

创智中环，驭势为和

TCL中环碳中和白皮书



目录

CONTENTS

领导寄语 01

1

机遇与责任：光伏与碳中和 02

2

驭势为和，企业担当 05

2.1 关于 TCL 中环 06

2.2 TCL 中环零碳战略 07

2.3 TCL 中环零碳实践 08

2.4 TCL 中环零碳承诺 09

3

数据为基，零碳之路 10

3.1 TCL 中环温室气体排放现状 11

3.2 TCL 中环“双碳”情景分析 12

4

创智提升，打造零碳中环 13

4.1 优化能源结构，打造绿色工厂 14

4.2 技术与创新驱动降碳 16

4.3 智慧制造，节能增效 18

4.4 积极推进节能技术改造 20

4.5 水资源管理 22

4.6 资源再回收利用 23

4.7 绿色交通与绿色办公 24

4.8 数字化排放管理 25

5

聚焦光伏，助力零碳社会 26

5.1 绿色电力，为社会注入绿色能源 27

5.2 绿色供应链升级，引领价值链生态圈碳中和 30

5.3 打造零碳产品，驱动零碳社会 31

结语 33

寄语

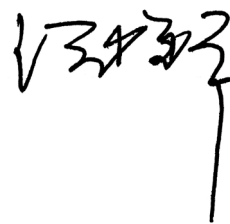
当前，世界面临新一轮科技革命和产业变革，国际产业分工格局正在重塑。顺应国内外经济环境变化，中国也加快推进经济高质量发展，以科技驱动产业转型升级，实现绿色发展。2020年我国提出双碳目标，是对国际社会做出的庄严承诺，彰显了中国积极应对气候变化，走绿色发展道路的的决心和信心。



TCL 中环作为高新技术制造企业和新能源产业的创变者与引领者，始终坚持创新引领、差异化竞争与全球化发展；不断进行技术创新与产品创新，加速智能制造转型和技术创新转化，推进公司高质量发展，引领行业变革与产业升级。公司认真履行企业的社会责任，积极响应国家“碳达峰”、“碳中和”战略要求，始终秉承“环境友好、员工爱戴、社会尊重、客户信赖”的经营理念，让科技发展与绿色实践并行，实现“绿色制造”与“制造绿色”的双轮驱动。

在双碳战略目标的指引下，在“绿色低碳、可持续发展”理念的推动下，TCL 中环以科技创新驱动绿色发展，进一步优化传统产业结构，优化创新生态系统，提高绿色发展效能。我们将坚持“以人为本、精益制造”的理念，将数字价值全面赋能生产与管理，通过技术创新、工艺进步以及工业 4.0 制造方式转型，打造集约化、智能化的柔性制造平台，在工艺与制造中创造价值，推动制造业高端化、绿色化发展，持续降低光伏度电成本，为全球减碳注入绿色科技力量。

碳中和是人类一项严肃而又艰巨的长期任务，作为低碳能源的光伏产业是巨大的受益者，也是助力碳中和最重要的手段，努力做好光伏技术差异化、高效化、低碳化，是 TCL 中环实践“30·60”的责任与使命！



沈浩平 总经理

2023 年 6 月

机遇与责任

光伏与碳中和

碳中和，新能源行业未来长期稳定发展的驱动力。

化石能源短缺和全球气候变暖是人类共同面临的重要生存问题，全球能源结构向可再生能源转型也是必由之路。目前，全球已有 130 多个国家和地区提出了“零碳”或“碳中和”的气候目标，构建以新能源为主体的新型电力系统，实现绿色可持续发展成为全世界广泛共识。

中国于 2020 年向全世界庄严承诺“中国将力争于 2030 年前实现碳达峰，2060 年前实现碳中和”，海外多国推出一系列激励政策助力光伏产业高效、快速发展，因此碳中和将是新能源行业未来长期稳定发展的驱动力。

以低碳光伏发展零碳电力

机会，责任

坚持绿色发展是必由之路

2023年6月7日，中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平来到内蒙古中环产业园考察。



中环产业园建成了新能源光伏单晶硅及相关配套产业的先进制造基地。

内蒙古煤炭保有资源量、风能资源居全国第一位，太阳能资源居全国第二位，是国

家重要能源基地，肩负保障华北、东北、西北等地用能需求的重大责任。

如何为现代能源发展插上科技翅膀，以科技创新助力绿色发展？**总书记在中环产业园指出，坚持绿色发展是必由之路。推**

动传统能源产业转型升级，大力发展绿色能源，做大做强国家重要能源基地，是内蒙古发展的重中之重。在这方面内蒙古方向明确、路子对头、前景很好，大有作为、大有前途。

据中国光伏行业协会发布《中国光伏产业发展路线图（2022-2023年）》数据显示，全球光伏新增装机仍将快速增长。

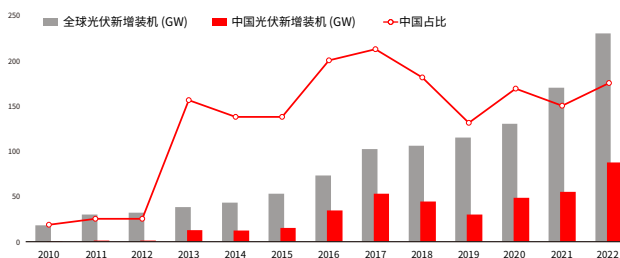
2022年，全球光伏新增装机达到230GW，创历史新高。未来，在光伏发电成本持续下降和全球绿色复苏等有利因素的推动下，全球光伏新增装机仍将快速增长。

2022年，国内光伏新增装机87.41GW，同比增加59.3%，其中，分布式光伏装机

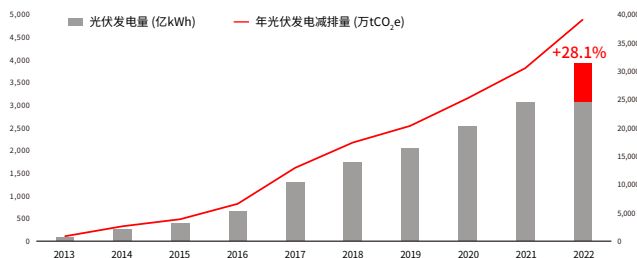
51.11GW，占全部新增光伏发电装机的58.5%。2022年户用装机达25.25GW，占2022年我国新增光伏装机的28.9%。

2022年，光伏发电量3926亿千瓦时，同比增长28.1%。

全球及中国年新增装机



历年光伏发电量



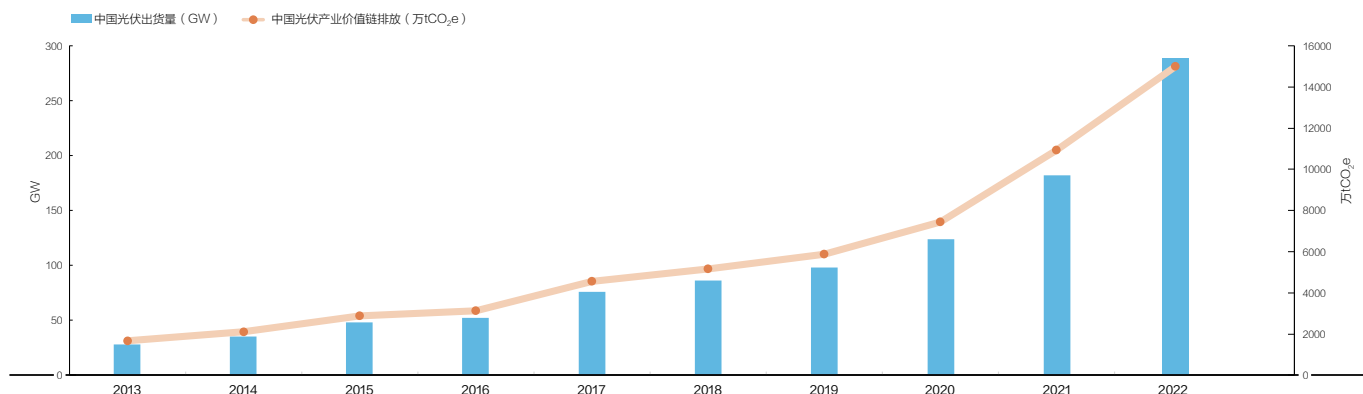
以低碳光伏发展零碳电力 机会，责任

光伏作为绿色清洁能源，其发电被视为“零排放”，在光伏产品不低于 25 年的生命周期里，带来的减排效果毋庸置疑，我国作为光伏产品制造大国，光伏产业发展带来的排放又不容忽视。因此，低碳光伏促进零碳电力，是光伏产业的巨大机会，也是需要担当的责任。

据中国光伏行业协会统计数据显示，2022 年中国光伏组件出货总量达到 288.7GW，依据 TÜV SÜD 新能源研究院测算，在其生命周期内，将为社会贡献超过 6 万亿千瓦时清洁能源电力，其减排量将超过 60 亿 tCO₂e，但 2022 年出货光伏组件产品生命周期价值链内仍约排放 1.5 亿 tCO₂e。

TCL 中环新能源科技股份有限公司（简称“TCL 中环”）作为光伏产业头部企业，深感责任之艰巨，TCL 中环将以自身减碳模式为范本，以科技创新为驱动，促进光伏产业低碳发展。TCL 中环将持续打造绿色价值链，定期披露 ESG 报告与碳排放数据，积极分享先进碳管理模式和经验，为企业减碳树立标杆，为低碳光伏产业贡献力量与责任。

