



中国·内蒙古现代能源经济发展指数报告 (2023)

——奋力书写内蒙古现代能源经济新篇章

内蒙古自治区能源局 中国经济信息社

2023年11月

引言

经过多年发展，世界能源转型已由起步蓄力期转向全面加速期，正在推动全球能源和工业体系加快演变重构。同时，我国也步入构建现代能源体系新阶段。

内蒙古现代能源经济近年发展迅速，供应保障能力不断增强，煤炭在产产能占全国总产能 1/4 以上，2022 年内蒙古积极落实煤电增产保供工作原煤产量对全国增长贡献最大、发电量位居全国首位、液化天然气产量位居全国首位。能源结构调整步伐加快，内蒙古并网新能源装机远高于全国平均水平，风力发电量位居全国第 1 位、太阳能发电量位居全国第 5 位。内蒙古正步入现代能源体系新阶段。

党的十八大以来，习近平总书记多次就内蒙古能源发展作出重要指示，在 2018 年 3 月 5 日参加十三届全国人大一次会议内蒙古代表团审议时发表重要讲话指出，要把现代能源经济这篇文章做好，紧跟世界能源技术革命新趋势，延长产业链条，提高能源资源综合利用效率。

2023 年 6 月，习近平总书记在内蒙古考察时强调，推动传统能源产业转型升级，大力发展绿色能源，做大做强国家重要能源基地，是内蒙古发展的重中之重，在这方面内蒙古方向明确、路子对头、前景很好，大有作为、大有前途。

2023 年 10 月 5 日，国务院发布《国务院关于推动内蒙古高质量发展奋力书写中国式现代化新篇章的意见》，指出构建新型能源体系，增强国家重要能源和战略资源基地保供

能力，提升传统能源供给保障能力，推进大型风电光伏基地建设，加快构建现代能源经济体系。

为把现代能源经济这篇文章做好，深入掌握内蒙古现代能源经济发展水平，2020年开始，内蒙古自治区能源局与中国经济信息社，聚焦内蒙古现代能源经济发展特征，围绕低碳转型、经济高效、创新驱动、社会贡献四个维度构建综合评价体系，通过评价体系发现产业发展瓶颈，探索产业高质量发展路径。本报告作为第四期成果，对部分二、三级指标予以调整优化，在保持连续性的同时，以“奋力书写内蒙古现代能源经济新篇章”为年度主题，重点突出在新阶段内蒙古现代能源经济发展成果，为统筹优化内蒙古现代能源经济工作提供参考。

作为阶段性研究成果，报告难免有不足之处，我们将不断修正、优化。

内蒙古现代能源经济发展指数编委会

2023年11月

目录

核心观点	1
一、 时代背景	5
二、 总指数结果	9
三、 分项指数：低碳转型	11
（一） 清洁供给子指数在新能源带动下持续上升	12
专题：政策“定心丸”激活绿氢蓝海	14
（二） 低碳消费子指数增长缓慢 发展潜力有待挖掘 ..	15
（三） 生态碳汇子指数平稳运行	17
四、 分项指数：经济高效	19
（一） 效率提升子指数整体保持较高水平	20
（二） 产业发展子指数显著上升 能源工业蓬勃发展 ...	22
专题：能源投资支撑国家重要能源和战略资源基地建设步履 铿锵	23
（三） 体制优化子指数彰显市场主体活力	24
专题：27 家民营企业上榜 2023 中国能源企业（集团）500 强	26
五、 分项指数：创新驱动	28
（一） 创新投入子指数加速上涨，创新潜力有待加强 .	29
（二） 创新产出子指数同比增长 21.56% 保持加速增长	30
六、 分项指数：社会贡献	32
（一） 能源保障子指数稳步增长 有效发挥能源和战略资源	

基地作用	33
(二) 社会民生子指数整体呈上升态势	34
(三) 国际合作子指数保持相对稳定	35
七、 对策建议	38
(一) 推动能源生产、消费方式绿色变革	38
(二) 科技创新驱动能源高质量发展	39
(三) 进一步提高效率、壮大能源经济	40
(四) 夯实能源生产基础 扛稳能源安全重任	42
八、 内蒙古现代能源经济发展实践场景	44
附录： 中国·内蒙古现代能源经济发展指数编制方法	50
(一) 总体思路	50
(二) 指数内涵	50
(三) 设计原则	52
(四) 指标体系	53
(五) 数据处理	56
(六) 模型计算	57
(七) 指数计算	61

核心观点

内蒙古现代能源经济发展指数，遵循“把现代能源经济这篇文章做好，紧跟世界能源技术革命新趋势，延长产业链条，提高能源资源综合利用效率”的理念，为区域经济高质量发展提供“数字工具”和“参照标准”。

内蒙古现代能源经济发展水平增长显著。指数结果显示，内蒙古深入贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，围绕“四个革命、一个合作”能源安全新战略，推进能源供给侧结构性改革，能源发展质量不断提高，转型发展取得显著成效。

总指数表现：

2022年，内蒙古现代能源经济发展指数达151.25点，同比增长10.64%

内蒙古现代能源经济发展指数通过低碳转型、经济高效、创新驱动和社会贡献四个维度，衡量内蒙古现代能源经济发展水平。2022年，内蒙古现代能源经济发展指数达151.25点，同比增长10.64%，年均复合增长10.90%，在错综复杂的国内外形势下彰显了内蒙古现代能源经济的活力和增长潜力。

分项指数表现：

低碳转型和创新驱动呈现稳步增长，经济高效和社会贡献2022年以来克服内外部因素影响取得迅速上升。2022年，低碳转型和创新驱动两支分项指数分别达139.91点和152.59点，同

比增长 8.29%和 16.33%，年均复合增长 8.76%和 11.14%；经济高效和社会贡献分别达 156.15 点和 158.35 点，同比上升 10.07%和 9.03%，年均复合增长 11.79%和 12.18%，彰显能源经济发展活力。

低碳转型分项指数同比增长 8.29%，清洁供给子指数上升趋势较为明显，低碳消费和生态碳汇子指数增长相对稳定

低碳转型分项指数主要从能源供给清洁化、能源消费低碳化、生态碳汇三方面选取核心指标，衡量内蒙古能源工业低碳转型水平。2022 年低碳转型分项指数为 139.91 点，同比增长 8.29%，年均复合增长率为 8.76%。其中，清洁供给子指数上升趋势较为明显，2022 年达 167.77 点，同比增长 11.04%，带动分项指数上升；低碳消费、生态碳汇子指数增长相对稳定，2022 年分别收于 108.07 点和 102.41 点。在“碳达峰、碳中和”的历史背景下，内蒙古应根据经济社会发展实际情况着力推动优化能源结构，加快发展方式绿色转型，让绿色成为发展底色。

经济高效分项指数同比增长 10.07%，产业发展和体制优化子指数持续快速提升，效率提升子指数稳步增长

经济高效分项指数由效率提升、产业发展、体制优化三项子指数构成，量化评估内蒙古现代能源经济发展水平。2022 年经济高效分项指数为 156.15 点，同比增长 10.07%，年均复合增长率为 11.79%。其中产业发展与体制优化子指数 2022 年上升趋势明显，分别同比增长 17.88%和 9.89%，带动分项指数大幅上升；

效率提升子指数平稳缓慢增长，2022年收于108.43点，年均复合增长2.04%。

创新驱动分项指数同比增长16.33%，创新投入、创新产出子指数加速增长

创新驱动分项指数从创新投入、创新产出两个维度对内蒙古现代能源经济发展过程中的创新驱动水平进行量化评估。2022年，创新驱动分项指数为152.59点，同比增长16.33%，年均复合增长率为11.14%。其中，创新投入子指数2022年达133.02点，同比增长12.72%，年均复合增长7.39%；创新产出子指数保持良好增长态势，2022年收于190.19点，年均复合增长17.43%。

社会贡献分项指数同比增长9.03%，能源保障稳步增长，社会民生总体呈上升态势，国际合作2021年回升后呈平稳态势

社会贡献分项指数选取了能源保障、社会民生、国际合作三个子指数对能源工业社会贡献水平进行评估。2022年，社会贡献分项指数为158.35点，同比增长9.03%，年均复合增长率为12.18%。其中能源保障子指数稳步增长，年均复合增长12.55%，是分项指数增长的主要带动因素；国际合作子指数2019—2020年出现下滑，2021年回升至178.77点后保持相对平稳，2022年同比上涨0.82%。

发展建议：

需从四方面提升内蒙古现代能源经济发展水平。一是推动能源生产、消费方式绿色变革，持续推动能源供给绿色低碳转型；

二是强化创新驱动，提升能源产业创新链整体效能，主动把握新一代能源技术变革趋势，加快能源关键技术突破和升级；三是进一步提高效率、壮大能源经济，建设绿色智慧煤炭开采体系，加快输电通道建设，提高能源电力资源配置效率、清洁能源利用率、煤炭就地转化率和精深加工度等，推进能源产业链向下游延伸，价值链向中高端攀升；四是夯实能源生产基础，扛稳能源安全重任，从维护国家能源安全高度，助力煤炭保供稳价，缓解煤电企业经营压力，提高电力安全保供能力。

场景聚焦：现代能源经济发展内蒙古实践

报告从煤炭清洁利用、新型能源体系建设、能源创新发展三方面展现内蒙古现代能源经济发展实践场景，以期为全国提供现代能源经济的内蒙古实践经验。

一、 时代背景

我国步入构建现代能源体系新阶段

能源和战略资源是支撑国民经济和社会发展的物质基础。2022年3月22日，国家发改委、国家能源局印发《“十四五”现代能源体系规划》提出，我国步入构建现代能源体系的新阶段，能源安全保障进入关键攻坚期，能源低碳转型进入重要窗口期，现代能源产业进入创新升级期，能源普遍服务进入巩固提升期，并提出2035年基本建成现代能源体系的展望目标。

党的二十大报告指出，实现碳达峰碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革。立足我国能源资源禀赋，加快构建现代能源体系，既是保障国家能源安全，力争如期实现碳达峰、碳中和的内在要求，也是推动实现经济社会高质量发展的重要支撑。

近年来，在“四个革命、一个合作”能源安全新战略指引下，我国能源高质量发展迈出了新步伐。2022年，我国能源保障更加安全有力，原煤产量45.6亿吨，比上年增长10.5%；原油产量20472万吨，2016年以来首次回升至2亿吨以上；天然气产量增长6.0%，连续6年增产超100亿立方米；风电、光伏发电新增装机突破1.2亿千瓦，创历史新高。

能源低碳转型取得积极成效，系统效率进一步提升。2022年，我国万元国内生产总值能耗比上年下降0.1%，万元国内生产总值二氧化碳排放下降0.8%；非化石能源占一次能源消费比重达到17.5%，提高0.8个百分点。

我国可再生能源继续保持全球领先地位。2022年，我国可再生能源新增装机占全国新增发电装机的76.2%；风电光伏年发电量首次突破1万亿千瓦时；可再生能源发电量相当于减少国内二氧化碳排放约22.6亿吨，出口的风电光伏产品为其他国家减排二氧化碳约5.73亿吨，合计约占全球同期可再生能源折算碳减排量的41%。我国已成为全球应对气候变化的积极参与者和重要贡献者。

内蒙古率先探索现代能源经济发展路径

2018至2022年，习近平总书记连续5年参加全国两会内蒙古代表团审议，叮嘱内蒙古要把现代能源经济这篇文章做好；内蒙古要建设国家重要能源和战略资源基地。

牢记总书记嘱托，内蒙古聚焦做好现代能源经济这篇文章，率先探索现代能源经济发展路径，深入推进能源革命，建设国家现代能源经济示范区，推动内蒙古由化石能源大区向清洁能源大区转变，走以生态优先、绿色发展为导向的高质量发展新路子不断破题解题、见行见效。

作为国家重要能源和战略资源基地，2022年，内蒙古坚持保大局、为大局，坚决扛起国家能源安全重大政治责任，煤炭产量12.14亿吨、发电量6465亿度，完成煤炭保供任务9.45亿吨、外送电量2640亿度，在保障全国能源供应和经济发展格局中发挥了重要作用，对促进内蒙古边疆稳定和经济繁荣具有举足轻重作用。

内蒙古紧跟世界能源技术革命新趋势，提高能源资源综合利用效率，加快形成多种能源协同互补、综合利用、集约高效的供能方式，在全国率先开展源网荷储、风光火储一体化示范，配套建设了现代能源产业园区。区内 1/3 以上电力装机来自风电、光电等新能源，内蒙古成为全国最大新能源基地。

以质效并举的重大项目推动转型，内蒙古频频布局、连连落子，激发起现代能源经济高质量发展的强劲动能。2022 年，全区新能源项目投资同比增长 5 倍以上，新增新能源装机规模 2000 万千瓦，批复实施约 1 亿千瓦，建设 6 类市场化应用场景项目 3000 多万千瓦，发电 1300 多亿度，超过三峡工程一年的发电量；全区新能源装备制造产业完成投资 620 亿元，为年初计划的 1.3 倍。

新阶段，内蒙古面临的机遇与挑战

经过多年发展，世界能源转型已由起步蓄力期转向全面加速期，正在推动全球能源和工业体系加快演变重构，结构低碳化、系统多元化、产业智能化、供需多极化特征愈发明显。

党的二十大将碳达峰、碳中和放到重要位置。作为能源大省，内蒙古加快能源绿色变革，以“风光氢储”为代表的新能源和清洁能源产业发展强劲，推动内蒙古能源经济走上以生态优先、绿色发展为导向的高质量发展新路子，成为调整优化产业结构、加速新旧动能转换的生动实践。同时，内蒙古能源产业仍面临能源供应保障责任重大、绿色低碳转型任务艰巨、发展模式升级挑战

严峻、创新驱动发展不足等压力。

习近平总书记 2023 年 6 月 7 日在内蒙古考察时指出，坚持绿色发展是必由之路。推动传统能源产业转型升级，大力发展绿色能源，做大做强国家重要能源基地，是内蒙古发展的重中之重。在这方面内蒙古方向明确、路子对头、前景很好，大有作为、大有前途。

2023 年 10 月 5 日，国务院印发《关于推动内蒙古高质量发展奋力书写中国式现代化新篇章的意见》，提出“构建新型能源体系，增强国家重要能源和战略资源基地保供能力”，为内蒙古进一步做好现代能源经济这篇文章，在中国式现代化建设中闯出新路指明方向、提供遵循。

内蒙古要抓住历史性新机遇，保障能源安全，有序推进能源结构调整优化，坚持先立后破，加快建设新型电力系统，完善绿色能源消费机制，形成主动消费绿能氛围，实现区域经济高质量发展，在全国现代能源经济发展中率先取得突破。

二、 总指数结果

为进一步刻画内蒙古在现代能源体系新阶段现代能源经济发展成果，内蒙古现代能源经济发展指数通过低碳转型、经济高效、创新驱动和社会贡献四个维度¹，衡量内蒙古现代能源经济发展水平。

