

•专家访谈•

张嗣伟教授谈分子沉积膜的研究进展

张嗣伟教授于 1995 年在我国率先提出将分子沉积膜引入摩擦学领域,嗣后进行了深入地研究并取得丰硕成果。为了向读者介绍这一前沿技术,2005 年 1 月 20 日本刊编委张嗣伟教授接受了记者的采访。

记 者:请张教授介绍一下什么是分子沉积膜,它有哪些特点?

张嗣伟:分子沉积膜(Molecular deposition film, MDF)是采用分子沉积技术制备的一种新型的具有自组装功能的纳米尺度的有序分子膜。这种分子沉积技术就是通过异性离子体系的静电相互作用以制备二维有序的超薄膜的一种技术。这种技术的主要特点:一是它的成膜推动力是静电相互作用;二是通过异性电荷交替进行的单分子层的层状沉积。而所谓自组装功能是指具有适当结构的分子(如两亲性分子)在无外力作用下可自发地形成自由能最低、稳定的立体有序结构的一种功能。

分子沉积膜具有 LB(Langmuir-Blodgett)膜和一般自组装膜的特点,即分子的功能性部分可定向排列和高密度填充,膜厚可达分子级,可一次大面积制作,容易得到不同结构的膜层。但与 LB 膜和一般自组装膜相比,它还具有以下优点:制备工艺简单,无公害,组装不受基体形状与面积的限制,单层薄膜的厚度可控,并可沉积多层化合物薄膜,以及膜的热稳定性和力学稳定性好等,因而引起了国际学术界的关注,目前已在电池材料(锂电池的工作电极)半导体材料(半导体纳米粒子-聚电解质纳米复合膜)以及聚合物表面改性和化学反应(研究氧化还原反应的选择性)等方面获得应用。

记 者:请张教授谈谈您领导的团队在分子沉积膜研究中取得的成果。

张嗣伟:在前期的研究中,主要研究了在不同材料表面(包括金、单晶硅、石英岩、石英玻璃等)沉积单层和多层分子沉积膜的摩擦特性,并用分子动力学模拟的方法研究其纳米摩擦特性和机理。通过试验研究和理论研究,初步证实了这种膜具有良好的润滑性能。但上述研究基本上没有涉及分子沉积膜的磨损特性,而且所采用的分子沉积膜的体系比较单一,因而还难以在实际中应用。为此,近些年来,探索了多种新的分子沉积膜体系(如多层聚合物分子沉积膜),并全面考察了其表面特性(包括纳米力学性能,粘附特性和摩擦磨损与润滑特性)。为了能得到不仅润滑性能好、而且耐磨性也好的具有良好应用前景的分子沉积膜,制备出综合润滑性能好的材料(石墨、 MoS_2 、PTFE等)和耐磨性好的材料(金属氧化物、陶瓷等),这两类材料的优势多种聚合物复合分子沉积膜和聚合物复合纳米粒子分子沉积膜,包括聚二丙烯二甲铵盐酸盐(PDDA)/石墨氧化物(GO)分子沉积膜,PDDA/聚丙烯酸(PAA)(TiO_2)纳米粒子分子沉积膜,PDDA/PAA(TiO_2)/PDDA/GO分子沉积膜,以及聚丙烯铵盐酸盐(PAH)/GO分子沉积膜,PAH/PAA(TiO_2)纳米粒子分子沉积膜,PAH/GO/PAH/ TiO_2 纳米粒子分子沉积膜。研究表明,聚合物电解质分子具有较多的带电基团,可形成结合强度较高的薄膜,而陶瓷材料的耐磨性好,石墨是优良的固体润滑剂,综合这些优势,通过分子沉积技术的组装,可望获得摩擦学性能优良的复合分子沉积膜。目前,已初步筛选出一种具有良好应用前景的复合聚合物纳米粒子分子沉积膜。

记 者:请张教授预测一下今后分子沉积膜的研究与应用问题。

张嗣伟:自从上个世纪 90 年代以来,随着计算机大容量高密度磁存储系统以及微型机械和微机电系统(MEMS)的出现,加速开发出可实现超低摩擦和近零磨损的纳米膜润滑和抗磨技术已成为上述高新技术进一步发展的关键,因为硬盘系统存储量的极大增长,要求磁头的飞行高度减小到 5 nm。至于尺寸极小的微型机械和 MEMS,其动力系统更小,而转速极高,要求实现超滑和零磨损。正是在这种应用背景的驱使下,寻求摩擦学性能优异的纳米级有序分子膜成为当前纳米摩擦学和纳米材料学研究前沿的热点之一。国内外在此领域研究较早的是 LB 膜和一般自组装膜,但至今都没有真正进入实用阶段,尽管目前对分子沉积膜的研究也是处在应用基础研究阶段,但正如前面所述,由于它比 LB 膜和其它自组装膜具有一些明显的优点,因此,今后要继续探索合成本身具有减摩、耐磨等摩擦学性能优异的成膜体系,并深入研究其成膜机制和各种影响因素,以更好地开拓分子沉积膜在摩擦学领域中的应用。可以预期,在不久的将来,各种复合分子沉积膜将会在计算机磁存储系统以及微型机械和 MEMS 的摩擦副中获得越来越广泛的应用。

