



上海现代服务业联合会  
Shanghai Services Federation



荣续智库

# 光储充行业ESG白皮书

## 摘要

在可持续发展的大背景下，光储充行业正引领能源变革。本白皮书聚焦光储充领域，深度剖析行业动态与企业实践。从光伏产业的蓬勃发展，到储能与充电业务的协同共进，再到智算中心的助力，全方位展现绿色能源新生态。同时，以ESG视角洞察协鑫集团等行业先锋，揭示其在环境、社会与治理方面的创新举措与卓越成效。为您开启光储充行业可持续发展的奥秘，助力把握绿色经济新机遇。



# PREFACE

## 前言

在全球积极应对气候变化、大力推进能源转型的大背景下，光储充行业作为实现可持续能源发展的关键领域，正发挥着愈发重要的作用。《光储充行业ESG白皮书》旨在深入探索该行业在环境（Environmental）、社会（Social）和治理（Governance）方面的实践与趋势。

环境层面，光储充行业以太阳能等清洁能源为基础，减少对化石能源的依赖，降低碳排放，助力实现碳中和目标。从光伏电站的广泛建设，到储能技术的不断革新，再到充电桩的普及，每个环节都在为构建绿色地球贡献力量。

社会维度，光储充行业的发展创造了大量就业机会，涵盖研发、生产、运维等多个领域。同时，它改善了能源供应的稳定性和便捷性，为人们的生活和生产活动提供有力支持，推动社会的可持续发展。

治理方面，规范的行业标准和企业内部良好的治理结构，是光储充行业健康发展的保障。通过完善的治理体系，确保企业在追求经济效益的同时，兼顾环境和社会效益。

本白皮书不仅全面梳理了光储充行业的整体状况，还深入剖析了协鑫集团等行业领军企业的ESG实践案例，为从业者、投资者及相关利益方提供有价值的参考，共同推动光储充行业迈向更加绿色、可持续的未来。

# ANALYST

## 研究员

龚远豪	高级注册ESG分析师：23RZQLKC002672A
姜朝妮	CFA ESG证书：102610795 高级注册ESG分析师：24RZQLKC004814A
王 娣	CFA ESG证书：102261985
耿 炎	CFA ESG证书
范加欢	CFA ESG证书：112525289 高级注册ESG分析师：24RZQLKC600658A
高晓兰	高级注册ESG分析师：24RZQLKC601550A
温一同	CFA ESG证书
丘竣元	高级注册ESG分析师：23RZQLKC002620A
朱艳露	CFA ESG证书

# CONTENTS

## 目录



### 第一章 光储充行业的概况

- 07 光伏行业综述
- 09 硅料
- 18 光伏组件
- 22 光伏电站
- 24 储能
- 31 充电
- 36 智算中心

### 第二章 协鑫集团的光储充业务

- 49 集团简介
- 50 集团的硅料业务
- 56 集团的光伏组件业务
- 58 集团的光伏电站业务
- 60 集团的储能业务
- 62 集团的清洁能源业务
- 65 集团的充电业务
- 67 集团的智算中心

### 第三章 其他光储充行业龙头

- 75 隆基绿能
- 79 晶澳科技
- 81 通威股份
- 87 Enel国家电力公司
- 89 美国赫姆洛克
- 91 First Solar第一太阳能



# 第一章 光储充行业的概况

## 第一节 光伏行业综述

光伏行业是以太阳能光伏效应为基础，将太阳能转化为电能并进行开发、利用的产业领域。它涵盖从硅料生产、硅片制造、电池片及组件生产，到光伏电站建设、运营维护等一系列环节。随着技术进步，光伏成本不断降低，发电效率持续提升，在全球能源结构中所占比重日益增大，成为实现能源转型与可持续发展的关键力量。

当光伏与储、充连成一体，便形成了“光储充”系统。在这个系统中，光伏将太阳能转化为电能，一部分电能可直接供给充电设施，为电动汽车等设备充电；剩余电能则储存于储能设备中，如锂电池。当光伏发电量不足或用电高峰时，储能设备释放电能用于充电，保证充电的稳定性与持续性，缓解电网供电压力。这种一体化模式不仅提高了能源利用效率，还能充分利用可再生能源，减少对传统电网的依赖，实现清洁能源在交通领域的高效应用，助力构建绿色低碳的能源生态体系。

### 一、光伏产业链

光伏产业链，主要指以硅材料的应用开发形成的光电转换产业链条，包括高纯多晶硅原材料生产、太阳能电池生产、太阳能电池组件生产、相关生产设备的制造以及光伏发电的应用等多个环节。

#### 1. 上游环节

光伏产业链上游主要为原材料及设备。

原材料包括硅料、硅片（单晶硅、多晶硅、非晶硅）、金属硅、银浆/铝浆、电池片及其他辅料（铜、钨、硒、钙钛矿、砷化镓/锑化镓）等。

其中，硅料以产能为核心，代表性企业有隆基股份、TCL 中环、晶澳科技、晶科能源、协鑫能科等。硅片有单晶和多晶两种类型，单晶硅片相较于多晶硅片有更高光电转换效率，且在碎片率、机械强度上更优，现已成为市场主流。

设备包括石英坩埚炉、单晶硅生长炉、多晶硅铸锭炉、PECVD 及扩散炉、切割设备、激光设备、丝网印刷成套设备等。

#### 2. 中游环节

光伏中游产业是光伏制造的关键环节，主要包括电池片生产和组件生产。该环节的发展核心是技术变化。

电池片是光能转化为电能的核心部件，一般由一系列半导体材料制成的 PN 结组成。电池片能够实现光能向电能转化，是硅片经过制绒、扩散、刻蚀等一系列环节后加工而成的，需要较高的技术能力与资本投入。根据硅衬底不同，晶硅电池分为 P 型电池和 N 型电池。其中，P 型电池的 PERC 技术是当前晶硅电池的主流技术，效率普遍超过 22%；N 型技术是下一代晶硅电池技术，具有制程短、转换效率高、抗衰减、温度系数低等特点，有利于提高光伏发电量、降低发电成本，发展前景广阔。

组件是由多个电池片串联或并联成的模块，可用于收集和转换太阳光能为电能。光伏组件是由一定数量的电池片采用串并联的方式连接，并经过严密封装后形成的光伏发电设备，在很大程度上决定光伏发电成本。光伏组件代表企业有晶科能源、天合光能、隆基绿能、晶澳科技、阿特斯、通威股份/正泰新能、东方日升等。

此外，光伏中游产业还包括光伏玻璃、逆变器、电缆、光伏支架、汇流箱、蓄电池及其他零部件的生产制造。其中，逆变器是光伏发电并网的必备组件，可将光伏太阳能板产生的可变直流电压转换为市电频率交流电。逆变器代表企业有华为、阳光电源、古瑞瓦特、固德威、锦浪、上能电气、首航新能源、爱士惟、特变电工、科华技术等。

#### 3. 下游环节

光伏下游产业以逆变器、发电系统集成及具体应用为主，包括集中式电站和分布式电站两大类。该环节的发展核心是终端需求。

集中式电站将光伏阵列生产的直流电能，经逆变器转变为交流电、升压后并入公共电网。集中式光伏电站装机容量保持稳定增长，我国以集中式光伏电站为主，除常规的地面电站外，集中式光伏电站还包括农光互补和牧光互补地面电站、水面电站。

分布式电站安装在厂房、办公楼、居民住房等建筑物顶上或周边空地上的中小容量光伏电站，电站在用户侧并网，自发自用、余量上网。与集中式光伏电站相比，分布式光伏具有不占用土地资源、减少输配网损、电量就近消纳等优势，通常具有更好的经济性，应用具有很大的增长潜力。近年来，我国分布式光伏电站装机容量加速增长，2021 年分布式光伏电站新增数量首次超过集中式光伏电站新增数量。

随着科技的进步和市场的扩大，光伏产业正朝着高效、智能化、绿色化的方向发展，各环节的技术水平和生产效率都在不断提升，同时也在积极探索新的应用领域和商业模式。

## 二、光伏业务的关联性

光伏产业链上中下游的关联紧密，共同构成了光伏产业的完整生态系统。

光伏产业链上游是光伏产业链的基础，直接影响电池和组件的性能与效率。硅料行业壁垒高，选址严苛，初始投资庞大，生产成本高昂，且投产周期长，是整个产业链中资金需求最为集中的环节。

光伏产业链中游是光伏产业链的核心，电池和组件的技术创新对光伏发电系统的品质和成本发挥关键作用。电池和组件的技术迭代速度非常快，是市场竞争的焦点，未来随着技术进一步发展，光伏电池和组件的效率和稳定性将持续提升，成本将进一步降低。

光伏产业链下游是光伏产业链的保障，下游行业负责将上中游行业制造的产品集成到光伏发电系统中，通过不同的场景满足终端用户的用能需求。下游市场需求的增长推动着光伏上游和中游产业的技术进步和规模扩张。

因此，光伏产业链的每个阶段都紧密相连，构成一个完整的产业生态系统，任何一个阶段性的波动或创新都可能对整个产业链产生影响。

### 第二节 硅料

在全球能源格局加速转型以及可持续发展理念深入人心的当下，硅料行业的重要性与日俱增。作为光伏发电与半导体产业不可或缺的核心原材料，硅料已然成为能源安全供给的关键支撑，更是驱动环保、低碳经济及相关产业蓬勃发展的核心动力。特别是在环境、社会和治理（ESG）方面，硅料行业的发展对全球气候变化的应对、社会经济的可持续发展以及企业治理的优化具有深远影响。

#### 一、硅料行业的贡献和研究方向

硅料行业在 ESG 方面的贡献主要体现在以下几个方面。

- 作为太阳能电池板的主要原料，硅料的开发和广泛利用有助于减少对化石燃料的依赖，降低温室气体排放，对抗全球气候变化。
- 硅料在半导体产业中的应用推动了电子产品的小型化、智能化，提高了能源利用效率，减少了能源消耗。
- 技术创新和成本控制的推动，为降低光伏发电成本、推动光伏产业的规模化发展提供了有利条件，进一步促进了可再生能源的普及。

目前，硅料行业的研究方向主要集中在以下几个方面。

- 硅料的生产技术，包括棒状硅和颗粒硅的生产技术，以及如何通过技术创新提高生产效率和降低成本。
- 硅料产品的分类和应用，如单晶硅料与多晶硅料的区别，以及 P 型与 N 型硅料的应用场景。
- 硅料行业的市场规模和增长趋势，包括全球产能与产量的增长情况，以及市场增长趋势的预测。
- 政策影响也是研究的重点，比如政府政策如何影响硅料行业的规模和发展，以及如何通过政策引导促进行业的健康发展。

随着全球对可再生能源和高科技产品需求的增加，硅料行业迎来了前所未有的发展机遇。同时，随着技术的进步和成本的降低，光伏发电和半导体产业的竞争力亦在不断增强，对硅料的需求自然也是逐年增长。然而，硅料行业也面临着供需平衡、技术创新、环保要求等方面的挑战。因此，深入研究硅料行业的发展现状和未来趋势，对于指导行业的健康发展和相关领域的投资，都有重要意义。

## 二、硅料行业价值链

### (一) 原材料环节

在硅料行业的价值链中，硅矿的开采与提纯是硅料行业中基础且关键的环节，同时也是半导体、光伏等高科技产业的基石，其重要性不言而喻。从地质勘探到最终获得高纯度硅料，整个过程涉及多个复杂的技术环节。下面将针对硅矿的开采过程和提纯方法介绍这一技术密集型领域是如何与 ESG 相结合的。

#### 1. 技术概览

在硅矿开采环节，自动化和智能化技术的应用提高了开采效率和安全性。精确爆破技术减少了对环境的破坏，而地质建模和勘探技术则提高了资源的勘探精度。环境友好型开采技术和生态修复措施则减少了开采对环境的长期影响。

在提纯领域，高压辊磨机和浮选技术提高了矿物加工的效率 and 硅的回收率。实时监控和数据分析技术，如物联网和大数据分析，优化了开采计划和设备维护。安全监控系统，包括人员定位和气体监测系统，确保了矿工的安全。

## 2. 硅矿开采过程

硅矿开采之旅起始于地质勘探环节，借助遥感技术、地质采样以及地球物理勘探等手段精准定位硅矿床的位置与储量，这些先进技术所提供的详尽地质信息为工程师规划合理开采方案奠定了坚实基础。接着，依据矿床所处地理位置及深度差异，选择与之适配的开采方式。对于地表或浅层硅矿，露天开采凭借挖掘机和卡车等重型机械得以高效开展；而针对深层硅矿，则可能运用包括钻井和爆破在内的地下开采技术。开采出的硅矿石经初步破碎后，由运输工具运往加工厂。在整个硅矿开采进程中，ESG 议题贯穿始终从环保角度看，精确爆破技术与地质建模技术的应用显著降低了对环境的负面影响；社会责任体现为对矿工生命安全的高度重视，借助安全监控系统为矿工保驾护航；在治理层面，涉及矿业企业对法规的严格遵守、运营透明度的保障以及对环境和社会影响的妥善管理。

## 3. 提纯过程

硅矿石的提纯过程是将硅矿石转化为高纯度硅料的关键步骤。预处理阶段，硅矿石经过清洗去除泥土和其他杂质，以提高后续提纯效率。随后，进入冶炼提纯阶段，其中西门子法和改良西门子法是冶金法中常用的技术，通过高温炉将硅矿石还原成冶金级硅。化学法则通过氯化冶金法和气相沉积法等技术，将硅矿石中的硅转化为气态化合物，再通过蒸馏提纯。

在精炼提纯阶段，区域熔炼法和浮区熔炼法被用来进一步提高硅的纯度。区域熔炼法利用硅中杂质的分配系数不同于硅的特性，通过缓慢移动加热区域来提纯硅。浮区熔炼法则通过感应加热使硅形成浮区，杂质向冷端集中，实现提纯。

整个提纯过程中，质量控制至关重要。光谱分析、质谱分析等技术被用于实时监控和控制硅的纯度。同时，尾矿处理也是提纯过程中不可忽视的一环，对提纯过程中产生的尾矿进行安全处理和回收利用，以减少环境影响。

提纯过程的 ESG 议题集中在环境管理和资源效率，随着科技的不断进步，这些技术将继续优化和完善，为高科技产业的发展提供更加高效、环保的原料保障。

## 4. 硅料生产

在硅料行业价值链中，硅料的生产是核心环节，它不仅决定了下游应用的性能，还影响着整个产业链的效率。近年来，市面上主流的棒状硅及颗粒硅的生产技术得到了快速发展。

棒状硅作为光伏和半导体领域的核心材料，其生产包括高纯硅料的制备、单晶生长以及切割和抛光三个

主要阶段。高纯硅料可通过冶金法或化学气相沉积（CVD）获得，随后利用 Czochralski（CZ）法或浮区法（FZ）生长单晶硅棒，其中 CZ 法因其高效性成为主流选择。单晶硅棒经精细加工后，能显著减少表面缺陷，确保硅片的高质量。

相比之下，颗粒硅主要用于光伏电池，其生产流程包括硅料的制备、铸锭以及后续的切割和加工。硅料的制备可通过冶金法或先进的流化床反应器（FBR）技术完成，后者通过硅卤化物在氢气流中的分解，生产出纯净的多晶硅颗粒。铸锭过程中，多晶硅料被熔化并冷却成锭，再经过精密加工转化为适用于光伏电池的多晶硅片。近年来，随着技术的持续演进，无论是单晶硅还是多晶硅的生产都取得了显著的进步，比如 CZ 法的改良提升了单晶硅的质量与生长速率，而 FBR 技术的发展则有效降低了多晶硅的成本。与此同时，提升生产过程的环境友好性和能源效率成为了技术研发的重点，这包括了副产品的循环利用、能耗的减少以及废物排放的控制。

在技术层面，硅料生产环境的 ESG 议题主要集中在能源管理和环境影响上。其中硅烷流化床法（FBR）相较于传统的改良西门子法，能显著降低能耗和成本，其综合电耗为 18 千瓦时/千克，远低于行业规范的最高电耗 70 千瓦时/千克。

### (二) 硅料的应用

硅料产品的应用，特别是在光伏发电和半导体行业，与 ESG 议题紧密相关。光伏发电作为清洁能源，其发展有助于减少温室气体排放。同时，半导体行业的发展推动了电子产品的小型化、智能化，提高了能源利用效率，减少了能源消耗。此外，随着技术的进步，硅料产品在能源存储技术中的应用，如硅基锂离子电池，也在推动能源存储技术的发展。

在光伏发电领域，硅料产品主要用于制造太阳能电池。单晶硅和多晶硅是两种主要的硅料产品，它们在光伏电池制造中扮演着关键角色。

- 单晶硅电池：单晶硅电池因其高效率和较长的使用寿命而受到青睐。单晶硅电池的转换效率通常高于多晶硅电池，适用于高效率和低土地使用率的应用场景。
- 多晶硅电池：多晶硅电池因其较低的生产成本而在市场占有一席之地。尽管其效率略低于单晶硅电池，但成本优势使其在大规模光伏电站中得到广泛应用。
- 薄膜太阳能电池：除了传统的单晶和多晶硅电池外，硅料产品也被用于制造薄膜太阳能电池，这种电池使用的材料更少，具有潜在的成本优势。

在半导体行业，硅料产品是制造集成电路和微电子设备的基础材料，逐渐拓展至光电子器件的应用。

- 集成电路：高纯度的单晶硅是制造集成电路的核心材料，用于生产微处理器、存储器和其他复杂的电子组件。
- 微电子设备：硅料产品也被用于制造各种微电子设备，包括传感器、晶体管和二极管等，这些设备是现代电子设备不可或缺的组成部分。
- 光电子器件：硅料产品在光电子器件中的应用也在不断增长，如光电探测器、光发射器等，这些器件在通信和成像技术中扮演着重要角色。

### 三、硅料的行业规模

#### 1. 全球主要硅料的产能和产量增长情况

过去 5 年间，全球硅料行业迎来了产能与产量的双增长浪潮。全球对可再生能源和半导体的需求呈爆发式增长态势，作为关键原材料的硅料，其市场规模得以持续扩张。根据国际能源署（IEA）及行业分析报告数据显示，过去 5 年全球多晶硅产能增幅约达 50%，产量亦呈稳步上扬之势。

亚洲地区在硅料生产领域占据主导地位，中国、韩国和日本等国凭借强大的生产能力，贡献了全球大部分的产能和产量。与此同时，欧洲和北美地区也积极投身于硅料产能的扩充，旨在满足日益增长的光伏和半导体市场需求。

#### 2. 硅料行业的增长趋势分析

硅料行业的增长趋势受到多种因素的推动。

- 全球对清洁能源的重视和光伏发电成本的下降，使得太阳能电池的需求持续增长，从而带动了硅料需求的增加。
- 半导体行业的发展，尤其是 5G、物联网（IoT）和人工智能（AI）技术的进步，对高性能硅材料的需求也在不断上升。
- 全球对减少碳排放的承诺和政策支持，也为硅料行业的发展提供了有利条件。

预计在未来几年内，随着技术的进步和成本的进一步降低，硅料行业的增长势头将继续保持。

#### 3. 现行政策对硅料的影响

政策对硅料行业的影响不容忽视。许多国家为了推动清洁能源的发展和减少温室气体排放，出台了一系列政策和激励措施。

- 提供税收优惠、补贴和研发资金支持，以降低光伏发电的成本，刺激硅料需求。
- 对半导体行业的支持政策，如研发资助和市场准入优惠，也间接推动了硅料行业的发展。
- 贸易政策和关税变动也对硅料行业产生影响，如中美贸易摩擦导致的关税增加，对硅料的国际贸易和价格产生了一定影响。
- 环保政策的加强也促使硅料生产企业提高环保标准，推动了清洁生产技术的发展。

可以看到，全球硅料行业在产能和产量上均呈现增长态势，增长趋势受到清洁能源需求、技术进步和政策支持共同推动。现行政策亦对硅料行业的影响深远，不仅体现在市场需求的刺激上，也体现在环保和贸易政策的调整上。未来，随着全球对可持续能源和高科技产品需求的持续增长，硅料行业有望继续保持增长势头，同时也需要应对政策变动和市场波动带来的挑战。

### 四、硅料产品的主要分类

硅料产品根据其物理特性、电学性质以及应用领域，可以分为多种不同的类别。

#### 1. 单晶硅料与多晶硅料

单晶硅料在光伏发电领域发挥着关键作用，尤其在高效太阳能电池的制造中占据重要地位。单晶硅电池凭借其卓越的转换效率和较长的使用寿命，在市场中站稳脚跟。随着技术不断进步，单晶硅片产能规模迅速扩张，市场占比已突破 90%。单晶硅料的生产主要依赖 Czochralski (CZ) 法或浮区法 (FZ)，其中 CZ 法凭借其高效特性成为主流生产技术。

相比之下，多晶硅料以其较低的生产成本在光伏市场中赢得了一席之地。多晶硅电池生产主要运用铸锭技术，即将硅料在高温下熔化后冷却形成多晶硅锭。多晶硅料的应用领域较为广泛，涵盖传统太阳能电池板以及部分特定工业应用场景。

## 2. P 型与 N 型硅料

P 型硅料掺杂以受主杂质为主，如硼、铝、镓等 III 族元素，导电以空穴导电为主。P 型硅料是目前市场上较为常见的一种，因其相对简单的生产工艺和较低的成本而被广泛使用。

N 型硅料掺杂以施主杂质为主，如磷、砷、锑等 V 族元素，导电以电子导电为主。N 型硅料的技术标准要求更高，需要更精细的处理和更高的纯度。N 型硅料在光伏电池中的应用逐渐增加，特别是在高效电池技术中，N 型硅料因其更高的少子寿命和更好的温度特性而受到青睐。

## 3. 免洗料与非免洗料

免洗料是指那些在生产过程中不需要额外清洗步骤的硅料，这类硅料因其高纯度和高质量的表面特性而具有较高的市场价值。免洗料可以直接用于光伏电池的生产，减少了生产过程中的能耗和成本。

非免洗料则需要进一步加工前进行清洗，以去除表面的杂质和缺陷。这类硅料的生产成本相对较低，但其应用范围可能受到一定的限制，特别是在对硅料纯度和表面质量要求较高的应用中。

硅料产品的分类反映了其在光伏发电和半导体行业中的多样化应用。随着技术的发展和市场需求的变化，这些分类及其应用将继续演变，以适应行业的发展。

## 五、硅料的行业龙头介绍

硅料作为清洁能源产业链中的关键一环，其重要性日益凸显。硅料行业的健康发展不仅关系到可再生能源的普及，也是支撑高科技产业发展的重要基石。在众多企业中，有几家领军企业凭借强大的技术研发能力、高效的生产能力以及前瞻性的战略布局，成为了行业的标杆。通威股份、协鑫科技、新特能源和大全能源并称为光伏硅料四大天王。

### 1. 通威股份

通威股份作为全球硅料、电池及饲料领域的领军企业，在光伏板块展现出非凡的发展势头。数据表明，到 2023 年，通威股份高纯晶硅产能销量高达 39 万吨，全球市场占有率超过 25%。通威股份凭借精益化管理策略和持续扩大的成本优势，进一步夯实了其在全球高纯晶硅和太阳能电池领域的龙头地位。特别是在硅料生产环节，其成本优势极为显著，2023 年高纯晶硅产品平均生产成本已成功控制在 4.2 万元/吨以内，远超行业平均水平，领先优势明显。

### 2. 协鑫科技

协鑫科技作为老牌光伏巨头，其业务布局覆盖光伏材料研发和制造，持续引领高效光伏材料技术发展。协鑫科技在颗粒硅技术上取得了显著成就，2023 年颗粒硅名义产能达到 42 万吨，市占率突破 15%，并全面退出棒状硅生产。

协鑫科技的 FBR 颗粒硅质量在 2024 年上半年跃升到新能级，N 型（901A 及以上）比例超过 96%，成本将降低到 30 元/KG 以下。协鑫科技通过科技创新穿越周期，构建绿色硬核科技矩阵，差异化竞争优势明显。

### 3. 特变电工（新特能源）

特变电工作为新能源产业与传统产业融合的巨无霸，业务涵盖特高压、光伏硅料、光伏逆变器等多个领域。新特能源作为特变电工的子公司，在硅料行业中扮演着重要角色。特变电工拥有年产 40 万吨的多晶硅产能。

### 4. 大全能源

大全能源以其技术创新和先进产能布局而闻名。作为国内少数具有 N 型硅料生产能力的企业之一，大全能源在硅料产能新旧迭代中快速实现 N 型硅料产品的放量。2023 年，公司实现 N 型硅料销售 5.32 万吨。大全能源的内蒙产线已具备 100% 生产 N 型硅料的能力，新疆产线目前 N 型料占比超 70%。此外，大全能源前瞻性布局的半导体级多晶硅项目首批产品顺利出炉，预示着公司在半导体新业务领域有望形成新的增长曲线。

随着全球对绿色低碳经济的追求不断加深，硅料行业将持续迎来新的发展机遇。上述企业在技术创新、成本控制、市场开拓等方面的卓越表现，不仅为自身赢得了广阔的市场空间，也为推动整个行业的健康发展作出了积极贡献。

