

中国省级双碳指数 2022-2024

省级双碳指数研究课题组
二〇二五年七月

目 录

摘要 - 1 -

省级双碳指数评价 - 4 -

- 研究说明 - 4 -
- 2022-2023 年度及 2023-2024 年度评价结果 - 6 -
- 省级双碳指数四期对比 - 8 -
- 主要评价发现 - 9 -
- 从“全国一盘棋”看各省态势 - 17 -

区域气候行动力指数评价 - 28 -

- 2022-2023 年度评价结果 - 28 -
- 单项指标评价分析 - 29 -
- 重点关注 - 36 -

热点省份分析 - 41 -

- 北京指数结果分析 - 41 -
- 评价结果启示 - 44 -

省市行动建议 - 47 -

- 对各个省市的建议 - 47 -
- 对重点区域的建议 - 49 -
- 对区域间的建议 - 49 -
- 对热点省份——北京的建议 - 50 -

摘要

近年来，全球温升屡创新高，极端气象事件此起彼伏，与此同时，地缘政治冲突加剧，民族主义、保护主义和资源竞争导致国际互信下降和治理机制加速碎片化，给全球气候治理带来严重冲击。能源安全和产业链竞争，又给能源转型和产业脱碳带来影响，全球碳排放不减反增，《巴黎协定》设定的温升控制目标岌岌可危。

近年来，全球温升屡创新高，极端气象事件频发不断。与此同时，地缘政治冲突加剧，民族主义、保护主义和资源竞争导致国际互信急剧下降，治理机制加速碎片化，对全球气候治理构成严峻挑战。此外，能源安全和产业链竞争，进一步影响能源转型和产业脱碳进程，全球碳排放不减反增，《巴黎协定》设定的温升控制目标岌岌可危。

为客观反映复杂形势下我国省、市、自治区的“双碳”进展态势，中国环境科学研究院与公众环境研究中心（IPE）修订了由3个一级指标、以及9个二级指标和18个三级指标构成的中国省级双碳指数（PCNI）评价体系，并据此对大陆地区除西藏外的30个省区市进行了评价，同时并对热点省份开展了行动路径研究。

为了进一步研究重点区域的双碳进展，切实将双碳行动聚焦于气候危机应对，课题组还特别邀请了国家应对气候变化战略研究和国际合作中心，针对京津冀、长三角、粤港澳三大重点区域开展气候行动力指数研究，作为不同颗粒度下绿色低碳行动回顾的重要组成部分。

本次评价涉及2022-2023和2023-2024两个年度。评价结果显示，北京在两个年度的评价中稳居榜首，上海和天津两个直辖市在2023-2024年度评价中表现突出。最新年度得分进入前十的还有吉林、广东、四川、江苏、重庆、福建和湖南。而河南、黑龙江、海南、湖北和浙江处于中游偏上。

本次评价的最主要发现，是在多重压力叠加的复杂形势下，中国绿色低碳转型行动展现出强大韧性。本次评价的两个时段跨越疫情后期和疫后经济社会恢复期，两年度评价得分先抑后扬：第一阶段“排放趋势”分指数得分显著下降，导致总分首次出现下行；第二阶段得分重拾升势，27个省市得分上升或持平，总分也达到4个评价年度的高点。

评价结果的先抑后扬，既反映在新冠疫情交织和地缘政治紧张的复杂形势下，多省市保供稳链，应急心切，叠加产业结构高耗能、高碳排放特征突出，双碳工作仍处于爬坡过坎的关键阶段；更凸显了中国对外坚守气候承诺，对内积极引导各省市全面绿色转型，应对气候变化工作正稳步推进。课题组认为，面对严峻气候形势，中国展现大国担当，务实行动取得成效，将坚定国际社会合力应对气候变化的信心，并且为重塑全球气候治理发挥引领作用。

本期评价的第二个主要发现，是可再生能源继续高歌猛进，但生态环境累

积影响不容小觑，风光电力消纳压力持续增加。2024年6月中国风光发电装机突破12亿千瓦，提前6年达到2030年目标；2025年一季度，中国风光发电装机达到14.82亿千瓦¹，首次超过火电装机。江苏、浙江、安徽、山东、河北等省份表现突出，均提前完成十四五光伏建设目标，助力光伏装机突破10亿千瓦²。

然而，集中式光伏和风电的大规模扩展，也会带来土地利用方式的变化，引发潜在生态环境和社会影响，包括但不限于西部脆弱敏感生态区林草地侵占、生态廊道阻隔、栖息地破碎化、鸟类迁徙通道影响、局地小气候变化等。受限于时间跨度不够长和科学研究不足，诸多可能影响还不足以完全识别。

而超常规的快速发展中，也导致一些项目出现重建设、轻维护的倾向；部分项目盈利能力堪忧，面对风光组件退役潮可能带来的废弃和处置问题，技术储备不足，这些问题都需要引起重视，未雨绸缪。

与此同时，全球一半以上的电动车行驶在中国³，截至2024年底总数超过3000万辆⁴。在新能源车渗透率方面，海南、广西、天津位居前列，其中海南以67.1%的渗透率稳居首位；而广东、浙江、江苏等省份则在新能源车保有量上领先，充电基础设施累计数量超过1200万台⁵。中国经济的电气化进程迅猛，速度是全球平均水平的9倍，新能源+电气化，为实现碳中和目标施划出一条可行路径⁶。

与此同时，可再生能源的大规模扩展也在短期带来挑战。在高比例光伏和风电占比的条件下，新能源发电的波动性和不稳定性、储能设施不足、电网承载能力有限、传统调度模式不适应、以及政策与市场机制的不完善等问题，变得更加突出。

主要发现三，是东部新兴产业蓬勃发展，但绿色制造有待向上游延伸。“新三样”产业，包括光伏、动力电池、新能源汽车等，已经成为中国经济增长的新动能。部分东部省市的发展表现尤为突出：江苏省在芯片、光伏、动力电池领域快速发展，其中太阳能电池全国占比达32%。山东省在新能源汽车和锂电池产业方面也有显著发展。但制造绿色需要辅之以绿色制造，因为汽车上游钢材、铝材等原材料加工制造过程的碳排放较高，光伏和动力电池生产本身也都有较高碳排放。

主要发现四，是能源基地省份面临排放压力，外送电源排放亟需责任共担。当前碳排放核算以生产端（即电力生产地）为主，宁夏、新疆、内蒙古、山西等能源基地，承担了大量火电生产任务，外送电力产生的碳排放全部计入本地

¹ <https://www.nea.gov.cn/20250425/148efd0ca61148148d285edd438912df/c.html>

² https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202506/content_7029140.htm

³ 生态环境部应对气候变化司司长夏应显在10月例行新闻发布会介绍，2023-10-27
<https://news.cnstock.com/news/bwxx-202310-5141439.htm>

⁴ https://www.gov.cn/zhengce/jiedu/tujie/202501/content_6999527.htm

⁵ <https://www.nea.gov.cn/20250123/5764822c1e4b4ccab80aad9298887bc1/c.html>

⁶ The Cleantech Revolution. RMI. June 2024. https://rmi.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2024/07/RMI-Cleantech-Revolution-pdf-1.pdf

碳排放。内蒙古2022年外送电量2463亿千瓦时中煤电占比超65%。宁夏、甘肃等清洁能源大省，为保障外送电力稳定性配套建设煤电调峰机组，但调峰成本未纳入受电方责任考核。

第五项主要发现，是区域协同发展存在一定差异，政策联动机制有待强化。京津冀在国家气候战略中心的“区域气候行动力指数”评价中领跑，长三角和粤港澳紧随其后。各区域在四个子维度上表现各异，体现出不同的发展侧重与特色：京津冀在温室气体排放管控和政策与机制创新方面表现突出，长三角则在区域协同水平方面更具优势，而粤港澳地区具备更高的能源低碳化水平和产业转型优势。京津冀与长三角通过顶层设计构建了立体化协作体系，且特高压输电网络较为发达；而粤港澳城际铁路建设规模领先。

基于2022-2024年度省级双碳指数评价，课题组提出对主管部门的政策建议，即全国一盘棋推进碳达峰，坚持目标导向，落实国务院碳排放双控及地方碳排放目标评价考核要求，为“十五五”设定总量控制目标并推动向省级分解。建议各省区市基于自身发展阶段和经济社会资源禀赋状况，找准自己的定位，结合“十五五”规划，将减排任务向地市分解，并在工业、交通、建筑等重点领域制定分行业碳达峰路线图。

针对能源转型、产业脱碳和经济社会绿色转型，课题组建议各省构建多层次、多形态的新能源供应体系，以应对能源安全风险。中东部通过分布式能源提升本地供应韧性，探索构建“虚拟电厂”聚合中东部可调负荷资源；西部推动形成“本地自平衡+跨区互补”的双重保障机制。鼓励和支持有降碳刚性需求的出口外向型企业，充分利用周边新能源资源，探索开展存量负荷绿电直连。构建跨区域电网间高效协同、多能互补、源网荷储一体化的新型电力系统。减少煤电调峰依赖，降低新增煤电可能带来的搁浅资产风险。

课题组特别建议，探索跨省能源输送的碳排放责任共担机制。跨省能源输送的碳排放责任共担机制是实现区域协同降碳的关键，尤其在“西电东送”“西气东输”等工程背景下，需平衡能源输出省与输入省的权责。通过政策等手段不断调整和优化，尝试通过推动消费端碳排放核算——在“全国一盘棋”框架下，试点将外送电力全生命周期碳排放（含调峰煤电）按比例分摊至受电省份责任范围。

作为全球制造业大国，需推进产业数字化智能化同绿色化低碳化深度融合，以数字技术赋能产业绿色转型。推动构建企业碳排放管理体系，包括治理机制建设，企业温室气体信息披露，产品碳足迹核算与报告，减排目标设定和减排绩效评估等多个方面。建议第三方机构基于数据开展科学评价，调动绿色金融和绿色供应链等市场力量，构建约束激励机制，促使企业主动承担减排责任。建议借助信息科技力量，研发数字化解决方案，赋能大型企业和广大中小企业高效低成本地推进气候行动，稳步迈向绿色低碳高质量发展。

省级双碳指数评价

● 研究说明

中国省级双碳指数（PCNI），是以绿色、低碳、循环发展等为基础理论，以碳排放关键影响因素为分析路径，综合考虑能源、工业、交通、生活等碳排放领域，从气候雄心、低碳状态、排放趋势三大维度对各省响应国家“双碳”战略情况进行客观评价的指数。

该指标体系共包括气候雄心、低碳状态和排放趋势3个一级指标，宏观目标、能力建设、碳排放状况等9个二级指标，以及碳达峰目标、碳中和相关目标、人均碳排放量等18个三级指标，并采用决策者赋权法对各级指标赋予相应权重，详见表1。

表 1 省级双碳指数评价指标体系 3.0 及权重

目标层	一级指标	二级指标	三级指标
中国省级双碳指数（1）	气候雄心（0.3）	宏观目标（0.5）	碳达峰目标
			碳中和相关目标
		能源转型目标（0.35）	非化石能源消费占比 2025 目标
			非化石能源消费占比 2030 目标
		能力建设（0.15）	统计核算披露
	低碳状态（0.4）	碳排放状况（0.3）	人均碳排放量
			单位 GDP 碳排放量
		经济社会结构（0.3）	高排放行业占比
			公路货运周转量占比
			人均超低能耗建筑面积
		能源消费（0.3）	单位 GDP 能耗强度
			非化石能源消费占比
		低碳禀赋（0.1）	年平均风功率密度
			水平面年总太阳辐照量
			森林蓄积量
	排放趋势（0.3）	达峰趋势（0.5）	碳排放趋势检验
		减排效率（0.5）	碳排放脱钩指数
			碳排放量变化率

数据来源

本报告所引数据主要来自《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国环境统计年鉴》和各省份统计年鉴，以及国家和各省份发布的国民经济和社会发展统计公报，各研究机构已公开发布的研究成果，有关政府部门官网公开信息和报道。数据采集日期，截止至2025年4月。其中，各省份二氧化碳排放数据由中国城市温室气体工作组提供。

评价范围

区域范围：我国大陆地区内除西藏自治区以外的30个省、直辖市、自治区。受数据采集所限，评价未将西藏自治区、台湾省、香港和澳门特别行政区四省纳入研究范围。

碳排放核算范围：本报告碳排放核算范围为各省份主要化石能源燃烧活动（煤炭、油品和天然气等）的直接碳排放量以及电力调入的间接碳排放量。

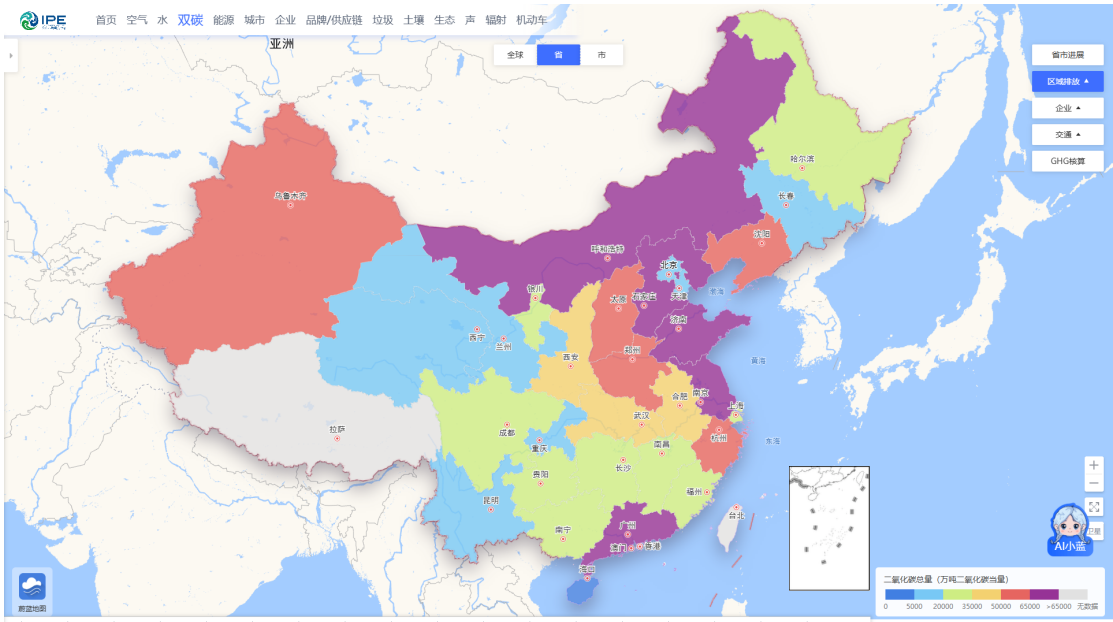


图 1 蔚蓝双碳地图（来源：IPE 网站）

● 2022-2023年度及2023-2024年度评价结果

综合气候雄心、低碳状态、排放趋势3个一级指标，赋权得到省级双碳指数评价结果，30个省级行政区2022-2023年度及2023-2024年度两期综合评价结果如表2所示。四期详细评分可在蔚蓝地图网站省级双碳指数页面查询⁷。

表2 2022-2023年度&2023-2024年度省级双碳指数评价结果

序号	省市	2022-2023 综合得分	020406080	序号	省市	2023-2024 综合得分	020406080
1	北京	69.8		1	北京	72.5	
2	四川	60.3		2	上海	60.7	
3	上海	55.1		3	天津	57.8	
4	吉林	54.6		4	吉林	55.9	
5	河南	53.7		5	广东	55.7	
6	天津	53.6		6	四川	54.9	
7	广东	50.8		7	江苏	50.5	
8	江苏	50.1		8	重庆	50.2	
9	重庆	48.3		9	福建	50.1	
10	湖北	47.6		10	湖南	49.6	
11	浙江	46.8		11	河南	48.1	
12	海南	45.7		12	黑龙江	47.7	
13	湖南	45.5		13	海南	46.7	
14	福建	45.1		14	湖北	46.1	
15	安徽	43.9		15	浙江	45.1	
16	江西	43.7		16	江西	44.0	
17	黑龙江	43.6		17	云南	43.6	
18	青海	42.1		18	安徽	43.1	
19	山东	39.5		19	河北	43.0	
20	云南	38.9		20	广西	42.1	
21	广西	38.9		21	山东	41.6	
22	辽宁	36.9		22	辽宁	40.9	
23	河北	35.4		23	青海	40.3	
24	贵州	34.8		24	贵州	38.4	
25	陕西	34.5		25	陕西	31.1	
26	山西	28.3		26	山西	28.5	
27	内蒙古	26.1		27	内蒙古	28.4	
28	甘肃	25.5		28	甘肃	26.0	
29	新疆	21.3		29	新疆	25.1	
30	宁夏	20.7		30	宁夏	21.2	

⁷ <https://www.ipe.org.cn/Climate/PCNI.aspx>

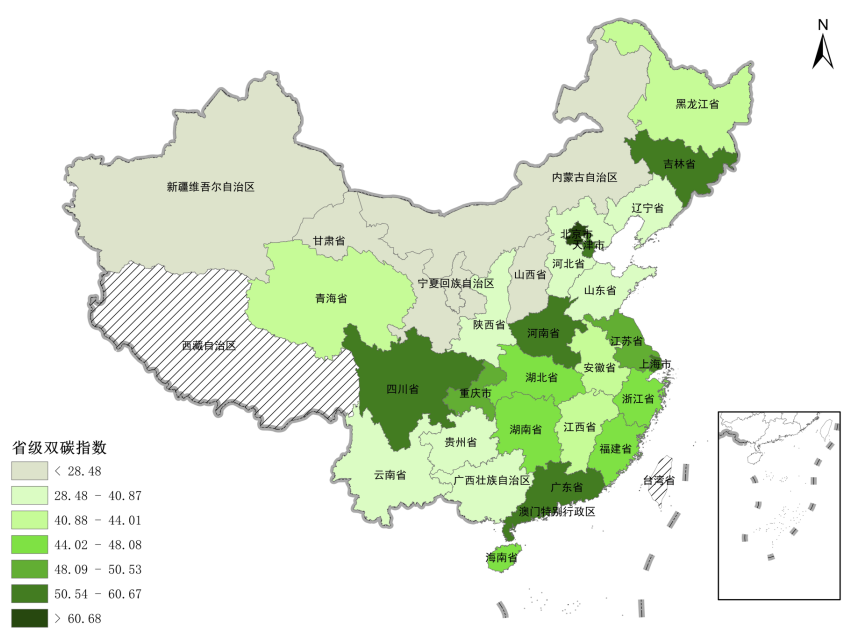


图 2 2022-2023 年度省级双碳指数评价结果示意图

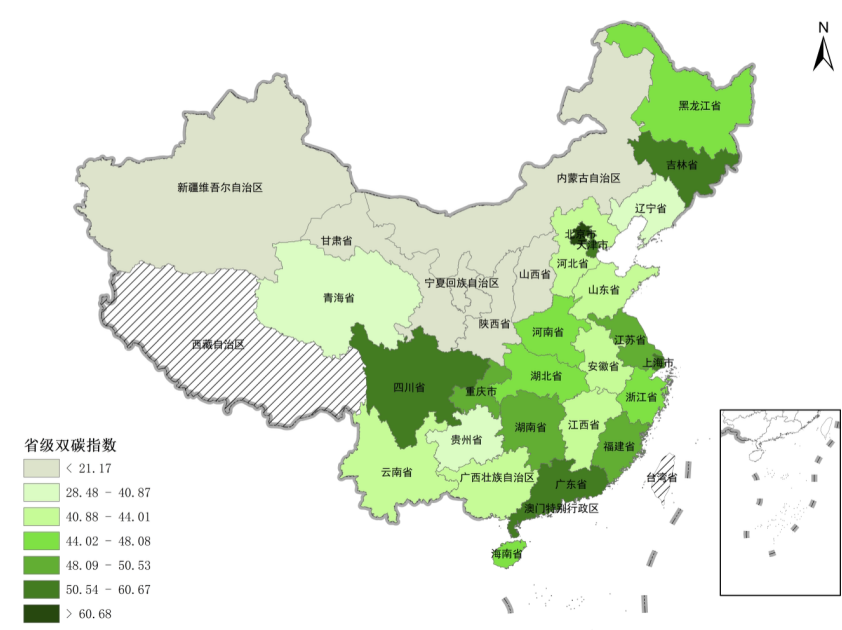


图 3 2023-2024 年度省级双碳指数评价结果示意图

结果显示，北京两年连续居榜首，上海、天津在2023-2024年度上升到前三，北京、上海两省超过60分；福建上升5位、湖南上升3位挤进前十，2023-2024年度前十名依次为北京、上海、天津、吉林、广东、四川、江苏、重庆、福建、湖南；其他省市得分由高到低依次为河南、黑龙江、海南、湖北、浙江、江西、云南、安徽、河北、广西、山东、辽宁、青海、贵州、陕西、山西、内蒙古、甘肃、新疆、宁夏。

