

采用电化学反应器回收养猪废水中氮磷资源的研究

王芳¹ 付饶¹ 吕航¹ 祝国亮² 吴旭^{1*}

1. 环境科学与工程学院, 华中科技大学, 湖北, 武汉
2. 湖北美辰环保股份有限公司, 湖北, 荆门

简介: 鸟粪石磷回收法不仅可以去除污水中的磷, 同时也可以将磷以鸟粪石沉淀的形式进行资源化回收利用, 是污水处理 (尤其是含磷较高的工业废水和农业废水等) 环节中重要的技术手段之一。利用 COMSOL Multiphysics 中电化学模块一次电流分布接口、稀物质传递和多物理场接口, 研究不同电流和流速影响条件下, 鸟粪石电解器中 pH 的动态变化规律, 为工程实践中通过调控 pH 提高鸟粪石电解器的时空产率提供理论指导。

结果: 部分仿真结果如下图, 其中图4为仿真和实验结果对比。

图 1. 50 L 小试装置图

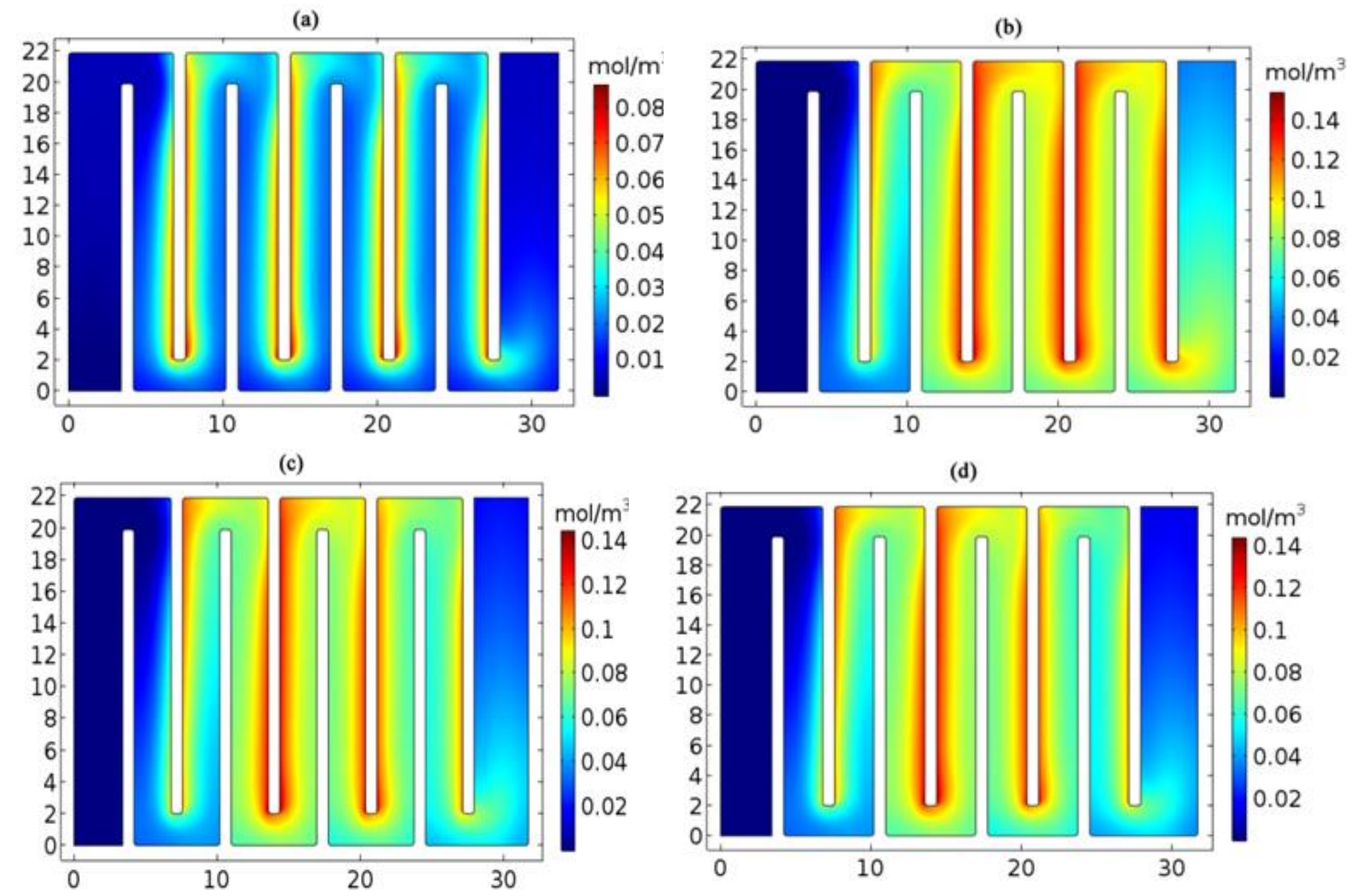
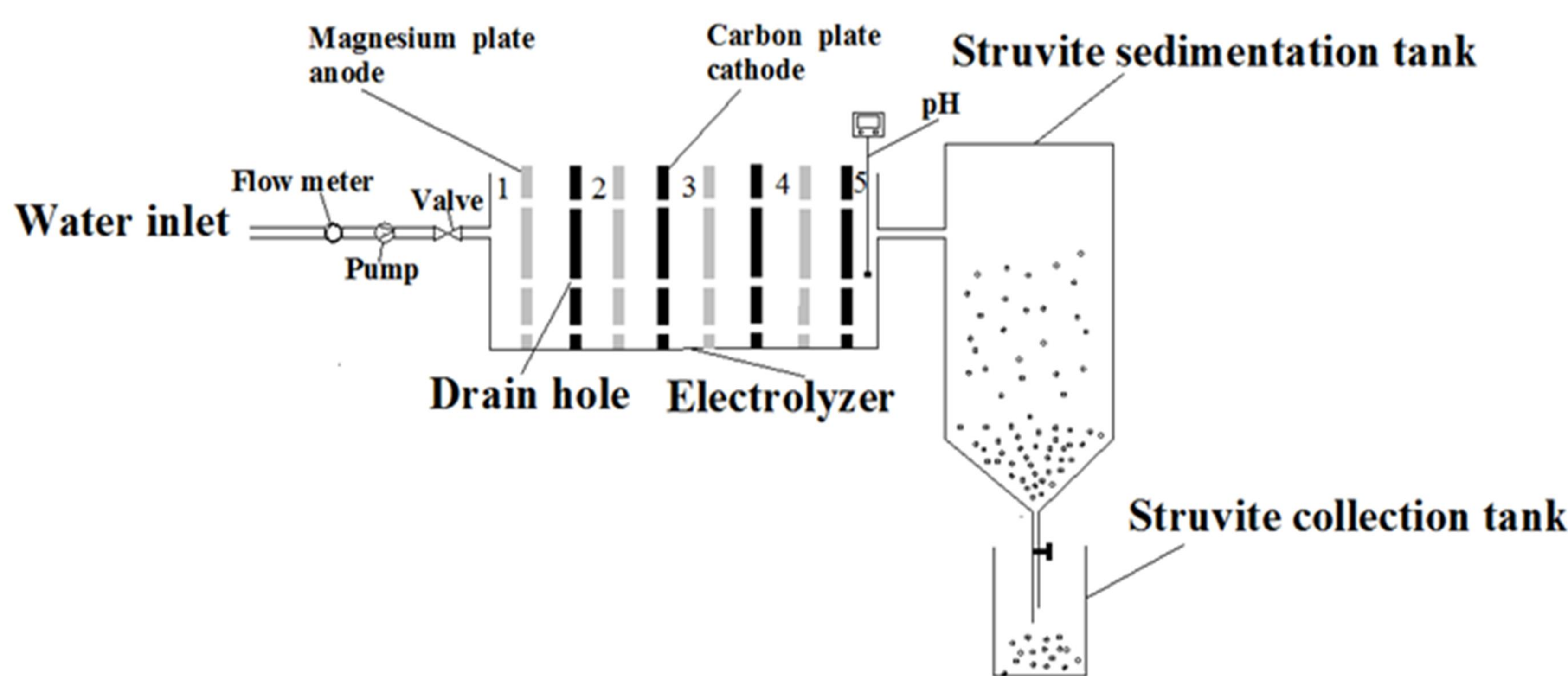


图 3. 在反应时间 100 S, 1000 S, 2500 S 和 3700 S 时, 反应器中 pH 的变化和分布模型图 (在电流 1.13 A 和流速 20 L/h 的条件下)

计算方法: 利用 COMSOL Multiphysics 中电化学模块一次电流分布接口、稀物质传递和多物理场接口模拟仿真不同电流和流速影响条件下电解器中 pH 的动态变化规律。

