

欧洲涂料杂志

www.chinacoatings.com.cn
www.european-coatings.com

中文版

07/08 – 2024

14

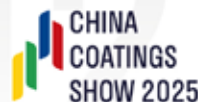
水性涂料

本期包括一篇水性涂料市场报告，两篇专家之声以及两篇关于炭黑和醇酸乳液的技术论文。

10 并购
企业家的趋势和机遇

38 生物有机硅
石油基体系的替代品





2025

中国国际涂料博览会

暨第二十三届中国国际涂料展览会
THE WORLD OF COLOURS FOR ALL INDUSTRIES

新质引领 科技赋能

Technology Empowerment Driven by New Quality

2025年9月3-5日

September 3-5, 2025

上海新国际博览中心

Shanghai New International Expo Centre

主办方：中国涂料工业协会

Organizer: China National Coatings Industry Association

承办方：北京涂博国际展览有限公司

Undertaken by: Beijing TUBO International Exhibition Co., Ltd.

www.coatshow.cn





加入我们
"European Coatings Industry"



来源:Gorodenkoff - stock.adobe.com



Damir Gagro
主编
电话 +49 511 9910-209
damir.gagro@vincentz.net

顺应潮流

可持续发展产品的需求正在不断增长，既来自监管机构，也来自整个社会。多年来，我们已经看到从传统体系向**水性涂料**的转变更加深入和迅速。因此，这些体系将会增长的预期也就不足为奇了。

根据第16页的Markets and Markets公司报告，2030年，亚太地区的复合年增长率（CAGR）将是最高的，在5.5%到6%之间。欧洲和北美这些饱和市场增长率较低，但仍然超过2%。在我们的专家之声中，Briolf公司的David Dominguez和Synthomer公司的Thomas Bernhofer分享了他们对未来几年水性涂料重大发展预期的看法（第20页）。

Orion Engineered Carbons公司的Yulia Monakhova等人讨论了如何在水性配方中实现最大黑度（第22页）。最近，涂料行业稳定的交易流有所减缓。Loy & Co Corporate Finance公司的Markus Loy和Beatrice Berg在我们的**并购概述**中讨论了企业家面对的趋势和机会（第10页）。

请享受阅读的快乐吧！



Damir Gagro

市场报告
水性涂料的需求

16



来源: Africa Studio - stock.adobe.com

专家之声
碳黑的隐藏黑度

22



来源: mar11408 - stock.adobe.com



28

技术论文
TOFA基醇酸乳液

欧洲涂料杂志 中文版 2024.07/08

6 专访

Ana Henriques, Hempel公司

6 行业新闻

欧洲涂料行业重要动向概览

8 行业前沿

PPG公司在北美投资3亿美元

10 市场报告

涂料行业的并购

水性涂料

16 市场报告

由于对可持续发展和环境责任的重视程度不断提高，水性涂料的需求持续增长

Chirag Tripathi, Atul Yadav, Dhiraj Kumar, MarketsandMarkets公司

20 专家之声

David Dominguez, Briolf公司, Thomas Bernhofer, Synthomer公司

22 技术论文

理解为每种碳黑等级使用优化配方以实现所需黑度的根本重要性

Yulia Monakhova, Sarah Wieland, David Momper, Guido Waidmann, Orion Engineered Carbons公司

28 技术论文

TOFA基醇酸乳液的涂层性能与替代脂肪酸的比较

Nancy Mamzour, Ömürden Çekerek, Bert Krutzer, Kraton公司



欧洲涂料360° 知识档案

将欧洲涂料的所有数字内容放入一个数据库
请访问www.european-coatings.com/360了解更多信息



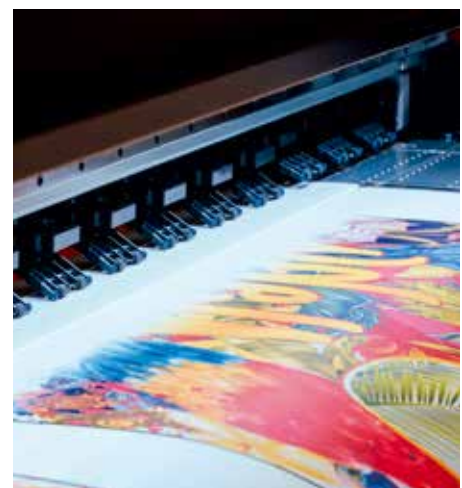
来源: Serghei V. stock.adobe.com

法规
生物灭杀剂产品
法规

36



来源: New Africa - stock.adobe.com



来源: Aleksandr Matveev - stock.adobe.com



来源: arrachen - stock.adobe.com

生物有机硅
生物和石油来源
有机硅助剂

38

纳米助剂
近红外吸收剂用于油墨和涂料

44

34 数说涂料

颜料和填料市场

35 CEPE专栏

Cornelia Tietz, EuPIA的新董事

36 法规

生物杀灭剂产品法规

Mandy Schneider博士, Umco公司

38 生物有机硅

生物和石油来源有机硅助剂性能相似, 能够立即改善可持续发展性

Bob Ruckle, Tom-Seung Cheung, Yanjun Luo, Siltech公司

44 纳米助剂

近红外吸收剂作为油墨和涂料功能纳米助剂

Dieter Guhl, Keeling & Walker公司

50 美国涂料展获奖论文

新型双峰高固体分散体用于建筑涂料

Michael Krayner, Sean W. Bullis, BASF公司

62 活动一览

63 广告一览

66 研发新闻

封面来源: Руслан Галиуллин - stock.adobe.com



“这个行业正在整合，我们正在一个非常动态的市场中运营。”

Ana Henriques, Hempel公司
执行副总裁兼装饰部门负责人

Hempel公司打算剥离其在德国和法国的J.W.Ostendorf和Renaulac业务。采取这一步骤的原因是什么？为了实现我们雄心勃勃的双重影响战略，我们作出了战略决策，专注于装饰领域的全方位服务业务。我们始终在寻找方法来优化我们的业务，以使Hempel公司和我们的客户受益——因此历史和未来的决策将继续具有这一重点。

Hempel公司在装饰领域扩张的意图是通过过去几年的多次收购实现的。剥离资产如何与装饰领域的增长战略相契合？与自有品牌业务相比，有哪些机会？JWO和 Renaulac主要是自有品牌业务，正如前面提到的，我们已经作出了战略决定，将重点放在装饰领域的全方位服务业务上。自从我们收购了JWO和 Renaulac，我们通过进一步的收购建立了一个额外的装饰品牌组合。这些品牌现在构成了我们的装饰部门的大部分，包括 Farrow & Ball, Crown Paints, Hempel, 和 Watty. 这个行业正在整合，我们正在一个非常动态的市场中运营，在这个市场中我们必须保持适应性——而且未来我们将继续投资于增长，并探索为Hempel公司创造价值的正确收购。

Hempel公司打算在多大程度上剥离进一步收购的装饰业务？目前没有出售其他品牌的意图。



市场动态

欧洲涂料行业最重要的动态简述。在www.european-coatings.com上，您可以找到关于市场、公司、原材料和技术的更多信息。

BASF公司启用聚合物分散体工厂

扩张 为了应对当地日益增长的需求，BASF公司在中国惠州大亚湾工厂启动了第二条聚合物分散体生产线。随着产能的扩大，该工厂将继续支持涂料、建筑、包装和黏合剂等行业。BASF公司

仍然致力于创新，包括为建筑涂料和电池行业等领域开发新产品，加强其在中国的增长战略。

www.basf.com

Evonik公司在斯洛伐克开设新工厂

启用 Evonik公司在斯洛伐克开设了一家新的生物表面活性剂工厂，这是全球首个大规模生产鼠李糖脂生物表面活性剂的工厂。这些可持续发展替代产品源自玉米等可再生资源，具有高性能和生物降解性，在清洁、美容、个人护理和涂料等领域有应用。Evonik公司Fermas工厂凸显了斯洛伐克作为生物技术创新和产品开发关键地点的作用。

www.evonik.com



来源: Evonik

“如今，印度是世界第三大汽车市场，它前途光明。”

Patrick Zhao, BASF公司全球汽车OEM涂料高级副总裁

Briolf集团在美国投资建立第一个生产工厂

投资 西班牙的Briolf公司在美国的第一家生产厂投资超过3 000万欧元。该工厂位于门罗市，距夏洛特市约40公里，投资包括收购一个130 000 m²的场地。在接下来的几年里，该场地将被开发成Briolf厂区，用于容纳集团各个业务线的

生产设施。公司预计该项目至少需要两年时间才能开始生产，并将创造100个直接就业机会。

www.briolf.com



START FINDING YOUR COATINGS INFORMATION

www.european-coatings.com/360

Your all-in-one knowledge platform!

- » **All issues**
from the
EC Journal
- » **All books**
from the
EC Library
- » **All video
recordings**
from the
EC Conference
- » **All proceedings
and handouts**
from the
EC Conference



Contact us
for your individual offer:
360@european-coatings.com

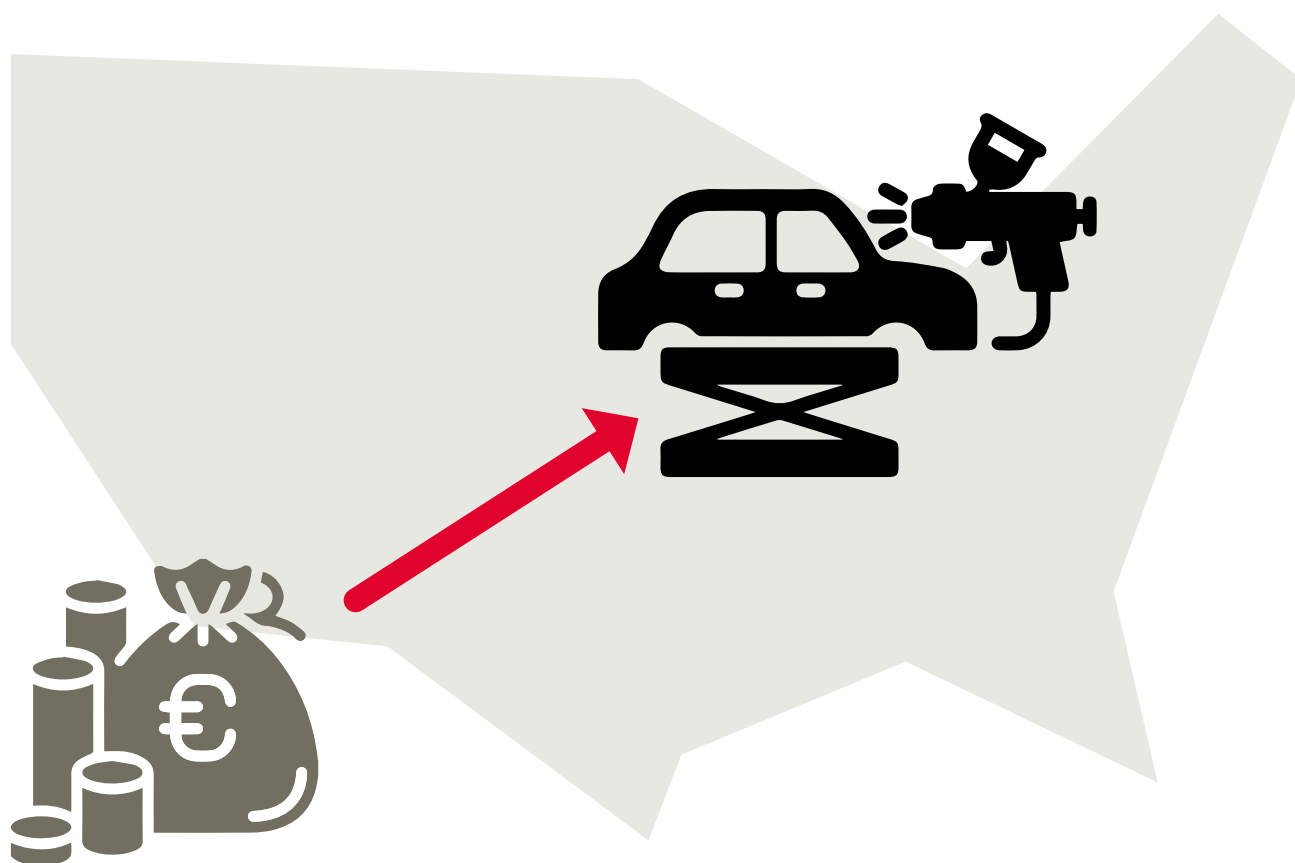
EUROPEAN

COATINGS 360°

www.european-coatings.com/360



VINCENTZ



更换档位

PPG公司在北美投资3亿美元。该项投资集中于汽车涂料生产
Vanessa Bauersachs

PPG公司发布了在北美的投资计划，其中包括在田纳西州的Loudon县建厂，以及提高该地区几个现有工厂的产能。

这项投资是针对该地区汽车工业日益增长的需求。“随着汽车行业不断转型，我们很高兴能够扩大我们的制造能力以满足我们汽车客户不断变化的需求，”PPG公司汽车涂料高级副总裁Alisha Bellezza解释道。

新工厂是该公司15年来在美国建立的第一个新制造工厂。“随着美国制造业的复苏，PPG公司将利用这一新工厂和其他投资来最大限度地提高质量，提升运营效率，并降低我们制造足迹中的产品复杂性，”PPG公司董事长兼首席执行官Tim Knavish说道。

最初，为汽车制造商和汽车零部件供应商生产的涂料产品及解决方案将在该工厂生产，但从长远来看，它也可以服务于包括运输、重型设备、建筑以及消费品在内的各种工业部门。新工厂将于2024年8月开始建设，预计于2026年7月完工。“一旦投入使

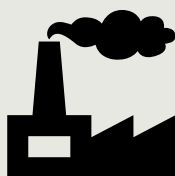
用并全面运营，该工厂将拥有130名全职员工，并每年生产超过1 100万加仑的涂料，”Alisha Bellezza指出。“展望2025，我们还计划在全球投资其他工厂。”

新工厂选址在田纳西州是经过精心挑选的。“PPG公司在田纳西州的新工厂的战略位置还创造了更高效、更有效的供应链，因为它靠近许多汽车制造工厂，这将进一步提升我们客户的体验，”Alisha Bellezza说道。“美国东南部地区是未来制造业的理想地点，距离大约三分之二的人口仅一天车程。”

扩大现有地点

PPG公司在先进制造领域的投资还将促进并扩展其在俄亥俄州克利夫兰和墨西哥San Juan Del Rio现有设施的运营。这些投资包括新设备和工艺，旨在提高制造效率、缩短加工时间，并增强涂料制造商的能力以满足日益增长的可持续发展解决方案需

PPG公司的相关事实



生产工厂数量：201



年销售额：2023年170亿欧元



员工人数：大约50 000人

求。“在现场部署的技术和设备将推动自动化生产流程。新的混合技术将缩短加工时间，加快加工速度，并生产更大的批次以满足客户日益增长的需求，”Bellezza说道。“新工厂将生产一系列产品，包括水性底漆、水性着色剂和水性底色漆。”

进一步的全球化投资

该举措是在去年进一步投资之后进行的。例如，PPG公司在2023年宣布了4 400万美元的投资，用于升级美国和拉丁美洲的五家粉末涂料制造工厂。“这些项目是PPG公司战略努力的一部分，旨在扩展其粉末涂料产品线，并增加全球生产，以满足客户对具有可持续发展优势的产品日益增长的需求，”Bellezza解释道。

2023年的另一项投资是在中国开设了3 000万美元的电池组应用中心。据Bellezza介绍，该中心“具备全面的能力，用于测试电动汽车（EV）电池组的PPG公司涂料技术、材料和系统，使客户能够加速新电动汽车技术的开发。”她补充道：“我们还在其他地区 and 地点进行了投资，以确保向我们的客户提供真正全球化、高效的产品交付。”



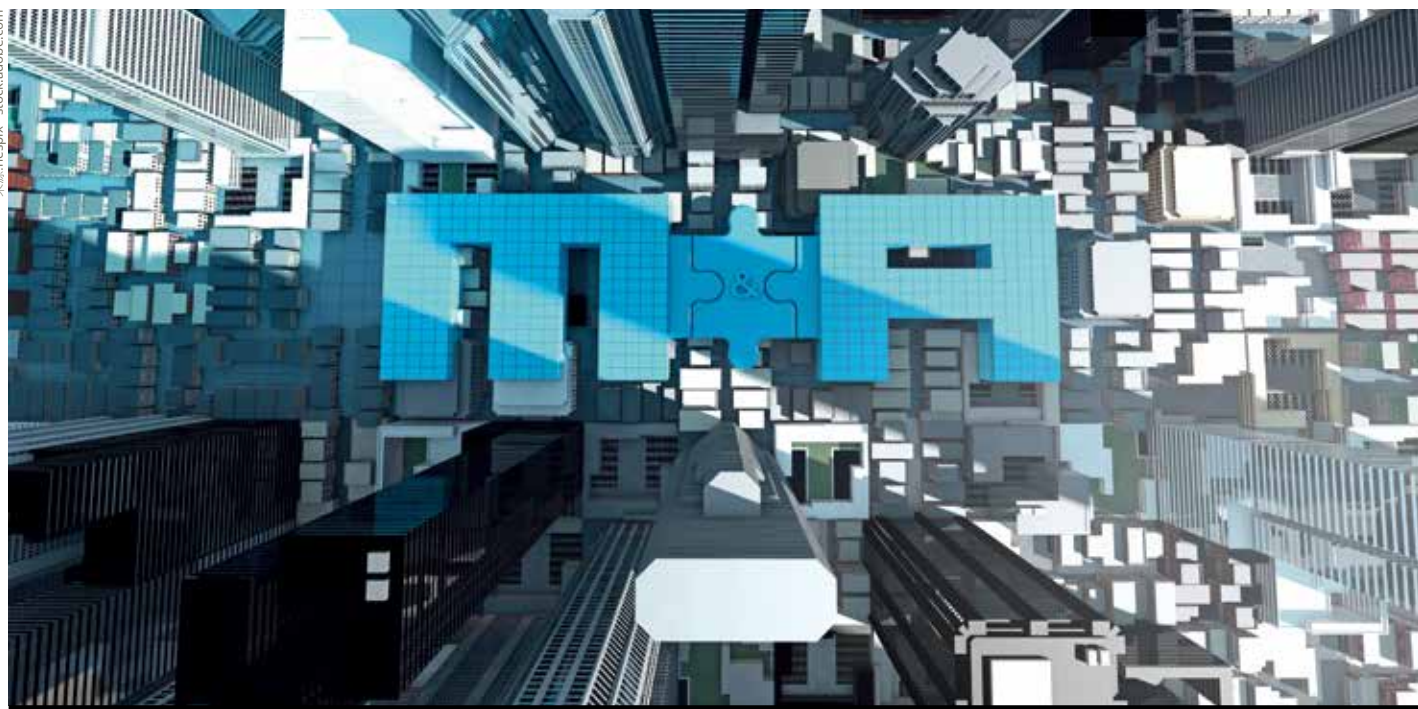
“来自汽车OEM和二级供应商客户的需求不断增加。”

Alisha Bellezza

Alisha Bellezza，PPG公司汽车OEM涂料高级副总裁

投资的主要目标是什么？PPG公司正在投资于汽车工业的未来，通过建设这个新工厂以及投资我们目前在北美的工厂。新工厂将帮助我们满足来自本地区汽车OEM和二级供应商客户日益增长的需求。这些投资是PPG公司努力创建一个更简单、更高效和有效的全球供应链网络，最终为客户创造更好的服务的一部分。美国东南部地区是未来制造业的理想地点，距离大约三分之二的人口仅一天车程。位于Loudon县的工厂靠近关键的OEM和二级供应商客户，从而提高了供应链效率，例如更快地交付货物、减少燃料使用和加快响应时间。这些投资将帮助我们以提高质量和运营效率的方式满足美洲地区汽车OEM和二级供应商客户日益增长的需求，并降低汽车客户的产品复杂性。此外，这些投资使我们能够生产更广泛的产品。

汽车涂料市场情况如何？汽车行业正在经历动力系统技术、自动驾驶解决方案和共享出行等领域的巨大变革。我们的涂料将在这一行业转型中发挥关键作用。为了更好地支持客户，我们不断推进技术组合的发展，帮助他们提高安全性、实现可持续发展目标并增加新车销量。我们为OEM和二级客户提供完整的系统解决方案，涵盖车辆内外以及各种汽车零部件和配件。这些产品包括基材预处理、炫目色彩和保护性清漆等。我们密切关注关键指标，包括汽车行业的销售、生产预测和实际情况，以及计划和执行新车发布。另一个关键指标是汽车中电动汽车的占比。由于汽车市场仍未恢复到疫情前的水平，更不用说2017年左右的峰值了，这意味着需要保护和美化涂层的汽车更少了。向电动汽车的过渡为涂料提供了新的机遇，特别是作为电池电动动力系统的功能推动者之一。因此，增加每辆车涂料含量的机会正在增加——这是一个非常积极的发展。



企业家的趋势和机遇

涂料行业的并购

Markus Loy, Beatrice Berg, Loy & Co Corporate Finance公司

真正的大交易未能实现。然而，行业整合仍在继续，重点是投资组合优化。

涂料工业近年来面临许多挑战。去年原材料市场出现大幅波动，影响到该行业的稳定性。建筑涂料在新冠疫情期间出现了上涨，但2023年的销量大幅下降。另一方面，工业涂料表现出更稳定的发展，尽管由于新冠疫情的负面影响，工业涂料的发展水平较低。2024年的前景仍然充满挑战。

由于紧张的经济形势和目前的高利率水平，并购市场上没有出现重大交易。然而，涂料行业的整合趋势仍在继续。目前的重点主要是通过选定的产品领域进行有针对性的投资和撤资来优化投资组合。

关键参与者：战略投资者

战略投资者在市场中特别活跃，大型国际集团是这些合并的主要参与者。另一方面，金融投资者仍然相当谨慎。协同作用在并购交易中起着决定性的作用，特别是在采购、配方、研发和生产领域。涂料行业可实现的协同效应特别高，而实施成本相对较低。并购交易之后，EBITDA利润率通常会增加5~10个百分点。

与创纪录的2021年相比，估值略有下降，但仍处于较高水平。并购市场的前景依然乐观。鉴于宏观经济形势趋于稳定，以及中期预期的降息，市场活动预计将增加。对于涂料行业的企业家来说，现阶段市场形势提供了通过收购或优化投资组合提高竞争力的机会。因此，仔细研究并购机会、做出适当的战略准备是明智的。

大公司正在德国、奥地利、瑞士地区扩大市场份额

战略投资者占据主导地位，首先可以用该行业收购的充分理由来解释：

>竞争压力增加：为了保持竞争力，老牌大公司的规模经济增加了小公司扩大投资组合的压力。

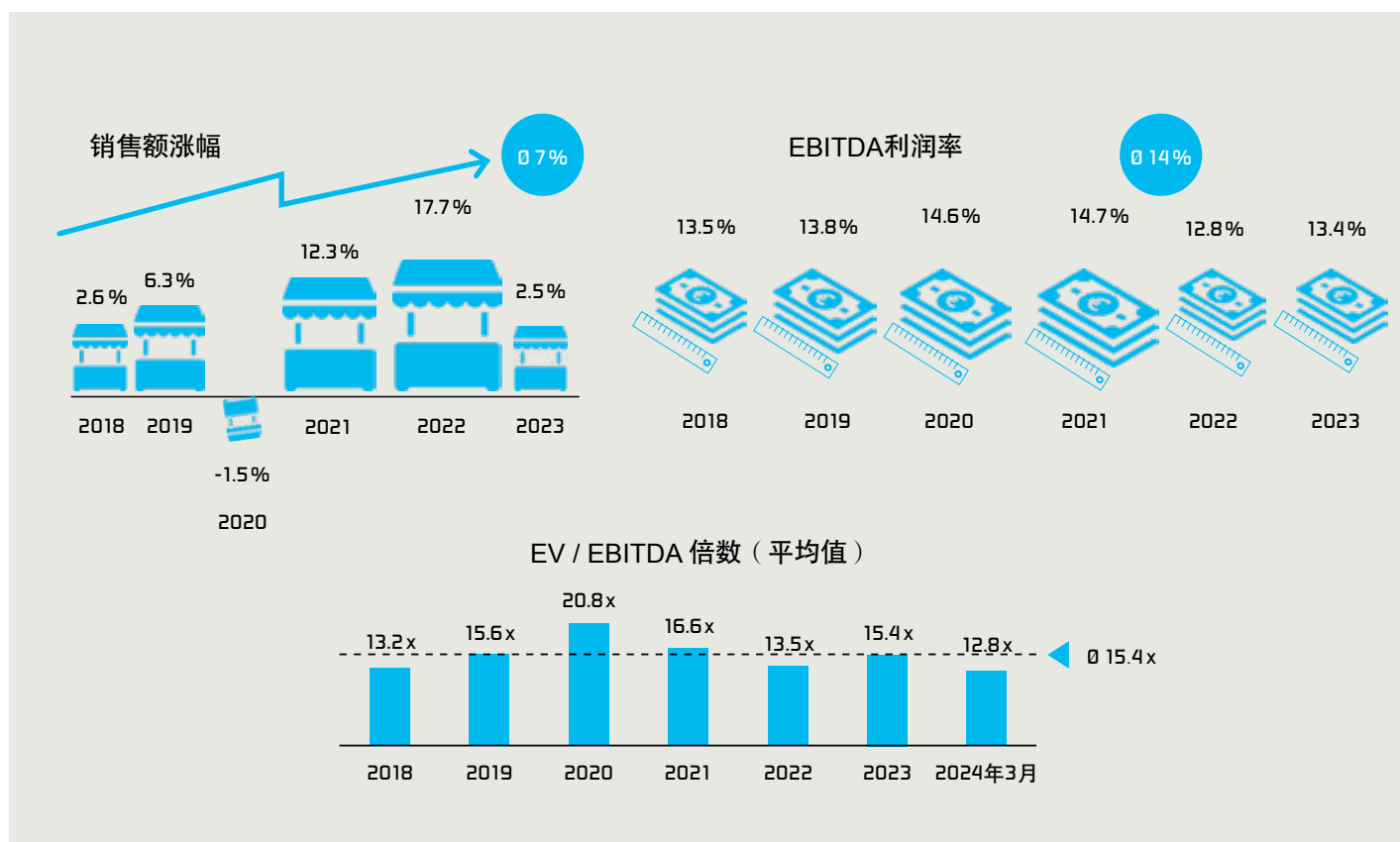
>协同潜力：收购提供了显著的协同潜力，尤其是在采购、研发、物流和行政方面。资源池带来效率的提高和创新进程的加速。

>增长潜力：开拓新市场和客户群是战略投资的关键驱动力。收购使公司能够扩大市场范围，抓住新的增长机会。

金融投资者

尽管战略投资者明显占主导地位，但金融投资者在一段时间内也在市场上活

图1 全球参与者的盈利能力和估值发展



跃。当能够发展出令人信服的“股权故事”时，即在投资持有期间可预期价值显著增加，这一组投资者会变得特别活跃。在涂料行业，这种价值增长主要通过“附加”投资来实现，不仅促进销售增长，而且通过协同效应使效率提升。由于该行业仍相对分散，这一战略似乎很有前景。此外，有许多公司有兴趣收购公司，这使得日后退出的可能性很大。这些情况意味着金融投资者对该行业的公司也展现出浓厚兴趣。

当前并购焦点：投资组合优化和专业细分

目前，投资组合优化是涂料行业的主要关注点。去年工业涂料部门的并购活动特别多。德国市场整合的主要推动力是领先的国际企业。下面让我们来看看一些最近的交易：一个引人注目的例子是日本Kansai Helios公司于2024年5月收购

Weilburger Coatings公司。这是Kansai公司在工业和铁路涂料领域进行的第三次收购，此前已分别收购了Beckers集团的业务部门和Wefa公司。这些收购背后的动机主要是在采购、研发和销售方面实现协同效应。此外，Kansai公司还计划通过这些收购，在德国、奥地利和瑞士地区进行地理扩张，并为其产品组合增加互补领域，以便在市场上成为系统供应商。

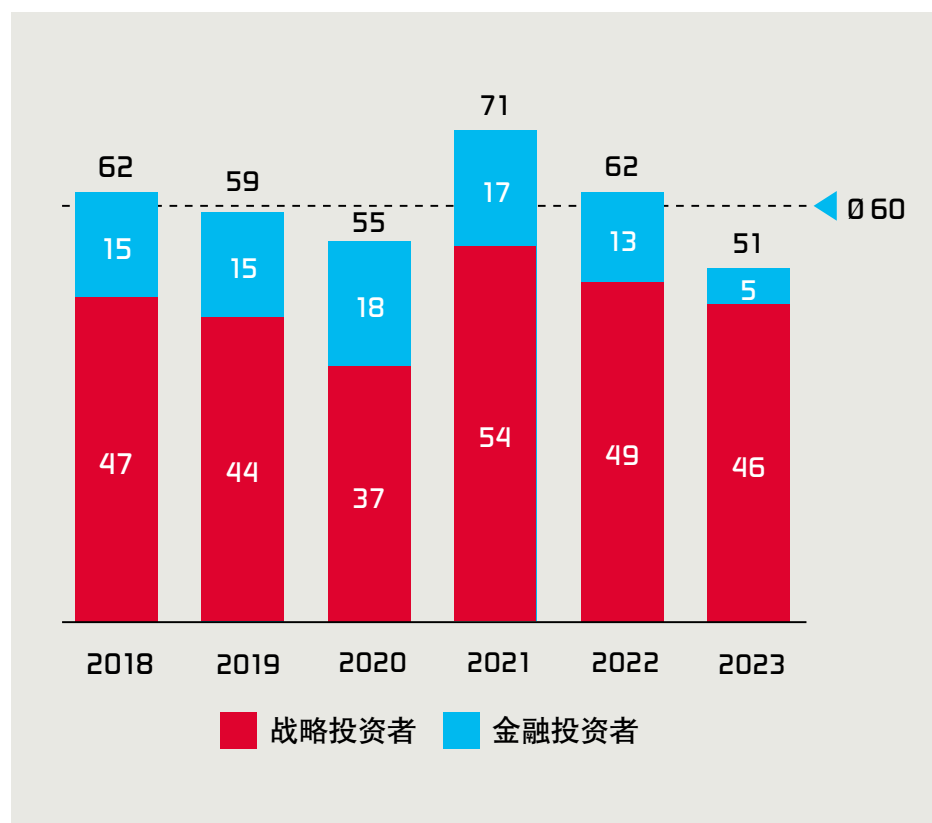
2023年9月，Axalta Coating Systems公司收购了瑞士翻新涂料经销商André Koch。这是业务组合向前整合和同时扩张的一个例子。过去一年，Sherwin-Williams公司还通过收购在德国市场取得了更大的进展。2023年，Sherwin-Williams公司收购了SIC Holding公司，其中包括Oskar Nolte公司和Klump Coatings公司。这家集团公司专门生产薄膜涂料以及辐射固化和水性涂料，主要用于面板，家具和地板行业。Sherwin-

