

### 论文

硫酸介质中Gemini表面活性剂对碳钢的吸附缓蚀性能

胡悦,毛东琳,陈浩,裘灵光

安徽大学 化学化工学院

摘要:

通过失重法和极化曲线法研究了阳离子季铵盐型Gemini表面活性剂II-14-3及其添加卤离子的复配体系对A3钢在硫酸溶液中的缓蚀性能及其机理.结果表明,表面活性剂分子II-14-3对A3钢在0.5 mol/L的硫酸中具有很好的缓蚀性能;在缓蚀剂浓度很低时,通过加入一定量的卤离子,可以得到较高的缓蚀性能,从而降低其应用成本;在硫酸介质中, Gemini表面活性剂在金属表面的吸附符合Langmuir吸附机理.

关键词: Gemini表面活性剂 协同效应 缓蚀 吸附机理 Langmuir吸附模型

## CORROSION INHIBITION OF STEEL IN SULFURIC ACID MEDIUM BY Gemini SURFACTANT

CHEN Gao, HU Yue, MAO Dong-Lin, QIU Ling-Guang

School of Chemistry and Chemical Engineering, Anhui University

Abstract:

Corrosion inhibition for steel of quaternary ammonium salt type gemini surfactant II-14-3 and the synergistic effect of halide ions on steel in sulfuric acid medium were studied using weight loss method and polarization curves. The results revealed that the complex gemini surfactant II-14-3 was excellent inhibitor for steel protection in sulphuric acid solution. By introducing halide ions into the corrosion inhibition system, a high inhibition efficiency for steel corrosion could be obtained at a low surfactant concentration, thereby reducing the cost of its application. The adsorption mechanism of this cationic gemini surfactant on steel surface in sulfuric acid medium was found to be fitted with Langmuir adsorption model.

Keywords: gemini surfactant synergistic inhibition effect corrosion inhibition adsorption langmuir adsorption model

收稿日期 2007-11-19 修回日期 2008-03-05 网络版发布日期 2009-01-25

DOI:

基金项目:

安徽大学创新实验项目(第一批)

通讯作者: 陈浩 Email: chenh2005@yahoo.cn

作者简介: 陈浩(1987-), 男, 学士, 研究方向为材料化学

### 参考文献:

- [1] Elayyachy M, El Idrissi A, Hammouti B. New thio compounds as corrosion inhibitor for steel in 1 M HCl [J]. Corrosion Science, 2006, 48(9): 2470.
- [2] Qiu LG, Xie AJ, Shen YH. The adsorption and corrosion inhibition of some cationic gemini surfactants on carbon steel surface in hydrochloric acid [J]. Corrosion Science, 2005, 47(1): 273.
- [3] 谷宁, 李春梅. 表面活性剂对碳钢的缓蚀作用及与缓蚀剂的协同效应 [J]. 表面技术, 2003, 32(1): 57.
- [4] 杜天堡, 陈家坚, 曹楚南. 硫酸中环己基炔氧甲基胺乙酸盐对铁的缓蚀及与Cl<sup>-</sup>的协同作用 [J]. 材料保护, 1997, 30(8): 1. [JP]
- [5] 傅献彩, 沈文霞, 姚天扬, 等. 物理化学 [M]. 第五版. 北京: 高等教育出版社, 2006. 347.

[6] Qiu L G, Xie A J, Shen Y H. Understanding the effect of the spacer length on adsorption of gemini surfactants onto steel surface in acid medium [J]. Applied Surface Science, 2005, 246: 1.

本刊中的类似文章

1. 姜力强, 郑精武, 李华林. 盐酸酸洗液缓蚀抑雾剂的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2004, 16(2): 113-115
2. 李言涛, 侯保荣. 天然环保型缓蚀剂近期研究进展[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2006, 18(1): 37-40
3. 祝鸿范. BTA缓蚀剂在文物保护中的应用[J]. 腐蚀科学与防护技术, 1999, 11(4): 255-256

### 扩展功能

#### 本文信息

Supporting info

PDF (515KB)

[HTML全文]

参考文献

#### 服务与反馈

把本文推荐给朋友

加入我的书架

加入引用管理器

引用本文

Email Alert

文章反馈

浏览反馈信息

#### 本文关键词相关文章

- ▶ Gemini表面活性剂
- ▶ 协同效应
- ▶ 缓蚀
- ▶ 吸附机理
- ▶ Langmuir吸附模型

#### 本文作者相关文章

- ▶ 陈浩
- ▶ 胡悦
- ▶ 毛东琳
- ▶ 裘灵光

#### PubMed

- Article by Chen, G.
- Article by Hu, Y.
- Article by Mao, D. L.
- Article by Qiu, L. G.

