

铬锰合金钢防锈包装实验研究

赵德坚¹, 滑广军¹, 郝喜海¹, 毛晓军²

(1. 湖南工业大学, 株洲 412000; 2. 株洲南车电机有限公司, 株洲 412008)

摘要: 为了对铬锰合金钢的防锈包装设计提供基本参数, 通过实验研究了铬锰合金钢锈蚀与环境相对湿度及时间的关系, 对几种典型的防锈包装技术的防锈效果进行了对比分析。结果表明: 在自然环境下, 铬锰合金钢自身的防锈性能可以保证至少 35 d 的防锈期, 35 d 后锈蚀就会出现并随着相对湿度的增加而加速; 防锈包装以防锈剂和防锈膜组合为最佳。将研究结果应用到某铬锰合金钢制品的防锈包装, 并通过加速试验进行了防锈效果验证。结果表明, 该防锈包装至少可保证被包装产品 1 年内不出现锈蚀现象。

关键词: 铬锰合金钢; 防锈期; 防锈包装; 防锈剂; 防锈膜

中图分类号: TB484; TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)09-0043-04

Experimental Study on Rustproof Packaging of Cr-Mn Alloy

ZHAO De-jian¹, HUA Guang-jun¹, HAO Xi-hai¹, MAO Xiao-jun²

(1. Hunan University of Technology, Zhuzhou 412000, China; 2. Zhuzhou CSR Electric Co., Ltd., Zhuzhou 412008, China)

Abstract: In order to provide basic parameters for rustproof packaging of Cr-Mn alloy steel, the relationship of corrosion rate with environmental humidity and time was studied by experiment. The effects of several typical rust-proof packaging technologies were compared. The results showed that the antirust period of Cr-Mn alloy steel in natural environment is about 35 days; after the antirust period, the rust will appear and accelerate with increasing of temperature and humidity; the composition of rust inhibitor and antirust film is the best antirust packaging method. The research results were applied to the rust-proof packaging of a Cr-Mn alloy steel products, and the rust-proof effect was verified through acceleration test. The results showed that the rust-proof packaging can ensure product to have no corrosion phenomenon at least one year.

Key words: chromium-manganese alloy steel; antirust period; rustproof packaging; rust inhibitor; antirust film

受流通环境的影响, 金属制品在流通过程中会出现锈蚀现象, 因此需要采取一定的技术手段保证金属制品的防锈期。金属防锈包装技术主要有两方面的要求: 尽量推迟金属制品出现锈蚀的时间; 包装材料能够快速被去除而不影响金属制品的使用。

影响金属制品出现锈蚀的重要因素有: 环境温度、相对湿度、降雨及大气腐蚀性气体。其中对金属制品锈蚀影响最大的是环境相对湿度。当大气中的相对湿度达到某一临界值时, 暴露在大气中的金属表面会形成肉眼看不到的水膜, 金属就开始出现锈

蚀^[1-3]。

在大气腐蚀条件下, 一定的时间内铬锰合金钢有较好的耐锈蚀性能, 但经过长时间的运输和仓储过后也会产生锈蚀现象, 影响了装配可靠性。目前关于铬锰合金钢制品耐腐蚀性能与流通环境的关系及其防锈包装技术的实验研究工作较少。本文从环境相对湿度入手对铬锰合金钢的防锈包装技术进行了实验研究, 为以后相关金属制品防锈技术提供基础支持。

收稿日期: 2013-02-01

基金项目: 湖南省教育厅科学研究项目(11C0396)

作者简介: 赵德坚(1966-), 女, 湖南平江人, 湖南工业大学工程师, 主要研究方向为缓冲包装、包装技术应用及包装测试。

1 实验

实验分为 2 个部分:通过设定一定的温度,改变相对湿度值进行实验,用于分析相对湿度对铬锰合金钢锈蚀的影响;设定一定的环境温湿度,改变防锈技术手段进行实验,用于分析防锈技术的可靠性^[4-6]。

1.1 仪器与材料

仪器:恒温恒湿箱(XMTA-8000,中国);材料:将试样的两端面加工成表面粗糙度 $Ra = 0.8$ 的平面作为试验面,并测量其平面表面积。实验方案见表 1。

表 1 实验分组方案

Tab. 1 Group experiment scheme

(I)环境条件	(II)防护条件
II:自然环境,无防护	III:25℃,70%RH,无防护
I2:25℃,65%RH,无防护	II2:25℃,70%RH,防锈油防护
I3:25℃,70%RH,无防护	II3:25℃,70%RH,防锈膜防护
I4:25℃,75%RH,无防护	II4:25℃,70%RH,防锈剂加防锈膜
I5:25℃,80%RH,无防护	
I6:25℃,85%RH,无防护	

