



光照未来：光伏组件企业 可持续披露观察与建议



绿色江南公众环境关注中心

2025年1月

目录

前言.....	1
一、数据来源与方法.....	2
二、光伏组件企业能耗情况.....	3
三、光伏组件企业水耗情况.....	6
四、光伏组件企业温室气体排放情况.....	8
(一) 年度温室气体排放量情况.....	8
(二) 年度温室气体排放强度情况.....	14
(三) 产品碳足迹管理情况.....	19
五、环境违法情况、环保节能投入与“三废”管理情况.....	22
六、光伏组件企业可持续披露水平仍需提升.....	26
(一) “垂直一体化”战略下，光伏组件企业应更注重绿色低碳发展.....	26
(二) 光伏组件企业应重视绿色供应链建设，加强范围三温室气体信息披露.....	26
(三) 光伏组件企业需重点关注产品碳足迹，积极应对光伏产品贸易壁垒.....	27

前言

为了实现《巴黎协定》设定的目标，避免气候变化带来的潜在风险和高昂成本，国际社会正面临着紧迫的任务。在此背景下，将可再生能源装机容量在 2030 年前提升至三倍成为一项关键指标。随着全球能源转型加速及中国“双碳”目标的推进，光伏产业不仅迎来了发展机遇，也面临着更高的信息披露要求。

近年来，全球可持续发展信息披露框架逐渐整合，欧盟与美国等地区已相继出台了相关政策法规，太阳能行业也发布了自身的 ESG（环境、社会和治理）标准。面对日益严格的国际标准和市场预期，光伏企业必须加强技术创新，深入贯彻 ESG 理念，以提高自身 ESG 绩效。2024 年，光伏行业显著增加了对 ESG 的投入，特别是自 5 月 1 日起生效的《上市公司可持续发展报告指引（试行）》，为企业的可持续信息披露提供了具体指导和框架。

2024 年 6 月，在伦敦气候行动周上，ISSB（国际可持续准则理事会）宣布了新的两年工作计划，旨在推动全球范围内可持续披露信息的协调融合。紧接着，在 11 月 20 日，中国财政部联合多部门共同发布了《企业可持续披露准则——基本准则（试行）》，标志着到 2027 年中国将逐步建立一套完整的国家统一可持续披露准则体系，并计划到 2030 年完成相关气候披露准则及其应用指南的制定。

根据《2024 光伏上市公司企业气候行动指数（CATI）报告》，尽管隆基绿能、晶科能源、阿特斯等十家光伏企业在绿色低碳转型方面表现突出，但整个光伏行业的气候行动仍有待进一步加强。鉴于此，绿色江南在阿拉善 SEE 东吴项目中心支持下对中国光伏产业链进行了详尽调研，并基于中国光伏产业协会公示

的名单、近三年出货量数据及行业专家意见，绘制了光伏行业图谱（注意：此图谱中部分企业涉及多个领域，重点参考企业主营业务和现有市场份额占比，图谱供行业参考并保持动态更新），评估光伏上下游产业链各环节的可持续披露情况。本期聚焦于光伏产业链核心部分——光伏组件企业，意在为光伏组件企业提供完善信息披露和制定减排目标的参考建议，促进全行业的可持续发展。

一、数据来源与方法

本期观察覆盖中国光伏产业协会公示名单、近三年出货量数据及行业专家建议以及其余公开信息等绘制的光伏行业图谱（图 1）中涉及光伏组件业务的 33 家企业，数据来源为国内主要光伏组件企业官方网站，公开发布的年报，ESG 报告，可持续发展报告以及各光伏产业协会公开渠道信息。

由于光伏组件的气候行动表现中的能耗，水耗，温室气体排放情况，环境投入与三废披露直接关联着企业气候与环境表现，因此对这几个领域的分析与观察，将了解光伏组件行业的整体环境表现提供参考，并有助于促进更加透明和负责任的可持续披露实践。

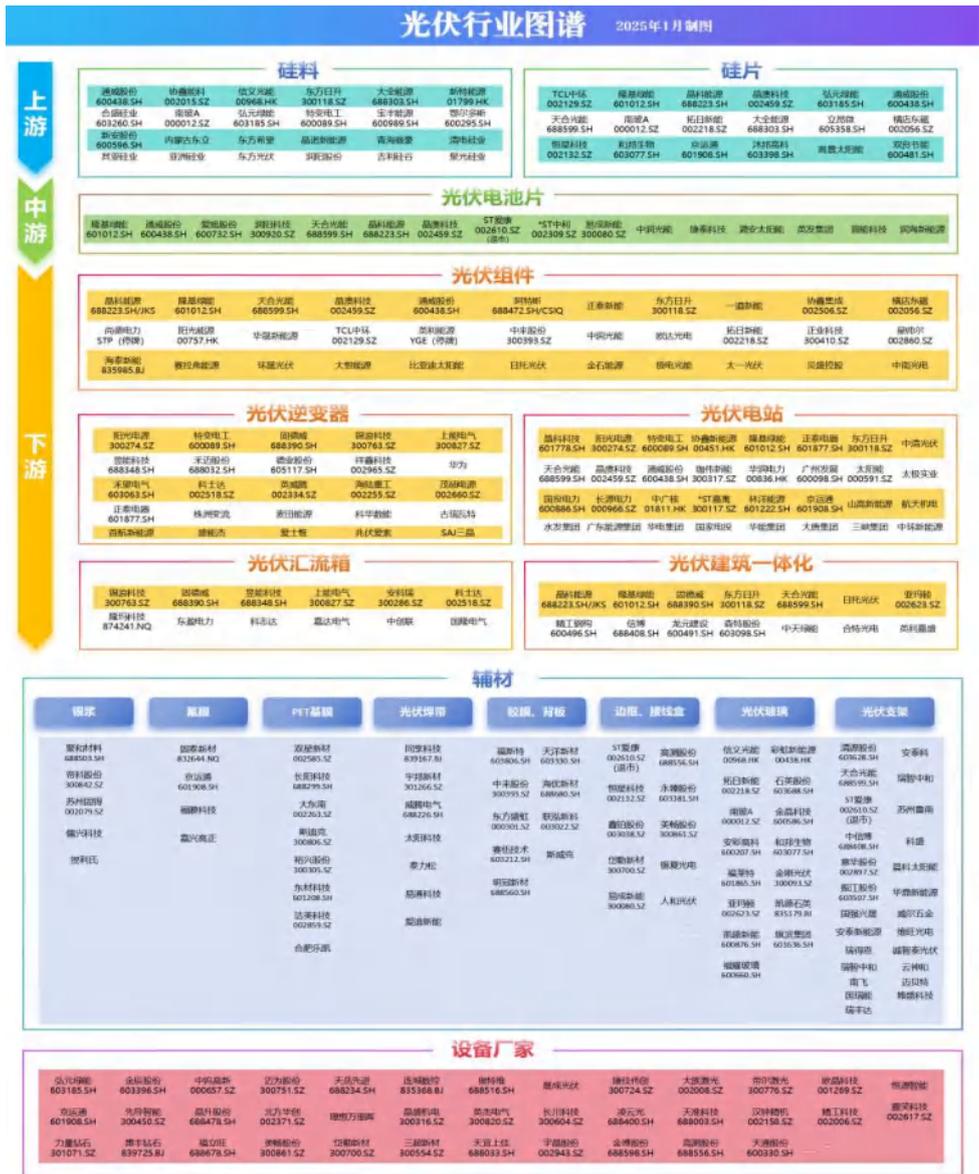


图 1 光伏行业图谱

二、光伏组件企业能耗情况

当前，光伏组件企业在进行能耗披露时所使用的统计单位不尽相同，涵盖了吨标准煤 (tce)、千瓦时 (kWh) 或兆瓦时 (MWh)、千焦 (kJ) 或吉焦 (GJ) 等多种单位。为了便于更直观地比较各组件企业的能源消耗表现，我们将其能耗数据统一折算为标准煤 (tce) 当量值以便于比较计算，结合企业当年度营收数据得出综合能耗强度 (tce/百万营收) 数据，依次排列制表。

