

能源经济预测与展望研究报告

FORECASTING AND PROSPECTS RESEARCH REPORT

CEEP-BIT-2023-002 (总第 66 期)



# 省级能源高质量发展指数研究 (2012-2022 年)

2023 年 1 月 8 日

北京理工大学能源与环境政策研究中心

<http://ceep.bit.edu.cn>

## 能源经济预测与展望研究报告发布会

主办单位：北京理工大学能源与环境政策研究中心

北京理工大学国家安全与发展研究院

能源经济与环境管理北京市重点实验室

协办单位：北京经济社会可持续发展研究基地

北京理工大学管理与经济学院

中国“双法”研究会能源经济与管理研究分会

中国能源研究会能源经济专业委员会

## 特别声明

本报告是由北京理工大学能源与环境政策研究中心研究团队完成的系列研究报告之一。如果需要转载，须事先征得中心同意并注明“转载自北京理工大学能源与环境政策研究中心系列研究报告”字样。

## 省级能源高质量发展指数研究（2012-2022年）

执笔人：唐葆君、吴郢、邹颖、廖华、余碧莹、王崇州、魏一鸣

作者单位：北京理工大学能源与环境政策研究中心

联系人：唐葆君

研究资助：国家自然科学基金项目（71521002，71934004），国家重点研发计划项目（2016YFA0602603）。



北京理工大学能源与环境政策研究中心

北京市海淀区中关村南大街5号

邮编：100081

电话：010-68918651

传真：010-68918651

E-mail: [tbj@bit.edu.cn](mailto:tbj@bit.edu.cn)

网址： <http://ceep.bit.edu.cn>

Center for Energy and Environmental Policy Research

Beijing Institute of Technology

5 Zhongguancun South Street, Haidian District, Beijing 100081, China

Tel: 86-10-68918651

Fax: 86-10-68918651

E-mail: [tbj@bit.edu.cn](mailto:tbj@bit.edu.cn)

Website: <http://ceep.bit.edu.cn>

# 省级能源高质量发展指数研究

## （2012-2022 年）

习近平总书记在党的二十大报告中强调，“高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务。”为积极适应国内国际形势的新发展新要求，落实国家发展改革委国家能源局《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》，积极促进新时代能源高质量发展，确保能源安全供应的前提下，加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系，北京理工大学能源与环境政策研究中心首次发布可追踪、可评估、可勘测的中国省级能源高质量发展指数，对能源高质量发展四大维度和16项关键内涵进行界定和测算，对各省能源体系多维发展的动态演进和未来趋势进行精准监测和预判，引导省级能源发展增强对标意识和赶超意识。

### 一、省级能源高质量发展指数编制背景

#### （一）省级能源高质量发展指数有待完善

能源系统是一个复杂的多目标优化系统，其规划导向也是多维度的，不同区域、不同发展阶段的能源发展侧重点有所不同。立足于我国广域的能源资源禀赋和各省发展差异，需要一套内涵丰富、符合系统发展观的能源高质量发展指数工具，以便对不同省份的能源发展进程和优劣进行研判和路径指导。

一方面，已有的能源相关指数通常侧重于对能源发展单一维度进行评价，如能源结构低碳化、能源效率水平、能源经济环境协调等。

但随着能源转型深入，在控制化石能源消费、推广可再生能源的同时，应充分保障经济社会发展需求，实现安全与绿色发展统一，同时重视并依靠技术创新。另一方面，现有能源高质量发展测度，往往以某一省份为研究对象，或仅针对全国静态层面评价分析，难以体现各省份在多维改革路径过程中的动态变化、差异和特点。因此，亟需建立一套系统发展观下的省级层面动态多维度能源高质量发展指数。