Williams公司计划将控股公司整合到其高性能涂料集团的工业木器部门，以获得更多的增长市场。

“此次收购为我们提供了加速全球工业木器市场盈利增长的机会，并与我们收购互补、高质量和差异化业务的战略相一致，”Sherwin-Williams公司全球工业木器部门总裁兼总经理Pete Ippolito这样评论2022年6月的收购。该公司还完成了对Gross & Perthun公司的收购，它是一家重工业和运输市场涂料开发商、制造商和分销商。在这里，驱动因素也是在产品组合中添加补充产品，以创建一个增长平台为客户提供全面的品牌和技术。这也是加强Sherwin-Williams公司在德国市场占有率的战略举措。

AkzoNobel公司也是行业内的积极整合者。一个例子是2022年7月收购Lankwitzer Lackfabrik公司的液体轮毂涂料业务，这加强了高性能涂料组合。这笔交

表2 全球交易数量



易是AkzoNobel公司在过去两年中为进一步加强其市场地位而进行的一系列收购的一部分。

PPG Industries公司在2022年非常活跃，并通过收购Sika公司的欧洲工业涂料部门（防腐/汽车）扩大了其投资组合。此次交易是继之前在德国市场的重大收购之后，包括收购Celeton Lackfabrik和Wörlag这两家专门生产汽车涂料的公司。在这里，重点也是扩大产品组合和加强公司在德国市场的存在。

收购Wörlag公司尤其显著增强了PPG公司的能力。PPG公司执行副总裁Rebecca Liebert解释说，“Wörlag公司在工业和汽车应用粉末和液体涂料方面的行业专长与PPG公司的业务高度互补，这将使我们能够进一步扩大产品线。”她补充道：“收购Wörlag公司也扩展了PPG公司的水性、金属直涂、液体和粉末涂料产品供应，使我们能够在关键地区进一步扩大对客户的分销。”

金融投资者在涂料行业充当买家的一个例子是收购Oscar Nolte公司（家具行业的涂料），以及随后瑞士金融投资者Peter

Möhrle于2018年收购Klump Coating公司（工业木材涂料）。这两家公司已在上述的SIC Holding公司下合并。Peter Möhrle公司已经成功实现“退出”，于2023年11月将SIC Holding公司出售给了Sherwin-Williams公司。

2024年5月，丹麦Hempel集团将专门从事私人品牌生产的J.W. Ostendorf集团和相关的Renaulac公司出售给金融投资者Fidelium。Hempel公司在2018年仅收购了J.W. Ostendorf公司。Hempel公司通过这次出售追求其未来专注于装饰部门的战略。

另一个例子是国际投资公司Active Capital Company收购了涂料、底漆和黏合剂合同制造商Brocolor Lackfabrik。IK Investment Partners公司于2021年收购了法国木器涂料制造商Blanchon集团，这也表明了金融投资者对该行业的投入。在持有期间，IK Investment Partners公司已经对相邻部门的公司进行了几次附加收购，这说明了投资的战略深度。

2021年的创纪录水平，但仍处于高位

涂料行业上市公司目前的EBITDA倍数为10.0至15.0。尽管这些数值低于2021年的历史最高水平，但与其他行业相比，仍可归类为高估值。持续的高估值反映了该行业的吸引力，其特点是稳定的高销售收入和强劲的盈利能力。我们预计，一旦整体经济形势稳定，利率预期在中期下降，估值水平可能再次上升。尽管由于中型公司的规模、可替代性和多样化，进行估值时对股票市场的倍数会给予折扣，但涂料行业的公司购买价格相对较高。高估值水平和激烈的竞争压力相结合，为卖方提供了一个有吸引力的环境和有利的时机进行潜在销售。

中型公司面临的机会与风险

涂料行业市场的发展给中小企业带来了新的机遇和风险。尽管德国市场仍由中型和所有者管理的公司主导，但近年来，AkzoNobel、PPG、Sherwin-Williams、Kansai Helios等全球企业通过收购获得了越来越大的影响力。虽然建筑涂料部门的集中度已经比较高，但工业涂料和建筑防护部门仍然比较分散。

机会

愿意出售的公司可以从高估值中获益。市场形势使得更容易找到合适的买家。愿意收购的公司可以通过收购实现协同效应，从而提高盈利能力，并使它们能够在财务雄厚的基础上与行业内的大公司竞争。

风险

对于中型公司来说，并购战略的实施和合适目标公司的确定往往是一个挑战。虽然有充分的经营知识和行业专长通常都已高度发展，但往往缺乏具体的并购技能。相比之下，全球参与者往往处于更有利的位置。这种情况下，中型公司很难在收购过程中与主要市场参与者抗衡。

卖方的成功因素

充分的准备是销售过程成功的关键。这包括对过去业务结果的仔细分析和令人信服的未来规划。一个清晰的“股权故事”，包含优势和潜力以及透明的风险和解决方案，是必不可少的。此外，对潜在买家的系统研究和结构化的投标过程可以提高实现更高销售价格和最大化销售目标的机会。经验、敏感性和策略技巧在这里非常重要。

买方的成功因素

希望通过收购实现增长的公司通常首先制定一个特定的并购战略，包括以下一个或多个战略方向：

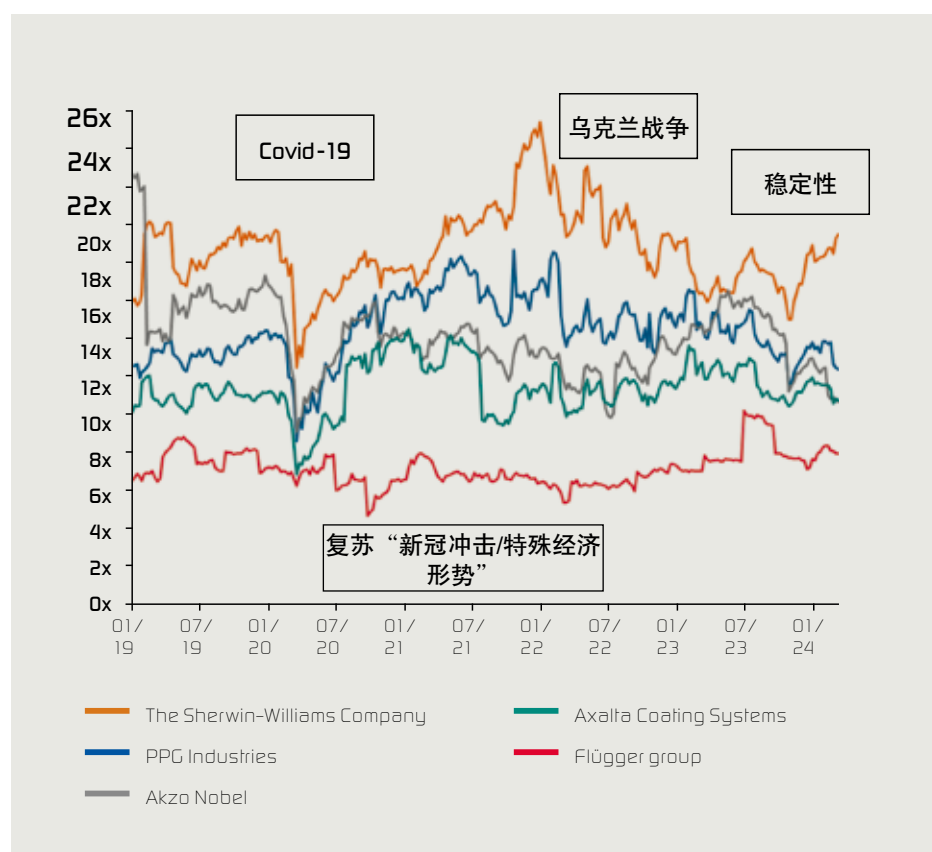
- 1.纵向整合——收购在相同价值链水平上公司，通常涉及直接竞争对手或扩展到新的地理市场。
- 2.垂直整合——收购价值链上游或下游的公司，例如客户（经销商）或供应商，有助于提高销售或供应安全。
- 3.补充性增加——扩大现有产品组合以便为客户提供更广泛的产品通常发挥重要作用。
- 4.多元化——扩展到其他业务领域也可以是并购战略的一个关键目标，以分散公司的风险和挖掘新的增长潜力。

合适的目标公司是根据技术、地理、财务和文化契合度等标准确定的。细致的准备和敏感的方法是成功对话的关键。公司估值和购买价格谈判策略也起着核心作用。需要仔细、务实的公司估值来确定适当的购买价格范围。

这种估值还应考虑到可实际实现的协同效应，并构成定价方法的基础。战略买家往往低估对有吸引力公司目标的潜在或已经激烈的竞购竞争。挑战不在于在竞标中支付不必要的费用，而在于同时通过收购实现增长机会。在当前的市场形势下，以低于市场价格购买，“讨价还价”，是不太可能的。

对所有交易阶段的熟识，如投标、尽职调查和采购协议谈判等，有助于保留甚至增加谈判能力。在紧张的收购过程中，

表3 选定公司的EBITDA倍数的发展



很容易忽视融资问题。因此，强烈建议在收购过程中同时安排融资。建议尽早让银行参与考虑。

结论：利用当前形势

涂料行业的并购市场仍然具有吸引力和高度竞争。估值水平仍然很高。我们预计战略投资者（可能也包括金融投资者）将继续保持浓厚的兴趣，特别是在工业涂料部门。许多制造商面临压力，这可能会导致进一步的整合。

在建筑涂料部门已经有了很高程度的整合，我们预计未来的交易可能主要涉及垂直整合——例如收购，以渗透专业零售商，扩大或确保销售渠道。我们认为在这个分散的部门，可能会有对专业零售商的收购。

在欧洲高度整合的DIY行业，制造商将不得不效仿。我们还看到建筑保护领域的类似发展，该领域比其他领域更加分散，将会有选择性的收购。金融投资者要么在感兴趣的领域变得活跃，要么专注于重要的“锚定交易”。

我们认为，来自美国（PPG公司、Sherwin-Williams公司）、欧洲（AkzoNobel公司和基金会所有的Hempel集团）和亚洲（Nippon Paint公司、Kansai Paint公司）的外国上市公司仍将是德国、奥地利和瑞士的活跃买家。大型德国公司如Sto, DAW, Brillux和Meffert在德国、奥地利和瑞士收购时，可能会更挑剔。

对于中型公司来说，在该地区进行收购的兴趣仍然很高。我们建议利用当前的市场形势采用积极的并购战略，以加强自己的市场地位。

联系人 // benjamin@wulff-pr.com

关于作者

Markus Loy（董事总经理）和Beatrice Berg（合伙人）领导位于德国杜塞尔多夫的Loy & Co Corporate Finance公司的“涂料和建筑化学品”部门。该咨询公司为所有公司金融领域的所有人管理和家族所有公司提供咨询，包括公司收购、销售和估值、融资建议和房地产交易。其专业知识还包括涂料行业多年的经验。 ❸



来源: iStockphoto.com

水性涂料

16 市场报告

由于对可持续发展和环境责任的重视程度不断提高，水性涂料的需求持续增长

Chirag Tripathi, Atul Yadav, Dhiraj Kumar, MarketsandMarkets公司

20 专家之声

David Dominguez, Briolf公司, Thomas Bernhofer, Synthomer公司

22 技术论文

理解为每种碳黑等级使用优化配方以实现所需黑度的根本重要性

Yulia Monakhova, Sarah Wieland, David Momper, Guido Waidmann, Orion Engineered Carbons公司

28 技术论文

TOFA基醇酸乳液的涂层性能与替代脂肪酸的比较

Nancy Mamzour, Ömürden Çekerek, Bert Krutzer, Kraton公司



预计将进一步扩张

由于对可持续发展和环境责任的重视程度不断提高，水性涂料的需求持续增长

Chirag Tripathi, Atul Yadav, Dhiraj Kumar, MarketsandMarkets公司

近年来，对可持续发展和环境责任的重视程度越来越高，导致水性涂料的需求量越来越大。旨在减少VOC排放和推广生态友好替代品的监管举措进一步支持了这一趋势。

预计水性涂料市场将从2022年的1 030亿美元增长至2030年的1 400亿美元，预测期内CAGR为3.9%（图1）。

水性涂料行业持续创新，开发新的配方和技术以提高性能、耐久性和应用效率。随着可持续发展在消费者偏好和监管要求中变得越来越重要，水性涂料市场有望进一步扩大。

由于亚太新兴市场的经济发展水平不同，且存在多个行业，因此对水性涂料的需求量很大（图2）。经济发展主要归功于汽车、消费品和家电、建筑和建设以及家具行业等领域的高增长率和大量投资。基于水性涂料的生产和需求，亚太是增长最快的地区之一。虽然聚合物技术的选择可能因最终使用细分市场而异，一定程度上也取决于应用国家，但很明显，亚太（APAC）地区正逐渐从传统的溶剂型涂料转向高固体分涂料、水性涂料、粉末涂料和能量固化体系（表2）。

环境友好特性、耐用性和更好的外观使各种应用中的消费量

增加。新建活动、重新粉刷和新兴市场投资增长是为市场参与者提供增长机会的关键因素。然而，新技术的采用和钛白粉价格的波动是市场参与者面临的主要挑战。

丙烯酸树脂（AR）涂料是当今涂料领域最普遍的选择之一（表1）。这些涂料是单组分物质，具体来说就是溶解在溶剂中的预成型丙烯酸聚合物，用于表面应用。水性丙烯酸树脂是环境友好替代品，可以减少油漆的气味和溶剂使用量。虽然水性树脂通常用于装饰涂料，但制造商也设计了乳液和分散型水性树脂，主要用于消费电子、汽车和建筑机械等工业部门。丙烯酸树脂因其强度、刚度、优异的耐溶剂性、柔韧性、抗冲击性和硬度而成为应用最广泛的树脂。它改善了表面性能，如外观、附着力和润湿性，并提供耐腐蚀和抗刮擦性。凭借其在单体整合方面的效率，丙烯酸树脂已专门应用于为室内和外部应用量身定制的水性丙烯酸基料。这些基料基于不同的技术，包括分散聚合物，溶液聚合物和后乳化聚合物。

丙烯酸树脂发展迅速

随着环境法律法规的日益完善，水性丙烯酸树脂因其优异的性能，在涂料领域中得到了迅速的发展和成熟的应用。为了提高丙烯酸树脂的整体性能并扩大其应用范围，采用了多种聚合方法和先进的工艺来改性丙烯酸酯。这些改性旨在解决特定的挑战，促进水性丙烯酸树脂产品的增长，并赋予它们优越的特性。未来仍需要推进水性丙烯酸树脂的发展，以实现高性能、多功能性和环保属性。亚太涂料市场（图2）正经历高速增长，并且由于住宅、非住宅和工业部门的增长，预计将继续增长。亚太地区包括了具有不同经济发展水平和多个行业的多种经济。发展主要归功于高经济增长率。主要的领先企业正在亚洲，特别是中国和印度扩大水性涂料生产。

例如，由于高需求和较低的生产成本对市场增长产生积极影响，全球公司正在将生产基地转移到亚洲国家。主要生产商控制着全球市场的主要份额。目前，BASF、Axalta、AkzoNobel等国

表1 丙烯酸树脂在全球水性涂料市场中占有较大的份额（百万美元）

树脂种类	2022	2030
丙烯酸树脂	37 174	51 510
其他树脂	65 867	89 177

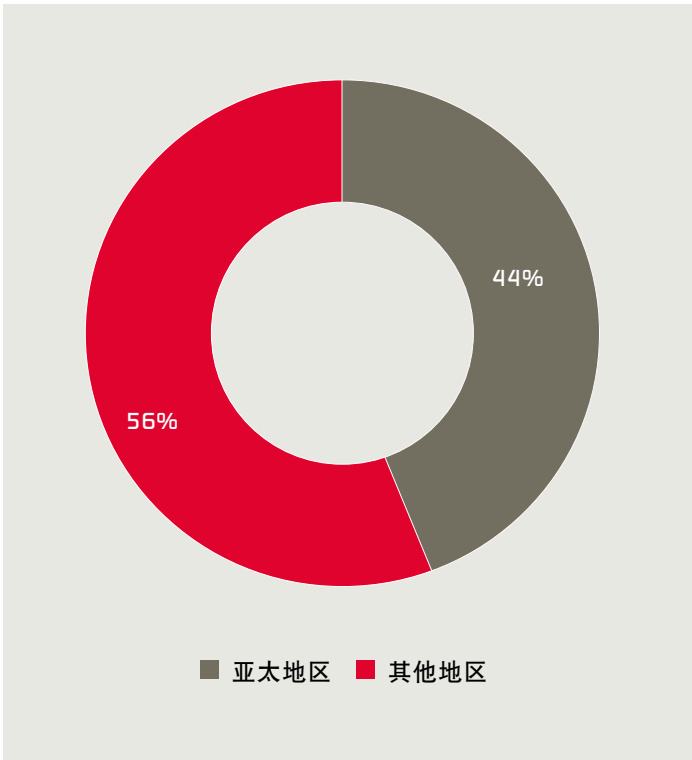
际品牌在中国水性涂料市场占有相当大的份额。此外，这些知名全球企业正在积极扩大其在中国的水性涂料生产能力，以进一步增强其竞争优势。2022年6月，AkzoNobel公司在中国投资了一条新的生产线，以提升可持续发展产品的供应能力。由于对低VOC产品、节能和减排的关注增加，中国的涂料行业预计会扩张。

印度政府实施了“印度制造”倡议，以帮助其工业发展。该倡议重点关注25个行业，包括汽车、航空航天、铁路、化工、国

图1 全球水性涂料市场，按区域划分，2021-2030年



图2 2022年亚太地区水性涂料最为突出



防、制造业和包装。快速的城市化和工业化、个人消费能力的提高和较低的劳动力成本支持了汽车行业的增长。近年来，主要汽车制造商在中国的扩张，以及建筑和建设活动的增加，包括一些高度现金密集型的项目，导致了经济的快速增长。政府正在通过外国直接投资（FDI）对基础设施项目进行投资，预计这将扩大工业水性涂料产业。

市场继续显示出对基于生态原料的环境可持续发展涂料的高需求。由于对可持续发展的关注日益增加以及更严格的VOC法规，水性涂料越来越受欢迎。新规则和严格法规的引入，包括欧盟委员会和其他政府机构发起的生态产品认证计划（ECS）等举措，强调致力于促进绿色和可持续发展环境并使有害VOC排放降至最低或零。美国和西欧的政府法规，特别是针对空气污染的法规，预计将推动新型低污染涂料技术的持续采用。针对这些趋势，水性涂料作为无VOC和无铅的解决方案越来越受欢迎，尤其是在西欧和美国等成熟经济体。

表2 亚太水性涂料市场，按树脂类型划分，2022-2027年（百万美元）

树脂种类	2022	2023	2024	2025	2026	2027	CAGR (2022-2027)/%
丙烯酸	15 973	16 772	17 656	18 749	19 895	21 102	5.7
聚酯	3 255	3 398	3 558	3 757	3 965	4 183	5.1
醇酸	6 568	6 819	7 098	7 453	7 821	8 204	4.5
环氧	5 721	6 002	6 312	6 696	7 099	7 523	5.6
聚氨酯	7 392	7 749	8 145	8 635	9 149	9 689	5.6
PTFE	285	297	311	328	346	364	5.1
PVDF	8	9	9	10	11	11	6.8
PVDC	342	357	373	393	414	437	5.0
其他树脂种类	6 176	6 459	6 771	7 161	7 569	7 996	5.3
总计	45 719	47 861	50 232	53 183	56 268	59 509	5.4

对这些生态友好涂料益处的认识不断提高，推动了工业、住宅和非住宅建筑领域的需求。对水性涂料性能和耐久性改进的需求推动了树脂和助剂技术的进步。水性涂料可保护和增强基材，有助于实现可持续发展目标。这减少了原材料消耗，同时保持基材并生产新的涂层。虽然水性涂料被广泛使用，但仍存在技术问题需要解决，如提高耐久性。

水性涂料市场竞争激烈，具有一定的优势、挑战和机遇。由于所用树脂和分散剂的亲水性，水性涂膜难以形成强屏障并排斥水分。助剂、表面活性剂和颜料都会影响亲水性。为了减少起泡和提高耐久性，关键是要控制水性涂料的亲水性，以防止“干”膜过度吸水。在另一个极端，高温和低湿度导致水分迅速蒸发，特别是在低VOC配方中，影响涂料的施工性和应用质量。

不正确的基材准备会导致水性涂料出现“闪锈”或“闪蚀”。如果

在涂漆前表面长时间处于潮湿状态，水性涂料体系可能会导致金属基材上出现“闪锈”。

像霉菌这样的微生物可以在水环境中生长。通常使用杀菌化学品来延长保质期和干膜的寿命。为了保持水性涂料的稳定性和质量，需要适当处理、储存和施用配方中的防霉剂和杀菌剂。

作者

Chirag Tripathi
MarketsandMarkets公司市场调研高级经理
chirag.tripathi@marketsandmarkets.com

Atul Yadav
MarketsandMarkets公司市场调研助理经理
Atul.yadav@marketsandmarkets.com

Dhiraj Kumar
MarketsandMarkets公司高级研究分析员
Dhiraj.kumar@marketsandmarkets.com



BUILD UP NETWORKS AND BE PREPARED FOR FUTURE CHALLENGES

www.european-coatings.com/events

We are providing a wide range of comprehensive training and exchange opportunities to deepen your competence and expertise. Get new impulses, meet the industry face-to-face or profit from our virtual offers.

- » Conferences & congresses
- » Short Courses
- » Webinars
- » And more

INFORMATION ABOUT TOPICS
AND DATES ARE AVAILABLE AT
WWW.EUROPEAN-COATINGS.COM/EVENTS



EUROPEAN
COATINGS events

www.european-coatings.com/events



两个问题，两个答案：

1 到2030年，您预期水性涂料会有哪些重大发展？

2 哪些监管障碍和外部因素可能会加速水性体系的发展？

1 整个行业现在受到两个主要问题的驱动，这是同一枚硬币的两面。一方面是监管和法律要求，另一方面是客户、用户和社会整体日益增长的趋势，要求更可持续发展的产品。从这个意义上说，有些部门或行业使用水性产品比其他行业更有优势。例如，汽车修补涂料和2007年VOC排放法规迫使整个欧洲市场几年前转向水性涂料。

装饰涂料也主要是水性涂料。但是，溶剂型涂料在许多工业应用中仍占主导地位。涂料行业，包括涂料制造商和原材料供应商，需要投资开发更好的水性解决方案，而市场仍然认为溶剂型涂料更优秀。

其中一个机会是在汽车修补等市场使用透明漆。就数量而言，透明漆是车身修理厂中最广泛使用的商品。因此，开发可靠的水性透明漆技术，其整体性能（光泽度、耐久性等）可与同类产品相媲美，将大大减少该市场的VOC排放。我们确信，这将是未来几年的关键改进领域。一方面，我们看到越来越多的工业客户不允许溶剂型涂料用于其内部工艺。我也认为水性涂料将在工业应用中越来越受欢迎，特别是与公共部门相关的应用，因为它们需要可持续发展的供应商和解决方案来满足自己的运营需求，比如维护和公共交通。

“增加公共赠款可以帮助企业采用更可持续发展的技术。”



David Domínguez
战略规划总监
Briolf公司
ddominguez@briolf.com



2 我相信，我们将看到更严格的VOC排放法规针对所有在自己的场所（工业、车身修理厂）进行任何涂装工艺的公司。这些法规可能会加速水性体系的引入。

我还可以看到客户要求在某些情况下使用水性产品作为成为其官方供应商的要求。大型公司和公共部门可能是主要参与者，它们可以迫使供应商使用某些技术，因为它们在行业中扮演着如此重要的角色，以至于它们可以制定行业标准。政府资金也可能发挥作用。增加公共赠款可以帮助企业采用更可持续发展的技术，如在自己的工业过程中使用水性涂料。

最后，通过建立特定的方案将公司与研究中心和公立大学联系起来，可以鼓励水性涂料的创新。

活动贴士

2024年欧洲涂料生物基和水性涂料会议

您将与生物基涂料、水性涂料以及可持续发展领域的所有科学家和专家会面。本次会议为了解行业内的最新进展、突破和趋势提供了一个平台。

www.european-coatings.com/events/conference/biobased-waterbased-coatings-2024



1 Synthomer公司活跃于水性涂料基料技术领域，包括建筑涂料（室内和室外墙漆、装饰漆）和工业涂料（木器和金属）。受全球趋势的驱动，我们预计到2030年，这些领域的增长显著：

>减少VOC：尽管过去已经通过无溶剂室内涂料实现了一些VOC的减少，但降低VOC的趋势仍在继续。这可以通过低MFFT基料来解决，即使在需要更高硬度和抗粘连性的应用中也是如此。为了实现低MFFT、高硬度特性这两个有些矛盾的目标，多相基料和交联是首选选项。

>改进的功能：对水性基料的性能要求越来越高。我们通过改进机械性能（硬度更高、抗性更强）、化学耐受性（耐污渍和污垢性）以及应用简便性（开放时间更长，涂装窗口延长）来解决这一问题。

>可持续发展：市场要求减少产品碳足迹（PCF）的基料，我们目前提供ISCC+认证的质量平衡（生物、生物循环和循环）产品，使我们的客户能够利用生物碳并减少碳足迹。此外，我们还提供部分C14可再生原材料，以及通过提高耐久性延长外墙涂料使用寿命，从而有助于降低产品碳足迹。我们也看到用水性涂料替代溶剂型涂料的需求不断增加，因为这减少了我们客户的溶剂体系中VOCs碳足迹。

“高pH方法不适合某些水性涂料。”



Thomas Bernhofer
欧洲涂料技术服务经理
Synthomer公司
Thomas.Bernhofer@synthomer.com

2 就监管障碍而言，影响最大的是杀菌剂（BPR）领域。在我们看来，可靠、持久的罐内保存是水性涂料的关键。不幸的是，墙漆领域的高pH值方法不适用于某些水性涂料，例如水性装饰漆。最近，水性涂料的其他类别的原材料也引起了关注，例如聚结剂（如丁基乙二醇）或助剂（如PFAS和DPOS）。一些交联剂，如二苯甲酮、异氰酸酯和ADH，也受到限制。消除或替换原材料需要客户进行大量的重新配方工作，坏消息是，替换的材料并不总是具有相同的性能。另一方面，针对大部分VOCs或仅针对专业人士使用溶剂型产品的进一步监管限制可能会加速进展。能够加速水性体系发展的外部因素是量足、价格合理的可再生C14基原材料的供应。

阅读贴士

欧洲涂料技术报告——水性防护涂料

本电子资料包介绍了过去两年中水性防腐涂料领域发生的最重要的创新。

www.european-coatings.com/product-category/tech-reports



碳黑的隐藏黑度

理解为每种碳黑等级使用优化配方以实现所需黑度的根本重要性

Yulia Monakhova, Sarah Wieland, David Momper, Guido Waidmann, Orion Engineered Carbons公司

无论是汽车、室内家具还是日常用品，黑色已成为不可或缺的颜色。为了达到所需的黑度，要考虑并优化碳黑颜料以及涂料配方的特点。

“黑色”的视觉印象不仅取决于反射率，还取决于色调。这可以通过色度计方法来确定。考虑到标准观察者（2°或10°视野）眼睛中视锥的相对敏感性，结合标准光源，所有颜色可以通过三个成分表示：红色、绿色和蓝色：三刺激值X、Y和Z。这些值是国际照明委员会（CIE）色度体系的基础。以下颜色计算基于10°观察者和D65光源。

CIE L*a*b*颜色空间的开发旨在实现与人类的色彩感知的更好相关性。亮度L*以及颜色坐标a*和b*构成了这个颜色空间。为了更精确地描述黑色区域，Lippok-Lohmer引入了黑度值 M_V 、 M_C 和 dM ，下面将进一步详细描述。

所有这些值以及L*a*b*颜色坐标都是基于三刺激值X、Y和Z计算的^[1, 2]。黑色涂料体系的色彩特性可以使用与色调无关的黑度值 M_V （也称为黑度）来描述：

$$M_V = 100 \cdot \log \left(\frac{100}{Y} \right)$$

测量方法在DIN EN ISO 18314-3中规定。

蓝黑看起来比中性（无色）黑更暗，而棕黑看起来则不太暗。这可以通过与色调相关的黑度值 M_C 描述：

$$M_C = 100 \cdot \left[\log \left(\frac{X_n}{X} \right) - \log \left(\frac{Z_n}{Z} \right) + \log \left(\frac{Y_n}{Y} \right) \right]$$

底色 dM （色调的绝对贡献）根据以下方程计算：

$$dM = M_C - M_V$$

如果 $dM > 0$ ，则底色称为蓝色，如果 $dM < 0$ ，则底色称为棕色。

结果一览

- 不仅碳黑颜料本身，所应用的体系也对最终黑度有强烈影响。
- 高色黑色彩性能最为敏感。
- 根据所应用的体系，获得的黑度（ M_v ）差异高色黑可能高达90个点，常规色黑为35个点，低色黑为25个点（灯黑为19个点）。
- 为了获得最大黑度和所需的底色，使用优化配方至关重要。
- 需要考虑所应用配方中不同成分的亲和力。

对数表示法的优点在于显著扩展了极低反射区域（ $Y < 1$ ），更清晰地凸显了黑色和深黑色范围之间的区别。如果不使用这种对数描绘，肉眼容易辨别的差异无法用数字充分表示^[2]。

在最低反射区域，确定高色深度黑涂层的黑度是一项极其复

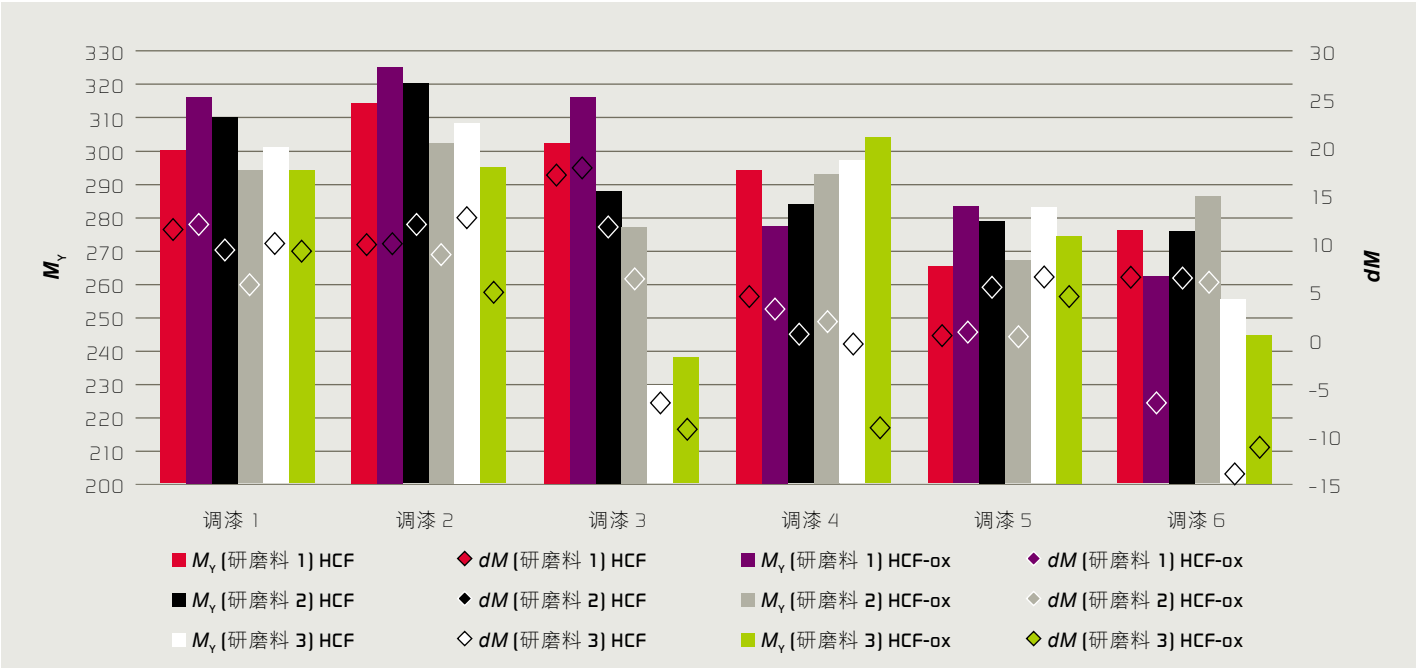
杂的任务，对测量技术本身提出了很高的要求：需要较大的测量孔径来准确测量，仪器必须保证测量三刺激值至少四位小数的精确度，重复测量应显示非常小的标准差，所用校准标准应为黑色空心体（光阱），所有测量必须进行校准，标准的设计和清洁度至关重要。此外，测量仪器应放置在清洁、空调环境中。此外，还必须考虑样品的仔细准备和处理^[3]。

