

信息参考

04

2022

双碳目标下的城市建设与 科技创新



广西桂林图书馆



北海市图书馆

2022年1月20日



尊敬的读者：

本产品为信息聚合内部资料，非卖品；所有文章均摘自公开媒体，仅供参考。

主办单位：广西桂林图书馆
广西北海市图书馆
编辑出版：广西桂林图书馆
广西北海市图书馆

地址：北海市北海大道4号
邮编：536000
电话：0779-2020461
传真：0779-2038155
电子邮箱：bhlib@163.com
官方网站：www.bhlib.cn

目录

CONTENTS

前言

前言.....1

政策解读

政策引领推进“双碳”工作高质量发展.....2

理论研究

城市“双碳”目标的内涵与重点领域.....9

人工智能助力城市“双碳”目标达成的实施路径.....14

创新实践

北京：点面结合，AI助力城市运行降低碳排放.....19

上海：创新机制，AI助力“双碳”网格化治理.....22

贵阳：双侧发力，AI助力碳汇、节能减排两手抓.....23

专家观点

双碳目标下健康城市科技创新思考.....25

金融科技创新与城市环境污染.....26

前 言

“双碳”目标的提出是我国践行人类命运共同体理念向国际社会做出的郑重承诺。2020年9月，习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上首次正式宣布，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。“双碳”战略事关中华民族的永续发展，是我国实现可持续发展、高质量发展的内在要求。从中央到地方密集部署“双碳”工作，推进创新驱动的绿色低碳高质量发展。

实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革。城市作为控制碳排放的主战场和政策落地实施的基本单元，是“双碳”战略全面开展的强有力抓手。创新科技正在加快与经济社会各领域融合发展，并逐渐成为助力城市“双碳”目标达成的重要手段。

政策解读

政策引领推进“双碳”工作高质量发展

从中央到地方通过政策引领深入推进“双碳”工作，推进创新驱动的绿色低碳高质量发展。中央层面，2021年5月，碳达峰碳中和工作领导小组第一次全体会议在京召开，这是由5位中央领导、20个国家部门组成的高规格会议，会议强调，要狠抓工作落实，确保党中央决策部署落地见效。要落实地方主体责任，坚持分类施策、因地制宜、上下联动，推进各地区有序达峰。地方层面，在全国31个省市制定的“十四五”规划中，超半数提出要制定“碳达峰”和“碳中和”行动方案，有7个省市表示要提前实现“碳达峰”，其中上海明确要在2025年提前“碳达峰”，天津、河南、福建、广东、青海和西藏六省提出率先或提前实现“碳达峰”目标。

各部委“双碳”行动举措

部委	行动纲要	举措
发改委	从6大方面推动实现碳达峰、碳中和	一是大力调整能源结构。二是加快推动产业结构转型。三是着力提升能源利用效率。四是加速低碳技术研发推广。五是健全低碳发展体制机制。六是努力增加生态碳汇。
工信部	将重点从6方面加快工业领域碳达峰行动	制定有色金属、建材、钢铁、石化等重点行业碳达峰实施方案，明确工业降碳路径，推广低碳技术工艺，开展降碳工程示范，推进各行业落实碳达峰目标任务。一是推动产业结构高端化转型。二是加快能源消耗低碳化转型。三是促进资源利用循环化转型。四是推动生产过程清洁化转型。五是引导产品供给绿色化转型。六是完善绿色制造支撑体系。
生态环境部	制定实施碳达峰行动方案，强化降碳刚性举措	严格控制高耗能、高排放项目，遏制高碳高排放旧动能；发展绿色金融，培育绿色低碳技术和产业，激发绿色低碳的新动能；加强顶层规划设计规划，推进风电新能源开发布局，建设以新能源为主体的新型电力系统。
国资委	研究制定意见方案，	一是推进产业结构的绿色低碳转型，发展绿色

	从四大方面推动央企在双碳目标中发挥作用	低碳产业，遏制高能耗项目盲目建设；二是稳步推进能源结构优化，指导央企严格控制化石能源的消费；三是稳步推进能源资源高效集约利用，强化节能管理和目标责任考核；四是稳步推进绿色低碳技术的应用，加大智能电网、储能、氢能、碳捕集等技术的研发投入。
交通运输部	明确“双碳”目标引领，推动交通运输业低碳变革，全面推进节能减排	严格实施能源消费总量和强度双控制度，提升交通运输综合效能。全国铁路电气化比例达到71.9%，新能源公交车超过40万辆，新能源货车超过43万辆，年节能量超过63万吨标准煤。强化资源集约节约利用，交通资源利用方式向集约型、节约型转变。通过技术力量助力降碳，研发新型动力系统、高效清洁载运装备、新能源安全储运装备、船舶和码头油气回收和安全检测成套设备。
住建部	加强县城绿色低碳建设，促进房地产行业减碳降碳交通运输	印发《关于加强县城绿色低碳建设的意见》，从10个方面明确县城绿色低碳建设的有关要求。明确发展绿色建筑为地产业“双碳”目标重要抓手，强化房地产业用能结构改革。加紧指定零碳建筑技术标准、建筑节能和可再生能源利用通用规范等规范性文件，加快指定建筑业碳排放核算标准建议。

资料来源：国家工业信息安全中心根据公开资料整理

各省、自治区、直辖市双碳目标与行动方案

省份	双碳目标行动方案	相关文件
北京	扎实推进绿色低碳循环发展，实现碳达峰后稳中有降。发布实施碳中和时间表路线图，健全和完善低碳治理体系，建设绿色技术创新高地。	《北京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》
	碳排放稳中有降，碳中和迈出坚实步伐。应对气候变化做出北京示范，基本消除重污染天气，消除劣V类水体，森林覆盖率达到45%。突出碳排放强度和总量“双控”，明确碳中和时间表、路线图。	《北京市2021年政府工作报告》
上海	促进经济社会全面绿色转型，确保在2025年前实	《上海市国民经济和

	现碳排放达峰。大力培育全社会绿色生活方式，加大产业、交通结构调整力度。	社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》
天津	做好碳达峰、碳中和工作，制定实施力争碳排放提前达峰行动方案，开展重点行业碳排放达峰行动，推动钢铁、电力等行业率先达峰。深化碳排放权交易试点市场建设。创新开展近零碳排放区建设。	《天津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》
河南	力争如期实现碳达峰、碳中和刚性目标，支持有条件的地方率先实现碳达峰，提高清洁低碳能源比重。加强碳减排统计、核查、监管等基础能力建设。	《河南省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》
	煤炭占能源消费总量比重降低 5 个百分点左右，建设 30 个生态环境友好型静脉产业园。实施电力“网源储”优化、煤炭稳产增储、新能源提质工程。	《河南省 2021 年政府工作报告》
福建	编制实施二氧化碳排放达峰行动方案，加快能源结构和产业结构调整优化，建设绿色低碳的建筑体系、交通网络和工业体系。积极参与全国碳排放权交易市场建设，健全碳排放权交易机制。深化低碳城市试点和低碳园区示范，促进城乡低碳化发展。	《福建省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》
	制定实施二氧化碳排放达峰行动方案，支持厦门、南平等地率先达峰。创新碳交易市场机制，大力发展碳汇金融。	《福建省 2021 年政府工作报告》
广东	构建智慧低碳的能源互联网，构建智慧化综合能源网络。发展智慧交通设施，推广集约高效的智能物流设施。构建清洁低碳、安全高效、智能创新的现代化能源体系。	《广东省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》
青海	绿色产业体系全面建成，生态生产生活协调发展，力争在全国率先实现二氧化碳排放达到峰值。	《青海省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》

