

碳达峰、碳中和背景下北疆能源结构转型研究

——以内蒙古为例

陶阳

摘要：内蒙古的能源结构难以摆脱长期形成的以高碳为主要特征的能源生产及消费的路径依赖，同时又受国内产业分工布局以及短期能源结构调整的急迫性的影响，这给内蒙古能源结构调整转型带来了实际操作困难和挑战。基于内蒙古能源结构现状及有关数据分析，建议尽快构建治污和降低碳排放双轮驱动模式，建立清洁低碳、安全高效的多元化能源供应体系，把科技进步摆在能源转型的核心地位，协调并用政府宏观调控手段和市场决定机制，积极探索能源高效利用、经济高质量发展的新路子，为其他煤炭大省提供经验借鉴，确保全国碳达峰、碳中和如期实现。

关键词：内蒙古 碳达峰 碳中和 能源工业结构

一、问题引入

（一）碳达峰、碳中和的文献综述

关于碳达峰、碳中和的学术研究主要体现在以下三个方面：第一，实现碳达峰、碳中和对优化经济系统的影响。乔晓楠等认为，中国经济绿色低碳发展的核心策略应重点围绕减少碳排放、增加碳清除、构建全球碳排放交易体系这三点展开。周宏春等在分析碳循环经济内涵的基础上，解释了碳循环经济产生的历史背景及发展的必要性，并对其实践模式与综合效益进行了评价，构建了基于“4R”原则的碳循环经济发展模式。第二，碳中和的实现路径及意义。王灿等分别从排放、技术、社会的角度对碳中和愿景的实现路径做了细致描述，认为在排放层面应分四个阶段进行。李勇等通过跨学科研究，对我国碳中和目标的实现路径与模式选择的整体设计进行

了有益探索，提出了多阶段混合主导型的碳中和实现模式。第三，碳达峰、碳中和对各行各业转型的影响。陈嘉茹等梳理了2020年油气政策，探讨了天然气市场化改革历程，提出了未来5年我国油气体制改革的重要领域。李梦娅等分析了水利行业碳达峰、碳中和的必要性，从生态系统碳循环的角度提出了水利行业碳达峰、碳中和的重要途径和必要保障。曲余玲等通过分析碳达峰、碳中和对钢铁行业的影响，指出钢铁行业碳达峰、碳中和的可能路径，以期对钢铁行业碳达峰、碳中和工作提供借鉴思考。

综上所述，目前大多数文献对双碳理论的研究主要集中在实现路径、外在约束和倒逼机制如何促进经济结构升级以及各个行业本身为达到碳峰实现碳中和目标而寻求内在升级等方面。研究范围较为广泛，中观上涉及碳中和背景下各行各业的转型路径研

究，宏观上涉及国家整个经济体系，而对于结合到各个具体地区或者省份却鲜有研究。不同的现实情况包括资源禀赋、技术水平、发展阶段、经济实力等差异性因素决定了碳达峰及碳中和的实现路径和实现时间的不同，绝不可一概而论。在国家整体碳中和框架结构下，各省市、自治区、直辖市应该制定各自的方案，充分认识到地方自主探索碳中和方案的重要意义。因此，考虑到资源禀赋优渥的内蒙古在全国能源中的战略地位，特以内蒙古能源工业为研究对象，基于现有的能源消耗数据和能源结构，分析内蒙古为实现双碳目标而应该如何对能源工业结构进行调整优化，同时为其他能耗治理成效不显著的地区提供借鉴，为如期实现碳达峰、碳中和提供保障，为低碳经济开辟广阔空间。

