

# 塑料及环境中的中短链氯化石蜡测定 GC/ECD 法

# 序言

氯化石蜡由于其稳定性、粘性、耐火性和低蒸气压，被广泛地用于金属切割添加剂和润滑剂、油漆和密封剂的塑化剂、胶黏剂配方、塑料增塑剂和阻燃剂等。世界范围内20世纪30年代开始生产氯化石蜡(CPs) 产品，在多氯联苯(PCBs) 和多氯化萘(PCNs) 被禁用后，作为某些应用领域这两类产品的替代品，CPs 的产量有所增加。我国从20世纪50 年代末开始生产氯化石蜡，目前已成为世界第一大氯化石蜡生产国。

短链氯化石蜡(SCCPs)和中链氯化石蜡(MCCPs)对环境有持续性污染，并且具有生物累积性，在英国、德国、加拿大等地的河水、底泥和土壤甚至偏远的非工业地区以及北极高纬度地区等多个国家和地区的大气中均能检测出SCCPs。SCCPs 的持久性有机污染物( POPs) 特性已引起高度关注，已被《关于POPs的斯德哥尔摩公约》列为备选“新POPs”之一。国际社会对SCCPs 的控制已经有十多年的历史，SCCPs 被列在美国环境保护局(EPA) 的排放毒性化学品目录(TRI)名单中；被加拿大环境保护法列为优先有毒物质；并且也被列入欧洲水框架指令的优先危险物质名单中。

岛津公司作为全球著名的分析仪器厂商，进入中国已经30多年，长期以来一致关注国内外各行业标准法规的颁布与实施，积极应对，及时提供全面、有效的解决方案。

本应用方案针对塑料、土壤及环境水三类不同样品采用不同前处理方法，使用岛津公司配有电子俘获检测器(ECD)的GC-2010 Plus气相色谱仪对样品中的五种中短链氯化石蜡进行了检测。

岛津企业管理（中国）有限公司

分析中心

2012年5月

# 目 录

<b>1 相关法规</b>	
1.1 欧盟《关于化学品注册、评估、许可和限制法规》	3
1.2 挪威《消费性产品中禁用特定有害物质》(PoHS)禁令	4
1.3 联合国环境规划署的《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》	5
<b>2 短链氯化石蜡的理化性质</b>	<b>5</b>
<b>3 检测流程</b>	<b>6</b>
<b>4 检测步骤</b>	<b>6</b>
4.1 适用范围	6
4.2 原理	6
4.3 仪器设备	7
4.4 试剂	7
4.5 分析步骤	7
4.6 仪器条件	8
4.7 质量控制	8
4.8 结果计算	8
4.9 参考文献	9
<b>5 主要前处理样品流程图片</b>	
5.1 塑料样品流程图	9
5.2 土壤样品流程图	9
5.3 水样品流程图	10
<b>6 技术数据</b>	
6.1 氯化石蜡色谱图	11
6.2 氯化石蜡标准曲线	12
6.3 重复性测试	13
6.4 检出限和定量限	14
6.5 回收率测试	14
6.6 样品测试结果	16
<b>7 结论</b>	<b>16</b>

# 1. 相关法规

## 1.1 欧盟《关于化学品注册、评估、许可和限制法规》(REACH法规)

为保护人类健康和环境，保持和提高欧盟化学工业的竞争力，增加化学品信息的透明度，2006年12月18日，欧盟议会和欧盟理事会正式通过化学品注册、评估、授权和限制法规(简称“REACH”法规)。该法规旨在对进入欧盟市场的所有化学品进行预防性管理。2007年6月开始实施欧盟《关于化学品注册、评估、许可和限制法规》(REACH法规)。随着2008年10月28日第一批共15个高度关注物质清单的颁布，意味着企业产品将面临着越来越多的挑战。清单中的物质涉及家电、纺织、服装、鞋业、玩具、制药等多个行业。企业对高度关注物质检测，并根据这些物质的含量履行REACH法规下相应的义务。氯化石蜡被列入第一批高关注物质清单。表1为REACH法规第一批高关注物质清单。

2010年4月20日，欧盟委员会发布了委员会决定2010/226/EU，对将短链氯化石蜡(SCCPs)列入REACH附件XVII进行复审。对SCCPs的限制主要集中在金属加工液和皮革处理液，SCCPs的含量限制在1%。

表1 REACH法规第一批高关注物质清单

物质名称	CAS NO.	常见应用
4,4'-二氨基二苯甲烷	101-77-9	偶氮染料，橡胶的环氧树脂固化剂
邻苯二甲酸甲苯基丁酯 (BBP)	85-68-7	乙烯基泡沫，耐火砖和合成皮革的增塑剂
邻苯二甲酸二(2-乙基己基) 酯 (DEHP)	117-81-7	PVC 增塑剂，液压液体和电容器里的绝缘体
邻苯二甲酸二丁基酯 (DBP)	84-74-2	增塑剂，粘合剂和印刷油墨的添加剂
蒽	120-12-7	染料中间体，杀虫剂，木材防腐剂
六溴环十二烷 (HBCDD) 及所有主要的非对映异构体 (α-HBCDD, β-HBCDD, γ-HBCDD)	25637-99-4 3194-55-6 (134237-51-7, 134237-50-6, 134237-52-8)	阻燃剂
重铬酸钠	7789-12-0	金属表面精整，皮革制作，纺织品染色，木材防腐剂
二甲苯麝香 (MX)	81-15-2	香水，化妆品
短链氯化石蜡 (C10-C13) (SCCP)	85535-84-8	金属加工过程的润滑剂，橡胶和皮革衣料，胶水
氧化双三丁基锡	56-35-9	木材防腐剂
三乙基磷酸酯	15606-95-8	木材防腐剂
五氧化二砷	1303-28-2	杀菌剂，除草剂
三氧化二砷	1327-53-3	除草剂，杀虫剂
砷酸铅	7784-40-9	杀虫剂
二氯化钴	7646-79-9	干燥剂，例如硅胶

