

引用格式:王晓晴,鲁宁宁,肖宁. 电解法制备低浓度次氯酸钠消毒水的参数优化及表观动力学探究[J]. 北京化工大学学报(自然科学版),2021,48(2):1-7.

WANG XiaoQing, LU NingNing, XIAO Ning. Parameter optimization and investigation of the apparent kinetics of low concentrations of aqueous sodium hypochlorite disinfectant prepared by electrolysis[J]. Journal of Beijing University of Chemical Technology (Natural Science), 2021,48(2):1-7.

电解法制备低浓度次氯酸钠消毒水的参数优化及表观动力学探究

王晓晴 鲁宁宁 肖宁*

(北京化工大学 化学工程学院, 北京 100029)

摘要:高浓度次氯酸钠(NaClO)溶液在储存及使用过程中易产生有效氯浓度降低、氯气中毒等问题,因此在环境卫生消毒过程中为保证消毒水的稳定与使用安全,应尽量降低 NaClO 浓度。以低浓度食盐水为原料,利用无隔膜电解法制备了低浓度 NaClO 消毒水,采用单因素实验法研究了盐水流量、盐的质量浓度、电流密度与进水温度4个工艺参数对电解效果的影响,并以有效氯浓度、电流效率和运行费用为评价指标对电解参数进行了优化。结果表明,当盐水流量为 75 mL/min 、盐的质量浓度为 7 g/L 、电流密度为 1 A/dm^2 、进水温度为 30°C 时,有效氯浓度和电流效率较高,运行费用最低。对电解制备消毒水反应进行了表观动力学探究,确定了该反应为一级反应,并归纳出盐的初始质量浓度 a 和电流密度 J 与反应速率常数 k 的关系分别为: $k=0.007a^{-0.459}$, $k=0.003J^{0.423}$ 。

关键词: NaClO 消毒水; 电解; 有效氯; 动力学方程

中图分类号: TU991.25 **DOI:** 10.13543/j.bhxbzr.2021.02.001

引言

目前,新型冠状病毒在世界范围内大肆爆发,日常隔离与常态消毒是控制疫情传播最有效的手段。84 消毒剂是一种高效、廉价的消毒剂,已经逐渐成为人们不可或缺的日常消毒用品,其有效成分为高浓度的次氯酸钠溶液,通过破坏微生物的细胞膜、体蛋白质、核酸而达到消毒的目的^[1-2]。高浓度的次氯酸钠溶液在储存、稀释过程中会产生氯气中毒、腐蚀皮肤等危险^[3-4],并且随着存放时间的延长,有效氯浓度会迅速降低^[5]。因此找到一种更加安全、方便的消毒方法显得很有必要。

若采用连续式进水,通过电解低浓度食盐水制备浓度适宜、无需稀释的次氯酸钠溶液,则可将新鲜的次氯酸钠溶液直接喷洒在需要消毒的场所。这种低浓度消毒液不仅可以避免类似 84 消毒液在使用

过程中可能发生的危险,并且新鲜的消毒液中氧化还原电位(ORP)和活性氧、活性氯等物质均保持在最佳状态,杀菌效果最好^[6-8]。

一般电解法制备次氯酸钠所用盐的质量浓度为 $30 \sim 40 \text{ g/L}$ ^[9-10],出水有效氯的质量浓度较高,在 8000 mg/L 以上^[11-12],而电解低浓度氯化钠溶液制备用于卫生消毒的次氯酸钠的报道较少。本文通过无隔膜电解槽中电解低浓度的氯化钠溶液,制备了低质量浓度的次氯酸钠溶液,探究电解参数对电解效果的影响,确定了该反应的表观动力学级数,以及初始盐浓度、电流密度对反应速率常数的影响,可为电解法制备低浓度次氯酸钠溶液用于日常生活消毒提供数据支持。

1 实验部分

1.1 实验材料和仪器

1.1.1 实验材料

氯化钠,分析纯,国药集团化学试剂有限公司;碘化钾,分析纯,福晨(天津)化学试剂有限公司; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、硫酸、盐酸,分析纯,北京化工厂;可

