

上海实现碳达峰须关注的重大问题及对策建议

王丹 彭颖 柴慧 张靓 谷金¹

(上海市人民政府发展研究中心 200003)

【摘要】 为按期实现碳达峰的艰巨任务，上海必须强化政府与市场双轮驱动，引导更广泛的社会力量参与。既要切实发挥政府在政策制订、法律法规完善、科技和制度创新、能源和相关领域改革，以及破除制约绿色低碳发展体制机制障碍等方面的导向和规范作用，又要充分发挥市场机制作用，特别是依托上海国际金融中心建设，加快绿色金融体制机制创新，为上海实现碳达峰提供有力支撑。

【关键词】 碳达峰 碳排放 能源消费

【中图分类号】:X321.51 **【文献标识码】**:A **【文章编号】**:1005-1309(2022)06-0093-008

一、上海碳排放进入平台波动期，与 GDP 增速脱钩迹象明显

2000—2009 年，上海能源消费总量保持了年均 6.59%的较高增长，带动上海碳排放量迅速攀升。2010 年后，上海碳排放量进入平台波动期，自 2011 年达到阶段性峰值 2.2 亿吨后，缓慢回落并稳定在 2 亿吨的水平上下小幅波动。与此同时，上海碳排放与 GDP 逐步脱钩的迹象明显，万元 GDP 碳排放量已从 2010 年的 1.162 吨，下降至 2019 年的 0.610 吨，¹累计降幅达 47.5%，碳排放强度仅次于北京(0.45 吨)和广东(0.58 吨)，居全国第 3 位。

(一)产业结构调整中工业能耗和碳排放的持续下降是碳排放总量下降的关键原因

长期以来，工业是上海能耗和碳排放占比最大的领域，2010 年，工业能耗和工业碳排放在全市占比均为 60%左右。“十二五”以来，随着产业结构调整步伐不断加快，工业碳排放量实现了快速下降，带动上海碳排放总量下降。一方面，工业碳排放量占比持续降低，带动全市能耗强度下降。从不同产业门类看，工业的万元 GDP 能耗最高，约为第三产业的 3 倍、建筑业的 1.8 倍、第一产业的 1.3 倍。2010—2019 年，随着上海工业增加值占 GDP 比重从 38.8%下降至 25.4%，上海单位 GDP 能耗从 2010 年的 0.678 吨标准煤降至 2019 年的 0.337 吨标准煤，下降明显。另一方面，工业内部结构持续优化促进了能源利用效率提升。近 10 年来，上海持续加大淘汰落后产能力度，目前，焦炭、铁合金、平板玻璃、皮革鞣制等行业已全面退出，铅蓄电池、砖瓦、钢铁行业已基本完成行业整合，小化肥、小冶炼、小水泥企业基本关停。此外，通过持续推进技术改造，工业领域的能源利用效率也有较大提升。由此，2010—2019 年，上海工业领域单位 GDP 能耗下降幅度显著，降幅达 33.5%，高于第一产业 11.2 个百分点和建筑业 31.6 个百分点。总体来看，上海工业领域能耗以及碳排放量于“十二五”期间阶段性达峰，2019 年工业碳排放量为 1.02 亿吨，较 2010 年明显下降。

¹**作者简介**：王丹，上海市人民政府发展研究中心综合处处长。彭颖，上海市人民政府发展研究中心城市处副处长。柴慧，上海市人民政府发展研究中心城市处四级调研员。张靓，上海发展战略研究所研究人员。谷金，上海市人民政府发展研究中心城市处研究人员。