西藏	2035年，美丽西藏全面建成，成为全国乃至国际生态文明高地，率先实现碳达峰和碳中和。	《西藏自治区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》
黑龙江	落实国家2030年前碳排放达峰行动方案，制定省级达峰行动方案，推动煤炭等能源清洁低碳安全高效利用，大力发展可再生能源，降低碳排放强度。推进碳排放权市场化交易，探索发展碳汇经济，实施森林经营碳汇增汇，建设碳汇交易中心，推进碳中和试点。	《黑龙江省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》
辽宁	全面构建清洁低碳、安全高效的能源体系，为2028年左右实现碳达峰提供有力支撑。到2025年，非化石能源装机占比超过50%；到2030年，非化石能源发电量占比超过50%。开展大规模国土绿化行动，增强森林、湿地等碳汇能力，积极发展海洋碳汇。	《辽宁省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》
	开展碳排放达峰行动。科学编制并实施碳排达峰行动方案，大力发展风电、光伏等可再生能源，支持氢能规模化应用和装备发展。建设碳交易市场，推进碳排放权市场化交易。营造林202万亩，提升森林生态系统碳汇能力。	《辽宁省2021年政府工作报告》
吉林	推进重点行业和重要领域绿色化改造，推广绿色建筑、绿色建材和高效节能新技术、新产品、新设备，发展绿色金融，制定实施碳排放达峰行动方案，到2025年，全省非化石能源消费比重提高到12.5%、煤炭消费比重下降到62%。	《吉林省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》
	启动二氧化碳排放达峰行动，加强重点行业和重要领域绿色化改造，全面构建绿色能源、绿色制造体系，建设绿色工厂、绿色工业园区，加快煤改气、煤改电、煤改生物质，促进生产生活方式绿色转型。	《吉林省2021年政府工作报告》

河北	实施以碳强度控制为主、碳排放总量控制为辅的制度，推进碳排放权交易市场建设，完善用能权有偿使用和交易制度。强化考核评价，把能源消费、碳排放等指标纳入高质量发展综合评价体系和党政领导班子综合考核体系，支持雄安新区、张承地区、秦皇岛等有条件的区域和市县及重点行业、重点企业率先达峰。	《河北省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》
	制定实施碳达峰、碳中和中长期规划，支持有条件市县率先达峰。到2025年，地级城市空气质量优良天数比例比2020年提高10个百分点以上，森林覆盖率达到36.5%，万元GDP用水量、能耗、二氧化碳排放分别降低15%、15%、19%。	《河北省人民政府关于建立健全绿色低碳循环发展经济体系的实施意见》
湖北	推进钢铁、电力等行业低碳发展，开展碳排放达峰和碳中和路径研究，明确碳排放达峰时间表和路径图。实施近零碳排放区示范工程、“碳汇+”交易工程，推进碳惠荆楚工程建设，建成全国碳排放权注册登记系统。	《湖北省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》
湖南	落实国家碳排放达峰行动方案。推进马栏山近零碳示范区建设，积极创建国家气候投融资试点，积极应对气候变化。构建保障有力、清洁低碳，适度超前的能源供应体系。	《湖南省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》
	全面建立资源节约集约循环利用制度，实行能源和水资源消耗、建设用地等总量和强度双控。	《湖南省2021政府工作报告》
山东	以降碳为总抓手，坚持和完善能耗“双控”制度。支持泰安建设智能低碳发展示范区，支持青岛西海岸新区开展气候投融资试点。	《山东省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》
陕西	建设一批绿色园区、绿色企业、绿色工厂。鼓励金融机构成立绿色金融事业部或绿色银行。到2025年，高品质绿色建筑比例稳步提高、低能耗建筑达到100万平方米。	《陕西省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》

山西	“两山七河一流域”生态系统质量和稳定性进一步提升，生态文明制度体系全面形成，碳排放达峰后稳中有降，美丽山西全方位呈现。	《山西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》
安徽	统筹推进基础设施建设，建设智慧能源系统，构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系。	《中共安徽省委关于制定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》
浙江	调整能源结构，完善能源消费“双控”制度；推进产业低碳。压减过剩和淘汰落后产能；推广生活低碳。开展绿色生活创建行动；优化建筑用能。发展绿色建筑；发展绿色交通。优化交通运输方式；发展森林碳汇。加强森林资源保护。	《浙江省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》
	抢占碳达峰碳中和技术制高点，到2025年和2030年，高质量支撑浙江省先后实现碳达峰和碳中和。	《浙江省碳达峰碳中和科技创新行动方案》
江苏	碳排放总量和强度“双控”抓紧制定2030年前碳排放达峰行动计划，支持有条件的地方率先达峰。	《江苏省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》
	2025年碳排放总量和强度控制完成国家下达目标，基本建成低碳新经济发展引领区，为碳排放提前达峰奠定基础。	《江苏省生态环境厅2021年推动碳达峰碳中和工作计划》
海南	主要污染物排放总量、能源消耗总量、碳排放强度提前完成国家下达控制目标。	《中共海南省委关于制定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的建议》
四川	积极应对气候变化，有序推进二〇三〇年前碳排放达峰行动，降低碳排放强度。	《四川省“十四五”规划和2035年远景目标纲要》
	制定二氧化碳排放达峰行动，2030年前能源活动二氧化碳排放达峰目标。	《2021年四川省人民政府工作报告》

云南	做生态文明建设排头兵，努力实现绿色低碳发展、持续改善环境质量，为国家碳达峰、碳中和作贡献。	《2021年云南省人民政府工作报告》
贵州	制定2030年碳排放达峰行动方案，到2025年，县级及以上城市空气质量优良天数比率保持在95%以上。	《贵州省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》
甘肃	国家碳排放达峰目标任务全面落实，生态环境根本好转。推进工业绿色制造体系建设，加强智能电网建设，构建清洁低碳、安全高效的能源体系。	《甘肃省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》
江西	严格落实国家节能减排约束性指标，制定实施全省2030年前碳排放达峰行动计划，鼓励重点领域、重点城市碳排放尽早达峰。探索建立温室气体排放统计核算体系，建立“天地空”一体化生态气象观测体。	《江西省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》
重庆	采取有力措施推动实现2030年前二氧化碳排放达峰目标，创新开展气候投融资试点，培育碳排放权交易市场，增加林业等生态系统碳汇，制定地方低碳技术规范 and 标准。	《重庆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》
广西	建立健全绿色低碳循环的生态经济体系，创新“生态+”发展模式，推进资源总量管理、科学配置、全面节约、循环利用，努力把生态优势转变为发展优势。	《广西壮族自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》

资料来源：国家工业信息安全中心根据公开资料整理

理论研究

城市“双碳”目标的内涵与重点领域

城市是控制碳排放的主战场和政策落地实施的基本单元，践行“双碳”战略是城市发展的迫切需要。城市是人类温室气体排放的主要来源。根据城市主导产业类型不同，碳排放的主要来源有所差异，主要来源于建筑、交通、生产、生活领域的能源消费。根据联合国的相关数据，城市排放占全部排放的75%，其中近1/3来自为大型建筑供热、制冷和供电的能源。

为实现绿色城市目标，全球不少城市已提出了可持续发展的规划并陆续实施，如使用可再生能源，提高能源效率，推广应用绿色建筑、绿色公共空间和节能减排的公共交通工具等。今年7月，生态环境部在河北、吉林、浙江、山东、广东、重庆、陕西等七地开展将碳排放纳入环境影响评价的试点工作，涉及电力、钢铁、建材、有色、石化和化工等重点行业。实施“双碳”战略，不仅能够节约能源、防治大气污染，还能带动城市节地、节水、节材、固体废物综合利用、植被保护等典型资源环境问题的解决，特别是能带动整个经济系统的绿色转型。

一、实现城市“双碳”目标的重点领域

城市“双碳”是指在城市空间层面的碳达峰和碳中和。“双碳”目标已成为城市可持续发展的重要命题和挑战。城市落实“双碳”目标需从降低碳排放（“减法”）和增加碳吸收（“加法”）两方面着手。

在降低碳排放方面，城市碳排放主要来源于能源供给端和能源消费端，供给端包含电力、热力等行业；消费端包含建筑、交通、制造业等。

在增加碳吸收方面，一是通过生态碳汇吸收大气中的二氧化碳，并将其固定在植被与土壤中，减少大气中二氧化碳浓度；二是通过垃圾资源化处理、雨水收集、再生水利用等方式，将二氧化碳转化为有用的化学品或燃料，促进低碳循环。

