



Corporate  
Information  
Transparency  
Index

Climate  
Action  
Transparency  
Index

# 2025光伏企业 绿色低碳评价报告

---

2025年7月



## 关于 IPE

公众环境研究中心（IPE）是一家在北京注册的公益环境研究机构。

自 2006 年成立以来，IPE 开发并运行蔚蓝地图数据库（[www.ipe.org.cn](http://www.ipe.org.cn)），2014 年上线

“蔚蓝地图”APP，推动环境信息公开，赋能绿色供应链和绿色金融，助力企业绿色转型和低碳发展，促进多方参与环境治理，共同守护地球家园。

## 关于绿色江南

绿色江南（PECC）成立于 2012 年 3 月 22 日，成立十余年专注于“工业污染源监督”，始终秉承着“我们消灭污染，不是消灭污染企业，而是推动污染企业治理污染，从而消灭污染”的工作态度开展工作。

## 编写组成员

**IPE:** 朱紫琦，黎萌，丁杉杉，马军，李赟婷，徐昕，张慧

**绿色江南:** 方应君，金心妮，韦伟，杨文娟，鲁丽

## 特别鸣谢

北京市企业家环保基金会

兼职曾嘉、杜姗、刘环、蔺海祥、唐文艺、徐文平、杨天昱、朱凤婷、赵寒，实习生司晓彤对

本报告的贡献

## 免责声明

本研究报告由公众环境研究中心（IPE）和绿色江南（PECC）撰写，研究报告中所提供的信息仅供参考。本报告根据公开、合法渠道获得相关数据和信息，并尽可能保证可靠、准确和完整。本报告不能作为 IPE 或绿色江南承担任何法律责任的依据或者凭证。IPE 和绿色江南将根据相关法律要求及实际情况随时补充、更正和修订有关信息，并尽可能及时发布。IPE 和绿色江南对于本报告所提供信息所导致的任何直接的或者间接的后果不承担任何责任。如引用发布本报告，需注明出处为 IPE 和绿色江南，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。本报告之声明及其修改权、更新权及最终解释权均归 IPE 所有。

## 注：

1. 本报告评价期为：2024 年 9 月 30 日至 2025 年 7 月 20 日；
2. 评价信息来源：企业官方网站、年报、CSR 报告、ESG 报告等定期报告、官网等公开渠道发布的信息、蔚蓝地图数据库收集的可信源发布的数据；
3. 如本报告的中英文版本出现不一致，请以中文版为准。

## 摘要

2025 年一季度，中国风电光伏发电合计新增装机 7433 万千瓦，累计装机达到 14.82 亿千瓦，首次超过火电装机<sup>1</sup>，光伏发电累计 9.46 亿千瓦。**截至 2025 年 5 月底，中国光伏装机规模突破 10 亿千瓦。**与此同时，中国光伏组件占全球的比例增长到 83.41%。

然而作为“制造绿色”的行业，光伏产业从上游的硅料和硅片生产，中游的电池和组件制造，到末端废弃光伏组件的处置过程都涉及大量的能源和资源消耗，产生大量的碳排放，以及废水、废气和固体废物。

为量化评估光伏产业的低碳转型进展，引导光伏企业提升自身运营的环境表现、降低碳排放，同时构建绿色低碳供应链，公众环境研究中心（IPE）和绿色江南（PECC）于 2024 年初启动光伏企业绿色低碳供应链评价项目。

2025 年，IPE 和绿色江南将**评价范围扩展至 55 家光伏相关企业，覆盖硅料、硅片、电池片、组件、薄膜、逆变器、玻璃等光伏发电设备生产，以及光伏发电电站建设和运营。**评价主要依据企业公开披露的年报、ESG 报告、可持续发展报告、企业官网公开信息、蔚蓝地图数据库收集的可信源发布的数据，以及绿色江南开展的实地调研开展。

本次评价基于绿色供应链 CITI 和企业气候行动 CATI 指数开展，其中 CITI 指数从管理机制、合规与改善、资源消耗与减少污染物排放、能源使用与应对气候变化、利益方绿色选择五个维度开展量化评价。CATI 指数评价则从治理机制、测算披露、碳目标设定、碳目标绩效、减排行动五个维度评价。

---

<sup>1</sup> <https://www.nea.gov.cn/20250425/148efd0ca61148148d285edd438912df/c.html>

**隆基绿能、晶科能源、通威股份在绿色供应链 CITI 指数和企业气候行动 CATI 指数评价中均位列前三名。**晶澳科技、TCL 中环、阳光电源、天合光能、协鑫科技、阿特斯、东方日升、信义光能和正泰新能分别进入 CITI 和 CATI TOP10。

本期评价发现，**部分光伏企业可再生能源利用成效显著**。其中 40 家企业披露可再生能源利用数据，显示 2024 年运营及产品生产中使用的新能源总计 5.71 千万兆瓦时，由此带来的减排和抵消量超过 3255.14 万吨二氧化碳当量<sup>2</sup>。

对比 10 家光伏企业设定并披露的可再生能源利用目标，阳光电源和通威股份披露的 2024 年可再生能源使用在能源消耗总量的占比超过 60%；隆基绿能、通威股份、晶科能源和大全股份超过 40%。正泰新能、固德威等 11 家光伏企业，通过铺设屋顶光伏、购买绿电和绿证等措施，打造（近）零碳工厂或园区。

尽管如此，**光伏企业碳排放量仍居高不下**。44 家企业核算并披露了自身运营（范围 1&2）碳排放，最近一年仅范围 1 和范围 2 的碳排放量就达到 1.05 亿吨二氧化碳当量。24 家披露连续三年数据的企业，碳排放总量从 2022 年的 4523 万吨增加至 2024 年的 7057 万吨二氧化碳当量。其中，2023 年较 2022 年增幅达 46.6%，2024 年较 2023 年继续小幅增加 5.7%，提示光伏行业仍需加速脱碳进程。

本期评价的第二个发现是，**光伏企业环境信息和碳数据披露水平提升，但对标全球领跑者仍有差距**。参评企业中，7 家企业承诺 2050 年前实现价值链碳中和，6 家减排目标涵盖供应链。隆基绿能和通威股份披露的 2024 年目标进展显示，范围 3 碳强度均呈下降趋势。隆基绿能还推动供应商开展碳核算和目标设定，并通过收集供应商实测数据，提升供应链碳排放核算的精准度。通威股份自 2025 年起推动关联企业公

---

<sup>2</sup> 按照 2022 年全国电网平均碳排放因子 0.5703kgCO<sub>2</sub>e/Kwh 计算

开披露针对过往违规问题的整改措施和合规现状。截至 6 月底，24 家企业已经开展信息披露。

但**光伏行业整体在推动供应链碳管理和追踪供应链目标进展上进展有限，多数企业的供应链脱碳仍仅停留在战略层面或试点阶段，供应链气候信息透明度也有待进一步提升。**

评价显示，**头部光伏企业关注产品碳足迹**。25 家企业核算并披露了超过 80 个光伏组件、电池、多晶硅料、逆变器等产品的碳足迹数据。显示出光伏企业积极应对部分国家和地区通过光伏产品碳足迹限值、低碳认证等规则，加严光伏市场的绿色准入门槛。

光伏产业链中，多晶硅料、硅片以及电池片生产，是水资源消耗的最主要环节。本期评价涉及多晶硅料、硅片、电池片生产的 35 家企业中，28 家披露了水资源消耗量，占比 80%，通威股份、协鑫科技等 7 家企业披露高耗水环节的单位产品水耗。14 家企业设定并披露水资源管理目标，隆基绿能、天合光能、协鑫科技、TCL 中环、爱旭股份 5 家企业设定并披露降低产品耗水强度的目标；多数企业同时披露了 2024 年的目标完成进展。

本期评价的第三个发现是，**领先企业加强供应链环境管理，超过 8 成公开披露绿色供应链管理要求**。10 家企业公开披露将环境风险管控延伸到原材料供应商，隆基绿能、通威股份、晶科能源、晶澳科技公开披露关注能源转型矿产开采过程的环境影响。尽管如此，光伏“绿色制造”仍需加强。IPE 和绿色江南开展的调研显示，12 家参评企业的关联企业 2024 年以来仍出现超标排放废气污染物、超许可限值取水、未落实重污染天气红色预警减排措施等违规问题；其中仅 2 家公开披露整改措施和环境合规现状。

近年来，**光伏电站建设和运营对生物多样性的影响引起越来越多利益方的关注。**

本期评价显示，晶澳科技、东方日升、阳光电源、信义光能、特变电工、易成新能等 11 家从事光伏电站建设和运营的企业，公开披露在电站的规划和选址时关注其是否位于生物多样性敏感区域，严格落实生态保护红线管理要求。TCL 中环、晶澳科技、天合光能、东方日升公开承诺将关注供应链的生物多样性影响，但**尚无企业披露如何降低硅矿以及能源转型关键矿产开采环节对生物多样性的影响。**

据中国光伏行业协会预计，2025 年，中国将开始产生大批量退役光伏组件；2030 年后，光伏组件废弃量将迎来高峰期。本期评价中涉及组件生产的 31 家企业中，16 家企业披露了 2024 年开展的废旧组件回收工作，包括：**参与回收标准体系建设、提升组件可回收性、建设回收示范产线**；但企业披露的回收行动以及量化数据统计仍主要集中在欧洲市场。这主要是因为**中国的光伏组件回收仍面临多重挑战，包括：“生产者责任延伸制”尚未发展为废旧组件强制回收机制、回收利用产业链尚未形成、回收与拆解技术尚不成熟。**

根据国际可再生能源署（IRENA）的预测<sup>3</sup>，为达成 COP28 提出的目标，可再生能源装机容量在 2030 年前每年需增长 16.6%。在这样的发展机遇下，中国的光伏产业快速发展，并已经成为可参与国际竞争并取得领先优势的产业。

然而，近年来，这一战略性新兴产业出现低价无序竞争等问题。国际方面，在地缘政治紧张的背景下，供应链安全被赋予前所未有的重要性。多国陆续出台光伏产业激励机制，支持本地光伏产业的发展，提升本土光伏制造能力，满足对可再生能源装机的需求。

---

<sup>3</sup> <https://www.irena.org/News/pressreleases/2025/Mar/Record-Breaking-Annual-Growth-in-Renewable-Power-Capacity-ZH>

在全球迈向绿色低碳发展的大背景下，IPE 和绿色江南建议**中国光伏企业有必要关注国际上对资源能源消耗、温室气体排放、生物多样性等方面的准入要求，尽快推进自身产业链的绿色低碳转型，提升绿色竞争力，并通过带动产业链脱碳，为中国乃至全球能源转型做出更大贡献。**

IPE 和绿色江南同时建议各方共同关注光伏行业在减污降碳方面的进展和态势，合力构建约束激励机制，推动光伏企业践行“绿色制造”，打造绿色低碳供应链，助力美丽中国建设，合力应对全球环境和气候危机。



# 第一章 背景

## ● 中国引领全球可再生能源高速增长

国际可再生能源署（IRENA）发布的《2025 年可再生能源装机容量统计报告》<sup>4</sup>显示，2024 年全球可再生能源装机容量实现大幅增长，总容量达到 44.48 亿千瓦（图 1-1）。2024 年新增的 5.85 亿千瓦装机容量占全球新增电力装机容量的 92.5%，年增长率创下 15.1% 的历史纪录。**中国贡献了全球新增容量的近 64%，占比最大。**

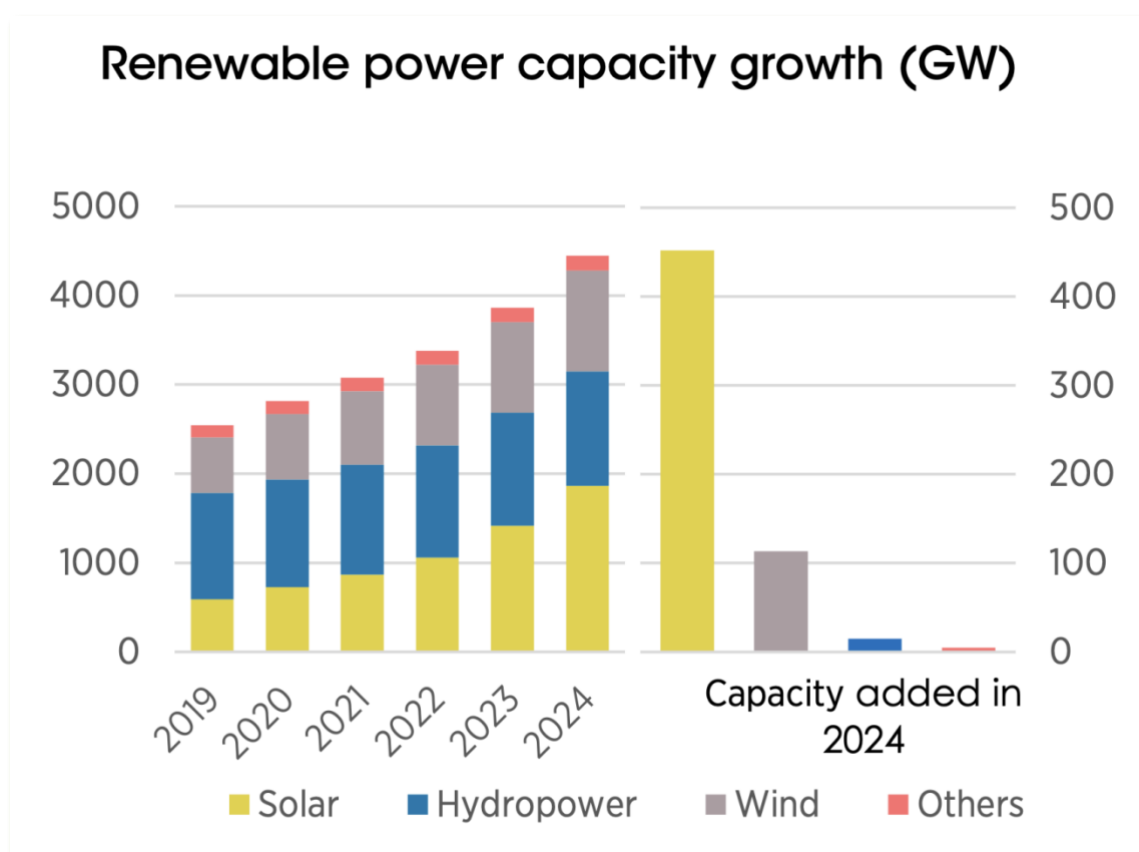


图 1-1 2019 年以来全球可再生能源增长趋势<sup>5</sup>

<sup>4</sup> <https://www.irena.org/News/pressreleases/2025/Mar/Record-Breaking-Annual-Growth-in-Renewable-Power-Capacity-ZH>

<sup>5</sup> [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2025/Mar/IRENA\\_DAT\\_RE\\_Capacity\\_Highlights\\_2025.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2025/Mar/IRENA_DAT_RE_Capacity_Highlights_2025.pdf)

中国国家能源局发布的数据<sup>6</sup>显示：2024 年，中国全国可再生能源发电新增装机 3.73 亿千瓦，同比增长 23%。其中，太阳能发电新增 2.78 亿千瓦。截至 2024 年底，中国全国可再生能源装机达到 18.89 亿千瓦，同比增长 25%。其中太阳能发电装机 8.87 亿千瓦。2025 年一季度，中国风电光伏发电合计新增装机 7433 万千瓦，累计装机达到 14.82 亿千瓦，首次超过火电装机（14.51 亿千瓦），其中光伏发电 9.46 亿千瓦<sup>7</sup>（图 1-2）。截至 2025 年 5 月底，中国光伏装机规模突破 10 亿千瓦<sup>8</sup>。

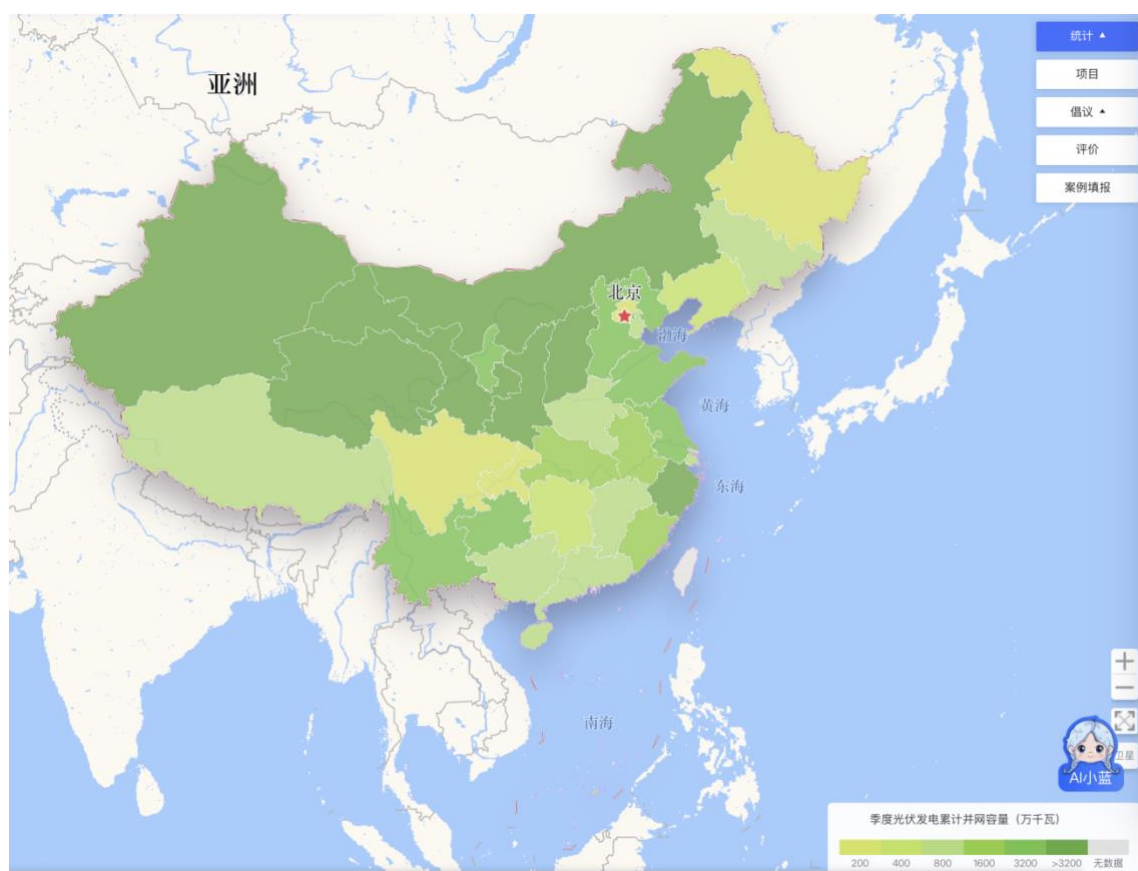


图 1-2 蔚蓝光伏地图呈现的中国各省 2025 年第一季度光伏发电累计并网容量<sup>9</sup>

<sup>6</sup> <https://www.nea.gov.cn/20250221/e10f363cabe3458aaf78ba4558970054/c.html>

