

电纺聚乙烯醇纳米纤维膜无酶过氧化氢传感器的制备

万其进, 尚艳利, 汪召豪, 崔 晗, 杨年俊

(武汉工程大学绿色化工过程教育部重点实验室, 湖北省新型反应器与
绿色化学工艺重点实验室, 湖北 武汉 430074)

摘 要:用静电纺丝的方法将聚乙烯醇(PVA)静电纺丝到裸铂电极表面, 分别采用扫描电镜法、循环伏安法、电流时间曲线法、交流阻抗等方法对该电极进行表征。研究了过氧化氢在该聚乙烯醇修饰电极的电化学行为。实验结果表明:聚乙烯醇纳米纤维膜呈现出理想的疏松多孔的网状结构, 极大地增大了电极的有效表面积;在 pH=7.4 的磷酸盐缓冲溶液中相比裸铂电极, 聚乙烯醇纳米纤维膜修饰电极对过氧化氢的响应电流有明显的提高, 过氧化氢的浓度在 $7.8 \sim 2\,900\ \mu\text{mol/L}$ 范围内, 与其还原电流呈良好的线性关系, 检测限达 $1.1\ \mu\text{mol/L}$ 。该聚乙烯醇修饰电极可以作为电化学无酶传感器用于低浓度过氧化氢的检测。

关键词:聚乙烯醇;静电纺丝;修饰电极;过氧化氢

中图分类号:O657.1

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2013.08.002

0 引 言

随着纳米材料科技的迅速发展,利用一些简单易操作的手段获得微观形貌可控的纳米材料成为各个领域研究的热点,静电纺丝法因能够连续生产直径在亚微米级甚至纳米级的高聚物纤维近年来受到越来越多的关注和重视^[1-2]。利用这种方法制得的纳米纤维膜具有原料来源多,易操作,纤维形貌较容易控制,能广泛应用于各行各业等优点。

静电纺丝的实验装置^[3-5]简单易操作,主要由高压直流电源,带有细小喷丝嘴的样品管和接地的接收装置三个部分组成,在静电纺丝过程中,在待纺溶液的表面张力和高压电源产生的电场的静电斥力的相互作用下形成喷射细流,接通高压电源后,喷射口液滴所受电场力与液体表面张力相等,喷丝口处形成“Taylor 圆锥”,电压再增加到一定程度,溶液便会克服液体表面张力以纤维的状态喷出,在喷射的过程中,伴随着溶剂的快速挥发,干燥的纳米纤维膜就落在了接收装置上(见图 1)。

利用静电纺丝法制备化学修饰电极是一个很有发展潜力的研究领域,电纺纳米纤维修饰电极相比传统的共价键合法、滴涂法、旋涂法和电化学聚合法等具有更大的比表面积、更好的多孔疏松结构和更强的吸附能力。这些特性可以使待测物

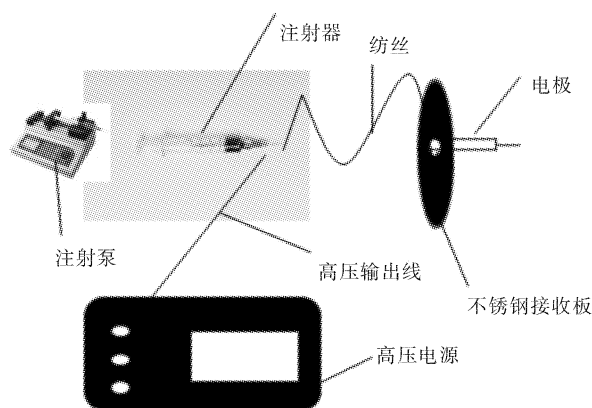


图 1 静电纺丝装置示意图

Fig. 1 Schematic diagram of equipment of electrostatic spinning technology

质更好更加高效的进行电子传递。静电纺丝技术问世以来已经有很多种聚合物被制成超细纤维,聚环氧乙烷,聚乙烯醇^[6],聚酰胺^[7],聚酯^[8-9]等都被证实有很好的电纺效果,聚苯胺^[10-13],聚乙炔,聚吡咯^[14],聚噻吩等导电高聚物也通过共混聚合物电纺的方法制得理想的微观形貌。

