

DOI: 10.13226/j.issn.1006-6772.2014.01.022

刘建文,袁瑞佳,陈楠. 生物质水煤浆制浆燃烧集成系统技术经济分析[J]. 洁净煤技术, 2014, 20(1): 88-92, 115.

生物质水煤浆制浆燃烧集成系统技术经济分析

刘建文¹,袁瑞佳²,陈楠³

(1. 湖南工业大学 建筑与城乡规划学院 湖南 株洲 412007;

2. 湖南工业大学 财经学院 湖南 株洲 412007;

3. 株洲市蓝宇热能科技研制有限公司 湖南 株洲 412008)

摘要: 中小型工业锅炉节能减排是中国节能减排战略实施的重要任务。研究了中小型工业锅炉节能减排策略,生物质水煤浆制浆燃烧集成系统与工业煤粉锅炉、循环流化床锅炉技术经济性。结果表明:煤粉工业锅炉、循环流化床锅炉与水煤浆工业锅炉是目前中国中小型燃煤锅炉最现实的替代炉型。而生物质水煤浆制浆燃烧集成系统可协同处理生物质废弃物,比工业煤粉锅炉、循环流化床锅炉更具市场竞争力。

关键词: 生物质水煤浆;集成系统;技术经济分析

中图分类号: X703; TD849

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2014)01-0088-05

Technical economics analysis of bio - CWM preparation and combustion integrated system

LIU Jianwen¹, YUAN Ruijia², CHEN Nan³

(1. College of Architecture & Urban and Rural Planning, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, China;

2. College of Finance and Economics, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, China;

3. Zhuzhou Lanyu Heat Energy Science and Technology Development Co., Ltd., Zhuzhou 412008, China)

Abstract: Energy saving and emission reduction of medium and small size industrial boiler is very important for the sustainable development of China. Investigate the strategy, technical economics of bio - CWM preparation and combustion integrated system, industrial pulverized coal-fired boiler, circulating fluidized bed boiler. The results show that, compared with the latter two, the integrated system of bio - CWM preparation and combustion for co-processing bio-waste is more competitive.

Key words: bio - CWM; integrated system; technical economics analysis

收稿日期: 2013-12-01 责任编辑: 孙淑君

基金项目: 国家科技部中小企业创新基金资助项目(10C26214304669); 湖南省自然科学基金联合基金资助项目(12JJ9035)

作者简介: 刘建文(1964—),男,湖南衡山人,教授、博士,主要研究方向为低碳技术、产业经济、环境工程。E-mail: 1194669770@qq.com

中国是世界上能源消费大国和碳排放大国,在能源安全和气候变化两大世界难题催生的“低碳”新概念时代背景下,承担着巨大的减排压力。因此,低碳经济将成为较长时期内中国经济发展的重要主题,是中国发展战略性新兴产业的重要内容之一^[1]。中国能源富煤、缺油、少气的禀赋条件,决定了中国在相当长时期内仍然会以煤炭消费为主,因此,在限制碳排放方面能够带来最大收益的,将是更清洁的煤炭技术,而不是可再生能源^[2]。国际著名智囊机构——英国皇家国际事务研究所(Chatham House)通过绿色能源相关专利分析,证明洁净煤是中国有发展潜力的领域之一。

水煤浆是洁净煤技术的重要领域之一,由大约65%的煤、34%的水和1%的添加剂通过物理加工得到的一种低污染、高效率、可管道输送的代油煤基流体燃料。它改变了煤的传统燃烧方式,具有巨大的环保节能优势。尤其是近几年来,采用废物资源化的技术路线后,环保型生物质水煤浆可在不增加费用的前提下,大大发挥水煤浆的环保效益。在中国丰富煤炭资源的保障下,水煤浆已成为替代油、气等能源的最基础、最经济的洁净能源。开展生物质水煤浆制浆、燃烧集成系统技术经济分析,明确生物质水煤浆制浆、燃烧技术在中小型工业锅炉节能减排中的地位与作用,对推进企业与工业园区生态、低碳化建设,促进城市低碳发展,具有重要的理论意义及工程价值。

