

TCL 中环新能源科技股份有限公司 关于向不特定对象发行可转换公司债券募集资金运用的 可行性分析报告（修订稿）

在光伏产业政策驱动以及发电成本快速下降的推动下，近年来，我国光伏发电新增装机规模持续保持增长。目前，光伏发电对政策补贴依赖度大幅降低，全产业正式进入“平价上网”时代。为充分把握发展机遇，进一步巩固公司在光伏行业的龙头地位，增强公司持续盈利能力和竞争力，TCL中环新能源科技股份有限公司（以下简称“TCL中环”或“公司”）拟向不特定对象发行可转换公司债券（以下简称“可转债”）募集资金。公司董事会对本次发行可转债募集资金运用的可行性分析如下：

一、本次募集资金投资计划

本次发行可转债拟募集资金总额不超过490,000.00万元（含490,000.00万元），扣除发行费用后将全部用于以下项目：

单位：万元

序号	项目名称	投资总额	拟投入募集资金金额
1	年产 35GW 高纯太阳能超薄单晶硅片智慧工厂项目	365,005.00	300,000.00
2	12.5GW N型 TOPCon 高效太阳能电池工业 4.0 智慧工厂项目	462,430.00	190,000.00
合计		827,435.00	490,000.00

若本次发行扣除发行费用后的实际募集资金净额少于上述项目募集资金拟投入总额，在不改变本次募集资金投资项目的前提下，公司董事会可根据项目的实际需求，对上述项目的募集资金投入顺序和金额进行适当调整，募集资金不足部分由公司自筹解决。在本次发行募集资金到位之前，公司将根据募集资金投资项目进度的实际情况以自有或自筹资金先行投入，并在募集资金到位后按照相关法规规定的程序予以置换。

二、本次发行的背景和目的

（一）本次发行的背景

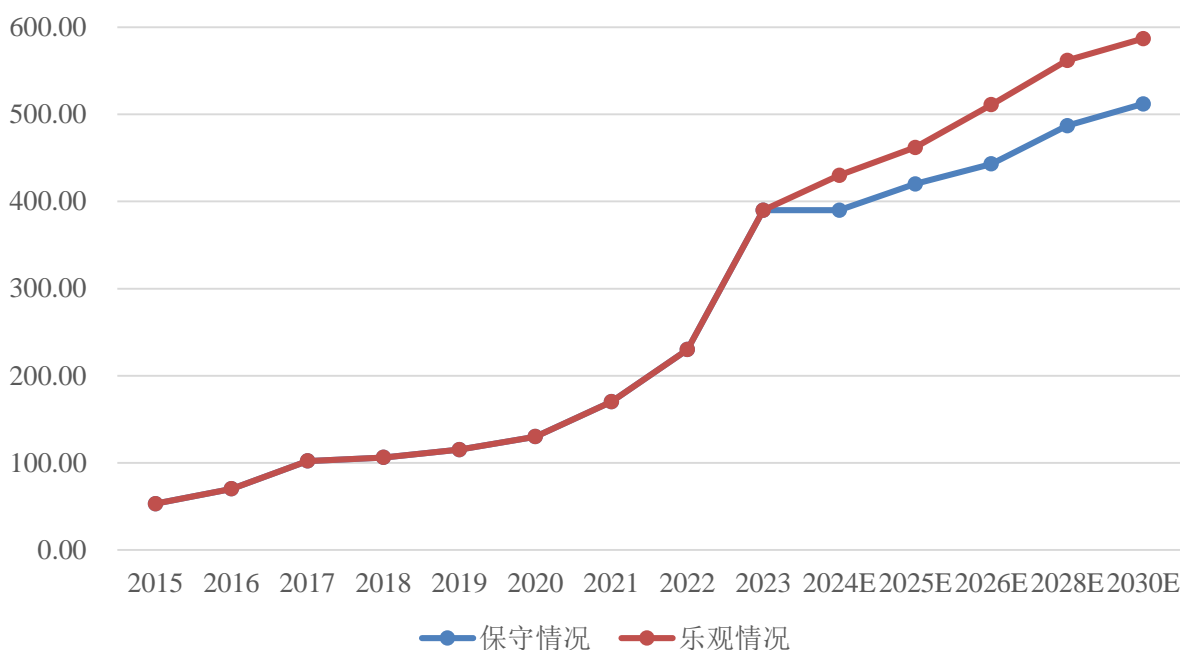
1、行业发展背景

（1）发展光伏等可再生能源已成为世界共识，太阳能将成为主要一次能源

目前全球能源结构加快调整，新能源技术水平和经济性大幅提升，绿色产业已成为重要投资领域，中国、欧盟、美国、日本等130多个国家和地区提出了碳中和目标，世界主要经济体积极推动经济绿色复苏，清洁低碳能源发展迎来新机遇，太阳能也将成为未来主要的能源方式。根据欧盟联合研究中心预测，到2100年，全球一次能源的60%将来自太阳。

