

浙江省减污降碳协同创新区建设

蓝皮书

2023

生态环境部环境规划院
浙江省生态环境低碳发展中心
浙江大学
浙江省生态环境科学设计研究院
浙江省环境科技有限公司

二〇二三年三月

贡献作者

生态环境部环境规划院

严刚 陈潇君 蔡慈澜 宋晓晖 宁淼 郑伟 高涵 陶亚
郑逸璇 薛文博 雷宇 张文静 程亮 张箐 王金南

浙江省生态环境低碳发展中心

吴建 周舟 施行之 倪吴忠 李文娟

浙江大学

高翔 陈玲红 郑成航 吴卫红 姚龙超

浙江省环境科技有限公司

朱剑秋 朱英杰 李欲如

浙江省生态环境科学设计研究院

周洋毅 李斐



序言 / PREAMBLE

我国生态文明建设进入了以降碳为重点战略方向、推动减污降碳协同增效、促进经济社会发展全面绿色转型、实现生态环境质量改善由量变到质变的关键时期。党的二十大报告明确指出，要统筹产业结构调整、污染治理、生态保护、应对气候变化，协同推进降碳、减污、扩绿、增长。面对环境质量改善与温室气体减排的双重挑战，协同推进减污降碳已成为我国新发展阶段经济社会发展全面绿色转型的必然选择。为推动减污降碳协同增效理念落地实施，2022年6月，生态环境部等七部门联合印发了《减污降碳协同增效实施方案》。

作为高质量发展建设共同富裕示范区，浙江省将减污降碳协同增效作为促进经济社会发展全面绿色转型的总抓手。在生态环境部指导下，浙江省先行先试，率先推进全国首个减污降碳协同创新区建设与试点工作，将减污降碳协同纳入2022年“牵一发动全身”重大改革内容，出台《浙江省减污降碳协同创新区建设实施方案》，在协同政策顶层设计、多层次协同模式、多领域协同路径、协同政策机制以及评价考核等方面展开实践，探索减污降碳协同由理论到实践的解决方案，为全国提供可复制、可推广的经验借鉴和实践示范。

在此背景下，生态环境部环境规划院、浙江省生态环境低碳发展中心、浙江大学、浙江省生态环境科学设计研究院、浙江省环境科技有限公司等单位的专家学者共同编纂《浙江省减污降碳协同创新区建设2022蓝皮书》，以政策为导向，以理论为基础，以实践为引领，从减污降碳协同增效政策机制顶层设计、多层次减污降碳协同创新模式、多领域减污降碳协同路径、政策机制创新与能力提升、

工作展望五个方面出发系统梳理、总结了浙江省2022年减污降碳协同创新区建设试点工作的经验与不足。第一章开篇介绍了浙江省开展减污降碳协同创新行动的背景、契机及意义，从实施体系框架构建，创新区建设和减污降碳协同评价考核制度创立三方面，解读了浙江省减污降碳协同增效政策机制顶层设计。第二章聚焦多层次减污降碳协同创新模式，介绍了浙江省通过发挥基层积极性和创造力，在城市、县（区）、园区、企业等层面开展减污降碳协同试点工作的进展及初步成效。第三章针对多领域减污降碳协同路径，择其要点介绍了浙江省在大气、水、固体废物协同治理及新能源、农业等领域开展的减污降碳协同路径探索。第四章关注政策机制创新与管理能力提升，介绍了浙江省利用现有生态环境制度体系，从源头治理和分区管控统筹推进，以政府引导和市场激励两手发力，通过数字赋能和科技赋能双核牵引，将减污降碳协同增效贯穿环境准入、排放源管理、环境监测和执法监管等全过程，打造的减污降碳协同管理新模式。第五章从现有工作进展与不足出发，展望了浙江省作为全国首个减污降碳协同创新区未来工作的发力点与潜力点，以及所面临的机遇与挑战。

本年度蓝皮书以浙江省自2022年至今减污降碳协同增效行动的特色路径与技术范例为基础，在多层次、多领域展现了浙江省协同治理方面的进展与不足，提供了减污降碳协同增效新范式的经验与启示，以期探索建立中国特色减污降碳治理新模式，全面推动贯彻绿色新发展理念，构建新发展格局，推动高质量发展，实现气候、环境、经济效益多赢。

目录 / CONTENTS



1 减污降碳协同增效政策机制顶层设计

- 减污降碳协同增效行动开启新篇章 P02
- 创新示范区建设为绿色发展提供新动力 P03
- 积极探索构建实施体系框架 P03
- 组织创新合力推进创新区建设 P05
- 首创减污降碳协同评价考核制度 P06

2 多层次减污降碳协同创新模式

- 创新城市减污降碳协同模式 P10
- 探索县（市）区减污降碳协同创新模式 P14
- 推动重点产业园区协同创新模式 P17
- 打造重点工业企业协同创新模式 P26

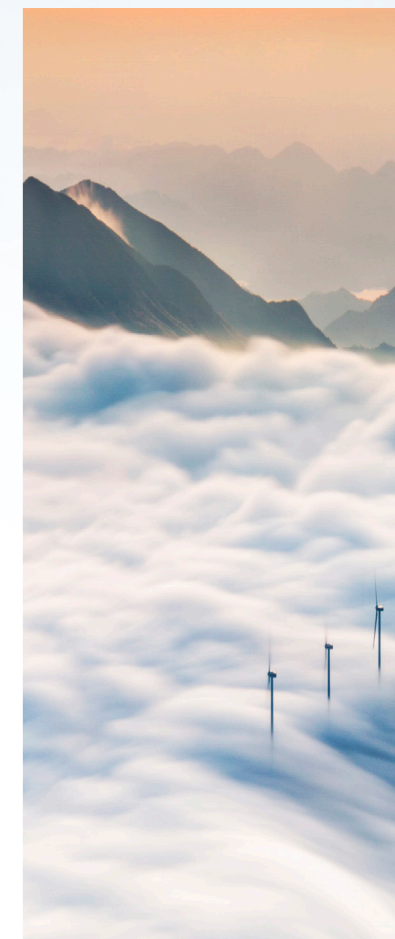
3 多领域减污降碳协同路径

- 大气领域源头替代与协同减排 P28
- 水领域高效处理与再生回用协同治理 P30
- 固体废物资源化利用与协同减排 P33
- 氢能产业发展与利用 P35
- 减污降碳绿色生活模式 P36
- 减污降碳科技创新 P38

4 政策机制创新与能力提升

- 协同政策机制积极创新 P42
- 协同管理能力持续提升 P44

5 工作展望 P47



1 减污降碳协同增效 政策机制顶层设计



1.1 减污降碳协同增效行动开启新篇章



党的十八大以来，我国生态文明建设和生态环境保护取得历史性成就，生态环境质量持续改善，碳排放强度显著降低。但是生态环境保护形势依然严峻，发展不平衡、不充分问题仍然突出，结构性、根源性、趋势性压力总体上尚未根本缓解。与发达国家基本解决环境污染问题后转入强化碳排放控制阶段不同，当前我国生态文明建设同时面临实现生态环境根本好转与碳达峰碳中和两大战略任务，以煤为主的能源结构、以重化工为主的产业结构、以公路为主的运输结构是实现美丽中国目标以及碳达峰碳中和目标的共同挑战。考虑到环境污染物与温室气体排放具有高度同根、同源、同过程特性和排放时空一致性特征，这意味着减污与降碳可统筹谋划、一体推进、协同实施，实现降本增效。

习近平总书记多次就减污降碳协同增效作出重要指示，在2021年4月中央政治局第二十九次集体学习时，提出“要把实现减污降碳协同增效作为促进经济社会发展全面绿色转型的总抓手，加快推动产业结构、能源结构、交通运输结构、用地结构调整”。党的二十大报告进一步明确，要统筹产业结构调整、污染治理、生态保护、应对气候变化，协同推进降碳、减污、扩绿、增长，推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展。2022年6月，生态环境部、国家发展改革委等7部门联合发布了《减污降碳协同增效实施方案》，锚定美丽中国建设与碳达峰碳中和目标，以结构调整、布局优化为关键，以优化治理路径为重点，以政策协同、机制创新为手段，推动加快构建减污降碳一体谋划、一体部署、一体推进、一体考核的制度机制，提出鼓励先行先试，开展区域、城市、园区、企业等不同层面的减污降碳协同模式创新和示范行动，实现多层次、多领域减污降碳协同增效。

1.2 创新示范区建设为绿色发展提供新动力

浙江省作为高质量发展建设共同富裕示范区和国家生态文明试验区，具备开展减污降碳协同增效试点工作的代表性和基础条件，各地普遍具有比较强的改革和创新意识，在绿色发展、现代法治、市场经济、数字智治等方面取得了显著成果，在减污降碳协同路径方面有较大的探索空间。浙江省作为经济强省同时也是资源小省，近年来，其地区生产总值和城乡居民收入稳居全国前列，达到高收入经济体水平，但经济总量和增速距离共同富裕示范区目标仍有差距，经济发展和民生改善任务重。单位国土面积的污染物负荷和碳排放强度高于全国平均水平，资源环境承载压力大，部分地区面临着产业结构偏重、工业化城镇化加速发展、能源消费刚性增长等问题。

协调处理好共同富裕经济发展需求、碳达峰碳中和目标以及生态环境质量改善之间的关系，是浙江省当前面临的现实而紧迫的重大课题。2022年6月，浙江省第十五次党代会提出构建减污降碳协同制度体系。2022年9月，生态环境部复函同意浙江省率先开展减污降碳协同创新区建设，2022年11月下发减污降碳协同创新区建设第一批试点任务清单，要求浙江省在减污降碳协同评价机制、城市创新、激励机制、园区创新和数智赋能等5方面落实试点任务，尽快形成可复制、可推广的阶段性创新成果和经验，推动地区绿色低碳发展，为全国其他地区探索减污降碳协同增效路径作出示范。



图 1-1 《浙江省减污降碳协同创新区建设实施方案》发布

1.3 积极探索构建实施体系框架

为加强政策机制顶层设计，浙江省生态环境厅牵头编制《浙江省减污降碳协同创新区建设实施方案》（以下简称《方案》），历时一年打磨与完善，经省政府同意，于2022年12月联合省发展改革委等八部门共同印发。《方案》按照协同增效、源头防控，政府主导、市场激励，科技引领、优化路径，数字赋能、机制创新四大原则，明确了浙江省“十四五”以及到2030年的主要目标，提出加强源头防控、推进大气污染防治协同控制、推进水环境治理协同控制、推进固体废物污染防治协同控制、统筹保护修复和扩容增汇、开展模式创新、创新政策制度、提升协同能力等8个方面29项具体工作任务，明确创新区建设的32项目标清单、47项任务清单、9项政策清单和24项评价指标体系，为减污降碳协同创新区建设指明了路径和方向。



