

附件

深圳市应对气候变化白皮书

深圳市生态环境局

二零二三年

目 录

前 言	- 1 -
第一部分 积极减缓气候变化	- 2 -
一、加快产业结构转型升级	- 2 -
二、构建绿色低碳能源体系	- 3 -
三、推进重点领域节能降碳	- 4 -
四、提升生态系统碳汇水平	- 5 -
五、控制非二氧化碳温室气体排放	- 6 -
第二部分 主动适应气候变化	- 8 -
一、加强气候变化风险监测预警	- 8 -
二、提升自然生态系统气候韧性	- 8 -
三、强化经济社会系统气候适应能力	- 9 -
四、提升城市水生态系统品质	- 10 -
五、健全城市防灾减灾体系	- 11 -
第三部分 建立健全政策制度体系	- 13 -
一、加强应对气候变化顶层设计	- 13 -
二、完善应对气候变化法规体系	- 13 -
三、健全绿色低碳标准计量体系	- 14 -
四、加快市场化机制建设	- 16 -
五、推动气候领域制度改革	- 17 -
第四部分 夯实应对气候变化基础能力	- 19 -
一、建立温室气体统计核算体系	- 19 -
二、提升应对气候变化治理能力	- 20 -
三、强化科技创新和人才培养	- 21 -

四、深化对外合作交流	- 22 -
第五部分 创新示范彰显深圳特色	- 24 -
一、试点建设探索近零碳发展新路径	- 24 -
二、减污降碳开拓协同发展新思路	- 25 -
三、碳中和绘就绿色发展新愿景	- 26 -
四、全民实践赋能绿色低碳新生活	- 27 -
展 望	- 30 -

前 言

十八大以来，以习近平同志为核心的党中央高度重视气候变化工作，积极实施应对气候变化国家战略，应对气候变化工作从认识到实践都发生了历史性的变化。2022年6月，生态环境部等17部门联合印发《国家适应气候变化战略2035》，将适应气候变化全面融入经济社会发展大局，推进适应气候变化治理体系和治理能力现代化。2023年10月，生态环境部发布《中国应对气候变化的政策与行动2023年度报告》，全面介绍2022年以来中国应对气候变化的部署与要求、实践与行动、成就与贡献，提出中国应对气候变化、推动全球气候治理的基本立场和主张。

作为国家可持续发展议程创新示范区、生态文明建设示范市，也是全国首批低碳试点、碳排放权交易试点和国家气候投融资试点城市，深圳深入贯彻绿色低碳理念，抢抓机遇、先行示范，在应对气候变化领域开展了一系列工作，成效显著。2022年，全市单位GDP能耗和碳排放强度持续下降，在国内城市中均处于较优水平，战略性新兴产业增加值占GDP比重提升至41.1%，新能源汽车保有量突破76万辆，绿色建筑面积超过1.6亿平方米，碳普惠用户超600万，碳市场配额流转率连续多年稳居全国碳交易试点第一。

“十四五”时期，全市生态文明建设入以减污降碳协同增效为总抓手、促进经济社会发展全面绿色转型、衔接碳达峰碳中和愿景的关键时期，应对气候变化工作任重道远。为系统梳理“十三五”时期以来深圳应对气候变化工作相关部署与成果，重点介绍深圳2022年的应对气候变化工作亮点和成效，分享深圳应对气候变化的实践与经验，加强省市间的交流学习，特发布本报告。

第一部分 积极减缓气候变化

深圳采取了一系列行之有效的措施，积极减缓气候变化，加快产业结构转型升级，构建绿色低碳能源体系，推进重点领域节能降碳，提高生态系统碳汇水平，控制非二氧化碳温室气体排放，全市控制温室气体能力显著提升，碳排放总量得到有效控制，碳排放强度持续下降，绿色低碳发展水平迈入国际先锋城市行列。

一、加快产业结构转型升级

“20+8”产业集群迅猛发展。近年来，深圳着力构建低排放、低消耗的现代产业体系，以绿色产业转型为动力拉动经济社会的高质量发展。大力发展以先进制造业为主体的20个战略性新兴产业集群，前瞻布局8大未来产业，新型显示器件、人工智能、智能制造装备三大产业集群已纳入首批国家级战略性新兴产业集群发展工程。2022年，全市战略性新兴产业增加值攀上1.3万亿元台阶，占GDP比重首次突破四成。

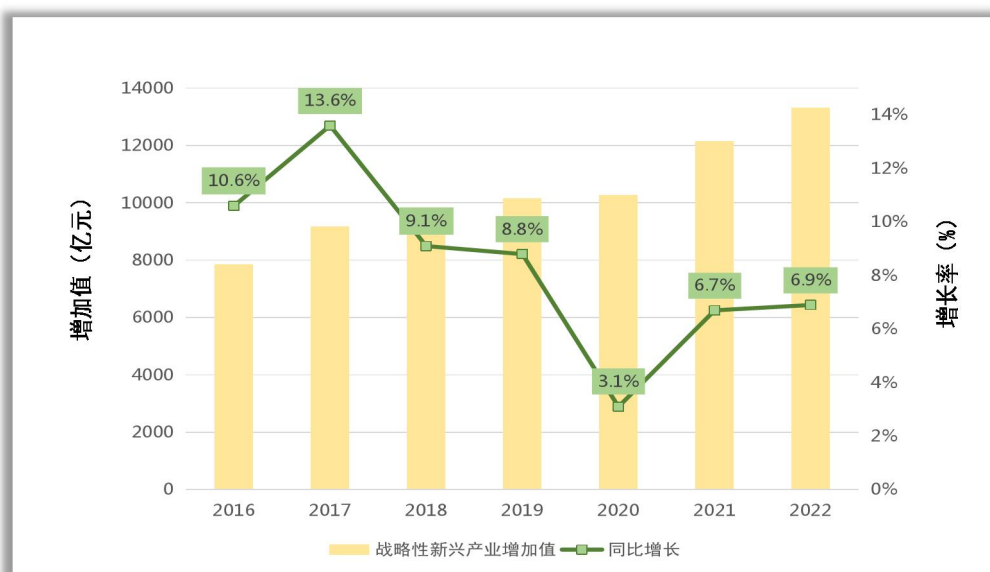


图1 深圳市战略性新兴产业增长情况

绿色低碳产业保持高速增长。发布《深圳市促进绿色低碳产业高质量发展的若干措施》，构建具有深圳特色的绿色低碳产业新格局。加快新能源产业创新性发展，累计建成新能源创新载体超百家。着力推动安全节能环保产业发展，高效电机及控制系统、水污染治理、废弃物处理、节能环保服务等产业领先全国。2022年，全市绿色低碳产业增加值达1730.62亿元，同比增速达16.1%。

