

“双碳”背景下的黑龙江省煤炭资源供需关系分析

黄思宇¹, 商宇航^{1*}, 李明², 苏睿¹

(1. 黑龙江科技大学矿业工程学院, 哈尔滨 150022;
2. 崇义章源钨业股份有限公司, 江西 赣州 341300)

摘要: 本文结合我国与黑龙江省目前出台的“双碳”政策, 研究这类政策对煤炭供需的影响, 并对黑龙江省煤炭资源的供需走势做出初步的判断。基于黑龙江省煤炭需求的历史数据, 根据“双碳”政策设置未来发展的指标参数, 明确以2030年为短期时间节点, 运用协整模型对黑龙江省煤炭资源需求进行短期预测, 同时以2060年为中长期时间节点, 运用LEAP模型对黑龙江省煤炭资源需求进行中长期预测。获取预测需求量结果后, 本文进一步从能源结构、经济结构以及地理位置等多个维度, 综合考量黑龙江省是否需要提高自给率来满足煤炭的需求, 以及对煤炭需求预测进行深入分析, 为黑龙江省煤炭资源的保障提供建议。

关键词: 双碳; 煤炭资源; 需求预测; 安全保障

中图分类号: TD98 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-2736(2025)02-0020-10

0 引言

随着全球气候变化问题日益加剧, 中国正积极推进低碳经济转型, 坚定迈向“双碳”目标^[1]。国家统计局数据显示, 短期内煤炭消费占比有所回升, 但其在能源消费中的比重仍然低于过去十年的平均水平。从长期来看, 我国能源结构优化和绿色低碳转型的趋势不会改变, 政府和社会对清洁能源和环保的重视程度不断加深, 这对中国经济的长期发展和环境保护至关重要。黑龙江省拥有丰富的煤炭资源, 是省内能源结构的重要组成部分, 但长期面临着煤炭需求旺盛与供应能力不足的双重挑战^[2]。如何在确保能源安全的同时推进“双碳”目标, 成为黑龙江省煤炭资源利用亟需解决的问题。因此, 探讨这一系列问题对于地方经济的高质量发展及国家能源安全与环境保护目标的实现具有重要意义。

1 “双碳”政策分析

1.1 国家“双碳”政策对煤炭供需的影响

《2030年前碳达峰行动方案》表明, 我国在“十四五”时期将严格控制煤炭消费。预计到2025年非化石能源消费比重将达到20%左右, 单位国内生产总值能源消耗比2020年减少13.5%, 单位国内生产总值CO₂排放量将比2020年减少18%; 到2030年, 非化石能源消费比重将达到25%左右, 并将顺利实现在2030年前的碳达峰标准。从我国能源供给端分析, 2020年我国能源总产量为39.7亿t标准煤, 其中煤炭占69.2%, 初步预测2030年能源总产量将达到50亿t标准煤, 2060年能源总产量将达到60亿t标准煤。另一方面, 初步预测2030年碳达峰前我国能源需求为60.3亿t标准煤, 煤炭占比仍将达到50%左右, 到2060年能源需求为63.5亿t标准煤, 非化石能源消费比重将达到80%以上, 如表1所示。

基金项目: 鸡西市矿产资源规划(2021-2025年)(JXC[2020]0202/QSZB[公]2020-040); 双鸭山市矿产资源规划(2021-2025年)(SZCG20200146); 七台河市矿产资源规划(2021-2025年)(YDZC-20097/QTHC[2020]0173)。

表 1 我国碳达峰碳中和能源供需预测(数据来源^[3])

| 类目 | 2020 年(亿 t 标煤) | 2030 年(亿 t 标煤) | 2060 年(亿 t 标煤) |
|--------|----------------|----------------|----------------|
| 供给端 | 39.7 | 50 | 60 |
| 需求端 | 49.7 | 60.3 | 63.5 |
| 化石:非化石 | 84:16 | 75:25 | 20:80 |

1.2 黑龙江省“双碳”背景对煤炭供需的影响分析

为了实现“双碳”目标,黑龙江省计划到 2025 年实施十大节能减排工程,单位国内生产总值能源消耗较 2020 年减少 14.5%,全省煤炭消费比重将降至 60% 左右,哈尔滨、齐齐哈尔、大庆和绥化四市散煤用量将分别下降 50%。尽管面临新能源快速发展和低碳转型的压力,煤炭在未来一段时间内仍将发挥能源供应兜底作用^[4]。目前,该省正推动煤炭向可控、可调、可持续的方向转变,在电力和热力需求得到满足的同时避免过度煤电投资,推动能源结构调整和清洁能源发展。确保煤炭资源的稳定供给不仅是能源安全的需要,也是地方经济可持续发展的关键。

