

隔膜压滤机在煤直接液化项目的应用及优化

杜小军

(中国神华煤制油化工有限公司 鄂尔多斯煤制油分公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017209)

摘要:针对神华煤直接液化项目运行初期催化剂制备装置中隔膜压滤机运行不稳定问题,通过分析催化系统的压滤结构、压滤机结构原理及使用情况,针对隔膜压滤机运行存在的问题对压滤系统进行改造,并对改造后效果进行分析。结果表明,滤板漏料、滤液外泄、拉板小车故障、翻板变形、滤布检查耗时过长等是影响隔膜压滤机稳定运行的主要因素,采用在压滤机止推板的接管上增大补偿器补偿量、增加闭式气水分离器、整平轨道和改造链轮轴承、采用多加支撑点、在隔膜滤板开孔安装检查滤液水龙头等方法对压滤系统进行改造。改造后,4台压滤机的故障次数减少,维修时间缩短,设备稳定运行能力加强,减少滤液流进滤饼仓。目前压滤机负荷已能够满足煤直接液化项目的生产负荷要求,催化剂装置运行稳定,基本满足了煤直接液化项目运行要求,取得良好的效果。

关键词:隔膜压滤机;煤直接液化;催化剂

中图分类号:TD462;TQ529

文献标志码:A

文章编号:1006-6772(2017)03-0124-04

Application and improvement of diaphragm filter press in direct coal liquefaction project

Du Xiaojun

(Ordos Coal to Liquid Branch, China Shenhua Coal to Liquid and Chemical Co., Ltd., Ordos 017209, China)

Abstract: In view of the unstable operation problem of diaphragm filter press in catalyst preparation plant of Shenhua direct coal liquefaction project, the diaphragm filter system was modified on the basis of analysis on the diaphragm filter press system, principle and operation. Results show that the filtering slurry leaking material, filtrate leaking, pull plate deformation failure, frame, the filter cloth inspection car taking too long, are the main factors influencing the diaphragm filter press and stable operation. By using the filter press thrust plate on the takeover of compensator, increasing the closed gas water separator, leveling rail and chain wheel bearings and adopting more strong point hole in the diaphragm filter plate the press system are modified. After modification, 4 filter machine faults are less, maintenance time is shortened, strengthen equipment and stable operation ability are increased, filtrate flow into the filter cake is reduced. The filter press load has been able to meet the producing load of direct coal liquefaction project requirements. Stable operation of catalyst plant basically meet the requirement of direct coal liquefaction project operation and achieved better effect.

Key words: diaphragm filter press; direct coal liquefaction; catalyst

0 引言

煤直接液化催化剂制备是煤直接液化的关键工艺之一,主要为煤直接液化提供合格铁系催化剂^[1]。煤直接液化催化剂在煤液化反应过程中具

有重要作用,提高煤直接液化催化剂的活性有助于提高转化率。据估算,催化剂费用在煤直接液化过程中所占比例高达14.8%,所以提高煤直接液化催化剂活性,减少加入量,提高油收率是提高煤直接液化竞争力的有效途径。压滤机作为脱水过滤设备在

收稿日期:2016-09-20;责任编辑:白娅娜 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.2017.03.024

作者简介:杜小军(1976—),男,宁夏隆德人,工程师,从事煤直接液化项目催化剂制备、干燥制粉、水煤浆、油煤浆、油渣成型装置设备及生产管理
工作。E-mail:duxiaojun@cscle.com

引用格式:杜小军.隔膜压滤机在煤直接液化项目的应用及优化[J].洁净煤技术,2017,23(3):124-127,132.

Du Xiaojun. Application and improvement of diaphragm filter press in direct coal liquefaction project[J]. Clean Coal Technology, 2017, 23(3): 124-127, 132.

选煤、污水、矿业等行业都有广泛应用^[2],但存在黏料、穿滤、跑水等问题^[3-6]。煤直接液化催化剂装置中的隔膜压滤机开工以来故障较多,未能实现稳定运行,如何使装置尽快实现安稳常满优运行,不仅对于神华直接液化项目起着重要作用,也对整个煤直接液化行业有着重要影响^[7]。“863”煤直接液化催化剂装置中的隔膜压滤机鲜有应用先例,只与选煤厂过滤煤泥用压滤机有相似之处,为保障煤直接液化安稳长满优的运行,技术人员利用已有的成功经验^[4-8],对隔膜压滤机的翻板、过滤流程、尾板和排水系统进行改造和优化,使隔膜压滤机基本满足生产要求。

