



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113125592 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 22

(21) 申请号 202110339473.4

G01N 30/06 (2006.01)

(22) 申请日 2021.03.30

G01N 30/12 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 刘文菊

申请公布号 CN 113125592 A

(43) 申请公布日 2021.07.16

(73) 专利权人 中国地质大学(北京)

地址 100083 北京市海淀区学院路29号

(72) 发明人 侯读杰 牛琮凯 程熊 韩旭

李燕

(74) 专利代理机构 重庆市信立达专利代理事务

所(普通合伙) 50230

专利代理师 包晓静

(51) Int. Cl.

G01N 30/02 (2006.01)

G01N 30/72 (2006.01)

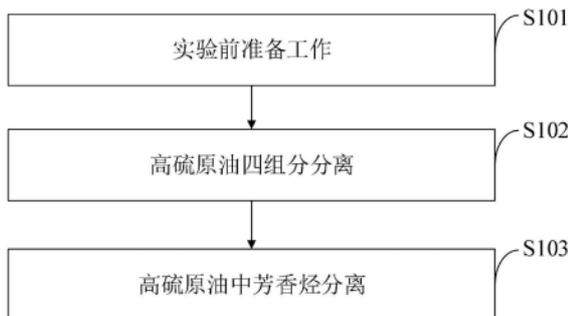
权利要求书2页 说明书6页 附图8页

(54) 发明名称

一种高硫原油单环、双环、三环和多环芳烃分离方法

(57) 摘要

本发明属于石油化工分析实验技术领域,公开了一种高硫原油单环、双环、三环和多环芳烃分离方法,所述原油单环芳烃、双环芳烃、三环芳烃和多环芳烃分离方法包括:实验前准备工作;高硫原油四组分分离;高硫原油中芳香烃分离。本发明提供的高硫原油单环、双环、三环和多环芳烃分离方法,采用实验常用的小型氧化铝柱层析方法,使用正己烷和二氯甲烷的不同配比溶剂分离出不同环数芳香烃化合物。同时,本发明还包括以下创新点:1) 实验器具和试剂在地球化学实验室易得、操作简单高效且经济成本低;2) 独特的分离方法非常适用于高硫原油的芳香烃不同环数化合物的分离;3) 创新了三环芳香烃的精确分离方法。



1. 一种高硫原油单环、双环、三环和多环芳烃分离方法,其特征在于,所述原油单环芳烃、双环芳烃、三环芳烃和多环芳烃分离方法包括以下步骤:

高硫原油四组分分离;

高硫原油中芳香烃分离;

所述高硫原油中芳香烃分离,包括:

(1) 小型色谱柱的制备;

(2) 将小型色谱柱放置操作台,用重蒸正己烷润湿,取1-10mg芳香烃组分到小型色谱柱中,使用正己烷和二氯甲烷按体积比99:1组成的溶剂6ml冲洗,洗脱组分用10ml玻璃瓶收集,作为组分A1;

(3) 用正己烷和二氯甲烷按体积比98:2组成的溶剂6ml冲洗,洗脱组分用10ml玻璃瓶收集,作为组分A2;

(4) 用二氯甲烷10ml将小型色谱柱中吸附的残余芳香烃充分冲洗下来,洗脱组分作为组分A3;

(5) 重新制备一个新的小型色谱柱,使用氮气吹干仪将A3吹扫至剩余0.5ml;

(6) 将A3组分添加至小型色谱柱中,使用正己烷和二氯甲烷按体积比9:1组成的溶剂5ml冲洗色谱柱,洗脱组分作为A4;

(7) 使用正己烷和二氯甲烷按体积比9:1组成的溶剂2ml冲洗色谱柱,洗脱组分作为A5;

(8) 使用正己烷和二氯甲烷按体积比8:1组成的溶剂5ml冲洗色谱柱,每隔1ml换一个新的10ml玻璃瓶收集组分,洗脱组分作为A6;

(9) 使用正己烷和二氯甲烷按体积比4:1组成的溶剂10ml冲洗色谱柱,洗脱组分作为A7;

所述分离方法的实验前准备工作包括:长型玻璃巴斯德吸管7支,锥形瓶5个,10ml玻璃瓶16个,重蒸的脱脂棉,中性氧化铝,重蒸正己烷,重蒸二氯甲烷,重蒸三氯甲烷;

所述长型玻璃巴斯德吸管的总长230mm,吸嘴120mm,直径5mm;

所有玻璃器具在使用前均需去离子水冲洗干净,在马弗炉内500℃烧制5h;

所述中性氧化铝为100-200目,使用前450℃活化5h;

所述小型色谱柱的制备,包括:

将长型玻璃巴斯德吸管的吸嘴部分去掉留取吸管部分,取少量重蒸的脱脂棉塞至吸管底部,填充活化后的中性氧化铝60mm,即完成小型色谱柱的制备。

2. 如权利要求1所述的高硫原油单环、双环、三环和多环芳烃分离方法,其特征在于,所述高硫原油四组分分离,包括:

(1) 取高硫原油25-35mg于10ml玻璃瓶中,加入重蒸正己烷0.3ml,28KHz超声震荡5min,然后浸泡12h;

(2) 按照中华人民共和国石油天然气行业标的岩石中可溶有机物及原油族组分分析方法将高硫原油分离出饱和烃、芳香烃、胶质和沥青质四组分。

3. 如权利要求1所述的高硫原油单环、双环、三环和多环芳烃分离方法,其特征在于,所述A1至A7组分均放置到氮气吹干仪下吹至剩余0.5-1ml溶液即可转制色谱瓶,实验过程在2h内即可完成,最后使用GC-MS检测实验结果。

4. 如权利要求1所述的高硫原油单环、双环、三环和多环芳烃分离方法,其特征在于,所

述A1组分为单环芳烃；A2组分为联苯系列、萘、甲基萘、二甲基萘、三甲基萘和四甲基萘系列；A3组分为四甲基萘、三环及以上组分；A4组分为四甲基萘和三芳甾烷组分；A5组分为三环的芴系列、噻吩系列化合物；A6组分为菲、甲基菲、二甲基菲化合物、三甲基菲化合物；A7组分为四环及以上芳烃化合物组分。

一种高硫原油单环、双环、三环和多环芳烃分离方法

技术领域

[0001] 本发明属于石油化工分析实验技术领域,尤其涉及一种高硫原油单环、双环、三环和多环芳烃分离方法。

背景技术

[0002] 目前,芳香烃组分是原油和烃源岩抽提物的重要组分,芳香烃化合物中包含重要的有机质来源、有机质保存和成熟度信息,但是芳烃化合物复杂的分子结构导致实验分析过程中存在不同环数芳烃化合物共溢出现象,以及含量较低的多环芳烃化合物被覆盖的问题,使得芳烃化合物分析结果存在误差,因此运用合适的方法对芳烃组分按照单环、双环、三环和多环(四环及以上环数的芳香烃化合物)进行分离,对芳烃化合物在地球化学精细分析测试中具有重要意义。

