

O₃-PS和MnO₂-Co₃O₄/AC催化臭氧体系深度处理垃圾焚烧渗沥液

研究生：李才华；导师：孙德智 教授



研究背景

垃圾焚烧渗沥液具有成分复杂、污染物浓度高的特点。采用“厌氧-缺氧-好氧”生物组合工艺处理后的出水中仍含有难生物降解的可溶性有机物，且可生化性较差，需要深度处理。

Table 1 生化出水水质

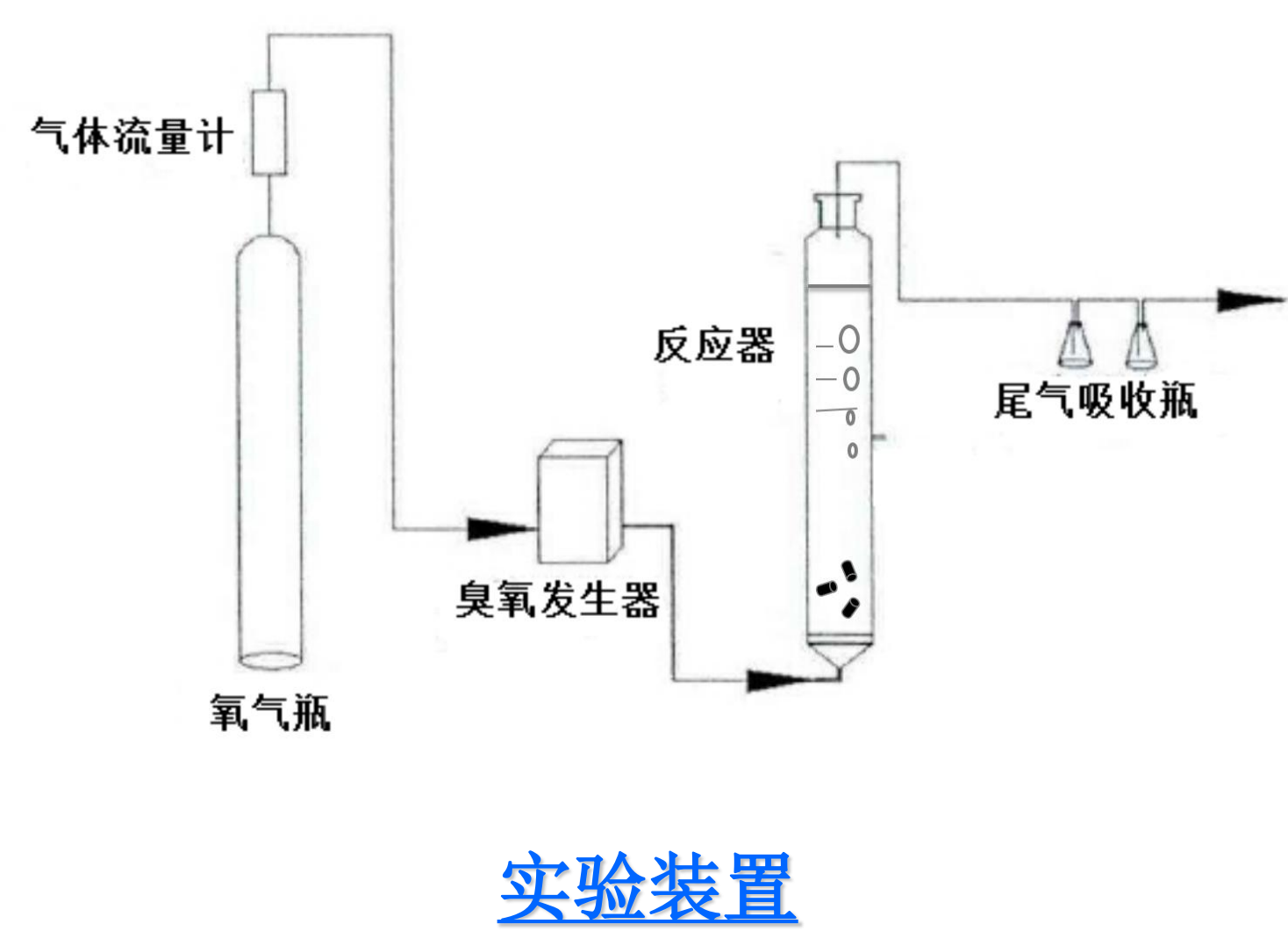
指标	pH	COD (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)
数值	8.5-9.0	390~500	50~70