表 1：光伏组件企业 2023 年度能耗情况

序号	企业	ESG报告披露数据	折算综合能耗强度 (tce/百万元营收)
1	 晶科能源	能源消耗总量3284713462.23万千焦	9,443.52
2	 中润光能	能源消耗总量12893712.97tce	719.24
3	 通威股份 TONGWEI CO., LTD.	综合能源消耗量总量3423569.21tce	24.61
4	 中环	能耗总量8188115.71兆瓦时	19.78
5	 隆基	综合能源消耗151.49万tce	11.70
6	 晶澳太阳能	综合能源消耗量799359.32tce	9.80
7	 横店东磁	能源消耗量192677.35tce	9.77
8	 中采股份 JOLYWOOD	能源消耗总量723108.65兆瓦时	8.43
9	 阿特斯	总能耗12225091GJ	8.13
10	 HUASUN 华晟新能源	综合能源消耗总量53864tce	7.78
11	 risen 东方日升	总当量值18571145tce	5.26
12	 Trina solar 天合光能	综合能耗515868tce	4.55
13	 协鑫集成 GCL 51	天然气315951m ³ 总电量473387732千瓦时 蒸汽6640立方米 汽油59974千克	4.41
14	 SUNTECH 尚德电力	天然气376413.92N立方米 外购电力9629.84万kwh 汽油3000升 自用光伏发电283.46万kwh	2.95
15	 ASTRONERGY 正泰新能	能源合计3034321.29GJ	2.83
16	 SUNGROW 阳光新能源	能源消耗总量107727.04MWh	2.14
17	 YINGLI SOLAR 中国·英利	外购电力消耗量7027万千瓦时 光伏发电使用量722万千瓦时 天然气消耗量67858立方米	1.46

值得注意的是，根据晶科能源 ESG 报告注释，2023 年能耗总量数据增大主要由于多个基地新项目投产，产能和出货量持续增加。但与此同时晶科能源已在通过光伏自发电量的提升与节能技改项目的能耗减少来加以积极应对。而中润光能其披露的能源消耗总量中，不仅包含光伏中游组件端能耗，还包含了其国内三个电池生产基地的能耗。由于光伏上游电池片生产涉及制绒、扩散、前氧、碱抛、后氧、镀膜、丝网等高耗电工艺，因此中润光能与一般光伏组件企业相较能耗更

高。对此，中润光能重点推进电池生产基地的工艺改进、设备升级、能源管理优化等措施，以降低能耗使用量。

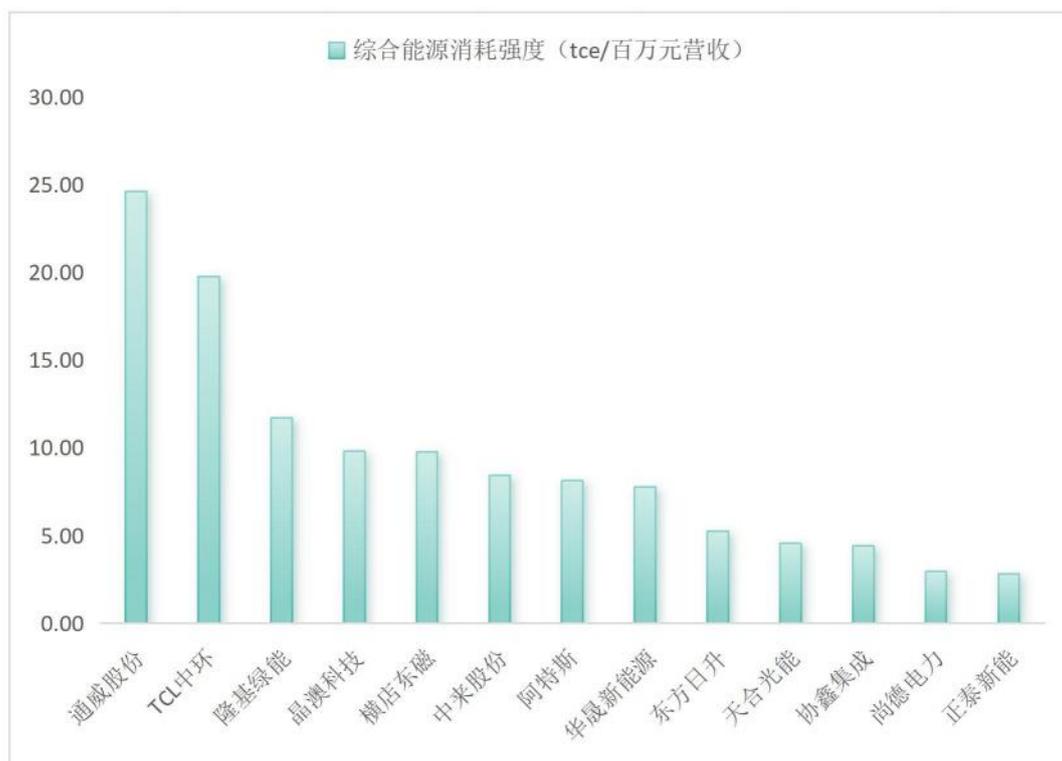


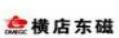
图 2 部分光伏组件企业 2023 年度折算综合能耗强度比较

2024 年 11 月 20 日，工业和信息化部发布 2024 年第 33 号公告，对《光伏制造行业规范条件》和《光伏制造行业规范公告管理暂行办法》进行了修订，对光伏产业运行与新产能建设提出了更加明确的要求。其中晶硅组件项目平均综合电耗小于 2.5 万千瓦时/MWp，薄膜组件项目平均电耗小于 40 万千瓦时/MWp。考虑到目前行业竞争态势，未来能耗要求或将进一步提高，目前虽未出台统一的能耗要求，但部分光伏组件企业已对能耗进行了测算和采取相关举措降低能耗。如出台相应规定，具备电耗和成本优势的先进产能和企业有望从中受益，而高能耗、低效率的企业则可能面临产能受限的困境。

三、光伏组件企业水耗情况

光伏制造行业用水量较大，且在某些工艺流程中需使用超纯水，对用水的要求较高。根据对光伏组件企业水耗情况分析可知，大部分组件企业的水耗量远低于前三年已披露的 A 股光伏企业平均单位营收水资源消耗量中位值 439 吨/百万营收，高于中位值的光伏组件企业仅晶科能源，行业整体用水量呈下降趋势。

表 2：光伏组件企业 2023 年度水耗情况 (1t=1m³)

序号	企业名称	ESG报告披露数据	折算水耗强度 (吨/百万元营收)
1	 晶科能源	净淡水总消耗量6214.6万吨	523.63
2	 中润光电	耗水量7807945t	435.54
3	 通威股份	耗水总量57076719.25t	410.32
4	 中来股份	用水量418.81万吨	341.63
5	 横店东磁	耗水量555.46万t	281.66
6	 华晟新能源	耗水量1233091t	178.00
7	 中环	总耗水量923.28万立方米	156.10
8	 尚德电力	无锡尚德取水398905t，外购中水244663t 凤阳尚德取水13802t	139.42
9	 阿特斯	耗水总量5544立方千米	108.05
10	 天合光能	总耗水量117774155t	103.84
11	 协鑫集成	耗水总量1647653立方米	103.19
12	 晶澳太阳能	耗水总量7306377.41m ³ 中水回用率94%	89.59
13	 隆基	耗水总量10922.8kt 中水回用率53.82%	84.35
14	 东方日升	耗水量2404376.4t	68.06
15	 阳光新能源	耗水总量340741立方米 密度47.37立方米/百万营收	47.37
16	 正泰新能源	总耗水量1101790.4t	30.10
17	 中银·新能	耗水总量14283t	2.29