光伏组件产品出货量与其生命周期价值链内排放



驭势为和 企业担当

TCL 中环深耕光伏产业多年，已成为光伏材料领域综合实力强劲的佼佼者。在国家双碳目标指引下，TCL 中环将持续扩大新能源生产，从企业运营、产品生态圈、新能源电力三大维度齐头并进，以零碳制造驱动能源零碳。TCL 中环郑重承诺，在自身运营边界：不晚于 2030 年实现碳达峰，不晚于 2050 年实现碳中和。为我国乃至全球的能源转型贡献 TCL 中环力量。

关于TCL中环

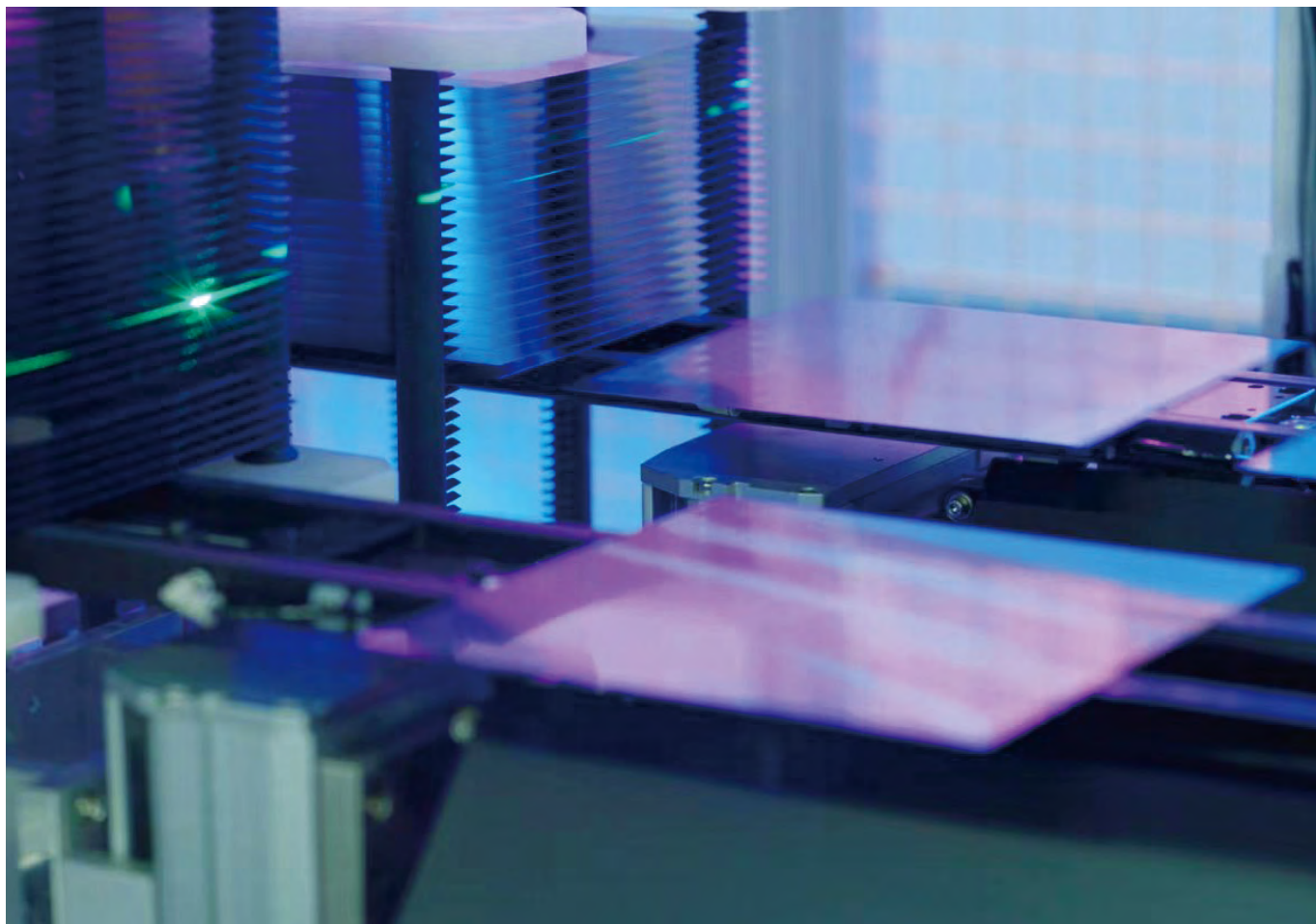
TCL 中环深耕光伏材料 40 余年，已成为光伏材料领域综合实力引领全球的企业。

TCL 中环产品广泛应用于光伏发电、集成电路、消费类电子、电网传输、风能发电、轨道交通、新能源汽车、航空、航天、工业控制等领域。

截至 2022 年，TCL 中环拥有一个国家级技术中心、六个省部级研发中心、两个省部级重点实验室、九家国家高新技术企业。此外，TCL 中环是国家技术创新示范企业以及国家科技重大专项（02 专项）主承担企业，获批国家级企业技术中心。

2022 年，TCL 中环实现营业收入 670.10 亿元，归属于上市公司股东的净利润 68.19 亿元，研发投入 37.71 亿元，累计拥有有效授权知识产权 1223 项。

TCL 中环始终秉承“环境友好、员工爱戴、社会尊重、客户信赖”的理念，坚持企业与社会和环境共同发展的原则，以更强的责任感和使命感认真履行企业的社会责任，为推动经济、社会和环境的和谐发展以及碳中和目标的实现贡献中环力量。



TCL 中环零碳战略

应对气候变化已经成为人类发展面临的巨大挑战，在“30·60”的战略背景下，光伏产业正迎来全新的发展周期。

为顺应光伏产业的发展趋势和全球范围内光伏发电需求的增长，TCL 中环扎根光伏产业，持续对光伏产业加大投入，助推能源转型、绿色发展，为社会注入绿色能源，为人类奉献蓝天白云，追光致远。

在碳中和背景的机遇与挑战下，TCL 中环作为清洁能源头部企业，积极发挥示范引领作用，在贡献绿色能源的同时注重生产环节的降碳减排，推进价值链低碳化属性，助力构建以新能源为主体的电力系统供给。

TCL 中环将从如下三个方面开展实施碳中和目标战略：

1



加快实现自身运营碳中和

减少化石能源使用，提升绿电使用比例，以科技创新驱动产品低碳发展，倡导绿色办公，绿色运输，通过智能制造、节能增效，提高生产效率。充分发挥碳权益金融属性、参与碳市场交易等，实现自身运营碳中和。

2



打造零碳光伏产品，带动价值链生态圈实现碳中和

通过绿色供应链升级，颗粒硅使用，硅片大尺寸化和薄片化，叠瓦技术升级，高效电池技术升级等技术创新升级，产品全生命周期碳排放分析管理，绿色包装与运输，材料回收循环利用等手段实现产品碳中和，带动价值链生态圈实现碳中和。

3



助力构建以新能源为主体的电力系统供给，提升社会绿色贡献

TCL 中环将持续以科技创新为驱动，扩大光伏产业投资，提升光伏产品产能，提高产品效率，降低光伏产品 LCOE，提高生命周期发电能力，助力国家实现可再生能源目标，推动绿色经济发展，为早日实现零碳地球的梦想而努力。

TCL 中环零碳实践

TCL 中环将环境与社会责任融入企业的经营管理活动中，完善管理制度，降低资源消耗及环境排放，通过智能化管理与产品技术提升，创新发展，推动绿色生态建设，共促碳中和时代来临。

自上而下统筹，多部门协同

2022 年，TCL 中环优化可持续发展管治架构，纵向串联董事会及高管层、可持续发展工作小组，横向协调各职能部门，统筹公司“双碳”战略布局。



TCL 中环以标准、数据为基础，将碳中和纳入公司战略管理目标，成立可持续发展工作小组，统筹各部门，协调多产业，不断完善温室气体管理程序，制定减排路径与规划，定期披露温室气体排放与减排进展。

科学降碳，强度为主，总量为辅

TCL 中环综合考虑行业发展规律，平衡经济发展与碳排放之间的关系，经过充分论证，科学合理制定减排路径。通过技术创新驱动企业低碳发展，以控制产品碳排放强度为主，以控制企业碳排放总量为辅，科学降碳，最终实现碳中和目标。

能源为先、技智双改，循环利用

TCL 中环积极推广绿电生产使用，打造绿色工厂。始终秉承技术创新为驱动，积极在各产业与基地开展创新研发，推进智能化改造、节能技改与循环利用示范项目。

以光伏组件产品为例，过去 3 年光伏组件产品效率从 P19 的 405W，2067*998mm，效率 19.63%，升级为 P6 的 560W，2384*1092mm，效率 21.5%，提升 1.87%。目前，组件生产的人效达到了 6.2MW/人/年，处于行业领先水平，且在持续提升中。

积极推广绿色供应链，带动价值链生态圈碳中和，助力全社会碳中和

TCL 中环目标以引导合作伙伴从能耗、低碳、循环使用等方面着手，建设成科技含量高、资源消耗低，环境污染少的绿色供应链体系，促成经济利益和绿色利益即环境利益双丰收，以体现新能源企业的社会责任，目前已在 71 家试点主材供应商开展绿色评定工作。

