PCI 中文版
Paint & Coatings Industry

2023年12月
December

本期要目

封装有机硅添加剂以提高相容性和长期功效

不含重金属的缓蚀剂推动水性涂料的可持续发展

粉末涂料的金属预处理

服务于全球的涂料油墨粘合剂生产商和配方设计师

用于冷屋顶的白色颜料

内部交流资料 仅限赠阅

A bnp media PUBLICATION

www.pcimag.com
www.pcimagcn.com

助力中国水性涂料配方升级 / 水性涂料成膜助剂综合解决方案提供商

内墙涂料

DALPAD H（耐擦洗）
DALPAD C（净味涂料）
DALPAD 292（零VOC）
UCAR FILMER IBT 十二醇酯

木器涂料

PNB 丙二醇丁醚
DPM 二丙二醇甲醚
DPNB 二丙二醇丁醚
TPNB 三丙二醇丁醚
DPNP 二丙二醇丙醚

水性阴极电泳涂料

PM 丙二醇甲醚
PPH 丙二醇苯醚
HECS 乙二醇己醚
EHP乙二醇异辛醚
BuCS 乙二醇丁醚
CARBITOL 二乙二醇乙醚

水性工业防腐

PM 丙二醇甲醚
DPM 二丙二醇甲醚
BuCS 乙二醇丁醚
BuCS 二乙二醇丁醚
PNB 丙二醇丁醚
DPNB 二丙二醇丁醚

水性聚氨酯

DPM 二丙二醇甲醚
DMM 二丙二醇甲醚
DPNB 二丙二醇丁醚
PGDA 丙二醇二醋酸酯

水性环氧

PNB 丙二醇丁醚
PPH 丙二醇苯醚
DPNB 二丙二醇丁醚
HEXYL CELLOSOLVE 乙二醇己醚

水性丙烯酸

DPNB 二丙二醇丁醚
DALPAD H（耐擦洗）
DALPAD C（净味涂料）
DALPAD 292（零VOC）
UCAR FILMER IBT 十二醇酯

溶剂型涂料功能性溶剂

EEP 3- 乙氧基丙酸乙酯
PGDA 丙二醇二醋酸酯
DPMA 二丙二醇甲醚醋酸酯
N-BUTYL PROPIONATE 丙酸正丁酯

上海蒂凯姆实业有限公司
索样联系人：谢森宏15221194172

恒和永盛

聚合你我

共筑美好生活

HENGHEYONGSHENG

产品系列

- 建筑涂料乳液
- 建材防水乳液
- 水性工业树脂
- 运动地坪乳液
- 胶粘剂乳液
- 水性特种乳液

目 录

2023年12月

专题文章

11 日光荧光颜料——为产品和应用提供发光色彩世界的技术
Brilliant Group, Inc.

16 Ask Joe Powder
ChemQuest Powder Coating Research

18 新型白色颜料是冷屋顶涂料的理想选择
U.S. Silica Company

22 新一代建筑色浆 **Vibrantz Technologies**

26 开创涂料添加剂的绿色未来 **MÜNZING Chemie**

32 不含重金属的缓蚀剂推动水性涂料的可持续发展 **ICL**

36 封装有机硅添加剂以提高相容性和长期功效
BYK Chemie GmbH

专栏

3 编者视角

3 广告索引

4 市场报告

7 国际新闻

10 国内新闻

图片来源:RHJ,iStock,华盖创意图片社

PCI Paint & Coatings Industry

出版/销售部门

集团出版人/ Tom Fowler
副出版人/主编 Kristin Johansson
E-mail: johanssonk@bnpmedia.com
东海岸销售 E-mail: fowlert@bnpmedia.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-maill: 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

美国主编 Courtney Bassett
E-mail: bassettc@bnpmedia.com
中国主编 Sophie Fu
E-mail: Sophie.fu@pcimagcn.com
中国编辑 Sindy Wang Chris Yin
美术设计 Niki Bonkoski
制作经理 Kristen Carpenter
E-mail: carpenterk@bnpmedia.com

本期轮值编委

盛洪 付绍祥 裴道海 周建龙
万书青 王立峰

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

WCS的教育与网络

作者 **Kristin Johansson**，副社长/主编 | PCI

我们涂料行业的许多人都参加了最近在巴黎拉斯维加斯酒店和会议中心举行的西部涂料研讨博览会。这个两年一度的活动由洛杉矶涂料技术协会（LASCT）、太平洋西北涂料技术协会（PNWSCT）、金门涂料技术协会（GGSCT）和亚利桑那涂料技术协会（ASCT）共同组织。这四个组织的主要任务是为其成员提供教育和交流机会，并向关注涂料研究或相关研究领域的学生和学术机构颁发奖学金/助学金。

本次活动的教育和交流机会令人收益颇丰。WCS同时拥有五个技术讲座通道，为与会者提供了各种学习机会，涉及的主题包括新兴趋势、延长涂料生命周期、具抗菌功能的高触感涂料、优化粉末涂料的性能和碳足迹、人工智能和机器学习等等。

会议还展开了两场主题演讲和一场领导力小组讨论。第一场主题演讲的演讲人是巴斯夫美洲公司分散体、树脂和添加剂高级副总裁Denise Hartmann，他的主题是《涂料行业的伙伴关系和信任：以过去为视角展望未来》。第二场主题演讲人为赢创公司区域发展副总裁Stuart Hayes，他讨论了《可持续发展——超越化学的领先地位》主题。

Hartmann还参加了领导力小组讨论，其中还包括Azelis Americas CASE的首席开发副总裁Eva O’Keefe、IMCD涂料与建材美洲副总裁Muge Tamkan、Dunn-Edwards公司（Nippon涂料公司）产品开发技术总监Allen Bulick博士、加拿大涂料协会主席兼首席执行官Gary Leroux，这些行业资深人士花了60分钟讨论在化学和涂料领域的变革。

在Cromwell的Drais顶层夜总会举行的欢迎招待会上、在咖啡休息室、会议最后一天下午的开放式酒吧，以及几个小时的展厅活动中，大家都有交流的机会。今年，有100家参展商展示了他们为涂料制造商提供的最新技术和服务。PCI在本期中介绍了其中一些新产品，点击此处查看。

我与几位参展商聊了聊他们对今年WCS的印象，总体而言，反馈是积极的，以下是他们的一些评论。

“展会上高质量的可持续发展讨论给我留下了深刻印象，以及多项新的创新也是，这将有助于行业更好地为未来的法规做准备——特别是生产不含PFAS或二苯甲酮的产品。我和我的同事们还发现了许多非技术性演讲的价值，这些演讲涵盖了诸如新冠肺炎后的工作场所，以及人工智能和机器学习在实验室中日益重要等主题。总的来说，我们认为此次展会是成功的，很高兴在拉斯维加斯见到大家。”—— Eric Dumain，阿科玛涂料全球营销总监

“在今年的WCS会议上，人们对人工智能、数字化和可持续性的高度关注令人兴奋。Albert很高兴能积极参与并为我们行业的这一重要旅程做出贡献。”—— Nick Talken，Albert Invent公司首席执行官兼联合创始人

“西部涂料研讨博览会是一场必办的活动，因其提供了大量的信息和技术会谈，并有足够的时间与客户面对面进行交流和探讨，这对于突出我们的产品制定或提供解决方案至关重要。” —— Katherine Hacek-Catlett，Colonial化工公司市场经理