<sup>7</sup> <https://www.nea.gov.cn/20250425/148efd0ca61148148d285edd438912df/c.html>

<sup>8</sup> [https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202506/content\\_7029794.htm#:~:text=1—5月,累计新增并网规模近2亿千瓦,同比增长57%25,推动中国光伏发电累计装机规模突破10亿千瓦,达10.8亿千瓦%E3%80%82%20这相当于约48个三峡电站的总装机%E3%80%82,“光伏装机的快速增长,有力推升中国新能源和可再生能源发电占比,进一步提高中国电力能源消费中的含绿度%E3%80%82%20”](https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202506/content_7029794.htm#:~:text=1—5月,累计新增并网规模近2亿千瓦,同比增长57%25,推动中国光伏发电累计装机规模突破10亿千瓦,达10.8亿千瓦%E3%80%82%20这相当于约48个三峡电站的总装机%E3%80%82,“光伏装机的快速增长,有力推升中国新能源和可再生能源发电占比,进一步提高中国电力能源消费中的含绿度%E3%80%82%20”) 国家能源局有关负责人说%E3%80%82

<sup>9</sup> [https://www.ipe.org.cn/MapPowerStation/PowerStation\\_SpaceV2.aspx?q=5](https://www.ipe.org.cn/MapPowerStation/PowerStation_SpaceV2.aspx?q=5)

## ● 全球温控目标带来长期发展机遇

尽管 2024 年可再生能源装机容量和增长率再创新高，但国际可再生能源署（IRENA）指出<sup>10</sup>，要想实现《联合国气候变化框架公约》第二十八次缔约方大会（COP28）提出的，争取到 2030 年在全球范围内将可再生能源装机容量提高两倍，增至三倍（至 11.2 太瓦，相当于 112 亿千瓦）的目标，**可再生能源装机容量在 2030 年前每年需增长 16.6%**。

中国光伏行业协会和赛迪智库集成电路研究所联合发布的《2024-2025 中国光伏产业发展路线图》指出<sup>11</sup>，作为战略性新兴产业之一，在产业政策引导和市场需求驱动的双重作用下，**中国的光伏产业快速发展，并已经成为可参与国际竞争并取得领先优势的产业**。

2024 年，中国光伏产业链主要环节产量持续增长。根据光伏行业规范公告企业信息和行业协会测算<sup>12</sup>，中国光伏多晶硅、硅片、电池、组件产量同比增长均超过 10%，行业产值保持万亿规模，光伏电池、组件出口量分别增长超过 40%、12%。

## ● 绿色低碳将助力光伏企业提升竞争力

在光伏产业持续发展的背后，近年来，中国光伏行业出现低价无序竞争等问题。为推动产业加快转型升级和结构调整，引导企业提升产品品质，推动落后产能有序退

---

<sup>10</sup> <https://www.irena.org/News/pressreleases/2025/Mar/Record-Breaking-Annual-Growth-in-Renewable-Power-Capacity-ZH>

<sup>11</sup> [https://www.chinapv.org.cn/Industry/resource\\_1405.html](https://www.chinapv.org.cn/Industry/resource_1405.html)

[https://wap.miit.gov.cn/gxsj/tjfx/dzxx/art/2025/art\\_cf341b33d6ff4249baf36cd7b4068c75.html](https://wap.miit.gov.cn/gxsj/tjfx/dzxx/art/2025/art_cf341b33d6ff4249baf36cd7b4068c75.html)

<sup>12</sup> [https://www.miit.gov.cn/gxsj/tjfx/dzxx/art/2025/art\\_cf341b33d6ff4249baf36cd7b4068c75.html#:~:text=根据光伏行业规范公告企业信息和行业协会测算,全国光伏多晶硅、硅片、电池、组件产量同比增长均超过10%25,行业产值保持万亿规模,光伏电池、组件出口量分别增长超过40%25、12%25%E3%80%82,多晶硅环节,1-12月全国产量超过182万吨,同比增长23.6%25%E3%80%8220硅片环节,1-12月全国产量达到753GW,同比增长12.7%25,出口量约60.9GW%E3%80%82](https://www.miit.gov.cn/gxsj/tjfx/dzxx/art/2025/art_cf341b33d6ff4249baf36cd7b4068c75.html#:~:text=根据光伏行业规范公告企业信息和行业协会测算,全国光伏多晶硅、硅片、电池、组件产量同比增长均超过10%25,行业产值保持万亿规模,光伏电池、组件出口量分别增长超过40%25、12%25%E3%80%82,多晶硅环节,1-12月全国产量超过182万吨,同比增长23.6%25%E3%80%8220硅片环节,1-12月全国产量达到753GW,同比增长12.7%25,出口量约60.9GW%E3%80%82)



出，推动光伏产业高质量发展，工业和信息化部于 2024 年底发布《光伏制造行业规范条件（2024 年本）》<sup>13</sup>。该文件引导企业关注资源综合利用及能耗、绿色制造、环境保护、环境管理和能源管理体系建设、温室气体核证、碳足迹认证，并开展 ESG 信息披露。

国际方面，此前美国推出《通胀削减法案（Inflation Reduction Act, IRA）》，但当前又有重大调整，主要体现在特朗普政府通过的《一揽子大而美法案》（One Big Beautiful Bill Act, OBBBA）对 IRA 的关键条款进行了大幅修改，对中国光伏企业在美国的生产和销售带来更多冲击和不确定性。欧盟启动的欧洲太阳能光伏产业联盟（The European Solar PV Industry Alliance, ESIA）<sup>14 15</sup>，旨在支持本地光伏产业的发展，提升本土光伏制造能力，满足对可再生能源装机的需求。而在地缘政治紧张背景下，供应链安全也被赋予前所未有的重要性。部分地区通过光伏产品碳足迹限值、生态设计、生态标签等规则，加严光伏市场的绿色准入门槛，一方面反映了对光伏产业绿色低碳发展的关注，另一方面也可能蕴含着贸易保护主义的考量。**在全球迈向绿色低碳发展的大背景下，中国光伏企业有必要关注这些准入要求，并尽快推进自身产业链的绿色低碳转型，为中国乃至全球能源转型做出更大贡献。**

作为“制造绿色”的行业，光伏产业从上游的硅料和硅片生产，中游的电池和组件制造，到运输分销和废弃光伏组件的处置过程都涉及大量的能源和资源消耗，产生大量的碳排放，以及废水、废气和固体废物。

工业和信息化部国际经济技术合作中心能源资源环境研究所原所长毛涛指出<sup>16</sup>，各方应合力“引导核心企业打造绿色供应链，从注重“制造绿色”转向“制造绿

---

<sup>13</sup> [https://wap.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/gg/art/2024/art\\_e2c3dad1c2f54783a0872167f8f85ccb.html](https://wap.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/gg/art/2024/art_e2c3dad1c2f54783a0872167f8f85ccb.html)

<sup>14</sup> <https://solaralliance.eu/>

<sup>15</sup> <http://eu.mofcom.gov.cn/article/jmxw/202212/20221203373353.shtml>

<sup>16</sup> 毛涛、吕芳，2020，提高光伏产业绿色供应链管理水平的建议

色”与“绿色制造”并重，带动链上企业关注制造过程的生态环境影响，通过改进生产工艺、优化用能机构、购置先进的污染处理设施等，实现光伏产品生产的能源资源消耗最低化、生态环境影响最小化、可再生率最大化，使得光伏产品越来越绿色。”

## 第二章 光伏行业绿色低碳评价

为量化评估光伏产业的低碳转型进展，引导光伏企业提升自身运营的环境表现、降低碳排放，同时构建绿色低碳供应链，公众环境研究中心（IPE）和绿色江南（PECC）于 2024 年初启动光伏企业绿色低碳供应链评价项目。

2025 年，我们持续利用绿色供应链 CITI 指数和企业气候行动 CATI 指数，对 55 家市场占有率较高，从事硅料、硅片、电池片、组件、薄膜、逆变器、玻璃等光伏发电设备生产，以及光伏发电电站建设和运营的企业开展量化评价（表 2-1）。评价依据主要包括企业公开披露的年报、ESG 报告、可持续发展报告，官网等公开渠道发布的信息，IPE 蔚蓝地图数据库收集的可信源发布的数据。

表 2-1 2025 年纳入评价的光伏企业

| 序号 | 企业     | 股票代码   | 序号 | 企业    | 股票代码   |
|----|--------|--------|----|-------|--------|
| 1  | 特变电工   | 600089 | 29 | 上能电气  | 300827 |
| 2  | 晶科能源   | 688223 | 30 | 安彩高科  | 600207 |
| 3  | 通威股份   | 600438 | 31 | 科士达   | 002518 |
| 4  | 隆基绿能   | 601012 | 32 | 海泰新能  | 835985 |
| 5  | 天合光能   | 688599 | 33 | 禾望电气  | 603063 |
| 6  | 阳光电源   | 300274 | 34 | 阳光能源  | 00757  |
| 7  | 晶澳科技   | 002459 | 35 | 亿晶光电  | 600537 |
| 8  | 阿特斯    | 688472 | 36 | 易成新能  | 300080 |
| 9  | TCL 中环 | 002129 | 37 | 彩虹新能源 | 00438  |
| 10 | 合盛硅业   | 603260 | 38 | 亚玛顿   | 002623 |



|    |      |        |    |       |        |
|----|------|--------|----|-------|--------|
| 11 | 信义光能 | 00968  | 39 | 中利集团  | 002309 |
| 12 | 新特能源 | 01799  | 40 | 禾迈股份  | 688032 |
| 13 | 东方日升 | 300118 | 41 | 清源股份  | 603628 |
| 14 | 福斯特  | 603806 | 42 | 昱能科技  | 688348 |
| 15 | 横店东磁 | 002056 | 43 | 正信光电  | 838463 |
| 16 | 协鑫集成 | 002506 | 44 | 拓日新能  | 002218 |
| 17 | 南玻 A | 000012 | 45 | 中环新能源 | 01735  |
| 18 | 协鑫科技 | 03800  | 46 | 华晟新能源 | /      |
| 19 | 德业股份 | 605117 | 47 | 正泰新能  | /      |
| 20 | 爱旭股份 | 600732 | 48 | 英发睿能  | /      |
| 21 | 大全能源 | 688303 | 49 | 英利能源  | /      |
| 22 | 弘元绿能 | 603185 | 50 | 中润光能  | /      |
| 23 | 固德威  | 688390 | 51 | 赛拉弗能源 | /      |
| 24 | 锦浪科技 | 300763 | 52 | 贝盛控股  | /      |
| 25 | 中来股份 | 300393 | 53 | 尚德电力  | /      |
| 26 | 太阳能  | 000591 | 54 | 日托光伏  | /      |
| 27 | 航天机电 | 600151 | 55 | 一道新能  | /      |
| 28 | 日出东方 | 603366 |    |       |        |

为协助工业领域应对气候变化、自然损失和污染这“三重地球危机”，协同推进降碳、减污、扩绿、增长，IPE 于 2025 年将绿色供应链 CITI 指数升级至 [12.0 版本](#)。CITI 指数 12.0 重点关注供应链，特别是生产环节对环境的影响，与联合国可持续发展目标，特别是其中的负责任消费和生产（SDG 12），气候行动（SDG 13）高度契合，是全球可持续发展议程和主流机制的有益补充。升级后的 CITI 指数从管理机制、合规

与整改、资源消耗与污染物排放、能源使用与应对气候变化、利益方绿色选择五个维度对中外企业的绿色供应链管理开展量化评价（图 2-1）。



图 2-1 绿色供应链 CITI 指数评价维度

其中，“能源使用与应对气候变化”的得分由企业气候行动 [CATI 指数 5.0](#) 得分进行折算。在中国环境科学院的指导下，IPE 开发的 CATI 指数从治理机制、测算披露、碳目标设定、碳目标绩效和减排行动五个维度（图 2-2）对中外企业的气候治理和行动开展量化评价。



图 2-2 企业气候行动 CATI 指数评价维度

作为基于数据的独立评价体系，我们希望 CITI 和 CATI 指数评价能够客观地反映光伏企业在降低自身运营和供应链环境影响，落实气候行动方面的表现，协助：

- 企业对标绿色低碳转型的最佳实践，识别短板，提速减污降碳进程；
- 政策制定者、金融机构、投资者、媒体和公众，关注和追踪光伏行业在减污降碳方面的进展和态势，合力构建约束激励机制，推动光伏企业践行“绿色制造”，打造绿色低碳供应链，助力美丽中国建设，合力应对全球环境和气候危机。

## 第三章 评价结果

- 2025 CITI Top 10

|                                                                                     |               |                                                                                     |               |                                                                                       |               |                                                                                       |               |                                                                                       |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1                                                                                   | 隆基绿能<br>42.11 | 2                                                                                   | 晶科能源<br>29.36 | 3                                                                                     | 通威股份<br>28.36 | 4                                                                                     | 晶澳科技<br>25.38 | 5                                                                                     | TCL中环<br>24.44 |
|    |               |    |               |    |               |    |               |    |                |
| 6                                                                                   | 阳光电源<br>22.90 | 7                                                                                   | 天合光能<br>22.67 | 8                                                                                     | 协鑫科技<br>22.54 | 9                                                                                     | 阿特斯<br>21.70  | 10                                                                                    | 东方日升<br>21.62  |
|  |               |  |               |  |               |  |               |  |                |

(CITI 指数完整得分详见附录)



## • 2025 CITI 得分率和平均分得分率

CITI 指标得分率为得分不为零的企业占比全部参评企业的比例，可以体现参评企业开展绿色供应链管理的比率。CITI 平均分得分率为所有企业的平均分与满分的比例，可以体现参评企业开展供应链环境管理的程度和表现。

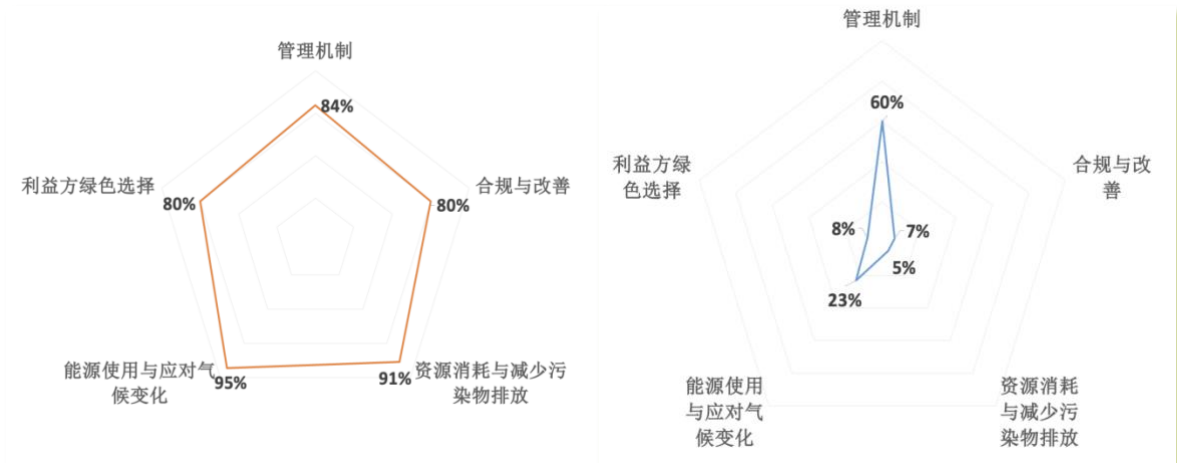


图 2-3 2025 年光伏企业 CITI 指标得分率（左）和平均分得分率（右）

如上图所示：

- **管理机制**：84%已开启绿色供应链建设，绿色采购行动参与较为广泛；但平均分得分率仅为 60%，反映出仍有部分光伏企业在绿色供应链治理机制与制度落实方面有待完善；
- **合规与改善**：80%的企业披露已关注子公司和/或供应商的环境合规表现，然而平均分得分率不足 10%。主要原因是多数参评企业供应链环境风险管控集中在关联企业和直接供应商层面；且大部分企业获悉供应商环境违规问题后并未推动其就整改情况进行公开说明；

- **超越合规**：91%的企业披露了化学品管理要求、水资源使用与消耗情况、污染物与废弃物排放转移数据，或设定相应的资源使用与污染物减排目标，但这些披露的数据、管理要求与目标，绝大部分仅覆盖企业的自身运营范畴，尚未将相关工作延伸至供应链环节，因此该指标的平均分得分率仅为 5%；
- **利益方绿色选择**：得分率达到 80%，参评企业通过披露产品 EPD 证书，参与绿色工厂、绿色供应链管理认证等方式，引导利益方了解其降低产品全生命周期生态环境影响的工作；或通过培训赋能、合作开展废旧产品回收等形式，带动产业链上下游企业协调推进绿色低碳转型。但该指标项平均分得分率同样低于 10%，主要原因是以上这些工作普遍停留在试点层面，例如绿色供应链管理认证通常只覆盖个别子公司；废旧产品回收或产线建设仍在探索阶段，有待开启规模化行动。

