

# 海水沙质沉积物界面非漂浮塑料需氧生物分解能力的测定

TOC-030

**摘要：**本文参考 GB/T 40612-2021 《塑料 海水沙质沉积物界面非漂浮塑料材料最终需氧生物分解能力的测定 通过测定释放二氧化碳的方法》，采用 TOC-L CPH + SSM-5000A 固体进样系统直接测试塑料的总有机碳含量（TOC），TOC-L CPH 测试 KOH 吸收液中无机碳（IC）含量，建立了测定海水沙质沉积物界面非漂浮塑料材料最终需氧生物分解能力的方法。该方法前处理过程简单，分析速度快，灵敏度好，准确度高，适合塑料等制品中需氧生物分解能力的测试。

**关键词：**TOC-L CPH SSM-5000A 塑料 有机碳 无机碳 生物分解能力

随着世界各国对环境保护的日益关注，可降解塑料成为各国研究的主要课题，生物降解塑料作为可降解塑料发展的主要方向。生物降解塑料又称生物分解塑料，指在自然界或特定条件下，如堆肥化、厌氧消化或水性培养液中，由自然界存在的微生物作用引起降解，并最终完全降解变成二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、水（H<sub>2</sub>O）及其所含元素的矿化无机盐以及新的生物质的塑料。

生物降解塑料制品被直接丢弃或随淡水流入海洋环境中，受材料密度、潮汐、洋流和海浪平抛作用可能下沉到达海底表面，其生物降解率和速度受沉积物环境的影响发生改变，因此对暴露在海洋沉积物中的

生物降解塑料的分解能力进行评估非常重要。

GB/T 40612-2021 《塑料 海水沙质沉积物界面非漂浮塑料材料最终需氧生物分解能力的测定 通过测定释放二氧化碳的方法》中规定试验材料在海水尘沙条件下分解释放的二氧化碳与该材料可以产生二氧化碳的理论量的比值作为该材料的生物降解率。本文采用 TOC-L CPH + SSM-5000A 固体进样系统直接测试塑料的 TOC，TOC-L CPH 测试 KOH 吸收液中 IC 含量，建立了测定海水沙质沉积物界面非漂浮塑料材料最终需氧生物分解能力的方法。该方法前处理过程简单，分析速度快，灵敏度好，准确度高，适合塑料等制品中需氧生物分解能力的测试。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器

岛津 TOC-L CPH 型总有机碳分析仪  
SSM-5000A 固体燃烧组件

### 1.2 试剂

碳酸钠、碳酸氢钠、蔗糖，均为基准试剂级。

### 1.3 样品

生物降解塑料、碱性吸收溶液

### 1.4 分析条件

TOC-L：

载气压力：200 kPa

载气流速：150 mL/min

TC 电炉：680°C

催化剂：铂催化剂

检测器：非色散型红外检测器（NDIR）

SSM-5000A：

载气压力：200 kPa

载气流速：500 mL/min

TC 电炉：900°C

催化剂：铂催化剂 / 钴氧化催化剂



## ■ 结果与讨论

### 2.1 标准曲线

TC 标准曲线：取适量蔗糖置于烘箱中 104℃ 干燥 2 小时，取出置干燥器中冷却。准确称取不同质量的蔗糖测定 TC，制作标准曲线，如图 1。其绝对碳含量分别为 0 mg、1.15 mg、3.89 mg、7.73 mg、11.14 mg。

IC 标准曲线：使用以碳酸钠和碳酸氢钠制备的含碳为 1000ppm 的溶液配制标准系列溶液，制作 IC 标准曲线，如图 2。其碳含量分别为 0 mg/L、10.0 mg/L、20.0 mg/L、50.0 mg/L、100 mg/L。