1 生物质水煤浆制浆燃烧技术进展

1.1 生物质水煤浆的制浆研究进展

刘世义在2006年最早提出“生物质水煤浆”专用术语^[3-5],对生物质水煤浆定义、相关技术工艺及应用前景做出系统分析,为生物质水煤浆技术走向工程应用做出了开拓性的工作。随后,中国许多学者沿着这个思路,开展了各种污水、污泥及生物质为原料的生物质水煤浆制浆燃烧全方位研究。

张慧等^[6]、邓晖等^[7]、周志军等^[8]、李瑜煜等^[9]、解永刚^[10]、陈佩仪^[11]、熊云龙^[12]和朱妙军^[13]分别采用牛粪、水葫芦、农村废弃水稻秆烘干磨成的粉末、有机废液、焦化洗涤废水、污泥进行生物质水煤浆制浆、燃烧研究,从成浆性、稳定性、点火燃烧性能等方面,证明了其工业应用的可行性。

刘建文等:生物质水煤浆制浆燃烧集成系统技术经济分析

目前将煤炭与工业废水结合制作水煤浆的研究及应用实例较多,如造纸黑液制浆、棉浆黑液制浆、煤泥制浆、工业废水制浆、污泥制浆等,都申报了国家发明专利,大部分技术成果已产业化,体现了节能减排的工程效果。

1.2 水煤浆燃烧技术及装备进展

水煤浆燃烧技术主要包括:卫燃带技术、提高空气预热温度技术、喷嘴雾化技术、直流燃烧器的正四角切圆布置、炉底风特殊射流清灰技术、预燃室燃烧技术、前置燃烧室技术、液态排渣技术。

子母炉层-悬浮燃烧技术(图1)是株洲市蓝宇热能科技研制有限公司根据20多年的水煤浆燃烧工程经验,于2009年申报并已取得国家发明专利的新型水煤浆燃烧技术,已在中国江南地区应用40多台(容量1~35 t/h)。同时,公司采取BOT形式,建设了株洲市龙泉洗水工业园、二医院、福尔程化工有限公司水煤浆集中供热工程;通过能源托管形式,承担了株洲市财政局集中供热制冷工程。

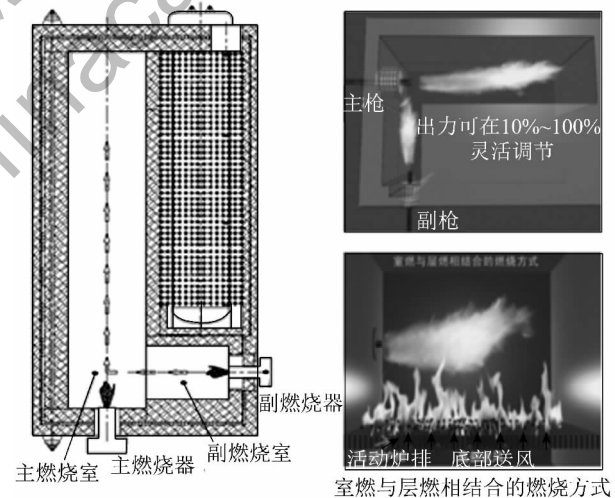


图1 子母炉层-悬浮燃烧水煤浆锅炉炉膛结构与燃烧仿真示意

子母炉层-悬浮燃烧的技术原理是:锅炉采用子母炉膛设计,子炉膛为副燃烧室,母炉膛为主燃烧室,子炉膛兼具点火和负荷调节作用,炉膛采用特殊配风设计,不需安装鼓风机;主燃烧室底部有活动炉排,炉底配风,降低了炉底温度,不易结焦。炉膛不设挡火墙,有效避免水煤浆直接喷射引起的结焦问题。配有在线吹灰装置,可实现在线吹灰、除渣,无需停炉,不影响生产,保证锅炉长时间连续、稳定、可靠运行。采用悬浮层状复合燃烧,水煤

