



中坚材料
BACKBONE
MATERIAL

多应用场景下新型钢边框 可靠性评估

江苏中坚金属材料有限公司

CONTENTS

01 环境与挑战

02 光伏边框

03 双梁型合金钢边框

04 多场景应用可靠性评估



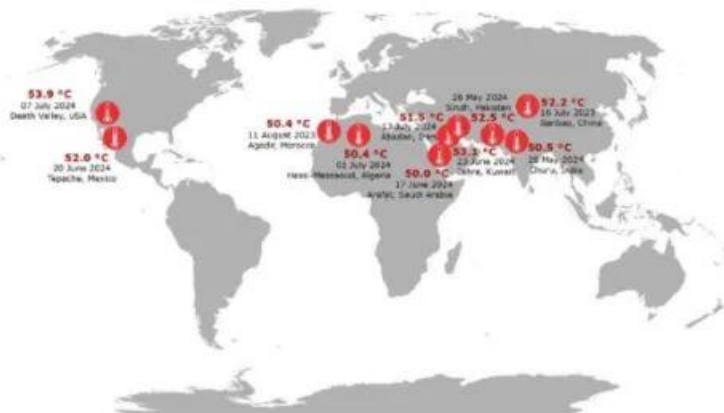
全球气候变暖对极端天气的影响

WMO数据显示：2023年7月至2024年7月，全球多地出现极端高温，中国新疆吐鲁番最高气温达**52.2°C**，创下历史新高。

IPCC第六次评估报告（AR6）和其他权威机构的数据：

全球气候变暖导致极端天气事件的频率显著增加。

Extreme daily temperatures of 50°C or more July 2023 to July 2024



数据来源：世界气象组织，2024年



数据来源：IPCC AR6 WGI 政策制定者摘要

高载荷环境下，须提升光伏组件结构强度



沙漠地区

环境特征：植被稀少，风力强劲，易出现沙尘暴，风蚀与昼夜温差交替作用于地表

强度特征：瞬时风速可达50m/s以上，年均沙尘暴天气超过20天

典型影响：高风压导致电站被吹翻



沿海地区

环境特征：台风频发区域，海洋长期存在风浪耦合载荷与盐雾侵蚀环境

强度特征：台风阵风风速常超70m/s，浪高可达3米，形成极端动态荷载

典型影响：波浪冲击与风载共振导致结构疲劳，组件固定与漂浮结构稳定性面临严峻挑战



山地地区

环境特征：地形起伏复杂，风速在不同局部区域（如山脊与垭口）变化剧烈

强度特征：局部风速显著增强，垭口风速可超45m/s，极端值甚至达60m/s以上

典型影响：产生强风通道效应，支架和组件受力集中导致系统结构稳定性下降，破坏风险上升

极端天气事件频发，且恶劣程度不断升级！



风险：积雪堆积会显著增加组件的荷载压力。

影响：组件压断或电站倒塌。



风险：组件受风压导致边框撕裂、掀翻、支架变形甚至破坏。

影响：组件损坏，增加后期维护和保险成本。



风险：冰雹可能击穿组件玻璃，导致组件爆裂

影响：组件破损、结构变形，发电能力严重下降。



台风过境后，组件被吹飞

质量风险不容忽视



环境严苛

沙戈荒大基地加速投运，面临极端温差、强风沙等严峻挑战。



合格率堪忧