[0003] 目前,芳香烃化合物按照环数分离的传统方法为薄层柱层析法,但是该方法操作过程复杂耗时费力,并且该方法在分离过程中无法将单环芳烃、双环芳烃、三环芳烃和多环芳烃精准分离,存在不同环数芳烃的叠复现象。另一种方法高效液相色谱仪(HPLC)分离芳香烃法,此方法存在的问题是高效液相色谱仪在国内地球化学实验室并不普遍,实验费用高,芳烃按照环数分离程度并不高。国际上也有多篇文稿报道了双环芳香烃的分离方法,该方法存在的问题是针对高硫原油(硫含量大于1%wt.的原油被定义为高硫原油)要么洗脱过量要么洗脱不够,并且该方法仅限于分离低含硫原油的双环芳香烃化合物的分离,而未能将三环芳香烃从多环芳香烃中分离出来。因此,亟需一种新的能够有效地分离出高硫原油芳烃组分中的单环芳烃、双环芳烃、三环芳烃和多环芳烃化合物的方法。

[0004] 通过上述分析,现有技术存在的问题及缺陷为:

[0005] (1) 芳烃化合物复杂的分子结构导致实验分析过程中存在不同环数芳烃化合物共溢出现象,以及含量较低的多环芳烃化合物被覆盖的问题,使得芳烃化合物分析结果存在误差。

[0006] (2) 芳香烃化合物按照环数分离的传统方法为薄层柱层析法,但是该方法操作过程复杂耗时费力,并且该方法在分离过程中无法将单环芳烃、双环芳烃、三环芳烃和多环芳烃精准分离,存在不同环数芳烃的叠复现象。

[0007] (3) 现有高效液相色谱仪(HPLC)分离芳香烃的方法,存在的问题是高效液相色谱仪在国内地球化学实验室并不普遍,实验费用高,芳烃按照环数分离程度并不高。

[0008] (4) 国际上报道的双环芳香烃的分离方法,针对高硫原油要么洗脱过量要么洗脱不够,并且该方法仅限于分离低含硫原油的双环芳香烃化合物的分离,而未能将三环芳香烃从多环芳香烃中分离出来。

[0009] 解决以上问题及缺陷的难度为:原油芳烃不同环数芳烃类化合物种类复杂繁多,化学性质相近。本次发明为解决以上问题及缺陷存在3个难度。第一,精确的试剂配比及用量对分离高硫原油不同环数芳烃类化合物起到至关重要的作用。实验过程中,目标环数芳烃化合物要么洗脱不够,要么洗脱过量。针对不同环数芳烃化合物,需要严格把控试剂的比

例及用量,以精准洗脱目标化合物。第二,实验环境温度的控制同样非常关键。本发明选用的试剂为重蒸的正己烷和重蒸二氯甲烷,二者都非常容易挥发,室温过高会导致洗脱过程中试剂的挥发,影响试剂的用量。第三,三环芳烃不同类型化合物细化分离同样十分重要。三环芳烃种类多,结构复杂,在气相色谱质谱图中存在不同化合物的叠复出峰现象,需要在不同配比溶液下进行细化分离,以达到精准分离效果。

[0010] 解决以上问题及缺陷的意义为:芳烃是原油和沉积有机质的一个重要组成部分,它可以提供许多沉积环境、古生物地球化学背景以及有机质热演化史,但是由于在地质体中,芳烃存在较多同系物和异构体,在色谱分析过程中常常出现同系物和异构体共溢出现象。本发明得以实现在芳烃色谱分析中,得到单个化合物信息,消除了不同环数芳烃化合物共溢出现象,获得更为准确的化合物信息,为复杂结构芳烃化合物的准确研究提供可能,促进了芳烃单体烃同位素的进一步研究,对研究地质体中芳烃类化合物的沉积环境、热演化史和地球化学信息提供了可靠的前处理方案。

发明内容

[0011] 针对现有技术存在的问题,本发明提供了一种高硫原油单环、双环、三环和多环芳烃分离方法,尤其涉及一种能快速高效分离高硫原油芳烃组分中的单环芳烃、双环芳烃、三环芳烃和多环芳烃化合物的方法。

[0012] 本发明是这样实现的,一种原油单环芳烃、双环芳烃、三环芳烃和多环芳烃分离方法,所述原油单环芳烃、双环芳烃、三环芳烃和多环芳烃分离方法包括以下步骤:

[0013] 高硫原油四组分分离;

[0014] 高硫原油中芳香烃分离。

[0015] 进一步,步骤一中,所述实验前准备工作,包括:

[0016] 长型玻璃巴斯德吸管7支,锥形瓶5个,10ml玻璃瓶16个,重蒸的脱脂棉,中性氧化铝,重蒸正己烷,重蒸二氯甲烷,重蒸三氯甲烷。

[0017] 进一步,所述长型玻璃巴斯德吸管的总长230mm,吸嘴120mm,直径5mm。

[0018] 进一步,所有玻璃器具在使用前均需用去离子水冲洗干净,在马弗炉内500℃烧制5h。

[0019] 进一步,所述中性氧化铝为100-200目,使用前450℃活化5h。

[0020] 进一步,步骤二中,所述高硫原油四组分分离,包括:

[0021] (1)取高硫原油25-35mg于10ml玻璃瓶中,加入重蒸正己烷0.3ml,28KHz超声震荡5min,然后浸泡12h;

[0022] (2)按照中华人民共和国石油天然气行业标的岩石中可溶有机物及原油族组分分析方法将高硫原油分离出饱和烃、芳香烃、胶质和沥青质四组分。

[0023] 进一步,步骤三中,所述高硫原油中芳香烃分离,包括:

[0024] (1)小型色谱柱的制备;

[0025] (2)将小型色谱柱放置操作台,用重蒸正己烷润湿,取1-10mg芳香烃组分到小型色谱柱中,使用正己烷和二氯甲烷(99:1,v/v)溶剂6ml冲洗,洗脱组分用10ml玻璃瓶收集,作为组分A1;

[0026] (3)用正己烷和二氯甲烷(98:2,v/v)溶剂6ml冲洗,洗脱组分用10ml玻璃瓶收集,

作为组分A2;

[0027] (4) 用二氯甲烷10ml将小型色谱柱中吸附的残余芳香烃充分冲洗下来,洗脱组分作为组分A3;

[0028] (5) 重新制备一个新的小型色谱柱,使用氮气吹干仪将A3吹扫至剩余0.5ml;

[0029] (6) 将A3组分添加至小型色谱柱中,使用正己烷和二氯甲烷(9:1,v/v)溶剂5ml冲洗色谱柱,洗脱组分作为A4;

[0030] (7) 使用正己烷和二氯甲烷(9:1,v/v)溶剂2ml冲洗色谱柱,洗脱组分作为A5;

[0031] (8) 使用正己烷和二氯甲烷(8:1,v/v)溶剂5ml冲洗色谱柱,每隔1ml换一个新的10ml玻璃瓶收集组分,洗脱组分作为A6;

