

“矿井水原位回用处理关键技术研究”

科研成果转化《水污染控制工程》教学典型案例库

一、基本情况表

项目 组 主 要 成 员	姓名	职称	工作部门	学术或业务专长
	程爱华	副教授	地质与环境学院	水处理技术
	刘转年	教授	地质与环境学院	环境材料
	刘晓河	副教授	地质与环境学院	水污染控制及新能源
	袁博	讲师	地质与环境学院	水环境修复

二、科研项目基本信息介绍

矿井水原位回用关键技术科研成果转化教学典型案例库依托课题组在矿井水处理、环境功能材料等方面的一系列科研项目及其产出成果而建，其中国家自然科学基金3项、省基金5项、其它横向课题1项、科学技术成果奖励2项等，相关项目及成果如表1-1所示。

表 1-1 案例库依托科研项目及成果一览表

序号	项目名称	项目编号	项目类型	负责人
1	煤/聚乙烯亚胺交联复合整合吸附剂的制备及其对重金属离子的协同作用机制研究	51278418	国家自然科学基金	刘转年
2	时空匹配策略的原子精确双金属纳米团簇光电制氢体系构建及其调控机理	52206277	国家自然科学基金青年项目	刘晓河
3	泥沙异重流下小浪底水库沉积物微生物群落特征及其对氮转化的作用机制	42107493	国家自然科学基金青年项目	袁博
4	絮凝-整合双功能重金属捕集剂的合成及应用	2013K11-10	陕西省科技工业攻关项目	刘转年
5	矿井水资源化利用关键技术及途径	2022slkj-5	陕西水利科技计划项目	刘转年
6	矿井水原位处理关键技术的基础研究	2013GY2-06	陕西省科技厅工业攻关项目	程爱华
7	新型铅离子整合吸附剂的制备及作用机理研究	2013JK0893	陕西省教育厅科学研究计划项目	程爱华
8	高矿化度矿井水金属盐电化学资源化回收利用技术研究	CXY-2021-134	榆林市科学技术局科研项目	刘晓河
9	重金属废水处理及其资源化利用技术及应用研究		企业合作	刘转年
10	有机多孔-金属微孔复合填料开发及其在污水处理中的应用研究	KJ2015-2-19-G03	中华人民共和国环境保护部科学技术二等奖	程爱华 (R3)
11	粉煤灰成型吸附剂的制备及应用		中国循环经济协会科学技术二等奖	刘转年

