

# 不同侧链结构的聚羧酸盐分散剂对水煤浆的性能影响

朱 妞

(咸阳职业技术学院化工学院, 陕西 咸阳 712046)

**摘要:** 合成了以天然淀粉和甲氧基聚乙二醇(MPEG1000)为侧链的两种不同侧链结构的聚羧酸盐分散剂, 并通过红外(FT-IR)和核磁共振氢谱( $^1\text{H NMR}$ )对其结构进行表征。将其作用于神华煤制浆, 考察了分散剂的最佳用量、最大成浆浓度和稳定性, 研究发现经济易得的淀粉侧链聚羧酸盐(PC-St), 分散性和稳定性比甲氧基聚乙二醇为侧链的聚羧酸盐(PC1000)好, PC-St在掺量0.4wt%时, 浆浓最大可做到66.5%。通过测定分析煤粒Zeta电位、吸附性、煤的接触角以及XPS, 解释两种分散剂分散降黏的作用机理。结果表明, 淀粉侧链PC-St分散剂在煤表面具有较大的饱和吸附量, 为煤粒提供了更大静电斥力, 并对煤有更好的润湿效果, 同时它在煤上的吸附膜厚度为7.57 nm, 为煤粒提供很好的空间位阻, 有效减小了煤粒间的团聚, 对水煤浆具有更好的降黏、分散和稳定作用。

**关键词:** 侧链结构; 聚羧酸盐; 水煤浆; 分散剂

**中图分类号:** TQ536.9

**文献标识码:** A

**文章编号:** 94047-(2016)04-032-07

制备高性能水煤浆, 化学添加剂必不可少, 其中分散剂是制得高浓水煤浆的关键之一。传统的分散剂包括萘系、木质素系、腐植酸系以及它们的复配产品等。相较于传统的分散剂, 聚羧酸系水煤浆分散剂具有环保、高效、结构灵活、适用范围广等优点, 并逐渐取代了传统分散剂<sup>[1]</sup>, 研究发现, 聚醚侧链聚羧酸盐分散剂可以有效的在煤颗粒表面形成较大的空间位阻, 有效减小颗粒间的团聚现象, 达到高效分散的作用<sup>[2]</sup>, 但其主要原料全部是石油制品, 价格相对较高; 我们课题组在前期研究了以甲氧基聚乙二醇为侧长链的聚羧酸盐分散剂在水煤浆上的应用研究发现聚羧酸系分散剂侧链对水煤浆浆体的分散稳定性具有决定性的影响<sup>[3,4]</sup>。淀粉是由数百个糖单元组成的长链, 经过氧化之后亲水性大大增强, 同时也可以为煤粒间提供较大空间位阻作用。基于生物质原料的高效水煤浆分散剂具有成本低廉、来源广泛、可生物降解等优点, 越来越受到人们的关注, 目前的研究只局限于对于天然产物的初级改性, 如Debadutta Das等人<sup>[5,6]</sup>, 进行了淀粉黄原胶、磷酸酯淀粉作为水煤浆分散剂的探索, 发现其具有良好的稳定性, 但用量相对较大, 我们探索性地试用天然淀粉作为分散剂的侧长链分散剂的合

成<sup>[7]</sup>, 基于上述原因, 本文合成了以天然淀粉和甲氧基聚乙二醇(MPEG1000)为侧链的两种不同侧链结构聚羧酸盐分散剂, 其中一种为淀粉基聚羧酸盐分散剂(简称PC-St), 另一种为甲氧基聚乙二醇(MPEG1000)为侧链的梳状聚羧酸盐(简称PC1000); 系统比较了这两种分散剂的分散降黏和稳定性能, 并从分散剂对煤的润湿性、吸附性、带电量以及吸附膜厚度角度等方面解释了这两种分散剂对水煤浆的作用机理。

## 1 实验部分

### 1.1 主要试剂

试剂: 丙烯酸(AA)、对苯乙烯磺酸钠(SSS)、聚乙二醇单甲醚(MPEG分子量1000): 工业品; 过硫酸钾、对苯二酚、亚硫酸氢钠、氢氧化钠、异丙醇、无水乙醇、盐酸(36%): 均为分析纯; 玉米淀粉, 工业级; 煤样: 陕西神华煤。