浆通过浆枪喷入炉膛,大部分雾化较细的浆粒悬浮在空中燃烧,少部分雾化较粗未燃烬的浆粒团散落在炉膛底部的炉排上以层燃方式进行二次燃烧,并通过炉排底部给风,使其充分燃烬。

2 中小型工业锅炉节能减排策略

2.1 中小型工业锅炉面临的节能减排压力

中国节能减排“十二五”规划提出,燃煤工业锅炉运行效率要由2010年的65%提升至70%~75%,提高5%~10%。要实现“十二五”节能减排目标,必须大力进行技术创新和产业布局,逐步加大太阳能、风能、地热能等新兴能源对传统能源的有效替代。

总体来说,工业锅炉量大面广,节能减排工作举步维艰,主要原因在于人、料、炉、机、控(M-man; F-Fuel; B-Boiler; A-Auxiliary; C-Automatic Controlling,简称MFBC五要素^[14])五方面因素缺乏应有的综合协调发展。

炉机配套是实现给料、着火、燃烧、燃烬和物料流动畅通的根本保证,也是技术上节能减排的硬件基础。工业锅炉以燃煤为主,燃煤工业锅炉以链条炉排锅炉为主,因此,链条炉排锅炉是节能减排的主力,也是工业锅炉节能减排的难点^[15]。

目前,中国每年有20多万蒸吨、4万多吨新锅炉投入市场,一定程度上优化了在用锅炉的结构组成,发挥了相应的节能减排效益。但就整体在用工业锅炉而言,还普遍存在能耗大、实际运行效率低和环境污染严重等问题。如果通过节能技术改造、产品淘汰更新,按燃油燃气锅炉平均热效率85%,燃煤工业锅炉平均运行效率67%~72%计算,每年可节约标准煤4500万吨^[15]。

2.2 “十二五”期间中国工业锅炉节能减排对策

2.2.1 将工业锅炉节能减排上升到国家战略层面

为应对全球气候变化和实现国家《节能减排“十二五”规划》规定的将工业锅炉运行能效提高5%~10%的能效目标,各地方积极行动,纷纷制定工业锅炉燃煤污染治理实施方案,以实际行动推进节能减排和促进低碳、生态城市建设。

广东省工业锅炉污染整治实施方案(2012—2015年)的目标是综合运用燃料清洁化、热电联供和集中供热建设等措施,推进小型工业锅炉更新替

代;全面实施大中型工业锅炉高效脱硫除尘、低氮燃烧技术改造和烟气脱硝改造等控制措施。江西省制定并实施《“十二五”江西工业千万吨标煤节能工程实施方案》,在冶金、建材、有色、化工、电力、石化等高耗能行业,加快实施工业锅炉(窑炉)改造、余热余压利用、电机节能、能量系统优化等节能十大重点工程。上海市提出了“十二五”工业锅炉提高能效和优化能源结构的总体工作方案,即以锅炉能效达标管理为抓手,将天然气替代和节能技改工作相结合。山西省发改委、省环保厅、省住房和城乡建设厅已于2011年联合发文推广新型高效煤粉工业锅炉,并制定了新型高效煤粉工业锅炉推广应用工程实施细则^[16-17]。

中国大多数工业锅炉分布在城镇人口集中区且为低空排放,污染更为严重。许多地方政府出台推广清洁燃料替代与能效提高行动计划,以市场规律来推进节能减排新技术、新工艺、新产品的开发应用。但如果违背市场规律,以红头文件“一刀切”将燃煤锅炉改为燃气,或推行单一技术或产品,尤其是指定唯一的技术或产品服务商,容易形成垄断。这种促进产业发展的技术政策,其实施效果都不好,如燃煤改天然气存在投资过大等问题,短期内不现实。