聚乙烯醇是一种具有良好的化学和热力学稳定性的水溶性聚合物,呈纤性能较好,是一种良好的静电纺丝材料,而且聚乙烯醇纳米纤维膜具有韧性、强度较好^[15-16]的优点,由于它无毒和良好的生物相容性,因此可以用于生物酶传感器的制备^[17-19]。本研究是利用静电纺丝法在电极表面纺

收稿日期:2013-05-22

基金项目:国家自然科学基金(21075096,21275113)

作者简介:万其进(1957-),男,湖北鄂州人,教授,硕士研究生导师,研究方向:电分析化学与生物传感器。

上一层物质制得比表面积大,空隙率高,空洞连通性好的纳米纤维膜,并以此为基础建立灵敏度高、线性范围宽的生物化学传感器。

过氧化氢不仅是工业生产、临床医学和环境科学等方面的重要物质,还是一些高选择性氧化酶反应的副产物,同时也是工业分析中一种常用的中间体,因此实现对过氧化氢的高灵敏低浓度的检测有着非常重要的实际意义。与化学发光、荧光、滴定法和光谱法相比,电化学方法因具有灵敏、简单、快速等优点而受到广泛的关注。迄今为止,利用静电纺丝的方法将聚乙烯醇修饰到裸铂电极表面,构建过氧化氢传感器的研究未见报道,结果发现修饰电极在一定条件下催化还原过氧化氢,该测定方法灵敏度高,检出限低,稳定性好,电极使用寿命长,有很好的应用价值。

1 实验部分

1.1 仪器与试剂

CHI760B 电化学工作站(上海辰华仪器公司),电化学实验用三电极体系:修饰电极为工作电极,Pt 丝电极为对电极,饱和甘汞电极为参比电极(本研究所有电位均相对参比电极而言),KQ250 型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司);Super NW 超纯水系统(Heal Force Development Co., Ltd)。

聚乙烯醇(PVA)(分析纯,上海 sigma-aldrich 公司);过氧化氢(H_2O_2);磷酸氢二钠与磷酸二氢钠缓冲液($\text{pH}=7.4$);高纯氮气(武钢气体公司);所用试剂均为分析纯,所有溶液均采用超纯水配制,实验在常温下进行。电化学行为表征前溶液均通氮除氧。过氧化物酶(CAT)。

1.2 修饰电极的制备

首先将裸铂电极在 98%(质量分数) H_2SO_4 :30%(质量分数) $\text{H}_2\text{O}_2=3:7$ 的溶液中浸泡 10 min,电极用超纯水冲洗干净后,用 $0.05\ \mu\text{m}$ Al_2O_3 粉末抛光成镜面,依次在乙醇溶液和超纯水中超声 10 min,水冲洗后,在 $0.5\ \text{mol/L}$ 的硫酸溶液中,在 $-0.2\sim 1.4\ \text{V}$ 的范围内连续循环伏安法扫描 10 圈,取出干燥备用。

6%(质量分数)聚乙烯醇溶液的制备:称取 3.2 g PVA 溶到 50 mL 水中,在恒温加热搅拌器上恒温 $85\ ^\circ\text{C}$ 搅拌 2 h,溶液冷却放置备用。

将 6%(质量分数)PVA 溶液放置于 10 mL 塑料注射器中,通过高压电源在注射器针头(9#)和接受板之间形成 18 kV 的高压,保持注射器针头和接收板之间间距 12 cm,通过注射泵控制流速为

0.6 mL/h。纺丝 10 min 后即可在电极上形成一层明显的白色纳米纤维膜。

2 结果与讨论

2.1 扫描电镜(SEM)

图 2 为电纺 PVA 纳米纤维的 SEM 图,表明质量分数为 6% PVA 纳米纤维形成了层次分明的网状结构,其纤维直径约为 200 nm。并且具有光滑的表面。聚合物都有其可纺的黏度范围,当聚乙烯醇的浓度增加到 8% 时,溶液的电纺性变差,在电纺过程中的聚合物液滴明显增加,电纺溶液难以转变为纤维。实验确定质量分数为 6% PVA 为电纺的最佳浓度:电压为 18 kV,间距 12 cm,注射速度 0.6 mL/h。由图 2 可以说明已经成功制备了微观形貌良好的 PVA 纳米纤维膜修饰电极。