### 1.2 煤质分析与水煤浆的制备

本实验对神华煤进行测试, 神华煤低硫、低灰、低变质程度, 但煤中O/C比和内水相对较高, 制浆浓度属于中等偏低。其煤质分析见表1。

收稿日期: 2016-10-13

作者简介: 朱妞(1983—), 女, 助教, 在读博士, 研究方向: 功能高分子材料合成、改性、机理及应用。

表1煤质工业分析(中国神华煤)  
Table1 Industrial analyses of coal proximate

项目	质量分数/wt%
全水 Mt (wt %)	11.97
分析水 Mad (wt %)	6.61
灰分 Ad (wt %)	10.08
硫分 St.d (wt %)	0.24
挥发分 Vd (wt %)	33.96
固定碳 Cd (wt %)	55.9

采用干法制浆。实验用球磨机以600 r/min的转速下磨煤,将煤粉磨制成一定粒径分布的粒子,使煤粉紧密堆积,可提高水煤浆的制浆浓度。本试验所用水煤浆采用多峰级配分布为20-40目,40-120目,120-200目,200-300目,300目以下,其质量分数分别为8%,42%,7%,8%,35%,由以上数据可知其符合制浆试验粒径分布要求。将球磨机磨好的多峰级的煤样按照以上比例混合,分散剂用量为绝干煤粉质量的0.2-1.0%,在转速为600 r/min的条件下,机械搅拌10 min,即得水煤浆。

### 1.3 分散剂的合成

淀粉接枝共聚物(PC-St)的合成:在三口烧瓶中加入一定量的玉米淀粉、过硫酸钾和去离子水,搅拌,升温至90℃,恒温搅拌30 min,使淀粉完全被氧化,然后降温至80℃,调pH至8,加入苯乙烯磺酸钠和少量亚硫酸氢钠,搅拌溶解后,用恒压滴液漏斗滴加过硫酸钾水溶液和丙烯酸,滴加完毕后保温反应4h。将反应物冷却至室温,用浓度为20%的氢氧化钠水溶液调节pH至7-8,出料得棕色澄清乳液。

梳状聚羧酸盐的合成(PC1000):用AA、SSS和自制单体聚乙二醇单甲醚丙烯酸酯MPEGAA1000用一定比例按文献<sup>[4]</sup>方法制得橙黄色透明液体聚羧酸盐水煤浆分散剂。

这两种不同侧链结构的聚羧酸盐分散剂的分子结构如图1所示。

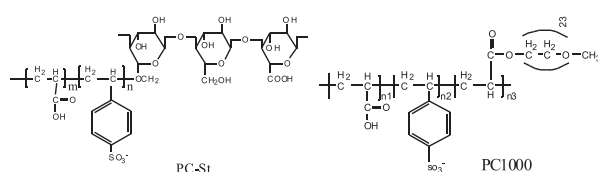


图1 两种不同侧链结构的聚羧酸盐分散剂的分子结构

Fig.1 Two different side chain structure of the molecular structure of polycarboxylate dispersant

### 1.4 分散剂的结构表征

采用德国Bruker公司EQUINX55型红外光谱仪,用溴化钾压片法测定红外光谱;

采用德国Bruker公司400MHz DRX-400核磁共振仪测定分散剂的核磁氢谱:将样品配制成0.4 mL质量浓度为10%的溶液,加入到内径为4 mm的样品管中进行NMR测试。其中溶剂为D<sub>2</sub>O。

### 1.5 分散剂的性能测试

采用NXS-4C型水煤浆黏度仪测定室温25℃下剪切速率为100S-1的水煤浆表观黏度,据此评定浆体分散性。采用析水率法测定稳定性<sup>[8]</sup>。

Zeta电位的测试:分别称取约0.2g制浆用煤于多个150 ml具塞锥形瓶中,加入50 ml蒸馏水溶液,分别用HNO<sub>3</sub>和NaOH溶液调节PH为7,在摇床上恒温振荡2h,静置后取上清液注入电泳池中测定煤表面的Zeta电位,测定三次取平均值。

