

煤中低分子化合物的甲烷溶解能力研究

彭英健, 姚有利, 董川龙

(山西大同大学煤炭工程学院, 山西 大同 037003)

摘要: 为了研究煤中低分子化合物的甲烷溶解特性, 使用四氢呋喃溶剂对张集9煤和寺河3煤进行微波辅助抽提, 得到抽提产物, 经GC/MS联用仪分析后得出煤中低分子化合物的主要成分, 通过对比分析, 选取0#柴油和润滑油作为低分子化合物的模型物质, 进行甲烷溶解特性试验。研究结果表明: 煤中低分子化合物主要成分为芳香烃、脂肪烃和含杂原子的化合物, 其中, 烷烃类主要集中在C11~C17之间, 并且基本上呈现连续分布, 芳香烃化合物主要有苯及其同系物, 主要集中在C8~C16之间; 试验温度恒定时, 低分子化合物的甲烷溶解量随着平衡压力的升高呈线性增加; 试验压力恒定时, 低分子化合物的甲烷溶解量随温度的增加而变小, 且减小趋势越来越缓慢。

关键词: 低分子化合物; 微波辅助抽提; 模型物质; 甲烷溶解; 相似相溶

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2019.04.030

中图分类号: TD712

文献标志码: A

文章编号: 1000-6532 (2019) 04-0139-06

煤中低分子化合物是指煤中可以用有机溶剂抽提出来的低分子相, 它们存在于煤基质的孔隙甚至大分子网络结构中, 有学者研究认为低分子化合物在褐煤和高挥发分烟煤中大概占到煤有机物的10%~23%, 有些煤中高达30%, 是煤不可忽视的组成部分, 它们的存在必然会对瓦斯在煤层中的溶解能力有一定的影响^[1-5]。煤的成分极其复杂, 导致不同煤的低分子化合物有一定的差异, 同时它们也具有一定的相似性, 这就增大了对煤的性质研究的难度^[5-7]。作为一种简化方法, 模型物质是一种研究煤分子结构和性质的有效方法, 借用模型物质的研究不仅能揭示煤分子在微观层面的变化, 而且还明确控制整个变化过程的各项影响因素^[8-10]。唐一博^[11]采用模型物质代替“煤分子”研究煤表面活性基团低温氧化特性, 取得了显著的研究成果, 促进了煤自燃机理的认识。

对于甲烷在某些有机溶剂中的溶解度变化规律, 有学者研究表明^[4], 甲烷在烃类有机物中溶解量随着温度的升高而减小, 温度在300 K~400 K

之间会存在一个临界温度值, 在该温度条件下, 甲烷溶解度会出现一个最小值, 超过临界温度后, 反而会随着温度的升高而逐渐增大; 然而, 由于受试验温度范围的限制, 有些研究者仅仅发现甲烷在烃类有机物中溶解的上升区或下降区, 不能得到整条规律, 很难找到温度的临界点。马沛生^[12]等在测定甲烷在汽油中的溶解度及研究溶解规律的试验中, 得出的结论是: 当压力和溶剂确定时, 甲烷在该溶剂中的溶解度随温度降低而增大。但是目前用模型物质模拟煤中低分子化合物的方法进行甲烷溶解特性的研究还比较少。因此本文将选用一些模型物质代替煤抽提后的产物, 进而研究低分子化合物溶解甲烷(试验中代替瓦斯, 下同)的能力。

本文用四氢呋喃对张集9煤和寺河3煤进行抽提, 继而分析抽提产物的成分, 结合前人研究成果^[12-14], 经过对比分析, 选取了0#柴油和润滑油作为低分子化合物的模型物质进行试验。根据试验数据, 计算出试验样品的甲烷溶解量, 通过

收稿日期: 2018-11-15; 改回日期: 2019-01-03

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金资助项目(51604247); 山西大同大学博士科研启动项目(2016-B-21)

