

本期要目

聚乳酸多元醇

避免过度喷涂

数字配方助手

服务于全球的涂料油墨粘合剂生产商和配方设计师

用于 防腐涂料的树脂



隔离病毒 不隔离爱

因为一场战役 更懂爱的意义

PCI中文版推出三项免费服务，助力中国企业复工发展，为中国涂料产业加油！



- ♥ “拿个样”APP材料检索数据平台免费入驻
- ♥ 涂料生产企业人员可免费报名“PCI中国涂料研修院”全部线下技术课程
- ♥ PCI中文版杂志全年免费赠阅

详情请咨询PCI读者秘书：

王思懿

En Cici Wang

13482219796（微信同）



PCI 中文版
Paint & Coatings Industry



10



22



24

目录

2020年2/3月

专题文章

- 10 实验室数字配方助手 Evonik Resource Efficiency GmbH
- 12 新型1K和2K硅氧烷技术代替2K聚氨酯面漆 Hexion Inc.
- 18 具自愈性的多用途聚合物 Nouryon
- 22 您的涂层厚度是多少? Kett
- 24 用于聚氨酯涂料的聚乳酸多元醇 NatureWorks
- 32 避免过度喷涂 Dürr Systems AG

专栏

- 2 编者视角
- 2 声明
- 3 市场报告
- 5 广告索引
- 6 国际新闻
- 9 国内新闻



封面图片由gettyimages.com提供

PCI
Paint & Coatings Industry

出版/销售部门

集团出版人/ Tom Fowler
东海岸销售 E-mail: fowler@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: kropp@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

编辑部门

美国编辑 Kristin Johansson
E-mail: kristin@pcimag.com
中国主编 Sophie.Fu
E-mail: Sophie.fu@pcimagcn.com
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 杨卫强 叶庆峰 张之涵

BNP Media Helps People
Succeed in Business with
Superior Information



Associate Member

《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

未来的汽车流行色

去年12月，我应艾仕得涂料系统公司全球产品经理Nancy Lockhart的邀请，参观了该公司位于密歇根州克林顿镇的汽车色彩观察室和工作室。每年，艾仕得都会推出一套新的汽车色彩，以及一本流行色趋势书籍。设计师们可以从中获得最新色彩和主题的一手资讯。

Nancy将色彩观察室称为“设计师的蜡笔盒”。客户可以从艾仕得最新的颜色中进行选择，并通过数字技术(展示颜色在整车上的效果)和实体色板进行查看。Nancy表示，大多数设计师会直接使用实体色板(有平面和曲面两种设计)，这样他们就可以近距离观看最终效果，以及颜色变化。访问者还能在各种不同的光源环境底下观察实体色板，如日光和荧光灯等环境。

与观察室相邻的便是色彩工作室，主要着眼汽车未来而设计一系列的汽车色彩，今年的主题为“华彩乐章Color Combo”。Nancy表示，在汽车行业中，颜色组合是一种趋势，例如双色调、不同颜色的车顶、条纹，以及固体和金属的组合等。艾仕得介绍了6组不同的“颜色双重奏”系列，它们是参照色彩趋势、色彩配方、色彩技术与预测色彩流行度的组合关系而开发出来的。

• 复古双重奏 – 该组合结合实色和效果色，从过去得到灵感，是为了满足人们对颜色不断增长的需求而设计。例如，实色运气和效果运气是艾仕得色彩的鼠尾绿色并提供浅色和深色版本的独特色调。

• 反差双重奏 – 这些高对比度的

色调可以是浅色和时尚的金属色，也可以是深色且奢华的颜色，如深色地平线和浅色天际线的蓝色调。

• 流行双重奏 – 探索如何获得大众消费者接受和大规模定制化来开发主流色彩空间，此组合在跨车型的高使用率成为了全球最喜爱的组合，个性阳光和传统日出是黄色和米色的概念。

• 智能双重奏 – 该双重奏色展示了不同的色彩空间，可用于激光雷达车辆，或用于雷达技术以检测其他车辆。自动驾驶和燃油节能将影响这类车辆的色彩选择，因为高科技车辆的涂层需要优化色彩空间来进行检测和传输。艾仕得色彩优化智慧和常理知识组成了该智能双重奏色彩，并在黑色色调中融合了奢华、时尚和实用性。

• 最优双重奏 – 在此更新了一些在新技术下我们所熟知的颜色，要求注重具备特级效果的新技术。该双重奏的颜色在全球都很受欢迎，皆为奢华外观而设计。招牌极乐红和新版喜悦红的搭配，以深沉浓郁的红色为特色，唤起人们的情感。

• 能量双重奏 – 明亮泻湖绿和暗哑海湾绿是深受广大群体喜爱的蓝绿色调。

“能量双重奏”系列的色彩空间为高有彩色及特殊哑色，具有令人惊艳的独特性，这些色彩专为较小车型特别定制，呈现出有趣而颇具动感的色调。

我认为“智能双重奏”非常有趣。正在为用于如激光雷达和雷达等自动检测系统的车辆开发涂料解决方案。对于激光雷达，反射涂层是检测系统的关键。尽管包括黑色



在内的深色涂料，在全球汽车市场上仍然很受欢迎，但它们通常由碳黑制成，因此反射率较低。艾仕得正在开发不含碳黑的深色涂料，以确保获得更好的反射率。塑料筋膜后发使用的雷达部件需要高透射性能涂料，含铝量高的色彩配方无法充分透光。在一个案例中，艾仕得利用铝和珠光颜料组合而成银色金属效果颜料，开发了一款用于优化雷达性能的优化能手。

我非常享受在艾仕得美丽多彩的办公室里所度过的时光，感谢Nancy，这趟有趣且具启发性的导览。期待下一次的拜访！



Kristin Johansson
主编 | PCI

PCI中文版特别声明

亲爱的读者们朋友们：

无论您身处何地，我们先祝您平安健康。

空前的新型冠状病毒肺炎在这个2020年的春天给了我们前所未有的考验。为了与全国各地的读者一起共克时艰，隔离病毒不隔离爱，同时也为了减少特殊时期杂志发行中的过多接触，PCI中文版将在本期采用首次全电子版发行的方式，并提供全部内容的免费阅读。

对于已经订阅了PCI杂志邮寄服务的读者和本期杂志广告的客户，我们也将采取顺延服务。PCI中文版中国办事处的全体工作人员在此对一直支持PCI工作的读者及客户的理解与支持一并表示衷心的感谢！

历经劫波，山河无恙，人间皆安。

PCI中国编辑部



关注PCI视野微信公众号，
及时获得最新资讯

汽车行业助力颜料市场，亚太区作为强势增长板块脱颖而出

作者: Pankaj Singh

美国特州，塞尔比维尔 - 建筑支出的持续增长推动了全球颜料市场份额的扩大，对油漆、塑料部件和其他材料的需求也在增加。各种颜料的收益，包括二氧化钛、碳黑及各种不同应用领域的有机颜料，证实了此趋势。多年来，汽车行业持续增长，技术也在不断发展，极大地推动了颜料的消费，增加了对高性能涂料和塑料部件的需求。

根据OICA的数据，2018年生产了超过9560万辆汽车，这表明整个行业对油漆和涂料的需求量也极大。快速城市化、发展中国家经济的增长，以及世界人口的快速增长，增加了对包装食品和消费品需求的增长，为油墨应用的颜料供应商提供了极佳的机会。据预测，到2026年，全球颜料市场规模将超过200亿美元。

全球颜料行业的迅速发展，可以从巴斯夫、科莱恩、朗盛、默克、DIC等市场领军企业的投资和扩张中一窥究竟。2019年8月，有消息证实，DIC公司正在进行一项收购巴斯夫公司全球颜料业务的交易，以扩大其产品组合，满足化妆品、显示器、汽车和其他行业的需求。

汽车涂料不仅提供了出色优美的外观，且可以保护零部件和底层金属免受恶劣环境的影响。支撑全球颜料市场前景的一个主要因素是乘用车和商用车的需求上涨。事实上，在颜料生产或产品研发投资方面的巨大进步可以归因于蓬勃发展的汽车工业，这包括对有机或生物基颜料的开发，它们可提高性能，并遵守日益严格的全

球排放标准。例如，Red 254颜料，便是应用最广泛的汽车外涂层红色颜料之一。

科莱恩公司最近首次推出了生物基颜料Red 254和其他用于运输和机械的颜料。预计整个颜料行业也会跟进做出类似的努力，这将改变汽车、建筑和其他应用领域的涂料制造，使其朝着更环保的方向发展。

阳化学推出了新的帕洛玛蓝15248-4848颜料，专用于汽车OEM涂料。该产品由其专利技术研发，有望取代即将退市的蓝色15:1颜料。

到2026年，涂料应用领域预计将占全球颜料市场规模的较大比例，其中汽车行业占比将非常显著。电动汽车(EVs)和自动驾驶技术的日益普及，将进一步促进配套涂料颜料的开发。

道路上电动汽车的增加，必然导致不同工业领域的技术变革；这也



推动了塑料、化工和涂料行业的变化。预计汽车制造商可能会通过颜色(包括不同的内饰)来区分电动汽车和传统IC引擎汽车，也包括即将上市的自动驾驶汽车。

由于用来降低汽车整体重量的更轻部件的使用，OEM涂料业务也会受到影响，制造商将使用多基材车身来

提高效率。此外，降低碳足迹的压力渐增，将推进含生物基原料涂料的发展，也会影响颜料的市场发展趋势。

通过全自动驾驶汽车的开发，汽车行业正在消除人类对驾驶的直接干预。虽然还未成为主流，但这项技术将会为所有涉及汽车生产的利益相关者带来许多挑战，包括涂料行业。

外部油漆对确保自动驾驶汽车无任何差错的运行非常重要，因为检测道路上的物体和其他车辆的摄像头或传感器技术的效率可能会受其影响。激光雷达通常被安置在自动驾驶车辆上，以帮助它们看到周围的环境，并使车辆运行所需的探测系统能够持续收集数据。

毫无疑问，供应商们将急于开发合适的涂料原材料，以满足汽车行业不断变化的需求趋势，加强对未来几年颜料市场的预测。例如，巴斯夫专注于提供基于功能性颜料的激光检测涂层，以帮助汽车制造商减少近红外波长的吸收，并提高检测系统的性能。

报告显示，2017年亚太地区(APAC)建筑行业的价值接近1.5万亿美元，专家预测，到2025年，该行业的价值将超过2兆美元。在中国、印度、印度尼西亚、日本和马来西亚等国快速工业化的推动下，该地区较高的可支配收入大大增加了公共、私人 and 商业基础设施的支出。

合适的颜料需要高质量的耐久性和外观，来满足人们对建筑材料的要求。随着新兴经济体住宅建设的加速，APAC颜料市场有望在未来几年取得显著增长。

专家们在NAUM'19峰会上探讨石墨烯纳米管的益处

日本，京都－石墨烯纳米管使工程师们有能力生产全新的、高创新性的、有竞争力的产品。2019年11月5日至6日，在日本京都举行的2019纳米增强材料行业峰会(NAUM' 19)上，来自31个国家的450名专家讨论了电导率、强度和对颜色的更大控制相结合的话题，现在，归功于这些微小的纳米管，实践此事并无不可能。

专家们一致认为，石墨烯纳米管(又称单壁碳纳米管)是目前最先进有效的抗静电添加剂。Airbus Defence & Space公司的高级工程师Faris Ustamujic说：“与标准碳黑相比，OCSiAl公司生产的TUBALL纳米管似乎对导电性有更强的影响，且分散性非常均匀；而标准碳黑有很多诸如热点等缺点。”来自德国汉莎技术公司夹层涂层材料设计工程部门的Melina Remers补充道：“在进行维修时，单壁碳纳米管由于其导电性能，使我们能够为飞机部件创造新的生命，而环氧树脂的绝缘性能是无法做到这点的。纳米管涂层在耐磨性、耐热性和粘结强度方面没有负面影响，这对我们和我们的客户都很重要。”

正如专家所强调的，石墨烯纳米管的负荷量极低，比最接近的同类产品低数十甚至数百倍，这带来了许多好处。

提高石墨烯纳米管的机械性能可能是下一个技术发展的重点。LEHVOSS集团认为石墨烯纳米管在增强车身、减轻车身重量方面有很大潜力。其产品开发经理Marco Burth补充道：“我们正在扩大PA6单壁纳米管的原位聚合生产，为航空航天、汽车和工业应用开发不同的母粒。”

材料应该更强、更智能。材料部门负责人Rob Thompson分享道：“说到车辆碰撞性能或在涂层中嵌入传感器时，单壁碳纳米管扮演着重要的角色。我们希望在不多做加工的情况下将功能集成到材料中。使用单壁纳米管可以帮助我们做到这一点。”

Fraunhofer IPA部门负责人Ivica Kolaric说：“我们已经为一家优质的OEM生产商制造了一种含纳米管的铝。”此外，有了单壁碳纳米管，Fraunhofer可以将超过16平方米的汽车表面变成一个人工智能皮肤，用于连接有传感器的汽车，且可根据需要来改变颜色。

日本长濑化学公司和Dynic公司分享了利用TUBALL纳米管开发透明导电薄膜的成果。长濑公司的Shingo Shinohara说：“我们研究了大多数类型的导电添加剂，包括石墨和多壁碳纳米管，但我们选择了单壁碳纳米管作为最合适的解决方案”。Dynic的首席开发者Ryo Asano补充道：“我们相信这些纳米管可以有效地替代昂贵的触摸屏和太阳能电池中的ITO”。

一些特殊的应用领域正逐渐扩大采用石墨烯纳米管，并继

续广泛用于批量生产的应用领域，如储槽衬里涂料、粉末涂料、导电底漆、柔性泡沫聚氨酯、印刷用快速固化浇注聚氨酯和柔性印刷等等。

水性技术促进了对涂料粘合剂的需求

都柏林－Fact.MR进行的一项新研究报告称，到2018年底，涂料粘合剂市场的需求预计将超过3600万吨。涂料粘合剂市场的制造商正把他们的重点从溶剂型涂料转向水性涂料。各国政府为尽量减少挥发性有机化合物的排放而制定的严格规定，使得水性涂料被广泛使用。

为了满足更严格的VOC法规，涂料行业对廉价、低/无VOC溶剂的需求有所增加。研究发现，制造商增加了对涂料粘合剂市场的投资，以加速研发低VOC、溶剂型涂料。对设备进行改造，使其与水性涂料配合使用，也在不断增加，以节省购买新干燥设备的成本。

报告指出，醇酸树脂是目前最大的涂料粘合剂产品。报告称，对醇酸树脂的需求预计将大幅增长。醇酸树脂因其应用广泛，极可能会长期主导有机涂料行业。研究发现，在涂料粘合剂市场中，使用更多的可再生材料是醇酸树脂大量增长的最大因素之一。

因醇酸树脂成本低廉，而且政府越来越多地要求在化学产品中增加环保材料的使用，增加了醇酸树脂的需求。

水性醇酸树脂同样在进行大规模开发，以满足几个国家政府规定的VOC标准。木材护理、轻型工业、汽车零配件市场、建筑涂料等行业对醇酸树脂的需求也不断增加。

报告显示，在亚太地区（不包括日本），涂料粘合剂的销售额最高，其中中国市场的份额最大。亚太地区（不包括日本）的基础设施和建筑业有了显著增长，导致对粘合剂的需求增加。半导体和电子产品产量增加，以及中国和印度汽车行业的增长，都可能为涂料粘合剂制造商创造成长机会。

随着中国政府致力于减少VOC排放的进程，辐射固化技术在中国被大规模应用。为了达到法规要求，辐射固化技术的使用者一直与涂料制造商合作，这也导致了UV涂料技术在该国的使用得以增加。

中国涂料粘合剂市场的制造商也在专注开发用于家具、建筑等行业的新型水性涂料解决方案，加速了涂料粘合剂市场的增长。各公司都在致力于开发耐高温、耐低温涂料、抗涂鸦涂料、智能涂料、自洁涂料等新型涂料技术。

在中国和印度，溶剂型涂料的需求正在下降，这是由于这两个国家对环境问题日益关注，而“绿色”涂料是一个潜在的增长领域。绿色涂料粘合剂制造商正在投资开发环保型涂料粘合剂，并使其性能与传统的溶剂型涂料粘合剂相同。

亚太地区（不包括日本）的海洋涂料市场也将随着近海工程和造船的发展而稳步增长。对船舶维护和修理的持续需求也

极可能推动涂料粘合剂市场的需求。

欲了解关于《涂料粘合剂市场报告》的更多信息，请访问 www.factmr.com/report/2373/coating-binders-market。

粉末涂料峰会及涂料发展趋势&技术会议，诚邀您的参与

美国密歇根州，特洛伊市 - 由PCI杂志组织的活动，粉末涂料峰会(PCS)和涂料趋势与技术(CTT)会议，皆已发出邀请，诚邀演讲者的参与。

CTT将于9月9日至10日在美国伊利诺斯州Lombard举办，该会议将着重于液体油漆和涂料配方的最新原料和设备技术等内容，而涵盖粉末涂料行业最新技术的PCS将于9月24日至25日在俄亥俄州哥伦布市举行。

有关这两个会议的更多信息，以及提交摘要，请访问活动网站 www.pcimag.com/coatingsconference 和 www.pcimag.com/powder-coating-summit。

研究公司发布抗反射涂料市场报告

都柏林 - 市场研究公司Research and Markets发布了一份关于全球抗反射涂料的最新市场报告。该报告预测，在2019年至2029年的预测期内，市场将以7.05%的复合年增长率增长。2018年，亚太地区以76.03%的市场份额主导全球抗反射涂料市场。亚太地区包括中国、日本、印度、韩国等主要国家，是抗反射涂料市场成长最显著的地区之一。2018年，中国在亚太地区占有重要市场份额。由于对美国 and 欧盟国家出口的增加，还有以鼓励分布式发电为目标的太阳能光伏电池板安装的增加，太阳能电池板的产量增加，从而增加了中国对防反射涂料

的使用。

抗反射涂料市场研究提供了基于材料、涂层、技术、应用和区域的详尽细分市场信息。该市场分析的目的是为了审查推动市场、趋势、技术发展和竞争基准的因素。报告也进一步考虑了市场动态和竞争格局，以及在市场上运作的主要参与者的详细财务和产品贡献。

