

2023年9月

碳达峰碳中和目标下内蒙古电力 低碳发展研究



中国煤炭消费总量控制方案和政策研究 (煤控研究项目)

中国是世界煤炭生产和消费第一大国。以煤炭为主的能源结构支撑了中国经济的高速发展，但也对生态环境造成了严重的破坏。为了应对气候变化、保护环境和减少空气污染，国际环保组织自然资源保护协会 (NRDC) 作为课题协调单位，与政府智库、科研院所和行业协会等 20 多家有影响力的单位合作，于 2013 年 10 月共同启动了“中国煤炭消费总量控制方案和政策研究”项目（即“煤控研究项目”），为设定全国煤炭消费总量控制目标、实施路线图和行动计划提供政策建议和可操作措施，助力中国实现资源节约、环境保护、气候变化与经济可持续发展的多重目标。



自然资源保护协会 (NRDC) 是一家国际公益环保组织，成立于 1970 年。NRDC 拥有 700 多名员工，以科学、法律、政策方面的专家为主力。NRDC 自上个世纪九十年代中起在中国开展环保工作，中国项目现有成员 40 多名。NRDC 主要通过开展政策研究，介绍和展示最佳实践，以及提供专业支持等方式，促进中国的绿色发展、循环发展和低碳发展。NRDC 在北京市公安局注册并设立北京代表处，业务主管部门为国家林业和草原局。请访问网站了解更多详情 <http://www.nrdc.cn/>



北京计鹏信息咨询有限公司(简称“计鹏咨询”)成立于 1997 年，是国家发展和改革委员会系统的一家从事低碳节能、能源工程的专业咨询单位，拥有国家核准的工程咨询单位甲级资信，是国际咨询工程师联合会、中国工程咨询协会会员等机构会员单位。计鹏咨询定位政企智库，长期为各级政府部门及大中型国有企业提供能源行业政策研究、低碳发展、节能环保和工程咨询等服务。为社会低碳发展、能源领域低碳转型提供专业力量。

封面图片：该图片由 Biljana Jovanovic 在 Pixabay 上发布
所使用的方正字体由方正电子免费公益授权

研究报告

- 《碳达峰碳中和目标下内蒙古电力低碳发展研究》
- 《江苏省工业园区绿色低碳发展路径研究报告》
- 《山东省中小燃煤电厂低碳高质量发展路径分析》执行摘要
- 《双碳背景下发电侧储能综合价值评估及政策研究》简版
- 《碳中和目标下山西省煤电产业转型发展和定位研究》
- 《碳中和目标下山西省焦化产业转型发展和定位研究》
- 《汾渭平原深入打好污染防治攻坚战煤炭总量控制研究报告》
- 《面向碳中和的氢冶金发展战略研究》执行摘要
- 《碳中和目标下中国火电上市公司低碳转型绩效评价报告 2022》简版
- 《山东省“十四五”重点耗煤行业减煤路径研究》
- 《双碳目标下的五大发电集团发电业务低碳转型研究》
- 《“双碳”与空气质量改善双目标下的安阳市中长期控煤路径研究》
- 《“双碳”背景下河南省电力行业中长期控煤路径研究报告》
- 《碳达峰与碳中和背景下山东电力行业低碳转型路径研究》执行摘要
- 《内蒙古煤炭生产和消费绿色转型研究》摘要报告
- 《霍林郭勒产业园绿色低碳发展研究》(简本)
- 《内蒙古典型城市煤炭消费与大气质量的关联分析及政策建议》
- 《内蒙古采煤沉陷区生态修复与可再生能源利用研究》
- 《“十四五”山西省非煤经济发展研究》
- 《碳达峰碳中和背景下山西煤电行业转型发展研究》
- 《碳达峰碳中和背景下山西焦化行业转型发展研究》
- 《中国典型省份煤电转型优化潜力研究》
- 《碳达峰碳中和目标约束下重点行业的煤炭消费总量控制路线图研究》
- 《中国典型省份煤电转型优化潜力研究执行摘要》
- 《碳达峰碳中和目标约束下重点行业的煤炭消费总量控制路线图研究执行摘要》
- 《碳达峰碳中和目标约束下水泥行业的煤炭消费总量控制路线图研究》
- 《碳达峰碳中和目标约束下电力行业的煤炭消费总量控制路线图研究》
- 《碳达峰碳中和目标约束下钢铁行业的煤炭消费总量控制路线图研究》
- 《碳达峰碳中和目标约束下煤化工行业煤炭消费总量控制路线图研究》
- 《山西省“十四五”煤炭消费总量控制政策研究》
- 《“十四五”电力行业煤炭消费控制政策研究》
- 《新冠疫情后的中国电力战略路径抉择：煤电还是电力新基建》
- 《中国散煤综合治理研究报告 2020》
- 《“十三五”时期重点部门煤控中期评估及后期展望》

.....

