

试验研究

## 非晶态 Fe-Mo 合金在碱性溶液中的电催化析氢活性

牛振江<sup>1</sup>, 吴廷华<sup>1</sup>, 杨防祖<sup>2</sup>, 姚士冰<sup>2</sup>, 周绍民<sup>2</sup>

(1. 浙江师范大学物理化学研究所, 浙江 金华 321004; 2. 厦门大学化学系, 福建 厦门 361005)

**[摘 要]** 研究了电沉积制备的非晶态 Fe-Mo 合金(组成分别为 Fe<sub>82</sub>Mo<sub>18</sub>、Fe<sub>74</sub>Mo<sub>26</sub>和 Fe<sub>71</sub>Mo<sub>29</sub>)电极在 30% KOH 溶液中, 303 ~ 343 K 的温度范围内的析氢催化性能。三种非晶态合金都显示出较好的催化析氢活性。温度为 343 K, 析 H<sub>2</sub> 电流密度为 300 mA/cm<sup>2</sup> 时的析 H<sub>2</sub> 过电位为 150 ~ 157 mV。非晶态 Fe<sub>82</sub>Mo<sub>18</sub>、Fe<sub>74</sub>Mo<sub>26</sub>和 Fe<sub>71</sub>Mo<sub>29</sub> 合金上析 H<sub>2</sub> 反应的表现活化能分别为 57.18, 47.33, 102.28 kJ/mol。

**[关键词]** 电沉积; 非晶态 Fe-Mo 合金; 析氢反应

**[中图分类号]** Q64 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1001-1560(2003)08-0009-04

### Electrocatalytic Activity of Electrodeposited Amorphous Fe-Mo Alloy for Hydrogen Evolution Reaction in Alkaline Solution

NIU Zhen-jiang<sup>1</sup>, WU Ting-hua<sup>1</sup>, YANG Fang-zu<sup>2</sup>, YAO Shi-bing<sup>2</sup>, ZHOU Shao-min<sup>2</sup>

(1. Institute of Physical Chemistry, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004;

2. Department of Chemistry, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** The cathodic hydrogen evolution reactions of three electrodes, which respectively electrodeposited amorphous Fe-Mo alloys Fe<sub>82</sub>Mo<sub>18</sub>, Fe<sub>74</sub>Mo<sub>26</sub> and Fe<sub>71</sub>Mo<sub>29</sub>, were studied in a 30% KOH solution between temperatures from 303 K to 343 K. All of the electrodes showed higher electrocatalytic activities in the alkaline solution. The hydrogen evolution overpotential of three alloys were 150 ~ 157 mV at 343 K and current density of 300 mA/cm<sup>2</sup>. The apparent activation energies of hydrogen evolution reaction were 57.18 kJ/mol for Fe<sub>82</sub>Mo<sub>18</sub>, 47.3 kJ/mol for Fe<sub>74</sub>Mo<sub>26</sub> and 102.28 kJ/mol for Fe<sub>71</sub>Mo<sub>29</sub>, respectively.

**Key words:** electrodepositing; amorphous Fe-Mo alloy; hydrogen evolution reaction

在涉及电解析氢过程的工业中, 具有低析 H<sub>2</sub> 过电位的阴极材料对降低能耗, 提高经济效益是非常重要的。许多贵金属和其他过渡金属合金对阴极析 H<sub>2</sub> 反应都有一定的催化作用, 其中由 d 电子数小于 d 轨道数(有空的或半充满的 d 轨道)的过渡金属与 d 电子数大于 d 轨道数(有成对的 d 电子)的过渡金属形成的合金, 将对析 H<sub>2</sub> 反应产生协同效应, 甚至可能有超过单一贵金属电极的催化活性<sup>[1]</sup>。由 Fe 系金属(Fe, Co, Ni)与 Mo 形成的合金对析氢反应催化活性较高, 电极制备也相对简单, 国内外都有广泛的研究。例如, Ni-Mo, Co-Mo 等二元合金已显示了很好的催化析 H<sub>2</sub> 性能<sup>[2]</sup>。在电解液中存在少量的 Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> 时, 对 Ni 电极有明显的活化作用<sup>[3]</sup>。一般认为, 在 Fe 系金属与 Mo 形成的合金, 其析氢催化活性与它们的 d 电子数成正比, 由于三者中 Fe 的 d 电子数最少, 因此多晶 Fe-Mo 合金的催化活性低于 Co-Mo, Ni-Mo 合金<sup>[4]</sup>。但是, 当它们形成非晶态合金后, 由于非晶态合金具有特殊的结构和表面性质, 往往显示出比相应的多晶材料更高的催化