现代服务业增长动力十足。大力培育适应信息经济和创新发展要求的现代服务业体系，2022年全市现代服务业增加值达到1.52亿元，占服务业增加值比重提高到76.3%，增速快于全市经济发展。与此同时，服务业内部结构持续优化，软件和信息技术、金融、物流、文化等新兴产业蓬勃发展，现代服务业正逐步成为全市经济发展新引擎。

制造业实现高质量发展。规模以上高技术制造业稳步增加，2022年新增“小升规”工业企业1742家，国家级专精特新“小巨人”企业275家，居全国城市第二。深入实施绿色制造工程，全市累计建设国家级绿色工厂79家，绿色供应链14家，绿色园区2个，绿色产品92种，工业产品绿色设计示范企业13家，制造业竞争力稳步增强。

二、构建绿色低碳能源体系

健全能源“双控”机制。深入实施能源消费总量和强度“双控”政策，率先探索能耗“双控”向碳排放“双控”转变制度，将能源消费强度降低目标作为各区经济社会发展综合评价、绩效考核和政绩考核的重要指标。印发实施《深圳市用能预算管理实施方案（试行）》，在全省率先试行用能预算管理，建立本地化用能预算管理机制。

持续优化能源结构。推进“控煤、减油、增气、增非化石、输清洁电”，打造多渠道、多层次、安全可靠的能源供应格局。加快清洁

电源项目建设，建成投产大唐宝昌燃气热电扩建等重点项目。大力发展生物质能，在超大型城市中率先实现生活垃圾分流分类和资源化利用后全量焚烧。加快分布式光伏项目推广应用，开展氢能应用示范，已建成加氢站 3 站，首个国际氢能产业园在盐田区正式揭牌。

加快新能源基础设施建设。印发《深圳市新能源汽车充电设施专项规划》，打造功能完备、布局合理、运行稳定、智慧安全的充电基础设施网络，2022 年，全市累计建成公共充电桩 12 万个，公共充电桩建设规模在国内城市领先。积极推进盐田国际航行船舶保税 LNG 加注中心建设，实现国际船舶保税 LNG 首船加注。

专栏 1：深圳市盐田区国际氢能产业园

2022 年 10 月，深圳首个国际氢能产业园在盐田正式揭牌。作为市级氢能产业园，该园区是盐田区打造国际科技零碳城的核心区和启动区，为辖区氢能产业企业提供办公场地、共享设施，还将在加速企业成长和科技成果转化、推动氢能产业链全面发展等方面发挥重要作用。此外，盐田区率先编制了区级《盐田区加快打造氢能产业创新发展高地行动计划（2022-2025 年）》，提出将以特色应用场景带动氢能产业发展，围绕“一园”核心，打造“两区”样板，建设“四站”保障，搭建“三载体”和“四平台”为支撑，实现氢能商业化推广应用，打造以氢能为抓手的绿色盐田。

三、推进重点领域节能降碳

加大工业节能减排力度。开展节能诊断，推动重点用能行业和领域加快实施节能降碳技术改造项目。加快推动“散乱污危”企业整治，严格“散乱污危”企业禁入机制。加大对高耗能、高污染落后产能淘汰力度，当前全市已无国家和省有关文件要求淘汰的 12 个重点行业落后产能。在全省率先印发强制性清洁生产审核专项方案，推动重点行业、重点污染源、重点风险源实现“源头-过程-末端”全过程污染

防治。2016年至2022年底，全市累计完成385家工业企业节能诊断服务，211家企业能效对标，完成383家重点用能单位节能监察，1114家企业已开展自愿性清洁生产审核。

加快城市建筑绿色化进程。率先要求新建民用建筑100%执行绿色建筑标准，推动既有建筑节能和绿色化改造，2022年，108万平方米的既有建筑实施节能改造，年节约电力1561万千瓦时。建设全市建筑碳排放管控平台，完成1.2万栋重点建筑基础信息和能耗数据的匹配、分析工作。2022年，全年新增绿色建筑1816万平方米，全市绿色建筑项目累计超过1500个、面积超过1.6亿平方米，在中国城市绿色建筑发展竞争力指数排名中位列全国第二。

推进交通领域减污降碳。在全国率先实现公交车、巡游出租车、网约车100%纯电动化，全市新能源汽车保有量超76万辆，纯电动物流配送车保有量超9万辆，是全球新能源电动货车保有量最大的城市。大力发展多式联运，优化港口集疏运体系，积极推进海铁联运发展。加快绿色港口建设，落实国家船舶排放控制区政策，全面完成轮胎式龙门起重机“油改电”工程，岸电覆盖率达到87%，岸电设施数量在全国沿海港口领先。建成国内单体运输机场规模最大的充电桩群，完成飞行区柴油车辆改造650台，机场“双碳”评价等级全国最高。大力促进绿色出行，城市交通绿色出行分担率达到78%，全市累计新改扩建非机动车道超2000公里。

四、提升生态系统碳汇水平

提高森林碳储量。重点实施森林质量精准提升工程，有序推进低效林改造、中幼龄林抚育和薇甘菊防控，维护森林生态系统功能稳定性。2022年，完成造林与生态修复670.72公顷，森林抚育600.948

公顷，薇甘菊防控 5100 公顷。开展 2022 年度深圳市森林资源碳汇监测评估，构建深圳森林资源碳汇监测评估技术体系。目前，深圳森林覆盖率达 39.2%，形成了森林进城、绿意满城的绿色格局。

加强城市绿化建设。推进“四带、八片、多廊”的城市架构，形成了蓝绿为底、疏密有致、山海连城、四季有花的城市特色风貌。打造“世界著名花城”行动计划，优化花景项目评价标准，提升花城规模效应。目前，已建成各类公园 1260 个，建成区绿化覆盖率达到 43%，绿道总长度达 3120 公里，先后获得“国家园林城市”“国际花园城市”等荣誉称号。

加快生态保护与建设。严守基本生态控制线，大力推进自然保护地体系建设。目前，全市陆域自然保护地 25 处，面积占市陆域面积的 23.9%。持续深化红树林滨海湿地保护与管理，设立全球首个国际红树林中心。