收稿日期:2020-10-07

第一作者:女,1994 生,硕士生

* 通信联系人

E-mail: xiaoning@mail.buct.edu.cn

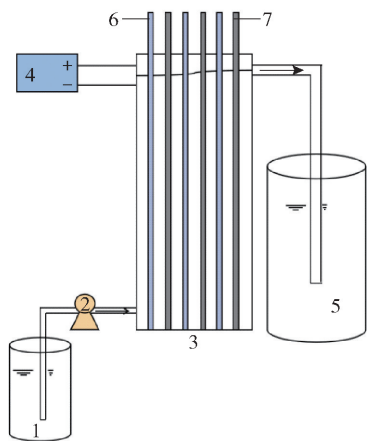
溶性淀粉,分析纯,陇西科学股份有限公司。 $\text{RuO}_2 - \text{IrO}_2 - \text{TiO}_2 / \text{Ti}$ 钛网阳极和石墨阴极由宝鸡钛普锐斯钛阳极科技有限公司提供。

1.1.2 仪器

SS-3020KD-30V/20A 型直流稳压电源,东莞市不凡电子有限公司;BT100L-CE 型蠕动泵,保定雷弗流体科技有限公司;FA2004 型电子天平,力辰科技有限公司。

1.2 实验装置

电解装置由食盐水储罐、进水蠕动泵、自制立式电解槽(容积 1.9 L)、直流稳压电源、消毒水储罐 5 个核心部分组成,如图 1 所示。电解槽中的电极对由 3 组面积相同的阴极、阳极板(1.3 dm²/片)并联组成,阴极为石墨板,阳极为涂覆催化剂的钛网电极,极板间距为 2 cm。食盐水储罐 1 中的稀盐水通过进水蠕动泵 2 以一定流量进入电解槽 3,经电解后从上方出水口流入消毒水储罐 5,在规定时间内从出水口取液测试。



1—食盐水储罐;2—进水蠕动泵;3—电解槽;4—直流稳压电源;
5—消毒水储罐;6—阳极板;7—阴极板。

图 1 电解装置示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the electrolytic device

1.3 实验方法

1.3.1 工艺参数优化

采用单因素实验法探究盐水流量、盐的质量浓度、电流密度和进水温度对电解效果的影响,以有效氯浓度、电流效率和运行费用为评价指标,选择最优工艺参数。

1.3.2 有效氯浓度测定

溶液中有效氯的浓度采用碘量法^[13]测定,有效氯的质量浓度 ρ (mg/L) 的计算公式为

$$\rho = \frac{V_1 c M / 10^3}{V_2 / 10^3} \times 10^3 = \frac{10^3 V_1 c M}{V_2} \quad (1)$$

式中, V_1 为滴定待测液时消耗的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的体积, mL; c 为 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的浓度, mol/L; M 为氯原子的摩尔质量, g/mol; V_2 为待测液体积, mL。

1.3.3 电流效率计算

电流效率为出水有效氯的浓度稳定后的值,其计算公式为

$$\eta = \frac{m_1}{m_2} \times 100\% \quad (2)$$

式中, η 为电流效率; m_1 为实际有效氯的生成量, g; m_2 为理论有效氯的生成量, g。

1.3.4 运行费用计算

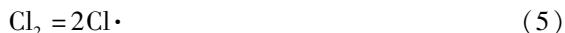
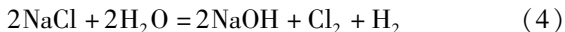
运行费用为生产 1 kg 有效氯的电耗费用与盐耗费用的总和,运行费用 X (元) 的计算公式为

$$X = 0.8 \times X_1 + 1.0 \times X_2 \quad (3)$$

式中, X_1 为生产 1 kg 有效氯需要的电量, kW·h; X_2 为生产 1 kg 有效氯需要的盐量, kg; 0.8 为电费单价, 元/(kW·h); 1.0 为食盐单价, 元/kg。

