recoloca os módulos após a cura do adesivo.
9. **Carregamento inadequado:** Após a instalação e teste do módulo, não coloque objetos pesados, ferramentas ou objetos com fulcros afiados na superfície do módulo para evitar danos por pressão a longo prazo.
10. **Proteção contra Raios:** Para reduzir o risco de descargas elétricas indiretas, evite criar loops no design do sistema. Se os módulos estiverem instalados em áreas com atividade frequente de raios, a proteção contra raios deve ser fornecida para os módulos.
11. **Prevenir Afrouxamento:** Os módulos devem ser fixados de maneira segura para suportar todas as cargas possíveis, incluindo cargas de vento e neve. O afrouxamento dos módulos puxando os cabos de conexão, levando à falha de isolamento, vazamento e arco elétrico, é um risco significativo em sistemas fotovoltaicos distribuídos.
12. **Proibição de Desmontagem:** Não desmonte módulos nem remova quaisquer componentes do módulo. Caixas de junção e conectores danificados apresentam riscos potenciais de choque elétrico e cortes.

3. Especificações do Produto e Parâmetros de Desempenho Principais

3.1 Série de Produtos e Descrição do Modelo

Este manual cobre de forma abrangente as duas linhas principais de produtos de módulo leve da ZKFN Solar: a série SolarPega (sem estrutura traseira) e a série SolarPegaF (com estrutura traseira). Regra de nomenclatura do produto: a série ZKFN SolarPega é nomeada como módulo leve ZKFN, seguida de um código de 2 dígitos composto por F e L. A presença de F indica que o módulo possui estrutura traseira; a ausência de F indica que não possui estrutura traseira. A presença de L indica que a espessura do vidro é de 1,1 mm; a ausência de L indica espessura do vidro de 1,6 mm. Existem quatro produtos principais, todos equipados com a tecnologia TSR-Armor™. As características e definições internas do modelo de cada série são as seguintes:

Série de Produtos	Código de Modelo Interno	Espessura do Vidro	Estrutura Traseira	Faixa de Potência
SolarPega	ZKFN-G2-220B 520	1,6 mm	Não	510~520W
SolarPegaL	ZKFN-G2-120B 510	1,1 mm	Não	500~510W
SolarPegaF	ZKFN-G2-222B 520	1,6 mm	Sim (Material Composto)	510~520W
SolarPegaFL	ZKFN-G2-122B 510	1,1 mm	Sim (Material Composto)	500~510W

xxx representa a potência de saída nominal sob STC (Condições Padrão de Teste); veja o Anexo 3 para outros modelos estendidos.

- SolarPega / SolarPegaL (sem estrutura traseira): O método de instalação principal é a colagem estrutural direta com adesivo, não necessitando de estrutura ou trilhos de montagem, adequado para telhados do tipo T, telhas de aço onduladas e telhados planos com membrana impermeabilizante.
- SolarPegaF / SolarPegaFL (com estrutura traseira): Apresentando uma estrutura traseira de compósito de resina de fibra de vidro de alta resistência e fixação Quick-Clamp para instalação rápida, suportando desmontagem não destrutiva, adequada para diversos tipos de telhados de aço (incluindo tipo de junta vertical, cumeeira angular) e cenários de telhado plano

3.2 Principais Parâmetros de Desempenho Elétrico

Item de Parâmetro	SolarPega / SolarPegaF (510-520W)	SolarPegaL / SolarPegaFL (500-510W)
Faixa de Potência Máxima (Pmax)	510~520W	500~510W
Eficiência do Módulo	Até 23,4%	Até 22,9%
Tolerância de Potência	0~ 5W	0~ 5W
Degradação de Potência no Primeiro Ano	≤1%	≤1%

Item de Parâmetro	SolarPega / SolarPegaF (510-520W)	SolarPegaL / SolarPegaFL (500-510W)
Degradação Anual de Energia (Ano 2-30)	≤0.4%	≤0.4%
Coefficiente de Temperatura da Potência de Pico (β)	-0,33%/°C	-0,33%/°C
Coefficiente de Temperatura da Tensão de Circuito Aberto (α)	-0,27%/°C	-0,27%/°C
Coefficiente de Temperatura da Corrente de Curto-Circuito (δ)	0,045%/°C	0,045%/°C
Temperatura Nominal de Operação da Célula (NOCT)	45±2°C	45±2°C
Tensão Máxima do Sistema	CC 1500V	CC 1500V
Classificação Máxima do Fusível em Série	25A	25A

(Condições STC: Irradiância 1000W/m², Massa de Ar AM 1,5, Temperatura da Célula 25°C, Tolerância de Teste ±3%)

Nota: Explicação Suplementar: Devido a condições normais de operação, como temperaturas muito baixas e alta irradiância, a tensão de circuito aberto e a corrente de curto-circuito reais dos módulos podem ser significativamente maiores do que os valores nominais STC. Portanto, no projeto de sistemas elétricos, os valores nominais de I_{sc} e V_{oc} devem ser multiplicados por um fator de 1,25 para o projeto de engenharia.

3.3 Principais Parâmetros de Desempenho Mecânico

A tabela a seguir resume as principais características estruturais e físicas de cada série, que são a base para o manuseio no local, decisões de instalação e avaliação de carga mecânica.

Item de Parâmetro	SolarPega	SolarPegaL	SolarPegaF	SolarPegaFL
Dimensões do Módulo	1957×1130×2,7m m	1957×1130×2,2m m	1961×1134×25,5m m	1961×1134×25,5m m
Capa Frontal	Vidro temperado com espessura de 1,6 mm	Vidro temperado ultrafino de 1,1 mm	Vidro temperado com espessura de 1,6 mm	Vidro temperado ultrafino de 1,1 mm
Estrutura	Nenhum	Nenhum	Compósito de resina com fibra de vidro	Compósito de resina com fibra de vidro

Item de Parâmetro	SolarPega	SolarPegaL	SolarPegaF	SolarPegaFL
Peso do Módulo	Aprox. 13,0 kg	Aprox. 10,0 kg	Aprox. 16,2 kg	Aprox. 13,0 kg
Especificação da Célula	Célula TOPCon 182,3×105mm			
Especificação da Caixa de Junção	3 partes, IP68			
Cabo de Saída	4mm ² , comprimento 400mm, personalizável			
Conector	Compatível com MC4			
Carga Mecânica Estática	3600Pa / 2400Pa	2400Pa / 2400Pa	3600Pa / 2400Pa	2400Pa / 2400Pa
Nível de Resistência ao Vento	Nível 17			
Teste de Granizo	Diâmetro 25mm, velocidade de impacto 23m/s			
Recursos Principais de Desempenho	Instalação flexível com adesivo	Instalação flexível e adesiva, anti-ponto quente com 6 bypasses	Estrutura traseira, instalação rápida, remoção fácil	Estrutura traseira, instalação rápida, remoção fácil, 6-passagens anti-ponto quente

3.4 Especificações de Ângulo de Inclinação de Instalação e Seleção do Local

1. Requisitos do Local de Instalação

- Os módulos da série ZKFN Solar SolarPega são recomendados para instalação em temperaturas ambientes operacionais de -40°C a 40°C, sendo esta a temperatura média mínima e máxima mensal do local de instalação. A temperatura ambiente operacional extrema para os módulos é de -40°C a 85°C.
- Os módulos devem ser instalados em locais com exposição solar suficiente e garantir que não haja sombra em nenhum momento. Embora os módulos estejam equipados com diodos de bypass, a sombra ainda afetará o desempenho ideal e a segurança operacional.
- A umidade do ambiente de trabalho deve ser preferencialmente inferior a 85% UR. Não instale os módulos em locais que possam ser inundados.

- Não instale módulos em locais propensos à geração ou acúmulo de gases combustíveis; não instale módulos em ambientes com excesso de granizo, neve, areia, fumaça, poluição do ar, fuligem, etc.
- Os módulos passaram nos testes de corrosão por névoa salina IEC 61701, mas a corrosão ainda pode ocorrer nos pontos de conexão. A ZKFN Solar recomenda a instalação a uma distância de mais de 500 m da costa para instalações à beira-mar, e não é recomendada para ambientes de imersão direta em mar profundo/água do mar completa. Instalações próximas ao mar exigem confirmação e aprovação da ZKFN Solar antes de prosseguir.
- A altitude de instalação para os módulos é $\leq 2000\text{m}$.
- Certifique-se de que a pressão do vento ou da neve sobre os módulos após a instalação não exceda a carga máxima permitida.
- Quando os módulos são carregados no telhado, uma verificação da carga do telhado deve ser realizada, e um plano de organização da construção conforme as especificações deve ser desenvolvido.

2. Requisitos de Seleção do Ângulo de Inclinação

- Inclinação Mínima Recomendada: Recomenda-se que a inclinação de instalação do módulo seja $\geq 5^\circ$. Esse projeto de inclinação garante escoamento eficaz da água da chuva, fácil remoção de poeira pela água da chuva, drenagem adequada e evita o acúmulo de água a longo prazo, que deixa marcas no vidro, afetando a aparência e o desempenho.
- Consistência em Série/Paralelo: Módulos conectados em série devem ser instalados com a mesma orientação e ângulo. Diferentes orientações ou ângulos podem resultar em variação da radiação solar recebida por cada módulo, causando perda de potência de saída.
- Inclinação da Telha de Aço: Quando a inclinação do telhado de telha de aço for $> 25^\circ$, deve-se usar fita dupla-face para auxiliar na fixação do adesivo estrutural e antideslizante.
- Temperatura Ambiente de Instalação: A temperatura ambiente durante a construção com adesivo estrutural deve estar entre 5°C e 35°C . A temperatura mínima recomendada para instalação é de $4,4^\circ\text{C}$ ou superior.

4. Especificações de Descarregamento, Transporte e Armazenamento

4.1 Requisitos Gerais de Proteção

1. Proteção da Embalagem Original: Todos os módulos devem ser mantidos nas caixas de papel ou madeira originais da ZKFN Solar até serem oficialmente instalados na estrutura de suporte. Todas as medidas necessárias devem ser tomadas para garantir que as caixas de embalagem estejam protegidas contra danos por força externa, impactos ou tombamento durante o transporte, manuseio e armazenamento.

- Operação Segura e Limites de Carga: Caminhar, ficar em pé, escalar, pular ou colocar objetos pesados sobre caixas de embalagem ou módulos é proibido. Colidir ou apertar as caixas de embalagem de qualquer maneira é proibido. As caixas de embalagem não devem ser colocadas ou transportadas em orientação não vertical (inclinação ou de lado). Qualquer comportamento inadequado de transporte ou instalação pode causar microfissuras internas nos módulos, levando à perda da garantia.



Sem impacto no recipiente









Sem inclinação / Mantenha na vertical

- Proteção contra Umidade e Ventilação: Os módulos devem ser mantidos em um ambiente seco e bem ventilado durante todo o processo, desde a fábrica até a instalação. Os módulos e suas embalagens não devem ser expostos à chuva ou umidade. Se for necessário um armazenamento temporário ao ar livre devido a necessidades de construção, a área de armazenamento deve ser bem drenada, e a embalagem deve ser bem coberta e reforçada com lona impermeável para evitar a entrada de vento ou umidade.
- Postura Correta para Manuseio Manual: Manusear módulos requer trabalho em equipe e deve ser realizado por 2 ou mais pessoas trabalhando juntas. Operação por uma única pessoa é proibida. Durante o manuseio, ambas as mãos devem segurar firmemente a borda do lado longo do módulo ou a área branca do corpo do módulo que não gera energia. Métodos de manuseio proibidos incluem: segurar apenas a caixa de junção, puxar os fios condutores ou segurar o módulo pelo lado curto com uma mão para levantar, apoiar ou arrastar o módulo.
- Restrições de Empilhamento: Ao manusear manualmente módulos expostos, não mais do que 1 peça pode ser carregada por vez. Quando a empilhamento temporário de módulos aguardando instalação for necessário na área de trabalho, medidas adequadas contra tombamento e arranhões devem ser tomadas.

4.2 Descrições das Etiquetas de Embalagem

Todos os diagramas de operação e sinais de aviso impressos na embalagem externa são instruções de segurança obrigatórias. Os instaladores têm a obrigação de ler, entender e cumprir rigorosamente antes da operação. Os significados principais das etiquetas são explicados abaixo:

- Etiqueta Ambiental (): O produto cumpre todos os requisitos da Diretiva WEEE dos 28 estados membros da UE. Não descarte os módulos de forma inadequada; eles devem ser reciclados de maneira especial.

