

深圳市“双碳”目标实现路径的调研报告——基于环境保护视角的分析

胡方启

宝安中学（集团），中国·广东 深圳 518101

摘要：本文以深圳市“双碳”目标实现路径为研究对象，基于环境保护视角，结合调研数据与实践案例，探究超大城市低碳转型可行路径。研究发现，深圳在能源转型（公交出租车 100% 电动化、清洁能源装机占比 82.2%）、产业低碳调整（战略性新兴产业占 GDP 42%）及碳交易（累计成交额 89.58 亿元）等方面成效显著，但存在先进制造业“隐含碳”突出、中小企业转型动力弱、碳管理人才缺口大、公众参与不足等问题。据此，从政府、企业、社会及青少年层面提出对策，为深圳及同类城市推进“双碳”目标提供参考。

关键词：深圳市；“双碳”目标；环境保护；低碳转型；碳交易市场；公众参与

Research Report on the Pathway to Achieving Shenzhen's "Dual Carbon" Goals — An Analysis from the Perspective of Environmental Protection

Hu Fangqi

Bao'an Middle School (Group), China Guangdong Shenzhen 518101

Abstract: This paper takes Shenzhen's dual-carbon goal achievement path as the research subject. From the perspective of environmental protection, and based on survey data and practical cases, it explores feasible pathways for low-carbon transformation in megacities. The study finds that Shenzhen has made remarkable progress in energy transition (100% electrification of buses and taxis, clean power installed capacity accounting for 82.2%), industrial low-carbon adjustment (strategic emerging industries accounting for 42% of GDP), and carbon trading (cumulative transaction volume of 8.958 billion yuan), but faces issues such as significant 'embedded carbon' in advanced manufacturing, weak transformation motivation among small and medium-sized enterprises, a large gap in carbon management talent, and insufficient public participation. Accordingly, strategies are proposed from the perspectives of government, enterprises, society, and youth to provide references for Shenzhen and similar cities in promoting the dual-carbon goal.

Keywords: Shenzhen; "Dual carbon" goals; Environmental protection; Low-carbon transition; Carbon trading market; Public participation

0 引言

全球环境问题日益严峻，气候变化加剧、温室气体排放攀升、生态系统失衡等挑战，对人类社会可持续发展构成重大威胁。中国作为负责任的发展中大国，提出“碳达峰、碳中和”（以下简称“双碳”）战略目标，明确 2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和，这既是对全球气候治理的响应，也是推动国内经济社会绿色转型、实现高质量发展的必然选择。

深圳作为改革开放前沿与经济特区，2024 年 GDP 突破 3.68 万亿元，在经济高速增长的同时，肩负建设“美丽中国典范城市”使命。笔者通过参与实践，深刻认识到经

济与生态的辩证关系。鉴于深圳在国家低碳战略中的试点地位，探究其“双碳”路径具有重要价值。本文结合调研与本土实践，尝试提出可行对策，为同类超大城市提供参考。

1 深圳市“双碳”目标推进的现状分析

1.1 全球与中国“双碳”战略的宏观背景

联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）《2024 年全球气候状况报告》显示，2024 年全球平均气温较 1850–1900 年工业化前期高出 1.55℃，首次完整年度突破 1.5℃ 临界值。IPCC 指出，这虽不意味着《巴黎协定》“温控 1.5℃”目标失守，但已构成“全球气候系统严重预警信号”，凸显低碳转型紧迫性。

从排放总量看，2024 年联合国气候变化大会（COP29）发布的《全球碳预算》显示，2024 年全球二氧化碳排放量从 2023 年的 406 亿吨增至 416 亿吨，增量源于化石能源燃烧。在此背景下，欧盟明确“2050 年碳中和”，美国通过《通胀削减法案》加大清洁能源投资，形成全球协同态势。

中国 2024 年碳排放总量（含土地利用变化）约 129.99 亿吨，占全球 32%，转型任务艰巨。但减排成效显著，国家统计局数据显示，2024 年中国单位 GDP 能耗较上年降低 3.8%，超额完成“降低 2.5% 左右”的年度目标。政策层面，国家发改委等七部门印发《“十四五”循环经济发展规划》，完善“双碳”配套政策。

深圳作为国家首批低碳试点城市，探索起步早：2010 年纳入全国首批碳排放权交易试点；2021 年出台《深圳市碳排放权交易管理暂行办法》；2023 年发布《深圳市碳达峰实施方案》；2024 年 7 月制定《国家碳达峰试点（深圳）实施方案》，启动试点建设，探索超大城市低碳路径。