## 1.2 挪威《消费性产品中禁用特定有害物质》(PoHS)禁令

挪威要求禁止在消费产品中使用某些有害物质的禁令《消费性产品中禁用特定有害物质》(PoHS禁令) (PoHS: Prohibition on Certain Hazardous Substances in Consumer Products) 于2008年1月1日生效。这一标准覆盖范围大,它涵盖了几乎所有消费品(只有少数例外)。它包括的产品类别除电子电气类消费品外,还包括衣服、箱包、建筑、玩具等。该规定不适用于食品、食品包装、化肥、医疗设备和香烟,以及运输工具、运输工具上的固定装置、轮胎和类似运输工具配件。表2为PoHS中禁用的18种物质,其中包括氯化石蜡。

2011年3月2日,挪威气候和环境污染局(Klif)发布了一项提案,要求对蜡笔、玩具、涂料以及塑料制品等消费品中广泛使用的四种化学物质进行规范,以更好保护环境和公众健康。这四种问题化学物质分别为铅、五氯酚(pentachlorophenol)、中链氯化石蜡(medium-chain chlorinated paraffins, MCCP)以及全氟辛酸铵化合物(perfluorinated compound, PFOA)。这四种化学物质都会积累于食物链中,对人体健康有潜在的健康风险,因为其持久毒性而被政府归类为优先污染物。挪威计划在2020年前减少这四种化学物质的排放或进行彻底清除。

表2 PoHS中18种禁用物质

序号	物质名称	英文名称 / 缩写
1	四溴双酚 A	TBBPA
2	邻苯二甲酸二己酯	DEHP
3	砷及其化合物	As
4	五氯苯酚	Pentachlorophenol
5	铅及其化合物	Pb
6	镉及其化合物	Cd
7	三丁基锡	TBT
8	三苯基锡	TPT
9	全氟辛酸铵	PFOA
10	三氯生	Triclosan
11	14-17 碳氯化石蜡	C14-C17 MCCP
12	六溴环十二烷	HBCDD
13	双酚 A	Bisphenol A
14	二甲基氯化胺	musk xylene
15	酮麝香	Musk ketone
16	二(硬脂牛油)二甲基氯化胺	DHTDMAC
17	双(氢化牛油烷基)二甲基氯化胺	DTDMAC
18	二硬脂基二甲基氯化胺	DODMAC/DSDMAC

### 1.3 联合国环境规划署的《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》

《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》简称（Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants）《斯德哥尔摩公约》，是联合国环境规划署于2001年5月22日在瑞典首都斯德哥尔摩通过的，2004年5月17日生效。是一项旨在减少、消除和预防持久性有机污染物(POPs)污染，保护人类健康和环境免受其危害的国际公约。至2005年5月，公约的签字国151个，批准国98个。它是继1987年《保护臭氧层的维也纳公约》和1992年《气候变化框架公约》之后，第三个具有强制性减排要求的国际公约，是国际社会对有毒化学品采取优先控制行动的重要步骤。

欧洲联盟及其作为《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》缔约方的成员国根据《公约》第8条第1款提交了关于把短链氯化石蜡列入《斯德哥尔摩公约》的提案，作为《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》增列持久性有机污染物（Persistent Organic Pollutants, POPs）中的一类化合物，2008年10月在瑞士日内瓦召开的联合国环境规划署 POPs 审查委员会的第4次会议上，委员会对短链氯化石蜡进行了公约附件E 关于其终点的危害评估进行了审核。

## 2. 短链氯化石蜡的理化性质

短链氯化石蜡(Short Chain Chlorinated Paraffins, SCCPs)也称短链氯化正构烷烃(polychlorinated n-alkanes, PCAs)，又叫氯化烷(alkanes, chlorinated)、氯化烷烃(chlorinated alkanes)、氯化石蜡(chlorinated paraffins)。短链氯化石蜡是正石蜡，其碳链长度为10~13个碳原子，以重量计，氯化程度约为16%~78%，其分子式为： $C_xH_{(2x-y+2)}Cl_y$ ，其中 $x=10\sim13$ ， $y=1\sim13$ 。分子量在320~500。常温下SCCPs为淡黄色或无色粘稠液体，蒸汽压在 $2.8 \times 10^{-7} \sim 0.066$  Pa。SCCPs的水溶性 $K_{ow}$ 的值为0.49~1260.00 $\mu\text{g/L}$ ，其中Cl的个数对于其水溶性有很明显的影响，与氯代芳香族化合物相反，在5个氯原子以内，随氯原子的个数增多，水溶性增强。SCCPs具有持久性、生物蓄积性、远距离环境迁移力以及对生物体具有毒性等化学性质，对环境及整个生态均有很大的影响。

