

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2014.02.005

# 生产氯氧镁水泥制品模具材料的研究

李加加, 胡舜钦

(湖南工业大学 包装与材料工程学院, 湖南 株洲 412007)

**摘要:** 氯氧镁水泥是一种性能良好的无机非金属材料, 应用十分广泛。但氯氧镁水泥具有较强的粘接性、腐蚀性, 因此对其生产模具具有较高的要求。采用不同模具材料用于生产氯氧镁水泥制品, 对氯氧镁水泥生产过程中氯氧镁水泥对模具的影响进行了研究。研究表明: 以铝合金为基体材料和复合有机硅为涂层材料制备的模具具有良好的耐盐腐蚀及老化、高强度和耐磨性。采用涂层材料处理的铝合金模具具有使用周期长、脱模快等特点, 较好地解决了氯氧镁水泥对模具粘接和腐蚀问题, 提高了氯氧镁水泥的生产效率和产品品质。

**关键词:** 氯氧镁水泥; 模具; 复合有机硅涂层材料

中图分类号: TG178

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2014)02-0023-05

## Investigation into Mould Materials Used for Magnesium Oxychloride Cement Products

Li Jiajia, Hu Shunqin

(School of Packaging and Material Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

**Abstract:** Magnesium oxychloride cement (MOC) is a kind of inorganic nonmetal material and is used widely. As it has strong adhesion and corrosion, there are higher requirements for MOC product mould. The different mold materials are used for MOC product and the influences of MOC on the different mould are investigated. The results show that the mould with aluminum alloy as matrix material and composite silicone as coatings has high strength and good salt corrosion, aging and wear resistance. The coated material-modified aluminum alloy mold in the research has characteristics of long use period and fast demolding, and it has solved the die bonding and corrosion problems of the magnesium oxychloride cement and improved the magnesium oxychloride cement production efficiency and product quality.

**Keywords:** magnesium oxychloride cement; mould; composite organic silicone coating material

## 0 引言

1867年, 瑞典学者索瑞尔(S. Sorel)发明了一种胶凝材料, 由轻烧 $MgO$ 、 $MgCl_2$ 和 $H_2O$ 三者按照一定配比调和形成, 这就是氯氧镁水泥, 又称索瑞尔水泥。与其他的水泥相比, 氯氧镁水泥具有一系列的显著优势, 因此常被用于制作门窗框, 包装箱底座、

墙体、地板砖等简易产品。

目前, 氯氧镁水泥的应用领域越来越广, 针对氯氧镁水泥的研究也越来越多<sup>[1-5]</sup>, 但有关氯氧镁水泥制品模具材料的选择及其对氯氧镁水泥制品生产影响研究的文献却很少。由于氯氧镁水泥具有一定的粘接性, 常粘附在模具表面, 导致脱模难和时间长、

收稿日期: 2014-01-15

作者简介: 李加加(1991-), 男, 河南鹤壁人, 湖南工业大学硕士生, 主要研究方向为材料替代及工艺更新,

E-mail: 718190469@qq.com

制品表面不光滑等问题,因此塑料薄膜常被作为模具内衬而用于生产氯氧镁水泥制品。但是塑料薄膜内衬容易变形,挤压后易发生褶皱,影响制品表面的光滑度。有机硅涂料是一种性能优良的涂料,它具有良好的耐腐蚀、耐高温等特性<sup>[6-11]</sup>。因此,本研究拟利用有机硅为涂层材料处理铝合金模具,并应用于氯氧镁水泥制品生产中,以解决氯氧镁水泥对模具粘接和腐蚀问题,提高氯氧镁水泥的生产效率和产品品质。

## 1 试验部分

### 1.1 试验材料

#### 1.1.1 制备模具的基体材料

高密度聚乙烯塑料(high-density polyethylene plastics, HDPE) 5306J,注塑级,长兴电器材料有限公司生产;1.5 cm × 10 cm × 10 cm有机玻璃钢板材,长益玻璃钢有限公司生产;普通钢( $\omega(\text{P}) \leq 0.045\%$ ,  $\omega(\text{S}) \leq 0.050\%$ ),天磊金属材料贸易有限公司生产;A04131铝合金,上海澳锋金属制品有限公司生产。

#### 1.1.2 表面涂层材料

XY7500聚氨酯改性有机硅涂料,芜湖凤凰涂料公司生产;DS150环氧树脂改性有机硅涂料,嘉诺有机硅有限公司生产;SX188-YJG有机硅涂料,天津瑞驰雷德涂料有限公司生产。