● 省级双碳指数四期对比

课题组按照现有评价方法对上三年度省级双碳指数进行重新评分，并对四期省级双碳指数评价结果进行了对比，具体得分情况如表 3 所示。

表 3 省级双碳指数四期得分情况

评价年度	气候雄心	低碳状态	排放趋势	综合得分
2023-2024 年	359.4	558.5	410.7	1328.6
2022-2023 年	359.5	546.2	375.5	1281.1
2021-2022 年	354.7	545.2	425.5	1325.4
2020-2021 年	338.0	523.3	411.2	1272.5

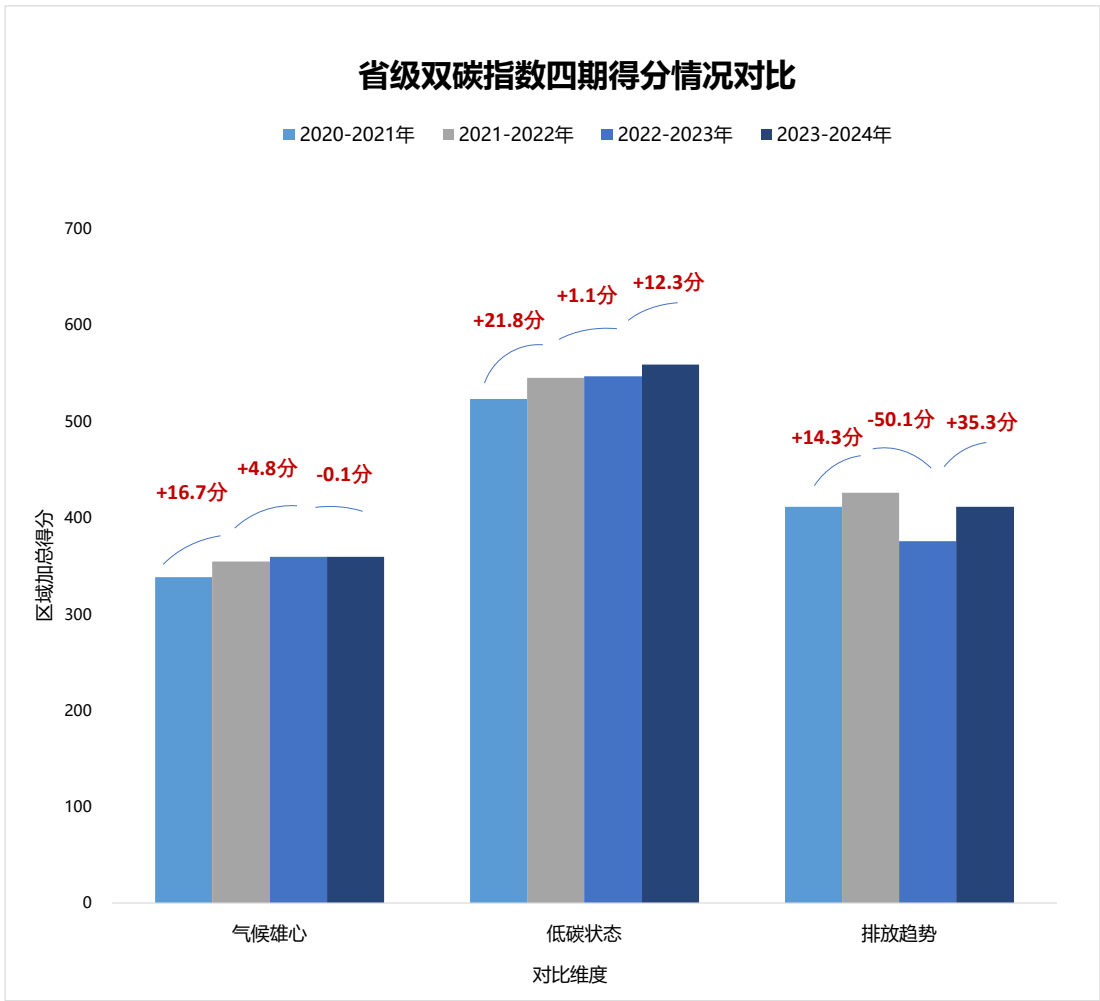


图 4 省级双碳指数四期得分情况对比图

从对比中可以看出，30 个省级行政区 2023-2024 年双碳指数的气候雄心得分上升后稳定，低碳状态得分持续上升，升幅减少，排放趋势得分有升有降，与第 1 期持平，总分同比上升，与第 2 期持平。这一评价结果，凸显我国的双碳工作依然处于爬坡过坎的关键阶段，在全球复杂多变的形势下，多重压力叠加，实现“双碳”目标不能一蹴而就，必须持续付出艰苦努力。

- **“气候雄心”指数较上期持平。**全国各省级行政区均已制定本地区碳达峰实施方案，“十四五”规划也陆续发布。持续提升“气候雄心”得分，有赖于细化达峰目标和峰值。
- **“低碳状态”指数2023-2024年度较2022-2023年度上升12.3分，升幅2.3%。**随着各地区大力开展可再生能源的开发与利用，碳排放反弹带来的分数下降被非化石能源占比增长带来的分数提升覆盖，因此“低碳状态”指数基本持平。
- **“排放趋势”指数2023-2024年度较2022-2023年度上升35.3分，升幅9.4%。**多地碳排放总量与2021年相比呈波动状态；一些碳排放峰值年在2017年的地区，MK检验显示峰值出现5年已达峰，因此排放趋势方面有了有较显著提升；还有一批地区因2022年排放量下降带来的排放趋势分数提升，碳排放趋势检验、脱钩指数和排放量变化率呈现上升趋势。

● 主要评价发现

主要发现一：在多重压力叠加的复杂形势下，中国双碳行动展示出强大韧性

本次评价的两个时段跨越疫情后期和疫后经济社会恢复期。全球温升屡创新高，极端气象事件此起彼伏，与此同时，地缘政治冲突加剧，民族主义、保护主义和资源竞争导致国际互信下降和治理机制不断碎片化，给全球气候治理带来影响。⁸能源安全和产业链竞争，又给能源转型和产业脱碳带来影响，全球碳排放不减反增，《巴黎协定》设定的温升控制目标岌岌可危。

本期两年度评价，第一阶段“排放趋势”分指数得分显著下降，导致总分首次出现下行；第二阶段得分重拾升势，27个省市得分上升或持平，总分也达到4个评价年度的高点。评价结果的先抑后扬，既反映多省市产业结构高耗能、高碳排放特征突出，双碳工作仍处于爬坡过坎的关键阶段；更凸显中国对外坚守气候承诺，对内引导各省市全面绿色转型，应对气候变化工作稳步推进。课题组认为，面对严峻气候形势，中国展示大国担当，务实行动取得成效，将坚定国际社会合力应对气候变化的信念，并且为重塑全球气候治理发挥引领者作用。

2024年8月，国务院发布的《加快构建碳排放双控制度体系工作方案》明确提出将碳排放指标纳入国民经济和社会发展规划，要求建立地方碳考核；“十

⁸ 在本次评价过程中，全球政治经济形势进一步加速演变，全球最大历史排放国枉顾不断加剧的气候变化，竟再次退出《巴黎协定》，同时放宽化石能源开采利用，并以关税和非关税手段阻碍可再生能源相关产品的自由贸易，进一步对全球气候治理形成冲击。

“五五”规划初期，综合考虑经济社会发展水平、区域和功能定位、产业和能源结构等因素，将碳排放双控指标合理分解至各省份。课题组认为，这项政策对推进省区双碳工作，具有重要意义，发挥了积极作用。

“全国一盘棋”实现“双碳”目标不是“一刀切”实现目标，各省必然有先有后。北京在2025年1月发布的《推进美丽北京建设持续深入打好污染防治攻坚战2025年行动计划》中率先提出“碳排放总量较峰值下降10%以上”的目标，进一步明确了达峰后的“双碳”路径，带了一个好头。

但与此同时，部分在“十三五”期间提出碳达峰目标的省市在“十四五”期间未做出进一步明确，提出率先达峰的省市也未明确具体达峰目标年；部分经模型检验已显著达峰的地区，也未就此进行探讨。

2024年1月内蒙古发布《自治区能耗双控向碳排放双控转变先行先试工作方案及2024年工作要点的通知》，5月山东发布《山东省推动能耗双控逐步转向碳排放双控实施方案（2024-2025年）》，两份文件均未提及碳排放双控目标与如何向地方分解。

主要发现二：可再生能源持续高歌猛进，风光无限中亦需防范隐忧

《阿联酋共识》提出了重要的“三倍目标”，即呼吁各国在2030年前实现全球可再生能源装机增至三倍。该目标是从2023年到2030年，即8年内增加到三倍，则复合年均增长率约为15%。全球可再生能源新增装机中国贡献超过50%⁹，按照中国的速度，中国可再生能源2030年增至三倍不成问题¹⁰。继2023年10月突破14亿千瓦后，全国可再生能源发电装机规模屡创新高，12月底突破15亿千瓦，截至2024年12月底，全国可再生能源发电总装机达18.89亿千瓦。

2024年6月中国风光发电装机突破12亿千瓦，提前6年达到2030年目标；2025年一季度，我国风电光伏发电累计装机达到14.82亿千瓦¹¹，首次超过火电装机（14.51亿千瓦）。与此同时，全球一半以上的电动车行驶在中国¹²，截至2024年底总数超过3000万辆¹³。海南、广西、天津新能源车渗透率最高，排在第一位的海南，新能源汽车渗透率2025年1季度达到了67.1%¹⁴；而广东、浙江、江苏等省份2024年新能源车保有量最多¹⁵。充电基础设施累计数量超过1200万台¹⁶。

⁹ https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202401/content_6928330.htm

¹⁰ <https://dialogue.earth/zh/4/116380/>

¹¹ <https://www.nea.gov.cn/20250425/148efd0ca61148148d285edd438912df/c.html>

¹² 生态环境部应对气候变化司司长夏应显在10月例行新闻发布会介绍，2023-10-27
<https://news.cnstock.com/news/bwxx-202310-5141439.htm>

¹³ https://www.gov.cn/zhengce/jiedu/tujie/202501/content_6999527.htm

¹⁴ <https://news.qq.com/rain/a/20250606A04M2C00>

¹⁵ <https://www.stardata360.com/archives/10701>

¹⁶ <https://www.nea.gov.cn/20250123/5764822c1e4b4ccab80aad9298887bc1/c.html>

中国经济的电气化速度是全球平均水平的9倍，新能源+电气化，为实现碳中和目标施划出一条可行路径¹⁷。

China has become the first major electrostate

China has been electrifying at 10 percentage points per decade, nine times faster than the rest of the world

Electricity share of final energy

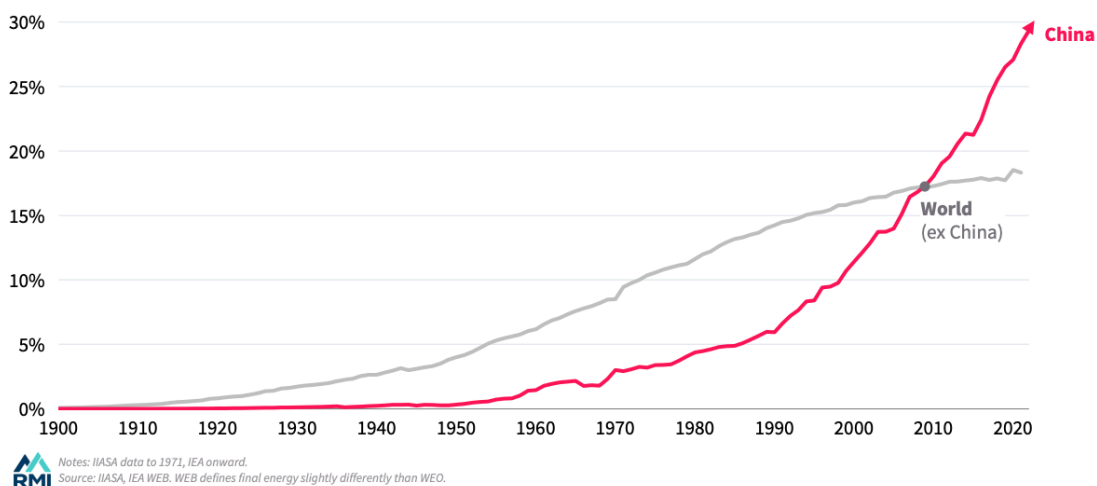


图 5 中国与世界其他国家的电力占终端能源消费比重趋势图

¹⁷ The Cleantech Revolution. RMI. June 2024. https://rmi.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2024/07/RMI-Cleantech-Revolution-pdf-1.pdf

根据 2024 年光伏发电建设情况¹⁸，比对各省“十四五”可再生能源目标完成进展，其中福建、江苏、浙江、安徽、湖南、山东、河北、天津、江西、内蒙古 10 省提前完成其“十四五”光伏建设目标，福建、河南、湖北、广东、海南、广西、江西、上海 8 省提前完成其设定的新增光伏装机目标。图 6 为各省市逐季度的累计光伏并网容量，西部以集中式光伏为主，中东部主要是分布式（蓝色柱），总体进展迅猛。



图 6 蔚蓝地图之省级光伏季度地图

¹⁸ <https://www.nea.gov.cn/20250221/f04452701c914d51a89d0c0ea6f4acd1/c.html>



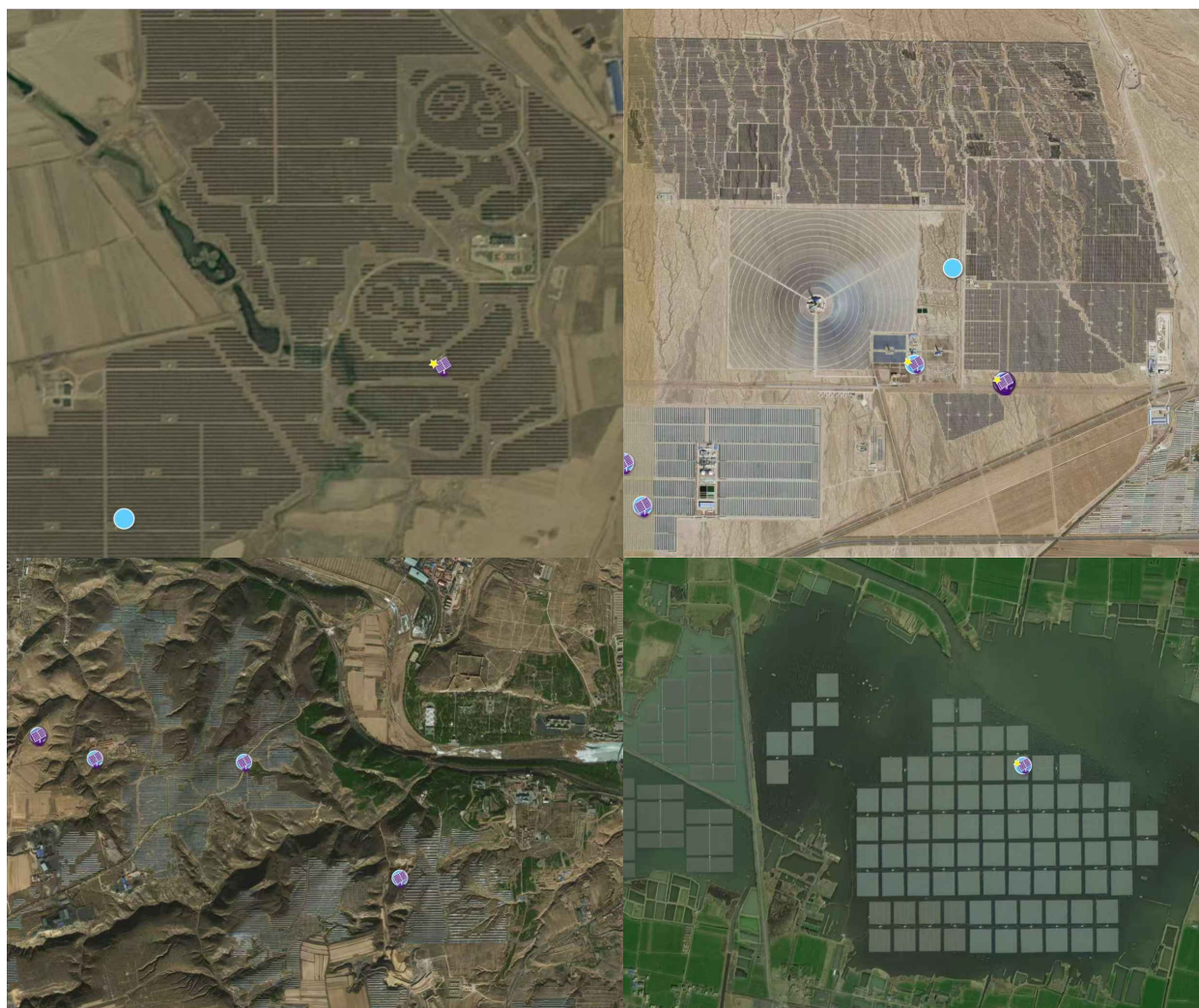


图 7 蔚蓝地图之集中式光伏项目

与此同时，可再生能源的大规模扩展也在短期带来挑战。在高比例光伏和风电占比的条件下，新能源发电的波动性和不稳定性、储能设施不足、电网承载能力有限、传统调度模式不适应、以及政策与市场机制的不完善等问题，变得更加突出。为应对这些问题，中国正在推进智能电网建设、研发新型储能技术，并完善相关政策，以促进可再生能源的高效利用和电力供应保障。

《“十四五”新型储能发展实施方案》，明确新型储能发展目标和重点任务。24个省级行政区出台了本地区新型储能发展规划，积极布局储能产业，24省“十四五”规划总装机超7000万千瓦。海南、山西、宁夏、青海、陕西、内蒙古等地出台了新能源配置储能方案，主要集中在“光伏+储能”、“风电+储能”模式。2024年“发展新型储能”更是首次被写入《政府工作报告》。新型储能快速发展，2024年装机规模突破7000万千瓦，提前达到十四五规模化发展目标，新型储能累计装机规模排名前五的省为内蒙古、新疆、山东、江苏、宁夏¹⁹。

