

《电子电气产品中七种邻苯二甲酸酯的测定 高效液相色谱法》

编制说明

（征求意见稿）

2022-2-10

一、任务来源

根据工业和信息化部办公厅关于印发 2021 年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知（工信厅科函〔2021〕25 号），其中计划编号为 2021-0102T-SJ 的电子行业标准《电子电气产品中四种邻苯二甲酸酯的测定 高效液相色谱法》，由深圳市骏辉腾科技有限公司和中国电子技术标准化研究院联合起草。

二、研究背景

随着电子制造业环保要求的提高，越来越多的有害物质被限制使用，例如欧盟 RoHS 2.0 已经新增限制使用 BBP，DBP，DIBP 和 DEHP 四种邻苯二甲酸酯类物质的使用。目前行业内针对这四种限用物质的检测方法多为 GC-MS 方法，由于该方法抗污染能力及仪器设备成本等因素，限制其在中小企业来料管理中的广泛应用。

而使用高效液相色谱法（HPLC），通过验证此方法具有抗污染能力强，分离效果好，仪器操作简单，购置成本和维护成本低等特点，适合中小企业的来料品质管控；并与市场上现所有类型的 XRF 兼容互补，完全满足 RoHS 2.0 中新增 4 种邻苯二甲酸酯物质的检测。

但在当前 RoHS 检测行业里还没有 HPLC 测试电子电气产品中四种邻苯二甲酸酯类物质含量检测方法标准，限制了该方法在 RoHS 检测行业内的推广，因此有必要制定《电子电气产品中四种邻苯二甲酸酯的测定—高效液相色谱法》行业标准，以支撑多种检测技术在 RoHS 管控行业内的推广。

2015 年 6 月 4 日，欧盟在其官方公报上发布指令 (EU) 2015/863 对 RoHS2.0(2011/65/EU) 附录 II 进行修订，正式将四种邻苯二甲酸酯 (DEHP、BBP、DBP、DIBP) 列入 RoHS2.0 附录 II 中，到 2016 年 12 月 31 日止，欧盟成员国必须将此指令转为各国的法规并执行。美国消费品安全委员会 CPSC 正式发布禁用邻苯二甲酸盐（酯）的最终规则，对六种邻苯二甲酸酯测试要求。综合上述法规所要求，七种邻苯二甲酸酯如表 1 所示。

表 1 邻苯限制使用的 PEAs 物质

序号	中文名称	英文名称	英文简写	化学文摘号
1	邻苯二甲酸二异丁酯	Diisobutyl phthalate	DIBP	84-69-5
2	邻苯二甲酸二丁酯	Dibutyl phthalate	DBP	84-74-2
3	邻苯二甲酸丁苄酯	Butyl benzyl phthalate	BBP	85-68-7
4	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	Di (2-ethylhexyl)phthalate	DEHP	117-81-7
5	邻苯二甲酸二正辛酯	Di-n-octyl phthalate	DNOP	117-84-0
6	邻苯二甲酸二异壬酯	Di-iso-nonyl phthalate	DINP	68515-48-0
7	邻苯二甲酸二异癸酯	Di-iso-decyl phthalate	DIDP	26761-40-0

此修订指令发布后，欧盟各成员国需在 2016 年 12 月 31 日前将此指令转为各国的法规并执行。且 2019 年 7 月 22 日起所有输欧电子电气产品(除医疗和监控设备)均需满足该限制要求,2021 年 7 月 22 日起,医疗设备(包括体外医疗设备)和监控设备(包括工业监控设备)也将纳入该管控范围。

本标准提供表 1 中七种邻苯二甲酸酯的快速检测方法，可用于电子电气产品中聚合物材料中的七种邻苯二甲酸酯类化合物含量的检测。适用的产品范围是欧盟 RoHS2.0 指令（2011/65/EU）和 CP 65 法规管控的 11 大类电子电气产品。

三、必要性、目的及意义

- 1、电子电气制造业环保要求的提高，越来越多的有害物质被限制使用；
- 2、标准重新梳理流程和测试方法，对电子电气行业环保管控更有针对性；
- 3、以支撑多种检测技术在 RoHS 管控行业内的推广；
- 4、本标准对拓展国产高效液相色谱仪设备应用在 RoHS 管控领域具有重要意义；
- 5、有标准在行业的支撑，对国产液相色谱仪获得更多市场机会。

四、起草单位和工作组组长

标准归口单位：中国电子技术标准化研究院。

主要起草单位：深圳市骏辉腾科技有限公司、中国电子技术标准化研究院。

参加起草单位（排名不分先后）：深圳市骏辉腾科技有限公司、中国电子技术标准化研究院、深圳市虹彩检测技术有限公司、上海伍丰科学仪器有限公司、上海通微分析技术有限公司、华为终端有限公司、中国家用电器研究院、易力声科技（深圳）有限公司、广东天鉴检测技术服务股份有限公司、成都产品质量检验研究院有限责任公司、东莞市北测标准技术服务有限公司、富泰捷科技发展（深圳）有限公司、广东美的制冷设备有限公司、中国质量认证中心华南实验室、中国信息通信研究院泰尔终端实验室、中国汽车工程研究院股份有限公司、江苏省电子信息产品质量监督检验研究院、

中认英泰检测技术有限公司、东莞市迪卡实验科技有限公司、依利特(苏州)分析仪器有限公司。

参与起草人员：本标准起草单位和起草人员来自科研，制造企业和检测机构的 RoHS 环保检测和管控研究的专家。

五、标准研制过程描述

(1) 2021年11月1日，项目任务下达后，由深圳市骏辉腾科技有限公司和中国电子技术标准化研究院联合组织召开了行业标准“电子电气产品中四种邻苯二甲酸酯的测定 高效液相色谱法”的起草工作会，组建起草组，确定本标准技术方法和工作计划。会议中各工作组成员将行业标准《电子电气产品中四种邻苯二甲酸酯的测定 高效液相色谱法》草案中测试邻苯二甲酸酯种类范围、前处理技术以及定性定量方法等技术内容详细地进行了讨论。鉴于本方法能测定更多种类的邻苯二甲酸酯类，为了满足行业需求和更多法规要求（例如同时满足EU RoHS 2.0和CP 65指令要求）同时提高测试效率，工作组成员一致通过将本标准测试邻苯二甲酸酯的种类范围由四种扩展至七种，同时标准名称改为《电子电气产品中七种邻苯二甲酸酯的测定 高效液相色谱法》。最后确定了本标准后续研制计划和工作任务分工。