## 六、硅料行业的 ESG 核心议题

### 1. 环保要求与可持续发展

环保法规对硅料行业的约束日益趋紧。依据中国硅料行业发展趋势分析及未来前景研究报告，硅料行业将面临更为严苛的环保标准，企业必须加大环保投入并强化管理，以实现绿色生产。例如，新建和改扩建项目务必严格遵循《环境影响评价法》，依法向具备审批权限的环境保护行政主管部门提交环境影响评价文件进行审批。

## 2. 控制能耗和排放

硅料生产过程中需要大量的能源和资源。晶体硅（包括单晶硅和多晶硅）是光伏产业中最常用的原材料，而硅的提纯过程是一个高能耗的过程。例如，从石英砂到冶金级硅，再到太阳能级硅，需要在高温环境下进行多次化学反应和物理提纯。这不仅消耗大量的能源，而且在能源来源以传统化石能源为主的情况下，还会产生较多的温室气体排放。

另外，多晶硅的制造过程中需要使用到稀有金属和材料，这些材料的开采和提炼过程通常涉及能源密集型的活动，导致大量的二氧化碳等温室气体的排放。

在碳中和目标的大背景下，硅料行业的转型进程依赖于可再生能源的广泛应用以及能源结构的深度调整。如采用风电、光电等可再生能源替代传统火电，可有效削减企业碳足迹。

## 3. 技术创新

技术创新在硅料行业中扮演着至关重要的角色。根据中研网的分析，技术创新将通过改进生产工艺、提高设备效率、降低能耗等方式，实现硅料生产的高效、环保和可持续发展。

例如，直拉法作为生产半导体和光伏用硅单晶的主流方法，其技术进步显著，直拉单晶炉的容量已显著提升。此外，改良西门子法作为全球 95% 的硅料企业采用的技术，其生产工艺相对成熟，但能耗较高。因此，企业可以从推进工艺与技术创新进度切入，用于优化成本控制。比如推广使用硅烷流化床法（FBR）来代替传统西门子法，可以在生产多晶硅时能提高单程转化率，并减少尾气回收和精馏环节，其反应温度也只有改良西门子法的 60%，可大幅减少生产期间的能耗成本。统计发现 FBR 颗粒硅综合电耗为 18 千瓦时/千克，远低于行业规范的最高电耗 70 千瓦时/千克。为了实现成本控制，企业需要通过技术创新提高生产效率和产品质量，同时优化资源配置和加强上下游合作，实现产业链的协同发展。

## 4. 原材料成本控制

当前，硅材料本身的成本也相对较高。与之形成对比的是，一些新型太阳能材料，如钙钛矿材料，其原材料成本可能比硅材料低。

钙钛矿材料可以通过溶液法等相对简单的工艺制备，不像硅材料需要高纯度的晶体生长过程。这种简单的制备工艺有可能在大规模生产时降低原材料成本。新型太阳能材料还可以实现柔性化生产，能够应用

于更多的场景。例如，钙钛矿太阳能电池可以制备在柔性基底上，像塑料薄膜等，这样可以方便地应用于建筑一体化、可穿戴设备等领域，拓展了光伏产品的应用范围，从规模效应上可能降低成本；提高发电效率，如优化光伏组件的倾斜角度、匹配损失减少、温度控制等，以提高系统的整体效率。

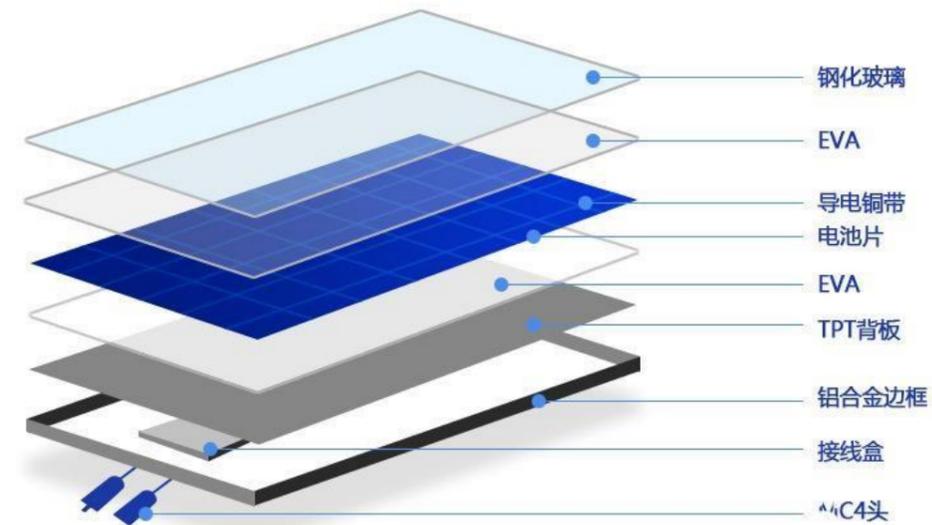
## 第三节 光伏组件

光伏组件也称为太阳能电池板，是一种将太阳光转换为电能的装置。它们是太阳能光伏系统的核心部分，能够吸收太阳辐射，并将其转换为电力，供家庭、商业或工业使用，或者并入电网。

### 一、光伏组件的组成和价值链

光伏组件主要由太阳能电池片、密封胶、边框、层压件、接线盒等产品构成，再加上汇流箱、光伏支架、光伏逆变器、蓄电池等产品应用于 BIPV（光伏+应用）、光伏电站建设等。

图 1：光伏组件的结构

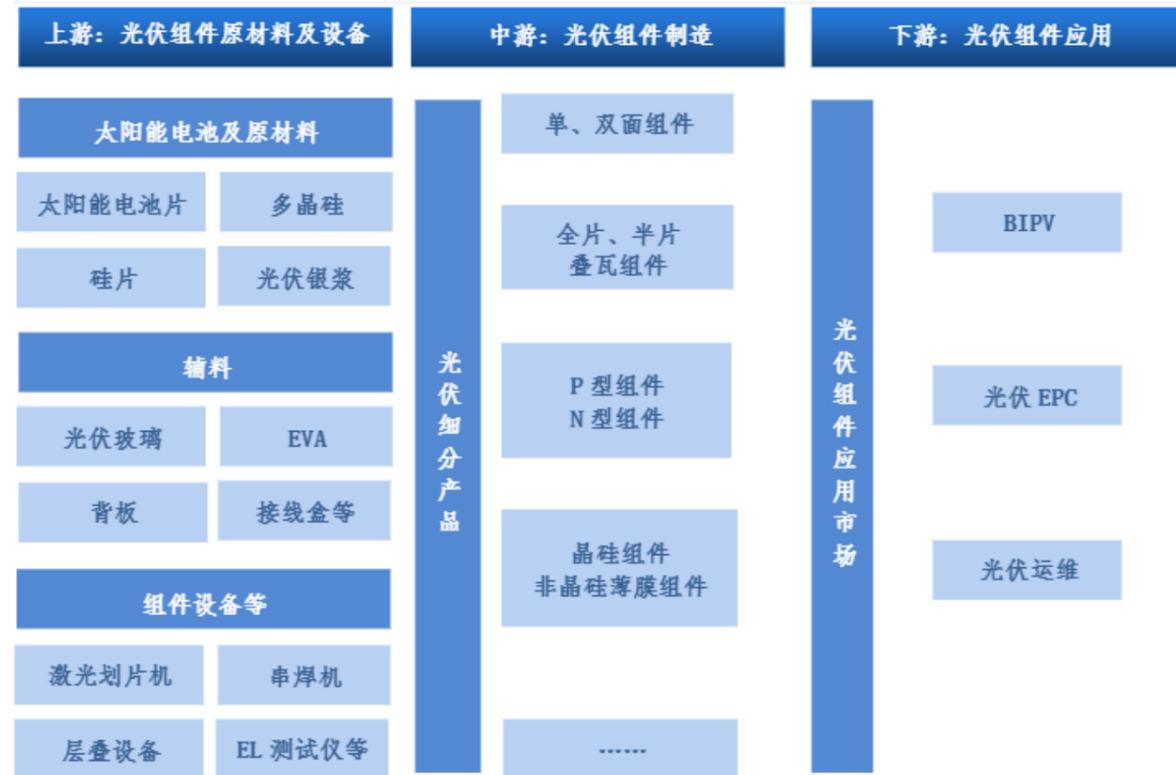


来源：高分子光伏组件封装膜的研究进展

光伏组件产业上游原材料为太阳能电池片及其原材料，有多晶硅、硅片及光伏银浆等，辅料有光伏玻璃、背板、EVA 胶膜、接线盒等产品。中游为光伏组件的制造，下游为光伏+（BIPV 等）、光伏电站建设等。

光伏组件的成本结构中，电池片占据主要成本，约占光伏组件成本的 68%。

图 2：光伏组件价值链



来源：前瞻产业研究院

电池片是光伏组件的核心部分，通常由硅材料制成，可以是单晶硅、多晶硅或非晶硅等。电池片通过光电效应将太阳光转换为电能。封装材料包括玻璃、EVA（乙烯-醋酸乙烯共聚物）和背板。这些材料用于保护电池片，并确保组件的耐久性和稳定性。玻璃是光伏组件的前盖，起到保护电池片和允许光线透过的作用。EVA 是一种透明的热熔胶，用于将电池片与玻璃和背板粘合在一起，同时提供防水性能。位于组件背面的背板，保护电池片不受潮湿和外界环境的影响，同时也起到一定的绝缘作用。接线盒连接电池片与外部电路的装置，通常位于组件的背面。它包含一个二极管，防止电流反向流动。铝合金框架为组件提供结构支持，并有助于安装和固定。

在光伏领域中，电池技术始终是组件性能的决定性要素，不仅关乎光电转换效率，还直接决定了制造成本。当前，随着科研的不断深入，PERC 电池、TOPCon 电池、HJT 电池、BC 电池及钙钛矿电池这五大主流技术日益显现其重要性。每一种电池技术都有其鲜明的特点和潜在的市场价值。

### 1. PERC 电池

PERC 电池为常规组件，通常使用 P 型硅片作为基底材料，采用传统的铝背场技术，通过在电池背面增加钝化层来提高电池的光电转换效率，但其转换效率一般，量产效率在 23.5%，接近其 24.5% 的理论极限值。但其制作工艺相较于其他类型的电池更为简化，因此成本相对较低，技术成熟，市场占有率高。

该电池的核心技术在于钝化膜的制造，通过薄膜沉积工艺来实现，关键设备包括 PECVD 和 ALD 设备。在这一领域中，迈为股份和捷佳伟创等上市公司发挥着重要的作用。

### 2. TOPCon 电池

TOPCon 电池使用 N 型硅片作为基底材料，通过在硅片背面依次沉积超薄的氧化硅层和多晶硅薄膜，达到背面钝化的目的，从而提升电池的开路电压和整体转换效率。TOPCon 电池的量产转换效率已超越 24%，而其理论转换效率的上限高达 28.7%。

### 3. HIT 电池

HIT 电池由日本三洋公司于 1990 年率先开发。因其高效率和独特结构而受到广泛关注，不过后来因“HIT”被注册为商标，业界更多称其为 HJT 或 SHJ 电池。HJT 电池，即异质结电池，其核心在于采用非晶硅沉积技术在 N 型硅片上形成异质结钝化层，这一设计显著提升了电池的开路电压和转换效率。目前，HJT 电池的量产转换效率已达 24.5%，实验室环境中的最高转换效率更是达到 29.5%。其优点包括高开路电压、低功率衰减、低温度系数下的稳定输出功率、支持薄片化和双面发电的结构对称性，以及相对简单的工艺流程。特别值得一提的是，HJT 电池所采用的薄膜沉积工艺为其与 IBC 电池和钙钛矿电池的集成提供了巨大潜力。尽管如此，其较高的设备和材料成本以及无法通过升级现有设备来实现的技术障碍，仍是其商业化过程中面临的挑战。

### 4. BC 电池

BC 电池并非一种具体的电池产品，而是一种通用且高效的技术平台。它能与 PERC、TOPCon 和 HJT 等多种技术融合，显著提升光伏电池的总效率。例如，结合 TOPCon 技术形成 TBC 电池，或结合 HJT 技术产生 HBC 电池。目前，BC 电池的理论转换效率已达到 29.1%，显示了其在提高光伏系统性能方面的巨大潜力。

市场认为，BC 类电池在未来 5-6 年内有可能逐步取代 TOPCON 电池，成为晶硅电池领域的主导技术。尽管如此，BC 电池的设计和制造要求企业拥有极高的技术实力才能实现商业化生产。

## 5. 钙钛矿电池

钙钛矿电池是下一代光伏电池的主要发展方向。作为第三代薄膜电池的代表，它使用钙钛矿结构材料作为光吸收层，并包括单结和叠层两种主要类型。这种电池具有高能量转化效率、低成本、轻质和柔性等优点，目前钙钛矿电池还处于产业化的早期阶段。理论转换效率已达到 26%，全钙钛矿叠层电池的理论效率高达 44%。隆基绿能自主研发的晶硅-钙钛矿叠层电池效率已达到 34%，这是全球范围内此类电池的最高效率纪录。

## 二、光伏组件的发展规模和种类

根据相关数据，2023 年全球光伏组件产量约 587GW，我国组件产量达 499GW，占全球市场份额超 85%。2023 年全球光伏组件市场规模为 8400 亿元。

光伏组件主要可分为单晶硅光伏组件、多晶硅光伏组件、薄膜光伏组件和新型光伏组件。单晶硅光伏组件转换效率普遍达到 20%以上，制造成本相对较高；多晶硅光伏组件制造成本低于单晶硅，性价比较高；薄膜光伏组件具有柔性好、重量轻、可弯曲等优点；新型光伏组件具有较高的转换效率和成本降低潜力。

在全球光伏组件市场中，我国光伏行业在组件环节优势较大。晶科、隆基、天合、晶澳、阿特斯等企业长期占据出货量前五名。

## 三、光伏组件业务的 ESG 核心议题

### 1. 温室气体排放管理

光伏组件的硅料生产过程中能耗和排放最高，占比达 41%。电池片生产是光伏组件碳排放的第二大来源，生产过程中耗能非常高，需消耗 4.8 万 kWh/MW。此外，由于电池片制造需要使用一些稀有金属和材料，这些材料开采和提炼过程中排放了大量温室气体，导致碳排很高。

针对这些环节的碳排放，企业需要通过工艺改进和技术进步降低碳排放提高能源效率。如在保证多晶硅太阳能电池性能不变或者提高的前提下，硅片厚度可以减小到 200 $\mu$ m 可以减少材料和能耗消耗；通过高效的电池技术如 PERC、TOPCon 和 HJT 提高转换效率，而在相同的安装面积下产生更多的电力，减少对环境的影响。

## 2. 水资源管理

光伏组件生产特别是在电池片清洗和冷却环节中需要使用大量的纯水。因为纯水可以有效地去除硅片表面的杂质，有助于提高电池的光电转换效率。冷却和清洗后的废水中含有氢氧化钠、氨氮、异丙醇等化学物质，直接排放会造成严重的环境污染。因此，需要对这些废水进行专业的处理，以避免对环境造成二次污染。比如优化废水处理工艺。根据泰兴某光电的实践，废水处理采用了“三级混凝沉淀+水解酸化+反硝化-硝化生化池”工艺，有效处理了高浓度含氟含氮的生产废水。

## 3. 技术创新，降低原材料成本

硅片是光伏组件的关键材料，通过降低硅片厚度，可以在保证光电转换效率的基础上减少硅材料的使用。例如，传统的硅片厚度可能在 180-200 $\mu$ m 左右，一些企业通过技术改进，可以将硅片厚度降低到 150 $\mu$ m 甚至更薄。而硅材料在光伏组件成本中占比较高，硅片变薄后，硅材料成本可以降低约 10%-20%。同时，硅片变薄减少了硅料用量，同时在切割等环节也能降低一定的加工成本，包括切割材料和能源消耗等方面。

应用大尺寸组件技术，将光伏组件的尺寸增大，从常规的尺寸（如 166mm 边长硅片的组件）发展到 210mm 边长硅片的大尺寸组件。大尺寸组件可以在同样的安装面积下，增加组件的功率输出。因为在光伏系统的安装过程中，边框、支架等配套成本相对固定，通过增大组件尺寸，单位面积的安装成本可以分摊到更高的功率输出上。整体系统成本（包括组件和 BOS）可以降低约 7% - 10%，主要是由于减少了组件数量、安装时间和部分配套设备的用量等因素导致的成本下降。

## 第四节 光伏电站

光伏电站利用光伏组件中的电池片，在光照下产生直流电，经逆变器转换为交流电、升压后接入电网。光伏电站作为清洁能源，不仅能助力应对气候变化，还因太阳能资源丰富而有广阔建设空间。

### 一、光伏电站的组成和价值链

光伏电站主要由太阳能电池板、逆变器、支架、配电器、监控系统等组成。光伏电站通过太阳能电池板吸收太阳光，然后电池内部的半导体材料将吸收的光子的能量进行转换，形成电流。但太阳能电池产生的是直流电，只能用于一些直流设备，如充电电池。为了将直流电转换为交流电，以供家庭和商业用电，需要通过逆变器进行转换。逆变器将直流电转换为与电网兼容的交流电可以直接输送到电网，也可以储存于电池中进行储能或者直接供给使用。光伏电站通常配备有监控系统，可以实时监控电站的运行状态，包括发电量、环境温度、电池状态等，以确保电站的稳定运行。

光伏电站的价值链主要包括前期的项目开发、设计规划，中期的设备采购、建设安装，以及后期的运营维护。在前期阶段，需要进行项目选址、可行性研究等工作，这部分成本相对较低，但对整个项目的成功至关重要。中期的设备采购是成本的重要组成部分，包括光伏组件、逆变器、支架等，其中光伏组件成本占比较大。后期的运营维护包括设备的检修、故障排除、性能监测等，以确保电站的稳定运行和发电效率。

据统计，光伏电站建设成本中，设备采购成本约占 60%，建设安装成本约占 30%，其他成本约占 10%。运营维护成本通常占电站总收益的 10%-15%。

## 二、光伏电站的规模和种类

中国光伏累计装机规模达到 4.1 亿千瓦时，发电量达 4350 亿千瓦时，行业总产值突破 1.4 万亿元。

光伏电站主要分为集中式光伏电站和分布式光伏电站。集中式光伏电站一般规模较大，通常建在沙漠、戈壁等地区，通过高压输电线路将电力输送到电网。分布式光伏电站则主要建在建筑物屋顶、厂房等场所，规模相对较小，可实现自发自用、余电上网。此外，还有光伏储能电站，将光伏发电与储能技术相结合，提高电力系统的稳定性和可靠性。

光伏电站也可以分为离网光伏电站和并网光伏电站。离网光伏电站不与电网连接，独立供电，适用于偏远地区或应急电源。并网光伏电站与电网连接，可以将发的电卖给电网，也可以从电网取电。

在全球光伏电站市场中，中国企业占据重要地位。东方日升是光伏电站行业的龙头企业之一，截至 2023 年年底，公司电站规模超 3GW，2023 年度实现发电量超 5 亿千瓦时。公司秉持“适当持有、滚动开发”的总体思路，持续推动已有及新开发电站的多形式处置，提高电站建设资金的使用效率。此外，国家电投、协鑫能科、腾辉光伏、晶科能源等企业也是光伏电站领域的重要参与者。这些企业在电站建设、运营管理、技术创新等方面具有较强的实力和竞争力。

## 三、光伏电站的 ESG 核心议题

### 1. 生态环境的保护

光伏电站的建设和运营过程中需要减少对环境的影响，包括对生态环境在干扰。例如，选择合适的建设地点，优先利用未治理的土地，如沙化土地，首先避免与农业、工业和居住等用地竞争，其次不会对土地的原有属性产生根本性的改变，而且在光伏阵列下方的土地还可以结合防沙治沙措施，比如种植一些耐阴的沙生植物，实现光伏和治沙等生态修复的结合。在电站设计方案阶段，应从建筑方面增加对建筑

物的隔热性，如通过使用高热阻值 R 的隔热材料，如聚苯乙烯、聚氨酯泡沫和酚醛泡沫等，来提高隔热能力，避免建筑物内的电器设备温度过高，影响设备的正常运行导致能源损失；从光线方面调整电站的面向，避免风向锐利的地带和阳光照不到区域的影响，增强电站的发电效率。

## 2. 水资源利用

电站业务的核心是提供清洁能源，减少温室气体排放。这包括使用高效的光伏组件和系统，以及循环利用水资源。光伏项目大量使用水资源，比如为保障发电效率，需要对光伏组件表面污染物定期用水冲洗清理；在一些聚光光伏系统中，由于光伏电池在高倍聚光的情况下会产生大量的热，需要采用水冷系统通过水的循环将热量传递到散热器进行散热，从而维持光伏电池在合适的工作温度范围内，提高发电效率并延长使用寿命。为缓解这些用水压力，应增强对水资源的循环利用能力。例如，优化光伏组件清洗的频率，不是所有的灰尘累积都会对发电效率产生严重影响，在空气质量较好，降水较多的地区，适当减少人工清洗次数。通过设置冷却水池和循环水泵对冷却水进行过滤，除垢和冷却处理后再次循环使用。同时，可以添加水质调节剂，防止水中杂质结垢影响冷却效果。

## 第五节 储能

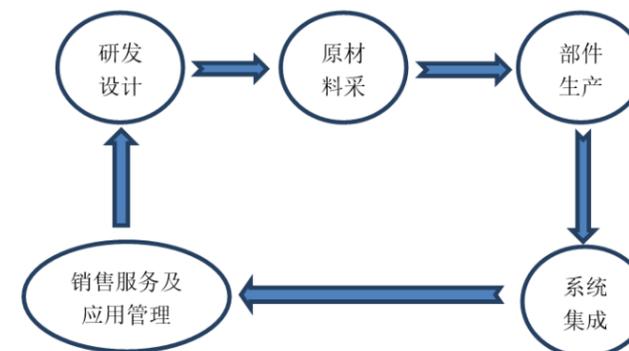
储能行业是指围绕能量的存储、管理和利用所开展的一系列商业活动和相关技术应用，主要目的是解决能量在时间、空间或功率上的不匹配问题，以提高能源的利用效率、稳定性和可靠性。

储能行业通过物理或化学方式储存和释放能量，对提高能源系统灵活性与可靠性意义重大。

### 一、储能行业的组成和价值链

储能行业的价值链涵盖研发设计、原材料采购、部件生产、系统集成、销售服务及应用管理等环节。

图 3：储能行业的价值链



工商业储能和家庭储能在不同场景下各展其能，价值链各环节相互协作，推动行业发展，创造经济与环保价值。

### 1. 研发设计环节

对于工商业储能系统而言，要依据大型光伏电站、工厂等多样化应用场景需求，打造高效、稳定、安全且高度适配的储能系统方案。通过智能的能量管理系统，依据光照强度以及电站用电负荷动态调整储能系统的充放电策略，从而有效提升能源利用效率，减少能源浪费。

例如中天科技的储能系统具备智能调节能力，能根据光照强度与电站用电负荷的变化，灵活调整充放电策略。白天阳光充沛且电站用电量处于低谷时，系统会自动提升充电功率，将过剩的光伏发电存储起来；而当用电高峰来临或光照不足时，它又能合理调配放电功率，为电网补充电能，保障电网功率输出的稳定性，有效降低功率的间歇性与波动性，进而提升整个电站的能源利用效率，实现能源的优化配置。

### 2. 原材料采购环节

无论是工商业储能还是家庭储能系统，储能电池依赖的锂、钴、镍等关键原材料，以及储能变流器中的半导体器件、电容电感等电子元件，均需从信誉良好且稳定可靠的供应商渠道获取。

企业在原材料采购过程中需建立完善的供应商管理体系。通过严格的供应商筛选、评估和监督机制，确保原材料符合高质量标准，从而保障储能产品的安全性和可靠性。

例如宁德时代，要求供应商如实提供生产全流程（涵盖原材料开采、运输以及生产加工等各个环节）的碳排放数据。针对锂矿供应商，会仔细考量其矿山开采作业中的能源损耗状况以及温室气体排放量。

宁德时代重视供应商劳动权益保障方面的情况，会对供应商的劳动用工政策进行严格审查，审核内容包括供应商是否严格遵循当地的法律法规，如工时制度是否合规、是否执行了最低工资标准、是否坚决禁止使用童工等关键方面。为了深入核实这些情况，宁德时代会要求供应商提交员工劳动合同样本以及工资发放记录等文件资料，以便进行细致的审核工作。

### 3. 部件生产环节

储能电池的生产工艺控制水平，直接关系到对环境的影响程度。其中，电极制备环节的涂覆与干燥工艺是关键所在。

在电极涂覆过程中，为了保证电池性能并减少材料浪费，企业运用高精度设备来精确控制正、负极浆料的涂覆厚度和宽度。例如，正极浆料的涂覆厚度通常维持在 80-120 $\mu\text{m}$  之间，负极浆料则控制在 70-100 $\mu\text{m}$  范围内。这种精准操作能够有效避免浆料的过度使用，从而降低原材料的消耗。而在干燥阶段，将涂覆后的电极放置在特定温度区间（80-120 $^{\circ}\text{C}$ ）的烘箱中进行烘干处理。这一过程不仅能使活性物质牢固地附着于金属箔上，还能有效去除有机溶剂。通过对回收系统进行优化，能够实现有机溶剂的高效回收利用，从而削减挥发性有机化合物（VOCs）的排放，减轻对大气环境的污染。