1.3.5 表观动力学探究

根据实验数据推导反应级数,确定反应动力学模型,并探究两个重要的反应影响因素(初始盐浓度和电流密度)与表观反应速率常数 k 的关系,最后得出动力学方程。电解氯化钠的过程中生成有效氯的反应如下^[14]。



上面两个方程可简化为



初始浓度: $a \quad 0$

t 时刻浓度: $a - x \quad x$

其中, a 为 Cl^- 的初始浓度, x 为 t 时刻的有效氯浓度。

假设有效氯的生成反应为表观一级反应过程,则该反应速率的微分表达式为: $-d(a-x)/dt = k(a-x)$,由积分法可得: $\ln(a/(a-x)) = kt$ 。如果将实验数据带入积分表达式得到关于 $\ln(a/(a-x))$ 和 t 的线性方程,则上述假设成立。

2 结果与讨论

2.1 工艺参数优化结果

2.1.1 盐水流量

电解开始后,电解槽的出水有效氯的质量浓度

逐渐增加,此时电解过程处于暂态;随着电解时间的延长,在不同盐水流量条件下,出水有效氯的质量浓度分别稳定在某一数值后不再发生变化,此时电解过程处于稳态,理论上稳态时间为电解槽容积与盐水流量的比值。暂态时,在不同盐水流量下有效氯的质量浓度随时间的变化如图 2 所示。

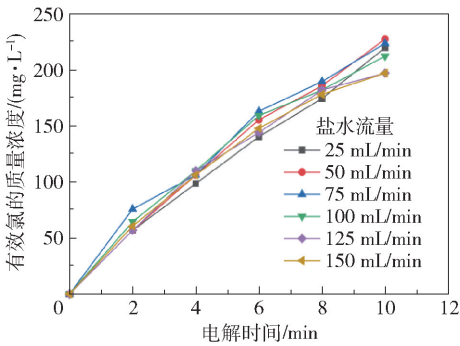


图 2 暂态下有效氯的质量浓度随时间的变化曲线
Fig. 2 Relationship between the mass concentration of effective chlorine and time in the transient state

由图 2 可知,盐水流量的变化对出水有效氯的质量浓度几乎没有影响,说明在此实验条件下,由流量控制的传质过程对有效氯的生成影响很小,在该电解反应中传质过程并非反应速率控制步骤,界面电化学反应才是速率的控制步骤。

稳态下,出水有效氯的质量浓度和电流效率与盐水流量的关系如图 3 所示。

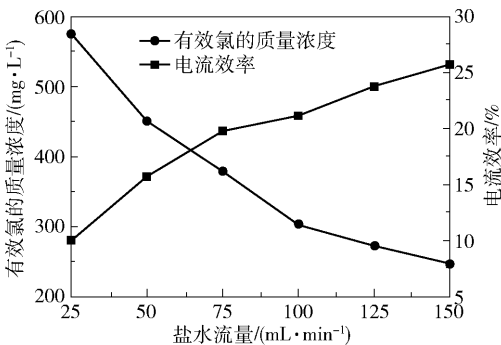


图 3 盐水流量对电解效果的影响
Fig. 3 Effect of brine flow on electrolysis

由图 3 可以看出,稳态下随着盐水流量的增大,出水有效氯的质量浓度逐渐减小,这是因为盐水流量越大,盐水在电解槽中的停留时间越短,电化学反应时间越短,导致有效氯的质量浓度降低。随着盐水流量的增大,电流效率逐渐增大,说明虽然流量增大时出水有效氯的质量浓度降低,但单位时间内有效氯的生成总量增大,因此电流效率逐渐升高。

为了筛选出最佳的盐水流量,对不同盐水流量

下的运行费用进行了对比,结果如图 4 所示。由图 4 可知,随着盐水流量的增加,运行费用先减少后增加,流量为 75 mL/min 时运行费用最低。结合电解效果考虑,选择盐水流量 75 mL/min 作为最佳实验参数。

