

分散剂对原油影响的主成分分析

王巧敏, 孙冰, 严志宇, 刘慧, 朱小梅, 于颖

(大连海事大学 环境科学与工程学院, 辽宁 大连 116026)

摘要: 以 2 种原油和 3 种溢油分散剂的混合物为对象, 借助 SPSS 统计分析软件, 采用主成分分析法研究基于诊断比值的原油分类, 旨在判别分散剂对原油的影响。KOM 值近似等于 0.6、Bartlett 球形度检验对应概率 P 值为 0, 表明原始数据适合做主成分分析; 前两个主成分 F_1 和 F_2 的特征值均大于 1, 累积贡献率为 81.433%, 多变量可降至 2 维。根据 F_1 和 F_2 表达式得到主成分分类图可知: 两种原油中加入不同分散剂后还可在图中大致区分, 富肯-2 号分散剂对两种原油几乎没有影响, GM-2 分散剂对渤海原油分类程度有一定影响, 但对华北原油却有较大影响; 海鸥 4 号分散剂对两种原油分类程度都有影响。结果表明: 主成分分析法可用于添加分散剂的溢油分类辨别, 研究发现一些分散剂对原油影响较小, 而某些分散剂对原油有复杂的影响。因此, 溢油指纹鉴定需考虑分散剂的影响。

关键词: 主成分分析; 分散剂; 影响

中图分类号: X55 文献标识码: A
doi: 10.11759/hyxx20141109002

文章编号: 1000-3096(2015)06-0065-07

目前国内外对溢油鉴别的评价方法有很多种, 油指纹鉴定过程的发展包括分析技术和数据分析的发展。前者包括带有火焰离子化检测器(FID)的气相色谱法(GC)、带有质谱检测(MS)的气相色谱法和荧光光谱法等^[1-5]。后者包括色谱图的视觉比较, 正构烷烃和多环芳烃的柱状图比较, 诊断比(即特征组分的比值)的比对等。诊断比值的比对常用 t -检验法、重复性限法、主成分分析法、聚类分析法等单变量和多变量统计分析技术^[6-15]。其中主成分分析法是一种经典的多元统计方法, 其将多个影响因素进行线性变形, 舍弃掉不相关或影响不大的因素, 重新组合成含有较少指标数量的综合指标, 从而达到减少数据计算量、提高分析可靠性的目的。因此, 主成分分析法是基于诊断比值对溢油进行分类鉴别的一种有效分析方法。

本文用气相色谱仪(GC-FID)分析 2 种原油和 3 种分散剂以不同比例配制的 20 种混合物, 尝试用主成分分析法判断添加不同类型及不同量分散剂后的原油与初始原油是否为同类, 即分散剂的类型及相对含量对原油是否有直接影响。研究结果可为溢油指纹鉴别技术的发展提供参考, 为溢油溯源、解决责任纠纷和分散剂的研发提供更为客观的技术支持和理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验原油为渤海原油和华北原油, 属于适于用分散剂的中质原油, 富含正构烷烃, 适于色谱分析进行指纹鉴定。选用的三种分散剂可分别代表在气相色谱出峰和不出峰的分散剂。其中, 富肯-2 号(青岛华海环保工业有限公司)和海鸥 4 号(渤海石油采油工程技术服务公司)分散剂可在气相色谱出峰, GM-2(青岛光明环保技术有限公司)分散剂则不出峰。

分析样品是由每种原油与每种分散剂分别按分散剂: 油=0、0.2、0.4 和 0.6(体积比, 简称剂油比)配制的原油与分散剂混合物(油剂混合物)。用气相色谱分析仪(GC-FID)对每个样品进行多次平行分析。

选用的诊断比为《海面溢油鉴别系统规范》^[17]中使用色谱分析时推荐的 C_{17}/Pr 、 C_{18}/Ph 、 Pr/Ph 和 $(C_{19}+C_{20})/(C_{19}+C_{20}+C_{21}+C_{22})$ 诊断比, 以及其他文献中用

收稿日期: 2014-11-14; 修回日期: 2014-12-06

基金项目: 国家自然科学基金项目(41206095, 21207010); 国家教育部博士点基金(20122125120010)