2. Item Frágil (): Manuseie com cuidado usando métodos apropriados; não deixe cair de alturas nem manuseie de forma brusca para prevenir microfissuras ou danos diretos devido a vibração intensa.
3. Este Lado Para Cima (): Durante o transporte, manuseio e armazenamento, as caixas de embalagem devem ser sempre mantidas na posição vertical conforme mostrado. Virar de cabeça para baixo ou deitar de lado é proibido para evitar deformações excessivas e tensão nas bordas dos módulos.
4. Manter seco (): Embalagens e módulos devem ser protegidos em um ambiente seco o tempo todo. A exposição direta à chuva, neve ou umidade excessiva é proibida para evitar o amolecimento do papelão e a corrosão dos conectores devido à umidade.
5. Sem pisar (): Aplicar qualquer carga concentrada (como pisar, ficar em pé ou colocar objetos pesados) nas caixas de embalagem ou módulos desempacotados causará danos permanentes ao produto.
6. Limite de Camadas de Empilhamento (): Indica o número máximo de camadas de empilhamento permitido para caixas de embalagem sob condições de armazenamento estático. Em armazéns ou ambientes sem fontes de vibração, o limite de empilhamento estático para esta série de caixas de embalagem de módulos leves é de no máximo 2 camadas.

4.3 Especificações da Operação de Descarregamento

4.3.1 Especificações de Descarregamento com Guindaste

1. Equipamento de Elevação Seguro: Ao usar um guindaste para descarregar, devem ser utilizadas ferramentas de elevação especializadas confirmadas pela equipe técnica da ZKFN Solar ou cintas de elevação em grade flexível com braços de momento equivalentes. Antes da elevação, selecione cordas ou cintas de elevação com fator de segurança suficiente com base no peso total da carga e inspecione sua integridade.
2. Regras de Elevação: Ajuste a posição da cinta na paleta para garantir o centro de gravidade equilibrado durante a elevação. O braço de elevação deve ser levantado, abaixado e girado lentamente e de forma uniforme. Quando a caixa de embalagem se aproximar do chão, duas pessoas em cada extremidade devem estabilizar a caixa para um posicionamento preciso e suave em solo firme, nivelado e duro.
3. Limite por Lote: A elevação é permitida para no máximo 1 paleta de módulos por vez. Para embalagem vertical pelo lado curto, no máximo 2 paletes na horizontal podem ser levantados de cada vez. Corte as fitas de empilhamento do paleta antes de levantar.
4. Limites Ambientais: Operações de içamento são proibidas em condições climáticas severas, incluindo vento com força superior ao Nível 6 (>13,8 m/s), chuva moderada ou mais intensa, e neve forte.

4.3.2 Especificações de Descarregamento com Empilhadeira

1. Seleção de Equipamento: Selecione uma empilhadeira com capacidade de carga suficiente e mastro/garfos em boas condições com base no peso e tamanho das caixas de embalagem dos módulos. Os garfos da empilhadeira devem ter função de espaçamento ajustável. Ajuste o espaçamento antes da operação para que fique o mais próximo possível dos postes de canto reforçados em ambos os lados do pallet. Altura do mastro da empilhadeira $\geq 1,7$ m, largura do mastro $\geq 1,5$ m.
2. Operação Precisa: Ao utilizar o garfo, garanta que os garfos estejam totalmente inseridos horizontalmente sob a paleta a uma profundidade de pelo menos 3/4 da profundidade da paleta. A frente do mastro da empilhadeira ou a superfície de contato com a embalagem deve ser pré-instalada ou forrada com EPE (polietileno expandido) ou almofadas de borracha grossa. O contato direto entre o mastro metálico da empilhadeira ou os garfos e a caixa de embalagem do módulo é proibido.
3. Visibilidade e Segurança: Se a embalagem em paleta do módulo bloquear a visão frontal do operador do empilhador durante o transporte, o empilhador deve ser conduzido em marcha à ré em baixa velocidade com uma pessoa sinalizando a direção.
4. Descarga em Ambos os Lados: Ao descarregar um caminhão plataforma com um empilhadeira, a descarga deve ser feita de ambos os lados do veículo.

4.3.3 Responsabilidades Especiais no Descarregamento de Contêineres

1. Qualificações e Disciplina do Operador: Operadores de empilhadeira que entram em contêineres devem ter experiência verificada em operação de contêiner e qualificações profissionais, estar familiarizados com as especificações de operação da empilhadeira e as características dos módulos PV, e manter alta concentração durante as operações.
2. Fixação de Carga e Controle do Centro de Gravidade: As caixas de embalagem dos módulos fotovoltaicos devem ser fixadas com segurança na empilhadeira para evitar deslizamento, inclinação ou queda durante o transporte em solavancos.
3. Planejamento do Espaço e Limites de Segurança: Antes de entrar em um contêiner, planeje o espaço interno com antecedência para garantir espaço suficiente para a caixa de embalagem do módulo PV, evitando dificuldades operacionais ou colisões com as paredes do contêiner ou outros itens devido à falta de espaço.
4. Carregamento/Descarregamento Suave: Ao operar o empilhador e posicionar caixas de embalagem de módulos PV, os movimentos devem ser estáveis e lentos, evitando frenagens bruscas ou curvas acentuadas para prevenir danos causados por vibração intensa.
5. Limite de Peso: Esteja ciente dos limites de carga do empilhadeira e do contêiner, garantindo que o peso da caixa de embalagem do módulo FV esteja dentro da faixa permitida.

4.4 Requisitos de Transporte Secundário

1. Princípio da Embalagem Original: A embalagem externa original de fábrica deve ser mantida e utilizada para qualquer forma de transporte secundário de longa distância ou armazenamento ao ar livre superior a uma semana. Para transporte terrestre, após a carga, use cordas ou cintas de resistência suficiente para fixar a embalagem da camada inferior ao caminhão. Para transporte padrão em caminhão aberto (flatbed), a empilhamento máximo é de 2 camadas de paletes padrão. É proibido cortar as fitas de amarração originais de fábrica por qualquer motivo.
2. Proibições de Transferência no Local: Para transferência de curta distância do armazém no local para o local de instalação, a remoção da embalagem original também é proibida, e é permitido apenas o transporte em camada única. É proibido o uso de triciclos elétricos ou outros veículos instáveis para a transferência de módulos. É proibido simplesmente amarrar os módulos com corda, carregar individualmente nas costas ou ombro, ou arrastar os módulos puxando cabos de saída ou caixas de junção.

4.5 Especificações de Armazenamento

1. Requisitos do Ambiente de Armazenamento: Os armazéns devem atender aos requisitos básicos de ventilação, secura e ausência de gases industriais corrosivos. Ambiente de armazenamento recomendado: umidade relativa < 70%, temperatura mantida entre -20°C a 50°C, evitando condensação devido a diferenças extremas de temperatura.
2. Restrições de Empilhamento: Em armazéns com pisos duros, caixas de embalagem de módulos leves são especificadas apenas para empilhamento estático, com um máximo de 2 camadas de pallets. Isso se aplica tanto a armazéns de canteiros de obra quanto a armazenagem regular. Qualquer forma de empilhamento excessivo, compressão das caixas de embalagem ou impacto de equipamentos sobre a embalagem é proibida.
3. Precauções para Armazenamento Temporário ao Ar Livre: Quando o armazenamento temporário ao ar livre sem cobertura for inevitável devido ao cronograma de construção, o período de armazenamento não deverá exceder 7 dias. Todas as caixas de embalagem dos módulos devem ser colocadas em terreno elevado, bem drenado, plano, sem risco de acumulação de água, totalmente cobertas com lona impermeável de tamanho adequado e fixadas com objetos pesados. Para armazenamento de curto prazo no local do projeto, coloque os módulos em uma área ventilada, seca, sem acumulação de água, proibindo empilhamento, cubra os módulos com lona e fixe com tiras de tecido ou malha.

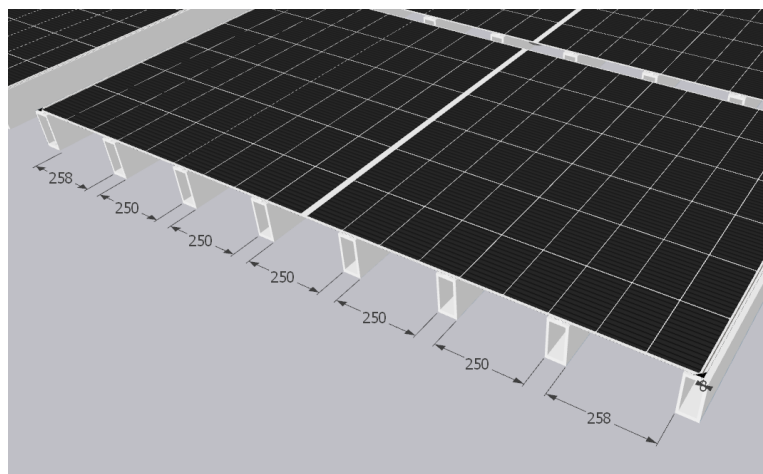
4.6 Requisitos de Etapas do Módulo

Os módulos das séries ZKFN Solar SolarPega e SolarPegaF podem ser pisados sob certas condições sem causar danos ao módulo. Se for necessário pisar, siga rigorosamente os requisitos abaixo:

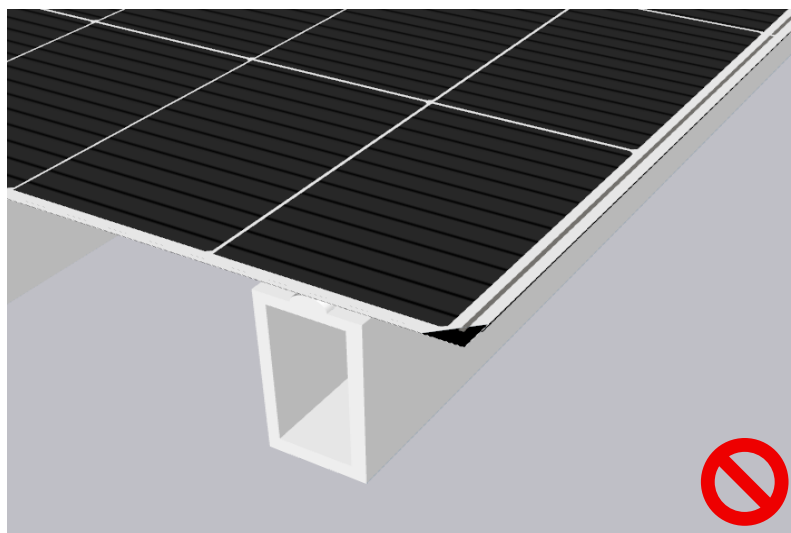
4.6.1 Requisitos de Instalação

1. Requisitos de Instalação da Série SolarPega Stepping

- 8 tubos quadrados devem ser usados como suporte central para o módulo, espaçados uniformemente ao longo do lado longo do módulo. O comprimento de cada tubo quadrado deve corresponder à dimensão do lado curto do módulo, e as extremidades dos tubos devem exceder a largura do módulo em 5~8 mm;



- A aresta lateral curta do módulo deve cobrir 1/2~2/3 da largura do tubo quadrado mais externo. É estritamente proibido que a aresta do módulo ultrapasse a borda externa do tubo quadrado, e não deve haver sobreposição insuficiente ou áreas sem suporte.

