

# PY-GCMS 法测定一次性塑料制品中不可生物降解成分

GCMS-458

**摘要：**本文参考《DB 46/T 557-2021 一次性塑料制品中不可生物降解成分的检测 红外光谱法和热裂解 - 气相色谱 / 质谱联用法》标准相关要求，使用 PY-3030D+GCMS-QP2020 NX，建立了一次性塑料制品中不可生物降解成分的检测方法。采用直接裂解法上机测试，通过分析高温裂解产生的特征热裂解产物来判定未知塑料制品中是否含有目标成分。使用 PY-GCMS 法测试分析，通过简单称样处理，经气相色谱分离和质谱定性检测，获得塑料制品中裂解产物的成分信息，是判定一次性塑料制品中是否含有不可生物降解成分的一种有效手段。

**关键词：**热裂解 气相色谱质谱联用仪 一次性塑料 不可生物降解成分

用聚苯乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯等高分子化合物制成的塑料制品，具有毒性低、熔点较高、可塑性强、生成简便等特点，成为制造价格便宜、随用随弃的一次性用品的极佳材料。然而，一次性塑料制品在带给我们方便的同时，还会产生多种副作用，构成对人体的直接污染和对环境的二次污染。例如一次性塑料餐具中的有害物质在温度达到65°C时会渗入到食品中，对人的肝脏、肾脏及中枢神经系统等造成损害；废弃的塑料随垃圾填满，不容易降解，会造成土地的污染和可持续利用。

海南省市场监督管理局在2021年9月发布了

《DB 46/T 557-2021 一次性塑料制品中不可生物降解成分的检测 红外光谱法和热裂解 - 气相色谱 / 质谱联用法》，规定了一次性塑料制品及一次性纸制品中聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、乙烯 - 醋酸乙烯共聚物和聚对苯二甲酸乙二醇酯的检测方法。

本文采用 PY-3030D+GCMS-QP2020 NX，参照 DB 46/T 557-2021，建立了一次性塑料制品中不可生物降解成分的检测方法。采用直接裂解法上机测试，通过分析高温裂解产生的特征热裂解产物来判定未知塑料制品中是否含有目标成分。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器

PY-3030D 热裂解进样器

气质联用仪 GCMS-QP2020 NX

### 1.2 分析条件

PY 条件：

裂解炉温度：600°C (0.2 min)

GCMS 条件：

色谱柱：SH-I-5Sil MS, 30 m×0.25 mm×0.25 μm

柱温程序：45°C (5 min)\_10°C /min\_ 300°C (5 min)

进样口温度：300°C

流速控制方式：恒线速度方式

线速度：36.2 cm/s

进样方式：分流进样

分流比：50:1

离子化方式：EI

离子源温度：230°C

色谱质谱接口温度：280°C

采集方式：全扫描方式 (Scan)

扫描范围：29~800 amu

## ■ 样品前处理

称取待测样品 0.1-0.5 mg，放入裂解杯中，使用石英棉覆盖杯口，放入热裂解自动进样器进行分析。

## ■ 结果与讨论

### 3.1 聚合物的特征裂解产物

每种塑料的化学组成和结构有着明显的区别，其在高温条件下会裂解产生相应的特征热裂解产物，经过色谱分离、质谱鉴定，即可判断未知塑料制品中是否含有目标成分。各塑料的主要特征裂解产物及其总离子流图见表 1。

表 1 PE、PP、PS、PVC、EVA、PET 的特征热裂解产物

塑料简称	塑料中文名称	特征裂解产物
PE	聚乙烯	1-庚烯、1-正癸烷（或 1-十一烯）、1-二十烯
PP	聚丙烯	正戊烷、2, 4-二甲基-1-庚烯
PS	聚苯乙烯	苯乙烯、 $\alpha$ -甲基苯乙烯
PVC	聚氯乙烯	氯化氢、苯
EVA	乙烯-醋酸乙烯共聚物	乙酸、1-壬烯、1-癸烯、1-十二烯、1-十四烯
PET	聚对苯二甲酸乙二醇酯	乙醛