### 1.6 流变性能的测定

水煤浆流变性通过Brookfield, R/S-SST Plus流变仪, V40-20转子来测试,按照以上煤粒级配称取100g煤粉,采用干法制浆法,制备水煤浆,剪切速率:上行0~100s-1,100s-1下测得18个点,运行时间5min,下行100~0s-1,上行和下行运行时间均为3min,测试点均为36个,测试温度保持在25℃,通过对测试数据拟合,以次来判断水煤浆的流变性。

### 1.7 吸附量的测定

采用残余质量浓度法测量煤的表观吸附量,具体方法参考文献<sup>[9]</sup>。

### 1.8 煤粒接触角的测定

采用德国东方德菲公司DCAT21表面/界面张力仪测定煤粉接触角,测试温度25℃。根据参考文献<sup>[7]</sup>的方法,采用Washburn毛细管上升法进行动态接触角的测量。

### 1.9 吸附膜厚度的测定

采用美国Thermo Fisher Scientific公司生产的ESCALAB 250Xi X射线光电子能谱仪(以Al的特征K $\alpha$ 射线为X射线源,初始光电子能量为1486.6eV)测定分散剂在煤表面吸附层厚度,通过测量吸附分散剂前后Si2p光电子经过煤表面分散剂吸附层后强度的衰减程度,近似计算出分散剂吸附层的厚度<sup>[10]</sup>,煤样制备使用文献<sup>[11]</sup>的方法。

## 2 结果讨论

### 2.1 分散剂的红外分析

PC-St:谱图2-b为PC-St的红外光谱曲线,分析如下:3000~3700  $\text{cm}^{-1}$ 有羟基吸收峰,并且1719  $\text{cm}^{-1}$ 处出现C=O吸收峰,证明聚合物中存在-COOH;1560  $\text{cm}^{-1}$ ,1450  $\text{cm}^{-1}$ 为苯环的伸缩振动峰;1160  $\text{cm}^{-1}$ ,1033  $\text{cm}^{-1}$ 和616  $\text{cm}^{-1}$ 为磺酸基的吸收峰,1114  $\text{cm}^{-1}$ 附近有醚键吸收峰;1014  $\text{cm}^{-1}$ 处为淀粉链羟基上的C-O伸缩振动;1650~1600  $\text{cm}^{-1}$ 无吸收峰表明分子中双键基本消失,说明各单体发生了共聚,此接枝产物为目标产物。

PC1000:图2-a为PC1000的红外光谱曲线,波数3430  $\text{cm}^{-1}$ ,1724  $\text{cm}^{-1}$ 和1287  $\text{cm}^{-1}$ 出现羧基的特征吸收峰。在1575  $\text{cm}^{-1}$ 和1450  $\text{cm}^{-1}$ 出现苯环的伸缩振动峰;830  $\text{cm}^{-1}$ 是对二取代苯环上C-H的弯曲振动峰;1190和1043  $\text{cm}^{-1}$ 处为磺酸基的伸缩振动峰;1114  $\text{cm}^{-1}$ 附近有聚乙二醇的醚键吸收峰,并且1631  $\text{cm}^{-1}$ 处C=C双键特征吸收峰基本消失,说明反应主要是C=C双键的自由基共聚反应。综合分析,红外图谱证明了PC1000为目标共聚产物。

### 2.2 分散剂的核磁共振氢谱分析

图3为合成的分散剂PC-St和PC1000的 $^1\text{H}$  NMR图谱,由 $^1\text{H}$  NMR曲线可知,化学位移 $\delta = 4.7$ 为溶剂D<sub>2</sub>O的化学位移;对于PC-St来说, $\delta = 7.0\sim 7.8$ 为苯环H质子的化学位移,说明苯乙烯磺酸钠已经接枝淀粉链上; $\delta = 5.0\sim 5.5$ 为淀粉链R-OH中羟基的H质子; $\delta = 3.0\sim 4.0$ 为淀粉链中与醚键相连的烷基H质子的化学位移; $\delta = 1.8\sim 2.3$ 为淀粉中与羧基相连C的H质子的化学位移; $\delta = 1.2\sim 1.7$ 为接枝主链上-CH<sub>2</sub>-的H质子的化学位移;综合分析,此淀粉接枝苯乙烯磺酸钠和丙烯酸成功。

