

PCI 中文版

Paint & Coatings Industry

2020年5月
May

本期要目

塑料用UV涂料

水性木器漆用有机硅
表面活性剂

水性UV固化树脂

服务于全球的涂料油墨粘合剂生产商和配方设计师

防止 海洋生物 污染





海量样品 APP

海量样品轻松拿
PCI杂志免费读



“ ~~查供应商电话本？太麻烦！~~
~~要个适合的样品？太麻烦！~~
~~做个涂料电商？太麻烦！~~
~~收藏技术文章？太麻烦！~~
~~招个技术型人才？太麻烦！~~ ”

太麻烦！

扫描下载“拿个样”APP
开启涂料圈掌上新体验



PCI中文版专业APP隆重推出

商户免费入驻请联系PCI读者秘书：

王思懿

13482219796 (微信同)



12



22



34

目录

2020年5月

专题文章

- 12 塑料用UV涂料为市场创造价值 Allnex
- 16 木器漆用水性UV-固化树脂 Alberdingk Boley, Inc.
- 22 新型水性木器漆用有机硅表面活性剂 BYK
- 27 阻止海洋生物污染的绿色解决方案
Adaptive Surface Technologies, Inc.
- 34 木器漆用生物基改性水性聚氨酯乳液的合成与应用研究
万华化学集团股份有限公司
- 38 具有自修复功能的低VOC高性能耐腐蚀交通涂料
上海骁巨新材料科技有限公司翻译

专栏

- 2 编者视角
- 3 广告索引
- 4 市场报告
- 7 国际新闻
- 11 国内新闻



封面图片由gettyimages.com提供



出版/销售部门

集团出版人/ Tom Fowler
 东海岸销售 E-mail: fowlert@bnpmedia.com.
 中西部/ Lisa Guldán
 西海岸销售 E-mail: guldán@pcimag.com
 美国销售经理 Andrea Kropp
 E-mail: kroppa@pcimag.com
 中国联络处 Sophie +86-21-66873008
 E-mail: Sophie.fu@pcimagcn.com
 Kevin +86-21-66873007
 E-mail: kevin@pcimagcn.com
 罗扬 +86 13701266684
 E-mail: nsmchina@126.com
 欧洲销售经理 Uwe Riemeyer
 Tel: 49-(0)-202-271690
 E-mail: riemeyer@intermediapartners.de
 特刊销售 www.pcimag.com/scs

编辑部

美国编辑 Kristin Johansson
 E-mail: kristin@pcimag.com
 中国主编 Sophie.Fu
 E-mail: Sophie.fu@pcimagcn.com
 中国编辑 Chris.Yin
 特邀编辑 Karen Parker
 及电子快讯编辑 E-mail: parkerpcimag@gmail.com
 美术设计 Clare L. Johnson
 制作经理 Brian Biddle
 E-mail: biddleb@bnpmedia.com

本期轮值编委

盛洪 付绍祥 裴道海

编委

陈进伟 段刚 段琪 黄权 李健 刘际平 刘贤进 刘志刚
 唐磊 王利军 王卫星 伍松 熊荣 熊喜竹 闫福成 杨丽君
 徐凯斌 杨卫疆 叶庆峰 张之涵

BNP Media Helps People
 Succeed in Business with
 Superior Information



《PCI中文版》由美国BNP媒体集团出版，在大中华地区发行。BNP媒体集团地址（美国密歇根州）：2401 W Big Beaver Rd, Suite 100, Troy, MI, 48084-3333 电话：+1 248 362 3700 传真：+1 248 362 0317。《PCI中文版》的版权为BNP媒体集团所有，出版号：ISSN 2329-387X。未经出版方许可，禁止部分或全文转载和使用。期刊广告和发行由上海毅捷广告有限公司经营。如果有读者的地址变更，您可以通过以下方式联系PCI中文版：请拨打PCI秘书手机：134 8221 9796（微信同），或传真至：+86-21-56874167，或发邮件至：sales@pcimagcn.com

女性在STEM领域的无限潜力

3月8日是国际妇女节，这是一个纪念历史上各国妇女成就的年度节日，也被称为联合国妇女权利和国际和平日。在某些国家是一个公共假日，一个值得庆祝的日子，而在另一些地方则是一个抗议日。为了纪念这一天，我联系采访了PPG公司负责包装涂料、特种材料和企业战略的高级副总裁Amy Ericson，讨论了她的领导风格和成就、女性如何影响制造业，以及对新入职场的女性的建议。



PCI: 您的领导风格是？您是如何培养和激励您的全球团队的？

Ericson: 始终至终，给予信任。我相信我的团队拥有完成工作所需的资源和技能，如果他们没有做好准备，我也相信他们会向我寻求指导。我一再发现，当你创造了一个有回报和信任的环境时，人们会做到最好，并随时准备好正面迎接挑战。

PCI: 您能分享一下个人成功的每日秘诀吗？

Ericson: 我每天都在努力保持平衡，坚信工作与生活的融合。我经常出差，还负责全球业务，所以管理好时间对我个人的成功和作为领导者的成长至关重要。多任务处理是一门古老的权衡艺术，我通常会先专注于抓住那些最重要的事情，它们如“玻璃”般脆弱，需要及时处理，再专注于那些由“橡胶”制成的，对时间不那么敏感的事情。

PCI: 女性如何影响当今的制造业？

Ericson: 根据德勤(Deloitte)、美国制造商协会(NAM)制造业协会和APICS供应链委员会2015年的联合报告，美国有超过1200万制造业工人，占劳动力总数的8.6%。在未来十年，大约需要填补350万个制造业工作岗位，但技能缺口预计会导致200万个职位的空缺。

传统上，女性在制造业中所占的比例一直很低，而她们为美国各地的制造商提供了一个新的、可利用的、具创新和前瞻性的人才库。当制造商齐心协力招募、保留和提拔女性时，她们独特的视角可以迅速应对当今全球经济中的挑战。我亲眼见证拥有不同经验和背景的团队开发出了最好、最具创意的解决方案。

PCI: 在制造业和更广泛的STEM(科学、技术、工程、数学)领域中，女性拥有何种可能性？

Ericson: 女性在STEM领域有无数条道路可走，从研发到运

营再到最高管理层，涉及的工作也千差万别。通过积极指导，告诉所有年龄、背景和教育水平的女性，她们有无限的潜力，我们这一代人有能力缓解行业中存在的性别差异。在我的日常工作中，我观察到女性在最高管理层的领导力和影响力，以及她们在科学上或工厂管理活动上，如何创新与突破。女性在制造业中，有无数种方式可以留下自己的印记。

PCI: 您会向您的四个女儿推荐一份STEM领域的职业吗？又会给她们什么样的建议呢？

Ericson: 我鼓励我所有的女儿在STEM领域追求自己的事业。事实上，我的大女儿和二女儿现在都主修了STEM领域的专业。STEM领域的职业涉及我们目前所面临的巨大挑战，如气候变化、健康以及零浪费等等。随着数字时代的到来，这一领域的就业机会只会越来越多。

我鼓励她们了解面临的一切，保持好奇心，开始试想理想中的职业需要什么。会经常出差吗？喜欢动手操作吗？愿意在实验室工作吗？觉得那样的工作有趣又充实吗？

我们这些花了大把时间在STEM领域工作的人需要确信我们能够创造出一种令人兴奋的可能，即科学和所有相关的主题都能为改善社会做出贡献。

PCI: 您对新进入职场的女性有什么建议？

Ericson: 要一直寻找新的方法来建立自己在组织中的信誉。要让所有人了解，他们可以相信你说的话，你是一个可靠的盟



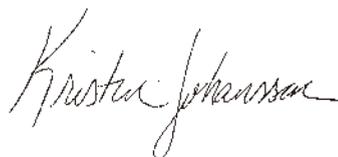
Ericson

友。信誉始于专业知识的积累，所以我相信任何人都可以成为他们所属领域的专家。当你继续满足并超越周围人的期望时，便能提升你的信誉。

其次，接受新的挑战，即使超出你的理解和经验范围。如果一个项目落在了你的团队手上，并需要和圈外人一起工作时，请举手自愿领导或支持该项目。这样做，你将会更了解你所在的组织与团队，并在此过程中扩大自己的人脉圈。

在此我要特别感谢Amy的深刻见解，感谢她给大家树立

了领导力方面的榜样，以及她在鼓励年轻女孩和女士们追求事业成功上所作出的努力。



Kristin Johansson
主编 | PCI

广告索引

拿个样..... C2
www.pcimagn.com

ACT.....3
www.acttestpanels.com

天诗..... 26
www.waxpi.com

DeFelsko 狄夫斯高.....37
www.defelsko.com

拿个样品牌商铺系列..... C3
andrina.jiang@pcimagn.com

YCK 毅克化学..... C4
www.yck-chemical.com



ACTTESTPANELS.COM • ACTTESTPANELS.COM.CN












From Orange Peel Standards for the visual evaluation of painted surfaces, to mass loss coupons that measure the corrosivity of your corrosion chamber, we have your testing supply needs covered.

从用于外观评估的橙色果皮标准到可测量腐蚀腔室腐蚀性的质量损失试样，我们可以满足您的测试供应需求。



APPEARANCE STANDARDS 外观标准 · SCRIBE TOOLS 划线工具 · MASS LOSS COUPONS 质量损失优惠券 · GRIT TROUGH MIX 砂砾槽解决方案 · PANEL RACKS 面板架

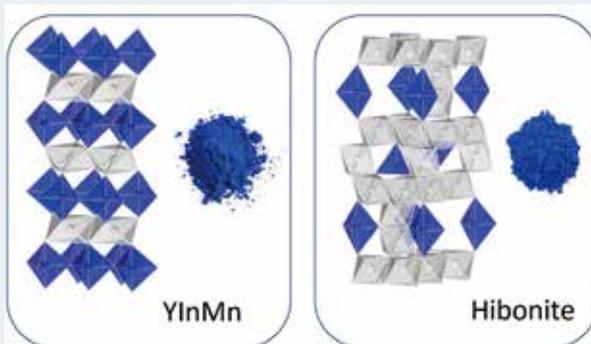
研究人员发现新方法，推动耐久鲜艳颜料的开发

俄勒冈州，CORVALLIS - 俄勒冈州州立大学(OSU)的一位化学研究员十年前偶然发现了两个多世纪以来第一种新的蓝色无机颜料，从而创造了历史。如今，他再次推动了色彩科学的发展。

OSU理工学院的Mas Subramanian以陨石中发现的一种矿物黑铝钙石为基础，分析了颜料的晶体结构，从而为设计出更多稳定、耐用、无毒、色彩鲜艳的颜料铺平了道路。这项由美国科学基金会资助的研究结果，发表在美国化学学会的ACS-OMEGA期刊上。

Subramanian和他的团队在2009年发现了钇铟锰蓝(YInMn blue)，当时他们正在试验可用于电子的新材料。Subramanian说：“我们很幸运第一个发现了钇铟锰蓝(YInMn blue)，对此也提出了一些设计想法。”

纵观有记录的人类历史，世界各地的人们都在寻找可以用来把东西漆成蓝色的无机化合物，但往往收效甚微。大多数都存在环境或耐久性问题。“大多数颜料是偶然发现的，”Subramanian说。“这是因为材料颜色的来源不仅取决于化学成分，还取决于晶体结构中原子的复杂排列。因此，必须有人先制作这种材料，然后彻底研究它的晶体结构来解释其颜色。”



照片由俄勒冈州立大学提供。

在钇铟锰蓝(YInMn blue)之前，最后一个被发现的蓝色是钴铝氧基蓝，1802年由一位法国化学家合成。钴蓝因其色强、易合成、适用范围广等优点，仍然是一种主要的工业颜料。然而，它的生产需要大量的钴离子，即 Co^{2+} ，它对人类和环境都是有害的。

通过对黑铝钙石基蓝色颜料的结构分析，Subramanian找到了一种方法，使其既可以匹配或超过钴蓝的鲜艳度，同时又能大大减少有害致癌钴离子的使用，或完全取代它。黑铝钙石基颜料由于其较高的制备温度，比钴蓝具有更高的热稳定性，并且在暴露于强酸和强碱时在结构和光学上均保持不变。

研究人员报告说，一种含有钙、铝、钛以及钴或镍的氧化物可以结晶成类似黑铝钙石的结构，从而生成一系列的蓝色。与传统的钴蓝相比，新的蓝色可以通过调整钴(Co^{2+})、镍

(Ni^{2+})和钛(Ti^{4+})，在黑铝钙石结构中三种可能的“生色团”环境中的含量，来进行“调节”；它们是分子的一部分，通过反射某些波长的光，同时吸收其他波长来决定颜色。这项研究表明，在“三角双锥型晶体环境”中，生色团的存在对颜色的增强至关重要，这种环境主要由两个三角基金字塔组成。

Subramanian说：“黑铝钙石晶体结构的这一部分，就像钇铟锰蓝(YInMn blue)一样，可以呈现出鲜艳的蓝色和略带红色的色调。黑铝钙石蓝能比传统的钴蓝表现出更好的节能和热反射性能，因为它含有钛和更少的钴。”

他补充说：“在自然界，黑铝钙石只存在于那些穿过地球大气层时，经受了数千度高温的陨石中，所以结构非常稳定是有道理的。这种矿物结构可能是开发耐用、安全的无机颜料的未来。”

Subramanian说，确定制造鲜艳色彩所需的关键结构成分，应该可以缩短颜料发现的间隔时间，并补充说，科学并不总会遵循既定路径。“研究就像你去旅行看东西，当你到达那里时，它可能并没有你想象的那么有趣，但你在途中看到的则比你想象的要有趣得多。”

2020年TZMI TiO₂峰会将于5月举行

纽约 - 继2019年TZMI首届TiO₂大会成功举办后，TZMI希望将2020年TiO₂峰会进一步打造为行业必参加的活动。

今年，TZMI将接待来自Tronox、Lomon Billions、Kronos、Iluka Resources、Kenmare Resources、瑞银(UBS)、BMO Capital等公司的主要高管。会议将涵盖价值链各个环节所面临的主要问题，并为演讲者提供一个开放式提问的论坛。TZMI在TiO₂和含

钛矿石方面的一流专家将为参会者提供最新的市场前景资讯，并在会议期间涵盖行业最具战略意义的主题内容。

2020年的TZMI TiO₂峰会将于5月12日至13日在纽约的中央公园酒店举行。请访问www.tzmi.com/events进行预约登记。

OSHA修订二氧化硅暴露规则

华盛顿 - 职业安全与健康管理局(OSHA)已经开展了一项国

家重点计划(NEP)修订工作,以识别和减少或消除工人在一般工业、海事和建筑中接触到可能引起呼吸问题的石英晶体(RCS)。新能源政策针对的是预计接触二氧化硅工人数量最多的特定行业,并侧重于执行新的二氧化硅标准,其中一项适用于一般工业和海事(29 CFR § 1910.1053),另一项适用于建筑业(29 CFR § 1926.1153)。这些标准从2016年6月开始生效,建筑行业的雇主被要求从2017年9月23日开始遵守执行新标准,一般工业和海事雇主被要求从2018年6月23日开始执行。

NEP的修改内容包括:修订了一般工业、海事和建筑业中,可吸入结晶二氧化硅的允许暴露下限,数值为平均每8小时内,每立方米空气中二氧化硅结晶含量不超过50微克($\mu\text{g}/\text{m}^3$);更新了NEP附录中列出的目标行业列表(从这份名单中,地区办事处将制定随机编制的雇主名单,在他们的地方司法管辖区进行有针对性的检查);合规的安全和卫生官员将参考现行的RCS检查程序执行指南;所有OSHA地区和地区办事处必须遵守本NEP,但不要求他们制定和实施相应的区域或地方重点计划;国家计划必须参与,因为全国都暴露在二氧化硅中。

OSHA将在NEP新政策开始按规检查之前,为利益相关者提供90天的合规协助。

粉末涂料研究集团宣布合作伙伴关系

俄亥俄州,哥伦布-俄亥俄州哥伦布市的粉末涂料研究集团公司已成为在全世界消除含铅涂料的国际努力中的成员之一。消除含铅涂料全球联盟是一个自愿合作倡议的团体,旨在努力实现防止儿童接触含铅涂料,和尽量减少职业接触含铅涂料,并达到逐步停止生产和销售含铅涂料,以最终消除此类涂料带来风险为目的。

PCR集团主席Kevin Biller解释说:“作为粉末涂料的倡导者,我在世界各地旅行后,发现许多发展中国家仍遭受着接触含铅涂料的痛苦。”他进一步指出,“不仅油漆制造工厂的工人暴露在令人无法接受的铅和其他重金属中,而且在油漆脱落和翻新等因素,包括儿童、售后服务人员和消费者在内的其他人群,也经常暴露在有毒物质中。”

消除含铅涂料全球联盟是世界卫生组织和联合国环境规划署的共同发起的。阿克苏诺贝尔和佐敦等主要涂料供应商是联盟的合作伙伴,美国涂料协会、英国涂料联合会和ABRAFATI等众多涂料组织也是其合作伙伴。

消除含铅涂料联盟是由美国环保署主持的一个咨询委员会所指导,由哥伦比亚、摩尔多瓦共和国、肯尼亚、泰国、国际污染物消除网络、健康与环境联盟、美国律师协会法治倡议、世界涂料协会等政府代表,以及阿克苏诺贝尔和太平洋涂料(博伊森)菲律宾公司的代表所组成。

当油漆从窗框、门、操场设施和其他消费品上剥落时,铅就会暴露。含铅涂料颗粒会污染地下水、土壤和大气。最终,人类

会通过食物、饮用水和呼吸系统摄入铅。即使微量的铅也会对儿童造成严重的健康危害,包括严重的认知障碍、食欲不振、发育迟缓、语言发育不良、行动迟缓和体重下降等。由于身体不容易代谢铅,浓度会逐渐累积在体内。据估计,接触铅对健康造成的损害在非洲造成的经济影响将近1350亿美元。

PCR集团正在起草一份白皮书,为许多发展中国家涂料生产商所普遍使用的含铅色浆寻找可行替代品。Biller将在2020年10月于卡萨布兰卡举行的北非涂料大会上对其进行介绍。

PNWSCT论文征集

俄勒冈州, BEND - 太平洋西北涂料技术协会(PNWSCT)邀请大家参加涂料节(CoatingsFest),活动将于2020年10月21日至23日在俄勒冈州BEND附近的Sunriver度假村酒店举行。

该技术论坛将于10月22日开始,并延长至10月23日结束。演讲内容将集中于以下领域:区域相关的配方、固化和应用设备、方法和标准、监管现状和未来的变化、实验室和商业实践,以及未来的新产品技术等。

访问<https://pnwsct.org/symposiums/coatingsfest/>了解更多详情。

有意者请提交一份不超过250字的摘要,包括论文标题和联系信息、作者姓名、公司名称、地址、电话、电子邮件地址和演讲者简介等内容。征集论文的最后期限为2020年6月1日,协会将于2020年6月30日前发出接收通知。

摘要请提交至CoatingsFest2020@gmail.com。更多信息请联系Matt Peterson,电话:541/913.9292,或电邮我们。

BCF: TiO₂的分类不应引起工人和使用者的警惕

英国,考文垂-欧盟公布了一项委派条例,根据欧盟条例(欧洲共同体)第1272/2008号对物质及混合物的分类、标签及包装(CLP)的规定,将二氧化钛(TiO₂)根据吸入物分类划分为第2类疑似致癌物质。油漆、涂料和印刷油墨行业是全球二氧化钛的主要用户,二氧化钛是这些行业最重要的原材料之一。

虽然二氧化钛的分类仅限于粉体,而不包括含有二氧化钛的油漆、涂料、印刷油墨等液体混合物,以及墙纸,但人们担心,此举或会对液体涂料和印刷油墨,以及含有超过1%二氧化钛的白色塑料的废弃物立法和回收产生连锁反应。这可能对英国和欧盟的回收目标产生重大影响。TiO₂的分类也开创了其他具有类似性质物质的先例,其中有许多物质将直接影响粉末涂料的分类。

英国涂料联合会(BCF)首席执行官Tom Bowtell对分类背后的科学研究进行了评论,“分类背后的科学研究是基于对大鼠的测试。大鼠吸入过量二氧化钛粉尘,导致大鼠肺颗粒清除机制遭受了显著损害。这种影响不会发生在人类肺部,因这种效应不是由二氧化钛的化学作用引起的,而是由于肺部存在大量粉尘,导致大鼠肺细胞产生了慢性炎症。最重要的是,这些老鼠接触的二

氧化钛含量大约是工厂工人在工作中可能接触到的最高含量的40倍，因此，任何接触二氧化钛粉末的生产员工都不太可能接触到如此高含量的二氧化钛。

“在生产制造过程中，可能会接触到二氧化钛粉末。然而，在英国和整个欧盟，都存在保护工人免受粉尘影响的法规。多年来的研究并未发现工人因接触二氧化钛与罹患肺癌风险之间有任何联系。如上所述，认为任何工人会接触到有害浓度是不合理的。我们认为现行的职业粉尘限制足以应对有关问题，因此我们不同意此项分类规定。”

NACE通过标准委员会成员名单

休斯顿 - NACE国际董事会宣布了新NACE标准委员会成员名单，并授权其成员对NACE国际标准计划进行监督和管理，其主席在NACE国际委员会中拥有投票权。

临时标准委员会主席Cris Conner说：“新NACE国际标准委员会的成员来自全球舞台，我们的10个成员中有4个来自北美以外的国家。这是朝着我们的目标所迈出的一大步，我们的目标是确保NACE国际是全球防腐行业的正统代表。”

