

作者：张双虎 来源：科学时报 发布时间：2008-9-8 2:8:4

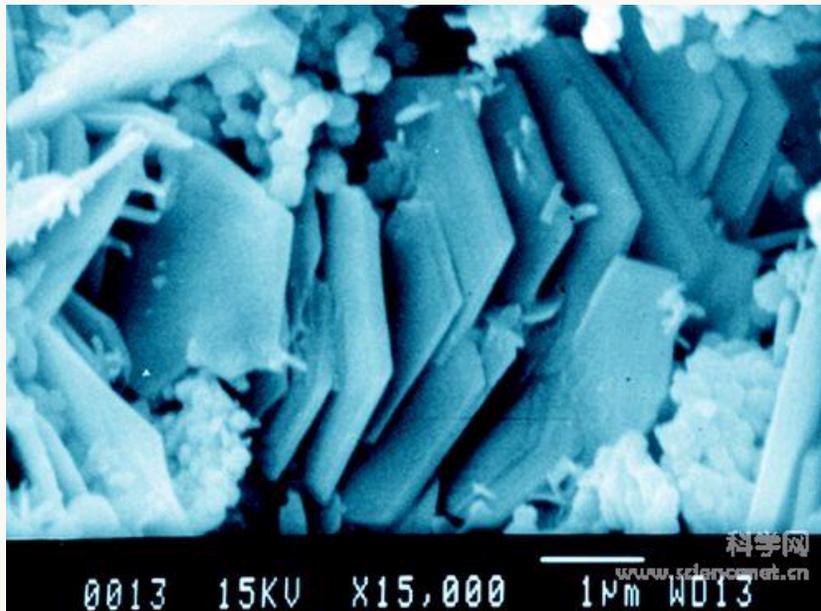
小字号

中字号

大字号

侯保荣、段继周小组：“吃铁”的细菌亦有大用

——自然科学基金支持下的海洋微生物腐蚀过程与控制技术研究



在微生物作用下，球状铁氧化物最终转化成六角片状的绿锈结构。

占地球表面积71%的海洋是一个非常严酷的腐蚀环境，桥梁、船舶、管线、码头等以钢铁为主要结构材料的设施时时面临腐蚀的危害。腐蚀不仅造成材料的浪费，有时还导致灾难的发生。因此，海洋环境下钢铁腐蚀控制技术研究具有重要意义。

从1991年开始，在7项国家自然科学基金的支持下，中国科学院院士侯保荣和中国科学院海洋研究所海洋腐蚀与防护研究发展中心研究员段继周课题组，先后展开了海洋环境下微生物腐蚀过程与控制技术研究，并在这一领域取得了重要进展。目前，研究人员的目光瞄准了微生物防腐、微生物燃料电池和微生物修复等领域。

发现锈层中的微生物群落

以前，人们认为腐蚀就是铁和氧生成氧化铁的化学过程，微生物没有参与腐蚀。随着研究的深入，科学家们在钢铁锈层中发现有微生物存在，并逐步认识到钢铁的厌氧细菌腐蚀是海洋腐蚀的一个重要因素。

“锈层就是微生物生长的一个微环境。”

据段继周向《科学时报》记者介绍，2004年，德国马普微生物所在《自然》上发表过一篇名为《新的厌氧微生物及腐蚀机理》的文章。他们从海洋沉积物中发现一种细菌，并阐述了钢铁提供电子供细菌生长的过程。

而在段继周和合作者的研究中，也从钢铁锈层中发现过几种微生物，其中不仅有厌氧细菌，还有厌氧古菌。“我们用分子生物学的方法研究发现，钢铁锈层中实际上存在一个微生物群落，但目前关于这一群落更详细的情况还有待研究。”

海水中有大量微生物，有些微生物容易在钢铁表面附着，形成生物膜。生物膜是一个微生物群落结构，包含有好氧和厌氧细菌，随着浸水时间的增加，在金属特别是在钢结构表面，生物膜会由以好氧微生物为主体逐渐变成以厌氧微生物为主体。

段继周介绍说，通常认为，硫酸盐还原细菌（SRB）能够代谢海水中的硫酸盐形成硫化氢，硫化氢对钢铁腐蚀产生严重影响，导致钢铁的局部腐蚀破坏，严重的甚至导致腐蚀穿孔。课题组通过实海挂片、室内埋片和室内模拟，研究了硫酸盐还原细菌在不锈钢表面形成生物膜并导致局部腐蚀破坏的过程。他们还探究了不锈钢钝化膜从金属氧化物到金属硫化物的转变，并在这一转变过程中发生元素铬、钼在钝化膜中富集的现象，提出生物源硫化氢和胞外聚合物在钝化膜的破裂过程中起了主要作用。