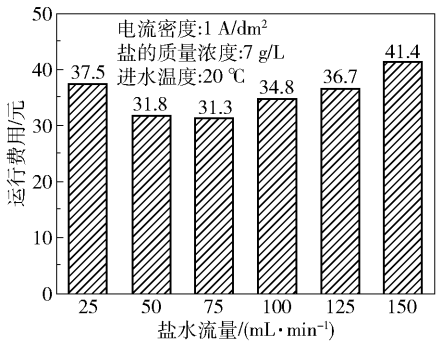


图 4 运行费用随盐水流量的变化
Fig. 4 Variation in operating cost as a function of brine flow

2.1.2 盐的质量浓度

在电解过程中盐的质量浓度对有效氯的生成起着至关重要的作用,本实验使用的盐的质量浓度为 3 ~ 13 g/L,图 5 显示了盐的质量浓度与出水有效氯的质量浓度和电流效率的关系。

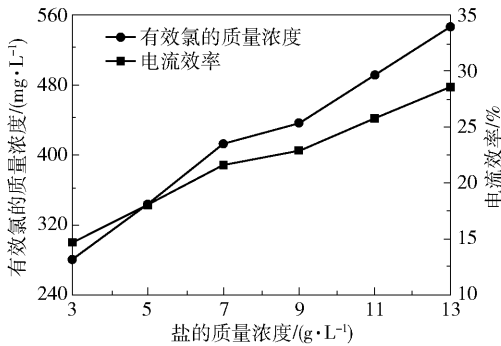


图 5 盐的质量浓度对电解效果的影响
Fig. 5 Effect of salt mass concentration on electrolysis

由图 5 可知,随着盐的质量浓度的增大,出水有效氯的质量浓度和电流效率逐渐增大。溶液中 Cl^- 浓度越高,越有利于析氯反应的发生,抑制析氯副反应的发生,减少电能的无效消耗,提高电流效率。

图 6 表明了运行费用与盐的质量浓度的关系,可以看出,当盐的质量浓度为 7 g/L 时运行费用最低。结合电解效果考虑,选择盐的质量浓度 7 g/L 作为最佳实验参数。

