

中国碳达峰碳中和 政策与行动 (2023)





致谢

特别感谢为本报告编制提出宝贵意见的各位专家：

- 郭 敬** “一带一路”绿色发展国际联盟理事长
- 高庆先** 中国环境科学研究院大气环境研究所研究员
- 张建宇** “一带一路”绿色发展国际研究院执行院长
- 周长波** 生态环境部环境发展中心绿色低碳研究中心主任
- 冯相昭** 中国电子信息产业发展研究院研究员
- 李 冰** 冶金工业规划研究院低碳发展研究中心主任
- 张晶杰** 中国电力企业联合会规划发展部副主任



前言

政府间气候变化专门委员会（IPCC）《第六次评估报告综合报告：气候变化 2023》显示，2011 - 2020 年全球地表平均气温上升 1.1℃，温室气体排放持续增加。按照 2021 年公布的国家自主贡献（NDCs）数据推算，预计 2030 年全球温室气体排放量可能会导致 21 世纪全球温升超过 1.5℃，且很难将温升控制在 2℃以内。已执行政策的预计排放量与 NDCs 预计的排放量之间存在差距，资金流也达不到所有行业和地区实现气候目标所需的水平，全球应对气候变化形势严峻。

2020 年 9 月 22 日，中国国家主席习近平在第 75 届联合国大会一般性辩论上郑重宣示，中国力争于 2030 年前实现碳达峰、努力争取 2060 年前实现碳中和。作为中国的重大战略决策，碳达峰碳中和（简称“双碳”）不仅是中国主动承担应对气候变化责任，对国际社会作出的庄严承诺，也是推动中国高质量发展的内在要求，将为中国经济社会发展全面绿色转型以及全球应对气候变化注入强劲动力。

为落实“双碳”目标，中国将“双碳”工作贯穿于经济社会发展全过程和各方面，构建起目标明确、分工合理、措施有力、衔接有序的“1+N”政策体系，形成各方面共同推进的良好格局。截至 2023 年 6 月底，中国可再生能源装机约占总装机的 48.8%，历史性超过煤电。同时，中国承诺不再新建境外煤电项目，并出资 200 亿元建立“中国气候变化南南合作基金”，支持其他发展中国家应对气候变化。

2023 年 11 月 30 日至 12 月 12 日，第二十八届联合国气候变化大会（COP28）将在阿拉伯联合酋长国迪拜世博城举行。COP28 将对世界各国在实现《巴黎协定》目标方面取得的进展进行首次全球盘点。在此背景下，对中国碳达峰碳中和政策与行动进行梳理总结，一方面可以向国际社会分享中国落实“双碳”战略的主要做法、进展及成效，为推动落实《巴黎协定》贡献中国力量；另一方面，也希望能够为中国下一步推动“双碳”工作提供参考。

目 录

01 中国碳达峰碳中和政策与行动 01

- ▶ 中央层面.....02
- ▶ 部委层面.....02
- ▶ 地方层面.....07
- ▶ 企业层面.....10

02 中国碳达峰碳中和进展与成效 11

- ▶ 能源清洁低碳转型.....11
- ▶ 工业绿色低碳转型.....15
- ▶ 绿色交通运输体系建设.....19
- ▶ 城乡建设绿色发展.....21
- ▶ 循环经济体系建设.....22
- ▶ 生态系统碳汇能力.....23
- ▶ 绿色低碳全民行动.....25
- ▶ 绿色低碳科技创新.....26
- ▶ 减污降碳协同增效.....28
- ▶ 市场机制作用.....30
- ▶ 应对气候变化国际合作.....31

03 未来展望 32

04 参考文献 33



中国碳达峰碳中和政策与行动

“双碳”目标提出以来，中国立足能源资源禀赋，坚持先立后破，构建起目标明确、分工合理、措施有力、衔接有序的“双碳”“1+N”政策体系（图1）。其中，“1”是中央层面相继发布的《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》（简称《意见》）和《2030年前碳达峰行动方案》（简称《方案》），作为“1+N”政策体系的顶层设计；“N”是重点领域和重点行业碳达峰实施方案和一系列支撑保障措施。

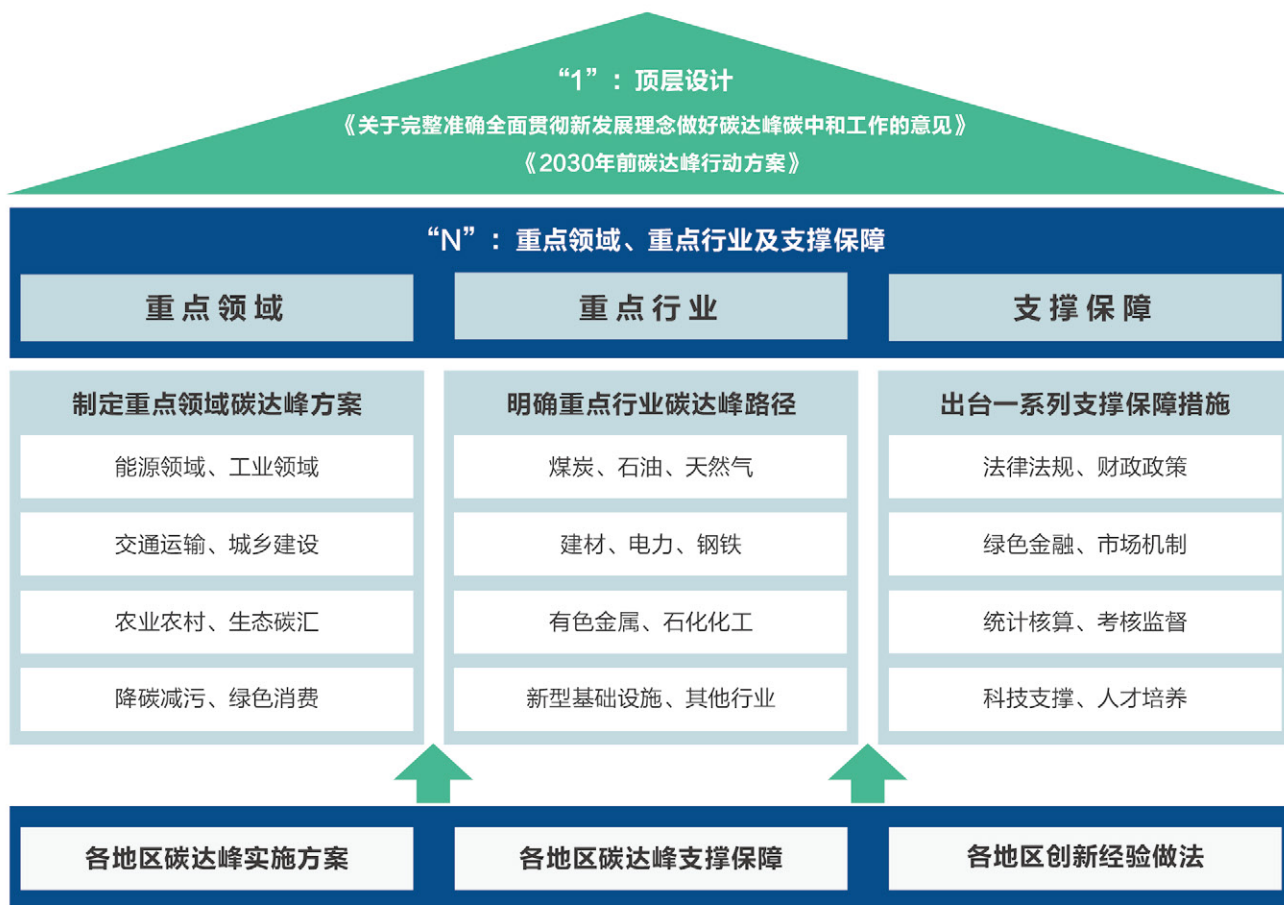


图1 中国碳达峰碳中和“1+N”政策示意

► 国家层面

国家发布的《意见》和《方案》明确了“双碳”工作的时间表、路线图、施工图。中国将碳达峰贯穿于经济社会发展全过程和各方面，提出碳达峰碳中和主要目标（表1），明确重点实施能源绿色低碳转型行动、节能降碳增效行动、工业领域碳达峰行动、城乡建设碳达峰行动、交通运输绿色低碳行动、循环经济助力降碳行动、绿色低碳科技创新行动、碳汇能力巩固提升行动、绿色低碳全民行动、各地区梯次有序碳达峰行动等“碳达峰十大行动”。

表1 中国碳达峰碳中和主要目标

主要目标	2025年	2030年	2060年
单位国内生产总值能耗比2020年下降（%）	13.5	大幅下降	——
单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降（%）	18	65以上	——
非化石能源消费比重	20左右	25左右	80以上
森林覆盖率（%）	24.1	25左右	——
森林蓄积量（亿立方米）	180	190	——
其他	——	风电、太阳能发电总装机容量达到12亿千瓦以上；顺利实现2030年前碳达峰目标	碳中和目标顺利实现

注：摘自《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》《2030年前碳达峰行动方案》

► 部委层面

部委层面出台“双碳”重点领域、重点行业实施方案及相关支撑保障方案（表2），对应“双碳”“1+N”政策体系中的“N”。其中，重点领域包括能源、工业、交通运输、城乡建设、农业农村、减污降碳等；重点行业包括煤炭、石油天然气、钢铁、有色金属、石化化工、建材等；支撑保障涉及法律法规、财政税收、市场体制、科技创新、统计核算等。

表 2 中国主要“双碳”政策性文件

序号	发布时间	文件名称
01	2022 年 01 月 30 日	《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》
02	2022 年 09 月 20 日	《能源碳达峰碳中和标准化提升行动计划》
03	2022 年 07 月 07 日	《工业领域碳达峰实施方案》
04	2022 年 07 月 13 日	《城乡建设领域碳达峰实施方案》
05	2022 年 11 月 02 日	《建材行业碳达峰实施方案》
06	2022 年 11 月 10 日	《有色金属行业碳达峰实施方案》
07	2022 年 06 月 24 日	《交通运输部 国家铁路局 中国民用航空局 国家邮政局贯彻落实〈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〉的实施意见》
08	2021 年 02 月 22 日	《国务院关于加强建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》
09	2022 年 06 月 30 日	《农业农村减排固碳实施方案》
10	2023 年 04 月 22 日	《生态系统碳汇能力巩固提升实施方案》
11	2022 年 01 月 18 日	《促进绿色消费实施方案》
12	2022 年 06 月 10 日	《减污降碳协同增效实施方案》
13	2022 年 06 月 24 日	《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030 年）》
14	2022 年 05 月 25 日	《财政支持做好碳达峰碳中和工作的意见》
15	2022 年 01 月 30 日	《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》
16	2022 年 04 月 22 日	《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》
17	2022 年 10 月 18 日	《建立健全碳达峰碳中和标准计量体系实施方案》
18	2022 年 04 月 19 日	《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》
19	2023 年 04 月 01 日	《碳达峰碳中和标准体系建设指南》
20	2023 年 10 月 19 日	《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》

重点领域。“双碳”目标提出后，国家发展改革委、生态环境部、能源局、工业和信息化部、住房和城乡建设部、农业农村部、交通运输部等多个部委，针对能源、工业、交通运输、城乡建设、农业农村、生态碳汇、减污降碳、全民行动等重点领域，提出了碳达峰重点任务和措施。同时，强化务实行动，有力有序有效推进各项重点工作。

表 3 中国重点领域“双碳”任务和措施

序号	重点领域	重点任务和措施
1	能源	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 非化石能源高效开发利用 ▪ 化石能源清洁高效利用 ▪ 构建新能源占比逐渐提高的新型电力系统 ▪ 氢能产业和储能技术 ▪ 能源绿色低碳转型体制机制 ▪ 标准化提升
2	工业	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 产业结构优化调整 ▪ 节能和循环促进能效提升 ▪ 加强完善绿色制造体系
3	交通运输	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 优化交通运输结构 ▪ 推广节能低碳型交通工具 ▪ 绿色交通基础设施建设
4	城乡建设	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 绿色低碳城市、县城和乡村 ▪ 绿色低碳建筑 ▪ 建筑节能 ▪ 农村能源转型
5	农业农村	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 推广清洁能源 ▪ 优化农业产业结构 ▪ 低碳技术研发和应用
6	循环经济	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 废旧物资循环利用 ▪ 行业废弃物循环利用和资源化利用 ▪ 农业循环经济 ▪ 塑料污染治理和过度包装等
7	生态碳汇	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 生态补偿制度改革 ▪ 生态保护和修复 ▪ 生态产品价值实现机制 ▪ 碳汇核算 ▪ 国土绿化
8	全民行动	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 公共机构节能降碳 ▪ 引导企业做好“双碳”工作 ▪ 倡导公众参与和绿色消费 ▪ 加强人才培养
9	减污降碳	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 加强源头防控协同 ▪ 突出重点领域协同 ▪ 加强环境治理协同 ▪ 创新管理模式协同

重点行业。中国坚持分业施策、持续推进，降低碳排放强度，控制碳排放量。提出开展重点行业达峰行动，制定钢铁、建材、石化化工、有色金属等行业碳达峰实施方案或指导意见，明确了碳达峰路径。此外，还推动制定消费品、装备制造、电子等行业的低碳发展路线图。