三、科研促进教学案例

1. 纳滤膜分离水中内分泌干扰物研究案例

内分泌干扰物在水中含量微、危害大，常规水处理技术无法去除。本研究探讨纳滤膜分离内分泌干扰物的效能、机理。为饮用水安全提供技术储备。

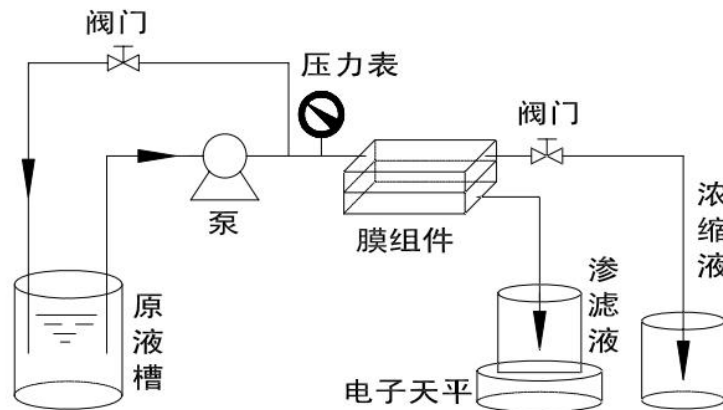


图 1 纳滤膜水处理装置图

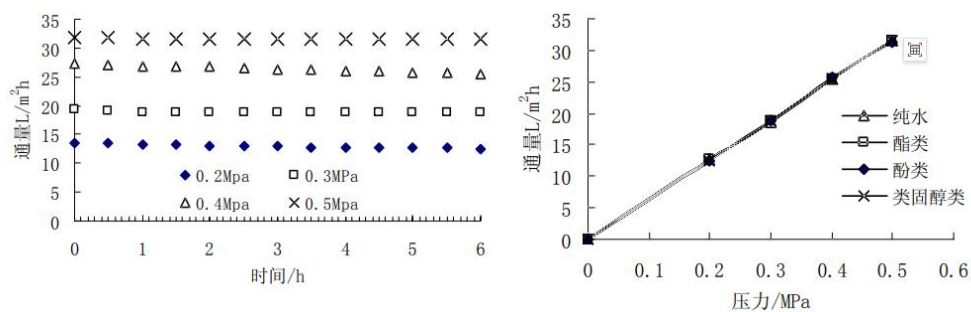


图 2 纳滤膜分离内分泌干扰物效果图

适用范围：环境工程专业

配套教材：《水污染控制工程》，中国矿业大学出版社

教学目的：让学生了解纳滤膜分离水中微量内分泌干扰物的原理，掌握纳滤膜分离水中微量内分泌干扰物的影响因素。为解决水污染复杂环境问题打好基础。

教学建议：在讲述物理化学法中的“膜技术”时引出该案例。

2. 生物铁填料法处理生活污水的研究案例

针对传统污水生化处理中脱氮除磷工艺存在的处理效果不稳定以及对难降解有机物处理效果差等问题，将生物铁填料应用于普通活性污泥好氧反应器中，以强化脱氮除磷及对难降解有机物的处理效果。



