

文章编号: 1005- 8893 (2004) 03- 0056- 05

界面型缓蚀剂缓蚀吸附行为的进展^x

王慧龙¹, 范洪波²

(11 大连理工大学 化学系, 辽宁 大连 116024; 21 江苏工业学院 环境与安全工程系, 江苏 常州 213016)

摘要: 从缓蚀剂的吸附热力学与动力学、缓蚀吸附与腐蚀电化学交互作用、缓蚀吸附影响因素、缓蚀剂构效相关性以及缓蚀吸附作用的研究方法等方面综述了界面型缓蚀剂缓蚀吸附行为的研究进展。结果表明, 运用现代分析测试技术和理论化学方法深入阐释缓蚀剂在金属界面的缓蚀吸附行为和机理是未来缓蚀剂领域研究中的发展趋势, 对于开发围绕性能和经济目标的新型多用途环保型缓蚀剂将具有重要的理论意义和社会价值。

关键词: 腐蚀; 缓蚀剂; 吸附

中图分类号: TG 1741.42

文献标识码: A

腐蚀是现代工业和生活中的重要破坏因素, 添加缓蚀剂是一种工艺简便、成本低廉、适用性强的方法, 被广泛应用于石油开采、化学清洗、水处理和金属制品储运等工业过程中^[1]。为了指导应用实践的发展, 当前缓蚀剂科学的发展要求运用现代各种测试分析手段与理论化学方法, 在严格的科学基础上透彻阐释缓蚀剂的作用机理和缓蚀分子的构效关系^[2,3]。本文在国内外文献基础上结合我们自己的研究工作, 综述了界面型缓蚀剂缓蚀吸附行为的研究进展。

1 理论研究进展

研究界面型缓蚀剂的缓蚀吸附行为对于新型缓蚀剂具有重要的意义, 始终是界面型缓蚀剂应用基础研究中的关键问题。

1.1 缓蚀剂在金属表面的吸附

缓蚀剂在金属表面的吸附, 不仅能改变腐蚀过程局部反应动力学, 而且能够改变金属的表面状态, 特别是发生吸附的活化表面的面积。所以, 缓蚀剂的吸附作用与其缓蚀性能之间有着密切的关系, 研究缓蚀剂的吸附作用对于认清缓蚀剂的作用机理, 筛选适用于具体介质和材质条件下的缓蚀剂

具有重要的意义。

1.1.1 缓蚀剂吸附热力学

当水溶液中吸附粒子在电极/溶液界面吸附时, 吸附自由能主要由以下几项组成^[4]: ① 憎水项。吸附粒子自溶液内部移向界面层, 从而减弱对水分子短程有序结构的破坏而使体系自由能降低。② 电极表面与吸附粒子之间的相互作用。③ 吸附层中吸附粒子之间的相互作用。④ 置换电极表面上的水分子。伴随缓蚀剂粒子吸附过程的自由能变化是上述 4 项因素的总和。如果吸附时这四项因素的总和导致体系的自由能降低, 就能实现吸附过程。

缓蚀剂粒子在金属表面的吸附有物理吸附和化学吸附两种类型, 可能的吸附方式有^[5]: ① 离子交换吸附; ② 离子对吸附; ③ 形成氢键吸附; ④ P 电子极化吸附; ⑤ 色散力吸附; ⑥ 增水作用吸附。Quraishi^[6]在研究噻唑衍生物对盐酸中碳钢的缓蚀作用时发现, 芳香杂环化合物在金属表面的吸附往往以多种方式进行。不同的吸附作用方式因缓蚀剂的种类、浓度以及金属的表面状况等而异。

缓蚀剂典型的吸附形态有^[5]: ① 水平型, 缓蚀剂粒子平躺于金属表面; ② 垂直型, 缓蚀剂粒子垂直于金属表面; ③ 曲线型, 缓蚀剂粒子呈曲线状吸附于金属表面; ④ 介于水平型与垂直型间的倾斜

