

Sercon TOC-IRMS：水体碳同位素分析的成熟方案

在水环境研究与环境监测工作中，总有机碳（TOC）的稳定同位素分析是解析碳循环过程、追溯污染物来源的关键技术。长期以来，传统过硫酸盐氧化法存在样品适用范围窄、前处理繁琐等局限，难以满足淡水、海水等多样品的高精度检测需求。

针对这一行业痛点，Sercon 依托成熟的同位素分析技术积累，推出了 TOC-IRMS 联用分析系统，以高性能的硬件组合与创新的技术路径，为各类水体的碳同位素检测提供了稳定、精准的解决方案。



一、核心技术架构

Sercon TOC-IRMS 系统以两款设备为核心搭建，兼具可靠性与灵活性：

1、Sercon Cryoprep 前处理装置

该装置原本专为 CO_2 、 N_2O 、 CH_4 、 N_2 、 O_2 等大气气体的同位素分析研发，具备成熟的低温冷阱富集能力，是实现微量样品高效富集的核心。

2、Sercon 20-22 同位素比质谱仪（IRMS）

作为 Sercon 生产的稳定同位素比质谱仪，20-22 IRMS 拥有长期稳定的高精度检测性能，是整套系统的检测核心。

基于这套架构，系统不再受限于传统的过硫酸盐氧化法，可直接连接采用燃烧法的 TOC 分析仪，同时可兼容市面上绝大多数商用 TOC 设备，大幅降低实验室的联用改造成本。



Thermalox TOC

HS2022

二、核心技术优势

通过低温冷阱捕集与气流调控技术的结合，这套系统实现了小体积、低浓度样品的高精度检测，核心优势十分突出：

(1) 微量进样，用量更少

支持亚毫升级（<1mL）样品体积的分析，珍贵样品也可轻松检测。

(2) 宽浓度覆盖，适配性强

可对 0.5~10ppm 浓度的溶解有机碳（DOC）进行稳定分析，覆盖多数环境水样的浓度范围。

(3) 超高精度，数据可靠

¹³CO₂ 同位素测定的精度可达 0.1‰，满足科研与监测的数据质量要求。

(4) 全水样兼容

淡水、咸淡水、海水样品均可直接检测，高盐基质不会影响分析结果，无需复杂的除盐前处理。

三、实测性能数据

以下为系统与 Thermalox TOC-TN 分析系统联用的实测数据集：

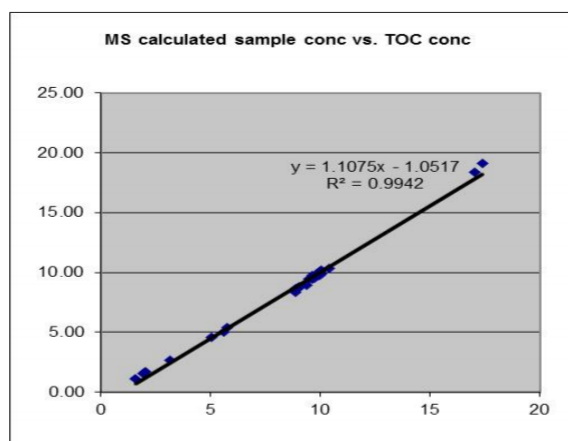
常规进样体积 160 μL，碳浓度范围覆盖 0.5~10ppm，整体测定精密度优于±0.2‰（标准偏差）。

10 ppm 浓度样品精密度测试（160μL 进样体积）			
序列	样品名称	峰面积	δ ¹³ C _{PDB} (‰)
1	q	1.06E-07	-32.69535
2	CO2 TOC_CRYO（标样）	1.07E-07	-28.29997
3	10	1.06E-07	-28.37007
4	10	1.07E-07	-28.38265
5	10	1.09E-07	-28.43677
6	10	1.09E-07	-28.56892
7	10	1.10E-07	-28.35215
8	10	1.09E-07	-28.49587
9	CO2 TOC_CRYO（标样）	1.08E-07	-28.29997
组内均值	-28.43441		
组内标准差	0.08421729		

0.5 ppm 低浓度样品精密度测试 (300μL 进样体积)			
序列	样品名称	峰面积	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}(\text{‰})$
1	b	1.36E-08	-25.70600
2	CO2 TOC_CRYO (标样)	1.26E-08	-28.29997
3	b1	9.22E-09	-30.19208
4	b2	1.22E-08	-28.77736
5	b3	1.23E-08	-29.44613
6	b4	1.21E-08	-29.45056
7	b5	1.25E-08	-29.46501
8	b6	1.30E-08	-29.49710
9	CO2 TOC_CRYO (标样)	1.11E-08	-28.29997
组内均值	-29.47137		
组内标准差	0.44784954		

人工海水加标样品测试 (10 ppm 蔗糖加标, 160μL 进样体积)			
序列	样品名称	峰面积	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}(\text{‰})$
1	SW	3.98E-07	-0.3834
2	CO2 TOC_CRYO (标样)	4.14E-07	-0.0003
3	SW	4.29E-07	-0.0295
4	SW	4.36E-07	0.0606
5	SW	4.42E-07	-0.9576
6	SW	4.40E-07	-0.9314
7	SW	4.46E-07	-0.1274
8	CO2 TOC_CRYO (标样)	4.49E-07	-0.0003
组内均值	-0.3970		
组内标准差	0.5042		

此外,系统通过专项实验验证了 100%样品转移效率,质谱端计算的样品浓度与 TOC 仪实测浓度高度一致,从原理上保障了数据的准确性。



四、适用场景

这套高性能 TOC-IRMS 系统，是环境监测类实验室的理想选择，可满足多元检测需求：

- (1) 江河湖库、河口、海洋等各类水体的 TOC/TIC 同位素分析；
- (2) 生物源痕量气体的稳定同位素检测；
- (3) 水环境碳循环、污染物溯源等科研与监测工作；
- (4) 依托现有 TOC 仪器拓展同位素检测能力，提升实验室硬件价值。

参考文献：

De Troyer, I., Bouillon, S., Barker, S., Perry, C., Coorevits, K., & Merckx, R. (2010). Stable isotope analysis of dissolved organic carbon in soil solutions using a catalytic combustion total organic carbon analyzer-isotope ratio mass spectrometer with a cryofocusing interface. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 24, 365-374.

关于 Sercon

Sercon 是英国知名稳定同位素质谱仪专业品牌，深耕气体稳定同位素比质谱技术领域四十余年，产品覆盖全系列高性能 IRMS 仪器及配套联用系统，广泛应用于环境、海洋、农业、地质等多个科研领域，2025 年 7 月由天美集团全资收购，现依托天美本土化服务网络为中国用户提供全周期技术支持。