

电解污泥脱水效果及动态过程特性的研究

吕航¹ 刘道广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.上海同臣环保有限公司, 上海, 杨浦区

简介: 电解污泥脱水不仅可以将污泥中的自由水去除, 同时也可以将污泥中的结合水和吸附水去除一大部分, 是污泥减量化处理环节中重要的技术手段之一。利用COMSOL Multiphysics中电化学模块二次电流分布接口和固体传热接口研究不同电场强度作用下, 污泥脱水速度和脱水过程规律, 为工程实践中对电解污泥脱水装置或机器进行优化设计提供指导。

结果: 部分仿真结果如下图, 其中图6和图7为仿真和实验结果对比。

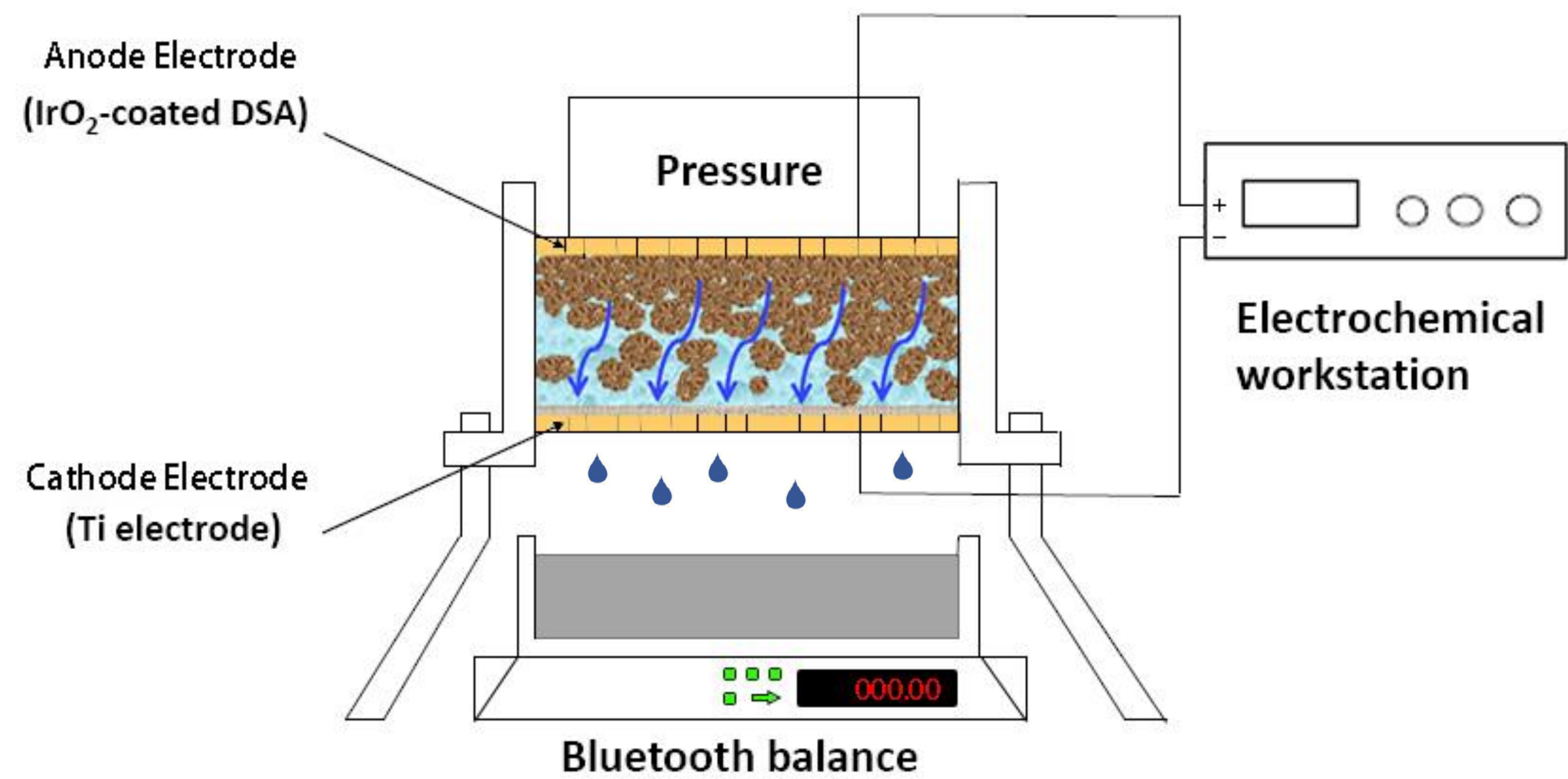


图 1. 电解污泥脱水原理图

计算方法: 利用COMSOL Multiphysics中电化学模块二次电流分布接口和固体传热接口模拟仿真电解污泥脱水动态过程中的渗流速度和焦耳热。

二次电流分布

$$i = i_0 \left(\exp(\eta(\beta - 1)F/(RT)) - \exp(\eta\beta F/(RT)) \right)$$

$$i_1 = -\sigma \nabla \varphi_1$$

$$\eta = a + b * \log(i)$$

固体传热

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} + \rho C_p \mathbf{u} \cdot \nabla T + \nabla \cdot \mathbf{q} = Q + Q_{ted}$$

$$\mathbf{q} = -k \nabla T$$

模型中建立了三维立体1cm厚圆饼图代表被电解脱水的泥饼(如图2)和其网格剖分图(如图3), 圆饼两面分别为阴极和阳极; 在变量中设置电导率为随污泥含水率变化的插值函数, 其电导率和含水率的关系为实验测量值。模型中模拟了电场强度分别为20V/cm, 30V/cm, 40V/cm下对污泥电解脱水16分钟的效果。