欲了解关于《全球抗反射涂料市场 - 分析和预测，2019-2029》报告的更多信息，请访问 www.researchandmarkets.com。

研究公司发布涂料行业研究报告

都柏林 - 市场研究公司Research and Markets发布了一份关于涂料行业的最新市场研究报告，该报告对当前至2024年涂料行业的发展情况进行了预测。

城市人口的增长是建筑、汽车和包装材料需求增加的一个重要因素。然而，报告指出，政府对涂料行业严格的排放监管阻碍了溶剂型涂料市场的发展。

2018年，水性涂料占据了整个涂料市场的最大份额，主要应用于建筑领域。由于其低毒、不易燃等性能，也被广泛用于汽车、一般工业、防护、木器、船舶、包装、卷材等行业。发展中国家建筑和建材的增长预计将促进水性涂料市场的增长。

根据该报告，因亚太地区工业应用的需求不断增长，经济条件也在不断改善，使得油漆和涂料市场利润丰厚，颇具潜力。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。

欲了解该报告的更多信息，请访问 www.researchandmarkets.com/reports。✂

广告索引

PCI中文版.....C2
www.pcimagcn.com

DeFelsko Corp.....20
www.defelsko.com

TOD 同德.....21
www.todchem.com

Allnex 湛新.....33
www.allnex.com

Heidis 海迪斯.....34
www.hz-hds.com

China 2020 Industrial Coatings Expo.....C3
www.icpcexpo.com

YCK 毅克化学.....C4
www.yck-chemical.com

Emerald Kalama Chemical欧洲新办事处开幕

荷兰，鹿特丹 - Emerald性能材料商业集团Emerald Kalama Chemical在荷兰鹿特丹庆祝其新办事处的隆重开业，该办事处将成为公司欧洲业务的中心枢纽。除此之外该办公处还将容纳Emerald不断壮大的订单履行团队和技术服务团队，专注于为全球客户提供Emerald在欧洲运营的产品。

“随着我们作为一个全球组织不断发展，我们意识到需要成立一个欧洲、中东

和非洲（EMEA）的中心枢纽站，以便与我们在温哥华的全球总部联盟。我们新成立的欧洲中心办事处将协助



2019年10月23日，Emerald Kalama Chemical的员工为公司新在鹿特丹的办事处举行了盛大的开幕仪式。图中剪彩人员（左至右）分别为全球订单履行部门总监Dana Lukens；高级项目经理Cherri Bocci；欧洲财务总监Karel van der Wijngaart，以及负责生产和研发的副总Jan Eland。

确保为客户提供连续性和优质服务，并为团队增员情况提供更多空间，”首席执行官Ed Gotch表示。

Emerald公司已在鹿特丹地区打下了坚实的基础，其制造工厂位于鹿特丹的Botlek，因此，在鹿特丹设立的新办事处成为了Emerald在欧洲主要制造业务之一的战略位置。

这座位于鹿特丹Botlek的工厂是同类中规模最大、效率最高的工厂之一，Emerald在过去十年中对此工厂进行了大量产能和生产线的扩建工作。Emerald在英国的Widnes也设有工厂，

近期同样在进行扩展，以提高产量，增加新的化学品。新的欧洲中心办事处将为这两个工厂的客户提供服务。

EFSEN重组为两个业务部门

丹麦，霍尔特 - 由于近年来业务显著增长，EFSEN宣布将公司划分为两个业务部门：ICAD®技术和UV & EB技术部门。此举将有助于对每个领域的客户的需求，进行敏捷快速的响应。

UV & EB技术事业部是EFSEN的老字号公司以从斯堪的纳维亚半岛、波罗的海和波兰的Heraeus、EIT、Excelitas、Vela UV和PCTebi企业中分销领先技术至UV和EB市场闻名。

Flemming Madsen在该公司有近七年的工作经验，现已晋升为EFSEN UV & EB技术事业部总经理，他将通过发展与客户和供应商的关系，重点拓展公司的UV和EB业务。

ICAD事业部将专注于开发应用程序和技术，包括该公司的内联紫外线控制系统（称为ICAD），主要用于需要更高级别的处理控制和文档等。Thomas Efsen将专注于发展ICAD技术部门，并负责两个部门的整体销售。

Brenntag North America设立新创新中心

美国宾州，雷丁 - 隶属于Brenntag集团的Brenntag North America公司，宣布其位于宾夕法尼亚州阿伦敦（Allentown）的新涂料和建筑技术创新中心隆重开幕。

新中心将进一步为美国和加拿大的客户提供与涂料和施工配方相关的技术解决方案和创意。该涂料与建筑中心是Brenntag North America技术创新中心的新成

员，中心还包括食品与营养、个人护理和家庭护理行业等。

新中心由行业专家和化学家组成的团队来管理，以应对行业最新的配方挑战，以及在胶黏剂、涂料、建筑、弹性体和密封剂市场应用方面的新发展。此外，该中心还将提供原材料评估、产品性能检测以及其他物理和视觉测试等。

奥本大学授予MFG化学“加文家族”奖

美国乔治亚州，道尔顿 - MFG化学创始人查尔斯·E·加文三世和加文家族获得了奥本大学的多项荣誉奖章，奥本大学位于阿拉巴马州奥本市，是全美为数不多的几所被政府授予土地用于科研工作的大学之一。

在一个特别的典礼上，奥本大学的哈伯特商学院正式将其新办公楼的天台命名为加文露台，以纪念查尔斯（查克）·加文四世，现为他父亲创办的MFG化学公司的首席执行官。

奥本大学的工程学院同样纪念了卡罗尔·安·加文，她是查克·加文的母亲，也是MFG化学公司创始人、前首席执行官查尔斯·E·加文三世的妻子。奥本大学工程系建造了卡罗尔·安·加文花园，占地44,000平方英尺，位于工程学院中心。此开放区域为学生、教师和员工带来了一个能安静学习、吃午饭或放松的好地方。

Maroon集团扩大全球采购

美国俄亥俄州，AVON - 特种化学品分销商Maroon集团，位于俄亥俄州的Avon市，已经扩大了其全球采购能力。该公司还新聘了几名专职采购专家，部署在全球多个国家，包括美国、巴西、加拿大和亚洲。团队与公司商业领导紧密互动，以支持客户的技术和配方需求。

Maroon集团总裁兼首席运营官Mike McKenna表示，“作为一个在全球采购产品超过40年的组织，在关键采购区域安排采购专家是我们的战略重点。鉴于当前的贸易战和全球经济环境的挑战，客户会更依赖我们来降低风险，并从世界级制造商那里找到可持续产品的新来源。”

Perstorp推动Penta业务发展

瑞典，马尔默 - Perstorp公司公布了在印度古吉拉特邦投资建设新季戊四醇（penta）生产设施的计划。古吉拉特邦新建工厂将生产penta



供应全球市场，包括Voxtar™可再生产品，它们最多可减少60%的碳足迹。

古吉拉特邦工厂的建设于2019年10月开始，预计于2022年第一季度开始投产。全面运营后，该设施将雇佣120人。此投资将显著扩大Perstorp公司的penta产能，计划从2022年起每年生产40 KT的penta。

PT Mowilex成为印尼第一家碳中和制造商

印尼，雅加达 - 印度尼西亚领先的涂料公司PT Mowilex宣布，该公司已经实现了碳中和，是该国第一家做到这一点的制造公司。

PT Mowilex在印尼各地拥有一千多名员工，现已抵消了包括工厂在内的11家设施业务运营所产生的排放。为了达到碳中和，公司采取了一系列的内部操作措施来减少温室气体的排放，比如升级暖通空调系统，更换拥有更高效车辆的运输供应商，以及计划将柴油叉车换成丙烷叉车等。为了抵消剩余的碳足迹，PT Mowilex从Natural Capital Partners和加拿大Just Energy公司的子公司购买了碳补偿。

Sensory Analytics宣布迁址

美国北卡罗来纳州，GREENSBORO - 为了满足对SpecMetrix®测量解决方案不断增长的需求，Sensory Analytics公司已搬迁至位于北卡罗来纳州Greensboro的一个更大的工厂。新总部和技术中心包括装配和测试区，以及更大的

研发、原型开发、库存管理、运输和接收区域。新增的办公室、会议室和培训设施能够容纳更大的团队，并满足客户和合作伙伴对培训的需求。

Pinova Solutions任命Palmer Holland为独家代理

美国俄亥俄州，克利夫兰 - DRT的子公司Pinova Solutions，任命Palmer Holland作为其美国和加拿大的独家经销商。Palmer Holland负责对Pinova Solutions产品组合进行推广和库存管理，这些产品包括聚四氟乙烯树脂、萘烯酚醛树脂、氢化树脂、松香酯及其衍生物、高油脂肪酸和蒸馏高油等，主要用于粘合剂和密封剂、涂料和润滑剂市场。

Silberline推出新LOGO和标语

美国宾州，TAMAQU - 全球领先的铝效果颜料公司Silberline正在更换公司的LOGO和标语，新标语为“以科技闪耀（From Science to Shine）”，是其公司品牌演变的基石。

“这充满活力、令人振奋的新LOGO与标语带来了别样的意义和感觉。它标志着我们已



发展成为全球铝颜料领域的领军者，拥有使客户脱颖而出的专业知识。” Silberline董事长兼总裁Lisa Scheller表示，“从最初的75年，发展到今后的75年乃至更长时间，这是一个自然的过程。”

“我们的颜料被用于无数产品中，人们每天都在与之接触。为了建立这种联系，我们创造了西尔伯‘线’，” Scheller如是说。

IMCD完成对HORN的整合

荷兰，鹿特丹 - 特种化学品分销商IMCD N.V.宣布，已完成对HORN在其IMCD US业务中的整合。IMCD于2018年8月收购HORN，HORN的整合完成了公司专注于市场，向IMCD美国公司的转型。IMCD美国技术销售团队代表全球领先的供应商，从东岸到西岸运营，为客户们提供强大的产品组合。

作为HORN整合的一部分，IMCD在数字化、扩大应用实验室、招聘更多技术人员以及实施IMCD的全球IT平台方面进行了投资，以进一步确保和维护公司通过专业知识实现卓越和价值的承诺。HORN的前总部现为IMCD的美国西部中心。

Ship & Shore Environmental向泰国扩张

美国加州，长滩/泰国，曼谷 - Ship & Shore Environmental Inc. (S&SE) 是一家环境污染治理和能源解决方案公司，该公司已在泰国曼谷进行运营。新Ship & Shore泰国公司计划在美国和中国对应地点，提供相同的解决方案规划和实施能力。进入泰国的原因，源于客户需求，以及该地区急需改善的污染状况。S&SE发现，这种污染状况普遍存在整个东南亚发达国家。

赢创工业扩大有机分散体产能

德国，埃森 - 赢创工业正在德国达姆施塔特扩大其用于热封应用的有机分散体产能，工厂扩建计划于2021年下半年完工。该用于热封应用的有机分散体，赢创工业以DEGALAN®品牌在市场上销售，非常适用于制备高质量的热封漆，并可确保密封安全，同时具有对食品和饮料包装进行平滑剥离的性能。

Chemetall完成德国工厂的扩建

德国，LANGELSHEIM - 巴斯夫 (BASF) 涂料分支的表面处理全球业务部门以Chemetall品牌进行运营，在德国Langelsheim建立了一个新的实验室和办公楼，这就完成了对Lower Saxony生产基地的扩建，该生产基地专注于航空航天技术的开发和生产。为了满足日益增长的市场需求，Naftoseal®飞机密封胶的生产也扩大了。

Birla Carbon和CHASM Advanced Materials签订开发协议

印度，孟买/美国乔治亚州，MARIETTA - Birla Carbon为碳黑制造商和供应商。以专有碳纳米管和油墨/涂料技术的CHASM Advanced Materials为一家印刷电子材料和电池材料的开发商和制造商。这两家公司正联手加快新型纳米材料的发现和开发，以造福于各种领域，包括新型涂料在内的细分市场。

通过这项联合开发协议，两家公司将共享研发和工程资源，开发和制造基于碳基材料和碳纳米管的混合纳米材料。这些混合纳米材料将结合CHASM的纳米管增强碳 (NTeC) 技术和Birla Carbon在商业化和制造方面的专业知识。在此过程中，两家公司预计联合开发新的碳纳米材料，以满足各种应用的性能要求。

Safic-Alcan发布第一份可持续发展报告

法国，巴黎拉德芳斯 - 全球特种化学品经销商Safic-Alcan发布了第一份可持续发展报告：《持久关联》，题目即报

告的核心内容。“持久关联”，旨在透过完整的分销解决方案及个别化学产品，连结化学品制造商和化学品用户，并致力于加强它们之间的持久联系。了解更多报告内容请访问 www.safic-alcan.com/sustainability/sustainability-governance.html。

赢创指派Cambrian Solutions负责其交联剂业务

美国俄亥俄州，AVON - 赢创公司的交联剂业务线已指定Maroon集团旗下的Cambrian Solutions作为其加拿大分销商，销售VESTANAT®、VESTAGON®和AMICURE®IC品牌下的脂肪族异氰酸酯和聚酰胺交联剂产品。Cambrian Solutions在加拿大市场为客户提供广泛的特种产品和化学品组合。Cambrian的领导团队将在日常运营的基础上，利用Maroon集团的全球网络资源有效管理企业。

BYK荣获Henkel供应商奖

德国，WESEL - Henkel Adhesive Technologies授予助剂和测量仪器供应商BYK公司年度创新供应商奖。在颁奖典礼上，Henkel公司对在整个价值链上与其紧密和成功合作的供应商表示敬意。

Henkel特别赞赏BYK的开放交流、以客户为导向和优秀的技术服务。BYK凭借其数字培训、独家工具和渠道脱颖而出，这些都有助于增强两家公司全球研发团队的互联性。

Gabriel性能产品公司宣布收购计划

美国俄亥俄州，AKRON - 总部位于美国的特种化学品公司Gabriel性能产品 (Gabriel)，宣布收购Deltech树脂公司 (Deltech) 的部分醇酸树脂业务。Gabriel将在其位于宾夕法尼亚州哈里森市的工厂 (Ranbar®醇酸树脂技术的所在地) 生产这些精选产品。这些产品是对Gabriel目前供应的醇酸树脂的补充。

Deltech公司仍会是涂料市场特种醇酸树脂和其他产品的积极生产商，预计其位于西弗吉尼亚州New Cumberland的工厂不会有任何变化。

Chromaflo科技收购RCPI

美国俄亥俄州，ASHTABULA - Chromaflo技术公司收购了南非的Rolfes彩色颜料国际公司 (RCPI)。对RCPI的收购包括液体分散体业务和颜料贸易业务。收购价格未公开。

考虑到Chromaflo的核心业务和能力，Chromaflo在完成了对RCPI收购的同时，将颜料贸易部门出售给了Chemipol Solutions (Pty) 有限公司。✂

隔离病毒不隔离爱 涂料企业携手奋进齐抗疫

为了支援抗击疫情工作，三棵树立即启动紧急决策程序，开启全流程绿色通道，捐资捐物支援疫情防控工作。1月27日，三棵树向福建省光彩事业促进会捐助1000万元，并由福建省光彩事业促进会转交相关部门，用于支援抗击疫情工作；2月7日，向河南省南召县财政局捐款50万元，用于应对新型冠状病毒感染的肺炎疫情；2月10日，三棵树旗下的湖北大禹九鼎新材料科技有限公司向湖北省孝感应城市东马坊街道捐赠50万元，支持当地抗疫工作。此外还有大批涂料物资支援疫区建设。

2月1日，巴德士集团率7大全资子公司联动献爱心：广东巴德士、广东花王、上海巴德士、山东巴德士、成都巴德士、江西巴德士、赣州博士家居共同捐赠300万元战疫情，捐款已分别汇入广东中山、广东开平、上海金山、山东章丘、四川大邑、江西赣州、江西南康七地红十字会用于疫情防控。巴德士集团高度重视、密切关注防疫情况，并成立了集团防控疫情领导小组，实时联络、监控员工健康情况和提供必要帮助，并号召全体巴

德士人“抗击疫情，从我做起”，积极响应国家防控号召，积极为这场战役贡献一己之力。

自新型冠状病毒肺炎疫情发生以来，龙蟒佰利集团股份有限公司一直高度关注疫情发展，为积极响应中央“疫情就是命令，防控就是责任”的号召，投身疫情防控工作，切实履行上市公司社会责任，公司及子公司拟合计对外捐赠人民币500万元，助力新型冠状病毒肺炎疫情防控阻击战。

面对刻不容缓的防控形势，紫荆花涂料(上海)有限公司快速响应，春节期间调动各项资源，确保物资顺利抵达和交付。此次向上海市金山区红十字会捐赠5吨75%酒精，主要用于紫荆花上海工厂所在的金山第二工业区，这批酒精将为园区内近19家企业防疫工作提供帮助。

2月3日，立邦中国投资有限公司向湖北咸宁市红十字会捐赠了200万元人民币。此外，立邦涂料将向中国红十字会和上海红十字会各捐赠100万元人民币，共计200万元人民币。13日，立邦涂料控股株式会社宣布“关于从中国传播的新型冠状病毒爆发”的第

二份报告，合计向中国的三个红十字会捐款400万人民币，以支持其与新型冠状病毒防控有关的活动。

2月6日，华佳表面科技通过黄山市红十字会捐赠20万元人民币，将专项用于抗击新型冠状病毒感染肺炎疫情防控工作，助力打赢疫情防控阻击战。

湘江涂料集团迅速行动，按照中央和省、市政府关于疫情防控工作重大决策部署，筑牢疫情防控“篱笆”，目前实现零疫情。2月19日上午，湘江涂料集团向医院和钟南山基金会捐赠200万元现金和一批消杀用品，助力疫情防控第一线。同时，湘江涂料集团在严密做好科学防控的前提下，做好复工复产工作。为配合江铃集团负压监护型救护车、中联环卫防疫消毒机器人第一时间投入使用，支持远大集团为湖北火神山、雷神山等医院加急生产空气净化设备，湘江涂料集团全力保障供应绿色环保涂料，化解客户燃眉之急。目前湘江涂料集团的3个子公司已复产，为打赢疫情防控阻击战，实现全年生产经营目标打基础。