NACE国际委员会批准的标准委员会成员有：David Barnes, Elcometer公司, 英国曼切斯特；Steve Biagiotti, DynamicRisk公司, 科罗拉多州丹佛；Tim Bieri, BP公司, 德克萨斯州休斯顿；Cris Conner (临时主席), USM公司, 密苏里州圣路易斯；Samir Degan, Osnar paints公司, 印度孟买；Khlefa Esaklul, Oxychem公司, 德克萨斯州休斯顿；Roy Fullineer (即将上任的主席), Roberts Corrosion公司, 西弗吉尼亚州哈里斯维尔；Robert Herron, 国防部CPO, 华盛顿；Hank Kleinfelder, CorrTech公司, 纽约水牛城；Nurul Mohamed, Petronas公司, 马来西亚吉隆坡；Elise Owen, 美国环保署, 华盛顿；标准委员会秘书Ed Manns, NACE国际工作人员。

涂料市场增长研究

都柏林 - Research and Markets研究公司最近发布的一份报告预测，在2019年至2024年期间，油漆和涂料市场的复合年增长率为5.4%。

城市人口的增加是建筑、汽车和包装行业对涂料需求增长的一个重要因素。然而，政府对油漆和涂料行业的严格法规要求，正在阻碍溶剂型涂料市场的增长。

研究发现，水性技术涂料在2018年涂料市场中占据了最大份额。水性涂料因其低毒性和低可燃性，主要应用于建筑、汽车、一般工业、防护、木材、船舶、包装、卷材等行业。由于发展中国家建筑行业的增长，预计水性涂料部分将会继续增长。

亚太 (APAC) 油漆涂料市场细分为中国、日本、印度、印度尼西亚、泰国和其他亚太地区。由于工业应用需求的增长和经济条件的改善，亚太地区的油漆和涂料市场利润丰厚。产品创新、新的研究和开发项目，以及各种最终用途行业不断增长的需求，

也推动了亚太地区对油漆和涂料的需求。

有关该报告的更多信息，请访问www.researchandmarkets.com，了解至2024年全球涂料市场的树脂、技术、应用和地区预测详情。

NACD主席就白宫2021年预算提案发表评论

弗吉尼亚州阿灵顿 - 全国化学品经销商协会(NACD)主席Eric R. Byer就特朗普总统提出的2021年联邦政府预算提案发表了一份声明。Byer在声明中对白宫的预算提案取消了对美国国土安全部化学设施反恐标准(CFATS)项目的拨款表示失望。他强调，该项目有助于确保化学设施的安全，保护它们免受潜在恐怖主义行为的袭击。

Byer说：“国会在2019年1月以压倒性的票数批准了该计划的延续和额外15个月的拨款，使议员们有更多时间进行长期再授权。尽管某些议员对CFATS的重新授权设置了障碍，我们仍然乐观地认为，国会将会继续支持和资助这一关键项目。说白了就是，现在并不是白宫和国会拿我们国家的化学安全开玩笑的时候。”

拜尔表示，NACD支持政府的去监管议程，但对CFATS和美国化学品安全与危害调查委员会(CSB)缺乏支持表示担忧。关于CSB，拜尔说，“总统的提案将把这个重要的联邦机构从事故调查过程中移除，并削减了CSB为化学工业提高其操作安全性所开发的宝贵资源。”

Missouri S&T开展短期课程

密苏里州，罗拉 - 密苏里州科技大学将于2020年5月18日至22日举办“涂料配方介绍”活动。该短期课程提供了如何开始进行配方设计和解决问题的基础知识。密苏里科技大学还提供了两门在线短期课程：“涂料体系介绍”和“表面缺陷：消除人为和工艺污染”。了解更多信息请访问coatings.mst.edu，并发送电子邮件至mstformulation@mst.edu或致电573/341.4419注册。

乳胶聚合物咨询与教育公司发布2020年研讨会计划表

新罕布什尔州，MADBURY - 乳胶聚合物咨询和教育有限责任公司宣布2020年STEP研讨会计划表。“乳胶聚合物的规模化和商业化生产”研讨会将于2020年4月20日至23日在佐治亚州的亚特兰大市举行。“混合乳液体系——聚氨酯/丙烯酸、醇酸/丙烯酸和无机/有机乳液”研讨会将于2020年5月18日至20日在缅因州波特兰举行，本研讨会旨在为工业科学家和工程师提供关于几种类型的丙烯酸杂化乳液的合成、表征和使用的强化互动培训。“乳液颗粒表征”研讨会将于2020年10月26日至28日在加州圣地亚哥举行，该研讨会是为提供特性数据的分析化学家和制造乳胶的工程师和化学家所准备的。更多信息，请发送电子邮件至info@epced.com或访问www.epced.com了解详情。☞

阿尔塔纳巴西分公司新工厂落成

德国, WESEL / 巴西, ARACARIGUAMA - 特种化学品集团阿尔塔纳 (ALTANA) 旗下的巴西公司 ACTEGA do Brazil 最近宣布, 它投资200万欧元在巴西圣保罗州阿拉萨里瓜马市 (Araçariгуama) 新建了一个综合工厂。该公司的第一步, 正在将 Guarulhos 和 Barueri 的两个巴西旧址的管理、生产和研发活动整合进 Araçariгуama 新工厂。

下一步, ACTEGA 位于巴西 Santana de Parnaíba 的第三个工厂



位于 Araçariгуama 新整合的工厂。

也将在2021年之前转移运作至新的综合工厂, 以便成为南美市场未来更有针对性的, 以客户为导向的服务。

在中期内, 新址将结合21个部门180名员工的技术和应用知识, 运作总面积达12,000平方米, 并整合了一个500平方米的研究实验室, 如此一来, 研究、开发和生产可以实地同步进行。

新工厂投资了新型高效油墨分散装置, 以及相应的水性和UV涂料的生产设备。

Ceramisphere 开设克利夫兰办事处

悉尼 - Ceramisphere 公司宣布在俄亥俄州克利夫兰市 (Cleveland) 设立美国销售办事处。此举将从战略上补充 Ceramisphere 的现有业务 (加拿大的经销商 Arya Chem 和西海岸的 Silver Fern 化工), 并提高 Ceramisphere 对北美市场的覆盖率。全国销售经理 Mike Tsangeos 将负责新办公室的工作。Ceramisphere 首席执行官 Chris Barbé 表示: “我们很高兴地欢迎 Mike 来到 Ceramisphere, 并开展中西部的业务。我们相信, 这一最新举措将使我们能更好地为北美客户提供服务。”

诺力昂采用 Semiotic Labs 的数字技术

阿姆斯特丹 - 诺力昂签署了一项框架协议, 将采用由 Semiotic Labs 公司开发的自主学习技术, 该技术有助于预测何时维护和更换泵和其他旋转设备。Semiotic Labs 是诺力昂 2018 年全球化学创新挑战赛的赢家之一。

该技术使用的电子波形可以准确预测90%的旋转设备 (如泵、压缩机和输送机) 即将需要进行维护的需求, 最长可提前5个月进行预测。这样就有时间在计划停机期间修理或更换关键设备, 防止生产被意外中断, 并提高供应可靠性和工艺安全性。

这项技术已经在德国 Ibbenbüren 的诺力昂氯气工厂成功实施, 现在将推广到欧洲其他7个工厂。

MAGNIFIN Magnesiaprodukte 实施下一阶段的扩张

亚特兰大 - MAGNIFIN Magnesiaprodukte 董事会批准了

第二个生产工厂的建设准备工作, 这是董事会最终批准建造第二个工厂的下一步行动。该投资将有助于满足全球对高纯度、无卤氢氧化镁阻燃剂日益增长的需求。

新工厂将生产与奥地利 Breitenau 工厂相同的产品组合。扩建项目将增强公司提供优质氢氧化镁 (MAGNIFIN®) 产品的能力, 并为客户提供额外的供应链灵活性。

MAGNIFIN Magnesiaprodukte 公司为 Martinswerk 有限公司 (隶属于 J.M. Huber 公司的 Huber 工程材料分公司的阻燃剂业务的一部分) 与 RHI Magnimata N.V. 集团旗下的 Veitscher Vertriebsgesellschaft mbH 公司的 50/50 合资公司。

Miltec UV 公司庆祝成立30周年

马里兰州, STEVENSVILLE - Miltec UV 公司是一家位于马里兰州 Stevensville 的家族企业, 目前正在举行公司的30周年庆。多年来, 该公司已从最初的工业紫外线产品分销商, 转变为全球设备制造商, 并在全球30多个市场生产紫外线固化设备和备件, 为客户提供微波、电弧灯和 led 灯等产品组合。

Bühler 研磨 & 分散公司与 Ystral 印度分公司合作

瑞士, UZWIL - Bühler 集团与德国 ystral 股份有限公司印度分公司签订了一项独家销售合作协议, 该公司将专注于印度市场的销售, ystral 印度分公司将在印度销售 Bühler 公司的产品, 并为该地区的客户提供服务。

此举将为 Bühler 在印度的客户提供更好的本地业务和服务

网络。混合和分散技术方面的专家将代表ystral支持这项工作。

Bühler研磨和分散业务方面的全球销售总监Mark Traber认为，此举为该公司在印度新兴市场发展的重要里程碑。Traber说：“除了提供更有效的客户支持外，这种合作还将使我们能够获得更广泛的客户群，并在印度开拓新的细分市场。”

该合作仅限于印度市场，并于2020年2月1日开始实行。

MFG Chemical工厂升级

佐治亚州，道尔顿 - MFG Chemical正在对其位于佐治亚州道尔顿的三家工厂进行升级改造，以提高磺基琥珀酸二辛酯钠 (DOSS) 方面的生产能力。



这次升级项目名为“奥德赛”，斥资数百万美元，目前已经在改进与工艺安全和关键合规工作流相关的管理系统。该项目将有助于提高DOSS的生产质量、一致性和安全性。改进措施包括：采用新的冷却塔，在已知温度下，采用封闭系统，以获得较低的循环时间，减少废水，更好地控制反应质量；采用新的DCS过程控制技术，以更好地控制反应参数和循环时间，通过远程启动阀门减少人为错误，通过自动关闭过程降低风险；以及采用新的压力释放控制阀、安全仪表系统和升级管道，以最小化和定位可能的失控反应。

Olin和Univar Solutions签署合约

密苏里州，CLAYTON - Olin和Univar Solutions已经签署了Olin环氧标准树脂和特种树脂的长期分销协议，销售范围覆盖全美50个州。

“Univar和Olin环氧有着坚实的合作基础，共同在销售增长和为使用环氧产品的客户提供价值方面做出过卓越的努力，” Olin环氧北美商业总监Steve Mills说，“我们盼能扩大这种关系，现在业务范围包括Nexeo传统环氧业务。”

作为环氧材料的全球供应商，Olin期待与Univar Solutions扩大合作，以增强Olin的环氧树脂增长战略。Olin还与

地区经销商Callahan、IMCD和Palmer Holland签订了长期合作协议。

Borchers获EcoVadis银牌认证

俄亥俄州，WESTLAKE - Borchers获得了EcoVadis企业社会评级银牌认证。该认证源于公司2019年在可持续发展方面做出的努力。EcoVadis为供应链提供可持续性方面的评级。Borchers是一家全球性的添加剂、催干剂、促进剂和催化剂制造商，拥有逾67年的历史与经验，为众多涂料客户提供服务。

Borchers考虑到其产品对环境的影响，最大限度地采用了可提高可持续发展的策略，并致力于可再生、可回收、可生物降解材料产品的生产；在工艺上节约生产过程中使用的原材料、水和能源；并解决材料的使用寿命管理和回收问题。

JEVVRS商业咨询公司推出化学品服务

柏林 - 位于德国柏林的JEVVRS商业咨询公司最近宣布，在化学品咨询领域推出新的全球业务。

JEVVRS商业咨询公司为化工及相关行业的客户、国内外中小企业和大公司提供咨询服务。

公司提供一系列业务咨询服务，包括战略制定、新市场进入、商业和可行性研究、全球业务发展、交易和并购支持、运营管理、技术评估、组织发展、业务评估等。了解更多信息，请访问www.jevvrs.com。

Towell Engineering集团与GFBiochemicals成立新公司

阿曼，马斯喀特/荷兰，GELEEN - 阿曼马斯喀特市的Towell Engineering集团和荷兰Geleen的GFBiochemicals成立了一家新的合资企业，新公司将生产和销售GFBiochemicals专有技术的生物基化学品。

合资公司NXTLEVVEL Biochem总部位于荷兰GELEEN，其目标是在基于乙酰丙酸的生物溶剂和生物增塑剂方面建立领先地位。乙酰丙酸被认为是一个关键的生物构建块，可产生广泛的衍生组合产品。GFBiochemicals的技术使乙酰丙酸衍生物的工业化生产具有成本效益，这项技术已经发展了十多年，该公司共拥有200多项全球专利。合资公司结合了GFBiochemicals的技术和Towell Engineering集团在工程、施工和项目管理方面的经验。

曾在Shell和DSM工作的Aris de Rijke于2014年加入GFBiochemicals，他将担任NXTLEVVEL Biochem的首席执行官。前Elevate Renewable Sciences执行官Steve Block则将担任业务开发、销售和营销副总裁。而Rudy Parton将担

任首席科学官，他大部分的职业生涯时间都致力于开发生产生物基乙酰丙酸及其衍生物的技术。

Colors & Effects推出新网站

德国，路德维希 - Colors & Effects®推出了一个新的企业网站和在线服务平台，旨在为客户提供一站式服务，以与Colors & Effects品牌和产品进行联合互动。

新网站为在线服务平台的登录页面。“我们重新设计了公司网站，以简化用户体验，并使相关内容一目了然，”Colors & Effects数字营销传播专家Caroline Syms说，“我们想在最少的点击次数内，提供客户们所要的信息。”

Colors & Effects颜料产品查找工具于2019年推出，现已投入新的服务平台，是查找所有产品相关内容的唯一入口。

客户能在新的注册功能上创建一个帐户，在该帐户中，可以访问相关的产品信息，并查看指定的Colors & Effects销售代表的联系信息。此外，数据搜索功能和便捷访问产品相关文档则有助于增强用户活跃度。

用户可在在线服务平台注册创建一个帐户，将来只需要一个ID和密码就可以访问所有Colors & Effects的数字服务。了解更多内容，请访问<https://www.colors-effects.eu/>。

PPG与陶氏合作

匹兹堡 - PPG宣布与陶氏化学及其可持续未来的项目进行合作，旨在加速采用低碳技术。该伙伴关系将侧重于钢铁防腐涂料产品的进展，旨在通过提高能源效率减少温室气体排放，同时帮助降低钢铁基础设施的高维护成本。

基于陶氏下一代的聚硅氧烷技术，PPG的双层PPG PSX™涂层性能可达25年，且更少的涂料涂覆可达到与传统三涂层体系相同的防腐水准。这可使能源密集型的生产和应用减少，从而相应减少了温室气体的排放，实现未来可持续发展项目的目标，即推进为社会带来切实可持续效益的技术。

“通过该首次合作，我们结合了PPG和陶氏的专业知识，以陶氏未来可持续发展项目支持碳减排项目，推动了可计量的变革，”PPG海洋防腐涂料全球业务发展总监Christopher Welch说。

Chemspec公司获ISO认证

法国，巴黎 - LA DÉFENSE - 特种化学品经销商Safic Alcan集团的子公司Chemspec已成功通过Perry Johnson公司的质量管理体系ISO 9001-2015认证。

这项最新的认证显示了Chemspec在ISO质量管理体系方面持续做出的努力，并被推荐进行连续认证，目前已是第三年零发现。这些标准由国际标准化组织（ISO）记录，

并提供一致的使用要求、规范、指南或特性，以确保材料、产品、过程和服务适合其用途。

Chemspec还通过了NACD认证，并在全国化学品经销商协会（NACD）中拥有正式会员的资格，以确保实现负责任的分销验证流程。

Birla Carbon获EcoVadis金牌认证

印度，孟买 - Birla Carbon已连续第四年获得EcoVadis的可持续实践金牌认证。Birla Carbon被公认为可持续发展方面的优异实践者。这一评级是在EcoVadis根据Birla Carbon的第七份可持续发展报告“一起实现可持续发展”，并审查了Birla Carbon的可持续发展报告标准和实践后进行授予的。

EcoVadis是一个协作平台，为全球供应链的供应商提供可持续发展方面的认证评级。

X-Rite发布研讨会

密歇根州，GRAND RAPIDS - X-Rite Inc.及其子公司Pantone LLC宣布，2020年色彩和外观基础培训研讨会将在北美11个地点举行。为期两天的研讨会非常适合颜色专业人士、质量控制专业人员、实验室技术人员和任何评估或审批颜色的生产人员。今年的新课程专为对基于测量的控制流程感兴趣的印刷和包装专业人士所设计。

报名日期和完整的地点列表可在www.xrite.com/learning-education/training找到。

Gulf Coast Chemical与DBC合作

弗洛里达州，TAMPA - Gulf Coast化工（GCC）与美国Double Bond化工（DBC）在阿拉巴马州、佛罗里达州、乔治亚州、北卡罗来纳州、南卡罗来纳州和田纳西州建立了合作伙伴关系。DBC是一家精细化学品制造商，专注于聚合物和UV涂料行业。DBC总部位于台湾台北。

GCC和DBC将在这些地区共同努力，以促进包括涂料行业在内的抗氧化剂、紫外线吸收剂、光稳定剂、热稳定剂、增白剂、阻燃剂、消光剂、光引发剂和低聚物在各种工业上的应用。

Ascend性能材料宣布收购计划

休斯顿 - Ascend性能材料已签署一项协议，从D'Otta-vio集团收购Poliblend和Esseti Plast GD。此次收购包括意大利Mozzate的一家制造厂、Esseti Plast GD的母粒系列产品和Poliblend的工程塑料产品，该系列产品由PA66、PA6、PBT和POM产品及其回收级产品组成。

Poliblend成立于1999年，主要提供复合材料和母粒服务，包括能提高塑料产品、包装和纤维的吸引力和终端使用性能的颜色和添加剂浓缩物等。

Poliblend的总裁Giancarlo D'Ottavio将继续运营Poliblend的业务，并加入Ascend的欧洲管理团队。

OCSiAl启动合成设施

俄亥俄州，COLUMBUS - 石墨烯纳米管制造商OCSiAl宣布启动其第二个石墨烯纳米管合成设施，产能为每年50吨。Graphetron 50工厂是目前世界上最大的石墨烯纳米管生产工厂。新设施的开启巩固了OCSiAl在全球的市场地位。据该公司称，OCSiAl目前占全球石墨烯纳米管产能的90%以上。



2015年，OCSiAl于2015年合成了第一批工业级的石墨烯纳米管（1.2吨）。目前，这两个OCSiAl生产设施的年总产能已达75吨，这些纳米管产品均以TUBALL品牌名进行销售。

朗盛收购杀菌剂制造商

德国，科隆/巴西，圣保罗 - 特种化学品公司朗盛已完成对Itibanyl Produtos Especiais Ltda(IPEL)公司的收购。

IPEL总部位于圣保罗的Jarinu，是巴西领先的杀菌剂制造商之一。通过此次收购，朗盛巩固了其作为杀菌剂活性成分和配方的领先制造商的地位。除了约100名员工和生产设施外，朗盛还接管了巴西公司的实验室。

IPEL大部分的销售额来自油漆和涂料行业的杀菌剂和特种化学品。产品组合还包括用于水处理过程中的防腐剂和杀菌剂，以及用于消毒和清洁剂产品的活性成分等。

耐驰仪器制造有限公司增强产品组合

德国，SELB - 耐驰仪器制造有限公司扩展了其产品组合，新增产品包括Kinexus旋转流变仪和Rosand毛细管流变仪，前者由Malvern Panalytical有限公司（Malvern Panalytical）制造和销售。耐驰与Malvern Panalytical多年来一直保持着密切的合作伙伴关系，这也使得收购Malvern Panalytical的流变业务成为自然的一步。

对于耐驰来说，收购两个流变仪产品系列是对现有产品组合的扩大，也是对现有热分析仪器的极好补充。

耐驰仪器制造有限公司将继续生产所有仪器，并为两个流变仪产品系列提供全球销售和支持。该公司致力于继续履行与Kinexus和Rosand流变仪用户的所有现有合同，包括客户期望从Malvern Panalytical获得的全套服务范围、应用、现有合同产品和备件供应等。在过渡期内，Malvern Panalytical有限公司将为耐驰提供支持，以便尽可能实现客户的顺利过渡。

Milliken & Co.完成收购

南卡罗来纳州，SPARTANBURG - Milliken&Co. 正式从Jordan Co.L.P. 手中收购了以涂料添加剂和特种催化剂解决方案闻名的全球特种化学品公司Borchers Group Limited。

Borchers总部位于俄亥俄州的Westlake，为涂料、油墨和粘合剂市场提供一系列添加剂，包括各种无钴催干剂、分散剂、流变改性剂、润湿剂、聚合催化剂和粘结促进剂等。☘

PCI

中

文

版

PCI 中文版
Paint & Coatings Industry

将精选本刊内容在微信公众平台上分享。

请扫描右侧二维码

即刻开始订阅PCI中文版精彩内容吧！



生态环境部发布新排污许可技术规范

近日，生态环境部发布《排污许可证申请与核发技术规范 涂料、油墨、颜料及类似产品制造业》（HJ1116-2020）、等五项技术规范，全面推进排污许可制度改革。新排污许可技术规范自2020年4月1日开始实施。