## （二）省级能源高质量发展指数构建依据

国家发展改革委和能源局联合发布的《能源生产和革命战略（2016-2030）》中提出，面向全面建设社会主义现代化社会，我国能源转型应以保障安全为出发点，以节约优先为方针，以绿色低碳为方向，以主动创新为动力。本报告将四大战略取向分别落实到能源保供、能源消费、能源结构、能源技术四大维度，结合《新时代的中国能源发展》、《十四五能源领域科技创新规划》、《十四五现代能源体系规划》等政策文本的高频关键词分析，对每个战略取向的发展内涵进行进一步细化。其中，能源保供维度强调煤炭等基础保障能源增储上产，不断增强能源总量稳定供应；同时投资建设能源输送、能源储备设施，提升安全输送保障能力，进而实现能源储备、稳定、持续、可靠多重发展。能源消费维度要完善能源消费总量管理，强化能耗强度控制，提高能源利用效率；同时限制高能耗、高污染产业发展，完善细颗粒物等污染防治；通过终端电能替代等电气化发展，主动控制碳排放，从而实现节约、高效、减污、降碳的能源消费。能源结构维度强调大幅增加非化石能源生产规模和比重，并煤炭推动有序退出、可再生能源开发

建设和能源多元化供应；坚持能源绿色生产、强化矿山等能源开发利用场所的环境综合治理力度，从而实现开源、低碳、清洁、多元的能源结构转型。能源技术维度强调加快能源科技创新步伐，加强科技研发投入，着力突破重大关键能源技术，同时利用技术商业模式创新和市场化将技术优势转化为经济优势，从而完善能源技术的人力、资本、创新、转化等方面发展。综合上述内涵界定，权衡指标设置科学性和数据可得性，最终选定 16 个代表性三级指标，构建省级能源高质量发展监测体系，具体指表体系见表 1。

表 1 省级能源高质量发展指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
能源保供	储备 稳定 持续 可靠	煤炭储量
		一次能源生产总量增加率
能源消费	节约 高效 减污 降碳	能源工业投资
		能源自给率
		人均能源消费量
能源结构	开源 低碳 清洁 多元	单位 GDP 能耗
		单位 GDP 二氧化硫排放量
		终端电气化水平
		电力装机总量
能源技术	人力 资本 创新 转化	原煤占能源生产比重
		环境污染治理投资
		非化石能源发电量
		规上工业企业 R&D 人员 研究与试验发展经费投入强度
		规上工业企业专利 技术交易成交额

## 二、省级能源高质量发展指数编制方法

省级能源高质量指数从国家统计局、各省能源统计年鉴、中国火炬统计年鉴等官方和公开渠道获得 31 个省份 2012 年-2022 年实际数据，首先对部分缺失省份或年份数据利用插值法和 BP 神经网络预测法补齐，其次，在负向指标数据正向化和极小极大值标准化处理后，采用 TOPSIS 合成法测算各维度得分和综合维度得分，最后利用马尔科夫

转移矩阵对各省2023年能源高质量发展的上升、下降或平稳状态进行趋势预判。利用指数测算结果进行纵向历史趋势动态演进分析、横向面板分值对比分析、维度发展关联逻辑分析等，把握全国能源高质量发展情况、洞悉省级能源发展差异以及总结能源高质量推动经验，为政府监督和政策路径设计提供有力参考依据。

### 三、省级能源高质量指数结果分析

为客观评价省级能源高质量发展总体状况，增强省级能源体系发展对标意识、赶超意识，本报告从全国总体水平、省份发展排行、维度差异分析、政策实施经验等视角进行系统分析，树立省级能源高质量发展的优异典型和提升典型，引领不同发展阶段省份因地制宜实现能源高质量发展。