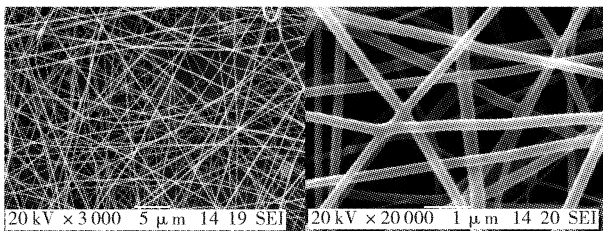


图 2 PVA 纳米纤维的扫描电镜图

Fig. 2 The SEM of PVA nanofibers

2.2 不同电极在 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-/4-}$ 溶液中的电化学响应

用循环伏安法研究了在相同的条件下 Pt(a)和 PVA/Pt(b)电极在 $0.005\ \text{mol/L}$ 的 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-/4-}+0.1\ \text{mol/L}$ KCl 溶液中的电化学行为(如图 3 所示),比较曲线(a)和曲线(b)可知,裸电极和 PVA/Pt 修饰电极在 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-/4-}$ 溶液中的峰电位差没有明显变化,说明修饰电极的可逆性很好。同时氧化还原峰电流明显增大,这说明电极表面成功的修饰上了一层 PVA 纳米纤维膜,同时也表明修饰电极相比裸铂电极有更大的有效表面积,纳米材料有效表面积越大,电催化性能越好,灵敏度越高。这意味着聚乙烯醇纳米纤维修饰电极相比裸电极具有更高的电子催化活性。

2.3 电极的交流阻抗表征

电化学交流阻抗能有效准确的表征修饰电极界面的电子传递特性,在交流阻抗图谱中,高频区的半圆部分代表了界面电子传输过程中的电子传递,在低频区的直线部分反映了扩散过程的电子传递。由图 4 可知,PVA 修饰电极相对于裸电极,在高频地区出现一个直径相对较小的圆弧,表明了修饰电极具有比裸铂电极更小的阻抗,说明修饰电极这种层次分明的网状结构促进了电子的传

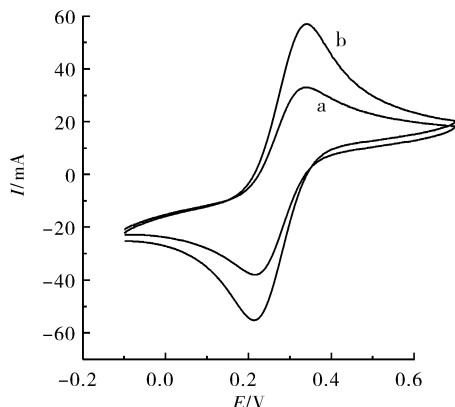


图3 Pt(a)和PVA/Pt(b)在0.005 mol/L[Fe(CN)₆]^{3-/4-}+0.1 mol/LKCl溶液中的循环伏安图

Fig.3 Cyclic voltammograms of Pt(a) and PVA/Pt(b) in 0.005 mol/L[Fe(CN)₆]^{3-/4-}+0.1 mol/L KCl

solution at scan rate of 100 mV/s

递,[Fe(CN)₆]^{3-/4-}更容易到达电极表面发生反应,静电纺丝法制得的纳米纤维膜起到了增强电子传输的作用.这个结果与两种电极在[Fe(CN)₆]^{3-/4-}的循环伏安法中结论保持一致,这也从侧面证明聚乙烯醇纳米纤维膜修饰电极制备成功.

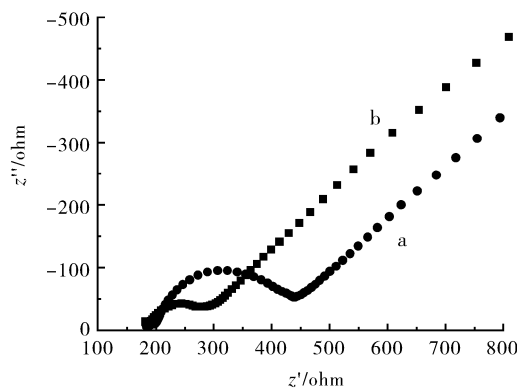


图4 Pt(a)和PVA/Pt(b)在0.005 mol/L [Fe(CN)₆]^{3-/4-}+0.1 mol/L KCl

溶液中的交流阻抗图谱

Fig.4 Impedance plots of Pt(a) and PVA/Pt(b) in 0.005 mol/L [Fe(CN)₆]^{3-/4-}+0.1 mol/L KCl solution