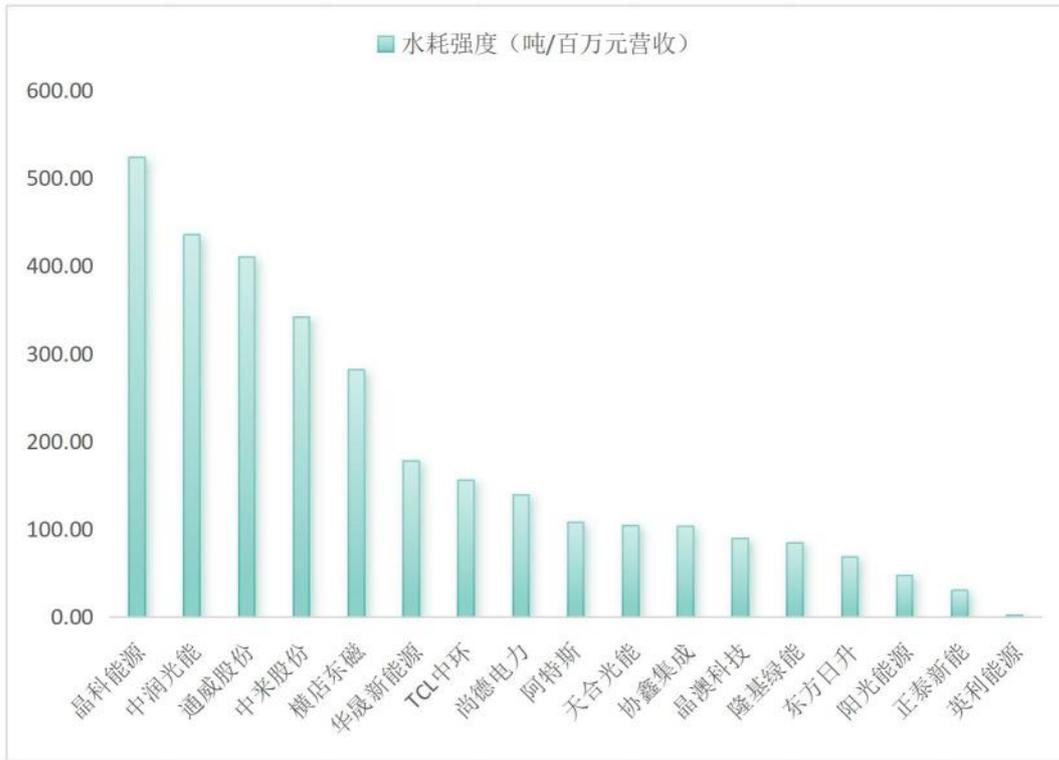


图 3 光伏组件企业 2023 年度折算水耗强度比较

从企业年耗水量来看，晶科能源、通威股份、天合光能和隆基绿能等几家企业的年耗水量均超过了千万吨。这些企业在水耗总量上的显著特点不仅与它们较大的出货量有关，更与其业务范围广泛涉及光伏产业链的上下游环节密切相关，尤其是在上游的硅料和硅片生产领域环节通常需要大量的水资源用于冷却、清洗和其他工艺过程，因此导致了较高的总体耗水量。

工业和信息化部近日印发的《光伏制造行业规范条件（2024 年本）》要求多晶硅项目水重复利用率不低于 98%；现有硅片项目水耗低于 900 吨/百万片，鼓励企业使用再生水；新建和改扩建硅片项目水耗低于 540 吨/百万片且再生水使用率高于 40%。在更高的水耗要求下，光伏组件企业需要进一步采取加强水资源管理，加大再生水使用等措施。

四、光伏组件企业温室气体排放情况

(一) 年度温室气体排放量情况

在温室气体排放数据披露方面，共有 19 家企业报告了其运营范围内的温室气体排放，即涵盖了范围一（直接排放）和范围二（间接排放，如外购电力产生的排放）的温室气体排放总量。其中 18 家企业还分别详细列出了报告期内范围一和范围二的具体温室气体排放量。对于更为复杂的范围三（价值链上下游活动产生的间接排放）温室气体排放量，则仅有 9 家企业披露了具体数据。

表 3：光伏组件企业 2023 年度温室气体排放情况

序号	企业名称	范围一（直接）温室气体排放量 (tCO ₂ e)	范围二（间接）温室气体排放量 (tCO ₂ e)	运营范围（范围一+范围二）温室气体排放总量 (tCO ₂ e)	范围三（其他间接）温室气体排放量 (tCO ₂ e)
1	 通威股份 TONGWEI CO., LTD.	1,212,243.29	13,980,776.04	15,193,019.33	50,902,399.97
2	 Jinko Solar 晶科能源	104,000.00	5,074,900.00	5,178,900.00	29,457,900.00
3	 LONGi 隆基	135,747.14	4,943,454.12	5,079,201.26	36,990,041.63
4	 TCL 中环	37,935.56	4,551,401.98	4,589,337.54	21,131,028.76
5	 JA SOLAR 晶澳太阳能	109,178.00	2,762,785.00	2,871,963.00	24,351,855.00
6	 阿特斯	54,982.00	2,274,291.00	2,329,273.00	803,362.00
7	 Trinasolar 天合光能	107,700.00	1,989,700.00	2,097,400.00	21,438,400.00
8	 SolarSpace 中润光能	111,155.87	1,098,643.45	1,209,799.32	2,792.74
9	 横店东磁	70,981.59	774,094.19	845,075.78	/
10	 risen 东方日升	58,895.04	718,189.65	777,084.69	/
11	 ASTROENERGY 正泰新能源	7,537.55	446,536.48	454,074.03	/
12	 中来股份 JOYWOOD	23,500.08	336,323.21	359,823.29	/
13	 HUASUN 华晟新能源	26,167.87	277,792.40	303,960.27	/
14	 DASOLAR 一纬新能源	943.05	280,646.24	281,589.29	/
15	 协鑫集成 GCLSI	1,309.95	250,992.40	252,302.35	14,408,778.00
16	 YINSHI SOLAR 亿晶光电	/	/	71,939.00	/
17	 SUNGROW 阳光新能源	235.27	60,554.45	60,789.72	/
18	 SUNTECH 尚德电力	829.3	56,809.96	57,639.26	/
19	 OSDN 欧圣达	117.34	14,543.11	14,660.45	/

由上表可知，运营范围的温室气体排放总量排名，与企业市场份额与产量呈正相关。值得注意的是，通威股份在其公布的温室气体排放数据中汇总了旗下多个子公司的信息，涵盖了从农业饲料到光伏产业链的各个环节，包括通威农发、通威食品、通威永祥、通威太阳能、通威组件以及通威新能源等。因此排放总量数据相对较高。

