

2021年

# 智能减碳 激发绿色转型动力

人工智能助力中国“双碳”目标达成白皮书

---



# 开篇语

## 克劳福德·德尔·普雷特（IDC全球总裁兼首席执行官）

IDC赞赏中国政府为拯救气候、保护环境，积极推进“双碳”目标实现所做出的努力。IDC的愿景是洞悉技术进步下的社会变革，传播技术的价值。在“双碳”目标的背景下，IDC将继续投入资源开展人工智能、信息通信技术，发挥其在降碳减排领域的应用和价值。

近10年来，IDC全球研究团队已在绿色和节能领域开展过很多研究，包括个人设备、数据中心、绿色能源等领域。IDC欧洲团队在可持续发展和社会责任方面做了前沿性的研究和开拓。IDC愿意与各方携手共同推进气候与可持续发展方面的目标实现。

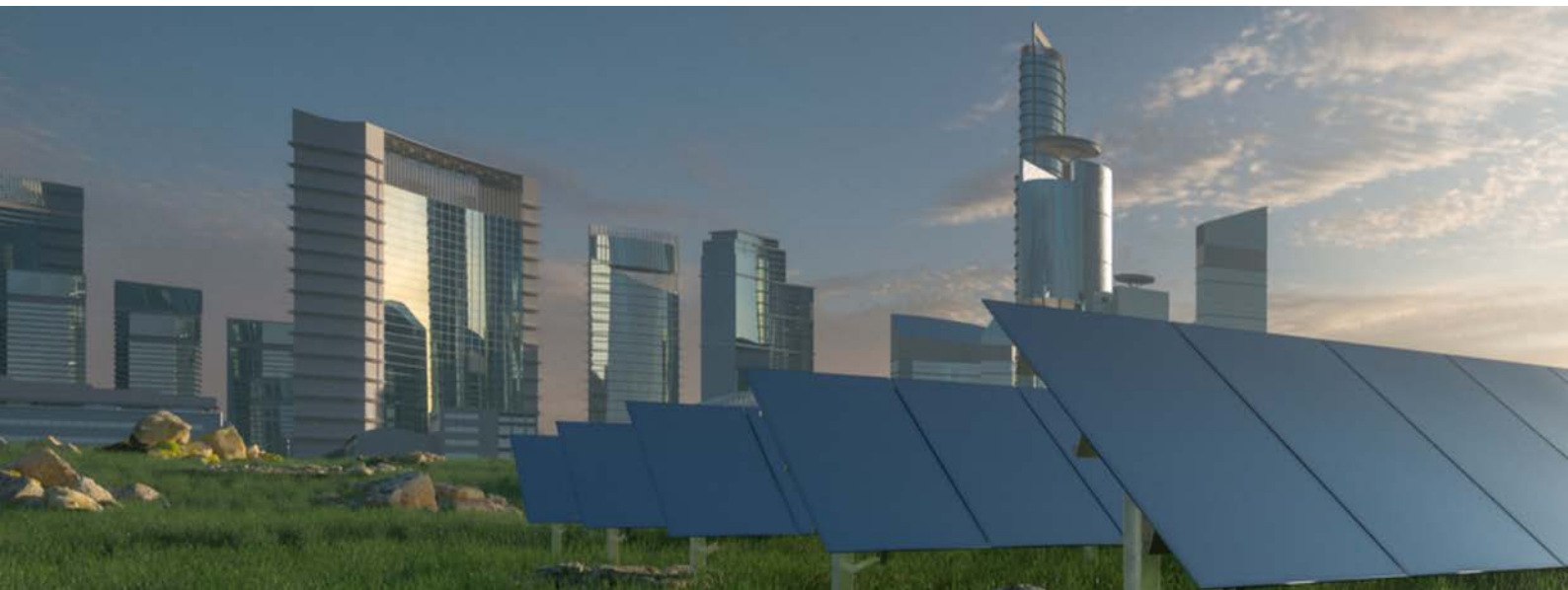
## 李彦宏（百度创始人、董事长兼首席执行官）

当今世界，科技创新的浪潮席卷而来，人类也迎来了关乎未来命运的“零碳”挑战。

过去几百年间，资源消耗型的工业发展被认为是社会进步的基石保障，但未来几百年，科技的进步足以支撑人类回归到低碳和零碳社会——这也是最初人与自然的相处模式。在这个过程中，AI正在帮助人类做出改变，并将在更多领域为经济发展和社会进步创造价值。

百度以“用科技让复杂的世界更简单”为使命。我们对于技术的思考，一直在于它能否促进人们平等的获取信息和能力，给人类带来更多自由和可能。通过AI引领的技术创新，赋能全产业链，推动高耗能产业绿色低碳转型，这是百度，也是更多志同道合的伙伴正在探索的事业。





随着“2030碳达峰”“2060碳中和”正式上升为国家战略，我们看到，中国接过引领全球经济转型发展的接力棒，长远布局了一场深入行业、关系全民的“碳中和”革命。作为领先的AI公司，不久前，百度也发布了自己的碳中和目标，我们承诺到2030年实现集团运营层面的碳中和。百度也将与生态伙伴一道用AI助力“零碳成长”，进一步努力实现负碳排放，助力中国“2060碳中和”目标的达成，助力实现全球温升不超过1.5摄氏度的气候目标<sup>1</sup>。

经济和社会的可持续发展，比过去任何时候都更加需要增强“创新”这第一动力。百度期待与各方携手，继续坚定投入资源，开展人工智能等技术在“碳中和”领域的创新和落地，用科技助力“双碳”目标。我们坚信，站在新的历史起点，作为推动全球经济增长的核心力量，中国也将领路“碳中和”变革，实现人类与地球的未来之约。

---

<sup>1</sup>注：2015年《巴黎协定》：本世纪末前，把全球平均温升控制在相对于工业化前水平的2°C以内，并将努力把温升限定在1.5°C内。



## 导读

随着“力争在2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和”成为国家重大战略决策，各界已积极行动起来，对如何实现上述宏观目标的方法、路径和阶段，展开了不同角度的有益讨论。

当前，人工智能（AI）、云计算等技术正以惊人的速度成长，不仅向各个产业场景深度渗透，并使信息通信技术（ICT）的基础性和使能性特点得到进一步突显，构建起数字经济整体发展的智能化底座。这一创新变革将在实现“双碳”目标的实践中发挥怎样的作用、能做出怎样的贡献，是本白皮书主要讨论的议题。同时希望形成以下三点影响：

1. 基础认知：增强读者对于中国达成“双碳”目标整体概况的认识；
2. 启发探讨：梳理人工智能及信息通信技术应用于行业降碳减排的作用，以及未来着力方向；
3. 呼吁行动：达成共识并促进业界各方实施行动。

本报告由IDC和百度联合推出，撷取了IDC在信息通信技术及人工智能领域的诸多研究，并以百度及其行业伙伴在相关领域的实践为例。

# 目录

## 第一章：呼应“碳中和”世纪主旋律

01

- 一. 中国实现“双碳”目标的意义、阶段与指标
- 二. 人工智能将成为技术降碳减排的核心

## 第二章：助力“双碳”目标的路径与前景

07

- 一. 中国实现降碳减排的路径
- 二. 人工智能助力降碳减排：路径影响、机制原理、作用场景、行业应用等

## 第三章：推动产业减排的现状与重点

25

- 一. 中国碳排放行业现状
- 二. 重点行业节能降碳实践：智能交通、绿色数据中心等

## 第四章：企业制定与实现“双碳”目标：以百度为例

43

## 第五章：行动呼吁

49





## 第一章

# 呼应“碳中和”世纪主旋律

全球经济、人口和资源消费持续增长，对含碳原料的消耗也不断增长，结合两个多世纪以来累积的含碳温室气体排放，对全球气候造成了巨大影响。目前，全球每年的二氧化碳排放量约为330亿吨，而全球森林每年能够吸收的二氧化碳仅为15亿-20亿吨，两者之间存在巨大差距。由此产生的温室效应导致冰川消融、海平面上升，极端天气与自然灾害频发。上述气候变化所带来的冲击和威胁，已经成为全世界必须共同面对的世纪性挑战。

“

2020年是亚洲有记录以来最暖的年份，其平均温度比1981-2010年平均值高1.39°C。俄罗斯的维尔霍扬斯克出现38.0°C高温，是目前已知北极圈内的历史最高温度。

世界气象组织《2020年亚洲气候状况报告》

## 一. 中国实现“双碳”目标的意义、阶段与指标

作为负责的全球大国，中国做出庄重承诺，要把碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局，实现中华民族永续发展，构建人类命运共同体。

我国“双碳”目标的达成将以三个阶段来实现：

- **排放达峰（当前-2030年）**：以降耗减排、用能效率提升为主，大力加强绿色能源建设；
- **快速减排（2030-2045年）**：全面使用清洁能源，降低人均碳排放，化石能源使用总量快速下降；
- **全面碳中和（2045-2060年）**：深度脱碳，零碳、负碳技术规模应用，最终实现碳中和。

2020年，习近平主席在联合国气候雄心峰会上宣布：到2030年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比2005年下降65%以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到25%左右。

根据生态环境部2021年6月消息，2020年底，我国非化石能源占能源消费的比重已达到15.9%，超额完成向国际社会承诺的2020年目标。**以此推算，至2060年最终实现碳中和，非化石能源在能源消费中的占比预计要提升至85%以上。**

指标	当前	碳达峰	碳中和
全社会二氧化碳排放量 (亿吨)	115	121	28
全社会二氧化碳净排放量 (亿吨)	107	110	0
非化石能源在一次能源占比	15.9%	~25%	~85%

2021年11月，《中共中央国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》提出明确要求：到2025年，单位国内生产总值二氧化碳排放比2020年下降18%；“十四五”时期，非化石能源消费比重提高到20%左右。

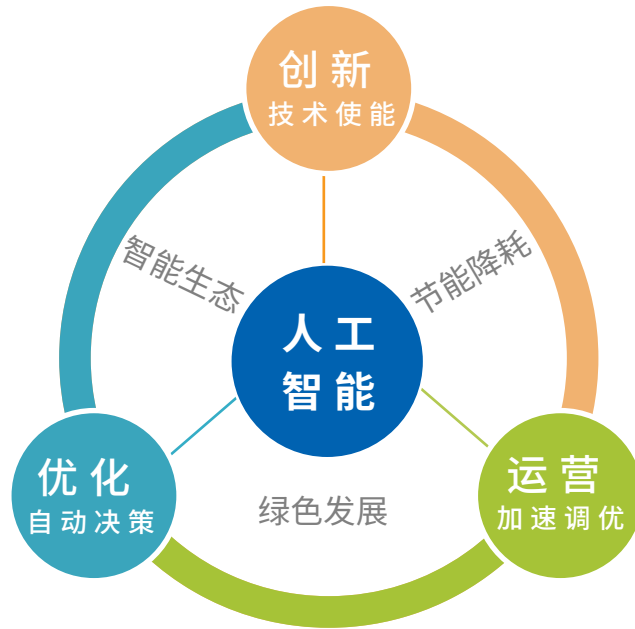
国家能源局披露信息显示，“十二五”期间，我国水电、核电、风电、太阳能发电装机规模分别增长1.4倍、2.6倍、4倍和168倍，带动非化石能源消费比重提高2.6个百分点。从当前到实现碳达峰，电力行业和工业产业对煤炭资源的消耗将继续保持增长、汽车保有量不断增加，对能源需求也将继续提升。这样的态势下，到2025年想要在现有基数上实现非化石能源消费比重再提高4.1%，无疑是一场硬仗。能源供应和消费系统的转型不是全部战场，各行业各产业充分运用新兴技术，在研发、设计、生产、管理等层面提升效率、降低消耗，将为我国推动实现“双碳”目标构建起另一个支撑面。

## 二. 人工智能将成为技术降碳减排的核心

实现“双碳”目标的过程，是一条技术密集型的道路。在这个过程中，人工智能在技术上的突破将借由信息通信技术基础设施应用于各类行业，并与行业的碳减排技术以及具体应用相结合，体系化、规模化创新，并成为技术降碳减排核心。



1 ! " # \$ % & ' ( ) \* + , - .



/ 0 1 IDC,2021

## 1. 人工智能将逐渐成为技术降碳减排主流

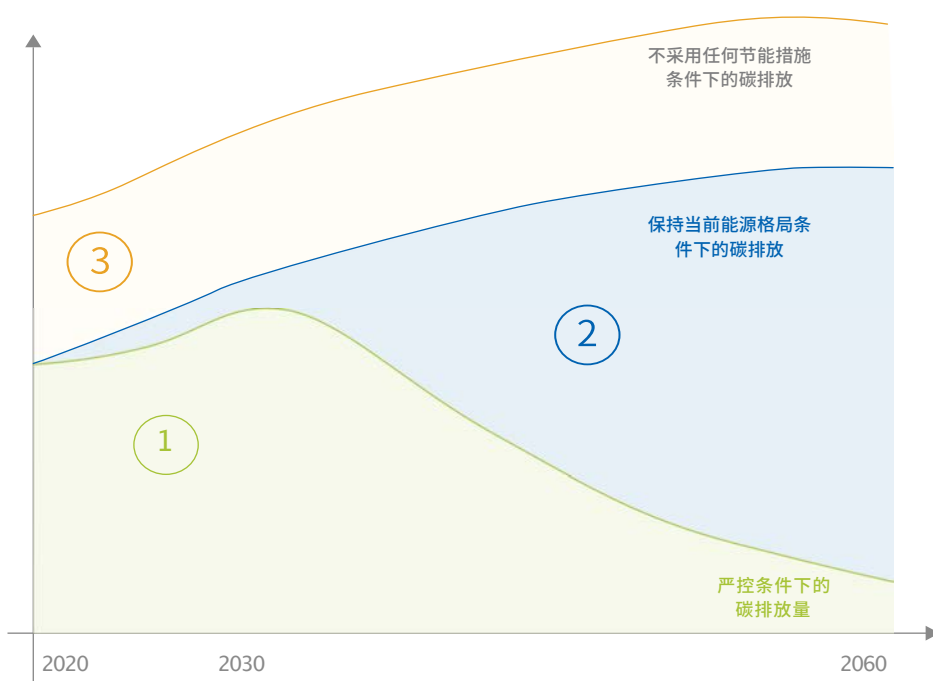
当前，人工智能技术的多元化感知、多模态融合、专用芯片、开源平台和计算创新等板块正在组成智能化的新型基础设施。在节能降碳的细分领域中，深入运用人工智能技术形成“创新-运营-优化”的反馈闭环，将实现各行业、各子领域节能应用的智能化开拓创新和优化运营，并在一个可预见的较长时期内成为信息通信技术创新与绿色发展紧密融合的代表。

