

证券简称：TCL中环

证券代码：002129

# TCL 中环

关于TCL中环新能源科技股份有限公司  
向不特定对象发行可转换公司债券  
申请文件的第三轮审核问询函的回复  
(修订稿)

保荐人（主承销商）



(新疆乌鲁木齐市高新区(新市区)北京南路 358 号大成国际大厦 20 楼 2004 室)

二〇二四年五月

**深圳证券交易所：**

贵所于 2023 年 9 月 27 日出具的《关于 TCL 中环新能源科技股份有限公司申请向不特定对象发行可转换公司债券的第三轮审核问询函》（审核函〔2023〕120154 号）（以下简称“审核问询函”）已收悉。TCL 中环新能源科技股份有限公司（以下简称“TCL 中环”、“发行人”或“公司”）与申万宏源证券承销保荐有限责任公司（以下简称“申万宏源承销保荐”或“保荐人”），本着勤勉尽责、诚实守信的原则，就审核问询函所提问题逐条进行了认真讨论、核查和落实，现回复如下，请予审核。

如无特别说明，本回复中所使用的术语、名称、缩略语与《募集说明书》中的含义相同。

本回复中涉及公司的 2021 年度的财务数据业经发行人会计师中审华审计，2022 年度、**2023 年度**的财务数据业经发行人会计师普华永道审计。

为方便阅读，本回复采用以下字体：

<b>审核问询函所列问题</b>	<b>黑体（加粗）</b>
对问询函所列问题的回复、中介机构核查意见	宋体
<b>对审核问询函所列问题的回复涉及募集说明书等申请文件补充、修订披露内容</b>	<b>楷体（加粗）</b>

本回复中部分合计数与各明细数之和的尾数差异系四舍五入所致。

## 目录

问题 1.....	3
问题 2.....	24
其它问题.....	53

问题 1. 发行人本次募投项目之一为 25GW N 型 TOPCon 高效太阳能电池工业 4.0 智慧工厂项目(以下简称项目二)。根据申报文件,发行人在 2GW PERC 光伏电池产线基础上,已完成 500MW N 型 TOPCon 电池产线的改造升级,不属于简单的升级改造,本次升级改造新增的主要设备包括硼扩散设备、氧化硅和多晶硅层的制备设备等,预计于 8 月份投产;公司某款主要产品大功率双玻组件部分第三方权威机构的认证,将于第三季度内完成,其他多款采用 TOPCon 电池的叠瓦组件的认证正在进行中,处于测试阶段,预计在 2024 年 1 月底可完成。

请发行人进一步说明:(1)与现有 PERC 电池产线可共用的技术或设备是否为 N 型 TOPCon 高效太阳能电池产线的核心技术或核心设备,发行人是否已熟练掌握新增的硼扩散设备、氧化硅和多晶硅层制备设备等的使用,是否存在操作、维修等方面的技术障碍;(2)结合 500MW N 型 TOPCon 电池示范线生产效果,说明产线是否已如期量产,与同行业可比公司在产品良率、光电转换效率、非硅成本等方面是否存在差异,由 500MW N 型 TOPCon 电池产线扩产为 25GW N 型 TOPCon 电池项目产线并非简单升级的具体依据,扩产是否存在技术工艺、成本控制、良率控制等方面的障碍;(3)结合同行业企业 TOPCon 电池产能释放情况,说明是否存在产能释放不及预期的情况,如是,该情形是否为行业普遍现象, TOPCon 电池量产是否存在较高壁垒,公司是否存在类似风险,是否可避免;(4)采用 TOPCon 电池的叠瓦组件认证进度情况,是否符合预期,认证是否存在重大障碍或风险,上述经认证的组件所采用的电池是否为外购电池,自产电池替代外购电池对相关认证结果是否有影响,如是,是否对本次募投项目产能消化构成重大不利影响;(5)结合前述情况,进一步说明项目二在技术储备、产能规划、生产管理、产品质量、预期效益等方面是否存在重大不确定性, TOPCon 电池是否属于新产品,是否符合募集资金投向主业的要求。

请发行人补充披露 (2) (3) (4) 相关风险。

请保荐人核查并发表明确意见。

【回复】

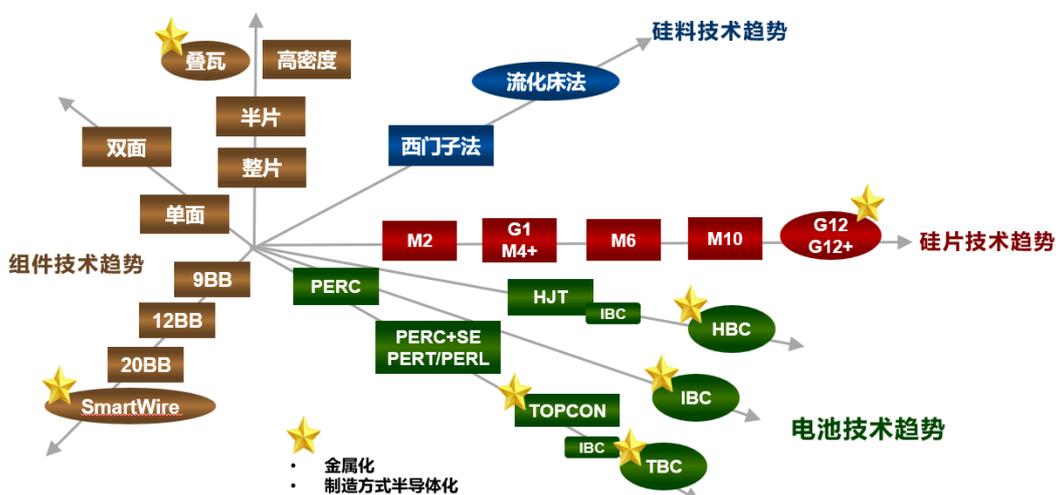
## 一、发行人说明

### （一）概况

#### 1、TOPCon 电池替代 PERC 电池是光伏技术发展的必然趋势

光伏产业发展的本质是技术和产业进步推动光伏发电的度电成本 LCOE 持续下降。从电池环节的技术维度看，具有更高光电转换效率的 TOPCon、BC（IBC、TBC、HBC）电池技术替代目前主流 PERC 电池技术是必然趋势。

光伏产业各环节技术趋势示意图



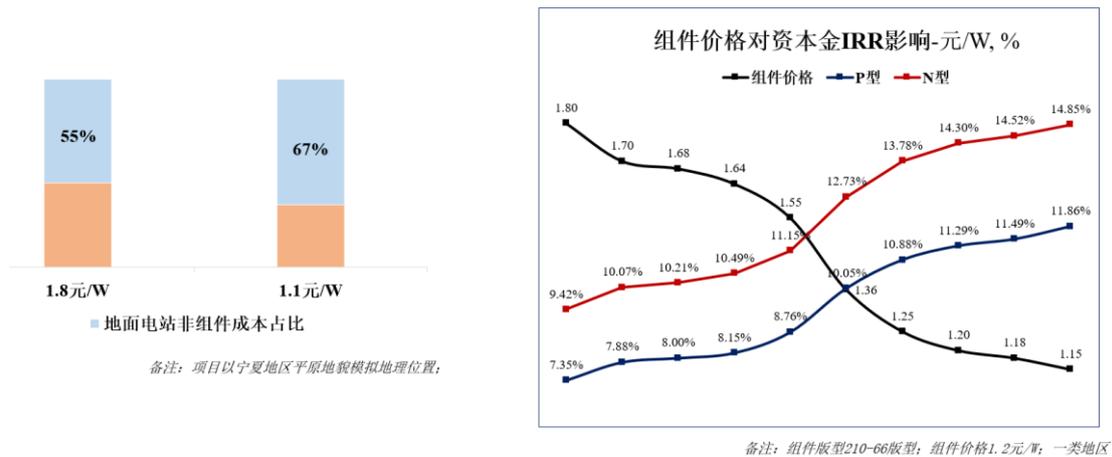
公司认为，在硅片方面，基于下游持续降低 LCOE 的诉求，硅片大尺寸化和薄片化进程加速，210 大尺寸通量优势突出，竞争优势明显；在组件方面，基于高功率、低成本诉求的驱动，组件环节从半片到叠瓦等高密度封装方向发展；在电池方面，持续高效率、低成本发展趋势，PERC 将逐渐被更高效的 TOPCon 技术替代，并进一步向拥有更高转换效率的 BC 电池结构（IBC/TBC/HBC）方向发展。

#### 2、随着供应链价格回归正常，非组件成本在发电侧的占比显著上升，光电转换效率的提升是提高发电侧 IRR 的关键和趋势

从光伏应用端发电侧发电成本维度，光电转换效率的提升是提高发电侧 IRR

的关键和趋势。由于电站内部收益率（IRR）测算包含组件成本、非组件成本（包括土地、钢架等），公司预计现在和未来光伏组件价格对发电侧 IRR 的弹性将进一步降低，电站的成本更多在于降低非组件成本，而土地、钢架属于硬性成本，因此，无论是分布式市场还是大型光伏地面电站都将更加注重光伏组件的光电转换效率，也将进一步推动更高光电转换效率的电池技术发展。

### 公司关于电站的组件成本占比及组件价格对资本金 IRR 的影响分析



### 3、TOPCon 电池规模化制造的发展趋势

无论是 N 型 TOPCon 电池技术还是 HJT、IBC 电池技术，从物理原理分析都不是新的技术，而如何将拥有更高潜质的 N 型电池技术大规模应用在生产过程中，工程能力、工厂能力、成本控制、产品一致性管理等是行业现在及未来的核心要素。

PERC 电池(Passivated Emitter Rear Cell)，即采用发射极背面钝化电池技术，采用了钝化膜来钝化电池背面，类似简单半导体二极管结构，而 TOPCon 电池(Tunnel Oxide Passivated Contact)，即采用选择性载流子原理的隧穿氧化层钝化接触太阳能电池技术，是通过在金属电极接触区域，制备一层超薄隧穿氧化层和高掺杂的多晶硅薄膜，形成钝化接触结构，进一步提升光电转换效率，其结构类似半导体 MOS 结构。在 N 型电池项目实施过程中，工程能力、工厂能力以及后期的产品技术指标达标能力、成本控制能力等都较过去要求更高，特别是 N 型 TOPCon 的转换效率离散性控制是项目能否达到设计目标的最大挑战。因此，要

求项目的实施团队具有良好的半导体知识的训练和经验，同时要求在项目建设过程中对工程能力和工厂能力有足够的前瞻性（包括工业 4.0）。2017 年以来围绕着制造业的高质量发展，公司不断提升以自动化、数字化、柔性化、智能化的工厂工业 4.0 水平并积累了大量的实践经验，使公司光伏新能源的硅片、电池和组件工厂的数字化、智能化水平达到国际领先水平。

公司拥有 60 余年的半导体材料和半导体器件的发展历程，是行业内极少数一家以半导体材料研发、生产经营为主业，并于上世纪 70 年代末就开始从事光伏相关技术及产品研发生产，截至目前已形成了光伏新能源和半导体双产业链，并在上述领域均具有领先地位和核心竞争力的上市公司。2023 年，公司已成为国内半导体硅片产销规模最大的、品类最齐全的、并且是极少数同时量产 12 英寸重掺及轻掺的半导体硅片企业。公司在半导体领域有着几十年的深耕历史经验，尤其对半导体材料制备、生长等领域有着深刻理解，在技术工艺开发、生产及质量管理、人才团队培养等方面有着深厚的历史积淀。在光伏电池领域，公司拥有数十年的光伏电池的研发生产历史，是国内首批进行 PERC 量产化公司。2019 年，针对未来光伏电池产业技术和产品的持续演变，公司参股 Maxeon（美国纳斯达克上市公司）并已成为其最大股东，进一步完善了知识产权和相关 Know-how 的储备，为公司本次募投项目在未来 3-5 年的升级迭代奠定基础。

#### **4、在光伏电池技术产业化的过程中，保护创新和推动产业发展的专利以及 Know-how 等知识产权对光伏企业发展非常重要**

如上所述，TOPCon 电池工艺已经接近半导体 MOS 工艺特点，Know-how 和专利是 TOPCon 电池业务发展的重要核心，公司是行业内少数掌握 TOPCon 电池系统化专利和工艺制造 Know-how 的电池制造厂商。公司在 N 型 TOPCon 高效电池的设计、制造等方面领域已完成了工程技术储备，积累了多项核心技术。截至 2023 年 12 月 31 日，公司已经获得电池相关授权专利 100 项，其中发明专利 15 项，实用新型专利 85 项；在上述电池专利中，N 型 TOPCon 高效电池相关授权专利为 53 项，包括 5 项发明专利和 48 项实用新型，覆盖了电池的结构设计、工艺、加工设备等关键环节。

从物理原理来看，一个完整的 TOPCon 电池结构和工艺步骤实际上是 IBC 电

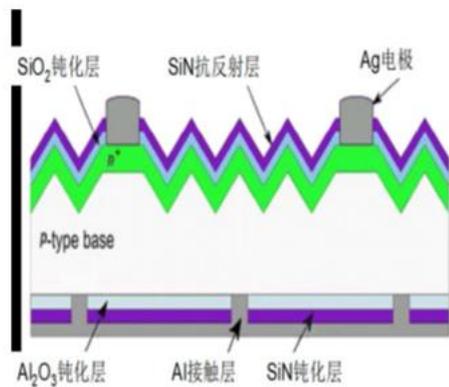
池的一部分。参股公司 Moxeon（前身为 SunPower 公司），至今超过 35 年历史，系全球率先研发且规模量产 IBC 电池（Interdigitated Back Contact 叉指状背接触电池）的企业，拥有电池专利技术超过 1,500 项，掌握着拥有自主知识产权的 IBC 电池技术，IBC 电池产品累计出货超过 10GW；2023 年 6 月 Moxeon 发布了基于 IBC 电池的组件 Moxeon7，其组件光电效率达到创世界纪录新高的 24.7%。公司是国内唯一取得 Moxeon 关于叠瓦组件合法知识产权许可授权的制造商，在公司前期技术研发、工厂设计和设备选型过程中，公司的研发团队和 Moxeon 的研发团队进行了深度的合作，围绕着本次募投项目二的设计和未来 3-5 年的升级迭代进行了最优化的设计。

**（二）与现有 PERC 电池产线可共用的技术或设备是否为 N 型 TOPCon 高效太阳能电池产线的核心技术或核心设备，发行人是否已熟练掌握新增的硼扩散设备、氧化硅和多晶硅层制备设备等的使用，是否存在操作、维修等方面的技术障碍**

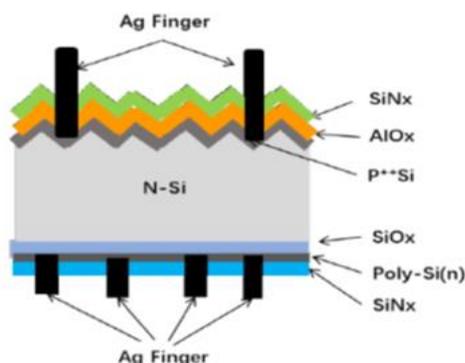
**1、与现有 PERC 电池产线可共用的技术或设备是否属于 N 型 TOPCon 高效太阳能电池产线的核心技术或核心设备**

2020 年，公司针对光伏电池、组件产业的未来发展和技术迭代风险，开始建立 PERC/TOPCon 工程试验线，并进一步探讨可持续升级的工厂设计模型。TOPCon 电池产线和 PERC 电池产线是并列的工程试验线，不是在 PERC 电池产线上做简单升级。TOPCon 电池工艺已经接近半导体 MOS 工艺特点，其工厂净化间等级要求，与 PERC 电池存在本质差异。由于此差异，工艺对生产设备的要求同样存在差异，PERC 的技术、工序或生产设备与 TOPCon 虽然部分原理相似，但不能完全实现共用，一般仅在非核心设备包括化学处理、制绒、部分检测设备等可以共用。

PERC 电池结构示意图



TOPCon 电池结构示意图



综上所述，PERC 电池和 TOPCon 电池的电池结构有着明显差异，尤其在钝化层氧化层和多晶硅层，由于其工艺制备难度大、产品离散性高，对工艺环境、工艺技术和工业 4.0 数字化管理要求高。公司 TOPCon 电池产线设备不存在与 PERC 量产线设备共线的情形。

2、发行人是否已熟练掌握新增的硼扩散设备、氧化硅和多晶硅层制备设备等的使用，是否存在操作、维修等方面的技术障碍

公司在 2GW PERC/500WM TOPCon 工程试验线上积累了大量的经验，目前已经形成了 360 余人的核心工程技术团队，熟练掌握生产设备管理，不存在操作、维修方面的技术障碍。