另外，集中式光伏和风电的大规模扩展，也会带来土地利用方式的变化，

¹⁹ <https://www.nea.gov.cn/20250123/3e5379eb74b94d94bcdaf556268ad466/c.html>

引发潜在生态环境和社会影响，包括但不限于西部脆弱敏感生态区林草地侵占、生态廊道阻隔、栖息地破碎化、鸟类迁徙通道影响、局地小气候变化等。受限于时间跨度不够长和科学研究不足，诸多可能影响还不足以完全识别。

而超常规的快速发展中，一些项目出现重建设、轻维护的倾向；部分项目盈利能力堪忧，面对风光组件退役潮可能带来的废弃和处置问题，技术储备不足，这些问题都需要引起重视，未雨绸缪。

主要发现三：东部新兴产业蓬勃发展，但绿色制造有待向上游延伸

新能源发展依赖装备制造业，其鲜明的制造业属性不仅为工业发展提供清洁高效的动力，同时也是实体经济的增长新动能。绿色转型背景下，产业结构转型稳步推进。“新三样”产业，包括光伏、锂电池、新能源汽车等，已经成为中国出口的新亮点和经济增长的新动能，也正成为推动各省市脱碳发展的重要力量。部分东部省市发展尤为突出：江苏省的芯片、光伏、动力电池快速发展，其中太阳能电池2023年产量达到175GWh，占全国产量比重达32%，位居全国第一。山东省在新能源汽车和锂电池产业方面有显著发展，2023年全年新能源汽车产量达到53万辆。安徽省在“新三样”产业上市公司数量上位居全国第六，拥有包括新能源汽车、锂电池、太阳能光伏在内的多家上市公司。云南省在工业“新三样”方面集聚发展显成效，特别是在铝产业方面有显著发展。

但制造绿色需要辅之以绿色制造。在严峻的气候形势下，全球汽车产业正在提速从燃油车向新能源车的转型进程。虽然电动车因不涉及用户使用阶段燃油过程的碳排放，整车碳足迹相较于汽油车更低，但无论是电动车还是汽油车，上游钢材、铝材等原材料加工制造过程的碳排放均不容轻视，这也是汽车产业实现净零排放面临的重大挑战。中外车企兑现气候承诺，亟需将减排重点转移到原材料的生产制造阶段，激励和带动上游产业链协同落实节能减排措施，降低钢铁和铝冶炼等原材料生产环节的碳排放。

主要发现四：能源基地省份面临排放压力，外送电源排放亟需责任

共担

当前碳排放核算以生产端（即电力生产地）为主，而非消费端（电力使用地）。宁夏、新疆、内蒙古、山西等能源基地，承担了大量火电（尤其是煤电）生产任务，外送电力产生的碳排放全部计入本地碳排放。

2023年，全国完成跨区输送电量8497亿千瓦时；其中，西北区域外送电量3097亿千瓦时，占跨区输送电量的36.5%。内蒙古2022年外送电量2463亿千瓦时中煤电占比超65%。此外，宁夏、甘肃等清洁能源大省，为保障外送电力稳定性配套建设煤电调峰机组，像是甘肃酒泉千万千瓦级风电基地配套煤电装机达480万千瓦，但调峰成本未纳入受电方责任考核。

主要发现五：区域协同发展水平分化显著，政策联动机制待强化

京津冀在国家气候战略中心的“区域气候行动力指数”评价中领跑，长三角和粤港澳紧随其后。各区域在四个子维度上表现各异，体现出不同的发展侧重与特色：京津冀在温室气体排放管控和能力建设方面表现突出，长三角则在区域协同水平方面更据优势，而粤港澳地区具备更高的能源低碳化水平。京津冀与长三角通过顶层设计构建了立体化协作体系，且特高压输电网络较为发达；而粤港澳城际铁路建设规模领先。

● 从“全国一盘棋”看各省态势

为形象展示省级双碳指数评价结果和各省级行政区在“全国一盘棋”行动中所处的态势，课题组将三个一级指标指数纳入十字象限图中，以“低碳状态”和“排放趋势”得分作为十字象限图X轴和Y轴，以气泡大小表示各省级行政区“气候雄心”得分，以气泡的四个颜色分别代表我国大陆地区东北、东部、中部、西部四个不同区域。2期评价形成如图8&图9所示的省级双碳指数评价“全国一盘棋”示意图。



图 8 2022-2023 年度省级双碳指数评价“全国一盘棋”示意图



图 9 2023-2024 年度省级双碳指数评价“全国一盘棋”示意图

如将十字象限图视作一个棋盘，可以看到各省级行政区在“全国一盘棋”的双碳棋局中，因“气候雄心”、“低碳状态”和“排放趋势”的不同得分，而呈现出的不同态势。

（1）棋盘中棋子大小表示各省级行政区“气候雄心”得分情况，其分值由“宏观目标”、“能源转型目标”、“能力建设”3个二级指标，“碳达峰目标”、“碳中和目标”、“非化石能源消费占比目标”、“统计核算披露”4个三级指标逐层加权而得，综合反映各省级行政区应对气候变化设定的双碳目标和能力建设状态。

从结果可以看出，北京是“全国一盘棋”中最大的一枚棋子，主要原因在于其宏观目标设定的积极态度和突出的能力建设水平；“气候雄心”分指数东部地区整体得分较高，在前十范畴内占据六席，依次为北京、江苏、河北、海南、山东、浙江；西部地区在前十范畴内占据两席，分别是广西、内蒙古；东

北地区占据两席，分别是黑龙江和辽宁。

30个省级行政区2期“气候雄心”分指数得分情况如图10&图11所示。

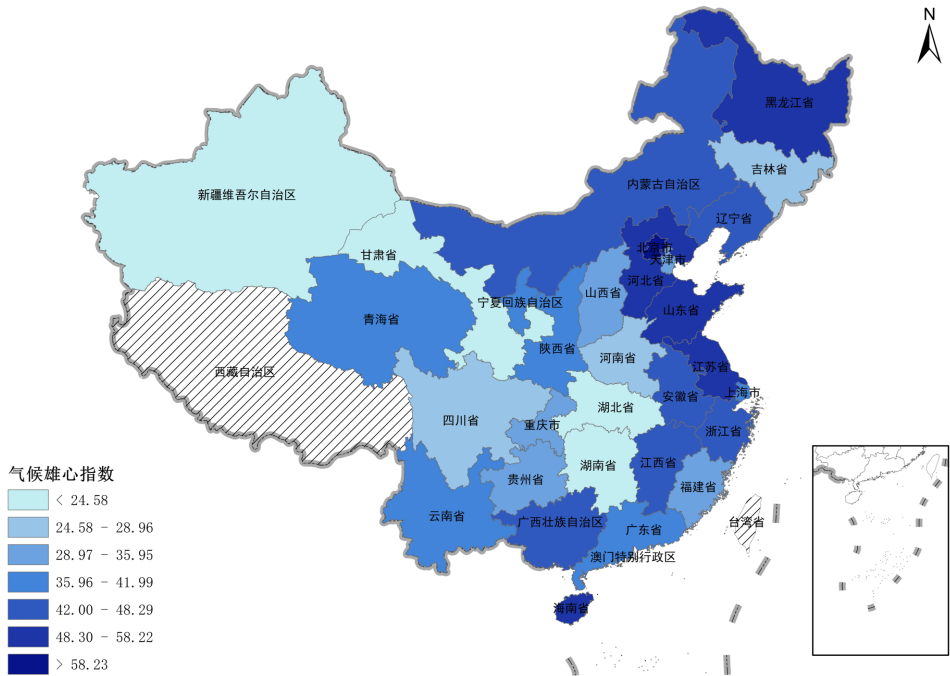


图 10 2022-2023 年度“气候雄心”分指数评价结果

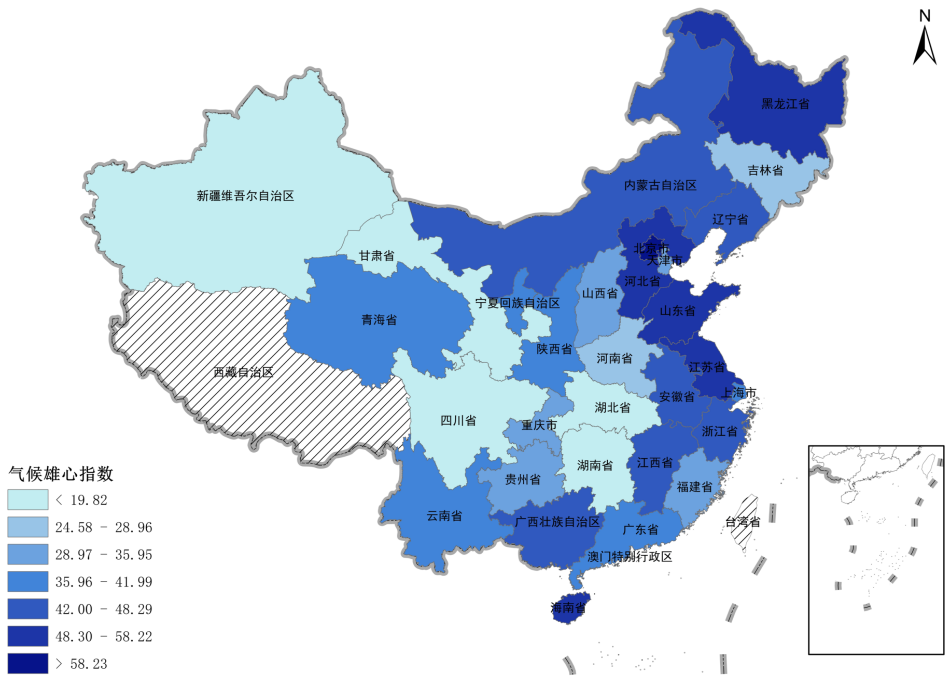


图 11 2023-2024 年度“气候雄心”分指数评价结果

（2）“低碳状态”分指数包括“碳排放状况”、“经济社会结构”、“能源消费”、“低碳禀赋”等4个二级指标，综合反映各省级行政区绿色经济发展要素影响下的低碳发展状态。从结果来看，“低碳状态”分指数排在前三位的依次是广东、上海、北京，前十范畴内除上述三个地区外，还包括福建、江苏、浙江，总计6个东部地区；与此同时，重庆、四川、湖南、湖北四个中西部地区凭借水电带来的低排放、较清洁的能源结构和自身天然的低碳禀赋跻身前十。

从电子平均二氧化碳排放因子地图（图12）上可以看出低排放因子与清洁能源主导之间的映射关系。得益于水电、风电等清洁能源，云南、四川、青海电力平均排放因子在0.1-0.2kgCO₂/kWh，显著低于全国平均水平，使其成为最“绿”电网。省级电力排放因子是评估区域能源结构低碳化水平的关键指标，其数值直接反映电力生产过程中单位电量的碳排放强度，与能源结构中的化石能源占比、清洁能源消纳能力等密切相关。

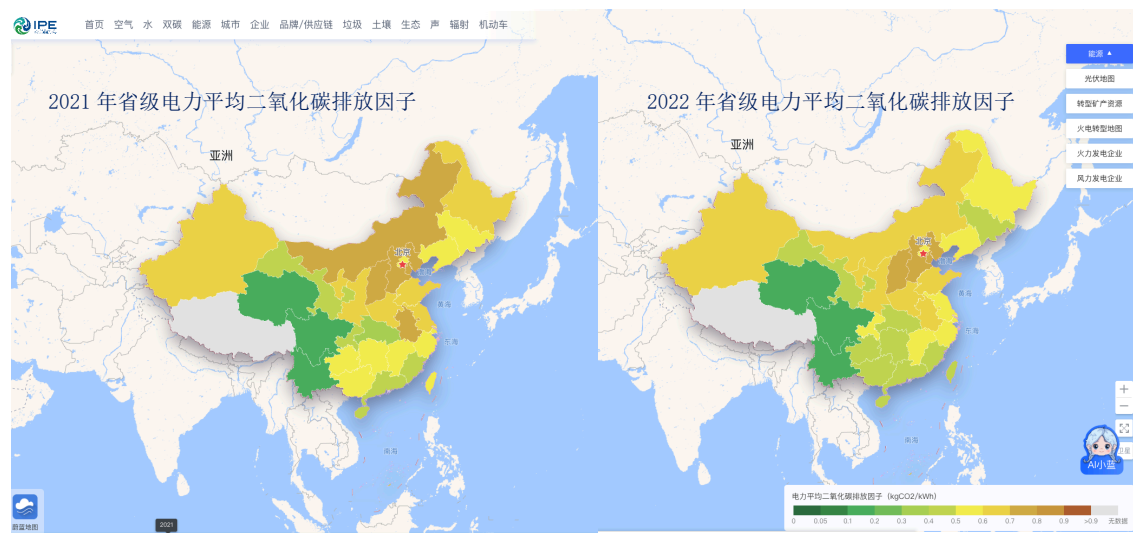


图 12 蔚蓝能源地图之电力平均二氧化碳排放因子地图

将二级指标“能源消费”和“经济社会结构”的评分作为象限图的坐标轴，以“碳排放状况”的评分为气泡的大小形成如图13所示的棋盘。如图所示，位于棋盘下半部分的省较多，说明“经济社会结构”指标评分整体不高；位于棋盘右侧的城市较多，“能源消费”指标评分多数较好。右上象限内的城市三个维度的评分较为均衡，上海、北京、广东、重庆、福建、浙江、江苏、湖北聚焦在右上象限内，在“低碳状态”分指数排名前十。

注：象限图分别以二级指标“能源消费”和“经济社会结构”的评分为坐标轴，以“碳排放状况”的评分为气泡的大小进行呈现。

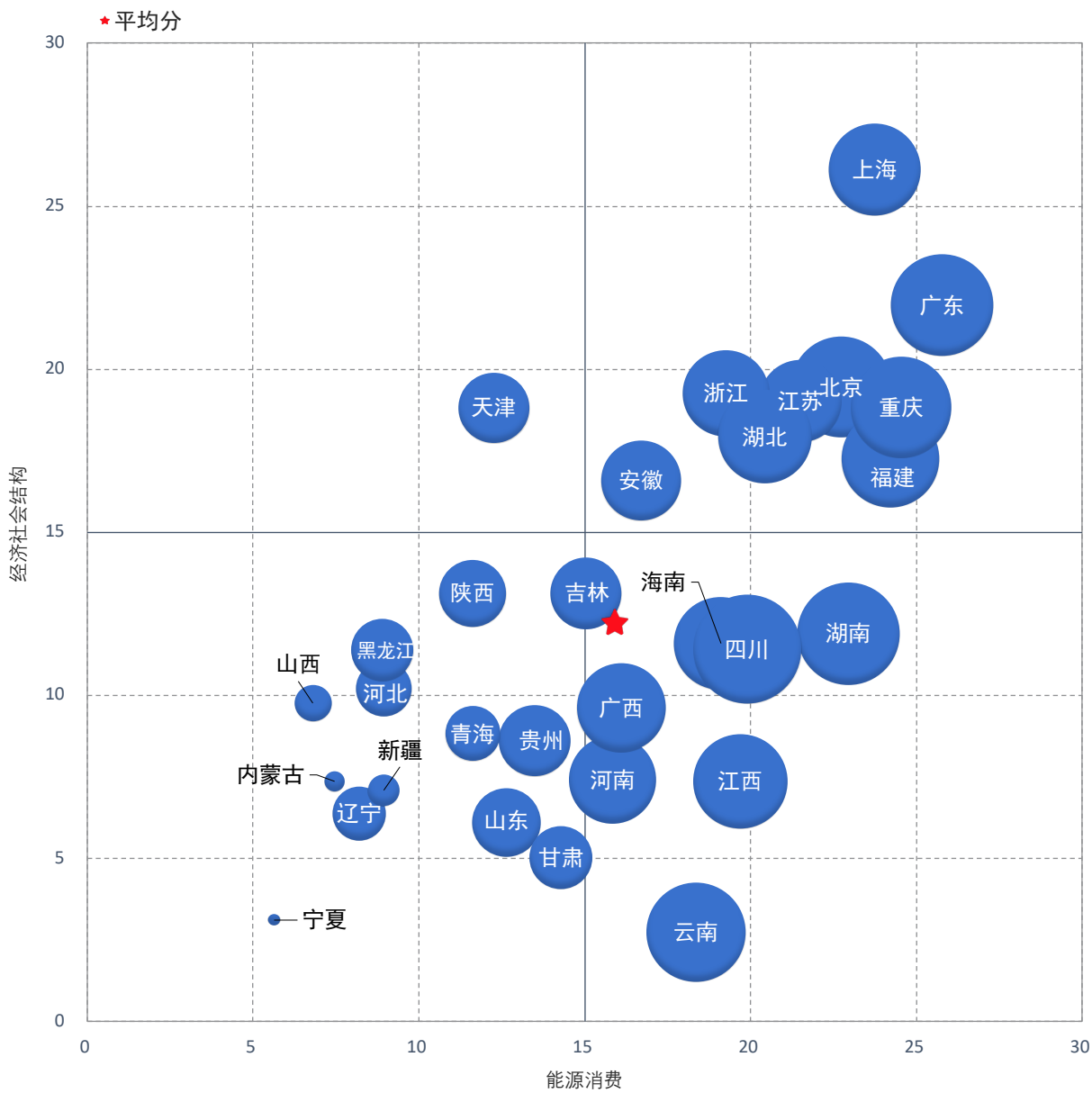


图 13 2023-2024 年度“低碳状态”分指数评价结果示意图

30个省级行政区2期“低碳状态”分指数得分详见图14&图15。

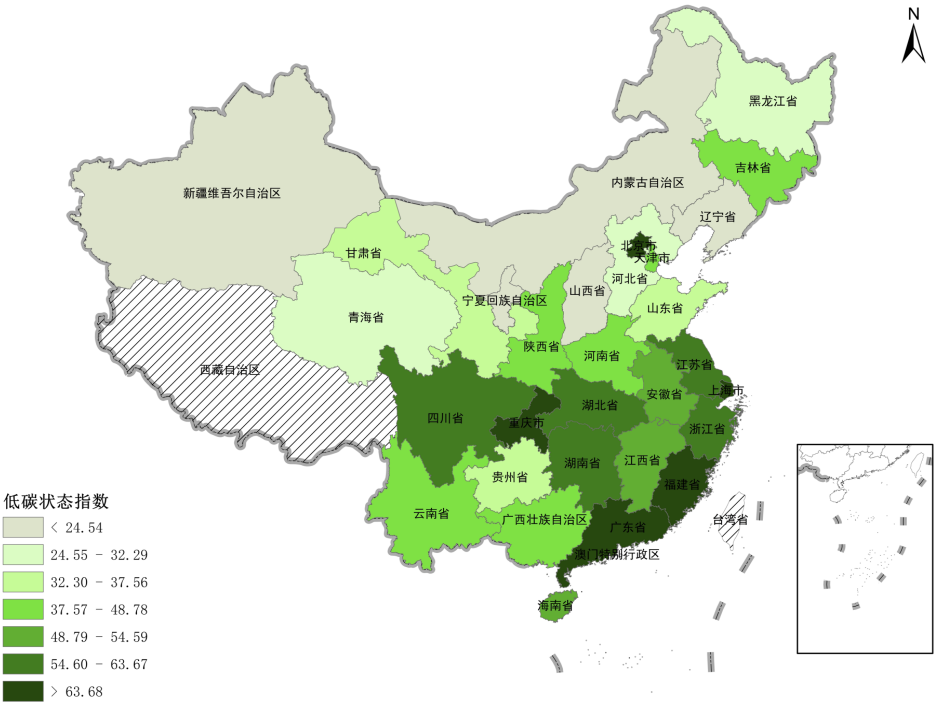


图 14 2022-2023 年度“低碳状态”分指数评价结果

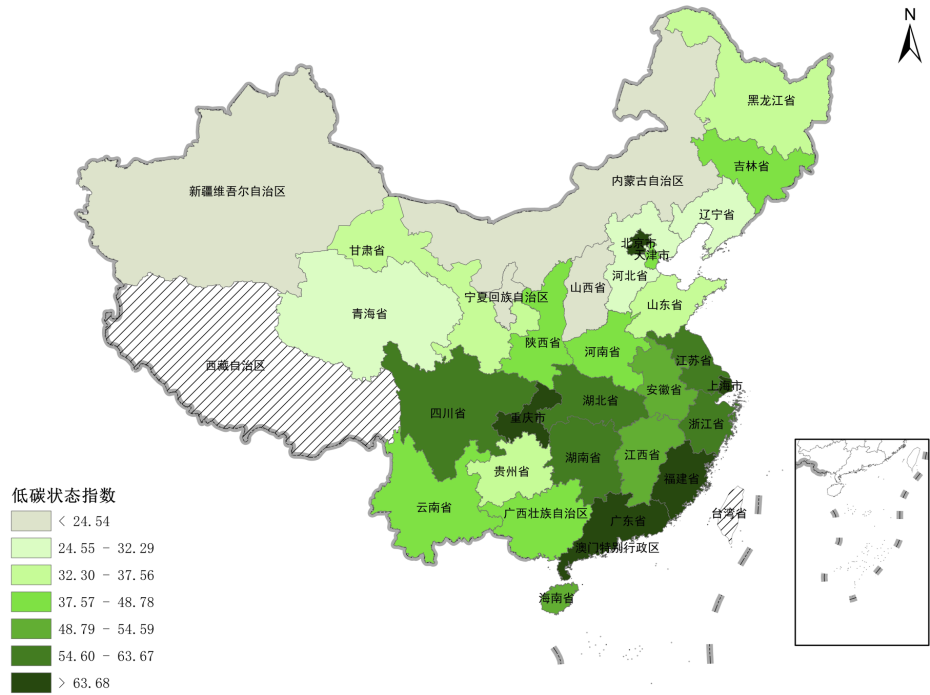


图 15 2023-2024 年度“低碳状态”分指数评价结果

（3）“排放趋势”指数得分情况，其分值由“达峰趋势”、“减排效率”2个二级指标和“碳排放趋势检验”、“碳排放脱钩指数”、“碳排放量变化率”3个三级指标逐层加权而得，综合反映各省级行政区碳排放趋势情况。

