

· 镁 钛 硅 ·

# 航空发动机滑油系统镁合金微生物腐蚀与防护

朱绒霞, 李亚会

(1. 空军工程大学文理学院, 陕西 西安 710051;

2. 中国人民解放军 5702 工厂, 陕西武功 712201)

**摘要:** 针对航空发动机滑油系统镁合金部件的工作环境特点, 结合外场出现的滑油系统故障分析和返厂大修某发动机统计资料, 发现微生物是引起其腐蚀的主要原因。同时, 提出一些防护措施。

**关键词:** 镁合金; 微生物腐蚀; 防护

**中图分类号:** TG146.2<sup>2</sup> **文献标识码:** B **文章编号:** 1002-1752(2004)12-0035-02

## Microbiological Corrosion and Protection of Magnesium Alloys of lubricate System of Aero-engine

Zhu Rongxia, Li Yahui

(The College of Science and Arts, Air Force Engineering University, Xi'an 710051,  
5702 Factory of the Chinese People's Liberation Army, Wugong 712201)

**Abstract:** It is found that microbe can reduce magnesium alloy corrosion with analyzing its environment, the breakdown of its working system and the statistical data of repaired engine. In the mean time, the protection measure is made.

**Key words:** Magnesium Alloy, Microbiological Corrosion, Protection

滑油系统是用于发动机在调整运转中对轴承和齿轮转动装置的冷却和润滑以及启动时对涡轮启动机的润滑, 从而延长发动机的使用寿命。从外场出现的滑油系统故障分析<sup>[1]</sup>, 滑油泄漏是影响发动机不能正常工作的因素之一。发动机的滑油泵壳体, 滑油机匣及其盖、压气机前机匣壳体等均是镁合金构件。有的镁合金部件虽然不是滑油系统构件, 但由于在工作过程中, 滑油流到其上也产生严重腐蚀。对多年来返厂大修的某发动机统计, 发现滑油系统的镁合金壳体、机匣等部件腐蚀严重, 报废量很大。对每一个腐蚀部件仔细观察发现, 腐蚀部件均被油腻污物所覆盖, 因此, 这种腐蚀不是大气引起的, 主要是滑油污染而变质产生微生物引起的微生物腐蚀<sup>[2]</sup>。

### 1 滑油系统镁合金部件的工作环境特点

(1) 腐蚀环境特征。在不同地区工作的发动机, 其滑油系统镁合金部件的腐蚀状况不同。在南方沿海地区, 由于盐雾、湿热、微生物的影响, 发动机使用寿命缩短, 滑油系统镁合金部件腐蚀严重。而在干燥地区工作的航空发动机, 其镁合金部件腐蚀轻微。

(2) 滑油进水的影响。如维护不善, 致使滑油系统进水, 影响滑油质量, 导致滑油变质, 则不仅影响

发动机的工作效率, 且会造成镁合金内腔腐蚀。据某部队统计, 1982 年至 1995 年, 某发动机因滑油系统进水故障占该系统总故障数的 20%。

(3) 停放年限的影响。凡在外场停放时间长, 工作时间短的发动机, 其滑油系统镁合金部件腐蚀就严重; 相反, 长期在外场工作的发动机, 其镁合金部件腐蚀并不严重。

(4) 腐蚀部件外观特征。航空发动机滑油系统的壳体和机匣其材料为 ZM-5 铸造镁合金, 其表面进行了氧化处理, 一旦表面层破坏, 当遇到硫化物之类物质, 必然产生各种腐蚀。

### 2 滑油的污染与变质

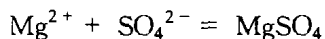
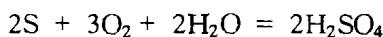
微生物对金属材料的腐蚀, 早在上世纪初已被人们所发现。微生物腐蚀不仅发生在同水、土壤或湿润空气相接触的金属部件上, 对于同汽油、燃料油、润滑油和其它石油产品相接触的金属也发生同样的腐蚀。这些石油产品在贮存、运输或使用中, 只要提供合适的温度、营养无机盐和氧, 微生物利用石油产品污染而变质, 产生  $H_2SO_4$ 、 $H_2S$  等有害物质使金属材料腐蚀。飞机油箱的燃油由于水的进入而变质, 产生微生物, 并使铝合金发生微生物腐蚀<sup>[3]</sup>。

航空发动机一般使用 HP-8 滑油。该滑油含有硫元素和灰分, 当雨雪水分和灰尘等进入系统, 则

诱发滑油变质, 为微生物的生长提供了条件。在一定的温度、湿度、环境含氧量以及静止环境中具备营养源等条件下, 微生物则生长繁殖。其中最主要的是直接参与滑油系统中硫循环的硫化菌和硫酸盐还原菌(SRB), 硫化菌和 SRB 的共同作用使得滑油系统镁合金部件产生腐蚀。SRB 在好氧的硫化菌的菌落下面的缺氧环境下生长并繁殖, 金属的腐蚀速率比 SRB 单独存在时大大提高。

