

神东矿区煤泥水超高压压滤试验

刘国杰

(国能神东煤炭洗选中心,陕西 榆林 719315)

摘要:针对煤泥水中细颗粒含量高、脱水后煤泥产品水分高、难以销售的问题,神东矿区采用超高压压滤机开展了煤泥水超高压压滤试验。以神东矿区石圪台、布尔台、乌兰木伦、大柳塔4座选煤厂的浓缩机底流为研究对象,开展煤泥水超高压压滤脱水工业试验,并与选煤厂原有板框压滤机脱水效果进行比较。结果表明,4座选煤厂煤泥水经过超高压压滤脱水后,与系统原有的板框压滤机脱水效果相比,水分分别降低了3.30、6.05、7.95和6.69个百分点,煤泥产品的发热量分别增加了569、1 306、1 411和1 470 kJ/kg。煤泥水经过超高压压滤处理后水明显降低,煤泥产品可均匀掺入最终产品煤销售,提高了经济效益。

关键词:超高压压滤;煤泥水;水分;发热量

中图分类号:TD94

文献标志码:A

文章编号:1006-6772(2023)S1-0015-05

Ultrahigh pressure filtration of slime water in Shendong mining area

LIU Guojie

(CHN Energy Shendong Coal Preparation Center, Yulin 719315, China)

Abstract: The dehydration slime products usually have high water content and are difficult to sell due to the high content of fine particles in coal slime water. Industrial filtration experiments with ultrahigh pressure filter were studied for slime water with high fine particle content from the thickener underflow in Shigetai, Buertai, Wulanmulun, and Daliuta coal preparation plants in Shendong mining area. The filtration effect of ultrahigh pressure filter was compared with the effect of conventional plate and frame filter. The results show that the slime moisture content values for the four coal preparation plants are 3.30, 6.05, 7.95 and 6.69 percentage points lower than that of the plate and frame filter after dewatering by ultrahigh pressure filter, respectively, and the calorific values of slime products are 569, 1 306, 1 411 and 1 470 kJ/kg higher than that of the plate and frame filter. The moisture content in the slime products is obviously reduced with the ultrahigh pressure filter. The slime products can be evenly mixed with the final product coal for sale after broken, thus improving the economic benefits.

Key words: ultrahigh pressure filtration; slime water; moisture content; calorific value

0 引言

煤泥水处理是选煤厂的重要生产环节,煤泥回收再利用不仅能提高选煤厂经济效益,还能降低对生态系统的破坏,对整个选煤厂生产效率和闭水循环有重大影响。随着选煤机械化程度的提高,选煤过程中细粒煤含量急剧增加,且细粒煤水分偏高,为生产和使用带来困难^[1-3],针对细粒煤的脱水设备应运而生。常用的细粒煤脱水技术有离心脱水技术、过滤脱水技术、干燥技术及助滤剂辅助脱水技术等。选煤厂细颗粒物料脱水较困难,采用的脱水机

械主要有沉降式离心脱水机、真空过滤机、压滤机等^[4-7]。

赵晨钧^[8]基于选煤工艺分析了压滤系统的实际脱水工艺和现有技术应用中存在的问题,提出脱水工艺优化改进方案,并通过脱水工艺优化改造试验,验证了采用优化工艺可有效降低煤中含水量,提高产品质量,满足实际产品质量需求,提高了企业生产效率。DING等^[9]在中试板框式压滤机中,研究了木屑与阳离子聚丙烯酰胺(CPAM)和聚合氯化铝(PACl)复合处理污泥的脱水效果。结果表明,化学混凝对污泥的含水率(MC)和过滤比阻力(SRF)有

收稿日期:2022-12-10;责任编辑:白娅娜 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.22130033

作者简介:刘国杰(1971—),男,河南长垣人,经济师。E-mail:10026736@chnenergy.com.cn

引用格式:刘国杰.神东矿区煤泥水超高压压滤试验[J].洁净煤技术,2023,29(S1):15-19.

LIU Guojie. Ultrahigh pressure filtration of slime water in Shendong mining area[J]. Clean Coal Technology, 2023, 29(S1): 15-19.