在“全国一盘棋”的双碳棋局（图9）中，各地区“排放趋势”指标得分与其他两个指标截然不同，四大地区呈现较为均衡状态。从棋盘上可以看到，排放趋势指标的分省得分与前面两大指标迥然不同。棋盘的上半部分有11个省市，西部地区有四川、青海两省；中部地区有河南、湖北两省；东部地区是天津、北京、上海；东北3省吉林、黑龙江、辽宁均在上半棋盘。其中，吉林、天津、河南、四川因碳排放趋势MK检验呈现已达峰并且达峰后下降显著的状态，在排放趋势方面得分依然位于领先位置。而北京、黑龙江、上海、湖南、青海也呈现达峰状态，但下降趋势尚不明显。典型省份碳达峰趋势图见图16。

典型省级行政区碳排放趋势图

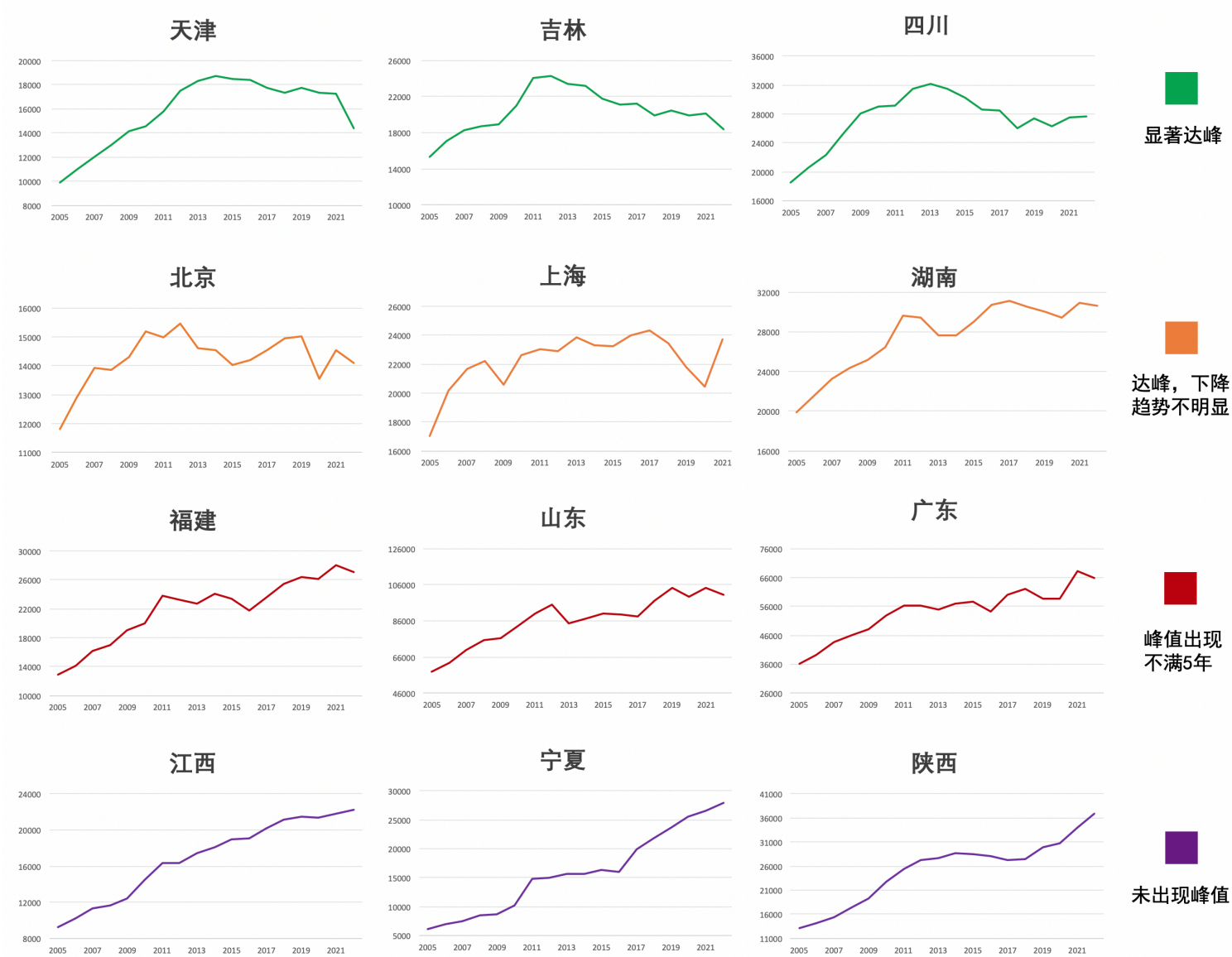


图 16 典型省级行政区碳排放趋势图

30个省级行政区2期“排放趋势”分指数得分详见图17&图18。

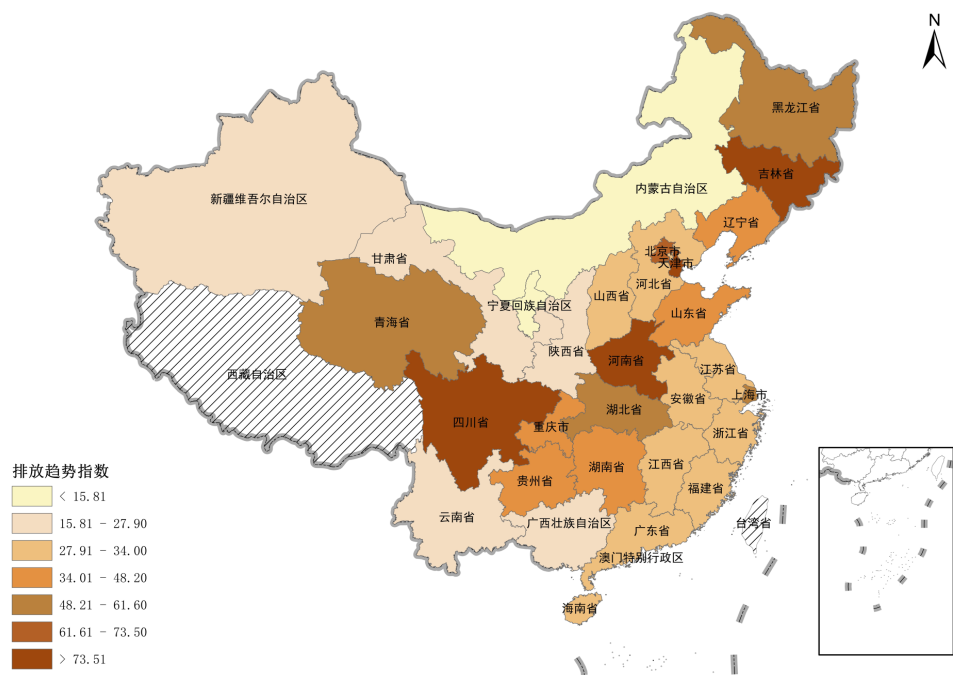


图 17 2022-2023 年度“排放趋势”分指数评价结果



图 18 2023-2024 年度“排放趋势”分指数评价结果

年度进展分析

1. 得分上升省级行政区

综合得分上升的省级行政区共计13个，具体为北京、天津、河北、辽宁、黑龙江、上海、福建、湖南、广东、广西、贵州、云南、新疆，省级双碳指数上升地区如图19所示。

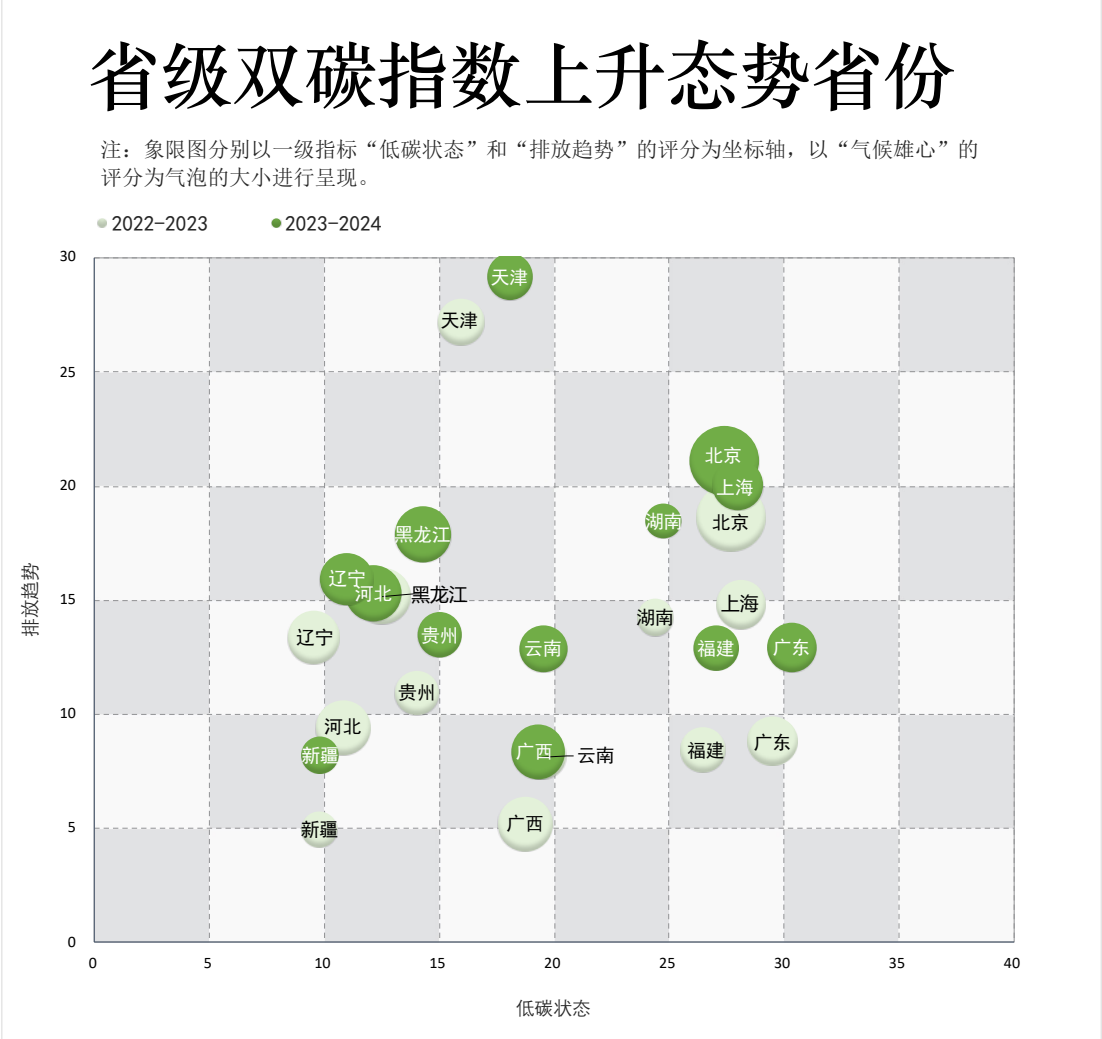


图 19 省级双碳指数综合得分上升示意图

黑龙江、上海、湖南的碳排放峰值年均在2017年，MK检验显示峰值出现5年已达峰，因此排放趋势方面有了较显著的提升；河北、福建、广东、广西、云南、贵州、新疆也因2022年排放量下降带来的排放趋势分数提升。

2. 得分基本持平省级行政区

综合得分基本持平（得分变动在2.5%以内）的省级行政区共计14个，具体为山西、内蒙古、吉林、江苏、浙江、安徽、江西、山东、湖北、海南、重庆、青海、宁夏、甘肃，省级双碳指数持平地区如图20所示。

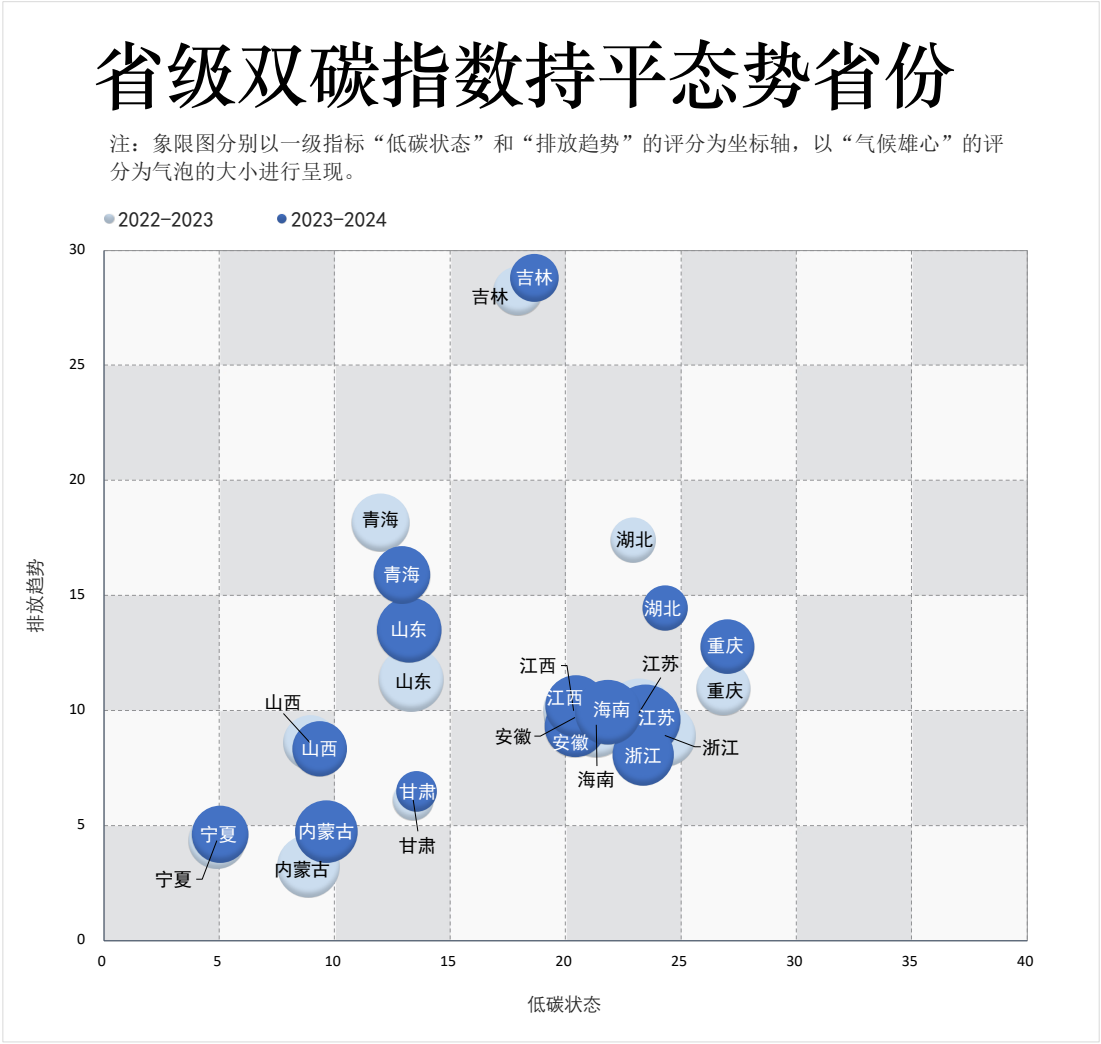


图 20 省级双碳指数综合得分持平示意图

“十四五”以来，山东新能源和可再生能源装机以年均25.2%的速度增长，装机规模和发电量三年实现“双翻番”。2024年，山东新能源和可再生能源装机容量达到1.15597亿千瓦，增长23.0%；占全省全部装机容量的49.8%，其中光伏是绝对主力，装机达0.735253亿千瓦，占比达63.6%。如果将山东一省与全球比较，其光伏装机规模位居世界第六。

山东为人口稠密的工业、能源和农业大省，土地资源稀缺。早期山东的光伏建设也是以集中式光伏为主，主要依靠采煤沉陷区、渔光互补、农光互补的发展规划，加上一些分布式项目，缺少进一步大规模发展的基础。2017年，山东开始推进整县光伏，光伏发展进入快车道。

在分布式光伏建设中，山东以工商业与户用光伏双轮驱动，截至2024年底，分布式光伏累计装机超过5000万千瓦。山东大规模的分布式光伏建设，有力推动了全国碳排放第一大省的能源转型。在这场县域能源革命中，寿光、郓城等10个县（市）分布式光伏渗透率超90%，实现县域日间用电80%以上清洁化。