1 催化剂装置的压滤机系统

来自反应器的催化剂煤浆先进入过滤缓冲槽并通过搅拌机搅拌,再经催化剂煤浆输送泵泵入4台隔膜压滤机进行压滤。其中催化剂煤浆输送泵(A/B/C)分别对应给压滤机(A/B/C)进料,而过滤液输送泵(D)可分别给4台压滤机(A/B/C/D)进料。压滤机D为备用设备^[2]。

压滤后产生的滤饼分别由各自的刮板机送至一段干燥的滤饼仓。每台隔膜压滤机均配备1个用于隔膜压榨的挤压单元(含相应的挤压水泵),4台挤压单元共用1个挤压水罐。挤压单元主要是通过挤压水泵给压滤机隔膜压榨步骤提供动力,对滤饼进行二次压榨,降低滤饼含水率。

2 压滤机结构原理及使用情况

2.1 压滤机结构

本装置使用的4台德国安德里茨隔膜压滤机是

集机、电、仪、液于一体的固液分离设备。每台设备由以下模块组成:机架模块;过滤模块,包括滤板和滤布;液压模块,包括驱动加紧主油缸的运动和保压,自动拉板和集液翻板的闭合;卸饼模块,无源短框卸饼辅助机构;隔膜挤压单元模块;滤布清洗模块;电器控制模块等。

2.2 压滤机特点和工艺流程

煤直接液化项目的4台隔膜压滤机(型号SE2000MR4WDK)主要用于催化剂煤浆脱水,每台过滤面积为1 012 m²,有156个滤腔,滤板尺寸2 000 mm×2 000 mm。项目设计要求催化剂煤浆固含量为10%~25%(含水率75%~90%),滤饼含水率要求达到23%~30%,运行时以滤饼不黏滤布、不堵塞下游储仓为原则。压滤机运行实行24 h工作制,40~60 min为一个压滤周期,1 d运行18~24个周期。

为提高过滤效率,催化剂压滤机采用两端中心入料,两端4个角孔同时排液;暗流出液经软管回流至集液槽,集成排放;压滤机与管道全部采用柔性连接;入料过滤完成后用水作为压榨介质充入隔膜滤板的压榨腔,对滤饼进行二次挤压;同时在滤饼处于挤压状态下,用压缩空气进行穿流吹饼,将残留在滤饼中的自由水进行置换、排空、吹除,尽可能地降低滤饼水分;最后将中心入料孔中相对较湿的滤饼残余从压紧板一端吹向止推板,吹回催化剂煤浆罐。

催化剂隔膜压滤机工艺流程和时间分配如图1所示。

催化剂隔膜压滤机工艺流程的特点是几个重要步骤相互重叠,否则催化剂的脱水任务无法完成,这是项目初期隔膜压滤机无法达到设计要求的根本

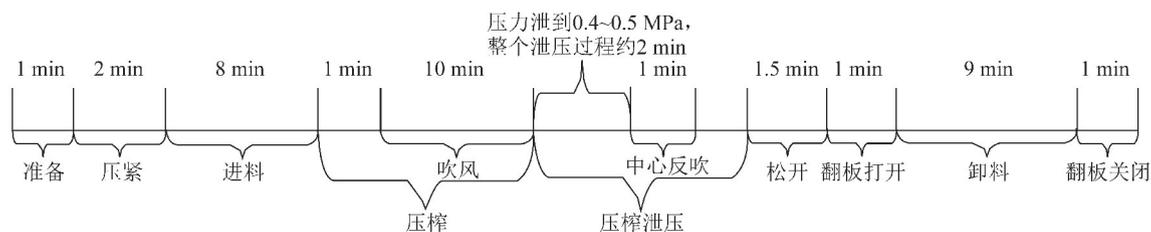


图1 催化剂隔膜压滤机的工艺流程和时间分配

Fig. 1 Process flow and time distribution of diaphragm filter press

原因。如对滤饼进行穿流吹饼时,必须有隔膜压榨保证滤饼的完整性,这是由于当滤饼中大量的自由水被压缩空气置换脱除时,滤饼内部结构发生变化,颗粒间原有的相互支撑因自由水分脱除造成滤饼塌陷。随着自由水的脱除,滤饼体积减小,压缩空气穿