**（三）结合 500MW N 型 TOPCon 电池示范线生产效果，说明产线是否已如期量产，与同行业可比公司在产品良率、光电转换效率、非硅成本等方面是否存在差异，由 500MW N 型 TOPCon 电池产线扩产为 25GW N 型 TOPCon 电池项目产线并非简单升级的具体依据，扩产是否存在技术工艺、成本控制、良率控制等方面的障碍**

1、结合 500MW N 型 TOPCon 电池示范线生产效果，说明产线是否已如期量产，与同行业可比公司在产品良率、光电转换效率、非硅成本等方面是否存在差异

由于工艺物理特性，TOPCon 电池在生产过程中效率及良率存在极大的离散性，是制约行业内所有同行的瓶颈。公司认为：要有效改善 TOPCon 在生产过程

中效率及良率存在的离散性问题，光伏电池产业必须有效借鉴半导体 MOS 管控原理和管控经验，需要更多的工业 4.0 能力和更强的工程管理能力。公司拥有国际领先的工业 4.0 理念和技术以及长期从事半导体集成电路产业的核心团队，为 TOPCon 产品制程控制的提升提供强大的助力。

公司新建 500MW N 型 TOPCon 高效电池示范线已经进入批量生产阶段，截至目前，公司 N 型 TOPCon 高效电池产品的产量达到日投 9 万片。公司凭借在材料生长的差异化技术，持续优化电池隧穿氧化层、硼扩散方阻、ALD 厚度等关键性能参数，仅经过两个月的量产爬坡，光电转化效率水平已达到同行较优水平，并仍处于快速提升阶段，最新已实现量产光电转化效率日均 26.45%、最高达 26.8%。

根据 CPIA 《2023-2024 年中国光伏产业发展路线图》，2023 年，TOPCon 电池的行业平均光电转换效率为 25.0%，预计 2024 年、2025 年、2026 年、2028 年和 2030 年，TOPCon 电池的行业平均光电转换效率为 25.4%、25.7%、26.0%、26.3%和 26.5%。根据公开信息，2024 年一季度，主要 TOPCon 电池公司晶科能源 TOPCon 电池量产光电转换效率达 26.0%以上；2023 年末，TOPCon 电池公司钧达股份、通威股份和中来股份的 TOPCon 电池量产光电转换效率分别达 26.0%、26.2%和突破 26%；截至 2023 年 8 月，天合光能 2023 年最高量产线电池平均效率 25.8%。根据上述数据，公司典型产品技术指标光电转换效率显著优于行业平均水平，处于同行业公司中较优水平；公司将继续深化差异化技术，进一步巩固并提升光电转化效率的优势。

公司现有光伏电池 PERC 产线产品良率已达 97%以上，500MW N 型 TOPCon 高效电池示范线自 8 月调试完成投产以来，产品良率持续提升，截至目前，TOPCon 产线产品产品良率超过 95.5%，已大幅超过原预期的良率提升进度；后续将通过持续提升关键工序的工艺稳定性、工艺设备改造、工艺数字化管控能力等多项措施提高产品良率。项目二的预期经济效益对应计算期 T+2 年、T+3 年 TOPCon 电池良率分别为 96.5%和 96.7%，而后逐年提升 0.1%至 97%保持不变。

#### 主要 TOPCon 电池上市公司的良率和光电转换效率情况

公司	TOPCon 量产光电转换效率	TOPCon 量产良率
----	-----------------	-------------

晶科能源	26%以上	与 PERC 基本持平
钧达股份	26%	与 PERC 相当
天合光能	最高量产线电池平均效率 25.8%	超过 97%
中来股份	突破 26%	未披露
通威股份	26.26%	良率领先，未披露具体数值
发行人	量产日均 26.45%，最高 26.8%	产品良率超过 95.5%

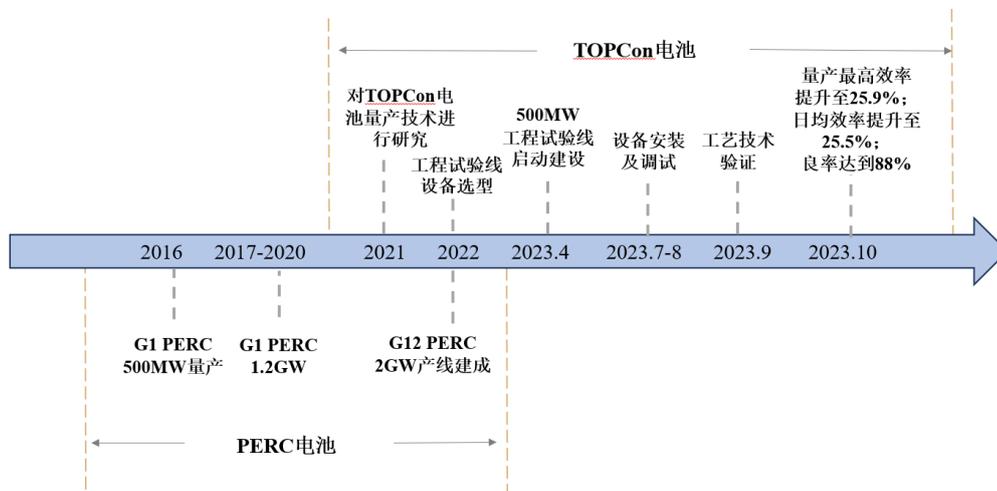
资料来源：晶科能源《2023 年半年报》《2023 年年度报告》；钧达股份《2023 年半年报》《2024 年一季度报告》；天合光能《2023 年 10 月 10 日投资者关系活动记录表（天合光能 2023 年半年度业绩说明会）》；中来股份《300393 中来股份业绩说明会、路演活动等》《2023 年年度报告》；通威股份《2023 年年度报告》。

在非硅成本方面，通过近三年来持续努力，公司已基本掌握铜制程技术，通过金属铜代替银，大幅度降低辅材成本，预计量产示范线达产后可实现成本优于同行的水平。

综上所述，公司 500MW N 型 TOPCon 电池示范线已如期进入量产阶段，与同行业可比公司相比，公司 TOPCon 电池的光电转换效率具有竞争优势，产品良率持续提升，短期将达到同行领先企业相当的水平，非硅成本达产后将优于同行水平。

2、由 500MW N 型 TOPCon 电池产线扩产为 25GW N 型 TOPCon 电池项目产线并非简单升级的具体依据，扩产是否存在技术工艺、成本控制、良率控制等方面的障碍

公司近年 PERC 电池、TOPCon 电池的发展历程



截至目前，500MW N 型 TOPCon 电池产线已实现批量稳定生产，该项目相当于项目二的单条产线产能，项目二量产前所要进行的工程试验及单产线量产已完成，已达到可实施可复制的条件，不存在重大风险；但是，由于 500MW N 型 TOPCon 电池产线扩产为 25GW N 型 TOPCon 电池项目产线，将实现量产规模的跨越，对人才队伍、投产后的生产、工艺质量及设备管理等管理上有新的要求，公司为此已做好了相应的充分准备。

### （1）人才队伍

公司作为光伏产业的创变者与引领者，始终坚持创新引领产业发展，40 多年的新能源光伏从业经历，以工程师传帮带文化为基础，坚持自主创新，持续 Know-how 积累和管理，培育了一大批优秀的科技创新型人才、工程师技术人才、信息化管理人才和制造一线优秀的“工匠型”人才。公司电池业务的牵头人在半导体领域具有丰富的研发、制造和管理经验，在前期 PERC 量产经验基础上，通过 500MW N 型 TOPCon 高效电池示范线的建设、调试和试生产，公司迅速培养和形成了一支 360 余名具有光伏材料、工艺、自动化、IT 等专业知识背景的专业技术团队，涵盖工艺、动力、质量、生产、设备自动化、工业 4.0 等部门，核心团队成员在光伏电池结构及工艺、自动化智能化生产制造及质量控制等方面具有丰富的行业经验，能够满足 N 型 TOPCon 高效太阳能电池开发迭代、大规模量产的需要。

### （2）公司已经掌握领先的技术工艺

半导体硅片是半导体器件的核心基底材料，由于半导体器件对半导体硅片的电性能要求非常高，因而，在半导体材料制造过程中涉及到的复杂的晶体生长、磷/硼掺杂以及相应需要配套的清洗工艺等系列工艺都必须被精确控制。另外，半导体器件对净化车间的洁净度管理、温度湿度控制管理要求非常精细，以保证对器件的电性能、良率做精准的控制。TOPCon 电池技术已体现出一定的半导体器件技术特点，双方之间的联系体现在：TOPCon 电池隧穿氧化层工序控制和半导体器件栅极氧化层控制工序要求类似，涉及到硼/磷掺杂、清洗等工艺；对净化车间的洁净度管理、温度湿度控制类似半导体工艺要求。

公司在半导体材料和器件领域有着几十年的深耕历史经验，对其有着深刻理

解，在技术工艺开发、生产及质量管理、人才团队培养有着深厚的历史积淀。在光伏电池领域，公司拥有数十年的光伏电池的研发生产历史，是国内首批进行 PERC 量产化公司。2019 年，针对未来光伏电池产业技术和产品的持续演变，公司参股 Maxeon 并已成为其最大股东，进一步完善了知识产权和相关 Know-how 的储备，为公司本次募投项目在未来 3-5 年的升级迭代奠定基础。

在 TOPCon 电池技术工艺方面，公司在 N 型硅片领域具有行业领军地位，可为 N 型 TOPCon 电池提供最佳的匹配硅片，使电池及下游组件产品实现更高的功率输出；公司在掌握 PERC 全流程工艺技术基础上已成功开发并应用的差异化 TOPCon 电池技术使得公司量产 TOPCon 电池产品光电转换效率实现 26.8% 的行业高水平，同时实现较优的非硅成本优势，未来还将通过持续优化保持电池的技术优势。公司在 500MW 示范线形成的先进技术工艺可以直接导入应用到 25GW 大规模量产线。

### （3）公司拥有工业 4.0 的先进制造体系和出色的工程管理能力

公司坚持以工业自动化、柔性制造、智能物流、工业大数据平台等建设，加速公司制造体系工业 4.0、质量体系、Smart 运营体系持续优化，保证产品周转效率、持续提升产品质量和一致性，运营效率和成本持续优化。公司将工业 4.0 与电池生产技术融合，提升电池生产过程的自动化、智能化水平，实现对不同片源施行最优化的工艺生产方案，提高电池产品的一致性和稳定性，实现更高的生产效率、更优秀的成本控制能力。通过 PERC 电池量产线以及 500MW N 型 TOPCon 高效电池示范线的建设、调试和试生产，公司积累了关于 TOPCon 相关工艺、设备、质量方面管理制度，为募投项目的实施形成支撑基础。

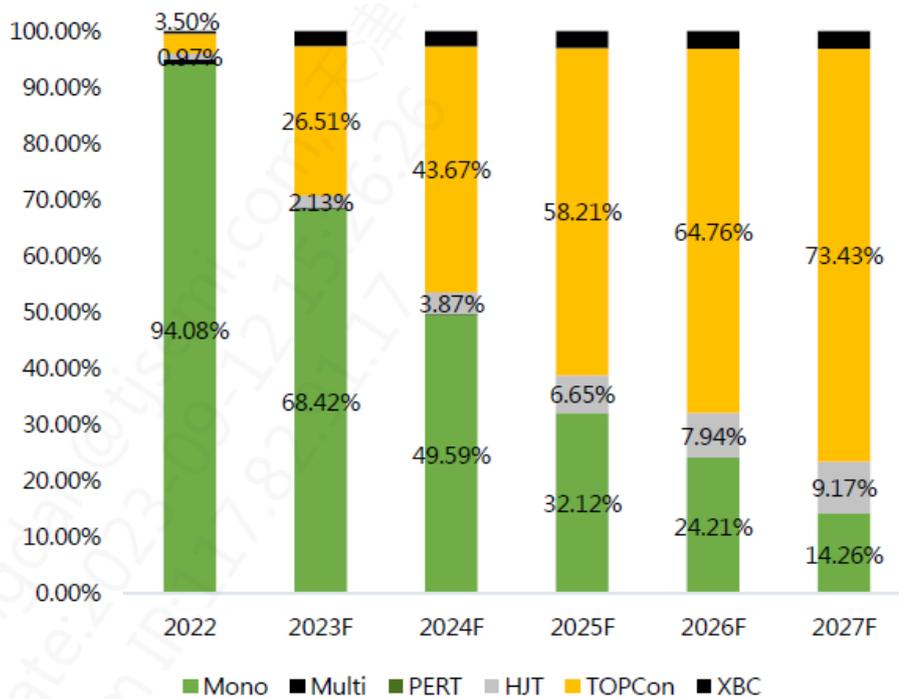
综上所述，由 500MW N 型 TOPCon 电池产线扩产为 25GW N 型 TOPCon 电池项目产线，将实现量产规模的跨越。公司已在技术工艺、成本控制及良率控制方面已形成较为坚实的基础并持续完善，未来扩产不存在重大障碍。

(四) 结合同行业企业 TOPCon 电池产能释放情况, 说明是否存在产能释放不及预期的情况, 如是, 该情形是否为行业普遍现象, TOPCon 电池量产是否存在较高壁垒, 公司是否存在类似风险, 是否可避免

1、结合同行业企业 TOPCon 电池产能释放情况, 说明是否存在产能释放不及预期的情况, 如是, 该情形是否为行业普遍现象

2022 年是 TOPCon 电池应用元年。从各技术电池的产出比例看, 根据 CPIA 统计和预测数据, 2023 年 TOPCon 电池的市场份额快速提升至 23.0%, 预计 2024 年起, 其市场份额超过 50%, 迅速替代其他电池成为主流电池技术; 据 TrendForce 预计, 至 2024 年、2025 年和 2027 年, TOPCon 电池出货量占比将分别达到 43.67%、58.21%和 73.43%。

2022 年-2027 年各电池技术的产出比例趋势变化图



数据来源: TrendForce

TOPCon 技术不是 PERC 技术的简单升级, TOPCon 电池良率、效率有极大的离散性, TOPCon 取代 PERC 的进程中不能依赖设备厂商主导进行整线工程交付, 需由电池厂商主导, 对电池全流程工艺进行整合以及关键工艺技术改进, 最终达到转换效率、良率以及非硅成本各项指标的均衡, 以上考验着电池厂商的技术研发、生产和管理经验。由供应商主导的整线交付工程因缺乏 Know-how 积累,

必然会出现上量爬坡缓慢，良率、效率离散性过大的情况。

由于 TOPCon 电池制造壁垒较高，发展需要大量的专业化工程技术人才，但是 TOPCon 刚发展起步，高端人才的培养需要时间和资源，而目前市场上的人才供应相对不足，导致 TOPCon 的大规模量产受到人才的掣肘。

目前，由于 TOPCon 电池存在量产壁垒，TOPCon 电池存在不及预期的情形。根据上海有色网 SMM 统计，2023 年 1-8 月 TOPCon 实际产出量 55.13GW，TOPCon 产线的开工率自 2023 年 3 月达到高点后随着项目建成投产而呈现下滑，2023 年 6-8 月开工率在 50-60%水平，相对较低。



资料来源：SMM

当前 TOPCon 产能整体利用率相对较低，与 TOPCon 电池量产存在较高壁垒有一定关系，尤其对于新进入光伏电池或对半导体缺乏理解的企业挑战更大。

TOPCon 电池的量产壁垒主要体现在：

(1) TOPCon 电池大规模量产关键在于电池制造厂商的工程能力和工厂能力，也无法通过对 PERC 技术工艺、设备进行简单升级就可完成 TOPCon 电池的大规模量产，需要电池厂商和电池设备厂商在半导体工艺技术管理及工业 4.0 柔性生产配套能力进行更大投入，叠加电池工厂的工程管理能力，才能解决 TOPCon 电池参数一致性、离散性过大等问题；

(2) TOPCon 电池工艺环节相比 PERC 电池更长，制造成本较高，需要 G12 等大尺寸硅片增加生产通量以降低成本；TOPCon 电池较 PERC 电池需要用到贵金属银的量更大，如果企业不能掌握比如铜工艺等降低金属化成本的技术，在竞争中将受到较高的成本压力；

(3) 在组件-电池的适配性方面，TOPCon 电池离散度大，适配的组件技术应用更能发挥 TOPCon 电池性能的优势，叠瓦组件技术更能适应可能的波动，如叠瓦分片、定向设计消除大电流、热斑等问题；另外，包括铜制程工艺技术在内的技术应用可有效提升电池及组件性能，铜栅线的应用对无主栅等组件互联技术可以有更好的匹配效果，可进一步提升产品性能及可靠性。

