

铸造镁合金耐盐雾腐蚀性能研究

Salt Spray Corrosion Resistance of Cast Magnesium Alloys

于海军, 李沛勇, 戴圣龙
(北京航空材料研究院, 北京 100095)

YU Hai-jun, LI Pei-yong, DAI Sheng-long
(Beijing Institute of Aeronautical Materials, Beijing 100095, China)

摘要: 对不同纯度镁锭生产的 ZM 5 和 ZM 6 铸造镁合金的耐盐雾腐蚀的研究结果表明, 高纯镁锭能明显降低 ZM 5、ZM 6 铸造镁合金的腐蚀速率, 提高合金的耐盐雾腐蚀性能。但高纯镁锭对于 ZM 6 合金耐盐雾腐蚀性能的影响低于 ZM 5 合金。

关键词: 铸造镁合金; 盐雾腐蚀; 腐蚀速率

中图分类号: TG 146.2⁺2 文献标识码: A 文章编号: 1001-4381 (2005) 02-0051-03

Abstract: The salt spray test of ZM 5 and ZM 6 which were made of different purity magnesium ingot indicated that the corrosion rate in salt spray test of ZM 5 and ZM 6 which were made of high purity magnesium ingot is far lower than that of low purity magnesium; the influence of magnesium ingot purity to ZM 5 is more notable than that to ZM 6.

Key words: cast magnesium alloy; salt spray test; corrosion rate

镁合金由于具有密度小、比强度和比刚度高等一系列优点, 在航空、航天、汽车、通信、电子产品等行业的应用日益增多。但因其耐腐蚀能力较差, 在航空航天领域应用受到一定的限制。目前已发现了一些提高镁合金耐蚀性能的方法, 其中最重要的一种方法是提高镁锭的纯度。本工作通过选用不同纯度的镁锭生产的 ZM 5 和 ZM 6 铸造镁合金进行盐雾腐蚀实验, 研究了镁锭纯度对镁合金耐腐蚀性能的影响。

1 实验

实验用的 ZM 5 和 ZM 6 铸造镁合金分别采用河南新乡久立镁业公司生产的镁锭 (一级, 99.95%) 和青海民和镁厂生产的镁锭 (三级, 99.80%) 生产, 两

种合金的生产工艺相同。选用低纯镁锭生产的 ZM 5 合金和 ZM 6 合金分别由华兴航空机轮公司和沈阳飞机工业 (集团) 有限公司提供, 高纯镁锭生产的 ZM 5 和 ZM 6 合金由北京航空材料研究院生产。表 1 给出了这些合金的化学成分。腐蚀试片由砂型单铸试棒加工而成, 试样尺寸为 (30~50) mm × (10~18) mm × 3mm, 表面光洁度达到 0.8 μm。耐盐雾腐蚀实验在 Q-Fog 循环腐蚀实验机上进行。实验环境模拟热带海洋气候, 实验条件为 5% NaCl 溶液, pH 值约为 5, 温度为 35 ± 2, 相对湿度为 95%~98%, 每 20min 喷雾 3min, 实验时间从 0h 至 168h, 每隔 24h 取出 3 个试样, 经去除腐蚀产物后称重, 并取平均值。腐蚀速率按下列公式计算:

表 1 ZM5 和 ZM6 铸造镁合金的化学成分 (质量分数/%)

Table 1 Chemical composition of cast magnesium alloy ZM5 and ZM 6 (mass fraction/%)

Alloy	Magnesium ingot	Corporation or institute	Main element						Impurity element,						
			Al	Zr	Zn	Mn	Nd	Mg	Be	Cu	Fe	Ni	Si	Al	Zr
ZM 5	Low purity	Shenyang aircraft corporation	8.22	—	0.50	0.22	—	Bal	0.002	0.10	0.06	0.01	0.03	—	0.002
	High purity	BIAM	8.18	—	0.50	0.35	—	Bal	0.002	0.010	0.008	0.001	0.01	—	0.002
ZM 6	Low purity	Huaxin corporation	—	0.43	0.36	—	2.20	Bal	0.001	0.03	0.01	0.005	0.01	0.01	—
	High purity	BIAM	—	0.55	0.43	—	2.59	Bal	0.001	0.03	0.01	0.005	0.01	0.02	—

$$K = \Delta m / t, \Delta m = (m_0 - m_1) / S$$

式中 m_0, m_1 分别为腐蚀前后试样的质量; S 为试样的总表面积^[1]。

2 实验结果及分析

2.1 低倍组织

对腐蚀实验后的试样进行低倍组织检查, 观察试样表面的腐蚀情况。图 1 和图 2 分别为低纯和高纯 ZM5 铸造镁合金盐雾腐蚀试样去除腐蚀产物后的低倍照片。图 3 和图 4 分别为低纯和高纯 ZM6 铸造镁合金盐雾腐蚀试样去除腐蚀产物后的低倍照片。