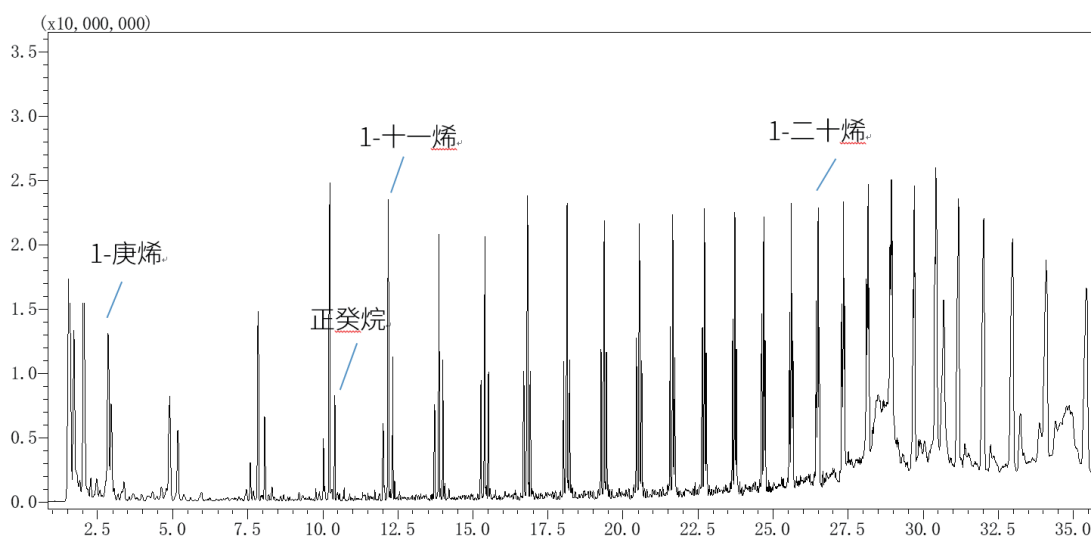


图 1 含 PE 的塑料制品的热裂解产物的总离子流图

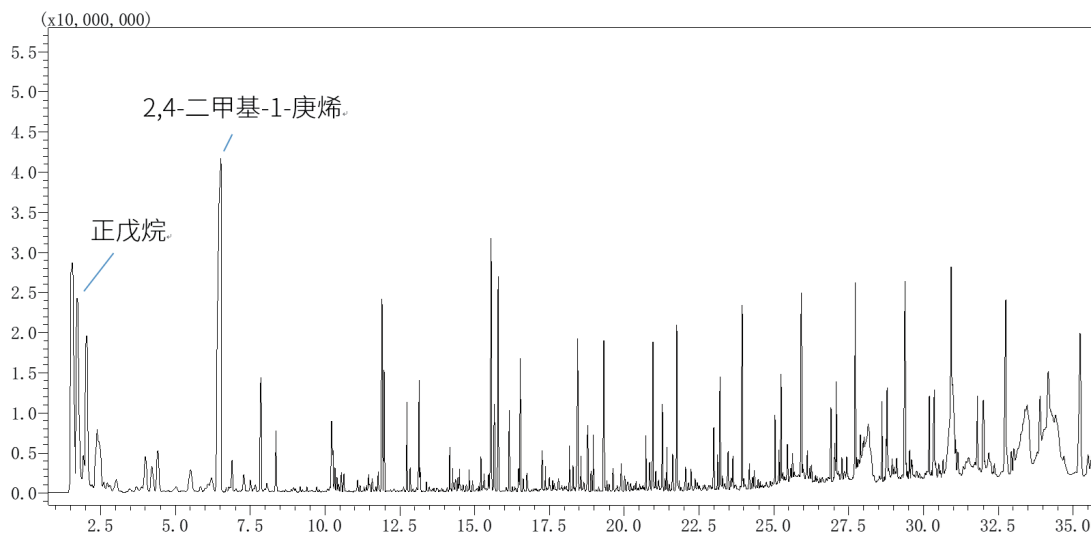


图 2 含 PP 的塑料制品的热裂解产物的总离子流图

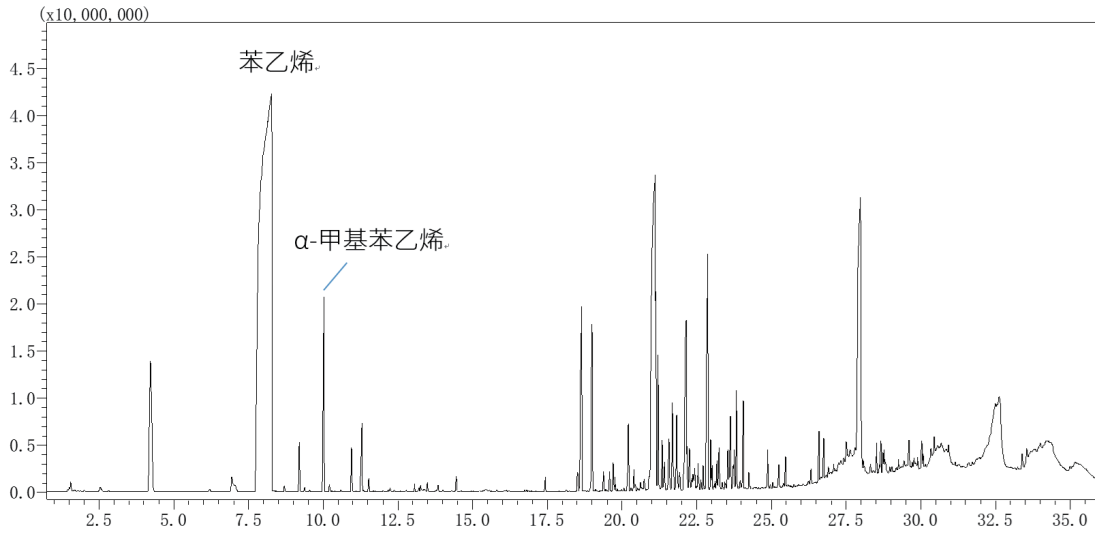


