

深圳市绿色低碳产业 企业/项目典型案例集

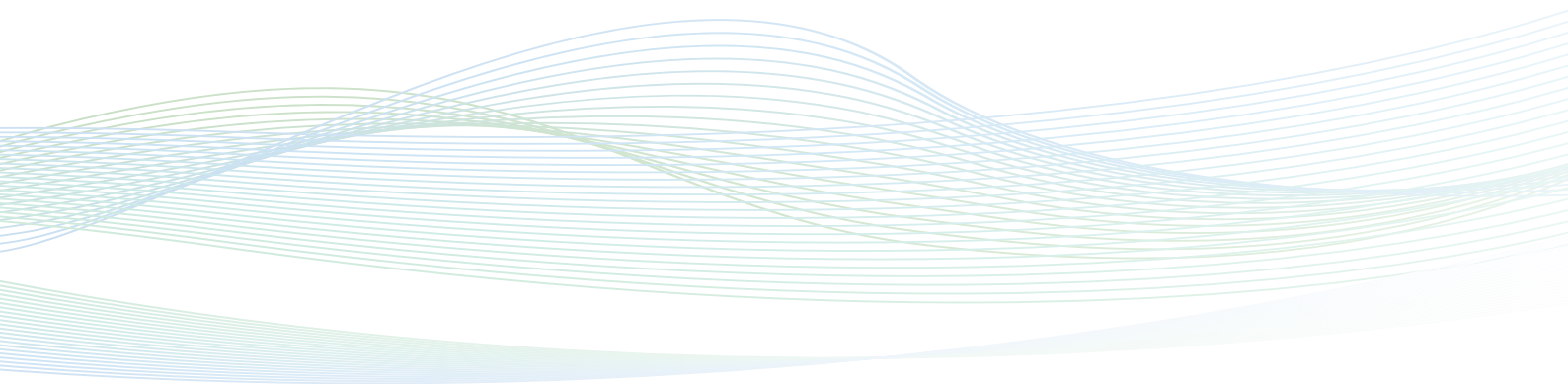
Typical Cases of Green and Low-Carbon
Industry Enterprises and Projects in Shenzhen



深圳市标准技术研究院
深圳国家高技术产业创新中心
2026年7月

深圳市绿色低碳产业 企业/项目典型案例集

Typical Cases of Green and Low-Carbon
Industry Enterprises and Projects in Shenzhen



深圳市标准技术研究院
深圳国家高技术产业创新中心
2026年7月

前言 FOREWORD

绿色发展是高质量发展的底色，新质生产力本身就是绿色生产力。党的二十大报告明确提出，推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节。《关于更高水平更高质量做好节能降碳工作的意见》进一步强调，要统筹节能降碳与产业优化升级，大力发展绿色低碳产业，积极培育有利于节能降碳的新产业、新业态。在国家“双碳”目标深入实施背景下，绿色低碳产业已成为培育发展新动能、塑造竞争新优势、推动经济社会发展全面绿色转型的重要支撑，对于促进资源节约集约利用、保障能源资源安全、改善生态环境质量具有重要意义。

作为中国特色社会主义先行示范区和国家可持续发展议程创新示范区，深圳始终坚持生态优先、绿色发展，积极探索绿色低碳产业发展新路径。为加快推进绿色低碳产业高质量发展，深入贯彻落实《深圳建设中国特色社会主义先行示范区综合改革试点实施方案（2020—2025年）》关于“建立绿色产业认定规则体系”的政策方针，深圳市已构建以《深圳市绿色低碳产业认定管理暂行办法》为顶层设计和纲领性文件，配套《深圳市绿色低碳产业指导目录》《绿色低碳产业认定评价导则》以及若干个行业技术规范为技术指导文件的“1+1+1+N”绿色低碳产业认定制度体系。深圳市发展和改革委员会、深圳市生态环境局、深圳市地方金融管理局等部门联评联审、协同推进第三批绿色低碳产业企业和项目认定工作。截至目前，累计 72 家企业和 54 个项目成功入选绿色低碳产业库。

为全面展示深圳市绿色低碳产业发展成果，充分发挥先进企业和项目的示范引领作用，进一步营造绿色低碳产业创新发展的良好氛围，深圳市生态环境局面向已纳入深圳市绿色低碳产业企业库和项目库的主体，组织开展深圳市绿色低碳产业企业及项目典型案例征集工作，遴选形成一批具有代表性、创新性和示范推广价值的优秀案例，集中展示深圳绿色低碳产业发展的创新成果与实践经验。

当前，绿色低碳转型已成为全球产业变革和科技创新的重要方向。面向未来，深圳将持续完善绿色低碳产业政策体系和标准体系建设，不断增强绿色低碳产业核心竞争力和示范带动效应。希望本案例集能够为企业机构、科研院所及社会各界提供有益参考，共同推动绿色低碳产业高质量发展，为深圳建设人与自然和谐共生的现代化国际大都市、服务国家“双碳”战略目标贡献力量。



目录 CONTENTS

一、企业篇

02

1. 凯盛玻璃控股有限公司	03
2. 深圳曼顿科技有限公司	08
3. 深圳市环保科技集团股份有限公司	12
4. 深圳市巍特环境科技股份有限公司	16
5. 深圳市深水生态环境技术有限公司	20
6. 深圳市盘龙环境技术有限公司	25
7. 深圳市朗坤科技股份有限公司、深圳市朗坤 生物质能源有限公司	31
8. 深碳科技（深圳）有限公司	35
9. 深圳市建筑科学研究院股份有限公司	40
10. 地上铁绿色科技（深圳）股份有限公司、 地上铁绿色科技（深圳）有限责任公司	46

11. 深圳易信科技股份有限公司、深圳博健科技 有限公司	51
12. 深圳绿色交易所有限公司	55
13. 华测认证有限公司	59

二、项目篇

64

1. 规模化电解海水制氢中试与应用	65
2. 中国建筑绿色产业园光储直柔微电网项目	69
3. 深圳市欣旺达同富康水田工业园区光储充一 体化新建项目	75
4. 深圳机场国际货站扩容（二期）冷库相变蓄 能示范项目	79
5. 深汕水务全要素智慧运营管控平台项目	83





PART
ONE

企业篇

Enterprise Chapter

1 凯盛玻璃控股有限公司

- 清洁能源产业·太阳能利用 -

案例概况

凯盛玻璃控股有限公司作为 BIPV 用发电玻璃业务发展平台，致力于推进发电玻璃产业布局、应用系列标准制定，推动绿色建筑发展。深耕碲化镉发电玻璃产业十余年，自主研发核心生产设备，关键装备国产化率超 90%，拥有国内最大碲化镉发电玻璃产能 700 兆瓦，以及 18.11% 组件最高光电转化效率，创造了我国大面积（1.92m²）碲化镉发电玻璃转化效率最新纪录。

公司研发的碲化镉发电玻璃，作为推动绿色建筑体系建设、实现光伏建筑一体化的关键功能材料，已实现色彩、图案、尺寸、中空透光度可定制、透光率可调，基于绿色低碳美学兼具防水性能优异、超高强度、安装便携、通风隔热等优势的光伏屋顶瓦，为建筑设计提供更加广阔的选择，满足现代建筑的“低碳美学”需求。

绿色低碳成效

创新性

公司碲化镉发电玻璃成套制备及应用技术达国际先进水平，相关技术成功入选国家发改委《绿色技术推广目录》。从控制技术、制备技术、适配技术三方面攻坚克难，累计授权专利 230 件，其中发明专利 112 件，覆盖核心制备工艺、设备、应用等全产业链，打破了国际巨头的技术垄断，实现了碲化镉发电玻璃核心技术的自主可控。

大尺寸薄膜均匀性控制技术国际领先。通过优化升华温度、气压、衬底速度等关键参数，解决大尺寸薄膜制备过程中厚度不均、组分偏差等行业难题，1.92m² 碲化镉薄膜的厚度均匀性误差控制在 ±5% 以内，远优于国际同类产品 ±10% 的误差标准。

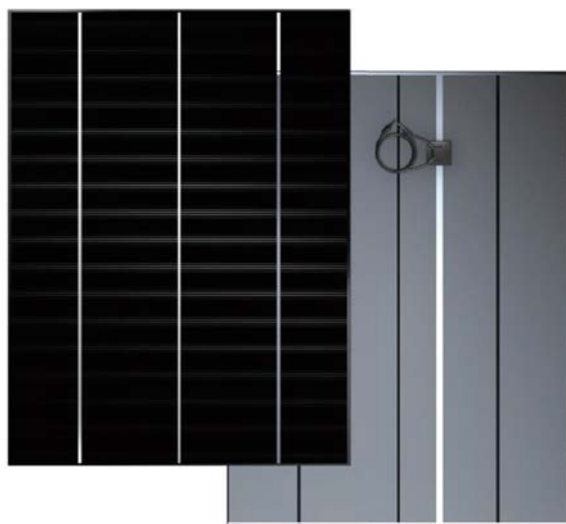


图 1.1 碲化镉发电玻璃

碲化镉发电玻璃转化效率刷新国内纪录。通过掺杂改性、界面优化等工艺改进，目前已创造 18.11% 的组件最高光电转化效率，刷新了我国大面积（1.92m²）碲化镉发电玻璃转化效率纪录，相比国内同类企业提升幅度达 10%-11%。

检验检测报告			
成都产品质量检验检测院有限公司 国家光伏产品质量检验检测中心			
报告编号: 400020000177			
产品名称	发电玻璃	规格	1.92m ²
生产日期/批号	2020.3	型号规格	100Wp/1.92m ²
样品编号	400020000177	样品数量	32
样品来源	送检	样品状态	完好
样品用途	2020-03-10	送检日期	2020-03-10
委托单位	成都中建材光伏材料有限公司	生产单位名称	成都中建材光伏材料有限公司
委托单位地址	成都市双流区西航港街道15号	生产单位地址	成都市双流区西航港街道15号
委托单位邮编	610000	生产单位邮编	610000
委托单位电话	028-26417332	生产单位电话	028-26417332
检测地址	成都市西航港街道15号7楼702号	检测日期	2020-03-10
检测依据: GB/T 4000-2020 Photovoltaic devices Part 3: Measurement of photovoltaic performance characteristics			
判定依据: /			
检测结果见附表。			
备注: 样品编号: 20000200002111, 检测日期: 2020-03-10			

图 1.2 碲化镉发电玻璃 18.02% 转化效率检测报告

碲化镉发电玻璃与建筑一体化高度适配。优化产品力学性能、透光率可调范围，开发出不同规格、不同透光率产品，可适配建筑幕墙、采光顶、遮阳板等多种“好房子”应用场景。



图 1.3 相关发明专利证书

示范效益

技术斩获多项重量级奖项，入选多个推荐目录。荣获第二十一届中国国际工业博览会新材料奖、中国建材联合会技术发明一等奖、省科技进步一等奖等多项荣誉。“大面积碲化镉发电玻璃关键技术开发及产业化”项目荣获工业领域最高奖项——第七届中国工业大奖表彰奖，是玻璃领域唯一获奖项目，并获央视新闻独家报道。

碲化镉发电玻璃先后进入国家发改委《绿色技术推广目录》、工信部《重点新材料首批次应用示范指导目录》、国家机关事务管理局《公共机构绿色低碳技术目录》及国资委《中央企业科技创新成果推荐目录》，获得国家与市场高度认可。



图 1.4 中国建材联合会技术发明一等奖



图 1.5 省科技进步一等奖、第七届中国工业大奖表彰奖

多场景可复制模式。以碲化镉发电玻璃为核心载体，构建 BIPV 实施模式，形成工业厂房、公共建筑两大标准化 BIPV 方案，已在深圳超算、国显科技大厦、厦门翔安机场、博鳌近零碳示范区等近 300 个项目落地，2025 年全年累计推广组件面积达 1209 万平方米，对应总装机容量 80MW。

国显科技大厦 BIPV 项目共安装 5911 块碲化镉发电玻璃组件，组件面积达 11017m²，装机容量为 1285.09kWp，预计年发电量约 90.42 万度，日均发电量约 2477 度，所发电量就近用于宿舍生活、厂房生产及照明用电，实现建筑年减排二氧化碳不低于 515.66 吨，减排强度 $\geq 5.54\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ ，估计实现建筑运行阶段降碳幅度 18%，成为推进建筑领域碳达峰进程的重要示范。



图 1.6 国显科技大厦（左图）、深圳国家超级计算机中心（右图）实景图

环境效益

全生命周期绿色效益显著。碲化镉发电玻璃具有行业领先优势，其全生命周期碳排放量仅为晶硅电池的六分之一，生产环节相较于传统光伏组件生产，能耗降低 15%、碳排放降低 10%，无有毒有害气体和废水排放，每平方米可减少碳排放约 1.2 吨，其良好的保温隔热性能可降低建筑空调能耗 8%-12%，且产品生命周期结束后核心材料可实现 90% 以上回收再利用，真正实现了“低碳生产、低碳应用、低碳回收”的全链条绿色发展。

规模化应用的减污降碳效益显著。截至 2025 年底，碲化镉发电玻璃技术已在全国近 300 多个光伏建筑一体化项目应用，总装机量约为 340MW，通过替代传统建材作为建筑物屋顶和幕墙同时为建筑提供电力，年均发电量为 36415.15 万 kWh，年均节标煤量 109791.67 吨，每年平均减少二氧化碳排放 207675.63 吨，减少二氧化硫排放 36.78 吨，减少氮氧化物排放 55.34 吨，减少烟尘排放量 8.01 吨。



图 1.7-1 深圳虚拟大学第六立面建筑光伏项目



图 1.7-2 上海凯盛机器人研发中心 BIPV 项目



图 1.7-3 厦门翔安机场 BIPV 项目图



图 1.7-4 深圳四海公园立体停车场 BIPV 项目

经济效益

核心产品直接拉动公司营收增长。公司将碲化镉发电玻璃作为核心绿色产品，持续推动技术迭代与工艺优化，实现了经营业绩的稳健增长，绿色产品（BIPV 发电玻璃组件及配套系统）销售额占比始终维持在 90% 以上，成为收入的核心支柱。2024 年营收同比增长 23.4%。

发电玻璃的全生命周期成本优势显著。以 25 年使用周期计算，其度电成本已接近或低于传统晶硅 BIPV 系统，且因建材属性可节省传统玻璃幕墙费用，综合经济性突出。

技术输出与生产基地布局形成联动效应。作为国内最大的发电玻璃生产企业，牵引上游玻璃基板、封装材料、智能装备等供应商同步提升绿色制造标准，推动上游产业向低碳化、高端化转型，形成产值传导效应。同时推动下游建筑、新能源等领域的绿色应用，预计带动上下游产业链产值增长超 30 亿元，间接创造大量就业岗位，助力区域经济发展与产业结构升级。

推广应用建议

推广应用场景

据 Cervicorn 咨询预测，到 2034 年全球 BIPV 市场规模将达 1386.4 亿美元，年复合增长率 16.59%。随着 BIPV 技术从试点示范迈向规模化应用，叠加绿色建筑星级认证、零碳园区建设等政策导向，碲化镉发电玻璃市场前景广阔，适用于新建公共建筑（立面+屋顶全覆盖）、工业建筑（光伏幕墙+采光顶）、商业建筑（定制化透光组件）、市政设施（标准化构件快速安装）、城市更新（装配式 BIPV 外围护系统）等多种场景。

应用注意事项

针对新建建筑，建议设计阶段前置 BIPV 专项设计，预留电气线路与结构荷载；针对既有建筑改造，需进行结构安全评估，优先选用轻质化、装配式组件；考虑到地域差异，针对深圳高温高湿气候，强化组件散热设计与防水性能。

产业发展建议

BIPV 发展存在两大层面挑战：技术上光电转换效率仍有提升空间、定制化程度偏高；市场上产业链协同不足、公众及行业市场认知有局限。

技术层面建议加强材料结构工艺创新、升级设备提升光电转换效率，发展模块化标准、制定 BIPV 通用模数标准，开发标准化尺寸产品实现多品种高效稳定生产；市场层面构建 BIPV 一体化模式，联合设计院及职能部门制定设计导则和接口标准，打通设计制造安装并网全链条，打造一线城市地标示范工程、通过发电及碳减排数据展示提升公众认知，联动行业协会与设计院推广产品特性及商用模式、提高社会认可度。

2 深圳曼顿科技有限公司

- 清洁能源产业·智能电网建设运营 -

案例概况

深圳曼顿科技有限公司专注于人工智能智慧用电、数字微断研制及其云服务，致力于人工智能、云计算与数字微断融合创新，打造用户侧 AI 智慧电气产业龙头。

公司首创全球首款通过中国强制性产品认证（CCC）和欧洲共同体产品安全认证（CE）的数字断路器。利用智能传感、边缘计算、物联网等技术对电气事故防控全面升级，电力数字孪生云平台，构建和引领低压电气数字化的新生态。公司聚焦“高精度电力负荷智能感知”、“AI 边缘计算与大数据深度挖掘”、“配电物联网数字孪生场景及仿真”等重大前沿科学研究开展成果转化及应用研究。

绿色低碳成效

创新性

公司 2024-2026 年持续投入研发，完成 AI 智慧空开（微断）、电-碳融合云平台、边缘 AI 预测性维护、国产高算力 MCU 嵌入式架构、多场景自适应算法等核心成果；关键芯片、传感器、算法、通信协议栈全面国产化，突破高端配电数字化“卡脖子”，技术来源完全自主可控。

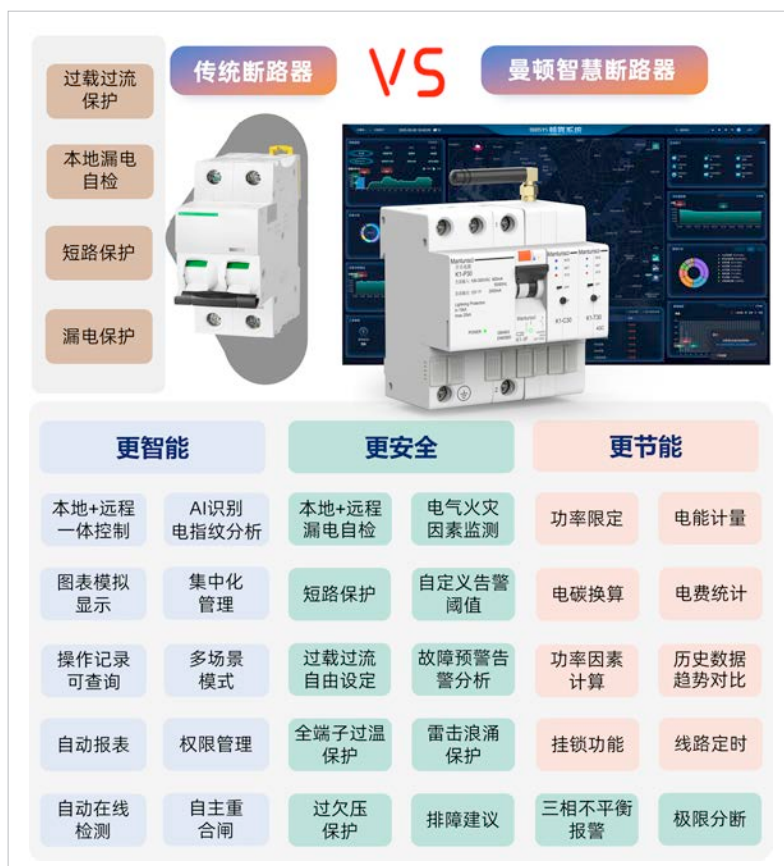


图 2.1 产品与传统断路器功能对比

首创核心架构。全球首发基于边缘 AI+ 数字孪生的电力系统节能降碳实时优化控制系统，创新性实现国产 AIoT 芯片、电力拓扑分析与云计算的深度融合，达成毫秒级精准闭环控制。

双轮驱动模式。构建“AloT 智慧断路器硬件+智慧用电云平台”协同驱动体系，通过实时数据采集、边缘计算、AI 智能分析及云端全局优化，全面实现用电设备智能化管控与节能降碳双重目标。

全栈自主突破。采用全国产 32 位 MCU 芯片，实现微秒级故障检测能力，硬件成本降低 45%；打造业内首个同步监测能耗、碳排放与谐波污染的云平台，数据处理速度提升 5 倍。



图 2.2 曼顿 AI 数字化配电一体化解决方案

示范效益

全国产化构建“软硬协同”解决方案。核心技术国产化率达 100%，成功打破国外厂商在高端电力监测领域的长期垄断，有效带动国内 AI 芯片、传感器等上下游产业链协同发展。凭借 10ms 级极速故障断电技术，将电气火灾风险降低 90%；形成可复制的“软硬协同”解决方案，已服务苏泊尔、茅台等知名企业数字化升级，覆盖 10 余所高校、5 家国有银行及各类公共场所，全面保障用电安全。

核心产品位居行业前列。与国内外同类公司技术相比，公司在智慧断路器、电力数据感知、边缘计算、物联网等技术上均保持领先水平。产品细分市场占有率达 45.8%，连续多年排名行业第一。多次入选发改、工信、能源、生态、住建局推广名单。多次荣获中国高新技术产品成果奖、中国 ICT 系统集成卓越产品奖并获 CCTV-1 报道。



图 2.3 重点项目案例

环境效益

精准节能提效。依托高频采样与 AI 用电分析，精准识别“幽灵负载”、设备空转等隐性能耗浪费点，结合谐波治理与无功补偿将系统功率因数稳定在 0.95 以上，通过削峰填谷控制降低峰值负荷 25% 以上，最终实现 15%-30% 的综合节电率，显著提升能源利用效率。

碳减排成效显著。通过优化配电运行工况，减少电气设备低效运行带来的资源损耗与附带污染，降低能源消耗衍生的环境污染物排放。按华南地区电网 $0.5366\text{tCO}_2/\text{MWh}$ 的排放因子测算，年节电 150 万度，减少约 806 吨二氧化碳排放。

源头安全防控。凭借毫秒级故障响应与 AI 电弧识别技术实现电气火灾隐患事前预警，从源头避免火灾次生污染；同时通过谐波治理降低电磁干扰、减少设备故障，全方位防控环境风险，保障配电系统绿色安全运行。



图 2.4 数字用电系统平台

 经济效益

通过“硬降本+软增值”双轮驱动模式，技术全生命周期（10年）净收益可达初始投资的5-8倍，在投资成本、运行成本、收益模式三方面全面优于传统配电方案，在高能耗行业和碳约束环境下竞争力显著。

用电降本增效直接获益。AI优化控制使工业用户平均节能率5%-30%，以智慧校园综合节电收益估算，按年用电100万度测算，年节15万度，节约电费12万元。动态需量控制削减峰值负荷25%，以1000kW报装容量为例，年节省电网容量电费80万元以上。谐波治理减少电机、变压器损耗，延长设备寿命3-5年，年节省更换成本约12万元/MW。AI运维减少人工巡检70%，企业能效管理人力成本下降60%；以10人团队为例，年均节省人力成本约18万元。

推广应用建议

 推广应用场景

随着国家发改委对重点用能单位的监管要求愈加严格，欧盟CBAM碳关税的全面实施，以及电价上涨推动企业节能降本，技术在未来五年内具备快速规模化推广潜力，预计可覆盖国内60%以上的高耗能行业，市场渗透率从当前的12%提升至35%。全国现存约480万套高耗能机电设备（工信部2023年数据），其中约70%以上未配备智能调控系统，年潜在改造市场规模超600亿元。

 应用注意事项

在电气智能化改造中，通讯协议多样化增加了技术适配复杂度，部分项目中协议转换环节约占工期的40-60%。需注意灵活配置设备数量、支持分批交付，配合智能协议适配技术和模块化设计有效缩短工期。中小客户可根据需求分阶段实施改造，提升资金使用效率与项目接受度，减少资金压力。