2 煤炭资源供需现状

2.1 煤炭资源历史数据分析

根据《黑龙江省统计年鉴》整理绘制黑龙江

省 2005 - 2022 年的煤炭供需历史数据对比图,如图 1 所示。该省煤炭资源消费持续增长,但其产量受国家能源调控政策影响逐年下降,自给率也相应降低,加之煤炭产业存在机械化程度低、环境问题突出、技术人才短缺等问题,致使东北地区煤炭供给严重不足,需依赖外部进口煤炭才能满足需求。如何合理、可持续开发煤炭资源、从宏观上把握煤炭资源保障程度以及缓解供需矛盾,是黑龙江省必须要重视的问题。

2.2 煤炭资源供需现状分析

综合来看,黑龙江省煤炭供需关系在当前形势下存在一定的失衡风险。在供应方面,主要煤炭产区已处于开发晚期,后备优质资源严重不足;大型煤炭企业受“双碳”政策影响,面临环保要求、产能过剩和结构性短缺等因素困扰,传统煤炭生产方式受到限制;企业需投入大量资金用于环保设施建设与技术改造以满足节能减排要求,加之开采条件恶化和成本攀升,进一步削弱

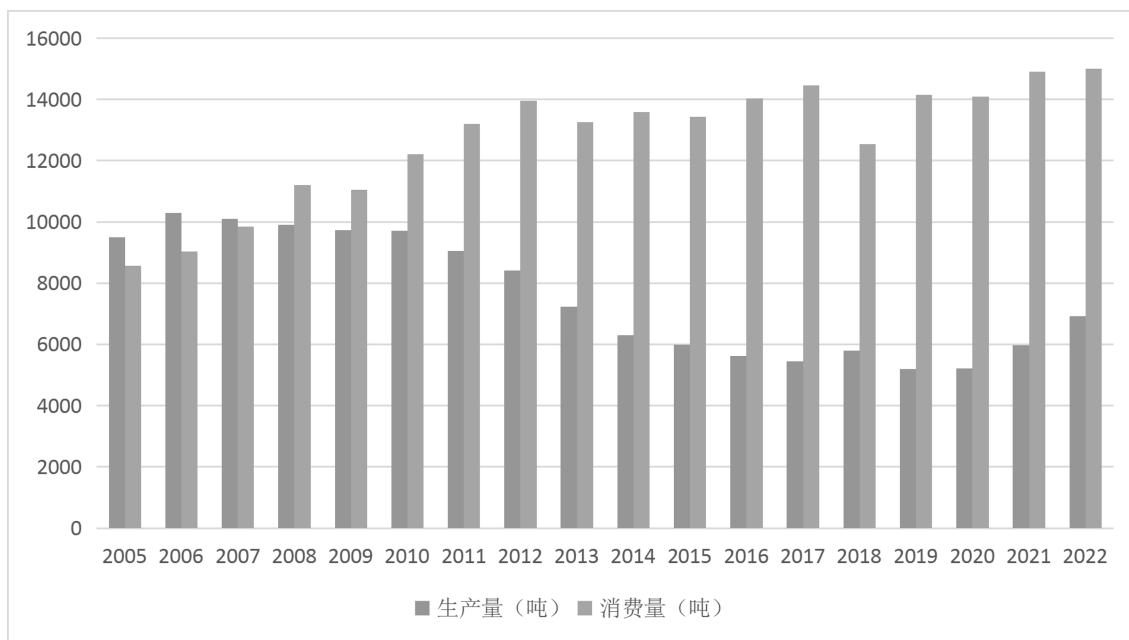


图 1 黑龙江省 2005 - 2022 年煤炭资源年产量和消费量对比图

了煤炭自给率和供应能力。而在需求方面,虽然面临绿色能源发展和节能减排政策影响,但目前煤炭基础需求仍然较大且难以在短期内彻底改变。因此,黑龙江省需采取合理开发利用、绿色转型、优化结构等措施实现动态平衡,同时加强能源合作。

3 煤炭需求预测

3.1 需求预测方法

近几十年来,需求预测方法的研究颇为丰富,产生了众多模型和方法^[5-8]。为了准确预测黑龙江省的煤炭资源需求,本文采用了协整模型和 LEAP (Long - range Energy Alternatives Planning System) 模型两种方法。协整模型适用于短期预测,能够综合历史数据的影响因素并判断其平稳性,适合对黑龙江省碳达峰之前的煤炭需求进行预测^[9]。LEAP 模型则适用于中长期预测,能够根据国家预测的指标数据对未来情景进行客观假设,并在多种情景下对各个耗煤部门进行参数设置^[10-13],以此来预测黑龙江省中长期煤炭消耗量。下面分别介绍协整理论预测方法和 LEAP 模型预测方法的原理。