M_v 的可实现值不仅强烈取决于测量技术，还取决于所应用的涂料配方，这在多种基料体系中的气黑^[4]和多种分散助剂^[5]中得到了证明。碳黑表面与所应用体系之间的相互作用差异，表现为絮凝倾向、流变性、光泽度以及分散效率的差异，是造成这一现象的原因^[6, 7]。所应用配方对碳黑颜料的色彩性能的影响至关重要，需要进一步详细研究。

命名法和应用的水性配方

- 为了评估不同配方的效果，测试了几种碳黑颜料，命名法如下：
- >常规色气黑（RCG）。
 - >低色和高色炉黑（分别为LCF和HCF）
 - >灯黑（LB）
 - >经后处理（氧化）碳黑用-ox表示
- 为准备研磨料，混合成分（例如水、分散剂、消泡剂和胺）并通过“Pendraulik LR34”溶解器以至少4 000 r/min的速度预分散至少5分钟，使用直径为40 mm的溶解器盘，最低周速为8.4 m/s。预分散后，如有必要，pH值通过添加2-(二甲氨基)乙醇（DMEA）调整至目标范围pH 8.5~9.2。然后添加540克直径为3 mm的钢珠，样品在“Lau Shaker DAS 200”上分散60分钟。在将

图1 不同水性配方中高色炉黑（HCF）和氧化后处理的高色炉黑（HCF-ox）的色彩特性



- 珠子与浆料分离后，如有必要，pH值再次通过添加DMEA调整至目标范围pH 8.2~8.7。

最终配方通过在速度混合器中将研磨料与调漆混合2分钟（2 000 r/min）制备。所有最终水性配方的碳黑总含量为1.5%（质量分数）。所获得的配方通过刮涂棒涂覆在玻璃板上（200 μm ），并在室温下干燥15分钟。之后，面板在60 $^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中干燥15分钟，然后进行色彩测量。

所应用的水性配方对不同碳黑（高色、常规色、低色黑）获

得的色彩值的影响将在以下段落中详细讨论。

高色黑

如图1所示，HCF的黑度 M_V 强烈依赖于所应用的配方，变化可达90个点，而5个点的差异人眼已经可见。同一种碳黑（HCF）掺入不同的研磨料和调漆时，黑度发生了很大的变化，从非常高的黑度值 $M_V = 320$ （研磨料2/调漆2）到 $M_V = 230$ （研

图2 不同水性配方中常规色气黑（RCG）和氧化后处理的常规色气黑（RCG-ox）的色彩特性

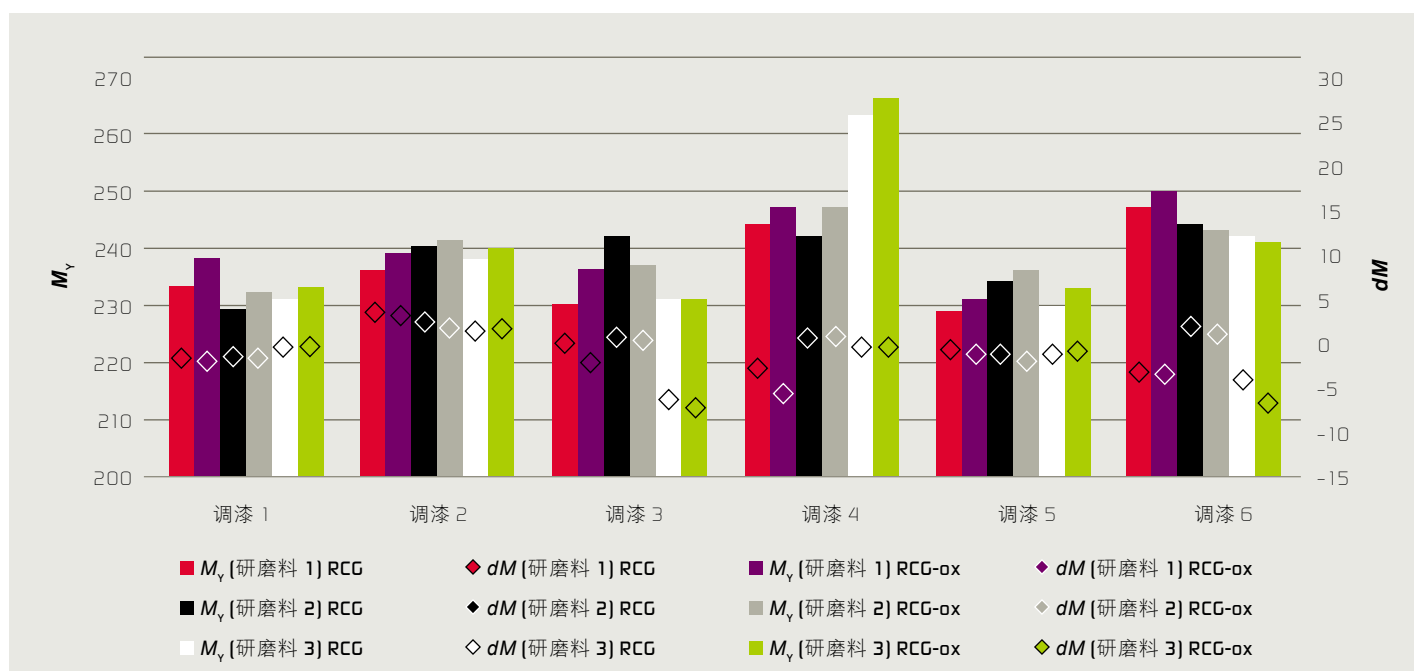
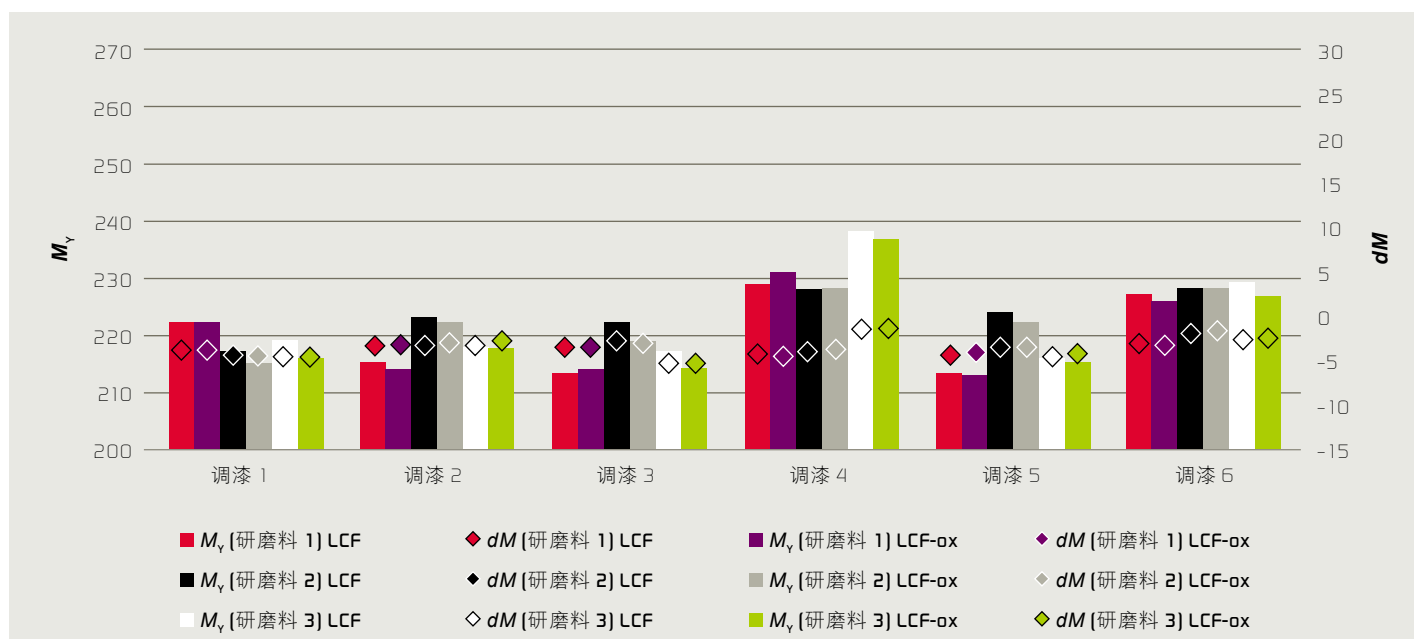


图3 不同水性配方中低色炉黑（LCF）和氧化后处理的低色炉黑（LCF-ox）的色彩特性



磨料3/调漆3)，后者已处于低黑度区域。底色范围也可以从蓝色 ($dM > 0$) 到棕色 ($dM < 0$)，如图1所示。

HCF-ox与之前提到的HCF具有完全不同的表面特性，因此与获得的色彩值相关的其与所应用配方的兼容性也与未氧化的HCF不同。在HCF-ox中，研磨料1/调漆2的结果最佳，与HCF相似，研磨料3/调漆3 M_V 值最低，获得的黑度值分别在 $M_V = 325$ 和 $M_V = 238$ 之间。

HCF和HCF-ox在不同应用配方中的色彩结果强烈依赖于体系成分的亲和力（即兼容性），这与决定表面相互作用的化学成分有关。

表3显示了应用于HCF和HCF-ox的含不同成分体系的亲和力。该亲和力与表面相互作用有关，并对色彩值有直接影响。可以观察到，在应用于高色黑时，基于聚氨酯的体系功能性最强。非丙烯酸聚氨酯调漆（调漆1和2）的黑度值最高（图1）。对于非极性HCF，无分散助剂（研磨料2）是有利的，但对于极性HCF-ox，润湿和分散剂（研磨料1）的存在显著改善了结果。基于丙烯酸调漆的体系对其他聚合物的存在更为敏感，特别是来自研磨料的。仅当纯丙烯酸调漆（调漆3）应用于无树脂研磨料（研磨料1）与HCF或HCF-ox时，才能获得高黑度值 ($M_V > 300$)。

此外，对于HCF和HCF-ox，丙烯酸调漆（例如，调漆3和6）在研磨料中存在聚酯树脂时（研磨料3）显示出非常差的亲和力。

正如之前提到的，亲和力与决定表面相互作用和获得的色彩结果的体系化学成分有关。为了获得最佳的色彩值，必须考虑所应用配方中不同成分的亲和力。

如果我们在相同的应用配方下比较HCF-ox和HCF，这两种碳黑的获得黑度差异从7个点（研磨料3/调漆4中HCF-ox为 $M_V = 304$ ，HCF为 $M_V = 297$ ）到18个点（研磨料1/调漆5中HCF-ox为 $M_V = 283$ ，HCF为 $M_V = 265$ ）不等，取决于所选的配方。有些配方更适合HCF-ox，而其他则适合未氧化的HCF，这取决于所应用体系的极性。氧化级别的优势在溶剂型配方中更为显著。

请注意，由于图1与高黑度范围相关，其黑度 M_V 轴的刻度与所有后续各图不同。

常规色黑

在不同水性配方中掺入的RCG的色彩结果清晰可见，应用的研磨料3/调漆4体系显示出最高的 $M_V = 263$ （图2）。RCG-ox（图2）同样在研磨料3/调漆4体系中获得最高的 $M_V = 266$ 。这一效果是改性碱溶性丙烯酸共聚物分散体（调漆4）对掺入含聚酯树脂

GET YOUR DAILY DOSE OF INSPIRATION

Your comprehensive all-in-one guides to the most important coating topics!

www.european-coatings.com/shop

Imagine if you could get all the latest relevant articles, book sections and videos on a topic with just one compact collection of knowledge.

EC Tech Report offers you exactly that!

Thanks to the digital format, it is always at your fingertips. No need to spend hours trawling the internet, it all comes to you at a glance.

SAVE TIME AND MONEY
WHEN LEARNING NEW TOPICS!
WWW.EUROPEAN-COATINGS.COM/SHOP

EUROPEAN

COATINGS tech report

www.european-coatings.com/shop



VINCENTZ

表1 被调查研磨料

研磨料	树脂	分散剂	总碳黑浓度*1% (质量分数)
1	—	非离子润湿和分散助剂	13
2	丙烯酸共聚物	—	10
3	聚酯树脂	高分子量非离子无挥发性有机化合物 (VOC) 分散剂	16

* 碳黑含量根据研磨料的黏度水平调整。

和高分子量非离子分散助剂的研磨料（研磨料3）的特殊亲和力造成的。RCG在研磨料2/调漆1和研磨料1/调漆5中获得最低 $M_V = 229$ 。RCG-ox在研磨料3/调漆3和研磨料1/调漆5中获得最低 $M_V = 231$ 。这表明，常规色黑的黑度值差异可达35个点，取决于不同的配方。

氧化级别（例如：RCG-ox）在色彩值方面表现出显著优势，并在研磨料黏度、研磨时间和易掺入溶剂型体系方面大有益处。本文专注于水性配方，因此在这个特定的例子中，RCG-ox与RCG之间的色彩差异很小。如果我们在相同的应用水性体系下比较RCG-ox和RCG，这两种碳黑获得的黑度差异从0（在研磨料3/调漆3中RCG和RCG-ox的黑度相等， $M_V = 231$ ）到6个点（在研磨料1/调漆3中，RCG-ox为 $M_V = 236$ ，RCG为 $M_V = 230$ ）不等，取决于所选的配方。有些配方更适合RCG-ox，而其他更适合未

表2 被调查研磨料的不同调漆体系

调漆	调漆的化学成分
调漆 1	脂肪族聚酯-聚氨酯乳液
调漆 2	聚氨酯乳液
调漆 3	丙烯酸乳胶
调漆 4	改性碱溶性丙烯酸共聚物分散体
调漆 5	丙烯酸-聚氨酯乳液
调漆 6	丙烯酸共聚物乳液/脂肪族丙烯酸改性聚氨酯分散体

氧化的RCG，尽管差异远不如高色黑那样明显。在RCG和RCG-ox之间未观察到显著的 dM 差异，在所有配方中，除了研磨料2/调漆3（RCG-ox为 $M_V = 237$ ，RCG为 $M_V = 242$ ），RCG-ox总是显示出相等或略高于RCG的黑度。如前所述，氧化级别的巨大优势（较低的研磨料黏度和研磨时间，导致更容易掺入和更高的色彩值）在溶剂型体系中尤为明显。

低色黑

两种低色黑LCF和LCF-ox（图3）在研磨料3/调漆4中显示出最高的黑度值（LCF为 $M_V = 238$ ，LCF-ox为 $M_V = 237$ ），而在研磨料1/调漆5中显示出最低的黑度值 $M_V = 213$ （对于LCF和LCF-ox均如此）。这意味着这些碳黑的黑度可能有高达25个点的差异，

图4 不同水性配方中灯黑（LB）的色彩特性

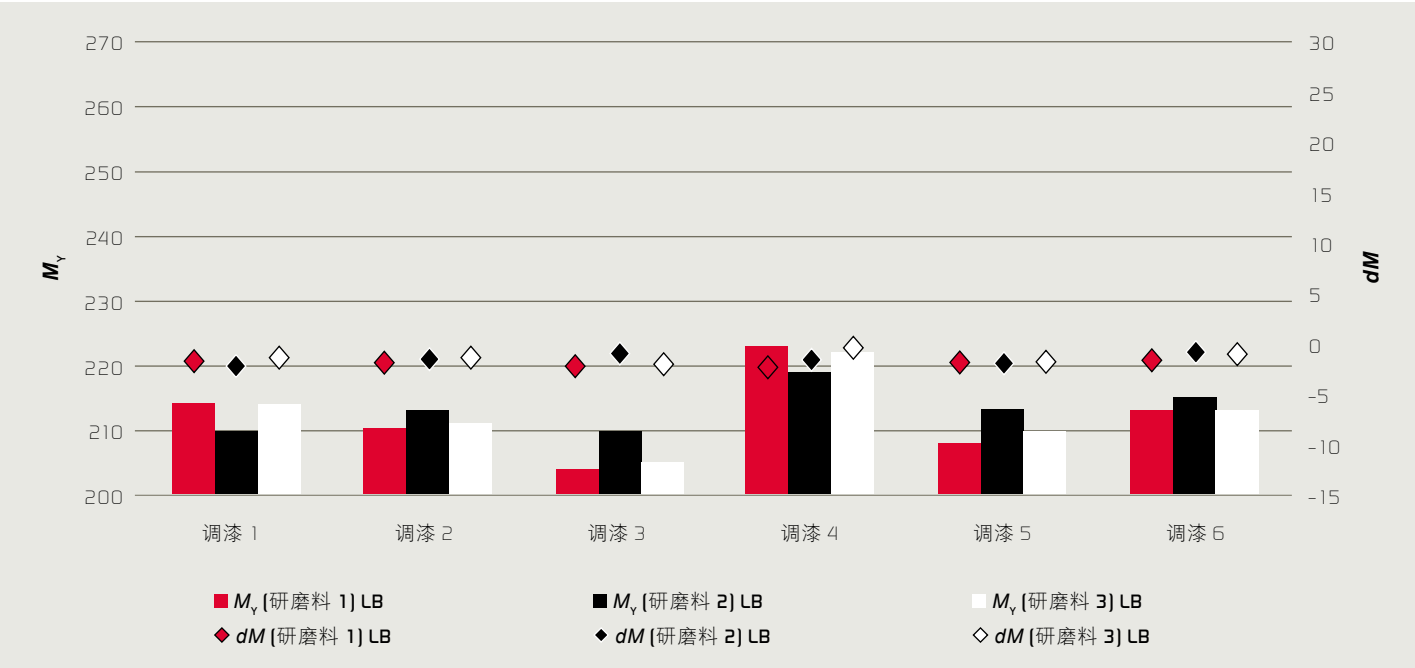


表3 应用于HCF和HCF-ox的含不同成分体系的亲和力

	调漆成分		研磨料1（分散剂）	研磨料2（聚丙烯酸酯）	研磨料3（聚酯/分散剂）
	聚氨酯	聚丙烯酸酯			
调漆 1, 2	+	-			
调漆 3	-	+			
调漆 4	-	+			
调漆 5	+	+			
调漆 6	+	+			

亲和力: 良好 中等 较差

取决于所应用的配方。

在相同的水性配方下比较LCF-ox和LCF，这两种碳黑获得的黑度差异从0（两者在研磨料1/调漆1中 $M_V = 222$ ，研磨料1/调漆5中 $M_V = 213$ ，研磨料2/调漆4和研磨料2/调漆6中 $M_V = 228$ ，研磨料3/调漆2中 $M_V = 218$ ）到3个点（研磨料3/调漆1中LCF-ox为 $M_V = 216$ ，LCF为 $M_V = 219$ ）不等，具体取决于所选的配方。可以得出结论，在相同的水性体系中，LCF-ox和LCF表现出相似的色彩性能，尽管如前所述，这些碳黑在应用的配方更适合/更不适合时可能有高达25个点的黑度差异。LCF-ox级别的色彩优势，以及氧化级别在研磨料黏度、研磨时间和易掺入性方面的其他显著优势，在溶剂型配方中尤其明显。对于LB（图4），已经在RCG和RCG-ox（图2）以及LCF和LCF-ox（图3）方面显示出一定优势

的调漆4体系提供了所有测试研磨料的最佳兼容性，因为改性碱性丙烯酸共聚物分散体（调漆4）对低色黑（LCF、LCF-ox、LB）的表面具有特殊亲和力，尤其是在掺入含非离子分散助剂的研磨料（研磨料1和3）时。对于LB，在研磨料1/调漆4中获得最高 $M_V = 223$ 。在研磨料1/调漆3中观察到最低 $M_V = 204$ 。这些结果表明，LB的黑度可能有高达19个点的差异，取决于所应用的配方。

参考文献

[1] Lippok-Lohmer, K., "Praxisnahe Schwarzmessungen", Farbe und Lack 92 (11), pp. 1024-1029 (1986).

[2] Krauss, K., Höpke, A., Mahn, M., "Black - the fine details", European Coatings Journal 05, pp. 38-44 (2019).

[3] Krauss, K., Höpke, A., Mahn, M., "Measuring black - but how?", European Coatings Journal 06, pp. 41-46 (2020).

[4] Koth, D., Bode, R., Schumacher, W., "Eine neue Schwarzgradskala für Pigmentruße auf spektroskopischer Grundlage", Farbe und Lack 83, pp. 490-495 (1977).

[5] Industry information 0402, "Specialty Carbon Blacks in modern Coating Systems", Orion Engineered Carbons GmbH, p. 13 (2017).

[6] Ferch, H., "Pigmentruße", Kap. 5.2.1, pp. 103-106, and 5.2.4., p. 109, Curt R. Vincentz Verlag, Hannover (1995).

[7] Technical Bulletin Pigments Nr. 37 "Coloristic Measurements of Jet-Black and Grey Coatings", Chapter 2.3.1 and 2.3.2, Degussa, pp. 10-15 (1989).

Find out more!



260 search results for carbon black!

Find out more: www.european-coatings.com/360



Yulia Monakhova博士
Orion Engineered Carbons公司
yulia.monakhova@orioncarbons.com



一个宏伟故事的现代视角

TOFA基醇酸乳液的涂层性能与替代脂肪酸的比较

Nancy Mamzour, Ömürden Çekerek, Bert Krutzer, Kraton公司

如何将基于TOFA的稳定醇酸乳液配制成水性涂料，以及与其他脂肪酸相比，作为涂料工业的合适、可持续发展的替代品。

醇酸树脂化学提供了一种生产具有非常不同性能的产品的方法，因此，醇酸树脂已成为许多不同涂料应用中的首选基料。醇酸乳液提供了制备无溶剂和无胺基料的可能性。Hofland^[1-3]发表了基于醇酸乳液的涂料配方方法。

负责的采购

醇酸乳液中使用的大多数脂肪酸类型都是生物来源的。然而，对环境的压力会随着脂肪酸成分的特定来源而变化。例如，大豆油脂脂肪酸（SOFA）是由与食物链竞争的大豆油生产的。另一方面，妥尔油脂脂肪酸（TOFA）是通过蒸馏粗妥尔油获得的产品，而粗妥尔油是松木浆的副产品。为此过程代表我们的供应商砍伐的松树是在有明确的森林管理法规的国家种植的，这些法规承认在种植、收获和管理松树生长方面的负责任的做法。

由于粗塔尔油来源于松树，而收获树木的平均寿命为30年，

因此粗塔尔油生产的TOFA中脂肪酸含量的分布对收获年份气候条件的依赖性较小。与蔬菜替代品相比，这为TOFA提供了相对一致的脂肪酸组成。

无森林砍伐或竞争

由于这些树木是在专门用于这一工业过程的土地上种植和收获的，TOFA的生产不会导致森林砍伐，也不需要改变土地用途。与大豆或棕榈油不同，这一过程不会与粮食作物争夺土地。

足迹小足迹小

由于其生物基碳含量的生物碳信用，TOFA的碳足迹很小。在一棵树的一生中，二氧化碳从大气中被捕获并以氧气的形式返回，这一过程对二氧化碳的减少做出了积极的贡献。TOFA可作为传统植物油及其脂肪酸的替代品，用于溶剂型醇酸树脂的生产。在本文中，我们强调了TOFA在醇酸乳液中的应用。

结果一览

- TOFA所含的饱和脂肪酸比亚麻籽、大豆或葵花籽脂肪酸少得多：来自欧洲的TOFA比来自美国的TOFA含有更多的双键。
- TOFA基醇酸可以通过相转化乳化。
- 基于欧盟TOFA醇酸乳液的涂层比基于美国TOFA的涂层更硬。前者与亚麻籽脂肪酸基乳液相当，后者与含葵花籽或大豆脂肪酸的乳液相当。
- 含有100%生物基脂肪酸的TOFA是一种特别可持续发展的原料，可用于制造醇酸乳液。

表征方法

根据ASTM D5974^[4]，通过GCMS分析对本研究中使用的脂肪

酸样品进行表征。用氢氧化钾溶液滴定法测定其酸值，用Wijs法测定其碘值^[5]。

使用我们公司的几种TOFA级和市售脂肪酸等级，如SOFA、葵花籽油脂脂肪酸（SUFA）和亚麻籽油脂脂肪酸（LIFA）制备中油醇酸树脂。

中油醇酸树脂是基于季戊四醇、间苯二甲酸酐、苯甲酸和上述不同的脂肪酸。间苯二甲酸酐与苯甲酸的比为3.33：1（eq：eq）。醇酸树脂的OH值为50 mg KOH/g，油长为50%，最终酸值为10 ± 1.5 mg KOH/g。二甲苯在230 °C下回流以除去水分，并在反应结束时除去。用GPC法测定了分子质量分布。用Brookfield“CAP2000+”数字黏度计（转子3，10 rpm，60 °C）测量树脂的动态黏度。醇酸树脂的雾度和颜色使用Hach“Lico 690”光谱色度计测量。

制备乳液

用“Dispermat CN10-F2”溶解器对醇酸树脂进行乳化。将500克树脂预热至80 °C，置于双壁搅拌容器中。加入3.2克50%氢氧化钾溶液，在搅拌（500 rpm）下混合1小时。非离子乳化剂（15或20克，“Maxemul 7101”）加热至60 °C，与阴离子乳化剂（15或20克，“Maxemul 7201”）一同加入醇酸树脂中。将混合物均质化30分钟，温度保持在65 °C以下。搅拌速度增加至3 500 rpm，并滴加水（60 °C），直至达到反转点。剩余的水以更快的速度加入，直至固体体积分数达到0.5。搅拌速度降低至1 000 rpm，并将乳液冷却至30 °C。

乳液的粒径分布通过Beckman-Coulter“LS230”静态光散射仪测定。分析时采用了1.50的折射率。

表1 本研究中使用的脂肪酸的组成（质量分数）。‘FAtot’代表样品中测定的脂肪酸的总百分比。括号中的C18：2脂肪酸值指的是共轭脂肪酸。

脂肪酸类型	FA1	FA2	S2	2LT	SOFA	SUFA	LIFA
FAtot	96.04	97.58	96.14	95.59	99.20	94.04	97.37
C 16	0.91	0.14	0.10	0.48	9.47	12.26	6.88
C 18	2.23	2.25	1.07	1.17	3.06	3.64	4.88
C 18:1	43.79	49.69	31.56	31.07	24.52	28.89	23.02
C 18:2	40.06 (7.26)	40.05 (3.29)	49.50 (4.75)	48.81 (7.12)	54.06	43.77	17.68
C 18:3	2.40	2.97	10.04	8.38	1.16	2.32	38.72
碘值/ (g I/100 g)	132	130	156	153	126	120	
酸值/ (mg KOH/g)	193	195	194	193	201	201	192

图1 醇酸乳液+干燥剂的Koenig硬度发展。所有薄膜的湿膜厚度均为100 μm

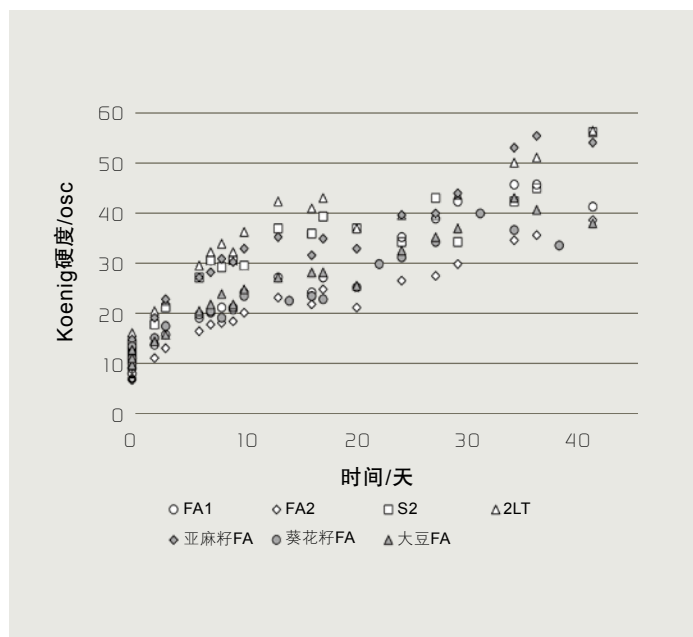
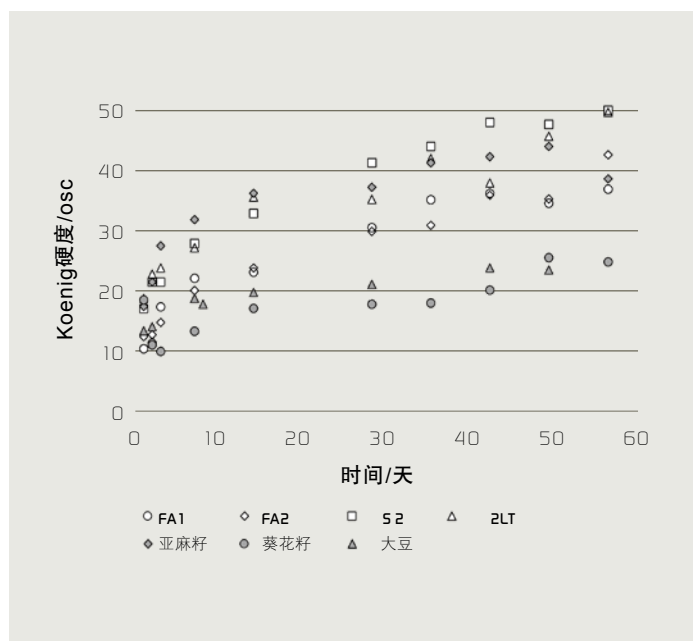