表 4 中国重点行业“双碳”任务和措施

序号	重点行业	重点任务和措施
1	钢铁	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 切实控制钢铁产能 ▪ 优化产品结构 ▪ 构建清洁能源与钢铁产业共同体 ▪ 推进低碳炼铁技术示范推广
2	建材	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 淘汰落后产能 ▪ 加快工业窑炉节能降耗技术应用 ▪ 推广节能降碳装备
3	石化化工	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 提高低碳原料比重 ▪ 合理控制煤制油气产能规模 ▪ 开发可再生能源制取高值化学品技术 ▪ 推广应用绿色低碳技术装备
4	有色金属	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 绿色低碳城市、县城和乡村 ▪ 绿色低碳建筑 ▪ 建筑节能 ▪ 农村能源转型



支撑保障。为确保“双碳”目标顺利实现，生态环境部、财政部、科技部、统计局、市场监管总局等，围绕法律法规、财政税收、市场体制、科技创新、统计核算等重点方面，制定了一系列制度保障和政策支撑，为推动“双碳”工作任务落地见效提供了有力保障。

表 5 中国“双碳”支撑保障方面重点任务和措施

序号	重点方面	重点任务和措施
1	法律法规	<ul style="list-style-type: none"> 为积极稳妥推进碳达峰碳中和提供司法服务 修订污染防治、自然资源、能源等现有相关法律 加快制定应对气候变化法等综合性法律法规
2	财政金融	<ul style="list-style-type: none"> 加大财政资金支持力度 扩大政府绿色采购覆盖范围 落实税收优惠政策 给予专项贷款、绿色金融等
3	市场机制	<ul style="list-style-type: none"> 施行《碳排放权交易管理办法（试行）》和《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》 建立完善碳排放权登记、交易、结算、企业温室气体排放报告核查等配套制度 加快修订《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》及相关配套技术规范 对绿色电力交易和电力市场运行等进行指导
4	科技创新	<ul style="list-style-type: none"> 加强基础研究 技术研发 应用示范 成果推广 人才培养等
5	国际合作	<ul style="list-style-type: none"> 深度参与全球气候治理 加强能源领域合作 加强低碳科技创新合作 开展绿色经贸、金融等国际合作 加强低碳标准和碳计量等方面合作

▶ 地方层面

各省（区、市）基于资源环境禀赋、产业布局、发展阶段等实际，结合区域重大战略、区域协调发展战略和主体功能区战略，制定本地区碳达峰行动方案，提出了符合实际、切实可行的任务目标。辽宁和山东省提出的单位地区生产总值能源消耗比 2020 年下降目标是 14.5%，高于国家目标（图 2）；上海、四川、山东等省份提出的单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降目标高于国家（图 3）；青海、海南、四川等省份提出的 2025 和 2030 年非化石能源消费比重目标最高，远超过国家提出的目标要求（图 4）。

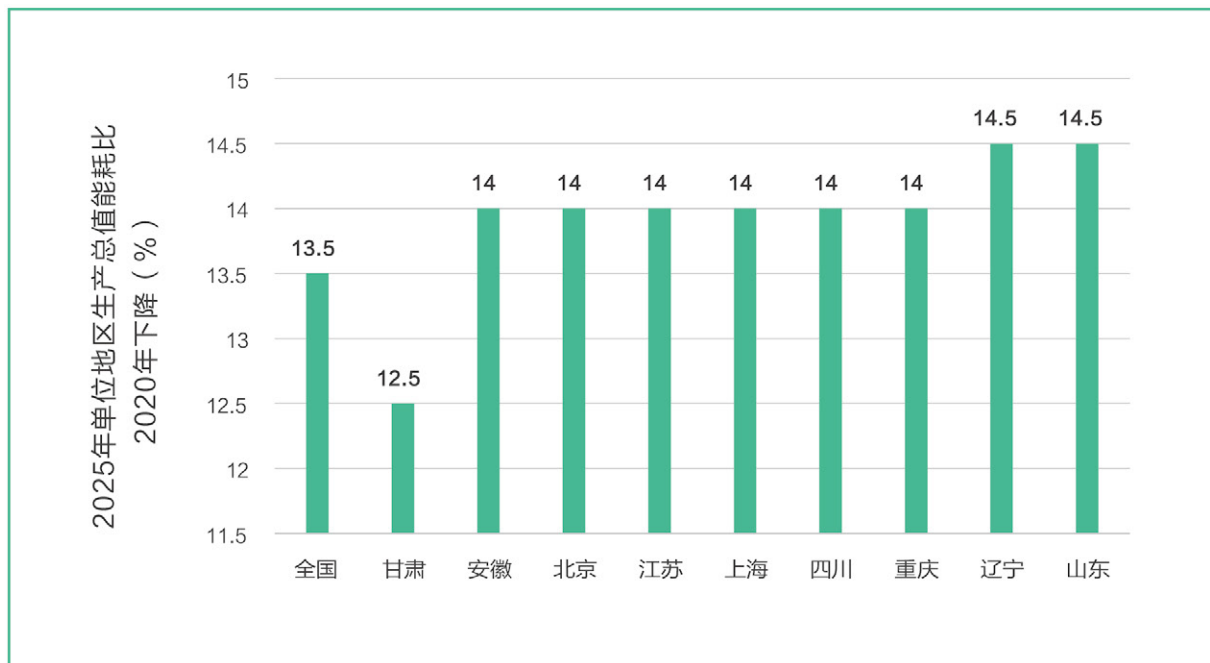


图 2 各地区有关 2025 年单位地区生产总值能源消耗下降目标要求

注：（数据来源：各省碳达峰实施方案，图上仅显示提出具体目标数据的地区）

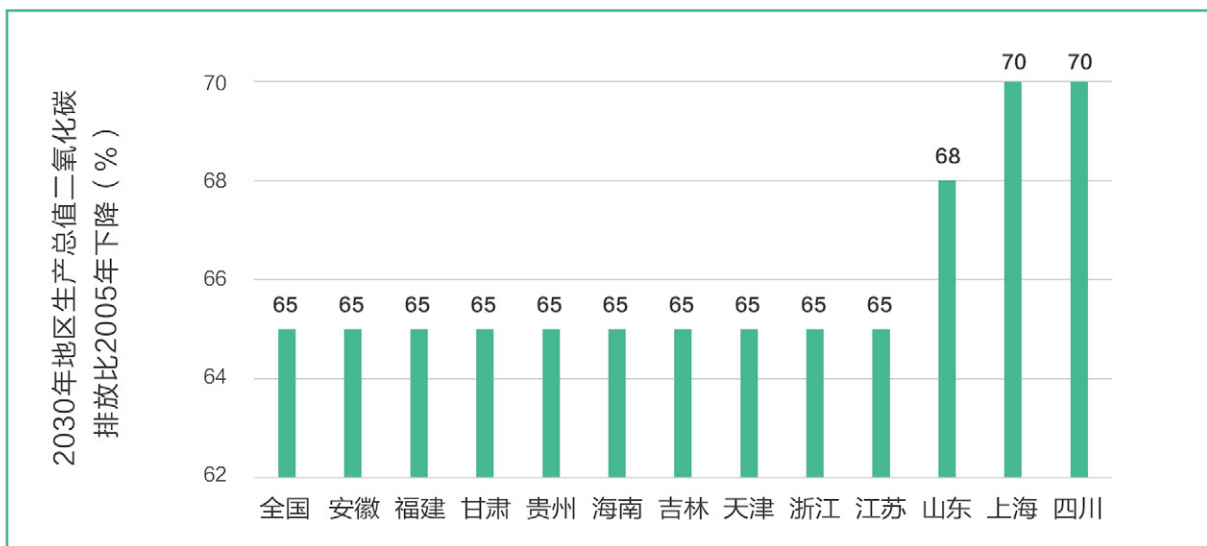


图3 各地区有关2030年单位地区生产总值二氧化碳排放下降目标要求

注：(数据来源：各省碳达峰实施方案，图上仅显示提出具体目标数据的地区)

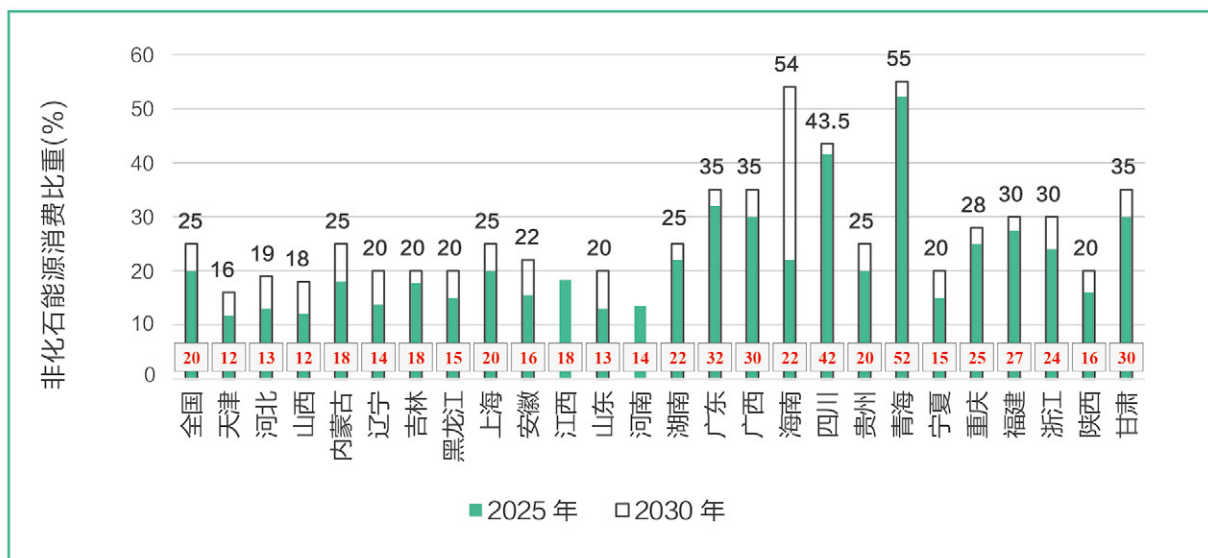


图4 各地区有关2025年和2030年非化石能源消费比重变化目标要求

注：(数据来源：各省碳达峰实施方案，图上仅显示提出具体目标数据的地区)

为保障“双碳”目标如期实现，各省（区、市）深入贯彻落实国家有关“双碳”工作部署，建立完善本地区的“双碳”政策体系，体现出区域差异，涌现出一批创新做法（表6）。部分省份将“双碳”工作融入长江经济带发展、粤港澳大湾区建设、成渝地区双城经济圈建设、黄河流域生态保护和高质量发展等战略实施中。

表6 地方层面各领域“双碳”重点任务及措施

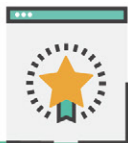
序号	领域	各地区重点任务和措施
1	能源	<ul style="list-style-type: none"> 上海、江苏等沿海地区省份着力发展海上风电 内蒙古、甘肃、青海等西北地区省份建造大型风光基地 云南、四川等西南地区省份大力发展水电 山西、内蒙、陕西等产煤大省着力推动煤炭清洁高效利用
2	工业	<ul style="list-style-type: none"> 河北、江苏、山东等钢铁产量大省推动钢铁企业绿色低碳发展 福建、广东、江苏、安徽、山东等省份推动建材行业绿色发展 浙江、江苏、山东、河南等省份推动纺织业绿色低碳发展 山东、江苏、河北、天津等省份推动石化化工行业高质量发展
3	城乡建设	<ul style="list-style-type: none"> 北京、安徽、黑龙江、内蒙古等省份加快建筑绿色节能 北京、浙江、贵州、海南等省份推动装配式建筑发展 河北、黑龙江、陕西等北方地区省份推动农村地区清洁取暖
4	交通运输	<ul style="list-style-type: none"> 福建、广西、海南、江苏、青海等省份发展新能源汽车产业 江苏、河南、河北、山东等省份推动“公转水”“公转铁” 湖北等省份发展绿色智能船舶产业
5	循环经济	<ul style="list-style-type: none"> 推动100个左右地级及以上城市开展“无废城市”建设 福建、海南等省份推动建筑垃圾资源化利用 浙江、福建、山东、天津等省份开展废旧物资循环利用
6	科技创新	<ul style="list-style-type: none"> 安徽、河北、湖南、湖北、江苏、江西、宁夏、青海、上海、天津等省份印发科技支撑碳达峰碳中和行动方案 北京、四川、内蒙古等省份开展绿色低碳技术创新和示范推广
7	碳汇提升	<ul style="list-style-type: none"> 甘肃、吉林、河南、甘肃、广东、湖南、江苏、江西、上海、云南等省份提出关于科学绿化的任务措施 青海、甘肃、西藏、黑龙江等省份加强草原保护修复 福建、湖北、湖南、河南、江西等省份注重农业农村减排固碳 广东、贵州、河北、江西等省份建立健全生态产品价值实现机制 浙江、海南、广东、山东等沿海省份发展海洋生态系统碳汇
8	全民行动	<ul style="list-style-type: none"> 宁夏、重庆、贵州、福建、江苏、山东、四川、天津等省份推动公共机构节能降碳 山西、黑龙江、福建、山东等省份印发大型活动绿色低碳方案 河北、贵州、福建、江苏、山西、云南等省份印发促进绿色消费实施方案 北京、四川等省份出台关于企业碳达峰的指导意见 天津、上海、海南、山东等省份推广碳普惠机制
9	支撑保障	<ul style="list-style-type: none"> 辽宁、湖南、天津等省份明确财政支持碳达峰碳中和工作任务 浙江、广东、四川、重庆等省份发展绿色金融 天津市出台碳达峰碳中和促进条例 北京、广东、上海、重庆等省份推动碳市场扩容