张嗣伟，中国石油大学机电工程学院教授，博士生导师。1935 年 1 月生。现任中国机械工程学会摩擦学会主任委员，第二届亚洲摩擦学理事会副主席，清华大学摩擦学国家重点实验室和中国科学院兰州化学物理研究所固体润滑国家重点实验室学术委员会副主任，英国《International Tribology》(国际摩擦学)杂志国际顾问编委会委员。《润滑与密封》编委会副主任，《摩擦学学报》和《中国表面工程》编委。曾任石油大学（北京）校长。

1955 年毕业于北京石油学院，毕业后，一直在高校从事教学与科研工作。曾获省部级自然科学一等奖 1 项和科技进步二等奖 4 项，已取得国家专利 6 项，在国内外发表论文 213 篇，已出版英文版专著 2 部以及其它科技著作 4 部、高校教材 3 部。

中国材料表面领域 7 期刊编辑部

关于一稿多投处理的联合声明

《材料保护》、《电镀与环保》、《电镀与精饰》、《电镀与涂饰》、《中国表面工程》、《表面技术》、《表面工程资讯》7个杂志自创办以来，一直深受作者的支持，专业齐全，稿源丰富，对国内外材料表面处理技术的发展发挥了重要的作用，7个期刊编辑部的全体成员深表感谢。然而，实际工作中出现的一些问题干扰了编辑部的正常运行，一稿多投便是其中之一。尽管大部分的重复投稿已被剔除，但仍有少数文章发生重刊。为了杜绝此类事件再次发生，7刊编辑部特联合声明如下：

1 一稿多投的表现形式

(1) 同一篇文章,或核心成果、技术 70 %以上相同的文章投向不同的期刊编辑部。(2) 文章内容完全相同,或核心成果、技术 70 %以上相同,改变文章题名和作者顺序后再次投向各期刊编辑部。(3) 同一篇文章,或核心成果、技术 70 %以上相同的文章相隔一段时间后重新投稿。(4) 已发表过的文章,改头换面后其核心成果、技术 70 %以上相同,重新投稿。

2 一稿多投的危害

(1) 几种期刊发表同一篇文章,总体上浪费了广大读者的财力和精力。(2) 重复发表的文章,严重干扰了国家信息统计工作,造成了信息统计的误差,使国家的声誉受到了一定的影响。(3) 作者自身在读者和期刊编辑部中留下了不好的印象。(4) 浪费了编辑部财力;浪费了编辑精力;耽误了正常出版时间,极易造成差错;损害了期刊在读者、在国家出版部门中的形象。

3 对一稿多投作者的处理

自 2005 年 3 月 1 日起, 7 刊编辑部将同时对一稿多投者进行如下几种方式的处理。(1) 已付的版面费不再退回。(2) 重复发表的文章各刊不发稿酬, 并责成一稿多投作者赔偿重刊文章的印刷费用。(3) 对一稿多投的作者及其单位记录在案, 7 刊同时公布, 时间持续 1 年。(4) 7 刊 2 年内不再发表一稿多投者的文章。(5) 7 刊编辑部对于 2005 年 6 月 31 日之前主动通知撤除一稿多投的作者, 不追究责任, 对其后发生的一稿多投者, 仍按(1)~(4)条款进行处罚。

4 几点要求

为避免不必要的损失,7刊编辑部提出以下要求,请各有关作者相互转告,并配合执行。

(1) 文章多作者时, 执笔者应及时通知其他人员, 以免信息不通给其他作者带来损失。(2) 已经一稿多投且目前尚未在各刊发表的, 请执笔者立即通知相关编辑部撤稿。

5 开诚布公

从 2005 年 1 月起, 7 期刊编辑部将提前汇总刊发文章的目次和摘要至《表面工程资讯》编辑部, 由其相关编辑负责查看重复与否, 并负责将有关问题及时通知各刊编辑部。

《材料保护》《电镀与环保》《电镀与精饰》《电镀与涂饰》
《中国表面工程》《表面技术》《表面工程资讯》编辑部

2004 年 12 月 28 日