请访问网站了解更多详情 <http://www.nrdc.cn/>

碳达峰碳中和目标下内蒙古电力 低碳发展研究

北京计鹏信息咨询有限公司

自然资源保护协会 (NRDC)

2023年9月



目录

引言	iii
1. 内蒙古自治区电力发展现状	1
2. 内蒙古自治区电力低碳转型目标	4
3. 内蒙古电力低碳转型机遇和挑战	6
4. 内蒙古自治区电力低碳转型路径分析	9
5. 建议	14
参考文献	17

引言

继国务院印发《2030年前碳达峰行动方案》后，国家发展和改革委员会、国家能源局于2022年1月正式发布《“十四五”现代能源体系规划》，提出到2035年，能源高质量发展取得决定性进展，基本建成现代能源体系。非化石能源消费比重在2030年达到25%的基础上进一步大幅提高，可再生能源发电成为主体电源，新型电力系统建设取得实质性成效，碳排放总量达峰后稳中有降。

在“双碳”目标的引领下，作为中国最主要的碳排放来源之一，电力行业必将成为国家节能减排工作的重要抓手。内蒙古自治区作为国家重要能源和战略资源基地，不仅其煤炭开发利用位居全国前列，其风能、太阳能资源也都属于全国最丰富的区域之一，外送电量连续多年居各省前列，在我国电力低碳转型总体工作中占据重要的位置。作为传统煤电和新能源的装机大省，内蒙古电力系统低碳发展研究将有助于回答新型电力系统的结构、形态、技术和体制机制等问题，为全国实现新型电力系统提供重要的转型经验。

在自然资源保护协会（NRDC）支持下，北京计鹏信息咨询有限公司在梳理国家和内蒙古电力发展现状及未来发展规划的基础上，进一步研究内蒙古电力发展情况，采用定量和定性相结合的方式，基于能源环境核算原理开展内蒙古碳达峰、碳中和目标下电力转型路径的研究，并提出了推动未来电力低碳发展的政策建议。



内蒙古自治区电力发展 现状

2022年6月，内蒙古自治区党委、自治区人民政府印发《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实施意见》，提出到2030年二氧化碳排放量达到峰值，具体到电力行业，2030年目标为“非化石能源消费比重达到25%左右，新能源发电总装机容量超过2亿千瓦、发电总量超过火电”。

2021年，内蒙古自治区电力装机容量为1.5亿千瓦（6000千瓦及以上发电设备）¹，其中可再生能源装机占比为36.5%，低于全国44.8%的平均水平；2021年总发电量为5999亿千瓦时，可再生能源发电量占比约为20.6%，低于全国29.7%的平均水平。

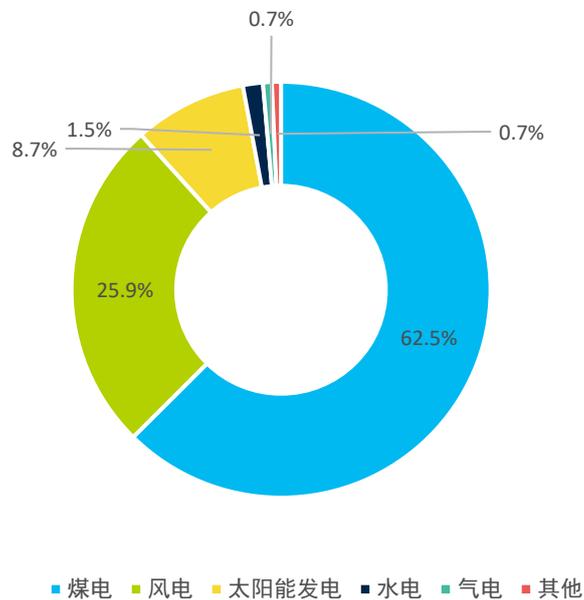


图 1-1：2021 年内蒙古自治区电力装机结构

数据来源：内蒙古自治区电力行业协会统计月报（可再生能源占比 36.5%，其中包括：风电 25.9%、太阳能发电 8.7%、水电 1.5%、以及其他中的约 0.4% 的生物质发电）

“十三五”时期以来，由于旺盛的电力需求，内蒙古自治区可再生能源和火电装机都有所增长，但可再生能源装机增速高于火电。2021年可再生能源电力装机相比2015年增长43.6%，与2021年火电装机相比，增速高8个百分点，详见图1-2。

