

# 总有机碳 TOC 对比紫外吸收 — 在水处理行业中的应用

## 简介

水处理厂在为消费者生产安全饮用水的过程中，需要监测多种水质参数，包括水中的 pH 值、总有机碳 TOC、UV 254 吸光度。TOC 和 UV 254 吸光度是评估水中有机物（OM, Organic Matter）含量和质量的重要参数。

TOC 和紫外吸光度都取决于水中的有机物。正确了解两者的关系，就能避免错误解读水质监测数据。本文讨论了这两个参数间的关系，以及它们在水处理工艺和合规性方面的应用。本文中使用的 Sievers<sup>®</sup> M5310 C 分析仪为 TOC 分析提供了最佳解决方案，实际样品数据也证明了此款分析仪的实用性。

## 技术比较

### 有机物

有机物是指水中的各种化合物的混合，包括自然物质（即植物、动物、微生物）降解后产生的天然有机物（NOM, Natural Organic Matter），以及生活污水带来的有机物<sup>1</sup>。尽管有机物本身对人体健康无害，但它会与氯反应产生消毒副产物（DBP, Disinfection Byproducts）。消毒副产物对人体健康有害，因此法规要求水处理厂在处理水时控制有机物的浓度<sup>2,3</sup>。

### TOC 和紫外吸光度在有机物分析中的应用

TOC 分析提供简明的 TOC 浓度读数，单位是“毫克碳每升（mg C/L）”。水处理厂可以根据 TOC 来准确地估算出有机物浓度，因此 TOC 成为被普遍采用的控制和规范有机物浓度的方法。<sup>3</sup>

紫外吸光度是指水中特定化合物吸收紫外线辐射的量度。对于复杂且易变的混合物（例如水中的有机混合物），紫外吸光度可以帮助表征特定样品<sup>4</sup>。

水中的有机物具有复杂性和异质性，而紫外吸光度取决于有机样品的具体成分，因此不能单用紫外吸光度来比较水中的样品<sup>5</sup>，理解这一点很重要。例如，有的样品的紫外吸光度较低，但有机物浓度较高。有的样品的紫外吸光度较高，但有机物浓度较低。有些样品的有机物浓度完全不同，但它们的紫外吸光度读数却相同。只有将紫外吸光度和 TOC 数据一起分析，才能来解决上述问题。

“特征紫外吸光度（SUVA, specific UV absorbance）”是特定波长的紫外吸光度和 TOC 的比例<sup>6</sup>。SUVA 是固有参数，与浓度无关，可以用来比较样品。SUVA<sub>254</sub>（即 254nm 波长的 SUVA）可用来比较不同样品中的芳香族化合物的含量（即芳香度）<sup>6</sup>。芳香度与反应性有关，对水处理工艺具有重要意义。例如，有机物的反应性反映了通过凝聚来去除该有机物的难易程度，以及该有机物与氯反应产生消毒副产物的可能性。

总之，TOC 是有机物浓度的简明测量结果，而紫外吸光度可以为表征样品提供补充依据。紫外吸光度必须同 TOC 数据一起用于比较样品。

## TOC 和紫外吸光度在水处理行业中的应用

### 法规

“饮用水处理法规：第 1 阶段消毒副产物规则（Drinking Water Treatment Regulation: Stage 1 DBP Rule）”要求根据源水的 TOC 和碱度，通过增强凝聚作用或软化作用来去除 TOC 百分比含量。规则还规定，如果源水或要处理的水的 SUVA 值保持在  $2.0 \text{ L}/(\text{mg} \cdot \text{m}^{-1})$  以下，则可以忽略去除百分比<sup>3</sup>。

### 优化工艺

TOC 和 SUVA 数据可用于优化水处理工艺。例如，对水处理（即凝聚、膜过滤）前后的 TOC 和 SUVA 数据进行比较，得出有机物去除率的定量结果。结果表明去除效率是否合格，是否需要提高去除效率，是否需要考虑使用其它水处理方法等。

## 解决方案

专为饮用水行业的水质监测而设计的 Sievers M5310 C TOC 分析仪（包括实验室型、便携式、在线型配置）具有性能可靠、工作高效的优点，能够分析各种化学类别和分子大小的有机碳样品，有效应对有机物的复杂性。

### Sievers M5310 C 分析仪的优势：

- 测量所有类型的有机物的浓度。
- 工作范围是 4 ppb - 50 ppm（涵盖自然水和处理水的典型 TOC 范围）。
- 同常见的测量紫外吸光度的分光光度计搭配使用，得出表征天然有机物的数据。可以用 TOC 和紫外吸光度一起来计算 SUVA。