► 企业层面

中国要求中央企业“一企一策”编制碳达峰行动方案，推进产业结构转型升级，调整优化能源结构，强化绿色低碳科技创新，推进减污降碳协同增效；支持民营企业参与推进“双碳”，以及参与碳排放权、用能权交易等。部分中央企业和民营企业积极编制“双碳”行动方案，明确实现双碳目标的重点任务和措施（表7）。截至2023年7月10日，来自电力、钢铁、建材、石化化工、有色金属等领域的12家行业协会和19家企业负责人共同签署《重点行业领域碳达峰碳中和宣言》。

表7 中国部分中央企业碳达峰和碳中和政策

行业领域	政策名称	重点任务
金融	《中信集团碳达峰碳中和行动白皮书》	绿色金融为产业低碳化提供融资解决方案
能源转型	《中国能建碳达峰、碳中和行动方案》	构建新型电力系统
	《国家电网碳达峰碳中和行动方案》	能源转型、绿色发展
	《国网浙江电力高质量“双碳”行动报告》	构建新型电力系统
	《哈电集团碳达峰方案》	环保产业发展，氢能全产业链布局
	《中国大唐集团碳达峰与碳中和行动纲要》	电力行业新能源替代、技术创新
	中核集团碳达峰碳中和工作行动纲要	发展核能产业，技术创新，构建多元清洁能源体系
钢铁	《中国宝武碳中和行动方案》	提高能源利用效率
建筑等	《招商局集团碳达峰碳中和行动方案》	绿色制造、绿色建筑等
通信行业	《中国移动碳达峰碳中和白皮书》	三条行动主线：节能、氢能、赋能；六条路径：绿色网络、绿色用能、绿色供应链、绿色办公、绿色赋能、绿色文化等
	《中国电信碳达峰、碳中和行动计划》	高效支撑“新基建”和数字经济绿色发展
	《中国联通“碳达峰 碳中和”行动计划》	通信网络基础设施绿色化
节能	《中国节能碳达峰碳中和行动方案》	绿色电力、污染治理、绿色建筑和综合能源，生态产品价值实现机制，标准制定，零碳技术产业孵化等
交通运输	《南方航空碳达峰碳中和行动方案》	推行清洁能源，提升运行管理效率

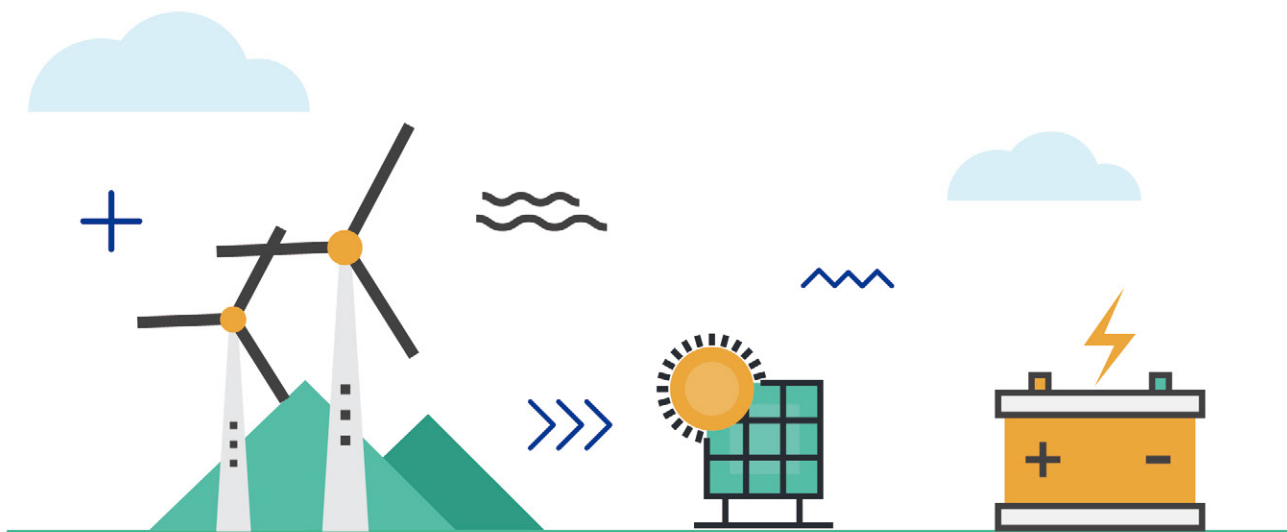


中国碳达峰碳中和进展与成效

“双碳”目标提出以来，各地区各部门、各行业各企业围绕“双碳”工作顶层部署，落实政策措施，强化务实行动，有力有序有效推进各项重点工作，推动能源、工业、交通、城乡建设、循环经济、生态碳汇、全民行动、减污降碳、技术创新等方面取得了亮眼成绩。

► 能源清洁低碳转型

中国能源消费结构向清洁低碳加快转变。中国大力推进低碳能源替代高碳能源、可再生能源替代化石能源，严格控制新增煤电项目。2013 - 2022 年，中国煤炭消费占比从 67.4% 降至 56.2%，非化石能源消费占比从 10.2% 增长到 17.5%（图 5）。中国有序淘汰煤炭落后产能，全面实施煤电节能降碳、灵活性和供热“三联改造”。2022 年全年完成改造 2.9 亿千瓦以上，截至 2022 年底，累计完成燃煤电力机组超低排放改造 10.6 亿千瓦，占煤电总装机容量比重约 94%，火电机组平均供电标准煤耗下降 0.3%。中国开展油气勘探开发与新能源融合发展行动。2022 年，原油产量连续四年企稳回升，天然气产量增量连续六年超过百亿立方米（图 6）。



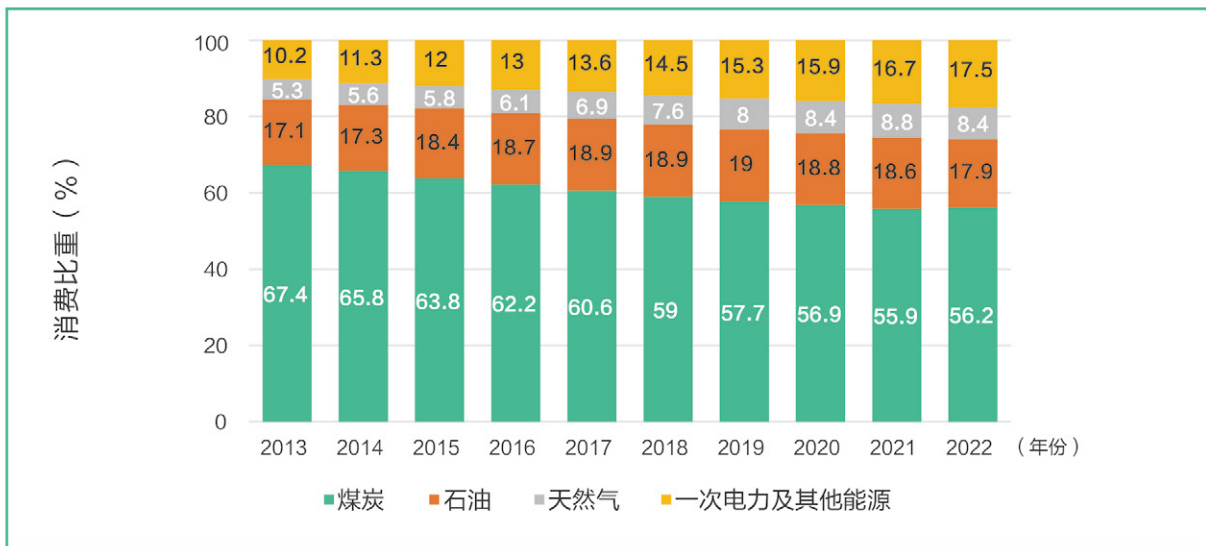


图 5 2013 – 2022 年中国能源消费结构

注：（数据来源：国家统计局、国家发展和改革委员会）

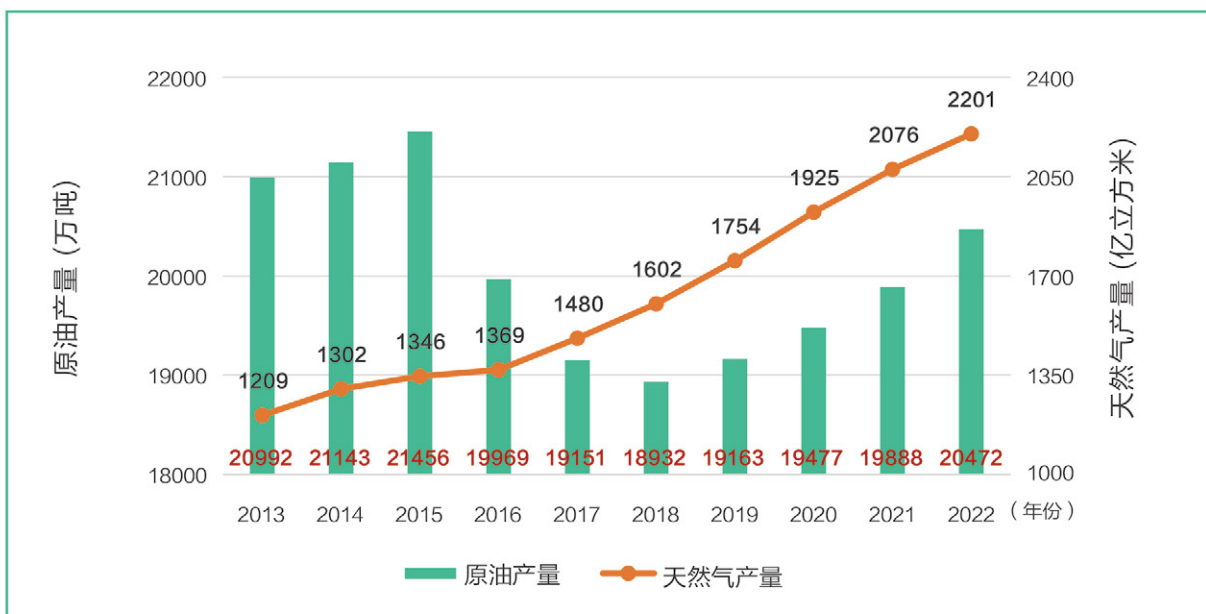


图 6 2013 – 2022 年中国石油和天然气产量变化情况

注：（数据来源：国家统计局）

可再生能源已成为中国电力新增装机主体。中国在推动能源清洁低碳转型过程中，把非化石能源放在能源发展优先位置。2022 年中国可再生能源新增装机 1.52 亿千瓦，占全国新增发电装机容量的 76.2%。其中，风电新增 3763 万千瓦、太阳能发电新增 8741 万千瓦、生物质发电新增 334 万千瓦、常规水电新增 1507 万千瓦、抽水蓄能新增 880 万千瓦。同时，中国还是全球可再生能源发电新增装机容量的最大贡献者，2022 年在全球新增装机容量中的占比达到 51.7%（图 7）。