图3 生物铁填料



图4 实施照片

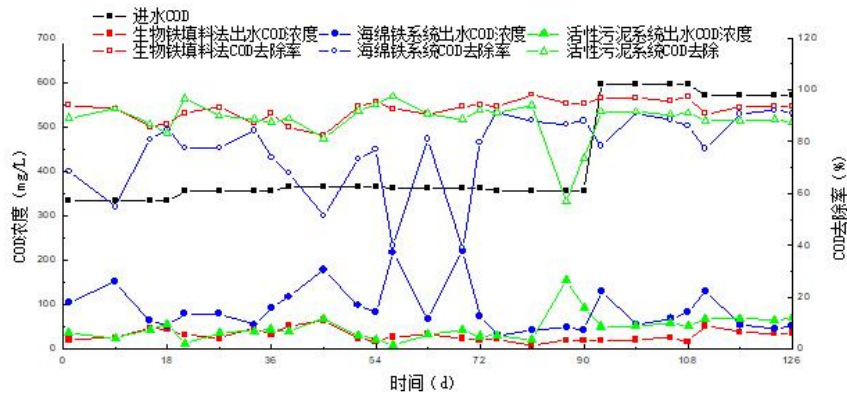


图5 生物铁填料法处理生活污水效果

适用范围：环境工程专业

配套教材：《水污染控制工程》，中国矿业大学出版社

教学目的：让学生掌握生物铁填料法处理生活污水的原理，了解生物铁填料法处理生活污水的影响因素。为解决水污染复杂环境问题打好基础。

教学建议：在讲述生物法中的“活性污泥法”时引出该案例。

3. 粉煤灰成型吸附剂的制备及应用研究案例

我国的粉煤灰产量大，但资源化利用率约为 30-40% 之间。将粉煤灰超细激活后制备成型吸附剂，确定制备工艺。将其用于水中污染物的去除，取得了很好的效果。



图 6 粉煤灰成型吸附剂照片

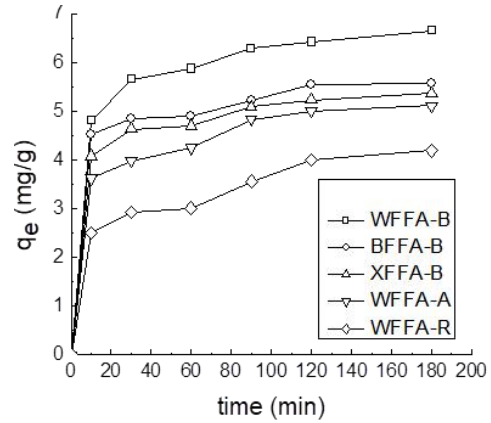


图 7 粉煤灰成型剂吸附 MB 效果

适用范围：环境工程专业

配套教材：《水污染控制工程》，中国矿业大学出版社

教学目的：让学生掌握吸附的原理，了解吸附剂的制备及性能。为解决水污染复杂环境问题打好基础。

教学建议：在讲述物理化学法中的“吸附”时引出该案例。

4. 铅离子印迹硫脲改性磁性壳聚糖对铅离子的吸附研究案例

制备新型壳聚糖吸附剂，通过对 Pb 离子的初步吸附效果，得出制备新型壳聚糖微球的最佳制备条件。利用 XRD、FTIR、SEM 对新型壳聚糖吸附剂进行表征。通过吸附与脱附实验，研究新型壳聚糖的吸附机理及最佳使用条件。

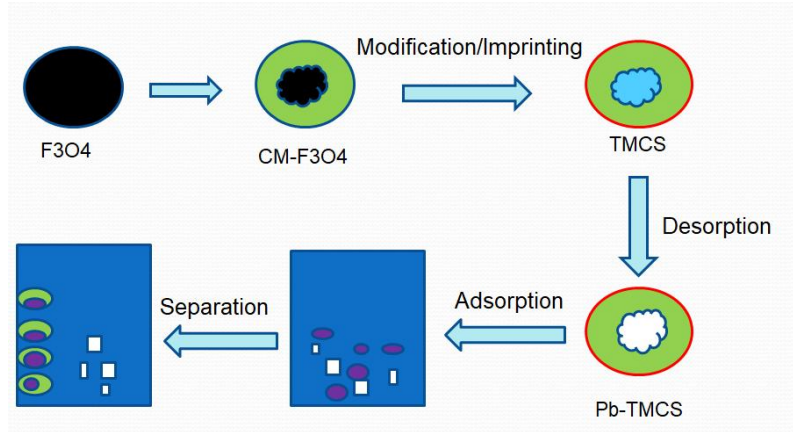


图 8 新型壳聚糖吸附剂制备工艺

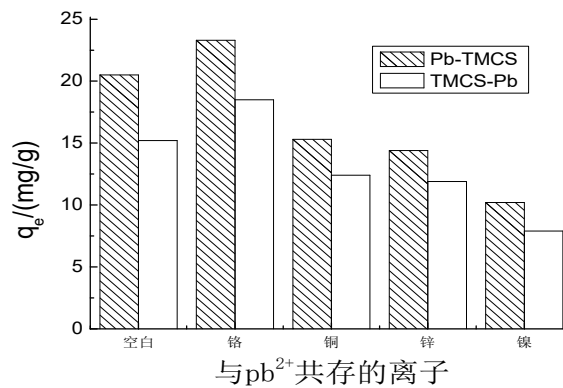


图 9 新型壳聚糖吸附剂处理效果

适用范围：环境工程专业

配套教材：《水污染控制工程》，中国矿业大学出版社

教学目的：让学生掌握印迹改性磁性交联壳聚糖吸附铅离子的原理，了解吸附法的影响因素。为解决水污染复杂环境问题打好基础。

教学建议：在讲述物理化学法中的“吸附法”时引出该案例。

5. 微电解-Fenton 耦合工艺处理油田压裂废水的实验研究案例

油田压裂废水具有高 COD_{Cr}、高色度、高粘度等特点，对周围环境危害巨大。采用微电解—Fenton 耦合氧化工艺处理油田压裂废水，探讨了最佳耦合方式，探明了反应机理。

