

# 水性可剥离涂料的制备和性能

刘宏宇, 张 松

(中国人民解放军 92117 部队, 北京 100072)

**摘 要:** 以 tm803 聚氨酯乳液为基体, 以 BYK-151 为润湿分散剂、BYK-011 为消泡剂、BYK-333 为流平剂、BYK-425 为增稠剂, 以纳米碳酸钙为填料, 制备出一种新型水性可剥离防护涂料。讨论了纳米碳酸钙用量及涂层厚度对涂膜拉伸和断裂性能的影响, 研究了放置时间对涂层力学性能的影响。性能测试表明, 当纳米碳酸钙的加入量为 2%, 涂层厚度为 0.13~0.14 mm 时, 涂层平均拉伸强度达 9.51 MPa, 平均断裂伸长率达 274.54%, 具有较好的可剥离性能。涂装 7 天后, 放置时间对涂层性能影响很小, 涂层平均拉伸强度及平均断裂伸长率基本不变, 因此可使用该涂料对设备进行长期封存防护。

**关键词:** 水性; 可剥离; 涂料; 聚氨酯; 纳米碳酸钙

**中图分类号:** TQ630.7

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-9289(2012)01-0089-04

## Preparation and Properties of Water-based Strippable Protected Coating

LIU Hong-yu, ZHANG Song

(Unit 92117 of PLA, Beijing 100072)

**Abstract:** The new water-based strippable protected coating was made by polyurethane emulsion and nano- $\text{CaCO}_3$  was put in the coating as the fillers. BYK-151, BYK-011, BYK-333 and BYK-425 were used as wetting agent and dispersant, deforming agent, rheological agent and thickening agent respectively. The influence of nano- $\text{CaCO}_3$  and the film thickness on the coating were discussed, and the influence of storage period on the film was studied. The performance of the coating was tested, when the dosage of nano- $\text{CaCO}_3$  was 2% and the film thickness was 0.13~0.14 mm, the film had good strippable ability. Its average mechanics intensity was 9.51 MPa and its average elongation at break was 274.54%. After 7 days the influence of storage period on the film was very little, and its average mechanics intensity and its average elongation at break were almost constant, so the film could be used as send up protection for the equipment safe keeping chronically.

**Key words:** water-based; strippable; coating; polyurethane; nano- $\text{CaCO}_3$

## 0 引 言

精密仪器及其备品、配件在运输、储存及组装过程中经常被擦伤、碰伤;同时,由于微生物、油污、盐雾、潮气等的侵蚀作用,设备在储存过程中极易产生电化学腐蚀和化学腐蚀,使设备表面破损,性能下降,甚至失效报废<sup>[1-6]</sup>。为延长设备使用寿命,通常在设备表面涂装可剥离防护涂料。设备表面涂装该涂料后,既可显著提高设备防腐性、防霉变性及防机械擦伤能力,同时,涂层后期又可手工完全剥离,从而实现快速

启封<sup>[7-10]</sup>。

文中以聚氨酯乳液为基体,以纳米碳酸钙为填料,研制出一种水性可剥离防护涂料。该涂料具有良好的可剥离性,可在仪器设备表面长期使用。

## 1 试 验

### 1.1 主要原料及设备

Tm803 聚氨酯乳液, 固体含量 50%, 陕西东方航天科技有限公司; 纳米碳酸钙, 平均粒径为

收稿日期: 2011-09-27; 修回日期: 2011-12-23

作者简介: 刘宏宇(1982—), 男(汉), 辽宁葫芦岛人, 工程师, 硕士; 研究方向: 防腐涂料及特种涂料

引文格式: 刘宏宇, 张松. 水性可剥离涂料的制备和性能 [J]. 中国表面工程, 2012, 25(1): 89-92.