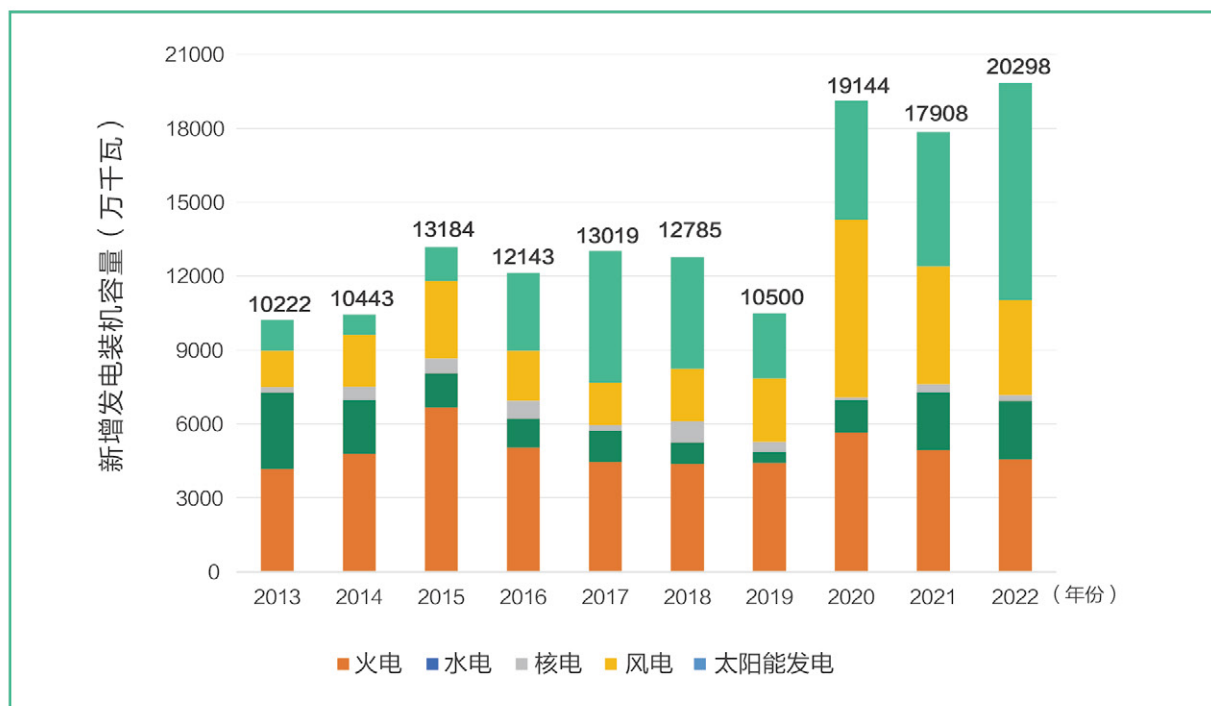


图 7 2013 – 2022 年中国新增发电装机容量及构成

注：（数据来源：中国电力企业联合会）

可再生能源装机容量和发电量保持高速增长且总量连续多年稳居全球第一。截至 2023 年上半年，中国可再生能源装机达到 13.22 亿千瓦，同比增长 18.2%，历史性超过煤电，约占中国总装机的 48.8%，连续多年超过全球平均水平（图 8）。2022 年，中国可再生能源发电量达到 2.7 万亿千瓦时（图 9），占全社会用电量的 31.6%。

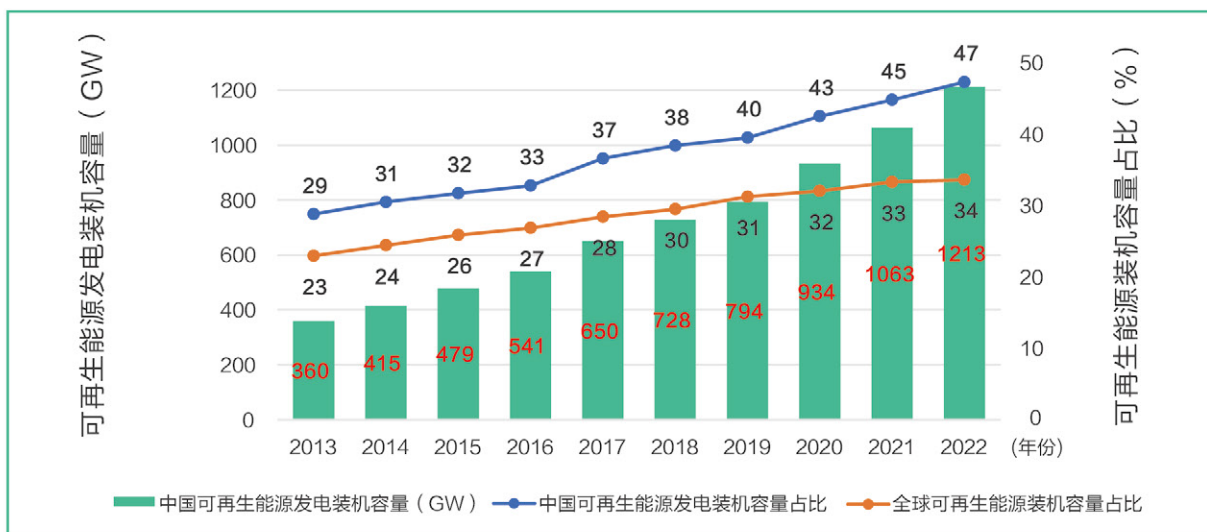


图 8 2013 – 2022 年中国可再生能源装机容量

注：（数据来源：国家能源局、中国电力企业联合会、IRENA、IEA）

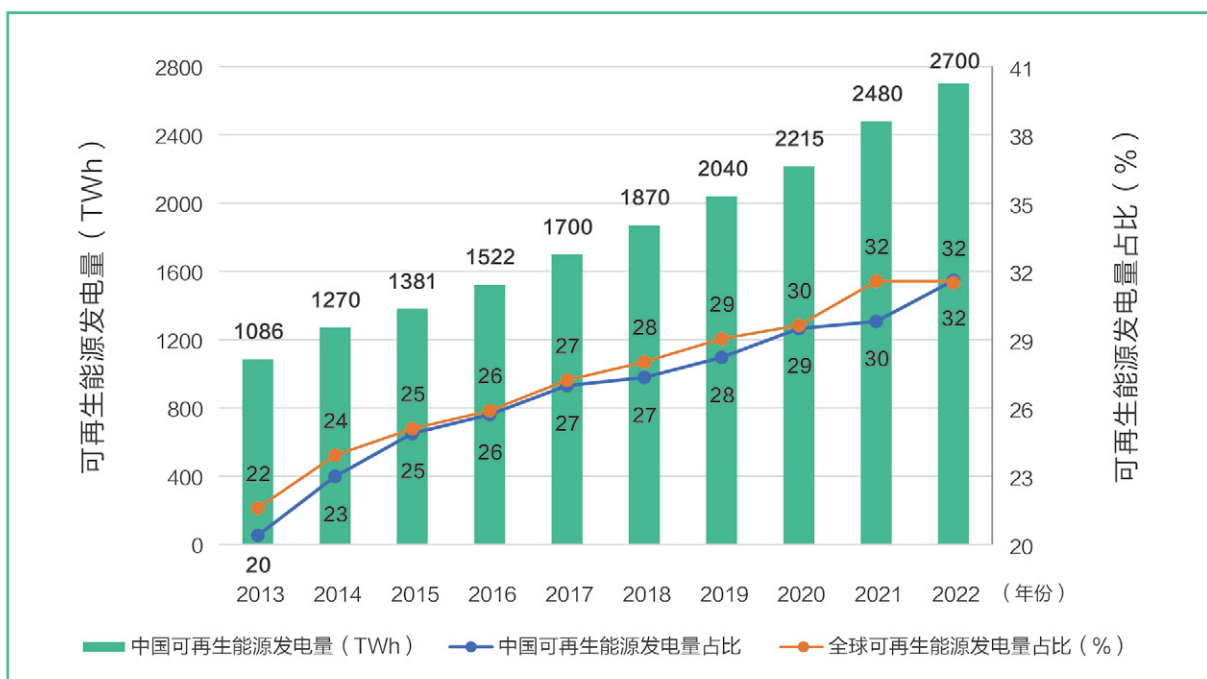


图 9 2013 – 2022 年中国可再生能源发电量

注：（数据来源：国家能源局、中国电力企业联合会、IRENA、IEA）

► 工业绿色低碳转型

在三次产业结构不断升级的同时，工业内部结构也在调整中持续优化。中国三次产业比重由 2013 年的 8.9: 44.2: 46.9 调整至 2022 年的 7.3: 39.9: 52.8 (图 10)。推动工业内部结构和布局持续优化，“十三五”期间，中国累计退出钢铁过剩产能 1.5 亿吨以上、水泥过剩产能 3 亿吨，地条钢全部出清，电解铝、水泥等行业落后产能基本出清。2022 年，中国高炉和转炉工序达到能效基准水平产量的占比分别为 99.41% 和 84.92%，吨钢综合能耗为 551.36 千克标准煤 / 吨，较 2015 年下降 4%。中国遏制高耗能、高排放项目盲目发展，2021 年压减拟上马的“两高一低”项目共减少新增用能需求约 2.7 亿吨标准煤。

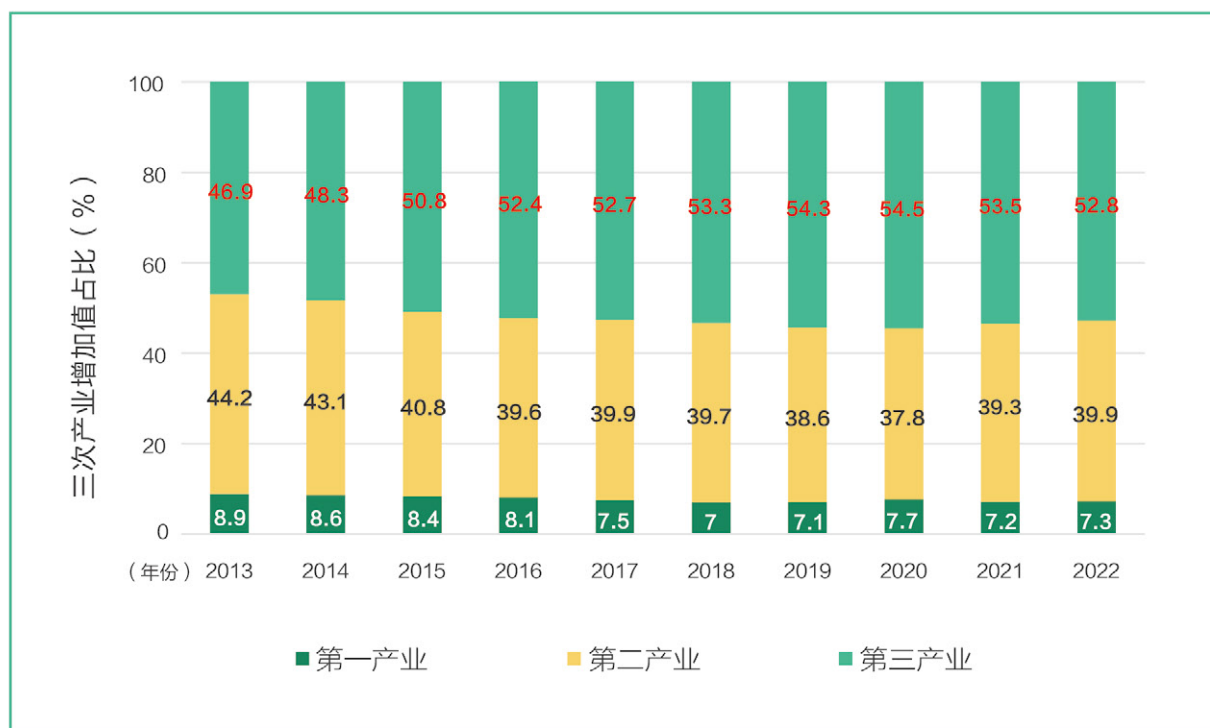


图 10 2013 – 2022 年中国三大产业增加值占国内生产总值比重

注：(数据来源：国家统计局)

推动重点行业能源资源利用效率大幅提升。中国遴选发布 500 余项工业和通信业先进节能技术、装备、产品，实施重点用电设备能效提升计划，加大重点领域绿色低碳产品供给，强化“节能监察 + 节能诊断”双轮驱动。在石化化工、钢铁等 14 个重点行业遴选 43 家“领跑者”企业，带动行业整体能效水平提升。2012 - 2022 年，中国规模以上工业单位增加值能耗累计下降幅度超过 36%。中国水泥熟料、平板玻璃、电解铝等单位产品综合能耗总体处于世界先进水平。

持续提升重点行业清洁生产水平。中国加快绿色制造体系建设，截至 2022 年底，累计建成 2783 家绿色工厂、223 个绿色工业园区、296 家绿色供应链企业，并发布推广 20000 余种绿色设计产品。2019 年以来累计培育五批工业产品绿色设计示范企业，引导企业持续提升绿色产品（服务）供给能力和市场影响力。培育一批节能环保类专精特新“小巨人”企业，有效带动中小企业提升绿色低碳创新能力。

数字化绿色化融合发展水平不断提升。中国推动工业互联网平台进园区、进企业，支持一批数字化绿色化融合试点示范项目，培育一批工业互联网平台创新领航应用案例，为钢铁、石化化工、建材等重点行业提供绿色转型解决方案，数字技术对传统行业的绿色转型作用日益凸显。同时，中国大力支持新型基础设施绿色发展，目前 5G 基站单站址能耗比 2019 年商用初期降低了 20% 以上，全国规划在建的大型以上数据中心平均电能利用效率（PUE 值）已降到 1.3 以下。

绿色低碳产业为经济发展增添新动能。近年来，中国可再生能源产业规模实现持续增长，技术创新水平加快提升。2022 年，中国光伏组件产量连续 16 年位居全球首位，多晶硅产量连续 12 年位居全球首位（图 11 和图 12），光伏产业链各环节，包括多晶硅料、硅片、电池片和光伏组件等的全球产量占比均超过 70%。新能源汽车产销量连续多年保持全球第一，2022 年，中国新能源汽车产销量分别为 705.8 万辆和 688.7 万辆（图 13），全球销量占比均超过 60%。中国生态环保、节能环保产业规模不断壮大。2022 年，中国生态环保产业营业收入达到 2.22 万亿元人民币，比 2020 年增长 12.8%（图 14），节能环保产业产值年均增速达到 10% 以上。