(1) 协整理论预测方法。

协整理论是一种分析时间序列数据的统计方法,旨在通过向量自回归模型发现多个时间序列间的长期均衡关系来预测未来趋势,然而线性回归技术易导致“伪回归”问题。为避免此问题,学者们在非均匀时间序列研究中先对结果作差分再研究。但此做法也存在局限性^[14],经过差分后的数据不能够完全充分地包含原始数据的意义。而 Granger 和 Engle 提出的协整过程模型有效解决了非平稳时间序列的直接分析问题^[15]。

(2) LEAP 模型。

LEAP 模型是由斯德哥尔摩环境研究所开发的自底向上的能源环境分析工具,一种用于预测能源需求的软件工具。它基于历史能源需求趋势、经济和社会变化、技术进步、政策和环境因素的分析预测未来能源需求趋势^[16,17]。LEAP

模型能够预测各种能源需求来源和用途,包括电力、交通、制造业、建筑和家庭等,生成能源需求量、能源类型和能源价格等指标的预测结果。

3.2 煤炭需求量影响因素

煤炭需求量受多重因素影响。一是煤炭作为工业中间投入因素,其需求与经济增长紧密相关,过去因重工业发展导致能源需求剧增,当前工业化进程仍依赖煤炭推动经济增长;二是受产业结构影响,重工业对煤炭需求强劲,产业结构优化利于改善能源结构;三是取决于绿色能源发展,实现“双碳”目标需加快能源绿色低碳转型以降低煤炭需求;四是受科技进步与创新影响,科技发展可提高能源加工转换效率、减缓能源消耗速度;五是人口增长直接提升能源需求,城镇化发展水平间接改变能源结构,尤其是高耗能产业和电力需求对煤炭市场产生冲击^[18,19]。因此需综合考量这些因素,确保能源可持续供给和经济可持续发展。

3.3 黑龙江省煤炭消费短期预测

根据黑龙江省的地域特点及煤炭需求,本文将黑龙江省的煤炭消费与生产总值 GDP、城镇化率、产业结构、人口联系起来分析。其中,GDP、年末人口、城镇化率、第二产业增加值数据来源于《黑龙江省统计年鉴》,2005—2020 年的样本数据如下表 2 所示。

为降低预测结果的主观性,本文采用 LEAP 分析方法设置了三种情景:高速增长、中速增长和低速增长,如表 3 所示。

尽管人口减少且第二产业比重逐年下降,但由于经济增长、城镇化率提高、产业结构复杂性以及能源替代不完全性等因素的影响,能源消费总体水平仍呈上升的趋势。本文采用林伯强、魏巍贤和李丕东^[20]的一次能源需求协整模型对煤炭需求进行预测。

$$\ln M_t = c + \beta_1 \ln GDP_t + \beta_2 \ln N_t + \beta_3 \ln S_t + \beta_4 \ln F_t + \beta_5 \ln P_t + \beta_6 \ln N_t \quad (1)$$

M_t 表示 t 期的煤炭需求总量; GDP_t 表示 t 期的省内生产总值; N_t 表示 t 期的城镇化率; S_t 表

表 2 煤炭模型原始数据表

| 年代 | 煤炭消费量(万吨) | 生产总值(亿元) | 年末人口(万人) | 城镇化率(%) | 产业结构(%) |
|------|-----------|----------|----------|---------|---------|
| 2005 | 8559.73 | 5510 | 3820 | 53.1 | 55.8 |
| 2006 | 9025.04 | 6216.8 | 3823 | 53.5 | 56.3 |
| 2007 | 9852.64 | 7077.2 | 3824 | 53.9 | 55.2 |
| 2008 | 11203.87 | 8310 | 3825 | 55.4 | 55.2 |
| 2009 | 11050.13 | 8288 | 3826 | 55.5 | 50.8 |
| 2010 | 12219.13 | 10235 | 3833 | 55.67 | 50.2 |
| 2011 | 13200 | 12503.8 | 3782 | 56.5 | 50.3 |
| 2012 | 13965 | 13691.6 | 3724 | 56.9 | 44.1 |
| 2013 | 13266.81 | 14382.9 | 3666 | 58 | 41.1 |
| 2014 | 13595.53 | 15039.4 | 3608 | 59.2 | 36.87 |
| 2015 | 13432.85 | 15083.7 | 3529 | 60.5 | 31.81 |
| 2016 | 14034.39 | 15386.1 | 3463 | 61.1 | 28.6 |
| 2017 | 14468.99 | 16199.9 | 3399 | 61.9 | 25.53 |
| 2018 | 13370.83 | 16361.6 | 3327 | 63.5 | 24.6 |
| 2019 | 14142.64 | 13612.7 | 3255 | 64.6 | 26.5 |
| 2020 | 14100 | 13698.5 | 3171 | 65.6 | 25.4 |