(2) 2021年11月25日，起草组根据各成员单位方法研究成果确定标准草案，并制定方法验证计划，并安排七家第三方实验室进行方法验证；

(3) 2021年12月25日至2022年1月15日，起草组根据本标准草案进行方法验证，并根据验证结果及起草组各成员反馈修改意见对标准方法进行修改形成标准征求意见稿。

六、编制依据

本标准方法是依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》的要求进行编写。

七、方法概述

1、本标准参照编制依据内的相关标准，液体、固体样品经制样后用乙腈超声波提取，冷却后定容，采用液相色谱—紫外可见检测器检测，外标法定量。

2、本标准方法对样品前处理条件，液相色谱条件的选择以及回收率试验，精密度试验，方法验证试验。结果表明，本标准方法科学合理、技术先进，既便于国际间

的检测结果互认，又完全满足国内外用户对检测限量的需要。

八、实验技术论证

1、样品准备

对于固体样品，选取有代表性的样品将其破碎成粒径约为 1 mm 的小块。

对于液体样品，称样前充分摇匀。

2、提取方法的选择

样品中邻苯二甲酸酯的提取方法很多，如索氏提取法、超声波提取法、固相快速溶剂萃取法、固相微波萃取法和微波萃取法等。

本实验对索氏提取法和超声波提取法两种提取方法进行对比，分别考察了正己烷、二氯甲烷、三氯甲烷、乙腈、乙酸乙酯、甲醇做为提取溶剂进行索氏提取和超声波提取溶剂对电子电器产品中邻苯二甲酸酯的提取效果，以 DBP 为例，结果见表 2 及表 3。

为了减少操作步骤及获得尽可能高的提取效率，本实验采用超声提取方法进行提取。

表 2 DBP 测定不同萃取方式比较（1）

	增塑剂 DBP 的含量 (mg/kg)					
	甲醇	三氯甲烷	乙腈	正己烷	二氯甲烷	乙酸乙酯
索氏提取(S)	352.1	395.8	446.5	407.3	461.4	412.8
超声波提取(U)	364.6	408.9	474.2	408.1	434.2	418.7

表 3 BBP 测定不同萃取方式比较（2）

	增塑剂 DBP 的回收率 R/%					
	甲醇	三氯甲烷	乙腈	正己烷	二氯甲烷	乙酸乙酯
索氏提取(S)	78.1	87.8	99.0	90.3	102.3	91.5
超声波提取(U)	80.8	90.7	105.1	90.5	96.3	92.8

3、提取溶剂的选择

本实验采用超声提取方式对样品进行提取。选择含有邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯的聚氯乙烯材质的样品作为研究对象，分别考察了甲醇、乙醇、乙腈、四氢呋喃、正己烷、乙酸乙酯、二氯甲烷等十种溶剂对电子电气产品中邻苯二甲酸酯的提取效果，结果见表 4。结果发现四氢呋喃和乙腈提取效率较高，但考虑四氢呋喃可将塑料制品

完全溶解，在进入液相系统后，由于溶剂转换，塑料样品容易析出进而造成液相系统堵塞。综合考虑，最终选用乙腈作为提取溶剂。

表 4 不同溶剂处理样品回收率

组分	回收率 R/%							
	甲醇	乙醇	四氢呋喃	乙腈	正己烷	二氯甲烷	异丙醇	乙酸乙酯
DIBP	80.2	79.3	95.8	99.8	93.8	96.5	89.2	89.3
DBP	80.8	78.5	108.3	105.1	90.5	96.3	92.5	92.8
BBP	81.7	82.8	99.3	98.2	91.2	92.5	86.2	83.5
DEHP	82.5	78.9	100.2	98.5	83.9	98.5	84.3	89.3
DNOP	82.2	80.1	109.5	95.8	88.2	93.5	83.5	90.5
DINP	70.6	72.3	88.5	85.8	78.9	84.2	71.5	80.1
DIDP	68.5	70.8	86.5	83.6	76.8	79.8	75.3	78.5

4、提取时间

用乙腈作为提取溶剂，本实验研究了 10~120min 不同时间段内，超声波的提取效率（图 1），可以看出，70min 以上提取率没有明显的增大，所以，考虑到提取效率和时间成本， 选择 70min 作为超声提取时间。

