



基于 H_2O_2 绿色合成的电化学高级氧化处理苯酚废水

乔羽婕, 李楠, 安敬昆

(天津大学环境科学与工程学院, 天津 300072)

[摘要] H_2O_2 因其安全高效的优点成为高级氧化技术中的常用氧化剂。在 H_2O_2 的众多合成方法中, 电化学合成法是一种绿色环保的技术方法, 但其生产过程中产生的废弃电解液存在污染环境的问题。本研究以可分解的 NH_4HCO_3 作为绿色电解液电化学原位合成 H_2O_2 , 考察了电流密度、反应器构型、电解液浓度对 H_2O_2 合成的影响, 探究了 NH_4HCO_3 与 Na_2SO_4 电解液的差异性。结果表明, 在电流密度为 20 mA/cm^2 、 NH_4HCO_3 电解液浓度为 50 mmol/L 时, 单室、双室反应器可分别高效累积合成 $(237 \pm 2) \text{ mg/(L} \cdot \text{h)}$ 和 $(327 \pm 2) \text{ mg/(L} \cdot \text{h)}$ 的 H_2O_2 。同时本研究搭建了绿色高级氧化苯酚处理系统, 利用 UV 催化在 NH_4HCO_3 电化学体系中原位合成的 H_2O_2 快速产生 $\cdot\text{OH}$, 进而高效降解苯酚。结果表明, 在低功率 UV 条件下, 该系统单室反应器可在 120 min 内快速完全降解废水中的苯酚。

[关键词] 高级氧化; 过氧化氢; NH_4HCO_3 电解液; 苯酚废水

[中图分类号] X703.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-829X(2022)06-0079-06

Treatment of phenol wastewater by electrochemical advanced oxidation based on H_2O_2 green synthesis

QIAO Yujie, LI Nan, AN Jingkun

(School of Environmental Science and Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: H_2O_2 is a common oxidant in advanced oxidation technology due to its high efficiency and safety advantages. Among the many synthesis methods of H_2O_2 , the electrochemical synthesis of H_2O_2 is a green and environmentally friendly technology, but the waste electrolyte in the production process causes environmental pollution. In this work, decomposable NH_4HCO_3 was used as the electrolyte to in situ synthesize H_2O_2 electrochemically. Meanwhile, the effects of current density, reactor configuration and electrolyte concentration on the synthesis of H_2O_2 were investigated, and the differences between NH_4HCO_3 and Na_2SO_4 electrolytes were explored. The results showed that when the electrolyte concentration was 50 mmol/L , $(237 \pm 2) \text{ mg/(L} \cdot \text{h)}$ and $(327 \pm 2) \text{ mg/(L} \cdot \text{h)}$ H_2O_2 were synthesized respectively in the single-chamber and double-chamber reactors at 20 mA/cm^2 . At the same time, a green advanced oxidized phenol degradation system was built, UV was used to rapidly catalyze H_2O_2 to generate $\cdot\text{OH}$ for degradation of phenol. The results showed that phenol could be degraded rapidly and completely in a single chamber reactor within 120 min under low power UV condition.

Key words: advanced oxidation; H_2O_2 ; NH_4HCO_3 electrolyte; phenol wastewater

高级氧化(AOPs)是指通过产生活性羟基自由基($\cdot\text{OH}$)、超氧自由基($\text{O}_2^{\cdot-}$)等对废水中的有机物进行矿化降解的过程, 因具备安全高效、操作简单、反应条件温和等优点而备受研究者的关注^[1]。过氧化氢(H_2O_2)因安全性高、绿色无污染的优势成为 AOPs 中的常用氧化剂, 其经活化产生的 $\cdot\text{OH}$ 会与水中的有机物发生反应且不会造成二次污染。通过二电子

氧还原反应($\text{ORR}, 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- + \text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_2$)电化学生产 H_2O_2 被认为是一种高效、环境友好的 H_2O_2 生产方式^[2]。同时, 基于 H_2O_2 原位合成的电化学高级氧化技术也因无需添加外源氧化剂、反应器占地面积小、降解效果好等优点被广泛应用于水中难降解有机物的去除^[3]。