根据IDC模型估算，到2020年全社会碳排放量（不含LULUCF2）为115亿吨；预计2030年前碳达峰时峰值排放量为121亿吨。**从当前至2060年实现碳中和，涉及人工智能技术驱动的技术减碳总计将超过350亿吨。**信息通信技术助力碳减排总计有望达到610亿吨，在此过程中，**与人工智能相关的技术减碳贡献占比将逐年提升，至2060年将至少到达70%。**

## 2. 人工智能将推动信息通信技术体系化降碳减排

未来数字经济向智能化与绿色化发展，技术驱动的创新是必经之路。人工智能从模型走进现实的周期越来越短，信息通信技术在为其构建一系列支撑条件的过程中，自身对于各类行业技术的基础性和使能性特点也将得到进一步显现，助力各类行业技术的研发交付、集成耦合、规模应用、体验升级等，推动不同行业和流程的初始价值创新，再经过优化实现最终的精益运行。

2 2020-2060) : ; < =



注：从当前至2060年，人工智能相关技术将助力碳减排超过350亿吨。信息通信技术助力碳减排总计有望达到610亿吨。

区域○1为采用积极的碳减排政策和路径可能实现的目标

区域○2为采取当前政策和能源格局下的排放量

区域○3为不采取任何措施条件下的排放量

“

经济学家熊彼特认为创新是“建立一种新的生产函数”，即“生产要素的重新组合”，把一种从来没有的关于生产要素和生产条件的“新组合”引进生产体系，实现对生产要素或生产条件的“新组合”。而人工智能技术的重大意义在于在数字化的基础上，以规模化的方式加速经验探索和积累，支持体系化、规模化创新。

/ 0 1 IDC,2021

### 3. 稳健推进碳中和战略，技术驱动产业升级是根本

- **以降碳减排驱动产业升级：**技术和应用突破是实现“双碳”目标的根本路径，也是产业转型升级的必经之路。主动寻求技术驱动的能源转型、产业升级和科技进步，有助于推动我国步入中等发达国家行列。
- **碳中和经济性和实现效果的博弈：**实现碳中和与经济的短期增长存在一定矛盾，能源价格会相应增高，粗放式增长的产能会被淘汰，资金进入环保产业的收效较慢。无论是企业还是地方政府都会面临绿色与发展的平衡考量。
- **碳中和不是运动，而是多管齐下：**实现“双碳”目标虽然时间急迫，却不可运动式冒进。实现碳中和的本质是以技术驱动全社会模式和效率的优化。如不切实研究和科学推进，会给生产生活造成困扰，也会在资源层面造成浪费。







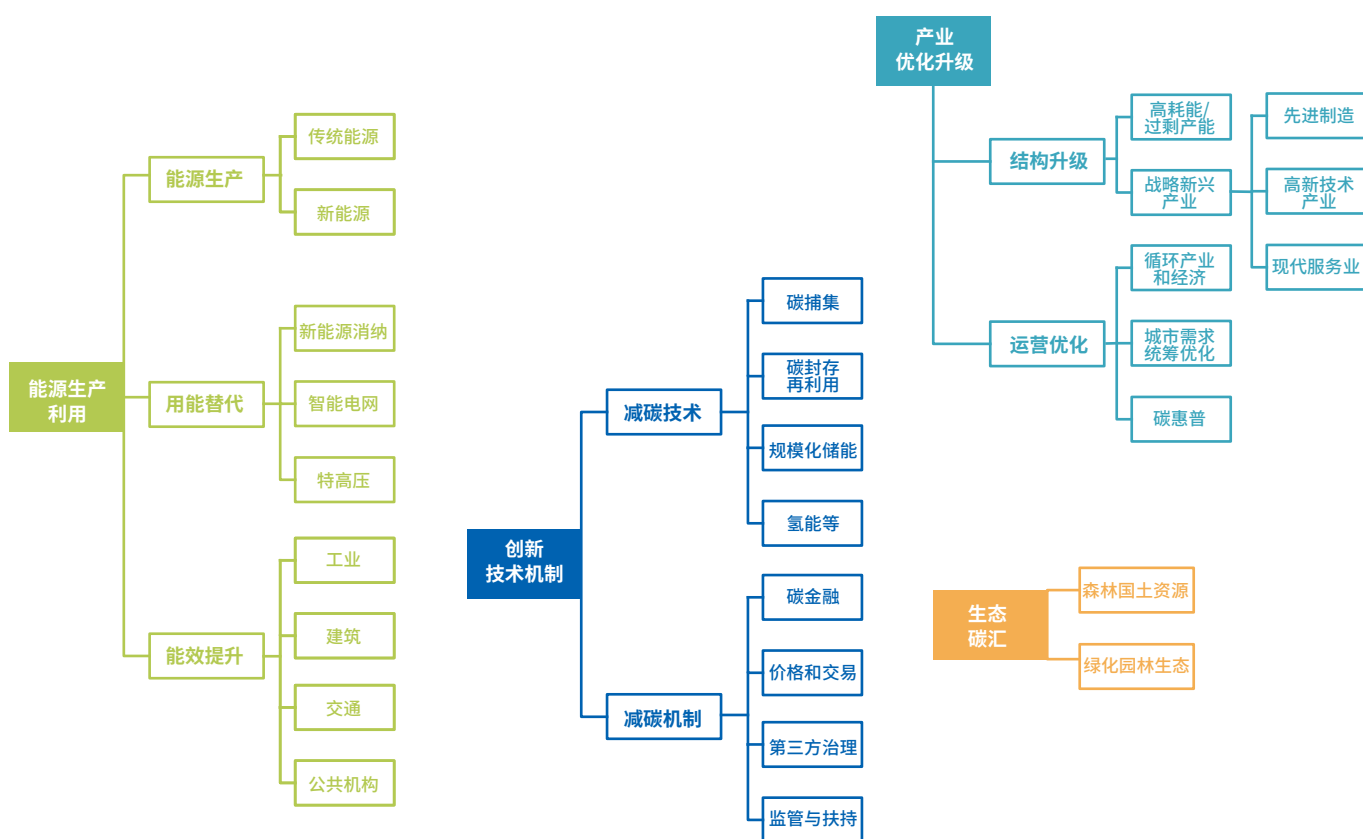
## 第二章 助力“双碳”目标的路径 与前景

中国这样体量巨大的经济体，其减排脱碳的路径异常复杂。以达成“2060碳中和”为目标，除了要重点突破能源领域的结构性问题，更要从整体上协同形成低碳、可持续的经济体系和消费模式，系统推进全面绿色转型。此外，还需应对时间紧、任务重、基础能力相对薄弱等一系列挑战。

## 一. 中国实现降碳减排的路径

IDC认为，中国实现“2060碳中和”目标，总体而言可以通过四大路径：能源的生产和利用、创新技术和创新机制、产业升级和优化以及绿色生态碳汇。每条路径之中，都包含着以数字化为基础到以智能化为手段的升级。

3 IDC) \* + , ? @ A B C D



/ 0 1 IDC,2021

## 1. 能源生产和利用

碳中和不是消灭化石能源，而是尽快平稳地以非化石能源为主体。能源的生产和利用是实现“碳中和”的关键路径，具体包括能源生产、用能替代、能效提升三大环节。

- **能源生产：**大力发展清洁能源，提升非碳能源占比；提高传统能源生产效率；能源的高效传输和智能化管理。
  - **发展清洁能源：**当前一次能源中非化石能源占比是15.9%，到2030年要达到25%左右。
  - **火力发电提效降耗：**对火电机组实施节能改造，包括调速变频、减少变压器空载、优化水泵运行、优化冷端效率、线路输送和生产照明等。
- **用能替代：**通过使用电能、氢能等来替代传统行业中对化石能源的消耗。
  - **工业：**以电力能源替代传统燃煤燃油燃气锅炉，为工业流程提供动力。在钢铁冶炼等高耗能行业以短流程替代长流程，当前中国电炉炼钢只占总产量一成，替代前景广阔。在钢铁和水泥行业尝试以氢气替代天然气和煤粉作为还原剂，降低生产流程中的碳排放。
  - **交通：**以纯电动车、增程式电动汽车、混合动力汽车、燃料电池电动汽车等逐步替代燃油车辆。在内河、海运港口和机场廊桥加强岸电部署使用。
  - **建筑：**在建筑施工领域推广使用电气化机械设备；在建筑运营领域，逐步以电能替代燃煤和燃气。

“

截至2021年6月底，全国水电、核电、风电、太阳能发电装机容量合计约9.9亿千瓦，占电力总装机容量的比重提高到43.9%，较去年同期提高了2.9个百分点。

**人工智能助力火电厂降耗：**例如智慧燃烧方案对电厂锅炉运行的送风量等可调参数进行训练学习，在保障蒸汽参数稳定性的前提下寻找效率和环保的综合最优。智慧冷端方案则综合电厂环境、汽轮机负荷及历史数据，分析冷端变工况特性，利用强化学习及运筹优化方法优化空冷岛风机群起停和转速，提高汽轮机出力，降低风机电耗和供电煤耗。

”

“

**建立源网荷储的新型电力生态：**电网每年将接收大量不稳定的可再生能源电量，对电网的可靠性形成巨大挑战。预估2060年全国新能源日内最大功率波动将超过16亿千瓦，超过当年火电、水电、核电等常规电源的总装机容量。未来电力行业要建设融合发电、输电、储能和用电的数字电网，并基于人工智能技术，提升对电网的预测、分析和调度能力，形成多能互补、源网荷储一体的电力体系和生态。



- **能效提升**：在工业、建筑、交通、城市等领域针对现有的用能方式提升效率，包括提升热燃烧能效、泵系统运行能效、冷却系统能效等；

- **工业**：在钢铁、水泥、合成氨、化工等重工业领域进行节能改造，降低能耗。我国工业锅炉中有65%是燃煤锅炉，存在单机容量小、运行热效率低的问题，年均用煤量20多亿吨。

- **交通**：提升发动机热效率，降低运行油耗。

- **建筑**：提升建筑运营的能耗管理水平，降低能源使用强度。

## 2. 创新技术和机制

现有技术难以支撑完全实现碳中和目标的企业，需要在新能源、储能、碳捕集利用等方案实现技术突破。此外，也需要通过碳交易、碳税补贴、碳衍生金融等方面的机制创新，高效率分配资源，鼓励低碳绿色发展。

- **研发和推广降碳、零碳甚至负碳技术**：
  - **新型储能技术**：风电、光伏等清洁能源天然具有出力不稳的特性，需要储能参与调频。包括电化学、压缩空气、飞轮、氢气等新型储能方式的渗透率将逐步提升，预计2025年新型储能装机规模会达到当前的10倍。
  - **碳捕集和利用**：碳捕集和利用包括在采掘、钢铁、石化等工业流程中进行碳捕获利用，也包括对大气中的二氧化碳的直接捕获。被捕获的二氧化碳还可再利用成为其他生产的产品原料，从而实现生产和碳减排一石二鸟的效果。
  - **其他突破性技术**：从现在到2030和2060年，在降碳减排技术领域产生的突破性进步可能对实现“双碳”目标产生颠覆性影响，包括电化学、新型电网、氢能利用、热核聚变发电等。无论哪个领域，数字化智能技术都是研发测试、部署应用的基础性工具。

“ **人工智能降低水泥生产能耗**：水泥生产过程倚赖人工经验，对最优运行工况难以把握。运用人工智能技术对水泥生产中喂煤量、喂料量、窑速等可调参数变量进行叠加强化学习，对生产流程进行实时调整，可有效降低对煤量和电能的消耗，从而降低整体碳排放。

“ **二氧化碳捕集和利用技术**：将超临界二氧化碳与原油相溶驱替岩层中的原油，同时实现地下封存；齐鲁石化回收煤制气装置尾气中的二氧化碳，输送到胜利油田进行增油生产；上海石化通过碳捕集项目提纯加工生产食品级的二氧化碳，每年可供生产约11亿罐可乐。

“ **二氧化碳合成淀粉技术**：近期我国科学家发布了成功在实验室从二氧化碳到淀粉分子的全合成结果。这项技术一旦产业化，将大大降低传统对碳捕集成本的忧虑，加大碳的利用价值，对碳中和目标的最终实现意义巨大。

- **创新推广低碳发展机制：**从政策和市场等多方机制鼓励降碳减排和绿色发展，包括监管、交易、碳税、新能源分析、补贴、碳资产管理等。

- **监管与扶持：**政府首先要加强了解区域和行业的排放情况，出台降碳减排和产业调整政策，逐步对高耗能企业征收碳税，淘汰低价值产能；补贴碳减排技术突破，培育绿色产业发展，把握“双碳”目标实现的宏观方向。

- **碳交易市场：**核心本质是以价格引导碳排放权资源的优化配置，促进对低碳技术和产业的投资。国家参照行业内相对先进的碳排放水平来设定基准值，减排能力强的企业可将排放盈余拿到市场交易。目前全国碳排放权交易市场已将2162家火力发电企业纳入全国碳市场。

- **碳金融：**碳交易具有较强的金融属性，碳期货等金融衍生品交易机制可更好对碳定价，管理价格和风险；将碳排放权转化为合约形态，扩大碳市场的边界和容量；吸引更多社会资本进入，引导资金流向低碳行业和企业。

“ 什么是CCER？核证自愿减排量 (Chinese Certified Emission Reduction)。在减排方面技术先进能力较强的企业，可将减排量拿到市场上进行交易获利，而排放超标企业则需要购买配额。CCER价格低于碳排放配额，但不得超过总排放的5%。

2021年，百度公司获得10亿美元的发债额度，募集专项资金用于提升绿色数据中心能效，拓展智能交通项目以及完善百度办公建筑和园区近零能耗的要求。此举也体现了资本市场对节能和“双碳”前景的看好。

”

### 3. 模式优化升级

模式优化是指通过产业升级和运营方式的优化，提升能源利用价值，降低单位产出的能源消耗，优化全社会对能源的总体需求。

- **结构升级：**淘汰过剩和高耗能产业，战略性布局新兴产业如先进制造、现代服务业等。
  - **淘汰高耗能和过剩产能：**中国GDP的快速增长有相当的比例来自于钢铁冶金、低端制造等高耗能、低附加值的产业。淘汰低端产能，有助于直接降低能源消耗、碳排放以及碳排放强度。

- **智能化推动产业升级**：使用智能化技术加强行业的研发和管理水平，提升产品的智能化程度和附加值，在产业价值链上替代低端、低附加值的产业，提升产品价值从而降低碳排放强度。
- **科技和现代服务业**：加强芯片、工业软件、新技术的研发和应用，以智能化技术推动基础科学研究和应用，夯实智能化产业基础，加速产业升级和替代。
- **运营优化**：从循环经济规划、企业和城市管理角度优化能源的消耗和使用

