

TONGWEI



通威 **TNC** 电池
产品白皮书

WHITE PAPER OF TW TNC CELL

通威太阳能有限公司

地址：四川省成都市高新区天府大道中段588号

邮编：610000

售前联系邮箱：sale02@tongwei.com

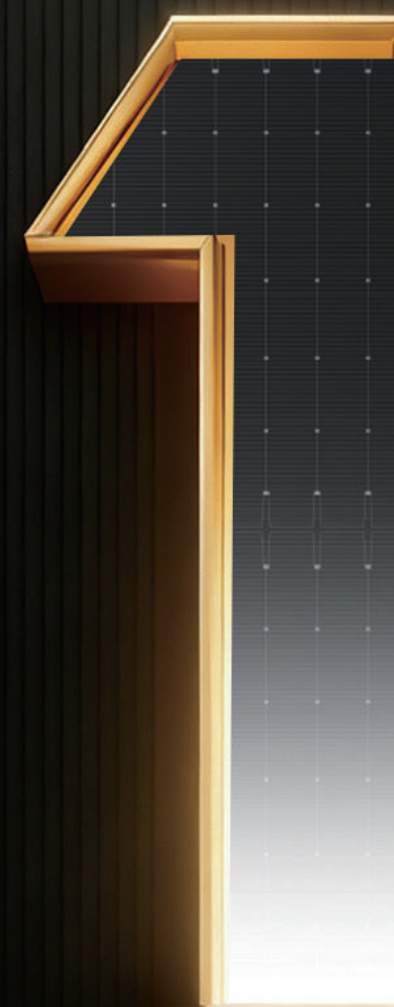
客服专线：028-60666661

官方网址：<https://cell.tongwei.cn/>

高效组件 源自通威电池

品质溯源，值得信赖！

—— 连续9年 ——
蝉联电池片出货量排名全球第一



「 电池出货量自2017年以来已连续 9 年全球第一，
并成为行业首家电池出货量累计超过400GW的企业。 」

全球光伏电池行业 首个“灯塔工厂”

2025年持续推进碳足迹认证LCA值降低

35.4% ↓

2024年

25.004kg CO² eq/ kwp

2025年

16.153kg CO² eq/ kwp

片级追踪

让每一片电池更值得信赖

全球光伏电池行业率先可以
精准追溯到每一片电池的智造体系

扩散方阻 4x0Ω

晶棒号 Y2B3xx8X25Xxx1FD0

硅片托号 N01NM1250XXX01-00XX

电池效率-Eta25.8%

电池片ID 175xxxx588

颜色 Aoi1R 123

制绒减重 0.02g

开压、电流、填充因子等...

PROD25B26XXXXXX57



业务覆盖率
100%



全行业
工艺参数优化闭环/
设备参数分析/设备故障预测



全行业
集控反控/不良自动拦截



正反向、自定义追溯的准确率
>90%



数据采集准确性
双信号，准确率**100%**



可追溯信息
9000余条



数据采集点位数
百万级



业务标准化可推广性
集团化部署



数据标准化可推广性
集团化部署

CONTENTS 目录

PART 1 第一章 企业简介	/01
• 1.1 通威股份	/02
• 1.2 通威光伏产业链一体化布局	/03
• 1.3 通威太阳能	/04
PART 2 第二章 高质	/05
• 2.1 通威基因	/06
• 2.2 智慧工厂	/15
PART 3 第三章 高效	/24
• 3.1 引领行业	/25
• 3.2 突破创新	/28
PART 4 第四章 增值	/35
• 4.1 功率增益	/36
• 4.2 绿色低碳	/39
• 4.3 ESG	/41
PART 5 第五章 合作共赢	/42
• 5.1 全球合作伙伴	/43

版本号：TW-C-68/5

PART 1

TONGWEI

第一章 企业简介



1.1 通威股份

1.1.1 股份介绍



通威股份有限公司由通威集团控股，是深耕绿色农业、绿色能源的大型民营科技型上市公司。公司现拥有遍布全国及海外的200余家分、子公司，年饲料生产能力约1300万吨，高纯晶硅年产能约90万吨，太阳能 N 型电池产能超150GW；组件产能约90GW；在全国多个省市开发建设56座以“渔光一体”为主的光伏电站，累计装机并网规模超5GW。经过多年跨越式发展，公司已成为农业产业化国家重点龙头企业、全球领先的水产饲料生产企业、重要的畜禽饲料生产企业、全球高纯晶硅龙头企业及全球太阳能电池龙头企业。

通威于2006年进军光伏新能源产业，历经10余年快速发展，成为全球光伏一体化龙头企业，形成了自上游工业硅至终端光伏电站的全产业链布局，具备在产能规模、技术研发、成本控制、品质品牌等多方面领先行业的显著竞争优势，已实现高纯晶硅、太阳能电池业务连续多年稳居全球市占率首位，组件出货量也位列全球前五。公司继续坚定“打造世界级清洁能源运营商”的长期战略目标，聚焦核心技术创新与降本增效，全力拓展市场，强化上下游客户合作，综合竞争力持续提升，市场地位持续巩固。

*截止2026年5月底

1.2 通威光伏产业链一体化布局



高纯晶硅

核心工艺技术已迭代升级应用至“第八代永祥法”
产品纯度达99.999999999%
电子级晶硅已向海内外批量供货



永祥股份
YONGXIANG CO., LTD.
产能
90+万吨

高品质硅片

自主生产高品质硅片，同时凭借硅料优势
与头部硅片厂商签订长期合作协议，保证供应品质



通威太阳能
TW SOLAR
产能
40+GW

晶硅电池

全球领先的高效晶硅太阳能电池企业
全球光伏电池行业首个“灯塔工厂”



通威太阳能
TW SOLAR
产能
150+GW

高效组件

通威太阳能组件产品，全面覆盖各应用场景



通威太阳能科技
TW SOLAR TECHNOLOGY
产能
90+GW

“渔光一体”

全球首创“渔光一体”创新发展模式
实现“渔、电、环保”三丰收



通威新能源
TW NEW ENERGY
累计并网装机规模
5+GW

1.3 通威太阳能

1.3.1 通威太阳能介绍

通威太阳能深度切入太阳能发电核心产品的研发、制造和推广，是全球领先的晶硅电池生产企业。经过 13 年的跨越式发展，公司实现了从“跟跑”“并跑”到“领跑”，连续 13 年重大安全零事故、重大环保零事故。截至目前，通威太阳能已拥有成都、眉山、金堂、通合、彭山及中威公司，在职员工超 1 万人，年产能超 150GW。同时，公司已连续 9 年成为电池出货量全球第一（InfoLink Consulting 统计）企业，并成为行业首家电池出货量累计超过 400GW 的企业。2025 年眉山公司成为全球光伏电池行业首个“灯塔工厂”。



1.3.2 通威太阳能企业文化



公司使命

光伏改变世界



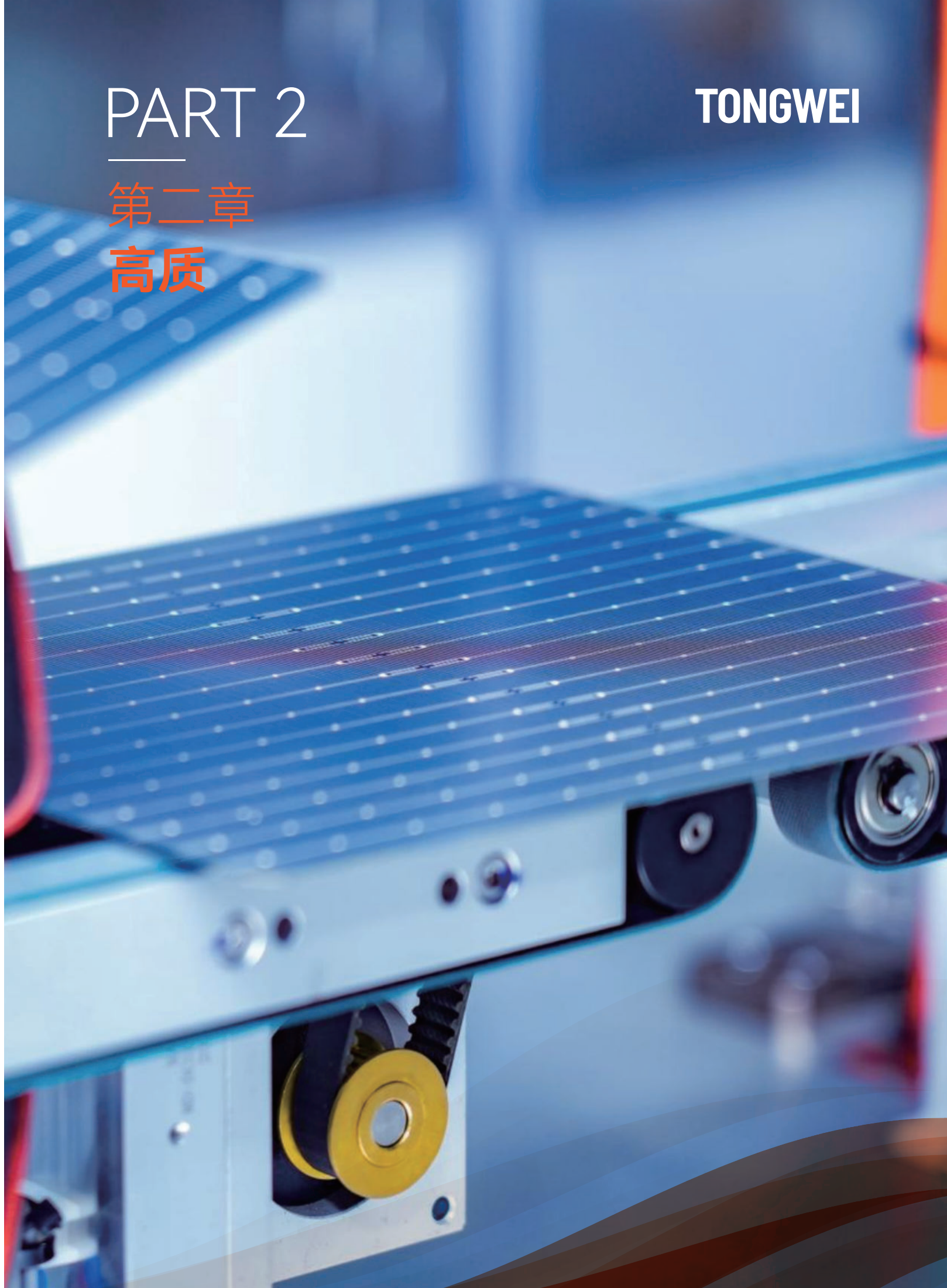
公司愿景

打造世界级的清洁能源企业
让太阳能造福人类

PART 2

第二章 高质

TONGWEI



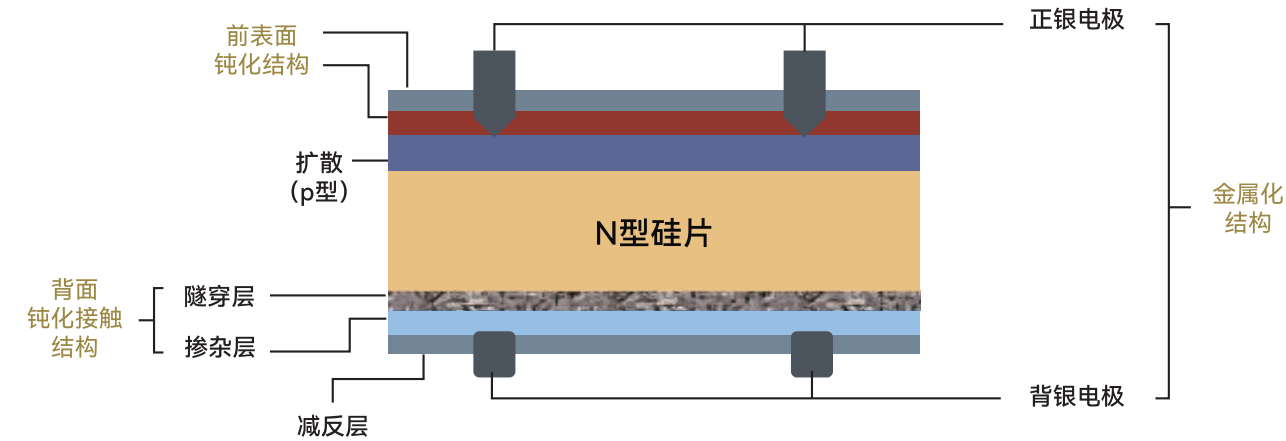
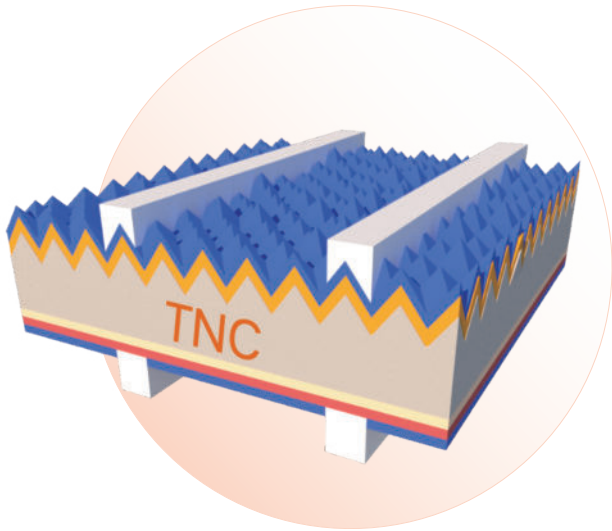
2.1 通威基因