目前, 影响电化学高级氧化的电极材料^[4-5]、反

[基金项目] 国家自然科学基金项目(52070140)

应器构型^[6]等因素受到普遍关注,对电解液的研究相对较少,但电解液对电化学体系至关重要,电解液的电导率会影响电压、电流效率等^[7]。从电化学反应的角度来说,电解质的电导率越高,体系的离子迁移能力越强;但从实际应用的角度来说,电解质是二次污染的来源之一。在实验室规模中,Na₂SO₄和NaCl是2种最常见的电解质,但体系中的Cl⁻及SO₄²⁻均是二次污染源,所以寻找一种不会造成二次污染的绿色电解液至关重要。在以NH₄HCO₃为电解液的研究中,因为该介质较为温和,电极表面的电化学反应相对缓慢^[8];但由于NH₄HCO₃具有热不稳定性,反应结束后可以通过热处理的方式将其分解挥发,避免了电解液残留的问题,因此NH₄HCO₃可被认为是一种绿色无污染的电解液。

本研究以NH₄HCO₃作为电解液,在双电极电化学系统中原位高效合成H₂O₂,结合紫外光催化H₂O₂产生·OH来降解苯酚。反应结束后,体系中残留的NH₄⁺和HCO₃⁻等二次污染物可以通过加热或曝气的方式快速去除。

1 材料与方法

1.1 试剂与仪器

试剂:石墨(40 μm, HTF0325, 碳质量分数>99.9%)、炭黑(30 nm, Vulcan XC-72R, 碳质量分数>99.9%)、聚四氟乙烯乳浊液(质量分数60%)、无水乙醇、碳酸氢铵、硫酸钠、苯酚,均为分析纯。

仪器: SX-H-10箱式电阻炉、磁力搅拌器、酶标仪、电子天平、直流电源、AutoLab电化学工作站、Ag/AgCl参比电极。

1.2 分析方法

采用AutoLab电化学工作站对反应体系进行线性伏安扫描(LSV)和电化学交流阻抗谱(EIS)的电化学测试。电化学测试在100 mL的三电极体系中进行,电解质溶液为50 mmol/L的NH₄HCO₃,以超疏水空气呼吸阴极为工作电极、Ti/IrO₂板(4 cm×7 cm)为对电极、Ag/AgCl(3.5 mol/L KCl, 0.197 V vs. SHE)为参比电极^[9]。LSV电位窗口为+0.3~2.0 V,扫描速度为10 mV/s;交流阻抗施加电位为-0.5 V,从高频100 kHz扫到低频0.1 Hz,振幅为10 mV。

反应过程中,H₂O₂的浓度由草酸钛钾分光光度法在400 nm波长下测定^[10],苯酚浓度由4-氨基安替比林分光光度法在510 nm波长下测定^[11]。

电解池产生H₂O₂的电流效率(即法拉第电流效率),定义为产生H₂O₂所需要的电荷占总电荷产生量的比值^[12],可通过式(1)计算:

$$CE = \frac{nFC_{H_2O_2}V}{\int_0^t Idt} \times 100\% \quad (1)$$

式中:CE——电流效率,%;

n——O₂还原生成H₂O₂的电子转移数,2;

F——法拉第常数,96 485 C/mol;

*C*_{H₂O₂}——H₂O₂的浓度, mol/L;

V——电解液体积, L;

I——电流, A;

t——时间, s。

1.3 实验方法

在H₂O₂原位合成的过程中,使用100 mL单室反应器和140 mL双室反应器在双电极体系中进行实验,采用50 mmol/L NH₄HCO₃为电解液,以Ti/IrO₂板为阳极、疏水性空气呼吸阴极^[13]为阴极,将阴阳极连接到直流电源上,设置磁力搅拌速度为600 r/min后进行实验。