靠呼吸氧电子生存

据介绍，腐蚀是指金属与环境发生化学或电化学反应，生成金属的离子及其腐蚀产物。在海洋环境中，溶解氧是最常见的氧化剂，金属铁与氧气发生电化学反应生成铁锈而发生腐蚀。除了非生物因素外，微生物腐蚀是海洋腐蚀的重要形式。

“钢铁锈层提供了微生物的生存环境。海洋中的微生物和人一样，在生长过程中也要吃饭、也要呼吸。海水中有丰富的营养物质，微生物不缺食物，但它呼吸什么呢？据我们的推测，它可能是呼吸电子形式的氧。”段继周说，“微生物可以把电子传递给铁，将三价铁还原成二价铁，从而利用了电子形式的氧。这只是微生物的一种生存方式，但在它的生命活动中，铁锈也被转变为另一种形式，被生物矿化了。”

研究人员发现，钢铁生锈的前期主要是非生物的腐蚀，后期微生物的作用就显现出来。而且，在海泥环境中存在活性硫酸盐还原细菌的条件下，生成物硫化铁的不稳定保护作用导致保护电位的降低。目前工业管线的主要防腐措施是包裹上金属铝的铠甲，进行阴极保护。在海洋环境下，如果采取阴极保护的形式来防止腐蚀，就要将阴极保护电位移向更负的值，提供更大的阴极电流才能有效地保护。段继周说：“有趣的是，还有一些微生物能在钢铁表面形成活性生物膜，它能将电子传递给钢铁表面，这等同于钢铁被阴极保护起来。所以，也许将来有可能利用微生物膜来保护金属。”

意外的收获

据国际上最新的研究，微生物与金属基体之间有着复杂的相互作用，或者说电子传递过程，这种作用过程有可能在微生物防腐、微生物燃料电池和微生物修复中获得应用。

2006年，课题组在实海全浸环境下研究微生物影响钢铁锈层转化过程时，首次从锈层中培养出了一种新的硫酸盐还原细菌（*Desulfovibrio dechloracetivorans*）。

“培养出这种硫酸盐还原细菌的意义在于，它和铁在协同作用下代谢有机离子，从而进行生物修复。换句话说，它能够降解海洋的有机氯等有机污染物。”段继周说。

研究发现，附着在不锈钢表面的海洋生物膜能够加速氧还原速度。“这个发现正在应用于海洋沉积物、微生物燃料电池的研究。微生物燃料电池包括阳极和阴极部分，我们正在建立包括生物阳极和生物阴极的海洋微生物燃料电池。在生物阳极区，微生物将电子传递给电极；在生物阴极区，传递的电子在微生物作用下被加速还原。通过外接载荷，能够将沉积物中的有机物转化成电能。”

同时，德国的研究发现，金属铁能够直接将电子传递给某种新的硫酸盐还原细菌，即这种硫酸盐还原细菌是一种“吃铁”的细菌。在铁存在下，这种细菌能够生长得更快；在这种细菌存在下，铁的腐蚀速度也更大。

“微生物腐蚀实际是一个非常复杂的过程，也是一个非常有研究价值的领域。”段继周说：“现在海洋已经被一些难降解的有机物污染。铁、铁腐蚀产物（微生物矿化产物）和微生物的这种协同作用，正在被考虑应用于海洋难降解有机污染物的生物修复研究中。不过，这一领域还有很多问题需要进一步研究才能弄清楚。”

发E-mail给:



[打印](#) | [评论](#) | [论坛](#) | [博客](#)

读后感言:

发表评论

相关新闻

韩恩厚研究员获授美国腐蚀工程师协会会士
科技部公布材料环境腐蚀领域国家野外科学观测研究...
黄彦良论文获2006腐蚀科学研究领域国际奖
中科院金属所承担美国核废料储存容器材料腐蚀评价...
中科院金属所韩恩厚研究员当选世界腐蚀组织副主席
《大众牙科学》：常喝软饮料可能会腐蚀牙齿

一周新闻排行

科学时报特稿：华国锋与袁隆平
青年科学基金相关政策分析及建议
美国知名物理教授雇中国学生参与研究被控泄密
基金委化学部07杰青结题验收及中期检查结果
江西向全球招聘20名高校副校长
陈君石院士：我国暂不封杀反式脂肪酸
8月29日《科学》杂志精选
2008年中国19所一流研究生院名单发布