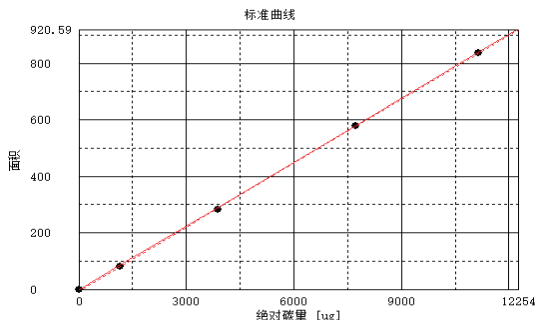


图 1 TC 标准曲线

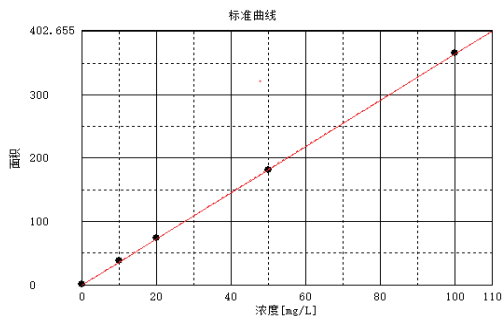


图 2 IC 标准曲线

### 2.2 试样处理

将采集的塑料样品用剪刀剪成屑状后，称取一定质量的样品置于陶瓷样品舟中，直接上机测试总碳含量。因已知样品中 IC 含量极少，以 TC 测定结果代表 TOC 含量。



图 3 塑料样品

### 2.3 测试结果

称取 6 个塑料样品于干净的样品舟中，直接上机测试其 TC 含量，即 TC=TOC。

利用八通阀在线稀释功能将碱性吸收液稀释 20 倍后测试 IC 含量。

表 1 塑料中 TOC 测试结果

样品	称样量 (mg)	TOC 测试值 (mg)	样品中 TOC 占比 (%)	RSD (n=6) (%)	样品中 TOC 平均占比 (%)
塑料	8.85	7.542	85.2	0.24	85.2
	8.75	7.449	85.1		
	8.70	7.418	85.3		
	9.54	8.154	85.5		
	10.02	8.545	85.3		
	9.78	8.300	84.9		

表 2 碱性吸收液中 IC 测试结果

样品	体积 (mL)	稀释倍数	溶液样品中 IC 测试值 (mg/L)	溶液样品中 IC 含量 (mg)
碱性吸收液	10	20	989	9.89

#### 2.4 生物分解百分率

由于能被微生物进行新陈代谢的营养成分只有材料中的有机碳，因此样品中总有机碳的测定值为材料在降解过程中产生二氧化碳中碳含量的理论值。

生物分解百分率是释放 CO<sub>2</sub> 和理论 CO<sub>2</sub> (ThCO<sub>2</sub>) 之间的比值。

理论 ThCO<sub>2</sub> 计算公式：

$$\text{ThCO}_2 = S \times \text{TOC}(\%) \times 44/12$$

式中：

S — 样品质量，单位 mg；

TOC(%) — 塑料材料的总有机碳占比除以一百；

44 — CO<sub>2</sub> 的相对分子量，单位 g/mol；

12 — C 的相对分子量，单位 g/mol。

生物分解百分率计算公式：

$$B\% = \text{CO}_2 / \text{ThCO}_2 \times 100$$

B% — 生物分解百分率；

CO<sub>2</sub> — 产生的 CO<sub>2</sub> 量，单位为 mg；

ThCO<sub>2</sub> — 二氧化碳理论释放量，单位为 mg。

表 3 塑料样品生物分解百分率

样品	称样量 (mg)	理论 CO <sub>2</sub> (ThCO <sub>2</sub> ) (mg)	实际释放 CO <sub>2</sub> (mg)	生物分解百分率 (%)
塑料	18.56	58.0	36.3	62.6

## ■ 结论

参考 GB/T 40612-2021 《塑料 海水沙质沉积物界面非漂浮塑料材料最终需氧生物分解能力的测定 通过测定释放二氧化碳的方法》，采用 TOC-L CPH + SSM-5000A 建立了测定海水沙质沉积物界面非漂浮塑料材料最终需氧生物分解能力的方法。该方法前处理过程简单，分析速度快，灵敏度高，准确度高，适合塑料等制品中需氧生物分解能力的测试。

岛津应用云