研究内容

根据废水水质特点，选用两种高级氧化技术处理，提高B/C。为后接生化法进一步处理创造条件。

O₃-PS体系深度处理垃圾焚烧渗沥液的研究
MnO₂-Co₃O₄/AC催化臭氧体系深度处理垃圾焚烧渗沥液的研究

研究方法



臭氧从反应器（有效容积400 mL）底部进入，尾气从顶部排出，并通过碘化钾尾气吸收净化。

PS和催化剂都是反应前一次性投加，通过调节不同臭氧投加量、PS浓度和催化剂投量，研究对B/C的影响。

MnO₂-Co₃O₄/AC制备：沉淀浸渍法。

研究结果

O₃-PS体系深度处理研究

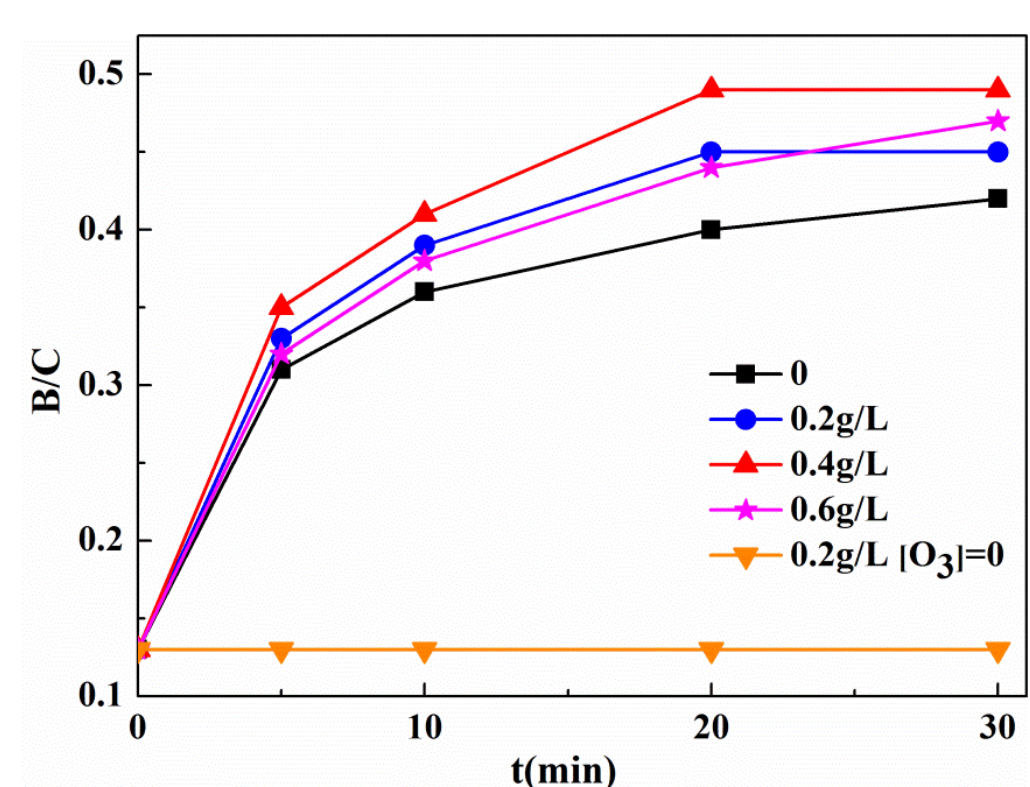