透滤饼后体积突然膨胀,导致滤饼产生裂缝。一旦形成裂缝,大量空气从裂缝处穿过滤饼,其他滤饼毛细管中的自由水无法脱除,导致滤饼含水率不达标;压缩空气用量急剧上升,能耗增加。当滤饼风干时体积变小,颗粒结构松散,隔膜滤板上的膜片向外鼓

出,补偿滤饼体积减小,使松散的颗粒在高挤压压力下仍处于致密状态,防止滤饼产生裂缝,保证吹饼工艺流程顺利进行。从2009年9月将原有的京津压滤机更换为安德里茨压滤机以来,保证了催化剂煤浆水分控制在30%以下,一般在25%~27%^[7]。

为了减少隔膜压滤机的辅助操作时间,压滤机采用液压四拉板结构,即每4块滤板为一组,其中第1块为主动板,拖动其他3块被动板。减少了拉板小车往复运动的次数和来回运动的路径,减少了循环周期的时间。

3 存在问题及处理方法

3.1 压滤机闭合不紧造成漏浆

1) 膨胀节补偿问题造成漏浆。由于隔膜压滤机的过滤面积大于1 000 m²,滤板数量很多,滤板组压紧时滤板的倾斜不可避免,为了减少倾斜引起的压滤机非纵向分力,压滤机的机头固定板(止推板)具有垂直方向最大±5°的自动倾斜补偿功能^[4],具体如图2所示。

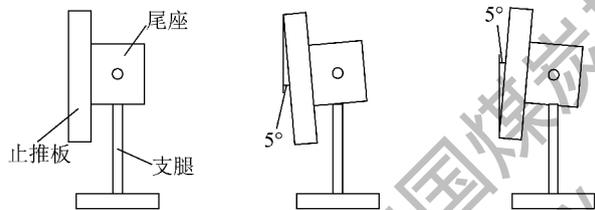


图2 压滤机止推板垂直方向的倾斜补偿

Fig. 2 compensation of filter press thrust plate vertical slope

在此条件下,所有与止推板相连的管线必须安装相应的膨胀节对倾斜的止推板进行补偿量。如果采用的膨胀节膨胀裕量不够,会造成管线与止推板相互严重牵拉,导致5个膨胀节频繁损坏,止推板自由垂直倾斜受阻,对滤板组的补偿不够,不能有效压紧滤板组,造成漏料。

鉴于此,将5个膨胀节改为补偿量更大的金属软管,增加管线与压滤机的自由度,减少连接处的刚性,充分发挥压滤机本身的补偿功能。改造后,金属软管没有损毁,滤板组漏料现象基本杜绝。

2) 滤板密封面夹带滤饼残余,滤布褶皱等造成漏浆。压滤机卸料时,少量滤饼残余黏在滤板下缘的密封面上,或滤布翻边、褶皱导致滤板组闭合后密封面不平整产生催化剂煤浆漏料。发现某一滤板密封面漏浆后应及时清理密封面杂物或将滤布铺设平整。

3) 压紧力不稳定造成的漏料。为了缩短压滤循环时间,新设备运行时,由于开始入料和过滤时压力很小,一旦压滤机压紧压力达到18 MPa,压滤机立即进料,此时油缸闭合压力有时会有所波动,会产生闭合压力高于18 MPa、宽度不超过2 s的脉冲假信号。而此时的实际压紧压力并未真正达到18 MPa,一旦直接进料,会造成滤板间漏料。为避免这种情况,压滤机压紧压力达到18 MPa后,延时10 s再进料,此时压滤机稳定闭合,避免了滤板组的漏料。改造后基本杜绝了因脉冲假信号造成闭合不完全出现漏料停机的情况。

3.2 滤液槽造成带气滤液喷溅严重

隔膜压滤机采用二侧四孔出液,特别在压紧板移动端一侧有一个半开放、可纵向移动的、带气液分离器的滤液槽排放口。在对滤饼进行穿流吹饼时,大量滤液伴随压缩空气(风量约为1 500 m³/h)排入半开放的滤液排放口。原设计的半开放排放口上方有收集罩及排风风机,以吸走滤液中的气体,但由于流量非常大,实际运行后带气滤液喷溅严重。滤液本身具有腐蚀性,导致设备、地面腐蚀严重,由于风机将滤液及气体同时抽出,导致风机排风处积水严重,随压缩空气喷溅出的氨气严重影响了车间的操作环境,空气质量差。