非常感谢西部涂料协会举办了一场有教育意义、有益、有趣且完满的活动。我们在2025年再见！

广告索引

蒂凯姆.....C2
www.titanchem.com

恒和永盛.....1
www.henghe-group.com

拿个样App.....31
www.pcimagcn.com

PCI.....42
www.pcimagcn.com

拿个样商铺.....C3
www.pcimagcn.com

YCK 毅克化学.....C4
www.yck.cn

阿克苏诺贝尔与关西涂料中止非洲并购交易

阿克苏诺贝尔和关西涂料公司已达成一致，不再继续进行该公司在非洲收购关西油漆和涂料业务的计划。

阿克苏诺贝尔首席执行官Greg Poux-Guillaume在评论这一决定时表示："令人失望的是，这一预期的收购无法向前推进，但我们仍对阿克苏诺贝尔在非洲的业务和品牌充满信心，公司将继续巩固在非洲的业务和品牌领先。随着阿克苏诺贝尔的业绩反弹步伐加快，公司的资产负债表也将加快修复。"

两家公司同意不收取分手费。

Bodo Möller化学与汉高达成汽车行业合作伙伴关系

Bodo Möller化学公司正在扩大与汉高的合作伙伴关系。随着位于爱沙尼亚塔尔图的新子公司Bodo Möller Chemie Baltics OÜ的成立，这家特种化学品专家现在正在分销整个LOCTITE®产品组合，该系列产品用于工业制造、车辆和工业系统的维护和维修。更重要的是，Bodo Möller Chemie Technical Sales现在也可服务于爱沙尼亚、拉脱维亚和立陶宛等波罗的海国家。

Bodo Möller化学与汉高达成汽车行业合作伙伴关系；图片由Bodo Möller化学提供。

Bodo Möller化学和汉高已经有了悠久而成功的合作历史。作为合作伙伴关系的一部分，该总部位于奥芬巴赫的特种化学品专家销售汉高工业粘合剂和密封剂、包装和木器粘合剂、清洁剂、表面技术、铸造化合物和用于电子应用的导热材料等，其在爱沙尼亚塔尔图市设立子公司并获得LOCTITE®，TEROSON®和Technomelt® 品牌的分销权后，Bodo Möller化学现在还分销汉高粘合剂、密封剂和功能性涂料，用于工业，汽车行业和工业制造的维修和维护。拥有汉高这个强大的合作伙伴，该公司能够巩固其作为应用专家的地位。"扩大合作范围，将LOCTITE®产品组合纳入工业和汽车应用领域，是我们与宝贵的合作伙伴汉高共同发展战略的又一个决定性步骤。这一战略合作不仅加强了我们的全球影响力，而且强调了我们共同的承诺，即通过卓越的解决方案为全球客户提供附加值，"Bodo Möller化学集团董事会主席Frank Haug表示。"自2018年以来，与汉高在东欧的合作发展非常迅速。在接手LOCTITE®和TEROSON®产品在波罗的海国家的分销后，汉高成为我们在该地区的主要供应商。我们对此感到非常高兴，这为我们提供了新的业务增长前景，"Bodo Möller化学波兰配方体系东欧销售总监Maciej Nawrot补充道。

"对我们汉高来说，一切皆以客户为中心，且一直如此。无论客户身在何处，我们都强调更有效地与客户接触，成为他们全球可靠的合作伙伴。进一步加强我们与Bodo Möller化学的合作，使我们更接近我们的客户及满足波罗的海市场的需求，将我们的专业知识和经验直接带入这种伙伴关系。我们的顶级粘合剂品牌LOCTITE®，TEROSON®和Technomelt®不仅适合Bodo Möller化学的产品组合，实际上也是对其的补充。这对我们的全球LOCTITE®品牌尤其重要，将该品牌产品覆盖全球是我们对LOCTITE®工业设计师、工程师和机械师的承诺。与波罗的海国家的Bodo Möller 化学合作，我们不仅能继续保证在这三个国家的市场覆盖率，还将进一步加强该市场，"汉高粘合剂技术副总裁Jörg von Ameln表示道。

关于Bodo Möller化学的更多信息，请访问www.bm-c-hemie.com了解。

巴斯夫融资400亿元用于一体化工厂建设

巴斯夫利用中国目前的低利率环境，为其在中国广东湛江一体化基地签署了一项价值400亿元人民币（约50亿欧元）的银团银行定期贷款融资，期限为15年。新基地目前正在建设中，该贷款将由中国主要银行提供，并提供灵活的还款选择，以优化巴斯夫的现金利用率。

巴斯夫以约20%的股权和80%的债务相结合的方式为湛江一体化基地融资。巴斯夫欧洲公司首席财务官Dirk Elvermann博士表示："通过签署这项银行定期贷款协议，巴斯夫正在实施其利用中国资金为湛江项目提供资金的战略。"巴斯夫的财务实力以及在中国强劲的销售和盈利增长的良好过往，使其能够获得极具吸引力的贷款融资条件。

"当地银行市场对该项目的大力支持给我们留下了深刻的印象，"巴斯夫财务总裁Christian Jutzi说道。"这凸显了我们的银行合作伙伴对我们新的一体化网站将成为长期盈利和可持续增长的关键平台充满信心。"

湛江一体化基地项目是巴斯夫迄今为止最大的单笔投资项目，总投资额将达100亿欧元，并由巴斯夫独立建设运营。建成后，该基地将成为巴斯夫在全球的第三大生产基地，仅次于德国路德维希港和比利时安特卫普基地。

点击此链接：https://www.basf.com/global/en/investors/creditor-relations.html，了解更多关于巴斯夫的故事。

涂料科学国际会议发布2024年活动详情

CoSI是专注于涂料科学和创新的大会，在三天的时间里，平均进行30场讲座和20多场海报宣传和演讲，参会者最多

保持在110人，并一起午餐和晚餐，参加社交活动，形成一个有凝聚力的群体，以最大限度地发挥互动作用。

访问http://www.coatings-science.com，可了解更多关于会议和赞助的相关信息。

涂料科学国际会议发布2024年活动详情；图片由CoSI提供。

The conference has also issued a call for abstracts until the deadline of December 18th 2023．会议还发布了论文摘要征集，收稿截止日期为 2023年12月18日。

2024 CoSI的重点演讲嘉宾如下：

- Jaime Grunlan教授，德克萨斯农工大学，美国奥斯汀
- Lars Wågberg教授，瑞典皇家理工学院，瑞典斯德哥尔摩
- Michele Fedel博士，特伦托大学副教授，意大利特伦托
- Zeljko Tomovic教授，埃因霍温理工大学，荷兰埃因霍温
- Sanja Martinez教授，萨格勒布大学，克罗地亚萨格勒布
- Nergis Arsu教授，Yildiz科技大学，土耳其伊斯坦布尔
- Ilse van Casteren博士，科思创公司，荷兰Waalwijk
- Valentina Cuzzucoli Crucitti博士，诺丁汉大学，英国诺丁汉

赢创的目标是到2030年实现至少10亿欧元的循环经济销售额

赢创正大力发展循环经济解决方案，并设定目标：到2030年，每年通过可循环产品和技术创造至少10亿欧元的额外销售额。赢创执行董事会副主席Harald Schwager表示：“循环经济是赢创实现强劲增长的重要动力，有助于我们创造可持续价值。”

赢创的循环经济战略基于多个方面，包括：通过添加剂和特种产品，进一步助力循环经济发展；提高基于再生材料、生物质和二氧化碳的非化石原料的利用率；开发自有技术，实现材料循环的闭环。相关案例包括对无法进行机械回收的废弃PET塑料进行化学回收、将二氧化碳和生物基原料转化为化工原料。

