

鄂尔多斯市实现“碳达峰”路径研究

■ 胡跃东

摘要：本文立足鄂尔多斯实际，分析“碳达峰”内涵，浅析“碳达峰”和“碳中和”之间关系，在设定 GDP 增长预期水平、能耗强度下降目标和非化石能源消费占比水平的前提下，通过建立模型研究鄂尔多斯碳排放趋势，分别预测在两种能耗强度下降目标情况下实现“碳达峰”的时间，从能源结构优化、产业结构调整、节能降耗、提升碳汇水平等方面入手，提出安全有序达峰建议。

关键词：碳达峰 碳中和 预测模型 路径措施 碳汇

如期实现“碳达峰”“碳中和”，是以习近平同志为核心的党中央统筹国内国际两个大局，经过深思熟虑作出的重大战略决策，事关中华民族永续发展和构建人类命运共同体。

“碳达峰”是指我国承诺 2030 年前，二氧化碳的排放不再增长，达到峰值之后逐步降低，意味着我国的经济社会发展与二氧化碳排放实现“脱钩”，即经济增长不再以增加碳排放为代价。因此，碳达峰被认为是一个经济体绿色低碳转型过程中的标志性事件。“碳中和”是指我国在一定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、节能减排等形式，抵消产生的二氧化碳排放量，实现二氧化碳“零排放”。

本文立足鄂尔多斯资源型城市定位，分析“碳达峰”内涵，在设定 GDP 增长预期、能耗强度下降目标、非化石能源消费占比水平的前提下，通过模型预测鄂尔多斯实现“碳达峰”的时间，展望 2060 年“碳中和”远景，提出实现“碳达峰”路径和措施建议。

一、“碳达峰”和“碳中和”的关系及实践原理

“碳达峰”与“碳中和”紧密相连，达峰的目标包括达峰年份（时间）和峰值，是中和的前提和基础，达峰时间的早晚和峰值的高低直接影响碳中和实现的时长和实现的难度。所以，尽早的实现较低的“峰值”目标对于后续实现碳中和意义重大。

（一）如何实现“尽早时间、较低峰值”达峰目标

碳达峰内涵是经济社会发展与二氧化碳排放实现脱钩，需要注意，并不是与能源消费脱钩，经济社会发展总是要用能的，要保证经济社会发展的同时逐步降低二氧化碳排放，要从根本上在以下三方面下功夫：一是要彻底改变能源消费结构，降低含碳能源（化石能源）消费比重，不断提高非化石能源消费，推动经济社会发展能源结构型“脱碳”；二是强化产业结构调整，尽最大能力发展第三产业、战略性新兴产业等低碳产业，提高低碳或无碳增加值占 GDP 比重，推动经济社会发展产业结构型“降碳”；三是大力发展循环经济，强化能耗强度管控，加强既有产业节能技改步伐，用最少的能源消耗实现最大经济效益，推动经济社会发展节约型“降碳”。强化以上三方面措施，

加强能源消费管控，形成有力倒逼约束机制，将能有效推动实现“尽早时间、较低峰值”达峰目标。

（二）实现“碳中和”的实践原理

尽早、较低峰值达峰的目的是为“碳中和”打好基础、提供条件。达峰后，碳排放将逐步降低，最终实现能源消费和支撑经济社会发展之间的平衡。值得注意的是，只要有人类社会活动，二氧化碳就不可能“尽零”排放，要实现“碳中和”必然要强化碳汇开发和 CCUS（碳捕集、封存、利用）技术应用。

二、鄂尔多斯“双碳”预测分析及路径措施建议

鄂尔多斯作为典型资源型城市，能源消费大，进而碳排放强度大、资源环境约束趋紧，能否和如何实现“双碳目标”问题已经刻不容缓，本文通过建立能源消费 CO₂ 排放模型研究鄂尔多斯在特定条件下碳排放趋势，预测碳达峰时间，展望鄂尔多斯“碳中和”，并提出达峰中和路径措施建议，供分析参考。

（一）建立能源消费 CO₂ 排放模型，预测分析达峰时间

鄂尔多斯能源消费 CO₂ 排放预测模型引入 GDP 总量、能耗强度、能源 CO₂ 排放结构等 3 个变量，其中能源 CO₂ 排放结构由能源消费结构和 CO₂ 排放系数构成。GDP 总量是能源消费和 CO₂ 排放重要的决定因素，GDP 及其增长率是拉动能源消费和 CO₂ 排放的主要动力。GDP 总量与能源消费总量和 CO₂ 排放总量之间存在着稳定的正相关关系。能耗强度是衡量能源综合利用效率的指标，以单位 GDP 能耗来表示。鄂尔多斯能源消费结构可以简单地划分为煤炭、石油、天然气和无碳能源（非化石能源）等 4 种能源类型，CO₂ 排放结构则分别对应这 4 种能源，其中无碳能源不排放 CO₂。鄂尔多斯能源消费 CO₂ 排放预测公式如下：

$$E=G \times P \times \left(\sum F_i \times C_i \right)$$

E 为 CO₂ 年排放总量，单位为万吨；G 为 GDP 总量，单位为亿元；P 为能源强度（单位 GDP 能耗），单位为 tce/万元；F_i 为第 i 类能源占比，单位为 %；C_i 为第 i 类能源 CO₂ 排放系数，单位为 tCO₂/tce，排放系数参照《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》，以吨标煤计量口径，煤炭、石油和天然气的 CO₂ 排放系数分别为 2.7725、2.1492 和 1.6442 (tCO₂/tce)。