— **优化规划布局，提升运营效率**：对交通、政府等行业进行优化，以智能化的运营降低对能源的需求和消耗。

▶ **交通**：通过共享出行平台、智能出行建议等组合方案，提升公共出行体验和对私家车出行的替代；优化城市慢出行体验并提升比例，从需求端替代机动车出行。

▶ **政府**：首先，城市的规划布局对减少运输和出行需求发挥着根本作用，科学合理的产业功能布局是城市降碳减排的基本盘；其次，城市的数字化平台已经能让越来越多的工商、税务、交通等流程在云端办理，在提升政务效率的同时也减少了居民实际出行的需求。

— **发展循环经济，减少生产**：缩短从原材料到成品的生产周期，使废旧物品从中途再进入生产流程，从而减少部分生产流程的排放。

▶ **循环生产**：例如包装纸箱的回收再利用成为纸浆，减少了从原材料到纸浆的生

“ 废钢的来源复杂，对其进行定级再利用是困扰行业的难题。基于人工智能技术对废钢进行实时抓拍采样，并通过机器学习不断优化定级判定的准确率，能够有效地提升废钢定级的效率，加速废钢再利用的进程。

**人工智能提升城市运转效率**：基于人脸识别的身份认证如今已广泛运用于银行、交通等各类流程手续办理，确保办理人与所办流程的准确对应，从源头上避免了居民往返办理机构的实际交通需求，不仅提高了效率又降低了碳排放。

”



产过程。钢铁行业是我国发展循环经济的重点领域。我国钢铁产业废钢利用率目前仅为21%，远低于美国的72%的水平。有效利用废钢可以减少铁矿石开采、运输、加工的排放。

- ▶ **减少生产：**生产一吨塑料及同类材料排放4-6吨二氧化碳。倡导使用可再生材料，减少一次性材料产品的使用和生产，可大幅降低碳排放。

- **碳普惠项目：**在城市生活中人是出行方式的决策者。以消费互联网的运营方式，对居民采用绿色低碳的出行次数和里程进行统计和积分，经过国家官方核验碳减排实效，对出行者进行相应的鼓励和补贴，调动全社会中个人的积极性进行碳减排。

---

**北京市碳普惠平台：**市交通委联合百度等地图服务提供方，推出绿色出行一体化平台，通过出行前智能规划和途中引导，鼓励居民使用公交地铁、步行骑行等低碳出行方式。同时平台尝试将核验后的减排量入市交易，激励出行者持续绿色出行。

---



## 4. 生态碳汇

碳汇是指通过森林植被和其他地表植物吸收空气中二氧化碳，从而实现减碳的过程和机制。本文中的生态碳汇包含了一切通过人工种植和运营维持，能够起到减碳作用的森林、草地、湿地和城市绿地等。

- **森林国土资源：**
  - **以林木蓄积固碳：**森林蓄积量每增加1亿立方米，可相应地固碳1.6-1.8亿吨。目前我国平均每年新增森林碳储量在2亿吨以上，折合碳汇7至8亿吨。
  - **我国森林覆盖增长较快：**我国目前森林覆盖率达23.04%，森林蓄积量超过175亿立方米，是世界林木蓄积增长最快的国家。我国计划到2030年再增长15亿立方米。
  - **脱碳与综合治理：**我国第七大的库布其沙漠经过30多年治理，林草综合植被盖度达到53%，森林覆盖率达到15.7%。

- **湿地园林等多样化的碳汇：**

- **湿地：**湿地尤其是泥炭地不仅能够吸收二氧化碳，还能存储未被分解的有机物质，避免其中所含二氧化碳重回大气。
- **城市绿地园林：**建设城市森林园林绿化带，不仅能够提升城市居民生活体验，也能有效吸收二氧化碳。据估算，广州市的森林碳汇每年能够吸收近3%的全市二氧化碳排放量。

- **交易与扶持：**

- **交易市场扶植与完善：**林业资源碳汇交易包括森林经营性碳汇和造林碳汇。据统计，福建省备案申请的林业碳汇项目124万亩，碳汇量347万吨，成交额超4000万元。
- **对农户产生直接收益：**农户从碳汇交易中获益能够增强种植和养护的积极性。据福建省实践统计，1000亩毛竹林减碳7000吨，参考全国碳排放交易价格可评估37万元。

## 二. 人工智能助力降碳减排：路径影响、机制原理、作用场景、行业应用等

如今的中国，已经成为世界人工智能技术发展的两极之一。尤其在技术创新和产业应用等层面，其他新技术通常需要至少20年才能走完的道路，人工智能只用了2-3年就走完了。我国整体信息通信技术和产业也已在多个领域具有全球领先地位。

在“双碳”目标的实现过程中，应用信息通信技术采集数据、汇聚分析、优化决策并实施控制，以智能化的手段在节能降碳的情况监测、方案创新、流程调优和评估度量等方面发挥了不可替代的作用。

这其中，云计算技术将为未来行业构建底层的数字化基础设施，物联网和连接技术将覆盖广泛的空间和应用领域，而人工智能技术的应用前景最为深远和广阔——它的核心意义在于赋予机器思考和学习的能力，在可预见的未来主动协同5G（第五代移动通信）环境、物联网和云计算，充分在各个环节、要素及参与者的全方位数据中筛选有价值的部分，从各行业经过了几年乃至十几年时间的“数字化”积累中，生发出“智能化”转型的基础和动力。

## 1. IT技术对于“双碳”的实际作用体现

IT技术对于助力实现“双碳”目标的作用表现在三方面：

1

- **可视可控，提升能效：**运用人工智能、大数据、物联网等信息通信技术与行业设备和流程深度结合，对生产和用能进行数量监测和流程控制，提升能耗和管理的可视度和可控性；结合行业发展方向和节能实践，展开效能分析并形成优化方案，不断提升生产和用能效率。

2

- **构建生态，优化运营：**以数字化技术推动生态的构建和运转，在“双碳”相关产业链条上实现技术驱动的创新突破和协同运营，例如在电力产业建设联合发输配用、源网荷储各方的新型电力生态，让新能源企业、化石能源企业、电网、用能企业协作运营，提升可再生能源的消纳和利用。

3

- **技术集成，创新产业：**信息化和智能化技术的力量不仅在于提升行业效能，也可能颠覆传统行业，创造出新的产业生态。例如集成智能化技术形成的无人驾驶，一旦成熟应用将有利于推动交通的全面电能替代；又例如以互联网和人工智能技术驱动的共享出行产业，将有利于推动混合公交出行、共享出行、慢出行方案替代私家车出行；以信息化集成的微电网技术方案未来有望以规模化和产业化的方式利用和消纳可再生能源。



## 2. IT技术对场景路径的影响

我们从IT技术在行业降耗减排方案中的应用程度、IT技术驱动行业降耗减排应用创新、IT技术在行业降耗减排的综合影响等方面评估IT技术在不同场景路径中的技术贡献度。这个技术贡献度阶梯与人工智能应用的范围和程度阶梯大致相当。

4 IT\$ % G( H : , & '

技术贡献度	应用程度	创新驱动	行业影响	示例
≤10%	作为功能单元，直接应用于降耗减排方案	驱动力主要来自行业技术，信息技术助力开发、部署和运营	单点作用，影响范围可见无延展	当前诸多单点节能应用
10%~≤20%	信息技术使能的方案在降耗减排中发挥支撑作用；且该方案深度倚赖信息技术的能力	信息技术成为创新应用开发的重要能力	对行业碳减排产生不可忽视的影响；可能通过技术驱动升级实现“双碳”	新型电力生态初期阶段
20%~≤30%	信息技术发挥平台性的核心作用，承载行业碳减排机理的运行	创新应用基于信息技术使能的平台而开发和作用	改变行业运行模式和用户习惯，成为领域中碳减排的主力军	MaaS <sup>2</sup> 、碳普惠、新型电力生态成熟阶段
>30	行业碳减排机制源于信息技术的创新和扩展应用	降耗减排的创新应用以新兴信息技术的组合应用和运营为基础	颠覆性影响，可能塑造近零或零碳的行业	无人驾驶

<sup>2</sup>注：MaaS (Mobility as a Service, 出行即服务)

来源：IDC,2021



分类	产能用能			结构优化		创新突破		生态碳汇
	能源生产	用能替代	能效提升	结构升级	运营优化	减碳技术	减碳机制	生态碳汇
	能源生产、传输和管理中的减排	电力及新能源在行业中的替代	行业和领域对能源的利用效率	基于技术的产业升级	以减碳为目标的管理和运营优化	新兴低碳、零碳、负碳技术	政策市场机制和补贴扶持	森林、植被、生态固碳能力
包含领域	化石能源生产和化石能源发电的减排降耗；风光等新能源发电；电网侧能源的高效传输；新能源的消纳；电力调度等能源管理数字化的智能化园；能源管理数字化和智能化，碳电互耦。	工业领域化石能源的电能替代；工业流程中氢能替代；新能源车发展；建筑用能电气化	生产制造行业以流程优化提升对能源和材料的利用率；流通行业中能源利用率的提升；公共事业中的综合降耗；对企业碳足迹的监测、管理和预测	落后和过剩产能淘汰；发展先进制造和现代服务业；产品智能化和价值提升	优化城市绿色节能管理和运营；推进循环经济发展	创新性的零碳和负碳技术；配套可再生能源的储能技术；氢能生产传输、利用及产业；碳捕集及利用相关技术	推动实现双碳目标的政策保障和激励措施；碳的交易及金融市场；科研、教育等配套领域	
主要涉及行业	电力	工业	工业	制造业	交通	电力能源	政府	国土资源
	石油	交通	交通	政府	公共事业	生态环保	金融	生态环境
	煤炭	公共事业	公共事业				生态环境	
行业议题	构建新型电力生态	工业能源电气化	装备高效率 and 大型化	智能制造和高端制造	城市交通管理运营升级	分布式能源	碳排放权交易和 market 建设	林业碳汇
	新能源消纳	建筑电气化	能源材料再利用	绿色能源和电动能源替代	循环经济和循环产业	氢能产业链	碳资产管理和托管	城市森林和园林
	火电提效	新能源汽车	公共事业冷热电联	交通电气化	智慧楼宇/零碳建筑	火储调频	碳配额和CEER认证	湿地生态碳汇
	生物质发电	氢能替代	能耗检测和统计	绿色节能产业	MaaS和碳普惠	碳捕集封存和利用	金融衍生和交易流动性	
技术贡献量	10-20%		10%	15%	20-35%	10-20%	15-25%	10%
技术场景	电力仿真和供需检测	电力检测与管理系统	能耗监测与能效管理	工业互联网平台	车联网与车路协同	智能调频调峰系统	交易统计系统	智慧林牧
	电网供需预测	能耗度量与分析	数字孪生与仿真		智慧交通与智能信控	微电网管理	碳资产管理系统	
	智能监测与故障定位	企业能效管理系统	智能学习与工艺调优		双碳驾驶舱	可再生能源与预测		
	智能巡检维护	智能电表	能耗分析和节能研发		智能规划	碳监测与资产管理		
	智能分析与自恢复监控	智能电机控制	智能调控与运维		绿色供应链管理			
重点IT技术	IoT、人工智能、5G、云/边缘			人工智能、工业互联网、云/边缘、IoT...		人工智能、大数据、云计算、IoT...		物联网、人工智能、5G等

- **产能用能**：在能源生产、传输和利用领域，信息通信技术是传统能源提升能效所仰仗的工具，也是建立新能源所倚赖的基础。

— **能源生产**：无论是哪个领域，现在的生产单元都需要构建在数字化的业务管理系统之上。数字化系统不仅在局部实现控制和优化，更是整个电力控制的神经中枢。构建源网荷储的新型电力生态是电力产业的目标，而这样的生态显然需要各种智能化的IT技术的介入和支持。

▶ **传统能源提效**：这是我国碳排放最大的重点领域，尤其是火电的节能改造完全离不开信息技术和智能技术的助力。首先大型的电厂、油田如今都有数字化的企业管理系统，与电网的联调联控也需要通过数字化的系统实现。未来降耗减排、碳捕集、碳资产管理都需要通过数字化系统管理实现可视、可度量、可管理。在火电厂最典型的原料燃烧、水泵运行等环节，如今也可通过人工智能技术深度学习进行工况调优。

▶ **新能源建设**：风电、光伏等新能源相较传统火力和大型水电具有较强的分布式特性，在地理上倚赖信息化系统联网控制。这样的分布式的特性对远程运维也提出了要求，智能化的巡检运维因而蓬勃发展。潮汐电站因其在电网中调峰调频的特性，对时间维度的响应非常强，也需要信息系统的控制。另外，未来会对大型园区、建筑、数据中心等自建清洁能源发电也强烈倚赖数字化的微电网进行管理。

▶ **新型电力生态**：这是最关键的一点，未来全社会的用能会强力倚赖清洁能源，对新能源的消纳几乎是依靠信息和智能化技术的突破。当前人工智能技术已经在许多领域进行电网发电侧和用电侧的预测仿真，确保清洁能源入网后的电力可靠性。

— **用能替代**：电力系统相较传统能源而言，与IT系统有着天然的内在联系性。不仅在用能方面更可度量，而且控制更便利和智能化。

▶ **交通**：在交通领域电能替代最主要代表是电动车对燃油车的替代。车联网和车载系统本质上都是IT系统，这些系统的功能和体验表现是推动用户购买电车的重要驱动因素。

▶ **工业及其他**：工业能源的电力替代需要数字化的电力管理系统。在一些高耗能的场景，信息网络会发挥集成耦合的作用，将自发电、储能、用电、控制连接起来统一管理。

- **能效提升：**能效提升最终需要借助IT技术提升运营的效率，这种效用可能以三种方式体现：一是以IT技术实施对OT更精准的控制，从而实现效率的最优化，例如大型动力设备的填料燃烧；二是收集运营数据，运用机器学习技术建模训练以寻求最优工况；三是以数字孪生和仿真技术进行节能设计，并以虚拟仿真环境对设计进行实验性验证。

- **模式优化：**

- **结构升级：**产业的转型升级和这些年来一个热点紧密相关——数字化转型。传统产业提升竞争力需要以数字化的视角和手段去重构，这无疑与信息技术密切相关。前文章节提及，信息化和智能化技术在其中发挥的作用主要在于产品和服务流程的智能化——提升产品价值，降低碳排放强度；提升流程效率。从具体技术领域来讲，工业互联网平台、智慧供应链、智能仿真设计、数字工厂、数字能效管理等企业运营的方方面面都有助于提升效率和产品竞争力。

- **运营优化：**这里是指城市或企业通过数字化系统和平台化运营模式对传统方式进行革新，从根本上降低碳排放相关活动需求。信息技术在期间发挥的作用可以归结为三方面：

- ▶ **提供核心技术：**更优化的运营方式往往受碍于关键技术的攻关，这其中有一些可以通过信息和智能化技术进行突破。例如在钢铁行业的废钢利用中，人工智能技术能够提供有效支撑。