涂料、油墨、颜料及类似产品制造业包括涂料制造、油墨及类似产品制造、工业颜料制造、工艺美术颜料制造、染料制造（含有机颜料制造、染颜料中间体制造）、密封用填料及类似品制造涂料制造。届时相关行业排污单位可在全国排污许可证管理信息平台中正式申报排污许可证。

陶氏化学3亿美元扩产张家港基地

近日，陶氏化学（中国）投资有限公司与江苏省张家港保税区举行了合作备忘录签署仪式。未来五年中，陶氏公司将加大投资3亿美元，大幅提升张家港有机硅产能。



陶氏公司表示该投资旨在通过实施扩产项目，深化与张家港市的长期合作关系，大幅提升陶氏公司有机硅中间体和产品的产能，以创新解决方案来满足全球相关行业和市场不断攀升的需求。在这项投资计划的推动下，陶氏公司将进一步发展诸如硅油、粘合剂和硅橡胶等有机硅中间体及其下游产品组合。

海虹老人护航中国大型石化工程项目

作为石化行业知名的涂料供应商海虹老人，护航中国大型石化工程——东营联合石化260万吨/年重油加氢裂化及配套工程。根据现场各类装置的不同防护需求，运用自身丰富的防腐经验打造了全套优质的涂料解决方案，助力东营联合石化精心打造这一示范项目工程。

海虹老人为该项目的设备和管廊钢结构带来了具有优异防腐性能的涂料配套，针对高温设备的防腐需求，配套了具有优异耐高温性能的有机硅耐高温漆。这是一款含耐高温颜料的有机硅涂料，在大气环境下固化后可形成坚硬的涂层，最高耐温可达600℃，先进的防护能力能为高温设备提供稳定高效的保护。更高的干膜厚度范围和抗开裂性能还能减少因施工引起的返工，有效的提高了生产率。该产品还具有高温下保持稳定色彩的特点，多种颜色可供选择，满足了客户不同的颜色需求。

金浦钛业大股东拟收购江苏太白

金浦钛业控股股东金浦集团拟收购镇江国控持有的江苏太白100%股权，确认江苏太白总体估值为1.31亿元。江苏太白主营业务为钛白粉生产、销售，与公司将形成同业竞争。金浦集团承诺，自取得江苏太白100%股权之日起36个月内，推动由公司对江苏太白股权进行收购。

金浦集团承诺，如收购事项未通过监管机构审核，或江苏太白无法达到注入公司的规范要求，则将在36个月期限内采取其他方式，如向其他方市场化出售等，以解决同业竞争问题。

立邦中国与比利时速的奥集团签署战略合作

近日，立邦中国与欧洲密封胶和胶粘剂品牌比利时速的奥集团在上海签署战略合作协议，双方将在产品技术与零售渠道实现优势合作与互补，为中国消费者提供拥有法国A+室内环保、FDA食品接触级、CE、美国LEED等欧美严苛环保认证的支胶类产品。

本次合作将构建起“立邦刷新美缝/收边”服务体系，携手打造“客户心目中值得信赖的品牌”，在后疫情时代，引领行业向更环保的健康住宅发展。未来，双方还将持续深化在产品技术领域的合作，携手研发更适合中国市场的本土化产品，将更高质量的环保产品与服务运用于万千家庭的每一个角落，为每一位消费者刷新幸福舒适的生活。

亚士发布2019年度社会责任报告

亚士创能发布了2019年度社会责任报告，这是亚士自2018年以来发布的第2份企业社会责任报告。该报告以《中国企业社会责任报告编写指南CASS-CSR4.0》《CB/T3600-2015社会责任指南》为参照标准编制，内容包括报告前言、市场绩效、社会绩效、环境绩效、报告后记等五大部分。

亚士创能持续加强了对新产品、新技术、新工艺、新材料的研发及应用投入，2019年研发投入6447.51万元，同比增长36.70%，占当期营业收入的2.66%。截至报告期末，公司及子公司有效专利共144件，其中发明专利44件，实用新型专利78件，外观设计专利22件。

此外，亚士创能以“让人与自然和谐发展”为使命，以“爱护环境，珍惜生命；节能降耗，促进发展”为环保工作方针，在致力于绿色建材产品的研发、生产和应用，促进企业“有质量地高速增长”同时，高度重视绿色发展，然绿色发展理念重塑发展方式。

中远海运2019年涂料收入10亿港元，集装箱漆销量大增30%

中远海运国际公布2019年财务业绩。全年实现销售收入32.657亿港元。

报告显示，中远海运国际2019年涂料业务销售收入为10.024亿港元，同比增长4%；年内，集装箱涂料销售量较2018年上升30%至24772吨。工业用重防腐涂料含车间底漆销售量为17655吨，同比上升2%。船舶涂料方面，中远佐敦新造船涂料销售量为4505万升，同比增长1%；维修保养涂料销售量为2514.40万升，同比增长10%。中远佐敦的船舶涂料销售量为7019.40万升（约相等于94762吨），同比增长4%。



塑料用UV涂料

为市场创造价值

作者 Paul Gevaert, 辐射固化业务部全球应用经理, 湛新公司, 比利时, Drogenbos

塑料在我们日常生活中的使用越来越频繁。在汽车市场, 三分之一的汽车零部件由塑料制成, 汽车原始设备制造商 (OEM) 的目标是在未来几年, 将汽车的平均重量降低10-15%, 以提高燃料效率, 降低对环境的影响。在美容护肤市场, 70%以上的化妆品瓶和盖, 采用塑料 (原始、生物基或循环利用型) 为主要基材。由于塑料易于加工, 电子和电信市场数十年来一直使用塑料作为主要基材。因此, 对各种塑料基材的高性能、高效率 and 增值涂料的需求不断增长。然而, 由于塑料的低表面能, 以及它们对温度和溶剂的敏感性, 使得许多塑料很难被涂覆, 挑战了这类基材的涂层体系开发, 也为配方设计人员和原材料供应商带来了挑战。

在这方面, 能量固化涂料技术已经证明人们可以克服传统涂料的局限性, 使固化涂层具有更高的整体性能, 包括耐划伤、耐磨损和耐沾污性等。

能量固化涂料是由丙烯酸酯功能化树脂 (低聚物和单体) 组成, 当暴露在紫外线或电子束下时, 会产生聚合或瞬间固化, 导致更高的生产效率、能源成本的节约和更紧凑、更节省空间的工业生产。能量固化树脂可以是100%固含的材料, 也可以用溶剂稀释, 以方便使用。还有水性UV体系存在, 但此非本文主题。

由于塑料零件上的涂层大多是喷涂的, 所以常使

用溶剂来降低粘度。但溶剂中含有挥发性有机化合物, 因此应尽量限制其含量。低粘度、能量固化低聚物的开发, 使得在喷涂过程中减少, 甚至完全消除溶剂的使用成为可能。

本文将演示如何为以下各项制备UV涂料:

- 汽车内饰用UV溶剂型哑光钢琴黑透明涂料;
- 用于3C (计算机、通信和消费电子产品) 和化妆品应用的UV溶剂型金属单涂层; 以及
- 塑料基材喷涂用100%UV透明涂料。

喷涂用溶剂型UV涂料

越来越多辐射固化技术应用于汽车、化妆品包装、音频/视频和其他各种塑料基材的涂层上。如果产品直接涂在塑料基材上, 主要关键就看它的表面附着力。

用于上述应用的涂料需经过非常严格的测试, 评估它们是否满足行业对高性能涂层的需求, 这些性能通常为涂层是否具有很高的耐划伤、耐磨、耐化学性、耐沾污性甚至耐水性等等。

这些性能通过高交联体系获得, 通常使用具有高丙烯酸酯官能的低聚物和/或单体。但是, 高交联密度可能导致较差的附着力。因此, 在各种需求之间找到最佳的平衡点才是关键。

汽车内饰用溶剂性UV透明涂料

在过去的几年里，汽车行业一直在大力推动从压铸金属转向塑料的汽车内饰，因为后者可以降低整车重量，有助于降低油耗和二氧化碳排放，同时带来不同的美学效果。随着人们对塑料兴趣的增加，汽车制造商正在寻找塑料用的涂料，并使其具有坚固、良好的触觉、美学效果和其他性能特征，且能带来更好的生产力。能量固化涂料几乎可满足以上所有的性能要求，涂层提高了耐划痕、耐磨损、耐染色和耐化学性等性能，使原始设备制造商和供应商（第1梯队和第2梯队）得以受益；当它暴露在UV光下时几乎能瞬间固化，也提高了生产效率。

湛新公司最近开发了一款新型脂肪族聚氨酯丙烯酸酯产品，应对汽车内饰行业的挑战。制备UV固化涂料时，该聚氨酯丙烯酸酯可以进一步混合高Tg单体、正己烷二醇二丙烯酸酯和羟基烷基酚，作为光引发剂。喷涂时，使用溶剂混合物，使涂料达到适合喷涂的粘度。在固体含量为70%时，粘度为40mPa.s (25℃)。

该配方应用于不同的塑料基材：ABS、PC和ABS/PC。湿膜涂覆，烘烤（60℃下5分钟）后，获得20g/m²的干膜厚度，在2,000mJ/cm²条件下进行UV固化。仅在涂层与基材完全粘合的情况下，才测试其性能。根据VW PV3964的防晒霜和护手霜测试作为参考，因为根据VW TL 226测试其耐湿性，这些测试代表了一些最严格的测试。

如表1所示，基于新的四官能团聚氨酯丙烯酸酯的配方在多种基材上都具有良好的附着力，并且可以通过所有的耐化学性测试，包括通常在PC基材上很难获得的耐湿性，这说明该涂料满足了汽车内饰的各项基本要求。

溶剂型UV哑光涂料（用于汽车内饰）

通常出于美观和安全考虑，哑光表面要优于高光涂层。哑光涂料的挑战在于如何保持优异的耐划痕和其他耐久性能。表2中显示了粘度为40mPa.s (25℃)的70%固含配方。填料（消光剂等）的用量应与基材的性能相匹配；聚碳酸酯涂层一般使用其他填料及更多消光剂，使其在60°角的光泽度达到5度以下。

耐化学性和耐湿性试验结果表明，采用自由基固化的树脂，满足了汽车内饰的要求，且未增加光泽度和表面损伤。

溶剂型UV钢琴黑涂料

汽车内外饰件（如仪表板上指针的装饰、中控台周围和车门装饰件等）的关键表面效果是光泽的“钢琴黑”，与钢琴的黑色琴键所使用的颜色类似。

尽管钢琴黑因其诱人的外观而越来越流行，但它确实存在一些缺点。由于漆面的高光泽度，涂有钢琴黑的漆面容易显现指纹痕迹，且极易划伤。

涂料工业中，使用氧化精细碳黑颜料，是涂料具有深亮黑色的关键所在。汽车工业通常要求使用黑亮颜料和蓝色色调，小颗粒的碳黑可以满足这些要求。然而，在UV固化涂料中，碳黑会吸收紫外光，降低了固化。颗粒越细，吸收紫外线的能力就越强。因此，我们面临的挑战是，在给定的漆膜厚度下，找到亮黑色和涂层完全固化之间的平衡，优化性能。我们评估了两种不同的颜料：其一是粒径为47nm、相对着色强

表 1 溶剂型单组分UV体系的结果：ABS MAGNUM 3616（陶氏）、ABS/PC Bayblend T65XF（拜耳）和PC LEXAN 9030（Sabic公司）的附着力/耐划伤和其他性能。

	ABS	ABS/PC	PC
划格附着力 (CHA)	5	5	5
Erichsen (N)	20	20	20
防晒霜 (80°C, 24小时)			
测试后的划格附着力	5	5	5
Erichsen (N)	20	20	20
目测评估	好	好	好
护手霜 (80°C, 24小时)			
测试后的划格附着力	5	5	5
Erichsen (N)	20	20	20
目测评估	好	好	好
耐湿性 (85°C, 72小时, 相对湿度95%)			
测试后的划格附着力	5	5	5
目测评估	好	好	好

表 2 PC（配方A）和ABS及ABS/PC（配方B）的溶剂型单组分UV哑光涂料配方。

成分	A	B	作用
新型四官能聚氨酯丙烯酸酯	44.0	54.0	耐磨性
三环癸烷二甲醇丙烯酸酯	21.0	26.5	高 Tg
正己烷二醇二丙烯酸酯	4.5	5.5	降低粘度，附着力
羟基烷基酚	4.0	4.0	光引发剂
阳离子分散剂	9.0		润湿分散剂
氨基酰胺聚酯		4.2	润湿分散剂
气相二氧化硅		2.1	消光剂
超细合成无定形硅胶	12.2	2.1	消光剂
二氧化硅	4.7		消光剂
聚醚硅氧烷	0.6	1.6	流平
总量	100.0	100.0	
异丙醇	60.0	60.0	中速挥发性溶剂
乙二醇醚	20.0	20.0	慢速挥发性溶剂
总量	180.0	180.0	

度为88% (ASTM D 3265)的黑色颜料7 (PB 7) , 另外一个粒径为95nm、相对着色强度为26%的黑色颜料6 (PB 6) 。最后, 我们发现使用PB 6可以找到最佳折衷方案。在表3中, 溶剂型UV涂料在喷涂粘度 (25℃, 45mPa.s) 下的固含为70%, 碳黑 (PB6) 在固体中的含量为3.2%。

将该配方应用于不同的塑料基材: ABS、PC和ABS/PC。湿膜涂覆, 烘烤干燥 (60℃下5分钟) 后, 获得15g/m²的干膜厚度。在2,000mJ/cm²条件下进行UV固化。将Ga灯 (深层固化) 与Hg灯 (表面固化) 结合使用以获得最佳效果。

该配方涂料在所有基材上的附着力都很好。Erichsen仪器测出耐划痕/附着力已到达极限, 但在耐化学性测试后又有所增加, 可能源于额外的热处理。涂层表面完好无损。

在所有受试的三种基材上, 配方涂料都具有出色的钢琴黑效果, 它还通过了耐沸水性 (80℃, 60分钟) 和耐湿性 (80℃, 72小时, 95%相对湿度) 测试。

溶剂型UV单涂层金属漆

金属色, 尤其是银色, 在办公和家用电器、消费类电子产品 (录音、录像、手机、相机) 和插口等塑料零件和外壳上, 皆具有附加的市场价值, 金属漆通常由常规的溶剂型热塑性丙烯酸 (TPA) 或双组分聚氨酯 (2KPU) 金属底漆 (例如, 含有铝粉) 制成。在某些情况下, 为了提高耐用性、抗划伤性和耐化学性, 在金属底漆上面会再涂覆一层透明的UV面漆。

针对此类应用, 我们开发了溶剂型 (SB) UV涂料配方, 以帮助应对以下挑战:

- 对基材的附着力好, 也就是说通过充分选择低聚物和单体, 来限制固化后的涂层收缩。涂层表面应具有足够的交联密度, 以提供耐化学性和机械性能 (例如, 手机涂层)。

- 通过添加长波长固化光引发剂, 如酰基氧化膦 (TPO), 确保底层的完全UV固化, 因为金属颜料会强烈干扰短波长的紫外光。需要添加表面固化光引发剂, 以保证完美的表面固化并减少氧阻聚。

- 金属颜料定向。UV低聚物和单体的金属颜料定向效果因其相对分子量较低而受到限制, 尤其是单体的数量应受到限制。应避免单体聚集, 因为它们会侵蚀金属颜料并改变其色调。

- 金属颜料基配方涂料的稳定性较差, 需要使用较好的罐内稳定剂 (自由基清除剂)。

- 金属涂层可具有一定的耐磨性和耐沸水性。

为了获得好的金属颜料定向, 配方的固体含量不能太高。在表4中, 溶剂型UV配方涂料在喷涂粘度 (25℃, 15mPa.s) 下具有38%的固体含量。金属颜料的含量为固体份的8.6%。

我们将该配方应用于不同的塑料基材: ABS、PC和ABS/PC。湿膜涂覆, 烘烤干燥 (60℃下3分钟) 后, 获得15g/m²的干膜厚度, 在500mJ/cm²热能下进行UV固化。配方涂料显示出良好的金属效果, 并在所有三种测试基材上都具有很好的附着力。它还通过了耐沸水 (80℃, 60分钟) 和耐湿性 (80℃, 96小时, 95%相对湿度) 试验。

如前所述, 耐磨性在单涂层金属漆中是一个挑战。RCA磨损试验仪常被用于测试汽车、家电、手机、塑料、涂料等行业标准。使用的是便宜的一次性研磨实验纸, 由于RCA磨损测试仪测试的是一个点, 因此, 不平坦的表面, 或带有小字或图形的表面, 也可用来测试。用RCA测试的结果为300, 表示非常好的耐磨性。

表 3 溶剂型UV钢琴黑涂料配方。

成分	添加量	作用
色浆(在DiTMPTA中加入30% Lampblack 101 (PB 6))	13.6	
新型四官能聚氨酯丙烯酸酯	56.4	耐磨性
三环癸烷二甲醇丙烯酸酯	20.0	高 Tg
正己烷二醇二丙烯酸酯	5.0	降低粘度, 附着力
羟基烷基酚	2.0	光引发剂
酰基氧膦	1.0	光引发剂
α-氨基烷基酚	1.0	光引发剂
异丙基硫杂蒽酮	1.0	光引发剂
聚醚硅氧烷	0.6	流平
总量	100.6	
乙酸正丁酯	16.0	中速挥发性溶剂
甲乙酮	16.0	快速挥发性溶剂
乙二醇醚	8.0	慢速挥发性溶剂
总量	140.6	

表 4 溶剂型UV单涂层金属漆配方。

成分	添加量	作用
新型改性聚氨酯丙烯酸酯	70.0	金属效果, 附着力
季戊四醇三/四丙烯酸酯	10.0	交联
三羟甲基丙烷三甲基丙烯酸酯	5.0	降低粘度, 交联
铝浆*	10.0	金属色浆 (65%固含); D50 = 9μm
羟基烷基酚	4.0	光引发剂
酰基氧膦	1.0	光引发剂 (深层固化)
总量	100.0	
乙酸正丁酯	100.0	溶剂
总量	200.0	

* 1比1与醋酸丁酯预混: 10份铝浆+10份醋酸丁酯

喷涂用100% UV透明涂料

为了避免或尽量减少VOC的排放，遵守政府新的环境法规，满足涂料市场对可持续性解决方案日益强烈的需求，我们开发了一种低粘度的六官能团聚氨酯丙烯酸酯产品。表5中，给出了可在50℃至60℃温度下进行喷涂的100%UV涂料配方。

我们将涂料涂施在ABS、PC和ABS/PC等不同的塑料基材上，并得到20g/m²的干膜厚度，并用约1000mJ/cm²的热能进行UV固化。仅在涂层与基材完全粘合的情况下，才测试其性能。

实验表明，其附着力在这些不同的基材上都不错，表5中的配方产生了具有良好耐磨性和抗划伤性的中等硬度涂层（Persoz硬度为254秒）。耐沸水性（80℃下1小时）和耐乙醇性好。只有在聚碳酸酯基材上的耐化学性仍然是一个挑战，尤其针对通常用于评估化妆品包装的G1溶液的耐化学性较差。

结论和观点

湛新公司最近开发的能量固化树脂，是为了满足不同领域（如：消费类电子产品、化妆品包装和汽车

表 5 喷涂用100% UV涂料配方；25℃时粘度为100 mPa.s，60℃时粘度为18mPa.s。

成分	添加量	作用
新型低粘度六官能团聚氨酯丙烯酸酯	30.0	低粘度，硬度
正己烷二醇二丙烯酸酯	20.0	降低粘度，附着力
三环癸烷二甲醇丙烯酸酯	20.0	高 Tg
季戊四醇三/四丙烯酸酯	15.0	交联
环三羟甲基丙烷甲缩醛丙烯酸酯	10.0	降低粘度，柔韧性
苯甲酰甲酸甲酯二聚体	2.0	光引发剂
苯甲酰甲酸甲酯	3.0	光引发剂
总量	100.0	

内饰等)对塑料涂料中，不断增长对合适低聚物的需求，以满足不同规格和审美要求。由于这些涂料经常被用于喷涂，所以会使用溶剂来降低粘度。然而，湛新正在进行开发，使其能以更高的固体含量来进行喷涂，从而降低VOC的排放，实现环境的可持续发展。正被开发的低粘度低聚物用于100%UV固化涂料的喷涂。这些100%固含的涂料在更高温度下喷涂，可以使配方更自由地满足市场需求。☞

PCI全新推出专业读者订阅与咨询服务!
最懂你的“PCI读者秘书”客服微信号

上线啦!