五、控制非二氧化碳温室气体排放

加强废弃物低碳化处置。加强污水处理甲烷和氧化亚氮排放控制和回收利用，建成污泥深度脱水设施 24 座，全市污泥实现全面本地化处置。大力推进生活垃圾分类，逐步完善分类投放、分类收集、分类运输、分类处理体系。建立建筑废弃物长效管理机制，提升建筑废弃物规范化、无害化、资源化处置水平。

完善动力电池回收体系建设。健全深圳动力电池回收利用责任制度和法律体系，构建全市动力电池合规回收利用网络，支持开展电池回收利用业务合作，有效规范动力电池回收利用。培育动力电池回收利用标杆企业，促进行业企业技术创新。当前，全市累计动力电池回收量已达到 7 万吨，约占全国的四分之一。

有效控制农业源排放。强化农田氧化亚氮排放控制，组织并指导开展化肥农药减量增效工作，实现化肥和农药使用量零增长。提高畜禽废弃物资源化利用率，指导控制畜禽养殖的甲烷排放。研究畜禽养殖废弃物资源化利用激励政策，构建种养循环发展机制，全市规模化养殖场畜禽粪污处理设施装备配套率达 100%。

第二部分 主动适应气候变化

深圳主动适应气候变化，编制适应气候变化规划和相关方案，推动适应气候变化融入经济社会发展大局，加强气候变化风险监测预警、提升自然生态系统、经济社会系统以及水生态系统适应气候变化能力，完善防灾减灾体系，提升关键脆弱地区气候韧性，全市适应气候变化工作取得积极成效。

一、加强气候变化风险监测预警

加强城市气候风险监测预警能力。在全国率先打造集风险管控、监测预警、值班值守、应急指挥等多功能于一体、实体化运作的市应急管理监测预警指挥中心，构建全市“1+11+N”应急管理监测预警指挥体系。推出全市统一的突发事件预警信息发布平台，气象监测完备度居全国超大城市首位，达到国际先进水平。联合国家气候中心强化气候变化对重点行业的影响与风险评估。

提升城市灾害管理水平。建立“31631”防灾减灾服务模式，在全国率先建立预警信号为先导的气象灾害市、区、街道和社区四级防御机制。建立水文站网体系，对易涝点雨量、内涝积水实时监控，进行科学高效的灾害监测和预判。加强“智慧三防”应用系统建设，集“预警信息、气象信息、实时监控、综合查询、辅助决策、指挥协同、值班管理”等多功能于一体，构成全过程三防业务体系。

二、提升自然生态系统气候韧性

持续优化国土生态空间格局。在全国率先划定了基本生态控制线并将974平方公里生态空间纳入管控，严格进行监管。科学编制国土空间总体规划，持续优化国土空间开发保护格局。在全省率先印发《深

圳市国土空间生态保护修复规划（2021-2035年）》，推动完善陆海统筹的海洋生态环境保护修复机制，布局并推动实施陆海统筹的生态修复重大工程，实施山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，2022年统筹推进37个重要生态系统保护修复项目。

深入开展生物多样性保护。率先在城市尺度开展了陆域生态调查评估，建成全省首条野生动物保护生态廊道，创建全国生态环境系统首个国家野外科学观测研究站，在全国率先发布《深圳市生物多样性白皮书》。在全省率先推出《深圳市生物多样性保护行动计划（2022-2025年）》，建立深圳生物多样性本底数据库，为深圳市生物多样性保护成效评估和长效化管理提供科学依据。



图2 深圳丰富的物种多样性

三、强化经济社会系统气候适应能力

提高城市防灾设施建设标准。印发《深圳市自然灾害防治能力提升行动方案》，实施灾害风险调查和重点隐患排查、地震易发区房屋设施加固、防洪抗旱水利提升等9项重点工程、44项重点任务，累计投入约70.66亿元，截至目前，建设总进度超88.8%。基本形成“五大流域、四大水系”的防洪（潮）排涝布局，以及以水库、河道、滞

洪区、海堤等设施为主体的防洪潮治涝工程体系。全市已建成水库 177 宗，滞洪区 3 个，整体防洪潮能力为 100-200 年一遇，内涝防治能力基本达到 20-50 年一遇。

优化城市生命线设施建设。结合深圳实际情况和未来发展需求，形成城市生命线设施管理图则，增加 9 大专业共 60 类设施。发布《深圳市城市生命线工程安全建设工作方案》，从生命线工程基础平台建设等五大版块打造超大型城市生命线工程安全新模式。

加强气候健康影响与环境舒适度相关研究。积极融入广东省气候标志组，盐田区、大鹏新区获得“中国天然氧吧”称号，南山区、宝安区获得“中国气候宜居城市”气候标志。开展气候变化对城市敏感脆弱人群健康的影响评估，选取与气候、大气环境和生态相关的 26 个重要指标，首次在国内发布生态气候舒适度评估报告，全市评价指标优良率达 76%。探索建立疾病气象条件监测和潜势预报预警系统，提供健康气象服务，加快城市热岛影响评估、通风廊道设计等工作。

四、提升城市水生态系统品质

保障城市水源安全。加速形成“一网互联、两江并举、三纵四横”水资源保障布局，水库库容达到 9.71 亿立方米。启动公明水库-清林径水库连通工程，实现水量互相调配和全市原水的全面调度。坚持水污染治理，创新探索超大型城市河流污染整治新路径，推动水环境质量实现整体性、根本性、历史性好转，2022 年 21 个国考省考断面全部达标、优良比例达 95.2%。入选国家首批再生水利用配置试点城市，2022 年全市再生水利用率达 74%以上，万元 GDP 用水量降至 6.71 立方米。



图3 万元 GDP 用水量及增长率

提升海绵城市建设成效。2022年9月《深圳市海绵城市建设管理规定》正式施行，为全市海绵城市的规划、设计、施工、运行维护及其监督管理打下坚实基础。截至2022年底，全市已建成落实海绵城市理念的建设项目4151项，建成区441平方公里面积达到海绵城市要求，占全市建成区总面积的46.1%，涌现出万科云城、香蜜公园等一批海绵城市典范项目。