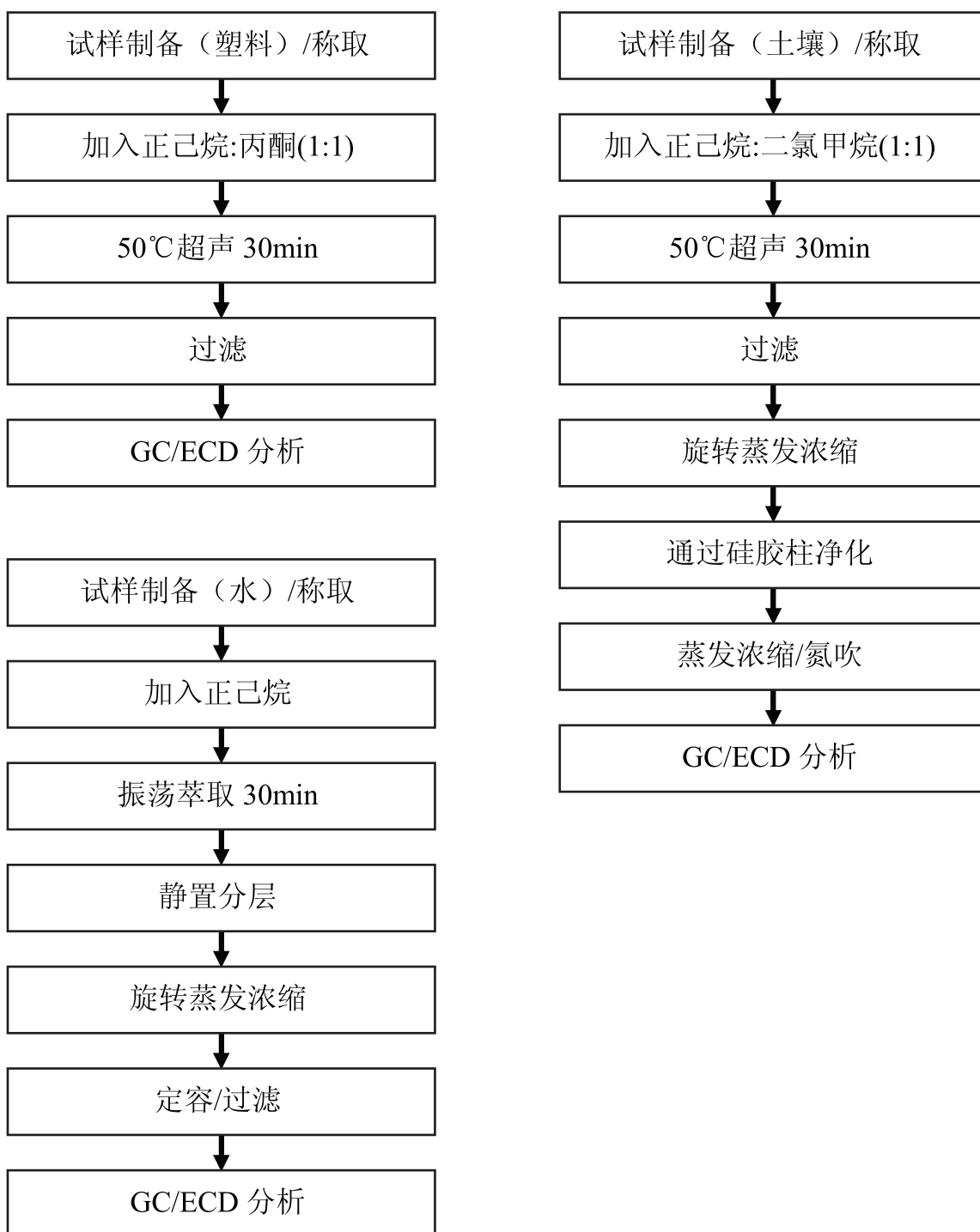
按照经合组织（OECD）订立的相关准则，具有12个碳原子和1个氯原子的化合物很容易发生降解，在有适应性微生物的环境中，氯含量较低（例如，按重量计算，氯含量低于50%）的短链氯化石蜡可能会缓慢的生物降解，然而大多数其他短链氯化石蜡则无法发生降解。欧洲联盟风险评估报告中指出，短链氯化石蜡在沉积物中的半衰期超过1年。WHO在一份报告中指出，C10~12的短链氯化石蜡（氯含量58%）在活性污泥中进行降解，有氧条件下经过28 d或在无氧条件下经过51 d都不能使其降解。英国环境局研究发现有氧环境下，SCCPs在淡水和海洋沉积物中的半衰期为1 630 d或450 d。厌氧环境中，SCCPs在湖泊地区的持久性会达到50年。

短链氯化石蜡和有机污染物一样，具有致畸、致癌、致突变的毒性。在毒性研究中发现，PCAs的毒性变化规律是碳链越短毒性越强，目前对SCCPs的毒性效应研究还比较少，根据现有资料，在啮齿动物的致癌性研究中发现，当剂量增加时，肝脏、甲状腺和肾的腺瘤和癌的发病率会相应增加。尽管有可能引发这些肿瘤的潜在机制的表明，它们与人体健康无关，但据认为短链氯化石蜡具有致癌潜力。引发肿瘤的无可见有害影响剂量为100 mg/（kg体重·d）。短链氯化石蜡对于各种水生无脊椎动物具有高毒性，其无可见有害影响剂量远远低于0.1 mg/L。

相对于中长链CPs，SCCPs的生态毒性相对较大。其在环境中的生态风险已引起了世界卫生组织和环境研究者的重视。很多欧盟国家已签订了旨在保护东北大西洋的奥斯陆与巴黎公约，大幅削减SCCPs的使用量。美国EPA把SCCPs列入排放毒性化学品目录，加拿大环境保护署则将SCCPs列入优先控制化合物。

氯化石蜡具有挥发性低、阻燃、电绝缘性好的特点而被广泛用于塑料添加剂、阻燃剂、金属加工润滑剂、密封剂或粘合剂配方等。从20世纪30年代起，国外就开始生产氯化石蜡，我国则从20世纪50年代末开始生产。石蜡来自于石油，氯化石蜡是氯碱厂用于平衡氯气的重要产品，同时由于我国是氯资源丰富的国家，所以随着国内塑料制品工业的迅速发展，氯化石蜡行业发展迅速。目前，文献报道我国估计总产量约为20万吨/年，但实际产品要远高于此数值，企业主要集中于江苏、浙江、山东、广东、上海、河南、辽宁等地。我国各企业氯化石蜡产品没有区分碳链的长短，主要依赖于工厂所能得到的原料。