40 nm,杭州万景新材料有限公司。

砂磨、分散、搅拌多用机:SFJ-400,上海现代环境工程技术有限公司。

1.2 生产工艺

在搅拌条件下(1200 r/min),向加有 10%(质量分数)润湿分散剂 BYK-151 的 tm803 聚氨酯乳液中加入纳米碳酸钙填料,用砂磨、分散、搅拌多用机分散 2 h,再依次加入 0.5%的消泡剂 BYK-011、0.3%的流平剂 BYK-333 和 0.8%增稠剂 BYK-425,分散均匀后即得成品涂料。

1.3 涂层制备

涂层制备包括基体表面清洁及涂层涂刷。  
首先,对马口铁基体进行表面清洁。用二甲苯清除基体表面的油、酯及其它污染物。将石油醚涂覆于已经除油、除锈的马口铁板上,自然放置至干燥,然后进行涂层涂刷。将涂料涂刷于铁板上,实干后再涂刷第二道,通常涂刷两道即可。

1.4 性能测试方法

涂膜性能测试参照下列标准进行。附着力:

漆膜附着力测定法(GB/T 1720—1979);柔韧性:漆膜柔韧性测定法(GB/T 1731—1993);耐冲击性:漆膜耐冲击测定法(GB/T 1732—1993);干燥时间:漆膜、腻子膜干燥时间测定法(GB/T 1728—1979);厚度:漆膜厚度测定法(GB/T 1764—1979);耐化学试剂性:漆膜耐化学试剂性测定法(GB/T 1763—1979);涂膜拉伸强度及断裂伸长率:塑料—拉伸性能的测定(GB/T 1040.3—2006)。

2 结果与讨论

2.1 涂料性能参数

以 tm803 聚氨酯乳液为基料,并加入 BYK-151、BYK-011、BYK-333、BYK-425 等助剂对乳液进行改性,制备的可剥离防护涂料的性能测试结果如表 1 所示。

由表 1 可知,该涂料干燥快,柔韧性好,耐酸、耐碱及耐水性较好,具有合适的附着力,能均匀地形成连续膜,可手工从设备表面完全剥离。

表 1 可剥离防护涂料性能参数

Table 1 Performance parameter of water-based strippable coating

| Items   | Adhesion/<br>grade | Flexibility/<br>mm | Impact strength/<br>(kg·cm) | Drying time/<br>min | Resistance of 40%<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> for 12 h | Resistance of 0.1 mol/L<br>NaOH for 12 h | Water<br>resistance              |
|---------|--------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|
| Results | 7                  | 0.5                | >50                         | <20                 | No corrosion,<br>strippable film                             | No corrosion,<br>strippable film         | No corrosion,<br>strippable film |

\* The flow of water is 3.5 L/min,12 h

2.2 纳米碳酸钙用量对涂层性能的影响

纳米碳酸钙用量对涂层拉伸和断裂性能的影响如表 2 所示。

表 2 纳米碳酸钙用量对涂层力学性能的影响  
Table 2 Influence of the dosage of nano-CaCO<sub>3</sub> on mechanical properties of the coating

| Mass fraction<br>of CaCO <sub>3</sub> /% | Tensile strength/<br>MPa | Breaking<br>elongation/% |
|------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0                                        | 0.50                     | 980.75                   |
| 0.5                                      | 0.92                     | 757.16                   |
| 1.0                                      | 2.32                     | 532.62                   |
| 1.5                                      | 3.41                     | 460.71                   |
| 2.0                                      | 9.51                     | 274.54                   |
| 2.5                                      | 10.23                    | 165.08                   |

随着纳米碳酸钙用量的增加,涂膜拉伸强度显著提高,断裂伸长率则降低。当未加入纳米碳酸钙时,虽然涂层具有很高的断裂伸长率,但由于拉伸强度较低,涂膜剥离时发生断裂,无法完全剥离。当纳米碳酸钙的加入量小于 2%时,纳米碳酸钙填料在涂料中均匀分散,使涂膜拉伸强度显著提高,断裂伸长率则降低。当加入量为 2%时,涂层手工可完全剥离,此时,涂层具有较好的拉伸性能,可剥离性好。从图 1 可知,纳米碳酸钙在涂层中分布较为均匀,但在部分区域已产生少量团聚。当继续增大纳米碳酸钙用量时,由于纳米碳酸钙在涂料体系中用量过大,致使纳米颗粒大量团聚,涂层断裂伸长率明显下降。对涂膜进行剥离时,由于其断裂伸长率较低,手工剥离比较