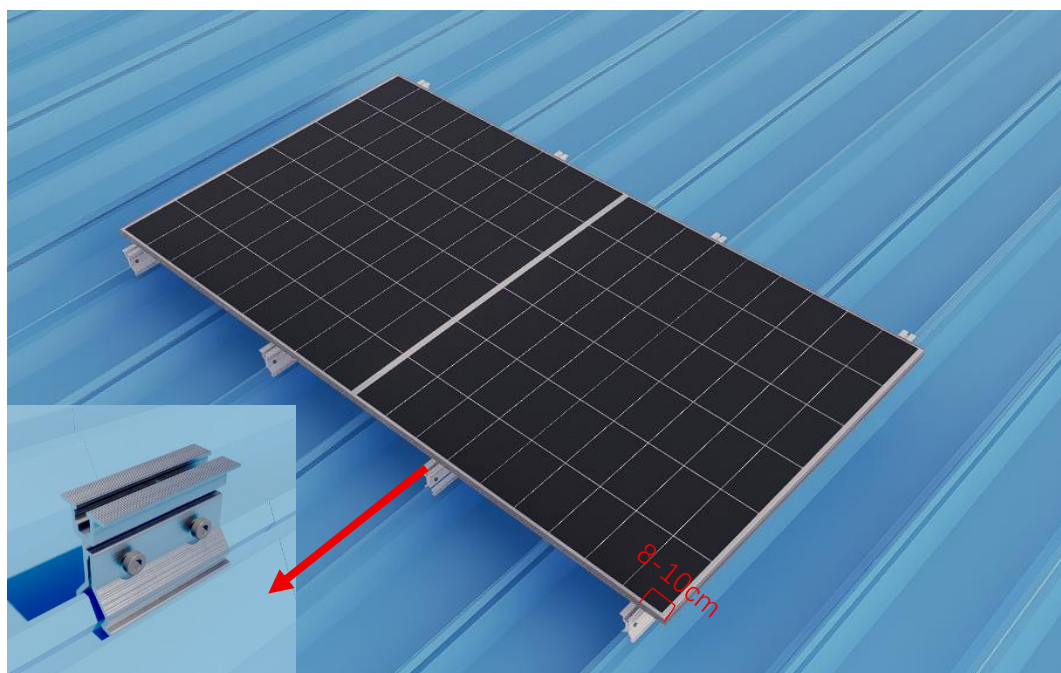


- Todos os tubos quadrados de suporte devem estar totalmente colados e fixados ao substrato de instalação abaixo usando adesivo estrutural especializado, com superfície de adesivo contínua e completa, sem vazios, sem descolamento. Após a instalação do módulo, a superfície geral deve estar plana, sem empenamento ou áreas localmente suspensas.
- O substrato de instalação abaixo do módulo deve ser plano, estável, possuindo rigidez estrutural e capacidade de carga suficientes, sem deformação ou

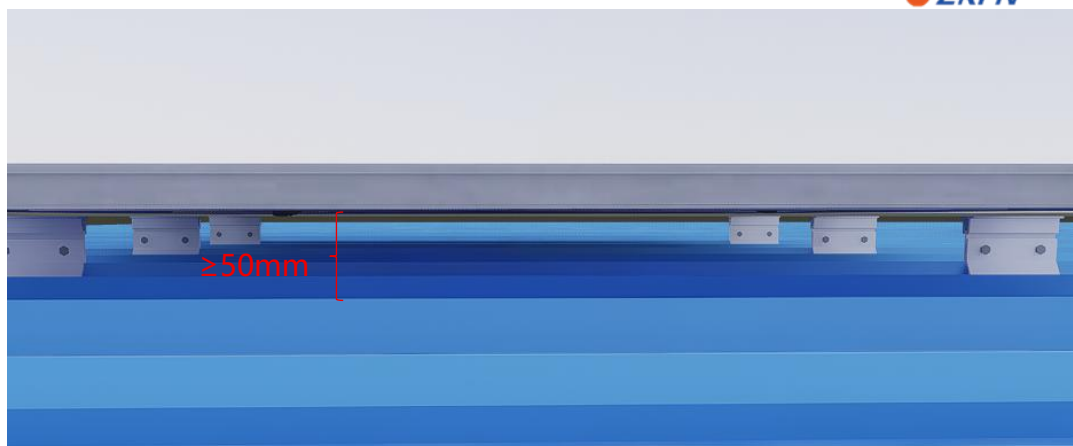
assentamento ao ser pisado. O erro de planicidade do substrato deve ser controlado dentro de $\pm 2\text{mm/m}$.

1. Requisitos de Instalação da Série SolarPegaF

- Cada módulo deve ter 8 pontos de fixação de suporte distribuídos uniformemente, dispostos de forma simétrica ao longo de ambos os lados longos, com 4 pontos por lado. Os pontos de suporte utilizam braçadeiras de trilho Quick-clamp compatíveis (conforme mostrado) para fixação de travamento.



- Para as braçadeiras nas extremidades mais externas do lado longo do módulo, a distância central a partir da borda do lado curto do módulo deve ser de 8 a 10 cm. As braçadeiras restantes no mesmo lado longo devem ser espaçadas uniformemente entre as duas braçadeiras de borda, garantindo uma distribuição uniforme da força no módulo como um todo.
- Todas as braçadeiras devem estar firmemente fixadas ao substrato de instalação, com as estruturas de travamento totalmente apertadas, sem folgas, deslocamentos ou deformações. Após a instalação do módulo, a superfície geral deve estar horizontal, sem empenamento ou áreas suspensas que suportem peso.
- A distância suspensa abaixo do módulo deve ser $\geq 50\text{mm}$, ou seja, o ponto mais baixo do módulo deve estar a $\geq 50\text{mm}$ do ponto mais alto da corrugação da telha de aço.
- A superfície de instalação abaixo do módulo deve ser plana e estável, possuindo rigidez estrutural e capacidade de carga suficientes, sem deformação ou assentamento quando pisada. O erro de planicidade da superfície de suporte da braçadeira deve ser controlado dentro de $\pm 2\text{mm/m}$.

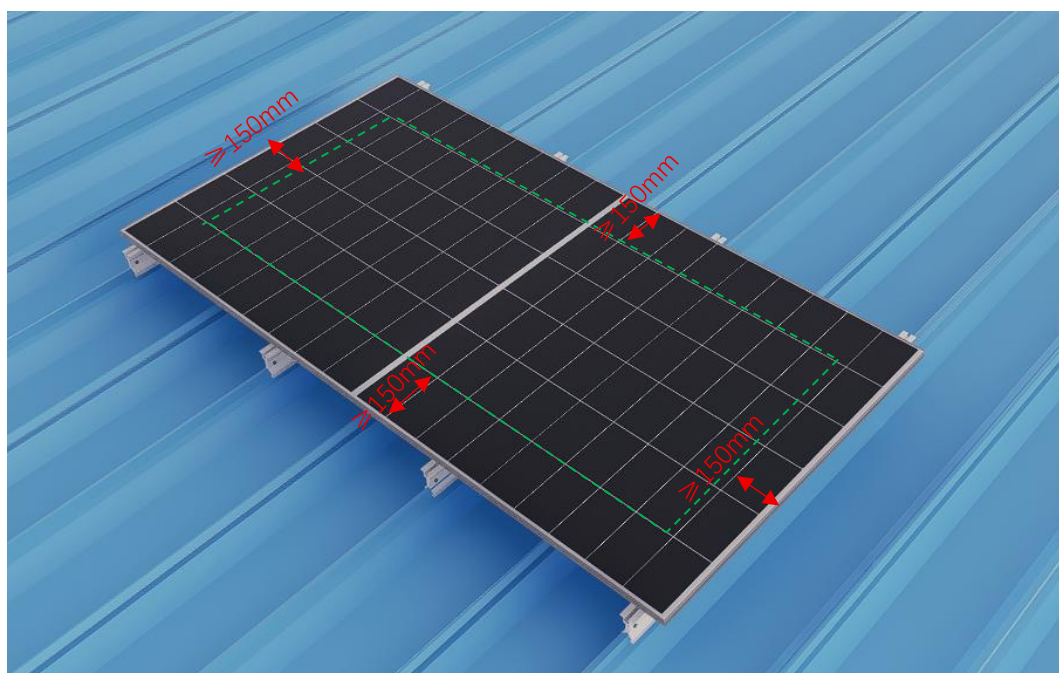


4.6.2 Requisitos de Pessoal

- O pessoal que entrar nos módulos deve pesar < 80 kg.
- Deve usar calçados de segurança com sola de borracha ou calçados isolantes com sola macia. Os seguintes calçados são estritamente proibidos: saltos altos, sapatos de couro de sola dura, sapatos com cravos ou qualquer outro calçado que possa danificar a superfície do módulo.

4.6.3 Requisitos de Posição de Passo

- Área Permitida para Pisar: área central do módulo, a uma distância de $\geq 150\text{mm}$ das bordas do módulo.



- Áreas Estritamente Proibidas para Pisos: bordas do perímetro do módulo, pontos de conexão/suporte do módulo com a estrutura de montagem e juntas do módulo.

4.6.4 Requisitos de Especificação Operacional

- Antes de pisar, o sistema deve ser desenergizado para prevenir acidentes.

- Permitido: caminhada lenta, ficar em pé parado.
- Proibido: pular, quicar, pisar forte, pisar com força, correr.
- É estritamente proibido que múltiplas pessoas fiquem no mesmo módulo simultaneamente. Apenas 1 pessoa é permitida por módulo de cada vez. A duração da permanência deve ser minimizada; saia da superfície do módulo imediatamente após concluir a tarefa.

4.6.5 Outros Requisitos

- Pisotear os módulos é estritamente proibido durante dias chuvosos ou nevados ou quando a superfície do módulo estiver molhada.
- Inspeção visualmente os módulos em busca de rachaduras ou danos antes de pisar; se forem encontradas anormalidades, pisar é proibido.
- Os trabalhadores devem usar cintos de segurança e outros equipamentos de proteção contra quedas para trabalhos em altura.
- Ao transportar ferramentas, use bolsas de ferramentas. Colocar ferramentas diretamente na superfície do módulo é estritamente proibido.

Aviso: SolarPegaL e SolarPegaFL, devido à espessura do vidro frontal ser de apenas 1,1 mm, não podem ser pisados, mesmo que os resultados de testes internos da ZKFN Solar mostrem que pisar não causa micro-rachaduras nas células ou falha no módulo.

5. Guia de Operação de Desembalagem

5.1 Desembalando os Requisitos de Segurança

Aviso - Limite de Desempacotamento Meteorológico: Desempacotar ao ar livre é proibido em condições de chuva, neve ou neblina. A umidade amolecerá rapidamente as caixas de papelão e causará perda da resistência estrutural, podendo levar a deslizamento de módulos ou ferimentos em pessoas. Quando a velocidade instantânea do vento no local atingir ou ultrapassar o Nível 4 (>7,9 m/s), todas as operações de desempacotamento e manuseio de módulos devem ser interrompidas imediatamente.

- Desempacotando Condições do Espaço: Selecione uma área de chão completamente nivelada e firme como zona de desempacotamento. Certifique-se de que a caixa de embalagem possa ser colocada horizontalmente e de forma estável, com os quatro cantos firmemente no chão, sem risco de tombamento. Ao remover os painéis de embalagem, use ferramentas adequadas de alavanca em vez de puxar com as mãos para evitar que os módulos tombem.
- Proteção das Mãos e Operações Limpas: Todos os funcionários devem usar luvas de trabalho resistentes a cortes e antiderrapantes ao desempacotar e manusear os módulos. Isso protege os trabalhadores de cortes causados por painéis de embalagem e fitas de amarração, e evita que óleo e suor das mãos contaminem a camada traseira do módulo (afetando o desempenho da adesão) ou deixem impressões digitais na camada frontal.
- Preservação de Documentos e Informações: Etiquetas de logística e informações do

produto são frequentemente afixadas nas caixas externas de embalagem. Registre ou fotografe essas informações antes de desempacotar. Após abrir, localize e guarde a lista de embalagem, o certificado de qualidade e a tabela correspondente ao número de série dentro da caixa.

- Princípio “Abrir e Instalar”: Todos os módulos descompactados devem ser totalmente instalados. Não empilhar no local do projeto.

5.2 Procedimento Padrão de Desembalagem

1. Remova a Embalagem Externa: Use ferramentas para cortar e remover todas as tiras de amarração longitudinais e transversais do lado de fora da caixa de embalagem, depois corte e retire o filme stretch de cima para baixo.
2. Verificação de Informações: Antes de desempacotar, verifique a lista de embalagem em relação ao conteúdo dentro e fora da caixa de acordo com as informações do rótulo externo, confirmando modelo, classificação de energia, quantidade e consistência do lote.
3. Abrir a Caixa e Remover a Tampa: Abra o selo superior da caixa de embalagem, levante verticalmente toda a estrutura da tampa da caixa e a placa superior interna anti-vibração colocada acima dos módulos, colocando-os de lado.
4. Remova os Painéis Laterais e Recheios: Remova sequencialmente o painel de embalagem frontal voltado para os módulos, em seguida, remova materiais de enchimento, como tiras de amortecimento de EVA colocadas acima dos módulos.
5. Remova os Módulos Individualmente: Em duplas, fiquem do mesmo lado ou em lados opostos da caixa, segurem firmemente a área branca do lado longo do módulo superior, apliquem força de maneira uniforme e puxem-no verticalmente para cima da caixa suavemente, em seguida, transfiram diretamente para o EPE ou palete de madeira designado na área de empilhamento da construção.
6. Empilhamento Temporário: Empilhe os módulos sequencialmente em um local seguro adjacente ao ponto de instalação. Durante a operação, as caixas de junção devem apontar na mesma direção. Insira tiras de espuma EVA originais entre os módulos superior e inferior. Sob nenhuma circunstância a altura do empilhamento deve exceder 5 peças.

Nota Especial para a Série SolarPegaF / SolarPegaFL: Devido à moldura traseira composta integrada, a espessura total (25,5 mm) e a rigidez estrutural são maiores. Ao manusear, duas pessoas devem cooperar para segurar a borda vertical do lado longo da moldura traseira do módulo. É necessária atenção extra à coordenação e estabilidade durante o manuseio por duas pessoas. Ao empilhar temporariamente, certifique-se de que os pontos de contato da moldura traseira estejam corretamente sobre as tiras de espuma EPE abaixo. O contato direto da moldura traseira sobre a área das células do módulo abaixo é estritamente proibido.