2012年小修期间,自行设计制作了一套封闭式气/水分离器。滤液和气水两相混合物通过软管与其连接,分离器气封端安装有除沫除液网,取消了排风风机。投料运行后效果明显,完全消除了喷溅、气味污染,排放口无滤液排出;因拆除了风机,减少了设备维护量,每年仅风机可节电16万 kWh。

3.3 拉板小车故障造成压滤机停止卸料

1) 链轮与轴的转动故障。压滤机拉板小车链轮为普通链轮销轴转动结构,链轮与轴的转动件为无润滑铜套,铜套与转动销轴直接摩擦,且无防粉尘保护装置。使用中由于周围环境中固体颗粒粉尘含量较高,在运转一段时间后,固体颗粒挤满了链轮销轴孔,导致链轮销轴、铜套与链轮销孔磨损严重。一旦卡死造成拉板小车内置的翻转弹簧损毁,需要经常更换,不能满足高负荷连续生产。

改造后,弃用铜套结构,加大了头尾链轮的中心孔径,在孔内安装了带防尘盖的滚动轴承,一侧靠链轮本身台肩定位,另一侧用内卡簧定位,链轮及机架用密封盒覆盖,防止粉尘进入,保证链轮转动机构处在密闭的环境中,润滑状态良好,转动平稳可靠,降

低了故障率。

2) 拉板小车导轨故障。压滤机靠2个平行行走在两边专用导轨上的拉板小车实现拉板卸饼动作,2根专用导轨则固定在压滤机的侧梁上^[3]。由于使用的隔膜压滤机很长,专用导轨由几段组成。因导轨接头接缝处距固定点较远,导轨接缝由于压滤机大梁本身的反复拉伸产生形变,专用导轨上下错位不断加大,造成单侧拉板小车移动受阻,而另一侧的拉板小车继续移动,造成应该平行运行的一对拉板小车不同步,导致滤板拉偏,严重时发生滤板坠入滤饼仓内的情况。经过改造,减少了导轨接头接缝处距固定点的距离,消除了接缝上下高差,基本消除了此类故障。

拉板小车故障消除后,仅以更换拉板小车翻转弹簧为例,改造前一年4台压滤机更换247个弹簧,2项改造完成后,一年仅更换5个弹簧。

3.4 集液翻板闭合不到位造成滤液流入滤饼仓

压滤机除卸饼之外,由液压驱动的集液翻板应该一直处于完全闭合状态。因为催化剂压滤机巨大,集液翻板转轴过长(18 m),托架太少,造成转轴下坠变形;同时集液翻板转轴太低,易变形,导致翻板配重端与集液槽相互干扰、碰擦,严重时二者卡壳,无法旋转。此外,2扇集液翻板翻起间隔时间太短,仅为3 s,导致有时2扇翻板相互碰撞,闭合不到位,加剧了2扇集液翻板变形。表现为翻板两端高低不一,翻板翻不到位,造成转轴严重变形,集液翻板不能完全闭合,滤液滴入下游干燥的滤饼仓内。由于滤液的流入,使滤饼仓内的干滤饼水分升高,一旦含水率高于30%,滤饼输送受阻,发生堵仓,影响全厂工序的连续运行。

为此对18 m的集液翻板转轴进行了弯曲矫正,在翻板下多增加3处托架,增加翻板的刚性,防止翻板转轴弯曲变形。同时整体提高压滤机翻板转轴的位置,加大集液翻板旋转空间,防止翻板配重端与接液槽位置的相互干扰。此外,2扇翻板翻起间隔时间改为10 s,保证翻板合拢到位。改造后,滤液流入滤饼仓的情况减少。

3.5 液压系统处于粉尘环境造成故障频繁

液压系统是压滤机的动力来源,滤板加压闭合、集液翻板打开闭合、滤板拉开卸料均由液压站驱动。催化剂隔膜压滤机生产的滤饼含水率很低,卸饼时容易造成车间粉尘飞扬。为降低故障率,增加换油频率,将呼吸阀用气改为氮气,同时加强在岗人员对

液压系统的学习培训。通过一系列措施,液压系统的故障次数从每月4台6次变为4台2次左右,故障排查时间由平均每次12 h变为3 h,压滤机因液压站故障检修时间由4台72 h变为4台6 h左右,增加运行时间,压滤机系统运行更加稳定。