与此同时，在储能变流器的制造环节，选用具有高玻璃化转变温度值的 FR-4 基板材料，高温环境下的稳定性高，能够减少因材料性能波动而引发的设备故障，降低设备更换频率。

### 4. 系统集成环节

系统集成环节，完备且精细的管理流程以及严格的质量控制体系。

以阳光电源为例，在系统集成工作中，编制了操作流程手册。在项目起始阶段，针对物料清单展开细致核对，这一环节为后续工作奠定了坚实的基础，确保所需物料准确无误。随着项目推进至部件组装阶段，明确规定了每个部件组装的先后次序以及相应的工艺规范，每一个步骤都清晰地界定了操作方法与要求，并且将责任精确落实到具体个人。例如在电池组组装流程中，对于电池模块的摆放朝向、连接螺栓所需达到的紧固扭矩等具体参数均做出了严格规定，依据这些要求形成了标准化作业指导书（SOP）。以此确保了不同项目团队在执行电池组组装任务时，能够遵循统一标准，避免因人为操作差异而可能引发的质量问题。

### 5. 销售与运用管理

储能广泛应用于发电侧（辅助新能源发电、减少弃风弃光）、电网侧（参与电力辅助服务、提升电网稳定性）、用户侧（工商业峰谷电价套利、居民应急供电）。

工商业储能系统结合了储能电池、PCS（储能变流器）、冷却系统、消防系统等子部件。适用于大型光伏电站及风电场、工厂、工业园区、商场、学校、医院、数据中心、基站、港口等多种光伏配套及非光伏配套应用场景。

家庭储能系统旨在为家庭提供清洁廉价的能源，白天充电晚上放电，为家庭提供 24 小时无忧用电服务。适用于独立别墅，家中可以安装太阳能光伏板，日常用电量较大且峰谷电价差较为明显。为了提高能源自给率，降低用电成本，并在电网停电时保障基本生活用电。

## 二、储能行业的规模和种类

近年来，全球储能市场呈现快速增长态势。美国、中国、欧洲等地区是全球储能市场的主要增长区域。根据中关村储能产业技术联盟（CNESA）全球储能数据库的不完全统计，截至 2023 年底，全球已投运电力储能项目累计装机规模 289GW，新型储能（抽水储能以外的储能方式）累计装机规模达 91GW。

2023 年，全球储能市场继续高速发展，新增储能项目装机规模达到 52GW，其中新型储能新增投运规模达到 46GW，锂离子电池储能占据了新型储能新增量的 90%以上。中国、欧洲和美国继续引领全球储能市场发展，三者新增装机规模合计占全球市场的 88%，中国占比接近 50%。

储能种类丰富多样，主要包括机械储能、化学储能、电化学储能和电磁储能等。

— 机械储能方式下，抽水蓄能是利用上下水库的水位差，在电力低谷时将水从下水库抽到上水库，把电能转化为水的势能存储起来；到用电高峰时，再将上水库的水放至下水库，驱动水轮机发电，将势能转化回电能，因其技术成熟、容量大，是目前大规模储能的主要方式。

压缩空气储能则是在电力过剩阶段，把空气压缩后存储于特定空间，当需要用电时，释放高压空气推动发电机运转，实现电能输出，这种方式适合大规模储能场景，但对存储空间有一定要求。

飞轮储能依靠电动机带动飞轮高速旋转，将电能转化为动能储存，在用电需求时，飞轮的动能又转化为电能，其功率密度高、响应速度快，常用于短时间高功率需求场景。

— 化学储能方式下，锂离子电池储能通过锂离子在正负极间的嵌入与脱嵌实现能量存储与释放，能量密度高、循环寿命长，在分布式发电、电动汽车等领域发挥重要作用。

铅酸电池储能技术成熟且成本低，不过能量密度和循环寿命欠佳，常作为备用电源或用于低速电动车。

钠硫电池以钠和硫为电极，工作温度较高，具备高能量密度和长循环寿命优势，适用于大规模储能，只是对使用环境和安全管控要求较为严格。

液流电池，像全钒液流电池，通过电解液中离子的氧化还原反应存储与释放能量，容量大、寿命长、安全性高，可深度放电，在大规模储能项目中备受青睐。

— 氢储能是电化学储能的主要方式。通过电解水制取氢气存储，再借助燃料电池等技术将氢气转化为电能，是清洁高效的大规模储能手段，还能实现长距离传输，只是当前成本较高，技术有待进一步突破。

— 电磁储能方式下，超级电容器利用电极和电解质间的界面双电层或电极材料的快速可逆化学反应来存储能量，功率密度高、充放电迅速、循环寿命长，常用于对快速充放电有需求的场景。

超导磁储能是将电磁能直接存储在超导线圈中，几乎无损耗，具备功率大、转换效率高、响应速度快的特性，只是超导材料成本高昂，且需维持极低温环境，限制了其大规模推广。

## 三、储能行业的行业龙头

随着光伏、风电等新能源的快速发展，对储能的需求不断增加。同时，工商业用户对峰谷套利、需量管理等需求，以及家庭用户对清洁廉价能源的需求，都将推动储能行业的发展。

在储能领域，很多企业在研发中前进，不断突破自我，扩大业务范围，在该领域中已处于领先地位。

- 宁德时代**：全球领先的动力电池系统和储能系统供应商，在储能领域拥有核心技术优势，包括电池材料、电池系统和电池回收等，业务范围覆盖全球。
- 阳光电源**：主要从事新能源电源变换设备和系统解决方案的研发、生产和销售，在储能领域专注于锂电池储能系统，提供储能变流器、锂电池和能量管理系统，是国内较早进入储能领域的企业之一。
- 派能科技**：专注于磷酸铁锂电芯、模组和储能电池系统的研发、生产和销售，产品广泛应用于家庭、工商业、电网、通信基站和数据中心等领域，是全球户用储能龙头企业。
- 晶科储能**：基于在光伏领域长期积累，拓展业务版图，致力于光储一体化解决方案。晶科储能的产品线涵盖户储、工商业储能以及源网侧储能等多个领域。独特之处在于能够根据客户的个性化需求，提供高度灵活的模块化定制服务。以大型储能领域为例，公司研发的 gse3450d - mv 产品在国内多个大规模储能电站项目中成功应用。该产品不仅有效解决了当地生产生活的用电难题，实现了新能源在当地的高效消纳，缓解了地区用电紧张的局面，还在推动战略性新兴产业蓬勃发展、优化能源结构、改善当地居民生活环境等方面发挥了不可替代的关键作用。

## 四、储能行业的 ESG 核心议题

### 1. 资源利用效率

储能系统的生产过程涉及多种原材料，如电池生产需要锂、钴等金属。提高这些原材料的利用效率，减少浪费，对于资源的可持续利用至关重要。例如，在电池回收环节，有效的回收技术可以提取有价值的金属，重新用于电池制造，降低对原生矿产资源的依赖。

同时，储能系统的运行过程也需要关注能源利用效率。高效的储能系统能够减少能量在转换和存储过程中的损耗，这不仅可以降低运营成本，还可以减少因能源浪费产生的碳排放。

例如宁德时代在电池生产领域积极探索创新路径。生产过程中，持续对能源管理体系进行深度优化，通过一系列精细化管理措施与技术改进手段，成功实现单位产品能耗的显著降低，在节能减排方面迈出坚实步伐。

同时，宁德时代重视电池回收利用技术的研发及应用推广工作。其自主研发的高效回收技术展现出强大的资源回收能力，能够精准地从废旧电池中提取锂、镍、钴等极具价值的金属材料。这些回收而来的金属材料经过严格处理与加工后，得以重新投入电池制造环节，实现了资源的循环利用。如此一来，既大幅减少了对原生矿产资源的过度依赖，有效缓解资源开采压力，又在电池生产全生命周期内降低了碳排放，为应对全球气候变化贡献积极力量，彰显了宁德时代在电池产业可持续发展进程中的引领担当。

### 2. 负责任供应链

储能行业的供应链涉及众多环节，包括原材料供应商、零部件制造商、系统集成商、安装和运维服务提供商等。确保供应链上各个环节的企业遵守劳动法规、保障员工权益是重要的社会责任。

例如阳光能源从三方面优化供应链管理。

- 创新驱动协同发展方面，以创新为核心，在供应链推行联合开发，与供应商就新材料、工艺、器件等开展合作，发挥各方优势，提升供应链创新与竞争力，推动产业协同。
- 数字化管理变革方面，全面采用数字化手段，实现研发、制造、售后及供应链全流程数字化转型。借助统一系统，上下游信息实时共享，提升透明度与协同效率，精准预测市场，优化生产计划与库存，保障产品质量。

- 可持续管理方面，重视可持续供应链建设，把供应商合规、质量体系及社会责任纳入考量，围绕 ESG 建立绩效评估体系，定期评估监督，助力供应商提升可持续发展能力，构建稳定可靠的供应链生态，树立行业标杆。

### 3. 风险管理与合规性

储能行业面临多种风险，如技术风险（电池技术的快速更新换代可能导致现有技术的资产减值）、市场风险（储能产品价格波动、市场需求变化）、政策风险（政府对储能行业的补贴政策调整、行业标准的变化）等。

企业需要建立完善的风险管理体系，对各类风险进行识别、评估和应对。同时，必须确保企业的经营符合法律法规要求，包括环境法规、劳动法规、产品质量标准等。例如，在电池产品的质量管控方面，要严格遵守相关的国家标准和国际标准，确保产品的安全性和可靠性。

## 第六节 充电

随着全球对环境保护的日益重视以及新能源汽车产业的蓬勃发展，充电业务作为新能源汽车产业链中的关键环节，正发挥着越来越重要的作用。充电业务不仅为新能源汽车提供能源补给，更是推动可持续交通发展的重要支撑。

### 一、充电行业的组成和价值链

充电业务价值链的**上游环节包括设备制造和电力供应。**

- 设备制造商负责生产充电桩、充电枪、电缆等硬件设备。充电桩的核心部件包括充电模块、控制系统、计费系统等。充电模块是充电桩的关键部件，其性能直接影响充电效率和安全性。目前，国内充电模块制造商主要有特锐德、许继电气、国电南瑞等。
- 电力供应是充电业务的基础。充电业务需要稳定、可靠的电力来源。电力供应商包括国家电网、南方电网等大型电力企业，以及一些分布式能源供应商。电力供应商通过建设和运营电网，为充电桩提供电力。同时，电力供应商也在积极探索与充电业务运营商的合作模式，以提高电力利用效率和降低成本。

### 中游环节包括充电设施的运营和充电平台的提供。

- 充电设施运营商负责充电桩的建设、运营和维护。充电设施运营商需要投入大量资金建设充电桩网络，并与电力供应商合作，确保电力供应的稳定和可靠。同时，他们还需要开发和运营充电管理平台，为用户提供便捷的充电服务。目前，国内主要的充电设施运营商有特来电、星星充电、国家电网等。
- 充电平台提供商为充电设施运营商和用户 提供充电服务平台。这些平台包括充电设施定位、预约充电、在线支付、充电状态监控等功能。平台提供商通过整合充电设施资源，为用户提供一站式的充电服务。同时，他们也为充电设施运营商提供数据分析和运营管理工具，帮助运营商提高运营效率和服务质量。

### 下游环节面对新能源汽车制造商和新能源汽车用户。

- 新能源汽车制造商要为新能源汽车配备充电接口，并与充电设施运营商合作，确保新能源汽车能够与充电桩兼容。同时，新能源汽车制造商也在积极推广新能源汽车的使用，提高用户对充电业务的需求。
- 新能源汽车用户是充电业务的最终消费者。他们通过充电设施运营商的充电服务平台，查找附近的充电桩，进行充电预约和支付。用户对充电服务的需求主要包括充电速度快、充电价格合理、充电设施方便易用等。

## 二、充电行业的规模和种类

随着全球新能源汽车销量的快速增长，全球充电业务的市场规模也在不断扩大。根据市场研究机构的数据，预计到 2025 年，全球电动汽车充电基础设施市场规模将达到 600 亿美元以上。其中，亚太地区将成为全球最大的电动汽车充电基础设施市场，占全球市场份额的 40%以上。

中国是全球最大的新能源汽车市场，也是充电业务发展最快的国家之一。根据中国电动汽车充电基础设施促进联盟的数据，截至 2023 年底，中国累计建成充电桩超过 500 万个。预计到 2025 年，中国充电桩保有量将超过 1000 万个，市场规模将超过 500 亿元。

就充电业务产品的主要分类而言：

### 1. 按充电方式分类

- 交流充电桩，也称为慢充桩，输出功率一般为 7kW 以下。交流充电桩采用交流充电方式，通过车载充电机为新能源汽车电池充电。交流充电桩安装成本低，适用于家庭、单位等场所的充电需求。
- 直流充电桩，也称为快充桩，输出功率一般在 30kW 以上。直流充电桩采用直流充电方式，直接为新能源汽车电池充电。直流充电桩充电速度快，适用于公共场所、高速公路等场所的快速充电需求。

### 2. 按安装方式分类

- 落地式充电桩，安装在地面上，一般用于室外场所。落地式充电桩安装方便、占地面积大。
- 壁挂式充电桩，安装在墙上，一般用于室内场所。壁挂式充电桩安装美观、占地面积小。

### 3. 按使用场景分类

- 公共充电桩，主要安装在公共场所，如停车场、商场、酒店、高速公路服务区等。公共充电桩为新能源汽车用户提供公共充电服务，是充电业务的重要组成部分。
- 专用充电桩，主要安装在特定场所，如公交站场、出租车停车场、物流园区等。专用充电桩为特定用户提供专用充电服务，具有充电效率高、管理方便等特点。
- 私人充电桩，主要安装在个人住宅或单位内部，为个人或单位内部的新能源汽车提供充电服务。私人充电桩具有使用方便、成本低等特点。

## 三、充电业务的行业龙头

1. **特来电：**青岛特锐德电气股份有限公司旗下的新能源汽车充电品牌。特来电成立于 2014 年，是中国领先的充电设施运营商之一。特来电拥有自主研发的充电技术和充电管理平台，为用户提供便捷、高效的充电服务。截至 2023 年底，特来电在全国范围内累计建成充电桩超过 30 万个，市场份额位居行业前列。

**2. 星星充电：**江苏万帮数字能源股份有限公司旗下的新能源汽车充电品牌。星星充电成立于 2014 年，是中国领先的民营充电设施运营商之一。星星充电拥有自主研发的充电设备和充电管理平台，为用户提供智能、便捷的充电服务。截至 2023 年底，星星充电在全国范围内累计建成充电桩超过 20 万个，市场份额位居行业前列。

**3. 国家电网：**中国最大的电力企业之一，也是中国最早进入充电业务领域的企业之一。国家电网拥有强大的电力资源和技术实力，为充电业务的发展提供了坚实的基础。国家电网通过建设和运营充电桩网络，为新能源汽车用户提供充电服务。截至 2023 年底，国家电网在全国范围内累计建成充电桩超过 10 万个，市场份额位居行业前列。

#### 四、ESG 核心议题

##### 1. 能源效率

充电设施的能源转换效率是关键。高效的充电设备能减少充电过程中的能源损耗，例如采用先进的功率转换模块，使电网输入的电能更多地转化为电池可接收的有效电能，而不是以热量等形式浪费。例如，一些新型的直流快充桩的电能转换效率可以达到 95% 以上，这意味着相比传统效率 85% 的充电桩，能够在相同的输入电量下为电动汽车充入更多的电量。

智能充电技术也是提高能源效率的重要手段。通过智能电网集成，充电设施可以根据电网的负载情况和电价波动，合理安排充电时间。比如在夜间电网负载较低、电价便宜时进行充电，同时避免在电网高峰时段集中充电，减轻电网压力，提高整体能源利用效率。

##### 2. 可再生能源整合

充电设施与可再生能源（太阳能、风能等）相结合。例如，在充电站安装太阳能光伏板，将太阳能转化为电能直接用于充电，或者将多余的电能存储起来供后续使用。这种方式可以减少对传统化石能源发电的依赖，降低碳排放。

开发双向充电技术，使电动汽车的电池不仅可以充电，还可以在需要时将存储的电能反馈回电网。当可再生能源发电过剩时，电动汽车可以作为储能设备吸收多余的电能；而在电网需求高峰或可再生能源发电不足时，车辆可以将存储的电能回馈，起到稳定电网和促进可再生能源消纳的作用。

##### 3. 电池生命周期管理

对于充电行业而言，需要关注电池回收和再利用。在电池报废后，应建立完善的回收体系，确保电池中的有害物质（如重金属）得到安全处理，同时回收有价值的材料（如锂、钴等）进行再利用。这不仅可以减少环境污染，还能降低电池生产成本。

电池健康管理也是重要的一环。通过合理的充电策略，如控制充电电流、电压和温度，延长电池的使用寿命，减少因电池过早失效而产生的资源浪费和环境影响。

##### 4. 充电基础设施的普及性

确保充电设施在地理分布上的合理性。在城市中，需要考虑在居民区、商业区、公共交通枢纽等不同区域合理布局充电桩，特别是老旧小区的充电桩安装。同时，高速公路等交通干道沿线也需要建设足够的充电站，以满足电动汽车长途出行的需求。例如，一些国家正在推行高速公路每隔一定距离（如 50 - 100 公里）建设一座充电站的计划。

充电设施还需要考虑不同用户群体的需求。包括为残障人士提供方便的无障碍充电设施，如设置合适的高度、通道宽度等；以及针对物流车辆、出租车等运营车辆，提供快速、高效的充电服务，以保障其正常运营。

##### 5. 用户安全与数据隐私

充电设施的安全至关重要。这包括电气安全，如防止漏电、短路等故障导致的人身伤害和设备损坏；以及消防安全，要确保充电过程中电池热失控等情况能够得到及时、有效的处理。例如，充电桩需要具备完善的接地保护和过流保护装置。

用户数据隐私保护也是不可忽视的问题。在充电过程中，会涉及用户的个人信息（如身份信息、支付信息）以及车辆的运行数据（如电池状态、充电历史）。充电运营商需要采取严格的数据安全措施，如加密存储、访问控制等，防止用户数据泄露。

##### 6. 供应链管理

确保充电设备供应链的透明度和可持续性。这包括对供应商的环境和社会标准审核，要求供应商遵守相关的法律法规，如在原材料采购过程中不涉及非法采矿等破坏环境和社会公平的行为。例如协鑫集团在充电设备制造的上游环节，如多晶硅制备过程中，对供应商的环境标准审核严格。它采用硅烷流化床法

制备颗粒硅，在原材料采购时，会确保硅原料供应商的生产过程符合环保要求，避免高污染的原材料。对于能源消耗大的供应商环节，协鑫会要求其采用清洁能源或降低能源消耗的技术，以确保整个供应链的环境友好性。

推动供应链的本地化可以减少运输过程中的碳排放，同时也有利于促进当地经济发展。例如，优先采购本地生产的充电设备零部件，降低物流成本和环境影响。

## 第七节 智算中心

智算中心（Intelligent Computing Center）指的是集成了高性能计算、大数据分析、人工智能、云计算等技术的数据中心。智算中心的核心在于提供智能化的计算服务，以支持复杂的数据处理和分析任务，从而帮助企业 and 研究机构做出更精准的决策。

2023 年，中国智算服务市场展现出强劲的发展态势，市场规模达 114 亿元，智能算力规模约为 70EFLOPS，约占算力总规模的 60%。预计 2026 年，中国智能算力规模将达到 1271EFLOPS，2030 年将跃升至 2886EFLOPS。

**对于光储充行业而言，智算中心是打造“电+储+算”一体化绿色能源生态系统的重要组成部分。**在数据分析与决策支持、能源管理、技术创新方面起到了重要作用。

### 一、智算中心的组成

**算力**是智算核心能力，通常由大量的高性能计算芯片，如 GPU、FPGA 等组成的计算集群来提供强大的计算能力，以满足人工智能模型训练和推理对计算资源的巨大需求。例如，一个大规模的智算中心可能拥有数千甚至上万块 GPU，能够提供每秒数亿亿次的浮点运算能力。

**数据**是人工智能的基础，智算中心需要具备海量、多源、异构的数据存储和管理能力，包括结构化数据、半结构化数据和非结构化数据等。同时，还需要有高效的数据预处理和标注工具，以提高数据质量，为人工智能模型的训练提供优质的数据支持。

先进的人工智能**算法**是智算中心发挥作用的关键，涵盖了机器学习、深度学习、强化学习等多个领域的算法模型。智算中心不仅要提供常见的算法框架和工具，如 TensorFlow、PyTorch 等，还要支持研究人员和开发者进行算法的创新和优化，推动人工智能技术的不断发展。

高速、稳定的**网络**是确保智算中心各个组成部分之间高效协同工作的重要保障。智算中心内部需要有高

速的网络互联，以实现计算节点、存储节点和数据中心之间的快速数据传输；同时，还需要与外部网络有良好的连接，以使用户能够方便地访问和使用智算中心的资源。

### 二、智算中心的主要功能

智算中心在智慧城市、智能制造、生物医药、智慧物流、普惠金融等行业的应用不断拓展，提供了丰富的解决方案和商用案例。智算中心通过与高校、科研院所、各行业优势企业的合作，提供创新孵化服务、技术转移服务，培育数据处理、数据分析、运营服务等领域的企业，这种合作模式推动了人工智能产业的集聚发展。

- **模型训练**：为人工智能研究人员和开发者提供强大的计算资源，支持他们进行大规模、复杂的人工智能模型训练，如深度学习中的神经网络模型、自然语言处理中的语言模型等。通过在智算中心上进行模型训练，可以大大缩短训练时间，提高模型的准确性和性能。
- **推理服务**：经过训练的人工智能模型需要进行推理应用，以实现各种智能化的功能，如图像识别、语音识别、文本生成等。智算中心可以为这些推理应用提供高效的计算支持，确保模型能够快速、准确地响应用户的请求，满足实际业务中的实时性要求。
- **数据处理与分析**：能够对海量的数据进行高效的处理和分析，挖掘数据中隐藏的价值和规律，如在能源领域，能优化能源使用，提高能效；在金融领域，智算中心可以通过对大量的交易数据、客户数据进行分析，为风险评估、投资决策等提供有力支持。
- **算法研究与创新**：为人工智能算法的研究和创新提供平台和资源，促进学术界和产业界在人工智能领域的合作与交流。研究人员可以在智算中心上尝试新的算法思路、优化现有算法，推动人工智能技术的不断突破和创新，为解决各种复杂的人工智能问题提供更有力的解决方案。

### 三、智算中心的应用场景

智算中心可以为**智慧城市**的建设提供强大的技术支持，实现城市交通、安防、环保、能源等各个领域的智能化管理和决策。例如，通过对交通流量数据的实时分析和预测，实现智能交通调度，缓解城市拥堵；利用视频监控数据进行智能安防，提高城市的安全性。

在**医疗健康**领域，智算中心可以辅助医生进行疾病诊断、药物研发、医疗影像分析等工作，提高医疗诊断的准确性和效率。例如，通过对大量的医疗影像数据进行训练和分析，人工智能模型可以帮助医生更准确地发现病变部位，为疾病的早期诊断和治疗提供重要依据。

在**金融科技**领域，智算中心可以为金融机构提供风险评估、投资决策、客户服务等方面的智能化支持，提升金融服务的质量和效率。例如，利用大数据和人工智能技术对客户的信用数据、交易数据进行分析，建立更加准确的风险评估模型，为金融机构的信贷决策提供科学依据。

在**智能制造**领域，智算中心可以实现生产过程的智能化监控、质量检测、故障预测等功能，提高生产效率和产品质量。例如，通过对生产设备的运行数据进行实时监测和分析，预测设备故障，提前进行维护保养，减少设备停机时间，降低生产成本。

#### 四、智算中心的政策支持

算力作为数字经济时代的关键生产力，对于推动科技创新、产业升级和经济增长具有重要作用。从2021年起，中国政府已经开始了一系列的部署和政策支持，以加强国家智能算力网络的建设和发展。