2.1.1 TNC电池:产品背景

TNC (Tongwei N-type passivated Contact cell), 是指由通威自主研发的 N 型钝化接触高效电池技术。通威在 2020 年开始布局 TNC 技术, 在 2021 年建成了行业首条 210mm 大尺寸 PECVD-Poly 电 池中试线, 率先在行业内推行大尺寸 PE-Poly 技术, 填补了行业空白。

2023 年通威 TNC 技术以行业首创性与技术领先性, 成功入选《2023 年度光伏行业创新成果推介目录》, 成为行业内唯一入选的 N 型接触钝化电池技术, 成为综合客户价值、产品价值与量产可能性的更优解。

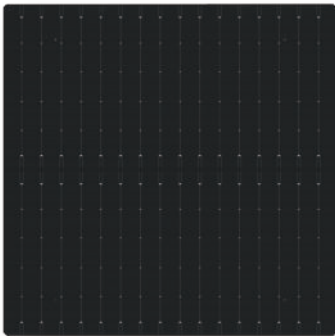
2025 年, 通威对 TNC 技术进行升级, 推出 TNC 全新系列产品, 形成 " 核心工艺突破 - 制造体系升级 - 产品性能跃迁 " 的创新产品闭环。



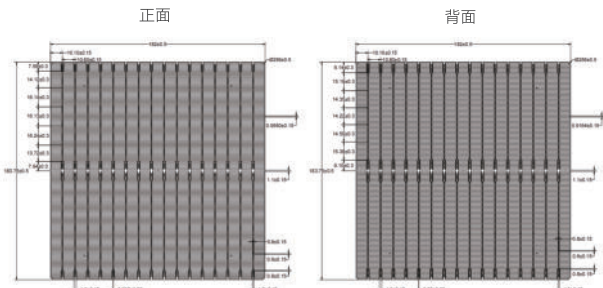
2.1.2 TNC电池产品一览

TNC “通威基因”电池产品基于SMBB（超多主栅）电池技术平台设计，覆盖M10、G12R、G12三种主流尺寸。

TNC-M10



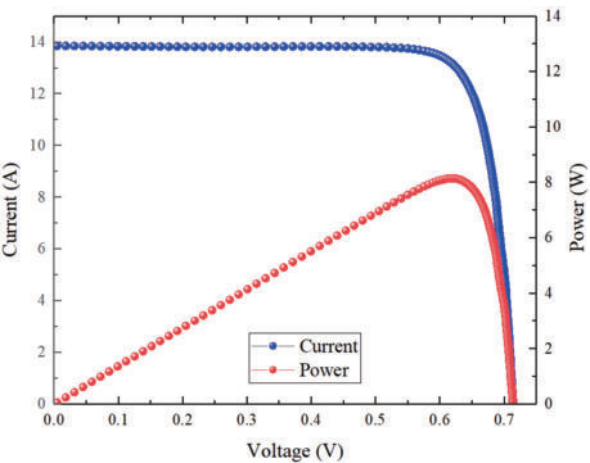
产品外观(mm)



产品设计

尺寸	182±0.5*183.75±0.5mm Φ256mm±0.5mm	TkVoltage: -(0.255±0.010)%/K
厚度	130±13μm	TkCurrent: +(0.041±0.004)%/K
正面	16主栅(银), 192根副栅 蓝色抗反射膜(氮化硅)	TkPower: -(0.305±0.025)%/K
背面	16主栅(银), 200根副栅 蓝色抗反射膜(氮化硅)	Rsh≥50Q Irev2≤0.5A

IV 曲线



背面电性能参数

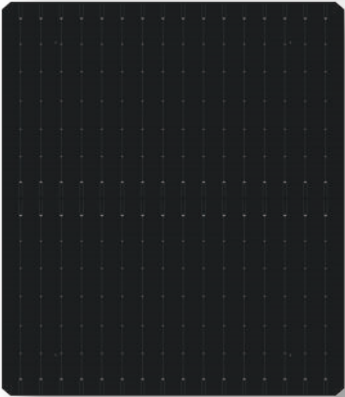
Eff (%)	Pmpp (W)	Vmpp (V)	Impp (A)	Voc (V)	Isc (A)	FF (%)
> 20.5	6.86	0.589	11.644	0.692	12.932	76.68
20.3-20.5	6.79	0.587	11.569	0.691	12.866	76.43
20.1-20.3	6.73	0.584	11.527	0.690	12.819	76.10
< 20.1	6.69	0.582	11.496	0.689	12.799	75.87

标准测试条件: 1000W/m², AM1.5, 25°C
26.08.05

申明: 鉴于技术进步与展品更新, 本规格书包含的各技术参数与电池产品可能存在偏差, 通威有权随时调整各技术参数, 本规格书最终解释权归通威所有。

TNC-G12R

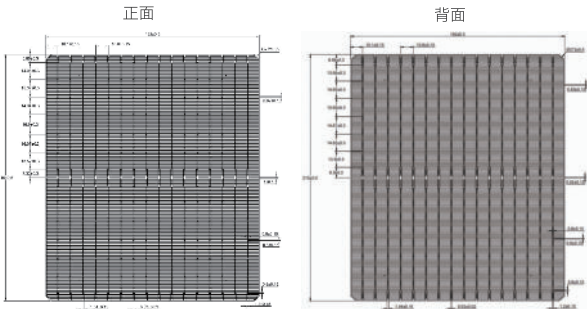
主力推广



正面电性能参数

Eff (%)	Pmpp (W)	Vmpp (V)	Impp (A)	Voc (V)	Isc (A)	FF (%)
26.1	9.97	0.628	15.875	0.745	15.987	83.71
26.0	9.93	0.627	15.831	0.744	15.961	83.59
25.9	9.89	0.627	15.768	0.744	15.938	83.41
25.8	9.85	0.626	15.734	0.743	15.919	83.30
25.7	9.81	0.625	15.695	0.742	15.906	83.16
25.6	9.78	0.624	15.672	0.740	15.891	83.14
25.5	9.74	0.623	15.636	0.739	15.872	83.01
25.4	9.70	0.622	15.590	0.738	15.868	82.83
25.3	9.66	0.621	15.553	0.737	15.861	82.64
25.2	9.62	0.620	15.517	0.736	15.851	82.48
25.1	9.58	0.619	15.480	0.735	15.842	82.30
25.0	9.55	0.618	15.453	0.734	15.826	82.20
24.9	9.51	0.617	15.406	0.733	15.824	81.98
24.8	9.47	0.616	15.369	0.732	15.820	81.78
24.7	9.43	0.615	15.332	0.731	15.813	81.59
24.6	9.39	0.614	15.295	0.730	15.811	81.38

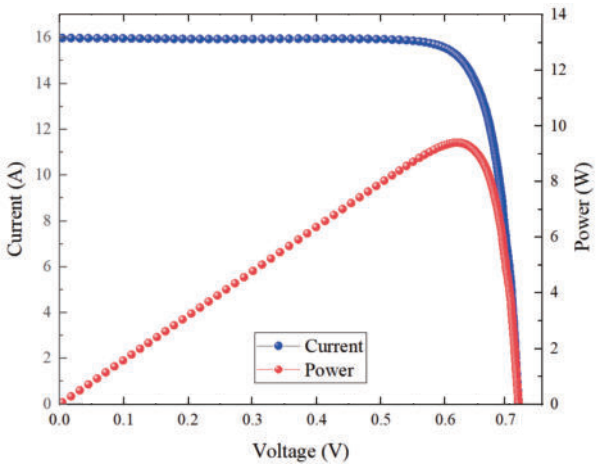
产品外观(mm)



产品设计

尺寸	182mm*210mm±0.5mm Φ272±0.5mm	TkVoltage: -(0.25±0.010)%/K
厚度	130±13μm	TkCurrent: +(0.04±0.004)%/K
正面	16主栅(银), 310根副栅 蓝色抗反射膜(氮化硅)	TkPower: -(0.29±0.025)%/K
背面	16主栅(银), 252根副栅 蓝色抗反射膜(氮化硅)	Rsh≥50Ω Irev2≤0.5A

IV 曲线



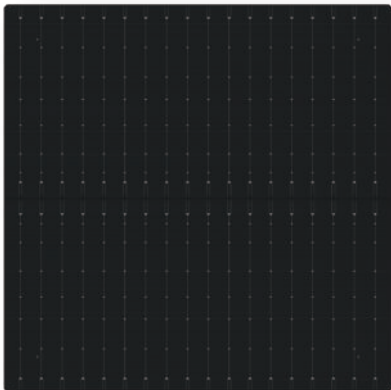
背面电性能参数

Eff (%)	Pmpp (W)	Vmpp (V)	Impp (A)	Voc (V)	Isc (A)	FF (%)
≥ 21.5	8.21	0.620	13.242	0.735	13.408	83.31
21.0-21.5	8.02	0.614	13.062	0.730	13.258	82.87
20.5-21.0	7.83	0.609	12.857	0.725	13.213	81.74
< 20.5	7.64	0.604	12.649	0.720	13.177	80.53
标准测试条件: 1000W/m², AM1.5, 25°C						26.08.05

申明: 鉴于技术进步与展品更新, 本规格书包含的各技术参数与电池产品可能存在偏差, 通威有权随时调整各技术参数, 本规格书最终解释权归通威所有。

TNC-G12

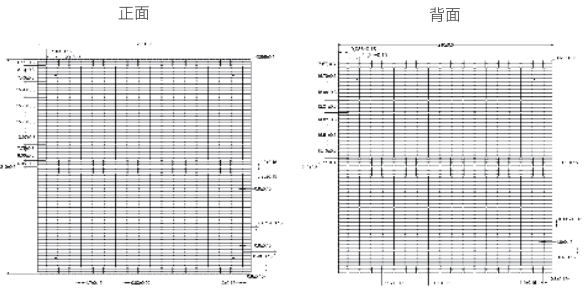
主力推广



正面电性能参数

Eff (%)	Pmpp (W)	Vmpp (V)	Impp (A)	Voc (V)	Isc (A)	FF (%)
26.4	11.64	0.657	17.719	0.736	18.515	85.43
26.3	11.60	0.657	17.652	0.736	18.503	85.16
26.2	11.55	0.656	17.611	0.736	18.484	84.92
26.1	11.51	0.656	17.544	0.736	18.469	84.67
26.0	11.46	0.656	17.477	0.735	18.442	84.58
25.9	11.42	0.656	17.410	0.735	18.437	84.28
25.8	11.38	0.656	17.342	0.735	18.426	84.00
25.7	11.33	0.655	17.302	0.735	18.417	83.72
25.6	11.29	0.655	17.235	0.734	18.408	83.55
25.5	11.24	0.655	17.167	0.734	18.394	83.28
25.4	11.20	0.655	17.100	0.734	18.383	83.01
25.3	11.16	0.654	17.058	0.734	18.366	82.76
25.2	11.11	0.654	16.991	0.733	18.351	82.61
25.1	11.07	0.654	16.923	0.733	18.339	82.33