表 3 2030 - 2060 黑龙江省煤炭需求假设输入参数

| 输入参数 2030 - 2060 | 高速情景 | 中速情景 | 低速情景 |
|------------------|------|------|-------|
| 每年 GDP 增长率/% | 5.00 | 3.00 | 1.00 |
| 人口年均增长率/% | 0.60 | 0.20 | -0.20 |
| 每 5 年绿色能源比例/% | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| 每年城镇化率增加/% | 0.50 | 0.30 | 0.10 |
| 每年第三产业占比增加/% | 0.50 | 0.30 | 0.10 |

示 t 期的人口数量; F_t 表示 t 期的煤炭利用率; P_t 表示 t 期的煤炭价格; N_t 表示 t 期的能源替代效应; c 为常数项; β_i 为变量系数。

(1) 数据相关性分析。

由表 4 可知,城镇化率和经济增长跟煤炭需求的相关性大于 0.9。经济增长的同时煤炭需求也随之增长,而常住人口数量下降,煤炭需求仍在增长,呈现负相关性。人口、GDP、产业结构

和城镇化率与能源消费量之间存在长期均衡关系,其中产业结构是实现“双碳”目标的关键因素。黑龙江省人民政府于 2018 年出台了《黑龙江省煤炭行业淘汰落后产能化解过剩产能专项整治工作方案》,这一政策旨在通过淘汰落后产能,提高煤炭产业的整体效率和环保标准。“十四五”期间,黑龙江省将继续推动煤炭产能优化和结构调整,特别是在低碳背景下,科学规划煤

表 4 数据的相关性分析

| | LnY | LnN | LnGDP | LnS |
|-------|-----------|-----------|-----------|----------|
| LnY | 1.000000 | - | - | - |
| LnN | 0.924988 | 1.000000 | - | - |
| LnGDP | 0.959335 | 0.978115 | 1.000000 | - |
| LnS | -0.667300 | -0.868696 | -0.792011 | 1.000000 |

炭开发,实施国有煤炭企业转型势在必行。

(2) 单位根检验。

ADF 检验用于判断数据是否为同阶单整,若数据是同阶单整则表明结果协整,可直接进行回归分析,而非协整数据需进行差分处理,可能会损失数据特征。因此,在单位根检验时应合理选择方法,确保分析准确性。

由表 5 可知,影响因素变量在一阶差分统计量 5% 显著水平下都是表现平稳的,所以解释变量与被解释变量存在良好的协整关系。在此情况下得到的协整方程如下:

$$\begin{aligned} \ln y_t = & 0.829417 \ln N_t + 0.441173 \ln GDP_t \\ & + 0.9482 \ln S_t - 5.7612 \quad R^2 = 0.96 \quad (2) \end{aligned}$$

(3) 模型效果检验。

为了检验模型的拟合效果,选用最近 5 年的实际值与预测值比较,可见在 2016—2020 年,预测值跟煤炭资源需求值的误差在 5% 以内,具有良好的精度,如表 6 所示。

(4) 黑龙江省煤炭资源需求短期预测。

如表 7 所示,基于 7 年的时间序列数据,采用协整方法分析了上述影响因素与煤炭消费量的相关性。根据协整检验结果显示,变量之间确实存在协整方程。在三种情景下预测至 2030 年碳达峰前,煤炭需求在 1.4—1.7 亿吨之间。由此可见黑龙江省煤炭资源的安全保供压力较大,为降低能源消费,黑龙江省需提升技术效率,优

表 5 ADF 单位根检验

| 序列 | 水平统计量 | | 一阶差分统计量 | |
|--------|---------|--------|---------|---------|
| | ADF 值 | Prob * | ADF 值 | Prob ** |
| Ln y | -2.9295 | 0.0653 | -2.9762 | 0.0060 |
| Ln N | -4.2406 | 0.0245 | -3.7973 | 0.0157 |
| Ln GDP | -3.0400 | 0.0593 | -2.1859 | 0.0323 |
| Ln S | -1.4505 | 0.8004 | -2.5312 | 0.0080 |