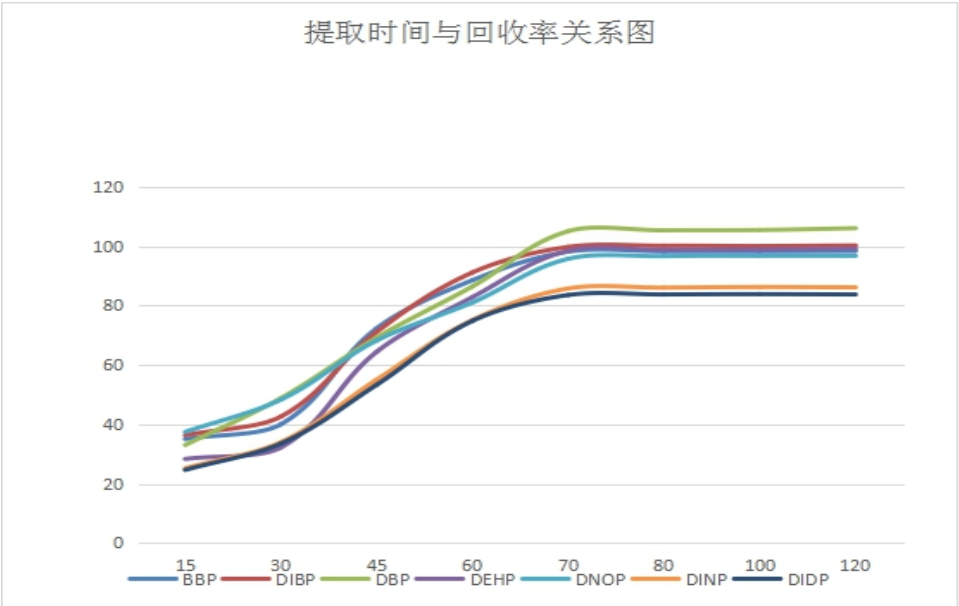


图 1 不同萃取时间下萃取效率

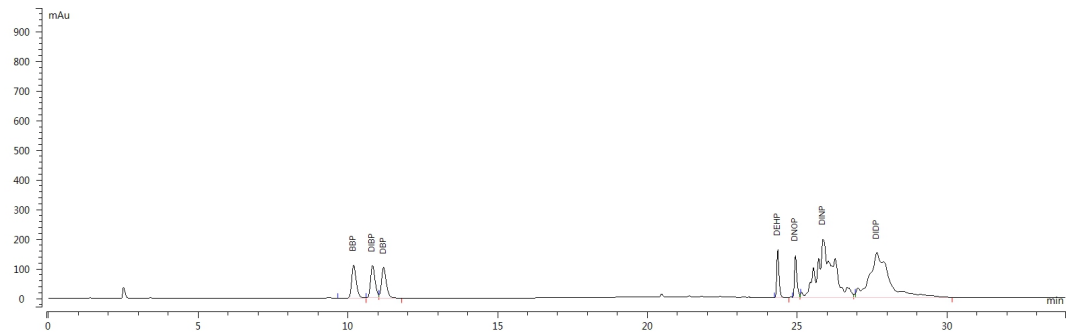
5、流动相、流动相梯度和色谱柱的选择

应用以下条件，七种邻苯二甲酸酯的标准液相色谱图见图 2，可见该条件下，分别采用水/乙腈、水/甲醇、水/甲醇/乙腈三种流动相梯度淋洗体系对七种邻苯二甲酸酯进行分离，实验表明，以水/乙腈流动相梯度淋洗体系对这七种邻苯二甲酸酯的分离效果最佳，均能达到基线分离，故本标准采用水/乙腈流动相梯度淋洗体系。

- 色谱柱：核壳型邻苯专用柱；
- 流动相：乙腈-水梯度洗脱，洗脱条件见表 5；
- 柱温：35℃；
- 流速：1.5mL/min；
- 检测波长：225nm；
- 进样量：20μL。

表 5 梯度洗脱条件

时间（min）	乙腈（%）	水（%）
0	60	40
15	70	30
20	100	0
33	100	0
34	60	40



(注：1-DIBP,2-DBP,3-BBP,4-DEHP,5-DNOP,6-DINP,7-DIDP)

图 2 组份浓度（DIBP DBP BBP DEHP DNOP 浓度为 20μg/mL DINP 和 DIDP 浓度为 200μg/mL）液相色谱图

6、检测波长的选择

PAEs 在波长 205nm，225nm，254nm 处有三个特征吸收峰，吸收强度依次增大，但 205nm/254nm 处杂峰干扰较多，综合考虑吸收强度和干扰因素，选择 225nm 作为

检测波长。

不同的邻苯二甲酸酯具有不同的紫外吸收光谱，因而在同一波长下不同的邻苯二甲酸酯化合物的相应值各不相同，见下表 6。本标准选用 225nm 作为检测波长。

表 6 不同紫外光波长各组分响应值

浓度为 10μg/mL 的七种邻苯二甲酸酯在不同波长下的响应值			
峰名	峰高响应（205nm）	峰高响应（225nm）	峰高响应（254nm）
DIBP	245.321	102.632	16.752
DBP	222.905	94.659	15.232
BBP	352.585	111.322	18.671
DEHP	381.499	163.301	24.540
DNOP	315.198	139.875	20.870
DINP	369.483	155.222	30.370
DIDP	332.257	136.309	22.965

7、线性关系

按上述色谱条件分别注入系列质量浓度为 0、0.5、1.0、5.0、10.0、20.0、50.0 、100、200μg/mL 的混合标准溶液各 20μL ,测定待测物的峰面积，以待测物的质量浓度 X (mg/ L) 对相应的峰面积 Y，由色谱软件计算二次拟合，七种邻苯二甲酸酯的线性方程、线性范围、相关系数见表 6。