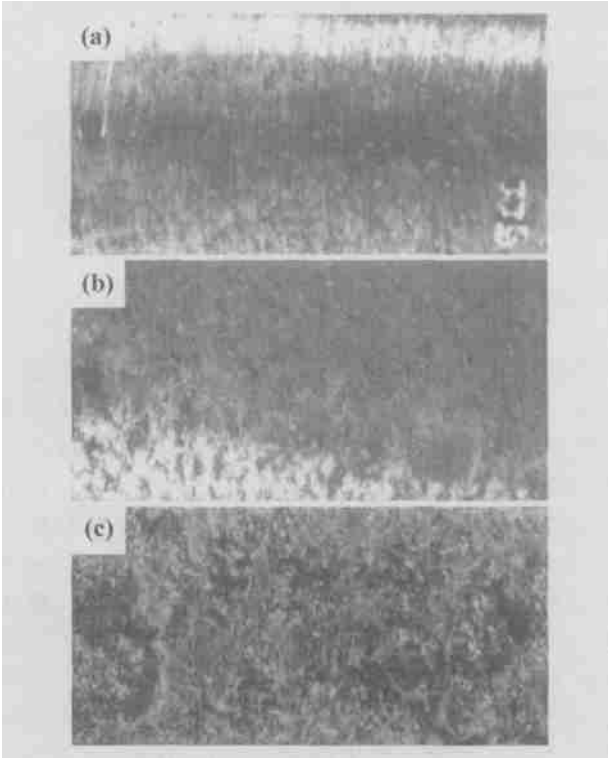


图 1 低纯 ZM5 腐蚀低倍照片

Fig. 1 Corrosion picture of low purity ZM 5
(a) 24h; (b) 96h; (c) 168h

ZM6 铸造镁合金的腐蚀方式与 ZM5 铸造镁合金的腐蚀方式相似。即开始为点蚀, 随着腐蚀时间的增加, 点蚀数量、面积和深度增加, 并逐渐扩展到整个试样表面。比较而言, ZM5 合金, 尤其是低纯 ZM5 合金的腐蚀比 ZM6 合金的严重。

2.2 腐蚀速率与腐蚀时间

图 5 和图 6 分别给出了低纯、高纯 ZM5 和 ZM6 合金的盐雾腐蚀速率随腐蚀时间的变化。

可见, 低纯 ZM5 合金的腐蚀速率随腐蚀时间的延长而呈线性增大, 而高纯 ZM5、低纯和高纯 ZM6 合金的腐蚀速率随腐蚀时间的变化不大。在整个腐蚀时间内, 低纯 ZM5 合金的腐蚀速率明显比高纯 ZM5 合