您不仅可以通过“PCI读者秘书”更便捷的获得PCI中文版杂志的免费订阅还可以得到及时的一对一的专业咨询服务。

请扫描此二维码，或添加微信号: PCI-134 8221 9796
让PCI读者服务秘书成为您的好友。



木器漆用水性UV

作者 Laurie Morris, 高级化学家; Alberdingk Boley公司; 北罗卡莱纳州, Greensboro

水性(WB)UV化学品在木器漆市场上有显著增长,是由于该技术可带来优异的性能、环保,并能提高生产效率。UV涂料体系为终端用户提供了优异的耐化学性和耐划伤性、优异的防粘性能、具有极低的挥发性有机化合物排、设备占地面积小,所需的存储空间也少。这些体系的性能优于双组分聚氨酯体系,且不存在复杂的交联问题和活化期问题。由于提高了生产速度,降低了能源成本,因而使得整个体系具有成本效益。这些优点也有利于一些工厂的外部应用,包括门窗框、壁板和其他木制品。细分市场通常使用丙烯酸乳液和聚氨酯乳液,因为它们具有优异的光泽度和保色性,并显示出优异的耐用性。在本研究中,聚氨酯丙烯酸树脂的UV功能已根据室内和室外的木器漆工业规范进行了评估。

木器漆常用的溶剂型涂料有三种。硝化纤维素漆通常是硝化纤维素和油或油基醇的低固体混合物。涂料干燥速度快,有很高的光泽度,通常用于家用家具。缺点是会随着时间产生黄变,易碎,耐化学性也较差。硝化纤维素漆的挥发性有机化合物含量很高,通常为500g/L或更高。预催化漆是硝化纤维素、油或

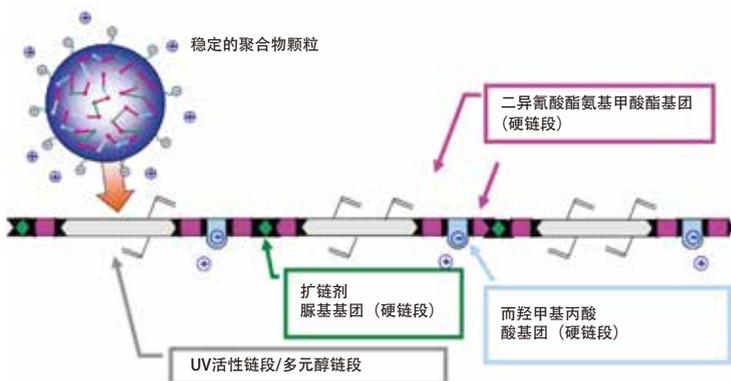
油基醇、增塑剂和脲醛的混合物。他们使用弱酸性催化剂,如磷酸丁酯。保质期约为四个月,常被用于办公室、机构和住宅的家具。预催化漆比硝化纤维素漆具有更好的耐化学性。他们也产生较高的挥发性有机化合物。转化清漆是油基醇类、脲醛和三聚氰胺的混合物。常使用如对甲苯磺酸这样的强酸催化剂,保质期为24到48小时,通常用于橱柜、办公家具和住宅家具。转化清漆是这三种典型的用于木器的溶剂型涂料中性能最好的一种,但也具有较高的挥发性有机化合物和甲醛排放量。

水性自交联丙烯酸乳液和聚氨酯(PUD)树脂是木器用溶剂型产品的最佳替代品。丙烯酸乳液具有很好的耐化学性和防粘连性、出色的硬度值,优异的耐用性和耐候性,并改善对非多孔表面的附着力。它们的干燥时间短,使橱柜、家具或建筑产品制造商使用后能更快处理零件。PUD具有优异的耐磨性、柔韧性和抗划伤性。可与丙烯酸乳液混合使用,以提高漆膜的机械性能。丙烯酸乳液和PUD均能与多异氰酸酯、多氯丙啶或碳二亚胺等交联化学物质发生反应,以改善2K涂料的性能。

水性UV固化涂料已成为木器应用的热门选择。橱柜和家具制造商之所以选择这些涂料,是因为它们具有优异的机械性能、应用性能和极低的溶剂排放。水性UV涂层在固化后,即拥有优异的防粘性能,使得被涂覆的部件可以直接堆放、包装和运输到生产线下,无需浪费时间等待漆膜提高硬度。水性UV涂层的硬度发展很快,几秒钟内就会出现,它的耐化学性和耐沾污性要优于溶剂型转化清漆。

水性UV涂料具有许多固有的优点。虽然100%固含的UV低聚物的粘度通常很高,必须用活性稀释剂进行稀释,但水性UV PUD的粘度很低,且可用传统的水性增稠剂来调节粘度。水性UV PUD最初具有较

图1 水性UV PUDs的化学性质。



一固化树脂

高分子量，由于其固化效果不像100%固含的UV涂料一样显著，因此不会形成分子量。因为它们在固化时几乎没有收缩，所以水性UV PUD对许多基材都有很好的附着力。使用常规的消光剂便可轻易调节这些涂料的光泽度，这些聚合物既具有硬度，也具有很好的柔韧性，使它们成为木器漆的理想选择。

水性UV PUDs的化学性质

水性UV聚氨酯分散体是在聚氨酯分散体主链上（图1）接上UV官能团，通过使一个多元醇和一个UV丙烯酸酯与过量的脂肪族异氰酸酯发生反应，生成预聚物。这些UV PUD可以是聚醚、聚酯和/或聚碳酸酯基，有大量具备不同主链和官能团的UV丙烯酸酯可供选择，UV功能材料的选择和数量会影响涂层的最终交联密度，也有许多涂装方法可供选择，它们也会影响聚合物的最终性能。

由于各种原因，我们可对水性UV PUD进行优化。可添加丙烯酸树脂以提高外部耐用性和降低成本，可添加表面活性剂以提高储存稳定性，可添加乳化的UV丙烯酸酯来调节干燥性能。由于不同类型的水性UV树脂具备不同的性能参数，因此我们可以结合各种技术来优化所需的性能。

实验 - 水性UV室内木器应用

我们研究比较了三种水性UV涂料与市售溶剂型转化漆、水性转化漆和水性预催化漆的性能。该项目计划开发高性能水性UV树脂，并研究其在木器应用中的性能。根据厨柜制造商协会（KCMA）、美国木工标准（AWS）和个别家具制造商的规范，对这些涂层进行测试。

配方

本研究中使用的配方见表1。

样板制备

UV涂层

在18X18彩色桦木胶合板上喷涂大约3密耳的湿膜厚度，自干10分钟，在50℃下强制干燥10分钟，以500 mJ/cm²用水银灯固化，再用3M超细海绵砂进行打磨。然后涂施第二层漆膜，湿膜厚度约为3密耳，自干10分钟，然后在50℃的温度下强制干燥10分钟。以500 mJ/cm²用水银灯固化。试验前应等待7天，试验方法中另有说明的除外。对于边缘浸泡实验，需在4“X4”实

表1 ❖ 本研究中用于三种水性UV涂料的配方。

	A	B	C
水性UV1	73.12	0	0
水性UV2	0	83.9	0
水性UV3	0	0	79.27
表面活性剂	0.5	0.57	0.57
消泡剂	0.5	0.57	0.57
水	23.42	13.26	17.91
光引发剂	0.82	0.94	0.94
增稠剂1	0.66	0.75	0.75
增稠剂2	0.98	0	0
固体重量比 (%)	36.62	35.31	35.03
固体积比 (%)	32	32	32

表2 ❖ 水性UV室内木器应用研究中所用涂料的VOC含量。

	VOC (g/L)
水性UV1	< 10
水性UV2	< 50
水性UV3	< 25
水性预催化漆	< 185
水性转化清漆	< 200
溶剂型转化清漆	< 500

图2 耐化学沾污性结果。

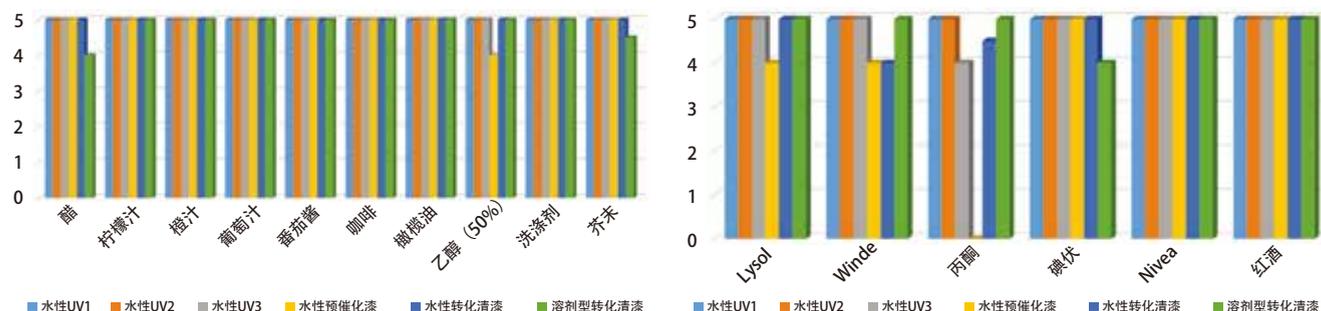


图3 附着力和划痕硬度测试结果。

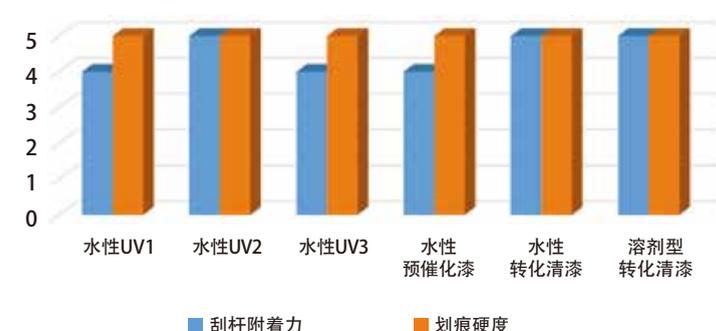


图4 耐塑化剂、耐印痕和热印痕测试结果。

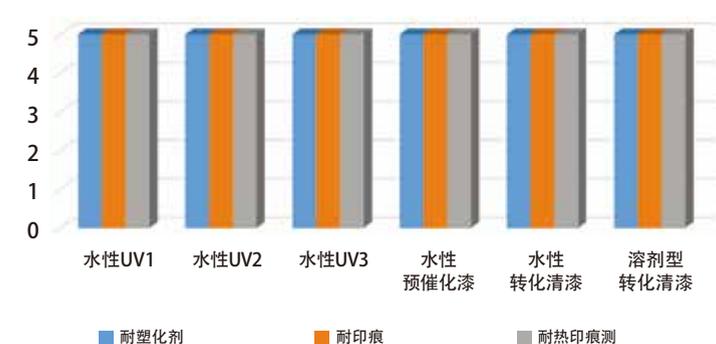
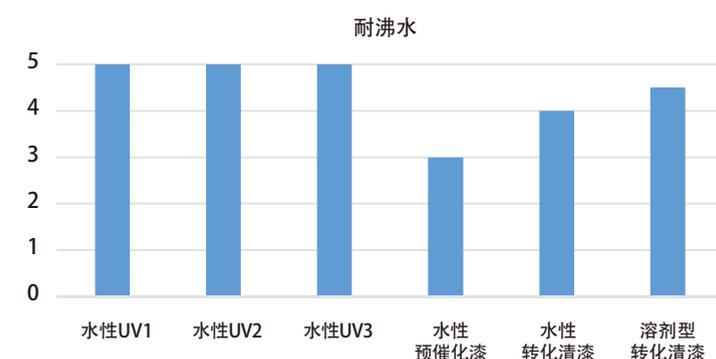


图5 耐沸水测试结果。



木橡木板的的所有侧面进行涂料施涂并固化。

其他涂层

在18X18彩色桦木胶合板上喷涂大约3密耳的湿膜厚度，自干10分钟；在50℃下强制干燥30分钟。然后涂施第二层漆膜，湿膜厚度约为3密耳。自干10分钟，然后在50℃的温度下强制干燥30分钟。试验前应等待7天，试验方法中另有说明的除外。对于边缘浸泡实验，需在4“X4”实木橡木板的的所有侧面进行涂料施涂。

本研究所用涂料的VOC含量见表2。

耐化学/耐沾污

在样板上涂上适当的化学品/污渍，以形成直径为0.25至0.5英寸的斑点，用表面玻璃盖住，16-20小时后，除去化学品/污渍并用水清洗样板表面。按0到5对每种化学品/污渍进行评级，0表示漆膜完全破坏，5表示漆膜未受影响（图2）。

刮杆附着力

从每个样板上切下一块4X4英寸的试样。使用BYK平衡刮杆附着力和划痕硬度试验仪，环形划针，配重为5000克。按0到5进行分级，0表示漆膜完全去除，5表示对漆膜不产生影响。

划痕硬度

从每个样板上切下一块4X4英寸的试样。使用BYK平衡刮杆附着力和划痕硬度试验仪进行笔芯压痕测试，5785号笔芯，配重为300克。1小时后对试样进行评估，并按通过/未通过进行等级划分。从24英寸的距离可以看到的任何压痕都被认为是未通过。图3显示了刮杆附着力和笔芯压痕试验的结果。

耐塑化剂

在样板上涂一块2英寸的红色乙烯基方块，每平方米英寸施加1/2磅的力，再把样本放在50℃的烤箱里

72小时，室温下冷却1小时后取下乙烯基方块。评估其是否产生软化和起泡现象。

耐印痕

样板固化后，等待1小时，然后在饰面上涂抹一块2英寸的10号棉鸭绒布，将2磅/平方英寸的力直接施加到鸭绒布上。等待24小时，然后取下棉布。进行印痕评估。

耐热印痕

样板固化后，等待14天后，然后在饰面上涂抹一块2英寸的10号棉鸭绒布，将1磅/平方英寸的力直接施加到鸭绒布上，再将样品置于60℃的烤箱中烘烤24小时。取下鸭绒布，让样板冷却一小时。进行印痕评估。图4显示了增塑剂、绿印和热印电阻测试的结果。

耐沸水

在样板上施加10毫升的沸水，然后在10毫升沸水上放一个装满开水的陶瓷咖啡杯，1小时后取出杯子，并用纸巾擦拭干净。等待24小时，对其白度进行评估（图5）。

耐热冷循环

从每个样板上切下一个4“X4”的试样。进行循环操作如下：将试样放置在50℃和70%湿度的湿度柜中1小时，取出放置30分钟，使其达到初始室温和湿度。然后，在-10℃的冰柜中放置1小时，拿出并使其达到初始室温和湿度。循环进行五次。

边缘浸泡

将人造海绵放入塑料容器中。将容器调平，并注入洗涤剂溶液（按水的重量加入1%Dawn®洗碗皂）至海绵顶部以下半英寸处。将样板放在海绵上，切面朝下，静置24小时。耐热冷循环和边缘浸泡试验的结果如图6所示。

结论

所有的水性UV涂料都具有优异的耐化学性。水性转化清漆和溶剂型转化清漆具有很好的耐化学性。水性预催化漆的耐化学性完全可以满足KCMA标准。

水性UV2、WB转化清漆和SB转化清漆具有最好的刮杆附着力。

所有涂层均具有优异的划痕硬度、耐塑化剂、耐印痕和热印痕、耐热冷循环和耐边缘浸透性。

所有的水性UV涂料都具有优异的耐沸水性能。

实验 – 水性UV室外木器应用，第1阶段

该项目的第一阶段是确定最佳的UV技术，并与其

图6 耐热冷循环和边缘浸泡测试结果。

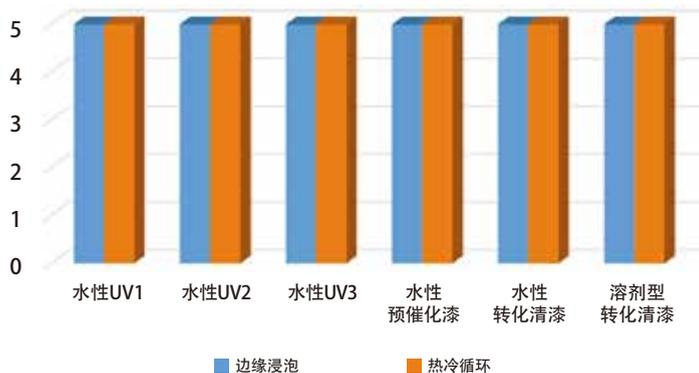


表3 第1阶段研究，用于水性UV外部木器的UV树脂。

UV类型	混合类型	
UV 1	UV PUD 杂化 1	低MVTR自交联树脂
UV 2	UV PUD 杂化 2	低MVTR自交联树脂
UV 3	乳化UV丙烯酸酯	低MVTR自交联树脂
UV 4	UV PUD 杂化 1	高MVTR自交联树脂
UV 5	UV PUD 杂化 2	高MVTR自交联树脂
UV 6	乳化UV丙烯酸酯	高MVTR自交联树脂
UV 7	UV PUD	不适用

*MVTR = 水蒸汽传输速率

表4 第1阶段研究，水性UV外部木器漆应用所使用的配方。

	A	B	C	D	E	F	G
UV 1	133.57	133.57	0	0	0	0	0
UV 2	0	0	129.37	129.37	0	0	0
UV 3	0	0	0	0	117.18	117.18	0
UV 4	0	0	0	0	0	0	151.07
UV吸收剂	0.84	0.84	84	0.84	0.84	0.84	0.84
HALS	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
PI-α-羟基酮	1	1	1	1	1	1	1
PI-酰基磷氧	0	1	0	1	0	1	0
水	34.5	34.5	38.4	38.4	55.89	50.89	17
	H	I	J	K	L	M	N
UV 4	151.07	0	0	0	0	0	0
UV 5	0	146.87	146.87	0	0	0	0
UV 6	0	0	0	134.68	134.68	0	0
UV 7	0	0	0	0	0	167.86	167.86
UV吸收剂	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
HALS	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
PI-α-羟基酮	1	1	1	1	1	1	1
PI-酰基磷氧	1	0	1	0	1	0	1
水	17	21.2	21.2	33.39	33.39	0.21	0.21

它具有优异外部性能的树脂技术相结合，以用于木器，并研究了树脂共混物的硬度发展、防粘连性、耐

水性、固化反应和抗QUV性能。用UV吸收剂和受阻胺光稳定剂 (HALS) 制备了涂料。所有涂层均采用两种不同的光引发剂组合进行测试, 在800mJ/cm²下进行固化。用水银灯对仅含α-羟基酮光引发剂的涂层进行固化。用水银灯和镉灯对α-羟基酮和酰基氧磷光引发剂的涂层进行了固化。表3和表4显示了所使用的UV树脂的类型, 以及用于本研究的涂料配方。

图7 柯尼格硬度测量。

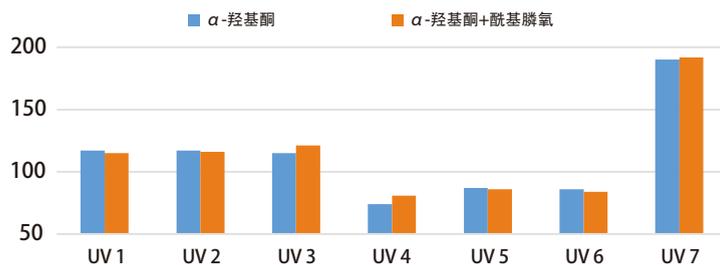


图8 固化反应-固化率。

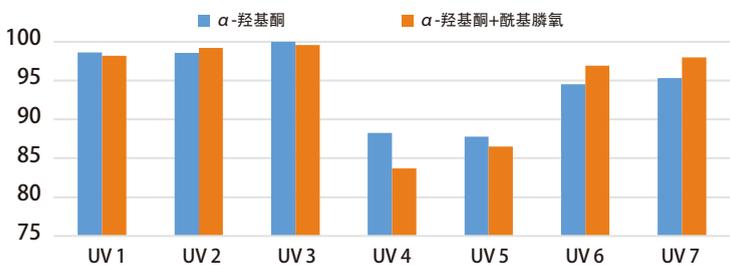


图9 QUV颜色保持度。

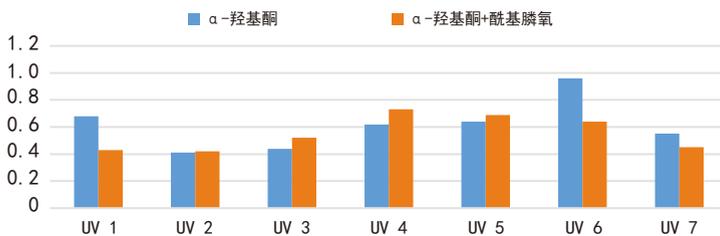
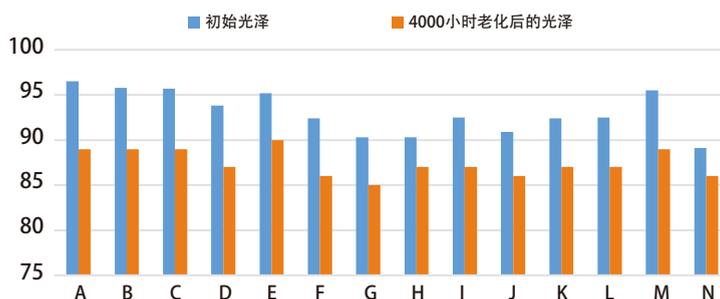


图10 QUV光泽保持度。



硬度发展

我们在一块玻璃板上涂覆150微米的涂层, 让它自干10分钟, 然后在50℃的温度下干燥10分钟。在固化前、固化1小时和3天后测量柯尼格摆杆硬度 (图7)。

固化反应

通过比较固化前后C=C键 (810cm⁻¹) 和C=O键 (1730cm⁻¹) 的傅立叶变换红外光谱仪 (FTIR) 吸收峰值, 测量固化反应。C=C键在紫外线照射下进行了反应; C=O键不产生反应。

在3B-H Leneta卡纸上进行3密耳的涂层涂覆, 使其自干10分钟, 然后在50℃下强制干燥10分钟。使用FTIR, 我们测量并记录了810cm⁻¹和1730cm⁻¹波数下的IR吸光度。涂层进行固化, 然后重新测量并记录810cm⁻¹和1730cm⁻¹波数下的IR吸光度, 并计算固化百分比 (图8) :

$$\text{UV固化基团的相对浓度 (\%)} =$$

$$\frac{[A]_{810}^{UV} / [A]_{1730}^{UV}}{[A]_{810}^* / [A]_{1730}^*} \times 100$$