^x 收稿日期: 2004- 05- 28

作者简介: 王慧龙 (1971-), 男, 博士, 讲师, 主要从事精细化工品的合成及材料腐蚀防护研究。

吸附。水平型和曲线型吸附多为多点吸附，即一个缓蚀剂粒子以几个链节吸附在界面上。

根据各种不同的体系和假定条件，缓蚀剂的吸附等温式模型具有不同的形式。常见的有 Langmuir 吸附等温式^[7]、Bockris- Swinkels 吸附等温式^[8]、Flory- Huggins 吸附等温式^[9]、El- Awady 动力- 热力学模型^[10]、Temkin 吸附等温式^[11] 以及 Frumkin 吸附等温式^[12]。我们将统计物理学的观点引入缓蚀剂吸附热力学规律的研究中，首次建立了缓蚀吸附的统计模型^[13]，并探讨了统计模型和 Bockris 吸附模型之间的内在关系^[14]。研究缓蚀剂粒子在金属表面的吸附模型、方式、形态以及规律，对于选择有机缓蚀剂的分子结构类型以及设计缓蚀剂的分子结构无疑具有较强的指导意义，同时也有利于将所要求的缓蚀体系的功能、物性与合成统一考虑，促进缓蚀剂技术的发展^[15]。

11112 缓蚀剂吸附动力学

通常对于缓蚀剂在电极表面的吸附研究多采用稳态方法，确定其所遵循的吸附等温式和各种热力学参数。但是由于伴随着缓蚀剂的吸附过程，腐蚀金属电极表面不断发生活性溶解，使得缓蚀剂的吸附很难达到真正意义上的平衡状态。因此目前缓蚀剂吸附的理论研究有从静态到动态，从吸附热力学到吸附动力学发展的趋势^[16]。

有机物粒子在活性金属表面的吸附过程和其在汞或某些贵金属表面不同。后者通常在相当短的时间内 (ms 级) 便可以达到平衡，其吸附过程往往是扩散控制；而前者则要慢得多，且多为吸附步骤所控制。Draňić 等人^[17~19]用恒电位暂态方法研究了卤素离子和一些缓蚀剂在 Fe 电极上的吸附动力学，结果表明电极材料和吸附粒子的性质对吸附速度有较大的影响。汪的华^[20]利用计时电流法研究 H₂SO₄ 介质中 B- 苯胺基苯丙酮 (PAP) 和卤素离子在 Fe 电极上吸附动力学过程中发现，当 PAP 和卤素离子在 Fe 电极上发生联合吸附时，共吸附的卤素离子对 PAP 的吸、脱附速度有比较明显的影响。这可能是由于两种或多种粒子的联合吸附改变了缓蚀剂的吸附动力学过程和吸附活化能所致。所以研究缓蚀剂的吸附动力学过程，不但对于深入认识缓蚀剂吸附过程和机理，而且对于开发不同条件下的高效长效缓蚀剂和针对不同需要的特种功能缓蚀剂都具有重要的理论指导价值。

11113 缓蚀剂吸附与腐蚀电化学过程的交互作用

缓蚀体系作为一种巨正则系综，缓蚀过程包括

有电子转移的腐蚀电化学过程，缓蚀剂粒子的吸附以及体系中有关物种的共吸附过程、表面转化和传质过程等。这些过程相互影响、联系和制约，彼此之间存在着复杂的交互作用，从而决定了缓蚀体系的演化规律。不少研究发现，在缓蚀体系中当金属电极电位不断发生改变时会出现缓蚀剂的脱附现象^[21]，缓蚀剂的阴、阳极脱附缩小了缓蚀剂的吸附电位区间。非常有意思的是，缓蚀剂的吸附过程与电极反应动态、共存、双向的交互耦合作用会在某些特定的条件下形成自催化循环，从而使缓蚀体系失稳形成 / 缓蚀剂吸脱附诱导电化学振荡 0 现象^[22]。这种电流的周期行为对应着部分缓蚀吸附粒子脱附与再吸附循环，振荡现象的发生与缓蚀剂的吸附稳定性密切相关，是一种特殊的亚稳状态。研究缓蚀剂吸附行为与电极过程的交互作用，可以为缓蚀机理的确定提供深层次、多方面的信息。同时也有利于寻求缓蚀体系处于最佳性能的条件。