组件合格率下降至**62.9%**
边框合格率仅 **25%**。



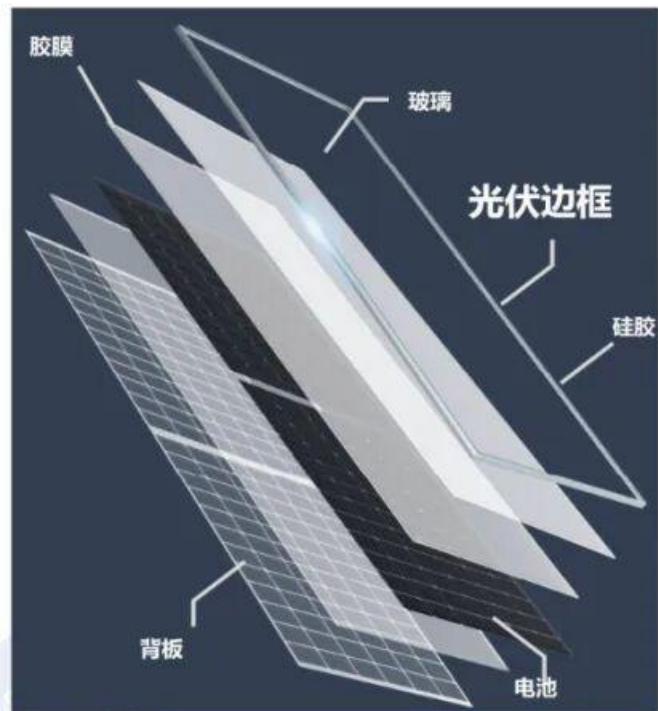
电站安全受威胁

机械载荷失效案例增多，
直接威胁组件使用寿命。

02 光伏边框



为光伏组件提供固定、保护和安装支撑作用，是光伏组件的关键结构件，占总成本13%左右



结构固定

将光伏玻璃、电池片、背板等核心部件紧密固定成一个整体，同时为组件提供机械性能。

安全防护

避免运输或安装时的碰撞、摩擦对玻璃或背板造成破损，长期抵御雨水、强风、紫外、沙尘等外界环境对组件内部的侵蚀。

安装支撑

通过边框将光伏组件固定在安装支架上，是组件与支架连接的桥梁。

组框便捷

安装便捷牢固

高强载荷性能

高耐腐蚀性能

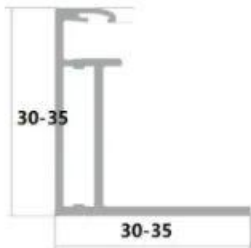
高抗撕裂性能

光伏边框

金属边框

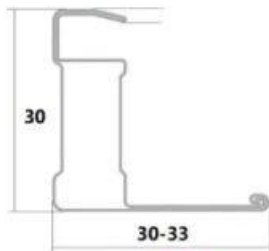
复合边框

铝边框



铝边框+铝角码

第一代钢边框 双叠结构



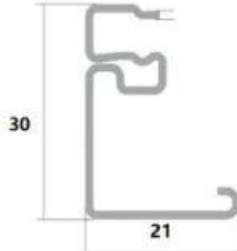
钢边框+铝角码

第二代钢边框 S型结构



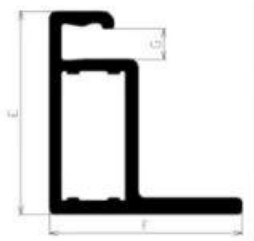
钢边框+钢角码

第三代钢边框 双梁结构



钢边框+钢角码

玻纤增强聚氨酯边框

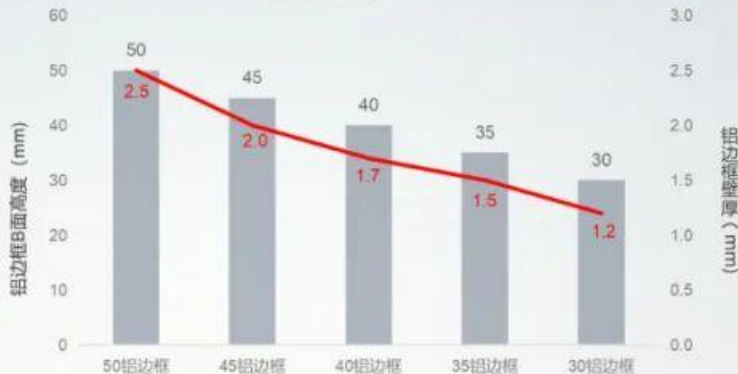


塑料边框+塑料角码

铝边框是光伏组件与电站的核心结构件，由于其生产加工简易，腔体结构稳定，不易形变，安装便捷，市占率长期在98%以上。

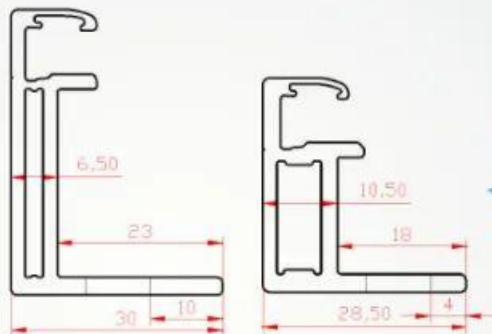
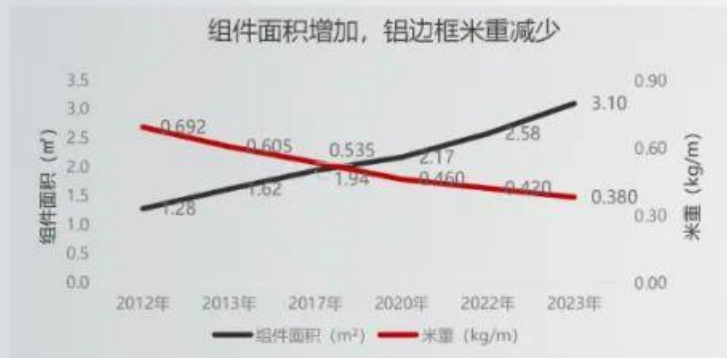
近年来，随着竞争加剧，铝边框价格越来越低，铝边框企业盈利难以持续。受成本压力，铝边框持续减轻重量、降低高度、减薄壁厚、回收铝比例增加，但组件面积却不断扩大，铝边框质量隐患严重。

铝边框发展趋势



- 组件面积从1.94m² (992*1960) 扩大到3.1m² (1303*2384)
- 边框高度从50mm下降到30mm
- 边框壁厚2.0mm以上下降到1.2mm以下

