

2024 年度四川省腐蚀与防护学会科学技术奖提名公示材料

一、提名奖种

科技进步奖

二、提名者

西华大学

三、项目简介

水滑石转化膜/有机涂层体系的主要研究工作包括：

(1) 镁合金表面有机涂层的制备

筛选涂层的组成、喷涂道次、固化温度及时间，确定水滑石转化膜/有机涂层复合体系的制备工艺。

(2) 水滑石转化膜/有机涂层复合体系的结构及性能表征

a) 采用傅立叶红外光谱 (FTIR) 和扫描电子显微镜 (SEM) 等技术对涂层的宏观和微观表面形貌进行观察，并分析其成分；

b) 涂层的结合力测试；

c) 采用 EIS、极化曲线和盐雾实验等技术测试涂层的耐蚀性。

(3) 水滑石插层中的结晶水对有机涂层的失效影响

a) 采用 EIS 和 FTIR 等技术研究水滑石插层中的结晶水在镁合金表面涂覆的环氧涂层中的传输行为；

b) 水滑石膜表面疏水性对提高整个涂层体系耐蚀性的作用。

(4) 水滑石转化膜/有机涂层复合体系改善镁合金耐蚀性的机理

研究 Cl⁻ 及水滑石中间插层替换的缓蚀性有机阴离子对涂层金属体系腐蚀过程的影响，通过 EIS 测试得到的涂层吸水体积分数、涂层电阻、双电层电容和电荷转移电阻等表征涂层金属腐蚀失效特征参数值，根据这些参数随浸泡时间变化规律评价涂层金属的耐蚀性能，

对比腐蚀前后膜层成分的改变情况，建立腐蚀机制模型。

医用镁合金表面类水滑石膜的主要研究工作包括：

1) 类水滑石膜的制备及性能表征

a) 首先采用两步原位生长法在 Mg 合金表面制备水滑石膜：(i) 步骤 1— 在蒸馏水中通 CO₂ 气体得到碳酸饱和溶液，将纯镁板放入其中溶解，通过调整通 CO₂ 气体的流量和时间控制成膜基础液中 Mg²⁺ 的含量及溶液 pH 值；然后，将试样放入基础液中，逐滴加入三价阳离子主盐。通过调整前处理液的 pH 值、温度、离子浓度及成膜时间等参数控制前驱体膜的形核结晶速度、形貌和结构。(ii) 步骤 2— 用 NaOH 调节前处理液 pH 值，并通过调整成膜液的 pH 值、温度及处理时间等控制前驱体物质转变为类水滑石的进程及最终膜层的质量，确定相对最佳成膜工艺。

b) SEM 观察水滑石膜的表面及截面形貌；利用 XRD、XPS 等确定膜层的结构和化学组成；通过电化学和浸泡实验评价不同工艺参数对膜层耐蚀性的影响。

2) 类水滑石膜的腐蚀降解过程及生物相容性研究

a) 将有膜试样浸泡在模拟体液中，观察不同浸泡时间后的宏观和微观表面腐蚀形貌以及截面形貌，通过 E-T 曲线、极化曲线和 EIS 检测膜的腐蚀电化学历程，确定类水滑石膜的腐蚀发展过程及腐蚀类型；

b) 采用体外降解浸泡评价方法，测量基体和有膜试样在长期浸泡过程中的析氢速度；使用 pH 计连续监测试样表面以及循环模拟体液中的 pH 值变化；采用体外非直接接触法测量溶血率，评价水滑石膜的生物相容性。