 产业发展建议

未来相关产业的发展可契合地方政府合作申报节能技术改造示范项目，强化国产替代政策。技术上开发支持高性价比的量测（只监不控）设备，将原一体化方案拆分为能效监测+调控执行独立模块，老旧工厂可分步实施，降低推广、决策门槛。通过行业论坛和白皮书扩散影响力。

3 深圳市环保科技集团股份有限公司

- 节能环保产业·先进环保产业 -

案例概况

深圳市环保科技集团股份有限公司专注于危险废物处理，为城市提供危废处理处置、环境事故应急响应、环保管家服务，处置资质完备，可处理 46 类危废中的 42 类，综合单体规模全国领先。公司深耕技术创新，成果转化率超 40%，拥有授权专利 157 项、标准 103 项。

以含铜蚀刻废液回收高值创新产品打破国外技术垄断、远销欧美，主导建成亚洲最大危废安全填埋场、国内首家高标准危废处理综合性示范项目等，建有深圳市唯一医疗废物处置单位，多项技术填补国内空白，助力城市危废“减量化、资源化、无害化”目标实现。

绿色低碳成效

创新性

公司聚焦多源复杂危险废物处理领域的关键技术瓶颈，系统构建形成生态敏感流域多源危险废物高标准排放集成技术、高浓度磷酸废液资源化关键技术以及 PCB（Printed Circuit Board）行业铜蚀刻废液高值资源回收与高标准排放的全链条绿色低碳解决方案，整体技术水平达到国内领先，部分核心指标达到国际先进水平。

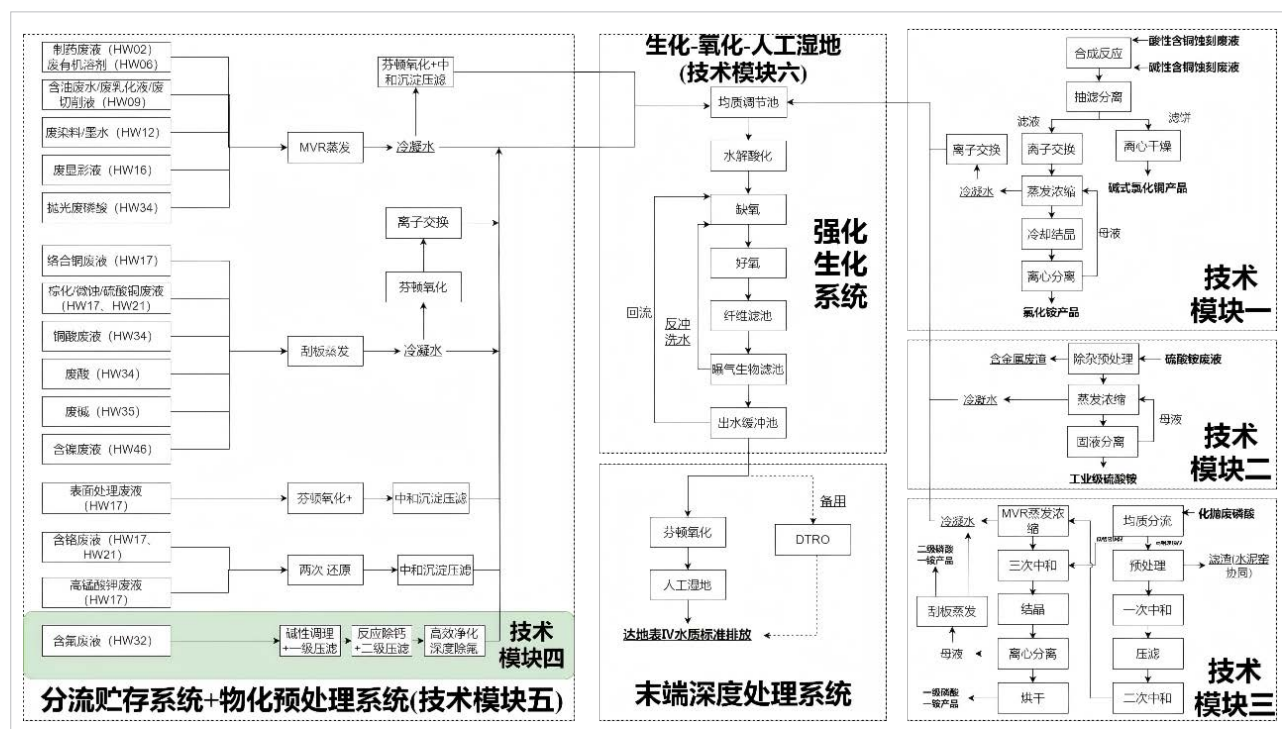


图 3.1 危废处置技术路线

高标准处置生态敏感流域多源危险废物。构建“资源回收-深度净化-生态修复”协同耦合技术体系，攻克高盐、高氨氮、多污染因子废水及多来源无价危废处理难关，出水达地表水 IV 类标准。该技术在宝安基地

实现 33 万吨 / 年应用，为广东最大单体危废综合治理项目，2021-2024 年服务大湾区超 8000 家企业，累计处理危废超 35 万吨。

高水平突破高浓度磷酸废液资源化关键技术。电子信息行业复杂高浓度磷酸类废液，公司构建覆盖磷资源回收与次生废物处置全环节的成套工艺体系，可产出工业级、农业级磷酸二氢铵。中和废渣满足水泥窑协同处置标准，可依托合规水泥窑进行协同无害化处置，外排水稳定达地表水Ⅳ类标准。该技术突破传统废酸单一无害化模式，实现废酸高值化利用。

高值化处置 PCB 行业铜蚀刻废液。

PCB 行业铜蚀刻废液资源价值高、污染负荷大，公司采用共沉淀吸附剂去除砷、二噁英等杂质，去除率超 93%，保障饲料级斜氯铜矿产品达标欧盟标准；首创更优斜氯铜矿及覆硒斜氯铜矿结晶技术，突破国外技术垄断，实现铜、氨氮资源化回收率 99.99% 以上，产品附加值提升 50%，能耗仅为传统多效蒸发工艺的三分之一。技术累计处理废液 55 万吨，实现产值 23 亿元，国内市场占有率达 10%。



图 3.2 应用示范案例

示范效益

多项技术应用落地，推动危废“无害化处置”向“高值化资源化”转变。生态敏感流域多源危险废物高标准排放集成技术填补高氯体系下 COD 分析方法标准空白及行业高盐废水污染因子检测技术空白，宝安示范基地成功入选“2022 年深圳市治污保洁工程优秀项目”“广东省环境科普教育基地”；高浓度磷酸废液资源化关键技术填补国内高浓度磷酸废液资源化处理技术空白；PCB 行业铜蚀刻废液高值化绿色利用及深度处理技术突破国外氯铜矿型结晶碱式氯化铜技术垄断，项目入选中国环保产业协会重点环保实用技术示范工程，相关技术和标准获国家、广东省及深圳市等各级部门 10 次科技奖励。公司多项危废处置技术均形成可复制、可推广的工程化应用模式，有效推动危废处理从传统的“无害化处置”向“高值化资源化”转变。2008 年以来，公司先后获批“国家高新技术企业”，创建国家环境保护危险废物利用与处置工程技术（深圳）中心，入选 2022 年“科改示范企业”名单、国务院国资委创建世界一流专业领军示范企业。



图 3.3 资质荣誉奖项

环境效益

公司多项危废治理技术环境效益突出。生态敏感流域多源危废处理技术实现出水优于地表水 IV 类标准，可实现高标准超净排放，COD 减排量增加 47.25 t/a，氨氮减排量增加 525 kg/a，总磷减排量增加 30 kg/a，金属离子减排量 1.193 t/a，覆盖多类别危废，首次将人工湿地应用于危废处理，兼具生态修复功能，有效保护茅洲河等生态敏感流域安全。高浓度磷酸废液技术实现废磷酸回收率 80% 以上，从源头避免水体酸化、土壤磷及重金属污染，全过程无二次污染，减少原生磷矿依赖与开采生态破坏，推动磷资源循环利用。PCB 铜蚀刻废液技术实现砷和二噁英去除率超 93%，产品达欧盟先进标准；斜氯铜矿结晶技术可使饲料添加剂减少铜添加量 40%，降低动物排泄物铜污染。四梯次资源化工艺实现蚀刻废液的高效利用废水达地表水 IV 类标准，年减排铜和氨氮各 8000 吨，助力 PCB 行业清洁生产与绿色低碳发展。

经济效益

“危废处理服务费 + 资源化产品销售”的双重收益体系。铜蚀刻废液、废酸等危废的全量高效利用，铜回收率超 99%；磷资源回收率达 80% 以上，可生产工业级和农业级磷酸二氢铵产品；铜、氨氮资源化回收率达 99.99% 以上，产品附加值提升 50%。按照 10000 吨 / 年的硫酸铵废液资源化利用规模计算，每 4 吨硫酸铵废液产出 1 吨硫酸铵晶体，年可实现回收硫酸铵产品达 2500 吨，年资源回收产值达 87.5 万元。同等规模的化学抛光废磷酸资源化利用，年可实现回收磷酸二氢铵达 2500 吨，正品磷酸二氢铵和次品磷酸二氢铵的量约为 1:1，年资源回收产值达 483.75 万元。同等规模的含铜蚀刻废液资源化利用，年可实现回收氯化铵副产品 2700 吨，年资源回收产值达 54 万元。

工艺优化与节能技术深度融合降低治理成本。通过工艺优化与节能技术深度融合，有效降低生产工段综合能耗，吨水处理成本最高节约 358 元。磷酸废液技术结合节能型 MVR 蒸发器、卧式刮板蒸发器的应用，大幅降低了药剂成本和蒸发能耗；铜蚀刻废液能耗仅为传统多效蒸发工艺的三分之一。危废处置在降低综合运营成本的同时，契合绿色低碳管控要求，实现经济效益与绿色发展双向统筹提升。

推广应用建议

推广应用场景

生态敏感流域多源危险废物高标准排放集成技术可在长江、珠江、黄河等我国生态敏感流域的工业集聚区落地实施；高浓度磷酸废液资源化关键技术可应用于铝及铝合金加工、电子制造、化工、电镀等产生磷酸废液的行业；PCB 行业铜蚀刻废液高值化绿色利用技术可在珠三角、长三角、环渤海等国内 PCB 产业集聚区全面推广，依托达欧盟标准的产品质量和先进处理技术，将铜盐产品及废液处理技术出口至海外 PCB 产业集中地区。

应用注意事项

产业在未来推广应用过程中，可能面临新型危废适配不足、市场推广成本较高及政策协同机制有待完善等现实挑战。

产业发展建议

随着新能源、新材料产业快速发展，锂电池废液、光伏切割液等新型危废处理需求持续增加，现有工艺体系需进一步升级完善。需持续加大研发投入，开发适用于新型危废特性的资源化与深度处理工艺，拓展技术应用边界。同时提升工艺智能化水平，依托物联网技术实现远程监控与运维管理，优化运行效率，降低单位处理成本。

中小企业技改资金压力较大，技术推广初期投资门槛相对较高。建议联合金融机构推出绿色信贷产品和专项融资支持，缓解企业资金压力；探索“技术共享”与设备租赁模式，允许企业分阶段引入核心设备，降低初期资本投入，提高技术普及率。

建议推动建立统一的危废处理补贴标准和跨区域危废处置交易平台，减少区域政策差异对技术跨区域推广的影响；将相关技术纳入国家绿色技术推广目录，引导地方政府优先采购应用。与此同时，加强国际合作交流，引进先进治理经验，推动国产技术“走出去”，参与“一带一路”沿线国家生态环境治理建设，提升我国危险废物绿色治理技术的国际影响力。

4 深圳市巍特环境科技股份有限公司

- 节能环保产业 · 先进环保产业 -

案例概况

深圳市巍特环境科技股份有限公司专注于排水管网、箱涵检测、非开挖修复、智慧运维全链条绿色低碳技术研发与产业化应用，拥有百余项专利及软著，参与多项标准制定，构建了以垫衬法、非开挖修复为核心的技术产品体系。

公司深耕垫衬法非开挖修复技术，以垫衬法为核心技术，构建材料研发、装备制造、工程施工、运维服务一体化产业链，业务覆盖粤港澳大湾区、长三角、华中、西南等全国 30 多个核心城市，累计完成管网、箱涵修复项目 200 多项，修复总长度 1000 公里以上。

绿色低碳成效

创新性

公司自主研发垫衬法非开挖修复技术，拥有完全自主知识产权，其融合高分子材料应用、非开挖施工、智能装备制造等技术，成为城镇排水更新改造推荐技术，技术水平国内领先。

材料性能优异。采用定制化速格垫，具备高密度、高强度、高延展性及优异耐酸碱腐蚀性能；配套专用水泥基灌浆料，具有早强、高强、微膨胀、零泌水特性，可实现内衬垫与原管道牢固锚固，形成整体受力结构，延长管道使用寿命至 50 年以上。

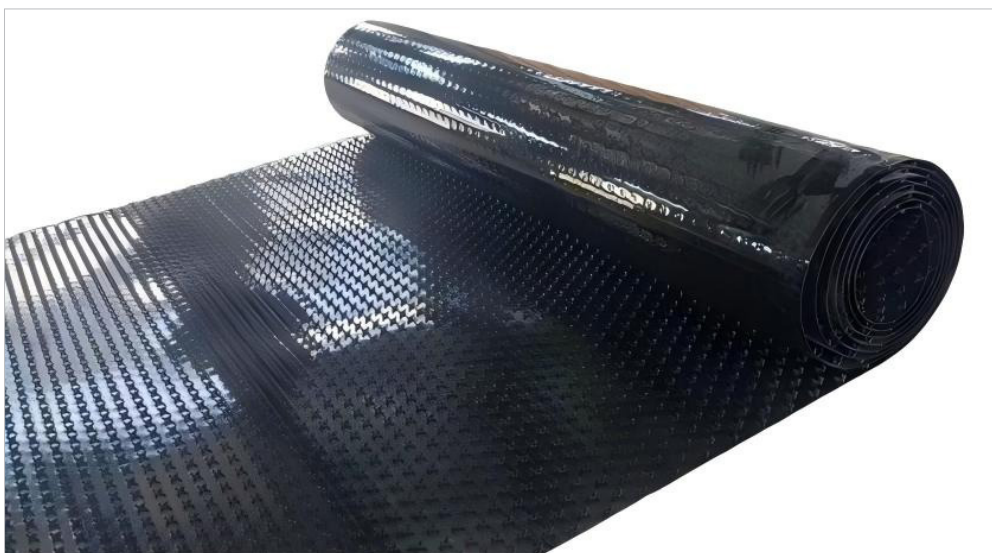


图 4.1 速格垫

工艺简单高效。采用全断面非开挖垫衬法修复箱涵，仅需 20mm 厚内衬层，过流断面损失较传统钢筋混凝土内衬减少 85% 以上；施工流程简化为六大步骤，无需大型开挖设备，单施工段 30-50m 可在 3-5 天完成，施工效率显著提升。

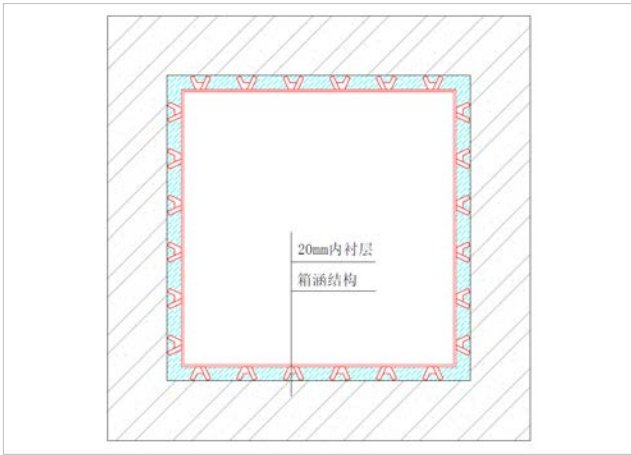


图 4.2-1 箱涵垫衬法修复断面图

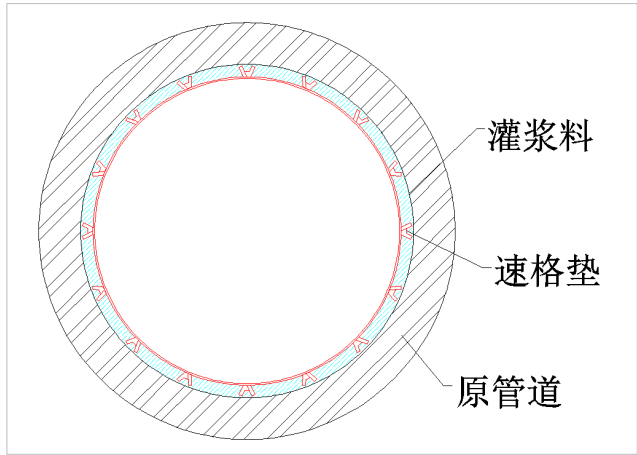


图 4.2-2 管道垫衬法修复断面

设备智能精准。研发集成多功能的垫衬法移动智能修复车，实现灌浆施工自动化与压力精准控制；改进采用双缝自动焊机替代人工单缝焊接，可不限长度方向焊接，焊缝质量合格率达 99.9%，施工速度提升 3 倍，能耗降低 50%。

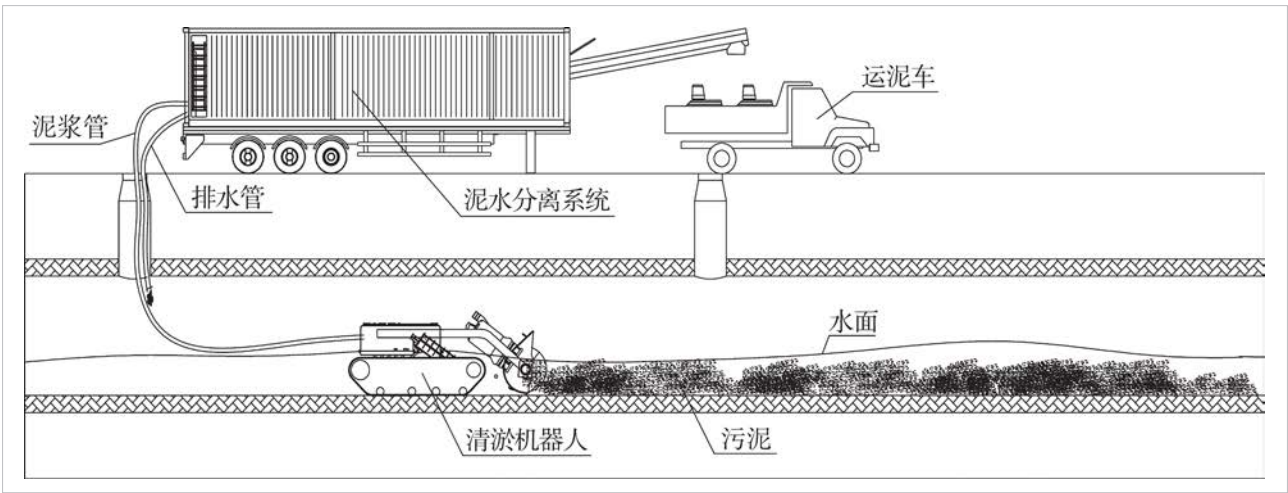


图 4.3 箱涵清淤图

示范效益

技术和模式易复制，社会生态效益显著。垫衬法修复技术普适性强，适配混凝土、钢管等多种材质及箱涵、圆管等多种管网形式，覆盖 1m 以上超大断面，已在广州、东莞、珠海等粤港澳大湾区城市 10 余个项目成功应用，显著缩短施工周期并提升过流能力；模式标准化成熟，形成“检测评估 - 清淤预处理 - 垫衬安装 - 智能灌浆 - 质量验收”全流程标准化施工体系，配套有限空间作业安全管理、不中断排水截水导排等措施，可直接复制推广。有效解决城市管网修复痛点，提升区域排水泄洪能力，降低内涝风险，保障周边 10 万居民生产生活安全，绿色低碳施工模式为城市基础设施改造提供新路径，为国内“双碳”目标实现贡献了水务领域的实践范本。

产学研持续推动技术迭代与应用。公司拥有国家专精特新“小巨人”、国家高新技术企业、广东省工程技术研究中心等核心资质，获评绿色低碳产业企业、深圳质量百强企业等多项荣誉；通过 ISO9001、ISO14001、ISO45001 三大管理体系认证，持有排水管道修复相关专利百余件。技术入选深圳市绿色低碳技术推广目录、

城镇排水管网更新改造推荐技术清单，龙岗河流域箱涵修复项目作为水质提升核心工程，获龙岗区政府高度认可，并被中国城镇供水排水协会、住建部列为行业典型标杆案例，与中国地质大学、北京工业大学、中国市政工程中南设计研究总院等建立产学研合作平台，持续推进技术迭代与产业化应用。



图 4.4-1 垫衬法智能修复车



图 4.4-2 程序自动控制制浆



图 4.4-3 灌浆质量监测控制系统

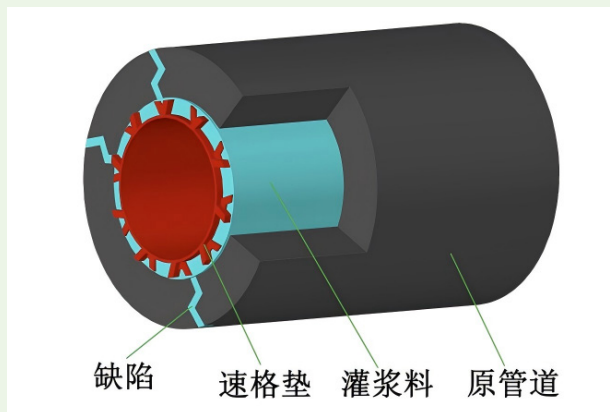


图 4.4-4 灌浆料示意图

环境效益

减污降碳协同绿色效益显著。垫衬法非开挖修复技术兼具水污染治理、资源节约、碳排放减少、生态保护等绿色效益。近两年，累计修复箱涵 186 公里，渗漏率 100% 消除，年减少污水渗漏与地下水入渗 18.6 万吨；助力 15 条河流水质提升，黑臭水体全面消除，流域氨氮、COD、总磷浓度年均削减 30% 以上，部分河段水质由 V 类提升至 IV 类。非开挖技术省建材、节约土地资源，速格垫回收利用率超 95%，修复后箱涵过流能力提升，排水泄洪效率提高，减少城市内涝积水，节约年雨水资源；杜绝地下水内渗，减少排水处理负荷，节约污水处理厂年能耗。全生命周期碳排放远低于传统钢筋混凝土内衬修复工艺，绿色施工零污染，水体生态与生物多样性显著改善。

经济效益

核心技术增收降本显著。核心技术创收能力强劲，2024 年垫衬法修复技术营收 3.29 亿元，依托示范效应，2025 年新增营收超 1 亿元，核心业务营收占比翻倍提升至 10%。核心材料自研自产，成本较进口材料直降 50%；智能装备赋能施工，综合施工成本较传统工艺降低 30%。智能化施工替代传统人力，精简 60% 施工人员，

单项目人工成本节省 50 万元，大幅优化人力成本结构。项目利润率达 25%，较传统修复项目提升 10 个百分点，创造利润 350 万元，成为企业核心利润增长引擎。以项目总投资 1400 万元为例，修复后箱涵排水泄洪能力提升，年均减少内涝损失 500 万元，4 年即可实现投资回本，每年节省箱涵运维费用 50 万元，有效缩减政府财政运维支出，减轻城市基建管护压力。

高效协同联动产业链，赋能产业升级。自研速格垫核心材料，推动国内高分子材料、智能装备制造、环保工程施工等上下游绿色低碳产业链技术升级、产能提质增效。自主研发智能修复车、双缝焊接机等专业装备，助力环保装备产业智能化、专业化发展。以龙岗区坂田街道的水环境质量和城市基础设施为例，项目提升周边土地利用价值，带动区域商业、房地产等产业发展，间接创造经济价值超 1 亿元，避免因水质污染导致的渔业、农业损失，保障了流域周边约 10 万居民的生产生活经济利益。