（二）能源工业转型的意义

能源转型是实现碳达峰的题中应有之义，碳中和也意味着

经济发展和碳排在很大程度上脱钩，高碳的发展方式是现阶段能源工业的最典型特征，实现经济的正增长和碳排放负增长，从根本上要实现能源结构调整转型，只有这样才能将经济增长和碳排放两者实现脱离，从而为碳中和创造必要条件。像内蒙古这样的高耗能、高碳排的省份，如果延续一贯的能源工业结构，将会给全国如期实现碳达峰、碳中和造成困难，自治区必须采取必要的措施以确保国家目标如期实现。显然，当下维持经济增长的能源结构是不可持续的，潜在危害是不可估量的，调整能源工业结构是十分必要而紧急的，这是实现地区乃至整个国家碳达峰、碳中和目标的唯一正确道路，是高质量发展的内在要求。

能源转型调整是实现未来我国能源供给安全稳定的重要保障。能源安全是国家安全的重要组成部分，是经济系统正常运转的基石，是国家和社会永恒的主题，能源安全关系到国家发展命脉。世界正处于百年未有之大变局，新冠肺炎疫情仍四处蔓延，保护主义、霸权主义、单边主义势力抬头给世界增添了更多的不确定性，在严峻的国际形势下，确保我国能源安全是挑战，也是机遇。我国部分能源例如石油对外依存度较高，严重受制于外部环境，尽管我国煤炭资源储备丰富，且占据能源消费的主体，但这单一化、高碳化的供应体系严

然难以保障能源安全。在能源消费需求多元化、生态环境低碳化、能源安全严峻化等多重问题面前，建立起以清洁低碳、高效利用的多元化能源供应体系至关重要，是把能源安全牢牢攥在自己手里的关键一招，是增强能源体系抗风险能力、提高能源供应韧性的重要一步。

二、内蒙古能源工业结构现状

（一）能源结构单一化、初级化

2009年到2019年期间，从各类能源占能源消费总量的比重来看，内蒙古的能源结构严重偏煤，其他能源的发展明显滞后，凸显了能源结构的单一化、初级化，这也直接表明内蒙古能源利用潜力尚未充分挖掘，转型力度不足。其中值得一提的是2018年、2019年全区能源消费总量均超出“十三五”期间国家下达的2.25亿吨标煤的控制目标，直接导致2018年碳强度上升10.39%，2019年碳强度上升6.03%。2017年之前，内蒙古自治区能源消费总量占全国总量的比重波动平稳，基本维持在4.2%的水平左右。但2017年之后，比重明显增加，原因可能是受到了国内产业布局分工的影响及工业化进程上升到了一个新阶段，到2019年高达5.2%。而能源结构转型的重点在于严格控制

煤炭消费，这对于内蒙古当前的能源结构而言，转型形势严峻，刻不容缓又困难重重。公众环境研究中心(Institute of Public and Environmental Affairs, IPE)公布了2020年国内二氧化碳排放总量前十的省份，并从人均二氧化碳、单位GDP二氧化碳作了对比。从二氧化碳排放总量上看，内蒙古位列全国第三，从单位GDP排放二氧化碳的量上看，内蒙古以4.84吨二氧化碳当量/万元而位列第一，山西其次，人均二氧化碳高达31.22吨二氧化碳当量/人，几乎是广东的6倍。换言之，全区消耗了全国5.2%的能源，用占全国7.2%的碳排放生产了占全国1.7%的经济总量，足以见得能效低下，能源利用的初级化，而这样的经济发展的代价是巨大的，是不可持续的。

（二）能源消费低效化、高碳化

化石能源的使用会产生大量的二氧化碳排放，因此实施能源改革势在必行。能源改革的关键是构建多元、清洁、低碳、安全、高效的能源供应体系，2010年至2019年期间，从能源生产结构上看，内蒙古原煤占能源生产总量的比重自2016年以后出现反弹，到2019年占比达到95.36%，超过了2010年的占比92.58%，尽管水电、核电和其他能源的占比在稳步提高，但一煤独大的能源格局依旧未发