1.2 深圳市环境保护实践与阶段成果

1.2.1 能源结构绿色转型成效显著

交通能源领域，深圳作为全国首个实现公交车、出租车 100% 电动化的城市，新能源汽车保有量从 2015 年的 6.8 万辆增至 2024 年的 108.0 万辆，且 2024 年全年推广 32 万辆、新车渗透率 76.9%，年末保有量进一步增至 126.9 万辆（占机动车总保有量 28.6%），本土企业比亚迪的刀片电池技术迭代也为产业低碳提供支撑。

电力能源领域，深圳积极推进海上风电、光伏发电等项目，2023 年非化石能源消费占比达 58.2%，2024 年又建成光明燃机一期等项目、新增装机 371 万千瓦，清洁能源装机占比提升至 82.2%。

表1 2015–2024 年深圳新能源汽车与清洁能源核心数据表

年份	新能源汽车保有量 (万辆)	非化石能源消费占比 (%)
2015	6.8	43.5
2020	48.7	52.1
2022	89.7	56.3
2023	97.1	58.2
2024	108.0	56.6 (1–4 月数据)

新能源汽车保有量的跨越式增长与非化石能源消费的变化，充分体现深圳交通、能源领域低碳转型成效。

1.2.2 产业结构低碳化调整加速推进

产业结构层面，深圳战略性新兴产业占 GDP 42%，高技术制造业增加值占规模以上工业增加值 65%，低碳特征显著。重点企业通过技术创新降能耗：华为云贵安数据

中心采用直通风冷却、液冷技术等，能源使用效率（PUE 值）降至 1.12；腾讯数据中心 PUE 值稳定在 1.2 以下，大幅降低运营能耗。

物流与建筑领域，低碳技术应用成效突出。大疆创新无人机物流配送系统，较传统运输减碳 80%，某生鲜电商测试显示，其能源消耗较传统配送车降低 60%，缓解交通拥堵与尾气排放。建筑领域，深圳推行“零碳建筑”标准，前海国际会议中心采用光伏幕墙、地源热泵技术，年减碳 1.2 万吨。

碳排放权交易市场方面，深圳 2013 年启动碳交易，截至 2025 年 9 月，累计成交量 1.42 亿吨，成交额 89.58 亿元，较 2023 年大幅增长，源于市场机制完善与企业参与度提升。目前市场覆盖工业、交通、建筑、能源等 22 个行业：工业企业通过技术创新降碳，优化配额管理；交通领域新能源汽车推广改变企业交易行为；建筑领域低碳标准趋严扩大覆盖范围。减排成效上，2024 年纳入管控的试点企业单位产值碳排放强度较 2013 年下降 65%，碳市场倒逼企业转型。

2 深圳市“双碳”目标推进中存在的问题

2.1 重点领域碳排放控制压力突出

2.1.1 先进制造业“隐含碳”问题凸显

尽管深圳规模以上工业碳排放强度下降，但电子信息产业“隐含碳”不容忽视。国际权威机构全生命周期评估显示，2024 年一台高端智能手机全生命周期碳排放约 87.3 千克，较此前上升，因芯片制程微缩与功能复杂化导致能耗增长，其中芯片制造环节碳排放占比 39.2%，为核心环节。

产业规模与碳排放关联紧密，2025 年上半年深圳集成电路产业规模 1424 亿元，同比增长 16.9%，若全年维持增速，产量有望接近 300 亿块。专业碳核算机构估算，2025 年深圳集成电路相关产业链年碳排放超 720 万吨，较 2022 年显著增长，规模扩张带来排放压力。

技术层面，本土晶圆制造企业低碳技术应用不足。行业调研显示，深圳 15 家主要晶圆制造企业中，碳化硅涂层技术在关键环节应用覆盖率仅 35%，单位产品能耗较国际先进水平高 12%，影响效益与全球竞争力。虽然部分头部企业引入极紫外光刻（EUV）技术降能耗，但整体推广进度需加快。

2.1.2 建筑与交通领域碳排放仍处高位

建筑领域，深圳建筑总面积超 10.5 亿平方米，高耗能公共建筑占比 32%。虽新建建筑 100% 执行绿色建筑标准，

但既有建筑节能改造缓慢，2024 年改造率不足 12%，高能耗问题未有效解决。

交通领域，深圳机动车电动化率全国领先，但私人小汽车保有量 2025 年突破 400 万辆，早晚高峰路网密度超 60 辆 / 公里，机动车怠速排放占比 25%，排放压力未根本缓解。此外，航空领域的碳排放问题也逐步凸显：2024 年深圳宝安国际机场旅客吞吐量 6147.7 万人次，2025 年上半年 2500 万人次，全年有望超 5000 万人次；2024 年机场油码头航油运输量 199 万吨，同比增长 18.5%，连续两年创新高。客流量与航班频次增加导致航油需求攀升，而机场碳减排技术尚处于起步阶段，管控面临挑战。