- ▶ **搭建平台：**提升运营效率是碳减排的一个核心逻辑，而运营效率提升需要打通各个环节的运营数据，使其具有平台化的可视性和运营操作性。例如各个企业、区域政府未来可能需要建立属地区域的“双碳”驾驶舱，平台化地收集、分析、运用数据。又例如平台化的共享出行和地图出行服务平台，为各类出行者提供零碳出行方案、出行优化线路建议、新能源车相关服务等。

- ▶ **消费终端和互联网：**中国是智能终端和消费互联网的领跑者。在碳减排领域，智能终端和消费互联网的技术实践和运营经验也能够有很好的运用。例如在运营面向消费者的平台型碳普惠项目时，消费互联网的高渗透率和智能终端的强大功能有助于推动项目运营的成功。

- **创新突破：**在数字化的时代，几乎所有创新都离不开信息技术和信息系统。IT技术在连接资产、技术研发助力、系统交易实现方面有不可替代的作用。

— **低碳、零碳、负碳技术**：IT技术在储能系统管理、调储一体化等方面将发挥核心作用。另外在氢能产业链、碳捕集应用方面，IT技术的作用主要在于研发、测试、系统管理等方面。

— **碳减排机制**：在这个领域IT技术发挥着基础承载作用，例如碳交易市场完全建立在数字化的交易系统之上，碳相关的金融衍生市场也是强数字化的系统。

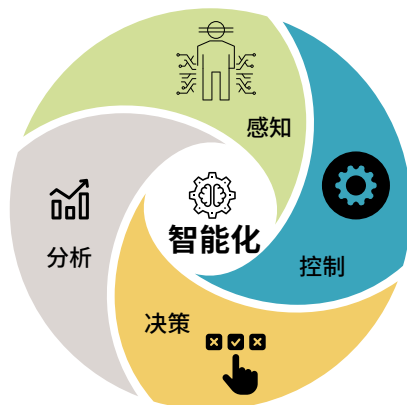
- **生态碳汇**：信息和智能化技术对于林草和生态管理的革新近些年取得了巨大进步，主要体现在两方面：一是以数字技术提升管理深度和效率，如森林管理云平台、森林管理综合数字图等；二是基于人工智能、无人机、5G等技术直接作业于生产领域，例如应用无人机对森林进行智能巡检、在森林中部署的火情自动监测等。在草原上，基于人工智能的虫害监测和识别技术有利于对虫害进行早期预警。

### 3. 人工智能技术助力降碳减排的广阔前景

信息技术时代向智能时代的演进，人们充分认识到大数据和人工智能技术所能带来的改变。人工智能技术服务于“双碳”目标的机制与其他产业相同，都可归类于“感知—分析—决策—控制”。

- **感知**：基于机器视觉的自动化信息提取，如智能巡检、工业识别中的相关功能，相对传统方式提升了效率。
- **分析**：基于行业领域中的海量运行数据，进行学习并形成预测和调优方案，如在工业、能源等领域进行的需求预测、参数调优等。
- **决策**：结合工业实践、专家经验和数据分析结果，自动形成实时的决策，决策机制可经过大量训练进行优化。
- **控制**：综合多方信息反馈和优化后的训练结果形成的智能化处置方案，如自动驾驶、智能机器人等推进电气化、提升流程处理效率。

5 ! " # \$ % J K ( " M ) " O P , Q R



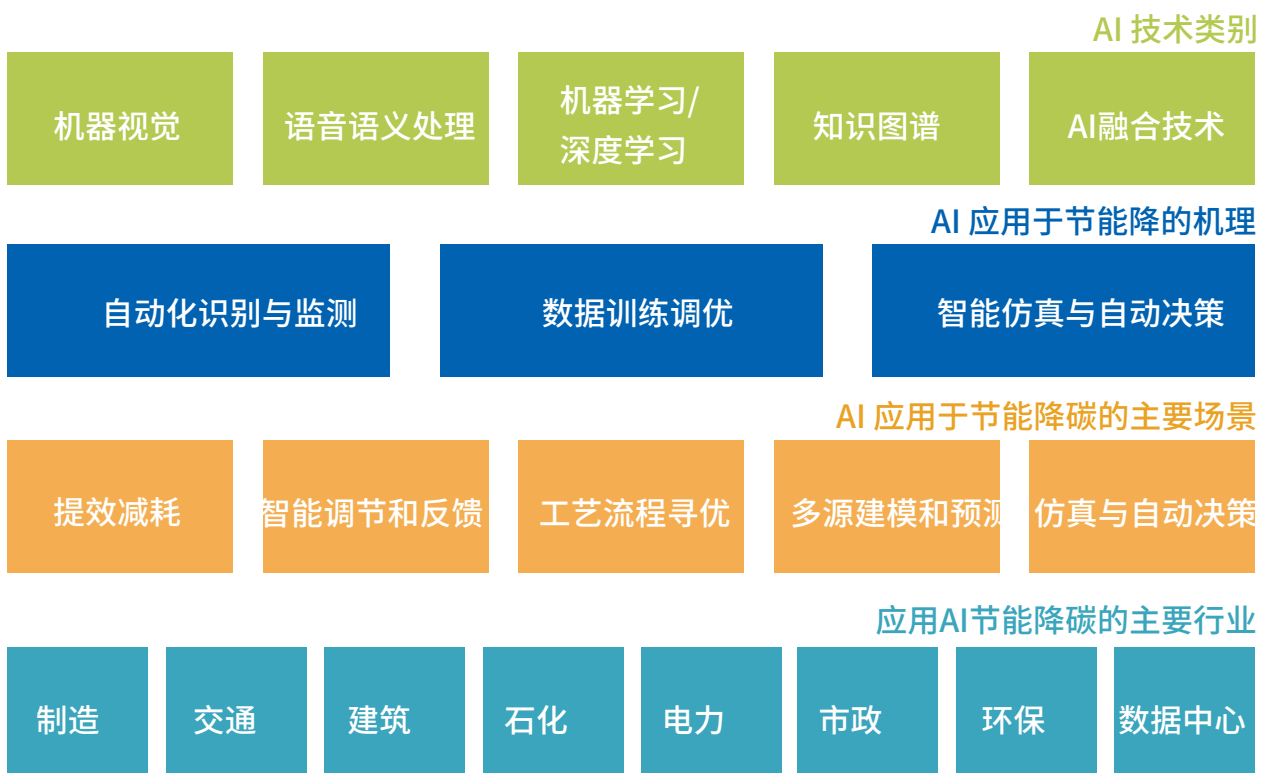
来源：IDC,2021



探究人工智能技术实现节能降碳的机理，主要体现在三个方面：

1. 基于视觉和语音技术实现的自动化方案有助于提升效率、减少能耗，同时可与其他应用相结合负责前端的信息状况感知；
2. 在不同的领域和场景下，基于积累的运行数据进行工况调优，从而实现最佳运行效率；
3. 运用智能技术进行仿真、预测并逐步实现智能化的自动决策，从而实现复杂系统分析和可靠性维护。

6 ! " # \$ % S T U # V ) , Q W



来源：IDC,2021

当人工智能技术与产业相结合，其对于实现“双碳”的作用体现在三方面：

- **直接作用于行业节能场景，基于工况数据提效减耗：**在工业领域中，基于工业场景下采集的长期数据搭建和训练模型，利用强化机器学习，调整最优工况数据，提升运行效率。在此处人工智能技术主要用于优化流程，而不改变产业流程形态。

#### — 能源生产：

- ▶ **发电侧：**在中国碳排放占比最高的煤电领域，百度尝试通过大数据技术和人工智能技术，建立热能效最优模型，通过调整送风量、送风压力、一二次风比例、减温水流量等运行参数，提升锅炉燃烧换热效率。同样，结合电厂温度、汽轮机负荷、风力特征等因素，百度尝试使用机器学习技术优化电厂空冷岛风机的启停运转，降低电厂厂内风机电耗。
- ▶ **电网侧：**电网侧人工智能的使用主要在于基于电网的有效运行数据对电源、负荷两端的需求预测，帮助电网有效调峰调频，确保电网的稳定可靠。未来，国家将优化整合本地电源侧、电网侧、负荷侧资源，以先进技术突破和体制机制创新为支撑，探索构建源网荷储深度融合的新型电力系统发展路径，主要包括区域（省）级、市（县）级、园区（居民区）级“源网荷储一体化”等具体模式，充分发挥电网等负荷侧的调节能力。依托人工智能等技术，进一步加强源网荷储多向互动，通过虚拟电厂等一体化聚合模式，参与电力中长期、辅助服务、现货等市场交易，为系统提供调节支撑能力。

#### — 工业生产：

- ▶ **水泥生产参数优化：**中国水泥年的产量占比超过全球的一半。水泥生产过程中石灰石等熟料的煅烧以及喂煤量会产生大量碳排放。百度尝试通过使用人工智能技术对业务模型进行训练优化，通过改变喂料量、窑速、风机转速等操作变量，实现节能降耗。
- ▶ **综合能效优化：**基于厂内制冷、照明、空压、配电、余热等各项耗能指标的长期数据，通过AI算法、机理模型、知识图谱完善企业用能和工艺设备算法模型，摸索能耗优化方案，提高能源绩效水平。

#### — 市政运营：

- ▶ **智慧供暖：**中国北方漫长的供暖季是能耗和污染产生的主要源头，运用AI和IoT技术结合历史数据和模型，针对气温、换热站和采暖区特点等多源数据进行学习调优，有望实现超过15%的节能效果。

· 以智能化驱动产品价值升级，降低碳排放强度：

- **智能化提升流程效率：**运用智能化技术驱动流程优化可以发生的每一个阶段：在设计阶段进行智能辅助设计和仿真，减少试生产的材料和流程排放；在生产阶段以智能化技术进行精密控制，优化生产工艺；在检验阶段进行智能质检，提升产品成品率，降低残次品生产等等。提升流程效率和减少残次品的生产都可以直接降低因生产而产生的直接排放。
- **智能化提升产品价值：**传统的台灯、音箱等消费电子产品当附加了智能化的功能模块，其市场价值较过往有较大幅度提升。这样的产品升级有利于提升产品价值，降低碳排放强度。

“

芯片设计和制造产业中，运用智能仿真技术在流片进行验证是一种普遍的做法。这不仅可以避免流片失败造成的材料和能源消耗，也有助于保护客户千万级的投资。

- **以智能技术创新近零排放产业：**以智能化技术集合技术系统优势，创造出颠覆性的近零排放产业，最典型的即为无人驾驶。虽然在实现的过程中困难重重，但以人工智能技术集合感知、通信、控制等诸多精尖技术所创造的无人驾驶时代终究会来临。无人驾驶因其与电动力车辆更好的耦合性，将极大地驱动交通产业的电气化，加速燃油车的退出。事实上，当我们展望2060年碳中和实现的时候，交通行业很可能已经被电力的无人驾驶车辆所渗透。











## 第三章 推动产业减排的现状与重点

全球范围内，电力、工业、交通等行业都是碳排放“大户”。在中国，这三个领域碳排放相加超过全国总排放量的87%。降低碳排放，加速碳中和，必须首先从这些碳排放重点行业入手，推动人工智能、5G、物联网、云计算、大数据等新兴技术与产业绿色低碳转型深度融合。

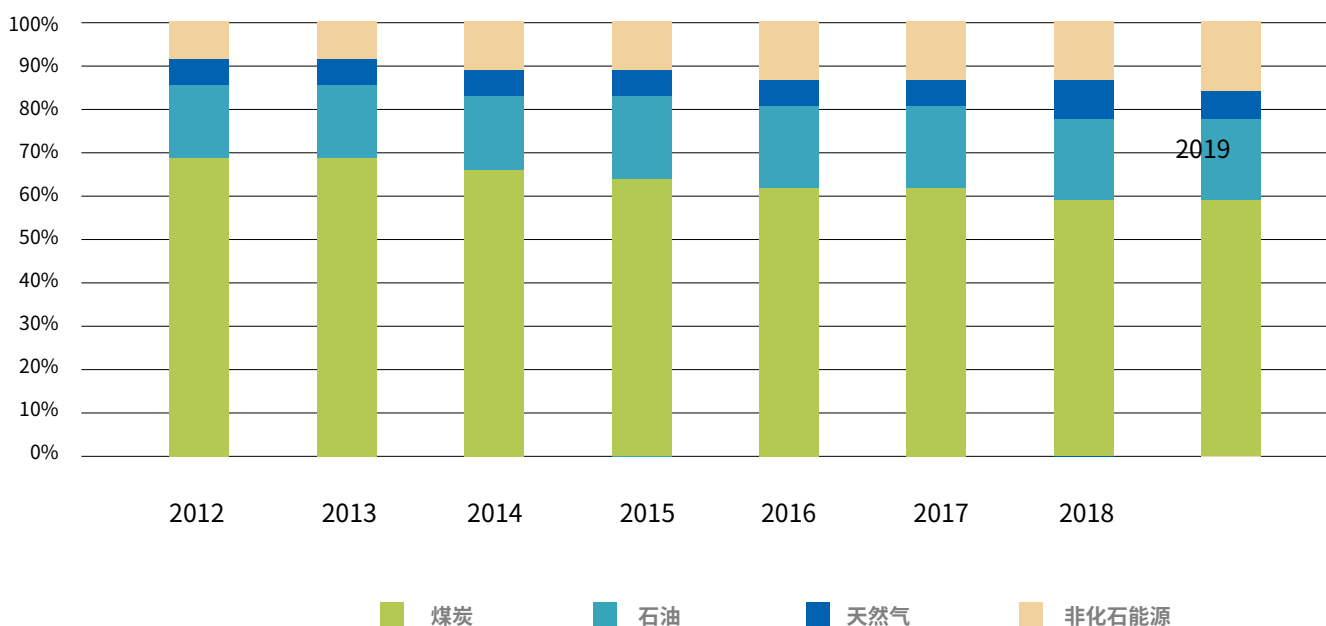
## 一. 中国碳排放行业现状

核算碳的排放是一个非常复杂的体系，主要包括煤、油、天然气等化石能源作为燃料用于电能转换，化石能源作为燃料或原料参与工业生产或行业运转，废物处置、运输散逸等其他排放。

中国是全球人口、经济和能源消耗大国，庞大的制造业和工业品出口使其承担了全球制造业产业链上的巨量排放。后疫情时代中国经济率先恢复活力，能源需求与GDP双双增长。2021上半年全社会用电量两年同期平均增长7.6%，中国的“双碳”工作还需要长期在经济和能源增长需求下进行。

中国经济的能源消费以煤为主。煤炭中氢含量低于石油天然气，因而燃烧的碳排放较高。2020年全国能源消费总量约50亿吨标准煤，煤炭占比56.8%；天然气、水电、核电、风电等清洁能源占比24.3%。发电是煤炭消费的主要途径，占煤炭产量的76.7%。