¹ 来自《内蒙古自治区2021年国民经济和社会发展统计公报》，装机容量及设备利用小时统计口径为全区6000千瓦及以上电厂数据。

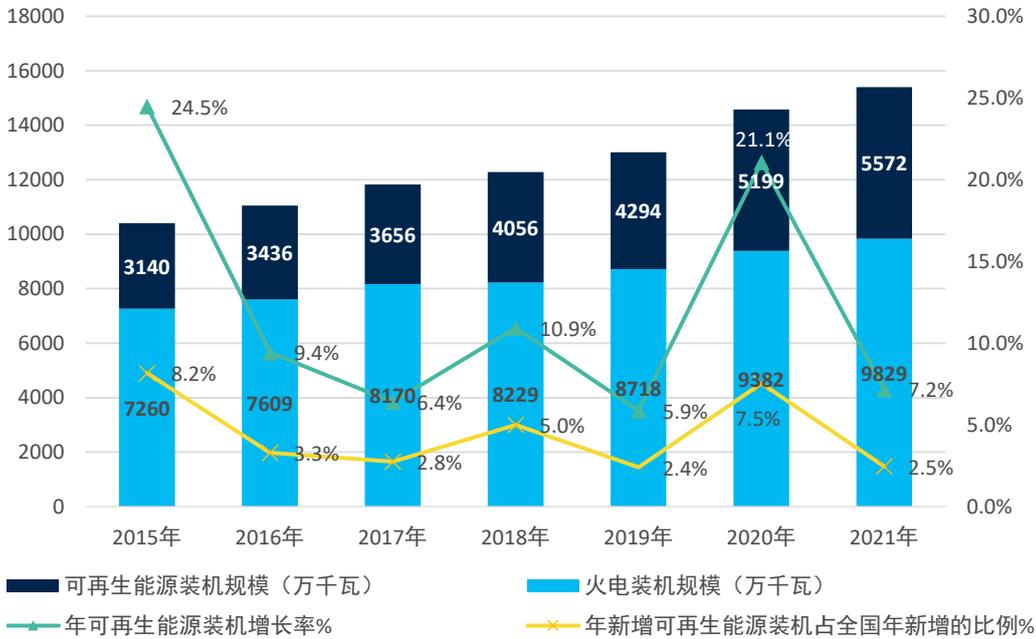


图 1-2：2015 年 -2021 年内蒙古自治区电力装机结构情况

数据来源：国家能源局、内蒙古自治区电力行业协会

从电力消费结构来看，2021 年内蒙古自治区全社会用电量为 3958 亿千瓦时，第一产业、第二产业、第三产业、居民生活用电结构占比为 1:87:8:4，相较于全国的 1:68:17:14，第二产业用电占比明显偏高，高出约 19 个百分点。

从电力外送来看，内蒙古自治区外送电规模连续多年领跑全国，2021 年外送电量达到 2467 亿千瓦时，占其发电总量的 41.1%，占全国跨省区外送电量的 15% 以上。

2

内蒙古自治区电力低碳
转型目标

2022 年内蒙古自治区先后发布能源、可再生能源、电力发展等“十四五”发展规划，提出率先建立以新能源为主体的新型电力系统、加快绿色电力消费升级、加强技术创新和产业发展、深化电力体制改革等电力低碳发展的主要方向，并设定了 2025 年和 2030 年的电力发展目标，详见表 2-1。

表 2-1：内蒙古自治区“十四五”电力能源相关规划目标整理

具体指标	2025 年	2030 年
全社会用电量（亿千瓦时）	5220	-
负荷侧响应（%）	3	-
电力装机规模（亿千瓦）	2.71	>3
新能源装机占比（%）	>50	-
新能源发电量占比（%）	-	>50
平均供电煤耗（克标煤 / 千瓦时）	305	-
电力外送能力（万千瓦）	7800	-
新增外送通道可再生能源电量占比（%）	>50	-

3

内蒙古电力低碳转型 机遇和挑战

////////////////////////////////////

在机遇方面：

- “双碳”承诺要求可再生能源规模化发展。在 2021 年《生物多样性公约》第十五次缔约方大会领导人峰会上，我国提出将大力发展可再生能源，在沙漠、戈壁、荒漠地区加快规划建设大型风电光伏基地项目。从能源安全保障、生态环境协同和新能源规模快速扩大等角度出发，发展大型风光基地是首选之举。内蒙古自治区不仅风光资源丰富，而且荒漠化未利用土地总面积丰富，积极推进新一轮风光电基地的开发建设，为内蒙古电力低碳转型提供了良好的机遇。
- 能耗双控向碳排放双控转变激励可再生能源高比例发展。我国正逐步从能耗双控向碳排放双控政策转变，到“十四五”时期末，预计可再生能源在全社会用电量增量中的比重将达到三分之二左右，在一次能源消费增量中的比重将超过 50%。内蒙古自治区在“十三五”能耗双控工作的基础上，2022 年发布了《关于完善能耗强度和总量双控政策保障“稳中求进”高质量发展的通知》，积极引导“两高”企业节能降耗、提高可再生能源利用比例和产业转型升级。约束性指标和政策导向将加速内蒙古产业转型，减少对化石能源依赖，进一步提升电气化水平和可再生能源消纳能力。
- 技术创新和体制机制改革促进可再生能源市场化发展。我国不断推动电力技术水平提升和体制机制创新，着力探索新型电力系统技术，加强可再生能源发电并网及主动支撑、柔性直流、直流配电网、煤电机组灵活性改造、虚拟电厂、微电网等技术研发及示范应用；随着电力市场化交易改革不断深入，跨区电力交易机制、辅助服务市场、现货市场、需求侧响应补偿机制等逐步完善，在政策引导、市场运作等手段的推动下，以较小系统成本提升可再生能源消纳量。作为能源大省，内蒙古自治区可以凭借巨大资源潜力和市场优势，推进可再生能源市场化发展。