2.4 修饰电极在不同底液中的循环伏安图

图5所示是PVA/Pt电极分别在PBS底液(a)和含有 7.8×10^{-5} mol/L的H₂O₂的PBS溶液(b),CAT/PVA/Pt电极在含有 7.8×10^{-5} mol/L的H₂O₂的PBS溶液(c)中的循环伏安图,曲线b与曲线a相比,峰电位有一定的正移,还原峰电流明显增大,表明PVA/Pt电极对H₂O₂有很好的电催化还原作用.曲线c与曲线b相比,无酶过氧化氢传感器具有更大的响应电流和更好的电子传递能力.

2.5 H₂O₂的峰电流与扫描速度的关系

在最佳实验条件下,将PVA/Pt修饰电极置

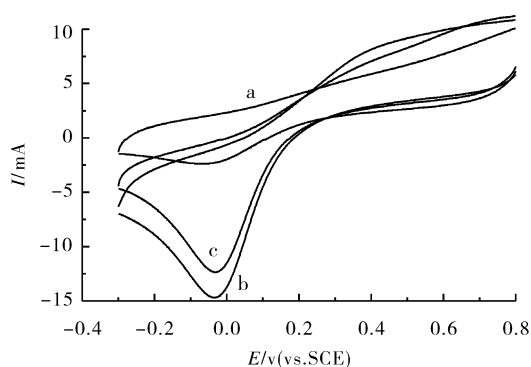


图5 PVA/Pt在几种PBS中的循环伏安图

Fig.5 Cyclic voltammograms of PVA/Pt in PBS solutions

注:(a)PBS(pH=7.4);(b)含有 7.8×10^{-5} mol/L H₂O₂的PBS(pH=7.4)底液;(c)CAT/PVA/Pt电极在含有 7.8×10^{-5} mol/L的H₂O₂的PBS溶液.

于含有 7.8×10^{-5} mol/L的H₂O₂的PBS溶液中,研究了H₂O₂在不同的扫速下的循环伏安行为,由图6可知,扫速在20~240 mV/s范围内,PVA/Pt修饰电极对H₂O₂响应的还原峰电流随着扫速的增大而规律性增大,峰电流与扫速呈现良好的线性关系,表明PVA/Pt电极对H₂O₂的氧化还原过程是受吸附控制的.

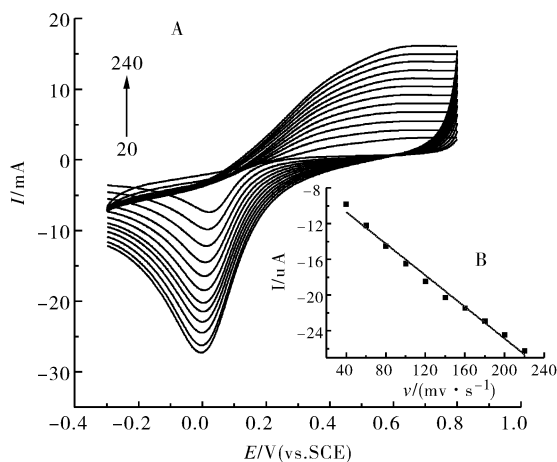


图6 PVA/Pt在 7.8×10^{-5} mol/L的H₂O₂溶液中不同扫描速度的循环伏安图(A)及PVA/Pt在 7.8×10^{-5} mol/L H₂O₂+PBS(pH=7.4)溶液中扫速与峰电流的线性关系图(B)

Fig.6 Cyclic voltammograms of PVA/Pt(b) in 7.8×10^{-5} mol/L H₂O₂ solution at different scan rate (A) and Linear ship between the scan rate and peak current while PVA/Pt in 7.8×10^{-5} mol/L H₂O₂+PBS(pH=7.4) solution (B)