## • 2025 CATI Top 10

|    |               |                                                                                                             |
|----|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 隆基绿能<br>63.2  |                            |
| 2  | 通威股份<br>62.0  |  通威股份<br>TONGWEI CO., LTD. |
| 3  | 晶科能源<br>56.7  |                          |
| 4  | TCL中环<br>53.6 |  中环                      |
| 5  | 协鑫科技<br>52.1  |  协鑫科技<br>GCLTECH         |
| 6  | 晶澳科技<br>51.1  |                            |
| 7  | 阳光电源<br>45.6  |                            |
| 8  | 信义光能<br>39.4  |                           |
| 9  | 东方日升<br>38.8  |  risen<br>东方日升           |
| 10 | 正泰新能<br>37.0  |  ASTRONERGY              |
| 10 | 阿特斯<br>37.0   |  阿特斯                     |

(CATI 指数完整得分详见附录)

## • 2025 CATI 得分率和平均分得分率

CATI 指标得分率为得分不为零的企业占比全部参评企业的比例，可以体现参评企业开展气候行动的比率。CATI 平均分得分率为所有企业的平均分与满分的比例，可以体现参评企业开展气候行动的程度和表现。

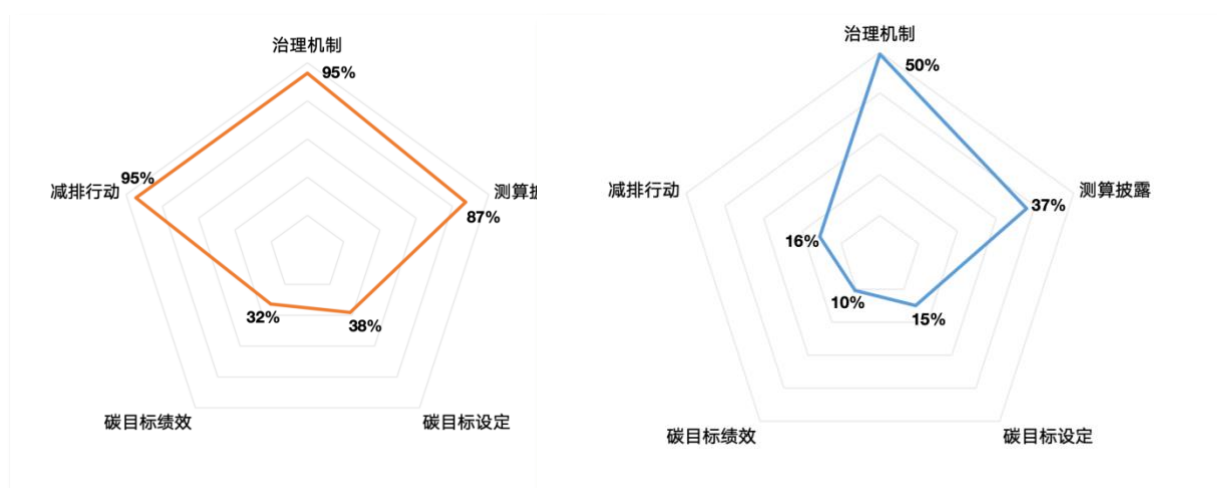


图 2-4 2025 年光伏企业 CATI 指标得分率（左）和平均分得分率（右）

如上图所示：

- **治理机制**：95%的企业开始制定和发布气候政策，承诺开展气候行动。平均分得分率达到 50%，在五个评价维度中最高，显示多数光伏企业意识到行业的低碳转型是可持续发展的必经之路；
- **测算披露**：87%的企业开展碳及能源数据的核算披露工作，披露率达 2024 年的两倍，进展显著。这显示更多企业依据《国际财务报告可持续披露准则第 2 号——气候相关披露》、沪深北交易所《上市公司自律监管指引——可持续发展报告（试行）》等披露新规开展数据测算披露。平均分得分率为 37%，显示多数企业有待加强范围 3 排放和产品碳足迹信息的披露；

- **碳目标设定**：38%的企业设定碳和/或能源目标，但平均分得分率仅 15%。这显示出光伏企业需对标行业领先水平 and 全球温控目标，科学设定包括范围 3，特别是供应链的减排目标和碳中和目标。尚未设定气候目标的企业亟需将气候承诺转化为可量化、可追踪的目标；
- **碳目标绩效**：指标得分率（32%）和平均分得分率（10%）远低于其他四个维度。已设定气候目标的企业亟需追踪目标绩效，在减排进展和预期偏离时及时调整目标，并公开披露目标进展，推进气候承诺的落实；
- **减排行动**：95%的企业已经开展企业能源管理或通过自建屋顶光伏等方式使用可再生能源，但减排行动的平均分得分率只有 16%。这主要是因为多数光伏企业的减排行动仍停留在自身运营，供应链脱碳进展有限。领先企业开始引导供应链开展碳管理，引入低碳供应商采购机制，但仍停留在试点阶段。



## 第四章 评价发现

### 发现一

#### 光伏企业可再生能源利用显著增长，产业链脱碳仍待加强

电力消耗的隐含排放是光伏产业链最大的碳排放源。多篇针对中外光伏组件生命周期影响对比的研究显示，中国光伏组件平均碳足迹在全球中偏高，主要原因是当前中国能源结构中可再生能源占比仍然较低<sup>17 18</sup>。因此，增加可再生能源消纳比例是光伏产业链上的企业脱碳的核心途径之一。

本期评价的 55 家企业中，40 家（73%）披露可再生能源利用数据，显示 **2024 年运营及产品生产中使用的可再生能源总计 5.71 千万兆瓦时，由此带来的减排或低销量超过 3255.14 万吨二氧化碳当量<sup>19</sup>**。10 家光伏企业设定并披露可再生能源利用目标，2024 年可再生能源使用量，以及在能源总消耗中的占比（表 4-1）。

对比 10 家光伏企业设定并披露的可再生能源利用数据：

- 8 家承诺 2050 年前自身运营（范围 1&2）100%使用可再生能源。其中：阳光电源承诺将于 2028 年实现全球范围内生产及运营所需电力 100%使用可再生能源；隆基绿能、通威股份、晶科能源和阿特斯 4 家企业承诺 2030 年实现可再生能源目标；正泰新能、东方日升和中来股份设定了分阶段的可再生能源目标；

<sup>17</sup> Amelie Müller etc., 2021, A comparative life cycle assessment of silicon PV modules: Impact of module design, manufacturing location and inventory

<sup>18</sup> IEA, 2022, Special Report on Solar PV Global Supply Chains

<sup>19</sup> 按照 2022 年全国电网平均碳排放因子 0.5703kgCO<sub>2</sub>e/Kwh 计算

- 阳光电源、隆基绿能、通威股份、晶科能源 4 家加入了 RE100 倡议<sup>20</sup>，承诺 100%使用可再生能源，并通过 CDP 问卷披露可再生能源使用的进展；
- 阳光电源和通威股份 2024 年可再生能源使用量已经超过能源消耗总量的 60%；隆基绿能、通威股份、晶科能源和大全股份也已超过 40%；
- TCL 中环 2024 年可再生能源使用量达到能源消耗总量的 37.58%，接近 45% 的目标值，应设定更具有雄心的目标；
- 正泰新能 2024 年可再生能源使用量仅达到能源消耗总量的 3.52%，距离 2028 年 50%的目标差距较大，亟需提升绿电采购规模。

---

<sup>20</sup> [https://www.there100.org/re100-members?items\\_per\\_page=All](https://www.there100.org/re100-members?items_per_page=All)

表 4-1 光伏企业披露的可再生能源目标及进展

| 序号 | 企业     | 目标年  | 目标范围   | 可再生能源<br>利用目标比例 | 可再生能源目标原文                         | RE100<br>会员 | 2024 年可再生能<br>源在总能耗中占比 | 2024 年可再生能源<br>使用总量（兆瓦时） |
|----|--------|------|--------|-----------------|-----------------------------------|-------------|------------------------|--------------------------|
| 1  | 阳光电源   | 2028 | 自身运营   | 100%            | 2028 年，全球范围内生产及运营所需电力 100%使用可再生能源 | 是           | 70.00%                 | 162,629.03               |
| 2  | 隆基绿能   | 2030 | 自身运营   | 100%            | 到 2030 年，实现 100%可再生电力             | 是           | 47.50%                 | 47,460,00.00*            |
| 3  | 通威股份   | 2030 | 自身运营   | 100%            | 最晚将于 2030 年实现 100%可再生能源使用         | 是           | 64.01%                 | 23,965,269.51            |
| 4  | 晶科能源   | 2030 | 自身运营   | 100%            | 到 2030 年实现 100%使用绿电               | 是           | 48.19%                 | 4,456,287.95             |
| 5  | 阿特斯    | 2030 | 自身运营   | 100%            | 在 2030 年前实现全球运营 100%使用可再生能源的目标    | 否           | 34.00%                 | 3,590,868.00             |
| 6  | 大全能源   | 2030 | 自身运营   | 80%             | 计划到 2030 年实现清洁能源使用占比超过 80%        | 否           | 46.00%                 | 5,514,085.28             |
| 7  | TCL 中环 | 2030 | 中国国内工厂 | 45%             | 2030 年实现国内工厂可再生能源电力消耗量占用电总量达 45%  | 否           | 37.58%* <sup>21</sup>  | 2,931,947.86*            |

<sup>21</sup> \*为根据企业公开披露数据计算得出的进展或单位换算

|    |      |      |      |      |                                                             |   |        |            |
|----|------|------|------|------|-------------------------------------------------------------|---|--------|------------|
| 8  | 正泰新能 | 2035 | 自身运营 | 100% | 短期（至 2028 年）可再生能源电力比例达 50%；<br>中长期（至 2035 年）可再生能源电力比例达 100% | 否 | 5.00%  | 25,848.23* |
| 9  | 东方日升 | 2050 | 自身运营 | 100% | 到 2030 年，可再生能源使用占比达到 20%；<br>到 2050 年，可再生能源使用占比达到 100%      | 否 | 14.00% | 179,536.63 |
| 10 | 中来股份 | 2050 | 自身运营 | 100% | 到 2030 年，可再生能源占比 60%；<br>到 2040 年，达到 90%；2050 年，达到 100%     | 否 | 3.52%* | 17,642.61  |

对比 10 家公开披露的 2022 年至 2024 年可再生能源使用数据（表 4-2）显示：

- 阳光电源、阿特斯、大全能源、TCL 中环、正泰新能 5 家企业的可再生能源利用比例持续提升。其中 TCL 中环的可再生能源利用比例增幅最大，从 2022 年的 0.75% 增加到 2024 年的 37.58%；
- 隆基绿能、东方日升、中来股份 3 家企业的可再生能源利用比例出现上下波动，但整体呈现上升趋势；
- 正泰新能、东方日升和中来股份的可再生能源利用比例虽然呈上升趋势，但增幅有限，亟需提升可再生能源使用量，以减少其自身运营中的温室气体排放量；
- 通威股份的可再生能源利用量在 2022 年（14,457,361.5 兆瓦时）至 2024 年之间（23,965,269.51 兆瓦时）持续增长，但可再生能源使用在能源总消耗的占比从 81.73% 降低至 64.01%。原因之一是硅料产能增加导致企业能耗增加。

表 4-2 光伏企业可再生能源利用比例

| 序号 | 企业     | 2022 年 | 2023 年                | 2024 年  | 趋势   |
|----|--------|--------|-----------------------|---------|------|
| 1  | 阳光电源   | 45.00% | 55.00%                | 70.00%  | 上升   |
| 2  | 隆基绿能   | 47.20% | 31.10%                | 47.50%  | 先降后升 |
| 3  | 通威股份   | 81.73% | 76.95%                | 64.01%  | 下降   |
| 4  | 晶科能源   | 48.90% | 51.92%                | 48.19%  | 先升后降 |
| 5  | 阿特斯    | 29.00% | 33.00%                | 34.00%  | 上升   |
| 6  | 大全能源   | 未披露    | 29.23%* <sup>22</sup> | 46.00%  | 上升   |
| 7  | TCL 中环 | 0.75%* | 2.54%*                | 37.58%* | 上升   |
| 8  | 正泰新能   | 1.14%* | 2.34%                 | 5.00%   | 上升   |
| 9  | 东方日升   | 3.36%* | 2.52%*                | 14.00%  | 先降后升 |
| 10 | 中来股份   | 4.41%* | 2.75%*                | 3.52%*  | 先降后升 |

注：表中颜色分布表示企业可再生能源使用情况。绿色越深表示可再生能源使用比例越高，红色越深表示可再生能源使用比例越低。

<sup>22</sup> \*为根据企业公开披露数据计算得出的比例



除了可再生能源利用之外，提升生产过程中的能源效率也是光伏企业减少碳排放的关键。2025 年评价中，48 家（87%）企业提及开展能源监测或能源管理项目，50 家（91%）企业开展包括老旧设备维护、蒸汽梯级利用、空压机和冷却系统改造等项目，提升能效。

### **案例：通威永祥高比例使用可再生能源，多晶硅料单位电耗呈上升趋势，但仍低于行业均值**

多晶硅料是光伏产业链上的碳排放热点环节。根据中国光伏行业协会和赛迪智库集成电路研究所联合发布的《2024-2025 中国光伏产业发展路线图》<sup>23</sup>：2024 年光伏行业多晶硅平均综合电耗（包含合成、电解制氢、精馏、还原、尾气回收和氢化等环节的电力消耗）为 54.5 兆瓦时/吨硅。

在通威股份的各业务板块中，四川永祥股份有限公司（以下简称“通威永祥”）主要从事硅料生产。我们基于通威股份 2023 和 2024 年年报以及环境、社会与公司治理报告披露的数据计算显示（表 4-3），通威永祥 2024 年清洁能源电力使用量较 2023 年提升了 39%，显示出企业积极开展低碳转型。与此同时，通威永祥 2024 年硅料产量较 2023 年增加 53%，综合能耗与电力消耗增幅均超过 60%，2024 年的每吨硅料的电耗较 2023 年增加 6%，从 50.17 提升至 53.07 兆瓦时/吨硅，但仍低于行业均值<sup>24</sup>。

---

<sup>23</sup> [https://www.chinapv.org.cn/Industry/resource\\_1405.html](https://www.chinapv.org.cn/Industry/resource_1405.html)

<sup>24</sup> 通威永祥的能耗数据覆盖多晶硅环节，也覆盖企业运营和少量多晶硅后其他工序（如拉棒）。

表 4-3 通威永祥 2023-2024 年能耗和单位能耗表现

|            | 2023               | 2024          | 单位     | 增减幅度 |
|------------|--------------------|---------------|--------|------|
| 综合能源消耗总量   | 2,501,644.58       | 4,022,474.96  | 吨标煤    | 61%  |
| 外购电量       | 19,515,817.91      | 31,563,275.29 | 兆瓦时    | 62%  |
| 清洁能源电力使用总量 | 14,997,259.54      | 20,816,938.00 | 兆瓦时    | 39%  |
| 清洁能源电力使用比例 | 77%* <sup>25</sup> | 66%*          | /      | -14% |
| 硅料产量       | 389,000.00         | 594,800.00    | 吨      | 53%  |
| 单位电耗       | 50.17*             | 53.07*        | 兆瓦时/吨硅 | 6%   |
| 单位综合能耗     | 6.43*              | 6.76*         | 吨标煤/吨硅 | 5%   |

通威股份相关负责人介绍称，由于通威永祥硅料生产工艺升级，单位电耗有小幅提升，企业正在探索如何在不影响产品性能的前提下，降低单位电耗的技术路径。我们期待通威股份更多披露通威永祥能效提升的案例，展示企业能源管理的措施和进展，也为同业企业提供参考。

此外，参评企业中 11 家开展（近）零碳工厂或园区建设，披露零碳工厂或园区的可再生能源利用情况、节能降碳措施相关信息（表 4-4）：

- 8 家企业取得零碳工厂外部认证：嘉兴隆基乐叶获得 ISO 14068 碳中和认证。
- 屋顶光伏建设、绿电和绿证购买、节能改造，通过购买碳信用抵消剩余排放是企业建设零碳工厂的常见路径。例如：正泰新能酒泉基地，通过光伏发电和绿证采购实现超过 6000 吨减排量，并通过设备迭代、节能改善、物料循环等方式进一步减少生产中的温室气体排放。固德威广德工厂在园区部署 5MW 光伏系统，年度光伏发电量 3941 兆瓦时，并配备储能系统，搭载智慧能源管理平台，实现“源网储荷”有效协同。