阿克苏诺贝尔发布2019年全年及第四季度业绩报告

面对日趋疲软的终端市场需求，阿克苏诺贝尔2019年第四季度调整后营业收入上升23%，达2.23亿欧元。从2019年全年来看，营业收入上升24%，达9.91亿欧元、营业收入上升39%，达8.41亿欧元、整体运营产生的净收入为5.39亿欧元。

阿克苏诺贝尔首席执行官范迪睿(Thierry Vanlancker)表示：“从2019年全年业绩可以看到，我们正稳步推进转型计划。尽管面临着原材料成本上涨和终端市场需求日趋疲软的阻力，我们仍然取得了良好进展。2019年下半年，我们的业绩改善步伐加快，促使销售回报率上升了约200个基点，至12.5%。

PPG“多彩社区”项目在第九届中国公益节荣获“2019年度公益项目奖”

2020年2月6日，PPG“多彩社区”项目凭借其在公益领域的杰出贡献，在第九届中国公益节中荣获“2019年度公益项目

奖”，也是本届唯一一家获此殊荣的化工企业。此外，PPG亚太区企业及政府事务总经理延彩明女士也因其在企业社会责任方面卓越的领导力，成为唯一荣获“2019年度公益人物奖”的化工行业人物代表。

PPG发起并倡导的“多彩社区”项目旨在支持、保护并美化PPG在世界范围内经营所在的社区。通过这个项目，PPG的员工志愿者们投入时间并捐赠PPG涂料产品对社区进行改造。自2015年以来，PPG已完成超过300个“多彩社区”项目，影响范围覆盖40个国家超过650万人。✂





实验室数字配方助手

在家里、在车里、在购物时，音控数字助手已成为日常生活的一部分，未来将使实验室工作更容易，而第一个专门帮助涂料行业化学家的助手就在这里。

作者：赢创资源效率有限公司，德国埃森

如今，Siri和Alexa等的虚拟助手已经成为五分之一的美国家庭的一部分。虚拟助手有无限的耐心，并能接受任何语音指令，正常使用下，能播放想要的音乐，提供天气预报或更新用户的日历。声控数字助手为我们的日常生活提供帮助，且正在迅速蔓延。2016年，只有1%的美国家庭存在这种情况，仅仅两年后，比例就上升到了20%，至少有13%的德国家庭也在使用声控数字助手。

如果一切都按照Gaetano Blanda博士的愿望进行，那这仅仅是个开始。Blanda想把音控数字助手从日常生活中的简单助手转变为化学专家，并用在一个需要大量专业知识和技术语言的地方：实验室。

作为赢创涂料添加剂业务部门的负责人，Blanda博士深知，新的实验室助手在科学知识和语言技能方面必须满足需求。他的团队专门研究涂料工业和相关助剂的配方，为了准确地满足客户在颜色、光泽和耐久性方面的要求，专家们必须创造出复杂的混合物，并用合适的助剂产品加以补充，即可能创造出数以千计的组合——事实上，这远远超过了人类大脑所能处理的数量。

专家们平时花了大量的时间在搜寻笔记和数据表。现在，数字助手将帮助用户直接在实验室研究和调整配方成分，它的名字为COATINO™。COATINO的想法是在涂料助剂策略会议上提出的，“我们讨论了业务发展的新方法，”Oliver Kröhl博士说，他是涂

料助剂业务策略开发的负责人和项目经理。“创新已不再局限于成品或工艺。相反，您需要展现你的能力，提出以新服务和业务模型的形式为解决方案。”研究人员关注的是涂料和油漆配方的日常挑战，并很快就决定他们可以使用音控数字配方助手，这一想法让团队成员兴奋不已。但这是实验室专家们的真正需求吗？

从“油漆罐”到原型

为了找到答案，科学家们立即动工。他们把一罐空油漆涂上了公司的颜色，然后将其放入实验室，拍摄了一名同事和“油漆罐”之间的讨论对话。视频中，用户向“油漆罐”询问了一种适用于木器漆的水性消泡剂。“油漆罐”作出了回复，给了实验室工作人员一个产品选择，并订购了一个样品。

“那时候，回答问题的是站在一堵墙后面的同事所答，”Kröhl说。“虽然这特殊情况，但我们想切实地与客户测试我们的想法，并迅速获得反馈。”我们分享视频给了一些客户，团队还进行了有组织的采访。这个想法引起了人们极大的兴趣。

这鼓励了开发人员踏入未知领域。“我们是油漆和涂料专家，并非声控助手专家，”Kröhl说。“这就是为什么我们知道这个项目可能不会成功。然而，我们和我们的客户们都认为它有很大的潜力，愿意承担风险。”开发人员的目标是及时为欧洲涂料展（世界上最重要的涂料工业贸易展览会）开发出一款声控助手原型。

这并非易事，因为传统的语音识别系统无法处理专业词汇。“普通的助手根本听不懂我们的语言，”Kröhl说。例如，当你问他们关于分散性、流变性或硅树脂的问题时，普通的声控助手就会面临极限，至多只能提供一些常规的信息。

Kröhl说：“它们需要做更多的工作来完成涂料配方的设计。如果它们不知道这些成分的特性，以及成分间的相互作用，对实验室来说，并无任何帮助。”

独一无二的挑战

油漆、清漆和其他涂料基本上由四种成分组成：溶剂、基料、颜料和助剂。根据混合物的不同，各种成分相互影响。可能的组合数量相当可观，即使在涂料配方的开发过程中只考虑10种固化剂、10种基料、10种颜料和10种助剂，这些数字加起来也会转化成10,000种可能的组合。这还不包括所使用的成分比例之变化。Blanda说：“一旦产品完成，客户应该对它的性能有明确的了解和想法。”为了给涂料行业开发一种功能强大的音控助手，研究人员首先开始构建所有可用信息，并将其输入到一个巨大的数据库中。下一步，是实现使用语音控制功能来调出这些信息。

例如，如果你问数字助手：“哪种助剂适合印刷油墨？”系统必须能够理解每个词汇。除此之外，COATINO还必须了解“助剂”是指涂料成分的一个具体类别。下一步，数字助手必须访问它的数据，并进行搜索，创建合适的链接，将数据分配给可能的相关结果。为此，它首先将声音序列分解成最小的组成部分，并根据其特性进行数据搜索。对数字助手来说，一个特别的挑战是，COATINO不仅要能理解主格形式的德语名词，还要能理解其他形式的名词。研究人员还想确保说话者的方言或口音不会影响结果。最终的目标是让COATINO能够理解全世界顾客的发音。除了这些挑战之外，说话人的语速和音高也不一样，讨论的具体内容也不一样。“调控过程非常伤脑筋，”Kröhl说。“我们在上海的同事试用成功后，在埃森的同事又出现了问题。”近两年来，公司与柏林的一家外部开发公司共同开发和调控了COATINO。当原型在欧洲涂料展上演示时，声控助手通过了它重要的首次开发测试。

当问到合适的助剂时，COATINO不仅列出了一系列产品，还对它们进行了排序。“COATINO可以告诉我哪种助剂最适合我的配方和要求。因此，它可以给我有充分根据的建议，”Blanda说。一旦用户找到了想要的产品，说话者可以发出语音命令告诉COATINO订购样品，或者直接通过电子邮件获得相关的技术数据表，又或者与安排好的专家进行对话。“对我们来说，以客户为导向的数字解决方案使我们能够更有效地讨论创新的解决方案，”Kröhl说。

来自数据库的新配方

欧洲涂料展开始的时候，COATINO的原型已经准备好了。Blanda说：“我们立即展示给我们的一些客户看。”用户通过麦克风将需求传达给平板电脑，而不是“油漆罐”。“反馈比我们希望的还要好。

我们获得了一些客户，作为第一批测试数字助手的用户。”他们将会把使用经验传递给Blanda和他的团队。Blanda说：“我们想让客户在早期就参与进来。当客户认为数字助手对他们有利时，它才能算发挥应有的功效。”2020年，研究人员计划让COATINO应用于整个涂料行业。

然而，该系统的研发还未结束。“当你使用数字助手时，你会不断冒出新的想法，”Kröhl说。例如，可以想象，COATINO不仅可以提供现有的配方，还可以提出自己的新配方。化学家们可以在实验室里直接测试这些新配方，并对其进行改进以供自己使用。Blanda说：“我们的COATINO有一天可能真的会变成一个人工智能实体。但在那之前，我们还有很长的路要走。”■

了解更多信息，请访问<http://bit.ly/coatino>。

新型 1K 和 2K 硅氧烷技术

代替 2K 聚氨酯面漆

作者: Nathalie Havaux, Catherine Romanowska 和 Denis Heymans, Hexion 比利时研究公司; Bo Ngiabprasert, Hexion VAD 公司, 荷兰; Marcelo Herszenhaut, Hexion 有限公司

基

于丙烯酸、环氧-烷氧基硅氧烷树脂的湿固化面漆作为异氰酸酯替代品在海洋和防护领域的应用日益广泛。与 2K 聚氨酯类似, 这些体系由于其结构和组成显示出广泛的性能特征。然而, 因为性价比不高, 这些替代品目前的市场渗透率有限。

本文介绍了结合乙烯基(新)酯和乙烯基硅氧烷单体的一类新聚合物。通过改变工艺参数、单体组成和烷氧基硅烷含量, 得到了一系列固含在 70%–100% 之间的聚合物, 其显示出了广泛而优良的性能。

基于该技术的 1K 和 2K 湿固化涂料的性能评估表明, 新聚合物不仅不含异氰酸酯、性价比高、用途广泛, 而且固体含量高, 硬度发展快, 且具有更长的保

质期。这些因素使这些乙烯基硅烷共聚物成为 2K 聚氨酯和丙烯酸烷氧基硅氧烷的有吸引力的替代品, 主要用于面漆, 尤其是防护涂料的面漆。

湿固化烷氧基硅烷

含硅涂料自 90 年代中期问世以来便发挥着越来越大的作用。如今, 它们被广泛应用于各种钢结构, 包括要求很高的防腐领域, 如海上平台、储罐和管道等。其高耐久性令人称道, 并经常取代聚氨酯涂料。聚硅氧烷 $[-Si-(O-Si)_n-O-]$ 的耐久性很容易理解, 因为 Si-O 键处于氧化态并且不能被进一步氧化, 不像有机化合物中的碳-碳键。此外, Si-O 键的解离能比 C-C 键高 33%。事实上, 玻璃是一种巨大的聚硅氧烷网, 它的极端耐久性和耐用性很好地体现了聚硅氧烷的优异性能。然而, 仅以聚硅氧烷树脂为基础的涂料, 其市场渗透性有限。因此, 有机硅涂料通常将无机聚硅氧烷与有机树脂结合起来。¹

如今, 大多数领先的防护涂料供应商皆提供基于环氧-聚硅氧烷和/或丙烯酸聚硅氧烷的含硅涂料。在这两种情况下, 无机聚硅氧烷树脂与有机环氧树脂或丙烯酸树脂反应, 以平衡和优化诸如粘度、耐久性、粘合强度和附着力等性能。²为获得最佳性能, 甲基-苯基聚硅氧烷的典型含量为浓度 37% 至 77wt%,² 因而使得这些体系的成本过高。在环氧-聚硅氧烷的情况下, 环氧乙烷的固化机理通常由氨基硅烷单体活化, 如氨丙基三甲氧基硅烷。因此, 胺和脂肪族环氧树脂必须保存在两个单独的罐中, 并在涂覆涂料前不久混合, 以避免过早固化(2K)。混合和涂覆后, 环氧-胺基有机交联固化会在几小时内作用。由环境湿度引发的硅烷基团无机固化对其进行了补充(图1)。有机



湿固化乙烯基

和无机这两种固化机理的结合，使得涂料具有了优异的性能。

另一方面，丙烯酸-硅烷体系仅通过硅烷基团的无机水解-缩合序列固化。³这些体系是通过硅烷功能性丙烯酸酯和（甲基）丙烯酸酯单体的自由基共聚来制备的。最常见的是，丙烯酰胺丙基三甲氧基硅烷（MPTMS）与甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸丁酯和苯乙烯或其他乙烯基单体进行反应，从而形成具有侧链烷氧基硅烷基团的共聚物。

一旦涂覆硅烷功能涂层，湿固化过程会分两步进行。在第一步中，硅烷与水反应生成硅醇和醇（通常为甲醇或乙醇）。在第二步中，两个硅醇基团缩合形成硅氧烷桥，释放出一个水分子。因此，在第一步中消耗的一半水在第二步中得以释放，从而确保涂层深处的进一步固化。为了促进这些水解-缩合反应，有时会使用一种或几种不同催化剂的混合物。

理论上，硅氧烷基丙烯酸树脂可以很容易地配制成单组分（1K）体系。涂层在涂到表面并暴露在空气和湿气中之前不应开始固化。然而，涂料配方中使用的颜料和助剂通常含有一定的水分，会在罐内引发过早固化。⁴为解决这一问题，人们提出了许多解决方案，有些人已经取得了成功。例如，某些会使用基于防潮剂的溶液⁵，其他则使用活性聚硅氧烷和无硅烷丙烯酸树脂的混合物溶液。⁶

丙烯酸-硅烷聚合物还需要具有足够低的分子量，以达到喷涂所需的低粘度，特别是在配制成涂料之后。在室温下使用时，这种低分子量聚合物通常需要很长的固化时间来发展机械性能。因此，有人提议将这些丙烯酸树脂与聚硅氧烷树脂混合以解决这一问题，²然而这种解决方案会导致更高的成本。

尽管1K湿固化硅氧烷-丙烯酸树脂具有很高的潜力，但迄今为止，它的市场渗透率仍相当有限。MPTMS单体和聚硅氧烷树脂的高成本可能是造成这一现象的部分原因。Park等人发现，当MPTMS的含量高达30wt%时，在湿固化的硅氧烷-丙烯酸基涂料⁷中发现了优异的抗紫外线和耐候性等性能，。

新羧酸单体

1954年，德国Max Planck研究所的Koch和Huiskens描述了单烯烃、一氧化碳和水的三步化学反应会产生分支度高的单羧酸。^{8,9}通过这种方法制备的酸，称为Koch酸、Versatic™酸或新羧酸，可作为此类物质并入聚合物中。然而，在传统的酯化反应中，它们缺乏足够的反应活性来实现高转化率，这就是为什么它们更常用在乙烯基或缩水甘油(环氧)酯衍生物形式

图1 » 烷氧基硅烷涂料的湿固化。

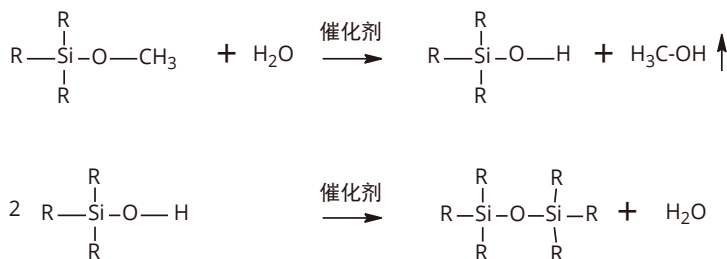


图2 » 含五个甲基基团的甘油新癸酸酯和新癸酸乙烯基酯的典型结构。

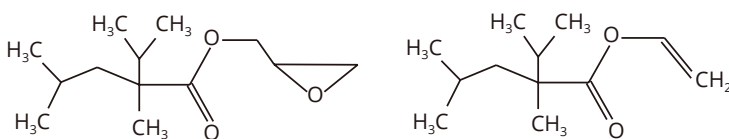


图3 » 乙烯基酯和丙烯酸酯单体的供电子和吸电子效应。

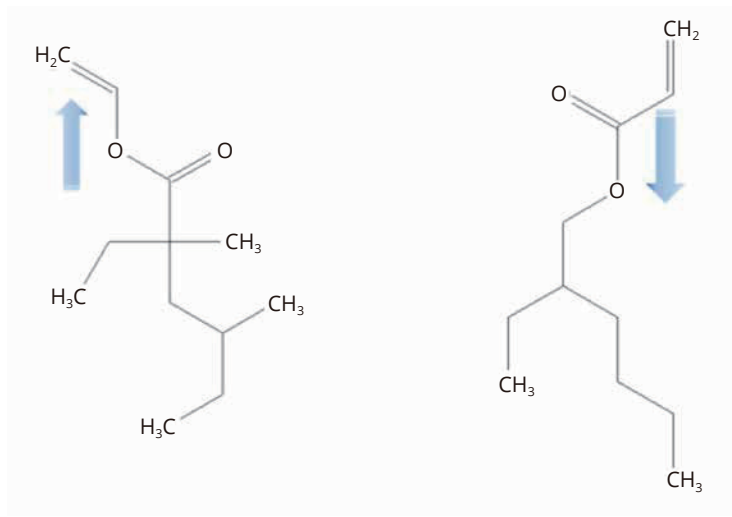


图4 » 常见乙烯基硅烷单体。

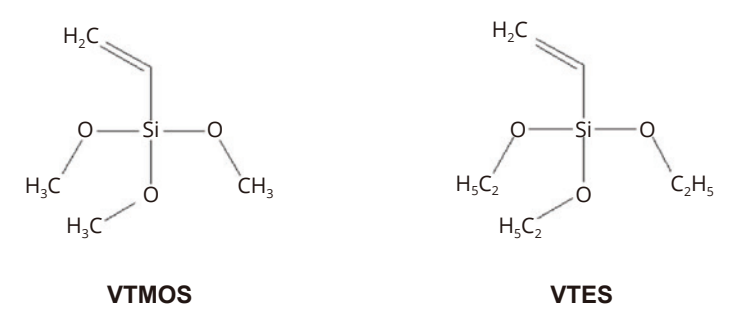


表1 » 乙烯基酯和乙烯基硅烷之间的反应率估计。

单体1	醋酸乙烯酯		VeoVa 10		VeoVa 9	
单体2	r1	r2	r1	r2	r1	r2
乙烯基三甲氧基硅烷	0.53	1.44	0.77	1.27	0.76	1.22
乙烯基三乙氧基硅烷	0.62	1.31	0.88	1.19	0.87	1.10