### 3. 检测流程



### 4. 检测步骤

#### 4.1 适用范围

本方法用于检测塑料、土壤及水中是否含有某些特定的中链及短链氯化石蜡。

#### 4.2 原理

样品经有机溶剂超声萃取后，过滤，浓缩，利用GC进行分析。对基质复杂的土壤样品，萃取后通过硅胶柱进行净化后再分析。

### 4.3 仪器设备

- 4.3.1 气相色谱仪：岛津GC-2010 Plus, ECD检测器
- 4.3.2 分析天平：精确到0.1mg
- 4.3.3 移液枪：1mL, 5mL, 100 $\mu$ L
- 4.3.4 容量瓶：1mL, 2mL, 10mL
- 4.3.5 50mL的具塞玻璃试管
- 4.3.6 摇床
- 4.3.7 氮吹仪
- 4.3.8 超声波清洗器
- 4.3.9 真空旋转蒸发仪
- 4.3.10 硅胶柱：在内径2cm的玻璃管中填充10g硅胶，上面再填充3g无水硫酸钠

### 4.4 试剂

除非另有说明，在分析中所用试剂均为色谱纯。

- 4.4.1 丙酮
- 4.4.2 正己烷
- 4.4.3 二氯甲烷
- 4.4.4 无水硫酸钠
- 4.4.5 中链氯化石蜡(42%,52%)标准溶液100  $\mu$ g/mL
- 4.4.6 短链氯化石蜡(51.5%,55%,63%)标准溶液100  $\mu$ g/mL

### 4.5 分析步骤

#### 4.5.1 标准溶液制备

按表3分取一定体积的100  $\mu$ g/mL标准液，用正己烷定容至10 mL，配成一系列的标准溶液。

表3 标准溶液的配制

标准溶液的浓度 ( $\mu$ g/mL)	100 $\mu$ g/mL 标准液的加入体积 (mL)	定容体积 (mL)
0.5	0.05	10
1.0	0.1	10
5.0	0.5	10
10	1.0	10
20	2.0	10

#### 4.5.2 样品制备

4.5.2.1 根据客户申请，随机取样。对于复杂样品，应将取样点标记，并对样品拍照。

4.5.2.2 塑料样品：将样品粉碎成小于1mm\*1mm的小块，并混合均匀。

4.5.2.3 土壤样品：取自广州科学城科学大道河涌，晾干后混合均匀。

4.5.2.4 环境水样品：取自广州科学城科学大道河涌。

#### 4.5.3 样品前处理及萃取

4.5.3.1 塑料样品。

4.5.3.1.1 准确称量1.0g样品置于反应容器中。

4.5.3.1.2 加入10mL正己烷/丙酮1:1混合液。

4.5.3.1.3 放入50℃超声水浴仪，功率为100%，超声30min。

4.5.3.1.4 将样品过滤到棕色样品瓶中，上机分析。

#### 4.5.3.2 土壤样品

4.5.3.2.1 准确称量5.0g样品置于反应容器中。

4.5.3.2.2 加入50mL正己烷/二氯甲烷1:1混合液。

4.5.3.2.3 放入超声水浴仪，功率为100%，超声30min。

4.5.3.2.4 将萃取液通过装有无水硫酸钠的滤纸，过滤到平底烧瓶中，并用少量正己烷清洗反应容器，并入平底烧瓶中。

4.5.3.2.5 将滤液用旋转蒸发仪浓缩到约2mL。

4.5.3.2.6 将浓缩液通过硅胶柱(4.3.10)净化，样品加入前先用50mL正己烷预淋洗柱子，加样后先用40mL正己烷进行预淋洗，然后用100mL二氯甲烷/正己烷(1:1)继续淋洗并接取洗脱液。

4.5.3.2.7 将洗脱液旋转蒸发至近干，再用2mL正己烷溶解，氮吹浓缩至100μL，再用正己烷定容至1mL。

#### 4.5.3.3 环境水样品

4.5.3.3.1 称取水样品20g，加入5mL正己烷。

4.5.3.3.2 置于摇床中，振荡30分钟。

4.5.3.3.3 静置分层，取有机层。

4.5.3.3.4 氮吹浓缩至2mL以下，然后用正己烷定容至2mL。

## 4.6 仪器条件

仪器型号：GC-2010 Plus，ECD检测器

进样模式：不分流

进样体积：1.0 μL

进样口温度：280℃

ECD温度：310℃

色谱柱：Rtx-5, 30m × 0.25mm × 0.25μm

载气：N<sub>2</sub>

载气控制方式：线速度 (28.2cm/sec)

## 4.7 质量控制

4.7.1 标准曲线线性方程中每个物质的相关系数必须大于0.995。

4.7.2 每批样品或20个样品中必须做一个方法回收样品，氯化石蜡的回收率大于等于70%。

4.7.3 每批样品或20个样品回读一个浓度的标准物质，标准物质溶液的回收率应在理论值的85-115%之间。

## 4.8 结果计算

### 4.8.1 定性分析

4.8.1.1 通过保留时间和峰形来确定样品中是否含有氯化石蜡。

### 4.8.2 定量分析

4.8.2.1 如果目标氯化石蜡存在，用标准曲线进行定量分析。

4.8.2.2 计算氯化石蜡的浓度如下：

$$\text{浓度}(\mu\text{g/g}) = M \cdot V / W$$

M：样品浓缩液的仪器读数，单位μg/mL

V：样品定容的体积，单位mL

W：样品的质量，单位g

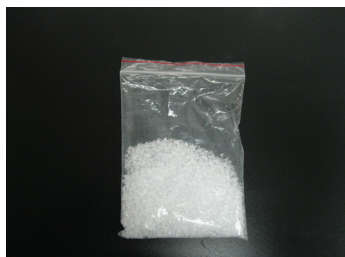
#### 4.9 参考文献

4.9.1 US EPA 3550C:2007 《Ultrasonic extraction》

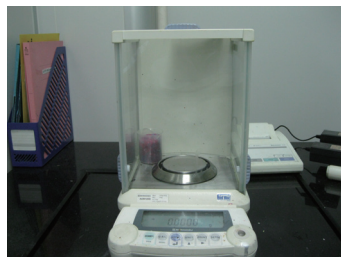
4.9.2 US EPA 8270D:2007 Semivolatile organic compounds by GC/MS

