（上接A17版）

报告期内，公司向主要原材料的前五名供应商的采购情况如下：

单位：万元

年度	序号	供应商名称	采购类型	采购金额	占当期采购总额的比例	是否关联方
2022年1-9月	1	天津中环半导体股份有限公司	硅片	842,099.03	15.52%	否
	2	通威股份有限公司	硅料/电池片	431,818.50	7.96%	否
	3	无锡上机数控股份有限公司	硅片/晶硅	212,122.96	3.91%	否
	4	杭州福斯特科技集团有限公司	EVA/背板	171,357.38	3.16%	否
	5	新疆大全新能源股份有限公司	硅料	136,330.88	2.51%	否
	合计			1,793,728.75	33.06%	–
2021年度	1	天津中环半导体股份有限公司	硅片/晶硅	511,870.99	10.86%	否
	2	通威股份有限公司	硅料/电池片	427,071.47	9.06%	否
	3	上海建工集团股份有限公司	EVA/PA/玻璃/电池片/硅片/型边框/其他辅料	303,892.46	6.45%	否
	4	杭州福斯特科技集团有限公司	EVA/背板	139,997.12	2.97%	否
	5	Wacker Chemie AG	硅料	122,341.66	2.60%	否
	合计			1,505,175.70	31.93%	–
2020年度	1	上海建工集团股份有限公司	EVA/玻璃/电池片/硅片/型边框/其他辅料	204,084.73	7.60%	否
	2	隆基绿能科技股份有限公司	硅片/晶硅/电池片/组件	199,026.36	7.41%	否
	3	通威集团有限公司	电池片/硅片/硅料	182,232.61	6.79%	否
	4	上海爱旭新能源股份有限公司	电池片	161,855.81	6.03%	否
	5	杭州福斯特科技集团有限公司	EVA/背板	89,866.82	3.35%	否
	合计			837,066.33	31.18%	–
2019年度	1	上海建工集团股份有限公司	EVA/玻璃/硅片/电池片/型边框/其他辅料	187,348.32	9.24%	否
	2	通威集团有限公司	硅料/电池片	153,425.09	7.57%	否
	3	隆基绿能科技股份有限公司	晶硅/硅片	125,191.93	6.18%	否
	4	天津环欧国际硅材料有限公司	硅片	66,837.75	3.30%	否
	5	阳光电源股份有限公司	EPC/逆变器/支架/线缆等	65,351.20	3.22%	否
	合计			598,154.29	29.51%	–

（五）发行人董事、监事、高级管理人员和核心技术人员，主要关联方或持有发行人5%以上股份的股东在上述供应商或客户中所占份额

公司董事、监事、高级管理人员、核心技术人员、主要关联方及持有公司5%以上股份的股东均未在公司前五大客户中占有任何权益。

公司董事、监事、高级管理人员、核心技术人员、主要关联方及持有公司5%以上股份的股东均未在公司前五大供应商中占有任何权益。

（六）出口市场情况

1.有关进口国家的进口政策及贸易摩擦对产品出口的影响

（1）国际贸易政策

在当前对外出口的国家或地区中，大部分国家或地区的贸易环境及对中国的贸易政策总体上保持相对稳定。针对光伏产品，程告期内对发行人产生影响的主要贸易保护政策如下：

①美国贸易保护政策

中美在光伏领域的贸易摩擦可追溯至2011年，美国开始对我国光伏产品进行反倾销和反补贴调查，随后又在2014年发起第二次反倾销和反补贴调查。

2017年，美国国际贸易委员会（USITC）对光伏电池及组件全球保障措施调查（“201”调查）作出裁害裁决，认定进口光伏产品对美国光伏产业造成了严重损害。随此，美国政府对进口太阳能电池和组件的税率做出规定，对进口太阳能组件税率从第一年的30%保护性关税，每年下降5个百分点，为期四年。

2018年1月，美国宣布将对进口的光伏电池与组件在既有反倾销与反补贴税率基础上增加额外关税。

2018年6月，美国总统批准对原产于中国的总额500亿美元商品（含光伏产品）加征25%的进口关税。

2018年9月，美国总统正式宣布自2018年9月24日起对原产于中国的总额2,000亿美元商品加征10%关税，该税率实行到2019年底，2019年1月1日起税率将提高到25%。