## **2、TOPCon 电池量产存在较高壁垒，公司是否存在类似风险，是否可避免**

TOPCon 电池采用选择性载流子原理的隧穿氧化层钝化接触太阳能电池技术，是通过在金属电极接触区域，制备一层超薄隧穿氧化层和高掺杂的多晶硅薄膜，形成钝化接触结构，进一步提升光电转换效率，其结构类似半导体 MOS 结构，TOPCon 电池量产存在较高壁垒。因为 TOPCon 电池制程控制难度更大，会产生上量爬坡缓慢，良率、效率离散性过大的风险。但对于深耕半导体领域超过 60 年、在光伏材料处于领军地位的发行人来说，类似风险较小，主要体现在：

(1) 公司是行业内极少数一家以半导体材料和半导体器件为基础延伸形成光伏新能源和半导体为双产业链的上市公司，长期经验沉淀可为 TOPCon 电池量产化提供支撑

公司拥有 60 余年的半导体材料和半导体器件的发展历程，是行业内极少数一家以半导体材料研发、生产经营为主业，并于上世纪 70 年代末就开始从事光伏相关技术及产品研发生产，截至目前已形成了光伏新能源和半导体双产业链，并在上述领域均具有领先地位和核心竞争力的上市公司。2023 年，公司已成为国内半导体硅片产销规模最大的、品类最齐全的、并且是极少数同时量产 12 英寸重掺及轻掺的半导体硅片企业，公司在半导体领域有着几十年的深耕历史经验，尤其对半导体材料制备、生长等领域有着深刻理解，在技术工艺开发、生产及质量管理、人才团队培养有着深厚的历史积淀。在光伏电池领域，公司拥有数十年的光伏电池的研发生产历史，是国内首批进行 PERC 量产化公司。2019 年，针

对未来光伏电池产业技术和产品的持续演变，公司参股 Maxeon 并已成为其最大股东，进一步完善了知识产权和相关 Know-how 的储备，为公司本次募投项目在未来 3-5 年的升级迭代奠定基础。

公司电池业务的牵头人在半导体领域具有丰富的研发、制造和管理经验，在前期 PERC 量产经验基础上，通过 500MW N 型 TOPCon 高效电池示范线的建设、调试和试生产，公司迅速培养和形成了一支 360 余名具有光伏材料、工艺、自动化、IT 等专业知识背景的专业技术团队，涵盖工艺、动力、质量、生产、设备自动化、工业 4.0 等部门，核心团队成员在光伏电池结构及工艺、自动化智能化生产制造及质量控制等方面具有丰富的行业经验，能够满足 N 型 TOPCon 高效太阳能电池大规模量产的需要。

(2) 面对 TOPCon 电池离散度太大的量产壁垒，公司在 TOPCon 电池环节掌握了差异化的领先技术，并通过与工业 4.0、工程管理能力相结合，实现 TOPCon 逐步高良品率和高可靠性的量产

公司已掌握 PERC 电池全流程工艺技术，当前关于 N 型 TOPCon 电池的隧穿氧化层与多晶硅层关键薄膜结构的主流技术在本位掺杂与均匀性等方面仍然欠佳。针对主流技术的优缺点，公司坚持开发不同于行业的工艺路线，通过掌握差异化领先技术，实现上述薄膜钝化与掺杂的最佳搭配，实现更优的光电转化效率，并且未来还具有更大的开拓空间。Maxeon 在全球率先研发且规模量产 IBC 电池，对工艺要求非常高的 IBC 电池拥有众多的专利技术和量产经验，可为公司发展电池业务提供保障。借助 Maxeon 拥有自主知识产权的领先 IBC 电池技术，未来公司可在现有 TOPCon 电池**基础**上升级为 TBC 电池，光电转换效率可进一步提升。公司在 N 型 TOPCon 高效电池的设计、制造等方面领域已完成了工程技术储备，积累了多项核心技术。截至 2023 年 12 月 31 日，公司已经获得电池相关授权专利 100 项，其中发明专利 15 项，实用新型专利 85 项；在上述电池专利中，N 型 TOPCon 高效电池相关授权专利为 53 项，包括 5 项发明专利和 48 项实用新型，覆盖了电池的结构设计、工艺、加工设备等关键环节。

基于 PERC 及 TOPCon 量产的经验，工业 4.0 与电池生产技术融合进一步提升竞争力。公司长期发展工业 4.0，具备领先同行的智能制造能力，通过卓越的

电池生产过程的自动化智能化水平,实现对不同片源施行最优化的工艺生产方案,提高电池产品的一致性和稳定性,实现更高的生产效率、更优秀的成本控制能力。同时通过 PERC 电池量产线以及 500MW N 型 TOPCon 高效电池示范线的建设、调试和试生产,公司建立和积累了关于 TOPCon 相关工艺、设备、质量方面管理制度,为募投项目的实施形成支撑基础。

(3) 面对高成本的量产壁垒,公司在 G12 大硅片的领军地位以及掌握的去银金属化电池技术可有效减低单位成本

作为硅片领军企业,公司可以为 N 型硅片客户提供“光伏硅片 Total Solution”,适配光伏电池各种不同的工艺路线。截至目前,公司硅片品种超过 1,300 种,其中超 800 种是 N 型硅片,覆盖 TOPCon、HJT 及 IBC 不同光伏电池领域的应用,并已实现厚度 110 $\mu\text{m}$  的超薄 N 型硅片量产。公司从事 N 型硅片量产十余年,掌握行业领先的 N 型大尺寸硅片技术,可为 N 型 TOPCon 电池提供最佳的匹配硅片,使电池及下游组件产品实现更高的功率输出。

金属化是光伏电池制备过程中重要的一环,通过银浆制作光伏电池电流收集和输出的电极。根据 Infolink《光伏技术趋势报告》显示,PERC、TOPCon 和 HJT 电池的银浆成本占非硅制造成本比例分别约为 28%, 30%和 38%。降低银浆成本已经成为光伏电池降本的重要环节,而降低银浆耗量和使用低成本金属替代银浆技术是金属化降本的主要研究方向。其中,镀铜技术从根本上替代了银金属的使用,是最为彻底的解决技术。公司目前在 TOPCon 电池铜制程工艺上走在行业前列,已经进入多轮次可靠性验证阶段,是行业里最有希望率先推出铜制程 TOPCon 电池的公司。

目前经过研发部门反复验证优化,铜制程工艺流程已定型。小批量铜制程 TOPCon 电池样品效率已明显优于主流银浆产品 (0.3%),同时焊接拉力可控。基于 IEC 加严标准的可靠性测试**已全部完成,性能指标优异**。同时研发部门对铜制程的环保要求进行了识别与先期设计,大幅度降低总氮等敏感废物产生。

(4) 公司拥有叠瓦组件 4.0 产品,先进的叠瓦组件技术更能适应 TOPCon 电池量产可能的波动,发挥 TOPCon 性能优势

Maxeon 是全球高端太阳能电池组件规模制造商和营销商，在 IBC 电池组件、叠瓦组件领域具备卓越的研发能力，掌握全球 IBC 及叠瓦组件专利体系。公司是国内唯一一家获得 Maxeon 完整专利授权的叠瓦组件生产及开发厂商。公司 TOPCon 电池的叠瓦组件 4.0 产品设计采用特殊电路设计，具有更高的封装密度、更高的光电转换效率，更高的抗隐裂能力，同时在发电侧具有抗阴影遮挡、抗热斑性能强、低衰减、系统匹配性强等特点，可满足组件长期户外 30 年使用，同时在降低系统 BOS 成本方面具有显著优势。公司拥有先进的叠瓦组件技术更能适应 TOPCon 电池量产可能的波动，发挥 TOPCon 性能优势。

综上，公司拥有领先的硅片、电池及组件的研发能力、先进的生产制造技术，可以更好地拉通 TOPCon 电池的核心原材料、生产、下游应用等环节，充分发挥大尺寸 N 型硅片、TOPCon 电池和叠瓦组件在研发、生产等方面的协同优势，展现“N 型硅片-TOPCon 电池片-叠瓦组件”组合优势，最终形成并输出市场领先的组件产品，推动光伏电池产业的发展。公司针对行业发展面临的壁垒及未来的可能主要风险点，已提前做了相应的思考并制定了应对措施，TOPCon 电池项目量产不存在重大障碍。

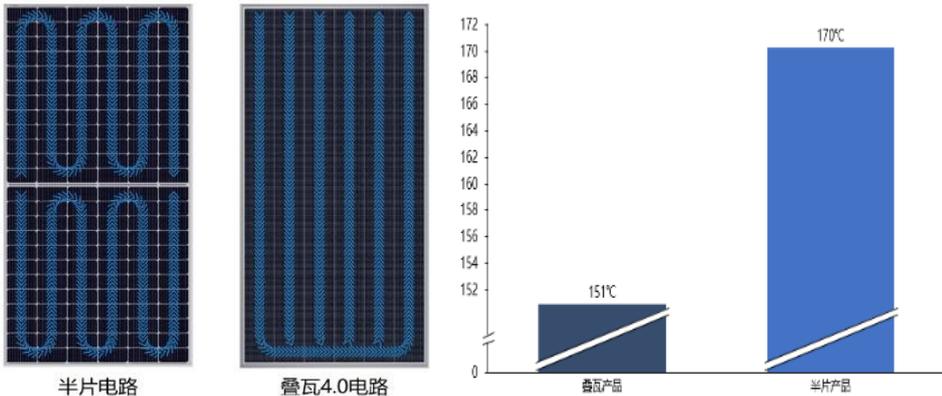
**（五）采用 TOPCon 电池的叠瓦组件认证进度情况，是否符合预期，认证是否存在重大障碍或风险，上述经认证的组件所采用的电池是否为外购电池，自产电池替代外购电池对相关认证结果是否有影响，如是，是否对本次募投项目产能消化构成重大不利影响**

Maxeon 是全球高端太阳能电池组件规模制造商和营销商，在 IBC 电池组件、叠瓦组件领域具备卓越的研发能力，掌握全球 IBC 及叠瓦组件专利体系。公司是国内唯一一家获得 Maxeon 完整专利授权的叠瓦组件生产及开发厂商。叠瓦组件是将电池片切片后，将每小片进行前后叠片的方式将起连接，叠片处采用特殊柔性连接，保证电池叠片处无隐裂及应力集中，满足组件长期户外 30 年使用。TOPCon 电池的叠瓦组件产品设计采用特殊电路设计，具有更高的封装密度、更高的光电转换效率，更高的抗隐裂能力。同时在发电侧具有抗阴影遮挡、抗热斑性能强、低衰减、系统匹配性强等特点，在降低系统 BOS 成本方面具有显著优势。

## 1、采用 TOPCon 电池的叠瓦组件认证进展情况，是否符合预期，认证是否存在重大障碍或风险

对于采用 TOPCon 电池的叠瓦组件，公司某款主要产品大功率双玻组件于 2023 年 7 月取得德国权威机构莱恩 TÜV 认证。莱恩 TÜV 认证是基于国际电工委员会（IEC）制定的 IEC61215 和 IEC61730 标准对光伏组件进行测试和评估，在德国及全球多个国家得到广泛的接受，是行业内最权威的认证之一。莱恩 TÜV 会对太阳能电池组件进行全面的性能和安全性测试，以确保其符合国际标准的要求，上述测试包括对电性能、机械性能、环境适应性和电气安全性等方面的评估。莱恩 TÜV 认证的通过意味着太阳能电池组件已经通过了 IEC61215 和 IEC61730 标准的全套测试，证明其性能和安全性达到了国际标准的要求，为制造商提供了一个权威的认证，可用于向市场展示产品的质量和安全性，提高产品的竞争力。同时，莱恩 TÜV 认证为消费者提供了一个可靠的参考，帮助其在购买太阳能电池组件时做出决策。

本次取得认证的 TOPCon 电池-叠瓦组件产品采用特殊电路设计：

项目	具体情况
电池片采用切 3 设计	<p>①组件设计采用 0.3~0.5mm 负间距，产品可实现更高密度封装，以 G12 TOPCon 产品为例，使用相同电池效率，叠瓦 4.0 产品可较常规半片组件单平方功率高出 0.9%以上。通过对产品工艺及结构优化，可将面积功率密度再提升 2%以上，高出常规半片组件 3%以上，叠瓦产品功率可高出常规半片组件 30W 左右。叠片处采用特殊柔性连接，保证电池叠片处无隐裂及应力集中，满足组件长期户外 30 年使用</p> <p>②针对 TOPCon 电池效率离散的问题，采用先进行三分片后上料的模式，保证组件各小条间的电性能适配</p>
产品电路设计为 6 串设计，并串联电路	<p>①单串电流仅常规半片组件 2/3</p> <p>②热斑响应更优</p> <p>半片与叠瓦组件产品电路和热斑温度对比示意图如下：</p>  <p>The figure shows two circuit diagrams and a bar chart. The left diagram is labeled '半片电路' (Half-cell circuit) and shows a 6-series circuit. The middle diagram is labeled '叠瓦4.0电路' (Stacked tile 4.0 circuit) and shows a 6-series circuit. The right bar chart compares heat spot temperatures: '叠瓦产品' (Stacked tile product) at 151°C and '半片产品' (Half-cell product) at 170°C.</p>

此外，该大功率双玻组件于 2023 年 9 月取得适用中国市场的 CQC 认证及 CGC 认证、适用欧洲市场的 CE 认证，已完成覆盖目标市场的全部主流第三方认证。

公司其他多款采用 TOPCon 电池的叠瓦组件均已取得全部组件产品销售所需的行业主流第三方认证。

综上所述，公司光伏组件产品的认证进度情况符合设计预期，均已取得全部组件产品销售所需的行业主流第三方认证，认证不存在重大障碍或风险。

**2、上述经认证的组件所采用的电池是否为外购电池，自产电池替代外购电池对相关认证结果是否有影响，如是，是否对本次募投项目产能消化构成重大不利影响**

上述经认证的大功率双玻组件，即首套 TOPCon 叠瓦组件 4.0 产品，由于新产品认证周期约 4-5 个月，于 2023 年 3 月开始送样进行认证测试，而当时 TOPCon 电池产线未量产，故公司采用外采电池进行认证测试。公司 TOPCon 产线于 2023 年 8 月已完成调试；截至目前，已完成的其他 TOPCon 叠瓦组件产品认证均采用自产电池。

针对已完成认证的首套双玻组件，自产电池替代外购电池，组件产品需要进行 TÜV 测试（已取得的 CQC、CGC、以及 CE 等其他认证则不受自产电池替代外购电池的影响，无需重新认证），测试通过后可重新取得 TÜV 认证。截至目前，采用自产 TOPCon 电池-双玻组件的 TÜV 认证测试均已完成。

综上所述，公司已认证的组件产品均采用自产电池，不会对本次募投项目产能消化构成重大不利影响。

**(六) 结合前述情况, 进一步说明项目二在技术储备、产能规划、生产管理、产品质量、预期效益等方面是否存在重大不确定性, TOPCon 电池是否属于新产品, 是否符合募集资金投向主业的要求**

**1、进一步说明项目二在技术储备、产能规划、生产管理、产品质量、预期效益等方面是否存在重大不确定性**

综上所述, 公司长期从事半导体材料业务以及多年在电池领域工程及研发实践, 积累了丰富的半导体、光伏电池领域综合交叉的专利技术、Know-how、工业 4.0 及工程管理技术及经验等, 将在技术储备、生产管理、产品质量等方面为项目二的实施奠定坚实基础; 受益于具有自主知识产权的叠瓦组件产品性能优异及差异化竞争优势等因素, 报告期内, 公司组件业务规模快速增长。为满足市场需求, 公司持续加快组件产品的产能建设, 规划至 2025 年末组件产能将达到 36GW, 进入行业前列。项目二的实施正是结合公司组件产能规划布局考虑, 充分保障未来 TOPCon 电池片的自主供应, 更好实现产品品质及成本把控, 完善对组件产品的配套能力; 根据可研报告测算, 项目二内部收益率 9.80%, 投资回收期 8.66 年 (含建设期), 具有较好的经济效益。降本增效是光伏行业发展的主旋律, 技术创新是实现降本增效的核心推动力。公司始终坚持持续技术创新和制造方式变革, 随着硅料供应链价格回归正常, 行业进一步加快深化发展, 公司核心技术积淀、工程能力、工业 4.0 等优势将会得到更好体现, 未来项目预计能实现良好效益。

因此, 项目二在技术储备、产能规划、生产管理、产品质量、预期效益等方面不存在重大不确定性。

**2、TOPCon 电池是否属于新产品, 是否符合募集资金投向主业的要求**

在光伏电池领域, 公司拥有数十年电池工厂生产管理经验, 为业内首批进行 PERC 量产化企业, 对光伏电池生产设备、制程工艺、质量管理等有深刻的积累。2020 年, 公司针对光伏电池、组件产业的未来发展和技术迭代风险, 建立 PERC/TOPCon 工程试验线, 并进一步探讨可持续升级的工厂设计模型。TOPCon 电池产线和 PERC 电池产线是并列的工程试验线, 虽然 TOPCon 电池与 PERC 电池的技术原理基础有部分相似, 但不是在 PERC 电池产线上做简单升级。2022 年