图 1-2 《浙江省减污降碳协同创新区建设实施方案》框架

表 1-1 浙江省减污降碳协同创新主要政策文件

序号	发布时间	文件名称	发布部门
1	2021.07.08	《浙江省建设项目碳排放评价编制指南（试行）》	省生态环境厅
2	2021.11.05	《省碳达峰碳中和工作领导小组办公室关于公布全省第一批低（零）碳乡镇（街道）、村（社区）及减污降碳协同试点创建单位名单的通知》	省碳达峰碳中和工作领导小组办公室
3	2022.07.19	《浙江省减污降碳协同试点建设推进方案（2022-2025 年）》	省生态环境厅
4	2022.10.27	《省碳达峰碳中和工作领导小组办公室关于公布全省第二批低（零）碳乡镇（街道）、村（社区）及减污降碳协同试点创建单位名单的通知》	省碳达峰碳中和工作领导小组办公室
5	2022.12.12	《浙江省减污降碳协同创新区建设实施方案》	省生态环境厅、发展改革委等九部门
6	2023.01.29	《关于金融支持减污降碳协同的指导意见》	省生态环境厅、中国人民银行杭州中心支行等四部门
7	2023.01.30	《浙江省促进应对气候变化投融资的实施意见》	省生态环境厅、省发展改革委等八部门
8	2023.02.03	《2023 年浙江省减污降碳协同创新区建设工作要点》	省生态环境厅
9	2023.02.06	《浙江省减污降碳协同创新区建设实施方案》厅内分工方案和 2023 年各设区市工作要点及厅内分工	省生态环境厅

1.4 组织创新合力推进创新区建设

浙江省委省政府高度重视减污降碳协同创新区建设，成立工作专班，省生态环境厅主要领导任组长，成员包括省发展改革委、省经信厅、省科技厅、省财政厅、省自然资源厅等 19 个省级有关单位，通过任务清单化、清单责任化、责任闭环化推进创新区建设。创新区建设试点工作开展以来，取得了初步成效，在全国率先发布了减污降碳协同指数，将指数评价结果纳入各设区市污染防治攻坚战和美丽浙江考核，发挥了指挥棒作用；初步建立了减污降碳协同试点激励机制，通过财政专项资金对试点进行补助，建立减污降碳协同项目库，制定出台金融专项支持政策；在城市、园区、企业等层面组织开展了 2 批共 18 个省级试点以及 26 个标杆项目建设，积极推进各类模式创新；发挥数字化改革优势，上线“减污降碳在线”应用场景，建设协同管理“6 个一”应用功能模块。

1.5 首创减污降碳协同评价考核制度

为全面反映并定量表征减污降碳协同增效程度，实现对各设区市减污降碳协同效果和措施进展的评价考核，浙江省生态环境厅组织生态环境部环境规划院等科研院所研究创建浙江省减污降碳协同指数，按季度、年度对全省及设区市减污降碳协同度和措施实施进展开展量化跟踪、评估和反馈。各设区市和工业园区也积极探索对企业减污降碳协同增效指数的研究创建工作。

浙江省减污降碳协同指数的构建综合考虑环境质量改善与降碳效果协同、减污降碳措施协同推进以及协同管理机制统筹融合，提出了涵盖经济发展、环境改善、污染减排、碳排放控制、环境管理等多维度、多领域综合性评价指标体系，包括协同效果、协同路径、协同管理 3 类评价内容，环境质量、碳排放水平、协同耦合度、结构调整措施协同度、治理路径协同度、生态环境管理协同度等 6 项一级指标以及 16 项二级指标和 24 项三级指标。通过协同效果评价，评估环境质量与碳排放现状与变化情况，并量化环境污染与温室气体的协同控制效益；通过协同路径评价，考察能源结构、产业结构和交通运输结构优化措施，以及大气、水、固废、生态等多要素多领域协同治理进展；通过协同管理评价，从资金投入、技术创新、政策创新与能力提升等角度，有效反映并度量各地协同管理效能。

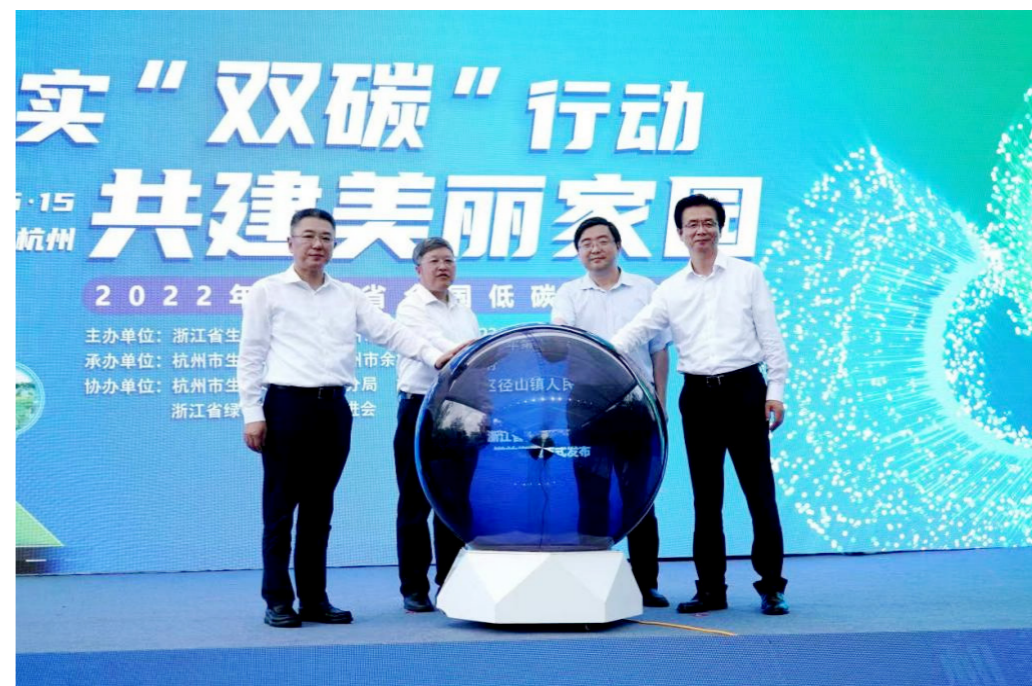


图 1-3 2022 年全国低碳日首次发布浙江省减污降碳协同指数

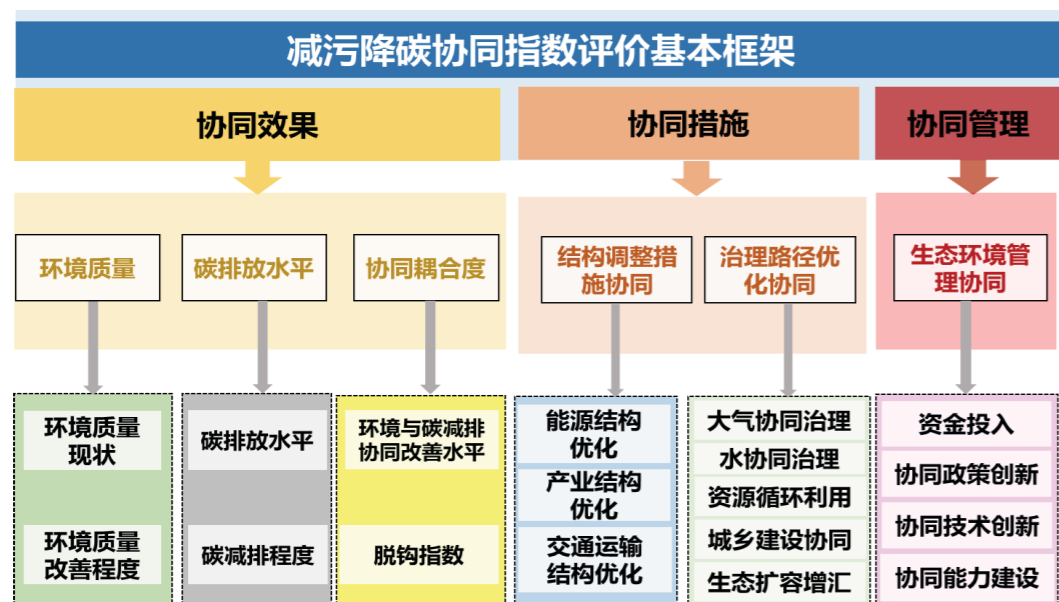


图 1-4 浙江省减污降碳协同指数评价基本框架

截至目前，浙江省已公开发布 2021 年度、2022 年度各设区市评价结果。全省指数平均分分别为 90.63 分、90.92 分，两年排名前三位的城市均为杭州市、衢州市和嘉兴市。其中，杭州市减污降碳工作全方面表现较优，碳排放水平、结构调整措施协同度、治理路径协同度

均位列全省第一。衢州市环境质量改善和碳减排程度高，经济发展与污染物、碳排放已实现脱钩，协同耦合度最好。嘉兴市在生态环境管理协同度方面表现突出。舟山市碳排放水平和结构调整措施协同度存在突出短板。

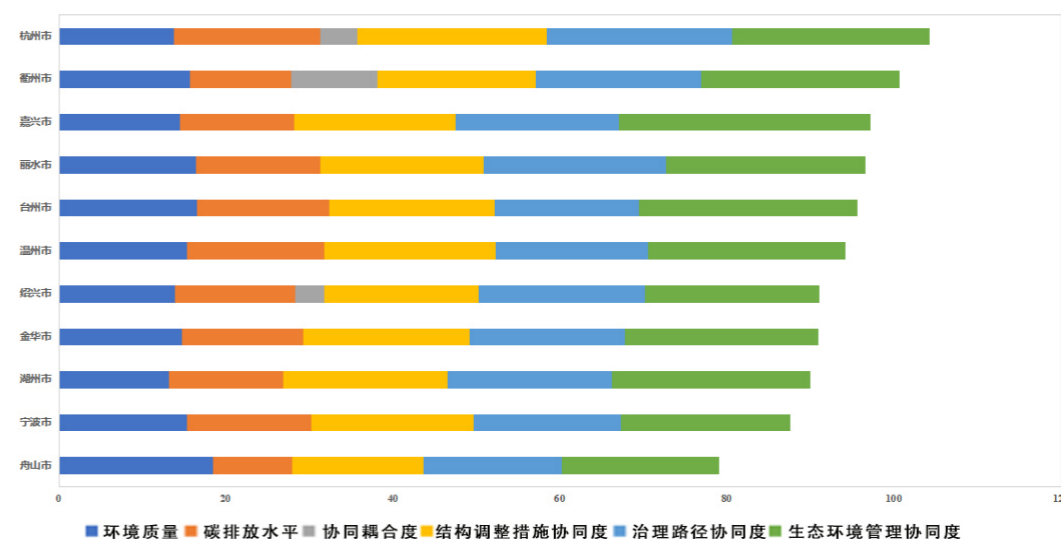


图 1-5 2022 年浙江省设区市减污降碳协同指数评价结果



2 多层次减污降碳协同创新模式设计



为发挥基层积极性和创造力，浙江省生态环境厅探索建立一体化、多层次的减污降碳协同创新模式，在城市、县（市）区、园区等层面组织开展了2批共18个省级减污降碳协同试点，其中包括1个试点城市、5个试点区县、1个试点乡镇以及11个试点园区，并在企业层面开展了26个减污降碳协同标杆项目建设，以期完善减污降碳协同管理制度、技术路径和市场机制，落实减污降碳协同治理。



图 2-1 浙江省减污降碳协同创新试点项目地理位置分布图

2.1 创新城市减污降碳协同模式

针对现代化国际大城市、工业型、数字经济型、生态良好型等不同类型城市，浙江省探索减污降碳协同模式创新与协同实施路径，力求形成一批在全国可复制、可推广的“浙江样板”。2022年重点推进杭州市减污降碳协同试点工作。杭州市以亚运会为契机，探索减污降碳协同创新路径，围绕高质量推进绿色发展、高标准改善环境质量、高水平建设都市生态、高效能推进