作者简介: 王巧敏, 女, 内蒙古呼和浩特人, 博士研究生, 研究方向: 环境科学与工程, E-mail: 464451747@qq.com; 孙冰, 通信作者, 博士, 教授, 电话: 0411-84725275, E-mail: sunb88@dlmu.edu.cn

到的 $C_{17}/C_{18}^{[18-19]}$ 、 $(C_{19}+C_{20})/(C_{21}+C_{22})^{[20-23]}$ 和 $(C_{23}+C_{25}+C_{27}+C_{29})/(C_{24}+C_{26}+C_{28}+C_{30})^{[21, 23]}$ 诊断比。为方便分析, 诊断比 C_{17}/Pr , C_{18}/Ph , Pr/Ph , C_{17}/C_{18} , $(C_{19}+C_{20})/(C_{21}+$

$C_{22})$, $(C_{23}+C_{25}+C_{27}+C_{29})/(C_{24}+C_{26}+C_{28}+C_{30})$ 和 $(C_{19}+C_{20})/(C_{19}+C_{20}+C_{21}+C_{22})$ 依次用 $X_i(i=1, 2, \dots, 7)$ 表示。分析样品的名称用简称表示, 见表 1。

表 1 分析样品名称简写表(原油、分散剂和各油剂混合物)

Tab. 1 Abbreviations of sample names (crude oil, dispersant and mixtures of oil and dispersants)

分析样品	富肯-2 号(F)				海鸥 4 号(O)			GM-2(G)		
剂油比	0	0.2	0.4	0.6	0.2	0.4	0.6	0.2	0.4	0.6
渤海原油(B)	B00	BF02	BF04	BF06	BO02	BO04	BO06	BG02	BG04	BG06
华北原油(H)	H00	HF02	HF04	HF06	HO02	HO04	HO06	HG02	HG04	HG06

1.2 油样测试及气相色谱条件

准确称取 0.2 g 油样。然后用 15 mL 有机溶剂(二氯甲烷:正己烷=2:1, 体积比)充分溶解。

层析柱中从下到上依次装入脱脂棉、5.5 g 硅胶、1.2 g 无水硫酸钠; 然后加入 10 mL 正己烷进行充分淋洗, 待淋洗完毕后, 将上述油样溶解液倒入层析柱中进行洗脱, 接取层析液, 封好待测。

气相色谱仪的测试条件: 进样口温度 280 °C, 检测器温度 300 °C, 高纯 N₂ 载气。程序升温为: 初始温度 60 °C, 以 20(°C/min)升至 100 °C, 保持 2 min; 以 8 °C/min 升至 280 °C, 保持 55 min。

具体方法详见相关文献^[16]。

1.3 数据处理方法

本文利用 SPSS 统计分析软件中的主成分分析法对分析数据进行处理^[24-28], 对添加分散剂的原油与初始原油进行分类, 并判断分散剂对原油是否有影响。步骤如下:

首先, 对 20 个油样样本和 7 个诊断比值参数构成的样本矩阵, 进行 KOM 和 Bartlett 球形度检验, 判断数据是否适合主成分分析。如果合适, 对其进行标准化处理。其次, 根据标准化以后的数据矩阵计算样本均值和样本协方差阵(即相关系数矩阵), 求得协方差阵的特征值和特征向量。接着, 将协方差阵的非负特征值按由大到小的顺序排列, 按照各分量的贡献率和累积贡献率(大于 80%)和特征值(大于 1)选择主成分个数。然后, 由变量与主成分的初始因子载荷矩阵计算主成分的系数矩阵, 得到每个主成分的表达式, 并计算其值。最后, 以选定的第 1、2 主成分值为横、纵坐标, 将 20 个油样样本标在坐标平面上, 根据距离远近进行分类, 以便实现对原油的分类鉴别。

2 结果与讨论

2.1 主成分分析

由气相色谱分析结果得到的各个油样诊断比值的平均值(相对标准偏差小于 5%)见表 2, 标准化以后的数据矩阵见表 3。

对表 2 的原始数据进行 KOM 和 Bartlett 球形度检验的结果为: KMO 值近似等于 0.6, 刚好符合主成分分析的条件; 球形检验结果的观测值为 151.341, 对应的概率 P 值为 0, 小于显著性水平 ($\alpha=0.01$), 表明相关系数矩阵不是单位阵。二者共同证明原始数据适合做主成分分析。

