



# SolarPega & SolarPegaF

## 系列光伏组件安装作业指导书

山东中科富能光电科技有限公司

发行日期：2026-04-25 | 版本号：ZKFN-ATSD-LG-PIM-342

# 目 录

1. 手册概述与权责说明.....	5
1.1 手册适用范围.....	5
1.2 免责声明.....	5
1.3 责任范围.....	6
1.4 质保警示条款.....	6
1.5 技术支持信息.....	6
2. 安全操作规范.....	6
2.1 通用安全警告.....	6
2.2 作业人员通用安全要求.....	7
2.3 通用禁止操作事项.....	8
3. 产品规格与核心性能参数.....	9
3.1 产品系列与型号说明.....	9
3.2 核心电气性能参数.....	10
3.3 核心机械性能参数.....	11
3.4 安装倾角与选址规范.....	12
4. 卸货、运输与存储规范.....	13
4.1 通用防护要求.....	13
4.2 包装标示说明.....	14

4.3 卸货作业规范.....	14
4.4 二次运输要求.....	15
4.5 仓储存储规范.....	16
4.6 组件踩踏要求.....	16
5. 拆包作业指导.....	19
5.1 拆包安全要求.....	19
5.2 标准拆包步骤.....	20
5.3 剩余组件回装规范.....	20
6. 应用场景选型与组件安装方案.....	21
6.1 通用安装要求.....	21
6.2 全场景产品选型指引.....	23
6.3 安装注意事项.....	24
6.4 SolarPega / SolarPegaL 系列组件安装方案.....	26
6.5 SolarPegaF / SolarPegaFL 系列组件安装方案.....	31
7. 连接与布线作业规范.....	34
7.1 线缆布设与固定要求.....	34
7.2 接地规范.....	34
8. 电气安装作业指导.....	35

8.1 通用电气安装要求 .....	35
8.2 组件串并联接线规范 .....	35
8.3 熔丝选型与安装要求 .....	35
8.4 连接器使用与防护规范 .....	36
9. 运维与维护规范 .....	36
9.1 日常巡检 .....	37
9.2 组件清洁规范 .....	37
9.3 电气系统定期检修要求 .....	37
10. 附件 .....	38
附件 1: 不同屋面基层推荐清洁剂 .....	38
附件 2: 结构胶施工规范 .....	38
附件 3: 对光伏连接器有腐蚀损害的物品清单 .....	39
附件 4: 彩钢瓦瓦型与适配夹具类型参考 .....	39
附件 5: 安装面异常情况及处理手段 .....	40
附件 6: 不同屋面组件选型与安装方式汇总表 .....	40
附件 7: 电气参数说明 .....	41

## 1. 手册概述与权责说明

### 1.1 手册适用范围

本手册为山东中科富能光电科技有限公司（以下简称“中科富能”）SolarPega 系列（SolarPega、SolarPegaL）与 SolarPegaF 系列（SolarPegaF、SolarPegaFL）TOPCon 轻刚晶硅光伏组件（以下简称“组件”）的官方安装指导文件。本手册内容涵盖从产品选型、到货卸货、存储、拆包、安装施工、电气连接和后期运维的全生命周期规范。

本手册面向所有从事上述系列组件安装、调试、维护工作的系统集成商、安装商及具备专业资质的人员。任何负责处理、安装或操作本产品的个人，在作业前有责任阅读、理解并遵守本手册中的要求。未能遵守本手册规定的操作流程、安全须知及技术规范，将可能导致严重的人员伤亡事故或财产损失。安装和操作太阳能组件需要专业技能，只有专业人员才可以从事该项工作。请在使用和操作组件之前阅读安全和安装说明，安装商必须相应地把上述事项告知终端客户（或者消费者）。

本手册覆盖的核心组件型号包括：

- SolarPega（1.6mm 前板玻璃、无背框）：ZKFN-G2-220B xxx 等
- SolarPega L（1.1mm 前板玻璃、无背框）：ZKFN-G2-120B xxx 等
- SolarPegaF（1.6mm 前板玻璃、带背框）：ZKFN-G2-222B xxx 等
- SolarPegaF L（1.1mm 前板玻璃、带背框）：ZKFN-G2-122B xxx 等

### 1.2 免责声明

1. 中科富能保留在不予预先通知的情况下，基于产品技术升级、工艺改进或标准更新等原因变更本手册的权利。本手册最新版本将同步发布于中科富能官方网站下载中心，客户及安装方有责任主动关注并确保使用最新版本。任何因使用过期版本手册而产生的操作偏差，其责任由使用方自行承担。
2. 客户在安装组件过程中未按照安装手册（包括安装时中科富能官方网站公示的变更内容）中所列出的要求操作，会导致提供给客户的产品有限质保失效。
3. 中科富能对本说明书所包含的任何明示或暗示的信息不做任何担保。用户和安装人员必须完成该项目的现场技术踏勘，以确保所提供的安装方法符合当地法律和建筑标准。
4. 中科富能不提供 BIPV 支架的任何配件，如有需要请咨询专业支架厂家，中科富能不承担任何支架及其配件的质量问题责任。

### 1.3 责任范围

1. 无论组件安装是否按照安装手册（包括安装时中科富能官方网站公示的变更内容）指示进行，中科富能不对安装过程中产生的任何损害，包括但不限于组件操作，系统安装产生的人身和财产损失承担法律责任。
2. 若本手册的不同语言版本之间存在描述不一致的情况，以中文版为准。
3. 本手册仅供安装指导使用，无论手册内是否有明示或暗示，均不具备任何质保书意义。

### 1.4 质保警示条款

1. 中科富能 SolarPega 与 SolarPegaF 全系列产品均提供 15 年产品质保 及 30 年线性功率保证，具体质保范围、索赔流程及例外条款以产品采购时随附的官方质保文件为准。
2. 组件配套使用的夹具、结构胶、MC4 兼容连接器等关键辅材，必须使用中科富能推荐或已认证的规格型号，以确保系统整体的兼容性、可靠性及安全性.使用非认证硬件所导致的产品或系统损坏，不在质保范围内。

### 1.5 技术支持信息

如需获取更为详尽的技术支持文档、进行项目专项方案对接，或需我方对异常安装面提出处理建议，请通过以下官方渠道与中科富能取得联系。

- 全国服务热线：400 6768 100
- 技术支持邮箱：tech-support@zkfnsolar.com
- 官方网站：www.zkfnsolar.com
- 生产基地地址：山东省济宁市济宁经济开发区绿海汇智能制造产业园新盛霖 1 号厂房

## 2. 安全操作规范

### 2.1 通用安全警告

1. 所有的安装工作必须完全遵守地方和当地法规和相应的国内或国际电气标准。
2. 电击与灼伤风险：光伏组件属于直流发电设备，当其表面暴露于光照条件下，即使未接入电路，正负极端子及连接器上亦会产生直流电压.多个组件串联组成的光伏阵列，其电压可达到危及人身安全的水平.未经专业培训或未获授权的人员，禁止以任何形式接触组件的接线端子、连接器或裸露带电部位.接触带电体可能导致严重灼伤甚至致命的电击事故。

3. 禁止带载操作：在进行任何组件安装、更换、接线或系统改造作业前，必须首先确保直流侧与交流侧系统已完全断电，并采取严格的防误合闸及断电复核措施。禁止在任何情况下带载断开连接器或电气连接，带载断开将产生危险且具有破坏性的直流电弧，可能引发火灾、设备损毁及严重人身伤害。
4. 破损组件处置：禁止使用外观已受损的组件，包括但不限于表面贯穿伤、碎裂、背板划伤穿透、接线盒开裂或内部进水等情况。受损组件无法修复，存在极高的漏电与电击风险，其绝缘性能已完全失效。禁止以任何理由拆解组件、移除组件组成部件，或修改旁路二极管的接线方式。组件接线盒盖须始终保持紧闭状态。
5. 正负极短接风险：禁止将单个组件的正极与负极连接器直接对接，否则将导致组件短路。安装前须检查并确保所有连接器的绝缘塞或密封圈完好无损且安装到位，以防止因绝缘失效引发短路，进而导致火灾或电击风险。
6. 环境与电气参数限制：组件设计的稳定工作环境温度范围为 $-40^{\circ}\text{C}$  至  $+85^{\circ}\text{C}$ 。系统最大开路电压在任何预期的最低环境温度下，均禁止超过组件产品标签上标明的最大系统电压 DC 1500V。禁止超出额定参数运行。
7. 消防安全：若安装或运维现场发生火灾，在条件允许且无人员危险的情况下，必须首先切断整个光伏系统的电源（包括直流侧与交流侧），随后按照电气火灾消防规范，使用干粉、二氧化碳等不导电灭火器材进行扑救。禁止在未断开电源的情况下使用水或泡沫直接冲刷组件及电气系统。
8. 应用等级与警示：本系列组件为应用等级 A 类（等效于 IEC 61730-1 安全等级 II），适用于公众可能接触到的系统。当系统开路电压超过 50V 时，根据安全规范，必须在组串连接装置附近、逆变器等易于接近的位置，设置醒目的“触电危险”警告标志。

## 2.2 作业人员通用安全要求

1. 资质要求：所有负责安装、接线、调试及维护光伏系统的工作人员，必须通过专业光伏系统安装培训，持有相关有效资质证书，并完全熟悉本手册中的所有安全规范及当地政府相关法规。
2. 双人作业制度：为最大程度降低单人作业风险（如意外触电、高空坠落等），所有现场安装、搬运及接线作业，必须由至少 2 名人员协同执行，禁止单人进行高风险作业。
3. 个人防护装备（PPE）：作业人员在作业期间必须正确穿戴经认证的个人防护装备，包括但不限于：防滑防护手套、长袖绝缘工作服、防砸绝缘鞋。在屋顶边缘或任何存在坠落风险（高度差超过 2 米）的区域作业时，必须全程佩戴双钩缓冲安

全带, 并将其牢固连接于独立设置的生命线或锚点上, 同时应在作业面下方设置防坠护栏或安全网。

4. 工具与饰品: 作业时仅可使用符合安全标准且绝缘完好的工具. 禁止佩戴任何金属饰品上岗, 如手表、戒指、项链、手镯等, 此类物品可能导致电流意外导通引发短路风险, 或在搬运组件时划伤组件表面。



5. 不利天气: 禁止在雨、雪、大雾、雷暴天气条件下, 以及现场瞬时风速达到或超过 4 级时, 进行任何形式的户外安装、吊装或接线作业. 潮湿环境将极大增加触电风险. 安装人员在作业前须确保所有组件、工具及电气连接点均处于洁净干燥状态。
6. 区域管制: 施工现场及组件临时存放区必须设置清晰的警示标志及围栏, 禁止未经授权的人员、儿童或其他无关人员进入, 以防发生意外。
7. 光照防护: 任何时候, 即使组件尚未接入完整系统, 只要暴露在光下, 它就构成了一个电源. 禁止在没有防护措施的情况下用手直接触摸组件的接线盒、电缆末端或连接器内部的金属触点。

### 2.3 通用禁止操作事项

为确保组件性能、人身安全和质保有效性, 以下条款为禁止操作:

1. 物理损伤与涂装: 禁止使用尖锐物体刮擦、敲击、弯折或撞击组件正面和背面. 禁止在组件表面任何区域使用油漆、粘合剂、胶带或进行任何形式的涂装. 禁止在组件的任意位置上钻孔、切割或打磨。
2. 线缆与连接器破坏: 禁止以任何方式刮擦、切割、挤压或拉扯组件自带的电缆和连接器. 禁止使电缆和连接器长期暴露在阳光直射或水中而无适当防护。
3. 搬运与施压: 禁止搬运时按压到电池片区域. 禁止通过抓握组件接线盒、引出线或接插头来提起、搬运或拖拽组件, 须双手搬运. 禁止在组件表面进行不规范的按压、站立、行走、攀爬或跳跃. 禁止让组件与任何硬物、尖锐物体发生碰撞、摩擦或冲击。
4. 人为聚光: 禁止使用镜子、放大镜、透镜或其他光学装置将额外的太阳光或人工光源聚集到组件表面。



5. 水浸与堆叠：禁止将组件长时间或永久性地放置在有可能积水或持续潮湿的环境中。在存储、搬运和安装的所有环节中，禁止将组件背面朝上放置、叠放或积压组件。
6. 表面异物与遮挡：禁止在安装过程中将结构胶、密封胶或任何异物涂抹到组件的电池片有效采光区域。组件安装完成后，必须确保所有的输出线和跨接线的布线路径清晰、固定可靠，禁止导线、压块或其他物体遮挡电池片有效采光区域。
7. 污染源与火源：禁止将组件安装在持续排放油烟、粉尘、化学腐蚀气体的排污口或排烟口附近。禁止将组件安装在明火或易燃易爆物体附近。
8. 扰动安装：采用结构胶粘贴方式安装的组件，在粘贴完成后的一定时间内禁止进行任何扰动（参照附件 2），包括但不限于移动组件、连接线缆、施加外力或站在组件上进行其他作业。禁止在胶体固化后将组件二次揭起并重新粘贴。
9. 违规负载：组件安装测试完成后，禁止在组件表面放置任何重物、工具或具有尖锐支点的物体，以免造成长期的压力性损伤。
10. 避免雷击：为减小间接雷击造成的风险，设计系统时应避免产生环路。如果组件安装在有频繁雷电活动的地方，必须对组件进行防雷击保护。
11. 避免松脱：组件应牢固固定，以便能承受所有可能的负载，包括风和雪荷载；因组件松脱拉扯连接线，导致绝缘失效、漏电、拉弧等是分布式光伏的重要风险。
12. 拆解禁令：禁止拆卸组件或取下组件的任意组成部分。破损的接线盒和破损的连接器均具有潜在的电气危险以及划伤危险。

### 3. 产品规格与核心性能参数

#### 3.1 产品系列与型号说明

本手册全面涵盖中科富能两大核心轻刚组件产品线：SolarPega 系列（无背框）与 SolarPegaF 系列（带背框）。产品命名规则：ZKFN SolarPega 系列命名为 ZKFN 轻刚组件，后跟由 F 和 L 组成的 2 位代码。F 的存在表示该组件带有背框，F 的缺失表示该

组件不带背框；L 的存在表示玻璃厚度为 1.1mm，L 的缺失表示玻璃厚度为 1.6mm。共四款主力产品，均搭载 TSR-Armor™ 技术。各系列特性及内部型号定义如下：

产品系列	内部型号编码	玻璃厚度	背框	功率范围
SolarPega	ZKFN-G2-220B 520	1.6mm	无	510~520W
SolarPegaL	ZKFN-G2-120B 510	1.1mm	无	500~510W
SolarPegaF	ZKFN-G2-222B 520	1.6mm	有 (复合材料)	510~520W
SolarPegaFL	ZKFN-G2-122B 510	1.1mm	有 (复合材料)	500~510W

xxx 代表 STC (标准测试条件) 下的额定输出功率；其他扩展型号详见附件 3。

- SolarPega / SolarPegaL (无背框) 核心安装方式为结构胶直接粘贴，无需支架、导轨，适用于 T 型、波浪型彩钢瓦及平屋面防水卷材屋面。
- SolarPegaF / SolarPegaFL (带背框) 采用高强度玻纤树脂复合背框与 Quick-Clamp 夹具快速安装，支持无损拆卸，适用于各类彩钢瓦屋面 (含直立锁边、角驰型) 及平屋面场景。

### 3.2 核心电气性能参数

参数项	SolarPega / SolarPegaF (510-520W)	SolarPegaL / SolarPegaFL (500-510W)
峰值功率范围 (Pmax)	510~520W	500~510W
组件转化效率	最高 23.4%	最高 22.9%
功率公差	0~+5W	0~+5W
首年功率衰减	≤1%	≤1%
2-30 年每年功率衰减	≤0.4%	≤0.4%
峰值功率温度系数 (β)	-0.33%/°C	-0.33%/°C
开路电压温度系数 (α)	-0.27%/°C	-0.27%/°C
短路电流温度系数 (δ)	+0.045%/°C	+0.045%/°C
标称工作温度 (NOCT)	45±2°C	45±2°C
最大系统电压	DC 1500V	DC 1500V

参数项	SolarPega / SolarPegaF (510-520W)	SolarPegaL / SolarPegaFL (500-510W)
最大保险丝额定电流	25A	25A

(STC 条件: 辐照度 1000W/m<sup>2</sup>, 大气质量 AM 1.5, 电池温度 25°C, 测试误差 ±3%)

注意: 补充说明: 由于在特定低温、高辐照等正常工作条件下, 组件实际输出的开路电压和短路电流可能显著高于 STC 标称值, 因此在电气系统设计时, 必须将产品标称的 I<sub>sc</sub> 和 V<sub>oc</sub> 值乘以 1.25 的系数进行工程设计。

### 3.3 核心机械性能参数

下表汇总了各系列组件关键的结构与物理特性, 这是现场搬运、安装决策及机械载荷评估的基础。

参数项	SolarPega	SolarPegaL	SolarPegaF	SolarPegaFL
组件外形尺寸	1957×1130×2.7mm	1957×1130×2.2mm	1961×1134×25.5mm	1961×1134×25.5mm
封装面板	1.6mm 热强化玻璃	1.1mm 超薄钢化玻璃	1.6mm 热强化玻璃	1.1mm 超薄钢化玻璃
边框	无	无	玻纤树脂复合材料	玻纤树脂复合材料
组件重量	约 13.0 kg	约 10.0 kg	约 16.2 kg	约 13.0 kg
电池规格	TOPCon 电池 182.3×105mm			
接线盒规格	3 分体, IP68			
输出线缆	4mm <sup>2</sup> , 长度 400mm, 可定制			
连接器	MC4 兼容			
静态载荷	3600Pa / 2400Pa	2400Pa / 2400Pa	3600Pa / 2400Pa	2400Pa / 2400Pa
抗风等级	17 级			
冰雹测试	直径 25mm, 冲击速度 23m/s			

参数项	SolarPega	SolarPegaL	SolarPegaF	SolarPegaFL
安装方式	结构胶粘贴	结构胶粘贴	快装夹具	快装夹具

### 3.4 安装倾角与选址规范

#### 1. 安装选址要求

- 中科富能 SolarPega 系列组件推荐安装在工作环境温度为  $-40^{\circ}\text{C}$  到  $+40^{\circ}\text{C}$  的环境下，该工作温度为安装地点的月平均最低温度和最高温度，组件极限工作温度为  $-40^{\circ}\text{C}$  到  $+85^{\circ}\text{C}$ 。
- 组件应安装在阳光可以充分照射的位置，并确保在任何时间内不被遮挡。虽然组件已安装旁路二极管，但阴影遮挡仍会影响组件的最佳性能及运行安全。
- 组件工作环境的湿度最好在 85% RH 以下。不要将组件安装在有可能会被水淹没的地方。
- 不要将组件安装在易产生或聚集可燃气体的地方；不要将组件安装在冰雹、积雪、风沙、烟尘、空气污染、煤烟等过量的环境中。
- 组件已通过 IEC 61701 的盐雾腐蚀测试，但腐蚀仍可能发生在连接部位。中科富能推荐海边安装时距离海岸线 500 m 以上，不建议直接用于深海/全海水浸泡环境。近海安装需与中科富能确认，取得认可后方可安装。
- 组件安装的海拔高度  $\leq 2000\text{m}$ 。
- 确保组件安装后所受到的风或雪的压力不超过最大允许负荷。
- 组件在屋面上堆载时，应对屋面进行荷载复核，制定符合规范要求的施工组织计划。

#### 2. 倾角选择要求

- 推荐最小倾角：建议组件安装时倾角  $\geq 5^{\circ}$ ，此倾角设计可保障雨水有效冲刷、组件表面灰尘易被雨水带走、排水顺畅，避免长期大量积水在玻璃上留下痕迹而影响组件的外观和性能。
- 串并联一致性：串行连接的组件应按照相同的朝向和角度进行安装。如果朝向或角度不同，可能造成各组件所接收的太阳辐射量不同，从而

导致输出功率损失。

- 彩钢瓦倾角：当彩钢瓦屋顶的倾角  $> 25^\circ$  时，需要使用双面胶带辅助结构胶粘剂定位和防滑。
- 安装环境温度：结构胶施工时的环境温度应在  $5^\circ\text{C}$  到  $35^\circ\text{C}$  之间。推荐的最低安装温度为  $4.4^\circ\text{C}$  或更高。

## 4. 卸货、运输与存储规范

### 4.1 通用防护要求

1. 原厂包装保护：所有组件在正式安装至支撑结构前，必须始终存放于中科富能提供的原厂纸质或木质包装箱内。须采取一切必要措施，确保包装箱在运输、周转及存储期间免受任何外力损坏、撞击或倾倒。
2. 文明作业与安全负载：禁止在包装箱或组件上进行踩踏、站立、攀爬、跳跃或放置重物。禁止以任何形式碰撞或挤压包装箱。禁止将包装箱以非竖直（倾斜或侧倒）方向放置或运输。任何不当的运输或安装行为均可能对组件造成内部微观隐裂，进而导致质保失效。



禁止碰撞箱体









禁止倾斜放置

3. 防潮与通风：组件从出厂到安装的全过程，都必须保持在一个干燥且通风良好的环境中。禁止组件及其包装淋雨或受潮。若因施工需要在户外进行临时存放，必须确保存放地排水良好，并用防水布将包装严密遮盖并加固，防止因风刮开或环境湿气、雨水的侵入。
4. 正确的人工搬运姿势：搬运组件是一项需要团队协作的作业，必须由 2 人或更多人员共同完成，禁止单人操作。搬运时，双手必须平稳地握住组件的长边边缘或组件本体的白色非发电区域。禁止的搬运方式包括：仅抓住组件的接线盒、抓握引出线电缆、或单手握持组件短边来提起、支撑或拖拽组件。
5. 堆叠限制：人工搬运暴露的组件时，单次搬运量不得超过 1 片。在施工作业面

确需临时堆叠放置等待安装的组件时，需采取正确的防倾倒和防划伤措施。

## 4.2 包装标示说明

产品外包装箱上印制的所有操作图示和警示标识是强制执行的安全指示，安装人员有义务在操作前阅读、理解并严格遵守。主要标识含义详解如下：

1. 环保标识 ( )：产品符合欧盟 28 个成员国 WEEE 指令全部合规要求，但禁止将组件随意丢弃，需专门回收。
2. 易碎物品 ( )：规定搬运时必须以正确方式做到轻拿、轻放，禁止任何形式的高处抛落或野蛮装卸，防止组件因剧烈震动而产生微观隐裂或直接破损。
3. 此面向上 ( )：运输、搬运和存储过程中，包装箱必须始终保持图示方向竖直向上放置，禁止倒置或侧放，这是防止组件产生过度形变和边缘受力的基本保障。
4. 防雨防潮 ( )：明确警示包装和组件必须全程被保护在干燥环境中，禁止直接暴露在降雨、降雪或过度潮湿的环境中，防止纸箱软化导致保护失效，或湿气腐蚀连接器。
5. 禁止踩踏 ( )：在包装箱或已拆封的组件上施加任何集中载荷（如踩踏、站立或放置重物）都会造成产品永久性损坏。
6. 堆叠层数限制 ( )：标示了包装箱在静态存储条件下允许的最高叠放层数。仓库或无震动源的环境下，本系列轻质化组件包装箱的静态堆码最高为 2 层。