3.6 破损滤布检查影响运行时间

煤直接液化催化剂装置压滤机采用单复丝聚丙烯滤布,透气率为 $25 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$,使用寿命为1 000~1 500个压滤循环,时间约为2个月。滤布使用期间,常有个别滤布破损造成催化剂煤浆直接进入滤液,污染整个水系统。为节约滤布费用,需在160块滤布中找出个别破损滤布,这就要求人工逐块打开滤板,检查每块滤布情况,每台检查时间在16 h左右,费时耗力,减少运行时间。

由于压滤机采用二侧四孔集成出液,汇总暗流只能判断滤布是否损坏,准确确定破损滤布很难。为解决这个问题,在每块滤板侧面增加单独的排液孔和出液流道,在每块滤板的出液流道上安装了取样阀,正常情况下取样阀处于关闭状态。一旦集成出液发现“跑黑”漏料现象,打开滤板上的取样阀。取样阀滤液“跑黑”的滤布肯定破损,非常直观。损坏滤布的发现时间由16 h减少至10 min,节省了检查损坏滤布的时间,降低了人工误判造成的滤布损耗^[9-11]。

4 结 语

改造后,4台压滤机的故障次数减少,维修时间缩短,设备运行稳定。4台隔膜压滤机因翻板故障的频次由每月平均15次变为4次左右;因拉板小车系统故障的频次由每月平均60次变为8次左右;因液压系统故障的频次由每月停机72 h变为6 h左右;破损滤布的检查时间由16 h降至10 min;滤液流进滤饼仓的情况降低,改造效果明显。目前压滤机负荷已能够满足煤直接液化项目的生产负荷要求。

参考文献(References):

- [1] 舒歌平. 神华煤直接液化工艺开发历程及其意义[J]. 神华科技, 2009, 27(1): 79-82.
Shu Geping. Development history and its significance of Shenhua coal direct liquefaction[J]. Shenhua Science and Technology, 2009, 27(1): 79-82.
- [2] 吴秀章 舒歌平, 李克建, 等. 煤直接液化工艺与工程[M]. 北京: 科学出版社, 2014: 68-89. (下转第132页)

参考文献(References):

- [1] GB 16171—2012, 炼焦化学工业污染物排放标准[S].
- [2] 姜威. 焦炉煤气脱硫方法的比较[J]. 科技情报开发与经济, 2007, 17(15): 278-279.
Jiang Wei. The comparison of coke oven gas desulfurization method [J]. Sci-Tech Information Development & Economy, 2007, 17(15): 278-279.
- [3] 陈秀刚. PDS法焦炉煤气脱硫技术研究[J]. 化工管理, 2014(6): 86.
Chen Xiugang. PDS method of coke oven gas desulfurization technology research [J]. Chemical Enterprise Management, 2014(6): 86.
- [4] 朱宁征. 焦炉煤气一塔式脱硫工艺应用实践[J]. 山东化工, 2013, 42(9): 208-209.
Zhu Ningzheng. Coke oven gas desulfurization tower on the practical application process [J]. Shandong Chemical Industry, 2013, 42(9): 208-209.
- [5] 顾培忠. 改良 ADA 脱硫消耗高的原因[J]. 中氮肥, 2002(4): 20-22.
Gu Peizhong. The reason of high consumption of modified ADA desulfurization [J]. Nitrogenous Fertilizer Progress, 2002(4): 20-22.
- [6] 鞍山钢铁集团公司. 采用液相催化氧化法进行气体脱硫的工艺方法和装置: CN1088391C [P]. 2002-07-31.
- [7] 魏光. 高效空塔喷淋技术在烟气脱硫装置中的应用[J]. 化学工程与装备, 2011(7): 230-233.
Wei Guang. Application of high efficiency air tower spraying technology in flue gas desulfurization [J]. Chemical Engineering & Equipment, 2011(7): 230-233.
- [8] 佚名. 空塔喷淋技术: 破解脱硫堵塔难[J]. 气体净化, 2010(5): 21.
Anonymous. Empty tower spraying technology: the desulfuration tower difficult to crack the [J]. Gas Purification, 2010(5): 21.
- [9] 潘红霞, 刘有智, 祈贵生, 等. 超重力选择性脱除焦炉煤气中硫化氢的研究[J]. 天然气化工, 2011, 36(1): 7-10.
Pan Hongxia, Liu Youzhi, Qi Guisheng, et al. Study on selective removal of hydrogen sulfide from coke oven gas by high gravity [J]. Natural Gas Chemical Industry, 2011, 36(1): 7-10.
- [10] 杨树卿, 邵允, 裴东光, 等. PDS 脱硫技术及其催化机理[J]. 石油化工, 1991, 20(2): 90-95.
Yang Shuqing, Shao Yun, Pei Dongguang, et al. PDS desulfurization technology and its catalytic mechanism [J]. Petrochemical Technology, 1991, 20(2): 90-95.
- [11] 孔秋明, 陈彬. PDS 催化脱硫机理和工业应用[J]. 上海化工, 2003(11): 29-32.
Kong Qiuming, Chen Bin. Mechanism and industrial application of PDS catalytic desulfurization [J]. Shanghai Chemical Industry, 2003(11): 29-32.
- [12] 杨树卿, 邵允. PDS 脱硫技术[J]. 东北师大学报(自然科学版), 1990(2): 109-120.
Yang Shuqing, Shao Yun. PDS desulfurization technology [J]. Journal of Northeast Normal University (Natural Science), 1990(2): 109-120.
- [13] 马希博, 于忠涛, 王利, 等. 鞍钢——塔式焦炉煤气脱硫脱氰技术: 中国金属学会 2003 中国钢铁年会论文集(2) [C]. 北京: 中国金属学会, 2003: 661.
- [14] 于忠涛, 于梅春. 鞍钢焦炉煤气脱硫工艺的应用实践: 中国炼焦行业协会 2012 年中国焦化行业科技大会论文集 [C]. 北京: 炼焦行业协会, 2012: 1.
- [15] 李秀春, 秦宪法, 尚连莹. PDS 法焦炉煤气脱硫工艺分析[J]. 山东冶金, 2012, 34(6): 24-25.
Li Xiuchun, Qin Xianfa, Shang Lianying. Analysis of PDS process for coke oven gas desulfurization [J]. Shandong Metallurgy, 2012, 34(6): 24-25.