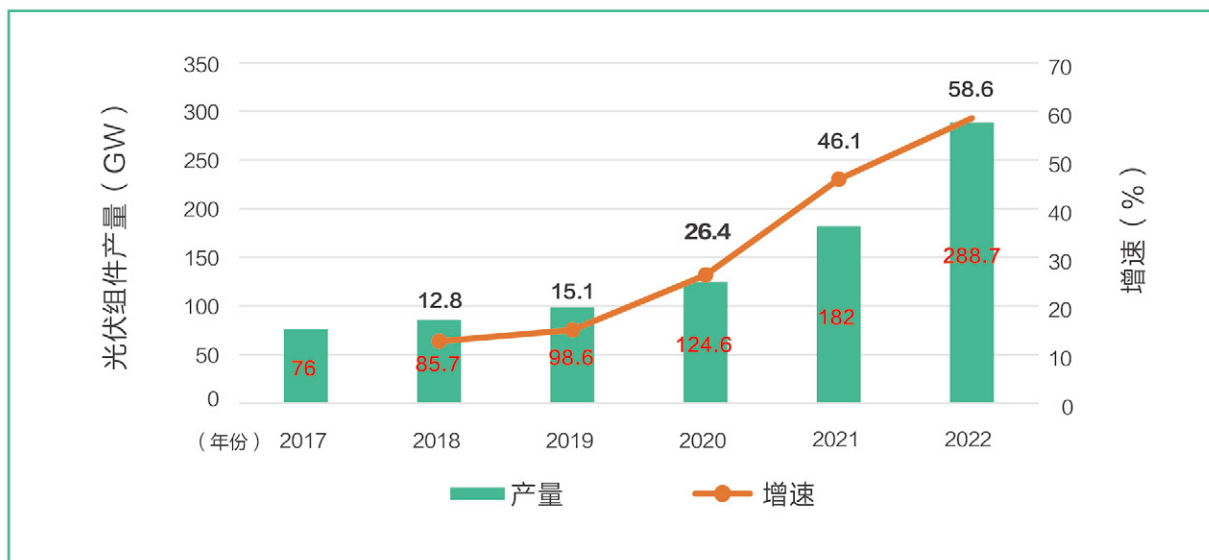


图 11 2017 – 2022 年中国光伏组件产量和增速

注：(数据来源：中国光伏行业协会)

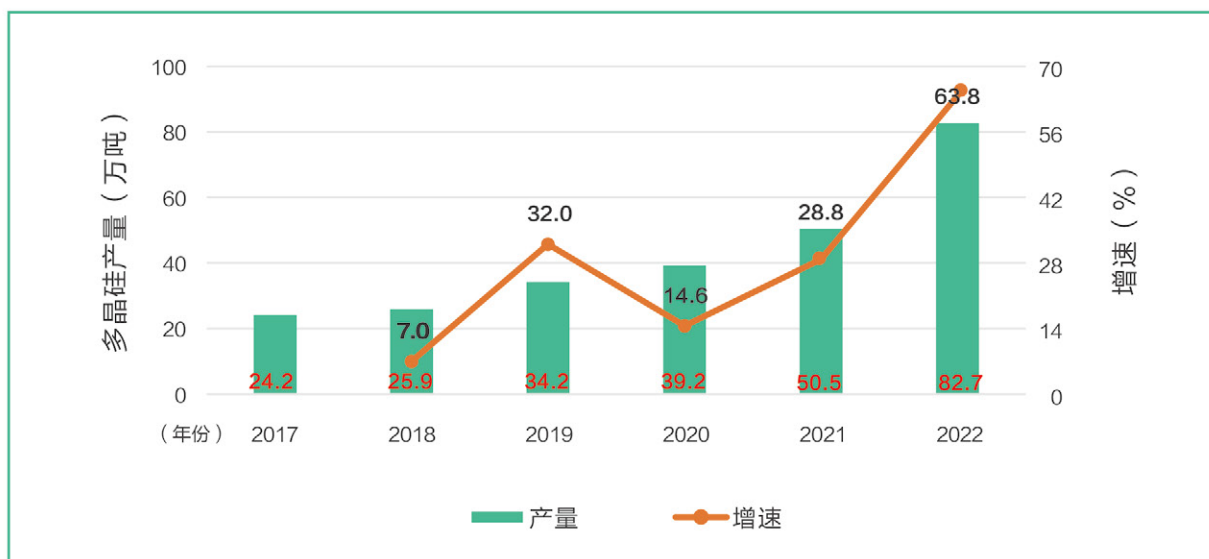


图 12 2017 – 2022 年中国多晶硅产量和增速

注：(数据来源：中国光伏行业协会)

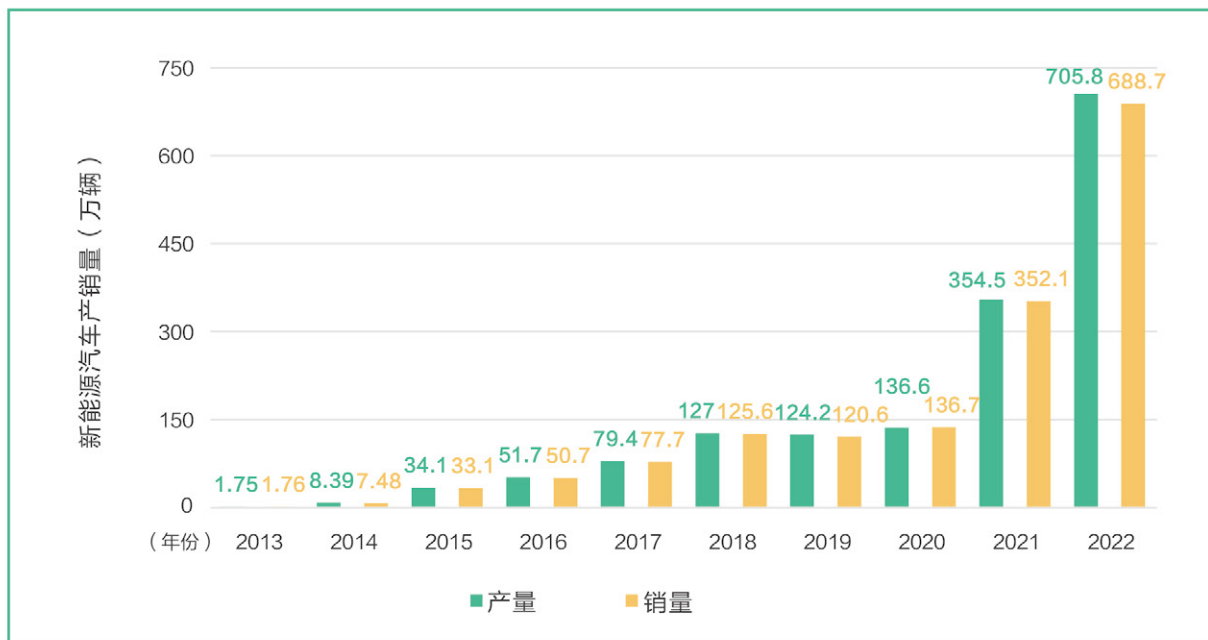


图 13 2013 – 2022 年中国新能源汽车产量和销量

注：（数据来源：国家统计局，中国汽车工业协会）

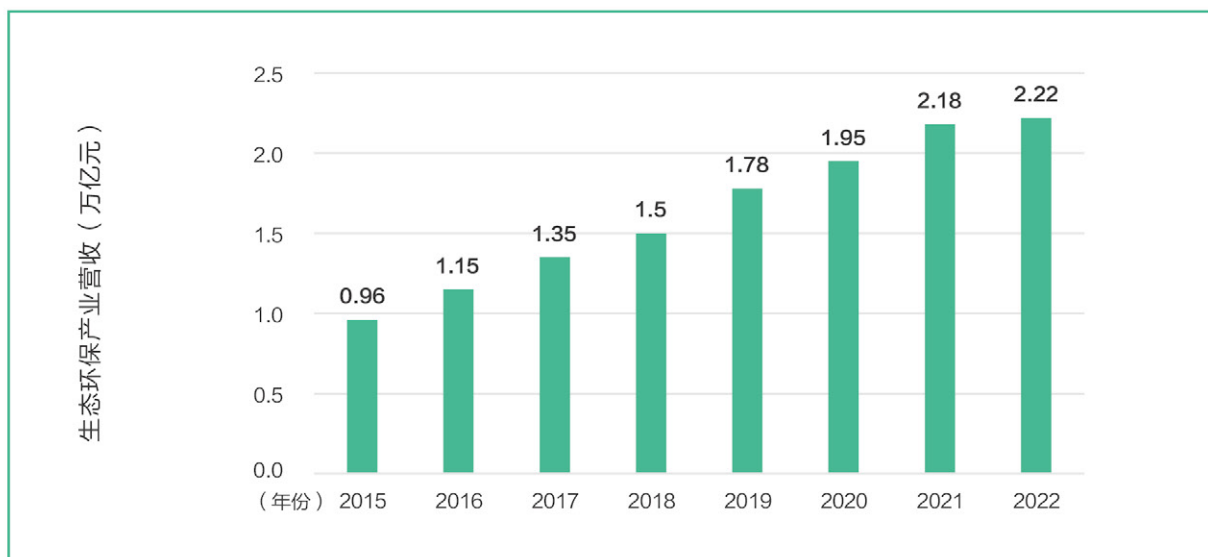


图 14 2015 – 2022 年中国生态环保产业营收

注：（数据来源：中国环境保护产业协会）

► 绿色交通运输体系建设

新能源、清洁能源动力的交通工具得到大力推广。中国在城市公交、出租、环卫、物流配送、民航、机场以及党政机关大力推广新能源交通工具，并在全国范围内组织开展公共领域车辆全面电动化先行区试点工作。截至 2022 年底，中国新能源汽车保有量达到 1310 万辆，超过全球保有量的一半；新能源公交车达到 54.26 万辆，占比达到 77.2%；新能源出租汽车接近 30 万辆，占比达到 22%。中国还着力推动新能源重卡车辆应用推广，2022 年中国新能源重卡累计销售量同比增长 141%，其中电动重卡占居新能源重卡 90.09% 的市场份额¹。

“公转铁”“公转水”成效明显，运输结构持续优化。中国不断完善综合立体交通运输网络，大力推进港口集疏运铁路、物流园区及大型工矿企业铁路专用线建设。2022 年，中国铁路和水路货运量分别为 49.84 亿吨和 85.54 亿吨，占全社会货运量比重分别由 2018 年的 8.0%、13.9% 提升至 9.8%、16.9%（图 15）；中国完成集装箱铁水联运量 874.70 万标准箱，较 2018 年增长 94.2%。

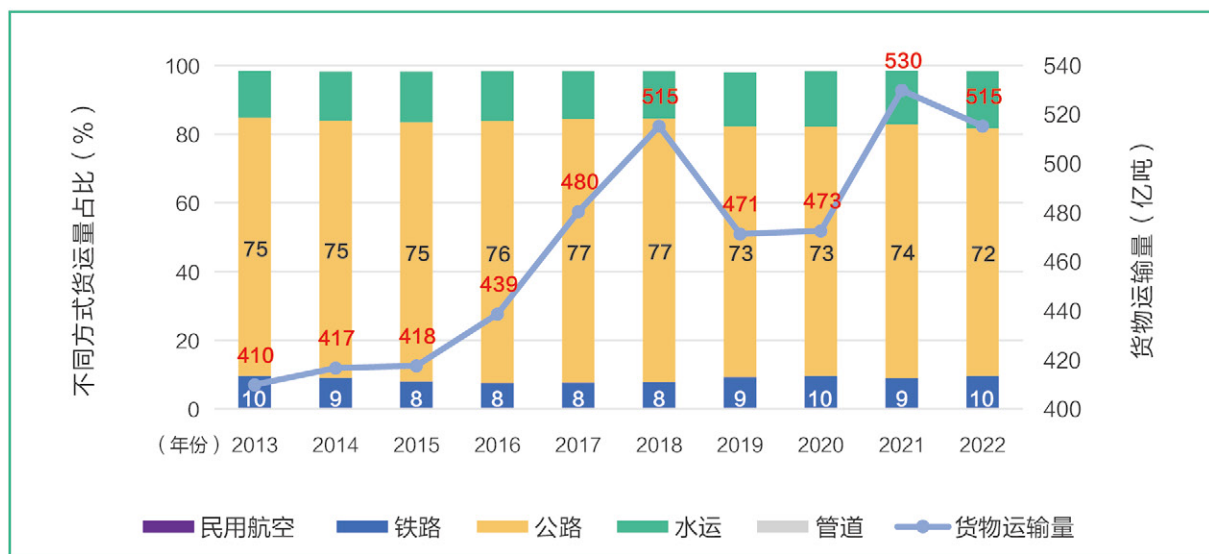


图 15 2013 - 2022 年中国货运量及构成

注：（数据来源：国家统计局）

¹来源：终端上牌信息

绿色交通基础设施建设持续推进。中国推进铁路电气化改造，电气化率从 2012 年的 52.3% 上升至 2021 年的 73.3%。加快推进公路沿线充电基础设施建设，截至 2022 年，中国已累计建成充电桩 521 万个、换电站 1973 座。中国还持续开展新能源汽车换电模式应用试点，鼓励换电模式创新发展。2022 年，中国纯电动中的换电重卡销量占到新能源重卡年销量的 49.43%，2020 年只有 8 款换电重卡被列入工信部的产品目录，而到 2021 年已有 156 款。