一次电流分布:

$$i = -F \sum z_i N_i$$

$$\nabla \cdot i = 0$$

稀物质传递:

$$\nabla \cdot (-D \nabla c - z m F c \nabla \phi + c u) = 0$$

$$\nabla \cdot (-\kappa \nabla \phi) = 0$$

变量	数值	单位
镁离子扩散系数	$1 \cdot 10^{-9}$	m^2/s
氢氧根离子扩散系数	$2 \cdot 10^{-6}$	m^2/s
鸟粪石反应速率	$9.58 \cdot 10^{-4}$	$mol/(m^3 \cdot s)$
中和反应速率	$1 \cdot 10^{-2}$	$mol/(m^3 \cdot s)$

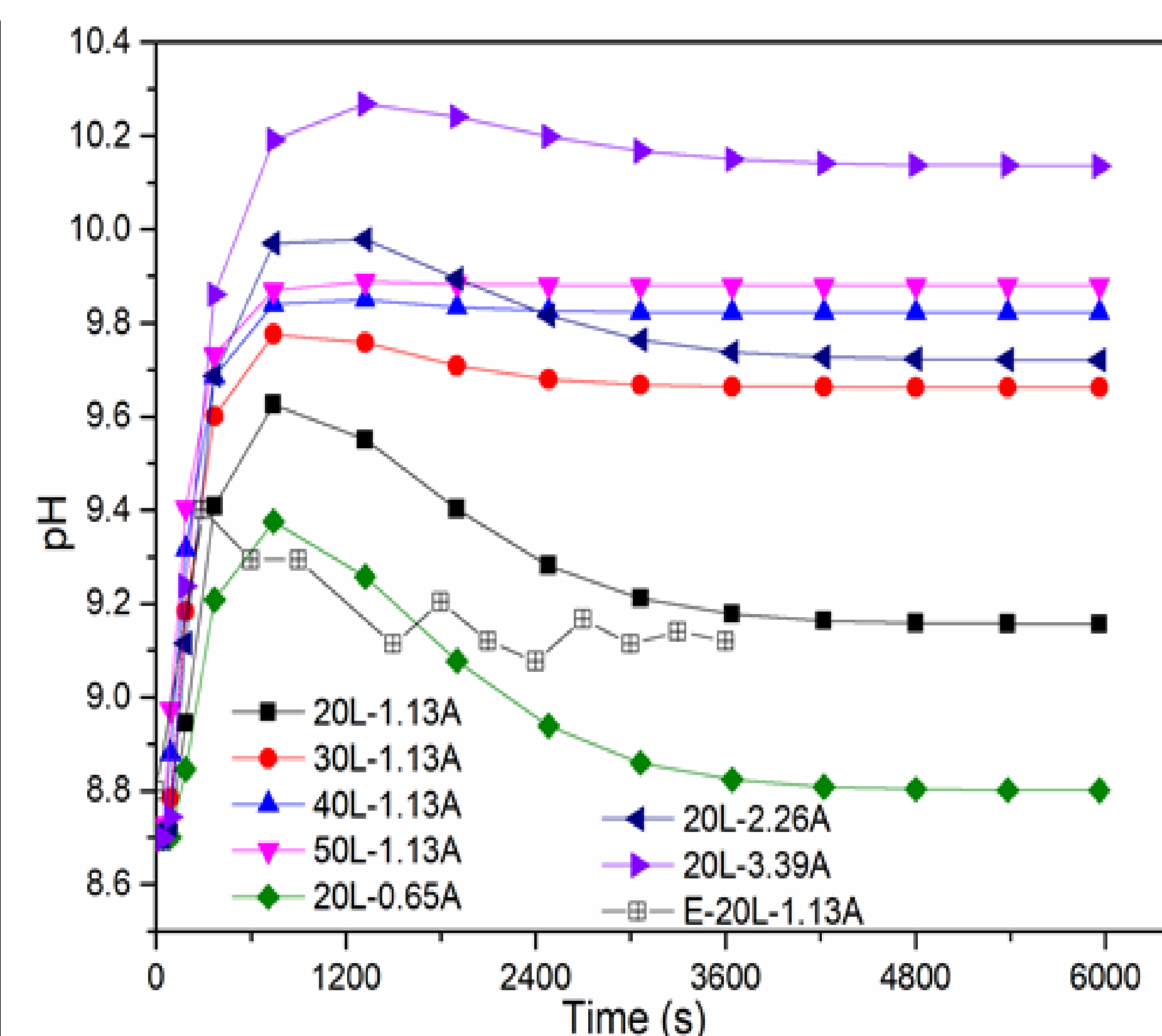


表 1. 参数设置

图 4. 不同电流和流速条件下反应器出口 pH 的变化过程图