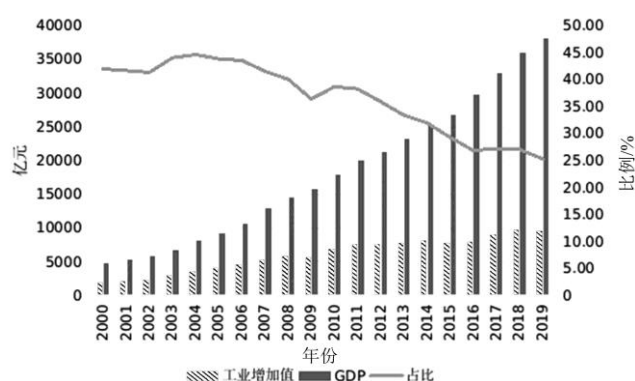


图1 2000—2019 年上海 GDP、工业增加值及其占比

资料来源：《2020 年上海统计年鉴》。

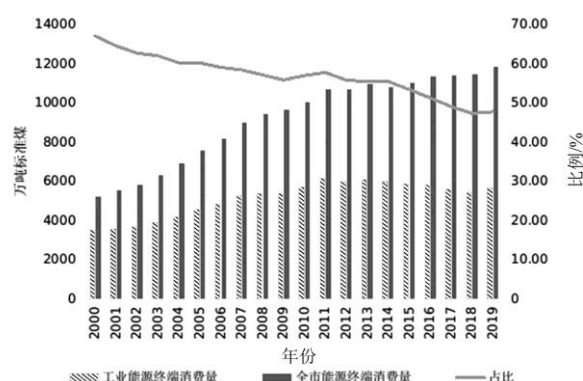


图2 2000—2019 年上海能源终端消费量、工业能源终端消费量及其占比

资料来源：《上海市能源和环境统计年鉴(2020)》。

(二)能源结构绿色化是碳排放总量下降的根本原因

近年来，随着煤炭减量替代工作的持续推进，上海加速由高碳的能源消费结构向低碳的能源消费结构转变。一方面，煤炭消费量大幅下降，非清洁能源在能源消费中的占比不断降低。2019 年，上海煤品、油品等非清洁能源占能源消费比重较 2010 年下降 13.73 个百分点。其中，煤炭消费比重较 2010 年下降 16.74 个百分点，带动其所产生的碳排放占全市碳排放的比重也相应大幅下降，由 2010 年的 58.5% 降至 2020 年的 40.0%。另一方面，天然气和净调入电快速增长。其中，受燃气发电替代和城市管道燃气全天然气化带动，上海天然气在能源消费中占比在 10 年间提升了近一倍，由 2010 年的 5.46% 提升至 2020 年的 10.90%。此外，市外来电的快速增加缓解了上海的碳排放压力。2020 年，外省市净调入电量占比达 18%，较 2010 年提高了近 8 个百分点，且外来电中可再生能源发电占比达 37%。受能源结构优化影响，尽管近 10 年来上海能源消耗仍旧呈波动上升的趋势，并于 2019 年前后进入平台期，但碳排放量总体呈波动下降的态势。

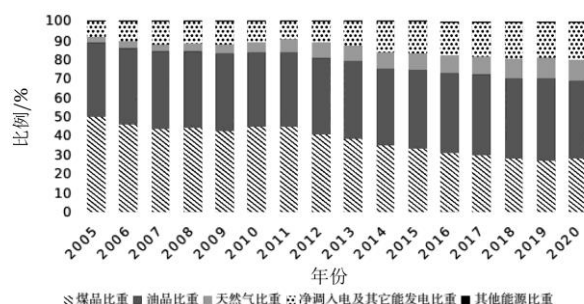


图3 2005—2020年上海能源消费总量构成变化情况

资料来源：《上海市能源和环境统计年鉴(2020)》。

(三)交通、建筑领域碳排放量呈刚性上升态势，对碳排放总量降低带来挑战

一是内外部交通较快增长，促使交通领域碳排放增加。从碳达峰口径看，²随着上海城镇化、机动化水平的提升，上海交通领域碳排放量稳步增长，2019年碳排放总量为0.2亿吨，较2015年增加了165万吨，年均增速约为2.0%。从全口径看，交通领域碳排放量超0.5亿吨，约为碳达峰口径的2.4倍，2015—2019年，因航空、航运业的快速发展，全口径的交通领域碳排放量年均增速约为4.6%，高于碳达峰口径2.6个百分点。