7 \* Y # 0 Z [ D \ ] 2012-2019\_

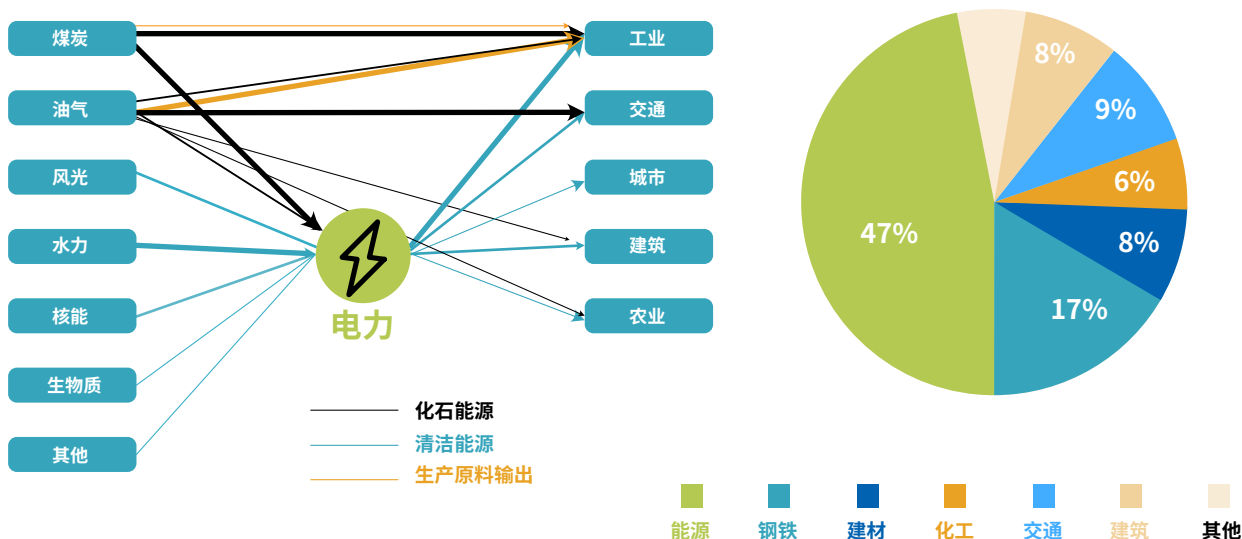


来源：国家统计局

二氧化碳的排放主要来自能源作为燃料和生产原料过程中的排放。要实现碳减排，主要是降低化石能源作为一次能源用于发电和其他行业；增加清洁能源发电，在行业中以电力替代化石燃料。新型电力生态的建立将在“双碳”目标实现过程中被寄予厚望，以人工智能为代表的新兴技术将在电网稳定性、用能权交易分配方面发挥巨大作用。

IDC依据IPCC排放划分方法，参考全球能源互联网组织，推算2020年中国碳排放量约为115亿吨，其中能源生产与转换占比为47%，工业终端占比为36%，交通和建筑领域占比分别为9%和8%。

8 a Y # 0 b c d e ' < =



注：线条粗细代表作用强度的大小

来源：国家统计局

## 1. 能源电力

中国是全球发电量最大的国家，2020年发电7.78万亿度，约占全球的29%；其中火电装机容量占比56%，是碳排放量最大的源头。IDC估测2020年中国能源电力行业碳排放为54.1亿吨，占全国总体排放的47%。中国规模庞大的制造业及其稳定的产业表现，已经使世界对制造业的需求和排放转移到中国。未来随着国内经济的稳定发展以及各行业电气化的推进，能源电力将继续为制造业和内外需求的碳排放买单。



## 2. 工业（钢铁、建材、化工）

我国制造业的规模已接近全球的30%，是美国的两倍。但相较发达国家，我国制造业总体处于产业的中下游，工业附加值较低，碳排放强度较高。IDC估测2020年中国工业（钢铁、建材、化工）碳排放为35.7亿吨，占全国总体排放的31%。

- **钢铁**：2020年我国钢铁产量13.3亿吨，占全球的67%；钢产量的将近90%由长流程转炉生产，单位碳排放量是电炉生产的两倍多。
- **建材**：建材生产的主要碳排放来自水泥，2020年中国生产水泥23.8亿吨，超过了全球第2至10名的总和。
- **化工**：碳排放主要来自油气炼化和合成氨的生产，包括成品油、塑料、化肥、复合材料等；化工行业单位产值排放量高于工业行业平均水平。

## 3. 交通

交通行业的排放主要来自于道路交通，其中公路货运和城市乘用车排放最为可观。IDC估测2020年中国交通行业碳排放为10.4亿吨，占全国总体排放的9%。

- **机动车保有量**：2020年我国汽车保有量约为2.8亿辆，与美国并列世界第一；千人汽车保有量从2010年的55辆增长到当前的180多辆，发达国家为500-800辆，我国千人汽车保有量仍有增长空间。
- **公路货运占比高**：中国电商业态的强劲发展直接推动了快递行业的壮大，其网状物流的特性和对运输的敏捷性要求较高。公路货运是最匹配这样需求的运输方式。囿于电池技术的性能突破，长途公路货运可能长期需要依赖化石能源。
- **城市交通**：未来全国可能有10亿人口生活在城市。截至2020年，全国已有70个城市的汽车保有量超过百万辆，北京、成都、重庆已超500万辆。

## 4. 建筑

中国规模庞大的基础设施建设、市政建设、住宅建设和日常冷暖维护需要消耗巨量能源。IDC估测2020年中国建筑行业运营能耗（不含建材制造）碳排放为9.2亿吨，占全国总体排放的8%。建筑的节能降耗相较其他行业而言更复杂和棘手，主要难点在于：对建筑的节能改造投资巨大而收效慢；业主推动的节能投资，收效往往在租户；决策横跨建筑设计方、开发商、业主、租户，很难统一推进。



## 二. 重点行业节能降碳实践：智能交通、绿色数据中心等

从行业视角看降耗减排的潜力和路径，能源电力作为排放量最大的行业，已经具有相对清晰的碳减排路径，并在多年前就展开了实践；在工业领域，其垂直门类极其复杂，且其节能降耗往往非常倚赖工艺流程的技术突破。

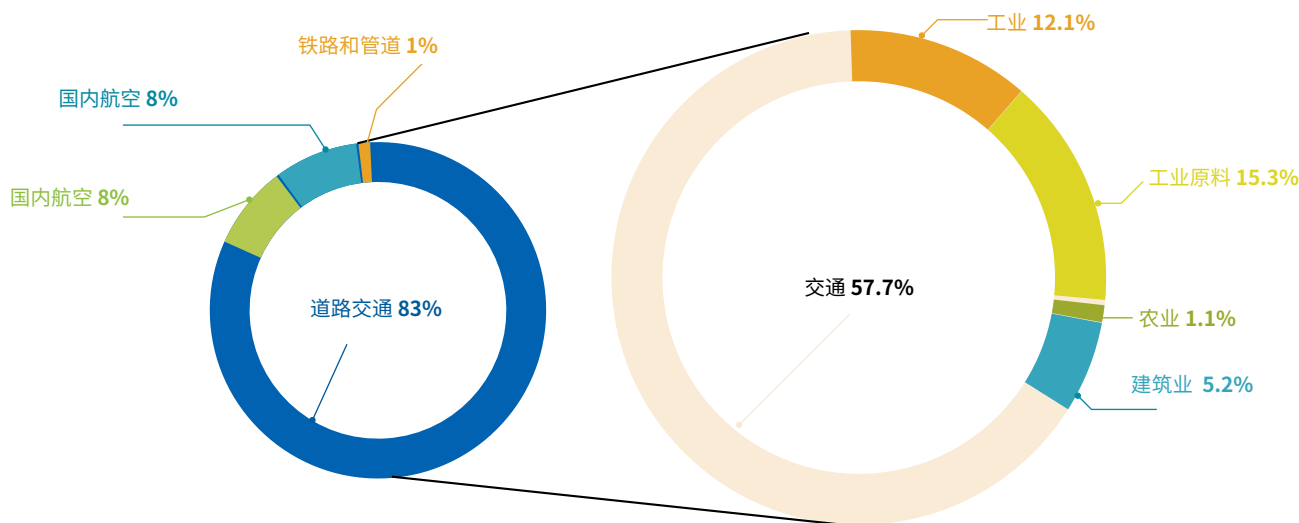
在交通、数据中心和泛政府领域的降耗减排当前非常受关注，具体的路径方法和智能化前景非常值得深入研究。

### 1. 交通

交通是全球仅次于电力能源的第二大排放行业，约占全球15%的碳排放量。我国交通运输排放占全国碳排放总量约9%，特别是公路运输，目前占全国交通运输碳排放总量85%以上，是交通碳排放绝对的主体和减排重点。未来一段时期，由于中国国民经济和交通运输仍将保持快速增长的态势，交通发展的技术水平和能源结构还未发生根本性转变，交通运输领域的碳排放总量还将持续增加。减排压力大，形势严峻。

一方面，中国汽车保有量未来仍保持一定增长，人均保有量与发达国家仍有较大差距；另一方面，中国交通领域的碳排放结构不合理，高碳排放公路运输是主体，占比87%，低碳运输铁路占比最低，0.68%，海运和航空大约都是6%左右。从某种意义上讲，交通领域可能是中国碳排放达峰最后的产业领域之一。

9 \* Y f g h i j Z [ k l ] 2017m\_

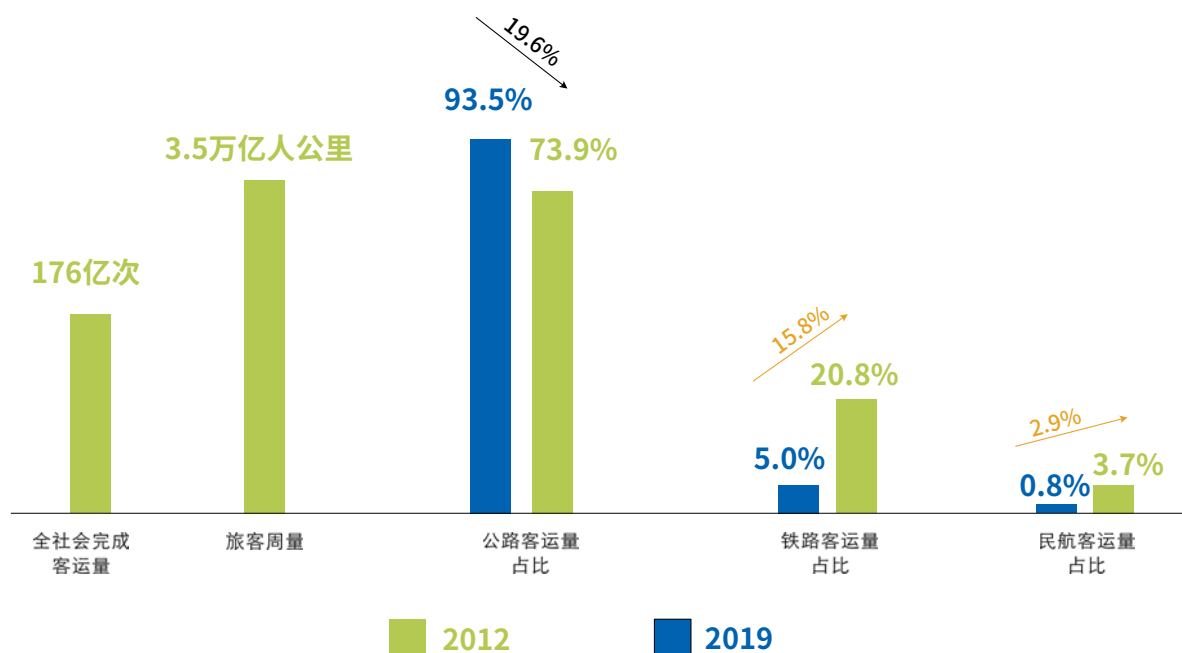


来源：NDRC

解决这一问题的出路就是推动交通运输的低碳绿色转型，实现可持续发展。主要路径包括四个方面：

- **新能源替代**：加快推进运载工具的清洁能源化，包括电动化和氢能源等驱动装备普及使用，大力推进包括家用车、营运车量的新能源替代；据测算，新能源替代每年能够减少500万吨碳排放；
- **路网效率提升**：充分运用大数据、人工智能、车路协同、交通大脑等新技术提升交通管理的智能化水平，减少拥堵，提升路网运行效率；
- **运输结构优化**：减少公路大宗货运，推进公转铁、公转水、铁路中长途出行等；提升城市零碳低碳出行比例；
- **需求侧管理**：通过宣传教育MaaS出行平台，倡导绿色出行理念，逐步引导公众选择低碳化绿色出行方式，减少对高能耗私家车的出行依赖。