赢创循环经济项目及智能材料业务部门负责人Lauren Kjeldsen表示：“我们希望推动整个行业实现循环发展。凭借在特种化学品领域的专业知识和经验，我们能够助力客户向循环发展转型，提高其生产工艺的效率，并且在遵循‘循环设计’理念的同时提高产品品质。”

赢创循环经济项目囊括了公司在全球范围内的各类相关活动。项目负责人Patrick Glöckner表示：“成功实现循环经济首先需要强有力的伙伴关系和卓越的团队精神。通过建立合作伙伴生态网络，我们可以针对不同价值链打造循环解决方案。”

一直以来，赢创致力于推动资源的高效利用。2020年，赢创在全球范围内启动了循环塑料项目，正式开始其塑料循环利用之旅。2022年，循环塑料项目产生了超过3000万欧元的额外销售额，高于集团预期。此前，赢创预计，到2030年，其全球循环塑料项目每年可创造3.5亿欧元的额外销售额。

为了将不同价值链的更多活动囊括进来，赢创启动了全新循环经济项目，替代原先的全球循环塑料项目。对赢创而言，循环经济项目是实现可持续增长，兼顾经济、生态和社会效益的关键所在。

Bodo Möller化学与CABB建立合作伙伴关系

Bodo Möller化学公司通过与二氢酐专家CABB合作，扩大了其在CASE领域(涂料、粘合剂、密封剂和弹性体)的产品组合，此次合作将扩大Bodo Möller化学在欧洲的特种二酐类业务。CABB集团主要开发和生产高性能二酐类、活性成分和优质中间体等产品。

CABB专注于为领先公司生产复杂度高的以客户为导向的特定分子，特别是在作物科学，生命科学和高性能材料领域。二酐类如BTDA（3,3',4,4'-二苯甲酮四羧酸二酐）被用作环氧树脂的硬化剂(固化剂)或聚酰亚胺的共聚单体，以生产具有优异热机械和电绝缘性能的聚合物。CABB的特殊二酐用于粘合剂、涂料（包括粉末涂料）、复合材料、铸造材料和电子应用的介电膜等产品。

Bodo Möller Chemie的业务发展总监Volker Oehl表示：“CABB是全球唯一一家以工业规模生产这种分子的制造商，因此，Bodo Möller Chemie也是该分子在欧洲的唯一销售渠道”。

CABB特种和高性能化学品销售主管Christian Schulz博士表示：“由于与Bodo Möller化学合作，我们在欧洲的客户将受益于广泛的专业知识和富有洞察力的技术咨询。”

欲了解更多信息，请访问：www.bm-chemie.com。

阿克苏诺贝尔公布2023年第三季度业绩报表

阿克苏诺贝尔公司（Akzo Nobel N.V.）公布了2023年

第三季度业绩报告。根据该报告，尽管销量持平，但得益于定价增长，该公司销售额增长了5%，而由于不利的汇率，销售额下降4%。营业收入增长至3.54亿欧元(2022年同期：1.68亿欧元)，调整后营业收入报告为3.24亿欧元(2022年同期为：1.84亿欧元)；销售回报率为11.8%（2022年同期为：6.4%）。该公司报告经营活动产生的净现金流入量为2.97亿欧元（2022年同期为1.26亿欧元），净债务/EBITDA的比率提高了3.2倍。

阿克苏诺贝尔首席执行官Greg Poux-Guillaume表示："尽管受不利的汇率影响，我们第三季度的业绩依然表现良好，利润稳步增长，利润率持续改善。虽然销量持平，但原材料成本的缓和不断为我们带来利好。得益于利润攀升和营运资本管理改善，我们的杠杆率降至3.2，我们正在稳步达成年度指引目标。"

装饰涂料部门

阿克苏诺贝尔报告称，以固定汇率计算营业收入增长了5%，报告的收入下降3%。据报道，按固定汇率计算的收入增长主要得益于定价的增长。该部门销量持平，拉丁美洲的销量下降被亚洲的销量上涨抵消。收购宣伟中国装饰涂料业务，销量增加了1%。其他主要收通胀影响，营收增加了1%。根据报告，由于毛利率的反弹，营业收入增加至1.56亿欧元(2022年同期为：1.02亿欧元)。该公司报告的营业收入包括 -300万欧元的已确定项目(2022年同期为：-300万欧元)。调整后的营业收入增加至1.59亿欧元（2022年：1.05亿欧元），ROS提高至14.2%（2022年同期为：9.0%）。

高性能涂料部门

阿克苏诺贝尔报告称，按固定汇率计算，收入增长了5%，而报告的收入下降了5%，按固定汇率计算的收入增长主要源于定价的增长。该公司表示，销量持平，粉末涂料、船舶和防护涂料的增长被工业涂料需求的持续疲软所抵消。据报道，其他主要与通胀影响有关的收入增加了1%。该公司表示，由于毛利率的反弹，营业收入增加至2.45亿欧元（2022年同期为：9800万欧元）。营业收入包括+4300万欧元的已确认项目，主要来自房地产业务的剥离（2022年：-700万欧元的已确认项目）。调整后的营业收入增加至2.02亿欧元（2022年同期为：1.05亿欧元），而ROS增至12.5%（2022年同期为：6.2%）。

阿克苏诺贝尔预计，当前宏观经济的不确定性将继续存在，并对销量的有机增长造成压力。鉴于此，公司将专注于利润管理、成本削减、营运资金正常化和去杠杆化等。

成本削减计划有望在一定程度上缓解2023年运营费用膨胀高于预期的压力。阿克苏诺贝尔预计，原材料成本的下降将对公司的盈利能力产生积极影响。根据目前的市场状况，阿克苏诺贝尔的目标是实现约14.5亿欧元的调整后EBITDA。⌘

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

PCI 中文版 Paint & Coatings Industry

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

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

ASK化工集团任命新首席财务官

ASK化学集团宣布任命Andrea Bauer为新首席财务官（CFO）。

Andrea Bauer拥有杰出的财务职业生涯和税务顾问背景，同时还是德国和美国注册会计师（CPA），她为ASK化学集团的新职位带来了丰富的专业知识。她的财务生涯始于杜塞尔多夫和巴黎的普华永道会计师事务所，随后在纽约的毕马威会计师事务所工作了三年。回到欧洲后，Andrea曾在多家知名公司担任重要的执行和非执行董事职务，其中包括三家私募股权投资组合公司。最近，她担任了Nobian B.V.的执行董事会成员和首席财务官。Andrea Bauer继续担任technotrans SE审计委员会主席和监事会非执行成员。

ASK化工集团迎来新的首席财务官；图片由ASK化工集团提供。

ASK化学集团首席执行官Frank Goede表示："Andrea是一位杰出的管理者，在财务领域成绩斐然。我们非常高兴Andrea能加入我们的管理委员会。在我们继续加强和发展ASK化学集团的过程中，她在业务和财务方面的知识和经验将为我们的组织带来最大的价值"。

RadTech UV+EB技术博览会发布会议主题及流程

"今天的选择，明天的未来：促进可持续和负责任的制造"是5月20日至22日在佛罗里达州奥兰多凯悦酒店举行的RadTech 2024 UV+EB技术博览会的主题。

RadTech UV+EB技术博览会发布会议主题及流程；图片由RadTech提供。

Rahn USA RadTech主席Michael Gould表示："RadTech 2024技术委员会安排活动，是为了促进对工业工艺的前瞻性思考。RadTech会议是世界上唯一一个定期吸引对可持续解决方案感兴趣的当前和潜在技术用户的UV+EB活动。从原材料到系统集成商，再到使用UV+EB材料的公司的整个供应链全部集中在一起，对新工艺和项目的推进都是非常宝贵的。"