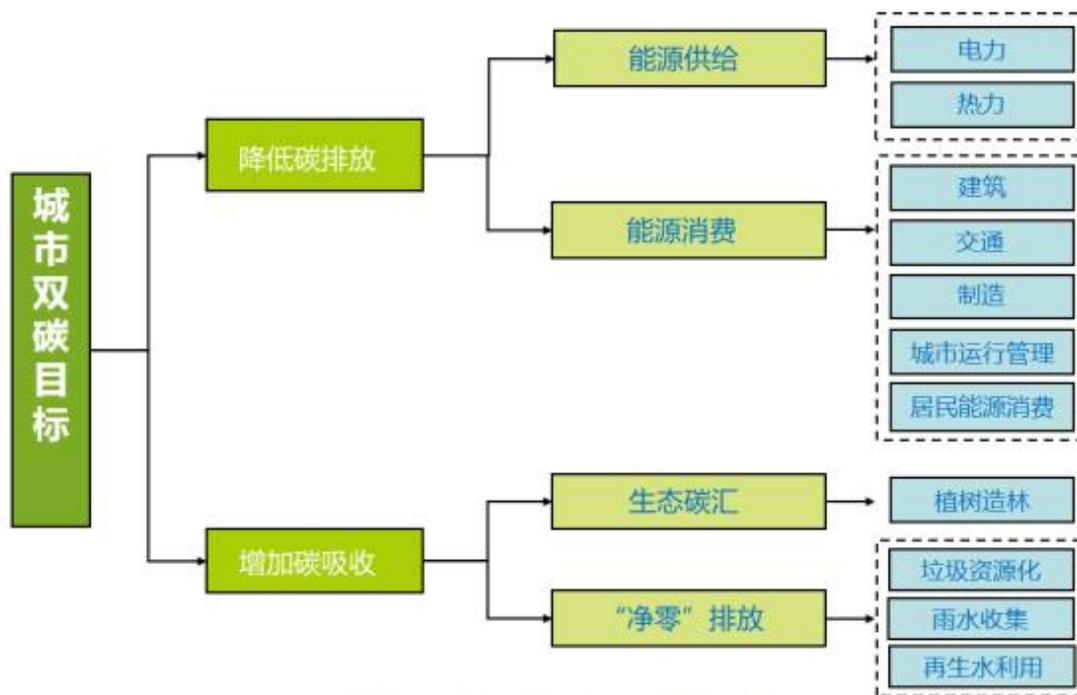


图1 城市落实“双碳”目标的主要抓手

资料来源：国家工业信息安全中心

二、推进城市“碳达峰”的“减法”抓手

(一) 电力、热力消费作为城市碳排放的主要来源，是推动碳“减法”的核心领域

电力、热力消费合计产生的碳排放占全社会碳排放总量近一半。根据国际能源组织的数据，世界主要碳排放来源是电力和热力行业，该行业所带来的全球污染接近 150 亿吨，平均全世界每人每年要贡献近 3 吨的碳排放量，成为全球最主要的碳排放来源。统计数据显示，我国目前电力领域碳排放总量占全社会碳排放总量 40% 以上，热力领域碳排放总量占全社会碳排放总量近 10%。

电力、热力消费中非化石能源利用率有待提升。我国目前的电力、热力消费能源供给结构仍然偏重化石能源，其中，煤炭在一次能源消费结构中占比高达 56.8%，二氧化碳排放量巨大。从电力行业来说，根据中国电力企业联合会的统计数据，2021 年上半年我国全口径非化石能源发电装机占总装机容量比重已经达到 45.4%，但发电量的占比仍低于这个数值，非化石能源发电装机的利用效率，还需要在发电、输电、配电、用电等各个环节继续优化。从供热行业来说，碳排放主要来自热电联产和各类燃煤、燃气锅炉生产的热力。近年来，城镇集中供热面积年均增长 3 亿至 5 亿平方米，其中一半以上新增热源与煤相关。据不完全统计，截至 2020 年底，我国北方地区供热总面积 218 亿平方米（城镇供热面积 148 亿平方米，农村供热面积 70 亿平方米），其中，清洁供热面积 142 亿平方米，清洁供热率达 65%，仍有较大提升空间。目前，北方地区农村取暖用散烧煤约合 2 亿吨标准煤，南方清洁供暖也存在取暖成

本高、灵活性差、市场化程度低等问题。

（二）城市建筑运营碳排放量仍在增长，推动实现“净零”排放迫在眉睫

建筑业全过程碳排放主要包括内含碳排放和运营碳排放。内含碳排放即建造过程的碳排放，主要涵盖建筑材料的运输及施工过程；运营碳排放即建筑运行过程的碳排放，主要为暖通空调、生活热水、照明电梯、燃气等能源消耗产生的碳排放。根据政府间气候变化专门委员会（IPCC）统计数据，我国建筑业能耗量可观，碳排放量占到全国总碳排放量的近 1/3。我国建筑面积规模位居世界第一，现有城镇总建筑面积约 650 亿平方米，现有建筑每年仅在使用过程中的运营碳排放就能达到 21 亿吨。其中，公共建筑排放量最大，每平方米公共建筑，全年的二氧化碳排放量是 48 千克。同时，伴随城市化程度不断提高，我国每年新增建筑面积约 20 亿平方米，新增建筑的工程建设产生的碳排放主要集中在钢铁、水泥、玻璃等建筑材料在运输及现场施工过程中，这意味着建筑领域的温室气体排放量仍将进一步攀升。为实现“双碳”目标，城市新增建筑“净零”碳排放和现有建筑低能耗改造至关重要。

（三）公路交通是交通运输领域碳减排的主体，存在较大的优化发展空间

全球交通领域的碳排放主要涉及公路、铁路、航空、海运等多个部门。数据显示，中国目前交通运输排放占我国的碳排放总量约 10.4%，在我国交通运输领域碳排放总量中，公路运输占比 87%，水路运输、民航运输和铁路运输分别占比 6%、6% 和 1%。公路运输是我国交通碳排放绝对的主体。公路运输的主要燃料是汽柴油，汽车尾气是碳排放的重要来源和减排重点。另外，公路交通运输的碳排放构成中，除了运输过程造成的排放以外，还有建设过程产生的排放，包括基础设施运行维护、材料的制备与运输施工等。为降低交通领域碳排放总量，大幅提升交通领域电气化程度，加快能源清洁低碳转型是助力实现交通领域“双碳”目标的重要手段和必然要求。以铁路运输领域为例，2020 年我国铁路电气化率达到 74.9%，预计 2021 年铁路货运量完成 37 亿吨，电力机车完成的牵引工作量将达到 90.5%，国家铁路燃油年消耗量从最高峰的 1985 年 583 万吨下降到 231 万吨，降幅达 60%，相当于每年减少二氧化碳排放 1256 万吨。

（四）化工、金属冶炼等制造业高污染细分领域是碳排放的主要部门，迫切需要节约能耗实现绿色化升级

制造业是发展国民经济、保障国家安全、改善社会民生的重要基石，是我国经济增长的重要引擎，同时也是我国能源消耗和碳排放的主要部门，其能耗和碳排在第二产业中占比超三分之二。由于产业特征和发展阶段有别，不同制造业行业在能源消耗和碳排放上存在显著差异。从制造业内部 28 个行业的二氧化碳强度（单位产出的排污量）来看，非金属矿物制品业、黑色金属冶炼和压延加工业、化学原料和化学制品制造业、石油/煤炭和其他燃料加工业、有色金属冶炼和压延加工业排放强度的历年均值明显高于制造业其他行业，属于高污染行业，是迫切需要碳达峰的领域，节能减排任重道远。

（五）城市运行管理效率与碳排放量直接相关，亟待提升效率降低管理消耗

城市运行需要消耗大量资源和能源，其效率高低对城市“双碳”目标造成直接影响。城市是多维度、多结构、多层次、多要素间关联关系，高度繁杂开放的巨大系统。**在参与角色方面**，城市运行的参与主体包括政府、企业和公众。**在运行层次方面**，城市运行包括市级、区级、街道、社区等多个层次。**在管理职能方面**，城市运行管理是以服务城市发展和市民生活为目标而进的管理活动，包括市政基础设施、公用事业、交通管理、废弃物管理、市容景观管理、生态环境管理、应急管理等众多子系统。传统城市管理模式粗放、条块职责不清、专业分治、工作效能低下，造成大量能源消耗和二氧化碳排放，城市照明、市政设施和服务部门都有较大的碳减排潜力，亟待提升效能、提高应急反应能力，减少各环节的运行损耗，从而降低碳排放强度。