#### （一）2012-2022年全国整体能源高质量发展动态演进

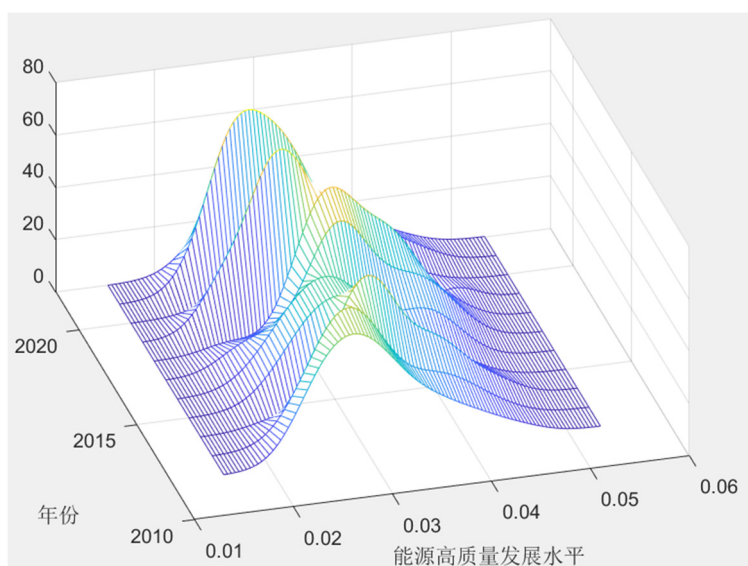


图1 全国省份能源高质量发展水平核密度分布

2012-2022年31个省份的能源高质量水平分布如图1所示，其中横轴表示能源高质量得分，纵轴表示年份，竖轴表示特定水平下的省份核密度分布。

2012年以来，全国能源高质量发展整体水平在小幅波动中稳步向高水平迈进，其中2019年综合表现最优，但2020年后受疫情影响整体左移，到2022年止住回落趋势，进入平稳状态。此外，2015年后密度曲线峰值攀升，表明各省份得分逐渐趋同，省际间能源高质量发展差异缩小。同时，曲线整体“右拖尾”趋势表明，仍有小部分省份的能源高质量发展远超平均水平，头雁效果明显。

### (二) 2022年各省排名及2023年水平变动预测

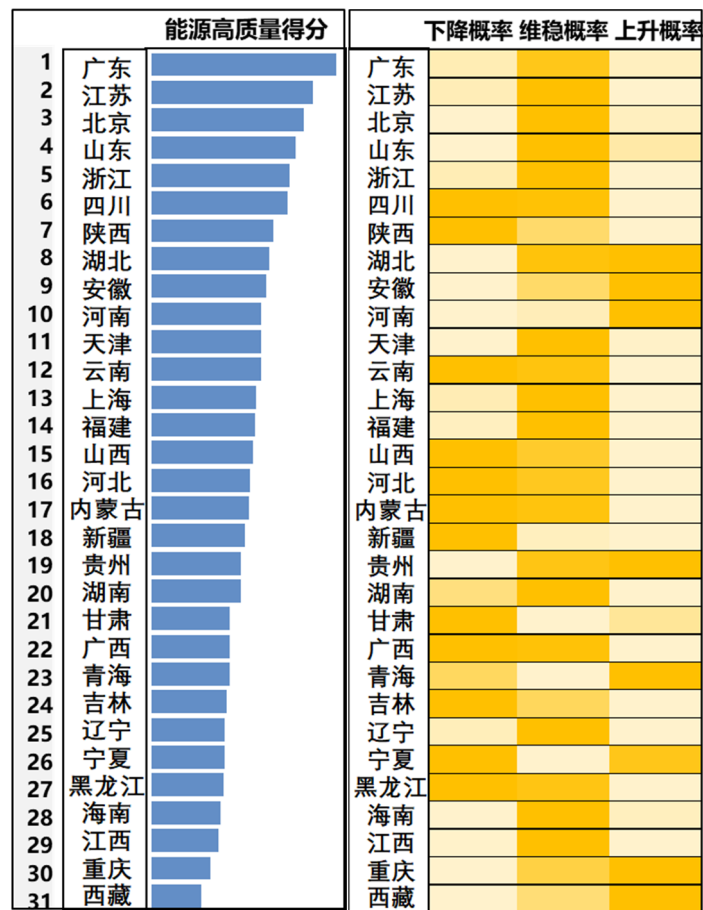


图2 2022年各省能源高质量水平排行(左)及2023年变动预测(右)  
(注：黄色块为马尔科夫转移概率，色块越深概率越高)

2022年各省能源高质量发展指数得分排行显示(见图2左)，广东、江苏、北京位列前三，且分值均处于自身历史平均水平之上；同时，马尔科夫转移矩阵预测显示(见图2右)，2023年排行前五的省份有较大概率维持现有能源发展水平。2022年西藏、重庆、江西能源发展水

平相对落后，且低于自身历史均值。其中，西藏和重庆在2023年有较大提升可能性。处于能源高质量发展中等水平的省份较多，特别是云南等排名位于15-27的省份，近期发展水平有下降趋势。

