

TOC 分析：饮用水处理厂达标的最佳工具

总有机碳 (TOC, Total Organic Carbon) 与消毒副产物 (DBP, Disinfection Byproducts) 有一定的关联, 因此 TOC 分析已成为饮用水处理厂的重要的水质分析工具。TOC 本身无害, 但当它与消毒剂反应时, 会产生有害副产物。但是, TOC 分析应用于饮用水处理, 不仅是为了达到 DBP 限制标准或满足 TOC 监测要求, TOC 也是优化饮用水处理工艺从而降低工艺成本的重要参数, 还是水源和配水系统中水质的健康和安全指标。TOC 分析在饮用水处理厂中有广泛的应用, 大中小型水厂都可以在实验室中测量 TOC, 或在水处理过程中在线测量 TOC。

规则达标 - 消毒副产物

美国环保局 (USEPA, United States Environmental Protection Agency) 的“安全饮用水法案 (Safe Drinking Water Act)”等法规致力于平衡微生物病原体的危害和用于杀灭微生物病原体的消毒剂产生的副产物所带来的风险。消毒副产物 DBP 是由饮用水处理厂的水源中天然存在的有机物质 (NOM, Naturally Occurring Organic Matter) 在消毒过程中同消毒剂反应而产生的。TOC 被世界公认为可以用来确定水中 NOM 含量的参数。当水通过水厂的配水系统时, 就会不断产生卤代乙酸 (HAA, Haloacetic Acids) 等 DBP。而包括氯仿在内的另一类 DBP 三卤甲烷 (THM, Trihalomethanes), 是由天然含有溴和氯的 TOC 相互反应而产生 (见图 1)。

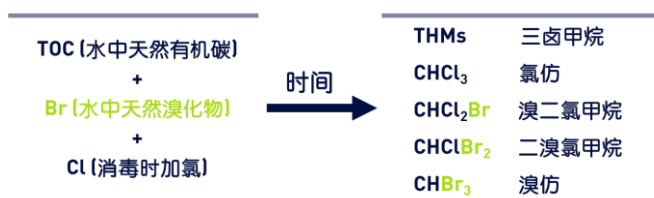


图 1: 由 TOC、溴化物、氯形成的 THM

EPA 认为, TOC 是 DBP 的前体, 可以在实验室或在线进行监测, 以预测配水系统中的 DBP 含量。在饮用水处理过程中, 应去除大部分的 TOC 以降低 DBP 含量。去除 TOC 的方法很多, 包括凝结法、颗粒活性炭 (GAC, Granular Activated Carbon) 过滤法、阴离子交换法等。

降低成本 - 优化处理

如今, 饮用水处理厂面临巨大的压力, 不仅需要满足日益严格的水质要求, 还要削减生产成本。许多水厂采用 TOC 监测法和工艺优化来生产高品质水, 同时大幅降低各个处理工艺的成本。

凝结

凝结是去除 TOC 的主要处理过程之一。凝结之后通常是絮凝沉淀和澄清, 这三种预处理过程合在一起称为常规处理。美国的常规处理设施必须根据源水的碱度和 TOC 浓度达到一定的 TOC 去除率。

常用的凝结剂是硫酸铝 (即明矾)、氯化铁、硫酸铁、聚合氯化铝 (PACl)。在选择凝结剂及其用量时, 除了应考虑要求达到的水质外, 还应考虑其它因素, 如 pH 值、碱度、温度、沉淀物产生量等。可以通过烧杯试验、试点试验、或全面优化来测试凝结方案的效率, 但上述测试必须包括 TOC 和浊度, 才能有效评估方案成功与否。

活性炭

活性炭是由木头、泥炭、煤炭、椰子壳等制成的加工碳。活性炭非常多孔, 有很大的单位表面积来吸附溶解的有机物、有味道或气味的化合物、以及某些消毒副产物。饮用水处理厂最常使用颗粒或粉末状活性炭。

粉末活性炭 (PAC, Powder Activated Carbon)

PAC 是粉末状活性炭，有极细小的颗粒，用于季节性或短期性目的。可以批量购买 PAC，通常将 PAC 直接加到水处理流程中。PAC 的入口通常是原水取水口、快速混合池、澄清池。通常在凝结和絮凝之前将 PAC 加入水中，然后同沉淀物一起清除掉。PAC 主要用于解决味道和气味问题，或作为助凝剂为形成凝结提供依附核。在使用 PAC 去除 TOC 时，首先必须知道单位 PAC 能够去除多少 TOC，这样才能优化 PAC 添加工艺。

颗粒活性炭 (GAC, Granular Activated Carbon)

与 PAC 相比，GAC 的颗粒较大，因此有较小的单位表面积。GAC 通常用于代替过滤器中的沙子或无烟煤，是解决水质问题的长期方法。GAC 的吸附效率随着时间的推移而降低，最终需要更换或恢复活性。为了确保 GAC 过滤器有效去除原水中的污染物以达到水质要求，经常需要进行水质监测（如 TOC 分析）。在用 GAC 去除溶解的有机物时，如果出现 TOC 峰值，则表示需要更换或再生活性炭。

离子交换

离子交换是指用专用的树脂通过吸附作用从水中去除带电的污染物颗粒。离子交换通常用于去除无机物，但如今开发出了专门用于去除有机物（如腐殖酸）的阴离子树脂。当水通过阴离子树脂时，树脂表面上的带电离子同带电的污染物发生交换。通常用盐水（氯化钠）来再生离子交换树脂。