在此背景下，各国相继出台光伏产业扶持政策，提升光伏产业研发和规模化能力，致力于不断提高光电转换效率和降低 LCOE，增强产业可持续发展能力。近年来，光伏技术不断更新迭代推动发电成本快速下降，光伏发电相对于传统发电模式竞争力不断提高，规模持续增长。根据中国光伏行业协会数据，2023 年，全球光伏新增装机达 390GW，同比增长 69.57%，规模创历史新高。未来，在光伏发电成本持续下降和全球绿色复苏等有利因素的推动下，全球光伏新增装机仍将快速增长，预计 2030 年全球新增装机规模有望达到 587GW。

2015-2023年全球光伏年度新增装机规模以及
2024-2030年新增规模预测（单位：GW）



数据来源：中国光伏行业协会（CPIA）

（2）打造全球领先的光伏产业，已成为我国实现能源结构转型重要抓手

2020年9月，我国宣布提高“国家自主贡献”力度，2030年前实现二氧化碳排放达峰，并争取2060年前实现“碳中和”。作为全球最大的碳排放国，我国一次能源的资源储量不足，且资源禀赋以煤炭为主，因此转变现有能源结构和替代化石燃料形势更加严峻、紧迫。太阳能光伏发电具备清洁、安全、可再生等优势，成为理想的替代能源。因此，我国积极发展包括光伏在内的新能源，加快推进我国能源绿色低碳转型，实现“碳达峰”和“碳中和”目标。光伏发电技术的蓬勃发展对于我国实现可持续发展同样具有重大意义。

从历史结构来看，我国太阳能光伏产业前期发展偏慢，但是后期发展势头迅猛，经过十几年的发展，我国光伏产品市场占有率已实现弯道超车，光伏制造技术和产量规模均位居世界前列。

产业结构方面，我国已经具备从硅料、硅片、电池片及组件到光伏辅材和设备以及光伏系统应用等在内的完整产业链。根据“微笑曲线”理论，我国已经实现从前端设计研发到后端产品销售，完成包括首尾两端高附加值环节在内的全产业链国产化。光伏产业已成为我国少有的具有国际竞争优势并实现端到端自主可控的战略性新兴产业，随着研发生产能力的不断提高，我国产业优势将日趋显著，产业链各环节等新建产能的逐步释放以及组件效率的稳步提升使得光伏系统造价显著降低，根据国际可再生能源机构（IRENA）数据显示，2012-2022年全球光伏平均度电成本（LCOE）降幅超过80.24%，预计未来还将进一步下降。度电成本的快速下降带动光伏行业进入平价上网的市场驱动时期，光伏发电将依靠其经济性和碳减排优势，开启中长期增长空间。

（3）中国光伏应用市场规模稳居世界第一，呈现持续稳定增长态势

近年来，随着我国光伏行业大基地建设及分布式光伏应用稳步提升，我国新增光伏装机容量再创新高。根据国家能源局数据，2023年全国新增光伏并网装机容量同比增长148.12%至216.88GW，累计光伏并网装机容量达到609.49GW，新增和累计装机容量分别连续11年和连续9年位居全球第一。2024年1-3月，我国新增光伏装机45.74GW，同比增长35.89%，延续快速增长势头。随着碳达峰行动方案的持续推进，预计2024年-2030年，我国每年光伏新增装机量规模达190GW-317GW。

2、国家产业政策背景

光伏产业一直以来是国家重点鼓励发展的产业。随着光伏产业进入平价上网新阶段，为推动光伏产业持续健康发展和社会顺利实现“碳达峰”“碳中和”目标，近年来，国家及相关部门推出了一系列鼓励和支持政策，为光伏产业的发展营造了良好的政策环境。