- 确认紫外吸光度数据（确保不会发生紫外信号漂移）。
- 确认制备好的天然有机物分离液的浓度，以及纯有机化合物的浓度。
- 满足 SM 5310 C 和 EPA 415.3 要求。
- 无需外部试剂，几乎不需要制备样品。

表 1：比较 Sievers M5310 C 分析仪和 UV 254

	M5310 C (TOC)	分光光度计 (吸光度)
提供绝对浓度 读数	是	否
测量所有的有 机化合物	是	否
单独使用可以 满足饮用水法 规要求	是	否 (必须与 TOC 一 起计算 SUVA 值)
有潜在的无机 物干扰	否	是

## 性能数据：跟踪整个水处理过程中的 TOC 变化

以下表 2 中列出了用 Sievers M5310 C 分析仪测量的水处理厂的一组 TOC 数据示例。在示例中，水先经过凝聚，然后经过膜过滤。在处理之前、3 次不同剂量的凝聚之后、以及膜过滤前后，都测量了 TOC 和 UV 254。

“百分比变化”列比较了给定水处理前后的 TOC 或 UV。我们将凝结剂用量与“处理之前”的值进行了比较，将“膜过滤之后”的值与“膜过滤之前”的值进行了比较。

表 2: 水处理厂的示例数据

样品名称	TOC (ppm)	%百分比变化 TOC	紫外吸光度	%百分比变化 UV
处理之前	7.41	NA	0.095	-
凝结剂投放量 1	6.31	14.9%	0.090	5.0%
凝结剂投放量 2	6.06	18.2%	0.078	17.9%
凝结剂投放量 3	5.82	21.5%	0.066	30.7%
膜过滤之前	5.87	NA	0.072	-
膜过滤之后	5.21	11.2%	0.070	3.5%

表 2 中的数据证明了 M5310 C 分析仪量化分析水处理过程中的 TOC 变化的强大能力。此外, “百分比变化 UV” 与 “百分比变化 TOC” 并不匹配, 因此仅凭紫外吸光度不能准确表明 TOC 浓度, 不足以表征或量化有机物。

## 结论

TOC 数据和紫外吸光度是水处理行业用于表征和控制有机物的两个重要指标。TOC 分析能够提供所有有机化合物的绝对碳浓度, 而紫外吸光度仅限于检测吸光化合物, 因此应与 TOC 搭配使用。

Siemens M5310 C 分析仪是为水处理行业设计的性能可靠的 TOC 分析仪。本文中的样品分析数据证明了 Siemens M5310 C 分析仪能够跟踪整个水处理过程中的 TOC 变化, 同时显示了只用紫外吸光度是无法跟踪这种变化的。

\*苏伊士的商标, 在一个或多个国家注册。

©2021 年苏伊士。版权所有。

## 参考文献

1. Perdue, E.M., Ritchie, J. D., (2003). Dissolved Organic Matter in Freshwaters. In H. D. Holland, K. K. Turekian, Treatise of Geochemistry (pp. 273-318). Elsevier Science.
2. Reckhow, D.A., Singer, P.C., Malcolm, R.L., (1990) Chlorination of Humic Materials: Byproduct Formation and Chemical Interpretations, Environmental Science and Technology, 24, 1655-1664.
3. Environmental Protection Agency (2001). The Stage 1 Disinfectants and Disinfection Byproducts Rule What Does it Mean To You? (EPA 816-R-01-014).
4. Summers, R., Cornel, P., & Roberts, P. (1987). Molecular size distribution and spectroscopic characterization of humic substances. Science of The Total Environment, 62, 27-37. doi:10.1016/0048-9697(87)90478-5
5. J.K. Edzwald, W.C. Becker and K.L. Wattier, (1985). Surrogate Parameters for Monitoring Organic Matter and Trihalomethane Precursors in Water Treatment, J. Am. Water Works Assoc., 77(4), 122-132.
6. Leenheer, J.A. (2009). Systematic Approaches to Comprehensive Analysis of Natural Organic Matter, Annals of Environmental Science, 3, 1-130

300 00094 CS Rev. A



北京新恒能分析仪器有限公司  
更多信息, 请扫描二维码关注微信公众号或访问  
<http://www.yaojian.com.cn>  
服务热线: 010-59602317 59602519