### 1.2 试验仪器

马弗炉;玻璃棒;玻璃杯;JCM-6000 NeoScope台式扫描电镜,北京美嘉图科技有限公司生产;YW-10盐雾箱,上海新苗医疗器械有限公司生产;紫外老化试验箱,杭州奥科环境试验设备有限公司生产。

### 1.3 磨具的形状与尺寸

本文中使用的磨具均为简易磨具,使用5块材质相同,长110 mm、宽50 mm、厚5 mm的板材,并在其中2块上凿出3个3 mm深的嵌沟。图1所示为简易磨具的俯视图。

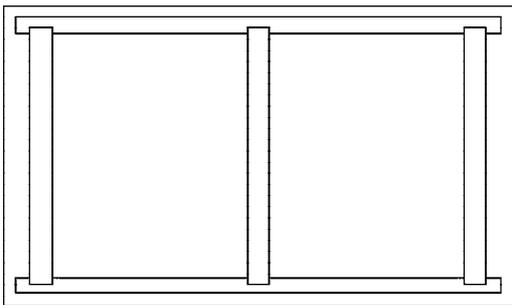


图1 简易模具俯视图

Fig. 1 Vertical view of simple mould

### 1.4 试验过程

#### 1.4.1 氯氧镁水泥的制备

分别称量65 g氧化镁(工业级)、30 g氯化镁(工业级)、15 g水,将氯化镁溶解在水中,再将氧化镁加入氯化镁水溶液中搅拌均匀,即可得试验应用氯氧镁水泥。按上述操作重复制作即可得到相同成份的氯氧镁水泥。

#### 1.4.2 涂层材料处理模具方法

##### 1) 聚氨酯改性有机硅涂料处理模具方法

将配置好的聚氨酯改性有机硅涂料均匀地涂抹在模具表面,然后将其放置在马弗炉中,温度设置为150 ℃,烘烤0.5 h后取出冷却。

##### 2) 环氧树脂改性有机硅涂料处理模具方法

将配置好的环氧树脂改性有机硅涂料均匀地涂抹在模具表面。可在温度为80 ℃的条件下,将其放置在烘箱中烘烤2 h;也可将其放置在阳光充足的地方自然风干。

##### 3) 有机硅涂料处理模具方法

将配置好的有机硅涂料均匀地涂抹在模具的表面,使用马弗炉在温度为250 ℃的条件下烘烤0.5 h,使其表面结成一层光滑透明的表层。

#### 1.4.3 扫描电镜

本试验使用表面涂层材料处理过的模具,利用机械刀剪切一块5 mm × 5 mm的小方块,将样品镀晶后放置在JCM-6000 NeoScope台式扫描电镜中,按照试验仪器使用步骤操作,并测量数据。

#### 1.4.4 中性盐雾试验

盐雾试验是一种检验涂层耐蚀性的加速腐蚀试验经典方法,它模拟沿海环境大气条件对试验样品进行快速腐蚀试验。本试验采用上海新苗医疗器械有限公司的YW-10盐雾箱,按照GB/T10125—1997中的中性盐雾试验方法进行<sup>[12]</sup>。

#### 1.4.5 紫外老化试验

紫外老化试验是一种检测涂层材料使用周期的常规方法,它模拟自然界中太阳光的紫外线能谱对材料进行紫外光辐射老化试验。本试验采用杭州奥科环境试验设备有限公司的紫外老化试验箱,按照GB/T16585—1996中的紫外老化实验方法进行实验。

#### 1.4.6 涂层材料强度的检测

本研究采用铅笔法测定涂层材料的强度。通过在涂层上推压已知硬度标号的铅笔,以没有使涂层出现划痕的最硬的铅笔的硬度为涂层的硬度。本研究按照GB/T6739—1996中的相关要求对涂层材料强度的检测。

## 2 分析与讨论

### 2.1 不同材料的模具对氯氧镁水泥制品生产的影响

制作4份相同成份的氯氧镁水泥,并将其分别加入4个不同材料制作的模具中,在恒温25℃条件下风干7d,之后脱模,并重复试验50次。对比脱模之后模具的形态,记录实验情况如表1所示。

表1 不同材料模具脱模后情况

磨具种类	腐蚀轻重	粘接情况	脱模难易
聚乙烯模具	不腐蚀	严重粘接	难
钢铁模具	严重腐蚀	轻度粘接	难
铝合金模具	严重腐蚀	轻度粘接	难
有机玻璃钢磨具	不腐蚀	严重粘接	难