预测模型的边界条件：

GDP 总量。鄂尔多斯 2020 年 GDP 总量为 3510.49 亿元，GDP 年均增长速率及总量按照单一基准情景参与预测，考虑 GDP 基数持续增长，进入新发展阶段后，GDP 将处于中低位增长，保守预计 2021—2030 年 GDP 年均增速为 5.0%，2031—2060 年为 4.5%，估算 2030

年鄂尔多斯 GDP 总量为 5718 亿元（2020 年不变价），2060 年 GDP 总量为 21416 亿元（2020 年不变价）。

能耗强度。自治区下达鄂尔多斯“十二五”“十三五”能耗强度下降目标为 15% 左右。今后 40 年按照单位 GDP 能耗降速考虑经验情景和加速情况，即单位 GDP 能耗每 5 年下降 15% 和 18%，对应年均下降目标为 3.3% 和 3.9%。

能源消费结构。根据鄂尔多斯市 2020 年能源消费结构数据，假设石油、天然气消费占比保持稳

定，无碳能源占比增速结合中央《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意见》确定的“到 2060 年非化石能源消费比重达到 80% 以上”，设定今后 40 年无碳能源占比年均提高 8.55%。

模型运算预测：

情况一：以单位 GDP 能耗每 5 年下降 15%、能源消费结构按照国家要求进行调整作为参照情景，CO₂ 排放预测模型结果见图 1。

情况二：以单位 GDP 能耗每 5 年下降 18%、能源消费结构按照

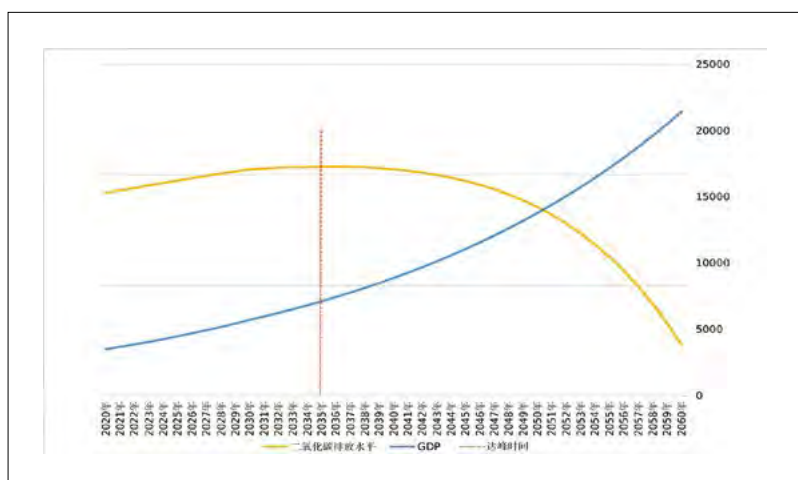


图 1 单位 GDP 能耗每五年下降 15%、能源消费结构进行调整作为参照情景
注：二氧化碳排放水平为趋势水平参考值，只作趋势分析，无定量分析意义。

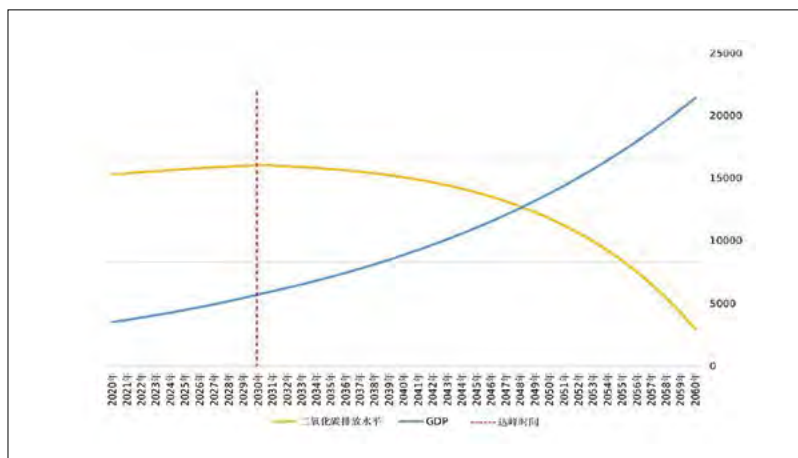


图 2 单位 GDP 能耗每五年下降 18%、能源消费结构进行调整作为参照情景
注：二氧化碳排放水平为趋势水平参考值，只作趋势分析，无定量分析意义。

国家要求进行调整作为参照情景，CO₂ 排放预测模型结果见图 2。

结果分析：

实现“碳达峰”。上述预测结果表明（情况二），在 GDP 年均增速 5%，能耗强度年均下降 3.9%，非化石能源消费占比年均提高 8.55% 的情况下，2030 年，鄂尔多斯碳排放将实现达峰。