[0032] (9) 使用正己烷和二氯甲烷(4:1,v/v)10ml溶剂充分冲洗色谱柱,洗脱组分作为A7。

[0033] 进一步,所述A1至A7组分均放置到氮气吹干仪下吹至剩余0.5-1ml溶液即可转至色谱瓶,实验过程在2h内即可完成,最后使用GC-MS检测实验结果。

[0034] 进一步,所述小型色谱柱的制备,包括:

[0035] 将长型玻璃巴斯德吸管的吸嘴部分去掉留取吸管部分,取少量重蒸的脱脂棉塞至吸管底部,填充活化后的中性氧化铝60mm,即完成小型色谱柱的制备。

[0036] 进一步,所述A1组分为单环芳烃;A2组分为联苯系列、萘、甲基萘、二甲基萘、三甲基萘和四甲基萘系列;A3组分为四甲基萘、三环及以上组分;A4组分为四甲基萘和三芳甾烷组分;A5组分为三环的苊系列、噻吩系列化合物;A6组分为菲、甲基菲、二甲基菲化合物、三甲基菲化合物;A7组分为四环及以上芳烃化合物组分。

[0037] 结合上述的所有技术方案,本发明所具备的优点及积极效果为:本发明提供的原油单环芳烃、双环芳烃、三环芳烃和多环芳烃分离方法,采用实验常用的小型氧化铝柱层析方法,使用正己烷和二氯甲烷的不同配比溶剂分离出不同环数芳香烃化合物。本发明包括以下创新点:1) 实验器具和试剂在地球化学实验室易得、操作简单高效且经济成本低;2) 独特的分离方法非常适用于高硫原油的芳香烃不同环数化合物的分离;3) 创新了三环芳香烃的精确分离方法。

附图说明

[0038] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对本发明实施例中所需要使用的附图做简单的介绍,显而易见地,下面所描述的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0039] 图1是本发明实施例提供的高硫原油单环、双环、三环和多环芳烃分离方法流程图。

[0040] 图2是本发明实施例提供的高硫原油四组分分离的方法流程图。

[0041] 图3是本发明实施例提供的高硫原油中芳香烃分离的方法流程图。

[0042] 图4是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油芳烃总离子流图。

[0043] 图5是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油单环芳烃总离子流图。

[0044] 图6是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油双环芳烃总离子流图。

- [0045] 图7是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油三环及多环芳烃总离子流图
- [0046] 图8是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油三芳甾烷总离子流图。
- [0047] 图9是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油烷基茚和烷基二苯并噻吩总离子流图。
- [0048] 图10是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油菲、甲基菲总离子流图。
- [0049] 图11是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油菲、甲基菲总离子流图。
- [0050] 图12是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油烷基菲总离子流图。
- [0051] 图13是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油烷基菲总离子流图。
- [0052] 图14是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油烷基菲总离子流图。
- [0053] 图15是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油多环芳香烃总离子流图。

具体实施方式

[0054] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0055] 针对现有技术存在的问题,本发明提供了一种高硫原油单环、双环、三环和多环芳烃分离方法,下面结合附图对本发明作详细的描述。

[0056] 如图1所示,本发明实施例提供的原油单环芳烃、双环芳烃、三环芳烃和多环芳烃分离方法包括以下步骤:

[0057] S101,实验前准备工作;

[0058] S102,高硫原油四组分分离;

[0059] S103,高硫原油中芳香烃分离。

[0060] 如图2所示,本发明实施例提供的高硫原油四组分分离,包括:

[0061] S201,取高硫原油25-35mg于10ml玻璃瓶中,加入重蒸正己烷0.3ml,28KHz超声震荡5min,然后浸泡12h;

[0062] S202,按照中华人民共和国石油天然气行业标的岩石中可溶有机物及原油族组分分析方法将高硫原油分离出饱和烃、芳香烃、胶质和沥青质四组分。

[0063] 如图3所示,本发明实施例提供的高硫原油中芳香烃分离,包括:

[0064] S301,小型色谱柱的制备;

[0065] S302,将小型色谱柱放置操作台,用重蒸正己烷润湿,取1-10mg芳香烃组分到小型色谱柱中,使用正己烷和二氯甲烷(99:1,v/v)溶剂6ml冲洗,洗脱组分用10ml玻璃瓶收集,作为组分A1;

[0066] S303,用正己烷和二氯甲烷(98:2,v/v)溶剂6ml冲洗,洗脱组分用10ml玻璃瓶收集,作为组分A2;

[0067] S304,用二氯甲烷10ml将小型色谱柱中吸附的残余芳香烃充分冲洗下来,洗脱组分作为组分A3;

[0068] S305,重新制备一个新的小型色谱柱,使用氮气吹干仪将A3吹扫至剩余0.5ml;

[0069] S306,将A3组分添加至小型色谱柱中,使用正己烷和二氯甲烷(9:1,v/v)溶剂5ml冲洗色谱柱,洗脱组分作为A4;

[0070] S307,使用正己烷和二氯甲烷(9:1,v/v)溶剂2ml冲洗色谱柱,洗脱组分作为A5;

[0071] S308,使用正己烷和二氯甲烷(8:1,v/v)溶剂5ml冲洗色谱柱,每隔1ml换一个新的10ml玻璃瓶收集组分,洗脱组分作为A6;

[0072] S309,使用正己烷和二氯甲烷(4:1,v/v)10ml溶剂充分冲洗色谱柱,洗脱组分作为A7;

[0073] 下面结合实施例对本发明的技术方案作进一步描述。

[0074] 本发明为了克服传统分离方法的缺陷,提出了一种成本低、操作简单高效、精确分离高硫原油单环芳烃、双环芳烃、三环芳烃和多环芳烃的方法。

[0075] 本发明采用实验常用的小型氧化铝柱层析方法,使用正己烷和二氯甲烷的不同配比溶剂分离出不同环数芳香烃化合物。本方法创新点是1.实验器具和试剂在地球化学实验室易得且经济成本低;2.独特的分离方法非常适用于高硫原油的芳香烃不同环数化合物的分离;3.创新了三环芳香烃的精确分离方法。

[0076] 本发明公开了一种分离高硫原油单环芳烃、双环芳烃、三环芳烃和多环芳烃的分离方法,包括以下步骤:

[0077] (1)实验前准备工作:长型玻璃巴斯德吸管(总长230mm,吸嘴120mm,直径5mm)7支,锥形瓶5个,10ml玻璃瓶16个,所有玻璃器具在使用前均需用去离子水冲洗干净,在马弗炉内500℃烧制5小时,重蒸的脱脂棉,中性氧化铝(100-200目,使用前450℃活化5小时),重蒸正己烷(分析纯),重蒸二氯甲烷(分析纯),重蒸三氯甲烷(分析纯)。

[0078] (2)高硫原油四组分分离:取高硫原油25-35mg于10ml玻璃瓶中,加入重蒸正己烷0.3ml,28KHz超声震荡5min,然后浸泡12h。然后按照中华人民共和国石油天然气行业标的岩石中可溶有机物及原油族组分分析方法(SY/T5119-2008)将高硫原油分离出饱和烃、芳香烃、胶质和沥青质四组分。

