

用总有机碳 TOC 方法优化营养物去除工艺

难题：饮用水中的硝酸盐

美国环保局（EPA）乃至公众担心饮用水中的营养物质（例如含氮和磷的物质）含量过高，会危及公共健康，这就使得水处理厂必须改进处理工艺。对致力于满足法规规定的氮含量限值的水处理厂来说，如何降低来自径流、肥料、污水、发电厂、化学品的含氮化合物的浓度始终是个难题。当饮用水中的含氮量过高时，配水系统就会被富营养化，成为细菌的滋生地。硝酸盐危害婴儿、孕妇、酶缺乏症患者的健康，降低他们的血液送氧能力^{1,2}。美国环保局规定的饮用水中的硝酸盐浓度限值为 10 ppm，亚硝酸盐浓度限值为 1 ppm²。工农业生产的废物和人类的排泄物排放到环境中，地表水和地下水中的硝酸盐含量越来越高，例如在美国加州的地下水井中就检测到高浓度的硝酸盐。因此，脱硝（脱氮）就成为水处理工艺的一个重要环节。

方法：生物脱硝

脱硝是通过添加碳源（也称为电子供体，例如源流中的甲醇、乙醇、MicroC[®]、乙酸、糖浆、碳等），将硝酸盐还原成氮气的过程³。生物脱硝是其中一种脱硝方法，就是用厌氧细菌来消化碳源，从而降低硝酸盐含量³。与常规过滤和泥浆脱硝相比，生物脱硝有诸多优点，例如生物脱硝可以在连续过程中进行，且无需去除固体颗粒。生物脱硝对能源的需求极低，占用的工作面积小，还可以通过提高碳源的利用率来不断优化脱硝工艺。当细菌消耗掉硝酸盐之后，氮气便从水处理池中排出，就可以对脱硝后的水进行最终处理，然后将其送到配水系统中。这种生物处理方法也可以用来去除其它污染物，如铬酸盐、高氯酸盐、硒等。

解决方案：TOC 分析法的优势

生物脱硝的关键在于优化碳源的用量。世界卫生组织在关于去除硝酸盐的文献中说，“控制碳源用量对工艺操作至关重要，可以使用在线型分析仪来监测处理后的水中的残留物浓度”⁴。在进行脱硝时，如果用碳量不够，就无法将硝酸盐全部还原成氮气，还会在水中留下大量的亚硝酸盐和氮氧化物。相反，如果用碳量过高，细菌就会进而分解水中其它化学物质，例如分解硫酸盐，产生硫化氢气体，不但气味难闻，还会造成有害后果。如果出水中大量的细菌或碳，就会提高生物需氧量（BOD，Biological Oxygen Demand），增加有机消毒副产物（DBP，Disinfection Byproduct）的前体。

最理想的情况是用碳量刚好能维持细菌的活性。因此，碳源使用的优化对于实现高效脱硝、节约成本、提高工艺效率来说至关重要。TOC 分析仪在监测进水中的硝酸盐和出水中的硝酸盐/亚硝酸盐的含量时，能够给出给定碳源的除氮量。用 TOC 分析仪进行脱硝后的监测，能够以非专属的方法来快速测量碳源的除氮效率。生物脱硝的工艺流程如图 1 所示。

TOC 在线分析法能够实时显示用碳量和除氮量之间的关系变化和偏差。此分析法不仅可以保证水中的硝酸盐和有机物含量降到最低，还能节省操作设备所需的时间、资源、化学品、资金。连续监测法允许操作人员根据情况变化来及时调整工艺，而无需将样品送到第三方实验室进行分析，因而具有省时省力的优点。

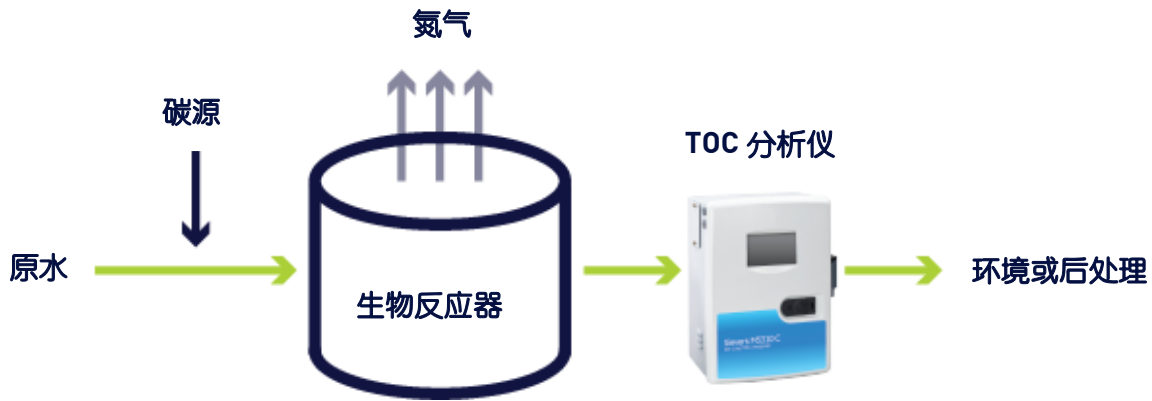


图 1：生物脱硝流程示意图

采用 TOC 在线分析法后，就不必再根据出水中的硝酸盐/亚硝酸盐的浓度来猜测碳源的使用效率。用此方法来监测脱硝结果还有一大优点，就是能够同下游水处理厂的工艺相匹配。对饮用水进行 TOC 分析，有助于水厂达到美国环保局对 TOC 去除率、DBP 监测、工艺优化的规定指标。随着社会对经济饮用水的需求不断提高、水资源相对减少、人们的污染防范意识越来越强，水处理厂有必要优化工艺，以便高效去除水中的营养物质和有机污染物。

参考文献

1. "Rolling Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality: Nitrates and nitrites in drinking-water." July 2004. World Health Organization.
2. "Consumer Factsheet on: NITRATES/NITRITES." US EPA. <http://www.epa.gov/ogwdw/pdfs/factsheets/ioc/nitrates.pdf>
3. Neethling, J.B. "Tertiary Denitrification Processes for Low Nitrogen and Phosphorus." November 2010. Water Environment Research Foundation.
4. "Water Treatment Processes for Reducing Nitrate Concentrations." World Health Organization: Water Sanitation Health. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/nitrateschap6.pdf



扫二维码，
关注 Sievers 分析仪官方微信。