## 4.3 卸货作业规范

### 4.3.1 吊车吊装卸货规范

1. 安全吊具：采用吊车卸货时必须使用由中科富能技术方确认的专用吊装工装或等效力臂的柔性格栅吊带。起吊前，必须依据货物总重选用具有足够安全系数的吊绳或吊带，并检查其完好性。
2. 起吊规则：调整吊带在托盘上的位置，保证起吊时托盘重心平稳。必须缓慢匀速地操作吊臂的升降与回转。在包装箱快接触地面时，地面需有两名人员分别在两端扶稳包装箱，将其精准、轻柔地放置在已经找平的水平坚实硬质地面上。



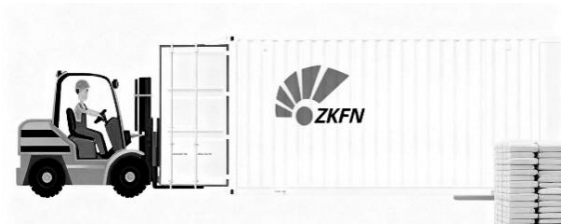
3. 批量限制：吊装一次性最多允许 1 托 组件.短边立式包装单次最多吊装横向 2 托 组件，吊装前剪掉组件叠托带。
4. 环境限制：严禁在风力大于 6 级 ( $>13.8$  m/s)、中雨及以上、大雪等恶劣天气条件下，开展任何吊装作业。

#### 4.3.2 叉车卸货规范

1. 设备选型：根据组件包装箱的重量和尺寸，选用具有足够承载吨位且门架和货叉状态良好的叉车.叉车的货叉应具备可调间距功能，作业前调整间距，使其尽可能靠近托盘两侧的加强脚墩.叉车门架高度  $\geq 1.7$ m，门架宽  $\geq 1.5$ m。
2. 精准操作：起叉时必须确保货叉完全水平地伸入托盘底部，插入深度应达到托盘进深长度的 3/4 以上.叉车门架的前方或包装接触面，必须预先安装或衬垫 EPE（发泡聚乙烯）或厚橡胶垫，禁止叉车的金属门架或货叉与组件包装箱发生直接接触。
3. 视野与安全：如果组件的托盘包装在运输途中遮挡了叉车驾驶员的前方视线，则必须采用倒车方式低速行驶，并安排一名信号员在旁指挥。
4. 双侧卸货：运输平板车采用叉车卸货时，应从车辆两边进行卸载。

#### 4.3.3 集装箱卸货专项责任

1. 操作资质与纪律：进入集装箱的叉车操作员必须具备核实过的容器内作业经验和专业资质，熟悉叉车操作规范与光伏组件特性，作业时必须保持高度集中的注意力。
2. 货物固定与重心控制：光伏组件包装箱要确保牢固固定在叉车上，防止运输过程中因颠簸等情况发生滑动、倾斜甚至掉落。
3. 空间规划与安全限制：进入集装箱前，要提前规划好箱内空间，确保有足够的空间容纳光伏组件包装箱，避免因空间不足导致操作困难或碰撞集装箱内壁及其他物品。
4. 装卸平稳：在叉取和放置光伏组件包装箱时，动作要平稳、缓慢，避免急刹车、急转向等操作，防止组件因剧烈震动而受损。
5. 重量限制：要清楚叉车和集装箱的承重限制，确保光伏组件包装箱的重量在允许范围内。



#### 4.4 二次运输要求

1. 原包装原则：任何形式的长途二次运输或超过一周的户外存储，都必须保留并

使用原厂外包装.陆路运输时, 包装箱装车后, 必须使用足够强度的绳索或绑带, 将底层包装与车板固定在一起.常规平板车运输时, 最高堆叠 2 层 标准托盘的组件, 禁止以任何理由剪断原厂打包带。

2. 现场转运禁忌: 从现场仓库到安装地点的短途转运, 同样禁止拆除原厂包装, 且只能进行单层运输.禁止使用电动三轮车或其他不稳定的车辆转运组件.禁止用绳索简单捆绑组件、单人背负或肩扛组件、通过拉扯组件的输出线缆或接线盒来拖拽组件。

#### 4.5 仓储规范

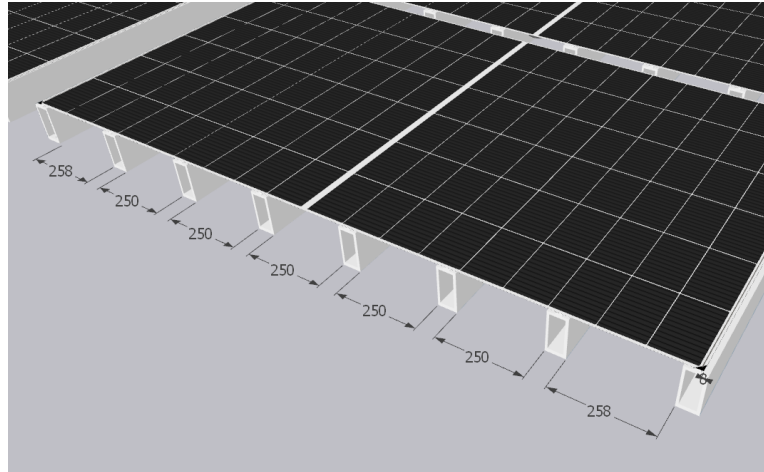
1. 仓储环境要求: 仓库必须满足通风、干燥、无腐蚀性工业气体等基本要求.推荐存储环境为相对湿度 < 70%, 气温保持在 -20°C 至 +50°C 范围内, 避免因极端温差产生凝露。
2. 堆码作业限制: 在硬质地面的库房内, 轻质化组件包装箱的储存方式规定为静态堆码, 最多可堆叠 2 层托盘.项目地仓库存储与正常仓库存储均执行此限制.禁止任何形式的超高层堆叠、包装箱挤压或使用登高设备撞击包装。
3. 露天暂存注意事项: 当由于施工调度不可避免要在无遮盖的户外暂存组件时, 该暂存期不得超过 7 天, 且必须将所有组件包装箱放置在地势较高、排水畅通、无积水隐患的平坦场地上, 使用尺寸充足的防水帆布完全覆盖并重物压实固定.组件在项目地短暂存储时, 将组件放置在通风干燥不积水处, 禁止堆叠, 使用遮雨布盖住组件, 并用布帘或网带进行加固。

#### 4.6 组件踩踏要求

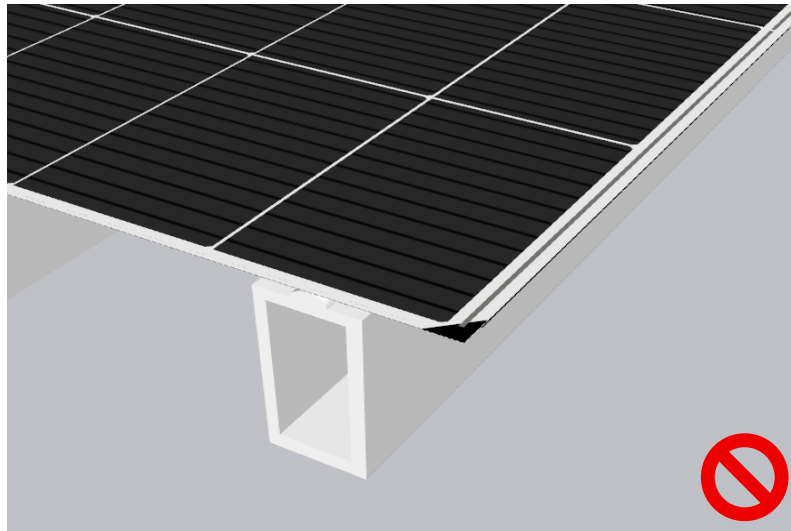
中科富能 SolarPega 和 SolarPegaF 系列组件, 在满足一定条件下可踩踏, 对组件不会造成损伤.若需要踩踏请严格按照以下要求进行:

##### 4.6.1 安装要求

1. SolarPega 系列组件可踩踏安装要求
  - 必须采用 8 根 UPVC 方管作为组件的核心支撑件, 方管沿组件长边方向等间距均匀排布, 单根方管长度需匹配组件短边尺寸, 且方管两端需超出组件宽度 5~8mm;



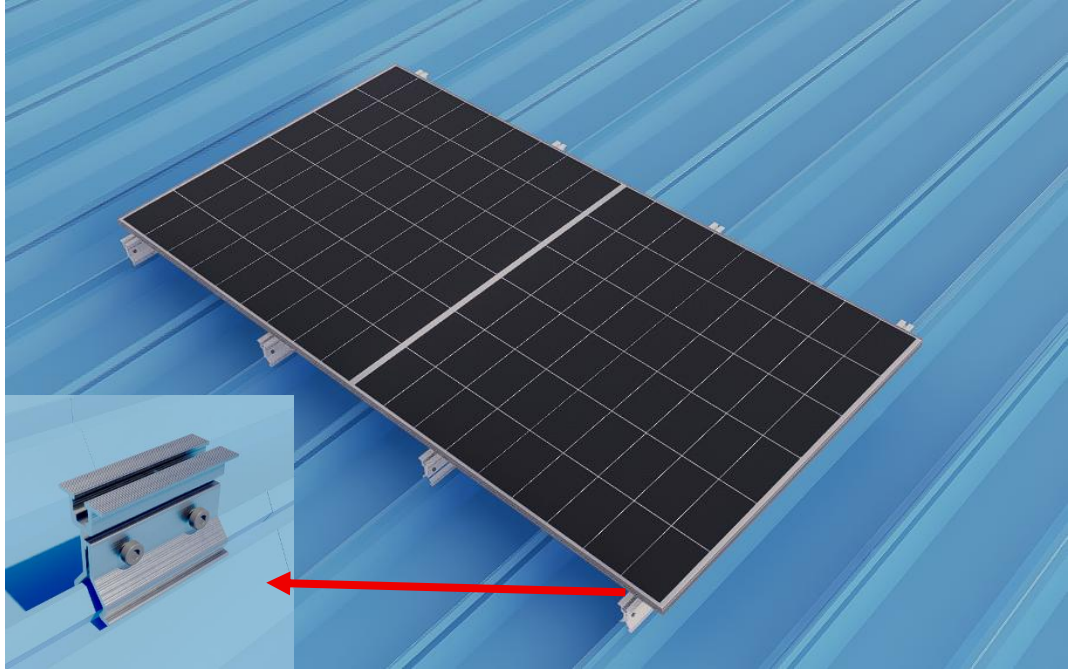
- 组件短边边缘需覆盖最外侧方管宽度的  $1/2 \sim 2/3$ ，严禁组件边缘超出方管外沿，同时不得出现搭接过少、支撑悬空的情况；