表 1: 智算中心的相关支持政策

时间	发布机构	政策	具体内容
2021年5月	国务院	全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案	明确国家算力枢纽建设方案，加快建设全国一体化算力枢纽体系，提出布局全国算力网络国家枢纽节点，启动实施“东数西算”工程，构建国家算力网络体系，推动数据中心合理布局，供给平衡，绿色集约及互联互通。
2021年8月	工信部	新型数据中心发展三年行动计划(2021-2023年)	需求牵引，深化协同。坚持市场需求导向，建用并举。推动新型数据中心与网络协同建设，推进新型数据中心集群与边缘数据中心协同联动。促进算力资源协同利用，加强国际国内数据中心协同发展。
2022年1月	国务院知识产权局	知识产权公共服务“十四五”规划	加强国家知识产权大数据中心建设。依托全国一体化大数据中心体系，建设国家知识产权大数据中心，强化算力统筹和智能调度。
2022年1月	国务院	“十四五”数字经济发展规划	推进云网协同和算网融合发展。加快构建算力、算法、数据、应用资源协同的全国一体化大数据中心体系。
2022年8月	科技部、财政部	企业技术创新能力提升行动方案(2022-2023年)	推动国家超算中心、智能计算中心等面向企业提供低成本算力服务。
2022年8月	科技部等六部门	关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见	鼓励算力平台、共性技术平台、行业训练数据集、仿真训练平台等人工智能基础设施资源开放共享，为人工智能企业开展场景创新提供算力、算法资源。鼓励地方通过共享开放、服务购买、创新券等方式，降低人工智能企业基础设施使用成本，提升人工智能场景创新的算力支撑。
2023年2月	十三届全国人大常委会第三十七次会议	关于数字经济发展情况的报告	应统筹通信和算力基础设施建设，适度超前部署5G基站，推进“东数西算”工程。加快建设空天地海一体化网络。
2023年10月	工业和信息化部等6部门	《算力基础设施高质量发展行动计划》	推动鼓励龙头企业以绿色化、智能化、定制化等方式高标准建设数据中心，充分利用现有能源资源优势，结合自身应用需求，提供“能源流、业务流、数据流”一体化算力。

#### 五、智算中心的产业链

图 4: 智算中心游产业链



来源：前瞻产业研究院

智算中心产业链上游包括土建基础设施和 IT 基础架构。

其中，土建基础设施包括土建及施工承包、制冷系统、供配电系统、电信运营等。

- **土建及施工承包**：这是智算中心建设的基础环节。包括建筑的设计、施工建设等，需要考虑智算中心的规模、布局以及特殊的功能需求，比如机房的承重、空间规划等，以确保建筑结构能满足大量服务器等设备的安置和稳定运行。
- **制冷系统**：由于智算中心的服务器等设备在运行过程中会产生大量热量，高效的制冷系统至关重要。制冷系统需要精确控制温度和湿度，保障设备在适宜的环境中运行，避免因过热导致设备性能下降、寿命缩短甚至故障，常用的有风冷、水冷等多种制冷方式。
- **供配电系统**：要为智算中心持续稳定地提供电力供应。它需要具备高可靠性和冗余设计，包括市电接入、不间断电源（UPS）、配电柜等部分，以应对可能出现的电力波动、停电等情况，保障设备不间断运行。

- 电信运营：涉及到网络通信方面的基础设施建设和运营，包括光纤铺设、网络接入点设置等，保障智算中心与外部网络的高速、稳定连接，为数据的传输和交互提供良好的通信环境。

IT 基础架构包括 AI 服务器、网络设备、存储设备、数据中心管理系统。

- AI 服务器：作为智算中心的核心计算设备，AI 服务器具有强大的计算能力，专门针对人工智能算法进行优化。它们配备了高性能的处理器、大容量内存和高速存储，能够快速处理海量的数据和复杂的计算任务，如深度学习模型的训练和推理。
- 网络设备：包括交换机、路由器等，用于构建智算中心内部的网络架构和连接外部网络。高速、低延迟的网络设备是保证数据在服务器之间以及与外部系统之间快速、准确传输的关键，对于分布式计算和大规模数据处理意义重大。
- 存储设备：用于存储大量的数据，包括原始数据、中间结果和模型参数等。从高速的固态硬盘（SSD）到大容量的机械硬盘（HDD），根据数据的访问频率和存储需求合理配置，满足智算中心对数据存储和读取的高要求。
- 数据中心管理系统：负责对整个智算中心的设备、资源和运行状态进行统一管理和监控。可以实时监测服务器的性能、温度、功耗，网络的带宽使用情况，存储的容量等信息，及时发现并处理故障，优化资源分配，提高智算中心的运行效率。

**中游包括智算服务、IDC 服务和云服务。**

- 智算服务：是直接围绕智能计算提供的专业服务，包括为企业和研究机构提供定制化的计算资源分配、算法优化咨询等。例如，根据用户的人工智能应用场景，如语音识别或图像分析，为其调配合适的计算资源和优化算法，帮助用户更高效地完成模型训练和部署。
- IDC 服务（互联网数据中心服务）：主要为用户提供服务器托管、租用等服务。在智算中心场景下，IDC 服务可以让用户无需自行建设和维护数据中心，直接使用智算中心的设施，降低运营成本，同时享受专业的数据中心管理和安全保障。
- 云服务：通过云计算技术，为用户提供灵活的计算资源、存储资源和软件服务。在智算领域，云服务可以实现计算资源的弹性扩展，用户可以根据自己的业务需求，随时增加或减少计算能力和存储容量，大大提高了资源利用效率。

**下游主要为互联网、金融、电信、交通等行业的人工智能应用需求**，带动自动驾驶、机器人、元宇宙、智慧医疗、文娱创作、智慧科研等相关产业的发展。

- 互联网行业：在搜索算法优化中，利用智算中心强大的算力进行大规模数据挖掘和分析，提高搜索结果精准度。在内容推荐系统中，通过智能算法对用户行为数据进行分析，为用户精准推荐新闻、视频等内容，提升用户体验。
- 金融行业：用于风险评估和预测，通过对大量金融市场数据的分析，建立复杂的风险预测模型，提高金融机构对市场风险、信用风险等的预警能力。同时在金融诈骗检测方面，利用智能算法识别异常交易模式，保障金融交易安全。
- 电信行业：在网络优化中，通过对网络流量数据的智能分析，调整网络资源分配，提高网络质量。在客户服务方面，利用智能语音识别和自然语言处理技术，实现智能客服，提高客户服务效率。
- 交通行业：在自动驾驶领域，智算中心为车辆的环境感知、路径规划等算法提供强大的计算支持，实现车辆的自动驾驶功能。在智能交通管理中，通过对交通流量数据的分析，优化信号灯设置、道路规划等，缓解交通拥堵。

从智算中心产业链参与者来看，代表性企业主要分布在产业链上游和中游。

### 1. 产业链上游参与企业

制冷设备供应商：有英维克、高澜股份、申菱环境等。这些企业为智算中心提供重要的制冷设备，确保智算中心的设备在适宜的温度环境下运行，因为智算中心的服务器等设备运行时会产生大量热量，优质的制冷设备对于保障设备性能和寿命至关重要。

电信运营商：主要是中国电信、中国联通和中国移动。它们负责网络通信基础设施的建设与运营，包括铺设光纤、设置网络接入点等，保障智算中心与外界网络的高速、稳定连接，为数据的传输和交互创造良好条件。

网络设备供应商：包括中兴通讯、共进股份、新华三、紫光集团、锐捷股份、剑桥科技等。这些企业所生产的交换机、路由器等网络设备，是构建智算中心内部网络架构和连接外部网络的关键，能够保证数据在服务器之间以及与外部系统之间快速、准确地传输，对于分布式计算和大规模数据处理意义非凡。

数据中心管理系统相关企业：包括中际旭创、新易盛、天孚通信、华为海思、光迅科技、海信宽带等。它们所提供的数据中心管理系统能够对整个智算中心的设备、资源和运行状态进行统一管理和监控，可实时监测服务器的性能、温度、功耗，网络的带宽使用情况，存储的容量等信息，以便及时发现并处理故障，优化资源分配，提高智算中心的运行效率。

## 2. 产业链中游参与企业

智算中心的参与者主要是智算服务供应商、IDC 服务供应商和云服务供应商，其中包括协鑫、阿里云、腾讯云、百度云、华为、商汤、浪潮、曙光、光环新网、科华数据和奥飞数据等。这些企业为用户提供了多样化的服务，智算服务供应商可根据用户的人工智能应用场景为其调配计算资源和优化算法；IDC 服务供应商为用户提供服务器托管、租用等服务，让用户无需自行建设和维护数据中心就能享受专业的数据中心管理和安全保障；云服务供应商则通过云计算技术为用户提供灵活的计算资源、存储资源和软件服务，实现计算资源的弹性扩展，提高资源利用效率。

## 六、智算中心的 ESG 核心议题

### 1. 绿色低碳发展

智算中心的电力消耗非常巨大。例如，训练一个像 GPT-4 这样的大型语言模型，可能需要耗费数百万千瓦时的电力。到 2030 年，中国智算中心的年用电量可能达到 1.3 万亿度，占全社会用电量的 5%-10%。

智算中心的电力消耗主要包括计算、存储、网络设备以及冷却系统的电力需求。其中，计算部分的电力消耗占比最高，例如在英伟达 DGX H100 计算集群中，计算部分的电力消耗占比达到 90%。冷却系统是智算中心电力消耗的重要组成部分，约占整体能耗的 43%。为了提高能效，智算中心正在采用更先进的冷却技术，如液冷技术，以降低冷却能耗。

为了减少电力消耗和碳排放，智算中心正在采用绿色低碳技术和多种优化策略，绿色低碳技术，如液冷、高压离心式变频水冷、封闭冷通道等先进制冷技术，这些技术可以显著降低机房散热能耗，节约空调电费超过 50%。优化策略，包括使用更高效的硬件、智能温控系统，以及在应用层优化算法，提升芯片互通能力，提升大模型训练效率。

## 2. 数据安全

智算中心通常用于训练和部署人工智能模型，这些模型需要大量数据来学习模式和做出预测。同时，智算中心通过分析大量数据来支持决策制定，帮助企业 and 组织做出更明智的业务决策，因此，如何确保数据安全是重要的社会议题。

智算中心确保数据安全至关重要，许多国家和地区都有严格的数据保护法规，如欧盟的通用数据保护条例（GDPR）等，智算中心必须遵守这些法规，否则可能面临高额罚款和法律诉讼。数据泄露或安全事件会严重损害智算中心的信誉和品牌价值，影响客户信任和业务发展。

### 智算中心的未来发展趋势

**智能化管理**是智算中心未来发展的关键趋势之一。随着人工智能技术的不断进步，智算中心的管理将变得更加智能化、自动化。

- 智算中心将采用自动化工具进行**自动化运维**管理，实现故障预测、自动扩缩容、智能调度等，提高运营效率和可靠性。
- 利用机器学习算法对智算中心的资源使用情况进行**智能分析和优化**，实现资源的最优分配和使用。
- 智能化管理还包括**安全防护**，通过实时监控和智能分析，及时发现和响应安全威胁。
- 智能化管理系统将对智算中心的**能耗**进行实时**监控和优化**，实现绿色节能的目标。

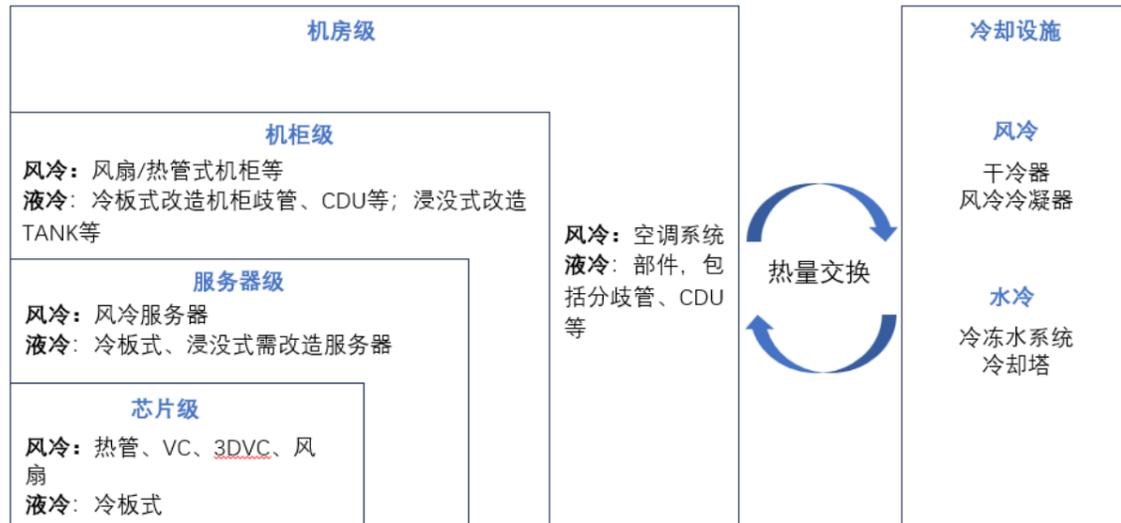
**绿色计算**是智算中心可持续发展的必由之路，它要求智算中心在建设和运营过程中注重能效和环保。通过液冷技术、海水冷却、蒸发冷却及热能回收技术等手段，来减少智算中心的整体能耗，提升能源利用率。特别是液冷技术，作为智算中心散热领域的一项革命性进展，通过液体循环有效移除服务器产生的热量，实现了高效且节能环保的冷却效果。

### 液冷技术

智算中心当下的散热技术主要有风冷、液冷这两种类型。风冷技术下，热管与均温板（VC）的散热能力偏低。液冷技术有着更高的散热效率，其分为冷板式和浸没式两类。冷板式液冷属于间接冷却，初始投资处于中等水平，技术方面相对成熟；浸没式液冷是直接冷却方式，制冷效率相当高，只是前期投入较多。协鑫智算中心运用了液冷技术（包含冷板式液冷和浸没式液冷）来提升数据中心的

冷却效率和能源利用效率。液冷技术可在大幅度提升散热效率的同时降低能耗，能有效应对高功率密度散热的需要。

图 5：智算中心散热全景



来源：中国智算中心现状及液冷技术应用展望

表 2：智算中心不同制冷方式的比较

对比维度	对比指标	风冷	冷板式液冷	浸没式液冷
节能性	PUE (平均)	1.6	1.3以下	1.2以下
	数据中心总耗能单节点均摊	1	0.67	0.58

来源：中国智算中心现状及液冷技术应用展望

— 海水冷却+海上可再生能源

充分利用海水的自然冷源，并将其与海上可再生能源相结合，能够降低对环境的影响。对于沿海发达城市的数据中心来说，从海洋获取冷源和新能源是实现“零碳”发展的创新思路，海底数据中心也因此诞生。它是海洋工程、数据中心、海上新能源等多领域交叉融合的产物，主要由岸站基地、海底光电复合缆、分电站和数据舱四个部分构成。

这种模式借助立体科技用海的方式达成降本增效的目的，通过就地消纳海上绿色电力，有效解决了智算中心能耗高与高算力需求之间的矛盾。以上海市为例，如果海底数据中心能够取代上海现有的 11 万架陆地数据中心，将可节约 58 亿千瓦时（约相当于 71 万吨标准煤）的能耗指标。

2022 年 12 月，全球首个商用海底数据中心在海南陵水成功投入使用。该项目是海兰信与中国电信海南分公司合作开发的成果。其暖通系统借助海水实现全年自然冷却，同时配合重力热管技术、海水泵变频技术、空调群控技术等一系列节能措施，使得舱内运营平均温度保持在约 25 摄氏度，其运行电能利用效率 (PUE) 低至 1.1，相比传统数据中心节能 30% 以上。而且，由于无需通过蒸发散热，该海底数据中心减少了冷却塔和冷水系统的使用，水资源消耗为零。此外，因为大部分设施都位于海底，其占地面积极小，仅为传统数据中心的十分之一。

图 6：海底数据中心概念图



来源：2023 年智算产业发展白皮书

— 蒸发冷却技术+余热回收+源网荷储一体化绿电智慧供应系统

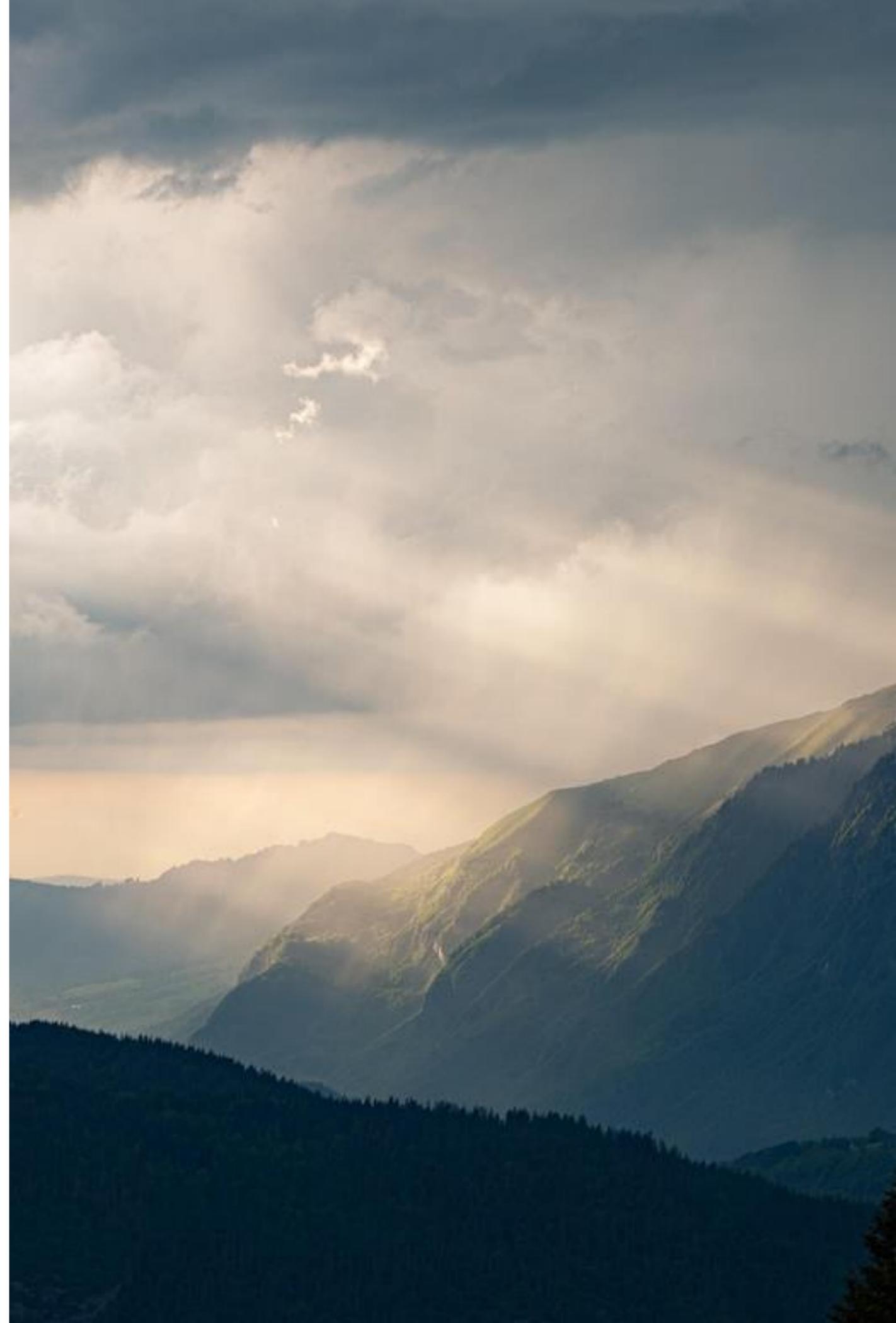
中国电信（国家）数字青海绿色大数据中心巧妙地利用青海独特的自然条件优势，通过采用冷冻水+间接蒸发冷却技术，让机房能够在全年多达 314 天的时间里无需启动空调压缩机，这一举措大幅度地削减了机房的能耗。而且，在寒冷的冬天，机房内的热量可以借助余热回收系统进行有效回收，进而满足办公室以及走廊的供暖需求，使得能源得到充分利用，PUE 值得以稳定保持在 1.2 以下。

此外，该中心还配备了先进的源网荷储一体化绿电智慧供应系统。园区的办公用电和基础设施用电完全由园区自身的光伏发电系统来供应，当光伏发电产生多余电量时，这些电量会在园区内存储起来以备不时之需，而当储电能力达到上限后，多余的电量还可以输送至城市电网。通过这种方式，该数据中心实现了从单纯的用电方到发电者角色的转变。2023 年 4 月，这一数据中心成功通过权威机构的“碳中和”认证，成为全国首个凭借自身储备碳汇达成“碳中和”的数据中心，同时也是国内首个真正意义上实现零碳排放的数据中心，其每年的减碳量接近 30 万吨。

### 边缘计算与多模态技术

边缘计算和多模态技术的发展将为智算中心带来新的应用场景和业务模式。

- **边缘计算：**智算中心将与边缘计算相结合，将数据处理和分析推向网络边缘，降低延迟，提高响应速度。
- **多模态技术：**智算中心将融合文本、图像、视频等多种数据模态，提供更丰富的智能服务。
- **应用场景扩展：**边缘计算和多模态技术的发展将使智算中心能够更好地支持智能制造、智慧城市、自动驾驶等领域的应用。
- **技术创新：**智算中心将在边缘计算和多模态技术方面进行技术创新，如开发新的算法模型、优化数据处理流程等。
- **产业生态构建：**智算中心将与硬件厂商、软件开发商、服务提供商等合作伙伴共同构建边缘计算和多模态技术的产业生态。



A wide-angle photograph of a sunset over the ocean. The sun is a bright yellow orb on the horizon, casting a golden glow across the sky and reflecting on the water. The sky is filled with soft, wispy clouds in shades of blue, orange, and yellow. In the foreground, the white foam of a boat's wake is visible, creating a sense of movement and depth. The overall mood is serene and expansive.

## 第二章 协鑫集团的光储充业务

## 第一节 集团简介

协鑫（集团）控股有限公司是一家在碳达峰、碳中和目标引领下，以风光储氢氨醇等多种形式的新能源、清洁能源与可再生能源为主体的绿色低碳科技企业。

协鑫集团资产规模超 2000 亿元，年度营业收入近 2000 亿元。旗下拥有协鑫科技（03800.HK）、协鑫集成（002506.SZ）、协鑫新能源（00451.HK）、协鑫能科（002015.SZ）等多家 A 股、H 股上市公司，4 万多名员工，3000 多位能源科技专才。企业连续多年位居全球新能源 500 强以及中国企业 500 强新能源行业前列，2024 年度位居中国民营企业 500 强第 43 位、中国 500 最具价值品牌第 50 位。

协鑫集团的业务以新能源、清洁能源为主，拓展储能、物联、智算等关联产业协同发展。以科技为主导，业务板块主要包括以下几个领域。

### 1. 集成电路核心材料

在集成电路产业领域，协鑫集团与国家集成电路产业投资基金合作，承接国家重大科技专项，实现了硅部件从特制尺寸到 12 英寸硅片厂生产的全覆盖，填补了国内电子级硅材料的空白，为“中国芯”提供了稳定的高端基础材料支撑。

### 2. 清洁能源

作为新能源行业的领军企业，协鑫集团在光伏新技术应用与制造方面具有优势。从上游的硅料端到中游的硅片电池、组件，再到系统集成以及光伏电站的建设，协鑫集团贯穿了光伏全产业链体系的发展，推动了光伏产业链的深度整合。

协鑫集团在环保电力领域拥有显著的实力和影响力，其环保电力业务涵盖了热电联产、资源综合利用、生物质与垃圾发电以及风力发电与光伏发电等。通过采用低碳、减排与节能的准则，协鑫集团致力于实现绿色电力的可持续发展。

协鑫集团在天然气领域也有着重要的布局，其天然气业务覆盖了多个地区，为国内外客户提供了优质的天然气供应服务。

## 3. 储能与新型电力系统

在储能技术领域，协鑫集团打造了从锂矿、碳酸锂、正极材料、负极材料、电芯、PACK、终端产品到储能系统平台及电池回收利用的锂电储能产业链，满足了储能市场的增长需求。

协鑫集团致力于构建新型电力系统，通过构建“源-网-售-用-云”体系，与中金资本合作成立碳中和基金，以及定增募资用于移动业务的扩张，协鑫能科在新型电力系统建设方面展现了其战略眼光和技术实力。

## 4. 智算中心

在能源互联网与大数据领域，协鑫集团通过融合数字能源、光储一体化战略，构建了基于区块链及隐私计算等先进技术的全链路零碳数字管理平台，助力行业低碳供应链发展。协鑫集团购买算力设备，支撑未来的智算中心业务的稳定有序建设发展。此外，协鑫集团还与华为数字能源布局“储充光云”一体化液冷超充网络建设，进一步拓展了其在数字能源领域的技术和应用。

综上，协鑫集团正打造“以能源为基石、电力系统为支柱、智算网为全局”的全领域数字能源产业生态。

## 第二节 集团的硅料业务

光伏产业作为推动能源转型的重要力量，正吸引着前所未有的关注。协鑫集团作为全球领先的光伏材料制造商和新能源解决方案提供商，致力于通过技术创新和产业升级来推动清洁能源的发展。在这个愿景下，硅料业务不仅是集团的核心支柱，更是其实现长远战略目标的关键动力。

作为光伏产业链的起点，硅料的质量、成本和供应稳定性直接关系到整个产业链的竞争力和可持续发展能力。集团在硅料业务中投入大量资金研发，不断突破技术，不仅确保了原材料的稳定供应，更为集团的技术创新和产业升级提供了坚实的基础。