活性<sup>[5]</sup>。另外, 在电沉积制备非晶态 Fe-Mo 合金的过程中, 阴极上析氢剧烈, 电流效率很低, 这一现象提示通过形成非晶态结构可能有利于提高 Fe-Mo 合金材料的催化活性。本文通过极化曲线研究电沉积制备的非晶态 Fe-Mo 合金电极在碱性溶液中电催化析 H<sub>2</sub> 的活性。

## 1 实 验

### 1.1 非晶态 Fe-Mo 合金的电沉积

在纯铜基底上沉积 Fe-Mo 合金, 镀铂钛网作为阳极, 阴阳极面积比为 1:2。镀液的组成(g/L): FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 28, Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 45, C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>·H<sub>2</sub>O 80, NaCl 30, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 30, pH 值 3~5。沉积电流密度分别为 25, 50, 100 mA/cm<sup>2</sup>, 用分光光度法分析沉积层的组成分别为 Fe<sub>82</sub>Mo<sub>18</sub>、Fe<sub>74</sub>Mo<sub>26</sub>和 Fe<sub>71</sub>Mo<sub>29</sub>, 沉积层的结构经 X 射线衍射分析证实为非晶态<sup>[6]</sup>。

### 1.2 电化学实验

阴极极化曲线在 CHI660 电化学综合测试系统(美国 CH In-

[收稿日期] 2003-02-25

strument 公司)进行。电解液为 30 % KOH 溶液,均由分析纯试剂和三次蒸馏水配成。工作电极的有效面积为  $0.072 \text{ cm}^2$ , 30 % KOH 的 Hg/HgO 电极作参比电极。 $1.0 \text{ cm}^2$  的铂片为对电极。电位扫描速度为  $1.0 \text{ mV/s}$ 。实验前通  $\text{N}_2$  10 min 以除  $\text{O}_2$ 。电沉积的 Fe-Mo 合金电极经过除油清洗后,在 KOH 溶液中于  $-1.5 \text{ V}$  (vs. Hg/HgO,  $\text{OH}^-$ ) 下恒电位预极化 5 min 以除去合金表面可能存在的氧化膜,然后进行电化学测试。溶液电阻由交流阻抗求得,极化曲线经过溶液 IR 降校正。

## 2 结果与讨论

### 2.1 非晶态 Fe-Mo 合金的阴极极化曲线

在 303 ~ 343 K 的温度范围内,不同温度下相对于 Hg/HgO,  $\text{OH}^-$  (30 % KOH) 电极的可逆析  $\text{H}_2$  电位见表 1<sup>[7]</sup>。在一定温度下由实验测得的一定电流密度下的析  $\text{H}_2$  电位与表中相应温度的可逆析  $\text{H}_2$  电位值的差值,就是研究电极在该电流密度下的析  $\text{H}_2$  过电位,过电位的高低就直接反映了电极材料电催化活性的大小。

表 1 可逆析  $\text{H}_2$  电位(vs Hg/HgO,  $\text{OH}^-$ )

T/ K	303	313	323	333	343
$E^0/\text{mV}$	-924	-921	-918	-916	-913

不同温度下,三种组成的 Fe-Mo 合金电极在 30 % KOH 溶液中的阴极析  $\text{H}_2$  极化曲线见图 1。从极化曲线可见,在一定的电位范

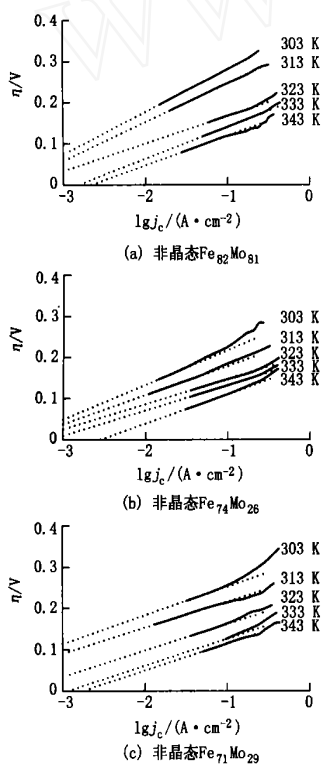


图 1 合金在 30 % KOH 溶液中的  $\eta \sim \lg j_c$  曲线

Fig. 1.  $\eta \sim \log i$  curves of  $\text{H}_2$  evolution on amorphous Fe-Mo alloy in 30 % KOH

