

选煤厂煤泥水加药智能化控制系统研究

陶亚东,潘月军

(国家能源集团 神东洗选中心,陕西 榆林 719315)

摘要:为进一步提升选煤厂煤泥水处理智能化管理水平,神东洗选中心将在线传感器和喷灌式加药设备智能化控制系统相融合,结合选煤厂煤泥水工艺流程特征,以煤泥水絮凝沉降试验为依据,将浓缩机入料浓度作为加药量相关条件因素,沉积界面厚度参数作为反馈信息,控制箱程序计算分析,调整电动阀门调节控制发出加药量信息,实现煤泥水加药系统智能化控制。通过多点喷灌加药方式,使药剂与煤泥水充分混合,通过煤泥水的沉降状态判断煤泥水在浓缩池中的各层沉降状态,分析智能加药系统智能化调节与现场煤泥沉降状态的匹配度,人工对内置专家系统进行修订,保证智能加药系统不断优化升级。通过一系列智能化手段,解决煤泥水工艺流程数字化管理不足的问题,建成了现代化选煤厂煤泥水加药智能化控制系统的总体构架、在线监测仪器、加药控制策略、控制装置。以上成果在神东洗选中心上湾选煤厂投入使用,根据现场实践,每提高100 t煤泥水处理量可将入选量提高100 t,同比可增加230 t原煤处理量,提高生产效率10%。

关键词:煤泥水;智能化控制;反馈调节;选煤厂;加药系统

中图分类号:TD94

文献标志码:A

文章编号:1006-6772(2019)05-0151-05

Study on the intelligent control system of slime water dosing in coal preparation plant

TAO Yadong, PAN Yuejun

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

Abstract: In order to further enhance the intelligent management level of slime water treatment in coal preparation plant, Shendong washing center integrated the online sensor with intelligent control system of sprinkler type dosing equipment. Combining with the feature of slime water of coal preparation plant technological process, based on slurry flocculation sedimentation test, the feeding concentration of concentrator was regarded as the relevant condition factor of dosage, and the sedimentary thickness parameter was regarded as feedback information interface, the control box program calculation analysis was carried out, and the dosage information was sent out by adjusting the adjusting control of electric valve, so as to realize the intelligent control of coal slime water dosing system. Through multipoint sprinkler irrigation dosing, the reagent was mixed with the slime water. Through the settlement of slime water state, the state of slime water layers in the concentrated tank settlement was judged. The matching degree of intelligent dosing system intelligent control and the slime settlement was analyzed. The built-in expert system was revised manually to ensure the continuous optimization and upgrading of the intelligent dosing system. Through a series of intelligent means to solve the problem of lack of slime water process digital management, the overall framework, on-line monitoring instrument, dosing control strategy, control devices of the intelligent control system of slime water dosing in modern coal preparation plant were built. The intelligent control system of slime water and charge has been applied to Shangwan coal preparation plant of Shendong Coal Preparation Center. With the increase of 100 t slurry water treatment capacity, the feed capacity can be increased by 100 t, the 230 t raw coal treatment capacity can be increased year-on-year, and the production efficiency can be increased by 10%.

Key words: slime water; intelligent control; feedback regulation; coal preparation plant; drug feeding system

0 引言

21世纪以来,随着信息技术、互联网技术的飞

速发展,推动整个制造业从生产、物流、销售等全企业价值链的各环节向数字化、智能化方向发展^[1]。

工业4.0是由德国发起推动的战略性项目,是继机

收稿日期:2019-07-30;责任编辑:白娅娜 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.19073003

基金项目:国家能源集团科研项目(201692548908);神东煤炭集团科研项目(201791548008)

作者简介:陶亚东(1970—),男,内蒙古赤峰人,教授级高级工程师,硕士,从事选煤厂管理工作。E-mail:10026732@chnenergy.com.cn

引用格式:陶亚东,潘月军.选煤厂煤泥水加药智能化控制系统研究[J].洁净煤技术,2019,25(4):151-155.

TAO Yadong, PAN Yuejun. Study on the intelligent control system of slime water dosing in coal preparation plant[J]. Clean Coal Technology, 2019, 25(4): 151-155.