专栏1 宜宾推进重卡换电 让排碳大户“绿”起来

2022年3月，宜宾市印发《全面推进“电动宜宾”工程实施方案（2022 - 2025年）》，其中明确：“十四五”期间，全市加快推进重卡、乘用车（物流车）换电示范站建设，将建设60座重卡换电站，计划推广应用电动重卡达到3000辆。到2025年，核心示范区重卡换电站达到37座、加快发展区重卡换电站达到23座，基本形成全市换电标准统一，车、电池、换电站兼容共享的重卡换电体系。



► 城乡建设绿色发展

提升城乡绿色低碳水平。中国以绿色低碳发展为引领，合理确定城镇开发边界，优化城市形态、密度、功能布局和建设方式。开展绿色低碳县城建设，构建集约节约、尺度宜人的县城格局，实现县城与自然环境融合协调。合理布局乡村建设，开展绿色低碳村庄建设，减少资源能源消耗，提升乡村生态和环境质量。在北方地区冬季清洁取暖项目中积极推进农房节能改造，实现整体能效提升 30% 以上。

绿色建筑得到大力发展。中国大力推广绿色建造方式，构建装配式建筑标准化设计和生产体系，推进装配化装修方式在商品住房项目中的应用，大幅降低建筑能源损耗、节约施工工序、提高组件回收利用率。中国进一步完善绿色建筑标准体系，加快推动绿色建筑发展。截至 2022 年底，中国累计建成绿色建筑面积超过 100 亿平方米，2022 年当年城镇新建绿色建筑占新建建筑的比例达到 90%。

建筑节能成效显著。中国全面提高建筑节能标准，加快发展超低能耗建筑，积极推进既有建筑节能改造。截至 2022 年底，累计完成既有建筑节能改造约 303 亿平方米。加强可再生能源在建筑领域应用，推进建筑光伏一体化建设，2021 年启动整县屋顶分布式光伏开发试点。因地制宜推广应用地热能、空气热能、生物质能。提升终端用能电气化水平，2022 年中国建筑部门电气化率达到 44.9%。

专栏2 上海市绿色建筑和超低能耗建筑建设取得显著进展

上海绿色建筑发展成效显著。截至2022年底，累计落实超低能耗建筑项目127个，建筑面积达到1030万平方米，发展规模位居全国第一。其中，临港世界顶尖科学家论坛会议中心成为全国最大超低能耗公共建筑。截至2022年底，上海共创建21个绿色生态城区，总用地规模约58.7平方公里。仅2022年，就有6个绿色生态城区项目完成创建，总用地规模约17平方公里，包括张江科学城国际社区起步区、北外滩地区、静安市北高新园区、瑞虹新城、宝山南大地区、金山区枫泾镇。随着城市更新推进，存量建筑也加入了绿色化进程。截至2022年底，上海已经落实了存量公共建筑节能改造440万平方米，居住建筑节能改造887万平方米。

► 循环经济体系建设

大宗固体废弃物综合利用水平持续提升。中国深入推进园区循环化改造，截至 2021 年底，全国 75% 的国家级园区和 50% 的省级园区开展了循环化改造，创建了 129 家国家级园区循环化改造试点，109 家国家级生态工业园区和 223 家国家级绿色园区。中国还推进 90 家大宗固体废弃物综合利用示范基地和 60 家骨干企业建设。2021 年，中国大宗固废综合利用率约为 57%，相较 2012 年提高近 16%。

废弃物循环利用体系建设初见成效。2021 年，中国主要再生资源回收利用量是 2012 年的 2 倍以上。中国还积极推进动力电池回收利用试点建设，推行废弃电子产品“互联网 + 回收”模式，开展家电生产企业回收目标责任制行动，积极培育再生资源回收利用龙头企业。2021 年，中国 9 类再生资源回收利用量达到 3.85 亿吨，利用再生资源相比使用原生材料减少约 7.5 亿吨碳排放。

农业循环经济发展迸发新动能。中国全面实施农作物秸秆综合利用行动，形成秸秆肥料化、饲料化、燃料化、原料化和基料化“五化”利用模式。2021 年中国农作物秸秆综合利用率达 88.1%，比 2012 年增长 14%。整县推进畜禽粪污资源化利用，2021 年全国畜禽粪污综合利用率超过 76%，比 2015 年提高 16%。加强地膜科学使用与回收，完善废旧农膜回收利用体系，2021 年全国废旧农膜回收率达到 80% 以上。推行循环型农林业发展模式，大力推广农光互补、“光伏 + 设施农业”、“海上风电 + 海洋牧场”等低碳农业模式。

塑料污染和过度包装治理扎实推进。中国加快推进塑料污染全链条治理，健全生物降解塑料、快递绿色包装、限制商品过度包装等领域标准规范。2011 - 2020 年，累计实现 1.7 亿吨各类废塑料的材料化回收利用。2021 年，中国废塑料回收率达到 31%。中国还积极推动快递包装绿色转型，组织开展可循环快递包装规模化应用试点。截至 2022 年 6 月底，邮政快递业可循环中转袋全网使用比率超过 96%。

► 生态系统碳汇能力

守住自然生态安全边界。构建绿色低碳导向的国土空间开发保护新格局，合理划定生态保护红线、加强自然保护地体系建设，建立以国家公园为主体的自然保护地体系，稳定现有森林、草原、湿地、海洋、土壤、冻土、岩溶等固碳作用。强化国土空间用途管制，全面提高自然资源利用效率，降低灾害对生态系统固碳能力的损害。2022 年，中国划定生态保护红线面积约 319 万平方公里，其中陆域生态保护红线面积约 304 万平方公里，占陆域国土面积比例超过 30%。

推进山水林田湖草沙系统治理。近十年来，中国深入推进大规模国土绿化，巩固退耕还林还草成果，实施森林质量精准提升工程，累计完成造林 9.6 亿亩，为全球贡献了四分之一的新增森林面积，成为全球森林资源增长最快最多的国家。2022 年，中国森林覆盖率 24.02%，森林蓄积量 194.93 亿立方米，连续 30 多年保持“双增长”（图 16），森林植被总碳储量净增 13.75 亿吨（达到 92 亿吨）。积极开展退牧还草、改良退化草原等草原生态修复治理工程，近十年累计完成种草改良面积 6 亿亩，2022 年草原综合植被盖度 50.32%。推进退耕退渔还湿、湿地补水、湿地有害生物防治等湿地保护和修复工作。目前，中国林草生态系统呈现健康状况向好、质量逐步提升、功能稳步增强的发展态势，林草植被总碳储量达到 114.43 亿吨。

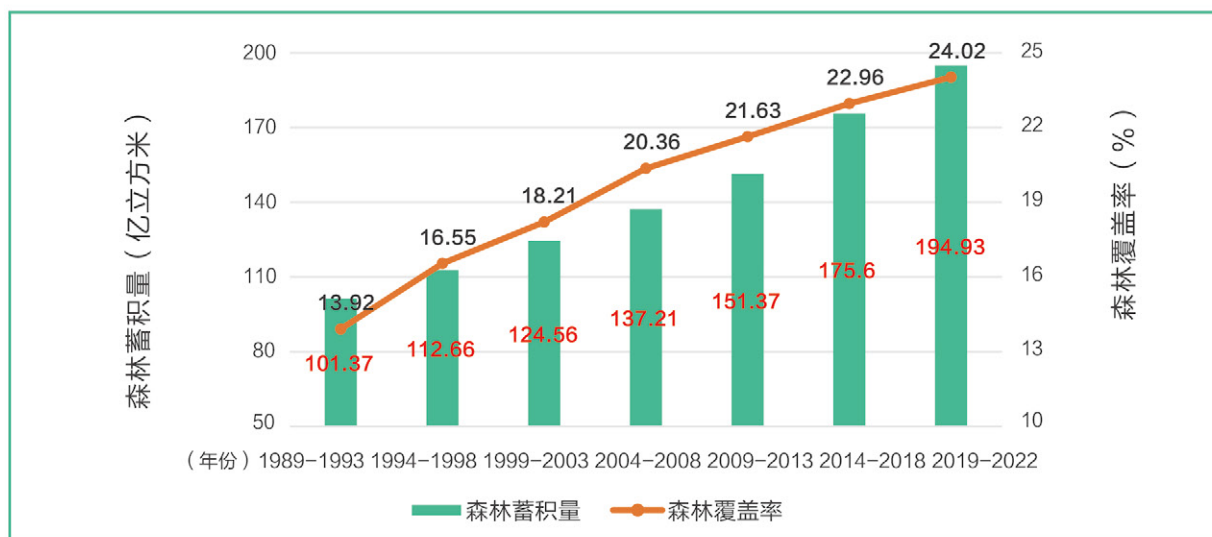


图 16 近 30 年来中国森林蓄积量和森林覆盖率

注：（数据来源：国家林业局）

专栏3 自然资源部发布10个中国特色的生态修复典型案例

2021年6月，自然资源部发布10个中国特色的生态修复典型案例，入选自然资源部与世界自然保护联盟（IUCN）联合发布的《基于自然的解决方案中国实践典型案例》。案例分别为：官厅水库流域治理、贺兰山生态保护修复、云南抚仙湖流域治理、内蒙古乌梁素海流域保护修复、钱塘江源头区域保护、江西婺源乡村建设、黑龙江黑土地保护性利用、重庆城市更新、广西北海陆海统筹生态修复、深圳湾红树林湿地修复。这些案例都以“基于自然的解决方案”为原则，涉及自然、农业、城市等生态系类型和国土空间主体功能，对我国乃至全球基于自然的解决方案本地化应用具有示范和借鉴作用。

提升农业生态系统固碳增汇能力。中国加强高标准农田建设，突出支持永久基本农田保护区、粮食生产功能区和重要农产品生产保护区，集中力量建设高标准农田。截至 2022 年底，中国已累计建成 10 亿亩高标准农田。中国还实施黑土地保护工程，加强东北黑土地保护和地力恢复。2022 年，黑龙江、吉林、辽宁和内蒙古三省一区的保护性耕作实施面积由 2020 年的 4600 万亩增加至 8300 万亩，东北三省已建成高标准农田 1.8 亿亩，黑土地耕地质量明显提升。



► 绿色低碳全民行动

全民节约意识、环保意识、生态意识大力增强。中国持续开展世界地球日、全国节能宣传周、全国低碳日、“美丽中国，我是行动者”等主题宣传活动，推行简约适度、绿色低碳的生活方式。当前，公众秉持并践行绿色、低碳理念，将日常低碳行为视为一种相对经济和社会责任感的体现，愿意在衣食住行等日常生活领域采取低碳行动，如购买低碳产品、节约能源、推动资源回收等，并且在践行绿色消费、循环利用等方面表现逐年向好，形成全民崇尚节约的浓厚氛围。

绿色低碳社会行动示范创建等活动取得积极进展。中国将绿色生活理念普及推广到衣食住行游用等方方面面，推动节约型机关、绿色家庭、绿色学校、绿色社区、绿色出行、绿色商场、绿色建筑等创建活动取得积极进展。截至 2022 年底，中国 70% 县级及以上党政机关已建成节约型机关，全国公共机构人均综合能耗比 2011 年下降 24%；在地级以上城市广泛开展生活垃圾分类，297 个地级及以上城市居民小区垃圾分类平均覆盖率达到 82.5%；城市绿色出行比例和绿色出行服务满意度大幅提升，109 个城市高质量参与绿色出行创建活动；共享骑行得到全社会广泛认同；公众对塑料污染治理政策的知晓度超过 84%；节约粮食成效显著。各地政府和企业推出碳普惠平台，量化公众日常生活和消费中的减碳行为，予以激励奖励。

专栏4 “三晋绿色生活”碳普惠平台

“三晋绿色生活”为山西省级碳普惠机制推广平台，围绕与衣、食、住、行、游、用等日常生活紧密相关的各领域，提供多种减排场景和激励机制。用户在不同平台上践行绿色行为，如乘坐地铁公交出行、骑行共享单车、驾驶新能源汽车、不使用一次性餐具、光盘行动、旧物回收等，都将被量化记录到个人碳账本中，并获得相应的绿色积分激励，而绿色积分还可兑换绿色消费券、优惠券等多种奖励。该小程序于2022年9月18日上线试运行，截至2023年7月3日，累计减排人数达到270万人，累计减排次数6628万次，累计减排二氧化碳6.65万吨。

工业企业节能降碳的主动性和积极性大幅提升。中央企业主动开展绿色低碳规划，进行资本布局优化、产业结构和能源结构调整，积极开展低碳技术创新。近 5 年来，中央企业在新能源、新材料等战略性新兴产业领域的投资额年均增速超过 20%，建设新能源汽车、北斗、电子商务、区块链等一批数字创新平台，创建物流大数据、海工装备等协同创新平台，发挥产业引领带动作用。截至 2022 年，中国约 30% 的民营工业企业编制“双碳”行动方案，高耗能行业中 53.5% 的民营企业专门设立节能降碳职能部门，积极应用减碳技术，京津冀及周边地区、汾渭平原等重点区域民营工业企业节能降碳的主动性更高。