11114 缓蚀吸附的影响因素

影响缓蚀剂粒子在金属/ 溶液界面吸附的主要因素有：1 缓蚀剂浓度。低浓度时，缓蚀剂的吸附量一般随浓度的增大而增加。但随着缓蚀剂在金属表面覆盖度的增加，影响吸附的主要因素可能转变为缓蚀吸附分子之间的相互作用力^[23]。° 缓蚀剂种类。不同缓蚀剂的分子结构和空间构型导致在金属/ 溶液界面不同的吸附自由能以及吸附层中粒子间不同的相互作用力。» 电极材料。在不涉及缓蚀剂分子与电极之间的特性相互作用下，不同电极材料界面上水分子吸附自由能的不同造成了同一缓蚀剂分子在不同电极表面具有不同的吸附。¼ 电极电势。缓蚀剂分子在电极表面的吸附受到电极电势的强烈影响。通常情况下，随着电极电势的升高，在缓蚀剂的极化曲线上，从阴极区开始到阳极区，可以分别观察到由于缓蚀剂的吸、脱附过程和电化学反应交互作用而形成的强吸附区、Tafel 线性区、脱附区和无缓蚀区^[21, 24]。½ 温度。温度通过影响缓蚀剂分子的热运动状态影响在金属表面的吸附量和吸附状态。015 mol#L⁻¹ H₂SO₄ 中硫脲在软钢上的吸附，20 e 时为垂直吸附，30~ 50 e 下转为平卧吸附^[25]。

112 缓蚀剂的构效相关性

长期以来，由于合成技术、分析手段以及物质结构理论的制约，缓蚀剂的设计主要依靠实验和经验的方法而缺少必要的理论指导。但是，近年来理

论研究的进展和合成技术的进步为缓蚀剂的设计工作提供了方向,使得发现和建立缓蚀剂的定量构效相关(QSAR)模型并据此预测、制备新型高效缓蚀剂成为可能。

QSAR模型指所研究的化学物质的性质与描述参数的数学关系^[26]。性能数据是由实验测定的连续或离散值,化学描述变量为实测或计算得到的物化参数、量化参数或者图形参数,如分子量、密度、生成能、分子表面积、分子连接指数、在非极性溶剂中的溶解度(相对与水)以及表示疏水、电子或立体效应的取代基常数P、R、E_s等。发现和建立缓蚀剂的QSAR关系所遵循的基本思路是从分子结构理论出发,按照有机化合物分子结构特点加以分类、组合,运用不同的方法和手段找出缓蚀剂的性能和其物化参数之间的关系。文献中公布的方法有:¹ Pearson软硬酸碱理论^[27]。这一理论的原理是根据作为酸的基体金属与作为碱的缓蚀剂吸附中心之间软硬程度来确定缓蚀剂作用效果的定量关系;² 线性自由能关系(LFER)或Hammett方程^[28]。主要用于研究缓蚀剂分子中取代基团的变化与缓蚀吸附效果的定量关系;³ Free-Wilson关系^[29]; ⁴ Hansh关系^[30]。Hansh提出的多元线性回归(MLR)是最为经典的建模方法,其需要的化合物或样本数大于描述变量;⁵ 量子化学方法^[31],基本思想是利用多元线性回归、多元统计分析或化学模式识别来研究缓蚀剂的量化参数与缓蚀吸附性能之间的定量关系;⁶ 灰色关联分析^[32],即将缓蚀体系视为信息不完全、不太明朗的灰色系统,利用灰色关联分析理论研究缓蚀剂缓蚀性能与分子结构之间的关系;⁷ 人工神经网络方法^[33]。对于沉淀型缓蚀剂,人们需要进一步研究的是晶核的构成以及它们随时间增长的问题。通过控制这一过程,可以改变沉淀的形成,从而影响包裹体的密度以及渗透性,这涉及到聚集体和分形几何这一现代科学^[34]。利用QSAR模型可以为新型高效缓蚀剂的设计提供具有科学性和适用性的方法,发现和发展缓蚀剂的QSAR关系使得人们有可能根据吸附性、溶解性、化学性等要求有目的合成出所需要的长效高效和特殊性能的缓蚀剂,从而实现分子裁剪缓蚀剂的目的,拓宽缓蚀剂的应用领域。