二是建筑体量快速增长推动建筑领域碳排放量增加。2019年，建筑领域碳排放量约为0.4亿吨，相比2010年增长了6.0%。建筑领域碳排放量的快速增长和建筑面积的快速增长密不可分。

综合来看，受上海工业能耗逐步下降，以及交通、建筑两大领域能耗刚性上升影响，上海能耗和碳排放结构呈现明显变化。相关研究报告显示，工业、交通、建筑领域的能耗占比由2010年的59：24：17调整为2019年的49：29：22，2019年工业、交通、建筑领域的碳排放分别占50.2%、27.3%和22.1%。与此同时，随着三大领域碳排放的此消彼长，上海碳排放总量已于2011年实现阶段性达峰，从10年走势看，全市碳排放总量呈现“先快速下降，后缓慢上升”的波动下降态势，即上海碳排放量在经历从2011年阶段性高值2.2亿吨快速下降至2014年的1.99亿吨后，逐步反弹至2019年的2.04亿吨。³

二、上海巩固阶段性达峰态势面临较大压力和挑战

从影响因素看，经济增长、技术发展、能源调配能力以及消费行为是造成碳排放变化的主要变量。总的来看，“十四五”期间，上海碳排放巩固现有阶段性达峰态势面临较大压力，主要来自4个方面的挑战。

(一)经济高质量发展对能源需求仍旧较大，工业、交通和建筑领域均面临持续的发展需求

能源是进行生产生活的基石。当前，尽管上海碳排放强度已显著下降至较低水平，但经济总量的持续增长将不可避免地会对能源产生新的需求，并对能耗总量下降带来挑战。“十四五”期间，从三大领域看：一是工业将持续稳步增长。工业占全市GDP比重将基本稳定在25%的水平，且近年来工业项目投资额仍呈现快速增长态势，其中不乏数据中心等在内的高耗能项目，将产生新的碳排放。二是城市交通运输业将持续发展。根据规划，随着上海国际航运中心和综合交通的发展，“十四五”期间，上海集装箱年吞吐量、航空旅客年吞吐量、货邮年吞吐量、公共交通日均客运量(工作日)等将持续增长，年均增速将分别达1.30%、1.06%、0.16%和1.09%以上。三是城市建筑体量将持续增长。当前，上海承担了一系列国家重大战略任务，城市建设还未到定型阶段，随着城市建筑总面积的持续增加，仍需相当规模的用能增量支撑。