专栏2：福田区编制全国首个“三位一体”海绵设施建设指引

2022年，福田区率先编制《福田区各流域不同土壤类型及地下水水位条件下的海绵设施建设技术指引》，该指引是全国首个流域、土壤、地下水“三位一体”的海绵设施建设指引。基于福田区各流域不同的土壤类型及地下水水位条件，在确保理念落实到位、指标满足要求、不产生面源污染且谨防次生灾害发生的前提下，采用层次分析法对各流域地质环境要素开展摸底调查，通过海绵城市建设适宜性评估，提出不同地质区域海绵城市建设详细策略，为各类地质区域海绵城市规划建设和合理布局海绵设施提供依据。

五、健全城市防灾减灾体系

提高应急处置能力。高质量建设应急避难场所,实施《台风暴雨室内应急避难场所运行管理指南》，提升室内应急避难场所精细化、

智慧化管理水平，全市登记在册的应急避难场所达 1183 处。强化专业应急救援队伍建设，建立救灾军地联动机制，已组建 17 支专业的应急抢险队伍，15 支供排水应急救援队伍。每年不定期组织开展应急演练活动，不断完善粤港澳大湾区应急联动协作机制。

构筑城市防灾减灾共治格局。大力推进综合减灾社区创建，截至目前，全市已有 175 个社区获得“全国综合减灾示范社区”称号，占比超过 25%，创建率居全国前列。成功创建深圳综合减灾社区 579 个，累计创建率 82.36%，该创建工作被国家发展改革委列入创新举措和经验做法，预计到 2023 年底实现深圳综合减灾社区 100%全覆盖。

探索自然灾害救助新模式。在全国率先实施巨灾保险救助制度，从优化保障方案、加大防灾减灾投入力度、加强理赔机制建立、引导保险行业深度参与灾害救助等方面不断探索，深化深圳市巨灾保险制度，截至 2022 年底，深圳巨灾保险赔付及防灾防损费用累计支出 4198.61 万元，共投入保费 1.96 亿。组织开展防灾减灾宣教活动 433 场，参与人数达 357.2 万人次。

第三部分 建立健全政策制度体系

深圳顶层谋划高位推动，综合运用法治、行政、市场、经济等手段，建立健全法规标准体系，充分发挥市场化机制减排优势，加快碳交易市场、绿色金融和碳普惠制度建设，推动气候领域改革举措落地落实，形成了较为完备的应对气候变化政策制度体系。

一、加强应对气候变化顶层设计

有序推进碳达峰碳中和。深圳坚持把党的领导贯穿碳达峰、碳中和工作全过程，成立深圳市碳达峰碳中和工作领导小组，实现对全市“双碳”工作的一体谋划、一体部署、一体推动、一体督导。印发深圳市碳达峰实施方案，形成了能源、节能降碳、工业、交通运输、城乡建设、科技、市场、碳汇、全民和试点示范领域“十大行动”，构筑起深圳市碳达峰碳中和工作的“四梁八柱”。

积极出台指导性文件。印发《深圳市应对气候变化“十四五”规划》，对标国际先进水平，构建具有深圳特色的应对气候变化指标体系，全面提升城市应对气候变化能力。将适应气候变化纳入城市规划建设管理全过程，推进和实施适应气候变化重大战略，以“更安全、更韧性、更宜居、更智慧的深圳”为总体目标，建设与全球标杆城市相匹配的气候适应型城市发展范例。

二、完善应对气候变化法规体系

用足用好特区立法权。在生态环境领域初步形成以综合性法规为统领、专项法规为主干、政府规章为延伸的制度体系，共发布 28 项地方性法规、18 项政府规章及 115 项深圳市人民政府及其工作部门发布的规范性文件。开展全国首个生态环境保护全链条立法—《深圳

《经济特区生态环境保护条例》中创新设置“应对气候变化”专章，明确将碳达峰碳中和纳入生态文明建设整体布局，为深圳应对气候变化工作开展提供全面系统的法治保障。

颁布我国首部绿色金融法律法规—《深圳经济特区绿色金融条例》。率先要求符合条件的金融机构强制性披露环境信息，要求金融机构对符合条件的投资项目开展绿色投资评估，要求金融机构制定符合自身发展战略的绿色投资管理制度。同时，赋予地方金融监管部门在绿色金融领域的部分行政处罚权限，规范和强化绿色金融领域的监管职能，为深圳绿色金融发展奠定坚实的法律基础。

颁布《深圳经济特区绿色建筑条例》。2022年7月，《深圳经济特区绿色建筑条例》（以下简称《条例》）正式实施，成为全国首部将工业建筑和民用建筑一并纳入立法调整范围的绿色建筑法规，首次以立法形式规定了建筑领域碳排放控制目标和重点碳排放建筑名录，并首次提出确定不同类型建筑能耗及碳排放基准线，巩固深圳建筑节能和绿色发展成果，助力深圳实现“双碳”目标。

健全《深圳市碳排放权交易管理办法》。2022年7月，《深圳市碳排放权交易管理办法》（以下简称《办法》）正式施行，对2014年发布的《深圳市碳排放权交易管理暂行办法》进行了全面修改，完善符合深圳实际的碳排放权管理体制，集中监管职能并明确相关部门职责。厘清深圳与全国碳排放权交易市场的管理边界，优化碳排放配额管理制度，对碳排放权交易活动进行规范，整合交易方式，创新设立公益碳账户，建立健全碳普惠制度等。

三、健全绿色低碳标准计量体系

建立碳足迹标识认证体系。印发《创建粤港澳大湾区碳足迹标识

认证 推动绿色低碳发展的工作方案（2023-2025）》，率先在全国建立碳足迹标识认证体系。发布粤港澳大湾区碳足迹标识，发布手机、微型计算机、服装、家用纺织品、印刷品、乳制品等6项《产品碳足迹评价技术规范》地方标准，引导企业摸清产品碳排放底数，强化减排意识，提升了重点产品出口和相关产业国际市场竞争力。

完善绿色生活创建标准体系。积极落实《深圳市绿色生活创建行动实施方案》的相关工作部署，构建大型城市绿色系列评价地方标准体系，推动环境教育基地、自然学校和绿色企业创建，先后发布《绿色家庭评价规范》《绿色学校评价规范》《绿色社区评价规范》《绿色企业评价规范》等6个深圳地方标准。编制《深圳市节约型机关评价标准》，推行绿色办公、实行生活垃圾分类、开展宣传教育。

健全建筑低碳领域标准体系。结合国家《建筑节能与可再生能源利用通用规范》以及全市建筑节能、绿色建筑、装配式建筑等最新要求，发布深圳绿色专篇模板，大力推动新建建筑节能降碳。结合深圳实际开展《深圳市居住建筑节能设计标准》《深圳市公共建筑节能设计标准》等修订工作，全面提高新建建筑节能标准和能耗要求。启动《近零能耗建筑技术标准》《零碳建筑评价标准》编制工作，推动新建建筑节能向纵深发展。