### 一、主要产品和服务

作为全球领先的光伏材料供应商，集团在硅料领域拥有深厚的技术积累和市场影响力。其主要产品包括多晶硅、单晶硅、颗粒硅、硅片等。

## 1. 多晶硅

作为光伏产业链中的基础原材料，集团生产的多晶硅产品因其高纯度和优异的电学性能，得到了广泛的应用。同时，作为光伏产业的基石，多晶硅的应用场景遍布全球，为世界提供清洁、可再生的太阳能，帮助各个场景减少对化石燃料的依赖。

在商用领域，多晶硅作为光伏电池的核心材料，广泛应用于住宅、商业和工业太阳能发电系统，此外，多晶硅光伏组件还推动了建筑一体化光伏（BIPV）的发展，不仅提供能源，还增强了建筑的美观性和环保性。

在民用领域，多晶硅组件为偏远地区的家庭和社区提供独立的电力解决方案，改善了生活质量。便携式太阳能设备，如便携式太阳能充电器和移动电源，为户外活动和紧急情况提供电力。

集团的多晶硅产品还用于电动汽车充电站、路灯和交通信号系统，促进了交通领域的绿色转型。在农业灌溉和饮用水供应中，多晶硅光伏系统提供了高效、可靠的能源解决方案。多晶硅光伏板也被用于海洋监测设备和航海船舶，支持海洋研究和探险活动。此外，多晶硅光伏板的美学潜力被用于艺术装置和建筑装饰中，展示了可再生能源的创新和多样性。

通过持续的技术创新，集团不断提升多晶硅的生产效率和产品质量，满足全球市场的需求，集团的多晶硅产品具备的特点如下。

- 高纯度高性能：集团的多晶硅产品通常具有高纯度，这是制造高效光伏电池的关键要求。同时多晶硅的电学性能直接影响光伏电池的转换效率，集团的产品在电导率和少子寿命等方面表现良好。
- 成本效益：与单晶硅相比，多晶硅在某些应用中可能提供更好的成本效益比。
- 创新生产工艺：集团在改良西门子法的基础上做出改进推出专利技术“GCL 法多晶硅生产方法”，其通过氯化技术实现改良西门子封闭循环生产，生产步骤包括氯化、反歧化、还原/循环和纯化，其中纯化步骤将来自其他步骤的供料分离为四氯化硅、二氯二氢硅和三氯氢硅，并将其循环返回至这些其他步骤中。
- 环境友好：在生产过程中，集团采用的 GCL 法可以最大限度地利用原料或副产物和降低三废排放量，进而降低硅料的生产成本和能耗。

## 2. 单晶硅

集团的单晶硅是其硅料业务的重要组成部分，主要用于制造高效率的光伏电池和组件，支持对产品小型化、轻量化有较大依赖的各个领域。

在民用领域，除太阳能发电站这类大型光伏项目，单晶硅产品可广泛应用在小型太阳能屋顶系统，为住宅和商业建筑提供可靠的太阳能解决方案，帮助实现能源自给自足并降低电费支出。此外，单晶硅技术还用于制造便携式太阳能充电器和移动电源，为户外活动、紧急救援和离网地区提供电力。

在公共事业领域，单晶硅产品因高效率和长期稳定性而成为太阳能发电的理想选择，亦使其成为航天器和军事设备太阳能发电系统的优选材料。

- 在精准农业中，单晶硅光伏板为灌溉系统、温室及其他农业机械提供清洁能源，促进农业生产可持续发展。
- 单晶硅光伏系统为电动汽车充电站供电，满足新能源汽车的充电需求，助力交通行业的绿色转型。
- 单晶硅组件用于太阳能路灯和交通信号系统，减少对传统电网的依赖，实现公共设施的能源自给。

## 3. 颗粒硅

集团自主研发的 FBR 颗粒硅技术，是一种采用硅烷流化床法生产颗粒状多晶硅的工艺。相较于传统的改良西门子法制备棒状硅，具有显著的碳足迹优势，并以全球同业最低碳足迹，开启了光伏材料革命与低碳应用的新纪元。颗粒硅产品以其低成本、低能耗、低排放及高质量等优势，为客户提供了更具竞争力的选择。颗粒硅顺应了 N 型电池片趋势，提供更高品质的硅料与硅片，显著提升光伏全产业链增效、提质的空间。除了与单、多晶硅类似的光伏电池，建筑一体化光伏（BIPV），及各类地面太阳能产品解决方案外，颗粒硅还广泛应用于水泵系统及太阳能漂浮系统中，为农业灌溉及其他水上应用场景提供多样解决方案。

集团的 FBR 颗粒硅技术主要有以下特点：

- 低能耗：FBR 颗粒硅的生产过程中，电耗大幅降低。FBR 颗粒硅的综合电耗仅为 18 千瓦时/千克，远低于传统多晶硅生产的能耗。

- 高转化率：FBR 颗粒硅的单程转化率（即生产颗粒硅的原料在通过反应器时，转化为颗粒硅的比例，它是衡量反应效率的一个关键指标）可达 99%，减少了尾气回收和精馏环节，反应温度也只有改良西门子法的 60%，可以连续化生产，从而降低了能耗和成本。
- 低投资成本：FBR 颗粒硅项目的初始投资相比传统工艺减少约 30%，生产过程中人员降低约 30%，进一步降低了整体成本。
- 低碳足迹认证：FBR 颗粒硅下游应用过程中的免破碎、降低耗材损耗等一系列优势使用颗粒硅制造的低碳组件碳足迹下降 28%。FBR 颗粒硅获得了法国环境与能源控制署（ADEME）颁发的《GCL 硅烷流化床法颗粒硅产品碳足迹证书》，每生产 1 千克颗粒硅的碳足迹数值仅为 37 千克二氧化碳当量，刷新了此前的全球 57 千克二氧化碳当量的记录。每年生产 1 万吨颗粒硅可以减少 26 万吨 CO<sub>2</sub> 排放量。

颗粒硅在其后续硅片的生产中，则具有以下特性。

- 生产硅片的效率：颗粒硅具有良好的流动性和填充性，颗粒硅较棒状硅单次装料量增加，能提高初始装锅阶段和复投阶段的效率。
- 硅片品质的提升：结合 CCz 技术，颗粒硅拉晶过程液面恒定，产出的单晶硅棒电阻率更加均匀且分布更窄，满足 N 型电池片要求。

## 二、技术优势

协鑫集团在光伏行业的多个关键技术领域取得了突破性进展。无论是颗粒硅生产技术、钙钛矿光伏组件的研发，还是 CCZ 技术和大尺寸硅片切割技术的创新，每一项进步都向着更低的碳排放、更高的生产效率以及更稳定的品质迈进。

### 1. 低碳生产技术

作为光伏材料领域的领先企业，协鑫集团通过采用先进的生产技术和手段，以及实施有效的碳排放应对措施，致力于减少其硅料生产过程中的环境影响。

- FBR 颗粒硅技术：集团采用的流化床反应器（FBR 法）技术，是其用于生产颗粒硅的亮点技术。这种技术相较于传统方法（改良西门子法），能够显著降低能耗和碳排放。FBR 法是通过将硅颗粒种

子铺在有气孔的床层上，通入气态硅化合物和其它反应气，生成的硅单质沉积在硅种上。随着气体流速的增加，颗粒被悬浮起来，形成流化状态。而流体和颗粒的运动使床层具有良好的传热性能，温度均匀且易于控制，因此 FBR 法的操作温度大约在 600-800°C，显著低于改良西门子法的 1100°C 左右。较低的操作温度减少了能源消耗，FBR 法颗粒硅的综合电耗仅为 14.8 千瓦时/千克，远低于改良西门子法的 60 千瓦时/千克左右，这意味着生产相同质量的硅，FBR 法所需的电力消耗大大减少，从而降低了能源消耗和相应的碳排放。

- CCZ 技术：连续直拉（CCZ）技术的应用，提高了单晶硅的生长效率，这也意味着生产同样质量的硅料所需时间减少了，从而生产过程中的能源消耗也相应减少了。
- 闭环生产系统：通过建立闭环生产系统，实现了原材料和能源的高效循环利用，减少了废物排放和资源浪费。

### 2. 低碳管理模式

管理方面，协鑫集团实施能源管理体系，通过监控和优化能源使用，提高了能源效率。同时集团已通过 ISO 9001 等质量体系认证，确保生产过程的标准化和环境影响的最小化。另外在供应链方面，持续优化供应链管理，选择环保材料和供应商，减少了整个供应链的碳足迹。

除了日常生产中的碳管理，对于生产后的碳排放管理，集团也有对应的举措。

- 碳足迹核算：定期进行碳足迹核算，以识别和减少生产过程中的碳排放源。
- 碳减排项目：投资于碳减排项目，如光伏电站建设，以抵消部分碳排放。
- 绿色电力使用：在生产过程中优先使用绿色电力，如太阳能和风能，减少对化石燃料的依赖。
- 参与碳交易：通过参与碳排放权交易市场，实现碳排放的市场化管理。

### 3. 钙钛矿光伏组件研发

钙钛矿技术因其潜在的高效率和低成本优势被认为是下一代光伏技术的重要组成部分。集团在这一领域的领先表现，预示着在未来市场竞争中将占据有利位置。

#### 4. 多晶硅制造的先进水平与创新能力

集团在硅料生产方面采用了两种关键技术——改良西门子法和硅烷流化床法（FBR）颗粒硅技术。

- **改良西门子法：**作为当前多晶硅制备的主要技术，改良西门子法占据市场主导地位。集团利用该技术成功实现棒状硅的大规模生产。棒状硅总产能达到 6.5 万吨，占据全球 27% 的市场份额。
- **硅烷流化床法（FBR）颗粒硅技术：**集团在此领域的创新具有高效低成本生产的特点，颗粒硅生产成本降至 35.9 元/kg，低于棒状硅的 39.12 元/kg，成本降低近 10%。颗粒硅的高质量表现和环境友好特性（每生产 1kg 颗粒硅的碳足迹仅为 37kg CO<sub>2</sub>）进一步巩固了协鑫在行业中的领导地位。

集团颗粒硅技术已广泛应用于下游客户，应用比例不断提高。随着技术的不断进步，颗粒硅的现金成本预计将进一步降低至 30 元/kg 以下。

综上，集团不仅在硅料生产技术上实现了重要突破，还在推动光伏产业整体向绿色、高效方向发展的道路上发挥了重要作用。

- **产能规模：**集团 2023 年的颗粒硅产量达到 20.4 万吨，同比增长高达 350%，有效产能达 34 万吨。位于徐州、乐山与包头的三个 10 万吨级颗粒硅生产基地均已实现满产满销，而呼和浩特的 12 万吨级颗粒硅基地于 2024 年达到满产状态。
- **生产效率：**科技通过不断的技术创新与工艺优化，持续提升生产效率。徐州基地新增的 3 万吨 FBR 颗粒硅产能成功投产，标志着颗粒硅产能步入“6.0 时代”，成为全球最大的单体颗粒硅研发与制造矩阵。2023 年，集团的颗粒硅技术实现了全年成本下降 27%，以绝对优势领先行业，并保持着持续下降的趋势。
- **质量控制：**集团始终将产品质量置于首位，其颗粒硅产品品质已完全达到 N 型硅片的要求，并且在不断提升之中。公司严格执行质量控制措施，确保产品能够满足市场需求。目前，协鑫科技的颗粒硅产品已广泛应用于市场 90% 以上的单晶客户，实现了对头部企业的 100% 覆盖，市场占有率超过 15%。
- **绿色发展：**集团致力于提供绿色能源科技服务，推动能源的数字化与智能化发展，实现源网荷储、充换售算检云等多种业态的耦合。在加速构建新型电力系统的过程中，集团通过固定能源与移动能源的协同并进，以及电力、储能与算力的三位一体策略，为能源的数字化智能化发展赋能。

集团在硅料生产方面展现了强大的产能规模、高效的生产效率及严格的质量控制标准，同时在技术创新和绿色发展方面取得了显著成就。集团在硅料生产领域的扩展计划与未来目标主要聚焦于颗粒硅技术的持续研发与产能扩张。

- **颗粒硅产能扩张：**集团制定了明确的颗粒硅产能扩张计划，目标是在 2024 年底之前将颗粒硅产能提升至 50 万吨。
- **技术创新与研发：**集团持续加大对研发的投入力度，2023 年的研发成本达到了 18.7 亿元。集团将持续专注于提升颗粒硅的品质，在降低金属杂质含量和优化浊度等方面取得了历史性突破，确保颗粒硅产品符合 N 型硅片的高标准要求。
- **成本控制：**集团的颗粒硅生产单价已降至 35.9 元/公斤，较传统棒状硅生产成本降低约 10%。通过实施系统优化工程，预期颗粒硅的现金生产成本将进一步降至 30 元/公斤以下。
- **绿色能源与碳足迹：**集团每生产 1 千克颗粒硅所产生的碳足迹仅为 37 千克二氧化碳当量，助力光伏全产业链碳排放减少 28%。集团正致力于将颗粒硅生产基地升级为近零碳科技园区，以支持可持续发展目标。
- **国际市场拓展：**集团规划在中东地区建立首个海外多晶硅生产基地，计划产能为 12 万吨，预计 2024 年动工，2026 年投产。这将是首个由中国企业投资建设海外多晶硅项目。
- **产业链整合：**集团通过固定能源与移动能源的协同并进，以及“电力+储能+算力”的三位一体策略，推动能源产业的数字化与智能化转型，实现源网荷储、充换售算检云等多元业态的深度融合。

#### 第三节 集团的光伏组件业务

协鑫集团的光伏组件业务是其业务布局中的重要一环，旗下的协鑫集成是专注于光伏电池、组件业务的子公司。该公司以光伏组件的研发、生产和销售为主要业务，致力于提供高效、可靠的光伏产品解决方案。

协鑫集团拥有高效组件的智造基地，其光伏组件产品主要聚焦大尺寸高效 P 型、N 型组件。2023 年协鑫大尺寸组件产能接近 30GW，且 210mm、182mm 大尺寸 N 型 TOPCon 组件已通过 TUV 莱茵认证；PERC 系列高效组件获得法国碳足迹认证。

近年来，得益于其在 N 型 TOPCon 电池量产效率超过 26%，以及 182mm 和 210mm 的 TOPCon 组件最高认证功率分别达到 625W 和 710W 的技术和产能优势，相继中标/入围多家大型企业的光伏组件集采项目，如华润、中核、大唐等，中标或入围的标段规模超过 70GW。协鑫集团的光伏组件产品已经遍布欧洲、美洲、亚洲等多个国家和地区，其品牌影响力和市场占有率持续攀升。

在新型技术钙钛矿方面，协鑫集团专注于大尺寸钙钛矿组件的研发与量产。他们已经宣布 1 米 x2 米的钙钛矿组件刷新了光电转换效率的世界记录，达到了 19%。此外，该集团在江苏省苏州市昆山高新区建设 2GW 级大尺寸钙钛矿生产线，致力于持续提升钙钛矿组件的光电转化效率并降低太阳能组件的成本。该项目实现了技术、装备和材料的完全国产化，并拥有完全自主知识产权，标志着钙钛矿技术和商业化应用达到了全球最高水平，对光伏行业的创新和进步具有重大意义。

#### 青海德令哈光伏发电应用领跑基地 1 号项目

占地面积约 196 公顷，装机容量 100MW。采用协鑫集成 350Wp 多晶黑硅 PERC 电池组件，100kW 组串式逆变器，以 80MW 固定支架和 20MW 平单轴支架进行组件安装。以 35kV 线路接入新建 1#110kV 升压站后，由 330kV 汇集站送出。项目还建立了电站运行系统，实时监测电站运行质量。

#### 安徽金寨分布式光伏扶贫项目

装机总容量 17MW，总占地面积约 420 余亩，安装协鑫集成 325W 多晶光伏组件，采取高支架与农业相结合的新模式，帮助贫困户实现“农光互补双丰收”。项目并网后预计年发电量约 1907 万度电，惠及 660 余贫困户。

#### 宁夏电投太阳山光伏电站 100MWp 复合项目

项目位于宁夏回族自治区吴忠市太阳山开发区境内，总建设规模为 100 MW，总投资约 4 亿元，年发电量 1.85 亿千瓦时。

#### 滨海县渔光互补光伏项目

位于江苏省盐城市滨海县正红镇复兴村境内，占地面积 88853 平方米。项目采用协鑫集成 285W 多晶硅组件，容量为 5.3MW，共 4 个鱼塘，分别养殖草鱼、鼓鱼、链鱼、鱼等经济鱼类，亩产约 2000-3500 斤。光伏发电 25 年运行期平均年上网电量 552 万度。

#### 嘉民物流园系列

截至 2022 年底，协鑫已承接嘉民集团物流园分布式光伏发电项目十余个，完成总容量 30MW，嘉民工业物流园系列分布式光伏电站最大限度利用各地物流园内采光环境，根据各地不同光照条件针对性设计系统方案，助力企业实现全球业务的碳中和。

#### 江苏省农垦麦芽有限公司分布式光伏

项目采用单晶硅 370Wp 光伏组件 4488 块，2 台 36kw、1 台 50kW、13 台 100kW 光伏组串式逆变器，以 380V 电压接入用户变低压母线新增的 4 台并网柜。工程采用“全部自用”模式，所发电量全部被企业消纳。

#### BIPV 组件产品

协鑫集团的 BIPV 组件产品，即光伏建筑一体化产品，是一种将太阳能发电产品集成到建筑上的技术。这种产品不仅可以实现与建筑的融合，而且所产生的电力还能提供给建筑物使用，实现了建筑绿色和经济的共同发展。

集团在 BIPV 领域的产品包括“鑫福瓦”等，这些产品通过了 TUV 可靠性认证，并通过了整体 A 级不燃测试，满足光伏建筑一体化国际标准。其 BIPV 系统雪载达到 7000Pa，抗风揭达到 4300Pa，具有优秀的防水性，安装便捷、维护方便，并系统 25~30 年发电量质保，净收益相比常规 BAPV 增加约 23%。

#### 第四节 集团的光伏电站业务

协鑫集团作为知名的清洁能源企业，其光伏电站业务是集团的重要组成部分。协鑫新能源作为协鑫集团旗下专注于光伏发电业务的企业，自 2014 年在香港联交所上市以来，一直致力于光伏发电项目的开发、建设和运营。

集团的光伏电站业务涵盖了光伏电站的开发、投资、建设、运营和维护等多个环节。开发团队负责在全球范围内寻找和开发具有潜力的光伏电站业务，通过自有自己和外部融资等方式投资光伏电站建设。通过数字化、智能化的运维管理系统，对光伏电站开展运维服务，包括日常巡检、故障排除、设备维护等，提高运维效率和电站的发电效率。

集团的光伏电站主要实施集中式和分布式两种。集中式光伏电站主要集中在光照资源丰富的地区，如西部和北部地区；分布式光伏电站则更多地服务于商业、工业和居民用户，实现就近消纳。协鑫能科在 2023 年打造了“鑫阳光”分布式光伏业务，通过搭建“电商+运营”的数字化平台，实施全标准化的设计、工期和品控管理。这一创新的产品模式和金融服务，使协鑫能科在分布式光伏市场中脱颖而出，避免了同质化竞争，并拓宽了新的盈利空间。

协鑫新能源在光伏技术领域不断创新，致力于提高光伏电站的发电效率和运维水平。旗下的运营科技公司自主研发了“鑫翼连”综合能源管理平台，通过物联网和大数据技术，提供风电、光伏、储能等综合能源管理，实现无人值班、少人值守的智能化、专业化运营。“鑫翼连”综合能源管理平台已累计服务超过 300 个新能源项目，总容量突破 1000 万千瓦，覆盖全国 27 个省市自治区，协助客户节约标准煤 245 万吨。通过优化能源管理和调度，实现二氧化碳减排约 608 万吨。

协鑫新能源的项目案例涵盖了多个领域，包括户用分布式光伏、工商业光伏、集中式光伏和光储充等电站项目。

- 户用分布式光伏项目：这些项目通常位于居民住宅，利用屋顶或空闲空间安装光伏板，为家庭提供清洁能源。
- 工商业光伏项目：这类项目主要针对工业和商业用户，通过在工厂、商业建筑的屋顶或空闲土地上安装光伏系统，以满足企业的电力需求。
- 集中式光伏项目：这些是在偏远地区或特定区域内建立的大型光伏电站，为电网提供大规模的电力。
- 光储充项目：结合光伏发电和储能系统的项目，可以存储多余的电能，提高能源利用效率。

具体案例包括：

- 江苏省连云港市赣榆区城头镇河东村光伏电站，装机容量为 70KW。
- 陕西省渭南市富平县刘集镇西胡村光伏电站，装机容量为 46KW。
- 江苏省徐州市铜山区郑集镇前鹿楼村光伏电站，装机容量为 28.6KW。

- 广西壮族自治区钦州市灵山县佛子镇元眼村光伏电站，装机容量为 19.25KW。
- 广西壮族自治区钦州灵山县平山镇龙垌村光伏电站，装机容量为 33KW。
- 江苏省连云港市赣榆区班庄镇介沟村光伏电站，装机容量为 92.4KW。

此外，协鑫新能源还涉足新能源汽车换电站建设项目，计划在江苏、广东、广西、河北、贵州、湖北、四川新疆等地区新建 407 个换电站，包括乘用车和重卡车换电站，并引入相关辅助配套设施。

集团的光伏电站业务遍布全国多个省份，包括但不限于新疆、陕西、云南、山西、四川等西部地区，以及内蒙古、宁夏、青海等北部地区。此外，还在经济发达地区和重点省会城市有所布局。

在全球范围内，集团也在北美、欧洲、非洲、南美、亚太等区域设有分公司和办事处，实现了全球市场的覆盖。

### 第五节 集团的储能业务

协鑫集团的储能是建设新型能源体系的重要支撑。储能业务的开展具有以下特点。

#### 全产业链生态闭环优势

集团致力于打造从上游储能材料、中游储能制造到下游储能场景应用的全产业链生态闭环。例如，其在四川眉山的年产 36 万吨磷酸铁锂储能材料项目为其储能业务提供了稳定的材料供应，并且旗下拥有电芯、BMS/PCS 系统以及 PACK、储能电站等业务，这种全产业链布局可以更好地控制成本、保证产品质量和供应稳定性，增强了其在储能市场的竞争力，也更好的把控全产业链企业遵守劳动法规、保障员工权益的管理。而许多同行业公司可能在产业链上的布局不够完整，部分企业侧重于产业链的某一环节，如有些企业专注于储能系统集成，在电芯等核心部件的生产上依赖外部供应商。

#### 温室气体减排——大规模储能项目投运

集团的新型储能投运规模增长迅速，累计投运装机规模已达 70 万千瓦。大规模的储能项目能够在电网中发挥更显著的调节作用，有效解决可再生能源发电的间歇性和波动性问题，提高电网对可再生能源的消纳能力，从而促进更多清洁能源的利用，减少对传统化石能源发电的依赖，实现更大规模的温室气体减排。

例如集团的大规模储能系统能够实时监测电网中的功率变化。当可再生能源（如太阳能、风能）发电功率因天气等因素突然增加或减少时，储能系统可以快速做出反应。例如，在阳光充足、光伏发电功率激增的时段，储能系统可以吸收多余的电能进行存储；而在夜间或阴天，光伏发电功率下降时，储能系统则可以放电，将存储的电能补充到电网中，确保电网功率的稳定输出，使电网接收到的功率相对平稳，减少间歇性和波动性。

### 风险管理与合规性——市场布局

- 全球市场布局：协鑫在全球范围内积极布局储能业务，拥有广泛的市场渠道和客户资源，能够更好地应对不同地区的市场需求和政策环境。

协鑫在 2016 年以 969 万澳元收购了 One Stop Warehouse Pty Ltd (OSW) 51% 的股权，至 2022 年，持有 OSW 公司的股权约为 32.14%，经过多年发展，OSW 形成了独特的商业模式以及信息化系统，市场份额不断提升，连续六年占据澳大利亚光储分销市场市占率第一，是澳大利亚顶级的光伏储能供应商。而一些同行业企业的市场布局主要集中在国内市场，在国际市场上的影响力相对较小。

- 对新兴市场的敏感度：协鑫对一些新兴的储能市场和应用领域具有较高的敏感度，能够及时抓住市场机遇。

例如在重卡换电等领域，协鑫积极开展技术合作和业务探索，为未来的业务增长奠定了基础。2023 年 2 月，协鑫推出业内领先的极寒换电解决方案，并在新疆石河子市完成冬季高寒环境下的验证与应用，具备全面商用条件。该方案采用先进的保温、加热等防护措施，以及数智云平台的智能测算与调控，可实现站端热能循环利用，配备 60 余项防护措施的超强充电系统，解决了电动重卡在低温环境下的补能难题，首批站点将在新疆、内蒙古、山西、河北等地陆续投运。相比之下，部分同行业公司可能对新兴市场的关注和投入不够，错失了一些发展机会。

