

污水处理有机硫化物排放特征与控制策略的研究

研究生：温胜敏；导师：孙德智 教授



研究背景

甲硫醇、甲硫醚和二甲二硫等挥发性有机硫化物（VOS）是城市污水处理厂排放的重要的恶臭气体，且臭阈低，对人体伤害较大。我国尚未对污水处理过程释放的VOS作出限制规定，监管缺失。

研究内容

选取华北、珠三角和长三角污水处理工艺（A²/O、SBR和氧化沟），建立适用于VOS的监测分析方法，研究污水处理厂排放特征和排放规律，核算其主要处理单元VOS排放总量，并制定城市污水处理厂VOS控制技术和监管策略。

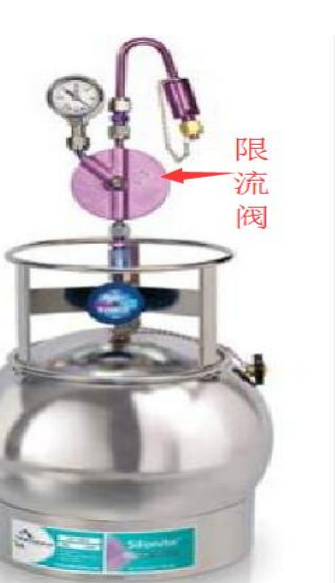
研究方法

采样布点

工艺类型	A ² /O	氧化沟	SBR
监测单元	格栅 沉砂池 初沉池 厌氧池 缺氧池 好氧池 二沉池 脱水机房	格栅 沉砂池 不曝气区 池曝气区 二沉池 脱水机房	格栅 沉砂池 进水曝气阶段 沉淀阶段 滗水阶段 污泥浓缩池 脱水机房

采样方法

环境气体



- 材质：不锈钢、硅烷化惰性处理
- 采样流量：100ml/min
- 采样时间：60min

水气界面



- 静态箱
- 材质：不锈钢外壁，聚四氟乙烯内衬
- 体积：约为0.06 m³

气体收集：采样管连接真空苏玛罐收集水气界面的VOS

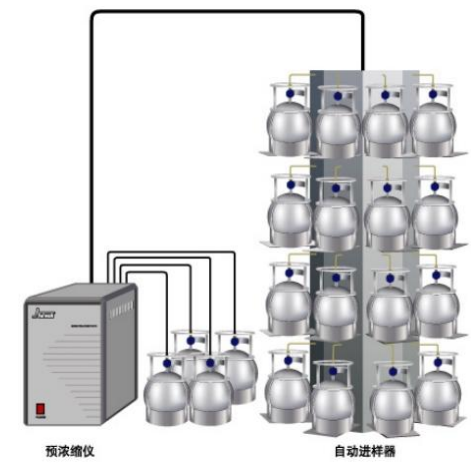
分析方法

预浓缩仪+气相色谱（FPD检测器）

工作曲线及检出限

化合物	工作曲线(y=ax+b)		R ²	检出限(mg m ⁻³)
	a	b		
CH ₃ SH	2.0690	8.7409	0.9999	1.44 × 10 ⁻⁴
CH ₃ SCH ₃	2.2819	9.5203	0.9998	4.80 × 10 ⁻⁵
CH ₃ SSCH ₃	2.0065	9.9822	0.9998	3.70 × 10 ⁻⁵
VOS(GB/T14678)	-	-	-	1.00 × 10 ⁻³