在挑战方面：

- 煤电体量大、能效较低导致二氧化碳排放总量较大。装机总量方面，煤电总量基数较大，2021 年内蒙古自治区煤电装机容量为 9618 万千瓦，占全国煤电装机总量的 8.7%，为我国煤电装机量前五的省份之一。为了匹配风光大基地开发，预计“十四五”和“十五五”时期还需陆续新增 1800 万千瓦煤电作为系统保障和调节性电源。能效方面，内蒙古自治区火电机组能效相对较差，2021 年火电平均供电煤耗为 311.8 克标准煤 / 千瓦时，比全国平均水平高 10.3 克，单位发电量碳排放约高出 26 克 / 千瓦时，火电平均利用小时数为 4994 小时，比全国火电机组平均利用小时数高出 550 小时。
- 煤电实际调峰能力受到多重制约。一是采暖期长且必须优先保障供热需求。内蒙古自治区秋冬季气候寒冷，大部分地区采暖期长达 6 个月，部分地区达到 9 个月，火电机组中约有 45.7% 的机组兼具供热任务，在采暖期间调峰能力相对受限。二是外送通道与本地电网协调能力薄弱。内蒙古自治区外送电力装机规模较大，且多数以煤电为支撑性电源，多数外送通道与本地电网无物理性连接，难以利用

外送电力资源调峰。三是自备电厂全面参与调峰的机制尚未完善。内蒙古自治区大量的化工、钢铁、建材、有色行业均拥有自备电厂，总装机量占全区火电装机容量容量的 14%，但由于自备电厂全面参与电力系统调峰的机制尚未完善，导致调峰能力相对受限。

- **风电光伏为主的电源供电韧性不足。**内蒙古自治区地处中国北部，可再生能源资源以风光资源为主，水资源相对匮乏，冬季部分地区面临暴风雪、严寒等极端天气考验，供电韧性挑战十分严峻。
- **可再生能源本地消纳模式尚未形成。**内蒙古自治区可再生能源开发走在全国前列，主要模式是大基地、集中式的开发，依靠远距离输送通道解决消纳问题。近年来，国家要求各地创新开发利用模式，除了大基地的建设，还鼓励新能源开发利用与乡村振兴、工业和建筑应用的融合发展。为了区域能源安全保障和扎实做好碳达峰碳中和目标任务，如何在用能端开发更多风电光伏应用场景，成为内蒙古自治区风电光伏可持续发展的主要挑战之一。
- **外送通道风光电外输比例总体偏低。**内蒙古自治区在“十三五”期间已建成 5 条特高压通道，外送能力达 7000 万千瓦，但配套电源中风光电占比不高，且其中两条交流通道主要输送的为火电；2021 年内蒙古自治区外送电量达到 2467 亿千瓦时，位列中国第一，但外送风电光伏电量占比仅为 20.3%，低于我国外送通道可再生能源电量比例不低于 50% 的目标²。如何提升外送电中风光电配比是内蒙古自治区提升风光电消纳能力亟待突破的问题。
- **电网的分割与网架结构影响风光电消纳。**蒙东、蒙西分属两个电网公司，协调难度较大，各自富裕的电力和调峰资源难以很好的协调。两个区域电网内部也面临诸多制约，**蒙东电网** 4 盟市相对分散，尚未形成统一网架结构，所属东北电网送端电价也相对偏高，外送竞争性相对较弱；**蒙西电网** 是按照煤电为主体的传统电力系统规划建设，关键断面送电能力、主要通道能力、新能源汇集能力均不能满足新能源规模化发展需求，且风光资源与蒙西负荷存在一定程度的逆向分布，实现绿电自消纳的网架能力不足，根据国家能源局发布的《2021 年度全国可再生能源电力发展监测评价报告》，2021 年蒙西地区风电实际利用率 91.1%，光伏实际利用率 96.5%，风电实际利用率较全国平均值低 5.8 个百分点，光伏低 1.5 个百分点。

2 国家能源局，《“十四五”现代能源体系规划》

4

内蒙古自治区电力低碳 转型路径分析

首先，研究对内蒙古自治区电量需求（表 4-1）以及内外部电力负荷需求（表 4-2）进行了综合分析预测。分析表明，到 2025 年和 2030 年，自治区全社会用电量将比 2020 年增加 29% 和 64%，内部负荷增加 23% 和 42%，外送负荷上升 61% 和 102%。