2 缓蚀剂吸附作用研究方法进展

缓蚀是一个复杂的过程,一般是借助缓蚀剂在金属表面形成二维或三维的保护膜来实现。研究缓

蚀剂缓蚀吸附作用的方法很多,根据所依据的不同原理可以大致分为腐蚀产物分析法、电化学方法以及谱学方法。腐蚀产物分析法主要建立在缓蚀剂的吸附缓蚀作用会引起腐蚀体系某些宏观物性(如腐蚀金属量、析氢或吸氧量、温度)改变的基础上。电化学方法是根据缓蚀剂的加入改变腐蚀电化学反应历程,从而导致相应的电化学参数发生改变。现代各种谱学技术方法可以表征金属表面缓蚀吸附膜的状况和精细结构,从而判断缓蚀吸附作用的过程和机理。

腐蚀产物分析法中最为经典和直接的方法是失重法,失重法也是其他测试研究方法的基础。根据缓蚀剂加入前后,腐蚀体系析氢或吸氧量的改变以及温度变化,可以从失重法中派生出量气法和量热法。

常规电化学研究方法以电信号为激励和检测手段,主要包括有:¹ 极化曲线外推法。这一方法可以得到腐蚀电流及Tafel参数,为研究缓蚀剂的吸附作用机理提供信息,是目前研究和评价缓蚀剂的主要方法之一。² 线性极化电阻法。其基本原理是Stern-Geary方程,该法对腐蚀体系的干扰小,测量时间短,重现性好,但是其本身不能判别缓蚀剂对阴、阳极过程的抑制程度,具有一定的局限性。³ 交流阻抗法。特点是用小幅度正弦交流信号对电解池进行扰动并观察体系对扰动的响应情况。交流阻抗法有利于探讨缓蚀剂对金属腐蚀过程的影响和判断缓蚀剂的作用机理,但是缓蚀剂吸附过程的复杂性会造成阻抗谱解析困难。⁴ 恒电量法。该方法是将一已知微量电荷瞬间引入电解池,对所研究的金属电极体系进行扰动,进而求出添加缓蚀剂前后的各种电化学参数,是快速研究评价缓蚀剂的一种新方法^[35]。⁵ 电化学噪声测量法。电化学噪声测量法是一种原位、无损的检测方法和90年代的技术^[36]。该法可以研究表面膜的动态性能,探测缓蚀吸附膜的破坏-修补过程。不足之处在于测试技术和数据分析比较复杂。⁶ 光电化学法。原理是电极表面具有半导体性质的氧化物、卤化物、硫化物及钝化膜层在合适能量的光照射下产生光电效应,通过测量光电效应可以获得电极表面层组成的结构信息。最近发展具有空间位置分辨的激光扫描微区光电化学原位测试技术(PEM)不但可以评价缓蚀剂和研究缓蚀剂的作用机理,而且对电极表面微区的物质作用过程进行分析能够得到许多新的信息,从微观角度更深刻地研究电化学反应过

程^[37]。

由于近代谱学和表面分析方法可以方便而准确地测得缓蚀剂所形成的表面钝化膜或沉积膜的元素组成以及吸附在金属表面的有机化合物的分子结构，所以被愈来愈多地应用于缓蚀剂的研究。目前许多能谱技术，如 X 射线光电子能谱 (XPS)、内转换电子穆斯堡尔谱 (CEMS) 可用于缓蚀吸附研究^[38, 39]。有时应用单一的表面分析技术和方法不可能获得所有信息，需要两种或多种表面分析技术的组合。