本文所建立分析方法可同时测定3种VOS，且检出限低于国标1~2数量级，工作曲线拟合效果良好。



Nutech 8900预浓缩仪

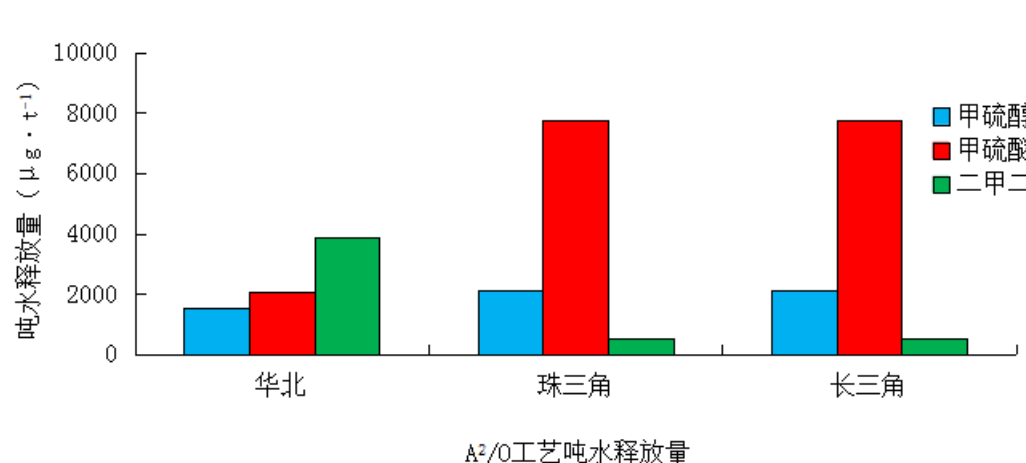
研究结果

VOS释放浓度

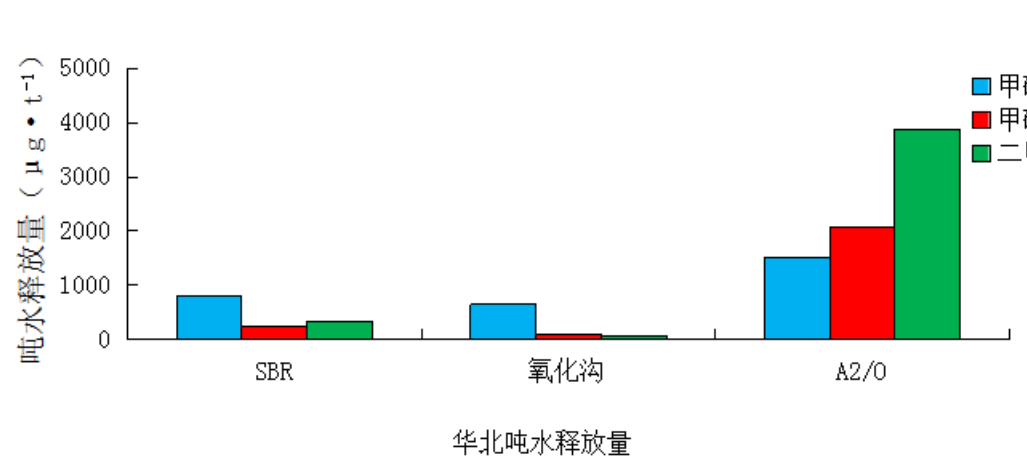
VOS	浓度 (μg/m ³)				
	格栅	曝气沉砂池	进水-曝气	沉淀	静置-滗水
CH ₃ SH	4.85	2.11	2.41	2.47	2.39
CH ₃ SCH ₃	7.09	13.40	1.67 × 10 ²	7.60	2.58
CH ₃ SSCH ₃	18.62	12.60	21.60	2.63	4.30

VOS浓度释放集中在沉砂池及曝气生化处理单元。管线长距离运输，内部缺氧/厌氧，累积硫化物。在污水处理前端，管线内VOS浓度高，受泵房提升、曝气扰动，VOS大量释放。