移动阅读

械设备使用、电力驱动大规模生产和制造自动化之后,以智能制造为主导的“第四次工业革命”。《中国制造2025》中提出,传统行业要提高创新设计能力,开展创新设计示范,全面推广应用以绿色、智能、协同为特征的先进设计技术,开发一批具有自主知识产权的关键设计工具软件,建设完善创新设计生态系统。智能化选煤厂也是在此大背景下提出并逐步发展。所谓智能化选煤厂就是在充分利用现有网络信息技术的基础上,对选煤厂生产全过程进行智能化管理,将办公、管理及生产自动化纳入统一平台,相互嵌入,相得益彰,达到加强及规范企业管理、减少工作失误、堵塞各种漏洞、提高工作效率、进行安全生产、提供决策参考、加强外界联系、拓宽市场的目的^[2]。智能化选煤厂具有生产决策科学化,资源配置更优化,部门协作实时化,制造响应敏捷化,车间生产透明化等优势^[3]。

神东洗选中心是国家能源集团神东煤炭集团的主要生产辅助单位,下辖11座选煤厂。主要工艺为块煤重介质浅槽分选+末煤重介旋流器分选。主要生产工艺设备3716台(套),总共有30条生产线、141种生产方式、404种产品结构。其中上湾选煤厂是一座特大型现代化矿井型选煤厂,位于内蒙古伊旗乌兰木伦镇,处理神东煤炭集团上湾煤矿原煤。原煤煤种牌号为长焰煤、不黏煤。该厂选煤工艺原设计采用>13 mm重介浅槽、<13 mm末煤不入选、粗煤泥离心机回收、细煤泥加压过滤机回收联合分选工艺。虽然选煤厂智能化建设经过数次技改升级已经初具模型,但智能化加药方面仍存在系统自动化程度偏低、药剂消耗偏高、现场工人劳动强度大、智能化水平偏低等问题^[4-5]。

随着矿井开采自动化程度和煤质变化,煤泥水难处理和循环水净化难度增加,进而影响选煤厂正常生产^[6-7]。煤泥水的处理效果直接影响选煤厂能否实现洗水闭路循环,保证良好的分选效果,煤泥水处理已成为选煤厂亟待解决的问题^[8-9]。为进一步提升选煤厂煤泥水处理智能化控制水平,匹配智能化选煤厂建设的快速发展趋势,促进行业高质量发展,神东洗选中心进行了大量初期探索。本文以神东洗选中心11座选煤厂的煤泥水处理工艺为研究对象,分析目前选煤厂加药方式、加药量、浓缩池及煤泥处理设备运行情况、煤泥沉降效果、沉降反馈加药等,全面规划选煤厂煤泥水加药系统智能化处理工艺。通过技术改造和软硬件升级等实现在线传感器和喷灌式加药设备智能化控制系统相结合,提高加药系统设备智能化程度,实现选煤厂煤泥水处理

系统高效、稳定运行。

1 存在问题

1.1 煤质变化无法智能化调整

国内应用于选煤行业的自动加药系统成套设备可实现人工设置参数,制备指定浓度溶液并可调节泵送药剂量。但药剂添加比例、给料量等重要参数不能随煤质变化进行智能化调整,只能人工计算。

国外选煤行业自动加药系统中最具代表性的是申克澳大利亚公司的絮凝剂自动添加系统。国外大多数选煤厂自动化整体水平和管理水平均较高,原煤入选量严格控制,各工艺环节运作平稳,基本不存在跑冒滴漏现象,煤泥水系状况好、变化小,煤泥水浓度比较稳定,因此实现加药系统的自动控制相对容易。而我国煤泥水系统状况复杂,原煤中末原煤含量波动大,入选率波动大,工艺设备参数不稳定,造成煤泥水系统运行效果差,尤其是煤泥水沉降环节。大多数选煤厂煤泥水处理生产工艺中多添加高分子絮凝剂加速煤泥水中煤泥颗粒的沉降^[9-11]。

当矿井煤质变化后,煤泥水浓度或粒度、黏度等发生改变,药剂无法及时调整,导致循环水水质变差。而人工调整相对滞后,极易因调整过度引发次生问题。加药系统的制药量及制药浓度无法实现自动调节,导致煤泥水处理与生产需求不协调,制约选煤厂生产运行,增加生产成本。

1.2 有效反馈调节机制匮乏

目前的加药反馈调节是人工现场巡视发现异常后对加药系统进行反馈调节,反馈滞后且准确性低。选煤厂生产过程中尚未形成根据煤泥水沉降情况对加药环节进行反馈调整的有效方式,药剂投加后仅根据浓缩池溢流澄清度作为反馈调节手段,信息反馈单一且可靠性较低。药剂投加量大时,澄清层水质较好,但水层较薄,沉降层沉降速度慢、结构松散等情况无法有效监测,造成药剂浪费。