表 6 误差统计表

| 年份 | 实际值(万吨) | 预测值(万吨) | 相对误差(%) | 绝对误差 |
|------|----------|------------|---------|--------|
| 2016 | 14034.39 | 13603.3928 | -3.1 | -431.0 |
| 2017 | 14468.99 | 13717.2793 | -5.2 | -751.7 |
| 2018 | 13370.83 | 13988.4574 | 4.6 | 617.6 |
| 2019 | 14142.64 | 14225.9674 | 0.6 | 83.3 |
| 2020 | 14100 | 14125.8698 | 0.2 | 25.9 |

表 7 黑龙江省 2024 - 2030 年煤炭资源需求预测值

| 年份 | 经济增长速度 | | |
|------|------------|------------|------------|
| | 高速 5% (万吨) | 中速 3% (万吨) | 低速 1% (万吨) |
| 2024 | 15327.3 | 14947.1 | 14323.1 |
| 2025 | 15533.1 | 15103.9 | 14432.6 |
| 2026 | 15753.3 | 15286.3 | 14582.1 |
| 2027 | 15980.1 | 15445.4 | 14685.9 |
| 2028 | 16169.9 | 15602.5 | 14787.8 |
| 2029 | 16362.8 | 15727.1 | 14893.2 |
| 2030 | 16586.4 | 15864.8 | 14995.9 |

化产业结构,并促进产业低碳化,通过增强产业创新和调整生产方式等手段来有效减少能源消耗。

3.4 黑龙江省煤炭消费中长期预测

本文从 LEAP 模型中的能源需求板块出发,根据需求部门的活动水平和能源强度的乘积之和来计算黑龙江省煤炭能源需求量^[21-24]。活动水平指 LEAP 中部门所完成的活动量;能源强度指单位活动水平的能耗;终端煤炭需求量总额是各耗煤部门能源需求量的总和。

$$ED(t) = \sum_i ED_i(t) \quad (3)$$

$$ED_i(t) = \sum_j AL_{ij}(t) EI_{ij}(t) \quad (4)$$

式中, $ED(t)$ 为 t 年的终端能源需求; $AL_i(t)$ 为 t 年第 i 部门的生产活动规模或 t 年人口总数; $EI_i(t)$ 为 t 年第 i 部门能源强度,即单位活动水平的能源需求量。LEAP 模型运算过程如图 2 所示。

通过定量分析 GDP 增长率、产业结构变化和节能水平,依据“双碳”背景与《黑龙江省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》,考虑主要应用领域及能源行业发展变化,预测 2030—2060 年间本省煤炭需求变化情况。在三种发展模式下,预测出未来黑龙江省煤炭需求量如表 8 所示:

根据图 3 所示,三种发展情景(高速情景、中速情景、低速情景)下黑龙江省煤炭需求水平均在 2030 年前后达到峰值,随后逐年下降。随着时间推移和经济发展模式的转变,预测黑龙江省煤炭需求总量将逐年趋于稳定或缓慢下降。这一趋势契合“双碳”政策导向,也反映出可再生能源对煤炭的替代作用逐渐增强,煤炭产业转型升级加速,煤炭清洁利用成为未来发展的重要方向。未来,随着可再生能源的快速发展和能源结构的不断优化,煤炭产业将面临更加严峻的机遇和挑战。