表2 » 树脂变量评估。

成分变量	重量（单体%）	用途
乙烯基硅烷	0-35	交联
甲基丙烯酸硅烷	0-15	高固化率
VeoVa 9	0-100	高Tg（+70℃）乙烯基酯
VeoVa 10	0-100	低Tg（-3℃）乙烯基酯
醋酸乙烯酯	0-60	降低成本
有机过氧化物	2-6	分子量控制
醋酸丁酯	0-30	粘度控制
聚合		
温度	80-140℃	分子量控制
反应时间	2-6 小时	易处理

中（图2）。

50多年来，新酸基单体在涂料领域被广泛应用，它以提高乙烯、丙烯酸、聚酯和其他树脂的性能和质量而闻名。在这些应用中最常见的单体以C10新酸为基础，为甘油新癸酸酯和新癸酸乙烯基酯，它们的每个分子有3到6个甲基基团。

这些含大量甲基基团的乙烯基和缩水甘油基单体的化学结构有助于衍生出许多吸引人的涂料性能。当乙烯基新癸酸均聚物的临界表面张力低至24达因/厘米时，¹⁰会为涂料的衍生提供高接触角。此外，原酸的三级结构确保了优异的化学稳定性，而芳香族结构的缺失则解释了其优异的抗紫外线性能。新癸酸乙烯基酯和新壬酸乙烯基酯在树脂和涂料生产商中以其商标名为VeoVa™10和9单体而闻名。这些单体的均聚物玻璃化温度分别为-3℃和+70℃。

在现有工作的框架内，乙烯基和（甲基）丙烯酸酯之间的一个重要区别来自其酯基的取向。在（甲基）丙烯酸酯的情况下，酯基是吸电子的，而乙烯基酯是供电子的（图3），这会对自由基聚合过程中各自双键的反应性有重大影响，具体如下所述。

乙烯基硅烷

乙烯基三甲氧基硅烷（VTMOS）和相关的乙烯基三乙氧基硅烷（VTES）是双功能化合物，具有乙烯基和水解敏感烷氧基（图4）。激活了它们的烷氧基，导致这些硅烷对水具有极强的反应性。产生这种效应的原因是硅原子和电子给体之间的电子相互作用。¹¹VTMOS，通常作为一种高效且廉价的水清除剂，被涂料配方设计人员熟知。

另一方面，乙烯基的反应性相对较低，因此，通过自由基聚合将高活性的自由基有效地结合到聚合物框架中，是非常必要的。将VTMOS构建成（甲基）丙烯酸酯聚合物的尝试面临着最终单体转化的严峻问题。¹²具有更多活性自由基单体（如乙烯）的VTMOS共聚物在电缆绝缘领域的应用众所周知，VTMOS与醋酸乙烯酯的共聚物也因同样的原因而在乳胶漆领域广为人知。

乙烯基硅烷与乙烯基酯单体的共聚合

为了开始目前的工作，我们先了解是否可以将如VTMOS和VTES的乙烯基硅烷，以及上述疏水性乙烯基酯，结合成价格合理，并可用于1K湿固化防护涂料的高性能聚合物。这些单体之间的反应率是无法得

到的，但我们可以使用Alfrey和Price提出的e和Q方案来对它们进行估计。¹³表1显示，计算出的r1和r2实际上非常接近1。实际上，这意味着乙烯基硅烷应均匀地分布在乙烯基酯共聚物的框架中。这一重要发现为使用低成本的乙烯基硅烷单体作为高性能防护涂料的交联剂开辟了可能性。

实验

下面介绍的树脂结合了乙烯硅氧烷单体与新癸酸乙烯酯（Veova 10单体）、新壬酸乙烯酯（Veova 9单体）和醋酸乙烯酯单体。在最近的一项专利申请中我们描述了它们详细的制备过程。¹⁴被选择的单体是为了结合新酸衍生物的独特性质，如疏水性和耐久性，以及与硅烷的湿固化机理。在这项工作的第一部分，清漆和着色面漆的树脂性能被优化。在第二步中，用于清漆和着色防护面漆的乙烯基硅烷树脂与市售2K聚氨酯和1K丙烯酸聚硅氧烷体系进行了基准对比测试。

树脂优化

表2和表3显示了评估的变量和树脂的典型性能。聚合物的玻璃化转变温度是通过改变乙烯基酯之间的比例来控制的，聚合物的分子量通过改变工艺条件和使用少量特定的额外单体来改变，然后将所得乙烯基硅烷树脂配制成1K湿固化清漆。

将各种树脂与催化剂混合，用乙酸丁酯稀释至应用粘度（100mPas）。然后用涂布机将薄膜涂至100 μm的湿膜，并在23°C和50%相对湿度下进行干燥。清漆的典型固体含量在65–70wt%之间。

所有含乙烯基硅烷树脂的清漆配方（使用了催化剂）的保质期至少为几个月。有些情况下，我们在打开了几次的涂料罐顶部发现了结皮现象，表明涂料与空气中的水分发生了反应。然而，所有涂料的体积粘度保持不变。这一重要的观察结果表明，乙烯基硅烷树脂适用于真正的单组分（1K）涂料。相比之下，由市售丙烯酸硅烷树脂制成的清漆的保质期小于1小时，而市售2K聚氨酯的保质期仅为2小时。

为了改善固化速度、耐溶剂性和涂层的柔韧性，树脂的玻璃化转变温度（Tg）和硅烷单体含量和类型也进行了调整。图5显示了一系列清漆在室温下干燥7天后的耐溶剂性（MEK双重摩擦），该性能主要来自于硅烷。本评估中还包括了含25wt%硅烷的清漆和从+60°C至-3°C之间的Tgs。与预期的一样，耐溶剂性随交联单体含量的增加而增加。然而，令人惊讶的是，随着Tg

的降低，耐溶剂性也增加了。这可能是由于具有更高Tg的聚合物的流动性降低了，从而限制了交联密度。

然而，与Tg较低的聚合物相连的硅烷基团可能有更多的机会交联，从而提高了耐溶剂性。这一假设得

表3 » 树脂成分和性能。

成分	重量 (kg)
乙烯基三甲氧基硅烷	20
丙烯氧丙基三甲氧基硅烷	5
Veova 9	50
Veova 10	25
有机过氧化物	4
乙酸丁酯	25
性能	
固含	80%
分子量	12,000 g/mol
粘度	10,000 mPas
游离单体含量	0.3%

图5 » 硅烷含量和树脂Tg对清漆耐溶剂性的影响。

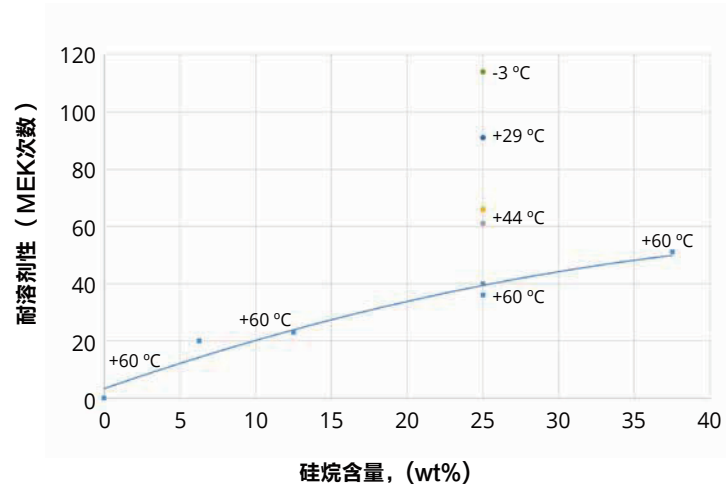


表4 » 用于基准测试的液体树脂的性能。

	甲氧基疏水	乙氧基疏水	成本优化的甲氧基
成分	(wt %)	(wt %)	(wt %)
硅烷单体	20	20	20
Veova 10	28	28	28
Veova 9	52	52	12
醋酸乙烯酯	-	-	40
性能			
计算的 (°C)*	35	35	35
固含(wt %)	80.3	80.1	70.2
Mw (重量平均值)	16,700	21,700	未测出
粘度 (Pa. s秒数)	15.5	12.4	2.2

*仅考虑乙烯基酯单体，用Fox方程式计算Tg。

表5 » 乙烯基硅烷涂料和基准涂料的性能。

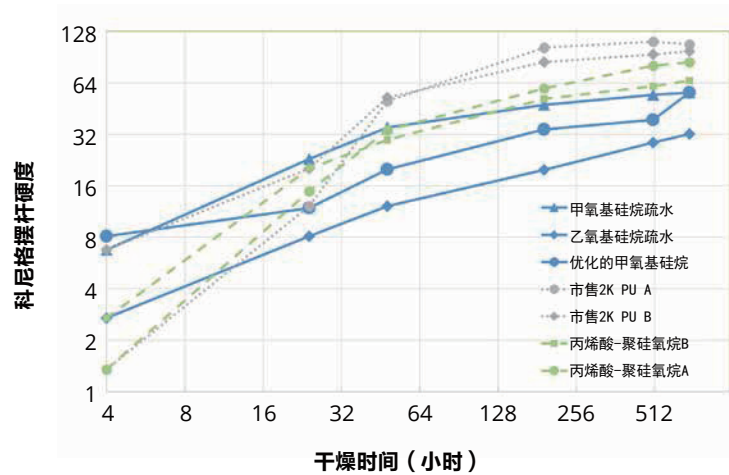
性能	应用 粘度	应用 固含	水珠 接触角	表干 时间	科尼格摆杆硬度			耐溶剂性		3周后的 锥形芯棒柔韧性	光泽@ 60°
	(mPas)	Wt %	(°)	(分钟)	4小时后	24小时后	3周后	24小时后	3周后	(mm)	(%)
耐溶剂性 (双摩擦)											
清漆											
甲氧基硅烷疏水	290	64.0	91.5	8	8	30	75	76	>200	不合格 (>25 mm)	85
乙氧基硅烷疏水	280	63.3	84.3	9	1	8	49	59	>200	< 23 mm	86
优化的甲氧基硅烷	320	60.9	80.7	10	6	16	50	58	>200	< 5 mm	85
市售2K PU	260	65.4	77.4	39	0	12	121	>200	>200	< 5 mm	94
着色面漆											
甲氧基硅烷疏水	800	61.5	90.7	18	7	23	54	>200	>200	< 7 mm	26
乙氧基硅烷疏水	750	65.5	81.8	24	3	8	29	47	>200	< 5 mm	40
优化的甲氧基硅烷	750	63.4	89.3	18	8	12	39	149	>200	< 5 mm	76
市售2K PU A (Hexion配方)	未测出	78.4	82.8	29	1	12	112	>200	>200	< 5 mm	95
市售2K PU B (市售涂料)	1000	79.3	75.7	16	7	20	94	>200	>200	< 18 mm	69
丙烯酸-聚硅氧烷B	1150	82.3	87.5	28	3	20	61	55	160	不合格 (>25 mm)	83
丙烯酸-聚硅氧烷A	1450	83.2	85.6	129	1	15	80	29	>200	不合格 (>25 mm)	79

到了这样一个事实的支持，即对于Tg较低的树脂，清漆的耐磨性也更好。进一步测试高温固化涂层的耐溶剂性和耐磨性也支持了这一假设。关于这种树脂优化工作的更多细节我们已在其他地方提出。¹⁵

基准测试

对上述树脂进行优化后，我们将一系列新树脂配制成了清漆和着色面漆（表4）。第一种树脂是用疏水的支化乙烯基酯（VeoVa 9和10单体）和甲氧基硅烷单体制成。在第二种树脂中，由于HSE的原因，乙氧基硅烷取代了甲氧基硅烷。第三种树脂含有甲氧基硅烷和40 wt%醋酸乙烯酯，以降低成本。再将优化树脂制成的透明涂层与市售2K聚氨酯进行了性能比较，将着色面漆与市售2K聚氨酯和两种1K丙烯酸聚硅氧烷涂料进行了比较（表5）。

图6 » 着色面漆的硬度发展。



透明图层性能表现

表5显示，与2K聚氨酯体系相比，这些乙烯基硅烷体系具有非常短的表干时间和快速的早期硬度发展，这些性能对专业油漆工来说非常重要，因为它们可以提高生产力。我们观察到的性能可能主要源于乙烯基硅烷树脂的高分子量与高于室温的Tg的结合。在干燥的前4小时，甲氧基乙烯基硅烷的交联速度也足够快，以确保快速硬度的发展和耐溶剂性。另一方面，乙氧基硅烷体系固化的速度比预期的慢，但随着时间的推移也发展出了良好的性能。由于醋酸乙烯酯的极性，成本优化的体系中因为含有醋酸乙烯酯，所以其耐溶剂性要略低。

着色面漆的性能表现

图6显示了乙烯基硅烷树脂（实线）与市售2K聚氨酯（虚线）和丙烯酸聚硅氧烷（虚线）基准相比的科尼格摆杆硬度的发展表现。正如预期的那样，两种甲氧基硅烷基面漆在干燥的最初几个小时都显示出了极好的硬度发展。

3周后，所有聚硅氧烷体系的硬度均低于聚氨酯。因此，较柔软的乙烯基硅烷体系比市售丙烯酸聚硅氧烷表现出了更好的柔韧性（表5）。2K PU A体系中，在Hexion实验室中使用了相对柔软的异氰酸酯（HDI三聚体）来配制，3周后显示的性能结合了优异的硬度和柔韧性。然而，这是以早期硬度发展（<24小时）为代价的。相反地，由同样多元醇所带动的市售2K PU B，缺乏了柔韧性，可能是因为它是由硬质的异氰酸酯组成，来确保早期快速硬度发展。

图7显示了雷达图上各种体系的性能平衡，良好说

明了这项新技术的多功能性。可见，与市售丙烯酸聚硅氧烷涂料相比，其性能平衡性明显有所提高。

结论

- 乙烯基硅烷树脂可配制成高性能的、真正的1K防护涂料。与2K PU体系不同，使用这些新体系的终端用户不需要在使用前先很快地混合这两个组分，因为真正的1K体系有很长的活化期，因此操作人员不需要提前对未使用的混合涂料进行处理。

- 乙烯基硅烷系统不含异氰酸酯。

- 基于乙烯基硅烷树脂的高固含涂料具有非常快的早期硬度发展，同时具有出色的柔韧性、耐溶剂性和最终硬度。

- 与市售1K丙烯酸聚硅氧烷树脂涂料相比，乙烯基硅烷防护涂料具有更好的性能平衡，且成本更低。■

参考文献：

¹ Pierre, D. Dow Corning Belgium, European Coatings Conferences, Nuremberg, 2013.

² Graversen, E. Hempel, International Paint and Coating Magazine, October 2011, 4–17.

³ Iezzi, R.; Martin, J.; Tagert, J.; Selbodnick, P.; Wegand, J.; Lemieux, E. NRL review, featured research, 2013, 1, 88–98.

⁴ Chang et al., PPG Industries Inc, US 4043953.

⁵ Nixon, S. et al, Akzo Nobel Coatings International BV, European Patent EP 1 292 650.

⁶ Nixon, S. et al, Akzo Nobel Coatings International BV, European Patent EP 1,587,889.

⁷ Hong-Soo Park et al., Journal of Applied Polymer Science, 2001, 81, 1614–1623.

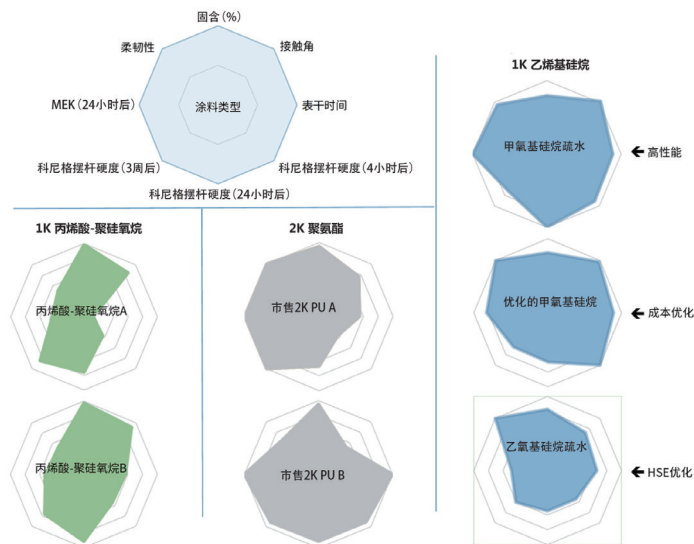
⁸ Herbert Koch and Wilhelm Huysken, Max Plank Institute German patent DE972315C.

⁹ Falbe, J. New Synthesis with Carbon Monoxide, Springer-Verlag, 1980, ISBN 3-540-09674-4.

¹⁰ Basset, D. Journal of Coatings Technology, 2001, 73, 43–55.

¹¹ Schindler, W. Wacker, European Coatings Conference, 2005 available at https://www.wacker.com/cms/media/publications/downloads/6190_EN.pdf.

图7 » 与市售涂料相比，乙烯基硅烷着色面漆的性能表现。



¹² D. Paquet et al., Dupont de Nemours, WO 2003078486 A1.

¹³ Alfrey, T.; Price, C.C.; J. Polym. Sci, Vol. 2, No. 1, 101 (1947).

¹⁴ Heymans D. and Romanowska C., Hexion Research Belgium, EP 3363827 A1.

¹⁵ Herszenhaut, M.; Romanowska, C.; Heymans, D. Hexion, SSPC Coatings conference, Orlando, 2019 February 11–14.