（六）居民能源消费是城市碳排放的主要增长源，低碳消费模式和生活习惯亟待推广

居民消费领域产生的碳排放包括烹饪、照明、取暖、家电、出行等消耗电力和燃料等能源造成的直接碳排放，以及对其他产品和服务进行消费产生的间接碳排放。据已完成工业化的发达国家经验，居民消费产生的碳排放会成为国家碳排放的主要增长点，占比可以高达60%–80%。随着中国城市化进程的加快，居民收入水平不断提高，居民消费领域的碳排放量也在增加。据国际公益环保组织自然资源保护协会研究指出，2021年我国居民消费所产生的碳排放量约为2002年的2.27倍，达到约29.7亿吨。在居民消费领域碳排放不断增加的趋势下，加速推进居民消费领域低碳发展事关“双碳”目标的全面达成。为实现“双碳”目标，除加快能源结构调整外，也应采取必要的干预手段降低因居民消费带来的碳排放量增长。据2020年碳足迹公司发布的《大型城市居民消费低碳潜力分析》报告测算，2030年人口超过1000万的一二线城市通过低碳消费方式，一年可以减少约1100万吨碳排放。

类别	低碳场景	减排潜力	2030人均减排潜力范围	
衣	减少购买服装	37.22	37.22	79.34
	租衣服	42.12		
	选择有减排目标/ 行为的品牌	---		
食	一周一天素食	128.71	160.63	925.31
	改变食肉量过大	764.68		
	光盘行动	31.92		
住	节约电力	37.26	456.71	
	选择可再生能源 电力	335.38		
	选择节能家电	84.07		
行	私家车	144.59	440.26	
	长途出行火车代 替飞机	295.67		
用	减少使用塑料&一 次性筷子	15.44	34.71	
	包裹&可回收垃圾	19.27		
合计			1129.53	1936.33

碳足迹关于 2030 年人口超过 1000 万的一二线城市人均年减排量的测算表（单位： $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{人}\cdot\text{年}$ ）

资料来源：碳足迹公司，《大型城市居民消费低碳潜力分析》

三、助力城市“碳中和”的“加法”举措

（一）加大城市园林绿化是实现碳中和最直接有效的手段

生态碳汇是碳抵消的最有效途径。森林等陆地生态系统吸收了 25%-30% 的人类活动导致的二氧化碳排放，在实现“碳达峰、碳中和”目标中扮演越来越重要的作用。城市园林绿化通过发展城市园林生态系统，利用园林植物吸收二氧化碳，降低二氧化碳浓度，增加碳汇，是一种成本低、效益好的城市碳汇手段，也是最容易参与的一种方式。加大市政绿化、园区/社区绿化、建筑楼宇立体绿化等多种形式的城市园林建设力度，促进城市绿量、绿化覆盖率和公共绿地增加，提高森林蓄积量和覆盖率，提升城市生态系统碳汇能力，是实现城市“双碳”目标的最直接和重要的手段。

（二）废物回收再利用能够从源头减少原料生产助力碳中和

垃圾资源化利用助力低碳循环发展。一方面，垃圾回收可能利用卫生填埋法、垃圾焚烧、高温堆肥等方式，将会对城市“碳中和”产生一定影响。但从生态环保的角度来

看，垃圾再回收能够减少占地、减少环境污染，还能够变废为宝。另一方面，垃圾分类后资源化处理能成为城市再生资源，降低了城市碳排放增量。如固废危废资源利用，既可处置危废又可深度资源化提炼废铜、废铅等多种再生金属及金银等稀有金属，兼具环保和循环经济减排属性，成为碳净减排的重要路径之一。

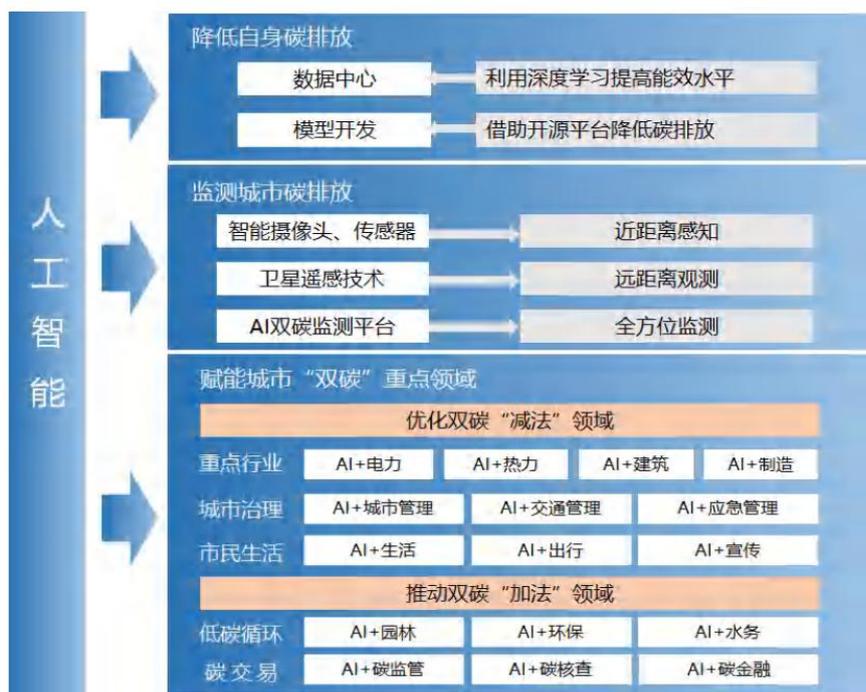
（三）污水处理回收能量、雨水回收灌溉可抵消水务系统碳排放

污水处理厂通过能量回收利用能够抵消污水处理过程中的碳排放。污水处理行业碳排放量占全社会总排放量近 2%，是不可忽视的减排领域。但城市污水处理时将产生初沉污泥和二沉污泥，污泥经厌氧处理产生沼气，沼气经过热电联产产生电能和热能，能够抵消掉污水处理产生的碳排放。同时，雨水回收利用的系统，可以将路面、绿化带、屋顶等区域的雨水回收，通过一定技术的处理达到回用、节水的效果，雨水回收用于绿化浇灌，能够抵消使用给水设备产生的碳排放。

（摘自：《人工智能助力城市“双碳”目标达成白皮书》 2021 年 10 月）

人工智能助力城市“双碳”目标达成的实施路径

人工智能作为新一轮产业变革的核心驱动力，对城市“双碳”排放具有三方面的影响，一是助力解决数据中心运行、AI 模型开发自身产生的碳排放问题；二是利用智能传感器、卫星遥感技术等助力监测城市碳排放；三是赋能城市“双碳”重点领域，形成行业解决方案，提升优化各运行环节的工作效率，高效使用能源、压缩碳排放。



人工智能助力城市“双碳”目标的总体框架

一、人工智能助力降低自身碳排放

（一）数据中心：利用深度学习算法提高数据中心能效水平

数据中心运营过程中的碳排放来源主要是 IT 设备、制冷设备和配电设备损耗。通过建立数据中心深度学习模型，实时监控运行数据，持续进行系统自主调优并给出维护策略，实现智能供电、智能散热，确保数据中心低能耗高效运行，更加绿色节能。

（二）模型开发：借助开源平台降低模型开发过程碳排放

人工智能模型规模越来越大，构建和部署这些模型消耗大量能源，产生大量碳排放。因此，降低开发和使用人工智能模型对环境产生的负面影响也很关键，通常有以下两种方式：一是利用开源框架提升企业开发和部署 AI 模型的效率。开源框架含深度学习核心框架、基础模型库、开发套件等工具、组件，能够助力使用者便捷开发高精度的 AI 模型，极大降低模型训练和推理过程的资源消耗。二是通过优化算法和硬件，使用绿色低碳数据中心等方式，降低碳排放。

