

把内蒙古打造成为国家低碳能源基地

文 风

摘要：加快构建节能低碳社会，形成绿色生产生活方式，是国民经济和社会发展“十四五”规划和二〇三五年远景目标建议提出的重要内容。内蒙古是国家重要的能源基地，也是碳排放大区，人均碳排放量远远高于全国平均水平。加快完成内蒙古碳达峰与碳中和目标，将内蒙古打造成为国家低碳能源基地，是一项紧迫且艰巨的任务。本文从能源生产方式变革、能源技术创新、能源使用方式变革、低碳能源利用四条路径，阐述如何将内蒙古打造成为低碳能源基地。

关键词：碳中和 达峰目标 低碳能源

一、低碳背景

中共中央关于制定国民经济和社会发展“十四五”规划和二〇三五年远景目标建议提出，到二〇三五年，广泛形成绿色生产生活方式，碳排放达峰后稳中有降，生态环境根本好转，美丽中国建设目标基本实现。中国多年来一直致力于低碳转型。国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上承诺，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。对此，我国将开展二氧化碳排放达峰行动，明确地方、行业的达峰目标和行动方案，鼓励相关部门制定达峰专项行动方案，并将此纳入中央生态环境保护督察，对各地进展情况进行考核评估。

碳中和是指在一定空间和时间内直接或间接产生的温室气体排放总量，通过植树造林、节能减排、低碳能源替代等形式，以抵消自身产生的二氧化碳排放量，实现二氧化碳“零排放”。比如，当一棵树长成时，它所含



的碳是从空气中所吸收的碳，而当燃烧它时，排放的碳即是吸收的碳，可达到碳平衡（碳中和）；反之，若是使用石化燃料，则是从地底把古老的碳释放出来，地球整体二氧化碳量就会增加。据估算，全世界森林的碳储量超过6500亿吨，44%在生物量中，11%在枯死木和枯枝落叶中，45%在土壤层。由于森林面积逐年丧失，全球碳储量正在持续下降，世界森林目前是净排放源。

实现碳中和其中一条重要途径是，不断加大使用低碳再生能源比例，用低碳能源逐步替代高碳能源，不断减少因燃烧石化燃料而排放到大气中的二氧

化碳，再加上植树造林固碳等措施，使碳的释放与吸收回地球的量达平衡不增加。而通过碳交易付钱给其他国家或地区以换取其二氧化碳排放权的作法，并不能真正达成减少二氧化碳总排放量的效果。真正大有可为的是我国充裕的风能、太阳能资源，仅三北地区平均风速在7.5米左右的“能源大粮仓”就足以让中国实现零碳目标。

从国家层面看，2019年底，我国碳强度较2005年降低约48.1%，非化石能源占一次能源消费比重达15.3%，提前完成我国对外承诺的2020年目标。但我国从达峰到碳中和过渡期只有30年时间，而发达国家需要60-70年的时间。我国能源消费和经济转型、二氧化碳和温室气体减排的速度和力度，要比发达国家大得多。

二、碳达峰与碳中和目标导向下内蒙古面临的严峻形势

内蒙古是国家重要的能源基地，也是碳排放大区，人均碳排放量远远高于全国平均水平，

实施二氧化碳排放达峰行动任务更加艰巨。“十三五”中期，内蒙古万元 GDP 能耗水平是发达国家的 3 至 11 倍，是全国平均水平的 2 倍左右，亿元工业增加值比全国多产生 180 吨废气污染物、12489 吨未能综合利用的固体废物。“十三五”国家要求内蒙古碳强度下降 17%，前三年实际执行结果是上升 1.5%，2019 年继续呈上升态势，基本上完不成规划目标。国家下达内蒙古“十三五”期间能耗指标是增量控制在 3570 万吨标准煤以内，单位 GDP 能耗下降 14%，而内蒙古在 2016 至 2018 年能源消费累计增量就已达 4318.3 万吨标准煤，超出国家下达的增量指标 738.3 万吨标准煤，单位 GDP 能耗不降反升、累计上升 4.6%。可见，在碳达峰与碳中和目标导向下，走传统的能源基地发展道路已难以为继，必须加快转型步伐，走出一条用低碳能源替代高碳能源的能源基地建设新路。