► 绿色低碳科技创新

中国是全球绿色低碳技术创新的重要贡献者。绿色低碳技术创新是实现“双碳”目标的基础和关键，中国高度重视促进绿色低碳技术创新。2016—2022 年，中国绿色低碳专利授权量达到 17.8 万件（占全球绿色低碳专利授权量的 31.9%），年均增速达到 12.5%，明显高于全球 2.5% 的整体水平。从创新主体看，中国共有 13 家企业或单位进入全球绿色低碳技术发明专利授权量排名前 50 名，仅次于日本的 15 家。从近年来创新活跃的储能技术来看，中国在电化学储能领域的发明专利授权量由 2016 年的 0.43 万件增长到 2022 年的 1.3 万件，年均增速达到 19.9%，占全球总量的比重由 35.5% 增长到 44.9%。

氢能、大规模储能等新能源技术研发应用取得新进展。中国已初步形成了比较完备的新能源技术研发和装备制造产业链，光伏电池转换效率多次刷新世界纪录，低风速、抗台风、超高塔架、超高海拔风电技术居世界前列；初步掌握氢能制备、储运、加氢、燃料电池和系统集成等主要技术和生产工艺，采用现有天然气管道长距离输送氢气技术取得突破，产量连年上升（图 17）；锂离子电池、压缩空气储能等技术达到世界领先水平，超级电容储能、固态电池储能、钛酸锂电池储能等新技术投入工程示范应用，“新能源 + 储能”、常规火电配置储能、智能微电网等应用场景不断涌现。截至 2022 年底，中国已投运电力储能项目累计装机规模 5980 万千瓦，占全球市场总规模的 25%，年均增长率 38%。其中已投运新型储能项目装机规模 870 万千瓦，比上年增长 110% 以上。2022 年新增装机中，压缩空气储能、液流电池储能技术占比分别达 3.4%、2.3%。此外，飞轮、重力、钠离子等多种储能技术也已进入工程化示范阶段。



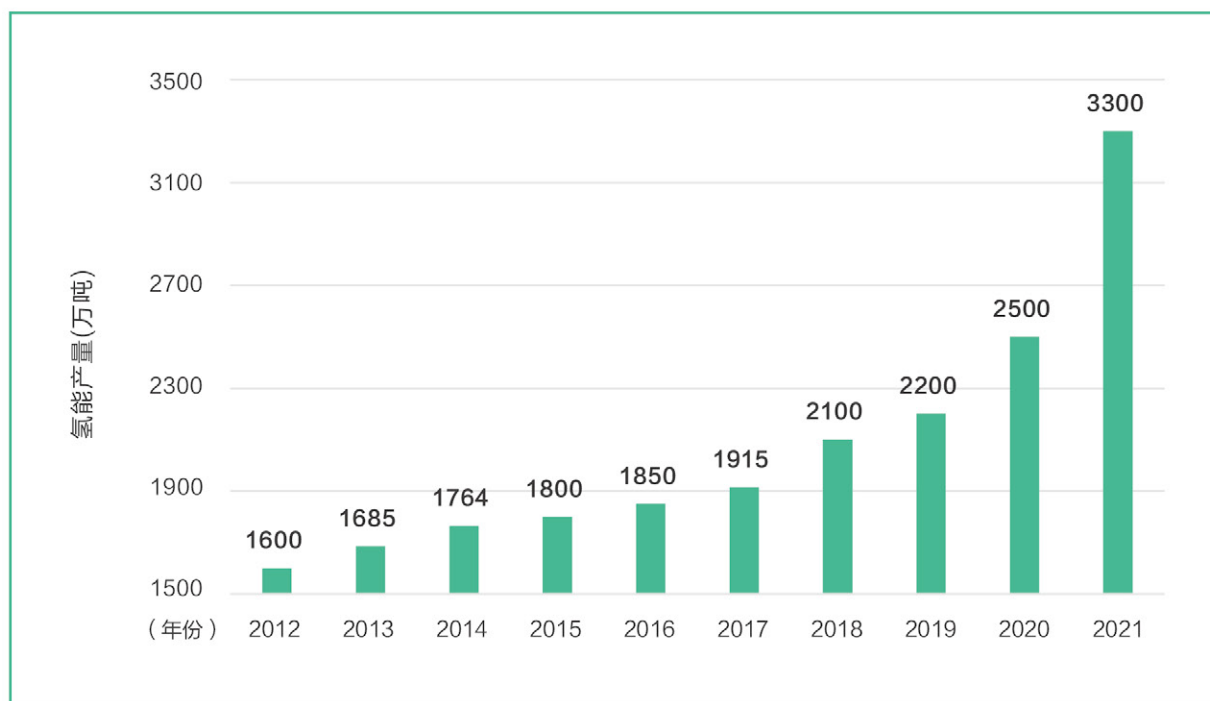


图 17 中国 2012 – 2021 年氢能产量

重点行业和领域绿色低碳关键核心技术取得重大突破。各地区加速推动绿色低碳科技成果转化应用。如广东省启动碳达峰碳中和关键技术与示范重大专项，开展千万吨级碳捕集利用与封存（CCUS）集群全产业链示范项目前瞻性研究。天津、广东、陕西、新疆等省市开工建设百万吨级 CCUS 示范项目。重点工业企业也在积极探索绿色低碳技术创新。如鞍钢集团启动了全球首套绿氢零碳流化床高效炼铁新技术示范项目，具有完全自主知识产权，可实现低碳冶金新技术路线的突破。



► 减污降碳协同增效

中国在推动“双碳”工作过程中，致力于将绿色发展理念融汇到经济建设的各方面和全过程，注重以生态环境高水平保护推动经济高质量发展，实现环境、气候、经济等效益多赢。2022年，中国单位GDP能耗由2013年的0.70吨煤/万元人民币下降至0.45吨煤/万元人民币²（图18），单位GDP二氧化碳排放比2020年降低4.6%，细颗粒物（PM_{2.5}）年均浓度由2013年的72微克/立方米降至29微克/立方米，优良天数比例由2015年的76.7%增至86.5%（图19）。十年里，中国以年均3%的能源消费增速支撑了6.2%的经济增长，相当于少用14亿吨标准煤，少排放二氧化碳近30亿吨。

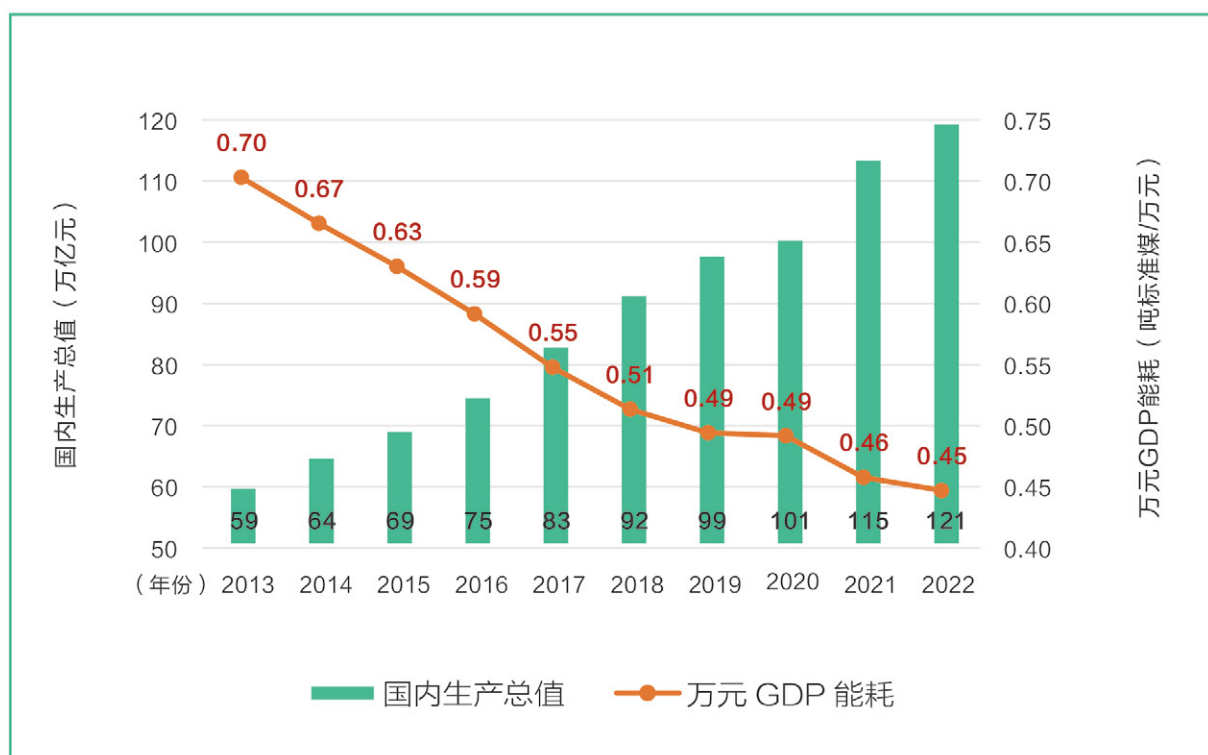


图18 2013 - 2022年中国万元GDP能耗

注：（数据来源：国家统计局）

² GDP均为当年价

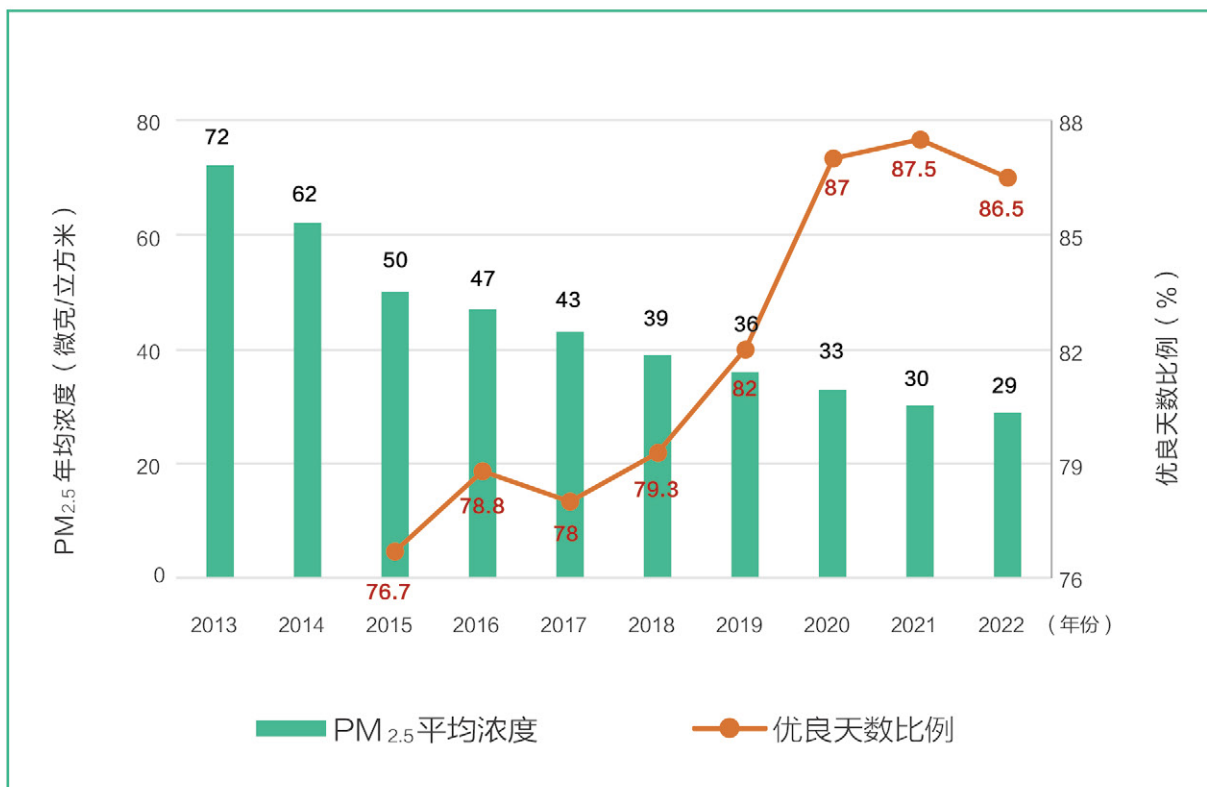


图 19 2013 – 2022 年中国 PM_{2.5} 平均浓度和优良天数比例

注：(数据来源：生态环境部)



► 市场机制作用

碳市场在优化碳排放资源配置、促进低成本减排和经济社会转型中的积极作用初步显现。截至 2023 年 6 月 30 日，全国碳市场碳排放配额（CEA）累计成交量 2.38 亿吨，累计成交金额 109.12 亿元，市场运行总体平稳有序。同时，中国于 2023 年 10 月 19 日起施行《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》，各类社会主体可按照相关规定，自主自愿开发温室气体减排项目，项目减排效果经过科学方法量化核证并申请完成登记后，可在市场出售，以获取相应的减排贡献收益。自愿减排交易市场的启动有利于支持林业碳汇、可再生能源、甲烷减排、节能增效等项目发展，有利于激励更广泛的行业、企业和社会各界参与温室气体减排行动，对推动经济社会绿色低碳转型，实现高质量发展具有积极意义。