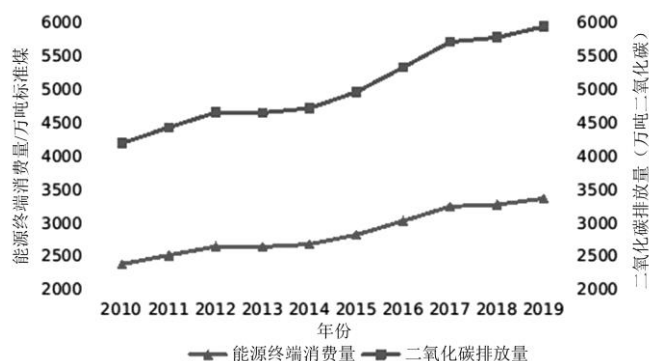


图 4 2010—2019 年上海交通领域能源终端消费量与碳排放量变化情况⁴

资料来源：《上海市能源和环境统计年鉴(2020)》。

(二)清洁能源替代和节能改造力度不够，技术降碳的潜力尚未有效释放

绿色低碳技术应用是实现大规模脱碳的重要途径，从三大领域看，绿色技术突破和推广的步伐偏缓。一是工业领域关键降碳技术仍处于研发设计阶段。例如，氢能冶炼等技术运用于钢铁行业处在研发示范阶段，高效碳捕集技术运用于石化行业也处在试点阶段。二是交通领域绿色出行模式替代仍存困难。上海本地乘用车方面，由于续航里程、安全性、寿命等方面的技术瓶颈，新能源车仍存在“新增多、替代少”的问题。目前，新能源车总体占比不足 10%。水运方面，氢燃料电池在船舶上的商业化应用还面临氢气提取、储存困难以及氢燃料电池工程化方面的挑战。民航方面，可持续航空燃料产业刚刚起步。三是建筑节能改造的标准偏低，绿色建筑发展不足。现阶段，上海大规模的建筑节能改造主要以用能设备的更替升级方式为主，缺乏系统性、整体性的能效提升。此外，已有绿色建筑的物业单位普遍存在绿色运营能力不够的问题，导致绿色建筑设计 with 绿色运营相脱节，高能效建筑的占比较低。

(三)能源结构深化调整任务艰巨，绿色转型面临多重制约

当前，上海能源消费结构转型的需求与通道、成本等多重制约的矛盾日益突出。一是本地可再生能源的规模化发展受到场地和成本限制。由于上海在发展风电、光伏自然资源条件方面分别属于全国四类、三类地区，且场址资源紧缺、开发成本较高，制约了本地发展可再生能源的空间。2020 年，上海一次电力⁵发电量占全市能源消费总量比重低于 1%，大幅低于广州、深圳、北京等城市的水平。二是进一步提高外来电占比的难度较大。当前，上海外来电比重已超过 18%，继续提高其占比受新通道建设周期长、存量通道容量有限、送端地区电力增长受限，各地争夺非化石能源更加激烈等多种因素制约。

(四)居民生活能耗持续提升，不断抵消技术进步和产业升级等因素带来的减排效应

随着人民生活水平持续提升，居民生活品质和舒适度需求提升，家用电器、小汽车等耗能型产品的拥有量和使用量不断增加，导致居民生活能源消耗及其排放的二氧化碳量不断增长。2010—2020 年，上海居民用电从 169.05 亿千瓦时增至 257.14 亿千瓦时，其占全社会用电量的比重由 13.04% 升至 16.32%。与此同时，居民作为工业品终端消费的主力，其是否具有低碳化的价值取向也在很大程度上影响工业企业对于自身产品的设计和生产，进而对减排总效应产生重要影响。根据上海市建科院估算，按照现行趋势，2025 年上海生活领域碳排放量将达到 1700 万吨，较 2020 年增加约 215 万吨，年均增长 2.7%。为此，挖掘居民消费所蕴含的低碳减排潜力，推进消费侧减碳已刻不容缓。

基于以上因素，“十四五”时期，在技术条件和能源结构未发生显著变化的情况下，按照现行趋势，三大领域碳排放将呈现

“一稳两升”的走势。工业领域未来的碳排放走势将相对稳定，但大幅下降的空间有限；建筑领域和交通领域未来的碳排放走势可能随着建筑体量增加、交通和物流需求增加而延续一段时间的波动上行。因此，总的来看，“十四五”期间上海碳排放将呈现缓慢上升态势。

三、上海实现碳达峰必须创新思路

根据前述分析，考虑到按照现行趋势，建议结合上海发展实践的特殊性和阶段性，在推进碳达峰时切实做好“三个统筹”：一是统筹兼顾经济社会发展“硬目标”，处理好发展与减排的关系，将低碳转型全面融入经济社会高质量发展当中，在确保完成国家和城市发展战略任务的基础上推进碳达峰。二是统筹兼顾能源安全保障“硬底线”。既要大力推进能源结构绿色化转型，也要充分考虑到能源安全风险，在保证能源供应稳定的前提下逐步建立起安全绿色高效的能源体系。三是统筹自身发展与国家支持的“硬措施”。在自身努力实现更高质量发展的同时，积极争取国家支持，形成部市推进合力。在此基础上，着力推进发展思路的“四大转变”：