山东省分布式光伏不仅是可再生能源装机超越火电的“第一推力”，更通过技术创新（如虚拟电厂）、商业模式（如户用光伏金融）和制度突破（现货

交易试点），为全国探索如何运行“高渗透率分布式能源系统”，以清洁、低碳和可负担的清洁能源达成能源转型、经济增长与民生改善等多重目标。

3. 得分下降省级行政区

综合得分下降的省级行政区共计3个，具体为河南、四川、陕西，省级双碳指数下降地区如图21所示。

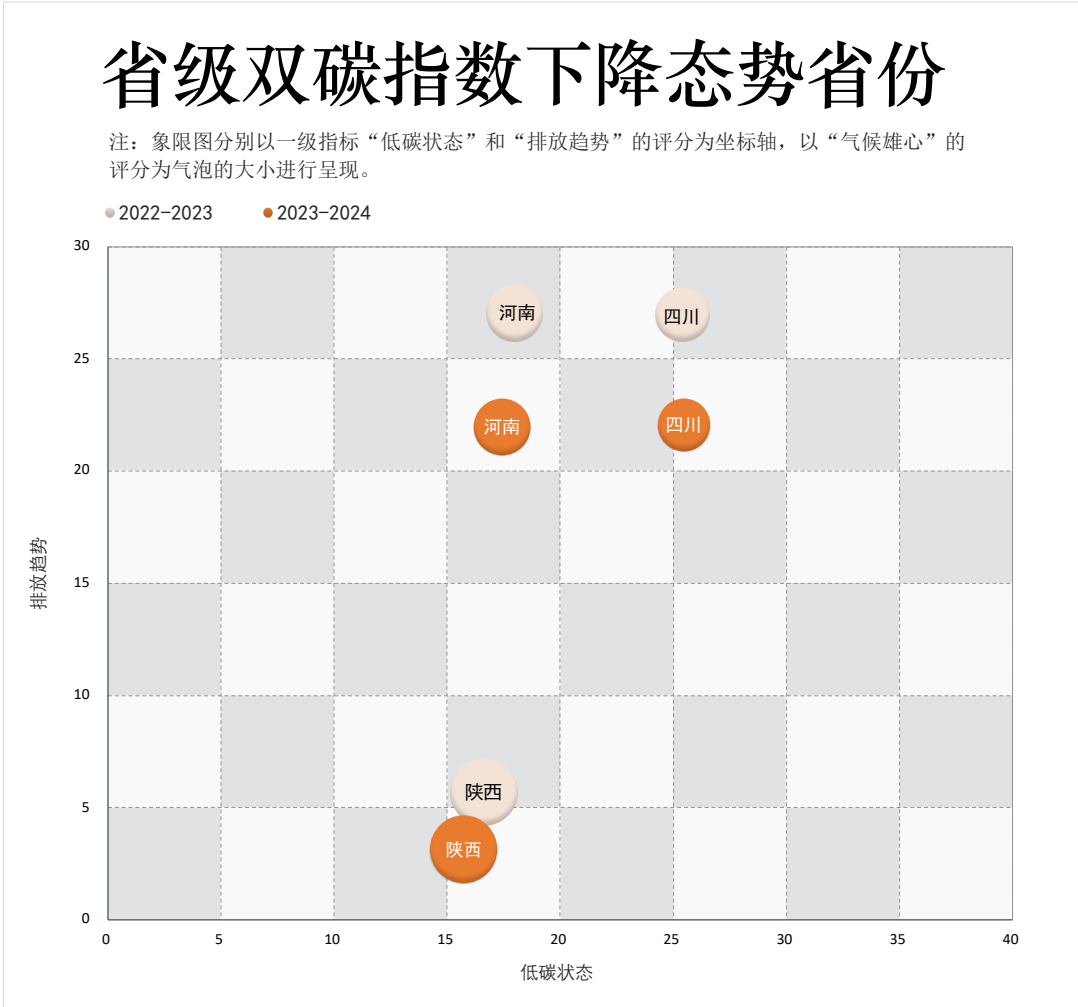


图 21 省级双碳指数综合得分下降示意图

3个综合得分下降的省级行政区均在棋盘上呈现下降趋势，河南、四川的排放趋势下降幅度较大，陕西也下降明显。3省市2022年排放量较2021年有所增长，陕西的脱钩指数得分下降导致其综合得分下降；河南、四川则是因为达峰趋势MK检验从0.01水平显著下降变为0.05水平显著下降而使得碳排放趋势检验得分下降，从而导致综合得分下降。

区域气候行动力指数评价

● 2022-2023年度评价结果

综合温室气体排放水平、能源低碳化、能力建设和保障、区域协同4个一级指标，赋权得到区域气候行动力指数评价结果，如图22所示。

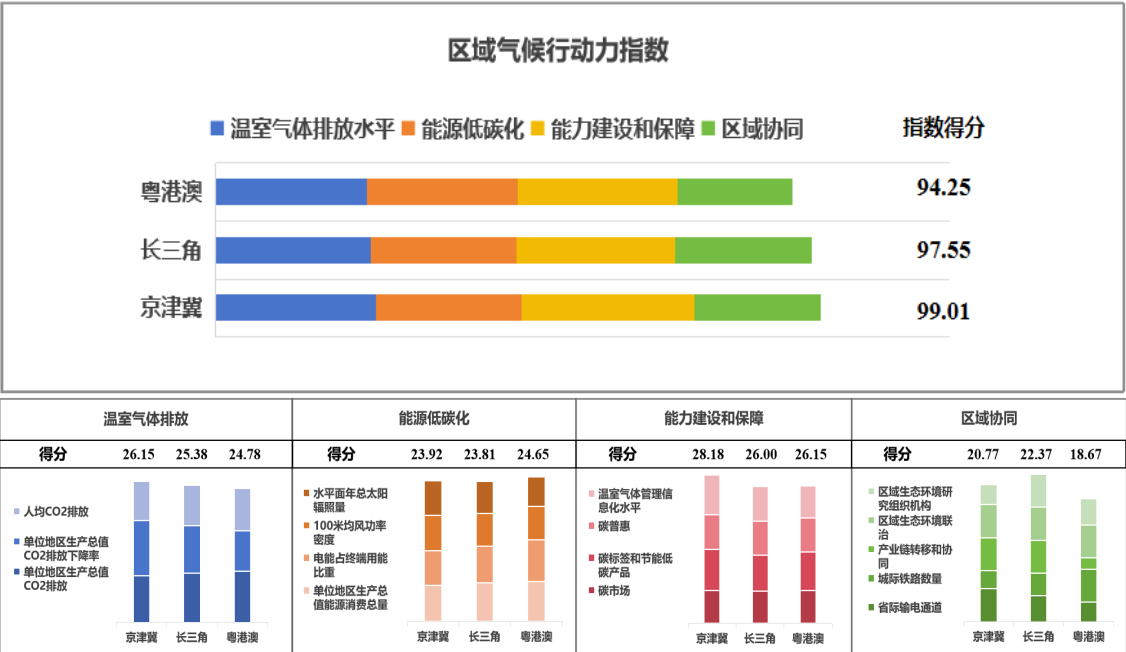


图 22 区域气候行动力指数评价结果

根据综合评估结果，京津冀以99.01分位居首位，长三角紧随其后为97.55分，粤港澳为94.25分。各区域在温室气体排放、能源低碳化、能力建设和保障、区域协同四个子维度上表现各异，体现出不同的发展侧重与特色。在四个维度中，京津冀在温室气体排放管控和能力建设方面表现突出，长三角则在区域协同水平方面更据优势，而粤港澳地区具备更高的能源低碳化水平。

粤港澳在“单位地区生产总值CO₂排放”和“人均CO₂排放”方面表现较好，碳排放强度和人均排放量较低，京津冀则在“单位地区生产总值CO₂排放下降率”上得分较高，显示出其减排速度较快，但整体排放强度仍需进一步优化。粤港澳在能源低碳化方面略高于其他两个区域，在可再生能源禀赋上，京津冀地区的太阳能和风能资源开发潜力更大，而在终端能源结构和能耗强度方面，粤港澳和长三角地区更具竞争力。在能力建设和制度保障方面，京津冀在碳市场活跃度、政策标准完善性、碳普惠机制建设、碳标签推广和低碳产品认证以及温室气体管理信息化水平上表现都更为突出，显示出较强的政策执行能力和市场活力。从区域协同来看，京津冀和长三角地区在省际输电通道建设、产业协同方面表现同样优异，三各区域均搭建了较为完善的区域生态环境联治制度。在城际交通设施方面，粤港澳建设并规划了更多的城际铁路，运输结构更加优化，从需求端更多地减少了高碳出行方式。相比于京津冀和粤港澳地区，长三角地区在生态环境研究组织机构建设力度更大，显示出更强的研究创新潜力。

● 单项指标评价分析

1. 碳排放

基于2021年区域碳排放数据分析，我国重点区域的碳排格局呈现显著差异性特征。根据中国碳核算数据库（CEADS）数据显示，京津冀地区年度二氧化碳排放总量为11.2亿吨，区域内部呈现不均衡分布态势，河北省以79%的绝对占比成为主要排放源，其次为天津（14%）和北京（7%）。相较而言，长三角地区碳排放总量达18.4亿吨，在省级行政单元中，江苏省以44%的排放占比位居首位，其后依次为浙江（24%）、安徽（21%）和上海（11%）。在粤港澳地区，二氧化碳排放量为6.6亿吨，在三个地区中较低，占全国的6.4%左右，其中广东省占比94.5%，香港占比约5.2%，澳门占比约0.3%。

在碳排放强度指标方面，2021年数据显示粤港澳地区（0.44吨CO₂/万元）单位GDP碳排放量较京津冀地区（1.15吨CO₂/万元）和长三角地区（0.66吨CO₂/万元）更低。值得注意的是，区域内部存在显著梯度差异：在长三角区域中，安徽省碳强度指标相对偏高；而京津冀地区则呈现两极分化特征，北京凭借服务业主导的产业结构实现低碳排放强度，河北因重工业集聚导致碳强度指标居高不下。在粤港澳地区，香港和澳门两地碳排放强度明显较低。从动态演变趋势观察，2021年京津冀地区碳强度较上年下降15.8%，降幅显著优于长三角地区7.8%的下降水平，其中，河北省与安徽省作为各自区域的减排重点区域，均实现超过15%的强度降幅，显示出产业结构调整积极成效。粤港澳地区2021年碳强度较2020年几乎没有变化，澳门碳强度下降7.08%，广东和香港几乎没有变化。在人均碳排放维度，两大经济圈均高于全国均值（7.4吨/人），京津冀地区以10.2吨/人的人均排放量显著高于长三角（7.8吨/人）和粤港澳地区（4.9吨/人），这一差异与区域产业结构和能源消费模式密切相关。

深入分析区域差异的成因，长三角地区较低的碳排放强度得益于其相对先进的能源清洁化进程和多元化产业结构。尽管面临经济复苏带来的能源需求增长压力，该区域通过发展高新技术产业和服务业，有效控制了单位经济产出的碳排放水平。反观京津冀地区，河北省作为传统重工业基地，虽面临较高的减排基数，但通过严格执行产业准入负面清单、加速落后产能淘汰、推进三地先进制造业协同发展等组合政策，在保持经济增长的同时实现了碳排放强度的快速下降。而在粤港澳地区，能源清洁低碳化程度同样较高，大湾区以电子信息、生物医药、金融科技等低能耗产业为核心，而在香港和澳门，服务业占比均超过了85%。

表 4 区域碳排放情况

	2021 年单位地区生产总值二氧化碳排放 (吨 CO2/万元)	2021-2020 年单位地区生产总值二氧化碳排放下降率 (%)	2021 年人均 CO2 排放强度 (吨 CO2/人)
北京	0.19	8.90	3.65
天津	0.99	14.18	11.33
河北	2.19	15.96	11.89
京津冀	1.15	15.78	10.18
上海	0.44	3.71	7.8
浙江	0.6	0.16	6.76
江苏	0.7	7.48	9.61
安徽	0.91	17.17	6.3
长三角	0.66	7.80	7.78
广东	0.5	0.94	4.96
香港	0.14	2.96	4.64
澳门	0.11	7.08	3.24
粤港澳	0.44	-0.08	4.94

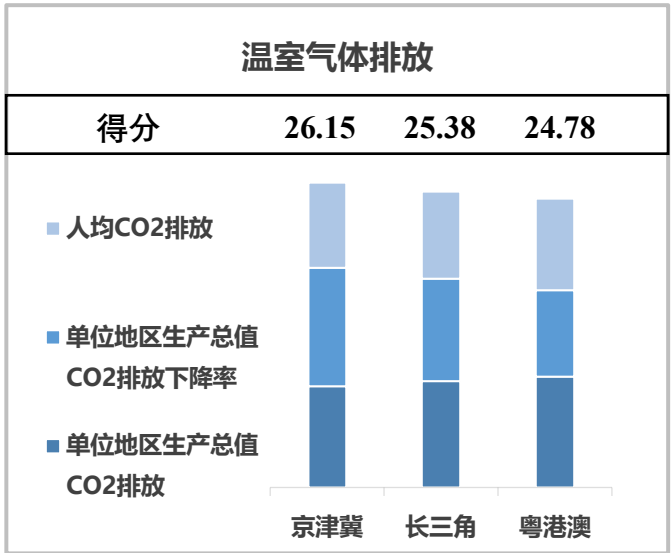


图 23 京津冀、长三角、粤港澳地区温室气体排放得分

进一步通过设置区域指标体系的权重和评分依据对区域碳排放维度的各个指标进行评分。温室气体排放层面主要包括单位地区生产总值二氧化碳排放、单位地区生产总值二氧化碳排放下降率、人均CO₂排放3个指标维度。温室气体

排放水平得分为该指标层下的每个指标的标准化得分与对应权重乘积之和。经计算，得出京津冀地区得分为26.15分，长三角地区得分为25.38分，粤港澳地区得分为24.78分。

2. 能源低碳化

基于2022年区域能源消费数据分析，我国重点经济区的能效水平与能源结构呈现显著分化特征。在能源强度维度，京津冀地区单位GDP能耗维持在0.48万吨标煤/亿元水平，较长三角地区（0.32万吨标煤/亿元）和粤港澳地区（0.24万吨标煤/亿元）更高，这一差异主要源于区域产业结构的深度差异。具体而言，天津市与河北省因装备制造、钢铁等重工业占比突出（河北省重工业占比超60%），导致能源强度持续高位运行；相较之下，长三角四省市通过产业升级优化，能源强度呈现均衡化特征，其中安徽省因承接产业转移过程中传统产业占比较高，其0.35万吨标煤/亿元的数值略高于区域均值。而粤港澳地区单位GDP能耗数值较低主要是由于香港和澳门产业结构中第三产业占据了绝大部分，因此能耗强度数值较低。

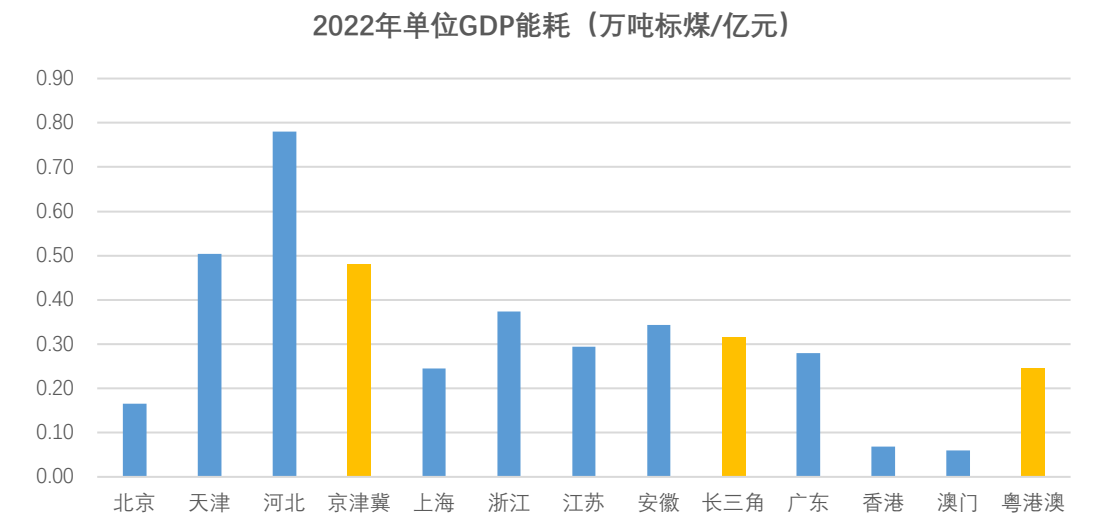


图 24 京津冀、长三角、粤港澳地区 2022 年单位 GDP 能耗情况

从终端能源消费结构及非化石能源禀赋角度观察，2022年京津冀地区能耗主要来自煤炭消费，其中河北省煤炭消费占比最高，京津冀地区电能替代进程呈现梯度特征，电能占终端用能比重较少，只达到20.7%，其中天津、河北电能占终端用能比重不到20%，而北京市数值较高，超过30%，但北京天津一次电力较少，主要依赖于外调电。长三角地区电能占终端用能比重约25.7%，其中江苏省数值超过了30%，安徽省也达到了30%左右，显示出新基建投资与智能制造转型对能源结构的优化效应。粤港澳地区电能占终端用能比重高达40%，为三个区域之首，其中香港和澳门的比例均超过55%。

在非化石能源禀赋方面，根据《中国风能太阳能资源年景公报2024》各个

省市的年均风功率密度数据，计算得出京津冀地区平均的年均风功率密度约为192.73瓦/平方米，在三个地区中风能资源较为丰富，具备较好的风能风力发电开发的潜力，其中河北省风能资源最为丰富，达212.83瓦/平方米。长三角地区年均风功率密度约176.18瓦/平方米左右，其中上海市年均风功率密度达到204.94瓦/平方米，在长三角地区中储量最为丰富，由于公报中并未统计香港和澳门的数据，粤港澳地区暂采用广东省数据。广东省年均风功率密度为165.98瓦/平方米左右，风能资源禀赋较其他两个区域较少。就太阳能资源禀赋而言，京津冀地区表现出较好的态势，其平均水平面年总太阳辐照量约为1422.03千瓦时/平方米，且京津冀地区内各相关区域的数据均处于1400千瓦时/平方米左右的水平。与之相较，长三角地区受云量覆盖与降水日数影响,平均水平面年总太阳辐照量约为1291.35千瓦时/平方米，略低于京津冀地区，而粤港澳地区水平面年总太阳辐照量约为1240.30千瓦时/平方米，与长三角地区相仿。

进一步通过设置区域指标体系的权重和评分依据对区域能源低碳化水平维度的各个指标进行评分。能源低碳化水平层面主要包括单位地区生产总值能源消费总量、电能占终端用能比重、100米均风功率密度、水平面年总太阳辐照量4个指标维度。区域能源低碳化水平得分为该指标层下的每个指标的标准化得分与对应权重乘积之和。经计算，得出京津冀地区得分为23.92分，长三角地区得分为23.81分，粤港澳地区得分为24.65。

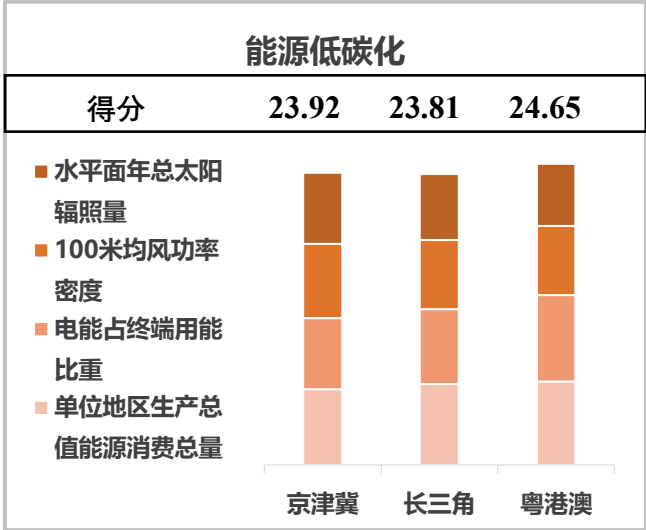


图 25 京津冀、长三角、粤港澳地区能源低碳化得分

3. 能力建设和保障

在碳市场方面，2011年国家发改委发布了《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》，批准了北京市、天津市、上海市等7个地方碳排放权交易试点，并于2013年和2014年开始正式启动。2024年京津冀区域碳市场（北京、天津）年度交易总量达997.68万吨，成交金额4.62亿元；长三角区域（上海）交易量为471万吨，成交额3.55亿元，粤港澳区域碳市场（广东、深圳）交易量为928万