2.6 不同电极对H₂O₂溶液的安培响应

图7是Pt(a),PVA/Pt(b)和CAT/PVA/Pt(c)三支不同电极在0.2 mol/L PBS(pH=7.4)缓冲溶液中对H₂O₂的响应*i-t*曲线图,由图可知,PVA/Pt修饰电极对H₂O₂的响应电流约是裸电

极的 3 倍, 电流有明显的增大, 表明修饰电极对 H_2O_2 有更好的响应. 曲线 c 与曲线 b 相比, 加入相同浓度的 H_2O_2 , 无酶过氧化氢传感器对 H_2O_2 响应电流的变化量更大, 这也证明了聚乙烯醇纳米纤维修饰电极这种无酶过氧化氢传感器具有较好的电化学性能.

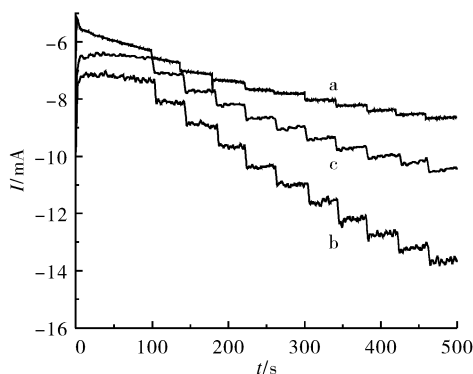


图 7 Pt(a), PVA/Pt(b) 和 CAT/PVA/Pt(c) 在 0.2 mol/L PBS(pH=7.4) 缓冲溶液中相同的时间间隔内连续滴加 39 μM 的 H_2O_2 i - t 曲线

Fig. 7 The i - t responses of Pt(a), PVA/Pt(b) and CAT/PVA/Pt(c) at -0.4 V with successive addition of 39 μmol H_2O_2

2.7 实验最佳条件的选择

2.7.1 最佳 pH 的选择 PVA/Pt 修饰电极在不同 pH 值(6.6~7.8) PBS 缓冲溶液中对浓度为 0.039 mol/L 的 H_2O_2 利用电流时间曲线进行电化学行为表征, 电位均设定在 -0.4 V. 将修饰电极对 H_2O_2 的响应电流对 pH 做图, 如图 8 所示, 由图可知, pH 在 6.6~7.4 范围内, 加入相同浓度的 H_2O_2 电流的变化量越来越大, 当 pH=7.4 时响应电流到最大, 当超过 7.4 时电流的变化量又开始逐渐减小, 所以本实验选择测定底液的 pH 为 7.4 的 PBS.

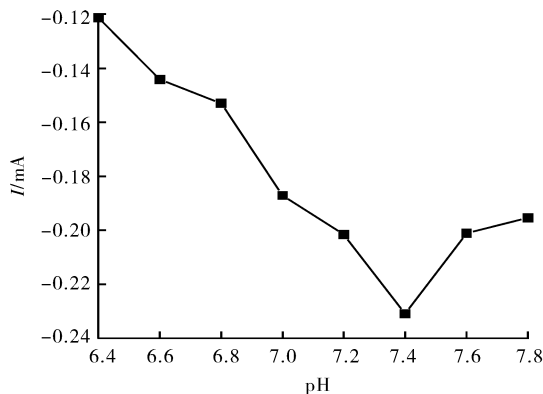


图 8 不同 pH(6.6~7.8) 中 0.039 mol/L H_2O_2 的还原电流与 pH 的折线图

Fig. 8 reduction current of 0.039 mol/L H_2O_2 in the solutions at different pH(6.6~7.8)

2.7.2 最佳还原电位的选择 图 9 所示为 PVA/Pt 修饰电极在 $-0.2 \sim -0.5$ V 电位范围内的电流时间曲线图, 由图可知随着电位的负移, 加入相同浓度的 H_2O_2 , 电流的变化量越来越大. 对比曲线 c 与曲线 d 发现, 虽然 d 的电流变化量相对大一些, 但是曲线 c 的噪声远远小于曲线 d, 在此电位下, PVA/Pt 修饰电极对 H_2O_2 的灵敏度较高, 稳定性较高, 检测限较低. 所以在本实验中选择 -0.4 V 为最佳还原电位.