用于缓蚀吸附研究的光谱学方法有椭圆偏振光法^[40]、红外吸收光谱^[41]、拉曼光谱等^[42]，尤其是电化学原位表面增强拉曼散射光谱 (SERS) 已成为在分子水平上表征金属/溶液界面的电化学过程最为有效的技术，对缓蚀过程和机理的阐明具有十分重要的意义^[43]。最近发展的扫描隧道显微镜 (STM)^[44]、扫描探针显微镜 (SPM)^[45] 可以在原子尺度研究缓蚀剂的吸附作用规律。

目前各种缓蚀吸附研究的方法各有所长，也都存在局限和不足。其未来应该朝灵敏高效、即时无损及适用范围广的方向发展，从而可以更为有效的揭示缓蚀剂吸附缓蚀的作用机理，指导新型高效缓蚀剂的研发和配方优化。

3 结束语

运用现代分析测试技术获取缓蚀剂粒子在金属/溶液界面上吸附状态的丰富信息以达到从深层次阐释缓蚀剂在金属上的吸、脱附行为和机理，采用理论化学和物质结构理论研究缓蚀剂分子的构效相关性是未来缓蚀剂领域研究中的发展趋势。因此，透彻了解界面型缓蚀剂的缓蚀吸附行为，对于开发围绕性能和经济目标的新型多用途环保型缓蚀剂无疑具有重要的理论意义和较高的社会价值。

参考文献:

[1] Collie M J. Corrosion Inhibitors [M]. New York: Park Ridge, 1983.

[2] TrabANELI G. Inhibitors- An Old Remedy for a New Challenge [J]. Corrosion, 1991, 47 (6): 410- 4191

[3] 郑家 梁, 黄魁元 | 缓蚀剂科技发展历程的回顾与展望 [J] | 材料保护, 2000, 33 (5): 11- 151

[4] 查全性 | 电极过程动力学 [M] | 北京: 科学出版社, 1987 | 711

[5] 张永君, 杨昌柱, 彭珂如 | 缓蚀剂与吸附作用 [J] | 江西电力, 1999, 23 (2): 44- 471

[6] Quraishi M A, Khan W M, Ajmal M. Influence of Some Thiazole Derivatives on the Corrosion of Mild Steel in Hydrochloric acid [J]. Anti- Corrosion Methods and Materials, 1996, 43 (2): 5 - 8.

[7] Alberty R, Silbey R. Physical Chemistry [M]. 2nd ed. New York: Wiley and Sons, 1997 | 8451

[8] Bockris J O M, Swinkels D A J. Adsorption of N- Decylamine on Solid Metal Electrode [J]. J Electrochem Soc, 1964, 111 (6): 736- 7421

[9] Dhar H P, Conway B E, Joshi K M. On the Form of Adsorption Isotherms for Substitutional Adsorption of Molecules of Different Sizes [J]. Electrochim Acta, 1973, 18 (11): 789- 7981

[10] El- Awady A A, Abd- El- Nabey B A, Aziz S G. Kinetic- Thermodynamic and Adsorption Isotherms Analyses for the Inhibition of the Acid Corrosion of Steel by Cyclic and Open- Chain Amines [J]. J Electrochem Soc, 1992, 139 (8): 2 149- 2 1541

[11] Conway B E. Theory and Principles of Electrode Processes [M]. New York: Ronald Press, 1965.

[12] Gileadi E. Electro sorption [M]. New York: Plenum Press, 1967.

