

双碳目标下煤炭行业发展研究

王严严¹ 缙子轩²

1. 西安明德理工学院 经济与管理学院 陕西西安 710124

2. 国家税务总局翼城县税务局 山西临汾 043500

摘要：双碳战略目标擘画了我国碳减排与气候治理的宏伟蓝图，但现阶段中国能源及能源消费情况和社会经济发展的实际需求决定了在长时间内煤炭依旧会是保障我国能源安全的基石，在能源体系占据重要地位，双碳目标背景下如何绿色智能开采、科学用煤和技术是双碳目标实现的关键。因此，从煤炭的资源禀赋和产销量情况对煤炭行业的发展现状入手，再从煤炭行业自身、当前全球形势和生态环境要求三方面来审视双碳目标下，煤炭行业的转型发展中存在的问题和挑战，针对性提出符合国情的实现双碳目标的建议。研究结果表明：（1）优化煤炭行业的发展路径，多方协助建立智能化煤矿，促进煤电转型；（2）谋求创新发展，创新煤炭碳中和发展模式，推动碳捕集利用与封存（CCUS）技术发展，主动适应碳排放权交易。

关键词：双碳目标；煤炭行业；转型发展

Research on the Development of Coal Industry under the Double Carbon Goal

Yanyan Wang¹, Zixuan Gou²

1. School of Economics and Management, Xi'an Mingde Institute of Technology, Xi'an 710124, Shaanxi

2. Yicheng county tax Bureau of State Bureau, Linfen 043500, Shanxi

Abstract: The dual carbon strategic goal has drawn a grand blueprint for China's carbon emission reduction and climate governance, but the current energy and energy consumption situation in China and the actual needs of socio-economic development determine that coal will remain the cornerstone of ensuring China's energy security for a long time, occupying an important position in the energy system. How to achieve the dual carbon goal in the context of green and intelligent mining, scientific use of coal, and technology is the key to achieving the dual carbon goal. Therefore, starting from the resource endowment and production and sales of coal as well as the development status of the coal industry, this paper examines the problems and challenges in the transformation and development of the coal industry under the dual carbon goal from three aspects: the coal industry itself, the current global situation, and the ecological environment requirements, and puts forward targeted suggestions for achieving the dual carbon goal in line with national conditions. The research results show that: (1) optimize the development path of the coal industry, assist in establishing intelligent coal mines in various ways, and promote the transformation of coal power; (2) Seek innovative development, innovate the carbon neutral development model of coal, promote the development of carbon capture, utilization, and storage (CCUS) technology, and actively adapt to carbon emissions trading.

Keywords: Dual carbon target; Coal industry; Transformation and development

引言

为了应对全球的气候变化问题，我国在2020年提出了双碳战略目标，即在2030年前二氧化碳达到最大排放量，积极采取措施力争2060年前实现二氧化碳的“零排放”，使排放与吸收之间达到平衡状态，也称碳中和。双碳目标的提出体现了我国的大国担当，对全球积极应对气候变化问题起到推动作用。而我国也将面临能源升级转型，作为世

界上最大的发展中国家，当前碳排放量较大，低碳转型任务艰巨。

众所周知，煤炭属于高碳能源，其燃烧利用是二氧化碳排放的最重要来源，二氧化碳排放量过大会造成温室气体效应、冰川融化、空气污染，甚至引起生物多样性的丧失等问题。从中国能源消费结构和现阶段经济社会发展实际需求来看，在长时间内煤炭依旧会是保障我国能源安全的