二、人工智能助力监测城市碳排放

（一）使用智能摄像头、传感器近距离采集城市碳排放数据

利用智能摄像头、智能传感器，能够实时感知、监测城市碳排放数据。在**城市治理领域**，借助智能摄像头全流程监管渣土车，降低违规操作产生的碳排放。在**建筑领域**，智能视觉传感器能够辅助降低暖通空调系统能耗。在**工业领域**，利用热红外等传感器实时监测和识别烟雾、热量和二氧化氮等排放情况，借助人工智能技术分析处理排放数据形成可视化结果，助力电力、钢铁、水泥等行业监测碳排放情况。在**交通领域**，将传感器用于测量卡车载重和电池筒，助力卡车降低油耗。

（二）采用卫星遥感技术远距离观测碳排放数据

借助人工智能技术处理遥感影像和遥感信息，能够显著提高碳排放观测效率和速度。卫星遥感技术从远距离采用高空鸟瞰的形式进行探测，包括多点位、多波段、多时段和多高度的遥感影像以及多次增强的遥感信息，数据量巨大，利用人工智能、机器学习等技术手段，能够快速分析接收到的数字和图像信息，自动反向推算出二氧化碳分子数量，计算大气中二氧化碳浓度，实现实时监测城市碳排放总量和工业园区碳排放量。利用大气浓度测量进而计算碳排放和碳吸收的方法，优势在于“看得广、看得清”，与侧重“看得准、看得全”的地面观测形成有效互补。

（三）利用人工智能监测平台全方位监测城市碳排放

结合大数据、云计算等技术，利用深度学习、知识图谱等人工智能技术，构建城市级双碳监测平台，能够实现对城市运行各领域碳排放数据的监测、碳配额的统筹、节能降碳的分析管理，跟踪各领域目标达成情况，对城市碳排放进行全方位监测，有效支撑城市节能减排和绿色用能评估。

三、人工智能赋能城市“双碳”重点领域

（一）优化重点行业减排路径

1. AI+电力：降低能源损耗，减少发变输配电各环节碳排放

人工智能助力电力系统提升整体供能效率和综合利用效率，达到降低碳排放的效果。在发电端，人工智能在提升传统火力发电效率的同时，助力解决新能源消纳及电网稳定性；在巡检端，人工智能在输、变及配电等不同场景持续落地，降低电网各环节的能源损耗。根据中金公司测算，在人工智能技术的助力下，发、变、输、配电等各环节的发电效率均有望得到提升，每年可减少 666.5 亿千克二氧化碳排放。

2. AI+热力：智能精细管控，助力热力系统低碳高效运行

人工智能供热管控系统可以根据外部气候的变化、客户使用习惯，建筑结构、系统压力分布等参数，通过传感器、物联网远程采集数据，依托深度学习技术，将系统运行情况数字化，促进整个系统高效运行，助力节约供热系统能耗、精细化运营，有效降低尖峰负荷。

3. AI+建筑：动态运营维护，实现建筑“近零”排放

人工智能赋能建筑可提供绿色高效智慧建筑解决方案，基于人工智能和物联网技术，可以建立以人为中心的楼宇节能管控大数据系统，通过采集大量终端数据，跟踪设备从安装到运维全程的状态，建立建筑信息模型，结合人工智能算法的建筑模型能够收集处理更多的大数据，系统地检测和管理资产寿命周期、线路健康状况、设备状态预警、能耗异常数据等，实现建筑“近零”排放。

4. AI+制造：推动提质降耗，实现行业低碳减排

人工智能在规划调度、生产进度监测、设备控制、质量检测等环节可以显著提高工作效率，基于收集的生产数据，人工智能可以自动设置和调整机器的运行参数，让机器人和部件成为自优化的系统，实现各个生产环节的精准控制，根据生产条件迅速调整生产方案，降低能耗，有效降低成本。

(二) 提升城市综合治理效能

1. AI+城市管理：提升运行效能，减少城市管理碳排放

依托“城市大脑”，运用知识处理、地图服务、视频识别、语音识别等人工智能技术赋能城市管理，推动城市管理由数字化向智能化升级，提高城市管理工作效能。利用 AI 技术能够自动识别乱堆物堆料、占道经营、垃圾箱满溢、店外经营、打包垃圾、无照经营游商、暴露垃圾等城市管理痛点问题，并自动上报、处置违规事件，降低违规行为产生的碳排放。

2. AI+交通管理：优化道路运行，精准测算交通碳排放

人工智能技术能有效挖掘传统交通行业中人、车、路、环境的数据信息，利用人工智能技术进行运动目标检测和识别，能够助力交通管理领域实现动态违法取证、交通信号控制、路网流量调控、人车特征关联、交通行为研判等功能，优化道路运行效能，助力道路交通节能减排。

3. AI+应急管理：提高响应时效，降低事故引发碳排放

利用人脸识别、车辆识别、生物特征识别、视频结构化处理等计算机视觉技术，

能够实现人员身份管理、车辆速度、车辆违停、危险物堆放、潜在危险源发掘等功能，借助人工智能算法能够促进城市应急管理从“被动防御”向“主动预防”迈进，减少突发事件引发的碳排放。例如，危化品储存与运输，工厂事故引发污染源泄漏等。

（三）助力全民“双碳”行动

1. AI+生活：助力节约能源，降低生活碳排放

利用人工智能技术对家庭用电、水、气进行管控，提高能源使用效率，控制家庭能源消耗，助力居民生活节能减排。一方面可以通过智能音箱、智能控制系统控制家电，对家用电气、照明灯具等实现自动化、精细化、智能管控，降低无效电力消耗和碳排放。另一方面能够辅助家庭进行垃圾分类，有效提升资源回收利用率。

2. AI+出行：促进低碳出行，减少私家车排放

在私家车出行方面，利用人工智能技术、智能导航系统等，实现出行路径精准规划，出行途中智能避堵，为新能源用户提供精准、高效、智能的充电方案等功能，降低私家车出行产生的碳排放。在公共交通出行方面，通过人工智能、云计算、物联网等技术，提升公共交通领域智能调度效率，为用户提供最优化的出行路线，提升用户绿色出行体验，降低私家车出行率，减少汽车尾气排放。

3. AI+宣传：培养低碳意识，全民参与碳普惠

在宣传引导方面，一方面基于人工智能技术的小程序，能够对公众碳减排行为进行量化，并记录反馈给用户，引导提升用户低碳生活意愿；另一方面人工智能能够为消费者提供量身定制的干预措施，提出低碳消费替代产品或服务，促使公众参与到节能减排计划当中。

（四）促进城市低碳循环发展

1. AI+园林：森林灾害预警，保护碳汇林增加碳汇

人工智能在助力森林防护巡查、火灾隐患排查、火灾救援等方面能够发挥重要作用，实现防火监控的全域化、立体化、智能化、可视化和全天候覆盖，促进了由“人防”向“技防”的转变，用科技保护森林，增加林业碳汇。

2. AI+环保：废物循环利用，抵消垃圾处理碳排放

在垃圾分类领域，利用人工智能技术实现全自动垃圾识别、分类、动态垃圾容量测量，能够显著提升环境治理效能。利用机器人分类，可以得到高品质、高纯度的循环利用资源。在垃圾焚烧发电领域，人工智能可以辅助管理垃圾焚烧炉，提升锅炉燃烧稳定性。

3. AI+水务：开发再生能源，实现水务领域碳中和

一方面，人工智能可以助力水务系统和污水处理系统低碳运营。通过融合物联网、水务信息系统等技术，人工智能能够助力实时感知城镇水务系统的运行状态，通过数据分析对水务信息进行及时处理，实现水务系统全流程的科学化、精细化、智能化运行管理。另一方面，人工智能能够帮助污水处理厂开发利用污水、污泥再

生能源。

（五）推动碳交易助力碳中和

1. AI+碳监测：辅助碳资产管理，助力碳交易利益最大化

建立企业碳排放收集、分析系统，利用人工智能、大数据、卫星遥感等技术辅助监测与管理，实现在线实时监测。并结合核算法、排放清单等信息，使用环境碳监测数据反演企业的碳排放源汇分布情况，辅助企业进行碳家底管理，结合碳资产情况，实施具有针对性的减排决策，制定碳交易方案，完成企业碳排放履约，确保利益最大化。

