

文章编号: 1001-3571 (2023) 06-0048-06

我国煤炭洗选加工现状与发展思考

张振红

(河南能源集团采购有限公司, 河南 郑州 450000)

摘要: 结合我国煤炭洗选加工现状, 阐述了“双碳”战略与能源消费变化背景下发展洗选加工必要性, 分析了我国煤炭洗选加工面临问题与存在不足, 提出了拓展从业范围、完善管理机制、上下游协同联动与科学工艺选择与组合等发展建议, 旨在提高煤炭洗选加工效率, 降低能耗, 促进洗选加工低碳、高效发展, 助力“双碳”战略目标顺利实现。

关键词: 煤炭洗选加工; “双碳”战略; 低碳选煤; 煤炭洁净利用

中图分类号: TD94

文献标志码: A

Current state of China's coal preparation and processing undertakings and motions for boosting future development

ZHANG Zhenhong

(Purchasing Co. Ltd., under Henan Energy Group, Zhengzhou 450000, China)

Abstract: In light of the current state of coal preparation and processing undertakings and against the backdrop of change of energy consumption in China, the author first elaborates on the necessity of developing the coal preparation and processing sector under the scenario of achieving the dual strategic goals of peaking carbon emissions and achieving carbon neutrality, and then analyzes the existing problems that are confronted with and the insufficiencies in these field. It is proposed to boost the development of the sector by taking such measures as expansion of the scope of professional knowledge of the personnel working in the sector, improvement of management mechanism, close coordination and linking between upstream and downstream process links, and application of scientifically sophisticated coal cleaning processes and equipment, so as to realize improvement of coal preparation efficiency, reduction of energy consumption, low-carbon and high-efficiency development of coal preparation sector, and the smooth achievement of the strategic dual carbon goals.

Keywords: coal preparation and processing; dual carbon strategy; low-carbon coal preparation; clean utilization of coal

煤炭长期以来满足了我国绝大部分能源需求, “双碳”背景下新能源尚不足以安全可靠替代传统资源, 煤炭仍是我国能源安全的压舱石和稳定器, 起兜底保障作用, 以煤为主的能源格局短期内不会改变^[1]。煤炭清洁高效利用是国家重大战略需求, 洗选加工是清洁高效利用的基础。通过洗选加工可

有效去除煤中灰分、硫分, 减少煤炭无效运输和燃煤污染, 提高煤炭下游产业的产品质量。党的二十大报告提出“深入推进能源革命, 加强煤炭清洁高效利用”, 实现“双碳”战略目标需立足我国基本国情、通盘谋划。“双碳”挑战大背景下, 煤炭洗选加工如何不负众望高质量发展成为能源领域高度

收稿日期: 2023-10-02 责任编辑: 李梅 DOI: 10.16447/j.cnki.cpt.2023.06.006

作者简介: 张振红(1968—), 男, 河南濮阳人, 教授级高级工程师, 工程硕士, 从事选煤规划设计、工程施工、生产技术与煤质管理以及煤炭产品应用研究、煤炭销售与采购等工作。E-mail: zhzh7766@126.com, Tel: 13937000386。

引用格式: 张振红. 我国煤炭洗选加工现状与发展思考[J]. 选煤技术, 2023, 51(6): 48-53.

ZHANG Zhenhong. Current state of China's coal preparation and processing undertakings and motions for boosting future development[J]. Coal Preparation Technology, 2023, 51(6): 48-53.

关注的重要议题。

1 煤炭洗选加工发展现状

1.1 原煤入选能力、入选量和入选率

据不完全统计，截至2021年，我国原煤入选能力已达到34亿t，其中：炼焦煤10亿t/a，动力

煤入选能力24亿t/a，入选率达到65%^[2]；2021年原煤入选能力超过千万吨特大型选煤厂84座，入选能力超过13亿t，占总入选能力近40%。进入2021年由于多种原因造成煤炭供应紧张、价格严重偏高，原煤入选率有所下降。2005—2022年我国历年原煤入选量和入选率见表1。

表1 2005—2022年原煤入选量及入选率

Table 1 The volume and rate of raw coal treated in 2005—2022

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
入选量/亿t	7.0	7.8	11.0	43.5	14.5	16.5	18.7	20.4	21.7	24.2	24.7	25.1	24.7	26.4	28.2	28.9	31.8	31.8
入选比例/%	31.9	32.9	43.5	44.8	47.1	50.9	53.0	56.0	59.0	62.5	65.9	66.2	70.2	71.8	73.2	74.1	71.7	69.7