5.3 Procedimento Restante de Reembalagem do Módulo

Se a caixa inteira de módulos não puder ser totalmente utilizada no mesmo dia devido a

alterações no plano de construção, eles devem ser rigorosamente reembalados na caixa de embalagem original seguindo o procedimento padrão abaixo. É proibido descartar ou deixá-los espalhados:

1. Coloque os módulos de volta na caixa, caixas de junção uma em cima da outra, folhas traseiras voltadas uma para a outra.
2. Coloque as tiras superiores de EVA nos módulos, com uma tira de EVA de espaçamento segurando dois módulos.
3. Reinstale a embalagem externa, a placa de cobertura e a tampa superior da caixa.
4. Reenfaixar com faixas de contenção.
5. Cubra a camada mais externa com uma capa de chuva e marque claramente o status “Aberto - Não Totalmente Instalado”.

Nota: 1. A tensão da fita de amarração não deve ser excessiva: Ao reembalar com uma ferramenta de amarração, mantenha uma tensão moderada suficiente para fixar a caixa e a tampa sem movimento. Não aperte excessivamente as fitas de amarração para evitar a transferência de pressão através da tampa para as células do módulo da camada superior, causando microfissuras. 2. Se o armazenamento exceder 3 dias, a caixa de embalagem deve ser movida para um ambiente interno seco e protegido da chuva.

6. Seleção de Cenário de Aplicação e Soluções de Instalação de Módulo

6.1 Requisitos Gerais de Instalação

6. Preparação para Instalação e Controle do Ambiente do Local
 - Requisitos Básicos do Site: A área de trabalho para a instalação do módulo deve ser mantida seca, segura e livre de obstáculos, atendendo às condições espaciais e de segurança para construção padronizada.
 - Gestão de Armazenamento e Desempacotamento de Módulos: Para caixas inteiras de módulos que ainda não entraram formalmente no processo de instalação, a embalagem original selada deve permanecer intacta e não aberta. Uma vez que os módulos sejam retirados da caixa, eles devem passar imediatamente por operações de instalação padronizadas, aplicando rigorosamente o princípio de “abrir e instalar” para evitar a degradação do desempenho ou danos estéticos causados pela exposição prolongada dos módulos.
 - Controle do Clima e do Ambiente na Construção: As operações de instalação dos módulos devem ser realizadas durante o dia, com tempo continuamente claro e ensolarado. Processos centrais envolvendo a colagem estrutural com adesivo ou o aperto de fixadores de braçadeira devem ser executados sob condições climáticas claras. Durante toda a operação, os módulos não devem ser manuseados, nem devem ser conectados eletroeletricamente, em chuva, neblina, alta umidade ou ambientes com condensação, a fim de eliminar riscos de segurança e defeitos na qualidade da instalação.

7. Requisitos de Segurança Estrutural e de Carga

- Regras de Cálculo de Carga: Os parâmetros de carga fornecidos neste manual são cargas de teste padrão. A carga de projeto real deve ser determinada de forma abrangente com base na estrutura do edifício de instalação, normas de aplicação do projeto, condições geográficas e meteorológicas do local de instalação e leis e regulamentos locais. A verificação da carga mecânica deve atender a um fator de segurança de no mínimo 1,5. A fórmula de cálculo é: $Carga\ Mecânica = Carga\ de\ Projeto \times Fator\ de\ Segurança\ 1,5$.
- Declaração de Limite de Responsabilidade: A verificação e confirmação da carga de projeto devem ser concluídas por um fornecedor profissional qualificado ou engenheiro registrado para garantir que o projeto da carga esteja em conformidade com as regulamentações locais e as condições reais do projeto.
- Verificação de Carga Extrema: O sistema de instalação do módulo deve passar por uma verificação específica para condições locais de carga extrema de vento e neve. Ao usar instalações do tipo coluna, as colunas selecionadas e as estruturas de suporte devem passar por verificação de carga de forma sincronizada para garantir que as cargas de vento e neve sobre os módulos não excedam os valores máximos permitidos para o produto, evitando também tensões adicionais causadas pela expansão térmica da estrutura de suporte que possam danificar os módulos.

8. Requisitos Técnicos para Estrutura de Suporte e Sistema de Instalação

- Requisitos de Material e Acesso: As estruturas de suporte do módulo devem ser feitas de materiais duráveis, resistentes à corrosão e aos raios UV. Devem ser utilizados produtos de estruturas de suporte testados por terceiros certificados que atendam aos requisitos de projeto. Montagens e materiais de suporte não padronizados e não certificados são estritamente proibidos.
- Requisitos de Resistência Estrutural: O método de instalação do módulo e o sistema de montagem devem ter rigidez estrutural e resistência suficientes para atender aos requisitos de uso em todas as condições de carga de projeto predefinidas, garantindo a segurança estrutural de longo prazo dos módulos em serviço.
- Especificações de Instalação da Abraçadeira: Ao usar dispositivos do tipo abraçadeira, os requisitos técnicos do fornecedor da abraçadeira devem ser rigorosamente seguidos. A pressão máxima aplicada por uma única abraçadeira não deve exceder 20 MPa, para evitar danos irreversíveis, como deformação da estrutura do módulo ou quebra do vidro devido à pressão excessiva.
- Especificações de Instalação do Módulo
 - Os módulos devem ser instalados de forma segura na estrutura de suporte. É estritamente proibido que a estrutura suporte tensão e pressão laterais para evitar o destacamento da estrutura, esmagamento do vidro e outras falhas.
 - Deve-se reservar um espaço de instalação de no mínimo 20 mm entre módulos adjacentes para evitar danos causados pelo estresse compressivo devido à expansão térmica do módulo.

- Os módulos podem ser instalados horizontal ou verticalmente. Durante todo o processo de instalação, certifique-se de que os furos de drenagem da estrutura do módulo não estejam bloqueados.
 - Um espaço de segurança deve ser reservado entre a parte traseira do módulo e a estrutura de montagem/prédio para evitar que os componentes do lado de trás toquem ou apertem a camada traseira do módulo e os circuitos internos quando a superfície do módulo estiver sujeita a pressão externa.
- Requisitos de Instalação Anti-Sombreamento: Em áreas com forte queda de neve no inverno, a altura de instalação do sistema de suporte deve ser projetada de forma razoável para garantir que a borda inferior do módulo não fique coberta pela neve em nenhuma condição. Além disso, deve-se garantir a altura mínima de instalação do módulo para evitar sombreamento proveniente de plantas ou árvores ao redor.
9. Especificações Técnicas para Instalação Especializada de Telhados
- Requisitos Gerais de Instalação de Telhados
- Revisão Estrutural e Controle de Segurança: Antes da instalação do módulo, uma revisão especializada da capacidade de suporte de carga da estrutura do telhado deve ser concluída para confirmar que a estrutura do telhado é adequada e que a redundância de segurança atende aos requisitos de carga de instalação. A área do telhado destinada à instalação do módulo deve ter o tratamento de vedação concluído para eliminar riscos de vazamento. A instalação de módulos sobrepostos ou que ultrapassem os limites do telhado é estritamente proibida.
 - Requisitos de Espaço de Ventilação: Deve ser reservado um espaço suficiente para ventilação e dissipação de calor entre o plano do telhado e o plano do módulo. Em condições normais, a distância mínima livre não deve ser inferior a 30 mm. Um valor maior pode ser adotado conforme os regulamentos locais vigentes para áreas especiais, mas não deve ser inferior ao mínimo obrigatório exigido pelas normas.
 - Proteção de Ciclo de Vida Completo do Sistema de Drenagem: Ao longo de todo o processo de instalação do módulo, limpeza e O&M, adesivo estrutural, materiais de instalação e outros objetos estranhos não devem bloquear os furos de drenagem do telhado ou os furos de drenagem da moldura do módulo, garantindo sistemas de drenagem desobstruídos.
- Requisitos Especiais para Instalação de Telhado de Telhas de Aço
- Controle de Zona de Exclusão de Instalação: Módulos fotovoltaicos são estritamente proibidos de serem instalados em áreas de claraboia de telhados de telha de aço.
 - Especificações de Pré-tratamento da Superfície de Instalação: (i) Ao utilizar a instalação com colagem adesiva estrutural, a qualidade do pré-tratamento da superfície de instalação determina diretamente a taxa de sucesso da

união e a vida útil do módulo a longo prazo, representando um ponto central de controle de qualidade, com seu impacto correspondendo a no mínimo 85%. (ii) Antes da instalação, verifique de forma abrangente a integridade do substrato do telhado, confirmando que não há envelhecimento, ferrugem, esfarelamento, descamação, bolhas ou outros defeitos. Áreas com ferrugem devem primeiro passar por tratamento de remoção de ferrugem. (iii) Utilize os produtos de limpeza especificados no Anexo 1 deste manual para desengordurar e descontaminar completamente a superfície de instalação, garantindo que a superfície das telhas esteja limpa, arrumada e livre de corpos estranhos, proporcionando um substrato qualificado para a colagem adesiva estrutural e assegurando que a resistência da colagem atenda aos padrões.

- Manuseio de Obstáculos na Superfície das Telhas: Se houver rebites nas cristas das ondulações das telhas de aço que afetem o encaixe da instalação do módulo, eles devem ser lixados ou removidos com antecedência para garantir que o módulo seja instalado corretamente com distribuição uniforme de força.

6.2 Guia de Seleção de Produtos para Cenários Completos

A seleção correta do produto é a base do sucesso do projeto. Por favor, siga a seleção do tipo de produto preferido com base nas características do cenário.

1. Cenários que Preferem a Série SolarPega / SolarPegaL (Solução de Fixação Adesiva Estrutural)

Quando as seguintes condições forem atendidas simultaneamente, a solução de colagem estrutural direta da série SolarPega sem estrutura de suporte é a escolha mais econômica e eficiente:

- O substrato do telhado é telha de aço tipo T ou ondulada com passo de ondulação $\leq 350\text{mm}$, superfície lisa, sem saliências de rebites nos cristas e sem cavidades de corrosão irreparáveis.
- O telhado é uma membrana impermeável plana com substrato intacto e sem bolhas ou descascamento.



2. Cenários que Preferem a Série SolarPegaF / SolarPegaFL (Solução de Fixação/Rápida Instalação) Quando ocorrer qualquer uma das seguintes situações, a instalação com fixador Quick-Clamp da série SolarPegaF com moldura traseira é a solução preferida:

- O telhado é do tipo encaixe em pé, cumeeira angular, ou outros perfis de telha que podem acomodar grampos, mas não podem fornecer uma superfície plana contínua para ligação adesiva estrutural.
- O projeto tem uma necessidade futura clara para a desmontagem de módulos não destrutiva, como a necessidade de inspeção periódica do telhado ou substituição.
- Cenários de telhado plano de concreto ou membrana impermeável usando instalação do sistema de fixação com braçadeira.
- Cronogramas de construção apertados que exigem instalação rápida em lotes e manutenção subsequente flexível.

3. Seleção Entre Tipos Ultra-Finos (L/FL) e Padrão

- SolarPegaL / SolarPegaFL (vidro temperado ultrafino de 1,1 mm): Peso mais leve (10,0 kg / 13,0 kg), adequado para cenários sensíveis à capacidade de carga do telhado e com altos requisitos de leveza (por exemplo, antigas plantas industriais/comerciais, edifícios agrícolas, projetos que exigem alta conveniência de transporte).
- SolarPega / SolarPegaF (1,6mm vidro semi-temperado com revestimento): Maior carga estática frontal (3600Pa), adequado para áreas com altas cargas mecânicas, como vento forte ou neve pesada.

6.3 Precauções de Instalação

Esta seção complementa pontos operacionais chave não totalmente abordados nos requisitos gerais de instalação acima. O supervisor de instalação deve verificar cada item antes do início do trabalho; só prossiga quando todos os itens forem aprovados:

- Orientação de Instalação do Módulo e Evitação de Sombras: Os módulos das séries SolarPega e SolarPegaF permitem instalação horizontal ou vertical. Qualquer obstáculo ao redor da superfície de instalação (como paredes de parapeito,

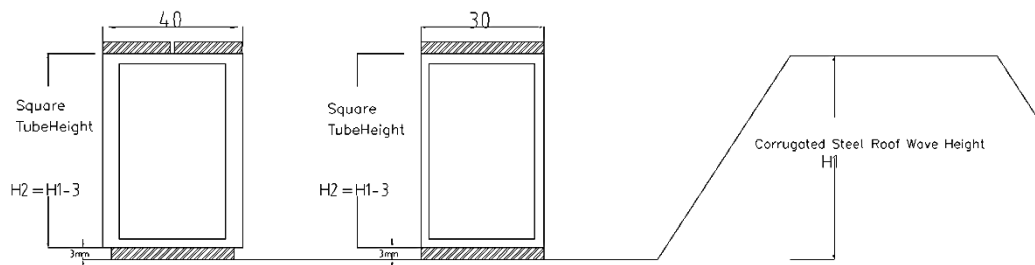
ventiladores, coberturas de monitores, tubos, salas de equipamentos, etc.) não deve projetar sombra sobre a superfície do módulo.