### 5. 主要前处理样品流程图片

#### 5.1 塑料样品流程图



样品



电子天平



超声提取

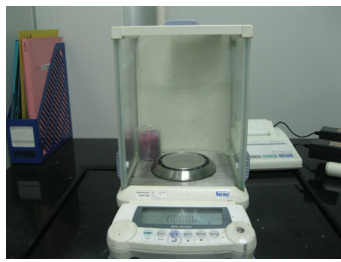


过滤

#### 5.2 土壤样品流程图



样品



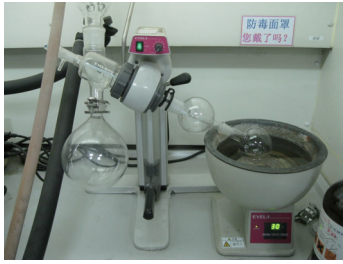
电子天平



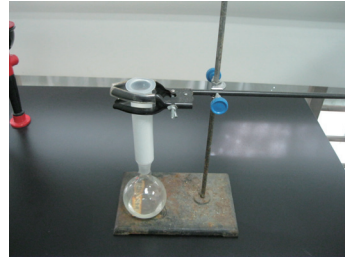
超声提取



过滤



蒸发



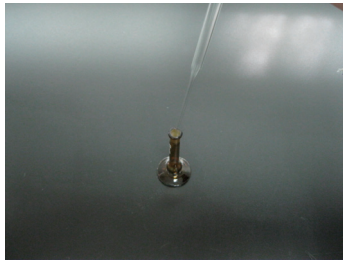
过柱净化



再次旋转蒸发

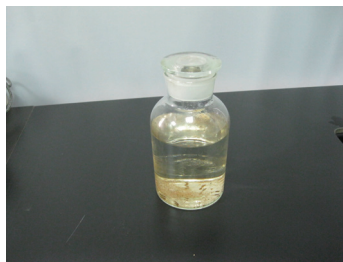


氮吹

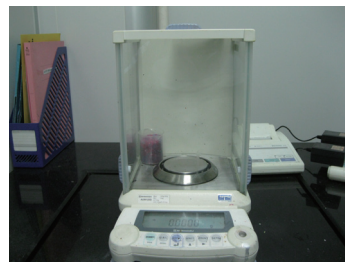


定容

### 5.3 水样品流程图



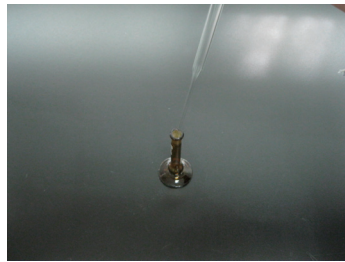
样品



电子天平



振荡



取有机层



氮吹



定容

## 6. 技术数据

### 6.1 氯化石蜡谱图

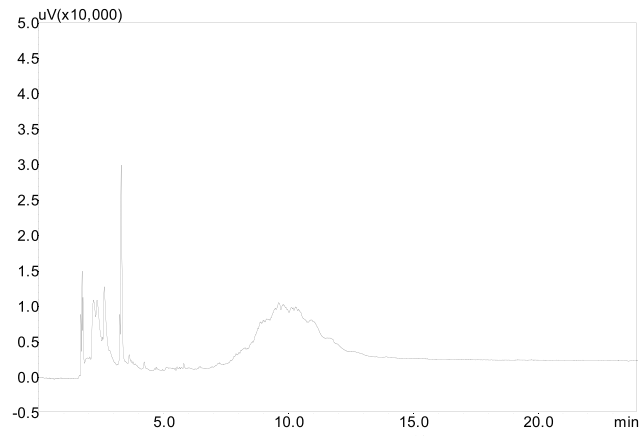


图1 MCCP-42%Cl-谱图

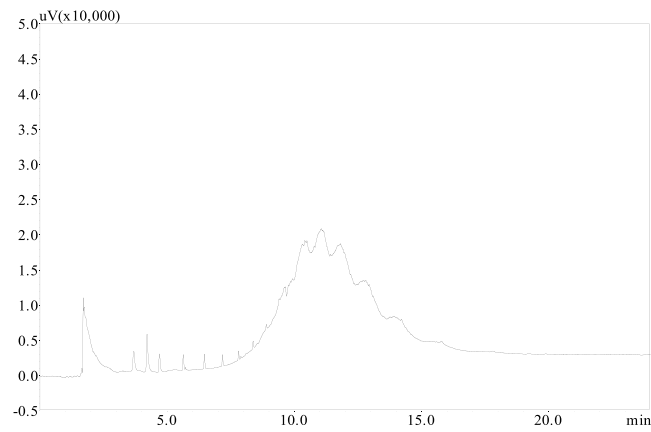


图2 MCCP-52%Cl-谱图

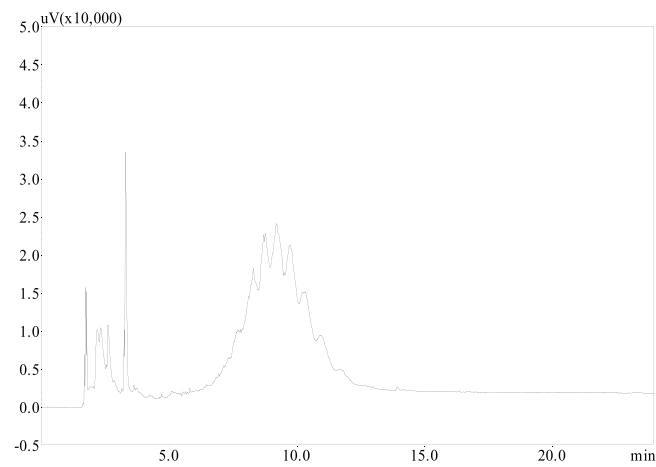


图3 SCCP-51.5%Cl-谱图

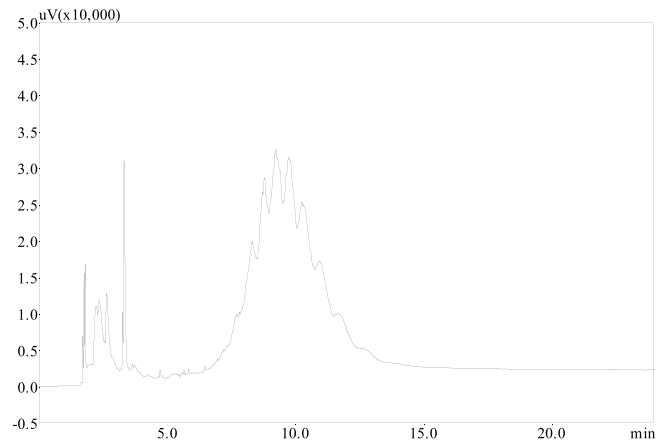


图4 SCCP-55.5%Cl-谱图

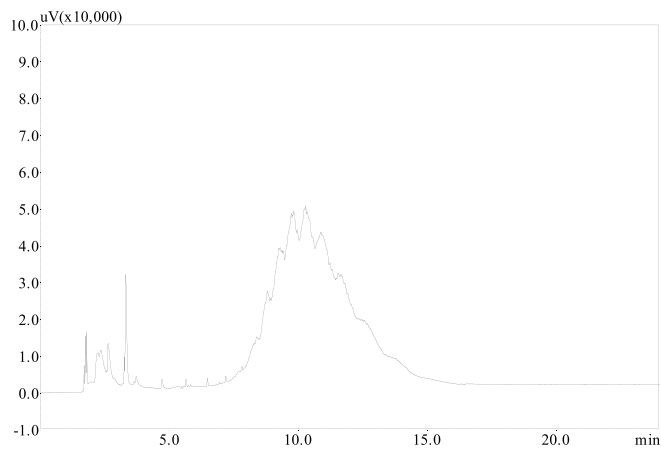


图5 SCCP-63%Cl-谱图

## 6.2 氯化石蜡标准曲线

分别配制各种氯化石蜡浓度为0.5、1、5、10、20mg/L的标准溶液，得到的标准曲线如下：

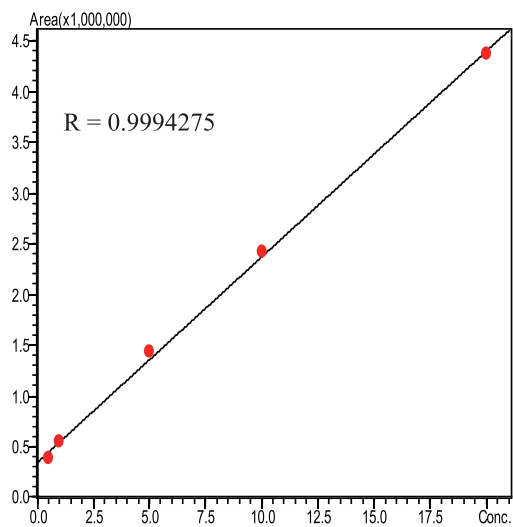


图6 MCCP-42%Cl标准曲线

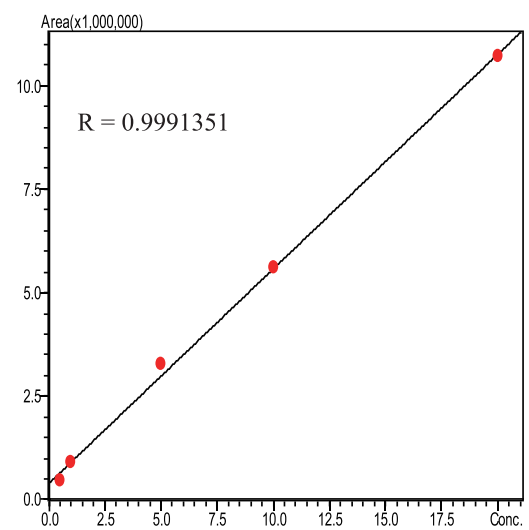


图7 MCCP-52%Cl标准曲线

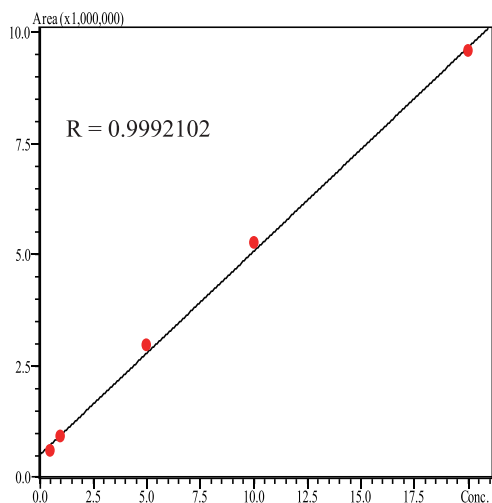


图8 SCCP-51.5%Cl标准曲线

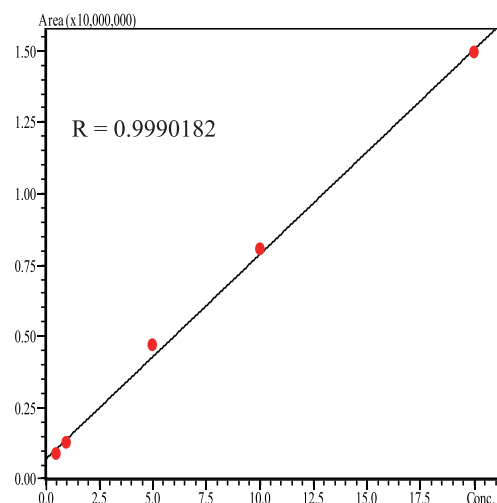


图9 SCCP-55.5%Cl标准曲线