RadTech 2024盛会对印刷和包装等传统UV+EB应用的配方进行研究，同时也详细介绍了3D打印/增材制造、卷材涂料、可穿戴设备、电池、汽车技术和复合材料等新兴领域的机会。UV+EB技术在全球油墨、涂料和粘合剂行业发挥着重要作用，该技术活动将激发人们对最新监管和可持续发展举措的讨论，以及了解UV+EB对生态负责和节能制造的最佳解决方案。

会议将详细介绍UV+EB技术的一些主要好处，包括：

- 能源效率：与传统的热干燥方法相比，UV和EB固化工艺通常更节能。它们操作所需的能量更少，并且可以更快地完成固化过程。
- 减少环境影响：UV和EB通常使用不含溶剂和其他有害化学物质的材料，因此显著减少挥发性有机化合物（VOCs），并消除有害空气污染物（HAPs）和二氧化碳排放。
- 提高产品质量和耐用性：用UV和EB固化的产品通常表现出优异的质量，如更耐用、更好的耐化学性和改善的外观等。这可以带来更持久的产品，减少频繁更换的需求，从而减少总体消耗和浪费。
- 通用性和创新性：UV和EB技术适用于广泛的材料和应用。这种广泛适用性鼓励了制造业的创新，为新的、可持续的材料和工艺铺平了道路。
- 经济效益：UV和EB可以节省能源、材料和占地面积；同时显著提高生产速度，减少废物管理，因此可以为制造商带来可观的经济效益。

欲了解更多信息，请点击https://radtech.org/radtech24/查看。

PPG亚洲涂料在浦那开设最先进的旗舰中心

印度领先的汽车修补解决方案提供商PPG Asian Paints（该公司为全球涂料巨头"PPG"和"亚洲涂料"成立的合资公司）宣布推出其高级汽车细节和装饰业务"Cartisan"，并在印度国家汽车制造商协会浦那开设旗舰中心。浦那也被称为印度的底特律，因为它是众多全球汽车制造商的中心。此次开设旗舰中心标志着该公司在满足城市、郊区和附近地区的汽车美学需求方面做出了重大努力。

Cartisan将为浦那的汽车细节景观增加价值，提供量身定制的各种服务，以提升车辆的外观和保护。从油漆保护膜到陶瓷涂层，从油漆校正到内部清洁，卫生处理和防腐处理，Cartisan作为最先进的中心将满足汽车爱好者和车主的特定需求。

PPG亚洲涂料在浦那开设最先进的旗舰中心
图片由PPG亚洲涂料提供。

“Cartisan在浦那的推出凸显了我们致力于服务该市蓬勃发展的汽车市场的承诺。浦那作为汽车工业的重要枢纽，与PPG亚洲涂料提供创新售后解决方案的使命完全一致。我们致力于提升汽车爱好者和车主的汽车体验。”PPG亚洲涂料首席执行官Jitendra Kalra表示：“Cartisan在浦那的到来代表了我们对提升西印度汽车护理标准的承诺，反映了我们提供全面和个性化服务的愿景，与这个充满活力的市场的需求产生共鸣。”

Cartisan的独特之处在于，它为车主提供了相当程度的定制服务，让他们可以根据个人喜好选择增强汽车的外观和感觉。了解更多关于Cartisan的信息，请访问以下链接：https://www.asianpaints.com/cartisan.html.

PPG亚洲涂料有限公司成立于1997年2月，现已成为汽车OEM、汽车修补漆、工业、船舶和包装等不同市场油漆和涂料的领先供应商之一。这家合资企业代表了全球领先的涂料公司PPG公司和印度最大的涂料生产商亚洲涂料有限公司之间的战略合作。

阿克苏诺贝尔与合作伙伴一起推进汽车维修行业的减碳进程

阿克苏诺贝尔与合作伙伴一起推进汽车维修行业的减碳进程；图片由阿克苏诺贝尔提供。

阿克苏诺贝尔与来自整个价值链的战略合作伙伴合作，推出了一种创新的方法，加速汽车维修行业的碳减排挑战。

历时24小时的汽车维修可持续挑战活动在荷兰阿姆斯特丹举行，组建了几个高影响力的创新团队，重点关注三个关键主题：能源转型、工艺效率和循环解决方案。

活动成员还包括安联、Arval、Boekhorst Autoschade、Centro Zaragoza、Den Elzen Autoschad、Europcar Mobility Group、Grupo Velasco、丰田和The Vella Group等代表，且已同意加入下一阶段，这将进一步推动他们实现碳减排目标。

例如，六个创新团队中的成员之一将尝试优化和调整车身维修手册，以提高可维修性和循环性。另一个团队将考虑创建一所学院，以培训汽车和维修公司，使其变得更加可持续。

阿克苏诺贝尔汽车修补漆EMEA商务总监Ignacio Román Navarro在评论这一非常成功的活动时表示道：“在应对气候变化方面，我们都有远大的目标，但我们中的任何人都无法孤立地实现这些目标——合作至关重要。通过此次活动，我看到大家聚在一起，互相交换意见，并做出真正的承诺，共同探索各种可能性，这真是太棒了。在应对气候变化带来的挑战方面，我期待在我们的共同努力之下加速可持续发展之旅。

“这次活动是我们共同努力的一个很好的起点，并将对我们的目标产生切实影响。这是我们必须做的事情，理想情况下，在这条路上我们将能够扩大我们正在做的事情的影响范围，这将对实现我们的抱负产生真正的影响。”

此次活动的主讲人之一，Eindhoven AI系统研究所总经理Carlo van de Weijer补充道：“当我们面临重大社会问题时，如减少碳足迹，我们要帮助解决这些问题，就必须做更多的创新，这意味着整个汽车维修价值链必须在创新上付出更多的努力。我们还应该记住，明天的重大突破最初看起来几乎总是从‘无比疯狂’的未来猜想开始的。”

阿克苏诺贝尔制定了基于科学的可持续发展目标，到2030年将其整个价值链的碳排放量减半*。实现这一目标在很大程度上取决于与合作伙伴的合作，相互挑战，以找到创新的方法来克服每个人都面临的问题。根据Navarro的说法，这正是创新团队将努力实现的目标。

“我们有一个非常令人鼓舞的开始，”他继续说道，“下一步是明年4月的发明日活动，届时团队将展示潜在的解决方案，我们的合作伙伴将正式签约参与实施阶段。这是艰苦工作的开始——开始做需要做的事情，根据我们定义在领域探索创新，以共同减少我们的碳足迹。”

*与2018年基线相比绝对减少一半

巴斯夫提高Dilovasi工厂的消泡剂产能

作为涂料行业添加剂的供应商，巴斯夫宣布扩大其土耳其Dilovasi工厂的消泡剂产能。新的生产线提高了公司的现场产能，从而能更好地满足东南欧、中东和非洲对高性能Foamaster®和Foamstar®产品不断增长的需求。通过大幅提高产能，巴斯夫将改善对该地区客户的服务，缩短交付周期，以确保更快的交付。

新生产线还通过大幅缩短距离，帮助巴斯夫减少与产品运输相关的排放。

土耳其Dilovasi工厂在巴斯夫添加剂业务中发挥着重要作用，是Dispex® AA产品（包括消泡剂）的关键供应点。最近

聚丙烯酸分散剂生产线的扩建和消泡剂产能的扩大进一步加强了该工厂在巴斯夫添加剂业务中的地位。

巴斯夫提高Dilovasi工厂的消泡剂产能；图片由巴斯夫提供。

巴斯夫EMEA地区添加剂销售负责人Joachim Burger说道："Dilovasi工厂的新增产能使我们能够支持该地区客户的增长计划，并提高我们的服务水平。"