三、内蒙古打造低碳能源基地的实施路径

（一）推动能源生产方式变革

内蒙古打造低碳能源基地，首先要推动能源生产方式变革。这些年，内蒙古在发展现代能源方面做了大量工作，包括对火电机组实行超低排放改造和

节水改造、新建项目采用大容量高参数机组、大规模部署风力发电和太阳能发电等方面。截止 2017 年底，全区可再生能源装机占全区电力装机容量的比重达到 30.9%。如果把 6000 千瓦以下装机的分布式新能源电站统计在内，可再生能源装机规模接近 40%。按照自治区十三五工业发展规划，到 2020 年风电装机容量达到 4500 万千瓦，是名符其实的新能源装机大区。虽然内蒙古新能源装机规模不断提高，但是能源生产结构尚未发生根本性变化。2019 年全区总发电量 5495.1 亿千瓦时，风力发电量 665.8 亿千瓦时，占比仅为 12%，而煤炭在全区能源消费中的占比近 80%。

（二）推动能源技术创新

提高新能源占比关键要靠技术创新。特别是提升风机机组效能，降低单位造价的同时提升发电效率。应用智能操作系统、数字孪生技术、人工智能技术，将目前平均 25 年的风机寿命拉长到 30 年甚至 35 年；供应链的优化、规模化开发、新材料的应用等，也将进一步提高经济性。以风电为例，目前已经具备平价上网条件。2019 年年底，三北地区的风电度电成本已达到 0.2 元/千瓦时左右，其中远景集团的智能风机已实现 0.16 元左右的度电成本。国际可再生能源机构今年 6 月发布报告显示，

2019 年中国、美国、瑞典、印度和巴西的陆上风电度电成本均已低于最便宜的新建化石燃料发电（0.050 美元/千瓦时）。据预测，3 年之后，在中国风电资源最丰富的三北地区，风电度电成本将降至 0.1 元，锂电池储能的度电成本（即充放一度电）也可降低至 0.1 元。两者叠加，风电配上储能系统后的度电成本显著低于燃煤电厂的度电成本。随着风电、光伏的发电成本快速下降，可再生能源正在重塑全球能源体系。风电搭配储能将成为一个稳定、可预测、可控制的电源组合，搭配储能是为了平抑风力发电天生的波动性和间歇性对电力系统运行的冲击，0.2 元度电成本相较于火电有足够大的竞争力。即便是远距离送电，0.2 元的稳定负荷加上 0.1 元电网输送传输成本，这些绿色稳定电力外送到中南部依然比目前当地火电价格低得多。如果将来再叠加碳税，火电成本将进一步提高。总体来看，未来十年，风电光伏的碾压性成本优势会让大家看到煤炭石油加速退出。

（三）推动能源使用方式变革

内蒙古打造低碳能源基地，还要推动能源使用方式变革。首先是推进能源节约利用。特别是推动电力、钢铁、有色、化工、建材等重点行业和耗能大户节能管理，关闭和淘汰污染严重的企业和生产工艺设备。鼓励建筑领域采用节能型建筑结构、材料和产品，大幅提高新建绿色建筑比例，全面推行分户供热和分

表 1 2018 年主要能源资源消耗对比表

	能源消耗弹性系数	万元生产总值用水	单位 GDP 能耗	人均用水量	非化石能源占比
全国	0.5	73	0.587	439	14.3
内蒙古		111	1.226	758.8	10

户计量。加强公共机构节能，党政机关率先垂范，重点实施建筑物及采暖、空调、照明系统节能改造。设立节能专项资金，引进开发推广节能技术。通过加强能源生产、运输、消费各环节的制度建设和监管，实现管理节能。推行汽车燃油经济性标准，加快淘汰老旧运输设备。对能耗大户

