

城市污水典型处理工艺气态无机硫化物与臭气的排放特征研究

研究生：孙池；导师：孙德智 教授



研究背景

城市污水处理厂会向环境中排放大量的气态无机硫化物（ H_2S 和 CS_2 ），嗅阈值低，对人体伤害较大。我国对污水处理过程释放的气态无机硫化物的限值规定需要完善。

研究内容

- 通过对城市污水处理厂三种典型处理工艺（SBR、氧化沟、 A^2/O ）现场采样和监测分析，确定三种典型处理工艺 H_2S 、 CS_2 与臭气的排放特征和关键排放点位。
- 计算获得我国城市污水处理厂三种典型处理工艺 H_2S 与 CS_2 的排放通量、排放总量和吨水排放量。
- 提出城市污水处理厂 H_2S 、 CS_2 与臭气浓度控制技术对策。

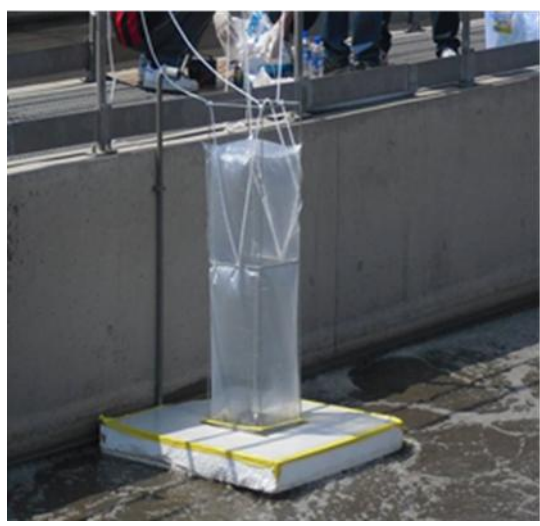
研究方法

H_2S 、 CS_2 的采样方法

环境气体

采样内壁经硅烷化处理的苏玛罐直接收集环境气体中的 H_2S 和 CS_2

水-气界面



曝气界面——气袋法
材质：聚四氟乙烯
体积：0.09 m³



非曝气界面——静态箱法
材质：不锈钢外壁，
聚四氟乙烯内衬
体积：约为0.06 m³

将气袋和静态箱中的 H_2S 和 CS_2 同样用苏玛罐收集。

H_2S 、 CS_2 的分析方法

采样预浓缩仪-GC-FPD联用的方法同时测定样品中 H_2S 和 CS_2 的浓度， H_2S 的检出限为 1.89×10^{-4} mg/m³， CS_2 的检出限为 2.80×10^{-5} mg/m³。

臭气浓度的监测

臭气浓度使用便携式恶臭检测仪直接监测。厂家为韩国（株）科学技术分析中心，仪器型号为Odor Catch /SLC-1205OP1240N01。



研究结果

吨水排放量分析

表1 三个地区不同工艺 H_2S 与 CS_2 的总吨水排放量（mg/m³）

		华北地区	珠三角	长三角
SBR	H_2S	1.353	-	-
	CS_2	0.189	0.230	0.042
氧化沟	H_2S	0.169	-	-
	CS_2	0.020	0.007	0.028
A^2/O	H_2S	0.394	-	-
	CS_2	0.049	0.002	0.110

不同地区 CS_2 的总吨水排放量

SBR工艺：珠三角>华北地区>长三角

氧化沟工艺：长三角>华北地区>珠三角

A^2/O 工艺：长三角>华北地区>珠三角

华北地区不同工艺 H_2S 的总吨水排放量：SBR> A^2/O >氧化沟

不同工艺 CS_2 的总吨水排放量

华北地区：SBR> A^2/O >氧化沟

珠三角：SBR>氧化沟> A^2/O

长三角： A^2/O >SBR>氧化沟

表2 华北地区各阶段 H_2S 与 CS_2 吨水排放量占比（%）

		前处理阶段	生化处理阶段	污泥处理阶段
SBR	H_2S	3.6	96.4	-
	CS_2	0.2	99.8	-
氧化沟	H_2S	26.8	72.9	0.3
	CS_2	6.0	93.4	0.6
A^2/O	H_2S	59.8	40.1	0.1
	CS_2	62.5	37.1	0.4