政策创新等协同工作目标，在能源领域、建筑领域、交通领域、生态系统扩容增汇和协同管理能力建设等方面，取得了一系列创新实践成果。

完善基础设施，推动清洁能源综合利用。萧山国际机场完成天然气分布式能源供应，滨江区完成氢能加气站建设工程；钱塘区、余杭区、滨江区建设一批虚拟电厂，实现工业余热蒸汽梯级利用，低品位能源综合利用；以白鹤滩-浙江特高压直流工程项目建设为契机，推进光伏、生物质、地热等新能源开发利用。亚运场馆、亚运村（分村）、接待饭店等亚运保障常规电力使用绿色电力，亚运火炬使用清洁燃料。



图 2-2 杭州萧山国际机场三期能源中心分布式能源系统

规划标准先行，推动建筑领域协同转型。编制发布《第 19 届亚运会绿色健康建筑设计导则》《第 19 届亚运会场馆建筑室内空气污染控制导则》《大型赛事活动绿色低碳运营指南》等标准导则，将减污降碳协同理念融入到亚运场馆设计、建设施工、赛后利用的全生命周期过程，形成一批绿色标准、绿色科技、绿色建材、绿色工法，并向社会应用延伸；建成一批绿色示范项目和绿色施工示范工程，运河亚运公园体育馆等 5 个项目取得三星级绿色建筑标识，12 个项目取得二星级绿色建筑标识，杭州亚运村被授予浙江省首个国家绿色生态城区二星级设计规划标识，杭州奥体中心体育场、游泳体育馆、综合训练馆入选全国建筑业绿色施工示范工程；楼宇数智低碳运行策略首次应用于亚运场馆，构筑了大莲花场馆降碳提效智能绿网，实现边缘能效提升、减污降碳分析“双策协同”。



图 2-3 杭州奥体中心“大莲花”体育场

完善公交网络，推进交通出行绿色高效转型。打造杭州“三枢一轴”综合交通枢纽群，实现萧山国际机场、火车东站、杭州西站三大枢纽 45 分钟高效联通；构建由轨道交通、骨干公交、支线公交等构成的公交网络，推行“公交+自行车+步行”的城市交通模式；建成以新能源和清洁能源为主体的城市客运车辆结构，杭州主城区公交车 100% 更换为新能源汽车，城市绿色出行比例达到 76.6%，绿色出行服务满意度 90% 以上。



图 2-4 杭州市新能源公交车

2.2 探索县（市）区减污降碳协同创新模式



加强生态建设，提升城市生态环境品质。以绿色亚运会为契机，高水平实施城市环境品质提升和自然生态保护与修复行动。推动亚运景观与城市风貌、市容环境、自然生态有机融合，打造一批生态环境优美、健身设施完善的亚运场馆和健身公园，建成 4000 平方米以上公园绿地超 90 处、城市小公园 53 个，为市民营造绿色便捷的全民健身体育空间。加强赛前环境污染高标准治理，推广挥发性有机物治理“绿岛”项目，实现多个园区企业减污降碳协同；开展“无废亚运”创建，提升全市固体废物三化处置水平。加强赛时环境质量高效保障，建立集监测预警、会商研判、指挥调度、协同处置、巡检督察等功能为一体的重大活动环境质量保障指挥平台。



图 2-5 杭州市拱墅运河体育公园

开展全民参与，提升减污降碳意识。杭州市发动 183 万人次参加“我为亚运种棵树”活动，累计植树 540 余万株，建设亚运会碳中和林 9 处。开展“人人 1 千克、助力亚运碳中和”活动，普及绿色低碳知识，鼓励践行绿色生活方式，首次把绿色生活、互联网参与、减污降碳等工作有机融合，截至目前参与人次已达 1.02 亿。

浙江省以杭州市余杭区、宁波市镇海区、嘉兴市嘉兴港区、金华市武义县和丽水市青田县为试点，开展县（市）区减污降碳协同创新模式探索，其中嘉兴港区与余杭区模式创新工作已取得初步成效。

2.2.1 嘉兴港区减污降碳协同创新模式

嘉兴港区是嘉兴市市属两大开发区之一，管理范围为平湖市乍浦镇域 54.28 平方公里，辖 21 个村（社区）。化工新材料产业已成为嘉兴港区支柱产业，形成聚碳酸酯、有机硅、环氧乙烷、PTA、甲醇制烯烃等多条具有行业竞争力的产业链。嘉兴港区以创建国家生态工业园区为重要契机，积极探索港区减污降碳协同实施新路径，加快推动港区绿色低碳循环发展，在项目准入、产业循环化、资源集约化、污染物协同治理以及数字化管控等方面开展了一系列工作，成效较为显著。

设立绿色发展指数，严格项目准入。嘉兴港区发布全国首个化工园区绿色发展报告，设立绿色发展指数，编制园区“双碳”实施路径专项报告，引导产业绿色转型。实施环评碳排放评价全行业覆盖，优选项目及减污降碳方案，严格项目准入，倒逼企业低碳转型。

建立循环经济产业链，推进废弃物综合利用。港区构建硅材料产业链、环氧乙烷产业链、橡塑材料产业链、以 PTA 为原料的下游产业链、以乙烯丙烯为原料的下游产业链等五大循环经济产业链，实现园区企业副产品和余热、中水、低浓度酸、炉尾气、三氧化硫等废弃物回收利用。预计年减少 COD（Chemical Oxygen Demand，化学需氧量）排放 140 吨、CO₂ 排放 64 万吨。



图 2-6 嘉兴港区减污降碳协同路径

推广高效节水技术，实现资源集约化利用。港区推广高效冷却、洗涤、循环用水、废污水再生利用等节水技术。嘉化能源输出蒸汽全部实现冷凝水回收利用，形成“蒸汽-冷凝水-锅炉上水”循环经济，每月可回收周边企业蒸汽冷凝水约 2.5 万吨，节约标煤约 1630 吨，减少 CO₂ 排放约 4300 吨。

构建氢能产业及供应链，推动化工副产氢能综合应用。发挥化工新材料园区绿色副产氢资源优势，积极构建氢能供应链、产业链，建设 1.4 平方公里氢能产业园，加快构建氢能交通体系、绿色制造体系。恒化纤利用副产氢供热，年节约天然气 3800 万立方米，减碳 7.51 万吨；启动首条城际氢能公交线路、在嘉兴港首批投运 50 台氢能重卡，年减碳 6000 吨以上，投入使用加氢站 2 座。



图 2-7 嘉兴港区化工、氢能双链融合模式

2.2.2 杭州市余杭区数智管理协同创新模式

杭州市余杭区具有第三产业占比高、高新企业数量多、生态环境基础较好等特点。针对排放家底不明确、减污降碳管理协同性不足、企业降碳路径不清晰三个主要问题，余杭区以生态环境数字化改革为抓手，建设上线“余杭碳眼”减污降碳协同管理应用，集成 252 项数据，建立 36 项评价指标，构建 1 个全景驾驶舱、2 个用户端（企业端及政府端）、4 个子场景的“1+2+4”架构。“余杭碳眼”通过搭建“碳普查”“碳分析”“碳管理”“碳服务”四个子场景，实现污染物及碳排放情况动态监测、科学评估、协同管理，助力污染防治从注重末端治理向注重源头预防的有效转变。



图 2-8 “余杭碳眼”—减污降碳协同管理场景应用

(1) 碳普查子场景

归集能源数据仓库（一体化平台）、企业上报、在线监测等多数据来源，集成电力消耗、水资源消耗、大气污染物排放、固体废弃物产量等 252 项数据。通过数据交叉验证模型校验数据准确性，建立真实可靠的企业排放账户，摸清区域、行业、企业碳排放家底。截至 2022 年底，已建立重点企业排放账户 636 家，占规上企业及排污许可重点管理企业总数的 88%。

(2) 碳分析子场景

碳排放综合分析。“区域分析”根据年度温室气体排放清单编制结果，分析全区总体的温室气体排放情况和构成；“行业分析”比较不同行业污染物排放与碳排放情况，建立行业排放管理基准线；“企业分析”可对不同企业多元信息进行比对，识别重点管控对象。

减污降碳协同分析。聚焦碳排放与主要大气污染物排放具有的“同根、同源、同时”特征，通过分布分析、趋势分析、相关系数分析等方法，识别碳排放与大气污染物排放协同管理关键环节，降低政策设计成本、提升环境管理效能。

碳达峰推演。分析影响碳排放强度的因素，建立区域碳达峰路径推演仿真模型，通过调整人口数、区域人均 GDP、能源强度、能源消耗碳排放强度等参数，模拟不同政策背景、产业条件下，区域未来碳排放趋势和碳达峰时间，为区域经济、产业政策的制定提供参考。

(3) 碳管理子场景

碳排放目标责任分配。根据历史法、基准法、熵权法等分配方法，建立自动分配模型，可将碳排放控制目标责任分配到各行业和企业，并根据行业特征和上级部门要求进行动态调整，为“能耗双控”向“碳排放双控”转变做好支撑。

减污降碳协同增效指数。集成企业单位产值污染物排放、单位产值碳排放、非化石能源占比、工业固废综合利用率、亩均税收等数据信息，按照企业减污、降碳、协同、增效4个维度量化赋分，并根据指数评分结果将企业分为“红黄绿”三类。相关部门可为评级绿色企业提供税收补贴、低息贷款等政策支持，为评级黄色、红色企业定期开展低碳转型帮扶指导，对接提供碳中和规划咨询、减污降碳技术改造等服务。

排放权有偿使用与转让。系统可自动比对企业碳账户与碳排放目标数据，超额完成目标的企业可在线发起碳排放权转让，系统经过合法性校验后，未完成碳排放权目标的企业可进行购入，实现排放权有偿使用与转让，推进转让记录可查询，碳排放权可追踪。

(4) 碳服务子场景

通过企业碳账户数字化管理，帮助企业掌握自身及同行业排放情况，激发内在减排动力；探索碳普惠减排交易机制，汇集区内林业碳汇、企业减排量等碳普惠资源，助力企业实现碳排放权与碳减排量使用高效化、利益最大化；打造碳服务商城，根据企业指数测算分项得分，针对性推荐减污降碳咨询服务、技术服务、金融服务、绿色认证服务等，打破绿色资源获取壁垒，降低企业转型成本，真正实现全域污染物排放减量和碳排放降低。

2.3 推动重点产业园区协同创新模式



浙江省聚焦石化、化工、化纤、纺织印染、造纸、建材、钢铁、电镀等重点行业产业园区，积极探索符合园区特点的减污降碳协同创新模式，促进资源能源集约节约高效循环利用，提升基础设施绿色低碳水平。自2021年工作启动以来，浙江省11个产业园区先后开展了减污降碳协同试点工作，其中以台州湾经济技术开发区医化园区、宁波石化经济技术开发区、杭州湾上虞经济技术开发区为代表的创新模式取得了积极成效。

2.3.1 台州湾经济技术开发区医化园区全产业链协同创新模式

台州湾经济技术开发区医化园区（临海头门港医化园区）位于浙江省临海市，园区规划总面积为17.1平方公里，园区内已形成“医药中间体-原料药-制剂”完整产业链，2022年完成工业产值315亿元。医化园区在产制造企业共80余家，拥有22家上市企业及其子公司，31家国家高新技术企业，2021年11月入选第一批省级减污降碳试点。