TCL 中环零碳承诺

“零碳制造，驱动能源零碳”，

是 TCL 中环碳中和背景下的发展期望，零碳制造的光伏产品在未来 25 年生命周期中不断地提供零碳能源，促进能源零碳时代的到来。

在碳中和与新能源发展的趋势下，
TCL 中环勇立潮头，
综合考虑公司发展规划与积极的环境目标，

TCL 中环承诺：

自身运营边界：

不晚于

2030 年实现
碳达峰

不晚于

2050 年实现
运营碳中和

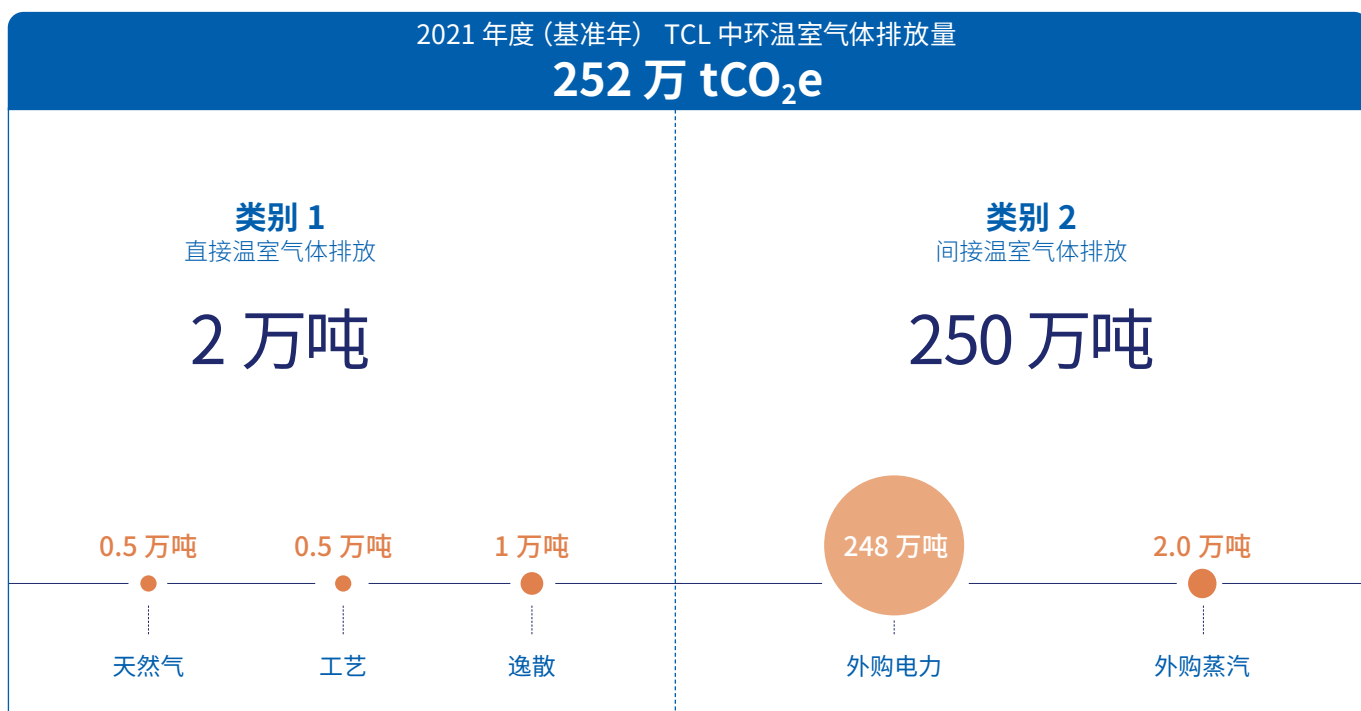


数据为基 零碳之路

为实现碳达峰碳中和目标，TCL 中环邀请第三方权威机构就公司运营环节中的碳排放进行详实解析，以数据为基础进行双碳情景模拟分析，制定符合 TCL 中环发展战略与运营实际的碳减排策略，切实承担起双碳转型之大任。

TCL 中环温室气体排放现状

TCL 中环邀请全球知名第三方机构 TÜV 南德意志集团，以《ISO14064-1:2018 温室气体第一部分组织层次上对温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南》为标准依据，对公司开展运营碳排放核查。



注：1. TCL 环鑫半导体（天津）有限公司自 2021 年 5 月变更为参股公司，不包含在数据统计口径。
2. 本报告电力排放因子采用生态环境部发布的全国电网平均排放因子。

经核查，

TCL 中环 2021 年类别 1 与类别 2 排放为 252 万 tCO₂e，其中：

类别 1 直接温室气体排放：2 万 tCO₂e

- 主要包括：**天然气**：0.5 万 tCO₂e
- 工艺**：0.5 万 tCO₂e
- 逸散**：1 万 tCO₂e

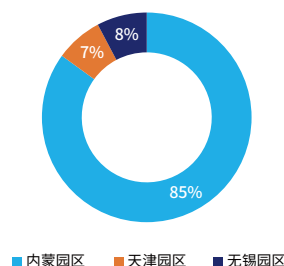
类别 2 间接温室气体排放：250 万 tCO₂e

- 主要包括：**外购电力**：248 万 tCO₂e
- 外购蒸汽**：2 万 tCO₂e

通过以上数据可见，公司主要排放来自于外购电力。生产用能改造、提升绿电使用比例，将是公司实现自身运营碳中和战略目标的关键措施与抓手。

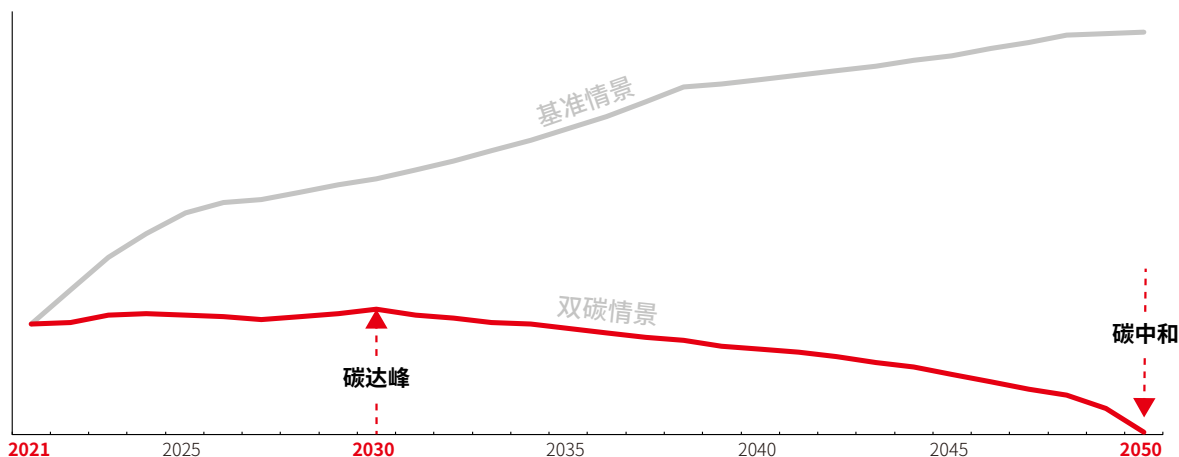
对比不同生产产业类别排放情况分析，主要排放来自光伏新能源业务，光伏新能源业务 2021 年类别 1&2 排放 233 万 tCO₂e，占比约 93%，按生产基地区域排放情况分析，主要排放来自内蒙园区生产基地，2021 年类别 1&2 排放 214 万 tCO₂e，占比 85%。

各生产基地排放占比



TCL 中环“双碳”情景分析

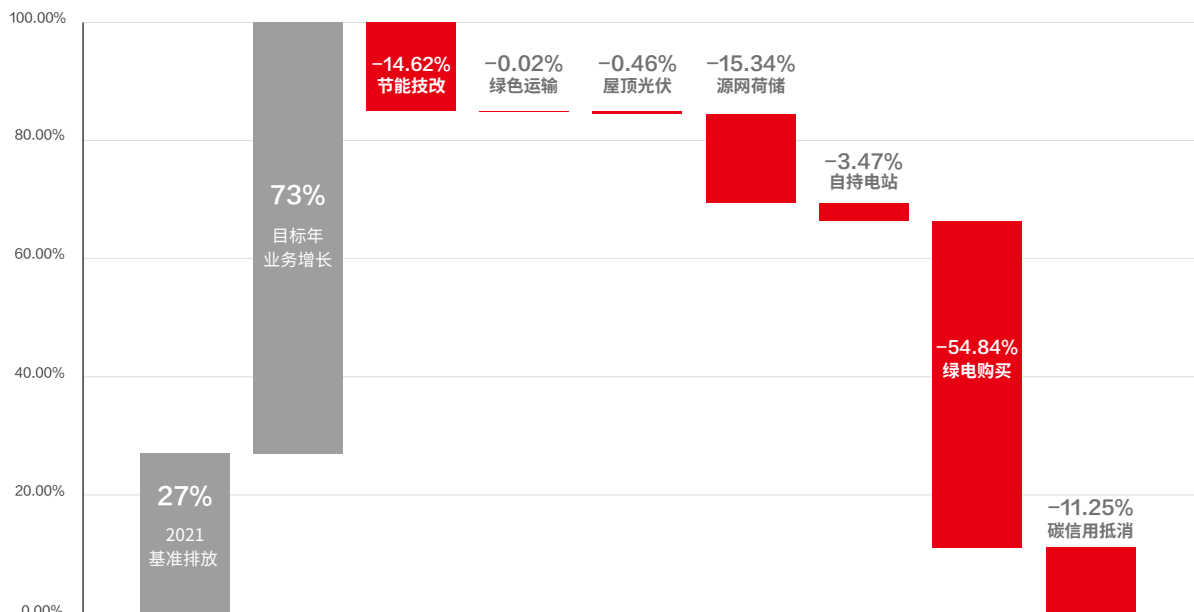
我们以 2021 年作为公司基准年，综合应用“自上而下”和“自下而上”的分析方法，考虑市场需求、产能规划、产业布局、自身责任要求、供应链推动以及国家政策推动，推拟了 TCL 中环未来产品产量、源网荷储规模、屋顶光伏规模、自持电站规模、绿电使用占比、节能技改、碳信用抵消等“双碳”重点数据，得到“基准情景”与“双碳情景”两情景碳排放预测结果。