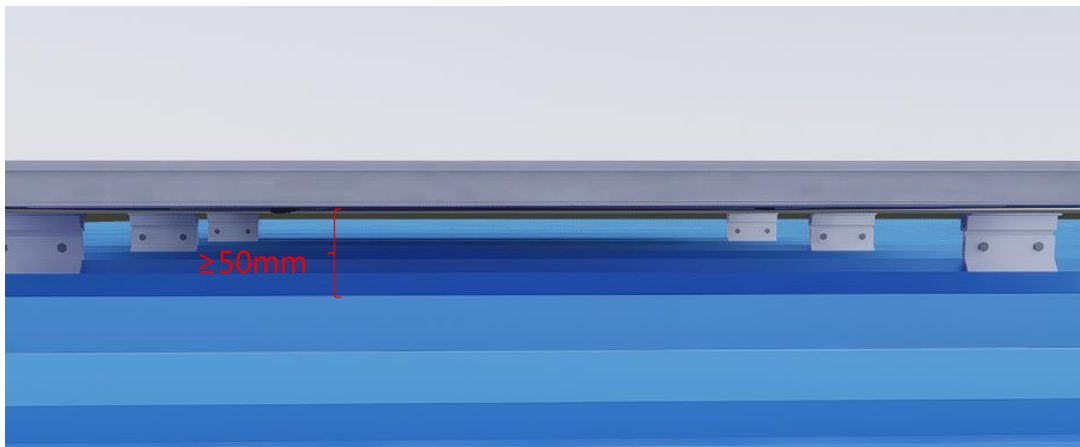
- 所有支撑方管需通过专用结构胶与下方安装基面完全粘接固定，粘接面连续饱满、无空鼓、无脱粘，组件安装完成后整体平整无翘曲，无局部悬空区域；
- 组件下方的安装基面必须平整、稳固，具备足够的结构刚度与承载能力，不会随人员踩踏发生形变、沉降，基面平整度误差需控制在  $\pm 2\text{mm/m}$  以内。

## 2. SolarPegaF 系列组件安装要求

- 单块组件必须设置 8 个均匀分布的支撑固定点，沿组件两个长边对称排布，每边设置 4 个支撑点，支撑点采用适配的 Quick-clamp 带导轨夹具（如图所示）进行锁止固定；



- 组件长边最外侧的两个夹具，其安装中心距离组件短边边缘 8~10cm，同长边的其余夹具需在两个边缘夹具之间等间距均匀分布，确保组件整体受力均匀；
- 所有夹具需与安装基面牢固固定，锁止结构完全锁紧，无松动、偏移、变形情况，组件安装完成后整体水平无翘曲，无受力悬空区域；
- 组件下方悬空距离 $\geq 50\text{mm}$ ，即：组件最低点距瓦楞最高点 $\geq 50\text{mm}$ 。



- 组件下方的安装面必须平整、稳固，具备足够的结构刚度与承载能力，不会随人员踩踏发生形变、沉降，夹具支撑面的平整度误差需控制在  $\pm 2\text{mm/m}$  以内。

#### 4.6.2 人员要求

- 踩踏人员体重须  $< 80\text{ kg}$ 。
- 必须穿着橡胶底防护鞋或软底绝缘鞋。严禁穿着以下鞋类：高跟鞋、硬底皮鞋、带钉鞋、其他可能损伤组件表面的鞋类。

### 4.6.3 踩踏位置要求

- 允许踩踏区域：组件中心区域，离组件边缘 $\geq 150\text{mm}$ 。
- 严禁踩踏区域：组件四周边缘、组件与支架的连接/支撑位置、组件拼缝处。

### 4.6.4 操作规范要求

- 踩踏前，系统必须断电，以防意外。
- 允许：缓慢行走、静止站立。
- 禁止：跳跃、蹦跳、跺脚、用力踩踏、奔跑。
- 严禁多人同时在一块组件上站立，每块组件同一时间仅允许 1 人 踩踏，踩踏时间应尽量缩短，完成作业后应立即离开组件表面。

### 4.6.5 其他要求

- 雨天、雪天、组件表面潮湿时，严禁踩踏组件。
- 踩踏前应目视检查组件是否有裂纹、破损，如有异常禁止踩踏。
- 作业人员应系好安全带等高处作业防护用品。
- 携带工具时应使用工具袋，严禁将工具直接放置在组件表面。

**警告：**SolarPegaL 和 SolarPegaFL 因前板玻璃厚度仅 1.1mm，尽管中科富能内部测试结果 displays 踩踏不会导致电池片隐裂和组件失效，但依然不允许踩踏。

## 5. 拆包作业指导

### 5.1 拆包安全要求

**警告 - 拆包天气门槛：**禁止在降雨、降雪或有雾的天气下在户外进行拆包作业。水汽会使纸箱迅速软化并失去结构强度，极可能引发组件滑落损坏或砸伤人员。当现场瞬时风力达到或超过 4 级 ( $>7.9\text{m/s}$ ) 时，必须立即停止所有拆包和组件搬运作业。

1. 拆包空间条件：选择一个完全水平且坚实的地面区域作为拆包区，确保包装箱能够水平稳定的放置、四角平稳着地、无倾覆风险。在拆除包装板的操作时，建议使用适当的支撑撬棍工具，而非徒手生拉硬拽，防止组件侧倾倒下。
2. 手部防护与清洁作业：拆箱和处理组件时，所有工作人员必须严格佩戴防割、防滑的作业手套。其目的既是保护自己不被包装板、打包带割伤，更是防止手上的油污和汗渍留在组件的背面影响粘贴性能，或在前板留下指印。
3. 文件与信息保全：外包装箱上常贴有物流和产品信息标签，拆包前必须将此信息记录或拍照。拆开后，务必妥善找到并保管包装箱内的纸质装箱清单、合格证

和序列号对应表文件。

4. 开箱即装原则：拆箱后的组件尽量当天全部装完，禁止在项目地随意堆放。

## 5.2 标准拆包步骤

1. 拆外包装：使用工具剪断并移除包装箱外部的所有纵向和横向打包带，然后由上到下划开并剥离缠绕膜。
2. 信息核对：在拆箱前，根据外标签信息核对箱内外的清单，确认型号、功率等级、数量及批次一致。
3. 开箱与取盖：拆开包装箱顶部封口，垂直向上将整个箱体盖板结构和取出压在组件上方的内部防震顶板取出，放置在一旁。
4. 撤除侧边与填充物：依次取下正对着组件正面的前侧包装板，然后取出压在组件上方 EVA 缓冲胶条等填充物。
5. 分片取出：两人一组，站在箱体同侧或两侧，稳握住最上面一片组件的长边白色区域，均匀用力，垂直向上将其从箱内平稳抽出，然后直接平移至施工堆放区指定的 EPE 或木托盘上。
6. 临时堆放：依次将组件堆放到紧邻施工点的安全位置。操作时，接线盒需指向同一侧，上下片之间用原厂的 EVA 泡沫条隔开，任何情况下堆放高度不要超过 5 片。

SolarPegaF / SolarPegaFL 系列特别注意：因其集成了复合材料背框，整体厚度（25.5mm）与结构刚性更强。在抓取时，务必双人配合握住组件背框的长边垂直边缘；双人搬运时更需注意协调和稳定；在临时叠放时，需确保组件背框的受力点准确落在下方的 EPE 泡沫条上，禁止背框直接点压在下方组件的电池片区域。

## 5.3 剩余组件回装规范

若因施工计划变更，整箱组件当日未能一次性用尽，必须严格按以下标准流程将组件回装至原包装箱内保管，禁止随意丢弃：

1. 将组件装回箱内，接线盒一上一下，背板相对。
2. 将上部 EVA 胶条扣在组件上，EVA 胶条一个间隙装两片组件。
3. 重新安装外包装、盖板、箱顶盖。
4. 用打包带重新打包固定。
5. 在最外层套上防雨布，清晰标注“已开箱-未全装”状态。

注意：1、打包带收紧力度不宜过大：使用打包机重新打包时，应保持打包带收紧力度适中，以能牢固固定箱体和箱盖、不发生晃动为准。禁止过度收紧打包带，避免其将压力通过箱盖集中传递到最上层组件的电池片上，造成隐裂。2、若存储超过3天，需将包装箱搬运到干燥、防雨的室内环境中存放。

## 6. 应用场景选型与组件安装方案

### 6.1 通用安装要求

#### 1. 安装前准备与作业环境管控

- 安装场地基础要求：组件安装作业区须保持干燥、安全、无障碍物，满足标准化施工的空间与安全条件。
- 组件仓储与开箱管理：未正式进入安装工序的整箱组件，须保持原厂密闭包装完好，严禁提前拆封；组件一经拆箱取出，须立即开展规范安装作业，严格执行“开箱即装”原则，避免组件长期裸露存放造成性能衰减或外观损伤。
- 施工气象与环境管控：组件安装施工作业须选择连续晴好的日间开展；采用结构胶粘接或夹持式夹具固定的核心工序，必须在晴天工况下进行。作业全流程严禁在降雨、起雾、高湿度或存在凝露的环境下进行组件操作、电气接头制作等工序，杜绝安全隐患与安装质量缺陷。

#### 2. 结构与载荷安全要求

- 载荷核算规则：本手册所载载荷参数为标准测试载荷；项目实际设计载荷须结合安装建筑结构、项目应用标准、安装地点地理气象条件、当地法律法规综合确定。机械载荷核算须满足不低于1.5倍的安全系数要求，核算公式为：机械载荷 = 设计载荷 × 1.5 倍安全系数。
- 责任边界声明：项目设计载荷的核算与确认，必须由具备相应资质的专业供应商或注册工程师完成，确保载荷设计符合当地规范与项目实际工况。
- 极限载荷校核：组件安装系统须通过当地极限风载、雪载工况的专项校核；采用立柱式安装时，所选立柱及配套支撑结构须同步完成载荷验算，确保组件所承受的风、雪载荷不超过产品最大允许值，同时规避支撑结构热膨胀产生的附加应力对组件造成损坏。

#### 3. 支撑结构与安装系统技术要求

- 材质与准入要求：组件的支撑结构必须采用耐用、防锈蚀、抗紫外老化的材料制作，须使用经第三方检测认证合格、符合项目设计要求的支撑结构产品，严禁使用非标、无认证的支架及配套辅材。

- 结构强度要求：组件安装方式与支架系统须具备足够的结构刚度与强度，满足预设全工况载荷条件下的使用要求，保障组件长期服役的结构安全。
- 夹具安装规范：采用夹持式夹具安装时，须严格遵守夹具供应商的技术要求，单个夹具的最大施加压强不得超过 20MPa，防止压强超标造成组件边框形变、玻璃碎裂等不可逆损坏。
- 组件安装规范
  - 组件须稳固安装于支撑结构上，严禁边框承受侧向拉力与压力，避免边框脱开、玻璃挤碎等故障；
  - 相邻组件间须预留不小于 20mm 的安装间隙，规避组件热膨胀产生的挤压应力造成的损坏；
  - 组件可采用水平或垂直安装方式，安装全过程须确保组件边框排水孔无堵塞；
  - 组件背面与支架、建筑结构间须预留安全间隙，避免组件表面承受外部压力时，背部构件触碰、挤压组件背板及内部电路。
- 防遮挡安装要求：冬季大量降雪的地区，须合理设计支撑系统安装高度，确保组件最低边缘在全工况下不会被积雪覆盖；同时须保证组件最低安装高度，规避周边植物、树木对组件造成的阳光遮挡。