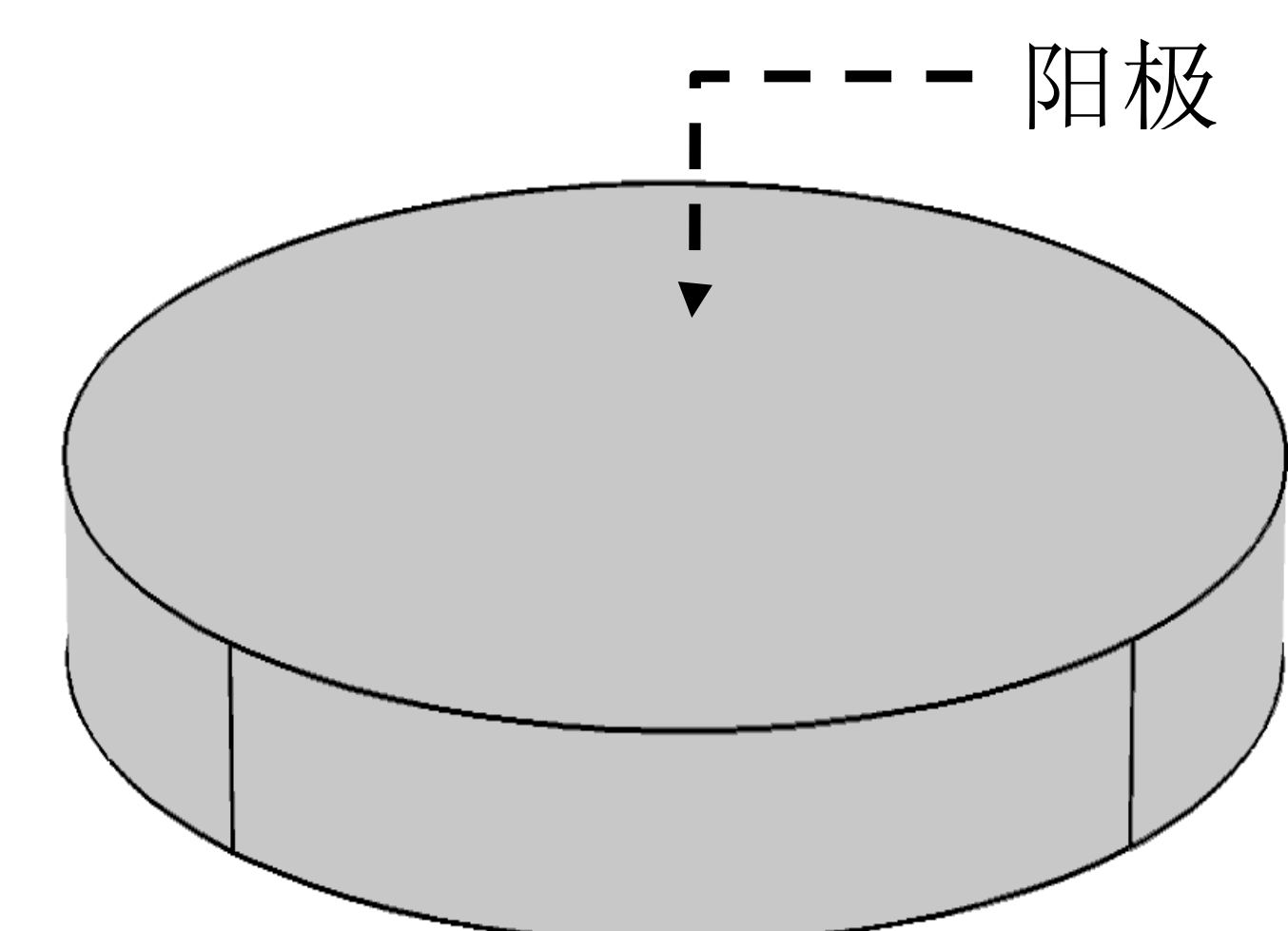


图 2. 几何模型

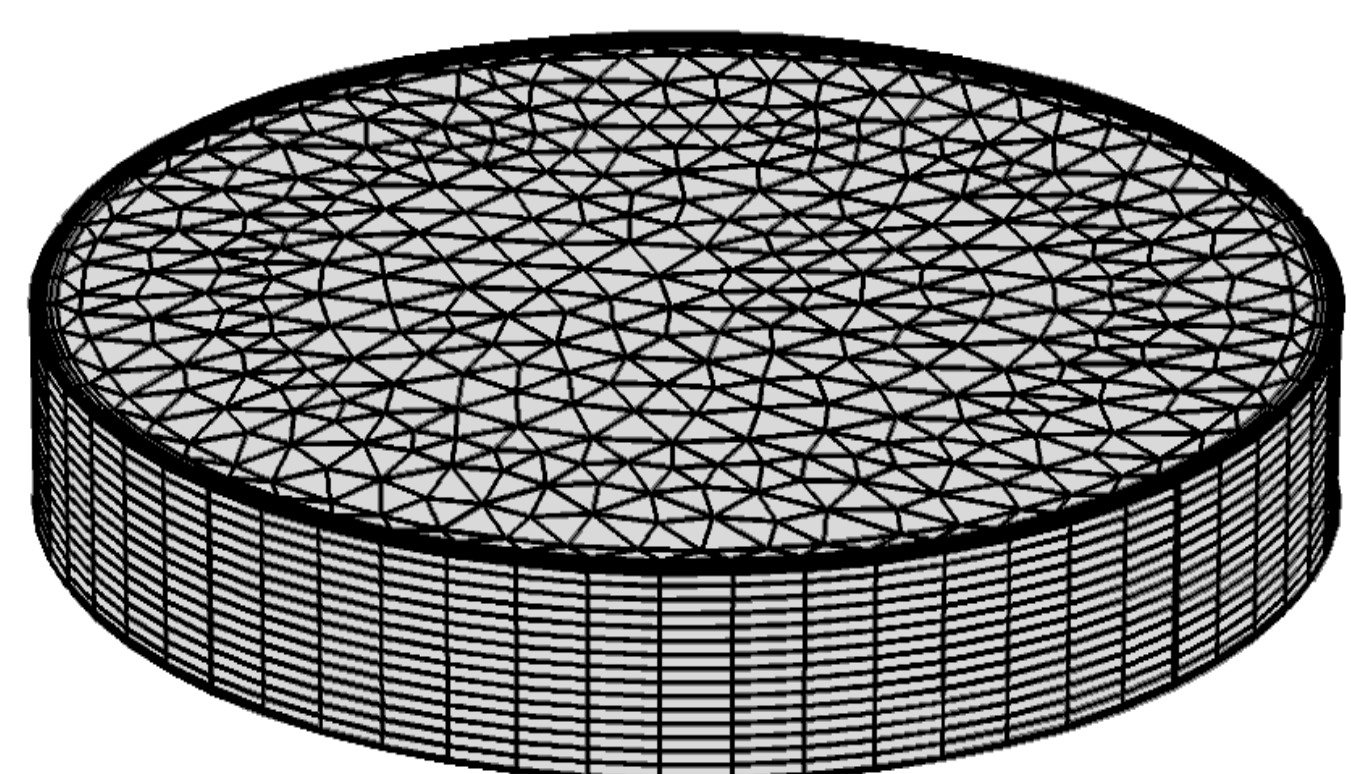


图 3. 几何模型网格剖分

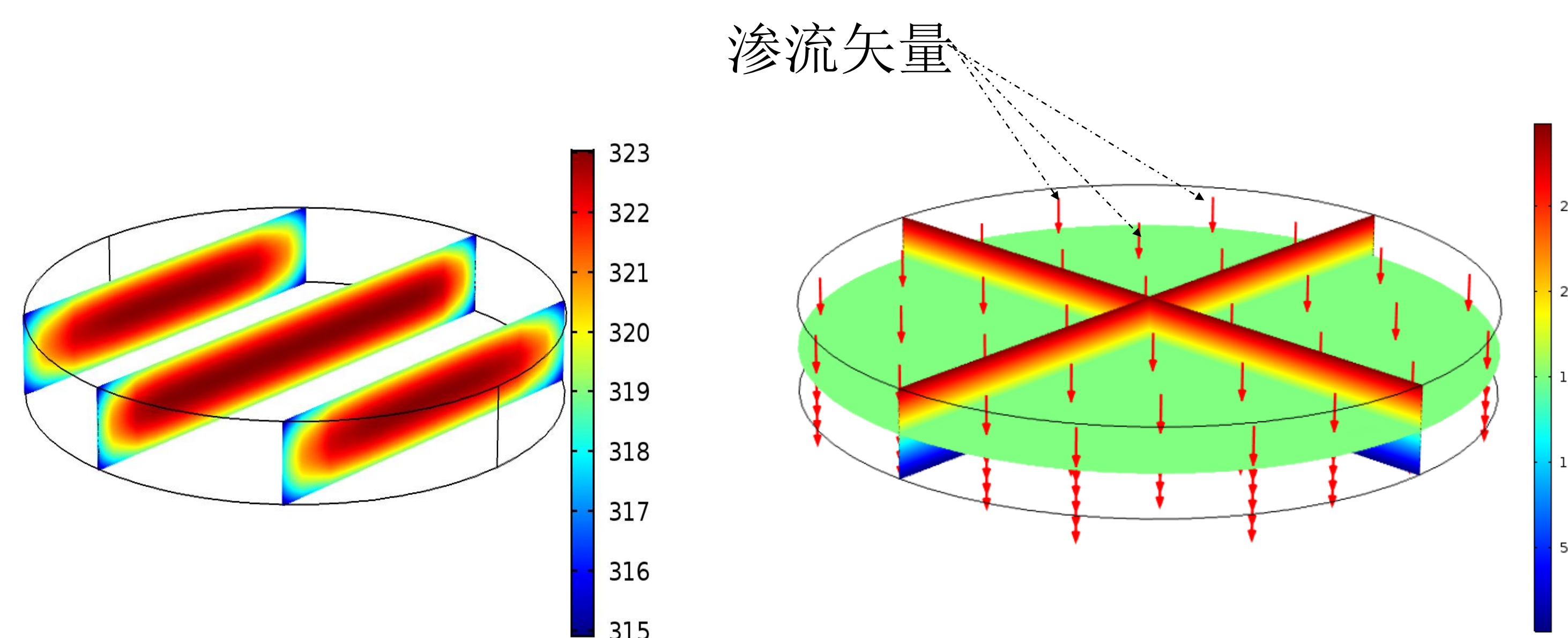


图 4. t=120s泥饼温度分布