围内  $\eta \sim \lg j_c$  都存在线性极化区。多数情况下,较高极化区还有另一个斜率不同的直线段,与文献中研究 Ni-Mo、Ni-Mo-Fe<sup>[8]</sup>、Ni-Co-Mo<sup>[9]</sup> 等合金的电催化析  $\text{H}_2$  活性的结果十分一致。本文用析  $\text{H}_2$  电流密度为  $300 \text{ mA/cm}^2$  时的过电位  $\eta_{300}$  作为比较合金电催化析  $\text{H}_2$  活性的依据。取各  $\eta \sim \lg j_c$  曲线中低极化区的直线段,可求得有关电极反应的参数。对同一种合金样品,由不同温度的  $\eta \sim \lg j_c$  直线段外推至  $\eta = 0$ , 得到表观交换电流密度  $j_0$ , 通过  $\lg j_0 \sim T^{-1}$  作图(见图 2), 根据 Arrhenius 公式 ( $\lg j_0 = A - Ea/2.303RT$ ), 求得析  $\text{H}_2$  反应的表现活化能, 所得结果归纳见表 2。

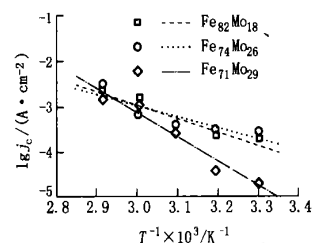


图 2 非晶态 Fe-Mo 合金在 30 % KOH 溶液中的  $\lg(j_0/\text{A} \cdot \text{cm}^{-2}) \sim T^{-1}$  关系

Fig. 2 Plots of  $\lg(j_0/\text{A} \cdot \text{cm}^{-2}) \sim T^{-1}$  for  $\text{H}_2$  evolution on the amorphous Fe-Mo alloys in 30 % KOH solution

表 2 Fe-Mo 合金催化析  $\text{H}_2$  反应的电化学参数

合金	T/ K	$\eta_{300}/\text{mV}$	b/ mV	$j_0/\text{mA} \cdot \text{cm}^{-2}$	$E_a/\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
Fe <sub>82</sub> Mo <sub>18</sub>	303	340	103	$1.95 \times 10^{-1}$	57.18
	313	301	93	$2.34 \times 10^{-1}$	
	323	205	66	$2.95 \times 10^{-1}$	
	333	186	78	$1.55 \times 10^0$	
	343	157	71	$2.14 \times 10^0$	
Fe <sub>74</sub> Mo <sub>26</sub>	303	308	85	$2.82 \times 10^{-1}$	47.33
	313	222	71	$3.02 \times 10^{-1}$	
	323	183	62	$4.17 \times 10^{-1}$	
	333	166	61	$6.92 \times 10^{-1}$	
	343	150	73	$3.02 \times 10^0$	
Fe <sub>71</sub> Mo <sub>29</sub>	303	318	70	$2.19 \times 10^{-2}$	102.28
	313	249	64	$3.80 \times 10^{-2}$	
	323	206	64	$2.75 \times 10^{-1}$	
	333	175	66	$1.12 \times 10^0$	
	343	152	64	$1.48 \times 10^0$	

根据实验得到的  $\eta_{300}$  数值, 三种合金电极的析  $\text{H}_2$  过电位都随着温度的提高而降低。在 343 K, 它们的  $\eta_{300}$  都在 150 mV 左右, 低于文献中电沉积的 Ni-Mo-Fe 合金 ( $\eta_{300} = 187 \text{ mV}$ <sup>[8]</sup>) 和 Ni-Mo 合金 ( $\eta_{300} = 217 \text{ mV}$ <sup>[10]</sup>)。由外推得到的表观交换电流  $j_0$ , 根据 Arrhenius 方程求得 Fe<sub>82</sub>Mo<sub>18</sub>, Fe<sub>74</sub>Mo<sub>26</sub> 和 Fe<sub>71</sub>Mo<sub>29</sub> 合金的析  $\text{H}_2$  反应的表现活化能分别为 57.18, 47.33, 102.28 kJ/mol。其中 Fe<sub>74</sub>Mo<sub>26</sub> 合金的表现活化能 (47.33 kJ/mol) 比文献<sup>[8]</sup> 中报道的电沉积 Ni-Mo-Fe 合金的数值 (4.78 kJ/mol) 高, 但低于中碳钢 (59.8 kJ/mol)<sup>[8]</sup>, 电沉积 Ni (56 kJ/mol)<sup>[11]</sup> 和电沉积 Ni-P(3) 合金 (58 kJ/mol)<sup>[12]</sup> 的数