1.2 选煤厂数量增加，单厂规模大幅提高

据不完全统计，截至2021年正在运行规模以上选煤厂2400多座。规模以上选煤厂数量比2010年增加600座，10.00 Mt/a及以上增加43座，千万吨及特大型选煤厂平均入选能力达15.00 Mt/a。新建炼焦煤和动力煤选煤厂平均入选能力分别在1.20，3.00 Mt/a以上，最大炼焦煤、动力煤选煤厂入选能力分别达到了30.00，40.00 Mt/a^[3]。

1.3 煤炭洗选技术设备水平显著提高

“十三五”期间，千万吨级湿法全重介选煤技术、大型复合干法和块煤干法分选技术、细粒级煤炭资源的高效分选技术、大型井下选煤排矸技术和新一代独创的空气重介干法选煤技术得到成功推广及应用。我国自主研发的XJM系列浮选机、喷射式浮选机和微泡浮选技术已广泛应用，设备大型化问题基本解决。干法选煤装备应用取得重大发展，居全球领先地位，复合式干法分选技术及其装备获得2018年国家科学技术进步奖二等奖。干法选煤工艺已有近2.5亿t煤炭分选能力^[4]。我国选煤领域主要技术装备均已实现国产化，主要分选设备不仅大批量向新兴煤炭生产国家出口，而且出口到了矿业技术发达的欧洲、美国、澳大利亚、南非、南美等国家，结束了高端选煤设备完全依赖进口的局面，国产品牌优势日益显现。

2 进一步加大煤炭洗选加工力度必要性

2.1 “双碳”战略目标倒逼提高原煤入选率

2020年9月22日，国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论环节宣布：“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，CO₂排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”，随后又多次强调中国“碳

达峰”和“碳中和”目标和决心。“双碳”战略是我国主动承担应对全球气候变化责任的大国担当，是加快生态文明建设和实施高质量发展的重要抓手。粗略估算2020年我国煤炭消费产生75亿t CO₂，占碳排放总量的70%以上，预计2030年碳排放将达到150亿t CO₂的峰值，2030—2060年面临平均每年减排5亿t CO₂的压力，煤炭消费面临着被减量和替代的严峻挑战^[5]。同时，随着国家大力化解落后产能和西部动力煤矿区大规模开发，我国煤炭产能集中度急剧提升，距离发达地区较远的晋陕蒙新四省区2022年煤炭产量占全国总产量的80.9%，煤炭种类也由过去的大致平均分布，变成了低阶煤独大^[4]，使保证商品煤质量、减少无效运输，低碳高效满足能源需求倒逼我国要进一步提高原煤入选率。

2.2 煤炭消费变化督促加大洗选加工力度

近年来，随着新能源快速地发展，煤电在能源结构中的总占比有所下降，但仍占主导地位，在煤炭清洁利用、能耗双控的大趋势下，燃煤发电技术经过不断革新，我国连续15年布局研发了百万千瓦级超超临界高效发电技术，供电煤耗最低达264 g/(kW·h)，处于全球先进水平。2021年10月29日国家发改委和国家能源局发改运行〔2021〕1519号文《关于开展全国煤电机组改造升级的通知》附件《全国煤电机组改造升级实施方案》要求：统筹考虑大型风电光伏基地项目外送和就近消纳调峰需要，以区域电网为基本单元，在相关地区妥善安排配套煤电调峰电源改造升级，提升煤电机组运行水平和调峰能力。新建煤电机组原则上要求采用超超临界、且供电煤耗低于270 g标准煤/(kW·h)的机组。到2025年，全国火电平均供电煤耗降至300 g标准煤/(kW·h)以下，对无法改造的供电煤耗在300 g标准煤/(kW·h)以上的机组逐步淘