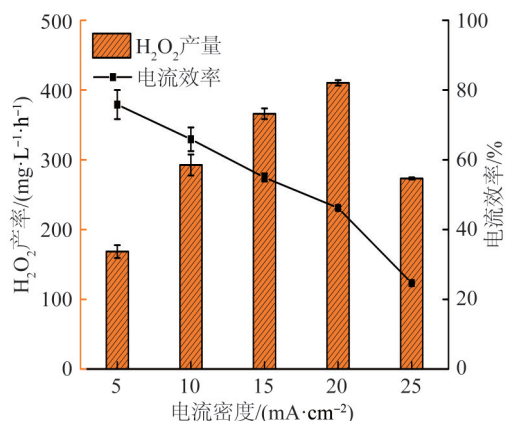
苯酚降解装置在H₂O₂原位合成单室反应器的基础上进行改造,在反应器上方放置紫外灯(UV 256 nm,功率为4、6、8 W),光程为1 cm,苯酚质量浓度为100 mg/L。

2 结果与讨论

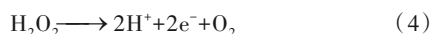
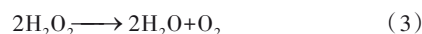
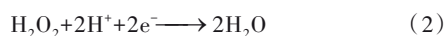
2.1 电流密度对合成H₂O₂的影响

在单室反应器中分别设置电流密度为5、10、15、20、25 mA/cm²进行H₂O₂合成实验。在预实验过程中发现,随反应时间的延长,每个电流密度下的电流效率均逐渐下降,因此选用10 min电流效率最高时计算H₂O₂产量,结果如图1所示。

由图1可知,随着电流密度从5 mA/cm²增加至20 mA/cm²,H₂O₂产率明显上升,20 mA/cm²下的H₂O₂产率达到(410±4) mg/(L·h),而25 mA/cm²时H₂O₂产率下降至(273±2) mg/(L·h)。20 mA/cm²电流密度下的H₂O₂产率最佳,且达到发生高级氧化反应所需的H₂O₂浓度^[14]。电流效率随电流密度的升高逐渐下降,这是由于随着电流密度的升高,阴阳极过电位均增加,且H₂O₂累计浓度逐渐升高,体系内H₂O₂在阴阳极发生的副反应增多,最显著的是H₂O₂在阴极会进一步被还原为H₂O〔式(2)〕^[15],同时H₂O₂在阳极也会发生歧化反应〔式(3)〕

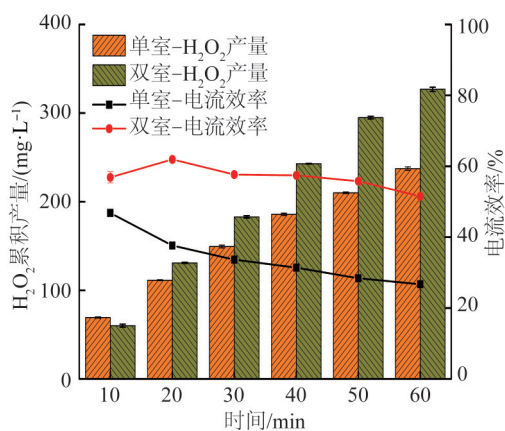
图1 不同电流密度下的H₂O₂产率及电流效率Fig. 1 H₂O₂ productivity and current efficiency under different current density