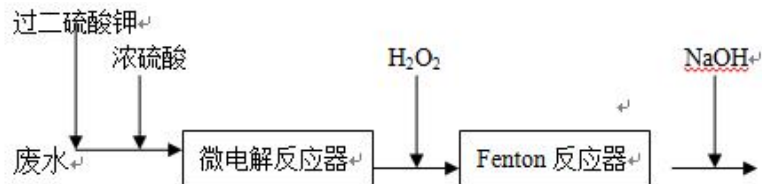


图 10 处理工艺

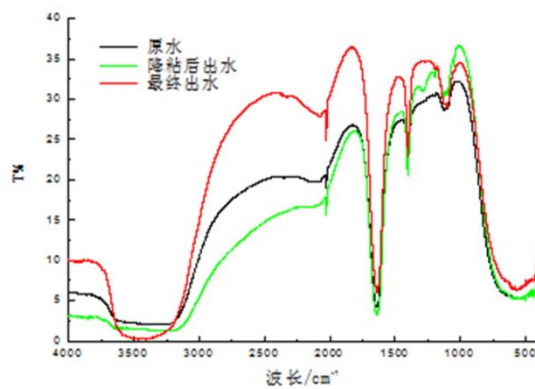


图 11 处理效果及机理

适用范围：环境工程专业

配套教材：《水污染控制工程》，中国矿业大学出版社

教学目的：让学生掌握化学氧化法的原理，掌握化学氧化法的影响因素。为解决水污染复杂环境问题打好基础。

教学建议：在讲述化学法中的“氧化法”时引出该案例。

6. 混凝—超滤联用处理矿井废水的研究案例

混凝，作为污水处理的传统预处理单元具有很好的净水效果，在水处理中得到广泛且有效的应用。超滤膜的深度处理使得出水的各项指标进一步得到优化。两者联用可优化对矿井水的处理效果。

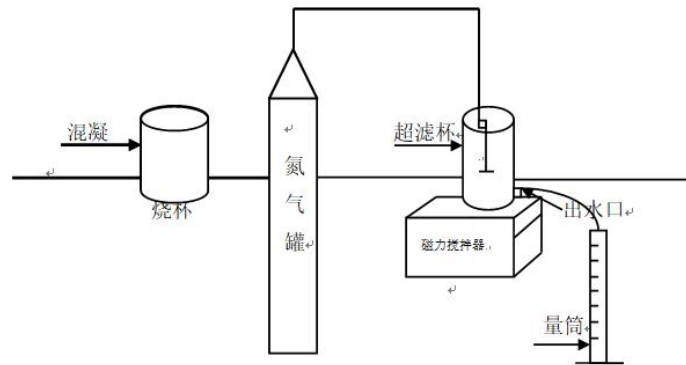


图 12 实验装置图

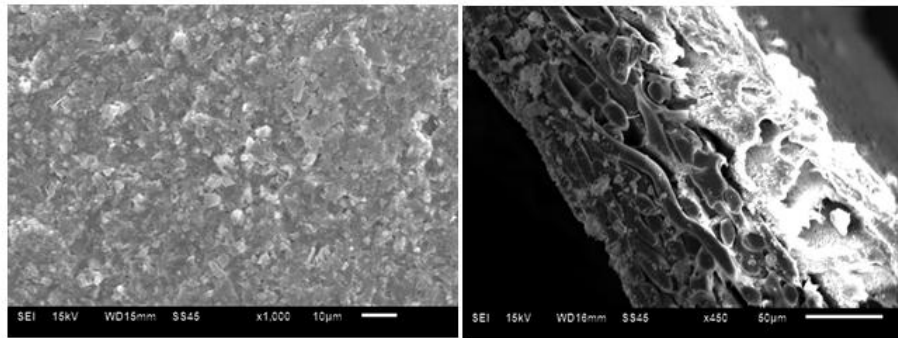


图 13 PFC 混凝—超滤平面和截面图

适用范围：环境工程专业

配套教材：《水污染控制工程》，中国矿业大学出版社

教学目的：让学生掌握 PFC 混凝—超滤处理矿井水的原理，了解 PFC 混凝—超滤处理矿井水的影响因素。为解决水污染复杂环境问题打好基础。

教学建议：在讲述物理化学法中的“膜技术”时引出该案例。

7. 金纳米团簇修饰 TiO₂ 复合改性材料的制备及其光催化性能研究案例

通过湿化学法和转化法分别制备 Au₂₂(SG)₁₈ NCs 和 Au₁₈(SG)₁₄ NCs，使用静电自组装法沉积在 TiO₂ 上，再通过协同组装法在负载了 Au₁₈(SG)₁₄ NCs 的 TiO₂ 表面包裹一层富含氧空位的 a-TiO₂ 进行改性，制得 TiO₂-Au₁₈(SG)₁₄@a-TiO₂，在可见光下降解四环素。探究了制备条件，研究了光催化性能，探讨了光催化机理。