公司建设完成自动化、智能化水平行业领先的年产能 2GW PERC 电池量产示范线，并于 2023 年建成 500MW N 型 TOPCon 示范线建设，并已实现批量生产。同时，未来项目二实施后，TOPCon 电池将全部内部配套用于生产叠瓦组件产品，TOPCon 产品并不直接对外销售。因此，从产品大类范畴及实际业务线角度来看，项目二生产的 TOPCon 电池不属于公司新业务、新产品，并与公司主营业务及未来发展规划密切相关，符合募集资金投向主业的要求。

### **（七）补充披露（2）（3）（4）相关风险**

发行人已在募集说明书“第三节 风险因素”之“三、其他风险”中对本问题（2）（3）（4）相关风险补充披露如下：

“7、25GW N 型 TOPCon 高效太阳能电池工业 4.0 智慧工厂项目量产不达预期的风险

公司 500MW N 型 TOPCon 电池示范线已实现批量试生产，得益于公司差异化技术，公司目前 TOPCon 电池量产光电转换效率达到行业高水平的 26.8%、产品良率和非硅成本符合设计预期并持续优化中；由于 TOPCon 电池相比 PERC 具有较高的量产壁垒，公司在技术储备、人才团队、生产管理等方面已形成了坚实的基础；全系列采用自主生产 TOPCon 电池的叠瓦组件已全部完成组件产品销售所需的行业主流认证，以全面保障 25GW N 型 TOPCon 高效太阳能电池工业 4.0 智慧工厂项目顺利实施。但是倘若公司在优化技术工艺、提升良率以及成本控制等方面出现困难，从而影响本次募投项目建成后的投产，将导致出现项目经济效益低于预期甚至量产失败的风险。”

## **二、中介机构核查意见**

### **（一）核查程序**

保荐人采取了包括但不限于如下核查程序：

1、登录百度等检索网站，查阅《2022-2023 年光伏产业报告》《2023-2024 年光伏产业报告》，访谈公司管理层，比较 PERC 和 TOPCon 电池技术和设备的区别和联系，核查发行人是否已熟练掌握新增的硼扩散设备、氧化硅和多晶硅层制备设备等的使用；

2、访谈管理层，查阅同行业可比公司公开信息，核查公司 500MW N 型 TOPCon 电池示范线生产效果，与同行业可比公司在产品良率、光电转换效率、非硅成本等方面相比是否存在差异，核查实施项目二是否存在技术工艺、成本控制、良率控制等方面的障碍；

3、登录百度、上海有色网（SMM）等网站检索查阅行业 TOPCon 电池产能释放情况，查阅 TOPCon 电池主要上市公司公告，核查 TOPCon 电池是否存在产能释放不及预期的情况；访谈管理层，核查 TOPCon 电池量产是否存在较高壁垒，了解公司采取的措施；

4、访谈公司管理层，查阅公司组件产品的认证证书，了解采用 TOPCon 电池的叠瓦组件正在进行各项认证的进展情况，核查经认证的组件所采用的电池是否为外购电池等情况。

## （二）核查意见

经核查，保荐人认为：

1、PERC 的技术、工序或生产设备与 TOPCon 虽然部分原理相似，但不能完全实现共用，一般仅在非核心设备包括化学处理、制绒、部分检测设备等可以共用。由于 PERC 电池和 TOPCon 电池的电池结构有着明显差异，尤其在钝化层氧化层和多晶硅层，由于其工艺制备难度大、产品离散性高，对工艺环境、工艺技术和工业 4.0 数字化管理要求高。但公司 TOPCon 电池产线设备不存在与 PERC 量产线设备共线的情形。发行人已熟练掌握新增的硼扩散设备、氧化硅和多晶硅层制备设备等的使用，不存在操作、维修等方面的技术障碍；

2、公司 500MW N 型 TOPCon 电池示范线已如期进入试量产阶段，与同行业可比公司相比，公司 TOPCon 电池的光电转换效率具有竞争优势，产品良率持续提升，短期将达到同行领先企业相当的水平，非硅成本达产后将优于同行水平。由 500MW N 型 TOPCon 电池产线扩产为 25GW N 型 TOPCon 电池项目产线，将实现量产规模的跨越，对人才队伍、投产后的生产、工艺质量及设备管理等管理上有新的要求。公司已形成了一支 360 余名的专业技术团队，已为项目二重新设计生产动线，并且在技术工艺、成本控制及良率控制方面已形成较为坚实的基础并持续完善，未来扩产不存在重大障碍；

3、当前行业 TOPCon 产能整体利用率相对较低，与 TOPCon 电池量产存在较高壁垒有一定关系，尤其对于新进入光伏电池或对半导体缺乏理解的企业挑战更大。尽管 TOPCon 电池量产存在较高壁垒，但对于深耕半导体领域超过 60 年、在光伏硅片处于领军地位的发行人来说，类似风险较小，针对行业发展面临的壁垒及未来的可能主要风险点，发行人已提前做了相应的思考并制定了应对措施，未来量产的风险可控；

4、公司进行认证的组件产品均采用自产电池，已完成认证的组件采用外采电池，已完成替换为自产电池的 TÜV 认证测试，不会对本次募投项目产能消化构成重大不利影响；

5、公司实施的项目二在技术储备、产能规划、生产管理、产品质量、预期效益等方面不存在重大不确定性。TOPCon 是公司既有电池业务的升级产品，同时 TOPCon 电池将全部内部配套用于生产叠瓦组件产品，本身并不直接对外销售。因此，从产品大类范畴及实际业务线角度来看，项目二生产的 TOPCon 电池不属于公司新业务、新产品，并与公司主营业务及未来发展规划密切相关，符合募集资金投向主业的要求；

6、发行人已在募集说明书“第三节 风险因素”部分披露本问题（2）（3）（4）涉及的相关风险。

**问题 2. 截至最近一期末，发行人货币资金和交易性金融资产分别为 980,917.14 万元和 302,777.28 万元，金额较大。根据发行人公告，公司 2023 年上半年营业收入同比增速低于 2021 年、2022 年同期增速，也低于发行人反馈回复中预测的未来三年增速。截至最近一期末，发行人资产负债率为 52.25%。截至 2022 年底，发行人未来三年偿债资金需求约为 192 亿元，重大项目资金尚需支出资金约为 464 亿元，金额较高。**

请发行人进一步说明：（1）发行人货币资金（含交易性金融资产）与经营规模的匹配性，是否明显偏高，与同行业可比公司是否存在重大差异；（2）固定资产周转率较低的原因及合理性，是否存在产能未充分释放或运营效率较低的情形；（3）2023 年上半年营业收入增长率下降的原因及合理性，反馈回复中预测未来三年仍能保持 30%增速的依据，发行人是否面临竞争环境恶化、增长停滞

的风险；(4) 结合发行人资产负债率情况，说明问询回复中大额偿债资金需求的测算依据，预计偿付大额债务金额的考虑及合理性；(5)结合建设项目投资明细、行业整体市场需求及扩产情况、发行人营业收入增速下滑以及固定资产周转率偏低等情况，说明重大项目支出金额合理性，本次扩产的必要性、合理性，是否存在产能过剩风险；(6) 结合前述情况，进一步说明本次融资规模的合理性、必要性。

请发行人补充披露（5）（6）相关风险。

请保荐人核查并发表明确意见。

### 【回复】

#### 一、发行人说明

（一）发行人货币资金（含交易性金融资产）与经营规模的匹配性，是否明显偏高，与同行业可比公司是否存在重大差异

##### 1、货币资金（含交易性金融资产）交易性金融资产与经营规模的匹配性

报告期各期末，公司货币资金和交易性金融资产余额与当期营业收入比较情况如下：

单位：万元

项目	2023.12.31 /2023	2022.12.31 /2022	2021.12.31 /2021
货币资金和交易性金融资产余额（A）	1,389,756.20	1,467,439.67	1,197,848.16
其中：受限的货币资金和交易性金融资产（A1）	109,858.99	14,269.64	34,528.25
非受限的货币资金和交易性金融资产（A2）	1,279,897.21	1,453,170.03	1,163,319.91
营业收入（B）	5,914,646.32	6,701,015.70	4,110,468.50
货币资金和交易性金融资产余额/营业收入（A/B）	23.50%	21.90%	29.14%
受限的货币资金和交易性金融资产余额/营业收入（A1/B）	1.86%	0.21%	0.84%
非受限的货币资金和交易性金融资产余额/营业收入（A2/B）	21.64%	21.69%	28.30%

报告期内，公司货币资金和交易性金融资产金额较大，主要原因系：

(1) 维持较高金额的货币资金和交易性金融资产系维持日常经营所需

光伏产业具备技术门槛高、资金投入大等特点，属于资本密集型产业，行业内公司需要通过资金投入，扩大产能和进行技术迭代。公司在新产品研发、转换效率提升、换代升级上需要紧跟市场变化，持续投入大量研发资金，不断实现产品的更新换代，才能维持自身技术与成本的优势。同时，公司在业务开展过程中，需要针对上游供应商预付采购款项，因此所需流动资金较多，保持一定的资金储备是保证公司战略发展、满足公司日常生产经营的需要，具备合理性。

(2) 为把握行业快速发展及产业格局变化趋势，公司通过发行公司债券和非公开发行股票等方式募集资金

2020 年，公司为了抓住市场发展机遇，把握行业快速发展及产业格局变化趋势，丰富产品结构，公司面向合格投资者公开发行公司债券，募集资金 8 亿元，并通过非公开发行股票募集资金 50 亿元。2021 年，公司通过非公开发行股票募集资金 90 亿元。由于募投项目的实施存在一定周期，暂时尚未投入募投项目的募集资金导致报告期内部分年度期末货币资金余额较大。**截至 2023 年末，上述募集资金已全部投入。**

(3) 维持较多流动资金系公司战略发展的必要措施

公司逐步扩大高效产品产能，新建项目较多，资金周转需求较高。**截至 2023 年 12 月 31 日**，公司实施中以及准备实施的建设项目尚需投入合计为 **4,365,941.87** 万元，主要项目列示情况详见本回复之问题 2 之“一”之“(五)”。

报告期内，公司持续推进重大项目建设，为满足工程建设项目以及项目建成后日常运营对资金的需求，公司需持维持一定货币资金和交易性金融资产用于支付工程设备款、材料采购款以及日常开支等，具备合理性。

报告期内，随着光伏市场需求快速增长，以及公司自身的产能规模不断扩大，公司光伏硅片、光伏组件收入保持了较快的增长速度。公司货币资金和交易性金融资产占当期营业收入的比例持续降低。总体而言，公司的货币资金和交易性金融资产规模与公司经营规模和业务发展需求相匹配，符合公司的实际情况，不存在明显偏高情形。

## 2、同行业可比上市公司的对比情况

报告期内，公司与同行业可比上市公司货币资金和交易性金融资产余额占营业收入比例情况具体如下：

公司简称	货币资金和交易性金融资产余额占营业收入比例		
	2023 年	2022 年	2021 年
晶澳科技	19.60%	16.69%	32.01%
隆基绿能	44.04%	42.15%	36.04%
京运通	30.59%	27.91%	86.42%
晶科能源	23.54%	24.32%	45.93%
弘元绿能	65.68%	32.95%	35.13%
平均值	36.69%	28.80%	47.11%
发行人	23.50%	21.90%	29.14%

2021 年末至 2023 年末，公司货币资金和交易性金融资产余额占营业收入的比例低于同行业可比上市公司平均值，主要是一方面由于光伏市场需求快速增长，以及公司自身的产能规模不断扩大；另一方面公司也在按项目进度及经营规划将资金陆续加大投入到重大项目、研发及相关业务中。

### (二) 固定资产周转率较低的原因及合理性，是否存在产能未充分释放或运营效率较低的情形

#### 1、固定资产周转率较低的原因及合理性

报告期内，公司的固定资产周转率为：

单位：次/年

项目	2023. 12. 31	2022.12.31	2021.12.31
固定资产周转率	1.25	1.88	1.50

注：固定资产周转率=营业收入/(期初固定资产账面价值+期末固定资产账面价值)\*2，

2022 年末，公司的固定资产周转率较 2021 年末有所提高，主要是由于光伏市场需求快速增长，以及公司自身的产能规模不断扩大，公司光伏硅片、光伏组件收入保持了较快的增长速度，实现营业收入 670.10 亿元，同比增长 63.02%。

2023 年末，公司的固定资产周转率较 2022 年末有所下降，主要是由于光伏产业链价格下降，公司营业收入有所降低，导致固定资产周转率有所下降。

报告期内，公司的固定资产周转率与同行业可比上市公司的对比情况如下：

单位：次/年

股票名称	2023.12.31	2022.12.31	2021.12.31
隆基绿能	4.16	5.16	3.28
京运通	1.10	1.28	0.53
弘元绿能	1.58	4.97	3.86
晶澳科技	2.80	4.09	3.19
晶科能源	3.52	3.18	2.52
平均值	2.63	3.74	2.68
发行人	1.25	1.88	1.50

注：同行业可比上市公司数据来源于 wind 资讯，固定资产周转率=营业收入/（期初固定资产账面价值+期末固定资产账面价值）\*2。

报告期内，发行人的固定资产周转率略低于同行业可比公司平均值，主要是公司光伏硅片、其他硅材料板块的固定资产周转率较低所致。公司固定资产周转率按板块细分具体如下：

单位：次/年

板块	2023.12.31	2022.12.31	2021.12.31
光伏硅片	1.51	2.35	1.88
光伏组件	3.80	6.04	4.73
其他硅材料	0.42	0.62	0.67

注：选取营业收入和固定资产占比较大的板块进行分析，其他板块占营业收入和固定资产的比例很低，未单独列示。

2021 年末和 2022 年末，公司光伏组件固定资产周转率高于同行业可比上市公司平均值，主要是由于光伏组件收入保持了较快的增长速度。2023 年末，公司光伏组件业务收入较 2022 年有所降低，使得固定资产周转率相较于 2022 年有所下降，与同行业可比上市公司相比不存在显著差异。

报告期各期末，公司光伏硅片板块和其他硅材料板块的固定资产周转率较低，主要原因系：

（1）公司秉承精益制造的先进理念，通过持续技术创新及工艺进步、工业 4.0 制造转型，在标准化基础上不断完善制造工艺定式，坚持 G12 技术平台与工业 4.0 生产线深度融合，持续加大对工业自动化、柔性制造、智能物流、工业大数据平台等建设投入，设备的使用年限及对未来商业的适用性更强，具备较强的差异化竞争能力，提升了公司生产制造效率、工艺技术水平和满足客户高质量、差异化、柔性化需求的能力；

(2) 根据隆基绿能、晶科能源、晶澳科技等公司披露的公开信息，其存在政府代建房屋及建筑物的情形，而公司则以自有厂房为主，固定资产周转率相对较低，相应地在日趋复杂的竞争环境下公司资产运营的安全性更高；

(3) 其他硅材料板块为半导体硅片业务，技术高度密集，生产设备精密程度较高，单位产能的设备投资额较大，同时国内半导体产业与光伏产业在全球产业链的竞争格局和发展趋势具有显著差异，导致公司整体固定资产的周转率较低。

## 2、不存在产能未释放或运营效率较低的情形

因房屋建筑物及研发和管理用机器设备等，未显著或直接影响公司产能，因此剔除上述因素，仅将光伏硅片、光伏组件、其他硅材料等主要板块的固定资产中机器设备原值、产能及产能利用率进行对比。报告期内，公司各主要板块固定资产的原值、产能、产能利用率及其变动情况如下表所示：

板块	项目	单位	2023年12月31日 /2023年度		2022年12月31日 /2022年度		2021年12月31日/2021年度
			金额	变动比例 (%)	金额	变动比例 (%)	金额
光伏硅片	机器设备原值	万元	3,966,797.27	37.57	2,883,553.32	54.26	1,869,318.53
	产能	万片	1,887,925.00	52.81	1,235,471.00	29.11	956,909.00
	产能利用率	%	88.54	0.74	87.80	1.61	86.19
光伏组件	机器设备原值	万元	278,459.86	68.75	165,012.93	7.64	153,304.25
	产能	MW	8,956.00	11.12	8,060.00	37.31	5,870.00
	产能利用率	%	88.34	6.22	82.12	0.99	81.13
其他硅材料	机器设备原值	万元	1,105,755.01	63.15	677,770.76	44.91	467,703.95
	产能	百万平方英寸	1,089.00	20.07	907.00	-0.98	916.00
	产能利用率	%	70.29	-11.67	81.96	-0.06	82.02