- Pré-Inspeção do Telhado de Telha de Aço: Durante a instalação da estrutura de telhas de aço, certifique-se de que a superfície da telha esteja limpa, organizada e livre de corpos estranhos. Trate áreas enferrujadas com removedor de ferrugem para garantir a resistência da adesão estrutural.
- Trabalho em Equipe de Duas Pessoas: A operação independente por uma única pessoa é estritamente proibida durante todo o processo de instalação do módulo. As operações devem sempre ser realizadas por uma equipe de 2 ou mais pessoas trabalhando juntas.
- Fixação de Cabos e Anti-Envelhecimento: Após a instalação do módulo, todos os cabos de saída e cabos de interligação devem ser firmemente fixados com cliques de cabo dedicados ou abraçadeiras resistentes aos raios UV. Nenhuma fixação deve sombrear a área efetiva de recepção de luz das células. Os cabos não devem ceder, acumular água ou ficar expostos à luz solar direta por períodos prolongados.
- Proibição em caso de Chuva e Vento Forte: A instalação de módulos ou operações elétricas são proibidas quando a área de instalação estiver molhada ou a velocidade do vento atingir um nível que afete a operação segura. Para módulos instalados com adesivo estrutural, certifique-se de que os processos de aplicação do adesivo e de posicionamento sejam totalmente concluídos em tempo seco.
- Evitar Zonas de Levantamento pelo Vento: As posições de instalação devem ser planejadas profissionalmente para evitar ativamente áreas com efeitos significativos de levantamento pelo vento, como cantos de telhados, bordas de beirais e periferias de claraboias, prevenindo que os módulos suportem pressão negativa do vento superior aos valores de projeto em condições climáticas extremas.
- Medidas Contra Afrouxamento e Proteção de Cabos: A fricção superficial sozinha não deve ser considerada a única medida para evitar o afrouxamento de conexões elétricas ou mecânicas. A área ao redor dos terminais de conexão deve ser mantida limpa e livre de detritos para evitar desgaste mecânico ou estresse na isolamento do condutor.
- Fixação de Ponte: Os cabos terminais do módulo e os jumpers adicionados devem ser providos de proteção mecânica usando conduíte flexível ou tubo de PVC resistente aos raios UV. Ao conectar os jumpers, use ferramentas de crimpagem dedicadas para a fixação. As conexões devem estar totalmente e seguramente acopladas. Conexões soltas ou de má qualidade são estritamente proibidas.
- Prevenção de Destacamento da Estrutura do Módulo: Para a série SolarPegaF / SolarPegaFL com estrutura traseira, para evitar o destacamento do módulo após a

instalação, devem-se selecionar as braçadeiras correspondentes fornecidas pela ZKFN Solar.

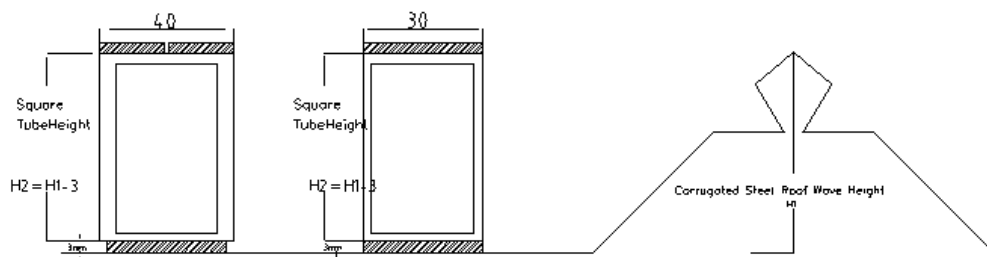
- Compatibilidade da Especificação do Conector: Cabos de extensão de campo ou cabos de conexão conectados aos cabos do módulo devem usar conectores do mesmo fabricante, mesmo modelo e especificação equivalente ao conector do módulo. Misturar marcas ou séries diferentes é proibido.
- Determinação da Dimensão do Tubo Quadrado Nivelador

Tipo T:



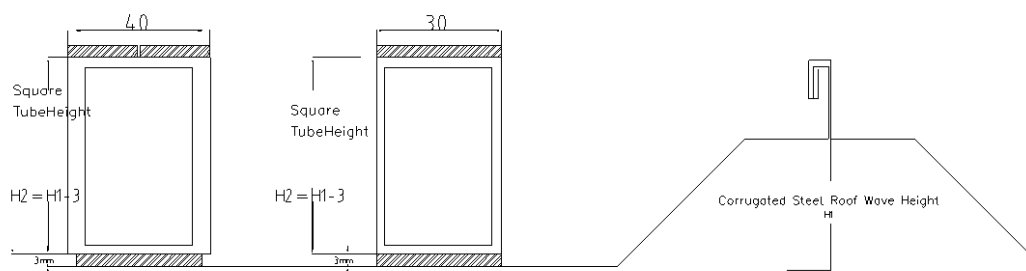
Dimensions Above: $B = 30\text{mm}$, $H2 = (H1 - 3\text{mm}) \pm 2\text{mm}$

cume-angular:



Dimensions Above: $B = 30\text{mm}$, $H2 = (H1 - 3\text{mm}) \pm 2\text{mm}$

emenda vertical



Dimensions Above: $B = 30\text{mm}$, $H2 = (H1 - 3\text{mm}) \pm 2\text{mm}$

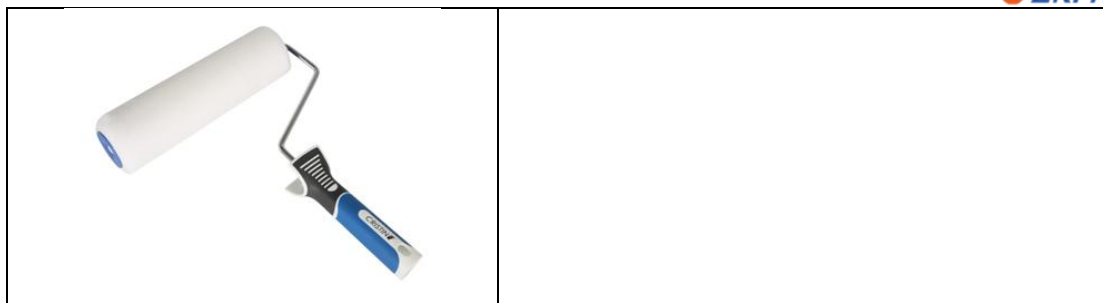
6.4 Soluções de Instalação de Módulos da Série SolarPega / SolarPegaL

O método de instalação principal para a série SolarPega / SolarPegaL é a instalação por colagem estrutural direta, não necessitando de quadro de montagem ou trilhos, sendo adequado para telhas de aço do tipo T, telhas de aço ondulado, membranas impermeáveis de telhado plano e outros cenários. As orientações detalhadas de instalação são as seguintes.

6.4.1 Preparação Pré-Instalação

1. Consumíveis e preparação de ferramentas: Adesivo estrutural, pistola de cola, pano sem fiapos, limpador de substrato especificado, linha de tinta, linha de alinhamento de construção, rolo de plástico, tubo quadrado (para cenários de saliência), ferramentas de construção, ferramentas isoladas, equipamentos de proteção de segurança.

<p>Pistola de cola elétrica</p> 	<p>Adesivo estrutural</p> 
<p>Linha de tinta</p> 	<p>Pano sem fiapos</p> 
<p>Bumbo suave</p>	<p>Tubo quadrado acolchoado</p>



2. Requisito Geral de Área de Aterramento:

A área de ligação do módulo deve ser: $\geq 800 \text{ cm}^2$ (Nessas condições, a resistência máxima típica à tração de um único módulo é de 1771 kg (17,4 kN)).

3. Precauções Gerais de Instalação:

- A instalação do módulo é proibida quando a força do vento \geq Nível 4.
- A instalação do módulo é proibida em tempo chuvoso ou com neve.
- A superfície de instalação deve ser mantida seca, livre de substâncias estranhas.
- Após a aplicação do adesivo, instale o módulo o mais rápido possível, dentro de 5 minutos, para evitar que a formação de película superficial do adesivo estrutural afete a resistência da união.

6.4.2 Solução de Instalação de Membrana Impermeável para Telhado Plano

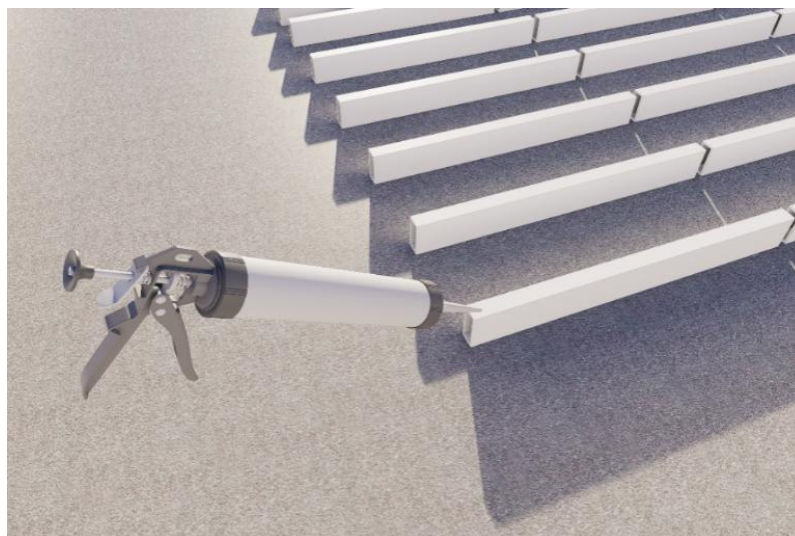
(1) Condições Pré-Instalação

- A membrana impermeabilizante do telhado não apresenta envelhecimento, descolamento, descamação ou bolhas. O substrato está plano.
- Aderência em ponto único à base $\geq 40 \text{ kg}$ (área de ponto único: $4 \times 4 \text{ cm}^2$).
- Área de instalação livre de sombreamento permanente de paredes parapeto, salas de equipamentos, edifícios circundantes, etc.

(2) Procedimento de Instalação

1. Posicionamento e Layout: Com base nos desenhos de projeto e nos resultados da verificação de sombra no local, marque as linhas de referência de colagem dos tubos quadrados no telhado. Garanta que os tubos quadrados no mesmo telhado estejam dispostos paralelos com espaçamento uniforme. Após a colagem, as superfícies superiores de todos os tubos quadrados devem estar no mesmo plano horizontal. (i) Cada módulo utiliza no mínimo 6 suportes de tubo quadrado, distribuídos uniformemente ao longo da direção do comprimento do módulo.
2. Tratamento de Limpeza: Enxugue os tubos quadrados e as áreas de colagem do telhado com um pano sem fiapos embebido em limpador para remover poeira, óleo e detritos. Certifique-se de que as superfícies estejam secas e limpas.
3. Colagem de Tubo Quadrado: De acordo com o posicionamento do projeto, corte o bico da cola em ângulo. Extruda tiras triangulares de adesivo (aproximadamente 10 mm de largura, 8 mm de altura) ao longo das posições de colagem do tubo quadrado

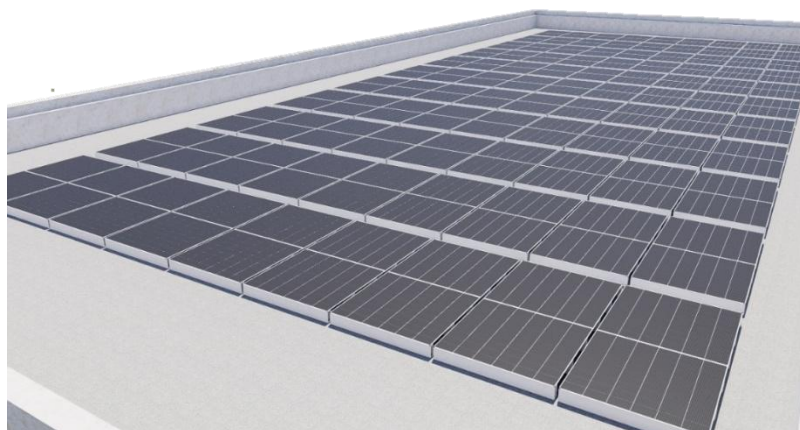
a uma velocidade uniforme de cerca de 10 cm/s. Em seguida, pressione firmemente o tubo quadrado sobre as tiras de adesivo.