近几年来，协鑫的储能业务高速发展，分别在无锡、南京等地建设储能电站，为当地提供了稳定的电能、热能。

- 无锡蓝天 50MW/100MWh 新型储能电站：该项目自 2024 年 1 月破土动工后，仅历时 4 个月便顺利落成。这座电站于用电低谷之际吸纳电能，在用电高峰之时释放能量。其每日可为无锡市供应的错峰电量高达约 100MWh，此电量足以满足近 1 万户家庭一整天的用电所需。从年充放电量来看，

其超过 4000 万 kWh 的可观数值，极大地促进了当地可再生能源电力的高效利用，显著提升了消纳水平。

- 南京江宁协鑫 5 万千瓦/10 万千瓦时储能电站：当该电站满负荷运转时，能够为整个江北电网增添长达约 4 小时的持续供电时长。其具备一天两次充放电的能力，且能在 100 毫秒内迅速做出响应，确保了电网在面对各类电力需求波动或突发状况时，能够及时、精准地进行电力调节与补充。无论是应对日间工业生产用电高峰，还是缓解夜间用电低谷期的能源存储压力，该电站都能发挥其平衡作用，切实有效地提升了区域电网在安全性、经济性、可靠性以及灵活性等多方面的综合性能。

### 第六节 集团的清洁能源业务

协鑫集团的子公司协鑫清洁能源的，业务涵盖了多个领域，主要包括清洁能源发电、热电联产及综合能源服务等。

#### 一、清洁能源发电

协鑫清洁能源的发电业务主要集中在风力、太阳能和生物质能等可再生能源领域。近年来，公司不断增加在这些领域的投资，扩大了清洁能源的装机容量。截至 2023 年底，公司在风电和太阳能领域的装机容量已超过 5000 兆瓦，占总发电装机容量的近 70%。

- 分布式光伏：协鑫清洁能源积极拓展分布式光伏业务，通过在工业园区、商业建筑和居民屋顶安装光伏发电系统，充分利用闲置空间，提高能源利用效率。
- 储能电站：公司还在大规模发展储能电站，以解决可再生能源发电的间歇性和不稳定性问题。这些储能系统可以在电力需求低谷时储存能源，在高峰时释放，从而平衡电网负荷。

#### 二、热电联产

热电联产是协鑫清洁能源另一大核心业务。这种模式不仅提高了能源利用效率，还减少了对环境的污染。公司通过建设大型热电联产机组，同时生产电能和热能，供应给工业和民用用户。

生产电能和热能的过程通常涉及以下步骤：

1. 燃料燃烧：在热电联产机组中，燃料（如天然气、煤炭、生物质等）在锅炉中燃烧，产生高温高压的蒸汽。

2. 发电：高温高压蒸汽驱动汽轮机旋转，进而驱动发电机产生电能。
3. 供热：发电后的蒸汽仍然含有较高的温度，这些余热可以通过热交换器传递给水或其他介质，用于供暖或工业用热。
4. 废弃物利用：在一些热电联产系统中，燃烧后产生的废气和废渣可以被进一步处理和利用。例如，废气中的二氧化碳可以被捕获并用于碳捕捉和存储（CCS）技术，废渣可以用于建筑材料等。

热电联产（Combined Heat and Power, CHP）是一种高效的能源利用方式。在这种系统中，燃料首先用于发电，然后发电过程中产生的余热被回收用于供热。这种方式比单独的发电或供热系统更加高效，因为它减少了能源转换过程中的损失。

由于热电联产系统的高效率，它可以降低能源成本，提高企业的经济效益。同时，由于减少了能源消耗，也有助于减少运营成本。

热电联产系统通常使用清洁能源或可再生能源作为燃料，如天然气、生物质能等，这有助于减少温室气体排放和其他污染物的排放，对环境保护有积极作用。

### 三、综合能源服务

在综合能源服务领域，协鑫清洁能源提供包括售配电、微电网、碳资产管理和虚拟电厂等多种服务。

#### 1. 售配电

售电是指电力公司将电能销售给最终用户的过程，包括商业、工业和居民用户等。这一过程涉及计量、计费、收费以及客户服务等多个环节。

配电则是指电力系统中从变电站到最终用户之间的电力输送和分配过程。它包括配电网的建设、维护和管理，确保电能安全、可靠地输送到每一个用户。

#### 2. 微电网

微电网是指由分布式电源、储能装置、能量转换装置、相关负荷和监控保护装置汇集而成的小型发配电系统。它是一个能够实现自我控制、保护和管理的自治系统，既可以与外部电网并网运行，也可以孤立运行。微电网具有灵活性高、可靠性强的特点，可以根据本地能源资源情况和用户需求进行定制化设计，实现能源的高效利用和优化配置。

#### 3. 碳资产管理

碳资产管理是指对企业或个人在生产、经营或生活中产生的碳排放进行管理和控制的一系列活动。这包括监测、报告、核查和减排等方面的工作，旨在实现低碳运营和可持续发展。随着全球气候变化问题的日益严峻，减少碳排放已成为各国政府和企业的共同目标。碳资产管理通过优化能源结构、提高能源利用效率、推广清洁能源等措施，有助于降低碳排放强度，实现环境保护和经济效益的双赢。

#### 4. 虚拟电厂

虚拟电厂是一种通过先进信息通信技术和软件系统，实现分布式电源、储能系统、可控负荷等多种分布式资源的聚合和协调优化，以作为一个特殊电厂参与电力市场和电网运行的电源协调管理系统。虚拟电厂的核心在于“通信”和“聚合”，它通过信息技术和软件系统将不同空间的可调节负荷、储能和分布式电源等资源进行聚合，实现自主协调优化控制。虚拟电厂可以作为一个“正电厂”向系统供电调峰，也可以作为一个“负电厂”加大负荷消纳配合系统填谷；既可快速响应指令配合保障系统稳定并获得经济补偿，也能等同于电厂参与容量、电量、辅助服务等各类电力市场获得经济收益。

综上所述，售配电、微电网、碳资产管理和虚拟电厂都是现代能源管理中的重要组成部分，它们各自发挥着不同的作用，共同推动着能源系统的高效化、智能化和低碳化发展。这些服务不仅为客户提供了一站式的能源解决方案，也增强了公司的市场竞争力。

### 四、项目开发

2023年，协鑫清洁能源共开发了新的清洁能源项目32个，主要涵盖了水电、风电、光伏发电、核电、生物质能发电、地热能发电等多个领域。

- 雅鲁藏布江下游水电基地：作为“十四五”规划和2035年远景目标纲要草案中的重点项目之一，雅鲁藏布江下游水电基地的建设将有助于加快西南水电基地建设，推动清洁能源的大规模发展。
- 华龙一号核电技术示范工程：这是中国自主研发的第三代核电技术，其示范工程的建设对于提升中国核电技术的国际竞争力具有重要意义。通过这一项目，中国将进一步巩固在全球核电领域的领先地位。

除了在国内的布局，协鑫清洁能源还积极开拓国际市场，目前在东南亚、欧洲和美洲都有项目落地，未来将进一步扩展到非洲和中东地区。

## 五、未来展望

协鑫清洁能源在未来将继续深耕新能源领域，特别是在氢能、储能和智能电网等方面加大投入，进一步优化业务布局。

- 氢能产业：公司计划在未来五年内投资 100 亿元，用于氢能产业链的建设和燃料电池技术的研发。目标是到 2030 年，成为国内领先的氢能解决方案提供商。
- 储能技术：协鑫清洁能源将加大对储能技术的研发投入，特别是新一代电池技术和物理储能技术的创新，以满足不同场景下的储能需求。
- 智能电网：公司将进一步推进智能电网的建设，通过大数据、云计算和人工智能技术，提高电网的智能化水平和管理能力。

## 第七节 集团的充电业务

随着中国电动汽车的兴起，充电业务随之飞速发展，“储充”一体化也为充电运营商打开长期成长空间。

“储”在这里主要指的是储能系统。储能系统是一种能够储存电能并在需要时释放电能的设备或系统。在光储充一体化系统中，储能系统用于平衡光伏发电的间歇性和不稳定性，储存光伏发电产生的多余电能，以便在光照不足或用电高峰时段释放电能，确保系统的稳定供电。储能系统可以是电池储能、超级电容储能、抽水蓄能等多种形式。

“充”则指的是充电设施，主要为电动汽车提供充电服务。充电设施包括充电桩、充电站等，它们利用光伏发电和储能系统提供的电能，为电动汽车进行充电，满足电动汽车的能源需求。随着电动汽车的普及，充电设施的建设和运营已成为一个重要的产业。

“一体化”是指将多个原本独立的部分或系统通过某种方式有机地结合在一起，形成一个协同工作的整体。在光储充一体化系统中，一体化指的是将光伏发电、储能系统和充电设施三者有机结合，形成一个综合能源系统。这个系统通过优化能源配置和利用，提高能源利用效率，降低用电成本，实现绿色、低碳、可持续的能源供应。常规的储充一体化做法包括“光伏发电系统设计”、“储能系统配置”、“充电设施建设”、“系统集成与管理”几个步骤。

协鑫集团的充电业务主要由其子公司协鑫能科负责。协鑫能科为新能源汽车提供充换电服务，致力于打通绿色出行的“最后一公里”。协鑫集团在充电产业链方面有着丰富的布局和发展。

协鑫能科现有的充电技术包括直流快充技术、交流充电技术、太阳能充电技术及全液冷超充技术等等，其中全液冷超充技术是目前较为先进的一种充电技术，单枪最大输出电压 1000 伏，最大输出功率 600 千瓦，且功率输出可调配，能为不同平台的新能源汽车充电，充电效率是普通风冷充电站单台充电桩的 10 倍，充 100 千瓦时电最快仅需 12 分钟，能够提供“一秒一公里”的极致充电体验。目前，协鑫在苏州阳澄国际电竞馆投建的超充站，采用的就是全液冷超充技术。

协鑫能科在换电业务上也有着深入的布局，特别是在矿山、港口、码头等特定封闭场景，以及出租车、公交车等特定用户对象的开发上。公司运营的换电场所共 71 个，其中包括 54 个乘用车站及 17 个商用车站。

协鑫能科在储能和充电领域也进行了深度融合，通过光储充一体化设计方案，实现能源的高效利用。协鑫提供的充电站不仅仅是单一的充电设施，而是融合了光伏发电、电能储存、车辆充电等多种功能的一体化能源站。储充一体化系统中的储能设备具有削峰填谷的作用，即在用电高峰时释放电能，用电低谷时存储电能，有助于平衡电网负荷，缓解电网压力。在电动汽车充电高峰期，储能设备可以为充电桩提供电能，减少对电网的即时需求，提高电网的稳定性。光储充一体化系统通常具有可扩展性，用户可以根据需要增加光伏面板或储能设备的容量，以适应不同规模和需求的充电场景。这种综合解决方案能够更好地满足新能源汽车的多样化需求，提高能源利用效率，降低运营成本。例如，苏州阳澄国际电竞馆超充站就建有光伏车棚和储能设备，预计每年可发电 20 万千瓦时，能满足站内运营约 15%的用电需求。

协鑫在充电技术方面进行了大量创新，与多家企业进行了技术合作，共同推动充电产业链的发展。如深圳巴士协鑫钙钛矿光储充能源示范站是全球首个钙钛矿综合能源管理示范应用站，该示范站的储能系统与钙钛矿光伏紧密结合。钙钛矿光伏作为一种新型光伏材料，具有吸光能力强、弱光转化效率高、晶体材料来源广、成本较低等优势。因此，其储能系统接收的是钙钛矿光伏所产生的电能，这与其他主要依赖传统晶硅光伏板的储能系统在能源来源的特性上有所不同。传统晶硅光伏的光电转换效率相对较低，且成本较高，在与储能系统的适配过程中，其发电特性和成本因素会对储能系统的设计和运行产生影响。而钙钛矿光伏的高效发电和低成本特性，为储能系统提供了更优质、更经济的能源输入。这种技术创新使得协鑫的充电站在充电效率、能源利用率等方面具有显著优势。

协鑫能科在充电产业链的发展中，注重数字化和智能化的应用。积极打造智能工厂与车间，不断提高生产效率、降低成本并提升质量。智能工厂和车间配备了先进的能源管理系统，能够对能源消耗进行实时

监测和分析，找出能源浪费的环节和设备，并采取相应的节能措施，实现能源的精细化管理和优化利用，降低能源消耗成本。同时车间采用节能型的生产设备和工艺技术，如高效节能的电机、变频器、照明设备等，以及余热回收、能源循环利用等技术，进一步提高了能源利用效率，减少了对环境的影响，符合可持续发展的要求。如协鑫科技乐山基地，通过构建数据治理和数字化运营体系，实现了 77% 的综合电耗降低、57% 的人力成本降低、27% 的水消耗降低以及 57% 的氢消耗降低，展现出显著的节能减排与成本控制成效。

针对储充一体化的 ESG 表现：

- 构建“光储充算”一体化产品矩阵：协鑫能科通过光伏补能、储能供电、超充等业务，推动能源应用向智能化、高效化的升级转型。这种一体化产品矩阵不仅提高了能源利用效率，还减少了碳排放。
- 储能与充电设施的投运与管理：协鑫能科在储能和充电设施方面进行了大量投资，并成功投运了相关项目。例如，其光储超充示范站总装机容量达到 2,152kW，超充充电桩采用全液冷超充技术，能够满足大量电动汽车同时充电的需求。
- 低碳产品与碳减排：协鑫在储能和充电设施上注重使用低碳产品和技术，以减少碳排放。例如，其推出的“协鑫碳链管理平台”通过区块链技术实现产品碳值的明码标识，确保产品的绿色、低碳属性。此外，公司在储能和充电过程中也采取了一系列节能减排措施，以降低整体碳排放。
- 碳资产管理与碳中和认证：协鑫全面开展碳资产管理、碳中和认证等碳中和服务，包括为自身的储能和充电设施进行碳中和认证。例如，公司在 2024 年新增了苏州协鑫香格里拉酒店的碳中和认证。
- 能源数字化转型：协鑫在储能和充电设施上积极推进数字化转型，通过智能化、数字化的手段提高能源利用效率和管理水平。例如，其 Hub.OS 站控平台技术实现了多站协同、多能互补的功能，为储能和充电设施的高效运营提供了有力支持。

## 第八节 集团的智算中心

协鑫智算，作为协鑫能源科技股份有限公司的全资子公司，以算力规模在国内占据前列。公司秉持“以电力驱动算力，以算力驱动生产力”的理念，推动新型电力系统朝着智能、高效的方向发展，助力数字能源产业实现绿色转型升级，致力于成为全球领先的“电+储+算”一体化服务提供商。

业务布局方面，协鑫智算专注于打造创新的“算力 + 能源”双轮驱动模式，构建了涵盖算力建设、算力运营、能源建设、能源运营的 2×2 矩阵业务体系。同时，聚焦于“数字能源大模型”“智能制造大模型”等垂直领域的行业大模型训练，满足不同场景下的特定需求，为各行业的数字化发展提供强有力的支持。

当前协鑫已投运的智算中心包括协鑫智算（苏州）中心和协鑫智算（上海）中心、协鑫智算（厦门）中心，筹建中的智算中心包括深圳、江西、徐州、内蒙古智算中心，规划中的智算中心有北京、重庆、武汉、成都智算中心。

**协鑫智算（苏州）中心**是全国首座应用于能源领域的 AI 智算中心，于 2023 年 8 月投运，智算中心的涵盖多种技术体系，基于英伟达基础软硬件构建出人工智能（AI）集群，总算力达 1000PFLOPS，即每秒 100 亿亿次的计算速度，领先于国内同类中心。该中心也是协鑫能源算力中心全球总部，**重点聚焦能源行业大模型训练及数字能源新型电力系统**，已与北京大学、华为、阿里云、腾讯云、中国移动、中国电信等算力生态合作伙伴达成战略合作关系，向各类算力需求主体提供算力服务，端对端打通“政”“产”“学”“研”“用”全产业链，构筑“电力+储能+算力”产业融合新生态。

同时，该中心通过“六位一体”新能源微电网、国际认证的碳资产交易，以及可追溯的区块链碳排放大数据平台全面实现了碳中和。该中心日常运行 100%使用绿电，其中超过 50%依靠光伏、天然气分布式、风能等自供绿电能力；同时，通过地源热泵供热、储能、LED 系统智能控制等减少碳排放，最终实现园区 100%碳中和。建筑面积 96000 平方米的办公楼一年碳排放量仅 3869 吨，每平米 CO<sub>2</sub>排放量仅约 40kg，远低于同类建筑。

**协鑫智算（上海）中心**是上海首个专注于垂直领域的 AI 千卡集群，项目集成高性能计算、人工智能、大数据分析等先进技术，高效服务科学研究、产业发展和社会需求。

### 一、协鑫智算中心的功能

协鑫智算中心是打造“电+储+算”一体化绿色能源生态系统的重要一环。在数据分析与决策支持、能源管理、技术创新方面起到了重要作用。

#### 1. 数据分析与决策支持

智算中心能够处理和分析来自能源生产、销售和运营的大量数据。智算中心通过其强大的计算能力，能够处理和分析海量数据，为决策者提供准确的信息支持，使决策过程更加科学和准确。

#### 2. 优化能源管理

智算中心基于新型硬件架构和 AI 算法模型，协调新能源系统与算力系统，帮助企业进行能源的综合监测、调度和平衡优化，提高能源效率。通过对数据中心能源消耗的实时监控和数据分析，找出能耗高的环节并进行针对性的优化。

### 3. 推动技术创新

智算中心在推动技术创新方面发挥着至关重要的作用。不仅为基础研究和应用开发提供了强大的计算能力，还加速了机器学习和人工智能算法的迭代优化。通过集成先进的算法和工具，智算中心显著提升了研发效率，使企业和开发者能够更快速地进行创新。

- **计算能力：**智算中心提供的高性能计算资源，使得科研人员能够进行大规模的实验和模拟，加速新材料的研发。例如，智算中心支持的 AI 模型训练，能够在短时间内处理数以百万计的数据点，为科学研究提供强有力的支持。
- **算法优化：**智算中心通过其强大的并行计算能力，支持复杂的机器学习算法，如深度学习和强化学习，这些算法在图像识别、语音识别、自然语言处理等领域有着广泛的应用。
- **研发效率：**智算中心的高效运算能力，使得企业能够在短时间内完成复杂的数据处理和模型训练任务，从而加快产品上市的速度，提高市场竞争力。

#### 协鑫智算的解决方案

- 风光储算一体化解决方案，实现绿色能源与智能算力的耦合。
- 能源+智造垂域模型解决方案，打造 AI 应用生态。
- 模型优化全周期解决方案，深度融入大模型的训练推理、应用部署、集成推出全链条。为客户构建流畅服务链路，提升模型性能，减小模型复杂度，提高模型泛化能力，确保端到端无界服务体验。
- 与国内人工智能信创设备商深度合作，针对不同业务场景需求定制 AI 算力集群和资源调度本土化方案，构建强大且灵活的混合和异构组网环境，支持多种网络架构和计算平台的整合，确保数据安全与运营效率。

### 二、协鑫智算的战略合作

2023 年 6 月 18 日，协鑫智算与华为就能源 AI 算力达成战略合作协议，进军能源 AI 算力领域。协鑫与华为数字能源开展全面合作，双方围绕“AI+行业应用”，以华为昇腾 AI 解决方案为基础，以协鑫在能源等行业经验为主导，联合生态伙伴，加强 AI 人工智能在能源等行业的应用孵化和商业落地，加快形成支撑新一代人工智能应用开发与大模型应用研究，共同推动能源+AI 领域的创新和发展。

2023 年 7 月 26 日，协鑫集团与华为数字能源携手，和郑州市政府共同签署了合作框架协议。此次合作重点围绕“超充之城”、“算力之城”以及城市“抽水蓄能”领域展开，旨在为河南构建光储充和储充算一体化的源网荷储双体系。

按照规划，郑州将布局八万根充电桩，其中快充桩数量达五千根，以此实现车桩比接近 2:1 的目标。不仅如此，此次合作将聚焦新能源全产业链，计划投建多个重要项目，包括高循环长寿命储能电芯、储能 PACK 生产线、超分子电解液、超充桩生产线、锂电池循环经济产业园、电网侧储能电站、能源智算中心以及光储充换云一体化综合能源站等。通过这些项目的实施，全力将郑州打造成“算力之城”。

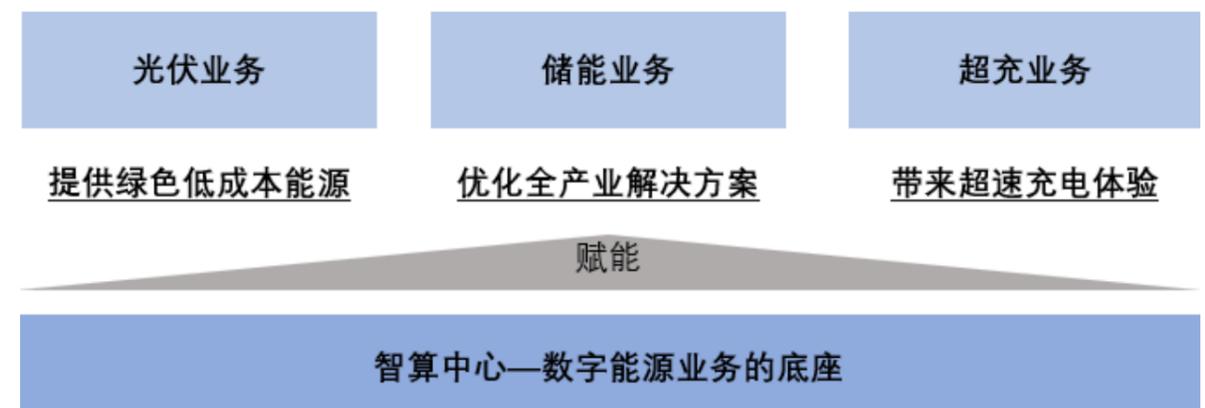
在这个过程中，智算中心集成各种先进的算法和工具，为储能和充电设施提供智能调度与优化服务。具体而言，智算中心可以实时对储能系统和充电站的能源消耗情况进行监测和控制，并运用智能算法对能源分配进行优化，从而达成能源利用效率最大化以及成本节约的目标。

2023 年 12 月 6 日，协鑫智算与中交大数据成立了协鑫能源与智能交通算力中心，从能源领域拓展至交通、航运及卫星领域的数字化转型，双方联手打造面向交通物联网领域“感存算一体化”智能交通算力中心，为全球航运物流、全国车辆物流和无人机等领域提供高水平的算力供给。

### 三、协鑫智算和其它业务板块的关系

协鑫以智算中心作为数字能源业务的底座和基石，将电力与算力有机结合，创造全新的生产力模式。有效赋能储能业务及超充业务，为用户提供集光储充换售一体化的解决方案，共同塑造数字能源的新格局。

图 7：协鑫智算与各业务板块的关系



来源：根据《协鑫集团 2023 年环境、社会及管治报告》梳理

协鑫智算中心在赋能储能业务及超充业务方面的技术手段包括：协鑫以智算中心为中枢，整合了钙钛矿、高效储能、“一秒一公里”超充、算力等技术，推出了光储充算一体化综合能源站，通过绿色能源与智能算力的耦合，电力生产和算力服务之间的无缝衔接，实现能源的精准调配，显著提高了能源使用的效率与稳定性。

#### 四、协鑫智算助力 ESG 实践

##### 1. 助力零碳建筑打造

协鑫智算助力打造苏州市首家碳中和三甲医院，探索大型公共建筑零碳发展。

2023 年 7 月，由苏州吴都能源与协鑫能科联手打造的常熟市第二人民医院零碳项目获颁《碳中和证书》。医院 2022 年用电量约 1400 万千瓦时，天然气消费量达 100 万方。

苏州吴都能源为该院区打造了专业高效的能源管理数字化平台，包含 400 千瓦天然气分布式能源、50 千瓦光热系统的多能互补系统，可实现全年节能降耗 5% 以上。

凭借能源数字化领域的先进技术与成功经验，协鑫能科又进一步为该医院提供了涵盖热电冷的碳中和综合能源解决方案，多措并举降低用能成本，深挖减碳降耗技术改造潜力，通过绿电采购、天然气热电冷三联供、分布式可再生能源和能源智能微网等多项融合手段，协同降碳，助力医院实现百分之百碳中和，抵消碳排放 10497 吨。

##### 2. 助力绿色出行

协鑫智算在交通领域投建光储充一体化示范项目，助力绿色出行。

2023 年 10 月，江苏高速公路首座光储充一体化超级充电站正式投用。协鑫智算发挥了其在能源科技领域的专业优势，将光伏发电、智能储能和超级快充技术有机结合，凭借其强大的算力对储能进行管理，有效收集车棚光伏产生的绿电，并动静态配置充电负荷可用容量，对充电站或设备之间的电力分配进行智能管理，以防止电路过载并优化电力使用，静态负载平衡为每个充电站或设备设置固定的功率限制，而动态负载平衡根据当前电力需求和可用容量实时调整配电，有效利用可用电力，并确保每个充电站或设备接收必要的电力，而不会超出电路的容量，实现充电效率优化。最快充电效率可达到“充电一秒行驶一公里”。项目铺设 550W BIPV 光伏组件，配合 3.72MWh 区块型储能设备，年发电量可达 5.3 万度，可减少二氧化碳排放量约 30.3 吨，助力 20 万辆新能源车绿色启程。