图3 含 PS 的塑料制品的热裂解产物的总离子流图

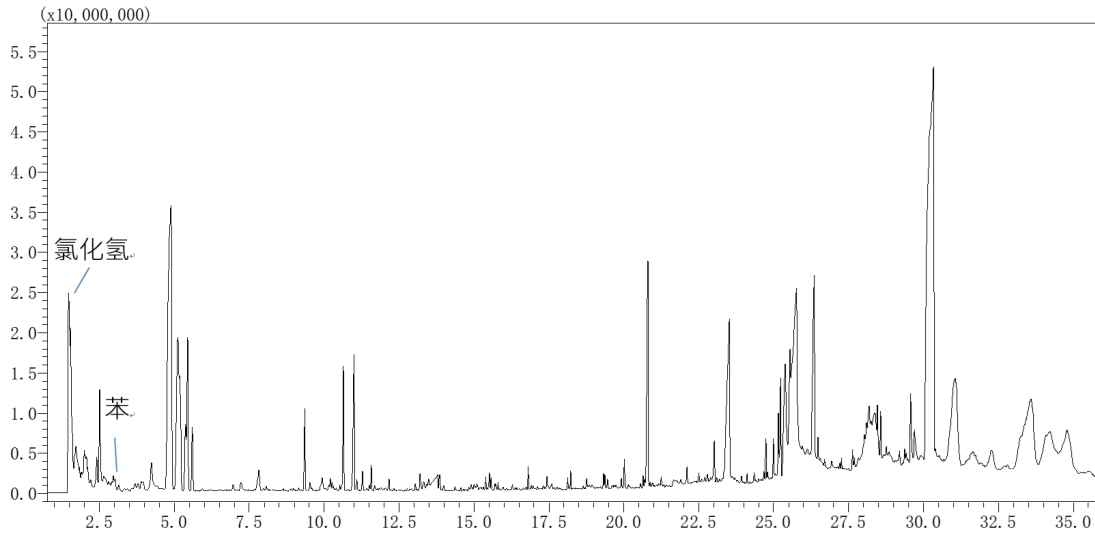


图4 含 PVC 的塑料制品的热裂解产物的总离子流图

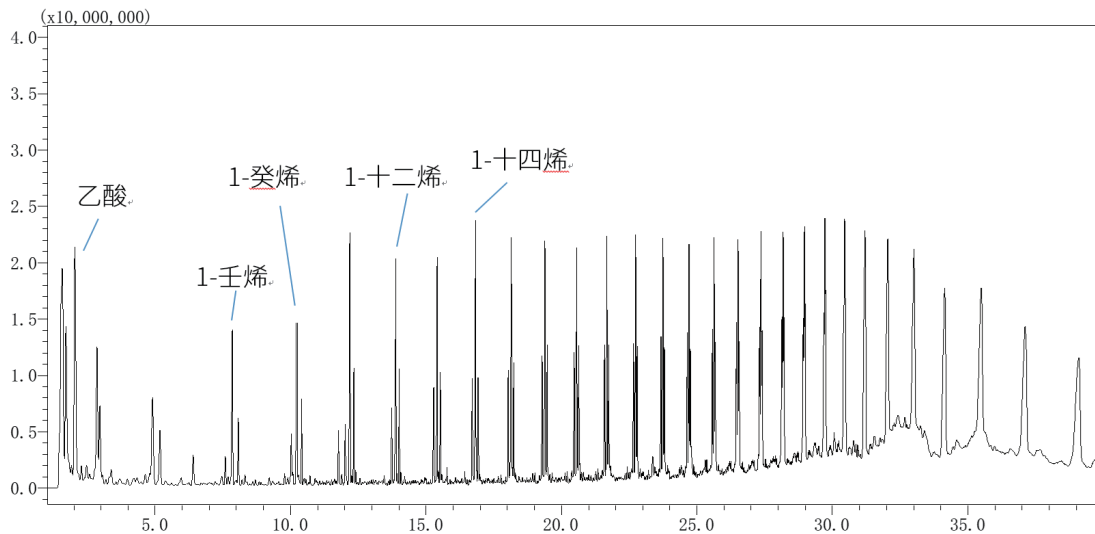


图5 含 EVA 的塑料制品的热裂解产物的总离子流图