4. 王菊琳, 许淳淳, 于淼. 已锈钢青铜在大气环境中的腐蚀发展及其保护研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2005,17(5): 324-327
5. 张芳, 李宇春, 李善凤. 灰色系统在缓蚀剂效果评价中的应用[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2004,16(2): 116-117
6. 刘元刚, 张巍, 李久青, 周云. 汽车发动机冷却液中镁合金缓蚀剂的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2005,17(2): 83-86
7. 何晓英, 邓海英, 李容. CPB和TU对X70钢在含SO<sub>2</sub>酸性溶液中的缓蚀作用[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2005,17(4): 240-243
8. 郑逸云, 周柏青, 李芹. 软水密闭式循环冷却系统绿色钢铁缓蚀剂的研制[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2005,17(2): 134-136
9. 陈颖敏, 张胜寒, 李育宏, 郭军. 混合缓蚀剂对铜合金腐蚀性能的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2005,17(3): 154-158
10. 刘卉, 袁灵光, 谢安建, 沈玉华. 盐酸溶液中阳离子Gemini表面活性剂在碳钢表面的吸附与缓蚀性能研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2005,17(4): 244-246
11. 朱镭, 于萍, 张小霓, 罗运柏. 新型缓蚀剂的合成及其在高温碱性条件下缓蚀性能的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2005,17(4): 247-251
12. 吴耿, 邱学青, 楼宏铭. 循环冷却水系统无磷缓蚀剂研究进展[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2004,16(6): 371-374
13. 李红霞. ATMP缓蚀阻垢性能[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2000,12(4): 247-248
14. 祝英剑, 曹殿珍, 陈家坚等. 高沸油热水件采系统用缓蚀剂IMC—50—L的研制[J]. 腐蚀科学与防护技术, 1999,11(4): 249-251
15. 俞敦义, 李淑红, 刘小武等. BIEA对铝在盐酸中的缓蚀作用研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2000,12(6): 326-328
16. 魏刚, 杨民, 熊蓉春. 气相缓蚀剂用于钢制设备保护的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2000,12(5): 269-272
17. 赵澎, 李焰, 梁强. 无金属酞菁、酞菁铜和酞菁锌在1 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>中对Q235钢的缓蚀作用[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2006,18(4): 235-240
18. 王成, 江峰, 许刚等. 巴比妥钠对铝合金在NaCl溶液中缓蚀作用的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2000,12(3): 144-147
19. 丁言伟, 焦庆祝, 王凤平, 张永强, 王燕飞. 盐酸溶液中苯扎溴胺对锌的吸附与缓蚀作用[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2006,18(1): 69-71
20. 冯绍彬, 冯丽婷, 刘清. 青铜器保护机理与工艺研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2006,18(1): 66-68
21. 陈勇, 卢鹰, 刘建容. 冷轧钢板用气相防锈薄膜的研制[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2005,17(增刊): 497-499
22. 邱海燕, 李建波. 酸化缓蚀剂的发展现状及展望[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2005,17(4): 255-258
23. 李自托, 贾丰春, 董泉玉, 生群. 新型复合型铜缓蚀剂的实验研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2006,18(1): 58-60
24. 庄丽宏, 吕振波, 田彦文, 赵杉林. 铜腐蚀及其缓蚀技术应用研究现状[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2005,17(6): 418-421
25. 王昕, 张春丽. 钼酸钠和三乙醇胺对铜的缓蚀作用[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2004,16(1): 44-46
26. 吕振波, 田松柏, 翟玉春, 赵杉林, 庄丽宏. 高温环烷酸腐蚀抑制剂及评定方法的研究进展[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2004,16(3): 151-154
27. 周晓蔚, 赵鑫. 聚环氧琥珀酸对铜缓蚀性能的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2004,16(3): 172-174
28. 张万友, 王冰, 廖强强. BTA系列Cu缓蚀剂的电化学生行为[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2001,13(5): 263-266
29. 王宝峰, 胡恩安. 低伤害高温酸化缓蚀剂Al-811的开发及机理[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2001,13(5): 294-296
30. 李焰, 赵澎, 侯保荣. 黄连提取物在1 mol/L HCl中对Q235的缓蚀作用[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2006,18(1): 1-4