协鑫智算与苏州交投集团的合作，充分发挥了能源和交通两大行业在国家绿色低碳发展中的放大、叠加和倍增作用，共同推动了光储充一体化标准产品的形成和项目应用场景的丰富。





# 第三章 其他光储充行业龙头

## 第一节 隆基绿能

隆基绿能科技股份有限公司自 2000 年成立以来，一直致力于成为全球最具价值的太阳能科技企业。

公司秉承“稳健可靠、科技引领”的品牌形象，以“善用太阳光芒，创造绿能世界”为使命。“稳健可靠”体现在其在中国光伏行业排名第一，能源化工制造业中位列第八，同时荣获 BNEF 财务健康指数榜首。“科技引领”则表现在累计获得专利 2879 项，以及累计研发投入达到 77 亿元人民币。

### 一、业务板块

隆基绿能构建了单晶硅片、电池组件、工商业分布式解决方案、绿色能源解决方案、氢能装备五大业务板块，形成了支撑全球零碳发展的“绿电”+“绿氢”产品和解决方案体系。

作为全球最大的单晶硅片生产商之一，隆基绿能专注于高效率单晶硅片的研发和生产，其硅片出货量连续多年位居全球首位，且大尺寸硅片出货量占比显著。

在电池组件领域，隆基绿能凭借先进的电池技术和高效的组件生产线，占据了重要地位。公司的电池组件业务营业收入占比较高，出货量亦居全球前列。

隆基绿能提供分布式光伏解决方案和地面光伏解决方案，满足不同应用场景的需求。公司的光伏解决方案业务涵盖了从系统设计、施工安装到后期运维的全链条服务。

隆基绿能进军氢能领域，开发碱性电解水制氢设备，并在氢能装备领域取得了显著成就。公司致力于成为全球领先的大型绿氢装备与方案提供商。

### 二、产业布局

隆基绿能在中国拥有 8 大产业集群，分布于云南、宁夏、江苏、陕西、浙江、安徽、青海和山西等地，其中云南和宁夏基地是隆基在国内最大的两个产业基地。

在国际化布局方面，隆基绿能积极优化和提升海外产能布局，增强海外供应能力。例如，公司在美国俄亥俄州的 5GW 组件合资工厂已正式投产。此外，隆基绿能还倡导“Solar for Solar”模式，利用清洁能源生产太阳能产品，如在云南和马来西亚古晋利用水电资源实现以清洁能源制造清洁能源。

隆基绿能凭借其在单晶硅领域的技术优势、全球领先的市场份额和品牌影响力以及持续的技术创新和研发投入，已经形成了“一超多强”的新格局。未来，隆基绿能将继续致力于构建以光伏发电为主的清洁能源体系，以 ESG 为媒加速培育新质生产力，助推公司与行业高质量发展。

## 三、ESG 表现

2024 年 7 月，标普全球(S&P Global)发布了《可持续发展年鉴（中国版）2024》，隆基绿能凭借在 ESG 方面的杰出表现入选，并首次在标普全球“企业可持续发展评估”(CSA)中荣获“行业最佳进步企业”特别表彰。

### 1. 清晰的可持续发展理念

2023 年，隆基绿能确立了 LIGHT 可持续发展理念，该理念综合考虑了公司的战略发展、行业特性、国家的发展规划以及联合国的可持续发展目标，构建了“引领 (Lead)”、“创新 (Innovative)”、“绿色 (Green)”、“和谐 (Harmonious)”、“信赖 (Trustworthy)”五大核心要素。

2024 年，隆基绿能正式加入“科学碳目标倡议(SBTi)”，并制定了科学的温室气体减排目标及相应路径，以助力实现碳达峰和碳中和的目标。

### 2. 明确的 ESG 架构治理

隆基绿能围绕环境、社会和治理 (ESG) 的发展战略，构建了一个全面的治理架构，该架构分为三个层次：底层治理层、治理层和执行层。通过这种分权体系的治理架构，公司确保了 ESG 战略的有效管理和执行。在这一架构中，每个层次都有明确的参与部门和成员，他们各自承担着不同的工作职责和任务。此外，为了进一步提升对 ESG 议题的中高层认知和能力，隆基绿能还特别聘请了外部专家，组成了一个可持续发展专家委员会。这些专家不仅为公司提供了专业的指导和建议，还帮助公司更好地理解 and 应对 ESG 相关的挑战和机遇。

### 3. 稳健的综合风险管理

隆基绿能高度重视风险管理，其各子公司均已通过 ISO 14001 环境管理体系认证，17 个基地通过 ISO 50001 能源管理体系认证。针对劳动用工、反垄断、反贿赂等 14 项合规事件进行了风险业务的识别与评估，并将合规事件指标纳入各部门绩效考核体系，制定了相应的评分规则。该管理机制有助于确保公司的合规运营，有效降低潜在风险。

### 4. 高品质的产品管理

隆基绿能将产品质量管理视为至关重要的核心。公司严格遵循 ISO 9001 质量管理标准体系，构建了一个覆盖全价值链的全面质量管理体系。通过培养质量体系内部评审师并实施“321”质量培训体系，隆

基绿能不断提升团队的专业素养和内部质量管理能力。此外，公司还建立了 NPS 客户满意度调查体系，持续对产品与服务进行优化。

## 5. 高投入的创新技术研发

技术创新是隆基绿能的另一项重要的 ESG 举措。公司在太阳能电池技术研发上持续投入资金，大力培育技术人员创新能力，在生产工艺和产品设计方面进行持续改进和创新。通过自主研发和技术合作，隆基绿能不断创造硅片、电池和组件的创新性突破，推动太阳能电池效率和产品稳定性的提升，最终实现了规模化量产。

2023 年，隆基绿能全面投资 BC 技术，目前已累积投入超过 20 亿研发资金和 1000 多位高水平研发人员潜心研发，晶硅电池转换效率已连续刷新世界纪录，HPBC 2.0 电池量产效率突破 26.6%，是目前量产效率最高的电池技术。

2024 年，隆基绿能相继推出了诸多重磅产品，例如搭载 HPBC 2.0 技术的 Hi-MO 9 和 Hi-MO X10。这些产品实现了发电性能、可靠性、客户收益以及美观性的全面领先，具有“高、富、帅、安”四大特点。

- 高，即效率领先：电池量产效率超过 26.6%，是晶硅电池最后一代实现绝对效率 1%跨越的电池技术，组件量产效率最高达 24.8%，再破全球组件量产效率最高纪录，相较 TOPCon 产品，Hi-MO X10 组件单位面积发电量可增加 5%以上。
- 富，即收益增值：在相同面积的屋顶上，Hi-MO X10 组件能够为客户带来更多收益，与 TOPCon 组件相比，每块 Hi-MO X10 组件每年可以额外发电超 72 度。
- 帅，即纯净外观：Hi-MO X10 组件以“化繁为简”的设计理念，背面无主栅，缔造组件纯粹高级的外观，能够匹配不同的建筑风格，带来良好的视觉享受与用户体验。
- 安，即安全可靠：为了减少阴影遮挡带来的功率损失，杜绝安全隐患，Hi-MO X10 组件特有的类旁路二极管结构，相比 TOPCon 产品可有效减少超 70%的功率损失，还可大幅降低阴影遮挡下的热斑温度，温度较常规电池降低 28%+。此外，全背面“一”字型焊接结构，大幅降低了组件隐裂风险。

## 6. 高效的绿色供应链管理

隆基绿能致力于向供应链的上下游企业传递可持续发展的理念，并与供应商共同构建一个透明且互惠互利的负责任供应链体系。

隆基绿能已建立了一个垂直一体化的产品可追溯管理体系，具体措施包括：

- 制定了严格的《供应商行为准则》，将可持续发展的要求纳入供应商的管理体系中；
- 利用公众环境研究中心（IPE）的供应链管理平台来监测供应商的环境信息；
- 鼓励供应商进行绿色供应商自我评估；
- 发起《隆基绿色供应链减碳倡议书》，号召供应链伙伴共同实现气候相关承诺；
- 发起《新材料新工艺倡议书》，促进供应链的协同创新。

2022 年，隆基绿能启动了供应商“绿色伙伴赋能计划”，与合作伙伴携手不断推进节能减排的目标。目前，已有超过 500 人次参与了赋能培训课程的学习，50 多家供应商伙伴进行了碳排放盘查，10 多家供应商伙伴制定了科学的减排目标。

2023 年，隆基绿能进一步启动了“绿色可持续供应链共建行动”，承诺在“绿色产品设计、绿色采购、绿色制造、绿色质量环安、绿色物流、绿色储能、绿色合作、绿色品牌”等方面采取行动，以实际行动推进绿色供应链的建设。

## 7. 能源结构改造与节能技术改造

隆基绿能致力于促进能源结构的转型，以实现更加绿色和可持续的发展。该公司已在电力消耗中实现了较高比例的可再生能源应用。此外，隆基绿能通过实施节能技术改造和建立严格的能源管理及评价体系，显著降低了整体的电能消耗。针对生产过程中各个阶段的独特需求，隆基绿能采取了精准的技术改造措施，这不仅提升了生产效率，同时也增强了环境效率。

在隆基绿能嘉兴基地，引入了 AI 全流程检测及追溯、智能人力管理等数字化创新技术，这些技术的应用有效提升了生产效率和能源利用效率。隆基绿能嘉兴基地的这些成就获得了广泛认可，荣幸地被选为全球光伏行业首个“灯塔工厂”，这标志着隆基绿能在智能制造和可持续发展领域的领先地位。

## 8. 积极的参与社区发展和履行社会责任

在积极促进社区发展和进步的道路上，隆基绿能公司采取了创新的举措，引入了名为“隆基·向日葵”的一体化数字化户用光伏解决方案。这一方案不仅有助于推动“普惠光伏”的理念，而且致力于构建“零碳乡村”，即通过清洁能源的使用，减少碳排放，实现乡村地区的可持续发展。此外，隆基绿能还特别关注了泰国岛屿地区的电力供应问题，通过提供高效的离网光伏系统解决方案，成功解决了当地电力供应不足的难题。这些系统不仅为岛屿居民提供了稳定的电力，还通过项目生命周期碳足迹交易的方式，有效降低了居民的用电成本。隆基绿能的这些举措充分展现了公司对社会责任的深刻理解和积极承担，同时也体现了其对环境保护和可持续发展的坚定承诺。

隆基绿能，作为一家致力于可持续发展的企业，将 ESG 管理作为其核心战略的坚实基础。公司不仅专注于核心业务，而且在 ESG 管理的各个领域都进行了深入的推进和实施。从产品质量管理到提升电池的转换效率，再到供应链的优化管理，隆基绿能均取得了显著的成就。此外，公司在能源结构的转型以及社区发展支持方面也做出了积极的努力和贡献。隆基绿能的这些 ESG 实践不仅为同行业其他企业提供了宝贵的参考和启示，而且对于推动全球能源转型和可持续发展进程具有重要的促进作用。

### 第二节 晶澳科技

晶澳科技系一家民营企业，专注于太阳能产品的研发、生产及销售，属于高新技术企业范畴。在公司发展战略层面，晶澳科技实施了“一体两翼”战略，即以光伏智能制造作为核心业务，同时辅以智慧能源与光伏新材作为两大支撑板块的发展战略。

“一体化”构成了硅片、电池及组件这一主产业链，此乃晶澳科技之核心业务范畴。公司致力于通过技术创新手段，不断提升产品转换效率；凭借高效管理策略，有效降低成本与费用；同时，组建起一支强有力的销售团队，以持续提升在全球光伏市场的占有率。

“两翼”战略涵盖以下两大方面：

- 智慧能源领域：该领域主要聚焦于光伏发电应用场景的解决方案，具体涵盖了集中式地面电站、工商业分布式电站以及户用光伏储能电站等。为客户提供一种集“多种能源协调互补、多种环节整合共治、多种场景融合发展”于一体的电力能源设计、建设及运营解决方案。

- 光伏新材领域：该领域主要涵盖光伏辅材和设备产业。依托公司供应链管理的优势，发挥在重点辅材和设备方面的技术积累与创新优势，打造“专精特新”的优势辅材业务。同时，也开展少量的加工类辅材业务，以保障主产业链的供给稳定。此外，积极与行业头部供应商建立长期战略合作关系。

### 晶澳科技的 ESG 实践

#### 1. 专注产品创新研发

晶澳科技的“高性能沙漠组件助力光伏治沙”项目，荣获金砖国家工业创新大赛二等奖，并被收录于“金砖国家工业创新合作项目库”。

晶澳科技开发沙漠项目的主要原因是：

- 应对全球气候危机：晶澳科技身为光伏行业的领军企业，积极面对全球气候变化所带来的挑战，矢志通过实施光伏治沙等一系列措施，以减少碳排放，从而有效应对全球变暖等环境问题。
- 增强光伏组件的适应性与可靠性：沙漠地区的极端环境，如高强度紫外线、高负荷、强沙尘暴以及显著的温差，对光伏系统提出了极高的要求。晶澳科技通过持续的研发与优化工作，成功设计出适应沙漠环境的高性能光伏组件。这些组件能够在恶劣条件下维持高效稳定的发电性能，从而提高光伏治沙项目的生态效益和经济效益。
- 促进新能源产业进步：光伏治沙技术的实施不仅能够充分利用沙漠地区丰富的日照资源，同时具备防风固沙的功能，有助于土地功能的恢复，并推动了当地新能源产业的发展。晶澳科技通过参与沙漠项目，为以吐鲁番为代表的干热沙尘环境地区的新能源产业进步提供了助力。
- 政策扶持与市场需求：近年来，国家多次颁布政策，明确指出加速推进沙漠、戈壁、荒漠地区的大型风电光伏基地项目的规划与建设。晶澳科技依托其技术积累与市场经验，积极投身于这些项目，以满足市场需求，并为公司的业务拓展提供了新的增长机遇。
- 技术创新与产品优化：晶澳科技在电池技术的革新、封装材料的选择以及组件系统的设计等多个关键领域，均采取了全面且深入的优化举措，从而显著增强了其产品的耐久性能及环境适应能力。

晶澳科技在“高性能沙漠组件助力光伏治沙”方案中，采用了多项先进技术：

- 电池技术领域：晶澳科技对电池技术进行了全方位优化，涵盖了毫秒级少子寿命低氧 N 型硅片、表面钝化及钝化接触技术、激光诱导烧结技术、超细栅金属化技术和双面减反膜技术等关键方面。其中，N 型硅片经由特殊工艺处理，实现了硅片中氧含量的极低水平。氧含量是影响硅片质量的关键因素之一，过高的氧含量易引发光致衰减（LID）现象，进而降低电池效率。而低氧含量的 N 型硅片则能有效减轻此类衰减效应，增强电池的长期稳定性。这些技术的综合应用，显著提升了组件的转换效率和功率稳定性，使得晶澳的组件在沙漠等极端环境下展现出更高的发电效率和更持久的使用寿命，这些先进技术的采用极大地增强了组件的性能与可靠性。
- 封装材料方面：晶澳科技针对封装材料及组件设计进行了全方位的优化。具体而言，通过采用双层镀膜玻璃，显著提升了产品的抗风沙性能；同时，通过引入连接器防尘塞，有效防止了沙尘的侵入；此外，采用含氟背板进一步增强了产品的耐候性。上述措施共同作用，显著提升了产品的耐用性和环境适应性。
- 系统设计：晶澳科技针对组件系统设计进行了全方位的优化。通过增强组件的抗风沙、抗温变性能，确保了组件在沙漠环境中的长期稳定运行。这些技术革新与优化策略使得晶澳科技的高性能沙漠组件在极端环境下展现出卓越性能，显著提升了光伏治沙的发电效率及生态效益。

## 2. 在环境实践领域推动创新，向循环经济迈进

在沙漠治理领域，晶澳科技持续进行方案的开发与创新。目前，晶澳科技已提出两项沙漠光伏组件的升级方案，均具备显著的创新特性。

- 第一项方案为具有“自清洁”功能的光伏组件，该方案基于防尘玻璃和防积灰边框的设计理念，有效减少了组件表面的灰尘沉积，从而减轻了维护清洗的负担，并相应地提高了发电效率。
- 第二项方案则关注于提升组件的载荷性能，通过优化背面玻璃结构和边框结构，确保了光伏组件在强风等恶劣天气条件下的稳定运行。这两项创新方案的提出，不仅体现了晶澳科技在沙漠治理领域的技术进步，也为其在循环经济的实践中迈出了坚实的步伐。

## 第三节 通威股份

通威股份有限公司成立于 1992 年创立，总部位于中国四川省成都市。其主营业务广泛涉及农业、能源与环保等多领域，其中硅料业务构成其重要战略布局板块之一。伴随全球对清洁能源需求的持续攀升，通威在光伏硅料的生产研发领域斩获显著成果，为公司可持续发展筑牢根基。

### 一、生产过程中的环保措施

#### 1. 资源利用效率

通威在硅料生产进程中，始终以提升资源利用效率为关键目标，大力推进资源循环利用。此战略不仅削减了原材料消耗、降低生产成本，亦助力环境保护。公司极为注重废料回收与再利用，通过一系列有效举措减少生产环节的资源浪费，提高资源使用效率。

于废料回收层面，通威构建了高效的回收系统。当前虽技术上难以实现废料 100% 回收，但凭借精细化管理与先进回收技术，废料回收率大幅提高，通常能回收约 90% 以上的硅片边角料。这些边角料经精准分类与处理，转化为有价值的再生硅料，融入新的生产流程，有效降低了对新原材料的依赖。

具体废料回收流程涵盖多个关键步骤：

- 对废料予以精细分类，依材质、形态与状态分拣，保障不同类型废料得到妥善处理。
- 分类后的废料进入清洗与预处理阶段，清除表面杂质与不合格部分，为后续处理创造有利条件。
- 再加工环节是回收核心步骤，通威运用先进机械与化学方法，深度去除废料中的杂质与不纯物质，将其转化为高品质再生硅料。经严格检测达标后，这些再生硅料可用于新硅片生产，部分替代新原材料。

此过程使硅料生产更趋环保，显著减少资源浪费。例如，利用再生硅料生产新硅片，既降低对天然硅矿的依赖，又削减开采、运输与加工环节对环境的影响。再生硅料的应用不仅降低生产成本，亦推动硅料产业链向绿色、可持续方向发展。

此外，通威借助废料回收减少生产碳排放，有力推动企业绿色发展。回收废料既降低新原材料需求，又缓解废弃物处理压力，减轻废料堆积对环境的负担。通过这一系列创新举措，通威在维持高生产效率的同时，为环境保护与可持续发展贡献积极力量。

## 2. 水资源管理

硅料生产过程中，水资源消耗是重要关注点。为实现水资源高效利用并最大程度降低环境影响，通威引入循环用水系统积极应对挑战。借助先进水处理技术，生产用水经多次处理后可循环再用，大幅减少新鲜水消耗，有效减轻废水排放对环境的负面影响。

通威硅料生产的水资源使用主要涵盖几个关键领域：

- 冷却系统是水资源使用的关键环节，水用于冷却设备、反应器与生产线各环节，确保生产温度精准控制，提升生产效率并保障产品质量。
- 清洗与冲洗环节亦大量用水，用于清洗生产设备与原材料，避免硅料生产过程中的污染，保证最终产品纯度与质量。
- 部分化学反应过程需水作为溶剂或反应介质，如某些合成反应中，水可促进反应物溶解或反应进行，不可或缺。

然而，水的广泛使用带来废水排放问题，废水污染程度取决于生产过程中的化学物质使用与处理工艺差异。硅料生产产生的废水通常含镁、铝等重金属离子，可能污染水体。此外，废水中化学氧需求量（COD）较高，COD 是衡量水中有机物浓度的指标，需处理至安全水平。废水中还可能含未溶解悬浮物，需经净化处理清除，避免对环境造成不良影响。

为应对此挑战，通威采用一系列先进废水处理技术，降低废水污染程度并确保达标排放：

- 建立循环用水系统，回收处理后的废水并重新用于冷却、清洗等环节，使生产用水多次循环利用，显著降低新鲜水需求量。
- 运用多种高效水处理技术确保废水彻底净化。沉淀和过滤技术可去除悬浮物与固体杂质，提升水质。生物处理技术借助微生物降解废水中有机物，降低 COD，减少水体有机污染。反渗透和膜分离技术用于水质进一步提纯，去除细小污染物，使水质达可重复利用标准。

通过这些技术手段，通威大幅减少新鲜水消耗，通过高效废水处理降低废水排放。循环用水与废水处理的综合应用，提高水资源利用率，减少对外部水资源的依赖，降低生产活动对水环境的负面影响，推动生产过程绿色化与可持续发展。

## 3. 能量回收技术

通威在生产设施中广泛应用能量回收技术，致力于将生产过程产生的各种形式能量高效回收与再利用。这些能量回收装置可将废热、废气与机械能转化为电能或热能，供部分生产设备使用，大幅提升能效，降低生产成本，减少对外部能源的依赖。此系列技术优化生产流程，助力通威在环保与节能方面取得显著成效。

能量回收技术应用主要涵盖热能回收、废气能量回收与机械能回收三个关键领域。

- 热能回收技术主要利用生产过程中的废热，尤其在熔炼、化学反应或冷却等环节释放的热量。这些废热原本多直接排放，造成能源浪费。通威通过安装热交换器收集废热并转化为蒸汽或热水。具体为：废热收集环节，在特定生产环节收集原本会浪费的热量；热能转化环节，热交换器利用高温废气或液体热量加热水生成蒸汽或热水；蒸汽或热水利用环节，转化后的蒸汽或热水可用于发电（通过蒸汽驱动涡轮机）或直接用于生产过程中需加热的环节（如加热原料或维持工艺温度），从而回收利用废热，减少能源浪费，提高能源利用效率。
- 废气能量回收技术针对生产过程排放的高温废气，如来自加热炉或其他高温设备的废气。传统上这些废气直接排放，造成能源浪费与环境负担。通威采用废气热回收系统，借助先进热交换技术收集废气热能并转化为可用的热水或蒸汽。回收的热能可用于生产环节加热需求，还可用于其他能源需求较高的生产过程，有效降低企业对外部能源的需求，减少生产过程中的碳排放。
- 机械能回收技术着眼于生产设备动态过程，尤其是设备运转产生的动能，如振动、转动与机械摩擦等。通威通过安装机械能回收装置，将这些原本浪费的动能转化为电能，供部分设备使用或储存。此过程提升生产设备能源自给自足能力，减少企业对电网的依赖，降低运营成本。

在提高生产效率与降低能源消耗方面，通威将回收的能量替代部分外部能源需求，降低能源采购成本，减少温室气体排放与其他环境污染，推动企业可持续发展。此外，能量回收技术应用提升企业能源管理水平与市场竞争力，助力通威树立绿色、环保、节能品牌形象。

## 4. 清洁生产技术

通威在推进清洁生产技术进程中，秉持可持续发展理念，致力于引入应用先进生产工艺与设备，降低能源消耗与碳排放，积极推动绿色制造与环保型生产。通过这些创新技术，通威将清洁生产理念深度融入硅料生产过程，在光伏材料制造领域取得显著进展。

尤其在高效光伏材料制造领域，通威研发生产采用高效单晶硅与多晶硅生产工艺。这些技术不仅提升硅料光电转换效率，还优化整体光伏产品性能，推动清洁能源高效利用。高效单晶硅工艺是公司技术创新核心之一，其光电转换效率显著优于传统单晶硅。在相同太阳光照射条件下，高效单晶硅能更高效地将太阳能转化为电能，显著提高光伏发电系统整体发电能力，直接增强通威光伏产品市场竞争力，使其在全球光伏产业占据重要地位。

除提高光电转换效率外，高效单晶硅的纯度亦是其显著优势。高纯度单晶硅材料可有效提升导电性，降低能量损失，在光电转换过程中提供更优性能。通威在生产过程中运用先进技术手段，最大程度去除原材料中的杂质与不纯物质，提升硅材料质量与稳定性。这种高纯度硅材料不仅提高产品效率与可靠性，还在光伏应用中延长使用寿命，为用户提供更稳定、持久的光伏发电系统。

在能源利用与资源消耗方面，通威通过高效单晶硅生产工艺，采用先进生产工艺优化能源使用，降低生产过程能源消耗。相比传统工艺，新工艺在相同生产规模下减少能源使用量。同时，创新工艺使通威在生产过程中更高效利用原材料，减少浪费。与传统工艺相比，新生产工艺能更精确控制原料使用，减少不必要消耗。高效生产工艺使通威能用更少资源制造更多高质量产品，提高生产效率，减少资源整体消耗。优化的生产流程与技术使每单位能源和原材料得到最大程度利用，避免浪费，实现资源最大化利用。

## 5. 无毒化学品使用、智能化设备以及清洁能源应用

硅料生产过程中，通威坚守绿色环保理念，积极推进无毒化学品使用，替代传统有害化学物质。此变革大幅减少生产过程对环境的潜在危害，有效保护员工健康。具体而言，通威采用无毒氟化物或其他更安全的酸替代传统氢氟酸，广泛应用于硅料清洗与蚀刻工艺，显著降低氢氟酸对环境与员工健康风险，减少对空气与水资源的污染。