基准情景，即没有任何“双碳”驱动下，TCL 中环碳排放将持续走高，未达到碳排放峰值。

双碳情景，考虑市场、产能以及各方推动，TCL 中环有望于 2030 年碳排放达到峰值，2050 年实现碳中和。

预计到 2050 年由于业务增长，基准情景排放量将持续增加，TCL 中环将通过各种减排与抵消措施实现自身运营碳中和，预计减排与抵消比例如下：**节能技改：14.62%**，**绿色运输：0.02%**，**屋顶光伏：0.46%**，**源网荷储：15.34%**，**自持电站：3.47%**，**绿电购买：54.84%**，**碳信用抵消：11.25%**。

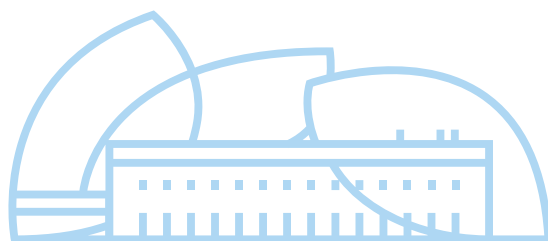


创智提升 打造零碳中环

为切实履行碳达峰碳中和目标，TCL 中环将从能源结构、技术创新、智慧制造、节能生产、资源回收利用、绿色办公以及数字化排放管理等维度推进零碳战略。通过持续的技术创新、优化能源使用，围绕降低成本、提高产品质量，在自动化技术应用、生产过程循环回收技术应用、生产过程低排放、无排放技术方面保持领先性创新，从源头上降低消耗。智能制造的实施推进，使得劳动生产率继续大幅度提升、工厂运营成本持续下降，同时产品质量和一致性持续提升，资源综合利用率得到有效改善。

优化能源结构 打造绿色工厂

TCL 中环主要排放源为外购电力。
积极扩大绿色能源使用是减排的关键，我们将通过如下手段加快清洁能源使用、降低排放：



建设源网荷储项目

源网荷储一体化是实现电力系统高质量发展的客观需要，是提升可再生能源开发消纳水平和非化石能源消费比重的必然选择。TCL 中环将稳定提高直供电装机容量，逐步建设容量超4GW的“源网荷储”项目。

建设屋顶光伏项目

2025年前，全部生产基地屋顶安装光伏发电系统，提高建筑物分布式电站覆盖率，并结合峰谷用能情况，装配储能系统，优化用能结构。

开发或购买绿证

进一步提升电气化水平，减少化石能源使用。适时开发或者购买绿电绿证，尽早实现100%绿电使用。



案例：

宜兴环兴新能源有限公司国电7.6MW屋顶分布式光伏发电项目，年平均上网电量约788万kWh，每年可节约标煤约2,584.64t，相应每年可减少二氧化碳(CO₂)约7,856.36t，减少二氧化硫(SO₂)约236.4t，减少氮氧化物(NO_x)约118.2t。

7.6MW 788万kWh/年上网电量

节约2,584.64 t标准煤 减少7,856.36 tCO₂

优化能源结构 打造绿色工厂

TCL 中环秉承“环境友好、员工爱戴、社会尊重、客户信赖”的理念，围绕降低成本、提高产品质量，在自动化技术应用、生产过程循环回收技术应用、生产过程低排放 - 无排放技术方面继续在全球保持领先性创新。

双重考核

TCL 中环严格按照安全环保工作目标，认真贯彻安全生产有关法律法规规章和规范性文件要求，有效运行 ISO14001 环境管理体系，对安全环保工作实施“目标+过程”双重考核机制，积极采取有效措施节能降耗，减少废物排放。



打造零碳工厂

未来，TCL 中环将持续调整优化用能结构，推动工厂用能电气化，加快实施节能降碳改造升级，提升重点用能设备能效，强化节能监督管理，提升绿色电力使用比例，在尽可能减排的基础上，购买碳信用，抵消工厂剩余排放，打造零碳工厂。

定期环境监测

TCL 中环每年均依据排污许可证的要求委托有资质的第三方单位对所有排放的污染物进行监测，当地环保部门也定期对公司进行监督性环境检测，2022 年，公司各生产基地未发生违规排污事件。

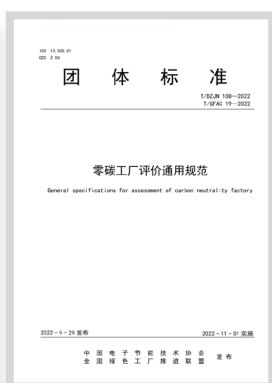
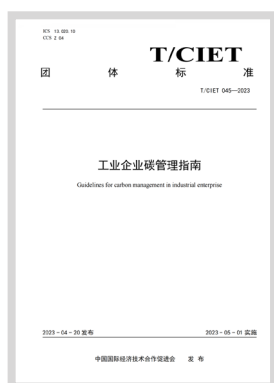
建设绿色工厂

TCL 中环坚持通过技术创新与工业 4.0 制造转型，支撑高标准绿色工厂建设。截至报告期末，2 家附属公司已获评国家级绿色工厂，4 家已获评省市级绿色工厂。另外，3 家附属公司计划于 2023 年开展省市级绿色工厂申报工作。截至报告期末，10 个生产工厂已获得 ISO14001 环境管理体系认证。

创建无废工厂

TCL 中环坚持工业废物减量化、资源化、无害化原则，统筹工业废物全过程管理，使工业废物源头减量化、内部循环与外部利用资源化、处置规范化，促进可持续发展与高质量发展。争取到 2025 年底，在工业废物源头减量方面实现工业废物产生增加强度趋零，实施清洁生产企业占比达到 100%，开展绿色工厂建设的企业达到 100%；在工业废物资源化利用方面实现一般工业废物综合

利用率达到 97%，危险废物综合利用率达到 70%；在工业废物安全处置方面实现危险废物和一般工业废物填埋率显著下降，达到行业领先水平，要求焚烧、填埋处置的工业废物 100% 合规贮存和处置；在工业废物监管能力方面建成企业工业废物大数据全过程管理平台，重大环境安全生产事故数量为零。积极申报“无废工厂”，争取到 2025 年底“无废工厂”通过率达到 100%。



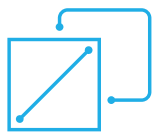
奖项	获奖单位
绿色工厂（国家级）、内蒙古自治区绿色工厂	中环光伏
绿色工厂（国家级）、天津市绿色工厂	天津中环领先
天津市绿色工厂	环欧公司
无锡市绿色工厂	中环应材

注：TCL 环鑫半导体（天津）有限公司自 2021 年 5 月变更为参股公司，不包含在数据统计口径。

技术与创新驱动降碳

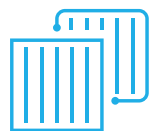
TCL 中环始终秉承“长跑式”竞争的商业理念，通过自主创新形成知识产权体系，围绕着技术、产品、商业活动进行集约创新、集成创新、联合创新、协同创新的探索。

TCL 中环将通过产品与工艺的技术进步，不断提升转化效率，降低硅片损耗，提升生命周期发电能力，持续降低产品生命周期排放强度。



硅片技术驱动

硅片作为光伏产业链最主要的基础材料之一，大尺寸、薄片化的产品能有效提升下游产品光电转化效率及组件瓦数、提高硅材料利用率，降低全产业链制造成本；TCL 中环依托 G12 核心技术优势和持续创新能力，积极倡导并协同合作伙伴加速薄片及超薄片研发与应用，为产业提供光伏硅片 Total Solution，致力于降低光伏度电成本及光伏产品生命周期碳足迹。硅片大尺寸化和薄片化加速下游持续降低 LCOE 和光伏产品生命周期碳足迹，TCL 中环具有 G12 的 Know-How、IP、领先行业的技术和规模的发展优势。



电池技术驱动

TCL 中环将持续开展 4.0N 型 topcon 技术、去贵金属化技术研发，加速高效 N 型技术研发。



组件技术驱动

TCL 中环将持续提升组件封装密度，MAXN 和 TCL 中环持有叠瓦技术的全球 IP，TCL 中环将专注叠瓦技术的迭代升级。

至 2022 年末，TCL 中环光伏单晶产能提升至 140GW，产销规模同比增长超 30%，2023 年末预计产能进一步提升至 180GW。

TCL 中环将持续通过节能技术改造提升生产效率和产品综合良率，降低辅料使用成本。

(180GW)
2023

技术与创新驱动降碳

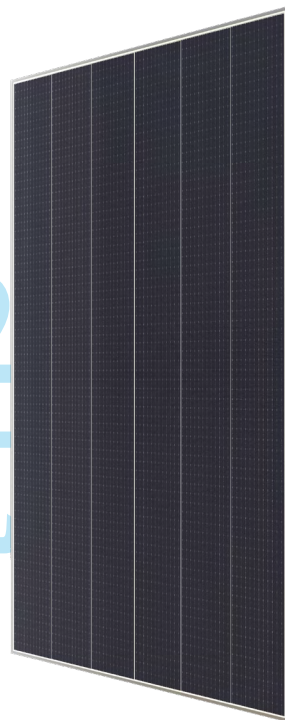
案例：叠瓦 3.0 组件

提升发电收益，降低产品使用电能

TCL 中环结合大尺寸硅片打造差异化的“G12+ 叠瓦”双技术平台，不断提升组件发电效率及低碳属性。

2022 年，TCL 中环推出叠瓦 3.0P6 系列产品，包括 560W 56.7P 单玻组件和 675W 68P 单玻组件等。其中，68P 单玻组件的最高发电效率可达 21.7%。该产品依托叠瓦技术无电池片间距的技术特性和全并联电路结构设计，较常规同版型组件拥有更高的封装密度和功率输出，全方位提升发电效率，并具备更优的抗热斑性能，为客户带来更高的发电量收益和更低 BOS（系统平衡）成本。