#### 4. 屋面安装专项技术规范

- 屋面安装通用要求
  - 结构复核与安全管控：组件安装前，须完成屋面结构承载力专项复核，确认屋面结构合理、安全冗余满足安装载荷要求；拟安装组件的屋面须完成密封处理，杜绝渗漏隐患，严禁组件重叠安装或超出屋面边界。
  - 通风间隙要求：屋面平面与组件平面之间须预留充足的通风散热间隙，常规工况下最小净距不小于 30mm，特殊地区可按当地现行规范调整，但不得低于规范强制下限。
  - 排水系统全周期保护：组件安装、清洁、运维全流程中，严禁结构胶、安装辅材及其他异物堵塞屋面排水孔与组件边框排水孔，保障排水系统通畅。
- 彩钢瓦屋面专项安装要求
  - 安装禁区管控：彩钢瓦屋面的采光带区域，严禁安装光伏组件。

- 安装面预处理规范：(i) 采用结构胶粘贴安装时，安装面预处理质量直接决定粘接成功率与组件长期服役寿命，为核心质控节点，其质量影响占比不低于 85%；(ii) 安装前须全面核实屋面基材完整性，确认基材无老化、锈蚀、粉化、起皮、鼓包等缺陷，存在锈迹的部位须先完成除锈处理；(iii) 须采用本手册附件 1 指定的清洁剂，对安装面进行彻底的去污、除油处理，保证瓦面干净整洁、无异物，为结构胶粘接提供合格基面，确保粘接强度达标。
- 瓦面障碍物处理：彩钢瓦瓦楞上存在影响组件安装贴合的铆钉时，须提前完成打磨或移除处理，保障组件安装到位、受力均匀。

## 6.2 全场景产品选型指引

正确的产品选型是项目成功的基础.请务必遵循以下基于场景特点的、优选合适的产品类型。

### 1. 优先选用 SolarPega / SolarPegaL 系列（结构胶粘贴方案）的场景

当以下条件同时满足时，SolarPega 无背框系列的结构胶直接粘贴方案是经济效益和施工效率最高的选择：

- 屋面基材为 T 型或波浪型的彩钢瓦，且波峰间距  $\leq 350\text{mm}$ ，表面平整，波峰无铆钉等突出物，无不可修复的锈蚀坑。



- 屋面为防水卷材平屋面，基层完好无鼓包、起皮。

### 2. 优先选用 SolarPegaF / SolarPegaFL 系列（夹具/快装方案）的场景

当遇到以下任意一种情况时，SolarPegaF 带背框系列的 Quick-Clamp 夹具安装模式是优选方案：

- 屋面为直立锁边型、角驰型或其它可安装夹具但无法提供连续平整平面供结构胶粘贴的瓦型。

- 项目未来有明确的组件无损拆卸需求，如屋面需定期检修或更换。
- 平屋面混凝土或防水卷材场景，采用支架 + 夹具的系统安装方式。
- 施工周期紧，需要快速批量安装与后续灵活维护。

### 3. 轻薄化 (L/FL) 与标准型的选择

- SolarPegaL / SolarPegaFL (1.1mm 超薄钢化玻璃)：重量更轻 (10.0 kg / 13.0 kg)，适用于屋面承重敏感、轻量化需求高的场景 (如旧工商业厂房、农业建筑、运输便捷性要求高的项目)。
- SolarPega / SolarPegaF (1.6mm 镀膜半钢化玻璃)：正面静态载荷更高 (3600Pa)，适用于大风、大雪等机械载荷要求较高的地区。

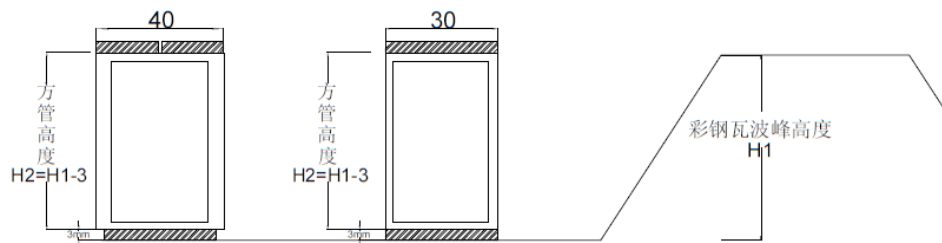
## 6.3 安装注意事项

本节对前文通用安装要求中未详尽覆盖的关键操作要点进行补充.安装负责人须在开工前逐项核对，全部合格后方可施工：

- 组件安装方向与阴影规避：SolarPega 与 SolarPegaF 系列组件允许横向或纵向安装，安装面周边的任何障碍物 (如女儿墙、风帽、气楼、管道、设备机房等) 不得对组件表面产生阴影遮挡。
- 彩钢瓦屋面预检：彩钢瓦结构安装时，必须保证瓦面干净整洁、无异物，有锈迹的做除锈处理，以保证结构胶粘接强度。
- 双人团队作业：组件安装全过程禁止单人独立作业，必须始终保持由 2 名或以上人员组成的团队协同操作。
- 线缆固定与防老化：组件安装完成后，所有输出电缆及跨接线必须用专用线卡或抗紫外扎带牢固固定，禁止任何导线遮挡电池片有效采光区域.线缆不得松弛下垂、积水或长期暴露在阳光直射下。
- 雨天与大风禁止施工：当安装区域潮湿或风速达到影响安全作业的程度时，禁止开展组件安装或电气操作.采用结构胶粘贴方式安装的组件，必须确保打胶和铺设工序全程在晴好天气下完成。
- 风浮力区域规避：必须按照专业设计规划安装位置，主动避开屋面角落、檐口边缘、采光带周边等风力浮升效应显著的区域，防止组件在极端天气下承受超出设计值的负风压。
- 防松措施与线缆保护：不得仅依靠表面摩擦力作为防止电连接或机械连接部件松动的唯一措施.接线端子周围须保持清洁、无杂物，防止对导体绝缘造成机械磨损或应力。

- 跨接线紧固：组件自带的接线端子线缆及施工中增加的跨接线，必须外加蛇皮管或抗紫外线 PVC 管进行机械保护。跨接线连接时，必须使用专用压接工具进行紧固，对插必须牢靠到位，禁止出现虚接、松垮现象。
- 组件防脱框：对于带背框的 SolarPegaF / SolarPegaFL 系列，为防止安装组件后脱框，必须选择中科富能配套的压块。
- 连接器规格匹配：与组件自带线缆相连接的现场延长线或跳线，其连接器插头须选用与组件适配的同一厂家、同一型号的同规格连接器，禁止混用不同品牌或不同系列产品。
- UPVC 垫平方管尺寸确定

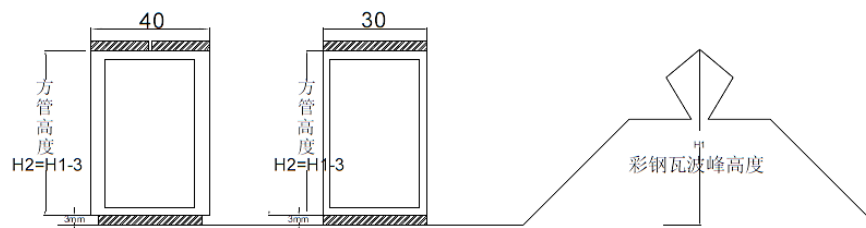
T 型彩钢瓦：



材质:UPVC

以上尺寸:B=30mm, H2= (H1-3mm)  
±2mm

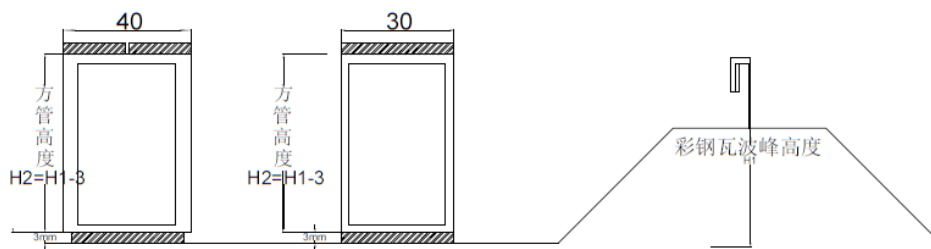
角驰型彩钢瓦：



材质:UPVC

以上尺寸:B=30mm, H2= (H1-3mm)  
±2mm

直立锁边型彩钢瓦：



材质:UPVC  
 以上尺寸:B=30mm, H2= (H1-3mm)  
 ±2mm

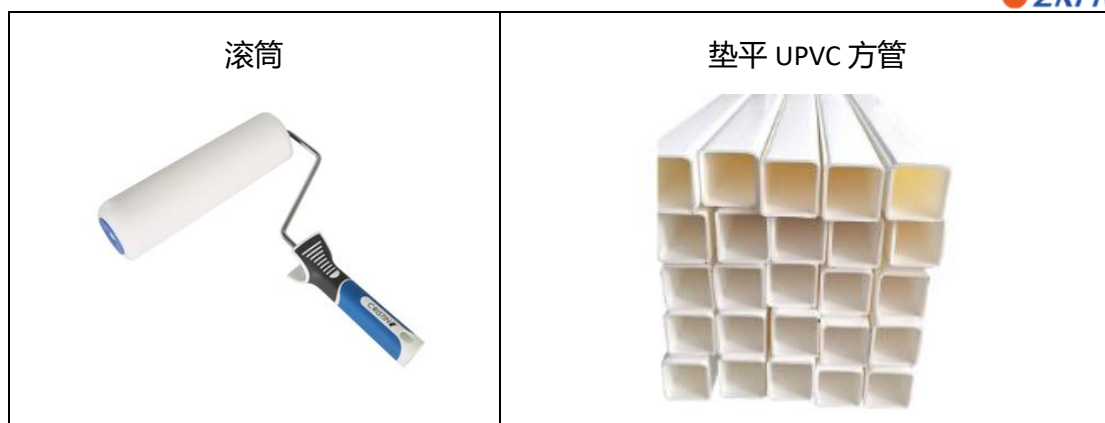
#### 6.4 SolarPega / SolarPegaL 系列组件安装方案

SolarPega / SolarPegaL 系列核心安装方式为结构胶直接粘贴安装, 无需支架、导轨, 适配 T 型彩钢瓦、波浪型彩钢瓦、平屋面防水卷材等场景. 以下为详细作业指导。

##### 6.4.1 安装前准备

1. 耗材与工具准备: 结构胶、胶枪、无尘布、指定基层清洁剂、墨斗、施工定位线、塑胶滚筒、UPVC 方管 (适配悬挑场景)、施工工具、绝缘工具、安全防护用具;

<p style="text-align: center;">电动胶枪</p> 	<p style="text-align: center;">结构胶</p> 
<p style="text-align: center;">墨斗</p> 	<p style="text-align: center;">无尘布</p> 



## 2. 通用粘接面积要求

组件粘接面积宜为： $\geq 800 \text{ cm}^2$ （满足此条件下，单片组件设计最大抗拉力参考典型值为 1771 kg（17.4 kN））。

## 3. 通用安装注意事项

- 风力  $\geq 4$  级时禁止安装组件。
- 雨雪天气禁止安装组件。
- 安装面应保持干燥、无异物。
- 打胶完成后应在 5 分钟内尽快安装组件，避免结构胶表面结皮影响粘接强度。