以及氧化反应[式(4)]^[16-17]。



2.2 反应器构型对合成H₂O₂的影响

在单室和双室反应器中分别施加20 mA/cm²的电流密度进行H₂O₂累积实验,结果如图2所示。

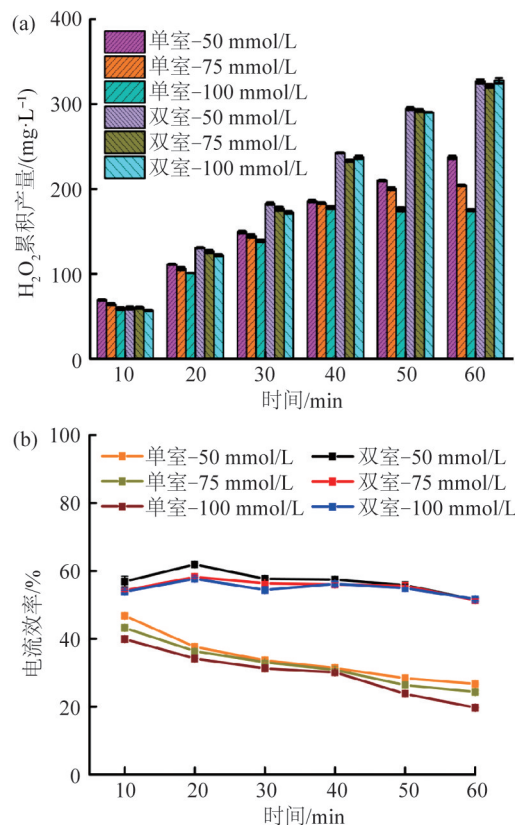
图2 不同反应器构型下的H₂O₂累积产量及电流效率Fig. 2 Cumulative production of H₂O₂ and current efficiency under different reactor configurations

由图2可知,在单室反应器连续反应60 min内,H₂O₂累积产量呈现缓慢增长的趋势,60 min时H₂O₂累积产量为(237±2) mg/L。电流效率总体呈现下降的趋势,从10 min时的47%逐渐降低至60 min时的27%,这主要是由于在单室反应器中,产生的H₂O₂除了在阴极发生还原副反应外,还会在阳极发生氧化反应。而在20 mA/cm²电流密度下,双室反应器中

的H₂O₂累积产量明显提升,60 min时H₂O₂累积产量达到(327±2) mg/L,较相同条件下单室反应器H₂O₂产量增长38%。双室反应器电流效率保持在55%左右,未发生明显下降的现象。所以通过改变反应器构型,利用双室反应器将阴阳极分开以减少副反应的产生,可实现提高H₂O₂累积产量的目的。

2.3 NH₄HCO₃浓度对合成H₂O₂的影响

电解液浓度也是原位合成H₂O₂的一大影响因素。在以往的研究中,电解液浓度升高,体系的电导率增加,传质作用增强,H₂O₂累积合成量增多^[7]。在20 mA/cm²的电流密度下,分别考察不同NH₄HCO₃浓度对单双室反应器合成H₂O₂的影响,结果见图3。

图3 不同浓度NH₄HCO₃电解液下的H₂O₂累积产量(a)及电流效率(b)Fig. 3 Cumulative production of H₂O₂ (a) and current efficiency (b) under different concentrations of NH₄HCO₃ electrolyte

如图3(a)所示,在NH₄HCO₃电解液体系中,当NH₄HCO₃浓度从50 mmol/L逐渐增加到100 mmol/L时,单室条件下60 min时H₂O₂累积产量从(237±2) mg/L降至(175±1) mg/L,呈现下降的趋势;双室条件下

不同电解液浓度对 H_2O_2 累积产量的影响相差不大。同时, 2 种反应器构型中不同浓度电解液对应的电流效率相差较小。这是由于 NH_4HCO_3 电解液中的 HCO_3^- 可以活化 H_2O_2 [18], NH_4HCO_3 电解液浓度增高造成了部分 H_2O_2 的损失, 使单室中 H_2O_2 的累积产量出现下降趋势。综合考虑成本和效益, 50 mmol/L 是 NH_4HCO_3 电解液用于电化学原位合成 H_2O_2 的适宜浓度。

2.4 NH_4HCO_3 与 Na_2SO_4 电解液对比

在电化学合成 H_2O_2 的过程中, Na_2SO_4 被普遍认为是良好稳定的电解质溶液。使用浓度同为 50 mmol/L 的 Na_2SO_4 及 NH_4HCO_3 电解液进行实验, 对比不同电解质溶液对电化学合成 H_2O_2 的影响。图 4 为 2 种不同电解质溶液体系下的 LSV 极化曲线和交流阻抗谱图。