困难。因此,纳米碳酸钙的加入量以 2% 为宜。

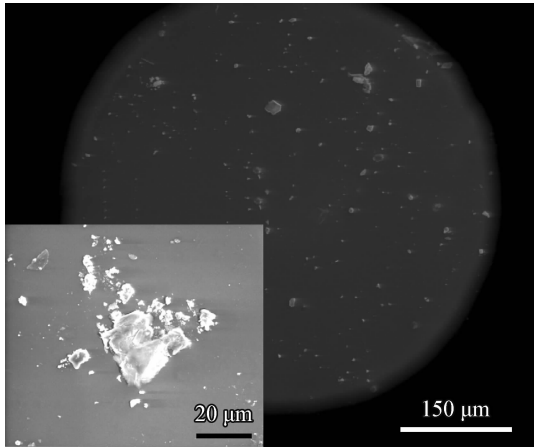


图 1 添加 2% 纳米碳酸钙涂层的扫描电镜图  
Fig. 1 SEM of the coating when the dosage of nano-CaCO<sub>3</sub> was 2%

### 2.3 涂层厚度对涂层力学性能的影响

涂层厚度对涂层拉伸和断裂性能的影响如表 3 所示。随着涂层厚度的增加,涂膜拉伸强度增大,断裂伸长率则降低。当涂层很薄时(只涂刷一道),虽然涂膜具有很高的断裂伸长率,但由于其拉伸强度相对较低,对涂膜进行剥离时,涂膜发生断裂,无法一次完全剥离;增大涂层厚度(涂刷二道),对涂膜进行剥离时,涂膜可手工快速、完全剥离,可剥离性能好,此时,涂膜具有合适的力学性能;继续增大涂层厚度(涂刷三道),涂层拉伸强度略有提高,断裂伸长率则下降明显。对涂膜进行剥离时,虽然涂膜可完全剥离,但其剥离面积较小,剥离缓慢。综合考虑,涂层厚度以涂刷二道时的 0.13~0.14 mm 左右为宜。

表 3 涂膜厚度对涂层力学性能的影响  
Table 3 Influence of film thickness on mechanical properties of the coating

| Film thickness | Tensile strength | Breaking     |        |
|----------------|------------------|--------------|--------|
| /mm            | /MPa             | elongation/% |        |
| One            | 0.063            | 3.28         | 298.27 |
| layer          | 0.067            | 3.32         | 294.19 |
| Two            | 0.13             | 9.51         | 274.54 |
| layers         | 0.14             | 9.92         | 242.15 |
| Three          | 0.175            | 9.96         | 191.04 |
| layers         | 0.182            | 10.02        | 198.68 |

### 2.4 涂层耐老化性能研究

涂层力学性能随时间的变化如表 4 所示。在放置初期,虽然涂层已实际干燥,但涂层内部并未反应完全。此时,涂层的拉伸强度相对较低,断裂伸长率最高。随着交联反应的进行,涂层拉伸强度有较大提高,断裂伸长率则略有降低。涂装 7 天后,涂层内部反应完全,涂层具有较佳的剥离性能。此后,涂层力学性能基本不变。因此,可使用该涂料对设备进行长期封存防护。

表 4 涂层力学性能随时间的变化  
Table 4 Influence of storage time on mechanical properties of the coating

| Time after<br>painting/day | Tensile strength/<br>MPa | Breaking<br>elongation/% |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                          | 5.72                     | 298.35                   |
| 3                          | 7.68                     | 286.91                   |
| 7                          | 9.51                     | 274.54                   |
| 14                         | 9.52                     | 273.96                   |
| 21                         | 9.51                     | 274.58                   |
| 30                         | 9.52                     | 274.17                   |
| 90                         | 9.51                     | 274.49                   |
| 180                        | 9.51                     | 275.36                   |

### 2.5 应用情况

该涂料于 2010 年进行了应用试验,封存了 10 个机械零部件。如图 2 所示,经过 1 年的贮存检验,封存膜外观光滑均匀,颜色透明,无自行脱落和开裂现象。被封存部件表面无锈蚀、无变色。对试样进行启封检验,封存膜可成片完全剥离,迅速启封,部件表面无任何锈斑,防护效果良好。