表 4 列出了各个主成分对应的特征值、占总方差的百分比(贡献率)及累积百分比(累积贡献率)。由表可知前两个主成分的特征值均大于 1, 累积贡献率为 81.433%, 大于主成分分析的最低条件(80%), 说明用 2 个主成分表示原来 7 个变量, 基本上保留了原来变量的信息。

根据提取的 2 个主成分, 求出相对应的初始因子载荷, 并由初始因子载荷得到主成分表达式中的系数(即特征向量), 结果见表 5。

从 2 个主成分的初始因子载荷可知, 所用的诊断比值中, 除诊断比值 X_3 、 X_5 和 X_7 外, 其他诊断比值和第一主成分的相似系数均超过 0.5, 其中 X_2 和第一主成分的相似系数超过 0.9。和第二主成分较相似的诊断比值有 X_3 、 X_5 和 X_7 , 相似性系数接近或大于 0.8。

从 2 个主成分的特征向量可知, 除 X_3 、 X_5 和 X_7 外, 其他诊断比值对第一主成分的贡献均较大, 系数的绝对值均大于 0.4, 而这 3 个诊断比值对第二主成分的贡献比其他诊断比值大, 系数的绝对值均接近或超过 0.5。

表 2 诊断比值的原始数据

Tab.2 The original data of diagnostic ratios

分析样品	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
B00	1.4847	2.1060	1.4687	1.0339	0.8662	1.1666	0.4611
BF02	1.3091	1.9443	1.4716	0.9986	0.9536	1.1217	0.4830
BF04	1.2482	1.7982	1.4988	1.0291	0.9683	1.1519	0.4866
BF06	1.2504	1.9579	1.5885	1.0155	0.8861	1.1845	0.4771
BO02	1.0955	1.6742	1.3311	0.8612	1.0057	1.1563	0.4970
BO04	1.0465	1.6847	1.3511	0.8678	0.9558	1.2006	0.4886
BO06	0.9766	1.5237	1.2752	0.8279	1.0865	1.2224	0.5307
BG02	1.0680	1.6698	1.5071	0.9473	1.0192	1.1786	0.4872
BG04	1.1302	1.7671	1.4039	0.8978	0.9639	1.2077	0.4899
BG06	1.1438	1.8280	1.4205	0.9226	0.9309	1.1973	0.4820
H00	2.1795	2.3089	1.0571	0.9973	1.0195	1.1164	0.5048
HF02	2.0199	2.2385	1.1848	1.0034	1.0284	1.1113	0.5131
HF04	1.8586	2.3726	1.3409	1.0653	1.0737	1.1251	0.5175
HF06	1.7329	2.1997	1.3423	1.0575	1.0623	1.1565	0.5149
HO02	1.4042	1.8501	1.1805	0.8949	1.0317	1.1501	0.5198
HO04	1.1943	1.6730	1.1844	0.8465	1.0109	1.1348	0.5026
HO06	1.1655	1.5838	1.1929	0.9271	1.2840	1.3170	0.5618
HG02	1.5724	2.0345	1.2387	0.9568	1.0979	1.1663	0.5641
HG04	1.4627	1.9425	1.1979	0.9011	1.0716	1.1368	0.5171
HG06	1.1983	1.6823	1.2880	0.9039	1.0626	1.1942	0.5359