### （三）能源高质量发展与能源技术发展紧密相关

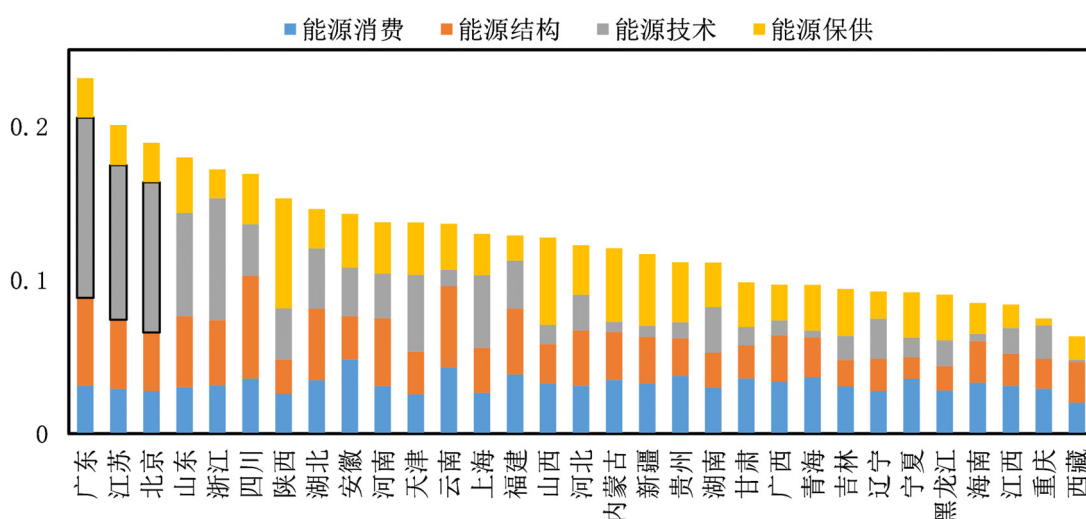


图3 2022年能源高质量发展四维度表现

各省2022年各维度能源高质量水平如图3显示。能源消费维度的省际间发展差异最小，但能源技术创新维度发展差距较大，应是政策扶持关注的重点。能源技术创新发展至关重要，广东、江苏、北京等前列省份主要依靠显著的技术创新优势支撑能源高质量发展，而海南和一些西部省份则亟需重视技术维度改进，在技术研发投入和技术成果转化等方面仍需政策支持。前三强省份的能源保供维度是发展短板，有待提升，前五强省份中仅山东的各维度发展较为均衡，可作为能源工业大省高质量发展的范例。

### （四）2012-2022年各维度代表性省份及发展经验

2022年各维度发展代表性省份如表2所示。面对国内经济复苏、国际能源危机、极端天气增加等不确定因素，能源供应安全是经济社



会繁荣发展的基础。在能源保供维度上山西、内蒙古表现优异。内蒙古细化退煤政策，建立应急煤炭储备制度，提升外省运销效率，实现挖潜增效。如，2022年8月内蒙古新朔铁路公司新增15家保供中长期协议煤企客户，新建准格尔-吉林铁路线缓解东北地区保供运力压力。2022年4月和7月内蒙古分别承担了十个省区4540万吨进口煤替代和2950万吨的保供任务。山西2022年持续推进增储上产，全年煤炭产量占全国产量近1/3，率先超额完成电煤供应中长期合同全量签约任务（达62958万吨）。如，山西2022年建成投运晋北—江苏等特高压外送通道，强化省际运销能力，仅一条线路8月外送电量就达到49.8亿千瓦时；晋能控股集团通过提高机组利用小时将送电量提升51.4%，稳守晋电外送江苏的电力大动脉，有力保障了电力外送以及国家能源安全。2022年内蒙古、山西在确保能源供应安全方面发挥了关键作用。

在能源消费方面，各省表现差异相对较小。安徽、云南等省份主要依靠提升电气化水平促进了能源消费侧的节能低碳。从能源结构角度看，广东、云南等省份扩大可再生能源装机规模、提升可再生能源电力产量和占比结构，能源供应结构绿色低碳水平较高。然而，伴随新能源生产能力提升的是能源供应缺口风险加剧，这种冲突进一步凸显了能源保供在能源高质量发展中的基础和核心地位。例如，四川大幅依赖水力发电，但以可再生电力为主体的新型电力系统基础薄弱，应急、调峰、备用电源配比低，系统调节能力不足，2022年夏季水力发电量受极端天气影响大幅下降，水电缺口难以弥补，造成短期内工业企业几乎全部停产，居民生活受到影响，带来巨大经济社会损失。