探索构建智能碳源汇感知体系。基于“温室气体浓度—生态系统通量—重点企业排放”多层次监测框架，深圳已完成6个高精度、22个中精度、3个海洋碳汇和4个企业自动监测点位建设，累计获取碳排放和碳吸收自动监测数据约10万个，初步形成天地一体的城市碳监测网络体系。完成火电和垃圾焚烧企业等排放监测技术规范编制，指导和规范碳监测工作。积极推进地基遥感监测、卫星遥感监测等新

技术在碳监测中的应用，基于多元碳监测数据，结合排放清单，探索碳同化反演模拟。通过城市时空信息平台和数据孪生技术，实现碳监测数据整合和全景式实时查看，加快构建温室气体监测评估体系。

专栏 3：深圳城市大气温室气体和海洋碳汇监测试点

2021年9月，生态环境部发布《碳监测评估试点工作方案》，明确深圳作为碳监测“双试点”城市，开展大气温室气体监测综合试点和海洋碳汇监测试点。积极探索符合深圳特点的碳监测评估技术方法学，加快构建“一核两翼三支撑”的现代化监测体系。目前，深圳市在全省已率先开展城市温室气体高精度组网监测，率先启动企业碳排放监测试点，率先在区县尺度评估土壤碳库的固碳潜力。试点工作以来累计获取碳排放和碳吸收自动监测数据约5万个。与此同时，深圳市持续推进碳监测规范化运行管理，编制碳监测评估监测量化标准性文件。探索温室气体中精度监测和地基遥感柱浓度监测，增建西部红树林碳汇通量监测塔，持续拓展完善碳监测网络，提升温室气体监测能力。

四、加快市场化机制建设

完善碳交易市场机制。深圳碳市场经过多年探索实践，基本建成制度健全、主体多元、交易规范、创新发展的地方试点碳市场。2022年，修订印发政府规章《深圳市碳排放权交易管理办法》，配合修订碳排放权交易规则和碳排放量化核算技术规范，不断完善碳交易制度体系。首次试行初始配额有偿分配制度，推动市场盈余配额消纳，促进碳有价值信号释放和有效碳价形成，深圳碳配额交易额达到上年的1.9倍，碳市场配额流转率连续多年稳居全国碳交易试点第一。稳步扩大碳市场覆盖面，2022年新增纳管工业企业100家。建立碳排放数据管理长效机制，提升碳排放核查数据的科学性、合理性。



图 4 2013-2022 年深圳碳市场成交量价图

加大绿色金融支持力度。构建“1+1+1+N”的绿色金融发展体系，在全国首发碳债券、碳基金、绿色结构性存款、绿色产业链融资业务、绿色治理指数等系列产品及服务。与深圳人民银行签署《推动绿色金融发展的战略合作框架协议》，组织商业银行重点对入库项目进行支持，为 25 家绿色企业新增绿色信贷额度 225 亿元。持续开展碳配额质押融资业务，鼓励金融机构创新推广绿色金融产品服务。

创新碳普惠机制。印发《深圳市碳普惠管理办法》，建立以商业激励、政策鼓励和核证减排量交易相结合的正向引导机制。规范碳普惠方法学、场景、核证减排量等核心内容，发布更新公共出行、低碳用电、共享单车和森林经营等四个重点领域碳普惠方法学。创新碳普惠核证减排量交易，落地省内首例购买碳普惠核证减排量开展生态环境损害赔偿替代修复案例。

五、推动气候领域制度改革

持续深化气候投融资改革。抢抓“双改”示范重大机遇，纵深推进气候投融资改革工作，推动福田区成功纳入国家首批气候投融资试

点，印发《深圳市气候投融资改革实施方案》，打造气候投融资服务新模式，被国家发改委作为典型经验和创新举措全国推广。发布《国家（深圳）气候投融资项目评估和项目库管理指引》《境外资金投资国家（深圳）气候投融资项目库入库项目指引》等系列制度文件，高标准建设国家（深圳）气候投融资项目库。

统筹推进绿色低碳产业体系建设。构建“1+1+1+N”绿色产业认定制度体系，以深圳为改革试点，优化整合多项政策扶持资源，实现精准扶持壮大绿色低碳产业。探索区域绿色低碳产业协同发展，加快建设辐射粤港澳大湾区的区域绿色低碳产业体系，实现以点带面，带动粤港澳大湾区绿色低碳发展。

第四部分 夯实应对气候变化基础能力

深圳坚定绿色发展，夯实基础，建立温室气体统计核算体系，实现温室气体清单编制常态化，持续提升应对气候变化治理能力，积极构建多元化、现代化应对气候变化治理体系，强化科技创新与人才培养，培育低碳发展新动能，深化对外合作交流，积极参与全球气候治理，提升国际影响力。

一、建立温室气体统计核算体系

规范温室气体排放统计核算及报告制度。建立了工业重点管控企业、建筑物及公交、出租车等交通运输企业的温室气体统计核算制度。通过立法保障温室气体排放统计制度建设，在《深圳经济特区生态环境保护条例》中提出“建立健全温室气体排放统计制度”。率先建立全国领先的碳核查技术规范和方法学体系，开展《组织的温室气体排放量化和报告规范及指南》（SZDB/Z69 2012）和《组织的温室气体排放核查规范及指南》（SZDB/Z70 2012）等技术指导文件修订工作。

建立温室气体清单编制工作长效机制。持续推进全市温室气体清单编制工作，建立长效管理和定期更新机制。2022年完成首次市区两级温室气体清单编制工作，实现温室气体清单编制常态化。以龙华区为试点，开展温室气体清单网格化方法学研究，编制全市首个高分辨率温室气体排放清单。以大鹏新区为试点，编制全国首个《海洋碳汇核算指南》，重点筛选出浮游植物和底栖植物、红树植物、盐沼植物等5个海洋碳汇类型及红树林复种、红树林管养、养殖藻类等6个活动碳汇类型，切实提高海洋碳汇核算的可实施性，为温室气体排放数据精细化管理提供科学支撑。