[0079] (3)高硫原油中芳香烃分离:将长型玻璃巴斯德吸管的吸嘴部分去掉留取吸管部分,取少量重蒸的脱脂棉塞至吸管底部,然后填充活化后的中性氧化铝60mm,即完成小型色谱柱的制备。将小型色谱柱放置操作台,用重蒸正己烷润湿,取1-10mg芳香烃组分到小型色谱柱中,使用正己烷和二氯甲烷(99:1,v/v)溶剂6ml冲洗,洗脱组分用10ml玻璃瓶收集,作为组分A1;随后用正己烷和二氯甲烷(98:2,v/v)溶剂6ml冲洗,洗脱组分用10ml玻璃瓶收集,作为组分A2;然后用二氯甲烷10ml将小型色谱柱中吸附的残余芳香烃充分冲洗下来,洗脱组分作为组分A3。按照上述小型色谱柱的制作方法重新制备一个新的小型色谱柱,然后使用氮气吹干仪将A3吹扫至剩余0.5ml,然后将A3组分添加至小型色谱柱中,使用正己烷和二氯甲烷(9:1,v/v)溶剂5ml冲洗色谱柱,洗脱组分作为A4;再使用正己烷和二氯甲烷(9:1,v/v)溶剂2ml冲洗色谱柱,洗脱组分作为A5;随后使用正己烷和二氯甲烷(8:1,v/v)溶剂5ml冲洗色谱柱,每隔1ml换一个新的10ml玻璃瓶收集组分,洗脱组分作为A6;然后使用正己烷和二氯甲烷(4:1,v/v)10ml溶剂充分冲洗色谱柱,洗脱组分作为A7。A1至A7组分均放置到氮气吹干仪下吹至剩余0.5-1ml溶液即可转制色谱瓶,实验过程在2h内即可完成,最后使用GC-MS检测实验结果。

[0080] 其中A1组分为单环芳烃;A2组分为联苯系列、萘、甲基萘、二甲基萘、三甲基萘和四甲基萘系列;A3组分为四甲基萘、三环及以上组分;A4组分为四甲基萘和三芳甾烷组分;A5组分为三环的茚系列、噻吩系列化合物;A6组分为菲、甲基菲、二甲基菲化合物、三甲基菲化

合物;A7组分为四环及以上芳烃化合物组分。

[0081] 图4是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油芳烃总离子流图。

[0082] 图5是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油单环芳烃总离子流图。

[0083] 图6是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油双环芳烃总离子流图。

[0084] 图7是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油三环及多环芳烃总离子流图

[0085] 图8是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油三芳甾烷总离子流图。

[0086] 图9是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油烷基芴和烷基二苯并噻吩总离子流图。