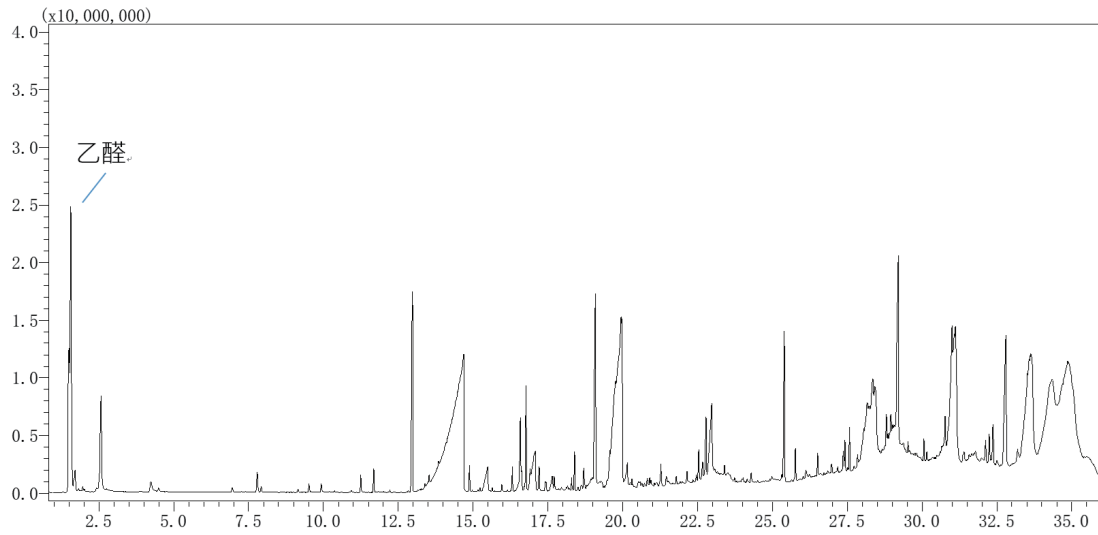


图6 含PET的塑料制品的热裂解产物的总离子流图

### 3.2 样品分析

#### 3.2.1 一次性离心管样品分析

取实验室常用的一次性离心管测试，得到该样品的色谱图，见图7。

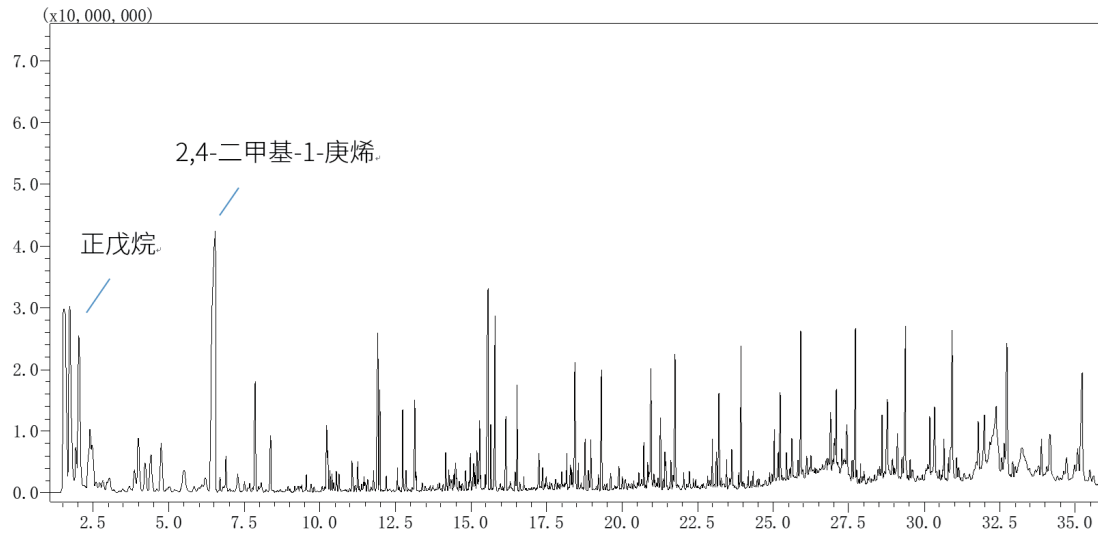


图7 一次性离心管样品色谱图