1.3 药剂投加方式单一

目前选煤厂通过加药泵实现阴阳离子药剂简单、定式投加到煤泥水管道。多点加药也只是机械性地增加了药剂投加点,未充分考虑药剂与煤泥水的混合程度以及药剂投加后的实际效果。现场沉降试验药剂浓度、添加比例与实际情况存在重大偏离。絮凝剂、凝聚剂等加药管道均简单连接到煤泥水管道加药,未充分考虑药剂与煤泥水的混合程度。

1.4 制药效果检验手段不合理

目前多数选煤厂的制药环节已逐步实现现代化,自动化制药程度较高,但药剂实际溶解效果与试

验效果存在较大差距,实验室药剂溶解效果远好于实际生产,且实际生产中未考虑制药水温度、酸碱度、加药搅拌方式及搅拌时间等因素影响,导致实际生产中药剂消耗量增大,增加生产成本。

2 智能化加药控制系统设计

2.1 智能化加药系统设计

根据上述问题,依据控制系统基本原理,设计智能化加药系统^[8],如图1所示。

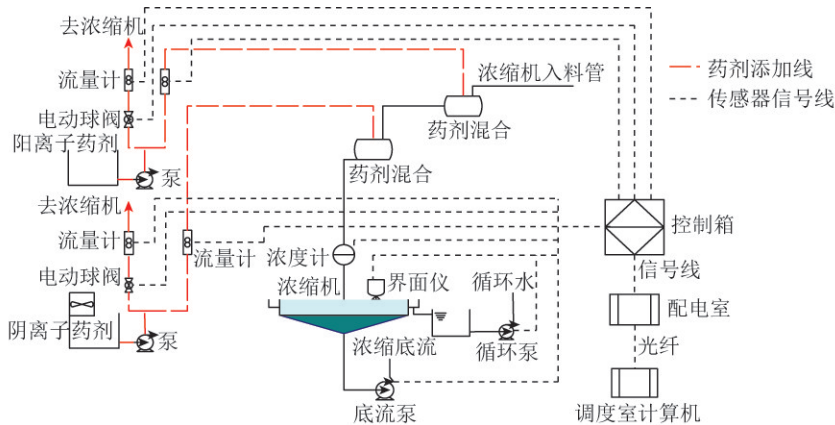


图1 智能化加药系统控制原理

Fig.1 Control theory of the intelligent dosing system

该系统各环节功能如下:

1) 主要检测仪器安装位置及作用。浓度计和流量计都安装在浓缩池入料管道上,检测入料浓度和流量,浊度计安装在澄清区下部,检测澄清区浊度,粒度检测仪安装在过渡区内,其返回型号均由4~20 mA 电流信号给入 PLC 的模拟量输入模块。

2) 智能加药系统 PLC 的处理器器的作用。PLC 模块根据浓度和流量信号,计算出干煤泥量,套用以往生产经验建立的数学模型,计算出阴阳离子加药量;PLC 处理器模块根据浊度信号考虑是否需要调整药剂用量;PLC 处理器模块根据絮团粒度检测仪的返回信号用于控制 2 种药剂的添加量。通过内置专家系统,进行逻辑推演,最后得到准确的适合当前煤泥水状况的阴阳离子药剂用量,并将用量转化为电信号输出到执行机构。

3) 智能化执行与反馈机制。由输出模块指导阴阳离子变频器的频率变化,进而改变阴阳离子计量泵的给料量,完成药剂添加量随入料性质变化而变化。药剂配比或添加量变化后,煤泥沉降情况、澄清水面厚度、絮团粒度等变化微弱。探测仪器持续对变化后数据进行采集回传,PLC 依据变化大小再次进行添加配比及添加量优化,形成采集—分析—执行—反馈—采集的动态闭环循环机制。

结合选煤厂煤泥水工艺流程特征,以煤泥水絮凝沉降试验为依据,解决煤泥水工艺流程数字化管理不足的问题。智能加药系统主要工作原理为:将浓缩机入料浓度作为加药量依据、沉积界面厚度参数作为反馈信息,控制箱程序计算分析,发出阳离子与阴离子加药量信息,通过调整电动阀门调节控制阳离子与阴离子的加药量实现煤泥水加药系统智能化控制,浓缩机工作参数信息送入调度室,通过友好界面数字化显示信息。