2021年10月，国务院印发《2030年前碳达峰行动方案》（国发〔2021〕23号），到2025年非化石能源消费比重达到20%左右，到2030年非化石能源消费比重达到25%左右，实现碳达峰。2022年3月，国家发改委、能源局印发了《“十四五”现代能源体系规划》，指出我国能源低碳转型进入重要窗口期，提出到2025年非化石能源消费比重提高到20%，要求加快发展风电、太阳能发电，全面推进风光发电大规模开发和高质量发展。2022年5月，国务院办公厅发布《国务院办公厅转发国家发展改革委国家能源局关于促进新时代新能源高质量发展实施方案的通知》，要求“坚持统筹新能源开发和利用，坚持分布式和集中式并举，突出模式和制度创新。在加快推进大型风电光伏发电基地建设、促进新能源开发利用与乡村振兴融合发展、推动新能源在工业和建筑领域应用、引导全社会消费新能源等绿色电力四个方面，提出了新能源开发利用的举措，推动全民参与和共享发展”。

（二）本次发行的目的

1、结合国际先进技术和工业4.0发展趋势，进一步提升公司产品竞争优势

公司本次募投项目采用公司国际先进的“金刚石线”切片技术，可以将切割速度提升至传统工艺的3倍并减少硅料切割损耗，同时实现硅片表面质量优越、翘曲变形小、切片薄、片厚一致性好等技术指标。通过科技创新和效率提升手段，实施高纯太阳能超薄单晶硅片制造项目，将有效推动公司先进大功率单晶硅片制造技术进一步升级，巩固公司的技术领先优势，以顺应行业“平价上网”的发展趋势。

同时，本次募投项目符合工业4.0发展要求，智慧化工厂具备自感知、自学习、自决策、自执行、自适应等智能特征，可以实现从取料、生产到包装的全自动化生产流程，将传统光伏产业中的线切、清洗、检验、包装等工序有效地串联在一起。通过MES系统进行整体控制，优化公司生产制造管理模式，强化过程管理和控制，达到精细化管理的目的。同时通过大数据与相关质量工具的结合，提高生产数据统计分析的及时性、准确性，避免人为干扰，进一步优化管理标准化，并有效控制人工成本，提升劳动生产效率。

2、利用“G12大尺寸硅片+叠瓦组件”技术平台，坚持差异化发展路线

经过多年发展，公司主营业务已覆盖产业链上下游多个关键环节，包括硅棒、硅片、电池及组件和电站等。本次募投项目的建设将新增年产35GW高纯太阳能超薄单晶硅片产能以及年产12.5GW N型TOPCon高效太阳能电池产能，将有利于发挥“G12+叠瓦”产业链上下游协同优势，进一步夯实公司核心竞争力，为客户提供更低度电成本的超高功率叠瓦组件，提升整个光伏链条的技术能力与商业价值。

公司本次募投项目的建设有利于实现光伏产业差异化纵深发展，充分发挥G12战略产品的规模优势、成本优势及市场优势，最大程度提高效率、降低成本，稳固竞争优势。公司在硅片领域已经确立行业龙头地位，目前公司拥有硅片大尺寸化工艺，可以达到210mm硅片边距，对于组件和电池制造环节来说，大尺寸硅片可以在保证光照面积的前提下，降低单块组件电池片数量以及所需硅片数量。对电站而言，同等规模电站，单块组件面积越大，所需组件数量越少，对应的支架和相关安装也可以同步减少。此外，硅片面积的扩大也可以增大有效采光面积，提高光能利用率和土地利用率。因此大尺寸硅片对于下游产业的利润空间的进一步扩大有重要意义。通过实施本次募投项目，将进一步发挥公司大硅片和叠瓦组件优势，提升公司在产业链上下环节的协同，满足全球光伏产业迅速增长的市场需求，有效帮助下游企业降本增效，进一步增强公司核心竞争力和持续盈利能力。

三、本次募集资金投资项目的必要性和可行性分析及基本情况

(一) 年产35GW高纯太阳能超薄单晶硅片智慧工厂项目

1、项目建设的必要性

(1) 把握绿色清洁能源转型重大发展机遇，响应“双碳”国家重要战略政策

随着各国逐步降低对光伏产业的补贴力度，产业链各环节已经步入“平价上网”时代，光伏发电已经具备成本优势，成为全球诸多国家和地区最便宜的能源来源；同时为了完成《巴黎协议》目标，世界各国和各地区积极推进能源转型，预计可再生能源占一次能源供应总量的份额从2017年的14%提高到2050年的65%，届时，太阳能将成为全球最主要的一次能源。