推广应用建议

推广应用场景

垫衬法修复技术作为城市排水管网绿色修复的创新技术，具有技术成熟、施工高效、低碳环保、经济可行等优势，可广泛应用于城镇排水管网（圆管、涵管）修复、工业园区排水管网修复、高速公路下穿涵管修复、水利工程输水涵管修复、箱涵修复等，实施规模可覆盖小口径（1m 以下）至超大口径（10m 以上）各类管网，单项目修复长度从百米级到万米级均可实施，适用于全国所有城市，尤其适合南方多雨地区、城市核心区、水系发达地区的排水管网修复。

应用注意事项

针对不同地域、不同材质、不同工况的管网，对速格垫的厚度、锚固键设计、灌浆料配比进行个性化调整，如北方寒冷地区需提升材料的抗冻性，化工园区需提升材料的耐化学腐蚀性。针对南方多雨地区，重点优化截水导排工艺，确保施工不中断排水；针对北方干旱地区，重点优化清淤和防渗工艺；针对城市核心区，重点优化施工噪音、扬尘控制措施，实现零扰民施工。

产业发展建议

垫衬法修复技术作为城市排水管网绿色修复的核心技术，其未来发展面临技术升级、市场规范、政策支持、产业链协同等方面的挑战。

技术层面加大对速格垫高分子材料的研发投入，开发超耐腐、超抗冻、高强度的新型内衬垫材料，提升材料在极端工况下的适用性；升级智能修复装备，融入 5G、物联网、大数据等技术，实现施工过程的远程监控、智能调度和质量溯源；研发一体化的管网检测 - 修复 - 运维技术体系，实现排水管网全生命周期的绿色管理。同时，鼓励企业与高校、科研机构共建研发平台，开展关键技术攻关，突破国外技术壁垒，提升核心技术的自主化水平，产业层面打造“材料生产 - 装备制造 - 工程施工 - 后期运维”的一体化绿色产业链，鼓励上下游企业建立战略合作联盟，实现资源共享、优势互补；扶持国内速格垫材料、智能装备制造等上游企业的发展，实现核心材料和装备的本土化生产，降低产业链成本；推动排水管网修复与水环境治理、海绵城市建设、城市更新等产业融合发展，形成产业协同效应。

5 深圳市深水生态环境技术有限公司

- 节能环保产业·资源循环利用产业 -

案例概况

深圳市深水生态环境技术有限公司主营固废处理处置、高浓度废水治理、环保装备研发与系统集成，是国家专精特新“小巨人”企业、国家高新技术企业、国务院国资委“科改示范”企业。拥有固废运营一级等6项核心资质，建有省级工程技术研究中心与博士后创新实践基地，累计获授权专利90项（发明专利20项），主导编制1项地方标准、9项团体标准。

公司深耕污泥处理与低碳资源化领域，聚焦“大污泥+生物质新能源+再生资源”布局，创新应用低碳干化、智慧管控和资源化利用等关键技术，实现余泥减量化、资源化和低碳化协同推进，为水务行业绿色转型提供示范参考。

绿色低碳成效

创新性

围绕自来水厂余泥处理过程中能耗高、成本高、资源化利用率低等行业痛点，公司自主研发多能源耦合低温干化与资源化利用成套技术，构建“节能降耗-智能管控-循环利用”一体化技术体系，实现余泥处理全过程绿色低碳升级，为水务行业资源循环利用和减污降碳协同发展提供解决方案。

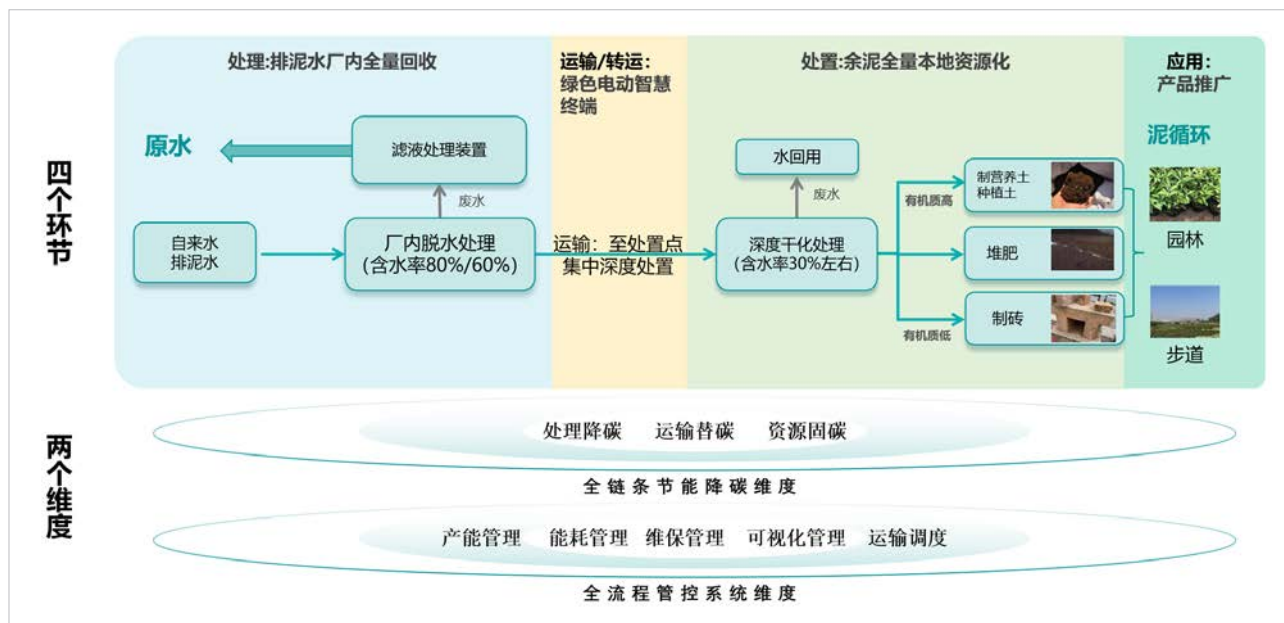


图 5.1 整体技术路线

构建多能源耦合低温干化技术体系，实现余泥处理能源利用模式突破。集成空气源热泵、水源热泵、相变储热及光伏发电储能四大清洁能源系统，实现双换热智能切换。空气源热泵蒸发温度提升至40℃，COP达7.2，较常规提升50%以上；配置4套相变储热装置总储热752kWh，夜间低谷电储热、白天释热，热能利用

率 92%；光伏系统年发电 4.63 万 kWh。多能源模式较单一热源电耗下降 28.21%，运行成本降至 96.73 元 / 吨，较传统技术降低 50% 以上。

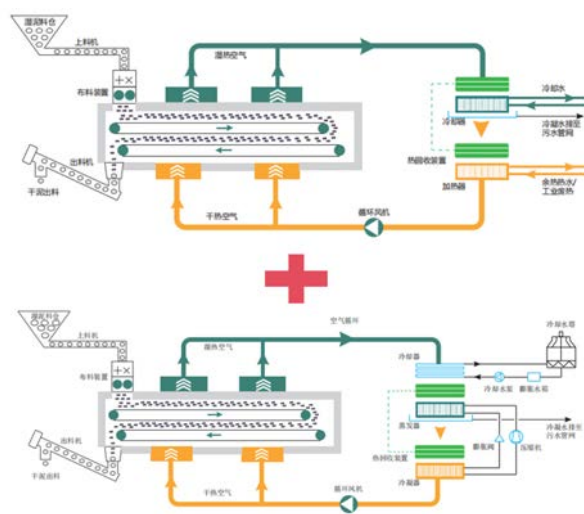


图 5.2 多能源耦合低温带式干化系统

打造预处理协同干化与资源化利用模式，推动余泥全量循环利用。采用“高压带式压滤 + 多能源耦合干化”协同工艺，有效解决高含水率余泥成型难、干化效率低等行业难题。同时开发种植土和实心砖两条资源化利用路径，种植土满足国家绿化用有机基质标准，种子发芽率 $\geq 95\%$ ；实心砖抗压强度 $\geq \text{MU}5.0$ ，推动余泥 100% 就地资源化利用和全量循环利用，推动传统末端处置模式向资源化、高值化利用模式转变。



图 5.3 预处理优化前后对比（左）；盐田区资源化利用（中）；粤港澳大湾区花园大赛资源化利用（右）

建立全流程智慧管控平台，实现余泥处理数字化和智能化运营。搭建集在线监测、数字孪生、能耗分析、远程控制及故障预警于一体的智慧管理系统，实现余泥处理全过程实时感知、智能调控和精准管理。设备利用率达 95%，有效提升运行稳定性和管理效率，推动余泥处理由传统人工管理向智能化、少人值守转型。



图 5.4 信息化系统

示范效益

形成标准化技术路线，为行业绿色低碳转型提供可复制样板。“预处理+多能源耦合干化+智慧管控+就地资源化”的标准化技术路线，适用于各类自来水厂余泥处理场景。以五指耙水厂为例，自2023年12月投运以来，连续稳定运行超2年，年运行时长超过8200小时。模块化装备具备占地小、适应性强、建设周期短等优势，可广泛应用于各类自来水厂余泥处理场景，为全国水厂余泥低碳化和资源化改造提供了成熟路径。



图 5.5 五指耙水厂给水污泥示范基地（左）；脱水干化产品亮相国际交流展会（右）

获多项权威认证与荣誉奖项。多能源耦合低温带式干化机经中国环保机械行业协会评价达到国内领先水平，自来水厂余泥处理及资源化处置系统装备开发项目获广东省住房和城乡建设厅科技创新计划立项支持，并得到中国工程院院士等行业专家高度评价。累计获得发明专利、实用新型专利及软件著作权等多项知识产权成果，核心设备通过国内外权威机构认证和检测，荣获国家专精特新“小巨人”、国家高新技术企业。



图 5.6 多项权威认证与荣誉奖项



图 5.7 专家现场考察指导与行业参观交流

环境效益

实现余泥处理全过程低碳化运行，显著降低温室气体排放。创新应用多能源耦合低温干化技术，集成光伏发电、水源热泵、相变储热等清洁能源系统，较传统干化工艺碳排放降低 30% 以上。示范项目年处理余泥 2555 吨，单位干化碳排放仅 0.58kgCO₂/吨，年实现碳减排 255 吨 CO₂。

推动余泥全量资源化利用，实现资源循环与固废减量双重效益。构建余泥“干化 - 资源化利用”闭环体系，将余泥含水率由 80% 降至 40% 左右，减容率超过 50%，实现五指耙水厂年处理 2555 吨余泥 100% 就地资源化利用。资源化产品用于种植土和实心砖生产，替代传统填埋处置方式，减少土地占用和环境污染风险，实现固体废弃物减量化、资源化和无害化利用。

经济效益

创新低碳处理工艺显著降低运营成本。通过多能源耦合低温干化技术实现能效优化，直接运行成本降至 < 100 元 / 吨，较传统干化工艺降低约 50%；单位能耗下降 28.21%。示范项目每年可节约电费及运维费用约 34.5 万元，有效降低水厂余泥处理综合成本，提升运营管理效益。

资源化产品开发拓展价值链。构建余泥资源化利用模式，打破传统固废处置单一减排模式，将干化余泥转化为种植土和实心砖等资源化产品，在园林绿化、景观绿道等场景产生实际应用，有效盘活废弃资源价值，拓宽项目盈利维度，实现生态治理与资源增值双向赋能。

标准化技术装备输出带动产业发展。集预处理、多能源耦合干化、智慧管控和资源化利用于一体的标准化技术体系和成套装备，具备较强的复制推广能力。依托低成本、低能耗、全量资源化等优势，有效提升企业在水务环保领域的市场竞争力，同时带动环保装备制造、资源循环利用、智慧运维等上下游产业协同发展，形成良好的经济带动效应和产业集聚效应。

推广应用建议

推广应用场景

可适用于自来水厂余泥减量化、无害化及资源化处理场景，以及各类规模水厂的余泥处置与绿色升级改造。依托多能源耦合低温干化、智慧管控和资源化利用等核心技术，可进一步拓展至市政污泥、河道清淤底泥、湖库疏浚底泥以及一般工业固废等领域的减量化与资源化处置。

在新建项目中，可作为绿色低碳污泥处理系统进行整体配置；在既有项目中，可通过模块化设备实现低成本改造升级，满足不同地区、不同规模污泥处理设施对节能降碳、资源循环利用和智慧化运营的需求，具有较强的适用性和推广价值。

应用注意事项

应结合区域气候条件、污泥性质及处理规模开展针对性设计与优化。对于低温地区，需重点加强热泵系统低温运行能力和设备保温性能；针对不同含水率、黏度及成分特征的污泥，应合理调整预处理工艺参数和资源化利用方案，确保系统稳定运行和资源化产品质量。此外，应结合当地资源化产品消纳渠道、环保管理要求及运营模式，统筹考虑设备配置、运行维护和市场应用需求，建立全过程智慧监测和安全管理机制，保障项目长期稳定运行，实现环境效益、经济效益与运营效益的协同提升。

产业发展建议

进一步加强低碳污泥处理与资源化利用技术的推广应用，加快构建“减量化处理-资源化利用-智慧化运营”一体化发展模式，推动行业由末端处置向资源循环利用转变。持续推进核心装备集成化、智能化和标准化升级，提升系统运行效率和资源化产品附加值；加强与水务、市政建设、环保治理等领域的协同合作，探索装备制造、工程建设、运营服务和资源化产品开发相结合的产业链发展模式。

6

深圳市盘龙环境技术有限公司

- 节能环保产业·资源循环利用产业 -

案例概况

深圳市盘龙环境技术有限公司主要从事基于垃圾分类背景下的固体废物收运及资源化处理服务、项目投资运营、技术服务、设备开发等。聚焦废旧家具、园林绿化垃圾、厨余垃圾、果蔬垃圾、有害垃圾、可回收物、建筑装修垃圾、一般工业固废的处理。

公司首创的“厨余垃圾精细预处理 + 定向厌氧制酸（VFAs）全量替代碳源”技术具有低耗能、低成本、低污染的优势，其定向主产物有机酸液可全量代替污水处理厂的补充碳源，“以废治污”实现“减污降碳”的大环保生态协同循环奠定了可持续发展的基础。

绿色低碳成效

创新性

公司自主研发“厨余垃圾精细预处理 + 定向厌氧制酸（VFAs）”全量替代碳源核心技术，实现精细预处理、微生物厌氧水解与酸化过程的精准控制、酸分离技术以及有机酸替代碳源使用技术等关键突破。

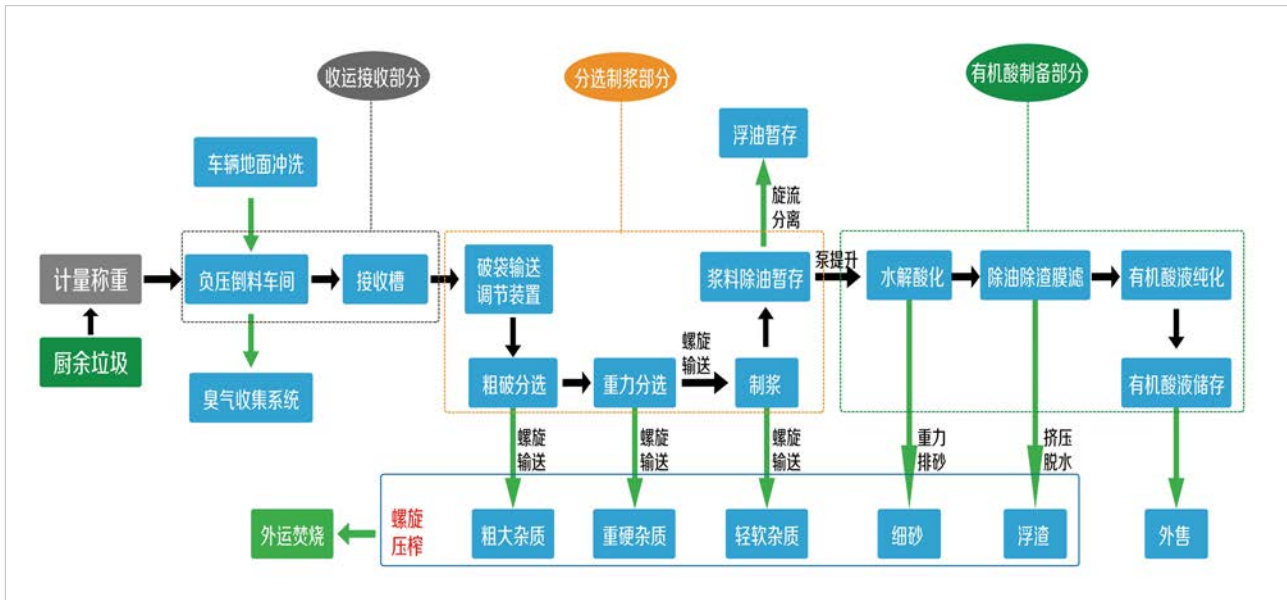


图 6.1 厨余垃圾定向厌氧制酸处理工艺流程

处理环节多项关键技术突破。采用“先分后破”精细化预处理，解决传统预处理有机物损失率高、能耗高、杂质率高的问题，减少设备磨损与有机物损失；首创水解与酸化分段独立控制技术，精准制酸，保障系统稳定，提高有机酸的 C/N、NH₃-N/TN、B/C、PO₄³⁻-P/TP 比值，精准提升碳源品质；创新微生物无热提油技术，降低能耗与臭气排放；建立定向制备有机酸碳源的统一评判标准。



图 6.2 厨余垃圾到碳源产品实施步骤

以废治污、协同增效、低碳循环。全球首创厨余垃圾液相产物全量替代污水厂碳源的工程化应用。通过优化预处理与发酵提升浆料品质，降低杂质率。配套智能投加控制系统，实时监测污水流量并基于 AI 算法动态调整 VFAs 投加参数，实现按 COD 当量精准控制反硝化脱氮，实施流程短，见效快，产有机酸率 $\geq 85\%$ ，能作为有机酸碳源供市政污水厂替代补充碳源。



图 6.3 代表性专利

示范效益

多项工程示范成熟稳定运行。案例技术吨投资费用低、占地面积小、建设周期短，可灵活、快速地建设投产。目前已在全国落地多个工程应用案例，其中深圳 4 个项目已验收并稳定运营，合计处理规模 400t/d；长三角、华东地区多个项目处于筹建或调试阶段，适用于 20~1000t/d 全规模场景。深圳市 2025 年应用本技术比例约占总处理量 9%，福田区、南山区、罗湖区及前海合作区等 6 个区域均已经规划厌氧制酸替代碳源与污水厂共建，市外选择厌氧制酸替代碳源的项目近 20 个，规模达 2300t/d。



图 6.4 厨余定向厌氧制酸项目设备布局效果图

技术紧密衔接政策导向。开创“厨余垃圾+市政污水”协同治理新模式，推动国家将厨余垃圾定向制酸产物明确为“合规替代碳源”，形成可复制、可推广的减污降碳技术路径，该技术入选国家发改委《绿色技术推广目录（2024年版）》、国家生态环境部第二批“无废城市”建设先进适用技术清单、深圳市发展和改革委员会《深圳市绿色低碳技术、设备（产品）推广目录（2023年版）》，获得深圳市环境保护产业协会“深圳市减污降碳‘实用技术’”，为全国“无废城市”建设与双碳目标落地提供了深圳样板。



图 6.5 技术获奖情况

环境效益

处理工艺负碳减排。定向厌氧制酸（VFAs）技术处理厨余垃圾过程全程不排污水、不加热、不消耗化学药剂，单位产品耗电量 $\leq 40\text{kW}\cdot\text{h/t}$ 垃圾，单位用地面积小，远低于“厌氧消化+沼气发电”“三相分离+焚烧”“好氧堆肥”等传统工艺。在水解率 25% 的场景下，厨余垃圾制备污水厂碳源过程的碳排放为 $-60\text{kgCO}_2\text{-eq/t}$ ，若水解率能够达到 80%，碳排放可达 $-200\text{kgCO}_2\text{-eq/t}$ 。目前已稳定运行厨余垃圾制备污水厂碳源的项目，年均碳排放为 $-110\sim-215\text{kgCO}_2\text{-eq/t}$ 。

变废为宝高资源化。厨余垃圾经定向水解、酸化、纯化后可作为碳源（产品固碳）替代市政污水原有化石碳源，油脂进行分离后外售给有回收资质的企业作为原料制备生物柴油，在抑制相关温室气体的排放的同时实现了产物固碳减排，处理后杂质率 8~15%，杂质含水率 62~68%，资源化利用率达 85% 以上，均优于现有其他技术。



图 6.6 大鹏新区厨余垃圾收运处理服务项目



图 6.7 宝安区厨余垃圾收运处理服务项目



图 6.8 龙岗区果蔬垃圾收集清运及资源化处理服务项目



图 6.9 光明区日均 120 吨家庭厨余垃圾收运处理项目
(2022~2024 年)

经济效益

综合运营成本优势突出。单位投资成本 25~35 万元 / 吨原生垃圾，与传统工艺相比，项目单位投资成本节约 30%；单位运行成本 250~300 元 / 吨原生垃圾，显著低于行业平均水平；单位占地面积 15 ~ 30 平方米，与厌氧消化、好氧堆肥相比，节约占地约 70%。



图 6.10 基于深圳市的厨余垃圾产出物及比例

市政协同降本显著。开创水渣协治、生态循环的新路径，通过技术与模式的融合，实现污水厂与厨余垃圾处理厂的协同处置，减少重复投资与运行成本，提高整体经济效益。吨厨余垃圾处理可为市政污水厂节约0.09~0.12吨乙酸钠复合碳源；产生的固渣运至电厂进行焚烧发电无害化处理。经测算，深圳市若全量推广该模式可年节约政府财政支出近8亿元。

推广应用建议

推广应用场景

技术适用于厨余垃圾处理（含餐厨垃圾、家庭厨余垃圾、果蔬垃圾）、易腐垃圾，且要求低碳化、减量化、无害化、资源化、稳定化的项目。可广泛应用于核心城区的厨余垃圾的高质量处理、存量厌氧产沼项目的提质增效、县或县级区体量不大的餐厨厨余果蔬垃圾的就地“厌氧制酸替代碳源”、堆肥养虫的补充完善和小型处理项目的工艺整合。本项目普遍适用于20吨至1000吨处理规模的应用场景。

应用注意事项

该技术涉及环卫（厨余垃圾处理）与水务（市政污水处理）两大系统，需建立有效的跨部门协调机制，明确碳源产品交接品质、定价机制等，满足不同工艺、排放标准的污水厂要求，虽已有示范工程稳定运行，但厨余垃圾组分波动、季节变化等因素对定向产酸效率及碳源品质的影响仍需长期监测，应以污水处理厂（客户）要求为导向，严控产品质量，确保水质、产泥率、能耗等满足客户要求。

产业发展建议

目前独立处理+转运投加运营模式在资源效率和经济效益方面仍有优化空间，建议构建厨余垃圾与市政污水协同治理体系，将厨余垃圾处理厂建在污水厂内，利用厨余液相制备碳源，避免重复处理；该模式不新增用地，可全面提升市政基础设施的低碳、经济、技术水平与节地能力。亦可利用该技术“厨余垃圾全量制备碳源”的优势，把餐厨垃圾、家庭厨余垃圾、果蔬垃圾收运整合再集中综合处理，提高独立偏远县域地区的经济、效率水平。市政污水与厨余垃圾产量比例恒定，产品出路以市政污水为主其他工业污水为辅的模式，产销平衡稳定，使产业具备可持续发展的技术与商业基础。

7 深圳市朗坤科技股份有限公司、深圳市朗坤生物质能源有限公司

- 节能环保产业·资源循环利用产业 -

案例概况

深圳市朗坤科技股份有限公司主营生物质资源再生、合成生物智造双主线业务，聚焦生物质废弃物（含废弃油脂）的无害化处理和资源化转化、沼气发电、生物柴油制备、绿色能源供应等绿色低碳产业，拥有 LCJ 厌氧发酵、LHP 超高压分离、LBD 生物柴油制备等自主核心技术，形成“收运 - 处理 - 资源化产品”全链条低碳技术体系。