4. Aplicação de Adesivo no Topo de Tubos Quadrados: Após os tubos quadrados serem posicionados e colados, aplique uma outra faixa contínua de adesivo em formato triangular (aproximadamente 10 mm de largura, 8 mm de altura) ao longo da linha central no topo dos tubos quadrados, utilizando uma velocidade de aplicação de cerca de 10 cm/s.
5. Posicionamento do Módulo (5 Minutos de Ouro): O posicionamento do módulo deve ser concluído dentro de 5 minutos após a aplicação do adesivo. Duas pessoas devem ficar frente a frente, segurar as bordas brancas do módulo com ambas as mãos, abaixar seu centro de gravidade e posicionar o módulo com precisão na área de colagem usando o método “posicionar a borda de referência primeiro, depois abaixar lentamente de forma plana”, garantindo que esteja perfeitamente horizontal e nivelado. Não levantar e reposicionar após o posicionamento.



6. Proteção durante a Cura: Após a conclusão da ligação, não mexa por 24 horas (consulte o Anexo 2 para o tempo de cura específico).



6.4.3 Solução de Instalação de Telhado de Lâminas de Aço

(1) Compatibilidade do Tipo de Azulejo e Seleção do Método de Ligação

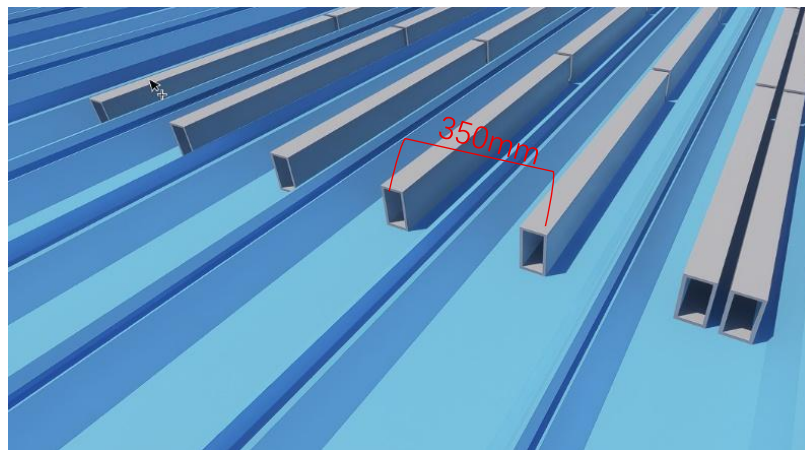
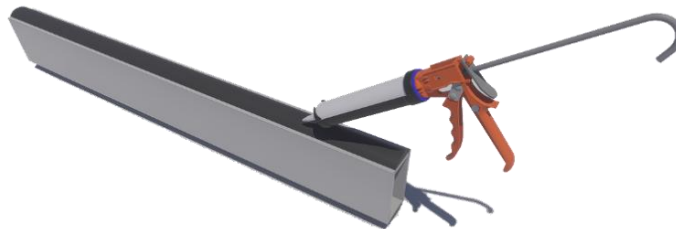
Tipo de Telha de Aço	Método de Vinculação Recomendado	Orientação de Instalação do Módulo (Lado Longo)
Telha de Aço Tipo T	Suporte de tubo quadrado com ligação direta	Perpendicular à ondulação
Telha de Aço Ondulada	Ligação direta	Perpendicular à ondulação
Telha de Aço com Cume em Ângulo	Deve usar união de tubo quadrado	Perpendicular à ondulação
Telha de Aço de Costura em Pé	Deve usar união de tubo quadrado	Perpendicular à ondulação

Nota: A área de ligação do módulo deve ser $\geq 800 \text{ cm}^2$. Sob condições de área de ligação atendidas, a resistência máxima à tração típica do projeto é de 1771 kg (17,4 kN).

(2) Procedimento Geral de Construção

1. Pré-tratamento do Telhado: Use o limpador especificado para limpar completamente a área de ligação do telhado, removendo poeira, óleo, ferrugem e detritos. Certifique-se de que a superfície de ligação esteja seca, limpa e plana. Telhas de aço com ferrugem devem primeiro passar por remoção de ferrugem e reforma. A instalação em telhados com pintura descascando, amolecida ou desmoronada é proibida.
2. Layout e Posicionamento: Com base nos desenhos de projeto e nos resultados da verificação de sombra no local, marque linhas de referência de união de tubos quadrados nos vales das telhas de aço. Certifique-se de que os tubos quadrados no mesmo telhado estejam posicionados paralelamente com espaçamento uniforme. Após a colagem, as superfícies superiores de todos os tubos quadrados devem estar no mesmo plano horizontal.

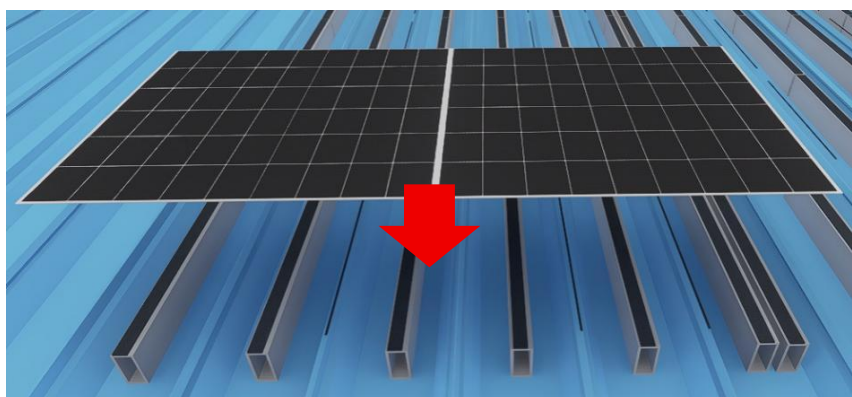
- (i) Cada módulo utiliza não menos que 6 suportes de tubo quadrado, distribuídos de maneira uniforme ao longo da direção do comprimento do módulo.
 - (ii) Se a posição do tubo quadrado interferir com um crista de ondulação, a posição do tubo pode ser ajustada adequadamente.
 - (iii) Se houver juntas do cumeeira à beira do telhado, a junta deve ficar entre os módulos. Um único módulo não deve atravessar uma junta.
3. Colagem de Tubos Quadrados (Aplicável a cenários de ângulo-cume, costura de pé e tipo T auxiliar): (i) Aplique adesivo contínuo e uniforme nos vales das telhas de aço. A aplicação de adesivo em pontos ou segmentos é proibida. (ii) Cole tubos quadrados: largura do tubo ≥ 30 mm. (iii) O comprimento do adesivo estrutural L_2 é igual à largura do módulo. (iv) Aplique o adesivo de maneira uniforme na superfície superior dos tubos quadrados.



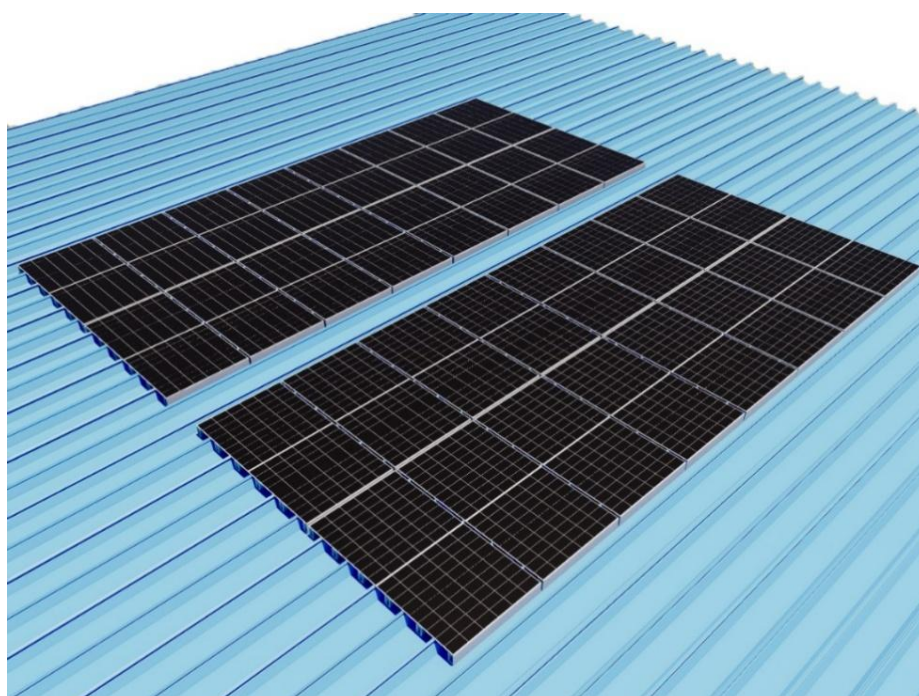
4. Aplicação de Adesivo na Parte Superior de Tubos Quadrados: Corte o bico do adesivo em um ângulo. Extruda tiras de adesivo triangulares (aproximadamente 10 mm de largura, 8 mm de altura) a uma velocidade uniforme de cerca de 10 cm/s ao longo da parte superior dos tubos quadrados.



5. Instalação do Módulo: Coloque o módulo SolarPega / SolarPegaL nos tubos quadrados. Use um rolo macio para aplicar pressão uniforme durante a rolagem, garantindo contato total das fitas adesivas.



6. Inspeção Pós-Instalação Assegure que os módulos estejam horizontais e verticais, sem bordas suspensas, sem excesso de adesivo contaminando as células.



(3) Requisitos Específicos para Telhas de Aço Ondulado

- Devido à superfície curva das telhas onduladas, o adesivo estrutural deve ser aplicado na linha do ponto mais alto de cada crista.
- Posicione para evitar áreas de sombra e emendas do telhado. As emendas devem ser colocadas entre os módulos.
- As ondulações devem ser retas, sem protuberâncias de rebites nos cumes. Rebites existentes nas ondulações devem ser lixados ou removidos previamente.
- A instalação horizontal (lado longo do módulo perpendicular à ondulação) ou instalação vertical (lado longo paralelo à ondulação) pode ser selecionada.

(4) Aviso Específico para Cumeeira/Costura em Pé

Aviso - Aviso Importante: As telhas de aço com crista angular têm defeitos inerentes de desvio na altura da crista e largura de ligação efetiva insuficiente nas ondulações. As telhas de aço com costura vertical são estruturas de encaixe de costura, sem substrato contínuo de área plana para ligação. Ambos os tipos de telha são estritamente proibidos de instalação com colagem direta. Deve-se utilizar a solução de suporte nivelador de tubo quadrado SolarPega/PegaL, ou preferir a solução de grampo SolarPegaF/PegaFL.

6.5 Soluções de Instalação de Módulos das Séries SolarPegaF / SolarPegaFL

O método de instalação principal para a série SolarPegaF / SolarPegaFL é o suporte de fixação Quick-Clamp da estrutura traseira para instalação rápida, não requer trilhos, permitindo a remoção rápida dos módulos sem danos, adequado para todos os cenários, incluindo telhados de aço em forma de telha e telhados planos.

6.5.1 Preparação Pré-Instalação

- Inspeção do Substrato do Telhado: Verifique a condição do substrato do telhado de telhas de aço/plano. As telhas de aço não devem apresentar amolecimento, depressão ou corrosão severa. O telhado deve estar nivelado, sem diferença de altura significativa. A instalação de módulos em claraboias é proibida.
- Levantamento do Local e Avaliação de Sombras: Avalie de forma abrangente todas as fontes de sombreamento, incluindo paredes de parapeto, ventiladores, telhados de monitor, postes de câmeras, equipamentos, etc. Use simulação de luz solar para confirmar que a área de instalação do módulo não possui sombreamento fixo permanente ao longo do ano.
- Verificação de Compatibilidade de Abraçadeira e Telhado: Certifique-se de que o modelo de abraçadeiras a ser usado corresponda ao perfil de telha de aço no local. Consulte o Anexo 4.
- Calibração da Ferramenta: Deve-se usar uma chave dinamométrica digital calibrada dentro do seu período de validade. Para parafusos M8 utilizados na fixação da braçadeira, o torque final de aperto deve ser estritamente ajustado para 15~20 N·m (Referência: GB 50205-2020). Torque insuficiente leva à falha de fixação; torque excessivo pode esmagar ou danificar a estrutura traseira composta do módulo.