同时，中国作为世界第二大经济体，也积极履行“双碳”承诺，将光伏发电作为能源结构转型升级的重要抓手，通过建设东西部两大同步电网，实现太阳能资源的合理调配。2023年，全国新增发电装机容量 3.56 亿千瓦，其中新增光伏发电装机容量 2.17 亿千瓦，占新增发电装机容量比重达到 60.99%；截至 2023 年底，中国非化石能源发电装机容量 15.29 亿千瓦，占总装机比重上升至 52.38%，其中太阳能发电增量显著。习近平总书记提出，到 2030 年中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比 2005 年下降 65%以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到 25%左右。

本次募投项目有助于公司充分把握行业发展的这一重大战略机遇，从而进一步巩固和提升公司行业领先地位。

(2) 巩固大尺寸硅片技术优势，扩大产能满足国内外市场对G12先进产能的需求

中国光伏产业蓬勃发展，市场空间巨大，硅片作为光伏产业链的核心环节之一，未来的市场需求将继续保持高速增长态势，为公司本次募投项目新增产能消化提供良好的市场基础。

公司具有多年从事太阳能单晶硅材料研发和生产的经验，拥有国际先进的金刚石线切割技术，且有着丰富的全球性市场资源，建立了广泛的客户群，N型硅片全球外销市占率多年保持第一，向国内外光伏产业链下游各环节知名企业提供服务。公司拥有齐全的光伏硅片门类，特别是在大尺寸硅片的生产方面已经确立了行业领头羊地位。因此，公司在市场、人才、技术、管理、生产实力等各方面具备了承担该项目的能力。

随着光伏材料进入大尺寸硅片时代，公司G12产品的技术优势逐步凸显。相比于传统尺寸硅片，210mm大尺寸硅片可以摊薄电池和组件的单位生产成本，对于提高光电转换效率，降低度电成本和优化BOS成本具有重要意义。除大尺寸化外，薄片化也是公司目前的核心技术，可以在保证光照面积的前提下，降低硅耗和成本，公司依托公司国际先进的“金刚石线”

切片技术，可以实现薄片化的同时，保证较高的良品率。

随着智慧工厂建成投产，产品结构将进一步升级，G12技术平台与工业4.0深度融合，将提升公司生产制造效率、工艺技术水平 and 满足客户柔性化需求能力，保障公司行业领先地位和盈利能力。同时，单位产品硅料消耗率进一步降低，单炉月产能力再创新高；大尺寸化和薄片化能力持续领先，硅片A品率大幅提升。

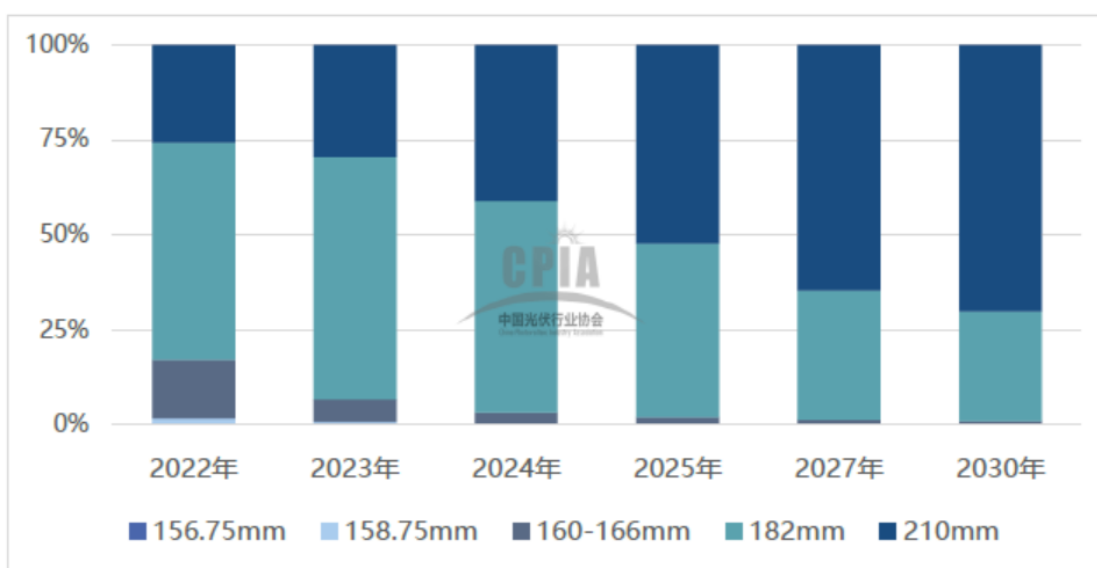
因此，项目顺利实施后，将有助于公司发展巩固大尺寸硅片技术优势，满足国内外市场对高端产品的需求，进一步巩固公司市场地位。