对于PC1000来说, $\delta = 7.0\sim 7.7$ 之间为苯环上H质子的化学位移, $\delta = 2.2\sim 2.5$ 之间为共聚物主链中与苯环相连-CH-的H质子的化学位移,这说明共聚物分子中含有苯环; $\delta = 4.0\sim 4.2$ 之间为侧链与酯基相连的-CH<sub>2</sub>-的H质子的化学位移, $\delta = 3.3\sim 3.7$ 之间为侧链与醚键相连的-CH<sub>2</sub>-的H质子的化学位移, $\delta = 3.25$ 为侧链(MPEGAA)末端-CH<sub>3</sub>的H质子的化学位移, $\delta = 1.9\sim 2.3$ 之间为共聚物主链中与C=O相连的-CH<sub>2</sub>-及-CH-的H质子的化学位移, $\delta$

$= 1.10\sim 1.75$ 之间为共聚物主链中-CH<sub>2</sub>-的H质子的化学位移。综合上述分析, $^1\text{H}$  NMR图谱证明了PC1000为聚乙二醇单甲醚,苯乙烯磺酸钠和丙烯酸的共聚产物。

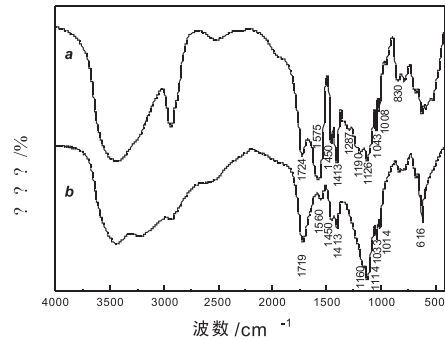


图2 聚合物红外光谱图  
Fig.2 FI-IR Spectrum of dispersant

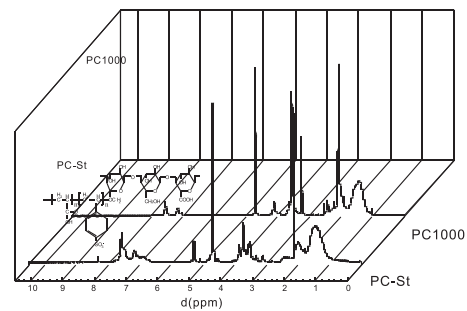


图3 分散剂的核磁H谱  
Fig.3  $^1\text{H}$  NMR Spectrum of dispersant

### 2.3 分散剂用量对水煤浆表观黏度的影响

在25 $^{\circ}\text{C}$ 、剪切率为100 $\text{s}^{-1}$ 的条件下,改变分散剂在水煤浆中的用量,测定水煤浆浓度为65%时的表观黏度,如图4所示。

由图4可知,随着分散剂用量的增加,水煤浆表观黏度都呈先急速减小,后增大的趋势,随着分散剂加量的增加,分散剂在煤粒表面的吸附量逐渐增大,煤粒表面疏水区域被具有两亲结构的分散剂分子代替,分散剂分子中侧长链在煤表面所形成的定向排列也越来越紧密,又因为这两种分散剂属于阴离子表面活性剂,吸附了这两种分散剂的煤粒其表面负电荷增大,在空间位阻和静电斥力双重作用下,浆体的黏度逐渐降低,并且在一定的分散剂加量(PC-St和PC1000为0.45wt%)下达到最低黏度。而此后的煤浆表观黏度上升可能是因为分散剂在煤粒表面的吸附量过大会导致侧长链过于密集,当有外力剪切时,分散剂的长链容易发生相互缠绕而导致浆体黏度升高<sup>[12]</sup>。

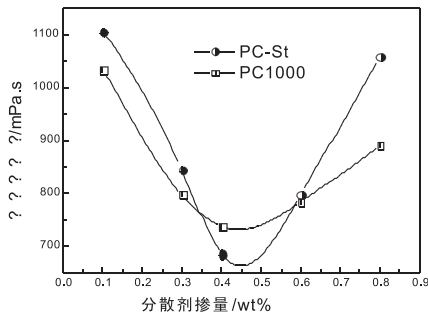


图4分散剂用量对水煤浆表观黏度的影响  
Fig.4 Effect of dispersant dosage on the CWS apparent viscosity