图 2-9 台州湾经济技术开发区医化园区航拍图

园区将减污降碳协同增效作为全面绿色转型重要抓手，政企投资合计37.1亿元，开展23项重点项目，在制度创新、废气吸附回收、废水分质分类回用、废盐资源化利用、CCUS、碳足迹认证等方面先行探索，构建医化行业全流程、全方位、全链条的减污降碳协同路径。园区围绕“绿色药都”开展减污降碳协同试点建设，产生经济效益约23.6亿元。其中，龙头企业华海药业通过开展溶剂回收、厂区电网改造、废盐资源化、废水综合处理能力提升等项目，每年节约成本约2000万。园区环境信访投诉明显减少，49个监测点位的高锰酸盐指数、氨氮、总磷等指标总体稳中向好，2022年园区总挥发性有机物（TVOC）均值浓度为212微克/立方米，较2021年（295微克/立方米）同比下降28%，环境质量持续提升。



图 2-10 台州湾经开区医化园区创新模式示意图

聚焦制度创新，建立医药化工行业碳评价制度。建立临海医药化工行业碳评价制度，对纳入排污许可的企业，实行碳排放报告全覆盖管理，有效摸清企业碳排放现状。基于企业碳排放摸底情况，设定园区医药行业单位工业增加值碳排放准入参考值，不断强化医药化工项目准入门槛，推进项目实施过程中的碳排放管理。

推动绿色发展，构建医化行业全流程减污降碳路径。组织园区 51 家企业编制并评审《一企一策减污降碳协同增效方案》，梳理形成医化行业全链条减污降碳路径。鼓励医化企业采用酶催化、微通道等绿色工艺或装备，推进医化废水分质分类回用、废气吸附回收、废盐的资源化利用等措施。与传统化学合成工艺相比，酶催化绿色工艺吨产品蒸汽消耗减少 30%，电力消耗量降低 17%，有机溶剂消耗量减少 40%。

推进废气源头分质分类收集，源头密闭化改造和强化废气预处理。新增大孔树脂回收、有机渗透膜吸收装置等废气预处理治理设施，推进厌氧废气进蓄热式焚烧炉（RTO）安全焚烧，2021 年挥发性有机物（VOCs）减排约 2000 吨，折算减少 CO₂ 约 6.7 万吨。建设“清新园区”预警监控体系，建立园区大气污染物指纹库，对异常企业实现闭环管理，目前园区公共区域 TVOC 浓度稳定在 300 微克 / 立方米以下。

废水站提质增效，推进企业废水分质分类精细化管理。开展高浓度废水处理匹配能力核查，有效管控废水站进水浓度和处理负荷，提升废水稳定达标排放能力。华海药业从高盐废水中进一步分离提纯溴化钠，实现年产 500 吨溴化钠联产，年增效 1100 万元。燎原药业从高浓度

水分类提纯七水合硫酸镁、对甲苯磺酸钠等，年减少废水站处理 4000 吨高浓废水，实现增效 1300 万元。

以“无废园区”建设为抓手，推进固体废物污染防治协同控制。规范企业自建废液焚烧炉的建设标准，全面完成企业危废堆放场标准化改造。推进联创环保废溶剂回收扩建项目，实现年回收 2.48 万吨废溶剂，废溶剂品种新增 13 类 1.2 万吨。引进星河环境完成 2 万吨 / 年废盐资源化利用和 3 万吨 / 年危废焚烧项目建设，引进航天环保工程技术研究院开展医化行业废盐绿色处置及资源化利用。推进德长环保危废焚烧线节能和烟气达标改造，实现节能 3095 吨标煤，增加外送蒸汽 2.29 万吨。

聚焦碳捕集，推进海畅 CCUS 标杆项目。项目采用“变温吸附 + VPSA 低压变压吸附 + 催化氧化 + 低温精馏”生产工艺，回收天然气制氢和甲醇制氢排放的 CO₂，产品纯度为 99.9998%，达到高纯 CO₂、电子级 CO₂、食品级 CO₂、医用级 CO₂ 标准。该技术比常规变压吸附 CO₂ 回收技术能耗低约 50%，回收率达到 95%，每年可回收 CO₂ 约 3 万吨，增加收益 450 万元 / 年。



图 2-11 海畅气体二氧化碳回收提纯项目现场图

2.3.2 宁波石化经济技术开发区资源高效利用协同创新模式

宁波石化经济技术开发区，位于浙江省宁波市镇海区东部，是国家级“绿色园区”，园区规划总面积为 42.5 平方公里。2021 年园区实现规上工业总产值 2370 亿元，拥有规模以上工业企业 99 家，已形成上游石油加工为主导、多元化产业源头及中下游化学品产业配套发展的上下游一体化的石化产业体系，“油头化尾”的产业链基本成形。



图 2-12 宁波石化经济技术开发区

设立新项目引进标准，严把项目准入关。新引进项目须符合国家产业结构调整目录的鼓励类项目，工艺技术水平、单位产品能耗水平须达到行业领先水平，且投资强度不低于 350 万元/亩，亩均税收和亩均销售须分别达到 45 万元和 500 万元以上，新布局符合上述标准的优质项目 11 项。

打通企业能源利用通道，实现能源梯级利用。富德能源利用甲醇制烯烃生产设施的低热低压蒸汽发电，年发电量达 640 万千瓦时，年节约标煤 2000 余吨；镇海炼化 150℃ 高温热水供给金海晨光，金海晨光将利用后的 100℃ 低温热水作为冷却水返回至镇海炼化，实现企业间余热余压利用、蒸汽冷凝水回收等能源梯级利用；四明化工企业产生的合成废气经混合燃烧后发电再回用给企业，同时产生的 110℃ 热水供给久丰热电、镇洋化工，实现能源高效、循环、梯度利用。

构建四大循环产业链，推动资源循环化利用。积极构建并逐步形成以烯烃、芳烃产品链为主导，以石化副产品综合利用、副产 / 基础化工综合利用为辅助的四大循环产业链。例如，镇海炼化生产乙烯、丙烯、苯等 10 多种产品供应给园区内其他企业，多家企业的 H_2 、 CO_2 、 Cl_2 等实现互供。废弃物资源化利用方面，以“无废园区”建设为契机，建成 1200 吨 / 日垃圾焚烧、550 吨 / 日危废焚烧、6 万吨 / 日再生水回用、3 万吨 / 日工业污水、500 吨 / 日污泥处置等项目。



图 2-13 宁波石化经济技术开发区高标准化工管廊现场图

建立光伏、 CO_2 利用项目，挖掘绿色产业发展潜能。积极开发“光伏 + 工业”工程，在石化区标准厂房屋顶及车棚顶建设集中连片光伏设施，打造分布式光伏示范区，优化企业用能结构，并网容量 1.3 万千瓦。同时，建成大型光伏项目，总装机 190 兆瓦，年发电量超过 2.09 亿千瓦时。鼓励将 CO_2 转化为高附加值化学品，现有 45 万吨食品级 CO_2 生产能力和 3.6 万吨 CO_2 转化利用能力。



图 2-14 屋顶集中连片光伏设施现场图



图 2-15 杭州湾上虞经开区减污降碳协同增效数智平台

(2) 源头减量，推动绿色低碳循环发展

构建供应链协同关系。建立产品、原辅料、危废等信息库，产品通过意向平台直接促成交易，危废经安全评估后“点对点”利用。年促成产品供应链协同 1 万吨以上，危废资源利用 6 万吨，减碳 8000 吨以上。**驱动工艺设备技术革新。**26 家企业推广应用微通道、管式反应、分子蒸馏等新工艺新设备，从源头减少能源使用和废物产生，平均碳减排 20.8%、固废减量 38.4%。**推动绿色产业集群发展。**打造集“项目孵化+产品研发+产业化生产”于一体的产业协同创新中心和中试基地，推动绿色制造领域战略性新兴产业融合化、集群化、生态化发展。

2.3.3 杭州湾上虞经济技术开发区数字化改革协同创新模式

浙江杭州湾上虞经济技术开发区在推进减污降碳试点过程中牢固树立数字化改革思维，积极探索政策协同、机制创新手段，形成了“平台+制度+技术”的创新应用成果，走出了一条产业园区减污降碳协同新路径。

(1) 数智评价，量化减污降碳成效

构建实时感知网络。贯通 9 部门 19 类感知数据，普及能耗监控和污染源在线监控设备，园区监管实现“流程再造、高效协同、整体智治、一张网通管”。**创建指数评价体系。**从污染物排放、碳排放、资源化利用等 8 个维度，科学合理设计分析模型，首创企业层级减污降碳协同指数评价体系。**拓展评价体系应用。**引入“红黄绿”三色评价标准，设置智能诊断系统，否决高耗低效项目 15 个，改造提升存量项目 8 个。

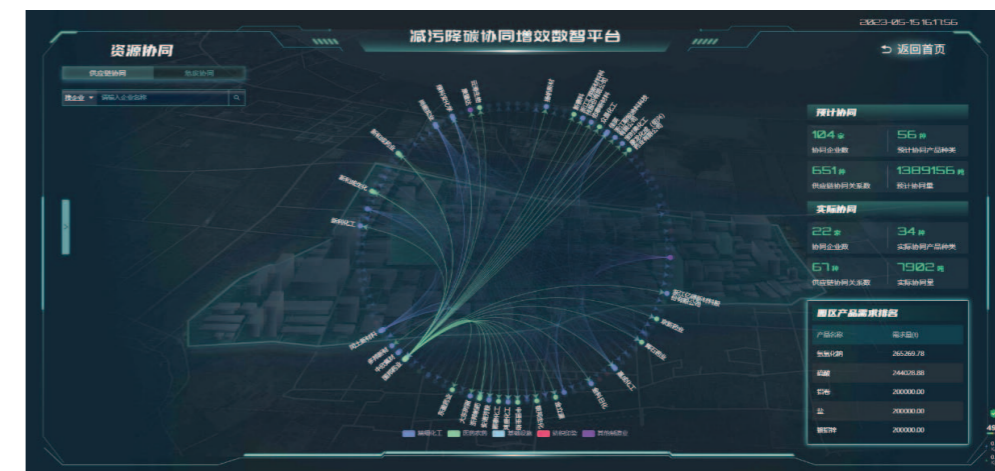


图 2-16 供应链协同关系图谱

(3) 清洁高效，促进能源体系低碳转型

构建低碳能源供给体系。推广应用分布式光伏发电和光建一体化项目，光伏装机容量达到5万千瓦，年发电量5684.9万度，减少碳排放约4万吨。**构建能源治理体系。**对年综合能耗一千吨标煤以上重点用能企业开展“全覆盖式”用能评估、节能诊断工作，助力企业节能增效。**实施清洁能源替代。**园区2家企业淘汰原有“煤制氢”生产设备，改造升级天然气制氢装置，彻底解决“煤制氢”高污染、高能耗以及硫化氢异味问题，每年减少碳排放约2.8万吨。



图 2-17 天然气制氢装置

(4) 市场分配，排污要素提质增效

建立节余指标核算体系。通过污染源在线监控和排污许可数据归集，建成节余排污指标“自核算”系统，核算包括化学需氧量、氨氮在内的节余排污指标1277吨。**完善政府激励奖补制度。**由政府建立节余排污权周转池，企业将节余排污指标申报入池后即可获得资金奖补，每年减免排污权有偿使用费约400万元，充分激发企业减排积极性。**拓宽节余指标利用途径。**创新排污权租赁，以周转池“共享”+“租赁”的模式，为9家企业解决排污权缺口89吨，保障企业项目顺利运行，避免经济损失超2亿元。