2019年4月，美国国际贸易委员会（ITC）投票决定对特定光伏电池片及其下游产品启动“337调查”。

2019年6月，美国贸易代表办公室公布文件，经联邦贸易部门裁定，出口到美国的双面太阳能组件将不再受201条款的约束，不用再支付25%的关税费用。

2019年10月，对双面组件的关税豁免被首次取消。

2019年12月，美国国际贸易法院（CIT）作人并恢复了对双面组件的豁免。

2020年2月，美国贸易代表（USTR）接受了有关对双面组件豁免的公众意见；2020年4月，再次取消了对双面组件的关税减免，从5月18日起执行；2020年5月，美国国际贸易法院（CIT）裁定，进口双面组件将豁免2013关税，免征关税的决定有望持续至2020年年底。

2020年10月，美国白宫发布声明称，为保证征收关税的效果，特朗普拟取消双面组件豁免，并欲提高2021年关税至18%。2020年11月，美国国际贸易法院（CIT）裁决恢复对双面太阳能电池板征收关税。

2021年6月，美国海关和边境保护局以所谓“强迫劳动”为由对国内某企业发布暂扣令（即WRO，Withhold Release Order），禁止从该企业进口硅材料，以及使用了该企业硅材料衍生或生产的产品，相程对我国光伏企业出口到美国的组件产品进行了扣押。

2022年2月，美国政府针对双面特别期的太阳能电池与组件的关税保护措施（201措施）延长4年。

2022年3月，美国商务部对来自越南、马来西亚、泰国和柬埔寨四国的光伏产品展开反规避调查，进一步调查中国光伏组件制造商将其配分制造业务转移到东南亚，以规避反倾销和反补贴（AD/CVD）关税的行为。

2022年6月，美国政府声明，将对从柬埔寨、马来西亚、泰国和越南采购的太阳能组件给予24个月的关税豁免。

2022年10月14日，拜登总统暂时免除了对使用中国制造的零部件在柬埔寨、马来西亚、泰国或越南组装的太阳能电池和组件征收的所有反倾销或反补贴税，有助于美国光伏装机需求重新释放，有利于主要光伏组件出厂商未来拥有组件对外销售的机会。

中美贸易摩擦一定程度上阻碍了公司开拓美国市场，对报告期内公司对美国市场的外销收入造成影响。

针对美国的贸易保护主义政策，发行人积极布局海外产能，使对美国市场的供应不受现有双反保证金政策的影响；同时，公司与其美国合作伙伴保持密切沟通，对客户进行产品定价时已综合考虑关税因素，报告期内，发行人美国地区销售情况良好。

②印度贸易保护政策

2018年7月，印度商务部再次提出光伏保障措施调查终裁征税令，规定对中国、马来西亚及发达国家进入该国的太阳能光伏产品（包括晶体硅电池及组件和薄膜电池及组件）征收为期两年的保障措施税；2018年7月30日至2019年7月29日，税率为25%；2019年7月30日至2020年1月29日，税率为20%；2020年1月30日至7月29日，税率为15%。如若该进口货物即时被征收反倾销税，则可在保障性关税内抵除。2020年3月31日，印度对进口光伏电池及组件启动第一次保障措施日落复审立案调查。

根据印度2020年的财政法案，印度政府将光伏产品的基本关税从原本的12.5%调整为20%，自2020年2月11日起执行。但根据2017年的第30号海关公告，光伏产品执行基本关税豁免，因此实践中基本关税按照0%执行。

2020年7月29日，印度财政部发布光伏产品保障措施到期复审调查终裁征税令公告，宣布保障措施税将按照如下税率征收：2020年7月30日至2021年1月29日（包含首尾两日）：14.9%；2021年1月30日至2021年7月29日（包含首尾两日）：14.5%；除中国、泰国和越南以外的其他发展中国家不实施保障措施。

2021年3月9日，印度新能源与可再生能源部公布了一份备忘录，备忘录称该部门建议自2022年4月1日起，对进口的光伏组件发光电池板征收40%和25%的基本关税，并称印度财政部已经同意该建议。

印度当地时间2021年5月15日，印度商工部发布公告，对原产于或进口自中国、泰国和越南的光伏产品发起反倾销调查。申请人为印度太阳能电池制造商协会（Indian Solar Manufacturers Association，“ISMA”），涉案产品为光伏电池，光伏是否组装到组件均或电池板上。

印度可再生能源部（MNRE）宣布，从2022年4月1日起，对进口光伏组件征收40%的关税，对进口太阳能电池征收25%的关税，以此减少进口并促进本地制造业。

由于印度市场的组件销售价格偏低且存在较高的关税，公司在印度市场采取优先保证一定的盈利水平而非追求出货量的策略，因此通常会选择与综合实力较强的客户进行合作，比如大型财团、跨国公司、世界500强等，该类客户对组件产品的质量和稳定性更为重视，价格敏感性相对较低，公司与该类客户进行充分沟通和协商，主要由客户来承担加征的关税金额，因此印度关税的调整对公司在当地销售业务的影响较小。