（一）从聚焦工业减排向推进三大领域共同减排转变

近年来，上海能源需求侧结构发生较大变化。在全市碳排放中，交通、建筑领域合计占比与工业基本持平，随着未来三大领域碳排放“一稳两升”趋势的发展，“十四五”期间，交通、建筑领域将逐步取代工业领域成为上海碳排放的主要力量。为此，上海在推进碳减排工作时，将碳减排重点由工业领域向工业、交通、建筑领域并重转换，在保持工业领域减排力度不减的同时，加大建筑、交通领域的节能减排力度，促进全市碳排放总量得到合理控制。

（二）从注重节能改造向节能改造与技术突破并重转变

近年来，上海不断加大节能减排推进力度，能源利用效率提升和碳排放下降之快前所未有。但同时也要看到，依靠行业节能减排，特别是工业行业节能改造挖掘的减排潜力空间开始不断收窄、成本持续上升。为此，上海亟待深化重点领域节能改造的同时，把大幅提升绿色低碳前沿技术创新和应用能力放在更加突出的位置，依托研发、人才、应用场景等优势，加快清洁能源和低碳领域的突破性技术攻关，并部署相关产业链，为进一步降低碳排放提供驱动力。

（三）从行政机制为主向行政机制与市场机制并行转变

当前，行政机制仍是促进上海节能减排的主要手段，市场机制尽管发挥了一定作用，但作用力度仍偏弱，社会资本的主动性和参与度仍偏低。未来，上海要如期实现碳达峰的艰巨目标，需要强化政府与市场双轮驱动，引导更广泛的社会力量参与。既要切实发挥政府在政策制定、法律法规完善、科技和制度创新、能源和相关领域改革以及破除制约绿色低碳发展体制机制障碍等方面的导向和规范作用，又要发挥市场机制作用，特别是依托上海国际金融中心建设，加快绿色金融体制机制创新，为上海实现碳达峰提供新的支撑。

（四）从侧重生产侧发力向生产侧和消费侧并举转变

随着居民能耗的增速超过工业能耗，欧美等发达国家的能源管理已由传统的生产侧管理转向消费侧管理。近年来，上海居民能耗快速上升已成为导致交通和建筑领域碳排放增加的主要原因。在此背景下，上海开展了诸多低碳行为的宣传和引导，但多呈现“口号化”“活动化”的特点，居民的低碳价值观尚未形成，对于低碳的辨识能力还不够，实施低碳行为的主动性仍不强。为此，上海在注重引导和推进生产侧减排的同时，亟待通过政策设计和制度安排，促进居民加快养成低碳消费理念和消费习惯，并以此倒逼促进绿色生产体系的建设和加大绿色产品的供给，推动全社会形成绿色低碳的生产生活方式。

四、上海实现碳达峰的对策建议

(一) 加大技术投入，促进低碳技术攻关突破与推广应用

一是加大在低碳、零碳和负碳技术方面的系统攻关力度。建议设立碳达峰碳中和市级科技专项，发挥上海在科创中心建设方面的突出优势，向国家争取在储能技术、绿色氢能、煤制材料技术、核聚变、光伏一体化、碳捕集利用和封存等领域加大对上海系统攻关的支持，推动相关的重点实验室和国家级重大科技攻关项目落地上海。二是推动低碳技术应用推广。持续更新发布上海绿色技术目录，加快先进成熟的节能减碳技术、产品和装备的推广应用。建立政府引导基金和专项资金，加大对碳达峰碳中和的产业链相关企业、示范园区、绿色建筑、绿色交通项目等的投融资支持力度。三是支持代表性企业建设低碳技术创新中心。鼓励企业联合高校、科研院所等国家创新资源和技术力量，承担国家“十四五”重点研发项目，争取政策与研发经费上的支持。四是强化绿色技术国际合作。依托科创中心建设相关平台，推动开展可再生能源、储能、氢能、碳捕集利用与封存等领域国际科研合作和技术交流。