2.2.2 应用高效环保燃煤工业锅炉技术及产品

在将来煤炭将继续作为中国的主要燃料,并且在2014年仍将占中国一次能源消耗的66%左右。燃煤锅炉在工业锅炉中继续占主导地位(容量占80%左右,台数占约70%)。随着大中城市产业结构调整、工业园区的建设及中心城区禁煤政策的实施,工业锅炉向着大容量、高参数、低排放的方向发展。

从节能降耗的角度出发,针对锅炉本体结构优化、炉内流动、传热强化、运行控制技术、燃烧设备等方面创新,开发适应工业锅炉负荷变化、煤种与煤质多变的节能新技术和机电一体化的新型高效节能产品;从污染物减排角度出发,重点发展降低烟尘、SO_x、NO_x等污染物排放的关键技术,研究燃料处理、燃烧设备、脱硫除尘设备与废弃物处理技术,将炉内炉外相结合,优化炉内脱除,强化炉外脱除,实现一体化除尘、脱硫与脱硝的关键技术创新。

2.2.3 动力煤深加工,促进工业锅炉“炉料”配套

目前中国工业锅炉的运行普遍存在煤种多变,

煤质差,使用煤种与设计煤种不匹配的问题,这是造成工业锅炉实际运行效率远低于设计效率的根本原因。建议从政策层面上,强化煤炭的集中供应管理,确保工业锅炉用煤质量;从标准层面上,提高工业锅炉的用煤标准水平,从而改变工业锅炉燃用原煤的现状。鼓励建立地区性煤炭洗、选、配、制分销中心。洗选出的块状颗粒煤供层燃炉和循环流化床锅炉使用;深加工的煤粉、型煤或水煤浆,供煤粉工业锅炉、层燃炉及水煤浆锅炉使用。同时限制硫含量不低于3%的煤炭进入工业锅炉燃煤市场,再配合即将实施的“能效管理”规定,从源头上加以控制。

随着中国节能减排、可再生能源利用等政策的推行,工业锅炉的产品结构、燃烧方式也发生了不同程度的变化,流化床锅炉、生物质锅炉、余热锅炉等得到了较快发展。循环流化床锅炉燃烧技术日趋成熟,在垃圾处理、生物质利用等方面得到不同程度的利用。水煤浆燃烧技术、煤粉燃烧技术在工业锅炉得以应用,并有少量产品面世。在区域工业锅炉节能减排综合规划时,要充分考虑循环流化床锅炉、水煤浆锅炉和煤粉工业锅炉的MFBC综合协调性,根据地方能源资源禀赋条件,选择适用技术,采取创新型项目运作模式(如BOT、EPC-能源合同管理),对中小型工业锅炉进行在用工业锅炉的替代及新项目的建设。

3 三类锅炉技术经济分析

不同的煤炭燃烧技术,需采用对应的燃烧装备及相匹配的燃料。层-悬浮水煤浆锅炉、煤粉工业锅炉及循环流化床锅炉是中小型工业锅炉中MF-BAC五要素综合协调性能最好的燃烧装备,其燃料燃烬率可达98%以上,锅炉热效率达85%以上,是工业锅炉节能减排最现实的技术选择。

对于中小型锅炉,CWMB水煤浆锅炉在工程投资、运行管理、蒸汽成本、节能减排等方面均优于BFBC流化床锅炉。目前,水煤浆设备制造商致力于水煤浆市场推广与炉浆配套^[18]。

高效煤粉工业锅炉要以高挥发分、高灰熔融性烟煤为原料,初投资比水煤浆锅炉高25%左右;生物质水煤浆及燃烧技术可协同废弃物资源化利用;水煤浆锅炉的负荷调节能力要优于煤粉工业锅炉。因此应结合中国煤炭资源的分布及利用情况,充分考虑实施地的煤炭运输条件及环境,选择合理、经济的锅炉系统技术^[18]。

煤粉工业锅炉、循环流化床锅炉与水煤浆工业锅炉是目前中国中小型燃煤锅炉最现实的替代炉型。从原料煤选择、工艺技术及装备、运行成本和安全生产等方面对这三类系统技术进行详细对比分析(见表1)。