四、申请人论文或专著发表情况

发表学术论文近 30 篇，其中 SCI 检索 20 余篇。（只列举部分第一作者论文）

- [1] **Jun Chen**, Ju Feng, Lei Yan, Huan Li, Changqi Xiong, Sude Ma, In Situ Growth Process of Mg–Fe Layered Double Hydroxide Conversion Film on MgCa Alloy, Journal of Magnesium and Alloys, in press. 第一作者
- [2] Chao Wang[#], **Jun Chen**[#], Jihua He, Jing Jiang, Qinyong Zhang, Effect of electrolyte concentration on the tribological performance of MAO coatings on aluminum alloys, Frontiers of Chemical Science and Engineering, 2020, 14(6): 1065-1071. 共同一作
- [3] **Jun Chen**, Kai Kang, Yingwei Song, En-hou Han, Sude Ma, Jinqing Ao, Corrosion Behavior of Hydrotalcite Film on AZ31 Alloy in Simulated Body Fluid, Coatings, 2019, 9(2): 113. 第一作者
- [4] **Jun Chen**, Xiangna Lan, Chao Wang and Qinyong Zhang, The formation mechanism and corrosion resistance of a composite phosphates conversion film on AM60 alloy, Materials, 2018, 11: 402. 第一作者
- [5] 陈君, 严磊, 王超, 赵新为, 闵忠华, Mg₂Si 基热电材料的性能优化研究及其进展, 电子科技大学学报, 2018, 47(5): 753-760. 第一作者
- [6] **J. Chen**, Y.W. Song*, D.Y. Shan, E.H. Han, Influence of alloying elements and microstructure on the formation of hydrotalcite film on Mg alloys, Corrosion Science, 2015, 93: 90-99. 第一作者
- [7] **J. Chen***, Y.W. Song, D.Y. Shan, E.H. Han, In situ growth process of Mg–Al hydrotalcite conversion film on AZ31 Mg alloy, Journal of Materials Science & Technology, 2015, 31(4): 384-390. 第一作者
- [8] **J. Chen***, Q. Xu, Y.W. Song, D.Y. Shan, E.H. Han, Characterization of the in situ growth manasseite/carbonates composite conversion film on Mg₂Zn alloy, Materials Letters, 2015, 150: 65-68. 第一作者
- [9] **J. Chen**, Y.W. Song*, D.Y. Shan, E.H. Han, Modifications of the hydrotalcite film on AZ31 Mg alloy by phytic acid: The effects on morphology, composition and corrosion resistance, Corrosion Science, 2013, 74: 130-138. 第一作者
- [10] **J. Chen**, Y.W. Song*, D.Y. Shan, E.H. Han, Study of the corrosion mechanism of the in situ grown Mg-Al-CO₃²⁻ hydrotalcite film on AZ31 alloy, Corrosion Science, 2012, 65: 268-277.
- [11] **J. Chen**, Y.W. Song*, D.Y. Shan, E.H. Han, Study of the in situ growth mechanism of Mg-Al hydrotalcite conversion film on AZ31 magnesium alloy, Corrosion Science, 2012, 63: 148-158. 第一作者
- [12] **J. Chen**, Y.W. Song*, D.Y. Shan, E.H. Han, In situ growth of Mg-Al hydrotalcite conversion film on AZ31 magnesium alloy, Corrosion Science, 2011, 53(10): 3281-3288. 第一作者
- [13] **J. Chen**, Y.W. Song*, D.Y. Shan, E.H. Han, Properties of dawsonite conversion film on AZ31 magnesium alloy, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2011, 21(4): 936-942. 第一作者

五、主要知识产权证明目录

知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
发明专利	一种制备颗粒细小的硅化镁基块体热电材料的方法	中国	ZL201710943380.6	2020.10	4061644	西华大学	陈君 , 袁国才, 严磊, 熊长奇, 张勤勇
发明专利	镁合金表面原位生长Mg-Al水滑石膜的成膜溶液及其应用	中国	ZL201110057831.9	2014.6	1426162	中科院金属研究所	陈君 , 宋影伟, 单大勇, 韩恩厚
发明专利	镁合金表面磁控溅射铝/钛复合涂层及其工艺方法	中国	ZL200910191154.2	2011.9	846794	重庆理工大学	曾荣昌, 陈君 , 杨栋华
发明专利	一种无溶剂型羟基丙烯酸树脂及其制备方法和用途	中国	ZL201910435078.9	2021.4	4381617	西华大学	马素德, 张建军, 黄浩, 陈君 , 蔡芳共, 韩锐
发明专利	一种淀粉基水性涂料组合物及其制备方法	中国	ZL201811377007.X	2020.12	4156068	西华大学	马素德, 黄浩, 彭娅, 赵天宝, 张建军, 陈君

六、主要完成人

陈君、袁乐、蔡芳共、黄丽宏

七、主要完成单位

西华大学