对比表1中的脱模情况不难发现,由于氯氧镁水泥中含有大量的氯离子,对模具的腐蚀性很强,使得模具的使用周期大大地缩短。氯氧镁水泥的粘接性导致氯氧镁水泥制品在风干后脱模难。从4种模具材料对比来看,金属类模具比聚乙烯模具、有机玻璃钢模具的粘接情况轻;但就腐蚀情况及脱模难易情况来看,4种模具中聚乙烯模具与有机玻璃钢模具比金属类模具的腐蚀程度轻。氯氧镁水泥的粘黏性、腐蚀性导致了模具的使用周期缩短,生产的时间加长,产品的生产效率低下。

### 2.2 不同涂层材料性能的研究

#### 2.2.1 使用涂层材料处理过的模具对氯氧镁水泥制品生产的影响

使用3种不同的涂层材料处理铝合金模具,将配置好的3份成份相同的氯氧镁水泥加入3个模具中,恒温25℃风干7d后脱模,重复试验50次。对比脱模后模具的形态,记录试验情况如表2所示。

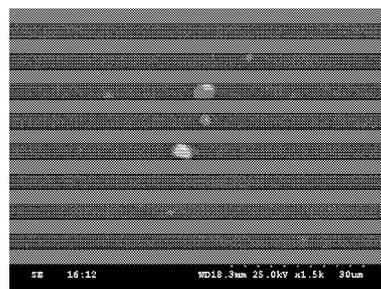
表2 不同涂层材料处理过的模具脱模后情况

涂层材料种类	粘接情况	脱模难易
环氧树脂改性有机硅涂类料	不粘	易
有机硅涂料	不粘	易
聚氨酯改性有机硅涂料	不粘	易

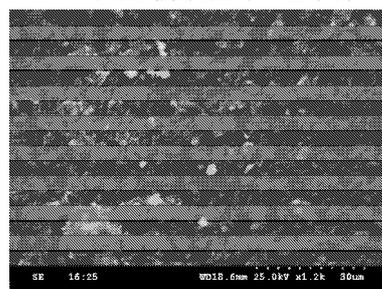
分析表2可知,使用3种涂层材料处理模具可以很好地脱模得到氯氧镁水泥制品,说明3种涂层材料跟氯氧镁水泥的粘接性较差,满足了氯氧镁水泥生产的需要,符合表面涂层材料的基本要求。

#### 2.2.2 材料涂层的表面结构

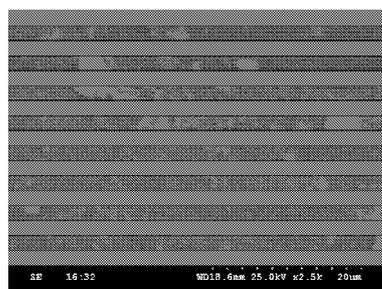
使用3种不同的涂层材料处理50mm×50mm铝合金,并使用扫描电镜检测3种不同涂层材料的表面结构,其结果如图2所示。



a) 聚氨酯改性有机硅涂料



b) 环氧树脂改性有机硅涂料



c) 有机硅涂料

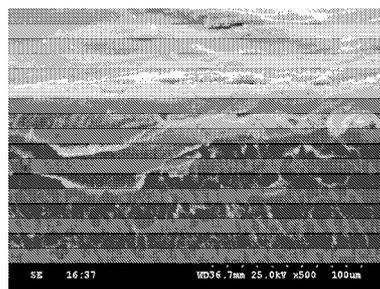
图2 3种涂层材料的表面扫描电镜图

Fig. 2 The SEM pictures of Al mould surface modified by three kinds of coating material

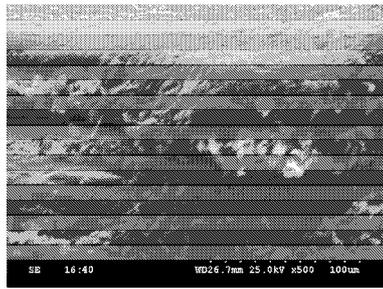
对比图2不难发现,3种涂层材料表面结构是非常质密的,特别聚氨酯改性有机硅涂料和有机硅涂料在放大的情况下依然可以看出其表面光滑程度。3种涂层材料能够满足生产的需要,满足选取表面涂层材料的基本要求。