由图4还可以看出，合成的两种不同侧链结构的分散剂中，PC-St的降黏效果较佳，其在0.4wt%时，黏度低至667.2mPa.s，这说明分散剂的降黏能力与分子结构中的侧链结构有关。一方面，淀粉是由上百个糖单元组成的多糖，作为分散剂的侧长链，会使吸附了分散剂的煤粒表面具有较大的空间位阻，煤浆黏度降低；而另一方面，淀粉经过氧化后羟基变成羧基，亲水性大大增强，更有利于在煤表面的吸附，对煤表面有更好的亲水改性。这两个因素共同影响着水煤浆的表观黏度，因此，天然淀粉接枝物的PC-St对神华煤有更好的分散降黏作用。

2.4 水煤浆的浓度对水煤浆表观黏度的影响

分散剂用量为0.4wt%时，测定不同水煤浆浓度的浆体在25℃、剪切速率为100s<sup>-1</sup>条件下表观黏度的变化，如图5所示。最高制浆浓度为在以上条件下，水煤浆黏度到1000mPa.s时的煤浆浓度。图5可知，随着水煤浆浓度的增大，水煤浆表观黏度也增加，这是因为在相对较低浓度时，煤粒间距离较大，团聚机会少，表观黏度较低；当浓度进一步增加，煤粒之间距离缩短，煤粒之间接触概率增大，容易发生团聚，并增加悬浮流动摩擦力，使表观黏度增加，流动性变差<sup>[3]</sup>。图5中PC-St分散剂用量为绝干煤的0.4wt%时，水煤浆最高质量浓度可达到66.5%。

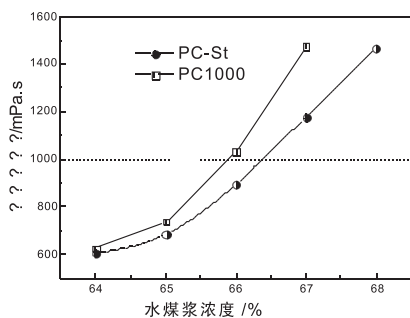


图5水煤浆浓度对其表观黏度的影响  
Fig.5 Effect of different fraction of CWS on slurry apparent viscosity

2.5 分散剂对煤表面Zeta电位的影响

据DLVO理论，颗粒稳定分散的先决条件是颗粒间的静电斥力超过颗粒间的范德华引力<sup>[4]</sup>，颗粒表面Zeta电位绝对值越大，静电斥力越强，越有利于料浆分散。因此煤表面的Zeta电位是影响煤粒在水中分散性和稳定性的一个重要指标。此处研究了这两种不同侧链结构分散剂对煤表面Zeta电位的影响，结果见图6。

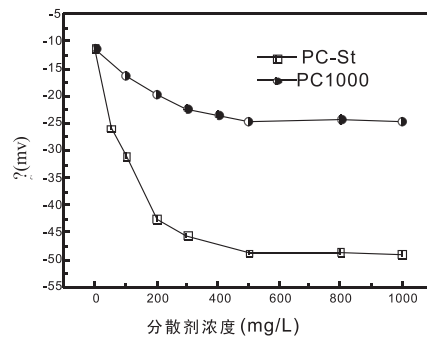


图6分散剂对煤表面ζ电位影响  
Fig.6 Effect of PC dispersant concentration on ζ potential

从图6可知，在不加分散剂时，煤粒与纯水形成分散体系，煤粒的Zeta电位为-11.9 mV，表现为负值，这说明虽然煤粒表面为正、负电荷区共存<sup>[11]</sup>，但其主体是带负电荷。随着分散剂的添加量增加，煤粒表面的Zeta电位绝对值先增大后趋于平衡，而PC-St的Zeta电位由-11.9 mV变化到-47.8 mV，绝对值较大，对煤浆的分散性和稳定性更有利。

2.6 分散剂在煤表面吸附量的影响

分散剂吸附于煤表面，形成一层水化膜，使煤水分散体系的自由能降低，阻止煤粒聚集，使CWS体系处于稳定态。分散剂在煤粒表面的排列紧密程度和吸附膜厚度与煤表面对分散剂的吸附量有关<sup>[4]</sup>。在实验25℃下，分别测试PC-St和PC1000分散剂在神华煤粒表面吸附量随分散剂平衡质量浓度的关系，吸附等温线如图7。