4) 智能化药剂调节。由于浓缩池入料性质变化,药剂一次投加不到位时,差量阴阳离子经过电动球阀和流量计将调整药剂加入到浓缩池稳流桶,实现药剂调节。

2.2 多点喷灌式加药方式

克服选煤厂生产中的粗放加药模式,通过多点喷灌加药方式,实现药剂与煤泥水的充分混合。确保药剂与煤泥水接触面积最大,尤其克服絮凝剂与煤泥水接触后形成的“保护絮团”阻止药剂扩散情况,提高药剂与煤泥水的混合程度,最大限度发挥药剂添加效果^[12-13]。减少药剂消耗,降低生产成本。研究阴阳离子药剂分子结构,确定其在最佳溶解状态下所能承受的最大压力(压力过大破坏分子结构,压力过小药剂扩散面积小,均影响药剂效果),设计此压力条件下的“喷灌式”加药设备,根据煤泥水在管道中的运行状态确定阳离子加药点及加药方向。根据煤泥水沉降试验,每 100 mL 煤泥水节约 2 mL 阳离子、1 mL 阴离子。1 000 万 t 选煤厂,预计年节约药剂费用 54 万元,经济效益明显。

2.3 加药系统与煤质变化智能化联动

根据浓缩池入料组成(浓度、粒度组成、酸碱度等)、稳流桶中入料方向、加药后煤泥沉降趋势、液压喷雾加药方式、浓缩池沉降效果实时监控、煤泥处

理设备运行效果(出料水分、排料时间),有效实现选煤厂煤泥水系统加药系统与煤质变化智能化联动。

2.4 自动检测最佳药剂投加点

通过研究煤泥水进入稳流桶后的流体力学运动状态,根据煤泥水在稳流桶中的流体力学状态选择稳流桶中煤泥水稳定性程度最高的点位作为阴离子药剂投加位置^[14-15]。在不同煤泥性质、稳流桶尺寸等参数下,得出煤泥水进入稳流桶后的流体力学运动状态方程,确定煤泥水在稳流桶中的最稳定点位,确定阴离子最佳加药点位。对紊流桶中的煤泥水沉降状态及流动状态进行监测,研究煤泥水进入紊流桶后的流体力学运动状态,选择湍流性最高的断面作为阴离子加药最佳点位,安装“喷灌式”阴离子加药设备后,对加药情况进行检测,验证最佳的加药点位及加药压力。根据优化后的加药情况,确定药剂与煤泥性质、药剂剂量、稳流桶尺寸等关系式。

2.5 浓缩池沉降效果反馈

设计浓缩池采样装置,实现从稳流桶到浓缩池溢流堰进行横向及纵深采样,采样装置要透明并实现自动升降人工清洗,采样后集中到稳流桶附近,便

于人员观测煤泥水在浓缩池中的各层沉降状态。实现从紊流桶到浓缩池溢流堰进行横向及纵深采样,通过观测采样装置中煤泥水的沉降状态判断煤泥水在浓缩池中的各层沉降状态,分析智能加药系统智能化调节与现场煤泥沉降状况的匹配度,人工对内置专家系统进行修订,保证智能加药系统不断优化升级。煤泥浓缩沉降后煤泥处理设备的运行效率反馈调节煤泥水加药量。根据现场实践,每提高100 t煤泥水处理量可将入选量提高100 t,同比可增加230 t原煤处理量,提高生产效率10%。按照1 000万t选煤厂计算,降低煤泥处理生产费用15%。

3 智能化加药系统应用

依据智能化加药系统控制原理,考虑到现场条件、仪器对安装环境的要求、传感布置要求等因素,系统布置如图2所示。药剂混合装置、浓缩机入料浓度测量仪、沉积界面检测仪布置在浓缩机房内部,安装空间大,满足测量仪安装技术要求。药剂流量计与调节阀布置在主厂房内的药剂管道上。仪器测量信息送入到药剂房的控制箱中,控制箱信号输送到主厂房配电室,由配电室传送到调度室。