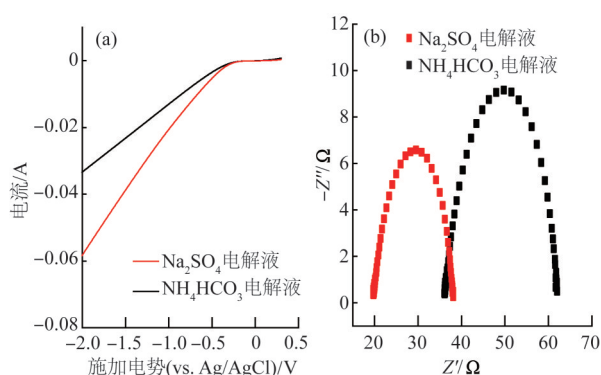


图 4 不同电解液类型下的 LSV 极化曲线 (a) 及 EIS 拟合 Nyquist 图 (b)

Fig. 4 LSV polarization curve (a) and Nyquist fitting diagram (b) under different electrolyte types

由图 4(a) 的 LSV 极化曲线可知, 2 种不同电解质溶液体系均发生了氧化还原反应。由图 4(b) 的 2 种电解液的 Nyquist 图拟合出电化学体系的电阻组成, 结果见表 1。 NH_4HCO_3 电解液的溶液内阻为 36.2Ω , 约为 Na_2SO_4 电解液的 1.8 倍; 电荷转移内阻为 26.1Ω , 约为 Na_2SO_4 电解液的 3.4 倍。

表 1 不同电解液种类下电化学体系电阻组成

Table 1 Resistance composition of electrochemical system under different electrolyte types

电解液	溶液内阻 R_s/Ω	电荷转移内阻 R_{ct}/Ω
50 mmol/L Na_2SO_4	20.1	7.6
50 mmol/L NH_4HCO_3	36.2	26.1

在电流密度为 $20 \text{ mA}/\text{cm}^2$ 时, 2 种不同电解质溶液体系的 H_2O_2 产量对比见图 5。

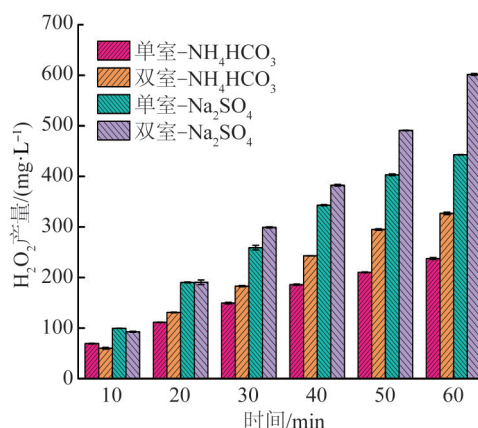


图 5 不同电解液类型下 H_2O_2 累积产量

Fig. 5 Cumulative production of H_2O_2 under different electrolyte types

由图 5 可知, NH_4HCO_3 体系双室反应器 60 min 时 H_2O_2 的累积产量为 $(327 \pm 2) \text{ mg/L}$, Na_2SO_4 体系双室反应器的 H_2O_2 累积产量高达 $(601 \pm 2) \text{ mg/L}$, 约为 NH_4HCO_3 体系 H_2O_2 产量的 1.8 倍。 NH_4HCO_3 电解液体系内阻大是造成 H_2O_2 产量相对较小的主要原因。但 NH_4HCO_3 电解液相较于 Na_2SO_4 电解液的一大优势是其在增加体系电导率、加快 H_2O_2 产生的同时, 又可以通过加热或曝气的方式被移除降解体系, 避免在体系中引入杂质离子。

2.5 UV/ H_2O_2 对苯酚降解的影响

H_2O_2 在 UV 的激发下可以产生高效降解污染物的 $\cdot\text{OH}$ 。单室反应器中, 在以 50 mmol/L 的 NH_4HCO_3 为电解液电化学原位合成 H_2O_2 的体系中, 不同功率 UV 对 UV/ H_2O_2 降解 100 mg/L 苯酚的效果见图 6。