作者简介: 彭英健(1983-), 男, 从事矿井瓦斯治理及突出防治的研究

不同试验样品的甲烷溶解量的比较，总结出低分子化合物的甲烷溶解规律。

1 试验部分

1.1 试验原料

本试验选取了两种不同煤样作为试验对象：徐州张集矿 9 煤和晋城寺河矿 3 煤。井下现场采

集新鲜煤样，装入特制煤样罐密封后运至试验室，考虑到煤的非均质性，用球磨机将煤破碎，筛选粒径为 0.2 ~ 0.25 mm 的煤粉。称取 120 煤粉进行溶剂抽提，制取抽提后煤样（残煤）。选取 10 g 左右 80 目以下煤样进行工业分析，选取一部分煤样进行煤岩分析，结果见表 1，根据得到的参数计算出其对应煤真相对密度 TRD。

表 1 煤样工业分析
Table 1 Industrial analyses of coal samples

煤样	空气干燥基（分析基：ad）/%				干燥基（干基：d）/%				煤真相对密度 TRD
	水分	灰分	挥发分	固定碳	灰分	挥发分	干燥无灰基挥发分	固定碳	
张集 9 煤	1.26	4.12	28.97	65.65	4.17	29.34	30.62	66.49	1.26
寺河 3 煤	3.76	48.24	7.56	76.85	11.66	8.54	9.57	79.89	1.43

1.2 试验方法

1.2.1 微波辅助抽提试验

取 60 g 煤样和 600 mL 的四氢呋喃溶剂充分混合后置于抽提专用三口烧瓶内，装入 CW-2008 多功能微波反应 / 萃取仪。按照试验要求，设置抽提压力为常压，温度为 50℃，进行抽提试验。

抽提 4 h 后，将容器内的煤及溶剂混合物转入烧杯中，使用布氏漏斗进行真空抽滤。过滤后即可得到抽提产物及残煤，置入 DZF-6050 型真空干燥箱内，在 60℃ 的温度下对抽提出来的残煤进行 8 h 的真空干燥处理。将抽滤出来的滤液使用 RE-52 AA 旋转蒸发器进行分离，得到四氢呋喃溶剂（可重复利用）和剩余浓缩抽提液（即抽提产物），将其密封保存。使用美国 Agilent 6890/5975 型气相色谱质谱联用仪（GC/MS），依据 GB/T 6041-2002 质谱分析方法通则，分别测试煤样的抽提产物及其色谱图。

1.2.2 模型物质的选择

根据抽提产物成分分析结果，从主要成分、C 原子数、物理结构、化学性质等方面，通过定性定量分析鉴定其组成成分，选择合适的模型物质来代替煤中低分子化合物，进行甲烷溶解试验。

1.2.3 溶解试验

溶解试验采用气液相平衡的静态法来测定低分子化合物在不同压力（温度为 30℃ 条件下、平

衡压力范围为 1 ~ 5 MPa）和不同温度（平衡压力分别为 3.74MPa、3.81MPa 条件下、试验温度范围为 30 ~ 70℃）下的溶解量，通过分别测量充气装置的充入气体前后压力值及平衡釜内溶解平衡前后压力的变化，根据气体状态方程来计算其体积值变化，最终得出甲烷在不同压力和温度下的溶解量。试验所用甲烷气体浓度为 99.9%。

2 结果与讨论

2.1 抽提产物分析

试验分别测试了张集 9 煤和寺河 3 煤的抽提产物及其色谱图，张集 9 煤、寺河 3 煤抽提物成分分析具体结果分别见表 2、3。

表 2 张集 9 煤四氢呋喃抽提物成分分析结果
Table 2 Composition analysis results of tetrahydrofuran extracts from coal in Zhangji 9

峰号	名称	化学式
1	对甲苯	C ₈ H ₁₀
2	1,1,3- 三甲基环己烷	C ₉ H ₁₈
3	邻甲苯	C ₈ H ₁₀
4	1,2,3- 三甲基苯	C ₉ H ₁₂
5	1,4- 二乙基苯	C ₁₀ H ₁₄
6	1,2,4- 三甲基苯	C ₉ H ₁₂
7	十一烷	C ₁₁ H ₂₄
8	1,2- 二乙基苯	C ₁₀ H ₁₄
9	萘	C ₁₀ H ₈
10	十三烷	C ₁₃ H ₂₈
11	2- 甲基萘	C ₁₁ H ₁₀
12	1- 甲基萘	C ₁₁ H ₁₀
13	十四烷	C ₁₄ H ₃₀