图 5. t=0s泥饼电位分布和渗流矢量

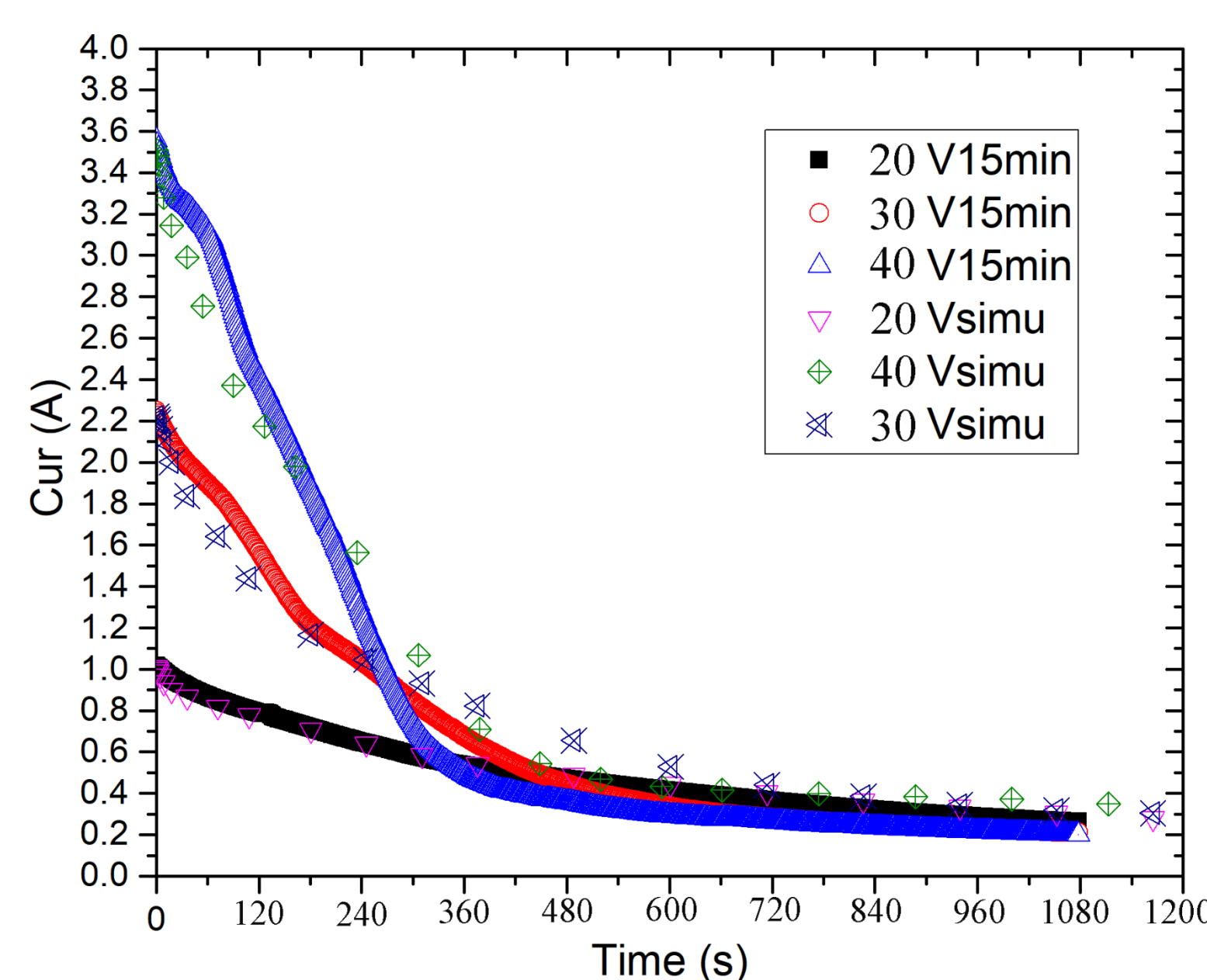


图 6. 电流变化过程仿真与实验对比

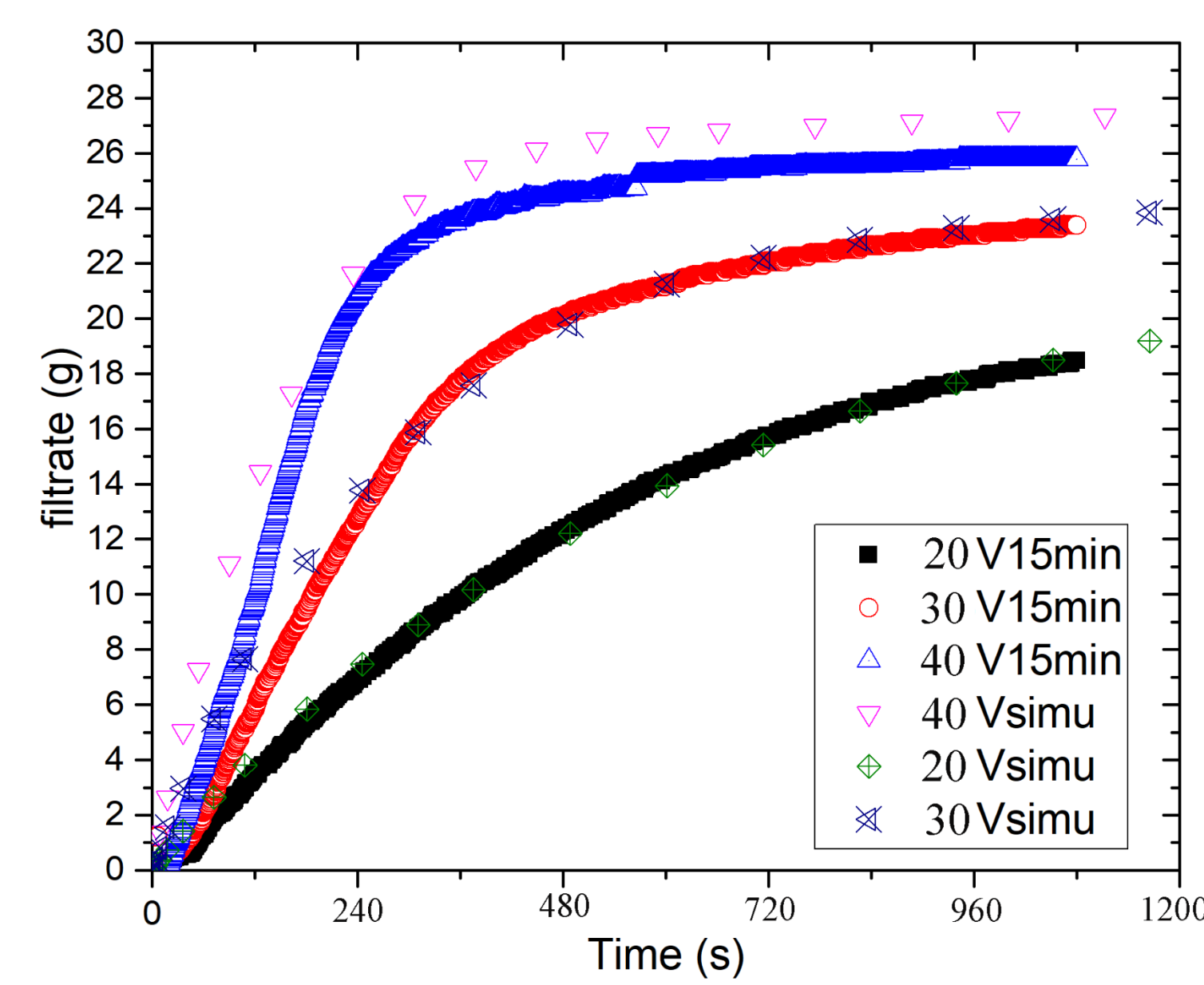


图 7. 滤液质量变化过程仿真与实验对比

变量	数值	单位