表 3 标准化处理后的数据

Tab.3 The standardized data of diagnostic ratios

分析样品	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
B00	0.3177	0.8559	1.0232	1.1774	-1.6983	-0.0678	-1.6874
BF02	-0.2006	0.2092	1.0440	0.6948	-0.7265	-1.0177	-0.8777
BF04	-0.3804	-0.3751	1.2394	1.1118	-0.5631	-0.3788	-0.7446
BF06	-0.3739	0.2636	1.8834	0.9259	-1.4770	0.3109	-1.0958
BO02	-0.8311	-0.8710	0.0352	-1.1836	-0.1472	-0.2857	-0.3601
BO04	-0.9758	-0.8290	0.1788	-1.0934	-0.7021	0.6515	-0.6707
BO06	-1.1821	-1.4729	-0.3662	-1.6388	0.7512	1.1127	0.8858
BG02	-0.9123	-0.8886	1.2990	-0.0065	0.0029	0.1861	-0.7224
BG04	-0.7287	-0.4995	0.5579	-0.6832	-0.6120	0.8017	-0.6226
BG06	-0.6885	-0.2559	0.6771	-0.3442	-0.9789	0.5817	-0.9147
H00	2.3686	1.6674	-1.9323	0.6771	0.0062	-1.1298	-0.0717
HF02	1.8975	1.3858	-1.0153	0.7605	0.1052	-1.2377	0.2351
HF04	1.4214	1.9222	0.1056	1.6067	0.6089	-0.9457	0.3978
HF06	1.0504	1.2307	0.1156	1.5001	0.4821	-0.2815	0.3017
HO02	0.0801	-0.1675	-1.0462	-0.7229	0.1419	-0.4169	0.4829
HO04	-0.5395	-0.8758	-1.0182	-1.3846	-0.0894	-0.7405	-0.1531
HO06	-0.6245	-1.2326	-0.9572	-0.2827	2.9472	3.1139	2.0357
HG02	0.5766	0.5700	-0.6283	0.1234	0.8780	-0.0741	2.1207
HG04	0.2528	0.2020	-0.9213	-0.6381	0.5855	-0.6982	0.3830
HG06	-0.5277	-0.8386	-0.2743	-0.5998	0.4855	0.5161	1.0781

表 4 解释的总方差

Tab.4 The total variance explained

成分	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差的百分比(%)	累积百分比(%)	合计	方差的百分比(%)	累积百分比(%)
1	3.144	44.914	44.914	3.144	44.914	44.914
2	2.556	36.519	81.433	2.556	36.519	81.433
3	0.899	12.845	94.278			
4	0.247	3.529	97.807			
5	0.106	1.509	99.316			
6	0.038	0.543	99.859			
7	0.010	0.141	100.000			

表 5 主成分对应的初始因子载荷和特征向量

Tab.5 Initial loading values and eigenvector of principal component

诊断比值	主成分的初始因子载荷		主成分对应的特征向量	
	主成分 1	主成分 2	主成分 1	主成分 2
X_1	0.779	0.606	0.4396	0.3790
X_2	0.914	0.343	0.5154	0.2145
X_3	0.134	-0.855	0.0754	-0.5346
X_4	0.81	0.043	0.4566	0.0266
X_5	-0.482	0.797	-0.2719	0.4983
X_6	-0.783	-0.046	-0.4418	-0.0286
X_7	-0.427	0.838	-0.2405	0.5243

根据表 5 中主成分对应的特征向量(系数), 写出 2 个主成分(F_1 和 F_2)与标准化以后的诊断比值的表达式:

$$F_1=0.4396 \times ZX_1 + 0.5154 \times ZX_2 + 0.0754 \times ZX_3 + 0.4566 \times ZX_4 - 0.2719 \times ZX_5 - 0.4418 \times ZX_6 - 0.2405 \times ZX_7$$

$$F_2=0.3790 \times ZX_1 + 0.2145 \times ZX_2 - 0.5346 \times ZX_3 + 0.0266 \times ZX_4 + 0.4983 \times ZX_5 - 0.0286 \times ZX_6 - 0.5243 \times ZX_7$$

经标准化处理的数据 $ZX_i(i=1, 2, \dots, 7)$ 代入 F_1 和 F_2 表达式, 计算出 20 个油样样本的 2 个主成分值(即主成分得分)。然后将其标在以 F_1 和 F_2 为横、纵坐标的平面上。最后, 根据油样样本间的距离进行归类, 结果见图 1。

2.2 分散剂对原油的影响

由上述主成分分析法得到的分类结果可知, 渤海原油和华北原油分别位于第四象限和第一象限, 在加入不同类型及不同量的分散剂后, 渤海原油和华北原油的油剂混合物则分别位于第三四象限和第一二象限, 这表明不同种类的初始原油在未加入分散剂时可以很好的区分, 在加入不同的分散剂以后还可大致分类, 但是分散剂已经影响了原油的聚集程度, 说明分散剂对原油分类有影响。具体如下:

添加富肯-2 号分散剂的渤海原油和华北原油距

离未含分散剂的原油均很近, 即使加了不同量的该分散剂也可以在分类图中聚成一堆, 表明该分散剂对两种原油几乎没有影响。添加 GM-2 分散剂的渤海原油, 也可以聚在一起, 但是与渤海原油的点相距较远, 说明 GM-2 分散剂对渤海原油虽然有影响, 但是不会因分散剂量的不同而使得影响差别很大。因此, 在对原始油进行鉴别时, 分散剂的影响需要考虑, 但是不需要考虑分散剂的量所带来的影响; 添加海鸥 4 号分散剂的渤海原油, 除体积比为 0.6 的混合物的点外, 其余两个比例的油剂混合样距离较近, 且与 GM-2 分散剂的渤海原油接近, 这表明两种分散剂对渤海原油的影响程度有相似之处, 但是大比例的海鸥 4 号对渤海原油的影响是最大的, 这在图 1 中有直观的体现。添加海鸥 4 号和 GM-2 分散剂的华北原油, 其各个比例的油剂混合样杂混在一起, 几乎不能分辨出使用了不同的分散剂, 且与初始原油的距离较远, 表明这两种分散剂对华北原油都有影响, 而且影响有一定交叉, 不容易在图中分辨, 但是从图中可知, 这两种分散剂都对原油有较大影响。

上述结果可以看出, 利用主成分分析可以实现大量油样的分类鉴别。不仅能对差异较大的初始原

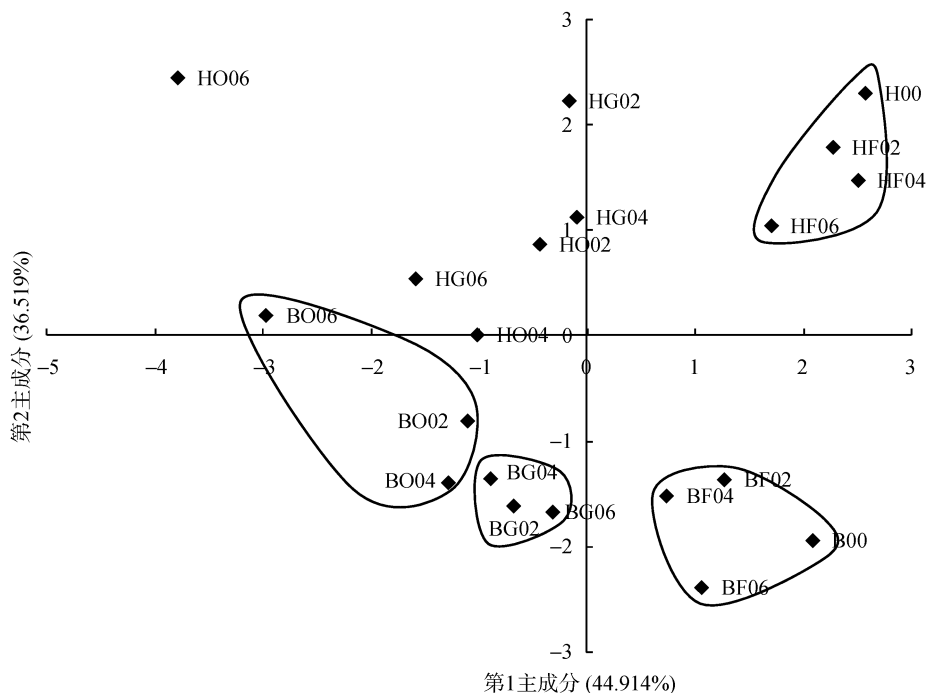


图 1 主成分分类

Fig. 1 The classification of principal components

油进行不同程度的区分，还可以对初始原油和添加分散剂以后的原油进行很好的聚类分辨，但对有些分散剂对原油影响差异的分辨能力有一定的限制，如本研究中的海鸥 4 号和 GM-2 分散剂对华北原油的影响，这可能与主成分分析在提取主成分时丢失的信息有关也可能与分散剂的复杂影响有关。可由色谱测出峰形的海鸥 4 号分散剂通过改变正构烷烃的含量影响诊断比。而对于色谱不能测出峰形的 GM-2，其影响主要是后者。具体原因还需要其他手段加以辅助。所以，分散剂对原油指纹的影响方式值得进一步研究。