2.1.3 电流密度

电流密度是决定出水中有效氯的质量浓度的关键参数,本实验考察的电流密度为 0.5 ~ 3.0 A/dm²,

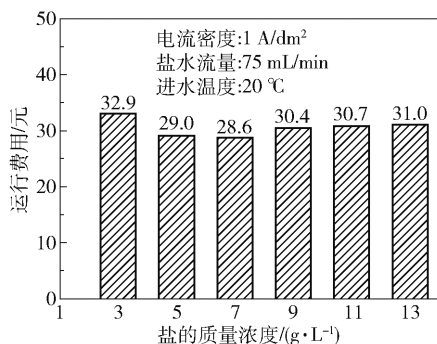


图6 运行费用随盐的质量浓度的变化

Fig. 6 Variation in operating cost as a function of salt mass concentration

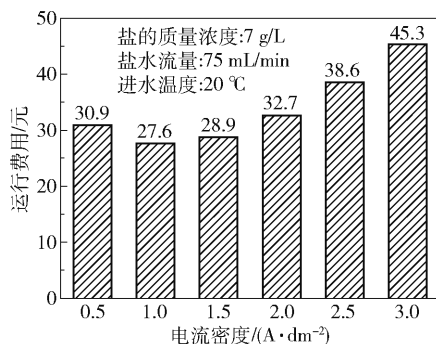


图8 运行费用随电流密度的变化

Fig. 8 Variation in operating cost as a function of current density

电流密度对电解效果的影响如图7所示。

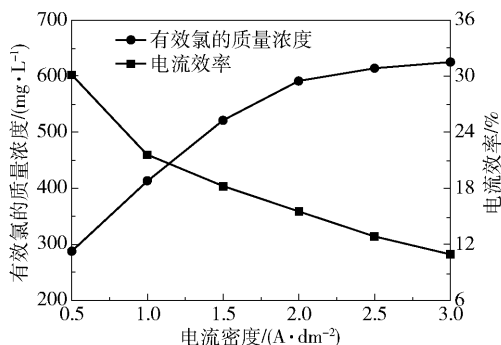


图7 电流密度对电解效果的影响

Fig. 7 Effect of current density on electrolysis

由图7可知,随着电流密度的增大,有效氯的质量浓度不断增大,在电流密度从0.5 A/dm²增大到2.0 A/dm²的过程中,有效氯的质量浓度呈线性上升趋势,而电流密度从2.0 A/dm²增大到3.0 A/dm²的过程中,有效氯的质量浓度的增长开始变得缓慢。原因是阳极表面生成的氯气在析出过程中会部分附着在电极表面,从而在一定程度上阻碍了电化学反应的进行。电流效率随着电流密度的增大而减小,这是因为在实验中发现,电流密度越大,反应产热越严重,加快了氯气的溢散速率,从而导致电流效率下降。

图8表明了电流密度与运行费用的关系,当电流密度为1.0 A/dm²时运行费用最低,因此选择电流密度1.0 A/dm²作为最佳实验参数。

2.1.4 进水温度

电解过程中,进水温度会影响溶液中离子的运动和气体溢散的速度等,本实验的进水温度为15~40℃,图9显示了进水温度与电解效果的关系。

由图9可知,当进水温度为30℃时,有效氯的

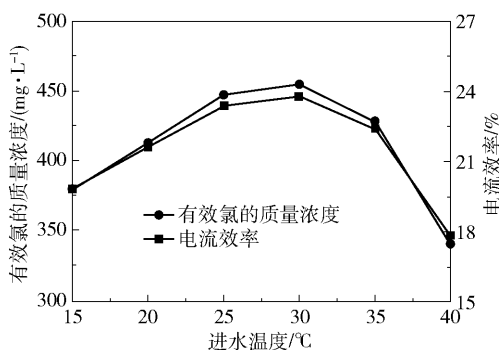


图9 进水温度对电解效果的影响

Fig. 9 Effect of inflow temperature on electrolysis

质量浓度和电流效率最高,分别为455 mg/L和23.8%。高温和低温环境都不利于有效氯的生成。在15~30℃时,随着进水温度的上升,有效氯的质量浓度和电流效率逐渐增大,这是因为随着温度的升高,溶液中离子的吸脱附效率和生成产物的转移速率逐渐增大,适当提高温度有助于氯离子被氧化;在30~40℃时,随着温度的上升,有效氯的质量浓度和电流效率逐渐减小,在低浓度的盐溶液中温度升高加快了氯气的溢出速率,同时促使已经生成的次氯酸钠发生分解反应。此外,温度过高还会导致如下歧化反应发生^[15]。

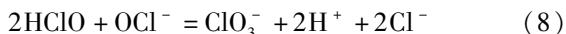
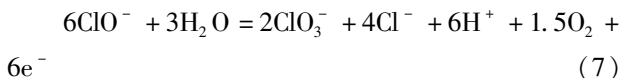