Fig.1 PS浓度对B/C影响

臭氧投加量14.9 mg/(min L)
S₂O₈²⁻浓度0.4 g/L
反应20 min

废水B/C从0.13提高到0.49

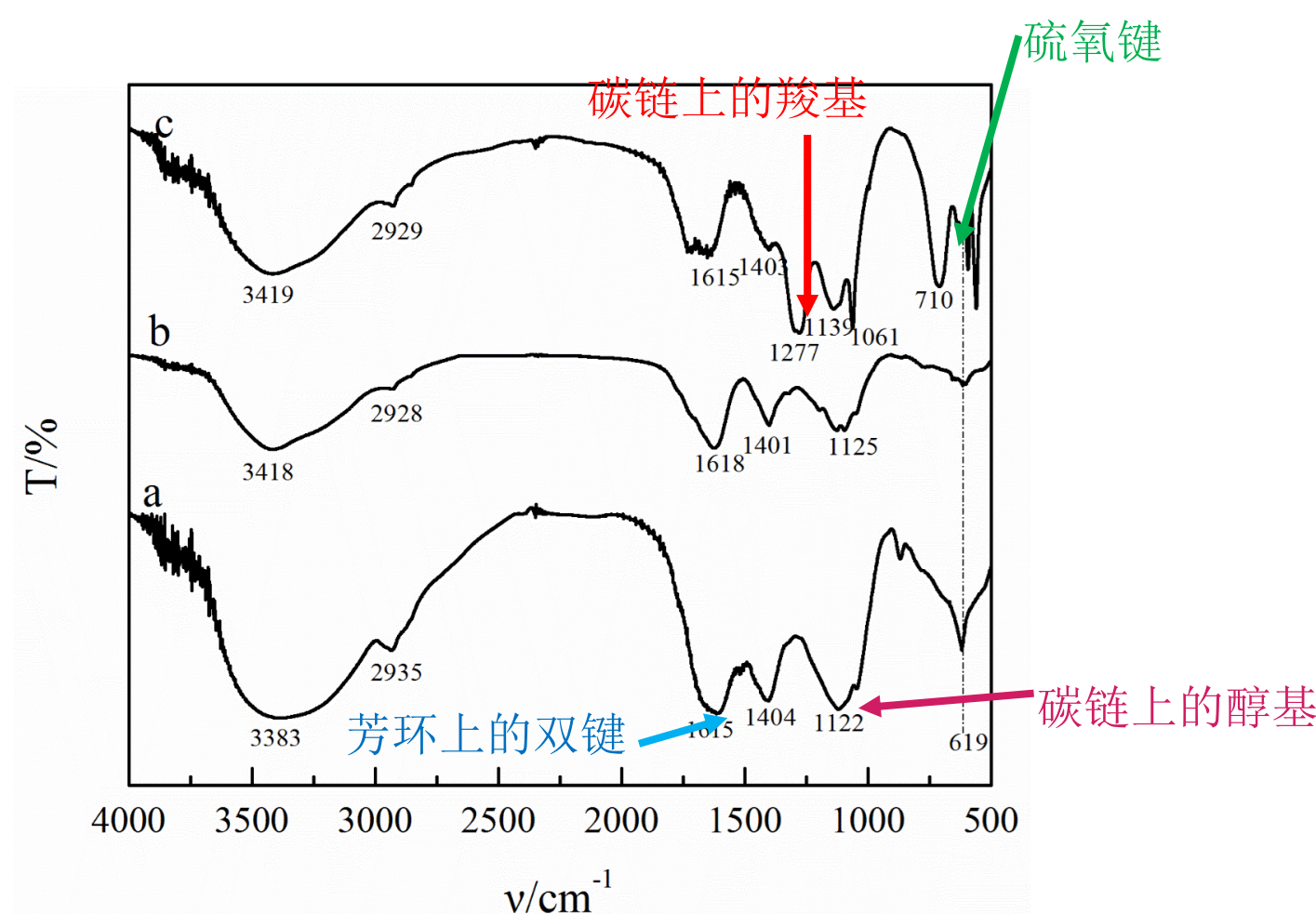


Fig.3 废水FT-IR分析 a: 生化出水;
b: O₃氧化 c: O₃-PS氧化

O₃-PS体系深度处理垃圾焚烧渗沥液过程中，酰胺、苯酚、脂类以及苯环等得到很好去除，氧化过程中发生开环、断链等，不饱和C=C键被破坏，产生C=O和C-O键，生成结构简单长链烷烃，废水芳香度降低。