针对印度的贸易保护主义政策，公司积极参加机电商会组织的行业抗辩和行业游说。报告期内，发行人与印度的合作伙伴及客户保持密切沟通，以期减少或取消相关贸易保护主义政策，从而降低印度方面的贸易保护主义政策对发行人整体海外销售的影响。

③欧洲贸易保护政策

欧盟委员会于2018年9月宣布，结束其于2013年开始实施的对进口自中国的太阳能光伏电池和组件产品加征的反倾销和反补贴关税的相关措施。欧盟取消对从中国进口的光伏产品的反双反措施，将有利于中国厂商进一步拓展欧洲市场。

（2）贸易摩擦对产品出口的影响

公司加速全球化布局，实现市场全球化、制造全球化、资本全球化和人才全球化，公司拥有国际化管理、研发团队，是全球光伏行业中国际化程度最高的公司之一。公司先后在瑞士苏黎世、美国加州圣何塞、德国柏林、日本京都、墨西哥设立了区域总部，并在马德里、米兰、悉尼、北京、上海等地设立了办事处，产品覆盖全球100多个国家和地区，公司在全球建立了销售运营团队，其中海外销售运营团队人数占比超过50%，公司计划了来自30多个国家和地区的高素质管理人才和业务拓展、销售、技术、工程、法务等高精尖专业人才。凭借全球化的优势，公司能够更加贴近当地市场、抵御政策波动等风险，有效地保持行业竞争力。

2.进口国同类产品的竞争格局

中国是全球光伏组件的最大生产国，近年来，海外市场需求上升显著，但是海外产能受限于量产技术水平较低、生产成本高企等原因，虽然受益于各国家政府执行的税收保护政策，但有效产能依旧无法解决海外需求，这为我国向全球输出光伏产品创造了良好的条件，极大地利于我国光伏产品的出口销售。根据CPIA数据，2021年光伏出口量创历史新高，全年光伏产品出口额超过284亿美元，同比增长43.9%。

从太阳能电池产业全球竞争格局来看，行业参与者已主要集中在中国。根据CPIA数据，2021年我国电池片产量约为198GW，同比增长46.9%，其中前6家企业产量超过10GW。根据PV InfoLink数据，2021年全球光伏组件出货量排名前五的企业均为中国企业，且该五家企业总市场份额达到72.71%。目前发行人在进口国同类产品的主要竞争对手参见募集说明书“第四节/七/（四）/1/（2）行业内主要企业”。

（七）发行人生产经营的环保情况

天合光能作为一家专业从事光伏组件生产的企业，始终秉承可持续发展理念，致力于将绿色生产理念贯穿到公司运营的各个环节，制定并建立《水污染防治管理制度》《固体废弃物管理制度》《噪声管理制度》《环境因素辨识和评价制度》《能源计量管理制度》，公司在生产经营中严格遵守《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境噪声污染防治法》《中华人民共和国水污染防治法》《中华人民共和国大气污染防治法》《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》《中华人民共和国节约能源法》等法律法规要求，力争将生产经营对生态环境造成的负面影响降至最低。

天合光能于2008年建立ISO14001环境管理体系。公司自2010年开始，每年开展ISO14064-1组织层面温室气体盘查，力求在保持产品质量的同时减少温室气体排放。2011年2月，公司被江苏省发改委授予“江苏省低碳经济试点单位”；2012年11月，公司被江苏省环境科学学会授予“绿色诚信企业”称号；2015年6月公司建立了ISO50001/GBT23331能源管理体系，并于2015年9月被江苏省经济和信息化委员会授予“2014年度节能减排先进单位”称号；2018年2月，公司入选国家工信部第二批绿色工厂。

1.发行人生产经营中主要排放的污染物情况

公司在生产经营过程涉及到的污染物主要包括废气、废水及噪声等。

（1）废气

公司生产过程中产生的主要废气有：硅料生产车间打磨工段集气装置产生的含尘废气、酸洗工段集气装置产生的酸性废气、电池片车间表面结构化处理酸性废气、磷扩散过程产生的酸性废气、制绒反射膜过程反应残留的含挥发氟化氢以及电池片车间丝网印刷工序的有机废气。