展望“碳中和”。按照上述条件，2060 年实现“碳中和”鄂尔多斯需要加强碳汇开发和碳捕集与封存技术应用，实现二氧化碳“零排放”。

（二）“碳达峰”“碳中和”路径措施浅析

国务院印发《2030 年前碳达峰行动方案》（以下简称：方案），为全国实现碳达峰指明了方向，提供了路径。对标《方案》结合鄂尔多斯实际，本文认为应从以下四个方面开展工作：

一是优化能源结构，无（低）碳能源替代高碳能源。发展离不开能源，但能源的结构需要改变，降低化石能源的消费比重与规模是实现碳达峰的必由之路，也是《方案》路线图的基本逻辑出发点。依托鄂尔多斯风光资源优势，大力发展风电、太阳能发电，积极参与构建新型电力系统；建设“风光氢储一体化”“源网荷储一体化”示范项目，最大化开发利用风光资源；发展生物质发电、生物质能清洁供暖和生物天然气；制定非化石能源消费比重倒逼机制，在能耗预算管理和节能审查中设定企业和项目非化石能源消费比重，确保无碳能源占比稳妥有序提高；建立可再生能源价格形成机制，降低消费成本；

开展工业、交通、建筑领域电气化、智能化、节能化、低碳化改造；推进氢气制取、存储、运输、应用一体化发展，积极加入国家氢燃料电池汽车示范城市群。

二是调整产业结构，减少高耗能高排放产业。CO₂ 排放水平与国民经济产业结构紧密联系，其中第二产业是 CO₂ 排放总量增长的主要动力。优化产业结构，提高低碳和无碳产业比重，能够有效地降低 CO₂ 排放强度：一是促进资金密集型和技术密集型产业的发展，推动能源强度低、科技附加值含量高的行业快速发展；二是合理限制高耗能产业发展，遏制高耗能高污染“两高”项目盲目建设；三是大力发展生态环保产业，降低 CO₂ 排放。适当缩减或抑制能源需求大、CO₂ 排放强度高的产业，从根本上减少 CO₂ 排放。

三是发展循环经济，加强能耗约束，深挖节能潜力减少碳依赖。推动循环经济有效发展，工业园区全部实行园区循环化改造，探索建立资源利用状况月评价制度，确保园区内能源阶梯利用，减少能耗“开支”；建立重点用能企业能耗“双控”和能耗存量压减任务单独考核机制，确保企业能耗增量预算执行到位；以统计数据为口径，建立能耗存量压减量核验机制，根据能耗存量压减任务安排，确保压减能耗量在统计数据的客观反映；对标国务院《方案》关于石化、化工、建材、钢铁及火电能效提升的要求，按照国家发改委等部门对相关行业能效提升的具体方案措施，开展上述行业的能效提升行动，柔

性退出落后产能；严格能源审计工作，加大重点用能企业能源审计频次，并将审计范围从 50000 吨标煤以上逐步扩大到能耗 10000 吨标煤以上企业。严格审计结果应用，做好能效整改验收工作；探索开展能耗效益评价，对区域、行业、企业开展单位能耗产出效益评价，按照评价结果，依托能耗预算管理有效推动能耗指标流向高附加值的行业和企业，实现能耗效益最大化。

四是强化碳汇作用，为“碳中和”做好防线。碳汇是应对气候变化、实现“碳中和”的主要途径。统筹草原和森林碳汇各项工作，以筑牢我国北方重要生态安全屏障为目标，创新义务植树机制，引导全社会参与到国土绿化当中；立足先天的草原碳汇优势，加强相关基础研究，正确认识草原碳汇功能，提升全社会对草原碳储量和碳汇功能的认知度。组织实施好退耕还草、草原生态保护和修复工程，开展草原生态保护修复治理，加快草原生态恢复，提升草原生态服务功能。■

参考文献：

[1] 何立峰. 完整准确全面贯彻新发展理念扎实做好碳达峰碳中和工作 [N]. 人民日报, 2021-10-25(第 6 版).

[2] 胡鞍钢. 中国实现 2030 年前碳达峰目标及主要途径 [J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2021, 21(03).

[3] 王金南, 严刚. 加快实现碳排放达峰推动经济高质量发展 [N]. 经济日报, 2021-01-04(第 1 版).

[4] 张全斌, 周琼芳. “双碳”目标下中国能源 CO₂ 减排路径研究 [J]. 中国国土资源经济, 2022, (4).

（作者单位：鄂尔多斯市发展和改革委员会）

责任编辑：康伟