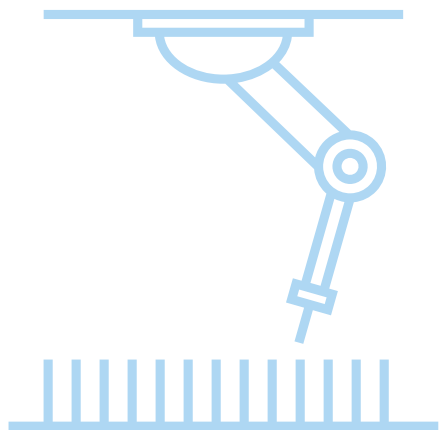
G12
叠瓦



奖项与殊荣

奖项	获奖单位	颁奖单位
2022 福布斯中国可持续发展工业企业 TOP50	TCL 中环	福布斯中国
国家级制造业单项生产冠军企业	TCL 中环	工业和信息化部
国家级工业产品绿色设计示范企业	中环应材	工业和信息化部
中国 ESG 上市公司先锋 100 企业	TCL 中环	中央广播电视总台
中国上市公司绿色低碳突出贡献奖	TCL 中环	金融界网
“光能杯”年度智能制造大奖	TCL 中环	索比光伏网
“光能杯”最具影响力光伏原材料企业	TCL 中环	索比光伏网
“光能杯”最具影响力光伏组件企业	环晟公司	索比光伏网

智慧制造，节能增效



在工业 4.0 生产背景下，TCL 中环深度开发“Deep Blue”+ 深蓝 AI 学习模型。将自动化、数字化、智能化手段服务于制造，不断提升柔性制造与精益制造能力，实现在降低工厂运营成本的同时提升产品质量、改善资源综合利用率。打造自助协同、高效运转的绿色工厂，引领行业制造方式变革。2022 年，TCL 中环产线柔性配置获工信部颁发的 2022 年度制造优秀场景奖。

生产效率提升

30%

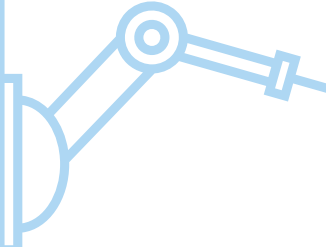
单位产品能耗降低

22.8%

2021 年，环晟新能源投资建设的 3GW 高效叠瓦太阳能电池组件智能工厂被评定为智能制造示范工厂项目。通过智能制造带来的生产效率提升了 30%，单位产品能耗降低 22.8%。

工业 4.0 智慧工厂

TCL 中环根据产能需求，结合新一代智慧化工厂设计理念，2022 年建成 25GW 高效太阳能超薄硅单晶片智慧工厂项目（简称“DW 三期”）和年产 30GW 高纯太阳能超薄硅单晶材料智慧工厂项目（简称“DW 四期”），并顺利投产。其中全部项目设计为工业 4.0 智慧工厂，提高柔性化制造能力，推动光伏发电 LCOE 持续降低和 BOS 成本优化，与上下游产业链协同、共享发展。



- 供应链及库存管理
- 财务成本核算管理
- 派工管理
- 质量管控
- 原辅料信息追溯
- PM 设备维保管理(点检 / 维修 / 保养)
- 能耗管理

**智能制造
提高企业管理效率
INDUSTRY
4.0**

智慧制造，节能增效

案例：中环领先获评工业互联网标杆工厂

TCL 中环硅片工厂依托公司管控集成平台开展“工厂智能化、管理信息化、制造精益化”的三融合建设，建立信息化、数字化、智能化的工业互联网标杆工厂。

信息化提升管理效率

依托平台集成 MES、PLM、ERP 等系统配合智能化自动化生产设备，通过大数据驱动指挥生产与业务，实现生产现场优化、生产管理优化、经营管理优化。

全流程优化实现业态创新

通过打造产品全流程自动追溯、资产全流程管控、工业设备智能运维、生产工艺智能优化、安全环保数字化智能管控，通过对数据的全流程智能应用，实现生产的业态创新模式。

智能化生产举措

在粘棒、线切、脱胶清洗等流程推进智能派工实现柔性制造；通过对检验过程大数据 AI 改造实现智能化检验；通过薄片化工艺的推进，含硅成本降低 11.8%；劳动生产率提升 300%。

案例：宁夏中环晶体六期工厂

业内最大的单体太阳能级单晶硅投资项目

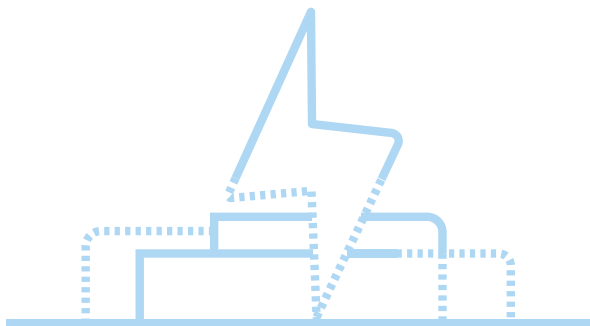
TCL 中环于宁夏银川产业园投资建设中环 50GW 太阳能级单晶硅材料智慧工厂（晶体六期工厂）。该工厂围绕 TCL 中环主导的颠覆性技术“G12”光伏产品展开，同时通过智慧工厂设计及制造、组织、管理模式优化，进一步加速推进公

司 G12 单晶硅产品量产规模化应用，与上下游产业链协同、共享发展。TCL 中环深耕工业 4.0 技术，凭借多年积累打造方棒加工黑灯车间。我们能够在保证生产质量的前提下，实现局部加工过程黑灯化，减少人力及降低能耗。目前，

宁夏中环工厂黑灯车间的黑灯化率和集控化率分别已达到 60% 和 50%，未来将进一步分别提升至 80% 和 90%。“黑灯工厂”亦已逐步推广至 TCL 中环其他生产基地。



积极推进节能技术改造



2022年

完成

40+ 项主要节能增效项目

累计节约用电

5021.45万千瓦时

TCL 中环持续优化能源使用,从源头上降低消耗。

TCL 中环各生产基地主要使用能源均为电能，占整体能源使用总量 95% 以上。其中清洁能源占有所有能源使用的 2% 以上。基于精准的能耗结构分析，TCL 中环在生产用能方面围绕生产设备进行工艺改进、设备优化升级和新型材料研发与替代，持续降低生产过程碳排放。动力用能方面，各生产基地以技术节能、管理节能和结构节能为抓手，通过余热回收、空调系统改造、设备能效提升等方式，降低用电能耗，减少碳排放。

节能管理已纳入 TCL 中环日常管理，每年各生产基地/制造工厂制定节能项目规划，制定节能目标，并纳入管理层考核。2022年，我们推进多项节能改造项目，累计节约用电5021.45万千瓦时，合计减排超过5万 tCO₂e。

2022 年重点节能工作成果

生产用能优化项目	取得成效
改进工艺，推进硅片大尺寸化和薄片化，金刚石线锯进一步细线化，提高硅片出片率	全年节约电量 317.46 万 kWh
优化升级生产设备	全年节约电量 582.78 万 kWh
动力用能优化项目	取得成效
变压器增加电容补偿柜	全年节约电量 443.30 万 kWh
提高工艺冷却水系统 (PCW) 供水温度，降低冷却塔风机运行频次	全年节约电量 223.08 万 kWh
余热回收供暖	一个供暖周期 (151 天) 节约电量 3,020 万 kWh
冬季冷却水作为冷源，降低冷水机组能耗	全年节约电量 209 万 kWh
空调系统改造，冬季开启新风管道进行供风	一个供暖周期 (151 天) 节约电量 318.91 万 kWh
车间内加装湿帘空调，通过直接蒸发冷却的方式对空气进行降温，减少制冷机使用	进行中， 预计全年节约电量 1,772.90 万 kWh
生产水系统改进，将自来水管网直接接至生产水泵出口总管，生产水泵只做应急备用	进行中， 预计全年节约电量 78.84 万 kWh
使用绿色能源	全年节约电量 326.14 万 kWh
LED 灯改造	全年节约电量 363.86 万 kWh
自动化控制	全年节约电量 473.92 万 kWh