DIBP 方法：面积外标法 ,相关系数：R=0.9999

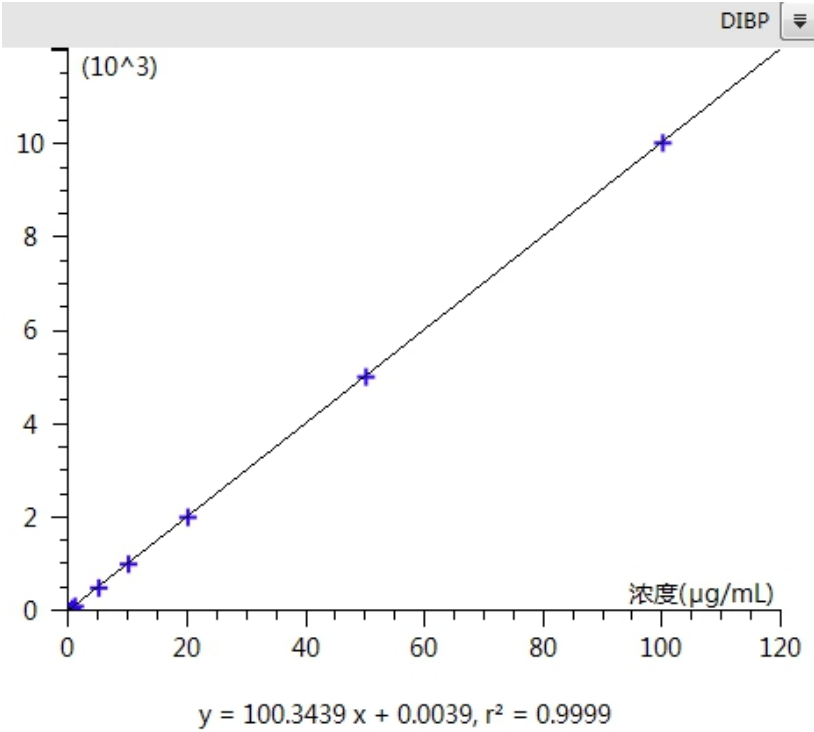


图 3 DIBP 校正曲线

DBP 方法：面积外标法,相关系数：R=0.9998

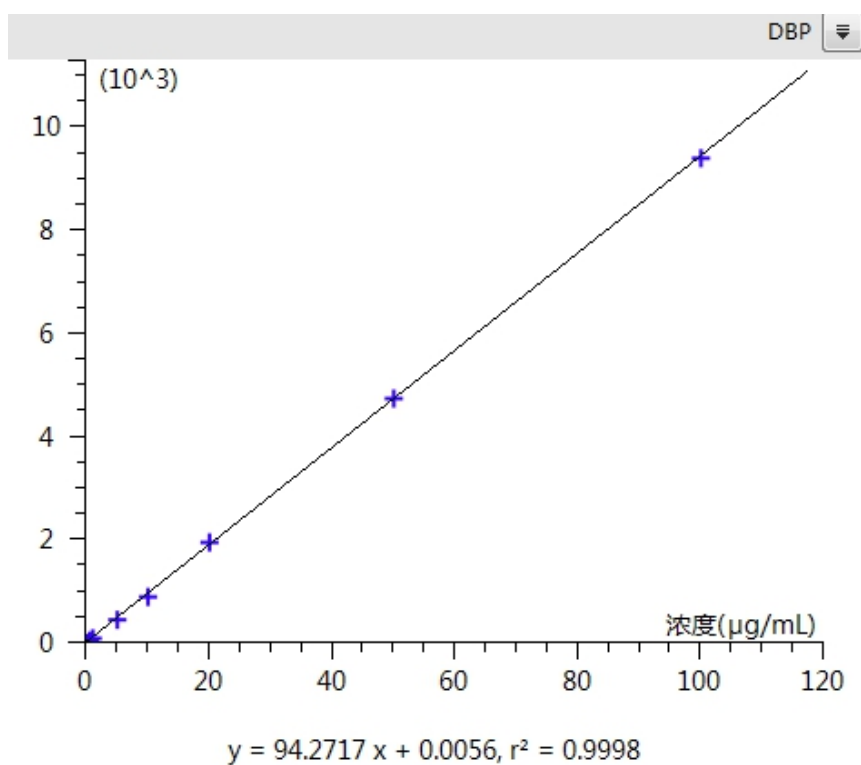


图 4 DBP 校正曲线

BBP 方法：面积外标法,相关系数：R=0.9998

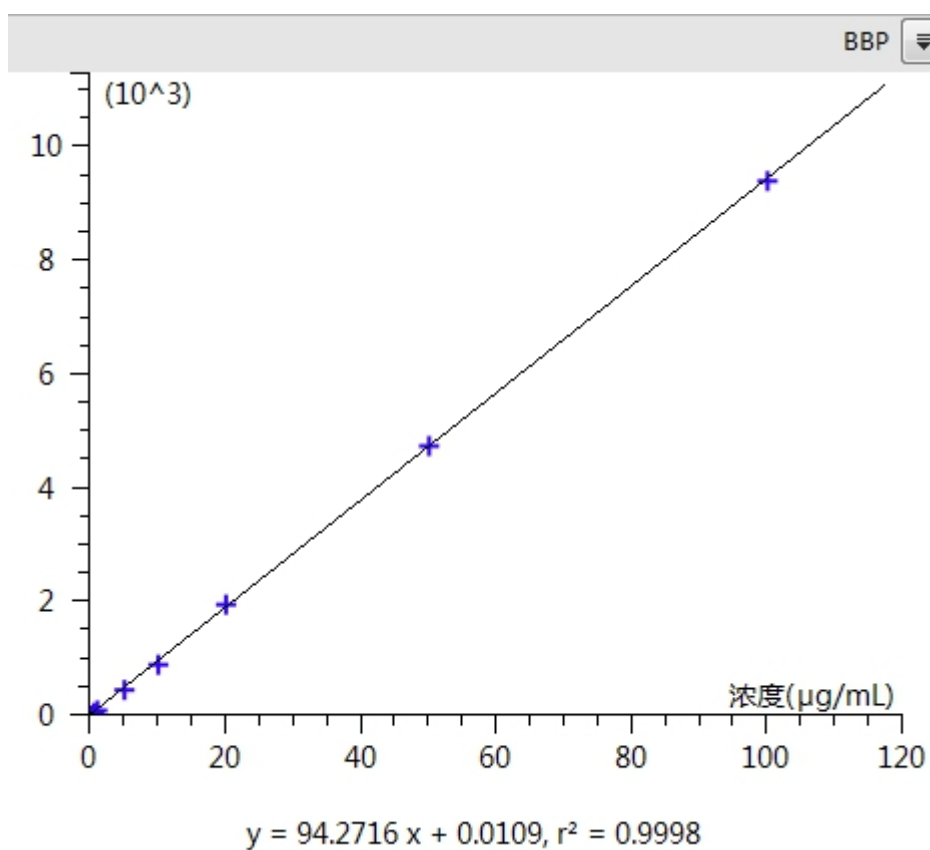


图 5 BBP 校正曲线

DEHP 方法：面积外标法,相关系数: R=0.9999

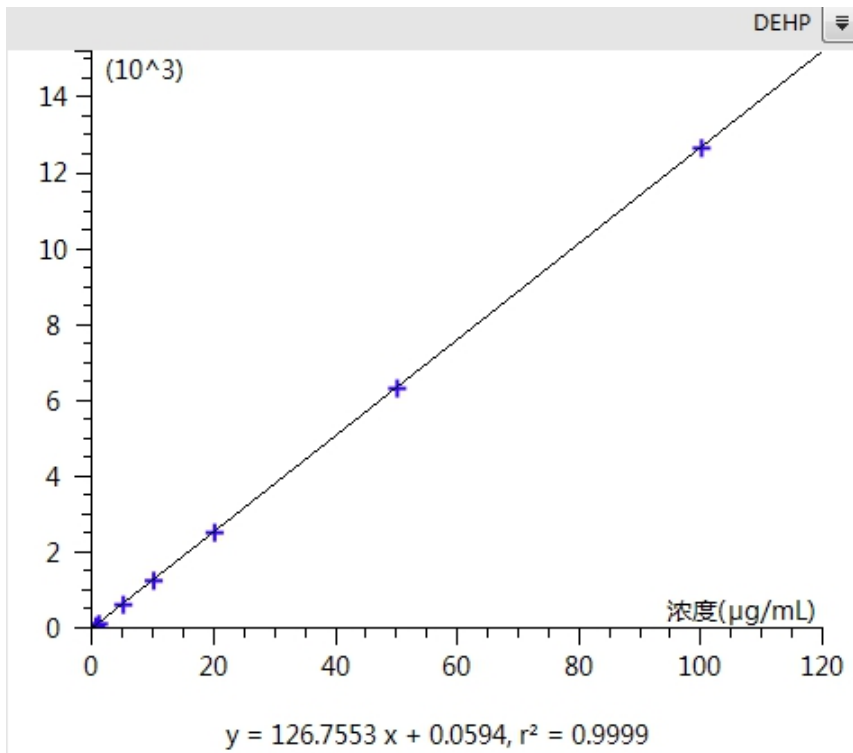


图 6 DEHP 校正曲线