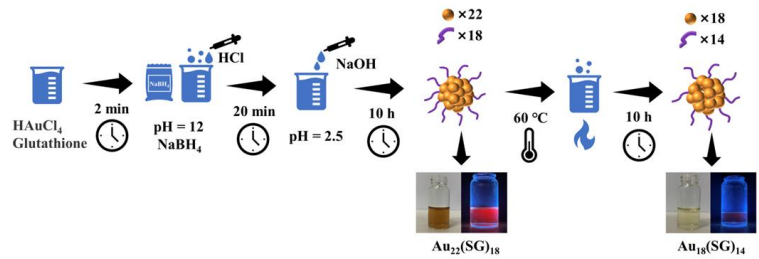


图 14 金纳米团簇制备工艺图

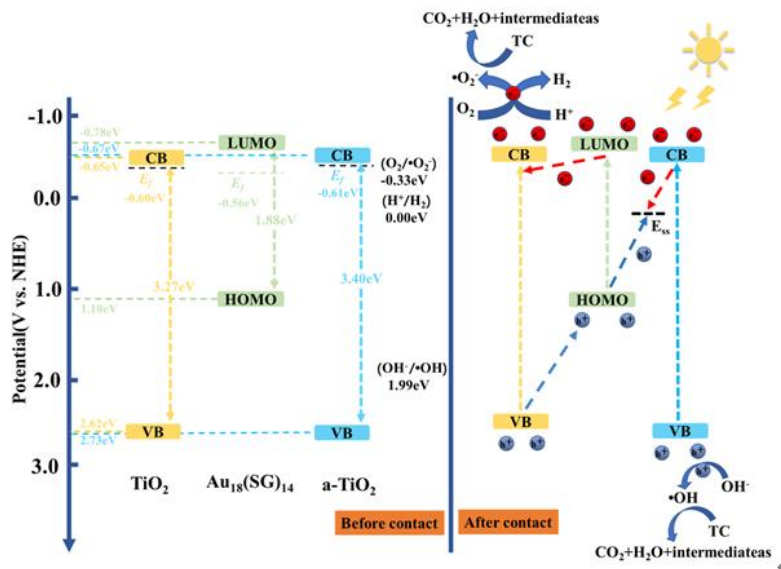


图 15 TAT 降解四环素和产生氢气机理图

适用范围：环境工程专业

配套教材：《水污染控制工程》，中国矿业大学出版社

教学目的：让学生掌握金纳米团簇修饰 TiO₂ 复合改性材料光催化降解四环素的原理，了解金纳米团簇修饰 TiO₂ 复合改性材料光催化降解四环素的影响因素。为解决水污染复杂环境问题打好基础。

教学建议：在讲述化学法中的“氧化法”时引出该案例。

8. 非均相催化 Oxone 高级氧化技术处理含酚废水的案例

以 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 作为前驱物,采用浸渍沉淀法将过渡金属钴和铁固定到 TiO_2 载体上,制备出新型复合催化剂 CoFe/TiO_2 ,活化过硫酸氢钾复合盐 (Oxone),产生强氧化性的自由基 $\text{SO}_4^{\cdot-}$ 和 $\cdot\text{OH}$ 降解苯酚废水。