基础能源。因此,煤炭消费达峰是中国碳达峰的前提,更是实现碳中和的关键^[1]。

在双碳目标下煤炭行业如何进行碳减排,我国很多学者都做了研究,康红普^[2]等首先在研究中先指出煤炭在我国能源系统中的基础作用,但双碳目标的提出,煤炭行业在多个层面存在不平衡不充分的发展问题,不符合高质量绿色发展要求,不利于双碳目标的实现。结合新时代新要求,制定煤炭行业高质量发展的内涵,从多个维度构建煤炭行业三级指标体系,提出煤炭行业高质量发展的重点任务并给出了发展建议;陈浮^[3]等从“脱碳”和“去煤”去理清煤炭行业从上游到下游各个阶段的碳减排责任,分析现阶段我国煤炭行业距离实现碳达峰和碳中和之间的差距,制定符合我国实际国情的双碳之路,将我国煤炭行业的碳中和分成起步期、攻关期、巩固期三个阶段,每个不同的阶段实行不同的技术手段,确保煤炭行业在碳中和背景实现下健康、平稳、绿色、有序发展;孙超^[4]等人又对美国煤炭行业的资源存储量、生产消费量、进出口量及煤炭安全发展进行研究分析,梳理煤炭行业发展趋势,总结美国煤炭行业在各方面的优秀经验,针对我国煤炭行业现状,积极引导我国煤炭行业的发展未来,具有重要指导作用。

1 中国煤炭行业发展分析

1.1 煤炭资源禀赋状况

众所周知,我国的能源资源的特点是“富煤、贫油、少气”,煤炭储量丰富,但在地理分布上极其不均衡,主要是在我国地形阶梯的第二阶梯,煤炭储量占中国的90%。目前,我国探明的煤炭储量约占世界煤炭储量的1/8,可采量位居世界第3位,产量居世界6位^[5]。然而,中国煤炭已探明储量可供开采年限时间大约37年。同时,我国人口基数大,人均煤炭占有量较低,低于世界平均水平的50%^[6]。

但煤炭对于我国经济发展的贡献不容忽视,并且根据目前的新能源和可再生能源技术水平的发展来看,其距离成为能源主力还有很长一段路走,未来一段时间内,煤炭依旧是我国能源基石。

1.2 煤炭消费状况

煤炭的消费主要分为煤炭的供应和煤炭的需求两个方面。

从煤炭供应来看,我国煤炭资源基本能实现自给。内蒙古、山西、陕西三省2020年煤炭产量约占全国的70%左右,保障了全国煤炭供应。为了煤炭使用效率最大化,实行不同种类的配比使用,进口煤炭约占煤炭消费量的7.5%。

从煤炭需求来看,前两年为了尽快摆脱疫情所带来的影响,实现经济的复苏发展,对煤炭的需求量仍保持一个较高的增长态势,从而导致煤炭市场的供需弹性不断加大。2021年,是我国实施“十四五”规划的第一年,对发

展经济的扶持力度不断加大,加之国际社会疫情紧张,国内的工业订单增加,工业用电需求增长,导致煤炭消费增长较快。

同时煤炭消费主要以电力消费(约占50%左右)为主,而在电力供给结构中,主要以燃煤供电(约占60%)。虽然近年来我国煤炭消费结构也在不断优化,煤电比重有所下降,但新能源发电的间歇性和不稳定性还未从根本上解决,煤电的发电主导地位短时间不会改变。

总体来看中国的煤炭消费量极其巨大,近几年来一直占世界的煤炭消费50%左右。而在煤炭的直接下游行业中电力、钢铁、水泥、煤化工是煤炭消费和二氧化碳排放的主要四大行业,其煤炭消费量占全国煤炭消费量的80%以上,二氧化碳排放量约占全国二氧化碳排放量的70%。这主要由于中国经济的蓬勃发展,电力的需求不断增长,热电技术相对成熟,成本较低,而新能源和可再生能源的开发难度和时间跨度较大,难以在短期内满足经济发展的需要。

1.3 煤炭行业环保现状

煤炭促进了我国经济的发展,同时也给环境造成了不容忽视的影响,而我国煤炭行业的环境保护工作起步较晚,在20世纪90年代相应的环保措施才逐步实施,经过了30多年的发展,也取得了一定成绩。

对于国家重要的大型煤炭企业,环保工作起到了示范带头作用,对污染源、污染量治理基本上符合国家对生态环境保护的污染排放指标要求,矿区环境得到一定的改善,不再像之前的漫天灰尘。随着我国的环境保护法和环境保护标准体系的不断完善,对环境保护的深度力度也不断加强,煤炭行业在意识层面重视起矿区生态恢复和环境保护工作。矿区生态恢复工作颇具成效,采空区回填工作、废弃矿山绿化及水土保持开展顺利。在整治灰尘方面对污水进行处理再用于矿区洒水,既减少了灰尘的扩散也可以节约用水,努力改善矿区生态环境。同时,煤矿行业也大力探索推行更加清洁绿色的生产技术,目的是可以源头上阻断污染产生,力争实现煤炭行业的节能减排,改善人居环境。