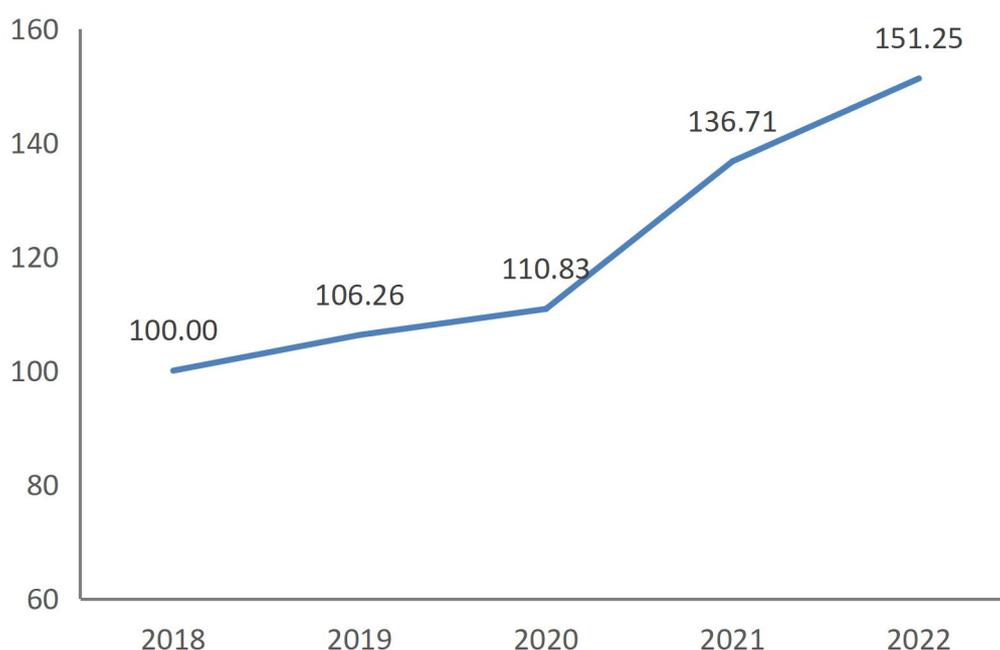


图 1 中国·内蒙古现代能源经济发展指数走势图（单位：点）

内蒙古现代能源经济发展水平增长显著。指数结果显示，内蒙古深入贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，围绕“四个革命、一个合作”能源安全新战略，推进能源供给侧结构性改革，能源发展质量不断提高，转型发展取得显著成效。2022年，内蒙古现代能源经济发展指数达 151.25 点，同比增长 10.64%，年均复合增长 10.90%，在错综复杂的国内外形势下彰显了内蒙

¹ 四个维度分别与《“十四五”现代能源体系规划》（简称《规划》）中经济指标相对应，其中，“低碳转型”对应《规划》中加快推动能源绿色低碳转型内容；“经济高效”对应《规划》中加快推动能源绿色低碳转型、优化能源发展布局和增强能源治理效能内容；“创新驱动”对应《规划》中提升能源产业链现代化水平内容；“社会贡献”对应《规划》中增强能源供应链稳定性和安全性、优化能源发展布局和构建开放共赢能源国际合作新格局内容。

古现代能源经济的活力和增长潜力。

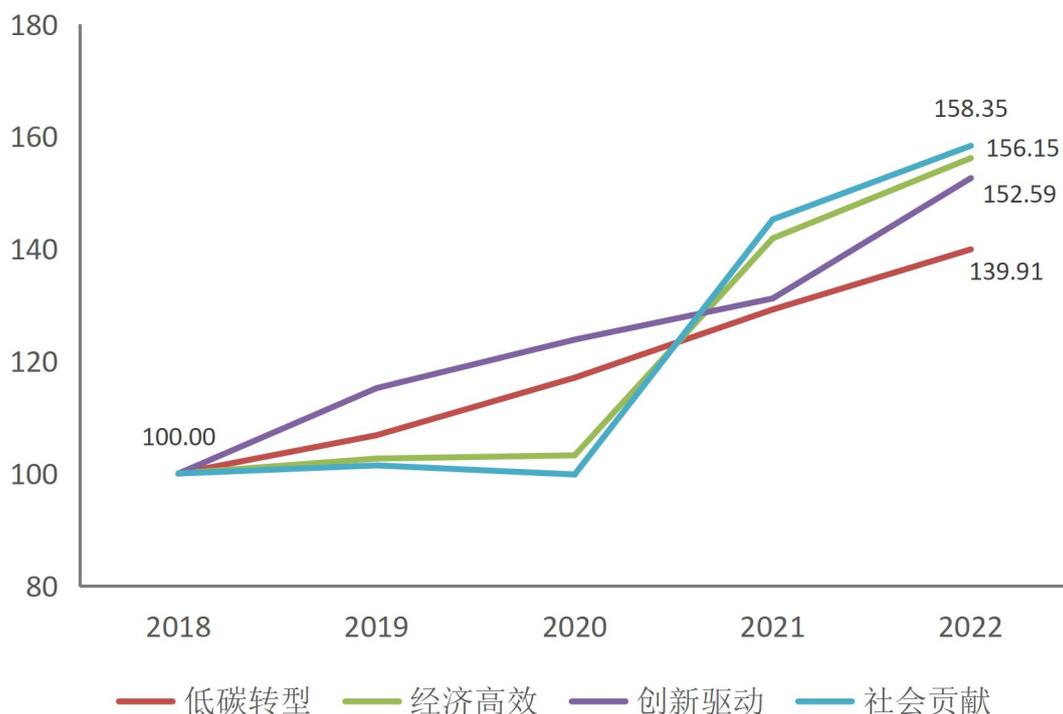


图2 中国·内蒙古现代能源经济发展指数分项指数走势图（单位：点）

从分项指数来看，低碳转型和创新驱动呈现稳步增长，经济高效和社会贡献2021年以来克服内外部因素影响取得迅速上升。2022年，低碳转型和创新驱动两支分项指数分别达139.91点和152.59点，同比增长8.29%和16.33%，年均复合增长8.76%和11.14%；经济高效和社会贡献分别达156.15和158.35，同比上升10.07%和9.03%，年均复合增长11.79%和12.18%，彰显能源经济发展活力。

三、分项指数：低碳转型

作为我国最大新能源生产基地和消纳利用地区，内蒙古把“低碳转型”作为社会经济发展的一项重要原则，持续推进煤炭、煤电绿色改造，推动能源清洁低碳高效利用，清洁发展水平不断提升。低碳转型分项指数主要从能源供给清洁化、能源消费低碳化、生态碳汇三方面选取核心指标，衡量能源工业发展运行的绿色化水平。

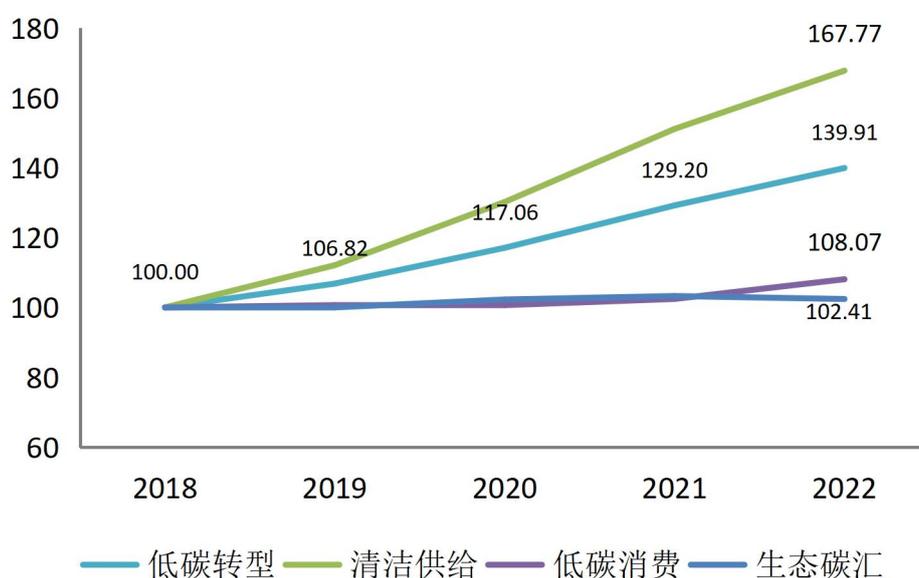


图3 低碳转型分项指数走势图（单位：点）

数据显示，2022年低碳转型分项指数为139.91点，同比增长8.29%，年均复合增长率为8.76%。其中，清洁供给子指数上升趋势较为明显，2022年达167.77点，同比增长11.04%，带动分项指数上升；低碳消费、生态碳汇子指数增长相对稳定，2022年分别收于108.07点和102.41点。

加快推进能源经济低碳化。当前，内蒙古碳排放强度、能耗强度远高于全国平均水平，单位GDP水耗是全国平均水平的1.6

倍，资源节约集约利用水平有待提高。2023 年内蒙古自治区政府工作报告提出全行业促进低碳循环发展，大力推进绿色制造示范创建和节能节水技术改造，鼓励工业企业实施绿电替代、采用绿色工艺、使用绿色材料，打造更多低碳园区、零碳园区，切实提升产业链、供应链绿色化水平。在政策引导下，内蒙古低碳消费子指数未来有望加速上升。

（一）清洁供给子指数在新能源带动下持续上升

2022 年，清洁供给子指数达 167.77 点，同比增长 11.04%，年均复合增长 13.81%。绿色矿山占比持续上升，新能源装机规模和发电量有序增长，清洁供给水平稳步提升。

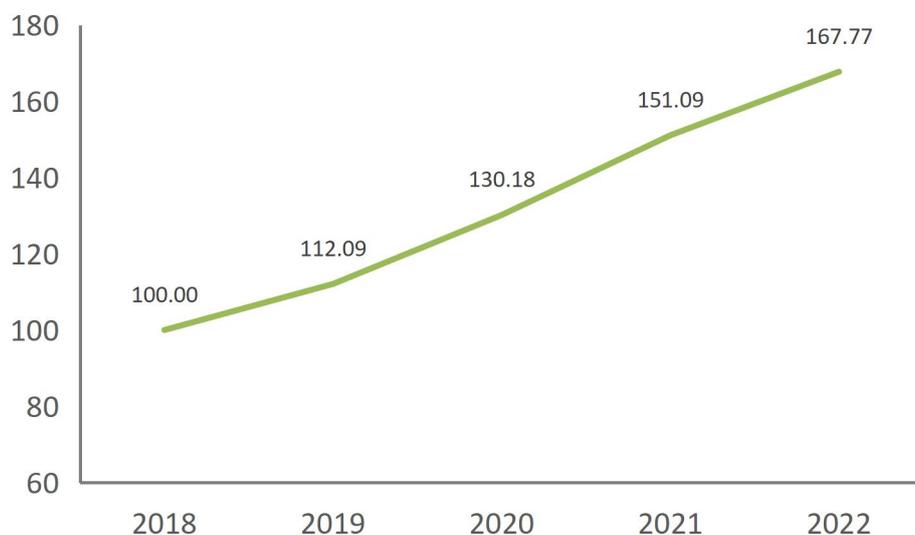


图 4 清洁供给子指数走势图（单位：点）

绿色矿山产能比重逐步扩大。作为我国北方重要生态安全屏障，内蒙古锚定生态优先、绿色发展，2017 年印发了全国首个以省级政府名义实施的绿色矿山建设方案。2020 年印发《内蒙古自治区矿山环境治理实施方案》，明确全面治理各类矿山环境

问题。2021年施行的《内蒙古自治区地质环境保护条例》，首次将绿色矿山建设纳入条例，绿色矿山建设的法治体系、制度标准日趋完善，截至2022年6月初，内蒙古各地已建成绿色矿山360家，其中包含47家国家级绿色矿山。根据《内蒙古自治区煤炭工业发展“十四五”规划》，加强绿色矿山达标建设，新建煤矿全部按照绿色矿山标准规划、设计、建设和运营管理，生产煤矿结合实际，按照绿色矿山标准加快改造升级，达到绿色矿山标准。

风电及太阳能装机容量和发电规模稳步增长。2022年，内蒙古发电装机容量16811万千瓦（6000千瓦及以上），其中，风电装机容量4564万千瓦，增长14.29%；太阳能发电装机容量1478万千瓦，增长10.21%。据内蒙古电力行业协会统计，2022年内蒙古6000千瓦以上电厂风力发电1075亿千瓦时，同比增长11.31%；太阳能发电228亿千瓦时，同比增长11.80%。



图5 内蒙古风电和太阳能发电装机容量（单位：万千瓦）

风电方面，风电设备平均利用小时数 2532 小时，同比上升 103 小时，2022 年蒙西地区风电利用率 92.9%，蒙东地区风电利用率 90.0%，其中蒙东地区风电利用率比 2020 年下滑 7.60 个百分点，需要加以关注。光伏方面，光伏发电设备平均利用小时数 1610 小时，有所回升。

2023 年 10 月 25 日，华能内蒙古库布齐沙漠南部新能源基地 100 万千瓦光伏先导工程在鄂尔多斯市杭锦旗开工。据悉，库布齐沙漠鄂尔多斯南部新能源基地项目于 2022 年 8 月获批，是以沙漠、戈壁、荒漠及采煤沉陷区为重点的大型风电光伏基地，是国家“沙戈荒”基地重点项目。项目总投资超 800 亿元，规划总装机容量 1600 万千瓦，其中风电 400 万千瓦，光伏 800 万千瓦，配套支撑性煤电 400 万千瓦，同步配置储能和生态治理等项目。此次开工的先导工程位于鄂尔多斯市杭锦旗吉日嘎朗图镇，建设规模为 100 万千瓦光伏，用地面积约 3 万亩，规划建设 1 座 220 千伏变电站，通过 220 千伏输电线路送至蒙西电网。

专题：政策“定心丸”激活绿氢蓝海

氢能作为长周期储能的有效介质，也是新能源发电到工业、交通、建筑终端利用的重要桥梁。利用沙漠、戈壁、荒漠的风光资源发电进行制氢，是解决新能源消纳难题的有效途径。新能源发电制氢以及下游的氢能利用产业链条的打通，成为促进新能源更大规模发展，实现重工业和远程交通、航运脱碳的关键路径。

内蒙古自治区高度重视绿电制氢的发展，《内蒙古氢能产业

发展中长期规划（2021-2025）》中提出：到 2025 年，氢能供给能力达 160 万吨/年，绿氢占比超 30%。2021 年，内蒙古也率先以示范项目的方式在国内启动绿电制氢工作。截至目前，内蒙古自治区先后公布了 3 批次风光制氢一体化项目，对应的新能源规模超过 10GW，对于促进新能源、绿氢产业的发展发挥重要作用。

上下网电量比例是影响风光制氢一体化项目效益。允许一定比例的新能源电量上网，让公用电网消纳尖峰电量，降低了项目弃风弃光，也使项目获得发电上网收益，对于一体化项目的技术、经济可行性非常重要。允许电量下网，保证了制氢一体化项目能够利用公用电网的备用容量，在控制净上网比例的情况下，实际上也提高了新能源发电上网比例，对于控制制氢、储氢、储电装置规模，节约项目投资作用明显。