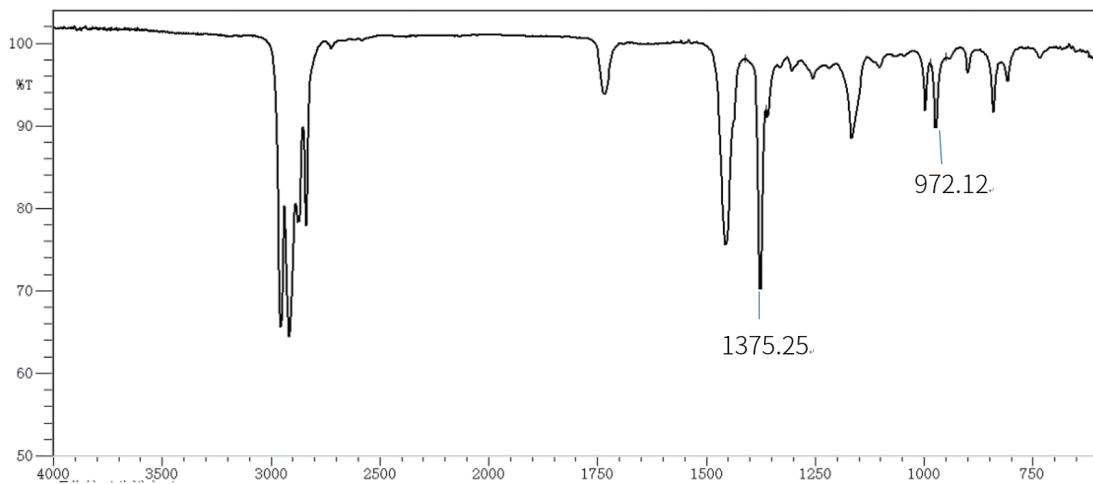


图8 一次性离心管样品红外谱图

经 NIST 谱库检索，在一次性离心管样品中检测出正戊烷和 2, 4- 二甲基 -1- 庚烯两种物质，这两种物质为 PP 塑料的特征裂解产物。将该样品在红外光谱仪上进行检测，同样测到 PP 的红外特征峰，如图 8 所示，由此可推断该一次性离心管中含有不可生物降解成分 PP。