<sup>25</sup> \*为依据外购电量、清洁能源电力使用总量、综合能源消耗总量和硅料产品数据计算得出

表 4-4 光伏企业（近）零碳工厂/园区建设

| 企业名称 | (近) 零碳工厂/园区数量 | (近) 零碳工厂/园区名称        | 可再生能源使用<br>(包括绿证采购)                                                                  | 节能及其他减排措施                                                                                                                | 碳信用                    | 是否取得认证 | 认证时间      |
|------|---------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------|-----------|
| 晶科能源 | 9             | 江西上饶<br>浙江海宁<br>青海西宁 | 绿证 1,360,100 张。                                                                      | 未提及                                                                                                                      | 报告期内，公司共采购碳信用 30,670 吨 | 是      | 2023-2024 |
| 正泰新能 | 2             | 酒泉基地：酒泉正泰新能源科技有限公司   | 建设约 1MW ASTRO 工厂屋顶光伏组件，年生产绿色电力 94 万度，减少二氧化碳排放约 467 吨。购买绿证 1,200 万度，相当于减少碳排放 5,946 吨。 | 最大限度减少废弃物产生并推进回收利用，通过设备迭代、节能改善、物料循环等方式降低温室气体排放。酒泉基地通过设备汰换，用铜瓷焊棒替代涂锡焊带，年度可减少二氧化碳排放 328 吨，并优化电池碎片率节约生产原料，年度减少二氧化碳排放 450 吨。 | 购买 30 吨碳信用             | 是      | 2024      |
|      |               | 盐城基地（一期）             | 厂区自建屋顶光伏发电设施，年度自发自用电量约 746 万度；可再生能源使用占比达 69.61%。                                     | 2024 年度完成节能技术改造项目 18 项，年度节约电量约 414 万度。                                                                                   | 未提及                    | 是      | 2023      |
| 一道新能 | 2             | 衢州基地<br>漳州基地         | 衢州基地：100%绿电（来源证书）                                                                    | 衢州基地：我们积极开展节能技术改造项目，对现有生产工艺、设备或系统进行技                                                                                     | 未提及                    | 是      | 2024      |

|      |   |                                              |                                                                                                         |                                                                                                                                                                   |                       |   |      |
|------|---|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---|------|
|      |   |                                              | 衢州基地光伏用电量：4866850 千瓦时。                                                                                  | 术升级和改造，从而达到节约能源的目的。2024 年，衢州基地共实施 7 项节约用电改善项目，共节约用电 419.7 万度/年。                                                                                                   |                       |   |      |
| 天合光能 | 2 | 盐城大丰基地：天合光能（盐城大丰）有限公司<br>义乌基地：天合光能（义乌）科技有限公司 | 未提及                                                                                                     | 未提及                                                                                                                                                               | 未提及                   | 是 | 2024 |
| 隆基绿能 | 1 | 嘉兴隆基乐叶                                       | 嘉兴隆基乐叶厂区屋顶建设 17.03MW 光伏电站，2024 年消纳电量约 1,600 万度，占总用电量的 10.2%，相当于减碳 9,558 吨。<br>中国绿证（GEC）采购量 143,603 MWh。 | 开展变压器能效升级、电化学储能项目、高效冷机房智控系统、EMS 系统迭代等，为企业节约大量能源消耗。2024 年共计开展节电类项目 26 项，年节电量约 1,300 万度，相当于减碳 7,600 吨。部署数智化能源管理系统；引入了全球领先的智能化生产设备，涵盖全自动串焊机、自动化流水线、AI 串追溯等先进智能设备及先进工 | 国际自愿减排核证（VCU）554tCO2e | 是 | 2024 |

|      |   |                      |                            |                                                                                                                                                                                                           |     |                                       |      |
|------|---|----------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------|------|
|      |   |                      |                            | 艺。2024 年嘉兴隆基乐叶的单位产品能耗同比下降 24.6%。                                                                                                                                                                          |     |                                       |      |
| 固德威  | 1 | 广德工厂                 | 5MW 分布式光伏项目<br>年发电 3941MWh | 广德工厂凭借先进光伏技术和绿色生产实践，通过绿色建筑、碳排放核查、光储充智能微网和高能效生产系统，实现能源智能管控和生产低碳化，成功入选零碳园区示范项目。<br><br>固德威零碳园区解决方案通过屋顶光伏、光伏车棚等生产清洁能源，配备储能系统、热泵系统满足园区供暖、制冷和供电需求，搭载智慧能源管理平台，实现“源网储荷”有效协同、数字化精细管理，提高园区可再生能源资产增值能力，实现园区盈利模式多样化。 | 未提及 | 安徽省<br>首批<br>“零碳<br>产业园<br>区”试<br>点单位 | 2024 |
| 阳光电源 | 1 | 合肥工厂：阳光电源新能源发电装备产业园区 | 未提及                        | 从满足园区整体多样化用能需求出发，构建包含光伏、储能、充电桩、空气源热泵等多种可再生能源利用技术的园区综合能源系统，提升能源使用效率和清洁能源占比。同时，通过高效热泵、空调、空压系统节能，集成各类冷热源能源技术实现高                                                                                              | 未提及 | 安徽省<br>首批<br>“零碳<br>产业园<br>区”试<br>点单位 | 2024 |

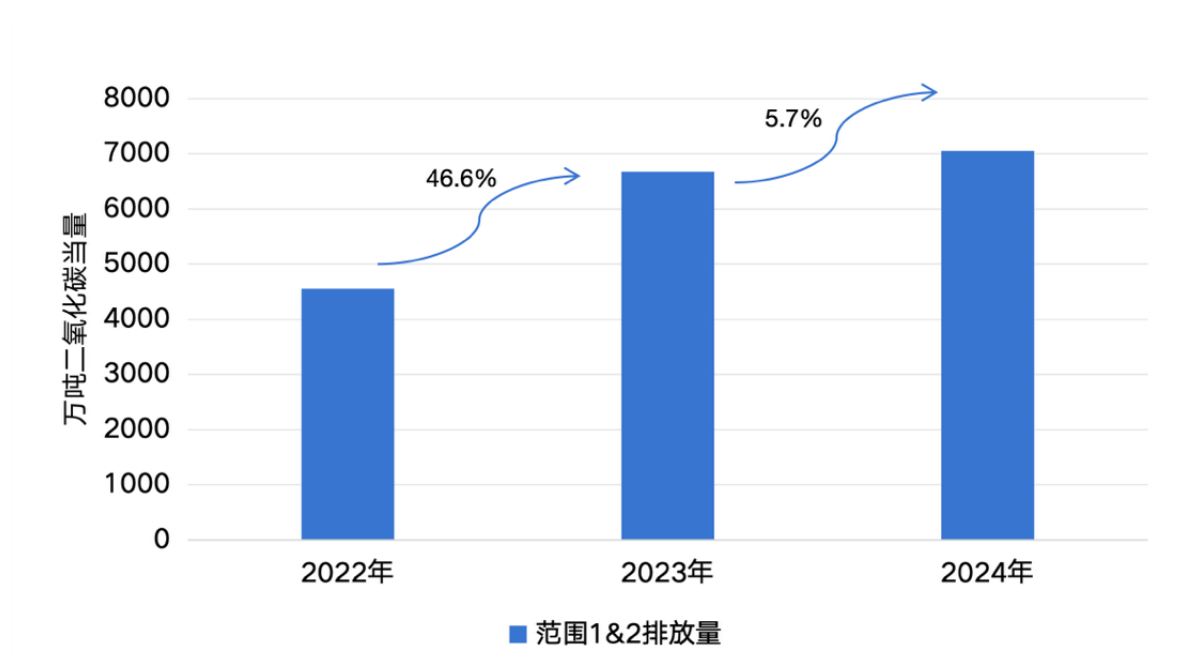
|        |   |                   |     |                                                                                  |     |     |                    |      |
|--------|---|-------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|--------------------|------|
|        |   |                   |     | 效用能。以阳光慧碳 iCarbon 能碳数字化系统进行实时监测、智慧管理和优化控制，实现综合能源系统的安全、经济、低碳运行，打造工业领域绿色低碳园区的示范实践。 |     |     |                    |      |
| 晶澳科技   | 1 | 晶澳（扬州）新能源有限公司晶山园区 | 未提及 |                                                                                  | 未提及 | 未提及 | 是                  | 2024 |
| TCL 中环 | 1 | 环智新能源             | 未提及 |                                                                                  | 未提及 | 未提及 | 参与天津市零碳工厂试点，获评低碳工厂 | 未提及  |
| 通威股份   | 1 | 成都基地              | 未提及 |                                                                                  | 未提及 | 未提及 | 是，近零碳工厂认证          | 未提及  |
| 亿晶光电   | 1 | 常州亿晶光电科技有限公司      | 未提及 |                                                                                  | 未提及 | 未提及 | 是                  | 2023 |



尽管这些光伏企业积极推进零碳工厂或园区建设，**但个别生产基地实现碳中和对于企业和产业链低碳转型贡献相对有限，光伏企业碳排放量仍居高不下。**

本期评价的企业中，44 家（80%）核算并披露了范围 1&2 碳排放，**最近一年仅范围 1 和范围 2（优先基于市场）的碳排放量就达到 1.05 亿吨二氧化碳当量。**

24 家披露 2022 至 2024 年连续三年数据的企业，碳排放总量从 2022 年的 4523 万吨增加至 2024 年的 7057 万吨二氧化碳当量（图 4-1）：2023 年较 2022 年增幅达 46.6%，2024 年较 2023 年继续小幅增加 5.7%。



**图 4-1 光伏企业 2022-2024 年范围 1&2 碳排放总量变化**

发现二

光伏企业环境信息和碳数据披露水平提升，但对标全球领跑者仍有差距

7 家承诺 2050 年前实现价值链碳中和，6 家减排目标涵盖供应链

本期评价的 55 家企业中，7 家设定并披露了全价值链碳中和目标（表 4-5）：

- 通威股份、晶科能源、晶澳科技、东方日升、正泰新能、中来股份承诺 2050 年（或不晚于 2050 年）实现全价值链碳中和或净零排放；
- 阳光电源提出 2038 年，实现供应链碳中和（范围一+二+三），2048 年实现供应链净零排放（范围一+二+三）；
- 阳光电源、东方日升、正泰新能虽然承诺实现全价值链碳中和，但尚未披露范围 3 的减排目标。企业可以将长期目标分解，设定中期和短期的减排目标，便于追踪减排进展。

表 4-5 光伏企业披露碳中和目标

| 序号 | 企业   | 范围 1、2、3 碳中和目标 |                       |                     |                                                       |
|----|------|----------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------------------------------|
|    |      | 目标年            |                       | 目标原文                |                                                       |
| 1  | 晶科能源 | 2050           |                       | 至 2050 年实现价值链净零排放   |                                                       |
| 2  | 晶澳科技 | 2050           |                       | 2050 实现全价值链温室气体净零排放 |                                                       |
| 3  | 东方日升 | 2050           |                       | 到 2050 年，实现全价值链净零排放 |                                                       |
| 序号 | 企业   | 范围 1&2 碳中和目标   |                       | 范围 3 碳中和目标          |                                                       |
|    |      | 目标年            | 目标原文                  | 目标年                 | 目标原文                                                  |
| 4  | 阳光电源 | 2028           | 2028 年实现运营碳中和（范围 1+2） | 2048                | 2038 年，实现供应链碳中和（范围一+二+三）<br>2048 年，实现供应链净零排放（范围一+二+三） |

|    |        |           |                                            |      |                     |
|----|--------|-----------|--------------------------------------------|------|---------------------|
| 5  | 通威股份   | 2030      | 到 2030 年，力争实现运营层面碳中和                       | 2050 | 不晚于 2050 年实现全价值链碳中和 |
| 6  | 正泰新能   | 2035      | 2035 年实现运营碳中和                              | 2050 | 2050 年实现全价值链碳中和     |
| 7  | 中来股份   | 2040      | 到 2040 年实现运营碳中和(范围 1、2)                    | 2050 | 2025 年实现净零碳中和       |
| 8  | 福斯特    | 2030~2040 | 2030~2040 年，提升低碳生产力，自身运营碳中和                |      |                     |
| 9  | 隆基绿能   | 2050      | 到 2050 年实现净零排放                             |      |                     |
| 10 | TCL 中环 | 不晚于 2050  | 自身运营不晚于 2050 年实现运营碳中和                      |      |                     |
| 11 | 横店东磁   | 2050      | 以 2022 年为基准年，计划于 2030 年实现碳达峰，2050 年成功达成碳中和 |      |                     |
| 12 | 一道新能   | 2050      | 2025 年实现所有基地的全面碳中和                         |      |                     |
| 13 | 大全能源   | 2060      | 力争到 2060 年实现碳中和目标                          |      |                     |
| 14 | 赛拉弗能源  | 2060      | 我们确定了 2030 年实现碳达峰、2060 年实现碳中和的温室气体减排战略目标   |      |                     |

17 家（31%）光伏企业设定并披露范围 1&2 减排目标（表 4-6）：

- 所有企业都明确了目标基准年和目标类型（强度或绝对目标）；16 家企业披露了基准年排放量，科士达虽然没有披露基准年排放量，但披露了目标进展；共有 15 家企业披露了目标进展；
- 隆基绿能、晶科能源、晶澳科技得到科学碳目标（SBTi）认证；通威股份、阿特斯、横店东磁承诺设定科学碳目标；
- 天合光能、协鑫科技、信义光能、正泰新能（组件目标）4 家提前完成减排目标，需要提升目标雄心，更新范围 1&2 减排目标；
- 隆基绿能、晶科能源、晶澳科技、正泰新能（电池目标）2024 年排放较基准年增加，偏离既定的减排路径，需要加速减排进程。

20 家（36%）企业核算并披露了范围 3 排放量。8 家企业将供应商温室气体核算与报送纳入供应商行为准则等书面文件，引领供应商企业开启减排行动。6 家企业的范围 3 目标范围为全价值链，或明确目标涵盖外购商品和服务，显示出更多光伏企业开展关注范围 3 中的供应链排放（表 4-7）：

- 隆基绿能、晶科能源、晶澳科技已经取得科学碳目标倡议（SBTi）认证；
- 3 家企业披露了范围 3 减排目标的进展：隆基绿能、通威股份披露了较基准年的减排比例；协鑫集成以 2024 年为产品碳足迹目标基准年，并披露了 2024 年的产品碳足迹均值为 394.85 千克二氧化碳当量/千瓦；
- 尽管隆基绿能、通威股份范围 1&2 排放量增加，但两家企业范围 3 减排目标均呈现出进展；
- 横店东磁虽然设定了范围 3 减排目标，但尚未公开披露范围 3 排放数据。

表 4-6 光伏企业披露范围 1&2 减排目标与 2024 年进展

| 序号 | 企业     | 基准年  | 目标年  | 类型 | 减排比例       | 目标原文                                                      | SBTi 认证  | 2024 年目标进展                                                                 |
|----|--------|------|------|----|------------|-----------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1  | TCL 中环 | 2023 | 2025 | 绝对 | 增长率不超过 10% | 以 2023 年为基准年，2025 年，自身运营（范围一与范围二）绝对碳排放量增长率不超过 10%         | 否        | 2024 年范围一和范围二温室气体排放总量（基于市场）较 2023 年下降 33%                                  |
| 2  | 通威股份   | 2020 | 2025 | 强度 | 19.50%     | 力争到 2025 年实现碳排放强度相比于 2020 年下降 19.5%                       | 承诺       | 光伏产品全价值链温室气体排放降低 31.90%                                                    |
| 3  | 天合光能   | 2020 | 2025 | 强度 | 50.00%     | 以 2020 年为基准，2025 年单位电池范围 1 和范围 2 温室气体排放强度（tCO2e/MW）下降 50% | 承诺<br>移除 | 2024 年度电池产品单位产量范围 1 和范围 2 温室气体排放强度 30.71tCO2e/MW，较基准年 2020 年下降 36.44%      |
| 4  | 天合光能   | 2020 | 2025 | 强度 | 50.00%     | 以 2020 年为基准，2025 年单位组件范围 1 和范围 2 温室气体排放强度（tCO2e/MW）下降 50% | 承诺<br>移除 | 已完成目标：2024 年度组件产品单位产量范围 1 和范围 2 温室气体排放强度 8.32tCO2e/MW，较基准年 2020 年下降 65.55% |
| 5  | 科士达    | 2021 | 2025 | 强度 | 50.00%     | 以 2021 年为基准年，光明园区到 2025 年单位产值温室气体放量降低 50%                 | 否        | 光明园区 2024 年单位产值温室气体放量相较于 2021 年已降低 41.17%                                  |
| 6  | 协鑫科技   | 2023 | 2026 | 强度 | 11.70%     | 2026 年硅料温室气体强度相比 2023 年（基准年）下降 11.7%                      | 否        | 已完成目标：硅料业务相比 2023 年基准年下降 12.97%                                            |
| 7  | 协鑫科技   | 2023 | 2026 | 强度 | 16.10%     | 2026 年硅片温室气体强度相比 2023 年（基准年）下降 16.1%                      | 否        | 硅片业务相比 2023 基准年下降 4.04%                                                    |
| 8  | 信义光能   | 2022 | 2027 | 强度 | 15.00%     | 2027 年太阳能玻璃产品温室气体排放密度与基准年（2022 年）相比下降 15%                 | 否        | 已完成目标：2024 年排放密度 4.57 千克二氧化碳当量/平方米，下降 19.8%                                |

|    |      |      |      |    |        |                                                                                     |    |                                                                                                       |
|----|------|------|------|----|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9  | 阳光电源 | 2023 | 2028 | 绝对 | 70.00% | 2028 年范围 1+2 温室气体排放量较 2023 年水平下降 70%                                                | 否  | 2024 年排放量相较基准年下降 0.67%* <sup>26</sup>                                                                 |
| 10 | 正泰新能 | 2022 | 2028 | 强度 | 30.00% | 至 2028 年，电池单位产量碳排放强度（范围 1+ 范围 2）减少 30%（以 2022 年为基准年）                                | 否  | 电池单位产量碳排放强度（范围 1+ 范围 2）34.92tCO <sub>2</sub> e/MW，较 2022 年基准年增加 4.33%*                                |
| 11 | 正泰新能 | 2022 | 2028 | 强度 | 30.00% | 至 2028 年，组件单位产量碳排放强度（范围 1+ 范围 2）减少 30%（以 2022 年为基准年）                                | 否  | 已完成目标：组件单位产量碳排放强度（范围 1+ 范围 2）：6.47 tCO <sub>2</sub> e/MW，较 2022 年基准年下降 35.90%                         |
| 12 | 信义光能 | 2024 | 2029 | 强度 | 9.00%  | 争取至 2029 年每平方米太阳能玻璃产品温室气体排放（范围 1+2）密度较 2024 年下降 9%                                  | 否  | /                                                                                                     |
| 13 | 阿特斯  | 2024 | 2029 | 强度 | 12.70% | From 2024 to 2029, targeting: 23% decrease in manufacturing GHG emissions intensity | 承诺 | 2024 年，我们的温室气体排放强度为 71 吨二氧化碳当量/兆瓦，较 2023 年下降了 3 吨二氧化碳当量/兆瓦。未达成我们设定的 69 吨二氧化碳当量/兆瓦目标，主要原因系工厂产能利用率低于预期。 |
| 14 | 隆基绿能 | 2020 | 2030 | 绝对 | 60.00% | 到 2030 年范围 1 和 2 的排放比 2020 年下降 60 %                                                 | 是  | 2024 年范围 1，2 排放量较 2020 年增加 23.8%                                                                      |
| 15 | 晶澳科技 | 2023 | 2030 | 绝对 | 42.00% | 2030 年，运营范围温室气体排放总量较 2023 年降低 42%                                                   | 是  | 2024 年排放量相较基准年增加 15.88%*                                                                              |
| 16 | 东方日升 | 2023 | 2030 | 绝对 | 50.00% | 到 2030 年，自身运营温室气体排放(范围 1+ 范围 2)较 2023 年下降 50%                                       | 否  | 2024 年本年度范围一 + 范围二排放总量较 2023 年下降了 10%                                                                 |