14	1-乙基萘	C ₁₂ H ₁₂
15	1,6-二甲基萘	C ₁₂ H ₁₂
16	2,6-二甲基萘	C ₁₂ H ₁₂
17	2,7-二甲基萘	C ₁₂ H ₁₂
18	二苯基甲烷	C ₁₃ H ₁₂
19	1,3-二甲基萘	C ₁₂ H ₁₂
20	2,3-二甲基萘	C ₁₂ H ₁₂
21	5,6-二甲氧基-4-甲基喹啉-8-胺	C ₁₂ H ₁₄ N ₂ O ₂
22	十五烷	C ₁₅ H ₃₂
23	2,3,6-三甲基萘	C ₁₃ H ₁₄
24	1,4,5-三甲基萘	C ₁₃ H ₁₄
25	1,4,6-三甲基萘	C ₁₃ H ₁₄
26	4-甲基二苯并[b,d]呋喃	C ₁₃ H ₁₀ O
27	1,6,7-三甲基萘	C ₁₃ H ₁₄
28	9-羟基茚	C ₁₃ H ₁₀ O
29	十七烷	C ₁₇ H ₃₆
30	1,2,3,4-四甲基萘	C ₁₄ H ₁₆
31	二苯乙炔	C ₁₄ H ₁₀
32	二(2-乙基己基)癸二酸酯	C ₂₆ H ₅₀ O
33	苯并[j]萤蒽	C ₂₀ H ₁₂
34	苯并[pqr]四芬	C ₂₀ H ₁₂
35	蔡并[7,8,1,2,3-nopqr]四芬	C ₂₂ H ₁₂

表3 寺河矿四氢呋喃抽提物成分分析结果

Table Analysis results of tetrahydrofuran extracts from Sihe ore

峰号	名称	分子式
1	甲基苯	C ₇ H ₈
2	1,1,3-三甲基环己烷	C ₉ H ₁₈
3	对甲苯	C ₈ H ₁₀
4	丁内酯	C ₄ H ₆ O ₂
5	二苯基甲烷	C ₁₃ H ₁₂
6	2,6-二-叔-丁基环己-2,5-二烯-1,4-二酮	C ₁₄ H ₂₀ O ₂
7	7,9-二-叔-丁基-1-氧杂螺[4.5]癸-6,9-二烯-2,8-二酮	C ₁₇ H ₂₄ O ₃
8	十五烷	C ₁₅ H ₃₂
9	十六烷	C ₁₆ H ₃₄
10	十七烷	C ₁₇ H ₃₆

由表2可知，张集9煤的四氢呋喃溶剂抽提物成分主要为烷烃及芳香烃化合物，以芳香烃化合物为主。芳香烃化合物主要集中在C₈~C₁₆之间，以萘及其同系物为主，其中甲基萘丰度最高。可见张集矿煤样中小分子化合物中的芳香烃化合物以萘为主；烷烃主要集中在C₁₁~C₁₇之间，基本上呈现连续分布，且各烷烃的丰度也大致相等。

由表3可知，寺河3煤的四氢呋喃溶剂抽提物成分比较混乱，但主要还是以芳香烃化合物及烷烃为主。芳香烃化合物主要有苯及其同系物。其中，烷烃丰度普遍高，并且烷烃类C原子数分

布在C₁₅~C₁₇之间，由图可见正十七烷的丰度最高，且各烷烃的丰度也大致相等。

2.2 模型物质的选择

根据上文的抽提产物成分分析结果知，低分子化合物大致包含三类：一类是C原子数在11~17之间的烷烃，一类是苯环个数在1~3的芳香族化合物，还有少量的杂原子化合物。因此我们选择C原子数类似且含有烃类和芳香类化合物的混合物作为低分子化合物的模型物质，用于代替煤中低分子化合物，进行甲烷溶解试验。初步确定为0#柴油和润滑油。