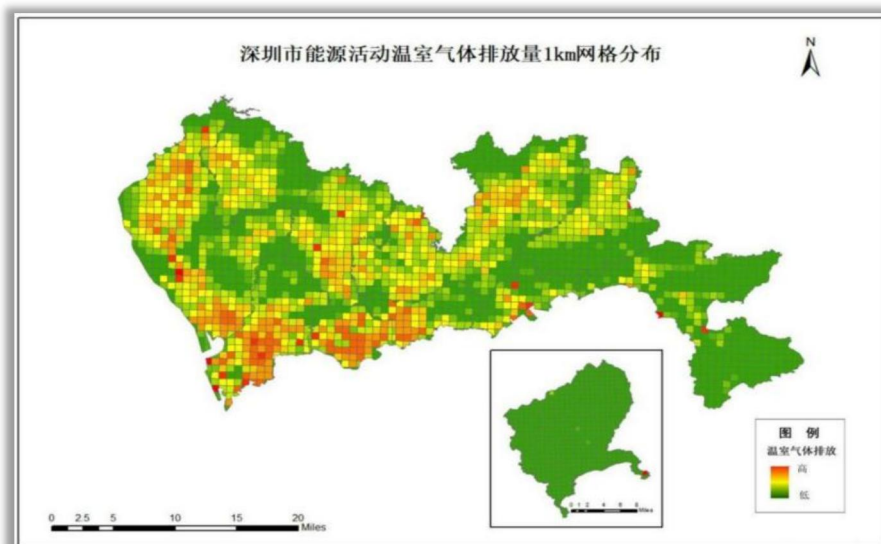


图 5 基于方法学形成深圳市能源活动高分辨率温室气体清单

专栏 4：重点领域碳普惠方法学

2022 年，深圳发布了《深圳市居民低碳用电碳普惠方法学（试行）》《深圳市低碳公共出行碳普惠方法学（试行）》《深圳市共享单车骑行碳普惠方法学（试行）》和《深圳市森林经营碳普惠方法学（试行）》共四个方法学。其中，居民低碳用电碳普惠方法学规定了个人通过低碳使用居民生活用电所产生的减排量的核算流程和方法。低碳公共出行碳普惠方法学规定了计算居民乘坐公共汽车、地铁等低碳公共出行方式所产生减排量的计算方法。共享单车骑行碳普惠方法学规定了个人利用移动电话 APP 软件、GPS 定位工具等，使用商业公司提供的共享单车作为代步工具，减少乘坐有温室气体排放的交通工具所产生的减排量的核算流程和方法。森林经营碳普惠方法学规定了森林经营过程中实施林业增汇行为产生的碳普惠核证减排量的核算流程和方法。以上方法学为社会公众低碳行为产生的减排量量化提供核算依据。

二、提升应对气候变化治理能力

推动气候与环保制度统筹融合。以“三线一单”为基础，建立区域空间生态环境评价制度，充分考虑应对气候变化相关要求，将碳排放作为现状环境影响调查主要内容之一，通过规划环评、项目环评推动区域落实温室气体排放控制等政策要求。在生态文明考核体系中设置“碳达峰碳中和工作”“碳排放权交易管理和低碳试点建设”等相

关指标，加大应对气候变化工作的考核力度。

构建应对气候变化现代化治理体系。将应对气候变化治理体系作为落实国家治理体系战略任务的重要组成部分，积极构建领导有力、监管有效、市场活跃、法治支撑、多元参与、技术领先、合作开放的应对气候变化治理体系，推出一批战略性、全局性的重大创新举措，形成一批可复制可推广的制度创新成果，在城市层面探索全面建设社会主义现代化强国新路径。

三、强化科技创新和人才培养

加强科技创新赋能。坚持以创新为魂，积极聚焦经济社会发展和构建绿色技术体系等重大需求，围绕氢能、储能、核能、动力电池等重点领域深化基础应用研究，不断加大科研投入。2022年PCT国际专利申请量13679项，连续19年稳居全国首位，全社会研发投入1682亿元，占GDP比重达5.49%，高新技术产业总产值比重超过40%。

攻坚关键核心技术。积极推进重点行业深度脱碳、数字化、低碳化协同技术创新，推进绿色低碳技术、碳捕集与利用等零碳、负碳技术创新，实施近零排放电力、零碳建筑以及减污降碳协同技术等集成应用示范。深圳储能电池市场竞争力处于行业领先地位，核电技术和安全性能指标达到世界先进水平，智能光伏逆变器、锂离子储能等技术领跑全球。华润电力已建成世界第三个、亚洲第一个多线程碳捕集利用与封存测试平台。

完善绿色低碳人才培育机制。出台《深圳市关于促进绿色低碳产业高质量发展的若干措施》，支持面向可再生能源开发与消纳、碳捕

集利用、碳管理等方向建设绿色低碳领域学科，鼓励围绕新建学科建立碳中和技术学院、低碳特色学院等。积极完善深圳绿色低碳技能人才评估鉴定模式，开展绿色低碳职业技能鉴定。

专栏 5：华润海丰电厂碳捕集测试平台

“华润海丰电厂碳捕集测试平台”是世界第三个、亚洲首个多线程 CCUS 测试平台，项目于 2018 年 1 月正式开工建设，2019 年 5 月，项目全面竣工投入运行。华润海丰电厂 CCUS 测试平台为多线程、多技术并行的测试平台，采用燃烧后碳捕集技术，建设有 2 套并行的碳捕集装置，分别为胺溶液吸收法、膜分离法。平台设计捕集能力 2 万吨/年，其中胺液吸收法设计捕集能力为 50 吨/天，膜分离法设计捕集能力为 16.4 吨/天。平台建成以来已累计捕集二氧化碳 3 万余吨。

在捕集技术测试方面，目前平台已经与荷兰壳牌、瑞士苏尔寿、北京科技大学等签订合作协议，开展捕集化学溶剂、填料及金属材料腐蚀方面的研究，已形成具有国际前沿 CCUS 科研课题方向，预计未来将取得相关技术突破，产生一系列高质量的科技论文和技术专利，测试平台对世界 CCUS 技术创新的贡献初具成效。在二氧化碳利用方面，平台已开展二氧化碳产品利用技术的创新和产业化开发前期研究，充分利用华润海丰电厂毗邻海边的地理优势，与中科院南海所、天津大学和浙江大学共同合作开展利用微藻固碳减排应用研究，拟建设 1000 平米规模的微藻养殖示范项目，充分利用二氧化碳进行海水微藻养殖，推动微藻固碳产业化发展。