值。这些结果显示电沉积的非晶态 Fe-Mo 合金有较高的析 H<sub>2</sub> 催化活性。

电沉积的非晶态 Fe-Mo 合金具有很活泼的表面,在空气和溶液中容易发生变色<sup>[6]</sup>。在电解析氢实验过程中,若中间断电或从溶液中取出电极,当电解液温度较高或合金中的 Mo 含量较多时,变色现象更加严重。变色后的合金在 30% KOH 溶液中的催化活性很低。但经过阴极极化预处理几分钟后,电极的析 H<sub>2</sub> 催化活性都能够基本上恢复到原来的水平。说明尽管非晶态 Fe-Mo 合金在 30% KOH 中容易形成氧化膜,但氧化膜在较强的阴极极化下也容易被还原为金属而恢复电极的电催化活性。

## 2.2 非晶态 Fe-Mo 合金催化析 H<sub>2</sub> 反应的影响因素

### 2.2.1 合金组成

在实验误差范围内,测得的三种合金的 b 值随温度的变化不大(70~100 mV)。文献[9]在研究电沉积 Ni-Co-Mo 三元合金在碱性溶液中析 H<sub>2</sub> 反应的类似情况时有较详细的讨论。主要的原因是由于电极表面吸附 H 的程度受到温度和极化过电位的复杂影响。这种依赖于电位或温度的表面吸附 H 原子在反应过程中的电子传递情况还不清楚,有待进一步研究。非晶态 Fe-Mo 合金在低过电位区的传递系数在 0.6~1.1,表明在非晶态 Fe-Mo 合金电极上,析 H<sub>2</sub> 反应的速度控制步骤主要是电化学脱附步骤<sup>[2]</sup>。

在三种合金电极中,Fe<sub>74</sub>Mo<sub>26</sub>合金的 $\beta_{300}$ 和表观活化能都最低,说明其催化活性最好。对于铁系-钼合金的析氢电催化活性与其组成的关系,马洁等<sup>[13]</sup>在研究纳米晶 Ni-Mo 合金复合镀层的催化析 H<sub>2</sub> 活性时,认为镀层中含 Mo 量的增加可提高电极的析 H<sub>2</sub> 催化活性。而程鹏里等<sup>[10]</sup>的研究结果显示,当固定电流密度为 15 mA/cm<sup>2</sup>,只有从 Ni/Mo 原子比为 1/2 的镀液中电镀的合金具有最好的电催化活性,同样在固定溶液中的 Ni/Mo 原子比时,只有一定电流密度范围内镀出的合金有高的析 H<sub>2</sub> 活性,由于他们未给出镀层的组成和结构的分析结果,难以判断合金的组成和结构与电极催化活性的关系,但这个结果意味着只有一定组成和结构的合金才有最佳的催化活性。Hu 等<sup>[14]</sup>的结果清楚地揭示了当沉积层中的 Mo/(Ni+Mo) 为 0.26 时,有最高的表观电催化析氢活性,进一步提高 Mo/(Ni+Mo) 比,表观电催化活性降低,他们将高催化活性归因于电极的特殊表面积效应。Jaksic<sup>[11]</sup>已经指出,具有 MoFe<sub>3</sub>组成的合金,将有很好的电催化活性。Fe<sub>74</sub>Mo<sub>26</sub>合金的组成与 MoFe<sub>3</sub>接近,因此表现出最好的催化活性。

另一方面,沉积 Fe<sub>82</sub>Mo<sub>18</sub>合金电极时,因电流密度较低,表面析氢较少,而沉积 Fe<sub>74</sub>Mo<sub>26</sub>和 Fe<sub>71</sub>Mo<sub>29</sub>时,电流密度较高,表面析氢严重,可能导致它们有不同的电子结构。已有文献<sup>[12,15]</sup>指出,制备电极时的析氢反应,产生了大量的氢原子并被吸附或吸收在镀层内,在进行析氢反应时,大量吸附氢原子(MH)作为催化剂,加快了电化学脱附步骤。同时电极吸附或吸收大量的氢,使得合金的电子结构发生变化,导致电极电催化活性的提高<sup>[16]</sup>。对于 Fe<sub>71</sub>Mo<sub>29</sub>合金,由于表面存在较多的高价 Mo 的氧化物<sup>[6]</sup>,当进行析氢反应时,表面氧化物在低温时未能完全还原,从而析氢活性很低。而在温度较高时,析氢活性已基本接近 Fe<sub>74</sub>Mo<sub>26</sub>,这可能与合金表面氧化物的还原及吸收氢引起的表面结构变化有关。这也导致 Fe<sub>71</sub>Mo<sub>29</sub>合金的电催化析氢反应的表观活化能明显高于其他两种