在能源技术创新方面，广东、江苏等省份的工业企业研发投入和专利产出水平均居高位；北京则在技术市场成交总额上居于首位。

表2 2022年各维度发展代表性省份

能源发展维度	发展代表性省份
能源保供	山西、内蒙古
能源消费	安徽、云南
能源结构	广东、云南
能源技术	江苏、北京

2012至2022年能源高质量发展提升最大的省份同样值得分析借鉴（见表3）。陕西煤炭储量和能源生产增长率持续攀升，大力提升了能源保供维度的发展。安徽通过人均能源消费量的有效控制提升了能源消费维度的高质量发展。河南污染治理投资和非化石能源生产规模均大幅增加，带动了能源结构清洁绿色低碳转型。山东、湖南等能源技术研发投入强度和技术市场成交额逐年扩大，能源技术发展质量提升明显。

表3 2012-2022年各维度提升代表性省份

能源发展维度	提升代表性省份
能源保供	陕西、河北
能源消费	安徽、陕西
能源结构	河南、北京
能源技术	山东、湖南

### （五）综合提升前三强省份参考经验

综合提升排名前三的分别是陕西、河北和山东。山东主要依靠构建源技术标准体系；河北主要通过推进新能源高端装备集群建设；陕西重点关注优煤、扩油、增气来强化保障能力建设。

山东经验为技术维度发展较弱的省份提供了参考。截至2022年山东累计参与国家标准近180项、行业标准近200项、相关领域地方标准150余项，有效推进能源技术创新发展。河北为可再生能源资源丰富

省份提供了借鉴。2022年河北通过超5000亿专项贷款保障新能源融资需求，大力发挥新能源产业开发和上游装备制造的支撑作用。陕西为传统能源大省增强保供提供了参照。陕西主要通过加强电力、煤炭、铁路等多部门协调统筹、出台煤炭中长期合同履行监管制度、全力扩油、增气、提煤、拓化加快优质产能释放，有效增强能源保供能力。

#### 四、关键结论及建议

CEEP 中国省级能源高质量发展指数基于安全为本、节约优先、绿色低碳、主动创新四大战略取向设置能源保供、能源消费、能源结构、能源技术四个维度，界定了 16 项新时代能源高质量发展内涵指标，为省级能源发展监测、预判和引导提供有力参考依据。主要结论及建议如下：

第一，2022 年山西、内蒙古在能源稳价保供方面发挥了关键作用。陕西、河北、山东可作为能源大省高质量发展水平有效提升的范例。

第二，能源技术维度的省际发展差异较大，海南和一些西部省份的技术研发投入和成果转化仍需政策扶持。

第三，2022 年广东、江苏、北京为能源高质量发展标杆省份，主要依靠技术创新优势位列前三，但仍需关注能源可靠性和可持续性。

第四，预期 2023 年头部省份水平稳定，尾部省份稳中向好，而中后部省份有下降趋势。各省可依据自身资源禀赋，定位上升空间较大的能源维度，锚定标杆省份，刺激自身进步并带动其他维度共同发展。

## 北京理工大学能源与环境政策研究中心简介

北京理工大学能源与环境政策研究中心是 2009 年经学校批准成立的研究机构，挂靠在管理与经济学院。能源与环境政策中心大部分研究人员来自魏一鸣教授 2006 年在中科院创建的能源与环境政策研究中心。

北京理工大学能源与环境政策研究中心（CEEP-BIT）面向国家能源与应对气候变化领域的重大战略需求，针对能源经济与气候政策中的关键科学问题开展系统研究，旨在增进对能源、气候与经济社会发展关系的科学认识，并为政府制定能源气候战略、规划和政策提供科学依据、为能源企业发展提供决策支持、为社会培养高水平专门人才。

### 中心近年部分出版物

唐葆君. 项目管理——能源项目为例. 北京: 科学出版社, 2022.