2.4 打造重点工业企业协同创新模式



浙江省聚焦污染物和二氧化碳排放量大、环境治理绩效提升空间大的石化、化工、化纤等重点行业，推动26个减污降碳协同创新标杆项目建设，基于企业自身特点和减排需求，积极探索工业企业减污降碳协同治理路径，取得了积极成效。标杆项目主要包括大气环境协同治理工程、水环境协同治理工程、固废资源化利用工程、多领域集成治理工程、清洁能源工程等不同类型，初步建立浙江省减污降碳协同标杆项目库。

专栏 1 浙江省减污降碳协同治理标杆性项目

- 杭州市：** (1) 海正药业（杭州）有限公司减污降碳协同工程
(2) 桐庐县储能+光伏建筑一体化+充电桩改造工程
(3) 传化科技城可再生能源项目
- 宁波市：** 金海晨光北区工厂新建TO炉及配套余热锅炉项目
- 温州市：** (1) 中国鞋都分散吸附-集中再生活性炭法VOCs治理工程
(2) 巨一集团减污降碳协同示范工程
(3) 振先环保不锈钢酸洗废水资源化利用工程
- 嘉兴市：** (1) 平湖荣成环保科技有限公司热电节能减煤技改项目
(2) 嘉兴港区工业污水处理绿色零碳项目
(3) 物产中大（桐乡）水处理AI智慧管理和中水合理化应用示范工程
(4) 海宁恒骐环保科技有限公司聚酯汽提尾气有机物回收利用项目
(5) 海宁市尖山新区减污降碳数字化改革项目
- 湖州市：** 湖州市富民生物能源技术公司秸秆（稻草）固化成型项目
- 绍兴市：** 浙能绍兴滨海热力分布式光伏项目
- 金华市：** (1) 浙江普洛家园药业综合节能技改项目
(2) 浙江华川实业集团污水沼气和城市污泥资源化利用及气冷电多联供技术开发项目
- 衢州市：** (1) 龙游经济开发区污水处理厂三期扩建项目
(2) 龙游经济开发区中水回用及配套工程
(3) 浙江金励环保纸业公司减污降碳示范工程
(4) 柯城区“一村万树”碳汇林试点工程
- 舟山市：** 浙能中煤舟山煤电1号汽轮机通流提效改造项目
- 台州市：** (1) 临海市星河环境科技有限公司工业废物综合处置及利用项目
(2) 德长环保有限公司工业固废焚烧线设备改造提升节能减碳项目
(3) 元创科技股份有限公司绿色生产示范基地
- 丽水市：** (1) 丽水开发区绿岛项目（废溶剂回收中心）
(2) 青田县稻鱼共生系统减污降碳工程

3 多领域减污降碳协同路径

面对环境质量持续改善与温室气体减排的双重任务，浙江省坚持开拓创新思路，寻求大气、水及固体废物领域的减污降碳协同治理路径，提升多领域减污降碳协同治理水平，减污降碳协同增效工作取得积极成效。

3.1 大气领域源头替代与协同减排



凭借在大气污染防治工作中积累的宝贵经验，浙江省积极推进石化、化工、水泥、钢铁、工业涂装等行业绿色低碳发展，加强工业源大气污染物与温室气体协同控制，开展低挥发性有机物（Volatile Organic Compounds，简称 VOCs）含量原辅材料和产品源头替代、建设 VOCs 集中处理“绿岛”项目、推进燃煤电厂减污降碳协同等工作。

3.1.1 低 VOCs 含量原辅材料源头替代

浙江省作为制造业大省，涉及使用含 VOCs 原辅材料的行业众多，自 2020 年以来，开始推动低 VOCs 含量原辅材料替代溶剂型原辅材料。除了国家大力推动的集装箱制造、工程机械制造、木质家具制造、汽车整车制造、汽车零部件制造、钢结构制造等行业外，在金属制品制造、开关面板制造、铅笔制造、眼镜制造、电摩配制造、船舶修造、纺织（涂层）和合成革制造等行业均开展了试点推进工作。通过搭建企业、行业协会、原辅材料上下游企业桥梁，创新分行业源头替代评价及长效管理体系，推动企业使用低 VOCs 含量原辅材料，也推动了涂料、油墨、胶粘剂等原辅材料生产企业的绿色转型。2020-2022 年浙江省超过 1800 家企业开展了源头替代工作，减排 VOCs 约 1 万吨，同时也削减了 VOCs 治理设施消耗燃料或电能所带来的碳排放。



图 3-1 浙江省低 VOCs 含量原辅材料源头替代

3.1.2 温州市 VOCs 治理活性炭集中再生实践

温州市整合活性炭终端吸附用户、闭环运输系统和集中再生企业，建立了分散吸附 - 集中再生活性炭法 VOCs 治理体系。区域内所有涉 VOCs 排放企业的治理设施进行了活性炭吸附法改造，由建设单位投资建设或委托专业技术团队对设施进行运维管理。通过引进国内先进设备厂商提供的成套废活性炭处理设备，该治理体系可年处理废活性炭 1 万吨，再生活性炭 8000 吨。整个体系的管理由活性炭分散吸附 - 集中再生信息管理平台支撑，包括采集终端设施的运行数据和更换数据、再生企业生产及库存信息、活性炭更换预警信息等。三期项目完成后，可实现整体减排 VOCs 500 吨 / 年、CO₂ 2500 吨 / 年，能耗下降 25%。

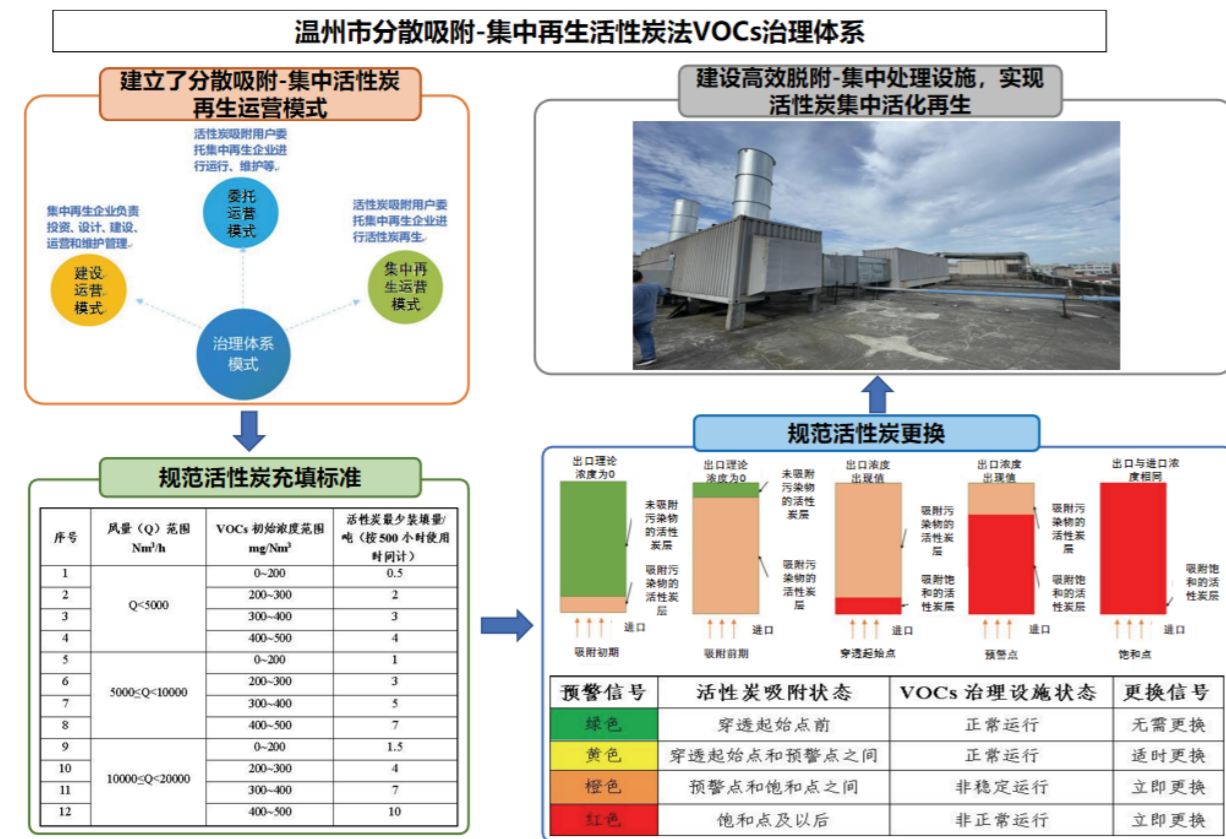


图 3-2 温州 VOCs 治理活性炭集中再生实践

3.1.3 嘉兴市低碳燃料掺烧示范项目

嘉兴新嘉爱斯热电有限公司低碳燃料掺烧耦合多能互补低碳供能示范项目，可实现常规 / 非常规污染物与 CO₂ 协同减排，是浙江省内首批实现燃煤循环流化床锅炉烟气超低排放及智能化调控的企业，年处理污泥量 80 余万吨，年消耗农业废弃物（秸秆）20 余万吨，替代标煤 13.5 万吨 / 年，减少 CO₂ 排放量约 34.6 万吨，同时项目建有厂区屋顶分布式光伏 1.251 兆瓦，利用太阳能替代部分煤炭实现减污降碳。



图 3-3 新嘉爱斯热电有限公司生物质综合利用发电供热技术现场图

3.2 水领域高效处理与再生回用协同治理

目前，浙江省嘉兴市、衢州市、杭州市已在工业污水处理厂、城镇污水处理厂和造纸、制药等工业企业中逐步开展水处理减污降碳协同技术应用，其协同方向和路径主要是污水处理工艺流程优化和污水资源化利用，开展了低碳高效污水处理技术改造、智慧化调度运营、碳源替代、能源资源回收等实践。

3.2.1 衢州市低能耗脱氮及生物降解技术改造

衢州市采用低碳高效污水处理技术，在实现水污染物高效处理的同时，降低电耗和治理设施建设期的间接碳排放。衢州市龙游县城北污水处理厂采用初沉隔油池+高效一体化生物反应器+高效沉淀池+滤布滤池的工艺流程，实现好氧颗粒污泥新型技术的工业化应用。通过球状分层密集颗粒污泥系统，实现高生物量浓度和高污泥沉降速度，同步完成硝化、反硝化和生物除磷，并以独立反应器代替二沉池和单独厌氧缺氧区，减少机械设备运行能耗和占地。相比应用传统活性污泥法，该污水厂减少建设期 CO₂ 排放 2520 吨，节约运营期电耗 109.6 万千瓦时/年，排泥量减少 15% 以上，占地面积和吨水电耗与 A²O 相比分别下降 30% 和 81%。