#### 2.2.3 涂层材料与模具基体材料的粘接性

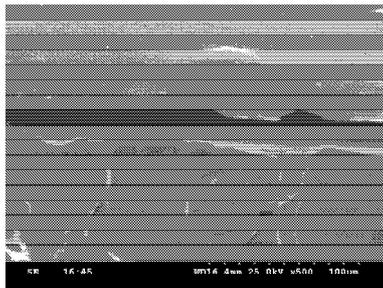
使用3种不同的涂层材料处理50mm×50mm铝合金,并使用扫描电镜检测3种不同涂层材料的侧面结构,其结果如图3所预示。



a) 聚氨酯改性有机硅涂料



b) 环氧树脂改性有机硅涂料



c) 有机硅涂料

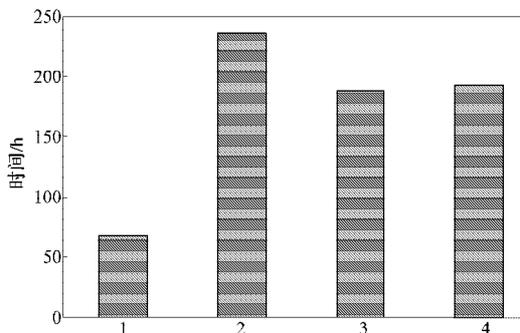
图3 3种涂层材料的侧面扫面电镜图

Fig. 3 The side SEM pictures of Al mould modified by three kinds of coating material

由图3可知，聚氨酯改性有机硅涂料与铝合金的粘接性最好，其次是环氧树脂改性有机硅涂料，而有机硅改性涂料与铝合金的粘接性比较差。从图3c中可以看出，有机硅涂料与铝合金之间有明显的空隙，这说明有机硅改性涂料不符合氯氧镁水泥生产过程中模具涂层材料的基本要求。

### 2.2.4 涂层材料的抗盐雾性

将4块50 mm × 50 mm 铝合金片中的3块使用3种不同的涂层材料处理，然后将它们放置到盐雾试验装置中。采用5%的氯化钠盐水溶液作为喷雾用的溶液，且溶液pH值调整在中性范围（6~7），在温度为35℃的条件下进行试验，图4为盐雾试验结果图。



1—空白铝合金片；2—聚氨酯改性有机硅涂料处理的铝合金片；3—环氧树脂改性有机硅涂料处理的铝合金片；4—有机硅涂料处理的铝合金片

图4 盐雾试验结果

Fig. 4 Results of salt spray test

从图4中可以看出：在同样的条件下，不同涂层

对基体铝合金的耐蚀性的影响有很大的差异。结果表明，空白试样在68 h就出现明显的局部腐蚀，而在聚氨酯改性有机硅涂料、环氧树脂改性有机硅涂料和有机硅涂料分别经过了235, 189和193 h才出现点蚀，可见由于涂层材料的使用，大幅度提高了基体铝合金的耐蚀性能。

### 2.2.5 涂层材料的耐老化性

使用3种不同的涂层材料处理50 mm × 50 mm 铝合金板材，将其放置在紫外老化试验箱中进行老化试验。具体数据如表3所示。

表3 涂层材料的耐老化性能测试结果

Table 3 The experiment data of coating material aging performance

涂层材料类别	实验老化时间/h	预期使用周期/a
环氧树脂改性有机硅涂料	521	10
有机硅涂料	782	15
聚氨酯改性有机硅涂料	782	15

由表3可知，3种涂层材料的使用周期都在10 a以上。使用涂层材料处理模具可以在很大程度上保证模具的使用周期，满足了氯氧镁水泥制品在生产中的需要。

### 2.2.6 涂层材料硬度的检测

使用H铅笔在不同涂层材料处理过的铝合金片划动的方法来检测涂层材料的强度，所得具体数据如表4所示。

表4 涂层材料的硬度测试结果

Table 4 The experiment data of the coating materials' hardness

涂层材料种类	环氧树脂改性有机硅涂料	有机硅涂料	聚氨酯改性有机硅涂料
涂层材料硬度	4H	4H	6H

由表4可知，3种涂层材料均具有一定的强度，其中聚氨酯改性有机硅涂料的强度最高。在氯氧镁水泥制品生产过程中，由于模具的反复使用而磨损会影响生产，涂层材料具有一定的强度，可以在一定程度上避免模具的损耗，同时可以保证生产过程中不会出现使用次数较少就要重新给模具涂层的情况，保证了氯氧镁水泥的生产效率。