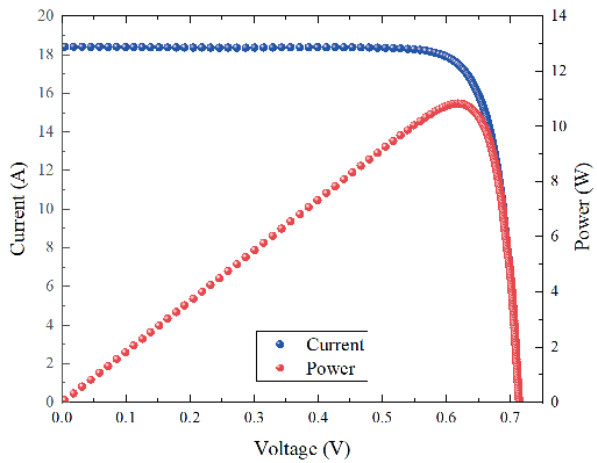
产品外观(mm)



产品设计

尺寸	210mm*210mm±0.5mm Φ295±0.5mm	TkVoltage: -(0.25±0.01)%/K
厚度	130±13μm	TkCurrent: +(0.04±0.004)%/K
正面	18主栅(银), 240根副栅 蓝色抗反射膜(氮化硅)	TkPower: -(0.29±0.025)%/K
背面	18主栅(银), 232根副栅 蓝色抗反射膜(氮化硅)	Rsh≥50Ω Irev2≤0.5A

IV 曲线



背面电性能参数

Eff (%)	Pmpp (W)	Vmpp (V)	Impp (A)	Voc (V)	Isc (A)	FF (%)
≥ 21.5	9.48	0.621	15.266	0.722	16.052	81.80
21.0-21.5	9.26	0.619	14.960	0.722	16.034	79.99
20.5-21.0	9.04	0.618	14.628	0.721	16.022	78.26
< 20.5	8.82	0.616	14.317	0.72	16.004	76.54
标准测试条件: 1000W/m², AM1.5, 25°C						26.08.05

申明: 鉴于技术进步与展品更新, 本规格书包含的各技术参数与电池产品可能存在偏差, 通威有权随时调整各技术参数, 本规格书最终解释权归通威所有。

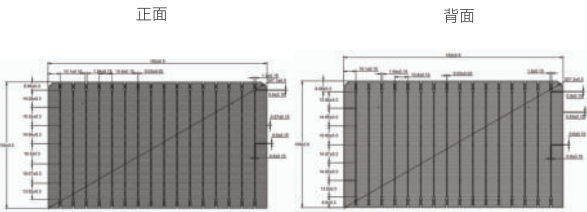
TNC 2.0-G12R

主力推广

正面电性能参数

Eff (%)	Pmpp (W)	Vmpp (V)	Impp (A)	Voc (V)	Isc (A)	FF (%)
26.7	5.10	0.633	8.053	0.740	8.215	83.84
26.6	5.08	0.633	8.023	0.740	8.191	83.79
26.5	5.06	0.632	8.005	0.739	8.177	83.73
26.4	5.04	0.632	7.975	0.739	8.156	83.62
26.3	5.02	0.631	7.958	0.739	8.138	83.49
26.2	5.00	0.630	7.940	0.739	8.118	83.37
26.1	4.98	0.629	7.922	0.739	8.106	83.18
26.0	4.96	0.628	7.904	0.738	8.100	83.03
25.9	4.94	0.627	7.879	0.738	8.086	82.85
25.8	4.93	0.626	7.869	0.738	8.070	82.72
25.7	4.91	0.625	7.851	0.737	8.062	82.58
25.6	4.89	0.624	7.833	0.737	8.050	82.39
25.5	4.87	0.623	7.815	0.737	8.043	82.12
25.4	4.85	0.622	7.796	0.737	8.031	81.94
25.3	4.83	0.621	7.778	0.736	8.026	81.77

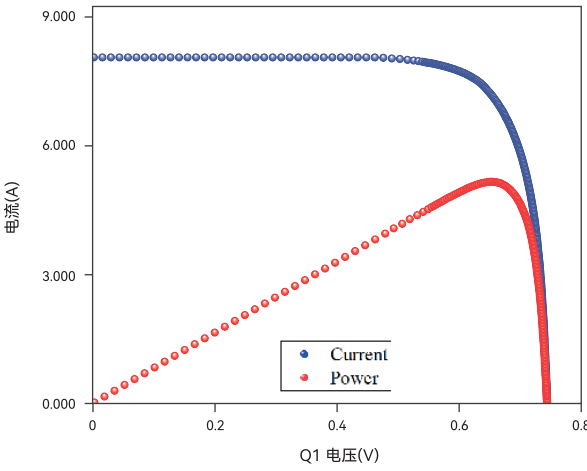
产品外观 (mm)



产品设计

尺寸	182±0.5*105±0.5mm Φ207.3±0.5mm	TkVoltage: -(0.25±0.01)%/K
厚度	130±13μm	TkCurrent: +(0.04±0.004)%/K
正面	16主栅(银), 155根副栅 蓝色抗反射膜(氮化硅)	TkPower: -(0.29±0.025)%/K
背面	16主栅(银), 126根副栅 蓝色抗反射膜(氮化硅)	Rsh≥50Ω, Irev2≤0.5A

IV 曲线



背面电性能参数

Eff (%)	Pmpp (W)	Vmpp (V)	Impp (A)	Voc (V)	Isc (A)	FF (%)
> 22.5	4.36	0.590	7.387	0.701	7.2932	85.28
21.5~22.0	4.13	0.580	7.117	0.695	7.2697	81.80
21.0~21.5	4.03	0.571	7.054	0.695	7.1954	80.63
< 21.0	3.95	0.565	6.988	0.693	7.1534	79.71
标准测试条件: 1000W/m², AM1.5, 25°C						
26.08.05						

申明: 鉴于技术进步与展品更新, 本规格书包含的各技术参数与电池产品可能存在偏差, 通威有权随时调整各技术参数, 本规格书最终解释权归通威所有。

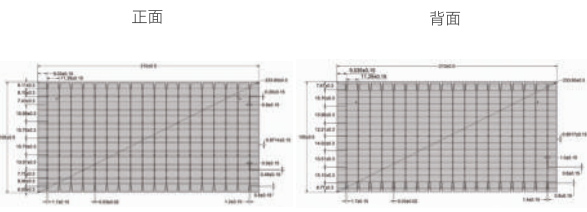
TNC 2.0-G12

主力推广

正面电性能参数

Eff (%)	Pmpp (W)	Vmpp (V)	Impp (A)	Voc (V)	Isc (A)	FF (%)
26.4	5.82	0.656	8.871	0.744	9.281	84.28
26.3	5.80	0.656	8.841	0.742	9.277	84.25
26.2	5.78	0.655	8.821	0.742	9.252	84.16
26.1	5.75	0.655	8.786	0.742	9.245	83.89
26.0	5.73	0.655	8.753	0.741	9.231	83.82
25.9	5.71	0.655	8.719	0.741	9.229	83.51
25.8	5.69	0.655	8.684	0.741	9.223	83.23
25.7	5.67	0.654	8.664	0.741	9.219	82.95
25.6	5.64	0.654	8.631	0.740	9.214	82.79
25.5	5.62	0.654	8.597	0.740	9.202	82.57
25.4	5.60	0.654	8.562	0.740	9.202	82.23
25.3	5.58	0.653	8.544	0.740	9.193	82.01
25.2	5.56	0.653	8.510	0.739	9.186	81.86
25.1	5.53	0.653	8.475	0.739	9.180	81.58

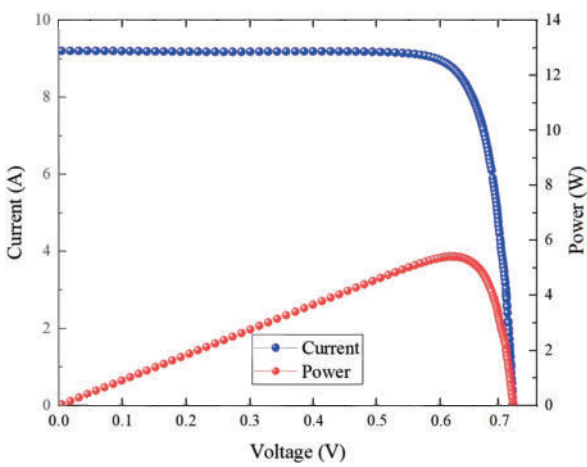
产品外观 (mm)



产品设计

尺寸	210*105±0.5mm Φ233.85±0.5mm	TkVoltage: -(0.25±0.01)%/K
厚度	130±13μm	TkCurrent: +(0.04±0.004)%/K
正面	18主栅(银), 120根副栅 蓝色抗反射膜(氮化硅)	TkPower: -(0.29±0.025)%/K
背面	18主栅(银), 116根副栅 蓝色抗反射膜(氮化硅)	Rsh≥50Ω, Irev2≤0.5A

IV 曲线



背面电性能参数

Eff (%)	Pmpp (W)	Vmpp (V)	Impp (A)	Voc (V)	Isc (A)	FF (%)
≥ 21.5	4.74	0.622	7.621	0.723	8.031	81.64
21.0~21.5	4.63	0.620	7.468	0.723	8.022	79.83
20.5~21.0	4.52	0.619	7.303	0.722	8.016	78.11
< 20.5	4.41	0.617	7.147	0.721	8.007	76.38
标准测试条件: 1000W/m², AM1.5, 25°C						
26.08.05						

申明: 鉴于技术进步与展品更新, 本规格书包含的各技术参数与电池产品可能存在偏差, 通威有权随时调整各技术参数, 本规格书最终解释权归通威所有。

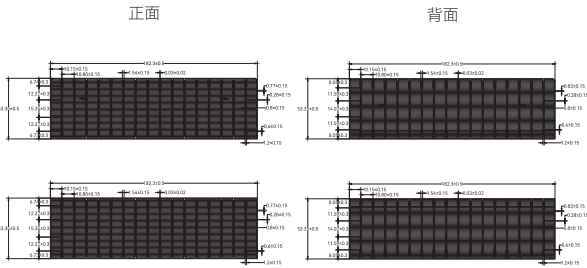
TNC 3.0-G12R

主力推广

正面电性能参数

Eff (%)	Pmpp (W)	Vmpp (V)	Impp (A)	Voc (V)	Isc (A)	FF (%)
26.8	2.61	0.661	3.948	0.745	4.107	85.29
26.7	2.60	0.66	3.939	0.744	4.105	85.12
26.6	2.59	0.659	3.931	0.744	4.102	84.88
26.5	2.58	0.658	3.922	0.744	4.099	84.62
26.4	2.57	0.657	3.913	0.743	4.096	84.47
26.3	2.56	0.656	3.904	0.743	4.094	84.19
26.2	2.55	0.656	3.890	0.743	4.091	83.95
26.1	2.54	0.656	3.874	0.743	4.087	83.69
26.0	2.53	0.655	3.866	0.742	4.081	83.62
25.9	2.52	0.654	3.856	0.742	4.085	83.20

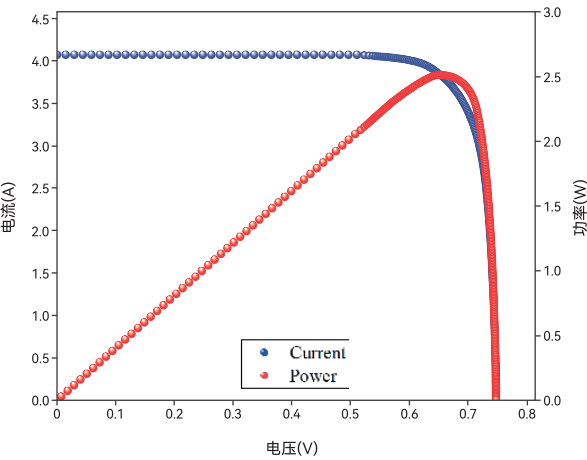
产品外观 (mm)