(二) 推动三大领域挖潜减排，提升能源利用效率

一是以数字化转型和体系化改造为重点，促进工业领域减排。在聚焦重点企业、重点项目节能改造，调控工业领域“两高”项目发展的同时，加快大数据、工业互联网、5G 等产业与传统制造业整合，大力支持产业园区循环化、零碳化改造，通过优化能源管理，建立低碳甚至零碳的工业体系，提高工业领域的能源利用效率。二是以深化运输结构调整和完善集疏运体系为核心，加快建设绿色高效的交通运输体系。加大新能源车推广力度，积极开展氢燃料电池汽车示范应用，加大内河新能源船舶推广力度。完善一体化公共交通体系，优化货运场站布局，推动货运向公转铁、公转水方式发展，加快海铁联运业务发展。三是持续推进新建提标和存量改造，降低单位建筑面积能耗。推进新建建筑全部执行绿色建筑标准、建筑领域可再生能源规模化应用和超低能耗建筑规模化建设，推动试点示范项目在“五个新城”等区域落地示范。持续推进现有建筑节能改造，通过采取节能设计标准、节能审查、节能专项验收等手段对建筑节能降碳实行有效管理。建立健全建筑能耗与碳排放限额管理体系，构建建筑领域全过程碳排放管理制度。

(三) 持续优化能源结构，建立安全绿色高效的能源体系

一是提升本地可再生能源的供应能力。进一步开发太阳能、风电、地热能等非化石能源，推进海域可再生能源利用开发，把氢能利用放在能源战略的高度，统筹推进氢能“制储输用”全链条发展。实施“光伏+”专项工程，加快部署太阳能光伏建筑规模化应用，积极推动农业互补、渔光互补、建筑光伏一体化等模式。二是提升能源调控能力。推进智慧能源供应网络及储能设施建设。完善天然气供储销体系，扩大燃机装机规模，加快推进洋山 LNG 扩建项目，加大主干管网建设力度。加快对外投资建设水电、光伏发电、风力发电、核电等绿色电力，向国家争取支持在上海市外建设大规模的定点清洁能源输送基地和输送通道。

(四) 加快建设碳金融中心，为实现碳达峰提供金融支撑

一是发展绿色金融服务产业绿色转型。鼓励绿色基金、绿色信贷、绿色债券、绿色保险等金融创新。加大支持上交所吸引低碳技术龙头企业在科创板上市的力度。优化绿色金融支持政策，完善绿色金融业绩评价、考核等政策措施，引导金融机构增加绿色资产配置。二是大力发展碳交易市场。在支持全国碳排放交易系统建设的同时，向国家争取保留地方碳交易试点，进一步完善本地碳交易市场，研究将建筑碳交易板块单列，^⑥积极推动长三角区域碳排放权交易，推动上海碳交易市场和电力交易市场功能联动，对涵盖两个市场的综合交易系统和相关技术指标统计核算方法进行研究和试点探索。三是深化绿色金融领域国际合作。鼓励企业积极参与国际碳交易市场。鼓励境外投资者通过上海金融市场开展绿色投融资。加强与国际金融组织、国外同业机构、评级机构、指数公司等绿色金融领域的交流合作。四是争取国家支持上海打造国家级绿色金融改革创新试验区。强化试验区建设的政策支撑，深化绿色金融改革创新，支持研究探索与其他绿色金融改革创新试验区绿色标准互认、绿色项目互挂机制。五是打

造全球气候投融资中心和全球绿色金融资产配置中心。向国家争取在上海开展国家气候投融资试点，并争取国家级气候投融资服务平台落户上海，鼓励建立气候投融资基金。

(五) 加快碳普惠体系建设，培育绿色低碳生活方式，促进消费侧减排

一是推进建设碳普惠体系。出台上海碳普惠体系实施方案，推动碳普惠平台建设，为碳普惠项目提供金融支持。畅通公众意见反馈渠道，构建全民参与的社会行动体系。二是开展碳标签相关制度工作。推进低碳产品认证和实施产品碳标识制度。对个人、家庭、社区、园区的低碳行为进行量化，优化上海绿色账户设置，创新完善“碳积分”“低碳用电账单”等活动形式，建立“碳币”奖励制度并丰富使用场景。试点餐饮行业绿色账户积分激励机制。推行绿色产品政府采购制度。三是推进低碳宣传实践活动常态化、长效化。在组织好全国节能宣传周、全国低碳日、世界环境日等主题宣传活动的基础上，着力培育发展环保社会组织、志愿团队及发挥基层自治的力量，将低碳环保理念渗透到学校教育、家庭教育以及社会教育整个过程中。