具自愈合性的

作者：Christian Probst博士，诺力昂公司，业务发展经理，德国，Greiz

硫

醇(SH)或端环氧基的高反应性Thioplast多硫化物聚合物，因其耐化学和耐溶剂性、低温柔韧性、高抗冲击性和阻气性能而闻名。这些聚合物通常用于胶黏剂、密封剂和涂料中，用于中空玻璃窗、建筑或航空航天等工业领域。密封剂和胶黏剂生产商们喜欢它们易于加工和出色的粘合性能。然而，它们最吸引人的特性之一是它们的自愈合能力。

上述这些聚硫聚合物的大部分性能要归功于其较高的硫含量。在水性乳液聚合过程中，硫被并入聚合物主链，其中二卤和三卤化合物与无机多硫化钠发生缩聚反应，在此过程中形成二硫键(图1)。

二硫键非常稳定(所有共价键的第三最高结合能)，也非常灵活(Steudel, 1975)。最引人注目的是，二硫键可以在中等温度下发生交换反应，这使得多硫化物聚合物能够自行修复如裂缝或划痕等物理损伤。

自愈合材料

人工材料具有自动修复由外部物理作用引起损伤

图1 » 具二硫键的多硫化物聚合物的化学结构。

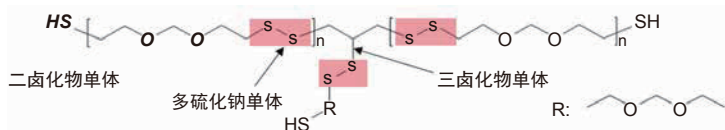
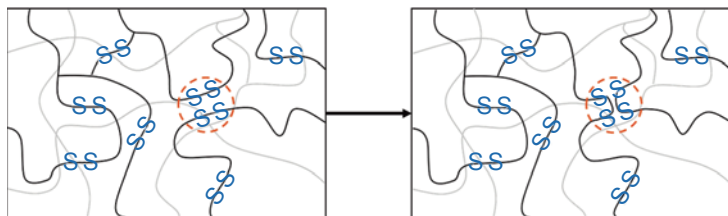


图2 » 固化的多硫化物基质体系中二硫化物交换反应的示意图。



的内在能力，这并不是一个全新的概念。最早的自愈合材料发明于罗马帝国时期，当时罗马人发现了一种胶凝混合物，可以抵抗海水，并阻止裂缝的扩大。人类用了近两千年的时间才制造出第一个机械自愈合元件。该元件设计于1970年代，是为维修艰难的太空探索而建造的(Wool, 2008)。从此，开启了一个自愈合材料的新时代，也就是我们所在的今日，而这个行业的潜力相当有前景。

自愈材料可由多种材料制成，如砂浆、金属或陶瓷等。在所有能让自愈材料愿景成真的材料中，最大也可能是最重要的部分，即各种聚合物。如今，有两组聚合物材料被认为是自愈合材料，其中一组在其基质中包含胶囊型的自愈合助剂，另一组则在其主链中带着自我修复的能力。第二类代表了两种自我修复机制中更“优雅”的方式，多硫化物则属于后者。

多硫化物的自愈合

液态Thioplast多硫化物聚合物有许多不同的等级，其支化程度、粘度、分子量和巯基(SH)含量各不相同。然而，所有产品等级的主链都有硫键。由于这些二硫键，可以混合两种不同的多硫化物等级，在一段时间后，形成一种全新的聚合物等级(两种母体多硫化物聚合物等级的分支度、粘度和分子量的混合物)。因此，配方设计师可以在配方中调整树脂，使其达到所需的性能。其基本机理不仅对寻找理想粘结材料粘度的配方设计人员有实际应用价值，更使多硫化物在固化状态下能够自愈合。

在交联体系中，邻近空间上有丰富的二硫键，合适的条件将刺激硫键打开，并在附近找到新的键合对象。当键合对象是相邻聚合物主链的一部分时，便形成了新的聚合物链(图2)。这一过程基于所谓的“硫交换反应”。

这种内在自愈过程发生的时间性，与聚合物的玻璃化转变温度(Tg)密切相关，Tg表示聚合物链移动的温度。低于此温度时，聚合物的运动完全冻结，材

多用途聚合物

料会变脆。因此，在自愈合方面，低 T_g 是有利的。在差示扫描量热分析（DSC）测量中，多硫化物的 T_g 约为 -55°C ，这意味着即使在极低的温度下，也能保证良好的自愈合能力。影响交换反应效率的另一个因素是pH值，在氨基碱性环境中会达到最高的交换反应速率。

这些理论考量具有很强的实用性，这一现象理所当然地引起了业界的关注，学术界也开展了诸多研究。想象一下，两个宏观上分离的物体在破裂后接触，最终会再次愈合为一个物体。全球许多研究小组正致力于这一课题，以充分了解其内在机制。Van der Zwaag等人已经评估了使用硫醇官能化固化剂或交联剂，在加成聚合反应中固化的端环氧基多硫化物聚合物的自愈合能力。其显著结果如图3所示。

图中显示的光学显微镜图像揭示了多硫化物聚合物的自愈合能力。在这种情况下，材料已经被切割并加热到 100°C 。80分钟后，无明显损坏产生。通过改变交联剂的用量，研究人员甚至可以将自愈合过程的持续时间，缩短到20分钟以下，多硫化物的自愈合能力甚至在低至 60°C 的温度下也得到了证明。

当然，显微镜图像并不能证明样品在受到物理损伤之后100%恢复了其特性。因此，Quan等人用标准双酚A/环氧树脂固化的硫醇封端多硫化物中，制备了狗骨形拉伸试验样品，以观察将样品切成两片后，是否能达到初始拉伸强度和延伸值（图4）。

中国研究小组已经证明，多硫化物聚合物甚至可以在严重损伤后自我修复。在这种情况下，样本已被明显分离，并在 75°C 下，再次接触约一小时。之后，测试得出样品的抗拉强度和断裂伸长率，与原始的、未受损伤的样品几乎相同。

“现实”应用案例

实际使用自愈合功能的突出例子是以Thioplast为基础的飞机油箱涂料（图5）。在这种要求很高的应用中，不仅要求具有优异的抗喷气燃料性能，和广泛的永久使用温度范围（ -55°C 至 120°C ），对材料进行快

速可靠的修复也是至关重要的。在飞机使用寿命的30年中，油箱密封胶可能会产生裂纹。在这种情况下，维修人员只需剪掉破损的密封胶，并在上面涂上一层新的聚硫基密封胶即可。由于多硫化物聚合物的自愈合能力，新涂层与原先密封剂老旧但完整的部分，会形成共价键，等待一段时间后，两种材料会成为一个整体。

通过硫交换反应进行自我修复，不仅在航天工业

图3 » 多硫化物环氧干膜自愈合过程之前（左上）和之后（右下）的光学显微镜图像（U.Lafont, 2012）。

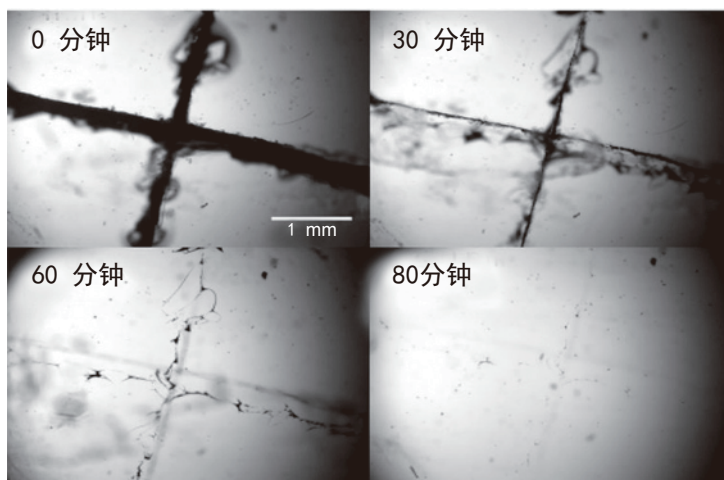


图4 » 左：拉伸实验试样切割前后（左）和未拉伸-拉伸状态（中）的照片。右：原始实验试样和反复切割自愈合后试样的应力应变图（Wentong Gao, 2017）。

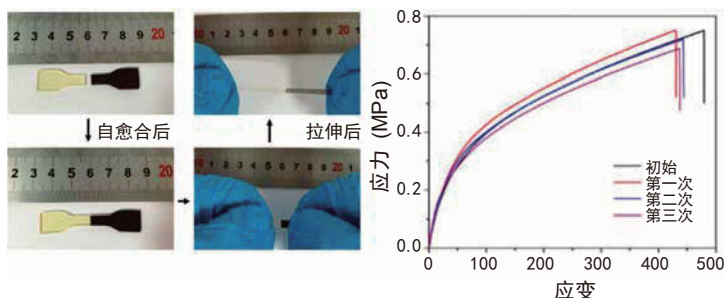


图5 » 飞机机翼内部的燃料箱。



中是必需的，结构接缝和密封剂在经历单次大位移（例如，结构密封胶接缝的沉降）时，必须适应这种应力。如果密封胶接缝处无法适应这种应力松弛位移，则接缝处将承受恒定的物理应力，导致最终失效。Thioplast多硫化物聚合物的接缝具有独特的自愈合和自重排列性能，完全可以适应这种位移。

总结

该行业的创造性思维，是利用多硫化物聚合物的

自愈合特性，为聚硫基密封剂、胶黏剂和涂料等应用领域，创造无可争议的市场环境，并为客户带来珍贵的附加价值。■

参考资料

1. Steudel, R. (1975). Eigenschaften von Schwefel-Schwefel-Bindungen. Angewandte Chemie (19), S. 683-720.
2. U. Lafont, H. v. (2012). Influence of Cross-linkers on the Cohesive and Adhesive Self-Healing Ability of Polysulfide-Based Thermosets. ACS Applied Materials and Interfaces, S. 6280-6288.
3. Wentong Gao, M. B. (2017). Self-Healable and Reprocessable Polysulfide Sealants Prepared from Liquid Polysulfide Oligomer and Epoxy Resin. ACS Applied Materials and Interfaces, S. 15798-15808.
4. Wool, R. (2008). Self-healing materials: A review. Soft Matter, S. 400-418.

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警报器、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




Made in U.S.A.

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



同德 做涂料用树脂 引领者

同心同德 · 共创共享
One Heart and One Mind
Mutual Creation and Mutual Sharing

TOD
**Be The Pioneer
Of Resins For Coating**

为客户提供更全面且多元化的产品及技术服务
Provide customers with more comprehensive and diversified
products and technical services

TOD®产品体系包括:

- 01 溶剂型树脂:** 丙烯酸树脂、醇酸树脂、合成脂肪酸树脂、饱和聚酯树脂
- 02 工业水性树脂:** 水性环氧树脂及固化剂、水性醇酸树脂、水性丙烯酸树脂、水性羟基丙烯酸树脂、水性环氧酯树脂、水性聚氨酯分散体、水性烤漆树脂、水性助剂
- 03 软基材水性树脂:** 水性聚氨酯树脂、水性高固体分聚氨酯粘合树脂、水性丙烯酸乳液、水性聚氨酯丙烯酸酯杂化体



www.todchem.com



您涂层的厚度

作者：Del Williams，技术作家，美国加利福尼亚州，托伦斯



工作车间到机器人装配车间，产品的正确施涂对于防护、美观和性能都至关重要。因此，汽车、航空航天等行业，以及使用电镀、阳极氧化、粉末涂料或其他涂料的行业，都需要进行精确的涂层厚度测量。尤其以涂层在保护金属基材免受腐蚀或磨损方面起到关键作用时最为重要。

正确涂覆的涂层厚度以mils (.001英寸)或微米(.001毫米)为测量单位，对于油漆/涂料承包商和在各种建筑和功能表面（包括管道）上进行施涂作业的公司来说，也非常关键。准确的涂敷和涂层厚度的测量至关重要，它可以避免因漆膜破裂而导致底层基材被腐蚀，也有助于防止各种行业的泄漏问题和其他安全问题。

然而，在整个生产过程或现场进行频繁的高质量涂层厚度测量，一直是十分困难的。传统方式需要细致的采样和准备，以及将样品带到实验室进行评估。



LZ990 涂层厚度测量仪

尽管便携式涂层测厚仪不是什么新技术，但大多数都无法提供在生产线或现场进行快速检查所需的准确性、速度或简单性。

庆幸的是，现在有了手持设备，工作人员可以方便快捷地，进行如同实验室质量般的涂层厚度测量。有些设备甚至可以在铁（磁性）和非铁（非磁性）基材上测量几乎所有非磁性涂层的即时膜厚，即使是在弯曲和复杂的表面，也仅需一只手就可以做到。

通过简化工艺，工业设施和油漆/涂料承包商和公司便可以提高产品和服务的质量，同时优化成本。

读取涂层厚度的多种好处

无论是汽车涂料、电镀、阳极氧化还是其他的涂料应用，涂层厚度都将直接影响产品质量。例如，检查车辆上涂层的一致性，不仅可以使产品具有更好的光洁度，还可以提供油漆在潮湿状态下的一致性的基本数据。

“不合适的油漆稠度可能会影响漆膜的干燥时间，或导致漆膜剥落，”拥有各种涂层厚度测试仪的制造商，Kett US公司的董事总经理John Bogart表示，“如果涂覆不够，就会留下不透明的外观，以及腐蚀、磨损和暴露等防护问题。涂层厚度检测还可以判断车身是否为二手车的车身，帮助客户或经销商在定价时做出正确的决定。”

当阳极氧化和电镀处理出现粘附性和特性问题时，涂层测厚仪应能以最微小的测量值读出涂层的厚度。在防腐蚀方面也可以起到重要作用，同时优化工艺，消除昂贵电镀产品的过度使用现象。

Bogart说，涂层厚度测量仪的另一个重要作用，是检测管道的防腐涂层，找出它的薄弱点，因为涂层太薄或破损会使基材易受到腐蚀。

“了解这些问题点可以在灾难发生之前有效预防



是多少？

灾难的发生。”他说。这可能涉及到设施中的石化管道、家庭或办公室中的水管，甚至发动机中的管道等等。

“无损检测是确保管道的防护涂层没有被施涂得太薄，或随着时间的推移变得太薄的完美方法，”他补充道。“过薄的涂层更易出现缺口或破裂，可能导致水或氧等促进腐蚀的物质渗入涂层，从而加速基材的腐蚀。”

简化涂层厚度测量

虽然传统的实验室和在线涂层厚度测量技术在正确的设置下十分有用，但它们在频繁取样检测中，缺乏必要的简单性和灵活性，通常关系到取样、样品制备和将样品送到实验室进行评估等等，需要充分培训后的工作人员的参与。

其他传统的涂层测试，如划痕测试，对样品有破坏性或侵入性的损害，意味着产品无法再回到生产线上，或者涂层需要在现场重新施涂或修复，而产生额外的费用。此外，由于测试的只是一小部分组件或设施，结果并不代表整体情况。

因此，开发了各种便携式涂层厚度测量设备。然而，这些设备无法一直提供必要的准确性或易于使用性。

另一个缺点是，在具有多个底材的特定环境中，设备通常难以确定底材或选用正确的测试方法。因此，必须使用多种测量设备，这又使测试变得复杂，增加了成本。

最后，典型的涂层测量方法通常不能准确地测量曲面或复杂表面。这种左管及卷绕组件的设计，某种程度来说，无法便利地检测出涂层是否合规。

因此，行业创新者们已经开发了许多先进的手持式涂层厚度测试设备。在生产线上和现场使用时，这些装置明显提高了准确性、通用性和易操作性。

其中一个例子便是LZ990便携式涂层测厚仪，它在一个双模装置中，结合了两种最广泛使用的测量方法：磁感应和电涡流，该装置可以测量铁（磁）和非铁（非磁）底材上几乎任何非磁性涂料的涂层厚度。

由于该装置能够自动确定底材并使用适当的测量线路，因此能够对油漆、电镀、阳极氧化和有机涂层进行即时无损检测，精度高达0.1um。且不到一秒钟，该测试便可显示测量结果。

提供准确、可重复测量的关键，是操作人员能可靠地在仪器和测试表面之间，进行连续性接触的能力，因此该装置还使用了一个弹簧加载探头，以产生与受测表面连续性接触的压力。该探头还包括内置的边缘导向装置，用以均匀测量弯曲和边缘表面。为了确保测量过程中设备的稳定性，探头的底部也被设计成一个稳固的平台，用来固定测试样品。

Bogart认为，手持式涂层测厚仪的其他设计考虑因素也可以简化测量，提高通用性。

为了提高工厂或现场的精度和耐用性，除探头外，装置最好没有其他的活动部件。同样，该装置应不受振动影响，且测量应与方向无关。

为了在测试过程中节省时间，他建议使用带有大屏幕的设备，以便快速读取结果。这些结果应能储存在仪器上，并转移到电脑和/或打印机上，以便记录 and 了解平均。可以存储大量测量数据的仪器是最好的，如此一来，操作员便可以先进行许多测试，再统一下载。

Bogart总结道：“这种更简单、更准确的涂层和电镀测量将有助于提高检测质量，因此，涂层缺陷可以立即被检测到，并采取补救措施，最大限度地减少报废和残缺产品。”■

了解更多信息，请访问 www.kett.com。

用于聚氨酯涂



料的聚乳酸多元醇

聚乳酸多元醇结构对溶剂型聚氨酯涂料性能的影响

作者: William Coggio, 博士, 首席研究员; Mike Gehrung, 高级研究员; Matt Tjosaas, 应用开发化学家。NatureWorks公司, 明尼苏达州, Minnetonka。

聚

乳酸(PLA)是一种著名的生物基热塑性塑料。这种多用途、可再生的聚合物,是生物基可持续材料在商业上取得成功的一个主要例子,其技术基础已经建立并不断发展。¹聚乳酸的聚合物骨架是基于通过细菌或酵母发酵糖产生的可再生碳,这些糖来自每年可再生的农业资源。发酵的过程中产生了乳酸,乳酸通过开环聚合化学转化为丙交酯,再转化为聚乳酸。它被用于多种应用中,如可堆肥食品服务用具和包装、3D打印长丝、卫生产品、可堆肥的咖啡胶囊和茶包以及非织造布等。²聚乳酸通过高模数、优异的耐溶剂性和耐油脂性、食品接触性等性能特性,以及在工业上可将其转化为二氧化碳和水,为这些应用带来了超越可持续、低碳足迹的更大价值。除了可堆肥性外,聚乳酸还可以通过化学和机械方法回收为新的聚合物来使用。这些多种使用后的选择,再加上可再生资源,使聚乳酸成为了将环经济理念付诸实践的领先生物基材料。

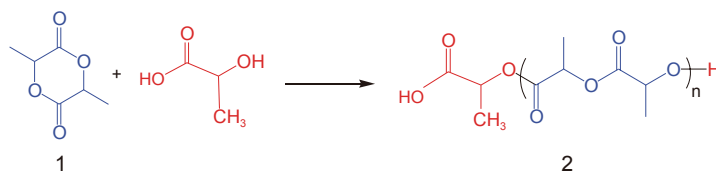
聚乳酸及其化合物可以达到广泛的物理性质,这些性质主要通过聚乳酸的分子量、结晶度、熔点和配方助剂控制来实现。2017年, NatureWorks的Blair制造工厂累计生产了100多万吨Ingeo™PLA,此里程碑可作为聚乳酸在商业上成功的证明。