<sup>26</sup> \*为根据企业公开披露的基准年和报告年数据计算得出的进展



|    |       |      |      |    |        |                                                                |    |                                                      |
|----|-------|------|------|----|--------|----------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------|
| 17 | 中来股份  | 2023 | 2030 | 绝对 | 40.00% | 到 2030 年，范围 1&2 绝对排放总量较基准年 (2023 年)下降 40%                      | 否  | 2024 年排放量相较基准年减少 18.27%*                             |
| 18 | 横店东磁  | 2022 | 2030 | 强度 | 40.00% | 太阳能事业部已设立更具体的碳减排目标，致力于以 2022 年为基准年，到 2030 年，范围一和范围二碳排放强度降低 40% | 承诺 | 2024 年排放强度（吨二氧化碳当量/百万元营收）较基准年减少 14.63%*              |
| 19 | 晶科能源  | 2022 | 2032 | 绝对 | 50.40% | 以 2022 年为基准年，至 2032 年范围一、二的温室气体排放量下降 50.4%                     | 是  | 2024 年排放量相较基准年增加 55.37%*                             |
| 20 | 晶澳科技  | 2023 | 2034 | 绝对 | 58.80% | 2034 年，范围 1 和 2 目标温室气体排放比较 2023 年降低 58.8%                      | 是  | 2024 年排放量相较基准年增加 15.88%*                             |
| 21 | 中环新能源 | 2024 | 2035 | 绝对 | 20.00% | 以 2024 年为基准年，到 2035 年范围 1+范围 2 温室气体绝对排放量减少 20%                 | 否  | 2024 年为基准年，温室气体排放总量（范围 1+ 范围 2）142,277.58tCO2e       |
| 22 | 协鑫集成  | 2024 | 2035 | 绝对 | 64.70% | 以 2024 年为基准年，到 2035 年范围一 与范围二绝对排放量减少 64.7%（基于市场）               | 否  | /                                                    |
| 23 | 晶澳科技  | 2023 | 2050 | 绝对 | 90.00% | 2050 年，范围 1 和 2 目标温室气体排放比较 2023 年降低 90%                        | 是  | 2024 年排放量相较基准年增加 15.88%*                             |
| 24 | 晶科能源  | 2022 | 2050 | 绝对 | 90.00% | 以 2022 年为基准年，至 2050 年范围一、二的温室气体排放量下降 90%                       | 是  | 2024 年排放量相较基准年增加 55.37%*                             |
| 25 | 中环新能源 | 2024 | 2050 | 绝对 | 50.00% | 以 2024 年为基准年，到 2050 年范围 1+范围 2 温室气体绝对排放量减少 50%                 | 否  | 2024 年为基准年，2024 年温室气体排放总量（范围 1+ 范围 2）142,277.58tCO2e |

表 4-7 光伏企业披露范围 3 减排目标与 2024 年进展

| 序号 | 企业   | 基准年  | 目标年  | 目标范围              | 类型 | 减排比例   | 目标原文                                                                                 | SBTi 认证 | 2024 年目标进展                                              |
|----|------|------|------|-------------------|----|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------|
| 1  | 隆基绿能 | 2020 | 2030 | 外购商品与服务           | 强度 | 52.00% | 到 2030 年范围 3 采购商品和服务的每吨采购商品排放强度比 2020 年下降 52%                                        | 是       | 2024 年表现：范围 3 下降 41.2%                                  |
| 2  | 通威股份 | 2023 | 2030 | 外购商品与服务、上游货物和服务运输 | 强度 | 55.80% | 力争到 2030 年前实现范围三碳排放强度（生产每 MW 光伏产品的范围三外购商品与服务、上游货物和服务运输排放温室气体排放）降低 55.8%，以 2023 年为基准年 | 否       | 2024 年亮点绩效：光伏产品全价值链温室气体排放降低 31.90%<br>范围三碳排放同比下降 35.08% |
| 3  | 横店东磁 | 2022 | 2030 | 外购商品和服务及下游运输      | 绝对 | 50.00% | 以 2022 年为基准年，到 2030 年范围三因外购商品和服务及下游运输产生的碳排放总量下降 50%                                  | 否       | /                                                       |
| 4  | 协鑫集成 | 2024 | 2030 | 产品碳足迹             | 强度 | 5.00%  | 以 2024 年为基准，到 2030 年，产品碳足迹均值每年同比下降 5%。<br>至少到 2030 年，应用协鑫碳链平台为客户提供所有所需的产品碳足迹信息       | 否       | 2024 年为基准年，2024 年产品碳足迹均值为 394.85 千克二氧化碳当量 / 千瓦          |
| 5  | 中来股份 | 2023 | 2030 | 范围 3              | 绝对 | 30.00% | 到 2030 年，范围 3 绝对排放总量较基准年(2023 年)下降 30%                                               | 否       | /                                                       |

|    |      |      |      |                                       |    |        |                                                                                 |   |                               |
|----|------|------|------|---------------------------------------|----|--------|---------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------|
| 6  | 晶科能源 | 2022 | 2032 | 光伏相关的外购商品与服务                          | 强度 | 58.20% | 至 2032 年，每单位光伏相关的产品范围三外购商品与服务（类别 1）温室气体排放强度下降 58.2%（基准年 2022 年）                 | 是 | /                             |
| 7  | 晶澳科技 | 2023 | 2034 | 产品相关采购商品和服务                           | 强度 | 63.80% | 生产每兆瓦光伏产品的相关采购商品和服务的温室气体排放较 2023 年降低 63.8%                                      | 是 | /                             |
| 8  | 协鑫集成 | 2024 | 2035 | 外购商品与服务                               | 强度 | 66.30% | 以 2024 年为基准年，到 2035 年范围三单位产量的采购商品和服务碳排放下降 66.3%                                 | 否 | 2024 年为基准年，未披露单位产量的采购商品和服务碳排放 |
| 9  | 通威股份 | 2023 | 2035 | 全价值链                                  | 绝对 | 50.00% | 力争到 2035 年前实现全价值链温室气体排放降低 50%，以 2023 年为基准年                                      | 否 | 光伏产品全价值链温室气体排放降低 31.90%       |
| 10 | 晶科能源 | 2022 | 2050 | 光伏相关的外购商品与服务、上下游物流                    | 强度 | 97.00% | 至 2050 年，每单位光伏相关的产品范围三外购商品与服务（类别 1）、上下游物流（类别 4&9）温室气体排放强度下降 97%（基准年 2022 年）     | 是 | /                             |
| 11 | 晶澳科技 | 2023 | 2050 | 产品相关采购商品和服务、资本货物、燃料和能源相关活动以及上游交通运输和配送 | 强度 | 97.00% | 2050 年生产每兆瓦光伏产品的范围 3 产品相关采购商品和服务、资本货物、燃料和能源相关活动以及上游交通运输和配送的温室气体排放比 2023 年降低 97% | 是 | /                             |

## 案例：隆基绿能推动供应链碳披露，供应链信息透明度有待加强

隆基绿能的供应链排放主要来自于硅料（占范围 3 类别 1 排放的 57.2%）、铝边框（19.1%）、玻璃材料（14%）生产制造环节<sup>27</sup>。

为降低供应链温室气体排放，隆基绿能与供应商合作，提升可再生能源电力的使用，提高高新技术清洁硅料的比例，并优先选择碳足迹值更低的硅料供应商。隆基绿能在 2024 年可持续发展报告披露的数据显示，范围 3 类别 1-外购商品和服务的目标进展为：每吨产品碳强度下降 41.2%。

隆基绿能还推动供应商开展碳核算和目标设定，并通过收集供应商实测数据，提升供应链碳排放核算的精准度。2024 年，隆基绿能推动 50 家供应商完成碳核查，37 家设定短期年度减碳目标，4 家通过 IPE 蔚蓝地图网站公开披露碳排放数据。

但隆基绿能尚未披露与供应商合作落实减排的具体案例，供应链碳披露和目标绩效追踪仍停留在试点阶段，供应链气候信息透明度仍有待进一步提升。

### ● 4 成企业披露光伏产品碳足迹，核算方法仍需实现国际衔接

近年来，国际市场上对绿色低碳产品的需求日益提升，光伏产品的绿色属性，特别是通过碳足迹披露产品生命周期的温室气体排放量，也被各方广泛关注。

本期评价中：

- 25 家（45%）领先企业核算并披露了超过 80 个光伏组件、电池、多晶硅料、逆变器等产品的碳足迹（Product Carbon Footprint, PCF）数据；
- 隆基绿能、通威股份、晶科能源等 12 家企业通过 EPD International、EPD Italy 等平台取得了环境产品声明（Environmental Product Declaration,

---

<sup>27</sup> [https://static.longi.com/Climate\\_Action\\_of\\_LONGi\\_2023\\_CN.pdf](https://static.longi.com/Climate_Action_of_LONGi_2023_CN.pdf)

EPD) 认证, 并通过 EPD 报告披露生产工艺、原材料消耗量、排放因子来源等更详细的信息;

- 另有 11 家企业披露开展产品碳足迹核算工作, 但未公开披露量化数据。

近年来, 部分地区通过光伏产品碳足迹限值、低碳认证等规则, 加严光伏市场的绿色准入门槛, 一方面反映了对光伏产业绿色低碳发展的关注, 另一方面也可能蕴含着贸易保护主义的考量。其中, 法国简化产品碳足迹报告 (ECS) 对光伏组件的产品碳足迹限值要求最为严格, 其次为韩国 (表 4-8)。美国和欧盟市场要求光伏企业通过环保标签或者 EPD 报告披露光伏组件的产品碳足迹。

面对海外市场越来越严格且多样化的碳足迹要求, 加快制定中国产品碳足迹标准尤为重要。2024 年 6 月, 根据《2030 年前碳达峰行动方案》《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》关于探索建立重点产品全生命周期碳足迹标准有关要求, 生态环境部印发《关于建立我国碳足迹管理体系的实施方案》, 明确提出优先聚焦光伏等重点产品制定发布产品碳足迹核算规则标准。2024 年 8 月, 中国电子技术标准化研究院在北京发布光伏行业产品碳足迹基础数据库及核算平台。2025 年 3 月, 生态环境部发布《温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 光伏组件 (征求意见稿) 》, 针对中国光伏组件产品碳足迹标准存在的边界不统一、协同性差、标准适用性及可操作性差等问题给出统一标准。这些工作将**有助于中国碳足迹标准与国际主流的核算标准 (包括核算边界、排放源筛选、原始数据质量要求等)、数据可信度和低碳产品标识等方面的衔接。**

表 4-8 部分国家和地区光伏产品碳足迹要求

| 项目名称                                              | 国家 | 发起方                                                      | 涉及产品 | 是否强制实施 | 是否需要三方认证 | 是否需要公开披露 | 政策基础/核算方法学及相关要求                                                                                                                                                                                                                                                                           | 边界    | 因子选择                                                                 |
|---------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------|------|--------|----------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------|
| Evaluation Carbone Simplifiée (ECS) <sup>28</sup> | 法国 | Commission De Régulation De L'énergie (CRE)<br>法国能源监管委员会 | 组件   | 是      | 是        | 否        | 太阳能发电设施的建设和运营相关招标规范 (AO PPE2 PV Sol)<br>French Agency for Ecological Transition (ADEME) guidelines<br><br>要求出口法国市场的 100kW 以上的光伏发电项目需提交“简化产品碳足迹报告 (Evaluation Carbone Simplifiée, ECS)”，光伏组件碳足迹需低于 550kgCO <sub>2</sub> e/kWp，并根据该基准以下的产品碳足迹高低，为竞标产品的“碳影响”打分                               | 摇篮到大门 | 电力因子为 1.024 kgCO <sub>2</sub> eq/kWh，来自 Ecoinvent 3.5；部分原材料在标准中给出缺省值 |
| 光伏产品碳认证系统 <sup>29</sup><br>30                     | 韩国 | 韩国贸易、工业和能源部 (Motie)                                      | 组件   | 是      | 是        | 否        | KS I ISO 14040 韩国标准的晶体硅组件环境影响生命周期评估 (LCA) 进行碳足迹评估<br>South Korean regulations on carbon footprint assessment for PV modules<br><br>将根据市场条件逐步提高针对光伏组件的碳排放要求<br>等级 I：碳排放低于 670kgCO <sub>2</sub> /kW<br>等级 II：碳排放放在 670-830kgCO <sub>2</sub> /kW 之间<br>等级 III：碳排放高于 830kgCO <sub>2</sub> /kW | 摇篮到大门 | 未说明                                                                  |

<sup>28</sup> <https://www.cre.fr/documents/Appels-d-offres/appel-d-offres-portant-sur-la-realisation-et-l-exploitation-d-installations-de-production-d-electricite-a-partir-de-l-energie-solaire-centrales-a2>.

<sup>29</sup> <https://korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156402030>

<sup>30</sup> <https://www.motie.go.kr/>

|                                     |    |                                                                                              |                        |   |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                                                                              |
|-------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|---|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>EPEAT for Solar<sup>31</sup></b> | 美国 | Global Electronic<br>s Council<br>Ultra Low-<br>Carbon<br>Solar<br>Alliance<br>美国绿色电<br>子委员会 | 组件、逆变器                 | 否 | 是 | 可选 | EPEAT for Solar 是针对光伏组件和逆变器设立的一类生态标签：NSF/ANSI 457 Sustainability Leadership Standard for PV Modules and PV Inverters <sup>32</sup><br><br>2024 年 6 月，标准升级为 Ultra-Low Carbon Solar Criteria 所有欲获 EPEAT 注册的产品必须满足 ≤630 kg CO <sub>2</sub> e/kWp 的低碳要求；≤400 kg CO <sub>2</sub> e/kWp 的光伏组件，可获得 EPEAT Climate+™ 认证：Criteria for the Assessment of Ultra-Low Carbon Solar Modules <sup>33</sup> | 摇篮到大门/摇篮到坟墓 | 附录按照地域列举了原材料和电力缺省值，源自 IEA PVPS Task 12 Life Cycle Inventory 以及 Ecoinvent 3.8 |
| <b>环境产品声明 (EPD)</b>                 | 欧洲 | EPD 项目运营机构                                                                                   | 光伏相关产品，包括晶硅、硅片、电池片、组件等 | 否 | 是 | 是  | 国际 EPD 体系 (EPD International) <sup>34</sup> 、意大利 EPD (EPD Italy) <sup>35</sup> 等<br><br>基于 ISO14025 和 EN15804，在 EPD 体系下，针对光伏相关产品制定产品类别规则 (PCR)，根据 PCR 计算产品生命周期影响：NPCR 029 Part B for photovoltaic modules-version 1.2 <sup>36</sup>                                                                                                                                                        | 摇篮到坟墓       | Ecoinvent 等数据库                                                               |
| <b>产品生态设计</b>                       | 欧盟 | European Commission<br>欧盟委员会                                                                 | 光伏相关产品，包括晶硅、硅片、        | 否 | 是 | 是  | EU Ecodesign Directive <sup>37</sup><br>The Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR) <sup>38</sup><br>在欧盟生态涉及相关法规的背景下，基于欧盟产品环境                                                                                                                                                                                                                                                 | 摇篮到坟墓       | 欧盟 LCDN 数据库；ILCD 格式基础数据库                                                     |

<sup>31</sup> <https://globalelectronicscouncil.org/zh/>

<sup>32</sup> [https://globalelectronicscouncil.org/wp-content/uploads/NSF-457-2019-1.pdf?trk=public\\_post\\_comment-text](https://globalelectronicscouncil.org/wp-content/uploads/NSF-457-2019-1.pdf?trk=public_post_comment-text)

<sup>33</sup> [https://globalelectronicscouncil.org/wp-content/uploads/EPEAT\\_ULCS\\_2023.pdf](https://globalelectronicscouncil.org/wp-content/uploads/EPEAT_ULCS_2023.pdf)

<sup>34</sup> <https://www.environdec.com/home>

<sup>35</sup> <https://www.epditaly.it/en/>

<sup>36</sup> <https://www.epd-norge.no/getfile.php/13161916-1750333686/PCRer/NPCR%20029%202022%20Part%20B%20for%20photovoltaic%20modules%203103%202022.pdf>

<sup>37</sup> <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2009/125/oj/eng>

<sup>38</sup> [https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation\\_en](https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation_en)



电池片、组件等

足迹方法学（PEF），针对光伏相关产品制定欧盟产品环境类别规则（PEFCR），根据 PEFCR 计算产品生命周期影响：

Photovoltaic modules used in photovoltaic power systems for electricity generation<sup>39</sup>

Harmonised rules for the calculation of the carbon footprint of photovoltaic modules in the context of the EU Eco design Directive<sup>40</sup>

---

<sup>39</sup> [https://www.sepanso33.org/IMG/pdf/pefcr\\_pv\\_electricity\\_v1.1.pdf](https://www.sepanso33.org/IMG/pdf/pefcr_pv_electricity_v1.1.pdf)