组件尺寸增大、材料变薄，孔边距减小；机械强度下降，安全性面临挑战



型腔宽度增加
孔边距减少

安装孔撕裂是光伏边框的主要失效模式



边框折断



安装孔撕裂



边框撕裂

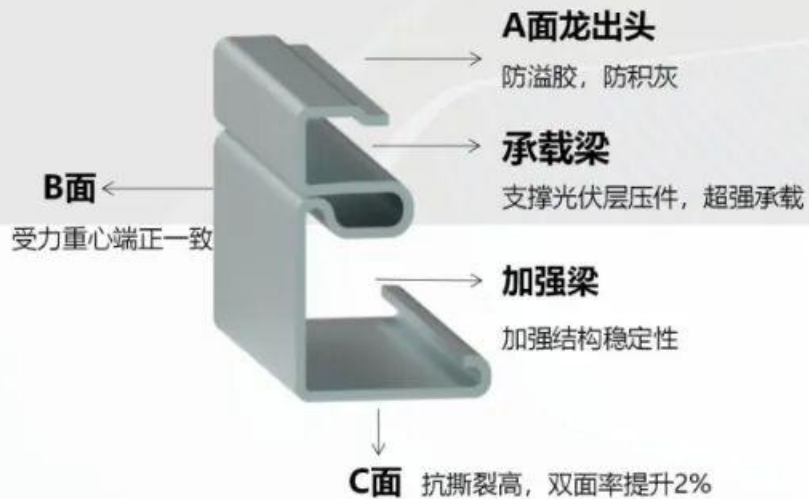
边框作为不可或缺的核心结构件

未来将何去何从？

03

双梁型合金 钢边框





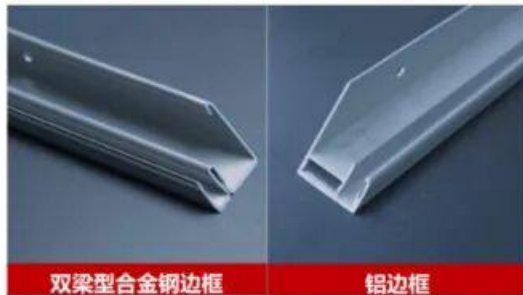
钢制双齿咬合角码



装配精准、拉拔力高、无电位腐蚀



组件端：
组框方式一致



组框方式和铝边框一致

可实现组件产线钢铝边框平滑切换

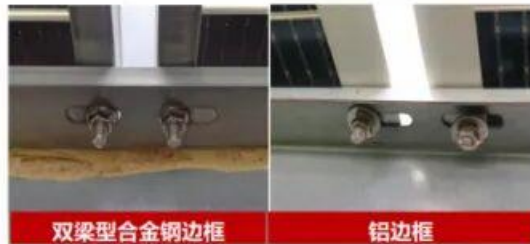


电站端：
安装方式一致

压块安装



螺栓安装



压块、螺栓安装与铝边框一致，可实现电站钢铝边框组件混用



04 多场景 可靠性评估

光伏边框可靠性测试



高雪压场景

正面载荷测试

高风压场景

背面载荷测试

安装孔抗撕裂测试

风洞测试

动载测试

高温高湿场景

高温高湿测试

高盐雾场景

盐雾测试

高温差场景

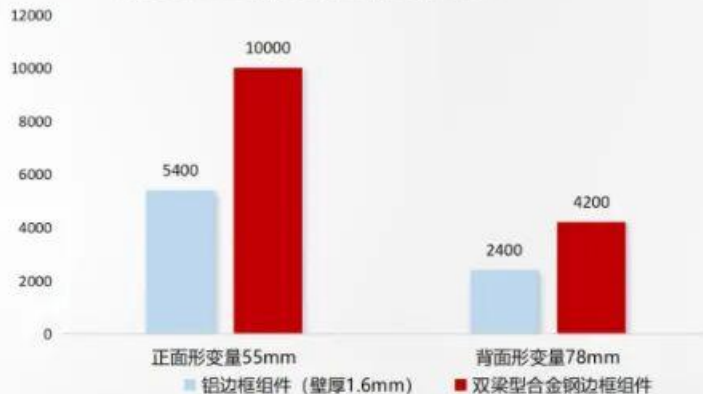
热循环测试



210-132版型组件极限载荷测试



同等形变量不同边框组件载荷对比



双梁型合金钢边框组件，可承载5米厚的积雪，且组件型变量小

背面静态载测试



动态载测试



背面载荷评估背面抗风压能力；动态载荷评估耐疲劳性能

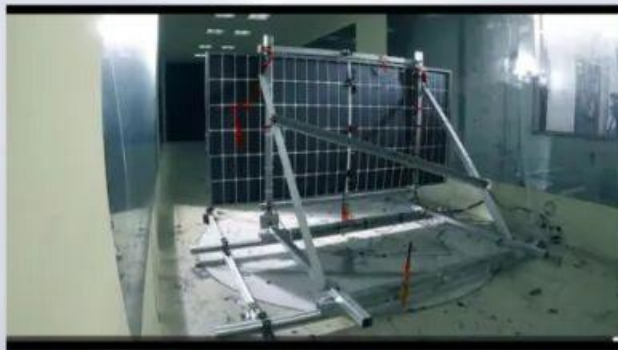
风致共振导致边框安装孔撕裂

高壁厚 $\neq$ 高抗撕裂强度



安装孔抗撕裂强度取决于材料强度与结构设计

通过60m/s风洞测试，可抵17级台风



Compliance Document
No. D 998081 0023 Rev. 00

Holder of Certificate: Jolywood (Taihuo) Solar Technology Co., Ltd.
Jiading Hu Jiangmen Economic Development Zone
529500 Taishan City, Jiangmen Province
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Product: Crystalline Silicon Transcendental Photovoltaic (PV) Modules
Crystalline Silicon Photovoltaic module installed on PV mounting system

Model(s): J20-417 1440-watt (type J20-417, in steps of 10)
only the PV module

Parameters: Maximum wind speed: 60m/s for 10° wind angle
45m/s for 15° wind angle
Installation tilt angle: 45° - 90°
Duration: 10 minutes
For the installation method, see the test report

Tested according to: PVF 162204-2020
This Compliance Document confirms the compliance with the listed standards as a voluntary basis. It refers only to the sample submitted for testing and certification and does not verify the quality or safety of the serial products. For details see: www.tuv.com/certification

Test report no.: T04670402/1340

Date: 2024-09-02


Tüv SÜD

Page 1 of 1
TÜV a.d. Product Service GmbH - Certification Body - Heidenstraße 61 - 40549 Muenster - Germany