显著影响。刘俊芳^[10]针对马兰选煤厂浮选精煤脱水能力不足、导致精煤水分高、影响产品质量等问题,引进了一种空气穿流式快开压滤机,并在马兰选煤厂进行了单机运行试验。结果表明:空气穿流式快开压滤机可有效降低产品水分,脱除产品高灰细泥。章盛辉^[11]根据福建某高岭土公司对于清洁生产的需求,采用 XZGF100/1000-UK 型超高压压滤机对高岭土矿浆进行深度脱水,并开展了生产条件试验。结果表明:在进浆压力 1.5 MPa、进浆时间 45 min、二次压榨压力 4 MPa、压榨时间 25 min 条件下,325 网目(44 μm)滤饼水分在 22% 以下,超细滤饼水分在 24% 以下,试验效果良好。传统压滤机使用滤布,进泥口易堵塞,污泥不易清理和排出,滤布使用量大难清理,脱水效果不理想^[12-14]。

王怀^[15]针对中马村选煤厂煤泥产率大、生产成本低、压滤设备老化等问题,引进了 STC2000 超高压压滤机用于煤泥压榨。结果表明,STC2000 用于无烟煤煤泥压榨,压榨压力达 10 MPa,煤泥水分可降至 13% 左右,脱水效果较好,煤泥发热量提高 2.72 MJ/kg。RAO 等^[16]设计了超高压薄饼压脱水装置,采用少量或不添加阳离子聚丙烯酰胺的工艺,结果表明:脱水时间为 60 或 90 min,压缩压力为 12 MPa 时,城市污泥水分达 45% 或 39.47%,饼层厚度分别为 3.2 和 3.1 mm。ALLES 等^[17]研究了压力变化对过滤特性的影响,将可压缩结构的沉降、过滤和固结的统一模型转化为计算机代码,模拟各种分离过程。可压缩材料在实验室过滤池中进行过滤,压力超过 100 kPa。此外,超高压压滤技术还用于处理城市污泥^[18-19]。

煤炭分选加工过程中会产生大量煤泥水,煤泥水中细泥含量较高时,煤泥水沉降和脱水过程较困难,同时脱水后煤泥产品水分含量较高难以销售,降

低了选煤厂经济效益,污染环境^[20]。因此,针对神东矿区 4 座选煤厂的浓缩机底流,采用超高压压滤机进行压滤脱水试验,考察滤饼水分、灰分、发热量等指标变化,对比超高压压滤机和常规板框压滤机的脱水效果。

1 超高压压滤机

1.1 超高压压滤机组成

超高压压滤机主要由机架、滤框、滤板、滤布、液压闭合系统、液压弹性挤压系统、自动拉板装置、自动接液翻板装置、自动卸料清洗系统、中心吹泥系统和智能控制系统组成。

机架由止推座、油缸座、两侧梁板和油缸组件组成。在止推座挡板与油缸组件压紧板间依次排列头板、料模滤板、水模滤板和尾板。所有滤板均借助两侧手柄装配在侧梁板上,并可沿着侧梁板上导轨作水平方向移动。

1.2 超高压压滤机压滤过程

滤板 4 块一组,实现快速卸料。两侧梁板上配装滤板移动装置,能自动完成拉板和脱料卸渣工作。超高压压滤机循环周期:合模—入料—保压—压榨—回水—开模—卸料。油缸活塞杆前端与可动压紧板螺栓连接,油缸在液压系统驱动下推动压紧板将所有滤板压紧在机架中,达到液压系统工作压力后,自动保压,即可进料压滤。进料结束后,向水模滤板通入高压压榨水压榨滤饼,降低滤饼含水率。

1.3 超高压压滤工艺系统流程

煤泥超高压压滤工艺系统流程如图 1 所示。入料桶中浓缩池底流煤泥水经超高压压滤机入料泵输送,进入超高压压滤系统进行煤泥深度脱水,进料结束后,启动压榨泵,在 7~10 MPa 压榨压力作用下,深度脱水后的煤泥经胶带机转载进入产品仓。