合金。

### 2.2.2 非晶态结构

电沉积非晶态 Fe-Mo 合金的催化析 H<sub>2</sub> 活性,与形成合金后 Fe 和 Mo 之间的协同作用及非晶合金的表面特点都有关。Highfi-al 等<sup>[17]</sup>研究了 Ni/Mo 合金在 0.5 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液中催化析 H<sub>2</sub> 活性的协同效应,认为 Ni 原子有利于 H<sup>+</sup> 的放电并生成 NiH 相,作为 H<sup>+</sup> 源向邻近的 Mo 原子提供原子 H,Mo 原子则作为原子 H 的复合中心,有利于 H<sub>2</sub> 的复合及逸出。Fe-Mo 合金应该有类似的效应。非晶态合金是长程无序短程有序的,可以认为长程无序是极端缺陷的结构,而短程有序则使非晶态合金具有原子簇结构的特点,表面上存在大量的活性中心,另外非晶态合金的表面自由能较高,处于亚稳状态,这些都使非晶态合金具有较相应的晶态材料更独特的性质,对催化作用有重要意义<sup>[18]</sup>。Burchardt 等<sup>[19]</sup>认为 NiP<sub>x</sub>电沉积层的析氢电催化活性的提高来源于沉积层中 Ni 晶粒周围非晶相含量的提高。在电沉积的非晶态 Fe-Mo 沉积层中,Fe-Mo 金属键中 d 电子的共享使其具有适宜于质子结合和电子传递的结构,有益于提高电极催化析 H<sub>2</sub> 的能力<sup>[20]</sup>,非晶态合金表面具有的短程有序原子簇结构特点将对这种协同效应产生有益的影响,也会深刻影响 Arrhenius 公式中的指前因子 A。因此非晶态 Fe-Mo 合金表现较高的催化析 H<sub>2</sub> 能力的原因,主要归因于合金具有适合的组成和表面电子结构,有利于电还原的吸附氢原子从电极表面上电化学脱附。由于 Fe 合金的资源丰富、价格低廉和环境友好,具有较高催化活性的非晶态 Fe-Mo 合金是一种有希望的析 H<sub>2</sub> 电极材料。

## 3 结论

在 30% KOH 溶液中 Fe-Mo 合金的催化析 H<sub>2</sub> 性能测试结果,显示非晶态合金具有较好的催化活性。其中组成为 Fe<sub>74</sub>Mo<sub>26</sub>的合金电极,在 343 K 和析 H<sub>2</sub> 电流密度为 300 mA/cm<sup>2</sup> 时,析 H<sub>2</sub> 过电位为 150 mV,析 H<sub>2</sub> 反应的表观活化能 47.33 kJ/mol。析 H<sub>2</sub> 反应的控制步骤是电化学脱附步骤。电沉积制备的非晶态 Fe-Mo 合金是一种有希望的析 H<sub>2</sub> 催化电极材料。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] Jaksic M M. Advances in electrocatalysis for hydrogen evolution in the light of the Brewer-Engel valence-bond theory[J]. *J Mol Catal*, 1986, 38: 161~202.
- [2] Trasatti S. Electrocatalysis of hydrogen evolution: Progress in cathode activation, in "Advances in Electrochemical Science and Engineering"[M], Vol. 2 (Edited by H. Gerischer and C. W. Tobias). New York: VCH, 1992, 1~85.
- [3] Hout J Y, Brossard L. In situ activation of nickel cathodes by sodium molybdate during alkaline water electrolysis at constant current[J]. *J Appl Electrochem*, 1990, 20:281~288.
- [4] Brown D E, Mahmood M N, Man M C M, et al. Preparation and characterization of low overvoltage transition metal alloy electrocatalysts for hydrogen evolution in alkaline solution[J]. *Electrochim Acta*, 1989, 29:1 551~1 556.
- [5] 胡伟康,张允什,宋德瑛,等. 非晶态 Ni-Mo-Fe 合金作电解水析氢