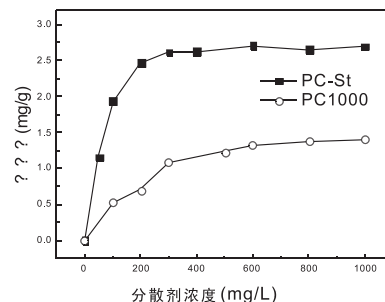


图7不同分散剂在煤粒表面的吸附等温线  
Fig.7 Adsorption isotherms of different dispersants on coal

由图7可知,随着分散剂浓度升高,其相应的吸附量也会随之升高。在较高浓度时吸附量较大,会出现吸附的平台,形成紧密的吸附层,再增加分散剂的浓度吸附量也不会增大。由于这两种分散剂在煤表面的吸附量随着平衡质量浓度的增大而出现单平台现象,初步判断在测试浓度范围内这两种分散剂在煤粒表面的吸附属于单分子层吸附<sup>[5]</sup>。PC-St的饱和吸附量为2.63 mg/g, PC1000的饱和吸附量1.39 mg/g,显然PC-St分散剂在煤表面的吸附量高于聚羧酸PC1000分散剂。这可能是由于淀粉被氧化后含有大量的羧基,淀粉基的PC-St中,侧链上的羧基也可以锚固在煤表面阳离子矿物盐上,同时在煤粒间提供较大空间位阻,利于煤浆分散。而PC1000只是通过主链对煤粒的吸附,所以吸附量相比较小。

## 2.7 分散剂对煤润湿性能的影响

煤/水界面的接触角反映了煤粒表面的平均润湿情况,接触角越小,其表面亲水性越好<sup>[16]</sup>。此处研究神华煤粒在吸附了PC-St和PC1000分散剂前后煤/水界面接触角的变化情况,如图8所示。由图8知,神华原煤在水中的接触角为72.6°,吸附了分散剂的煤粒在水中的接触角有不同程度的减小,接触角PC-St<PC1000<神华原煤,其中吸附了PC-St的煤粒在水中的接触角最小,表明其润湿性能最好。这是因为PC-St在煤粒表面的吸附量最大,并且PC-St含有磺酸基和大量羧基亲水基团,较大的吸附量能对疏水的煤表面进行更好亲水改性,使煤粒表面有更好的润湿性能,这样可以解决煤/水不相容的矛盾,有利于水煤浆稳定性的提高。

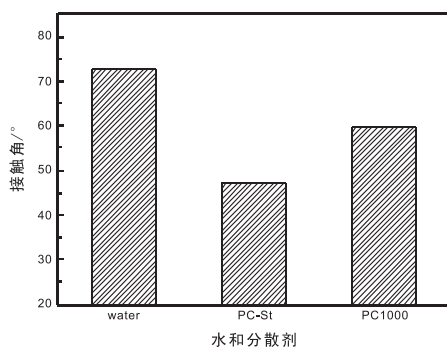


图8分散剂在煤表面的接触角

Fig.8 The surface contact angle on Shenhua coal

## 2.8 分散剂在煤表面吸附膜厚度及水煤浆稳定性影响

采用X光电子能谱法(XPS)测定吸附PC-St前后神华煤表面的XPS元素扫描图,如图9可知,相对

于空白煤样,吸附了PC-St后煤表面的C、Si峰吸收强度减弱,O、Na峰吸收增强。这是由于PC-St分子中O和Na含量高于煤,C含量低于煤,所以吸附了PC-St之后煤表面的O和Na元素含量升高,C元素含量降低。PC-St分子中不含有Si元素,但吸附了PC-St后煤表面的Si仍然存在,这是由于分散剂层薄,吸附层下的煤中矿物质中Si原子被激发的缘故。

由于分散剂分子不含Si元素,而煤中矿物质含Si元素,因此以Si作为特征元素,通过测定Si2p光电子经过吸附层后强度的衰减程度,可计算出分散剂的吸附层厚度。图10为吸附分散剂前后Si2p的精细XPS谱图。由于分散剂的包裹作用,吸附分散剂后煤粒表面的Si2p光电子强度明显减弱,对其峰面积进行积分,计算出煤粒表面分散剂的吸附层厚度(表2)。由表2知,吸附膜厚度PC-St>PC1000,PC-St在神华煤上的吸附厚度较大为7.57 nm,PC1000的较小为6.60 nm。这可能是由于淀粉被氧化后含有大量的羧基,淀粉基的PC-St中侧链上的羧基及主链上的阴离子比PC1000更好的锚固在煤表面阳离子矿物盐上,对煤粒进行了较好的亲水改性,同时在煤粒表面形成更厚的吸附膜,