汰关停。为最大限度避免因燃料品质波动造成的机组实际运行能耗增加,需要经过洗选加工供应稳定均匀高质量的发电用煤^[6]。

我国“富煤、贫油、少气”资源禀赋特点决定了对油气进口依赖性。现代煤化工架通了煤炭资源向油气燃料和基础化工品转化的桥梁,煤制甲醇、烯烃、乙二醇等工艺路线,部分碳元素进入产品可起到30%~40%的固碳作用,可以补充石油产品的不足、降低油气对外依存度,是我国优化能源结构、保障能源安全的重要途径^[7]。受能源转型、传统用煤行业用煤量减少、国家对于煤化工行业的政策导向等多方面的影响,加工化工原料煤有利于企业经营活动的正常开展,而不同煤炭企业产品质量各不相同,为满足化工原料煤质量要求需要通过洗选加工来实现。

3 煤炭洗选加工面临的问题与存在不足

3.1 煤炭行业中重视程度不高

煤炭行业中采与选是两个相对独立的系统,虽然洗选加工是企业重要的创效环节,但长期以来受资产、人员等规模影响,煤炭企业历来以矿井为核心、重点,企业高层领导中鲜见洗选加工专业人员任职,大多数选煤厂都属于矿井下级附属单位,以采矿专业为主体的企业领导因安全生产压力较大等因素影响,往往偏重产量规模而忽视质量效益,对洗选加工重要性认识不足^[8-9],对煤炭分选系统技术革新和设备更新的支持度不高、主动性不强,导致煤炭分选工程投资与从业人员待遇偏少、偏低,不利于煤炭行业高质量发展。历次大型的综合性煤炭会议与展览的会议内容涉及选煤和煤炭洁净利用的很少。

3.2 洗选加工企业发展不平衡

通过对我国各种类型选煤厂进行调研发现,不同企业发展极不平衡。主要表现在:

(1) 部分国有大型(个别民营)企业选煤厂作为行业标杆,技术力量相对雄厚,积极采用选煤新技术对设备进行必要升级换代,并竞相实施或规划实现自动化、智能化。

(2) 部分选煤厂(包括国有和民营)采用托管运营模式,因合同条款约定工艺技术和设备更新等方式提高效率后并不利于托管方的酬金计取,而业主方专业力量不足,缺乏系统规划管理,不同程度影响选煤工艺技术和设备更新。

(3) 陕西、山西、贵州等地仍有相当数量地

方民营选煤厂几乎没有专业技术人员,从来不参与专业、行业协会各种活动,不太关注选煤技术发展和设备迭代升级,仍然采用传统分选工艺和价格低廉、低效的分选设备和辅助设备,生产系统利用率不高,能耗偏高。

(4) 个别大型民营企业所属选煤厂受管理机制和人员素质影响,接受新技术和新设备积极性不高。

3.3 煤炭洗选加工与其上下游环节协同有待加强

3.3.1 矿井煤质大幅波动制约选煤厂精细化生产

一直以来因为煤业集团没有设置专门的煤质选煤管理职能部门,或者仅仅设有煤质或选煤管理部门,导致煤炭开采、加工与销售相互联动不够充分,比如煤矿井下提高或控制原煤质量措施不到位,配套选煤厂只能被动接受随地质条件大幅变化的来煤,原煤灰分波动大,可从10%到60%,甚至更高,使洗选加工生产系统很难适应和满足产品质量要求,制约选煤厂实现精细化生产,更难做到低碳选煤,选煤厂与矿井沟通效果往往有限。

3.3.2 煤炭协会(学会)各分会之间缺少协同

虽然中国煤炭加工利用协会(图1)洗选加工部有选煤、煤质煤炭检验分会和检验中心,但是基本上都是各自独立组织活动。中国煤炭学会设有选煤专业委员会,主办的全国选煤学术交流会,主要交流选煤工艺、技术、设备等相关内容,基本不涉及矿井煤质管理。煤炭开采和洗选加工协同基本空白,不利于煤炭行业低碳、绿色、高质量发展。

3.4 工艺选择倾向性影响干法选煤的推广

经过几十年发展,我国炼焦煤已实现全部入选,动力煤分选逐渐成为提高煤炭入选率的重点,湿法分选工艺得到了普遍认可,但业界对适合动力煤分选的干法选煤不甚了解或受早期干法选煤技术、设备存在问题影响存在一定误解,选择工艺时往往忽视不同选煤方法适应性与各自优势,往往抛开用户具体需求与湿法选煤对比分选精度^[7];在干选工艺推广时,个别宣传没有严格结合分选对象具体情况,片面宣传高排矸率不太合适,无论采用哪种工艺,只有煤炭本身含矸率高、分选排矸率才会高,产品灰分降低幅度也越大,煤质不同是没有可比性的。干法分选设备与浅槽重介、块煤跳汰用于分选块煤,末煤跳汰与重介质旋流器分选末煤一样,对不同煤质或粒度组成原煤所需要结构、操作参数不同认识不足^[7]。

