

褐煤制浆和配煤制浆技术

马艳梅, 纪 龙, 赵洪宇, 王纪华, 曾 鸣

(中国矿业大学(北京) 化学与环境工程学院 北京 100083)

摘要: 基于中国煤炭资源状况及褐煤难成浆的特点, 提出采用配煤制浆的方法来提高制浆浓度。分析了国内外褐煤和配煤制浆技术的研究现状, 同时介绍了国内褐煤制浆技术的发展。研究发现: 现有的配煤技术多采用煤质较好的原煤和褐煤, 应寻求更多的现有资源和褐煤配煤制浆来提高煤浆浓度, 尤其是热值不低却未被充分利用的煤炭资源, 如煤炭液化废渣、沥青等, 以充分利用煤炭资源, 保护环境。

关键词: 褐煤; 水煤浆; 配煤

中图分类号: TD849; TQ536

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2012)04-0049-03

Technologies of coal water mixture preparation with lignite or blending coal

MA Yan-mei, JI Long, ZHAO Hong-yu, WANG Ji-hua, ZENG Ming

(School of Chemical and Environmental Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: Based on China coal resource and poor slurring property of lignite, provide that the coal water mixture concentration could be increased by making blending coal with lignite, then preparing coal water mixture with blending coal. Analyse the technologies of coal water mixture with lignite and blending coal at home and abroad. Introduce the development of these technologies at home. The results show that the existing coal blending technologies always use raw coal or lignite with better quality. In the future, more existing resources and lignite should be used to prepare coal water mixture in order to improve its concentration.

Key words: lignite; coal water mixture; coal blending

中国褐煤具有湿度大(含水量 30%~50%)、燃点低、燃烧后 CO₂ 排放量大等缺点, 未提质褐煤直接燃烧对电厂装置损耗较大且严重污染环境。同时, 较高含水量制约了其研发利用, 不但增加了褐煤的运输成本, 而且影响锅炉运行, 降低电厂效率^[1]。研究表明, 高水分、低热值褐煤经脱水提质后, 可显著提高水分和发热量, 产品应用范围扩大, 并可防止煤炭自燃^[2]。

提质加工后的褐煤煤质接近烟煤, 能更好地发电、造气、炼焦、生产化工产品, 运输和储存极为方

便。为合理利用资源, 降低制浆成本, 将煤粉回收制备水煤浆, 制得的水煤浆应用效果类似于石油, 这样既降低了成本, 又节约了煤炭资源。褐煤制浆已是许多国家关注的煤炭利用课题, 且褐煤水煤浆已在各种煤炭气化工工艺中应用^[3-6]。研究表明, 褐煤属于难制浆煤种, 因而在应用推广中, 如何用难制浆煤制出浓度高、黏度低、流动性好的水煤浆一直被关注^[7]。虽然提高水煤浆浓度具有重要意义, 但一般方法已很难实现, 需要研究新的制浆技术来提高褐煤成浆性能。

收稿日期: 2012-05-07 责任编辑: 宫在芹

作者简介: 马艳梅(1987—)女, 河南驻马店人, 硕士研究生, 研究方向为洁净煤技术。

引用格式: 马艳梅, 纪 龙, 赵洪宇, 等. 褐煤制浆和配煤制浆技术[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(4): 49-51, 60.

1 褐煤水煤浆技术的研究现状

1.1 国外研究现状

目前,澳大利亚、美国、日本等国对褐煤进行了研究,研究焦点主要集中在如何制备水煤浆及燃烧其混合物代替某些能源燃料上,而国外褐煤水煤浆技术还都处在试验研究阶段。

澳大利亚壳牌石油公司用 Fieissner 脱水工艺对韦克菲尔德褐煤进行技术处理,发现煤发热量能达到 30 MJ/kg,且一些含 O、Na 等元素的非煤成分去除率可达 50%。澳大利亚斯温堡技术研究所对维多利亚褐煤进行了处理,结合干燥和增稠技术,制得了质量分数为 60% 的褐煤浆。美国北达科他州研究中心根据褐煤特性,研究出一种 HWD 工艺(热水干燥工艺),将褐煤在高压容器中利用高压水加工提质,干燥后的成品用作制浆原料,最终在中试装置上制得质量分数为 60% 的水煤浆。20 世纪末, Yoshiki Sato 等^[8] 研究发现:在 2 MPa 粗氮, 380~440 °C 下,将 Buckskin 褐煤提质,并用非质子溶

剂——萘烷进行改性,得到的产物中 CO₂ 含量达 97%,且提质后的煤样发热量从 19.3 MJ/kg 增加到了 31.0 MJ/kg,使其更适合运输及长期储存。