31. 王成, 江峰, 张波等. 有机胺对LY12Al合金的缓蚀作用及对腐蚀疲劳寿命的影响[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2001,13(6): 325-327
32. 范洪波, 胡勇有, 郑家. SDEDTC和BAA对钢的缓蚀协同效应研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2005,17(6): 395-398
33. 杨怀玉, 曹殿珍, 陈家坚等. CO<sub>2</sub>饱和溶液中缓蚀剂的电化学生行为及缓蚀性能[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2000,12(4): 211-214
34. 王海龙, 俞敦义, 刘小武等. 含氮有机缓蚀剂BIEA在浓盐酸中对铁和钢的缓蚀性能[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2000,12(5): 277-279
35. 李燕, 陆柱. 水中阴离子对钨酸盐缓蚀机理的影响[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2000,12(6): 333-336
36. 高延敏, 陈家坚, 雷良才等. 酸碱理论在金属腐蚀和缓蚀技术上的应用[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2000,12(6): 319-322
37. 汪的华, 卜宪章, 甘复兴等. 微分极化曲线法及对缓蚀剂阳极脱附行为的表征[J]. 腐蚀科学与防护技术, 1999,11(1): 32-36
38. 严川伟, 李瑛, 宋光铃等. 铁表面四苯基吡啶蒸汽沉积膜形成和结构研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 1999,11(2): 73-77
39. 李德福, 王滨, 涂湘湘. 多用固体酸洗缓蚀剂CMD18的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 1999,11(4): 217-221
40. 杨文忠, 王永华, 唐永明, 俞斌. 吡唑的缓蚀作用及协同作用的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2005,17(5): 314-316
41. 邵忠宝, 张丽君, 牛盾等. HPMA和ATMP的缓蚀阻垢性能[J]. 腐蚀科学与防护技术, 1999,11(5): 311-312
42. 吕向东, 董维新, 王成华, 刘焕峰, 祝英剑. 吉林乾安大情字油田腐蚀结垢的对策研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2004,16(3): 185-186
43. 郑逸云, 周柏青, 李芹. 水处理缓蚀剂应用现状与发展[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2004,16(2): 101-104
44. 刘丽红, 祝英剑, 杨迪, 胡云鹏, 霍敏魁, 程静波, 花景志. 乾安油田大情字地区缓蚀阻垢剂的研制与应用[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2004,16(3): 169-171
45. 马瑞廷, 姜承志, 丁保宏. 水解聚马来酸酐缓蚀分散性能的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2004,16(2): 87-88
46. 蒋伏广, 张根成, 陆柱. 钼酸锂的制备及其对碳钢在溴化锂溶液中的缓蚀作用[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2004,16(4): 233-235
47. 王慧龙, 辛剑, 郑家. HCl介质中巯基三唑缓蚀吸附膜对碳钢的保护时间的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2004,16(5): 284-286
48. 黄金营, 郑家, 魏红鹰, 张建. 含杂环双季铵盐的合成及其缓蚀性能的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2004,16(5): 272-275
49. 张世超, 白致铭. 具有多吸附中心的缓蚀剂的合成及性能研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2003,15(2): 79-81
50. 刘剑平, 宋诗哲, 唐子龙. 吸附钝化体系的孔蚀和缓蚀作用的电化学研究新方法[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2000,12(1): 48-50
51. 刘学虎, 辛剑, 马伟. 海带提取液作为酸洗缓蚀剂的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2003,15(3): 172-174
52. 蒋秀, 郑玉贵. 油气井缓蚀剂研究进展[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2003,15(3): 164-168
53. 刘建平, 李正奉, 周晓湘. 一种咪唑啉缓蚀剂在碳钢表面成膜的电化学研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2003,15(5): 263-265
54. 欧阳礼, 夏文斌, 颜肖慈. 氨基苯甲酸和吡啶甲酸缓蚀性能的头算研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2003,15(4): 228-230
55. 张军平, 张秋禹, 颜红侠. 高效气-液双相CO<sub>2</sub>缓蚀剂的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2003,15(4): 241-243
56. 李义久, 马前, 曾新平等. 低磷水质稳定剂TJ—201的合成及其缓蚀性能研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2000,12(3): 154-156
57. 刘建平, 姚小露, 李正奉. 热力设备停用保护缓蚀剂的研究与应用[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(3): 161-165