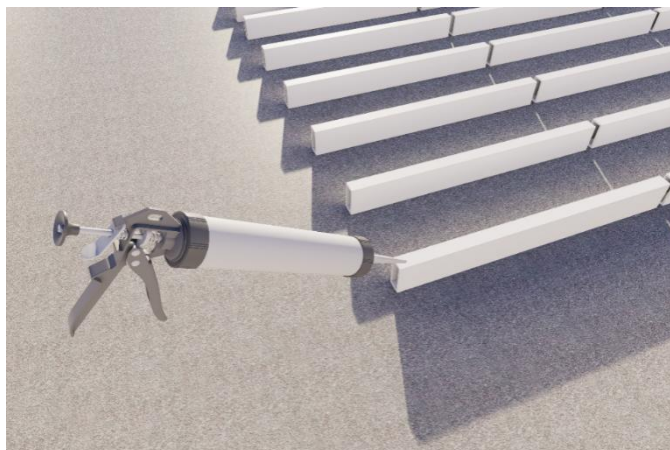
### 6.4.2 平屋面防水卷材安装方案

#### (1) 安装前提条件

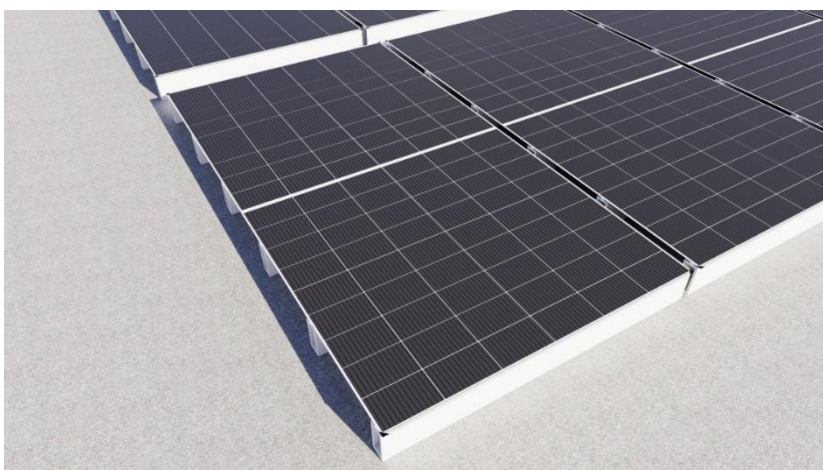
- 屋面防水卷材无老化、脱胶、起皮、鼓包现象，基层平整。
- 与基座粘接力单点  $\geq 40 \text{ kg}$ （单点面积： $4 \times 4 \text{ cm}^2$ ）。
- 安装区域无女儿墙、设备机房、周边建筑等长期固定阴影遮挡。

#### (2) 安装步骤

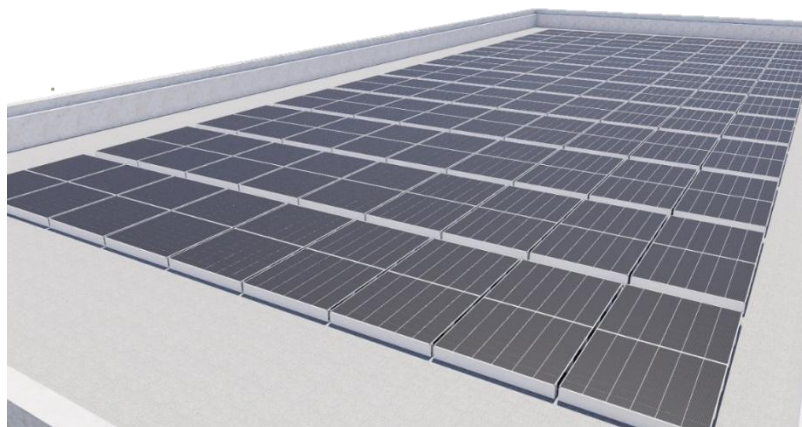
1. 定位划线：根据设计图纸和阴影区现场校核结果，在屋面定位 UPVC 方管粘贴基准线，确保同屋面方管平行布设、间距统一，粘贴完成后所有方管上表面处于同一水平面。（i）单个组件使用不少于 6 道 UPVC 方管支撑，且在组件的长度方向均布。
2. 清洁处理：将沾有清洁剂的无尘布擦拭 UPVC 方管及屋面粘接区域，去除浮尘、油污与杂物，确保表面干燥洁净。
3. 方管粘贴：根据设计定位，将胶嘴剪成斜型，沿屋面方管粘贴位置挤出圆柱形胶条（宽约 10mm，高约 8mm），以约 10cm/s 的匀速打胶，随后将 UPVC 方管压实到胶条上。



4. 方管顶部施胶：方管定位粘牢后，在方管顶部沿中心线再次施打一道圆柱形连续胶条（宽约 10mm，高约 8mm），打胶速度仍为约 10 cm/s.
5. 组件铺设（黄金 5 分钟）：打胶完成后，必须在 5 分钟内完成组件铺设.双人面对面，双手抓住组件白色边缘，身体重心降低，将组件以“先定位基准边，后缓慢放平”的方式精确放入粘接区域，确保横平竖直.禁止放下后又提起来调整位置。



6. 固化养护：粘贴完成后，24 小时内禁止任何扰动（具体养护时间参附件 2）。



### 6.4.3 彩钢瓦屋面安装方案

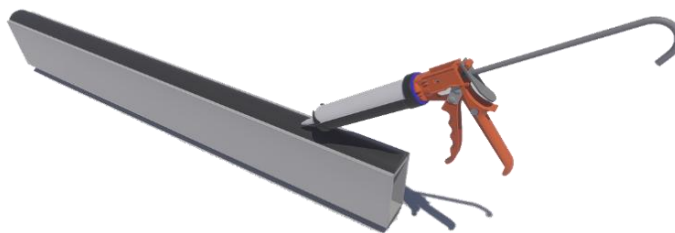
#### (1) 瓦型适配与粘贴方式选择

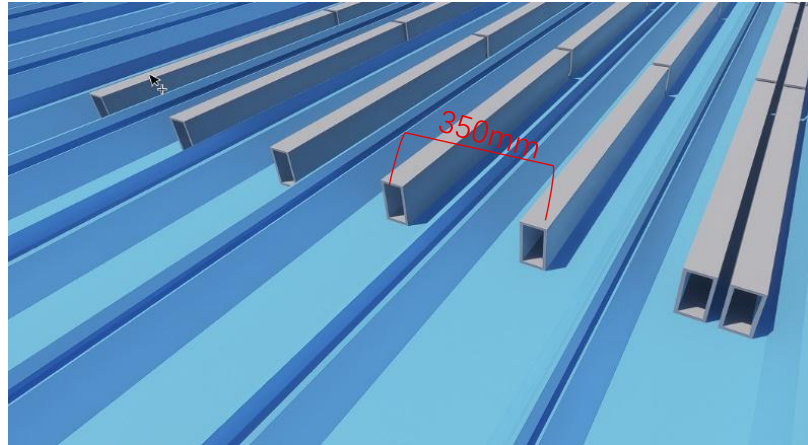
彩钢瓦瓦型	推荐粘贴方式	组件安装方向（长边）
T 型彩钢瓦	直接粘贴 + UPVC 方管辅助	垂直瓦楞
波浪型彩钢瓦	直接粘贴	垂直瓦楞
角驰型彩钢瓦	必须 UPVC 方管粘贴	垂直瓦楞
直立锁边型彩钢瓦	必须 UPVC 方管粘贴	垂直瓦楞

注意：组件粘接面积宜为  $\geq 800 \text{ cm}^2$ ，满足粘接面积的条件下单片组件设计最大抗拉力参考典型值为 1771 kg (17.4 kN)。

#### (2) 通用施工步骤

1. 屋面预处理：使用指定清洁剂彻底清洁屋面粘贴区域，去除浮尘、油污、锈迹、杂物，确保粘贴面干燥、洁净、平整。彩钢瓦有锈蚀的必须先做除锈翻新，漆面脱落、发软、塌陷的屋面禁止安装。
2. 放线定位：根据设计图纸和阴影区现场校核结果，在彩钢瓦波谷内弹设 UPVC 方管粘贴基准线，确保同屋面方管平行布设、间距统一，粘贴完成后所有方管上表面处于同一水平面。
  - (i) 单个组件使用不少于 6 道 UPVC 方管支撑，且在组件的长度方向均布；
  - (ii) 当方管位置与波峰干涉时，可适当调整方管位置；
  - (iii) 如彩钢瓦屋脊至屋檐方向存在拼接情况，须将拼缝至于组件与组件之间，单块组件不可覆盖在拼缝之上。
3. 方管粘贴（适用于角驰型、直立锁边型、T 型辅助场景）：
  - (i) 在彩钢瓦波谷上连续均匀打胶，禁止点状打胶或是分段打胶；
  - (ii) 粘贴 UPVC 方管：方管宽度  $\geq 30\text{mm}$ ；
  - (iii) 结构胶长  $L_2$  等于组件宽度；
  - (iv) 在方管上表面均匀打胶。

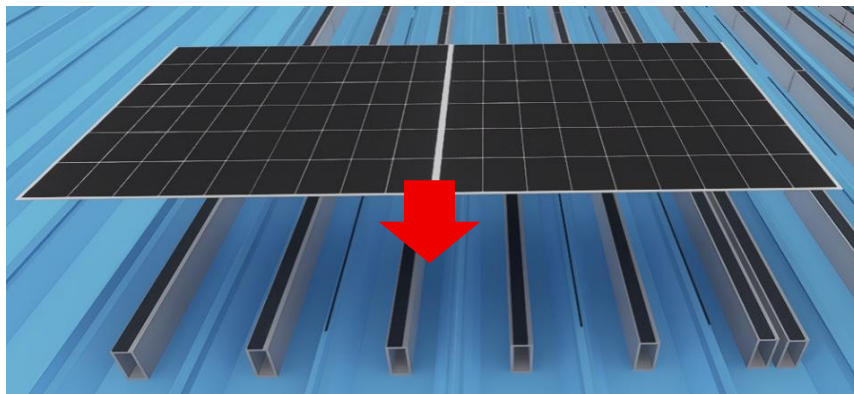




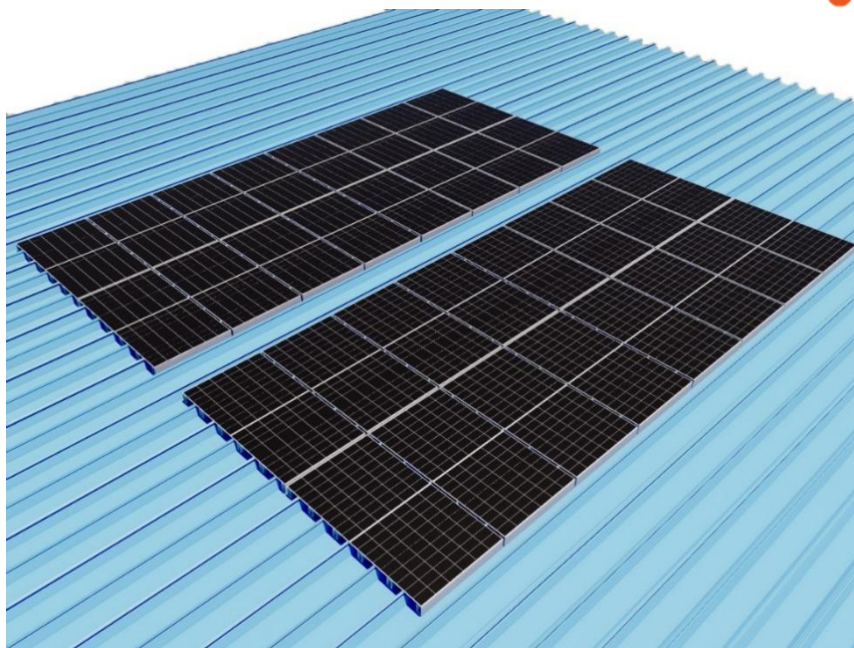
4. 方管顶部施胶：将胶嘴剪成斜型，沿方管顶部以约 10 cm/s 均速挤出圆柱形胶条 (宽约 10mm, 高约 8mm).