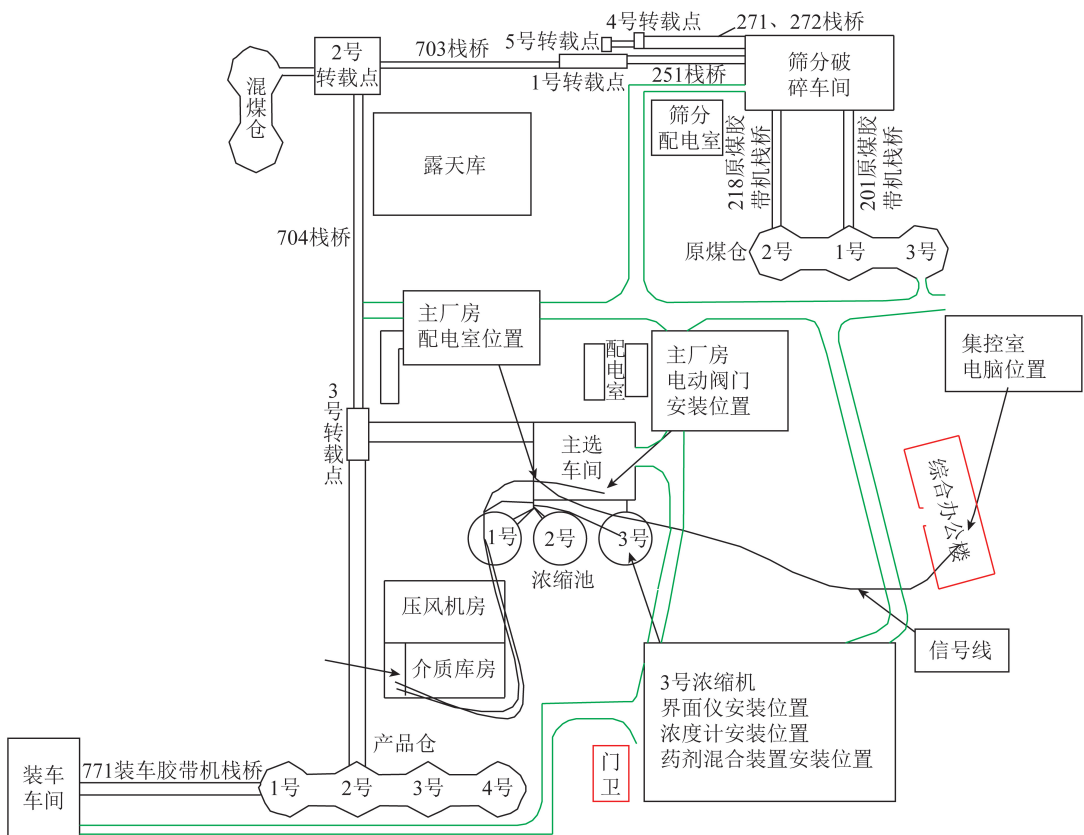


图2 智能化加药系统控制布置

Fig.2 Control layout of the intelligent dosing system

4 结 论

智能化加药系统是选煤厂实现智能化的前提。针对现场目前存在加药方式、加药量调节、浓缩池管理和煤泥处理设备运行情况等方面的不足,建立选煤厂煤泥水加药系统智能化系统,实现了加药过程的自动化,提高了管控水平。

1)原煤煤质变化频繁,药剂制度滞后,运用智能化加药系统根据浓缩池入料性质变化、浓缩池入料浓度、流量以及澄清水层厚度监测,自动调节阴阳离子比例,实现选煤厂煤泥水处理系统的高效、稳定运行,并达到节支降耗效果。

2)克服选煤厂生产中的粗放加药模式,通过多点喷灌加药方式,实现药剂与煤泥水的充分混合。确保药剂与煤泥水有最大的接触面积,尤其克服絮凝剂与煤泥水接触后形成的“保护絮团”阻止药剂扩散情况,最大限度发挥药剂添加效果。

3)根据浓缩池入料组成、稳流桶中入料方向、加药后煤泥沉降趋势、液压喷雾加药方式、浓缩池沉降效果实时监控、煤泥处理设备运行效果,有效实现选煤厂煤泥水系统加药系统与煤质变化智能化联动。

4)通过研究煤泥水进入稳流桶后的流体力学运动状态,确定煤泥水在稳流桶中的最稳定点位,确定阴离子最佳加药点位,安装“喷灌式”阴离子加药设备后,对加药情况进行监测,确定药剂与煤泥性质、药剂剂量、稳流桶尺寸等关系式指导生产实践。