在煤粒间提供更大的空间位阻,有效地减小了因为煤粒的“团聚”而引起的黏度增大。由表2可知,PC-St作为分散剂,其水煤浆具有更优的稳定性。

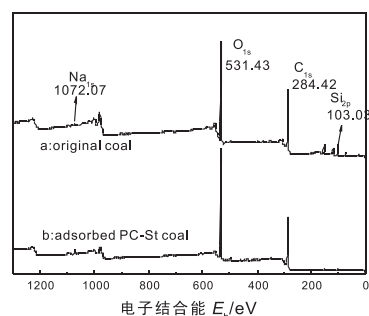


图9吸附前后煤粒表面的XPS谱图

Fig.9 XPS elemental scanning spectra of Shenhua coal and with adsorbing dispersant

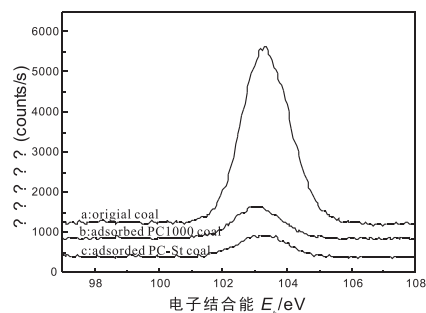


图10神华煤吸附分散剂前后Si2p的精细XPS谱图

Fig.10 Si2p scanning spectra of Shenhua coal and with

表2 PC吸附前后煤粒表面Si2p XPS的强度变化及吸附层厚度计算  
Table2 Si2p XPS of coal and complex coal particles with adsorbing dispersants thickness

样品	结合能(ev)	积分面积 cps / eV	元素含量 conc. %	吸附层厚度/nm	72h 析水率/ %
神华原煤	103.21	52881.36	9.08	/	/
PC-St	103.19	8308.14	1.67	7.57	2.01
PC1000	102.97	10534.23	2.00	6.60	2.93

### 3 结论

3.1 通过红外和核磁共振氢谱表征了两种不同侧链结构分散剂的分子结构,说明合成的分散剂是期望的聚羧酸盐分散剂。以神华煤为原料,通过测定表观黏度得知,经济易得的淀粉侧链聚羧酸盐(PC-St)分散剂具有更好的分散稳定性,其最佳掺量为0.45wt%,且在0.4wt%掺量下,最高浆浓可做到66.5%。因此,可以采用天然淀粉代替昂贵的聚醚作为聚羧酸盐分散剂侧链。

3.2 淀粉侧链的聚羧酸盐在神华煤上有更大的饱和和吸附量、Zeta电位绝对值和吸附膜厚度,更好的发挥了空间位阻和静电斥力双重作用力,以达到对煤粒的高效分散。同时通过吸附作用,对疏水的煤粒表面进行了很好的亲水改性,降低了浆体的吉布斯自由能,使浆体具有更好的稳定性。

#### 参考文献

- [1]赵方,张光华,石丽丽等.淀粉水煤浆分散剂的制备及性能研究[J].煤炭学报,2012,37:456-461.
- [2]周明松,邱学青,王卫星.水煤浆分散剂研究进展[J].煤炭转化,2004,27(3):12.16.
- [3]G.H.Sayed, F.M.Ghuibab, M.I.Abdoub, E.A.A.Badrb, S.M.Tawfikb, N.A.M.Negmb, Synthesis, surface and thermodynamic parameters of some biodegradable nonionic surfactants derived from tannic acid, Colloids and SurfacesA: Physicochemical and Engineering Aspects 393(2012)96-104.
- [4]K.K.Tiwari, S.K.Basu, K.C.Bit, S.Banerjee, K.K.Mishra, High-concentration coal-water slurry from Indian coals using newly developed additives, Fuel Processing Technology 85(2004)31-42.
- [5]朱雪丹等.一种两性聚羧酸系水煤浆分散剂的合成及表

征[J].煤炭转化,2013,36(2):44-48.