虽然环境保护相关的法律法规在不断完善,但煤炭行业的体系复杂庞大,相配套的行业规章制度及标准难以得到推广实行;部分煤矿行业认识不够,没有提高对于环境保护问题的重视,导致煤炭行业生态环境保护工作推进缓慢。总的来说,中国煤炭行业的环境保护工作长路漫漫,任重道远。

2 双碳目标下煤炭行业面临的挑战及原因分析

2.1 煤炭行业面临的挑战

2.1.1 早期投入的资源沉没

煤炭行业属于资本和资源密集型行业,投入大、回报时

间长，双碳目标的提出使一些有利于煤炭行业发展的政策推出，国家宏观政策给市场带来新的风向标，给煤炭行业造成发展困境，给下游的煤电行业也带来难题。比如山西省一直严厉打击私人中小型煤矿，关停不符合标准的民营煤矿。虽然取得了一定的成效，私挖盗采现象明显减少，同时资源和大气环境得到了保护，但是一些地方失去了经济支柱，发展一蹶不振，遗留问题没有得到很好地解决，处于一个相对落后的状况。在“十三五”期间，国家已经制定了更加严格的能源消耗标准，开始限制产煤区的产量和各地燃煤指数。2020年我国关停矿井数量达到上万处，在未来的发展规划中仍要继续关闭。

2.1.2 煤炭技术瓶颈

以现有的煤炭开采和使用技术对双碳目标的实现还有很大差距。如燃煤发电要最大限度利用燃料，提高燃煤发电效率，当前主流燃煤发电采用的超超临界发电技术通过不断加压加温，将煤炭的燃烧效率提升至现阶段的最大，可以节约煤炭的消费量，但不能从根本上起到碳减排作用。

洁净煤技术、碳捕集和封存技术（CCUS）可推动对煤炭高效低碳清洁利用，在减排方面发挥关键作用^[7]，但当前CCUS技术成本仍处在一个较高水平，随着技术的进步，政策的扶持完善，投入成本会大幅下降，真正具有可行性和可操作性，那么CCUS技术将推动燃煤发电变革，煤炭的消费量也会随之减少。

2.1.3 全球经济发展的趋势

在全球气候变暖的大环境下，低碳甚至零碳经济是未来发展的趋势。为应对气候变化，每个国家和地区都不可能置身事外、独善其身，而现阶段中国的煤炭消耗量位居世界第一，人均消费量较大，为实现双碳目标，中国应加大碳减排的力度，积极探索碳减排实现路径。

2.2 双碳目标下煤炭行业面临挑战的原因分析

2.2.1 市场供需

煤炭的市场供求关系严重失衡。我国煤炭市场需求增速逐步放缓，增速有所回落，但经过20年的快速发展，煤炭行业投入资源多，产能体量大，导致煤炭生产侧产能过剩^[8]。煤炭产能过剩在双碳目标背景下，问题更为凸显，要求煤炭行业必须实行绿色转型，将产能合理转化。从我国能源禀赋来看，煤炭行业的平稳转型对碳中和的实现会起到关键作用，所以迫切需要建立新型更富有弹性供需体系。

2.2.2 环境保护要求

随着全球气候变化和生态环保压力加大，国家加强了对保护环境的监管力度。而生态环境的保护对煤炭发展的约束越来越大，在此环境之下，煤炭行业必须走绿色清洁发展之路，提高煤炭清洁高效发电的比重和煤炭的高效利用。

2.2.3 资源“诅咒”

我国煤炭资源相对比较丰富，以煤炭为起点发展经济，符合当时我国积贫积弱的局面，我国的煤炭资源大省，响应国家的发展需要，大力发展煤炭行业，以煤兴省，以煤兴国，支撑起中国经济的快速发展。