内蒙古 2023 版风光制氢一体化项目实施细则发布，允许 10% 电量下网，为制氢一体化项目发展提供了更大的助力，对于项目减少储氢设备配置，适应新能源功率间歇性作用重大，提升了项目在技术上的可行性。

（二） 低碳消费子指数增长缓慢 发展潜力有待挖掘

低碳消费子指数增长缓慢，2022 年收于 108.07 点，煤炭仍是全区能源消费构成的主要组成部分，低碳发展潜力有待进一步挖掘。

新能源倍增行动扎实推进。2022 年非水可再生能源电力消纳 1029 亿千瓦时，占比达 24.5%，实际完成情况超出下达最低

权重指标 3.7 个百分点，在装机规模上升情况下，消纳水平稳中有升，行业发展健康有序。截至 2022 年底，内蒙古新能源总装机达 6042 万千瓦，占电力总装机比重达 35.9%，新能源发电量 1303 亿千瓦时，占总发电量的比重为 20.2%。

同时，内蒙古推进控煤减碳，严控“两高”项目不合理用电，深入推进煤电机组节能降耗，2021—2022 年，全区已累计完成煤电机组节能改造 1128 万千瓦，灵活性改造 1290 万千瓦、供热改造 376 万千瓦，均超额完成国家要求的年度任务。2022 年全区供电煤耗 310 克/千瓦时，较 2020 年下降 11 克/千瓦时，持续推动绿色低碳转型。

非化石能源消费比重有待进一步提升。“十三五”期间，内蒙古能源结构进一步优化，非化石能源消费占比提高 2.7 个百分点，《内蒙古自治区“十四五”能源发展规划》将煤炭消费实现零增长、消费占比降低到 75%以下、非化石能源消费比重达到 18%列为内蒙古“十四五”时期发展目标，低碳消费子指数未来有望加速上升。

2022 年 11 月，内蒙古自治区党委、内蒙古自治区人民政府印发《内蒙古自治区碳达峰实施方案》，《实施方案》将碳达峰贯穿于内蒙古经济社会发展全过程、各领域，明确重点实施“碳达峰十二大行动”，主要包括能源低碳绿色转型行动、节能降碳增效行动、工业领域碳达峰行动、农牧业绿色发展行动、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、梯次有序碳达峰行动、碳达峰碳中和试点示范创建行动等。

据悉，截至 2023 年 10 月 25 日，蒙东地区 2023 年绿电绿证交易已基本完成。绿证交易达成 22 万张，绿电交易电量 4 亿千瓦时，均创新高，相当于减少标准煤燃烧逾 24 万吨，减排二氧化碳逾 60 万吨，促进了节能减排和清洁能源消纳。

（三）生态碳汇子指数平稳运行

生态碳汇子指数平稳运行，2022 年收于 102.41 点。内蒙古森林和草地资源丰富，天然草原面积占全区 3/4 的国土面积，是我国生态碳汇大省。据测算，内蒙古生态碳汇总量位居全国第三，约占全国总量的 6.8%。

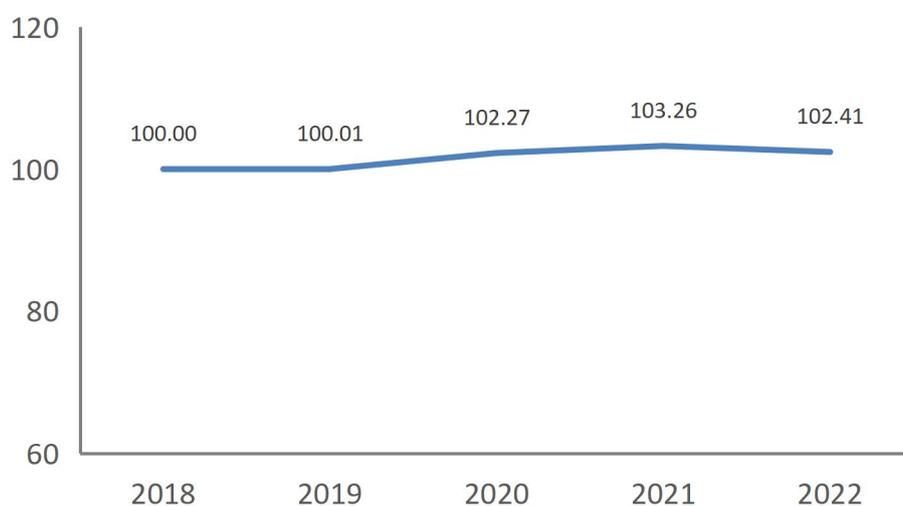


图 6 生态碳汇子指数走势图（单位：点）

以林草为主的生态碳库是我区推进碳达峰的关键一环，《内蒙古自治区碳达峰实施方案》提出要巩固生态系统固碳作用、提升生态系统碳汇能力、加强生态系统碳汇基础支撑，真正将生态价值转化为高质量发展优势。

2022年，内蒙古森林系统年均固碳增加量488万吨，年均释放氧气量增加902万吨，符合林业碳汇项目开发的森林面积为260万公顷，理论上可实现年均减排量700万吨二氧化碳当量²。

2023年全国两会期间，全国人大代表、内蒙古森工集团党委书记、董事长闫宏光在接受采访时表示，内蒙古大兴安岭林区生态功能区面积10.67万平方公里，森林存储的二氧化碳总量稳定在17.2亿吨以上，森林蓄积年增长2000万立方米左右，保守估算林木碳汇年增加3600万吨以上。林区森林湿地生态系统服务功能价值量达7857.95亿元/年，在固碳、储碳方面优势巨大。目前，已开发储备林业碳汇项目12个，预计减排总量7800万吨，估算总产值约23.4亿元。

² 瞭望·治国理政纪事 | 做好现代能源经济这篇文章

四、 分项指数：经济高效

高效是现代能源经济的重要特征，要求能源产业的各个环节充分利用现有技术，向着更高质量、更有效率的方向发展。以能源资源为核心流动要素构建产业链，并使能源资源的效能在价值链循环流动中得到充分的发挥和利用（即价值链的延伸和增值），是内蒙古现代能源经济发展的重中之重。综合数据可得性后，经济高效分项指数由效率提升、产业发展、体制优化三项子指数构成，量化评估内蒙古现代能源经济发展水平。

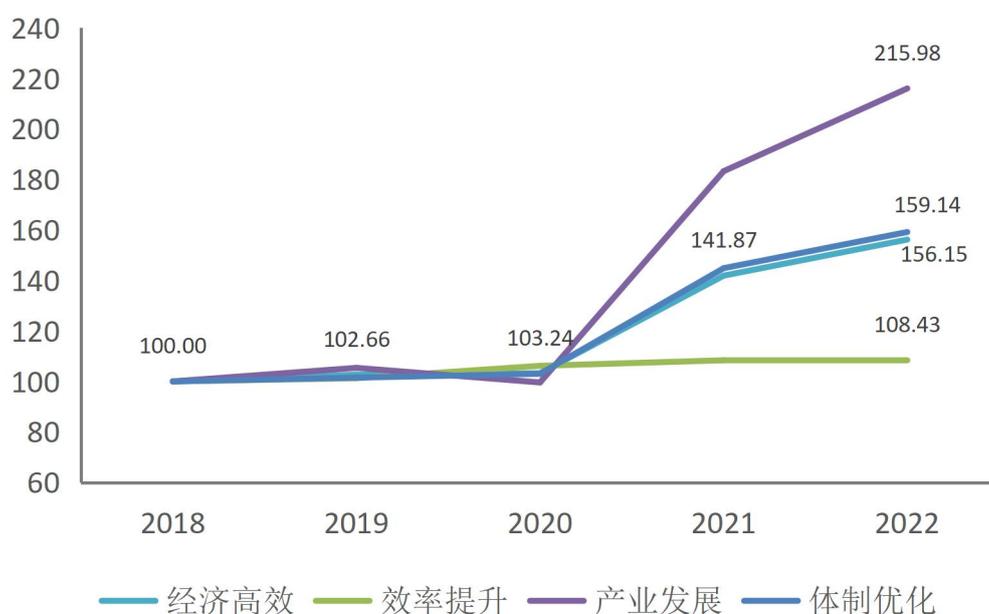


图 7 经济高效分项指数走势图（单位：点）

产业发展和体制优化 2022 年持续快速提升，效率提升稳步增长。2022 年经济高效分项指数为 156.15 点，同比增长 10.07%，年均复合增长率为 11.79%。其中产业发展与体制优化子指数 2022 年上升趋势明显，分别同比增长 17.88%和 9.89%，带动分项指数大幅上升；效率提升子指数平稳缓慢增长，2022 年收于 108.43 点，年均复合增长 2.04%。

（一）效率提升子指数整体保持较高水平

效率提升子指数稳步提升，整体保持较高水平。2022年，效率提升子指数达108.43点，同比增长0.06%，年均复合增长2.04%。由于火力发电厂供电标煤煤耗、产能120万吨以上煤矿产能比例、采煤机械化程度等指标已处于较高水平，高基数因素导致指数增长相对缓慢。

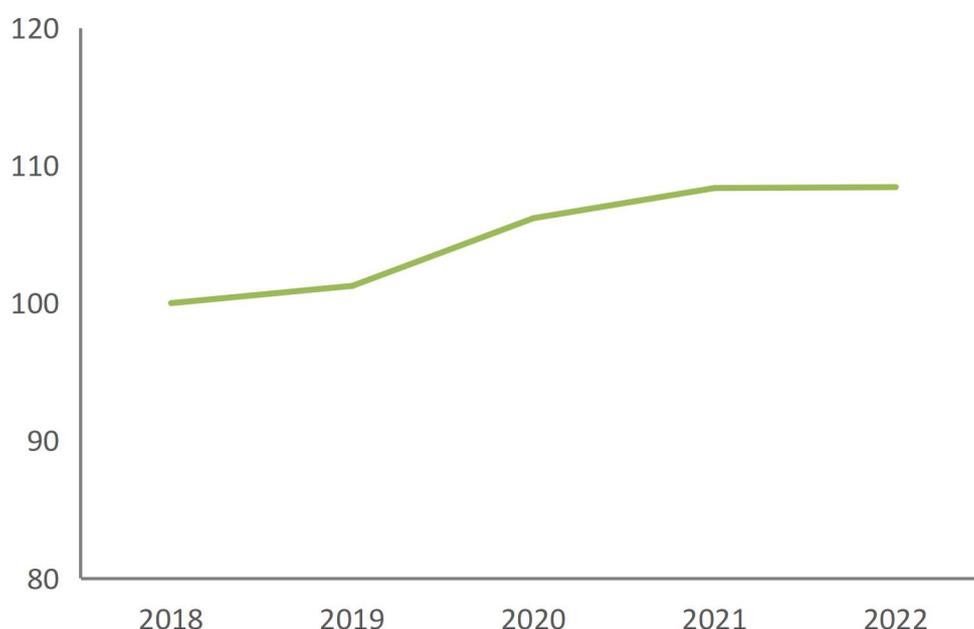


图8 效率提升子指数走势图（单位：点）

近年来，在提升传统能源供给保障能力上下功夫，有序释放煤电油气先进产能，加快推进煤炭储备项目建设；开展煤炭产能储备，建立一定规模的煤炭调峰储备产能；强化煤电兜底保障，加快推进国家规划内煤电建设，储备一批煤电项目；全面推进煤电机组“三改联动”，持续推动淘汰煤电落后产能；加大油气勘查区块出让力度，高质量建设鄂尔多斯现代煤化工产业示范区和煤制油气战略基地，带动煤基新材料高端化发展。

“三改联动”，推进煤炭清洁高效利用。数据显示，2018

—2022 年，内蒙古火力发电厂供电标煤煤耗由 331 克/千瓦时降低至 310 克/千瓦时。

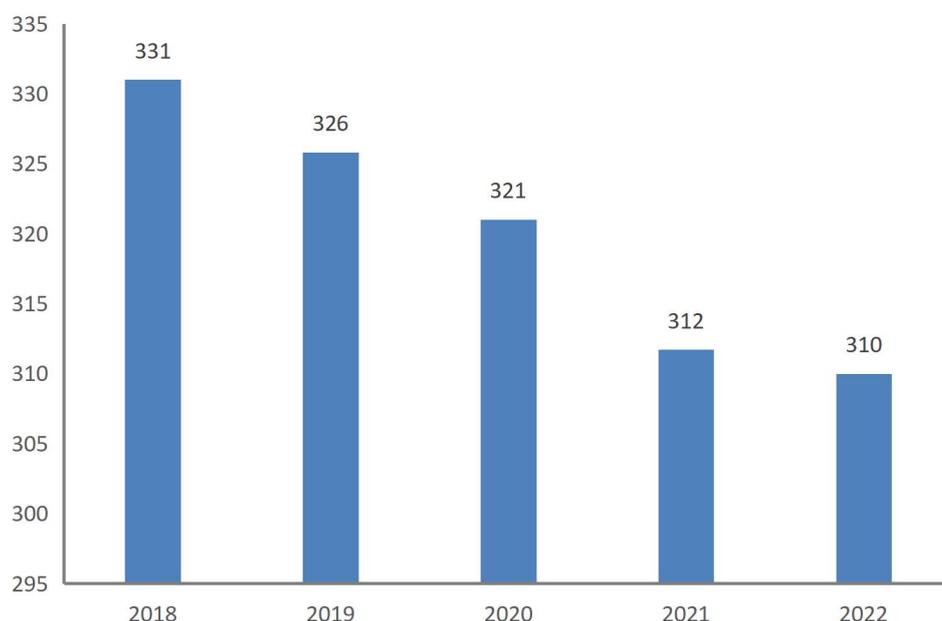


图 9 内蒙古火力发电厂供电标煤煤耗（单位：克/千瓦时）

在“双碳”时代背景下，煤矿智能化建设是大势所趋。截至 2022 年底，内蒙古已建成智能化煤矿 126 处，建成智能化采掘工作面 227 个，比 2020 年增加 12.6 倍，其中，25 处露天煤矿开展无人驾驶试验，无人驾驶车辆达 233 台，比 2020 年增加 12.7 倍，82 处煤矿井下应用矿山机器人、103 处煤矿实现井下固定场所无人值守。

保障能源安全，有序推进能源结构调整优化。“富煤、贫油、少气”是我国的国情，以煤为主的能源结构短期内难以根本改变。内蒙古组织编制了《内蒙古自治区新能源开发布局与有序利用规划方案》，进一步优化能源行业结构，推动内蒙古风光新能源产业高质量发展，有序替代传统火电。截至 2022 年底，全区已批复可再生能源总装机规模超 1.9 亿千瓦，已并网可再生能源总规

模 6400 万千瓦，两年期间新增可再生能源装机 1090 万千瓦，可再生能源发电超过 1000 亿千瓦时，全区可再生能源电力消纳责任权重已连续三年完成国家下发指标要求。