TÜV

高风压场景—抗“摩羯”台风实证

双梁型合金钢边框电站，“摩羯”过境后安然无恙



图片来源：海南省文昌市会文镇

“摩羯”飓风过境其他电站受损严重

大型集中式电站事故现场



分布式电站事故现场



图片来源：海南省文昌市会文镇

双梁型合金钢边框组件，实力硬“钢” 17级“摩羯”台风，安然无恙

DH老化测试，钢边框外观

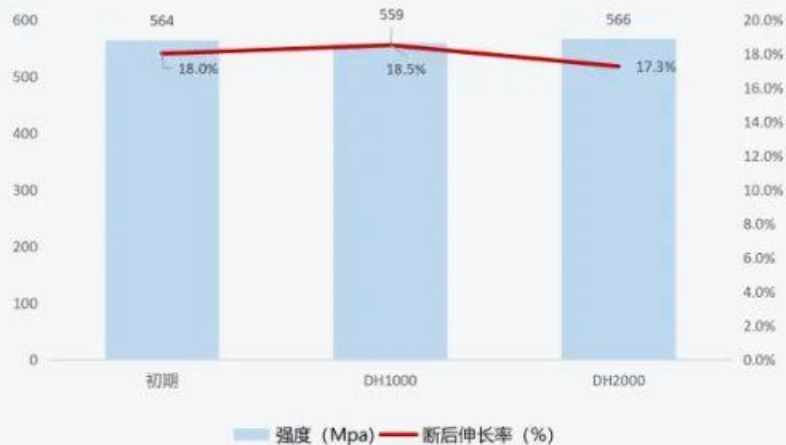


初期



DH2000

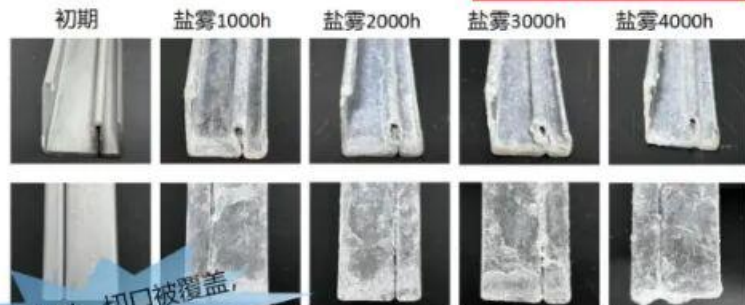
DH(85°C/85%RH)钢材材料力学性能测试



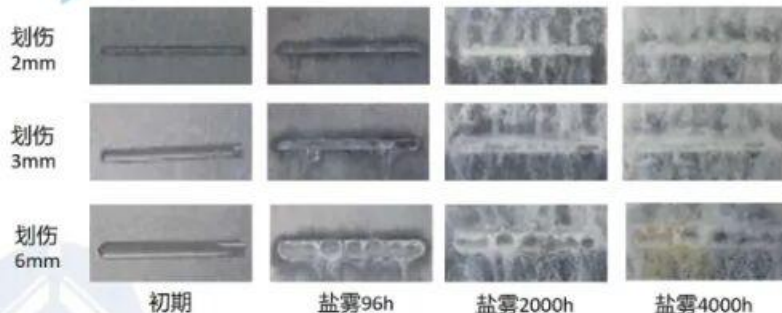
DH2000h双梁型合金钢边框材料力学性能无衰减

高盐雾场景—耐盐雾性能评估

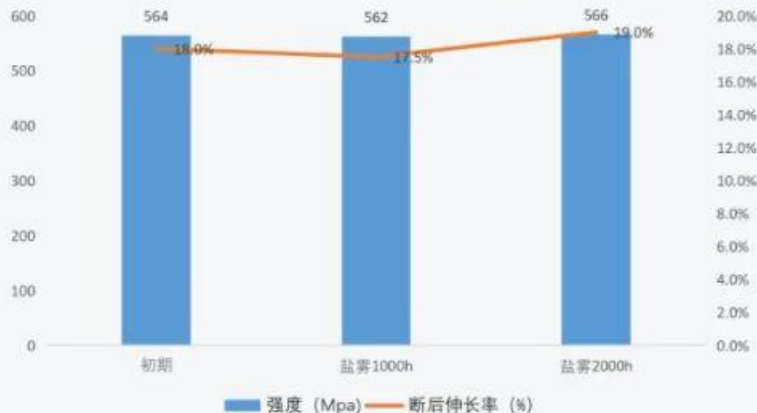
中性盐雾测试



自修复性能测试



耐盐雾力学性能测试



1. 盐雾2000h双梁型合金钢边框材料力学性能无衰减
2. 锌铝镁材料划伤3mm，盐雾4000h无红锈

材料类型	钢化玻璃	铝合金 6005 边框	结构钢边框
线膨胀系数 α	$9.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$	$23.4 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$	$12.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