图 3-4 污水处理装置现场及污泥颗粒培养图

3.2.2 嘉兴市硫代碳反硝化 - 含硫废水替代碳源实践

嘉兴市采用反硝化工艺技术革新和污水厂碳源替代的方式，减少污水处理过程直接和间接碳排放，并实现工业园区 PDH（丙烷脱氢制丙烯）企业含硫废水的集中和协同处置。嘉兴市嘉兴港区工业污水厂实施 3 万吨/日硫代碳反硝化污水处理工艺扩建工程，同步建成工业园区污水专管分质收集系统和 1 万立方米/日沼气发电工程。通过硫反硝化代替碳源反硝化，将园区企业含硫废水代替有机碳源进行资源化利用，形成工业园区废水集中协同处理和减污降碳的综合解决方案。与改造前相比，减少上下游企业自处理设备投资运行成本 2500 万元，节省电耗、药耗 20% 以上，碳减排效益 1.8 万吨/年，综合效益超过 7000 万元/年。

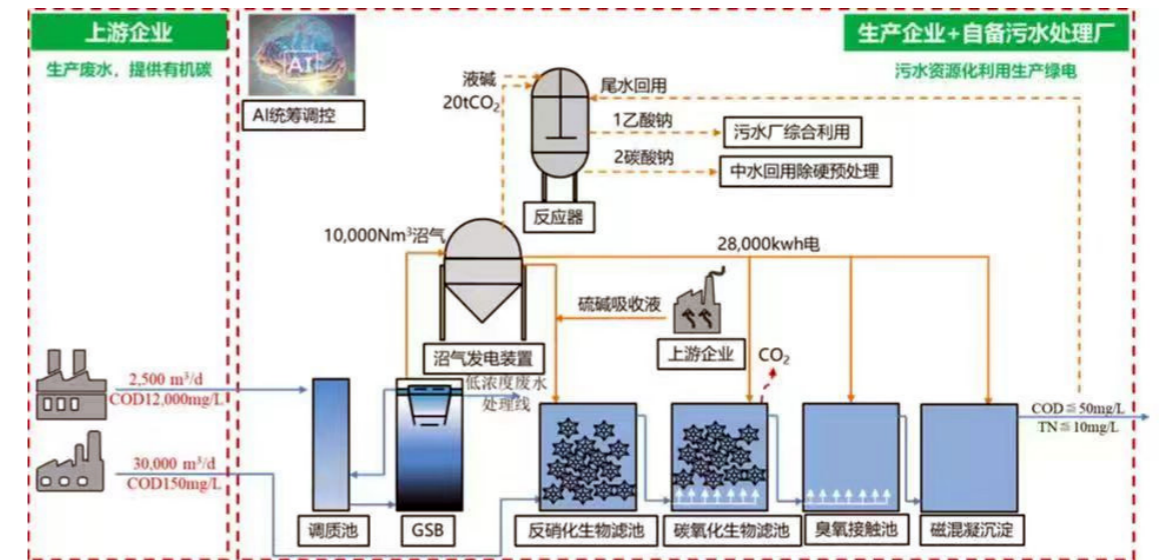


图 3-5 硫代碳反硝化工艺流程图



图 3-6 硫代碳反硝化污水处理装置现场图

3.2.3 嘉兴市污水处理智慧调度运行实践

嘉兴市通过将智慧管理系统应用于污水厂数字化建设，在节能降耗的同时提高污水处理效率，实现污水处理过程的减污降碳协同增效。物产中大（桐乡）水处理有限公司实施 AI 智慧管理减污降碳协同增效示范工程，通过智能感知元件的安装和使用，实现 20 万吨/日的污水厂运行数据在数据中心汇集使用，并将人工智能技术用于运行调控的大数据分析、智慧决策和控制执行。智慧管理系统确保出水水质稳定达到浙江省清洁排放标准，实现了曝气、加药工艺的智慧化控制，醋酸钠等药剂投加量和运行电耗分别下降 21.2% 和 18.7%，折合 CO₂ 减排量超过 0.8 万吨；节省风机能耗 62% 以上，减少碳源投加量 95% 以上，全系统可实现运维费用减少 864 万元/年。

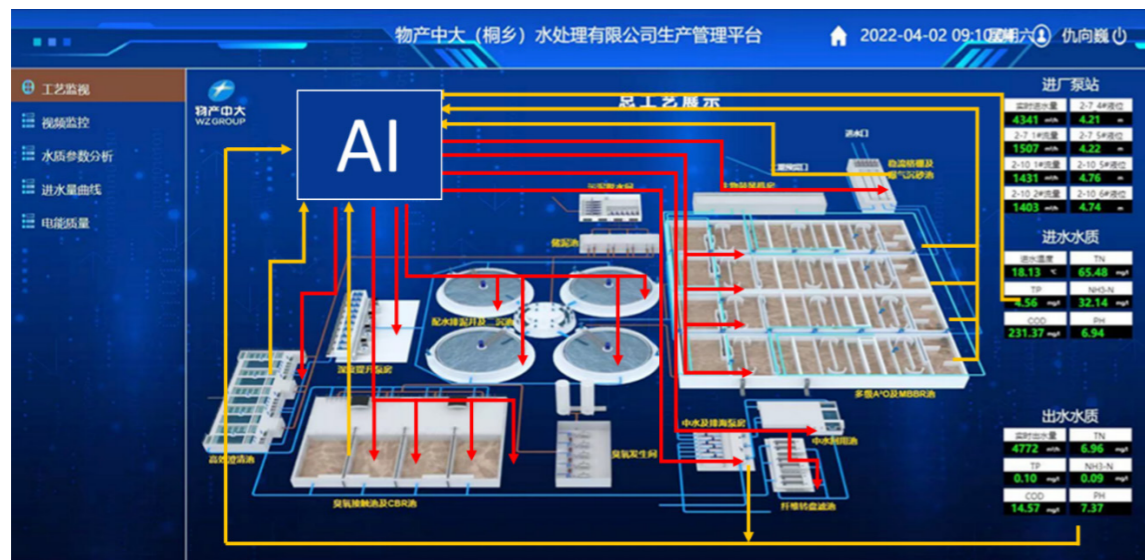


图 3-7 AI 智能决策系统与污水处理工艺流程耦合图

3.3 固体废物资源化利用与协同减排

固体废物领域减污降碳协同是落实国家双碳战略的重要一环，浙江省以“无废城市”建设为抓手，推进各类固体废物源头减量和资源化利用，积极探索固废领域协同治理路径、着力破解技术瓶颈、提升危险废物利用处置能力与减碳水平。

3.3.1 义乌市循环产业园“双循环”体系探索实践

浙江省义乌市高度重视固体废弃物 - 废水 - 废气资源综合利用处置的产业循环发展体系建设，结合“无废城市”建设，在赤岸镇绿色低碳循环产业园探索构建“双循环”体系，不断探索实践“能源+产业+污染物处置”多环节的减污降碳协同治理模式。一是构建社会外循环体系，回收利用各类“废品”并使其资源化、能源化；二是构建园区内循环体系，循环利用园区内部产生的污泥、废水、烟气与废渣。以全生命周期的物质和能量循环为核心，园区年处理生活垃圾超过 100 万吨，垃圾焚烧后产生的炉渣用于环保砖、建筑骨料等；年处理餐厨垃圾 36 万吨、园林绿化废弃物 4 万吨、污水处理厂污泥 36 万吨，造纸污泥经干化除水后用于焚烧发电。园区高标准改造建成了垃圾焚烧发电“花园式”厂区，处理能力达到 3000 吨/日，年处理生活垃圾超 100 万吨，可节约标煤 9 万吨，减碳 24.3 万吨，同时减少 SO₂ 等大气污染物排放，并新建餐厨垃圾处置项目，减少碳排放 1.1 万吨。目前该厂区已建成为一个集垃圾处理、科普教育、工业旅游于一体的 AAA 标准企业，成为生活垃圾处理行业的样板工程、亮点工程和示范工程。

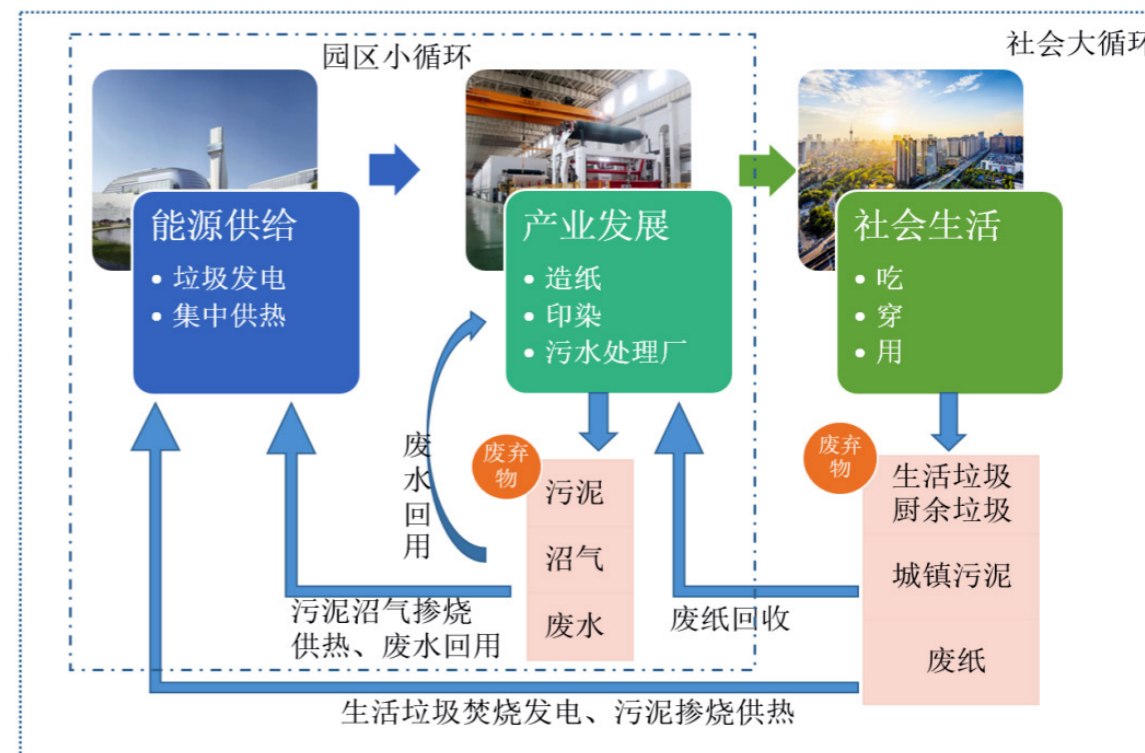


图 3-8 循环产业园“双循环”体系示意图



图 3-9 赤岸镇绿色低碳循环产业园垃圾焚烧发电厂

3.3.2 台州市危险废物无害化焚烧处置与降碳协同

台州湾经济技术开发区以“无废园区”建设为抓手，不断规范企业自建危废处置设施的建设标准。园区内焚烧危险废物及热解废盐产生的大量高温烟气，通过余热锅炉进行回收利用，并输送至废水三效蒸发器系统、废盐蒸发器系统、SGH 烟气再热系统等进行使用，达到节能降碳目的。

园区内的临海市星河环境科技有限公司主营危废综合处置及利用，2021 年开展危废焚烧烟气余热回收项目建设，通过对 3 万吨 / 年焚烧系统和 2 万吨废盐资源化利用所产生的热量进行回收，每年可节省 7682 吨标煤。德长环保有限公司主营工业固废及医疗废弃物处置等业务，2021 年按照“能源低碳化、设备节能化、资源循环化”的总体思路推进危废焚烧线设备节能和烟气达标改造，实现节能 3095 吨标准煤，减少碳排放 8418 吨。