<sup>40</sup> [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/photovoltaic-panels-new-rules-assessment-carbon-footprint-2025-07-07\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/photovoltaic-panels-new-rules-assessment-carbon-footprint-2025-07-07_en)

在排放因子方面，由于光伏产业链上大量排放来自生产过程中的电力消耗，所以电力因子的选择对产品碳足迹结果有较大影响。

我们在调研中了解到，法国和韩国碳足迹核算标准中给出的中国电网排放因子缺省值偏高。如法国能源监管委员会（CRE）发布的《与太阳能发电设施的建设和运营有关的招标规范（AO PPE2 PV Sol）》（简称“PPE2”）采用 Ecoinvent 3.5 的中国电网碳足迹排放因子（1.024 kgCO<sub>2</sub>e/kWh）<sup>41</sup>，较生态环境部发布的 2023 年全国电力平均碳足迹因子（0.6205kgCO<sub>2</sub>e/kWh）高出 65%。基于较高碳足迹排放因子计算，企业出口产品碳足迹相对实际情况较高，不利于中国出口组件在国际市场中的绿色低碳竞争力。

生态环境部与国家统计局联合牵头建设的“国家温室气体排放因子数据库”第一版已于 2025 年初上线运行，当前数据库主要涵盖基础能源的排放因子<sup>42</sup>。生态环境部联合国家统计局、国家能源局在 2025 年初发布 2023 年全国电力平均碳足迹因子、输配电碳足迹因子，以及燃煤、光伏、水力、核能等不同发电类型的碳足迹因子，为光伏企业进行产品碳足迹核算提供重要参考<sup>43</sup>。在此基础上，各方应合力提升中国电力碳足迹因子的国际认可度。只有这样，**光伏企业开展产品碳足迹核算时，才可以避免迫于满足海外利益方的要求，使用被广泛认可的国际因子库中的国别电力碳足迹缺省值。**

---

<sup>41</sup> <https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk06/202503/W020250328550116656231.pdf>

<sup>42</sup> <https://data.ncsc.org.cn/factories/index>

<sup>43</sup> [https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk01/202501/t20250123\\_1101226.html](https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk01/202501/t20250123_1101226.html)

● **8 成企业披露水资源消耗，单位产品水耗数据披露仍然有限**

光伏产业链中，多晶硅料、硅片以及电池片生产，是水资源消耗的最主要环节。

本期评价中，35 家企业<sup>44</sup>生产多晶硅料、硅片、电池片的企业中（表 4-9）：

- 28 家披露了水资源消耗量<sup>45</sup>，占比 80%；
- 11 家企业披露称，已评估自身运营项目所在地的水资源压力或风险，并基于评估结果开展针对性的水资源管理行动；
- 7 家企业披露高耗水环节的单位产品水耗<sup>46</sup>；

表 4-9 涉及高耗水环节光伏企业数据披露情况

| 高耗水环节 | 涉及该高耗水环节的企业 | 披露水资源消耗总量的企业 | 披露高耗水环节单位产品水耗的企业    |
|-------|-------------|--------------|---------------------|
| 多晶硅料  | 7 家         | 6 家          | 通威股份、协鑫科技、大全能源、新特能源 |
| 硅片    | 7 家         | 7 家          | 协鑫科技                |
| 电池片   | 29 家        | 23 家         | 通威股份、天合光能           |

**案例：通威股份等 4 家光伏企业多晶硅料水耗低于行业均值**

多晶硅料生产是光伏产业链水资源消耗最多的环节。本期评价中，4 家企业披露了多晶硅产品的单位产品水耗（表 4-10）。通过优化工艺降低用水量、管控工艺过程的异常用水、提升水资源重复利用率、提升员工水资源管理能力等节水措施，这些企业的单位产品水耗均低于《中国光伏产业发展路线图（2024-2025 年）》中公开的多晶硅平均水耗（60 千克/千克硅料）。

<sup>44</sup> 仅纳入多晶硅料、硅片、电池片的营收占 2024 年总营收超过 5%的企业。

<sup>45</sup> 包括直接披露水资源消耗总量，以及分别披露总取水量与总排水量的企业。

<sup>46</sup> 包括企业直接披露单位产品水耗，以及通过企业披露的产品产量与水资源消耗量计算出的单位产品水耗。

表 4-10 光伏企业披露的 2024 年多晶硅料单位产品水耗与主要节水措施  
(单位：千克/千克硅料)

| 企业名称 | 单位产品水耗              | 主要节水措施                                                                                                                                                                                          |
|------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 通威股份 | 51.25 <sup>47</sup> | 管理：培训赋能-通过定期培训提升员工水资源管理能力，鼓励创新-激励员工提供节水降耗的创新思路并提供奖励，考核问责-将单位产品水耗绩效纳入员工考核；<br>技术：源头管控-通过工艺优化、技术改进、设备更换等举措减少用水，过程管理-通过建立科学用水计量体系、量化分析用水平衡度、定期检查雨污排口等方式及时发现并控制异常用水，回收利用-通过废水进行分类收集处置、实现废水高效处置和回收利用 |
| 协鑫科技 | 57.36               | 通过工艺改造减少用水量，利用中水作为替代水源，优化排水系统增加水资源循环利用率、通过污水处置设施实现废水零排放                                                                                                                                         |
| 大全能源 | 38 <sup>48</sup>    | 通过携手国内外节水专业公司开展循环水冷却塔节水消雾技术交流和合作，创新应用“浓水蒸发结晶”和“冷却塔消雾”技术，将中水反渗透浓水部分进行处理后再利用，将生产用水重复利用提升至 98.59%；将常规冷却塔改为消雾节水冷却塔，在冬季实现无雾运行，降低冷却塔的补水量的同时为区域冬季重污染天气防治作出贡献                                           |
| 新特能源 | 35 <sup>49</sup>    | 采取在厂内设置自动监测系统的方式，实现水资源消耗实时监测和控制，同时通过调整生产各装置循环水温差等方式减少水资源消耗。2024 年，企业多晶硅生产的废水回收量提升 50%，外排水量降低 15%                                                                                                |

<sup>47</sup> 计算方法：通威股份公开披露的硅料子公司通威永祥年度总耗水量/通威股份年度高纯晶硅生产量。数据来自通威股份 2023、2024 年报，以及 2024ESG 报告。  
<sup>48</sup> 基于大全能源披露数据进行单位换算。  
<sup>49</sup> 计算方法：新特能源 2024 年 ESG 报告将生产用水密度备注为基于多晶硅产量计算。

电池片生产是光伏产业链另一个高耗水环节。本期评价中有 23 家企业涉及电池片的生产，仅有天合光能、通威股份 2 家公开披露了电池片的单位产品水耗数据，但未提及具体的电池型号。

由于生产工艺差异，不同类型的电池片单位产品水耗相差较大，因此无法与《中国光伏产业发展路线图（2024-2025 年）》公开的 p 型 PERC 电池片、n 型 TOPCon 电池片、n 型异质结电池片或 XBC 电池片的行业平均水耗进行比对。这不利于各方了解和追踪光伏企业针对电池片生产的水资源管理措施和成效。

- 14 家企业设定并披露水资源管理目标（表 4-11），多数企业同时披露了 2024 年的目标完成进展。在这些目标中，大部分为减少集团层面的水耗或提升水资源重复利用率，仅有隆基绿能、天合光能、协鑫科技、TCL 中环、爱旭股份 5 家企业设定并披露降低产品耗水强度的目标。

表 4-11 光伏企业披露水资源管理目标与 2024 年进展

| 企业   | 基准年  | 目标年  | 集团水耗目标与进展                        |                           | 集团水资源重复利用目标与进展 |          | 高耗水产品的水耗目标与进展                                                           |                                                              |
|------|------|------|----------------------------------|---------------------------|----------------|----------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|      |      |      | 目标原文                             | 2024 年进展                  | 目标原文           | 2024 年进展 | 目标原文                                                                    | 2024 年进展                                                     |
| 隆基绿能 | 2023 | 2024 | 2024 年集团整体水单耗目标较 2023 年下降 13.80% | 已完成目标： / 24.8%            | /              | /        | 单晶水单耗较 2023 年下降 2.50%<br>切片水单耗较 2023 年下降 4.00%<br>电池水单耗较 2023 年下降 25.0% | 已完成目标：<br>单晶实际下降率 17.6%<br>切片实际下降率<br>21.3%<br>电池实际下降率 44.5% |
| 晶澳科技 | 2023 | 2024 | 2024 年单位产能耗水量较 2023 年降低 2%       | 已完成目标： / 2%               | /              | /        | /                                                                       | /                                                            |
| 阿特斯  | /    | 2024 | 2024 年水耗强度目标为 635 公吨/兆瓦          | 已完成目标： / 水耗强度降至 566 公吨/兆瓦 | /              | /        | /                                                                       | /                                                            |
| 通威股份 | /    | 2024 | 2024 年短期节水目标 452.59 万吨           | 已完成目标： / 节水量超过 1,274 万吨   | /              | /        | /                                                                       | /                                                            |
| 通威股份 | /    | 2025 | 2025 年短期节水目标 309.6 万吨            | /                         | /              | /        | /                                                                       | /                                                            |

|      |      |      |                                            |                                    |                                      |                           |                                                                                                                             |                                                                                                    |
|------|------|------|--------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大全能源 | 2024 | 2025 | 以 2024 年为基准，<br>2025 年实现耗水强度<br>下降 1%      | 2024 年耗水<br>强度 0.038 千<br>吨 / 吨多晶硅 | /                                    | /                         | /                                                                                                                           | /                                                                                                  |
| 特变电工 | /    | 2025 | /                                          | /                                  | 2025 年底前，将水<br>重复利用率保持在<br>93% 以上    | 已完成目标：<br>水重复利用率<br>超 93% | /                                                                                                                           | /                                                                                                  |
| 特变电工 | /    | 2025 | /                                          | /                                  | 电极箔公司 2025 年<br>底实现废酸废水<br>100% 回收利用 | 综合回收利用<br>率达 70% 以<br>上   | /                                                                                                                           | /                                                                                                  |
| 天合光能 | 2020 | 2025 | 以 2020 年为基准，<br>2025 年水耗强度<br>(t/MW)下降 20% | 未披露进展                              | /                                    | /                         | 以 2020 年为基准，<br>2025 年 <b>单位电池水<br/>耗强度</b> (t/MW)下降<br>20%；<br>以 2020 年为基准，<br>2025 年 <b>单位组件水<br/>耗强度</b> (t/MW)下降<br>20% | <b>已完成目标：</b><br>单位电池产品耗水<br>量 135.73 吨/<br>MW，下降 86.85%<br>单位组件产品耗水<br>量 27.41 吨/<br>MW，下降 67.68% |
| 协鑫科技 | 2023 | 2026 | /                                          | /                                  | /                                    | /                         | <b>硅料：</b> 以 2023 年为<br>基准年，2026 年 <b>用<br/>水密度下降 31.78%</b><br><b>硅片：</b> 以 2023 年为                                        | 硅料用水密度下降<br>22%<br>硅片用水密度上升<br>47%                                                                 |



|        |      |      |   |   |                                             | 基准年，2026 年用水密度下降 9.31%           |                                                                                                                                                     |                                                                    |
|--------|------|------|---|---|---------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 特变电工   | /    | 2029 | / | / | 电极箔公司 2029 年实现中水回收率 100%                    | 含磷废水综合回收率达 70%<br>含硝废水综合回收率达 56% | /                                                                                                                                                   | /                                                                  |
| TCL 中环 | 2023 | 2030 | / | / | 2030 年水资源回用率 60%<br>2030 年替代水源占比 70%        | 水资源回用率 40%<br>替代水源占比 51%         | 2030 年目标， <b>晶体产品耗水强度</b> 下降 20%<br>20%<br>2030 年目标， <b>晶片产品耗水强度</b> 下降 25%<br>2030 年目标， <b>电池产品耗水强度</b> 下降 20%<br>2030 年目标， <b>组件产品耗水强度</b> 下降 15% | 晶体产品耗水强度下降 20%<br>晶片产品耗水强度下降 50%<br>电池产品耗水强度下降 0<br>组件产品耗水强度下降 45% |
| 爱旭股份   | 2023 | 2030 | / | / | 中水回用率 2030 年目标为 40%<br>再生水利用率 2030 年目标为 45% | 中水回用率 16.62%<br>再生水利用率 27.03%    | 2030 年 <b>ABC 电池生产水单耗</b> 较 2023 年度下降 20%                                                                                                           | 较 2023 年度下降 10%                                                    |

|      |      |      |                                               |                            |                           |       |   |   |
|------|------|------|-----------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------|---|---|
| 协鑫集成 | 2024 | 2050 | 以 2024 年为基准，到 2030 年实现单位产量水资源使用量下降 8%         | 175.52 吨/兆瓦                | /                         | /     | / | / |
| 中来股份 | /    | 2030 | /                                             | /                          | 2030 年，实现生产用水全循环利用比例达 98% | 未披露进展 | / | / |
| 正泰新能 | 2022 | 2035 | 中长期目标(至 2035 年)：单位产品耗水强度下降 50% (以 2022 年为基准年) | 下降 37.67%                  | /                         | /     | / | / |
| 东方日升 | 2023 | 2050 | 到 2050 年，单位耗水强度下降 50% (2023 年为基准年)            | 单位耗水强度为 75.15 立方米 / 百万 元营收 | /                         | /     | / | / |

## 发现三

### 领先企业加强供应链环境管理，光伏“绿色制造”仍需加强

55 家纳入评价的光伏企业中，46 家公开披露了绿色供应链管理要求，占比 84%；35 家披露了 2024 年管理进展。10 家企业公开披露将环境风险管控延伸到原材料供应商，其中隆基绿能、通威股份、TCL 中环、东方日升、一道新能已将供应链的环境风险管控要求延伸至上游硅矿环节。

光伏作为能源转型的关键推动力，产业链中除硅矿外还涉及多种能源转型关键矿产，如工业硅冶炼使用的石墨，电池片中需使用的铜、锡、银、铟、镓<sup>50</sup>，光伏玻璃使用的锑<sup>51</sup>，钙钛电池使用的铯、铷等<sup>52</sup>。本期评价显示，隆基绿能、通威股份、晶科能源、晶澳科技 4 家企业公开披露已关注转型矿产开采过程的环境影响（图 4-2），另有 23 家企业提及已开启社会责任审核，但尚未披露是否将环境风险纳入管控要求。

#### 关键矿产管理

##### 1.4.2

晶澳科技始终坚持道德采购，承诺遵守《中国负责任矿产供应链尽责管理指南》《经合组织受冲突影响与高风险地区矿石供应链尽职调查指南》（下文简称“《OECD 指南》”）和负责任矿产倡议（RMI）的合规保障措施，不使用任何可能加剧冲突、损害人权和环境等有争议性的矿石原材料，并明确要求供应商承诺矿石原料来自于对环境和社会负责任的来源，确保供应链上使用的矿物的可追溯性和可控制性。

图 4-2 晶澳科技通过可持续发展暨 ESG 报告披露关键矿产管理要求

### 案例：隆基绿能等 5 家企业利用数字化工具提升供应链环境管理效率

基于供应商多，品类广、业务复杂等现状，隆基绿能自 2019 年开始动态监控供应商环境合规表现<sup>53</sup>，提升供应商环境绩效，并通过系统培训及专业技术支持，提升供

<sup>50</sup> [http://m.microbell.com/wap\\_detail.aspx?id=6dafba0578d3c451807a7cb222e7f63d](http://m.microbell.com/wap_detail.aspx?id=6dafba0578d3c451807a7cb222e7f63d)

<sup>51</sup> [http://m.microbell.com/wap\\_detail.aspx?id=6dafba0578d3c451807a7cb222e7f63d](http://m.microbell.com/wap_detail.aspx?id=6dafba0578d3c451807a7cb222e7f63d)

<sup>52</sup> <https://finance.ifeng.com/c/8PGXkvuFVcT>

<sup>53</sup> 隆基绿能. 隆基绿能的绿色可持续供应链[EB/OL]. [2024-10-07].

<https://www.ipe.org.cn/GreenSupplyChain/BrandStoryDetail.aspx?id=110>.