1.2 锈蚀面积率的分析

由于防锈包装技术是为了延迟金属制品锈蚀的出现,而不是考察金属制品的锈蚀程度,因此在考察金属制品出现锈蚀时不宜采用常用的腐蚀速率、失重(增重)法等进行评价。基于流通过程中对金属制品装配表面保护的要求,本文提出锈蚀面积率评价指标,该指标比传统的锈蚀程度评价方法更为苛刻^[7-8]。

$$X_A = \frac{A_1}{A_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中: X_A 表示金属出现的锈蚀面积率; A_1 表示实测的锈蚀面积; A_0 表示试样的实验面积。

2 分析

2.1 相对湿度对锈蚀的影响

该实验研究在没有任何防护措施的条件下,探讨了相对湿度环境因素对铬锰合金钢锈蚀程度的影响。即在自然状况、25℃、不同的相对湿度条件下无防护的铬锰合金钢锈蚀面积率与时间的关系。实验前每组实验样品测定的锈蚀面积为 0,经过 154 d 后测定的平均锈蚀面积率分别为: I 1 组 13.02%; I 2 组

2.45%; I 3 组 4.72%; I 4 组 30.44%; I 5 组 33.15%; I 6 组 63.74%。

由图 1 可知:在 35 d 以前铬锰合金钢试样没有出

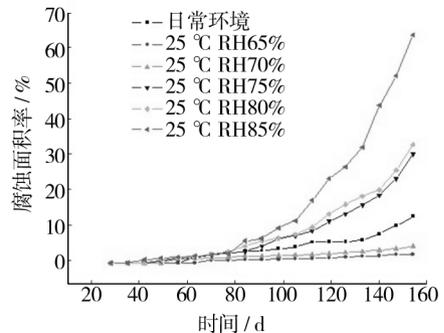


图 1 相对湿度对锈蚀面积率的影响

Fig. 1 The impact of relative humidity on rate of corrosion area

现锈蚀现象;36~80 d 时 6 条曲线的锈蚀面积率相近;80 d 以后 6 条曲线趋势有了明显的分化,自然环境下铬锰合金钢的锈蚀面积率与 25℃ 65% RH, 25℃ 70% RH 环境下铬锰合金钢的锈蚀面积率相近,即出现锈蚀的情况比较接近,锈蚀都不明显。在实验期间其天气温度在 15~25℃,相对湿度在 RH50%~70%,早晚温差在 10℃左右,相对湿度差 RH10%左右。而相对湿度高于 75% 环境下铬锰合金钢的锈蚀面积率从 80 d 开始,曲线斜率急速上升,锈蚀速度加快。

产生上述原因,取决于金属表面的湿润程度:金属锈蚀是由于潮湿的空气在金属表面形成一层薄的水膜而发生电化学反应引起的。金属表面对空气中的水分有一定的吸附能力,当相对湿度达到一个临界值时,就能使金属表面先形成肉眼看不到的水膜,随着水分的不断聚积进而形成可见的水膜,从而加快了金属锈蚀的出现。

由此可知铬锰合金钢自身的防锈性能可以保证 35 d 的防锈期,经过 35 d 后,锈蚀就会出现并随着相对湿度的增加而急剧加速。

2.2 不同防锈技术的效果

该实验研究在 25℃ RH70% 恒温恒湿条件下,4 种不同防护条件下铬锰合金钢锈蚀情况。即无任何防护的 II 1 组,涂防锈油防护的 II 2 组,覆膜防护的 II 3 组和防锈剂加防锈膜的 II 4 组,实验前每组实验样品锈蚀面积为 0,经过全部实验后测定的平均锈蚀率分别为: II 1 组 4.72%, II 2 组 0.2%, II 3 组 1.84%, II 4 组 0.05%,实验周期为 154 d。