侧面传热系数	35	W/(m ² K)
传热系数	0.5	W/(m ² K)
干固体质量	9.59	g
半径	38	mm
初始泥质量	50	g

表 1. 参数设置

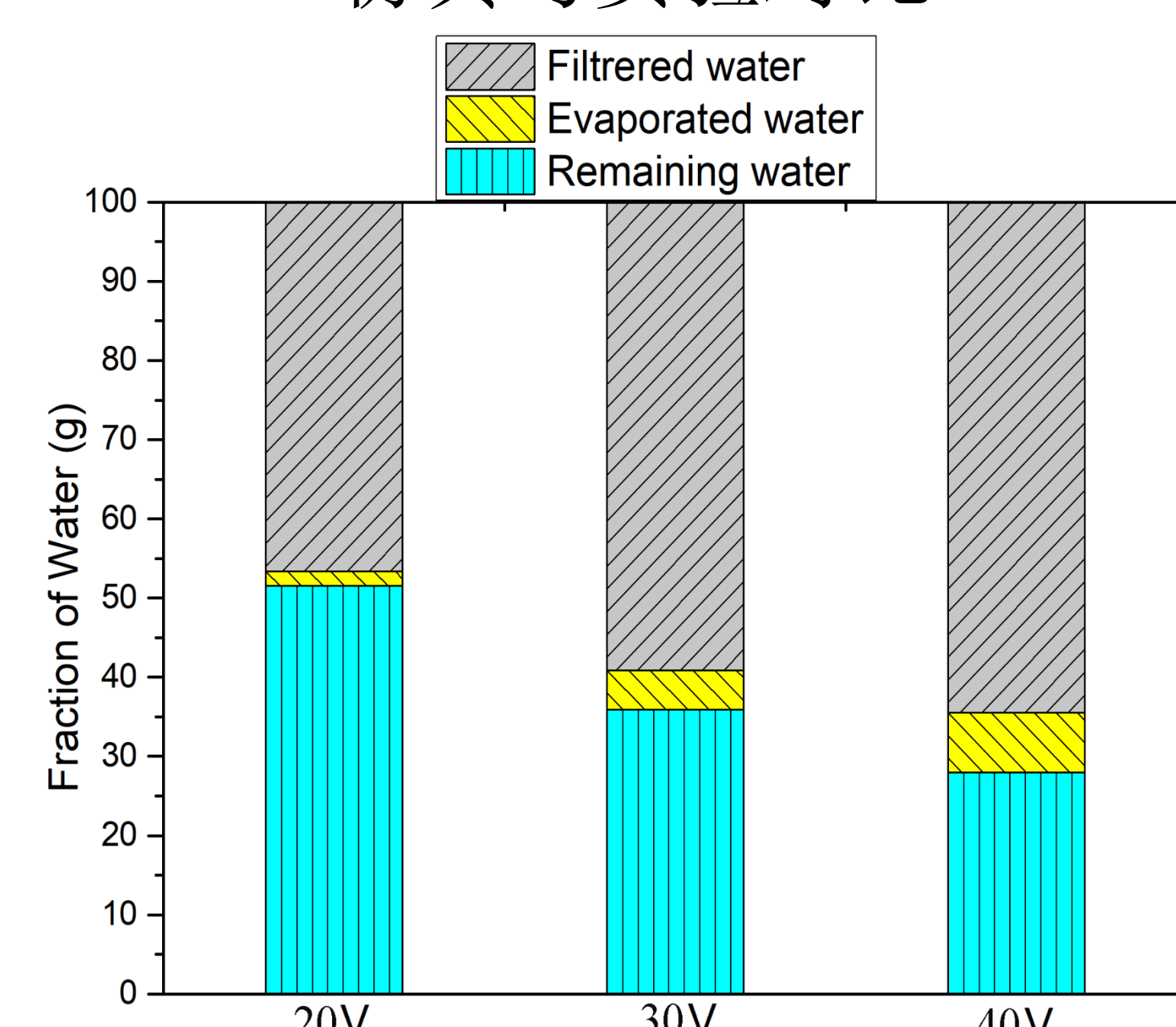


图 8. 电解脱水后水分组成

结论: 仿真结果表明, 污泥脱水速度随施加电场强度的增加而增加, 由于随着脱水深度的进行, 电导率持续下降, 脱水过程可以分为快速脱水阶段、慢速脱水阶段以及脱水极限阶段, 在快速脱水阶段电流密度较大, 会产生大量焦耳热使泥饼温度升高, 其会造成部分水分蒸发。本文也进行了不同电场强度下污泥脱水实验研究, 将仿真结果与实验结果对比发现, 模拟脱水滤液质量与实验滤液质量误差在10%以内, 这说明该模型模拟仿真污泥脱水具有一定可行性。

参考文献:

1. Yu, W. B.; Yang, J. K.; Wu, X.; Gu, Y. Y.; Xiao, J.; Yu, J. G.; Shi, Y. F.; Wang, J. X.; Liang, S.; Liu, B. C.; Hou, H. J.; Hu, J. P. Study on dewaterability limit and energy consumption in sewage sludge electro-dewatering by in-situ linear sweep voltammetry analysis. Chemical Engineering Journal. 2017, 317, 980-987.