应商的 ESG 管理水平。隆基绿能还推出 2024-2028 年供应商 ESG 能力建设规划，旨在协助供应商建立可持续的采购体系，助力产业链协同推进可持续发展。2024 年，隆基绿能在供应商管理 SRM 平台接入 IPE 蔚蓝地图数据库等第三方工具<sup>54</sup>，高效核查新供应商的环境合规性等关键信息，快速筛查潜在供应商的合规风险，为后续的准入评估提供有力支持。2024 年隆基绿能推动 63 家供应商完成针对环境违规问题的整改并通过 IPE 蔚蓝地图网站做出公开说明（图 4-3）。

通威股份 2025 年起，系统性推动关联企业公开披露针对过往违规问题的整改措施和合规现状。截至 7 月中旬，58 家企业已经开展信息披露工作（图 4-3）。

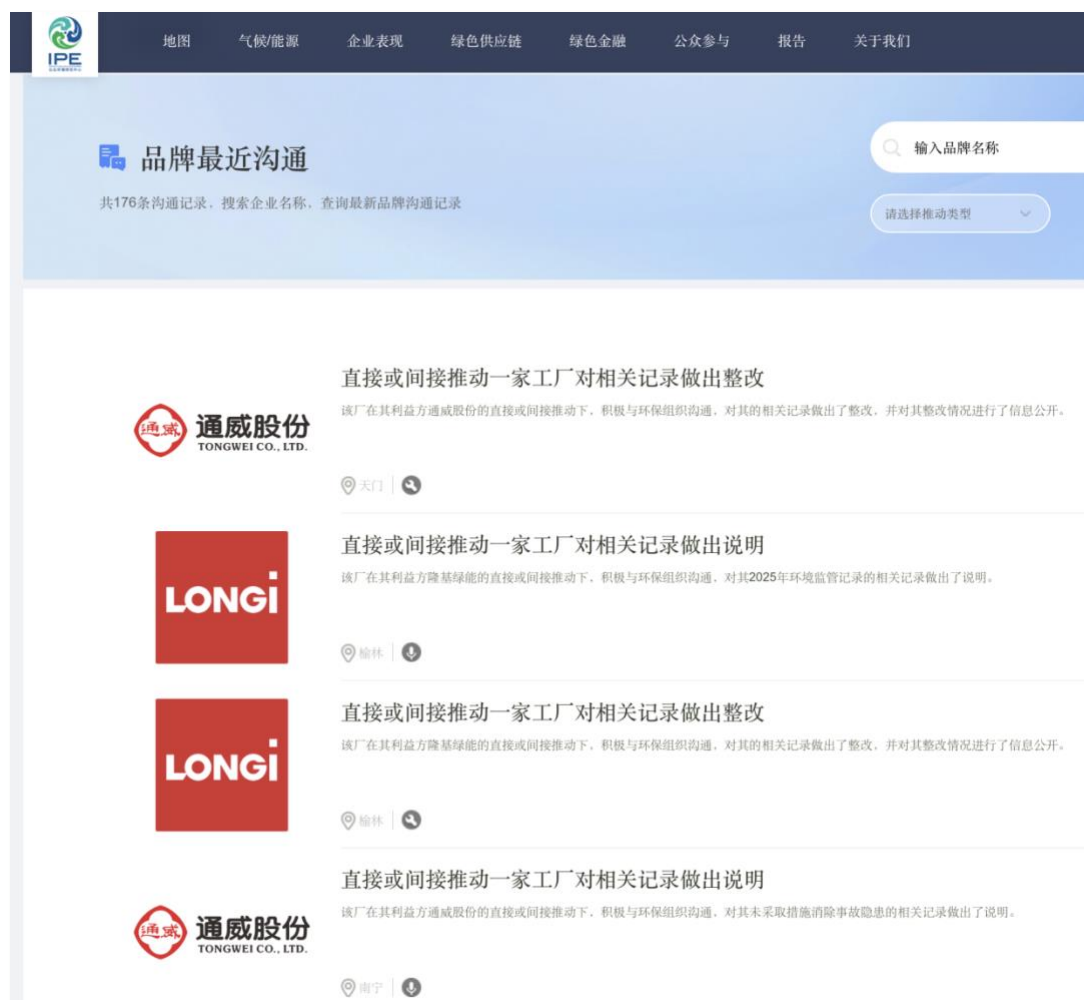


图 4-3 隆基绿能和通威股份推动关联企业和供应商披露环境信息

<sup>54</sup> [https://static.longi.com/2024\\_cef84c9a76.pdf](https://static.longi.com/2024_cef84c9a76.pdf)

固德威在 2024 年度可持续发展报告<sup>55</sup>中披露称：作为可持续采购的重要措施，企业从公众环境研究中心（IPE）网站对重点供应商开展环境违规记录调查。

阳光电源和晶科能源也开始尝试利用 IPE 蔚蓝地图提供的自动化工具，批量关注关联企业和供应商的环境表现。

本期评价期间，IPE 和绿色江南调研发现，9 家光伏企业的 12 家关联企业，2024 年以来曾出现环境违规问题，涉及超许可排放总量排放废气污染物，超过取水许可证批复的年取水量取水，未落实重污染天气红色预警减排措施，环境影响报告书存在质量问题，将危险废物提供和委托给无危险废物经营许可证的单位从事收集、贮存、处置活动，未批先建，未验先投，超出使用林地审核同意书范围建设发电站。

针对这些问题，拓日新能持股的陕西拓日新能源科技有限公司<sup>56</sup>，通过 IPE 蔚蓝地图网站披露了针对 2024 年 11 月废气超标问题的整改措施；并通过企业环境信息依法披露系统（陕西）<sup>57</sup>在 2024 年年度报告中披露另一项环境行政处罚，但未披露整改措施。

禾望电气在 2024 年年报中，披露了关联企业大理博禾新能源有限公司“在未取得环境影响评价文件的审批手续情况下开工建设凤山光伏发电项目 220KV 送出线路工程”<sup>58</sup>，但未披露后续整改措施。

---

<sup>55</sup>[https://sustainability.goodwe.com/Public/Uploads/uploadfile/files/20250603/gudewei2024niandukechixufazhanbao\\_gaozhongwenban0428\(1\).pdf](https://sustainability.goodwe.com/Public/Uploads/uploadfile/files/20250603/gudewei2024niandukechixufazhanbao_gaozhongwenban0428(1).pdf)

<sup>56</sup>

<https://www.ipe.org.cn/IndustryRecord/RegulatoryRecord.aspx?companyId=AFAD5183CE9DAAD6374002E63B0C2371EAC25F3A4EA60693560A283FF7EF4309&type=1>

<sup>57</sup> <http://113.140.66.227:11077/#/noLogin/enterprise-details?qyid=7d5a3394-d504-4c02-9da8-aac5e318503d&year=2024>

<sup>58</sup><https://www.ipe.org.cn/IndustryRecord/RegulatoryRecord.aspx?companyId=F7D8EDDABD7F3F3F424BE2F45CBD668431350C2533057FA6CDA3751036FB7C98&type=1>

合盛硅业在 2024 年年报中，披露了关联企业新疆金松硅业有限责任公司<sup>59</sup>和新疆中部合盛硅业有限公司<sup>60</sup>收到环境行政处罚，并表示“公司已根据环保部门要求完成整改，并建立健全长效管理机制，加强日常环保管理，定期开展环境风险隐患排查治理工作，严守环保红线，推进企业绿色可持续发展”，但未披露行政处罚涉及的具体问题以及整改措施。

晶澳科技与 IPE 和绿色江南就晶澳（无锡）光伏科技有限公司 2024 年出现的未批先建和未验先投的问题进行交流，表示企业已经完成整改，并提供了“光伏专用材料智能化改造（技术改造）项目竣工环境保护验收公示”。

参评企业中，34 家光伏企业已经在中国以外地区投资生产基地，扩大海外市场的产能布局。但这其中三家企业的海外基地 2024 年以来出现了未取得施工许可即组织施工，委托处理工业废物的处理商擅自拆除污染治理设施等违规问题。截至报告发布为止，我们还没有看到企业公开披露的整改措施。**中国光伏企业在海外建设和运营时，不仅需要遵守当地生态环境相关的法律法规，更需要持续提升环境表现，并通过充分的信息披露构建与当地利益方的信任。**

---

<sup>59</sup><https://www.ipe.org.cn/IndustryRecord/RegulatoryRecord.aspx?companyId=1891F86E36B61861D2C0D40B99784BC14A9D3749366ECF9859F7CC67EC95F584&type=1>

<sup>60</sup><https://www.ipe.org.cn/IndustryRecord/RegulatoryRecord.aspx?companyId=4BED9710F7293FC60E952D457DEDBF2BF017D8A7F0ADE741EA48B971F394313A&type=1>

## 发现四

### 近 6 成电站企业披露生物多样性影响，上游生产环节关注度有限

近年来，光伏电站建设和运营对生物多样性的影响引起越来越多利益方的关注。集中式光伏电站项目通常占地面积较大，一般 100 兆瓦光伏发电项目用地面积可以达到 2000 亩以上<sup>61</sup>。在中国国内，拥有广阔土地和丰富光照资源的西部地区，以及东南沿海的大面积滩涂，成为光伏电站的优选区域。

然而西部地区拥有众多优先保护单元<sup>62</sup>以及生态敏感区域。光伏电站建设和运营可能带来的土地利用变化、水资源使用、污染物排放等，都是导致生物多样性丧失的直接驱动因素。东南沿海的滩涂区域是东亚-澳大利西亚候鸟迁徙路线的重要节点，海上光伏电站建设过程的人类活动及导致的栖息地变化，可能对迁徙候鸟产生影响<sup>63</sup>。

本期评价的企业中，19 家从事光伏电站建设和运营的企业中，11 家公开披露在电站的规划和选址时关注其是否位于生物多样性敏感区域，严格落实生态保护红线管理要求；5 家披露开展生物多样性影响评估（图 4-4）。

晶澳科技、东方日升、阳光电源、信义光能、特变电工、易成新能等企业，围绕光伏电站生命周期不同阶段开展生物多样性保护相关工作，包括：

- 在可行性研究阶段，聘请专业机构开展生物多样性评估，确保项目区域不存在重点保护物种；
- 在项目开发时，优先选择与原生环境最匹配的开发模式；

---

<sup>61</sup> [https://paper.people.com.cn/zgnyb/html/2024-04/22/content\\_26056932.htm](https://paper.people.com.cn/zgnyb/html/2024-04/22/content_26056932.htm)

<sup>62</sup> 优先保护单元（Priority Conservation Areas）指：具有重要生态功能、生物多样性或生态敏感脆弱的区域，需优先实施严格保护，限制开发活动，维护生态系统完整性和服务功能。包括：国家级和省级自然保护区、国家公园、自然公园（如森林公园、湿地公园）、重要水源涵养区（如三江源、南水北调水源地）、生物多样性保护优先区（如大熊猫、东北虎豹栖息地）、水土流失和荒漠化敏感区（如黄土高原、塔里木河下游）、其他生态功能极重要或极脆弱区域（如青藏高原冻土区、海岸带防护区）

<sup>63</sup> <https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/ChVQZXJpb2RpY2FsQ0hJMjAyNTA2MjI5SD2pzaGprajlwMjUwMjAwNBolcWFqa2tiYms%3D>



- 在输变电路设计时，评估环境、生态及鸟类迁徙影响，优化线路布局方案以减少对生物多样性影响；
- 开展生态红线敏感区内历史遗留项目排查、清退与生态修复等。

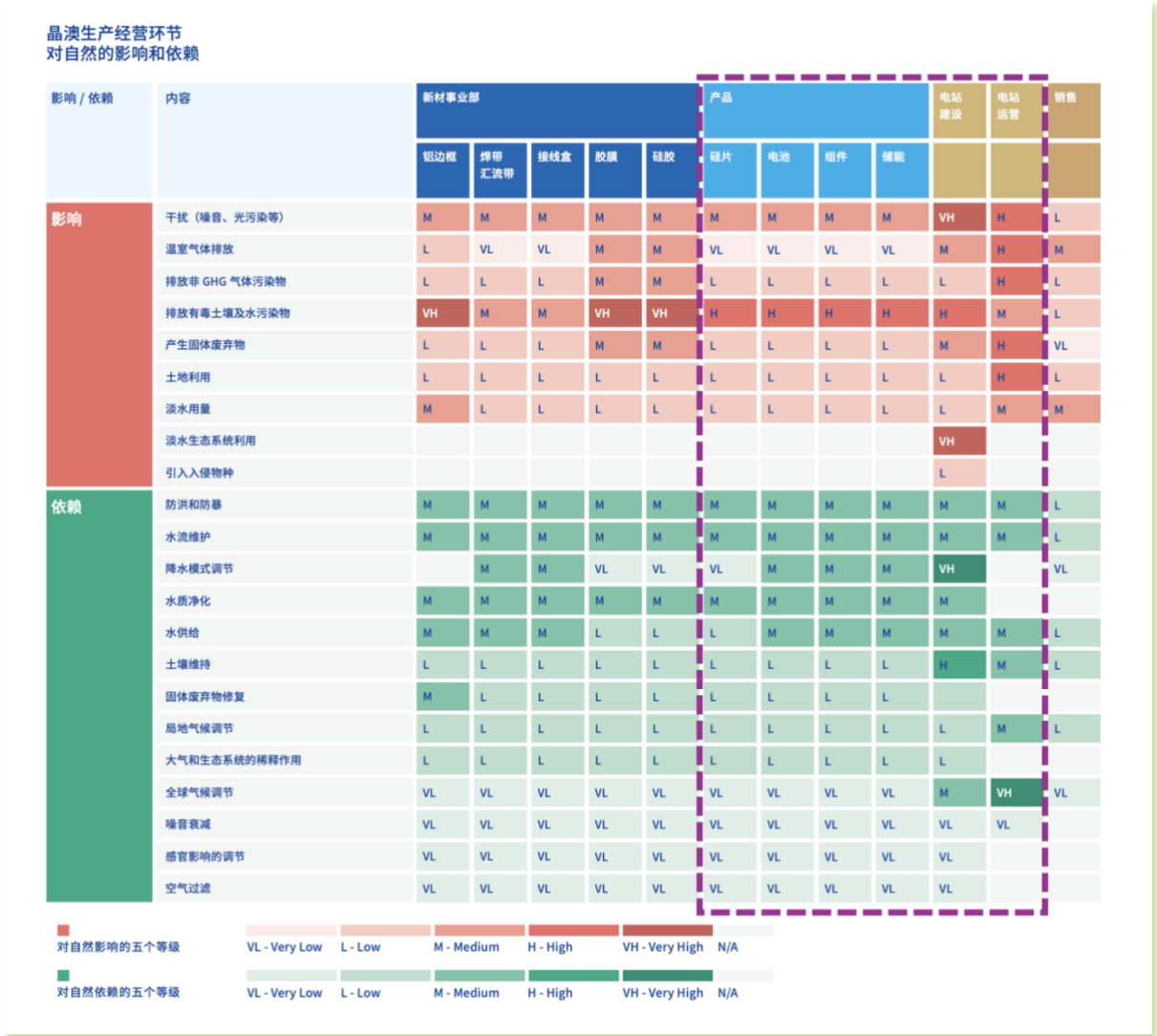


图 4-4 晶澳科技依据 TNFD LEAP 框架，识别并披露硅片、电池、组件和储能产品，以及电站对生物多样性的影响与依赖

除了电站，光伏产业链上游硅矿以及能源转型关键矿产的开采环节，同样涉及土地利用变化、污染物与温室气体排放，可能导致生物多样性丧失。

本期评价显示，TCL 中环、晶澳科技、天合光能、东方日升（图 4-5）4 家企业公开承诺将关注供应链的生物多样性影响。但尚无企业披露计划如何开展供应链生物多样性影响的识别与管控，或披露相关行动进展。光伏企业应提升对产业链上游原材料开采及加工环节生物多样性影响的关注。



图 4-5 东方日升基于 WWF 生物多样性风险工具开展生物多样性风险评估

## 发现五

### 光伏组件退役周期临近，标准缺失、技术复杂与高成本等障碍有待克服

据中国光伏行业协会预计，2025 年，中国将开始产生大批量退役光伏组件（图 4-6）；2030 年后，光伏组件废弃量将迎来高峰期<sup>64</sup>。

光伏组件回收被称为光伏产业链的“最后一公里”<sup>65</sup>。研究显示，报废光伏组件经人工拆解和热解后获得玻璃、硅片、铝、铜、银等材料并回收利用，可降低光伏组件生产和使用阶段碳足迹的三分之一<sup>66</sup>。但当前仅约 15 %（以重量计）的组件材料可被回收，并重新用于高价值产品。其中玻璃占比最高，约达 70 %<sup>67</sup>。针对银、硅等材料的回收，处理方法如酸浸-电沉积法、化学蚀刻法等可以带来更高的回收率<sup>68</sup>，但与此同时回收处置过程的成本和相关能源、物料消耗也会随之增加。当前组件回收仍面临着诸多挑战，回收所带来的环境绩效结果多为实验室和理论研究值，仍需要光伏企业协同上下游促进组件材料回收利用。

本期评价的 31 家涉及组件生产的企业中，16 家企业披露了 2024 年开展的废旧组件回收工作，包括：参与回收标准体系建设、提升组件可回收性、建设回收示范产线。尚无企业披露已关注组件回收过程的生态环境影响。

---

<sup>64</sup> <https://www.news.cn/energy/20250219/3d7ca3edfad047d38350f246ba82cc25/c.html>

<sup>65</sup> <https://www.sciencenet.cn/skhtmlnews/2022/1/4568.html>

<sup>66</sup> 赵若楠,董莉,白璐,等.光伏行业生命周期碳排放清单分析[J].中国环境科学,2020,40(06):2751-2757.

<sup>67</sup> Meng Tao, Theresa Chen, Natalie Click, Randall Adcock, Recent progress and future prospects of silicon solar module recycling, Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, Volume 44, 2023.

<sup>68</sup> K. Anusuya, K. Vijayakumar, S. Manikandan, From efficiency to eternity: A holistic review of photovoltaic panel degradation and End-of-Life management, Solar Energy, Volume 265, 2023.