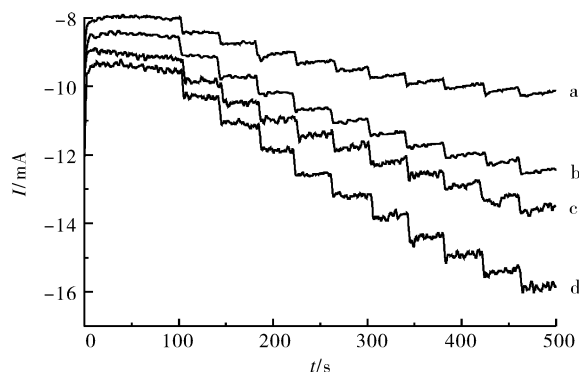


图 9 PVA/Pt 修饰电极在不同还原电位下对 H_2O_2 的电流时间曲线图

Fig. 9 The i - t responses of PVA/Pt at different potential with successive addition of 39 μmol H_2O_2
注: -0.2 V(a), -0.3 V(b), -0.4 V(c), -0.5 V(d).

2.8 线性范围和检出限

图 10 是 PVA/Pt 修饰电极对不同浓度 H_2O_2 响应的浓度曲线图, 由图可知, 在 $7.8 \times 10^{-6} \sim 2.9 \times 10^{-3}$ mol/L 浓度范围内还原电流与过氧化氢的浓度呈良好的线性关系, 线性回归方程

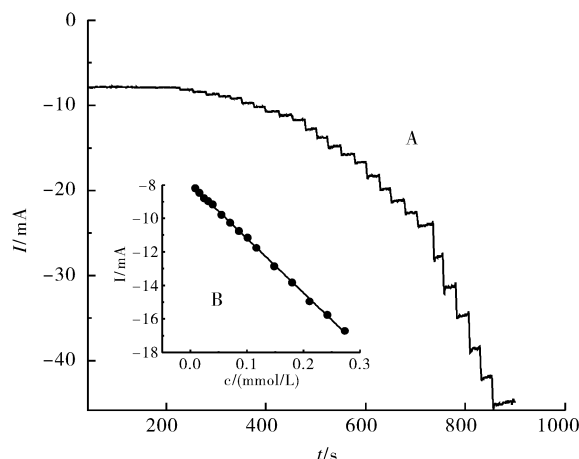


图 10 在最佳实验条件下 PVA/Pt 修饰电极对 H_2O_2 的电流时间曲线图(A)和还原电流与 H_2O_2 浓度的线性关图(B)

Fig. 10 The i - t responses of PVA/Pt at -0.4 V with successive addition of different levels of H_2O_2 (A) and linearship between the concentration of H_2O_2 and the reduction current (B)

$i(\mu\text{A}) = -32.44c - 7.963$. 检测限为 1.1×10^{-6} mol/L, 可以将其用于小分子 H_2O_2 的定量分析.

2.9 稳定性和重现性

用 PVA/Pt 修饰电极平行测 10 次 0.039 mol/L H_2O_2 , 连续滴加相同量的 H_2O_2 , 电流的变化量基本稳定, 其相对标准偏差控制在 5% 以内, 由此可以说明该修饰电极的重现性很好, 同时还将新制备的修饰电极真空放置 15 d 后测定同一浓度的 H_2O_2 , 在连续滴加的过程中, 其电流变化量无明显变化, 表明聚乙烯醇修饰电极具有较好的稳定性. 良好的稳定性和较好的重现性表明该修饰电极可以作为有效测定 H_2O_2 的化学传感器使用.

3 结 语

本研究以裸铂电极为基体电极, 运用静电纺丝的方法, 制备得到 PVA/Pt 修饰电极, 相比传统的滴涂, 浸泡, 电聚合等方法, 静电纺丝法制备得到的 PVA/Pt 电极灵敏度更高, 稳定性更好.

本实验旨在为制备更好的化学生物传感器打好基础, 鉴于 PVA/Pt 比裸 Pt 电极有更小的阻抗, 更好的电流响应, 更高的灵敏度和更好的稳定性, 在聚乙烯醇修饰电极的基础上进行进一步的修饰, 这在生物传感器的制备及应用上可能会有更好的发展前景.

致谢

感谢国家自然科学基金委员会和武汉工程大学研究生处对本研究的资助和支持.