公式中, $[A]_{810}^*$ 是UV辐射前在810 cm⁻¹处的红外吸收值,
 $[A]_{1730}^*$ 是UV辐射前在1730 cm⁻¹处的红外吸收值,
 $[A]_{810}^{UV}$ 是UV辐射后在810 cm⁻¹处的红外吸收值,
 $[A]_{1730}^{UV}$ 是UV辐射后在1730 cm⁻¹处的红外吸收值。

耐QUV

在白色瓷砖上涂覆4密耳的湿膜厚度, 自干10分钟, 然后在50℃下强制干燥10分钟, 固化, 七天后进行抗老化测试。用BYK Gardner积分球色差仪记录了每块瓷砖的CIELab的颜色数据, 用BYK Gardner微-TRI光泽仪测定每块瓷砖的60° 光泽。瓷砖被放置在装有340UVA灯泡的QUV柜中, 设定为4小时的紫外线照射, 然后冷凝4小时。循环运行4000小时后, 我们得到了颜色的变化值 (delta E) 和光泽损

表5 第2阶段研究, 水性UV外部木器漆应用所使用的配方。

	O	P	Q
UV 1	312.5	0	0
UV 2	0	302.7	0
UV 7	0	0	392.5
UV吸收剂	2	2	2
HALS	2	2	2
表面活性剂	1.4	1.4	1.4
蜡	12.1	12.1	12.1
消泡剂	1.4	1.4	1.4
光引发剂	2.3	2.3	2.3
水	80.7	68.7	0.5
增稠剂	0.8	0.7	1

失，如图9和10所示。

讨论

所有样板在暴露4000小时后，均显示出良好的耐老化结果，光泽度和颜色变化较小。酰基氧磷光引发剂的加入对涂层性能未产生影响。在第2阶段的测试中，只使用了 α -羟基酮光引发剂。由于制作困难，研究中排除了UV3、UV4、UV5和UV6由于固化反应和硬度较低也被排除在了研究之外。UV1、UV2和UV7进入第2阶段的测试。

水性UV室外木器应用，第2阶段

在第2阶段，根据美国建筑制造商协会AAMA 653-14《木材和纤维复合基材上有机涂层的自愿性能要求和试验规定》中概述的标准对涂层进行了评估。该规定涵盖了工厂应用于外部环境的涂料标准。²在杨木基材上重复进行了耐QUV实验，采用消泡剂、表面张力改性剂、乳化蜡和增稠剂等对涂料进行了制备，涂料的固体重量由水控制。配方见表5。

样板制备

除非在AAMA 653-14标准中另有规定，否则所有样板的制备方法如下：

1. 在一块4 X 6英寸未染色的南黄松板上喷涂约4密耳的湿膜涂层。
2. 自干10分钟。
3. 在50℃的温度下强制干燥10分钟。
4. 以800 mJ/cm²用水银灯进行固化。
5. 用3M超细砂纸打磨。
6. 重复步骤1-4。

结果

所有性能的评级按0-5划分，0表示漆膜完全破坏，5表示对漆膜无影响（图11）。我们进行了15次湿度试验箱/冷冻室循环试验，所有涂层均通过实验，无开裂或其他损伤。图12和13显示了涂层的颜色和光泽保持度。

讨论

所有涂层均通过了AAMA 653-14测试，光泽保持度也都很好。

参考涂层在QUV颜色保持方面的表现不佳。这些产品通常用于染色或着色底漆的面漆，色漆/底漆为木材提供了UV防护。这项研究检测了一种颜色非常浅的木材表面的透明自封闭面漆，被测样品均具有良好的QUV保色性。

图 11 第2阶段中所测试涂层的不同性能。

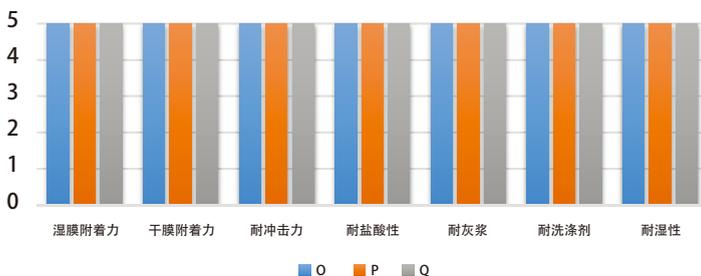


图 12 第2阶段中涂层的颜色保持度。

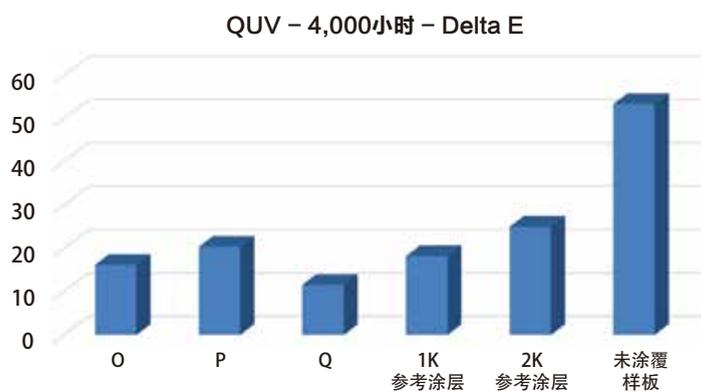
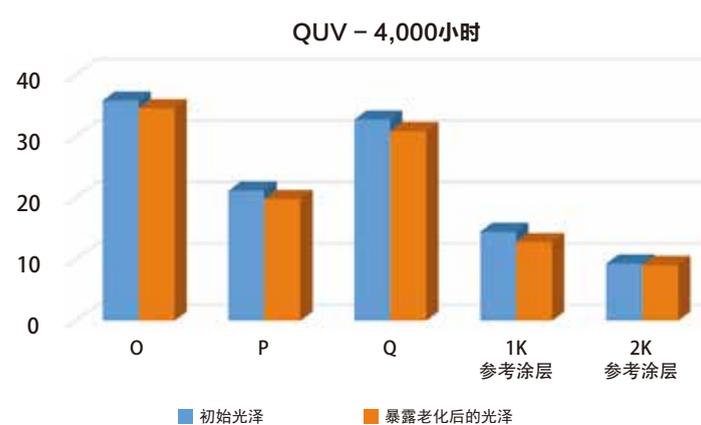


图 13 第2阶段中涂层的光泽保持度。



结论

由水性UV树脂制成的涂料是木器应用的理想选择，它们具有很好的耐化学性和机械性能，极低的VOC，低毒性，因而是溶剂型涂料产品可行的替代选择。²

参考资料：

¹ Y.-J. Park et al. Journal of Adhesion Science and Technology 22 (2008) 1401-1423

² www.aamanet.org

新型水性木器漆用

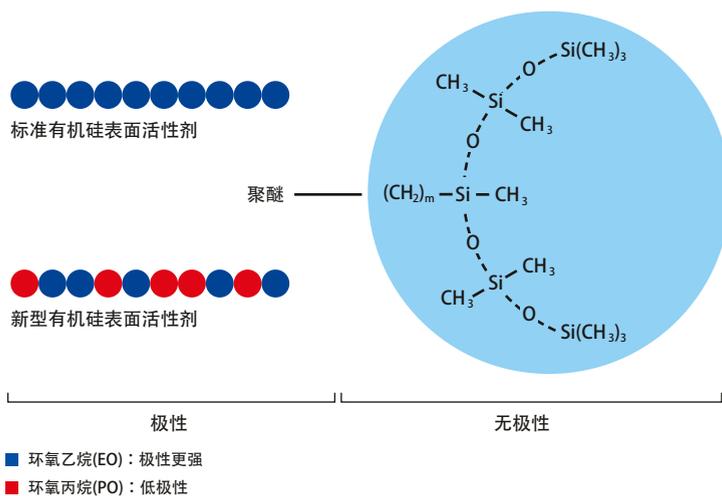
快速应用、卓越性能

作者 **Michael Toth**, NAFTA木器&家具涂料终端应用经理, BYK美国公司; **Marcus Wessel**, 木器&家具涂料终端应用专家, BYK; **Marcel Krohnen**, 全球木器&家具涂料终端应用负责人, BYK

水性涂料体系不仅在减少挥发性有机化合物的DIY涂料应用中发挥着关键作用,而且作为传统溶剂型涂料体系的替代品,在工业涂料生产中也变得越来越重要。就工业木器漆的应用而言,目前,估计在北美生产的涂料中约有40%是由水性涂料体系构成,且这一比例还在显著上涨中。除了物理干燥的单组分体系外,双水组分聚氨酯体系和辐射固化体系的使用也在增加。水性木器漆体系的配方似

乎非常具有挑战性,因为木材作为一种天然的、多孔的和可吸收的基材,赋予了配方设计师相当高的要求,尤其是在基材润湿和流平等方面。水性木器漆体系应用的不同,如在建筑产品、家具和硬木地板行业等,导致了应用方法(如喷涂、辊涂、真空或帘幕涂装)也非常不同。此外,这些高剪切应用体系可能会挑战水性涂料体系中的泡沫稳定性。由于水的高极性和表面张力,必须使用特殊的表面添加剂,即所谓的有机硅表面活性剂,以确保木材表面被水性涂料充分润湿。传统的有机硅表面活性剂的特点是,在一定程度上可以大幅度降低静态表面张力,从而产生高效的基材润湿性。然而,它们在改善流平性方面有限,有时在涂料的生产和应用过程中有稳泡现象。本文介绍了一种新型的有机硅表面活性剂,它能提供足够好的基材润湿性,又显著地改善了流平性能,且只产生很小的稳泡趋势。

图1 结构特征:有机硅表面活性剂的比较。



结构特征:有机硅表面活性剂的比较

目前用于水性涂料的有机硅表面活性剂是“有机改性聚硅氧烷”,由短的疏水性硅氧烷主链和亲水性基团改性而成。在大多数情况下,改性涉及到聚醚链(图1),会改善相容性。相容性的程度可由这些侧链的数目(即二甲基硅氧烷单元与聚醚改性的比率)控

表1 有机硅表面活性剂的性能范围。

	静态表面张力降低	动态表面张力降低	流平性改善影响	稳泡性	产品极性
标准有机硅表面活性剂A					
有机硅表面活性剂A1	非常高	适中	低	适中	非常高
有机硅表面活性剂A2	高	适中	低	适中	高
新型有机硅表面活性剂B					
有机硅表面活性剂B1	适中	高	高	低	低
有机硅表面活性剂B2	适中	非常高	高	非常低	低

有机硅表面活性剂

制。同时，这也影响表面张力：一般来说，二甲基硅氧烷(SiO(CH₃)₂)单元越多，表面张力越低。

此外，聚醚链本身的结构也可以改变；这里的关键因素是极性。聚醚由环氧乙烷单元(EO)和/或环氧丙烷单元(PO)组成。环氧乙烷是非常亲水的(极性)，而环氧丙烷相比之下，是相当疏水的(非极性)。

标准有机硅表面活性剂分子链上悬挂聚醚基团，仅含有用于获得良好水溶性的环氧乙烷单元。相比之下，新的有机硅表面活性剂进行了改性，使其具有更多的两亲性聚醚链。除了EO单元外，还使用了PO单元。它们在聚醚链中的可调比例和排列方式使性能范围得到了提高，整个有机硅添加剂的极性可以通过调节EO/PO的比例来控制。环氧乙烷的比例越大，极性越强，添加剂在极性涂料体系中的水溶性和相容性也就越强。但与此同时，稳泡性的趋势也在增加。另一方面，较大比例的环氧丙烷则降低了水溶性和稳泡趋势。与标准的有机硅表面活性剂不同，这些新型有机硅表面活性剂的特征在于，它们不仅在涂层/基材界面(=基材润湿性提高)而且在涂层/空气界面(=对涂层流平性的积极影响)上都具有定向性。由于对它们的控制，降低了体系的兼容性，但它们在涂料生产和应用中稳定泡沫的趋势也显著降低了。

有机硅表面活性剂的应用技术比较

作为应用技术研究的一部分，我们将表1中列出的有机硅表面活性剂A1、A2、B1和B2进行了比较。为此，我们将这四种表面助剂以不同的添加量，添加到各种具有代表性的水性木器涂料体系中，测试它们对静态表面张力、涂料流平性的改善，以及对涂料中稳泡趋势的影响。

对静态和动态表面张力的影响

在应用技术研究的第一步中，我们对这四种不同的

有机硅表面活性剂在不同的水性木器漆体系中的静态表面张力进行了测试。将要比较的产品以三种不同的剂量(基于总配方的0.1%、0.3%和0.5%)添加到不同的涂料体系中，并用Du Noüy环法确定它们对静态表

图2 不同有机硅表面活性剂对聚氨酯丙烯酸酯基水性辐射固化木器漆静态表面张力的影响。

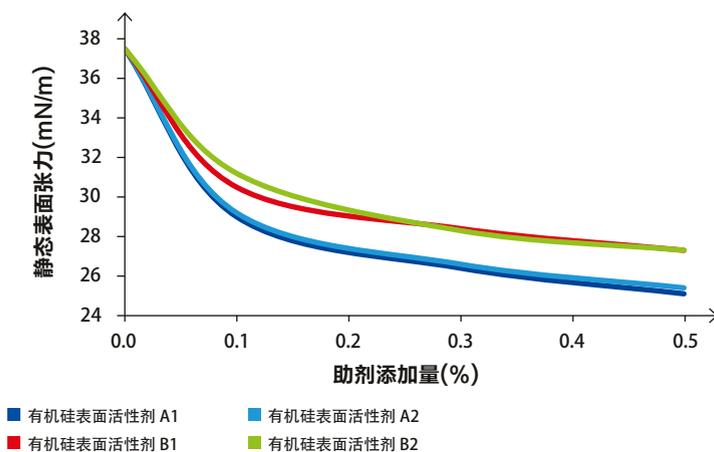
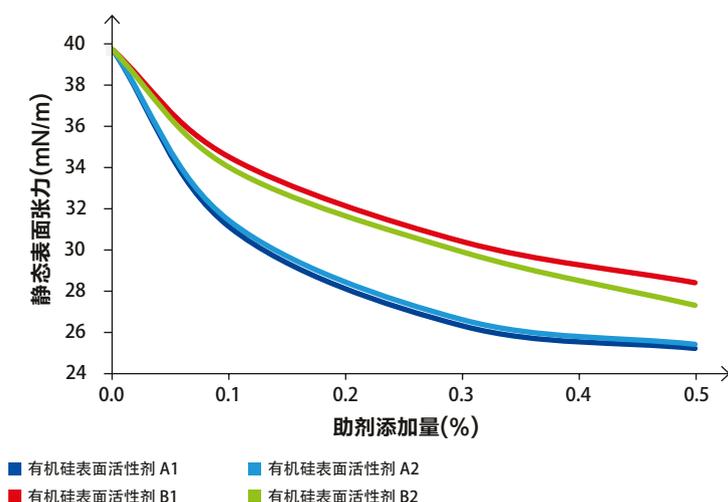


图3 不同有机硅表面活性剂对聚氨酯基水性辐射固化木器漆静态表面张力的影响。



面张力的影响。

图2、图3和图4说明，无论测试的水性木器漆体系如何，标准有机硅表面活性剂A1和A2导致的静态表面张力的降低，部分要比两种新的有机硅表面活性剂B1和B2强得多。乍一看，标准有机硅表面活性剂似乎有明显的技术优势。然而，如果我们考虑到传统木器基材如山毛榉（59mN/m）、橡树（49mN/m）、松树（46mN/m）、花旗松（39mN/m）甚至柚木（30mN/m）的表面能通常大于30mN/m，那么这两种被测试的新型有机硅表面活性剂则提供了正确的静态表面张力降低程度，使得基材可以被充分润湿，同

图4 不同有机硅表面活性剂对聚氨酯丙烯酸酯基水性辐射固化木器漆静态表面张力的影响。

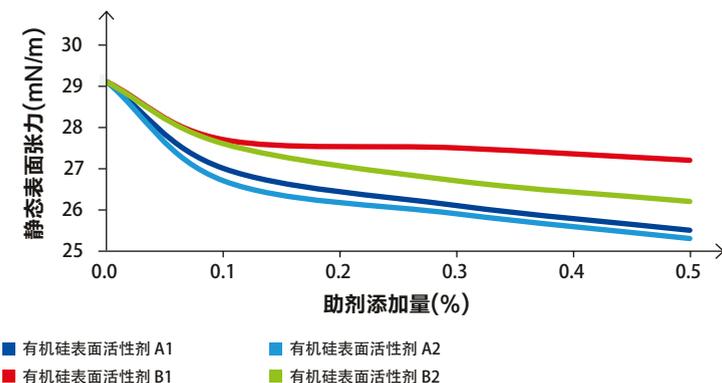
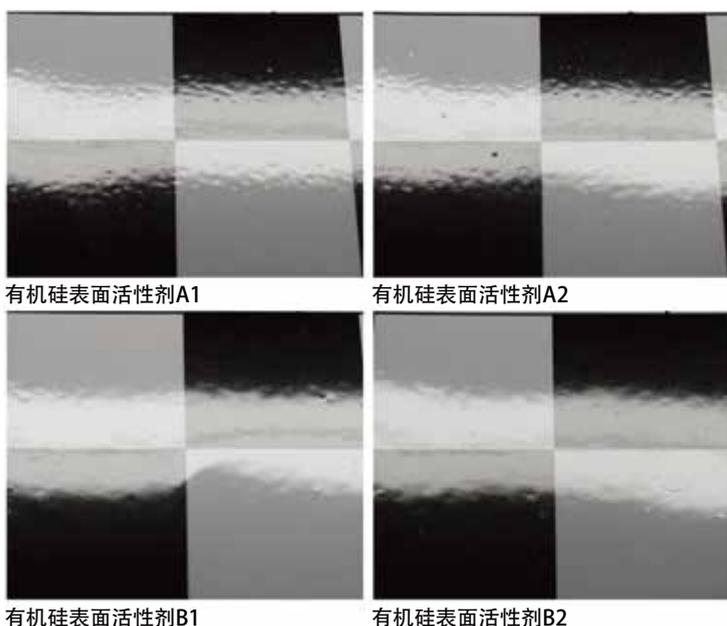


图5 不同有机硅表面活性剂对纯丙烯酸酯基水性物理干燥木器漆流平性能的影响。



时避免不希望出现的副作用，如流平或稳泡问题。两种被测试的新型有机硅表面活性剂除了能精确地降低静态表面张力外，还能非常有效地降低动态表面张力，这一点比传统有机硅表面活性剂要明显得多。因此，有机硅表面活性剂B1和B2有助于显著提高漆膜表面的平整度和产生最小的泡沫稳定趋势，在例如辊涂或喷涂等要求高速涂施的过程中尤其明显。

流平性改善比较

与不希望出现的流平问题形成鲜明对比的是，新型硅表面活性剂实际上有助于改善涂层表面的流平性。图5记录了不同有机硅表面活性剂，对基于水性纯丙烯酸树脂的物理干燥木器漆流平性的影响。将有机硅表面活性剂A1、A2、B1和B2（在每种情况下）以0.3%的剂量（基于总配方）添加到实验的涂料体系中。然后用细孔Moltoprene辊筒将它们涂施在用于比较的样板上。物理干燥后，根据平整度目测评估。当使用有机硅表面活性剂A1和A2以及有机硅表面活性剂B1和B2时，涂层表面的反射光源显示，其对涂层的流平性有很大的影响。

涂料施工过程中的稳泡趋势

根据不同的有机硅表面活性剂稳泡趋势，我们看到一些水性木器漆体系产生了相当大的差异性，图6非常清楚地说明了这一点。我们将有机硅表面活性剂A1、A2、B1和B2（在每种情况下）以0.3%的添加量，加入基于聚氨酯树脂的水性辐射固化木器漆中，然后用细孔Moltoprene辊筒将它们涂施在用于比较的样板上，在物理干燥和辐射固化干燥后，根据其稳泡趋势目测评估。四组样品的图片对比表明，新型有机硅表面活性剂B1和B2的稳泡倾向明显低于标准有机硅表面活性剂A1和A2。

结论

新型有机硅表面活性剂B1和B2是一种特制的水性工业木器漆添加剂，通过在水性木器漆中，调节表面活性和降低相容性之间，取得精细平衡，来得到一个最佳的性能范围，包括充分降低静态表面张力、显著降低动态表面张力，并在涂料生产和应用过程中，仅产生最小的稳泡趋势。新型有机硅表面活性剂是物理干燥单组分体系、双组分聚氨酯体系和辐射固化体系的理想选择。在众多的应用技术试验中可知，它与标准的有机硅表面活性剂相比，拥有更高的效率。