1.范围一温室气体排放量情况

根据国际排放核算工具温室气体（GHG）核算体系，范围一温室气体排放量是指企业拥有或控制的排放源所产生的直接排放量，即与企业生产环节直接相

关，涵盖消耗烟煤、柴油、天然气、汽油产生的排放，以及水泥生产等的制程排放等。

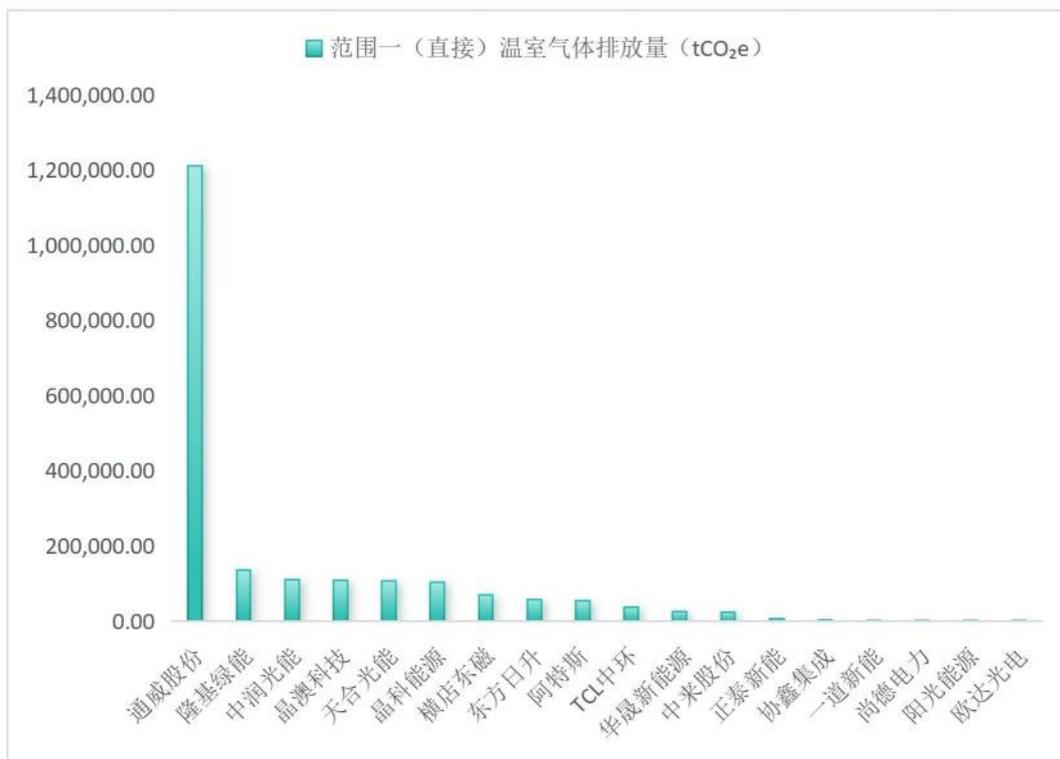


图 4 光伏组件企业 2023 年度范围一温室气体排放量

根据披露的范围一（直接温室气体排放）数据，有 6 家企业的排放量超过了 10 万吨，它们分别是通威股份、隆基绿能、中润光能、晶澳科技、天合光能和晶科能源。其中，通威股份范围一直接温室气体排放量超过 100 万吨，位居首位。

2.范围二温室气体排放量情况

范围二温室气体是指公司消耗的外购电力、热力或冷源产生的间接排放。此部分通常在企业运营范围温室气体排放总量中占比较大，需要重点关注并采取针对性降碳措施。

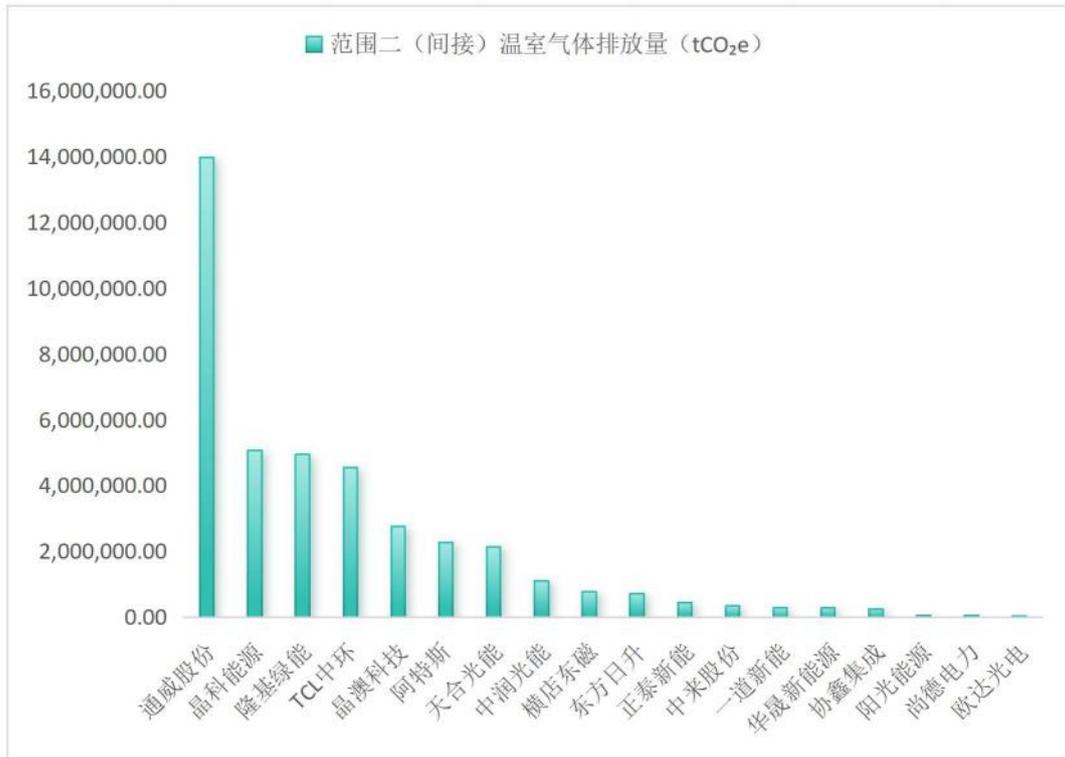


图 5 光伏组件企业 2023 年度范围二温室气体排放量

对于范围二（间接排放）的排放量，排名前五的企业依次为通威股份、晶科能源、隆基绿能、TCL 中环和晶澳科技。针对光伏组件企业而言，单独统计并分析范围二的温室气体排放情况至关重要。这不仅有助于企业识别电力消耗等关键环节中的高排放活动，还能够推动节能降碳技术的升级以及运输方式的优化，从而进一步提升整体降碳效率。

3.运营范围（范围一+范围二）温室气体排放情况

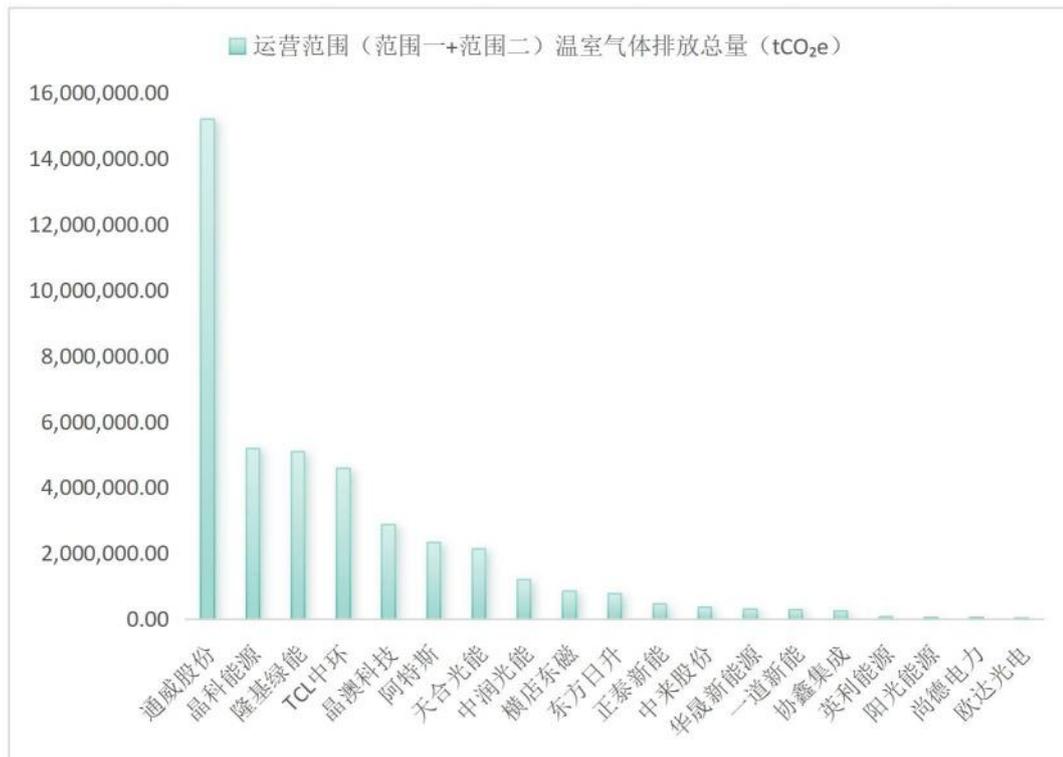


图 6 光伏组件企业 2023 年度运营范围温室气体排放量

由图可以直观看出，运营范围温室气体排放量排名几乎与企业市场份额与产量密切相关。通威股份、晶科能源、隆基绿能等行业头部企业同时也是运营温室气体排放总量较高的企业。

4.范围三温室气体排放量情况

温室气体范围三的排放涵盖了一个公司价值链中所有其他间接排放源，包括但不限于购买的商品和服务、与燃料及能源相关的活动、上游运输和配送以及员工的通勤和商务旅行等。这类排放通常占据了企业总排放量的重要部分，因此对其进行有效管理和减少也是实现全面减排目标不可或缺的一环。