## 3 结论

1) 氯氧镁水泥具有较强的粘接性，对生产模具的要求很高。通过对比4种材料制作的模具，发现金属类的模具更适合氯氧镁水泥生产的需要。

2) 氯氧镁水泥具有较强的腐蚀性，金属类模具能够满足生产的需要但腐蚀严重，工厂常给模具增加塑料薄膜内衬，但塑料薄膜内衬容易变形，挤压后易发生褶皱，影响制品表面光滑度。而通过涂层

材料处理模具内表面可以较好地解决这一问题。

3) 模具涂层材料具备耐腐蚀性, 表面光滑等特点, 本研究成果较好地解决了氯氧镁水泥对模具粘接和腐蚀问题, 提高了氯氧镁水泥的生产效率和产品品质。

#### 参考文献:

- [1] 严育通, 景燕, 马军. 氯氧镁水泥的研究进展[J]. 盐湖研究, 2008, 16(1): 60-65.  
Yan Yutong, Jing Yan, Ma Jun. Research Progress of Magnesium Oxychloride Cement[J]. Journal of Salt Lake Research, 2008, 16(1): 60-65.
- [2] Ji Yunsong. Study of the New Type of Light Magnesium Cement Foamed Material[J]. Materials Letters, 2001, 50(1): 28-31.
- [3] Li Zongjin, Chau Cuk. Influence of Molar Ratios on Properties of Magnesium Oxychloride Cement[J]. Cement and Concrete Research, 2007, 37(6): 866-870.
- [4] Sorel S. On a New Magnesium Cement[J]. Comptes Rendus-Academie Des Sciences 1998, 1867(65): 102-104.
- [5] Bensted J, Barnes P. Structure and Performance of Cements [M]. Second Edition. London: Spon Press, 2001: 1-584.
- [6] 孙争光, 朱杰, 黄世强. 有机硅涂料研究进展[J]. 有机硅材料, 2000, 14(4): 21-24.  
Sun Zhengguang, Zhu Jie, Huang Shiqiang. Progress in Research of Organic Silicone Coating[J]. Journal of Silicone Material, 2000, 14(4): 21-24.
- [7] 雷海波, 罗运军, 李晓萌, 等. 有机硅改性聚氨酯的合成及微观结构与性能研究[J]. 北京理工大学学报, 2011, 31(10): 1243-1251.  
Lei Haibo, Luo Yunjun, Li Xiaomeng, et al. Polyurethane Modified by Silicone: Synthesis, Microstructure and Properties[J]. Journal of Beijing Institute of Technology, 2011, 31(10): 1243-1251.
- [8] Zhao Tiansheng, Tomokazu Takemoto, Noritatsu Tsubaki. Direct Synthesis of Propylene and Light Olefins From Dimethyl Ether Catalyzed by Modified H-ZSM-5[J]. Catalysis Communications, 2006, 7(9): 647-650.
- [9] 黎艳, 刘伟区, 宣宜宁. 有机硅改性双酚A型环氧树脂研究[J]. 高分子学报, 2005(2): 244-247.  
Li Yan, Liu Weiqu, Xuan Yining. Modification of Bisphenol A Epoxy Resins with Chloric Organic Silicon[J]. Acta Polymerica Sinica, 2005(2): 244-247.
- [10] 刘文艳, 孙建中, 周其云. 有机硅改性水性环氧树脂的合成与表征[J]. 高校化学工程学报, 2007, 21(6): 1044-1048.  
Liu Wenyan, Sun Jianzhong, Zhou Qiyun. Synthesis and Characterization of Silicone Modified Waterborne Epoxy [J]. High Chemical Engineering Journal, 2007, 21(6): 1044-1048.
- [11] Walker F H. Acid Catalyzed Polymerization of Aqueous Epoxy Resin Emulsions and Uses Thereof: CN, CN1185275C[P]. 2005-01-19.
- [12] 肖围, 满瑞林, 彭天兰, 等. 铝管表面硅烷稀土复合膜的制备及性能研究[J]. 稀有金属, 2010, 34(2): 191-195.  
Xiao Wei, Man Ruilin, Peng Tianlan, et al. Preparation and Properties of Silane-Rare Earth Composite Coating on Surface of Aluminum-Tube[J]. Rare Metal, 2010, 34(2): 191-195.

(责任编辑: 申剑)