（二）产业发展子指数显著上升 能源工业蓬勃发展

产业发展子指数 2022 年达 215.98 点，同比增长 17.87%，年均复合增长 21.23%。

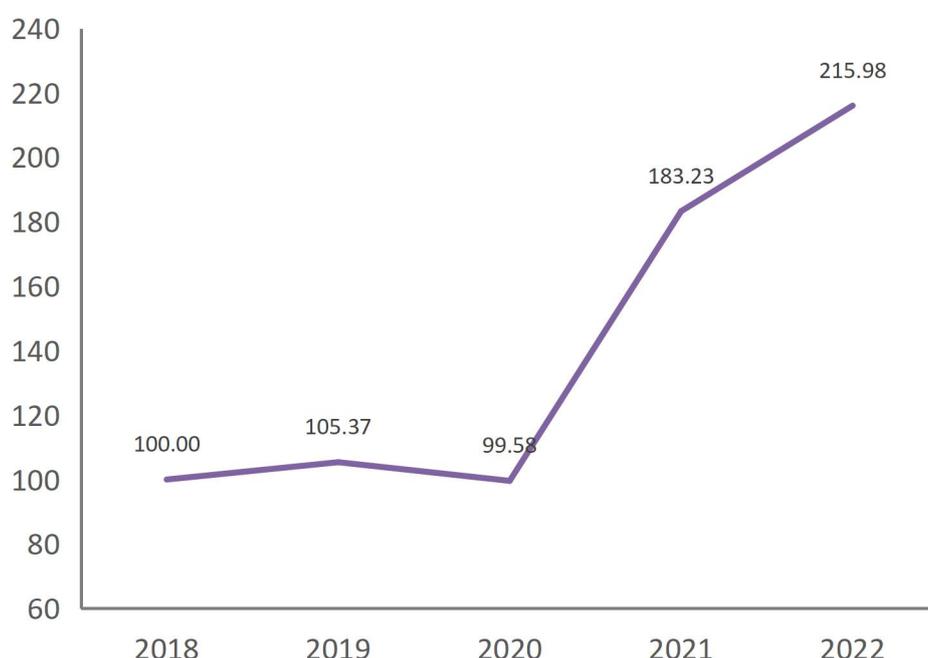


图 10 产业发展子指数走势图（单位：点）

能源是内蒙古支柱产业，对促进内蒙古边疆稳定和经济繁荣具有举足轻重作用。“十三五”期间，内蒙古能源经济进一步壮大，推进能源产业链向下游延伸，价值链向中高端攀升，实施煤炭就地加工转化增值，煤制烯烃、甲醇产量已居全国首位，简单挖煤卖煤的粗放型资源开发模式正在改变。依托能源基地建设，推进能源装备制造和能源新兴产业培育，晶硅产能已占到全国 1/3 左右，矿区运输、公共交通、市政物流等领域新能源汽车快

速替代。能源产业增加值和税收均占规上工业的 50%以上，能源产业成为稳定内蒙古工业发展的“压舱石”。

为推动能源工业绿色转型，内蒙古出台了关于煤炭、风电光伏新能源、氢能、新型储能的 4 个意见，对促进重大项目落地见效、推动企业技术改造、培育新业态新模式等方面制定了具体的推动措施。

截至 2023 年 10 月，鄂尔多斯零碳产业园日产电芯 3 万只、单晶拉棒 900 根、单晶切片 2000 万片、单晶高效电池 1500 万片，日产值达到 1 亿元。到 2023 年底，可实现工业产值 300 亿元、直接吸纳就业 1.3 万人。到“十四五”末，将实现“百亿度”绿电消纳、“上亿吨”碳减排积累、“千亿元”绿色工业产值，建成国家级新能源装备制造示范应用基地。

2023 年上半年，内蒙古规模以上高技术制造业、战略性新兴产业、装备制造业增加值同比分别增长 20.6%、21.0%和 18.7%，均快于规模以上工业增速。在工业新产品中，单晶硅产量同比增长 27.6%，多晶硅增长 3.1 倍，风力发电机组增长 1.0 倍，电子元件增长 26.3%，均保持较快增长。

专题：能源投资支撑国家重要能源和战略资源基地建设步履铿锵

2022 年，内蒙古全年实施能源重大项目 259 个，完成投资 1839 亿元，占计划投资的 100%，是 2021 年的 3.7 倍。其中，新能源项目完成投资 1277 亿元，占计划投资的 96%，是 2021 年的 5 倍；电力项目完成投资 439 亿元，占计划投资的 116%；油气项

目完成投资 18 亿元，占计划投资的 160%；煤矿项目完成投资 105 亿元，占计划投资的 100%。

2023，内蒙古能源重大项目计划投资 2333 亿元。其中，新建项目计划投资 1501 亿元，续建项目计划投资 832 亿元。从各盟市年度计划投资额来看，今年，鄂尔多斯市、阿拉善盟、锡林郭勒盟三盟市计划投资额均超过 200 亿元，居全区前三位。分行业看，新能源项目计划投资 1951 亿元，电力项目计划投资 306 亿元，煤矿项目计划投资 53 亿元，油气项目计划投资 23 亿元。

（三）体制优化子指数彰显市场主体活力

体制优化子指数 2022 年达 159.14 点，同比增长 9.89%，年均复合增长 12.32%，市场主体活力持续激发。

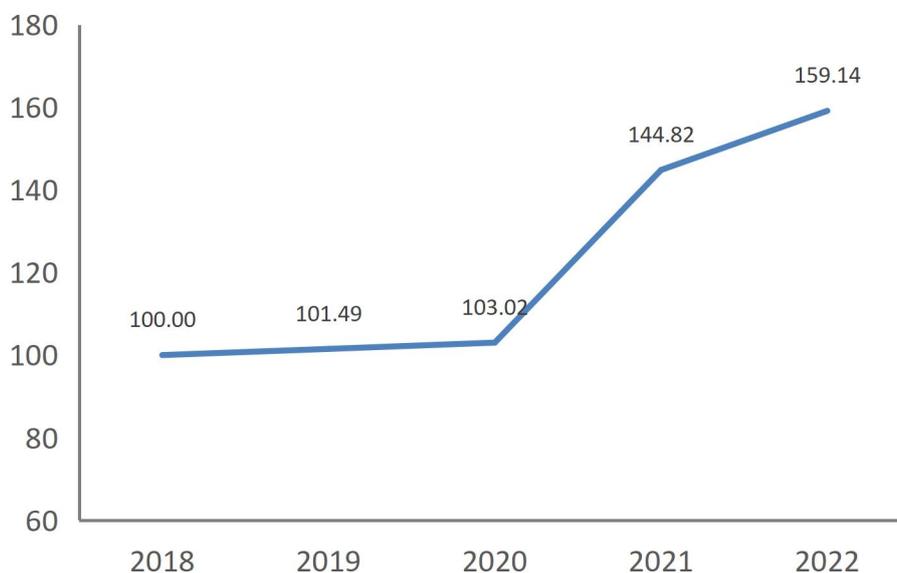


图 11 体制优化子指数走势图（单位：点）

内蒙古不断激发能源市场主体活力。2021 年，内蒙古印发《关于促进民营经济高质量发展若干措施》的通知，从提升民营企业竞争力、解决民营企业融资难融资贵问题、拓宽民营经济发

展空间等方面制定若干支持措施。

2022年9月28日，内蒙古发改委发布《关于进一步支持民营经济高质量发展的若干措施》，支持民营企业参与新能源等重点领域建设运营。措施指出，为激发民营企业的活力和创新力，支持参与产业集群产业链建设，对民营企业上年度研发投入按照1%给予资金奖补，对规模以上民营企业研发投入增量增幅按照不高于10%给予资金奖补，对民营企业牵头建设的国家技术创新中心按照“一事一议”方式给予重点支持。严格执行自治区投资负面清单，按照“法无禁止即可为”的要求平等对待各类市场主体，支持参与新能源开发、生态保护、交通物流、公共服务、新型基础设施等重点领域建设运营。

推进多种主体参与需求响应市场，进一步优化市场调节机制。2023年5月19日，国家发改委发布《电力需求侧管理办法（征求意见稿）》《电力负荷管理办法（征求意见稿）》，提出拓宽需求响应主体范围，各类经营性电力用户均可参与需求响应，有序引导具备响应能力的非经营性电力用户参与需求响应。到2025年，各省需求响应能力达到最大用电负荷的3%—5%，其中年度最大用电负荷峰谷差率超过40%的省份达到5%或以上。从系统具体建设内容、配套支持政策和未来商业化模式等方向，明确了后续需求侧响应机制的搭建基础与实现路径。

电力市场体制改革不断深化。内蒙古电力公司持续加大新能源参与交易度，电力现货市场连续结算试运行以来，受价格信号引导，燃煤机组顶峰供电及深调消纳新能源积极性逐步增加，发

电能力较去年同期平均增加超 230 万千瓦，涨幅 8.7%，最多增加超过 600 万千瓦，涨幅近 30%；主动释放深调能力最大约 230 万千瓦，负荷率最低降至 46%，累计增加新能源消纳电量超过 17.5 亿千瓦时。2023 年以来，新能源发电量、利用率实现双提升，发电量同比涨幅超过 20%，发电电力和单月发电量屡创新高。新能源最大电力占当时全网发电电力比例达 49%。

专题：27 家民营企业上榜 2023 中国能源企业（集团）500 强

2023 年 11 月 16 日，中国能源报旗下中国能源经济研究院对外发布 2023 中国能源企业（集团）500 强。据统计，2023 年，内蒙古有 30 家企业上榜“500 强”，营收总额达到 4790.65 亿元。其中，煤炭企业 22 家，综合类企业 4 家，燃气企业 2 家，电力企业 1 家，新能源类企业 1 家。从资本结构上看，内蒙古上榜企业以民营企业为主，30 家企业中有 27 家为民营企业。

内蒙古排名	企业名称	2022 年营业收入（万元）
1	内蒙古电力（集团）有限责任公司	10800299.45
2	内蒙古伊泰集团有限公司	6216030.00
3	内蒙古汇能煤电集团有限公司	4964481.00
4	内蒙古伊东资源集团股份有限公司	2172432.00
5	内蒙古君正能源化工集团股份有限公司	2145966.05
6	鄂托克旗建元煤焦化有限责任公司	1792686.00
7	内蒙能源集团有限公司	1785100.00
8	内蒙古满世投资集团有限公司	1606812.00
9	内蒙古黄河能源科技集团有限责任公司	1560801.00
10	鄂尔多斯市乌兰发展集团有限公司	1367800.00
11	神东天隆集团股份有限公司	1216122.00
12	内蒙古博源控股集团有限公司	1163247.00

13	亿利洁能股份有限公司	1117816.08
14	内蒙古远兴能源股份有限公司	1098650.61
15	内蒙古鑫和资源投资集团有限责任公司	1078950.00
16	蒙发能源控股集团有限责任公司	949165.00
17	鄂尔多斯市呼能煤炭集团有限责任公司	876941.00
18	内蒙古恒东能源集团有限责任公司	726763.00
19	内蒙古西蒙集团有限公司	686432.00
20	内蒙古双欣能源化工有限公司	657175.00
21	内蒙古西部天然气股份有限公司	632958.22
22	乌海市友谊精煤有限责任公司	571512.00
23	华耀光电科技股份有限公司	456347.25
24	乌海市泰和煤焦化集团有限公司	402856.00
25	赤峰市得丰焦化有限责任公司	376960.00
26	内蒙古兴圣天然气有限责任公司	308166.00
27	乌海市榕鑫能源实业有限责任公司	307947.00
28	乌海市广纳煤焦化有限公司	305123.00
29	内蒙古星光煤炭集团有限责任公司	284378.00
30	内蒙古源源能源集团有限责任公司	276625.00

五、 分项指数：创新驱动

内蒙古过去一段时间经济发展中存在对能源资源依赖较强的情况，为实现区域经济可持续性发展，内蒙古近年来深入实施“科技兴蒙”行动，推动经济发展要素转变。在综合数据可得性基础上，创新驱动分项指数从创新投入、创新产出两个维度对内蒙古现代能源经济发展过程中的创新驱动水平进行量化评估。

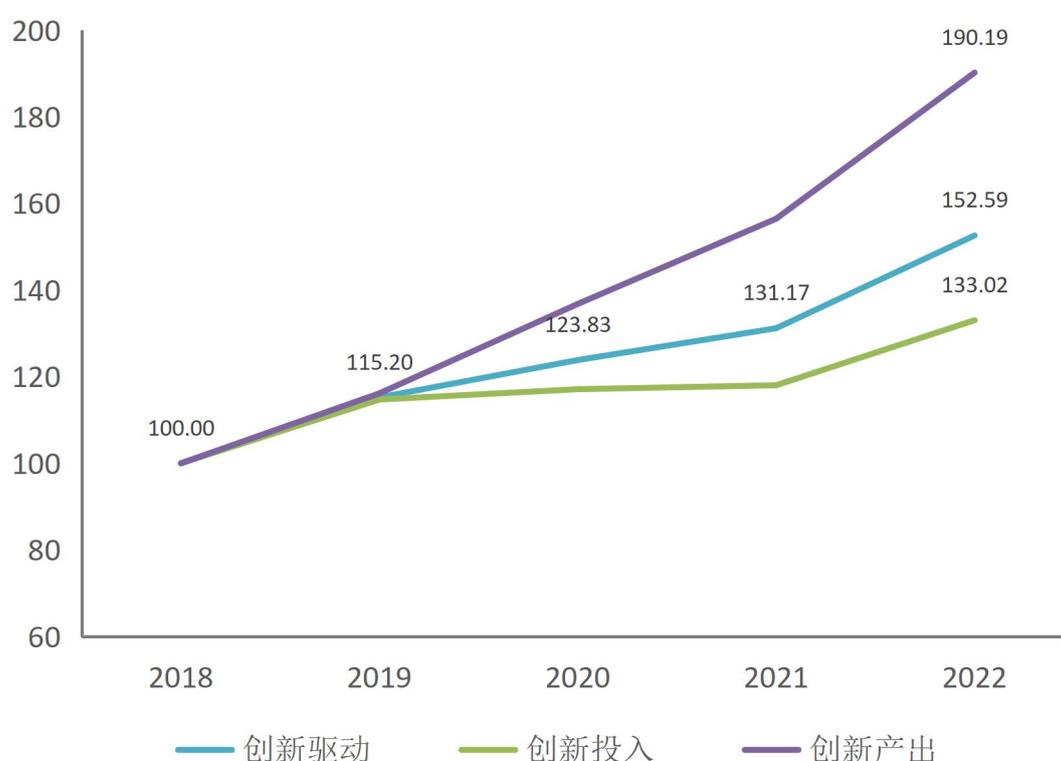


图 12 创新驱动分项指数走势图（单位：点）

创新投入、创新产出加速增长。2022年，创新驱动分项指数为152.59点，同比增长16.33%，年均复合增长率为11.14%。其中，创新投入子指数2022年达133.02点，同比增长12.72%，年均复合增长7.39%；创新产出子指数保持良好增长态势，2022年收于190.19点，年均复合增长17.43%。