58. 梁劲翌, 吴宇峰. 有机脂防酸对软化水缓蚀性能的影响[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(1): 58-59
59. 王慧龙, 刘靖, 郑家shen. HCl介质中双季铵盐对碳钢的缓蚀作用[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(2): 100-102
60. 毕刚. 异唑啉及羟基、羧基衍生物缓蚀作用的量子化学研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(1): 27-31
61. 仇银燕, 汪的华, 甘复兴. 石英晶体微天平在金属腐蚀研究中的应用[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(1): 38-41
62. 张光华, 李俊国, 郭炎. 三苯环咪唑啉季铵盐的合成与缓蚀性能[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(2): 95-97
63. 江俊伟, 汪的华, 甘复兴. Fe / HCl体系中缓蚀剂吸附诱导的电流 / 电位振荡[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(2): 89-91
64. 邵敏华, 林昌健. Al合金点蚀及研究方法[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(3): 147-151
65. 陶晓杰, 杨怀玉, 沈长斌. 微胶囊技术的研究进展及其在缓蚀剂中的应用[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(6): 329-332
66. 高延敏, 徐永祥, 雷良才等. 工艺过程对亚磷酸三苯酯在A3钢表面成膜的影响[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(4): 208-210
67. 高延敏, 徐永祥, 吴维tao. 亚磷酸三苯酯在A3钢表面成膜特点和结构[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(4): 205-207
68. 李亮, 王超, 陈慎豪. 离子溶液中(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>对Cu阳极溶解的缓蚀作用[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(4): 211-214
69. 郭建伟, 梁成浩. LiNO<sub>3</sub>对高温高浓度LiBr溶液中碳钢的缓蚀机理[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(4): 197-201
70. 王慧龙等. 环境友好缓蚀剂的研究进展[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(5): 275-279
71. 马青庄, 温淑新, 杨建平. 前大油田腐蚀结垢的原因及对策[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(5): 299-301
72. 夏明珠, 赵维, 雷武等. 含P有机缓蚀剂缓蚀性能的量子化学研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(6): 311-314
73. 秦技强, 谢学军, 龚洵洁等. 新型铜缓蚀剂的缓蚀性能及机理探讨[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(6): 349-351
74. 汤海珠, 谢学军, 傅强等. 热力系统新型停用保护缓蚀剂[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2002,14(6): 356-358
75. 谢学军, 龚洵洁, 彭珂如等. 苯腈类母体化合物缓蚀性能的量子化学计算[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2001,13(1): 1-4
76. 严川伟, 林海潮, 曹楚南. MBO缓蚀膜中Cu的价态及成膜机制[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2001,13(1): 12-15
77. 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
78. 刘建华, 刘芳, 李松梅. 新型季盐型缓蚀杀菌剂的合成及其特性[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2001,13(2): 85-88
79. 龚洵洁, 李宇春, 彭珂如等. 钼酸盐缓蚀剂在自来水中的缓蚀机理研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2001,13(4): 208-210
80. 李广超, 路长青, 杨文忠等. 硫脲及其衍生物的缓蚀行为研究进展[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2001,13(3): 169-172
81. 董慧茹, 黄荣政等. 热水锅炉缓蚀阻垢剂的选择及评价[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2001,13(4): 243-246
82. 王慧龙, 姜文凤. 3-苯基-4-苯亚甲基氨基-5-巯基-1,2,4-三唑与碘化钾的缓蚀协同效应[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2006,18(4): 246-248
83. 丁艳梅, 许淳淳. 复合气相缓蚀剂对铁质文物缓蚀机理的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2006,18(4): 241-245