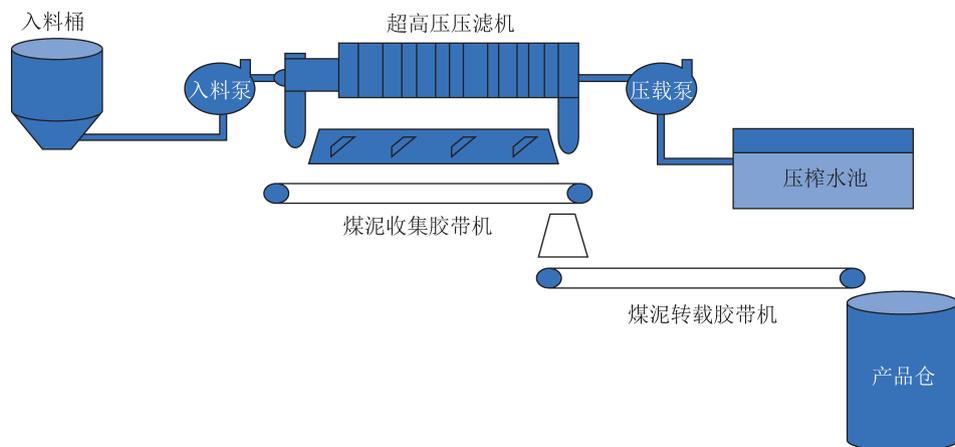


图 1 煤泥超高压压滤工艺系统流程

1.4 超高压压滤机与板框压滤机主要技术参数对比

超高压压滤机与板框压滤机主要技术参数对比见表 1。超高压压滤机的进料压力为 1.00~1.35 MPa,板框压滤机的进料压力为 0.7 MPa,超高压压滤机的进料压力略高,压榨压力更高,超高压压滤机采用二次压榨,一次压榨压力 1.2~2.0 MPa,二次压榨压力最高可达 10 MPa,通过二次高压水压榨将滤饼压干。

表 1 超高压压滤机与板框压滤机参数对比

项目	超高压压滤机	板框压滤机
进料压力/MPa	1.00~1.35	0.70
压榨压力/MPa	4~10	1.5
功率/kW	51.8	33.0
单板处理量 (2 m×2 m)/t	0.25	0.15
设备尺寸(长×宽×高)/ (mm×mm×mm)	13 950×2 480×4 660	11 345×3 050×2 720
滤饼水分/%	24 左右	30 左右
入料泵形式	活塞泵	离心泵
压榨泵形式	活塞泵	螺杆泵

2 试验方法

2.1 煤泥超高压压滤机脱水试验

以超高压压滤机为脱水设备,对 4 个选煤厂浓缩机底流进行现场脱水试验,测量超高压压滤机脱水后滤饼水分、灰分和发热量。试验 3 次,取平均值作为最终结果,与相同入料性质、相同时段下板框压滤机脱水后滤饼的水分、灰分和发热量进行对比分析。

2.2 煤泥水粒度组成分析

试验以神东矿区石圪台、布尔台、乌兰木伦和大柳塔选煤厂的浓缩机底流煤泥水为研究对象,4 个选煤厂的煤泥水粒度组成结果见表 2。

4 个选煤厂的煤泥水中,<0.045 mm 细粒级含量均高于 60%,其中石圪台选煤厂煤泥中<0.045 mm 细粒级含量最高,达 69.67%;布尔台选煤厂煤泥中<0.045 mm 细粒级含量相对较少,为 61.66%。煤泥中微细粒含量占比较高时,易导致煤泥脱水困难,脱水后的滤饼水分较高,增加脱水时间。

表 2 选煤厂煤泥粒度组成

粒级/mm	产率/%			
	石圪台	乌兰木伦	布尔台	大柳塔
≥0.5	1.38	1.50	2.77	3.47
<0.50~0.25	2.98	9.05	5.87	5.39
<0.250~0.125	7.25	7.25	7.64	5.92
<0.125~0.075	10.23	12.76	13.79	12.78
<0.075~0.045	8.48	7.20	8.27	7.92
<0.045	69.67	62.24	61.66	64.51
合计	100	100	100	100
底流质量浓度/(g·L ⁻¹)	464.8	367.9	560.2	546.4

3 试验结果与分析

3.1 石圪台选煤厂煤泥水压滤结果

石圪台选煤厂浓缩池底流煤泥水质量浓度为 464.8 g/L。煤泥水经超高压压滤机和板框压滤机脱水后,产品的水分、灰分和发热量对比结果如图 2 所示。可知石圪台选煤厂煤泥经原有板框压滤机处理后,滤饼水分为 27.4%,灰分为 38.31%,发热量为 11.69 MJ/kg。经过超高压压滤后,煤泥滤饼灰分未发生明显变化,但滤饼水分降至 24.1%,比原有板框压滤机低 3.3 个百分点左右,煤泥产品发热量也由 11.69 MJ/kg 提高至 12.26 MJ/kg,发热量提高 0.57 MJ/kg。