5. 组件安装：将 SolarPega / SolarPegaL 组件铺设在方管上，使用软质辊筒均匀辊压，确保胶条充分接触。



6. 安装完成检查：组件横平竖直、无悬空翘边、无胶体外溢污染电池片。



### (3) 波浪型彩钢瓦专项要求

- 由于波浪瓦面呈弧形，结构胶应打在每个波峰的最高点线。
- 定位时需避开阴影遮挡区和屋面拼接缝，须将拼缝置于组件之间。
- 瓦楞平直，波峰部位无铆钉凸起；若瓦楞上原有铆钉，必须先做打磨或移除处理。
- 可选择横向安装（组件长边垂直瓦楞方向）或竖向安装（组件长边平行瓦楞方向）。

### (4) 角驰型/直立锁边型彩钢瓦专项警示

**警告 - 重要警示：角驰型彩钢瓦存在波峰高度偏差、瓦楞有效粘接宽度不足的先天缺陷；直立锁边型彩钢瓦为直立咬合式锁边结构，瓦面无连续平整的大面积粘接基面。两类瓦型均禁止直接粘贴安装，必须采用 SolarPega/PegaL + UPVC 方管垫平支撑 的方案，或优先选用 SolarPegaF/PegaFL 夹具方案。**

## 6.5 SolarPegaF / SolarPegaFL 系列组件安装方案

SolarPegaF / SolarPegaFL 系列核心安装方式为背框 + Quick-Clamp 夹具快速安装，无需导轨，可实现组件无损快速拆除，适配彩钢瓦屋面、平屋面全瓦型场景。

### 6.5.1 安装前准备

- 屋面基层检查：检查彩钢瓦/平屋面基层状态，彩钢瓦无发软、塌陷、严重锈蚀，屋面平整无高低差，采光带上禁止安装组件。
- 现场勘察与阴影排查：全面排查屋面女儿墙、风帽、气楼、监控杆、设备等所有遮挡源，通过日照模拟确认组件安装位置全年无长期固定阴影。

- 夹具与屋面的适配性确认：必须确保将要使用的专用夹具型号与现场瓦型匹配，参照附件 4。
- 工具校验：必须使用经校验且在有效期内的数显扭矩扳手.用于压块紧固的 M8 螺栓，最终锁紧扭矩必须严格设定为 15~20 N·m（参考 GB 50205-2020《钢结构工程施工质量验收标准》）。扭矩过小会导致固定失效，扭矩过大则会压伤甚至压碎组件的复合材料背框。
- 定位放线：根据设计图纸，使用墨斗放线，确定夹具、基座安装位置，确保等分均匀、横平竖直。
- 工具与辅材准备：

<p style="text-align: center;">扭矩扳手</p> 	<p style="text-align: center;">光伏夹具</p> 
<p style="text-align: center;">Quick-clamp 压块</p> 	<p style="text-align: center;">内六角螺栓</p> 
<p style="text-align: center;">定位施工线墨斗</p> 	

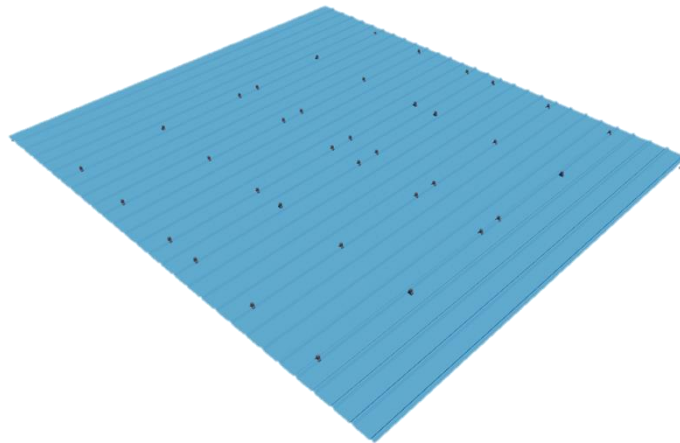
## 6.5.2 彩钢瓦屋面夹具安装方案（Quick-Clamp 快装）

### (1) 安装前提条件

- 适用所有主流瓦型（T 型、波浪型、角驰型、直立锁边型、直立锁边圆型）。
- 安装环境清洁，无多余杂物影响夹具的稳定性。

## (2) 安装步骤

1. 夹具定位与固定：根据图纸进行夹具的定位，夹具间距宜均分，两端的夹具与压块中心点距组件短边边缘约 10~15 cm。



2. 首件夹具安装：严格遵照设计图纸的间距，放置并固定第一个专用夹具。对于 T 型瓦，使用自攻钉固定或结构胶辅助固定；对于角驰和直立锁边型，则使用锁紧螺栓夹紧瓦肋。
3. 铺设首块基准板：双人搬运一块 SolarPegaF / SolarPegaFL 组件，将组件按照夹具定位放置到夹具上
4. 压块紧固：固定压块螺栓螺母，并使用扭矩扳手进行紧固，扭力标准为 15~20 N·m。
5. 批量安装：后续组件的安装，均以上一块为基准，重复“放板 → 放置压块 → 锁紧 → 检查”的过程。
6. 当安装中压块时应使用光伏施工专用的龙门架或光伏施工专用的泡沫垫进行保护。

## (3) 安装要点

- 双人配合搬运组件，平稳放置到夹具上，禁止抓握接线盒、线缆搬运，禁止撞击、摔落组件。
- 使用扭矩扳手紧固螺栓，紧固扭力标准为 15~20 N·m，禁止过拧或紧固不足。
- 组件安装必须横平竖直，组件间距按设计图纸执行，间距 $\geq 20\text{mm}$ ，确保压块可正常压住组件背框。

- 组件在安装下一块时，应提前与上片组件进行连接器的插接。
- 单块组件安装完成后，检查夹具、压块紧固状态，确保无松动、无偏移。

## 7. 连接与布线作业规范

### 7.1 线缆布设与固定要求

1. 系统电缆规格：除组件自带的输出线缆外，所有现场布设的主干直流电缆必须选用经 TÜV 或同等权威机构认证的 1500V 光伏专用电缆，铜芯截面积不低于  $4\text{mm}^2$ ，耐高温等级不低于  $90^\circ\text{C}$ ，同时具备优越的抗紫外线和耐老化性能。
2. 防遮挡布线原则：所有线缆的行走路线应精准规划，并用专用光伏板线夹，牢固地固定在组件的背框、组件边缘或线缆固定槽内。线缆在任何工况下都不得悬空、摇摆或直接搭在屋面上形成积水弯。
3. 连接器保护：
  - ① 请保持连接器的干燥和清洁，在连接前请确保连接器的螺帽是处于紧固状态。
  - ② 避免水汽，灰尘，生物等异物进入连接器，异物进入连接器可能会导致连接器无法正常工作或损坏。
  - ③ 若连接器为潮湿状态，禁止连接；若连接器被污染，禁止连接使用。（iv）若连接器没有正负相连，连接器是不具有防水功能的。
  - ④ 组件安装后需要尽快连接，连接器连接后应符合 IP68（IEC60529）的要求。若连接器无法及时连接或安装地为多雨雾天气，建议增加连接器保护套装置。
  - ⑤ 避免连接器被阳光直射和浸泡到水里，避免连接器落在屋面上。
  - ⑥ 错误的连接可能会产生电弧和电击，请确保所有的电气连接牢固，确保所有带锁定的连接器完全连接。
  - ⑦ 不同型号的连接器的禁止一起连接使用。
4. 最小弯曲半径：在对电缆进行走线转弯时，必须严格遵守其最小弯曲半径的要求。通常该数值为电缆外径（OD）的 10 到 12 倍。过度弯曲会导致线缆内部铜芯受损，电阻增大，形成潜在的发热点。

### 7.2 接地规范

1. 组件接地豁免：鉴于 SolarPega/PegaL 和 SolarPegaF/PegaFL 全系列组件的设计均未采用任何非绝缘的外部金属框架（边框），组件本身已构成一个完整的 II 类绝缘结构，因此无需对组件本体的任何部位进行明确的接地处理。

2. 系统接地设计：此豁免不改变光伏系统的防雷接地要求。所有铝合金导轨、金属夹具、光伏电缆金属保护管等系统外露可导电部件，必须按照国家标准规范，形成完整且导电连续的等电位连接网络，并在适当位置连接到建筑物原有的防雷接地网中。整个阵列的电气接地参考点应设置在逆变器或汇流箱内。

## 8. 电气安装作业指导

### 8.1 通用电气安装要求

1. 持证上岗与断电作业：电气安装和接线工作仅限于有电工证的授权人员。作业前必须确保直流和交流开关全部处于断开位置，并执行有效的 LOTO（挂牌上锁）程序，之后再用电表检验无电压，方可作业。
2. 设计修正系数 1.25 的应用：在进行系统断路器、熔断器、电缆载流量及逆变器最大输入电压配置时，都需要使用一个安全设计系数。即所有计算都应基于组件规格书上的  $V_{oc}$  值乘以 1.25、 $I_{sc}$  值乘以 1.25 这两个极限值来展开。
3. 配备电弧故障保护 (AFCI)：为应对潜在的直流电弧和火灾风险，电站选型使用的逆变器或多功能关断器，必须具有并激活可用的 AFCI（直流电弧故障断路器）功能。

### 8.2 组件串并联接线规范

1. 组串同质化原则：一个 MPPT 追踪通道内，只允许接入完全相同的组件：相同的型号、相同的批次、相同的安装倾角及方位。违反此原则因组件工作点不匹配将导致严重的内部失配损耗。
2. 极限电压计算：在串接组件时，必须用当地气象局记录的历史最低气温来校正组件的开路电压，确保组串在任何可能的最低温下的总开路电压都小于逆变器允许的最大直流输入电压。
3. 反极性破坏警告：如果将两个并联的组串以反极性方式连接在一起（正极接负极），将立即产生巨大的强制环流，可以在毫秒级的时间内不可逆地烧毁组件的旁路二极管和接线盒。

### 8.3 熔丝选型与安装要求

1. 过流保护的上限：组件的技术资料表明确其最大串联熔断器规格为 25A。由于这是一款柔性组件的极限值，在任何大于 2 个组串并联的场合，每个单独的组串都必须串联一个额定值为 25A 的直流专用光伏熔断器。
2. 极性独立保护：熔断器座必须配置在正极和负极两根线上，不建议采用将多路汇流后再共用一个总熔丝的方案。

## 8.4 连接器使用与防护规范

### 1. 不同厂家不同型号的混用禁令：

**警告 - 重要警示：**在整个光伏系统的直流侧，从组件自带的输出线、现场制作的跳线（组串延长线），到汇流箱和逆变器的输入端，任何需要进行连接器插接的位置，都必须确保公头和母头连接器来自于同一制造商、且属于同一产品型号系列。市面上不同厂家（包括所谓的“MC4 兼容”品牌），甚至同一厂家内部不同产品线（例如普通型与双认证型）的连接器，其在绝缘材料配方、金属插芯的精确外径公差、镀层工艺、弹簧夹持力和密封圈材质上均存在有形差异。将非同一厂家、非同一型号的连接器进行对插混用，是一种非常危险的不规范操作，会造成以下一系列后果：