表1 生物质水煤浆锅炉、煤粉工业锅炉及循环流化床锅炉技术经济比较

项目	生物质水煤浆及水煤浆锅炉	高效煤粉工业锅炉	循环流化床锅炉
燃料类别	中高热值精洗煤为原料制备水煤浆,污泥、有机废液掺入量高达50%,同时,采用层-悬浮燃烧水煤浆锅炉时,可协同燃烧生物质固体废弃物,如建筑废模板,可燃包装废弃物。一般由区域水煤浆生产中心厂家直接提供给年蒸汽产量5万t以下的锅炉用户。较大能耗用户,尤其是化工、生物医药、食品加工等大中型企业,有大量有机废液及固体废弃物,如中药渣等,可以采取炉前制浆。	以中、高挥发性烟煤最适宜,煤粉粒度,一般0.150mm应全部过筛0.074mm筛余量不超过10%。工业分析指标为: $M_1 \leq 4.0\%$, $A_d \leq 15.0\%$, $V_{daf} \geq 32.0\%$, $Q_{ad,net} \geq 23$ MJ/kg。为保证煤粉质量稳定,制粉厂应采用配煤方式。	散煤、原煤、矸石、粉煤,特别适应各种低热值细颗粒燃料。用户锅炉设备外,需要设计建造独立的燃料制备系统,自行加工燃料。可以掺烧高硫煤、劣质燃料和固、液废弃物,如煤矸石、煤泥、城市垃圾与污泥、树皮、废木头、木屑等,农业废弃物,制糖废弃物,石油焦,造气炉渣和链条炉渣。
燃料生产工程	主要包括物理破碎、湿法球磨和熟化剪切,生产工艺中需加入分散剂、稳定剂等添加剂,污泥、废液制浆前要进行调质、改性及浓缩预处理。生产过程中破碎会产生一定粉尘,球磨机产生噪声,地面清洗污水经沉淀可回收利用。燃料质量指标包括颗粒尺寸分布、热值、含硫量等要求,具备国家标准。	主要是风式扫煤磨系统、煤磨动态选粉机、高浓度煤磨专用袋式除尘器等。生产过程会产生较大的噪声及煤尘,燃料按照煤粉锅炉要求选择,目前没有工业锅炉煤粉质量标准。煤粉存在自然威胁危险。	主要是物理破碎和干法细磨,燃料颗粒尺寸一般为0~13mm,0~10mm或0~8mm,而且有粒度分布要求。生产过程扬尘严重,占地面积大。燃料按照锅炉要求选择,没有确定标准。