公司根据环保法律法规的要求，建设了不同的废气处理设施，包括酸性废气处理塔、有机废气处理塔、硅烷燃烧塔等，确保在不同生产工艺中产生的废气经过处理后稳定达标排放。各种废气排放情况如下：打磨工段集气装置收集的含尘废气均采用布袋除尘器除尘后经过排气筒排入大气；硅料车间酸洗工段集气装置收集的酸性废气以及电池片车间产生的酸性废气均通过与隔装有填料的酸性废气处理塔，以氢氧化钠溶液进行洗涤的方式进行处理，废气经处理后，通过排气筒排入大气；电池片车间制绒反射膜产生的含硅烷和氟废气，采用一体化的处理装置进行处理后通过排气筒排入大气；电池车间丝网印刷有机废气经活性炭吸附装置处理后通过排气筒排入大气。

（2）废水

公司生产过程中产生的主要废水有：电池车间产生的废水（含氟氟酸、硝酸）和硅片车间产生的废水（含悬浮物、化学需氧量）。公司根据环保法律法规要求，建设了相应的废水处理设施，通过物化酸碱中和、生化脱氮处理等处理工艺，确保在生产过程中产生的废水经公司的废水处理站处理达标后排入城市污水管网或市水回用厂。

员工生活污水经化粪池处理后排入市政污水管网或者水务公司集中处理；餐饮等废水经隔油沉淀后与其他污水一起排入污水管网进行集中处理。

（3）噪声

公司在生产经营过程中的噪声源主要为各类风机、辅助设施（如空压机、冷却塔、泵等）以及生产过程中的一些生产设备（如打磨机、喷砂机、切片机等）。公司采取了将高噪声设备隔离、布置在远离办公的区域、设置吸声装置、加强厂区绿化等方式的治噪声污染。

2.环保设施的处理能力及实际运行情况

天合光能建设了先进的废水、废气处理设施，确保在生产过程中产生的废水、废气稳定达标排放。公司生产废水经厂内污水处理站处理后再接入城市污水管网或中水回用厂循环使用，没有直接外排的生产废水。公司建立的酸性废气塔、粉尘吸收塔等环保设施运行良好，确保生产过程中产生的废气得到处理后排入外界环境。

3.报告期各期环保投入和相关费用支出情况

报告期内，发行人持续对环保设施进行投资，并不断投入环保运行费用，减少公司生产经营活动对环境的不利影响，倡导绿色可持续发展，努力创造绿色低碳的生态环境。报告期各期公司环保投入和相关费用合计支出情况如下表所示：

单位：万元

项目	2022年1-9月	2021年度	2020年度	2019年度
环保设施投资金额与动行费用	17,696.51	23,069.94	11,063.46	9,130.64

公司在未来的生产经营中将会继续秉承可持续发展的理念，不断在环境保护方面进行设备及运行费用的投入，将绿色生产理念贯穿到公司运营的各个环节中，用“绿色工厂”制造绿色能源产品，为争取实现2060年碳中和贡献力量。

九、与产品有关的技术情况

（一）研发情况

1.发行人科技创新水平

天合光能是行业领先的光伏智慧能源整体解决方案提供商，业务布局包括光伏产品、光伏系统及智慧能源三大板块。公司以光伏科学与技术国家重点实验室、国家企业技术中心和新能源物联网产业创新中心形成的“一室两中心”为主要创新依托，在核心技术及研发上具有领先优势。

光伏科学与技术国家重点实验室是中国首批以企业为依托单位的光伏国家重点实验室，现已发展成为世界级的技术创新平台，并成功入选世界经济论坛关于创新的成功案例。2021年至今，实验室先后改造创造了太阳电池转换效率和组件输出功率的世界纪录，巩固和提升了中国光伏企业的全球领导地位；积极承担国家科研项目，包括2项国家973计划、5项国家863计划、6项国家重点研发计划以及其他各类科研项目等60余项；领衔参与全球光伏标准编制，代表中国首提IEC国际标准并正式发布，成为光伏行业的技术、质量、标准的引领者。2021年，在2020年度国家科学技术奖勋大会上，天合光能“高效低成本晶硅太阳能电池表界面钝化关键技术及应用”项目荣获国家科学技术发明奖，这是中国光伏技术领域首次获得国家科学技术发明奖。

天合光能作为新能源物联网产业创新中心的牵头单位，联合了国内外优势企业及研究机构，专家委员会由两院院士、院校研究员等人员构成。该中心围绕新能源物联网领域的光伏发电、储能、能源管控和云平台四个方向进行关键核心技术创新、产业创新中心以构建开放共享的新能源物联网创新生态为着力点，整合行业创新资源加快攻克核心关键技术，并实现新能源产业更大规模优质发展。公司已形成一套完善的技术管理体系，被认定为国家企业技术中心，公司依托国家级博士工作站、江苏省工程中心等创新平台从研发平台、研发队伍、研发模式、激励方式等几个方面建立创新机制。