2.2 市场主体低碳转型动力不足

2.2.1 中小企业低碳技术创新能力薄弱

深圳中小微企业超 250 万家，在活跃经济、创造就业中作用关键，但低碳转型困难。调研显示，90% 以上中小微企业未设专门低碳研发部门，缺乏专业团队支撑碳排放管理与节能技术研发，在全球低碳竞争中劣势凸显。

成本压力是核心制约，某电子元器件加工厂购置一套挥发性有机物（VOCs）处理设备需 50 万元，占年度利润 15%，过高初期投入导致 30% 中小企业治污设施闲置，转型难以推进。

2.2.2 碳管理专业人才缺口显著

2024 年底，深圳纳入碳市场管控的重点排放单位约 800 家，涵盖工业、能源、交通等领域。但深圳市生态环境局与行业协会联合调研显示，具备注册碳核查师资质（含国家备案碳核查员、ISO 体系碳核查资质）的企业仅占 12.3%；60% 企业依赖第三方机构开展碳核查，且仅在年度履约阶段临时梳理数据；27.7% 企业未建立常态化碳核查机制。

人才缺乏导致企业碳管理能力不足：无法系统开展碳足迹核算，难精准定位减排潜力；碳核算精度低、减排路径规划滞后，制约转型进程，成为“双碳”推进瓶颈。

2.3 公众参与机制有待完善

2.3.1 生活源碳排放管控缺乏有效抓手

生活源碳排放是深圳碳排放重要组成部分。2024 年，深圳生活垃圾清运量 910.8 万吨，日均 2.495 万吨，虽无害化处理率 100%（焚烧 685.3 万吨、厨余处理 225.5 万吨），但与上海 72% 的厨余垃圾处理水平相比，仍有差距。

垃圾分类是减碳关键，深圳生活垃圾分类覆盖率 100%，回收利用率 49.1%，虽有提升，但与理想目标差距

明显，生活源碳排放管控未形成闭环。

2.3.2 低碳文化培育深度不足

碳普惠机制是激发公众参与的创新制度，深圳自 2021 年起打造“低碳星球”“全民碳路”“居民低碳用电”等应用。截至 2024 年，累计注册用户超 600 万，“居民低碳用电”应用开通碳账户家庭 80.5 万户，但仅占深圳家庭总量 25%，反映公众对碳普惠认知不足，参与覆盖面有限。

根源在于碳普惠机制秉持“自愿参与”原则，虽尊重公众选择，但在获取数据授权、引导参与上难度大，本质是低碳文化未形成广泛社会共识，公众行动自觉需提升，社会基础需夯实。

3 深圳市推进“双碳”目标的对策建议

3.1 政府层面：强化政策创新与协同治理

3.1.1 构建全链条碳治理政策体系

出台《深圳市重点领域碳达峰实施方案》，明确电子信息、建筑、交通等六大行业减排路线图，将碳排放强度纳入土地出让、项目审批前置条件。

扩大碳交易市场覆盖范围，纳入数据中心、物流园区；试点“碳标签”制度，标识终端产品碳排放；设立低碳转型基金，支持中小企业节能改造，对年减碳超 1000 吨的项目给予投资补贴。

3.1.2 推进智慧化碳管理平台建设

依托“数字政府”成果，整合电力、交通、工业数据，构建全市统一的碳排放监测预警平台。试点“碳护照”制度，为企业提供全生命周期碳足迹追踪服务，实现重点企业在线监测全覆盖。

3.2 企业层面：激发创新活力与责任担当

3.2.1 推动全产业链低碳技术攻关

电子信息企业建立“绿色供应链”管理体系，要求一级供应商完成碳排放认证，从上游控制“隐含碳”。建议华为等龙头牵头成立“大湾区低碳技术联盟”，整合产学研资源，突破芯片制造、5G 基站节能等关键技术，提升产业链低碳水平。

建筑企业推广“光伏 + 建筑”，提高新建公共建筑光伏覆盖率。建议在新建学校安装光伏板，设“观测角”记录发电量，计算“年减煤量”，提升学生认知。

3.2.2 完善碳资产管理机制

鼓励上市公司披露 TCFD（气候相关财务披露）报告，深圳能源、中广核等企业探索“碳资产质押贷款”，2024 年前培育 5 家专业碳管理服务机构。

鼓励企业披露气候相关财务报告，将碳绩效纳入绩效

考核,用减排量换资金,实现“低碳增收”。

3.3 社会层面:构建全民参与生态体系

3.3.1 创新低碳生活激励机制

升级“深圳碳普惠”平台,将步行、地铁出行等低碳行为量化为“碳积分”,兑换公共服务折扣或商业优惠;社区推行“垃圾分类智能督导”,AI 摄像头识别分类质量,对连续 3 个月达标家庭减免物业费;学校开展“低碳小卫士”计划,将碳教育纳入中小学综合实践课程,培养青少年低碳意识。