- 反应电极[J], 功能材料, 1995, 26: 456 ~ 458.
- [6] 牛振江, 姚士冰, 周绍民. 电沉积条件对非晶态 Fe-Mo 合金结构和表面性质的影响[J], 高等学校化学学报, 1998, 19: 1 312 ~ 1 316.
- [7] Balej J. Determination of the oxygen and hydrogen overvoltage in concentrated alkali hydroxide solutions[J]. Int J Hydrogen Energy, 1985, 10: 365 ~ 374.
- [8] Raj I A, Vasu K I. Transition metal-based cathodes for hydrogen evolution in alkaline solution: electrocatalysis on nickel-based ternary electrolytic codeposits[J]. J Appl Electrochem, 1992, 22: 471 ~ 477.
- [9] Fan C, Piron DL, Paradis P. Hydrogen evolution on electrodeposited nickel-cobalt-molybdenum in alkaline water electrolysis[J]. Electrochim Acta, 1994, 39: 2 715 ~ 2 722.
- [10] 程鹏里, 李强, 段林丽, 等. 节能析氢电极的研究[J]. 化学世界, 1997, 38: 600 ~ 602.
- [11] Paseka I, Velicka J. Hydrogen evolution and hydrogen sorption on amorphous  $Me - P(x)$  ( $Me = Ni, Co$  and  $Fe-Ni$ ) electrodes[J]. Electrochim Acta, 1997, 42: 237 ~ 242.
- [12] Correia A N, Machado S A S. Hydrogen evolution on electrodeposited Ni and Hg ultramicroelectrodes[J]. Electrochim Acta, 1998, 43: 367 ~ 373.
- [13] 马洁, 刘顺诚, 江琳才, 等. 纳米晶 Ni-Mo 合金复合镀层中钼含量对析氢反应的影响[J]. 化学学报, 1997, 55: 363 ~ 369.
- [14] Hu C C, Weng C Y. Hydrogen evolution activity on nickel-molybdenum deposits using experimental strategies[J]. J Appl Electrochem, 2000, 30: 499 ~ 506.
- [15] 王龙彪, 黄清安, 张浩, 等. 含磷的镍基合金对析出的电催化活性的研究[J]. 电镀与涂饰, 1999, 18(3): 13 ~ 17.
- [16] Paseka I. Evolution of hydrogen and its sorption on remarkable active amorphous smooth Ni-P(x) electrodes[J]. Electrochim. Acta, 1995, 40: 1 633 ~ 1 640.
- [17] Highfield J G, Claude E, Oguro K. Electrocatalytic synergism in Ni/Mo cathodes for hydrogen evolution in acid medium: a new model[J]. Electrochim Acta, 1999, 44: 2 805 ~ 2 814.
- [18] 李庆伟, 周春晖, 蔡晔, 等. 非晶态合金催化剂的研究综述[J]. 化工生产与技术, 2001, 8(6): 30 ~ 33.
- [19] Burchardt T, Hansen V, Valand T. Microstructure and catalytic activity towards the hydrogen evolution reaction of electrodeposited  $NiP_x$  alloys[J]. Electrochim. Acta, 2001, 46: 2 761 ~ 2 766.
- [20] Jaksic M M. Towards the reversible electrode for hydrogen evolution in industrially important electrochemical processes[J]. Int J Hydrogen Energy, 1986, 11: 519 ~ 532.

[责任编辑:张帆]

## 常州市春雷金属清洗剂厂

求购:

- 1、除油、磷化先进配方
- 2、铜件着色、钝化配方
- 3、粉末配方、油漆配方

出售:

- 1、胶肽表调剂 8元/kg
- 2、发黑剂 8元/kg
- 3、脱水防锈油 8元/kg

诚聘:

粉末生产工程师、油漆生产工程师

联系人: 万春雷

电话: 13706121562 0519 - 8505677

## 专业生产工业次磷酸钠

新型的化工企业 先进的化工设备

产品规格齐全 畅销国内国外

主要用于化学镀, 也可使非金属表面金属化, 还可以作为合成树脂的稳定剂, 并用于原子能及医药界。同时为您提供次磷酸、磷酸、食用磷酸、次磷酸钙、二碱基亚磷酸铅。

## 江苏省扬中市丹爱化工厂

地址: 江苏扬中市轮船港 邮编: 212219

电挂: 3382 电话: 0511 - 8548348

传真: 0511 - 8548813 手机: 013905284965

联系人: 潘志放