（1）加大研发投入，打造尖端光平研发平台

公司坚持以技术创新为核心的发展战略，研发投入占比逐年提升。国家重点实验室拥有国际一流的电池测试实验室、组件可靠性实验室和材料表征实验室，通过了中国合格评定国家认可委员会（CNAS）资质认可，是全球首家光伏组件制造商UL CTDP免自由实验室，德国TÜV莱茵TMP目击实验室。公司依托重点实验室，多次举办高层次学术委员技术报告会和光伏前沿技术研讨峰会，构建了从前沿技术研发到成果转化的全链条创新体系。

（2）整合全球创新资源，建设高水平研发队伍

公司坚持面向全球集聚人才，构筑创新创业人才高地，打造了一支国际一流的光伏研发队伍。在外部拥有来自美、日、英等国的外籍专家组成的学术委员团队，在内部拥有公司技术骨干为首的科学家和具有20多年美国、日本高科技研发经验的技术带头人为核心，结合海内外优秀科研人员为骨干的技术创新队伍，研发能力达到国际领先水平。公司与南京大学、中山大学等高等院校联合培养专业技术人才，通过国家级博士后工作站、疏动站联合培养科技创新和管理人才。

（3）创新研发模式，布局产业前瞻技术

公司以国家重点实验室为平台，先后承担和参与国家863计划、国家973计划以及省科技成果转化等各类项目60余项。公司内部建立项目管理办法，定期跟进项目资金的使用进展、投季度跟进技术研发的进展，投项目负责人审核，公司与澳大利亚国立大学、新加坡能源研究所、美国国家可再生能源实验室、德国Fraunhofer ISE研究所等建立长期合作关系，共同致力于光伏领域前沿技术开发，取得全球领先的突破性技术成果，巩固和提升了中国光伏企业的全球领导地位。

（4）建立科研激励机制，充分调发创新积极性

人才是创新的关键要素，为有效推动科研工作进展，公司制定完善的科研管理机制，以全流程项目管控的形式协助科研人员管理创新成果。根据科研人员的层次和岗位差异提供匹配的科研条件，并从专利奖金、论文、学术成果、省级级别重大科研项目立项等分别建立机制办法。

3.研发投入的构成及占营业收入的比例

公司注重研发与创新，坚持创新驱动发展的理念，为保持技术领先地位，公司维持了较高的研发投入，且研发投入和研发费用占比呈明显的上升趋势，报告期内累计研发投入金额超过90亿元。公司报告期内研发投入占营业收入比例情况如下表所示：

单位：万元

项目	2022年1-9月		2021年度		2020年度		2019年度	
	金额	占比	金额	占比	金额	占比	金额	占比
研发投入	364,566.58	6.26%	256,496.54	5.74%	162,846.49	5.54%	133,162.31	5.71%
-研发费用	85,223.22	1.46%	92,481.96	2.08%	36,348.68	1.24%	29,377.27	1.26%
营业收入	5,819,842.66	–	4,448,029.01	–	2,941,797.34	–	2,332,169.59	–