2、项目建设的可行性

(1) 公司具备深厚的技术沉淀，拥有G12大尺寸硅片金刚石线（钻石线）切割技术

2022年，182mm和210mm尺寸合计占比由2021年的45%迅速增长至82.8%，未来其占比仍将快速扩大，大尺寸化硅片技术将迅速取代其他电池技术成为未来主流。

2022-2030年各尺寸硅片市场占比变化趋势



数据来源：中国光伏行业协会（CPIA）

本项目采用钻石线工艺的多线切割技术，上述技术的应用提高切片效率、降低了切片过程中对硅晶体的损伤，有利于降低硅片厚度，实现100微米的突破，并且由于金刚石的硬度更高，切割过程中产生的金刚线损耗也更低，不仅降低了相应的维护替换成本，也减少了由于维护替换造成的设备停工等问题。此外，钻石线切割技术可以大幅提高切割效率，对于公司提高产能，满足日益增长的市场需求具有重要意义。最后，钻石线切割技术采用水基冷却液，可以优化作业环境并简化洗净等后道加工程序，并且水基冷却液可以实现循环利用，减

轻环保处理压力，进一步控制生产成本。

（2）公司具备工业4.0基础，已实现硅片生产全流程自动化

公司目前已经具备智慧工厂建设基础，可以实现G12大尺寸硅片从取料端到包装的全自动化批量生产。目前大尺寸硅片供应仍处于阶段性偏紧状态，本次募投项目将进一步扩大工厂产能，有利于公司在行业激烈竞争中保持相对竞争优势，把握大尺寸硅片主流化的新方向和新趋势。

项目将购置蒸煮粘结一体机，能实现大尺寸树脂板与料座的自动粘接和分离，并实现废料剔除和自动清胶，全程无需人工介入。机械手和自动化流水线将各环节设备相连接，设备可以自动上料，并且下料端直接对接自动包装线，大幅节约劳动力成本。同时，RCM控制系统可以通过各项设备提供的数据，进行实时汇总分析，根据生产情况进行动态调整，提高产品A品率。

3、项目基本情况

（1）项目概况

本项目实施后，预计将形成年产35GW高纯太阳能超薄单晶硅片的生产能力。

（2）建设内容及投资概算

本项目将建成年产35GW高纯太阳能超薄单晶硅片智慧工厂项目所需的厂房及其他配套设施等，并购置生产所需的线切机、自动粘棒机、脱胶机、蒸煮粘板一体机等及配套自动化设备。

本项目总投资365,005.00万元，其中拟使用募集资金300,000.00万元。

（3）实施主体及建设地点

本项目由公司全资子公司宁夏环欧新能源技术有限公司具体实施，建设地点位于宁夏回族自治区银川市银川经济开发区光明路以北、银巴路以东、规划三路以西、宝湖西路以南，位于50GW（G12）太阳能级单晶硅材料智慧工厂配套装备制造项目地块内。

（4）建设周期

本项目建设整体周期为18个月。

（5）项目经济效益分析

经测算，本项目内部收益率22.82%，投资回收期3.12年（不含建设期），具有较好的经

济效益。

(6) 项目审批核准情况

本项目已取得《宁夏回族自治区企业投资项目备案证》（项目代码：2303-640901-07-01-443453），并取得银审服（环）函发[2023]77号环评批复。