3.3.2 发展绿色公益与低碳产业

支持环保公益组织开展“零碳社区”创建,奖励年减碳显著社区;试点“低碳消费示范区”,引入碳足迹追溯系统,在商超、电商设“碳中和商品”专区,打造示范样本。

3.4 青少年行动方案

青少年作为未来低碳主力军,可从以下维度参与深圳“双碳”实践:

校园低碳行动:发起“无废教室”创建,减少一次性文具使用,推行教材循环;设立班级碳账户,记录节能行为(关灯、关空调、节约用纸等),定期评选“低碳班级”,营造校园低碳氛围。

社区低碳服务:加入“绿马甲”低碳志愿者队伍,每周 1 次社区垃圾分类督导;组织旧物改造工作坊,将废旧衣物、家具改造成实用物品,推广资源循环理念。

绿色研学实践:参与“深圳碳足迹调研”项目,走访前海碳中和园区、大鹏 LNG 接收站、比亚迪工厂等示范点,实地了解低碳技术应用,形成调研报告。

创新提案大赛:组队参加“青少年低碳创新大赛”,围绕快递包装减量化、校园能耗优化、社区垃圾分类改进等问题,提出创新可行的低碳解决方案,贡献青少年智慧。

4 结语

全球气候变暖下,“双碳”目标成为经济社会绿色转型、实现可持续发展的核心战略。深圳作为改革开放“窗口”与国家低碳试点,其探索承载国家战略使命,也为同类超大城市提供实践样本。

本文梳理深圳在能源优化、产业调整、碳市场建设等方面的成果,直面“隐含碳”、转型动力、公众参与等问题,从多层次提出对策。需注意,“双碳”实现是长期系统工程,后续需结合城市动态,优化政策、突破技术、深化参与,让低碳理念融入城市发展。

未来,深圳若强化多主体协同治理,加快低碳技术创

新应用,完善低碳生态,必将在实现自身“双碳”目标的同时,为全国乃至全球超大城市绿色低碳发展贡献“深圳经验”,助力美丽中国建设与全球气候治理。

参考文献:

[1] 魏一鸣等. 碳减排系统工程:理论方法与实践 [M]. 北京:科学出版社, 2023:45-62.

[2] 工业互联网产业联盟碳达峰碳中和工作组. 碳达峰碳中和蓝皮书(2025 年) [C]. 北京:改革网智库, 2025:28-35.

[3] 余碧莹等. 碳减排技术经济管理 [M]. 北京:中国人民大学出版社, 2024:201-219.

[4] 唐葆君,王璐璐等. 碳金融学 [M]. 北京:中国人民大学出版社, 2023:89-106.

[5] 沈萌,魏一鸣等. 智慧能源 [M]. 北京:科学技术文献出版社, 2024:92-109.

[6] 刘兰翠,刘丽静等. 碳减排管理概论 [M]. 北京:中国人民大学出版社, 2023:37-54.

[7] 中国社会科学院工业经济研究所. 协同推进降碳、减污、扩绿、增长的主要挑战与对策建议 [EB/OL]. http://gjs.cssn.cn/kydt/kydt_kycg/202504/t20250410_5867795.shtml, 2025-04-10.

[8] 南方 +. 深圳发布 2024 年应对气候变化白皮书 [EB/OL]. <https://www.nfnews.com/content/xovKxkldyJ.html>, 2025-06-25.

[9] 李文斌,陈洁敏,宗传苓. 深圳港碳达峰与碳中和路径的实践与探索 [J]. 交通与港航, 2021(4):75-80.

[10] 深圳政府在线. 2024 深圳生态文明大事 [EB/OL]. https://www.sz.gov.cn/cn/xxgk/zfxgj/zwdt/content/post_11955695.html, 2025-01-13.

[11] 周会祥. “双碳”治理的“时·度·效”及现实价值——以深圳探索为例 [J]. 特区实践与理论, 2023(2):116-121.

[12] 中共中央,国务院. 关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见 [Z]. 2024-07.

[13] 庄贵阳等. 协同推进降碳减污扩绿增长的内涵与实现路径 [J]. 中国人口·资源与环境, 2023 (8):1-9.

[14] 刘世锦等. 中国城市“四位一体”协同发展指数研究 [R]. 2024.

作者简介:胡方启(2008.05-),男,汉族,山东省淄博市人,研究方向:环境保护。