注：公司其他经营主体营业收入和固定资产占比较低，因而未作为单独板块列示分析。

报告期内，公司各主要板块产能变动趋势与固定资产原值变动趋势一致，整体均呈上升趋势，固定资产投资与自身产能情况较为匹配（由于统计的产能数为

全年加均平均数，固定资产原值为当年期末数，因此两者在当年的增长速度存在正常差异），产能利用率保持较高水平，不存在产能未充分释放或运营效率较低的情形。

### （三）2023 年上半年营业收入增长率下降的原因及合理性，反馈回复中预测未来三年仍能保持 30%增速的依据，发行人是否面临竞争环境恶化、增长停滞的风险

#### 1、2023 年上半年营业收入增长率下降的原因及合理性

2023 年上半年，公司营业收入增长率较 2022 年同期和 2021 年同期有所降低，对比情况如下：

项目	2023 年 1-6 月		2022 年 1-6 月		2021 年 1-6 月	
	金额 (万元)	增长率 (%)	金额 (万元)	增长率 (%)	金额 (万元)	增长率 (%)
营业收入	3,489,778.92	10.09%	3,169,833.67	79.65%	1,764,441.90	104.12%

报告期内，公司光伏硅片产品和光伏组件产品占销售收入比例分别为 88.31%、92.24%、92.14%及 92.19%，为公司的主要产品。

2023 年上半年对比 2022 年同期，公司光伏硅片和光伏组件的销量和销售单价情况如下：

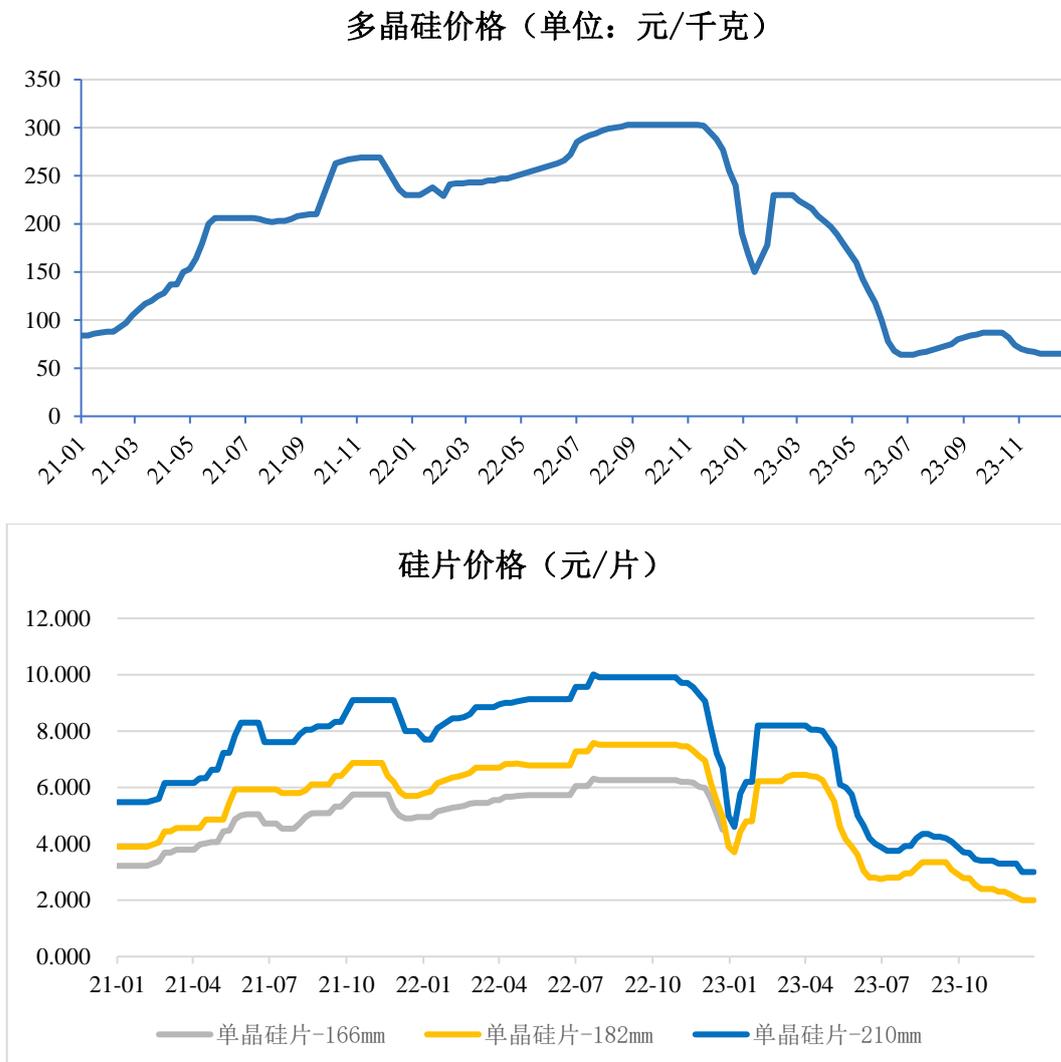
项目		单位	2023 年 1-6 月	2022 年 1-6 月
光伏硅片	收入	万元	2,696,590.88	2,446,651.93
	销量	万片	749,901.07	542,770.42
	单价	元/片	3.60	4.51
	单价变动率	%	-20.18	-
光伏组件	收入	万元	520,771.54	476,297.98
	销量	MW	3,317.02	2,995.62
	单价	元/W	1.57	1.59
	单价变动率	%	-1.26	-

注：光伏硅片销量统一用 M6 规格折算列示。

如上表所示，2023 年上半年，公司硅片、组件等主营业务产品收入、销量保持快速增长。上游多晶硅原材料供应商竞争较为激烈，存在供大于求的情形，使得多晶硅原材料的价格快速下降并向下游传导，公司光伏硅片产品价格较 2022 年同期下降 20.18%，光伏组件产品价格较 2022 年同期下降 1.26%，导致公司营

业收入增速有所放缓。

2020 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 27 日，多晶硅材料价格及硅片价格的走势如下：



数据来源：PV InfoLink

如上图所示，2023 年上半年多晶硅材料和硅片的价格出现明显回落，公司 2023 年上半年营业收入增长率下降具有合理性。

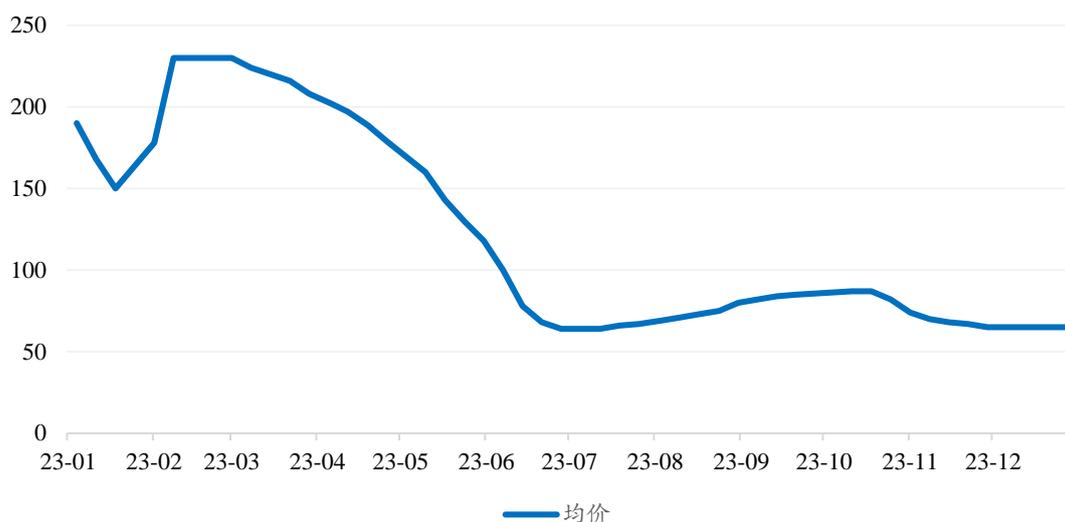
## 2、反馈回复中预测未来三年仍能保持 30%增速的依据

《关于 TCL 中环向不特定对象发行可转换公司债券申请文件的审核问询函的回复》的营运资金需求量测算中预测未来三年仍能保持 30%增速系基于当时光伏产业链情况预测，根据公司 2021 年、2022 年和 2023 年营业收入情况，其在 2021 年、2022 年和 2023 年的增长速度分别为 115.70%、63.20%和-11.74%；根

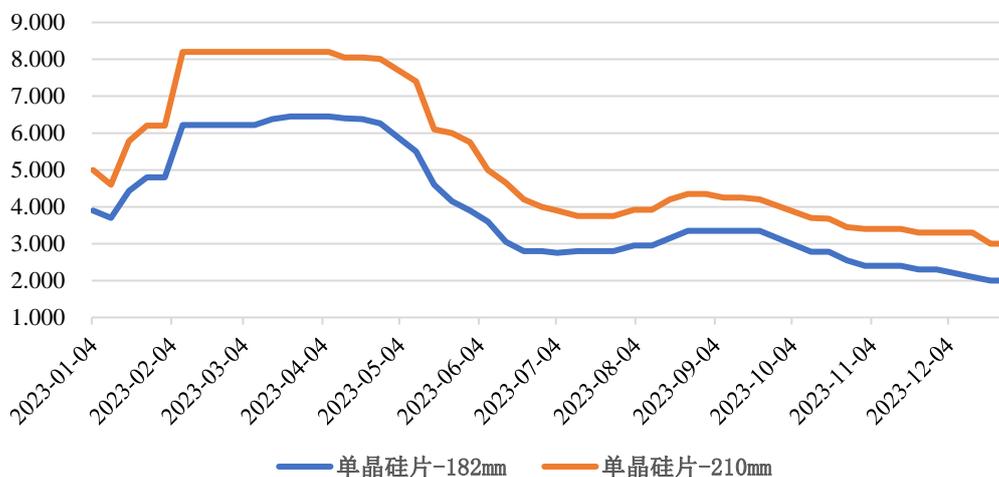
据 CPIA 预测，全球光伏装机容量将从 2023 年的 390GW 持续增长至 2026 年的 511GW，平均复合增长率达 9.43%；考虑到当前行业价格已接近或低于多数厂家的盈亏平衡线，甚至已跌破部分厂家现金成本，市场总体处于探底阶段，随着旧产能加速淘汰出清，同时部分规划产能项目的终止，未来一段时间内硅片进一步下跌的空间已很小，中长期价格将有望走出谷底并保持相对稳定；综合根据上述情况并鉴于公司在光伏领域的行业地位，假设 2024-2026 年度公司营业收入为每年 10%的增长率。

2023 年公司营业收入增长率有所降低，主要系受上游多晶硅原材料价格快速下降传导，硅片、组件产品价格出现明显下降。2023 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日，多晶硅材料及硅片价格如下所示：

多晶硅价格（单位：元/千克）



硅片价格（元/片）



数据来源：数据来源：PV InfoLink

如上图所示，**2023 年**，多晶硅材料价格和硅片的价格呈现**波动**下降趋势。因此，在营运资金需求量测算中，**此次预估调整为 2024 年-2026 年公司业务营业收入每年 10%的增长率假设。**

中长期来看，随着全球及我国新增光伏装机规模的扩大，光伏产业的整体基本面未发生根本变化，多晶硅原材料价格继续呈现大幅下降的可能性较低：

(1) 虽然多晶硅市场价格自 2023 年初以来整体震荡下行，但是随着多晶硅价格下跌，光伏电站的建造成本进一步降低，刺激下游电站装机增加，进而增加对多晶硅需求，多晶硅价格将回归到合理水平；

(2) 多晶硅产业为重资产投入的行业，因 2021-2022 年多晶硅市场价格上涨，利润空间较大，吸引众多新投资者进入该行业，原主要多晶硅生产企业亦陆续扩产，新产能集中释放导致出现短期的供大于求；但市场价格的下行，将导致部分高成本企业尤其是新进入企业，不仅未享受超额收益，反而需承担亏损，从而逐步退出市场，而后多晶硅市场将进入供需平衡阶段；

同时，公司先进的工业 4.0 和柔性制造能力，以及领先的产品与规模优势，为未来营业收入的增长提供动力：

(1) 不断加速优势产能扩产释放，充分发挥公司 G12 战略产品的规模优势、成本优势及市场优势；

(2) G12 技术平台与工业 4.0 生产线深度融合，提升了公司生产制造效率、工艺技术水平 and 满足客户高质量、差异化、柔性化需求的能力，较大程度保障公司盈利能力。在晶体环节，优化用料结构，单位产品硅料消耗率逐步降低，单炉月产不断突破；在晶片环节，通过细线化、薄片化工艺改善，提升 A 品率，同硅片厚度下公斤出片数显著领先行业水平；

(3) 电池及组件板块布局进一步提升，随着新建项目的建成投产，产能不断释放，展现“G12 硅片-TOPCon 电池片-叠瓦组件”组合优势，并且充分发挥公司在工业 4.0、工程管理能力及产业链协同优势，持续降本增效；

(4) 通过长期构建的良好供应链合作关系，较好地保障公司产销规模，发挥在推动行业技术和制造水平提升过程中形成的定义权、定标权、定价权；

(5) 全球化商业布局，与欧洲、韩国、东南亚等区域客户保持长期稳定的合作，为公司带来更多的创新驱动力和抗风险能力，提高公司经营能力。

报告期内，公司光伏硅片产品和光伏组件产品占销售收入比例分别为 92.24%、92.14%及 **89.78%**，为公司的主要产品。**2021 年至 2023 年**，公司主要产品的产能、产量及销量的复合增长率情况如下：

产品	项目	2021 年至 2023 年年均复合增长率
光伏硅片	产能	<b>40.46%</b>
	产量	<b>42.36%</b>
	销量	<b>40.91%</b>
光伏组件	产能	<b>23.52%</b>
	产量	<b>28.89%</b>
	销量	<b>30.95%</b>

如上表所示，**2021 年至 2023 年**公司主要产品的产能、产量及销量的年均复合增长率较高。随着全球及我国新增光伏装机规模的扩大以及 **2023 年 12 月**以来多晶硅价格趋势，多晶硅原材料供需关系或趋于平稳，假设公司产品价格不存在显著波动，公司主要产品的产能、产量及销量仍维持较高水平的增速，结合公司先进的工业 4.0 和柔性制造能力，以及领先的产品与规模优势，在营运资金需求量测算中，**结合产业链最新变动**，假设 **2024 年至 2026 年**每年的营业收入预测增长率为 **10%**。

综上所述，光伏产业市场需求持续增长，多晶硅原材料价格继续呈现大幅下降的可能性较低，同时，公司通过优势产能扩产释放、G12 技术平台与工业 4.0 生产线深度融合、构建良好的供应链合作体系以及全球化布局，营业收入仍可保持较高增速，在营运资金需求量测算中，**结合产业链最新变动**，假设 **2024 年至 2026 年**营业收入的增速为 **10%**。

### 3、市场竞争博弈激烈，公司增长停滞的风险较小

(1) 光伏产业延续快速发展势头，行业内各环节扩产规模显著提升，市场竞争博弈激烈

全球光伏平价上网进程逐步推进，成长性日益凸显，全球光伏市场延续发展势头。根据中国光伏行业协会数据，2022 年，全球新增光伏装机总量已从 **2013**

年的 **38.4GW** 增长为 **2023 年的 390GW**，平均复合增长率达 **26.09%**。未来，在光伏发电成本持续下降和全球绿色经济发展等有利因素的推动下，全球光伏新增装机仍将快速增长，据国际能源署（IEA）预测，2030 年全球光伏新增装机容量将达到 **682.97GW**，**2023 年-2030 年年均复合增长率达 14.16%**。

我国光伏产业需求旺盛,行业规模持续扩大，根据 CPIA 统计数据，2022 年全国新增光伏并网装机容量同比增长 60.3%至 87.41GW，累计光伏并网装机容量达到 392.6GW，新增和累计装机容量分别连续 10 年和连续 8 年位居全球第一。根据国家统计局数据，2023 年 1-10 月，我国新增光伏装机 **142.56GW**，同比增长 **144.78%**，**大幅超过 2022 年全年新增装机 87.41GW**，延续快速增长势头。根据 PV Infolink 最新预测，随着双碳行动方案的持续推进，预计 2023 年-2027 年，我国每年光伏新增装机量规模达 140GW 以上。

光伏产业的快速发展，使得行业内各主要环节的市场需求增加，行业内龙头企业纷纷扩产。同时，光伏产业的快速增长，吸引了大量新进入者和跨界资本，叠加原有企业的扩产，产业终端需求难以消化短时间过快增长的新增产能，新旧产能加速迭代，市场竞争博弈激烈。

## （2）公司具备全球化综合竞争能力，增长停滞的风险较小

公司始终坚持技术创新和工业 4.0 制造方式转型，持续提升柔性制造能力，深化产品技术和成本优势，增强内生竞争力，高效运营，较好应对产业链周期性波动压力，保证公司盈利能力和可持续发展竞争力，穿越周期。