主成分分析法用于溢油鉴别是一种有效的分析方法，其可以借助 SPSS 统计分析软件对不同种类的油种快速的进行分类辨别，减小了人工分析误差和工作量，缩小溢油源的查找范围，并减短溯源的时间，值得推广。

3 结论

以 2 种原油和 3 种分散剂为对象，采用主成分分析法研究基于诊断比值的原油及油剂混合样进行分类，旨在考查分散剂的种类和含量对原油的影响。得到如下结论：

(1) 对由色谱分析得到的样品诊断比检验结果

为 KOM 值近似等于 0.6、Bartlett 的球形度检验对应概率 P 值为 0，表明适合做主成分分析；前两个成分的特征值均大于 1，累积贡献率为 81.433%，因此将其选择为主成分，将 7 个变量有效降至 2 个综合变量；然后把主成分值标在 2 个主成分为横、纵坐标的平面上，得到用于判断分散剂对原油指纹的影响分类图。

(2) 由主成分分类图可以清晰的看出分散剂对原油的影响：首先，两原油加入这 3 种分散剂后仍能根据所在象限大致区分；富肯-2 号分散剂对两种原油几乎没有影响；GM-2 分散剂对渤海原油分类程度有一定影响，对华北原油影响较大；海鸥 4 号分散剂对两种原油分类程度均有较大影响，尤其对华北原油的影响更大，量大时，可能会使得两种原油混杂。

(3) 主成分分析法对分散剂影响原油程度的分辨能力有一定的限制，这可能与主成分分析在提取主成分时丢失的信息有关也可能与分散剂的复杂影响有关。后者是原油和分散剂自身性质及其共同作用的结果。

本研究认为，在进行油指纹鉴定时，应特别注意分散剂的影响。在分散剂研发时除了优先考虑低毒高效外，还应考虑其对指纹的影响，尽量将这种影响最小化。

参考文献:

- [1] Sun peiyan Gao zhenhui Cao lixin, et al. Application of a step-by-Step fingerprinting identification method on a spilled oil accident in the Bohai Sea area [J]. *Oceanic and Coastal Sea Research*, 2011, 10 (1): 35-41.
- [2] Ferna'ndez-Varela R, Andrade J M, Muniategui S, et al. The comparison of two heavy fuel oils in composition and weathering pattern, based on IR, GC-FID and GC-MS analyses: Application to the Prestige wreckage [J]. *Water Research*, 2009, (43): 1015-1026.
- [3] Suneel V, Vethamony P, Zakaria M P, et al. Identification of sources of tar balls deposited along the Goa coast, India, using fingerprinting techniques [J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2013, (70): 81-89.
- [4] Christensen J H, Tomasi G. Practical aspects of chemometrics for oil spill fingerprinting [J]. *Journal of Chromatography A*, 2007, (1169): 1-22.
- [5] 王春艳, 史晓凤, 李文东, 等. 浓度层析荧光光谱局部匹配溢油鉴别技术[J]. *环境科学*, 2014, 35(1): 202-207.
- [6] Zhendi Wang, Merv Fingas, Gary Sergy. Chemical characterization of crude oil residues from an arctic beach by GC/MS and GC/FID [J], *Environ. Sci. Technol.*, 1995, 29(10): 2622-2631.
- [7] Zhendi Wang, Chun Yang, Hollebone B, et al. Forensic fingerprinting of diamondoids for correlation and differentiation of spilled oil and petroleum products [J]. *Environ Sci Technol*, 2006, 40 (18): 5636-5646.
- [8] Zhendi Wang, Chun Yang, Merv Fingas, et al. Characterization, weathering, and application of sesquiterpanes to source identification of spilled lighter petroleum products [J]. *Environ Sci Technol*, 2005, 39 (22): 8700-8707.
- [9] 孙培艳, 王鑫平, 包木太. 油指纹鉴别中特征比值的 t 检验比较法[J]. *湖南大学学报(自然科学版)*, 2010, 37(9): 79-82.
- [10] Lobao M M, Cardoso J N, Mello M R, et al. Identification of source of a marine oil-spill using geochemical and chemometric techniques[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2010, (60): 2263-2274.
- [11] PD CEN/TR 15522-2. Oil spill identification-waterborne petroleum and petroleum products-Part2: Analytical methodology and interpretation of results [S].
- [12] 贺世杰, 王传远, 于洪军, 等. 柴油的中重度风化鉴别指标研究[J]. *海洋科学*, 2014, 38(1): 27-32.
- [13] Jan H Christensen, Asger B Hansen, Giorgio Tomasi, et al. Integrated methodology for forensic oil spill identification [J]. *Environ Sci Technol*, 2004, (38): 2912-2918.
- [14] Sun P Y, Bao M T, Li G M, et al. Fingerprinting and source identification of an oil spill in China Bohai Sea by gas chromatography-flame ionization detection and gas chromatography mass spectrometry coupled with multi-statistical analyses [J]. *Journal of Chromatography A*, 2009, 1216: 830-836.
- [15] 尹晓楠, 张海江, 周洪洋, 等. 基于三维荧光光谱和主成分分析的溢油风化研究[J]. *湖南大学学报(自然科学版)*, 2012, 39(8): 57-60.
- [16] Wang Q, Yan Z, Sun B, et al. The application of GC in the study of the effect of oil spill dispersant [J]. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 2014, 6(5): 106-111.
- [17] GB / T 21 247—2007, 海面溢油鉴别系统规范[S].
- [18] 倪张林. 海面溢油风化与鉴定研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2008: 42-44.
- [19] 文强. 原油混合油指纹鉴别分析[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2007: 15-16.
- [20] 程海鸥. 海面溢油风化与鉴定技术研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2009: 29-35.
- [21] 徐绍箐. 海水油污染叠加指纹参数特征识别与效应研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2012: 11-12.
- [22] Wang Z, Fingas M. Developments in the analysis of petroleum hydrocarbons in oils, petroleum products and oil-spill-related environmental samples by gas chromatography [J]. *Journal of Chromatography A*, 1997, (774): 51-78.
- [23] 孙培艳, 高振会, 崔文林, 等. 油指纹鉴别技术发展及应[M]. 北京: 海洋出版社, 2007: 105-114.
- [24] 何晓群. 应用多元统计分析[M]. 北京: 中国统计出版社, 2010: 253-283.
- [25] 朱红兵. 应用统计与 SPSS 应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2011: 665-673.
- [26] 夏怡凡. SPSS 统计分析精要与实例详解[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010: 230-246.
- [27] 王璐. SPSS 统计分析基础、应用与实践[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 218-230.
- [28] 薛薇. 统计分析 with SPSS 的应用(第三版)[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2011: 317-340.

Analysis of principal component of crude oil influenced by dispersant

WANG Qiao-min, SUN Bing, YAN Zhi-yu, LIU Hui, ZHU Xiao-mei, YU Ying

(Environmental Science and Engineering College, Dalian Maritime University, Dalian 116026, China)

Received: Nov., 14, 2014

Key words: Principal Component Analysis; dispersant; influence

Abstract: In this paper, the mixture samples were obtained by 2 kinds of crude oils and 3 kinds of oil spill dispersants (referred to as dispersant). The classification of crude oil based on the diagnostic ratios was analyzed and calculated by Principal Component Analysis (PCA) with the assistance of SPSS statistical analysis software, aiming at judging whether the dispersant influenced the crude oil or not. The value of KMO was approximately 0.6 and the probability P -value of Bartlett's test of sphericity was 0, which was suitable for PCA. The eigenvalues of the first two principal components were both greater than 1, and cumulative contribution rate was 81.433%, so more variables can be dropped to 2. Finally, According to mathematical expressions of principal component F_1 and F_2 , the principal component classification figure with 20 samples were obtained. It was found that 2 kinds of original crude oils were still clearly distinguished and little affected by Fuken-2 dispersant, but the classification of Huabei crude oil was affected more significantly than Bohai crude oil by GM-2, and the two were both influenced significantly by Haiou 4 #. Results showed the PCA is an effective analysis method to oil spill research, which can be used to classify different kinds of crude oils. Studies have also found that some of dispersants have less effect on crude oils, and some others were complex. Therefore, the fingerprint identification of oil spill needs to consider the effect of dispersants.

(本文编辑: 康亦兼)