参考文献:

- [1] 马彦龙, 王帅, 卫英慧, 等. 静电纺丝制备 MWNTs/PVA/PEO 复合超细纤维[J]. 合成纤维工业, 2010, 33(4): 24-28.
MA Yan-long, WANG-Shuai, WEI Ying-hui, et al. MWNTs/PVA/PEO composite nanofibers by electrospinning[J]. China Synthetic Fiber Industry, 2010, 33(4): 24-28. (in Chinese)
- [2] 董晓英, 董鑫. 静电纺丝纳米纤维的制备及其应用[J]. 合成纤维工业, 2009, 32(4): 48-53.
DONG Xiao-ying, DONG Xin. Preparation and application of electrostatic spinning of nanofibers[J]. China Synthetic Fiber Industry, 2009, 32(4): 48-53. (in Chinese)
- [3] 甄洪鹏, 裴俊, 孙俊峰, 等. 壳聚糖/聚乙烯醇共混超细纤维的制备及紫外光交联研究[J]. 高分子学报, 2007(03): 230-235.
ZHEN Hong-peng, NIE-Jun, SUN Jun-feng, et al. The preparation of Chitosan/polyvinyl alcohol superfine fiber and ultraviolet crosslinked research [J]. Acta Polymerica Sinica, 2007(3): 230-235. (in Chinese)
- [4] 徐飞. 电纺丝技术在血管组织工程支架制备中的应用[D]. 济南: 山东师范大学生命科学学院, 2009.
XU Fei. The application of electrostatic spinning in vascular tissue engineering scaffolds preparation[D]. Jinan: School of Life Science Shandong Normal University, 2009. (in Chinese)
- [5] 许鑫华, 任光雷, 刘强, 等. 聚乙烯醇静电纺丝法固定葡萄糖氧化酶[J]. 天津大学学报, 2006, 39(7): 857-861.
XU Xin-Hua, REN Guang-lei, LIU Qiang, et al. Polyvinyl alcohol fixed glucose oxidase electrostatic spinning method[J]. Journal of Tianjin University, 2006, 39(7): 857-861. (in Chinese)
- [6] 张琳琳, 邵丽, 崔园园, 等. 复合材料的研究进展[J]. 化工新型材料, 2010, 38(1): 8-12.
ZHANG Lin-lin, SHAO Li, CUI Yuan-yuan, et al. The research progress of composite materials [J]. New Chemical Materials, 2010, 38(1): 8-12. (in Chinese)
- [7] Schueren L V d, Mollet T. The development of polyamide 6, 6 nanofibres with a pH-sensitive function by electrospinning[J]. European Polymer Journal, 2010, 46(12): 2229-2239.
- [8] Zhang Hua, Lou Shao-feng, Williams G R, et al. A systematic study of captopril-loaded polyester fiber mats prepared by electrospinning[J]. International Journal of Pharmaceutics, 2012, 439(1-2): 100-108.
- [9] McKee M G, Unal S, Wilkes G, et al. Branched polyesters: recent advances in synthesis and performance [J]. Progress in Polymer Science, 2005, 30(5): 507-539.
- [10] Chen Shi-hong, Fu Ping, Yin Bing, et al. Immobilizing Pt nanoparticles and chitosan hybrid film[J]. Bioprocess Biosyst Eng, 2011(34): 711-719.
- [11] 朱英, 张敬畅, 郑咏梅, 等. 浸润性可调的导电聚苯胺/聚丙烯腈[J]. 高等学校化学学报, 2006, 27(1): 196-198.
ZHU Ying, ZHANG Jing-chang, ZHENG Yong-mei, et al. Invasive adjustable conductive polyaniline/polyacrylonitrile [J]. Chemical Journal of Chinese Universities, 2006, 27(1): 196-198. (in Chinese)
- [12] 万其进, 舒好, 尚艳利, 等. 静电纺丝法制备聚苯胺/醋酸纤维素膜修饰电极[J]. 武汉工程大学学报, 2013, 35(4): 21-25.