图2 涂层的硬度发展。涂层基于含有8%（质量分数）表面活性剂的乳液

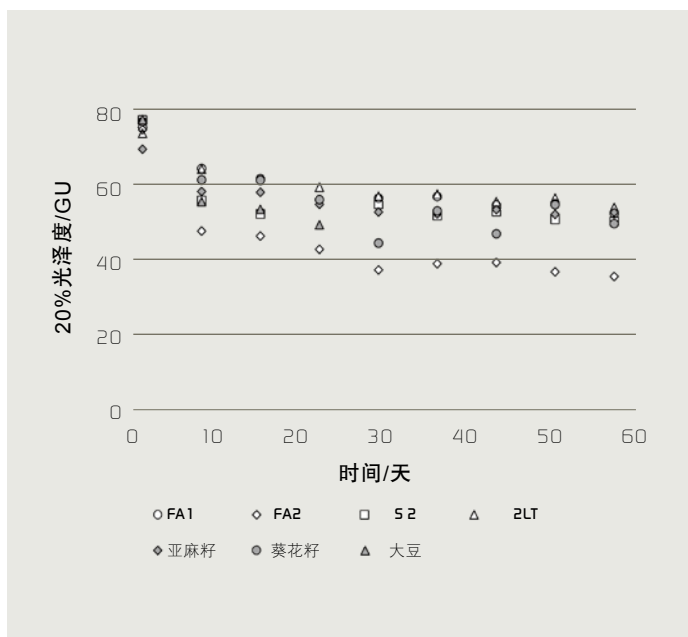


- 使用磁力搅拌棒将由100份醇酸乳液组成的样品与2.5份“Octa-Soligen 144”混合均匀。

未翻译

混合制备由77份“Ti-Pure”R902+二氧化钛颜料、6份“Disperbyk-190”、0.4份“Amp-95”、0.5份“Byk-011”和30份水组成的颜料浆。随后，通过将114份颜料浆与100份醇酸乳液、0.66份“Byk-381”、2.5份“Octa-Soligen 144”、1份“Rheobyk 425”以及

图3 在50 °C条件下储存的样品20° 光泽保持率随时间变化。乳液中含8%（质量分数）的表面活性剂



9份水混合制备了涂料。

下面描述的所有测试都是在储存在空调房间（ 23 ± 1 °C，50%相对湿度）或50 °C的薄膜上进行的。

根据ASTM D4366^[6]，使用Byk摆锤硬度计和König摆锤测量硬度。对摆动幅度从6°减小到3°的振荡次数进行了三次测量并取平均值。乳液加干燥剂的涂膜厚度为100或200 μm ，而涂料的涂膜厚度为50 μm 。

涂料薄膜在空调房间的暗处及X-Rite“Judge QC QUV”曝光箱中储存。使用X-Rite“Ci6X分光光度计”测量了这些薄膜的颜色。光泽度则通过Byk“micro-TRI”光泽仪进行检测。

脂肪酸组成的差异

表1列出了本研究中使用不同脂肪酸的组成。所有脂肪酸均含有少量表中所示以外的其他脂肪酸。

样品的非脂肪酸部分主要由无法识别的部分组成。TOFAs中含有几种类型的松香酸。

可以看出，TOFA型中的饱和脂肪酸（棕榈酸和硬脂酸）的比例远低于其他脂肪酸样本。在所有脂肪酸类型中，C18: 1几乎完全由油酸组成。对于所有样本，大多数C18: 2脂肪酸为亚油酸。然而，TOFAs中也含有一定量的共轭C18: 2（占总含量的3.2%至7.3%（质量分数））。C18: 3的SOFA、SUFA和LIFA样品为纯亚麻脂肪酸，而TOFAs主要由松油酸组成。脂肪酸组成的差异反映在它们的碘值上。

从表1中也可以清楚地看出，“Sylfat 2”（“S2”）和“Sylfat-2LT”（“2LT”）（起源于斯堪的纳维亚）比来自赤道附近的TOFA含有更多的双键，例如来自美国的“Sylfat-FA1”（“FA1”）和“Sylfat FA2”（“FA2”）。

表2 制备的醇酸树脂的特性

脂肪酸类型	酸值/ (mg KOH/g)	M_n	M_w	黏度/ (Pa·s)	L^*	a^*	b^*	颜色 [“Gardner”]
FA1	10.1	2 132	12 169	32.0	90.9	-8	47.6	6.2
FA2	10.4	2 109	10 685	28.6	96.4	-8.8	28.1	4.3
S2	11.4	1 807	10 818	29.3	95.0	-9.2	34.7	5.0
2LT	10.5	2 153	12 423	29.7	96.5	-9.5	32.0	4.6
大豆油脂肪酸	8.7	2 222	9 853	28.1	97.0	-2.5	15.6	3.0
葵花籽油脂肪酸	9.1	1 829	10 443	32.1	90.7	-5.0	26.6	4.9
亚麻籽脂肪酸	9.2	2 627	89 477	42.7	59.3	25.7	92.9	11.7

相似的分子量

制备的醇酸树脂分析数据见表2。除含LIFA的醇酸树脂外，所有制备的醇酸树脂的分子量都非常相似。这与树脂的黏度数据一致，除LIFA型外，其他均非常相似，而LIFA型的黏度显著较高。这表明，在制备这种醇酸树脂的过程中，通过双键发生了一些结合。

乳液的制备使用了总质量百分比为6%或8%的表面活性剂（见表3）。毫无疑问，表面活性剂用量越多，平均粒径越小。总体而言，在相同表面活性剂浓度下，不同样品的粒径非常相似。唯一的异常值是基于FA1制备的醇酸，表面活性剂浓度为8%。

更多的双键意味着更高的硬度

使用干燥剂的醇酸乳液的硬度发展结果如图1所示。含有S2，2LT和LIFA的样品与其他样品有明显的区别。基于这三种脂肪酸的醇酸乳液含有更多的双键，因此会产生更多的交联。虽然基于LIFA的样本比欧洲TOFA样本含有更多的双键，但这并没有反映在前两周的硬度发展上。与S2相比，2LT样品在前两周的硬度较高，这可能是由于前者含有更多的共轭双键。

基于FA1和FA2、SUFA和SOFA的醇酸乳液具有相当数量的双键（如碘值所示）。这四个样品都比其他三个更柔软。基于FA2的乳液产生的薄膜比基于FA1的更柔软，这可能是由于共轭双键的数量较少。

经过两周的测试后，硬度结果之间的变异性增加，但两组之间的硬度差异仍然可见。

同样的实验也在湿膜厚度为200微米的醇酸树脂乳液薄膜上进行。这些薄膜的硬度约为图1所示的一半，但醇酸膜之间的定性差异相同。

表3 在两种不同表面活性剂水平下制备的醇酸乳液的体积平均直径。醇酸树脂是以所用的脂肪酸命名的

脂肪酸类型	D43/nm 6%表面活性剂	D43/nm 8%表面活性剂
FA1	484	171
FA2	474	327
S2	383	270
2LT	325	250
大豆油脂肪酸	404	296
葵花籽油脂肪酸	432	305
亚麻籽脂肪酸	399	316

涂层硬度反映了双键的含量

通过测定Koenig硬度，研究了涂层硬度随时间的变化规律。在这些实验中，应用层厚度小于醇酸乳液和干燥剂的实验。这些薄膜现在也含有颜料颗粒，这会增加硬度，以及对硬度有负面影响的增稠剂和表面活性剂类材料。与之前所示的硬度数据一样，基于含有S2、2LT和LIFA的乳液涂层具有最高的硬度。同样，这与这些脂肪酸中的双键数量一致。在前两周的测试中，其他四个样品显示出相似的硬度。然而，在较长时间内，SUFA和SOFA基样品的硬度仅表现出适度的硬度增加，而FA1和FA2样品的硬度持续增加。造成这种行为差异的原因尚不清楚。

● 光泽度随条件的不同而不同

涂层耐久性的指标是其光泽保持性。当样品在实验室台面上的环境条件下储存时，所有样品的光泽度都保持相对稳定。

然而，当在50 °C下储存时，大多数样品在第一周内出现了相当大的光泽损失。第一周后，光泽度水平保持相对稳定（图3）。可能在高温下储存的第一周，这些薄膜会收缩。S2在第一周的光泽损失大于所有其他样品，原因尚不清楚。

在室温下紫外光照射下储存的样本，初始光泽损失并不像在较高温度下储存的样本那样严重（图4）。在测量期间，所有

图4 20° 光泽度保持样品存储在日光柜。所示结果为含8%（质量分数）表面活性剂的醇酸乳液

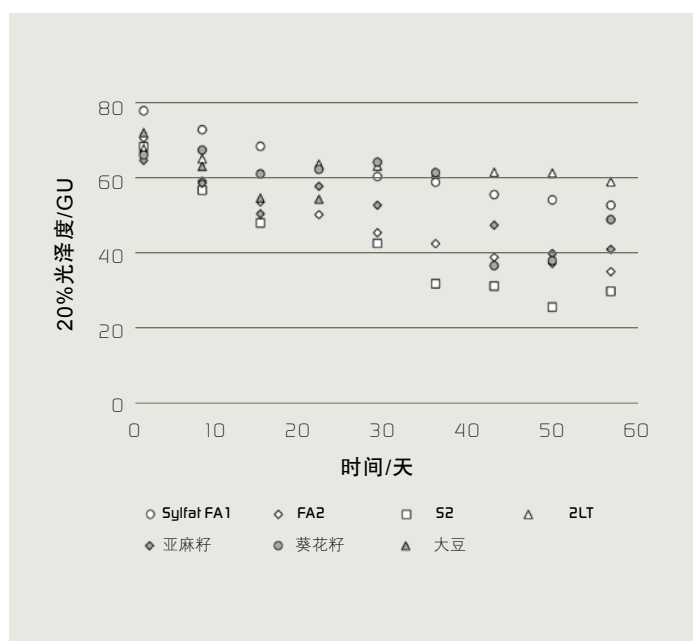
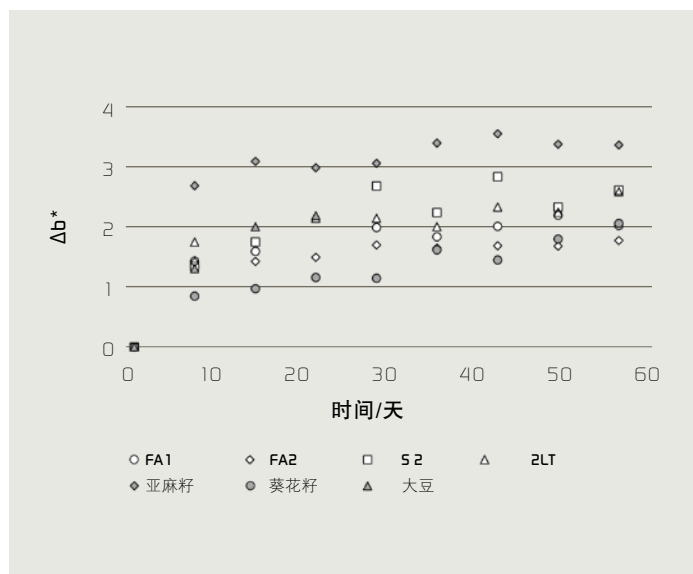


图5 由含8%表面活性剂的乳液制备的涂层样品呈深黄色。样品在50 °C的黑暗环境中储存



样品都显示出更稳定的光泽下降。同样，用具有最高不饱和度的脂肪酸的醇酸树脂制成的薄膜比那些具有较低不饱和度的更稳定。

碘值低，黄变程度低

关于颜色的发展，最有趣的发现当然是深黄色。图5中的 Δb^* 值表示了这一点。在此图中， Δb^* 是实际测量的 b^* 值减去第1天确定的值。对于所有样品，黄度在储存的第一周增加最多。用不饱和度最高的醇酸乳剂制成的涂料黄化程度最高，其中LIFA最差。基于碘值最低的脂肪酸的四个样品显示出最低的黄变，尤其是SUFA样品。

可持续发展的替代方案

塔尔油脂肪酸是配制水性醇酸涂料的替代品，其性能与基于其他植物油脂肪酸的涂料相似。考虑到TOFA的碳足迹更小，质量一致性更好，可以考虑使用它们。

参考文献

- [1] A. Hofland, Making Alkyd Emulsion Paints: A Report on the Experiences at DSM Resins' Laboratories, Pigment Resin Technol. 1994, 23, 7
- [2] A. Hofland, Eco at all costs? An ecological balance of some water-based paints, J. Coat. Technol. 1995, 67, 113
- [3] A. Hofland, High gloss paints from alkyd emulsions, Polym. Paint Colour J. 1994, 184, 261
- [4] ASTM D5974, Standard Test Methods for Fatty and Rosin Acids in Tall Oil Fractionation Products by Capillary Gas Chromatography
- [5] ASTM D5768, Standard Test Method for Determination of Iodine Value of Tall Oil Fatty Acids
- [6] ASTM D4366, Standard Test Methods for Hardness of Organic Coatings by Pendulum Damping Tests



Bert Krutzer
Kraton公司
bert.krutzer@kraton.com

EUROPEAN

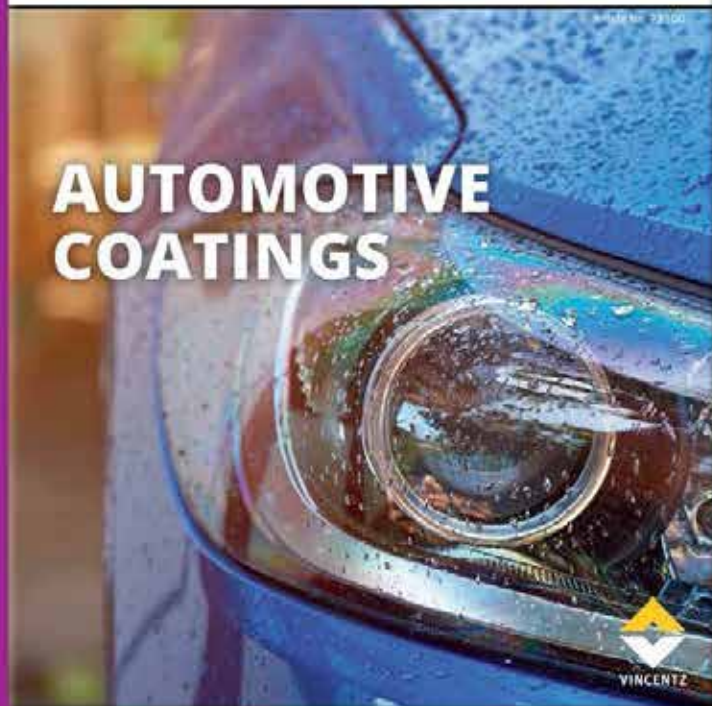
COATINGS

tech report

www.european-coatings.com

NEW!

AUTOMOTIVE COATINGS



Save time and get smart quick thanks to this unique **multi-media PDF bundle of focussed expert information.**

Selected for you **from the editorial team of the EC JOURNAL** – the industry's leading publication for coatings technology!

Your multi-media PDF bundle contains:

- » in-depth **technical articles** from the EC JOURNAL
- » milestone **recordings** from the EC/EC SHOW CONFERENCES
- » must-read **book chapters** from the EC LIBRARY

**MULTI-MEDIA PDF BUNDLE
FOCUSSEING ON
KEY APPLICATION!**

» AUTOMOTIVE COATINGS

Get up to speed on the latest technical developments and trends!

Greys and blacks are the dominant colours of cars on the road. Find out how a new perylene black pigment for NIR reflective coatings can support autonomous driving. Or learn how polyurethane systems, which can be used on so many different substrates to great effect, can make the leap to the digital application technology of the future, whilst simultaneously becoming more sustainable. And last, but not least, gain insights into a new, automated method for rapidly and accurately measuring viscosity during coatings production.

Exclusive market insights and important fundamentals on the formulation of automotive coatings round off this report that presents state-of-the-art expertise in this key field of application.



*look inside
the report
and order now!*

EUROPEAN

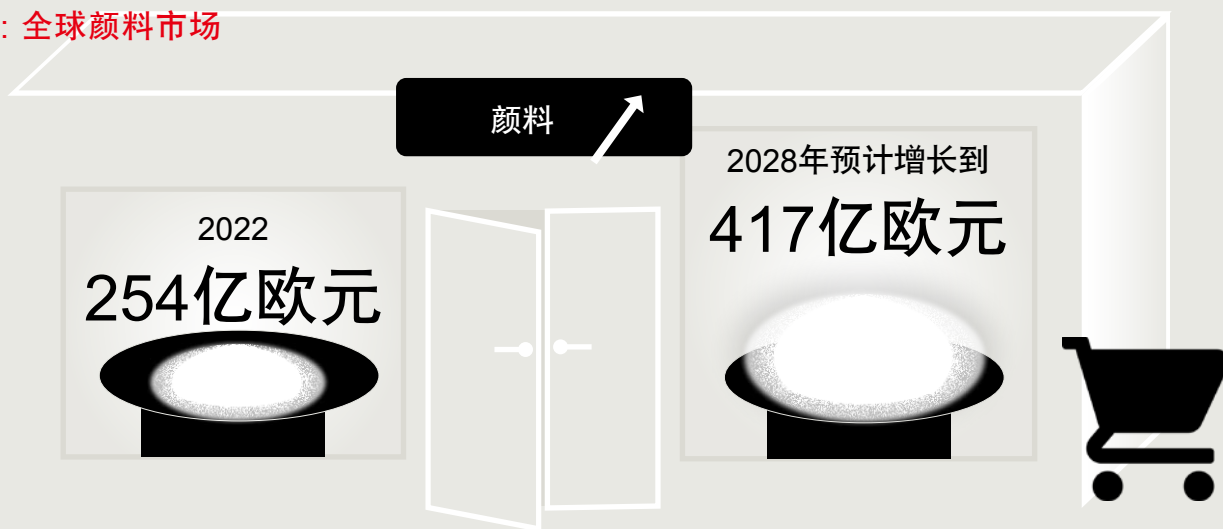
COATINGS **tech report**

www.european-coatings.com/shop

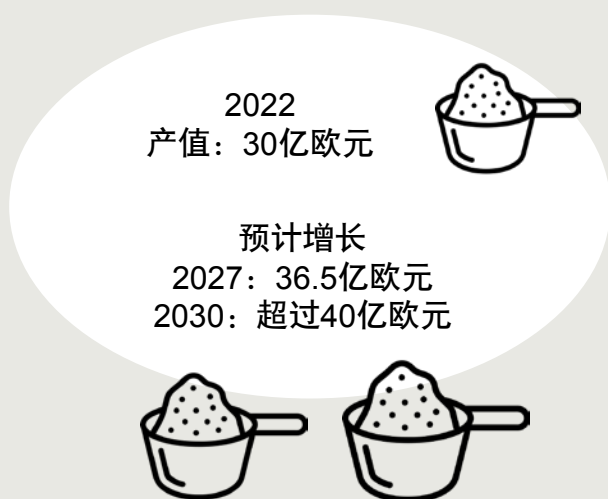


颜料和填料市场

01: 全球颜料市场



02: 全球填料市场

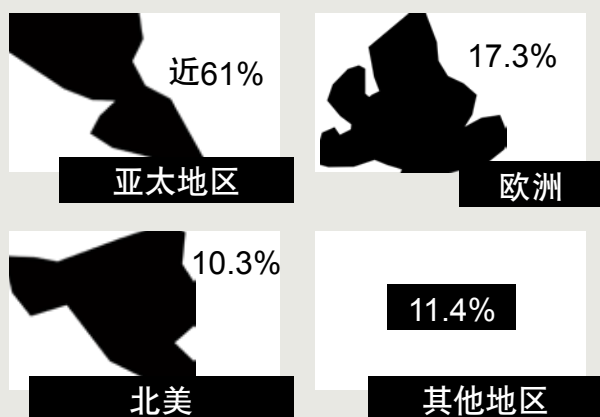


04: 在涂料配方中的份额



彩色颜料在原材料中的体积份额为
30%以上

03: 填料和颜料的生产



05: 最重要的填料细分市场



建筑涂料细分
市场: 约
44%

新的挑战

Cornelia Tietz被任命为欧洲印刷油墨协会（EuPIA）的新董事。可持续发展和回收利用是她的首要议题。然而，为了保障EuPIA的未来，提高协会的知名度也是优先事项。



Cornelia Tietz
董事总经理
EuPIA
c.tietz@cepe.org

您最近接管了欧洲印刷油墨协会（EuPIA）的管理工作。这一步是如何发生的？

在欧洲化学工业委员会（Cefic）内的欧洲溶剂工业小组（ESIG）工作了七年后，我在寻找一个更接近用户、因此更贴近生活的新职业挑战。EuPIA作为所谓“布鲁塞尔泡沫”中的一个重要协会，为我提供了这个机会。能够直接与下游用户合作对我特别有吸引力，因为我可以有针对性地贡献我在化学工业的多年经验。我还为EuPIA涵盖的很多课题以

及在塑造行业未来中发挥积极作用的机会所吸引。

您从协会活动中获得了哪些经验？我在Cefic中担任不同职务近20年，并且在REACH引入之前就一直致力于改善与下游用户的沟通。在此期间，我负责过多个行业小组，包括EFCC，该小组在成为独立组织之前是Cefic的新成员。我还在从事财团管理和监管事务工作多年，特别是REACH中心的物质评估和授权方面。最近，我在ESIG工作了七年，获得了管理行业协会活动的宝贵经验。

在EuPIA开始新工作后，目前您的议程上有哪些优先课题？鉴于EuPIA涵盖的课题广泛，很难确定优先性。然而，可持续发展和回收利用是我的首要议题，因为它们对行业的未来至关重要。另一个重要主题是协会的知名度，无论是在行业内部还是对外部利益相关方。最后，文档管理和归档是一个需要优化的领域，可以提高我们工作的效率和透明度。这些问题对保障EuPIA的未来和满足我们会员的需要至关重要。

BETTER AVOID EXPENSIVE SURPRISES

www.european-coatings.com/priceticker

**SIGN UP FOR A
FREE TRIAL NOW!**

BOOST YOUR POSITION AT THE BARGAINING TABLE!

What's the current price trend for TiO_2 ? Or the average price level for silicone resins these days? No more guessing around! Check out the EC Price Ticker and get an instant overview of current market prices – based on the collective input from verified industry insiders. Stay up-to-date thanks to the customizable e-mail alert and compare prices whenever you want. Explore your room for negotiation and secure the best possible deals with your suppliers!



EUROPEAN
COATINGS price ticker

www.european-coatings.com/priceticker



生物杀灭剂产品法规
Mandy Schneider博士, Umco公司



闪闪发光的都是银子吗？

基于毒理学研究对金属物质（如银）的内在特性进行评估并不是一件简单的事情，这一点从银（CAS: 7440-22-4）作为生物杀灭活性物质的授权过程以及CLP（法规（EC）第1272/2008号）项下的相关统一分类过程可以看到。

银 因其抗微生物作用广泛应用于涂料，并在生物杀灭剂产品法规（法规（EU）第528/2012号；BPR）中被归类为产品类型2（消毒剂和直接用于人类和动物的除藻剂）。

生物杀灭活性物质及其统一分类

早在2020年，瑞典的评估机构就向风险评估委员会（RAC）提交了一份CLH报告草案（统一分类和标签提案）。作为其

工作的一部分，RAC随后评估了多项关于元素银（CAS: 7440-22-4）及其各种形式（纳米银、银粉、块状银）内在特性的毒理学研究。该过程的目标是根据CLP提出该物质的统一分类提案，随后将适用于生物杀灭活性物质。仅评估过程就花费了两年多的时间，显示出评估物质内在特性有多么复杂和漫长。

评估可用研究的毒理学方法

在其报告中，瑞典机构建议将银（粒径 ≥ 1 毫米）、银粉（100纳米 $<$ 粒径 < 1 毫米）和纳米银（1纳米 $<$ 粒径 ≤ 100 纳米）归类为1B类生殖毒性物质（Repr. 1B：推定的人类生殖毒性物质）。

为此，其专家采用了交叉参照的方法，评估从各种银盐（例如硝酸银和醋酸

银）、其他有自己CAS号的银化合物（例如银锌沸石，CAS: 130328-20-0）和纳米银的研究中获得的数据，将这些数据用于其评估。

交叉参照方法的核心前提是生物系统中释放的银离子（ Ag^+ ）是所有测试物质的毒性的原因（见图1）。这种方法通常用于评估金属的毒性，部分原因是纯金属在生物系统中难以测试。相比之下，金属盐通常比纯金属更易溶于水，更易被生物体吸收。

因此，各种银盐的许多研究可用于评估也就不足为奇了。一般而言，交叉参照方法使用对其他类似物质所进行研究的结果来预测特定物质的毒理学效果。

RAC的分类

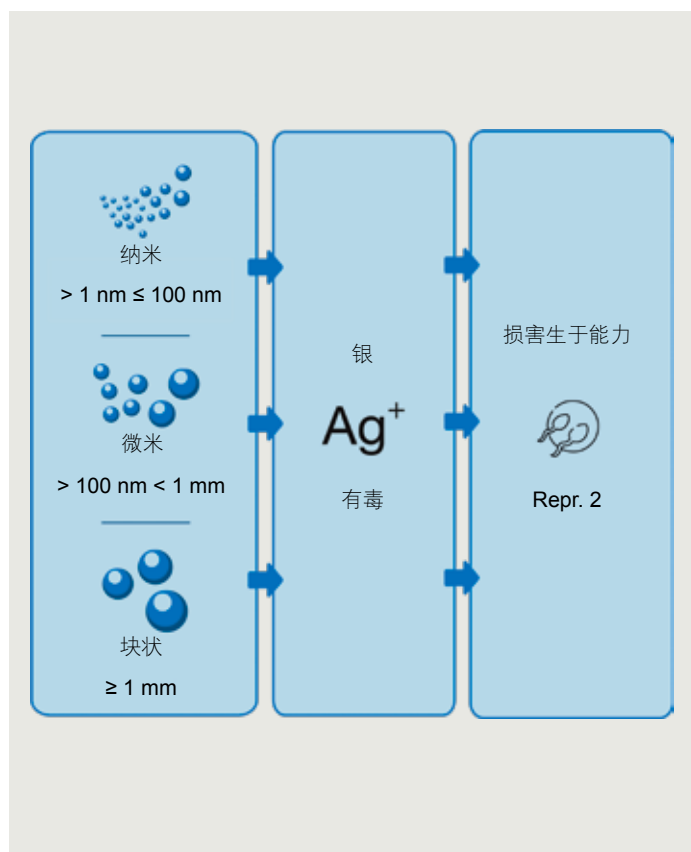


图1 银对生物系统的影响一览

“目前，生物杀灭剂产品的制造商无需采取任何行动。”

Mandy Schneider博士，Umco公司

RAC在评估了所有与生殖毒性相关的研究后得出结论，银不符合1B类生殖毒性物质的分类标准，部分原因是缺乏标准测试结果和测试结果的不确定性。它建议归类为2类（Repr. 2：疑似人类生殖毒性物质）。

RAC认为，在评估的动物研究中，纳米到微米范围内各种银化合物对动物生育能力的影响已经被证明，因此建议按危害声明H361f（怀疑损害生育能力）进行分类。

一般而言，物质的生殖毒性评估基于多个方面，例如生育能力，怀孕和哺乳期间后代的发展，以及对后代的影响。

对生物杀灭活性物质用途的影响

如果RAC确认了归类为1B类生殖毒

性物质的提议，这可能会对银作为生物杀灭活性物质的批准产生重大影响。根据BPR第5条，银可归类为符合排除标准的活性物质。第5条涵盖符合1A和1B类致癌物、突变物、生殖毒性物质的标准，具有内分泌干扰特性，或属于法规（EC）第1907/2006号（REACH）附录XIII项下的PBT（持久性、生物累积性、毒性物质）或vPvB（高持久性、生物累积性物质）的物质。这类活性物质的批准仅在特定条件下是可能的，并且仅能用于某些用途。

欧洲化学品管理局（ECHA）的生物杀灭剂产品委员会（BPC）负责准备有关生物杀灭活性物质的批准或不批准决定以及可能的使用限制。这是一个专家小组，为ECHA准备与各种BPR过程相关的评估——例如批准将银用作生物杀灭活性物质——供欧洲委员会作出决定。BPC必

须将RAC对分类的评估纳入其评估中，并且还会审查银作为生物杀灭活性物质使用的有效性和产生的风险。银（CAS: 7440-22-4）作为生物杀灭活性物质的评估过程仍在进行中，而该机构计划在2026年最后一个季度向BPC提交其评估报告。

目前，生物杀灭剂产品的制造商无需对其产品的授权采取任何行动。



Mandy Schneider
博士
Umco公司
m.schneider@umco.de



石油基体系的可持续发展替代品

生物和石油来源有机硅助剂性能相似，能够立即改善可持续发展性
Bob Ruckle, Tom-Seung Cheung, Yanjun Luo, Siltech公司

对标准有机硅基涂料助剂生物基成分的新供应链进行了评估。发现这些标准涂料助剂无论是由生物基原料还是传统石油基原料制成的，性能均相同。

我们公司最近进行的一项社交媒体调查显示，65%的受访者强烈希望摆脱石油基化学原料，转向可持续发展。在本文中，我们评估了一些传统有机硅涂料助剂的生物基成分。这条替代供应链提供了有机硅聚乙烯氧化物改性有机硅，它是涂料助剂中最常用的有机硅成分类型之一。

这些生物有机硅助剂是由玉米或糖源乙醇合成的。我们将七种生物基助剂与市售传统石油基产品进行了比较。两种涂料体系的比较数据表明，其有机成分的来源对性能无决定性影响。

有机硅

有机硅是人造聚合物，最终来源是金属硅和氯甲烷。硅是地

壳中仅次于氧的第二常见元素。在二氧化硅的1:2比例中，这两种元素几乎占据了地球元素的75%^[1]。虽然地球上大多数硅以二氧化硅的形式在多种地质形态中存在，但硅在许多行业中大量生产，包括太阳能电池、电子产品和有机硅。

氯甲烷目前来源于甲醇，而甲醇又来源于天然气。虽然可以通过非石油绿色工艺制造甲醇，但这并不是目前的主要工艺^[2]。

从含化石来源成分的混合物……

用于油墨和涂料的有机硅助剂实际上是有机硅和有机成分的混合聚合物，结合了有机硅的表面特性和有机成分的溶解性。这些混合有机硅聚合物中最常见的两种类型基于聚亚烷基氧化物或烃改性有机硅。这些聚合物直接来源于氢化物官能有机硅和烯烃聚亚烷基氧化物或烃。

烃，尤其是 α -烯烃，通常源于化石燃料，但许多烃也有生物来源。例如，丁香中提取的香精油丁子香酚^[3]，如今用于制造一些

结果一览

- 评估了标准有机硅基涂料助剂生物基成分的一个新供应链。
- 这些标准涂料助剂的性能相同，无论是由生物基原料还是传统石油基原材料制成。
- 这使现有配方的可持续发展性能能够改善，仅需一次低风险的变化。
- 这个经过验证的生物来源路径提供了更多的采购选择，减少了对石油化工衍生碳原子的需求。