DNOP 方法：面积外标法,相关系数: R=0.9999

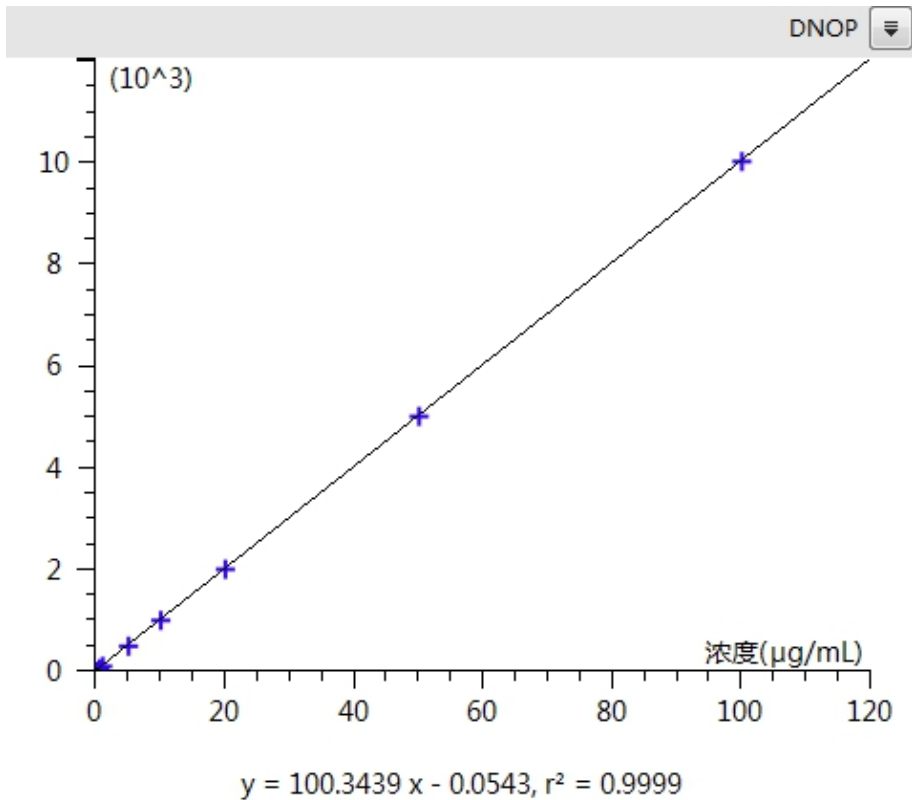


图 7 DNOP 校正曲线

DINP 方法：面积外标法,相关系数：R=0.9999

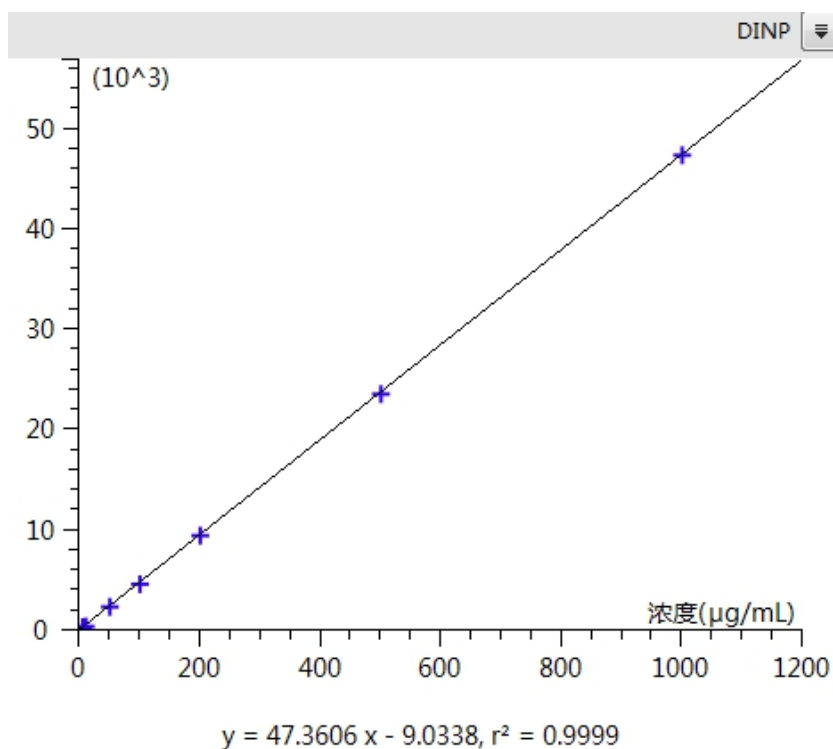


图 8 DINP 校正曲线

DIDP 方法：面积外标法,相关系数：R=0.9998

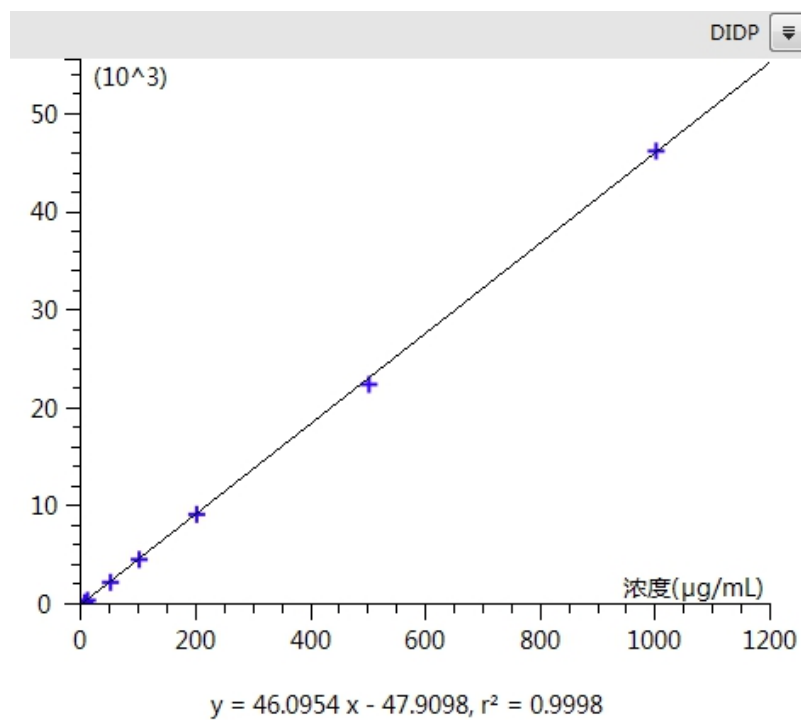


图 9 DIDP 校正曲线

8、实样测试效果

选取有代表性的电子电气行业产品，做测试分析。

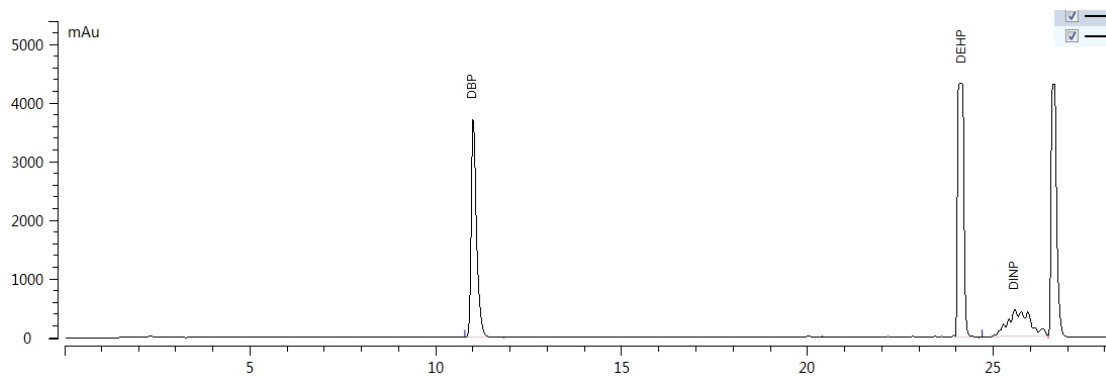


图7 含 DBP、DEHP、DINP 物质样品液相色谱图