消泡剂在油漆、涂料和油墨的生产中至关重要，因为它们不仅可以防止起泡，还可以防止漆膜缺陷的产生。巴斯夫的Foamaster®和Foamstar®产品以其在消泡应用中的高性能而闻名。

Orion S.A.庆祝其在中国的第二家工厂建成

特种化学品公司Orion S.A.庆祝其第一个绿地项目的竣工——位于中国东部的一家炭黑工厂，将满足亚洲快速增长的需求。

Orion S.A.庆祝其在中国的第二家工厂建成图片由Orion S.A.提供。

该工厂位于安徽省淮北市，将生产多种用途的炭黑，包括涂料、印刷油墨、橡胶、聚合物、纤维和橡胶。该基地的两条生产线总产能为每年70吨。

Orion首席执行官Corning Painter在11月17日的开幕典礼上表示："淮北工厂是Orion的一个巨大里程碑。最先进的工厂使我们能够更好地用中国制造的产品支持我们的中国客户。现在我们可以重新分配美国和欧洲的生产线，以便增加对这些市场客户的供应。"

Orion在中国的另一家工厂位于山东省青岛市。该工厂建于1994年，生产用于轮胎、机械橡胶制品和特种应用的炭黑。

Painter对淮北项目团队的每一个人克服了Covid-19病毒带来的极端挑战表示赞扬。

这位首席执行官表示："尽管在疫情最严重的时期受到了持续的干扰，但我们的员工、承包商和领导团队仍使项目保持在正轨上。且一如既往地将人民的安全、健康和福祉放在第一位，提供营养膳食、温暖的床铺、检测和医疗服务。团队的英勇奉献让我们在极其艰难的情况下完成了这个项目。"

科思创与中国开发商签订可持续建筑解决方案协议

科思创与中国房地产开发商上海浦东发展（集团）有限公司（PDG集团）和上海陆家嘴（集团）股份有限公司以及其他价值链伙伴建立合作伙伴关系，旨在利用科思创的材料专业知识，特别在聚氨酯方面，在建筑领域推进更可持续、更节能的解决方案的广泛使用。建筑行业的碳排放量已超过中国总碳排放的一半，这一合作与中国建筑业越来越严格的能耗目标密切相关。

科思创首席执行官Markus Steilemann博士表示："科思创以实现循环经济为愿景，致力于通过材料创新帮助客户和各下游行业实现碳中和。建筑行业，尤其是中国的建筑行业是实现这一使命的关键部分。我们预计这些创新的合作伙伴关系将加速生态友好型建筑解决方案在中国的推广和应用，并在减缓气候变化方面发挥至关重要的作用。"

作为协议之一，科思创将与浦发集团和建筑保温领域创新企业克络蒂携手开发推广一款新型聚氨酯外墙保温系统。该方案名为碳优复合保温结构一体化系统，由低导热系数的聚氨酯保温层、轻质不燃层和复合材料拉结筋组成，通过避免冷桥实现更高保温效率，同时相比传统保温系统更薄、更轻。浦发集团将凭借其在区域开发中的优势和经验，在符合法律法规和项目招投标要求的基础上，推动这一聚氨酯保温系统在其开发项目中的试点和应用。

浦发集团董事长李俊兰表示："我们期待与可持续材料专家科思创合作推广这一创新解决方案，这也有望为行业树立新标杆。我们相信这次合作将推动建筑行业的转型升级，促进低碳高质量发展，助力国家实现双碳目标。"

此外，科思创与陆家嘴集团和中国复合材料门窗型材制造商德毅隆达成合作协议，三方将致力于研发并推出一款可满足上海市超低能耗建筑要求的新型低碳节能门窗。该系统将采用科思创的Baydur®聚氨酯复合材料。该材料在保温性能、机械强度和耐用性方面优势明显，并可实现更薄的节能门窗系统，使门窗更加美观和通透。

陆家嘴集团董事长徐而进表示："科思创在高效保温门窗材料领域有着广受认可的丰富经验，我们非常期待与科思创开展合作。陆家嘴集团将发挥其在浦东的区域开发优势，积极推广新型低碳节能门窗系统的应用，以进一步提升行业的能效水平。"

科思创中国区总裁雷焕丽表示："十分高兴通过进博会这一舞台与中国优质开发商结缘。我们将积极推广绿色低碳解决方案的落地，提升相关建筑节能系统的市场渗透率，从而为中国建筑行业发展以及双碳目标做出贡献。我们相信这一市场前景广大、未来可期。"

了解更多信息，请访问：https://www.covestro.com/en。⌘

最新政策，一涂料生产技术限制出口！

近日，商务部、科技部修订发布《中国禁止出口限制出口技术目录》（以下简称《目录》）。本次《目录》修订充分征求了相关部门、行业协会、业界学界和社会公众意见，共删除34项技术条目，新增4项，对37项技术条目的控制要点和技术参数进行了修改。修订后《目录》由164项压缩至134项，其中禁止类24项，限制类110项。涂料生产技术中一款多色彩、多波长激光隐身涂料配方及生产技术也在被限制出口之列。

据了解，激光隐身涂料，是应用于军事装备上的尖端材料技术之一。近年来随着激光技术的发展，激光测距机、激光制导武器、激光雷达等已在军事装备上扩大部署，但一旦被发现就很容易成为被击中、被摧毁的目标。因此，现代战场上地面武器的激光隐身是必不可少的，它通过降低目标对激光的反射率等手段成为这方面的“掩护法宝”。

技术出口是指从中国境内向境外，通过贸易、投资或者经济技术合作的方式转移技术的行为。属于《目录》禁止出口的技术，不得出口。属于限制出口的技术，实行许可证管理。未经许可，不得出口。属于自由出口的技术，实行合同登记管理。

经营主体应对照《目录》，按照《条例》《禁止出口限制出口技术管理办法》《技术进出口合同登记管理办法》等规定，履行有关出口许可、合同登记等手续。

百色熊宣布退出中国市场

近日，一份被证实出自百色熊中国公司（BEHR(北京)涂料有限公司）、向其中国经销商发布的公开信遭披露，百色熊涂料在信中表示：“百色熊集团决定退出中国市场……自2023年12月6日起，将不再续签任何2024年经销商合同，并预计将于2024年停止运营。”有消息指出，多方力量正在围绕百色熊涂料在中国的代理权展开争夺，希望以总代理的方式将“百色熊”品牌及其产品留在中国。

自2007年Behr百色熊进入中国市场以来，经过16年时间的沉淀和积累，Behr百色熊凭借优质的产品、高性价比、丰富的色彩以及专业的服务，如今品牌和产品已得到了中国消费者的认可。值得一提的是，百色熊进入中国以来一直专注于原罐原装进口涂料销售，而且全部是以专注在零售渠道。

新一期“涂装国手”诞生！全国艺术涂料技能竞赛名次落定

经过为期两天的比赛之后，与2023年第六届中国（佛山）艺术涂料嘉年华同期举行的第十四届全国石油和化工行业职业技能竞赛、第四届“三棵树杯”全国艺术涂料涂装工职业技能竞赛（以下简称艺术涂料技能竞赛）落下了帷幕。