此外, George Favas 等^[9-10] 对维多利亚的低灰 Loy Yang 褐煤进行了处理。即以热液方法脱除煤中水分,研究了煤质和处理条件等对制浆的影响,经处理制得水煤浆质量分数可达 64%。Atesok 等^[11] 研究了土耳其褐煤煤质对成浆的影响,用这种煤样制出质量分数为 58% 的水煤浆,发现低阶煤在制浆过程中必须加入一定量的分散剂,同时观察到土耳其褐煤由于内部孔隙结构的影响,在同样浓度的煤浆中自由水大大减少,且煤浆的流动性变差,黏度大大增加。

1.2 国内研究现状

国内褐煤水煤浆技术研究也处于试验研究阶段,表 1 为国内具有代表性的褐煤制浆方法。由表 1 可以看出,目前褐煤水煤浆技术存在很多问题,但为充分利用褐煤资源,实现煤炭资源的合理利用,需要研制褐煤制浆的新技术。

表 1 国内具有代表性的褐煤制备水煤浆技术

研究者	研究内容及方法	结论
周德悟等 ^[12]	分别以东北、大雁、小龙潭、扎赉诺尔褐煤制备水煤浆	褐煤因细孔结构丰富,内表面积较大,内在水分多,故制出的浆自由水少,浓度大多偏低 ^[13]
肖保清等 ^[14]	以低温热解技术对平庄和宝日希勒褐煤提质	2 种褐煤改质后,煤浆质量分数从 50% 增加到 60%,得出低温热解可以提质褐煤
刘旭光等 ^[15]	处理高水分 Banko 褐煤,借助干燥、蒸发和煤油成浆并覆沥青技术,同时以红外和热重等考察其结构、组成和反应行为	不仅能脱除煤中大部分水分,还可提高其氧化反应活化能,因而可防止煤样自燃,其低温氧化反应性减弱
郝爱民等 ^[16]	用低温热处理技术对几种变质程度不同的煤表面提质改性	可去除煤表面的含氧官能团,减弱煤与水分子结合能力。低变质煤更敏感,温度升高,煤浆浓度变大
常鸿雁等 ^[17]	在高压釜水蒸气下,对小龙潭煤、霍林河煤、神华煤及义马煤脱氧改质	改质后煤样氧含量脱除率最高为 20.7%;发热量和碳含量增加;挥发分和最高内在水分降低
龚志华等 ^[18]	对印尼褐煤用流化床干燥方法处理改质	经过干燥后的褐煤吸水性大大降低,煤浆质量分数从 48% 增加到 60%

2 配煤水煤浆技术研究现状

水煤浆技术包含水煤浆的制备、储运、燃烧等,是洁净煤技术的重要内容。煤质影响煤成浆性,一般低阶煤为难成浆煤,制出的水煤浆浓度较低;而较高阶煤为易成浆煤,可制出浓度较高的水煤浆^[19]。因此,要提高褐煤的成浆性,除现在的制浆工艺、原煤粒度级配和分散剂复配等,还可采用配入一定比

例的易成浆煤种。配煤技术制取水煤浆,原料煤适用范围扩大,对原料多样化及合理利用资源具有重大意义。发热量低、含硫量低的褐煤若与发热量高的高硫煤配煤,既可以充分利用各种煤的优势,彼此弥补劣势,又可以降低污染。目前国内配煤水煤浆技术研究已初具一定规模。

国内已有研究水煤浆的单位借助配煤技术,提高了原煤制浆的浓度,且此技术应用在加压气化制

合成气的装置中可大大提高生产效率,减少运行中的各种消耗,延长装置寿命^[20]。

尉迟唯等^[21]以3种性能较差、不宜制浆的煤做原煤,用成浆性、稳定性或流变性较好的3种煤配煤制浆,研究发现:相同的制浆条件,成浆性、稳定性好的煤可使不宜制浆、性能差的煤制得的浆更好,改善了浆体流变性,使黏度明显降低。

李寒旭等^[22]以淮南煤做原煤,采用不同的煤分散剂及不同配比配煤,发现配煤可以提高难成浆煤浆质量分数3%~5%,但不同情况下制得的煤浆有较大差别,同时认为配煤对煤浆性能的影响是非加和性的。

叶向荣等^[23]用某水煤浆厂精煤和分散剂制浆,研究了煤浆粒度级配、黏度及质量分数的关系。发现:不同精煤进行不同级配,相同级配时不同分散剂下制得的水煤浆性能是不同的,得出采用特定分散剂时,煤浆性能最佳的粒度级配。刘定平等^[24]借助计算机建模研究了磨矿和制浆间的关系,用LSSVM模拟磨矿时球磨机的电流及制得的煤浆质量分数,结合MODE算法(以Pareto最优概念为基础),探寻最好的运行工况,并在Pareto解集中用模糊集理论得到满意的解,获得了既可降低成本又可制得高浓度水煤浆的3种配煤方案,经过比较分析找到最佳配煤,以此来指导水煤浆的实际生产。