吨，成交额4.63亿元。数据显示，京津冀和粤港澳碳市场活跃度显著高于长三角，反映出区域间政策执行力度与市场成熟度的差异。

碳标签和低碳产品机制作为推动绿色低碳转型的重要工具，在碳中和目标实现中发挥着关键作用。两区域通过制度创新推动绿色供应链建设。京津冀地区建立“标准制定-目录推广-认证试点”三级体系，北京率先发布《低碳消费品推广目录》，三地累计获批5项碳标识认证试点。长三角构建“省级统筹-行业深化-平台支撑”立体框架，上海出台产品碳足迹管理方案，浙江发布首个地方标准《产品碳足迹评价通则》，江苏建成省级碳足迹公共服务平台。2024年两地共获12项国家碳标识认证试点，形成制度创新竞争态势。粤港澳地区2022年首发省级碳标签，2023年后持续发力开展多项认证工作，举办互认签约等活动，并在广东省开展粤港澳大湾区碳足迹标识认证全省推广培训。

碳普惠机制在京津冀、长三角和粤港澳地区都有一定探索和应用。京津冀区域碳普惠呈现“政府引导+市场驱动”双轨特征。京津冀建立国内首个跨区域技术规范《低碳出行碳普惠核算技术规范》，同时三地已经分别探索建立了某些领域的碳普惠平台和线上应用，开发了“北京交通绿色出行一体化服务平台”、“津碳行”、“碳惠燕赵”等数字化平台，覆盖建筑节能、交通出行多场景，市民可通过低碳行为获取绿色积分，并兑换相应的绿色积分激励。长三角打造“省级平台+城市节点”网络体系，发布了《上海市碳普惠体系建设工作方案》、《江苏省公共机构碳普惠管理办法(试行)》、《安徽省碳普惠体系建设工作方案》等多个碳普惠相关政策文件。浙江建成全国首个省级碳普惠应用“浙江碳普惠”，在地市层面，嘉兴市碳普惠平台和丽水市碳普惠平台也于2024年正式上线，全国首个市场化碳普惠体系也启动于苏州工业园区，三省一市签署《长三角区域碳普惠机制联动建设工作备忘录》，共建区域联动机制。粤港澳地区碳普惠发展呈“数字化驱动”“多场景覆盖”特征，广东制定碳普惠制试点方案后，陆续印发多个碳普惠方法学，上线广州碳普惠平台、深圳“低碳星球”、龙华碳普惠应用、“琴碳星人”等数字化平台陆续上线。同时，粤港澳三地加快建立碳普惠合作机制，2023年广东、澳门签署了《大湾区碳普惠平台建设框架合作协议》，澳门也于同年发布上线了澳门碳普惠小程序，并在2024年上线“环保Fun”碳积分系统。

在温室气体管理和信息化水平方面，京津冀地区和粤港澳地区在温室气体核算与管理方面标准化程度较高，北京市发布多项政策文件和地方标准，明确行业排放核算要求，天津和河北在行业核算指南方面亦有建树，出台了钢铁等多个行业企业的碳排放核算指南及相关管理办法，广东省构建了多行业二氧化碳排放信息报告及平台体系，出台多个行业指南与地方标准，建成温室气体综合性数据库、碳排放信息报告和核查系统，香港在2023年由港交所发布了ESG框架下的气候信息披露咨询文件。长三角地区则在信息化平台建设方面更具优势，各省市分别有相应数量分布，上海、浙江、江苏均建立了多行业温室气体管理信息化平台，浙江首创“碳效码”体系，实现企业碳排放在线核算与跟踪，

多个产业协作机制，雄安新区集聚中关村科技企业超2000家。2023年《京津冀产业协同发展实施方案》发布，提出到2025年显著提升区域产业协同水平。长三角构建“核心-外围”产业生态圈，以跨省产业合作和一体化发展为重点，上海通过自贸区和产业园区承接产业升级转移，浙江打造沪浙合作发展区，安徽推动全省与沪苏浙的产业联动。长三角依托G60科创走廊等载体，组建跨区域产业链联盟，龙头企业如中芯、华虹等加速跨域布局。2024年发布《推进长三角区域市场一体化建设近期重点工作举措（2024-2025年）》和《长三角地区一体化发展三年行动计划（2024—2026年）》，明确强化长三角产业质量支撑、产业协同，共建新能源汽车产业链和未来产业协同体系。在粤港澳地区，2019年发布的《粤港澳大湾区发展规划纲要》中提出，促进泛珠三角区域要素流动和产业转移，形成梯度发展、分工合理、优势互补的产业协作体系，联合打造一批产业链条完善、辐射带动力强、具有国际竞争力的战略性新兴产业集群，但在省级层面较少出台针对于粤港澳产业协同和转移相关的政策文件，地方政府对于区域产业协同和转移的引领引导仍有进一步提高空间。

在区域生态环境治理方面，京津冀和长三角地区建立差异化环境治理模式：京津冀建立了“环境执法联动工作机制”，并通过《“十四五”时期京津冀生态环境联建联防联治合作框架协议》强化区域协同治理。三地成立生态协同专题工作组，完善环评会商机制，并在2025年签订《京津冀“无废城市”协同共建合作框架协议》。区域内共有6个生态环境与双碳研究机构，涵盖碳中和工程研究中心等。长三角则成立了生态环境保护协作小组，构建宣传教育联动体系，并签署碳普惠机制联动建设备忘录和固体废物联防联控协议。长三角示范区率先建立一体化行政执法协同机制，推动区域生态环境治理标准化。2025年发布《长三角“无废城市”区域共建联治》倡议书。区域内共有10个生态环境与双碳研究机构，包括长三角可持续发展研究院等，此外长三角生态环境保护宣传教育联动体系加快打造，进一步加强了生态环境宣教工作的联办、联建、联学、联享，通过资源共享，实现优势互补、共同发展，打造互联互通、紧密合作、开放共享的合作载体，推动实施长三角区域一体化发展国家战略和共建美丽长三角。粤港澳地区则构建了全方位环境协同治理机制，粤港合作联席会议和粤港澳合作联席会议常年召开，通过《粤港环保合作协议》《珠澳环境保护合作协议》《港澳环境合作协议》等总体性环境合作协议以及专项性环境合作协议，为环境协同治理提供明确导向。2023年粤港澳大湾区重大合作平台沟通交流工作机制第一次会议召开。横琴合作区、前海合作区加快构建完善共建共享共管体系，实现良性互动、联动发展。区域内共有8个生态环境与双碳研究机构，包括粤港澳生态环境科学中心、江门双碳实验室等。

进一步通过设置区域指标体系的权重和评分依据对区域协同水平的各个指标进行评分。区域协同水平层面主要包括省际输电通道、城际铁路数量、碳普惠、产业链转移和协同、区域生态环境联治、区域生态环境研究组织机构5个指标维度。区域协同得分为该指标层下的每个指标的标准化得分与对应权重乘积

之和。经计算，得出京津冀温室气体排放的得分为22.09分，长三角温室气体排放得分为23.14分，粤港澳地区得分为18.87分。

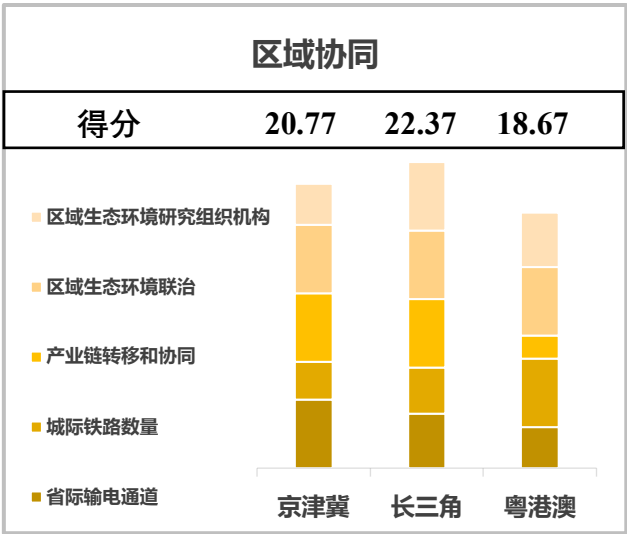


图 27 京津冀、长三角、粤港澳地区区域协同得分

● 重点关注

1. “十四五”煤炭消费控制目标及关键举措对比

2021 年 11 月出台的《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》延续了《打赢蓝天保卫战三年行动计划》中重点区域继续实施煤炭消费总量控制的政策，提出“十四五”时期严控煤炭消费增长，京津冀及周边地区、长三角地区煤炭消费量分别下降 10%、5% 左右。控煤目标力度较“十三五”下降幅度相同，由于减煤空间进一步收窄，实现难度更大；目标表述上，仅提出了京津冀及周边地区、长三角地区层面的煤炭消费量削减目标，并未细化提出相关省市的控煤目标，一定程度降低实现难度；相较“十三五”，“十四五”在控煤同时更加关注能源安全保障。

“十四五”时期，京津冀和长三角地区各省市都根据国家总体控煤政策出台了多份控制煤炭消费相关政策，并提出了煤炭消费总量控制的近中期目标，包括 2025 年煤炭占能源消费比重。煤电产能控制是控煤关键措施。但面对极端气候等因素引发的突发性电力紧缺问题影响，京津冀和长三角各省市控煤力度存在较大差异。

表 5 “十四五”京津冀和长三角各省市煤炭消费控制目标与煤电产能控制政策

地区	煤炭消费总量控制近中期目标	煤炭占能源消费比重		煤电产能政策要求
		2020 年	2025 年目标	
北京	严格控制煤炭消费，到 2025 年，非应急情况下基本不使用煤炭，煤炭消费总量控制在 100 万吨以内；到 2035 年，全市基本实现无煤化（应急除外）	1.5%	0.9%	继续保持华能燃煤机组应急备用的能力
天津	逐步削减煤炭消费总量，“十四五”时期，完成国家下达的减煤 10%任务目标	34.1%	28%左右	不再新增煤电装机规模，到 2025 年，煤电装机稳定在 1250 万千瓦以内
河北	大力削减煤炭消费，到 2025 年，完成国家下达减煤 10%任务目标（相较 2020 年）	74.4%		严控新增煤电装机容量，合理控制煤电建设规模
上海	持续削减煤炭消费总量，到 2025 年，煤炭消费总量下降 5%左右	31%	30%以下	对于公用老旧落后燃煤机组实施“等容量、减煤量”替代，自备电厂按照不超过原规模 2/3 保留煤机
浙江	严格控制煤炭消费总量，到 2025 年，煤炭消费量较 2020 年下降 5%，控制在 1.25 亿吨以内	40.1%	33.5%	高效发展清洁煤电，到 2025 年，新增煤电装机 632 万千瓦
安徽	严格合理控制煤炭消费增长，到 2025 年，完成国家对全省煤炭消费总量控制要求	69.8%		
江苏	做好煤炭消费总量控制，严格合理控制煤炭尤其是非电行业煤炭消费	54.4%	50%左右	严格落实国家煤电产能控制政策

2. “十四五”京津冀和长三角煤炭消费控制成效

从“十四五”目标完成情况看，京津冀控煤成效较好，2021 年煤炭消费量较 2020 年均出现不同程度的下降，京津冀总体煤炭消费量下降率约 4%，距 2025 年煤炭消费目标仍有一段距离，相比于长三角地区控煤进展较好；而受极端气候等因素影响下电力供应保障及疫情后经济恢复发展影响，长三角上海、江苏、浙江 2021 年煤炭消费量均不同程度的出现反弹增长，其中浙江增长显著约 20%。长三角总体煤炭消费量增长约 11%，长三角落实“十四五”煤炭消费量下降 5%的目标面临巨大挑战。

表 6 2021 年京津冀和长三角各省市煤炭消费控制成效

地区	2025 年目标		2021 年煤炭消费量控制成效		
	煤炭消费量	煤炭消费量削减率	2021 年煤炭消费量（万吨）	2021 较 2020 降幅（万吨）	2021 较 2020 下降率（%）
北京	控制在 100 万吨以内		130.78	4.22	3%
天津		10%	3718.4	26.6	1%
河北		10%	27043	1134	4%
上海		5%左右	4818.2	-650.2	-16%
江苏			26418.29	-2276.29	-9%
浙江	控制在 1.25 亿吨以内	5%	15819.85	-2687.85	-20%
安徽	完成国家对全省煤炭消费总量控制要求		17748.39	-861.39	-5%
京津冀			30892.18	1164.82	4%
长三角			64804.73	-6476.73	-11%

表 7 “十四五”京津冀和长三角各省市万元地区生产总值能耗目标和成效

地区	2025 年目标	2021、2022 年万元地区生产总值能耗下降率（%）	
	单位生产总值能耗相较于 2020 下降	2021 较 2020 下降率（%）	2022 较 2021 下降率（%）
北京	14.0%	8	4.2
天津	14.5%	10.8	3.3
河北	15.0%	11.3	4.8
上海	14.0%	11.5	
江苏	14.0%	6.9	1.3
浙江	15.0%	5.7	-4.2
安徽	14.0%	5.9	1.2

京津冀煤炭消费量削减成效明显，得益于政府政策导向，“十三五”和“十四五”时期，政府积极推动清洁能源和环保政策，特别是针对京津冀地区

严重的空气污染问题，采取了一系列措施，包括加大对高污染、高耗能产业的治理力度，限值煤炭的使用，鼓励替代清洁能源的使用、推广使用电力取暖、电动车辆等。在煤电方面要求进一步控制新增煤电装机规模，严控新增煤电装机容量等措施，各地在深化清洁取暖、可再生能源替代、加快禁燃区建设和耗煤项目煤炭替代方面都出台了一系列政策。

而长三角地区煤炭消费控制仍有较大的提升空间，随着疫情后经济的持续增长，工业生产对包括煤炭在内的能源的需求也在持续增加，同时长三角地区的产业结构较为多样化，许多传统产业和重工业仍然存在，进一步加大了对煤炭的需求，受制于水能、风能等部分可再生能源的禀赋条件，能源结构调整和清洁能源替代进程相较于京津冀地区仍较为缓慢。另外长三角地区在推动清洁能源转型和减少煤炭消费方面的政策措施可能不够到位，执行力度不够强，相较于京津冀地区的环保压力相对较小，区域协同发展程度也较京津冀地区有所不足。其中浙江省煤炭消费增长幅度最为明显，可能主要源于新上了些许包括石化、化纤、水泥企业在内的高耗能耗煤企业，作为长三角地区和京津冀地区2022年唯一能耗强度上升的地区，需要特别引起重视。

将省级双碳指数指标体系中“单位GDP能耗强度”和“非化石能源消费占比”的评分作为象限图的坐标轴，以“能源转型目标”的评分作为气泡的大小，以气泡的2个颜色分别代表京津冀和长三角地区，形成如图28所示示意图。

长三角地区的能源消费指标得分较好，聚集于象限图右侧中部，京津冀地区除北京外，能源转型优势不明显，位于象限图左下部，上海虽然能源消费的指标评分较好，但能源转型目标（综合2025年和2030年的非化石能源消费占比目标）不够有雄心。两年评分对比来看，京津冀地区趋势优于长三角地区，特别是浙江、上海两年位置变化甚微。

京津冀、长三角地区态势

注：象限图分别以“单位GDP能耗强度”和“非化石能源消费占比”的评分为坐标轴，以“能源转型目标”的评分为气泡的大小进行呈现。

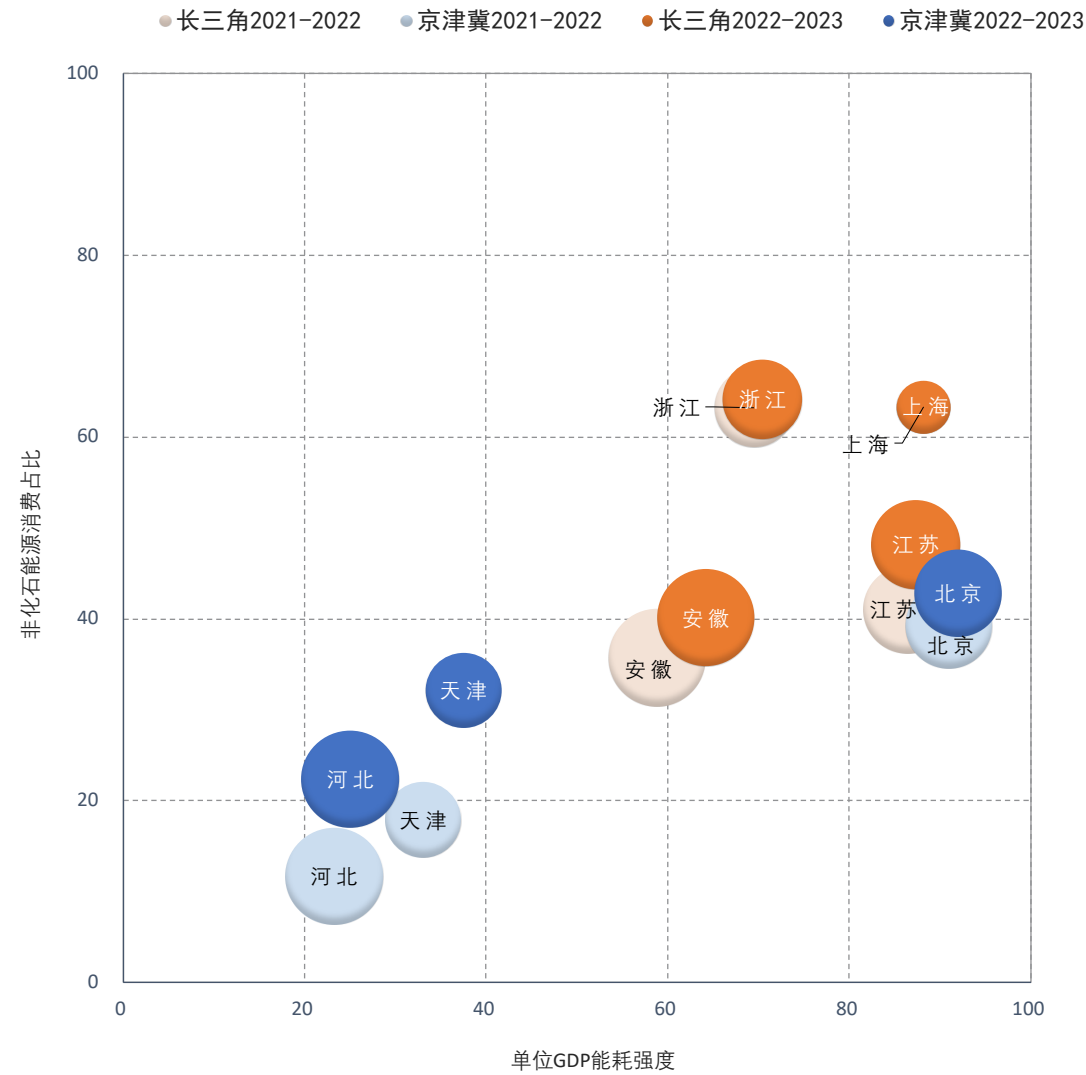


图 28 京津冀、长三角地区评价示意图

热点省份分析

从上文“全国一盘棋”示意图图 8&图 9 来看，北京市是全国一盘棋中关键的一颗棋子，因此在综合评价的基础上对北京市碳达峰碳中和评价结果进行深度解读，重点分析北京市气候雄心、低碳状态和减排趋势，综合评价碳达峰碳中和进展态势，总结优势与短板，分析问题背后的挑战与机遇，充分发挥北京市的优势，推动北京经济社会高质量发展，为我国实现碳达峰碳中和目标贡献首都力量。