84. 林修洲, 龚敏, 作建平. 植物废料提取液作为盐酸酸洗缓蚀剂的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2006,18(3): 222-224
85. 朱元良, 赵艳娜, 刘斌. 乙醇冷媒液中复配缓蚀剂的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2006,18(4): 295-297
86. 辛爱渊, 朱晓明, 栾永幸. 复配咪唑啉型缓蚀剂体系的缓蚀性能研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2006,18(5): 317-320
87. 尹成先, 兰新哲, 冯耀荣, 白真权. 在高CO<sub>2</sub>和Cl<sup>-</sup>环境中硫脲的缓蚀行为及其对复配缓蚀剂性能的影响[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2006,18(5): 334-336
88. 鞠虹, 李焰. 金属锌、铝的缓蚀剂研究进展[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2006,18(5): 353-356
89. 杜海燕, 路民旭, 吴荫顺, 吴伟明, 韩闾刚. 油酸酰胺的合成及其性能研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2006,18(5): 370-373
90. 武素茹, 段继周, 赵晓栋, 杜敏, 侯保荣. 碳钢在富集硫酸盐还原菌海水中的腐蚀行为研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(4): 247-250
91. 张玉芳. H<sub>2</sub>S分压对SM80SS油管钢腐蚀行为的影响[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(4): 290-292
92. 张军平, 张秋禹, 尹成先, 赵雯, 袁定重, 张和鹏. 盐酸介质中苯并三氮唑衍生物的缓蚀机理研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(4): 251-254
93. 龚敏, 曾宪光, 蒋伟, 李洋. 从竹叶中提取酸洗缓蚀剂的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(5): 361-363
94. 孙磊, 张敏卿. 适用于带钢酸洗的盐酸缓蚀剂[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(5): 364-366
95. 闫莹, 李伟华, 邢少华, 侯保荣. 新型杂环化合物在1 mol/L HCl中对Q235钢的缓蚀性能研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(6): 414-418
96. 唐猷峰. 循环冷却水阻垢缓蚀剂的研制[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(6): 444-446
97. 胡钢, 吕国诚, 许淳淳, 吴小红. BTA和钼酸钠对青铜的协同缓蚀作用研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2008,20(1): 25-28
98. 程莎, 尹衍升, 闫林娜, 常雪婷. 盐酸溶液中羧甲基壳聚糖对碳钢的缓蚀吸附性能研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(1): 24-26
99. 刘峥, 林原斌, 高昊杨. 植物型缓蚀剂提取及灰色系统对其效果评价[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(2): 137-140
100. 马玲, 李磊, 罗来龙, 秦本纪, 白生军, 牛春革. 脱钙剂配套防腐技术的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(3): 215-217
101. 杨晓红, 廖双泉, 廖建和. 壳聚糖季铵盐在硫酸介质中的缓蚀性能研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(4): 255-258
102. 张叶红, 李萍, 吕振波, 赵杉林, 代孟元. 加工高酸原油炼油设备防腐技术新进展[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(3): 207-210
103. 蒋伟, 龚敏, 赵金平. 天然植物绿色缓蚀剂的研究进展[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(4): 278-281
104. 井涛, 张忠诚, 李广武, 赵芳. 弱碱性条件下紫铜化学抛光新工艺[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(5): 367-370
105. 满瑞林, 徐斌, 李兵, 胡豫, 颜莎. 制冷设备中热交换用铝管在线钝化及其耐蚀性能[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2008,20(1): 54-57
106. 符小贵, 谢学军, 彭珂如. 某电站热力设备的停用保护[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2008,20(2): 155-156
107. 高辉, 朱建华. MPAT型原油脱金属剂对20#碳钢腐蚀性影响的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2008,20(3): 209-212

#### 文章评论

反馈人

邮箱地址

反馈标题

验证码

2953