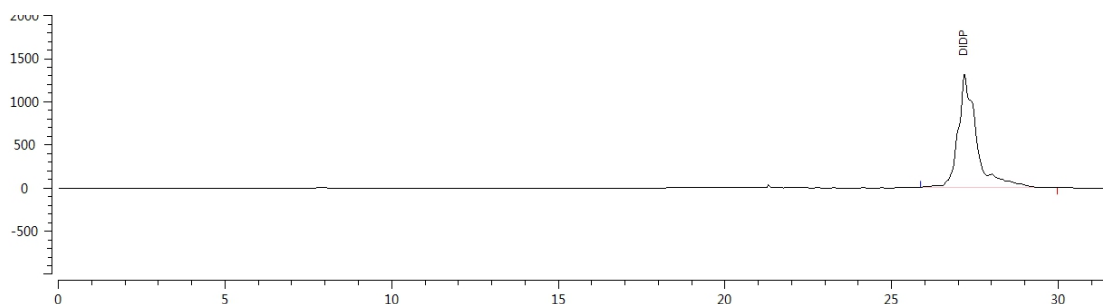


图8 含 DIDP 物质样品液相色谱图

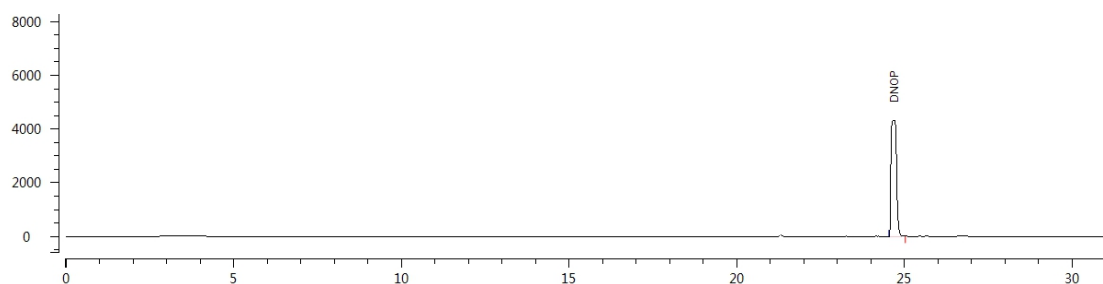


图9 含 DNOP 物质样品液相色谱图

9、测定低限

选取有代表性的 0.5 μ g/mL 标样的方法来测定各被测物的测定低限，根据图 10，

在信噪比 S/N=3 的条件下，确定测定各化合物的测定低限（检出限）；在信噪比 S/N=5 的条件下，确定测定各化合物的定量限见表 7。

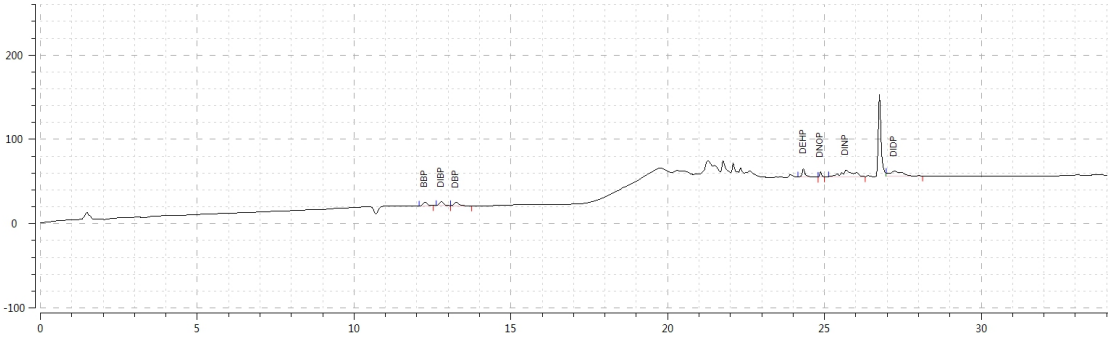


图 10 浓度 0.5µg/mL 标样色谱图

表 7 高效液相色谱法的线性关系、检出限（LOD）与定量限(LOQ)