表 4-1：内蒙古自治区 2020 年用电量情况，2025、2030 年电量需求预测

项目	2020 年	2025 年	2030 年
全社会用电量（亿千瓦时）	3900	5040	6390
GDP 增速（%）	4.3	5	4.5
电力消费弹性系数	1.6	1.4	1.1
第一产业电力消费增速（%）	7.6	5.6	3
第二产业电力消费增速（%）	8.5	5	4
第三产业电力消费增速（%）	20	15	12
居民用电需求增速（%）	3.7	3	2.5

数据来源：内蒙古自治区电力行业协会、计鹏咨询研究预测数据

表 4-2：内蒙古自治区 2020 年电力负荷情况、2025、2030 年电力负荷需求预测

项目	2020 年	2025 年	2030 年
蒙东内部负荷（万千瓦）	672	830	960
蒙西内部负荷（万千瓦）	3326	4070	4715
外送负荷（万千瓦）	3920	6320	7920

数据来源：内蒙古自治区电力行业协会、计鹏咨询研究预测数据

其次，研究从电量需求出发，以《内蒙古自治区“十四五”电力发展规划》的电源装机方案为依托，结合电力电量平衡分析，对内蒙古自治区发电量结构进行了估算。由于“十四五”期间自治区电源方案已经明确并加以实施，且基本满足负荷需求，因此研究仅对 2025-2030 年（“十五五”期间）的电源装机方案进行测算和调整，并对 2030-2035 年进行了进一步的预测。



在现有规划的电源方案下，根据《内蒙古自治区“十四五”电力发展规划》，内蒙古自治区 2030 年规划目标电力装机超过 3 亿千瓦。根据《内蒙古自治区煤电节能降耗及灵活性改造行动计划（2021-2023 年）》，内蒙古自治区仍在淘汰 10 万千瓦以下落后机组。考虑内蒙古自治区现有煤电装机结构，按 2030 年 10 万千瓦以下煤电机组全部淘汰，装机全部由以风光为主的新能源补充。预计 2030 年内蒙古自治区电力装机方案为煤电 1.28 亿千瓦、气电 47 万千瓦、常规水电 122 万千瓦、风电 1.04 亿千瓦、光伏 6500 万千瓦、抽水蓄能 240 万千瓦、光热 100 万千瓦、生物质 130 万千瓦、新型储能 1500 万千瓦。根据对以上装机方案各类能源的利用小时数预测³，2030 年可再生能源发电量约为 3849 万千瓦时，占比约为 40%；火电发电量约为 5785 万千瓦时，占比 60%。

结果表明，按照现有的政策趋势，《内蒙古自治区“十四五”电力发展规划》中预期 2030 年“新能源发电总量超过火电发电总量”的目标可能难以实现，差距约 10 个百分点。

为此，研究建议对现有规划的电源方案进行调整，即基于现有规划电源方案进一步增加新能源装机容量，至 2030 年风电装机调增 2000 万千瓦，光伏装机调增 2500 万千瓦，抽水蓄能调增 880 万千瓦，以形成低碳电源方案（表 4-3），确保可再生能源发电量占比超过 50%。

表 4-3：现有规划电源方案与低碳电源方案下各类电源发电量及可再生能源占比情况预估

项目	2020 年	2025 年	2030 年 (现有规划电源方案)	2030 年 (低碳电源方案)
一、电力生产量（亿千瓦时）	5876	8403	9634	9685
1. 煤电发电量	4703	5295	5766	4842
2. 气电发电量	19	19	19	19
3. 风电发电量	899	2225	2600	3100
4. 太阳能发电量	205	765	1105	1530
5. 常规水电发电量	29	29	29	29
6. 光热发电量	5	30	100	100
7. 生物质发电量	16	40	65	65

³ 燃煤发电利用小时数为 4505 小时、燃气发电利用小时数为 4000 小时、风电利用小时数为 2500 小时、光伏发电利用小时数为 1700 小时、水电利用小时数为 2400 小时、光热利用小时数为 5000 小时、生物质利用小时数为 5000 小时

项目	2020年	2025年	2030年 (现有规划电源方案)	2030年 (低碳电源方案)
二、可再生能源发电量占比 (%)	20	37	40	50

研究对两种电源方案下的二氧化碳排放情况进行了对比分析（表 4-4）。预计到 2025 年，煤电供电煤耗从 2020 年的 321 克 / 千瓦时降至 305 克 / 千瓦时，单位发电量二氧化碳从 2020 年的 685 克 / 千瓦时下降到 512 克 / 千瓦时。

预计到 2030 年，煤电供电煤耗将降至 300 克 / 千瓦时。在现有规划电源方案下，单位发电量二氧化碳排放强度将降至 479 克 / 千瓦时；在低碳电源方案下单位发电量二氧化碳排放强度将进一步降至 400 克 / 千瓦时。

预计到 2035 年，煤电供电煤耗将降至 290 克 / 千瓦时。在现有规划电源方案下，单位发电量二氧化碳排放强度将降至 373 克 / 千瓦时；在低碳电源方案下，随着新能源发电量在电力系统中占比提高到 60%，单位发电量二氧化碳排放强度将进一步降至 312 克 / 千瓦时。