[0087] 图10是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油菲、甲基菲总离子流图。

[0088] 图11是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油菲、甲基菲总离子流图。

[0089] 图12是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油烷基菲总离子流图。

[0090] 图13是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油烷基菲总离子流图。

[0091] 图14是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油烷基菲总离子流图。

[0092] 图15是本发明实施例提供的黄河口东洼高硫原油多环芳香烃总离子流图。

[0093] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

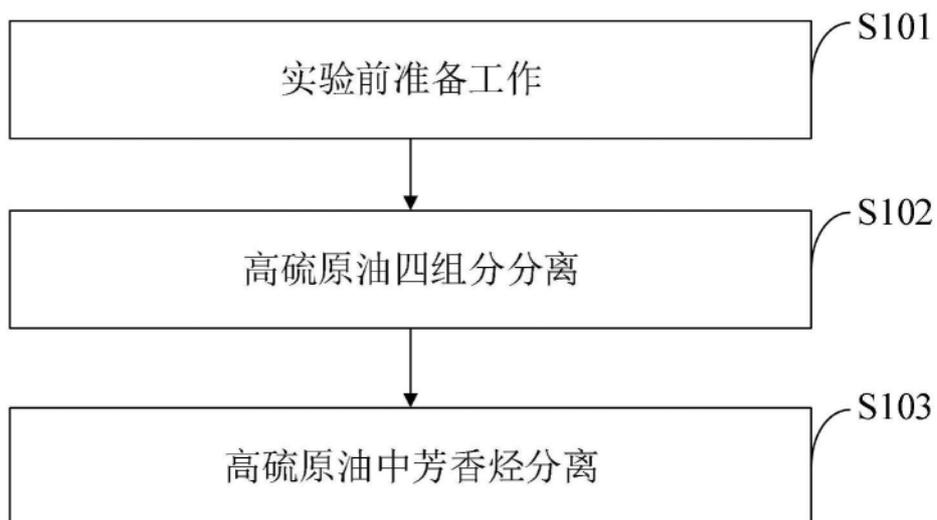


图1

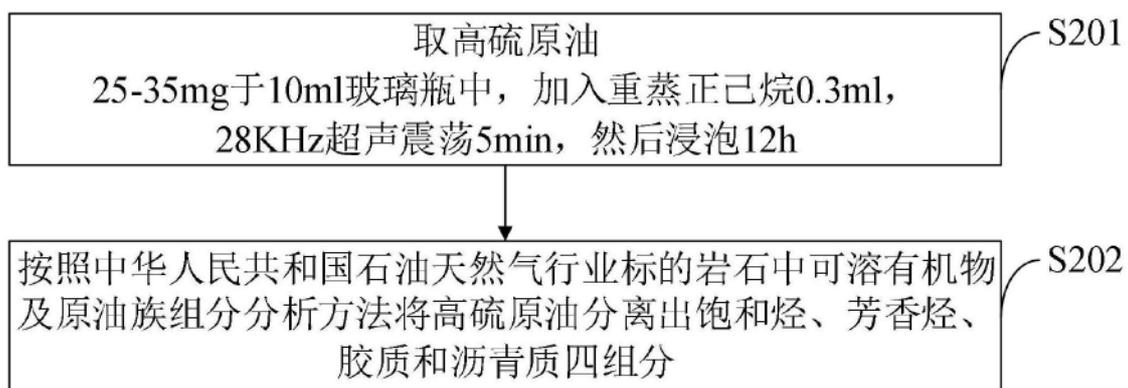


图2

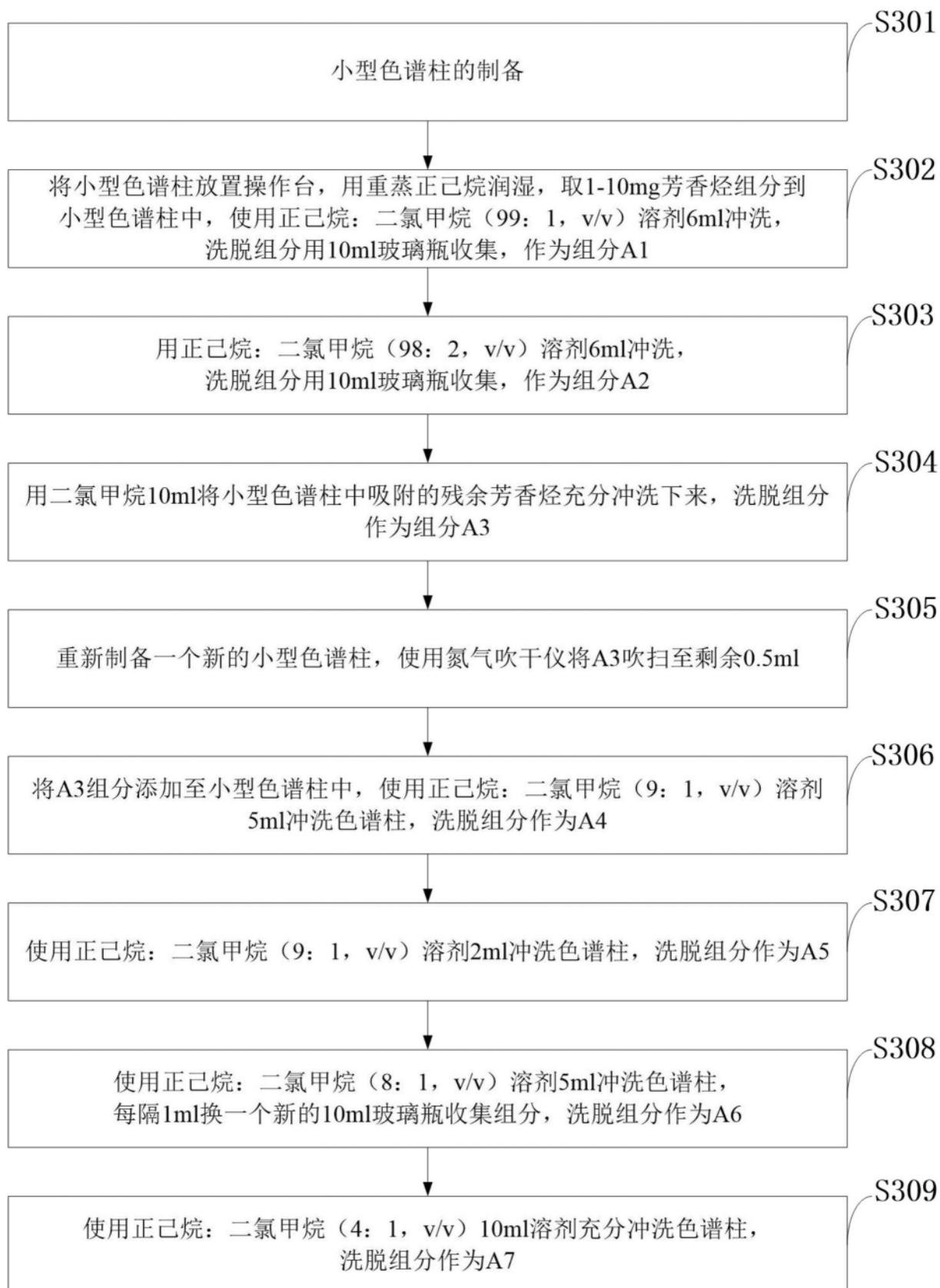


图3

黄河口东洼, BZ36-1-1井, 1552-1570m, 高硫原油, 硫含量2.07%
芳烃GC-MSTIC

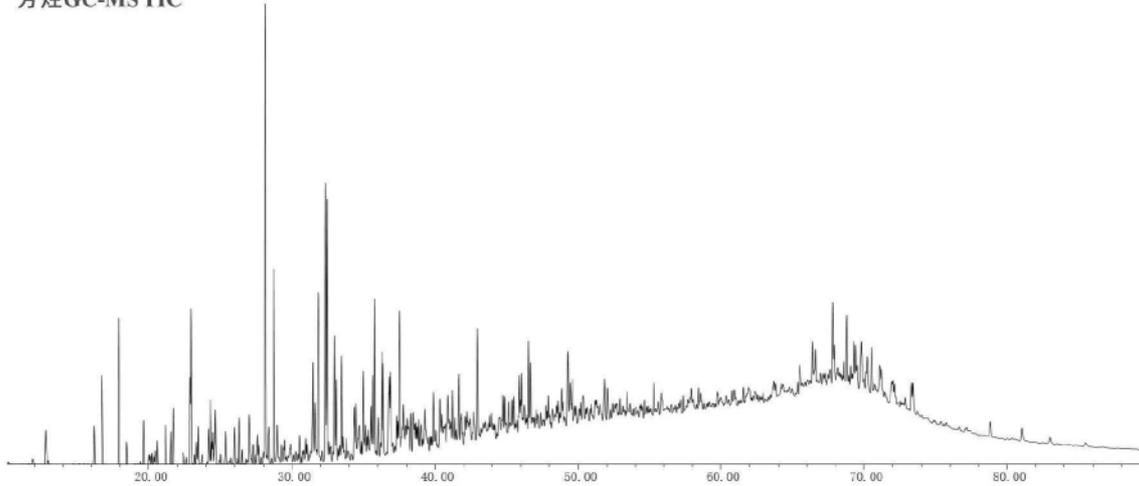


图4

黄河口东洼, BZ36-1-1井, 1552-1570m, 高硫原油, 硫含量2.07%
单环芳烃(A1组分) GC-MSTIC

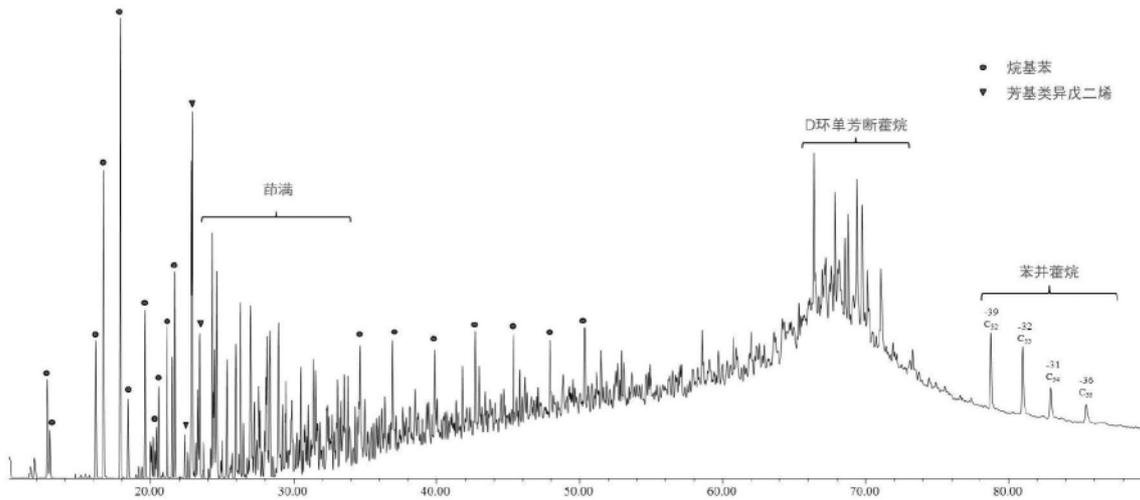


图5

黄河口东洼, BZ36-1-1井, 1552-1570m, 高硫原油, 硫含量2.07%

双环芳烃 (A2组分) GC-MSTIC

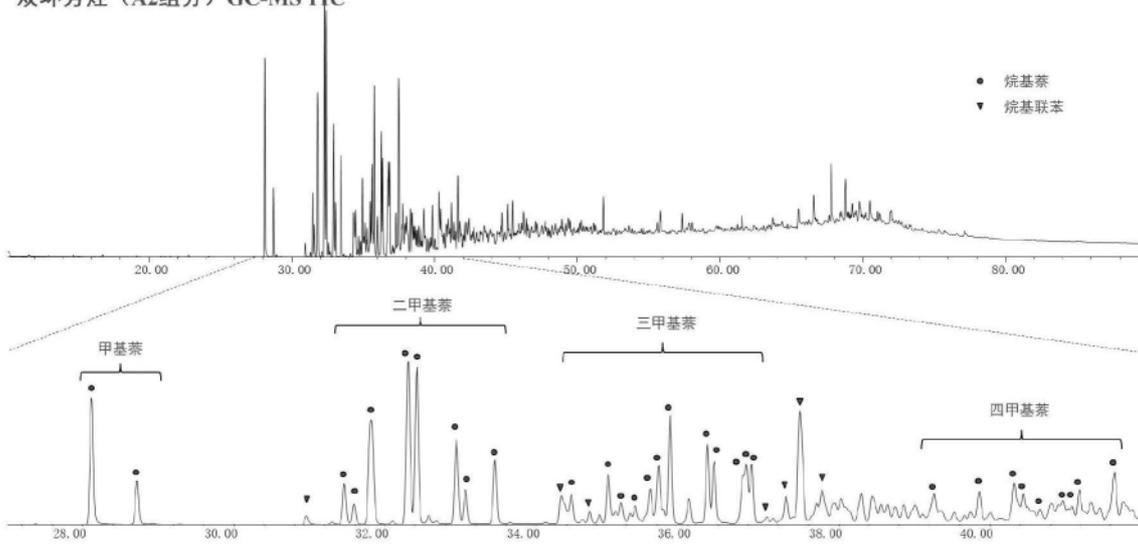


图6

黄河口东洼, BZ36-1-1井, 1552-1570m, 高硫原油, 硫含量2.07%