续表 1

项目	生物质水煤浆及其水煤浆锅炉	高效煤粉工业锅炉	循环流化床锅炉
燃料储存和运输	流体封闭罐体储放,罐运或管输。无任何污染或危险性。	粉体封闭罐体储放,罐运,有粉尘污染和煤尘爆炸危险。	散装固体运输和存放,因储运过程容易产生扬尘和二次污染,是一般城市环保监察的重点对象。
燃烧技术	有层-悬浮燃烧、悬浮流化燃烧与悬浮燃烧 3 种技术,前一种无油点火,后两种采用油雾化点火。燃烧要素:点火、炉膛温度、投浆量、雾化度(压缩空气)、负荷调节范围、温度燃烧周期。层-悬浮燃烧,10%~100% 负荷调节,稳定长期燃烧 300 d。	天然气、石油液化气、煤气点火;燃烧要素:燃烧器、炉膛温度、煤粉停留时间、烟气流速、锅炉尾部除灰。负荷 50%~100%。存在炉内煤粉爆炸风险。	天然气、石油液化气、煤气点火;燃烧要素:炉膛温度、临界流化流速、风量、投料量、返料量。存在爆燃风险问题,总体上燃烧技术复杂。
工程技术设备难点	储罐沉淀;炉膛结焦(低程度可能存在高温结焦)。	炉膛结焦;管路腐蚀;受热面积灰。	锅炉磨损;炉膛结焦;排渣困难;返料器返料不畅。
设备实际工程经验参数	燃烧温度:1000~1200℃;层-悬浮燃烧水煤浆锅炉燃烬率≥98%,锅炉热效率≥85%。	燃烧温度:1200~1400℃;燃料燃烧效率≥98%,锅炉热效率≥85%。	燃烧温度:800~1000℃;燃料燃烬率 70%~90%;锅炉热效率 75%~80%。
锅炉容量	2~35 t/h(1.4~24.5 MW/h)	2~35 t/h(1.4~24.5 MW/h)	6~35 t/h(4.2~24.5 MW/h)
初投资与运行成本	设备初投资约为循环流化床锅炉的 50%,运行成本比循环流化床锅炉高。	初投资比水煤浆锅炉高 25%,运行费用稍低。	初投资最高,运行费用最低。
系统运行控制	低复杂系统,操作不当最大的可能就是发生高温结焦。容易熟练操作。	高度复杂自动监控系统。难熟练操作。	高度复杂系统,特别容易发生结焦或爆燃。难熟练操作。
燃料与设备的匹配	中度相关联,设备对燃料适应有一定参数范围。	高度相关联,设备只能适应高挥发分烟煤。	低度相关联,设备对燃料的实用性极强。
环境性能	除尘脱硫采用布袋除尘技术+湿法脱硫,排放硫化物≤80 mg/m ³ ;排放烟尘≤10 mg/m ³ ,可以达到国家一类地区空气环境质量标准。采用碱性废液制浆,炉内脱硫,燃烧温度比煤粉炉低 100~200℃,NO _x 排放量比煤粉炉低 50%~60%。可协同处理处置废弃物。	采用布袋除尘,烟尘排放:≤50 mg/m ³ ;SO ₂ 排放:可满足当地环保要求。山西省制定的排放标准为烟尘排放:≤30 mg/m ³ 。	一般采用静电除尘,炉内石灰石脱硫相结合,排放硫化物≥250 mg/m ³ ;排放烟尘≥300 mg/m ³ 。与煤粉燃烧锅炉相比,不需采用尾部脱硫脱硝装置,投资和运行费用大为降低。可以协同处理处置废弃物。
终端废弃物处理	灰分可干收集,是很好的水泥添加熟料;水煤浆燃烧充分,出渣极少,无需占用渣场,避免了外炉排渣造成的环境污染。	干法收集的飞灰经密闭系统排出后集中处理和利用,无二次污染。	运行中大量灰渣干式收集堆放,活性化好,是很好的水泥添加熟料。

4 结 论

1) 中国中小型工业锅炉量大面广,节能减排工作举步维艰。炉机配套是实现给料、着火、燃烧、燃烬和物料流动畅通的根本保证,也是技术上节能减排的硬件基础。

2) 随着大中城市产业结构调整、工业园区的建设及中心城区禁煤政策的实施,工业锅炉向着大容量、高参数、低排放的方向发展。

3) 从 MFBC 综合协调性考虑,煤粉工业锅炉、循环流化床锅炉与水煤浆工业锅炉是目前中国中小型燃煤锅炉最现实的替代炉型。

4) 生物质水煤浆制浆燃烧集成系统可协同处理生物质废弃物,如有机废液(污泥)和生物质固体废物,比煤粉工业锅炉、循环流化床锅炉更具有市场竞争力。

(下转第 115 页)

DOI: 10.13226/j.issn.1006-6772.2014.01.023

程水英. 彬长矿区规划环境影响评价指标体系的建立[J]. 洁净煤技术 2014 20(1): 93-95, 99.