试验结果如图 2 所示,由此可知:不同防护条件

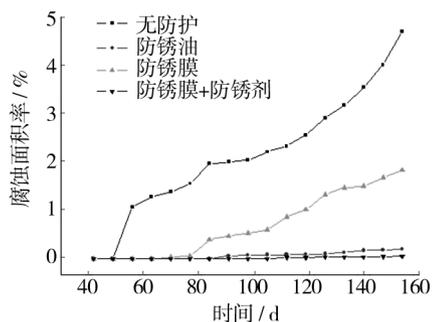


图 2 防护条件对锈蚀面积率的影响

Fig. 2 The impact of protection method on rate of corrosion area

下铬锰合金钢锈蚀有明显的差距,与无任何防护的 II 1 组相比,其他三组的防锈效果明显;通过 II 2 组和 II 3 组的对比可知,防锈油对金属防锈的效果远远强于覆膜防锈的效果,对金属的锈蚀抑制比较明显;而防锈剂加防锈膜的防锈方法几乎可完全抑制金属的锈蚀。因此防锈效果以防锈剂加覆膜为最好,其次为涂防锈油,再次为只覆膜。由此可知所选用的防锈措施都能有效的抑制金属表面水膜的形成,减慢金属的锈蚀。

3 应用实例

3.1 包装设计

某公司电机轴材料为铬锰合金钢,由于流通周期较长,轴头装配面出现锈蚀情况,影响现场施工及装配质量,因此要求防锈措施能够有效延迟电机轴头出现锈蚀的时间,并能够快速去除包装材料而不影响电机轴头装配。根据上述研究结果及该产品的防锈要求,选择防锈剂 + 塑料膜 + 外包装容器做为防锈组合包装。其中防锈剂用于吸附湿气,塑料薄膜用于隔离金属表面与空气,外包装容器既可为防锈剂形成一个独立空间,又可以保护电机轴头不受外部环境的磕碰(见图 3)。

3.2 验证试验

试验选择 9 个铬锰合金钢试样,其中 1,2,3 号样品组成对照组,不进行防锈处理,作为试验一组;4,5,6 号样品由气相缓蚀剂 + 覆膜 + 外包装容器进行组合防锈处理,作为试验二组;7,8,9 号样品用气相缓蚀剂和外包装容器组合进行防锈包装,作为试验 3 组。

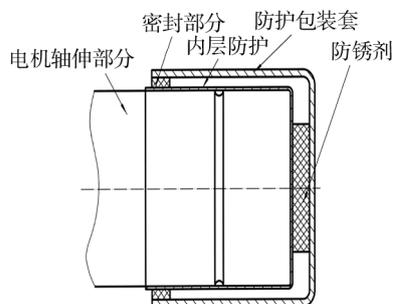


图 3 电机轴头防锈包装示意图

Fig. 3 Rustproof packaging diagram of motor shaft head

研究表明该合金制品的锈蚀与温湿度有关,因此提高验证试验的温湿度条件并增加酸性气候条件进行加速试验,选择将三组样品放置在 40 °C, RH85% 和 pH=3 的恒温恒湿箱中^[9-10],共试验 65 d。试验结果显示:试验一组的平均锈蚀面积率为 85%;试验二组平均锈蚀面积率为 0.1%;试验三组平均锈蚀面积率为 0.5%。说明两种防锈包装都能有效地防锈,由于试验二组多了覆膜,平均锈蚀面积率要小于试验三组,说明覆膜效果更好,选材适当。根据实验结果对比,防锈包装可保证被包装产品至少 1 年内不生锈。

4 结论

- 1) 自然环境条件下,铬锰合金钢自身的防锈性能可以保证至少 35 d 的防锈期,35 d 后锈蚀就会出现并随着相对湿度的增加而加速。几种防锈技术的对比表明,防锈剂和塑料膜组合的防锈效果最佳。
- 2) 对金属制品的防锈包装以尽量延长防锈期为目的,以吸附湿气和隔离空气为措施,同时满足容易去除的要求以有效保护和容易去除。
- 3) 针对具体产品设计了防锈包装方案,加速实验验证该包装方案的可行性并可保证被包装产品至少 1 年内不生锈。

参考文献:

- [1] 王一建,黄本元,王余高,等. 金属大气腐蚀与暂时性保护[M]. 北京:化学工业出版社,2007.
WANG Yi-jian, HUANG Ben-yuan, WANG Yu-gao. Atmospheric Corrosion and Temporary Protection of Metal[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2007.
- [2] 龚敏. 金属腐蚀理论及腐蚀控制[M]. 北京:化学工业出版社,2009.