产品设计

尺寸	182.55*53.35±0.5mm	TkVoltage: -(0.25±0.01)%/K
厚度	130±20 μm	TkCurrent: +(0.04±0.004)%/K
正面	16主栅(银), 69根副栅 蓝色抗反射膜(氮化硅)	TkPower: -(0.29±0.025)%/K
背面	16主栅(银), 64根副栅 蓝色抗反射膜(氮化硅)	Rsh≥50Ω, Irev2≤0.5A

IV 曲线

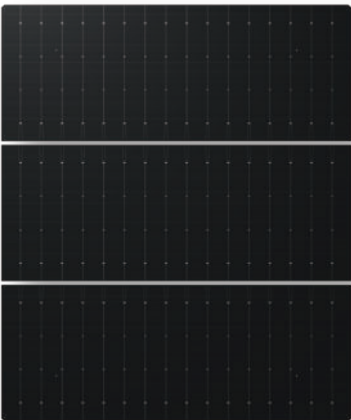
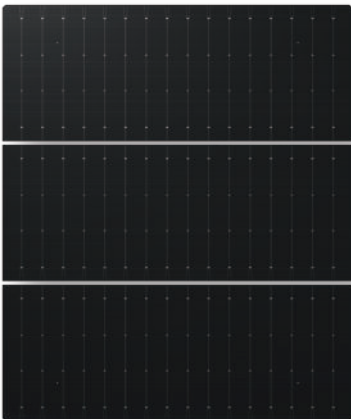


背面电性能参数

Eff (%)	Pmpp (W)	Vmpp (V)	Impp (A)	Voc (V)	Isc (A)	FF (%)
≥ 22.8	2.22	0.632	3.513	0.733	3.553	85.25
22.7	2.21	0.631	3.503	0.731	3.548	85.23
22.6	2.20	0.630	3.494	0.732	3.542	84.90
< 22.5	2.19	0.629	3.484	0.730	3.541	84.78
标准测试条件: 1000W/m², AM1.5, 25°C						
26.08.05						

申明: 鉴于技术进步与展品更新, 本规格书包含的各技术参数与电池产品可能存在偏差, 通威有权随时调整各技术参数, 本规格书最终解释权归通威所有。

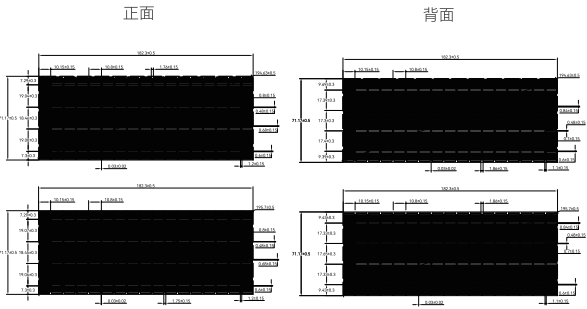
TNC 3.0-G12R



正面电性能参数

Eff (%)	Pmpp (W)	Vmpp (V)	Impp (A)	Voc (V)	Isc (A)	FF (%)
26.6	3.45	0.633	5.452	0.740	5.579	83.60
26.5	3.44	0.632	5.440	0.739	5.568	83.56
26.4	3.43	0.632	5.420	0.739	5.555	83.46
26.3	3.41	0.631	5.408	0.739	5.540	83.35
26.2	3.40	0.630	5.396	0.739	5.526	83.24
26.1	3.39	0.629	5.383	0.739	5.520	83.01
26.0	3.37	0.628	5.371	0.738	5.517	82.85
25.9	3.36	0.627	5.359	0.738	5.506	82.69
25.8	3.35	0.626	5.347	0.738	5.496	82.52
25.7	3.33	0.625	5.335	0.737	5.493	82.36
25.6	3.32	0.624	5.323	0.737	5.482	82.20
25.5	3.31	0.623	5.310	0.737	5.479	81.93
25.4	3.30	0.622	5.298	0.736	5.475	81.78
25.3	3.28	0.621	5.286	0.736	5.470	81.53

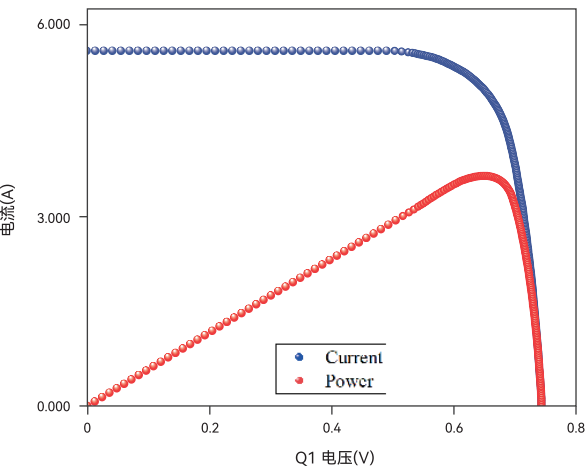
产品外观 (mm)



产品设计

尺寸	182.3mm*71.17mm±0.5mm Φ194.63mm±0.5mm, Φ195.7mm±0.5mm	TkVoltage: -(0.25±0.01)%/K
厚度	130±13μm	TkCurrent: +(0.04±0.004)%/K
正面	16根主栅, 104根副栅 蓝色抗反射膜(氮化硅)	TkPower: -(0.29±0.025)%/K
背面	16根主栅, 84根副栅 蓝色抗反射膜(氮化硅)	Rsh≥50Ω Irev2≤0.5A

IV 曲线



背面电性能参数

Eff (%)	Pmpp (W)	Vmpp (V)	Impp (A)	Voc (V)	Isc (A)	FF (%)
> 23.5	3.10	0.595	5.208	0.704	5.146	85.53
22.5-23.0	2.94	0.585	5.030	0.698	5.137	82.07
22.0-22.5	2.87	0.576	4.990	0.698	5.090	80.91
< 22.0	2.82	0.571	4.939	0.696	5.066	79.99
标准测试条件: 1000W/m², AM1.5G, 25°C						
26.08.05						

申明: 鉴于技术进步与展品更新, 本规格书包含的各技术参数与电池产品可能存在偏差, 通威有权随时调整各技术参数, 本规格书最终解释权归通威所有。

2.1.3 通威TNC电池： 助力打造高可靠性组件产品

“通威智造，安全可靠”应用TNC电池的通威组件，其可靠性达到IEC双倍标准，处行业一线水平。

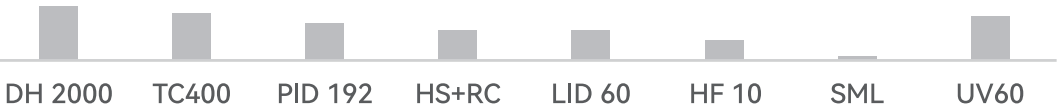
TNC 组件

TNC 系列组件搭载 TNC 电池与多项电池提质增效技术。通过各项加严可靠性测试，各项性能按照严于双倍IEC标准的通威内控标准把关，实现行业标杆级表现。



可靠有“证”，全球信赖（TÜV莱茵认证）

5% IEC标准



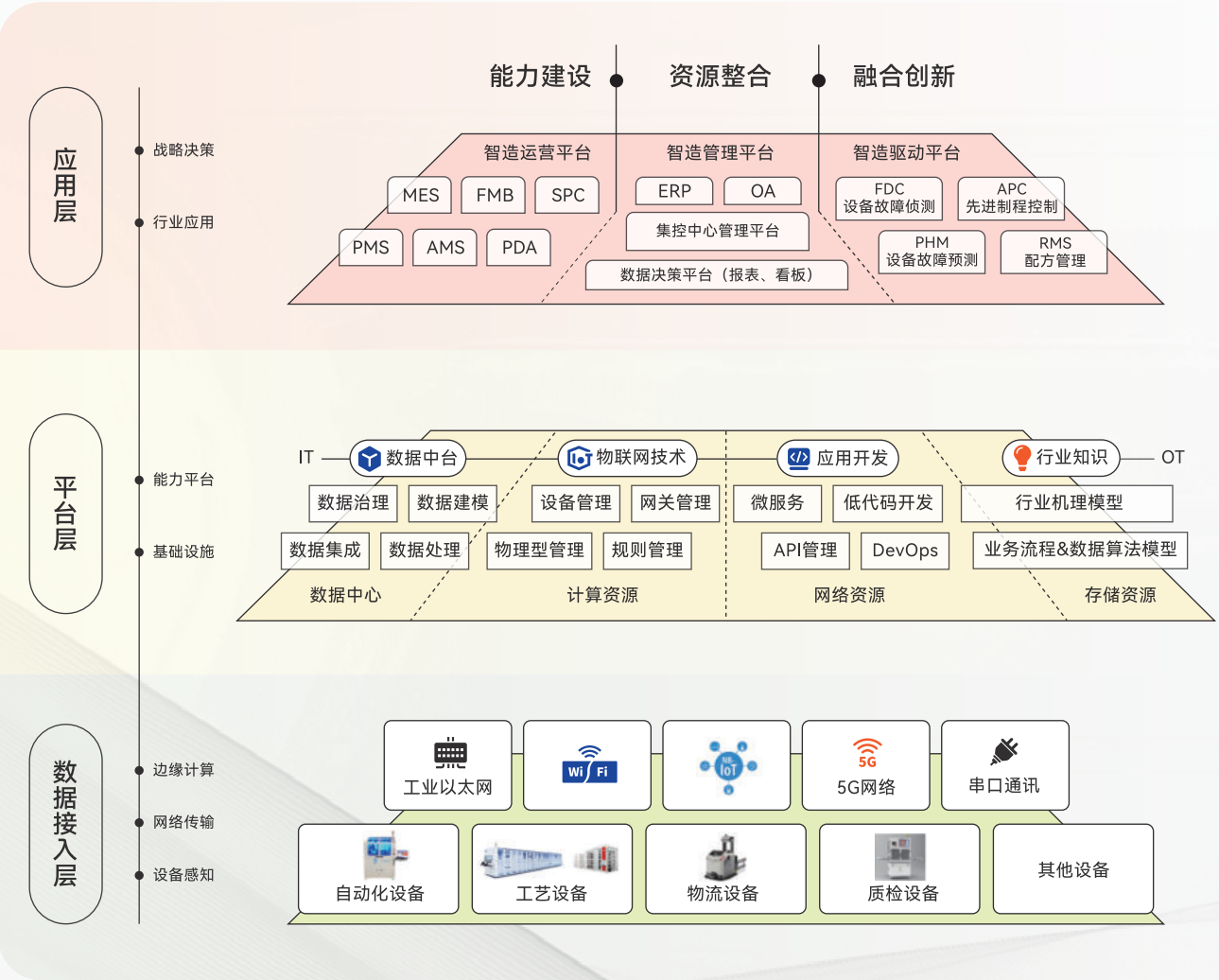
TNC 产品可靠性表现（功率衰减：%）

2.2 智慧工厂

围绕智慧工厂建设，通威太阳能持续推进生产体系的数字化与智能化升级，通过自动化设备协同、生产数据实时采集与智能分析，实现制造过程的高效协同与精益管控，持续提升产品一致性、生产效率与运行稳定性，为规模化、高质量制造提供坚实支撑。



2.2.1 数字化智能工厂整体架构“1+1+3+3”战略



* 通威太阳能数字化智能工厂整体架构

“1”个基础平台

建立涵盖基础设施、数据中台、物联网技术、应用开发及融合行业知识的工业互联网基础平台，实现信息化基础、核心平台和协同集成建设三个重要提升目标，支撑工业应用的高效开发与运维。

“1”个接入体系

通过EAP系统和设备数字化改造，统一设备接入标准规范，实现数据采集和片级追溯；构建工业控制网络，实现自动化设备、工艺设备、检测设备及其他设备的快速接入与互联互通。