不同地区吨水释放量



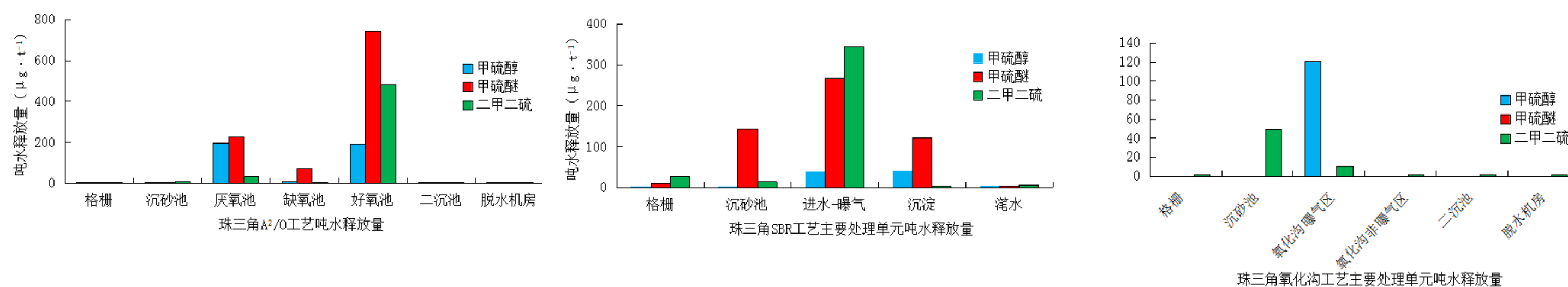
不同工艺吨水释放量



同种工艺，比较三地区吨水释放量，珠三角>长三角>华北地区。

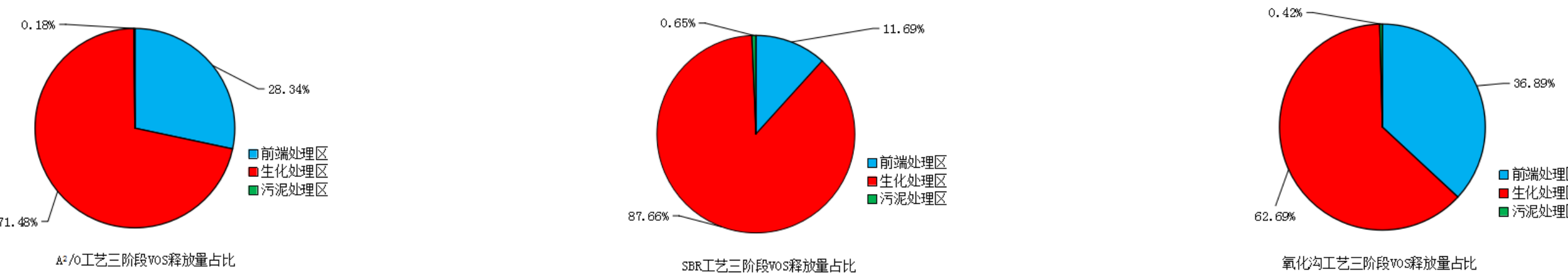
同一地区，比较不同工艺吨水释放量，A²/O>SBR>氧化沟。

主要处理单元释放量



同一地区，同种工艺，主要处理单元吨水释放量主要由曝气生化单元贡献。

三阶段VOS释放量占比



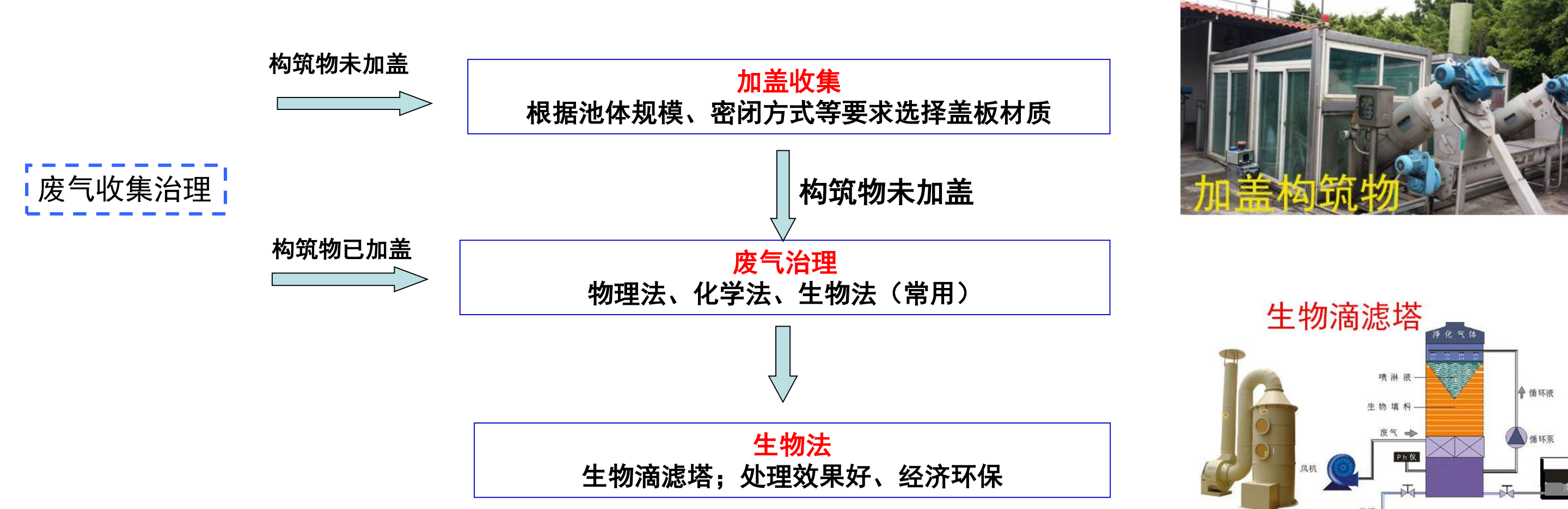
典型工艺三阶段VOS释放量占比：生化区>前端区>污泥区，前端区+生化区占比超过90%。

污水处理VOS控制技术与监管策略

主动控制技术

- 投加硫沉淀剂，降低污水中硫含量。
- 通风增加溶解氧，减少微生物厌氧呼吸。
- 污水中投加硝酸盐等抑制剂，抑制硫酸盐向VOS的转化。

被动控制技术



监管策略

- 健全环保法规 and 标准
结合我国城市污水处理工艺VOS释放的实情，健全环境监管法规和标准体系
- 加大监测控制技术投入
研发适用于城市污水处理典型工艺VOS监测分析技术体系：在线监测系统、建立VOS释放特征的信息库、筛选VOS减排控制技术
- 开发VOS预警与应急管理技术
开发一套适用于城市污水处理典型工艺VOS预警与应急管理技术

结论

- 建立了一套便捷、检出限低、可同时测定3种VOS的预浓缩—气相色谱法。
- 格栅、曝气沉砂池、曝气生化处理单元是VOS浓度释放较高的处理单元；厌氧及缺氧生化处理单元、二沉池等后期处理单元，VOS浓度释放较低。
- 生化处理单元是污水处理过程中，VOS释放通量、日产量及吨水释放量较高的区域。
- 采取工艺运营管理和废气收集治理两方面措施控制VOS；政府部门应健全控制VOS的环保法规和标准。

课题来源

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

取得的主要研究成果：

温胜敏，沈秀娥，刘保献，齐飞，鲍志远，朱帅，孙德智. 预浓缩-相色谱法测定环境空气中挥发性有机硫化物[C]. 第八届环境化学会议. 2015.11.
Shengmin Wen, Xiu'e Shen, Baoxian Liu, Fei Qi, Zhiyuan Bao, Shuai Zhu, Dezhi Sun. Synchronous Determination of Volatile Sulfur Compounds in Ambient Air by Preconcentration - Gas Chromatography[C]. International Water Association. 2015.11.