10 2012mn 2019mo p q r s

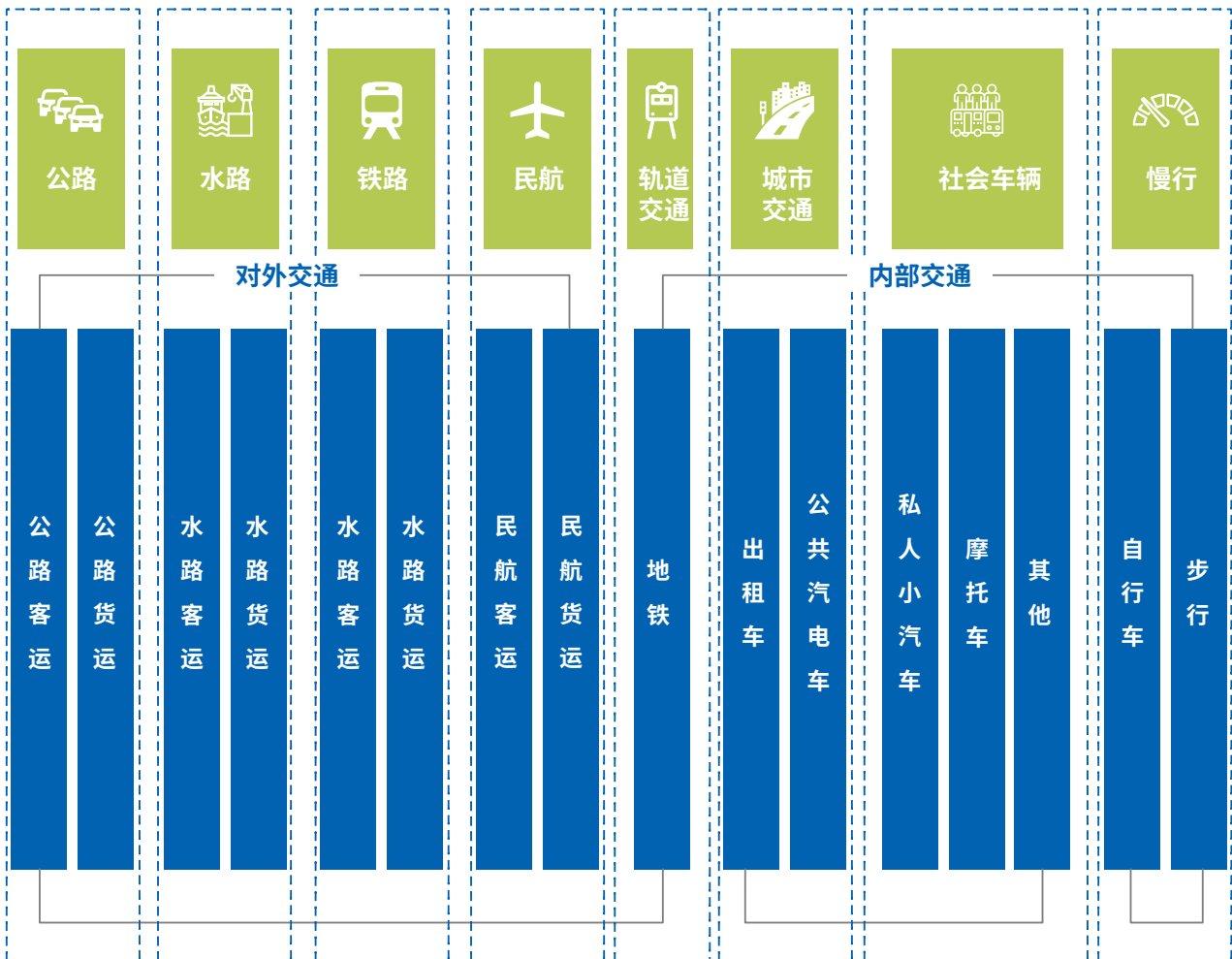


来源：国家统计局

## · 城市交通碳减排的主要路径

公安部交通管理局公开信息显示，截止2021年6月，中国机动车保有量达3.84亿辆，其中汽车保有量达2.92亿辆，占机动车保有量的76.04%。全国有18个城市的汽车保有量超过300万辆，其中，北京汽车保有量超过600万辆，成都、重庆汽车保有量超过500万辆，苏州、上海、郑州汽车保有量超过400万辆。与此同时，全国新能源车保有量为603万辆，仅占汽车总量的2.06%。城市交通出行方面降耗减排行动迫在眉睫。

11 t u v w: ) A B x y

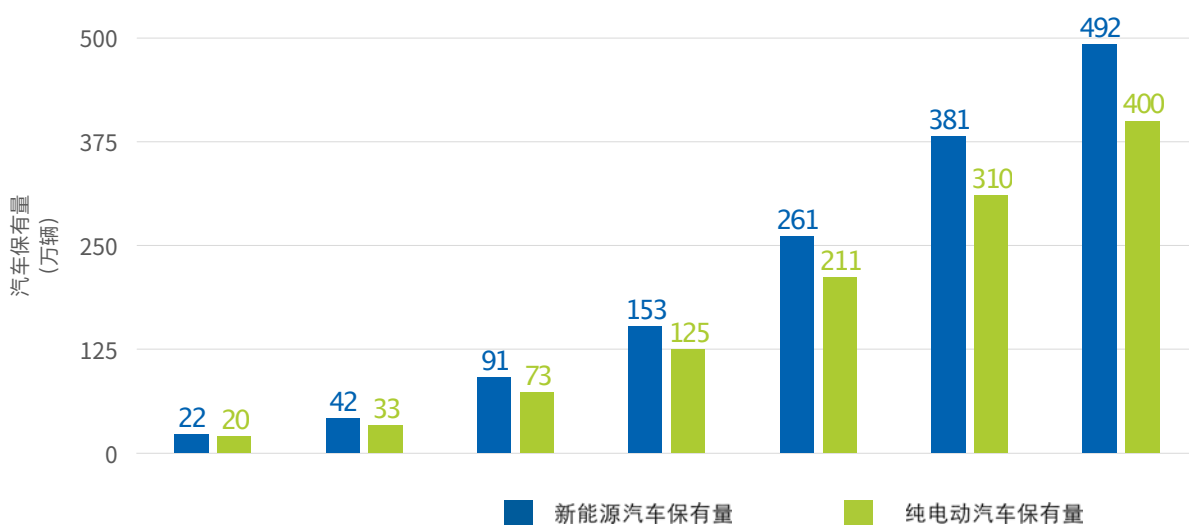


来源：NDRC

## — 城市交通降耗减排路径：

- ▶ **新能源替代：**新能源汽车替代是推进交通行业降耗减排最大的共识。2020年，中国新能源汽车保有量为492万辆，虽同比增加111万辆，占汽车总仍不到2%。未来新能源替代将大力推行，遵循先公车后私家车的顺序。截至2020年，全国城市公交纯电动占比已超过80%。

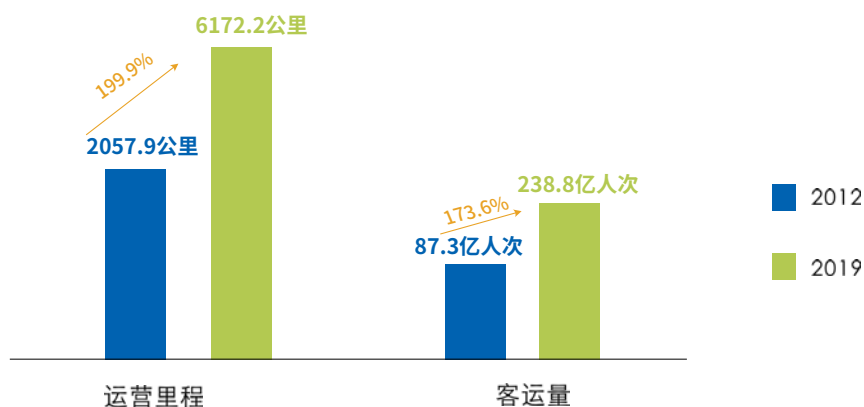
12 { Y | # 0 } ~ Ä q



来源：公安部

- ▶ **出行侧优化：**在城市软硬件设施升级和综合环境引导下，鼓励出行者更多地选择共享低碳绿色的公共交通出行方式，减少高碳排放出行方式。通过使用MaaS出行平台提升低碳出行体验，提升公共交通出行分担率；优化出行路线，提升机动车出行效率，降低城市交通总体碳排放。

13 2012mn 2019mt u v wp z r s



来源：国家统计局



► 供给侧优化：交通是城市公共服务的一大类别，城市的规划和交管部门在交通服务的供给侧方面也大有文章可做，包括：优化城市布局，推动职住平衡，减少交通总量需求，促进城市区域交通资源优化配置；提升交管智能化水平，减少交通拥堵，提升通行运转效率；通过技术驱动的道路和交通实体的运营分析，不断提升运营效率和水平；以政策促进、市场调节和新技术推动等综合手段推动“双碳”目标实现。

14t u v w) H: A B

		类别	
新能源替代	电动车替代	乘用车替代	私家车电动替代
		运营车替代	市政公交车辆等
		商用车替代	公路货运
	新能源服务	城市充电服务	日常充电服务
			充电桩利用分布
		远程出行线路服务	城市间自驾出行
	无人驾驶	无人驾驶和运营	无人驾驶试运营
出行侧优化	低碳出行	零碳出行	步行自行车等慢行
		创新模式	MaaS
			碳普惠
	公交出行	线路接驳转乘规划	
		站台智能	
	出行效率	地图出行服务	路径优化
			专业服务
智慧停车			
供给侧优化	规划设计	城市规划与布局	城区密度规划
		运输需求规划	城区功能分布
	智能交管	智能信控	道路通行优化
		区域优化	区域交通治理
		指挥调度	应急和综合智慧
	分析优化	交通研究	数据分析与仿真
	政策促进	政策调节	
		市场调节	价格调节
		技术促进	新技术研究

来源：IDC,2021

## · 智能交通技术助力碳减排

2021年10月24日，《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》明确指出要“推广智能交通”“加快推进低碳交通运输体系建设”。

以人工智能、物联网、5G、车路协同等新技术与交通行业加速融合，通过提升前端现场感知、数据融合处理、辅助驾驶行为分析、自动驾驶能力等出行场景，减少拥堵，优化通行效率，从而减少城市交通的碳排放，助力交通领域实现“双碳”。

- **城市管理者**：积极采用人工智能、云边智一体的技术打造智能交管，减少拥堵，优化通行效率，从而减少城市交通的碳排放。
- **智能交管**：城市内驾车出行是“不怕慢，就怕站”。运用智能交通信号灯优化配时，交通大脑能有效降低车辆路口通行时间，减少道路拥堵，提升路网的整体通行效率。
- **区域交通综合管理**：城市的交通拥堵由多种交通因素造成，在优化道路通行效率的同时，针对路网事故黑点、秩序乱点、路行冲突点数据结合专家经验进行综合分析和优化治理，减少不文明驾驶行为和出行行为，实现区域交通出行环境优化。

“

以AI赋能的智能信控系统和路测设备能够动态感知道路通行流量，结合地图路况数据和AI算法引擎，实时调整和优化路口信号灯配时。百度在广州市黄埔区开创大道等6条干线道路以及黄埔有轨电车1号部署，平均通行时间有望下降20%。

百度在保定市尝试综合使用AI大脑、地图、算法引擎、知识图谱等智能技术手段进行交通区域治理。从部署效果看，区域中道路平均车速提升3.3公里/小时，停车次数降低26%，单路口车辆通行量提升9.5%，取得良好效果。根据百度和交通运输部科学研究院城市交通与轨道交通研究中心的研究显示，部署后每个路口实现平均碳减排量达138.6吨/年，减排率为20%-30%。若按照保定市实施300个路口计算，可实现碳减排量4.16万吨/年，相当于1.4万辆私家车行驶一年的二氧化碳排放量。该研究利用交通大数据、云计算等技术，在城市交通助力缓堵及碳减排的核算方法方面是一个新的突破，若在全国范围内推广，有望实现千万吨级的减碳规模。

”

— **智慧停车服务**：通过车路协同技术、室内外一体化导航、停车预约、无感支付等，减少驾驶员寻找停车位带来的无效出行，让是痛点问题的城市停车变得更加便捷高效。

▶ **城市出行者**：城市出行者是其出行方式的决策主体，为城市居民提供更方便、智能的信息服务，推动其对出行方式或出行能源进行替代，IT技术在其中大有可为。

▶ **新能源充电预约**：利用互联网、人工智能和高精地图等技术，基于新能源车特性和充电偏好快速寻找充电停车位、提供规划路线、充电预约等个性化服务，减缓了新能源车使用中出行焦虑，促进新能源汽车替代燃油车，从而减少碳排放。如今，地图服务已经开始为电动私家车中长途出行提供结合沿途充电方案的智能导航服务，帮助电动车扩大出行半径。这种服务的推出将在很大程度减少车主采用电动车长途出行的顾虑，推动更多的私家车主采用电动车替换燃油车。

▶ **高精地图智能服务**：由人工智能、地理空间数据技术所使能的智能地图，是城市中诸多低碳交通和出行服务的界面窗口和技术承载平台，对推动城市交通碳减排的作用主要体现在：

- a. 为机动车提供出行智能路线规划，降低单次通行拥堵，提升城市总体通行效率；
- b. 推荐低碳智能组合出行方案，将步行、骑行方式与公交方式进行衔接，为出行者提供更多创新选择。在北京中心城区，2020年自行车步行合计出行比例合计达到46.7%，为五年来最高；
- c. 为出行者提供细分领域的出行引导服务，提升总体通行效率和零碳出行比例。例如为自行车、电动车、步行提供各自独立的路线规划，有利于提升慢行体验和零碳出行比例。

15 Å Ç É Ñ Ö | # 0 Ü á



来源：IDC,2021

— **MaaS平台等创新模式**：利用全新MaaS出行平台、导航地图APP等推出绿色出行一体化平台，通过出行前智能规划、出行中精准引导，鼓励公众使用公交、地铁、共享单车、步行等绿色低碳出行方式，将个人绿色出行减排量累积为碳积分，利用碳积分可以进行兑换公共交通优惠券、购物代金券等奖励。以北京为例，2020年其租赁自行车和公共自行车骑行量就达7.3亿人次，同比上涨35.2%，大幅提升绿色出行比例。

“北京市交通委联合百度等地图和出行服务提供方，基于绿色低碳概念和消费互联网应用运营方式推出积分式的“碳普惠”项目，尝试将普通居民的绿色出行折算成收益，返还给出行者从而形成持久的正向激励。”

· **无人驾驶**：以数字化、网联化、自动化、电动化为特征的无人驾驶技术是全新的交通出行和服务方式，是实现载运工具智能化的重要标准，也是实现碳中和的重要力量。当前无人驾驶的研发基本都基于电动车，这在客观上将对电动替代起到巨大的助推作用。尤其是从碳达峰到实现碳中和的阶段，无人驾驶将成为燃油车退出的终极推手。无人驾驶技术的成熟和替代主要有如下场景：

- **无人驾驶营运车**：园区试点的无人环卫、配送、巡检、人员接驳车辆等
- **无人驾驶乘用车**：城市内及城际间无人驾驶的私家车、出租车
- **无人驾驶货运车**：城际间无人货运车辆

现代信息技术对于交通行业碳减排将是全场景、多维度地发挥作用。在传统信息技术基础之上，深入挖掘人工智能、物联网、边缘计算等新兴技术的综合运用，将是未来交通行业实现“双碳”目标的发展方向，不仅用于对碳排放的监测体系，还将通过基于人工智能的方案发挥综合治理作用。

这些领域综合使用人工智能、云计算、物联网等新兴技术，通过推进电动替代、优化交通通行效率、减少出行需求等方式建立创新的运营模式，达到节能降碳的目的。

不同于传统行业的节能降碳方案，这些细分领域都密集使用了人工智能及信息技术，或以上述技术为基础，或是上述技术在实现节能减碳过程中发挥了主导作用。其中，MaaS出行、智慧停车基于多方式的智能衔接和智能建议；智能信控和地图出行高度倚赖人工智能技术实施信息采集、模型运行并实现智能控制和反馈；无人驾驶和运营是下一代的出行方式，智能化的技术是其神经中枢。根据IDC模型测算，上述智能交通技术对于实现节能减碳的贡献度均超过40%。