[13] Wang H- L, Fan H- B, Zheng J- S. Corrosion Inhibition of Mild Steel in Hydrochloric Acid Solution by a Mercapto- Triazole Compound [J]. Materials Chemistry and Physics, 2002, 77: 655- 6611

[14] 王慧龙, 辛剑, 袁万钟 | 盐酸介质中 Mannich 碱缓蚀剂在碳钢表面的吸附热力学研究 [J] | 中国腐蚀与防护学报, 2001, 21 (3): 144- 1491

[15] 高延敏, 陈家坚, 雷良才, 等 | 有机缓蚀剂分子在金属表面的化学吸附过程和分子设计分析 [J] | 中国腐蚀与防护学报, 2000, 20 (3): 142- 1481

[16] 汪的华, 甘复兴, 姚禄安 | 缓蚀剂吸附行为研究进展与展望 [J] | 材料保护, 2000, 33 (1): 29- 321

[17] Drañić D M, Vračar Lj, Drañić V J. The Kinetics of Inhibitor Adsorption of Iron [J]. Electrochim Acta, 1994, 39 (8/9): 1 165- 1 1701

[18] Vračar Lj, Drañić D M. Influence of Chloride Ion Adsorption on Hydrogen Evolution Reaction on Iron [J]. J Electroanal Chem, 1992, 339 (1- 2): 269- 2791

[19] Drañić D M, Drañić V J, Jevtić V. The Slow Adsorption of Halide Ions and Some Organics and Their Influence on Corrosion Rate Determination from Low Polarization Data [J]. Electrochim Acta, 1989, 34 (8): 1 251- 1 2571

[20] 汪的华, 卜宪章, 邹津耘, 等 | 1B- 苯胺基苯丙酮在铁电极上吸附动力学的研究 [J] | 电化学, 1998, 4 (1): 37- 411

[21] 王佳, 曹楚南, 陈家坚, 等 | 缓蚀剂阳极脱附现象的研究 [J] | 中国腐蚀与防护学报, 1995, 15 (4): 241- 2461

[22] Wang D- H, Gan F- X, Zou J- Y. New Electrochemical Oscillations Induced by the Adsorption- Desorption of Organic Corrosion Inhibitor on Fe in H₂SO₄ Solutions [J]. Electrochim Acta, 1998, 43 (14- 15): 2 241- 2 2441