艺术涂料技能竞赛是一项国家级赛事，旨在为从事艺术涂料涂装工艺相关工作的在职人员提供一个展示技能的舞台，为行业全面提升职业素养与培养专业技术能手。此前三届全国艺术涂料技能竞赛共产生了6名“全国技术能手”和24名省级“职业技术能手”，通过艺术涂料职业技能大赛，共同推动艺术涂料行业涂装工艺的进步。

而在本届艺术涂料技能竞赛中胜出的参赛者，也将获得来自国家相关部门的职业资格评定，并被评为“全国技术能手”和“石化行业技术能手”、“艺术涂料行业技术能手”等称号。因此，此次竞赛的结束，也意味着新一期的“涂装国手”也由此诞生。

经过现场紧张的评比之后，优胜名单最终公布。其中前3名获授“全国技术能手”证书，4−15名获评“石化行业技术能手”，16−30名获评“艺术涂料行业技术能手”，其他参赛选手被评为“优秀选手”。中国涂料工业协会长刘普军评价称，他们都是“涂装大师和艺术家的结合”。

北京禁用7种涂料、11种防水材料

近日，《北京市禁止使用建筑材料目录》（2023年版征求意见稿）出炉，该目录明确列举了建筑材料禁用的涂料7种，分别是焦油聚氨酯防水涂料、溶剂型防水涂料、以聚乙烯醇为基料的仿瓷内墙涂料、溶剂型内外墙涂料、溶剂型地坪涂料、硝基类溶剂型木器涂料、含多氯联苯的涂料、含四氧化三铅（又名：红丹）的涂料；防水材料11种，详情如下：

41	防水材料	焦油聚氨酯防水涂料	民用建筑工程	施工过程污染环境	根据《关于限制和淘汰石油沥青纸胎油毡等11种落后建材产品的通知》（京建材〔1998〕第480号），从1999年3月1日起实施
42		焦油聚氯乙烯油膏（PVC塑料油膏、聚氯乙烯胶泥、塑料煤焦油油膏）	民用建筑工程	施工质量差，生产和施工过程污染环境	根据《关于限制和淘汰石油沥青纸胎油毡等11种落后建材产品的通知》（京建材〔1998〕第480号），从1999年3月1日起实施
43		溶剂型冷底子油（溶剂型基层处理剂）	民用建筑工程	易发生火灾事故，施工过程污染环境	根据《关于发布<北京市推广、限制和禁止使用建筑材料目录(2014年版)>的通知》（京建发〔2015〕86号），从2015年10月1日起实施
44		溶剂型防水涂料	民用建筑工程	易发生火灾事故，施工过程污染环境	根据《关于加强限额以下小型工程施工现场消防物品安全管理的通知》（京建发〔2023〕232号），从2023年9月1日起实施
45		石油沥青纸胎油毡	作为防水材料使用（文物、古建除外）	耐久性差，施工过程污染环境	根据《关于发布<北京市推广、限制和禁止使用建筑材料目录(2014年版)>的通知》（京建发〔2015〕86号），从2015年10月1日起实施
46		芯材厚度小于0.5mm的聚乙烯丙纶复合防水卷材	民用建筑工程	产品耐老化性能差，防水功能差	根据《关于发布<北京市推广、限制和禁止使用建筑材料目录(2014年版)>的通知》（京建发〔2015〕86号），从2015年10月1日起实施
47		采用二次加热复合成型工艺或再生原料生产的聚乙烯丙纶等复合防水卷材	民用建筑工程	二次成型工艺生产的产品易分离，再生原料工艺生产的产品耐久性差，不满足防水工程要求	根据建设部《关于发布建设事业“十一五”推广应用和限制禁止使用技术（第一批）的公告》（中华人民共和国建设部公告第659号），从2007年6月14日起实施
48		使用明火热熔法施工的沥青类防水卷材	地下密闭空间、通风不畅空间和易燃材料附近的防水工程	易发生火灾	根据《关于发布<北京市推广、限制和禁止使用建筑材料目录(2014年版)>的通知》（京建发〔2015〕86号），从2015年10月1日起实施
49		胶粉改性沥青玻纤毡与玻纤网格布增强防水卷材	民用建筑工程	耐久性差，物理力学性能偏低	从2023年版目录规定生效之日起实施
50		胶粉改性沥青玻纤毡与聚乙烯膜增强防水卷材	民用建筑工程	耐久性差，物理力学性能偏低	从2023年版目录规定生效之日起实施
51		胶粉改性沥青聚酯毡与玻纤网格布增强防水卷材	民用建筑工程	耐久性差，物理力学性能偏低	从2023年版目录规定生效之日起实施

据观察发现，这些产品品类上“黑名单”的缘由大致分为2类，一是污染环境，环保性能差；二是易发生火灾事故。其中溶剂型涂料颇受关注。在国务院印发《“十四五”节能减排综合工作方案》（以下简称《方案》），《方案》中明确到2025年，溶剂型工业涂料、油墨使用比例分别降低20个百分点、10个百分点，溶剂型胶粘剂使用量降低20%。

近年来随着各种环保政策不断出台，对涂料行业及下游应用行业进行了强有力的政策调控，水性涂料、粉末涂料、高固体分涂料等环境友好型涂料是否能迎来快速的发展机遇，让我们拭目以待。⌘

图片来源：Stephen Barnes，iStock，华盖创意图片社

日光荧光颜料

为产品和应用提供发光色彩世界的技术

作者 **Darren Bianchi**，创始人/首席执行官；**Ray Peria**，技术经理，Brilliant集团有限公司

用某些染料复合或处理过的物体和表面，然后被纳入专门设计的聚合物体系中，从而具有非凡的发光特性。与传统的色浆不同，这些材料能够吸收较短波长的阳光，然后以较长波长重新发射光线，产生一种强烈色彩的视觉体验，超出了我们期望从“被动”彩色表面反射的光线中看到的任何颜色强度。这种现象被称为“日光荧光”。

日光荧光颜料发出的光是传统颜料表面反射光的四倍，总能吸引更多的注意力。荧光颜料的强烈可见性使其成为交通安全应用的理想选择，如交通锥标、障碍物、安全背心、头盔和道路施工标志、建材和船舶应用中的标志等等。除了日光荧光物体和涂料的强烈视觉外观外，由于其意想不到的“发光”效果，在运动装备、纺织品和服装、儿童玩具、产品包装的着色和设计中作为一种引人注目的元素时，这种“发光”效果增加了特殊的吸引力，甚至为传统的油漆颜色增添了“流行”性。日光荧光色浆的应用是如此多样化，整个行业已经逐渐发展起来，以制备和定制这些材料，使其与一系列产品类别兼容并最大限度地提高其发光性能。

在各种制造条件下保持一致的性能

创造能够从具有固有荧光能力的染料中释放明亮日光荧光性能的配方，如罗丹明B（如图1所示其粉末形式），在日光荧光颜料应用中，作为其分子结构的代表，是数十年研发的成果。日光荧光色浆是为各种印刷和涂层表面的油墨、塑料、油漆、纺织染料和颜料而定制的，也适用于成型物体和薄膜。液体“载体”具有各种各样的成分和性质，色浆的设计必须兼顾兼容性和每种类型的最大性能。与油墨或涂料载体的物理相容性不匹配会导致颜料无法正确分散。解决了这

图1 ❖ 罗丹明B的变体。

罗丹明B（干粉）

在着色丙烯酸塑料中

罗丹明B分子结构图

图 2 ❖ 用氙弧模拟两个颜料样品在不同聚合物树脂体系中的8小时日光暴露，请注意样品颜色在暴露前（左）和暴露后（右）的不同。氙弧装置用于将着色表面暴露于加速的日光照射中。