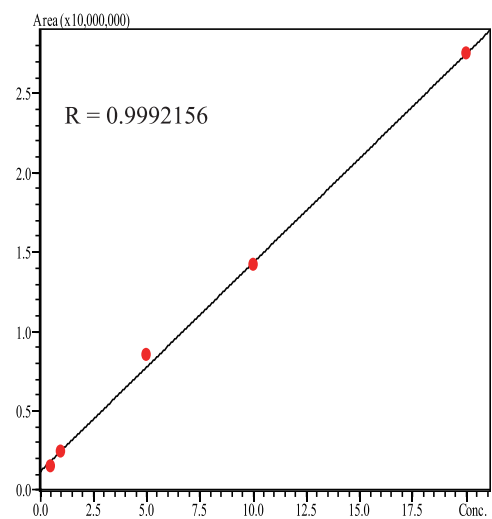


图10 SCCP-63%Cl标准曲线

### 6.3 重复性测试

取5mg/L标准溶液进行重现性测试，结果见表4、表5。

表4 氯化石蜡峰面积重复性结果

	1	2	3	4	5	6	RSD%
MCCP -42%Cl	1414996	1340819	1308886	1339014	1358141	1360070	2.60
MCCP -52%Cl	3710708	3915275	3866921	3917090	3818509	3987614	2.48
SCCP -51.5%Cl	3095034	3076067	3025997	3069322	3045526	3017695	0.99
SCCP -55.5%Cl	4530377	4447252	4566072	4444261	4535155	4343406	1.84
SCCP -63%Cl	8826159	8512918	8645430	8711924	8523402	8794502	1.53

表5 氯化石蜡保留时间重复性结果 (n=6)

	1	2	3	4	5	6	RSD
MCCP -42%Cl	9.595	9.599	9.598	9.597	9.599	9.646	0.21
MCCP -52%Cl	11.020	11.053	11.053	11.060	11.057	11.066	0.15
SCCP -51.5%Cl	9.208	9.178	9.187	9.180	9.203	9.211	0.16
SCCP -55.5%Cl	9.217	9.214	9.215	9.216	9.212	9.215	0.02
SCCP -63%Cl	10.280	10.267	10.272	10.278	10.280	10.273	0.05

#### 6.4 检出限和定量限

塑料样品：称取不含氯化石蜡的塑料样品1.0 g，加入浓度为100 mg/L的标准溶液200  $\mu$ L，按照前处理流程操作，进行GC测试。

土壤样品：称取不含氯化石蜡的土壤样品5.0 g，加入浓度为100 mg/L的标准溶液25  $\mu$ L，按照前处理流程操作，进行GC测试。

水样品：称取不含氯化石蜡的水样品20 g，加入浓度为100 mg/L的标准溶液50  $\mu$ L，按照前处理流程操作，进行GC测试。

计算目标峰的信噪比(S/N)，以S/N=3时对应的浓度作为仪器检出限，再根据称样量及定容体积算得方法检出限，见表6。

表6 氯化石蜡检出限、定量限

	方法检出限 (mg/kg)		
	塑料	土壤	水