- 插接不严：公母头公差失配，导致插接后无法形成完全的机械锁死和密封，存在微小缝隙；
- 水汽渗漏与电化学腐蚀：微小的缝隙在户外高湿度、降雨、凝露环境中，会产生“虹吸效应”吸入水汽，使不同金属的接触面产生原电池反应，加速触点腐蚀；
- 接触电阻异常升高：腐蚀和接触应力不足导致接触电阻成倍甚至数十倍增加，引发连接点异常发热，热量又进一步加速材料老化，形成恶性循环；
- 直流电弧与火灾：最终，严重恶化或接近松脱的连接点，在高电压直流电流作用下会发生持续的电弧拉弧现象，其高温足以熔化连接器壳体、点燃周围可燃物，直接引发灾难性的电气火灾。

因此，项目部必须集中采购同批次、同品牌、同型号的连接器的用于所有现场接线，禁止为节省成本或图方便而将不同来源的连接器混用。

- 禁用代用品：施工过程中禁止使用电工胶带、接线帽或以不同系列、不同品牌的连接器对本系统的任何连接器进行所谓的“连接”或“维修”。一经发现，必须全部裁剪更换。
- 最终插接到位检查：插接连接器时，必须听到一个清脆的“咔哒”声，且随后尝试用力反方向拔一下，确保无法脱开，这表示镀银插芯已完成完全咬合和自锁。

## 9. 运维与维护规范

组件需要进行定期的检查和维护，特别是在保修期间内。为了确保组件能达到最佳性能，中科富能建议主要采用以下维护措施（详见《中科富能轻刚组件 SolarPega & SolarPega F 系列运维手册》）：

## 9.1 日常巡检

1. 组件外观检查： (i) 组件是否有破损； (ii) 是否有尖锐物体接触组件表面。
2. 阴影排查： 组件是否被障碍物、异物遮挡，避免新长的树木，新立的电线杆等遮挡组件；
3. 结构牢固度检查： 检查组件与屋面之间的专用胶是否有开胶，夹具/压块等紧固螺丝是否有松动，并进行及时调整或修复。

## 9.2 组件清洁规范

1. 定期清洗： 组件清洁，组件表面的灰尘或污垢累积会减少发电输出，应定期清洗，保持表面清洁，一般应至少每月清洁一次，自然环境恶劣情况下适当增加频次。
2. 安全时机与水量： 应先用清水冲洗，再用软布将水迹擦干，禁止使用腐蚀性溶剂清洗或用硬物擦拭光伏组件； 应在辐照度低于  $200\text{W}/\text{m}^2$  的情况下清洁光伏组件； 禁止在风力大于 4 级、大雨或大雪的气象条件下清洗光伏组件。

**警告 - 重要警示：** 若需要在紧急情况下走上组件进行必要的运维，按可踩踏方案进行安装.非按照可踩踏方案安装的组件，切勿在组件上走动、站或坐着进行组件清洗、运维等。

3. 禁止用水的禁区： 任何时候，都禁止用高压水枪近距离对准接线盒的接缝和连接器进行冲刷。

## 9.3 电气系统定期检修要求

1. 组件连接器和电缆线检查： (i) 建议每半年进行一次专项检查。 (ii) 检查光伏线路的老化迹象，包括可能的啮齿动物破坏、气候老化，以及所有连接器是否连接紧密、有无腐蚀现象。 (iii) 特别关注连接器本身的热红外温度.如果一对连接器中的一个比另一个或比同回路的导线高出几度，这是接触电阻增大的迹象，必须断电后将其打开检查弹簧触片是否已失去弹性或表面已氧化,对这种故障连接器必须整对剪掉更换。

## 10. 附件

### 附件 1: 不同屋面基层推荐清洁剂

屋面类型	推荐清洁剂名称
UPVC、PVC、沥青、EPDM 等塑料柔性屋面	中国地区：RA-1033 专业塑料清洗剂；海外地区：使用屋面材料制造商推荐的无腐蚀型清洗剂
彩钢瓦、玻璃屋面、金属类屋顶	90%异丙醇 + 10%去离子水，充分混合后使用。不得使用含酮类或芳香烃的溶剂

使用以上清洁剂或者屋面材料商推荐的清洁剂。

### 附件 2: 结构胶施工规范

**胶嘴修整标准：**规格化为斜口，以 10cm/s 速度出胶时能形成饱满的 10mm 宽、8mm 高的标准条。

**打胶操作禁忌：**除连续作业外，禁止在一个粘贴区域内分段、点状或 Z 字形打胶。打胶动作必须与胶枪扳机扣动保持匀速。

**固化与受力关系：**下列数据是施工组织设计的依据。环境温度低于 5°C 时，结构胶表干时间和最终强度建立时间将按指数级延长，通常要求必须保持至少 48 小时的无扰动保护。

环境温度范围	建议最小养护时间（无扰动）
25°C - 40°C	24 小时
10°C - 25°C	48 小时
0°C - 10°C	72 小时
低于 0°C	不建议安装

滚压操作正确与错误对照：

对比项	正确操作	错误操作
胶条高度	高度>8mm（正确）	高度<5mm（结构胶湿润度不良）

对比项	正确操作	错误操作
滚压方式	使用塑胶滚轮均匀滚压	滚压过度 / 未做滚压 / 滚压后扭动组件
按压方式	滚压组件非电池片区域	用手直接按压电池片进行稳固

### 附件 3：对光伏连接器有腐蚀损害的物品清单

严格管理所有安装辅助料的化学安全数据表（MSDS）。若在连接器附近使用任何非列表化学品前，都需在实验室完成化学兼容性测试。

化学品类别	施工中常见但应禁止靠近连接器使用的物品名称
酸碱类物质	食盐（盐雾）、小苏打、烧碱溶液、氨水、混凝土养护剂（含矿物质盐）
氧化剂	过氧化氢（双氧水）、次氯酸钠（漂白水）、高锰酸钾消毒片
有机溶剂	丙酮、甲苯、二甲苯、香蕉水（油漆稀释剂）、高浓度异丙醇（>90%）、指甲油去除剂、松节油

### 附件 4：彩钢瓦瓦型与适配夹具类型参考

彩钢瓦分类	适配夹具类型	推荐安装方案
T 型彩钢瓦	T 型专用夹具	SolarPega 系列粘贴安装 / SolarPegaF 系列夹具安装
直立锁边型	直立锁边专用夹具	优选 SolarPegaF 系列夹具安装 / 部分情况允许 SolarPega 系列+UPVC 方管粘贴安装
角驰型彩钢瓦	角驰型专用夹具	优选 SolarPegaF 系列夹具安装 / 部分情况允许 SolarPega 系列+UPVC 方管粘贴安装
波浪形彩钢瓦	波浪型专用夹具	SolarPega 系列粘贴安装 / SolarPegaF 系列夹具安装
直立锁边圆型	圆型专用夹具	优选 SolarPegaF 系列夹具安装 / 部分情况允许 SolarPega 系列+UPVC 方管粘贴安装

以上瓦型及夹具未标明具体型号及规格，只做参考意见。若想要了解具体的夹具类型型号及其他参数请联系中科富能提供技术支持。

## 附件 5：安装面异常情况及处理手段

异常情况	详细描述及风险	强制性处理手段及验收标准
彩钢瓦严重锈蚀	表面漆膜已大面积爆开，基底钢板出现层状锈蚀剥落	禁止直接安装。必须对屋面进行整体翻新（喷涂带锈防腐底漆+面漆）或更换新彩钢瓦
细石混凝土起砂	表面强度极低，用脚一搓就起沙，结构胶会连带着松散的水泥层一起脱落	禁止直接安装。必须用打磨机磨去表面松散浮浆层，清理粉尘后涂刷高渗透性防潮界面剂，24 小时固化后方可施工
防水卷材鼓包	卷材与结构层已脱离，额外的重量和风力会加速其大面积撕裂	禁止直接安装。通知卷材厂家对空鼓和鼓包区域进行切开、重新热熔焊接修复，修复区重新做拉拔测试

**警告 - 重要提示：**以上方式请在其他厂家的专业指导下进行，此处处理手段仅供参考。

## 附件 6：不同屋面组件选型与安装方式汇总表

屋面类型	细分瓦型	推荐产品系列	核心安装要求
彩钢瓦	T 型、波浪型	SolarPega 系列 / SolarPegaF 系列	SolarPega 全系列建议 $\geq 5^\circ$ 倾角。瓦楞间距 $\leq 350\text{mm}$ ，瓦楞宽度 $\geq 1\text{cm}$ ；粘贴面积 $\geq 800\text{cm}^2$ ，UPVC 方管垫高
彩钢瓦	直立锁边、角驰型	优先 SolarPegaF 系列	SolarPegaF 建议 $\geq 5^\circ$ 倾角，使用夹具压块安装。
平屋面	防水卷材、混凝土	SolarPega 系列 / SolarPegaF 系列	SolarPega 使用 UPVC 方管安装且全系列建议 $\geq 5^\circ$ 倾角安装。支撑间距 $\leq 350\text{mm}$ ，粘贴面积 $\geq 800\text{cm}^2$ ，SolarPegaF 系列建议 $\geq 5^\circ$ 倾角，使用支架、压块安装

此表为简化版速查指南，详细要求已在本手册正文中给出。

## 附件 7：电气参数说明

序号	参数项	参数值
1	开路电压温度系数 $\alpha$ / 最大功率 温度系数 $\beta$ / 短路电流温度系数 $\delta$	$\alpha = -0.27\%/^{\circ}\text{C}$ , $\beta = -0.33\%/^{\circ}\text{C}$ , $\delta = +0.045\%/^{\circ}\text{C}$
2	标称组件工作温度 (NOCT)	$45 \pm 2^{\circ}\text{C}$
3	用于现场布线的光伏组件最小电 缆直径	$1 \times 4.0 \text{ mm}^2$
4	连接器插拔要求	必须使用与组件连接器同品牌同型号的连接 器，接线前插座应保持清洁，无水渍或污泥
5	所用导体的尺寸、类型、材料和 温度等级	PV-BN101B, IP68, $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ RHC2, IP68, $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ EVO2, IP68, $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$
6	用于现场布线的端子类型	压接端子
7	推荐连接器型号和制造商	PV-BN101B BONENG (博能) RHC2 RENHE (人和) EVO2 Stäubli (史陶比尔)
8	连接方法	A: 结构胶粘贴 / B: 夹具
9	旁路二极管类型	GF5045
10	安装温度范围及坡度要求	安装温度 $5^{\circ}\text{C}$ 至 $35^{\circ}\text{C}$ ; 当坡度 $>25^{\circ}$ 时需使用 泡沫胶带辅助结构胶定位和防滑
11	最小机械固定方式	使用 M8 螺栓，拧紧扭矩值为 $15 \sim 20 \text{ N}\cdot\text{m}$
12	防火等级	Class C 级 (UL790 标准)

序号	参数项	参数值
13	设计机械载荷和安全系数	彩钢瓦安装：正向 3600Pa/1.5，负向 2400Pa/1.5；螺钉固定：正向 2400Pa/1.5，负向 2400Pa/1.5
14	聚光灯声明	本组件不允许外部聚光灯照射组件正面或背面，如因聚光因素导致组件异常或损坏，不在保修范围内

# 山东中科富能光电科技有限公司

[www.zkfnsolar.com](http://www.zkfnsolar.com)

服务电话：400 6768 100 | 技术支持邮箱：tech-support@zkfnsolar.com