（一） 创新投入子指数加速上涨，创新潜力有待加强

创新投入子指数 2022 年达 133.02 点，同比增长 12.72%，年均复合增长 7.39%，大中型工业企业科技活动活跃是带动子指数上升的主要因素。

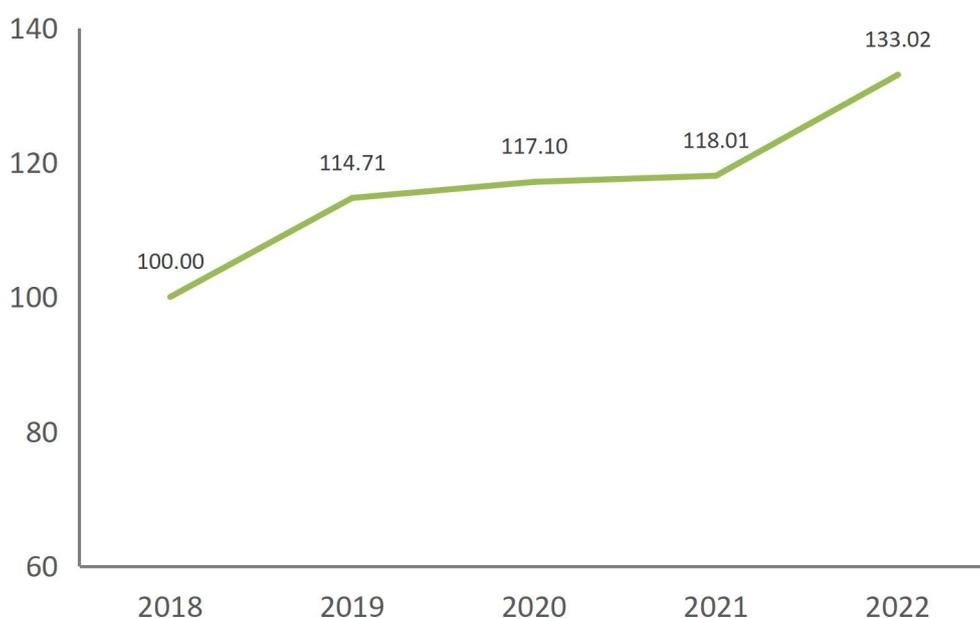


图 13 创新投入子指数走势图（单位：点）

对企业创新的政策支持力度进一步加大。为进一步提升企业作为市场主体的科技创新能力，2021 年 9 月，内蒙古自治区人民政府办公厅印发《内蒙古自治区研发投入攻坚行动实施方案（2021—2025 年）》（以下简称方案）。方案将加快培育科技型企业、支持企业开展产业创新集中攻坚、完善激励研发的政策体系等纳入未来五年主要举措，并在税收部分给予相应支持。内蒙古自治区能源局编制完成的《自治区现代能源经济发展战略规划纲要（2019—2035 年）》中重点提出建设“能源技术和体制创新高地”的战略定位，积极组织开展能源科技、新能源、碳捕集、氢能、储能、节能、智能电网等方面的重大课题研究。

2022年，内蒙古风电企业研发支出占企业主营业务收入比重为3.44%，太阳能企业研发支出占企业主营业务收入比重为2.53%，均维持在近5年平均水平。

内蒙古以风光氢储4条产业链为重点，一体推进新能源开发与装备制造、运维服务等协同发展，确定第一批链主企业短名单，制定产业链全景图，引进了东方电气、天合光能、隆基绿能等30余家行业龙头企业落地。目前内蒙古已形成风电整建制配套能力500万千瓦、光伏组件供给能力1400万千瓦，呼包鄂和通辽全产业链装备制造基地初步成型。

2023年9月16日，内蒙古新能源职业学院开工，计划总投资30.54亿元，是一所集新能源科研、生产、实训示范、职业教育、高技能人才孵化、“四新”技术推广应用为一体的综合性人才培养培训基地，紧密对接风电、光伏、储能等新经济、新业态、新产业。

（二）创新产出子指数同比增长21.56% 保持加速增长

创新产出子指数2022年达190.19点，同比增长21.56%，年均复合增长17.43%，持续加速增长。

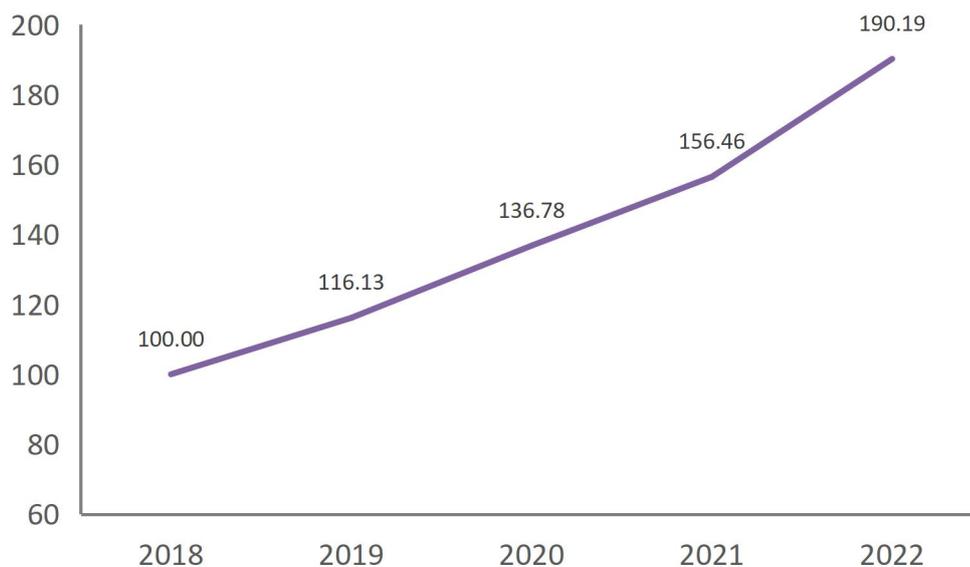


图 14 创新产出子指数走势图（单位：点）

《内蒙古自治区能源“十四五”规划》指出，能源科技创新投入不足，创新能力不强，原创性科技成果不多，亟须加速赶上高质量发展要求是内蒙古能源领域存在的问题。2023年6月16日，2023年内蒙古自治区科技创新重大示范工程“揭榜挂帅”项目拟立项目名单予以公示，包括适应宽范围功率波动的千标方级电解水制氢关键装备研制与示范应用、高效N型单晶硅棒硅片产品全序提效降本关键技术研究及示范应用、超大规模中高温热超导相变储能装备技术开发、STATCOM集成储能关键技术研究及样机研制、固态储氢材料产业化技术开发及其应用、全气候下高安全长续航智能零碳动力电池研发6个能源领域创新项目，占据了上榜项目的半壁江山。

六、 分项指数：社会贡献

现代能源经济是以能源工业为出发点，向上下游产业辐射发展的过程。作为我国重要能源和战略资源基地，内蒙古能源工业发展不仅为全区社会经济发展提供基础性保障，也为国家能源安全与经济发展提供有力保障。社会贡献分项指数选取能源保障、社会民生、国际合作三个子指数对能源工业社会贡献水平进行评估。

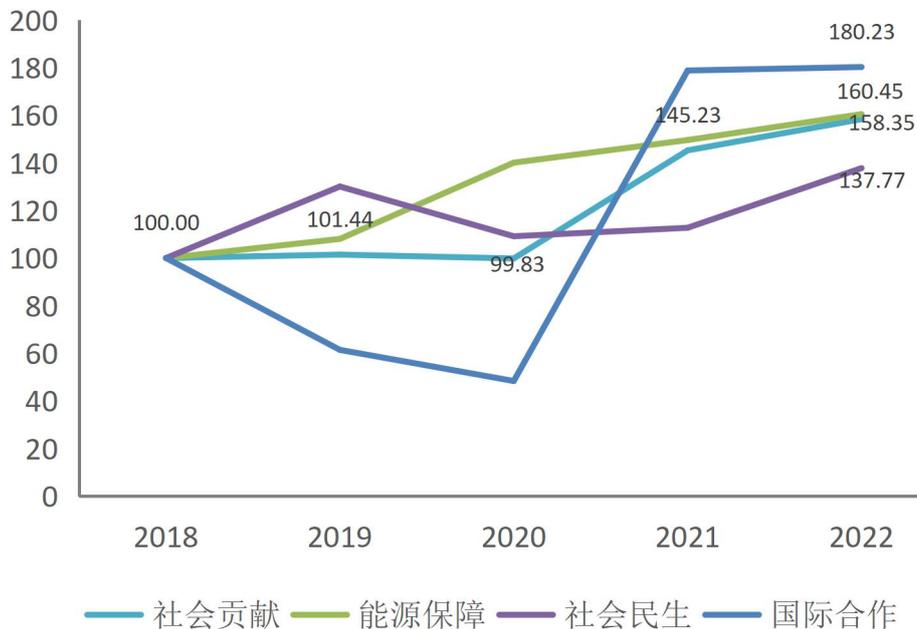


图 15 社会贡献分项指数走势图（单位：点）

能源保障稳步增长，社会民生总体呈上升态势，国际合作 2021 年回升后呈平稳态势。2022 年，社会贡献分项指数为 158.35 点，同比增长 9.03%，年均复合增长率为 12.18%。其中能源保障子指数稳步增长，年均复合增长 12.55%，是分项指数增长的主要带动因素；国际合作子指数 2019—2020 年出现下滑，2021 年回升至 178.77 点后保持相对平稳，同比上涨 0.82%。

（一）能源保障子指数稳步增长 有效发挥能源和战略资源基地作用

能源保障子指数 2022 年达 160.45 点，同比增长 7.27%，年均复合增长 12.55%，有力保障能源安全稳定供应。

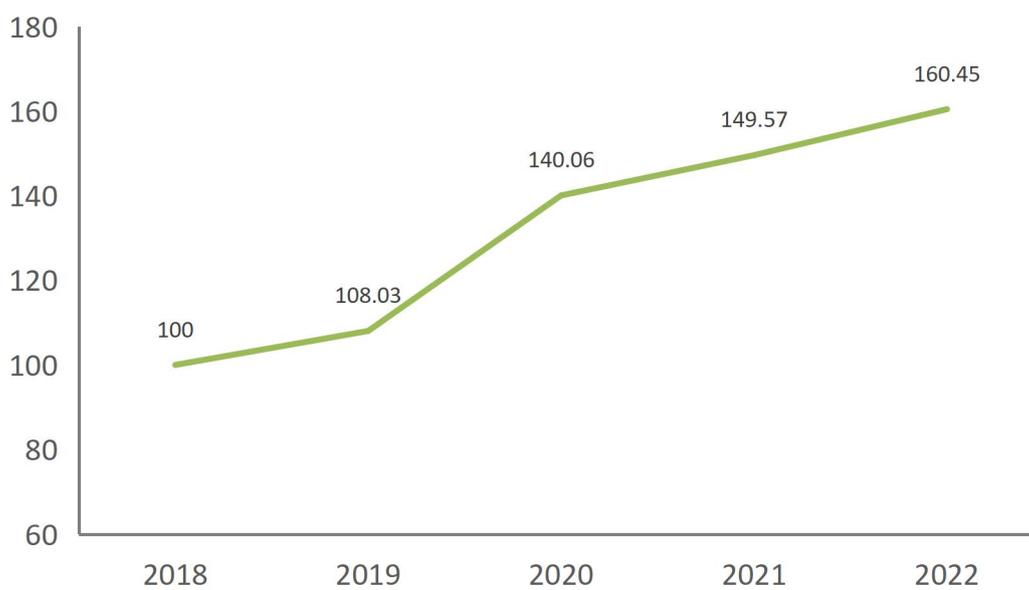


图 16 能源保障子指数走势图（单位：点）

作为我国重要的能源和战略资源基地，内蒙古能源保障作用主要体现在两个方面，一方面是为我国其他地区生产生活提供能源供应，另一方面以其丰富的能源储备与供应能力保障国家能源安全。

挖潜增产保障国家能源资源安全。2022 年，内蒙古坚持保大局、为大局，坚决扛起保障国家能源安全重大政治责任，煤炭产量 12.14 亿吨，完成煤炭保供任务 9.45 亿吨，有力保障全国 29 个省区市的用煤需求，有效缓解全国煤炭供应紧张局势。

电力供应规模逐年上升。加快推进已纳入规划煤电项目建设，全力稳定电力生产运行，2022 年内蒙古发电量 6465 亿千瓦时，

增长 7.68%，保障京津冀、东北等地区电力供应，2022 年外送电量 2631 亿千瓦时，增长 6.66%，外送电量连续 18 年领跑全国。

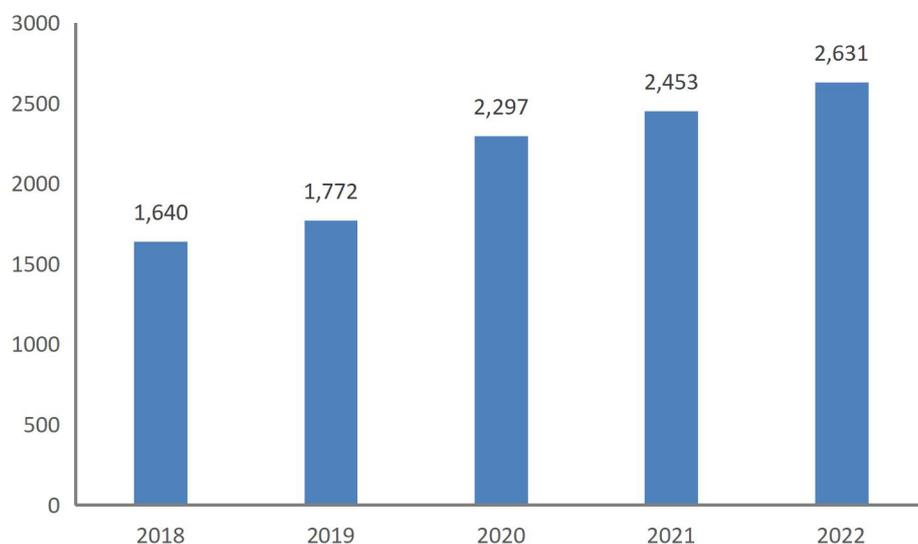


图 17 内 蒙 古 省 间 电 力 外 送 量 （ 单 位 ： 亿 千 瓦 时 ）

（二） 社会民生指数整体呈上升态势

社会民生指数 2022 年达 137.77 点，同比增长 22.23%，年均复合增长 8.34%，在 2020 回落后整体呈上升态势。

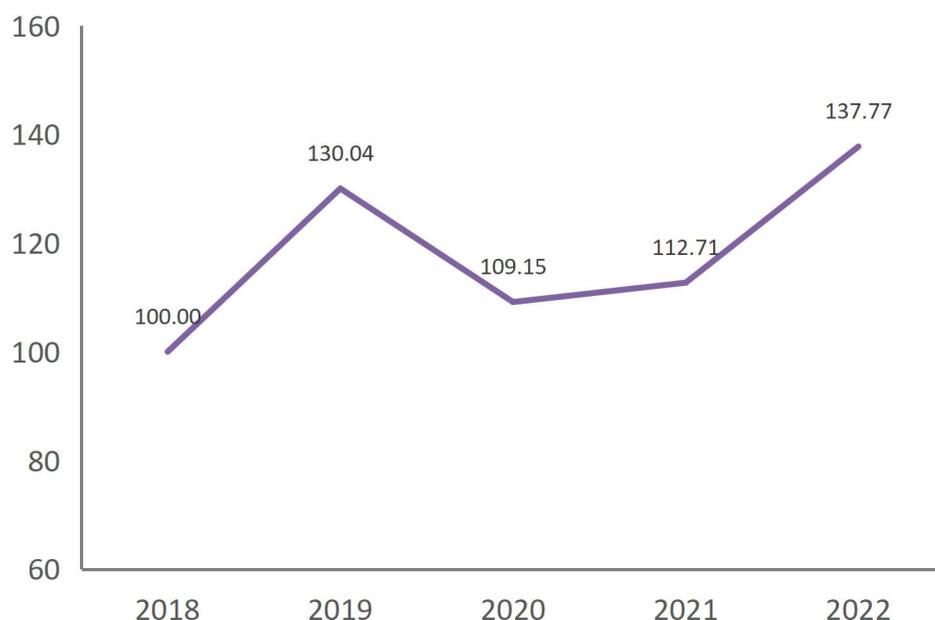


图 18 社 会 民 生 指 数 走 势 图 （ 单 位 ： 点 ）

有力保障地区税收收入。数据显示，2022 年，内蒙古能源

企业税收占地区税收比重稳定在 70%左右，为重要的地区税源，在大宗商品价格波动背景下，内蒙古能源工业“以保促稳”，在稳定区域经济发展方面做出重要贡献。

清洁取暖开启绿色暖冬。2023 年，呼和浩特市、包头市、乌兰察布市和巴彦淖尔市大力推进清洁取暖改造，财政共投入改造资金 14.23 亿元，累计完成清洁取暖改造 21.26 万户。近年来，内蒙古大力推进清洁取暖改造工作，坚持“宜电则电、宜气则气、宜热则热”的原则。通过实施清洁取暖改造，内蒙古每年可减少原煤散烧 76.32 万吨，减少二氧化硫排放 1526.4 吨、氮氧化物排放 839.5 吨、颗粒物排放 7632 吨，四市的空气质量得到有效提升。