(二) 12.5GW N型TOPCon高效太阳能电池工业4.0智慧工厂项目

1、项目建设的必要性

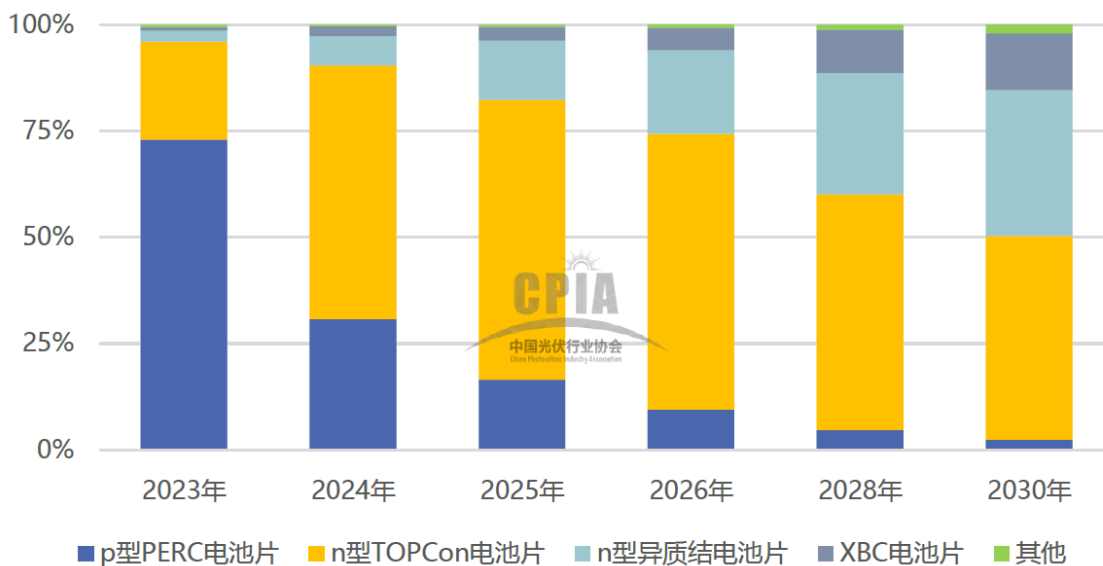
(1) 夯实“G12+叠瓦”双平台差异化发展路线，增强产业链上下环节协同

公司坚持“G12+叠瓦”双平台差异化技术&产品路线，已实现了“G12+叠瓦”3.0产品的全面迭代及推出了叠瓦4.0产品，并利用公司光伏材料与电池组件专利技术协同创新优势，发挥差异化产品、差异化技术、差异化制造的路径优势，全面开启了全球化布局。截至2023年末，公司通过江苏地区G12高效叠瓦组件项目和天津地区投建的G12高效叠瓦组件项目（一期）等项目的实施建设形成18GW叠瓦组件产能，实现光伏组件销售收入930,860.34万元。未来，公司将保持对具有知识产权保护的、行业技术领先的叠瓦组件差异化产品的科技投入和工艺创新，扩大先进叠瓦组件产能建设，推进大尺寸高功率组件市场扩张。随着叠瓦组件规模的扩大，为更好地发挥叠瓦核心差异化竞争力，打通硅片与组件环节形成上下游产业协同，公司积极布局电池技术和产品。基于对于下一代差异化电池技术拓展的思考，在江苏地区建设2GW PERC光伏电池产线基础上已完成500MW N型TOPCon高效电池示范线的改造升级，实现N型TOPCon高效电池的批量生产，产品性能先进，实现量产光电转化效率日均26.45%、最高达26.8%，产品良率超过95.5%，已具备可大规模量产条件。本项目实施将有助于进一步夯实“G12+叠瓦”双平台差异化发展路线，充分发挥大硅片和叠瓦组件优势，提升产业链上下环节协同，进一步降低产业链综合成本，提升公司整体盈利能力。

(2) 主流PERC电池效率趋近上限，发展TOPCon N型电池是行业趋势

目前大多数厂商依然以PERC技术为主流生产工艺，2023年P型电池市场占有率73%，规模化生产的P型电池均采用PERC技术，平均转换效率为23.4%，较2022年提高0.2%；但PERC电池效率提升面临瓶颈，更高效率的N型电池随着其生产良率提升，市场份额快速提升，预计至2024年TOPCon将成为市场主要电池片生产工艺，因此公司需要在兼顾PERC工艺的同时，积极发展以TOPCon技术为代表的大尺寸N型电池。

2023-2030年各类电池技术市场占比变化趋势



数据来源：中国光伏行业协会（CPIA）

与P型电池以空穴为载流子不同的是，N型电池以电子为载流子，具备更高的基体载流子寿命，使得采用TOPCon等技术的电池具备更高的能量转换效率。根据实验数据，TOPCon的能量转换效率达26%以上，理论极限效率高达28.7%，目前量产型TOPCon电池片的平均能量转换效率可达25%以上，技术提升空间大，未来前景广阔。此外，TOPCon技术还具备双面率高、抗隐裂能力强和温度系数低和发电量高的特点，能够提高光能利用率和野外极端环境适应性。未来TOPCon技术还可以与IBC等技术结合，发展叠层电池，提升在弱光条件下的光电转换效率。