● 北京指数结果分析

北京作为国际大都市，在气候雄心上具有表率作用，经济社会发展整体质量高，在评价中表现亮眼。北京目前已经确认实现碳达峰，并提出 2050 年实现碳中和目标，展示了首善之区的责任和担当；碳排放与经济增长逐渐脱钩，单位 GDP 碳排放和单位 GDP 能耗控制较好，在国内保持领先水平，助力北京综合排名全国第一。但北京可再生能源占比低于全国平均水平，碳排放下降趋势也不够明显，需进一步做好降碳工作。

1. 气候雄心

“气候雄心”主要表征省级政府响应国家“双碳”战略的态度及行动力等，是促使地方政府采取措施降低碳排放，提高低碳发展水平的驱动因素，北京气候雄心指数得分位居全国首位，宏观目标得分较高，但能源转型目标和能力建设略有不足。

具体来看，北京市已经于 2012 年达到峰值，进入达峰平台期，并且提出 2050 年实现碳中和目标，早于国家“双碳”目标。北京市在《北京市碳达峰实施方案》中明确了绿色低碳发展规划引领、强化科技引领、提升能效等措施，全面推动能源绿色低碳转型，构建绿色低碳经济体系，助力碳中和目标顺利实现。

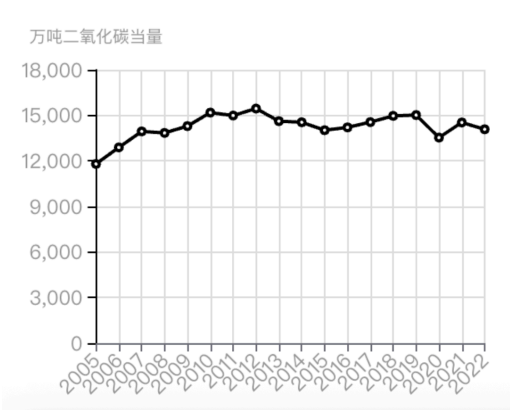
能源转型目标上，北京非化石能源消费占比 2022 年已到达 14.25%，2023 年 14.32% 的数值基本达到其设定的 2025 年非化石能源消费占比目标 14.4%。北京虽然 2025 年目标设定不高，但北京设定的 2030 年目标 25% 与国家 2030 年目标一致。能力建设方面，北京市发布《二氧化碳排放核算和报告要求 电力生产业》（DB11/T 1781-2020）等七项碳排放核算指南和标准，对大部分行业项目开展碳排放影响评价；开发应对气候变化数据填报系统，开展年度重点用能单位能源利用状况报告报送工作；在年度统计年鉴中公开历年非化石能源占比，披露约束性指标完成情况；2022 年度碳市场披露率达到 100%。

2. 低碳状态

低碳状态表征经济社会环境在政策驱动下所处的低碳发展状况水平，反映各地区在低碳发展及实现“双碳”目标方面的优势与短板。根据评价结果，北

京位于前列，在碳排放状况、经济社会结构、能源消费指标得分较高，低碳禀赋指标得分较低。

北京碳排放状况得分位居全国前列，单位 GDP 碳排放量得分较高但人均碳排放量得分稍低。北京市 2022 年碳排放总量位于全国第 3 低位。碳排放总量在 2005 年至 2012 年一直保持上升态势，于 2012 年达到峰值，随后下降，进入平台期，碳排放量在不断波动但并未超过峰值，呈现不稳定的下降趋势。



北京市人均碳排放峰值出现在 2007 年，早于碳排放总量的峰值出现时间。在 2007 年之前处于上升状态，随后逐年下降，至 2017 年时有所反弹，缓慢上升至 2019 年，随后持续下降，总体呈下降趋势，存在进一步优化空间。

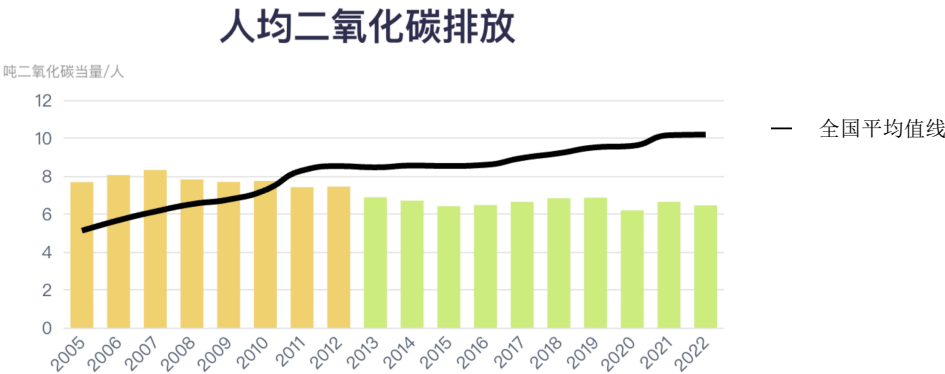


图 29 北京历年人均二氧化碳排放量

北京市单位 GDP 碳排放控制处于全国领先水平。得益于北京市持续开展能源结构优化、产业结构调整以及疏解非首都核心功能等，北京市单位 GDP 碳排放量一直处于不断下降的状态。北京已基本控制“两高”企业的增长，能源结构持续调整，建立起多元、多向、清洁、高效，覆盖城乡的现代能源体系，成为全国能源清洁转型的典范城市。

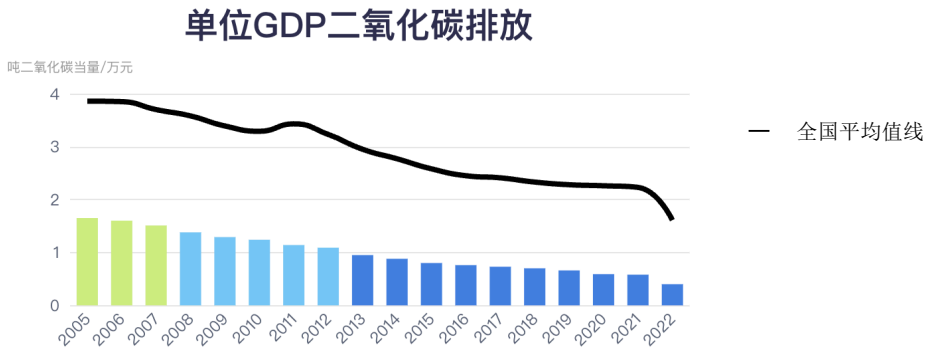


图 30 北京历年单位 GDP 碳排放强度

北京市能源消费得分位居上游水平，单位 GDP 能耗强度评价得分较高，而非化石能源消费占比得分位于中等水平。北京 2022 年单位 GDP 能源消费量为全国最优水平，单位 GDP 能耗得到强有力地控制，以较低的能源消耗实现了较高的经济增长，能源消费水平和能源利用效率较高，侧面反映北京市经济结构低碳高效。

各省非化石能源消费占比如图 31 绿色柱子所示，2023 年北京市非化石能源消费占比为 14.3%，相较于上年有所上升，但在全国仍处于中下游水平，低于全国平均水平。表明北京市能源结构清洁度略低，还有提升空间。

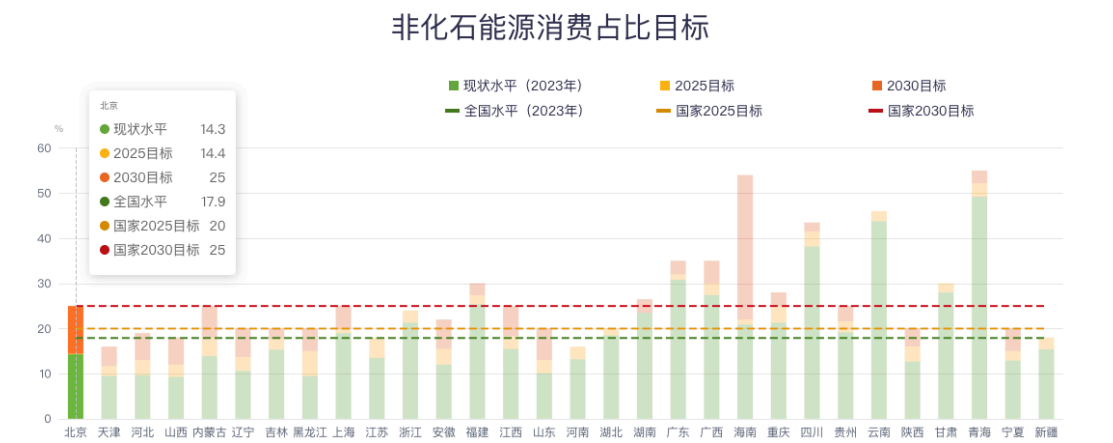


图 31 北京非化石能源消费占比现状水平

据北京市统计年鉴显示，北京市 2016-2023 年非化石能源占能源消费总量的比重从 4.6%提升到 14.3%，增长幅度达 211%。北京煤炭消费量逐年降低，从 2012 年的 2180 万吨降至 2024 年的不到 60 万吨²⁰，能源消费结构优化效果显著。

3. 排放趋势

排放趋势表示政府在经济社会低碳化发展趋势变化方面做出的努力，包括对碳排放趋势检验、碳排放脱钩指数、碳排放量变化率 3 方面指标，北京位于全国上游水平，碳排放脱钩指数得分较高，趋势检验及碳排放变化率得分稍低。

碳排放趋势检验方面，经 MK 检验，北京市 2015-2022 年碳排放 Z 值为负但下降趋势不显著，未通过 0.1 水平、0.05 水平和 0.01 水平检验，即北京市已达峰，但目前碳排放下降趋势不明显，仍有可能继续增长，需进一步做好降碳工作。脱钩系数反映碳排放与经济发展的耦合关系，北京市 2015-2022 年脱钩系数显示处于强脱钩状态，碳排放量处于缓慢下降的同时经济在稳定增长。

²⁰ <https://www.news.cn/20250523/8ed7b601e5354f22ac9267b1dfda3ce0/c.html>

● 评价结果启示

1. 领跑全国“双碳”行动，但对比国际先进大都市，仍有较大提升空间

北京作为国际大都市，在气候雄心上具有表率作用，经济社会发展整体质量高，在评价中表现亮眼。北京目前已经确认实现碳达峰，并提出2050年实现碳中和目标，展示了首善之区的责任和担当，综合排名全国第一。北京碳排放进入达峰平台期，碳排放总量有下降趋势，变化率逐渐下降，碳排放与经济增长逐渐脱钩。北京市人均碳排放控制程度中等偏上，单位GDP碳排放和单位GDP能耗控制较好，在国内保持领先水平，下降幅度较大，与2015年相比，2020年全市单位地区生产总值能耗、单位地区生产总值二氧化碳排放累计下降24%和26%以上，但距离发达国家的水平还有较大距离，仍有较大提升空间。

从2000年到2019年，20年来北京二氧化碳的排放规模高速膨胀，增加了2.5倍，与纽约、伦敦、东京、巴黎四大世界大都市相比，北京是二氧化碳排放体量最大的城市。东京和纽约都市圈的二氧化碳排放规模分别只有北京的77%和41%，巴黎和伦敦都市圈的二氧化碳排放规模更小，分别只有北京的13.7%和5.8%。同时，在这五个城市中，北京是单位GDP二氧化碳排放量最高的城市，东京都市圈单位GDP二氧化碳排放量是北京的23.3%，纽约是北京的11.2%，巴黎只有北京的7.9%，伦敦仅有北京的4.5%。

2. 碳达峰顺利完成，碳中和目标明确，但北京人均二氧化碳排放量仍有待降低

北京在2012年就达到了碳排放峰值年，并已明确2050年实现碳中和目标。评估显示，2013年以来，特别是2014年到2015年，北京市碳排放出现大幅下降，碳排放达峰目标已顺利完成。2016年到2019年，虽然碳排放总量出现小幅波动回升，但未超过2012年的最高值。2020年受疫情影响，全市碳排放总量持续下降。

人均二氧化碳排放量也是衡量一个经济体碳排放的关键指标。随着经济发展水平的提高，产业活动的扩大，以及人们在吃住行上生活模式的现代化，人均的能源消费量将会增大，导致人均二氧化碳排放量相应增加。与纽约、伦敦、东京、巴黎四大世界大都市比较，北京是人均二氧化碳排放量最高的城市。东京和纽约都市圈的人均二氧化碳排放量分别只有北京的45.1%和43.9%，巴黎和伦敦都市圈的人均二氧化碳排放量水平更低，分别是北京的24.1和14%。北京作为中国的首善之区，在人均二氧化碳排放量指标上仍有优化空间，未来需要在产业结构、城市构造、生活模式等方面继续努力。

3. 产业结构调整取得明显成效，但低碳转型仍需在单位碳排放产出方面继续发力

北京市产业结构不断优化，大力发展高精尖行业，深入落实城市战略定位，率先树立减量发展理念，经济高质量发展迈出坚实步伐。工业能耗和碳排放量持续下降，高耗能高排放企业的削减转移取得一定成效，行业结构以低碳的第三产业特别是金融业和信息技术服务业为主导，产业发展效益大幅提升，现代服务业成为拉动全市经济增长的主引擎。

北京市产业结构逐步“高精尖”化，但仍存在先进制造业核心竞争力不强、资源环境效率不高、高排放占比仍处于相对较高水平等问题，区域污染物排放总量仍超环境容量，部分区域以重化工企业为主，污染物和碳排放总量偏大。2020年北京市单位碳排放产出效率相比全国最优的深圳还存在一定的差距。北京高排放行业中火电还存在一定比例，应充分应用节能降耗技术提高能源利用率，最大限度降低火电的能源消耗。

4. 减燃煤、降能耗，北京市能源结构加速转型，但加强区域协同、提高绿电比例值得努力

北京市属于典型的能源输入型城市，能源严重依赖外地供应，全市90%以上的能源供给需从外地调入，导致本地能源贡献较小，一旦外埠能源供应出现问题，会给全市能源供应带来较大影响。同时，北京市外调电力仍以燃煤火电为主，且碳排放强度大，是影响北京市实现碳中和的关键因素，未来如何与内蒙古等可再生能源丰富的地区加强区域协同，提高绿电比例，是北京值得努力的方向。

北京市本地可再生能源禀赋相对不足，2023年非化石能源占能源消费总量比重为14.3%，低于全国平均水平，要实现“碳中和”的远景目标，需构建以新能源和可再生能源为主体的能源体系，但北京大幅提升可再生能源比重难度很大。同时，氢能利用技术，碳捕集、利用和封存技术以及电力系统灵活性提升技术等前沿引领性、颠覆性创新技术亟待突破。

5. 绿色建筑推广应用较好，但交通运输体系需要加强

“十三五”期间，北京市推动绿色建筑和超低能耗建筑发展卓有成效，出台《北京市推动超低能耗建筑发展行动计划（2016-2018年）》等措施，率先发布第五部节能设计地方标准，绿色建筑和装配式建筑占新增建筑比重显著提升，人均超低能耗建筑面积位居全国前列，但建筑施工全流程仍有较大降碳空间，工程项目绿色施工评价体系有待完善，行业发展向数字化、绿色化转型有待进一步推进。交通方面，北京市以公路为主的运输结构没有根本改变，交通结构

和运输结构有待优化，绿色出行比例与交通规划目标还有较大差距，且出行比例调控难度不断增大。

建筑与交通领域的能源消费量占北京市能源消费总量的比重超过七成，且呈现增长态势，有效控制该领域的能源消费和碳排放是实现“碳达峰”目标的关键和难点所在。交通领域距离碳达峰碳中和目标差距较大，交通出行结构和能源结构需进一步优化，除提高绿色出行比例外，还需大力推动交通运输工具新能源化，不断降低交通领域碳排放。

6. 碳排放权交易体系更加成熟，信息披露需进一步完善

北京市实施碳排放总量控制下的碳排放权交易制度，形成了以地方性法规和政府规章为基础，多项标准、规定配套的碳交易政策法规体系。通过设定重点排放单位排放控制目标并逐年收紧，激发排放单位自主减排动力，进一步压实了碳排放控制主体责任。“十三五”末北京市试点碳市场已完成 7 个履约周期工作，累计交易量突破 3500 万吨，累计成交额 15 亿元，线上成交均价达 60 元/吨，位居全国各试点碳市场前列。碳排放权交易已成为北京市实现绿色低碳发展的重要市场化手段，也为全国碳市场顺利启动提供了北京经验。但碳排放相关信息统计披露还有所欠缺，缺少碳排放在线监测与碳排放信息披露，也未公开省年度温室气体核算结果与全国碳市场履约名单，碳市场披露率同样较低，需进一步加强信息披露工作，使得数据透明化。

省市行动建议

基于2022-2024年度省级双碳指数评价，课题组提出对主管部门的政策建议，即全国一盘棋推进碳达峰，坚持目标导向，落实国务院碳排放双控地方碳排放目标评价考核要求，为“十五五”设定总量控制目标并向省级分解。同时建议各省区市设定的目标既不能一刀切，行动上也不宜齐步走，需要结合自身发展阶段和经济社会资源禀赋状况，找准自己的定位。

课题组分别对评价省市、重点区域、区域间以及企业提出以下行动建议：

● 对各个省市的建议

(1) 分层级分行业细化达峰路径，构建差异化行动方案

当前全国碳达峰期限不足5年，亟需各省加速分解目标、明晰低碳路径，增强政策可预期性以引导社会合力。基于评价发现，课题组建议从外部和内部两个方向加强省级双碳工作。

从外部来看，建议完善省级双碳工作的约束激励机制，为区域降碳创造外部环境。建议按照国务院办公厅近期发布的《加快构建碳排放双控制度体系工作方案》，合理分解碳排放双控指标，综合考虑经济社会发展水平、区域和功能定位、产业和能源结构等因素，将碳排放双控指标合理分解至各省份，进而进一步细化分解碳排放双控指标，压实省级控排减排责任。

全国碳达峰目标正稳步推进，但需要注意的是，从全国碳强度下降进程来看²¹，“十四五”规划阶段性目标的达成难度比较大，当前各省“十四五”的碳强度下降目标推进也面临多重挑战。建议建立碳达峰碳中和综合评价考核制度，制定省级碳达峰碳中和综合评价考核办法、对各省份开展评价考核，以碳排放总量和强度指标为重点，纳入关键指标开展考核。同时，推动省级建立碳排放预算管理制度。从弱约束、弱激励转变到强约束、强激励，引导以更高的愿景，激发自主创新，形成先行先试的驱动力。

从内部来看，建议各省依据国务院部署，结合实际开展碳排放核算，按年度开展碳排放情况分析和目标预测，并加强与全国碳排放权交易市场的工作协同。建议按照国务院工作方案的要求，在2025年底前开展碳排放预算试编制工作；“十五五”时期，根据碳排放强度降低目标编制碳排放预算并动态调整；“十六五”时期及以后，建立碳排放总量控制刚性约束机制，实行五年规划期和年度碳排放预算全流程管理。

建议各省结合“十五五”规划，在工业、交通、建筑等重点领域制定分行业碳达峰路线图。借鉴江苏以“光伏+芯片+动力电池”构建绿色制造集群、山东通过“新能源汽车+锂电池”产业链协同降碳的经验，将碳排放双控目标分解至钢铁、化工、交通等高耗能行业。对已显著达峰地区（如部分东部省份），