		类别		IT技术主要作用	IT贡献度	
新能源替代	电动车替代	乘用车替代	私家车电动替代	车联网等车载系统和体验提升		
		运营车替代	市政公交车辆等	系统调度和优化		
		商用车替代	公路货运	车队管理		
	新能源服务	城市充电服务	日常充电服务	充电资源寻址和匹配		
			充电桩利用分布	优化充电资源分布		
		远程出行线路服务	城市间自驾出行	智能出行建议		
	无人驾驶	无人驾驶和运营	无人驾驶试运营	综合智能技术		
	出行侧优化	低碳出行	零碳出行	步行自行车等慢行	导航和智能路径规划	
创新模式			MaaS	多方式的智能衔接和建议		
			碳普惠	基于地图和账户的线上运营		
公交出行			线路接驳换乘规划	智能线路规划		
		站台智能	车路网协同			
出行效率		地图出行服务	路径优化	智能出行建议		
			专业服务	智能出行建议		
		智慧停车		寻址和智能建议		
供给侧优化		规划设计	城市规划与布局	城区密度规划	仿真和数字孪生	
			运输需求规划	城区功能分布	仿真和数字孪生	
	智能交管	智能信控	道路通行优化	智能感知与控制		
		区域优化	区域交通治理	智能感知与控制		
		指挥调度	应急和综合智慧	综合指挥平台		
	分析优化	交通研究	数据分析与仿真	大数据分析仿真		
	政策促进	政策调节		数据辅助决策		
		市场调节	价格调节	数据辅助决策		
		技术促进	新技术研究	技术测试与评估		

来源：IDC,2021

## 2. 数据中心行业

如今各行业越来越倚赖数字化助力提升价值，云服务不断渗透行业，业务场景对智能和算力需求不断提升；在消费领域，个人设备的智能化基于云化增强功能体验，用户对数据中心算力服务的压强不断增高。虽然数据中心不是一个典型的垂直行业，但服务于经济增长的数据中心算力增加无疑会消耗更多能源。据统计，2020年中国数据中心用电量超2000亿千瓦时，超过了上海市的总体用电量。到2023年底，全国数据中心机架规模年均增速将保持在20%左右，数据中心平均利用率要提升到60%以上。未来数据中心的用电量还将稳步增长，也将成为降耗减排的重点目标行业。

虽然信息通信技术行业的耗能总量在增加，但它能够以信息流转提升物理世界运行效率，减少了物理实体移动的碳排放：

- **智慧城市政务平台：**城市政务平台和数据打通取得长足进步，线上政务大厅的设置使过往需要往返多个地点办理的企业办理流程得以在单一地点办理，减少办事人实体移动引发的碳排放。交管、税务、医疗等个人办理流程也可以在个人终端上办理，避免了居民往返办事地点造成的交通流量。



- **智能巡检和智能诊断：**基于物联网、人工智能、机器人等技术形成的行业方案能够帮助工程和管理人员对线路、管线、路况进行巡视，还能对关键设备进行远程诊断和辅助维修，降低了人员出行的必要性，减少了相关活动产生的碳排放。

数据中心的建设及运营是技术高度密集的行业，在采用科技进行降耗减排方面也走在前沿：

- **探索数据中心节能技术：**大型数据中心一直在探索提升能源利用率，降低PUE值，围绕服务器及网络设备能耗、冷却、供电等主要方面进行技术改进创新。
  - **高效冷却：**越来越多的数据中心依靠冷却技术创新、优化气流组织、提供送风温度、高纬度高海拔地区选址，以获得更高的冷却效率和更长的自然冷却时间。
  - **极简供电：**通过供电架构创新，提升电能转换效率，减少转换次数从而降低供电损耗，获得更高的供电效率。
  - **信息通信技术设备优化：**节能从源头开始，数据中心服务器、网络及存储等设备通过采用更先进的芯片制程，器件布局优化气流组织，去除冗余部件，共享风扇和电源，提升供电和风扇效率，从而降低单位算力能耗。
  - **人工智能调优：**通过建立数据中心深度学习模型，实现智能供电、智能散热，确保数据中心低能耗高性能运行。
- **使用绿色能源：**数据中心是高耗能实体，可考虑靠近可再生能源丰富的区域，未来也可考虑综合使用自发电和风光储联动，减少碳排放。

“

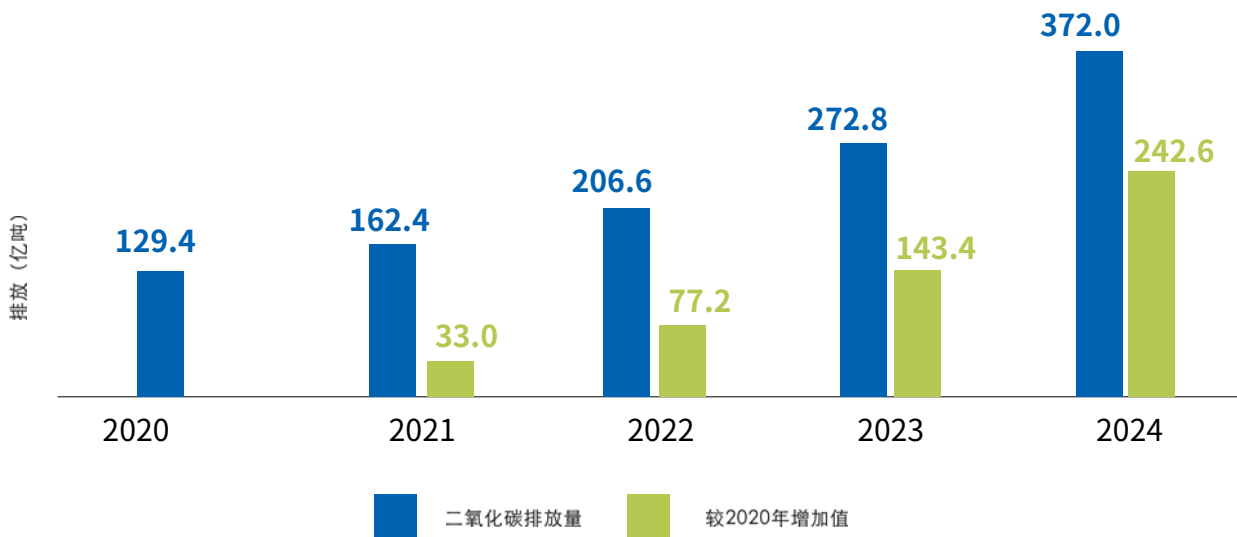
**大型数据中心降耗减排绿色实践：**百度作为我国领先的互联网应用和云服务提供商，在数据中心运营的优秀实践值得业界借鉴，主要包括三个方面：一是不断降低自建数据中心PUE值，包括使用创新的冷却技术、更节能的计算设备，以及基于人工智能寻优的综合运营管理等，2020年百度自建的数据中心实现平均1.14的PUE值。每10万台服务器有望年均实现节电1亿度，相当于10万居民用户的年用电量。二是使用绿色能源，例如2020年直接采购绿电4500万度；利用数据中心楼顶实施光伏发电，百度数据中心光伏年发电量29.3万度；未来还规划了可再生能源电厂。三是算力调整，通过节能技术输出或算力迁移的方式降低租用数据中心PUE，减少总算力碳排放总量。百度的这些领先实践非常有助于快速提升中国数据中心的整体能效。

- **采买绿色能源**：数据中心可通过购买认证的绿色能源来降低企业总体核算的碳排放。
- **利用空间开展光伏或风能发电**：利用大型数据中心的楼顶表面，或是所在园区的场地条件建设风力发电，联合储能管理直接服务于数据中心用电。
- **自建绿色能源**：对于大型数据中心运营商、大型互联网企业，尝试通过自建绿色发电解决数据中心的用电。

新兴技术有助于提升效率，减少碳排放，IDC研究云计算避免碳排放10亿吨。

- 云计算数据中心能够综合提升计算和能源使用效率，大幅度减少二氧化碳排放。
  - 通过将离散的企业数据中心的计算资源聚集到更大规模的云数据中心，可以更有效地管理电力容量、优化冷却设施、提高服务器利用率。
  - 用户还可以将要运行的IT工作负载转移远程数据中心，更好地利用风能和太阳能等清洁资源。
- IDC通过长期以来对IT市场数据追踪的历史积累，创建了一套追踪数据中心碳排放的模型。该研究方法发现，未来几年中，采用云计算可以减少超过10亿吨二氧化碳的排放。同时，如果2024年所有在用的数据中心都成为可持续性设计，则2020-2024年这五年最多可以减少16亿吨碳排放。

17 碳排放量：2020-2024m\_



来源：IDC, 2021

“

2020年全球使用云计算减少的二氧化碳总量，相当于减少了近2,600万辆燃油汽车上路，或者减少了3,900亿公里的行驶里程，这是目前所有特斯拉电动汽车碳影响总和的15倍以上。



### 3. 政府

在碳排放归属统计的行业中并没有政府行业，但是政府属地管辖中的能源、工业、交通、建筑等行业和领域涉及了大量的排放，其中既包含了电力、工业等行业中对一次能源的使用，也包含了工业、建筑等行业中对电能的使用。政府在降耗减排领域具有极强的能动作用，主要在于：

- **公共建筑：**政府运营管理的公共建筑、市政设施本身是能耗的重点行业。全国建筑运行阶段能耗中，有接近40%来自于公共建筑。
- **目标设定：**政府对于碳中和目标设定、分区域和领域考核、重点碳减排项目推进等方面具有极强的推动力和执行力。许多先进省份已推出了自己的“双碳”战略目标和路线图。
- **监督推进：**减排是复杂的系统工程，需要政府管理者出面协调各方综合利益，统一推进实现。包括对行业企业碳排放配合的设定、交易机制的完善、减排效果评估，都需要政府综合考量和总结。
- **市场扶持：**综合性的降耗减排项目在早期阶段很难具有很强的市场盈利性，需要政府的介入进行扶持促进或惩戒追责。

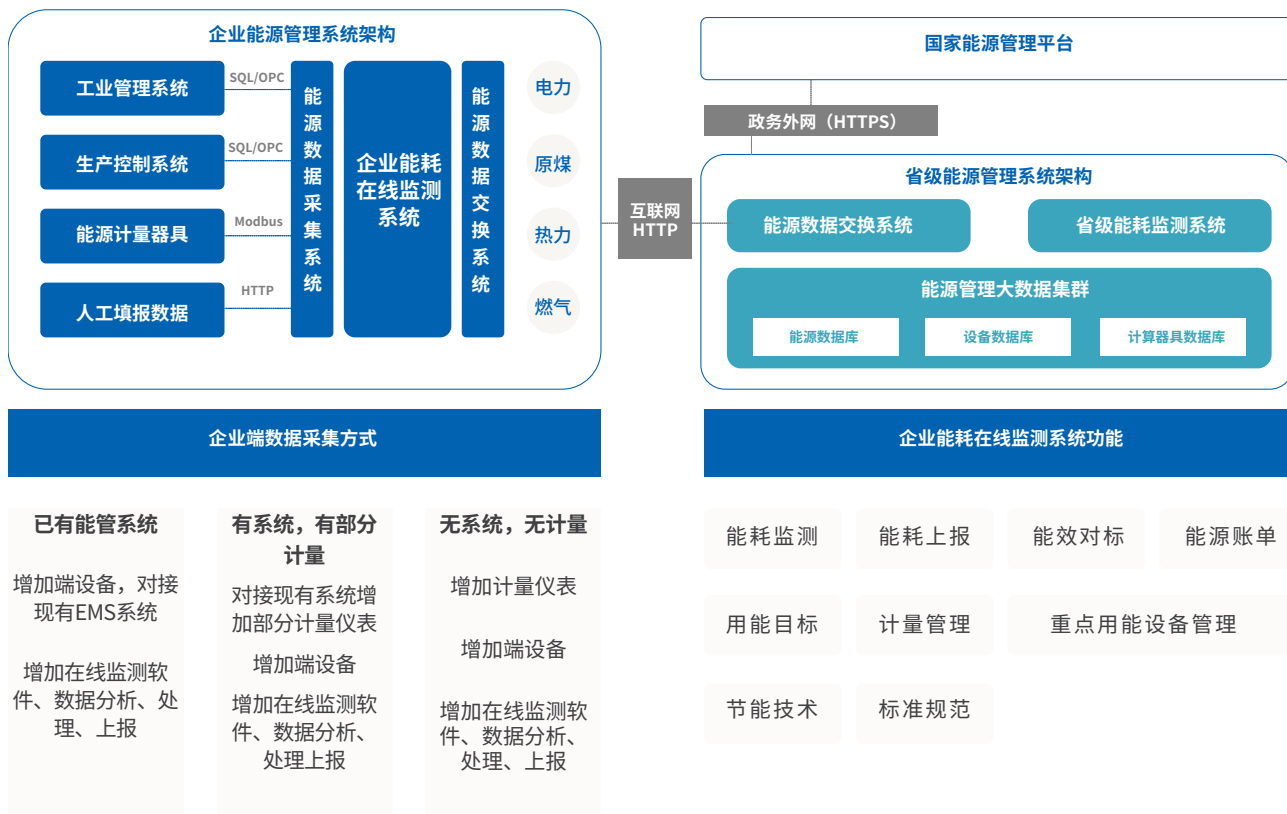
“双碳”政策的制定和落实是关系几十年的国之大计，落实和推进复杂而艰巨，但是有一些抓手性项目可以实施：

- **摸清当前排放状况：**摸清当前的情况是制定未来策略、评估实施效果的基础。应用成熟的云计算、物联网等技术搭建碳综合管理，连接重点监测企业和区域排放管理平台，建立数字化的碳计量监控和数据管理平台是当务之急。

---

建立区域能源和“双碳”管理平台已经成为当前的数字化建设的一个热点。基于大数据、人工智能、物联网技术搭建的能源监测管理平台能够实施全品类用能监测和分析、碳排放监测和清洁能源使用结构分析，从了解现状开始启动“双碳”治理。

”



来源: 百度, 2021

- 进零碳园区和建筑示范:** 对于新建设的园区和建筑群, 要考虑零碳的示范效用。通过建设零碳园区和零碳建筑的实践, 探索零碳建设标准, 并总结经验逐步应用到更为复杂的传统建筑和片区的节能改造。当前, 全国多个园区建设了风光气储、冷热电联的绿色示范园区。北京亦庄使用风力发电结合铺设光伏进行多能互补, 通过智能微电网的协调满足园区用能需求。

“ 据报道, 亦庄园区建设运营的可再生能源发电占比超50%: 包括两台4.8MW的风电机组和超过1MW的光伏发电设备; 一台600kW和两台65kW的微燃机使园区实现了冷热电三联供和新能源消纳; 冷热水可直接用于楼宇供热和冷却系统; 包括全钒液流储能、锂电池以及超级电容器等在内的储能装置, 用于系统的削峰填谷, 平滑功率波动。