服务民生能力增强。为更好满足偏远农牧户用电需求，提高农牧民生产生活水平，继 2017 年 5 月内蒙古自治区政府发布《内蒙古自治区人民政府关于偏远农牧区用电升级工程的实施意见》，2023 年 8 月又印发《内蒙古自治区保障偏远农牧户基本生活和基本生产通电升级工程实施方案》，提出从 2023 年 8 月开始，到 2024 年底，集中完成保障偏远农牧户基本生活和基本生产通电工程，补齐农村牧区电力基础设施短板，进一步提高偏远农牧户和边防哨所的生活质量及生产水平。

（三）国际合作子指数保持相对稳定

国际合作子指数 2022 年达 180.23 点，同比增长 0.82%，保持相对稳定，年均复合增长 15.87%。

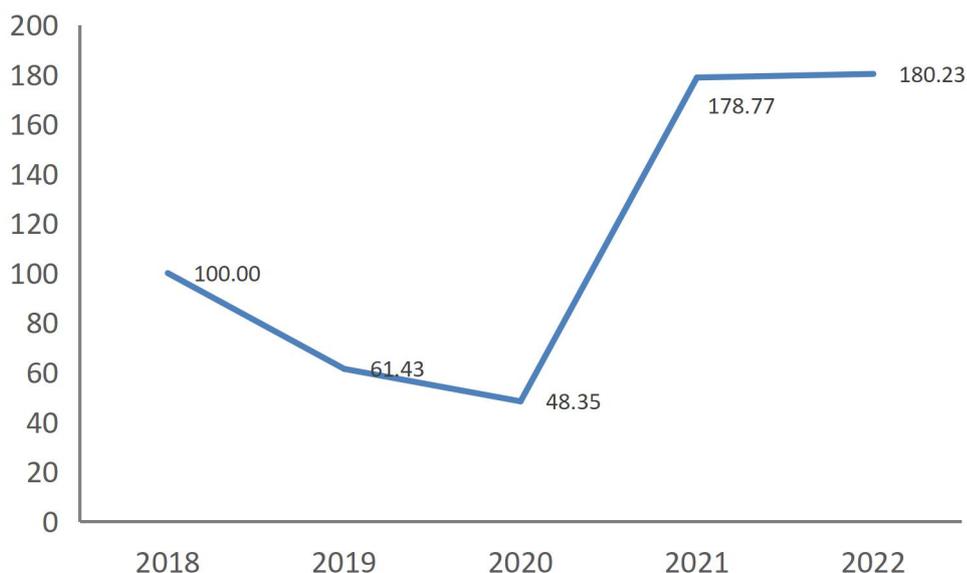


图 19 国际合作子指数走势图（单位：点）

能源产品贸易小幅回升。数据显示，内蒙古以电力输送为代表的能源产品贸易呈小幅回升态势，2022 年内蒙古境外电力输出规模 14.27 亿千瓦时，较 2021 年上升 0.55 亿千瓦时。

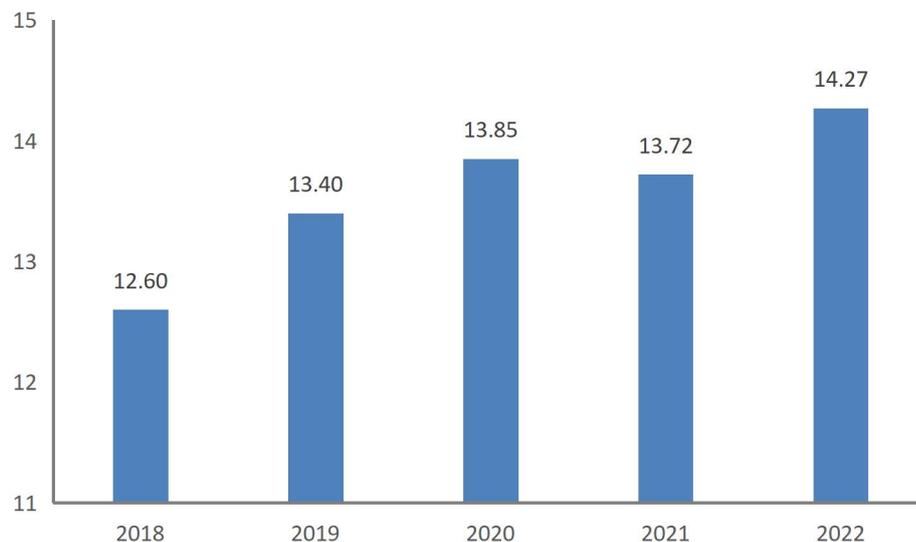


图 20 内蒙古境外电力输出规模（单位：亿千瓦时）

内蒙古内连八省、外接俄蒙，区位优势得天独厚，把内蒙古建设成为我国向北开放重要桥头堡，是习近平总书记和党中央赋予内蒙古的战略定位和重大责任。目前，内蒙古对外开放口岸增至 20 个，始发和过境中欧班列分别达到 300 多列和 7300 多列，

是我国口岸最多、边境陆路口岸货运总量最大的省区，互联互通基础设施更加完善，能源国际合作迎来新机遇。

七、 对策建议

(一) 推动能源生产、消费方式绿色变革

持续推动能源供给绿色低碳转型。一是推进大型风电光伏基地建设。坚持集中和分布开发并重、自用和外送消纳并举，实施新能源倍增行动，重点推进黄河几字湾风电基地建设，大力推广“光伏+生态治理”，力争到“十四五”末新能源装机规模突破亿千瓦，非化石能源装机占比达到45%左右。二是建立先进清洁的煤电体系。强化煤电兜底保障作用，加快推进在建燃煤机组项目建设，科学安排保障电力供应安全的支撑性电源和促进新能源消纳的调节性电源项目，推动煤电由主体性电源向基础保障性和系统调节性电源转型。三是加快构建内蒙古特色的新型电力系统。积极发展“新能源+储能”、源网荷储一体化以及多能互补能源体系建设，围绕更好地适应大规模新能源发展，推进坚强智能电网建设，发展以消纳新能源为主的微电网、局域网。四是在发展节奏上，立足煤炭仍是主体能源实际，推进新旧能源有序替代，优化煤炭和新能源组合，确保能源安全稳定供应和平稳过渡。

推广绿色生产生活方式。一是广泛拓展新能源场景应用，在重点用能产业推广高比例绿色电力替代。通过实施源网荷储一体化、风光制氢一体化、园区绿色供电等项目，提高新能源消纳利用水平，力争到2025年，清洁能源满足80%以上新增用能需求。二是合理控制“两高”行业用能需求。依据国家对“两高”项目

界定，全面审查排查存量、在建和拟建“两高”项目，严格遏制“两高”项目盲目发展，重点抑制高耗能行业不合理用电需求。协调煤化工、钢铁、电解铝、水泥、建材等高载能产业有序生产，实行有保有压，避免与电力、民生用煤争抢资源。在取消优惠电价的基础上，通过电价杠杆引导高载能企业多用新能源电，提高新能源消纳能力，助推传统“两高”行业绿色低碳转型，提高资源节约集约循环利用水平。

（二）科技创新驱动能源高质量发展

强化创新驱动，提升能源产业创新链整体效能。加大前沿技术创新的政策支持，建立产学研一体化平台，发挥高校科研院所的创新源头作用，发挥央企国企主力军作用，激发中小企业创新活力，鼓励各类所有制企业围绕能源产业链、创新链开展强强联合和产学研深度协作，打通“源头创新-技术开发-成果转化-产业聚集”转化链条。

主动把握新一代能源技术变革趋势，加快能源关键技术突破和升级。开展先进高效燃煤发电、煤炭清洁高效转化、二氧化碳减排和利用等领域的技术攻关；以数字赋能为方向，加快“云大物移智链”等信息技术与能源深度融合，推动能源行业智能化、绿色化发展，提升能源行业治理现代化水平；立足煤炭和煤电仍是内蒙古主导产业，积极研发煤基特种燃料、煤基生物可降解材料，推动煤炭产业价值链向中高端攀升。

进一步培育壮大企业主体。进一步强化科技创新 30 条、研发费用加计扣除政策、高企减免税等政策的宣传和落地见效工作，实施企业科技特派员机制，引导企业建立产学研体系、完善内部科研组织、人才引育、成果转化等管理机制。努力培育能源领域创新领军企业，提升企业技术创新能力，发挥领军企业引领示范作用。

打造全国重要现代能源技术策源地。优化布局全区重点实验室和技术创新中心，大力推进建设新型研发机构，鼓励支持企业联合大院大所、国家级创新平台建设共性技术平台。全力创建怀柔实验室内蒙古基地，进一步加强与国家级创新平台及国内大院大所的合作，支撑能源经济创新发展。

发挥内蒙古能源基地建设应用优势，加强科技成果转化。推动内蒙古企业同科研单位有效对接，积极吸引区外科技创新成果，争取更多有用、管用、好用的成果在内蒙古落地。构建完备的科技创新转化配套体系，促进供给方和应用方紧密联结、创新链和产业链“双链”融通。加大能源科技资金支持力度，吸引各类社会资本投资能源科技领域。

（三）进一步提高效率、壮大能源经济

建设绿色智慧煤炭开采体系。加快煤矿智能化建设，建设一批智能化示范煤矿，在行业内树立标杆和典范，凝练出可复制可推广的智能化开采模式、技术装备和管理经验在业内推开。对已

建成的煤矿，加快智能化改造，在采掘（剥）、供电、供排水、通风、主辅运输、安全监测、洗选等生产经营管理环节，进行智能优化提升。对新建的煤矿，应将工作重点放在智能化设计，创新煤矿智能化采掘（剥）新模式，建设智能化生产、安全保障、经营管理等多系统、多功能融合的一体化平台等。

加快输电通道建设，提高能源电力资源配置效率，提升清洁能源利用率。伴随内蒙古新能源发展提速，输电通道建设已成为新能源装机发展的制约因素，应结合电源布局、负荷分布、新能源发展，加快建设特高压外送通道，提高电网断面输送能力。

提高煤炭就地转化率和精深加工度，推进能源产业链向下游延伸，价值链向中高端攀升。以煤炭清洁高效利用为重点，高质量发展煤化工、氯碱化工、精细化工、煤基新材料、氢能源等产业，推动煤化工向产业高端化、产品精细化方向发展。推进煤炭清洁高效利用循环发展体系建设，鼓励煤化工项目向工业园区集中。同时与周边省份加强协同，避免各自为政，重复建设、无序竞争，强化区域优势产业协同，进行分工协作和错位发展，实现延链、补链、强链，合理统筹布局。可探索以化工园区为载体，以现代煤化工重大项目为支撑，推动能源“金三角”区域形成世界一流的煤基能源化工产业集群和产业带，提升能源资源利用效率，更好地服务国家能源安全战略。

依托内蒙古能源基地建设，推进能源装备制造和能源新兴产业培育。加快推进装备制造产能投产，对在建项目进行动态跟踪，

确保产能尽快落地；推进装备制造企业与新能源开发企业达成实质性联营或签订长期供销协议，结合新能源企业资源开发优势、新能源装备制造企业市场优势，实现双方利益共赢共享；发挥市场与装备制造双高地效应，联合国内知名咨询机构或高校设立研发机构，形成高新技术研发成果，促进市场更新。

提升电力系统调节能力。在推进煤电机组灵活性改造的同时，加快赤峰芝瑞、乌海抽水蓄能电站建设，加快包头抽水蓄能电站前期工作，谋划新增一批抽水蓄能电站纳入国家规划。加快布局新型储能“赛道”，出台相关支持政策，在电源侧、电网关键节点和偏远地区设立独立（共享）储能电站。

（四）夯实能源生产基础 扛稳能源安全重任

从维护国家能源安全高度，助力煤炭保供稳价。建立稳定持续的煤炭供应机制和长效协调机制；加快协调已获批产能落地，把提高煤炭有效供应能力责任落实到安全、环保、土地、生态等环节；制定煤矿保供与弹性生产机制，增强煤炭生产供应弹性，逐步推动煤炭从“主体”向“兜底”能源转变；加强煤炭质量管理，避免煤炭质量下降；强化中长期合同机制，确保中长期合同全覆盖，提高合同履约率，引导煤炭市场价格在合理区间运行；不断优化产运销体系，优化中转和装车，提高运输效率，推动生产和运销“协调共振”，确保煤炭产能合理、产量充裕、运销畅通和安全保供，为保障国家能源安全供应、稳定煤炭价格发挥积

极作用。

缓解煤电企业经营压力，提高电力安全保供能力。落实好国家燃煤发电上网电价市场化改革的同时，对于运营艰难的煤电企业、供热企业，在把握原则的基础上，给予“精准滴灌”的成本补贴。鼓励政策性、开发性银行对承担保供任务煤电企业提供低息融资支持，引导金融机构对煤电企业合理调整贷款结构、还款进度、期限安排，研究提供税收优惠、财政贴息、专项补贴等财税金融等手段，缓解当前煤电企业经营压力。