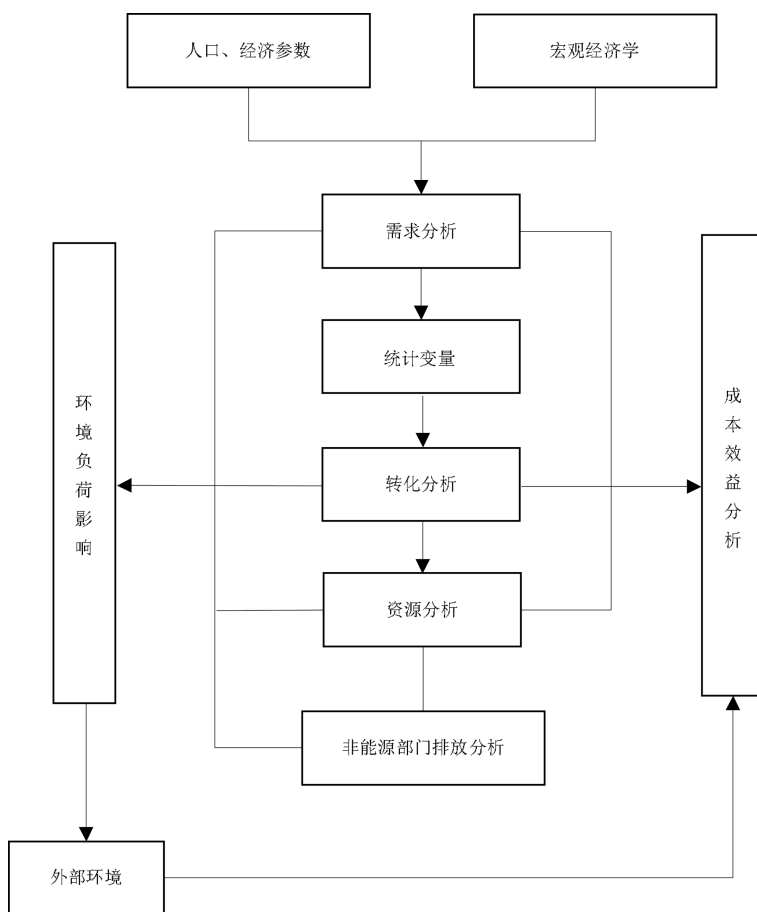


图 2 LEAP 模型运算流程图

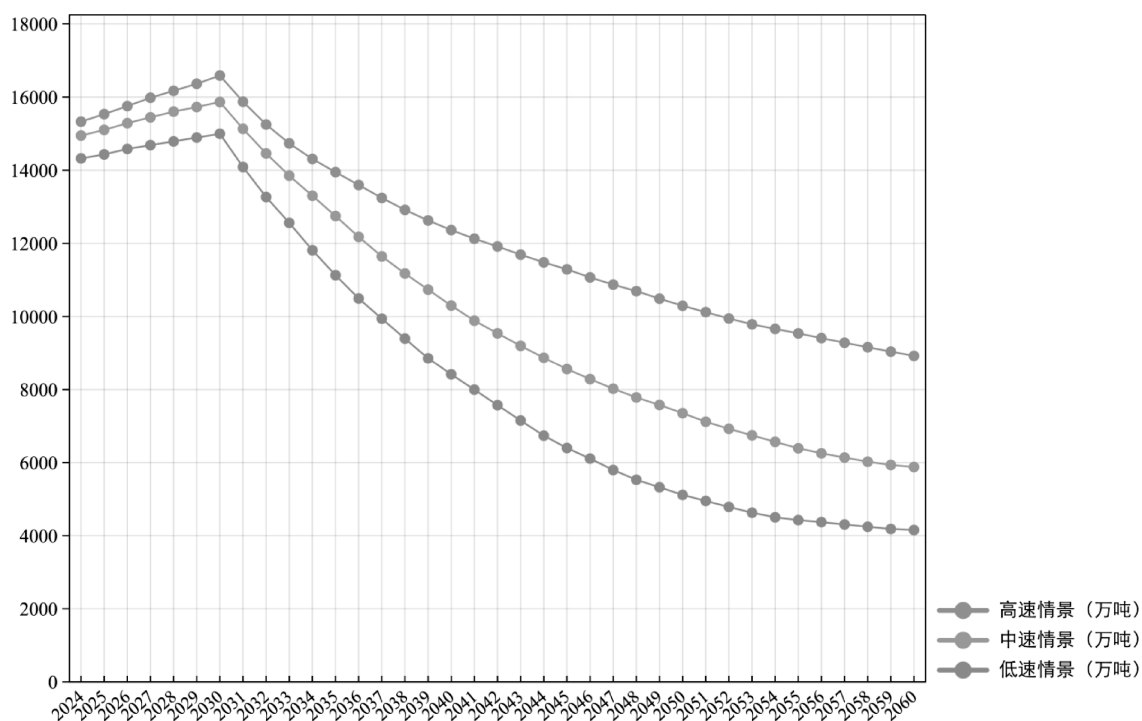


图 3 2024 - 2060 年黑龙江省煤炭需求量预测结果图

表 8 黑龙江省 2030 - 2060 年煤炭资源需求预测值

| 年份 | 经济增长速度 | | |
|------|---------|---------|---------|
| | 高速 5% | 中速 3% | 低速 1% |
| 2030 | 16586.4 | 15864.8 | 14995.9 |
| 2031 | 15873.1 | 15131.8 | 14089.4 |
| 2032 | 15248.7 | 14458.6 | 13267.8 |
| 2033 | 14733.4 | 13851.9 | 12562.9 |
| 2034 | 14306.5 | 13301.6 | 11814.3 |
| 2035 | 13947.8 | 12748.8 | 11132.3 |
| 2036 | 13596.9 | 12179.0 | 10495.4 |
| 2037 | 13243.6 | 11646.5 | 9944.7 |
| 2038 | 12917.3 | 11179.5 | 9399.5 |
| 2039 | 12627.9 | 10737.9 | 8859.9 |
| 2040 | 12365.1 | 10302.1 | 8416.2 |
| 2041 | 12128.5 | 9890.3 | 7995.9 |
| 2042 | 11917.9 | 9543.9 | 7571.4 |
| 2043 | 11693.0 | 9202.5 | 7151.7 |
| 2044 | 11483.6 | 8875.6 | 6736.6 |
| 2045 | 11292.4 | 8561.4 | 6398.9 |
| 2046 | 11072.3 | 8285.4 | 6109.8 |
| 2047 | 10876.1 | 8021.9 | 5797.8 |