5)分析智能加药系统智能化调节与现场煤泥沉降状况的匹配度,人工对内置专家系统进行修订,保证智能加药系统不断优化升级。根据现场实践,每提高100 t煤泥水处理量可将入选量提高100 t,同比可增加230 t原煤处理量,提高生产效率10%。

参考文献 (References):

[1] 夏茂森.流程工业智能工厂建设技术的研究[J].信息技术与信息化,2013(6):46.
 [2] 张振.智能化选煤厂架构探讨[J].煤炭加工与综合利用,2014(9):57-59.
 [3] 李丹.智能工厂与工业4.0—智能化炼钢厂解决方案初探[J].冶金自动化,2015(S2):346-348.
 [4] 王卫东,付永胜,林建,等. IFix 工控软件在重介质选煤厂中的应用[J]. 选煤技术,2005(2):34-35.
 WANG Weidong, FU Yongsheng, LIN Jian, et al. Application of IFix process control software in dense medium coal washing plant

[J].Coal Preparation Technology,2005(2):34-35.
 [5] 董亚铭.现代化选煤厂综合自动化系统发展综述[J].科学之友,2007,17(2):17-18.
 DONG Yaming.Summarizes of synthesis automated system development in modern coal dressing plant [J]. Friend of Science Amateurs,2007,17(2):17-18.
 [6] 赵磊.选煤厂煤泥水自动加药系统的设计和应用[J].机械管理开发,2009,24(6):84-85.
 ZHAO Lei.Design and application of coal slurry automatic dosing system in preparation plant [J].Mechanical Management and Development,2009,24(6):84-85.
 [7] 谢广元,张明旭,陈清如,等.选矿学[M].徐州:中国矿业大学出版社,2001:133-137.
 [8] 黎影,董广印.煤泥水净化及自动控制系统在东庞矿选煤厂的应用[J].选煤技术,2012(6):114-122.
 LI Ying, DONG Guangyin. Application of coal slurry purification and automatic control system in Dongpang colliery coal preparation plant [J].Coal Preparation Technology,2012(6):114-122.
 [9] 王琼霞. 絮凝剂与絮凝剂在云驾岭矿选煤厂煤泥水处理中的应用[J]. 煤炭与化工,2015,38(3):99-101.
 WANG Qiongxia. Coagulant and flocculant application in slime water treatment of Yunjialing mine coal preparation plant [J].Coal and Chemical Industry,2015,38(3):99-101.
 [10] 白景启,袁广春.内蒙古凯达选煤厂难沉降煤泥水沉降实验研究[J].选煤技术,2015(8):25-29.
 BAI Jingqi, YUAN Guangchun. Research on settlement characteristics of difficult settling coal slurry in kaida coal preparation plant of Inner Mongolia [J]. Coal Preparation Technology, 2015(8):25-29.
 [11] 韩慧智.某选煤厂难沉降煤泥水沉降试验研究[J].煤炭加工与综合利用,2016(5):16-19.
 [12] 李焕文.聚丙烯酰胺在选煤厂煤泥水处理中的应用[J].煤炭技术,2004,23(9):67-68.
 LI Huanwen. Application of polyacrylamide in the process of slime liquor in coal preparation plant [J]. Coal Technology, 2004, 23(9):67-68.
 [13] 徐初阳,王少会.絮凝剂和絮凝剂在煤泥水处理中的复配作用[J].矿冶工程,2004,24(3):41-43.
 XU Chuyang, WANG Shaohui. Synergistic effect between focculant and coagulant in slurry processing [J]. Mining and Metallurgical Engineering, 2004, 24(3):41-43.
 [14] 郭世名,郭凤梅.絮凝剂与絮凝剂在杏花选煤厂煤泥水处理中的应用研究[J].煤炭技术,2008,27(2):110-112.
 GUO Shiming, GUO Fenghai. Application of coagulant and flocculant in process of coal water slurry in Xinghua coal preparation plant [J]. Coal Technology, 2008, 27(2):110-112.
 [15] 石少波,胡仰栋,韦钦胜.聚丙烯酰胺的溶解与搅拌速度和溶解温度的关系[J].石油炼制与化工,2005,36(11):66-68.
 SHI Shaobo, HU Yangdong, WEI Qincheng. Investigation on the solubility behavior of polyacrylamide [J]. Petroleum Processing and Petrochemicals, 2005, 36(11):66-68.