2. AI+碳核查：全面高效核查，保障碳交易公正有效

使用人工智能技术，可以实现碳排放气体的精准计算，并且实时动态获取碳排放浓度。并结合云计算、大数据技术，助力碳排放统计核算工作。一方面，人工智能能够辅助从原料端计算能源消耗产生的碳排放。另一方面，人工智能能够从排放端连续监测碳排放。

3. AI+碳金融：探索绿色金融，推动碳交易市场化

利用人工智能、区块链、大数据等新一代信息技术，加强对金融环境风险信息的采集和实时分析，探索实现绿色项目识别精准化、评级定价智能化、预警处置自动化的交易系统。通过人工智能、大数据、物联网等技术，改进绿色金融业务监管流程，优化交易监控、压力测试、绩效评价、合规报送等监管工具等。探索运用区块链、多方安全计算、联邦学习等技术，建立跨部门、跨区域、跨行业数据融合通道，进一步丰富和完善绿色信用信息体系，夯实绿色金融发展与监管的数据基础支撑。联动碳金融与碳交易市场，助力实现城市碳中和。

（摘自：《人工智能助力城市“双碳”目标达成白皮书》 2021年10月）

创新实践

北京：点面结合，AI 助力城市运行降低碳排放

一、政府层面：AI 助力提升城市各环节运行效率、服务政府减碳决策

北京为提高城市精细化管理能力，打造“城市大脑”中枢系统，综合运用人工智能、大数据、云计算、物联网等技术，实现了精准感知、辅助决策、主动治理、便捷服务等智能化治理，有效提升了城市人口管理、经济活动监测、城市运行感知、城市管理综合执法等城市运行管理与决策支撑能力，推动城市管理向城市治理转变。海淀、通州、朝阳等作为北京市区级试点，率先启动建设“城市大脑”，实现全局统揽、精准服务、高效决策。例如，**海淀区“城市大脑”**汇聚了全区政务数据、物联网数据、互联网数据、社会资源数据，利用 AI 计算中心能够对各类数据进行智能分析处理，并提供智能分析服务和识别结果，为城市管理、公共安全、生态环保、城市交通、公共卫生、智慧能源等领域提供动态、科学的决策支持，有效提升城市治理的精细化、智能化水平。**在城市治理领域**，利用 AI 和大数据技术，对全区 452 处城市管理问题高发点位进行自动研判分析，实现了店外经营、无照游商、堆物堆料、暴露垃圾、积存渣土等事件的自动识别、自动立案、自动派转、自动核实和自动考核，有效降低了违规行为对城市碳排放的影响。**在城市交通领域**，交通指挥中心依托“城市大脑”数据及 AI 技术支持，实现了实时掌握交通态势，精准感知各类交通事件，准确分析原因，并及时调整交通运行状态，降低交通拥堵产生的碳排放。**在生态环保领域**，基于海淀区遥感数据，结合 300 个大气监测微站点和 129 个水质监测站点的点位数据，通过数据的整合与 AI 分析，实现了对大气污染、河流污染、裸露土地等环境污染溯源与精细化治理，降低污染引发的碳排放。

二、行业层面：AI 助力加强碳排放监测预测、优化节能减排路径

（一）在交通领域

1. **运用 AI 助力城市交通碳排放管控**。2017 年 6 月，北京市交通委员会成立“国家能源计量中心（城市交通）”，综合应用 AI、大数据、云计算、车联网、实车检测等技术，实现了单车的移动源多维感知和协同，能够对海量交通节能减排大数据进行处理和分析，建立了“能耗、燃油、污染物排放、碳排放可分析可追溯、可分解可考核、可预测可预警”的交通节能减排统计监测体系，能够快速完成城市交通能耗、污染物排放和碳排放的计量、统计、监测，支持了北京市，乃至京津冀的交通节能减排工作。

2. **运用 AI 对轨道交通能耗精细化管理**。北京地铁公司搭建了北京地铁能耗统计与监测平台，整合了能耗数据、电能质量、运营信息、设备运行及相关基础数据，

采用大数据、物联网及 AI 技术，能够对北京市地铁 15 条线路，276 座车站的，近万块表计进行实时数据采集、存储与快速查询及分析应用，实现了轨道交通能源消耗的精细化管理，轨道交通能源管理辅助决策分析，全面掌握轨道交通能源消耗现状，为制定轨道交通行业节能减排方案提供必要的决策支撑。

3. 运用 AI 助力绿色出行。北京市交通委推出北京交通绿色出行一体化信息服务平台（MaaS），平台利用卫星导航、计算机视觉、智能语音、知识图谱等技术，实现了根据用户的位置实时显示路线规划、换乘引导、下车提醒等功能，提升了市民绿色出行体验和满意度，降低私家车对城市交通碳排放的影响。2020 年 9 月，北京市交通委、市生态环境局创新性地采用碳普惠方式激励市民参与绿色出行，为持续改善城市环境做贡献。

（二）在能源领域

1. 利用 AI 技术分析电力消费情况，辅助城市制定降碳决策。

海淀区与国网北京电力公司双方合作，依托海淀“城市大脑”推出智慧能源平台，建立用电分析模型，借助 AI、大数据等技术，比对用电量波动信息，已辅助区环保部门和区住建部门监测 140 家重点排污企业、230 个施工工地，推送多家限停情况异常企业名单，为政府开展城市监督、管理、执法提供支撑。2021 年 7 月，海淀“城市大脑”智慧能源“电力+双碳”版块上线，能够动态显示区域碳排放量总趋势、绿植覆盖率，发电结构及清洁能源占比等信息，为政府制定减碳政策服务。

2. AI 助力市区供热精细化，减少碳排放。

2020 年，北京热力集团试点推行人工智能热网控制系统，通过室温采集器自动收集居民户内室温数据，借助 AI、云计算技术，根据户外天气情况等因素，精准测算出各楼宇所需的供水温度，实现智能调控、精准供热、按需供热、平衡供热，提高资源配置效率，降低能源损耗，实现节能减排。

3. AI 助力提升农村清洁能源使用效率。大兴区政府与北京市科委合力推出“大兴区煤改清洁能源信息管控系统”，将“暖通空调系统 AI 数据采集与节能控制技术”应用于煤改清洁能源的场景建设，通过高度融合人工智能算法、云计算及物联网技术，实现实时感知、按需供能，它与空气源、空调等设备连接后，能够根据用户喜好智能调节室内温度、湿度，减少能源浪费，还能监测设备工作状况、及时自动报修，提升了“煤改清洁能源”使用效率和后期维护反应速度。经中国科学院空调所监测，现每年可节约电能约 8810 万度，相当于节约标煤 2.73 万吨，减少 CO₂ 排放 6.82 万吨。

三、园区层面：AI 助力降低资源能源投入强度、提升管理精细化水平

北京经开区基于良好的绿色发展环境，锚定任务目标，创新政策机制引导全区“双碳”工作高质量推进。在园区低碳管理方面，北京经开区推出能源环境智能化

综合服务平台，借助 AI、大数据、物联网等技术，实现对主要污染物排放、能源实时消耗、节能减排诊断、固体废物收运在线监测、分析预警、指标考核管理，提高园区综合管理水平。**在低碳建筑方面**，北京经开区加速公共建筑节能绿色化改造，超低能耗建筑、近零能耗建筑示范类项目建设，借助 AI、大数据、物联网等新兴技术，对电力、照明、空调、电梯、水泵等设备实现智能运维，助力公共建筑向低投入、低消耗、低污染、高效率模式转变。经开区内的 X88 幼儿园项目建设成为北京市第一个开园的超低能耗项目，在 AI 技术加持下，室内环境和能耗监测平台能够进行分类计量和用能优化，每年可减少二氧化碳排放量 290 吨，相对节能率达到 88.2%。**在工业节能减排方面**，京东方利用 AI 技术对运营中的碳排放进行识别和管理，优化生产活动流程，制定了《碳排放管理基准》《碳排放源识别管理基准》等企业标准。基于 AI 技术与大数据平台，京东方发力智能微电网，布局创能、储能、节能、交易业务，拓展电力/碳资产交易业务，创建智慧能源中控平台，对外输送的清洁、智慧能源。**在固废全流程分类收运方面**，北京经开区积极探索“互联网+”固废管理模式，推动固废精细化管理。利用计算机视觉、机器学习、智能传感器等 AI 技术，对企业固体废物的产生种类、重量、运输去向、综合利用途径等相关信息的采集，采取一般工业固废电子联单管理模式，实现固体废物“精细化”管理与“生命周期”跟踪管理，累计共转移固体废物约 15 万吨。据统计，2020 年经开区一般工业固废产生量较 2018 年下降 11%，综合利用率提升到 96%，实现工业固废的资源化循环利用，降低资源消耗。