柴油是一种烃类液体，其成分十分复杂，其沸点和黏度介于煤油与润滑油之间。柴油易燃易挥发且不溶于水，但易溶于醇以及其它有机溶剂。本试验对市场销售的0#柴油进行柱层析溶剂洗脱前处理，后采用GC/MS 色质联用技术定性定量鉴定其组成成分。得出其所含有的各类有机物种数及对应的质量分数，见表4。

表4 0#柴油组成成分

Table 4 0# diesel composition

正构烷烃	异构烷烃	单环芳烃	多环芳烃	氧化物	取代酰胺
15~19	20~29	3~13	3~19	3~17	1
49.02~59.66	13.16~25.16	1.62~4.08	2.15~18.25	1.21~14.42	0~3.77

润滑油的成分中约为75%~90%为基础油，其组成较复杂，一般为烷烃（直链、支链、多支链）、环烷烃（单环、双环、多环）、芳烃（单环芳烃、多环芳烃）、环烷基芳烃以及含氧、氮、硫有机化合物和胶质、沥青质等非烃类化合物。

经过对比分析，0#柴油和润滑油无论从主要成分、C原子数、物理结构、化学性质等方面，都与低分子化合物较为类似，所以本文选取了0#柴油和润滑油作为低分子化合物的模型物质。根据试验结果测算出试验样品的甲烷溶解量，通过不同试验样品的甲烷溶解量的比较，总结出低分子化合物对甲烷溶解的特性规律。

2.3 溶解试验

2.3.1 平衡压力对甲烷溶解特性的影响

在30℃温度条件下，分别进行了柴油和润滑油在不同平衡压力下对甲烷溶解能力的试验研究。

具体结果见表 5，试验数据处理结果见图 1、2。

表 5 不同平衡压力下模型物质的甲烷溶解量
Table 5 Gas meltage of model materials under different equilibrium pressure

试验样品	样品质量 /g	样品密度 /(g·cm ⁻³)	充气压力 /MPa	平衡压力 /MPa	大气压力 /MPa	单位质量溶解量 /(mL·g ⁻¹)
柴油	39.18	0.835	0.95	0.88	0.1004	1.13
	40.35	0.835	2.20	1.99	0.10025	2.89
	40.35	0.835	2.97	2.75	0.10020	3.34
	40.35	0.835	4.10	3.71	0.10021	6.03
	40.35	0.835	5.07	4.60	0.09978	7.50
润滑油	39.68	0.748	1.06	1.03	0.09979	0.47
	39.68	0.748	2.04	1.91	0.10032	1.71
	39.68	0.748	3.15	2.98	0.10038	2.44
	39.68	0.748	4.25	4.01	0.10030	3.80
	39.68	0.748	5.10	4.76	0.10017	5.24

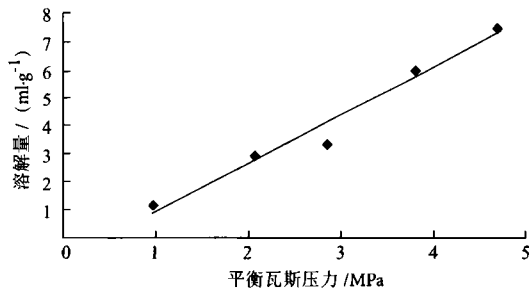


图 1 平衡压力对柴油溶解甲烷影响
Fig. 1 Effect of pressure on the gas meltage of diesel oil

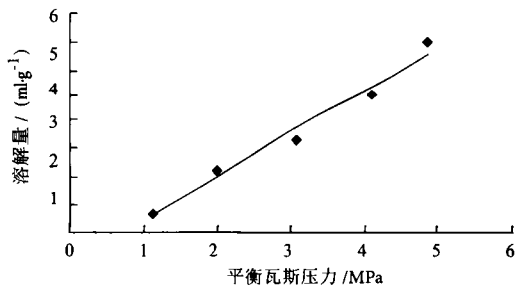


图 2 平衡压力对润滑油溶解甲烷影响
Fig. 2 Effect of pressure on the gas meltage of lubricating oil

