

剩余污泥强化水解酸化及水解酸化液作反硝化碳源研究

研究生：李高朋；导师：张盼月 教授



研究背景

我国污水处理厂建设规模不断扩大，处理设施日益完善，但城市污水处理厂中进水碳氮比过低，导致反硝化脱氮过程中碳源严重不足，致使出水总氮不达标，同时，污水处理厂在运行过程中产生大量剩余污泥需要进行处理。

研究内容

针对污水厂的两大问题，提出高压均质技术破解剩余污泥，提高剩余污泥水解酸化效率，将剩余污泥水解酸化液用作反硝化碳源，并调控破解酸化液的投加模式，使出水总氮达标。

本文的主要研究内容包括以下三个方面：

- ✓ 高压均质技术破解剩余污泥的研究
- ✓ 高压均质破解剩余污泥的水解酸化条件优化
- ✓ 剩余污泥高压均质破解与酸化液作反硝化碳源处理低碳氮比污水的研究

技术路线

本研究采用高压均质技术破解剩余污泥，并针对破解后污泥进行水解酸化研究，以获得最佳的剩余污泥水解酸化条件，制备出可被生物脱氮利用的反硝化碳源，同时优化其相关投加参数，提出合适的剩余污泥破解与水解酸化液投加技术。

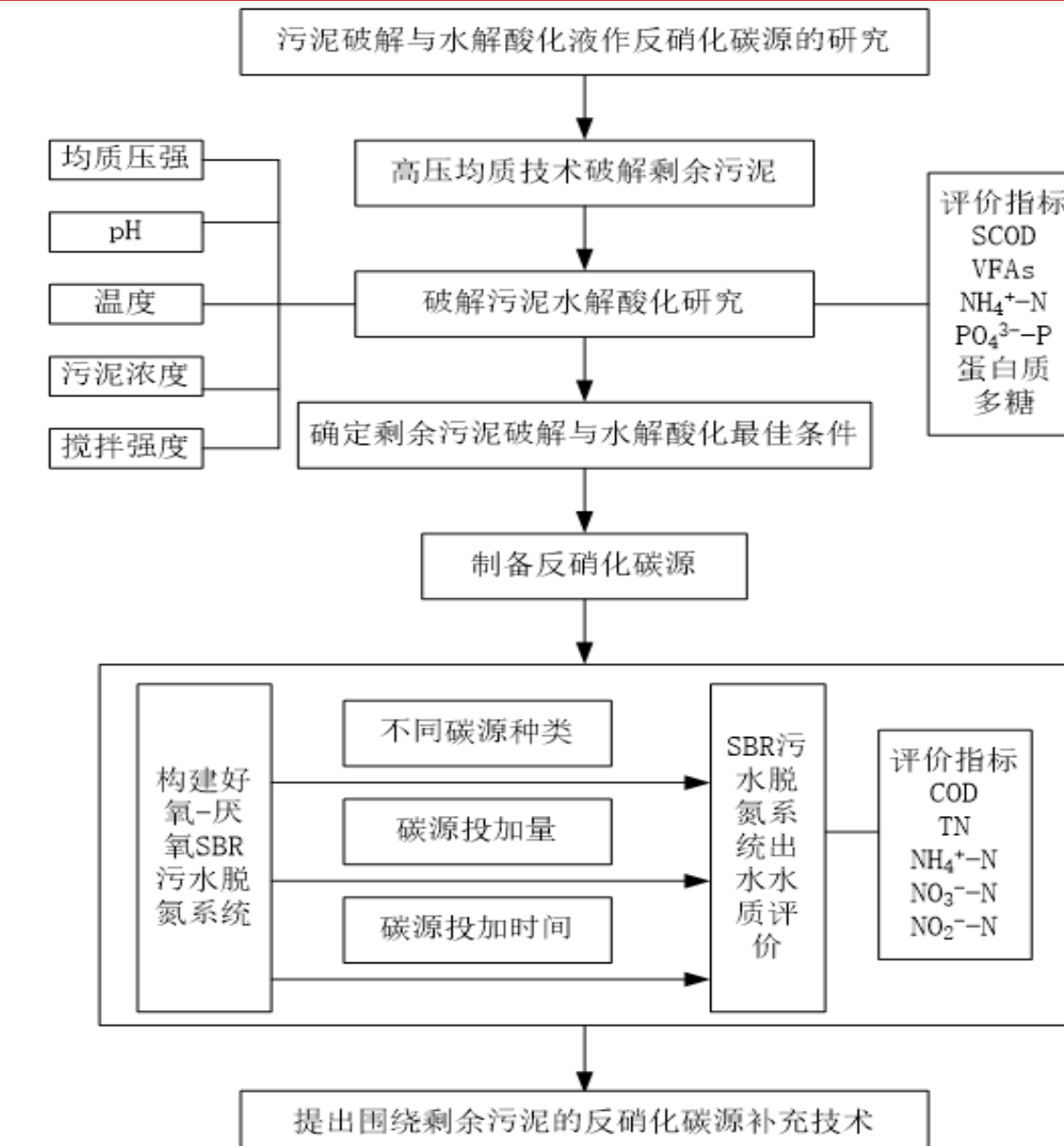


Fig.1 技术路线图

研究结果

1 高压均质破解剩余污泥水解酸化研究

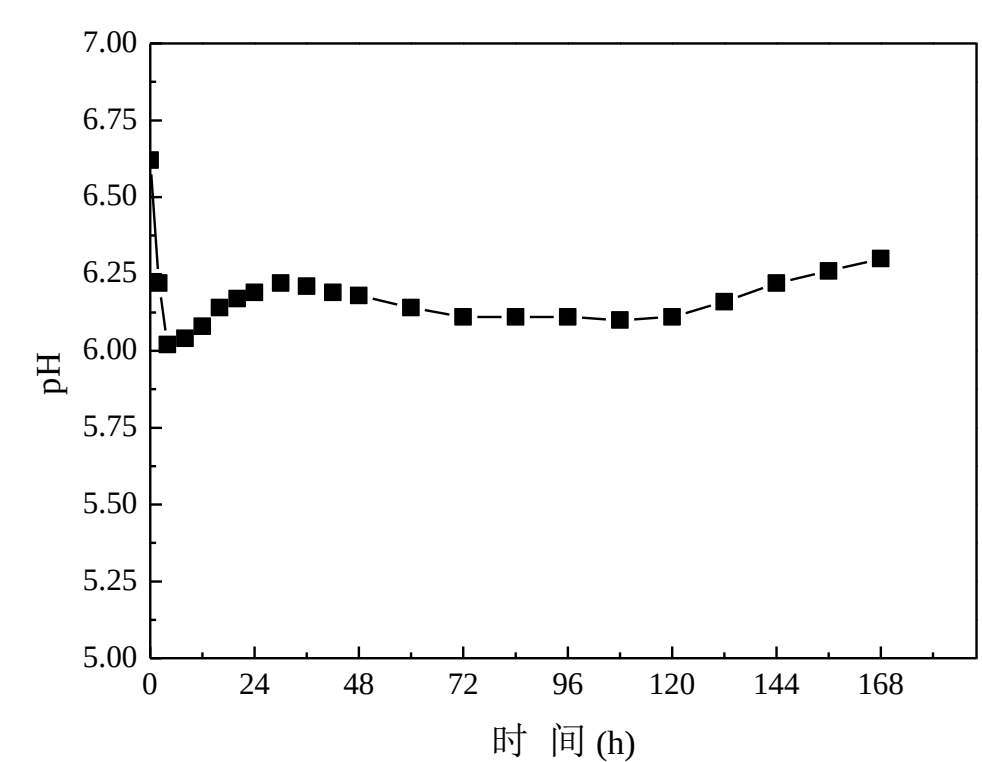


Fig.2 水解酸化过程中pH变化

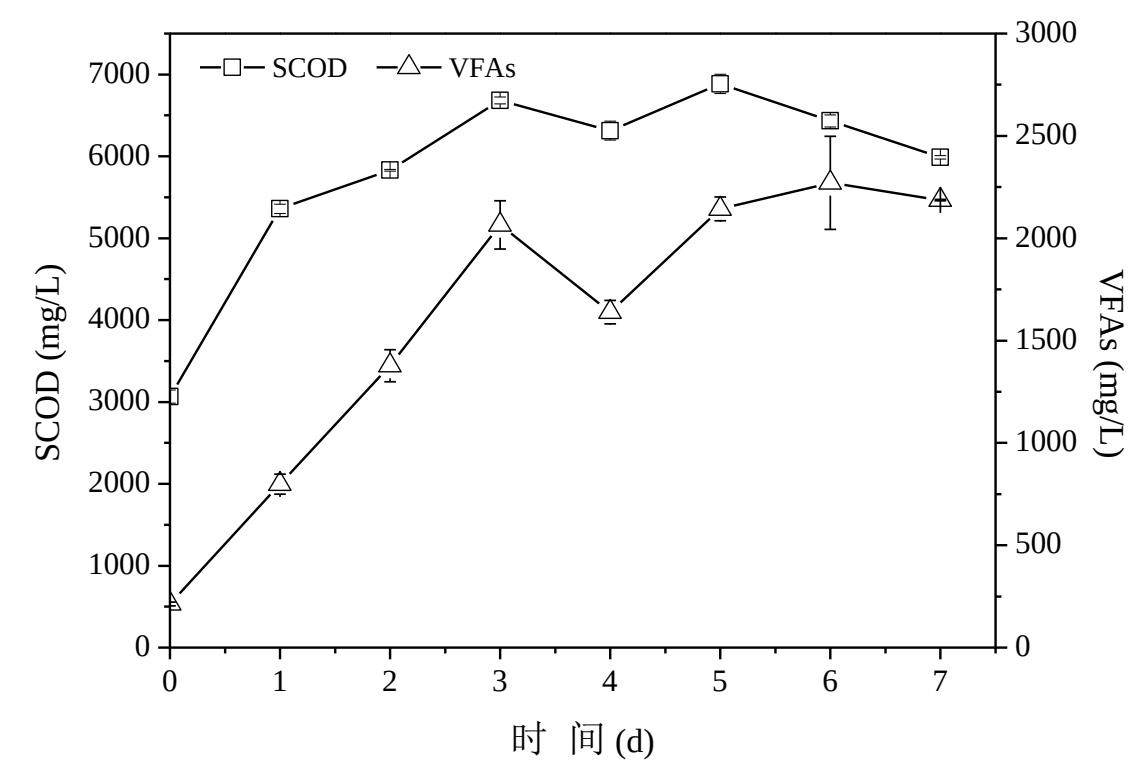


Fig.3 水解酸化过程中SCOD和VFAs变化

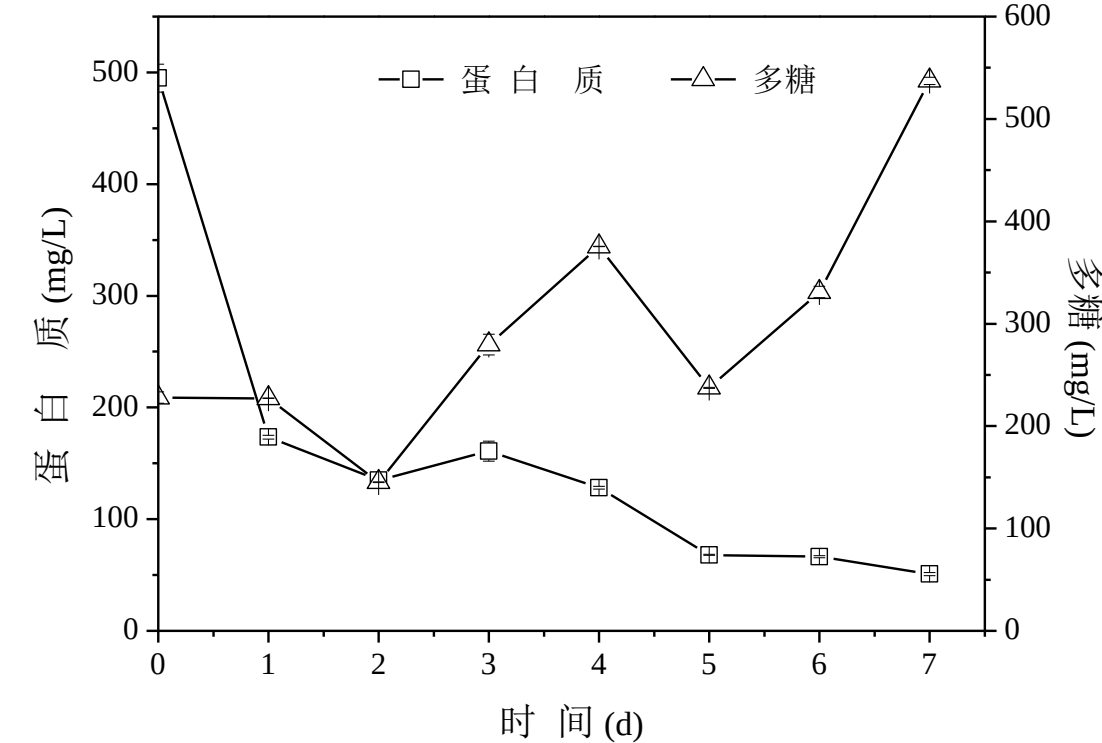


Fig.5 水解酸化过程中蛋白质和多糖变化

表1 剩余污泥破解前后性质变化						
破解压强 (MPa)	pH	SCOD (mg/L)	VFAs (mg/L)	NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	PO ₄ ³ -P (mg/L)	破解度 (%)
0	7.12	56.4	26.3	6.2	11.9	0
20	6.85	1384.5	35.3	18.7	44.0	7.42
30	7.04	1806.0	61.1	24.3	46.6	9.78
40	6.77	1881.0	44.6	28.0	49.7	10.19
50	6.74	2227.0	57.1	29.5	56.5	12.13
60	6.70	2626.0	51.2	33.7	66.2	14.36