### 1) 光伏材料业务板块

#### ①G12 优势产能规模持续提升

公司加速优势产能扩产释放，进一步提升 G12 先进产能供应能力，优化产品结构，充分发挥公司 G12 战略产品的规模优势、成本优势及市场优势，扩大公司在光伏硅片市场的领先地位以及市场占有率。

#### ②持续技术创新、制造方式转型

公司通过一系列技术创新和工艺进步项目进一步提质降本增效，持续推进硅料使用效率与成本、开炉成本、单位公斤出片数等方面的研发，进一步夯实公司

的成本领先优势。伴随大尺寸、N 型、薄片化产品需求进一步提升，工业 4.0 柔性制造优势将持续凸显。

### ③科学研判，高效运营

公司长期专注于硅材料及其延伸产业，对行业发展规律有充分的理解。公司持续强化市场研判能力，建立 Smart 运营 4.0 体系，运用科学模型动态识别市场周期性波动，高效运营科学决策。

### ④坚持差异化、全球化竞争优势路线

公司基于全球商业布局、工业 4.0 柔性制造、技术创新能力及差异化产品竞争力，推进商业全球化和产业全球化战略。

## 2) 光伏电池及组件板块

公司持续秉承高度尊重知识产权、坚持差异化竞争理念，持续自主技术创新和 Know-how 工艺积累，专注于具有知识产权保护的、行业技术领先的技术投入和工艺创新，坚定“叠瓦+G12”双平台差异化技术与产品路线，实现了“G12+叠瓦”4.0 产品的全面迭代，并且充分发挥产业链协同优势，持续降本增效，组件第三代线差异化制造方式和精益制造能力建设，成本优势显现，不断扩大叠瓦核心差异化竞争力。

公司不断推动工业 4.0 制造方式转型，将工业 4.0 与模块化制造管理方式相结合，提升精益制造水平，强化差异化制造能力，电池及组件板块布局进一步提升。

基于 Moxon 公司拥有的 IBC 电池-组件、叠瓦组件的知识产权和技术创新优势，公司通过协同创新、联合创新，进一步提升了公司整体全球化的商业竞争优势。通过与 Moxon 公司的技术、资源共享，实现了全球范围内生产与渠道的相互促进和协同发展，其完善的海外产业布局和全球供应链体系、成熟的海外客户服务经验及系统化产品体系，以及较高的品牌认可度和渠道优势，将进一步协助公司未来海外业务的加速发展。

综上所述，发行人是行业内极少数一家以半导体材料和半导体器件为基础延伸形成光伏新能源和半导体为双产业链，并在上述领域均具有领先地位和核心竞

竞争力的上市公司，拥有较好的增长潜力，增长停滞的风险较小。

#### (四) 结合发行人资产负债率情况，说明问询回复中大额偿债资金需求的测算依据，预计偿付大额债务金额的考虑及合理性

##### 1、发行人资产负债率情况

报告期内，发行人资产负债率（合并口径）情况如下：

项目	2023.12.31	2022.12.31	2021.12.31
资产总额（万元）	12,506,304.33	10,913,376.81	7,797,935.90
负债总额（万元）	6,482,593.13	6,207,392.67	3,630,957.98
资产负债率	51.83%	56.88%	46.56%

同行业可比公司资产负债率（合并口径）情况如下：

股票简称	2023.12.31	2022.12.31	2021.12.31
隆基绿能	56.87%	55.39%	51.31%
京运通	52.70%	49.58%	50.43%
弘元绿能	59.09%	40.40%	48.65%
晶澳科技	64.35%	58.31%	70.65%
晶科能源	73.99%	74.73%	81.40%
平均值	58.25%	50.92%	55.26%
TCL 中环	51.83%	56.88%	46.56%

注：平均值计算中因晶科能源资产负债率较其他同行业企业畸高，因此予以剔除

报告期各期末，公司资产负债率处于同行业中间水平，近三年整体控制较为稳定，但因光伏行业属于资本密集和技术密集行业，固定资产投资较大，行业内可比公司资产负债率总体水平偏高，同时因公司规模较大，报告期末公司负债金额较大。若本次融资全部通过债务融资方式，则以**2023年末**财务数据测算，公司资产负债率将上升为**55.75%**，降低公司偿债能力，增加财务风险和财务费用。

##### 2、说明问询回复中大额偿债资金需求的测算依据，预计偿付大额债务金额的考虑及合理性

2024-2026年需归还的资金测算结果如下：

单位：万元

项目	截至2023年末 已使用授信额度	2024年需归 还金额	2025年需归 还金额	2026年需归 还金额

流动资金贷款	1,722,346.67	271,984.17	806,309.17	644,053.33
项目贷款	2,249,871.01	629,104.04	329,832.80	335,589.91
融资租赁	72,338.60	10,902.47	12,197.33	11,856.87
银承敞口及保函等	414,985.04	414,985.04	-	-
合计	-	1,326,975.72	1,148,339.30	991,500.11

注：上述数据系按已使用授信额度要求的还款时间归类统计。

据此，如按未来三年实际需归还的资金测算，公司未来三年需归还资金合计**3,466,815.13**万元，但同时考虑未来存在债务借新还旧、滚存续期等安排，因此进一步假设需偿债的资金中有30%可通过借新还旧、滚存续期等延续而实际无需偿还，则未来三年实际需归还的资金为**2,426,770.59**万元。上述资金偿还后，公司资产负债结构将更为稳健，财务状况进一步优化。

**（五）结合建设项目投资明细、行业整体市场需求及扩产情况、发行人营业收入增速下滑以及固定资产周转率偏低等情况，说明重大项目支出金额合理性，本次扩产的必要性、合理性，是否存在产能过剩风险**

#### 1、建设项目投资明细

截至2023年12月31日，公司实施中以及准备实施的建设项目尚需投入合计为**4,365,941.87**万元，项目列示如下：

单位：万元

项目	项目名称	开始实施时间	预算总投入	2023 年末已投入金额	2024 年预计支出金额	2025 年预计支出金额	2026 年及以后预计支出金额	未来三年投资合计
晶体	可再生能源太阳能电池用单晶硅材料和超薄高效太阳能电池用硅单晶切片产业化工程五期项目及五期扩能项目	2019 年 7 月	1,198,607.67	916,434.84	29,369.36	1,656.67	-	31,026.03
	50GW(G12)太阳能级单晶硅材料智慧工厂项目	2021 年 7 月	1,097,974.00	1,053,323.66	88,467.65	10,283.30	252.57	99,003.52
	其他项目	-	1,594,751.51	1,400,829.14	151,487.90	37,740.90	9,796.78	199,025.58
	小计	-	3,891,333.18	3,370,587.63	269,324.91	49,680.87	10,049.36	329,055.14
晶片	年产 10GW 高效太阳能电池用超薄硅单晶金刚线智能化切片项目及相关项目	2018 年 9 月	327,260.00	300,693.91	11,006.87	1,962.80		12,969.67
	年产 25GW 高效太阳能超薄硅单晶金刚线智能化切片项目	2020 年 3 月	196,615.93	155,573.59	4,156.12	2,732.78	4,695.04	11,583.95
	年产 25GW 高效太阳能超薄硅单晶片智慧工厂项目	2022 年 1 月	194,987.00	165,395.47	26,211.95	7,081.76		33,293.71
	年产 30GW 高纯太阳能超薄硅单晶材料智慧工厂	2021 年 12 月	321,527.00	284,411.77	41,551.85	21,954.75		63,506.60
	年产 35GW 高纯太阳能超薄单晶硅片智慧工厂项目	2023 年 3 月	365,005.01	127,631.39	147,499.63	97,471.74	29,821.66	274,793.02
	其他项目	-	1,292,885.48	1,047,480.16	36,130.95	39,950.83	13,057.01	89,138.79
	小计	-	2,698,280.42	2,081,186.28	266,557.38	171,154.66	47,573.70	485,285.74
电池组件	年产 7GW 高效叠瓦太阳能电池组件项目	2022 年 2 月	238,060.16	91,524.77	49,566.12	95,008.15	21,832.31	166,406.58

项目	项目名称	开始实施时间	预算总投入	2023 年末已投入金额	2024 年预计支出金额	2025 年预计支出金额	2026 年及以后预计支出金额	未来三年投资合计
	N 型 TOPCon 高效太阳能电池工业 4.0 智慧工厂新建项目	2023 年 12 月	1,066,503.67	25,301,531	13,474.30	641,080.07	255,576.44	910,130.81
	其他项目	-	1,709,799.63	438,690.45	125,264.13	239,314.28	986,863.87	1,351,442.28
	小计	-	3,014,363.46	530,240.52	188,304.55	975,402.50	1,264,272.61	2,427,979.67
电站	新建分布式电站投资	-	1,173,089.55	618,760.51	18,885.78	14,889.00	55,264.86	89,039.64
	其他项目	-	0.00	195,191.17	100,251.30	-298,274.00	0.00	-198,022.70
	小计		1,173,089.55	813,951.68	119,137.08	-283,385.00	55,264.86	-108,983.06
其他硅材料	集成电路用 8-12 英寸半导体硅片之生产线项目	2018 年 9 月	570,717.17	550,717.94	12,986.70	21,763.59		34,750.29
	集成电路用 8-12 英寸半导体硅片之晶体及 12 寸试验线项目	2018 年 9 月	273,914.83	121,939.55	21,613.84	53167.71605	26486.25977	101,267.81
	集成电路用大直径半导体硅片项目	2021 年 2 月	541,052.00	353,556.06	29,812.12	61,362.30	23,387.73	114,562.14
	高速低功耗集成电路用高端硅基材料的研发与生产项目	2022 年 2 月	506,800.00	71,326.55	39,968.82	99,686.71	128,551.71	268,207.24
	节能型功率器件半导体单晶硅片项目	2021 年 9 月	238,191.00	165,280.53	38,321.38	45,075.08	41,562.30	124,958.76
	半导体大硅片项目	2017 年 12 月	1,050,000.00	577,831.38	124,644.32	146,812.42	191,671.20	463,127.95
	小计	-	3,180,675.00	1,840,652.01	267,347.18	427,867.82	411,659.21	1,106,874.20
其他	其他零星工程	-	324,784.33	168,881.00	83,122.61	18,406.80	24,200.77	125,730.18
	总计	-	14,282,525.93	8,805,499.13	1,193,793.72	1,359,127.64	1,813,020.51	4,365,941.87

## 2、行业整体市场需求及扩产情况

(1) 光伏行业延续快速发展势头，市场需求增长较快

全球光伏平价上网进程逐步推进，成长性日益凸显，全球光伏市场延续发展势头。根据中国光伏行业协会数据，2022年，全球新增光伏装机总量已从2011年的30.2GW增长为2022年的230GW，平均复合增长率达20.27%。未来，在光伏发电成本持续下降和全球绿色经济发展等有利因素的推动下，全球光伏新增装机仍将快速增长，据国际能源署（IEA）预测，2030年全球光伏新增装机容量将达到**682.97GW**，**2023年-2030年年均复合增长率达14.16%**。

我国光伏产业需求旺盛，行业规模持续扩大，根据CPIA统计数据，2022年全国新增光伏并网装机容量同比增长60.3%至87.41GW，累计光伏并网装机容量达到392.6GW，新增和累计装机容量分别连续10年和连续8年位居全球第一。根据国家统计局数据，2023年1-10月，我国新增光伏装机**142.56GW**，同比增长**144.78%**，**大幅超过**2022年全年新增装机**87.41GW**，延续快速增长势头。根据PV Infolink最新预测，随着双碳行动方案的持续推进，预计2023年-2027年，我国每年光伏新增装机量规模达140GW以上。

(2) 随着光伏行业的快速发展，光伏硅片旺盛增长

硅片是光伏产业链中的关键环节，下游光伏产业的发展直接影响到硅片新增市场需求。根据PV Infolink对2023-2027年全球组件市场需求预测数据，假设硅片与组件的容配关系为1.075，预计至2027年硅片市场规模可达710GW。根据CPIA数据，2022年全球硅片产量为381.1GW，据此测算2022年-2027年，行业硅片需求年均复合增长率为13.25%。

### 2023-2027年硅片市场容量预测

单位：GW

项目	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
乐观：全球光伏组件需求（A）	455	521	572	610	660
保守：全球光伏组件需求（B）	390	447	505	530	592
硅片与组件的容配关系（C）	1.075	1.075	1.075	1.075	1.075
乐观：全球硅片需求（D=A*C）	489	560	615	656	710
保守：全球硅片需求（E=B*C）	419	481	543	570	636

截至 2023 年末，主要硅片上市公司硅片产能合计为 **683.40GW**，具体如下：

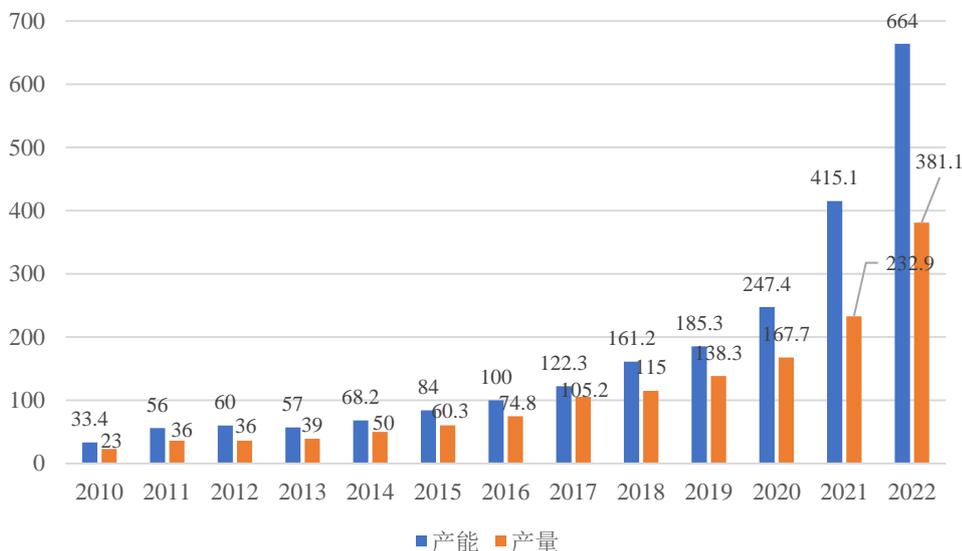
公司名称	2022年末硅片产能 (GW)	2023年末硅片规划产能 (GW)	已披露的2022年末及2023年在建或拟建项目
TCL 中环	140.00	183.00	50GW (G12) 太阳能级单晶硅材料智慧工厂项目、年产25GW高效太阳能超薄硅单晶片智慧工厂项目、年产30GW高纯太阳能超薄硅单晶材料智慧工厂项目、本次募投项目项目一
隆基绿能	133.00	170.00	年产20GW单晶硅棒和年产30GW单晶硅片项目、30GW高效单晶电池项目及5GW高效光伏组件项目、2023年1月公告拟在陕西投资年产100GW单晶硅片项目及年产50GW单晶电池项目、2023年6月公告拟实施鄂尔多斯年产46GW单晶硅棒和切片项目、马来西亚年产6.6GW单晶硅棒项目
晶科能源	65.00	85.00	越南年产6.5GW拉晶和切片项目、青海西宁一期20GW单晶拉棒项目、山西晶科一体化大基地年产28GW单晶拉棒切方智能化生产线项目
双良节能	40.00	45.00	包头一期20GW大尺寸单晶硅片项目、包头二期20GW大尺寸单晶硅片项目、三期50GW大尺寸单晶硅项目
晶澳科技	38.87	85.50	越南2.5GW拉晶及切片项目、包头三期20GW拉晶、20GW切片项目
弘元绿能	35.00	55.00	包头年产5GW单晶硅拉晶生产项目、包头年产10GW单晶硅拉晶生产项目
京运通	20.50	43.00	乐山22GW高效单晶硅棒、切片项目
阿特斯	20.40	20.40	西宁10GW拉棒项目、包头方棒三期项目、阜宁10GW硅片项目
合计	492.77	686.90	-

由上表可知，主要硅片上市公司至 2023 年末规划产能为 **686.90GW**，新增产能一般可兼容大尺寸硅片，可满足 2024 年及之后持续增长的硅片市场，其中，行业硅片产能整体上存在超过当期硅片需求的情形，但该等情形符合光伏行业的发展规律，行业实际供需关系更为紧张，主要如下：