市售有机改性硅。最近发现了一种植物来源的α-烯烃，目前正在验证。

由于超出本文范围的原因，聚亚烷基氧化物有机硅需要从烯丙基官能聚亚烷基氧化物合成。它们可以是环氧乙烷（EO）、环氧丙烷（PO）或两者兼有，源于烯丙醇和环氧乙烷和/或环氧丙烷。所有这些通常都是从化石燃料中制造的。

图1 详细结构

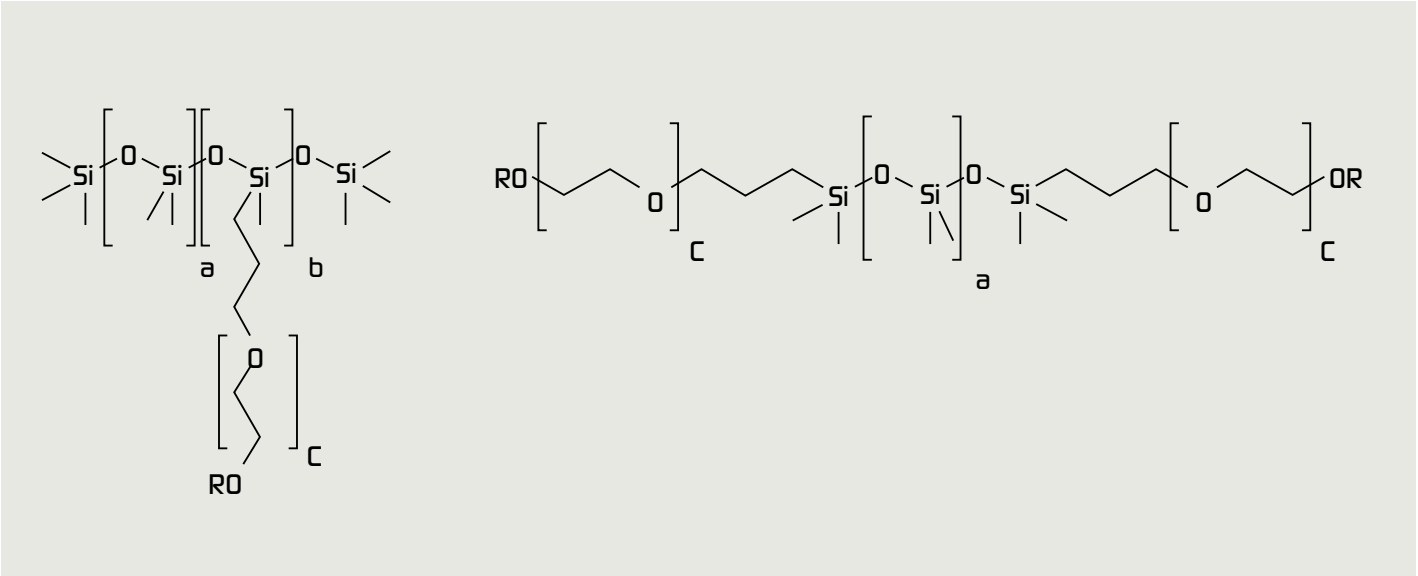


表1 研究的结构中新碳的百分比

名称	a	b	R	c	新碳/%	溶解性
C1	0	1	H	8	79	可分散
C2	1	1	H	8	73	可溶解
C3	12	2	H	8	61	可分散
C4	22	2	Ac	10	53	可分散
C5	8	4	H	12	78	可溶解
L1	10	0	H	10	70	可溶解
L2	25	0	H	10	53	可分散

……到含生物基成分的混合物

最近，源自植物基乙醇的烯丙基官能聚氧化乙烯已进入供应链。我们用这种原材料制造了七种标准涂料助剂，并在泡沫、表面张力、Draves润湿、摩擦系数（COF）和流平性方面与石油来源的类似物质进行了比较。来自生物来源的聚氧化丙烯衍生物目前尚不可用。因此，我们今天的有机硅聚醚生物来源选项仅限于以EO链衍生的材料。这在大多数情况下是一个可以轻松克服的限制。在这些链中，PO的最重要用途是降低材料的结晶度和T_g。含有PO的有机硅聚醚衍生物的流点通常远低于运输中的温度极限，而仅含EO链的材料流点在寒冷天气运输时可能会达到。这种影响通常在加热时完全可逆。

食品级状态

关于EO/PO有机硅聚醚助剂的另一个关键点是，它们在间接食品接触法规项下被CAS编号列为GRAS（一般认为安全）^[4]，因此它们通常更容易获得食品级合规状态。用于食品级评估的低毒性及其他基本考虑因素同样适用于所有EO材料，因此它们可以被FDA授予食品合规状态，在某些情况下确实获得了该状态。

实验

研究中使用的结构如图1所示。侧链，通常称为梳状有机硅结构（左侧），标记为C1到C5。线性材料（顶部）标记为L1到L2。所有这些被设计为可分散到稍微可溶于水，因为这些结构往

往具有最高的表面活性和最低的稳定泡沫倾向。许多当前的涂料助剂都是这样设计的。计算的新碳百分比在C1中高达79%。

通过商用工艺制备了这些有机改性有机硅衍生物的复样。一份是由标准石油来源的有机原料制备的，另一份是由相应的生物来源原料在实验室中制备的。对这些相应原料的分析显示材料非常相似，但并不完全相同。在我们的经验中，这些原料的微小差异不会导致产品之间显著差异。

这些材料以后缀P（石油基）和B（生物来源）进行标记。例如，材料C1以C1-P和C1-B形式制备和评估。

本文的重点是七种有机硅聚醚衍生物，使用标准技术评估了它们的多种物理和表面特性。它们以原始状态或水溶液形式评估。

表2 不同材料的物理性质

						Ross Miles泡沫高度/ml				
黏度/cPs		批次历史	规格	外观	表面张力/ (mN/m)	Draves/sec	0 min	1 min	3 min	5 min
C1-P	41	45±5	30~70	清液	20.0	14,5	165	140	135	135
C1-B	51	较高	在规格内	清液	20.4	19	155	135	135	135
C2-P	103	101±15	70~150	清液	20.8	35	180	160	155	155
C2-B	170	高	在规格内	清液	22.2	47	170	150	145	140
C3-P	220	227±24	100~350	清液	34.7		110	10	5	5
C3-B	252	较高	在规格内	清液	30.3		115	15	10	10
C4-P	300	267±12	175~390	清液	分散性不够					
C4-B	343	高	在规格内	清液						
C5-P	307	302±11	150~400	清液	29.9		160	135	95	85
C5-B	313	在规格内	在规格内	清液	30.7		140	120	115	105
L1-P	210	205±5	150~400	清至浑浊液	29.0		120	100	100	95
L1-B	292	高	在规格内	清至浑浊液	30.2		160	135	125	120
L2-P	480	471±18	300~600	清至浑浊液	36.3	分散性不够				
L2-B	567	高	刚好在规格内	清至浑浊液	32.2					

图2 单组分PUD中的0.5%COF

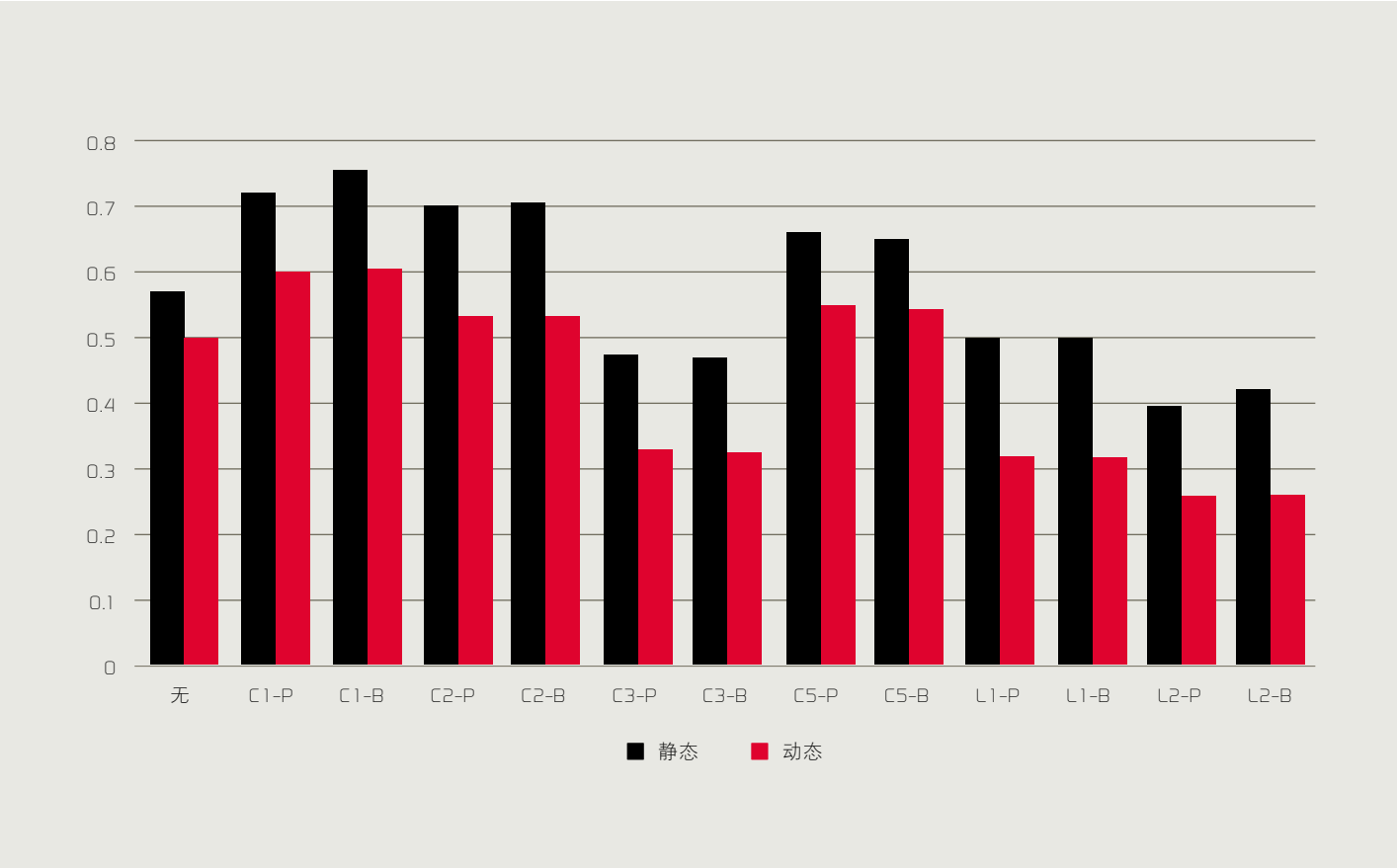


图3 UV固化涂料中的0.5%COF

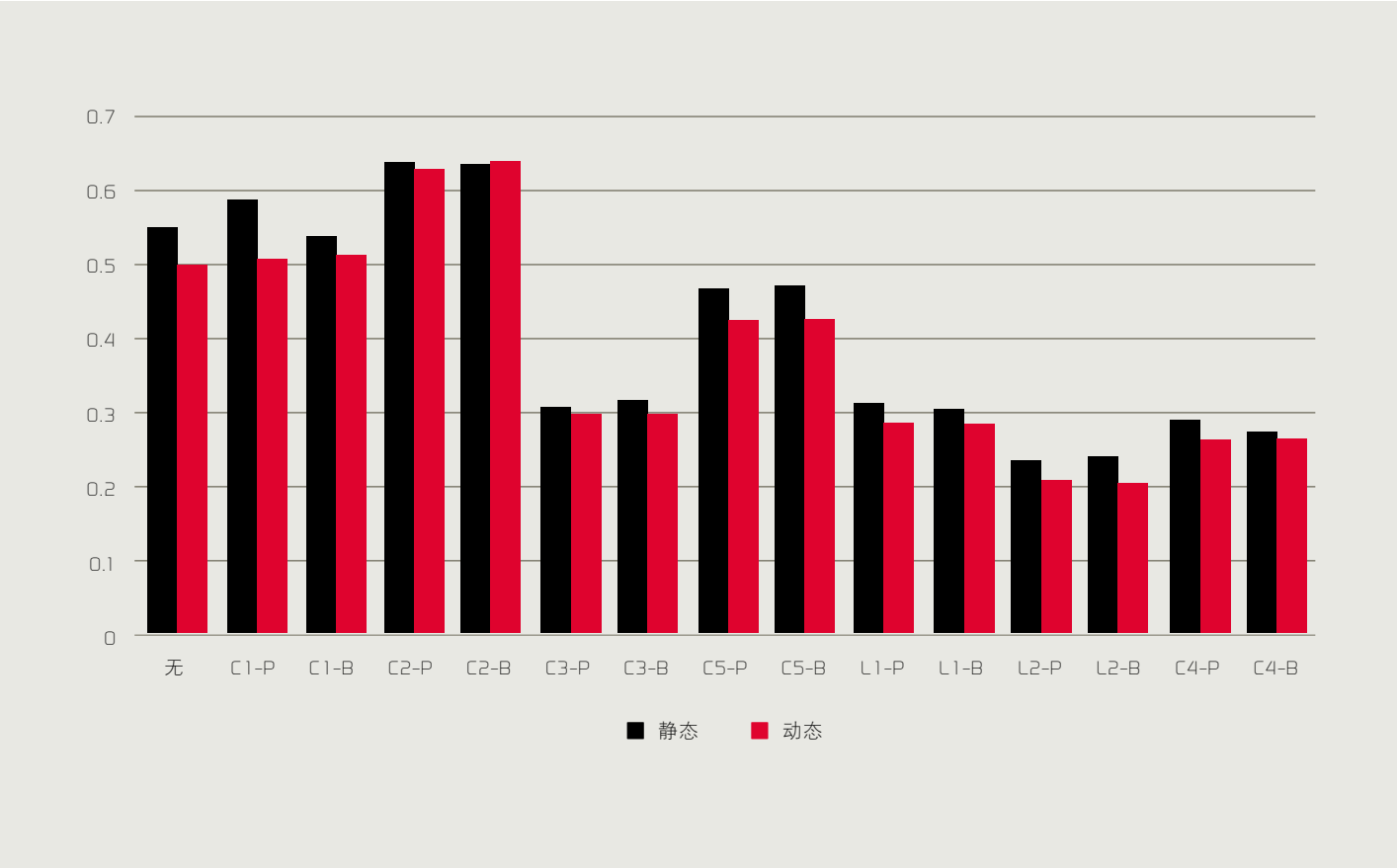


表3 涂料体系中的COF值

	单组分PUD中0.5%		UV清漆中0.5%	
样品	静态	动态	静态	动态
无	0.572	0.5	0.55	0.5
C1-P	0.72	0.601	0.588	0.508
C1-B	0.755	0.607	0.539	0.515
C2-P	0.7	0.533	0.639	0.629
C2-B	0.703	0.531	0.637	0.639
C3-P	0.473	0.332	0.31	0.297
C3-B	0.468	0.328	0.32	0.297
C5-P	0.662	0.547	0.468	0.425
C5-B	0.651	0.542	0.473	0.429
L1-P	0.499	0.322	0.314	0.306
L1-B	0.501	0.318	0.288	0.237
L2-P	0.397	0.259	0.288	0.209
L2-B	0.424	0.263	0.244	0.208
C4-P	na*	na	0.292	0.266
C4-B	na	na	0.275	0.266

** na = 不适用

然后，它们以0.5%的比例后添加到两个涂料体系中。一个是“Quaker Colour PR-1245”，其描述为34%活性、中等硬度、无NMP的高性能脂肪族聚醚聚氨酯分散体。另一个是客户提供的基于环氧丙烯酸酯和反应性稀释剂的UV固化清漆。这些涂料被涂布在铝Q面板上，固化或干燥后，评估其滑移/摩擦系数、泡沫、外观和流平性。

为Ross Miles泡沫高度测试准备了1%的去离子水储备溶液。将150 ml的溶液充入500 ml的量筒中，并喷气5 s。停止喷气后，测量初始泡沫高度。随后以1、3和5分钟间隔记录后续测量结果。该测试重复进行3次，计算最终记录结果的平均值。

表面张力使用“KSV Sigma 70表面张力仪”和0.1%的去离子水

储备溶液测量。设置为20 mm/min（上下），5%的停留时间，4 s的稳定和融合，2 mN/m的检测范围，以及40 mm/min的重置速度。充入100 ml的样品，并用丙烷火炬清洁Wilhelmy板1分钟，然后挂在微天平上。进行了十次读数并记录平均值。

摩擦系数在“ChemInstruments COF-500”仪器上测量，使用202 g的负载传感器和15 cm/min的设置。静态和动态COF的平均值直接从仪器读取。

Drave湿润借助一个标准的 5.0 + 0.05 克套箍与圆柱形锚重连接进行测量。将0.05%的去离子水充入1 000 ml的量筒中。泡沫消散后，将套箍放入溶液中。测量套箍沉入的时间，从接触水面到重物接触底部。这一过程重复三次，记录平均值。如果重物/套箍在3分钟后未沉入，则记录为“NS”。

略高的黏度

物理性质在产品对之间比较非常接近（见表2）。生物来源系列的黏度始终略高，表明其烯丙基聚亚烷基氧化物的重均分子量较高。石油基材料和生物来源材料都符合市售产品的规格范围。

相似的泡沫

Ross Miles泡沫高度结果（表2）与有机硅聚醚衍生物的水溶性相平行，预测泡沫生成以及水性涂料中可能夹带的空气。在这项测试中，材料看起来非常相似，可溶材料的泡沫高度略低，而可分散材料的泡沫略高。这是一个小差异，可能是石油基和生物来源烯丙基EO材料聚合度不同的表现。该过程的标准偏差约为+10 ml，这一数值表明几乎所有样本在统计上是相同的。样本L2和C4由于溶解度低未进行泡沫高度评估。

表面张力的微小差异

表面张力测量通常对有机硅表面活性剂的结构变化非常敏感。在这一系列中，石油基和生物来源聚合物的水溶性对显示出微小差异。仅可分散的C3和L2对显示出较大差异（表2）。由于在纯水中分散性差，C4对未测量。

Draves润湿测试是高表面能材料润湿的良好指标。回到表2，两个低表面张力的配对材料C1和C2润湿了套箍，能够进行完整测量。表面张力较高的材料通常不会润湿套箍，这一点在这里可以看到。C1-P和C1-B相对接近，但有显著差异。C2-P和C2-B的表面润湿显示出非常显著的差异。

可比的COFS

单组分PUD中助剂的比较显示出所有样本具有良好的流动性和流平性、外观、发泡性和溶解性，C4-P和C4-B除外，它们的溶解性不佳，导致缺陷。它们在外观上相似。测得的静态和动态摩

擦系数见表3和图2。对应的石油基和生物来源材料的COF值非常接近。

现实世界的配方

最后，客户提供的配方UV固化清漆用0.5%的这些助剂后处理。涂料被涂布并固化。在此配方中，所有产品均可溶且无缺陷，每对之间的泡沫生成相似。与到目前为止呈现的水性样品不同，C4-P和C4-B材料设计为UV固化而非水性体系，在该体系中可溶。COF结果见图2和图3。

结论

对七种石油基和生物来源有机硅聚醚衍生物的比较分析揭示了一些微小差异。这是可以预期的，因为我们选择用不同批次的有机硅和不同的聚醚来源进行这些实验。目的是评估所有材料是否在这些聚合物的标准变化范围内。这些差异都不大，我们不认为它们是显著的。当然，微小的配方调整预计会解决任何性能差异。

在两个现实世界的配方中进行比较时，从不同来源获得的聚合物表现完全相同。

我们相信这些生物来源有机改性材料可以互换，无需顾虑。

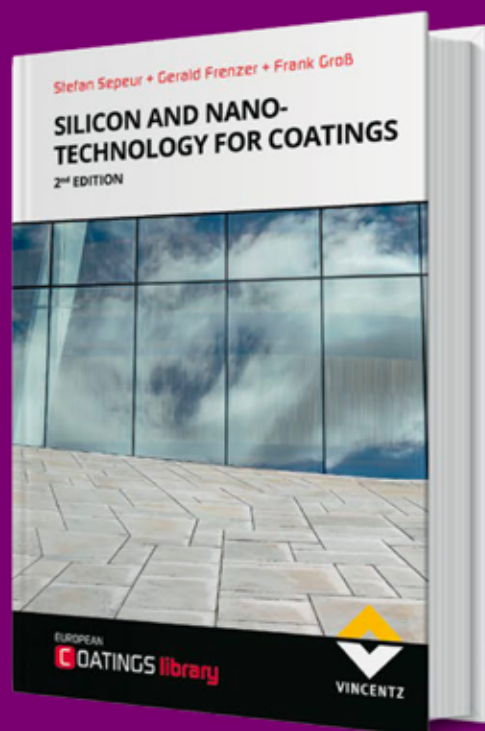
尽管本文的目的是非商业性的，许多人肯定想知道这些生物来源材料将如何影响成本和供应。对于前者，早期定价迹象预示较石油基材料有可管理的溢价。至于后者，这个经过验证的生物来源路径无疑为我们提供另一个采购选项。

参考文献

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Abundance_of_elements_in_Earth%27s_crust
- [2] www.methanol.org/renewable/ and many other references available
- [3] Khalil, A.A. et al.; "Essential oil eugenol: sources, extraction techniques and nutraceutical perspectives", RSC Advances, Issue 52, 2017
- [4] CFR 176.210 "Defoaming agents used in the manufacture of paper and paperboard" (this governs the components of defoamer formulations used in pulp and paper used to make food containers and lists CAS# 71965-38-3 as generally regarded as safe).



Robert Ruckle
Siltech公司
robert.ruckle@siltech.com



Stefan Sepeur + Gerald Frenzer + Frank Groß

SILICON AND NANOTECHNOLOGY FOR COATINGS

Join the authors of this textbook on their journey into the world of silicone chemistry and nanotechnology and discover its potential for innovative, high-tech coatings formulations! Learn more about different types of silicon-based binders, clearly classified along with practical examples and real-life products, understand their composition and chemical structures, and find out about their production and possible applications. Step by step, the authors dive into the areas of silicon technology - such as glass, ceramics, nanotechnology, and sol-gel-technology. Essential for formulators striving to develop pioneering coating systems!

2nd edition, published in 2024
296 pages, 158 x 230 mm

available as

- 🔗 printed hardcover
- 🔗 ebook



EUROPEAN
COATINGS
library





近红外吸收剂作为功能助剂

一种有趣的新型油墨和涂料助剂

Dieter Guhl, Keeling & Walker公司

近红外（NIR）吸收颜料基于无机金属氧化物，以粉末和纳米分散体的形式提供。它们的特点是具有强烈的光热效应，该现象描述了由光向热的转化。强烈的光热效应可以用来提高油墨和涂料的干燥速度，通过红外光体系进行干燥或固化。

近红外吸收颜料作为一个颜料类别在过去并未受到涂料和油墨行业的广泛关注。随着行业技术的不断变化，这种情况正在改变，这种特殊颜料类别的多个应用也开始出现。

阳光与涂料和油墨的相互作用在许多方面是其制造的核心课题。阳光的波长大致覆盖25~2 500纳米。紫外光的波长范围是250至400纳米，可见光的波长范围是400至700纳米，而近红外光的波长范围是700至2 500纳米。大部分太阳能以可见光和近红外光的范围发射，而紫外光仅占太阳能的5%。

对于任何涂料和油墨的配方师来说，最重要的波长是可见光范围。彩色颜料和染料需要在这波长范围内吸收，为人眼创造

视觉冲击。紫外光和近红外光对人类是不可见的，但它们的效果仍然是显而易见的。紫外光造成皮肤的晒黑，并且在高度暴露下会导致晒伤。在涂料和油墨中，结果为染料的褪色和漂白。从技术上讲，紫外光用于固化丙烯酸涂料和油墨，它们在替代溶剂型印刷油墨中广受欢迎。

近红外光被人类感知为热量，导致表面温度的升高。每个人都知道黑色表面在阳光下热得比白色表面快得多。所谓的“冷色”是颜料行业降低表面温度的答案^[1]。解决方案是改变颜色颜料的成分，或者用透明的近红外反射氧化物（如TiO₂、ZnO等）涂覆它们。这些无机彩色颜料主要应用于屋顶或外立面涂料等户外应用。

近红外吸收颜料则正好相反。它们吸收近红外光，并设计成对可见光谱的影响尽可能小，显示出高透明度和低着色。

本文将重点介绍那些在技术和商业上有相关性的无机近红外吸收氧化物。

结果一览

- 无机近红外吸收颜料是一种有趣的新型油墨和涂料助剂。
- 吸收剂表现出高光热效应，将近红外光转化为热量。
- 光热效应可用于水性油墨和涂料的近红外光快速干燥。
- 向水性喷墨油墨中添加BITO纳米分散体对油墨颜色几乎没有影响，但大大加速了干燥。

无机近红外吸收剂

近红外吸收剂近年来引起了人们的很大兴趣。气候变化触发了许多活动来应对气温上升的后果，特别是在窗膜行业，近红外吸收剂现在被广泛用于降低车辆和建筑物的温度^[2]。一旦技术上可用，它们独特的特性使其在其他行业的应用也变得具有吸引力。

表1 技术上重要的无机近红外吸收剂

NIR吸收剂	典型公式	详情	颜色
掺杂氧化锡（ATO）	Sb_xSnO_2	$x = 0.01\sim0.14$	灰蓝色
氧化铟锡（ITO）	$In_2O_3\cdot SnO_2$	比率为85：15~95：5	蓝色
六硼化镧	LaB_6		紫色/绿色
掺杂氧化钨（CTO）	$M_xM_yWO_{3-z}$	$M_x = Cs0.32; M_y = \text{div. 金属}; z = 0.04\sim0.4$	深蓝色
磷酸铜	$Cu_2(OH)(PO_4)$		浅绿色
硫族化物	$Cu_{2-x}S$	$x = 0.01\sim0.3$	棕黑色

Find out more!



29 search results for NIR absorber!
Find out more: www.european-coatings.com/360

一般来说，市场上有无机和有机近红外吸收剂。它们的主要区别在于有机分子仅吸收十分之几个纳米的波长，而无机材料通常是宽幅吸收剂。此外，无机材料的紫外稳定性高于有机材料，并且不会变色。此外，它们在应用生命周期内不会出现降解。

无机近红外吸收剂涵盖了很多不同的材料，其中大多数基于氧化物。表1提供了技术上最广泛使用的无机材料的概述。

有机近红外吸收剂中的近红外吸收功能与众所周知的发色结构元素有关，例如具有推拉管能团的芳香环系统，这让人们可以使吸收曲线适应较小的波长范围。

无机吸收剂依赖不同的机制来吸收近红外光，可以通过局部表面等离子共振（LSPR）理论来解释^[3]。无机物质的共同特征是晶体结构中存在自由电子或电荷载体。近红外光激发集体自由电

子，使它们在有限空间内振荡，在这种情况下为纳米颗粒。掺杂剂和氧化物的亚化学计量组成导致吸收频率向近红外波长范围的偏移。图1中的典型例子显示了氧化锡在掺铟前后的性质变化。

无色氧化锡变为灰蓝色。以前绝缘的材料现在显示出半导体和近红外吸收特性，吸收最大值为1 300纳米。

理想的近红外吸收剂在可见光范围内的透过率超过90%，在近红外范围内的吸收率高，最好的情况是从700纳米开始，而且有高吸收系数。通过这三个标准能够区分不同的近红外吸收氧化物（图2），并评估它们的性能。

基于ITO（氧化铟锡）的吸收剂在可见光范围内具有最高的透明度，而基于氧化钨的产品则显示出最高的近红外吸收度。

无机纳米颗粒暴露于近红外辐射时，会激发晶格中的自由电子。这导致颗粒迅速加热，表面温度升高。由于多种弛豫过程，热量散发到周围环境，直到达到平衡。光转化为热的过程称为“光热效应”（图3）。

可以在油墨和涂料的多个应用中利用光热效应。以下例子展示了其在一个有趣的实际使用案例中的实用性。

水性喷墨油墨的加速近红外干燥

水性喷墨油墨在包装、装饰和纸张印刷等应用中占据了越来越大的市场份额。近红外辐射有效加速了油墨的干燥。近红外干燥单元通常被集成到喷墨打印机中。只要喷墨油墨是黑色的，就没有问题，因为黑色颜料的近红外光吸收率很高，提供高光热

效应促进水的蒸发。在多色系统中，情况则不同。能源需求和打印速度取决于近红外光吸收能力最低的特定油墨颜色，通常是黄色。以某种方式修改各个油墨颜色，使它们的干燥速度尽可能接近黑色油墨是可取的。这时，近红外吸收剂发挥了作用，因为它们的光热效应提供了提高低吸收油墨吸收能力的可能性。

为了使这种方法成功，必须满足以下附加条件：

- >近红外吸收剂必须具有适合所有喷墨头的颗粒分布
- >油墨的稳定性不应受到影响
- >近红外吸收剂不应影响颜色
- >不应影响印刷品的长期性能
- >吸收曲线需要与近红外灯的发射光谱匹配

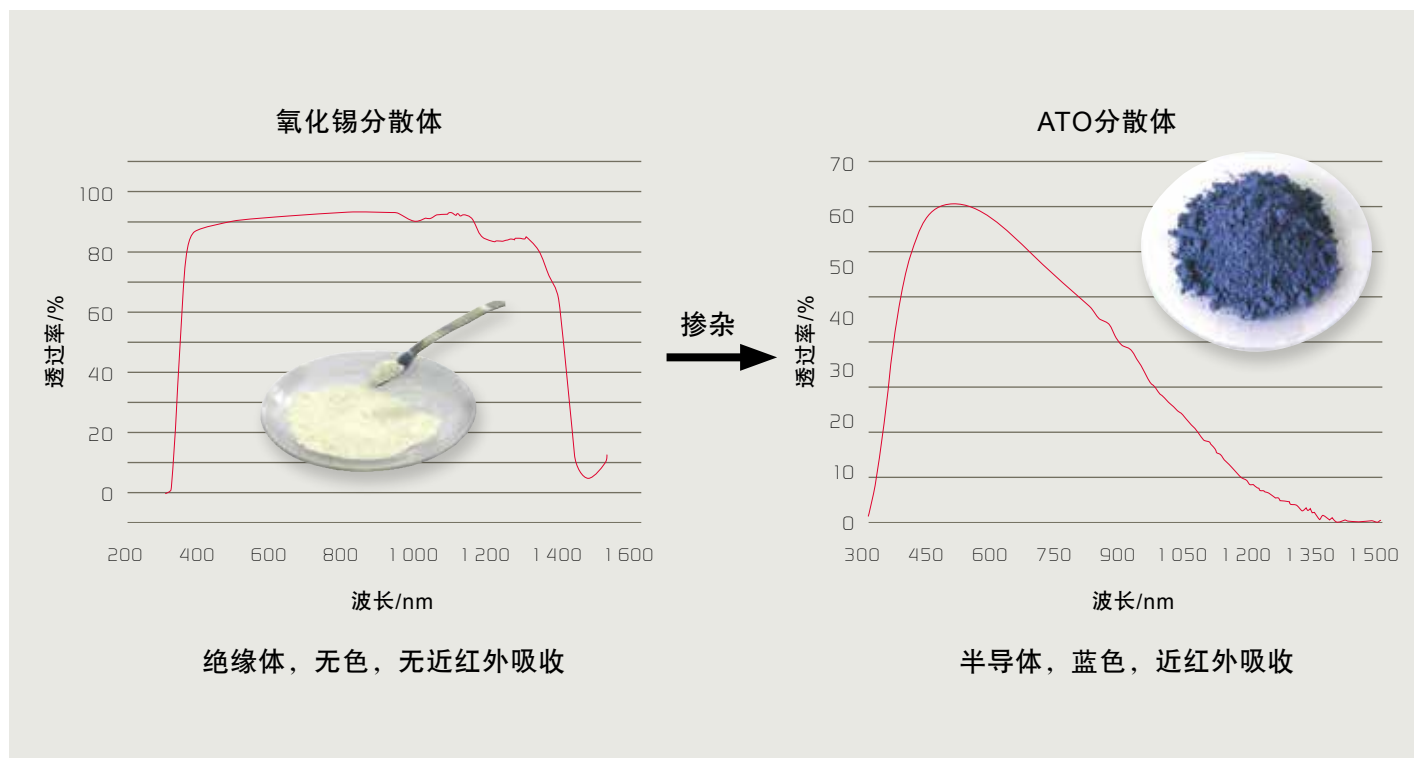
由于技术上使用的配方差异很大，通常无法使用当前的近红外吸收剂分散体直接替换。典型的不兼容性包括近红外纳米分散体的崩溃、沉淀形成或颜色偏移，尤其是敏感颜色如黄色。