(上接第 127 页)

- [3] 陈晨, 闵凡飞, 陈帅, 等. 压滤设备在选煤厂的应用现状及展望[J]. 洁净煤技术, 2014, 21(6): 43-46.
Chen Chen, Min Fanfei, Chen Shuai, et al. Application status and prospect of pressure filter in coal preparation plant [J]. Clean Coal Technology, 2014, 21(6): 43-46.
- [4] 柳建华. 加压过滤机和隔膜压滤机在石圪台洗煤厂的联合应用[J]. 煤质技术, 2008(4): 69-71.
Liu Jianhua. Combined application of pressure filter and diaphragm pressure filter in Shigetai coal preparation plant [J]. Coal Quality Technology, 2008(4): 69-71.
- [5] 姚乐. 隔膜压滤机滤液排放装置的改进研究[J]. 煤炭工程, 2015, 47(6): 76-78.
Yao Le. Improvement of filtrate discharge equipment for membrane filter press [J]. Coal Engineering, 2015, 47(6): 76-78.
- [6] 张喜勇. 板框压滤机常见故障分析[J]. 中国科技信息, 2005(11): 124.
- [7] 李春秋, 田中涛. 全自动侧杠式隔膜压滤机在煤直接液化催化剂制备中的应用[J]. 内蒙古石油化工, 2009(19): 29-32.
- [8] 蒋富歌, 彭耀丽, 谢广元. 浮选精煤加压过滤机滤液处理方法研究[J]. 煤炭工程, 2014, 46(2): 114-116.
Jiang Fuge, Peng Yaoli, Xie Guangyuan. Study on filtrate treatment method of floated clean coal pressure filter [J]. Coal Engineering, 2014, 46(2): 114-116.
- [9] 涂亚楠, 王辉锋, 徐志强, 等. 压滤机脱水效果的理论与实践研究[J]. 煤炭工程, 2013, 45(5): 114-117.
Tu Ya'nian, Wang Huifeng, Xu Zhiqiang, et al. Theoretical analysis and practical research on dewatering effect of filter-press [J]. Coal Engineering, 2013, 45(5): 114-117.
- [10] 任增良. 加压过滤机回收率对精煤回收的影响[J]. 中国科技博览, 2014(30): 9-10.
- [11] 李存禄, 李瑛, 宋允国, 等. 压滤机过滤机理及过滤介质的选用[J]. 煤炭工程, 2011, 43(S1): 78-80.
Li Cunlu, Li Ying, Song Yunguo, et al. Selection on filtration mechanism and medium of pressurized filter [J]. Coal Engineering, 2011, 43(S1): 78-80.