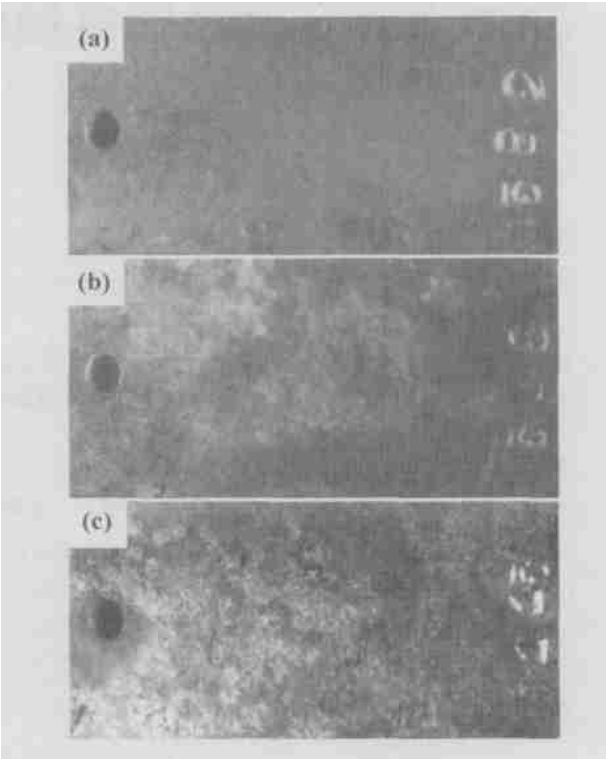


图 2 高纯 ZM 5 腐蚀低倍照片

Fig. 2 Corrosion picture of high purity ZM5
(a) 24h; (b) 96h; (c) 168h

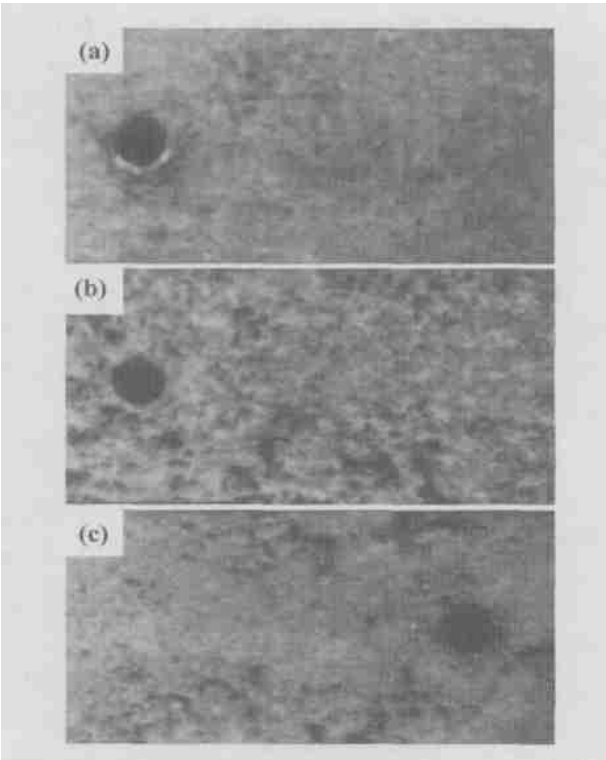


图 3 低纯 ZM 6 腐蚀低倍照片

Fig. 3 Corrosion picture of low purity ZM 6
(a) 24h; (b) 96h; (c) 168h

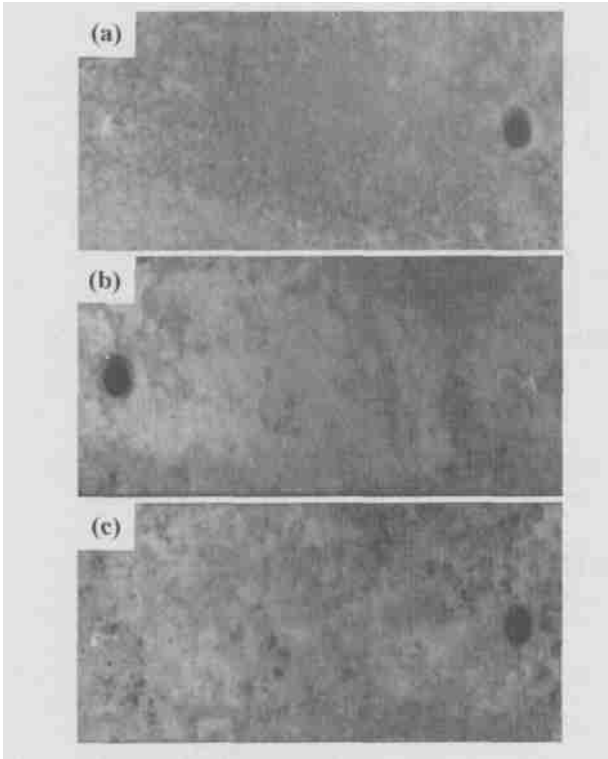


图 4 高纯 ZM6 腐蚀低倍照片

Fig. 4 Corrosion picture of high purity ZM6
(a) 24h; (b) 96h; (c) 168h

金的大; 而高纯 ZM6 合金的腐蚀速率相对于低纯的 ZM6 合金的改善小于高纯 ZM5 合金。

2.3 平均腐蚀速率

表 2 给出了 ZM5 和 ZM6 合金的平均腐蚀速率。可见, 低纯 ZM5 合金的平均腐蚀速率是高纯 ZM5 合金的 3.12 倍; 而低纯 ZM6 合金的平均腐蚀速率是高纯 ZM6 合金的 2.4 倍。

