

# 植酸的缓蚀阻垢性能的研究

郝丽娟, 张瑛洁

(东北电力学院, 吉林市 132012)

[摘要] 植酸是从粮食作物中提取的有机磷酸化合物,它是天然的无毒化工产品。通过鼓泡法和旋转腐蚀挂片失重法对其阻垢性能和缓蚀性能进行了评价。结果表明植酸具有一定的缓蚀性能和阻垢性能,其阻垢性能虽比常用的药剂 PBTCA、HEDP、HPMA 稍差,但可通过同其他的药剂复配生成低磷或无磷的阻垢剂,是较有发展前景的绿色缓蚀阻垢产品。

[关键词] 植酸; 缓蚀剂; 阻垢剂; 水处理剂; 复合药剂

[中图分类号] TQ085 [文献标识码] B [文章编号] 1005-829X(2005)12-0027-02

## Study on the corrosion and scale inhibitions of phytic acid

Xi Lijuan, Zhang Yingjie

(Northeast Institute of Electric Power Engineering, Jilin 132012, China)

Abstract: Phytic acid, a natural nontoxic chemical, is a kind of organic phosphate compound extracted from foodstuff. Corrosion and scale inhibitions of phytic acid are evaluated by rotary coupon test and aeration method, respectively. The experimental result shows that phytic acid has certain corrosion and scale inhibition. Its scale inhibition is inferior to PBTCA, HEDP and HPMA, but has good synergistic effect when prepared with other corrosion and scale inhibitors.

Key words: phytic acid; corrosion inhibitor; scale inhibitor; water treatment agent; composite chemicals

目前,我国循环冷却水缓蚀阻垢剂的应用主要以磷化合物为主。据统计,我国每年用于缓蚀阻垢剂生产的磷近  $1.0 \times 10^5 \text{ t}^{[1]}$ ,而这些含磷化合物最终将作为废物排放,对环境造成污染。在环保意识不断增强的今天,绿色水处理剂已成为国内外研究的重要课题。近年来开发了绿色缓蚀阻垢剂聚天冬氨酸(PASP)和聚环氧琥珀酸(PESA)等药剂。

本文研究的缓蚀阻垢剂是从粮食作物中提取的一种天然的生物植酸(phytic acid)。国内对于植酸在工业上的应用已经有了一些研究,如张洪生对植酸在金属表面防护处理中的应用进行了研究,并得出结论,植酸可在金属表层形成坚固致密的单分子保护膜,抑制金属的氧化腐蚀<sup>[2]</sup>。植酸在金属防护处理中的广泛应用,能大幅度提高产品质量,降低生产成本,减少环境污染,产生一定的经济效益和社会效益。然而,对植酸的阻垢性能却研究的很少,为此我们在研究植酸在循环冷却水系统中的缓蚀性能的同时,研究了其阻垢性能,结果发现植酸不但具有缓蚀性能还具有阻垢性能。可以预期在工业循环冷却水系统中它将是又一绿色缓蚀阻垢剂。

## 1 实验部分

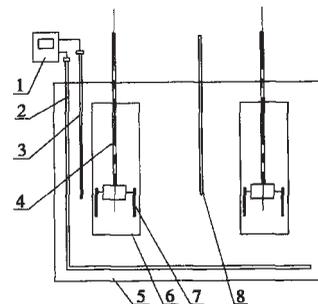
### 1.1 植酸

植酸亦称肌六醇六磷酸,它是从粮食作物中提取的有机磷酸化合物,是天然的无毒化工产品。外观为棕黄色稠状液体,易溶于水、乙醇和丙酮等有机溶剂,分子式  $\text{C}_6\text{H}_{18}\text{O}_{24}\text{P}_6$ ,相对分子质量 660.4。

### 1.2 缓蚀性能测试

#### 1.2.1 试验方法

根据 HG/T 2159—1991 实验方法<sup>[3]</sup>,采用 RCC-型旋转腐蚀挂片实验仪进行缓蚀性能测试。见图 1。



1—温控装置; 2—电加热棒; 3—温度探头; 4—旋转轴;  
5—水浴箱; 6—试杯; 7—试片; 8—温度计

图 1 RCC-型旋转腐蚀挂片实验仪

实验试片(HG 5- 1526)材质为 A3 钢。其外围尺寸为 50 mm ×25 mm ×2 mm, 表面积为 28 cm<sup>2</sup>。

试液温度分别为 20、40、60 。试片线速度为 (0.35 ±0.02) m/s, 试液体积与试片面积比为 30 mL/cm<sup>2</sup>。实验周期为 72 h。

配制好水处理剂贮备溶液和实验用水。在试杯中加入水处理剂溶液和实验用水到一定体积混匀, 即为试液。在试杯外壁与液面同一水平处划上刻线, 将试杯置于恒温水浴中, 待试液达到指定温度时, 挂入经脱脂、干燥恒重的试片, 启动仪器, 使试片按一定旋转速度转动, 并开始计时。试杯不加盖, 令试液自然蒸发, 每隔 4 h 加水一次, 使液面保持在刻线处。当运转时间达到指定值时, 停止试片转动, 取出试片清洗、干燥、称重。并进行外观观察。同时, 做未加水处理剂的空白实验。