表 4-4：现有规划电源方案与低碳电源方案电力碳排放情况预测

	项目	2025年	2030年	2035年
现有规划电源方案	电力碳排放总量 (亿吨)	4.3	4.6	4.4
	单位发电量碳排放强度 (克 / 千瓦时)	512	476	373
低碳电源方案	电力碳排放总量 (亿吨)	4.3	3.9	3.7
	单位发电量碳排放强度 (克 / 千瓦时)	512	400	312

在现有规划电源方案下，内蒙古自治区电力二氧化碳排放量将从 2020 年的 4.0 亿吨增加到 2025 年的 4.3 亿吨，到 2030 年增长到约 4.6 亿吨；在低碳电源方案下，二氧化碳排放量将在 2025 年前后实现达峰，峰值约为 4.3 亿吨，在 2030 年下降到约 3.9 亿吨，到 2035 年进一步降至 3.7 亿吨。为了满足内蒙古电力低碳发展要求，推荐采用低碳电源方案。

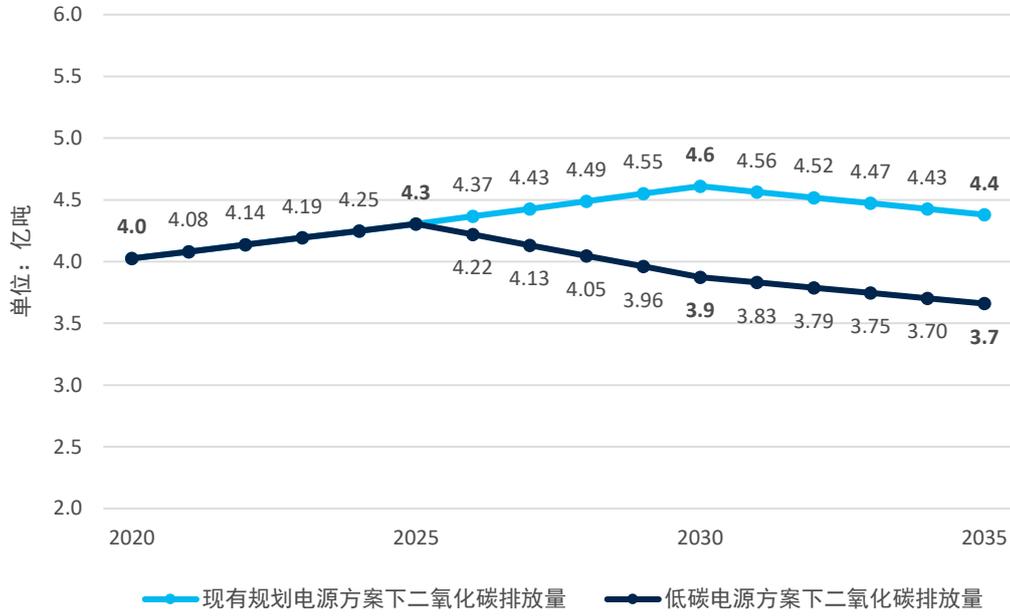


图 4-1：内蒙古电力碳达峰路径图（2020-2035 年）

5

建议



为了实现内蒙古自治区“2030 年新能源发电总量超过火电发电总量”的目标，到 2030 年，在煤电发电小时数为 3800 小时左右的情况下，自治区煤电装机总量需要控制在 1.3 亿千瓦以内，可再生能源装机需要在“十四五”规划方案基础上增加 26%，各类新型储能需要在“十四五”规划方案基础上增加 22%，输送通道、网架结构等电网资源需要更大力度的支持。为此研究针对内蒙古自治区电力低碳转型发展提出以下建议：

第一、促消纳、降成本、增需求多方推进可再生能源的快速高质量发展。

在促进消纳方面，主要通过模式创新和场景挖掘突破绿电高比例消纳不足问题，以存量工业用户、工业园区为主推动高比例绿电的源网荷储一体化园区建设，加快工业绿色转型；以绿色电力为低碳和能耗指标撬动点，积极引导对碳指标、能耗指标有需求的高耗能企业持续扩大绿色电力消纳规模。

在降成本方面，主要通过技术创新和产业融合来降低成本和提高效率，推动市场化模式下的绿电应用方案的技术创新，以试点的方式总结出可推广的技术方案和商业模式；加快推动新能源产业、储能产业与互联网大数据、人工智能等现代信息技术深度融合，打造以绿电为主体特征的新型供能系统。

在增需求方面，主要采用以供引需模式，在风光大基地及周边，利用当地绿色电力优势，整体筹划布局低碳、零碳产业园区，将零碳电力资源优势转化为低碳产业优势。

第二、提质、增效、机制创新并举，降低火电行业碳排放。

在提质方面，按照政策要求继续进行关停、淘汰煤电落后产能；以新能源指标置换方式，鼓励不在现有关停淘汰政策范围内的煤电机组有序提前退役。

在增效方面，严格控制新增煤电机组供电煤耗；重点对服役年限较短、具备改造价值的 30 万千瓦等级及以上存量机组进行系统性节能改造，并试点推广耦合热泵、电锅炉、蓄热罐等成熟的热电解耦技术和可再生能源供热技术。