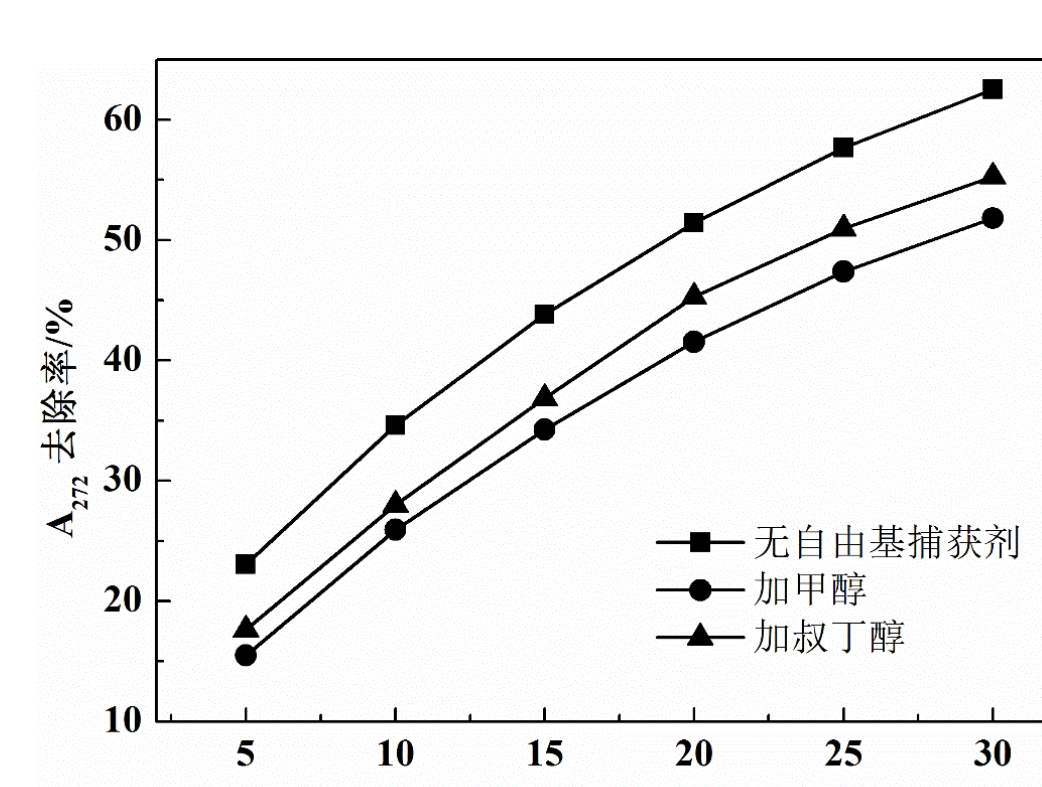


Fig.2 自由基验证

SO₄⁻和·OH两种自由基均起作用，但以O₃直接氧化为主。

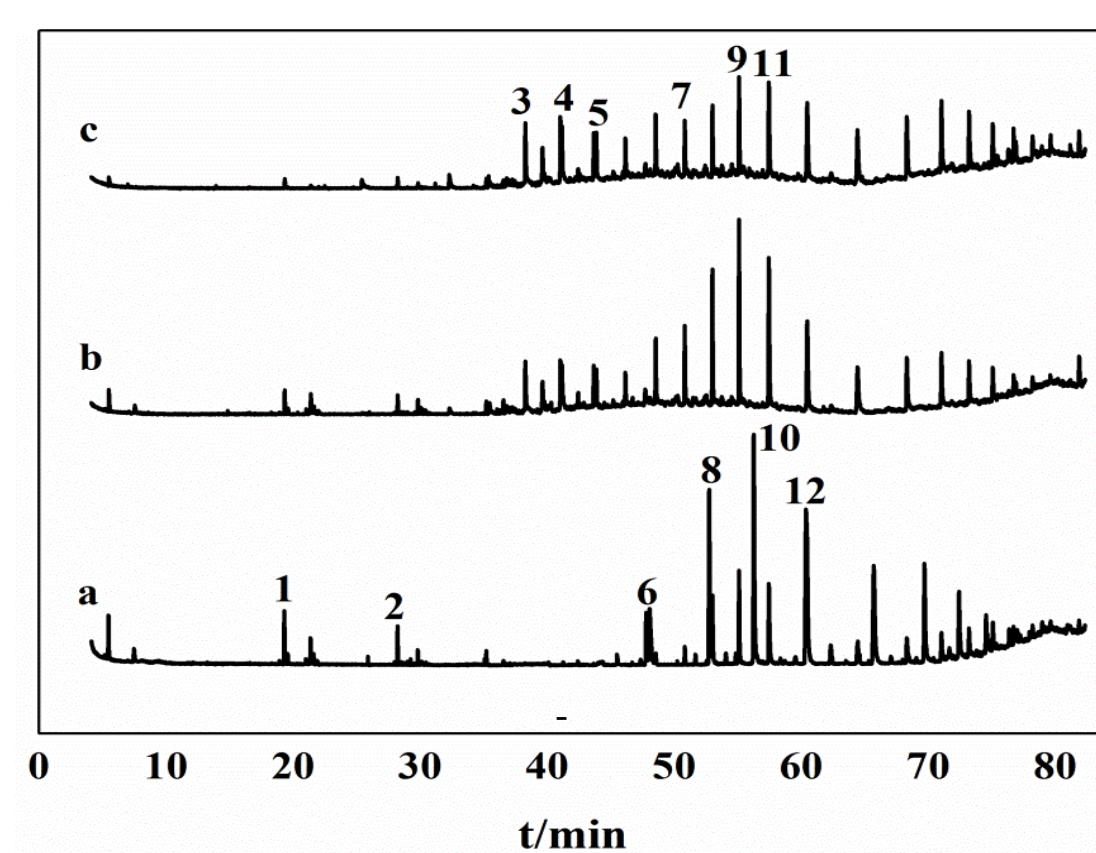


Fig.4 废水GC谱图 a: 生化出水;
b: O₃氧化 c: O₃-PS氧化

MnO₂-Co₃O₄/AC催化O₃体系深度处理研究

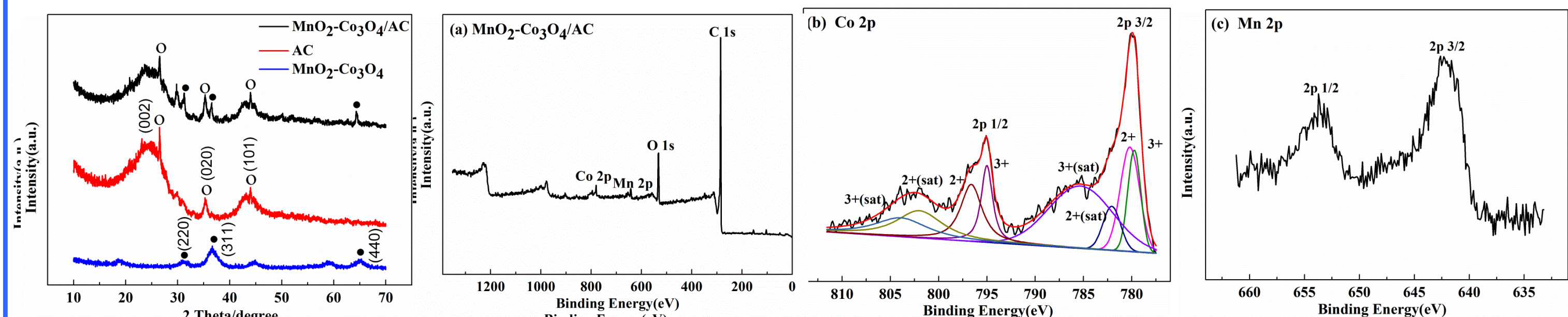