### 1.2.2 结果的表示和计算

按 (1) 式计算腐蚀率:

$$X_1 = 8760 \times (W - W_0) \times 10 / (A \cdot D \cdot T) = 87600 \times (W - W_0) / (A \cdot D \cdot T) \quad (1)$$

式中:  $X_1$ ——腐蚀率, mm/a;

$W$ ——试片质量损失值, g;

$W_0$ ——试片酸洗空白实验的质量损失平均值, g;

$A$ ——试片的表面积, cm<sup>2</sup>;

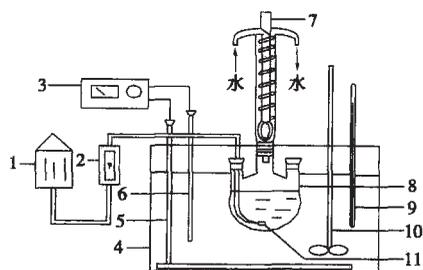
$D$ ——试片的密度, g/cm<sup>3</sup>;

$T$ ——试片的实验时间, h。

## 1.3 阻垢性能测试

### 1.3.1 实验方法

根据 HG/T 2024—1991 实验方法<sup>[4]</sup>, 采用 KZC- 型阻垢性能测试仪进行阻垢性能测试, 见图 2。



1—鼓气装置; 2—气体转子流量计; 3—控温装置; 4—水浴装置; 5—电加热器; 6—测温探头; 7—玻璃冷凝器; 8—三颈烧瓶; 9—温度计; 10—搅拌器; 11—鼓气头

图 2 KZC- 型阻垢性能测试仪

量取约 500 mL 制备的试液于 500 mL 三颈烧瓶中。将此烧瓶浸入 (60 ±0.2) 的恒温水浴中, 同时,

以 80 L/h 的流量鼓入空气。经 6 h 后, 停止鼓入空气, 取出三颈烧瓶, 放至室温, 此溶液即为钙离子稳定浓度溶液。移取 25.00 mL 此溶液于 250 mL 锥形瓶中, 加约 80 mL 水, 5 mL 质量分数为 20% KOH 溶液, 约 30 mg 钙黄绿素 - 酚酞混合指示剂, 用 EDTA 标准溶液滴定测得钙离子的稳定浓度。同时做空白实验。

### 1.3.2 结果的表示和计算

按 (2) 式计算阻垢率:

$$= [(C_1 - C_0) / (240 - C_0)] \times 100\% \quad (2)$$

式中:  $C_1$ ——加入药剂后钙离子浓度, mg/L;

$C_0$ ——空白的钙离子浓度, mg/L;

——阻垢率, %。

显然阻垢率 ( ) 越大, 阻垢性能越好。

## 2 结果与讨论

### 2.1 植酸的缓蚀性能

植酸的缓蚀性能人们已有研究, 其缓蚀机理经实验证明, 认为植酸是一种极罕见的金属螯合剂。当与金属络合时易形成多个螯合环, 所形成的络合物在广泛的 pH 范围内皆具有极强的稳定性。植酸分子结构中 6 个磷酸基处于同一平面上, 因此植酸在金属表面同金属络合时, 易形成一层致密的单分子有机保护膜, 能有效地阻止氧等进入金属表面, 从而抑制金属的腐蚀。

本实验对植酸缓蚀性能的测试结果如图 3 所示。

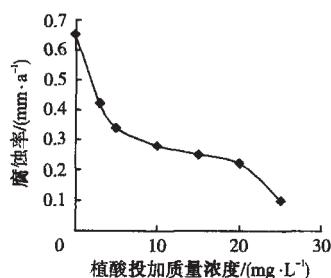


图 3 植酸投加量对缓蚀性能的影响

由图 3 可以看出, 植酸具有较强的缓蚀性能。

### 2.2 植酸的阻垢性能

为了研究植酸的阻垢性能, 与常用的几种阻垢药剂进行了比较。结果如图 4 所示。

由图 4 可以看出, 植酸具有一定的阻垢性能, 是由于植酸含有多个羟基、磷酸基等官能团, 因而它对 Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup> 有很好的吸附作用、络合能力和分散能力。由于植酸的阻垢性能低于常用的阻垢药剂, 可以考虑与一些无磷或低磷阻垢剂复配形成低磷的具有足

(下转第 33 页)

应用在技术上是可行的。

(2) 该新型载体生物流化床对 BOD<sub>5</sub> 有较高去除率。稳定运行时平均值为 89.21%, 略高于同期的 COD 平均去除率(84.87%), 这说明生物流化床在稳定运行阶段, BOD<sub>5</sub> 的去除和 COD 的去除有比较好的同步性。