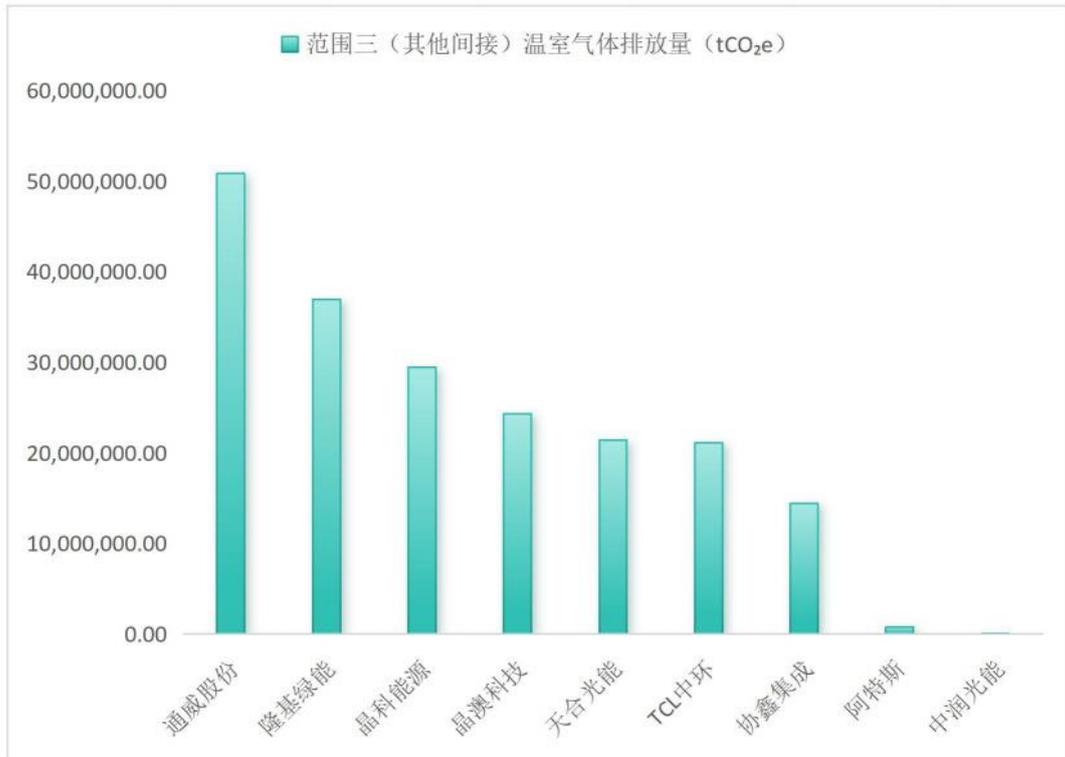


图 7 光伏组件企业 2023 年度范围三温室气体排放量

在披露温室气体排放量的企业中，仅有 9 家同时提供了范围三（价值链中所有其他间接排放）的详细数据。除阿特斯和中润光能外，其余七家企业的范围三温室气体排放量均超过了千万吨。其中，通威股份报告了 5090 万吨、隆基绿能 3699 万吨、晶科能源 2946 万吨的范围三温室气体排放当量，分别位居前三。

客观上，相较于范围一（直接排放）和范围二（外购电力和热力产生的间接排放），范围三的排放计算更为复杂，涉及面更广，因此也更具挑战性。但是仍有部分企业在此部分披露表现亮眼。例如，阿特斯不仅对范围三的排放进行了全面盘查，还特别区分了其中上下游运输、分配、租赁资产的气体排放量，并进行了详尽的解释说明。这为企业后续评价规划减排降碳工作与绿色供应链建设提供宝贵的数据支撑。

2023年和2022年范围三排放量见下表:

范围三		2023		2022	
分类	描述	温室气体排放 (tCO ₂ e)	占比	温室气体 (tCO ₂ e)	占比
类别1. 购买的产品和服务	购买自来水、施工、餐饮等服务产生的温室气体排放。	6,661	1%	4,264	2%
类别4. 上游运输和分配	包括两部分的温室气体排放，一是生产硅棒、硅片、电池、组件的原材料运输，包括货车、飞机、船舶等；二是销售产品(组件、逆变器、储能产品)的运输，包括根据运费条款(如DDP、DAP、FOB、CIF)公司负责的运输部分。	604,718	75%	251,913	98%
类别9. 下游运输和分配	销售产品的运输过程中产生的温室气体排放，包括根据运费条款(如DDP、DAP、FOB、CIF)公司不负责的运输部分。	111,649	14%	未核算	未核算
类别13: 下游租赁资产	承租人范围一和范围二温室气体排放量。	80,334	10%	未核算	未核算
总计		803,362	100%	256,177	100%

2023年，公司温室气体总排放量(包括范围一、二和三)采用基于位置的方法计算为3,132,635 tCO₂e，采用基于市场方法计算为3,118,469 tCO₂e。总体比2022年的排放量增加了102%。排放量增加的主要原因是电池生产基地的增加和现有工厂产量的显著增加，特别是硅棒、电池和组件工

厂。但是我们节能措施抵消了部分的增长，这也是2023年范围一排放量相对于2022年有所减少的原因。由于电池工厂的天然气的消耗量减少，固定燃烧产生的温室气体排放量从2022年的8,843 tCO₂e减少到2023年的1,365 tCO₂e。

图 8 阿特斯关于范围三温室气体排放量相关说明

明确范围三的排放数据对于企业梳理和把控供应链中的温室气体排放情况至关重要，这有助于企业深入推进绿色供应链建设，从更广泛的维度推动行业减污降碳成效。因此我们建议更多光伏组件企业重视绿色供应链建设，主动加强披露范围三温室气体排放数据与说明的披露。

(二) 年度温室气体排放强度情况

计算企业温室气体排放强度指标，通常使用以下公式：

企业温室气体排放强度=企业运营范围温室气体排放总量/经济产出（如营业收入）或物理产出（如产量）。

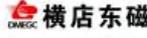
因此，企业的年度温室气体排放强度可以通过两种主要方式呈现：

基于物理产出的算法：将年度温室气体排放总量除以年度出货量。这种方式着重于单位产品的环境影响，能够反映生产效率和工艺技术对温室气体排放的影响。

基于经济产出的算法：将年度温室气体排放总量除以年度营业收入。这种方法考虑了企业运营的经济效益，有助于评估企业在实现经济增长的同时控制温室气体排放的能力。

这两种算法通过不同的视角来衡量企业的温室气体排放情况，帮助企业识别减排潜力，为公众提供透明、可比较的信息。

表 5：光伏组件企业温室气体排放强度披露情况

序号	企业名称	披露方式	2023年度温室气体排放强度
1	 协鑫集成 GCL SI	算法一+算法二	(基于位置) 单位营收温室气体排放量0.16tCO ₂ e/ 万元营收 (基于位置) 单位产量温室气体排放量 13.53tCO ₂ e/MW
2	 TrinaSolar 天合光能		电池产品温室气体排放强度27.66tCO ₂ e/MW 组件产品温室气体排放强度9.3tCO ₂ e/MW
3	 TCL 中环		范围一、范围二气体排放强度 (基于位置) 18.38tCO ₂ e/MW 范围一、范围二气体排放强度 (基于市场) 18.18tCO ₂ e/MW
4	 JinkoSolar 晶科能源	算法一	温室气体排放强度23.14tCO ₂ e/MW
5	 risen 东方日升		温室气体一排放强度0.39tCO ₂ e/MW 温室气体二排放强度6.44tCO ₂ e/MW
6	 HUASUN 华晟新能源		温室气体排放密度34.7tCO ₂ e/MW
7	 通威股份 TONGWEI CO., LTD.		运营范围温室气体排放强度109.22tCO ₂ e/百万元营 收
8	 JA SOLAR 晶澳太阳能		运营范围温室气体排放强度3521.45tCO ₂ e/亿元营收
9	 横店东磁 EMEC	算法二	温室气体直接 (范围一) 排放强度3.6tCO ₂ e/百万元 营收 温室气体间接 (范围二) 排放强度39.25tCO ₂ e/百 万元营收
10	 中来股份 JOLYWOOD		温室气体排放密度0.29tCO ₂ e/万元营收
11	 SUNGROW 阳光新能源		温室气体排放密度8.45tCO ₂ e/百万元营收
12	 LONGi 隆基		/
13	 阿特斯		/
14	 ASTRONERGY 正泰新能		/
15	 YINGSHI SOLAR 中恒宝能	未计算披露	/
16	 SUNTECH 尚德电力		/
17	 SolarSpace 中润光能		/