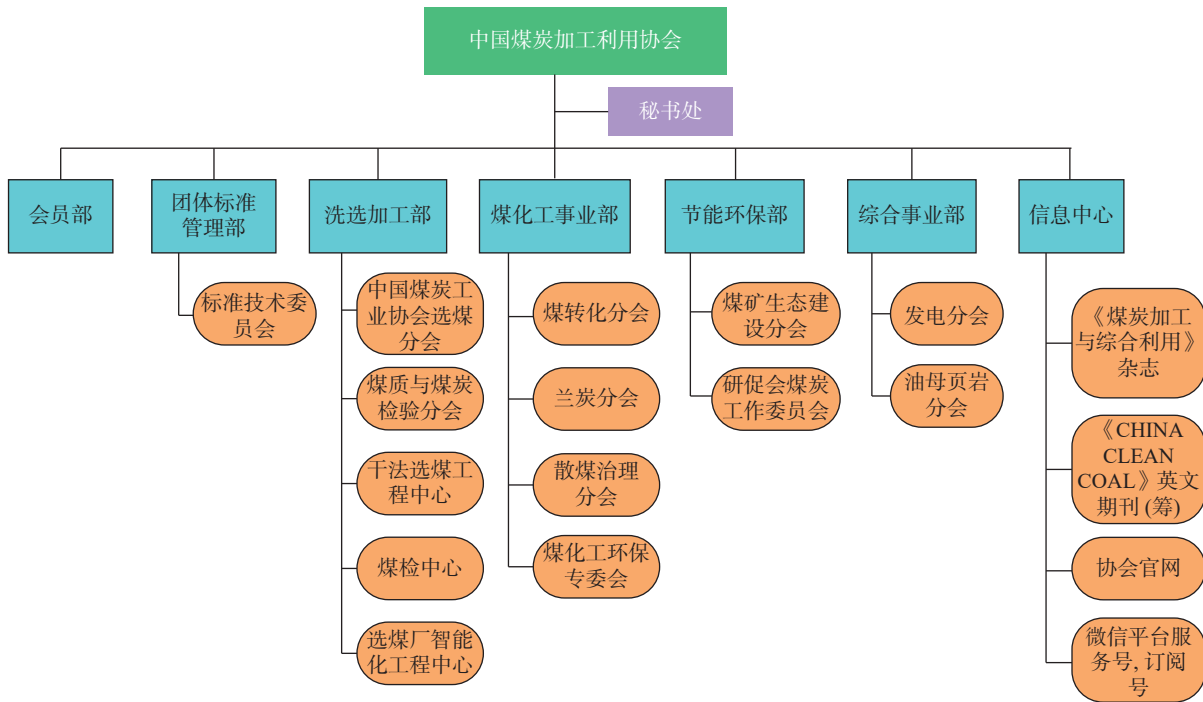


图 1 中国煤炭加工利用协会组织结构

Fig. 1 Organizational chart of China coal processing and utilization association

3.5 新技术研发方向有待进一步斟酌

煤炭是无机物和有机物混合物，组成十分复杂，不同品种、质量成分相差很大，开展的选煤分选技术研发课题比较多，比如低阶煤浮选、低质煤分选、各式煤炭脱硫技术、摩擦电选、高压脉冲选择性破碎等等^[10-12]。研发对象偏于宽泛，研究成果转化预期可能存在很大不确定性。块煤干选按个体“颗粒”检测物块区分煤与矸石，随粒度变小系统处理能力大幅降低^[9]，即使通过提高带速和增加击打频次可抑制能力下降，但设备操作机构增多、制造成本和运行故障率等相应增加，继续坚持下探分选粒度下限有待商榷。

3.6 洗选加工设备大型化可靠性程度亟待提升

随着煤炭开采技术的进步，矿井产量规模越来越大，为满足简化系统和满足生产能力要求，在保证分选效果与可靠性前提下亟待加大分选与辅助设备的大型化研发^[13]，如进一步加强旋流器内部流场研究，提高耐磨材料性能，提高分选效率以及分级破碎机、振动筛、磁选机、离心脱水设备、渣浆泵等处理能力与工作效果，加强设备可靠性等方面研究。