续表

| 年份 | 经济增长速度 | | |
|------|---------|--------|--------|
| | 高速 5% | 中速 3% | 低速 1% |
| 2048 | 10696.3 | 7782.4 | 5529.9 |
| 2049 | 10491.1 | 7577.1 | 5326.1 |
| 2050 | 10297.1 | 7352.9 | 5116.3 |
| 2051 | 10123.1 | 7118.1 | 4949.9 |
| 2052 | 9949.9 | 6924.2 | 4787.4 |
| 2053 | 9790.6 | 6744.6 | 4628.5 |
| 2054 | 9664.8 | 6567.4 | 4503.1 |
| 2055 | 9542.5 | 6392.1 | 4426.4 |
| 2056 | 9413.5 | 6254.5 | 4372.3 |
| 2057 | 9287.5 | 6137.9 | 4306.8 |
| 2058 | 9164.6 | 6024.6 | 4244.4 |
| 2059 | 9044.6 | 5934.5 | 4185.1 |
| 2060 | 8927.4 | 5879.7 | 4154.3 |

4 结论

根据当前经济形势和能源需求趋势,预计短期内(2030年)黑龙江省煤炭需求将维持在1.4—1.7亿吨区间,中长期内(2060年)黑龙江省煤炭需求将维持在0.4—1.7亿吨区间。尽管绿色能源发展和政策引导可能导致煤炭消费占比下降,但短期内煤炭在能源结构中仍将占据重要地位。面对这一趋势,提出以下建议尤为重要:

(1)煤炭资源勘查开发政策方面,应注重政策引导性,淘汰落后产能,释放优质产能,同时振兴东北老工业基地。依法推进矿井建设,保障生产能力和安全性,确保煤炭资源安全供应。积极拓展域外煤炭供应渠道,以满足省内煤炭需求。加强能源战略规划和超前谋划,科学部署经济转轨和煤炭企业转制,加快释放优质产能、推动煤矿智能化改造、加强煤炭储备和调运能力,提高煤炭自给率。

(2)绿色能源和绿色矿山建设方面,大力发展绿色能源,加大新能源研发投入力度和绿色矿山建设力度,推广先进的开采技术和环保设备,积极推进洁净煤技术的研究,提高煤炭资源开采利用效率。建立完善的矿山环境恢复治理机制,

确保矿山开采活动对环境的影响最小化,加强矿山生态修复和水资源循环利用,减少环境污染。

(3)可持续发展方面,加大第三产业投资力度,着重发展服务业、旅游业以及高新技术产业,降低对煤炭等传统能源的依赖。积极探索高技术含量、高经济效益、低能耗、低污染、资源高效利用的新型工业化模式。调整产业结构,优化资源配置,推动煤炭产业向绿色、低碳、可持续方向转变。

参考文献(References):

- [1] 王斌. 我国煤炭能源困境分析及建议[J]. 中国矿业, 2014, 23(05): 6-8.
- [2] 李建光, 代少军. 黑龙江省煤炭产业分析及发展建议[J]. 中州煤炭, 2010, (05): 120-122.
- [3] 沈镛. 面向碳中和的中国自然资源安全保障与实现策略[J]. 自然资源学报, 2022, 37(12): 3037-3048.
- [4] 王双明, 申艳军, 宋世杰等. “双碳”目标下煤炭能源地位变化与绿色低碳开发[J]. 煤炭学报, 2023, 48(07): 2599-2612.
- [5] 宁云才. 煤炭需求预测的复合小波神经网络模型[J]. 煤炭学报, 2003, 40(01): 108-112.
- [6] 池启水, 刘晓雪. ARIMA模型在煤炭消费预测中的