➢ 剩余污泥经高压均质破解后，污泥的SCOD大量增加，SCOD、NH₄⁺-N、PO₄³-P和破解度随着压力的增加而增加，VFAs没有明显变化。

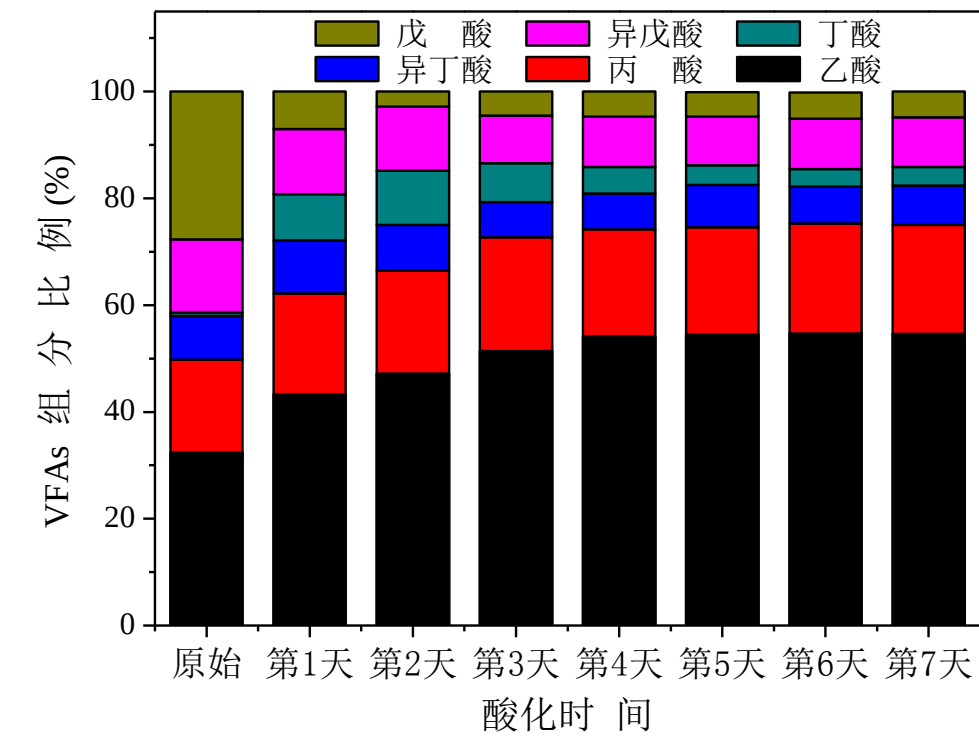


Fig.4 水解酸化过程中VFAs组分变化规律

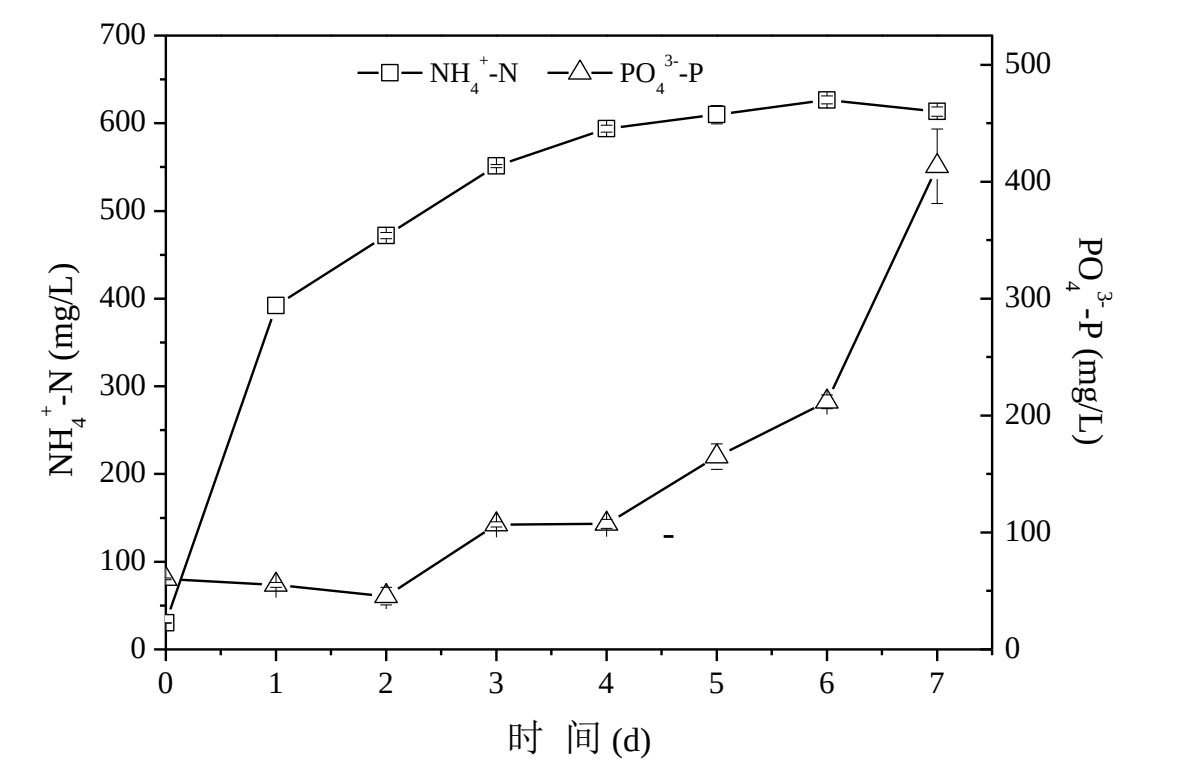


Fig.6 水解酸化过程中NH₄⁺-N和PO₄³-P变化

结果表明：最佳的剩余污泥高压均质破解与水解酸化条件为：高压均质破解压强40 MPa，pH 6.5-7.0，温度为35 ℃，污泥TS在20-25 g/L，搅拌强度100 r/min，水解酸化3天，此时制备的剩余污泥破解与酸化液可用作反硝化碳源。