²¹ https://m.thepaper.cn/newsDetail_forward_27212484

应探索深度脱碳路径；对工业化进程中的中西部省份（如云南），可建立“低碳增量”机制，严控新建高碳项目。

（2）立足地区禀赋构建差异化新能源体系，夯实能源安全根基

建议各省充分发挥区域资源禀赋优势，统筹布局集中式与分布式能源开发，构建多层次、多形态的新能源供应体系，以提升能源自主可控能力，应对传统能源安全风险。

中东部地区土地资源紧张但负荷需求集中，应聚焦分布式能源开发，形成“就近消纳、多能互补”的能源供应模式。产业端可以推动江苏“光伏建筑一体化+智能微电网”在工业园区落地；城乡建设端，可以推广天津“零碳建筑及园区”经验，要求新建公共建筑配置光伏设施；在浙江、上海等分布式光伏大省试点“虚拟电厂”，聚合工商业可中断负荷、电动汽车充放电设施等分散资源，形成百万千瓦级灵活调节能力。

西部地区风光资源富集，宜加速规模化开发，打造跨区域绿电供应“主动脉”。在内蒙古、青海、宁夏等区域推进“风光火储氢氨”多能互补系统，如内蒙古鄂尔多斯零碳产业园通过绿电直供高载能产业；青海“光伏+储能+生态”模式实现治沙与发电协同。在甘肃、新疆布局重力储能、液流电池等长时储能技术，解决风光出力波动问题；云南依托水电资源发展“绿电制氢+绿氨合成”产业链，探索可再生能源多元化利用路径。推动山西、陕西等煤电大省实施煤电机组灵活性改造，为新能源并网提供备用容量，同时配套建设抽水蓄能电站，提升电网调节能力。

通过中东部分布式能源提升本地供应韧性，减少对外输电依赖；西部集中式基地规模化替代化石能源，形成“本地自平衡+跨区互补”的双重保障机制，降低极端天气、地缘冲突等引发的能源断供风险。鼓励支持有降碳刚性需求的出口外向型企业利用周边新能源资源探索开展存量负荷绿电直连，即不直接接入公共电网，通过直连线路向单一电力用户供给绿电，可实现供给电量清晰物理溯源的模式²²。

（3）调动市场力量，促进企业承担减排主体责任

碳排放双控落实依赖企业的积极参与。作为世界制造业大国，需推进产业数字化智能化同绿色化低碳化深度融合，以数字技术赋能产业绿色转型。推动构建企业碳排放管理体系，包括治理机制建设，企业温室气体信息披露和产品碳足迹报告，减排目标设定和减排绩效评估。建议第三方机构基于数据开展科学评价，调动绿色金融和绿色供应链等市场力量，构建约束激励机制，促使企业主动承担减排责任。建议借助信息科技力量，研发数字化解决方案，赋能大型企业和广大中小企业高效低成本地推进气候行动，迈向可持续发展。

在汽车领域，建议支持山东、安徽车企建立“绿钢-电池-整车”低碳供应

²² https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202505/t20250530_1398138.html

链，试点汽车碳标签制度；在建筑领域，建议推广江苏超低能耗建筑技术体系，强制重点城市新建建筑达到绿色建筑二星级标准。通过多领域系统施策，既实现“全国一盘棋”的统筹推进，又彰显地方特色化发展路径，最终形成产业升级、能源转型、社会参与协同共振的碳中和生态体系。

● 对重点区域的建议

（4）着眼重点用能和碳排放区域，加强区域政策协同机制建设

京津冀地区应以优化产业结构为抓手，协同推进“降碳、减污、扩绿、增长”。京津冀地区在优化产业结构方面已经取得了一定的成效，但仍需强化三地之间的协同，加速京津冀产业协同发展和产业布局合理化。天津应积极发展战略性新兴产业，河北省应严格限制“两高”行业，北京应发挥科技和金融引领作用，促进产业协同、产业结构进一步优化升级。此外，京津冀应借鉴其他地区良好的产业转型升级经验，依托良好的资源禀赋和产业条件，积极探索契合本区域特色的新能源产业以及工业智造的发展道路，进而加快传统产业的升级步伐，培育并壮大新的发展动能。

长三角区域未来应聚焦于加强区域政策协同机制建设，进一步发挥区域协同优势，促进区域内和区域间能源互济、绿电交易和电力市场互通，积极应对地区可再生能源禀赋短板及负荷中心用能增长的挑战，深化区域能源合作与发展保障地区能源与电力供应，同时继续深化合作共同推进绿色低碳技术的研发与应用，在产业方面进一步优化产业结构，加速传统产业升级改造，大力发展高新技术产业和现代服务业，以降低碳排放强度；此外，强化政策执行与监管力度，确保双碳目标得到有效落实，共同推动长三角地区乃至全国的绿色低碳转型与可持续发展。

在粤港澳地区，广东要实现“双碳”目标，必须有金融中心和国际窗口港澳的深度参与；同样，港澳地区的能源供应保障、社会经济的低碳转型与制度创新也离不开与广东省的紧密合作。为此，港澳地区应以“双碳”“1+N”政策体系为范本，依据自身实际情况制定碳达峰、碳中和的政策举措；广东省则应结合本地实际，借鉴京津冀和长三角的经验，牵头推进粤港澳区域绿色低碳发展与转型的深化协作。需统一核算与统计口径，共享碳排放数据等关键信息，建立应对气候变化及“双碳”工作的联席会议制度，完善生态环境和碳排放联治制度，强化区域低碳转型的制度衔接。同时推动“湾区标准”在环保技术认证、碳标签等领域的应用，加快强化深港、珠澳等地区之间的产业协同，加强地方政府引领和政策落实。

● 对区域间的建议

（5）创新跨区域协同机制，破解绿电“西产东用”瓶颈

以电网重构推动跨区域绿电协同。建设跨省特高压输电通道，优先将西部风光基地绿电纳入“全国一张网”，支持中东部负荷中心与西部能源基地签订

长期购电协议，试点“绿电入苏浙”点对点直供。

市场机制创新，构建“时空互补”的交易体系。建立全国统一电力交易平台，推行分时段区域电价、峰谷互补交易（如江苏分布式光伏与青海水电错峰互济），允许中东部园区通过“隔墙售电”购买西部绿电配额，降低用能成本。

调度与运营模式变革，从“源随荷动”到“荷随源动”。构建“虚拟电厂”聚合中东部可调负荷资源（如长三角工业园、海南光储充站点），联动西部灵活性电源与储能设施，实现源网荷储跨区动态平衡，减少煤电调峰依赖。

（6）探索跨省能源输送的碳排放责任共担机制

跨省能源输送的碳排放责任共担机制是实现区域协同降碳的关键，尤其在“西电东送”“西气东输”等工程背景下，需平衡能源输出省与输入省的权责。通过政策等手段不断调整和优化，尝试通过推动消费端碳排放核算——在“全国一盘棋”框架下，试点将外送电力全生命周期碳排放（含调峰煤电）按比例分摊至受电省份责任范围。

在跨省绿电交易中嵌入碳排放责任分摊条款，要求受电方通过购买绿证或碳配额覆盖分摊的碳排放量。对跨省输电通道配套的调峰煤电，按实际外送电量占比划分碳排放责任，并纳入受电省份碳排放双控考核范围。

● 对热点省份——北京的建议

北京作为中国的首都和世界首个“双奥之城”，具备能源绿色低碳转型的良好基础和条件，有能力、有责任在全国碳达峰、碳中和行动中发挥示范引领作用，在全球共同应对气候变化中彰显负责任大国首都形象。

（7）扛起“首善之区”的责任担当，为全国实现“双碳”目标贡献北京力量

制定和实施北京市率先实现“碳中和”中长期行动计划。围绕我国碳排放达峰和“碳中和”目标，研究出台北京市经济社会深度脱碳行动计划，论证提出北京市“碳中和”的时间表和路线图，将行动计划融入到全市总体战略规划中，将碳排放控制目标纳入北京市高质量发展综合绩效评价体系。系统谋划碳减排工作所涉及的行业、部门，组建领导机构，统筹协调推进，明确任务分工，实施监督考核；尽快形成成果，凝练经验，为国家系统谋划“碳中和国家”基本方略和实施路线提供有力的支撑。

强化政策改革创新，提升科学性、战略性与系统性。建立健全以规制性的法律和政策为基石、以基于市场的经济手段为主要工具的制度体系，在部门、区域、产业层面形成协同有序减排、共同应对气候变化的高效转型治理体系，促进低碳政策与既有的政策形成正向协同效应。加快构建促进可再生能源发展的政策支撑体系，创新促进绿色产业发展的金融财税机制，优化营商环境，健全绿色标准体系，建立有利于重点领域能源资源节约及循环利用的政策体系，完善公众参与和监督机制。

北京低碳试点示范基础较好，有2个低碳试点工业园区、低碳交通运输体系

试点、碳排放交易试点、1个近零碳社区等多个领域的低碳试点示范建设，并且在逐步推进多方面的低碳试点申请。北京市在多个领域积累了丰富的低碳零碳经验，通过总结经验，以点带面，充分发挥试点的示范作用，加强各类试点示范相互联动，形成良性循环，扩大低碳转型范围，探索推动不同领域减污降碳、低碳发展的模式和机制，为积极应对气候变化、助推绿色低碳发展转型贡献北京经验。

（8）推进能源结构清洁低碳化升级，提高绿电调入比例

优化能源使用结构，大力发展清洁能源和可再生能源。北京市近年来不断降低煤炭使用比重，“煤改电”政策效果初显成效，但化石能源消费比重总体变化不大，其中柴油占比上升明显，未来应进一步提高天然气和可再生能源使用比重。就近开发利用可再生能源，实现清洁电力的就近消纳，推动“电从远方来”和“电从身边取”相结合落实可再生能源优先的理念；加快构建以新能源和可再生能源为主体的“近零排放”的能源体系，统筹推进氢能及燃料电池的研发和产业化，加快发展储能技术；同时将碳捕集、利用和封存技术作为有效补充手段，吸收移除化石能源碳排放。

建立稳定的可再生能源保障体系，深化与周边地区能源合作，加快新能源储能与传输相关技术研究应用，推动能源结构与产业结构协同转型，推动能源行业与绿色产业的融合发展。鼓励本地能源企业在更大空间范围积极投资绿电项目，统筹本地及周边区域设施布局。推动绿电进京输送通道和配电调峰储能等设施建设，提升北京电网“多方向、多来源、多元化”受电能力和系统灵活性。逐步理顺外调绿电输配、交易和消纳机制，形成有利于促进绿色电力调入和消纳的政策环境。

北京市间接碳排放呈现逐渐上升的变化趋势，其中有很大一部分来源于外调电力的输入，而外调电力中火力发电占到较高部分。北京市自身的资源禀赋决定了短时间无法大规模发展发电设施，在未来一段时间内仍需依靠外调电力的输入。因此，强化清洁能源替代的规划安排，提高调入电力中绿色电力占比，加强与可再生能源丰富的地区之间的区域协同，有助于控制北京市二氧化碳的排放规模，同时创造市场预期，激发投资动力，助力能源输出省份加快产业结构和能源结构调整。

（9）持续推动产业结构优化升级，增强京津冀地区联动

以绿色低碳发展为引领，进一步强化北京市全国领先的能耗水平和碳排放水平，把优化工业结构和提高能效作为推进工业节能降碳的重要途径，加快形成绿色生产方式，培育制造业绿色发展新动能。系统推进产业结构升级，根据现有企业制定负面清单和限制目录，加快高耗能高排放生产制造企业及生产环节的退出及高耗能设备的淘汰，逐步引导高耗能产业迁移退出。

对标国际先进水平，动态完善工业能耗限额。组织开展工业企业能源审计，加强重点用能设备节能审查和日常监管。开展重点排放行业绿色化改造与能效

提升改造，推广先进高效产品设备，加快淘汰落后低效设备，支持企业实施绿色节能技术改造。推动能源行业余热回收利用，压缩高耗能行业占比，仅保留必要的火电企业。

持续推进绿色产业体系建设，积极发展科技含量高、资源消耗低、碳排放少的高精尖产业，修订并严格执行新增产业禁止和限制目录，按照先进节能低碳标准设计准入条件，坚决控制高耗能、高排放项目新建和改扩建。优化新能源行业准入门槛，针对低碳排放高绩效的先进绿色制造业和第三产业优化营商环境和政策支持，培育新能源、新材料、新能源汽车、燃料电池、氢能等产业新增长点。强化环评、能评和碳评源头协同控制，严格控制新建项目能耗和碳排放水平。建设绿色制造示范园区，绿色产业规模化，完善全过程产业链，提升产业链、供应链现代化水平，打造具有国际竞争力的绿色产业集群。

落实北京城市总体规划，推动区域特色化、差异化、联动化，构建京津冀产业协同发展的新格局。立足京津冀整体谋划高精尖产业发展，发挥北京“一核”辐射带动作用 and 先进制造、数字资源优势，以氢能、智能网联汽车、工业互联网等产业为突破口，推动创新链产业链供应链联动，加速科技赋能京津冀传统产业，协同推进数字化、智能化、绿色化改造升级。采取“产业基金+智能制造”方式，鼓励北京企业通过“母子工厂”等模式在京津冀布局一批带动力强的项目，吸引上下游企业聚集，共同完善区域产业生态，构建分工明确、创新联动的产业协同发展格局。

(10) 强化科技创新引领，构建绿色低碳经济体系

完善科技创新体制机制，坚持高水平开放引领，坚持改革释放活力，巩固金融业和信息技术行业的领先优势，深化重点服务领域改革，完善市场准入机制，创新优化监管模式，健全风险防控机制，强化政策服务配套，释放市场主体发展活力；健全政府投入为主、社会多渠道投入的机制，推进绿色金融创新，促进新技术产业化、规模化应用，提升企业绿色技术创新能力，推动建立世界领先的绿色科技创新体系。

建议坚持问题和目标导向相结合，加大绿色低碳技术研发投入力度，加强重点技术攻关和示范应用，协同攻关先进可再生能源技术、智能电网、新型电力系统、氢能和氢燃料电池、新型储能技术、负排放技术等碳中和战略支撑技术，发挥国家级实验室、高校院所、在京骨干企业等创新资源合力，依托绿色产业园区和低碳试点城市，持续推进各个领域重大技术装备示范应用，积极拓展先进绿色低碳技术大数据中心、充电设施、工业园区等融合应用新场景。加快“碳中和”领域关键技术、引领性技术、颠覆性技术的研发创新和应用推广，突破“碳中和”技术瓶颈，逐步打造北京市“碳中和”新技术、新产品、新业态、新模式的创新中心。

坚持科技创新驱动，加速以数字技术赋能为重点的业态创新与融合应用，加大经济体系转型的强度和力度。加快大数据、工业互联网、5G 等技术与传统

制造业融合，提高传统制造业的生产效率和能源效率，释放传统工业领域低碳转型潜能。推动新一代信息技术和先进低碳技术的深度融合，发展数字经济、战略性新兴产业和现代服务业，培育新的增长动能，打造以创新驱动和绿色零碳为导向的、国际领先的绿色低碳制造集群；探索现代服务业创新、绿色发展模式，加速服务业转型升级与新旧动能转换。

（11）深入推进建筑低碳转型，构建新型低碳交通运输体系

目前，建筑能耗与排放在北京市的碳排放总量中占有相当大的比例，也有着巨大减排空间。北京应围绕建筑能耗与排放领域重点施策，应大力发展绿色建筑，提高绿色建筑标准，加大既有建筑墙体材料及门窗节能改造，管控公共机构运行能耗。“十四五”期间，可以采取更先进的新建筑设计标准，逐步构建建筑能效认证体系，并要求所有新建筑达到近零能耗。现有建筑物更新换代时，应用新的节能、光伏、储能和供暖制冷技术，要求屋顶和墙壁等建筑结构满足最低的能源性能要求等。同时，在集中供热领域，要大力推进居民建筑分户热计量，从按照住房面积收费向按照实际消费热能的收费模式转变。

优化交通运输结构，积极推进货运“公转铁”。以铁路为支点，串联上下游产业，利用铁路资源，充分发挥产业规模优势，实现全链条绿色低碳运输。发展新能源绿色运输，引导企业以新能源货车替代传统货车，实现新能源货车规模化应用和发展。构建多式联运体系，将公路、铁路、航空有机结合，形成“公铁航”多式联运物流体系，打通绿色运输链路，降低运输总碳排放。

科技赋能提升交通智慧化水平，支撑智慧城市建设。推动5G技术、北斗系统、遥感卫星技术与人工智能在交通领域的应用，建设“智慧交通基础设施、智慧交通数据云脑、智慧交通应用场景”三大体系。推进车联网、自动驾驶等技术的落地实施，在试点基础上，逐步推动传统交通基础设施的智能网联化改造，构建车路一体的新型低碳交通运输体系。

（12）完善碳交易机制，做好碳排放披露工作

加强对温室气体的监测统计和科学管理，建立全市及各区和主要行业的温室气体排放统计体系，夯实数据基础。推动建立温室气体监测和生态系统碳源汇监测体系，推进温室气体统计数据 and 监测数据统筹融合。编制温室气体排放清单，做好各级清单编制方法和数据衔接，强化清单对本市应对气候变化政策的决策支持。加强碳排放在线监测与碳排放信息披露，公开省年度温室气体核算结果，构建政府与监管机构、重点排放企业之间的数据共享平台，提高碳排放信息披露的监管效率。

充分发挥碳市场机制对减少碳排放的激励和约束作用，进一步优化本市试点碳市场机制及配套措施。完善碳排放配额总量控制制度，持续扩大碳市场覆盖范围，完善重点排放单位管理机制和配额分配方法，丰富配额初始分配制度，逐步推动配额有偿分配。进一步更新完善碳市场工作机制，鼓励和引导排放单位积极通过技术创新、精细化管理降低碳排放，并通过市场机制降低社会总体

减排成本。完善碳市场制度设计，在自愿减排量交易、碳普惠机制、碳金融产品、生态补偿机制等方面大力创新，扩大市场机制的覆盖范围。

按照全国碳市场建设整体安排，做好纳入全国碳市场的本市重点排放单位的管理，包括已经纳入管理的发电行业企业以及后续将要纳入的石化等行业企业。积极推进全国温室气体自愿减排（CCER）交易机构建设工作，参与制订CCER交易规则，组织开展CCER交易和管理系统建设，探索和国际碳交易与抵消机制的衔接和合作。推动北京绿色交易所在承建全国自愿减排交易机构的基础上，升级为面向全球的国家级绿色交易所。

省级双碳指数研究课题组成员

课题负责人

阳平坚，柴麒敏，马军

研究人员

中国环境科学研究院：阳平坚，彭栓，常洪旺，王涛

国家应对气候变化战略研究和国际合作中心：柴麒敏，黄子晗，田爽

公众环境研究中心：马军，马莹莹，辛泊达，郭博宇

数据支持

中国城市温室气体工作组

报告免责声明

本研究报告由省级双碳指数研究课题组撰写，研究报告中所提供的信息仅供参考。本报告根据公开、合法渠道获得相关数据和信息，并尽可能保证可靠、准确和完整。本报告不能作为省级双碳指数研究课题组承担任何法律责任的依据或者凭证。省级双碳指数研究课题组将根据相关法律要求及实际情况随时补充、更正和修订有关信息，并尽可能及时发布。省级双碳指数研究课题组对于本报告所提供信息所导致的任何直接的或者间接的后果不承担任何责任。如引用发布本报告，需注明出处为省级双碳指数研究课题组，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。本报告之声明及其修改权、更新权及最终解释权均归省级双碳指数研究课题组所有。