- 应用分析[J]. 能源研究与信息, 2007, 23(02): 117 - 123.
- [7] 张金锁, 冯雪, 邹绍辉. 基于趋势组合的我国煤炭需求预测模型研究[J]. 商业研究, 2014, (06): 51 - 56.
- [8] 樊爱宛, 潘中强, 王巍. 灰色 GM(1, N) 模型在河南省煤炭需求预测中的应用[J]. 煤炭技术, 2011, 30(10): 7 - 9.
- [9] 陈师, 郑欢, 方行明. 中国中长期煤炭需求预测[J]. 技术经济, 2014, 33(05): 79 - 85.
- [10] 高俊莲, 姜克隽, 刘嘉等. 基于 LEAP 模型的中国煤炭需求情景分析[J]. 中国煤炭, 2017, 43(04): 23 - 27.
- [11] 刘畅, 孙超. 未来中长期我国煤炭需求预测[J]. 中国煤炭, 2017, 43(10): 5 - 9 + 20.
- [12] 徐亮. 2010 年、2015 年中国煤炭需求预测研究[J]. 中国煤炭, 2010, 36(05): 17 - 21 + 61.
- [13] 王兵, 李璐, 鲜玉娇等. 2060 年碳中和目标下煤炭保障性需求预测[J]. 洁净煤技术, 2022, 28(05): 1 - 13.
- [14] 肖阳. 基于协整理论和人工神经网络的煤炭价格预测模型[D]. 西安: 西安科技大学, 2016.
- [15] 关华, 赵黎明. 基于协整理论的区域能源需求影响因素探析[J]. 经济与管理, 2013, 27(09): 91 - 96.
- [16] 杜涵蓓, 赵立君, 刘臣炜等. 基于 LEAP 模型和 KAYA 模型的主城区碳达峰预测及不确定性分析[J]. 生态与农村环境学报, 2022, 38(08): 983 - 991.
- [17] 刘方舟. 基于 LEAP 模型的城市碳排放达峰预测研究[D]. 武汉: 中钢集团武汉安全环保研究院, 2021.
- [18] 尹敬东, 王菲. 中国经济发达地区能否率先实现节能减排目标: 以江苏省为例[J]. 南京财经大学学报, 2016, 34(03): 18 - 25.
- [19] 王梦楠. 钢铁行业碳减排驱动因素及其路径研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2017.
- [20] 林伯强, 魏巍贤, 李丕东. 中国长期煤炭需求: 影响与政策选择[J]. 经济研究, 2007, 53(02): 48 - 58.
- [21] 王春春. 基于指数分解与 LEAP 模型的福建省能源需求及 CO₂ 排放预测研究[D]. 南京: 南京大学, 2019.
- [22] 王彦超. 基于 LEAP 模型的吉林省民用建筑能耗情景预测研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2012.
- [23] 石玉淳. 基于 LEAP 模型的大连市工业能源消费分析研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2014.
- [24] 曾德芳. 基于 LEAP 模型的长江航运能源消耗及碳排放趋势研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2021.

作者简介:

第一作者: 黄思宇, 1999 年生, 女, 陕西咸阳人, 黑龙江科技大学矿业工程学院, 硕士, 主要研究方向为矿产资源勘查与评价。Email: huangsiyu220227@163.com;

通讯作者: 商宇航, 1983 年生, 男, 黑龙江林甸人, 黑龙江科技大学矿业工程学院, 博士, 副教授, 主要研究方向为矿产资源勘查与评价。Email: hsy@usth.edu.cn

Analysis of Coal Supply and Demand Relationship under the Background of “Dual Carbon” in Heilongjiang Province

HUANG Siyu¹, SHANG Yuhang^{1*}, LI Ming², SU Rui¹

(1. School of Mining Engineering, Heilongjiang University of Science and Technology, Harbin 150022, China;

2. Chongyi Zhangyuan Tungsten Industry Co., Ltd, Ganzhou 341300, China)

Abstract: Combining with the the current “dual carbon” policy framework implemented in China and Heilongjiang Province, the profound impact of these policies on the coal supply and demand is analyzed with the forward – looking predictions on the trend of coal supply and demand in Heilongjiang Province. Based on the historical data of coal demand in Heilongjiang Province, the index parameters for future development are set according to the “dual – carbon” policy, and the coal supply and demand for short – term is predicted for Heilongjiang Province using the model with 2030 as the short – term time node; Meanwhile LEAP model is used for long – term prediction with 2060 as the medium and long – term time node. Based on these results, whether to improve the self – supply of coal is further discussed for Heilongjiang Province with the consideration of multiple perspectives, such as energy structure, economic structure and geographic location. The predication for coal supply and demand is further analyzed to contribute to the guarantee of coal supply and demand in Heilongjiang Province.

Key words: dual carbon; coal resources; demand prediction; safety guarantee