随着国际形势的变化和突发的疫情影响，我国经济进入新的发展阶段，放缓经济增长速度，稳字当头，转变发展模式，扭转煤炭为主的能源供应体系，使得这些煤炭资源大省出现了产业结构单一，在煤炭形势走低的情况下，经济发展滞缓，大量人口流失，GDP增长速度持续下滑，陷入资源诅咒困境。比如山西省在过去十年内，其GDP实际增长速度一直处于全国倒数位置，但在2021年增长率达到了27.97%。这一方面与2021年煤炭价格持续上涨有关，另一方面也反映出山西努力突破“资源诅咒陷阱”，实现经济可持续发展，煤炭行业转型发展取得了一定成效。

3 双碳目标下煤炭行业发展的路径

3.1 优化发展路径

为了实现“双碳”目标，煤炭行业转型发展需要转变发展理念、优化发展路径，通过大数据智能来引领行业变革，推动煤炭产业聚焦向高质量绿色发展。

3.1.1 推进煤矿智能化改造

国家发改委等8部委印发《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》，提出了制定煤矿智能化发展的三个阶段性目标：到2021年，建成多类型、多模式的智慧型示范煤矿，初步形成自动化运行体系，基本实现采掘工作面少人或无人操作、井下和露天煤矿实现无人值守与远程监控。到2025年，大型煤矿基本实现智能化，形成煤矿智能化建设技术规范与标准体系，实现煤炭智能化决策和自动化协同操作，实现井下关键岗位机器人作业，露天煤矿智能连续作业和无人化运输。到2035年，各类煤矿基本实现智能化，建成多产业链、多系统集成的煤矿智能化系统，实现智能感知、智能决策、智能执行^[9]。

大型煤炭企业将数字化、智能化技术融入到煤炭业务，对矿区进行智能化改造。但智能矿山建设难度大，数字通信基础设施薄弱，生产链数据联通不畅，采集难度大。山西打破行业壁垒，与华为新组建的“煤矿军团”合作，率先将5G技术应用在智能煤矿建设，在全国带头成立“智能矿山创新实验室”。华为加强了矿山的ICT（信息通信技术）基础设施，弥补智能矿山的薄弱环节，实现全环境的信息流互联互通，做到“挖煤卖煤不见煤”。

3.1.2 进行煤电转型升级

煤电装机容量仅占全国发电装机容量的47%，但发电量占全国发电量的60%，但燃煤发电产生的二氧化碳，约占到碳排放总量的40%左右，所以煤电是电力行业减排的重点。

煤电要突破困境要进一步深化煤电供给侧改革,进行资源重组升级改造优化存煤用煤,减少无效电力供应,共建能源清洁利用的公平长效机制^[10]。

(1) 燃煤发电机组进行升级改造。

重点在节能降耗、供热灵活性改造和余热再利用。节能降耗要提高发电效率,提升机组蒸汽温度参数,使出口温度到达临界值,并对机组汽轮机进行通流改造,加大空气流速流量;建立智慧供热系统,开发热网智能设备,针对居民区和工业区电力需求波动变化,进行数据分析,使电力生产随需求波动变化,改变原先的粗放型供热模式,实现与电力需求侧同步响应,提升煤电灵活调节能力,降低煤炭耗水平;挖掘余热深度潜力,提高热电联产燃煤电厂供热能力,提高脱硫系统效能,节能、节水、环保。

(2) 延伸产业链,降低煤炭能耗成本

将煤炭的产业链进行延伸,增加高附加值产品,使单位煤炭的成本下降,向高端煤化工转型升级^[11]。按照《现代煤化工产业创新发展布局方案》的要求,采取煤化电热一体化和多联产方式,推动煤矿、电力、石油化工、化纤、盐化工、冶金建材等产业融合发展,延伸产业链,壮大产业集群,提高资源转化效率和产业竞争力。综合运用煤化电热一体化集成技术,建成加工、发电、供热、制氢等联合装置,充分发挥现代煤化工与原油加工中间产品互为供需的优势,开展煤炭和原油加工联合示范。