深圳市朗坤生物质能源有限公司是深圳市朗坤科技股份有限公司全资子公司，为深圳市龙岗区唯一集餐厨垃圾与废弃食用油脂收运、处置于一体的环保企业。公司主营有机废弃物无害化处理与资源化利用，聚焦餐厨垃圾厌氧发酵、沼气发电、生物柴油制备、沼肥资源化等绿色低碳业务。

集团聚焦厨余垃圾预处理环节有机质提取率低、流程复杂、适应性不足等问题，形成以 LHP 超高压干湿分离技术为核心的厨余垃圾高效预处理技术体系，实现有机垃圾的高效分离与资源化利用。

绿色低碳成效

创新性

构建高压液压挤压与爆破浆化协同预处理技术路线，实现厨余垃圾高效资源化利用。突破传统筛分和螺旋挤压工艺局限，自主研发 LHP 超高压干湿分离核心装备，通过高压液压活塞挤压与爆破浆化技术协同，实现有机组分与惰性杂质的高效分离。有机质提取率可达 90% 以上，显著提升后续厌氧发酵效率和资源化利用水平，为高含杂厨余垃圾处理提供解决方案。

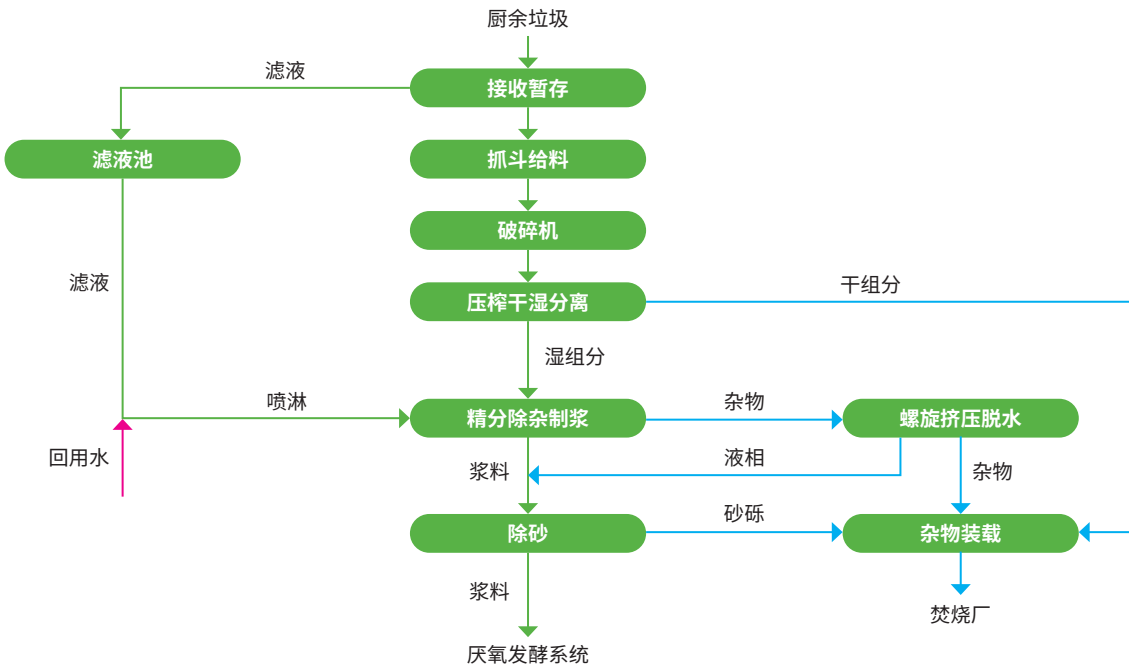


图 7.1 厨余垃圾处置技术路线

打造高度集约化预处理工艺体系，大幅提升系统运行效率与稳定性。将传统预处理流程中破袋、筛分、磁选、滚筒分选、二次破碎等十余个工艺环节优化整合为“破袋-高压分离-除杂制浆-除砂-脱水排渣”五步核心流程，减少多套设备配置和运行节点，降低设备故障率及维护成本，实现预处理系统的短流程化、集成化和高效化运行。



图 7.2 厨余垃圾预处理环节

形成适配复杂垃圾特性的柔性处理模式，增强技术场景适应能力。针对我国厨余垃圾普遍存在含杂率高、含水率高、分类质量差的特点，通过可调压榨孔与挤压力，实现对塑料、木质素、织物、骨渣等复杂杂质的有效分离，可适应不同区域、不同来源有机垃圾的处理需求。

示范效益

构建可推广的厨余垃圾资源化处理模式。以 LHP 超高压干湿分离技术为核心的标准化工艺路线和实施模式，广泛应用于厨余垃圾、餐厨垃圾、果蔬垃圾及其他有机固废预处理场景。技术覆盖 100-2000 吨 / 日处理规模，适配不同区域垃圾特性，为行业提供了可复制的工程实践经验。技术已成功应用于广州生态环境园、中山南部组团项目，单项目厨余垃圾处理量分别达 600 吨 / 日、500 吨 / 日，是国内仅有的将高压挤压技术规模化应用于厨余垃圾的标杆项目。

获得多项行业权威认可。依托核心技术与工程应用成果，先后获得广东省机械工业科学技术奖、广东省生态环境保护先进装备、有机废弃物优秀案例、减污降碳示范工程及全国副省级城市生态环境保护先进实用技术等多项荣誉与认证，体现了行业对其技术先进性、环境效益和推广价值的认可。



图 7.3-1 广州生物质资源再生中心



图 7.3-2 中山生物质资源再生中心

环境效益

实现厨余垃圾资源化利用与减污降碳协同增效。通过高效分离预处理技术，将厨余垃圾中的有机组分和无机组分进行分离，实现有机质资源最大化回收利用。有机质提取率可达 90%，提取后的有机质可进入厌氧发酵系统进行沼气生产，有效替代部分化石能源消耗，推动有机废弃物由末端处置向资源化利用转变。

构建“厌氧发酵 + 焚烧发电”利用模式，提高能源回收效率。充分挖掘厨余垃圾能源价值，形成有机组分厌氧产气、无机组分协同焚烧发电的综合利用路径。每处理 1 吨厨余垃圾可制备 0.75 吨有机浆料，产生约 80 立方米沼气，可发电约 160 千瓦时；分离出的无机组分经减量化处理后可协同焚烧发电约 75 千瓦时。

降低废弃物环境影响，助力绿色低碳循环发展。采用纯物理高压分离工艺，不使用化学药剂，不涉及高温高压反应过程，运行过程中废水全部回用于生产系统，废气经负压收集和生物除臭后达标排放，固体杂质可协同焚烧处理，整体环境风险可控。经测算，每处理 1 吨厨余垃圾可实现约 63.92kg 二氧化碳当量减排，有效减少温室气体排放和环境污染负荷。

经济效益

提升有机废弃物资源价值转化效率。通过高效提取厨余垃圾中的有机组分，提高厌氧发酵原料品质和产气效率，有效提升沼气发电收益。同时，无机组分经脱水减量后具备较高热值，可协同焚烧发电，实现废弃物能源价值的梯级利用。相比传统预处理工艺，项目能够显著提高资源回收率和能源产出水平，为有机废弃物资源化项目创造持续稳定的收益来源。

降低设施建设和运营维护成本。项目采用高度集约化工艺路线，将传统十余道预处理工序优化整合为少量核心环节，减少设备配置数量和系统复杂度，有效降低设备投资、运行能耗及后期维护成本。与此同时，技术减量化效果达到 75%-85%，减少外运处置量及相关运输费用，运维成本较传统工艺降低 40%-60%。



图 7.3-3 龙岗生物质资源再生中心

推广应用建议

推广应用场景

适用于厨余垃圾、餐厨垃圾、果蔬垃圾及其他高含水有机废弃物的预处理环节，可广泛应用于市政环卫体系、生态环境园、生物质资源化利用中心、餐厨垃圾处理厂、垃圾焚烧厂前端预处理以及农贸市场、食品加工企业、中央厨房等产生高含水有机废弃物的行业与场景。技术可覆盖 100 吨至 2000 吨 / 日处理规模，既满足城市级大型集中处理项目需求，也适配区域中型处理设施与园区化处理站点，尤其适合垃圾分类推进快、厨余产量大、分类质量参差不齐的一二线城市、无废城市试点以及华南、华东、华北、成渝等垃圾处理需求集中区域。

应用注意事项

应结合区域垃圾成分特征、处理规模及后端资源化利用工艺开展针对性设计与优化，合理配置预处理系统及设备参数。针对不同地区垃圾含水率、杂质含量等差异，优化工艺流程和设备配置，并根据项目规模灵活选择处理方案，确保与厌氧发酵、焚烧发电等后端系统高效衔接，实现项目稳定运行和资源化利用效益最大化。

产业发展建议

未来应围绕有机固废资源化利用和减污降碳协同发展的需求，持续推动厨余垃圾高效分离预处理技术向标准化、智能化和规模化方向发展。加强核心装备及关键工艺优化升级，提升技术对不同地区、不同来源复杂物料的适应能力，推动形成覆盖多场景、多规模应用的标准化解决方案。进一步深化与设计咨询、工程建设、运营管理等产业链主体协同合作，构建集装备制造、系统集成、工程实施和运营服务于一体的产业生态体系。结合“无废城市”建设、垃圾分类提质增效、资源循环利用及“双碳”目标实施等政策导向，推动先进技术成果示范推广和行业标准体系建设，加快形成技术创新、工程应用与产业发展的良性循环，不断提升有机废弃物资源化利用水平，为固体废弃物减量化、资源化和无害化处理提供有力支撑。

8 深碳科技（深圳）有限公司

- 清洁能源产业·温室气体控制 -

案例概况

深碳科技（深圳）有限公司致力于通过固废资源化利用与新一代 CO₂ 捕集及利用技术（CCUS），实现高效碳移除与净零排放目标。

公司深度融合资源循环利用与可持续发展理念，首创以低成本、来源广泛的工业固废为原料，自主研发高性能碳捕集材料及核心技术装备，填补了固态胺 CO₂ 捕集关键核心装备及工程应用领域的技术空白。核心技术已形成系统完整的知识产权保护体系，累计申请超过 120 项知识产权，涵盖多项通过《专利合作条约》（Patent Cooperation Treaty，简称 PCT）途径申请的国际专利，以及美国、欧洲等国家和地区的核心专利。

绿色低碳成效

创新性

公司深耕碳捕集领域多年，首创以工业固废为基础原料的固态胺碳捕集技术路径，自主研发新一代材料及核心装备，形成完全自主知识产权体系，从根本上重构碳捕集成本结构与应用场景。



图 8.1-1 直接空气碳捕集设施



图 8.1-2 烟气碳捕集设施

首创开发固废基碳捕集材料。全球范围内首创以工业固废为核心原料制备高性能固态胺碳捕集材料的技术路线。相较以高纯度硅基或铝基多孔材料为载体的传统固态胺材料，其成本高昂且来源受限，公司通过对固废组分的精准调控与表面功能化改性，自研固态胺材料的 CO₂ 吸附容量、选择性及循环再生稳定性均达到国际

领先水平。相较液态胺湿法捕集工艺，再生能耗降低 40% 以上，无溶剂挥发损耗，系统腐蚀问题得到根本性解决，设备维护成本显著降低。真正实现了对 CO₂ 的高效选择性吸附，材料成本大幅压缩。

核心装备的自主研发与工程化突破。通过自主研发与固态胺材料高度适配的核心捕集工艺与装备，攻克了系统在传质效率、温度均匀性控制、气固接触强化及大型化工程放大等方面的关键难题。在装备层面，公司率先实现了固态胺 CO₂ 捕集系统从实验室小试到工业规模工程应用的完整技术链条贯通，填补了该细分领域核心装备国产化的空白。相关装备已通过多场景工况验证，具备稳定连续运行能力。



图 8.2 相关专利证书

示范效益

技术、实施模式可复制性强。公司将核心捕集系统设计为标准化模块单元，可依据客户工况需求进行灵活组合与规模扩展，无需颠覆性的定制化开发。前端烟气预处理、中端吸附捕集、后端压缩纯化及封存利用各环节均已高度标准化，具备在水泥、钢铁、化工、电力等多个高碳行业快速复制部署的条件。尤其是固废原料在全国各主要工业省份均有大量存量，进一步保障了技术推广的原料供应稳定性，不存在资源地域性制约。“技术方案定制化评估 - 工程化设计 - 模块化交付 - 碳信用开发运营”的标准化项目实施模式，具备向同类工业场景快速复制的操作基础。



图 8.3-1 多种碳捕集材料



图 8.3-2 室内除碳设备



图 8.3-3 空气碳捕集模块



图 8.3-4 工业烟气捕集系统

碳捕集技术屡获殊荣。公司技术方案目前已与电力、化工等行业的多家重点排放企业建立合作，相关项目的碳捕集系统能耗较传统液态胺法降低 35%-45%，客户年度运维成本降低 30% 以上，捕集 CO_2 经核证后已形成可交易高质量碳信用产品。公司荣登 XPRIZE Carbon Removal 全球 TOP100，是中国大陆唯一入选的空气碳移除技术团队；技术成功入选《国家重点推广的低碳技术目录》，并作为生态环境部 COP30 典型应用案例对外发布；入选腾讯碳寻计划（CarbonX Program）TOP13 团队；荣获第 48 届日内瓦国际发明展特别嘉许金奖等。



图 8.4-1 深圳百吨级空气碳捕集

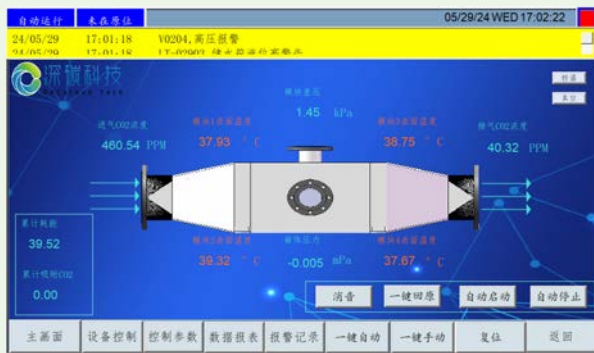


图 8.4-2 珠海零碳建筑空气捕集



图 8.4-3 河南夏邑生物质电厂

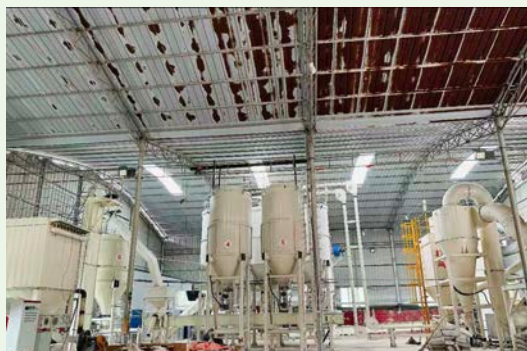


图 8.4-4 贵州贵阳碳化材料



环境效益

双路径负碳减排。固态胺碳捕集系统通过“工业烟气高效捕集+直接空气碳捕集（DAC）”双技术路径实现真正负碳排放，减排量可依据 Verra VCS 等国际主流标准进行第三方核证，转化为高质量碳信用；工业烟气碳捕集装置 CO₂ 捕集量约 1000 吨 / 年，单套标准模块化空气碳捕集装置 CO₂ 捕集量约 400 吨 / 年。

固废协同减碳增效。碳捕集材料以工业固废为核心原料，固废综合利用率，在大幅降低材料原料成本的同时有效减少了固废经传统填埋或焚烧处置所产生的间接碳排放，实现了固废资源化与碳减排的协同增效。固态胺系统无液态溶剂循环，消除了传统液态胺工艺中胺雾挥发排放与废液处置带来的二次污染风险。系统全程密闭运行，对周边大气及土壤环境无影响，全生命周期环境负荷显著优于同类技术路线，环境友好性突出。

经济效益

双向降碳收益显著。与传统捕集方案相比，技术方案可降低能耗与运维成本，缩短投资回收期；同时通过 DAC 系统捕集并永久封存的 CO₂ 可核证为高质量碳信用参与国际交易，开辟全新碳资产收益渠道。以珠海市民服务中心零碳建筑项目为例，系统正式运行后，二氧化碳平均捕集效率 >90%，脱附 CO₂ 浓度 >99%；系统二氧化碳捕集量约 16.6kg / 天，可维持室内二氧化碳浓度 <1000ppm，系统阻力 <150Pa，综合能源消耗节约 44% 以上，日均减少约 7.2kg 二氧化碳的排放。

全产业链协同带动。以工业固废为核心原料制备碳捕集材料载体，拉动上游固废收集、预处理及资源化加工产业的需求，每年消纳数千至数万吨工业固废，带动固废资源化产业升级；促进下游碳核查、碳登记、碳交易等下游碳资产管理服务产业发展，每年带动碳资产管理服务产值数百万至千万元；依托 120 余项知识产权向多行业输出技术，每套工业捕集系统可带动设备制造、工程安装、调试运维等环节数千万至数亿元产业链产值，拉动区域制造业与工程服务业发展。

推广应用建议

推广应用场景

在全球自愿碳市场对高质量碳清除信用需求持续攀升、各国碳边境政策趋严的背景下，永久固碳、可核证、可持续的 CDR 解决方案，既契合企业 ESG 披露及温室气体减排的刚性合规需求，也满足政府履约与国际气候承诺的政策导向。技术可应用于水泥、钢铁、化工、电力、有色金属等高排放工业领域，以及新能源资源丰富地区的工业园区。实施规模可依据场景需求灵活配置，具有广泛适用性。

应用注意事项

不同工业场景的烟气成分、温度、湿度及硫化物含量差异显著，前端烟气预处理系统须针对具体工况进行定制化设计；在高海拔或极端气候地区部署时，设备密封性与材料抗老化性能需开展专项环境适应性验证；现有工厂场地空间限制可能影响模块布置，应在项目前期工程设计阶段充分评估并制定改造方案，避免施工阶段出现返工风险。碳信用需密切跟踪《巴黎协定》第六条碳市场机制实施细则及欧盟碳清除认证框架（CRCF）落地动态，提前完成合规准入准备，确保碳信用跨境交易的合法合规性。

 产业发展建议

固态胺碳捕集材料虽已达国际领先水平，但仍面临材料寿命衰减、再生能耗控制及大规模工程化稳定性等挑战，建议持续加大直接空气捕集（DAC）领域研发投入，推进材料性能的代际升级，同时布局下一代再生路线。

9 深圳市建筑科学研究院股份有限公司

- 基础设施绿色升级·建筑节能与绿色建筑 -

案例概况

深圳市建筑科学研究院股份有限公司专注于探索中国特色新型城镇化之路，围绕城市绿色高质量发展需求，持续优化业务结构，聚焦城市绿色发展全过程技术服务板块和绿色人居公信全过程技术服务板块，包括城市规划、建筑设计、EPC 及项目全过程管理、绿色建设运营等技术咨询服务，以及检测、检验、认证服务。近年来逐步构建覆盖绿色建筑、社区、城区及低碳生态城市四个层面的“诊断 - 规划 - 建设 - 运营 - 更新”五位一体的业务体系。

公司逐步形成以场景创新服务、战略孵化服务、公信服务为主体，其他技术服务有序管理的业务格局。近年来，聚焦光储直柔（PEDF）、既有建筑绿色低碳改造、绿建鸿蒙生态社区营建、科技文创产品等前沿方向，构建了具有行业创新性的全过程业务体系。

绿色低碳成效

创新性

打造“光储直柔”建筑能源技术体系，推动建筑由能源消费者向能源调节者转变。公司承担“十四五”国家重点研发计划唯一光储直柔重点专项，形成“光伏发电 + 储能 + 直流配电 + 柔性用电”一体化技术架构，实现建筑能源生产、存储、调节和消费协同优化。相关技术路线被纳入《2030 年前碳达峰行动方案》，并主编深圳市地方标准《建筑光储直柔工程技术规程》（SJG 194-2025），全环节规范光储直柔系统的建设。在综合节能率、可再生能源消纳及柔性调节能力等方面达到行业领先水平。



图 9.1 未来大厦：全国首个走出实验室，实现“光储直柔”技术的工程化、规模化应用的建筑



图 9.2 未来大厦屋顶太阳能光伏阵列（左）；储能系统（中）；电动车有序放电（右）

营建数字化绿色运营平台，推动建筑低碳管理向智能化、场景化升级。公司利用“绿建鸿蒙”平台，深度融合物联网、人工智能和大数据技术，已成功落地三大智慧化场景，实现建筑设备智能联动和能源精细化管理。通过碳足迹可视化、行为引导与智慧运营深度融合，创新实现从“人适应空间”向“空间服务人”的模式转变，形成绿色建筑数字化运营的新范式，已成功应用于未来大厦、建科大楼等自有物业，实现照明、空调、新风等系统的智能联动控制，根据人员活动情况自动调节设备运行状态，显著降低建筑运行能耗。

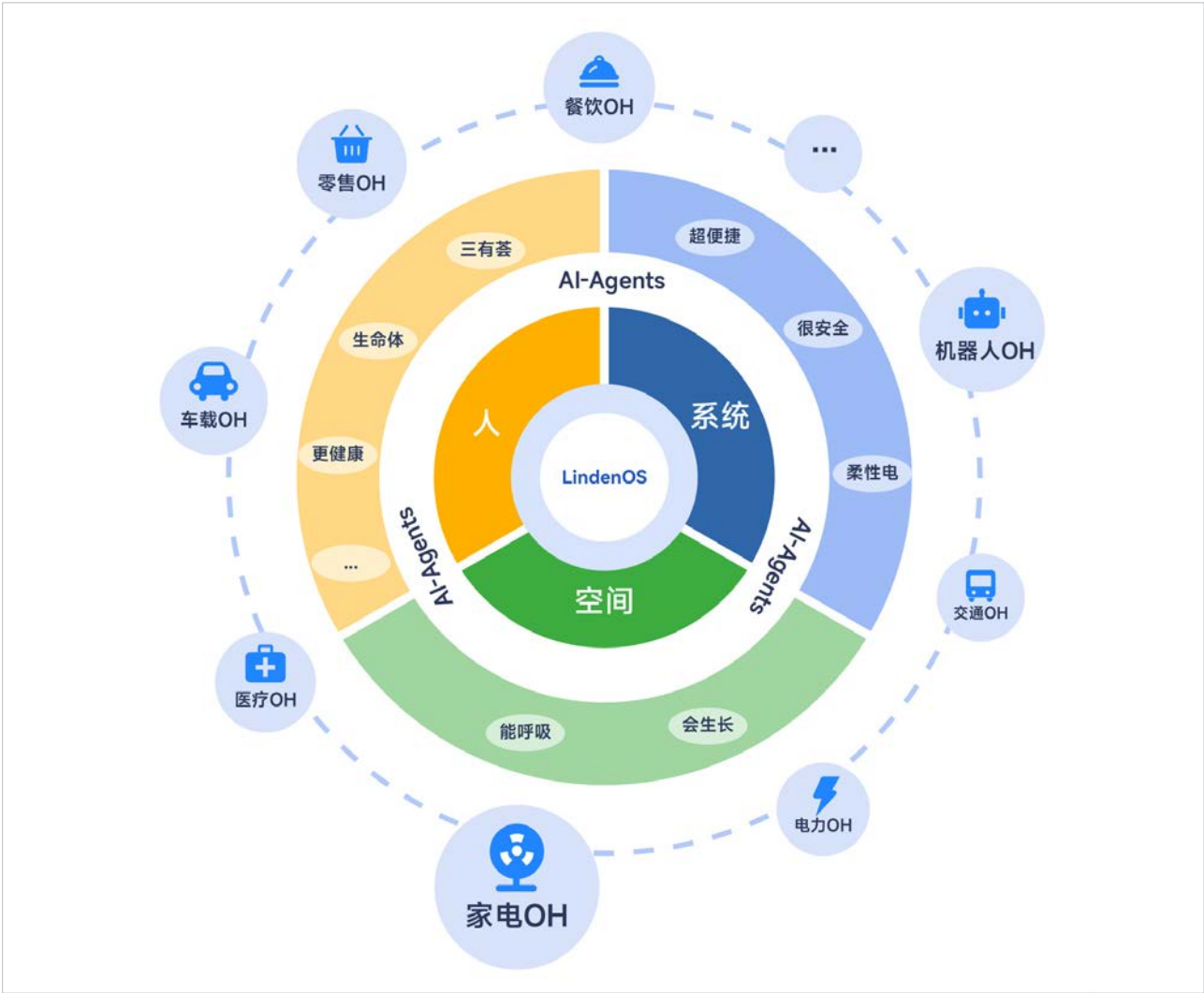


图 9.3 绿建鸿蒙智慧平台

聚焦既有建筑更新与科技文创产品，持续丰富绿色低碳技术应用场景。针对我国大量存量建筑能耗高、碳排放强度大等挑战，公司构建覆盖建筑、社区、城区和城市系统的“五位一体”低碳韧性技术体系，形成低成本、本土化、精细化的既有建筑绿色低碳改造解决方案，实现从单一技术研发向全生命周期综合服务转变。同时，公司自主研发“菌探长”微生物自测产品，以“盲盒+检测”的创新形式将专业检测能力转化为家庭可自主参与的健康管理工具，推动健康管理由“被动就医”向“主动预防”转变，拓展了绿色健康科技产品的应用场景。