进行能源审计，推广合同能源管理，加强节能监察，严格控制能源消费总量。

(四) 推广低碳能源利用

能源使用方式变革的另一个方面是推广低碳能源利用。煤炭、石油、天然气等化石能源属于碳基能源，使用碳基能源必然排放大量二氧化碳。而风能、太

阳能、水能、核能、氢能属于无碳能源，既能保障能源供给，又可实现抑制碳排放。为此，国家有必要进一步推进能源供给侧结构性改革，从制度性、计量性和技术性层面着手，出台更大力度扶持消纳可再生能源、用低碳能源替代高碳能源的政策。

四、结语

内蒙古既是能源生产大区，也是能源消费大区，在碳排放约束下，将能源消费从高碳能源转向低碳能源是必由之路，就地消纳新能源也有利于带动新能源产业发展。扩大新能源消纳比例是个渐进性过程，需要发电侧、电网侧、负荷侧相互配套，建设智慧能源系统加以保障。比如，在负荷侧，将消纳新能源比例纳入对绿色矿山、绿色企业、绿色园区、绿色数据中心、绿色制造和绿色消费的标准制定、考核评价和激励措施之中加以推动；在电网侧，支持内蒙古电网加快智能化升级，增强消纳新能源的保障能力；在发电侧，对新建风力发电和光伏发电项目并网，提出配套储能设施要求。对此，应提早制定专项实施方案，并将其纳入自治区十四五规划，制定配套政策，保障实施。

我们期待，通过打造国家低碳能源基地等多途径，能够按照习近平总书记要求，把现代能源经济这篇文章做好。

(作者系内蒙古北辰智库首席专家)

责任编辑：张捷

表 2 内蒙古新能源产业技术创新方向

		技术创新方向	技术创新主体	技术发展模式
电网及智能电网产业	1	智能输变电设备制造技术		
	2	电网稳定技术		
	3	高压及特高压电线电缆制造技术		
	4	超大规模互联电网安全稳定运行控制技术		
	5	智能电网技术		
	6	电力需求侧管理和工业能源管理云平台研发		
	7	高压及特高压电力调度、变配电及电网运营系列产品研发		
光伏产业	1	改良西门子法的技术改进	企业	自主完成
	2	硅烷法技术改进	企业	自主完成
	3	单晶硅片的规模化生产技术改进	企业	自主完成
	4	金刚线切割技术改进	企业	对外合作
	5	提高晶硅电池光电转化效率技术开发	研究单位	外部引进
	6	减少晶硅电池生产物质消耗技术	合作完成	外部引进
	7	电站型大功率逆变器开发	企业	自主完成
	8	电场太阳能功率分析预测技术	合作完成	对外合作
	9	高穿透率分布式光伏系统及微电网系统设计集成技术	企业	对外合作
风力发电产业	1	风电机组半物理仿真和数值仿真试验平台技术应用	研究单位	对外合作
	2	新型风电机组布局和先进运行驱动技术	合作完成	外部引进
	3	3MW 风机轻量化和环境适应性技术	合作完成	对外合作
	4	先进翼型研究	研究单位	对外合作
	5	降低载荷和重量技术	合作完成	自主完成
	6	低增速比齿轮箱解决方案	企业	自主完成
	7	中压高压发电机技术应用	企业	自主完成
	8	大功率中高压变流器技术	合作完成	对外合作
	9	陆地风电电场精细化风功率预测技术	研究单位	对外合作
储能产业	1	大容量储能系统的设计及其监控、管理、保护技术		
	2	风电与光电的储能技术(近期)	研究单位	
	3	多类型储能系统协调控制技术及示范		
	4	间歇式能源接入能力关键技术		
	5	集中/分散储能装置及分布式电源的兼容接入与统一控制		
	6	各类储能资源的互补协调控制		