四、生活层面：AI 助力提升居民节能减排意识、培养低碳生活习惯

在碳普惠方面，北京基于 MaaS 平台建立了“MaaS 出行绿动全城”碳普惠激励机制，利用智能导航采集市民出行信息，借助 AI 算法规划市民出行路径和路况情况，平台优先为用户推出绿色出行方案，借助 AI 和云计算技术根据市民选择的出行方式不同，自动计算碳能量，市民通过收集到的碳能量可兑换多样化奖励，导航企业通过汇总市民参与绿色出行所产生的碳减排量，经主管部门审核后，在北京碳市场进行交易，所得金额全部返还用户。北京公众环境意识调查结果显示，2020 年，绿色出行占比为 99.4%。**在生活垃圾分类方面**，北京构建市、区、街三级贯通的垃圾全流程精细化管理信息平台，可实时上传末端处理设施、运输车辆、密闭式清洁站的数据信息。通过车载计量、桶装“芯片”、卫星定位等计量和流程管理措施，借助 AI 技术实现全程追溯，提升城市垃圾分类治理精细化、智能化水平，降低净排放量。

（摘自：《人工智能助力城市“双碳”目标达成白皮书》 2021 年 10 月）

上海：创新机制，AI 助力“双碳”网格化治理

一、市场层面：AI 助力碳交易管理，辅助碳排放决策、控制履约成本

全国碳排放权交易市场是实现碳达峰与碳中和目标的核心政策工具之一，以市场机制推动碳减排是重大制度创新。2021 年 7 月，全国碳排放权交易市场正式启动，交易中心设在上海，将引导资源更多投向低碳发展领域、多年来，上海已经构建了一套制度清晰、管理有序、减排有效的碳交易体系，碳基金、碳质押、碳配额远期等创新产品有序发展。上海持续深化资产管理行业数字化应用，推进资产管理机构加大对下一代信息通信、AI、区块链、工业互联网、5G 等数字技术的运用力度，支持资产管理机构参与金融科技创新监管试点。**在企业碳资产管理方面**，上海宝武碳业探索和建立从碳排放到碳需求全周期的资产管理和运营能力。宝武碳业搭建了“碳印象”SAAS 碳资产管控平台，利用计算机视觉、智能传感器识别碳排放来源，借助 AI 算法完成可持续的碳核查，建立碳家底管理，通过碳足迹建设从原料到产品的全过程监管，实现了碳足迹的动态管理，持续迭代减排技术，借助数字技术优化工艺流程，生产管理提升。**在企业碳交易方面**，根据企业所属行业特性，有些企业不得不通过“技术提升+碳交易”的方式实现碳中和，在碳交易模式下，宝武碳业结合自身碳资产现状，借助 AI 算法模拟预测碳排放需求，在制定未来的投资计划和制定降碳措施时，把碳市场价格纳入分析的范围，确保利益最大化。

二、行业层面：AI 助力碳排放管控，以全面监管为抓手推动碳减排

在能源领域，上海浦东新区政府与国网上海浦东供电公司合作建设“智慧能源双碳云平台”，AI 助力实现三方面的能力：**一是观“碳”**，通过构建能源碳排监测算法，为政府提供能源碳排热力图，直观反映区域能源碳排情况；**二是感“碳”**，以区域、行业、企业能源碳排监测数据为基础，利用 AI 算法，为相关方开展“双碳”对标提供重要数据参考；**三是算“碳”**，以区域历史 GDP、用电量、清洁能源占比等数据为基础，为政府“双碳”决策提供数据支撑，为产业链上下游提供能源碳排放趋势预测。**在建筑领域**，上海市建立建筑碳排放智慧监管平台，利用智能传感器、计算机视觉等感知技术实现对设备、建材、环境、能耗的全方位实时监控，借助 AI 算法实现事前节能设计，事中常态检测，事后规范管理，实现更高效、更全面的能耗监管，推动能耗、碳排双控的建筑领域低碳发展。**在环保领域**，上海城投集团建立垃圾全程分类信息平台，也就是生活垃圾的投放、收集、转运、处置的全流程可视化数据平台，运用 AI 技术实现垃圾分类清运处置实时数据展示、生活垃圾全程追踪溯源、垃圾品质在线识别三项功能，覆盖全市 16 个辖区，能够实时反映各区各作业环节的垃圾数量、分类质量、生产调度等数据，实现了对垃圾路径的全程追踪。

三、园区层面：AI 助力园区可再生能源统筹管理，推动企业数字化增效减排

一是 AI 助力园区可再生能源统筹管理，提升能源利用率。上海闵行工业园依托智慧能源管理平台，借助 AI、物联网等技术，开发了集“风、光、储、充、控”于一体的“能源魔方”，实现了园区能源系统统一管控，能够为工业园区用能节能降耗提供最优解决方案。据测算，闵行工业园区目前投产的“能源魔方”项目一期，预计每年可节约标准煤约 665 吨，减少二氧化碳排放约 1760 吨，减少有害气体排放约 1.8 吨。二是鼓励建设智能工厂，推动企业数字化增效，推动 AI 技术在工业机器人、故障监测、敏捷反应等场景应用，实现工业全链条节能减排。中国宝武钢铁集团通过远程运维、大数据、人工智能等综合智慧手段对冷轧厂 C008 热镀锌智能车间智能化升级后，吨钢能耗下降了 15%，综合污染物吨钢下降 30%，有效提高了能源利用率，降低了污染物排放。三是 AI 助力园区电子电器废物资源回收利用。上海金桥管委会成立上海新金桥环保有限公司，建设全国首个电子电器废物回收信息化与处置标准化工程技术中心，推进电子回收产业化，实现资源再生利用，AI 能够助力垃圾分类精细化，有效提升资源回收利用率。

四、社区层面：AI 助力社区微网智能降碳，社区生活碳排放集约化

一是 AI 助力智能微网实现“零碳排放”。上海崇明三星镇以构建“零碳社区”为目标，打造了全部采用可再生能源发电的智能微电网。引入人工智能技术后，居民楼的屋顶和道路旁的路灯，根据光照条件不同，安装各种型号的光伏板，风机、充电桩、储能电池系统一应俱全，建成了“风光储充”一体化的智慧能源项目，通过微电网的“智慧大脑”进行监控管理。二是 AI 助力社区生活集约化、低碳化。上海长宁区开设全国首个社区 AI 食堂，方便社区居民尤其是老年人解决日常用餐问题，社区生活碳排放由原来的分散向集约化迈进。AI 食堂通过中央厨房集中加工生产，净菜配送方式，形成有效管控食品安全的运营模式，烹饪排放得到集中控制，厨余垃圾高效回收利用。

（摘自：《人工智能助力城市“双碳”目标达成白皮书》 2021 年 10 月）

贵阳：双侧发力，AI 助力碳汇、节能减排两手抓

一、政府层面：AI 赋能数据，助力城市数字化、低碳化升级

在城市发展路径选择方面，贵阳依托天然优势，抢占大数据产业发展先机，推动城市由资源驱动向数据驱动的城市转型路径。在大数据助力贵阳传统产业转型升级的过程中，人工智能技术助力生产、消费、传输、运营、管理、交易等各个环节和链条智能化升级，成为实现节能降耗减排的重要引擎之一。在园林防护方面，AI 助力加强环城林带森林资源管理。贵阳市建成了包括 1 个市级、12 个区县级森林防火指挥中心和 87 个林火远程视频监控点的森林防火地理信息系统和林火远程监控系