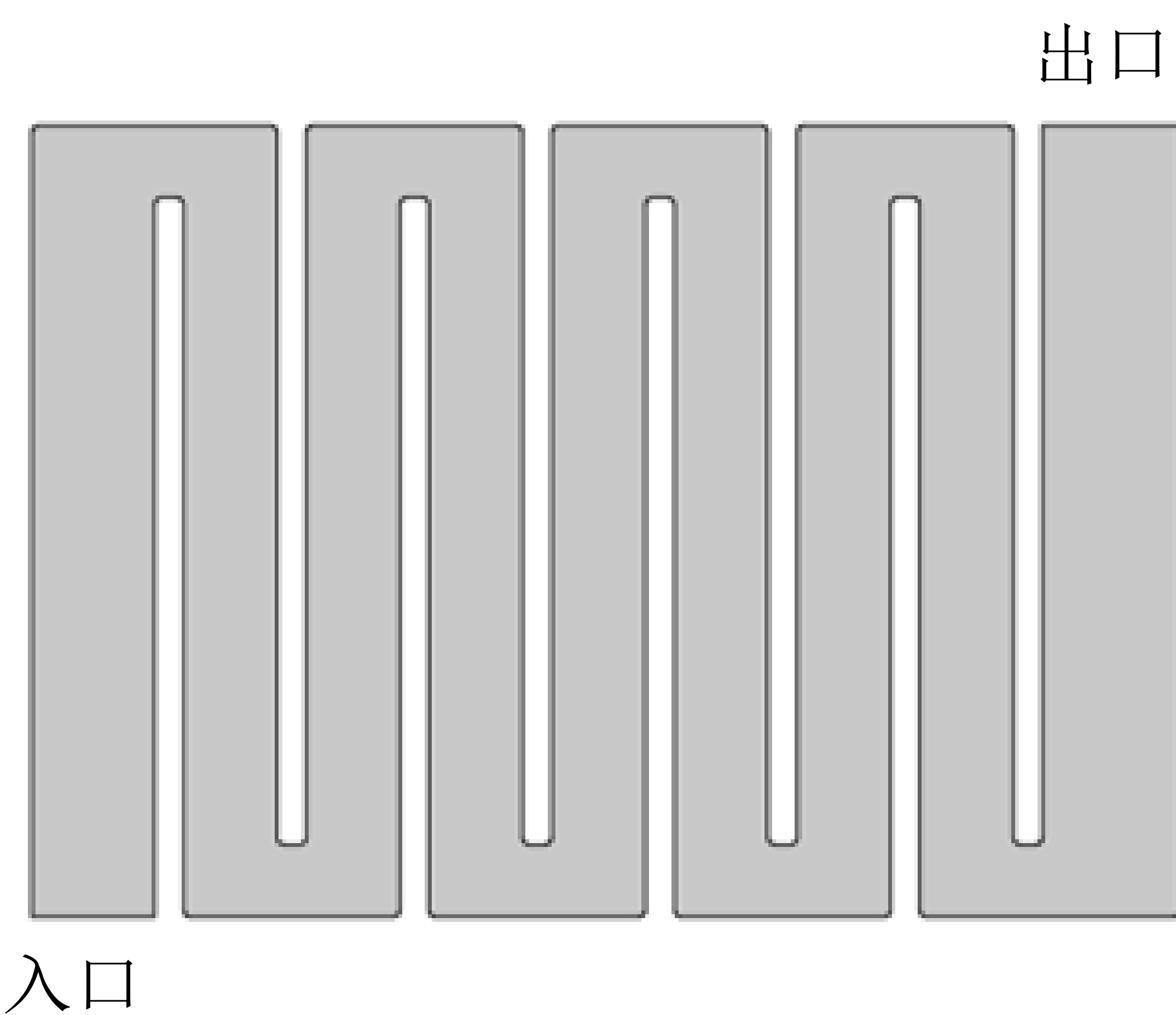


图 2. 装置反应器的几何模型

结论: 反应器中 pH 值的变化随着反应时间的进行呈现逐渐升高并趋于稳定的现象, 且模型结果与实验结果吻合较好; 通过改变电流和流速的大小不仅可更好的调控 pH, 而且通过调控 pH 可提高鸟粪石反应器的时空产率, 同时为下一步不同电流和流速的试验研究提供理论指导和参考。

参考文献:

1 Kim, J.H., An, B.M., Lim, D.H., Park, J.Y., 2018. Electricity production and phosphorous recovery as struvite from synthetic wastewater using magnesium-air fuel cell electrocoagulation. Water Res 132, 200-210.