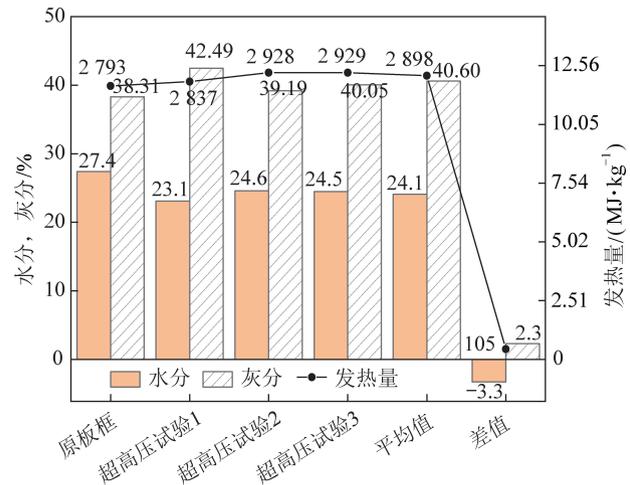


图 2 石圪台选煤厂煤泥水超高压压滤试验结果

3.2 乌兰木伦选煤厂煤泥水处理结果

乌兰木伦选煤厂浓缩池底流煤泥水质量浓度为 367.9 g/L。煤泥水经超高压压滤机和板框压滤机脱水后,产品的水分、灰分和发热量对比结果如图 3 所示。可知乌兰木伦选煤厂煤泥经原有的板框压滤机处理后,滤饼的水分为 33.5%,灰分为 26.96%,发热量为 13.64 MJ/kg。经过超高压压滤后,煤泥滤饼的水分可降至 27.5%,比原有的板框压滤机低 6.05 个百分点左右,煤泥产品发热量也提高至 15.19 MJ/kg,发热量提高 1.30 MJ/kg。对于乌兰木伦选煤厂煤泥脱水,超高压压滤机比原有板框压滤机,可明显降低滤饼水分,提高发热量。

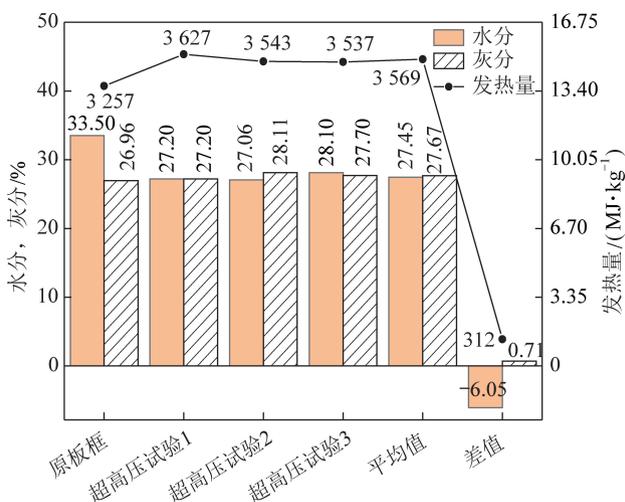


图 3 乌兰木伦选煤厂煤泥水超高压压滤试验结果

3.3 布尔台选煤厂煤泥水处理结果

布尔台选煤厂浓缩池底流煤泥水质量浓度为 560.2 g/L。煤泥水经超高压压滤机和板框压滤机脱水后,产品的水分、灰分和发热量对比结果如图 4 所示。可知布尔台选煤厂煤泥经原有板框压滤机处理后,滤饼水分为 30.85%,灰分为 38.52%,发热量为 11.73 MJ/kg。经过超高压压滤后,煤泥滤饼水分可降至 22.90%,比原有板框压滤机降低 7.95 个百分点左右,煤泥产品发热量也提高至 15.49 MJ/kg,发热量提高 3.76 MJ/kg。超高压压滤机比原有板框压滤机脱水效果明显提高。

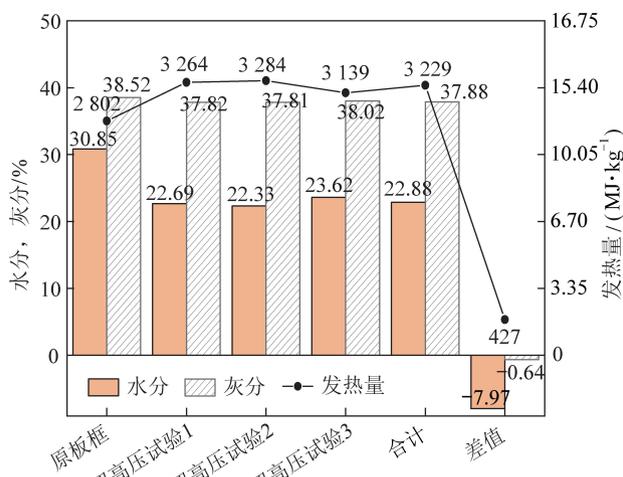


图 4 布尔台选煤厂煤泥水超高压压滤试验结果

分可降至 23.5%,比原有板框压滤机降低 6.69 个百分点左右,煤泥产品发热量也提高至 15.49 MJ/kg,发热量提高 1.47 MJ/kg,脱水效果明显提高。