4 煤炭洗选加工发展思考与建议

4.1 放眼行业全局 拓展从业范围 提高所处地位

鉴于煤矿和选煤厂自动化、智能化大势所趋，

用人规模都将越来越小，今后再实行选煤厂与矿井分置管理，成立独立行政机构已不太现实。建议煤炭洗选加工从业人员拓展专业知识，发挥既有优势，积极主动增加煤矿生产经营阅历，向采选一体化过渡，拓展职业发展渠道，提高自身话语权；高校矿物加工与煤矿开采专业积极融合，取长补短，提高综合能力，培养既有煤矿安全生产知识基础又具有质量效益专业素养的复合型人才，以利于提高煤炭洗选加工地位与行业高质量发展。

4.2 竭力完善管理机制 促进行业高质量发展

煤炭洗选加工是煤炭洁净利用的源头和基础，从业人员应充分认识自身工作在低碳战略中的重要性，主动介绍让更多人了解、理解和重视洗选加工，促进煤炭企业改变生产经营观念，推动管理体制变革，竭力促成煤业集团层面成立煤质选煤中心和选煤公司^[14]，实现专业化、系统化管理，及时采用先进工艺技术、装备，提高运营效率；密切关注煤炭市场变化，实施产销联动，制定激励政策严格奖惩兑现，激发洗选加工人员积极性与主动性，促进洗选加工行业高质量发展；积极推行信息化、智能化，淘汰落后工艺与洗选设备，充分利用新能源，做到低碳、绿色、高效。

4.3 发挥企业主体和协会平台作用 促进煤炭企业产销协同运行

我国经济已由高速发展转向高质量发展，煤

炭行业应尽快由数量规模型向质量效益型转变,煤炭企业作为生产经营主体,顺应时代发展要求将质量和数量有机结合,改变以原煤产量为主要考核指标的传统做法;应完善煤质选煤管理部门统筹谋划职能,以市场为导向、以效益为目的,像抓安全一样抓洗选加工,工作面设计、洗选加工以及产品销售,均通过严格考核兑现,从源头上严把煤质关^[15],并根据具体情况适时实施原煤井下预分选或地面预排矸,确保入选原料煤质量,降低所需生产系统规模、降低综合能耗,实现低碳、绿色发展^[16]。

建议煤炭相关协会(学会)发挥平台作用^[5],全面加强专业化管理,组织联合学术与先进经验交流会,引导和推动煤炭生产、加工与销售充分协同;建议相关组织机构本着高质量、低碳发展,优化企业排序指标依据,比如增加能耗、利润等指标,改变煤炭行业以产量为王、规模取胜的传统排序习惯;并制定相关政策,对洗选加工企业实施全面引导管理,实现全面效能提升与高质量发展。

4.4 系统试验调研论证 合理工艺选择组合 实现低碳洗选加工

随着“双碳”战略实施和能源结构变化,动力、化工用煤成为提高原煤入选率的重点。结合当前选煤技术发展现状,建议在新建和技改选煤厂工艺选择前,首先要做干选和浮沉试验,建议本着“宜湿则湿、宜干则干,干湿结合,科学组合”原则决策,推进块煤干选全面替代传统人工拣矸岗位,降低劳动强度与改善工作环境;基于干选的诸多优势建议动力、化工用煤分选加工优先选用干法选煤工艺^[17];冶金用煤应对资源稀缺、原煤质量下降,建议采用干法粗选+湿法精选模式^[7],对个别极易选原煤优先论证仅通过干选满足产品要求的可行性,其他情况采用干选预排矸提高入选原料煤质量(同时可改善煤泥可浮性),以降低选煤厂设计与投资规模,降低运行成本,做到低碳高效。

4.5 加快设备智能化配套与大型化研发应用

在线检测、控制设备是智能化工作的基础,建议加快在线检测、控制仪器设备研发制造^[4];推进单系统千万吨级选煤厂设备配套研发应用,提高国产设备可靠性。大力推进选煤厂智能化建设和改造升级,实现任务决策、工艺参数和生产系统的智能管理和控制,大幅降低员工劳动强度,稳定产品质量、降低成本、提高效率。