- Posicionamento e Layout: De acordo com os desenhos de projeto, use uma linha de tinta para marcar as posições de grampos e bases, garantindo divisão uniforme, alinhamento horizontal e vertical.
- Preparação de Ferramentas e Consumíveis:

<p>Chave de torque</p> 	<p>Abraçadeiras para PV</p> 
<p>Grampos de aperto rápido</p> 	<p>parafusos sextavados</p> 
<p>linha de tinta</p> 	

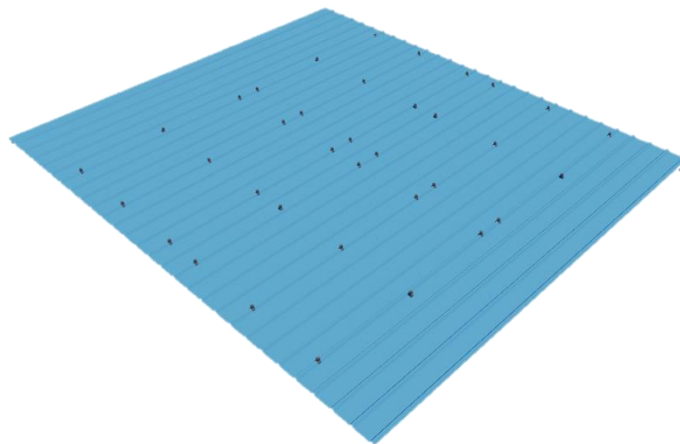
6.5.2 Solução de Instalação de Abraçadeira para Telhado de Lâmina de Aço (Quick-Clamp)

(1) Condições Pré-Instalação

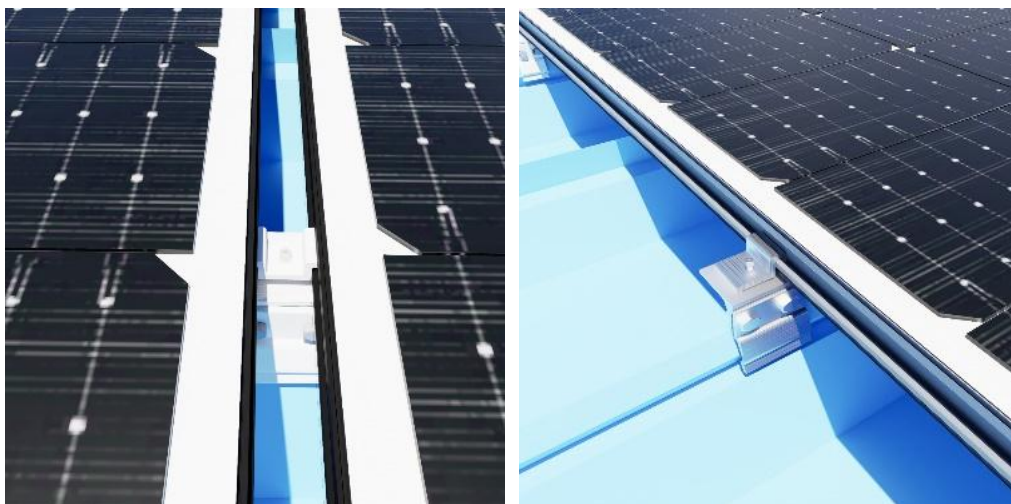
- Aplicável a todos os tipos de telhas convencionais (tipo T, ondulada, cumeeira angular, encaixe em pé, encaixe redondo em pé).
- O ambiente de instalação está limpo, sem detritos afetando a estabilidade da braçadeira.

(2) Procedimento de Instalação

1. Posicionamento e Fixação das Morsas: Posicione as morsas de acordo com os desenhos. O espaçamento das morsas deve ser uniformemente distribuído. O ponto central das morsas em ambas as extremidades deve estar aproximadamente a 10~15 cm da borda do lado curto do módulo.



2. Instalação do Primeiro Grampo: Seguindo rigorosamente o espaçamento nos desenhos de projeto, coloque e fixe o primeiro grampo dedicado. Para telhas do tipo T, use parafusos autorroscantes ou adesivo estrutural para fixação auxiliar. Para tipos cumeeira angular e costura em pé, use parafusos de travamento para prender os vincos das telhas.



3. Colocando o Primeiro Módulo de Referência: Duas pessoas manuseiam um módulo SolarPegaF / SolarPegaFL, posicionando-o nas braçadeiras de acordo com o posicionamento das braçadeiras.
4. Fixação da Abraçadeira: Fixe as porcas do parafuso da abraçadeira e aperte usando uma chave de torque, torque padrão 15~20 N·m.
5. Instalação em Lote: Para os módulos subsequentes, use o anterior como referência, repetindo o processo: “Colocar módulo → Colocar braçadeira → Apertar → Inspeccionar.”

6. Ao instalar grampos intermediários, use pórtico de construção de PV ou almofadas de espuma de construção de PV para proteção.

(3) Pontos-chave de Instalação

- Duas pessoas coordenam o manuseio do módulo, colocando-o suavemente sobre as braçadeiras. Não segure caixas de junção ou cabos durante o manuseio. Não choque nem deixe os módulos caírem.
- Use uma chave de torque para apertar os parafusos, padrão de torque de aperto 15~20 N·m. É proibido apertar em excesso ou de forma insuficiente.
- A instalação do módulo deve ser horizontal e vertical. O espaçamento dos módulos segue os desenhos do projeto, espaçamento padrão de 20 mm, garantindo que as abraçadeiras possam pressionar corretamente a estrutura traseira do módulo.
- Antes de instalar o próximo módulo, conecte antecipadamente os conectores do módulo anterior.
- Após a instalação de um único módulo, verifique a braçadeira e o estado de aperto da braçadeira para garantir que não haja folga ou desalinhamento.

7. Especificações de Conexão e Cabeamento

7.1 Requisitos de Roteamento e Fixação de Cabos

- Especificação do Cabo do Sistema: Exceto para cabos de saída do módulo, todos os cabos principais de CC no local devem ser cabos específicos para PV de 1500V certificados pela TÜV ou autoridade equivalente, com condutor de cobre, seção transversal não inferior a 4mm², classificação de temperatura não inferior a 90°C, com excelente resistência a UV e propriedades anti-envelhecimento.
- Princípio de Roteamento Anti-Sombreamento: A responsabilidade principal do cabeamento é “Sem Sombreamento”. Todos os caminhos de roteamento de cabos devem ser planejados com precisão e fixados com segurança usando presilhas de cabo C de aço inoxidável dedicadas ou abraçadeiras de nylon resistentes aos raios UV no quadro traseiro do módulo, em tubos quadrados ou canais de fixação de cabos da chapa traseira. Os cabos não devem ficar suspensos, balançando ou colocados diretamente no telhado formando curvas de acúmulo de água em nenhuma condição de trabalho.
- Proteção de Conectores: Todos os conectores plugados dentro de strings ou entre strings não podem ficar deitados ou pendurados tocando telhados metálicos, cristas de telhas de aço ou superfícies de acúmulo de poeira/água. Eles devem ser fixados com mangas de proteção de conectores dedicadas e cliques de cabo elevados em vigas transversais atrás dos módulos.
- Raio Mínimo de Curvatura: Ao passar cabos ao redor de cantos, o requisito de raio mínimo de curvatura deve ser rigorosamente observado. Normalmente, esse valor é de 10 a 12 vezes o diâmetro externo (DE) do cabo. Curvas excessivas podem danificar o núcleo de cobre interno, aumentar a resistência e criar possíveis pontos quentes.

7.2 Especificações de Aterramento

1. Isenção de Aterramento do Módulo: Considerando que o design de todos os módulos das séries SolarPega/PegaL e SolarPegaF/PegaFL não utiliza nenhuma estrutura metálica externa não isolada (borda), os próprios módulos constituem uma estrutura completa de isolamento Classe II. Portanto, nenhum tratamento de aterramento explícito é necessário para qualquer parte do corpo do módulo.
2. Projeto de Aterramento do Sistema: Esta isenção não altera os requisitos de aterramento de proteção contra raios do sistema fotovoltaico.

8. Instruções de Trabalho para Instalação Elétrica

8.1 Requisitos Gerais de Instalação Elétrica

1. Pessoal Certificado e Operação Desenergizada: O trabalho em instalações elétricas e fiação é limitado a pessoal autorizado com certificação de electricista. Antes do trabalho, certifique-se de que os interruptores CC e CA estão na posição DESLIGADO, implemente um procedimento LOTO (Bloqueio/Tagout) eficaz e verifique a ausência de tensão com um multímetro antes de prosseguir.
2. Aplicação do Fator de Correção de Projeto 1,25: Um fator de segurança de projeto deve ser usado ao configurar disjuntores do sistema, fusíveis, capacidade de corrente dos cabos e tensão máxima de entrada do inversor. Todos os cálculos devem ser baseados nos valores limites de Voc multiplicados por 1,25, Isc multiplicados por 1,25 da ficha técnica do módulo.
3. Proteção contra arco elétrico (AFCI): Para lidar com potenciais riscos de arco CC e incêndio, o inversor ou dispositivo de desligamento multifuncional selecionado para a estação de energia deve possuir e ativar uma função AFCI (Interruptor de Circuito por Falha de Arco) disponível.

8.2 Especificações de Conexão em Série/Paralelo do Módulo

1. Princípio da Homogeneidade das Strings: Em um canal de rastreamento MPPT, apenas módulos que sejam exatamente idênticos são permitidos: mesmo modelo, mesmo lote, mesma inclinação e orientação de instalação. A violação deste princípio resultará em perdas internas severas devido ao desajuste no ponto de operação.
2. Cálculo de Tensão Extrema: Ao conectar módulos em série, a tensão em circuito aberto deve ser corrigida usando a menor temperatura historicamente registrada pelo serviço meteorológico local, garantindo que a tensão total em circuito aberto da sequência sob qualquer temperatura mínima possível seja inferior à tensão máxima de entrada CC do inversor.
3. Aviso de Perigo de Polaridade Reversa: Se dois strings paralelos forem conectados com polaridade reversa (positivo para negativo), uma corrente de circulação forçada

massiva é gerada imediatamente, o que pode queimar irreversivelmente os diodos de bypass do módulo e a caixa de junção em milissegundos.

8.3 Seleção e Requisitos de Instalação de Fusíveis

1. Limites de Proteção contra Sobrecorrente: Os dados técnicos do módulo indicam que a classificação máxima do fusível em série é 25A. Como este é um valor limite para este módulo flexível, em qualquer cenário com mais de 2 strings em paralelo, cada string individual deve ser conectada em série com um fusível PV específico para corrente contínua de 25A.
2. Proteção de Polaridade Independente: Os porta-fusíveis devem ser configurados em ambos os fios positivo e negativo. Uma solução usando um fusível comum único após a conexão da barra coletora multi-circuitos não é recomendada.

8.4 Especificações de Uso e Proteção do Conector

1. Proibição de misturar diferentes fabricantes e modelos:

Aviso - Aviso Importante: Em toda a parte CC do sistema FV, desde os cabos de saída dos módulos, cabos de extensão feitos em campo (cabos de extensão de strings), até a caixa combinadora e entradas do inversor, qualquer local que exija conexão deve garantir que os conectores macho e fêmea sejam do mesmo fabricante e pertençam à mesma série de modelos de produtos. Conectores de fabricantes diferentes (incluindo marcas chamadas “compatíveis com MC4”), e até mesmo linhas de produtos diferentes dentro do mesmo fabricante, diferem na formulação do material de isolamento, na tolerância do diâmetro externo do pino de contato metálico, no processo de galvanização, na força de aperto da mola e no material do anel de vedação. Misturar conectores de diferentes fabricantes ou modelos é uma prática não padrão muito perigosa, resultando nas seguintes consequências:

- Engajamento Incompleto: O desajuste de tolerância entre macho e fêmea impede o travamento e a vedação mecânica completos, deixando lacunas microscópicas.
- Ingressão de Umidade e Corrosão Eletroquímica: lacunas microscópicas em ambientes externos de alta umidade, chuva e condensação criam um “efeito capilar” que atrai a umidade, causando reações galvânicas nas superfícies de contato de diferentes metais, acelerando a corrosão de contato.
- Aumento Anormal da Resistência de Contato: Corrosão e tensão de contato insuficiente fazem com que a resistência de contato se multiplique, resultando em aquecimento anormal no ponto de conexão. O calor acelera ainda mais o envelhecimento do material, criando um ciclo vicioso.
- Arco e Incêndio CC: Em última análise, pontos de conexão severamente degradados ou quase soltos, sob corrente CC de alta tensão, sustentarão arco contínuo. A alta temperatura é suficiente para derreter a carcaça do conector, incendiar materiais combustíveis ao redor, causando diretamente incêndio elétrico catastrófico.

Portanto, o departamento de projetos deve adquirir centralmente conectores do mesmo lote, marca e modelo para toda a fiação no local, sendo proibido misturar conectores de diferentes fontes por motivos de economia ou conveniência.

2. Sem Substitutos: Durante a construção, é proibido utilizar fita isolante, tampas de fios ou conectores de séries ou marcas diferentes para a chamada “conexão” ou “reparo” de qualquer conector neste sistema. Se encontrados, todos devem ser cortados e substituídos.
3. Verificação de Engajamento Final: Ao conectar os conectores, deve-se ouvir um som distinto de “clique” e, em seguida, tente puxar na direção oposta com força para garantir que não possa ser desengatado, indicando que os contatos banhados a prata alcançaram o engajamento completo e o travamento automático.