三环及多环芳烃 (A3组分) GC-MSTIC

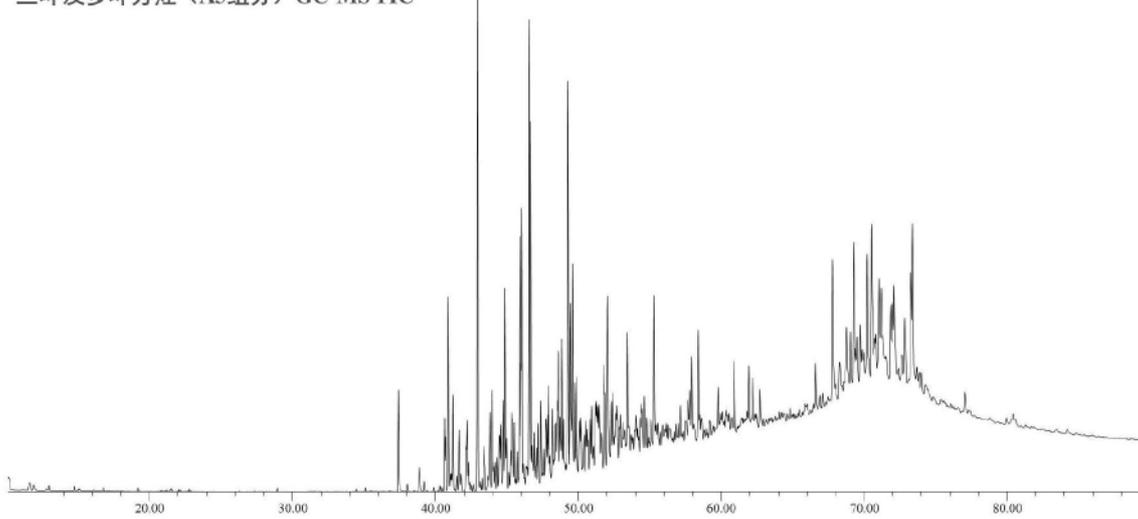


图7

黄河口东洼, BZ36-1-1井, 1552-1570m, 高硫原油, 硫含量2.07%
三环芳烃 (A4组分) GC-MS TIC

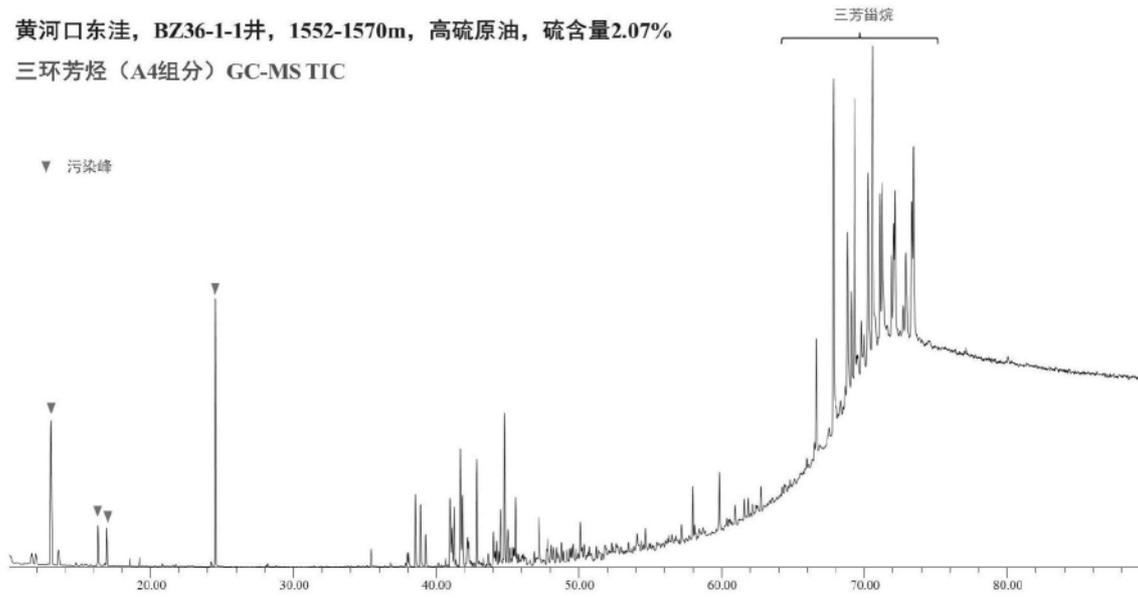


图8

黄河口东洼, BZ36-1-1井, 1552-1570m, 高硫原油, 硫含量2.07%
三环芳烃 (A5组分) GC-MS TIC

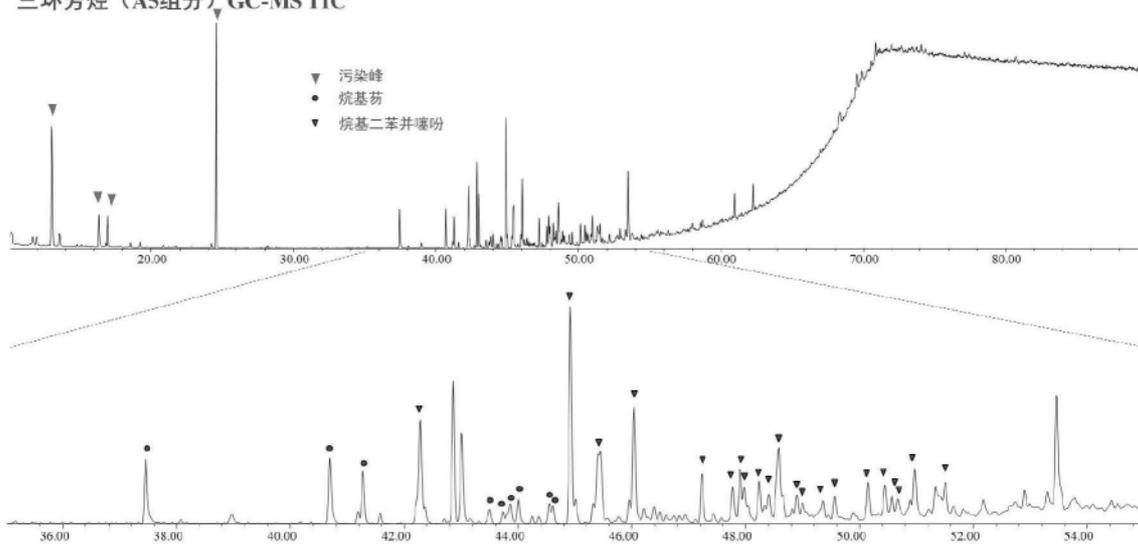


图9

黄河口东洼, BZ36-1-1井, 1552-1570m, 高硫原油, 硫含量2.07%

三环芳烃 (A6组分-1) GC-MS TIC

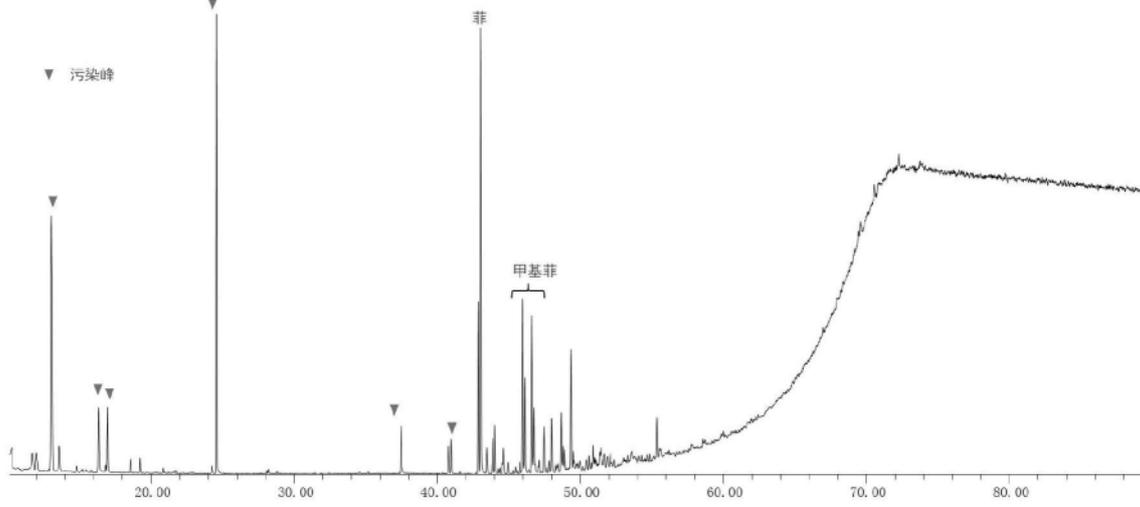


图10

黄河口东洼, BZ36-1-1井, 1552-1570m, 高硫原油, 硫含量2.07%

三环芳烃 (A6组分-2) GC-MS TIC