一旦解决了配方问题，就可以获得加速近红外干燥方面的卓越结果。

在我们的测试配方中，预试验表明，水性、20%固体分的ITO分散体是最有利的。图4显示，对于无色油墨，与空白原始油墨相比，存在明显的蓝色调，随着ITO浓度的增加而增强。在品红色油墨中，颜色没有明显变化。在这两种情况下，油墨的稳定性良好，经过一段时间没有测量到沉淀。

油墨通过使用绕线刮涂器（“Byk #4104”，湿膜厚度8微米）涂覆在醋酸酯薄膜上。涂层在距离10厘米的市售家用红外灯（“Phillips 100 W”）下干燥。在整个干燥过程中监测灯下的温度，并测量触固时间和触干时间。无色油墨的干燥时间远长于粉红色油墨（见表2）。此外，由于无色油墨是透明的，无法准确测

图1 掺杂对二氧化锡光学性质的影响



量触干时间。增加油墨中的ITO浓度使无色和品红油墨的干燥时间减少（图5）。达3%，无色油墨则为0.95%。

可见光透过率通过LS-183光透过率计测量（图5）。当BITO（蓝色氧化铟锡）含量增加到1.8%时，品红油墨的透过率差异可

为了进一步研究BITO添加对油墨颜色的影响，使用Perkin Elmer Lambda 750 s测量了每种涂层的透射光谱（图6）。对于无色油墨涂层，无色油墨和空白醋酸酯具有相同的透射

图2 不同近红外吸收剂的水性分散体的光学性质

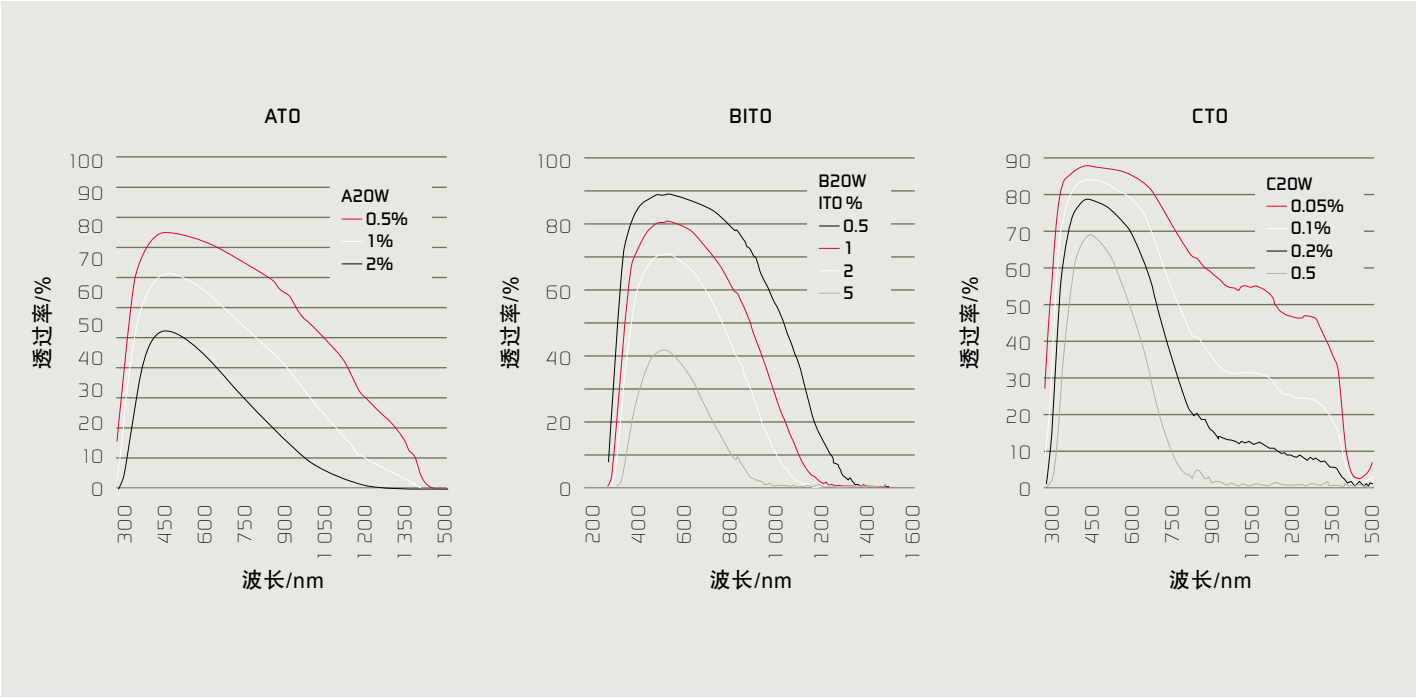
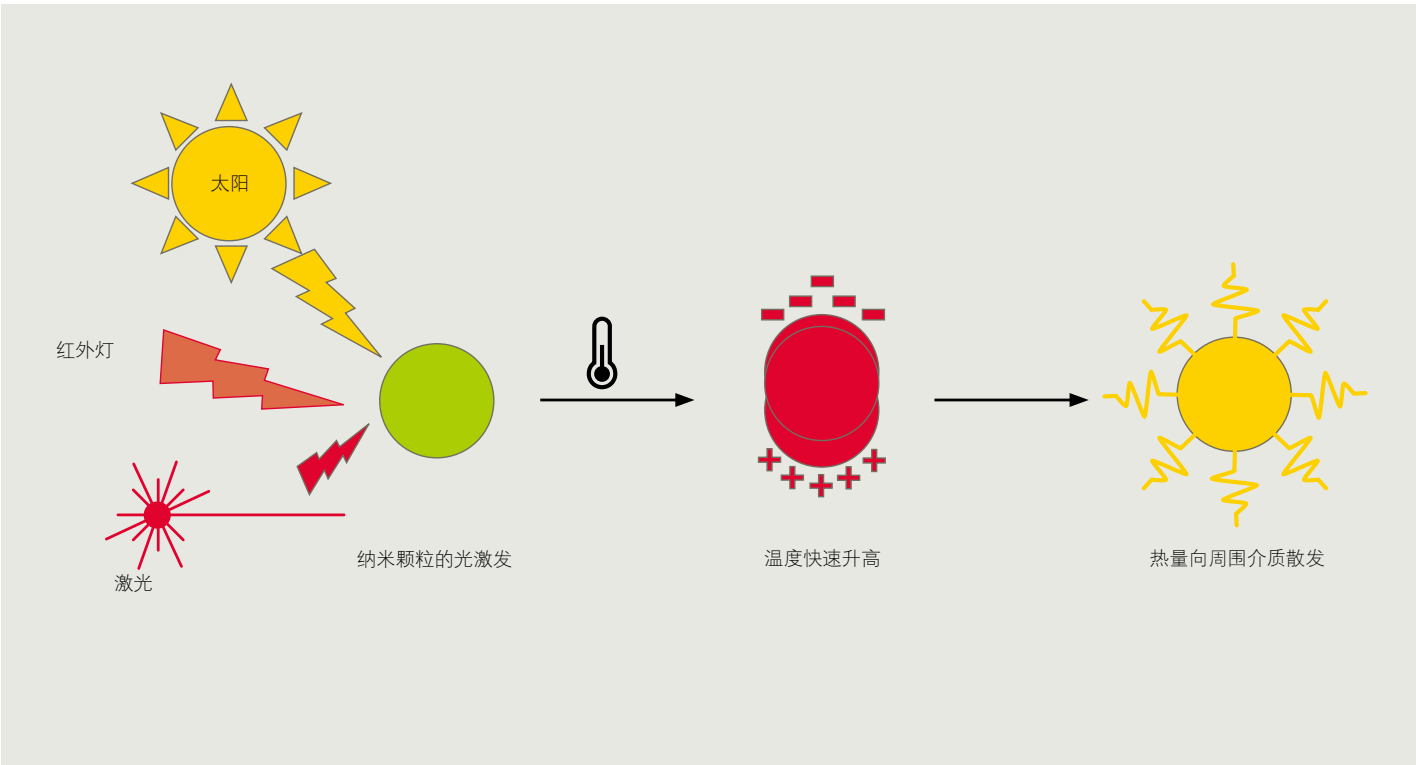


图3 近红外吸收纳米颗粒的光热效应



曲线，而对于0.95%BITO油墨涂层，近红外吸收显著增加（1 500 nm增加11%），并且在整个可见区域的透过率降低1%至2%。尽管BITO分散体是蓝色材料，但光谱和视觉图像确认了对颜色的影响很小。

对于品红油墨涂层，增加BITO固体分含量导致近红外吸收增加。在500~600 nm区域内，0.95% BITO的差异很小。这也为视觉外观所证实：见图6。在450 nm以下的波长区域内，所有涂层的透过率都存在差异，1.8%BITO固体分涂层的透过光减少了

10%。

在含BITO油墨涂层中观察到的一些变化可能是稀释造成的，因为BITO是以20%固体分水性分散体的形式添加的，这会使原始浓度的油墨被稀释。这可能会影响油墨的颜色，但在配制油墨时很容易进行调整。

总而言之，一旦克服配方困难，BITO分散体助剂可以显著缩短近红外干燥时间，而不会对油墨的性质和颜色产生太大影响。同时，这些非常基础的结果已通过技术试验得到确认，干燥加速

图4 含0%、0.95%、6.7%BITO固体分的无色油墨（从左到右）和含0%、0.39%、0.95%和1.8%BITO固体分的品红油墨（从左到右）

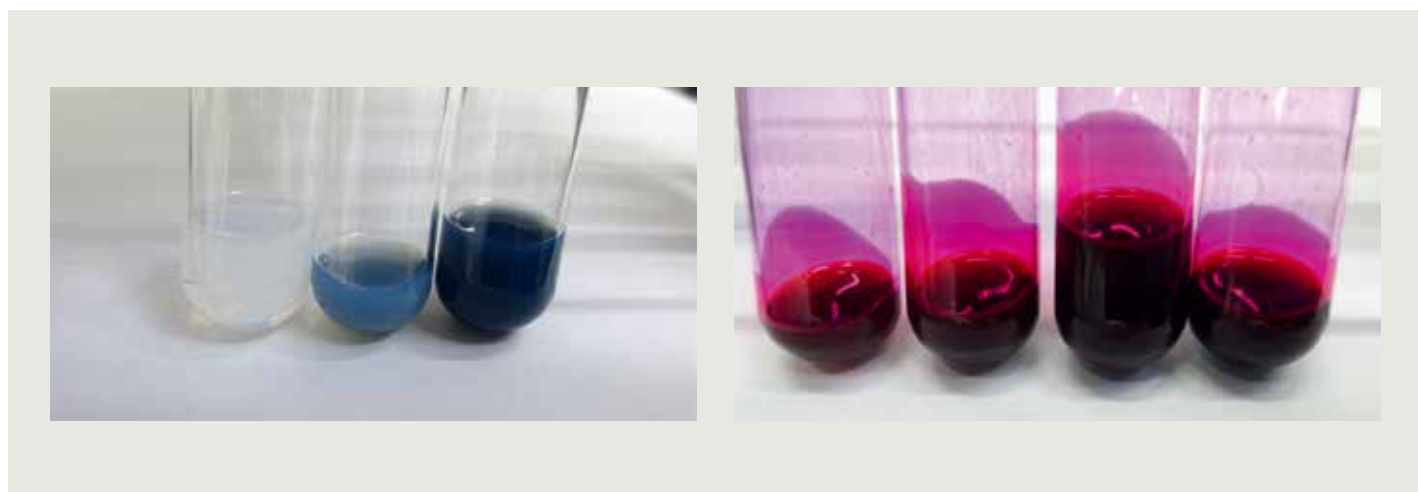
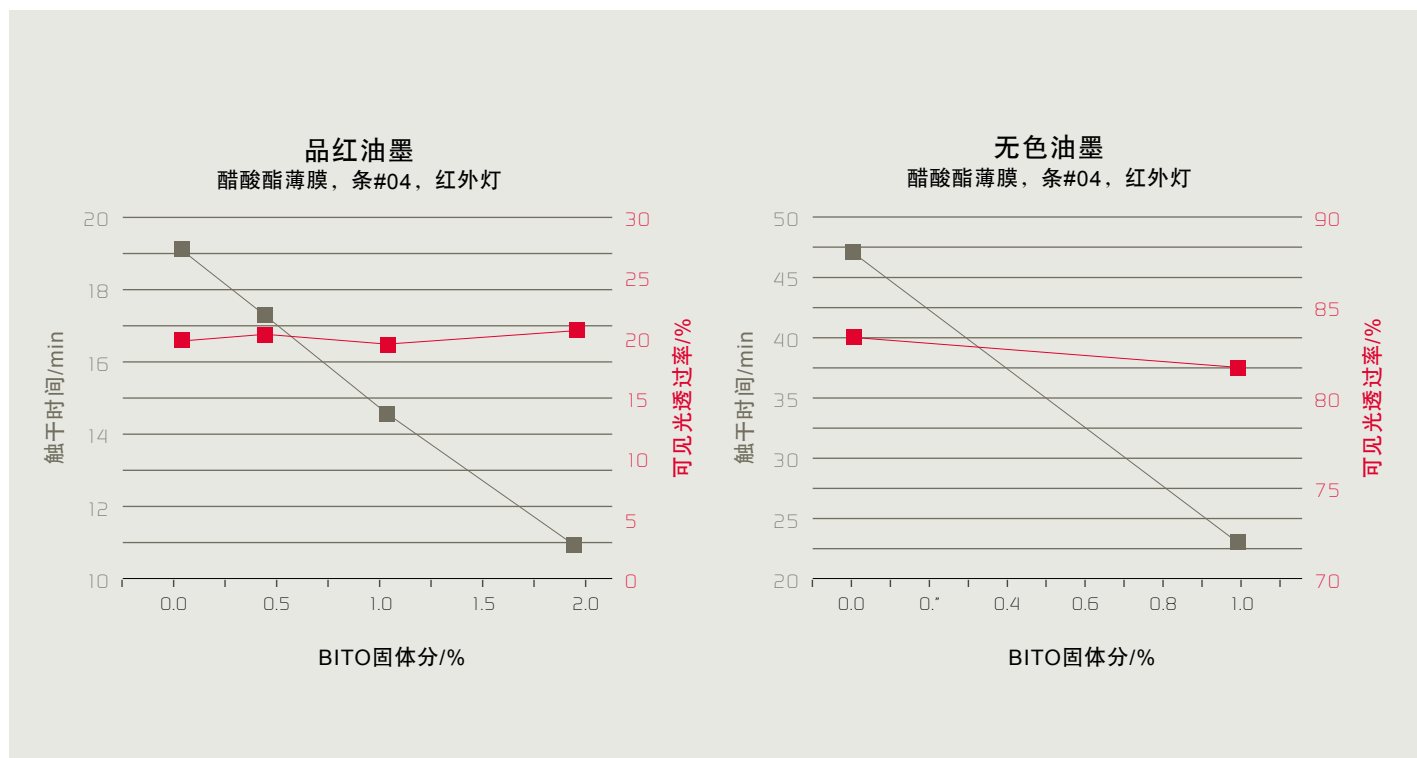


图5 醋酸酯薄膜，条#04，红外灯：触干时间和可见光透过率与BITO固体分含量的变化关系



显著高于这一基础概念验证研究所示的水平。

在需要强光热效应时，无机近红外吸收颜料及其纳米分散体是印刷油墨的有助剂。它们的效能减少了加速干燥水性喷墨油墨所需的能量。利用近红外吸收剂的光热效应加速聚合物体系的

固化或干燥的概念在许多体系中广泛适用，包括黏合剂、硅酮、聚氨酯和众多其他涂料体系。纳米分散体的可获得性现在也使得在透明和几乎无色的体系中利用这种效应成为可能。

表2 在醋酸酯薄膜上油墨的干燥性能

油墨	触固 时间/分钟	触干 时间/分钟	温度/°C
品红油墨	16	19	32~38
品红油墨 + 0.39% BITO	14	17	30~35
品红油墨 + 0.95% BITO	9	14	40~43
品红油墨 + 1.8% BITO	6	10	36~41
无色油墨	-	47	30~45
无色 + 0.95% BITO	-	23	36~49

参考文献

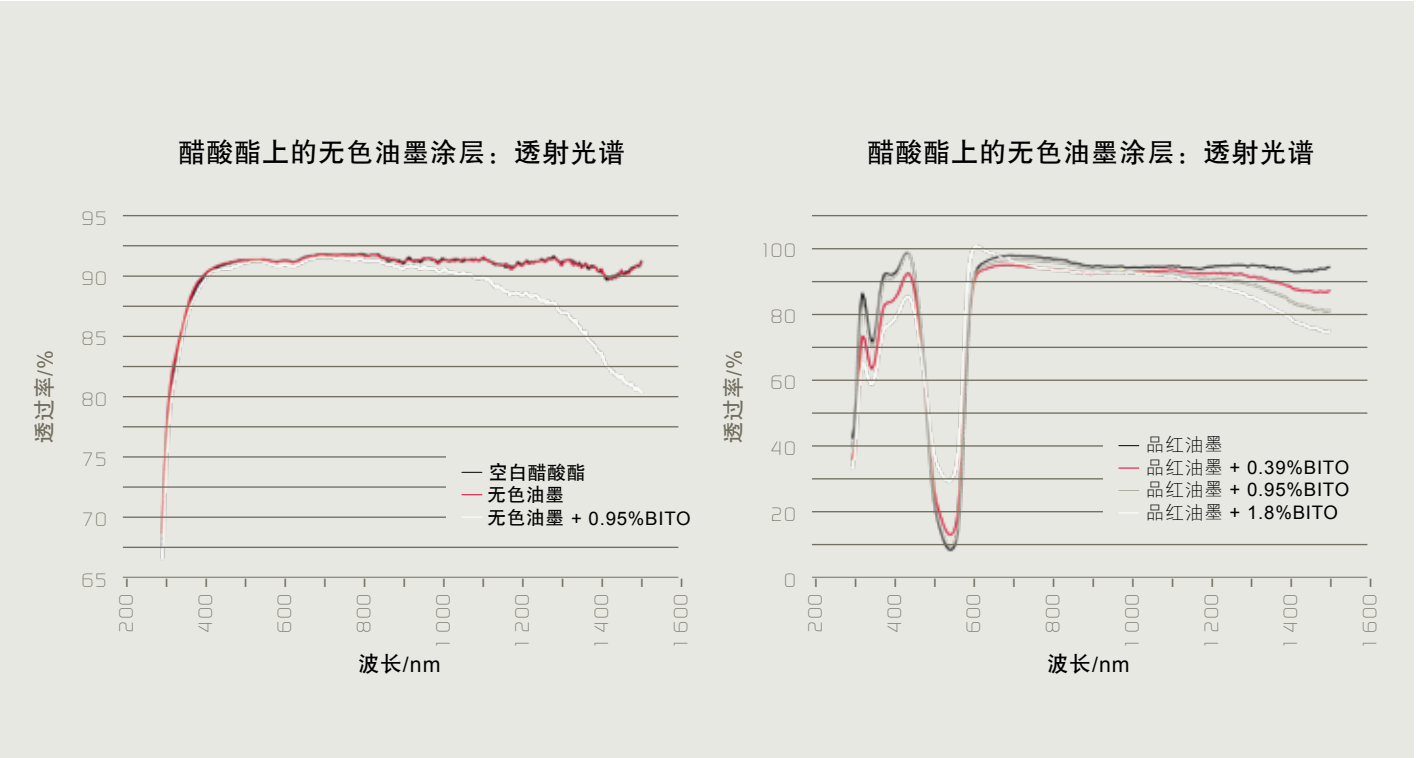
[1] Woo et al, Colloidal inorganic nano- and microparticles for passive daytime radiation cooling, Nano Convergence <https://doi.org/10.1186/s40580-023-00365-7>; Al-Obaidi et al, Passive cooling techniques through reflective and radiative roofs in tropical houses in Southeast Asia: A literature review, [hppt://dx.doi.org/10.1016/j.foar.2014.06.002](https://dx.doi.org/10.1016/j.foar.2014.06.002)

[2] Liang et al, A roll-to-roll process for multi-responsive soft-matter composite films containing Cs x WO 3 nanorods for energy-efficient smart window applications, Nanoscale Horiz., 2017, 2, 319-325

[3] Kim, Gacoin et al, Investigation of LSPR Coupling Effects toward the Rational Design of Cs_xWO_{3-δ} Based Solar NIR Filtering Coatings, Adv. Funct Mater. ; doi: 10.1002/adfm.202212845

Dieter Guhl
Keeling & Walker公司
d.guhl@keelingwalker.co.uk

图6 不同BITO含量的无色和品红油墨的透射光谱





优化流变性以改善体验

新型双峰高固体分聚合物分散体用于建筑涂料
Michael Kraye, Sean W. Bullis, BASF公司

在水性涂料中，超过50%（质量分数）的高固体分含量通常会对黏度产生负面影响。然而，通过配制双峰高固体分乳胶漆涂料，研究人员开发了能够实现更高固体分且具备理想应用特性的体系，改善了消费者体验。

在过去几十年中，水性建筑涂料的性能不断提高。然而，水性涂料中使用的乳胶聚合物分散体通常限于约50%（质量分数）的聚合物固体分。这是因为大多数用于建筑涂料的聚合物分散体具有非常狭窄的单粒径分布（单分散），当单分散聚合物颗粒接近其紧密堆积极限时，黏度在超过50%固体分含量时会急剧增加^[1-3]。

另一方面，具有双峰粒径分布的聚合物分散体可以实现明显更高的固体分含量，因为多分散体系的随机紧密堆积极限更高（图1）^[3]。BASF公司在开发和生产更高固体分聚合物分散体方面拥有丰富的经验，尤其是压力敏感胶黏剂应用，固体分含量可高达70%。最近，该公司开发了一种用于水性建筑涂料应用的60%（质量分数）双峰粒径分布聚合物分散体。

与使用传统聚合物分散体配制的建筑涂料相比，使用双峰高固体分分散体配制的涂料可以实现更高的固体分含量，从而增

加干膜厚度。例如，在使用单分散乳胶基料的涂料配方中，将涂料固体分含量提高到超过50%（质量分数）（或40%（体积分数））会使配方迅速变成糊状，不适合用作涂料。然而，使用双峰高固体分乳胶漆的涂料配方可以实现超过60%（质量分数）（或50%（体积分数））的固体分含量。

改善遮盖性能

此外，使用高固体分分散体配制的涂料的流变特性使高剪切黏度、抗流挂性以及流动和流平的平衡更理想。通常需要一定的高剪切黏度，以达到所需的涂料涂布量。然而，当前在传统涂料配方中使用的高剪切流变改性剂对中高剪切区域的黏度贡献显著（图2）。当通过添加高剪切流变改性剂以达到所需的高剪切黏度时，往往会迅速使中高剪切黏度增加，超出适当的范围。涂料的

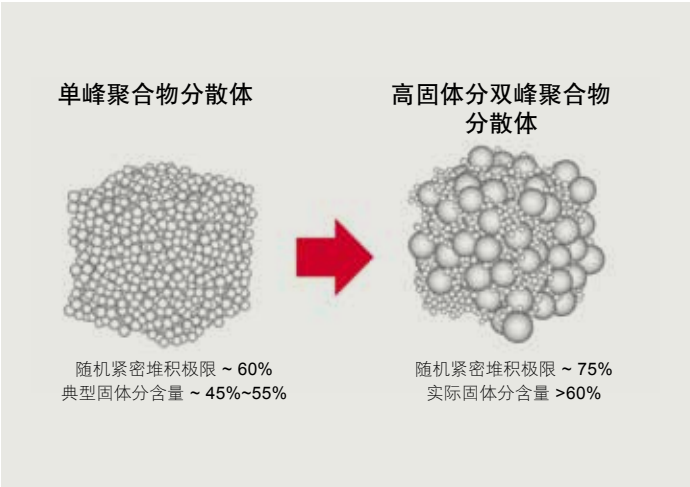
结果一览

- 单分散乳胶聚合物分散体的固体分容量一直在限制水性建筑涂料的性能。
- 高固体分双峰乳胶聚合物分散体使得配制体积固体分超过**50%**的高固体分涂料成为可能。
- 流变特性在滚涂涂装时提供了更高的湿膜厚度，并在抗流挂性与流动及流平性能之间保持良好的平衡。
- 将涂料高固体分含量与更厚的湿膜结合，可以改善单涂层遮盖性能，提升消费者的涂装体验。
- 本研究为进一步提升耐污和耐擦洗性，改善耐久性提供了基础。

中低剪切区域影响涂料的流挂、流动和流平行为。

尽管希望保持一定的中剪切流变性以防止流挂，但当低剪切黏度较低时，最佳的流动及流平性能得以实现（图3）。与使用单分散乳胶配制的涂料相比，双峰乳胶体系在添加高剪切流变改性性

图1 单峰与双峰聚合物分散体的随机紧密堆积极限和实际固体分含量比较



剂时，低剪切和中剪切黏度反应较低。因此，它们能够在实现所需的中低剪切黏度的同时，允许更高的高剪切黏度。换句话说，双峰乳胶基料能够配制更具有牛顿流变特性的涂料。

通过将更高的涂料固体分含量（产生更厚的干膜）与有利的流变特性相结合，增强涂料转移并增加湿膜和干膜厚度，最终得到更厚的膜可以显著改善遮盖性能（图4）。

中低剪切流变需要平衡，以达到最佳的抗流挂性和流动及流平性能。

我们的欧洲团队已深入探索和证明了这些价值主张，于2023年早些时候发表在《欧洲涂料杂志》中^[4]。然而，欧洲的开发和配

图2 在传统涂料配方中使用的各种流变改性剂对Brookfield（低剪切）、KU（中剪切）和ICI（高剪切）黏度的贡献示例

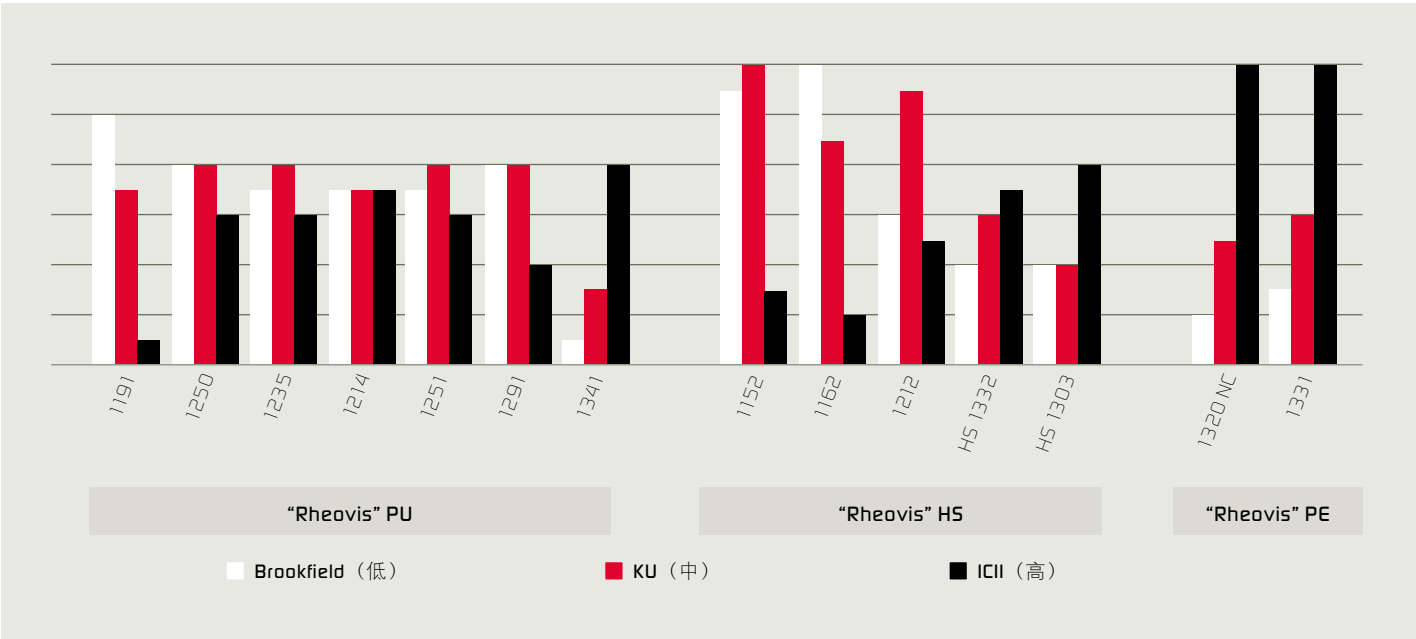


图3 不同剪切速率及其相关应用的示意图。A) 增加高剪切黏度通常对中低剪切黏度产生不利影响。B) 中低剪切流变需要平衡，以达到最佳的抗流挂性和流动及流平性能

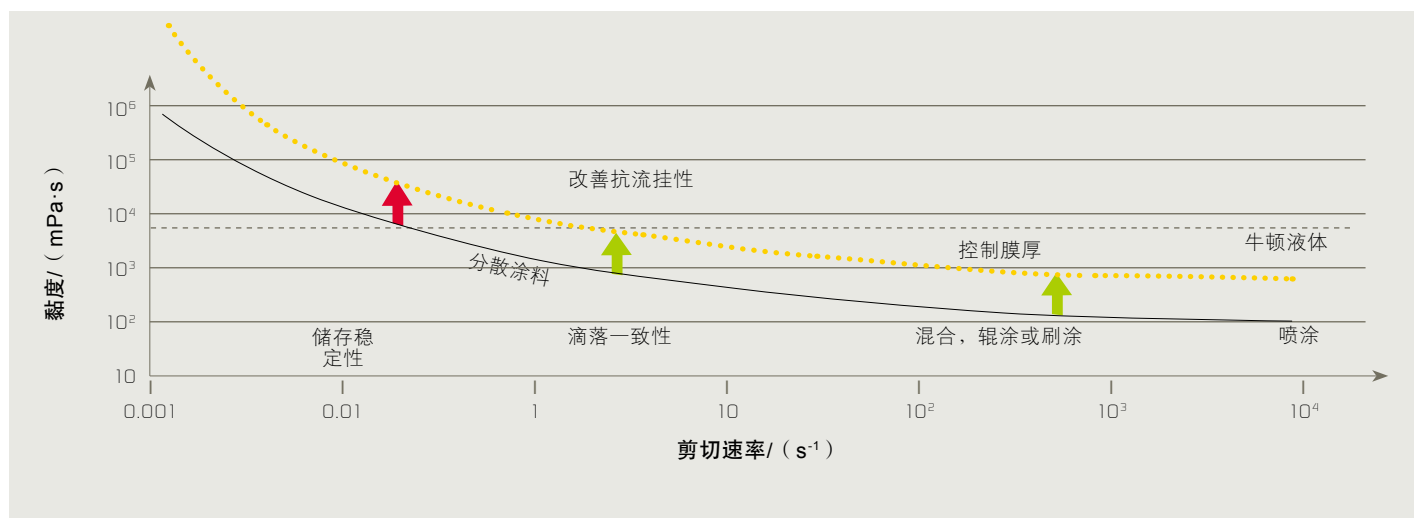
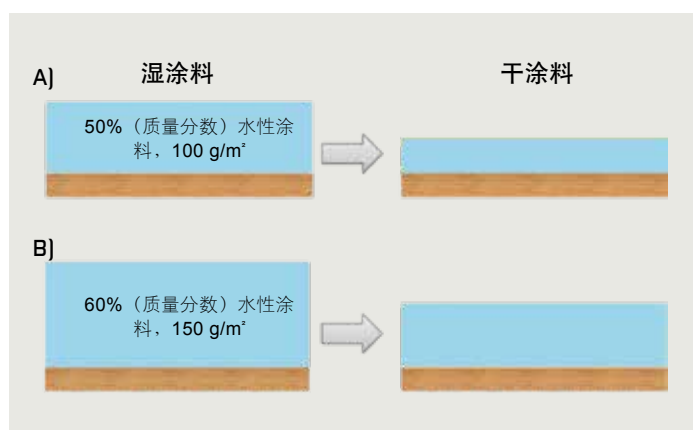