“3”个提升阶段

整个数字化转型过程需经历能力建设、资源整合、融合创新三个提升阶段，并伴随企业组织优化变革。

“3”个智造应用平台

以数字化基础能力提升为起点，以工业互联网平台为基础，通过既有系统集成与新工业应用开发形成智造运营、管理、驱动三大应用板块，推动企业智能制造转型升级。



* 通威太阳能智能化平台

2.2.2 通威太阳能: 电池工业4.0生产车间

作为致力于打通光伏全产业链、迈向新一代“光伏之王”的通威股份,在 TNC 电池制造技术路线上具备行业领先的综合实力。早在 2021 年中,通威便率先开发出适用于大尺寸电池的 PECVDPoly 沉积 N 型电池技术路线,并于 2022 年实现规模化量产。通威电池生产线全面采用工业 4.0 智能化制造体系,产品制造过程标准化、统一化、自动化,产品质量安全稳定、可靠性卓越。

工业4.0智慧园区数字化生产车间



200+
智能制造线



3000+
智能运输机器人



工业4.0
高效自动化电池生产线



全球领先
光伏行业5G应用基地



5G专有频段
稳定性高达99.999%

2.2.3 数字化用例全景

降低成本	效率提升	质量控制	设备	供应链
- 基于运筹学模型的全工序多目标智能排产 - 基于AOI图像识别和AGV联动的柔性返工处理 - 管式设备自动闭环调优 - 车间机械表自动点检系统 - 石墨舟自动搬运系统 - 石英舟自动搬运系统 - 自动化拆包机 - FQC成品自动收料机 - 镀膜真空泵尾排自动控制系统 - 台面纸自制 - 清洗设备氢气含量自动检测控制系统	- 十亿级大数据模型驱动的端到端电池效率优化 - 基于智能分析的闭环效率管控 - 高价值物料使用优化的深度学习模型 - 高价值耗材寿命预测的智能化 - 基于数据采集完成电池片级Wafer ID追溯 - 关键工艺的数字化监控和自动化实施 - 智能化工艺参数点检 - 方阻模型预测 - SMBB测试改造项目	- 基于CNN/DNN镀膜厚度的智能检测及大数据赋能的优化控制 - 基于硅片级追踪的质量问题闭环管理 - 基于全流程来料质量的监控系统 - 高阶过程异常诊断 - 全流程图像综合诊断 - 大数据EL智能分图 - EL智能复判 - 网版自动化检验 - 方阻自动测试分析 - 减重自动测试分析	- 基于高阶分析的数字化能源管理系统 - 基于GenAI专家系统的设备OEE管理 - 基于设备主动报警的诊断 - 机台健康度评估及故障预防性维护建议 - 报警功能手环推送 - 电子流程工单	- 电池产品智能组托 - IGV小车工序物料转移 - 室外5G无人叉车 - 智慧园区管理 - 智能仓储管理 - 智慧财务管理 - 数字化ERP4.0
			厂务安环	智能办公
			- 厂务智能运维系统 - EHS安全平台 - 报警信息及时推送 - 能源管理系统 - 水平衡体系 - 制冷系统提效 - 耗材寄售管理系统	- 光伏网盘 - i通威 - 创意中心 - FBC流程中心 - 光伏学习中心

凭借在智能制造领域的卓越实践和出色的企业管理水平,打造工业4.0数字化智能工厂,构建数据驱动,智能运营的“数字通威”、“智慧通威”。



* 通威太阳能灯塔工厂智能制造系统图

片级追踪

传统电池片追溯按批次和花篮进行追溯，数据颗粒度太粗，无法精准定位。异常分析排查需要人工反查所需时间长，无法快速进行溯因分析。

通威太阳能开发电池片单片追溯管理系统，通过 EAP 和设备实时交互，MES 根据规则对每张电池片生成虚拟 ID，记录电池片实物与虚拟 ID 的位置变化，形成每张电池片的生产履历。



实现电池单片级的信息追溯，能定位到具体炉管、舟，厂内测试分选前电池片全生产数据打通：

- 1. 现场通过使用单片追溯系统快速定位异常片位置，快速响应，根因定位平均耗时 <30s，且极大提升不良追踪的准确率，及时排查异常和处理异常，减少定位期间不良品的持续产出。
- 2. 系统持续收集“产品特性 - 过程特性”相关联的大数据，为建立模型、训练 AI 提供了高质量的数据支撑，驱动工艺、生产模型的不断优化，助力企业降本增效进程。

2.2.4 精益管理案例

提高电池效率类

提高电池效率类是光伏电池的核心课题，提升效率类改进的方式也是多种多样。

概括下来，主要有四个维度：

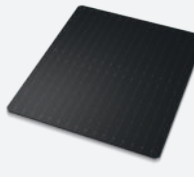
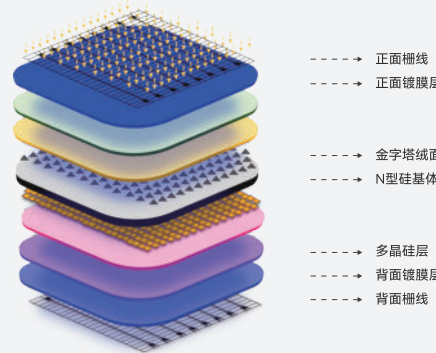
- 1、设计端的结构与材料优化
- 2、工艺端技术优化与创新
- 3、制造端的过程参数调优与稳定
- 4、供应链的协同优化

本例从制造端的维度来讨论如何提升效率，同时需注意UV可靠性和湿重的等指标影响。

解决逻辑：

- 1、爆炸电池结构 2、对应效率因子 3、锁定改善工序范围和过程因素 4、验证效率影响

核心工具建议：爆炸图 + 微观流程图 + SOV变异源分析 + 假设检验 + DOE实验设计

法	术	器	示例
D	Y效率的定义与分解		$Y \text{ 转化效率} = \frac{\text{电池片功率}}{\text{电池片面积} \times \text{光照幅度}}$$= \frac{\text{开路电压} \times \text{短路电流} \times \text{填充因子}}{\text{电池片面积} \times \text{光照幅度}}$ 注：电池片面积，单位面积光照幅度为固定值
M	分析 Y 效率相关的制备结构 分析影响 Y1 Uoc（开压）主要结构 分析影响 Y2 Isc（短流）主要结构 分析影响 Y3 FF（填充）主要结构 根据影响效率的制备结构，去锁定相关的制造工序，排序优先级作为项目范围。	爆炸图 流程图	 电池片  硅片 制绒 减反绒面 Y2 硼扩 制作PN结 Y1 / Y2 / Y3 碱抛 去边缘BSL +抛光 Y2 / Y3 Poly N面钝化 Y1 / Y2 背膜 背面钝化保护层 Y1 / Y2 正膜 正面减反保护层 Y1 / Y2 ALD P面钝化 Y1 / Y2 RCA 去BSG +边缘Poly Y2 / Y3 退火 N面多晶硅形成 Y1 / Y2 浆料/网版 丝网烧结 制作电极 Y1 / Y2 / Y3 二次烧结 欧姆接触 Y1 / Y2 / Y3 测试分选 成品分级分档 包装入库 清洗 高温 镀膜 丝网

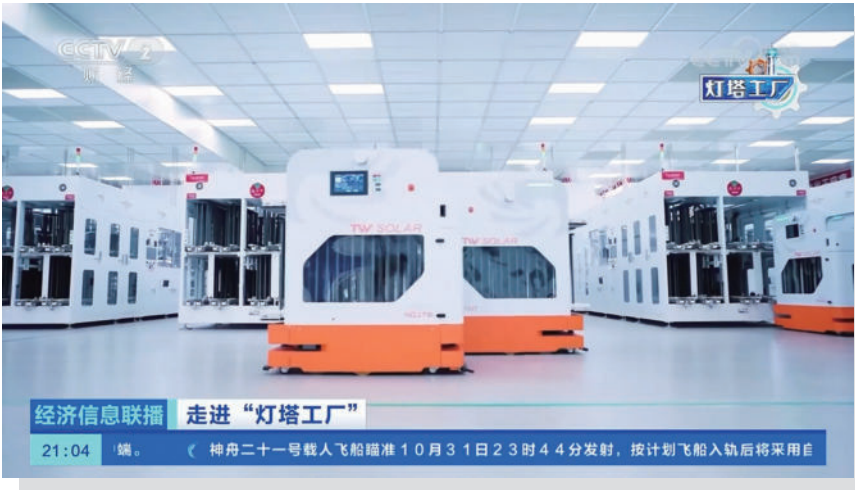
A	对各段工艺 结合工艺原理，从专业角度 查找效率影响因子Xs	系统图	工序 工步 工作要素 失效影响 扩散 抽真空 抽真空速度 抽速过慢影响工艺时间 抽真空 低压压力值 压力大小影响分子自由程 对沉积速率及均匀性影响较大 检漏 炉管、炉门 是否漏气 漏气导致气体纯度 及浓度降低 升温 升温时间 及速率 温度过低影响 磷沉积速率 前氧化 通气方式 进气管断裂或针孔 影响气流方向 前氧化 氧化步时间 氧化步时间越，氧化层越厚 对沉积阻碍作用越大 前氧化 氧化步温度 氧化步温度越高，氧化层越厚 对沉积阻碍作用越大 前氧化 氧化步流量 氧化流量越大，氧化层越厚 对沉积阻碍作用越大 前氧化 氧化步压力 压力越高，管内氧气密度越大 生成氧化层越厚
---	-------------------------------------	-----	--

主要参考：2023Q3眉山公司《TOPCon SE效率提升改善项目》。（内部文件，经授权使用）

2.2.5 通威“灯塔工厂”

2025 年 9 月 16 日，世界经济论坛（WEF）公布最新一批“灯塔工厂”名单，全球共 12 座工厂新入选。通威太阳能眉山公司为此批次全球光伏行业唯一入围工厂，这意味着全球光伏电池行业首个“灯塔工厂”诞生，这不仅是四川省本土企业首家“灯塔工厂”，更标志着中国光伏产业在智能制造与数字化转型领域再一次走在世界前列。

通威太阳能眉山公司部署了超过 50 个 4IR 应用案例，其中大部分基于人工智能：利用机器学习进行工艺优化、借助生成式人工智能进行维护，并采用先进的人工智能算法来分析缺陷。这一转型使电池光电转换效率提高了 12%，缺陷率降低了 41%，转换成本降低了 37%，二氧化碳排放量降低了 33%。



▲ 2025年10月30日，央视财经《走进“灯塔工厂”》聚焦报道通威太阳能眉山公司“灯塔工厂”