图10表明了进水温度与运行费用的关系。由图可知,进水温度为30℃时运行费用最低,为24.8元,因此选择进水温度30℃作为最佳实验参数。

2.2 表观动力学

利用方程 $\ln(a/(a-x)) = kt$ 对相关实验数据进行动力学拟合,得到盐的不同初始质量浓度下

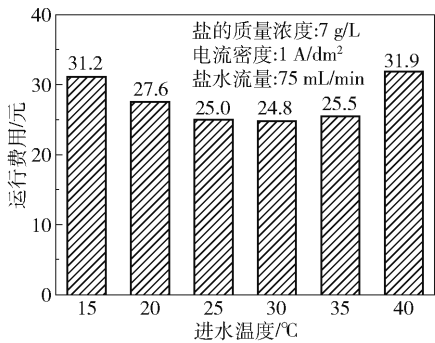


图 10 运行费用随进水温度的变化

Fig. 10 Variation in operating cost as a function of inflow water temperature

$\ln(a/(a-x))$ 与电解时间的关系(图 11)和决定系数 R^2 (表 1)。

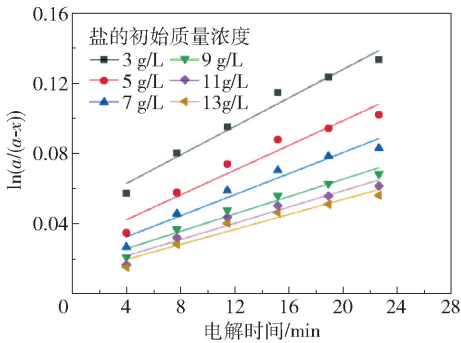


图 11 盐的不同初始质量浓度下 $\ln(a/(a-x))$ 与电解时间的关系

Fig. 11 The relationship between $\ln(a/(a-x))$ and electrolysis time for different initial salt mass concentrations

表 1 盐的不同初始质量浓度下的决定系数 R^2						
Table 1 The coefficients of determination for different initial salt mass concentrations						
盐的初始质量浓度/(g·L ⁻¹)	3	5	7	9	11	13
R^2	0.974	0.948	0.955	0.962	0.950	0.950

表 1 中的 R^2 值表明实验数据与一级反应动力学模型的拟合程度都非常好,所以电解食盐水制备次氯酸钠消毒水的反应为表观一级反应过程。

2.2.1 盐的初始质量浓度对反应速率常数的影响

根据图 11 求得盐的不同初始质量浓度下的反应速率常数 k 值,如表 2 所示。

由表 2 可知,表观反应速率常数 k 与盐的不同初始质量浓度 a 相关,对数据进行拟合后得到方程: $k = 0.007a^{-0.459}$, $R^2 = 0.983$,可知 k 与 a 的 -0.459

次方成正比。

表 2 盐的不同初始质量浓度下的反应速率常数 k
Table 2 Reaction rate constants for different initial salt mass concentrations

盐的初始质量浓度/(g·L ⁻¹)	3	5	7	9	11	13
$k/10^{-3} \text{ min}^{-1}$	4.07	3.53	3.01	2.48	2.32	2.14

2.2.2 电流密度对反应速率常数的影响

对不同电流密度下盐浓度和电解时间的实验数据与一级动力学方程进行拟合,得到不同电流密度下 $\ln(a/(a-x))$ 与电解时间的关系(图 12)和反应速率常数 k 和 R^2 (表 3)。

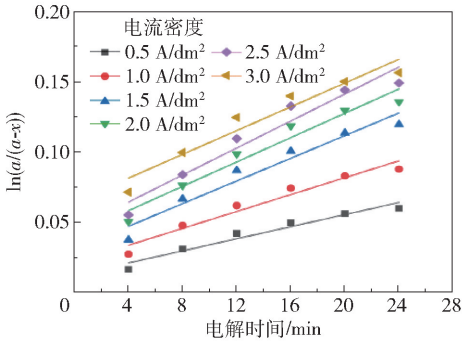


图 12 不同电流密度下 $\ln(a/(a-x))$ 与电解时间的关系
Fig. 12 The relationship between $\ln(a/(a-x))$ and electrolysis time with different current densities

表 3 不同电流密度下反应速率常数 k 和决定系数 R^2
Table 3 Reaction rate constants and coefficients of determination of the effective chlorine formation reaction with different current densities

电流密度/(A·dm ⁻²)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
$k/10^{-3} \text{ min}^{-1}$	2.15	3.01	4.03	4.33	4.80	4.23
R^2	0.953	0.956	0.950	0.955	0.945	0.936

表 3 中的 R^2 值表明实验数据与动力学方程拟合效果良好,因此在电流密度 J 为 $0.5 \sim 3.0 \text{ A/dm}^2$ 内有效氯的生成反应符合一级动力学方程。

由表 3 可知反应速率常数 k 随电流密度 J 的变化而变化,两者存在函数关系。对两组数据进行拟合后,得到方程: $k = 0.003J^{0.423}$, $R^2 = 0.912$,表明符合程度较高, k 与 J 的 0.423 次方成正比。