纪明俊等^[25]用淮南煤(安徽淮化集团Texaco工艺下的煤样)配煤制浆,研究了浆体流变性。发现:对水煤浆性能的影响,配煤技术不但是非加和性的,而且配煤既可提高浆体质量分数,还可降低高灰熔融性煤的灰熔融性,使流变性更好,从而使浆用于实际生产。陈晓玲^[26]建立了配煤制浆的线性规划模型。发现:动力煤配煤时,煤样分析基水分、硫分、灰分、挥发分及发热量均线性可加,且单个煤的灰分几乎不变时,灰熔融性符合经验公式,灰熔融性也有线性可加性。

国外对配煤水煤浆技术也有一定研究。如很多学者^[27-28]由配煤煤质指标的可加性,先从理论上分析了煤质指标可加性,并以数理统计方法论证,发现了动力配煤水分、硫分、灰分、挥发分及发热量等均线性可加,这些研究都为动力配煤奠定了理论基础。

3 结 语

基于目前中国煤炭资源状况,如何充分洁净利

用褐煤资源成为需要解决的重要问题。褐煤水煤浆技术是洁净利用煤炭资源的重要部分,但褐煤是难制浆煤种,且目前水煤浆浓度一直较低。配煤制浆可改善褐煤成浆性能,但多采用煤质较好的煤配煤。因而,应寻求更多的现有资源和褐煤配煤制浆来提高煤浆浓度,以充分利用煤炭资源。

参考文献:

- [1] 余江龙, Arash Tahmasebi, 季先春, 等. 褐煤干燥提质和无粘剂成型技术的研究现状及进展[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(2): 35-38.
- [2] 范艳青, 陈雯, 蒋训雄, 等. 褐煤半焦水蒸气活化法制备活性炭的工艺研究[J]. 煤炭加工与综合利用, 2005(3): 35-39.
- [3] 范艳青, 陈雯, 蒋训雄, 等. 褐煤炭化的研究[J]. 煤炭加工与综合利用, 2005(1): 33-36.
- [4] 陈雯, 叶钟林, 沈强华, 等. 云南褐煤非燃料应用——褐煤成型半焦制备研究[J]. 中国工程科学, 2005, 7(S1): 354-356.
- [5] 戴和武, 杜铭华, 谢可玉, 等. 我国低灰分褐煤资源及其优化利用[J]. 中国煤炭, 2001, 27(2): 14-18.
- [6] 赵振新, 朱书全, 马名杰, 等. 中国褐煤的综合优化利用[J]. 洁净煤技术, 2008, 14(1): 28-31.
- [7] 朱书全. 煤的性质对其成浆性影响的研究综述[J]. 煤炭加工与综合利用, 1996(2): 5-8.
- [8] Yoshiki Sato, Satoshi Kushiya, Katsunobu Tatsumoto, et al. Upgrading of low rank coal with solvent[J]. Fuel Processing Technology, 2004, 85(14): 1551-1564.
- [9] George Favas, W Roy Jackson. Hydrothermal dewatering of lower rank coals. 1. Effects of process conditions on the properties of dried product[J]. Fuel, 2003, 82(1): 53-57.
- [10] George Favas, W Roy Jackson. Hydrothermal dewatering of lower rank coals. 2. Effects of coal characteristics for a rang of Australian and international coals[J]. Fuel, 2003, 82(1): 59-69.
- [11] G Atesok, F Boylu, A A Sirkeci, et al. The effect of properties on the viscosity of coal-water slurries[J]. Fuel, 2002, 81(14): 1855-1858.
- [12] 周德悟, 崔玉玲, 张勤, 等. 褐煤成浆性能的评价[J]. 矿物加工与综合利用, 1991(1): 4-8, 32.
- [13] 周德悟, 李军, 王柏春. 大雁褐煤制水煤浆的研究[J]. 煤气与热力, 1990, 10(2): 8-11.
- [14] 肖保清, 李佩君, 朱友益. 褐煤浆的研制[J]. 中国煤炭, 1996(8): 46-47.