除了协鑫集成分别计算披露了两种算法的温室气体排放强度，其他 10 家光伏组件企业分别选择了算法一或算法二的方式进行数据披露，而还有 6 家光伏组件未主动进行计算披露温室气体排放强度。

协鑫集成 2021-2023 年范围一及范围二温室气体排放绩效¹

披露项	单位	2021 年	2022 年	2023 年 ²
范围一温室气体排放量	吨二氧化碳当量	235.68	325.87	1,309.95
范围二温室气体排放量（基于位置）	吨二氧化碳当量	65,579.37	87,669.92	250,992.40
范围二温室气体排放量（基于市场）	吨二氧化碳当量	-	-	248,867.51 ³
范围一及范围二温室气体排放总量（基于位置）	吨二氧化碳当量	65,815.05	87,995.79	252,302.35
范围一及范围二温室气体排放总量（基于市场）	吨二氧化碳当量	-	-	250,177.45

披露项	单位	2023 年
单位营收温室气体排放量（基于位置）	吨二氧化碳当量 / 万元	0.16
单位营收温室气体排放量（基于市场）	吨二氧化碳当量 / 万元	0.16
单位产量温室气体排放量（基于位置）	吨二氧化碳当量 / 兆瓦	13.53
单位产量温室气体排放量（基于市场）	吨二氧化碳当量 / 兆瓦	13.41

经盘查，与协鑫集成相关的范围三排放类别包括：外购商品和服务、资本商品、燃料和能源相关活动、上游运输与配送、运营中产生的废弃物、商务旅行、雇员通勤、上游租赁资产、处理寿命终止的售出产品。报告期内，协鑫集成范围三温室气体排放总量为 14,408,778 吨二氧化碳当量。其中，外购商品和服务排放量为 13,789,146 吨二氧化碳当量，占范围三总量的 95.7%。

图 9 协鑫集成分别使用两种算法披露温室气体排放强度

相对于温室气体排放总量，企业历年温室气体排放强度的变化更能体现出企业减排降碳工作的力度与成效。除了企业历年数据的纵向对比，行业间的横向对比则能够帮助企业在对比中发现自身减排降碳措施工作的差距与不足，进而推动相关工作的优化与创新。

当前，由于各企业温室气体排放强度数据计算呈现方式不尽相同，增加了行业内横向对比的难度。虽然可以通过查询各企业公开的 2023 年度营业收入，统

一使用基于经济产出的算法（即算法二）来进行数据呈现与对比分析，但是企业如能主动披露基于两种算法的排放强度数据，则有助于从经济营收与产量多个层面综合全面分析企业减排降碳工作。

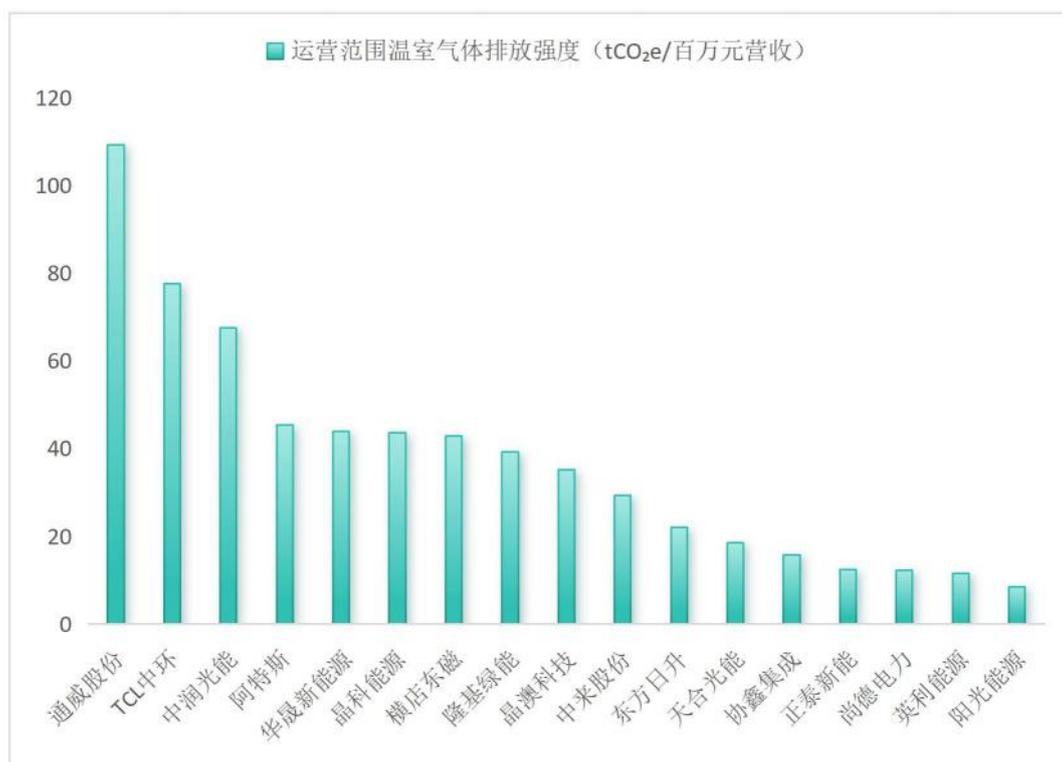


图 10 我国主要光伏组件企业 2023 年度温室气体排放强度

通过分析运营范围温室气体排放强度，我们可以从经济产出的角度对比各企业每百万营收对应的温室气体排放情况，直观地展示企业在产生相同经济价值时的温室气体排放水平，有助于识别那些在运营过程中相对更依赖高碳排放活动的企业。结果显示，排放强度最高的三家企业依次为通威股份、TCL 中环和中润光能。对于温室气体排放强度较高的企业而言，这既是一个挑战也是机会，未来可以通过优化生产流程、采用清洁能源和技术升级等措施，进一步有效降低温室气体排放强度，提升环境绩效和经济效益。

(三) 产品碳足迹管理情况

光伏产业链主要包括硅料、硅片、电池片、组件等产品。中国光伏产品出口以光伏组件为主，2023年组件出口额占比约81%，占据了全球光伏组件市场的半壁江山，因此，相比其他光伏产品，光伏组件开展碳足迹评价，需求更迫切、价值也更大。国家发改委、生态环境部、市场监管总局、商务部、工信部等部委连续发布产品碳足迹文件，而首个产品碳足迹限值落地光伏出口组件，2025年1月6日，商务部外贸司公开征求《光伏组件出口产品低碳评价要求（征求意见稿）》行业标准意见，提出415kgCO₂e/kWp限值。我们结合企业在年报、ESG报告披露及PCFD平台¹检索到的企业自主披露的产品碳足迹情况分析发现大部分光伏组件企业的产品碳足迹数据均进行了披露，但披露产品覆盖电池片产品较多，而组件产品的披露仍有不足。

¹ PCFD平台是公众环境研究中心（IPE）在中国城市温室气体工作组的技术支持下，于2023年开发并上线的产品碳足迹披露与索引（Product Carbon Footprint Disclosure and Catalogue, PCFD）平台。PCFD平台参考联合国发布的Central Product Classification（CPC）产品分类方法，并提供衣、食、住、用、行，以及工业、农业及服务的检索标签，方便利益方筛选和检索企业依据生命周期评价（Life Cycle Analysis, LCA）原则，测算并公开披露的产品碳足迹数据。