以2382mm边框为例，温度从25°C下降到零下40°C

玻璃收缩1.5mm，铝合金边框收缩3.9mm，钢边框收缩2mm



低温场景，与铝边框组件相比，钢边框组件凹陷小，爆板风险小



初期
无红锈，无白锈



2周
截面红锈，无白锈



4周
白锈开始覆盖红锈

*复根据不同环境，自修复时间周期不同

白色氧化物是一层致密的保护膜

活泼的镁元素带动白色氧化物迁移到切口处，从而实现自修

短边



双梁型合金钢边框组件



铝合金边框组件

长边



双梁型合金钢边框组件



铝合金边框组件

双梁型合金钢边框A面厚度只有铝边框的1/2，大幅降低积灰隐患

江苏中坚金属材料有限公司于2021年成立，是中来能源集团控股子公司。中坚材料成立以来始终以安全与科技为本，致力成为新能源安全护航者，是一家为光伏组件和电站提供安全保障和低碳材料的创新型科技企业。公司与清华大学、国家光伏质检中心（CPVT）保持长期战略合作，专注于研发和制造光伏组件用的双梁型合金钢边框和电站安装系统，为光伏组件和电站提供超安全的系统安装方案。

双梁型合金钢边框是基于**超安全**和**超低碳**理念，通过研发特种钢材料技术，强化材料性能、优化边框力学结构、创新安装配件设计和提升安全标准而推出的新一代钢边框。双梁型合金钢边框是一款技术全球领先、知识产权完整的边框产品，**强度是铝边框材料的3倍**，**碳排放减少80%以上**。双梁型合金钢边框已经获得了全球**首例IEC63556全场景应用认证**，让光伏组件和电站安全全面升级，特别是在强台风、强冰雹、强暴雪等极端天气下，都能让光伏电站安然无忧。同时，在电站组件安装上，开创性地设计出止动垫片，防止螺栓松动，还设计出钩压一体的压块安装方式，给予光伏组件双重保护。



中坚使命

创造安全低碳未来



中坚愿景

致力成为新能源安全护航者

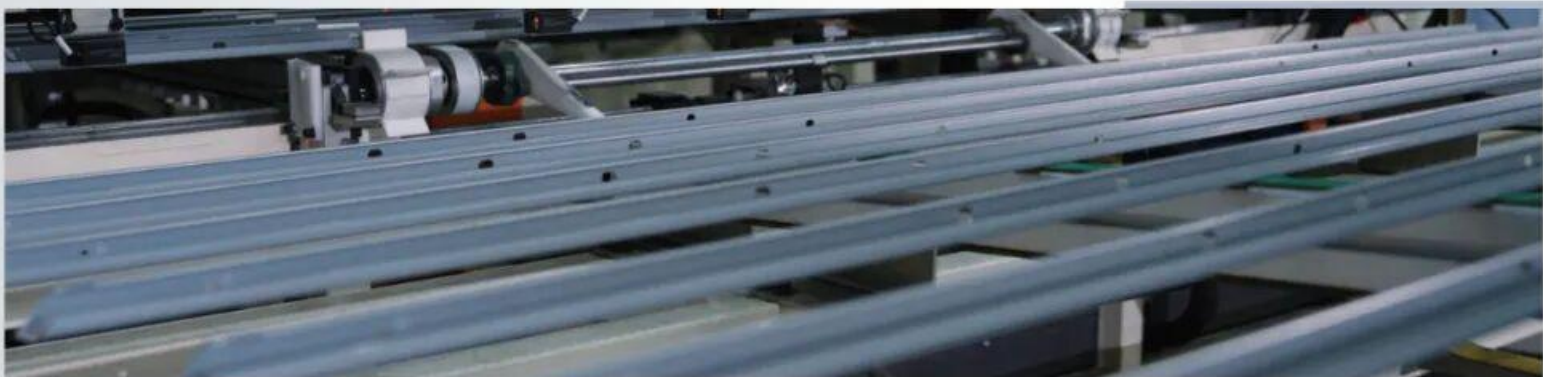


中坚核心价值观

客户导向，创新驱动
中肯客观，坚韧务实

自研全球首套高精度合金边框生产线

- 年产能20GW
- 以领先的自动化与精密制造能力，打造全球光伏边框制造新标杆



项目案例

500MW



宁夏石嘴山项目

100MW



山西沁水项目

100MW



云南班德项目

60MW



内蒙古乌海项目

60MW



贵州望谟项目

5.43MW



德国巴伐利亚项目

双梁型合金钢边框组件，广泛应用于全国23个省区，累计出货量已突破2GW。



中坚材料
BACKBONE
MATERIAL

BACKBONE, 新能源安全护航者

江苏中坚金属材料有限公司

电话: 0512-52363688

网址: www.backbonesolar.com

地址: 苏州市常熟市虞山高新区阳光大道99号



关注中坚材料