3.2 寻求创新发展

3.2.1 CCUS技术

在双碳目标背景下推进煤炭行业转型发展,必须以创新为内驱动力,突破发展瓶颈。推动碳捕集利用与封存(CCUS)技术进入新的发展阶段。CCUS现在被视为实现碳零排放的关键技术,对能源行业(特别是煤炭行业)低碳化转型升级尤其紧迫。加快CCUS 自主创新技术研发、大规模建设煤炭行业自主创新示范项目,部署CCUS专项应用,统筹不同碳浓度的捕集与封存。

在二氧化碳捕获和存储领域,重点研究大规模碳捕获利用技术、驱煤层气与封存技术、二氧化碳矿化发电技术、二氧化碳化学转化利用技术、二氧化碳矿物转化固定利用技术,二氧化碳安全储运技术等研究,实现二氧化碳可靠储运、监测和长距离安全运输等^[12]。努力实现CCUS技术各阶段的均衡发展,加快大规模应用商业化,为煤炭能源低碳化利用提供技术支撑。

3.2.2 碳交易市场

面对双碳战略发展新机遇,煤炭行业应尽快适应未来新的碳交易市场机制,到达煤炭行业的碳达峰,逐步减少煤炭资源用量,通过全球碳市场促进煤炭行业的清洁绿色转型发展。煤炭行业通过绿色金融、绿电交易和绿证等方式

积极参与碳交易市场,统筹推进煤炭行业的碳排放。

4 结论

双碳目标道路是漫长而艰难的,现阶段煤炭作为国家能源安全的压舱石,积极推进煤炭行业的节能减排、调整产业整体结构,加大科技投入和支持力度。现有的低碳排放技术竞争能力弱,碳捕获与封存利用技术不成熟,仍需继续努力,要树立能源命运共同体理念,推动煤炭行业与大数据互联网、生态保护等多学科相融合,整合多种资源优势,积极应对,早日实现双碳目标。

参考文献:

- [1] 刘晓康. “双碳”目标下,煤炭企业绿色低碳转型的实践与思考[J]. 中国煤炭工业, 2022(06): 23-25.
- [2] 康红普, 王国法, 王双明, 刘见中, 任世华, 陈佩佩, 秦容军, 庞义辉, 曲洋. 煤炭行业高质量发展研究[J]. 中国工程科学, 2021, 23(05): 130-138.
- [3] 陈浮, 于昊辰, 卞正富, 尹登玉. 碳中和愿景下煤炭行业发展的危机与应对[J]. 煤炭学报, 2021, 46(06): 1808-1820.
- [4] 孙超, 黄文杰, 桂天柱. 美国煤炭工业发展趋势及对我国的启示[J]. 煤炭经济研究, 2021, 41(02): 51-58.
- [5] 吴楠. 中国煤炭产业发展现状分析[J]. 中外企业家, 2019(23): 64-67.
- [6] 国家统计局. 中国能源统计年鉴2020[M]. 北京: 中国统计出版社, 2021.
- [7] Jia-NingKang ,Yi-MingWei ,Lan-cuiLiu, Jin-Wei-Wang. Observing technology reserves of carbon capture and storage via patent data: Paving the way for carbon neutral[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2021(171): 1-12.
- [8] Wang Yadong, Wang Delu. Shi Xunpeng. Exploring the dilemma of overcapacity governance in China's coal industry: A tripartite evolutionary game model[J]. Resources PolicyVolume, 2021(71): 43-53.
- [9] 杭成宝. 露天煤矿智能化转型平行安全研究[J]. 工矿自动化, 2021, 47(S1): 96-100.
- [10] Watari Takuma, Nansai Keisuke, Nakajima Kenichi. Giurco Damien. Sustainable energy transitions require enhanced resource governance[J]. Journal of Cleaner ProductionVolume, 2021, (312): 65-67.
- [11] 闫泽. 浅析碳中和政策影响下发展现代煤化工的思路[J]. 当代化工研究, 2021(02): 8-9.
- [12] 陆诗建. “双碳”目标下CCUS在引领煤炭行业低碳转型过程中的作用[J]. 可持续发展经济导刊, 2021(11): 28-30.