4.在研项目

截至2022年9月30日发行人主要在研项目如下：

序号	项目名称	拟达到目标	技术水平
1	钙钛矿/晶硅两端叠层太阳电池的设计、制备研究	钙钛矿/晶体硅两端叠层太阳电池效率大于29%。	国内先进
2	HJT太阳电池与组件产品开发	HJT产品的综合竞争力达到行业领先，实现在细分市场的商业价值，并且储备基础技术可以推广到其他产品	国际先进
3	高效TOPCon电池技术研究	实现高效光电转换效率大面积稳定规模太阳电池，实现目前大面积电池规模转化效率电池的转换效率纪录，为高效率电池规模太阳电池的产业化提供理论和技术支撑。	国际领先
4	高效低成本半片电池关键技术研究	通过切割技术优化与边缘钝化，切半损失降低0.1-0.15%；通过半片电池制备技术，实现切割损失消除	国内领先
5	PERC电池关键技术研究	通过技术转移和工艺优化，量产PERC电池效率提高到23.5%以上，最高电池效率达到24%。	国际领先
6	大尺寸电池技术开发	大硅片电池效率与良率达到行业领先目标	国际领先
7	多主栅组件先进金属化结构设计与关键技术研究	通过模拟仿真指导实验，进行新的结构设计，来进一步提高9BUSBar电池效率及降低金属化成本，加快产业化进程。	国际领先
8	大尺寸组件产品开发	实现大硅片组件的产业化量产。	国际领先
9	高密度组件关键技术研究	研究高密度封装工艺的进一步提升，找到良率改善的关键点，且单元封装能满足客户对组件功率要求。	国际先进
10	组件关键材料提升可靠性及降本研发	降低组件封装材料及金属焊带供应用量，降低封装成本，导入新型高可靠性接线盒，提升产品质量及可靠性。1）降低关键材料使用成本，导入高反射背板等材料成本降低20%；2）导入关键装备，提升装箱可靠性及物流效率提高。	国内领先
11	BIPV组件和系统新型整体解决方案	适合不同建筑位置的光伏建筑一体化组件的设计、制作及安装。实现光伏与建筑一体的，节能、美观、安全的光伏系统。	国内领先
12	基于AI的智能双面跟踪整套技术与系统的真研究	基于自主研发的双面辐照模型专利技术，结合光照的信息采集技术和AI技术，针对“双面组件+平单轴跟踪支架”系统，创新性地建立Smart Tracking智能跟踪算法和Smart BackTracking智能逆跟踪算法，相比传统大支算法，可提升系统发电量3%以上。	国际领先
13	基于计算流体力学（CFD）的光伏跟踪支架风工程研究	基于风工程研究，提高支架结构稳定性，达到行业领先水平	国内领先
14	跟踪支架IP/ZR结构设计与开发	1.开发实现多种载电方式，有线、无线通讯技术的支架电控产品，降低跟踪系统成本，提升跟踪稳定性和可靠性；2.产品实现智能跟踪、智能逆跟踪算法，相比传统跟踪支架提升发电量3%；3.开发适配大功率组件跟踪支架结构	国际先进
15	智能跟踪光伏系统研究跟建设项目	有力支撑起研发设计验证环节，使产品性能与质量得到进一步的提升。	国内领先
16	相件系统户外发电量研究	1、通过户外实证以及理论建模研究，掌握210大硅片、N-TOPCon、HJT等新型高效组件的发电性能及关键影响因素。2.量化测析低辐照、IAM、温度系数等组件性能参数对于发电量的影响，制作并优化组件PAN file模型，完成不同气候及不同应用场景下的发电量仿真研究。	国内领先
17	综合能效管理平台（工商业）	通过对能源数据进行采集、加工、分析，处理以实现对能源设备、能源实绩、能源计划、能源平衡、能源预测等全方位的监控，分析和管理功能，帮助工业用能企业合理安排用电方式、制定合理的节能改造方案，改进用能问题，实现节能降效。	国内领先
18	PaaS物联平台	搭建云端物联平台，云端数据中心，数据处理中心，实现对所有能源数据的采集、分类、整理以及数据的共享（应用）。	国内领先
19	基于边缘计算的智慧能源网关开发	取得国家权威认证机构认证证书。	国内领先
20	MOTA新能源管理平台（新能源/微网）	实现对发电侧、网侧、用户侧的完整链路监控，搭建更为全面的光储一体化、分布式智能、提升效益的与管理相关的应用软件。	国际先进
21	电力市场交易计量平台	在目前版本的基础上，支持跨电力市场的多业务主体的现货交易结算，实现基于区块链技术的交易计算体系	国际先进
22	基于多种网络架构的光伏一体化运维平台	据信对光伏电站分布式/集中式）全生命周期管理服务，包括电站建设评估、金融服务、终端数据采集与存储、设备运维、电站收益评估报告等	国内先进
23	古老最长寿命储能电芯平台技术研究	循环寿命≥15,000次，实现与风、光电站同存	国内先进
24	储能云平台	1.能提示形接入电站的运行数据（包括常规监测数据、故障告警数据等）。2.通过对此数据进行分析，按要求对PCS、BMS的数据进行筛选；3.形成的史数据进行分析，按要求对PCS、BMS的数据进行筛选。	国内先进
25	海外14kAh户外液冷柜	产品性能满足UL1973、UL9540A、IEC62619、IEC63056、IEMC、UN383等相关标准要求	国际先进