Fig.5 催化剂的XRD和XPS图谱

MnO₂-Co₃O₄/AC催化剂活性成分主要是尖晶石型的Co₃O₄和无定形的MnO₂。

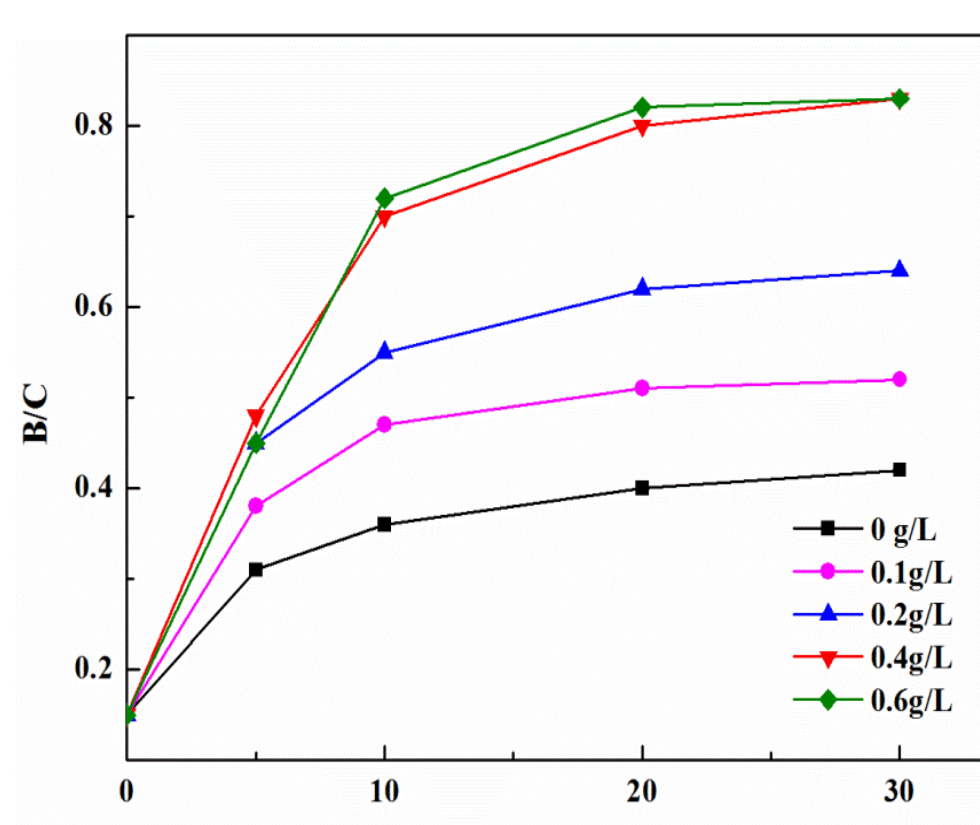


Fig.6 催化剂浓度对B/C影响

MnO₂-Co₃O₄/AC投加浓度0.4 g/L
臭氧投加量14.9 mg/(min L)
反应30 min

废水B/C从0.15提高到0.80

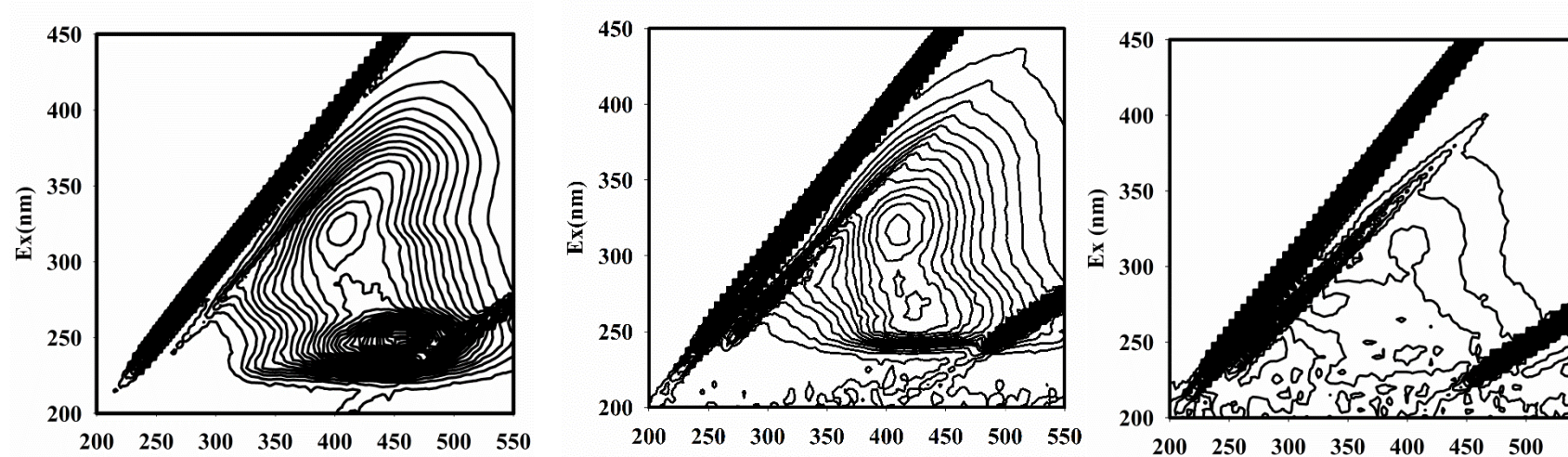


Fig.8 废水的三维荧光光谱 (×10)

Table.2 臭氧催化氧化处理出水的荧光峰位置及强度

	生化出水	单独臭氧氧化	催化臭氧氧化
Peak A (类腐殖酸)	E _x /E _m (nm) 250/445 I _A (a.u.) 57000	260/425 6682	ND ND
Peak C (类富里酸)	E _x /E _m (nm) 325/405 I _C (a.u.) 31070	315/410 7242	340/405 2282