2 投加碳源强化SBR污水系统脱氮的研究

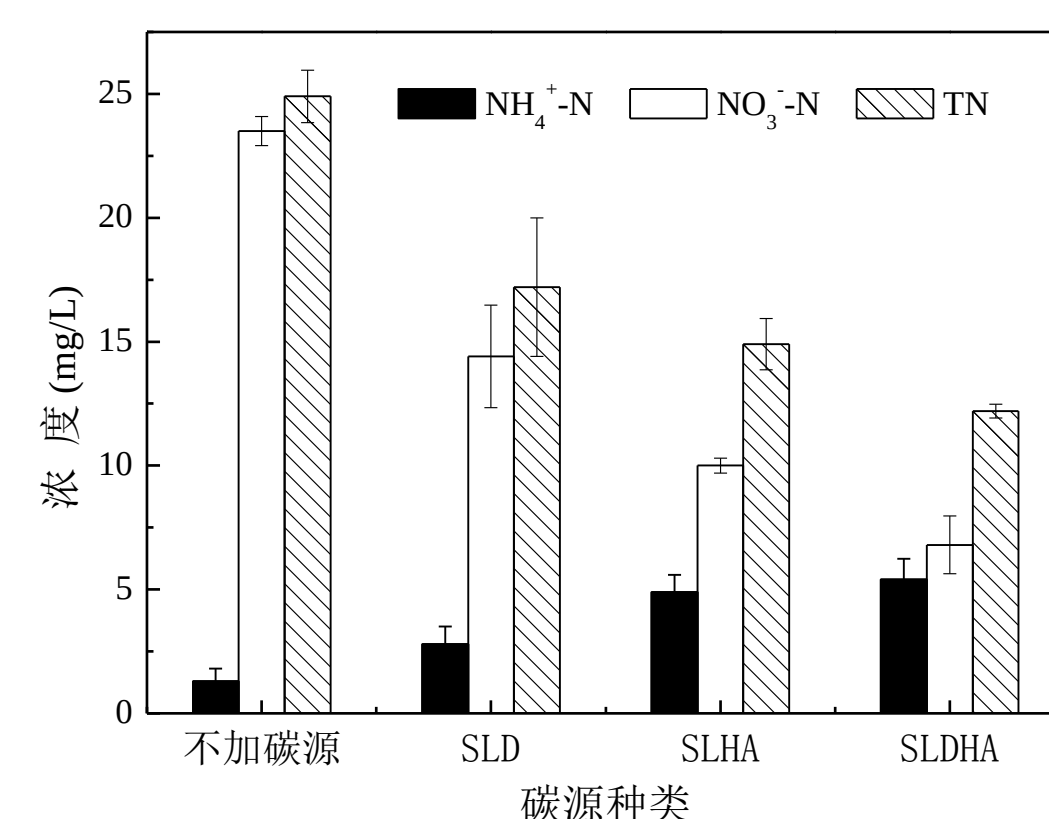


Fig.7 不同投加碳源种类对出水氮的影响

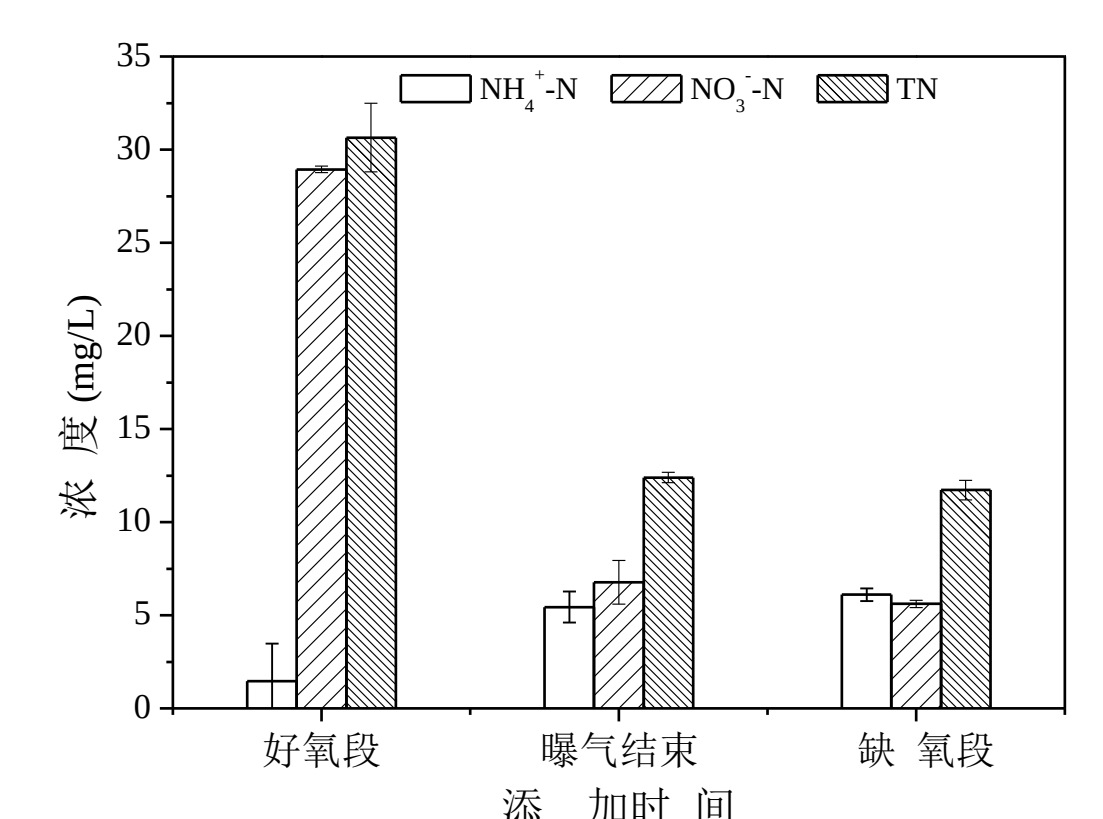


Fig.8 不同投加时间对出水氮的影响

- 投加SLDHA作碳源效果最好，出水TN最少可达12.2 mg/L，达到了一级A的标准；
- 曝气结束至缺氧段时间内投加碳源可使出水TN能够满足一级A标准。

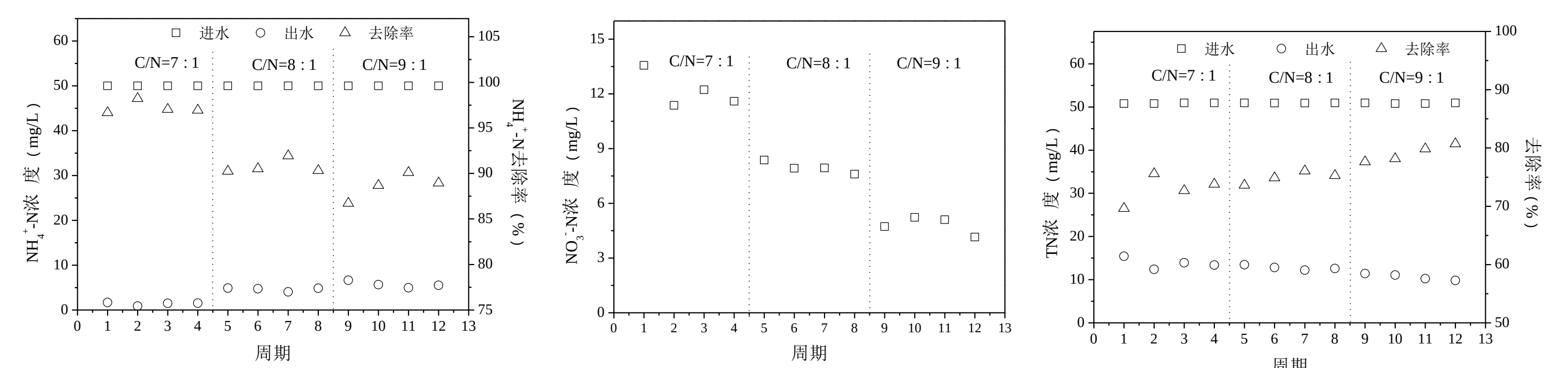


Fig.8 投加不同量的SLDHA对出水氮的影响

- 按C/N比为(7-8):1投加SLDHA可使出水NH₄⁺-N和TN达标,按C/N比为9投加时，能使出水TN达标，NH₄⁺-N不能达标。

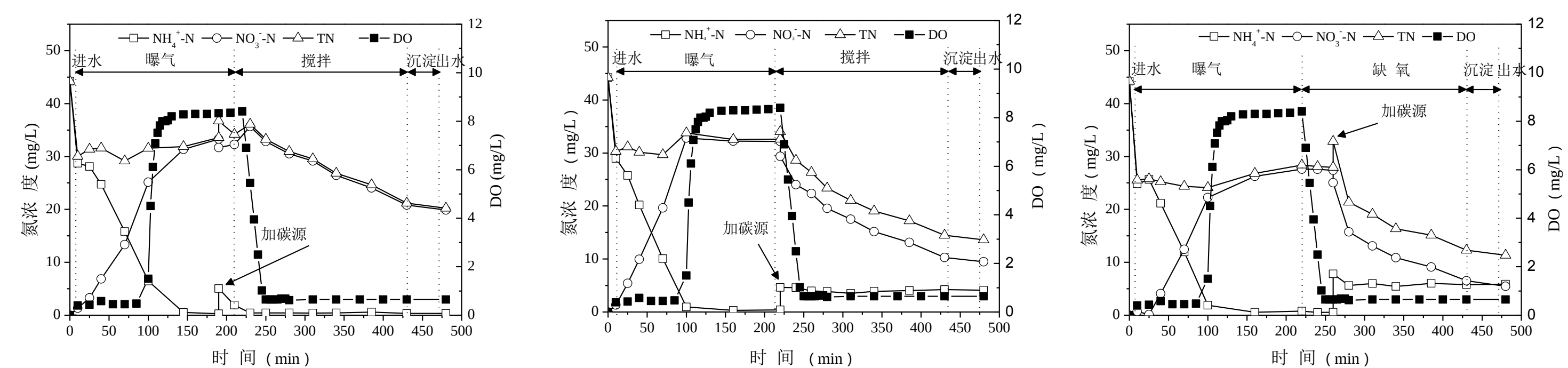


Fig.9 不同时间投加SLDHA作碳源的脱氮规律分析

- 曝气结束至缺氧段时间内投加SLDHA作碳源，不仅可以解决投加碳源携入的NH₄⁺-N过高的问题，还能够提供足够的碳源，解决反硝化阶段碳源不足的问题。