### (1) 硫化菌

这类菌是好氧菌, 即在有氧的情况下, 能将硫化物或元素硫氧化为硫酸, 从中获得能量, 使其生长。它的代谢产物硫酸直接造成镁合金的腐蚀。更重要的是, 它产生的  $\text{SO}_4^{2-}$  将成为 SRB 生长繁殖的营养物。



$\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H} = \text{S}^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$  (SRB 的去极化作用)

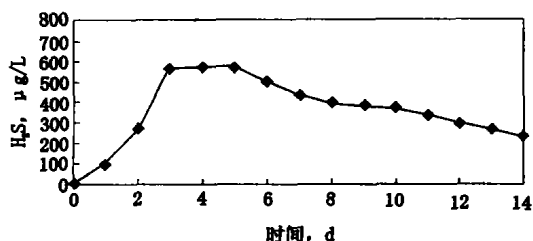


图 1 SRB 释放  $\text{H}_2\text{S}$  量随时间的变化

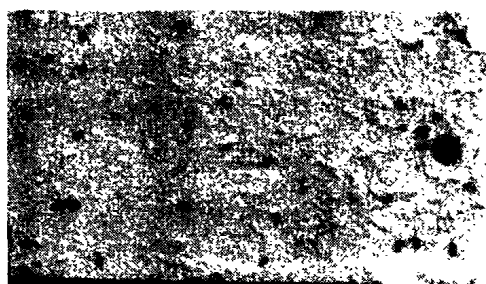


图 2 镁合金在 SRB 腐蚀介质中点蚀

### (2) 硫酸盐还原菌

人们对于 SRB 研究的重视, 是源于它们所参与的微生物腐蚀。世界各国对 SRB 腐蚀的研究非常重视。如 1985 年在华盛顿召开的国际微生物腐蚀会议上, 一半以上的研究论文涉及 SRB 的腐蚀问题。SRB 对大多数工业材料都产生腐蚀, 且腐蚀特征均为点蚀或局部腐蚀<sup>[4]</sup>。SRB 是一种厌氧菌, 在缺氧的环境中, 它可以利用有机物为给氢体, 在还原硫酸盐的过程中获得能量, 使其生长和繁殖, 并释放

出  $\text{H}_2\text{S}$  (见图 1)。同时, 它具有氢化酶, 能吸收阴极区的氢原子, 促进腐蚀过程中的去极化作用<sup>[5]</sup>, 加速金属材料的腐蚀。

## 3 微生物腐蚀机理

### (1) 电化学腐蚀

由于泄漏在镁合金部件上的滑油没有及时清除, 潮湿的盐雾环境使得滑油污染而变质, 产生硫化菌和 SRB。这些微生物在镁合金部件表面形成菌落群, 起始的菌落群的位置与金属的特性有关, 例如, 金属表面的粗糙度、组成、表面电荷等。而 SRB 可以使镁合金电极电势更负, 形成阳极区, 无菌落群的表面为阴极区, 形成小阳极, 大阴极的电化学腐蚀, 使阳极区萌生点蚀坑。

SRB 的生长和繁殖使点蚀部位的菌落形成“闭塞腐蚀孔穴”, SRB 具有氢化酶, 具有阴极去极化作用, 从而加速阳极区腐蚀, 形成点蚀坑 (见图 2)。

### (2) 代谢产物引起腐蚀

在代谢过程中, 硫化菌能产生  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和 SRB 产生  $\text{H}_2\text{S}$ ; 都能直接强烈的使镁合金部件发生腐蚀。

## 4 防护措施

(1) 地勤部队应加强滑油系统的基本维护。一旦发现滑油泄露, 应及时的进行维护。滑油流到的部位也要清理干净。

(2) 阴雨、空气温湿季节, 要经常对发动机进行通风晾晒干燥, 使发动机气流通道内尽量保持干燥。同时尽可能进行开车预热, 对发动机进行烘干。

(3) 对长期停放的航空发动机, 定期的进行清洗, 以除去表面上的盐分、脏物及其他腐蚀介质。注意维修后的及时安装, 防止大气中水分、盐分及杂质渗漏进滑油系统, 防止滑油的污染而变质。

(4) 加强滑油系统镁合金部件腐蚀情况的检查力度, 一旦发现镁合金部件表面层破坏, 应及时的进行修复。

### 参考文献:

- [1] 胡猛. 滑油系统故障分析 [C]. 苏二七型飞机技术理论深化研修论文汇编 (一), 2000, 25-28.
- [2] 朱绒霞, 那静彦. 航空发动机滑油系统镁合金部件腐蚀原因分析 [J]. 宇航材料工艺, 2000, 增刊, 148-150.
- [3] 张琦, 唐荫. 飞机铝合金微生物腐蚀机理 [J]. 航空工程与维修, 1997, 178(4): 23-25.
- [4] 朱绒霞, 李增理. 工业材料的微生物腐蚀 [J]. 腐蚀与防护, 1999, 20(10): 435-437.
- [5] 朱绒霞, 马艳玲, 那静彦等. 油田管材的 SRB 腐蚀 [J]. 中国腐蚀与防护学报, 2001, 21(4): 225-229. (责任编辑 刘中凡)