

核电站 TOC 监测：延长核电机组使用寿命关键控制点



背景介绍

随着国内核电厂运营经验的丰富，水化学监督中对有机物含量的监测和跟踪越来越重视。电厂补给水系统和水汽系统中的有机杂质对机组的安全、经济运行有很大的影响，随着水体程度的加重，导致补给水中有机物增多，危害增加。同时核电站冷却剂中也存在着有机物的危害，主要来源为净化系统中离子交换树脂的老化和降解产生的有机物，在高温高压和放射性条件下最终分解为无机盐和低分子有机酸，从而影响一回路水化学的控制。TOC 是水中有机物所含碳的总量，对有机物的氧化率较高，与 COD_{Cr} ， COD_{Mn} 和 BOD_5 相比，TOC 更能准确、直接、全面地反映水体中有机物的含量，因此 TOC 指标的分析已成为核电站中有机物含量质量控制的主要手段。



为什么要控制核电站 TOC 含量?

(一) TOC 控制在一回路水化学控制中的作用

一回路系统有机物的主要来源为一回路系统补水而引入的有机物；第二个来源为大修过程中采用的化学试剂（除锈剂等）、焊接辅助材料、轴承润滑油类等引入的有机物

(二) TOC 控制在二回路水化学控制中的作用

二回路有机物的主要来源为除盐水中的有机物不能完全去除和大修过程中产生的水中油，从而进入系统。油质附在传热管上，经高温分解生成导热率很小的附着物，严重影响传热管的传热效率，严重时会影响功率。

泰林分析如何去监控核电站 TOC 含量?

TOC 指标能够准确的反应有机物的含量，作为跟踪 PSS 的含量，为解决一回路水化学控制提供了必要手段。通过测量净化系统出口的 TOC 含量，可以评估净化系统的离子交换树脂状态。图 1 大修过程中发现 TOC 升高或者硫酸根异常升高的时候，可以采用单阴床净化运行，不但可以去除有机物，还可以直接降低硫酸根含量。