[23] Dahan H A El, Mohamed T Y S, El- Enin S A Abo. Efficient

- Quaternary Ammonium Salt as Corrosion Inhibitor for Steel Pickling in Sulphuric Acid Media [J]. *Anti-Corrosion Methods and Materials*, 1999, 46 (5): 358- 363
- [24] 程玉峰, 杜元龙, 曹楚南. Na_2SO_4 溶液中磷酸环己胺的缓蚀机理及其吸脱附行为 [J]. *中国腐蚀与防护学报*, 1997, 17 (2): 142- 146
- [25] Ateya B G, El-Anadouli B E, El-Nizamy F M. The Adsorption of Thiourea on Mild Steel [J]. *Corrosion Science*, 1984, 24 (6): 509- 515
- [26] 王连生, 韩朔葵. 有机物定量结构-活性相关 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1993
- [27] 荒木国次. 腐蚀抑制剂作用机理 + 酸碱基法则 [J]. *Zaryo-to-kankyo*, 1996, 45: 674- 681
- [28] Donahue F M, Nobe K. Theory of Organic Corrosion Inhibitors - Adsorption and Linear Free Energy Relationships [J]. *J Electrochem Soc*, 1965, 112 (9): 886- 891
- [29] Dupin P, Savignac A, Lattes A. Free and Wilson Correlation Between the Molecular Structure of Some Imidazolines and Their Corrosion Inhibiting Properties [J]. *Werkstoffe und Korrosion*, 1982, 33 (4): 203- 206
- [30] Growcock F B, Frenier W W, Andreozzi P A. Inhibition of Steel Corrosion in HCl by Derivatives of Cinnamaldehyde. Part I: Structure - Activity Correlations [J]. *Corrosion*, 1989, 45 (12): 1 007- 1 015
- [31] Vosta J, Eli-sek J. Study on Corrosion Inhibition from Aspect of Quantum Chemistry [J]. *Corrosion Science*, 1971, 11 (4): 223- 229
- [32] Li P, Tan T C, Lee J Y. Grey Relational Analysis of Amine Inhibition of Mild Steel Corrosion in Acids [J]. *Corrosion*, 1997, 53 (3): 186- 194
- [33] 齐连惠, 张继群. 基于神经网络的酸洗缓蚀剂构效关系研究 [J]. *腐蚀科学与防护技术*, 2001, 13 (1): 24- 28
- [34] Juzeliunas E, Kalinauskas P, Stankeviciute A. Study of Zinc Oxygen Corrosion Kinetics in Neutral Solution under Laser Illumination [J]. *Corrosion*, 1995, (9): 672- 677
- [35] 郭兴蓬, 俞敦义, 叶康民. 缓蚀剂研究中的电化学问题- 某些问题与新方法 [J]. *材料保护*, 1992, 25 (10): 24- 27
- [36] Sykes J M, Dawson J L, Williams D E. Electrochem Noise: The Technique for the 90s? [J]. *Br Corros J*, 1991, 26 (4): 238
- [37] 徐群杰, 周国定, 陆柱, 等. 缓蚀剂对铜作用的激光扫描微区光电化学研究 [J]. *化学学报*, 2000, 58 (9): 1 079- 1 084
- [38] Olsson C- O A, Agarwal P, Frey M, et al. An XPS Study of the Adsorption of Organic Inhibitors on Mild Steel Surfaces [J]. *Corrosion Science*, 2000, 42 (7): 1 197- 1 121
- [39] Zhou S, Zheng J. Mössbauer Spectroscopic Studies on the Oxidation of Iron Immersed in Hydrochloric Acid and Anti-Oxidation by Corrosion Inhibitors [J]. *Corrosion*, 1991, 47 (3): 197- 199
- [40] 黄宗卿, 张胜涛, 谢上芬. 椭圆偏振光谱方法对电化学的研究及应用 [J]. *电化学*, 1999, 5 (3): 247- 253
- [41] Poling G W. Infrared Studies of Protective Films Formed by Acetylenic Corrosion Inhibitors [J]. *J Electrochem Soc*, 1967, 114 (12): 1 209- 1 214
- [42] 田中群, 任斌, 余春兴, 等. 电化学原位拉曼光谱的应用及进展 [J]. *电化学*, 1999, 5 (1): 1- 13
- [43] 严川伟, 余家康, 林海潮, 等. 激光拉曼光谱在金属腐蚀研究中的应用 [J]. *腐蚀科学与防护技术*, 1998, 10 (3): 163- 170
- [44] 李瑛, 曹楚南, 林海潮. 扫描隧道显微镜在腐蚀电化学研究中的应用 [J]. *腐蚀科学与防护技术*, 1998, 10 (5): 284- 289
- [45] 俞春福, 徐久军, 黑祖昆. 电化学扫描探针显微镜在腐蚀电化学研究中的应用 [J]. *腐蚀与防护*, 2002, 23 (1): 1- 5

Progress in Research on Adsorption Performances for Interface Corrosion Inhibitors

WANG Hui-long¹, FAN Hong-bo²

(1. Department of Chemistry, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China; 2. Department of Environmental and Safety Engineering, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213016, China)

Abstract: The progress in research on adsorption performances for interface corrosion inhibitor was reviewed in this paper. The considerations of corrosion inhibitor adsorption performances from the viewpoint of thermodynamics and dynamics, interaction between adsorption and electrochemical process, factors affecting corrosion inhibition adsorption, relationship between molecular structure and inhibition performance and methods of investigating adsorption performances for interface corrosion inhibitor are discussed thoroughly. The results showed that elucidating the adsorption behavior and mechanism of interface corrosion inhibitor on metal surface by means of modern analytical technology and theoretical chemistry method is the goal of studying inhibitors.

Key words: corrosion; corrosion inhibitor; adsorption performance