近年来，随着TOPCon等技术的逐步成熟，N型光伏产品产能不断提升。自2021年以来，TOPCon产能建设迎来爆发阶段。本次项目将有助于抓住技术迭代历史性机遇，将已有210mm大尺寸单晶硅片技术与叠瓦组件技术相结合，提升全产业链盈利能力。

2、项目建设的可行性

（1）公司前瞻性提前布局N型TOPCon电池生产技术，产品技术可达性高

公司长期专注于新能源光伏产业，具备深厚行业经验，持续自主创新和Know-how工艺积累，已经实现“G12+叠瓦”3.0产品的全面迭代及推出了叠瓦4.0产品，并且融合工业4.0生产方式，满足客户柔性化需求。本次项目采用技术可达性高、指标领先的N型硅片和隧穿氧化层钝化接触技术，可将公司大尺寸技术优势导入N型TOPCon电池制造过程，充分发挥上下游联动消化超规硅片的能力，在降低生产成本的同时，保证电池具备较高的能量转换效率；将N型TOPCon电池与叠瓦3.0组件技术平台相结合，充分发挥N型TOPCon电池高转换率、高双面率、低衰减率等性能优势，进一步发挥超高功率叠瓦组件产品具有高能量密度、抗阴影遮挡的优势，显著提高单串组件容量及降低支架、桩基础及线缆用量，节省光伏建设的BOS成

本。截至目前，TOPCon电池产品实现量产光电转化效率日均26.45%、最高达26.8%，产品良率超过95.5%，达到行业领先水平；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。

因此，项目在建设、生产制造、产品先进性等方面具有可行性，并有助于项目建成后将技术优势转化为可持续盈利能力，保持产品的市场竞争力。

（2）拥有经验丰富的人才团队保障项目成功实施

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。

3、项目基本情况

（1）项目概况

本项目实施后，预计将形成年产12.5GW N型TOPCon高效太阳能电池片产能。

（2）建设内容及投资概算

本项目围绕高效太阳能电池片生产进行布局，拟新建12.5GW电池车间及其配套基础设施，并购置制绒一体机等各类生产工艺设备及仪器仪表。

本项目总投资462,430.00万元，其中拟使用募集资金190,000.00万元。

（3）实施主体及建设地点

本项目将在项目所在地注册成立全资子公司环晟光伏（广东）有限公司，项目建设地点位于广州市黄埔区永安大道与禾丰四街交汇处。

（4）建设周期

本项目建设整体周期为12个月。

（5）项目经济效益分析

经测算，本项目内部收益率9.60%，投资回收期6.44年（不含建设期），具有较好的经济效益。

（6）项目审批核准情况

本项目已取得《广东省企业投资项目备案证》（项目代码：2304-440112-04-01-935266），并取得穗开审批环评〔2023〕144号环评批复。

四、本次发行对公司经营管理和财务状况的影响

（一）本次发行对公司经营管理的影响

本次募集资金投资项目紧密围绕企业发展规划，有助于公司推进G12大尺寸硅片产能的进一步扩大，以适应未来市场对于高品质硅片的需求，同时也有效推进了公司产业结构的拓展，增强战略产品的生产能力，为未来企业发展奠定坚实基础，对于把握行业发展契机具有重要意义。

（二）本次发行对公司财务状况的影响

本次发行后，公司资产将有所上升，同时也将扩大业务规模，提升盈利能力。考虑到项目建设周期的影响，短期内加权平均净资产收益率可能会小幅下降，但是，本项目有利于企业长期经营目标的实现，并提供利润持续增长的源动力。

五、可行性结论

综上所述，公司本次发行可转换公司债券，符合国家相关政策和行业发展趋势，对于满足市场需求具有重要意义，具备必要性和可行性。本次募集资金投资项目将巩固公司现有行业地位，进一步促进公司产业纵深化、延展化发展，具有较强的盈利能力和较高的战略意义，符合公司及全体股东的利益。

TCL中环新能源科技股份有限公司董事会

2024年5月23日