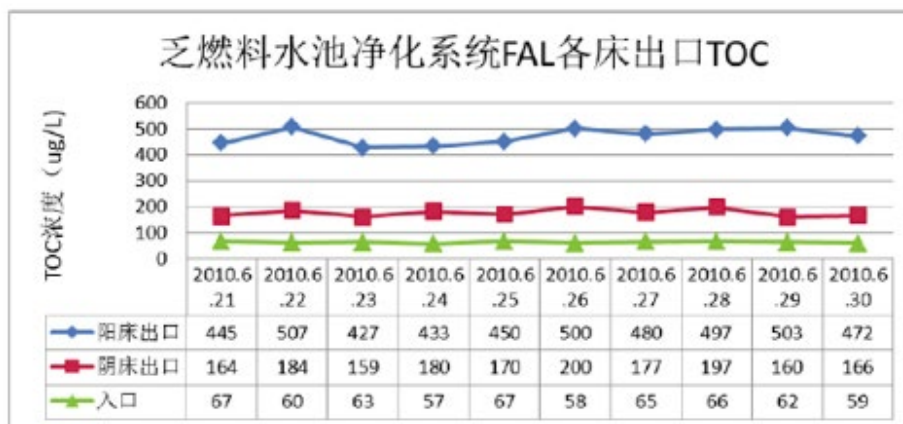


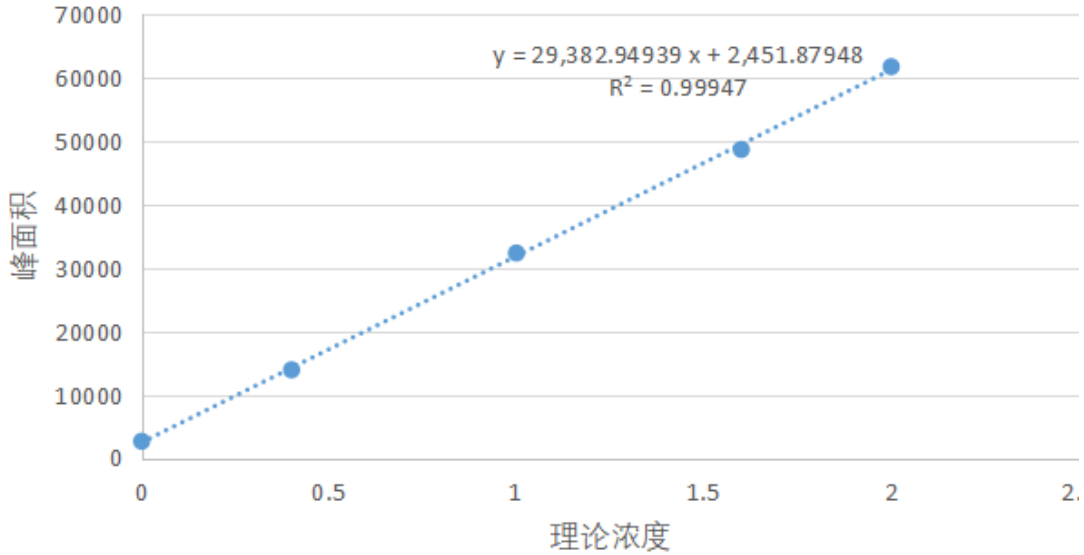
图 1

泰林 TOC 分析仪可监测 JNK、JNB、FAK 等系统含硼水箱的 TOC 含量，通过循环净化等方式，并跟踪 TOC 指标和硫酸根含量，也可控制一回路相关系统硫酸根异常的问题。

泰林 TOC 监测同样可用在大修中给水冲洗样品的控制上，防止打压和启机过程中出现给水和排污水的阳电导超标，影响机组安全稳定运行

然而如何去精确对其中的 TOC 进行监控是目前核电站所面临的难题。泰林分析 TOC 检测仪就对某核电站面临的这个问题给出了解决方案，采用 HTY-WOT100 双波长紫外+过硫酸钠氧化的原理，对管道冲洗水进行了检测。结果如下：

标准工作曲线



相关系数 R ²	标准曲线参数	
0.9997	k	29382.95
	b	2451.88

曲线质控				
样品	浓度	浓度值 mg/L		
邻苯二甲酸氢钾	1	0.958	0.951	0.944
邻苯二甲酸氢钾 (硼酸基体)	1	1.045	1.046	1.042
蔗糖	1	1.027	1.031	1.022

重复性				
样品	浓度	浓度值 mg/L		
邻苯二甲酸氢钾	1	0.974	0.973	0.971
		0.974	0.971	0.972

泰林分析通过实验，我们得出标准曲线相关系数在 0.9997，样品检出限在 3.54 $\mu\text{g/L}$ ，能够很好的达到我们的监控要求；并且重复性良好，很好的解决了某核电对 TOC 的监控所面临的问题。

HTY-WOT100 介绍



技术参数

检测范围:(0-100.0)mg/L	重量:35Kg
电源:(100-240)VAC 50/60Hz	分析时间:6min
额定功率:300W	环境温度:(10-40) $^{\circ}\text{C}$
校准周期:12个月	噪声: $\leq 55\text{dB}$
示值误差: $\pm 5\%$ (JJG821-2005) TC: $\pm 5\%$ IC: $\pm 4\%$	重复性: $\leq 3\%$ (JJG821-2005)
尺寸 55cmx45cmx53cm	样品温度:(1-95) $^{\circ}\text{C}$

泰林分析有关 TOC 监控建议

在机组大修过程中，用 TOC 仪测量一回路相关系统的 TOC，并通过光催化氧化技术降解有机物，找出 TOC 与硫酸根的对应关系，通过监测净化系统出口的 TOC 含量来评估树脂状态，并改变净化方式，优化控制一回路系统硫酸根。

在源水有机物高的季节，通过测量除盐水制备系统中阳床入口、阴床出口和混床出口的 TOC 含量，来监督控制除盐水品质和树脂床的状态，当发现净化有机物能力下降时，应及时停床再生。如果树脂老化严重，再生效果不好时还应该进行树脂复苏。