研究结论

1. 本研究首次将剩余污泥高压均质技术破解与水解酸化联用制备反硝化碳源，提出了投加剩余污泥破解与水解酸化液作碳源时优化投加模式、无需去除制备碳源所含氮氮的新型低碳氮比污水处理解决方案。
2. 建立剩余污泥高压均质技术破解与水解酸化用作反硝化碳源的技术方案，并优化了剩余污泥破解与水解酸化条件：高压均质压强40 MPa、pH 6.5-7.0、温度35 ℃、污泥TS在20-25 g/L、搅拌强度50-150 r/min、水解酸化3天。
3. 建设投加SLDHA作反硝化碳源可以有效提高污水脱氮效果，进水C/N比为6:1时，在曝气结束至缺氧段的时间段内按C/N比为7:1-8:1投加SLDHA作反硝化碳源，最低出水NH₄⁺-N和TN分别可达4.1 和12.2 mg/L，达到了一级A出水标准。该技术不仅可以解决投加碳源携入的NH₄⁺-N过高的问题，还能够提供足够的碳源，解决反硝化阶段碳源不足的问题。

课题来源

- 国家水专项：辽河流域氮氮污染控制关键技术与示范（2013ZX07202-010）

主要研究成果：

(1) **Gaopeng Li**; Panyue Zhang*; Yili Wang et al. Enhancing biological denitrification effect with adding sludge liquor of hydrolytic acidification pretreated by high-pressure homogenization[J]. International Biodeterioration & Biodegradation, 2016, SCI, IF=2.131.

(1) 张盼月, 李高朋, 王毅力 等. 一种高压均质技术破解剩余污泥提高水解酸化效率的方法, 发明专利申请号CN201510456401.2, 公开号CN105110583A。(进入实质审查阶段)

(2) 张盼月, 李高朋, 王毅力 等. 一种剩余污泥高压均质破解—水解酸化液作反硝化碳源提高污水生物脱氮效果的方法.发明专利申请号CN201510456401.2, 公开号CN105110583A。(进入实质审查阶段)