(下转第60页)

的游离炭氧化而去除,达到重新造孔而不过分损坏基本孔的结构。第 14 ~ 15 层为冷却段,温度控制在 900 °C 以下,以使活性炭缓慢降温出料。

当多膛炉处于稳定的工况下,其各个炉层的温度应分别维持在一定的温度范围内^[8]。在此工艺过程中存在 2 种不同的能量反应形式:气化吸热反应和氧化燃烧放热反应。气化过程以炭与水蒸汽发生化学反应为主,产生 CO 和 H₂ 等可燃气体,并从外界吸收一定的热量。燃烧器燃料和烟气里的可燃气体进行氧化燃烧时,释放出大量的热量。若要达到最佳活化温度条件,平衡吸热和放热反应是关键。

4.2 中轴转速

中轴转速由中轴变频电机控制,转速在 0.5 ~ 1.5 r/min 内可调,以此来控制物料在炉床上的停留时间。

4.3 炉膛压力控制

利用变频调速器改变引风机的转速,可以实时控制烟气流量并保持炉膛压力稳定。在多膛炉与后燃室的连接烟道内,安装有压力变送器;为了避免炉膛内的烟气外逸,可以调节变频器改变风机转速并让压力稳定在微负压 0 ~ 0.5 kPa。

4.4 活化蒸汽用量

活化蒸汽用量与炭量比为 (0.5 ~ 1.5):1,根据活性炭生产或再生工艺确定具体用量。

5 结 语

随着颗粒活性炭在水处理、果葡糖浆脱色等领

域的广泛应用,以及环境要求日趋严格,颗粒活性炭的生产和再生必将成为规模化发展。多膛炉将成为活性炭规模化生产和再生的有效设备。研究多膛炉的结构、生产工艺及操作,必将对活性炭产业升级,提高产品质量,节能减排等方面产生积极的作用。

参考文献:

- [1] Dreusche Jr, Charles Von F. High temperature multiple hearth furnace structures [P]. US patent: US3419254, 1968-12-31.
- [2] Dreusche Jr, Charles Von F. Apparatus and method for distributing material being processed over a furnace hearth floor [P]. US patent: US3905757, 1978-09-16.
- [3] 白桦. 多膛炉设计 [J]. 工程设计与研究, 2009(127): 7-9.
- [4] 刘海成. 每层四耙臂多膛炉的设计特点 [J]. 有色设备, 1998(2): 12-14.
- [5] Stuart S Spater. Method and apparatus for regenerating and manufacturing activated carbon [P]. US patent: US4115317, 1978-09-19.
- [6] Hanceford L Allen, William W Berry, Robert W Leifried. Regeneration of activated carbon [P]. US patent: US4407725, 1983-10-04.
- [7] 据成新, 高玉川. 多膛炉焙烧钼精矿的温度调节与控制 [J]. 中国钼业, 2010, 24(5): 28-31.
- [8] Nichols engineering & Res Corp. Methods and apparatus for regeneration of granular activated carbon [P]. GB patent: GB941635, 1963-11-13.

(上接第 51 页)

- [15] 刘旭光, 李保庆. 褐煤的热处理改质研究 [J]. 煤炭转化, 2000, 23(1): 39-43.
- [16] 郝爱民, 李新生, 宋永玮. 煤的改性提质对水煤浆成浆性的影响 [J]. 煤炭转化, 2001, 24(3): 47-50.
- [17] 常鸿雁, 徐文娟, 张德祥, 等. 加压水蒸气下年轻煤脱氧改质的研究 [J]. 煤炭转化, 2005, 28(1): 26-29.
- [18] 龚志华, 顾兆云, 徐志强, 等. 提高印尼褐煤成浆性的试验研究 [J]. 煤炭加工与综合利用, 2008(1): 26-28.
- [19] 袁善录, 戴爱军. 制备高浓度水煤浆的影响因素探讨 [J]. 应用化工, 2007, 36(12): 1242-1251.
- [20] 高志芳. 提质褐煤制浆及配煤成浆特性的研究 [D]. 北京: 中国矿业大学(北京), 2009.
- [21] 尉迟唯, 李保庆, 李文. 混合煤制浆对水煤浆性质的影响 [J]. 燃料化学学报, 2004, 32(1): 31-36.

- [22] 李寒旭, 纪明俊, 李军, 等. 配合煤对水煤浆性能的影响 [J]. 选煤技术, 2001(3): 54-56.
- [23] 叶向荣, 刘定平, 陈其. 粒度级配对混煤水煤浆浓度与黏度的影响 [J]. 煤炭转化, 2008, 31(2): 28-30.
- [24] 刘定平, 叶向荣, 邓华裕. 基于 LSSVM - MODE 的水煤浆生产优化控制 [J]. 选煤技术, 2008(3): 16-22.
- [25] 纪明俊, 李寒旭, 燕春福. 淮化 Texaco 气化配煤制取水煤浆的研究 [J]. 安徽化工, 2002(6): 4-6.
- [26] 陈晓玲. 配煤线性规划模型的研究 [J]. 煤炭加工与综合利用, 2003(2): 34-37.
- [27] A Rushdi, A Sharma, R Gupta. An experimental study of the effect of coal blending on ash deposition [J]. Fuel, 2004, 83(4-5): 495-506.
- [28] Seiji Nomura, Takashi Arirna, Kenji Kato. Coal blending theory for dry coal charging process [J]. Fuel, 2004, 83(13): 1771-1776.