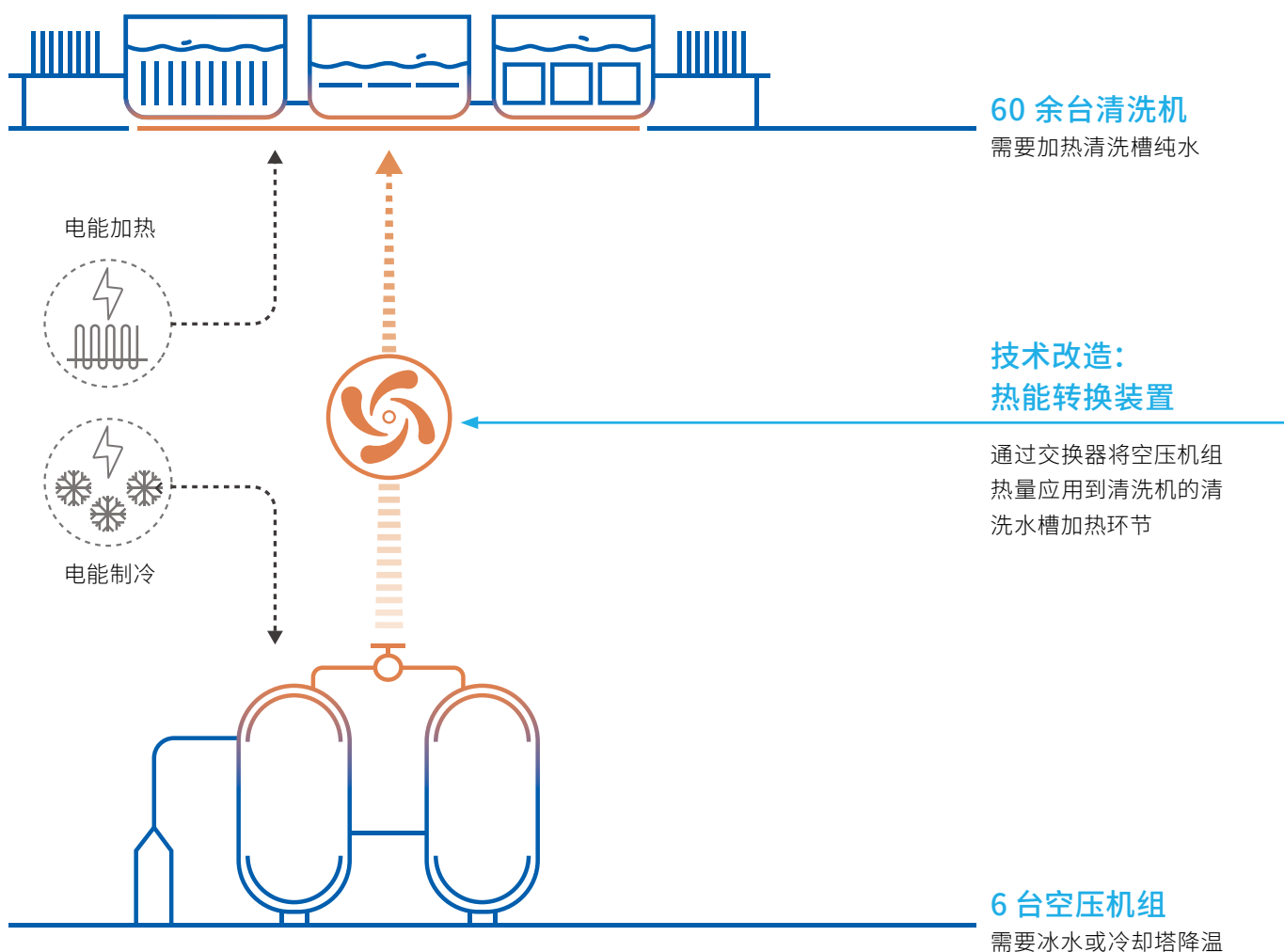
积极推进节能技术改造

案例：中环环智新能源余热利用

本工厂动力环节有 6 台空压机组，运行中产生压缩空气的同时也产生热量，需要通过能源站冷水或冷却塔进行冷热交换将热量带走。此过程不仅浪费了热源，也增加了能耗，而生产车间中有 60 余台清洗机在清洗过程中需要消耗大量电力加热清洗槽纯水。

本项目增加了热能转换装置，通过换热器将热量应用到清洗机的清洗水槽加热环节，最终达到节能降耗的目的。

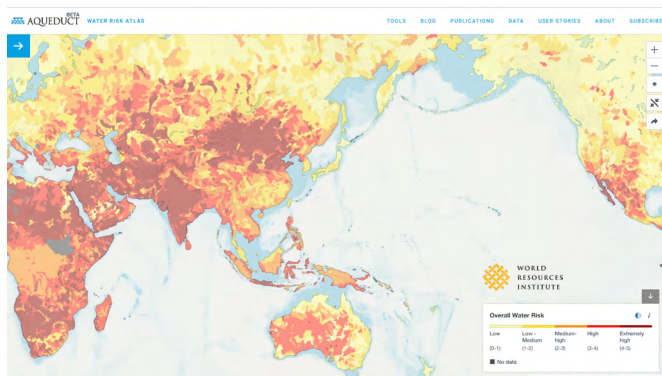
每年将节约近
1,800 万 千瓦时
相当于减少二氧化碳排放约
1.79 万 吨



水资源管理

TCL 中环注重水资源的可持续使用，通过使用外部工具 - 世界资源研究所 (WRI) “输水道水资源风险地图” (Aqueduct Water Risk Atlas)，对全国 14 个已投产的生产工厂的用水压力进行评估。

根据 WRI 的数据显示，天津基地有 5 家工厂位于中高风险地区，1 家工厂位于极高风险地区；江苏基地的 4 家工厂均地处高风险地区；内蒙和宁夏基地的 4 家工厂均地处极高风险地区。



TCL 中环按照 ISO 50001 建立并实施能源管理体系，建立了能源方针、能源目标、过程和程序以及实现能源绩效目标，积极开展水、电、气节能管理工作。



为了降低对于属地水资源的依赖，各生产基地通过收集回收、设备改造、废水再生等方式实现水资源的重复利用。

案例：

再生水替代自来水：引入春华再生水代替自来水作为工业用水使用，主要用于冷却塔降温循环水，年节约自来水 600 万吨。

废水回用：通过对各工艺段排水水质进行分析，最终将氢氟酸系统排水、纯水浓水、PW 工艺废水进行二次回用利用，月度回用量约 18 万吨。

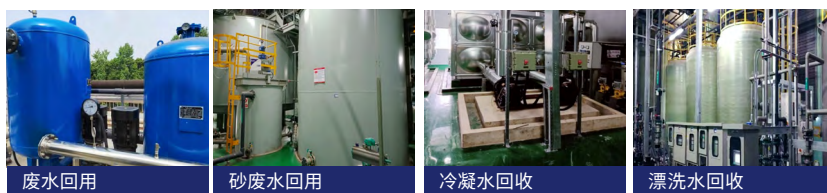
合计年节约自来水用水量 600 万吨，节约再生水用量 200 万吨

节约自来水用水量

600 万吨 / 年

节约再生水用水量

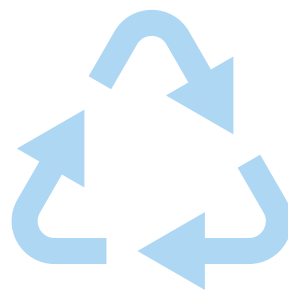
200 万吨 / 年



2022 年重点节水工作成果

收集回用	取得成效	实施单位
废水回收, 供办公楼卫生间使用	全年节约用水 6 万吨	TCL 中环
中央空调冷凝水回收, 用于冷却塔补水	全年节约用水 12.39 万吨	中环领先
设备升级	取得成效	实施单位
对清洗机溢流槽进行节水改造	全年节约用水 500 吨	环欧公司
栗田砂碳滤反洗水回收	全年节约用水 2.80 万吨	天津中环领先
冷却塔电导优化, 降低冷却水用水量	全年节约用水 71.50 万吨	中环晶体
冷却塔循环水排水回收	进行中, 计划全年节约用水 57.82 万吨	宁夏中环
废水再生	取得成效	实施单位
对生产废水进行再生处理	全年节约用水 18 万吨	环欧公司
浓水回收, 通过水泵接入中水岛成品池	全年节约用水 15.77 万吨	中环晶体
RO 浓水回收, 用于纯水系统水箱计过滤水箱补给	全年节约用水 1.46 万吨	环晟公司
漂洗水回收, 作为制纯水原水使用	全年节约用水 25.08 万吨	中环领先
含砂废水回收处理, 用于冷却塔补水	全年节约用水 13.29 万吨	中环领先
pw 置换水外排回收, 用于冷却塔补水	进行中, 计划全年节约用水 28.80 万吨	宁夏中环

资源再回收利用



资源重复利用可以减少资源的浪费和损耗，最大限度地利用资源的价值。TCL 中环推进多项资源重复利用项目，实现可持续发展。



废液回收项目

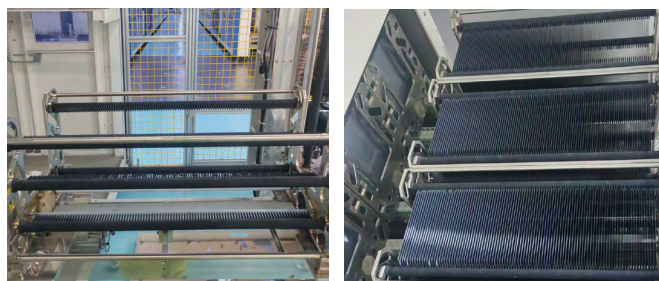
冷却液在线系统投入后，通过压滤机压滤实现冷却液往复多次使用，提高在线液利用率；同时采用溢流持续补液的方式可降低切割中硅粉含量。对 400L 废液进行压滤分离，可回收 382L（当前硅粉带液量 18kg）在线液进行使用，可节约在线液 95.5%。

项目	回收 1 次	24h	月
废液的回收量 (L)	382	3056	91680



片盒重复利用

TCL 中环清洗硅片片盒 100% 重复循环使用，极大减少了消耗浪费和对环境的影响。



原材料木托盘循环使用

TCL 中环将生产过程中使用的木托盘进行回收，作为日常配送原辅料的托盘，最大限度减少废品产生，同时减少木托盘的资源浪费，实现材料的循环使用。



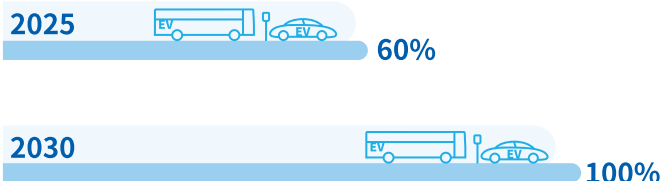
绿色交通与绿色办公

低碳出行

TCL 中环积倡导绿色低碳出行，鼓励乘坐公共交通工具和骑行、步行，鼓励购买小排量、新能源等环保车型。随着新能源技术的不断发展，新能源汽车在公路交通中占比将会越来越大。