5.重大科研项目和发表的核心学术论文期刊

（1）截至2022年9月30日，发行人承担或参与的国家重点科研专项

序号	项目名称	项目类别	项目情况
1	高效晶体硅太阳电池技术关键问题的研究	国家973计划课题	已验收
2	低缺陷高效率单晶晶体硅太阳电池的基础研究	国家973计划课题	已验收
3	MW级薄膜硅/晶体硅异质结太阳电池产业化关键技术	国家863计划课题	已验收
4	效率21%以上的全背结晶体硅太阳电池产业化成套关键技术及示范生产线（总项目-效率20%以上低成本晶体硅电池产业化成套关键技术研究及示范生产线）	国家863计划课题	已验收
5	硅基纳米线太阳电池的研制	国家863计划课题	已验收
6	10MW高效率薄膜太阳电池及组件产业化与产品检测关键技术研究	国家863计划课题	已验收
7	光伏组件加速老化测试技术研究与测试设备研制	国家863计划课题	已验收
8	钙钛矿/晶硅两端叠层太阳电池的设计、制备和机理研究课题-叠层电池模块与百兆产外系统设计与验证	国家重点研发计划项目	验收中
9	高效P型多晶硅电池产业化关键技术课题-高效多晶硅电池结构设计和仿真技术、高精光多晶硅电池规模制备技术研究	国家重点研发计划项目	已验收
10	可控弱建的p型多晶硅电池产业化关键技术课题-N型多晶硅电池表征机制和钝化控制技术	国家重点研发计划项目	已验收
11	高效同质结p型单晶硅双面发电太阳电池产业化关键技术研究与产线示范课题-双面电池和/背面光电金属化技术研究	国家重点研发计划项目	已验收
12	特色小镇全可再生能源多维互补热电气储耦合供能系统关键技术及示范 课题-结合绿色低碳转建筑的多元能源需求动静态预测和热电资产系统设计集成 课题-可再生能源多能互补技术集成及东/西部特色小镇供能示范	国家重点研发计划项目	已立项
13	高效、低成本晶体硅太阳电池关键技术研究 课题-电池PN结形成方式和特性对电池效率及稳定性的影响	国家重点研发计划项目	已立项

（2）截至2022年9月30日发行人承担的其他重大科研项目

序号	项目名称	发出主体	项目情况	项目起止时间
1	高性能低成本N型晶体硅太阳电池双玻组件研发及产业化	江苏省科技成果转化专项资金	已验收	2016.04--2019.3
2	具有全背电极结构的异质结电池关键技术研究	江苏省自然科学基金（青年）	已验收	2016.7--2018.6
3	结合新型柔料与转印设备提升电池转化效率的技术研发	江苏省国际科技合作	已验收	2016.11--2018.12
4	基于快速烧结热解技术开发高效率、长寿命、低成本铝背场太阳电池产业化关键技术研发	江苏省自然科学基金（优秀青年）	已验收	2017.7--2020.6
5	P型光伏组件电势诱导衰减机理研究	江苏省自然科学基金（青年）	已验收	2017.7--2020.6
6	江苏省企业知识产权战略推进计划	知识产权创造与运用专项	已验收	2018.5--2020.4
7	技术升级和自动化改造（三期）技改项目-高效率单晶双面太阳电池和高效多晶太阳电池技术研发及产业化	江苏省战略性新兴产业专项发展资金项目	已验收	2018.1--2020.12
8	智能制造实时监控下产线控制交互界面信息可视化方法及系统研发	江苏省自主研发计划（社会发展-重上项目）	验收中	2019.7--2022.6
9	高效钙钛矿/TOPCon晶体硅两端叠层太阳电池的研究与制备	江苏省自然科学基金（青年基金）	已立项	2020.7--2023.6
10	高效、低成本晶体硅太阳电池关键技术研究	国家重点研发计划	已立项	2020.11--2023.10
11	天合光能再获评智能光伏系统研发中心建设	江苏省国际科技合作（海外研发机构建设）	已立项	2021.6--2024.5
12	新型高效晶体硅太阳电池及组件关键技术、核心材料及装备研发（BE202202232）	江苏省政法委员会社会治理现代化研究重点项目（产业赋能与无缝核心技术攻关）项目	已立项	2022.1--2026.1
13	隧穿氧化层钝化接触电池的PECVD沉积机制及其光电性能研究（BE2022202.40）	江苏省基础研究计划自然科学基金—青年基金项目	已立项	2022.7--2025.6
14	高效钙钛矿/硅叠层太阳电池	江苏省知识产权战略推进计划（高价值专利培育计划）项目	已立项	2022.6--2025.5
15	高效太阳彩钢瓦/晶体硅叠层太阳电池研究与制备（CB2022202.7）	常州市科技支撑计划（工业）	已立项	2022.4--2024.4