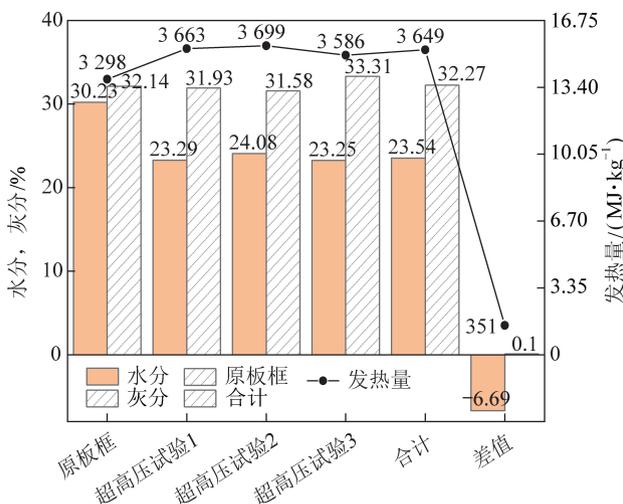


图 5 大柳塔选煤厂煤泥水超高压压滤试验结果

3.4 大柳塔选煤厂煤泥水处理结果

大柳塔选煤厂浓缩池底流煤泥水质量浓度为 546.4 g/L。煤泥水经超高压压滤机和板框压滤机脱水后,产品的水分、灰分和发热量对比结果如图 5 所示。可知大柳塔选煤厂煤泥经原有板框压滤机处理后,滤饼水分为 30.23%,灰分为 32.14%,发热量为 13.81 MJ/kg。经过超高压压滤后,煤泥滤饼的水

3.5 综合对比分析

4 个选煤厂的浓缩池底流煤泥水分别采用超高压压滤机和板框压滤机脱水后产品水分和发热量差值结果如图 6 所示。可知与选煤厂原有板框压滤机脱水效果相比,4 个选煤厂的浓缩池底流煤泥水采用超高压压滤机脱水后产品水分都有一定程度降低,发热量提高,其中布尔台选煤厂效果最明显,超高压压滤机脱水后产品水分比板框压滤机脱水后产品降低 8 个百分点,发热量提高了 1.80 MJ/kg,其次是大柳塔选煤厂和乌兰木伦选煤厂,产品水分降低了 6 个百分点左右,发热量分别提高了 1.47 和 1.31 MJ/kg,石圪台选煤厂煤泥水分降低和发热量增幅最小,这可能是由于石圪台选煤厂煤泥细粒级含量最大且煤泥灰分最高,达到 40.58%,高灰细粒占比较大对压滤效果有一定影响,所以增幅相

对较小。

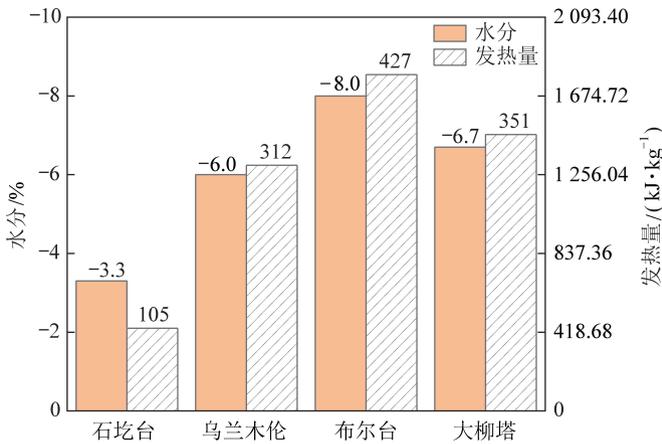


图 6 4 个选煤厂煤泥脱水后产品水分和发热量变化

4 结 论

1) 提高产品质量效益。超高压压滤机对神东矿区煤泥脱水效果均有提升, 细煤泥脱水后掺入混煤中运输, 提升商品煤发热量。按照平均降水 6.4 个百分点, 提高发热量 1.39 MJ/kg, 每提升 4.186 8 kJ/kg 发热量产生效益 0.1 元/t 计算, 以布尔台选煤厂 2021 年生产为例, 每年产生经济效益约 5 000 万元。