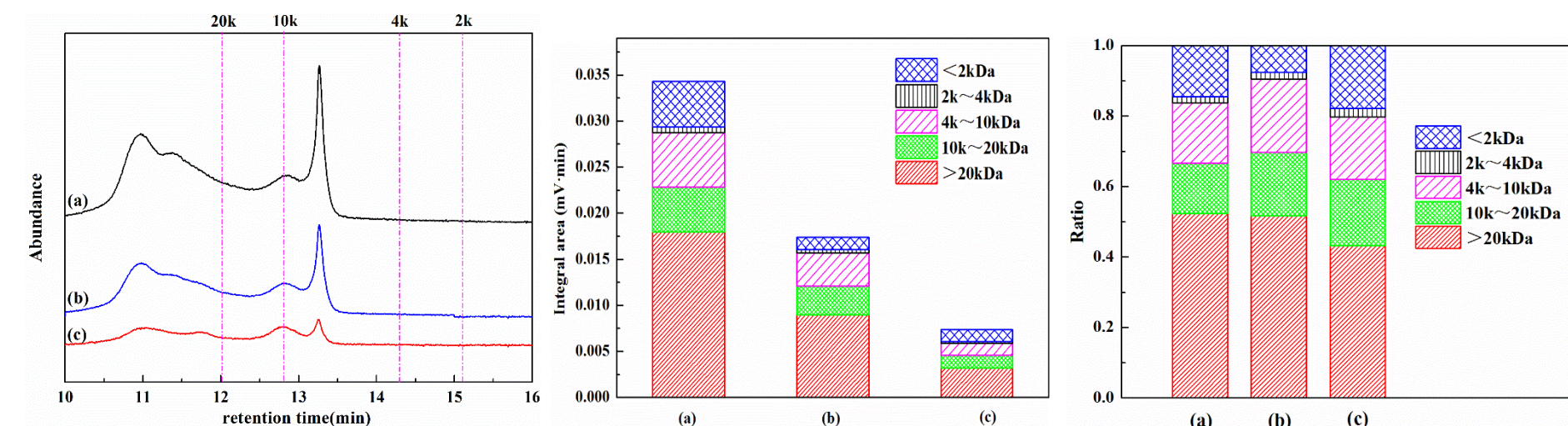


Fig.9 不同废水中有有机物的分子量分布及比例: (a)生化出水;
(b)单独臭氧氧化; (c)催化臭氧氧化

MnO₂-Co₃O₄/AC催化臭氧氧化后，类腐殖酸物质基本被完全降解，类富里酸物质去除92.6%。

MnO₂-Co₃O₄/AC催化臭氧氧化对有机物的降解效果更好，对 > 20k Da的有机物有进一步的降解。

研究结论

- O₃-PS体系深度处理垃圾焚烧渗沥液，可使B/C从0.13提高到0.49。SO₄⁻和·OH两种自由基均起作用，但以O₃直接氧化为主。比臭氧消耗量和臭氧利用率分别为2.92 kg O₃/kg COD和24.3%。
- O₃-PS体系能氧化垃圾焚烧渗沥液中发生开环、断链等反应，不饱和的C=C键被破坏，产生C=O和C-O键，生成结构简单的长链烷烃，降低废水的芳香度。
- MnO₂-Co₃O₄/AC催化臭氧氧化工艺深度处理垃圾焚烧渗沥液，可使B/C从0.15提高到0.80。比臭氧消耗量和臭氧利用率分别为1.87 kg O₃/kg COD和40.0%。催化剂主要活性成分是尖晶石型Co₃O₄和无定形MnO₂。
- MnO₂-Co₃O₄/AC可以有效促进·OH的产生，将类腐殖酸和类富里酸等物质基本完全降解，并对不同分子量的有机物都有良好降解效果。

课题来源

- 国家自然科学基金：垃圾渗沥液生物处理中抑制因子的解析与系统调控策略（51278052）

主要研究成果：

- 李才华, 姜枫, 邹秋爽, 孙德智. 臭氧-过硫酸盐工艺深度处理垃圾焚烧渗沥液的研究. 环境工程学报. 2016.
- 李才华, 孙德智. MnO₂-Co₃O₄/AC催化剂催化臭氧氧化深度处理垃圾焚烧渗沥液的研究. 2016年第13届全国水处理化学大会暨学术研讨会论文摘要集. 2016.