余碧莹, 张俊杰等. 时间利用行为与低碳管理. 北京: 科学出版社, 2022.

沈萌, 魏一鸣. 智慧能源. 北京: 科学技术文献出版社, 2022.

魏一鸣等. 气候工程管理: 碳捕集与封存技术管理. 北京: 科学出版社, 2020.

魏一鸣, 廖华等. 能源经济学 (第三版). 北京: 中国人民大学出版社, 2019.

# 中心近年“能源经济预测与展望”报告

总期次	报告题目	总期次	报告题目
1	“十二五”中国能源和碳排放预测与展望	37	2019 年国际原油价格分析与趋势预测
2	2011 年国际原油价格分析与走势预测	38	我国农村居民生活用能现状与展望
3	2012 年国际原油价格分析与趋势预测	39	高耗能行业污染的健康效应评估与展望
4	我国中长期节能潜力展望	40	我国社会公众对雾霾关注的热点与展望
5	我国省际能源效率指数分析与展望	41	我国新能源汽车行业发展水平分析及展望
6	2013 年国际原油价格分析与趋势预测	42	2019 年光伏及风电产业前景预测与展望
7	2013 年我国电力需求分析与趋势预测	43	经济承压背景下中国能源经济发展与展望
8	国家能源安全指数分析与展望	44	2020 年光伏及风电产业前景预测与展望
9	中国能源需求预测展望	45	砥砺前行中的新能源汽车产业
10	2014 年国际原油价格分析与趋势预测	46	2020 年国际原油价格分析与趋势预测
11	我国区域能源贫困指数	47	二氧化碳捕集利用与封存项目进展与布局展望
12	国家能源安全分析与展望	48	2020 年碳市场预测与展望
13	经济“新常态”下的中国能源展望	49	我国“十四五”能源需求预测与展望
14	2015 年国际原油价格分析与趋势预测	50	基于行业视角的能源经济指数研究
15	我国新能源汽车产业发展展望	51	全球气候保护评估报告
16	我国区域碳排放权交易的潜在收益展望	52	全球气候治理策略及中国碳中和路径展望
17	“十三五”及 2030 年能源经济展望	53	新能源汽车产业 2020 年度回顾与未来展望
18	能源需求预测误差历史回顾与启示	54	碳中和背景下煤炭制氢的低碳发展
19	2016 年国际原油价格分析与趋势预测	55	2021 年国际原油价格分析与趋势预测
20	2016 年石油产业前景预测与展望	56	中国省际能源效率指数（2010-2018）
21	海外油气资源国投资风险评价指数	57	后疫情时代中国能源经济指数变化趋势
22	“十三五”北京市新能源汽车节能减排潜力分析	58	电力中断对供应链网络的影响
23	“十三五”碳排放权交易对工业部门减排成本的影响	59	2022 年国际原油价格分析与趋势预测
24	“供给侧改革”背景下中国能源经济形势展望	60	全国碳中和目标下各省碳达峰路径展望
25	2017 年国际原油价格分析与趋势预测	61	迈向碳中和的电力行业 CCUS 发展行动
26	新能源汽车推广应用：2016 回顾与 2017 展望	62	中国碳市场回顾与展望（2022）
27	我国共享出行节能减排现状及潜力展望	63	全球变暖对我国劳动力健康影响评估
28	我国电子废弃物回收处置现状及发展趋势展望	64	中国上市公司碳减排行动指数研究报告
29	2017 年我国碳市场预测与展望	65	2022 年中国能源经济指数研究
30	新时代能源经济预测与展望	66	省级能源高质量发展指数研究（2012-2022 年）
31	2018 年国际原油价格分析与趋势预测	67	中国电力部门省际虚拟水流动模式与影响分析
32	2018 年石化产业前景预测与展望	68	2023 年国际原油价格分析与趋势预测
33	新能源汽车新时代新征程:2017 回顾及未来展望	69	中国碳市场回顾与最优行业纳入顺序展望（2023）
34	我国电动汽车动力电池回收处置现状、趋势及对策	70	我国 CCUS 运输管网布局规划与展望
35	我国碳交易市场回顾与展望	71	全球变暖下区域经济影响评估
36	新贸易形势下中国能源经济预测与展望	72	迈向中国式现代化的能源发展图景