### 3.2.2 一次性吸管样品分析

取实验室常用的一次性吸管测试，得到该样品的色谱图，见图 9。

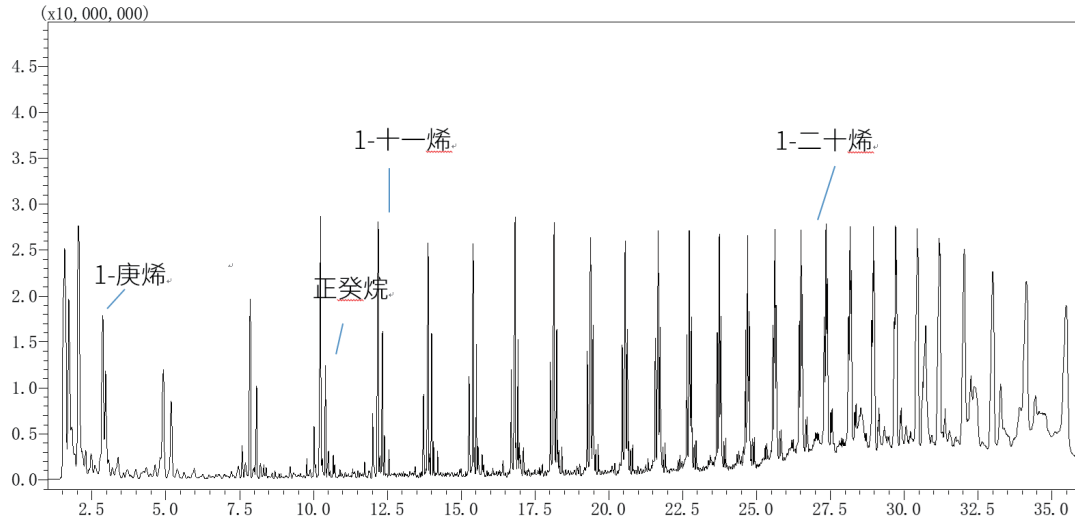


图 9 一次性吸管样品色谱图

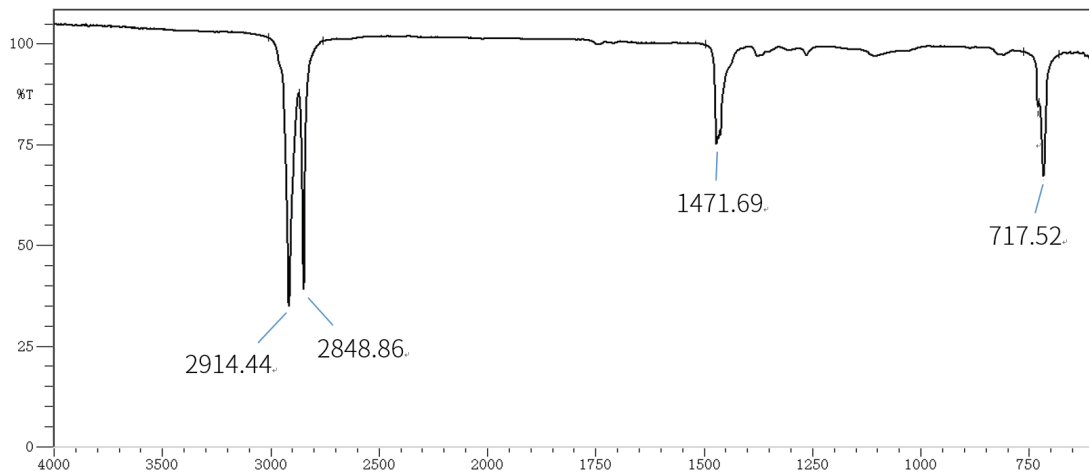


图 10 一次性吸管样品红外谱图

经 NIST 谱库检索，在一次性吸管样品中检测出 1- 庚烯、正癸烷、1- 十一烯、1- 二十烯、这四种物质，这四种物质为 PE 塑料的特征裂解产物。将该样品在红外光谱仪上进行检测，同样测到 PE 的红外特征峰，如图 10 所示，由此可推断该一次性吸管中含有不可生物降解成分 PE。

### 3.2.3 可生物降解购物袋样品分析

取某超市可生物降解购物袋样品测试，得到该样品的色谱图，见图 11。