PART 3

第三章 高效

TONGWEI

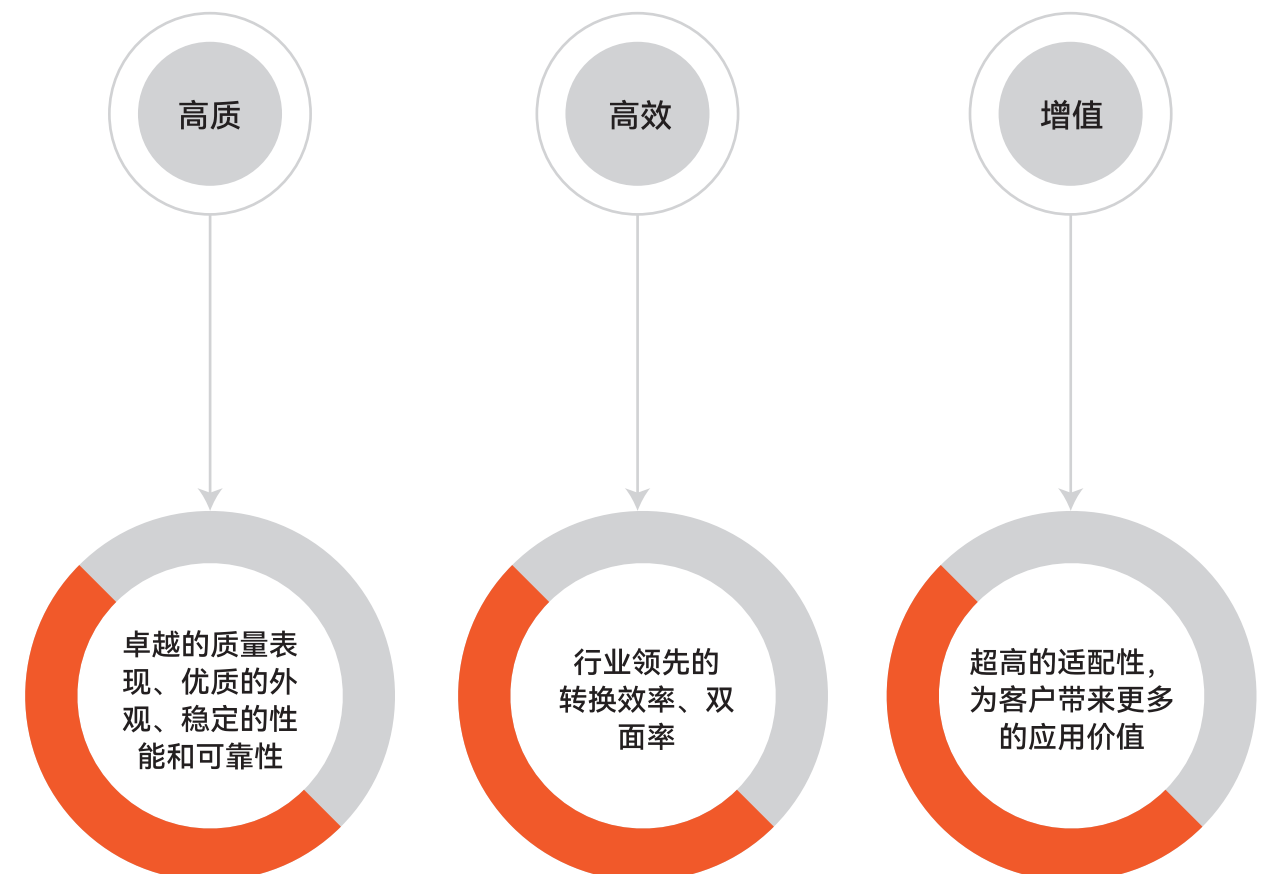
3.1 引领行业

3.1.1 制造核心技术

通威N型电池技术

TNC电池采用N型硅片作为衬底，具有优异的少子寿命和抗光衰性能。正面覆盖SiNx减反射膜和AlOx钝化膜，优化光吸收和表面钝化效果。背面由超薄隧穿氧化硅层和掺杂多晶硅层构成钝化接触结构，显著降低表面复合和金属接触复合，提升转换效率。

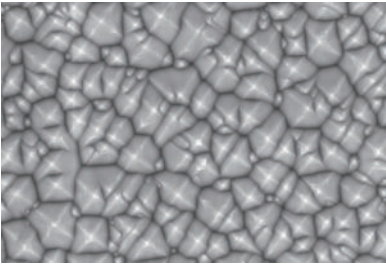
通威TNC电池 3 大特征



TNC电池制造核心技术

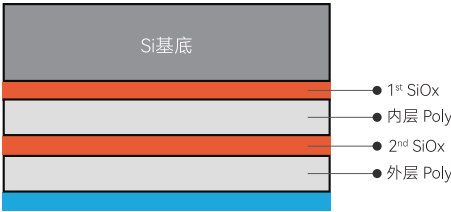
自TNC系列电池实现量产以来, 通威太阳能持续优化自主研发的N型电池平台, 在转换效率、可靠性等方面取得了显著成果。

先进制绒技术



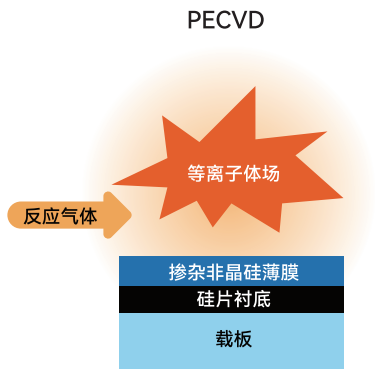
通威自主研发的先进二次制绒技术, 有效优化电池表面的金字塔微结构, 使其分布更加均匀, 将反射率控制在 9% 以下, 增强光吸收能力, 提升电池效率。

双钝化接触技术



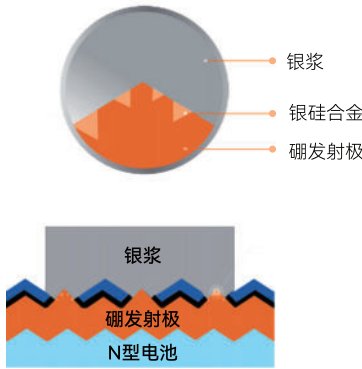
双钝化接触技术有效降低爆膜风险和掺杂原子内扩, 明暗片比例下降 50%, 效率提升 0.05%, 同时可显著提升产品可靠性。

PE-Poly 量产技术



通威主导的 PECVD 技术路线, 已成为 TOPCon 电池的主流技术路线。与 LPCVD 技术相比, 通威 PE-Poly 量产技术具备更高的效率、更低的能耗、更高的良率。

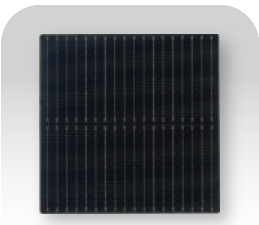
二次烧结技术



依托通威自主研发的专用烧结设备在能量集中性与可控性方面的优势, 降低金属复合和接触电阻, 电池效率提升 0.3%-0.4%。

3.1.2 TNC电池技术平台

为组件端客户提供定制化高效率电池解决方案



TNC
电池效率升级!

通威太阳能依托光伏全产业链的协同优势, 从硅料、硅片、电池、组件技术同步推进改良升级方案, 灵活响应并满足客户对高功率电池产品的需求。

未来通威 TNC 电池技术将不断创新, 致力于 TNC 电池的提质增效!

人
Man

——专业团队体系
研发、工艺、检测、质检、客户服务全链条。通过体系化培训与能力认证确保每个环节可控、稳健、专业。

机
Machine

——先进装备与自动化能力
通过自动化、5G智能化生产装备, 确保产品一致性、高效率和大规模稳定输出。

料
Material

——材料质量管理体系
从供应商选择到来料检验, 全流程建立严格的材料质量控制体系, 确保电池片生产的输入端稳定可靠。

法
Method

——工艺与质量控制方法
以标准化、流程化、数字化为核心, 通过系统方法确保工艺稳定、产品一致、产线可控。

环
Environment

——制造环境与洁净度管理
优质制造环境是电池片高一致性和高效率的前提。通威通过环境、洁净度、安全管控, 确保产品从环境端得到保障。

测
Measurement

——通威光伏检测中心
通威光伏检测中心按照 CNAS 标准建设, 覆盖材料端、电池端、组件端的完整检测能力, 是产品质量稳定性的重要底座。

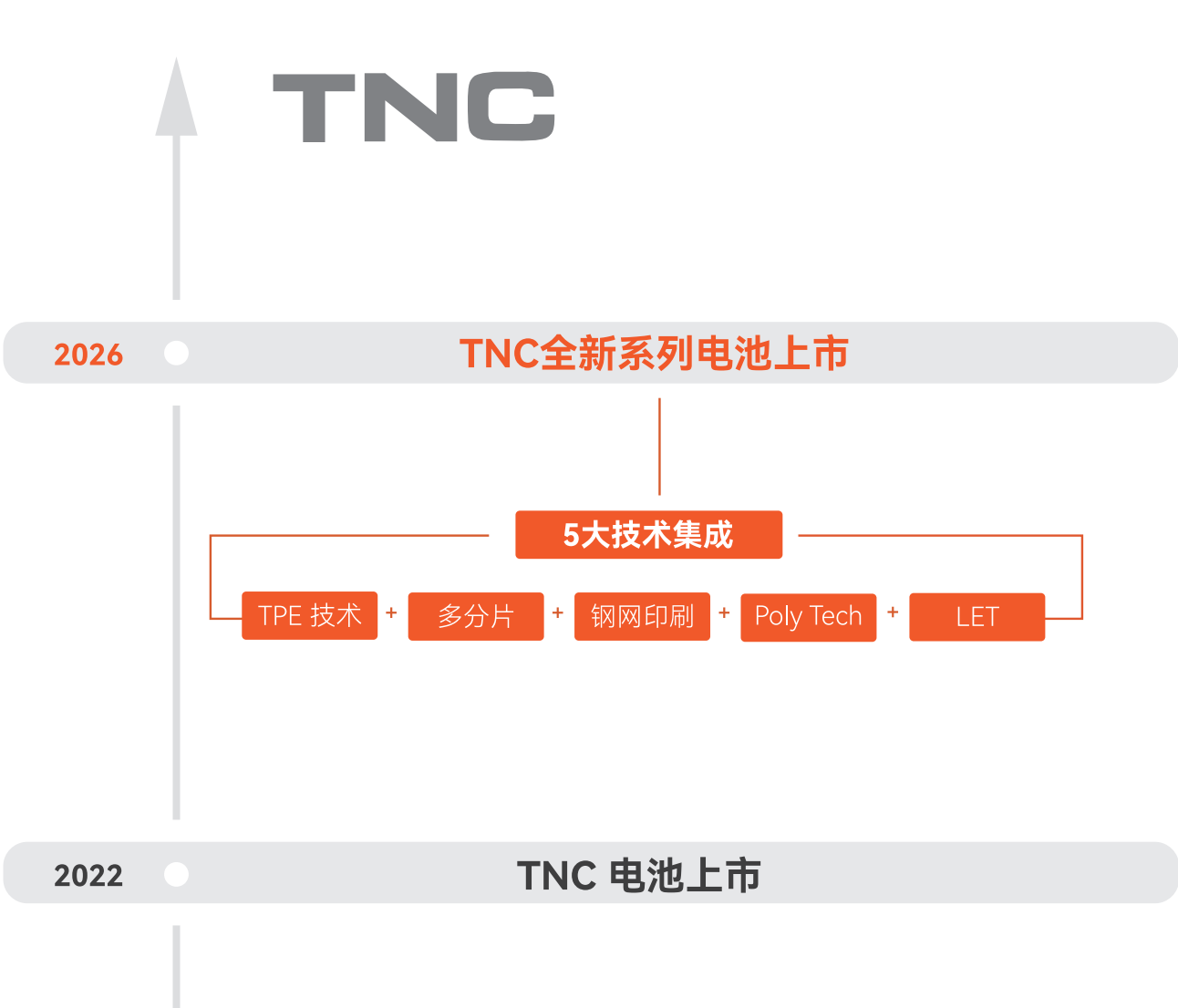
多项电池提质增效方案, 用以满足客户对高功率电池的定制化需求。
具体提效方案及细节, 请与通威太阳能电池技术团队沟通。

3.2 突破创新

3.2.1 TNC电池高质高效增值产品路线

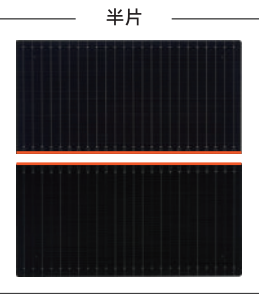
通威太阳能将持续聚焦TNC电池产品高质高效增值，预计到2026年12月，TNC电池效率将突破27%。