结果

• 与标准的有机硅表面活性剂相比，用于水性工业木器漆体系的新型有机硅表面活性剂展示了各种技术优势。

• 它们明显降低了静态表面张力，使水性涂料体系可在广泛的木器基材上有效地润湿基材。

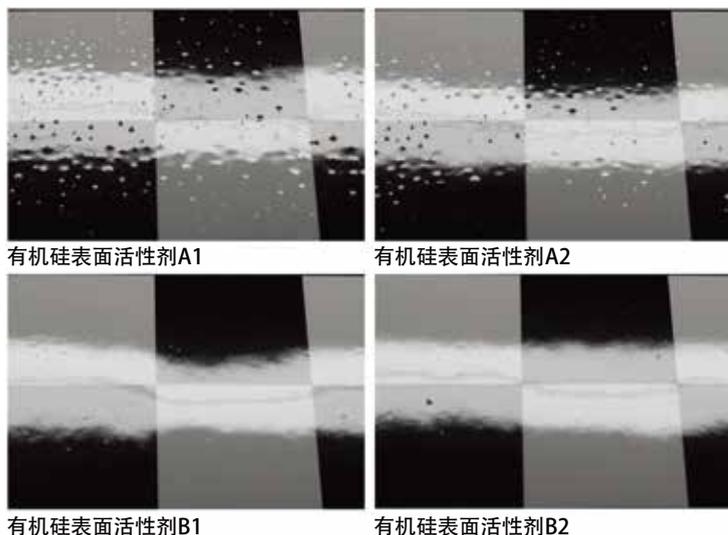
• 此外，新型有机硅表面活性剂有助于显著改善流平性能，且在涂料生产和应用中产生不稳泡性。

• 由于其定制的体系兼容性，新型有机硅表面活性剂适用于水性单组分体系、水性双组分聚氨酯体系和辐射固化涂料体系。✂

致谢

作者要感谢Margret Gilsbach和Carsten Erkens进行了应用测试，并证实技术结果，也要感谢Guillaume Jaunky博士对本文进行了有价值的讨论和修改。

图6 ✂ 不同有机硅表面活性剂对聚氨酯水性辐射固化木器漆稳泡趋势的影响。



拿个样APP

海量样品轻松拿

总有一个领域
你比别人更专业



商家免费入驻：江倩 13917759078（微信同）
样品服务助手：王思懿 13482219796（微信同）





天诗蜡粉

精
—
准
—
用
—
蜡



20年

全方位的
涂料用蜡
解决方案



技术咨询

025-58393899

改
—
变
—
世
—
界

专业索样app 海量样品等你拿

天诗蜡粉助你

样品轻松拿

品牌上新中 更有注册好礼



扫描有惊喜 注册有礼品



阻止海洋生物污染的绿色解决方案

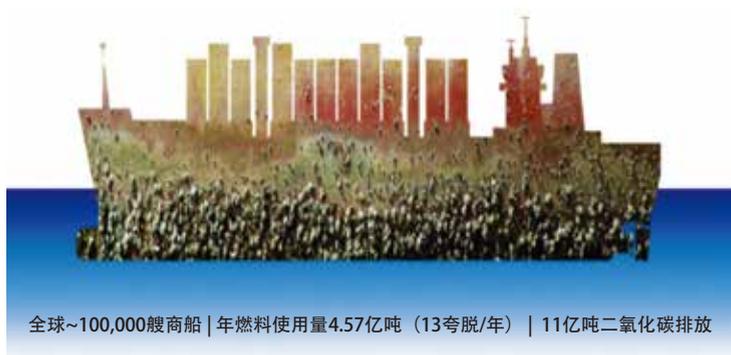
作者 **Philseok Kim**博士，首席科学家；**Teluka Galhenage**博士，涂料研发经理，Adaptive Surface Technologies 公司，马萨诸塞州，剑桥

藤壶、贻贝、藻类等各种生物在船体等水下结构上的生长和积累过程，被称为海洋生物污垢，是一个长期存在的问题，与人类在海洋环境中，活动和性质的有效性和安全性密切相关。这个问题无处不在，在大型货船、商业渔船、海军舰艇、休闲游艇和小船、水产养殖设备、海洋传感器、无人潜航器、海洋水动力结构物等方面都很容易发现。海洋污染对这些设施的不利影响包括：水动力阻力显著增加和额外燃料消耗、排放增加、腐蚀和结构的破坏、非本地物种的扩散，以及干扰海洋生态系统，和产生造成重大经济损失的疾病等等。据估计，船体上严重的钙质污垢，如藤壶附着物，减低了高达85%的燃油效率。^{1、2} 即使是很轻（或重）的烂泥覆盖，也会导致总水动力阻力增加约9%（或17%），这可能导致高达18%的轴功率损失。¹ 目前，全球约2%（约13夸脱）的能源用于商业海运业，包括近10万艘商业货船，造成了11亿吨的碳排放。³ 换个角度来看，如果我们能成功解决船体上的海洋生物污染问题，全球每年仅燃料成本，就可节省600亿美元（图1）。⁴

解决船体污染问题的传统解决方案通常涉及使用有毒物质（生物杀菌剂）来杀死生物。20世纪70年代末，含有三丁基锡（TBT）的自抛光涂料的兴起，似乎永久解决了这个长期存在的问题。他们在充裕的时

间内，有效保持船体清洁。然而，这些高毒性的锡化合物对非目标生物和周围生态系统，造成了广泛的环境危害，使其逐渐被淘汰。最终，国际海事组织（IMO）在2008年颁布了一项全球禁令，禁止使用含TBT的涂料，迫使涂料制造商重新使用铜基化合物，如氧化亚铜（ Cu_2O ）或吡啶硫酮铜。尽管自抛光共聚物（SPC）树脂技术在控制铜基杀菌剂释放速率方面取得了进展，但由于铜的毒性降低，这些涂料的效果比不上含TBT的涂料。此外，最近的研究表明，在美国，一种日益普遍的物种，如纹藤壶（barnacle），对铜的抗菌性越来越强。⁵ 随着人们越来越意识到有毒化

图1 海洋生物污染对商业货船的年度能源和环境影响。



学品和海洋涂料中微塑料的浸出对环境的影响，以及由于有记录表明，铜基杀菌剂对海洋环境的负面影响，美国联邦和州立机构开始施加越来越多的监管压力，要求减少此类有毒涂料在市场上的使用。2017年，华盛顿州通过了一项在休闲船只上使用铜基涂料的限制令，因为他们担心会对三文鱼的养殖造成影响，使得开发一种替代性的、非生物杀灭性的解决方案变得更加重要。

使用污垢释放（FR）效应是实现非生物杀灭性涂料的最广泛方法。⁶ 一个只允许微生物弱粘附或沉降的工程表面，可以通过船舶运动产生的弱剪切力，轻易去除污垢生物。Robert E. Baier建立了污垢生物粘附性与临界表面张力之间的经验关系，即众所周知的Baier曲线，如图2所示。^{7, 8} 在22–24mN/m的临界表面张力处有一个倾角，在那里可以自然观察到最低量的海洋生物污垢。该值接近水表面能的分散组分，与有机硅或聚硅氧烷的表面能可以很好地匹配。换言之，当污垢有机体从有机硅表面去除，并且水重新润湿表面时，在有机硅和水之间形成界面的热力学能量损失可以最小化。

基于这一指标，几家船舶涂料公司开发了有机硅基防垢涂料（FR）。虽然这些涂料有效减少了藤壶和贻贝等问题物种的粘附力，但其表面的疏水性吸引了硅藻等其他有机体（如硅藻舟型藻）的附着，导致船体上的污垢继续增长，这仍然会造成相当大的水动力阻力，如果不清洗，还会引起其他大型污垢生物的积聚。

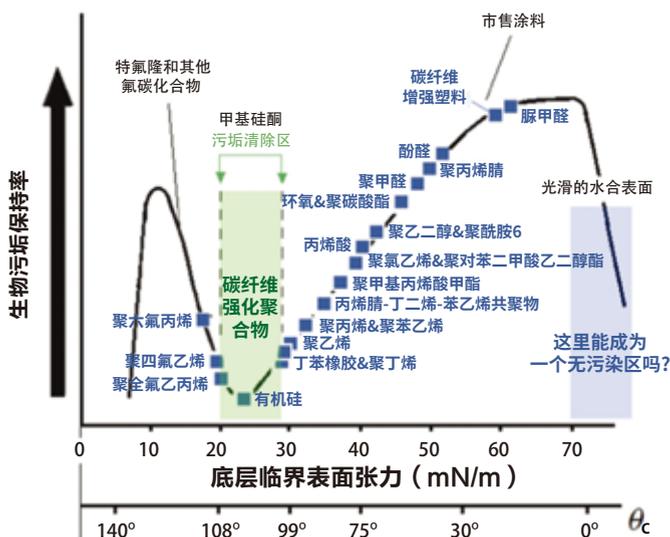
为了克服这一问题，人们引入了一些新的方法，其中包括已知具有极低蛋白质吸附的化学部分。^{6, 9, 10} 众

所周知的是，亲水性、电荷中性和氢键可接受化学官能团（如聚乙二醇（PEG）或两性离子部分），可有效减少蛋白质或小分子的吸附。人们提出了包括空间效应在内的各种解释，紧密结合的水合层的形成，导致蛋白质取代结合水分子粘附在表面的额外能量损失，PEG链随着水分子的分离而产生更有限的构型熵损失，以及其他解释等等。⁹ 所有这些解释都涉及到必须被置换的表面结合的水分子。Baier曲线也表明了水或水化表面的特殊特征，是在接近水的临界表面张力下的另一个倾角。当这些化学成分被引入到有机硅FR体系中时，涂层表面会变得不均匀，带有微相分离区域，这被认为是通过产生一个“模棱两可的”的表面阻止了海洋生物的积聚。

尽管在过去的二十年里进行了长期的发展努力，FR涂料的广泛应用仍然需要克服一些其他的挑战：1) 清除污染机制要求船舶移动，但船舶并非总是处于移动状态（高度视使用情况而定），因此，船舶在静态条件下也必须具有抗生物污染性能；2) 并非所有生物体都能通过低速移动来清除，特别在10节以内的速度时，积聚物难以去除；3) 有机硅涂料的应用给船坞和干船坞的操作和维护带来了新的挑战，因为有机硅污染会导致其他类型的涂料失效（例如产生鱼眼和水线以上涂料起泡等），因此需要进行隔离处理，增加了额外的成本和时间。其他不太重要的挑战还包括：硅基材料的机械耐久性不如其他常规涂料，如环氧树脂基、相对昂贵的原材料、为了确保硅基面漆附着力的粘结要求，与传统涂料相比，其面漆的修补和重涂工艺要更加复杂。

为了解决防污涂料最具挑战性的问题（即在静态条件下的污染清除性能），结合FR技术和杀菌剂（如吡啶硫酮铜和Selektepe™）的混合涂料产品已经出现，逐渐获得市场青睐。但由于杀菌剂的析出，这种解决方案仍然不能实现完全环保和可持续性发展。¹¹ 其他与涂料无关的新兴方法包括：1) 通过光产生的过氧化物来防止污染，但这仅在阳光充足的表面（如水线）有效，且会随着深度的增加而使得功效下降；2) 如Sharklet™ 品牌的微图形表面，以及如Finsulate™ 的超细纤维表面，但仅使用这类技术的性能仍大大落后于传统的杀菌剂方法；3) 通过紫外线LED照明防止污染，但在船体上安装和使用物流方面有些疑虑，以及长期使用会使生物的耐受度提高，和产生突变等长期影响，也会对邻近船只造成不良影响；4) 清理船体，可使用结合了FR涂料的机器人清理，而不仅仅只是使

图2 代表底层临界表面张力和相对污垢保持率之间经验关系的“Baier曲线”。（采用并修改自Frank T. Moerman, 2014年）



其清洁而已，但这必须克服额外的基础设施开发、采用时间长以及出现耐受物种的压力。

SLIPS方法及其经验教训

Adaptive Surface Technologies公司 (AST) 开发具有破坏性的防污涂料产品，解决了上述这一高价值、复杂、难以解决和长期存在的问题。AST采用了一项革命性的专利技术，该技术依赖于液体注入多孔表面滑动的概念 (SLIPS)。这项哈佛发明的技术是一个以猪笼草为基础启发生物灵感的案例，猪笼草是一种食肉的草，利用猪笼草极其光滑的边缘 (口缘) 捕捉猎物，小昆虫和动物会通过光滑的边缘滑进致命的陷阱中。SLIPS®是一种模仿猪笼草的合成物，通过自我修复的方式，为一些潜在的液体和生物污垢提供了一个广泛的排斥表面，液态界面极为光滑和润滑，如图3所示。¹² 由于微观表面的粗糙可以作为固定点，使得污垢和污染物会粘附在固体表面上，而在SLIPS材料上 (通常与污染物不相容)，由于表面液体的超光滑特性，使污染物只会滑落，不会粘附。¹³⁻¹⁶

AST开发了两种SLIPS技术表现形式，以形成稳定的液态界面，这是所有SLIPS产品的独特特征，如图3 (c, d) 所示。SLIPS表面利用强大的毛细力和匹配的化学反应，以热力学的方式来稳定液体层，该液体层通常以喷涂的方式涂覆。SLIPS储层通过仔细设计聚合物网格尺寸 (即聚合物交联网络形成的自由空间) 和组分的混溶性，将可固化聚合物混合物与润滑剂结合起来，从而使润滑剂能够从聚合物固化体系的储层内，自发地迁移到表面，形成一个自我补充的润滑表面。^{17, 18}

最初我们制备了一个100%硅基的SLIPS储层体系，测试其对生物污垢的抑制效果。¹⁷⁻²⁰ 研究发现，因形成的生物膜和SLIPS表面之间的光滑界面，使得在剪切力很低的情况下，这种体系仍然能够很好地抑制一些硬垢物种 (藤壶和贻贝等)，并能清除软垢 (藻类生物膜等) (图4)。¹⁹⁻²¹ 然而，船舶在长期静止的情况下，仍会遭受污垢污染。我们在新加坡进行了两年半的现场实验，证实该体系的性能与市场现有的最佳FR涂料体系相当，但由于其十分易于清洁的特性，定期清洗可获得最佳效益 (图5)。然而，对于大多数应用来说，定期清洁的要求仍然不是很理想。因此，开发一种即使在静态条件下也仍然有效的涂层，需要使用一种全新的方法。

解决该难题的模块化和混合方法

天然防污表面通常具有物理特性和化学特性。⁹ 虽然有多种有前景的防污性能的合成表面化学物质，但没有一种化学物质被证明是通用有效的。因

图3 (a) 猪笼草的解剖图，用扫描电子显微镜 (SEM) 放大后的猪笼草口缘 (猪笼草光滑的边缘) 表面的图像。高纹理多孔表面能有效通过强大的毛细力锁住水分，吸湿花蜜则提供了与之相匹配的表面化学作用。(b) 比较常规固体表面 (顶部) 和SLIPS表面 (底部) 的示意图。(c, d) SLIPS表面示意图，(c) SLIPS储层示意图，(d) 作为涂料涂施的涂层表面。SLIPS表面通过强大的毛细力和相匹配的表面化学作用来稳定润滑层。SLIPS储层通过保持聚合物基体和润滑剂之间以及储层内部的低界面能来稳定和再生润滑层。这两种方法都产生了一个光滑又润滑的覆盖层。

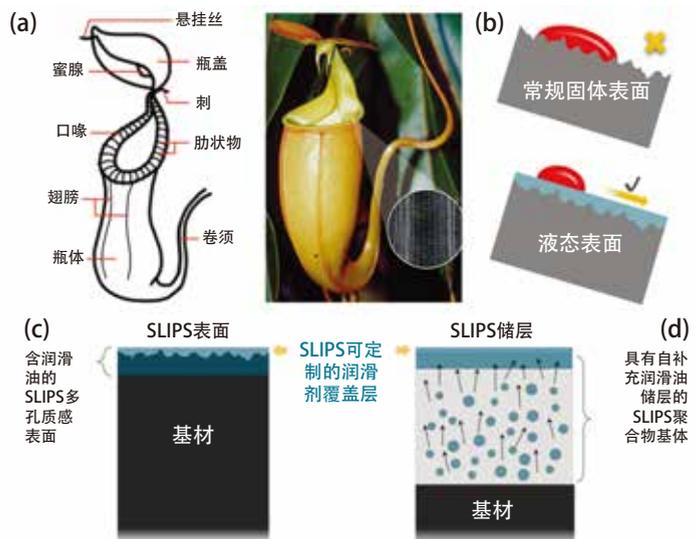


图4 早期SLIPS学术研究的重点表明，通过使用光滑的液态界面，可以防止软垢和硬垢积聚。(a) 将生长在半处理玻璃片上的藻类生物膜从培养皿中拉出。SLIPS涂层侧仍在继续生长 (即无毒涂层)，但这层生物膜垢很容易被清除。(b) 贻贝放置在SLIPS表面，能很快在基材上找到一个落脚点。一旦脚接触到SLIPS表面，会立即缩回脚，不想在SLIPS表面停留，因为它在接触到固体表面时，会突然感觉到“被拉住”了，而不是正常的“推动”感。SLIPS表面会在润滑层和脚尖之间形成毛细桥，来产生这种拉力。²⁰

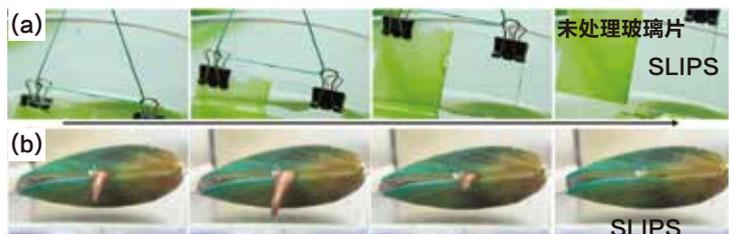


图 5 2015年7月至2017年12月在新加坡进行现场测试的样板照片。

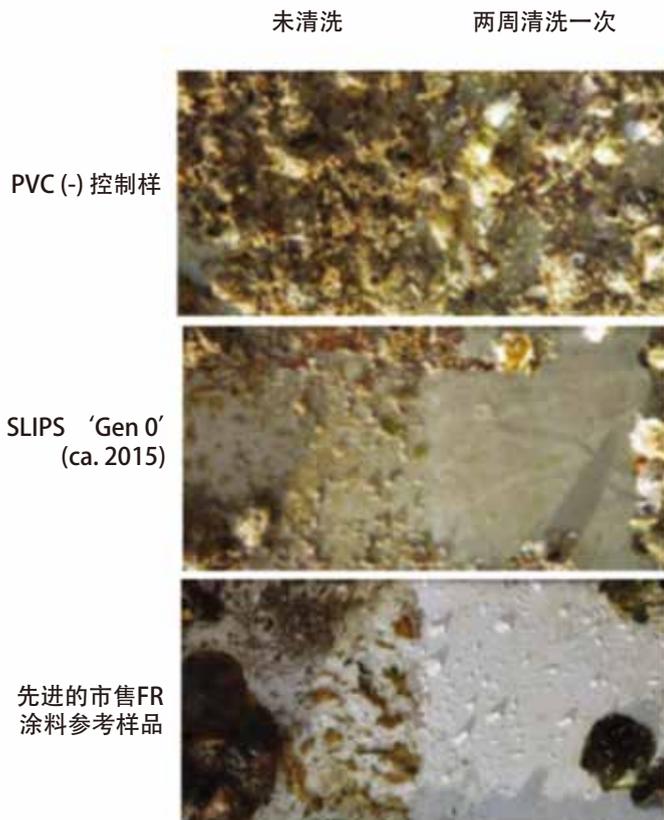


图 6 混合模块化SLIPS方法运用了物理模块（润滑液态界面）和化学模块（两亲性表面活性聚合物）的组合。早期的SLIPS主要只使用物理模块（见图5）。AST最近推出了SLIPS Foul Protect™ N1x，该产品便使用了两个模块的结合。

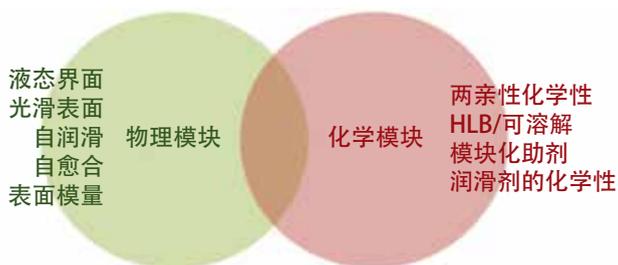
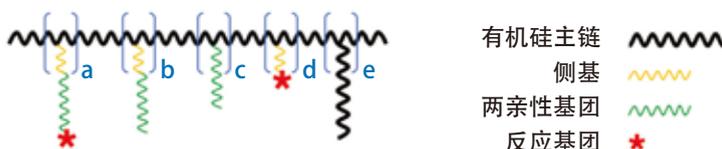


图 7 高支化、刷状表面活性聚合物（SAP）的分子结构示意图，用于赋予自分层两亲性化学性。



此，生产最佳涂料的必要条件就是，综合运用物理防污和化学防污策略。其中一种方法是结合SLIPS效果与已知的表面化学性能，以尽量减少生物污染。我们回到Baier曲线，有两个最小生物污染的临界表面能倾角，很明显地，混合表面的化学策略是必要的，它可以在不杀死各种海洋生物的情况下预防它们的粘附。为了实现这一目标，AST公司采用了模块化方法，结合了物理模块（光滑表面的排斥性和易于清除生物污垢——SLIPS效果）和化学模块（通过精心设计的助剂实现两亲性化学表面），如图6所示。

现在，实际问题是，如何顺利结合上述两种方法，成为一个成本效益高、可以大规模使用的涂料体系。为了将亲水部分（例如PEG或两性离子基团）并入疏水性聚合物基质（例如有机硅）中，设计和合成必须具有以下特性的分子：1）在室温条件和有机硅中具有稳定性；2）在有机硅配方体系中，不会提前固化或使体系凝胶化；3）可自分层到界面以传递两亲化学性，使添加量在保持涂料性能不变的情况下，实现最低成本；4）当浸入海水中时，动态呈现亲水性部分；5）与体系中的润滑剂相容，以保持长期的SLIPS效应。