彬长矿区规划环境影响评价指标体系的建立

程水英

(中煤科工集团西安研究院 环境保护研究所 陕西 西安 710054)

摘要: 环境影响评价指标体系的建立是矿区规划环评的重要内容, 指标体系的建立制约着矿区环境目标的实现以及规划方案的优化调整建议。以彬长矿区为例, 参阅大量矿区规划环评报告的基础上, 参照《规划环境影响评价导则(试行)》及《环境影响评价技术导则 煤炭工业矿区总体规划》结合矿区规划实施后主要的环境影响及规划所在区域自然环境特点、环境制约因素, 提出了矿区规划环境影响评价的指标体系。

关键词: 煤炭矿区规划; 环境影响评价; 指标体系

中图分类号: X322

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2014)01-0093-03

Index system of Binchang mining area planning environmental impact assessment

CHENG Shuiying

(Environmental Protection Research Institute, Xi'an Research Institute of China Coal Technology and Engineering Group, Xi'an 710054, China)

Abstract: The index system of environmental impact assessment is an important content of mining area, which influence the realization of environmental goal and adjustment of coal mine planning project. Taking Binchang mining area for example, based on lots of practical mining area planning environmental impact assessments and natural environment characteristics of Binchang mining area, meanwhile, with Technical Guidelines for Plan Environment Impact Assessment (On Trial) Coal Industry Mining Area Plan and Technical Guidelines for Plan Environmental Impact Assessment as reference, propose index system of coal mine planning environmental impact assessment.

Key words: coal mining area planning; environmental impact assessment; index system

0 引 言

煤矿区总体开发规划环境影响评价是在煤矿区规划编制和决策过程中, 充分考虑煤矿区总体环境特点, 开发可能产生的环境问题, 预防或减轻规划实施后可能造成的不良影响^[1], 协调经济发展与环境保护之间的关系。

矿区规划环评工作的重要内容是指标体系的构建^[2], 良好的评价指标体系应在满足规划环评要

求的同时反映煤矿区开发环境影响的特点, 并同时反映煤矿开发区域社会-经济-环境复合系统的状态和敏感特征^[3-4]。笔者在主持、参与了大量煤矿区总体开发规划环境影响评价报告的基础上, 参阅《规划环境影响评价导则》及《环境影响评价技术导则 煤炭工业矿区总体规划》, 综合考虑规划所在区域环境制约因素及规划实施环境影响, 提出了一套彬长矿区总体开发规划环境影响评价指标体系, 为其他煤矿区规划环境影响评价工作提供参考。

收稿日期: 2013-08-22 责任编辑: 孙淑君

作者简介: 程水英(1976—)女, 陕西大荔人, 硕士, 高级工程师, 从事环境影响评价、生态评价方面的研究。E-mail: chengshuiying@163.com

由表 1 可知磁选机改造后节省的介质为 $0.71 \text{ g/L} - 0.21 \text{ g/L} = 0.50 \text{ g/L}$, 即 0.5 kg/m^3 。磁选机实际入料流量为 $500 \text{ m}^3/\text{h}$, 入选原煤量为 850 t/h , 介质费用为 1.2 元/kg , 每天开车 18 h , 每月开车 24 d 。则入选吨原煤介质节省量: $0.5 \text{ kg/m}^3 \times 500 \text{ m}^3/\text{h} \div 850 \text{ t/h} = 0.2941 \text{ kg/t}$; 每月节省介质费用: $0.2941 \text{ kg/t} \times 1.2 \text{ 元/kg} \times 850 \text{ t/h} \times 18 \text{ h/d} \times 24 \text{ d} = 12.96 \text{ 万元}$ 。

4 结 语

改造完成后, 磁选尾矿带介量大幅降低, 磁选机分选效果显著提高, 入料连续稳定, 溢流方便调节, 尾矿固体磁性物质质量分数不超过 0.8% 。全厂介质消耗由 2.8 kg/t 降为 1.6 kg/t , 介质回收率达到 99% 。磁选机回收率的提高大大降低了介耗, 提高了商品煤质量, 降低了生产成本。

参考文献:

[1] 杨军伟, 李桂华, 王占山. HMDS 高效煤用重介磁选机的应用[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(3): 21-23.