TNC 系列
电池产品概念图



TPE半片电池方案

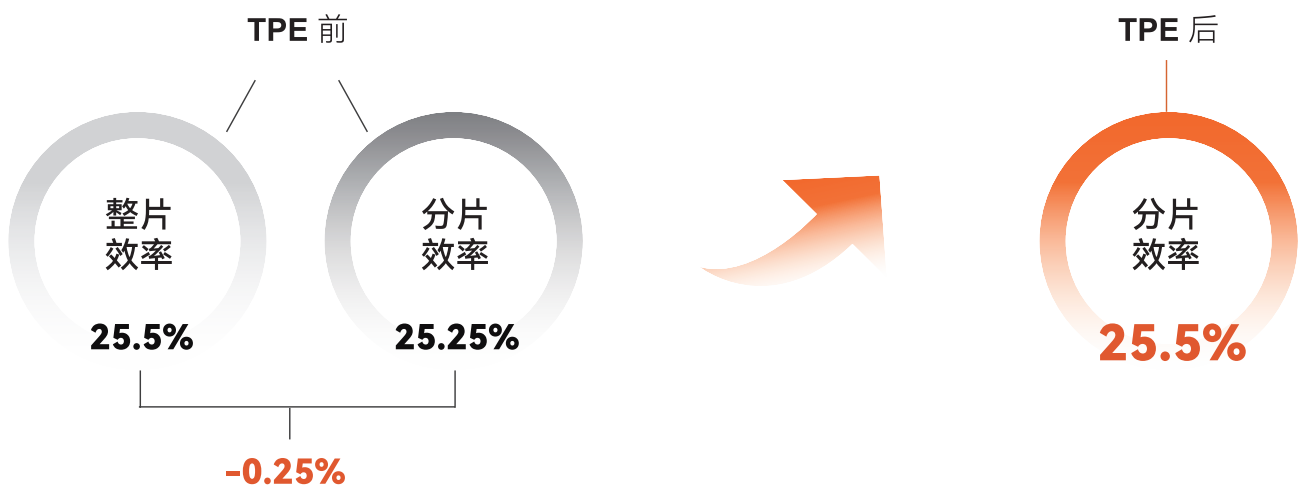
适用于对半片电池有直接需求的组件端客户



常规封装技术需要对电池进行划片，造成电池边缘损伤，导致组件功率下降。

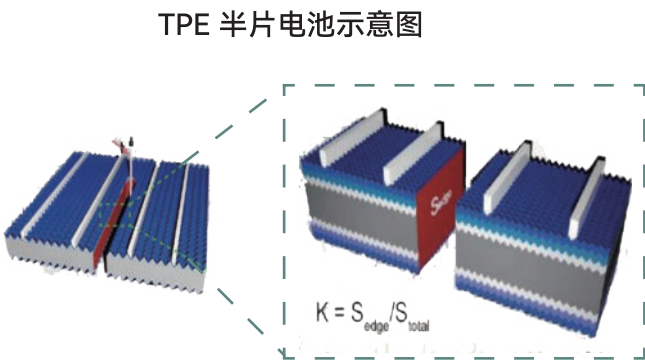
针对该问题，通威创新性地开发了 TPE 半片电池技术，在电池制造端完成分片工艺，并在切割面侧壁镀一层钝化膜，完全修复划片损伤。

采用 TPE 半片电池技术的产品，出货效率提升 0.25%，同时钝化膜保护层可以保护电池边缘免受环境因素的影响，从而延长电池的使用寿命。



采用TPE技术的半片TNC电池
相较常规整片TOPCon电池

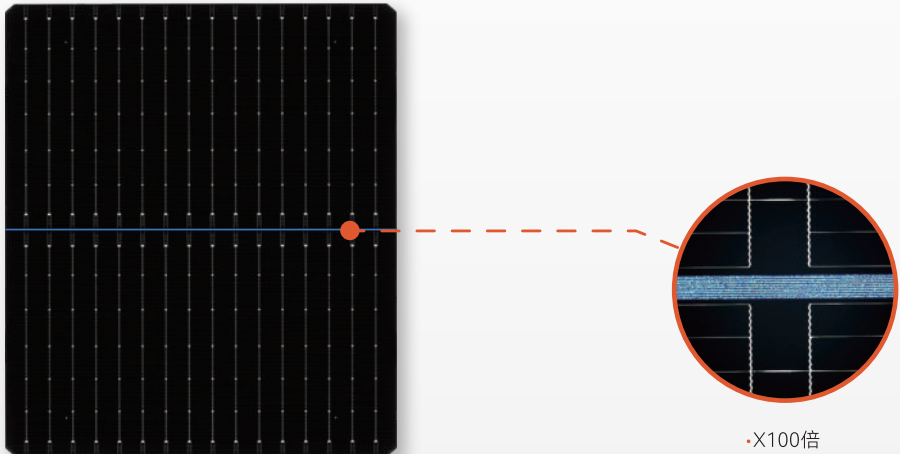
- ✓ 半片交付
省略组件端切片环节
- ✓ 综合单瓦制造费用
下降约3厘/W
- ✓ 半片电池绝对效率
提升**0.25%**
- ✓ 电池耐候性、可靠性
显著提升



注：数据来源通威内部实验室

LET

为组件端客户提供定制化高效率电池解决方案



通过在划片处开槽减少切割损伤，再对开槽处进行镀膜钝化，减少组件划片损伤。



电池整片交付，组件无需额外改造



实现组件功率提升**2W**

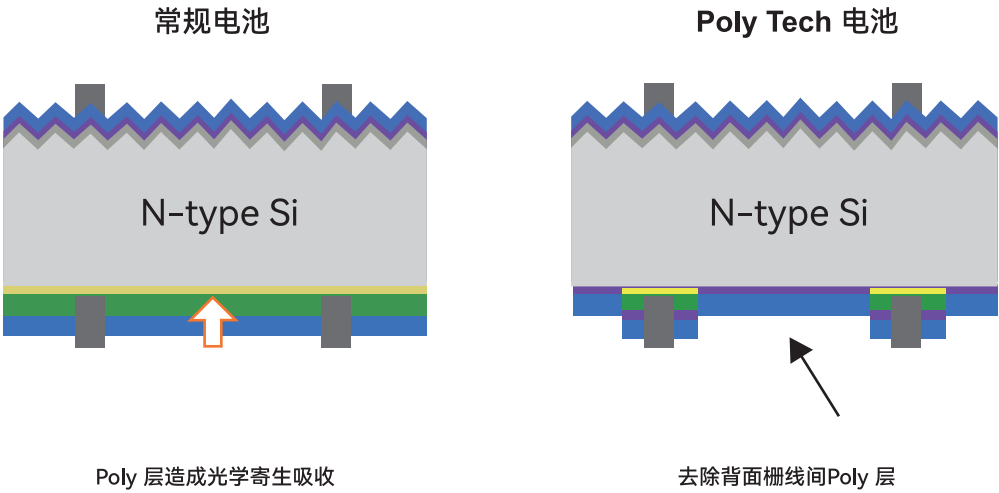
Poly Tech 高双面率电池技术

为组件端客户提供定制化的高双面率 N 型电池产品解决方案

TOPCon 电池背面存在的多晶硅膜层会引起光学寄生吸收，导致长波段光响应下降，造成光学损失。

为解决该问题，通威开发 Poly Tech 技术，通过去除栅线间多余的多晶硅，降低寄生吸收引起的光学损失，并增加背面钝化膜层，保证产品可靠性。

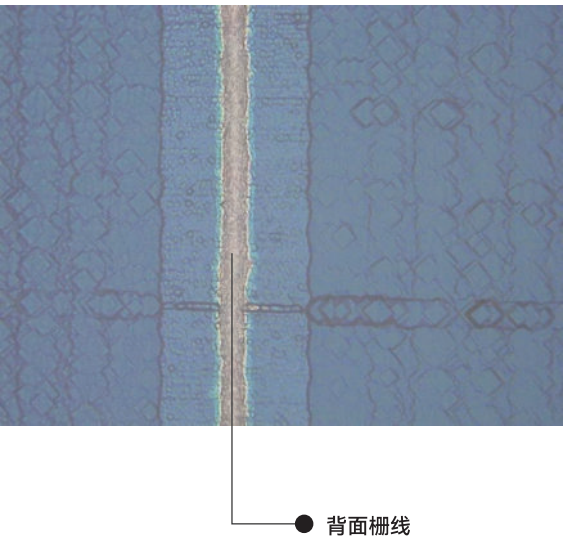
采用 Poly Tech 技术的 TNC 电池，效率提升 **0.15%**。同时组件双面率提升 **5%**。



采用Poly Tech技术的TNC电池
相较常规TOPCon电池

- ✓ 电池效率提升 **0.15%**
- ✓ 组件端单瓦制费下降约 **2** 厘/W
- ✓ 组件双面率提升 **5%**

Poly Tech
电池背面效果图

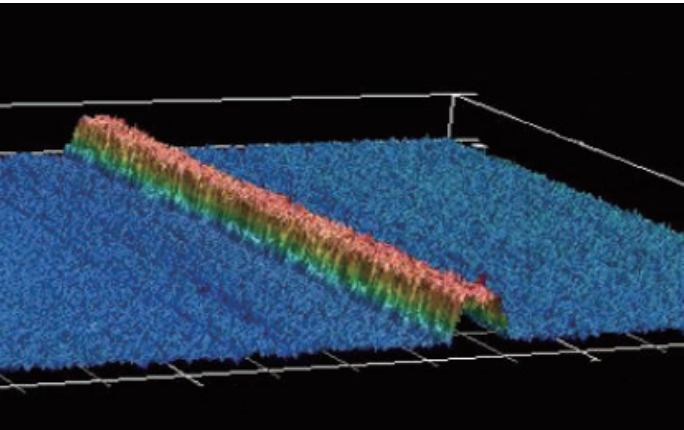


注：数据来源通威内部实验室

钢网印刷

为组件端客户提供定制化高效率电池解决方案

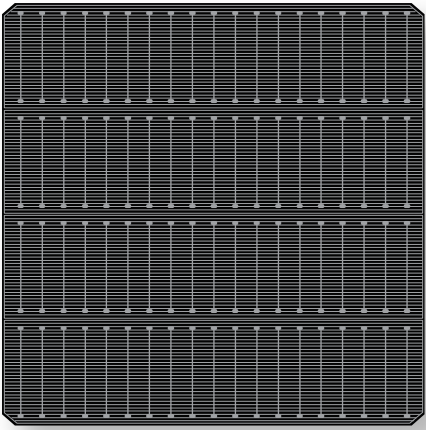
“通威基因”TNC电池制造核心技术



-  使用钢网印刷栅线线形更饱满，线电阻更低
-  使用钢版印刷线宽更窄，遮光更低
-  电池效率更高，可靠性更优

采用更先进，印刷质量更精细、更精准的钢网印刷技术制造电池。相较于常规丝网印刷工艺，钢网印刷不仅提升了栅线的电流传导能力，同时有效降低正面栅线遮光面积，从而显著提升电池的电性表现。

多分片介绍



-  **提高功率**
组件内阻损失 $Q=I^2R$ ，多分片技术降低电流，功率提升 **> 10W**。
-  **提升安全**
热斑温度降低10-20℃，降低热失控风险，实现组件本质安全。

3.2.2 TNC电池高质高效增值产品路线

光伏技术研发布局 · 四川

成都双流 全球创新研发中心

TNC研发线
HJT/THL中试线
TBC中试线
钙钛矿/晶硅叠层实验室
组件研发中心
切片研发线
材料理化实验室
电池测试实验室
光伏检测中心(组件)

乐山

永祥硅材料研发中心
晶体生长研发线

盐城实证基地

海南实证基地

光伏技术研发平台资质

国家级企业技术中心
四川省工程技术研究中心
四川省工程研究中心
成都光伏检测中心(CNAS认证)
合肥光伏实验中心(CNAS认证)