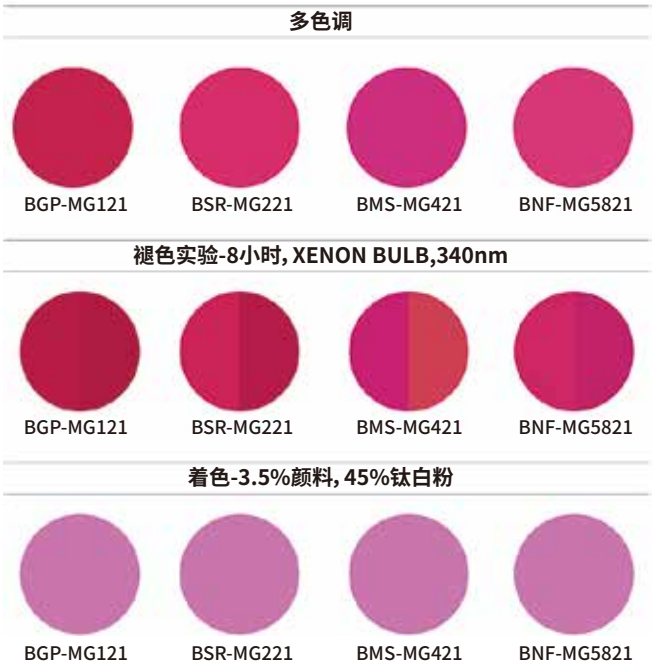
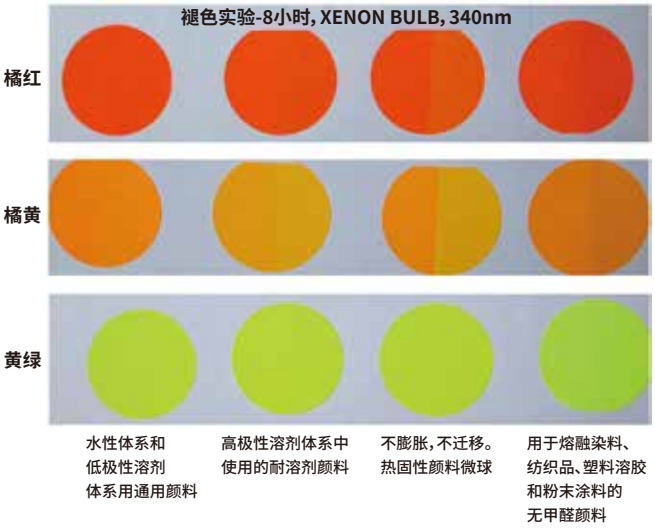


图 3 ❖ 8小时褪色测试。



个问题后，人们仍然面临着确保日光荧光颜料分散稳定的问题，并希望在应用于特定表面时最大限度地提高其亮度。除此之外，还有延长涂层在印刷、涂漆或染色表面上的日光荧光寿命的问题。在这里，我们额外加入添加剂来实现这一目标。

在塑料中掺入日光荧光颜料会带来完全不同的应用问题。为不同制造方法（如注塑、吹塑和挤出）设计的颜料必须能够承受高达500°F的各种持续高温时间。它们还必须能够在“调漆”之前承受将颜料掺入母料中的极端剪切力，以便进行后续加工。此外，聚合物组成的塑料具有非常不同的化学实体，不同的物理和光学性质，需要不同的着色方法和着色实体。如上所属，在加工过程中，实现丙烯酸板结晶透明度的发光颜色效果与不同聚乙烯薄膜和物体的漫反射不透明度存在很大差异。显然，这是个“一刀切”的例子。因此，塑料的日光荧光色浆是为塑料及其后续加工的物理和化学相容性量身定制的。与液体介质中的日光荧光应用相似，塑料颜料配方与各种特殊添加剂混合，最大限度地提高产品颜色和亮度，并最大限度地减少荧光颜色在时间和不同暴露和使用条件下的损失。

要实现将多种染料和其他成分转化为明亮的荧光光谱，必须运用多种化学技术，如下图所示。负责产生荧光的染料分子可以以多种分子形式存在，其中只有一种具有荧光性。染料被包封在其中的聚合物化学结构必须能够以一种长期最大化日光荧光效果的方式，来捕获和保持其荧光形式。聚合物还必须提供一个保护性的“笼子”，在初始制造过程中保护染料分子免受其所暴露的各种物理和化学应力的影响。它必须形成一种稳定的色浆产品，在后续的产品配制和使用阶段保持目标特性。在许多涂料体系中，染料–颜料颗粒悬浮、分散或乳化在为特定应用方法而设计的液体载体中。事实上，甚至在某些产品应用中，染料–颜料体系实际上是直接在液体载体中制造的，从而形成了一种“即用型”日光荧光乳液体系。这些复杂的多组分结构具有分层俄罗斯套娃分子设计，在储存和后期配制过程中必须保持稳定。这种稳定性不得因添加反应性成分而破坏，这些成分通常被称为“催干剂”，一旦以印刷和涂层形式应用于表面，便可以将液体体系转化为耐用的固体聚合物薄膜。

针对特定应用的日光荧光产品需要有关配方协议和配制条件的详细经验，以保护和保持其标志性的光学和性能特性。最先进的技术专家和制造商对这些材料新特性的长期熟悉对其成功设计和生产至关重要，具体应用和制造后配方的巨大变化只是其中的原因之一。

保护和延长日光荧光的寿命

日光荧光在应用后暴露的一个简要障碍是它们在所使用环境中的降解方面，这也是它们具有惊人亮度的原因。随着时间的推移，阳光的成分，特别是高能量的紫外线与大气中的氧气结合，通过将染料分子转化为非荧光产物，会导致荧光的降解和丧失，这导致亮度随时间逐渐降低，也被认为是亮度损失或颜色褪色（图2）。它还会造成一种失去颜色纯度的外观。由于日光荧光材料所赋予的颜色和亮度非常强烈，这种亮度和色调的“脏化”被视为延长这些产品发光寿命的

主要问题，就好像魔法消失了。

因此，根据应用情况，日光荧光着色剂的配方中含有各种专门设计的添加剂，以清除反应性环境因子并屏蔽荧光表面免受高能光活化分解。通过在日光荧光膜、印刷或涂层上涂敷含紫外线屏蔽剂的透明保护涂层，可以进一步保护成品免受腐蚀性环境的污染，减少暴露于紫外线下的负面影响。颜料应用也在长期使用条件下进行了现场测试，为选择最适合的延长日光荧光寿命的保护剂提供现实指导。

三个色调中四个代表性日光荧光颜料样品的8小时褪色结果

褪色差异是由多种因素共同作用的结果，包括染料的相对浓度、固有的荧光损失敏感性、褪色后的残留颜色、颜料基质的性质以及所用的保护性添加剂或保护涂层等等。请注意，图3中随时间推移的颜色差异变化在很大程度上取决于染料配方和颜料–聚合物基质，供应商的技术指导对于衡量色浆的选择和使用条件至关重要。

日光荧光产品不仅胜过非荧光产品，而且在功能性印刷应用中也具有一定优势。图4中，着墨凸版辊展示了日光荧光油墨的流动和分布均匀性，它不仅提供了异常强大的印刷效果，而且产生了印刷图像的保真度和性能，从而延长了无故障印刷的时间，并使印刷后更容易进行清理。旁边的印刷色板说明了最终印刷品所具有的颜色纯度、亮度和强度。