(3) 生物膜实现自身良性循环, 不需专门脱膜装置。

(4) 该新型载体生物流化床总生物质量浓度高达 5 000 mg/L, 微生物适应性强, 抗冲击负荷, 在高 COD 容积负荷的冲击下不仅没有崩溃, 而且又在进水 COD 恢复正常后重新进入稳定运行的状态。当进水 COD 重新进入稳定运行状态后, 总生物量、微生物活性等方面都有所改进。反应器中悬浮污泥浓度 SS 可以指示系统的运行状况, SS 降低表明系统负荷高, 微生物处在适应期。

参考文献

[1] 杨军, 陆正禹, 胡纪萃, 等. 抗生素工业废水生物处理技术的现状

与展望[J]. 环境科学, 1997, 18(3):83- 86

[2] 罗建中, 齐水冰, 梁慧军. SBR 法处理抗生素片剂制药废水[J]. 上海环境科学, 2001, 20(8):393- 394  
 [3] 鲁南, 普红平. 膜生物反应器处理抗生素废水[J]. 化工环保, 2004, 24(增刊):234- 236  
 [4] 陈玉, 刘峰, 王建晨, 等. 上流式厌氧污泥床处理制药废水的研究[J]. 环境科学, 1993, 15(1):50- 52  
 [5] 李静, 姚传忠, 季民, 等. 厌氧—好氧组合工艺处理制药废水的试验研究[J]. 工业水处理, 2004, 24(1):24- 26  
 [6] 祁佩时, 李欣, 韩洪彬. 复合式厌氧—好氧反应器处理制药废水的试验研究[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2004, 36(12): 1 721- 1 723  
 [7] Kauletal S N. Fluidized bed reactor for wastewater treatment[J]. Chemical Engineering Processing, 1990, 25(2): 25- 42  
 [8] 何卫中, 刘有智. 好氧生物流化床反应器处理有机废水技术进展[J]. 化工环保, 1999, 19(5): 278- 283  
 [9] 李春华, 张洪林. 生物流化床法处理废水的研究与应用进展[J]. 环境技术, 2002, 21(4): 27- 32

[作者简介] 杜大恒(1980— ), 哈尔滨工业大学硕士研究生。

[收稿日期] 2005 - 03 - 11

(上接第 28 页)

够阻垢效果的阻垢剂。

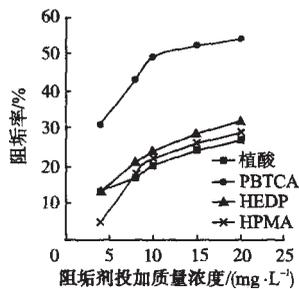


图 4 不同阻垢剂投加量对阻垢率的影响

3 结论

植酸在单一的药剂情况下, 具有缓蚀、阻垢性能, 是一种天然无毒的缓蚀阻垢剂。可以预期通过和其他

药剂复配, 能够形成具有很好缓蚀和阻垢性能的缓蚀阻垢剂。是较有发展前景的绿色缓蚀阻垢产品。

[参考文献]

[1] 雷武, 等. 冷却水系统中阻垢剂性能的评定方法[J]. 化工进展, 2002, 21(4): 225- 227  
 [2] 张洪生. 植酸在金属表面防护处理中的应用[J]. 材料保护, 2000, 33(3): 18  
 [3] HG/T 2159—1991, 水处理剂缓蚀性能的测定 旋转挂片法[S]  
 [4] HG/T 2024—1991, 水处理药剂阻垢性能测定方法 鼓泡法[S]

[作者简介] 郝丽娟(1960— ), 1982年毕业于东北电力学院, 高级工程师, 主要从事电厂化学方面的研究, E-mail: xij1960@yahoo.com.cn.

[收稿日期] 2005 - 06 - 20(修改稿)

**常州市长源化工有限公司**

**高效消泡 长效抑泡 水处理专用有机硅消泡剂**

本公司以“质量更好, 企业才能更强”的经营理念, 向客户提供质优价廉的高品质产品。

常州市长源化工有限公司成立十余年来专业研制消泡剂系列产品及其他纺织助剂, 并已通过ISO9001: 2000国际质量管理体系认证。由于消泡剂有较强的针对性和专用性, 近年来根据化学水处理的需求, 研制成功了特别适合污水处理、化学清洗及循环水处理等水性系统使用的有机硅高效消泡剂。快速消泡, 持久抑泡, 使用效果安全, 可替代进口同类消泡剂, 而价格仅为进口消泡剂的三分之一。希望与水处理药剂生产厂家配套合作, 互惠互利。

联系人: 周志平 13906121667  
Http://www.cyhg.czqq.com

电话: 0519-5711235  
E-mail: cyhg@czqq.com

传真: 0519-5712858  
厂址: 常州市魏村欧洲工业园区(东部)

邮编: 213127