抓好冬季民生用煤保障。摸清区内城镇集中供热和农牧民取暖用煤需求，加大保供煤源统筹协调力度，全流程安排好冬季民生取暖用煤的煤源落实、物流配送、市场销售和价格监管。

八、内蒙古现代能源经济发展实践场景

案例一：老石旦煤矿 5G 系统与 AI 分析平台³

老石旦煤矿位于内蒙古自治区桌子山煤田西翼的老石旦矿区，矿井为低瓦斯煤矿，核定生产能力为 1.50Mt/a，可采储量为 21.63Mt⁴，现布置 1 个综放工作面和 2 个综掘工作面，是乌海市首家推广应用 5G 无线通信网络的智能化矿井。

煤矿 AI 智能分析平台应用。利用布置在带式输送机沿线的摄像机实时监测，煤矿 AI 核心平台现场识别分析的机器视觉技术、边缘计算技术，对运行过程中空载、大块煤、异物、堆煤、跑偏、煤流量不均、煤重心不稳、人员违规穿越皮带、皮带坐人等进行智能识别，并及时进行告警及提醒；智能 AI 系统煤流量监控，可以有效分析监控皮带运行情况，后续可以通过智能变频实时调速以降低能耗。

全景工作面应用。老石旦煤矿采用 4K 超高清视频与 5G 技术结合应用到实际生产过程中，实现采煤工作面的超高清视频监控、远程现场实时展示；在采煤工作面安装 45 台 5G 高清网络摄像机，利用图像拼接技术将采煤工作面生成一个 360 度的全景图像。

案例二：全国首个现代能源“火风光储制研”一体化示范项目在通辽投入运营

³ 节选自《全国煤矿智能化建设典型案例（2023 年）》

⁴ Mt 即 100 万吨，a 即年。

2022年8月31日，总投资137.5亿元的全国首个现代能源“火风光储制研”一体化示范项目一期工程正式投入运营，该项目集技术研发创新、能源供应保障、优化电网调峰能力、降低用电成本等优势于一身，对于推动绿色载能产业高质量发展，具有良好的示范效应和重大现实意义。据了解，现代能源“火风光储制研一体化”示范项目是全国首个煤电风光储一体化示范项目，也是国内首个开展定制化风机和大规模储能电池应用项目截至目前，开鲁县范围内的同步配套储能设备已经安装完毕投入运营，这也是整个“火风光储制研”一体化示范项目的核心项目之一，容量在4265千瓦时。

案例三：全球陆上单体规模最大风电项目引领内蒙古清洁能源发展新变革

位于乌兰察布市四子王旗的全球陆上单体规模最大风电项目，项目首批120万千瓦就地消纳工程去年底已经全面开工，今年将安装126台大型风机，项目整体将安装1429台，全容量投产每年将发电180亿千瓦时。这将为我国碳达峰、碳中和工作作出示范和积极贡献，引领清洁能源发展新变革。

乌兰察布风电基地一期600万千瓦示范项目不仅是全球陆上单体规模最大风电项目，也是国家能源局批复的首个大规模可再生能源平价上网示范项目，是推动我国风力发电去补贴化、新能源转型发展的重大项目，对于探索新能源优势区域可持续发展具有重要示范意义。项目总投资近400亿元，规划区域总面积

2072 平方公里。乌兰察布是国内距离京津冀负荷中心最近的风电基地建设重点区域之一。区域内风能资源品质高、可开发量大、风向稳定、距离负荷中心较近，适合大规模开发，是目前国内最具备规模化平价上网示范条件的地区。

案例四：蒙西基地库布其 200 万千瓦光伏治沙助力生态综合治理进入新阶段

2023 年 10 月 23 日，蒙西基地库布其 200 万千瓦光伏治沙项目顺利完成全部光伏组件安装工作，预计于 2023 年底前实现全容量并网发电。据悉，该项目是“十四五”时期国家首批开工建设的大型风电光伏基地项目之一，也是当期全国单体规模最大的光伏治沙项目。项目建成后，年均发电量约 41 亿千瓦时，相当于节约标准煤约 125 万吨，减少二氧化碳排放 394 万吨。项目配套实施治沙工程，将修复治理沙漠面积达 10 万亩，年均减少向黄河输沙 200 万吨，有效助力构筑北方生态安全屏障，保障黄河上游和京津冀地区生态安全。

案例五：项目审批高效率支持新能源项目发展⁵

按照国家和行业有关规定，我国风电项目实行核准制，光伏发电项目实行备案制。《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》要求完善新能源项目核准（备案）制度，对新能源投资加强事前事中事后全链条全领域监管；推进实施企业投资项目承诺制；推动风电项目由核准制调整为备案制。

⁵ 《〈关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案〉案例解读》

内蒙古自治区能源局于 2022 年 7 月 19 日印发《内蒙古自治区源网荷储一体化项目实施细则（2022 年版）》《内蒙古自治区燃煤自备电厂可再生能源替代工程实施细则（2022 年版）》《内蒙古自治区风光制氢一体化示范项目实施细则（2022 年版）》的通知。根据上述文件要求，内蒙古自治区每年定期统一组织申报，同时可根据需要，进行个别申报。根据一体化项目投资人申请，盟市能源主管部门组织编制本地区一体化项目实施方案，报自治区能源局。自治区能源局会同相关部门、电网企业及时进行评估，必要时组织或委托第三方咨询机构进行评估，提出评估建议。自治区能源局将评估建议报自治区人民政府审定同意后批复实施方案。盟市能源主管部门承担组织实施主体责任，根据自治区批复的实施方案，及时核准（备案）新能源、储能和线路工程。内蒙古自治区出台的综合能源项目作为整体统一办理审批政策，可大大缩短综合能源项目的审批时间，有助于孵化新的发展模式。

案例六：北露天煤矿卡车无人驾驶融合调度系统⁶

北露天煤矿始建于 1985 年，核定产能 1000 万吨，是内蒙古电投能源股份有限公司在霍林河地区总体设计的三个千万吨级露天煤矿之一，露天可采储量为 4.4 亿吨。剥离采用单斗—汽车间断工艺，采煤采用单斗—汽车—胶带运输半连续工艺，采煤、剥离生产机械化程度达 100%。

北露天煤矿于 2021 年 11 月开展基于无人驾驶技术的卡车融

⁶ 节选自《全国煤矿智能化建设典型案例（2023 年）》

合调度指挥系统的建设，实现采运排作业的实时远程自动化生产指挥和生产管理、露天矿生产数据实时在线管理和无人驾驶矿卡在该平台系统下的统一调度。建设内容包含车辆智能调度、地图数据管理、集成运行监视、数据统计分析、基础数据管理、路径规划、路权管理、报警管理、无人驾驶矿卡管理等功能模块组成，可以对矿山设备进行调度管理、生产监控以及具有数据存储、数据整合、数据分析能力。

案例七：龙王沟煤矿特厚煤层智能高效综放工作面⁷

龙王沟煤矿通过积极探索和实践准格尔煤田特厚煤层智能化成套装备研究与应用，实现特厚煤层综放工作面常态化智能采煤和智能放煤，通过研究工作面智能控制技术，达到多机协同管控，实现智能综放工作面本质安全运行，通过研究智能化技术管理体系，构建本源-全息-模态为核心的四维地理信息系统，实现工作面所有对象的透明化管控和智能分析决策，为煤炭行业特厚煤层智能化开采技术提供经验和示范。

通过龙王沟煤矿 20 米以上特厚煤层综放智能高效开采技术的研究应用，实现工作面全部设备的自主协同控制和智能化放煤，工作面直接生产人数由原来的 12 人降至 5 人。先后建成了智慧机电、智慧运输、智慧通防、智慧安监、智慧运销等，劳动定员由初步设计的 2134 人减少至现在的 956 人，年节约人工成本 1.8 亿元；采煤效率提高 3 倍，达到 96.3 吨/日人；全员效率达到

⁷ 节选自 《全国煤矿智能化建设典型案例（2023 年）》

77.4t/日人；吨煤人工成本 11.66 元；综合吨煤电耗降到 8 度以下，能源消耗率降低 30%以上，每年节约费用超过 1000 万元，实现精益管理，践行绿色发展。

案例八：成立碳中和研究院打造科技创新平台

2021 年，集研发、孵化、产业化于一体的新型研发机构鄂尔多斯碳中和研究院成立，该院围绕碳达峰碳中和开展市场导向型研发、高科技成果转移转化、科技企业孵化和高端人才引进与培养，是内蒙古自治区第一家碳中和研发机构，根据企业“需求清单”、高校“能力清单”和政府“政策清单”，对接高校和企业，围绕鄂尔多斯市绿色低碳高质量发展，开展政策分析、路径设计、规划编制等工作。该研究院成立北京大学-鄂尔多斯碳中和联合实验室和清华大学-新能源产业创新中心 2 个校企平台，分别与华北电力大学、中国汽车工程研究院联手打造鄂尔多斯新型电力系统实验室和新能源汽车检测中心；与 9 个院士团队合作开展理论课题研究、关键技术攻坚及成熟技术中试。

附录：中国·内蒙古现代能源经济发展指数编制方法

（一）总体思路

中国·内蒙古现代能源经济发展指数研究分为如下七个步骤：

第一步：指数理论研究。通过对相关文献资料收集整理，全面了解现代能源经济发展理论基础。对政府机构、研究学者、从业者等进行深度访谈，听取各方对指数编制方法及指标选取的建议。

第二步：指标体系设计。研发中国·内蒙古现代能源经济发展指数指标体系，并组织专家委员会进行论证。

第三步：数据采集处理。以公开统计数据及相关单位填报两种渠道完成指标数据初步采集工作，并同步标准化处理相关指标数据。

第四步：指数模型计算。在前期理论研究基础上，根据指标之间关联性，建立指数模型，计算指数结果。

第五步：指数报告撰写。在专家委员会指导下完成指数报告。

第六步：专家论证研究成果并确定最终结果。

第七步：指数结果发布。

（二）指数内涵

内蒙古现代能源经济发展指数，遵循“把现代能源经济这篇文章做好，紧跟世界能源技术革命新趋势，延长产业链条，提高

能源资源综合利用效率”的理念，围绕**低碳转型、经济高效、创新驱动、社会贡献**四个现代能源经济体系的重要特征构建综合评价体系，旨在客观评价内蒙古自治区现代能源经济发展水平，为区域经济高质量发展提供“数字工具”和“参照标准”。

1、 低碳转型

低碳转型是构建高质量现代化经济体系的必然要求，也是解决污染问题的根本之策。过去很长一段时期里，我国“一煤独大”的能源结构与生态环境承载力的矛盾日渐突出，能源清洁替代任务艰巨。在“碳达峰、碳中和”的新背景下，低碳转型已成为现代经济发展的基础要求与约束性前提，也是现代能源经济的基本特征。

2、 经济高效

经济是现代能源经济发展的核心。根据产业经济学理论，实现能源领域效率提升是建设现代能源经济体系的第一步。围绕质量、效率、动力实现产业变革，延长产业链条、提高能源资源综合利用效率，深化电力市场化改革，扩大对外开放，推动能源经济投入产出效率不断提高，将有助于内蒙古在实现经济发展同时，平衡资源、环境与人口关系。

3、 创新驱动

创新是现代能源经济发展的动力。创新是引领发展的第一动力，是推动高质量发展、建设现代化经济体系的战略支撑。紧跟世界能源技术革命趋势，既是习近平总书记对内蒙古现代能源体

系提出的期望，也是我国能源在全球新一轮技术革命中抢占先机、实现赶超跨越的要求。

4、 社会贡献

社会贡献是能源工业的最终目的。内蒙古是国家重要能源基地，是我国能源外送的主要省份。能源产业是内蒙古经济发展支柱产业，也是社会发展重要引擎。**社会贡献维度旨在刻画能源经济对区内社会经济发展起到的带动作用以及为我国能源安全保障做出的巨大贡献。**

（三） 设计原则

真实性：通过对可查可考真实运行数据的采集运用，减少人为合成指标，避免指数的模糊性和不可追溯性。

全面性：构建多维度、立体化的综合评价体系，并根据实际运行情况建立更新升级机制，以全面及时反映内蒙古现代能源经济发展水平。

科学性：指标体系经多轮专家意见征集及专家委员会研讨确认，每项指标均能反映现代能源经济特征，且逻辑关系严密，符合一致性、代表性和相对独立性要求。

权威性：所选指标主要来源为内蒙古自治区官方统计数据、统计年鉴数据以及其他公开数据，数据规范、稳定、口径统一，易于比较计算，评价指标含义明确。权重经多轮意见征集考量，具备权威性及导向性。

（四） 指标体系

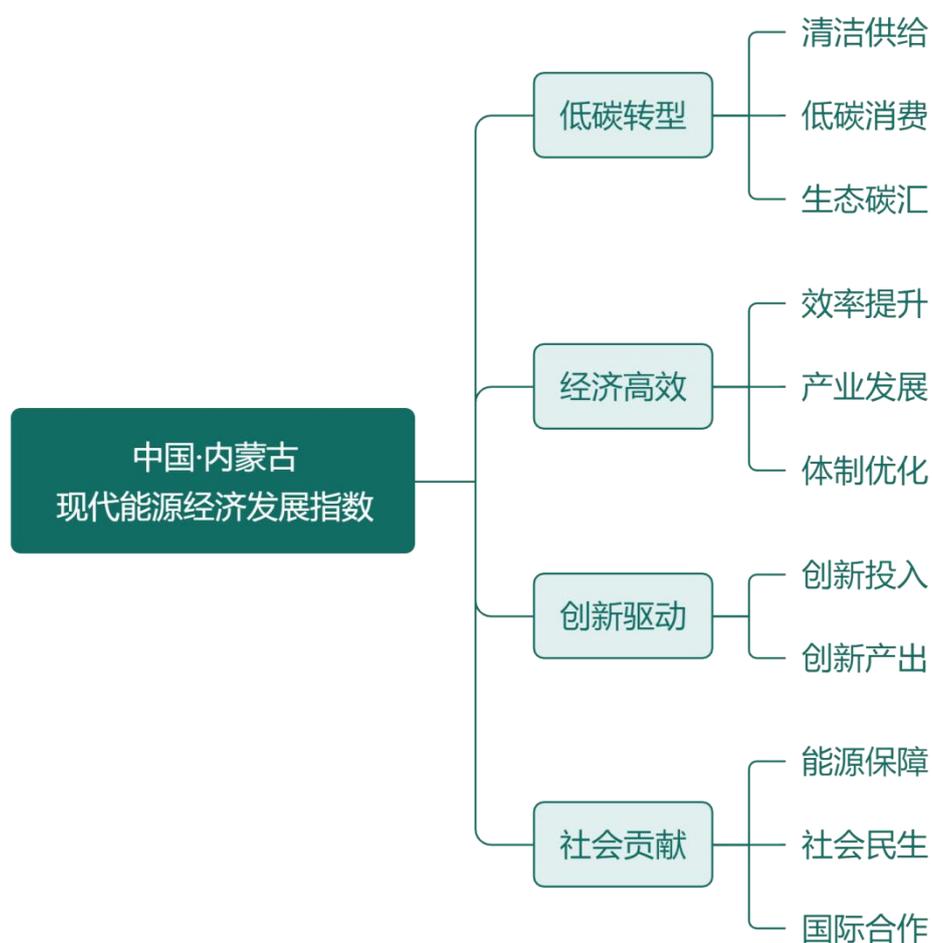


图 21 指标体系结构图

依据指数内涵及设计原则，内蒙古现代能源经济发展指数指标体系包含四项一级指标、十一项二级指标。一级指标聚焦**低碳转型**、**经济高效**、**创新驱动**、**社会贡献**四个维度，衡量现代能源经济建设基本特征；二级指标基于功能属性对一级指标进行具体展开。