AST公司采用了设计和合成一个表面活性聚合物（SAP）的方法，如图7所示。

SAP有一个高度可定制的、多功能的刷状分子结构，可支持另一个级别的模块化方法（专利申请中）。高度灵活的聚硅氧烷主链由于其化学相似性，提供了与周围有机硅基体的相容性，同时其构象自由度也促进了当浸入水环境中时，会向表面呈现亲水侧链。侧链末端引入的反应基团参与了聚合物网络的交联反应，有效拴住了SAP，防止了SAP的析出。将分子结构与SAP相似的润滑剂引入有机硅基体时，由于相容性的提高，被拴住的那些SAP有效控制了润滑剂的迁移和释放行为。然而，本质上，这些SAP和两亲性润滑剂，在有机硅基体中通常无法完全相容。因此，最初均化的混合物通过几种机制驱动的结构自成过程，发展成了高度的微相分离体系（在船体和表面）：1）溶解度失配驱动结构，2）扩散成熟过程，3）界面能驱动结构，4）蒸发结构和表皮层形成。了解和控制在给定粘合剂体系中SAP和润滑剂之间的相互作用是无毒、非生物杀灭防污涂料配方获得成功的关键。AST目前正在研究一个广泛的SAP和润滑剂专有库，用作称为API（活性性能成分）的复合添加剂体系，主要用于有机硅体系，也用于一些有机硅环氧

树脂和有机硅聚氨酯混合树脂体系。

通过快速筛选试验快速开发产品

在船舶用涂料产品开发实施模块化混合方法，需要优化多个参数，因为在使用的材料和工艺中，存在多种可能的组合，甚至在早期配方阶段也是如此。尽管出现了用于数据的科学优化工具，涂料配方的发展仍然主要是由经验来驱动。因此，AST采用了一系列快速的筛选测试，在众多测试配方中，快速筛选出最优秀的候选配方与材料。开发工作流程如图8所示，它从SAP和润滑剂的设计和合成、使用API的配方原型和随后的筛选开始。首先根据基本润湿性和表面特性进行筛选，然后根据早期实验室规模的单物种毒性、粘附性和水流清除试验进行筛选。有潜力的配方将进入AST自己的现场测试地点（佛罗里达州，卡纳维拉尔港）进行实验筛选。再进一步验证配方在静态和动态暴露条件下，在全球不同的第三方位位置的长期现场性能，进行“最终”的配方筛选。同时，一步步选出的配方在进行大生产之前，还需要进一步验证其流挂流平性、活化期、对固化条件的宽容度、颜料捏合性和保质期等性能。

AST公司的研究表明，通过细胞毒性试验，以及针对革兰氏阴性海洋细菌（溶藻）和硅藻（硅藻舟型藻）的渗滤液毒性试验证实，SLIPS产品对生物有机体无毒，同时，如水流清除试验所示，其生物的粘附性也得到了有效缓解。对藤壶（*A. Amphitrite*）和贻贝（*G. demissa*和*P. viridis*）的无毒性也通过这些生物的健康生长得到了支持，在完成的实验室研究中并未发现明显的不良影响，同时也表明这些常见污染物对AST海洋涂料的粘附性极低。（图9）。

节能环保型海洋涂料

将API方法用于有机硅体系，同时提供涂料所需的性能（附着力、耐久性、成本、应用、可用性），便研发了SLIPS Foul Protect™ 船用防污涂料系列产品。SLIPS N1x涂料产品于2019年4月推出，是一种以市售原材料为基础的SLIPS和API的混合产品。与仅能使用一季且含杀菌剂的常规涂料不同，N1x可使用更久，也不会向环境释放有害化学物质。通过能源部ARPA-E项目的支持，Foul Protect N1（N1x的早期版本）在马萨诸塞州Marion的一艘港务长的巡逻艇上进行了测试。使用后，经过6个月未清洗，我们在船体未发现任何硬污垢，只有非常轻的污泥覆盖（图10），且船底

可以在不使用任何化学物质的情况下，用低压水流进行快速清洗，也可以很快再次入水使用，这对船主来说是至关重要的。

在佛罗里达州卡纳维拉尔港的静态现场测试条件下，与铜基SPC涂料相比，SLIPS防污涂料在防生物聚集和污染性能方面表现出明显的优势（图11）。该试验场地不受季节影响，全年都有很严重的生物聚集与

图8 用快速筛选试验，使产品得以迅速开发。



图9 实验配方使用海洋生物模式进行实验室生物筛选，如形成污垢的硅藻、细菌、藤壶和贻贝。图a)显示试验过程中污垢的粘附量和轻（10psi）压力清洗后的剩余污垢量。同样，图b)显示了每个被测表面上累积的细菌生长量，以及在轻（10psi）压力清洗后的剩余量。图c)表示暴露2周后重新粘附的藤壶数量（如每个条形的数量所示）及其通过推力试验测量的平均粘附力。同样地，图d)表示暴露三天后贻贝的粘附总数（如每个条形的数量所示）及其通过推力试验测量的平均粘附力。AST Gen 1涂层比Gen 0涂层显示出更好的污垢和细菌清除性能，而在实验室试验期间，藤壶和贻贝等大型污染生物甚至未附着在涂层上。²²⁻²⁵

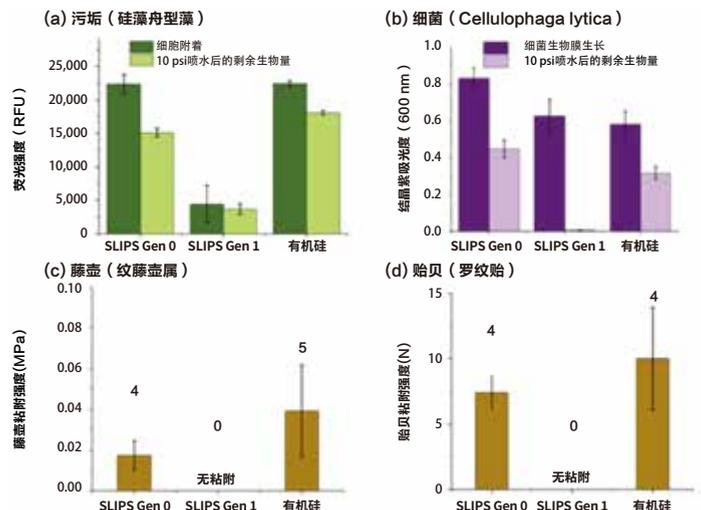
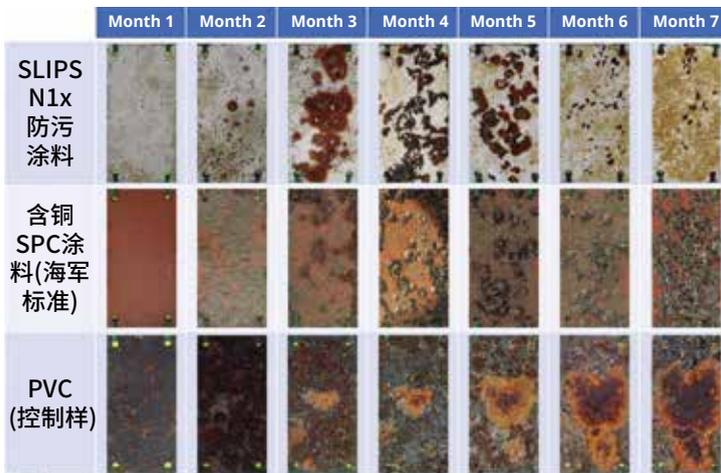


图 10 ❖ (左) 使用后六个月未经清洗的情况下, 船体上的 SLIPS 涂料涂层只显示轻微的污垢污染。空旷的圆弧形区显示了船体的自清洁效应, 其中一个大的污垢生物(苔藓虫结垢)最初附着在船体上, 但由于粘附力弱最终脱落。(右) 轻污垢覆盖的船体可以用无任何化学物质的低压水流快速清洗。



图 11 ❖ 佛罗里达州卡纳维拉尔港七个月现场静态试验快照。



粘附情况, 因此可以在恶劣的条件下进行性能筛选。使用 Schultz 1, 2 所描述的模型, 与铜基 SPC 涂层相比, 经过 7 个月的静态暴露后, 该涂层的防生物污染性能优势使阻力损失减少约 8%。AST 公司还推出了一款光学透明版的海洋涂料——SLIPS SeaClear®, 可用于水下传感器和水族馆。

结论和展望

AST 的 SLIPS N1x 防污涂料已成功证明了它是一种结合光滑液态表面(物理模块)和高分枝的两亲性 SAP(化学模块)的、可用于有效减少海洋污染的无毒、环

保产品。未来, 经过精心设计和测试的 API 可以作为添加剂, 引入任何现有的海洋涂料体系, 甚至其他涂料体系, 如建筑涂料、室内涂料、食品或医用涂层等, 赋予它们防污性能。这种体系仍可与传统的杀菌防霉剂混合使用, 但降低了杀菌防霉活性物质的用量, 使产品在具有防污性能的同时更加环保。AST 公司正在继续测试更先进的配方, 有望在不久的将来推出新一代的产品。❖

致谢

我们非常感谢美国能源部 ARPA-E 项目所做出的冒险决定, 将一项早期的学术发明(授予编号 DE-AR0000759)与能带来收益的产品搭起了一座桥梁。也非常感谢海军研究办公室大力支持我们的实验室和现场测试, 特别感谢北达科他州立大学的 Shane Stafliien 博士、新加坡国立大学的 Serena Teo 博士、加州理工大学的 Dean Wendt 博士和 Grant Waltz 博士等人的支持。还要感谢我们的咨询公司 Market Entropy、Illara Consulting 和 Safinah Group, 以及 Cooley Marine Management 公司和 Marion Harbormaster 船厂对船舶测试的热情支持, 也非常感谢哈佛大学 Joanna Aizenberg 教授和她的团队在哈佛大学和 Wyss 生物工程研究所对本研究的支持。

参考资料:

- ¹ Schultz, M.P. Effects of Coating Roughness and Biofouling on Ship Resistance and Powering. *Biofouling*, 23 (5), 331-341 (2007).
- ² Schultz, M.P.; Bendick, J.A.; Holm, E.R.; Hertel, W.M. Economic Impact of Biofouling on a Naval Surface Ship. *Biofouling*, 27(1), 87-98 (2011)
- ³ US Energy Information Administration - International Energy Outlook 2016, Chapter 8 Transportation sector energy consumption.
- ⁴ Aizenberg, J. Slippery Liquid-Infused Porous Surfaces. *J. Ocean Tech.*, 9(4), 112-113 (2014).
- ⁵ Jelic-Mrcelic, G.; Sliskovic, M.; Antolic, B. Biofouling Communities on Test Panels Coated with TBT and TBT-Free Copper Based Antifouling Paints. *Biofouling* 22 (5), 293-302 (2006).
- ⁶ Lejars, M.; Margailan, A.; Bressy, C. Fouling Release Coatings: A Nontoxic Alternative to Biocidal Antifouling Coatings. *Chem. Rev.*, 112(8), 4347-4390 (2012).
- ⁷ Baier, R.E. Surface Behaviour of Biomaterials: The Theta Surface for Biocompatibility. *J. Mater. Sci. Mater.*

Med., 18, 1057-1062 (2006).

⁸ Frank, M. Antimicrobial Materials, Coatings and Biomimetic Surfaces with Modified Microtopography to Control Microbial Fouling of Product Contact Surfaces Within Food Processing Equipment: Legislation, Requirements, Effectiveness and Challenges. *J. Hygien. Engr. Design*, 7, 8-29 (2014).

⁹ Magin, C.M.; Cooper, S.P.; Brennan, A.B. Non-Toxic Antifouling Strategies. *Materials Today*, 13(4), 36-44 (2010).

¹⁰ Callow, J.A.; Callow, M.E. Trends in the Development of Environmentally Friendly Fouling-Resistant Marine Coatings. *Nat. Commun.*, 2, 244 (2011).

¹¹ Konstantinou, IK, Albanis, TA. Worldwide Occurrence and Effects of Antifouling Paint Booster Biocides in the Aquatic Environment: A Review. *Environ. Int.*, 30(2) 235-248 (2004).

¹² Wong, T.S.; Kang, S.H.; Tang, S.K.Y.; Smythe, E.J.; Hatton, B.D.; Grinthal, A.; Aizenberg, J. "Bioinspired Self-Repairing Slippery Surfaces with Pressure-Stable Omniphobicity. *Nature*, 477, 443-447 (2011).

¹³ Kim, P.; Wong, T.S.; Alvarenga, J.; Kreder, M.J.; AdornoMartinez, W.E.; Aizenberg, J. "Liquid-Infused Nanostructured Surfaces with Extreme Anti-Ice and AntiFrost Performance. *ACS Nano*, 6(8) 6569-6577 (2012).

¹⁴ Epstein, A.K.; Wong, T.S.; Belisle, R.A.; Boggs, E.M.; Aizenberg J. Liquid-Infused Structured Surfaces with Exceptional Anti-Biofouling Performance. *PNAS* 109(33), 13182-13187 (2012).

¹⁵ Kim, P.; Kreder, M.J.; Alvarenga, J.; Aizenberg, J. Hierarchical or Not? Effect of the Length Scale and Hierarchy of the Surface Roughness on Omniphobicity of Lubricant-Infused Substrates. *Nano Lett.*, 13, 1793-1799 (2013).

¹⁶ Tesler, A.B.; Kim, P.; Kolle, S.; Howell, C.; Ahanotu, O.; Aizenberg, J. Extremely Durable Biofouling-Resistant Metallic Surfaces Based on Electrodeposited Nanoporous Tungstite Films on Steel. *Nat. Commun.*, 6, 8649 (2015).

¹⁷ MacCallum, N.; Howell, C.; Kim, P.; Sun, D.; Friedlander, R.; Ranisau, J.; Ahanotu, O.; Lin, J.J.; Vena, A.; Hatton, B.; Wong, T.S.; Aizenberg, J. Liquid-Infused Silicone as a Biofouling-Free Medical Material. *ACS Biomater. Sci. Eng.* 1, 43-51 (2014).

¹⁸ Yao, X.; Dunn, S.S.; Kim, P.; Duffy, M.; Alvarenga,

J.; Aizenberg, J. Fluorogel Elastomers with Tunable Transparency, Elasticity, Shape-Memory, and Antifouling Properties. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 53, 4418-4422 (2014).

¹⁹ Howell, C.; Vu, T.L.; Lin, J.J.; Kolle, S.; Juthani, N.; Watson, E.; Weaver, J.C.; Alvarenga, J.; Aizenberg, J. Self-Replenishing Vascularized Fouling-Release Surfaces. *ACS Appl. Mater. Interf.*, 6, 13299-13307 (2014).

²⁰ Amini, S.; Kolle, S.; Petrone, L.; Ahanotu, O.; Sunny, S.; Sutanto, C.N.; Hoon, S.; Cohen, L.; Weaver, J.C.; Aizenberg, J.; Vogel, N.; Miserez, A. Preventing Mussel Adhesion Using Lubricant-Infused Materials. *Science* 357, 668-673 (2017).

²¹ Kovalenko, Y.; Sotiri, I.; Timonen, J.V.I.; Overton, J.C.; Holmes, G.; Aizenberg, J.; Howell, C. Bacterial Interactions with Immobilized Liquid Layers. *Adv. Healthcare Mat.*, 1600948 (2017).

²² Cassé, F.; Stafslie, S.J.; Bahr, J.A.; Daniels, J.; Finlay, J.A.; Callow, J.A.; Callow, M.E. Combinatorial Materials Research Applied to the Development of New Surface Coatings V. Application of a Spinning Water-Jet for the Semi-High Throughput Assessment of the Attachment Strength of Marine Fouling Algae. *Biofouling*, 23(2), 121-130 (2007).

²³ Stafslie, S.J.; Daniels, J.; Mayo, B.; Christianson, D.; Chisholm, B.; Ekin, A.; Webster, D.C.; Swain, G. Combinatorial Materials Research Applied to the Development of New Surface Coatings IV. A High-Throughput Bacterial Biofilm Retention and Retraction Assay for Screening Fouling-Release Performance of Coatings. *Biofouling*, 23(1), 45-54 (2007).

²⁴ Stafslie, S.J.; Daniels, J.; Bahr, J.; Chisholm, B.; Ekin, A.; Webster, D.C.; Orihuela, B.; Rittschof, D. An Improved Laboratory Reattachment Method for the Rapid Assessment of Adult Barnacle Adhesion Strength to Fouling-Release Marine Coatings. *J. Coat. Technol. Res.*, 9 (6) 651-665 (2012).

²⁵ Galhenage, T.P.; Webster, D.C.; Moreira, A.M.S.; Burgett, R.J.; Stafslie, S.J.; Vanderwal, L.; Finlay, J.A.; Franco, S.C.; Clare, A.S. Poly(ethylene) Glycol-Modified, Amphiphilic, Siloxane-Polyurethane Coatings and Their Performance as Fouling-Release Surfaces. *J. Coat. Technol. Res.*, 14 (2) 307-322, (2017).

木器漆用生物基改性 水性聚氨酯乳液的合成与应用研究

作者 孙常青, 孙伟祖, 邓俊英, 万华化学集团股份有限公司, 国家聚氨酯工程技术研究中心, 中国山东

木制品主要由木质素、纤维素等组成, 自然条件下极易受到霉菌等生物的破坏而失去使用价值, 因此, 几千年前的人类便学会了使用天然漆来保护木制品, 使其保持鲜亮的外观和长久的耐用性。而随着人类化学工业的发展, 保护木制品的木器漆也早已超越了天然漆, 发展出聚氨酯漆、硝基漆、醇酸漆等诸多各有特点的木器涂料种类。

随着木器工业的发展, 中国已成为世界第一的木器制品出口大国, 每年对木器漆有着巨大的用量需求。当下, 木器漆仍以传统溶剂型涂料为主, 在施工时会造成大量的VOC排放并对工人身体造成严重损害, 并且木制品多为室内应用, 涂料中残留的有害物

质造成健康问题的事故也时有发生, 因此发展环保型木器漆已成为越来越多国家的共识, 水性木器漆也应运而生¹。

水性木器漆是指以水为分散介质的涂料, 其以水取代了传统涂料中的溶剂, 实现了涂料的环保化。水性木器漆较早的便进入了中国市场, 至今已经历了二十多年的发展, 各大涂料企业也推出了一系列的水性化产品, 在木器涂装行业得到越来越高的认可。但不可否认, 水性木器漆与溶剂型木器漆相比, 仍有明显的性能差距, 尤其在对基材的渗透润湿, 漆膜的耐化学品性、抗压痕性等方面仍差强人意²⁻³, 这也成为了水性木器涂料家具涂装生产的一大难点。

针对以上痛点, 本文介绍了一种可用于水性木器涂装的生物基改性水性聚氨酯乳液, 并讨论了改性植物油多元醇、DMPA等合成单体的用量对乳液合成及实际涂装应用效果的影响。实验结果表明, 基于植物油体系低表面能、疏水性好的特性, 制备的水性木器漆实现了对木基材的完美润湿和卓越的耐污性, 同时植物油体系的刚性结构、自交联性也赋予了漆膜优异的打磨性、耐化学品性以及抗压痕性。

实验部分

实验原料

聚氨酯合成原料: 自制改性植物油多元醇、聚丙

表1 水性木器漆配方

产品名称	用量/g
自制乳液	80
Tego 825	0.2
Tego 902W	0.1
BYK346	0.4
DPM	4
DPnB	4
U605	0.1
去离子水	11.2

表 2 ❖ 不同自制改性植物油多元醇含量对性能的影响

自制多元醇(%)	50℃储存稳定性	成膜性	抗压痕性	润湿性	打磨性	硬度	10%乙酸(24h)	10%碳酸钠(24h)	50%乙醇(1h)	水(24h)
15	5	5	3	3.5	4	2B	3	3	3.5	4
20	5	4	5	5	4.5	B	4	4	4	5
25	5	3.5	5	5	5	B-HB	5	5	4.5	5
30	5	2	5	5	5	B-HB	5	5	4.5	5

备注：得分越高性能越好；抗压痕测试条件为25℃，RH80%，干燥4h，压隔夜。

表 3 ❖ 不同聚丙二醇含量对漆膜性能的影响

PPG2000(%)	50℃储存稳定性	成膜性	抗压痕性	打磨性	硬度	10%乙酸(24h)	10%碳酸钠(24h)	50%乙醇(1h)	水(24h)
10	5	3	5	5	B-HB	5	5	4.5	5
15	5	4	5	5	B	5	5	4.5	5
20	5	5	4.5	4.5	B	4.5	5	4	4.5
23	5	5	4	5	2B	4	4.5	3.5	4

备注：得分越高性能越好；抗压痕测试条件为25℃，RH80%，干燥4h，压隔夜。

二醇（分子量2000）、二环己基甲烷二异氰酸酯(HMDI)，万华化学；1,4-丁二醇(BDO)、二羟甲基丙酸(DMPA)，进口；有机铋催化剂，三乙胺(TEA)、乙二胺(EDA)、丙酮，国产。

水性聚氨酯的制备

在装有电动搅拌器、温度计、冷凝回流管、氮气进出口的1000mL四口烧瓶中，首先加入聚丙二醇，于120℃真空干燥脱水1h。降温至60℃~70℃加入异氰酸酯、自制多元醇，滴加适量催化剂，通入干燥氮气，于80~85℃反应1~2h至NCO含量达到理论值（二正丁胺滴定法测定）；加入适量丙酮以降低体系粘度，降温至35~40℃加入BDO、DMPA，升温至60~70℃反应，直至NCO含量达到理论值（二正丁胺滴定法测定）；加入适量的丙酮调节到需要的体系粘度；加入三乙胺中和约15min；高速剪切条件下将所得的预聚体丙酮溶液在去离子水中分散乳化，乳化开后加入乙二胺反应20min，最后50℃减压蒸馏出丙酮，最终得到无溶剂水性聚氨酯乳液。