①从中长期动态角度看，光伏作为最重要的可再生能源之一，发展前景广阔，装机容量需求处于持续快速增长中，而生产扩产往往需要 1-2 年的时间周期，为满足市场持续增长的需求，行业企业存在提前布局产能建设；另一方面，光伏行业核心逻辑是“降本增效”，这也导致光伏企业更乐于通过技术更迭淘汰落后产能，扩张新产能，因此，在这“螺旋式上升”发展阶段，存在阶段性的当期产能大于产量的情形。历史上全球各年年末的硅片产能普遍大于当年硅片产量，2010 年-2022 年各年末全球硅片产能超过当期产量的比例平均值为 45.59%，同时伴随

着行业需求高速增长，上一年度新扩产能在次年大部分得以消化，也说明行业真实的供需形式更为紧张，而对需求预期，又不断刺激行业的进一步扩张。

2010-2022 年全球硅片产能/产量（单位：GW）



数据来源：CPIA

②从产品结构看，由于光伏行业技术和产品持续更新迭代，硅片尺寸不断增大，从 156mm、166mm 到现在 182mm 和 210mm 尺寸；同时，因电池技术路线迭代，硅片正处于 P 型转向 N 型发展的关键时期，且薄片化趋势日趋显著。当前行业统计的产能中仍存在不小比例的小尺寸、或无法提供 N 型和薄片规格产品的硅片产能，随着小尺寸硅片被市场快速淘汰，P 型硅片未来需求面临减弱，部分硅片产能将因面临市场需求或缺乏经济性逐渐成为无效产能；另一方面，行业在低度电成本 LCOE 内在驱动下，高效高品质的硅片产品尤其优质 N 型硅片处于供不应求，导致行业经常处于“低端产能供过于求，高端产能供不应求”结构性过剩状态，导致有效产能错配。

硅片市场容量预测与主要硅片上市公司规划产能对比

单位：GW

项目	2022年	2023 E	2024E	2025E	2026E	2027E
乐观：全球硅片需求 (D=A*C)		489	560	615	656	710
保守：全球硅片需求 (E=B*C)		419	481	543	570	636
全球硅片产量	381.1					
主要上市公司2022年末建成/2023	492.77	<b>686.9</b>				

年末规划成产能		0				
---------	--	---	--	--	--	--

截至目前，尚缺乏公开披露较为准确的关于大尺寸、210mm（G12）光伏硅片产能统计数据。210mm 和 182mm 大尺寸硅片分别由 TCL 中环于 2019 年 8 月、隆基绿能于 2020 年 6 月率先行业推出，可以推测 2020 年末，182mm 和 210mm 大尺寸硅片的产能较少，但 2020 年及之后行业规划新增产能应较大部分可生产大尺寸产品。经统计相关上市公司 2020 年及之后晶体规划项目设计产能合计达 410.6GW，可作为当前大硅片产能的参考，以此产能与全球硅片需求对比，行业整体需求仍然较为紧张。

### （3）电池市场规模持续扩大，N 型 TOPCon 电池逐步成为主流

#### ①下游装机容量增长，带动电池市场规模稳步提升

电池的需求与下游装机容量需求密切相关，下游装机容量快速增长带动电池市场规模持续扩大，2022 年电池片产量为 318GW，同比增长 60.7%；同时，市场追求高效、低成本电池，促使落后产能迅速淘汰。根据 PV Infolink 最新预测的 2023-2027 年全球新增光伏组件市场需求，假设电池片与组件的容配比关系 1.05，至 2027 年，乐观情况下，电池市场规模可达 693GW。

#### 2023-2027 年电池市场容量预测

单位：GW

项目	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
乐观：全球光伏组件需求（A）	455	521	572	610	660
保守：全球光伏组件需求（B）	390	447	505	530	592
电池与组件的容配关系（C）	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
乐观：全球电池片需求（D=A*C）	478	547	601	641	693
保守：全球电池片需求（E=B*C）	410	469	530	557	622

#### ②N 型 TOPCon 电池将逐步成为主流，市场需求巨大

目前，市场仍以 PERC 电池技术为主流，但因具有双面率高、温度系数低、无光衰、弱光性能好等优势，以 TOPCon、HJT 等技术为代表的 N 型高效光伏电池迅速成长，其中与 PERC 电池兼容性良好、投资成本相对低的 TOPCon 电池成为当前行业内高效电池技术扩产的最主流选择。2022 年是 TOPCon 电池应用元年。从各技术电池的产出比例看，据 TrendForce 统计，截至 2022 年，TOPCon 电

池产出比例仅为 3.50%，预计至 2023 年、2024 年和 2025 年，TOPCon 电池出货量占比将分别达到 26.51%、43.67%和 58.21%，迅速替代其他电池成为主流电池技术。

### ③N 型 TOPCon 电池需求旺盛，推动行业布局加速

在产业链降本增效的驱动下，电池需要保持价格与性能的竞争性才能发展为技术主流，TOPCon 电池由于具备良好的光电转换效率和相对较高的技术、资金投入门槛，提前布局有助于企业抢占市场份额，奠定先发优势。根据同行业上市公司公告信息，选取 2022 年以来上市公司披露经过董事会决策、有明确实施计划或进展的 N 型 TOPCon 高效电池项目，上市公司披露主要 N 型 TOPCon 电池新建项目的设计产能合计为 **445.3GW**。具体如下：

公司	项目	公告时间	产能（GW）
隆基绿能	鄂尔多斯年产 30GW 高效单晶电池项目	2022 年	30
晶澳科技	宁晋 1.3GW 高效电池项目	2022 年	1.3
	曲靖 10GW 高效电池和 5GW 高效组件项目	2023 年	10
	扬州 10GW 高效率太阳能电池片项目	2022 年	10
晶科能源	年产 11GW 高效电池生产线项目	2022 年	11
	新型太阳能高效电池片项目二期工程	2022 年	8
	年产 7.5GW 高效电池和 5GW 高效电池组件建设项目	2022 年	7.5
	年产 8GW 太阳能组件及 8GW 太阳能电池生产线项目	2022 年	8
	年产 20GW 高效太阳能电池片生产线建设一期项目（注）	2023 年	6.5
	山西晶科一体化大基地年产 28GW 切片与高效电池片智能化生产线项目	2023 年	28
天合光能	天合光能（西宁）新能源产业园项目	2022 年	10
	淮安年产 10GW 高效太阳能电池项目	2023 年	10
	天合光能(东台) 年产 10GW 高效太阳能电池项目	2023 年	10
通威股份	眉山年产 32GW 高效晶硅电池项目（一期）	2022 年	16
钧达股份	淮安涟水年产 26GW N 型高效太阳能电池片生产基地项目	2022 年	26
	来安汭河经济开发区建设 16GW 高效太阳能电池片项目（二期 10GW）	2022 年	10
弘元绿能	年产 16GW 光伏电池项目	2024 年	16
协鑫集成	20GW 光伏电池及配套产业生产基地项目	2022 年	20
亿晶光电	滁州年产 10GW 高效 N 型 TOPCon 光伏电池项目（一期）	2022 年	10

公司	项目	公告时间	产能 (GW)
中科云网	同翎高邮 5GW 单晶 N 型 TOPCON 高效电池项目一期建筑及配套	2023 年	8
阿特斯	年产 4GW 高效太阳能光伏电池项目	2023 年	4
聆达股份	金寨嘉悦新能源二期 5.0GW 高效电池片 (TOPCon) 生产项目	2023 年	5
	铜陵狮子山 20GW 高效光伏(一期)电池片产业基地项目	2023 年	10
横店东磁	年产 12GW 新型高效电池片智能制造“未来工厂”项目	2023 年	12
百达精工	年产 13.5GW 太阳能电池片项目	2023 年	4.5
沐邦高科	梧州 10GW TOPCON 光伏电池生产基地项目	2022 年	10
林洋能源	一期 12GW 高效 N 型 TOPCon 光伏电池项目	2022 年	12
麦迪科技	高效太阳能电池智能制造项目	2023 年	9
仕净科技	年产 24GW 高效 N 型单晶 TOPCon 太阳能电池项目(一期)	2023 年	18
棒杰股份	年产 10GW 高效光伏电池	2022 年	10
	年产 16GW (8GW+8GW) N 型高效电池片及年产 16GW 大尺寸光伏硅片切片项目	2023 年	16
明牌珠宝	20GW 新能源光伏电池片智能制造项目	2023 年	16
上机数控	徐州新能源产业园项目	2022 年	24
皇氏集团	20 GW Topcon 超高效太阳能电池和 2GW 组件项目	2022 年	20
海源复材	年产 10GW TOPCon 光伏电池项目及 3GW 高效光伏组件项目	2023 年	10
海泰新能	盐城经济技术开发区海泰新能 10GW-TopCon 高效光伏电池项目(一期)	2023 年	5
华东重机	10GW 高效太阳能电池片生产基地项目(北区工程)	2023 年	3.5
<b>合计</b>			<b>445.3</b>

注：晶科能源 2022 年年报显示，年产 20GW 高效太阳能电池片生产线建设一期项目原计划建设 10GW 电池产能，其中 5GW 已于 2021 年四季度投产，剩余部分由原方案更新为 6.5GW TOPCon 电池产能。

### 3、发行人营业收入增速下滑以及固定资产周转率偏低情况

发行人营业收入增速下滑以及固定资产周转率偏低情况详见本回复之问题 2 之“一”之“(二)”、“(三)”

### 4、说明重大项目支出金额合理性，本次扩产的必要性、合理性，是否存在产能过剩风险

公司重大项目支出系公司根据行业整体发展、公司经营情况综合判断安排。目前光伏行业市场仍处理快速发展阶段，市场需求持续增长，光伏行业作为资本

密集和技术密集行业，持续通过资本投入从而追求极致的降本增效、巩固和提高自身市场地位是最重要的驱动力，否则企业将面临被淘汰的风险。报告期内，公司进一步打造产品和业务的纵深化发展，重大项目支出主要投向晶片和电池组件业务，进一步巩固和提升企业竞争力，相关重大项目支出金额具有合理性。其中，本次扩产涉及硅片和电池环节，硅片产能整体上存在超过当期硅片需求的情形，但该等情形符合光伏行业的发展规律，行业实际供需关系仍然紧张，N型 TOPCon 电池需求旺盛，市场需求稳步提升（详见本问题回复之“一”之“（五）”之“2”）。因此，本次扩产具有必要性、合理性，产能过剩风险较小。

### （六）结合前述情况，进一步说明本次融资规模的合理性、必要性

根据前述分析，未来三年公司资金缺口测算如下：

项目	公式	金额（万元）
截至 2023 年 12 月 31 日货币资金余额及交易性金融资产余额	①	1,389,756.20
加：未来三年预计自身经营利润积累	②	1,243,787.08
减：未来三年预计现金分红所需资金	③	207,431.68
减：未来三年偿债资金需求	④	2,426,770.59
减：重大项目资金支出	⑤	4,365,941.87
减：未来三年营运资金需求量	⑥	246,693.93
未来三年资金余量	⑦=①+②-③-④-⑤-⑥	-4,613,294.79

上述资金需求的测算过程如下：

#### 1、未来三年自身经营利润积累

2021-2023 年，公司归属于母公司股东的净利润分别为 402,961.76 万元、681,865.38 万元和 341,605.90 万元。考虑 2023 年产业环境较为特殊，供需波动大，认为未来三年趋于稳定，企业盈利水平稳定增长。假设 2024 年、2025 年度和 2026 年度归属于母公司股东的净利润在 2023 年基础上保持每年 10% 的增长率进行测算（此处仅用于测算未来三年公司自身经营利润积累，不构成公司盈利预测或业绩承诺，投资者不应据此进行投资决策），则预计公司未来三年归属于母公司股东的净利润分别为 375,766.49 万元、413,343.14 万元和 454,677.45 万元，合计金额为 1,243,787.08 万元。

## 2、未来三年预计现金分红所需资金

公司重视投资者回报，并严格按照《公司章程》等规定制定和实施利润分配政策。2021年至2023年度，公司现金分红额（含实施股票回购）分别为35,549.05万元、71,431.45万元和104,990.70万元，占当年归属于母公司股东净利润的比例分别为8.82%、10.48%和30.73%，其平均比例为16.68%，假设以此比例作为未来三年现金分红占当年归属于母公司净利润比例进行测算，预计公司未来三年现金分红金额为207,431.68万元。

## 3、未来三年偿债资金需求

根据本回复问题2之“一”之“（四）”分析，基于谨慎性考虑，假设未来三年偿债资金需求为2,426,770.59万元。

## 4、重大项目资金支出

根据本回复问题2之“一”之“（五）”分析，未来三年重大项目资金支出合计4,365,941.87万元。

## 5、未来三年营运资金需求量

2021年、2022年和2023年，公司营业收入的增长速度分别为115.70%、63.20%和-11.74%；根据CPIA预测，全球光伏装机容量将从2023年的390GW持续增长至2026年的511GW，平均复合增长率达9.43%；考虑到当前行业价格已接近或低于多数厂家的盈亏平衡线，甚至已跌破部分厂家现金成本，市场总体处于探底阶段，随着旧产能加速淘汰出清，同时部分规划产能项目的终止，未来一段时间内硅片进一步下跌的空间已很小，中长期价格将有望走出谷底并保持相对稳定；根据上述情况并鉴于公司在光伏领域的行业地位，假设2024-2026年度公司营业收入为每年10%的增长率（有关营业收入预测分析详见本问题之“一”之“（三）”，此处仅用于测算未来三年公司营运资金需求，不构成公司盈利预测或业绩承诺，投资者不应据此进行投资决策），经营性流动资产、经营性流动负债占营业收入比例保持与2023年一致进行测算，则公司未来三年新增营运资金需求测算如下：

单位：万元

项目	2023年 占营业收入 的比例	2023年	2024年 (预测)	2025年 (预测)	2026年(预 测)
营业收入		5,914,646.32	6,506,110.95	7,156,722.05	7,872,394.25
受限货币资金 <sup>[1]</sup>	1.86%	109,859.00	120,844.90	132,929.39	146,222.32
应收票据	0.01%	690.75	759.83	835.81	919.39
应收账款	9.15%	540,923.69	595,016.06	654,517.66	719,969.43
应收款项融资	1.43%	84,817.52	93,299.27	102,629.20	112,892.12
预付款项	3.26%	192,844.06	212,128.47	233,341.31	256,675.44
存货	13.80%	816,371.93	898,009.12	987,810.04	1,086,591.04
合同资产	0.58%	34,390.71	37,829.78	41,612.76	45,774.04
经营性流动资产小计(A)	30.09%	1,779,897.66	1,957,887.42	2,153,676.16	2,369,043.78
应付票据	7.02%	414,985.04	456,483.54	502,131.90	552,345.09
应付账款(剔除工程、设备款)	8.67%	512,629.50	563,892.45	620,281.69	682,309.86
合同负债	1.81%	106,984.24	117,682.66	129,450.93	142,396.02
经营性流动负债小计(B)		1,034,598.78	1,138,058.66	1,251,864.52	1,377,050.98
营运资金需求量(C=A-B)		745,298.88	819,828.76	901,811.64	991,992.81
营运资金缺口合计					246,693.93

注：受限货币资金包括银行承兑汇票保证金、不可撤销信用证保证金、贷款保证金和履约保函保证金。

根据以上测算，公司 2024 年至 2026 年预计新增营运资金需求约为 246,693.93 万元，营运资金需求较大。

综上所述，综合考量未来三年营运资金需求、重大项目支出安排、偿债资金等因素，预计公司未来三年资金缺口为 4,613,294.79 万元。其中本次拟募集资金金额为 1,380,000.00 万元，剩余缺口公司将合理利用自有资金或银行贷款等自筹方式予以解决。本次融资规模符合公司实际需求，通过本次可转债发行可为公

司本次募投项目的建设和未来业务发展进一步提供资金保障，降低资金压力、流动性及财务风险，为公司可持续增长夯实基础，本次融资规模具有必要性和合理性。

## **（七）补充披露（5）（6）相关风险**

### **1、针对问题（5）涉及的相关风险**

发行人已在募集说明书重大事项提示之“四、特别风险提示”以及“第三节 风险因素”之“三、其他风险”中对问题（5）相关风险披露如下：

#### **“2、产能消化的风险**

本次募投项目达产后，可以更好配套单晶生产和光伏组件业务。年产 35GW 高纯太阳能超薄单晶硅片智慧工厂项目达产后将新增 35GW 硅片产能，相对于 2023 年末硅片产能的扩产比例为 22.58%，先进硅片产能获得显著提升，可以更好地配套持续扩大的先进晶体产能。目前，公司叠瓦组件产品的核心部件电池主要系对外采购，随着组件业务迅速发展，自产电池的配套缺口扩大。TCL 中环 25GW N 型 TOPCon 高效太阳能电池工业 4.0 智慧工厂项目产品为 TOPCon 电池，TOPCon 电池属于下一代的市场主流电池，建成投产将有助于公司把握光伏电池升级换代的历史机遇，为公司迅速发展的叠瓦组件业务形成配套。尽管公司已经过充分的市场调研和可行性论证，但新增产能的消化需要依托未来光伏整体市场容量的进一步扩大、G12 大尺寸硅片产品市场占有率的持续提升和组件的市场开拓，如果相关产业政策发生重大不利调整、行业出现同行业参与者增加、同质化产能扩产过快或下游需求出现波动而导致竞争加剧、重大技术替代、下游客户需求偏好发生转变或出现其他重大不利变化，则可能导致市场需求增长不及预期以及产品推广不利，公司如在客户开发、技术发展、经营管理等方面不能与扩张后的业务规模相匹配，将可能面临新增产能不能完全消化的风险。”