## 第四章 企业制定与实现“双碳”目标 以百度为例



当前许多领先的大型科技企业都制定了自身实现碳中和的时间年限和实践路径，在进行自身探索和积累降碳的同时，带动伙伴生态共同实现碳中和。今年6月，百度公布了2030年集团实现运营层面碳中和的目标：计划以2020年为基准年，参照《温室气体核算体系》范围一、二类型，围绕数据中心、办公楼宇、碳抵消、智能交通、智能云、供应链六个方面构建2030年碳中和目标的科学实践路径。

实现碳中和的道路一定是技术密集使用的过程，如百度这样的科技领先者，理应在其中积极探索、总结实践经验，传播并带动生态共同实现智能化、绿色化协同发展。

## 一. 绿色数据中心

百度作为数据中心的领先运营者，以持续的技术创新、软硬结合持续迭代、人工智能融合应用等方式，在2020年均PUE1.14的基础上持续降低单位算力能耗；优化数据中心能源消费结构，自有新建数据中心将优先选择可再生能源丰富的地区，可再生能源使用比例逐年提升。对于租用数据中心，将通过技术输出或算力迁移的方式降低租用数据中心PUE，减少总算力碳排放总量。百度数据中心碳减排路径：

**1.使用绿色能源：**百度数据中心积极采用节能照明设备，提高清洁能源使用比例，推进能源使用结构的绿色转型。2020年百度签约风电数量较2019年增长50%，达到4,500万度；数据中心楼顶搭建的光伏电站年发电量可达29.3万度；百度通过使用可再生能源减少温室气体排放近 4.4 万吨二氧化碳当量。百度在阳泉、亦庄等百度自建数据中心，将照明设备均替换为 LED 节能灯，有效提高能源使用效率。

年份	签约风电 (万kWh)	光伏发电 (万kWh)	减少碳排放 (tCO <sub>2</sub> e)
2019	3,000	27.5	29,306
2020	4,500	29.3	43,843



2. 技术持续创新，提升能源使用效率，降低单位算力的碳排放：节能从源头开始，通过技术创新，实现极简供电、免费冷却、智能控制，持续降低数据中心PUE；研发应用更多的降耗减排技术，如光电、风电直接并网、热回收、储能等。

- **极简的领先供电架构，供电效率达到99.5%：**2014年起，百度数据中心采用市电直供、分布式锂电池等极简的创新供电架构，减少能量转换损耗，供电效率从90%提升到99.5%。
- **充分利用自然冷源，全年免费冷却时间96%+：**大幅提升送风温度，自研“零功耗”空调末端，充分利用天然冷源，实现少开或不开空调制冷，自主研发“冰川”相变冷却系统，相较传统冷冻水系统能效提升40%，全年免费冷却时间达到96%以上，相当于每年全部用冷机的时间只有两周。
- **基于百度“飞桨”，数据中心实现智能运行：**系统数据中心采用百度“飞桨”AI智能控制系统，通过建立数据中心深度学习模型，实时监控运行数据，持续系统调优，实现智能供电、智能散热精确控制，确保数据中心低能耗高性能运行，更加绿色节能。

3. 百度联合业界合作伙伴，基于CPU单核效能、主板架构、供电效率、服务器散热等方面进行针对性设计与调优，推动全球绿色数据中心的创新：

- **百度48V整机柜集中供电技术：**百度新一代整机柜服务器，采用了自研的双输入高效率48V电源和36KW电源框，是国内首个、全球领先的48V高功率、高效率集中供电方案，可使服务器整体供电效率提升1.5%。该方案已于2021年上半年规模化应用于百度风冷整机柜服务器上。其中可为GPU服务器年用电量节约105万kWh。
- **百度虹吸散热技术：**国内首创的虹吸散热技术，可以使服务器单机散热性能提升45%，已经规模化用于百度数据中心通用计算、存储和GPU整机柜服务器上，年用电量可节约780万kWh。
- **百度液冷散热技术：**2017年推出第一代冷板式液冷整机柜，2021年下半年将推出第二代冷板式液冷GPU整机柜服务器，2022年将会推出浸没式液冷GPU整机柜服务器，预计年用电量可节约至少570万kWh。

## 二. 智慧楼宇

通过利用先进技术及管理方式，采用办公楼自然光照明、自然通风、遮阳等措施，提高楼宇能源使用效率，同时通过引进光伏发电技术等方式，增加办公楼宇可再生能源使用比例，实现绿色运营。

1. 自有办公楼宇建设光伏发电：为响应国家发展可再生能源鼓励政策，提高自身清洁电力所占比例，百度大厦、百度科技园等多座百度自有办公楼宇，正逐步规划架设屋顶光伏发电设施。其中，一期工程将于2022年实现并网发电，预计每年供应清洁电力100万千瓦时，折合减少二氧化碳排放量600吨。

2. 淘汰高耗能设备：为了提升能源使用效率，降低办公楼宇能耗，从2019年开始，百度启动5年计划，陆续将荧光灯更换为LED灯。现阶段已完成百度大厦车库、会议室、鹏寰大厦及科技园公区走廊的更换，该部分功率由原来920kw降低为460kw，预计每年可节约用电182万kwh。同时，参考工信部发布的《高耗能落后机电设备(产品)淘汰目录(第一至四批)》淘汰要求,百度大厦和百度科技园已将目录内高能耗水泵及电机更换为能效比满足现行规范要求的设备，预计每年可节约用电7.8万kwh。

### 三. 碳抵消

对于难以实现零碳排放的运营领域，通过采取相关碳抵消措施，如开发森林碳汇、持续扩大植树造林面积，在增强碳吸收能力的同时，减少毁林风险、防止土地退化，作出对地球的“绿色承诺”；或投资先进的CCUS（碳捕捉、利用和封存）技术，将原本向大气中排放的二氧化碳及时捕捉，并结合百度智能云技术进行工业场景规模化应用的探索，从而增加二氧化碳固定量和利用率，助力难以实现零碳排放的领域最终实现碳中和。

### 四. 智能交通

百度智能交通ACE2.0基于“1+3+N”的架构，打造智能网联、智慧交运、智慧交管、智慧停车等细分行业解决方案，提出基于智能交通技术的“全链碳减排”技术路线，赋能交通行业低碳化可持续发展。在智能网联汽车量产、MaaS出行服务平台、共享无人车出行新模式服务、智能信控优化等场景，从“替代型减排、缓堵型减排、优化型减排和补偿型减排”四个维度，助力交通行业“3060‘双碳’战略”。具体减排效果如下：

19 百度ACE2.0架构图



1. **替代型减排**：以集度智能网联汽车量产为核心，用0碳排放的新能源汽车替代传统燃油汽车，实现替代型减排。
2. **缓堵型减排**：通过百度智慧交管大脑和智能信控优化技术，减少交叉口和城市路网主干路段排队等候、频繁停车、低速出行等高碳驾驶行为，助力交通拥堵指数下降20%-30%。
3. **优化型减排**：通过百度MaaS出行服务平台，吸引公众由高碳交通出行模式向公交、轨道、自行车、步行等低碳交通出行模式转变，实现优化型减排。
4. **补偿型减排**：通过百度智能交通整体解决方案，提升路网通行能力和通行效率，减少修路、扩路和道路改造带来的碳排放，实现补偿型减排。

## 五. 智能云

百度智能云以AI技术赋能重点行业，在监管合规、碳资产管理和交易、节能降碳、能源生产优化、区域低碳转型等方面助力政府、企业、金融机构等相关方共同推动区域低碳转型、落实“双碳”目标。百度智能云提供工业互联网平台、AI平台、GIS平台、大数据平台和物联网平台，以及数据感知层的支撑，与行业伙伴合作共同提出“双碳”解决方案。

1. 百度智慧电厂冷端能耗优化方案，通过火电厂空冷岛智能参数优化，降低电厂煤耗，助力碳达峰碳中和。综合考虑环境温度、风速、风向、汽轮机负荷等因素，基于机理及机器学习建模，结合历史运行数据，分析冷端变工况特性，利用强化学习及运筹优化等方法优化运行。通过优化空冷岛风机群的起停及转速，提高汽轮机出力、降低风机电耗，从而降低供电煤耗。降低煤耗量可达1.55g/kwh，按照全国火电机组空冷岛保有量计算，每年可减少二氧化碳排放600万吨。
2. 供水行业泵机效率优化，根据用水量实际需求、泵机流量、进出口压力、电机电压和电流等参数计算泵机效率，分析实际运行工况点，动态调整泵站的流量、压力、频率等参数，实现按需供水，制水供水单位能耗下降8%，优化管网压力，降低管网漏损。
3. 合理利用风光资源，提升新能源利用效率。利用大数据和AI技术提高新能源发电预测的准确率，预测精度可达85%以上，提升电网调度效率；提高电网母线负荷预测准确率，支持细粒度评估不同时间段母线负荷。最大化消纳新能源发电量，减少碳排放。

## 六. 绿色供应链

行业领先者与上下游生态伙伴形成共同意识和有效联动，对于带动整个行业实现“双碳”目标十分关键。百度制定强有力的供应链碳减排机制，并鼓励所有合作伙伴共同构建智能经济和行业绿色生态。在此过程中，百度结合自身信息和技术等方面的优势来赋能生态伙伴，推动上下游合作伙伴开展积极有效的环保降耗减排行动。与此同时，百度还将发挥引领性作用，影响和推动全产业链的碳中和目标实现。


“

---

绿色供应链管理又称环境意识供应链管理，它考虑了供应链中各环节的环境问题，注重促进经济与环境的协调可持续发展。百度与其生态链中的合作伙伴共同构建新型责任伙伴合作机制，发挥信息和资金等方面的优势，通过绿色采购、供应商黑白名单等绿色供应链管理措施，推动供应商和合作伙伴开展更积极有效的环保降耗减排行动，共同构建智能经济绿色生态。

---





# 第五章 行动呼吁

目前，中国的“双碳”事业仍处于起步初期，需要包括政府、企业、社会组织、个人等不同主体相互配合与协同，形成全社会范围内的统一共识与良性互动，从而合力向前。人工智能与相关信息通信技术对于实现“双碳”目标的技术支撑与保障构建，同样需要不同主体结合内外部实际情况与发展趋势，从识别可预期的规划方案，向着落地可执行的实施方案，从而共同行动。

**一.顶层设计：**“双碳”工作是一个长期持续的过程，关键性挑战在于避免出现“口号式”“运动式”减碳，需要在整体规划层面对构建“双碳”技术底座、实现良性自主发展做出通盘考虑。

- **及时做出发展指引：**《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》已经明确了“推动互联网、大数据、人工智能、第五代移动通信（5G）等新兴技术与绿色低碳产业深度融合”总体精神。上述新兴技术与产业降碳减排的技术相融和并发挥作用需要一个过程，越早做出发展规划和具体指引，将越早推动产业绿色转型进入智能化阶段。
- **推动确定标准化的计量体系：**新兴技术作用于地区、行业、企业、产品等层面碳减排的效益核算与分配规则的确立，需要一套标准化的计量体系，以此为基础，逐步完善形成技术贡献可以参与的排放权交易市场。

**二.地方政府：**降耗减排是一项复杂艰巨的项目，需要地方政府的严密规划和统筹推进，根据地域产业特色制定针对性减排的路线图。

- **掌握区域能耗和排放状况：**降耗减排的首要任务是了解所在区域当前的排放情况。建立综合的碳排放监察和数据平台，对重点行业 and 企业的排放有基于事实的了解和分析，并依此建立后续的具体行动方案。减排的综合可视化平台将有望在各地建立起来。
- **制定区域减排战略：**制定区域碳排放考核目标，发布“双碳”行动方案和路线图，尽快推动建立碳排监控和交易机制，推动区域产业转型，安排高耗能低价值产能逐步退出等。
- **推广绿色节能技术：**针对区域内碳排放特点，有针对性选择和推广降耗减排技术，协助重点行业企业和部门应用先进技术。开展技术试点，总结技术方案的应用效果。

- **落实责任主体的时间表：**分拆区域碳排放考核目标，在碳减排路径相对成熟的领域，推动政府部门、公共事业、大型企事业单位建立减排脱碳措施和时间表。

**三.行业用户：**未来对于大型行业用户而言，降低碳排放可能不仅意味着用能成本的缩减，而且可能是碳排放配额或是碳税的成本，并且同时可能面临来自社会责任和“双碳”减排的目标考核。

- **加强企业用能监控：**大型尤其是高耗能的企业首先应当加强能耗的在线监测和计量，摸清企业当前的能耗水平；进行行业对标，分析企业用能和排放特征，制定相应的降耗和减排路线图。
- **建立企业碳管理平台：**围绕企业碳排放报告、CCER项目、碳交易以及外部碳市场价格和趋势预测建立企业的碳管理平台，以此实现碳排放数据精确核算、履约风险管理、配额盈亏分析等企业碳资产的精益管理。
- **寻求伙伴支持：**学习行业内降耗减排的领先实践，了解碳减排相关的技术发展趋势和成熟有效的技术应用案例，与技术经验丰富的技术服务商交流并合作。

**四.技术服务商：**关注“双碳”目标的长期价值，为碳达峰、碳中和的全周期挑战提前进行技术布局和生态构建。

- **借力政策优势：**“双碳”技术方案市场本身不完全是一个成本驱动的市场，来自政策和社会因素的考量可能长期驱动市场的进步。技术服务商应选择好适合的市场对象和进入点，避免市场泡沫。
- **注重技术创新，关注行业突破：**当前技术发展日新月异，尤其是新能源服务、节能系统集成和行业综合应用等领域。注重行业节能技术方案创新，可关注相关领域的技术突破，考虑使用开源的人工智能开发框架深入行业应用，向用户提升切实可行的服务方案。
- **保持开放互集成，构建生态：**在数字化的时代，企业的技术服务通常以平台和生态的方式提供。在某些单一节能领域内具有领先实践的技术服务商，应考虑其开放性和互集成性。优先考虑以智能云的方式进行部署方式，保证底层架构具有面向未来特性。



附录：

1.IDC根据参考世界能源互联网组织数据

2.Land Use, Land Use Change and Forestry 陆地使用,陆地使用变化和林地







## 关于IDC

国际数据公司（IDC）是在信息技术、电信行业和消费科技领域，全球领先的专业的市场调查、咨询服务及会展活动提供商。IDC帮助IT专业人士、业务主管和投资机构制定以事实为基础的技术采购决策和业务发展战略。IDC在全球拥有超过1100名分析师，他们针对110多个国家的技术和行业发展机遇和趋势，提供全球化、区域性和本地化的专业意见。在IDC超过50年的发展历史中，众多企业客户借助IDC的战略分析实现了其关键业务目标。IDC是IDG旗下子公司，IDG是全球领先的媒体出版，会展服务及研究咨询公司。

## **IDC China**

IDC中国（北京）：中国北京市东城区北三环东路36号环球贸易中心E座901室

邮编：100013

+86.10.5889.1666

Twitter: @IDC idc-community.com

[www.idc.com](http://www.idc.com)