表1 » 典型Ingeo聚乳酸的物理性能。

物理性能	ASTM	单位	Ingeo 2003D	Ingeo 3100HP	Ingeo 6100D	Ingeo 6400D
常规应用			挤出, 1M, 热成型	挤出, 1M, 热成型	纤维和非织造布	纤维和非织造布
比重	D792		1.24			
熔融指数 210 ° C/2.16 kg	D1238	g/10min	6	24	3.1	4.0
玻璃化转变温度	D3418	°C	55-60			
熔化温度	D3518	°C	145-160	165-180	165-180	160-170
拉伸模量	D638	PSI (MPa)	524 (3.6)	625 (4.3)		
拉伸伸长率	D638	%	4.3	2.2		
热变形温度	E2092	66 PSI (0.45 MPa)	55	149		

发酵过程产生L-乳酸(L-HLA), L-HLA脱水成环状乳酸二聚体,如图1中的丙交酯1所示。在此脱水过程中, L-乳酸的一小部分外消旋到D-乳酸单元,当环化时,形成L-、D-和内消旋丙交酯的混合物,该混合物进一步被精馏,产生用于商业用途和聚合为聚乳酸2的丙交酯聚合物。如图1所示,高分子量的聚乳酸通常由丙交酯的开环聚合(ROP)产生,该聚合可以是D-、L-和内消旋丙交酯的混合物。聚L-丙交酯(PLLA)和聚D-丙交酯(PDLA)是高结晶性热塑性塑料,熔点约为175 °C。将PLLA中约20%的L-乳酸单元替换为D-乳酸单元,会降低结晶性,使其完全无法定形。在某种程度上,正是这种通过控制聚合物微观结构中的D-到L-的比率,从而调整聚乳酸结晶度的能力,使其具有多种物理性质,从而为不同的应用带来性能效益和价值。请注意,按照惯例, PLLA包含<2%的D-乳酸单元, PDLA包含<2%的L- HLA单元,而PDLA或PLA习惯性用来描述并入PLA组合中的D或L HLA单元>2%时的范围。PLA微观结构中L-乳酸与D-

图1 » 以乳酸为引发剂形成聚乳酸的D-丙交酯、L-丙交酯或内消旋丙交酯的开环聚合反应。



乳酸单元的比例控制，类似于等规聚丙烯、正规聚丙烯和无规聚丙烯，由于聚合物的立构规整度不同而具有不同的性质。Ingeo聚乳酸的一些典型的物理性质如表1所示。³

鉴于热塑性聚乳酸在商业市场上的成功，NatureWorks最近开始在涂料、粘合剂和特种衍生物等非传统市场上开发聚乳酸的技术和应用。利用图1所示的ROP化学原理，控制分子量和立构规整度，可以将引发剂类型和端基的尺寸添加到可用的手段中，以控制聚乳酸的微观结构，从而控制聚合物的物理性质。本文将讨论功能性聚乳酸衍生物在技术和应用上的进展，特别是聚乳酸多元醇在聚氨酯涂料上的技术和应用。

实验

以丙二醇(PG)、1,6-正己烷二醇(1,6-HDO)、1,12-十二烷二醇(1,12-DDO)或季戊四醇(Penta)为引发剂，将NatureWorks公司的Vercet™M700、内消旋丙交酯进行开环聚合，制备聚乳酸多元醇。

通过控制丙交酯和引发剂之间的摩尔比，采用特有方法控制分子量和羟基值，以达到分子量目标，并将多元醇中残留丙交酯的量降至最低。在干燥乙腈中按照ASTM E1899-8方法测量聚乳酸多元醇的羟基值（OH值，以mg-KOH/g多元醇为单位）。用对甲苯磺酰基异氰酸酯（PTSI）作为羟基衍生试剂，用四丁基氢氧化铵返滴定过量的PTSI。⁴以12、25、56和112mg KOH/g的多元醇羟基值（OH值）为目标，OH值一般

表2 » 研究中使用的聚乳酸多元醇的典型物理性质。

	缩写	f*	羟基值目标	实际羟基值	公式1计算出的数均分子量	Tg	粘度@ 100 °C
单位			g-KOH/g	g-KOH/g	g/mol	°C	Pa·s
方法				ASTM E1899		DSC 20°C/分钟 二次升温	布鲁克菲尔德 粘度计27号芯轴
聚乳酸-引发剂 丙二醇	PG	2	112	109	1,029	11	<1.0
			56	59	1,902	27	2.2
			12	9	12,467	44	37 (120 °C)
1,6-正己烷二醇	1,6-HDO	2	112	111	1,010	0	<1.0
			56	51	2,200	23	1.9
1,12-十二烷二醇	1,12-DDO	2	112	109	1,029	-15	< 1.0
			56	52	2,158	13	2.0
季戊四醇	PE	4	224	213	1,053	3	< 1.0
			112	112	2,003	26	2.2
			25	32	7,010	34	51

(*) 多元醇官能度 (**) 根据公式1计算出的数均分子量和通过滴定测定的实际羟基值。

在目标值的5个单位以内。多元醇的完整特征数据如表2所示。

聚乳酸涂料溶液在2-丁酮（MEK）中进行制备，并由多元醇、异氰酸酯（NCO）和锡基催化剂的混合物稀释至40%固体份组成。研究中所使用的多功能异氰酸酯是一种市售的低聚六亚甲基二异氰酸酯三聚物（HMDI三聚物），其异氰酸酯值（NCO值）为NCO基团重量的15.5%或每NCO当量271g。HMDI三聚物接收到后随即使用，任何未使用的样品部分都用于氮覆盖，然后重新密封瓶子，以保持所需的NCO基团活性。该涂料配方以1.02的异氰酸酯与羟基的当量比（NCO/OH）为目标，并使用50ppm的锡作为二月桂酸二丁基锡（DBTDL）。采用典型的实验室方法在异丙醇清洗的金属Q板上施涂涂层，使用Baker棒得到干膜厚度为50-60µm的涂层。溶剂从涂层中挥发1小时，并在100°C下对涂层进行2小时的热固化。在进行机械试验之前，将涂层试板在室温（约23°C）下静置至少24小时。采用ASTM试验方法对涂层的附着力、耐溶剂型、硬度和抗冲击性能进行了测试。表3列出了测试涂层性能的方法。

结论与讨论

聚乳酸多元醇的合成

丙交酯的聚合可以通过丙交酯与引发剂分子如胺（-NH）和羟基（-OH）的反应来实现，该ROP反应生成聚合度、微观结构和官能度可控的聚乳酸衍生

表3 »不同聚乳酸多元醇制备的聚乳酸聚氨酯涂料的物理性能。

引发剂	OH值	从OH值计算得到的Mn	未固化的硬度	固化后的硬度	耐溶剂性	正面抗冲击性	反方向冲击性	附着力
ASTM	E1899		D4366	D4366	D7835	D2794	D2794	D3359 B
	PTSI 滴定法	用公式1计算	无NCO XL的 聚乳酸多元醇	聚乳酸多元醇 -w/1eq NCO	双摩擦 200g重量	9.8g (2磅) 重量	9.8g (2磅) 重量	
单位	mg-KOH/g	g/mol	振荡时间 (秒)	振荡时间 (秒)	往复摩擦	in-lb	in-lb	0-5从最差到最佳
PG	109	1,029	0	195	200+	80	10	5B
	59	1,902	100	228	200+	70	10	5B
	9	12,467	246	240	150(**)	60	10	5B
1,6-HDO	111	1,010	0	97	200+	80	80	5B
	51	2,200	36	167	150	80	10	5B
1,12-DDO	56	2,000	0	60	200+	80	80	5B
	109	1,029	230	225				5B
Penta	213	1,053	0	182	200+	80	80	5B
	112	2,000	64	192	200+	80	80	5B
	32	7,012	195	215	200+	80	50	5B

*未固化的涂层在不添加HMDI三聚体的情况下配制而成，但仍与用HMDI三聚体配制的涂层在相同的干燥和热处理条件下进行。 **边缘开始剥落，但中间地方的涂层直到150次往复摩擦之前都是完好的。

物。⁵⁻⁶如图2所示，之前我们也已经描述过，使用常用的羟基引发剂可以制备多功能聚乳酸多元醇。图2强调了本研究中所描述的引发剂，但也可以使用其他的羟基化合物。

通过控制聚乳酸低聚物的分子量为12mg-KOH/g形成二官能度多元醇，引发剂对多元醇的粘度、玻璃化转变温度和溶解度等物理性能有重要贡献；同时保留末端的二级羟基可用于与异氰酸酯、酸酐、己内酯、乙交酯或其他共聚单体等官能基团进行进一步地反应。

聚乳酸聚氨酯

聚乳酸聚氨酯结构是聚乳酸多元醇的二级羟基与HMDI三聚体的异氰酸酯基团进行反应而形成的，反应图解如图3所示。聚乳酸多元醇由异氰酸酯和聚氨基酯化学中已知的结构的物理性质交联，并成为多元醇或多元醇混合物类型、异氰酸酯和交联密度的官能。

用红外光谱法测定了聚乳酸多元醇与HMDI三聚体的反应速率和反应程度。利用HMDI三聚体的NCO基团信号的归一化峰高（2250cm-1~2280cm-1）和1450cm-1时聚乳酸信号的归一化峰高，可以跟踪不同温度下反应的速率和程度。图4比较了NCO/PLA比率的归一化峰高随时间、温度和催化剂浓度的变化情况。如图4所示，100°C和80°C下的反应速率与10和50 ppm锡催化剂下的反应速率之间存在显著差异。如预

图2 » 丙交酯与醇引发剂的开环聚合反应。

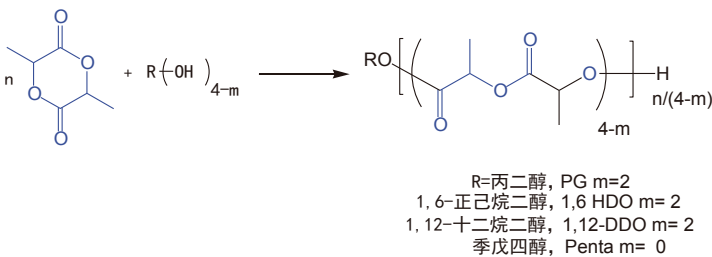


图3 » 聚乳酸多元醇与HMDI三聚体反应形成的聚乳酸聚氨酯结构。

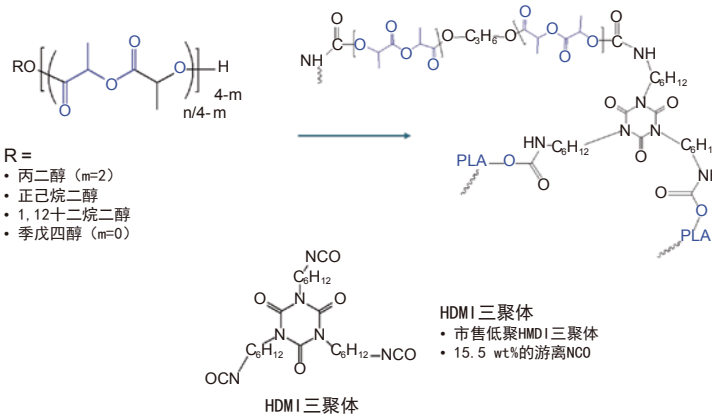
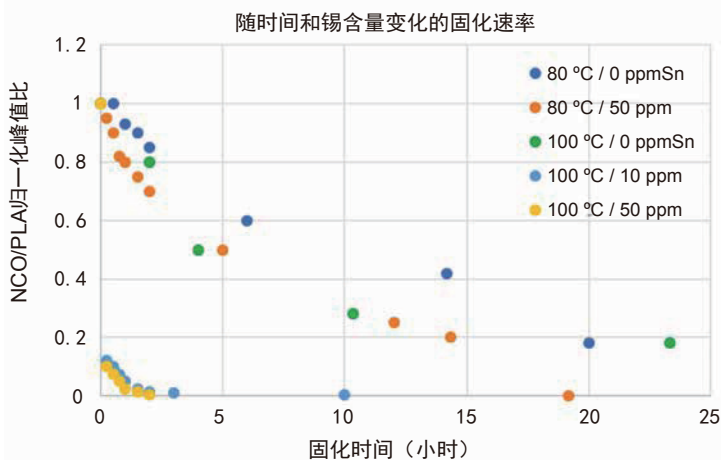
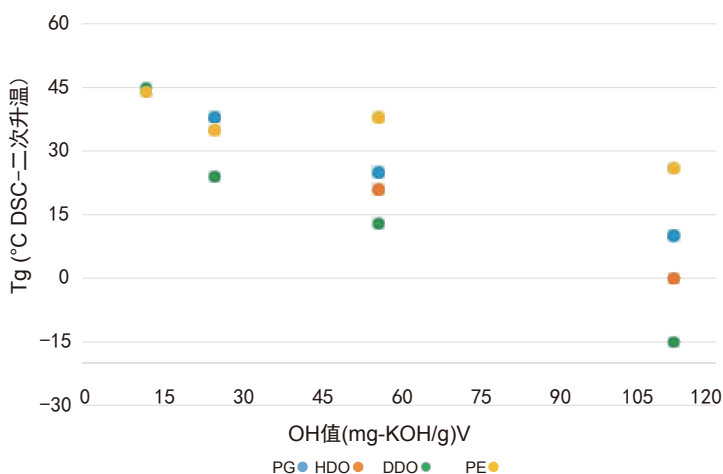


图4 » 随时间变化NCO/PLA的峰值比。

图5 » 聚乳酸多元醇不同引发剂链段的T_g与聚乳酸多元醇分子量的关系。

期的那样，红外光谱数据表明，在100°C下，未催化的反应非常缓慢，即使在24小时后仍不完全。

然而，仅添加10ppm的锡可在2.5小时后将反应速率从基本上<20%提高到>99.5%。添加50ppm的锡基催化剂确实略微提高了反应速率，不过，它可能在测量的实验误差之内。在知道此期间完成反应的情况下，我们制备了一系列的涂层试板，并使用50ppm锡催化剂在100°C下进行固化。然后涂层的机械性能便成为OH值、引发剂和官能度的功能。

多元醇的特性

为保持一致性，本文将多元醇的分子量用更为常用的工业术语羟基值(OH值)来表示，羟基值与数均分子量的关系如公式1所示。

其中，56100为KOH的分子量 (mg/mol)， f 为每

公式1 » 数均分子量 (M_n) 与羟值的关系。

$$M_n = \frac{56,100 * f}{OHV}$$

一多元醇分子的羟基数，OHV为羟基值 (mg-KOH/g-多元醇)。此外，固化和交联是指涂层在给定的反应温度下与异氰酸酯反应后的状态，如实验部分所述。

聚乳酸多元醇的物理性能如表2所示。如前所述，通过玻璃化转变温度 (T_g) 与引发剂中碳数的变化，当羟基值 (OH值) 从12 mg KOH/g增加到112 mg KOH/g时，多元醇的 T_g 稳定而系统地降低了，我们注意到，羟基值与分子量成反比。

图5显示了 T_g 、分子量和多元醇引发剂之间的关系。注意，当OH值为12或更低时，相应的双官能多元醇的数均分子量约为9000g/mol或更高，聚乳酸多元醇的 T_g 在约47-50°C时聚结在完全非晶态高分子量聚乳酸周围。这一趋势与用PG、1,6-HDO和1-12-HDO制成的双官能聚乳酸多元醇一致。然而，在给定的OH值下，由1,12-DDO引发的多元醇的 T_g 低于引发剂链段较短的多元醇，如1,6-HDO和PG，这是因为较长的C12链段比较短的引发剂链段具有更高的灵活性。然而，这种趋势不适用于由支链引发剂如季戊四醇制成的多元醇，其 $f=4$ 。Penta聚乳酸多元醇的玻璃化转变温度随分子量的减小，降低的幅度不明显。Penta多元醇的高 T_g 表明，与具有类似OH值的线性二官能度聚乳酸多元醇相比，支链聚乳酸多元醇对多元醇链的空间相互作用有影响，降低了链的迁移率，从而增加了 T_g 。与玻璃化转变温度一样，多元醇的粘度也随着引发剂链长的增加而降低。如本文后面所述，引发剂作用下多元醇性能的这些变化对涂层的机械性能起着重要作用，并证明了聚乳酸多元醇在聚氨酯结构中的可定制性。⁷

涂层性能

对固化后的涂层进行了附着力、硬度、耐溶剂性能和抗冲击性能测试，测试的方法按照常用的ASTM或ISO测试方法。本文主要研究了聚乳酸多元醇的结构对涂层性能的影响，如引发剂、支化度和分子量对涂层性能的影响，且没有调查其他变量的影响，如异氰酸酯的性质、异氰酸酯指数、官能度或聚乳酸共聚物或多元醇混合物的使用得到。在将来的研究里，我们将更详细地调查其中一些变量。表3总结了涂层性能，并作了进一步的讨论。

附着力

根据ASTM D3359方法B，通过十字划格式附着力测试涂层试板的附着力。结果表明，固化后的聚乳酸聚氨酯涂层对Q板具有出色的附着力，这些固化涂层的附着力没有检测到差异性，固化涂层的所有值，无论所用聚乳酸多元醇的性质如何，均为5B，也就是说，十字区域的任何部分均未被胶带拉坏。然而，当涂层未固化或固化不足时，十字区域的附着力值为1B或更低。有了这些结果，胶带拉拔试验就成了实验室的默认试验，以快速确定是否发生了交联反应，但该试验并没有提供关于聚乳酸结构对附着力影响的更详细解决方案。然而，固化后的聚乳酸聚氨酯涂层的5B附着力值，证实了聚乳酸涂层对金属板具有很好的附着力。