综上所述,有效氯生成反应的表观动力学方程可表达为: $-d(a-x)/dt = k_1 a^{-0.459} J^{0.423} (a-x)$,其中 k_1 为表观反应速率常数。

3 结论

(1)在无隔膜电解槽中,采用电解法制备有效氯的质量浓度为 450 ~ 500 mg/L 的次氯酸钠溶液时,最优工艺参数为:进水流量 75 mL/min、盐的质量浓度 7 g/L、电流密度 1.0 A/dm²、进水温度 30 ℃。此时电流效率(23.8%)较高,运行费用(24.8 元)最低。

(2)在本实验条件下,电解氯化钠生成有效氯的动力学反应级数为一级,即反应速率与盐的质量浓度的一次方成正比。

(3)表观反应速率常数 k 与初始氯化钠的质量浓度 a 的 -0.459 次方成线性关系,与电流密度 J 的 0.423 次方成线性关系,即反应动力学方程可写为: $-d(a-x)/dt = k_1 a^{-0.459} J^{0.423} (a-x)$ 。

参考文献:

- [1] 杨韶娟. 84 消毒液的稳定性研究[J]. 中国洗涤用品工业, 2008(5): 50-52.
YANG S J. Stability research on 84 disinfectant[J]. China Cleaning Industry, 2008(5): 50-52. (in Chinese)
- [2] 梁勇, 刘聚宝. 浅谈 84 消毒液的发展、现状与未来[J]. 中国洗涤用品工业, 2020(3/4): 237-240.
LIANG Y, LIU J B. A brief discussion on the development, present situation and future of 84 disinfectant[J]. China Cleaning Industry, 2020(3/4): 237-240. (in Chinese)
- [3] 杜艳红, 林琳, 刘磊, 等. 84 消毒液中毒的急救和护理分析[J]. 中国民康医学, 2008, 20(16): 1889.
DU Y H, LIN L, LIU L, et al. First aid and nursing analysis of 84 disinfectant poisoning[J]. Medical Journal of Chinese People's Health, 2008, 20(16): 1889. (in Chinese)
- [4] 李道重. 84 消毒液的安全使用[J]. 中国洗涤用品工业, 2015(5): 26-30.
LI D Z. Safe use of 84 disinfectant[J]. China Cleaning Industry, 2015(5): 26-30. (in Chinese)
- [5] 邵黎歌, 陈卿. 次氯酸钠的分解特性及提高其稳定性能的途径[J]. 氯碱工业, 1997(4): 21-24.
SHAO L G, CHEN Q. Decomposition characteristics of sodium hypochlorite and ways to improve its stability[J]. Chlor-alkali Industry, 1997(4): 21-24. (in Chinese)
- [6] MORITA C, SANO K, MORIMATSU S, et al. Disinfection potential of electrolyzed solutions containing sodium chloride at low concentrations[J]. Journal of Virological Methods, 2000, 85: 163-174.
- [7] 赵旭, 冒冉, 李昂臻, 等. 电解法用于消毒的原理、技术特点与主要应用方式: 电产次氯酸钠及电化学消毒[J]. 环境工程学报, 2020, 14(7): 1728-1734.
ZHAO X, MAO R, LI A Z, et al. Principle, technical characteristics and main applications of electrolysis for disinfection: electrochemical generation of sodium hypochlorite and electrochemical disinfection[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2020, 14(7): 1728-1734. (in Chinese)
- [8] 董滨, 吴永华, 韩柏平. 电场作用灭活军团菌的机理研究[J]. 净水技术, 2007, 26(2): 1-3.
DONG B, WU Y H, HAN B P. Study on the mechanism of killing effect to Legionella by electric field[J]. Water Purification Technology, 2007, 26(2): 1-3. (in Chinese)
- [9] 陈轶妍, 彭佳丽. 次氯酸钠替代液氯消毒在水厂的应用与优化[J]. 净水技术, 2020, 39(7): 121-125.
CHEN Y Y, PENG J L. Application and optimization of disinfection process with sodium hypochlorite in place of liquid chlorine in WTP[J]. Water Purification Technology, 2020, 39(7): 121-125. (in Chinese)
- [10] 刘纯玮, 冯莉, 冯一纳. 无隔膜法电解制备次氯酸钠及其稳定性研究[J]. 化工学报, 2018, 69(12): 5246-5255.
LIU C W, FENG L, FENG Y N. Electrolytic preparation of sodium hypochlorite in undivided cell and its stability[J]. CIESC Journal, 2018, 69(12): 5246-5255. (in Chinese)
- [11] 徐万昌, 贾燕南, 邬晓梅, 等. 村镇饮用水不同次氯酸钠消毒模式对比研究[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2019, 17(2): 139-144.
XU W C, JIA Y N, WU X M, et al. Comparative study on different sodium hypochlorite disinfection patterns of rural drinking water[J]. Journal of China Institute of Water Resources and Hydropower Research, 2019, 17(2): 139-144. (in Chinese)
- [12] 李连香, 刘文朝, 曲钧浦, 等. 小型间歇式次氯酸钠发生器的设计参数研究[J]. 水利水电技术, 2018, 49(8): 219-224.
LI L X, LIU W C, QU J P, et al. Study on design parameters of small intermittent sodium hypochlorite generator[J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2018, 49(8): 219-224. (in Chinese)
- [13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 次氯酸钠: GB 19106—2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.

- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Sodium hypochlorite: GB 19106—2013[S]. Beijing: Standards Press of China, 2014. (in Chinese)
- [14] 汪红访, 张翠玲, 唐玉霖, 等. 次氯酸钠发生器及在水处理中的应用研究进展[J]. 当代化工研究, 2018(9): 16–18.
- WANG H F, ZHANG C L, TANG Y L, et al. Research progress on sodium hypochlorite generator and its application in water treatment[J]. Modern Chemical Research, 2018(9): 16–18. (in Chinese)
- [15] 刘忆玲. 掺杂电极无隔膜电解制备次氯酸钠及其催化性能研究[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2018.
- LIU Y L. Study on doping electrode without membrane for sodium hypochlorite preparation and its catalytic performance[D]. Xuzhou: China University of Mining and Technology, 2018. (in Chinese)

Parameter optimization and investigation of the apparent kinetics of low concentrations of aqueous sodium hypochlorite disinfectant prepared by electrolysis

WANG XiaoQing LU NingNing XIAO Ning*

(College of Chemical Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: High concentrations of sodium hypochlorite (NaClO) solution can lead to a decrease in the effective chlorine concentration, chlorine poisoning and other problems during storage and usage. Therefore, in order to ensure the stability and safe use of the disinfectant during environmental sanitation disinfection, the concentration of NaClO should be reduced as far as possible. Using low concentrations of salt water as the raw material, low concentrations of aqueous NaClO disinfectant have been prepared by a non-diaphragm electrolysis method. The effects of four process parameters—brine flow rate, salt concentration, current density and inlet temperature—on the electrolysis were studied by single factor experiments. The electrolytic parameters were optimized using the concentration of available chlorine, current efficiency and running cost as the evaluation indices. The results showed that when the brine flow is 75 mL/min , the mass concentration of brine is 7 g/L , the current density is 1 A/dm^2 , and the inlet temperature is $30 \text{ }^\circ\text{C}$, the effective chlorine concentration and current efficiency are higher, and the operating cost is minimized. The apparent reaction kinetics of the preparation of aqueous disinfectant by electrolysis was investigated, and it was determined that the reaction was a first order reaction. The relationships between the initial mass concentration a of salt water, the current density J and the reaction rate constant k were investigated, and the following kinetic equations were obtained: $k = 0.007a^{-0.459}$, $k = 0.003J^{0.423}$.

Key words: NaClO disinfectant; electrolysis; available chlorine; kinetic equation

(责任编辑: 于少云)