

## 内标物：定义、选择策略与应用优势

### 何为气相色谱中的内标物？

内标物 (Internal Standard, IS) 指在定量分析中，以恒定浓度添加至所有待测样品的化学物质。该技术广泛应用于色谱与光谱分析领域，可显著提升数据可靠性。

### 计算原理与误差校正机制

目标分析物的定量计算不直接依赖其峰面积，而是通过峰面积比实现：

**峰面积比 = 分析物峰面积 / 内标物峰面积**

此方法可有效抵消样品前处理与仪器进样环节的波动影响。由于内标物与目标物在实验流程中经历相同干扰，二者的响应变化呈同步性，通过比值计算可系统性降低随机误差与系统误差，提升结果精密度，减少重复实验需求。

### 内标物筛选原则

#### 核心筛选指标包括：

- **分离度**：确保内标物与样品基质及其他组分无交叉干扰；
- **物化性质匹配性**：优先选择与目标分析物极性、挥发性等性质相近的物质，以保证保留时间、峰形及检测器响应的一致性；
- **同位素标记策略**：在 GC-MS 分析中，常采用目标物的氘代衍生物作为内标（如氘代丁子香酚），因其理化特性高度相似但质谱信号可区分。

### 内标物使用规范

- **浓度控制**：全程保持内标物浓度恒定，且与目标物浓度范围相近；
- **前处理阶段介入**：样品制备初期添加内标物，可校正提取、纯化等步骤的回收率偏差，尤其适用于复杂基质样本；
- **多内标联用**：针对多组分/宽浓度体系，可依据目标物结构差异分级使用多个内标，例如：
  - 1、低浓度组分选用高响应内标；
  - 2、极性差异组分匹配对应极性的内标。

### 案例验证：内标物对精密度的影响

#### 实验设计

- **样品体系**：丁子香酚技术级原料 (TGAI)，配制两组方法精密度样本 (n=5, 0.5 mg/mL)；
- **对照组**：纯乙腈定容；
- **实验组**：乙腈含十六烷内标溶液 (0.5 mg/mL)；
- **仪器条件**：赛里安 8500 气相色谱仪，配置 FID 检测器、SCION-5 色谱柱。



赛里安 8500 GC 气相色谱仪

## 结果

色谱图及数据

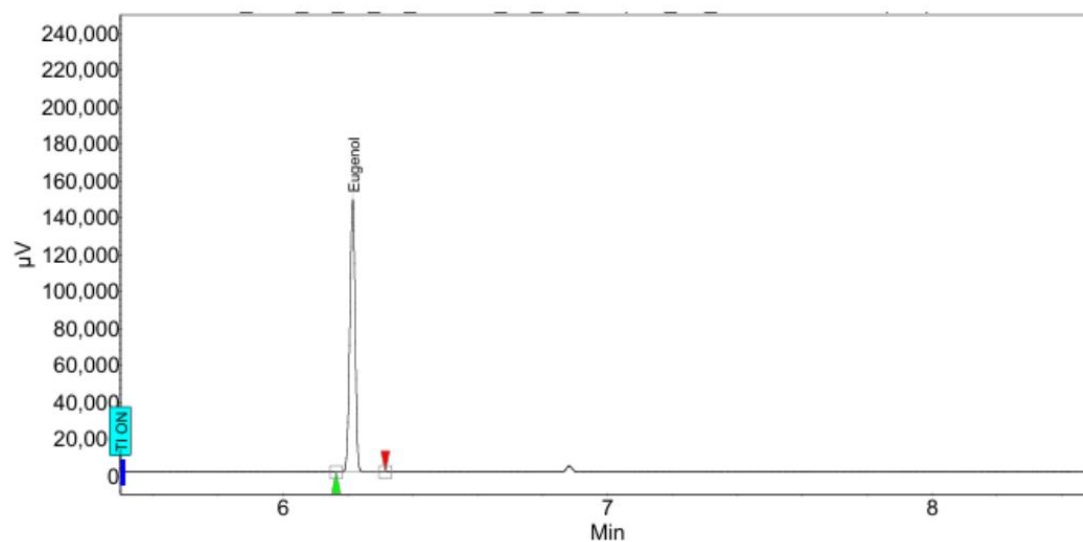


图 1 丁香酚（无内标）色谱图

表 1 5次平行测定的丁子香酚（无内标）数据

序号	丁子香酚峰面积 (uV/min)
1	2811.5
2	2801.9
3	2816.7
4	2777.3
5	2800.3
RSD (%)	0.48

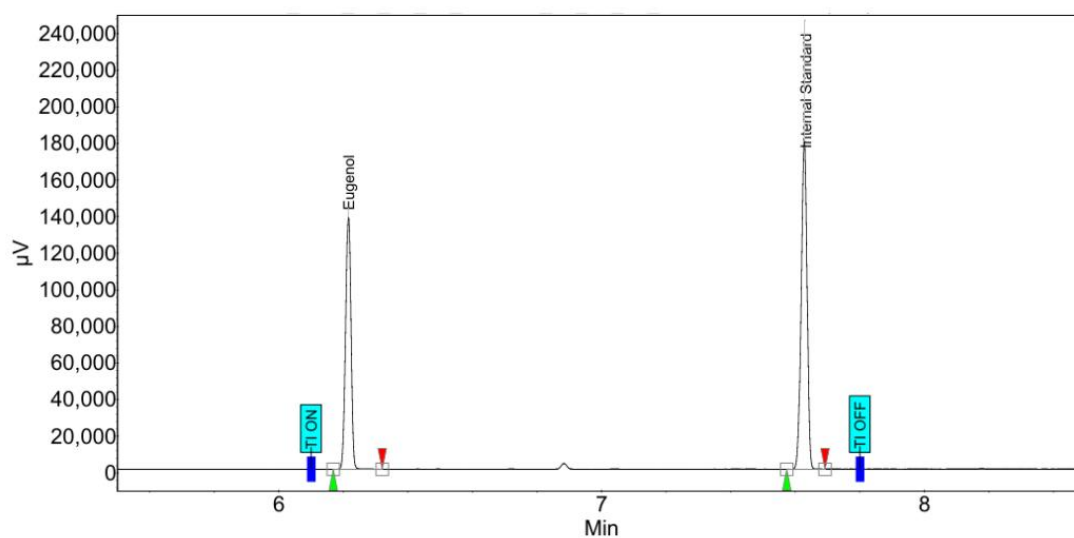


图 2 丁子香酚（添加十六烷内标）色谱图

表 2 5 次平行测定的丁香酚（添加十六烷内标）数据

序号	丁香酚峰面积 (uV/min)	十六烷内标峰面积 (uV/min)	峰面积比
1	2694.8	3795.8	0.7099
2	2668.1	3760.1	0.7096
3	2659.6	3750.3	0.7092
4	2630.8	3702.9	0.7105
5	2603.4	3658.8	0.7115
RSD (%)	—	—	0.11

## 结果分析

如表 1 所示，未使用内标时，5 次平行测定的丁香酚峰面积相对标准偏差（RSD）为 0.48%；而添加十六烷内标后（表 2），RSD 降至 0.11%，精密度提升 0.37%。十六烷因其与丁香酚的保留行为匹配度高、峰形对称且无共流出干扰，显著降低了进样体积波动与柱效变化对定量结果的影响。