图 11 阿特斯在 PCFD 平台披露旗下光伏组件产品碳足迹情况

根据标准的征求意见稿，光伏组件从摇篮到大门的碳足迹低于 415kgCO₂/kwp 的可认定为低碳产品。虽然该标准为推荐性标准且尚未发布，但如果这个标准一旦实施，碳足迹高于这个值的产品在出口时将会受到很大影响。据现有组件企业通过公开渠道披露的碳足迹情况而言，部分产品还未达到该标准。光伏低碳产品标准的发布给了光伏出海的企业一个新的竞争维度，因此建议光伏组件企业加大 ESG 报告中组件产品的碳足迹披露力度，以应对国内外的产品碳足迹要求。



图 12 《光伏组件出口产品低碳评价要求（征求意见稿）》行业标准意见

(来源：中华人民共和国商务部)

2024年5月22日，国家多部门联合发布了《关于建立碳足迹管理体系的实施方案》的通知，明确提出要建立健全碳足迹管理体系。这表明，产品碳足迹认证情况将成为未来环境信息披露中不可或缺的重要组成部分。随着政策的推动和市场对低碳产品的日益关注，企业必须更加重视产品生命周期内的温室气体排放情况，并通过透明、准确的碳足迹认证来展示其在减碳方面的努力与成效。此举不仅有助于提升企业的社会责任形象，还将促进绿色供应链的发展，助力实现国家的碳达峰碳中和目标。

五、环境违法情况、环保节能投入与“三废”管理情况

根据披露观察，除拓日新能外，未发现其他光伏组件企业 2023 年度出现重大环境相关违法情况。

报告期内因环境问题受到行政处罚的情况					
公司或子公司名称	处罚原因	违规情形	处罚结果	对上市公司生产经营的影响	公司的整改措施
陕西拓日新能源科技有限公司	未按要求落实减排措施	2022年11月23日-24日期间，陕西拓日玻璃生产线未按重污染天气预案要求生产量减排30%。	罚款人民币壹拾捌万元整	无重大影响	严格按照陕西拓日重污染天气应急预案要求将生产量减排30%。
陕西拓日新能源科技有限公司	自动监测数据失真	陕西拓日1号生产线粉尘仪自动监测设施运行不正常，颗粒物自动监测数据失真。	罚款人民币壹拾伍万元整	陕西拓日对光伏玻璃产线进行停产整改，整改期间对光伏玻璃原片的产出数量造成一定影响，但未影响光伏玻璃深加工产线的正常运行。	陕西拓日已对1号生产线更换新的自动监测设施，按要求进行验收并在渭南市生态环境局备案。
陕西拓日新能源科技有限公司	污染防治设施不正常运行	陕西拓日1号生产线大部分脱硝烟气未经布袋除尘器除尘后排放。	罚款人民币玖拾万元整	陕西拓日对光伏玻璃产线进行停产整改，整改期间对光伏玻璃原片的产出数量造成一定影响，但未影响光伏玻璃深加工产线的正常运行。	陕西拓日对1号生产线烟气除尘设施进行更换，采用一备一用（两套）布袋除尘器对烟气进行收集处理后达标排放。
陕西拓日新能源科技有限公司	超标排放	陕西拓日 DA010 排放口颗粒物折算排放浓度、DA004 排放口颗粒物折算排放浓度及氮氧化物折算浓度超标。	罚款人民币壹佰伍拾万元整	陕西拓日对光伏玻璃产线进行停产整改，整改期间对光伏玻璃原片的产出数量造成一定影响，但未影响光伏玻璃深加工产线的正常运行。	陕西拓日已对2号线玻璃熔窑排放口(DA010)和4号线排放口(DA004)环保设备进行技改升级，将现有的窑炉尾气处理工艺由“布袋除尘+SCR脱硝工艺”升级为“干法脱硫+复合陶瓷滤筒除尘脱硝一体化技术”，并积极配合整改验收工作。

图 13 拓日新能年报披露的因环境问题受到行政处罚情况

在环保节能投入方面，排名前列的企业分别为通威股份、晶科能源、隆基绿能、阿特斯和 TCL 中环，2023 年环保投入均在 3 亿以上。



图 14 光伏组件企业 2023 年度环保节能资金投入情况

在“三废”（废水、废气和废弃物）管理信息披露方面，15 家光伏组件企业在其 ESG 报告进行了披露说明，“三废”管理信息作为企业基础信息披露内容，光伏组件企业披露整体较好，但细节性披露上存在差异。

表 6：光伏组件企业 2023 年度三废披露情况

序号	企业名称	主要废水披露指标	主要废气披露指标	主要废弃物披露指标
1	 通威股份 TONGWEI CO., LTD.	废水排放总量 2615.58万吨 废水污染物排放总量 89816.25吨	废气排放总量 591.01吨	废弃物排放总量 53.69万吨 无害废弃物排放总量 53.48万吨 有害废弃物排放总量 0.21万吨
2	 Jinko Solar 晶科能源	废水排放量 4898532.24立方米 披露包含悬浮物、化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、氟化物排放数据	废气排放量 8216127.33立方米 披露包含颗粒物、氮氧化物、二氧化硫、挥发性有机物、氟化物排放数据	废弃物总量 261356.38吨
3	 LONGI 隆基	废水排放量 42351kt 披露包含COD、氨氮、总磷、固体悬浮物排放数据	废气排放总量 858.12亿立方米 披露包含氮氧化物、硫氧化物、颗粒物排放总量、氟化物、氨气、氢气、其他排放数据	危险废弃物总量 41949.69t 无害废弃物总量 441654.12t
4	 TCL 中环	废水排放量 2013.44万立方米 披露包含COD、氨氮、固体悬浮物排放数据	废气污染物排放总量 52.26吨 披露包含氮氧化物、二氧化硫、颗粒物、挥发性有机物、其他废气污染物排放数据	一般固体废物 227614.11吨 危险废物 1887.67吨 综合利用率97.14%
5	 JA SOLAR 晶澳太阳能	废水排放量 23618520.5立方米	披露包含氮氧化物、硫氧化物、挥发性有机物、颗粒物、氨、氟化物排放数据	有害废弃物总量 2194.84吨 无害废弃物总量 236509.31吨 废弃物回收利用率 171700.77吨 回收利用率提升216%
6	 阿特斯	披露包含氟化物、悬浮物、氨氮、总氮、COD排放数据	披露包含氮氧化物、硫氧化物、颗粒物、危害性空气污染物、挥发性有机化合物、持久性有机污染物、其他气体排放数据	废弃物强度 7.6公吨/MW
7	 TrinaSolar 天合光能	工业废水排放总量 159.1万吨 披露包含COD、氨氮、总磷、固体悬浮物排放数据	废气排放总量 460亿立方米	一般废弃物 201786吨 回收利用率94% 危险废弃物产生量 9743吨
8	 SolarSpace 中润光电	披露包含挥发性有机物、氮氧化物、颗粒物、硫化物排放数据	披露包含COD、氨氮、总氮、总磷排放数据	有害废弃物产生量 128.04 无害废弃物产生量 49180.22 污泥48273.22 废液275 纸屑632
9	 协鑫集团 GCLSI	废水排放总量 2085282吨 披露包含固体悬浮物、COD、氨氮、磷、氟化物排放数据	废气排放总量 583941731.2立方米 披露包含氮氧化物、硫氧化物、非甲烷总烃排放量、颗粒物排放量	废弃物排放总量 52238.6吨 一般固体废物产生量 52218.69吨 回收率99.93% 危险产生量19.91 处置量17.82
10	 SUNTECH 尚德电力	披露包含COD、氨氮、总氮、总磷、动植物油、SS排放数据	披露包含氟化物、氯化氢、氨气、氮氧化物、颗粒物、氨、非甲烷总烃、二甲苯、非甲烷总烃、糖及化合物排放数据	无糖： 危险废弃物100.4267t 一般废弃物3499.1t 凤阳： 危险废弃物12.5157 一般废弃物1111.7931t
11	 ASTRONERGY 正新太阳能	总排水量 5745698t	/	废弃物产生量 36813.96吨 无害废弃物产生量 36670.53吨 无害废弃物回收量 18593.579吨 有害废弃物产生量 143.43吨 有害废弃物处置量 143.43吨
12	 HUASUN 华晟新能源	废水排放总量 3488551.4吨	/	有害废弃物总量 81.93吨 无害废弃物总量 7578.88吨
13	 横店东磁	/	/	危险废弃物413.75吨 一般废弃物36619.49吨 综合利用率82.39%
14	 risen 东方日升	/	/	废弃物总量 19427.62吨 有害废弃物 5679.97吨 一般废弃物 13747.65吨
15	 SUNGROW 阳光电源	/	/	有害废弃物产生量 4.3吨 无害废弃物产生量