图 9.4 “菌探长”微生物自测产品

示范效益

形成可复制、可推广的绿色低碳技术应用模式。公司已累计完成逾亿平方米绿色建筑和超一万平方公里生态城区的设计与规划咨询服务，深度参与粤港澳大湾区、雄安新区等地绿色发展战略，推动国内绿色城市建设模式和技术体系创新。自主研发的光储直柔技术已从未来大厦等自有示范项目成功推广至北京三里屯太古里、广州太古里、西安太古里等大型商业项目，并逐步拓展至公共建筑、产业园区等领域。依托“光储直柔+全过程碳管理”模式和虚拟电厂需求响应实践，形成兼具环境效益和经济效益的成熟路径，为建筑领域绿色低碳转型提供了可复制推广的示范样板。

标准制定引领绿色建筑产业规范化发展。公司承担国家重点研发计划项目，牵头或参与编制多项光储直柔、既有建筑绿色改造等领域标准，联合组建中国建筑节能协会光储直柔专业委员会并担任秘书长单位。通过标准制定、技术验证和成果转化，推动绿色低碳技术从示范应用向规模化推广迈进，持续提升行业整体技术水平和规范化发展能力。



图 9.5 光储直柔标准



图 9.6 建筑节能标准

获得政府、行业及社会广泛认可。公司先后获得华夏建设科学技术奖、深圳市科技进步奖等多项权威荣誉，自有项目未来大厦、建科大楼等获得国家级和国际级绿色建筑奖项。连续多年获评国务院国资委“科改示范企

业”优秀等级，并深度参与国家和地方绿色低碳政策研究、标准制定及重大示范工程建设，在绿色建筑与低碳城市建设领域形成了较强的行业影响力和示范带动作用。



图 9.7 获奖证书

环境效益

建筑节能降碳成效显著。公司持续推进绿色建筑、光储直柔及智慧能源技术应用，服务项目累计获得绿色建筑三星级标识 30 项，其中 10 余项达到行业领先水平。自有示范大楼未来大厦建筑本体节能率达 55.94%、综合节能率达 66.50%，可再生能源利用率达 10.6%；总部大楼建科大楼完成绿色升级改造后整体节能率提升 10% 以上，年减碳 32 吨，度电成本降低 40% 以上；多个商业及公共建筑项目实现显著节电降碳，为建筑领域绿色低碳转型提供了示范样板。



图 9.8 建科大楼绿色升级改造

节水与海绵城市建设成效突出。公司自有楼宇建科大楼和未来大厦配套建设中水回用、雨水收集、透水铺装、生态水景等 10 余项海绵措施，年节约自来水约 5000 吨，实现污水近零排放。建科大楼年径流总量控制率达 85%，未来大厦达 78.21%，可渗透地面比例达到 100%，有效增强雨洪调蓄能力和城市生态韧性，为水资源节约利用和海绵城市建设提供了有力支撑。



图 9.9 未来大厦雨水桶与景观有机融合（左）；雨水收集处理装置（中）；雨水湿塘（右）

绿色低碳技术规模化推广，持续释放综合环境效益。公司依托近零碳排放区建设、建筑绿色改造及大型活动碳中和等服务，推动绿色低碳技术从单体建筑向园区、城区和公共空间延伸。作为技术支持单位支持深圳市生态环境局累计遴选近零碳排放区试点项目 113 个，总规模超过 1400 万平方米，预计年减碳 54 万吨；同时通过节水、海绵城市等技术服务覆盖多个城市和区域，持续提升能源资源利用效率和生态环境质量。

经济效益

研发驱动业务升级，绿色低碳业务成长动能持续增强。公司坚持创新驱动发展战略，2025 年研发投入占营业收入比例达到 14.62%。依托光储直柔、能碳综合服务、绿色鸿蒙生态社区营建等创新业务，逐步形成新的业绩增长点，不断优化业务结构和营收质量，为企业持续发展提供了有力支撑。

绿色技术应用实现降本增效，经营效益稳步提升。通过绿色建筑运营、智慧能源管理及节能改造技术应用，公司有效降低建筑运行能耗和运维成本。与此同时，低碳规划咨询、碳资产管理、超低能耗建筑认证等高附加值服务不断拓展，推动企业盈利能力持续优化，实现环境效益与经济效益协同提升。

技术输出带动产业链发展，绿色经济带效应显著增强。公司通过标准制定、技术服务和示范项目建设，持续推动绿色低碳产业链协同发展。累计主编、参编国家及行业标准 82 项，包括《建筑光储直柔工程技术规程》《节水载体评价规范》等，引导上下游企业开展绿色技术创新与产品升级；光储直柔技术在商业地产、公共建筑等领域实现规模化应用，带动光伏、储能及智慧能源设备需求增长。

推广应用建议

推广应用场景

以“光储直柔 + 既有建筑绿色低碳改造 + 绿色智慧社区建设”为核心的绿色低碳技术体系，可广泛应用于办公建筑、商业综合体、公共建筑、住宅社区及产业园区等场景，兼顾新建项目与既有建筑节能改造需求。通过建筑能源系统与数字化管理平台深度融合，可实现建筑全生命周期节能降碳和能源优化配置。

 应用注意事项

应结合区域气候条件、建筑类型及用能特征开展差异化设计与技术适配。夏热冬暖地区需重点优化建筑遮阳、自然通风及光伏系统配置，寒冷地区应加强建筑保温性能和高效供暖系统建设；办公建筑、商业综合体和住宅社区等不同场景需根据负荷特点合理配置光伏、储能及能源管理系统。同时，应统筹考虑项目投资成本、运营维护及政策支持条件，充分利用绿色金融、节能降碳激励等配套政策，提高项目经济性和实施效果。

 产业发展建议

未来应持续加强光储直柔、建筑光伏一体化、智慧能源管理等关键技术研发与迭代，推动人工智能、大数据等数字技术与建筑低碳场景深度融合，不断提升建筑能源系统智能化水平。在市场推广方面，探索“技术 + 金融 + 运营”一体化服务模式，降低绿色低碳技术应用门槛，推动供应链绿色协同发展。

10 地上铁绿色科技（深圳）股份有限公司、地上铁绿色科技（深圳）有限责任公司

- 基础设施绿色升级·绿色交通 -

案例概况

地上铁绿色科技（深圳）股份有限公司（以下简称“地上铁”），是中国领先的新能源物流车数智化运营管理方案提供商，立足行业生态绿色可持续发展，致力于推动城市物流车全面电动化。截至 2025 年底，地上铁运营新能源物流车超 22.4 万台，服务覆盖中国大陆全部 333 个地级行政区，服务网络超 3200 个，互联互通充换电设施超 280 万个；服务企业客户超 7500 家。2025 年度，公司协助物流行业减少碳排放超 55 万吨，以实际行动践行绿色物流使命，成为公共领域车辆电动化的关键推动者。

地上铁绿色科技（深圳）有限责任公司是地上铁的全资子公司。公司聚焦新能源物流车数智化升级，专注于智能感知技术、智能网联车机软件与智慧运营云平台的研究迭代与场景落地，业务覆盖车联网、AI、大数据、云计算等核心技术领域。



图 10.1 地上铁：国内首批成立，运营规模最大的新能源物流车运营服务商

绿色低碳成效

创新性

构建“车、能、路、云”协同的数智化运营体系，打造新能源物流车全生命周期服务模式。公司突破传统车辆租赁和运营管理模式，自主研发“车上云”数智化平台，实现车辆租售、维保服务、能源补给、智能调度及数字化车管等全链条协同管理。通过实时采集车辆运行数据，推动物流车辆运营由经验管理向数据驱动转变，形成覆盖车辆全生命周期的一站式绿色物流运营服务体系，为新能源物流车规模化推广提供系统化解决方案。

建立碳减排数字化核算体系，实现物流运输减排效益精准量化。依托车联网 SAAS 平台和海量运营数据资源，构建基于实测数据的碳减排自动测算、核查与核证体系，实现车辆运行数据与碳减排量的动态关联和精准核算，有效解决传统减排量核算数据获取难、准确性不足等问题。该模式支撑企业 ESG 管理需求，为碳资产开发和绿色价值转化提供数字化基础支撑。

打造循环经济与绿色城配融合模式，推动新能源物流装备全生命周期低碳发展。围绕新能源物流车全生命周期价值提升，开展动力电池健康度预测、整车再制造等关键技术应用，构建覆盖车辆使用、翻新、流转和回收的循环利用体系。同时推出“传家宝”“冷链革新”“无人车城配”等绿色城配创新模式，有效破解新能源物流车残值管理、冷链配送和末端配送等行业痛点，推动绿色物流与循环经济深度融合发展。

示范效益

形成全国领先的新能源物流车运营服务模式，为行业绿色转型提供可复制经验。截至 2026 年 5 月，公司运营模式已推广至全国 330 多个城市，细分市场占有率长期稳居行业第一，已形成成熟可复制的新能源物流运营解决方案。助力宜家承运商 100% 电动化项目、徐福记组建零碳物流车队等典型案例，为行业绿色低碳转型提供了实践样板。



图 10.2 宜家家居纯电动轻卡配送项目（上）、徐福记纯电动重卡项目（下）



图 10.3 S&P Global 对公司的业务绿色程度评级

获得国内外权威机构广泛认可，树立绿色物流行业发展标杆。公司以突出的创新商业模式，成为全球领先的新能源物流车数智化运营服务平台与绿色低碳“独角兽”企业，以及国内首家连续两年获得标普全球 100% 深绿（Deep Green）业务收入评级的企业，绿色业务达国际领先水平。

深度参与行业标准建设与国际交流，持续提升绿色物流行业影响力。公司积极参与行业标准制定和政策实践，推动新能源物流运输规范化发展。入选深圳市首批气候投融资开发库和推广库，相关实践获得《人民日报》等权威媒体专题报道，并连续受邀参加联合国气候变化大会（COP27-COP30），向国际社会分享中国绿色物流发展经验。



图 10.4 《人民日报》报道全国气候投融资试点，重点提及地上铁项目情况

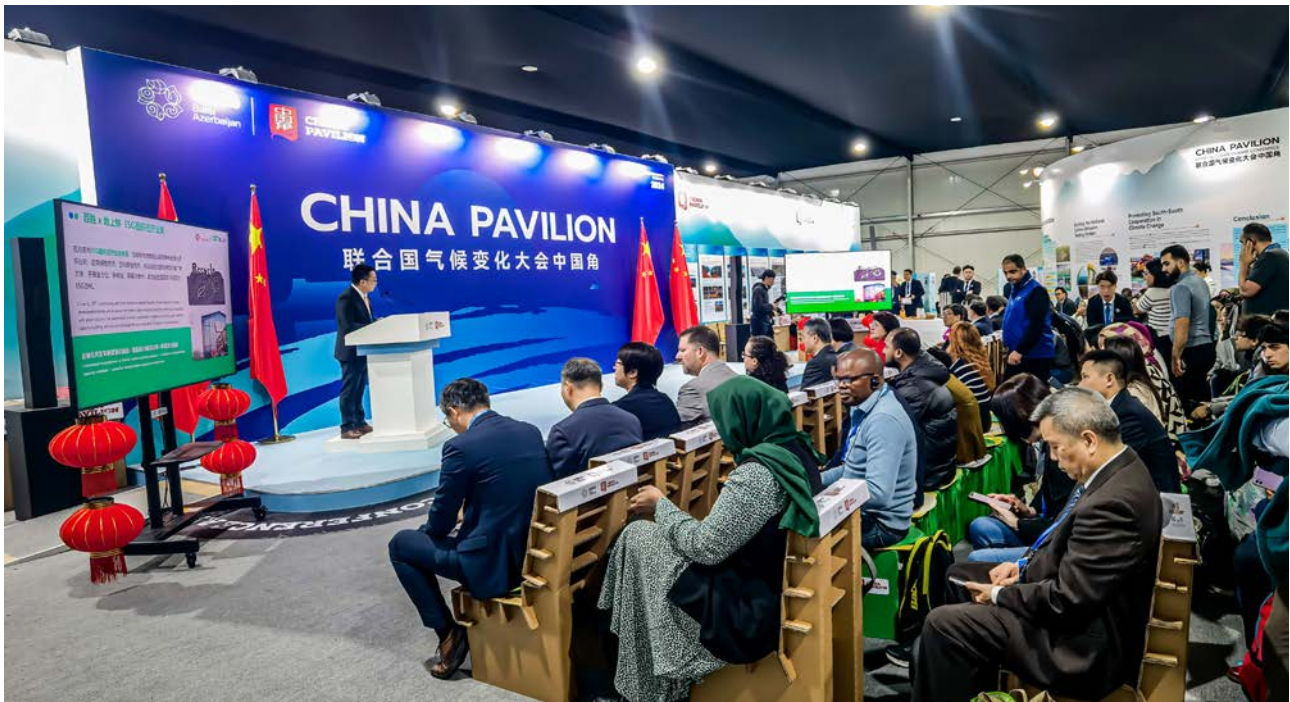


图 10.5 COP28 “中国角”，地上铁高级副总裁分享的减碳经验被汇编入白皮书，向全球政府及专家推介交通电动化的创新成果

环境效益

规模电动化运营实现显著降碳减排成效。通过大规模推广纯电动物流车替代传统燃油货车，从源头减少交通运输领域温室气体排放。相比同类燃油车辆，定制化新能源车型单车减排幅度超过 50%，每一万辆运营车

辆年度可实现碳减排约 2.813 万吨 CO₂e。2025 年度公司全运营层面实现碳减排 551,706 吨，截至 2025 年 12 月运营车辆累计碳减排量已超过 131 万吨，为城市物流领域绿色低碳转型提供了有力支撑。

数智化运营推动能源利用效率持续提升。依托数智化平台及车辆硬件优化，公司大幅降低物流运输过程中的能源消耗水平。与传统燃油货车相比，运营车辆每公里运输能耗下降约 80%；通过低滚阻轮胎、能量回收优化等技术应用，部分车型续航能力提升 13%，实现相同能源投入下更高运输效率，有效提升了城市配送领域绿色运营水平。

全生命周期管理促进资源循环利用和绿色生态建设。公司构建覆盖车辆租售、充储、维保、梯次利用的全生命周期管理体系，推动资源高效循环利用。2025 年废旧零部件回收达成率达到 88.8%，累计回收旧件 2458 件；通过动力电池再制造和整车翻新升级，延长车辆及电池使用寿命，降低资源消耗和环境风险。先后承担杭州第 19 届亚运会、成都第 31 届世界大学生运动会、2024 年深圳南山半程马拉松等大型活动运输保障任务，并推动零碳物流园区建设，形成了良好的绿色示范和生态环境效益。



图 10.6 承担多项大型活动绿色运输保障任务

经济效益

绿色发展促进企业综合效益持续提升。依托新能源物流车规模化运营和数智化管理优势，公司实现良好的经营业绩和盈利能力。2023 年，荣获国际绿色经济协会颁发的中国碳路者企业证书。2026 年，作为深圳首批气候投融资项目开发库的入库企业，公司有效拓宽融资渠道，降低融资成本，为业务扩张和基础设施建设提供有力支撑。



图 10.7 获得国际绿色经济协会表彰（左）入选国家（深圳）气候投融资项目开发库（右）

数智化服务有效降低客户运营成本。以宜家 (IKEA) 项目为例,通过智能调度算法和全电动化解决方案,在 15 个月内助力其承运商实现 100% 电动化运营,物流运营成本较传统燃油车模式下降 5%-8%,显著降低能源支出和运营风险。公司持续开展车辆能效优化,降低单位运输能耗与能源支出,为客户创造长期稳定的经济效益,增强企业绿色低碳转型的内生动力和市场竞争力。

产业链协同效应显著,市场带动作用持续增强。

作为新能源物流车数智化运营平台,公司连接整车制造、电池系统、充电服务、维保保险等产业链上下游资源。截至 2025 年 12 月,公司运营车辆超过 22.4 万辆,服务企业客户超 7500 家,连接充电桩超 280 万根,有效带动新能源汽车、能源服务及后市场产业协同发展。凭借突出的绿色低碳优势,公司与顺丰、京东、美团、徐福记、肯德基等头部企业建立长期合作关系,持续扩大市场影响力和行业竞争优势。



图 10.8 助力宜家 EV100 计划

推广应用建议

推广应用场景

新能源物流车数智化运营服务体系适用于快递物流、商超零售、冷链运输、异地电商、耐用仓配及临时配送等多元化物流场景。通过构建集车辆运营、能源补给、数字化管理和安全保障于一体的综合服务体系,解决传统物流运输存在的能耗高、排放高、管理效率低等问题,为城市交通绿色低碳转型、智慧物流发展以及现代供应链体系建设提供解决方案。该模式具有较强的场景适应性和规模化应用潜力,可根据不同地区物流需求和基础设施条件进行灵活部署。

应用注意事项

推广过程中应结合区域气候条件、物流场景特点及基础设施建设水平开展适配性调整。针对高寒等特殊环境,需加强车辆动力系统、防腐及安全性能优化;针对冷链运输等专业场景,应配套温控监测和专用运输装备,确保运输质量与运营效率。同时,应完善充换电网络、维修保障及安全监测体系,加强驾驶行为管理和数字化风险预警,保障大规模推广应用过程中的运营安全与服务稳定性。

产业发展建议

未来应进一步强化技术和市场协同创新,加快新能源物流行业高质量发展。技术层面推进车辆标准化和数智化建设,提升运营效率和安全水平,推动碳减排量化管理;市场层面构建全生命周期价值闭环,完善二手车辆残值评估体系,鼓励企业积极开发运营端的碳资产交易业务,将环境效益转化为实际的经济溢价,驱动产业链的高质量可持续发展。

11

深圳易信科技股份有限公司、深圳博健科技有限公司

- 基础设施绿色升级·信息基础设施 -

案例概况

深圳易信科技股份有限公司专注于绿色智算中心建设与运营，围绕人工智能时代高密算力需求，在粤港澳大湾区、海南自贸港、华中地区等地布局绿色智算中心，构建单机柜 6-72kW 高密智算承载能力，为人工智能、自动驾驶、半导体芯片等行业提供“存算一体”综合服务。

深圳博健科技有限公司作为易信科技全资子公司，聚焦智算中心绿色节能产品与核心技术研发，产品覆盖智算中心冷源、末端、气流组织，先后推出全自然冷、阶梯冷却、双冷源等绿色低碳解决方案，兼容风冷与冷板式液冷技术，可满足不同气候条件下新建智算中心及老旧机房节能改造需求。

绿色低碳成效

 创新性

易信科技与博健科技联合研发“算电协同与风液融合”技术体系，形成覆盖供电调度、双冷源阶梯冷却、高密算力部署及储能蓄冷的绿色低碳综合解决方案，突破传统数据中心高能耗、高散热压力等瓶颈。

构建“算力需求 - 电力供给 - 制冷配置”调度体系，实现算力、供电与制冷协同优化。通过毫秒级 IT 负荷监测与预测，实现供配电系统与制冷系统的动态联动控制，根据算力负载变化智能调节供电与制冷策略，有效降低供电损耗与系统能耗，为高密度 AI 算力部署提供稳定可靠的能源保障。

研发“双冷源阶梯冷却”技术，破解高密算力散热瓶颈。融合风冷、液冷与自然冷源，根据不同热密度场景构建差异化散热路径。低密度区域采用高效风冷，中高密度区域部署冷板式液冷，高热流密度区域采用“液冷 + 自然冷”组合方案，核心产品包括间接蒸发一体化冷却塔、下送风列间空调、液冷 CDU 分配单元等，形成从冷源到末端的完整产品矩阵，有效解决 AI 时代高热密度设备散热难题。

实现行业领先的高密绿色算力部署能力。

相较于传统智算中心采用单一制冷形式存在难以应对混合算力负载的问题，风液融合架构支持同一机房内不同密度服务器的混合部署，实现单机柜 6kW-72kW 宽幅功率密度弹性承载。通过“一柜一策”精准制冷，满足 AI 训练集群高密部署与弹性扩展需求。以深圳百旺信智算中心为例，其助力国产半导体芯片创新发展，率先在行业内完成单机柜 50kW 半导体芯片仿真算力设备部署，大幅降低芯片设计企业的研发能耗与验证成本。



图 11.1 百旺信智算中心半导体芯片仿真 50kW 高功率机柜



示范效益

技术线路成熟可复制，多项目应用成效显著。技术体系具备较强的可复制性与普适性，可实现南方地区年 $PUE \leq 1.20$ 、中部地区 ≤ 1.15 、北方地区 ≤ 1.10 。已在新建算力中心领域、老旧存量数据中心节能合规改造领域实现规模化推广，相关产品和技术先后应用于中国电信、中国联通、中国移动、中海油、南方电网、华中高铁枢纽、苏州半导体产业园等多个项目，实现不同气候条件下的应用。



图 11.2 惠州、海南等多项目冷却塔现场

多次殊荣政府奖项，全方位彰显案例标杆价值。技术应用项目“深圳百旺信智算中心”获工业和信息化部“国家绿色数据中心”、国家能源局“能源绿色低碳转型典型案例”等国家级荣誉，相关技术产品连续 6 年入选国家及省市《节能技术装备推荐目录》，并获中国信通院“新绿杯”碳达峰碳中和创新大赛三等奖。同时，项目获评“城市绿色低碳场景示范基地”“深圳市 2024 年绿色低碳产业项目”等荣誉。

表 11.1 自研技术入选国家、广东省、深圳市《节能技术装备推荐目录》清单

年份	技术 / 产品名称	目录名称	级别
2018	Elec-A 间接蒸发精密空调	《绿色数据中心先进适用技术产品目录》	国家级
2019	间接蒸发冷却技术及机组	《绿色数据中心先进适用技术产品目录》	国家级
2020	蒸发冷却式冷水机组	《国家绿色数据中心先进适用技术产品目录》	国家级
2021	间接蒸发空气冷却系统	《国家通信业节能技术产品推荐目录》	国家级
2022	露点型间接蒸发冷却解决方案	《国家工业和信息化领域节能技术装备推荐目录》	国家级
2023	间接蒸发空气冷却系统	《广东省节能技术、设备（产品）推荐目录》	省级
2023	高效间接蒸发冷却塔	《深圳市绿色低碳技术、设备（产品）推广目录（2023 年版）》	市级