- WAN Qi-jin, SHU-Hao, SHANG Yan-li, et al. Preparation of PANI/CA film modified electrode by electro-spinning and its application in biosensor[J]. Journal of Wuhan Institute of Technology, 2013, 35(4): 21-25. (in Chinese)
- [13] 王莹. 静电纺丝方法制备聚苯胺(PANI)纳米纤维[D]. 长春: 东北师范大学先进光电子动能材料研究中心, 2008.
- WANG Ying. The preparation of polyaniline nanofibers by electrostatic spinning [D]. Changchun: Centre for Advanced Optoelectronic Functional Material Research, Northeast normal university, 2008. (in Chinese)
- [14] Chronakis I S, Grapenson S, Jakob A. Conductive polypyrrolenanofibers via electrospinning: Electrical and morphological properties [J]. Ployer, 2006, 47(5): 1597-1603.
- [15] 卢丽萍, 王芳芳, 吴敏. 聚乙烯醇/壳聚糖/硝酸铈共混纤维毡的制备及其对 Cr(VI) 的吸附性能[J]. 纺织学报, 2012(5): 79-88.
- LU Li-ping, WANG Fang-fang, WU-Min. Polyvinyl alcohol/chitosan/cerium nitric acid blend fiber felt preparation and its adsorption performance of Cr(VI) [J]. Journal of Textile Research, 2012(5): 79-88. (in Chinese)
- [16] 蔡慧, 廖华玲, 刘义, 等. 对甲基苯酚在 PLYS-TiO₂-CS 修饰电极上的电化学行为[J]. 武汉工程大学学报, 2011, 33(12): 13-17.
- CAI Hui, LIAO Hua-ling, LIU Yi, et al. Methyl phenol in PLYS-TiO₂-CS modified electrodes on electrochemical behavior [J]. Journal of Wuhan Institute of Technology, 2011, 33(12): 13-17. (in Chinese)
- [17] 宋宏图, 舒好, 汪召豪, 等. 3-巯基丙酸自组装金电极的制备及其对尿酸的电化学[J]. 武汉工程大学学报, 2011, 33(12): 20-26.
- SONG Hong-tu, SHU Hao, WANG Zhao-hao, et al. 3-mercapto propionic acid preparation of self-assembled gold electrode and electrochemical of uric acid [J]. Journal of Wuhan Institute of Technology, 2011, 33(12): 20-26. (in Chinese)
- [18] LIU Su, LIN Qing, ZHANG Xiu-ming, et al. Electrochemical immunosensor based on mesoporous nanocomposites and HRP-functionalized nanoparticles bioconjugates for sensitivity enhanced detection of diethylstilbestrol [J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2012, 166-167: 562-568.
- [19] WANG Teng, ZHU Yi, LI Gai, et al. A novel hydrogen peroxide biosensor based on the BPT/AuNPs/grapheme/HRP composite [J]. Science China Chemistry, 2011, 54(10): 1645-1650.

Preparation of hydrogen peroxide non-enzyme biosensor based on PVA nanofibers film by electro-spinning

WAN Qi-jin, SHANG Yan-li, WANG Zhao-hao, CUI Han, YANG Nian-jun

(Key Laboratory for Green Chemical Process of Ministry of Education, Hubei Key lab of Novel Reactor & Green Chemical Technology, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: The nanofibers made by electrostatic spinning technology have the advantages of high specific surface area and porous structure. Polyvinyl alcohol (PVA) was placed on bare platinum electrode surface by electrospinning. The modified electrodes were characterized by scanning electron microscopy (SEM), cyclic voltammetry and electrochemical impedance spectroscopy methods. The experiment results show that polyvinyl alcohol nanofibers membrane presents the ideal porous mesh structure, greatly increasing the effective surface area of the electrode; compared to bare platinum electrodes, the response current of polyvinyl alcohol nanofibers membrane modified electrode to hydrogen peroxide in phosphate buffer solution (pH = 7.4) increases significantly; the reduction currents have a good linear relationship with concentrations of hydrogen peroxide in the range of 7.8 $\mu\text{mol/L}$ — 2 900 $\mu\text{mol/L}$. Its detection limit reaches 1.1 $\mu\text{mol/L}$. The polyvinyl alcohol modified electrodes can be used as the electrochemical sensor in the detection of low concentration of hydrogen peroxide.

Key words: polyvinyl alcohol; electrostatic spinning method; chemical modified electrode; hydrogen peroxide

本文编辑: 张 瑞