在机制创新方面，将燃煤自备电厂纳入电力辅助服务市场的机制中，在服役年限较长的自备电厂所属企业试点“新能源 + 储能 + 燃煤自备电厂调节”模式，研究“新能源 + 储能”替代燃煤自备电厂模式的可行性；以电力交易市场为依托，以市场化手段推动煤电机组积极参与调峰，促进煤电角色转换。

第三、整合需求侧响应资源、建设新型储能系统、完善智能电网增强新型电力系统韧性。建议逐步在新能源为主供电区域开展极端灾害事件的概率评估，掌握区域供电安全情况。

在整合需求侧响应资源方面，建设新型电力负荷的管理系统，掌握全区可中断、可调节的负荷资源，鼓励各类技术创新，提升负荷侧调控响应时间与能力。

在建设新型储能系统方面，稳步推进纳入规划的抽水蓄能项目建设，优先发展电化学储能、压缩空气储能、飞轮储能、抽水蓄能、电磁储能、可再生能源制氢等新型储能，

鼓励多元技术应用打造自治区储能产业体系，中长期研究废弃矿井发展中小型抽水蓄能电站、现有水电站改抽水蓄能电站的可行性。

在完善智能电网方面，在可再生能源富集区域，以稳定安全可靠的特高压输变电线路为载体，加快配电网的改造，不断提升系统接纳新能源和多元化负荷的承载能力和灵活性；在区域供电韧性较差区域做好应急备用机组的政策和机制建设，确保极端天气下电力安全保供。

第四、以存量挖掘和技术突破为抓手，提升外送通道绿电占比。

在存量通道挖潜方面，按照“风光火储一体化”模式，将托克托、岱海、上都、伊敏等纯煤电外送通道改造为高比例可再生能源外送通道；围绕存量两交三直的特高压通道，主要聚焦阿拉善盟、鄂尔多斯、乌兰察布、锡林郭勒盟、通辽、兴安盟等通道附近加大布局风光电项目；

在技术突破方面，新增通道应采用柔性直流等新型电力技术，并深入研究风、光伏、光热、水、火、储、氢等多种能源的优化配比，建设高质量、高比例的可再生能源外送通道。

第五、优化电力市场体制、探索两网协同机制，提升电力资源配置能力。

在优化电力市场体制方面，以市场机制推动不同电源功能定位转变和电力低碳转型。完善电力市场交易机制优化电力资源配置，促进边际成本较低的可再生能源优先发电，通过市场价值调动煤电提供灵活性调节服务积极性。加快蒙西电力市场建设，积极推动蒙西电力市场融入全国统一电力市场，促进可再生能源在更大范围内配置。

在探索两网协同机制方面，推动内蒙古电力集团与国网东北区域电网建立协调机制，重点为调峰资源、电力资源等方面的协调，推进区域电网共济共治，服务自治区的高质量发展。

参考文献

- [1] 国家发展改革委 国家能源局.《“十四五”新型储能发展实施方案》[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-03/22/content_5680417.htm, 2022.
- [2] 国家发展改革委 国家能源局.《“十四五”现代能源体系规划》[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-03/23/content_5680759.htm, 2022.
- [3] 内蒙古自治区能源局.《内蒙古自治区“十四五”电力发展规划》[EB/OL]. http://nyj.nmg.gov.cn/zwgk/zfxxgkzl/fdzdgknr/ghjh/202203/t20220329_2024984.html, 2022.
- [4] 内蒙古自治区能源局.《内蒙古自治区“十四五”可再生能源发展规划》[EB/OL]. http://nyj.nmg.gov.cn/zwgk/zfxxgkzl/fdzdgknr/tzgg_16482/tz_16483/202203/t20220303_2012218.html, 2022.
- [5] 内蒙古自治区电力行业协会. 内蒙古自治区电力工业统计月报 [EB/OL]. <http://www.nmgzqdlhxxh.com/List.asp?ClassID=3&AnclassID=20&ID=700,2022>.
- [6] 中国电力企业联合会. 2021 年中国电力工业统计快报一览表 [EB/OL]. <https://cec.org.cn/detail/index.html?3-306014>, 2022.
- [7] 国家统计局.《中国电力统计年鉴 2021》[EB/OL]. http://www.stats.gov.cn/tjsj/tjcbw/202201/t20220112_1826280.html, 2022.
- [8] 内蒙古自治区统计局.《2021 内蒙古统计年鉴》[EB/OL]. http://tj.nmg.gov.cn/files_pub/content/PAGEPACK/83e5521da4e94d50ab45483b58e5fa7e/indexch.htm,2022.
- [9] 冯凯. 内蒙古 A 电力企业发展战略研究 [D]. 内蒙古财经大学, 2022. DOI:10.27797/d.cnki.gnmgc.2022.000336.
- [10] 张敏. 内蒙古电力市场化改革中的政府管理问题研究 [D]. 内蒙古农业大学, 2021. DOI:10.27229/d.cnki.gnmnu.2021.000331.
- [11] 乌仁其木格. 经济新常态下内蒙古电力需求及电力工业发展研究 [D]. 内蒙古大学, 2017.
- [12] 郑博文, 杨朋威, 任正, 王新宇, 窦宇宇, 王俊芳, 陈财福. 大规模风火电源打捆的特高压交直流混联外送系统运行特性分析 [J]. 内蒙古电力技术, 2022,40(01):19-24. DOI:10.19929/j.cnki.nmgdljs.2022.0005.
- [13] 武海燕, 张爱军, 刘石川, 王立强, 邢华栋. 华北电网“两横”特高压工程对内蒙古电网动态稳定特性的影响分析 [J]. 内蒙古电力技术, 2020,38(03):45-49+54.
- [14] 罗汉武, 乐健, 毛涛, 李猛克, 徐新尧, 崔士刚. 扎鲁特—青州 ±800 kV 特高压直流输电工程运行特性分析 [J]. 电力自动化设备, 2019,39(01):53-59. DOI:10.16081/j.issn.1006-6047.2019.01.008.
- [15] 刘崇明, 佟梦霞. “双碳”目标下, 内蒙古中长期煤电发展策略研究 [J]. 中国能源, 2021,43(07):89-94.