序号	化合物	线性方程	相关系数	线性范围 (µg/mL)		
					LOD(µg/mL)	LOQ(µg/mL)
1	DIBP	$Y=100.3439X+0.0039$	0.9999	0.05~200	0.03	0.05
2	DBP	$Y=94.2717X+0.0056$	0.9998	0.05~200	0.02	0.05
3	BBP	$Y=94.2716X+0.0109$	0.9998	0.05~200	0.03	0.05
4	DEHP	$Y=126.7553X+0.0594$	0.9999	0.10~200	0.1	0.2
5	DNOP	$Y=100.3439X-0.0543$	0.9999	0.10~200	0.1	0.2
6	DINP	$Y=47.3606X-9.0338$	0.9999	1~1000	0.5	1
7	DIDP	$Y=46.0954X-47.90989$	0.9998	1~1000	0.5	1

10、回收率试验及精密度试验

采用样品加标的方式进行回收率试验和精密度试验，分别添加 2 个水平浓度，样品经萃取后净化浓缩，用外标法进行定量，每个水平单独测定七次，回收率试验及精密度试验结果见表 8。可见本标准方法回收率在 80%~120%之间，相对标准偏差在 10%以内。

表 8 高效液相色谱法的回收率与精密度（n=7）

序号	化合物	添加浓度	回收率(%)	相对标准偏差(%)
		(mg/kg)		
1	DIBP	1156	92.13	5.5821
		1012	95.21	3.0080
2	DBP	1151	105.82	1.8452
		736	110.25	3.3096
3	BBP	1297	93.85	3.5277
		925	89.56	3.7195
4	DEHP	1389	90.82	6.7520
		495	88.86	4.4446
5	DNOP	1229	110.65	3.8645
		507	105.24	4.8687
6	DINP	555	81.73	8.9642
		1027	84.86	7.5644
7	DIDP	1410	82.44	8.1254
		1188	86.29	8.4569

11、验证试验

本方法经 6 家专业实验室进行了方法验证试验，使用样品为国家标准物质，其中 1#样品为 RMC004a，2#样品为 RMC007a，3#样品为 RMC012a,4#样品为 RMC014 信息见表 9、表 10、表 11、表 12。验证结果如表 13 所示。从表 13 可见，该方法测试结果与标准值偏差基本在 25%以内，各实验室之间 RSD 在 15%以内，说明本方法准确性和再现性较好。

表 9 1#号样品含量信息

标准物质名称	标准值 (mg/kg)	扩展不确定度 (mg/kg) (K=2)
邻苯二甲酸二异丁酯 (DIBP)	1156	70
邻苯二甲酸二丁酯 (DBP)	1151	69
邻苯二甲酸丁基卞基酯 (BBP)	1297	72
邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯 (DEHP)	1389	69
邻苯二甲酸二正辛酯(DNOP)	1229	57
邻苯二甲酸二异壬酯(DINP)	555	/
邻苯二甲酸二异癸酯(DIDP)	1410	/

表 10 2#号样品含量信息

标准物质名称	标准值 (mg/kg)	扩展不确定度 (mg/kg) (K=2)
邻苯二甲酸二异丁酯 (DIBP)	1012	99
邻苯二甲酸二丁酯 (DBP)	736	68
邻苯二甲酸丁基卞基酯 (BBP)	925	90
邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯 (DEHP)	495	45
邻苯二甲酸二正辛酯(DNOP)	507	48
邻苯二甲酸二异壬酯(DINP)	1027	94
邻苯二甲酸二异癸酯(DIDP)	1188	112

表 11 3#号样品含量信息

标准物质名称	标准值 (mg/kg)	扩展不确定度 (mg/kg) (K=2)
邻苯二甲酸二异丁酯 (DIBP)	1029	68
邻苯二甲酸二丁酯 (DBP)	1075	71
邻苯二甲酸丁基卞基酯 (BBP)	1032	67
邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯 (DEHP)	1069	71
邻苯二甲酸二正辛酯(DNOP)	1026	69
邻苯二甲酸二异壬酯(DINP)	(913)	——
邻苯二甲酸二异癸酯(DIDP)	(1163)	——

表 12 4#号样品含量信息

标准物质名称	标准值 (mg/kg)	扩展不确定度 (mg/kg) (K=2)
邻苯二甲酸二异丁酯 (DIBP)	852	76
邻苯二甲酸二丁酯 (DBP)	902	82
邻苯二甲酸丁基卞基酯 (BBP)	956	84
邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯 (DEHP)	928	81
邻苯二甲酸二正辛酯(DNOP)	973	87
邻苯二甲酸二异壬酯(DINP)	1069	97
邻苯二甲酸二异癸酯(DIDP)	1542	137

九、结论

综上所述，本标准完全满足电子电气产品中四种邻苯二甲酸酯检验的需要，各项技术指标均符合要求，方法准确且重现性好。

表 13 各实验室间测试结果

样品 1#														
	DEHP		DIBP		DBP		BBP		DNOP		DINP		DIDP	
实验室 编号	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)
1	1333.0	7.6	1168.0	5.4	1222.0	3.4	1264.0	4.0	1158.0	14.8	608.0	9.3	1373.0	7.8
2	1376.3	3.4	1126.7	4.5	1153.4	5.0	1293.0	4.5	1276.0	3.7	584.9	5.6	1492.1	5.6
3	1192.8	7.2	1049.0	11.7	1072.8	11.7	1116.3	5.7	1177.0	10.7	593.4	13.9	1485.8	10.9
4	1293.1	8.1	1124.8	0.9	1092.2	7.9	1354.5	1.3	952.7	5.5	458.8	0.7	979.4	7.1
5	1308.7	1.2	1415.3	1.0	1187.4	0.8	1219.2	0.6	1202.2	1.5	518.2	5.6	1210.9	2.9
6	1234.0	1.9	1263.0	1.8	1250.0	2.3	1266.0	2.1	993.0	2.0	419.0	6.3	1362.0	2.9
标准差 (S)	66.7		130.2		70.5		80.0		126.2		78.3		194.7	
平均值 (X)	1289.7		1191.1		1163.0		1252.2		1126.5		530.4		1317.2	
RSD 值 (%)	5.2		10.9		6.1		6.4		11.2		14.8		14.8	