根据表 5 及图 1、2 可知，在温度为 30℃ 条件下，平衡压力范围为 1 ~ 5 MPa，随着充入甲烷压力的升高，甲烷在同一种模型物质中的溶解量明显增大。根据实测柴油、润滑油甲烷溶解数据可知，二者对应的溶解量与平衡压力的关系趋于线性变化，压力较高时，更易与甲烷气体分子充分接触，导致溶解量稍大。

总结分析甲烷在模型物质中溶解量随压力增加而增大的变化原因，随着平衡压力增加，甲烷

气体分子急剧压缩，在一定程度上会增大其进入液体间隙中的可能，再者模型物质中具有溶解性能的物质作用力增强，从而增强其溶解甲烷的能力，致使溶解量增大。但是，一定量的模型物质不可能无限制的溶解甲烷，笔者推测，当甲烷在该物质中压力增加到一定程度后，会存在一个极限值，其溶解量变化幅度减小，趋于稳定，且这个极限压力大小和模型物质的类型有关。限于试验条件，本试验未得出这个压力点。

从上述试验数据可以看出，压力对甲烷在模型物质中的溶解量影响非常大，如柴油在平衡压力为 0.88 MPa 时，其单位质量甲烷溶解量只有 1.13 cm³/g，而当平衡压力达到 4.6 MPa 时，此数值高达 7.50 cm³/g。可见压力对模型物质的甲烷溶解影响特别大。也可以推断平衡压力对甲烷在低分子化合物中的溶解起主导作用。这个结果和一些学者的研究相同：马沛生^[12]等在研究甲烷在汽油中的溶解度及其规律中发现：甲烷在汽油、汽油 - 甲醇、汽油 - 乙醇等混合溶剂中的溶解度随压力升高而明显增加，在混合溶剂中甲烷溶解度与试验压力能近似成直线关系；王一平等^[13]在研究甲烷在常三柴油中高压溶解度时发现，甲烷在柴油中的溶解度随压力升高而增大。

根据试验数据可知，同一压力下不同模型物质的甲烷溶解量不同，柴油比润滑油溶解量要大。分析认为，这应该和模型物质的物理化学性质有关，柴油大部分物质为正构烷烃类有机物，和甲烷的性质可能更相似，根据相似相溶原理，故其溶解量会较润滑油要大一些。综上所述，低分子化合物在溶解甲烷过程中，甲烷压力越大，其溶解能力增强越明显。

2.3.1 温度对甲烷溶解特性影响

本试验分别进行了柴油在 3.74 MPa 和润滑油在 3.81 MPa 的平衡压力下，不同温度对模型物质甲烷溶解能力的试验研究。具体结果见表 6，试验数据处理结果见图 3、4。

表 6 不同温度下模型物质的甲烷溶解量

Table 6 Gas meltage of model materials at different temperature

试验样品	样品质量 /g	样品密度 /(g·cm ⁻³)	温度 /℃	充气压力 /MPa	平衡压力 /MPa	大气压力 /MPa	放出气体量 /mL	单位质量溶解量 /(mL·g ⁻¹)
柴油	41.51	0.835	30	4.10	3.74	0.09999	-	4.57
	41.51	0.835	40		3.74	0.09989	58	3.37
	41.51	0.835	51		3.74	0.09989	32	2.70
	41.51	0.835	60		3.74	0.10008	25	2.19
	41.51	0.835	70		3.74	0.10012	20	1.78
润滑油	43.01	0.748	30	4.10	3.81	0.09999	-	3.72
	43.01	0.748	40		3.81	0.09989	48	2.80
	43.01	0.748	51		3.81	0.09989	31	2.19
	43.01	0.748	60		3.81	0.10008	25	1.69
	43.01	0.748	70		3.81	0.10012	19	1.31