图 11.3 科学技术成果鉴定证书、主编行业标准证书

环境效益

“算电协同与风液融合”技术已在深圳百旺信智算中心、惠州中海油智算中心、海南移动智算中心等项目实现规模化应用，取得了显著的节能降碳环境效益。

能源利用效率行业领先，显著降低数据中心整体能耗。通过部署露点型间接蒸发冷却塔、弹性自适应末端、单向气流组织等技术，大幅提升自然冷源利用效率，全年自然冷源利用时间超过 4000 小时，较常规冷冻水系统能效提升 40% 以上。经工业和信息化部电子第五研究所实测，百旺信智算中心年均 PUE 值为 1.21，优于 2025 年全国算力中心平均 PUE 值 1.42。

节能降碳效果显著，绿色低碳效益突出。百旺信智算中心年节电量约 2943.36 万 kWh，年减少二氧化碳排放约 1.88 万吨，相当于约 125 万棵成年树木一年的碳汇量，具备节能减排与生态环境效益。

削峰填谷、储能蓄冷，提升节能成效。配套建设储能蓄冷架构，通过夜间低谷时段储存冷量、白天高峰时段释放冷量，实现制冷系统削峰填谷运行。百旺信智算中心通过部署 4 台 50m³ 蓄冷罐，有效降低高峰时段电力消耗，提高能源利用效率，为智算中心削峰填谷、储能蓄冷探索出可行路径。



图 11.4 削峰填谷储能蓄冷

经济效益

节能降耗，降低运营成本。百旺信智算中心非 IT 设施能耗占比较全国平均水平降低约 41%，整体用电量节省约 14.8%。按照 4000 个机柜、单机柜负荷 4kW、上电率 100% 及电价 0.75 元 / 度测算，项目年节电量约 2943.36 万 kWh，年节省电费约 2207.52 万元，显著降低数据中心长期运营成本。

表 11.2 经济效益对比表

案例名称	PUE	年度总用电量 / 万 kWh	年度节约电量 / 万 kWh	年度总电费 / 万元	年度节约电费 / 万元
普通数据中心	1.42	19902.72	2943.36	14927.04	2207.52
百旺信智算中心	1.21	16959.36		12719.52	

高密算力能力提升企业市场竞争力。具备单机柜 72kW 高功率密度部署能力，满足 AI 大模型训推、半导体芯片设计、自动驾驶等高附加值行业对高密算力基础设施的需求，有效解决高密算力部署难题，帮助企业拓展高价值客户群体，优化客户结构，提高企业盈利能力与市场竞争优势。

推广应用建议

推广应用场景

可推广应用于新建大中小型算力中心、存量老旧数据中心节能合规改造、产品与技术授权和解决方案输出等场景。面向地方政府、互联网企业、电信运营商等新建智算中心需求以及人工智能企业、半导体芯片设计、金融量化计算、科研院校等机构边缘算力中心建设需求，提供“规划咨询 - 方案设计 - 产品交付 - 运营优化”全周期服务；针对老旧数据中心，在不中断业务情况下，通过增配间接蒸发冷却、气流组织优化及智能控制等方式实现 PUE 降低 0.3-0.5，投资回收期约 2-3 年；此外，通过 ODM/OEM 合作、技术授权及联合解决方案等模式输出核心产品与技术体系，推动绿色低碳技术规模化推广应用。

应用注意事项

新建高密算力项目需重点平衡液冷系统初期投资与长期节能收益，建议采用“风液混合、分期部署”模式；存量改造项目则需重点关注机房层高、承重及管线布局等条件，并提前开展现场勘测与 CFD 仿真分析，确保改造可行性。同时，需充分考虑区域气候差异，北方地区建议强化间接蒸发冷却技术应用，南方湿热地区建议适当提高液冷占比，优化双冷源协同策略。西部地区结合可再生能源利用，可进一步探索算电协同与绿电消纳的深度耦合模式。

产业发展建议

建议进一步出台数据中心 PUE 准入标准、绿色电力交易机制、节能改造补贴政策等配套措施，推动绿色低碳技术规模化应用。加强风液融合、液冷及高效蒸发冷却等关键技术标准体系建设，提升行业规范化发展水平。针对高密液冷方案初期投入较高的问题，建立全生命周期成本（TCO）评估模型，充分量化节电收益带来的投资回报，探索合同能源管理（EMC）、能源托管等商业模式，降低客户应用门槛，推动绿色低碳技术加快推广。

12 深圳绿色交易所有限公司

- 绿色低碳服务·权益交易与运营管理 -

案例概况

深圳绿色交易所有限公司（以下简称“绿交所”）主营绿色交易、绿色金融、绿色咨询及绿色资产等业务。2013 年启动全国乃至全球发展中国家首个碳交易市场，流动率多年位居全国榜首，累计碳交易额超 25 亿元。

绿交所为全国首个允许境外投资者参与的碳市场，碳金融产品创下国内多项第一，成功承办联合国 COP29 大会中国角广东边会，助力深圳实现碳排放与经济增长“双向脱钩”，现已发展成为集交易所、智库、深圳绿金委秘书处、气候投融资促进中心、能力建设中心等多重角色于一体的综合性绿色交易服务机构。

绿色低碳成效

创新性

绿交所深耕绿色低碳领域十余年，在碳交易、碳普惠、绿色金融及“双碳”咨询四大领域形成了较强的核心竞争优势与技术领先地位。



图 12.1 碳市场三大系统软件著作权、碳排放监测发明专利

创新开展市场化碳交易。构建“排碳有成本、减碳有收益”的市场化减排激励体系，编制并推动有偿分配交易规则实施。在获得国家外汇管理局允许境外机构不限额度参与交易的批复下，进一步深化深港跨境碳交易。在配额交易基础上，探索 CCER、碳普惠核证减排量等多元化交易产品，持续丰富碳市场层次。

创新构建“双联通·四驱动”碳普惠体系。联通公众减排行为与碳市场交易，联通碳积分与商业激励，形成政策鼓励、商业激励、公益支持和交易赋值协同发力的完整闭环。牵头编制并推动发布低碳出行、奶盒回收、居民家庭用电等多领域碳普惠方法学，实现减排量交易与碳中和应用，拓展绿色低碳公众参与场景。

创新开展双碳和绿金咨询服务。支撑全球首部绿色金融立法，深度参与《深圳经济特区绿色金融条例》等政策及标准制定，推动绿色金融多项标准出台，联合金融机构推出碳债券、碳资产证券化等多类碳金融创新产品。形成涵盖碳资产管理、减排路径规划、ESG 报告及碳中和认证等内容的多元化“双碳”咨询服务体系，为政府和企业绿色转型提供综合支撑。



图 12.2 《深圳经济特区绿色金融条例》配套制度标准课题研究卓越贡献奖、全国首个碳资产证券化产品挂牌发行

示范效益

双碳能力建设覆盖广泛。绿交所是全国首个“全国碳市场能力建设中心”，累计与 10 省 6 市开展合作 30 余次，培训政府及企业人员 3200 余人次，将深圳在制度建设、配额分配、MRV 体系建设、交易规则等方面的成熟经验向全国复制推广。

行业示范引领作用突出。绿交所获得多项国际、国家、省市级荣誉奖项，包括国际金融论坛（IFF）“全球绿色金融创新奖”、“2025 企业 ESG 优秀成果”、广东省国资委“建设绿美广东篇”十佳案例、深圳市五一劳动奖状，以及质量、环境和合规三项国际、国内标准认证等，持续彰显其在绿色低碳领域的行业影响力和示范价值。



图 12.3 “全国碳市场能力建设深圳中心”揭牌

绿色发展带动效应显著。绿交所服务覆盖重点排放单位、金融机构及公众用户等多元主体，深圳碳市场重点排放单位约 1000 家，碳普惠累计服务超 1000 万人次；推动深圳市首个区级“双碳”素养教材发布并赠送 1000 套给龙华区中小学，持续提升社会绿色低碳意识；同时持续深化与香港、澳门、北京及广州等地区合作，推动碳市场、碳普惠互联互通，品牌影响力和行业竞争力不断增强。



图 12.4 荣获 2025 企业 ESG 优秀成果、深圳市五一劳动奖状



图 12.5 质量、环境和合规三项国际、国内标准认证

环境效益

市场化机制推动降碳成效显著。绿交所依托碳交易、碳中和及气候投融资服务，持续推动重点排放单位深度减排。“十四五”以来，长期纳管制造业企业碳排放强度累计下降 33%、增加值累计增长 44%，实现碳排放与经济增长“双向脱钩”；推动第十五届全运会等大型活动、会议等碳中和，累计颁发碳中和证明超 450 个；“深圳气候投融资促进中心”揭牌落户绿交所，气候投融资项目预计每年可减少约 600 万吨二氧化碳排放。

资源循环利用与减污协同效益突出。绿交所开发运营的深圳固体废物处置平台累计覆盖 6000 余家产废企业、60 余家经营单位；牵头编制奶盒回收减排碳普惠方法学，推动全国首宗奶盒回收碳减排量交易达成，实现 1232 吨碳减排量交易，同时推动二手手机 3000 吨碳普惠减排量签发，并捐赠第十五届全运会香港赛区用于碳中和，为垃圾分类和资源再利用提供可复制经验。

生态价值转化范围持续扩大。绿交所积极推动林业碳汇交易，挂牌上线江西丰林 CCER 碳汇造林项目，年均减排量达 242523 吨二氧化碳当量，并推动深圳市属水库的水土保持林增植和管护形成的水土保持碳汇 26133 吨二氧化碳当量成功签发，有效提升区域生态系统碳汇能力。签约首单整县 CCER 林业碳汇开发项目，减排量签发后将直接惠及当地村民，推动“两山”理论有效转化。



图 12.6 十五运会和残特奥会深圳赛区碳中和专场捐赠活动



图 12.7 深圳市奶盒回收碳普惠核证减排量首笔交易



图 12.8 2025 年深圳低碳日活动水土保持林碳普惠减排量签发

经济效益

绿色低碳业务带动营收增长。绿交所主营收入来源于碳市场交易手续费、碳金融服务及“双碳”咨询等绿色低碳业务，在推动节能降碳和绿色发展的同时，实现企业营收稳步增长，形成环境效益与经济效益协同提升的发展模式。

绿色金融带动产业链发展。通过全国首单碳资产证券化产品，为南山区 6 家企业提供融资支持 1.15 亿元。截止 2025 年底，已与八家银行签署碳交易结算银行合作协议，持续扩大绿色金融影响力。



图 12.9 深圳市首批绿色技术项目挂牌发布

绿色技术带动技术产业化。与绿技行（上海）、一带一路环境技术交流与转移中心签署绿色技术交易合作协议，推动 20 余项绿色技术项目入库，预计带动上下游产业链实现数亿元产值增长。

推广应用建议

推广应用场景

适用于碳交易市场建设、碳普惠体系推广、绿色金融创新及“双碳”咨询等场景。在碳交易领域，输出配额管理和市场机制创新经验；在碳普惠领域，推广涵盖制度设计、方法学开发及平台建设的“深圳模式”；在绿色金融领域，推广碳资产证券化、企业碳账户数据与贷款利率动态挂钩等创新产品，拓宽企业绿色融资渠道；对于对口合作地区，提供碳汇开发、减排量核算及交易对接等全链条“双碳”咨询服务，助力生态价值转化。

应用注意事项

应用推广过程中，需强化数字化平台和数据支撑能力，推动银行信贷系统与企业碳账户数据对接，实现碳数据与金融数据融合应用。跨区域碳汇开发还需加强合作协调，避免重复核算和权属争议。不同地区应结合资源禀赋和产业基础开展差异化推广，发达地区可重点推进碳金融创新与碳普惠体系建设，林业资源丰富地区则应加强碳汇开发与能力建设。

产业发展建议

在政策层面，逐步向配额总量控制转变，推动有偿分配常态化，稳步扩大市场覆盖范围，探索跨境交易。在市场层面，探索覆盖更多场景的方法学，推动形成绿色低碳生活方式；稳妥推进金融机构参与碳市场，逐步丰富合作金融机构类型，发挥绿色金融对碳市场放大作用。在技术层面，积极引入 AI 工具，推动建设企业碳核算和碳管理数字化工具、形成 ESG 报告等标准化业务模板，以智能化手段提升服务效能。

13

华测认证有限公司

- 绿色低碳服务·评估审计核查 -

案例概况

华测认证有限公司是我国首批经国家批准设立的第三方认证机构之一，主营业务深耕绿色低碳、可持续发展及 ESG 等领域。公司现已获得中国合格评定国家认可委员会（CNAS）环境信息审定与核查机构认可，被国家认监委遴选成为国内产品碳足迹标识认证试点参与机构之一；公司具备联合国清洁发展机制（CDM）及《巴黎协定》第 6.4 条机制指定运营实体（DOE）、国际自愿减排机制（VCS/GS/GCC）审定与核查机构（VVB），以及国际可持续发展和碳认证（ISCC）认证机构等多项国内外核心资质，可提供涵盖组织温室气体核查、产品碳足迹核算、核查与认证、温室气体减排项目审定与核证，以及“双碳”战略规划等在内的全链路绿色低碳技术服务。

作为华测认证集团股份有限公司全资子公司，华测认证经过二十余年发展，已成为国内绿色低碳专业服务领域资质齐全、业务覆盖广泛的权威机构，为众多国内外知名企业提供绿色低碳服务。

绿色低碳成效



创新性

构建全流程数字化绿色低碳服务体系，实现传统认证服务模式创新升级。围绕现场核查、技术评审、项目审核、自动化报告生成及证书管理等关键环节，系统开展数字化改造，自主研发 45 套专业软件系统，形成覆盖温室气体核查、减排项目审定与核证、碳足迹核算、绿色制造体系评估等细分领域的数字化工具矩阵。通过建立项目全生命周期线上闭环管理体系，实现数据一次录入、全程复用和全过程留痕可追溯，推动传统依赖人工经验的认证服务向智能化、标准化和数字化服务转变，形成行业领先的数字化服务新模式。

有效提升绿色低碳服务行业数字化水平，为行业转型升级提供示范样板。通过自主研发数字化平台和专业软件系统，大幅提升认证审核效率与服务质量，实现服务周期缩短约 50%，部分标准化项目周期压缩超过 60%，单位项目人工成本降低约 30%。

深度参与国内外标准制修订，打造标准引领与技术服务创新发展模式。长期深耕温室气体核查、碳足迹核算、碳中和认证等细分领域，累计参与国际、国家、行业及团体标准制修订 20 余项，代表性成果包括国家标准 GB/T 24067-2024《温室气体 产品碳足迹量化要求和指南》、GB/T 15587-2023《能源管理体系 分阶段实施指南》以及 2024 年深度参与的全球首部 ESG 国际标准 IWA 48《实施环境、社会 and 治理（ESG）原则框架》等标准制定工作。



图 13.1 参与国内外标准制修订

示范效益

持续突破绿色低碳认证前沿领域，形成多个具有国际影响力的首创成果。深度参与多个全球首创项目审核与认证工作，先后完成全球首个聚丙烯回收再生 VCS 项目审核、全球首个废弃电器电子产品回收温室气体减排项目审定与核证，并为国内非粮生物基丁二酸制造企业颁发全球首个 ISCC PLUS 认证。多个项目获得央视新闻等主流媒体高度关注，为行业提供了可复制、可推广的方法学和实施路径。

PROJECT SUMMARY	
ID	4614
State/Province	Jiangxi
VCS	
Proponent	Jiangxi Green Recycling Co., Ltd. Jiangxi, China
VCS Project Status	Registered
Estimated Annual Emission Reductions	19600
VCS Project Type	Waste handling and disposal
VCS Methodology	AMS-III.AJ.
VCS Project Validator	CTI Certification Co., Ltd.
Project Registration Date	17/05/2024
Crediting Period Term	1st, 01/01/2022 - 31/12/2028

图 13.2 全球首个聚丙烯回收再生 VCS 项目审核



图 13.3 全球首个非粮生物基丁二酸制造企业 ISCC PLUS 认证证书



图 13.4 全球首个废弃电器电子产品回收温室气体减排项目央视采访现场

引领绿色低碳评价体系创新发展，助力重点行业绿色转型升级。依托覆盖碳核查、碳足迹、碳中和、绿色制造及零碳园区评价等领域的综合服务能力，公司累计服务众多重点行业和企业，为资源循环利用、生物基材料、废弃电器电子回收等新兴领域建立绿色低碳评价标杆案例，推动企业提升绿色竞争力和国际市场认可度，也为行业绿色低碳转型提供实践路径。

推动绿色低碳标准国际接轨，增强我国绿色低碳服务领域国际影响力。凭借覆盖国内外市场的绿色低碳资质能力体系和国际化专业团队优势，公司积极参与全球绿色低碳规则制定和标准建设，推动中国绿色低碳评价实践与国际标准接轨。多个全球首个项目获得广泛关注及技术团队两位专家入选 SBTi（科学碳目标倡议）全球首批认证专家，有效提升我国第三方绿色低碳服务机构的国际认可度和行业话语权。

Name	Company	Location	Certification Type	Issued	Expires
KE-HUNG TANG	WEEE & RoHS Consultancy Co., Ltd	Taiwan (Province of China)	SBTi Corporate Near-Term Criteria Version 5.2 and SBTi Corporate Net-Zero Standard Version 1.2	2025-09-24	2027-09-24
Sangem Hsu	Carbon Integrity Consultant	China	SBTi Corporate Near-Term Criteria Version 5.2 and SBTi Corporate Net-Zero Standard Version 1.2	2025-09-24	2027-09-24
Yag Kang	CTI Certification Co., Ltd	China	SBTi Corporate Near-Term Criteria Version 5.2 and SBTi Corporate Net-Zero Standard Version 1.2	2025-09-24	2027-09-24
潘合 邓	CTI Certification Co. LTD	China	SBTi Corporate Near-Term Criteria Version 5.2 and SBTi Corporate Net-Zero Standard Version 1.2	2025-09-24	2027-09-24

图 13.5 团队两位专家入选 SBTi（科学碳目标倡议）全球首批认证专家



环境效益

支撑大规模温室气体减排，助力“双碳”目标实现。累计为全国 30 多个省市自治区的重点排放单位实施碳核查达 5000 家次，为企业精准识别排放源、制定减排路径提供科学依据。同时，累计完成 GCC、CCER、CDM、GS、VCS 等各类减排项目审定与核证超过 1500 个，涉及可再生能源、林业碳汇等多个领域。经核证减排量超过 2000 万吨二氧化碳当量，为可再生能源开发、林业碳汇建设和国家碳中和目标实现提供了有力支撑。

推动企业绿色转型，提升资源能源利用效率。累计开展温室气体排放核查与验证、产品碳足迹核算与验证等服务项目超过 1000 项，帮助企业识别供应链减排热点。为 300 余家企业发放能源管理体系认证证书，推动企业建立系统化能源管理机制，促进能源利用效率提升和绿色低碳转型。

强化绿色发展示范带动，提升生态环境治理水平。完成政府级及企业级碳达峰碳中和规划项目 30 余项，为区域和行业绿色发展提供顶层设计支撑；评价国家级绿色制造示范项目超过 100 个，涵盖绿色工厂、绿色园区等领域，有效促进单位产值能耗下降、资源综合利用水平提升和生态环境质量改善。

经济效益

绿色低碳业务持续增长，经营效益稳步提升。依托全国碳市场建设和绿色低碳服务需求增长，公司绿色低碳主营业务收入由 2023 年的 0.96 亿元增长至 2025 年的 1.19 亿元，复合增长率为 7.42%；年均保持稳定增长；同期利润总额由 0.32 亿元增长至 0.48 亿元，复合增长率达 14.25%，利润增幅显著高于营收增幅，体现出绿色低碳技术服务较强的市场价值和盈利能力。

深化技术服务与人才输出，带动产业链协同发展。积极开展温室气体管理师培训，近两年累计培养低碳专业人才近 500 名，为重点排放企业、咨询机构及金融机构输送专业力量。同时，通过举办碳足迹、碳核算等技术研讨会、积极参与行业论坛等活动，向产业链上下游推广先进低碳技术、标准和政策动态，为数千家机构提供精准的技术支持和解决方案，促进碳管理、低碳咨询及碳资产开发等相关产业发展。



图 13.6 温室气体管理师培训（深圳场）

权威资质优势突出，市场竞争力持续增强。依托国内外权威资质和丰富项目经验，公司持续扩大市场覆盖范围，近三年新增服务客户超过 1000 家，服务领域由传统电力、水泥、钢铁行业拓展至化工、有色等重点行业，业务覆盖全国 30 多个省市自治区并向基层市场延伸。随着客户规模和市场影响力不断提升，公司在绿色低碳服务领域的品牌优势和市场竞争力进一步增强。

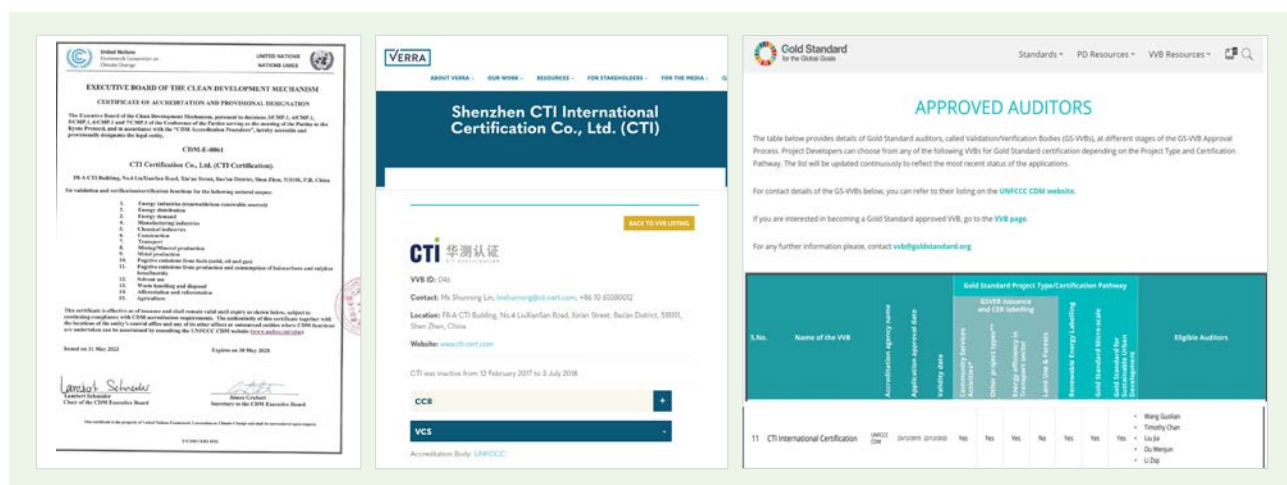


图 13.7 联合国清洁发展机制审核机构资质证书（CDM）、国际自愿减排机制项目第三方审核资质证书（VCS）、国际自愿减排机制黄金标准第三方审核机构资质证书（GS）

推广应用建议

推广应用场景

绿色低碳服务适用于发电、化工、建材等重点控排行业，以及新能源、绿色建筑等新兴领域，可为政府部门、企业、园区及大型活动、展会赛事等提供碳排放核算、核查、碳资产开发及绿色低碳管理服务。依托覆盖全国的服务网络和国际化资质能力，可广泛应用于国内各地区碳管理实践，并逐步拓展至跨境碳项目及国际绿色低碳合作场景，助力各类主体提升碳管理水平和绿色发展能力。

应用注意事项

推广应用过程中，应充分关注不同地区碳市场规则、核算标准及政策要求差异，加强区域间碳普惠、绿证机制衔接工作，确保服务方案与地方管理要求有效匹配。应结合行业特点和客户需求完善数据基础与核算体系，强化数字化支撑能力，提高数据质量和核查效率，保障服务结果的科学性、准确性和可追溯性。