无论采用哪种优化处理方法或测试优化的技术，成功的关键都在于使用正确的分析工具。图 2 显示了 TOC 分析可用于常规水处理厂的许多水点。

紧缩您的工艺 - 消毒技术

当水中的铁或锰的含量较高时，消毒剂的消耗就会高。TOC 也是一种消耗消毒剂的物质。在水处理过程中，TOC 的去除率越小，消毒剂的用量就越大，所需费用也就越多。实际上，消毒剂是 TOC 等物质的氧化剂，TOC 能够消耗本应用于消毒的消毒剂，因此在设计消毒工艺时应考虑水中的 TOC 含量。

许多水厂为了避免产生较多的 DBP，用氯胺替代氯。这样一来就能减少 THM 和 HAA 的产生，却又可能产生其它尚未规定的 DBP。人们已知氯胺能形成多种非卤化 DBP，如碘酸和亚硝胺。碘酸是毒性最强的 DBP 之一，能损伤 DNA。而 N-亚硝基二甲胺 (NDMA) 等亚硝胺的致癌性比 THM 还要高很多倍。

此外，TOC 在氯胺化的过程中起关键作用。当水厂在加氯的下游添加氨时（这是常见的消毒做法），如果水中的 TOC 含量不稳定，就会发生硝化。TOC 是一种能消耗氯的物质，因此会改变氯与氨的比例。如果水中的氨过量，就会导致硝化。

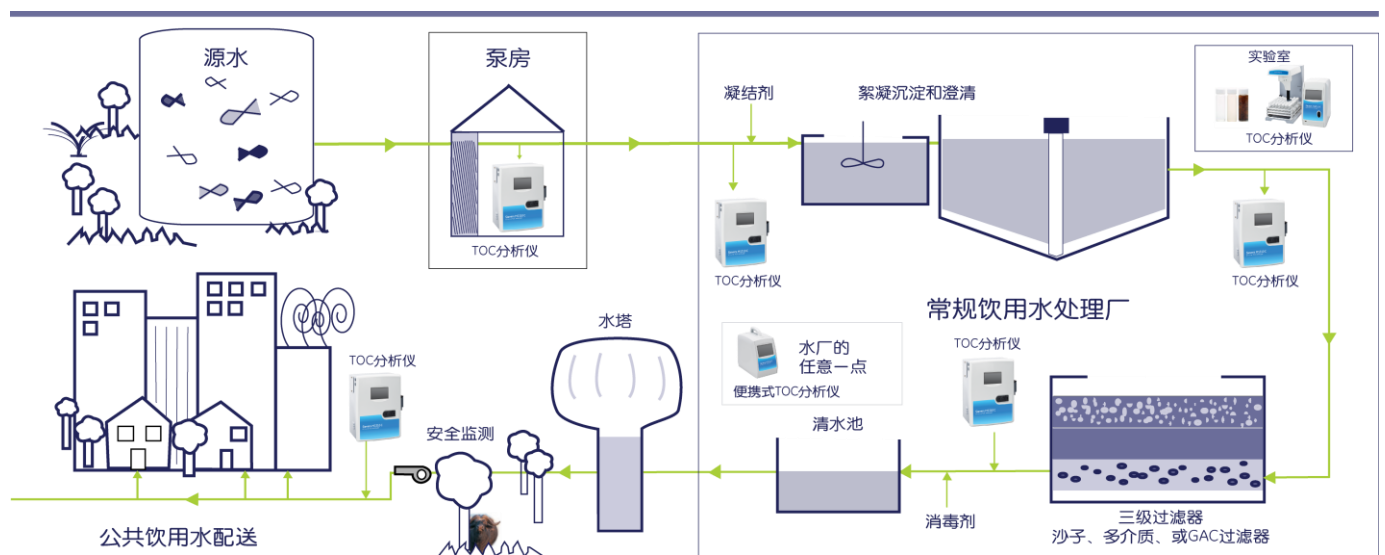


图2: 饮用水系统中的TOC

保护公共安全 - 配水系统安全监测

USEPA 发布了“水安全倡议：污染预警系统规划临时指南（Water Security Initiative: Interim Guidance on Planning for Contamination Warning System Deployment）”，以帮助饮用水处理厂提高检测有意或无意的配水系统污染的能力。USEPA 过渡指南（USEPA's Interim Guidance）将 TOC、氯、电导率定为检测污染物的三项最重要指标。

为了确保公共饮用水的安全，操作人员需要一种能够监测配水系统中 TOC 变化而又无需用户过多干预的工具。

测量差异 - 环境变化对地表水的影响

饮用水中的 TOC 主要来自自然界中腐败的植物（包括水中的藻类、沉淀物、颗粒等）。水源中的 TOC 含量因地区而异。

结论

TOC 分析是一种操作工具，有广泛的应用。人们普遍认为 TOC 分析能够帮助水厂达到 DBP 法规要求，还有助于优化工艺、节约成本。除了以上两个应用之外，TOC 分析还用于监测水源和配水系统的水质，并最大程度地优化消毒工艺。

为了充分用好 TOC 分析这个重要工具，必须选用使用便捷的分析仪，该分析仪无需用户过多干预，且具有成熟可靠的技术（例如 Sievers* TOC 分析仪）。Sievers TOC 分析仪不用外部试剂，无需载气，有 12 个月的校准稳定性，目前在全球数百个城市中广泛使用。Sievers TOC 分析仪有在线型、实验室型、便携式三种配置，可用于任何水应用场合。Sievers TOC 分析仪的操作员能够灵活选择在线运行或简单吸样检测，从而确保达到理想的 TOC 去除率和 DBP 控制，并节省成本。



扫二维码，
关注 Sievers 分析仪官方微信。