四、深化对外合作交流

深化粤港澳大湾区交流合作。健全粤港澳应对气候变化联络协调机制，加快建设以深圳为核心、辐射粤港澳大湾区的珠江三角洲经济圈环境气候综合观测体系，建成生态环境系统首个国家野外科学观测研究站，率先开展大湾区生态安全监测和生态数据库建设。深化深港生态环境技术交流合作，积极探索深港两地在自愿减排量国际化交易、碳普惠标准机制互认、绿色金融产品创新等方面落地试点合作。成立粤港澳大湾区绿色金融联盟，推动大湾区绿色金融产品和服务创新。建立粤港澳大湾区气象监测预警预报中心，为大湾区防灾减灾、发展

区域经济和资源开发等提供保障服务。

主动参与全球气候治理。拓展全球气候治理合作伙伴，与东盟国家互相借鉴吸收先进的绿色低碳技术，助力双边经济和环境的绿色可持续发展。在清洁能源、绿色基础设施、生态保护、防灾减灾和低碳智慧城市等领域开展国际合作，连续十年举办“深圳国际低碳城论坛”，连续七年举办“中国（深圳）国际气候影视大会”，为深圳绿色低碳发展提供科技支撑和平台保障。积极参与 C40 城市气候领导联盟、达峰城市联盟、全球环境基金项目等组织的议题和相关会议。参与国际气候峰会，在联合国气候大会讲述深圳故事，增强城市国际影响力。

第五部分 创新示范彰显深圳特色

在建设中国特色社会主义先行示范区的有力推动下，深圳率先探路、勇当先锋，积极探索近零碳排放区试点建设路径，推进减污降碳协同增效创新示范，建设碳中和示范区，开展绿色生活创建、低碳宣教，绿色低碳理念深入人心，走出了一条创新发展的深圳路径，“深圳模式”成为“全国样板”。

一、试点建设探索近零碳发展新路径

制定《深圳市近零碳排放区试点建设实施方案》，选取减排潜力较大或低碳基础较好的区域、园区、社区、校园、建筑及企业，分类分批推进近零碳排放区试点建设。截至 2022 年底，启动两批共 56 个近零碳排放区试点项目建设，第一批试点项目涵盖有全球最大的“光储直柔”近零碳排放园区-华为数字能源安托山总部园区，净零能耗和直流建筑示范的建科院未来大厦以及大梅沙近零碳排放社区等，第二批试点成功打造了全球首个稳定运行的“光储直柔”示范工程-中国建筑绿色产业园 A 区、华润三九观澜基地等具有领先示范意义的近零碳项目。据相关数据测算，两批试点项目累计撬动投资超过 18 亿元，项目建设完成后，预计可降低约 43%的碳排放量。



图 6 第一、二批近零碳排放区试点项目空间分布图

专栏 6：近零碳试点典型案例节选

华为数字能源技术有限公司安托山基地：华为数字能源技术有限公司安托山基地是目前全球规模最大的“光储直柔”近零碳园区，占地面积 1.8 万 m²，通过采用建筑光伏一体化、交直流微网架构、智慧能源管理、场景化节能设计、先进储能系统等一体化方案，预计建成后每年生产光伏绿电约 150 万度，可再生能源利用率超过 26%，单位建筑面积碳排放低于 25KgCO₂/m².a。

生物圈三号大梅沙万科中心碳中和实验园区：万科中心于 2022 年 10 月完成一期工程改造，包括微电网系统、实验性项目、生物多样性、零废物循环机制、运动健康和智慧运营系统等，是中国首个采用智能微电网系统的商办建筑项目；改造完成后已实现建筑综合节能率提升至 85%，可再生能源利用率 85%，项目整体改造完成后，绿色能比例将达到 100%，并实现运营期间碳中和。

二、减污降碳开拓协同发展新思路

积极探索减污降碳协同路径，鼓励区域开展减污降碳工作，在机制创新、企业环保合规建设等方面迈出新步伐。龙岗区立足工业大区现状，创新污染治理路径，推动实现污染物、碳排放量“双降”和产品质量、价格“双升”。龙华区推动工业城区减污降碳协同增效，聚焦电子信息、电气设备、橡胶塑料等重点行业，加快推动工业园区和企业绿色低碳循环发展。宝安区将大气重点排污单位、排污许可重点单位与碳排放管控企业交叉匹配，选取 20 家重点企业开展精细化管理，积极探索减污降碳工作“新路径”。大鹏新区发布了全市首个区县级降碳减污协同指数，开展了核算评估方面创新探索，为减污降碳体系建设工作提供了有利支撑。

专栏 7：深圳市龙岗区减污降碳案例

深圳市龙岗区积极践行减污降碳协同增效理念，吹响生态龙岗、低碳先锋的号角，倾力打造减污降碳协同创新“龙岗样板”。在机制创新方面，成立减污降碳先锋服务队，组织环保行业专家、学者探索企业减污降碳协同增效落地路径，综合梳理辖区近 50 家电镀企业基本情况，筛选试点企业，全周期、全链条、全要素、全方位诊断分析企业生产运营全过程的产污治污、碳排放情况，出台《龙岗区电镀行业减污降碳协同增效指引（试行）》，开辟出深圳市首条重点行业企业低消耗、少排放、能循环、可持续的减污降碳协同增效新路径。企业环保合规建设方面，发布《龙岗区东江流域企业环保合规建设白皮书》，开创全国环保合规体系建设先河，指导企业落实各项污染防治措施，全面提升企业环境规范化、标准化建设水平。制定《龙岗区贵金属提炼企业生态环境保护管理指引》《龙岗区珠宝首饰加工企业生态环境保护管理指引》《龙岗区珠宝行业工业集聚区环境保护规范化管理指引》，对涉表面处理、炼金和珠宝首饰加工企业开展专项整治，有效规范和提升炼金、珠宝首饰加工企业的环保管理水平，防范和化解了生态环保风险。



图 7 深圳市龙岗区成立减污降碳先锋服务队

三、碳中和绘就绿色发展新愿景

高标准建设碳中和试点示范区。加快推进前海合作区、龙岗区省级碳中和试点示范区建设，探索超大城市碳中和实现路径。龙岗区部署重点领域节能减碳和增汇工作，实施国际低碳城节能减碳示范项目，开展“5 个 1”节能减碳示范样板项目建设，新桥世居、未来大厦荣