绿证、绿电交易也是中国推动实现“双碳”目标的重要市场机制。中国于 2017 年启动全国绿色电力证书自愿认购交易，建立完善可再生能源绿色电力证书（绿证）制度，实现绿证对可再生能源电力的全覆盖。自 2021 年 9 月绿电交易试点启动以来，中国科学制定绿电交易方案与细则，快速搭建绿电交易平台，打通交易平台与绿证核发机构信息渠道。截至 2023 年 7 月底，国内绿证累计核发量已超 1.2 亿个，累计交易绿证约为 4620 万个，折合电量超 1200 亿千瓦时。



► 应对气候变化国际合作

中国积极通过双边进程推动《巴黎协定》达成和生效。中国通过与大国加强合作，实现形成政治共识来推进全球多边气候大会顺利进行。中美元首的多次联合声明，都在《巴黎协定》的达成、签署、生效和实施的过程当中发挥了非常重要的作用；中国与欧盟、英国、法国等主要发达国家也达成双边元首声明凝聚共识，为巴黎气候大会的成功召开起到积极的推动作用。同时，中国加强与发达国家沟通交流，持续与美国、欧盟、澳大利亚、新西兰、英国、德国等开展部长级和工作层的气候变化对话磋商，注重落实中法两国领导人共识，推动建立中法气候变化磋商机制，共同推动巴黎会议取得成功。

中国同周边国家共建“一带一路”重要合作项目取得积极进展。中国与联合国环境规划署共同发起成立“一带一路”绿色发展国际联盟，帮助沿线国家建设水电、风能、光伏等可再生能源项目，承诺不再新建海外煤电项目。中国设立中国气候变化南南合作基金，并启动开展南南气候合作“十百千”项目，即在发展中国家开展 10 个低碳示范区、100 个减缓和适应气候变化项目及 1000 个应对气候变化培训名额的合作项目，推动各国共同实现绿色发展，共同构建公平合理、合作共赢的全球环境治理体系，已成为中资企业海外低碳行动共识。

专栏5 中国帮助拉美国家发展清洁能源 共建绿色美好未来

中企集团承建阿根廷北部胡胡伊高查瑞高原300兆瓦光伏发电项目，项目并网发电后，极大地缓解了当地10万户的用电问题，高峰时还为当地提供1500个就业岗位。该项目结束了胡胡伊省一直依赖其他省份购电的历史，实现了电力的自给自足。为支持智利的国家“脱碳计划”，推广绿色能源应用，国家电网派驻智利控股/切昆塔公司高管团队高度重视Agua Santa变电站扩建项目。在国家电网的支持下，团队协调组织资金、管理和技术资源投入，全力推进项目实施。并克服了疫情期间项目建设有关人员隔离、物流受限、物价上涨、承包商破产退出等困难，最终在2023年7月11日成功实现项目投运。10年来，中国积极分享先进技术和方案，不仅帮助建设了一批清洁、高效、质优的绿色能源合作项目，还为共建国家能源绿色低碳发展提供了有力的支持。这种支持在当下生根，向未来成长。



未来发展

推进“双碳”工作，既是中国立足新发展阶段、推动高质量发展的内在要求，也是主动担当大国责任、推动构建人类命运共同体的迫切需要。中国承诺的“双碳”目标是确定不移的，未来将处理好发展和减排、整体和局部、长远目标和短期目标、政府和市场等的关系，积极稳妥推进碳达峰碳中和，建设人与自然和谐共生的现代化。

一方面，继续落实好“双碳”“1+N”政策体系。中国将加快建立完善促进“双碳”目标实现的法律法规体系，构建国家统一管理和地方、部门分工负责相结合的碳排放管理体制机制，健全与“双碳”工作相适应的统计核算、督察考核、财政金融价格等政策体系。加快推出《全国碳排放权交易管理条例》，适时扩大碳市场覆盖的行业范围，做好碳市场与 CCER、绿电交易等市场化手段的衔接。加强能源领域关键核心技术创新，推动低碳零碳负碳关键核心技术攻关，推进产业链供应链绿色化发展，推进绿色低碳技术研发和推广应用。

另一方面，积极参与应对气候变化全球治理。在推动落实“双碳”目标的过程中，中国将继续秉持人类命运共同体理念，以更加积极的姿态参与气候谈判议程和国际规则制定，为推动构建公平合理、合作共赢的应对气候变化全球治理体系不断贡献中国智慧、中国方案、中国力量。中国还将继续落实好应对气候变化南南合作“十百千”倡议和“一带一路”应对气候变化南南合作计划，在力所能及的范围内加大对包括小岛屿国家、最不发达国家和非洲国家在内的其他发展中国家应对气候变化领域的支持，为相关国家提供应对气候变化帮助。



参考文献

- [01] 中国政府网. 着力实现“双碳”目标共同推动绿色发展——写在第33个全国节能宣传周启动之际. https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202307/content_6891039.htm
- [02] 电力规划设计总院. 中国电力发展报告 2023. 2023.
- [03] 生态环境部. 中国应对气候变化的政策与行动 2023 年度报告. 2023
- [04] 国家能源局. 2022 年全国油气勘探开发十大标志性成果. http://www.nea.gov.cn/2023-01/20/c_1310692197.htm
- [05] 水电水利规划设计总院. 中国可再生能源发展报告 2022. 2023. 国务院新闻办公室. 《新时代的中国绿色发展》白皮书. http://www.scio.gov.cn/zfbps/ndhf/49551/202303/t20230320_707652.html
- [06] 中国政府网. 中方提交《中国落实国家自主贡献目标进展报告(2022)》. https://www.gov.cn/xinwen/2022-11/12/content_5726372.htm
- [07] 电力规划设计总院. 中国电力发展报告 2023. 2023.
- [08] 《经济日报》综合版. 我国规上工业单位增加值能耗 10 年累计下降 36%——工业绿色发展成效明显. http://paper.ce.cn/pc/layout/202306/12/node_03.html
- [09] 《中国经济时报》绿色低碳版. 2023 绿色制造体系迈向高质量发展新征程.
- [10] 中国政府网. 我国 5G 基站站址能耗比商用初期降低 20% 以上. https://www.gov.cn/xinwen/2022-09/16/content_5710291.htm
- [11] 国家能源局. 需求旺盛 光伏产业加快提质升级. https://www.nea.gov.cn/2023-02/24/c_1310699967.htm
- [12] 国家能源局. 中国光伏新增装机量保持全球领先. https://www.nea.gov.cn/2020-11/30/c_139555797.htm
- [13] 《人民日报》第 02 版. 加强生态环境保护 全面推进美丽中国建设. http://paper.people.com.cn/rmrb/html/2023-07/28/nbs.D11000renmrb_02.htm
- [14] 中国政府网. 中国节能环保产业产值达到 8 万亿元. https://www.gov.cn/xinwen/2022-07/05/content_5699273.htm
- [15] 国家发展改革委. 5 月新闻发布会: 支持新能源汽车下乡. https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/spfg/xwfbh/202306/t20230601_1357141.html
- [16] 交通运输部. 2022 年中国可持续交通发展报告. https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/gjhzs/202112/t20211214_3631113.html
- [17] 交通运输部. 2022 年交通运输行业发展统计公报. 2023.
- [18] 中国政府网. 我国新能源汽车产销连续 8 年全球第一. https://www.gov.cn/xinwen/2023-01/24/content_5738622.htm
- [19] 科尔尼咨询公司. 中国电动重卡产业发展白皮书. 2022.
- [20] 四川省人民政府网. 宜宾: 推进重卡换电 让排碳大户“绿”起来. <https://www.sc.gov.cn/10462/10464/10465/10595/2022/7/11/fa41c00325ad4838afadab5b27a7aaa3.shtml>
- [21] 《人民日报》第 10 版. 全国累计建成绿色建筑面积超百亿平方米. http://paper.people.com.cn/rmrb/html/2023-06/26/nbs.D11000renmrb_10.htm
- [22] 国电力企业联合会. 中国电气化年度发展报告. 2022.
- [23] 上海市人民政府网. 超低能耗建筑上海规模第一. <https://www.shanghai.gov.cn/nw4411/20230615/c0959ff86f7a40869399474ed8e476f6.html>
- [24] 中国循环经济协会. 循环经济这十年. 2022.
- [25] 自然资源部. 中国生态保护红线蓝皮书(2023年). 2023.
- [26] 杨元合, 石岳, 孙文娟等. 中国及全球陆地生态系统碳源汇特征及其对碳中和的贡献 [J]. 中国科学: 生命科学, 2022, 52(04):534-574.

- [27] 国家林业和草原局. 让森林“碳汇”储量持续增加. <http://www.forestry.gov.cn/main/586/20220507/083059960668959.html>
- [28] 国家林业和草原局. 首个“全国生态日”来了! 一组数据带你看看美丽中国新画卷. <http://www.forestry.gov.cn/lyj/1/lcdt/20230815/517072.html>
- [29] 生态环境部. 2022 年中国生态环境状况公报. 2022.
- [30] 国家林业和草原局. 2021 中国林草资源及生态状况. 2021.
- [31] 国家林业和草原局. 让森林“碳汇”储量持续增加. <http://www.forestry.gov.cn/main/586/20220507/083059960668959.html>
- [32] 中国政府网. 保护与修复: 中国草原建设管理进入新阶段. http://www.gov.cn/xinwen/2022-10/14/content_5718270.htm
- [33] 自然资源部. 自然资源部发布 10 个中国特色的生态修复典型案例. <http://www.forestry.gov.cn/lyj/1/lcdt/20230815/517072.html>
- [34] 中国科学院地理科学与资源研究所等. 东北黑土地保护与利用报告 (2022 年). 2023.
- [35] 生态环境部环境与经济政策研究中心. 公民生态环境行为调查报告 (2022 年). 2023.
- [36] 国家发展改革委. 国家发展改革委专题新闻发布会介绍全面巩固疫情防控重大成果、推动城乡医疗卫生和环境保护工作补短板强弱项有关情况. <https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/wszb/bdbqrxygqk/>
- [37] 住房和城乡建设部. 深入学习贯彻习近平总书记回信精神 启动首届全国城市生活垃圾分类宣传周. https://www.mohurd.gov.cn/xinwen/gzdt/202305/20230524_772335.html
- [38] 生态环境部环境发展中心和中环联合认证中心. 共享骑行全生命周期减污降碳报告. 2022.
- [39] 国家发展改革委. 绿色低碳全民行动成效明显——“碳达峰十大行动”进展 (五). https://www.ndrc.gov.cn/fggz/hjzy/tdftzh/202211/t20221130_1343071.html
- [40] 生态环境部宣传教育中心. 中国碳普惠发展与实践案例研究报告. 2023.
- [41] 山西省人民政府. 山西碳普惠平台“三晋绿色生活”带动 370 余万人碳减排 8.6 万吨. https://www.shanxi.gov.cn/ywdt/sxyw/202309/t20230917_9332583.shtml
- [42] 中华全国工商业联合会. 中国民营企业绿色发展报告 (2022). 2023.
- [43] 中国政府网. 国家知识产权局: 中国是全球绿色低碳技术创新的重要贡献者. https://www.gov.cn/govweb/zhengce/jiedu/tujie/202307/content_6892864.htm
- [44] 国家能源局. 《“十四五”新型储能发展实施方案》解读. https://www.nea.gov.cn/2022-03/21/c_1310523223.htm?eqid=8d14296200077d570000000364351e5f
- [45] 中国能源研究会等. 储能产业研究白皮书 2023 [M]. 2023.
- [46] 国家能源局. 国家能源局 2023 年第一季度新闻发布会实录. https://www.nea.gov.cn/2023-02/13/c_1310697149.htm
- [47] 毕马威中国. 一文读懂氢能产业. <https://kpmg.com/cn/zh/home/insights/2022/09/understand-the-hydrogen-energy-industry-in-one-article.html>
- [48] 国务院国有资产监督管理委员会. 全球首套绿氢零碳流化床高效炼铁新技术示范项目在鞍钢集团开工. <http://www.sasac.gov.cn/n2588025/n2588124/c26121228/content.html>
- [49] 国家发展改革委. 国家发展改革委发布碳达峰碳中和重大宣示三周年重要成果. https://www.ndrc.gov.cn/fzggw/wld/zcx/lddt/202308/t20230817_1359896.html



生态环境部环境与经济政策研究中心

北京市朝阳区育慧南路1号

邮编: 100029

+86-10-84665771 / 84634063

<http://www.prcee.org/>

俞海

中心副主任

yu.hai@prcee.org

王敏

减污降碳协同研究部副研究员

wang.min@prcee.org

安艺明

生态环境战略与理论研究部助理研究员

an.yiming@prcee.org

张强

生态环境战略与理论研究部副主任

zhang.qiang@prcee.org



美国环保协会北京代表处

中国北京市东城区安定门东大街28号C501室

邮编: 100007

+86-10-64097088

<http://www.edf.org>

<http://www.cet.net.cn>

赵小鹭

气候高级主任

xzhao@edf.org

刘洪铭

碳市场主任

hliu@edf.org