此外，通威在清洗过程中积极采用水性溶剂替代传统有机溶剂。水性溶剂使用过程更环保，减少挥发性有机化合物（VOCs）排放，降低对大气的污染。挥发性有机化合物是空气污染与温室气体排放的重要来源，减少其排放对推动环保目标意义重大。

为进一步降低对环境的负面影响，通威积极选用生物基化学品作为生产过程辅助材料。这些生物基化学品通常源自植物，如植物提取的表面活性剂和助剂，不仅可提高化学反应效率，还能降低对环境的依赖，减少化学品生产过程中的资源消耗与污染排放。通过使用这些植物来源的环保化学品，通威在确保生产效率的同时，为实现可持续发展贡献力量。

除化学品使用创新外，通威在生产设施中引入自动化与智能化设备，提升生产过程精准度、效率与可持续性。自动化生产线集成先进传感器与控制系统，实时监测生产各环节数据，及时调整生产参数。这种高度智能化生产模式显著提升生产效率，减少人为操作误差，进一步提高生产过程稳定性与产品一致性。此外，自动化系统精确控制能源消耗，减少能源浪费，提高能源使用效率，有助于降低生产成本与环境负担。

为响应全球低碳排放与可再生能源需求，通威在部分生产基地积极探索清洁能源应用。特别是太阳能和风能等可再生能源的使用，既符合公司可持续发展战略目标，又有效减少碳排放与对传统化石能源的依赖。例如，通威在多个硅料生产厂房安装光伏发电系统，部分生产用电由自家发电系统供应，减少对外部能源的需求，有效降低生产环节碳足迹，推动公司绿色发展步伐。

通威在多个环节开展节能降耗措施，如优化设备能效、改进生产流程等。这些措施提高能源利用率，帮助公司在维持生产能力与质量的同时，减少能源消耗与碳排放，为全球气候变化应对贡献力量。

## 二、绿色供应链管理

通威在硅料业务供应链管理中，始终将环保标准执行作为核心原则之一，全力推动全产业链绿色化。公司通过严格的绿色供应链管理举措，确保生产过程符合环保要求，通过各环节创新优化推动可持续发展。

- **环保供应商的选择：**通威制定严格供应商评估标准，确保合作伙伴环保合规性。要求所有原材料供应商提供环境管理体系认证（如 ISO 14001）和产品生命周期评估（LCA）报告，以便全面评估其产品与生产过程。这些报告能有效展示供应商在资源使用、能源消耗与废弃物管理方面的表现。此外，通威定期开展供应商审核，确保供应商在生产过程中遵守最新环保法规与标准。若发现供应商存在不符合环保标准行为，通威将暂停合作并要求整改，以维护绿色供应链高标准。
- **绿色原材料的采购：**通威积极推动可再生材料使用，尤其在硅料生产中，优先选用源自可持续矿源的硅砂。这些原材料减少环境负担，支持资源循环利用，降低采矿过程中的环境破坏。此外，公司大力推广低碳材料采购，如选用低能耗、低排放的化学助剂，优化生产工艺，进一步减少碳排放。通过这些措施，通威降低生产过程中的环境影响，为循环经济发展贡献力量。
- **生产过程的环保优化：**通威持续引入先进技术减少生产过程中的资源消耗与污染排放。应用清洁生产技术，包括废气处理系统、水资源回收系统与废物减量技术。例如，通过多级水循环系统，通威减少 50% 以上的水使用量，显著降低水资源浪费。为进一步降低碳足迹，通威采用能源管理系统

(EnMS)，对能源消耗进行实时监控与优化，减少能源浪费，提升能源利用效率。这些技术应用使公司在保障生产效益的同时，最大程度减少环境污染。

- **绿色运输方式的选择：**通威在物流环节积极采取措施，优先选用低排放运输方式。通过与环保认证的物流公司合作，采用电动或混合动力运输车辆降低运输过程中的碳排放。此外，通威通过优化运输路线与运输方式，减少运输时间与距离，进一步降低物流环节的碳排放。公司利用先进物流管理系统对运输过程进行动态优化，提高运输效率并降低环境影响。
- **废弃物管理与循环利用：**废弃物管理与循环利用是通威绿色供应链管理的重点领域。公司构建完善的废弃物分类与回收体系，确保生产过程中产生的固废、液废得到妥善处理与再利用。尤其在硅料生产过程中，通威对产生的硅粉进行回收再利用，最大程度减少资源浪费。同时，公司积极参与行业合作，推动废弃物再生利用项目，与其他企业及科研机构共同开展工业废料转化为可再利用资源的工作。这不仅降低生产成本，也推动循环经济健康发展，体现通威对环境可持续发展的长期承诺。
- **持续改进与透明度：**通威始终重视持续改进与透明度。定期对绿色供应链管理整体绩效进行评估，通过环境指标与数据分析查找提升空间，制定年度环保目标，监测各环节环保表现，确保持续改进。通威通过透明信息共享机制，定期向供应商、客户及公众披露其环保进展与成就，增强全产业链环保意识，激励上下游共同参与绿色发展。公司还通过建立绿色供应链数据库，与供应商共享最佳实践，推动行业整体环保水平提升。

#### 第四节 Enel 国家电力公司

Enel 是一家 1962 年创立、总部位于意大利的全球性能源公司，在欧洲电力公司中规模位居前列，业务范围覆盖发电、配电以及销售等领域。近年来，Enel 积极投身可再生能源转型进程，致力于到 2030 年将可再生能源占比提升至 60% 以上。在 ESG 层面，Enel 设定了明确的气候目标，包括削减温室气体排放以及加大可再生能源投资力度，可持续发展战略聚焦于技术创新、资源效率提升以及对社区的积极贡献。

葫芦岛太阳能综合体项目是巴西及南美地区规模最大的太阳能发电项目之一，位于巴西东北部的葫芦岛地区（亦称为瓜尔吉省）。该项目凭借其规模与技术水平，成为全球绿色能源典范，成功融合创新光伏技术与可持续发展理念，提升了巴西在全球清洁能源市场的竞争力。

#### 1. 项目背景与规模

葫芦岛太阳能综合体占地约 2,000 公顷，装机容量达 400 兆瓦，是南美地区首屈一指的光伏电站。由全球能源巨头 Enel Green Power 主导建设，计划分两期开发。一期 200 兆瓦于 2020 年建成并投入运营，二期旨在进一步提升产能，最终实现 400 兆瓦装机容量，预计每年可为超 100 万户家庭供电。整个项目预计年发电量超 750 吉瓦时 (GWh)，相当于每年减少约 400,000 吨二氧化碳排放，约等同于减少 85 万辆汽车的排放量。该项目能达如此规模，得益于巴西充足的阳光资源以及政府对可再生能源政策的大力扶持。巴西年均日照时间在 2,000 至 2,400 小时之间，为大规模太阳能项目提供了理想的自然条件。

#### 2. 先进光伏技术的应用

为充分利用丰富的太阳能资源，葫芦岛太阳能综合体采用了业界领先的光伏技术与高效组件。项目选用单晶硅和双面光伏组件。单晶硅组件光电转换效率超 20% 且使用寿命长，是现代光伏发电系统的优选。双面光伏组件可通过反射和散射阳光提高能量输出，其背面能捕获地面反射阳光，进一步提升整体效率。

#### 3. 半切片技术的引入

项目采用半切片技术 (Half-cut Cell Technology)，即将大硅片切割成较小片段。每个光伏组件由多个半切硅片构成，相较于传统整片硅片，该技术可有效减少电流和电阻损耗，提升组件功率输出，使每个光伏面板功率输出提升约 5% 至 10%。借助半切片技术，葫芦岛太阳能综合体的光伏板效率得以进一步优化，系统发电能力显著提高。

#### 4. 智能逆变器的应用

在光伏发电系统中，逆变器至关重要，它将光伏板产生的直流电 (DC) 转换为交流电 (AC) 并保障系统稳定运行。葫芦岛项目采用智能逆变器，具备实时监控与调节功能，可依据天气变化、光照强度等因素调整系统工作状态，优化能量输出。此外，智能逆变器还拥有故障诊断、远程监控与自我修复功能，大幅提高了系统的可靠性与维护效率。

#### 5. 高效跟踪系统的优化

为提升系统发电效率，葫芦岛太阳能综合体配备先进的太阳能跟踪系统。采用单轴跟踪系统 (Single - Axis Tracking)，光伏板可随太阳运动调整角度，增加太阳光照射时间与强度。单轴跟踪系统成本较低，可有效提升发电效率约 15% 至 25%。部分区域还应用双轴跟踪系统 (Dual - Axis Tracking)，能精准跟踪光伏面板，既跟随太阳水平运动，又追踪垂直角度，进一步增强光伏板能量捕获能力。双轴跟踪系统适用于日照条件复杂区域，可在不同季节和天气变化下保持最佳光照角度，实现发电效率最大化。

## 6. 社区参与和社会效益

葫芦岛太阳能综合体项目的成功，既得益于技术创新，也离不开 Enel 在项目实施过程中对当地社区的积极参与和支持。Enel 深知可再生能源项目的可持续性需兼顾能源生产能力、社会与经济影响。因此，项目实施期间，Enel 主动与当地社区建立联系，争取居民理解与支持。

在社区参与方面，Enel 着重开展教育与培训。项目启动前，便与当地学校和培训机构合作，开设太阳能技术培训课程，助力当地居民掌握光伏技术基础知识与操作技能。这些培训不仅提升了当地人的就业能力，还为项目长期运营提供了技术支撑。此外，Enel 投资建设医疗设施与基础设施，改善当地生活条件。为提升居民生活质量，Enel 修建新道路、供水系统和电力基础设施，提供医疗设备与设施，支持当地卫生条件改善，进一步促进了社区的社会接受度与支持。

## 7. 环境影响与经济效益

葫芦岛太阳能综合体的建设有力推动了巴西能源结构的绿色转型。项目每年发电 750 吉瓦时，预计减少约 400,000 吨二氧化碳排放，相当于减少 85 万辆汽车的排放量，极大减轻了巴西对化石燃料的依赖。鉴于巴西在巴黎气候协定中的减排承诺，葫芦岛项目为政府实现目标提供了有力支持。经济效益方面，项目建设与运营为当地创造了大量就业机会。据 Enel 统计，建设阶段直接提供约 3,000 个就业岗位，涵盖工程建设、设备制造、安装和运输等领域。运营期间，还为当地提供约 500 个长期维护与管理岗位。这为当地居民提供了稳定收入来源，促进了当地经济全面发展。葫芦岛太阳能综合体的成功提升了巴西在全球光伏领域的竞争力，也为南美地区可再生能源发展提供了重要经验。未来，Enel 计划继续扩大在巴西和南美其他国家的绿色能源投资，推动太阳能和风能等可再生能源项目建设。此外，葫芦岛项目的经验也可为其他国家和地区的太阳能项目提供借鉴，特别是在先进技术结合、社区合作与社会责任履行等方面。

### 第五节 美国赫姆洛克

赫姆洛克 Semiconductor 的前身为 1960 年成立的道康宁子公司，专注于多晶硅的研发和生产。经过几十年的发展，赫姆洛克已成为全球领先的多晶硅供应商之一，其技术和生产能力在行业内享有盛誉。

赫姆洛克的主要产品包括高纯度的多晶硅，这些产品广泛应用于半导体芯片和太阳能电池的生产。影响力覆盖亚洲、欧洲和美洲等多个地区，主要客户群体涵盖了全球知名的半导体制造商和光伏企业，包括英特尔、三星、LG 等半导体巨头，以及 First Solar、JA Solar 等光伏行业领军企业。

## 一、发展历程

赫姆洛克的起源可以追溯到 1930 年代的康宁玻璃公司，当时该公司开始研究具有玻璃特性的塑料。1943 年，康宁玻璃与陶氏化学合资成立了道康宁公司，加速了硅材料的研究和产业化。

1957 年，道康宁开发了制造多晶硅的技术，并在 1960 年于密歇根州建立了第一座多晶硅工厂。这一阶段标志着硅料技术的初步成熟和商业化的开端。

1984 年，为了增强竞争力，道康宁引进了日本信越半导体和三菱材料公司作为战略投资者，显著提升了生产和技术水平。

进入 21 世纪后，面对快速增长的光伏市场，赫姆洛克实施了一系列扩产计划，如“Solar1”和“Solar2”项目，使其产能大幅提升。

近年来，赫姆洛克继续在全球扩张，启动了多个新项目，并不断提升技术水平，以满足市场对高效、高质量硅料的需求。

## 二、技术优势

赫姆洛克采用改良西门子法进行多晶硅的生产，这种方法通过氢还原工艺将三氯氢硅转化为高纯度的多晶硅，确保了产品的高质量和高效性。

此外，赫姆洛克还采用了先进的流化床反应器法，进一步提升生产效率和产品质量。该方法优化了反应过程，减少了杂质生成，提高了硅料的纯度。

赫姆洛克改良西门子法和流化床反应器法的结合，使得生产过程更加高效，产品质量更高。此外，赫姆洛克在提纯技术和杂质分析方面的领先地位。

- **前沿提纯技术：**赫姆洛克始终致力于技术创新，特别是在提纯技术方面，不断推出新的技术和工艺，以确保其在行业内的领先地位。其前沿的提纯技术能够有效去除硅料中的杂质，提高产品的性能和可靠性。
- **杂质分析与控制技术：**通过对每万亿所含杂质的分析，赫姆洛克能够精确控制生产过程中的各类杂质，确保产品的高纯度和一致性。这项技术使得赫姆洛克的产品在市场竞争中具有显著的优势。

## 第六节 First Solar 第一太阳能

第一太阳能（First Solar）公司是世界领先的太阳能光伏模块制造商之一，生产基地位于美国、马来西亚和德国等地。其产品销售对象主要是推广光伏项目或集成光伏系统的公司以及公共机构。它是全球最重要的碲化镉（CdTe）薄膜光伏模块制造商。

第一太阳能的太阳能组件主要采用碲化镉（CdTe）薄膜光伏技术，这是一种利用碲化镉材料制成的薄膜光伏组件技术。该技术具有高效、低成本和环境友好的特点。碲化镉（CdTe）属于 II - VI 族化合物半导体材料，其光谱响应与太阳光谱非常匹配，仅 2mm 厚的 CdTe 薄膜就能吸收 99% 的太阳光。

第一太阳能的 FS Series 7 PV 组件是该公司生产的高效太阳能组件之一，代表了最先进的太阳能组件技术。这些组件采用了先进的碲化镉薄膜技术，具有高效、可靠和低成本的特点，能够显著降低太阳能发电的成本，使得太阳能发电的上网电价与传统火力发电相当。

- 常规的光伏组件小面积电池的转换效率范围分为以下几种：多晶硅太阳能电池转换效率一般在 10% 至 15% 之间；单晶硅太阳能电池转换效率在 15% 至 20% 之间；高端 PERC 电池转换效率可以达到 22%。而第一太阳能主要采用碲化镉材料，实验室小面积电池的转换效率已达 22.1%，0.72 m<sup>2</sup> 的碲化镉薄膜组件的效率也已达 18.6%。根据研究，碲化镉和透明导电玻璃是构成第一太阳能碲化镉材料的主要部分，分别占到消耗材料总成本的 45.4% 和 38.2%。这种低成本的材料构成使得碲化镉薄膜光伏组件在生产过程中能够节省大量的原材料费用，且不依赖昂贵的单晶硅材料。
- 碲化镉薄膜光伏组件能在多变的气候条件下稳定运行，适用于各种建筑表面，促进光伏建筑一体化（BIPV）的发展。碲化镉材料在生产过程中使用的原材料和能源较少，且材料具有可回收性，符合可持续发展的要求，正在全球能源转型和光伏产业升级中扮演着日益重要的角色。

第一太阳能优化原材料，原材料 100% 可再生。板的回收利用方法主要是物理回收，还包括以下其他方法。

- 物理回收法：这种方法主要依靠物理手段，将层压件粉碎成较小的颗粒，分拣出玻璃颗粒和焊带后，再将剩余部分进行研磨，通过静电等方法分离出金属、背板、EVA 或 POE 等颗粒。然而，物理分离法不能 100% 分离出所有材料，分离出的材料会含有其他材料的杂质，导致材料的纯度不高。
- 化学回收法：包括无机酸溶解法和有机酸溶解法。无机酸溶解法使用混合酸将 EVA 溶解掉，与玻璃分离，此法可保持硅片的完整，但需要进一步处理。有机酸溶解法使用有机溶剂溶胀 EVA，以达到分离电池片、EVA、玻璃和背板的目的，但该方法仍处于实验室研究阶段。化学回收法虽然能提取出高价值的金属，但成本较高，且处理过程可能产生有害气体和废液。
- 热解回收法：这种方法包括固定容器热处理法和流化床反应器热处理法。固定容器热处理法将光伏组件放入焚烧炉中，设置反应温度 600°C 进行焚烧，完成后将电池、玻璃和边框手工分离。流化床反应器热处理法则在特定温度和流速的空气作用下，使 EVA 和背板材料气化，从而实现分离。

可见，第一太阳能的碲化镉薄膜光伏模块，采用独特的碲化镉薄膜技术，具备高效发电特性，可显著降低太阳能发电成本。其转换效率在同类产品中优势明显，原材料成本低廉且 100% 可再生。该模块适应能力强，能在多变气候条件下稳定运行，适用于各类建筑表面，有力推动光伏建筑一体化发展。同时，在环保方面表现出色，生产过程资源消耗少，材料可回收，符合可持续发展理念。第一太阳能的碲化镉薄膜光伏模块产品具备高效、低成本、环境友好特点，转换效率具优势。V 并且原



## 参考资料

1. 《中国的能源转型》白皮书
2. 《光伏产业链各环节的消耗量情况汇总》
3. 《“十四五”新型储能发展实施方案》
4. 《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》
5. 《光伏组件——碳足迹及低碳发展报告》
6. 《2024 中国新型储能行业发展白皮书》
7. 《2023 中国工商业储能发展白皮书》
8. 《材料科学与工程》
9. 《化学工程期刊》
10. 《新能源储能技术的环境效益与成本效益分析》
11. 电池制造工艺的环境污染控制, 人人文库
12. 预见 2024: 2024 年中国光伏行业市场现状、竞争格局及发展趋势分析
13. 李祥英, 光伏产业各环节技术迭代情况梳理
14. 曾燕, 2024 年硅料行业市场分析全景调查
15. 中商产业研究院, 2024 年中国硅基新材料产业链图谱研究分析
16. 开文明、刘清馨, 颗粒硅、CCZ、钙钛矿三重奏, 奏响绿色能源新篇章.2024
17. 科技汇, 为低碳而生 ——解析颗粒硅赋能“协鑫碳链”的底层逻辑
18. 亿度数据, 晶硅电池的核心, 产业链强势环节, 2024
19. 中国电动汽车充电基础设施促进联盟统计
20. 新能源汽车充电基础设施领域的市场研究报告
21. 《2023 年智算产业发展白皮书》
22. 预见 2023: 2023 年中国智算中心行业全景图谱
23. 《2024 年中国智算中心行业发展现状分析》
24. 中国智算中心现状及液冷技术应用展望
25. 协鑫集团官网及子公司官网
26. 刘畅, 协鑫科技: 携手穆巴达拉主权基金, 阿联酋首个多晶硅项目启动, 年产能 12 万吨
27. 《布局万亿蓝海, 协鑫能科年产 20GWh 储能项目正式投产》, 知乎专栏
28. 《储能市场加速发展, 协鑫布局光储充算一体化》, 第一财经
29. 《加速布局储能业务, 协鑫能科新型储能装机规模突破 70 万千瓦》, 第一财经
30. 通威股份官网
31. Gartner、IDC、Forrester 的市场分析报告
32. 墨西哥政府能源政策文件
33. 巴西政府可再生能源相关政策文件
34. 国际能源署 (IEA), 可再生能源机构的报告
35. Enel 官网
36. 赫姆洛克年报
37. First Solar 官网

# INTRODUCTION



## 关于上海现代服务业联合会

上海现代服务业联合会，是由本市主要从事服务业的行业协会、学会、商会等社会组织及企事业单位自愿组成的跨行业、跨领域的综合性枢纽型非营利社团组织。拥有会员单位1500余家，其中200余家为行业协会、学会、商会等社会组织，覆盖了金融、信息、科技、商务、生产、公共、专业服务等多个领域，基本囊括上海市服务业的所有行业。

以联合会为主发起设立了上海现代服务业企业促进中心、上海经贸商事调解中心、上海现代服务业发展研究院、上海现代服务业发展基金会、上海现代服务业标准创新发展中心等五个民非实体机构，并牵头成立长三角现代服务业联盟，具有全面服务社会、助推经济发展的综合实力和核心竞争力。

2024年3月，上海市商务委关于印发《加快提升本市涉外企业环境、社会和治理（ESG）能力三年行动方案（2024-2026年）》，明确上海现代服务业联合会承担着“加大对ESG理念的宣传力度”的主要任务。



## 关于荣续ESG智库研究中心

荣续ESG智库研究中心，致力于推动“绿色共赢”的可持续发展理念，成为企业ESG发展的长期伙伴。我们通过ESG行业研究、优秀案例研究、政策和标准研究、热点和趋势分析等，解决气候变化、环境、社会、公司治理等领域的信息缺乏或信息不对称的问题，为企业提供可落地、可复制、可持续的ESG解决方案，帮助企业践行ESG理念，创造长期价值。

荣续智库研究中心汇聚了各行业的ESG专家和研究员，他们在各自领域拥有丰富经验和卓越能力。这些专家大部分是来自品职教育的ESG持证学员。品职教育拥有超过百万的活跃ESG学习社群，以及超过3万名ESG人才组成的人才库，是荣续智库坚实的人才资源。

荣续智库将继续发挥行业经验，秉持深刻洞察力和强大执行力，帮助企业将ESG有效整合到核心战略中，助力企业在ESG领域实现突破，创造社会和经济双重价值。

## ESG白皮书系列

- |                   |                    |                    |                  |  |
|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|--|
| 01 纺织服装行业ESG白皮书   | 13 包装印刷行业ESG案例白皮书  | 25 银行绿色金融行业ESG白皮书  | 37 酒旅行业ESG白皮书    | 49 基建行业ESG白皮书                            |
| 02 食品饮料行业ESG白皮书   | 14 家电行业ESG白皮书      | 26 跨境电商行业ESG白皮书    | 38 零碳产城融合项目发展白皮书 | 50 气候金融ESG白皮书（基础篇）                       |
| 03 汽车行业ESG白皮书     | 15 美妆行业ESG白皮书      | 27 光储充行业ESG白皮书     | 39 零碳产城融合项目案例白皮书 | 51 气候金融ESG白皮书（实务篇）                       |
| 04 化工行业ESG白皮书     | 16 钢铁行业ESG白皮书      | 28 电子元器件分销行业ESG白皮书 | 40 白酒行业ESG白皮书    | 52 新能源汽车行业ESG白皮书（电池类）                    |
| 05 环保行业ESG白皮书     | 17 物流及航运物流行业ESG白皮书 | 29 建筑材料行业ESG白皮书    | 41 电力行业ESG白皮书    | 53 新能源汽车行业案例白皮书（电池类）                     |
| 06 新能源行业ESG白皮书    | 18 航空物流行业ESG白皮书    | 30 通信服务行业ESG白皮书    | 42 物业行业ESG白皮书    | 54 新能源汽车行业ESG白皮书（氢能·<br>甲醇·生物质·天然气·太阳能类） |
| 07 半导体行业ESG白皮书    | 19 建筑行业ESG白皮书      | 31 通信设备行业ESG白皮书    | 43 有色金属行业ESG白皮书  | 55 医养康行业ESG白皮书                           |
| 08 医药行业ESG白皮书     | 20 储能行业ESG白皮书      | 32 家居装饰行业ESG白皮书    | 44 零碳物流园区发展白皮书   | 56 公共建筑行业ESG白皮书                          |
| 09 财会行业ESG白皮书     | 21 机械储能行业ESG白皮书    | 33 互联网教育行业ESG白皮书   | 45 零碳园区发展白皮书     | 57 智能制造行业ESG白皮书（航空航天）                    |
| 10 金融“一带一路”ESG白皮书 | 22 电化学储能行业ESG白皮书   | 34 医疗器械行业ESG白皮书    | 46 传媒行业ESG白皮书    | 58 微电网与虚拟电厂行业ESG白皮书                      |
| 11 包装行业ESG白皮书     | 23 化学储能行业ESG白皮书    | 35 医疗卫生行业ESG白皮书    | 47 造纸行业ESG白皮书    | 59 中国企业出海ESG白皮书（更新版）                     |
| 12 印刷行业ESG白皮书     | 24 出海欧盟 行业ESG白皮书   | 36 康复辅具行业ESG白皮书    | 48 煤炭行业ESG白皮书    | 60 零碳园区案例白皮书（系列）                         |

合作咨询请联系  
(扫码添加联系人)



欢迎关注荣续ESG智库研究中心  
为您提供最新的ESG资讯  
共同探索可持续发展的未来