生根本改变，而天然气占比急剧下降，最高仅达 6.88%，2018 年天然气占比 0.34%，2019 年占比 0.42%。内蒙古化石能源生产占各类能源生产总量比重大，清洁低碳能源和可再生能源占比却很小，现阶段的能源结构注定了其能源革命发生的必要性。2021 年主要工业产品增长速度除粗钢、钢材、化肥、水泥较上一年为负增长外，其他主要工业产品均为正增长，生产过程中碳排放多的电解铝项目增长率为 0.8%，增长率有所下降的主要原因是基数经过长时间的发展已经到了一个峰值。按轻重工业划分的规模以上工业（指全部年主营业务收入 2000 万元及以上的工业法人企业）企业工业总产值中，重工业约占 2020 年工业总产值（现价）的 90%，产业结构偏重工业的现实也决定着能源生产及消费的结构。能源产出率 = 生产总值 / 能源消耗量，2010 年内蒙古的能源产出率约为全国平均水平的一半，且这个差距自 2010 年以来逐渐在拉大。2019 年全国能源产出率为 1.95，而内蒙古能源产出率仅 0.68，全国能源产出率增长态势明显，内蒙古的能源产出率在 2010 年至 2019 年期间基本平稳，这意味着内蒙古近些年能源利用效率低、开发程度初级，且无实质性突破。

三、内蒙古实现能源低碳转型的路径建议

（一）市场化改革和政府宏观调控并用

坚持市场化改革方向，重心要放在充分发挥市场机制对能源定价的决定性作用上面，进一步凸显能源的商品属性，使能源价格如实反映市场供求关系、价值规律，逐步构建开放包容、竞争有序的能源市场。另外，各地方是执行、落实国家碳达峰任务的直接责任主体，在能源低碳转型中，自治区政府要积极贯彻“四个革命，一个合作”能源安全新战略，全面深化能源体制改革，健全节能规章制度，完善节能低碳激励政策，实行能耗双控制度，创新能源科学管理模式，加强规划和政策引导，设立应对气候变化及低碳发展的专项资金。坚持结构性去产能、系统性优产能，从能源的供给与需求两侧推动能源利用方式发生根本性变革。除此之外，自治区政府要加快制定并落实全区碳排放达峰行动方案，组织相关力量对每年的碳排放情况进行评估测算，以明确未来一段时间内的工作重点，科学合理地确定“碳达峰”的时间表和路线图。最后，要充分发动社会资本力量，打造新能源产业集群地，对现有项目综合审慎评估，对矿区循环开发、电厂煤炭清洁利用的企业实施财政补贴、税费减免等扶持政策，同时也需借助市场化机制降低能源企业的生产成本等。

（二）建设多层次能源科技

创新平台以推进能源技术革命

双碳目标的实现与科技创新紧密相关。内蒙古目前能源产出率低，单位 GDP 能耗高，因此如何高效利用能源是亟需解决的重大问题。事实上，节能技术的提高和应用既是经济学课题，同时也是环境学课题，应将发展科学技术作为实施创新驱动的引领者，借助科技发展带动低碳技术应用和低碳经济发展。首先要推动多层次能源科技创新平台建设，实施彻底的能源技术革命，提高全要素生产效率，只有突破技术壁垒，才能实现要素组合的最大化利用。其次要紧跟数字经济时代的脚步，推进大数据、互联网、人工智能技术、云计算与能源清洁低碳的开发利用技术创造性融合、创新性发展。再次要对标国内乃至国外先进技术，在高效低排放（HELE）燃煤发电技术和高参数超超临近（A-USC）技术方面加强推广应用，增加在碳捕集与封存（CCS）技术上的科研基金投入，分批次、有步骤地展开脱碳、零碳技术的研发、推广及应用，加快形成以低碳为特征、以高效为核心、以能源技术为代表的新产业体系。最后要对传统产业施以低碳或零碳化改造，促进钢铁、水泥等基础材料的高性能化、减量化，构建水、风、光等资源利用技术体系，加快发展节能资源产品循环利用技术，提高碳生产率。