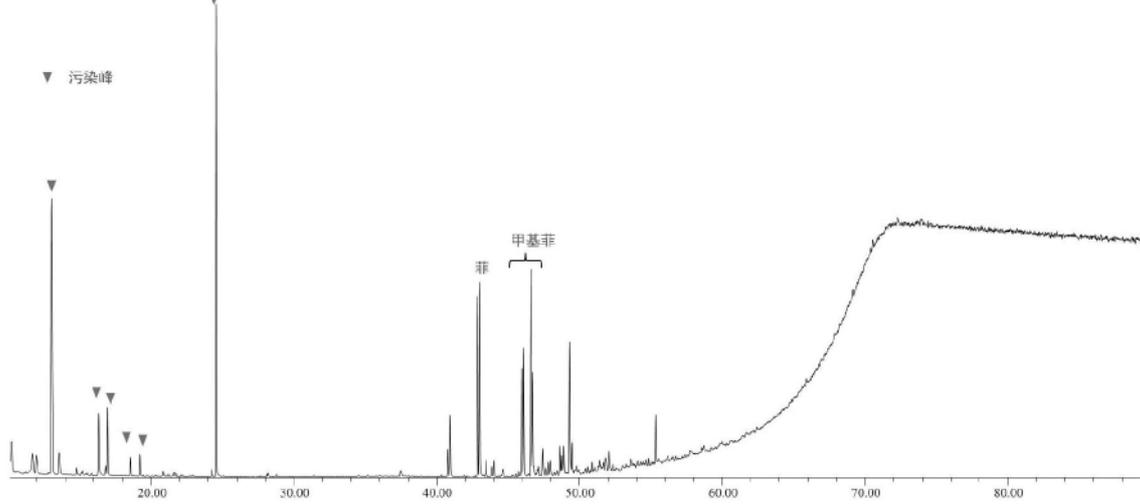


图11

黄河口东洼, BZ36-1-1井, 1552-1570m, 高硫原油, 硫含量2.07%

三环芳烃 (A6组分-3) GC-MS TIC

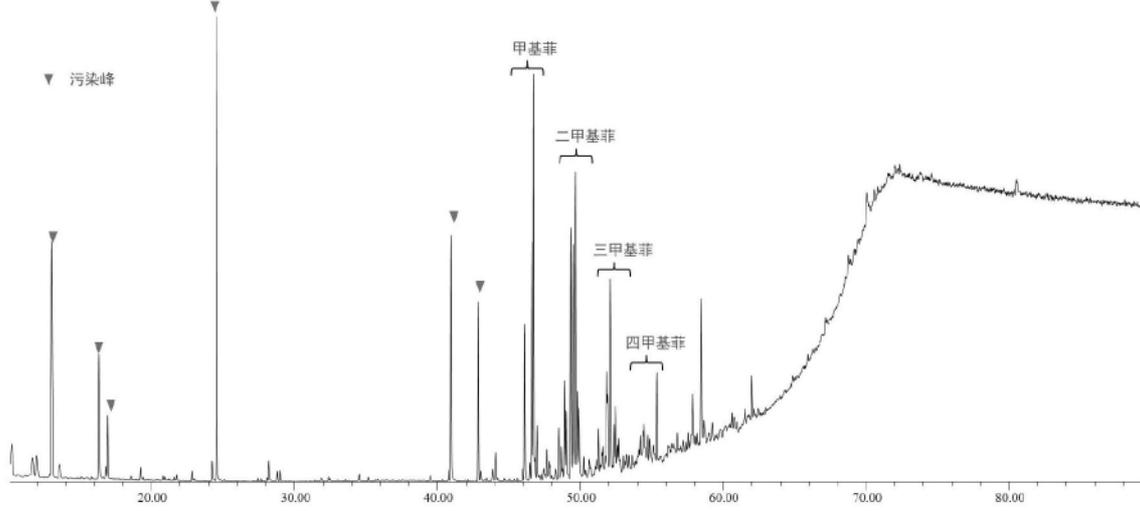


图12

黄河口东洼, BZ36-1-1井, 1552-1570m, 高硫原油, 硫含量2.07%

三环芳烃 (A6组分-4) GC-MS TIC

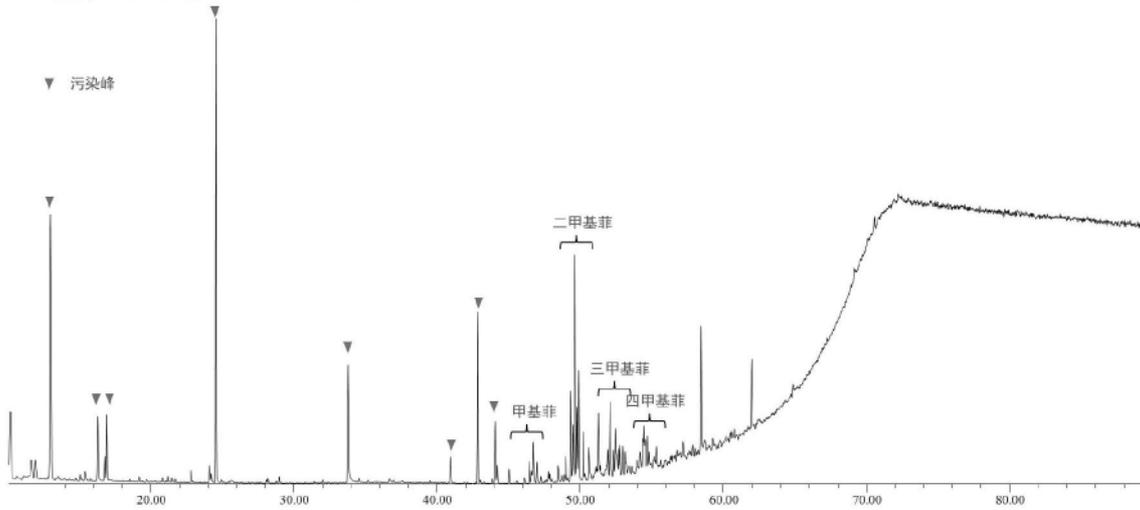


图13

黄河口东洼, BZ36-1-1井, 1552-1570m, 高硫原油, 硫含量2.07%

三环芳烃 (A6组分-5) GC-MS TIC

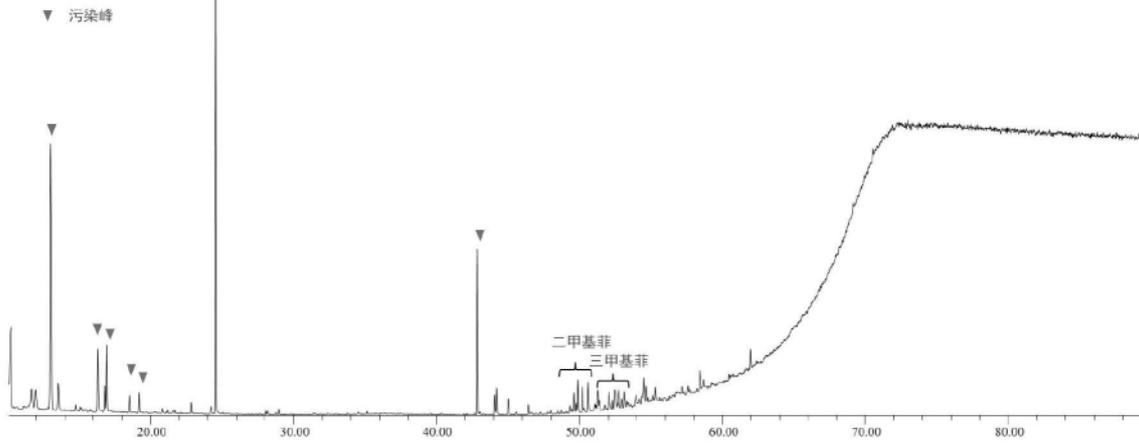


图14

黄河口东洼, BZ36-1-1井, 1552-1570m, 高硫原油, 硫含量2.07%

三环芳烃 (A7组分) GC-MS TIC

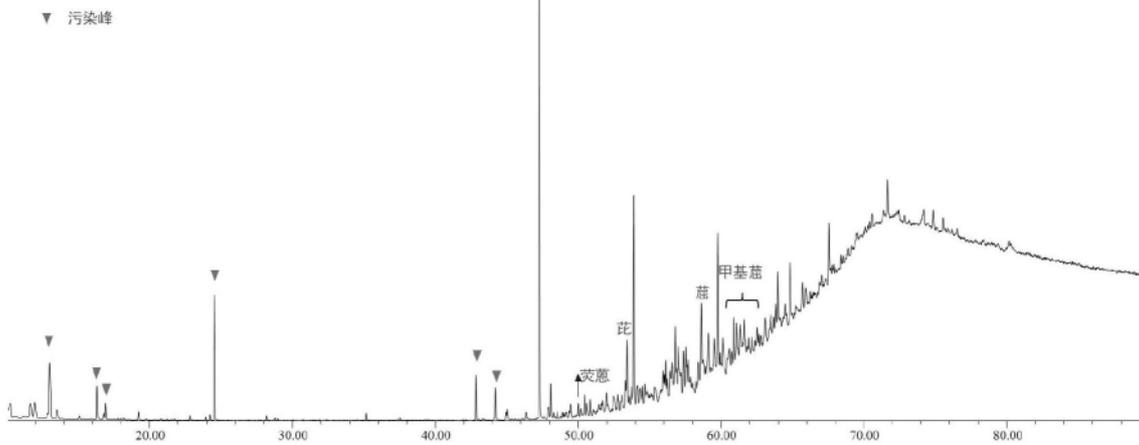


图15