样品 2#														
	DEHP		DIBP		DBP		BBP		DNOP		DINP		DIDP	
实验室 编号	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)
1	491.0	9.5	986.0	10.3	757.0	6.0	860.0	5.1	474.0	2.4	927.0	3.0	1169.0	9.0
2	470.5	2.7	1094.2	3.4	788.6	2.7	989.3	2.7	527.2	2.1	1031.5	5.5	1183.2	11.0
3	467.2	12.2	945.2	7.5	616.0	4.6	827.9	7.6	530.6	16.1	904.6	5.2	1087.7	9.7

4	424.9	4.2	926.4	3.8	692.0	4.7	843.1	4.9	400.7	2.8	751.5	2.8	1022.1	3.3
5	437.7	1.9	1065.2	0.4	709.1	2.9	844.4	1.0	473.3	2.9	912.9	2.0	990.1	2.6
6	433.0	1.0	1032.0	1.0	759.0	0.9	892.0	1.2	406.0	1.5	994.0	4.7	972.0	4.7
标准差 (S)	26.0		66.9		62.2		59.6		56.3		96.6		90.8	
平均值 (X)	454.1		1008.2		720.3		876.1		468.6		920.3		1070.7	
RSD 值 (%)	5.7		6.6		8.6		6.8		12.0		10.5		8.5	

样品 3#														
	DEHP		DIBP		DBP		BBP		DNOP		DINP		DIDP	
实验室 编号	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)
1	1212.0	7.9	1167.0	2.5	1250.0	11.9	1225.0	3.1	1117.0	7.9	1037.0	9.7	1177.0	9.1
2	1014.2	1.3	1051.4	4.9	1062.1	4.6	1044.6	3.2	1042.2	4.3	969.0	4.3	1093.3	8.0
3	894.7	6.7	943.4	5.2	991.8	10.4	1080.8	10.7	861.9	8.9	952.7	8.8	1108.0	8.8
4	1061.8	8.0	964.4	3.1	1031.3	4.2	1046.3	3.4	1068.2	3.5	887.9	2.5	1097.2	1.9
5	1095.2	0.9	1120.6	0.6	1084.8	1.0	1120.9	0.6	1122.1	0.9	910.7	2.1	1116.4	2.7
6	1272.0	1.9	1165.0	1.6	1204.0	1.6	1272.0	1.9	1260.0	4.6	1985.0	6.9	1122.0	5.5
标准差 (S)	136.2		98.5		101.3		95.9		130.1		425.1		30.5	
平均值 (X)	1091.7		1068.6		1104.0		1131.6		1078.6		1123.7		1119.0	
RSD 值	12.5		9.2		9.2		8.5		12.1		37.8		2.7	

(%)														
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

样品 4#														
	DEHP		DIBP		DBP		BBP		DNOP		DINP		DIDP	
实验室 编号	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)	平均值	RSD 值 (%)
1	836.0	3.4	908.0	7.0	1021.0	9.1	976.0	9.2	1110.0	6.1	1008.0	6.1	1471.0	7.3
2	956.1	5.2	834.7	4.7	923.5	4.0	1009.5	1.8	996.0	4.4	1027.3	5.2	1667.8	7.7
3	921.2	3.9	837.3	5.2	884.3	2.6	935.3	6.5	942.7	7.0	1013.8	8.6	1411.3	8.5
4	755.7	1.6	724.4	2.7	736.4	0.3	759.8	0.2	593.5	1.9	627.3	6.6	835.2	6.4
5	792.1	1.0	815.5	0.3	812.1	1.2	873.5	1.5	760.0	3.7	895.6	2.7	881.1	4.3
6	406.0	1.5	1032.0	1.0	759.0	0.9	892.0	1.2	406.0	1.5	994.0	4.7	972.0	6.3
标准差 (S)	197.3		103.3		107.9		88.4		266.2		154.6		353.1	
平均值 (X)	777.9		858.7		856.1		907.7		801.4		927.7		1206.4	
RSD 值 (%)	25.4		12.0		12.6		9.7		33.2		16.7		29.3	

参考文献

- 1 IEC_62321-7-2ed1.0-E
- 2 IEC_62321-8ed1.0-1
- 3 T/CESA 1063-20119
- 4 IEC 62321-8-2017-电子产品中某些物质的测定—第 8 部分-通过气相色谱质谱联用仪 (GC-MS), 配有热裂解热脱附附件的气相色谱质谱联用仪 (Py-TD-GC-MS) 检测聚合物中的邻苯二甲酸酯
- 5 甘家安, 王西奎, 酞酸酯的生态毒性及其在植物中的吸收积累[J]. 1995, 9 (4): 23-26
- 6 齐文启, 孙宗光, 痕量有机污染物的监测[M]. 北京: 化学工业出版社, 20
- 7 GB/T 21911-2008 《食品中邻苯二甲酸酯的测定》
- 8 GB/T 20388-2006 《纺织品邻苯二甲酸酯的测定》
- 9 吴邦灿, 费龙. 现代环境监测技术[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999.
- 10 孙俊红, 张克荣, 胡晓宇, 吴德生, HPLC 法测定塑料大棚空气中的邻苯二甲酸酯[J]. 中国公共卫生, 2003, 19 (1): 108
- 11 陈会明, 王超, 王星, 刘娟, 张帆, 高效液相色谱二极管阵列检测器测定化妆品中的 6 种酞酸酯[J]. 分析测试学报, 2004, 23 (4): 61-64
- 12 GB/T 32440-2015 《鞋类+鞋类和鞋类部件中存在的限量物质+邻苯二甲酸酯的测定》
- 13 高瑞英, 郭璇华, 黄如棣, 高效液相色谱法测定环境样品中的酞酸酯[J]. 化工技术与开发, 2005, 34 (3): 34-37
- 14 Waters 公司北京实验室, 环境水样中酞酸酯的提取与分析(一)利用 OasisHLB 高效提取/HPLC 分析酞酸酯[J]. 环境化学, 2003, 22 (4): 413-414
- 15 杨艳伟, 朱英, 化妆品中 10 种邻苯二甲酸酯类化合物的高效液相色谱测定法[J]. 环境与健康杂志, 2006, 23 (4): 360-362

标准编制工作组

2022.02.10