（3）截至2022年9月30日，发行人发表的核心学术论文期刊

序号	论文名称	出版刊名	刊号和年月	出版时间	页码	论文类型
1	Balancing electrical and optical losses for efficient 4-terminal Si - perovskite tandem solar cells with solution processed percolation electrodes	Journal of Materials Chemistry A	J. Mater. Chem. A, 2018, 6,	2018年1月	3693-3692	SCI
2	Historical Analysis of Champion PV Module Efficiencies	IEEE Journal of Photovoltaics	VOL 8, NO. 2, MARCH 2018	2018年3月	363 – 372	SCI
3	Surface scattering effect on the electrical mobility of ultrathin Co doped InO3 film prepared at low temperature	Materials Letters	Materials Letters 226 (2018)	2018年4月	54 - 56	SCI
4	266 mm pc Laser Ablation for Copper-Plated n-Type Selective Emitter PERC Silicon Solar Cells	IEEE Journal of Photovoltaics	VOL 8, NO. 4, JULY 2018	2018年6月	952–959	SCI
5	Metallization Method for Interdigitated Back-Contact Silicon Solar Cells Employing an Insulating Resin Layer and a Ti/Ag/Cu Metal Stack	IEEE Journal of Photovoltaics	VOL 8, NO. 4, JULY 2018	2018年6月	916–922	SCI
6	Quantitative Electroluminescence Imaging Analysis for Performance Estimation of PID-Influenced PV Modules	IEEE Journal of Photovoltaics	Volume: 8 , Issue: 5, Sept. 2018	2018年7月	1–8	SCI
7	The growth and development of natural gas supply chains: The case of China and the US	Energy Policy	Energy Policy 123 (2018)	2018年8月	64 - 71	SCI
8	Chemical vapor deposition of WS2/MoS2-xWxS2/MoS2 lateral heterostructures	Superlattices and Microstructures	123 (2018)	2018年9月	323 - 329	SCI
9	From Laboratory to Production: Learning Models of Efficiency and Manufacturing Cost of Industrial Crystalline Silicon and Thin-Film Photovoltaic Technologies	IEEE Journal of Photovoltaics	VOL 8, NO. 6, NOVEMBER 2018	2018年10月	1531–1538	SCI
10	Metal–Induced gap states in passivating metal/silicon contacts	Applied Physics Letters	114, 071601 (2019)	2019年2月	0716011–4	SCI
11	Mass production of industrial tunnel oxide passivated contacts (i - TOPCon) silicon solar cells with average efficiency over 23%and modules over 345 W	Progress in Photovoltaics	Prog Photovolt Res Appl.2019	2019年7月	1–8	SCI
12	Understanding and optimizing RISC projunction characterization from modeling insights	Journal of Applied Physics	J. Appl. Phys. 127, 024502 (2020);	2020年1月	127, 024502-1-13	SCI
13	Icopak的光伏井网逆变器热分析及热设计优化	太阳能学报	2020,41(2)	2020年2月	347–354	KI
14	Synergistic Tandem Solar Electricity-Water Generators	Joule	Joule 4, February 19, 2020	2020年2月	1–12	KI
15	24.58% total area efficiency of screen-printed, large area industrial silicon solar cells with the tunnel oxide passivated contacts (i–TOPCon) design	Solar Energy Material & Solar Cells	Volume 206, March 2020, 110258	2020年3月	110258–1–8	SCI
16	Green–laser–doped selective emitters with separate BBr3 diffusion processsator high–efficiency n–type silicon solar cells	Solar Energy Materials and Solar Cells	210 (2020) 110462	2020年3月	1–7	SCI
17	Industrial TOPCon Solar Cells on n–Type Quasi–Mono Si Wafers with Efficiencies Above 23%	Solar Energy Materials and Solar Cells	215 (2020) 110690	2020年9月	1–5	SCI
18	A combined numerical modelling and machine learning approach for optimization of mass–produced industrial solar cells	IEEE Journal of Photovoltaics	2020/6/17	2020年6月	1–7	SCI
19	Charge fluctuations at the Si SiO2 interface and its effect on surface recombination in solar cells	Solar Energy Material & Solar Cells	Volume 206, March 2020, 110258	2020年3月	110258–1–8	SCI
20	The Analysis on Simulation and and Insolation of Hot–spot Temperature Distribution in Micro–defective Crystalline Silicon Solar Cells	Renewable Energy	147, 2020	2020年3月	2218–2228	SCI
21	Imaging and quantifying carrier collection in silicon solar cells: A submicron study using electron beam induced current	Solar Energy	211 (2020)	2020年11月	1214 - 1222	SCI
22	The Study on Micro–Mismatch Losses of the Bifacial PV Modules Due to the Irradiance Non–uniformity on Its Backside Surface	IEEE Journal of Photovoltaics	2020, 10(1)	2020年	1–9	SCI
23	Encapsulation of perovskite solar cells for enhanced stability: Structures, materials and characterization	Journal of Power Sources	2021 (485), 229