MCCP -42%Cl	20	0.5	0.5
MCCP -52%Cl	20	0.5	0.5
SCCP -51.5%Cl	20	0.5	0.5
SCCP -55.5%Cl	20	0.5	0.5
SCCP -63%Cl	20	0.5	0.5

#### 6.5 回收率测试

6.5.1 称取三份不含氯化石蜡的塑料试样1.0 g，加入浓度为100 mg/L的标准溶液500  $\mu$ L，按照前处理流程操作，考察方法回收率。回收率测试见表7，氯化石蜡的平均回收率在80%以上，完全满足检测的需要。

表7 塑料的加标回收率

	1	2	3	平均回收率 (%)
MCCP -42%Cl	91.81	89.50	87.83	89.71
MCCP -52%Cl	87.22	94.78	94.21	92.07
SCCP -51.5 %Cl	94.24	99.70	92.85	95.60
SCCP -55.5 %Cl	84.06	91.33	91.70	89.03
SCCP -63%Cl	103.30	96.58	100.06	99.98

6.5.2 称取三份不含氯化石蜡的土壤试样5.0 g, 加入浓度为100 mg/L的标准溶液50  $\mu$ L, 按照前处理流程操作,考察方法回收率。回收率测试见表8, 氯化石蜡的平均回收率在80%以上, 完全满足检测的需要。

表8 土壤的加标回收率

	1	2	3	平均回收率
MCCP -42%Cl	78.39	85.50	81.48	81.79
MCCP -52%Cl	84.10	83.26	84.21	83.85
SCCP -51.5 %Cl	88.11	88.57	90.42	89.03
SCCP -55.5 %Cl	86.96	90.14	93.38	90.16
SCCP -63%Cl	95.02	89.72	89.72	91.49

6.5.3 称取三份不含氯化石蜡的水试样20g, 加入浓度为100mg/L的标准溶液100  $\mu$ L, 按照前处理流程操作,考察方法回收率。回收率测试见表9, 氯化石蜡的平均回收率在80%以上, 完全满足检测的需要。

表9 水的加标回收率

	1	2	3	平均回收率
MCCP -42%Cl	98.13	103.80	99.62	100.52
MCCP -52%Cl	108.03	109.68	105.60	107.77
SCCP -51.5%Cl	95.06	93.33	96.49	94.96
SCCP -55.5%Cl	90.62	93.38	97.65	93.88
SCCP -63%Cl	102.04	102.49	108.69	104.41