图 3-10 德长环保固废协同处置现场图

3.4 氢能产业发展与利用

氢能是能源转型多元化、清洁化、协同化发展的重要载体，浙江省加大氢能制、储、运基础设施建设力度，不断拓展氢能应用场景，加强氢能相关技术研发，有望在实现减污降碳协同过程中发挥作用。

借助在绿色氢能技术方面的先发优势，浙江省大型能源国企积极介入并提前布局，催生了一批科创型企业。嘉兴、宁波等 7 个市县先后引进了一批氢燃料电池汽车产业链相关企业，开展了氢燃料电池汽车应用示范，累计建成加氢站 17 座，推广应用氢燃料电池汽车 170 辆。化工企业充分挖掘基础化工产品潜力，利用副产氢气布局氢能产业，加速培育制氢（以工业副产氢为主）- 运氢（以高压气氢为主）- 储氢 - 加氢（长三角区域加快推进加氢站布局建设）- 用氢（以燃料电池车为主）的产业链，布局分布式氢能源新型氢能储能电站。

在推动相关技术创新方面，浙江省始终走在前列，加快氢能开布局。针对大规模绿色制氢能耗高、造价高、对可再生能源适配性较弱等瓶颈，组织研究机构从理论和应用层面对电解水制氢和新型制氢技术开展探索。针对高效率氢储运技术，省内率先开展高压气态氢、低温液态氢、常压固态储氢储运方面技术研究及示范应用，领跑国内技术发展及产业化应用。在加强氢能推广应用方面，浙江省依托质子膜氢燃料电池、高温氧化物燃料电池、氢（掺）燃机等方面的技术积累，尝试大规模多元化推广应用。

3.5 减污降碳绿色生活模式

3.5.1 杭州市余杭区径山村美丽山村建设

近年来，余杭区径山村积极践行“绿水青山就是金山银山”理念，借助美丽城镇、城乡风貌、美丽乡村等建设契机，结合径山村实际情况，持续巩固提升生态系统碳汇能力，探索减污降碳的农村生产生活模式，协同推进经济高质量发展和生态环境高水平保护。在减污降碳协同处置方面，落实生活污水处理设施标准化运维管理，参照生态化微循环建设模式，采用 AAO（生物脱氮除磷工艺）工艺处理污水，综合传统活性污泥工艺、生物硝化及反硝化工艺和生物除磷工艺，排放符合《农村生活污水集中处理设施水污染物排放标准》二级标准，设计日处理量 15 吨 / 天。在生态固碳方面，修复废弃矿坑，对竹林固碳提质增效，通过生态湿地固碳，实现绿地公园全覆盖。在生产降碳方面，通过低碳种植、低碳生产、低碳经营、低碳包装径山茶，降低碳排放。在生活减污降碳方面，营造“无废乡村”，完善“人人都是保洁员”制度，实现废弃物精细化分类管理。打造减污降碳旅游示范场景，充分利用太阳能资源，完善区域交通配套设施，推广景区接驳车，安装“零碳”公交车站、物联网太阳能路灯、光伏地灯、光伏长椅等设备；民宿协会定期开展低碳示范点评比活动，创建低碳民宿示范点 3-5 处，制定奖励机制，对积极采用低碳、节能设计的民宿提供建设经费补助等奖励，引导民宿实现高质量发展。



图 3-11 余杭区径山村风貌

3.5.2 台州市椒江区大陈岛创新海岛减污降碳示范区

浙江省台州市椒江区大陈岛力争打造生态优先、智慧支撑、协同发展、同富共赢的海岛减污降碳示范区。在扎实“碳汇”基础方面，邀请院士、权威专家通过现场调查、公众调研等方式，评估大陈岛陆地、海洋碳汇能力，为建设“海洋蓝碳”省级试点、打造滨海地区碳核算和交易体系做好基础理论研究。在推动低碳生活方面，引进柔性低频输电示范工程，采用国际首创的柔性低频互联技术及风机低频接入技术降低输电能耗；建设全国首个海岛绿氢综合能源示范项目，助力大陈岛实现“双碳”目标；通过打造纯电化绿色民宿、纯电化绿色交通、绿电积分景区等方式，宣贯低碳生活理念。目前大陈岛已实现陆上交通全电化，除工程车辆外，岛上已无燃油汽车，每年可减少 45.6 吨二氧化碳排放；17 家民宿进行了全电改造，在减少安全隐患的同时，每年可减少 3 吨二氧化碳排放，为民宿节省成本 3000 元；建设全省首个绿电积分景区，为大众绿色低碳旅游提供全新方式，进一步促进公众使用、消费绿色能源，带动乡村绿色发展。在海洋环境保护方面，发动公众，结合“海洋云仓”“蓝色循环”省级试点建设，高效收集、高值利用海洋垃圾，利润反哺公众，实现共同富裕。已设立“小蓝之家”收集点 2 个，吸纳群众超 50 人，渔船 330 艘；共收集海洋垃圾 21 吨，塑料瓶 105 万个，减少碳排放约 28.3 吨。回收海洋塑料瓶已被制作成 3 万个可溯源的海洋环保手机壳。

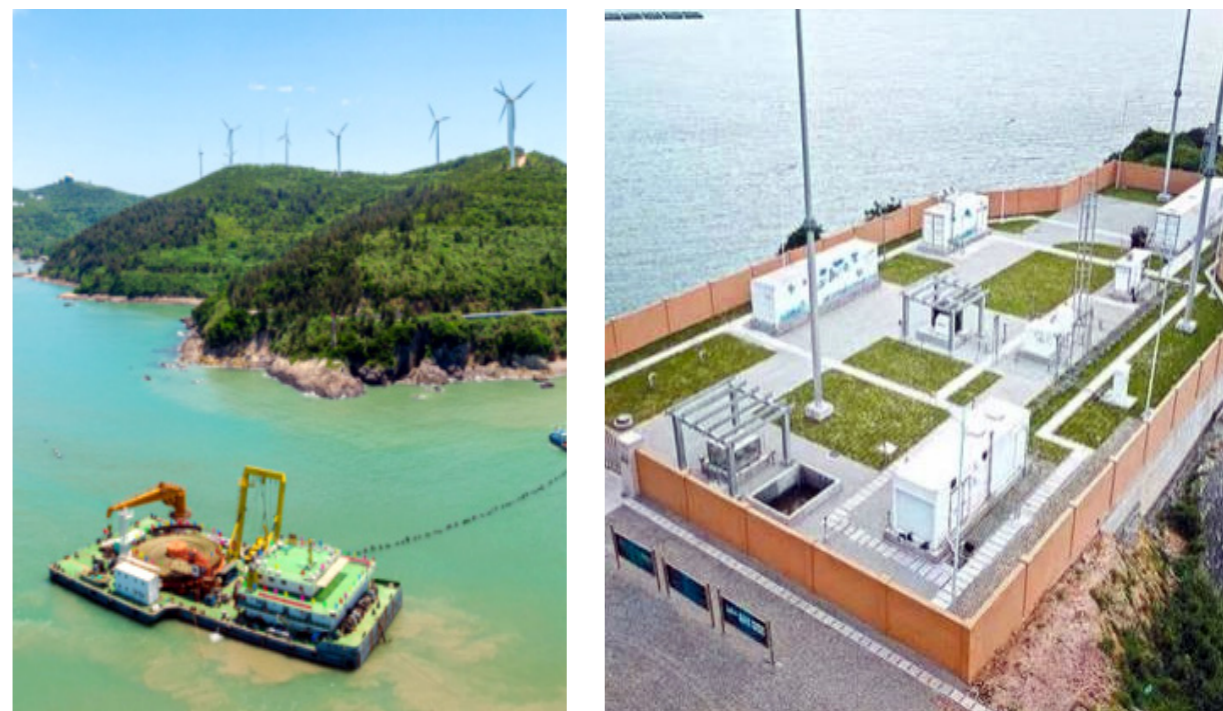


图 3-12 柔性低频输电示范工程、全国首个海岛绿氢综合能源示范项目

3.6 减污降碳科技创新



加快突破关键核心技术。设立“碳达峰碳中和关键技术和示范”科技攻关专项，聚焦可再生能源、储能、氢能、蓝碳、红树林等领域组织实施“尖兵”“领雁”攻关项目 48 项，省财政支持经费 1.59 亿元，带动企业投入 6.34 亿元，开展“海洋‘蓝碳’生态系统增汇关键技术与示范应用”“红树林生态系统固碳增汇关键技术研究与应用”“节能降碳型生态液体染料关键制备与染整技术及应用示范”等研究。

提升科研创新平台能级。在“双碳”领域构建白马湖实验室、东海实验室 2 家省级实验室，以及浙江省高端化学品技术创新中心。2022 年 6 月，由浙能集团牵头，浙江大学、西湖大学共建的能源与碳中和省实验室正式挂牌，将构建以实验室为引领、企业研究院为补充、产业化公司为落脚点的创新架构，形成以应用研究倒逼基础研究的创新链条，获批建设国家级新材料创新联盟（新型节能低碳材料生产应用示范平台）。累计建设能源清洁利用、亚热带森林培育等国家重点实验室 5 家，培育认定太阳能利用及节能技术等省级重点实验室 71 家、中科院宁波材料所等省级新型研发机构 22 家。



图3-13 白马实验室(能源与碳中和浙江省实验室)

壮大科技型企业。2022年，新培育双碳领域高新技术企业997家（累计2848家）、省级企业研究院26家（累计91家）。运达风电成功研制单机10MW的海上风电机组，对标国际先进水平攻关单机15MW；浙江晶科能源研制的高效单晶硅电池转换效率达25.7%，达到国际先进水平；爱德曼公司氢燃料电池出货量66.4MW，位列全国第二。

可持续发展示范引领作用凸显。累计认定省级可持续发展创新示范区20家。湖州市正式获批建设国家可持续发展议程创新示范区，成为长三角中心区27个城市中唯一列入示范区建设的城市，将以“绿色创新引领生态资源富集型地区可持续发展”为主题，打造高质量发展建设共同富裕示范区的湖州样本。



4 政策机制创新与能力提升



浙江省立足减污降碳协同创新区建设目标，充分利用现有生态环境制度体系，突出源头治理和分区管控统筹推进，坚持政府引导和市场激励两手发力，强调数字赋能和科技赋能双核牵引，将减污降碳协同增效贯穿环境准入、排放源管理、环境监测和执法监管等全过程，着力打造减污降碳协同政策新模式。

4.1 协同政策机制积极创新



4.1.1 率先开展建设项目碳排放环境影响评价

建立全省碳排放环境影响评价技术体系。为充分发挥环评制度减污降碳源头防控作用，2021年浙江省生态环境厅印发《浙江省建设项目碳排放评价编制指南（试行）》，要求全省范围内钢铁、火电、建材、化工、石化、有色、造纸、印染、化纤等九大重点行业编制环境影响评价报告书的建设项目，应在环境影响评价中开展碳排放评价，并规定了企业碳排放量核算方法及单位工业增加值碳排放参考值。

各市积极探索碳评结果应用场景。湖州市出台企业“碳效码”政策，联合国家电网湖州电力率先推出全省首个碳排放监测管理平台，基于碳排放评价实现工业碳效自动对标。湖州、衢州市将建设项目碳评结果应用于招商引资、绿色信贷。湖州南太湖新区编制《南太湖新区重点行业碳排放绩效考评项目方案》，以碳排放绩效评价为手段，从严控制“两高”行业扩张。嘉兴平湖市将碳排放强度纳入“亩均论英雄”“标准地”指标体系，从源头上严控固定资产投资项目碳排放增量。