TCL 中环自有新车购置将全面转向新能源汽车：

2025 年将自有车辆中新能源车辆占比提升至 60%；
2030 年实现自有车辆净零排放。



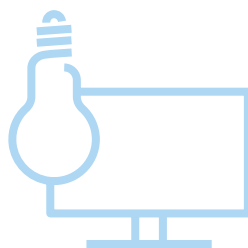
运输车辆低碳化

TCL 中环将运输车辆低碳化纳入绿色供应链管理体系，逐步淘汰能耗较高的运输车，更换为更加清洁、低碳的运输车，以提高运输效率。

绿色办公

TCL 中环一直关注绿色办公，推出《绿色办公室实践指南》及《绿色活动实践指南》提供相关指引，提升员工的环保意识，积极培养员工减排意识，鼓励员工电子化办公，无纸化办公。

TCL 中环持续开展各类环保知识培训、经验分享、主题活动。2021 年 12 月 2 日，TCL 中环发起面向全体员工的《全员推动“节能减碳”和保持艰苦奋斗精神的倡议》，旨在呼吁全体员工践行绿色办公理念，贯彻“极致效率成本”工作要求，保持艰苦奋斗精神，在 TCL 中环上下营造全员节能降碳的浓厚氛围，一起助力环保，共建绿色家园。



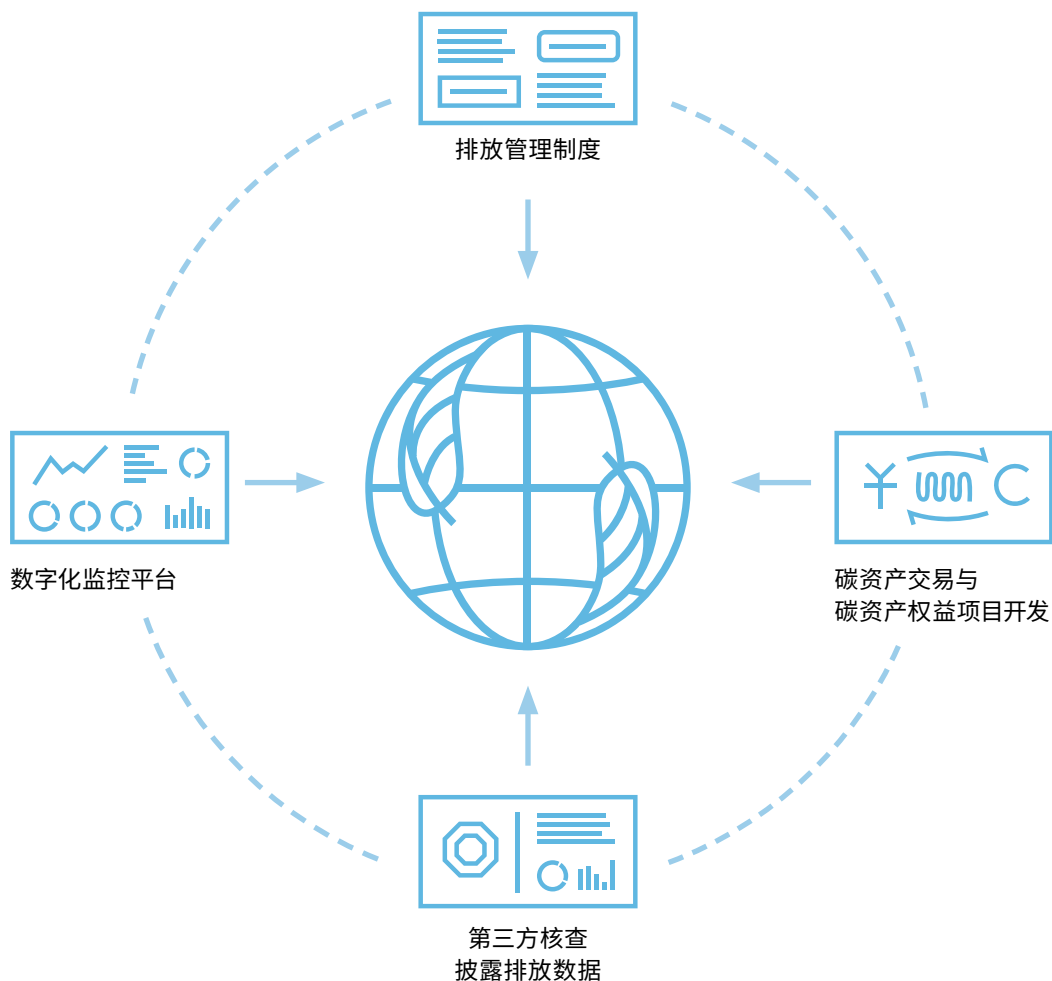
数字化排放管理

排放数字化管理与碳资产管理

排放管理与碳资产管理是实现碳中和的重要手段。为强化排放管理，TCL中环将建立总部到生产基地的排放管理制度与数字化监控平台，建立碳管理体系，设定减排目标，实现在线碳管理。

同时，为确保碳排放数据的准确、全面、专业、透明，我们委托专业机构协助公司开展碳盘查，委托第三方机构进行碳核查，定期披露排放数据。

TCL中环也将积极参与碳资产交易与碳资产权益项目开发，通过开发、购买相关环境权益抵消剩余排放，达成自身碳中和与促进全社会碳中和。





聚焦光伏 助力零碳社会



碳中和进程将加速全球能源从化石能源向新能源转型，光伏等新能源已成为第3次能源转换主角。TCL中环将以科技创新扎根光伏产业，持续对光伏产业加大投入。一方面，持续以科技创新为驱动，提高产品效率，提升光伏产品产能，为全球双碳进程提供能源转型助力。另一方面，TCL中环将聚焦于光伏电站开发业务，持续为社会注入绿色能源。



绿色电力 为社会注入绿色能源

碳中和进程将加速全球能源从化石能源向新能源转型，光伏等新能源已成为第 3 次能源转换主角，未来将在碳中和的进程中发挥主导作用。TCL 中环将以科技创新扎根光伏产业，持续对光伏产业加大投入。

以科技创新为驱动

一方面，持续以科技创新为驱动，扩大光伏产业投资，提高产品效率，提升光伏产品产能，降低光伏产品 LCOE，提高生命周期发电能力，为全球双碳进程提供能源转型助力。

+

聚焦光伏电站开发

另一方面，TCL 中环也将聚焦于光伏电站开发业务，目前 TCL 中环已投资建设 GW 级以上光伏发电项目，TCL 中环将华北区、西北区、中北区、华东区设为主要开发区域，同时辐射其他机会市场。促进源网荷储一体化项目落地，积极推动光伏发电项目向基地化、规模化方向发展。

LCOE (Levelized Cost of Energy, 平准化度电成本) 一般以兆瓦时或千瓦时为单位。LCOE 作为量化指标，最早被外国机构用于火电、水电、气电等传统能源项目的发电成本计算，之后拓展到新能源行业。

这个指标是将项目生命周期内的成本和发电量按照一定折现率进行折现后，计算得到的发电成本，即项目生命周期内的总成本现值 / 总发电量现值。

绿色电力 为社会注入绿色能源

宁夏产业园

2021年3月18日，TCL中环投资建设的中环50GW太阳能级单晶硅材料智慧工厂项目开工，这是业内**最大的单体太阳能级单晶硅投资项目**。项目总投资（含代建）共150亿元，占地800亩。

该项目全部围绕TCL中环主导的颠覆性技术“G12”光伏产品展开，同时通过智慧工厂设计及制造、组织、管理模式优化，进一步加速推进公司G12单晶硅产品量产规模化应用，与上下游产业链协同、共享发展。

该项目依托于工业4.0设计理念与智慧化工厂运营管理经验建设，集数字化、智能化、信息化于一体，是行业领先的智慧工厂。

项目全部达产后，年产值预计可达200亿元以上，带动就业约4500人，形成年产50GW太阳能级单晶硅材料产能，为打造银川市新材料千亿级产业集群，建设“中国新硅都”奠定坚实基础。

源网荷储一体化

积极扩大绿色电力使用是TCL中环实现碳减排的关键举措，是实现碳达峰、碳中和的重要方式之一。TCL中环将绿电项目建设纳入公司战略规划，在内蒙古及宁夏生产基地建设“源网荷储”项目，致力于实现“电源、电网、负荷、储能”稳定运行，有效保障生产基地绿电供应，实现可持续运营。TCL中环将稳定提高直供电装机容量，**逐步建设容量超4GW的“源网荷储”项目**，为当地注入清洁能源，助力其转型成为国家新能源发电基地。



绿色电力 为社会注入绿色能源

TCL 中环



蓝天工程 × Apple

TCL中环秉承“为人类贡献蓝天白云”的理念, 2015年与苹果公司签订合作协议, 正式启动“蓝天工程”, 共同开发了4个光伏发电项目, 合计190MW, 年均发电量2.7亿度、减排二氧化碳量26.5万吨, 进一步持续为社会输出清洁电力能源。

20MW	红原花海光伏电站 (参股)
50MW	若尔盖卓坤光伏电站 (参股)
100MW	武川东山永一期光伏电站
20MW	康保环聚光伏电站

TCL光伏低碳校园, 助力乡村教育振兴

为全力助推乡村绿色可持续发展, TCL中环与TCL公益基金会合作, 积极开展TCL中环特色光伏帮扶项目, 带动欠发达地区人力和物力发展, 实现帮扶开发和新能源利用、节能减排相结合, 在内蒙古地区开展了光伏帮扶项目工作, 建成并投用1个地面集中式帮扶电站项目, 帮扶无劳动能力户1600户, 每户帮扶收入约3000元/年。