产业发展建议

未来应加快数字化与智能化转型，提升服务效率与数据透明度，逐步构建覆盖重点行业的生命周期评价数据库。围绕客户需求变化，拓展碳资产开发、ESG 咨询等综合服务，打造“一站式 + 行业深耕”服务矩阵，拓展碳资产价值挖掘服务，增强市场竞争力，依托 GCC 等国际资质建立属地化团队以推进标准互认。持续完善质量控制、风险防控和政策研究机制，不断提升专业公信力和行业影响力，推动绿色低碳服务向高质量、国际化方向发展。



PART
TWO

项目篇

Project Chapter

1 规模化电解海水制氢中试与应用

- 清洁能源产业·氢能利用 -

案例概况

“规模化电解海水制氢中试与应用”项目落地深圳市南山区妈湾电力园区，由深圳能源集团有限公司、深圳清华大学研究院、深圳氢致能源有限公司共同建设，项目总投资 2978 万元，建设周期为 2022 年 4 月 -2024 年 12 月。

项目聚焦电解海水制氢材料、工艺与系统集成研发，完成电极工艺放大、新能源波动适配、海水前处理与智能控制等关键技术攻关，建成世界首台 500kW 电解海水制氢中试系统，完成规模化海水制氢技术可行性验证。深圳海上风电制氢产业化先行示范，为后续更大规模陆上试验与海上场景应用提供核心支撑，是深圳氢能产业与海洋经济融合发展的标杆示范项目。

绿色低碳成效

创新性

项目采用直接电解海水制氢，突破了传统电解水制氢技术面临的电极易腐蚀、系统稳定性不足、可再生能源波动适配性差三大关键瓶颈，可摆脱大规模制氢对超纯淡水的依赖，作为颠覆性的绿氢制备新技术，为我国西北（70% 水资源已经盐碱化）、海上大规模制氢提供了样板。



图 1.1 深圳妈湾 500kW 电解海水制氢装备实景图

解决风光绿电资源与淡水资源空间分布错配难题。传统风光资源重点分布于淡水资源普遍比较匮乏的海上、三北地区和西南地区，传统电解槽需采用絮凝沉淀、淡化、纯化等工艺处理后的纯水来电解制氢。项目采用的高活性、高选择性催化剂和超浸润复合电极，定向解决非纯水中氯离子氯化副反应和强腐蚀问题，可采用非纯水电解制氢，不再依赖淡水资源。

解决离网风光制氢场景下，电解槽适配绿电波动工况及长期耐久运行难题。风光绿电波动性工况下，易导致传统碱槽氧中氢、氢中氧升高，造成安全隐患，电极也难以耐受波动性，快速失活，导致电解槽寿命下降。

项目采用的模块化电解槽和抗波动电极，使装备功率波动范围扩大至 15-150%，抗波动电极经 10000 小时海水电解测试，无明显衰减。



图 1.2 相关发明专利证书

示范效益

全球首个百标方电解海水制氢示范。本项目作为深圳首个规模化电解海水制氢示范工程，建成全球首个百标方电解海水制氢示范，实现全球首次大规模海水制氢稳定运行。项目的成功投运与稳定运行，验证了规模化海水制氢技术路线的可行性、可靠性与经济性，为后续国内中广核 100kW 电解海水制氢示范工程、国家能源集团 100kW 海上制氢示范、中海油 1MW 电解海水示范工程、中石油长庆油田高含盐气田采出水不纯电解制氢系统、山东能源集团 50 千瓦电解化工废水装备等系列重大示范工程提供了核心技术支持与工程实践经验。



图 1.3-1 中广核 100kW 电解海水制氢示范工程



图 1.3-2 国家能源集团 100kW 海上制氢示范工程

项目运行后受到广泛关注，获央视《新闻联播》重点报道；在高交会、广东省高质量发展大会上，获省、市主要领导亲临视察，成为深圳绿色低碳创新名片。



图 1.4 央视新闻联播报道

环境效益

全生命周期绿色效益显著。对比煤制氢（每制取 1kg 氢气排放约 11kg CO₂），项目采用可再生能源电力驱动，解决深远海远距离传输损耗大的痛点，产氢过程零碳排放，全生命周期碳排放较煤制氢减少 90% 以上。按深圳 500kW 中试系统稳定运行测算：年替代化石能源制氢约 73 吨（按项目设计产能 + 满负荷运行口径），年减排二氧化碳超 800 吨。项目直接使用海水制氢，也可直接处理盐碱水、城市中水、工业废水、油田采出水等低品质水源，无需消耗高纯淡水，年节约高纯淡水约 1100 吨，实现水资源循环利用与污染物源头减量，有效缓解制氢淡水资源紧张问题。



经济效益

项目围绕海水制氢关键技术研发与规模化应用，构建“可再生能源 + 海水制氢 + 氢能利用”一体化绿色发展模式，兼顾降碳减排与良好的经济效益与产业带动作用。依托深圳妈湾项目实证，海水制氢无需淡水预处理，单位制氢水耗成本降低 90%，综合运维成本降低 20% 以上，绿氢产品市场竞争力突出。

项目带动深圳本地电解槽、防腐材料、智能控制系统等高端装备制造发展，推动氢能产业链上下游技术升级；与深圳能源集团等本地企业深度合作，形成“新能源 + 海水制氢 + 氢能应用”本地化协同模式，提升区域氢能产业集聚度。

推广应用建议



推广应用场景

项目主要应用场景为海洋可再生能源制氢，并可拓展至城市加氢站中水制氢、西部光伏风电耦合盐碱水制氢、煤矿 / 油田采出水制氢等。



应用注意事项

若采用化石能源电力进行海水制氢，将失去“绿氢”属性，必须确保电力来源以海上风电、光伏等可再生能源为主，建立完善的绿氢碳足迹核算与认证体系。海上制氢面临“最后一公里”储运难题，需根据运输距离选择合适的技术路线，降低储运环节成本。



产业发展建议

完善成本疏导与收益机制。针对海水制氢初始投资高、长期运维成本低的特点，出台绿氢价格疏导与碳减排收益政策，将“用水成本降低 90%、制氢成本下降 15%”等成本优势转化为市场竞争力。

强化深圳产业链配套。支持深圳本地企业开展电极材料、电解槽、智能控制系统等核心部件研发，打造全球海水制氢装备制造与应用高地。

2 中国建筑绿色产业园光储直柔微电网项目

- 清洁能源产业·智能电网建设运营 -

案例概况

中国建筑绿色产业园光储直柔微电网项目（深汕特别合作区中建绿投产业园 5MW 屋顶分布式光伏发电项目）位于广东省汕尾市鹅埠镇中建绿色产业园区内，由中建科技集团（深圳）低碳能源有限公司建设，项目总装机容量 4.71MW，总投资 2010.91 万元，于 2023 年 10 月正式并网运行。

项目依托园区分布式屋顶绿色清洁能源基础，开展“光储直柔”园区直流微网设计方法研究，确定系统设计方案以及储能、用电设备和相关技术选型。配套开发一套园区直流微网柔性用电算法，将算法与用电策略相结合，应用于相关产品开发，构建新型配电技术矩阵和直流微网产品体系。结合智能化管理与监测系统，运用设计方法评价体系，建成“光储直柔”新型微网电力系统综合示范。



图 2.1 深汕特别合作区中建绿色产业园

绿色低碳成效

创新性

聚焦工业园区绿色低碳转型和新型电力系统建设需求，创新融合光伏发电、储能系统、直流配电与柔性负荷调控等关键技术，构建“光储直柔”一体化微电网体系，在能源协同利用、智慧化管理和核心技术自主创新等方面形成突破。

首创“光储直柔”深度融合微电网体系，形成园区能源协同新模式。项目聚焦工业园区能源低碳转型需求，创新构建集光伏发电、储能系统、直流配电和柔性负荷调控于一体的“光储直柔”微电网技术体系，实现园区由“被动用电”向“主动发电”转变。作为全球首个投入运行的“光储直柔”园区微网项目，为新型电力系统建设提供了创新实践样板。



图 2.2 光储直柔原理示意图

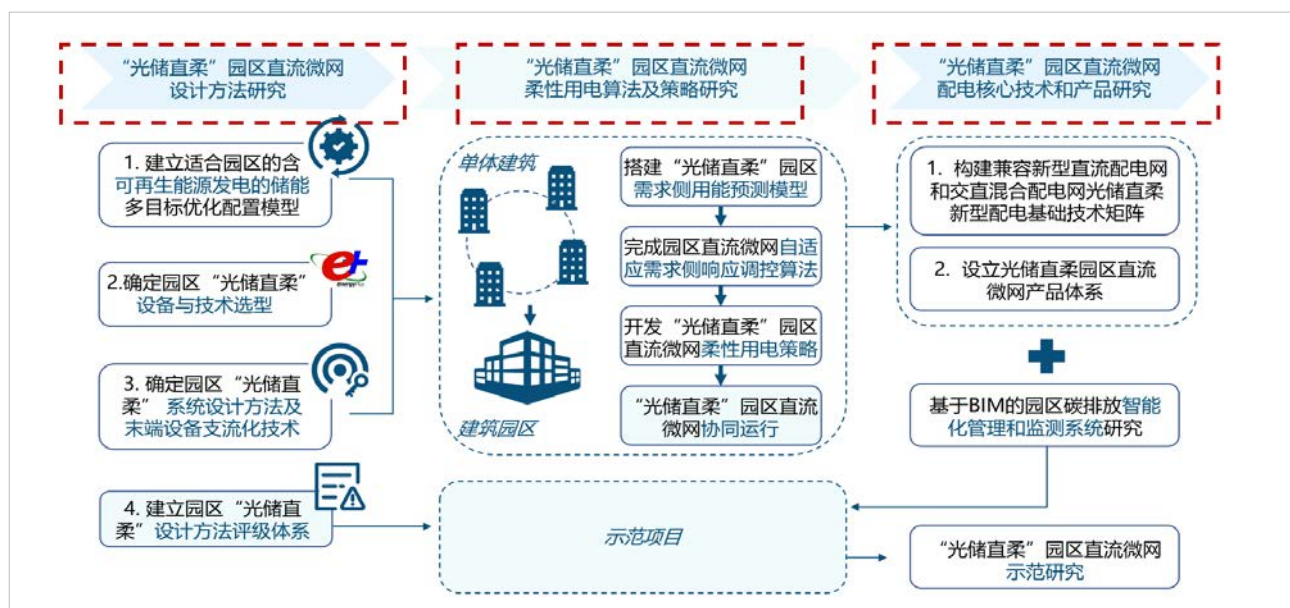


图 2.3 技术路线图

融合人工智能与数字孪生技术，实现能源精准预测与柔性调控。项目基于 BIM 模型、机器学习及深度学习算法，构建高精度建筑能耗生成、光伏发电预测和柔性负荷控制模型，实现园区能源系统实时感知、动态优化和智能决策。通过对建筑负荷、电动汽车充放电行为及储能资源的协同调度，有效实现削峰填谷和需求侧响应，园区/社区微电网通过建筑柔性用电，实现低容量储能高效利用，大幅提升能源利用效率和系统运行智能化水平。

建立自主可控的核心技术与产品体系，形成完整产业化能力。项目累计研发投入超过 3000 万元，成功开发电能网关、微电网控制平台等 10 余项具有自主知识产权的核心产品，形成从芯片到终端设备的完整产品矩阵。围绕“光储直柔”领域累计承担国家级、省部级及集团科研项目 14 项，申请发明专利 24 项、软件著作权 12 项、实用新型专利 15 项，主编或参编标准 34 项，核准认证产品 5 项，具备较强的技术原创性和行业引领能力。



图 2.5 课题、专利及产品等技术成果积累与沉淀



示范效益

形成可复制推广的园区低碳能源解决方案，示范带动作用显著。项目打造的“光伏+储能+直流配电+柔性控制”一体化模式已形成标准化实施路径，并成功推广至2个工业园区。应用结果显示，可再生能源利用率平均提升至42%，单位建筑面积碳排放量下降38%，验证了技术路线的成熟性和可复制性，为电子制造、物流仓储等多类园区绿色低碳转型提供了参考样板。

获多项权威资质认证与荣誉，行业影响力持续提升。项目核心建筑单元获得中国建筑节能协会“超低能耗建筑”认证，建筑综合节能率达到60.77%。同时入选广东省第一批碳达峰碳中和试点、国家（深圳）气候投融资项目库、生态环境部《中国应对气候变化的政策与行动2022年度报告》，并纳入生态环境部第五批国家重点推广低碳技术目录、国家发展改革委《绿色技术推广目录（2024年版）》，示范引领作用得到广泛认可。



图 2.7 项目入选《中国应对气候变化的政策与行动 2022 年度报告》、《绿色技术推广目录（2024 年版）》

推动产业链协同创新发展，形成广泛社会示范效应。牵头组建的中建集团“光储直柔”产业联盟，吸引20余家上下游企业参与协同创新。项目获央视新闻联播等媒体专题报道，并在可持续建筑环境亚太地区会议、国际零碳城市乡村与零碳建筑大会等平台展示成果，向全球输出中国绿色低碳技术实践经验，显著提升行业影响力。

环境效益

清洁能源替代成效显著，实现大规模减污降碳。项目通过分布式光伏发电实现化石能源深度替代，达成核心降碳目标。二期4.71MW光伏系统全年实际发电量354.74万kWh，经测算，每年可减排二氧化碳2234吨、二氧化硫5.3吨、氮氧化物3.5吨，节约标准煤436吨，从能源供给端有效降低温室气体和大气污染物排放。

能源利用效率大幅提升，推动全过程节能降耗。项目创新采用750V/48V两级直流配电架构及柔性负荷调控技术，减少传统交直流转换过程中的能量损耗，实现建筑需求侧光伏利用效率提升10%。其中，全球首个运行中的“光储直柔”示范办公区域年节电量超过10万kWh，减少碳排放超过47%，有效推动园区能源利用效率和绿色用能水平提升。

构建绿色运维体系，实现资源循环与生态协同发展。项目构建“源头替代、过程提效、末端管控”全链条低碳减排体系，储能系统采用磷酸铁锂储能电池，全程遵循《电池回收利用管理规范》，建立全生命周期溯源体系，

项目建设期与运营期末产生危险废物排放。通过柔性用电管理减少无效能耗和电网负荷波动，进一步提升资源利用效率和生态环境效益。



图 2.8 深汕特别合作区中建绿色产业园储能系统

经济效益

节能降本效果突出，形成持续稳定的直接经济收益。项目依托光伏发电和柔性能源管理系统，实现能源成本显著下降。一期 1# 综合楼屋顶光伏装机容量约 55kW，年减碳量约 33 吨，二期 4.71MW 光伏系统年发电量为 354.74 万 kWh，年节约外购电费约 289.61 万元；直流配电架构减少交直转换损耗 6%-8%，年节约电能损耗成本约 1.2 万元，储能系统削峰填谷功能年节约基本电费约 5 万元，项目整体年直接降本效益超过 10 万元。

投资回报能力较强，绿色低碳价值持续释放。项目总投资 2010.91 万元，年减排二氧化碳 2234 吨，单位投资减排效益为 1.111 吨 CO₂/万元，优于行业平均水平。项目财务内部收益率达到 7.96%，实现了环境效益与经济效益协同提升。

产业带动作用明显，市场竞争优势持续增强。项目通过光伏组件、储能设备等核心产品的系统应用，直接带动上游新能源装备制造产业产值超过 1200 万元，通过技术输出与模式复制，拉动下游系统集成及运维服务产值增长 800 万元，形成“设备制造 - 系统集成 - 运营服务”完整链条。

推广应用建议

推广应用场景

项目构建的“光储直柔”微电网技术体系适用于工业园区、商业综合体及虚拟电厂等场景。在工业园区领域，可应用于电子制造、汽车制造、物流仓储等高耗能场景，通过“光伏 + 储能 + 直流配电 + 柔性负荷”协同运行，实现能源高效利用和绿色低碳转型；在商业综合体领域，结合分布式光伏与储能，实现商业建筑的能源自给与

低碳运营，并通过柔性负荷管理，优化用电策略，降低运营成本；在虚拟电厂领域，可依托项目需求侧响应经验，将分散园区的柔性负荷聚合接入虚拟电厂，参与电网辅助服务。

应用注意事项

应结合不同区域资源禀赋、能源结构、电价机制及用能特征开展适配性设计，科学配置光伏、储能及柔性负荷资源，确保系统运行安全性、经济性与稳定性。针对既有园区改造项目，应提前开展能源审计和负荷特性分析，合理评估配电系统改造条件及建设方案。同时，应加强系统运维管理和数据安全保障，建立完善的监测、调度和应急响应机制，持续提升能源协同调控能力和运行管理水平，充分发挥项目综合效益。

产业发展建议

建议从技术、市场协同推动“光储直柔”产业发展。技术层面，持续加强储能系统、直流配电及负荷聚合控制等关键技术研发，推动技术模块化、标准化建设，提升系统安全性与经济性，促进与虚拟电厂、源网荷储等新型电力系统深度融合；市场层面，积极拓展工业园区、商业建筑等应用场景，探索绿电交易、碳资产收益、虚拟电厂服务收益等多元收益模式，增强项目市场化运营能力和可持续发展水平。

3

深圳市欣旺达同富康水田工业园区光储充一体化新建项目

- 清洁能源产业·其他能源装备及设施建设运营 -

案例概况

“深圳市欣旺达同富康水田工业园区光储充一体化新建项目”落地深圳市宝安区同富康水田工业园区，由深圳市欣旺达智慧能源有限责任公司建设。项目采用分布式屋顶光伏，光伏总装机容量为 789.38kWp。

项目以光伏 + 储能深度协同为核心，构建清洁发电、储能调峰、智能用电的高效能源体系，通过光伏就地开发、储能稳定输出，大幅提升园区清洁能源消纳与自给水平，同时配套园区充电桩使用，形成绿色电力全场景应用，为工业园区低碳高效用能提供可复制的实践方案。



图 3.1 屋顶分布式光伏实景图

绿色低碳成效

 创新性

源储高效协同运行。光伏总装机 789.38kWp，采用 0.4kV 两点并网，执行“自发自用余电上网”模式；储能系统搭载 1500V 高压与三电平技术，充放电效率达 87%，循环寿命超 6000 次，通过智能液冷与新型控制策略最小化损耗，实现源荷精准匹配与削峰填谷。

全链条智慧安全管控。构建“舱体 - 电芯 - 电气 - 消防”六级安全防护体系，实现零事故运行；贯彻全生命周期管理，支持实时全方位数据采集、智能化故障预警定位、簇级动态轮休与远程升级，全方位保障系统安全高效经济运行。

全栈自主品牌赋能。电芯、电池系统、BMS、EMS 核心部件均为欣旺达自研自产，各环节深度匹配发挥系统最优性能；配套定制化 EMS 控制策略，可精准分析用户负荷特性并动态优化运行，最大化项目套利收益。



图 3.2 光伏及储能电站能源管理系统

示范效益

推动园区能源消费绿色转型。项目为同富康水田工业园区供应稳定绿电，光伏电能占园区总用电量的比例显著提升，有效推动园区实现能源消费结构的绿色转型，为后续欣旺达宝安松岗翡翠市场新建分布式光伏项目、深圳市宝安区环境园欣旺达新建独立储能电站项目提供了可复制、可推广的技术路径与运营经验，项目采用的六级安全防护体系、智能液冷技术等已被多家同行企业借鉴应用。同时项目的源网荷储一体化模式，提升了区



图 3.3 俯视图

域电网的清洁能源消纳能力，验证了光储一体化在降低园区用电成本、提升供电可靠性、实现减污降碳等方面的显著成效，为深圳市分布式光伏与储能的规模化发展提供了示范。

环境效益

全周期减污降碳绿色赋能。项目通过清洁能源替代、能源高效利用等路径，实现显著的减碳、节能、降污效果。项目利用 3402m³ 屋面建设光伏，建设阶段环境影响可控，运营期无污染物排放，电池由欣旺达专业回收实现资源循环，年均发电 75.3 万 kWh，累计节约标准煤 5673 吨，有效降低化石能源依赖。污染物减排效果突出，以标准煤每吨排放污染物水平测算，年均减少二氧化碳 589.92 吨、二氧化硫 1.82 吨、氮氧化物 1.59 吨，累计减碳 14748 吨，组件兼具发电与屋面隔热功能，形成“光伏发电 + 建筑节能”双重环保效益，助力区域环境改善。

经济效益

项目总投资 508 万元，资金投入效率高。光伏系统年均发电 108.77 万 kWh，25 年总收益 697.02 万元；0.375MW/0.783MWh 储能系统峰谷套利年均收益 56.57 万元，静态投资回收期仅 7.14 年。采用欣旺达全自主品牌设备，进一步降低采购成本，放大盈利空间。

为园区企业提供稳定低价绿电，降低用能成本；作为深圳本土标杆项目，提升公司区域绿色低碳市场品牌影响力；积累的工业园区负荷特性、光储协同管控数据，反哺能碳数字化平台技术迭代，实现技术价值向经济价值转化。

推广应用建议

推广应用场景

项目的核心技术与实施模式可根据不同场景、不同地域的需求进行定制化调整，适用于工业制造园区、产业园区，可拓展至交通枢纽（高铁站、机场）、商业综合体、物流园、数据中心等用电负荷大、屋顶 / 闲置空间充足、对供电稳定性要求高的场景；同时，技术方案可适配户用光伏、县域分布式光伏等小型项目，具备全场景应用潜力。实施规模可覆盖从几百千瓦的小型分布式项目到几十兆瓦的大型集中式项目。

应用注意事项

推广过程中需兼顾技术适配性、政策配套与区域差异化，制定实操性强的推广路径，推动光储一体化技术的规模化应用。

产业发展建议

光储一体化产业在国家“双碳”目标下迎来发展机遇，但同时也面临着并网消纳、成本波动、政策不统一、技术迭代等挑战。技术层面持续加大研发投入，聚焦核心技术突破与融合创新，为产业升级提供根本支撑。重点攻关高能量密度储能电芯、高效光伏组件等硬件技术，提升能源转换与利用效率；开发能碳数字化管理、源

网荷储协同管控平台，融合人工智能与大数据技术赋能系统智能化；攻克储能全生命周期安全难题，同时推动光储与微电网、虚拟电厂深度融合，有效解决清洁能源并网消纳痛点。通过组建上下游产业联盟实现资源共享与成本压降，依托绿电、碳交易市场拓展项目收益渠道；培育专业化全国性运维服务体系补齐产业短板，同时鼓励跨区域合作打破地域壁垒，加速光储一体化模式在全国的规模化推广应用。

4 深圳机场国际货站扩容（二期）冷库相变蓄能示范项目

- 基础设施绿色升级·绿色物流 -

案例概况

深圳机场国际货站扩容（二期）冷库相变蓄能示范项目位于深圳市宝安区，建设单位为深圳机场国际货站有限公司，材料供应商为深圳市森若新材料科技有限公司。项目总投资 134 万元，应用于深圳机场 T3 冷库 209/210 风冷制冷库，冷库总面积 650m²。

项目建设内容包括相变蓄能方案整体的设计、规划；整体钢吊架安装材料提供及安装；相变蓄能模组卸货、摆放、安装就位；物联网电箱（含无线温度探头）的安装；相变蓄能系统（工程）的使用调试、交付。

绿色低碳成效

创新性

围绕冷链仓储领域高能耗、高排放及温控稳定性不足等行业痛点，公司依托自主研发的相变蓄能技术，构建涵盖相变材料、模组结构、智能控制等多维度的核心技术集群，实现冷库节能降碳、温控保障与运营优化协同提升。

研发冷库相变蓄能应用模式，实现节能降碳与精准温控协同提升。项目通过夜间低谷电蓄冷、白天释放冷量的运行模式，实现冷库年节能率达 21%，库温稳定性提升 40%，同时有效降低高峰时段电力负荷，为冷链仓储行业绿色低碳转型提供解决方案。