4.1.2 探索“三线一单”减污降碳精细化分区管理

2022年5月，生态环境部将湖州市列为全国“三线一单”减污降碳协同管控试点城市。目前已初步构建数字化平台，形成“三线一单”、规划环评、项目环评、排污许可、执法监管、督查考核“六位一体”全过程管理体系，并提出生态环境准入清单优化建议及协同管控技术路径。针对产业集聚类重点管控单元，进一步推动产业园区“两高”行业减污降碳协同技术应用；针对城镇生活类重点管控单元，加强城镇生活、交通、建筑等领域减污降碳协同措施应用；对于一般管控单元，以农业领域减污降碳协同为重点技术优化路径。

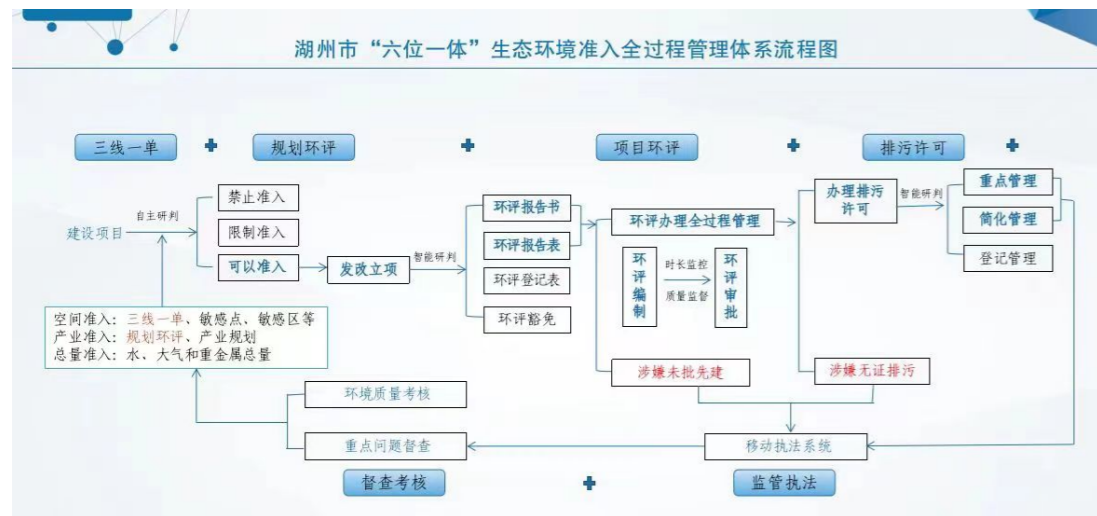


图 4-1 湖州市“六位一体”生态环境准入全过程管理体系



图 4-2 浙江省碳普惠减排量登记备案系统

4.1.3 建立减污降碳多元激励机制

建立财政专项资金补助机制。为提高各层级试点建设的积极性和有效性，省生态环境厅和省财政厅共同建立减污降碳协同试点专项资金补助机制，激励各地试点申报和试点建设。除基础补助资金外，还设立赛马激励资金，根据每年省生态环境厅组织的试点建设成效评估结果，进行差别化补助，资金总额与同批次试点基础补助资金总额一致。

持续加大减污降碳金融支持力度。省生态环境厅会同中国人民银行杭州中心支行等共同印发《关于金融支持减污降碳协同的指导意见》，提出通过加大绿色信贷投放、支持发行绿色债券、设立绿色发展基金、创新环境权益类金融产品、建立减污降碳协同项目库等措施，有力支持大气污染防治协同控制、水环境治理协同控制、固废污染防治协同控制以及生态保护修复和扩容增汇。省生态环境厅会同省发展改革委等共同印发《浙江省促进应对气候变化投融资的实施意见》，明确建立差别化金融机制，推动金融资源向减污降碳理论技术研发应用领域集中，鼓励金融机构对纳入试点的区域、园区、企业、项目给予授信支持。

4.1.4 开发碳普惠减排量登记系统

为激发林业碳汇对减污降碳协同增效促进作用，浙江省积极推动省级层面自愿减排市场建设。打通衢州林业碳账户、丽水生态资源交易平台、安吉两山合作社等各地自愿减排业务系统，开发建成浙江省碳普惠减排量登记备案系统。截至目前，已完成首批来自9个县（市、区）共计8.1万吨的林业碳汇项目减排量登记备案。

4.2 协同管理能力持续提升

4.2.1 绘制减污降碳精准地图

开展国家碳监测试点。推进省级碳监测网络建设，目前已建成1个省级碳监测示范站、1个走航流动站、10个温室气体监测区域站。杭州、宁波、丽水3个国家碳监测试点城市共计投入资金7300余万，建成高精度城市温室气体监测站17个、碳汇监测站5个及小微站80余个。

开发“碳天眼”数智测碳应用场景。充分发挥浙江省数字化改革先行优势，综合利用卫星遥感监测和地面观测结果，依托碳循环反演模型获取高时空分辨率（1小时、3千米×3千米网格）碳排放网格数据，精确计算区域碳排放和吸收量，为全省减污降碳工作增添一把“度量尺”和一个“指向标”。



图 4-3 杭州市碳监测试点大明山背景站



图 4-4 基于碳监测的同化反演系统

4.2.2 培育绿色低碳产业发展新动能

为加快推动重点领域关键核心技术攻关和应用，浙江超前部署重大攻关项目，抢占绿色低碳前沿技术制高点。2022、2023 年度“尖兵”“领雁”研发攻关计划共立项减污降碳协同相关研发项目 50 余项，包括印染、化工、石化、电镀、钢铁、造纸等工业领域协同项目 16 项，工业固废、农林废弃物、生活源废弃物等固废领域协同项目 15 项，污水协同项目 6 项，农业领域协同项目 4 项，节能低碳建筑领域项目 4 项，能源清洁高效利用项目 3 项等。

4.2.3 开创减污降碳数智新机制

为建立健全减污降碳协同管理流程，省生态环境厅组织开发了减污降碳在线应用场景。场景按照创新区建设“三张清单”要求，构建“一本账”“一体考”“一链管”“一体配置”“一体决策”和“一键达”6 大子场景，初步实现减污降碳协同数据管理、评价考核、试点建设、资源配置、形势分析、咨询服务一网集成。“一本账”包括“区域一本账”和“企业一本账”，归集排污权、污染物排放、工业固废产生与利用、用能权、能耗、碳排放等多维数据；“一体考”通过建立减污降碳协同指数定期核算与综合考评机制，支撑减污降碳成效评估工作；“一链管”服务于试点项目申报、评估与管理；“一体配置”为企业在碳交易市场、排污权交易市场、CCER 交易市场中的交易提供支持；“一体分析”通过建立省级气候环境变化分析模型，开展空气、水、声、海洋环境等环境形势分析；“一键达”为企业提供法律法规、减污降碳技术、环保治理专家咨询等服务。

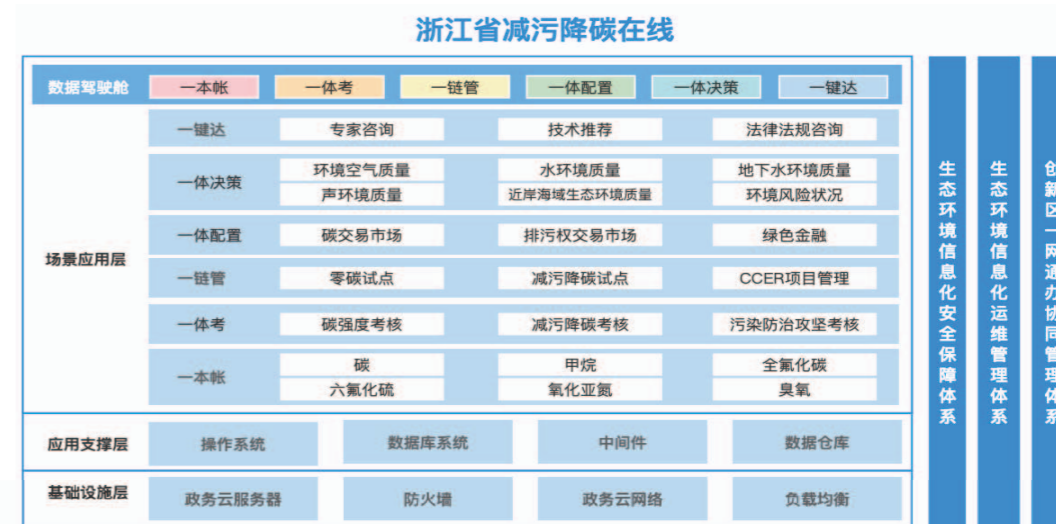


图 4-5 浙江省减污降碳在线应用体系架构图

5 工作展望



为实现经济社会发展全面绿色转型，深入贯彻落实《减污降碳协同增效实施方案》要求，浙江省作为全国首个减污降碳协同创新区，积极发挥试点引领作用和示范效应，以推动地区绿色低碳发展和共同富裕示范区建设为着力点，打造减污降碳协同发展的“浙江样板”。

浙江省在减污降碳协同增效工作中探索出一些好的经验和做法，从政策制定、制度建设、考核评价等多方面构建协同制度体系，完善协同管理机制；科学规划和探索各具特色的协同路径，因地制宜推进城市、县区、园区、企业等不同层级的协同试点，打造示范性标杆；优化降碳与治气治水治土治废等协同解决方案，并在杭州、嘉兴等多地开展实践应用；出台减污降碳相关的经济政策与市场化手段，并与数字化改革有机结合，扩展了数字技术应用场景。

减污降碳协同增效是基于我国国情提出的创新举措，总体仍处于初级阶段，试点推进过程中还存在一些不足和挑战，具体表现在：一是减污降碳协同推进机制有待完善，仍需加强部门联动，落实从源头预防、过程管控到末端治理的各项协同措施；二是协同监管能力仍需提升，在污染物与碳排放基础数据整合、管理流程优化等方面仍需进一步加强；三是减污降碳协同创新技术仍较为缺乏，协同技术示范效果尚待进一步检验。

针对当前试点工作中存在的不足，浙江省将进一步强化工作推进力度，从制度创新、模式创新、能力建设和技术研发等方面进一步细化工作任务，确保各项任务落实到位，减污降碳工作有亮点、有突破、有成效。继续扩大试点范围和深化试点内容，细化不同行业协同治理路径，鼓励各地探索符合地方实际和适用于不同领域的协同技术、路径和模式。在区域层面，推动杭州、宁波、嘉兴、湖州、丽水等地开展现代化国际大城市、数字经济型、工业型、生态良好型等不同类型城市减污降碳协同创新试点；在园区层面，推进八大类重点产业园区减污降碳协同创新试点；在企业层面，打造一批减污降碳协同标杆工程；创新减污降碳协同金融体系和激励机制，争创国家气候投融资试点，稳步推进碳市场建设各项工作。通过持续推动减污降碳协同增效各项工作，引领减污降碳协同管理体系与协同技术发展，推动经济社会发展绿色转型，实现气候、环境、经济效益的多赢，为全国提供可复制、可推广的经验借鉴和实践示范，助力探索建立中国特色减污降碳协同治理的新模式。