4.6 关注行业交叉应用 精准研发对象 提高转化率

现代煤化工采用的低温甲醇洗技术是将低温甲醇作为主要溶剂介质,利用甲醇溶液对CO₂、HS₂和COS有高的溶解度,对H₂、CH₄和CO等溶解度小,利用其选择性吸收特性来脱除粗煤气中的CO₂、HS₂^[18]。建议煤炭脱硫课题研究中,充分结合煤化工或其他行业实际应用确定研究方向,或选择性利用煤炭资源有效规避研发瓶颈、降低研发成本。鉴于非稀缺煤种资源量极其丰富,建议重点对有特殊品质或特殊应用的煤炭进行有针对性研发,尽可能提高成果转化率和价值。

5 结语

我国能源禀赋特点决定煤炭作为主导能源短时间不会改变,“双碳”战略决定我国煤炭行业高质量发展与煤炭清洁利用势在必行,洗选加工作为煤炭洁净利用源头和基础的重要性更加凸显。通过完善管理机制,提高行业地位,推进大型化、智能化发展,本着“宜干则干、宜湿则湿;干湿结合、取长补短”原则合理工艺选择与组合,精准研发目标等措施,来积极应对洗选加工面临问题与存在不足,促进行业良性发展,提高原煤入选比例,为现代煤化工、煤电提供高品质原料和燃料,提高能效,助力“双碳”战略目标顺利实现。

参考文献:

- [1] 张绍强. 统筹推进煤炭行业节能减碳 积极应对碳达峰、碳中和挑战[J]. 煤炭加工与综合利用, 2021(5): 1-6.
- [2] 程宏志. 碳达峰碳中和战略目标下选煤技术发展的思考[J]. 选煤技术, 2022, 50(5): 1-6.
- [3] 程子墨. 新形势下我国煤炭洗选加工现状及展望[J]. 煤炭加工与综合利用, 2022, 50(1): 20-26.
- [4] 杨俊利, 杨茂青. 我国选煤70年的回顾与展望[J]. 选煤技术, 2019(4): 1-7, 12.
- [5] 程子墨, 马剑. “双碳”背景下选煤高质量发展研究[J]. 中国煤炭, 2022, 48(7): 10-16.
- [6] 张振红. 煤炭洗选加工助力“双碳”目标的策略与方案探讨[J]. 选煤技术, 2022, 50(4): 1-5.
- [7] 张振红. “双碳”背景下我国推广干法选煤必要性及其应用策略研究[J]. 中国煤炭, 2023, 49(9): 23-27.
- [8] 陈强. 论我国选煤技术发展现状及对煤炭清洁利用的影响[J]. 工程建设, 2022, 5(8): 191-193.
- [9] 张振红. 我国干法选煤技术发展现状及应用前景[J]. 选煤技术, 2019(1): 43-47, 52.
- [10] 郝巧霞. 低阶煤浮选技术研究现状[J]. 选煤技术, 2023,

- 51(3): 16 – 23.
- [11] 吴迪, 姚雷, 陈新波, 等. 我国煤炭脱硫技术研究进展[J]. 选煤技术, 2023, 51(3): 9 – 15.
- [12] 桂夏辉, 邢耀文, 曹亦俊, 等. 低品质煤泥浮选过程强化研究进展及其思考[J]. 煤炭学报, 2021, 46(9): 2715 – 2732.
- [13] 刘学雷. 我国选煤技术发展现状及趋势分析[J]. 选煤技术, 2018(6): 12 – 15.
- [14] 朱源, 穆国君. 矿井煤质管理与煤炭洗选加工协作探讨[J]. 选煤技术, 2022, 50(2): 54 – 58.
- [15] 张吉雄, 屠世浩, 曹亦俊, 等. 煤矿井下煤矸智能分选与充填技术及工程应用[J]. 中国矿业大学学报, 2021, 50(3): 417 – 430.
- [16] 赵树彦, 任利勤. 选煤厂能耗标准与节能降耗技术研究[J]. 中国煤炭, 2022, 48(6): 44 – 49.
- [17] 夏云凯, 刘建荣, 王寅林, 等. “双碳”目标下促进干法选煤技术应用研究[J]. 中国煤炭, 2022, 48(7): 22 – 26.
- [18] 张晓恩. 低温甲醇洗技术及其在煤化工中的应用[J]. 化工管理, 2021(11): 69 – 71.