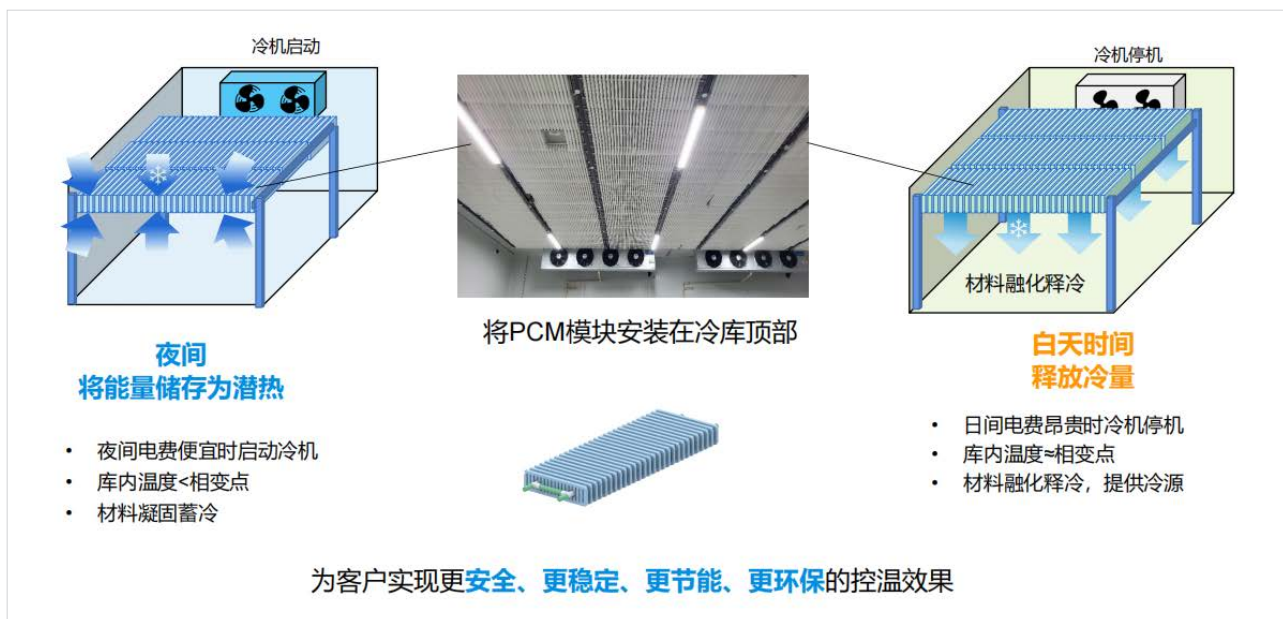


图 4.1 冷库相变蓄能技

突破相变材料关键技术瓶颈，构建高性能蓄冷技术体系。相变材料单位体积蓄冷量超过 250kJ/L，部分温区高出行业最优竞品 70%；循环寿命超过 10000 次，性能衰减低于 10%，远优于行业平均约 2000 次的应用水平。

通过低势能设计、高压检漏及超声焊接密封技术，有效提升系统运行效率与安全可靠性。

打造智能化绿色储能模式，实现冷库全生命周期降本增效。将相变蓄能与智能控制技术深度融合，减少制冷机组启停次数 70%，延长设备使用寿命 3-5 年；充分利用峰谷电价机制，实现运行电费最高降低 60%，形成集节能降碳、设备保护和经济效益提升于一体的绿色运营模式。

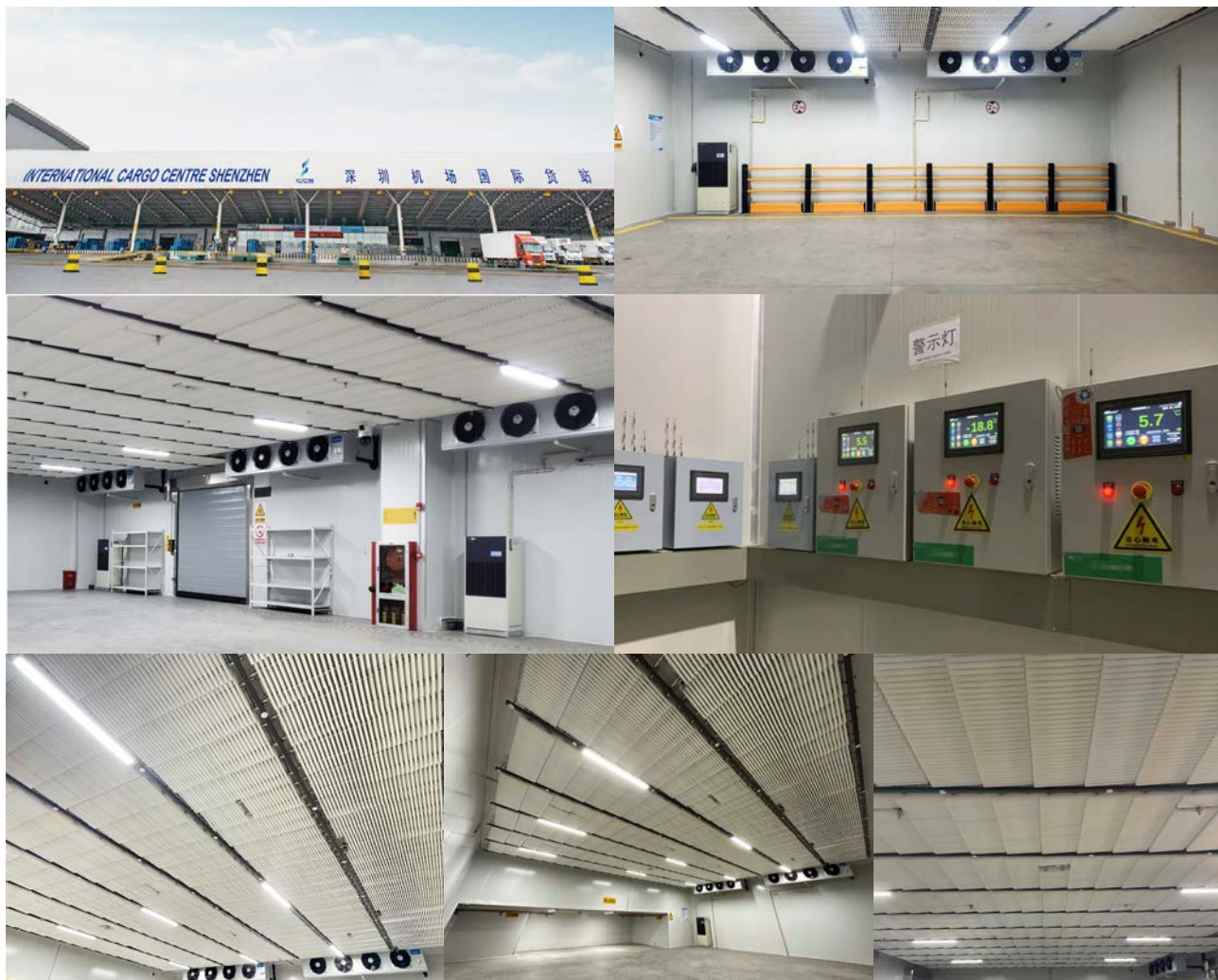


图 4.2 深圳机场国际货站扩容（二期）冷库实景图

示范效益

形成可复制推广的绿色冷库建设模式，示范带动作用突出。项目采用“设计 - 安装 - 调试 - 运维”一体化实施体系，适用于执行峰谷电价的新建冷库及既有冷库节能改造，尤其适配需精准控温的医药冷库等场景。目前技术已在国内外多个项目落地推广，如贵阳吉品记食品冷库，中国台湾危化品冷库以及印度 Yakult 冷藏库等，并与多个大型物流枢纽及冷链运营主体开展合作，验证了技术模式的可复制性。同时森若与香港怡和机器签署战略合作协议，形成“技术 + 渠道”的强强联合模式，共同推进相变蓄冷市场应用。

获得多项权威资质与荣誉认可，行业影响力持续提升。项目先后获评深圳市发改委与深圳国际低碳城论坛组委会授予的 2024 年深圳市城市绿色低碳示范场景基地、2025 年国际物流与运输学会、中国交通运输协会和联合国工业发展组织投资和技术促进办公室（中国·北京）联合发布《降低全社会物流成本金钥匙典型案例》等荣誉。企业入选 2023 深圳市首批新材料目录、深圳市福田区“低碳超市”公开目录。



图 4.3 中国贵州、中国台湾、印度项目实景图



图 4.4 森若 - 香港怡和机器签署战略合作协议



图 4.5 城市绿色低碳场景示范基地

深化产学研用协同创新，推动技术成果国际化应用。公司积极开展产学研合作，与北大材料研究生院共建研发平台，持续推动相变材料技术创新与成果转化。同时，与日本五大商社之一丸红株式会社建立战略合作关系，服务全球医药与危化品行业龙头企业，并作为亚洲低碳物流代表技术亮相国际气候大会，获得行业客户和国际市场广泛关注。



图 4.6 产学研合作与战略合作伙伴

环境效益

构建冷库低碳运行模式，实现节能减排成效。项目通过相变蓄能技术优化制冷系统运行方式，实现年节能比例达 21%，自 2023 年 6 月运行至今累计节约用电约 10 万 kWh，并通过夜间蓄冷转移峰电电量约 14 万 kWh，累计减少二氧化碳排放近 200 吨。

降低污染物排放强度，助力区域环境质量提升。依托制冷系统能效提升和电力消耗减少，项目间接减少二

氧化硫排放约 15 吨、氮氧化物排放约 4 吨，有效降低能源使用带来的环境负荷。

提升资源循环利用效率，实现全生命周期绿色发展。项目充分利用冷库顶部闲置空间布置蓄能模组，不占用仓储作业区域，提高空间资源利用效率；通过削峰填谷促进电力资源优化配置，运行至今转移峰电电量约 14 万 kWh。相变材料循环寿命超过 10000 次，性能稳定、可循环利用，有效降低设备维护和更新需求。

经济效益

降低冷库运营成本，提高企业经济收益水平。项目应用后，650m²冷库年节电比例达 21%，运行电费节省比例达 55%，单位面积年节省运行电费约 104.3 元 /m²。通过减少制冷机组频繁启停，有效降低设备折旧及维护成本，实现节能降耗与降本增效双重收益。

带动产业链发展，增强企业市场竞争优势。依托项目形成的技术成果和示范效应，公司相变蓄冷产品市场认可度持续提升，业务规模不断扩大。项目带动相变材料生产、模组加工及工程服务等上下游产业协同发展，进一步提升企业品牌影响力和市场竞争力。

推广应用建议

推广应用场景

项目采用的相变蓄能技术适用于冷链物流行业的冷库建设与改造，包括航空货站冷库、医药冷库、食品冷链冷库等；延伸适用于建筑环境控温、新型储能等领域，如商业建筑空调系统、数据中心制冷系统等；在实施规模上，可适配不同规模冷库，从几百平方米的中小型冷库到上万平方米的大型物流枢纽冷库均能应用，模块化设计可灵活调整配置。

应用注意事项

应结合不同冷库类型、运行工况及空间布局特点开展适配性设计，确保蓄能系统与原有制冷设备高效协同运行。对于既有冷库改造项目，建议提前开展能耗诊断和设备评估，合理确定系统容量和运行策略，提高投资效益。应充分考虑区域气候条件、电价机制及能源结构差异，优化相变材料参数和控制策略，发挥削峰填谷、节能降碳等综合效益，并建立完善的运行监测和维护机制，保障系统长期稳定运行。

产业发展建议

建议持续加强相变蓄能技术研发和产业化应用，推动材料性能优化、智能控制升级及系统集成创新，进一步提升节能效果和应用经济性。加强与高校、科研机构协同合作，完善技术推广服务体系，探索多元化商业模式，降低用户应用门槛。推动相变蓄能技术与冷链物流、绿色建筑、智慧能源等领域深度融合，促进绿色低碳产业高质量发展。

5 深汕水务全要素智慧运营管控平台项目

- 基础设施绿色升级·环境基础设施 -

案例概况

深汕水务全要素智慧运营管控项目，建设单位为深圳市深汕特别合作区深水水务有限公司，设计及施工单位为上海昊沧系统控制技术有限公司，项目投资金额 2200 万元，项目分三期建设，自 2021 年 9 月建设至 2026 年 5 月 30 日。

项目构建了以智慧水务管控平台为核心的技术产品体系，集成物联网、大数据及模型算法，实现水务设施的节能降耗与精细化运营。提供一套应用于公司的集物联网接入采集、一体化中央监控、移动化管控、大数据分析和科学化决策于一体的高度自动化、智能化、智慧化的智慧水务整体解决方案。通过建设智慧水务系统，从数据角度打通水务全业务链条，支撑水务全要素统一管理，提升公共服务水平，实现水务管理跨越式发展。

绿色低碳成效

创新性

以水务全要素一体化管理为核心，融合数字孪生、大数据、物联网及人工智能等新一代信息技术，构建覆盖供水、排水、污水处理及河湖治理等涉水业务的协同管理体系。

构建水务全要素一体化管理模式，实现区域涉水业务协同创新。以“水务大管家”理念为引领，在市政给排水业务基础上，通过市场化方式拓展水库、河道、海堤运营业务，形成覆盖区域水资源和供水管理、市政-镇-村三级污水处理设施及河湖运营的治水体系，拓展海水淡化项目、碧道、湿地等环境业务。作为首个水务全场景、全要素的业务生态圈运行范例，为区域水务高质量发展提供示范。

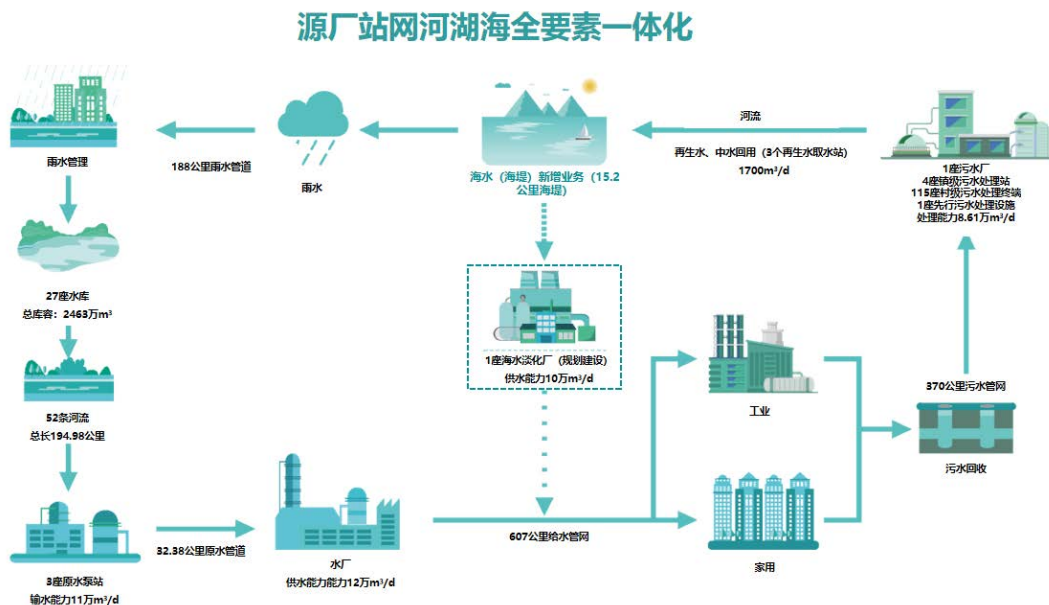


图 5.1 深汕水务全要素业务一体化水循环示意图

创新数字孪生与智能分析技术应用，提升智慧水务精细化管理水平。融合移动互联网、云计算、大数据、物联网及数字孪生等技术，构建多源数据融合和多维指标分析体系，实现水务运行数据实时感知、动态分析和智能追溯。通过统一用户管理与数据共享机制，打破传统业务系统数据孤岛，实现跨部门协同管理和全过程数字化运营，推动水务管理由经验驱动向数据驱动转变。

建立智能预测与智慧调度体系，实现供排水系统主动决策。基于水力模型、机器学习和深度学习算法，构建多水源、多水厂、厂网协同智慧调度机制，实现供水系统优化配置与精准调控。同时建立供排水突发事件仿真推演和应急决策体系，结合水位预测、需水量预测及运行状态分析，实现从事后处置向事前预警、主动决策转变，显著提升区域水资源配置效率和城市水安全保障能力。

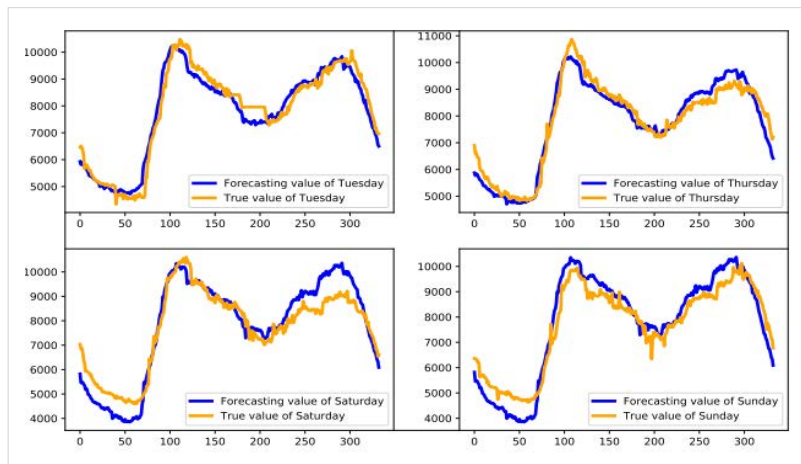


图 5.2 细粒度预测方法预测水位结果



图 5.3 深汕供排水水量平衡模拟分析

示范效益

打造国内首个覆盖水生态全要素的智慧运营管理范例，形成行业示范样板。平台构建了覆盖城乡结合区域的智慧治水体系，服务人口 15 万、管理供水管网 558 公里、排水管网 487 公里、19 座水库、8 座山塘及 52 条河道，为水资源匮乏地区的数字化转型开辟了新路径。平台自上线以来累计汇聚数据 185 亿条，日活用户超过 400 人，有效推动水务运营由经验管理向数据驱动转变，从系统层面实现水资源高效利用与节能降耗。

形成可复制推广的智慧水务建设模式，具备推广价值。平台通过融合智能感知、数据采集与通信、云计算与存储、大数据分析处理与实时仿真模型等关键技术，实现河湖、厂站及管网运营的全面掌控。依托大数据分析和辅助决策功能，有效提升了供水保障能力、水资源配置效率和水环境治理水平。项目在深汕特别合作区的成功实践，对推动水务行业数字化转型和现代化治理具有重要意义。



图 5.4 排水统一调度管控大屏

获得行业权威认可，示范引领作用突出。成果入选住建部“2024 年度智慧水务典型案例”、2025 年度第四届“鼎新杯”智慧水利典型案例等多项行业示范成果，获得国家级和行业级权威认可。平台建设经验和科技成果受到行业广泛关注，为推动水务行业数字化、智能化和绿色低碳转型发挥了积极引领作用。



图 5.5 2024 年度智慧水务典型案例

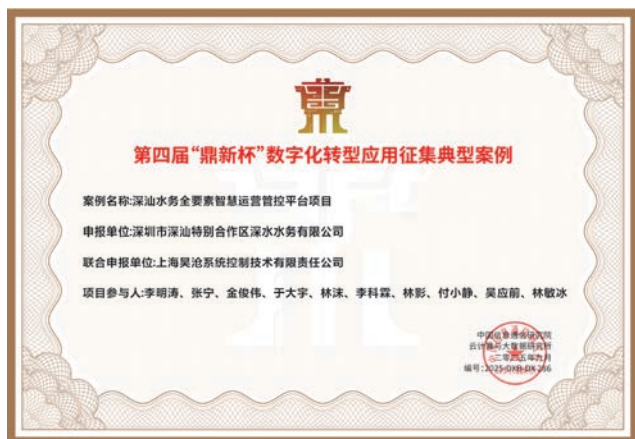


图 5.6 第四届“鼎新杯”数字化转型应用案例

环境效益

智慧调度与漏损管控协同发力，提升水资源利用效率。依托在线水力模型、智能水表和分区计量体系，平台实现供水管网全流程监测与精准调度，原水调度预测精度达到 90% 以上，有效降低输配过程中的无效损耗和水资源浪费。通过持续开展漏损监测与主动预警，推动供水管网漏损率由 50% 以上降至 9% 以下，大幅提升区域水资源集约利用水平。

智能化运行优化能源消耗，有效降低供排水系统碳排放。平台通过智能调度模块优化泵组运行策略和管网压力控制，结合 AI 算法实现供水系统自适应调度，执行“晚开泵、早关泵、优先开能耗低的水泵、优先关能耗高的水泵”的优化策略，推动生产运行由经验管理向智能管理转变。根据行业同类先进技术对比及深汕实际工况模拟测算，实现综合电耗降低约 3.5%，有效减少供排水系统能源消耗。

数字化治理提升生态环境保障能力，助力区域水环境持续改善。平台构建覆盖“源、厂、站、网、河、湖、海”的数字孪生底座，通过流程标准化、运营在线化服务，减少人力投入与资源消耗，实现绿色低碳运营。通过对各级河道考核断面水质进行监测并建立初步水质溯源体系，保障赤石河小漠桥国考断面水质历年达标率为 100%。



图 5.7 供水调度拓扑示意图

经济效益

智慧水务建设支撑区域高质量发展，创造经济价值。平台通过统筹供排水设施和水资源配置，保障重点产业项目及重大工程用水需求。在小漠比亚迪排水处理重点项目的建设过程中，通过智能预测分析和资源统筹调度，有效盘活存量资产与备用设施，减少重复建设投入，实现投资节约超过 2000 万元。

数字化运营推动降本增效，提升水务管理效能。依托统一管理平台 and 智能化运维体系，实现供排水设施集中监管和远程调度，推动水厂、泵站向少人化、智能化运行转型。通过优化设备运行策略、降低人工巡检频次、提升故障预警能力和减少管网漏损，显著降低人力、能耗和运维成本。

推广应用建议

推广应用场景

适用于新区开发建设、流域综合治理等场景，适合多水源供水、多层级污水处理、水资源相对紧缺以及防汛防台任务较重的地区。可广泛应用于供水调度优化、防汛抗旱应急响应、污水处理设施智慧运营、涉水业务



图 5.8 抗旱统一调度指挥大屏

协同管理及水务事件智能处置等领域，实现水资源统一调度、设施智慧运维和应急事件快速响应，提升区域水务治理数字化、精细化和智能化水平。

应用注意事项

根据区域水资源禀赋、基础设施建设水平和管理需求，开展平台架构设计和业务场景适配，避免简单复制建设模式。应重点加强数据标准统一、业务系统互联互通和数据质量管理，确保各类涉水数据有效共享和协同应用。应建立完善的信息安全保障机制和运维管理体系，提高系统稳定性和持续服务能力。对于多部门参与的应用场景，还需强化组织协调机制和业务协同机制建设，推动管理模式与数字化技术同步升级，充分发挥平台综合效能。

产业发展建议

结合区域发展需求，推动传统水务企业由单一供排水运营向全要素、一体化综合治理模式转型，统筹水资源管理、水环境治理、水生态保护及智慧运营等业务协同发展。加强政府、企业及产业链上下游协同联动，推动数据共享和资源整合，促进智慧水务与智慧城市建设深度融合，提高水务基础设施运营效率和管理水平。积极拓展水生态、水文化、水经济等关联业态，推动形成开放协同、绿色低碳、全链条发展的水务产业生态。

致谢

感谢深圳市生态环境局、深圳市发展和改革委员会提供协助

免责声明

本案例集收录内容均由申报单位提供。深圳市标准技术研究院、深圳国家高新技术产业创新中心作为联合发起单位，组织开展案例征集及汇编工作，相关行业专家提供点评。联合发起单位及专家不对案例中的信息和数据的准确性负责。

版权申明

本案例集由深圳市标准技术研究院和深圳国家高新技术产业创新中心共同汇编，并保留所有权利。转载或者引用本书内容请注明来源及作者。如有问题或建议，请联系邮箱：daizhiyou@sist.org.cn，电话：0755-82661706。