涂层的耐溶剂性

使用ASTM D7835方法测定涂层的耐溶剂性（使用机械摩擦机测定耐溶剂性）。丁酮（MEK）是一种腐蚀性测试溶剂，用于评估涂层的固化、附着力和耐化学性。耐溶剂测试是用含一块浸透了MEK的软擦洗海绵和一个静态重量1磅的自动清洗测试仪进行，该测试仪控制海绵的振荡速度和涂层上的溶剂用量。表3总结的数据表明，聚乳酸聚氨酯涂层具有优异的耐MEK溶剂性能。清楚地表明，多元醇OH值较低的聚乳酸聚氨酯结构确实表现出较低的耐MEK溶剂性能。例如，如PG多元醇系列所述，用9OH值制备的涂层比用56OH值制备的相同涂层具有更差的耐MEK溶剂性，尽管它仍然表现出了对约150MEK双摩擦的耐受性。耐溶剂性与OH值的关系在某种程度上与交联密度有关，因为OH值越低，交联密度越低，因此对耐溶剂性也越低。这是一个合理的假设，假设无交联限制，聚合物将溶解在MEK中。交联密度与聚合物性能之间的关系将在后面讨论。尽管如此，鉴于这些聚乳酸聚氨酯涂层具有优异的耐MEK性能，那么它们对其他较温和溶剂和清洁剂也应具有优异的耐溶剂性能。

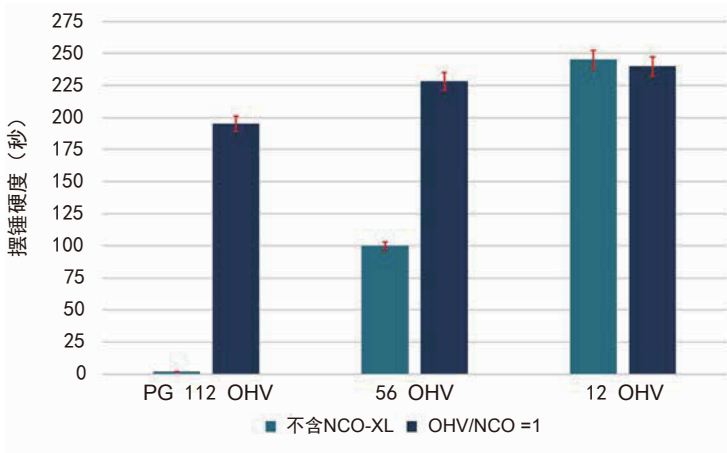
涂层硬度

根据ASTM D4366标准，用摆锤硬度法测量了固化后的聚乳酸聚氨酯涂层的硬度。图6比较了用PG引发剂的聚乳酸多元醇固化和未固化涂层的硬度变化与OH值的关系。如图6所示，当多元醇的OH值从112 mg KOH/g降低到12 mg KOH/g，或当Mn从1000 g/mol增加到10000 g/mol时，涂层的硬度稳步增加。涂层硬度的增加是两个因素的结果。首先，随着多元醇OH值的

降低，未固化多元醇的Tg增加，见表2，当Tg从低于室温的温度增加到约45℃时，涂层的硬度应该增加。除了Tg的变化外，交联聚氨酯结构的形成对涂层的硬度也有很大的影响，通过比较基于PG多元醇的未固化涂层与固化涂层的硬度变化，可以说明这一点。如图6所示，当具有112 OH值和10℃Tg的PG-聚乳酸多元醇成为聚乳酸聚氨酯结构的一部分时，硬度值从0秒增加到了195秒。对于相同的多元醇，当OH值为56，Tg=25℃时，涂层硬度从100秒增加到了228秒，当OH值为12，Tg=44℃的多元醇是聚乳酸聚氨酯结构的一部分时，硬度基本上在测量的标准误差范围内。这些数据趋势表明，交联密度和多元醇的Tg都会影响涂层硬度。当考虑以季戊四醇为引发剂的聚乳酸多元醇的性能时，交联密度的影响更加明显。

通过对56和112 OH值的聚乳酸多元醇(PG、1,6-

图6 » 基于OH值用PG引发剂的多元醇，未固化和固化涂层的硬度值。*



(*) 表2所示的是纯多元醇的Tg值。

图7 » 引发剂和聚乳酸多元醇的OH值对聚乳酸聚氨酯涂层硬度的影响。

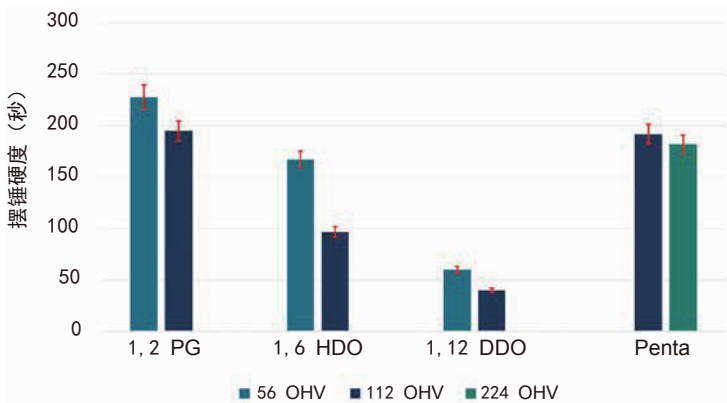
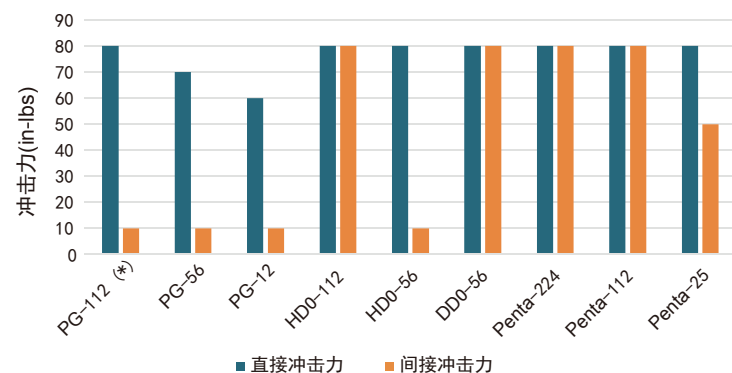


图8 » 引发剂和聚乳酸多元醇的OH值对聚乳酸聚氨酯涂层抗冲击性能的影响。



(*) 数字表示的是配方中使用的聚乳酸多元醇的目标OH值。80 in-lbs的冲击力是用来进行这些测试的最大可用力。

HDO和1,12-DDO)固化涂料的性能研究,我们研究了引发剂链段对聚乳酸聚氨酯涂料性能的影响。图7显示了112OH值的聚乳酸多元醇在涂层硬度上比56OH值的变化更大的预期趋势。引发剂链段越长,交联后的涂层越柔软。因此,用最灵活的聚乳酸多元醇(1,12-DDO)制备的聚乳酸聚氨酯涂层在给定的OH值下,涂层的硬度最低,且1,6-HDO和PG聚乳酸多元醇均提高了涂层的整体硬度。然而,以季戊四醇为引发剂的四官能度聚乳酸多元醇在涂层硬度的敏感性方面不如二官能度聚乳酸多元醇。值得注意的是,根据公式1,二官能度多元醇的56OH值和四官能度聚乳酸的112OHV具有相同的聚合度和 $M_n \sim 2\text{kg/mol}$ 。涂层硬度的变化趋势与玻璃化转变温度的变化趋势相同,说明了引发剂链段对聚乳酸结构涂层性能的影响。

抗冲击测试

按照ASTM D2794进行了抗冲击试验,它主要用于测试涂层的韧性,通过在涂层面板的正面和背面放置一个加重球,同时评估涂层的附着力和应力-应变性能。因此,冲击力与球的重量和高度直接相关。通过撞击漆膜表面,也就是正面或直接撞击,涂层在撞击处遭受到压缩变形应力。相反地,当球击中涂层金属面板的背面时,涂层经受拉伸变形应力。这些不同的冲击用于测试涂层在高变形率下的应力-应变和附着力性能,以及可能导致涂层毁坏的各种情况,如开裂、剥落、损坏等等。

图8总结了聚乳酸涂层的抗冲击结果。结果表明,聚乳酸多元醇引发剂类型和交联密度使涂层的物理性能得到了很好的结合。以112OH值多元醇制备的聚乳酸聚氨酯为例,这些多元醇将具有该系列中最高的交

联密度,并且所有这些涂层在80in-lb (9N·m)的直接冲击力下都具有优异的正面冲击性能,未显示出损坏或剥落。然而,PG多元醇的反向冲击碰撞数据显示,即使在10in-lbs. (1.1N·m)下也出现明显的微裂纹和剥落现象。相比之下,基于1,6-HDO、1,12-DDO和Penta聚乳酸多元醇的112OH值多元醇在80in-lb力的最大试验条件下,也未出现任何反向冲击碰撞损伤。当OH值降至56时,交联密度降低,因此结构强度也降低了。如反向冲击强度数据所述,用PG和1,6-HDO多元醇制成的涂层,未通过反向冲击试验,但用1,12-DDO和Penta制成的涂层在80in-lb力下,未显示有损坏产生。这些数据进一步表明了引发剂链段对聚乳酸聚氨酯涂层性能的影响。

交联密度的影响

交联聚乳酸体系的性能数据表明,聚乳酸多元醇在聚氨酯涂料中的应用具有良好的效果,特别值得注意的是,多功能聚乳酸多元醇的使用,例如:带有HMDI三聚体的Penta-聚乳酸。Penta聚乳酸多元醇与HMDI三聚体的化学计量比为1-1,它们在耐溶剂、抗冲击和硬度性能方面有很好的结合,并影响了聚乳酸聚氨酯结构的交联密度。

交联聚合物的物理性质,与交联密度(XLD)或交联间的平均分子量的关系是由Flory和Rehner提出。⁸现在以它们的名字命名的公式,描述了液体和固体混合的数学关系,以及固体的溶胀平衡行为。交联聚合物的溶胀平衡度与交联密度成反比。(每个聚合物链的交联越多,聚合物结构的溶胀越小)。他们发现,交联密度和溶胀之间的这种关系变化可能与弹性聚合物结构的弹性模量有关,因此,也与它的性质有关。Campbell使用了同样的理论,但改进和简化了计算,以根据试剂的化学计量比、总官能度及由此产生的涂料性能来确定涂料聚合物结构的交联密度。⁹使用Campbell描述的方法,在本研究中,可以估计不同聚乳酸多元醇HMDI配方的交联密度。图9显示了计算的交联密度,与多元醇羟基数和聚乳酸官能度的关系。对于这些计算,我们假设HMDI-三聚体的官能度为3,且假设反应100%完成。这些计算使我们能够深入了解聚乳酸与HMDI三聚体之间的化学计量比对涂层性能的影响。我们还计算了以丙三醇引发的3官能度的聚乳酸多元醇的交联密度,以完成每摩尔羟基数为2和4当量的多元醇与官能度为2、3和4的多元醇的比较。并且,通过使用一系列包含配方参数(如反应程

度、平均官能度和反应化学计量比) 的值, 我们可以进一步细化这些计算。

从涂料数据中可以看出, 具有较高官能度和较高OH值的聚乳酸多元醇, 应具有较高的交联密度的增加, 这可以解释我们所观察到的对硬度和耐溶剂性等性能的影响。然而, 我们也注意到了引发剂对性能的影响。例如, OH值为56和112的Penta-聚乳酸多元醇的性能优于基于PG二醇的聚乳酸多元醇。用1,6-HDO制备的聚乳酸多元醇, 在OH值为112时, 具有与Penta聚乳酸相似的涂层性能, 但在OH值为56时, 其抗冲击性能不如Penta聚乳酸。

结论

图10总结了聚乳酸聚氨酯涂层的机械性能趋势。例如, PG引发剂的56OH值多元醇可以制备出具有优异附着力、硬度和耐溶剂性的涂层, 但抗冲击性能较弱。如果用1,12-DDO引发剂的多元醇取代该多元醇, 则涂层会变得更柔, 但抗冲击性能有所提高。以季戊四醇为引发剂引发多元醇时, 其硬度、耐溶剂性和抗冲击性能均保持较高水平。

本文对聚乳酸多元醇如何扩展配方手段, 以开发具有关键性能如硬度、附着力、耐溶剂性和柔韧性等的涂料, 提供了进一步的见解。本文所讨论的聚乳酸多元醇还与某些己二酸酯、聚醚和己内酯多元醇等常见多元醇相兼容, 因而也可以进一步扩大涂料配方的选择内容。了解聚乳酸结构对涂层性能的影响, 将有助于开发高性能、生物基聚氨酯涂料, 它可为木材、纸张和金属基材带来重要价值和可持续性发展。■

参考资料:

¹ Polylactic Acid, Synthesis, Structures, Properties, Processing and Applications, Auras, R.; Lim, L.T.; Selke, S.E.M.; Tsuji, H., editors, Wiley Scientific, 2010, ISBN978-0-470- 29366-9. See also Polylactic Acid PLA Biopolymer Technology and Application 1st ed., Sin, L.T., editor, Plastic by Design Library, 2012, ISBN 9781437744590.

² NatureWorks LLC, Product and Application Brochures, see www.NatureWorkslc.com.

³ Ingeo™ Product Brochure and Physical Properties, see www.Natureworkslc.com.

⁴ Titration was conducted using a Metrohm automated titrated and the end point was determined potentiometrical-

图9 » 聚乳酸分子量对计算交联密度的影响。

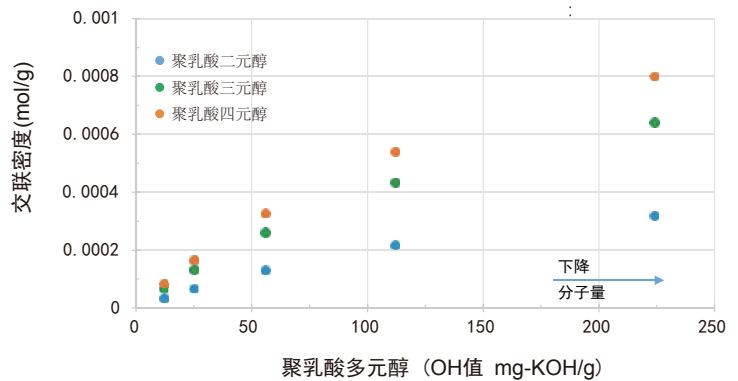
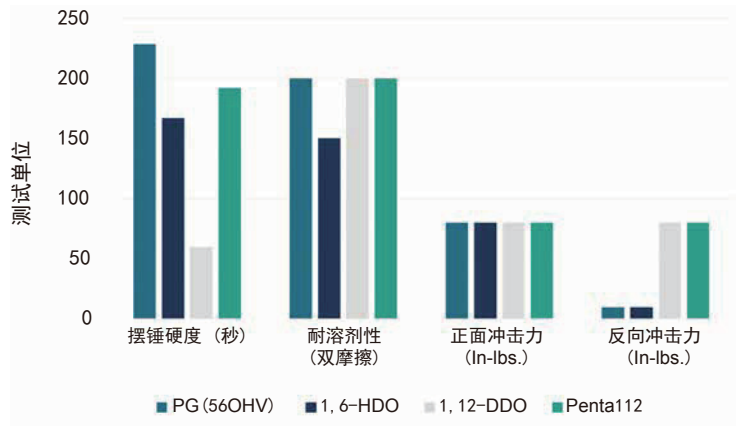


图10 » 聚乳酸聚氨酯涂料机械性能总结。



ly. E1899-08 is also referenced as part of Metrohm Applications Bulletin 200/3e.

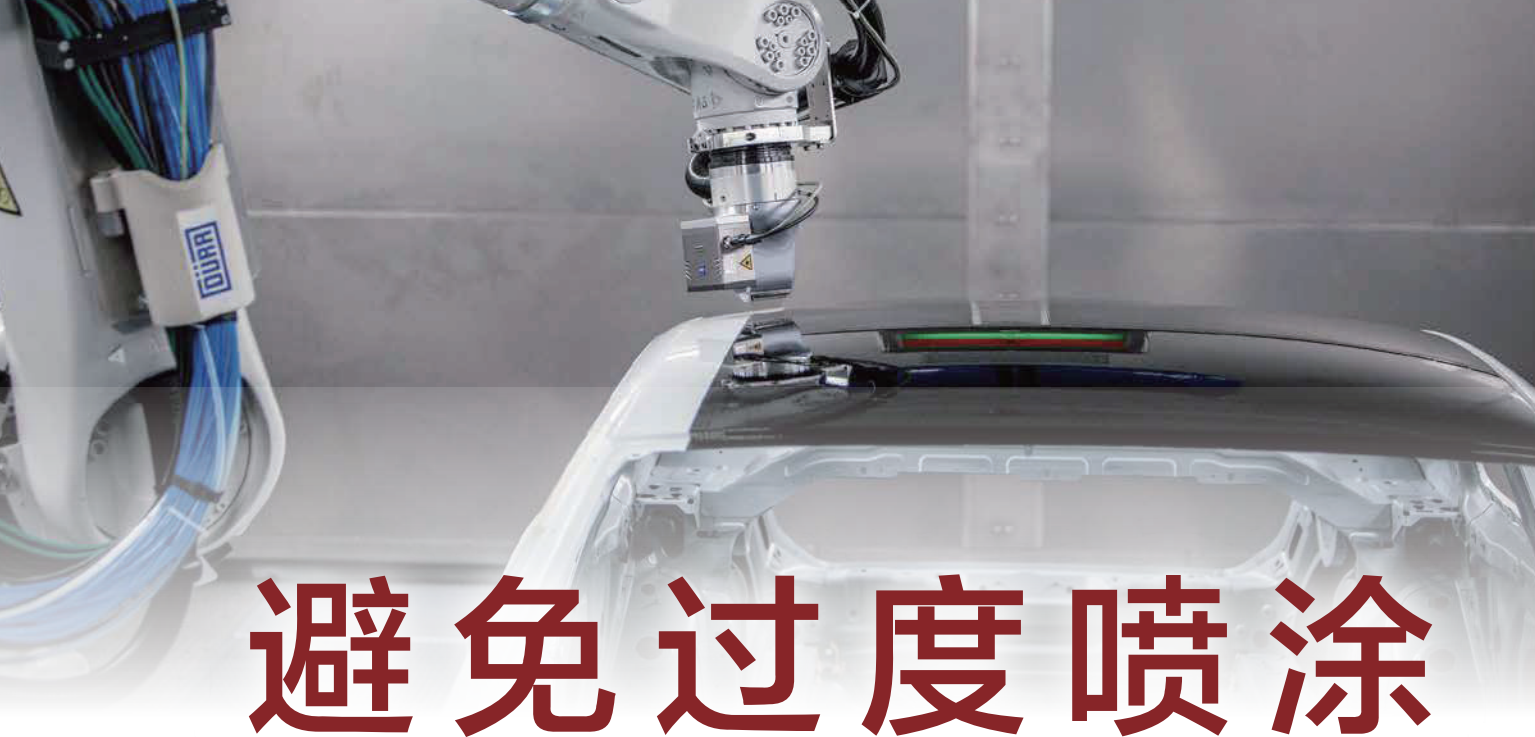
⁵ Idage, S.; Idage, B.; Rahman, I.; Sathe, V.; Metkar, S. Ring Opening Polymerization of Lactide: Kinetics and Modeling, J. Chem. Eng. Comm., 2019, 206(9) p. 1159.