水性木器漆的制备

将水性聚氨酯分散体加入到容器内，置于分散速度800-1000r/min条件下分散并加入消泡剂，保持搅拌5min后继续加入其余搅拌混合均匀的各类成膜助剂，维持分散速度不变继续分散10-15min，即可制得水性单组份木器涂料。

测试与表征

乳液粒径

用动态光散射(DLS)测量聚氨酯分散体的粒径以及粒径分布。试验中采用马尔文公司的Zetasizer Nano ZS90的粒度仪测定乳液的粒径及粒径分布，测试温度为25℃，激光器角度为90°，测试激光波长为633nm。

贮存稳定性测试

乳液贮存稳定性可通过高温加速试验来模拟测定。在干净密闭试样瓶中，倒入适量水性聚氨酯乳液，50℃烘箱放置一个月，取出后若乳液无分层及沉淀，并且应用性能没有损失，仍然满足使用要求，即可证明所合成的乳液能够稳定贮存。

图 1 ❖ 改性水性聚氨酯乳液的DSC曲线图

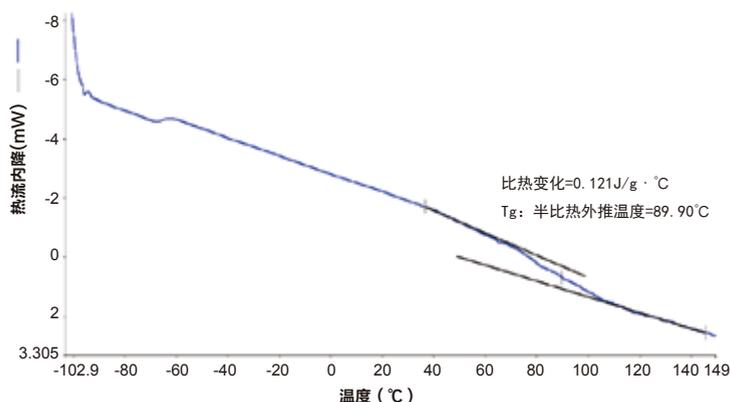


表 4 不同DMPA含量对性能的影响

DMPA (%)	50℃储存稳定性	粒径 /nm	乳液外观	抗压痕性	打磨性	硬度	10%乙酸 (24h)	10%碳酸钠 (24h)	50%乙醇 (1h)	水 (24h)
2.0	5	130	泛蓝光	5	4.5	B	4.5	5	4	5
2.4	5	105	通透泛蓝光	5	4.5	B	4.5	5	4	5
2.6	5	92	通透稍泛蓝光	4.5	4.5	B	4.5	4.5	3.5	5
2.8	5	70	通透	4.5	4.5	B	4	4.5	3	4.5
3.0	5	61	通透	4	4.5	B	3	3	2.5	4.5

备注：得分越高性能越好；抗压痕测试条件为25℃，RH80%，干燥4h，压隔夜。

乳液应用性能测试

按照GB/T23999-2009国标测试标准，在相同的实验条件下，对水性聚氨酯的润湿性、耐化学品性、硬度、抗压痕等性能进行测试。

结果与讨论

自制改性植物油多元醇含量对性能的影响

本文在聚丙二醇相同含量的条件下，考察了不同自制改性植物油多元醇含量对性能的影响，测试结果见表2：

表2中可以看出，随着自制改性植物油多元醇含量的增加，漆膜的成膜性变差，抗压痕性，耐化学品性提升，打磨性提升。分析原因是自制的改性多元醇分子量较小，与异氰酸酯反应后使得氨基甲酸酯键的比例提升，距离变短，硬段含量提高，抗压痕性得到提升，但过高的硬段含量带来了成膜性的下降；而植

物油链段的双硫性、自交联性也使最终树脂的耐化学品性随自制多元醇的提高而提升。

乳液的DSC谱图见下图1，从图中可以看出水性聚氨酯乳液的T_g约为89.9℃，较高的玻璃化转变温度带来了优异的打磨性和抗压痕性能。

聚丙二醇含量对性能的影响

将聚丙二醇与自制改性植物油多元醇混合后反应，在相同的改性多元醇含量条件下，考察了不同聚丙二醇含量对性能的影响。异氰酸酯为HMDI、DMPA用量2.4%，测试结果见表3：

由表3可以看出，随着聚丙二醇含量的增加，漆膜的成膜性变好，但随之抗压痕性能下降，耐化学品性能下降，硬度下降。分析原因是随着软段含量增加，硬段含量随之下降，长的聚醚链段使柔韧性变好，成膜性能提高，漆膜整体变软也导致硬度降低，抗压痕性下降，同时聚醚链段的耐化学品性不佳导致树脂的耐性下降。

表 5 本文制备的乳液与市场化产品的性能比较

指标	本文乳液	市售同类型产品
乳液外观	通透	通透
粘度/S62, 30RPM, GP	100-500	10-200
固含/%	35	30
储存稳定性	5	5
漆膜成膜性	5	5
丰满度	5	4
润湿性	5	5
暖木效果	5	5
抗压痕/25℃, RH80%, 干燥4h, 压隔夜	5	4
10%乙酸, 24h	4.5	3.5
10%碳酸钠, 24h	5	4
50%乙醇, 24h	4	3
水, 24h	5	5
铅笔硬度	B	B
打磨性	5	4

DMPA含量对性能的影响

亲水基团的含量是决定乳液粒径、外观和稳定性的关键因素，本文使用DMPA作为亲水扩链单体。在20%聚丙二醇，20%自制改性植物油多元醇，异氰酸酯为HMDI下，考察不同DMPA含量对漆膜性能的影响，测试结果见表4

由表4可以看出，随着DMPA含量的增加，乳液粒径逐渐变小，外观逐渐通透，但漆膜的耐化学品性能下降。分析原因是随着DMPA含量的增加，聚氨酯分子主链上有更多的羧基被中和，树脂亲水性更好，使得聚氨酯均匀分散于水中，乳液粒径变小，稳定性增加。但羧基具有强亲水性，添加量较多后使得最终漆膜中含有大量亲水链段，漆膜吸水性强，导致耐化学品性能下降；同时大量亲水链段也使漆膜干速变慢，导致早期抗压痕性降低。因此，合适的DMPA用

量在2.4%~2.7%。

实验室合成乳液与市售同类型乳液性能对比

在异氰酸酯为HMDI、聚丙二醇用量20%，自制多元醇用量20%、DMPA用量2.4%的条件下合成水性聚氨酯乳液，并将其制成木器漆与市售同类型产品进行性能比较，测试结果见表5：

由表5可以看出，实验室合成的乳液在抗压痕性、耐化学品性、打磨性等方面均好于市售同类型产品，具有良好的应用前景。

结论

以HMDI、聚丙二醇、自制多元醇为主要单体，DMPA为亲水性扩链剂，成功制备了生物基改性水性聚氨酯乳液，且在合成制备过程中，除了一定量的丙酮稀释预聚体系外，无任何其他溶剂添

加。应用于水性木器漆领域时，制备的涂料对基材具有卓越的润湿性，漆膜光亮饱满，入孔性及丰满度好，同时易打磨，抗压痕性能优异，并具有非常优异的耐化学品性能，在高端木器家具及美式涂装等领域应用前景广阔。✂

参考文献

¹ 王亚飞. 水性聚氨酯木器漆的研究进展《广东化工》2015年21期

² 赵文爱. 自交联水性木器漆乳液的合成与应用《网印工业》2015年 第1期

³ 伍忠岳;黎芳;叶荣森. 双组分水性木器涂料抗压痕问题的研究与探讨[J];中国涂料;2009年09期

“环保特辑”由水性平台与PCI共同策划，全年四期。旨在发掘中国涂料产业的环保产品、技术与新发展。

PosiTector® 6000

涂层测厚仪

操作简单，经久耐用，测量精确。

- 使用前无需校准——打开即可用
- 探头和机器外壳坚固耐用；机身和探头的保质期为两年
- 所有型号都配有存储卡、统计器、USB端口、Hilo报警器、标准证书，且有快速测量模式
- 配有PosiSoft 软件，可查看并报告数据
- 设备更先进，可与iOS或安卓智能设备连接

1-800-448-3835 • www.defelsko.com

卓越的兼容性！

PosiTector测厚仪适用于所有涂层厚度（6000/200），可使用SPG/RTR型、DPM型、UTG（超声波壁厚测厚）和肖氏硬度等各类探头。



DeFelsko®
The Measure of Quality

DeFelsko Corporation • Ogdensburg, New York USA
Tel: +1-315-393-4450 • Email: techsale@defelsko.com

具有自修复功能的 低VOC高性能 耐腐蚀交通涂料

作者 Gerald O. Wilson, Subramanyam V. Kasisomayajula, Christopher R. Dayton, Aidnel G. Navarro, Swarnil Shukla, Autonomic Materials Inc., 美国伊利诺伊州香槟市

自修复功能是有有效抗腐蚀的必要条件。举例来说，尽管铬酸盐转化涂层和底漆仍然是高度受管制的已知致癌物，但由于其有效性，美国国防部仍将其用于保护关键金属资产。¹ 含铬酸盐涂层耐腐蚀性的一个关键组成部分是涂层系统含有Cr(VI)。当涂层系统损伤时，Cr(VI)渗入到损伤的部位，并且在损伤部位被还原而形成具有高度保护性的氧化铬膜。这一机制被称为“自修复”机理。可通过涂层系统受损，导致底层基材暴露而引发。²⁻³ 由于铬酸盐的致癌性及其使用管制，绝大多数保护涂层系统是无铬的；因此在损坏后不会表现出保

持耐腐蚀性的能力。当这些涂层受损时，底层基材暴露在导致腐蚀的环境中（图1a）。除非及时修复，否则基材上的腐蚀将在涂层/基材界面扩散，从而影响涂层与基材的附着力，进而影响其保护能力（图1b）。

让防护涂料具备自修复功能

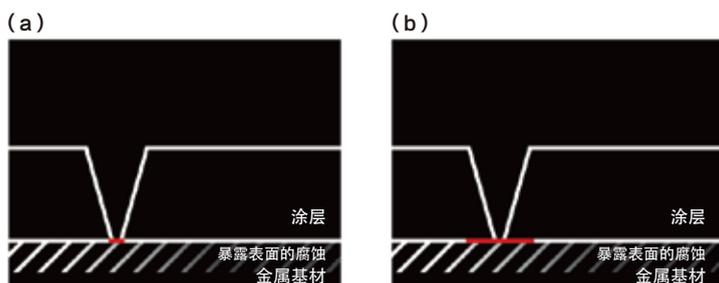
基于自修复功能在含铬酸盐涂层系统提供的耐腐蚀性中的重要性，未来有效的耐腐蚀性必须利用自修复功能。美国Autonomic Materials, Inc. (AMI) 公司设计的添加剂，能赋予保护涂层自修复功能。这些添加剂由微胶囊修复剂组成，其中包括聚合物前驱体、附着促进剂和腐蚀抑制剂。当含有这些添加剂的涂层受损时，微胶囊破裂，将愈合剂释放到损伤部位，在损伤部位聚合，密封损伤区域并恢复涂层的保护功能（图2）。使用这种方法，AMI设计了添加剂，证明可以在不同化学成分涂料中有助于减少受到损伤涂层的蔓延腐蚀宽度。图3展示了不同涂料体系的评估比较。

自修复水性工业涂料

AMI自修复技术的一个改变游戏规则的应用就是设计高性能水性防护涂料。传统上，水性工业涂料相对于溶剂型涂料具有较低的耐腐蚀性。⁴ 然而，全球法

图1 传统保护层。显示损坏对传统涂层影响的示意图。

(a) 暴露在环境中的区域不再受到保护，开始腐蚀。(b) 随着时间的推移，腐蚀在涂层/基材界面上传播或蠕变。



规的发展限制了涂料中挥发性有机化合物 (VOC) 的数量, 导致对高性能水性工业涂料的需求增加。在AMI, 我们展示了一种环氧水性涂料, 其耐腐蚀性超过了大多数溶剂性涂料, 同时VOC组分小于50g/L。为了展示配制的环氧水性涂料中自修复功能的好处, 将不包括自修复功能但与自修复版本 (图4a) 相同的对照体系的腐蚀性能与包含自修复功能的低VOC水性涂料配方体系 (图4b) 进行比较。对于对照配方和自修复配方体系, 分别在喷砂钢板 (SSPC-SP10) 表面涂上两层60-70微米的水性环氧涂层, 然后再涂一层60-70微米的水性丙烯酸面漆。在室温下固化至少7天后, 使用156微米和500微米划线工具对涂有对照体系和自修复体系的涂料板进行划线。然后让样品在室温下平衡24小时, 然后暴露在盐雾中2000小时 (参照ASTM B117测试标准)⁵。

自修复的性能

在盐雾暴露2000小时后, 根据ASTM 1654中的描述评估划线的腐蚀程度。⁶ 图5a中提供了腐蚀宽度 (Scribe Width) 测量结果的总结。结果表明, 当对照配方涂层显示用156微米和500微米划线的平均腐蚀宽度分别为14.2mm和10.9mm时, 加入我们的自修复剂后, 用156微米和500微米的划痕腐蚀宽度分别降低77%至3.3mm和69%至3.4mm。对照配方和自修复配方涂层的典型图像如图5b所示。在2000小时盐雾暴露后, 这种非常小的腐蚀程度即使在优异的溶剂型涂料中也是罕见的, 而在水性配方中则是前所未有的。

应用思考

考虑到运输涂料的广泛应用, 上述自修复性环氧树脂配方具有多种优点, 概述如下:

- 性能和环境友好性之间完美结合: 如前所述, 自修复涂料配方相对于许多现有的溶剂型涂料显示出更有效的金属基材保护, 同时结合了极低的VOC含量。
- 使用方便: 该配方实际上没有异味, 是单组分体系, 不需要混合多种组分, 通常只需要肥皂和水进行清洁。
- 成本效益: 该配方为成本节约提供了多种途径, 包括对被涂装设施提供更长久的保护, 及其带来的更低的维护成本、运行风险和设施使用寿命内的浪费; 快速干燥的机制, 使多层涂料的涂装施工时间更短; 以及不再需要管理废溶剂。⁹

图2 含有自修复添加剂的传统保护层。演示损伤对自修复涂层的影响的示意图。(a) 将含有修复剂的微胶囊混合到涂料中, 然后再将其涂覆到基材上。(b) 对涂层的损伤使微胶囊破裂, 将自修复剂释放到损伤部位。

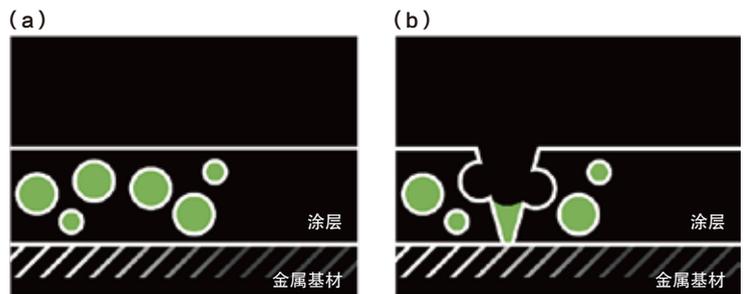


图3 通过在不同涂料体系中引入自修复功能来提高涂料性能的总结。

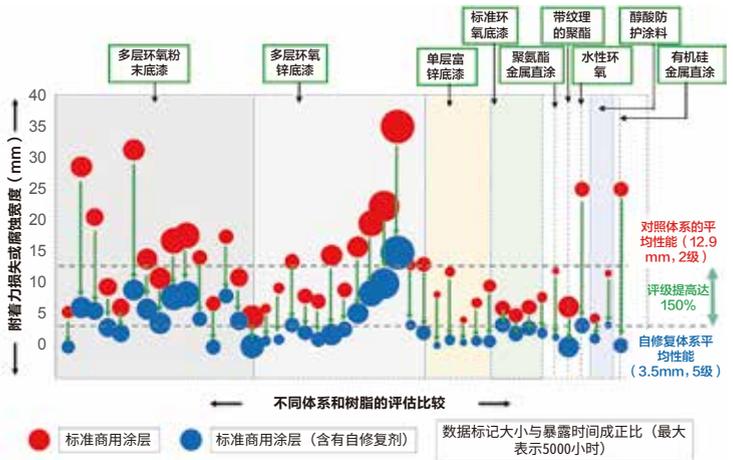
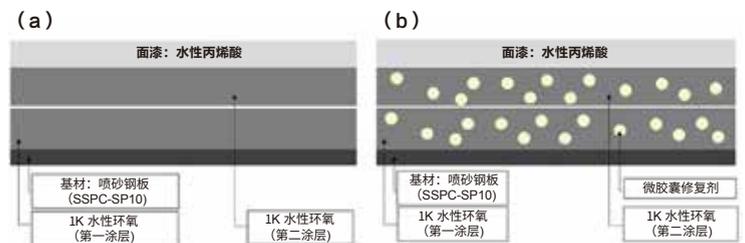


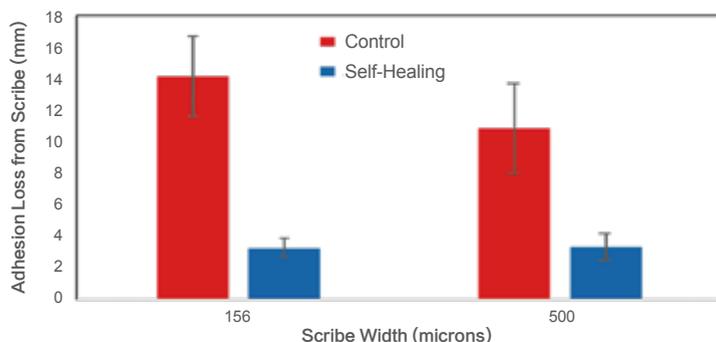
图4 含有自修复添加剂的传统保护层。演示损伤对自修复涂层的影响的示意图。(a) 将含有修复剂的微胶囊混合到涂料中, 然后再将其涂覆到基材上。(b) 对涂层的损伤使微胶囊破裂, 将自修复剂释放到损伤部位。



参考文献

¹ DFARS Minimizing the Use of Hexavalent Chromium, Federal Register /Vol. 76, No. 87 /Thursday, May 5, p 25569 (2011)

图 5 (a) 带划痕的对照体系 (Control) 和自修复体系 (Self-Healing) 涂层2000小时盐雾测试, 附着力损失 (Adhesion Loss) 或腐蚀宽度 (Scribe Width) 的比较。(b) 盐雾暴露2000小时后, 涂有对照体系 (b图左) 和自修复体系涂层 (b图右) 的涂料板的代表性图像。



² Gharbi, O.; Thomas, S.; Smith, C.; Birbilis, N. *npj Materials Degradation* 2018, 12, 1 – 8.

³ Frankel, G. S.; McCreery, R. L. *The Electrochemical Society Interface* 2001, Winter, 34 – 38.

⁴ Challener, C. *CoatingsTech* 2019, October, 28 – 34.

⁵ ASTM B117: Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus.

⁶ ASTM 1654: Standard Test Method for Evaluation of Painted or Coated Specimens Subjected to Corrosive Environments.

翻译: 陈洪英, 上海骁巨新材料科技有限公司, 中国上海

PCI 中文版
Paint & Coatings Industry

**国际技术前沿
中国多维呈现**

www.pcimagcn.com
www.pcimag.com

- PCI中英文官方网站
- PCI中英文专业期刊
- “拿个样”APP样品库
- 微信公众号《PCI视野》
- PCI研修班
- 线上课程
- 采购大会



Products ∨



毅克化学 YCK-1450 聚醚改性聚二甲基氧烷

应用于溶剂型和无溶剂型涂料中，改善涂料表面性能

[咨询](#) [索样](#)

YCK 已入驻“拿个样”APP
扫码即可领取该样品

艾克米 非离子动态润湿剂及消泡剂 Surfadol 541E 表面活性剂

可以替代进口的Surfynol 104E，用于各种水性体系

[咨询](#) [索样](#)

艾克米 已入驻“拿个样”APP
扫码即可领取该样品

蒂凯姆 TICHEM[®]EEP 3-乙氧基丙酸乙酯

可用于汽车，船舶漆等领域，可做高档油墨慢干剂使用

[咨询](#) [索样](#)

蒂凯姆 已入驻“拿个样”APP
扫码即可领取该样品

拿个样商家免费
入驻火热报名中

扫描下载“拿个样”APP
开启涂料圈拿上新体验

商家免费入驻：
江倩 13917759078 (微信同)

样品服务助手：
王思懿 13482219796 (微信同)

[开启新体验](#)

Abundant Samples Easy to get

海量样品轻松拿



小添加·大不同



不用看了,它确实是一只壁虎
滑下来只因为……

手感剂系列: 5010 5020 5030 5040 5070 5080

提供永久性爽滑丝质手感和抗刮效果。

具有优异的相容性, 极低的雾影值, 对重涂性无不良影响。

适用于水性及溶剂型体系, 木器漆, 汽车漆, 塑胶漆, 皮革涂饰剂。

联系方式: 021-56875777, 13817184444 郭先生

www.yck.com.cn



扫一扫, 有惊喜