统，每个视频监控点的范围为3至5公里，平均一个监控点覆盖面积约20平方公里，视频监控精度可以准确到米。这些智能监控系统，可以全天候24小时实时监测林区火情，由智能图像处理、林火识别报警软件进行烟火自动识别并报警。林火卫星热点自动接收国家发布的卫星热点数据，为全市森林防火提供了技术支撑和第一道屏障。贵阳市林业局还以林火监测系统为基础，进一步建设了森林防火应急指挥系统，借助AI、大数据技术能够快速确定调度方案，提升森林火灾处置效率，保护森林资源。

二、行业层面：AI助力工业、运输业提质增效减排

贵阳应用人工智能、大数据手段来对产业进行信息化、绿色化改造，能够推动经验指标迈向数据指标，实现减排不减产增收不增耗。在工业领域，AI助力对工业生产线实施数字化、智能化改造。贵阳航宇科技联合西北工业大学建设航空数字化智慧工厂，利用AI、大数据等技术能够对航空产品锻造过程进行智能化、数字化控制，实现材料利用率由8%提升到35%，企业产品设计周期减少50%，制造周期减少了66%，备件减少50%，节省实验用原材料25%，有效提升了企业生产效率和能源资源利用率，有效降低了能耗和碳排放。在交通运输领域，AI助力物流降本增效，减少燃油低效损耗产生的碳排放。贵阳满帮集团通过大数据平台，借助互联网、大数据及人工智能技术，满帮改变了传统物流行业“小、乱、散、差”的现状，解决了出量匹配难的问题，平台上司机的月行驶里数由9000公里提高到12000公里，月承运次数由14次提升至20次，空驶率由原来的38%降低到34%，仅仅2019年就节省了900亿元的燃油损耗，减少920万吨的碳排放。

（摘自：《人工智能助力城市“双碳”目标达成白皮书》 2021年10月）

专家观点

双碳目标下健康城市科技创新思考

第一个误区是“碳中和需各行业零排放”。

2060 全社会碳中和，并非各行业碳排放为 0，而是仍有 15 亿吨左右的碳排放。如果简单地做减法，一定会导致盲目的“运动式”减碳，会浪费大量的钱财，还可能会走弯路。因此，减少碳排放的关键是跨部门协同，这样才能实现效益最大化。即在不影响经济发展的同时，实现科学系统地减排。建筑部门与民生和健康相关，因此建筑部门高质量达峰、提前碳中和，可为其他部门碳中和创造更多时间和空间，然而目前的一些“示范项目”只是简单依托外部全绿色电力输入方式实现碳中和，难以推广和示范。

第二个误区是“建筑行业碳中和=发展零碳建筑”。

建筑业减碳路径并不等于全面零碳建筑，这既缺乏规模效益，也无跨行业协同，成本颇高。以北京的超低耗能建筑为例，一平米的用电量大概是 40-50 度电，而超低能耗建筑建造的增量成本是 600-1000 元/平米（从各地补贴和工程实践可知），如果要做到零碳建筑，建造增量成本会非常巨大。

应该从城市角度出发、考虑百姓民生，提出可解决的方案。首先考虑把建筑和交通融合在一起，推广建筑+交通双向储/供电，构建社区层面的虚拟电网：一车一桩（智能充电桩），利用电动车电池充放电，为建筑用电零碳提供支撑（白天充电桩给电动车充电，夜间电力不足时电动车给建筑充电，解决 50-60%外部电力补充问题）。其次是在屋顶和立面（建筑、轨道交通等）安装太阳能光伏发电（PV），解决建筑 10~20%用电问题。还可以推广冰/水蓄冷、风机水泵电梯变频等需求侧响应技术，解决剩余 10-20%用电问题。另外合理利用周边绿电，可以解决 20-30%用电问题。

第三个误区是“只抓新建筑，忽视既有建筑”。

以北京市为例，既有建筑占比约为 85%，其中 2000 年前建成的建筑面积约占 1/4，普遍存在节能标准落后、墙体窗户等围护结构老化、碳排放强度大等问题。在调整既有建筑改造的重点措施和经费使用方向上，可以把保温层改造补贴用于窗户改造、电气化补贴或热力管网改造等收益投入比更高的方面；取消光热补贴，加大光电补贴；逐步淡化超低能耗补贴，调整为对既有建筑采用低碳、零碳措施的补贴。其次可以率先推进公共建筑低碳节能改造，逐步推进居住建筑低碳节能改造。

同时在强化公共建筑能耗限额管理工作、提高建筑能源系统运维水平的措施上，重视运维专业化程度，提高运维团队专业化水平；鼓励应用智能建筑能

源运营系统，研发碳排放精准识别与计量技术，基于人工智能的建筑智慧运维及与区域零碳能源的精准协同和高效调控技术。（作者：林波荣清华大学建筑学院教授、副院长）

（来源：网易 <https://www.163.com/dy/article/GOKEDDBJ0535NJ1G.html> 2021-11-12）

金融科技 innovation 与城市环境污染

金融业是促进实体经济高质量发展的引领性产业，尤其是在绿色发展导向下，我国自上而下加大金融业绿色化改革，完善绿色金融政策体系，使得金融业成为经济可持续发展的重要保障。与此同时，我国金融业发展也呈现出数字化、高效化发展的趋势，金融与科技融合发展的程度不断加深；尤其是大数据、人工智能等新兴科技的出现及其在金融领域的深度应用，正推动我国金融业向纵深方向发展。金融科技（financial technology）正逐步改变我国传统金融业发展模式，不断催生新的金融业态。在此背景下，金融科技创新对我国绿色经济发展的影响及其作用机制，对于深化我国绿色金融制度改革，保障金融科技创新朝着绿色化方向发展具有重要意义。

基于我国城市金融科技创新对城市环境污染的影响及其作用机制，主要结论与政策启示如下：

第一，金融科技创新具有减排效应，能够有效抑制城市环境污染，并且无论是基于城市环境污染的相对指标还是绝对指标。建议以科技创新为基本手段，推动科技与金融深度融合，以此深化金融供给侧结构性改革，发挥金融科技创新在城市绿色经济发展中的重要作用。特别是，要鼓励地方金融机构以科技为手段推动金融业务创新，积极探索金融新业态，运用大数据、人工智能和云计算等现代信息技术提高金融服务质量和效率，不断优化金融服务模式。此外，要进一步加强金融科技在绿色金融领域的应用，构建以金融科技为支撑、绿色金融政策为引领、银行和非银行金融机构等多主体共同参与的绿色金融发展新模式，助力城市绿色经济发展。

第二，金融科技创新对城市环境污染的影响具有空间异质性特征。具体而言，金融科技创新的减排效应在重污染城市显著强于轻度污染城市、在中西部城市显著强于东部城市、在科教资源质量较低的城市显著强于科教资源质量较高的城市、在外围城市显著强于中心城市。因此，应当采取差异化的政策措施，坚持“一地一策”的多元化政策方案，引导地方金融科技朝着多样化、高效化方向发展。对于生态环境相对脆弱的城市，应当加大金融科技发展的扶持力度，自上而下推动以金融科技为核心的地方金融业改革，提高金融服务实体经济绿色发展的能力。对于生态环境

相对较好的地区，应当建立健全金融科技创新的环境绩效考评机制，通过政策规制等多种方式强化金融科技创新的减排效应。

第三，金融科技创新会通过促进城市创新水平（特别是绿色技术创新）提升进而抑制城市环境污染。一方面，要将金融科技创新内置于城市科技创新体系建设中，加快推进金融科技服务实体经济创新发展的步伐；另一方面，要发挥科技创新在我国生态环境治理体系中的重要作用。中央和地方政府应当为科技创新尤其是绿色技术创新提供更大的经济和金融政策空间，进一步释放科技创新生产力，完善科技创新助力地方环境治理的链条，为地方经济高质量发展提供根本动力。

（摘自：《经济学动态》 2021年第8期）

结 语

2021年9月,《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》明确提出,推动互联网、大数据、人工智能、第五代移动通信等新兴技术与绿色低碳产业深度融合。实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革。城市作为控制碳排放的主战场和政策落地实施的基本单元,是“双碳”战略全面发展的强有力抓手。创新科技正在加快与经济社会各领域融合发展,并逐渐成为助力城市“双碳”目标达成的重要手段。