图4 A) 传统建筑涂料与B) 使用高固体分聚合物分散体配制的建筑涂料的干膜厚度示意图



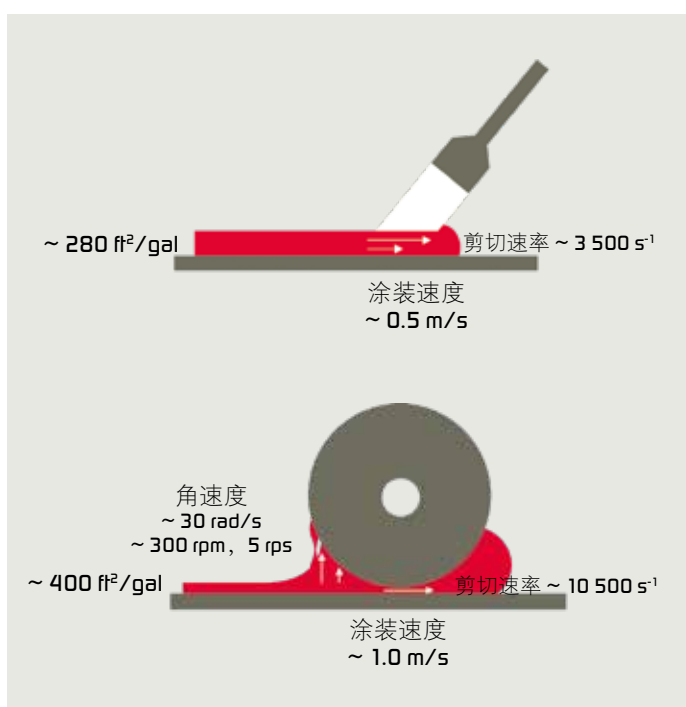
方工作主要集中在刷涂上，以模拟溶剂型醇酸木器和装饰涂料的涂装特性。在本报告中，我们专注于探索关于北美市场上辊涂的相同价值主张。我们的目标是证明用双峰高固体分聚合物分散体配制涂料后，在垂直墙面上时能够改善的涂装感受和单涂层遮盖性能。

刷涂与辊涂

要理解为何针对刷涂的配方知识不能直接应用于辊涂，需要凸显这两种涂装方法之间的显著差异（图5）。首先，刷涂的涂装速度明显较慢。其次，使用刷涂或辊涂涂料的涂布速率不同，因此涂膜厚度不同，取决于施加的压力、刷子或辊子覆盖层的材料成分、纹理和厚度等因素。

当然，涂料本身也会引导涂装者如何进行涂布。辊涂的高度

图5 A) 刷涂与B) 辊涂之间的剪切速率差异



通常较低，因为厚层涂料会导致辊筒将涂料推到前面并剪切，直达到某个较低的湿层厚度。因此，涂装者本能地施加更大的力量以使辊筒滚动。

根据涂装速度和涂层厚度，可以通过将速度除以高度来计算施加在涂料上的剪切速率（方程1）。对于图5中显示的两个示例，计算得出刷涂的剪切速率约为 $3\,500\text{ s}^{-1}$ ，而辊涂的剪切速率约为 $10\,000\text{ s}^{-1}$ 。此外，辊涂时，由于辊筒的角速度，会产生垂直于基材的延展剪切，而这种情况在刷涂中并不存在。

方程1: 剪切速率: $\dot{\gamma} = \frac{v}{h}$

剪切速率定义为速度除以剪切间隙/高度。

理想情况下，涂料配方师在配制主要通过刷涂或辊涂涂装的涂料时，应考虑这些差异。实际上，一些涂料品牌具有明显不同的流变特性对应不同光泽度。例如，图6显示了同一市售涂料系列中半光和缎光涂料的流变曲线明显不同。这些特定流变特性的预期效果在通过刷涂或辊涂涂装每种涂料时变得明显。

主观上，半光涂料的刷涂效果优于辊涂，而缎光涂料的辊涂效果则远好于刷涂。在刷涂时，缎光涂料似乎过于“水”，当涂布更多涂料以实现良好的覆盖和遮盖时，涂料开始流挂。在这方面，半光涂料表现得更好，这可归因于其较高的中剪切黏度。

相反，在辊涂时，具有较低的低剪切和中剪切黏度、稍高的高剪切黏度的缎光涂料涂布更容易，同时实现良好的覆盖。同时，半光涂料似乎过“厚”，难以涂布。当在同一区域回滚时，辊筒会将涂料从表面重新粘起，留下更明显的点状图案。这些观察结果并不令人惊讶，因为半光涂料通常用于刷涂较小的区域，如装饰，而光泽较低的涂料，如缎光涂料，通常用于辊涂较大表面，如整个门板或墙壁。

优化建筑涂料流变性的实用方法

为了开发一种更适合辊涂的建筑涂料，提供顺畅的涂装感受和高效的单涂层覆盖，我们采用了一种与我们的欧洲同事配制刷涂涂料类似的方法^[4]。步骤包括：

1. 配制一种简化的底漆，少添加或不添加增稠剂或流变改性剂。这也意味着排除凹凸棒土或纤维素增稠剂。如果黏度过低，无法有效研磨颜料，可以在研磨时添加少量流变改性剂，以达到所需的黏度。

2.1 采用各种市售基准涂料，评估它们在辊涂时的涂装性能。下面提供了涂装设置的详细描述。

2.2 测量基准涂料和底漆的流动曲线。

3.1 比较基准涂料和底漆的流变曲线。

3.2 决定添加到底漆中的流变改性剂的类型和用量，以实现所需的流变特性。

4.1 重新测量流变曲线。

4.2 涂装添加了流变改性剂的底漆，确定是否达到了所需的流变特性和涂装性能。

可以采取额外步骤，将测得的流挂和流动及流平与预测值进行比较（5.1），进行振荡（3iTT）测试以了解时间依赖性和涂料结构（凝胶型与非凝胶型涂料）（5.2），或进行频率扫描以了解在不同应用条件下的恢复行为（5.3）。注：在本研究和配方优化

表1 包含不同粒径和粒径分布的乳胶聚合物分散体的初始底漆配方

	乳胶A	乳胶B	乳胶C
乳胶固体分含量/%	61	50	60
乳胶粒径/nm	80/300	120	250
描述			
水	150.8	122	152.3
丙二醇	15	15	15
疏水性分散剂	10	10	10
有机硅乳液消泡剂“ED 2522”	4	4	4
氢氧化铵	2	2	2
流变改性剂 “PE 1330” （1%~4%（质量分数））	10~40	10~40	10~40
二氧化钛颜料	250	250	250
高岭土	30	30	30
聚结剂“CA 5310”	12	12	12
乳胶A	420		
乳胶B		512.4	
乳胶C			427
有机硅乳液消泡剂“SI 2210 NC”	2.3	2.3	2.3
流变改性剂“PU 1191”	1.5	1.5	1.5
根据增稠剂负载 调整水	60.4~92.4	0~28.8	53.9~83.9
总计	1 000	1 000	1 000
PVC/%	24	24	24
质量固体分/%	56	56	56
体积固体分/%	41	41	41

中，我们没有更详细地研究凝胶形成行为。

底漆配方

初始底漆配方如表1所示，包含250重量份的锐钛矿二氧化钛（TiO₂），以及少量高剪切缔合聚醚增稠剂（1%（质量分数））和低剪切缔合聚氨酯增稠剂（0.15%（质量分数）），最终得到24%的颜料体积浓度（PVC），56%（质量分数）和41%（体积

图6 来自同一市售涂料系列的半光（白色—）和缎光（红色—）流变特性（黏度与剪切应力）

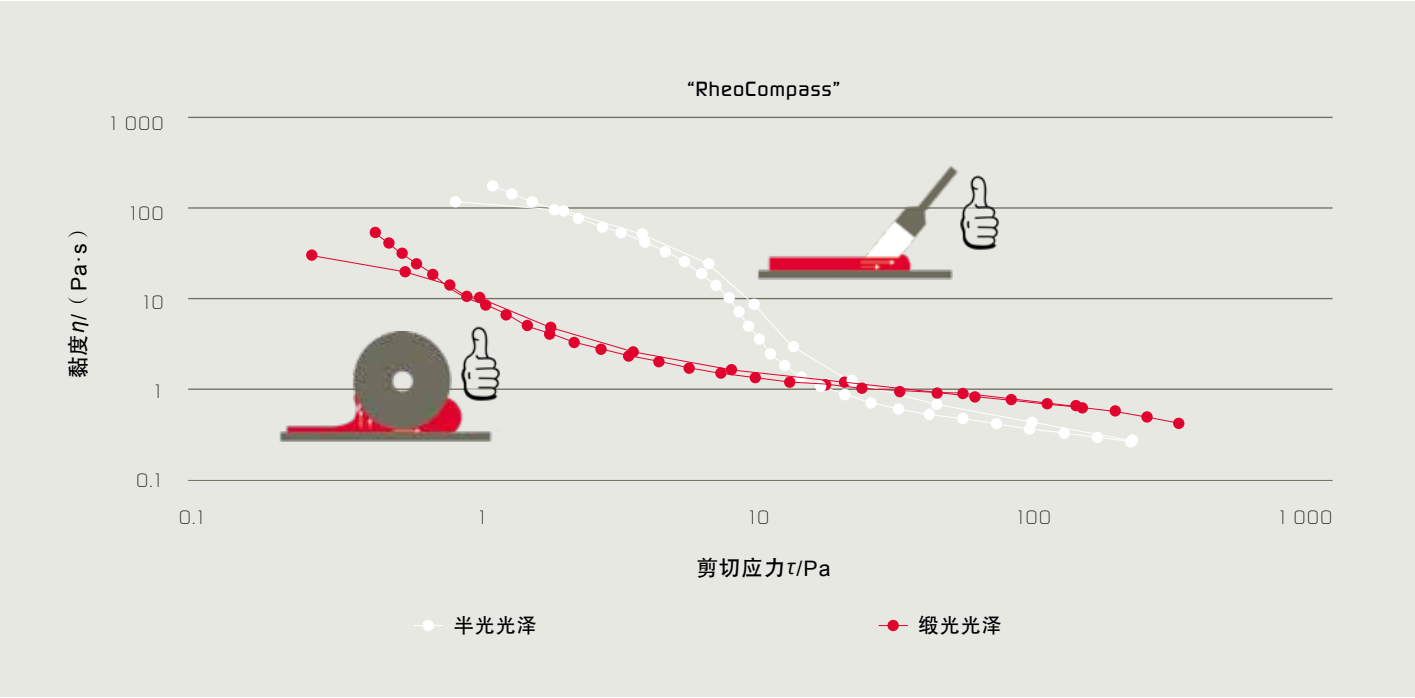


图7 粒径质量分布叠加数据。乳胶A（黑色双峰）、乳胶B（白色小单峰）、乳胶C（红色大宽峰）

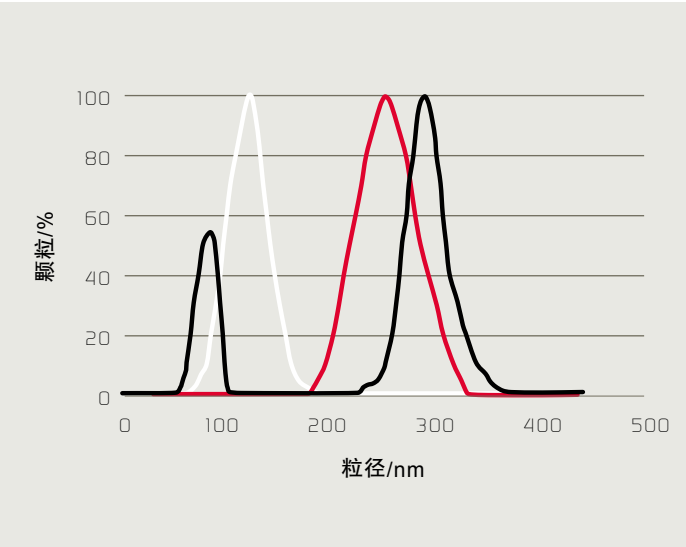


表2 基于表1中配方的乳胶聚合物表面积计算

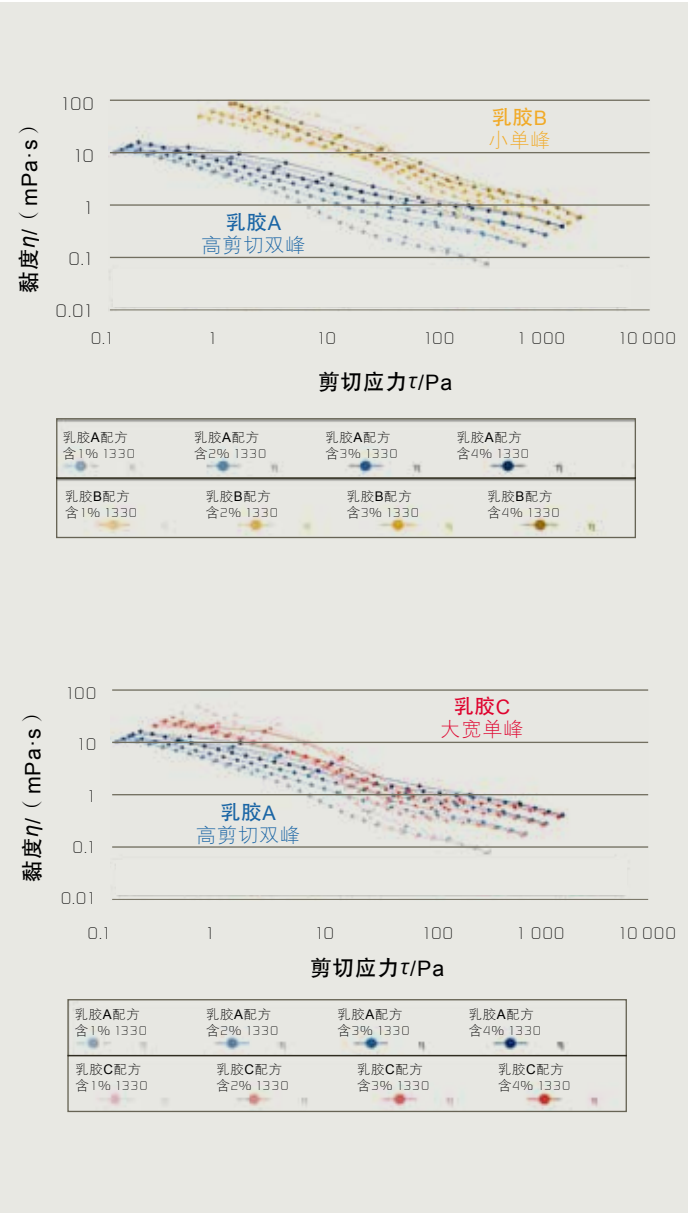
	乳胶A	乳胶B	乳胶C
乳胶固体分含量/%	61	50	60
粒径1/nm		120	250
粒径2/nm	300	-	-
总表面积	56	56	56
(m²/kg配方)	6 533	12 810	6 149
添加2% PE 1330, 5 000 1/s时的配方黏度/ (Pa·s)	0.177	0.341	0.167

分数) 的固体分含量。为了展示不同粒径和粒径分布的乳胶聚合物分散体的不同流变响应，使用该底漆配方配制了三种不同乳胶聚合物分散体的样品：乳胶A、乳胶B和乳胶C，保持恒定的PVC和涂料固体分含量，同时增加高剪切流变改性剂的用量（1%~4%（质量分数））（表1）。

如上所述，乳胶A是一种约60%（质量分数）乳胶聚合物分散体，具有新颖的双峰粒径分布。相比之下，乳胶B是一种50%（质量分数）乳胶，具有约120 nm的小窄单峰粒径分布，而乳胶C的固体分含量较高（60%（质量分数）），但粒径分布较宽，

约为250 nm（图7）。剪切应力与黏度的流动曲线如图8所示，清晰地展示了在配制双峰高固体分乳胶时的独特流变特性。在乳胶A配方中将高剪切流变改性剂的用量从1%增加到4%时，最高的高剪切黏度点（在剪切速率5 000 s⁻¹下测量）如预期从< 0.1 Pa·s增加到约0.4 Pa·s，而低剪切黏度保持在9到15 Pa·s。相比之下，乳胶B配方在添加高剪切流变改性剂时，低剪切黏度响应明显更高。例如，乳胶B配方中添加2%和3%流变改性剂“PE 1330”显示出与乳胶A配方中含4%流变改性剂1330的样品相似的高剪切黏度（0.3~0.4 Pa·s），但低剪切黏度高达60~80 Pa·s。乳胶C配方显

图8 高剪切流变改性剂1330用量增加的底漆配方剪切应力与黏度流动曲线。A) 含有乳胶A（蓝色双峰）的配方显示出较低的低剪切黏度响应，与乳胶B（橙色小单峰）相比更具牛顿性；B）含有乳胶A（蓝色双峰）的配方显示出较低的低剪切黏度响应，与乳胶C（红色大宽单峰）相比更具牛顿性



示出低于乳胶B配方的低剪切黏度响应，但仍高于乳胶A。

注：在这些测量中，控制剪切速率从0.01 s⁻¹到5 000 s⁻¹，然后再回到0.01 s⁻¹。测量代表剪切应力的扭矩，计算得到的黏度（ $\eta = \tau / \dot{\gamma}$ ，黏度 = 剪切应力 ÷ 剪切速率）与剪切应力绘制在一起。图8中的流动曲线显示了剪切应力与黏度之间的关系，而不是剪切速率，因为剪切应力与涂装性能（如抗流挂性和流动及流平性）的关联性更高。

高固体分双峰体系给出更高牛顿流变响应的原因尚不清楚。然而，可以假设乳胶A的剪切流变响应低是因为双峰体系相较于于

图9 添加1%高剪切缔合聚醚增稠剂的底漆配方剪切应力与黏度流动曲线。A) 含有乳胶A（蓝色双峰）的配方显示出较低的低剪切黏度响应，与乳胶B（橙色小单峰）和乳胶C（红色大宽单峰）相比更具牛顿性

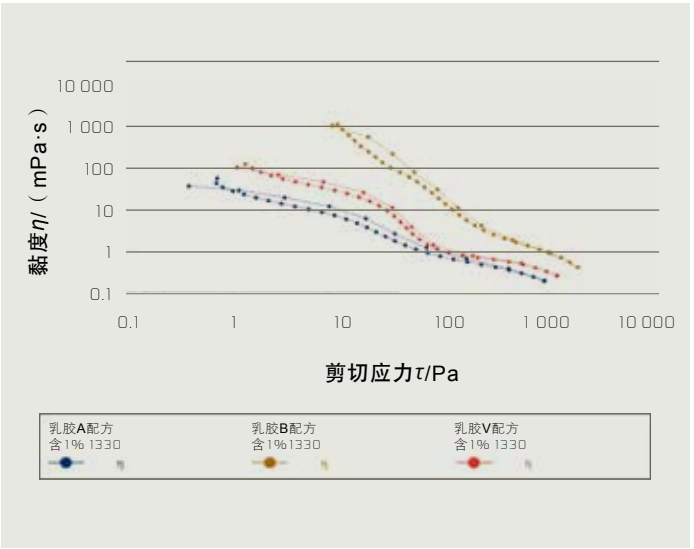
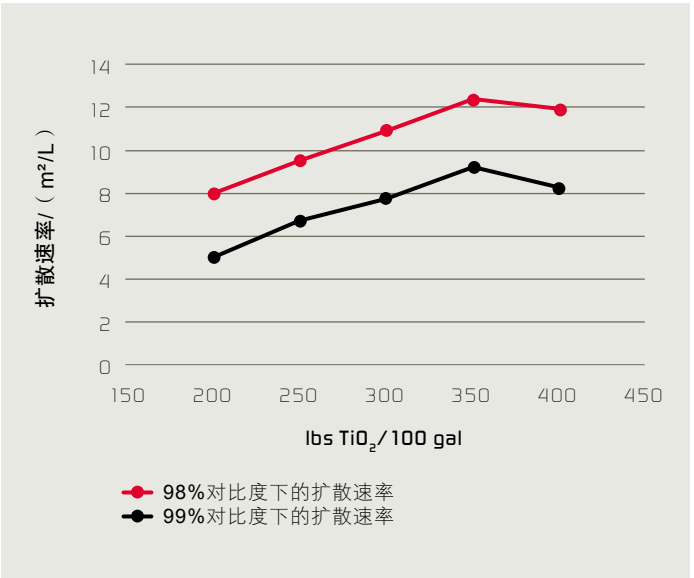


图10 扩散速率曲线，确定在TiO₂拥挤导致散射强度降低之前的最大TiO₂负载



单峰体系具有固有的更好颗粒堆积。同时，缔合增稠剂的高剪切流变响应可能由乳胶颗粒的总表面积决定。表2显示了基于底漆配方的乳胶总表面积计算。观察到一个明显的趋势，即乳胶B有最大的表面积和最高的高剪切黏度响应，而乳胶A和乳胶C的总表面积相似，因此高剪切黏度响应也相似。实际上，乳胶B的表面积大约是乳胶A或乳胶C的两倍，而乳胶B配方的高剪切黏度也大约是其其他两个的两倍。

制备了第二个底漆配方，通过添加310重量份的锐钛矿二氧化钛和去除配方中的一些水来增加涂料的固体分含量至63% ②

表3 最终底漆配方

研磨	
水	98.0
丙二醇	18.0
聚结剂“CA 5310”	15.0
疏水性分散剂	10.0
有机硅乳液消泡剂“ED 2522”	4.0
微生物杀灭剂	2.0
氢氧化铵	1.6
TiO ₂ 颜料	350.0
消光剂	10.0
调漆	
流变改性剂“PE 1330”	7.5
水	10.0
乳胶A	488.0
有机硅乳液消泡剂“SI 2210”	8.0
总质量	1 022.1
PVC/%	25
质量固体分/%	66
体积固体分/%	51

（质量分数）和50%（体积分数）。该配方还包含少量高剪切缔合聚醚增稠剂（1%（质量分数））和低剪切缔合聚氨酯增稠剂（0.10%（质量分数）），并进行了上述高剪切流变改性剂梯度研究。一般来说，乳胶A、乳胶B和乳胶C之间的流变趋势相同，乳胶A表现出最牛顿的流变行为，即对低剪切和中剪切区域的影响比其他两种乳胶小。图9仅显示添加了1%流变改性剂1330和0.10%流变改性剂“PU 1192”的流变曲线，因为黏度高，乳胶B配方中较高的1330用量在制备配方和进行测量时带来明显的问题。

表4 市售涂料排名

涂料	涂装者	总分	涂装量/g
市售 A	A	38	57.8
市售 B		32	58
市售 C		31	50.4
市售 D		31	51.6
市售 E		29	48.1
市售 F		29	52.8
市售 G		26	44.1
市售 H		25	47.9
市售 I		25	48.4
市售 J		24	48
市售 K		23	45.9
市售 L		19	40.8
市售 A	B	35.5	96
市售 B		32.5	95
市售 F		32	68
市售 G		31.5	81.3
市售 C		29	83.5
市售 J		29	77.3
市售 L		28.5	74.2
市售 I		28	79.6
市售 H		27	56.1
市售 K		26	54.9

仅这一观察结果就很好地展示了用小单峰粒径乳胶分散体制备较高固体含量涂料的限制。

为了优化配方以获得最佳遮盖性能，我们要在TiO₂拥挤导致散射强度降低之前尽可能增加TiO₂含量^[9]。因此，我们的第一步是确定在上述配方中使用的颜料分散剂和锐钛矿二氧化钛的分散剂需求。接下来测量了含有200~400重量份锐钛矿二氧化钛和相应用量分散剂的配方的扩散速率。使用疏水性分散剂分散TiO₂颜料的分散剂需求为2.75%（质量分数），最大TiO₂负载量确定约为

图11 市售涂料A（灰色—）、市售涂料B（黑色—）、市售涂料K（绿色—）和市售涂料L（红色—）之间流变流动曲线的比较

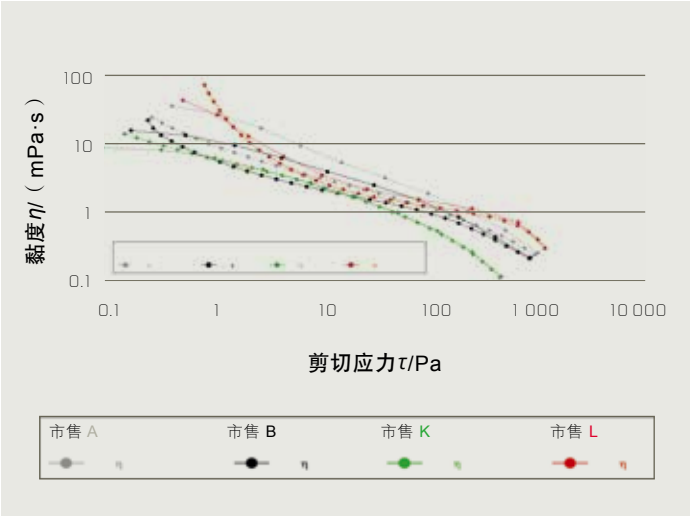


图13 含双峰乳胶A高固体分实验涂料配方13和20的流变流动曲线，与市售涂料A的比较。市售涂料A（灰色—）、配方13（蓝色—）和配方20（蓝绿色—）

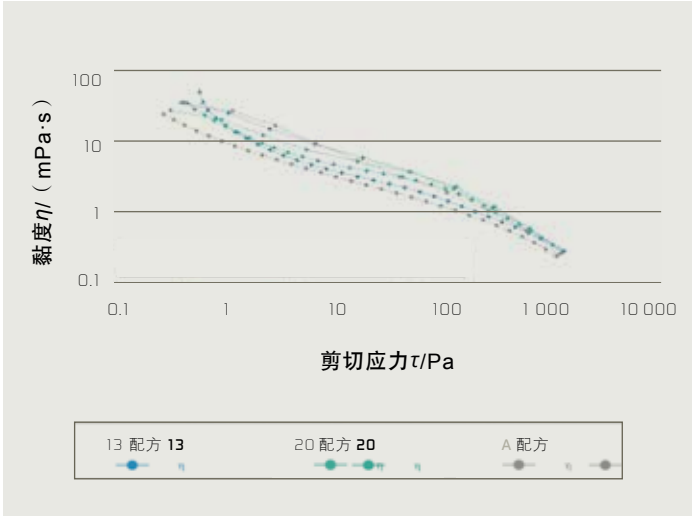


图12 市售涂料A与含1% PE 1330乳胶A和乳胶B配方的流变流动曲线比较。市售涂料A（灰色—）、含乳胶A的配方（蓝色双峰）和乳胶B的配方（橙色小单峰）

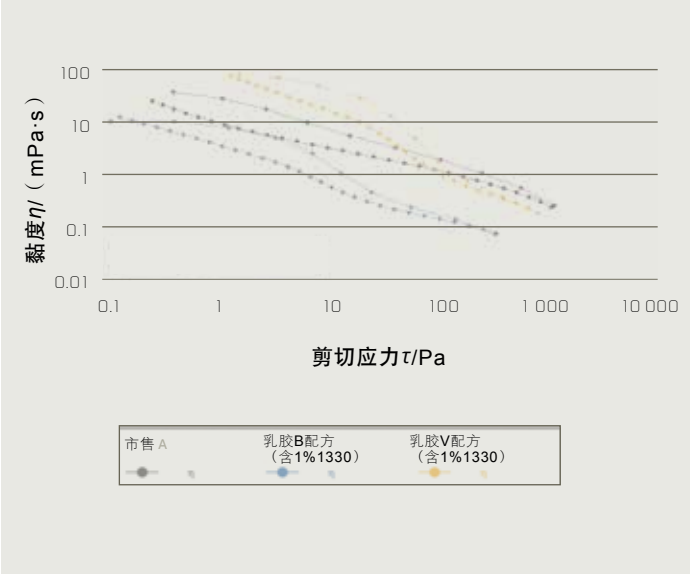
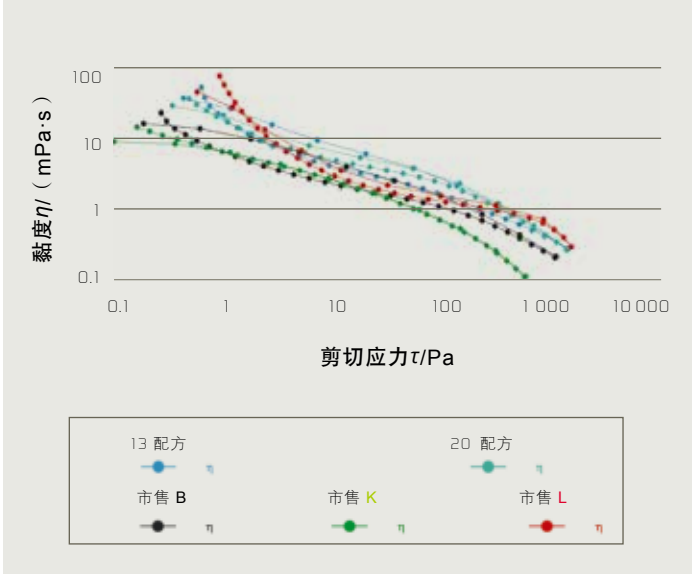