- GONG Min. Theory of Metal Corrosion and Corrosion Control [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2009.
- [3] 魏宝明. 金属腐蚀理论及应用 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1984.
- WEI Bao-ming. Theory and Application of Metal Corrosion [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1984.
- [4] 张康夫, 萧怀斌. 防锈材料应用手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- ZHANG Kang-fu, XIAO Huai-bin. Application Notes Rust-proof Materials [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2004.
- [5] 贺伦英. 一例气相缓蚀剂在防锈包装上的应用研究 [J]. 湖南: 湖南工业大学学报, 2008.
- HE Lun-ying. Application of a Vapor Phase Inhibitor in Rustproof Packaging [J]. Hunan: Journal of Hunan University of technology, 2008.
- [6] 麦康奈尔·罗宾. 为金属制品储运提供卓越保护的气相防锈技术 [J]. 包装工程, 2009, 30(4): 157-159.
- McCONNELL Robin. Effective Volatile Corrosion Inhibitors for Processing and Shipment of Metal-based Products [J]. Packaging Engineering, 2009, 30(4): 157-159.
- [7] GB/T 16267—2008, 包装材料试验方法-气相缓蚀能力 [S].
- GB/T 16267—2008, Test of Packaging Materials-Vapors Corrosion Inhibiting Ability [S].
- [8] SH/T 0217—1998, 防锈油脂试验试片锈蚀度评定法 [S].
- SH/T 0217—1998, Test Method for Evaluating Degree of Rusting on Test Specimen of Rust Preventing Oils and Greases [S].
- [9] GB/T 24195—2009, 金属和合金的腐蚀-酸性盐雾、“干燥”和“湿润”条件下的循环加速腐蚀试验 [S].
- GB/T 24195—2009, Corrosion of Metals and Alloys-Cyclic Accelerated Corrosion Test on Condition of Acid Salt Spray, Drier or Moist [S].
- [10] GB/T 10125—1997, 人造气氛腐蚀试验-盐雾试验 [S].
- GB/T 10125—1997, Corrosion Tests in Artificial Atmospheres-Salt Spray Tests [S].
- [11] GB/T 4879—1999, 防锈包装 [S].
- GB/T 4879—1999, Rustproof Packaging [S].
- [12] GJB145A—1993, 防护包装规范 [S].
- GJB145A—1993, Protective Packaging Specification [S].

(上接第 17 页)

3 结论

将抑菌复合膜制成保鲜包装袋保鲜葡萄, 结果表明该保鲜包装袋可以有效地抑制微生物生长, 很好地维持葡萄的外观, 减少失重、Vc 等营养物质的消耗。

葡萄保鲜效果最佳的是 3.5% 浓度柠檬草精油处理过的包装袋, 常温下将葡萄比空白组中葡萄的腐烂率降低将近 73%, 能将葡萄的货架寿命延长至第 8 天, 与空白组对照其保质期提高了 1 倍左右。

参考文献:

- [1] TZORTZAKIS N G, ECONOMAKIS C D. Antifungal Activity of Lemongrass (Cymbopogon Citratus L) Essential Oil Against Key Postharvest Pathogens [J]. Science Direct, 2007 (1): 253-258.
- [2] 于天颖, 刘坤. 葡萄储藏期病害及保鲜技术研究进展 [J]. 北方果树, 2005(5): 1-3.
- YU Tian-ying, LIU Kun. Advances in Research on Diseases and Preservation Technology of Grape Storage Period [J]. Northern Fruits, 2005(5): 1-3.
- [3] LOZINSKY V I, PLIEVA F M. Poly(vinyl alcohol) Cryogels Employed as Matrices For Cell Immobilization [J]. Enzyme and Microbial Technology, 1998, 23(3): 227-24.
- [4] 韩永生, 周欣. 固载二氧化氯缓释保鲜剂对巨峰葡萄保鲜效果的研究 [J]. 包装工程, 2009, 30(2): 9-11.
- HAN Yong-sheng, ZHOU Xin. Study on Fresh Keeping Effect of Solid ClO₂ Slow-release Preservative on Kyoho Grape [J]. Packaging Engineering, 2009, 30(2): 9-11.
- [5] GB 6195—1986, 水果、蔬菜维生素 C 含量测定 [S].
- GB 6195—1986, Fruit and Vegetable Measurement of Vc [S].
- [6] GB 12293—1990, 水果、蔬菜制品可滴定酸度的测定 [S].
- GB 12293—1990, Fruit and Vegetable Measurement of Acidity [S].
- [7] 吴彩娥, 王文生, 寇晓虹. 果实成熟软化机理研究进展 [J]. 果树学报, 2001, 18(6): 365-369.
- WU Cai-e, WANG Wen-sheng, KOU Xiao-hong. Advances in Research on Mechanism of Fruit Ripening and Softening [J]. Journal of Fruit and Science, 2001, 18(6): 365-369.