- [16] 陈健,李海鹏,林俊豪,李邵悦.碳中和目标下中国电力行业的低碳转型问题与路径研究[C]//中国环境科学学会2021年科学技术年会论文集(一),2021:60-68.DOI:10.26914/c.cnkihy.2021.034909.
- [17] 舒印彪,张丽英,张运洲,王耀华,鲁刚,元博,夏鹏.中国电力碳达峰、碳中和路径研究[J].中国工程科学,2021,23(06):1-14.
- [18] 高平,王潇.内蒙古加快能源结构绿色转型[N].光明日报,2022-08-11(011).DOI:10.28273/n.cnki.ngmrb.2022.003772.
- [19] 张春燕,路林燕.清洁能源发展之内蒙古经验[J].四川省情,2022(08):23-25.
- [20] 姚金楠.内蒙古新能源消纳的三重选择[N].中国能源报,2022-06-27(010).DOI:10.28693/n.cnki.nshca.2022.001361.
- [21] 李玉玺.碳中和目标下内蒙古碳排放与经济增长之间的脱钩分析[J].北方经济,2022(06):61-64.
- [22] 李玉玺.内蒙古能源消费、能源结构与经济增长的灰色关联分析[J].内蒙古科技与经济,2022(11):47-50+70.
- [23] 白小静.“双碳”目标下内蒙古能源供给结构优化研究[D].内蒙古师范大学,2022.
- [24] 余畅,曾贤刚.内蒙古“双碳”目标实现的困境与对策[J].北方经济,2022(04):45-48.
- [25] 陈嘉欣,马军.内蒙古实现碳达峰目标的路径研究[J].绿色科技,2022,24(07):207-210.DOI:10.16663/j.cnki.lskj.2022.07.023.
- [26] 安路蒙,王靖.加快建设风光大基地 内蒙古领跑新能源赛道[N].经济参考报,2021-11-22(007).DOI:10.28419/n.cnki.njck.2021.006373.
- [27] 扎其劳,赛希拉图.氢能源将在内蒙古自治区实现碳达峰和碳中和发挥重要作用[J].内蒙古师范大学学报(自然科学汉文版),2021,50(04):314-316+328.
- [28] 内蒙古自治区能源局.《内蒙古自治区工业园区绿色供电项目实施细则(2022年版)》[EB/OL].http://nyj.nmg.gov.cn/zwgk/zfxxgkzl/fdzdgnr/tzgg_16482/tz_16483/202208/t20220801_2096515.html, 2022.
- [29] 内蒙古自治区能源局.《内蒙古自治区源网荷储一体化项目实施细则(2022年版)》[EB/OL].http://nyj.nmg.gov.cn/zwgk/zfxxgkzl/fdzdgnr/tzgg_16482/tz_16483/202207/t20220727_2094339.html, 2022.
- [30] 内蒙古自治区人民政府.《关于推动全区风电光伏新能源产业高质量发展的意见》[EB/OL].https://www.nmg.gov.cn/zwgk/zfxxgk/zfxxgkml/gzxzgfxwj/xzgfxwj/202203/t20220307_2013519.html, 2022.

联系我们

地址：中国北京市朝阳区东三环北路 38 号泰康金融大厦 1706

邮编：100026

电话：+86 (10) 5927-0688

传真：+86 (10) 5927-0699

 再生纸印刷