表3 珠三角各阶段 CS_2 吨水排放量占比（%）

	前处理阶段	生化处理阶段	污泥处理阶段
SBR	0.02	99.98	-
氧化沟	30.4	69.6	-
A^2/O	17.7	82.2	0.1

表4 长三角各阶段 CS_2 吨水排放量占比（%）

	前处理阶段	生化处理阶段	污泥处理阶段
SBR	1.4	98.0	0.6
氧化沟	2.2	97.5	0.3
A^2/O	0.6	92.8	6.6

H_2S 在SBR工艺和氧化沟工艺以生化处理阶段为主，在 A^2/O 工艺以前处理阶段为主。

除了华北地区 A^2/O 工艺， CS_2 主要在生化处理阶段排放，其吨水排放量占整个污水处理工艺的70%以上；由于污泥处理阶段 CS_2 的浓度普遍较低，加上占地面积也较小，导致此阶段的吨水排放量占比很低。

臭气浓度与 H_2S 、 CS_2 的相关性分析

工艺	时间	H_2S			CS_2		
		华北地区	珠三角	长三角	华北地区	珠三角	长三角
SBR	冬季	0.885**	-	-	0.877**	0.369	-0.348
	春季	0.400			0.633		
氧化沟	冬季	0.913*	-	-	0.704*	-0.067	0.756*
	春季	0.805			0.376		
A^2/O	冬季	0.722	-	-	0.663*	-0.037	-0.119
	春季	-0.320			-0.275		

注a：**表示P值<0.01，极显著相关

注b：*表示P值<0.05，显著相关

注c：-表示样本数据不足

在冬季华北地区，SBR工艺和氧化沟工艺中 H_2S 和 CS_2 是主要的恶臭贡献者， A^2/O 中 CS_2 是主要的恶臭贡献者；在长三角氧化沟工艺中 CS_2 是主要的恶臭贡献者。由于 CS_2 的浓度均低于其嗅阈值，说明 CS_2 是潜在贡献者，当其浓度高于嗅阈值时，便会对臭气浓度产生贡献。

城市污水处理厂 H_2S 和臭气浓度的关键点位分析

通过对华北地区、珠三角和长三角三种典型处理工艺（SBR、氧化沟、 A^2/O ）中 H_2S 、 CS_2 和臭气的排放特征研究，发现 CS_2 不是主要恶臭污染物，因此将各工艺 H_2S 和臭气浓度的关键控制点位列表如下

工艺类型	关键控制点位
SBR	格栅、沉砂池、曝气阶段
氧化沟	格栅、沉砂池、曝气区、非曝气区、污泥脱水机房
A^2/O	格栅、沉砂池、初沉池、水解酸化池、好氧池、污泥脱水机房

结论

- H_2S 在SBR工艺的进水曝气阶段的吨水排放量最大；在氧化沟工艺的沉砂池和非曝气区的吨水排放量高；在 A^2/O 工艺的好氧池和初沉池的吨水排放量大。
- 污水处理工艺 CS_2 总吨水排放量：SBR工艺为珠三角>华北地区>长三角；氧化沟工艺为长三角>华北地区>珠三角； A^2/O 工艺为长三角>华北地区>珠三角。
- H_2S 和臭气浓度的关键排放点位在SBR工艺为格栅、沉砂池和曝气阶段；氧化沟工艺为格栅、沉砂池、曝气区、非曝气区和污泥脱水机房； A^2/O 工艺为格栅、沉砂池、初沉池、水解酸化池、好氧池和污泥脱水机房。
- 可以对污水处理主要产气单元采取合适的封闭措施收集处理。

课题来源

国家环保公益性行业科研专项“城市污水处理气态污染物排放特征与监管技术研究”（201509008）

主要研究成果：

孙池,沈秀娥,刘保献,温胜敏,朱帅,齐飞,鲍志远,孙德智.预浓缩—气相色谱法同步测定环境空气5种挥发性硫化物[A].第十三届全国水处理化学大会.2016.4.