- 12 家光伏企业参与编制退役组件回收技术开发、设备研制和技术标准（表 4-12)

表 4-12 参评企业披露参与编制组件回收相关标准

| 序号 | 标准名称                                           | 参与编制企业                                         |
|----|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1  | GB/T 45922-2025<br>《光伏组件报废评价技术要求》              | 隆基绿能、爱旭股份、晶科能源、英利集团                            |
| 2  | GB/T 45075-2024<br>《退役光伏组件梯次利用通用规范》            | 隆基绿能、晶科能源、天合光能、英利集团                            |
| 3  | GB/T 43752-2024<br>《晶体硅光伏组件回收处理方法物理法》          | 英利集团、晶科能源、东方日升、隆基绿能、中节能太阳能、正泰新能、拓日新能、日托光伏、英利能源 |
| 4  | GB/T 39753-2021<br>《光伏组件回收再利用通用技术要求》           | 中节能太阳能、拓日新能、隆基绿能、晶科能源、天合光能                     |
| 5  | T/ZGZS 0101-2025<br>《废弃光伏组件回收利用污染防治技术规范》       | 中节能太阳能、正泰新能                                    |
| 6  | T/ZGZS 0116-2024<br>《废弃光伏组件回收利用碳排放量核算》         | 中节能太阳能                                         |
| 7  | T/CPIA 0084-2024<br>《废弃光伏组件回收处理企业技术规范》         | 阿特斯、东方日升、晶科能源                                  |
| 8  | T/CPIA 0085—2024<br>《废弃晶体硅光伏组件回收的包装、运输、贮存技术规范》 | 东方日升、阿特斯、晶科能源                                  |
| 9  | T/CPIA 0086—2024<br>《废弃光伏组件回收利用 电池片处理方法 湿化学法》  | 天合光能                                           |

- 8 家企业提升组件可回收性能，主要方式包括：开发无氟太阳能背板，使组件回收阶段更容易通过常规的物理或化学方法进行分离和再利用，降低回收成本

和复杂性；采用无铅焊带以摆脱组件回收过程的重金属铅干扰，降低回收难度；在设计阶段考虑组件可回收性，采用易拆解、易回收设计方案。隆基绿能、晶科能源、正泰新能 3 家企业披露组件可回性数据（表 4-13）。

表 4-13 参评企业提升组件可回收性能的主要措施和数据

| 企业   | 提升组件可回性的措施                                                                                                  | 组件可回收性数据                                       |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 隆基绿能 | 设计更易于回收的产品，提升产品的可回收性和材料效率；<br>提高组件中可循环利用成分的比例。                                                              | 光伏组件材料中可回收再利用的部分可以达到 94%                       |
| 晶科能源 | 在产品全生命周期管理过程中积极践行循环经济理念，提高产品材料可回收性；在新材料导入前期，针对材料的可靠性、成本、制造性与可回收性等，开展考量评估。                                   | 钢化玻璃、铝边框等通过物理法回收可超 98%，<br>硅、银与铜通过化学法回收率可超 95% |
| 晶澳科技 | 充分考虑产品可回收性和可再利用性，采用易于拆解和回收的设计方案；<br>选取无铅焊带、脱醇硅胶、低酸胶膜等绿色辅材；<br>引入了玻纤增强聚氨酯新型复合边框材料，可实现 100% 回收。               | /                                              |
| 阿特斯  | 聚焦无氟背板和无铅焊带的研发，有效避免氟元素在组件回收过程中可能带来的环境风险；采用无铅焊带，可使组件回收摆脱重金属铅的干扰，在降低回收难度的同时，为对环境要求严苛的敏感应用场景提供了更安全、更可靠的产品解决方案。 | /                                              |
| 横店东磁 | 针对光伏行业含氟背板组件回收时易产生有毒氟化物的环境隐患，通过材料创新与可靠性验证突破，研发出新型无氟太阳能背板。                                                   | /                                              |
| 东方日升 | 在设计过程中考虑模块化结构以降低运维和回收拆解难度，实现高效运维和回收；<br>大力推广使用无氟背板，从源头降低产品的环境影响。                                            | /                                              |

|             |                                                                              |                                                   |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>亿晶光电</b> | 在产品 设计方面，公司注重产品的节能性能和可回收性，开发出更多符合绿色标准的产品。                                    | /                                                 |
| <b>正泰新能</b> | 开展废弃组件回收与循环利用技术研究以及报废组件可回收材料可行性课题研究，参加中国绿色供应链联盟光伏回收中心“退役光伏组件循环利用市场分析及技术示范”课题 | 组件产品可回收利用率为 100%，其中可再生利用率达 92%，剩余 8% 可通过物理法进行能源回收 |

- 4 家企业披露基于化学法、物理法等不同工艺路径，探索建设回收生产线（表 4-14）。

表 4-14 参评企业披露建设回收生产线的主要方式

| 企业          | 探索回收生产线的方式                                                                                                                                     |  |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>晶科能源</b> | 晶科能源在江西上饶建成化学法光伏组件回收示范线处理成套装备生产示范线，年处理能力 12MW，可以拆解完整背板、玻璃（无胶膜）、电池片，组件拆解速率可达 8min/片，总质量回收率可达 92%，其中硅、银、铜回收率可实现 95%、95%、98% <sup>69</sup> 。      |  |
| <b>英利能源</b> | 英利能源联合河北大学等科研机构，聚焦晶硅光伏组件的绿色拆解及环保分离技术，建成国内首条基于物理法的环保处理示范线，年处理能力达 13.68MW，银、硅、铜的回收率分别达到 94.3%、97.7%和 97.1%，并成功入选工信部第三批智能光伏试点示范项目 <sup>70</sup> 。 |  |
| <b>一道新能</b> | 一道新能研发纯物理法拆解工艺，集成自适应拆框、热剥分离、超细粉处理与多级分选系统，确保全过程无废气、废液、废渣排放，建设了先进的组件回收设备产线 <sup>71</sup> 。                                                       |  |
| <b>晶澳科技</b> | 晶澳科技正在投建废弃光伏组件综合利用的示范线项目，对光伏组件高效拆解进行试产验证测试，为行业探索组件回收与再利用的解决方案 <sup>72</sup> 。                                                                  |  |

<sup>69</sup> <https://www.chinabaogao.com/detail/631719.html>  
<sup>70</sup> 《英利能源发展有限公司 2024 年度可持续发展报告》  
<sup>71</sup> 《2024 年度一道新能 ESG（环境、社会及治理报告）》  
<sup>72</sup> 《晶澳科技 2024 年度可持续发展暨 ESG 报告》

尽管超 5 成组件企业开始关注组件回收，但企业披露的回收行动以及量化数据统计仍主要集中在欧洲市场。例如：晶澳科技披露其 2023 年申报 WEEE（《报废电子电气设备指令》Waste Electrical and Electronic Equipment）总瓦数 6+GW、总重量 33+万吨。隆基绿能披露其 2024 年与 WEEE 合规机构合作实际回收组件 23.82MW。阿特斯 2024 年披露与欧洲本地服务商合作开展回收再利用 4103 片组件产品。我们认为这主要是因为欧盟 2024 年修订的 WEEE 指令，将光伏组件作为一个新的电子设备类别，并明确提出 2012 年 8 月 13 日之后投放市场的光伏电池板废物的管理和处置费用，由光伏企业承担。

相较于欧盟市场上的积极回收行动，中国的光伏组件回收行动则明显滞后。结合案头调研及与组件企业的访谈，我们认为，造成这种差距的原因主要包括：

- **“生产者责任延伸制”尚未发展为废旧组件强制回收机制**：《关于促进退役风电、光伏设备循环利用的指导意见》等现有政策多为鼓励性文件，未明确要求制造商承担回收责任或规定具体回收目标。虽然一些省份开始探索建立回收体系，例如 2024 年 7 月江苏省发布《废弃光伏组件综合利用污染控制技术规范（征求意见稿）》，拟研究通过地方标准规范回收流程和污染控制的措施；宁夏等地探索建立信息化回收平台，通过数字化手段追踪组件流向。但废旧组件强制回收机制的缺失，导致组件制造商与电站运营商没有动力，回收工作难以形成规模效应。此外，中国大部分集中式光伏电站属于央企，这些“国有资产”的处置规定与流程尚未明确<sup>73</sup>；

---

<sup>73</sup> [https://www.cnenergynews.cn/focus/2025/05/06/detail\\_20250506211664.html](https://www.cnenergynews.cn/focus/2025/05/06/detail_20250506211664.html)



- **回收利用产业链尚未形成**：组件回收涉及运输、拆解、材料分离及环保处理等环节（图 4-6）。目前，大部分废旧组件流入环保成本低的小作坊，有环保资质的大企业反而缺少价格优势，出现产能限制。南京航空航天大学的研究还指出<sup>74</sup>，废旧组件跨省转移审批在实际操作中存在诸多障碍，导致流通不畅、成本增加。这导致回收企业依赖本地零散货源，进一步削弱回收的综合经济性，并影响回收产业价值链的构建；

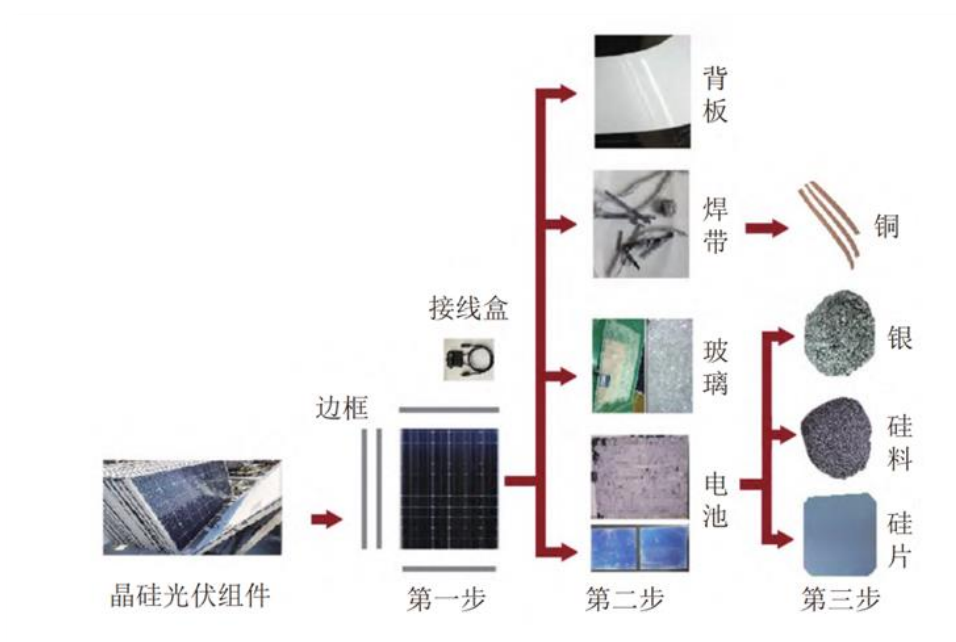


图 4-6 晶体硅光伏组件回收的一般流程<sup>75</sup>

- **回收与拆解技术尚不成熟**：光伏组件在制造过程中，将玻璃、EVA（乙烯-醋酸乙烯共聚物）封装膜、硅电池片、背板（TPE、TPT 等）、焊带、铝边框和接线盒等多种材料通过高温层压工艺紧密结合，形成一个高度集成的结构。南京航空航天大学的研究指出<sup>76</sup>，目前主流的回收方法中：物理法金属回收率低、组

<sup>74</sup> [https://www.cnenergynews.cn/focus/2025/05/06/detail\\_20250506211664.html](https://www.cnenergynews.cn/focus/2025/05/06/detail_20250506211664.html)

<sup>75</sup> 贾晓洁,郑璐,吕芳,赵雷,刘莉敏.晶硅光伏组件回收技术环境影响分析[J].山西电力,2023(5):40-43

<sup>76</sup> [https://www.cnenergynews.cn/focus/2025/05/06/detail\\_20250506211664.html](https://www.cnenergynews.cn/focus/2025/05/06/detail_20250506211664.html)

分后期分离难、材料纯度不足；化学法工艺复杂且难以规模化、大量酸碱废液难处理、耗时较长、成本超过 40 元/千瓦峰值；热解法能耗高、有害废气难处理、投资门槛高，成本超过 50 元/千瓦峰值。

## 第五章 展望和建议

在全球迈向绿色低碳发展的大背景下，中国光伏行业发挥巨大生产和研发潜力，破解绿色壁垒，需要继续推动行业绿色低碳发展。

因此，我们建议光伏行业龙头企业：

- 充分认识供应链碳减排的重要性，将其有效融入企业治理和供应商管理机制，从注重“制造绿色”转向“制造绿色”与“绿色制造”并重；
- 关注并参与正在形成的企业环境信息披露规范，测算并披露企业环境和碳数据；对于硅料、硅片、电池片、组件、薄膜、逆变器、玻璃制造环节，逐步以实测数据为基础进行测算；
- 开展产品碳足迹的测算和披露，应对海外市场趋严披露要求；
- 对标全球温控目标和各国自主贡献目标，科学设定企业碳中和目标，并公开披露年度进展；
- 推进行业脱碳路径和技术研究，提升光伏产品发电效率，同时提升生产过程中的清洁能源利用并提升生产能效；
- 将供应商环境和气候行动表现纳入采购考量，推动供应商开展碳和污染物核算、科学设定减排目标并披露进展状况；
- 关注产品生命周期末端处置的碳排放和环境污染，合力推进并逐步完善废旧光伏组件的规模化拆解及回用流程，实现资源利用最大化；
- 支持探索基于自然的供应链减排方案，协同生物多样性保护和气候行动。

我们同时建议各方共同关注光伏行业在减污降碳方面的进展和态势，合力构建约束激励机制，推动光伏企业践行“绿色制造”，打造绿色低碳供应链，助力美丽中国建设，合力应对全球环境和气候危机。

## 附录 2025 光伏绿色低碳评价结果

• 光伏企业 CITI 指数评价得分及排名

| 排名 | 光伏企业   | 绿色供应链 CITI 指数得分 |
|----|--------|-----------------|
| 1  | 隆基绿能   | 42.11           |
| 2  | 晶科能源   | 29.36           |
| 3  | 通威股份   | 28.36           |
| 4  | 晶澳科技   | 25.38           |
| 5  | TCL 中环 | 24.44           |
| 6  | 阳光电源   | 22.9            |
| 7  | 天合光能   | 22.67           |
| 8  | 协鑫科技   | 22.54           |
| 9  | 阿特斯    | 21.7            |
| 10 | 东方日升   | 21.62           |
| 11 | 横店东磁   | 21.2            |
| 12 | 正泰新能   | 20.08           |
| 13 | 协鑫集成   | 19.79           |
| 14 | 固德威    | 18.82           |
| 15 | 一道新能   | 17.73           |
| 16 | 信义光能   | 17.2            |
| 17 | 爱旭股份   | 16.53           |
| 18 | 中来股份   | 16.38           |
| 19 | 亿晶光电   | 16.21           |
| 20 | 弘元绿能   | 16.05           |
| 21 | 大全能源   | 15.61           |
| 22 | 英利能源   | 15.19           |
| 23 | 科士达    | 14.38           |
| 24 | 中环新能源  | 14.16           |
| 25 | 合盛硅业   | 13.98           |
| 26 | 特变电工   | 13.87           |

|    |       |       |
|----|-------|-------|
| 27 | 新特能源  | 13.73 |
| 28 | 正信光电  | 12.85 |
| 29 | 锦浪科技  | 12.66 |
| 30 | 德业股份  | 12.6  |
| 31 | 中润光能  | 12.54 |
| 32 | 清源股份  | 12.31 |
| 33 | 福斯特   | 12.24 |
| 34 | 英发睿能  | 12.17 |
| 35 | 禾望电气  | 12.11 |
| 36 | 禾迈股份  | 12    |
| 37 | 尚德电力  | 11.4  |
| 38 | 阳光能源  | 11.31 |
| 39 | 赛拉弗能源 | 11.23 |
| 40 | 易成新能  | 10.49 |
| 41 | 上能电气  | 10.34 |
| 42 | 昱能科技  | 9.91  |
| 43 | 华晟新能源 | 9.89  |
| 44 | 海泰新能  | 9.17  |
| 45 | 安彩高科  | 8.12  |
| 46 | 航天机电  | 7.03  |
| 47 | 南玻 A  | 5.32  |
| 48 | 太阳能   | 4.95  |
| 49 | 拓日新能  | 3.52  |
| 50 | 彩虹新能源 | 3.11  |
| 51 | 中利集团  | 3     |
| 52 | 亚玛顿   | 2.12  |
| 53 | 日出东方  | 0.88  |
| 54 | 贝盛控股  | 0.16  |
| 54 | 日托光伏  | 0.16  |

## ● 光伏企业 CATI 指数评价得分及排名

| 排名 | 光伏企业   | 企业气候行动 CATI 总分 |
|----|--------|----------------|
| 1  | 隆基绿能   | 63.2           |
| 2  | 通威股份   | 62             |
| 3  | 晶科能源   | 56.7           |
| 4  | TCL 中环 | 53.6           |
| 5  | 协鑫科技   | 52.1           |
| 6  | 晶澳科技   | 51.1           |
| 7  | 阳光电源   | 45.6           |
| 8  | 信义光能   | 39.4           |
| 9  | 东方日升   | 38.8           |
| 10 | 正泰新能   | 37             |
| 10 | 阿特斯    | 37             |
| 12 | 横店东磁   | 35.2           |
| 13 | 天合光能   | 34.8           |
| 14 | 大全能源   | 34.5           |
| 15 | 协鑫集成   | 32.7           |
| 16 | 中来股份   | 32             |
| 17 | 英利能源   | 31.2           |
| 18 | 固德威    | 29.4           |
| 19 | 一道新能   | 25.5           |
| 20 | 爱旭股份   | 24.9           |
| 21 | 特变电工   | 22.8           |
| 22 | 合盛硅业   | 22.7           |
| 23 | 弘元绿能   | 22.4           |
| 24 | 赛拉弗能源  | 19.9           |
| 25 | 新特能源   | 19.7           |
| 25 | 科士达    | 19.7           |
| 27 | 英发睿能   | 19.3           |
| 28 | 中环新能源  | 18.8           |
| 28 | 福斯特    | 18.8           |

|    |       |      |
|----|-------|------|
| 30 | 正信光电  | 18.3 |
| 31 | 清源股份  | 17.6 |
| 31 | 华晟新能源 | 17.6 |
| 33 | 禾望电气  | 16.3 |
| 34 | 亿晶光电  | 15.9 |
| 35 | 安彩高科  | 14.6 |
| 36 | 易成新能  | 14.3 |
| 37 | 上能电气  | 13.9 |
| 37 | 中润光能  | 13.9 |
| 39 | 锦浪科技  | 12.9 |
| 40 | 尚德电力  | 12.6 |
| 41 | 德业股份  | 12.1 |
| 42 | 阳光能源  | 11.4 |
| 43 | 海泰新能  | 11.1 |
| 44 | 彩虹新能源 | 10.4 |
| 45 | 昱能科技  | 10.3 |
| 46 | 禾迈股份  | 10   |
| 46 | 航天机电  | 10   |
| 48 | 亚玛顿   | 9.8  |
| 49 | 南玻 A  | 7.6  |
| 50 | 太阳能   | 4    |
| 51 | 日出东方  | 3.6  |
| 52 | 拓日新能  | 2.6  |
| 53 | 中利集团  | 0    |
| 53 | 贝盛控股  | 0    |
| 53 | 日托光伏  | 0    |