9. Especificações de Operação e Manutenção

Os módulos requerem inspeção e manutenção regulares, especialmente durante o período de garantia. Para garantir o desempenho ideal dos módulos, a ZKFN Solar recomenda as seguintes medidas de manutenção (Consulte o “Manual de Operação e Manutenção dos Módulos Leves SolarPega & SolarPega F Series da ZKFN Solar” para mais detalhes):

9.1 Inspeção Rotineira

1. Inspeção Visual do Módulo: (i) Verifique se há danos no módulo. (ii) Verifique se há objetos pontiagudos em contato com a superfície do módulo.
2. Verificação de Sombra: Verifique se os módulos estão sombreados por obstáculos ou objetos estranhos. Evite sombreamento de árvores recém-crescidas, postes recém-erguidos, etc.
3. Verificação de Integridade Estrutural: Verifique se há descolamento do adesivo especial entre os módulos e o telhado, e se os parafusos de fixação/abraçadeiras estão soltos. Ajuste ou repare prontamente.

9.2 Especificações de Limpeza do Módulo

1. Limpeza Regular: O acúmulo de poeira ou sujeira nas superfícies dos módulos reduz a produção de energia. Limpe regularmente para manter a limpeza das superfícies. Geralmente, limpe pelo menos uma vez por mês, aumentando a frequência em condições ambientais adversas.
2. Tempo Seguro e Volume de Água: Primeiro enxágue com água limpa, depois seque com um pano macio. Não use solventes corrosivos ou objetos duros para limpar os módulos fotovoltaicos (PV). Limpe os módulos PV sob irradiância abaixo de 200W/m². Não limpe os módulos PV em condições de vento acima do Nível 4, chuva forte ou neve intensa.

Aviso - Aviso Importante: Se for necessário caminhar sobre os módulos para O&M urgente, assegure-se de que a instalação seguiu o esquema de instalação caminhável. Para módulos não instalados de acordo com o esquema de instalação caminhável, absolutamente não caminhe, fique em pé ou sente-se nos módulos para limpeza ou O&M.

4. Áreas de Proibição de Água: Não use jatos de água de alta pressão para lavar diretamente as emendas da caixa de junção e conectores de perto em nenhum momento.

9.3 Requisitos de Inspeção Periódica do Sistema Elétrico

Inspeção de Conectores e Cabos do Módulo:

(i) Inspeção especial recomendada a cada seis meses. (ii) Verifique a fiação do PV quanto a sinais de envelhecimento, incluindo possível dano de roedores, envelhecimento devido ao clima e se todos os conectores estão firmemente conectados e sem corrosão. (iii) Preste atenção especial à temperatura termal infravermelha dos conectores. Se um conector em um par estiver alguns graus mais quente que o outro ou que o condutor do circuito, isso é um sinal de aumento da resistência de contato. Desligue a energia, abra e verifique se os contatos da mola perderam elasticidade ou ficaram oxidados. Pares de conectores com defeito devem ser cortados e substituídos completamente.

10. Anexos

Anexo 1: Limpadores Recomendados para Diferentes Substratos de Telhado

Tipo de Telhado	Nome do Limpador Recomendado
Tubos quadrados, PVC, Asfalto, EPDM e outros telhados plásticos flexíveis	China: RA-1033 Limpador Profissional de Plástico; Exterior: Use limpador não corrosivo recomendado pelo fabricante do material de cobertura
Telha de aço, telhado de vidro, tipos de telhado metálico	90% Álcool Isopropílico 10% Água Deionizada, misture bem antes de usar. Não use solventes contendo cetonas ou hidrocarbonetos aromáticos

Use os limpadores acima ou aqueles recomendados pelo fornecedor do material de cobertura.

Anexo 2: Especificações de Construção de Adesivo Estrutural

Padrão de Corte do Bico: Bico com corte em ângulo padrão. A uma velocidade de extrusão de 10 cm/s, deve formar uma faixa padrão completa de 10 mm de largura e 8 mm de altura.



Proibições de Aplicação de Adesivo: Exceto para operação contínua, a aplicação segmentada, pontual ou em zigue-zague do adesivo dentro de uma área de colagem é proibida. A velocidade de aplicação do adesivo deve ser uniforme com o acionamento do gatilho da pistola de cola.

Relacionamento entre Cura e Carga: Os seguintes dados servem como base para o projeto da organização da construção. Quando a temperatura ambiente está abaixo de 5°C, o tempo de secagem da superfície e o tempo para estabelecimento da resistência final do adesivo estrutural aumentarão exponencialmente. Normalmente, é necessário pelo menos 48 horas de cura sem interrupções.

Faixa de Temperatura Ambiente	Tempo Mínimo de Cura Recomendado (Sem Perturbação)
25°C - 40°C	24 horas
10°C - 25°C	48 horas
0°C - 10°C	72 horas
Abaixo de 0°C	Instalação não recomendada

Comparação Correta vs. Incorreta da Operação de Laminação:

Item de Comparação	Operação Correta	Operação Incorreta
Altura da Faixa Adesiva	Altura > 8mm (Correto)	Altura < 5mm (Adesão ruim devido à molhabilidade)
Método de Enrolamento	Use rolo de plástico para rolar de maneira uniforme	Rolamento excessivo / Sem rolamento / Módulo de torção após o rolamento
Método de Prensagem	Rolar área não celular do módulo	Pressione nas células diretamente com a mão para estabilização

Anexo 3: Lista de Itens Corrosivos/Prejudiciais aos Conectores PV

Gerencie rigorosamente as fichas de segurança química (MSDS) de todos os materiais auxiliares de instalação. Antes de usar qualquer produto químico não listado próximo aos conectores, realize testes de compatibilidade química em laboratório.

Categoria Química	Itens de construção comuns proibidos perto de conectores
Substâncias Ácidas/Alcalinas	Sal (spray de sal), bicarbonato de sódio, solução de soda cáustica, amônia, agente de cura para concreto (contendo sais minerais)
Agentes Oxidantes	Peróxido de hidrogênio (H ₂ O ₂), hipoclorito de sódio (água sanitária), comprimidos desinfetantes de permanganato de potássio
Solventes Orgânicos	Acetona, toluideno, xileno, óleo de banana (diluyente de tinta), isopropanol de alta concentração (>90%), removedor de esmalte, terebintina

Anexo 4: Perfil de Telha de Aço e Referência de Tipo de Abraçadeira Compatível

Classificação de Telha de Aço	Tipo de Abraçadeira Compatível	Solução de Instalação Recomendada
Telha de Aço Tipo T	Grampo dedicado tipo T	Instalação com adesivo da série SolarPega / Instalação com braçadeira da série SolarPegaF
Tipo de Costura em Pé	Grampo dedicado para junta de pé	Prefira a instalação com braçadeira da série SolarPegaF / Casos parciais permitem a instalação com adesivo do tubo quadrado SolarPega
Telha de Aço com Cume em Ângulo	Grampo dedicado de ângulo-cume	Prefira a instalação com braçadeira da série SolarPegaF / Casos parciais permitem a instalação com adesivo do tubo quadrado SolarPega
Telha de Aço Ondulada	Grampo dedicado corrugado	Instalação com adesivo da série SolarPega / Instalação com braçadeira da série SolarPegaF
Tipo de Emenda de Pé Redonda	Grampo dedicado redondo	Prefira a instalação com braçadeira da série SolarPegaF / Casos parciais permitem a instalação com adesivo do tubo quadrado SolarPega

Os perfis de telhas e grampos acima não especificam modelos ou especificações específicos e são apenas para referência. Entre em contato com a ZKFN Solar para suporte técnico sobre tipos específicos de modelos de grampos e outros parâmetros.

Anexo 5: Condições de Superfície de Instalação Anormais e Métodos de Tratamento

Condição Anormal	Descrição Detalhada e Risco	Tratamento Obrigatório e Critérios de Aceitação
Corrosão Severa de Telhas de Aço	O filme de tinta superficial estourou extensivamente, a placa de aço base mostrando descamação de ferrugem em camadas	Instalação direta proibida. O telhado deve ser totalmente reformado (primer anticorrosivo conversor de ferrugem em spray + camada de acabamento) ou substituir as telhas de aço
Poeira Fina de Concreto	Força superficial extremamente baixa, desintegra-se quando esfregado com o pé. O adesivo se solta com a camada de cimento solta	Instalação direta proibida. Lixe a camada superficial solta, limpe a poeira, aplique primer à prova de umidade de alta permeabilidade e aguarde 24 horas de cura antes da construção

Condição Anormal	Descrição Detalhada e Risco	Tratamento Obrigatório e Critérios de Aceitação
Bolhas na Membrana Impermeável	A membrana se descolou da camada estrutural. Peso adicional e sucção do vento acelerarão o rasgamento em grande área	Instalação direta proibida. Notifique o fabricante da membrana para cortar e re-soldar as áreas com bolhas. Realize novamente o teste de arrancamento nas áreas reparadas.

Aviso - Nota Importante: Os métodos acima devem ser realizados sob a orientação profissional de outros fabricantes. Os métodos de tratamento aqui são apenas para referência.

Anexo 6: Tabela Resumida de Seleção de Módulos e Métodos de Instalação para Diferentes Telhados

Tipo de Telhado	Subtipo de Azulejo	Série de Produtos Recomendados	Requisitos Básicos de Instalação
Telha de Aço	T-tipo, Corrugado	Série SolarPega / Série SolarPegaF	SolarPega todas as séries recomendadas $\geq 5^\circ$ de inclinação. Passo das ondulações $\leq 350\text{mm}$, largura da crista $\geq 1\text{cm}$; Área de colagem $\geq 800\text{cm}^2$, nivelamento do tubo quadrado
Telha de Aço	Emenda de Pé, Cume em Ângulo	Prefira a Série SolarPegaF	O SolarPegaF recomendou inclinação $\geq 5^\circ$, use instalação com fixador de grampo.
Telhado Plano	Membrana Impermeável, Concreto	Série SolarPega / Série SolarPegaF	A SolarPega usa instalação com tubo quadrado e todas as séries recomendam inclinação $\geq 5^\circ$. Espaçamento do suporte $\leq 350\text{mm}$, área de fixação $\geq 800\text{cm}^2$. Série SolarPegaF recomendada inclinação $\geq 5^\circ$, usar montagem, instalação com grampo

Esta tabela é um guia de referência rápida simplificado. Os requisitos detalhados são fornecidos no corpo principal deste manual.

Anexo 7: Descrição dos Parâmetros Elétricos

Não.	Item de Parâmetro	Valor do Parâmetro
1	Coef. Temp. da Tensão em Circuito Aberto α / Coef. Temp. da Potência Máxima β / Coef. Temp. da Corrente de Curto-Circuito δ	$\alpha = -0,27\%/^{\circ}\text{C}$, $\beta = -0,33\%/^{\circ}\text{C}$, $\delta = 0,045\%/^{\circ}\text{C}$
2	Temperatura Nominal de Operação da Célula (NOCT)	$45 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$
3	Seção Mínima do Cabo para Fiação de Campo do Módulo PV	$1 \times 4,0 \text{ mm}^2$
4	Requisitos de Acoplamento do Conector	Deve-se usar conectores da mesma marca e modelo dos conectores do módulo. O soquete deve ser mantido limpo, livre de umidade ou lama antes da conexão
5	Dimensões, Tipo, Material e Classificação de Temperatura do Conector	EVO2, IP68, $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$
6	Tipo de Terminal para Fiação de Campo	Terminal de crimpagem
7	Modelo e fabricante de conector recomendados	EVO2 Stäubli
8	Método de Conexão	A: Colagem adesiva estrutural / B: Grampo
9	Tipo de Diodo Bypass	GF5045
10	Faixa de Temperatura de Instalação e Requisitos de Inclinação	Temperatura de instalação de 5°C a 35°C ; Quando a inclinação $>25^{\circ}$, use fita de espuma para auxiliar no posicionamento do adesivo e anti-derrapante
11	Método Mínimo de Fixação Mecânica	Use parafusos M8, valor de torque de aperto $15 \sim 20 \text{ N}\cdot\text{m}$
12	Classificação de Incêndio	Classe C (padrão UL790)

Não.	Item de Parâmetro	Valor do Parâmetro
13	Projeto de Carga Mecânica e Fator de Segurança	Instalação de telha de aço: Positivo 3600Pa/1,5, Negativo 2400Pa/1,5; Fixação com parafuso: Positivo 2400Pa/1,5, Negativo 2400Pa/1,5
14	Declaração em Destaque	Este módulo não permite iluminação externa concentrada na frente ou atrás. Anomalias ou danos do módulo causados por concentração de luz não estão cobertos pela garantia

Shandong ZKFN Solar Tecnologia Ltda.

www.zkfn-solar.com

Central de Atendimento: (+86) 400 6768 100 (Office Hours: 8:30-17:30, Beijing Time)