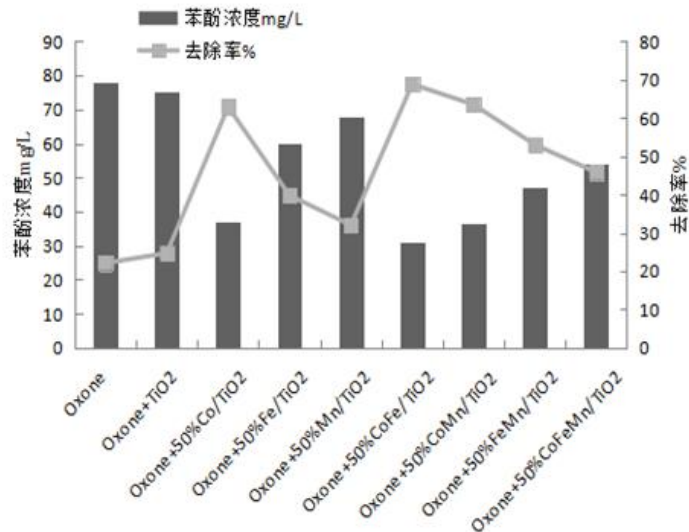


图 16 催化效果

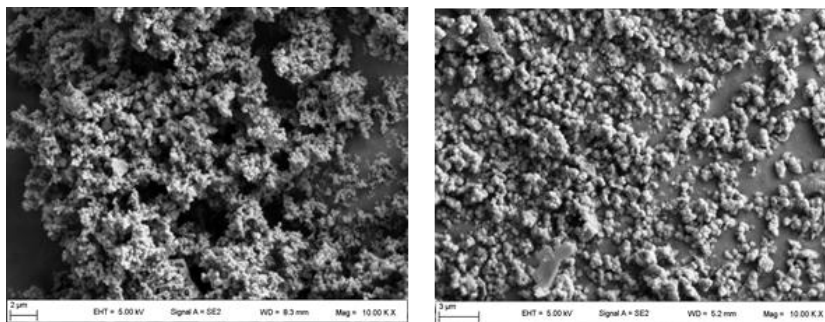


图 17 催化剂 SEM 图

适用范围: 环境工程专业

配套教材: 《水污染控制工程》, 中国矿业大学出版社

教学目的: 让学生掌握非均相催化 Oxone 高级氧化技术处理含酚废水的原理, 了解非均相催化 Oxone 高级氧化技术处理含酚废水的影响因素。为解决水污染复杂环境问题打好基础。

教学建议: 在讲述化学法中的“化学氧化法”时引出该案例。

9. 工业废水深度处理中絮凝剂投加技术研究案例

通过本案例学习，使学生了解工业废水深度处理技术；通过分析不同水质条件下絮凝剂投加效果，理解混凝过程的基本原理，掌握混凝水力条件以及混凝剂的种类与投加量，为解决工业水污染复杂环境问题打好基础。