由图 6(a) 可知, 在不同功率 UV 条件下, 苯酚均被快速降解。UV 功率为 4、6、8 W 的 UV/ H_2O_2 体系, 单室反应器 60 min 时的苯酚降解率分别为 75.0%、78.9% 和 85.9%; 120 min 后苯酚降解率分别为 97.4%、98.6% 和 99.6%, 苯酚基本被完全降解。同时, 不同功率 UV 条件下苯酚降解均符合准一级动力学方程, 在 UV 功率分别为 4、6、8 W 时, UV/ H_2O_2 降解苯酚的一级动力学常数分别为 0.026 7、0.030 0、0.035 5 min^{-1} [图 6(b)]。一级动力学常数随着 UV 功率的增大而提高, 这是由于高功率的紫外光能更快地激发 H_2O_2 产生 $\cdot\text{OH}$, 促进反应速率进一步提升, 苯酚被快速降解。

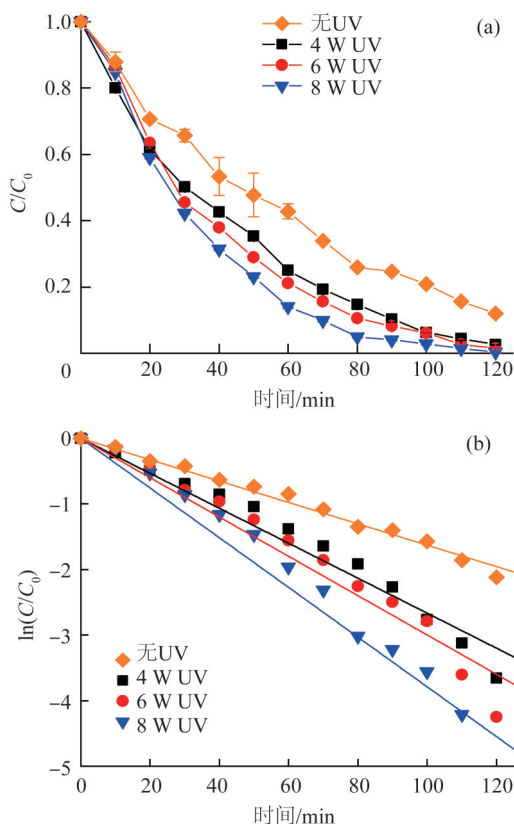


图6 不同功率UV下苯酚降解效果

Fig. 6 Degradation effect of phenol under different UV power

3 结论

(1) NH_4HCO_3 作为一种绿色无污染的电解液,可高效合成 H_2O_2 ,在电流密度为 20 mA/cm^2 时,双室反应器条件下 60 min 时 H_2O_2 累积产量最高可达 $(327 \pm 2) \text{ mg/L}$ 。

(2) UV 可以催化在 NH_4HCO_3 电化学体系中原位合成的 H_2O_2 快速产生 $\cdot\text{OH}$,进而高效降解苯酚,且苯酚降解过程符合一级动力学方程,UV 功率为 8 W 时单室反应器 60 min 时的苯酚降解率为 85.9%,120 min 内苯酚基本被完全降解。

(3) 以 NH_4HCO_3 作为电解液,在电化学体系中原位合成 H_2O_2 的过程中存在溶液内阻和电荷转移内阻大的缺点,即在一定程度上会增加电耗和影响传质。但由于其易分解的特性,可以在反应结束后通过加热的方式将 NH_4HCO_3 转变为气态 NH_3 和 CO_2 移除电化学体系,避免污水处理过程中引入杂质离子,造成二次污染。

