

# 材料的微生物腐蚀

朱绒霞

(空军工程大学工程学院 西安 710038)

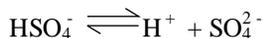
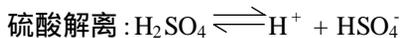
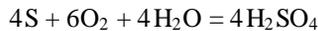
中图分类号 TGI72.7 文献标识码 A 文章编号 1002-6495(2002)05-0309-01

微生物对材料的腐蚀和分解涉及到材料学、电化学、化学及生物学。常见的有化工厂冷却水循环系统,热交换系统,石油开采、储存和运输系统。此外,污水处理管道,饮用水管道,金属切割液等等都有微生物污染及其腐蚀。腐蚀的材料涉及到金属和非金属。

## 1 微生物对金属材料的腐蚀

微生物对除 Ti 合金之外的所有金属材料均有腐蚀。可根据不同条件分为好氧腐蚀和厌氧腐蚀。

**好氧腐蚀:**由好氧菌引起的腐蚀,表现形式有两种:一是造成氧差电池引起的腐蚀。微生物附着处的氧相对缺乏而成为阳极,附近的表面上氧含量相对高而成为阴极。电化学反应的结果是,金属在阳极溶解,电子则迁移到阴极处与氧结合形成金属的氧化物及其水化物。二是利用代谢产物引起的腐蚀。硫氧化菌能氧化元素硫、硫代硫酸盐、亚硫酸盐等,产生代谢产物硫酸。其腐蚀过程(以硫氧化菌为例)可表示为:



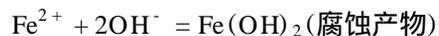
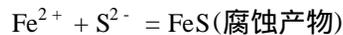
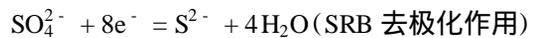
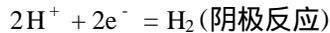
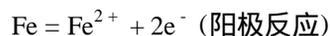
在中性或微碱性下,氧还原:



腐蚀产物分别为:



**厌氧腐蚀:**在缺氧条件下,一些具有特殊功能的细菌,如硫酸盐还原菌(SRB),甲烷菌(Methanogen),乙酸菌(Acetogen),及发酵菌(Fermentor)均能生长。它们也常常在有氧环境条件下的微生物膜内部或底部,靠近材料表面处生长。对于这些菌类,仅是硫酸盐还原菌的腐蚀已进行了不少的研究,它的腐蚀机理可以概括地用下列反应表示:



整个反应过程由阴极去极化驱动,限制反应的因素是阴极上氢的消耗速度。由于甲烷菌,硫酸盐还原菌和乙酸菌在生命活动中均需要氢进行代谢,这些菌在表面上的生长一方面消耗了电化学产生出的氢,同时,对材料的腐蚀反应起促进作用。

## 2 微生物对有机材料的破坏

大自然中有大量的自然合成的高分子聚合物,如纤维素、木质素、橡胶、蚕丝等。它们在自然过程中会很快被分解掉。材料退化,降解是常常发生的,其原因在很多情况下均与微生物有关。包装用材料的微生物降解方面已有大量的研究,近年在电子封装和结构性复合材料的降解方面也取得了一定的进展。有机合成材料也会受到生物破坏,但多数情况下与真菌的生命活动关系较大。比如,聚酰亚胺就会受到真菌的破坏,从而损坏了材料在电子集成电路中的绝缘作用。另外,聚脂基类复合材料也能遭到真菌的破坏。真菌能分泌出过氧化氢酶,对材料中的化学键破坏性很大,同时为生物自身的生命活动提供了营养来源。

## 3 微生物对无机材料的降解

微生物对无机材料的破坏以水泥和石料尤为突出。过去的研究表明,硫酸盐还原菌释放出的  $H_2S$  能在空气中氧化,生成硫的氧化物和硫酸,它们均对无机材料有相当大的破坏作用。真菌分泌的有机酸和微生物的体外多聚物都对水泥的腐蚀有同等重要的破坏作用。由于机动车辆排放尾气的污染,硫化物和未完全燃烧的碳氢化合物能吸附在无机类材料的表面上,为微生物膜的形成提供了营养条件。总之,硫酸盐还原菌,硫氧化菌和硝化菌均会对材料造成不同程度的破坏。

收到初稿:2001-07-17;收到修改稿:2001-11-04

作者简介:朱绒霞,女,1965年出生,硕士,讲师

Tel:029-4391158 E-mail:zhurx@63.edu.cn