### **2、针对问题（6）涉及的相关风险**

发行人已在募集说明书“第三节 风险因素”之“三、其他风险”中对问题（6）相关风险披露如下：

#### **“7、可转债发行摊薄即期回报的风险**

本次融资规模较大，本次发行完成后，投资者持有的可转债部分或全部转股后，公司股本总额和净资产将相应增加，整体资本实力得以提升。由于本次募投项目实现预期收益需要一定时间，短期内可能存在净利润增长幅度低于净资产和总股本的增长幅度的情况，导致公司的每股收益和净资产收益率等指标出现一定幅度的下降，公司股东即期回报存在被摊薄的风险。”

## 二、中介机构核查意见

### （一）核查程序

保荐人采取了包括但不限于如下核查程序：

1、访谈公司管理层，了解货币资金和交易性金融资产余额较高的原因，了解未来公司的重大项目支出安排；查阅同行业可比上市公司半年度报告及年度报告，将公司货币资金和交易性金融资产占营业收入的比例与同行业可比上市公司进行对比分析；

2、查阅公司半年度报告及年度报告，划分光伏硅片、组件、其他硅材料和电站等不同板块，对比分析公司固定资产周转率较低的原因；查阅同行业可比上市公司半年报及年度报告，对比分析固定资产周转率的情况；

3、获取报告期内公司主要产品的销售量及销售价格，分析单价的变动情况；查阅多晶硅材料价格和硅片价格的走势；

4、查阅发行人报告期内的财务报告或审计报告；查阅公司征信报告、授信及贷款相关台账等资料；

5、查阅重大项目支出明细等资料；查阅光伏行业报告、本次募投项目及前次募投项目的可行性分析报告；获取报告期内公司主要产品的销售量及销售价格，分析单价的变动情况；查阅多晶硅材料价格和硅片价格的走势；查阅公司半年度报告及年度报告，划分光伏硅片、组件、其他硅材料和电站等不同板块，对比分析公司固定资产周转率较低的原因；查阅同行业可比上市公司半年报及年度报告，对比分析固定资产周转率的情况；

6、结合发行人报告期内的财务报告或审计报告，有关重大项目支出、货币资金、交易性金融资产、其他非流动金融资产余额、银行授信及贷款余额等信息

测算资金需求情况；查阅光伏行业报告、本次募投项目及前次募投项目的可行性分析报告，核查本次发行并进行大额融资、开展本次募投项目建设的必要性。

## （二）核查意见

经核查，保荐人认为：

1、公司货币资金（含交易性金融资产）与经营规模具有匹配性，符合公司的实际情况，不存在明显偏高的情形；2021年末至**2023年末**，公司货币资金和交易性金融资产余额占营业收入的比例低于同行业可比上市公司平均值，主要是由于光伏市场需求快速增长，以及公司自身的产能规模不断扩大，营业收入呈现快速上升趋势，差异具有合理性；

2、公司固定资产周转率较低主要系由于公司持续加大对产线自动化、智能化设备投入水平，机器设备投入金额较大。此外，隆基绿能、晶科能源、晶澳科技等同行业可比公司存在政府代建房屋及建筑物的情形，而公司则以自有厂房为主，固定资产周转率相对较低；其他硅材料板块技术高度密集，生产设备精密程度较高，单位产能的设备投资额较大。公司固定资产投资与自身产能较为匹配，产能利用率保持较高水平，不存在产能未充分释放或运营效率较低的情形；

3、**2023年**营业收入增长率下降主要系由于硅片、组件产品价格出现明显下降，导致公司营业收入增速有所放缓，具有合理性；光伏产业链市场竞争博弈激烈，公司增长停滞的风险较小；

4、问询回复中大额偿债资金需求的测算系综合考虑资产负债率等因素的结果，具有合理性；

5、公司重大项目支出金额合理，本次扩产具有必要性、合理性，产能过剩风险较小；

6、公司自有资金和未来现金流入难以满足本次募投项目建设投资的资金需求，本次融资规模符合公司实际需求，具有合理性、必要性；

7、发行人已在募集说明书“第三节 风险因素”披露本问题（5）（6）涉及的相关风险。

## 其它问题

请发行人关注再融资申请受理以来有关该项目的重大舆情等情况，请保荐人对上述情况中涉及该项目信息披露的真实性、准确性、完整性等事项进行核查，并于答复本审核问询函时一并提交。若无重大舆情情况，也请予以书面说明。

### 【回复】

#### 一、发行人说明

(一) 请发行人关注再融资申请受理以来有关该项目的重大舆情等情况，请保荐人对上述情况中涉及该项目信息披露的真实性、准确性、完整性等事项进行核查，并于答复本审核问询函时一并提交。若无重大舆情情况，也请予以书面说明

发行人本次发行于 2023 年 5 月 26 日受理，从受理日至本问询函回复出具日，以“TCL 中环”为关键词，通过百度资讯、微信、企查查等工具进行检索，剔除公告及公告相关描述信息以及同类类似及重复信息，媒体报道的主要情况如下：

序号	日期	媒体	文章标题	说明
1	2024-05-08	光伏资讯	TCL 中环拟购买不超过 100 亿理财	1、主要关注事项：关注 TCL 中环在业绩亏损情况下购买理财的合理性 2、情况说明：公司审议通过《关于使用自有资金购买理财产品额度的议案》，拟购买安全性高、流动性好、风险可控的理财产品，符合公司提高资金使用效率的目的，不影响本次融资的必要性、合理性，发行人已在第一轮审核问询函回复问题 3 之“一”之“（一）”和“（二）”及第二轮审核问询函回复之问题 4 之“一”中对本次融资的必要性、合理性进行说明。
2	2024-05-02	金芒财讯	TCL 中环：2024 年首季归母净利润-8.8 亿，同比下降 139%；未来强化 N 型产品	1、主要关注事项：2024 年一季度经营业绩下滑情况。 2、情况说明：发行人 2024 年一季度经营业绩的下滑不会导致公司不符合向不特定对象发行可转换公司债券的条件，不构成本次发行的实质性障碍。发行人已在募集说明书第四节之“一”之“（一）”之“6、公司经营业绩下滑风险”中充分进行风险提示。

序号	日期	媒体	文章标题	说明
3	2024-01-29	网易财经	TCL 中环跌停 预计 2023 年归 母净利润同比下 降最 多 38.4%	1、主要关注事项：2023 年经营业绩 下滑情况。 2、情况说明：发行人 2023 年经营业 绩的下滑不会导致公司不符合向不 特定对象发行可转换公司债券的条 件，不构成本次发行的实质性障碍。 发行人已在募集说明书第四节之 “一”之“（一）”之“6、公司经营业绩下 滑风险”中充分进行风险提示。
4	2023-10-19	南方都市报	TCL 中环融资三 遭问询背后：行 业产能过剩，再 融资市场收紧	1、主要关注事项：光伏行业产能过剩 情况。 2、情况说明：发行人具有新增产能的 市场消化能力，本次募投项目产能消 化风险较低，发行人已在《关于 TCL 中环新能源科技股份有限公司向不特 定对象发行可转换公司债券申请文件 的审核问询函的回复》（以下简称“第 一轮审核问询函回复”）回复问题 3 之 “一”之“（六）”及《关于 TCL 中环新 能源科技股份有限公司向不特定对象 发行可转换公司债券申请文件的第二 轮审核问询函的回复》（以下简称“第 二轮审核问询函回复”）问题 2 之“一” 之“（五）”、问题 3 之“一”说明产能 消化情况，并在募集说明书第四节之 “三”之“（一）”之“2、产能消化的风险” 中充分进行风险提示。
5	2023-10-11	赶碳号科 技	TCL 中 环 TOPCon 电池效 率已遥遥领先， 仍外购电池做认 证	1、主要关注事项： TÜV 认证的叠瓦 组件中的 TOPCon 电池系来源于外购 的情况，光电转换效率、良率数据的 合理性，以及未来三年营业收入增长 的合理性、本次融资规模的必要性和 合理性。 2、情况说明：（1）针对 TÜV 认证的 叠瓦组件中的 TOPCon 电池系来源于 外购情况，发行人已在本回复之问题 1 之“一”之“（五）”说明，公司已 完成自产电池替代外购电池进行 TÜV 认证的工作，公司对自产电池的 各项标准每周进行了测试监控，相关 数据符合标准，预计取得 TÜV 认证不 存在实质性障碍；（2）发行人已在本 回复问题 1 之“一”之“（三）”之 “1”说明发行人及同行业公司光电转 换效率及量产良率情况，并更新相关 数据；（3）报告期内公司资产负债率 处于同行业中间水平，偿债资金需求 测算具有合理性，本次融资规模具有 必要性和合理性，发行人已在本回复

序号	日期	媒体	文章标题	说明
				问题 2 之“一”之“（四）”予以说明。
6	2023-08-30	21 世纪经济报道	TCL 中环发布半年报，业绩实现大幅增长	1、主要关注事项：TCL 中环发布 2023 年半年报。 2、情况说明：不涉及需特别说明事项。
7	2023-08-29	中国经济网	TCL 中环上半年净利增 55.5% 拟计提减值近 12 亿	1、主要关注事项：TCL 中环 2023 年上半年净利润同比增值 55.50%，计提减值近 12 亿元。 2、情况说明：发行人计提减值主要系存货跌价损失，发行人已在第一轮审核问询函回复之问题“一”之“（一）”之“（6）”中对存货跌价准备计提充分性进行说明，并在募集说明书第四节之“一”之“（二）”之“1、存货风险”中充分进行风险提示。
8	2023-08-28	览富财经网	光伏硅片龙头纷纷涨价，下游需求超预期，产业链将迎拐点？	1、主要关注事项：光伏产业链上游产品价格企稳回升，延续上涨趋势，光伏产业链企业对于下半年市场预期及经营情况持乐观态度。 2、情况说明：不涉及需特别说明事项。
9	2023-08-23	索比光伏网	硅料 6 连涨，供需紧平衡，n 型价格不断攀升	1、主要关注事项：由于硅料上涨的成本可悉数传导至下游，硅片企业开工率普遍较高。 2、情况说明：不涉及需特别说明事项。
10	2023-08-10	北极星太阳能光伏网	全线续涨！TCL 中环公示单晶硅片最新价格	1、主要关注事项：8 月 9 日，TCL 中环公示最新单晶硅片价格。与上次（7 月 29 日）价格相比，各规格单晶硅片价格均继续上涨。 2、情况说明：不涉及需特别说明事项。
11	2023-07-11	证券日报	头部大厂大幅调降硅片价格 未来或仍存下调空间	1、主要关注事项：TCL 中环 7 月 9 日公示最新单晶硅片价格较前期报价大幅调降。 2、情况说明：发行人已在募集说明书第四节之“一”之“（一）”之“1、原材料价格波动和毛利率波动的风险”及“（二）”之“1、存货风险”中充分进行风险提示。
12	2023-07-09	理财周刊	TCL 中环募投新项目存不确定性 投资现金流常年为负	1、主要关注事项：本次融资的确定性、必要性及用途。 2、情况说明：（1）项目二已经取得环评批复，正在办理用地手续，不存在重大不确定性；（2）本次融资具有必要性，发行人已在第一轮审核问询函回复问题 3 之“一”之“（一）”就本次募投的必要性进行说明，相关事项已在募集说明书第四节之“三”之“（一）”之“1、募集资金投资项目实施风险”中充分进行风险提示。

序号	日期	媒体	文章标题	说明
13	2023-07-07	投资时报	138 亿再上马新项目！TCL 中环募资加码光伏，新增产能如何消化？	1、主要关注事项：本次募投项目产能消化情况。 2、情况说明：发行人具有新增产能的市场消化能力，本次募投项目产能消化风险较低，发行人已在第一轮审核问询函回复问题 3 之“一”之“（六）”及 <b>第二轮审核问询函回复</b> 问题 2 之“一”之“（五）”、问题 3 之“一”说明产能消化情况，并在募集说明书第四节之“三”之“（一）”之“2、产能消化的风险”中充分进行风险提示。
14	2023-07-05	新浪财经	TCL 中环 134 页长文回复交易所问询，解释 138 亿再融资原委	1、主要关注事项：本次融资的必要性、合理性，包括重大项目的支出安排明细、前募资金尚未使用完毕的背景下，开展本次募投项目建设的必要性、本次募投项目产能投资成本及其合理性等。 2、情况说明：本次融资具有必要性、合理性，发行人已在第一轮审核问询函回复问题 3 之“一”之“（一）”和“（二）”及 <b>第二轮审核问询函回复</b> 问题 4 之“一”中对本次融资的必要性、合理性进行说明，并披露重大项目的支出安排明细、本次募投项目产能投资成本及其合理性。
15	2023-06-17	钛财经	“过盛”到“过剩”：光伏产能兜不住了？	1、主要关注事项：本次募投项目产能消化情况。 2、情况说明：发行人具有新增产能的市场消化能力，本次募投项目产能消化风险较低，发行人已在第一轮审核问询函回复问题 3 之“一”之“（六）”及 <b>第二轮审核问询函回复</b> 问题 2 之“一”之“（五）”、问题 3 之“一”说明产能消化情况，并在募集说明书第四节之“三”之“（一）”之“2、产能消化的风险”中充分进行风险提示。
17	2023-06-08	央视新闻	习近平内蒙古行   中国制造 全球领先-走进中环产业园	/
18	2023-06-05	证券日报	产能“狂飙”产品价格持续下跌 技术迭代加速光伏行业大洗牌？	1、主要关注事项：硅料硅片价格下跌及行业产能过剩问题。 2、情况说明：（1）发行人已在第一轮审核问询函回复问题 2 之“一”之“（二）”分析相关价格波动的影响

序号	日期	媒体	文章标题	说明
				分析，并在募集说明书第四节之“一”之“（一）”之“1、原材料价格波动和毛利率波动的风险”及“（二）”之“1、存货风险”充分进行风险提示；（2）发行人具有新增产能的市场消化能力，本次募投项目产能消化风险较低，发行人已在第一轮审核问询函回复问题3之“一”之“（六）”及 <b>第二轮审核问询函回复</b> 问题2之“一”之“（五）”、问题3之“一”说明产能消化情况，并在募集说明书第四节之“三”之“（一）”之“2、产能消化的风险”中充分进行风险提示。

综上，自本次发行受理以来，公司未发生重大舆情等情况，本次发行有关信息披露真实、准确、完整。

## 二、中介机构核查意见

### （一）核查程序

保荐人采取了包括但不限于如下核查程序：

通过百度资讯、微信、企查查等工具检索公司自本次发行受理至本问询函回复出具之日相关媒体报道的情况，查看是否存在与公司相关的重大舆情或媒体质疑，并与本次发行相关申请文件进行对比。

### （二）核查意见

经核查，保荐人认为：

自本次发行受理以来，公司未发生重大舆情等情况，本次发行有关信息披露真实、准确、完整。保荐人将持续关注有关该项目的媒体报道等情况，如果出现媒体等对该项目信息披露真实性、准确性、完整性提出质疑的情形，将及时进行核查。

（本页无正文，为《关于 TCL 中环新能源科技股份有限公司向不特定对象发行可转换公司债券申请文件的第三轮审核问询函的回复》之盖章页）

TCL 中环新能源科技股份有限公司



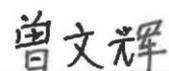
2024年5月13日

(本页无正文, 为《关于 TCL 中环新能源科技股份有限公司向不特定对象发行可转换公司债券申请文件的第三轮审核问询函的回复》之签章页)

保荐代表人:



李志文



曾文辉

申万宏源证券承销保荐有限责任公司



2024年 5月 14日

## 保荐人法定代表人声明

本人已认真阅读《关于 TCL 中环新能源科技股份有限公司向不特定对象发行可转换公司债券申请文件的第三轮审核问询函的回复》的全部内容，了解本次审核问询函回复的核查过程、本公司内核和风险控制流程，确认本公司按照勤勉尽责原则履行核查程序，本次审核问询函回复中不存在虚假记载、误导性陈述或重大遗漏，并对其真实性、准确性、完整性、及时性承担相应法律责任。

法定代表人：

  
张 剑

申万宏源证券承销保荐有限责任公司



2024 年 5 月 14 日