(六) 争取国家支持，完善统计核算方法和相关政策法律

一是争取优化统计方法，将部分碳排放指标单列。中远距离航空航运已成为影响交通领域碳排放的关键因素。“十四五”时期，随着上海国际航运中心的深化发展，上述领域的减排压力较大，建议国家在进行交通领域碳达峰统计核算时采用碳达峰口径，而非全口径，借鉴国际航空、国际航运的碳排放不计入某一国家，而单列计入国际燃料仓制度的做法，明确将我国航空、航运企业涉及中远距离运输的燃料加油和污染排放进行考核单列。此外，完善在沪央企能耗和碳排放核算方式，并向国家建议将集成电路等具有国家战略意义的重大项目能耗和减排统计进行单列。二是完善法律法规，明确管理办法。呼吁国家层面建立公共建筑阶梯电价制度，对能耗水平高的公共建筑提高电价，对能耗水平低的公共建筑降低电价，并从国家层面对建筑节能降碳完善立法。

参考文献：

[1] 中共中央、国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见[EB/OL]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-10/24/content_5644613.htm.

[2] 国务院《2030年前碳达峰行动方案》[EB/OL]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5649731.htm.

[3] 上海市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要[EB/OL]. https://www.shanghai.gov.cn/nw22403/index.html?ivk_sa=1024320u.

[4] 上海市 2021 年节能减排和应对气候变化重点工作安排的通知[EB/OL]. <https://sglexport.shobserver.com/html/baijiahao/2021/07/01/475632.html>.

[5] 上海市生态环境局. 上海市生态环境保护“十四五”规划[EB/OL]. <http://wx.h2o-china.com/news/326894.html>.

[6] 周亚，朱章海. 上海统计年鉴 2020[M]. 北京：中国统计出版社，2020. 11.

[7] 施南德. 2060 碳中和：中国如何发挥城市的作用实现这一目标[EB/OL]. <https://finance.eastmoney.com/a2/202103201852061393.html>.

[8] 上海市住建委，上海市发改委. 2019 年上海市国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测及分析报告[EB/OL]. <https://>

[9]张天然,王波.上海 2035 年公共交通分担率研究[J].交通与港航,2018(2):42-49.

[10]黄国华,刘传江,徐正华.长江经济带碳减排潜力与低碳发展策略[J].长江流域资源与环境,2018(4):695-704.

[11]张银太,冯相昭.城市交通与碳减排[J].城市问题,2013(10):40-45.

[12]朱鲤.新阶段、新技术、新要求下的城市绿色交通发展思考——以上海市为例[J].交通与港航,2020(6):31-36.

注释:

1 由于 2020 年受疫情影响数据不可比,因此本文在进行数据比较时,采用 2019 年的数据完成值。

2 此处包含工业领域划出的 100%的汽油、75%的柴油,建筑领域划出的 100%的汽油、100%的柴油。

3 本文中碳达峰口径是指根据生态环境部《关于印发〈省级二氧化碳排放达峰行动方案编制指南〉的通知》,仅计入公路运输、铁路运输和国内水运排放,不包含中长距离及远距离的民航、航运排放。全口径是指计入了包含航运、航空、铁路、公共客运、道路客货运输等在内的交通排放量。

4 2020 年受疫情影响非正常下降至 1.94 亿吨。

5 一次电力指核电、水电、风电以及太阳能发电所发出的电力。

6 目前碳交易机制将建筑和工业企业等作为同一板块进行交易,但建筑存在单体能耗低但总量大的特点,一般单体建筑能耗与工业企业等不在同一数量级,建议结合板块特点探索适宜的交易机制。