参考文献

- [1] 陆恬奕,李宇,徐瑞,等.高级氧化技术水处理研究进展[J].当代化工,2021,50(5):1257-1260.
LU Tianyi, LI Yu, XU Rui, et al. Research progress of advanced oxidation technology in water treatment [J]. Contemporary Chemical Industry, 2021, 50(5): 1257-1260.
- [2] JIANG Yuanyuan, NI Pengjuan, CHEN Chuanxia, et al. Selective electrochemical H_2O_2 production through two-electron oxygen electrochemistry [J]. Advanced Energy Materials, 2018, 8 (31): 1801909.
- [3] 张轩,宋小三,赵珀,等.高级氧化技术处理1,4-二噁烷污染研究进展[J].化工进展,2021,40(S2):380-388.
ZHANG Xuan, SONG Xiaosan, ZHAO Po, et al. A critical review of advanced oxidation technology to treat 1,4-dioxane pollution [J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2021, 40 (S2): 380-388.
- [4] MOREIRA J, LIMA V B, GOULART L A, et al. Electrosynthesis of hydrogen peroxide using modified gas diffusion electrodes (MGDE) for environmental applications: Quinones and azo compounds employed as redox modifiers [J]. Applied Catalysis B: Environmental, 2019, 248: 95-107.
- [5] FELLINGER T P, HASCHÉ F, STRASSER P, et al. Mesoporous nitrogen-doped carbon for the electrocatalytic synthesis of hydrogen peroxide [J]. Journal of the American Chemical Society, 2012, 134(9): 4072-4075.
- [6] LU Yaobin, LIU Guangli, LUO Haiping, et al. Efficient in situ production of hydrogen peroxide using a novel stacked electrosynthesis reactor [J]. Electrochimica Acta, 2017, 248: 29-36.
- [7] ZHOU Wei, MENG Xiaoxiao, GAO Jihui, et al. Hydrogen peroxide generation from O_2 electroreduction for environmental remediation: A state-of-the-art review [J]. Chemosphere, 2019, 225: 588-607.
- [8] 曹海琳,黄玉东,张志谦,等.电解液对PAN基碳纤维电化学改性效果的影响[J].材料科学与工艺,2004,12(1):24-28.
CAO Hailin, HUANG Yudong, ZHANG Zhiqian, et al. Effect of the electrolytes on the electrochemical treatment of the PAN-based carbon fibers [J]. Material Science and Technology, 2004, 12 (1): 24-28.
- [9] AN Jingkun, LI Nan, ZHAO Qian, et al. Highly efficient electro-generation of H_2O_2 by adjusting liquid-gas-solid three phase interfaces of porous carbonaceous cathode during oxygen reduction reaction [J]. Water Research, 2019, 164: 114933.
- [10] 黄燕,杨永远,杨湘智,等.钛盐光度法测定Fenton体系中过氧化氢浓度的试验研究[J].化工管理,2020(15):22-23.
HUANG Yan, YANG Yongyuan, YANG Xiangzhi, et al. Experimental study on the determination of hydrogen peroxide concentration in Fenton system by titanium salt spectrophotometry [J]. Chemical Enterprise Management, 2020(15): 22-23.