(上接第 92 页)

参考文献:

[1] 刘炯天. 关于我国煤炭能源低碳发展的思考[J]. 中国矿业大学学报: 社会科学版, 2011(1): 5-7.
 [2] 杰夫·代尔. 中国减排要靠洁净煤[EB/OL]. [2013-06-30]. www.ftchinese.com/story/001032110.
 [3] 刘世义. 生物质水煤浆及其相关技术(上)[J]. 节能环保, 2006(1): 12-14.
 [4] 刘世义. 生物质水煤浆及其相关技术(中)[J]. 节能环保, 2006(2): 15-18.
 [5] 刘世义. 生物质水煤浆及其相关技术(下)[J]. 节能环保, 2006(3): 12-16.
 [6] 张慧, 杨杰. 生物质/煤环保型复合水煤浆的生产[C]//第二届贵州大学实践教学创新论坛论文集. 贵阳: 贵州大学出版社, 2009.
 [7] 邓晖, 罗祖云, 林荣英, 等. 生物质水煤浆流变特性研究[J]. 洁净煤技术, 2010, 16(3): 87-89.
 [8] 周志军, 李响, 周俊虎, 等. 生物质水煤浆及添加剂的研究[J]. 煤炭学报, 2012, 37(1): 147-153.
 [9] 李瑜煜, 吴荣标, 潘润锦, 等. 生物质煤浆制备技术研

许文波等: 提高磁选机介质回收率的方法

[2] 孙丽梅, 单忠健. 国内外煤炭燃前脱硫工艺的研究进展[J]. 洁净煤技术, 2005, 11(1): 13-16.
 [3] 马士忠, 陈建平, 刘新国, 等. 济三选煤厂降低介耗生产实践[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(4): 31-33.
 [4] 吴习芳, 仇勇, 侯静保. 三产品重介质旋流器选煤工艺介耗小于 0.6 kg/t 的实践[J]. 选煤选矿, 2010(2): 35-38.
 [5] 王登林. 新兴选煤厂降低介质消耗的途径[J]. 现代经济信息, 2011(8): 24-26.
 [6] 郑庆东, 姜长海, 杏志峰, 等. 艾矿选煤厂降低介质消耗的措施[J]. 煤炭技术, 2009, 28(4): 25-26.
 [7] 谢广元, 张明旭. 选矿学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2001.
 [8] 邓晓阳. 煤炭洗选工程设计规范[M]. 北京: 中国计划出版社, 2005.
 [9] 刘燕华. 新型大颗粒磁选机结构参数的研究[D]. 北京: 煤炭科学研究总院, 2005.
 [10] 刘艳萍. 赵各庄矿选煤厂降低介质消耗的实践[J]. 选煤技术, 2012(4): 20-22.
 [10] 解永刚. 有机废液水煤浆燃烧性能研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2004.
 [11] 陈佩仪. 焦化废水制备水煤浆的研究及工业应用[D]. 广州: 广东工业大学, 2006.
 [12] 熊云龙. 城市污泥掺制水煤浆的成浆性及其燃烧特性的试验研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2007.
 [13] 朱妙军. 污泥水煤浆的成浆-燃烧及其燃尽特性研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2008.
 [14] 赵钦新, 周屈兰. 工业锅炉节能减排现状、存在问题及对策[J]. 工业锅炉, 2010(1): 1-6.
 [15] 王善武, 吕岩岩, 吴晓云, 等. 工业锅炉行业节能减排与战略性发展[J]. 工业锅炉, 2011(1): 1-9.
 [16] 郭永葆, 李文琴, 王守信, 等. 发展煤粉工业锅炉不容忽视的几个问题[J]. 工业锅炉, 2012(1): 10-12.
 [17] 马培根, 房靖华, 雷小云. 关于煤粉工业锅炉的技术分析与政策思考[J]. 环境与可持续发展, 2011(5): 28-30.
 [18] 姜贵利. 中小型水煤浆锅炉与循环流化床锅炉的技术经济比较[C]//全国水煤浆节能减排、资源循环利用技术推广会议. 石狮 [s. n.] 2011: 319-326.