低碳转型维度衡量能源经济绿色化发展水平，主要从**清洁供给**、**低碳消费**和**生态碳汇**三个方面展开。**清洁供给**方面包括绿色

矿山比重（产能）、风电装机容量、太阳能发电装机容量、风、光发电量占比等指标。**低碳消费**方面包括非化石能源消费占内蒙古能源消费总量比重等指标。生态碳汇方面包括森林覆盖率、建成区绿化覆盖率等指标。

经济高效维度衡量能源经济高质量发展水平，主要从效率提升、产业发展、体制优化三个方面展开。**效率提升**方面包括产能120万吨以上煤矿产能比重、采煤机械化程度、超超临界机组占比、火力发电厂供电标准煤煤耗、规模以上工业企业工业总产值/规模以上工业综合能源消费等指标。**产业发展**方面主要包括规模以上能源工业企业资产总计、规模以上能源工业企业利润总额等指标。**市场活力**方面主要包括规模以上民营能源工业企业资产合计、规模以上民营能源工业企业工业总产值等指标。

创新驱动维度衡量能源经济发展的创新驱动水平，主要从创新投入、创新产出两个方面展开。**创新投入**方面为能源企业在技术创新领域的人力与财力投入，包括规模以上能源工业企业研发人员数量、规模以上能源工业 R&D 经费占营业收入比重两项指标。**创新产出**方面为能源工业企业创新成果与收益，包括规模以上能源工业企业有效发明专利数等指标。

社会贡献维度衡量能源及相关产业的社会贡献水平，主要从社会民生、能源保障、国际合作三个方面展开。**社会民生**方面为能源工业对社会民生改善所做出的贡献，包括能源企业税收占地区税收比重、农村牧区用电量等指标。**能源保障**方面为能源工业

对国家能源保障所做的贡献，包括省间电力外送量等指标。国际合作方面为能源工业的国际贸易合作数量及水平，包括外商实际投资企业数（能源工业）、对外投资企业数（能源工业）、境外电力输出规模等指标。

表 I 指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
低碳转型	清洁供给	绿色矿山比重（产能）（%）
		风电装机容量（万千瓦）
		太阳能发电装机容量（万千瓦）
		风、光发电量占比（%）
	低碳消费	非化石能源消费占自治区能源消费总量比重（%）
		清洁供暖户数（户）
生态碳汇	森林覆盖率（%）	
	建成区绿化覆盖率（%）	
经济高效	效率提升	超超临界机组占比（%）
		火力发电厂供电标煤煤耗（k/kwh）
		产能 120 万吨以上煤矿产能比例（%）
		采煤机械化程度（%）
		规模以上工业企业工业总产值/规模以上工业综合能源消费（元/吨标准煤）
	产业发展	规模以上能源工业企业资产总计（亿元）
		规模以上能源工业企业利润总额（亿元）
	市场活力	规模以上民营能源工业企业资产合计（现价）（万元）
规模以上民营能源工业企业工业总产值（万元）		
创新驱动	创新投入	能源工业企业 R&D 人员全时当量（人年）
		能源工业企业 R&D 经费（万元）
	创新产出	能源工业企业有效发明专利数（件）
社会贡献	能源保障	省间电力外送量（亿千瓦时）
		能源生产总量占全国比重（%）
		外输能源占全国跨区能源输送量比重（%）
	社会民生	能源企业税收占地区税收比重（%）
		农村牧区用电量（亿千瓦小时）
		煤矿百万吨死亡率（%）
	国际合作	外商实际投资企业数（能源工业）（家）
对外投资企业数（能源工业）（家）		
境外电力输出规模（亿千瓦小时）		

（五） 数据处理

中国·内蒙古现代能源经济发展指数，属于多指标的综合评价类指数，因此本研究采用加权算术平均方法来计算。指数计算过程，将根据多维度的实际指标数据获取情况，先进行指数数据无量纲化处理，然后权重确定，最后进行指数合成计算。指数结果将从时间序列上直观展示内蒙古现代能源经济的发展水平和发展趋势。相关数据处理规则如下：

在原始指标数据处理方面，中国·内蒙古现代能源经济发展指数采用无量纲化的方法对各底层指标原始值进行处理。无量纲化处理主要是为了消除多指标综合评价中，计量单位上的差异和指标数值的数量级、相对数形式的差别，解决指标的可综合性问题。

本研究对底层指标 $z_{ij_i k_i t}$ 进行无量纲化处理，基期拟以 2018 年为基准，基准值为 100。

正向指标和逆向指标无量纲化计算公式如下：

$$x_{ij_i k_i t} = \frac{z_{ij_i k_i t}}{z_{ij_i k_i, 2018}} * 100$$

$$x_{ij_i k_i t} = \frac{z_{ij_i k_i, 2018}}{z_{ij_i k_i t}} * 100$$

$x_{ij_i k_i t}$ 表示第 i 个一级指标下第 j_i 个二级指标下第 k 个三级指标的无量纲化取值， $z_{ij_i k_i t}$ 表示第 i 个一级指标下第 j_i 个指标第 k

个三级指标在第 t 期的取值, $Z_{i,j_i,k_i,2018}$ 表示第 i 个一级指标下第 j_i 个指标第 k 个三级指标在基期 2018 年的取值。

(六) 模型计算

鉴于中国·内蒙古现代能源经济发展指数涉及的领域广泛,单一权重设置方法可能很难客观反映不同维度指标的重要性,因此,本研究采用主客观组合赋权法来判定,主观判断与客观情况相结合,提升权重的科学性和合理性。

1、 主观赋权：层次分析法（AHP）

层次分析法将复杂决策问题按总目标、各层子目标、评价准则的顺序分解为不同的层次结构,采用两两比较的方法确定判断矩阵,然后用求解判断矩阵特征向量的办法,求得每一层次各元素对上一层次某元素的优先权重,最后再加权递推总目标的权重。

层次分析法比较适合于具有分层交错评价指标的目标系统,而且目标值又难于定量描述的决策问题。

AHP 算法的基本过程可以分为如下四个基本步骤:

(1) 建立层次结构模型。在深入分析实际问题的基础上,将有关的各个因素按照不同方面自上而下地分解成若干层次,同一层的诸因素从属于上一层的因素或对上层因素有影响,同时又支配下一层的因素或受到下层因素的作用。最顶层为总目标层,

即内蒙古现代能源经济发展指标，下面两个指标层分别为一级子指标和二级子指标（详见“指数指标体系”）。

（2）构造成对比较矩阵，即专家打分结果的矩阵。从层次结构模型的一级指标层开始，对于从属于（或影响）上一层每个因素的同一层诸因素，在 1-9 比较尺度下用成对比较法构造比较矩阵，评价环境就界定在当前的目标层因素，直到最下层。

（3）计算权重向量并做一致性检验。对于每一个成对比较矩阵计算最大特征根及对应特征向量，利用一致性指标、随机一致性指标和一致性比率做一致性检验。若检验通过，归一化的特征向量即为权重向量；若不通过，需重新构造或者删除成对比较矩阵。

（4）计算一级指标权重向量并做一致性检验。计算下层对目标的权重向量，并根据公式做综合一致性检验，若检验通过，则可按照一级指标权重向量表示的结果进行决策，否则需要重新考虑模型或重新构造那些一致性比率较大的成对比较阵。

2、 客观赋权：熵值法

用指标的熵值确定权重，属于突出局部差异的客观赋权方法。指标的离散程度越大，提供的信息量越多，该指标对综合评价的影响越大，其权重也就越大。熵值法是根据各项指标实际值的离散程度来确定权数的，避免了人为因素带来的偏差，但忽略了指标本身的重要程度，实际操作中会结合专家意见进行权数调整。熵值法的基本步骤：

(1) 计算系统的熵值

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln(P_{ij})$$

其中, $P_{ij} = x_{ij} / \sum_{i=1}^m x_{ij}$ 表示第 j 属性下第 i 个方案 A_i 的贡献度,

常数 $K = 1 / \ln m$ 。

(2) 计算差异性系数

$$D_j = 1 - E_j$$

其中, D_j 为差异性系数。

(3) 计算熵值法权重

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}$$

其中, $j=1, 2, \dots, n$ 。

3、 组合赋权法

组合赋权法采用了层次分析法和熵权法相结合的方法。该方法常用的两种组合方式为“乘法”集成法、“加法”集成法, 对应公式分别如下

$$w_i = \frac{a_i b_i}{\sum_{i=1}^m a_i b_i}$$

$$w_i = \alpha \times a_i + (1 - \alpha) \times b_i, \quad (0 \leq \alpha \leq 1)$$

其中 w_i 表示第 i 个指标的组合权重; a_i 和 b_i 分别为第 i 个指标的客观权重和主观权重。前者的组合实质上是乘法合成的归一

化处理,该方法适用于指标个数较多、权重分配比较均匀的情况。后者实质上是线性加权,称为线性加权组合赋权方法。当决策者对不同赋权方法存在偏好时, α 能够根据决策者的偏好信息来确定。

4、 指数合成计算

在多指标综合评价中,合成是指通过一定的算式将多个指标对事物不同方面的评价值综合在一起,以得到一个整体性的评价。指标合成的数学方法很多,包括加法合成、乘法合成和加乘混合合成。

中国·内蒙古现代能源经济发展指数模型具体算法为加权算术平均方法,即按照指标体系构建层次,逐级进行量化综合,最终形成总指数。选择加权算术平均法的原因是:各评价指标间重要程度差异较大,且各指标评价值间差异不大,采用加权算术平均法可以反映出指标重要程度的差异;而且相较于加权平方平均法和加权几何平均法,加权算术平均法的结果更为均衡,能更合理地反映产业的发展情况。

将所有底层指标无量纲化后得到的数值与其权重按如下公式进行简单加权计算得到分指数 $I_{i,t}$:

$$I_{i,t} = \sum I_{i,j_i,t} * w_{i,j_i} = \sum (\sum x_{i,j_i,k_{i,j_i},t} * w_{i,j_i,k_{i,j_i}}) * w_{i,j_i}$$

其中, $i=1, 2, \dots, n$, n 为一级指标个数; $x_{i,j_i,k_{i,j_i},t}$ 表示第 i 项分指数对应的第 k 项三级指数的取值; w_{i,j_i} 表示第 i 项指数的二级权重。

将指数评价指标体系中的各指标数值与其权重按如下公式计算得到总指数 I :

$$I = \sum I_{i,t} * w_i = \sum (\sum I_{i,j_i,t} * w_{i,j_i}) * w_i = \sum (\sum (\sum x_{i,j_i,k_{i,j_i},t} * w_{i,j_i,k_{i,j_i}}) * w_{i,j_i}) * w_i$$

(七) 指数计算

内蒙古现代能源经济发展指数为多指标综合评价指数，指数结果采用加权平均法计算，按照指标体系构建层次，将无量纲化处理后指标进行逐级合成，计算最终总指数。

指数基准：习近平总书记 2018 年在参加内蒙古代表团审议时指出，要把现代能源经济这篇文章做好，紧跟世界能源技术革命新趋势，延长产业链条，提高能源资源综合利用效率。指数以 2018 年为基期⁸，基点值为 100。

数据来源：数据来源为内蒙古自治区能源局、内蒙古自治区科学技术厅、内蒙古自治区工业和信息化厅、内蒙古自治区商务厅、内蒙古自治区统计局、国家税务总局内蒙古自治区税务局等相关部门及内蒙古自治区电力行业协会、内蒙古电力（集团）有限责任公司、国网内蒙古东部电力有限公司填报数。⁹

权重计算：指标采用主客观组合赋权法设置权重，主观赋权采用层次分析法（AHP），以领域内专家学者打分为依据；客观

⁸ 注：我国经济步入“十四五”的新发展阶段，内蒙古自治区发展所面临的机遇和挑战都有新的发展变化。为使指标体系更符合“十四五”时期内蒙古自治区的发展，自 2021 年起报告对指标体系以及权重设计进行了升级，使之更符合未来五年内蒙古自治区现代能源经济发展目标，并将原指数基期（2013 年）推后五年至（2018 年）。

⁹ 注：指数计算过程中，部分缺失数据依据统计学方法估算。

赋权采用熵值法，以单个指标所含数据离散程度为依据。依据赋权规则，低碳转型、经济高效、创新驱动、社会贡献四项一级指标权重分别为 27%、30%、19%、24%。

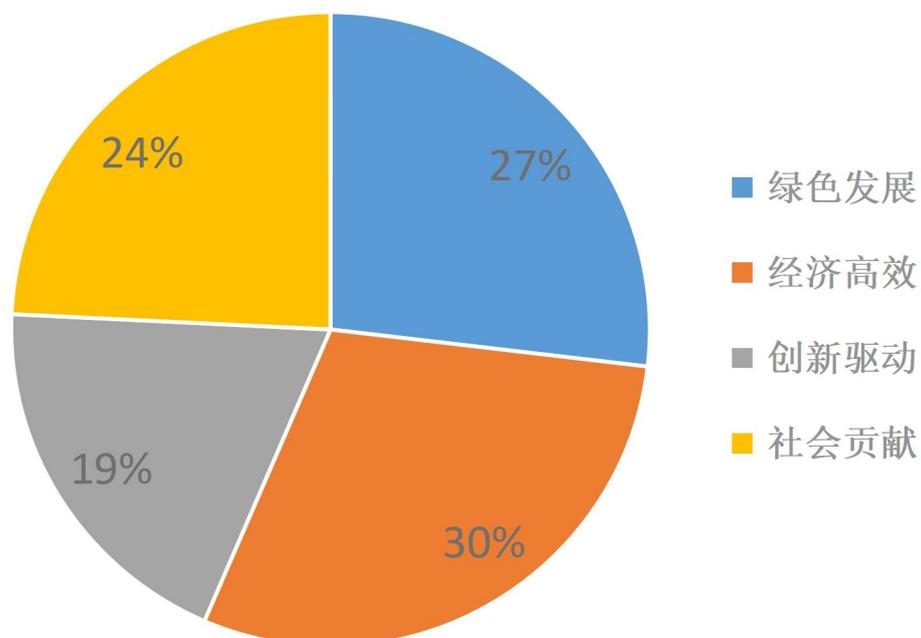


图 22 一级指标权重设置

未来，报告将根据内蒙古经济发展运行情况，定期调整选用指标及权重，增强指数科学性、前瞻性，以期科学反映并引导地区经济发展。