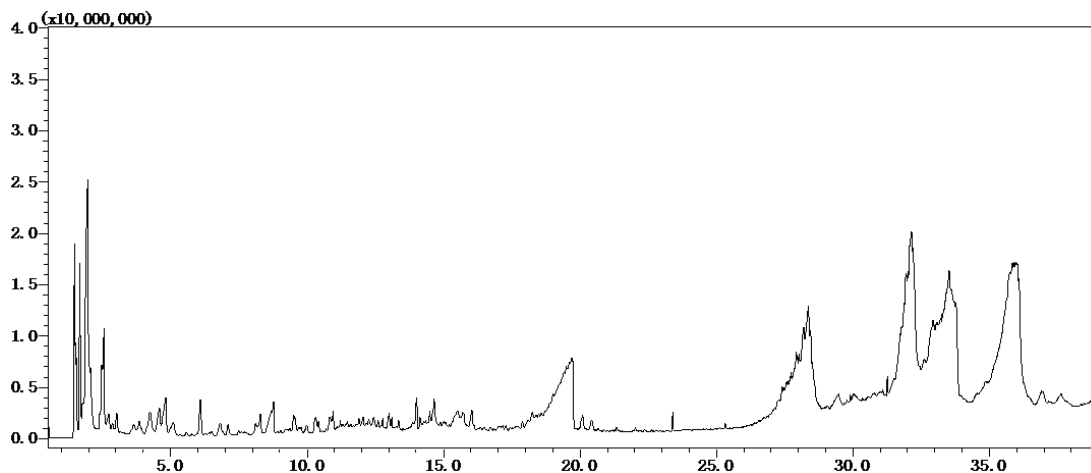


图 11 超市购物袋色谱图

经 NIST 谱库检索，该可生物降解购物袋样品中未检测出任何塑料的特征裂解产物，由此可推断该超市可生物降解购物袋中不含有不可生物降解成分 PE、PP、PS、PVC、EVA 或 PET。

## ■ 结论

本文利用热裂解 PY-3030D 结合岛津 GCMS-QP2020 NX 气质联用仪，建立了一次性塑料制品中不可生物降解成分的检测方法。通过分析样品直接裂解的总离子流谱图，借助 NIST 质谱库对主要裂解产物进行谱库检索，判断样品中是否含有不可生物降解的成分。PY-GCMS 方法样品处理简单，只需要称取少量样品，即可上机分析，适用于一次性塑料制品中不可生物降解成分的检测。

岛津应用云