获 2022 年深圳城市绿色低碳场景示范基地。前海合作区将“碳中和”目标实现路径与国土空间规划要素相结合，从城市布局、能源结构优化、城市建设领域等方面提出前海低碳策略，打造世界级区域集中供冷工程，全面建设高星级绿色建筑规模化示范区。

企业勇当绿色发展领跑者。腾讯发布《腾讯碳中和目标及行动路线报告》，宣布开启“净零行动”，提出“不晚于 2030 年，实现自身运营及供应链的全面碳中和以及实现 100%绿色电力”的总体目标。比亚迪启动企业碳中和规划研究，获颁国内首张 SGS 承诺碳中和符合声明证书，探索新能源汽车行业碳足迹标准，并在绿色采购、绿色生产、绿色运营等方面强化碳减排行动。达实智能开展建筑能源精细化管理，将达实智能大厦打造成为全市首个实现碳中和的绿色建筑。

四、全民实践赋能绿色低碳新生活

倡导低碳行动。推出“低碳星球”“全民碳路”等小程序，发布南网在线低碳用电碳普惠应用，成立由腾讯公司、巴士集团、机场集团、能源集团等 9 家单位组成的碳普惠联盟，共同倡导公众参与低碳生活。2022 年 12 月，完成市民个人碳普惠减排量首次交易。目前，全市碳普惠相关应用程序累计用户量超 600 万，累计减排量超 5 万吨。

践行绿色生活。开展绿色创建行动，面向 12 个领域创建绿色单位 1500 多家。组织开展低碳大课堂、“低碳深圳行”自行车骑行等一系列形式多样、趣味性、参与性强的体验活动。构建有特色的低碳教育体系，创建公众环境教育设施 61 家，面向 150 万中小學生开设“迈向碳中和”系列科普网课。

鼓励绿色消费。以盐田区为试点成立全国首个推动生态文明全民参与的生态环保基金会，以“小碳币”撬动形成生态文明共建、共治、

共享的良性循环。积极落实国家绿色低碳产品认证制度，鼓励符合条件的单位成为认证授权机构。截至 2022 年底，深圳国推绿色产品认证获证企业 51 家，累计发放证书 124 张。

开展低碳宣教。持续开展节能宣传周、六五环境日、全国低碳日等活动，营造全民参与绿色发展的良好氛围。2022 年首次采用 AR 技术举办六五环境日主题线上活动，全面展示“低碳星球”运行成果。打造地铁低碳主题车厢，广泛宣传倡导简约适度、绿色低碳理念。举办 2022 年节能宣传周和低碳日活动，开展“1+6+N”系列宣传活动、知名景点学校碳普惠低碳打卡活动等。

专栏 8：深圳自然学校蓬勃发展

为了让市民走进自然，认识自然，并与自然和谐相处，建立公众参与环境保护的平台，深圳市借鉴国外“自然学校”创建经验，在全国率先探索创建深圳自然学校。自 2014 年第一家自然学校——华侨城湿地自然学校创办以来，深圳的自然学校越来越多，人与自然和谐共生的“美丽中国”典范正在深圳逐渐形成。2020 年，深圳牵头发起了“国家自然学校手牵手行动”，进一步将先进的自然教育理念、管理模式、优质资源辐射到更多的自然学校，真正实现环境教育资源的共建共享。2021 年深圳市通过地方立法明确了“自然学校”的法定地位，提出应从规划层面划定适当区域开展自然生态教育与体验等活动。2022 年全市新增 2 家自然学校，分别是深圳市兰科植物保护研究中心和大鹏新区禾塘山水自然教育中心，目前深圳全市已经拥有自然学校 22 个。

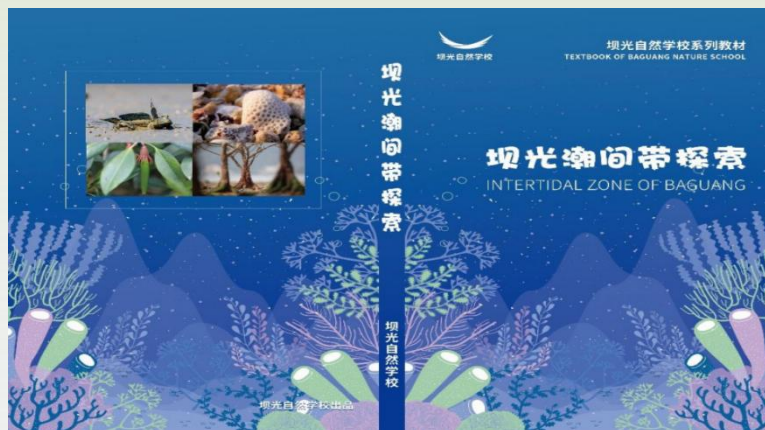


图 8 大鹏新区坝光自然学校系列教材

展 望

气候变化是全人类面临的共同挑战。在全球气候变暖的背景下，极端天气事件频发，对城市经济社会发展的影响愈加凸显。积极应对气候变化既是深圳全面贯彻落实党中央、国务院关于碳达峰碳中和重要战略决策的应有之义，同时也是率先打造人与自然和谐共生的美丽中国典范的必由之路。新时代新征程，深圳将以党的二十大精神为根本遵循，抢抓建设粤港澳大湾区、深圳先行示范区和实施深圳综合改革试点重大历史机遇，深入践行国家应对气候变化战略部署，继续统筹加强应对气候变化和生态环境保护工作，推动减污降碳协同增效，推进经济社会全面绿色转型。

“十四五”时期，是实现碳达峰目标的窗口期，同时也是深圳迈入新发展阶段、贯彻新发展理念、融入新发展格局的关键期。深圳将持续加强温室气体排放管控，深入推进碳达峰行动，加快实现经济和产业绿色低碳转型；稳步提升城市适应气候变化能力，进一步完善预测预警和防灾减灾体系建设，增加适应气候变化与国土绿化、生态修复、生物多样性保护等相关工作协同性；提升应对气候变化治理能力现代化水平，完善应对气候变化制度体系，深化示范试点建设，积极参与全球气候治理，加强与国际城市的合作共享，为构建公平合理、合作共赢的全球气候治理体系添砖加瓦。

绿色发展，驰而不息。未来，深圳将继续发扬“敢闯敢试、敢为人先、埋头苦干”的特区精神，对标国际，先行示范，展现深圳在参与应对气候变化行动中的作为与担当，加快建设引领可持续发展的国际创新低碳城市，率先打造人与自然和谐共生的美丽中国典范，为全国乃至国际社会贡献应对气候变化深圳经验。