（三）构建治污和降低碳排放双轮驱动新模式

降低碳排放的重点是提高煤炭利用效率，核心是减少煤炭使用量，用燃煤热电联产机组替代民用散煤、燃煤锅炉、工业炉窑等用煤，大力实施终端能源电气化。总量由增量和存量构成，对于增量要避免无序扩张，竭力遏止“两高”项目盲目发展，在考虑生态环境承载力的基础上确定新增增量，同时从源头上严格控制新增产能，腾出空间大力发展以绿色低碳为特征的先进制造业。对于存量，要通过寻求清洁高效的新能源予以替代，或者引入先进技术加以改造提升，以期达到降低能耗的目的。脱离内蒙古能源实际情况来谈能源产业结构调整是不可取的，要切实考虑内蒙古现存的资源禀赋。减碳有两种路径可以选择，一种是激进式减碳，另一种是渐进式减碳，显然后者是符合自治区实际情况的。因为内蒙古以化石能源为主的传统能源体系具有一定的稳定性，短期内实现大范围彻底的变革易对经济整体造成一定冲击，应坚决避免能耗双控一刀切现象。正确的步骤是在渐进的基础上，综合考虑全国碳减排情况，对列入国家规划布局或核准批复的重大项目实行碳排放单列单核，将作为煤化工原料未参与燃烧的煤炭从总能耗中扣减，对外送煤制气等清洁能源参照外送火电的核算方法核减碳排放量，使

降低碳排放和治污工作有机结合起来。

（四）建立清洁低碳安全高效的多元化能源供应体系

煤炭行业要保证有秩序生产，避免无序扩张，应该大力推行更多的优质产能，积极推进煤基特种燃料、煤基生物可降解材料的使用。要把关闭落后的煤矿落到实处，尽快建立更加现代化、信息化、智能化的煤矿，一步一步地把煤炭从能源的主体地位转变为能源的辅助地位。大力推进煤炭的数字化与信息化转型，要尽快建立以数字平台为中心、以技术赋能的多层次全方位的煤炭供应链系统，这样就可以达到上下游的精准联动。构建多元化能源供应体系是能源结构向低碳转型的主攻方面，除了积极打造除煤炭能源以外的风能、电能、光能、储能和氢能的产业链外，还要培育以利用新能源为重点的新兴产业，延长能源产业的链条，建成现代化的能源经济，尽快使配套的储能设备发展得更完善，不断推进调峰应急体系的建立健全，逐步实现源网荷储的结合。大力推进以“绿氢”为龙头的产业聚集，加快新能源方面的重点工程建设，促进能源的综合利用。优化能源结构不仅要改进生产组织，加入先进的节能技术设备、低碳工艺的应用，还要尽可能地开发可再生能源，培育新的动能，这样才能催生出新的经济增长

点，拓展经济增长空间，不断提高经济发展的质量。■

参考文献：

- [1] 乔晓楠, 彭李政. 碳达峰、碳中和与中国经济绿色低碳发展 [J]. 中国特色社会主义研究, 2021, (04).
- [2] 周宏春, 霍黎明, 管永林, 李长征, 周春. 碳循环经济: 内涵、实践及其对碳中和的深远影响 [J]. 生态经济, 2021, 37(09).
- [3] 王灿, 张雅欣. 碳中和愿景的实现路径与政策体系 [J]. 中国环境管理, 2020, 12(06).
- [4] 李勇, 高岚. 中国“碳中和”目标的实现路径与模式选择 [J]. 华南农业大学学报 (社会科学版), 2021, 20(05).
- [5] 陈嘉茹, 燕菲, 陈建荣, 李娜. 油气体制改革深入推进“双碳”目标推动行业低碳发展——2020年中国油气政策综述 [J]. 国际石油经济, 2021, 29(02).
- [6] 李梦娅, 贺霄霞. 从生态系统碳循环角度关注水利行业的碳达峰、碳中和 [J]. 水利发展研究, 2021, 21(05).
- [7] 曲余玲, 狄嫣, 邢娜. 碳达峰、碳中和对钢铁行业的影响及路径分析 [J]. 冶金经济与管理, 2021, (04).

(作者单位: 内蒙古师范大学经济管理学院)

责任编辑: 张莉莉