- [6]Toshio Kakui, Hidehiro Kamiya. Effect of Sodium Aromatic Sulfonate Group in Anionic Polymer Dispersant on the Viscosity of Coal-Water Mixtures [J]. Energy & Fuels, 2004, 18 :652-658.
- [7]茅晔辉,朱书全,吴晓华等.聚羧酸系水煤浆分散剂的试验研究[J].煤炭科学技术,2008,36(12):90-93.
- [8]崔崇,张兵.聚羧酸系高性能减水剂的研制[D].UDC.2007,25-28.
- [9]Morina V, Tenoudjia F C, Feylessoufi A, et al. Superplasticizer effects on setting and structuration mechanisms of ultrahigh-performance concrete [J]. Cement and Concrete Research, 2001, 31(1):63-71.
- [10]Debadutta Das, Uma Dash, Amalendu Nayak, and Pramila K. Misra. Surface Engineering of Low Rank India Coals by Starch-Based Additives for the Formulation of Concentrated Coal-Water Slurry [J]. Energy and Fuels, 2010, 24:1260-126.
- [11]邱学青,周明松,王卫星.改性木质素磺酸盐水煤浆添加剂的性能研究[J].煤炭科学技术,2004,32(11):44-46.
- [12]郭照冰,郑正,吴国光等.萘油制备新型水煤浆添加剂的研究[J].燃料化学学报,2004,32(5):627-630.
- [13]熊邵峰,李定或,喻幼卿.聚羧酸-萘共聚型高效减水剂的性能研究[J].化学与生物工程,2006,23(1):24-26.
- [14]Tiwari Kaushal K, Basu Sibendra K, Bit Kumaresh C, et al. High-concentration coal-water slurry from Indian coals using newly developed additives [J]. Fuel Processing Technology, 2003, 85: 31-42.
- [15]戴郁菁,何其慧,谢力等.水煤浆添加剂NDF[J].精细化工(增刊),1999,16:195-198.
- [16]傅丛,李英华,孙刚.水煤浆稳定性测定方法的研究和标准制定[J].洁净煤技术,2002,8(4):20-23.

[编辑、校对:王军利]

## Influence of different side-chain structure of polycarboxylate dispersant on the performance of coal water slurry

ZHU Niu

(Xianyang Vocational & Technical College, Xianyang, Shaanxi,712046)

**Abstract:** Two kind of side-chain structures polycarboxylate dispersant were synthesized by acrylic acid and sodium styrene sulfonate as the main chain , in the same mass ratio, native starch and methoxy polyethylene glycol ( MPEG1000 ) as the side chain respectively. Their structures were characterized and analyzed by FI-IR and 1H NMR. The dispersants were used for Shenhua coal, apparent viscosity, the optimum amount of dispersant and maximum slurry concentration and stability of slurry were investigated. As a result, dispersibility and stability of economic accessible polycarboxylate(PC-St) using starch as side-chain were better than that of the polycarboxylates(PC1000) using methoxy polyethylene glycol as side chain. When the dosage of PC-St was 0.4wt%, the maximum concentration of coal water slurry(CWS) could reach 66.5%. The effects of side-chain structures in polycarboxylate on Zeta potential, adsorption, contact angle and XPS of coal particle were investigated systematically to elucidate the dispersion mechanism. PC-St dispersant had greater saturated adsorption amount on the surface of coal, provided greater

\*\*\*\*\*

( 上接第29页 )

## The design of powder material sintering sagger overturning machine

JIN Ying, LU Le-min

(College of mechanical and electrical, Xianyang Vocational and Technical College, Xianyang, Shaanxi 712000, China)

**Abstract:** Turning machine is a powdered material sintering material handling automation sagger complete sets of equipment in the main function. In this paper, the latest development of the local machine to rollover basis, from aspects of integral layout, structure design of components and related parameters determination, a comprehensive introduction to the overturning machine design, puts forward the problem is likely to occur in overturning machine use, which has higher reference value of turning machines and similar equipment design.

**Key words:** Powdery Material; Sintering; Sagger; Turning Machine; Design