⁶ Sin, L.T.; Rahmat, A.; Rahman, W.A. Handbook of Biopolymers and Biodegradable Plastics, Plastic by Design Library, 2013, pp.55-69. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-2834-3.00003-3>.

⁷ Coggio, W.; Gehrung, M.; Tjosaas, M. Lactide Polyester Polyols in Polyurethane Coatings, presented at Coatings Trends and Technology Conference, Sept 10, 2019 Track 3.

⁸ Flory, P.J.; Rehner, J. J. Chem. Phys., 1943, 11, p.521.

⁹ Campbell, D.H. Calculation of Crosslink Density of Thermoset Polymers, A Simpler Method, Paint and Coatings Industry Magazine, 2018. July p. 33.



避免过度喷涂

作者：Frank Herre，应用/工艺开发高级经理，Dürr Systems AG，德国，BietigheimBissingen



前汽车行业有两大主流趋势：电动汽车和个性化汽车。Dürr公司的EcoPaintJet系统可用于两种颜色的全自动汽车喷漆，无需遮盖，也不会产生过度喷涂，非常适合这两种类型的汽车。该系统有许多好处：它可以被整合到新工厂的涂装线中，或者作为附加模块添加到现有的工厂中。装饰性涂层可用于已固化的透明涂层或干燥后的中间涂层。唯一的小限制是，该系统目前只能处理纯色漆，无法处理金属漆。系统的中心部件——喷涂设施，它的底部装有一个喷嘴板，这块板上大约有50个肉眼几乎看不见的孔，直径约为0.1毫米。油漆通过这些孔从30毫米的距离平行地喷涂在车身上，使得涂料可以非常精确地进行涂覆，也不会造成过度喷涂。

当涉及到汽车车顶的喷涂时，弯曲、非矩形的表面是大家所面临的挑战。此外，喷涂时，车身也并不总会处于完全相同的位置。因此，EcoPaintJet系统会在每次喷涂前，使用两阶段测量系统，测量要喷涂的表面，以计算车身和位置公差，并全自动调节喷涂路径进行喷涂。为此，系统会离线获取机器人操作路径的3D车身数据和规格等基本信息，然后，用相应的软件在线修正测量的偏差，以确保喷涂设备的准确喷涂。例如，它通过喷嘴头的适当水平旋转来调节油漆应用的宽度，根据旋转程度调整移动速度（以保持涂层厚度的一致



性），并根据屋顶的坡度适当调节施涂角度等等。

在EcoPaintJet对第一个区域进行喷涂之前，系统会清洗和干燥喷嘴板，并检查打开的喷嘴数量和气流的平行度。若一切正常，施涂程序便会启动。

今年在Dürr公司总部举行的客户活动上，参观者能够亲眼看到EcoPaintJet是如何以完全精确、无过度喷涂的方式进行油漆喷涂的。该系统每分钟可喷涂约1.8平方米，自行操作时，仅需120秒就可完成对车顶的喷涂。相比之下，施涂和移除用于遮盖的粘面膜就需要大约50分钟。这一高科技工艺将使汽车行业能够更快、更高质量地满足客户的个性化要求。新技术所提供的真正附加价值反映在市场的兴趣水平上。

电动汽车制造商同样可以从EcoPaintJet系统获益：由于电池安装在乘坐室下面的地板组件中，因此有些电动汽车比传统车型要略高，然而，许多客户想要运动型和流线型的车，通过从车顶到侧板和窗台的过渡处施涂深对比色的条纹，可以实现这种感觉。

EcoPaintJet系统也是能做到这点的理想选择。

目前有几家汽车制造商正在测试该系统，德国一家制造商也很快会在生产中使用该系统。Dürr公司已经在研究这项技术的增强版本，使它得以喷涂更复杂的形状。新版本将被命名为EcoPaintJet Pro，并实现对喷嘴板中每个孔的单独打开和关闭的控制，这为产品的个性化提供了更多可能性。未来，类似于数码打印一样，喷涂系统将可以完成对更复杂形状的自动应用。■

一家涂料树脂公司



认识湛新

湛新是全球领先的涂料树脂和助剂生产商，年销售额约21亿欧元。为建筑、工业、防腐、以及汽车和其它特殊用途的涂料和油墨提供树脂原料。

我们在全球拥有33处生产场地，23个研发和技术支持中心以及5家合资公司，业务覆盖四大洲，服务客户超过100多个国家。



www.allnex.com



湛新1688旗舰店



扫一扫关注湛新

Heidis® 杭州海迪斯新材料有限公司

HT-C919系列

油 水 兼 容

有机膨润土活性增稠防沉抗流挂剂

零的突破

质的飞跃

行业首家

水性工业漆的福音



杭州海迪斯新材料有限公司

Hangzhou Heidis New Material Co., LTD.

销售电话：0571-63754892

传真：0571-63757224

网址：www.hz-hds.com

电子邮箱：hdsjdh@hz-hds.com

地址：浙江省杭州市临安区锦北街道马溪路姜家头70号

《PCI中文版》读者赠阅卡

PCI China Reader Registry

免费索阅印刷版《PCI 中文版》和PCI 电子周报，请完整填写下表，发邮件至：sales@pcimagcn.com、或传真至+86 21 5687 4167。或拨打手机：134 8221 9796（微信同）通过身份核验索取赠阅资格。

For free magazine and PCI Weekly Newsletter, Please fill the following table, Email: sales@pcimagcn.com or fax: +86 21 5687 4167. Or call the mobile phone: 134 8221 9796 (WeChat same) through the identity check to obtain free admission.

- ☐ 我希望收到随机免费赠阅的《PCI中文版》杂志和PCI电子周报
I confirm to receive PCI CHINA and the PCI Weekly Newsletter freely.
Yes ☐ No ☐

- ☐ 通过何种途径了解我们的杂志？
How did you know our magazine? Please tick in the boxes
展会(Trade show) ☐ 杂志(Magazine) ☐
网络(Website) ☐ 其它(Others) (请注明Please note) _____

姓名 Name:

公司 Company:

地址 Address:

邮编 Post Code:

电话 Tel:

传真 Fax:

手机 Mobile:

邮箱 E-mail:

职位 Position:

- ☐ 董事长/总裁/总经理/厂长
President/CEO/GM/Plant Manager
☐ 技术总监/研发总监/总工程师/技术经理
Technical Director/R&D Director/ Technical Manager
☐ 技术服务/研发/配方师
Technical Service/R&D/Formula
☐ 采购总监/经理/专员
Purchasing Director/Manager/Executive
☐ 生产经理
Production Manager
☐ 市场公关主管/经理/专员
Marketing Communication Director /Manager/ Executive
其它 Others (请说明Please Note) _____

公司员工人数 No.Employee:

- ☐ 1-99
☐ 100-499
☐ 500-999
☐ 1000以上 Above 1000

公司年销售额（人民币）Annual Sales (RMB) :

- ☐ 1-1千万 1-10 million
☐ 1千万-1亿 10-100 million
☐ 1亿-10亿 100 million-1billion
☐ 10亿-100亿 1billion-10billion
☐ 100亿以上 above 10 billion

公司主要产品 Main products:

油漆涂料Paint & Coatings

- ☐ 建筑涂料 Architectural coatings
☐ 汽车涂料 Auto coatings
☐ 船舶涂料 Marine coatings
☐ 防腐涂料 Anticorrosive coatings
☐ 木器涂料 Wood Coatings
☐ 航空涂料 Aircraft coatings
☐ 卷材涂料 Coil Coatings

- ☐ 塑胶涂料 Plastic coatings
☐ 交通涂料 Transportation coatings
☐ 一般工业涂料 General industrial coatings
☐ 粉末涂料 Powder coatings
☐ 水性涂料 Waterborne coatings
☐ 其它油漆涂料 Other paints & coatings

油墨Inks

- ☐ 平印油墨 Offset inks
☐ 凸印油墨 Letterpress inks
☐ 柔版油墨 Flexo inks
☐ 凹印油墨 Gravure inks
☐ 丝印油墨 Screen printing inks
☐ 其它油墨 Other inks

* 原材料及其它产品请在反面的采购指南中勾选

Please tick in the Buyers' Guide for Raw material and others on the next page.

采购指南 Buyers' Guide

树脂/聚合物 Resins/Polymers

- ☐ 丙烯酸树脂 Acrylic resins
- ☐ 环氧树脂 Epoxy resins
- ☐ 聚氨酯树脂 Polyurethane resins
- ☐ 氨基树脂 Amino resins
- ☐ 聚酯树脂 Polyester resins
- ☐ 醇酸树脂 Alkyd resins
- ☐ UV树脂UV curing resins
- ☐ 氟树脂 Fluorocarbon resins
- ☐ 硅树脂 Silicone resins
- ☐ 乙烯基类树脂 Polyvinyl resins
- ☐ 纤维素类树脂 Cellulose resins
- ☐ 固化剂 Curing Agent
- ☐ 乳液 Emulsions
- ☐ 天然树脂 Natural resins
- ☐ 其它树脂 Other Resins

颜料 Pigments

- ☐ 白色颜料 White pigments
- ☐ 黑色颜料 Black pigments
- ☐ 红色颜料 Red pigments
- ☐ 黄色颜料 Yellow pigments
- ☐ 蓝色颜料 Blue pigments
- ☐ 绿色颜料 Green pigments
- ☐ 橙色颜料 Orange pigments
- ☐ 棕色颜料 Brown pigments
- ☐ 紫色颜料 Purple pigments
- ☐ 铝银浆 Aluminium Paste
- ☐ 氧化铁 Iron oxide
- ☐ 炭黑 Carbon dioxide
- ☐ 群青 Ultramarine
- ☐ 金属粉 Metallic pigments
- ☐ 珠光颜料 Pearlescent pigments
- ☐ 荧光颜料 Fluorescent pigments
- ☐ 导电颜料 Conductive pigments
- ☐ 偶氮颜料 Azo pigments
- ☐ 酞菁颜料 Phthalocyanine pigments
- ☐ 染料 Dyes
- ☐ 特种颜料 Specialty pigments
- ☐ 其它颜料 Other Pigments

填料 Extenders

- ☐ 二氧化硅(硅石) Silica Extenders
- ☐ 高岭土(瓷土) China Clay / Aluminium Silicate
- ☐ 滑石/硅酸镁 Talc/ Magnesium Silicate
- ☐ 硅酸盐类 Silicates Extenders
- ☐ 硫酸钡(盐) Barium Sulfate
- ☐ 硫酸盐类 Sulfates Extenders
- ☐ 膨润土 Bentonite
- ☐ 碳酸钙 Calcium carbonates
- ☐ 其它填料 Other Extenders

助剂 Additives

- ☐ 润湿分散剂 Wetting and dispersing agents
- ☐ 流平剂 Leveling agents
- ☐ 流变剂 Rheological agent
- ☐ 消泡剂 Defoaming agents

- ☐ 消光剂 Flatting agents
- ☐ 催干剂 Driers
- ☐ 催化剂 Catalysts
- ☐ 生物杀灭剂 Biocides
- ☐ 乳化剂 Emulsifiers
- ☐ 成膜助剂 Coalescent
- ☐ 光稳定剂 Light stabilizers
- ☐ 附着力促进剂 Adhesion promoters
- ☐ 抗氧化剂 Antioxidants
- ☐ 引发剂 Initiators
- ☐ 阻聚剂 Inhibitor
- ☐ 手感剂 Feeling agents
- ☐ 阻燃剂 Flame retardants
- ☐ 增塑剂 Plasticizers
- ☐ 稀释剂 Thinner
- ☐ 减粘剂 Viscosity reducers
- ☐ 反胶化剂 Anti-gelling agent
- ☐ 锤纹助剂 Hammer tone additives
- ☐ 防干剂 Antidesiccant
- ☐ 表面活性剂 Surfactants
- ☐ 防腐剂 Preservatives
- ☐ 防(粘)脏剂 Anti-offset agents
- ☐ 紫外线吸收剂 UV absorbers
- ☐ 其它助剂 Other additives

溶剂 Solvents

- ☐ 酯类 Esters
- ☐ 醇醚酯类 Glycol esters
- ☐ 芳香烃 Aromatic hydrocarbons
- ☐ 酮类 Ketones
- ☐ 烷烃 Aliphatic
- ☐ 其它溶剂 Other solvents

分析测试 Testing/Analytical

- ☐ 磨损试验 Abrasion testers
- ☐ 细度计 Fineness gauges
- ☐ 闪点测定仪 Flash point apparatus
- ☐ 光泽计 Gloss meters
- ☐ 漏涂点检测仪 Holiday detectors
- ☐ 加速耐候设备 Accelerated weathering machine
- ☐ 硬度计 Hardness testers
- ☐ 盐雾试验箱 Salt spray tester
- ☐ 粒度仪 Particle sizer
- ☐ 流变仪 Rheometer
- ☐ 粘度计 Viscometers
- ☐ 试验样板 Testing panels
- ☐ 耐刷洗性测试仪 Washability tester
- ☐ 分光计 Spectrophotometers
- ☐ 计算机软件 Computer software
- ☐ 酸度计 Acidometers
- ☐ 配色系统 Color matching systems
- ☐ 附着力测试仪 Adhesion tester
- ☐ 弯曲试验机 Bending machine
- ☐ 流挂试验机 Sag testers
- ☐ 冲击弹性试验机 Impact elasticity testers
- ☐ 粗糙度测变器 Roughness testers
- ☐ 印刷适性仪 Printability tester
- ☐ 其它测试仪器 Other Tester

生产加工 Manufacturing Related

- ☐ 珠磨机 Bead mill
- ☐ 球磨机 Ball mills
- ☐ 砂磨机 Sand mill
- ☐ 搅拌机 Agitators
- ☐ 混合机 Mixer
- ☐ 分散机 Dispersers
- ☐ 成套涂料生产线 Coating complete line
- ☐ 分散系统 dispersion systems
- ☐ 挤出机 Extruders
- ☐ 捏合机 Kneaders
- ☐ 粉碎机 Crushers
- ☐ 滤器 Filter
- ☐ 研磨介质 Grinding media
- ☐ 乳化器 Emulsifiers
- ☐ 泵 Pumps
- ☐ 三辊机 Roller mills
- ☐ 调色机 Tinting machine
- ☐ 筛选机 Screening machine
- ☐ 其它生产设备 Other Machine

包装/材料处理 Packaging/Material Handling

- ☐ 脱漆剂 Paint stripper
- ☐ 钝化剂 Passivating agents
- ☐ 灌装机 Filling machine
- ☐ 打磨机 Abrading devices
- ☐ 清洁剂 Cleaners
- ☐ 前处理液 Pretreatment agents
- ☐ 运输装置 conveyors
- ☐ 码垛堆积机 Palletizers
- ☐ 计量装置 Metering devices
- ☐ 真空设备 Vacuum equipment
- ☐ 漆桶 Cans
- ☐ 清洗设备 Cleaning equipment
- ☐ 装漆/包装设备 Filling and packaging equipment
- ☐ 贴标签机 Labeling machine
- ☐ 涂装/固化 Application/Curing
- ☐ 毛刷 Brush
- ☐ 专业喷枪 Spray gun
- ☐ 喷涂设备 Spray Machine
- ☐ 印刷机 Printers
- ☐ 滚筒刷 Roller
- ☐ 干燥/固化设备 Drying/curing equipment
- ☐ 机器人 Robotics
- ☐ 其它 Others

其它Others

- ☐ 色浆 Paste
- ☐ 胶黏剂 Adhesives
- ☐ 密封剂 Sealants
- ☐ 服务/咨询 Service Providers /Consultants
- ☐ 渠道商 Distributors
- ☐ 绿色技术 Green Technology
- ☐ 组织贸易展览 Trade show organizers



2020亚太国际（重庆）工业涂料展览会 暨粉末涂料涂装高峰论坛

2020年5月28-30日
重庆国际博览中心

（重庆市渝北区悦来大道66号）

展区范围

- ★水性工业涂料、汽车涂料、粉末涂料、氟碳涂料、功能性涂料、地坪涂料、防腐涂料等
- ★各类工业涂料、粉末涂料的原材料及助剂、生产设备及配件、检测设备、VOCs处理技术及设备，涂装废水处理技术及设备等



广东智展展览有限公司

国际展览业协会 (UFI) 中国区成员，广东会展组展企业协会副会长单位
中国十佳品牌组展商

地址：广州市海珠区金菊路15号佳兴大厦307室

电话：+86-20-29193588 29193589

传真：020-29193591

邮箱：ex36013@126.com

展会网站：www.icpcexpo.com



关注
亚太工业涂料、
粉末涂料涂装展
了解最新行业资讯

主办单位

广东智展展览有限公司
中国表面工程协会涂装分会
重庆市涂料涂装行业协会
重庆汽车工程学会
重庆表面工程协会
广东省涂料行业协会

境外合作/支持单位

美国粉末涂料涂装协会
意大利金属处理协会
新加坡表面处理协会
印度金属处理协会
巴西表面工程协会

支持媒体

《PCI》中文版

同期举办

- 2020中国（重庆）汽车表面工程暨防腐蚀技术研讨会
- 2020亚太国际粉末涂料涂装应用技术高峰论坛
- 2020工业涂料、粉末涂料涂装新产品新技术推广会
- 2020国际（重庆）表面处理 电镀 涂装展览会



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。

具有优异的兼容性,对重涂无不良影响。

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

• 小添加 大不同

Splendid



www.yck.com.cn