图14 在应用研究中所使用涂料的流变流动曲线，比较实验高固体分配方13（蓝色—）和20（蓝绿色—）与市售涂料B（黑色—）、市售涂料K（绿色—）和市售涂料L（红色—）



350重量份（图10）。最终底漆配方如表3所示。

涂装基准涂料

为了确定适合辊涂的流变特性和遮盖性能，使用多种市售基准涂料对1.2 x 1.2米干墙的一块预涂底漆的0.6 x 1.2米区域进行涂覆，中间有一条灰色对比条，使用宽10厘米的辊子，辊芯直径3.8厘米，带1厘米短绒毛编织辊面。

每种市售涂料由两人涂覆，涂料的装载、涂装、扩散性、飞溅/滴落、湿遮盖、干遮盖、抗流挂性、流动及流平性与整体均匀性均根据1~5的评分标准进行主观评估。测量涂料的涂装量，给出涂料的总体印象。结果汇总在表4中。

尽管涂装者A在0.6 x 1.2米的区域上涂覆的涂料量始终少于涂装者B，但偏好排名和涂料涂装量的总体趋势一致，市售涂料A和B（分别用灰色和黑色突出显示）排名最高。通常，涂料涂装量较多的涂料相较于涂装量较少的涂料更受欢迎，这与之前的消费

表5 两种最受欢迎的市售涂料（市售涂料A和B）与两种不太受欢迎的涂料（市售涂料K和L）的Leneta流动及流平性（ASTM D4062）与抗流挂性测量值

	Leneta流动及流平性	抗流挂性/mils
市售涂料 L	4	16
市售涂料 A	7	14
市售涂料 B	7	12
市售涂料 K	9	10

者市场研究一致^[6]。

注：所有使用的涂料均为半光白色基底，未添加额外颜色，尽管大多数似乎有轻微的色调。市售涂料A的颜色更为明显，这可能使其比市售涂料B具有更好的遮盖性能。此外，我们选择使用半光光泽以保持一致性，因为确定合适的流变特性应与光泽无关。该特性随后可以应用于缎光、蛋壳光或平光等较低光泽。

比较基准涂料和市售涂料的流变特性

图11显示了两种最受欢迎的市售涂料（市售涂料A和B）与两种不太受欢迎的涂料（市售涂料K和L）的流变曲线。总体来看，市售涂料K在低、中和高剪切区域的黏度较低，导致其具有更“滑”的感觉、较低的涂料转移、较低的抗流挂性，但具有良好的流动及流平性。相反，市售涂料L在低剪切和高剪切区域的黏度明显较高，导致涂料更“黏”，流动及流平性表现较差，但抗流挂性较好。市售涂料A和B的流变曲线相似，黏度特征介于市售涂料K和L之间。中高剪切黏度高，足以防止“滑”的感觉，但又不至于过“黏”，同时也允许足够的涂料转移。此外，低剪切区域在抗流挂性与流动及流平性之间取得了良好的平衡。流动及流平性与抗流挂性的测得值列于表5，与流变曲线的预测值相当吻合。

市售涂料A似乎有效地实现了整体平衡，这也是它被选作目标流变特性的原因。

图12展示了市售涂料A与表1和图8中乳胶A和乳胶B配方（含1%高剪切缔合聚醚增稠剂）的流变流动曲线的比较。这些曲线突显出，鉴于涂料固体分含量，使用小单峰粒径乳胶分散体无法实现与市售涂料A相似的流变特性，因为中低剪切黏度水平已经高于所需范围。另一方面，使用双峰高固体分乳胶的配方提供了增加低、中和高剪切区域以实现所需流变特性的机会。

接下来，为了在乳胶A的实验配方中实现所需的流变特性，系统地向表3中的最终基础配方添加了各种流变改性剂。流变改性剂及其组合如表6所示，主要由0~0.2%（质量分数）的中剪切缔合聚氨酯增稠剂组成，还有一种0~0.1%（质量分数）的低剪切非缔合丙烯酸增稠剂，提供一定的假塑性。在所有测试的组合中，样品13和20与市售涂料A的流变特性最为接近（图13）。样品13的最终流变剂组合包括0.75%（质量分数）的改性剂1330、0.1%

表6 底漆配方中流变改性剂的质量百分比/%

样品	流变改性剂				
	1330	1215	1235	1291	1180
基础配方	0.75				
1	0.75	0.1			
2	0.75	0.15			
3	0.75	0.2			
4	0.75	0.1			0.05
5	0.75	0.15			0.05
6	0.75	0.2			0.05
7	0.75	0.1			0.1
8	0.75	0.15			0.1
9	0.75	0.2			0.1
10	0.75		0.1		
11	0.75		0.15		
12	0.75		0.2		
13	0.75		0.1		0.05
14	0.75		0.15		0.05
15	0.75		0.2		0.05
16	0.75		0.1		0.1
17	0.75		0.15		0.1
18	0.75		0.2		0.1
19	0.75			0.1	
20	0.75			0.15	
21	0.75			0.2	
22	0.75			0.1	0.05
23	0.75			0.15	0.05
24	0.75			0.2	0.05
25	0.75			0.1	0.1
26	0.75			0.15	0.1
27	0.75			0.2	0.1

表7 乳胶A的实验涂料配方与市售涂料的固体分含量

	市售涂料 L	市售涂料 B	市售涂料 K	市售涂料 A	13	20
体积固体分/%	33	40	37	38	50	50
质量固体分/%	46	54	52	53	63	63

（质量分数）的改性剂“PU 1235”和0.05%（质量分数）的改性剂“AS 1180”。另一方面，样品20的最终流变剂组合包括0.75%（质量分数）的改性剂1330和0.15%（质量分数）的改性剂“PU 1291”。此外，选择样品13和20是因为样品13由于添加了碱性膨胀改性剂1180，表现出一些触变特性（时间依赖性黏度重建更渐进），而样品20则显示出更快的黏度恢复。

值得强调的是，乳胶A的实验涂料不仅能够实现与市售涂料A和B相似的流变特性，而且在体积固体分含量为50%时实现的涂料固体分含量明显高于市售涂料A和B的38%和40%（表7）。

高固体分涂料与市售涂料的应用研究

为了测试两种实验高固体分配方样品13和20的应用和遮盖性能，进行了双盲应用研究。该研究包括8名参与者，他们将实验涂料与市售涂料进行比较，包括市售涂料B、K和L。研究中使用的每种涂料的流变流动曲线如图14所示。市售涂料A未包含在此研究中，因为它具有明显的色调，与其他颜色较少的市售白色底漆或实验样品13和20（纯白色底漆无额外色调）进行遮盖比较不公平。

研究设置与上述市售涂料的辊平类似。参与者使用宽10厘米的辊子涂装每种涂料，辊芯直径3.8厘米，带1厘米短绒毛编织辊面。涂料被涂覆在1.2 x 1.2米干墙的一块预涂底漆的0.6 x 1.2米区域，中间有一条灰色对比条。为了保持一致性，市售涂料L每次

表8 平均涂装量及相应的覆盖率

	密度/ (WPG, lb/gal)	质量/g	覆盖率/ (sqft/gal)
市售涂料 L	10.4	53	709
市售涂料 B	11.1	68	592
市售涂料 K	10.7	60	650
样品13配方	11.1	79	510
样品20配方	11.1	71	567

都涂装在1.2 x 1.2米的板的左侧作为参照。其他市售涂料和乳胶A的实验涂料配方在参与者之间随机分配，涂装在板的右侧（图15）。除了测量涂料的涂装量和最终干膜的不透明度外，我们还记录了参与者对涂料在辊子上的装载情况、扩散性、涂装感受、主观湿遮盖和干遮盖、抗流挂性、流动及流平性、整体均匀性以及基于涂装感受、遮盖性能和干涂层整体外观的最终强制排名（1：最佳，5：最差）。图16和图17显示各种涂料之间的涂料涂装量存在显著差异，涂装者在使用高固体分乳胶A配方时，涂料的涂装量普遍较多，并且更喜欢这些配方而非市售涂料。每种涂料类型的平均涂料涂装量及其覆盖率（sqft/gal）列于表8。该表

图15 一名参与者的双盲辊平研究结果实例



图16 8名参与者对市售涂料和乳胶A的实验涂料配方的涂料涂装量和最终排名（1：最佳，5：最差）的比较

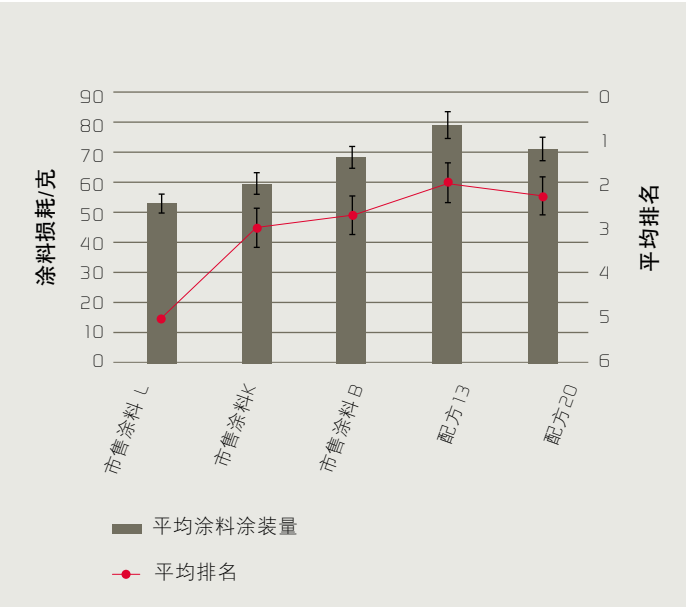
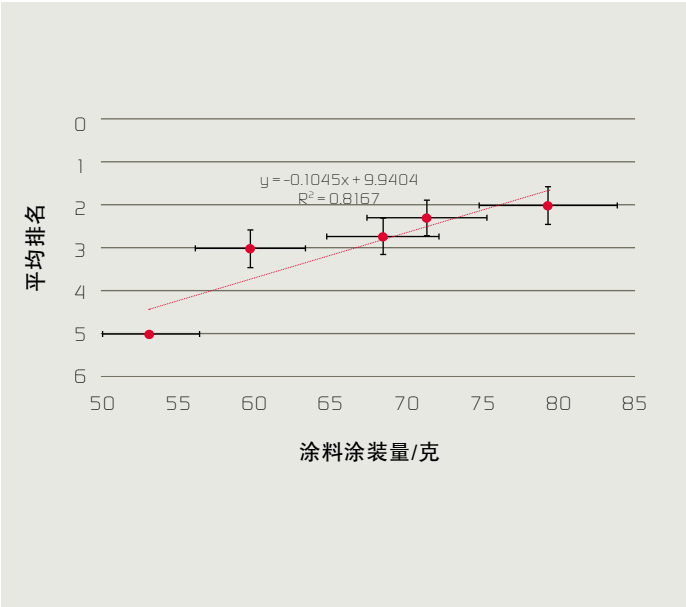


图17 8名参与者对市售涂料和乳胶A的实验涂料配方的平均排名（1：最佳，5：最差）与涂料涂装量



显示，即使在样品13的最高平均涂料涂装量（79克/0.6 x 1.2米）下，扩散率仍远高于大多数涂料生产商推荐的约400 sqft/gal的最低扩散率。此外，即使涂料涂装量达到最高（接近90克），所实现的覆盖率仍约为450 sqft/gal。

此外，图18~20表明，涂料涂装量的增加导致更高的不透明度（即更好的遮盖）和更好的涂装体验。最后，表9突出了8名参与者对每种涂料记录的一些常见语句，进一步确认了使用高固体分乳胶A配制的实验涂料能够提供良好的涂装体验和更好的遮盖性能。

进一步提升消费者体验的潜力

本研究的结果表明，高固体分双峰乳胶聚合物分散体能够实现：

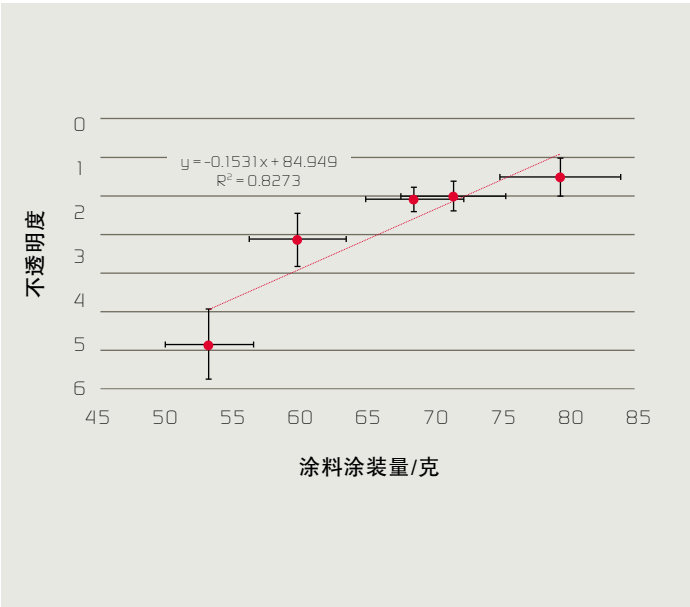
- >制备体积固体分>50%的高固体分涂料，及
- >实现一种流变特性，使得涂料转移更多，即在辊涂时获得更高的湿膜厚度，同时在抗流挂性（中低剪切区域的黏度足够）和流动及流平性（极低剪切区域的黏度足够低）之间取得良好平衡。

虽然两者之一可能通过其他配方技术独立实现，但将涂料

表9 8名参与者对每种涂料记录的常见语句汇总

市售涂料L	市售涂料K	市售涂料B
- 黏 - 厚涂料扩散性差 - 遮盖效果差 - 回滚时：是在改善还是恶化	- 更滑 - 能够装载更多涂料 - 太滑，缺乏涂刷阻力。太滑了，天哪 - 墙上涂料太多，辊子漂浮在上面 - 滑动顺畅/容易 - 扩散性好 - 感觉非常滑 - 良好的湿遮盖	- 装载容易 - 更好地控制辊子上的涂料量 - 光滑 - 涂料延展性好 - 氨气味道 - 滚动时感觉不错 - 扩散性好 - 良好的湿遮盖
配方13	配方20	
- 我喜欢它装载在辊子上的感觉 - 更容易装载所需的涂料量 - 感觉不错，尽管它更厚 - 对于它的厚度来说，扩散性很好 - 厚，但装载和扩散都很好 - 不担心涂覆过量 - 能够无意识地添加更多 - 良好的湿遮盖 - 折中	- 装载相当好 - 良好的转移 - 扩散性好，滑动但不滑 - 可以更快实现最佳遮盖 - 几乎看不到灰色条纹了 - 光滑 - 尽管涂刷阻力更大，但不需要更多点涂修整 - 一层……我相信	

图18 8名参与者的涂料涂装量与干膜不透明度的相关性



高固体分含量与更厚的湿膜结合在一起，可以改善一次涂覆的遮盖性能，这最终会改善涂装体验并减少最终消费者的投诉。

未来在北美聚合物开发工作的重点将是进一步提升其他关键的干膜性能，包括耐污性和耐擦洗性。通过将高固体分和双峰粒径分布引入专为北美市场设计，具备良好耐污性和耐擦洗性的乳胶中，我们不仅要利用通过正确配方实现的良好涂装和遮盖性能，而且提供更好的耐用性和持久性。这种整体方法确保了整体提升消费者体验，提供的涂料不仅在涂装过程中表现出色，而且随着时间的推移保持其质量和外观。

致谢

我们衷心感谢Bas Lohmeijer、Robert Wrazidlo和Xin Li的宝贵贡献和支持，其对本项工作的质量和方向影响很大。

参考文献

[1] Kunitz, M. An Empirical Formula for the Relation Between Viscosity of Solution and Volume of Solute. The Journal of General Physiology 1926, 715-725

[2] Farr, R. S., & Groot, R. D. Close packing density of polydisperse hard spheres. Journal Of Chemical Physics 2008

[3] Baranau, V., & Tallarek, U. Random-close packing limits for monodisperse and polydisperse hard spheres. Soft Matter 2014, 3826-3841

[4] Lohmeijer, B., Roschmann, K., Weiner, S., & Baumstark, R. Wood you paint this! Water-borne high-solids dispersions have been synthesized for wood coatings. European Coatings Journal 2023, pp. 50-55

图19 8名参与者对市售涂料和乳胶A实验涂料配方的干膜不透明度与最终排名（1：最佳，5：最差）的比较

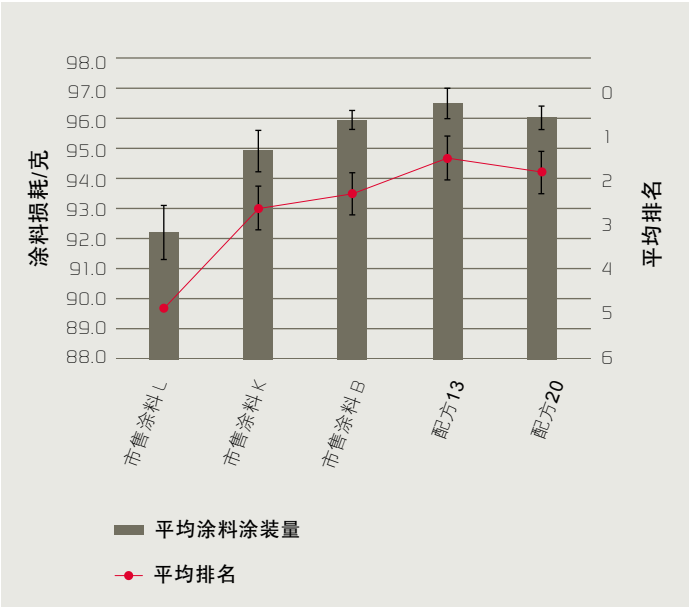
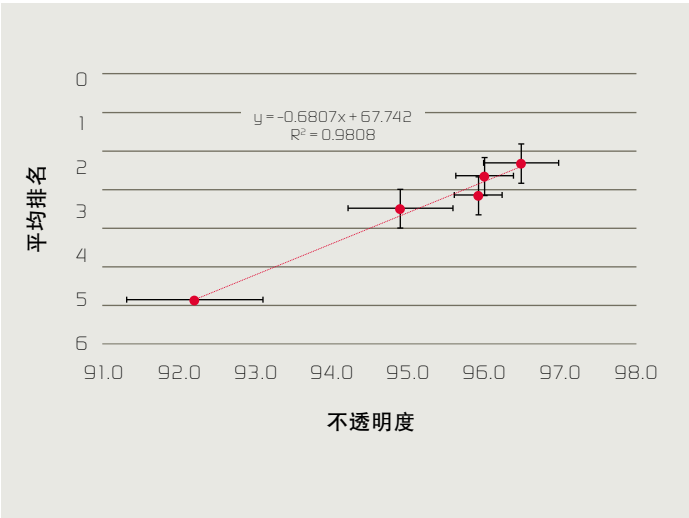


图20 8名参与者对市售涂料和乳胶A实验涂料配方的平均排名（1：最佳，5：最差）与最终干膜不透明度



[5] Smith, A. Optimized Use of Titanium Dioxide: Reducing the cost of white opacity. CoatingsTech Magazine 2012, pp. 52-53

[6] Krayer, M., Jarriel, A., Task, K., & Mustafa, M. Quantifying and Modeling DIY Architectural Paint Application and Appearance. Paint & Coatings Industry 2018



Michael Krayer
BASF公司
michael.krayer@basf.com

来源: Dannytax - Fotolia.com



展览会

2025年9月3-5日
中国国际涂料博览会
中国上海
www.coatshow.cn

2024年9月11-13日
2024亚太涂料展
印尼雅加达
www.asiapacificcoatingsshow.com

会议

2024年9月11-13日
2024 FEICA欧洲黏合剂和密封剂
会议和博览会
荷兰诺德韦克豪特
www.feica.eu

2024年9月18日
欧洲涂料罐听和卷材涂料会议
线上
www.european-coatings.com/events

2024年9月19日
欧洲涂料杀菌剂和替代品会议
线上
www.european-coatings.com/events

2024年9月23-25日
欧洲技术涂料大会-ETCC
法国巴黎
www.etcc2024.org

2024年10月9-11日
CEPE-年会
丹麦哥本哈根
www.cepe.org/events

2024年10月22-23日

木器涂料大会
荷兰阿姆斯特丹
www.european-coatings.com/events

2024年11月5-6日
欧洲涂料生物基和水性涂料会议
德国科隆
www.european-coatings.com/events

2024年11月18-19日
欧洲涂料理解PFAS和重新设计不
含PFAS的涂料配方
德国科隆
www.european-coatings.com/events

研讨会

2024年9月2日
欧洲涂料短课程|木器涂料原理
在线
www.european-coatings.com/events

2024年9月3日
欧洲涂料短课程|水性高性能涂料
在线
www.european-coatings.com/events

2024年9月4日
欧洲涂料短课程|聚氨酯涂料
在线
www.european-coatings.com/events

2024年9月5日
欧洲涂料短课程|防腐涂料简介
在线
www.european-coatings.com/events

2024年9月6日
欧洲涂料短课程|功能涂料基础
在线
www.european-coatings.com/events



2025年9月3-5日
2025中国国际涂料博览会
中国上海
www.coatshow.cn



您想将贵公司的活动加入到我们的活动列表中吗?
请联系我们的广告营销团队:

冯立辉 电话: +8610-62252420 62253830 67603801
邮箱: chinacoatingnet@vip.163.com

欧洲涂料杂志 中文版
2024年第07/08期(月刊)

主办单位

中国涂料工业协会

出版单位

《中国涂料》杂志社有限公司

主 编

徐 艳 + 86 10 62252368

执行主编

樊 森 + 86 10 62252368

编 辑

王 石 王 欢 + 86 10 62252368

广告部

冯立辉 王明茹 + 86 10 62252420

张世凤 李 雯 + 86 10 67603801, 62253830

崔桐源 + 86 10 64827048

订 阅

李 雯 + 86 10 62253830, 62252420

设 计

朱玉文 杨永新 + 86 10 62253830, 62252420

地址：北京市丰台区成寿寺158号办公楼四层西侧 邮编：100079

E-mail: chinacoatingnet@vip.163.com

www.chinacoatings.com.cn

www.chinacoatingnet.com

版权声明：本刊登载的文章，未经许可不得转载，转载须注明出处。



ECJ中文版
官方微信公众平台



《中国涂料》
官方微信公众平台



中国涂料工业协会
官方微信公众平台

»» FASTEN YOUR SEAT BELT!

The EC Tech Reports bring you up to speed on the latest technical developments in key coatings topics!



Each multimedia bundle contains:

- » in-depth technical articles from the EC Journal
- » milestone recordings from the EC/EC Show Conferences
- » must-read book chapters from the EC Library

Check out the latest reports:



SUSTAINABILITY



BIO-BASED COATINGS



WATER-BORNE COATINGS



EUROPEAN

COATINGS tech report

www.european-coatings.com/shop



EUROPEAN

COATINGS

tech report

www.european-coatings.com

NEW!

TITANIUM DIOXIDE OPTIMIZED AND EFFICIENT USE



Save time and get smart quick thanks to this unique **multi-media PDF bundle of focussed expert information.**

Selected for you **from the editorial team of the EC JOURNAL** – the industry's leading publication for coatings technology!

Your multi-media PDF bundle contains:

- » in-depth **technical articles** from the EC JOURNAL
- » milestone **recordings** from the EC/EC SHOW CONFERENCES
- » must-read **book chapters** from the EC LIBRARY

**MULTI-MEDIA PDF BUNDLE
FOCUSSING ON
KEY RAW MATERIAL!**

» TITANIUM DIOXIDE

OPTIMIZED AND EFFICIENT USE

Get up to speed on the latest technical developments and trends!

Learn more about cost optimization by lowering the content of titanium dioxide in paints by exploiting synergies with functional or synthetic fillers.

Find out how the pigment's properties are optimized in accordance with customer requirements to make it easier to handle and, at the same time, less expensive.

Explore the latest findings about TiO_2 -based nanotechnology for smart and functional coatings and understand the methods to improve coatings properties by optimizing the performance of titanium dioxide.

Get an overview of the current situation regarding labelling rules as well as an outlook on the future.



*look inside
the report
and order now!*

EUROPEAN

COATINGS **tech report**

www.european-coatings.com/shop



橙皮制成的环氧树脂

环氧树脂 现在，环氧树脂能够以可持续发展的方式从橙皮中生产，为传统的原油基塑料提供了一种生态友好的替代品。研究人员从橙皮废料中提取橙油，对其进行化学改性，将其用于黏合剂、地板和复合材料中。通过加入亚麻或大麻等天然纤维，该项目提高了这些树脂的可持续发展性。该倡议由德国联邦部资助，突显了食品工业副产品在支持资源保护和气候保护方面的潜力。



Industrieverband Klebstoffe e.V., May 2024.

来源:Andrea - stock.adobe.com

新闻世界

最新研发新闻

生态友好抗菌食品包装

抗菌涂料 研究人员开发了一种生态友好食品包装，使用涂有生物基抗菌溶液的纸，该溶液由淀粉、木素磺酸盐、纳米纤维和银纳米颗粒组成。该涂层提高了疏水性、强度和对空气及紫外线的屏障性能。用这种纸包装的樱桃番茄至少保鲜七天，突显了其在食品包装应用中的潜力。

Xia et al., International Journal of Biological Macromolecules, Volume 254, January 2024.



来源:imagedb.com - stock.adobe.com

原位曝气和介电泳防污策略

防污 一种新颖的油污水处理方法利用超亲水TiSe₂纳米球和电场进行原位曝气和介电泳。这一策略使抗污能力提高了90%，并实现了对油水乳液分离效率超过99%。利用海水的高盐度，该方法在使用4个月后仍然有效。

Lu et al., Journal of Membrane Science, Volume 692, February 2024.



来源:jd-photon design - stock.adobe.com

风力涡轮机叶片的超疏水涂料

防冰涂料 最近的一项研究讨论了风力涡轮机在寒冷或高海拔地区因冬季结冰而面临的问题，这影响了它们的效率和稳定性。研究人员正在探索超疏水防冰涂料来应对这些挑战。他们检查了表面润湿性理论、叶片结冰机制以及制备超疏水涂料的各种方法。该研究还建议增强这些涂料的附加功能，如自清洁和防腐蚀，以提高耐用性。

Liu et al., Progress in Organic Coatings, Volume 187, February 2024.

生物基木器保护的进展

木器涂料 最近发表的一篇综述强调了最近木器涂料行业向生物基资源和循环经济原则持续转变的趋势，促进了生态友好替代品的发展。在应对木器脆弱性方面，这项研究调查了使用天然化合物和生物基聚合物来增强木器涂料。

Calovi et al., Applied Sciences, Volume 14, Issue 2, January 2024.

航空铝合金的腐蚀防护

腐蚀防护 一种新的生态友好的航空铝合金腐蚀防护方法包括基于稀土元素基和混合涂料。铈基和聚合物涂料以及纳米技术（如石墨烯）等创新提高了耐用性和自修复能力，在可持续发展与有效防护之间取得了平衡。研究证明，必须转向创新的表面处理技术才能实现环境可持续发展与有效腐蚀防护解决方案之间的平衡。

Zhu & Liv, International Journal of Electrochemical Science, Volume 19, Issue 2, February 2024.

EUROPEAN

www.european-coatings.com

COATINGS tech report

NEW!

Outdoor Wood Coatings

Deep technological and market
insights from the **EC JOURNAL**

Important fundamentals
from the **EC LIBRARY**

Cornerstone recordings from the
EC and ECS CONFERENCES



VINCENTZ

**MULTI-MEDIA PDF BUNDLE
FOCUSSING ON
KEY APPLICATION!**

» OUTDOOR WOOD COATINGS

Get up to speed with the latest developments in outdoor wood coatings with the new multi-media EC Tech Report!

Enter the subject of outdoor wood coatings formulation like never before, with technical articles, market insights, and essential fundamentals distilled from renowned book excerpts.

Discover the future of wood coatings with a focus on water-borne and bio-based raw materials, paving the way for sustainable, environmentally friendly solutions. Learn to better analyze and optimize coatings performance and gain the knowledge you need to develop wood coatings with unparalleled efficiency and a smaller environmental footprint.

Gain instant access to exclusive videos on the topic from the EC SHOW Conferences and stay ahead of the curve without the hassle of extensive research. The EC Tech Report delivers the latest findings directly to you – exclusively selected from the editorial team of the EC Journal.

Save time and get smart quick thanks to this unique **multi-media PDF bundle of focussed expert information.**

Selected for you **from the editorial team of the EC JOURNAL** – the industry's leading publication for coatings technology!

Your multi-media PDF bundle contains:

- » in-depth **technical articles** from the **EC JOURNAL**
- » milestone **recordings** from the **EC/EC SHOW CONFERENCES**
- » must-read **book chapters** from the **EC LIBRARY**



*look inside
the report
and order now!*

EUROPEAN

COATINGS tech report

www.european-coatings.com/shop



VINCENTZ

EUROPEAN

www.european-coatings.com

COATINGS tech report

NEW!



High-performance Polyurethanes



Deep technological and market
insights from the **EC JOURNAL**

Important fundamentals
from the **EC LIBRARY**

Cornerstone recordings from the
EC and ECS CONFERENCES



**MULTI-MEDIA PDF BUNDLE
FOCUSING ON
KEY RAW MATERIAL!**



HIGH- PERFORMANCE POLYURETHANES

**Get up to speed with the
latest developments in
high-performance polyure-
thanes thanks to the new
multi-media EC Tech Report!**

Placing special focus on innovative and environmentally friendly formulation of coatings systems, this extensive report presents a unique collection of in-depth technical papers in the field of polyurethanes.

The new EC Tech Report navigates the entire spectrum of polyurethane innovation – rounded off with invaluable fundamentals from book excerpts, a market report on the global protective coatings sector, a product overview of polyurethane dispersions for coatings systems, and cutting-edge conference videos.

Save time and get smart quick thanks to this unique **multi-media PDF bundle of focussed expert information.**

Selected for you **from the editorial team of the EC JOURNAL** – the industry's leading publication for coatings technology!

Your multi-media PDF bundle contains:

- » in-depth **technical articles** from the **EC JOURNAL**
- » milestone **recordings** from the **EC/EC SHOW CONFERENCES**
- » must-read **book chapters** from the **EC LIBRARY**



*look inside
the report
and order now!*

EUROPEAN

COATINGS tech report

www.european-coatings.com/shop