- [11] 王静平. 4-氨基安替比林分光光度法测定水中的挥发酚[J]. 化工管理, 2019(28):30-31.
- WANG Jingping. Determination of volatile phenols calibration curve's slope and intercept by using 4-aminobirin spectrophotometry[J]. Chemical Enterprise Management, 2019(28):30-31.
- [12] 冯玉阳, 刘伟, 白智勇, 等. $\text{IrO}_2/\text{Ti}-\text{Fe}$ 电极电化学降解四氯化碳的研究[J]. 环境科学学报, 2017, 37(11):4085-4092.
- FENG Yuyang, LIU Wei, BAI Zhiyong, et al. Electrochemical degradation of carbon tetrachloride using $\text{IrO}_2/\text{Ti}-\text{Fe}$ electrode [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2017, 37(11):4085-4092.
- [13] ZHAO Qian, LI Nan, LIAO Chengmei, et al. The $\text{UV}/\text{H}_2\text{O}_2$ process based on H_2O_2 in situ generation for water disinfection[J]. Journal of Hazardous Materials Letters, 2021, 2:100020.
- [14] 刘海勇. $\text{UV}/\text{H}_2\text{O}_2$ 高级氧化降解水中 GSM 和 2-MIB 试验研究[D]. 济南: 山东建筑大学, 2017.
- LIU Haiyong. Experimental study on oxidative degradation of GSM and 2-MIB by $\text{UV}/\text{H}_2\text{O}_2$ [D]. Ji'nan: Shandong Jianzhu University, 2017.
- [15] VASUDEVAN S, OTURAN M A. Electrochemistry: As cause and cure in water pollution—An overview[J]. Environmental Chemistry Letters, 2014, 12(1):97-108.
- [16] SÁNCHEZ-SÁNCHEZ C M, BARD A J. Hydrogen peroxide production in the oxygen reduction reaction at different electrocatalysts as quantified by scanning electrochemical microscopy [J]. Analytical Chemistry, 2009, 81(19):8094-8100.
- [17] ZHOU Wei, GAO Jihui, DING Yani, et al. Drastic enhancement of H_2O_2 electro-generation by pulsed current for ibuprofen degradation: Strategy based on decoupling study on H_2O_2 decomposition pathways[J]. Chemical Engineering Journal, 2018, 338:709-718.
- [18] LI Yibing, JAWAD A, KHAN A, et al. Synergistic degradation of phenols by bimetallic $\text{CuO}-\text{Co}_3\text{O}_4/\gamma-\text{Al}_2\text{O}_3$ catalyst in $\text{H}_2\text{O}_2/\text{HCO}_3^-$ system [J]. Chinese Journal of Catalysis, 2016, 37(6):963-970.
- [作者简介] 乔羽婕(1998—), 在读硕士。电话: 15900305250, E-mail: 1455298545@qq.com。通讯作者: 李楠, 博士, 教授, E-mail: nli@tju.edu.cn。
- [收稿日期] 2022-03-02(修改稿)

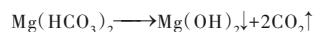
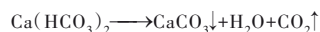
• 水处理知识讲座 •

为什么水未经脱盐处理不能用作锅炉补给水?

锅炉补给水要求一定纯净的水质以确保锅炉的安全经济运行, 需经过脱盐处理。这是因为: 未经脱盐处理的水中除含有少量悬浮杂质外, 还存在 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 等阳离子和 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 HSiO_3^- 等阴离子组成的溶解盐类, 以及 O_2 、 CO_2 等气体杂质。这些杂质随水进入锅炉中, 会在锅炉及蒸汽系统中产生以下危害:

(1) O_2 、 CO_2 等气体在给水管路和热力设施中造成腐蚀。

(2) 含有溶解盐类的水进入锅炉受热后, 水不断被蒸发, 盐类逐渐浓缩, 超过其溶度积而析出产生沉淀物。又由于钙镁盐类的溶解度随温度升高而降低及碳酸氢盐受热分解产生沉积物。反应式如下:



由于上述原因, 盐类物质在锅炉系统中极易生成水垢或水渣。水垢的热导率只有金属的几十至几分之一, 从而导致锅炉受热面热阻增加, 使受热面受热不均或局部过热, 甚至存在爆管的危险。

这样就使设备寿命缩短, 燃料消耗高。

(3) 污染蒸汽。盐类及杂质进入锅炉系统后, 由于水滴携带或蒸汽的溶解携带, 水中钠盐、硅酸盐的气体杂质会带入蒸汽系统。这些杂质会造成热力设备的腐蚀。盐类物质会沉积在蒸汽通过的各个部位, 如过热器、汽轮机等, 影响机组的安全经济运行。

由于上述原因, 未经脱盐处理的水不能作为锅炉补给水。

补给水处理是根据锅炉压力等级的不同而有不同, 等级越高, 对补给水的纯度要求越高。用于低压锅炉的补给水, 要经过软化处理或部分脱盐处理, 主要是除去水中的硬度, 通常是以 H^+ 型或 Na^+ 型离子交换树脂软化或石灰软化法处理。对于中压以上锅炉的补给水, 要经过化学除盐处理。将水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 等阳离子和 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 HSiO_3^- 等阴离子, 以及溶解气体全部除去或降低到一定程度, 通常采用离子交换等方法。

(摘自《工业水处理技术问答及常用数据》)