光伏技术研发知识产权

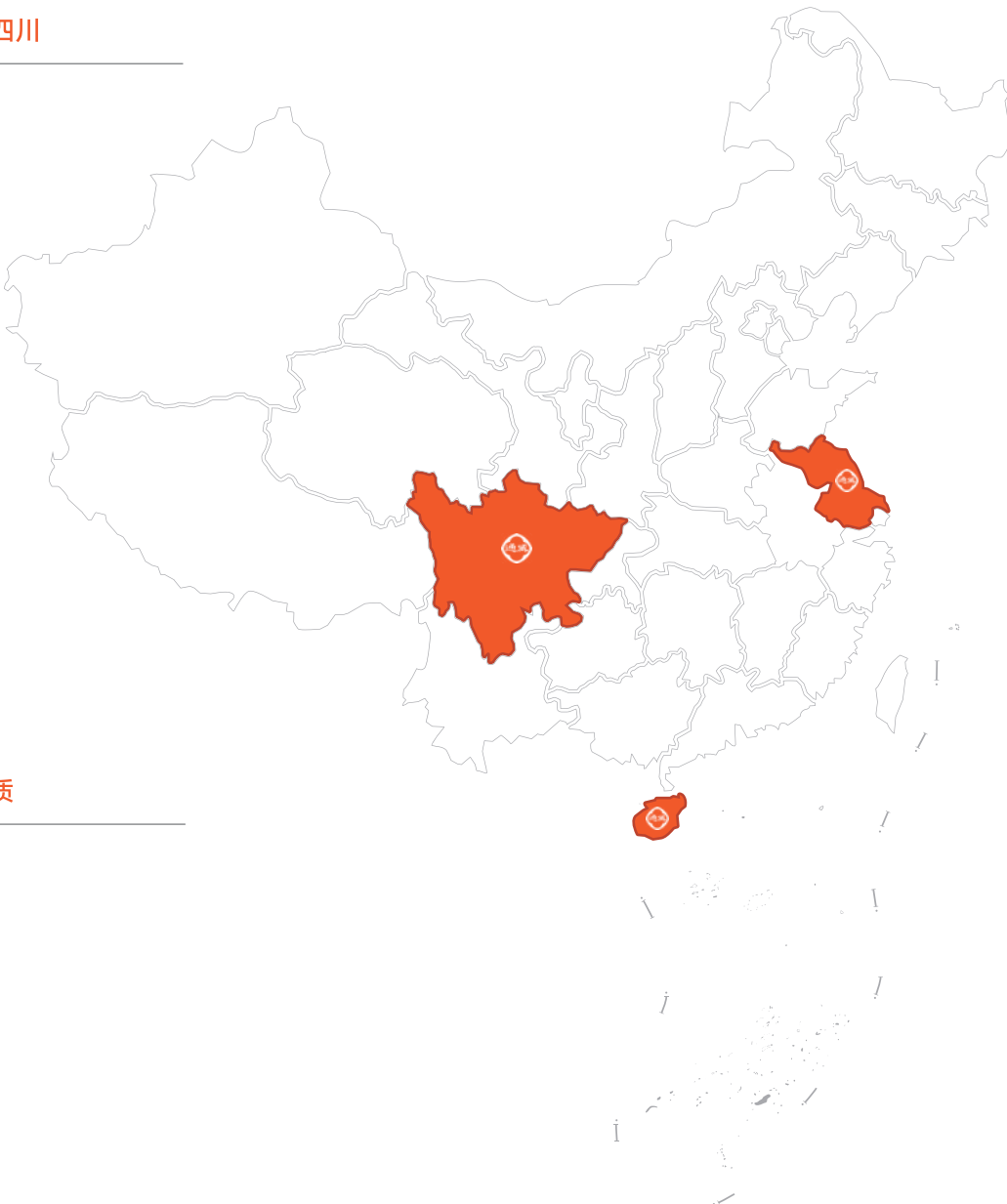
截至2025年，
通威光伏板块共计授权专利数量3521件
国家知识产权优势企业
中国专利奖优秀奖
四川省专利奖一等奖

研发团队

通威股份光伏首席技术官邢国强博士：行业知名技术专家，曾担任国家863项目第一负责人和首席专家

通威研发聚集超1300名高级研发技术人员，构建一支专业完备、技术过硬、研发能力卓越、前瞻性突出的核心技术创新团队

*截止2025年，公司研发体系在岗博士：25人，硕士：146人



3.2.3 专利证书



▲ CD2320422-2023112890963-250923 发明专利证书
钙钛矿薄膜的制备方法、薄膜、钙钛矿电池和叠层电池

▲ CD2421237-2025105624086-250923 发明专利证书
太阳电池及其制备方法、光伏组件

▲ AH2210353-2022114818481-250411 发明专利证书
激光开槽加工系统及其加工方法



▲ AH2210362-2022115188395-250121 发明专利证书
太阳电池及太阳电池的制备方法

▲ AH2210360-2022110662188-241011 发明专利证书
硅片制绒清洗工艺、太阳电池及其制备方法

▲ 发明专利证书-2021101773967
一种高光电转换效率的HJT电池及其制备方法

***境外专利覆盖**
中国、美国、德国、法国、英国、荷兰、奥地利、日本、韩国、澳大利亚、印度、土耳其、沙特阿拉伯等**20余个国家**。

***涵盖技术领域**
TOPCon、BC、HJT、钙钛矿叠层、半片组件、0BB组件等多个技术领域。

***截至2025年，通威光伏板块共计授权专利数量3521件。**

PART 4

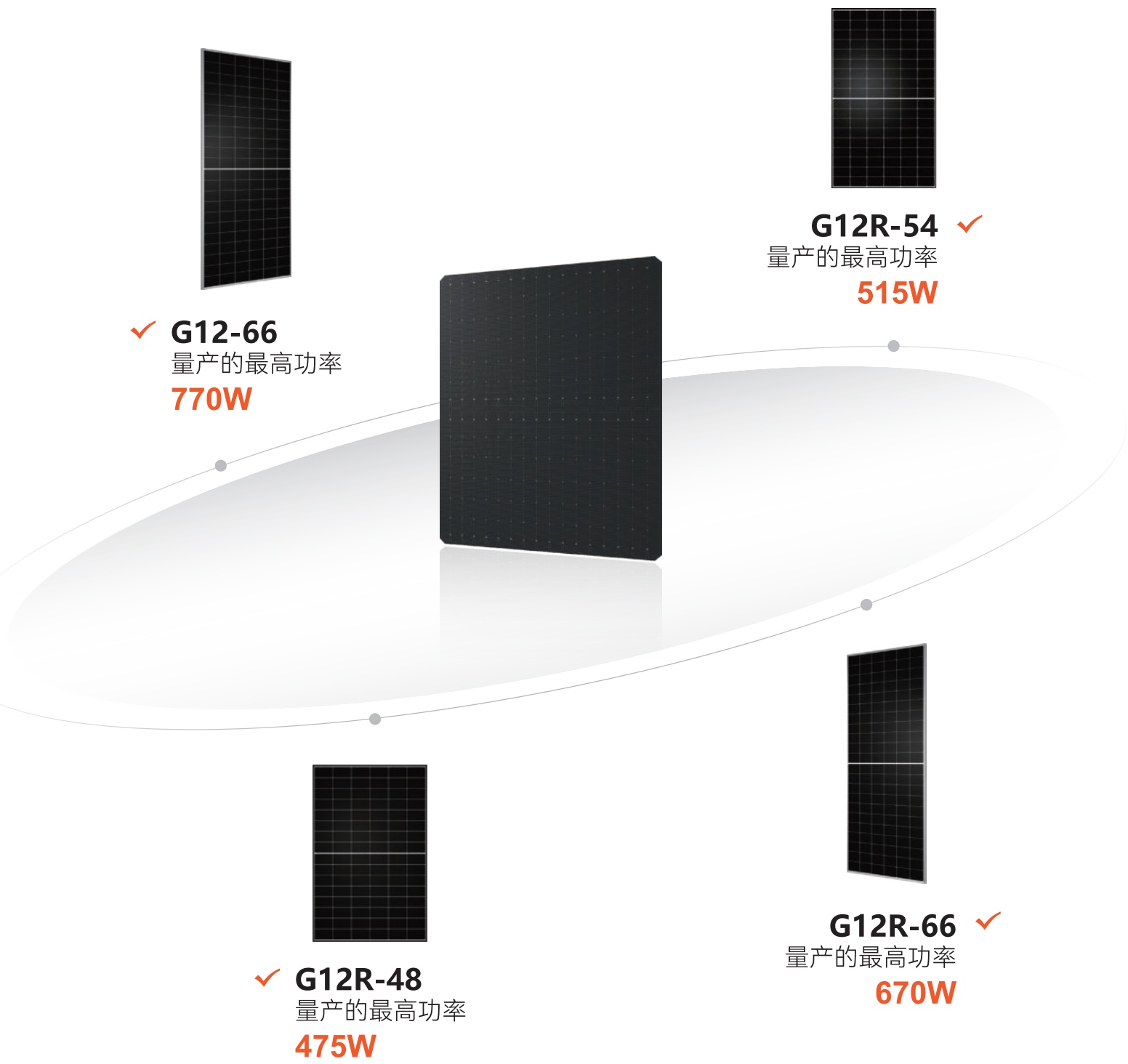
TONGWEI

第四章 增值



4.1 功率增益

4.1.1 为客户增值



4.1.2 应用场景

户用场景



广西创维小阳楼光伏项目
项目容量 | **199.8kW**



新西兰户用屋顶项目
项目容量 | **240.78kW**



澳洲商铺屋顶项目
项目容量 | **30.71kW**

地面电站场景



青海共和90万千瓦
光伏项目
项目容量 | **900MW**



荷兰地面电站项目
项目容量 | **13.62MW**



华电墨竹工卡扎雪牧光
互补光伏发电项目
项目容量 | **100MW**

工商业场景

4.2 绿色低碳

4.2.1 通威碳足迹认证



华电遂宁安居江淮汽车一期光伏项目

项目容量 | 194.5kW



安徽铜陵企事业单位光伏项目

项目容量 | 10MW



瑞士工商业屋顶项目

项目容量 | 1MW

渔光一体



江苏南京龙袍电站

项目容量 | 53MW



山东东营黄河口电站

项目容量 | 195.5MW



天津大港电站

项目容量 | 72MW



法国ADEME碳足迹证书



必维碳足迹证书



TÜV莱茵碳足迹证书



CQC碳足迹证书

4.2.2 可接各类溯源订单

溯源订单(清洁的供应链)

- 我司原则上从组件追溯至硅料，按订单具体需求可追溯至硅粉 / 金属硅；
- 考虑到各工序生产计划安排，一般需要于下单前 30 天确定订单的溯源可执行性。

溯源资料(信息化的溯源管理)

- 资料追溯逻辑：购销合同链接各工序；工序内部通过“批次号”链接采购、生产、销售环节；
- 信息化程度：采购、生产、销售和运输等环节可通过 ERP、MES 和 WMS 等信息系统追溯。

溯源审厂(权威机构溯源能力认可)

通过多家权威机构溯源审核：

- TÜV 莱茵
- PI BERLIN
- STS
- SINOVOLTAICS

4.3 ESG

环境绩效

环保投入
12.45 亿元
碳足迹及EPD认证
26 项
循环及再利用水比例
98.04%
可再生能源电力使用量同比增加
28.00%
可再生能源电力使用占比
64.01%
范围一、二、三碳排放总量同比下降
16%
废弃污染物排放同比下降
27.97%
废水污染物排放同比下降
33.96%
废弃物排放总量同比下降
19.98%

社会绩效

研发人员同比增长
26.94%
员工平均培训时长
82.03 小时/人
研发投入
26.73亿元
新增授权发明专利数同比增长
88.66%
光伏板块主要原材料供应商签订 社会责任承诺书比例
100%
光伏板块主要原辅材料供应商 签订冲突矿产采购承诺比例
100%

管治绩效

女性董事占比
33.33%
独立董事占比
33.33%
商业道德审计
117次
内部监审问题处理率
100%
反不正当竞争导致的诉讼案件
0起
ISO 37301合规管理体系认证数量
6

国际可持续发展倡议响应



通威股份加入联合国全球契约组织 (UNGC)



通威股份签署联合国妇女署 “赋权予妇女原则”(WEPS)



通威股份加入“ISSB国际可持续披露准则先学伙伴计划”



供应商ESG评级SHOW I
通威股份(五星杰出)



通威股份加入 RE100



通威股份加入 中国ESG联盟



通威股份加入企业碳中和行动(CCNA)

- 通威股份参与发起并签署《数字化生态文明国际气候行动倡议》
- 通威股份共同发起“中国可再生能源企业全链条赋能非洲共创计划”
- 通威股份参与发起并签署“减污降碳协同增效赋能计划”倡议

PART 5

第五章 合作共赢

TONGWEI

5.1 全球合作伙伴



客户授予的荣誉奖项（近年）

国内荣誉 DOMESTIC HONORS



海外荣誉 OVERSEAS HONORS