2) 降低吨煤耗水量。生产系统补水主要消耗为产品煤的水分带走, 煤泥经超高压压滤机深度脱水后, 产品呈干散状, 滤液水在系统中循环使用, 以布尔台选煤厂 2021 年生产为例, 吨煤耗水进一步降低。

3) 提高一体化运营效率。煤泥水分过大, 在装车、到港卸车过程中, 易造成溜槽、漏斗堵料现象, 特别是严寒冬季, 严重时会出现大面积冻车, 影响车辆周转和铁路运输。降低商品煤水分可减少以上情况, 保证一体化运营效率。

4) 助力清洁环保发展。降低商品煤水分可减少水分超标的煤质纠纷, 是推动化石能源清洁化和清洁能源规模化的有效举措。

参考文献:

[1] 董宪姝. 煤泥水处理技术研究现状及发展趋势[J]. 选煤技术, 2018(3): 1-8.
 [2] 李树林. 选煤厂煤泥水处理系统工艺研究[J]. 机电信息, 2013(15): 118-119.

[3] 王海娟, 程敢. 常见煤泥脱水技术研究进展[J]. 选煤技术, 2020(5): 1-7.
 [4] 曾红久. 神东细煤泥脱水处理设备应用现状分析[J]. 煤炭加工与综合利用, 2022(9): 21-25.
 [5] 吕玉庭, 赵丽颖, 时起磊. 磁场对煤泥水絮凝沉降效果的影响[J]. 黑龙江科技学院学报, 2013, 23(5): 424-426, 48.
 [6] 张贤贤. 沉降过滤式离心脱水机在煤泥水二段浓缩二段回收流程中的应用[J]. 煤炭加工与综合利用, 2012(5): 12-15, 65.
 [7] 马平. 板框式压滤机在煤矿井下水仓煤泥水处理中的应用[J]. 选煤技术, 2021(6): 75-78.
 [8] 赵晨钧. 选煤压滤机脱水技术应用与优化[J]. 机械研究与应用, 2022, 35(3): 197-199.
 [9] DING A, QU F, LIANG H, et al. Effect of adding wood chips on sewage sludge dewatering in a pilot-scale plate-and-frame filter press process [J]. Rsc Advances, 2014, 4(47): 24762-24768.
 [10] 刘俊芳. 空气穿流式快开压滤机在乌兰矿选煤厂的应用[J]. 煤炭加工与综合利用, 2020(12): 24-27.
 [11] 章盛辉. 超高压压滤机用于高岭土矿浆压滤脱水的研究[J]. 非金属矿, 2020, 43(3): 77-79.
 [12] 巩冠群, 张英杰, 谢广元. 细精煤压滤脱水压密过程模型研究[J]. 中国矿业大学学报, 2013, 42(6): 961-964.
 [13] 黄文辉, 武彦, 刘利波, 等. 选煤厂煤泥压滤脱水研究[J]. 中国煤炭, 2020, 46(2): 77-80.
 [14] 张英杰, 巩冠群. 细精煤压滤脱水影响因素研究[J]. 中国煤炭, 2013, 39(2): 74-76, 126.
 [15] 王怀. STC2000 超高压压滤机在煤泥水处理中的应用研究[J]. 能源与环保, 2022, 44(7): 174-177.
 [16] RAO B, ZHU Y, YU M, et al. High-dry dewatering of sludge based on different pretreatment conditions[J]. Process Safety and Environmental Protection, 2019, 122: 288-297.
 [17] ALLES C M, ANLAUF H, STAHL W. Compressible cake filtration under variable pressure [C]//Proceedings of the 11th Annual National Technical Conference of the American-Filtration-and-Separations-Society on Advancing Filtration Solutions. Louis: [s.n.], 1998.
 [18] LIANG J, GU H, ZHANG S, et al. Novel insight into sludge dewaterability mechanism using polymeric aluminium ferric chloride and anaerobic mesophilic digestion treatment under ultrahigh pressure condition [J]. Separation and Purification Technology, 2020, 234: 1-11.
 [19] RAO B, SU X, LU X, et al. Ultrahigh pressure filtration dewatering of municipal sludge based on microwave pretreatment [J]. Journal of Environmental Management, 2019, 247: 588-595.
 [20] 马涛, 杨东红. 亭南选煤厂新型煤泥超高压压滤机的应用[J]. 煤炭加工与综合利用, 2022(8): 35-38.