表 2 ZM5 和 ZM6 合金的平均腐蚀速率

Table 2 Average corrosion rate of ZM5 and ZM6

Alloy	Purity	Average corrosion rate/ (g · m ⁻² · d ⁻¹)
ZM5	Low purity	28.53
	High purity	9.14
ZM6	Low purity	14.77
	High purity	6.72

3 讨论

对于 ZM5 合金而言, 杂质 Fe, Ni, Cu 的含量对于合金的耐盐雾腐蚀性能具有较大的影响。临界 Fe/Mn 比值超过临界值 (0.032) 时, 腐蚀速率明显提高, 降低了合金的耐蚀性能^[2]。从图 4 和图 5 可见, 选用高纯镁锭, 能够降低合金中的杂质含量, 明显降低腐蚀速率。但是, 对于 ZM6 铸造镁合金, 纯度的影响低于 ZM5 合金。由于在 ZM6 铸造镁合金中, Zr 元素的存在对合金起到净化的作用, 特别是与对合金的耐盐雾腐蚀性能有较大影响的 Fe 反应, 使其沉积在坩埚底部, 从而提高合金的耐盐雾腐蚀性能。对于由低纯镁锭生产的合金, 要想保持与高纯镁锭生产的合金具有相同的钕含量, 必需加入更多的镁钕中间合金, 同时增大了铸件的生产成本, 不利于镁合金的应用。

4 结论

采用高纯镁锭能够明显降低 ZM5, ZM6 铸造镁合金的腐蚀速率, 提高 ZM5, ZM6 铸造镁合金的耐盐雾腐蚀性能。但对于 ZM6 铸造镁合金而言, 由于 Zr 元素的存在, 对合金有净化的作用, 使镁锭的纯度对合金的耐盐雾腐蚀性能的改善低于 ZM5 合金。

参考文献

[1] ГОСТ 9.913-90, 铝镁及其合金加速腐蚀实验方法 [S] .
[2] 王益志. 杂质对高纯镁合金耐蚀性的影响 [J] . 铸造, 2001, 50 (2): 61-66.

收稿日期: 2004-03-16; 修订日期: 2004-11-26

作者简介: 于海军 (1976-), 男, 助理工程师, 现从事镁合金研究, 联系地址: 北京市 81 信箱 2 分箱 (100095)。

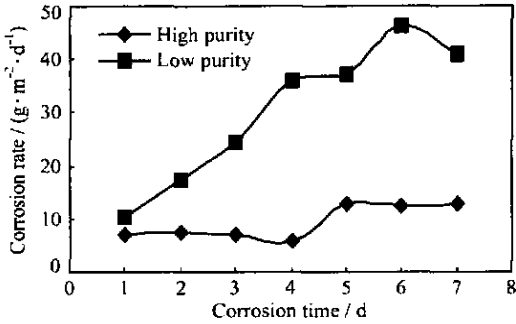


图 5 低纯和高纯 ZM5 铸造镁合金腐蚀速率

Fig. 5 Corrosion rate of low purity and high purity cast magnesium alloy ZM5

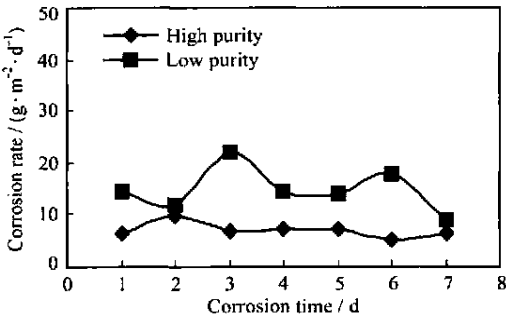


图 6 低纯和高纯 ZM6 铸造镁合金腐蚀速率

Fig. 6 Corrosion rate of low purity and high purity cast magnesium alloy ZM6