## 6.6 样品测试结果

6.6.1 分别取1 $\mu$ L塑料、土壤及水的样品溶液进样，得到样品色谱图见图11~13，样品中均未检出氯化石蜡。

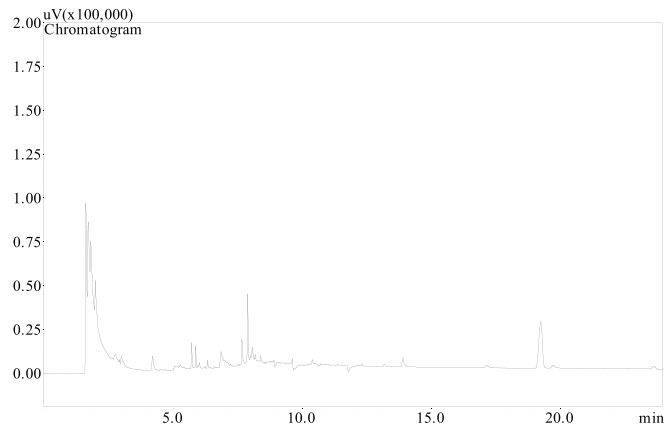


图11 塑料试样的色谱图

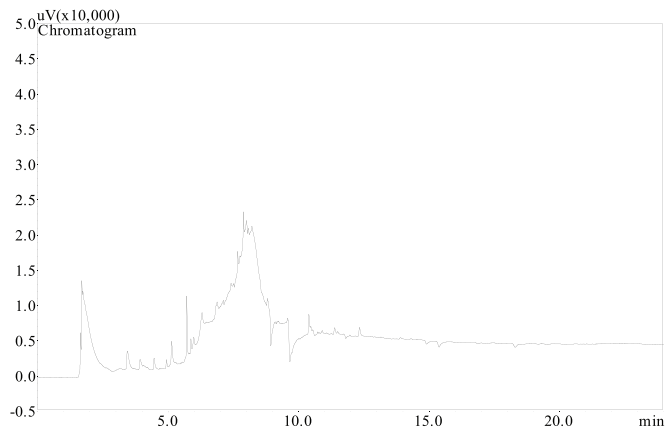


图12 土壤试样的色谱图

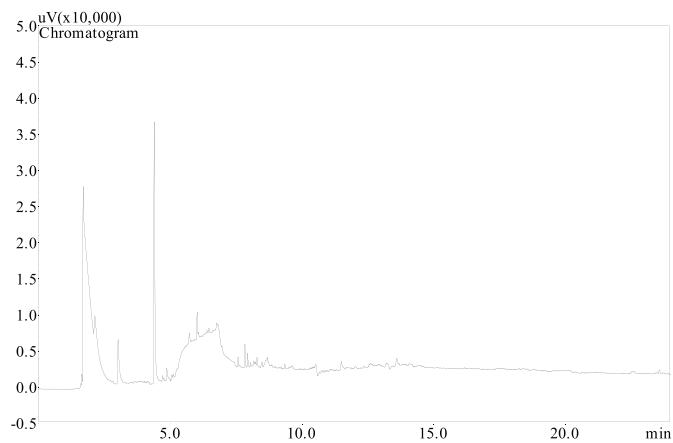


图13 水试样的色谱图

## 7. 结论

采用岛津公司配有ECD检测器的GC-2010 Plus气相色谱仪，对塑料、土壤及水中的五种中短链氯化石蜡进行了分析，分离度、线性关系及重复性良好，定量准确，回收率在80%以上，完全满足企业日常定性定量分析的要求。

## 岛津企业管理（中国）有限公司 / 岛津（香港）有限公司

### 北京

北京市朝阳区朝外大街16号中国人寿大厦14F  
邮政编码：100020  
电话：(010)8525-2310/2312  
传真：(010)8525-2326/2329

### 上海

上海市淮海西路570号红坊E楼  
邮政编码：200052  
电话：(021)2201-3888  
传真：(021)2201-3555

### 沈阳

沈阳市和平区南京北街161号嘉润·东方香榭里大厦C座14层  
邮政编码：110001  
电话：(024)2383-6735  
传真：(024)2383-6378

### 成都

成都市西御街77号国信大厦6层F座  
邮政编码：610015  
电话：(028)8619-8421/8422  
传真：(028)8619-8420

### 武汉

武汉市汉口建设大道568号新世界国贸大厦1座41层4116室  
邮政编码：430022  
电话：(027)8555-7910  
传真：(027)8555-7920

### 广州

广州市流花路109号之9达宝广场703-706室  
邮政编码：510010  
电话：(020)8710-8603  
传真：(020)8710-8698

### 西安

西安市南二环西段88号老三届世纪星大厦24层G座  
邮政编码：710065  
电话：(029)8838-6016  
传真：(029)8838-6497

### 乌鲁木齐

乌鲁木齐市黄河路26号新疆鸿福大酒店A座802室  
邮政编码：830000  
电话：(0991)589-0271/0272  
传真：(0991)589-0273

### 昆明

昆明市青年路432号天恒大酒店908室  
邮政编码：650021  
电话：(0871)315-2987  
传真：(0871)315-2991

### 南京

南京市中山南路49号商茂世纪广场23层A1座  
邮政编码：210005  
电话：(025)8689-0278  
传真：(025)8689-0237

### 重庆

重庆市渝中区青年路38号重庆国贸中心1702室  
邮政编码：400010  
电话：(023)6380-6057/6058  
传真：(023)6380-6551

### 深圳

深圳市福田区福华一路98号卓越大厦15楼1号  
邮政编码：518040  
电话：(0755)8340-2852  
传真：(0755)8389-3100

### 香港

Suite 1028, Ocean Centre, Harbour City,  
Tsim Sha tsui, Kowloon, Hong-Kong  
电话：(00852)2375-4979  
传真：(00852)2199-7438

用户服务热线电话：800-8100439  
400-6500439

本产品样本所宣传的内容，以本版本为准  
样本中的试验数据除注明外为本公司的试验数据



<http://www.shimadzu.com.cn>

注：此样本所有信息仅供参考，如有变动恕不另行通知  
印刷日期：2012年5月