图 2 涂层剥离时设备表面  
Fig. 2 Equipment surface when stripping

3 结 论

(1)以聚氨酯乳液作为基体,以纳米碳酸钙为填料,制备出一种新型水性可剥离保护涂料。该涂料具有良好的可剥离性,可对设备进行长期封存。

(2)纳米碳酸钙的加入,能显著提高涂层的平均拉伸强度,但会使涂层的平均断裂伸长率降低。当其加入量为 2%时,涂层性能最佳。

(3)随着涂层厚度的增加,涂膜拉伸强度增大,断裂伸长率则降低。当涂层厚度为 0.13~0.14 mm时(涂刷二道),涂层平均拉伸强度达 9.51 MPa,平均断裂伸长率达 274.54%,可剥离性能最好。

(4)涂料涂装后,涂层拉伸强度提高,断裂伸长率则略有降低。7 天后,涂层力学性能基本不变,涂层具有较佳的剥离性能。

参考文献

[1] Ron Joseph. The lowdown on peelable coatings specs and usage [J]. Metal Finishing, 2004, 102 (12): 45-46.

[2] Liu H Y, Zhang S. Preparation of a new water - based strippable protected coating [J]. Advanced Materials Research, 2011, 239-242: 2646-2649.

[3] 孟江燕,王云英,林翠. 可剥性临时保护涂料的制备和性能研究 [J]. 南昌航空大学学报(自然科学版), 2008, 22 (2): 73-75.

[4] 王晓俊,吴行,田欣利,等. 一种吸湿固化可剥离耐腐蚀封存涂料 [J]. 腐蚀与防护, 2005, 26(6): 253-255.

[5] 姚淑霞. 聚苯乙烯树脂溶剂型可剥防锈塑料的研制[J]. 中国环境管理干部学院报, 2004, 14(1): 26-27.

[6] 刘宏宇,张松. 可剥离防护涂料的研究进展 [J]. 化工新型材料, 2010, 38(4): 33-35.

[7] 谷兵,周元林,付万发,等. 可剥离保护涂料的制备及成膜体性能分析 [J]. 化工新型材料, 2008, 36(3): 52-53.

[8] 吕维华,王荣民,何玉凤. 新型室温固化水性可剥涂料的开发与应用 [J]. 应用化工, 2008, 37(6): 701-704.

[9] 李新跃,严杰,何 勇. 液体可剥离胶的研究 [J]. 四川理工学院学报(自然科学版), 2004, 17(3/4):120-123.

[10] 胡乃昌,苏桂明. 可喷涂金属幕墙用可剥性涂料 [J]. 涂料工业, 2005, 35(6): 57-58.

作者地址: 北京市 7220 信箱 100072  
Tel: (010)6697 5508  
E-mail: liuhongyu1982@163.com

• 学术动态 •

第九届全国表面工程大会暨第四届全国青年表面工程论坛第一轮通知

中国机械工程学会表面工程分会主办的全国表面工程学术会议已举行了八届,会议规模逐届扩大,吸引和凝聚了一大批国内从事表面工程科研、教学和装备制造方面的专家和学者,对于促进表面工程学科的发展起到了十分积极的作用。为使全国表面工程学术会议具有更广泛的代表性,吸引更多的从事表面工程产业的代表参会,推进表面工程科研、教学与产业的结合,经中国机械工程学会表面工程分会和中国表面工程协会协商,自本届会议起改由两会联合主办,会议名称亦正式更名为第九届全国表面工程大会。

第九届全国表面工程大会暨第四届全国青年表面工程论坛将于 2012 年 10 月 26~28 日在风景如画的宁波九龙山庄(位于宁波镇海九龙湖风景区)举行,这将是全国表面工程领域同行的一届盛会,会议主题是表面工程技术的新发展和新应用及沿海支柱产业发展中的表面工程,会议由中国科学院宁波材料技术与工程研究所承办。金秋十月的宁波九龙湖,丹桂飘香,层林尽染,欢迎全国表面工程领域的专家、学者和技术人员踊跃参会,交流表面工程研究和工程技术的最新进展,检阅表面工程领域的最新成果,共叙表面工程发展的美好未来。

征文具体要求参见 [http://www.bmgc.org/pages/news\\_detail.asp?id=1303](http://www.bmgc.org/pages/news_detail.asp?id=1303)

(王文字 供稿)