为持续支持乡村教育事业, TCL中环将光伏带进校园。TCL中环与TCL公益基金会合作, 共同打造“TCL光伏低碳校园”, 通过向学校捐赠屋顶光伏发电系统, 电能全额并入电网, 每年为学校带来持续收益, 打造可持续助学模式, 促进乡村地区教育教学高质量发展。

案例: 陕西省汉中市“TCL光伏低碳校园”

2022年9月, 首个“TCL光伏低碳校园”在陕西省汉中市建成, 我们向陕西省汉中市西乡县草庙小学等四所学校捐赠屋顶光伏发电系统, 其25年的发电收益约168万元, 用于学校教学环境建设及学生资助。同时, 基金会将已有公益项目“Eagle故事会”、“小雪音乐课”等项目引入学校, 形成公益资助体系。这是一次绿色低碳的公益探索。本项目中每所学校的屋顶光伏发电系统安装容量为54kW, 年均发电47305kWh, 合计节约标煤1892吨, 减排二氧化碳4716吨, 约相当于植树26万棵。



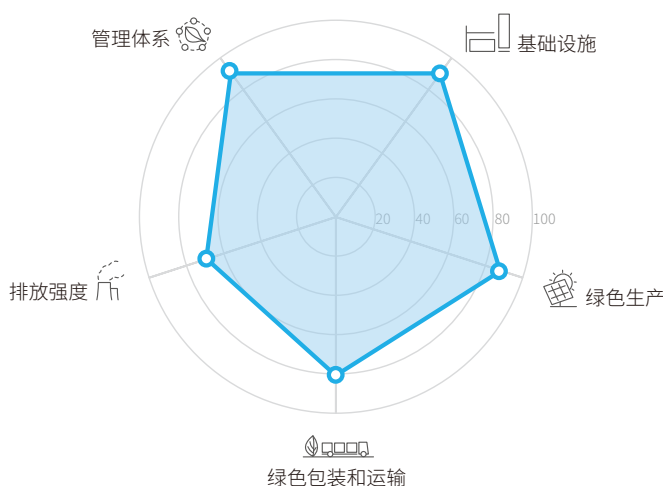
绿色供应链升级 引领价值链生态圈碳中和

绿色供应链

TCL 中环积极引导合作伙伴从节约能耗、低碳减排、循环利用等方面着手，建设成科技含量高、资源消耗低、环境污染少的价值链生态圈，以引领价值链生态圈碳中和早日达成为目的，积极开展绿色供应链升级工作，推动上下游生态的减排。

TCL 中环将逐步对主要供应商提出运营排放降低与产品碳足迹降低的要求，优先选择低碳运营的合作伙伴，共同构建绿色生态、降低整体供应链排放。

目前，TCL 中环已对 71 家试点供应商进行绿色属性调研，已经初步形成绿色供应链管理方法和评定标准。2022 年底逐步开展绿色供应链年度业绩评价工作，从管理体系、基础设施、绿色生产、绿色包装和运输、排放强度等维度进行评定，逐步推动高耗能供应商进行能耗自评，核算碳耗并实施节能减排项目，并将评定结果纳入采购、招标管理中。



在 2023 年第十六届国际太阳能光伏与智慧能源(上海)大会暨展览会上，TCL 中环发起了绿色供应链倡议，邀请供应链上下游合作伙伴加入 TCL 中环绿色供应链，共同推进绿色可持续发展理念，推动光伏产业绿色发展。

绿色金融

TCL 中环科技利用绿色金融，助力成员企业及产业链上下游提升绿色发展水平

2022 年 9 月，TCL 中环落地中国天津首笔“赤道原则”融资项目。赤道原则 (the Equator Principles, Eps) 为全球通用的一套可持续金融原则，用以在融资过程中确定、评估和管理项目所涉及的环境和社会风险。该原则明确融资项目中需判断评估的环境与社会指标，由国际主要金融机构发起，邀请全球金融机构共同参与。兴业银行作为国内首家采取赤道原则的银行，2022 年 9 月批准了 TCL 中环“年产 25GW 高效太阳能超薄硅单晶片

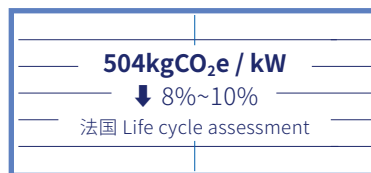
智慧工厂”项目的银团贷款。TCL 中环通过赤道原则尽职调查，取得 B 类认定并成功落地，成为天津市首笔赤道原则项目。

未来，TCL 中环将继续携手国内外金融机构，持续提升贷款及债券来自可持续金融产品的比例。TCL 中环致力于将可持续发展因素纳入融资机制，并通过绿色贷款等多元可持续金融产品以募集资金，全力促进公司向低碳、高资源效率及可持续发展转型。

打造零碳产品 驱动零碳社会

全生命周期评估 (LCA)

产品碳中和是企业价值链碳中和的关键体现，TCL 中环基于生命周期管理标准的要求，引入国际知名第三方检测认证机构，对多款产品进行 LCA 分析与碳足迹评估，拉棒、切片、组件等碳足迹数据表现出色，TCL 中环将致力于逐步降低各类产品碳足迹，远期打造零碳产品，实现“零碳光伏”推动真正的“零碳能源”。



2021年12月，TCL 中环再次对叠瓦组件进行法国碳足迹评估，评估结果显示：TCL 叠瓦组件法国碳足迹最低已达到每千瓦504kgCO₂e，较2020年普遍下降8%-10%。

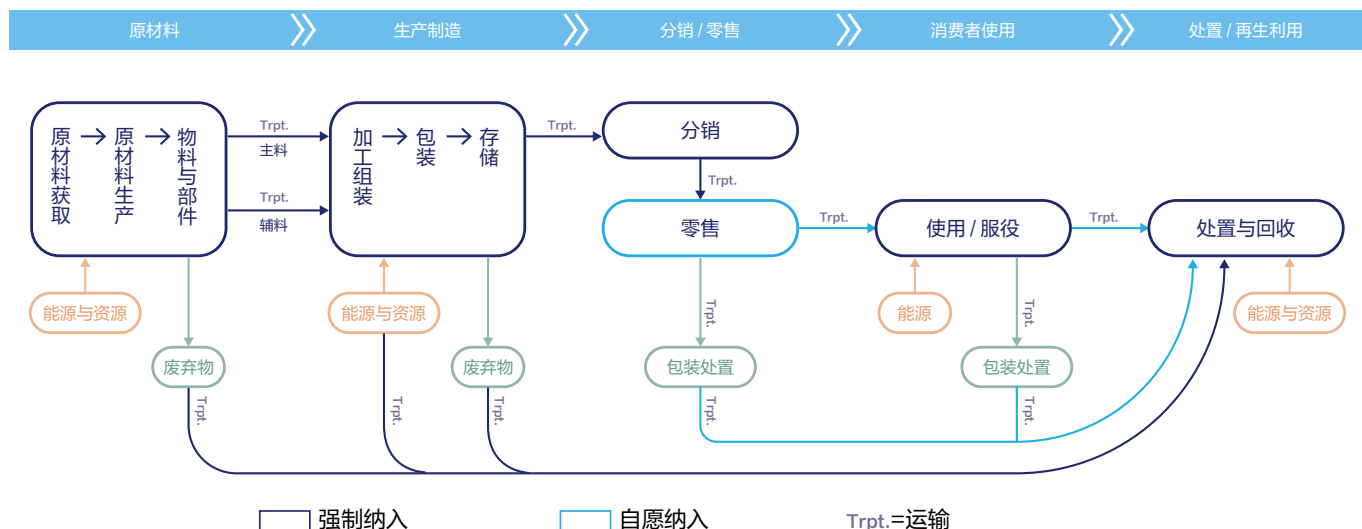
使用低碳原材料

在光伏产品的生命周期排放中，最大的排放来自于硅料生产获取环节，TCL 中环将一方面在绿色供应链管理过程中严格考核硅料绿色属性，倡导使用低排放硅材料，另一方面也加大颗粒硅技术等低碳硅料技术的研发投入。较棒状硅相比，颗粒硅投资强度、耗电、人工成本更低，生产耗电可降低60%-70%，水耗下降约30%，氢耗下降约42%。



全生命周期减排

除原材料环节外，依托绿色供应链管理与自身减排，TCL 中环也将从生产制造、运输、销售、使用、回收处置等环节着手，加大投入，以创新为驱动，积极打造零碳产品，驱动零碳社会。



报告范围附属公司明细

项次	公司全称	公司简称
1.	天津中环领先材料技术有限公司	天津领先
2.	天津市环智新能源技术有限公司	天津环智
3.	天津市环欧半导体材料技术有限公司	天津环欧
4.	宁夏中环光伏材料有限公司	宁夏中环
5.	内蒙古中环晶体材料有限公司	中环晶体
6.	内蒙古中环领先半导体材料有限公司	内蒙领先
7.	内蒙古中环光伏材料有限公司	内蒙光伏
8.	无锡中环应用材料有限公司	中环应材
9.	中环领先半导体材料有限公司	中环领先
10.	环晟光伏（江苏）有限公司	环晟光伏
11.	环晟新能源（江苏）有限公司	环晟江苏
12.	环晟新能源（天津）有限公司	环晟天津
13.	天津市环欧新能源技术有限公司	环欧新能源
14.	天津中环新能源有限公司	中环新能源

结语

向过去致敬 为未来向前

TCL 中环重视全球气候变化，以环境友好为做事边界，致力于向生态友好型企业发展。为此，我们积极推进新能源光伏产业布局，以实际行动践行可持续发展理念，迈向可持续未来。

TCL 中环



TÜV SÜD
核查并协助规划

TCL 中环碳中和白皮书