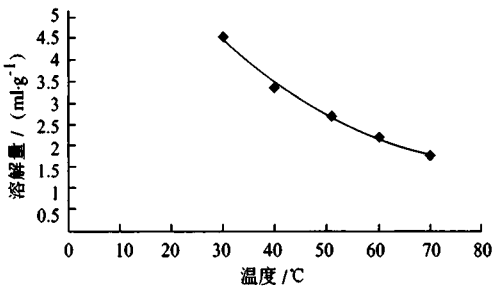


图 3 温度对柴油溶解甲烷影响

Fig. 3 Effect of temperature on the gas meltage of diesel oil

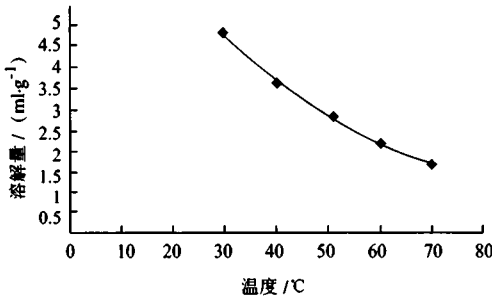


图 4 温度对润滑油溶解甲烷影响

Fig. 4 Effect of temperature on the gas meltage of lubricating oil

根据表 6 及图 3、4 可知，在平衡压力分别为 3.74 MPa、3.81 MPa 条件下，试验温度范围为 30 ~ 70℃，随着温度的升高，甲烷在同一种模型物质中的溶解量明显降低。根据实测柴油、润滑油甲烷溶解数据，温度一开始降低时，其受温度影响比较显著；从图中变化规律和拟合出的公式可以大致得出，当温度达到某一值后，变化会趋于缓慢。本试验温度设定最大值为 70℃，在此之后的甲烷溶解量的变化趋势不能准确的分析出来，还需进行进一步研究。

根据两种模型物质的试验数据可以看出，压

力相差不大时，不同模型物质的甲烷溶解量不同，柴油溶解量比润滑油大。这和模型物质的理化性质有关，柴油主要成分为正构烷烃类有机物，和低分子化合物的成分性质可能更相似，故其对甲烷的溶解量比润滑油要大一些。结合随甲烷压力变化规律可知，甲烷在低分子化合物中溶解度的影响因素除了平衡压力、温度外，还与化合物本身的物理结构和化学性质有关。

3 结 论

(1) 张集 9 煤的四氢呋喃抽提物成分主要为烷烃及芳香烃化合物，烷烃主要集中在 C₁₁ ~ C₁₇ 之间，分布较连续；芳香烃化合物主要集中在 C₈ ~ C₁₆ 之间，以萘及其同系物为主，其中甲基萘丰度最高。

(2) 寺河 3 煤的四氢呋喃抽提物成分，烷烃丰度普遍高，主要集中在 C₁₅ ~ C₁₇ 之间，呈现连续分布，C₁₇H₃₆ 的丰度最高。且各烷烃的丰度也大致相等；芳香烃化合物主要有苯及其同系物，主要集中在 C₇ ~ C₁₀ 之间，其中二甲基苯丰度最高。

(3) 根据溶剂抽提产物成分测试结果的分析对比，选取 0# 柴油和润滑油作为其模型物质，并进行了模型物质的甲烷溶解试验，结果表明：温度为 30℃，平衡压力范围为 1 ~ 5 MPa 时，随着充入甲烷压力的升高，甲烷在同一种模型物质中的溶解量明显增大；在平衡压力分别为 3.74 MPa、3.81 MPa 条件下，试验温度范围为 30 ~ 70℃时，随着温度

的升高, 甲烷在同一种模型物质中的溶解量明显降低, 且趋势越来越缓慢。综合来看, 同等条件下, 甲烷在柴油中的溶解量比在润滑油中要大, 这也说明甲烷在低分子化合物中的溶解能力和化合物本身的物理化学性质有关系。

(4) 由甲烷在模型物质中的溶解模拟试验结果可知, 瓦斯在煤中低分子化合物的溶解规律为: 温度恒定时, 瓦斯在低分子化合物中的溶解量随压力的升高而增大; 平衡压力恒定时, 瓦斯在低分子化合物中的溶解量随着温度的升高而降低, 且趋势越来越缓慢。

参考文献:

- [1] 彭英健. 煤中小分子有机物对煤层瓦斯赋存增强效应研究 [D]. 中国矿业大学, 2015.
- [2] Ji H, Li Z, Yang Y, et al. Effects of Organic Micromolecules in coal on its Pore Structure and Gas Diffusion Characteristics[J]. Transport in Porous Media, 2015, 107(2): 419-433.
- [3] Ji H, Li Z, Peng Y, et al. Pore structures and methane sorption characteristics of coal after extraction with tetrahydrofuran[J]. Journal of Natural Gas Science and Engineering, 2014, 19 (0): 287-294.
- [4] 杨永良, 李增华, 侯世松, 等. 甲烷在表面活性剂水溶液中溶解度的试验研究 [J]. 采矿与安全工程学报, 2013, 30(2): 302-306.
- [5] 谢克昌. 煤的结构与反应性 [M]. 科学出版社, 2002.
- [6] 周世宁, 林柏泉. 煤层瓦斯赋存与流动理论 [M]. 煤炭工业出版社, 1999.
- [7] 彭英健, 李增华, 季淮君, 等. 煤中可溶有机质对瓦斯吸附与解吸特性的影响 [J]. 煤炭学报, 2012, 37(9): 1472-1476.
- [8] 杨永良, 李增华, 季淮君, 等. 煤中可溶有机质对煤的孔隙结构及甲烷吸附特性影响 [J]. 燃料化学学报, 2013, 41(0): 385-390.
- [9] 季淮君, 李增华, 杨永良, 等. 中变质煤小分子相对煤的吸附及渗流特性影响 [J]. 燃料化学学报, 2015, 43(3): 281-288.
- [10] 季淮君, 李增华, 彭英健, 等. 煤的溶剂萃取物成分及对煤吸附甲烷特性影响 [J]. 煤炭学报, 2015, 40(4): 856-862.
- [11] 唐一博. 基于模型化合物的煤表面活性基团低温氧化研究 [D]. 中国矿业大学, 2014.
- [12] 马沛生, 华超, 夏淑倩. 甲烷在烷烃中溶解性质的研究 [J]. 高校化学工程学报, 2002(6): 680-685.
- [13] 王一平, 刘卫兵, 黄群武, 等. 甲烷在常三柴油中高压溶解度的测定 [J]. 天津大学学报, 2007(8): 902-905.
- [14] 黄群武, 王一平, 张国建, 等. 甲烷在常三柴油 - 四氢呋喃混合溶剂中高压溶解度的测定 [J]. 化工学报, 2008(2): 287-292.
- [15] 李倩, 段正康, 罗和安, 等. 煤溶剂萃取物组成的气相色谱 / 质谱分析 [J]. 分析科学学报, 2016, 32(6): 815-820.
- [16] 王敬空. 溶剂处理对低阶煤的溶胀与扩散性能的影响研究 [D]. 安徽工业大学, 2017.
- [17] 何文静. 煤和生物质热解及煤溶剂抽提过程中自由基反应行为研究 [D]. 北京化工大学, 2015.
- [18] 蔡智鸣, 张俊勇, 杨科峰, 等. 色谱 - 质谱测定市售 0 号柴油成分 [J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2002(1): 124-126.

Study on Gas Dissolution of Low Molecular Compounds in Coal

Peng Yingjian, Yao Youli, Dong Chuanlong

(Institute of Coal, Datong University, Datong, Shanxi, China)

Abstract: To study the methane dissolution characteristics of low molecular compounds in the coal, residual materials of coal were extracted from Zhangji 9 coal and Sihe 3 coal, using microwave assisted method by tetrahydrofuran solvent. And their compositions were analyzed via the Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). On this basis, the 0# diesel oil and lubricating oil were chosen to be as models for extracts of coals, and then gas dissolution experiments were performed. The results showed that Low molecular compounds mainly contains aromatic hydrocarbons, fatty hydrocarbon and other compounds. Alkyl hydrocarbons mainly focused on $C_{11} \sim C_{17}$, and renders a continuous distribution. Aromatic hydrocarbon compounds mainly contain benzene and its homologues, and focused on $C_8 \sim C_{16}$; 2) Methane dissolving volume goes up as gas pressure increasing at constant temperatures. Methane dissolving volume goes down as temperature rising under constant pressure and the trend is getting slower.

Keywords: Low molecular compounds; Microwave assisted extraction; Model materials; Gas dissolution; Similar solution