部分光伏组件企业在“三废”管理信息披露的基础上，进一步扩展了其信息披露的广度和深度，不仅涵盖了包装材料管理、噪声控制、产品回收再利用等方面的工作成效，还详细报告了相关管控措施的实施情况。这些做法极大地丰富了信息披露的内容，展现出在减污降碳方面努力负责的积极正面企业形象。

2023 环境、社会与公司治理报告									
前篇 企业稳健运营 产品创新先行 供应链责任管理 绿色低碳践行 伙伴多元共进 附录									
指标	单位	2023年							2022年 汇总
		通威农发	通威食品	通威永祥	通威太阳能	通威组件	通威新能源	汇总	
水资源									
耗水总量	吨	263,839.00	489,282.30	29,701,677.40	25,203,886.95	1,407,086.50	10,947.10	57,076,719.25	47,854,348.34
市政供水	吨	263,839.00	70,339.00	13,243,356.40	25,203,886.95	1,407,086.50	10,947.10	40,199,454.95	47,854,348.34
地表水	吨	0.00	0.00	16,458,321.00	0.00	0.00	0.00	16,458,321.00	/
地下水	吨	0.00	418,943.30	0.00	0.00	0.00	0.00	418,943.30	/
耗水量密度	吨/百万元营收	410.32							336.00
循环及再利用水占比	%	91.72%							83.05%
排水总量	吨	/	350,261.60	3,509,521.41	21,135,436.55	1,160,621.74	/	26,155,841.30	/
包装材料									
包装材料使用总量 ¹	吨	/	1,825.10	11,033.10	19,593.23	83,000.19	/	115,451.62	305,360.28
纸质	吨	/	1,344.43	1,464.23	6,828.17	32,016.62	/	41,653.46	/
玻璃	吨	/	0.00	8.40	0.00	0.00	/	8.40	/
金属	吨	/	0.00	0.00	0.00	0.00	/	0.00	/
塑料	吨	/	480.67	9,560.47	12,765.06	4,192.47	/	26,998.67	/
其他	吨	/	0.00	0.00	0.00	46,791.10	/	46,791.10	/
包装材料使用密度	吨/百万元营收	0.83							2.14
环境管理培训									
环境管理培训次数	次	20	2	19	205	48	1	295	/
环境管理培训人次	人次	600	10	6,635	20,311	9,836	300	37,692	/

¹2023年通威股份进一步完善统计口径,并实施各类包装轻量化举措,故包装材料使用量较2022年明显下降。

图 15 通威股份 ESG 报告环境披露数据包含包装材料数据

TCL 中环

环境友好 净零使命 与光同行

员工关爱 以人为本,凝心聚力

社会尊重 携手并进,商业向善

伙伴信赖 卓越品质,价值共创

科技领先 数智转型,创新引领

废气管理

TCL 中环严格遵守《中华人民共和国大气污染防治法》，在公司的《环境管理政策》中承诺对废气的达标排放及合规处置。我们依照《大气污染物综合排放标准》及《电池工业污染物排放标准》等相关法规要求，对生产过程中产生酸性废气、碱性废气、有机废气、粉尘等均配置相应的净化设备进行处理，并对净化后的气体浓度进行监测，确保各类大气污染物达标排放。

2021-2023 年 TCL 中环废气排放情况

披露项	单位	2021 年	2022 年	2023 年
废气污染物排放总量	吨	- ¹	-	52.26
氮氧化物 (NOx) 排放量	吨	95.87	30.91	7.50 ²
二氧化硫 (SO ₂) 排放量	吨	0	2.11	0.15
颗粒物 (PM) 排放量	吨	-	-	19.17
挥发性有机化合物 (VOC) 排放量	吨	-	-	16.41
其他废气污染物排放量 ³	吨	-	-	9.03

噪音防控

TCL 中环依照《工业企业厂界环境噪声排放标准》等法规及标准对公司生产园区所产生的噪声进行严格管理，确保噪声满足排放要求。公司积极推进噪声防控工作，采购环节优先选择低噪声设备设施，使用环节及时更换或淘汰较高噪声设备设施，加强噪声防护设施点检与维护保养，并且定期委托资质第三方进行厂界噪声检测，确保噪声达标排放。报告期内，公司未收到任何与噪声相关的投诉。



¹ 公司自 2023 年可持续发展报告起披露废气污染物排放总量，类别为排放量等值。

² 2023 年因中环节交三期三方处理，产生的酸性废气量减少，氮氧化物与二氧化硫排放量较 2022 年有所下降。

³ 其他废气污染物排放包括：氯化氢及氯化物。

2023 年度可持续发展报告 32

图 16 TCL 中环 ESG 报告环境披露信息包含噪音防控说明

光伏组件企业在做好常规“三废”管理数据全面披露的基础上，可以进一步借鉴行业内优秀经验，不断创新与丰富相关措施工作并进行披露分享，这有助于切实推动全行业逐步向绿色、低碳方向转型。

六、光伏组件企业可持续披露水平仍需提升

综上所述，当前已经进行气候和环境信息披露的光伏组件企业，均在环保节能、减污降碳方面进行了积极实践。但是，从光伏组件行业整体来看，面对日趋严格的国内外法规与标准，光伏组件行业仍需加大气候与环境相关信息的披露。因此，我们建议：

（一）“垂直一体化”战略下，光伏组件企业应更注重绿色低碳发展

光伏产业涉及多种业态，目前越来越多的光伏企业转向“垂直一体化”战略，这增加了光伏企业考量可持续发展因素的复杂程度，也给光伏组件企业提出了更高的要求。部分光伏组件企业已经采取积极应对措施并承诺其碳减排目标。如晶澳科技、阿特斯、通威股份、横店东磁已按照科学碳目标要求设定目标并提交 SBTi 申请；如通威股份、TCL 中环、阳光能源提出力争于 2050 年前实现范围 1&2 碳中和；晶科能源则承诺 2050 年全价值链净零目标。对于垂直一体化战略的组件企业，建议分业态进行披露，便于进行能效管理与减污降碳，助力企业实现减排目标。

（二）光伏组件企业应重视绿色供应链建设，加强范围三温室气体信息披露

观察显示，披露范围三温室气体排放量的光伏组件企业数量较少，反映出光伏组件企业整体的披露进程较为缓慢。为实现长期产业链绿色低碳转型，实现净

零排放，光伏企业需将全生命周期环境管理、生产者责任延伸理念嵌入传统的供应链管理体系中，联合上下游合作伙伴，开展绿色供应链建设，并主动加强范围三温室气体排放情况的披露、分析与评估，向公众展现企业在供应链绿色转型方面所作出的减排降碳成效。

(三) 光伏组件企业需重点关注产品碳足迹，积极应对光伏产品贸易壁垒

近年来，国际市场对进口产品绿色属性的要求趋严，陆续出台光伏产品碳足迹限值及低碳认证等要求。当前，国家多部委连续发布产品碳足迹文件，且首个产品碳足迹限值落地光伏出口组件，既是意在反价格内卷，也是应对深入发酵的国际绿色贸易壁垒。光伏组件企业需重点关注产品碳足迹管理，积极应对可持续发展要求与光伏产品贸易壁垒，增强产品竞争力。

注：本报告版权仅为绿色江南公众环境关注中心所有，如需引用本报告内容，请注明出处。如需大幅引用请事先告知，并在允许的范围内使用。未经允许，不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。