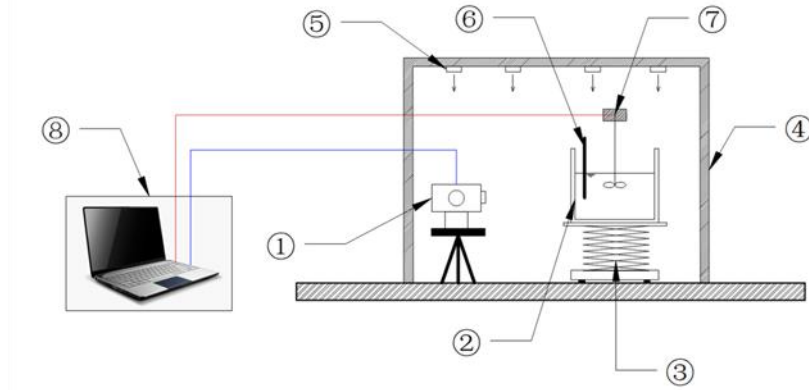


图 18 混凝实验及图像采集系统

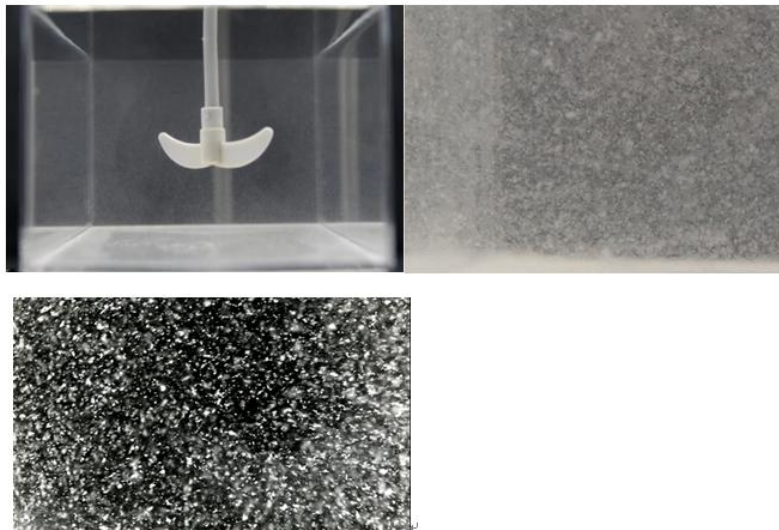


图 19 拍摄絮凝图像示意图

适用范围：环境工程专业

配套教材：《水污染控制工程》，中国矿业大学出版社

教学目的：使学生了解工业废水深度处理技术；通过分析不同水质条件下絮凝剂投加效果，理解混凝过程的基本原理，掌握混凝水力条件以及混凝剂的种类与投加量，为解决工业水污染复杂环境问题打好基础。

教学建议：在讲述物理法中的“混凝”时引出该案例。

10. 浅水湖泊沉积物中污染物释放特征及污染控制研究案例

通过分析湖泊沉积物中污染释放过程，理解污染物释放的基本原理，掌握不同环境条件下污染物的释放特征，了解湖泊蒂尼污染控制的技术方法，为解决湖泊、水库等复杂环境条件下的内源污染问题打好基础。



图 20 室内模拟沉积物释放装置及现场样品采集图

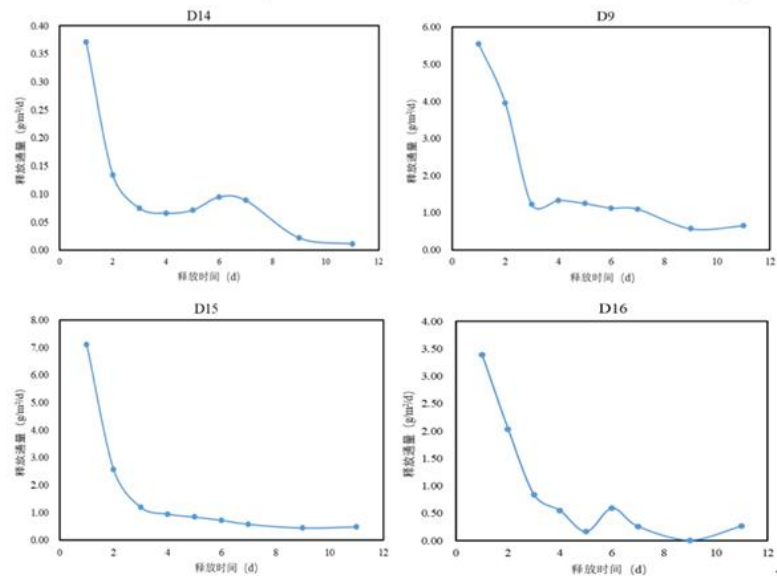


图 21 沉积物中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 室内静态释放通量变化图

适用范围：环境工程专业

配套教材：《水污染控制工程》，中国矿业大学出版社

教学目的：使学生了解流域水污染综合防治技术；通过分析湖泊沉积物中污染释放过程，理解污染物释放的基本原理，掌握不同环境条件下污染物的释放特征，了解湖泊蒂尼污染控制的技术方法，为解决湖泊、水库等复杂环境条件下的内源污染问题打好基础。

教学建议：在讲述生物法中的“自然处理系统”时引出该案例。