质量控制是关键

由于日光荧光色浆的明亮、透明和清洁度，它们比传统颜料更容易受到颜色污染。因此，在生产和室外配制过程中，对颜色一致性和加工性能的批量质量控制进行了严格把控，这并不意味着产品及其颜色非常敏感，以至于难以使用，而是日光荧光的额外维度要求在连续生产中对颜色保真度和性能特性有高度严格的标准，并且需要这种严格的质量控制（图5）。

光、颜色和荧光——科学

我们所说的光是电磁辐射光谱中从太阳和外太空到达地球的一小部分。幸运的是，这种辐射中大部分的能量成分从未进入我们的环境，因为它被地球磁场偏转或被高层大气中的臭氧层吸收。到达地面并使所有生命得以生存的光谱区域始于紫外线或UV区域，我们看不见它，但适量接收对维持健康是必要的。紫外线下面是可见光谱区域，是本次讨论最关注的地方。在能量逐渐降低的情况下，有红外线（热）、微波和无线电波，它们在我们的自然和人造环境中都起着重要作用。虽然我们有很多感觉器官（嗅觉、味觉、触觉、听觉）来帮助我们在这个世界上生存，但探测和区分可见光谱

图 4 ❖ 日光荧光产品在功能性印刷中的应用。

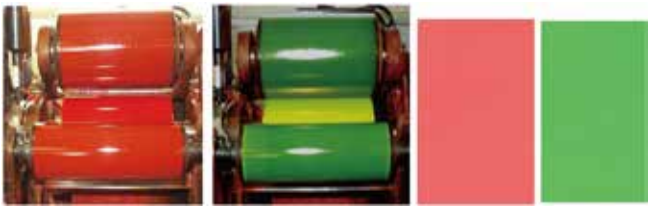
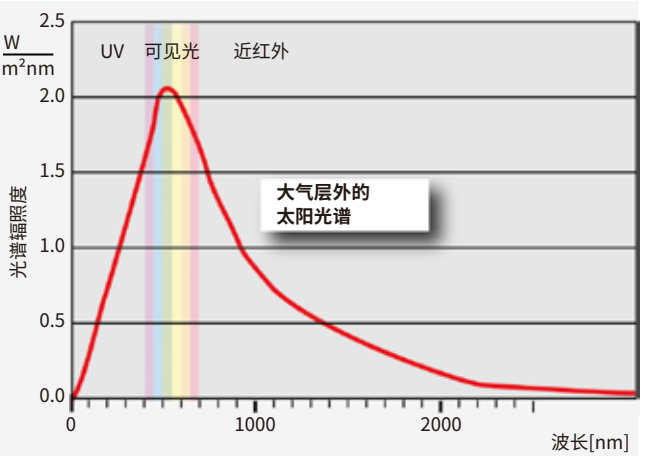


图 5 ❖ 颜色一致性和加工性能的批次质量把控非常重要。

图 6 ❖ 显示可见光区域的电磁光谱。

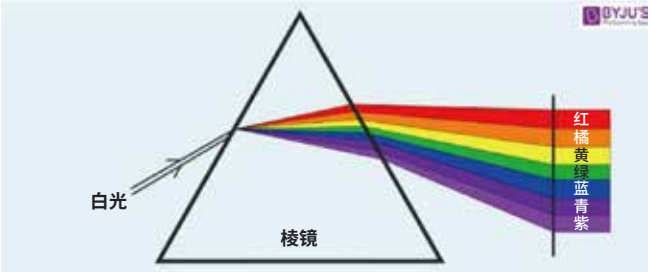


来源：https://www.greenrhinoenergy.com/solar/radiation/characteristics.php

内能量的生物能力——波长约为450至700纳米（图6）——使我们能够管理我们的环境并在其中发挥作用。

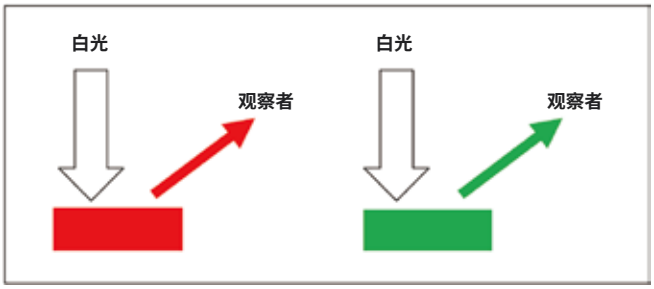
我们所感知到的“白”光是如何从日光中产生颜色的？颜色从何而来？答案是——它一直都在那里！这可以很容易地通过让阳光穿过玻璃棱镜来证明，从背面出来的是彩虹色（图7）。当我们感受到日光或“白”光时，眼睛的红、蓝、绿三种光感受器都会受到刺激。

图 7 ❖ 阳光穿过玻璃棱镜时看到的彩虹色。



来源：https://byjus.com/questions/what-is-dispersion-of-white-light-what-is-the-cause-of-such-dispersion-draw-a-diagram-to-show-the-dispersion-of-white-light-by-a-glass-prism/

图 8 ❖ 当来自任何光源的日光或“白”光与有色表面相互作用时，出现的光的颜色是未被吸收的光的波长。



图片由Alan Schein所绘制。

传统颜色是通过减法产生的

当来自任何光源的日光或“白”光与有色表面相互作用或穿过有色介质时，所反射或透射出的光的可见颜色实际上是未被吸收的光的残留成分。这意味着当你看到红花或绿叶时，这是因为，就红花而言，阳光中更多的蓝色和绿色成分被吸收，留下的光主要在光谱的红色区域，再反射到达观察者；就绿叶而言，光谱的红色区域被吸收得更多，反射或透射的光主要被视为绿色（图8）。在这两种情况下，出现的光的颜色都是未被吸收的光的波长。对于传统颜料，吸收的光的能量通常通过增强的分子振动以不可见的热的形式消散。

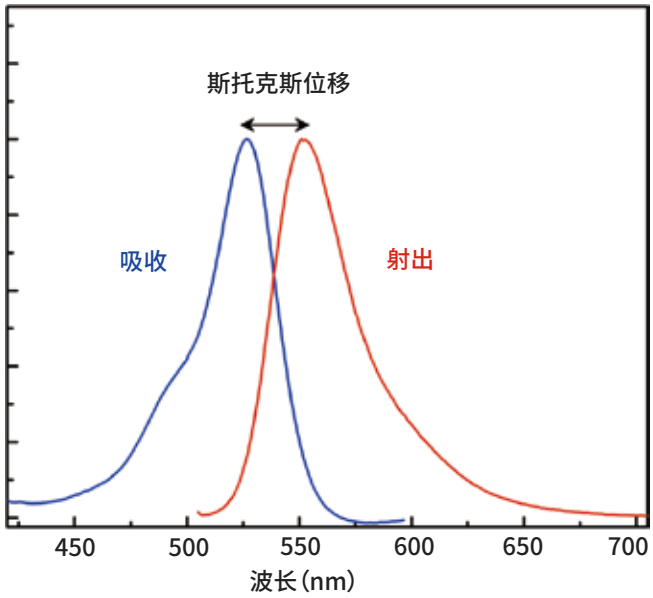
日光荧光现象

图9中的两条叠加曲线是日光荧光色浆的吸收（蓝色）和发射（红色）光谱。与传统颜料一样，日光荧光色浆吸收并反射光，但与传统颜料不同的是，一些被吸收的光给荧光染料注入能量，使其能够以更长的波长（颜色）重新发射一些吸收的辐射能。荧光过程的产物是额外的发射光，是日光荧光材料具有额外发光外观的原因。

更多更亮的光

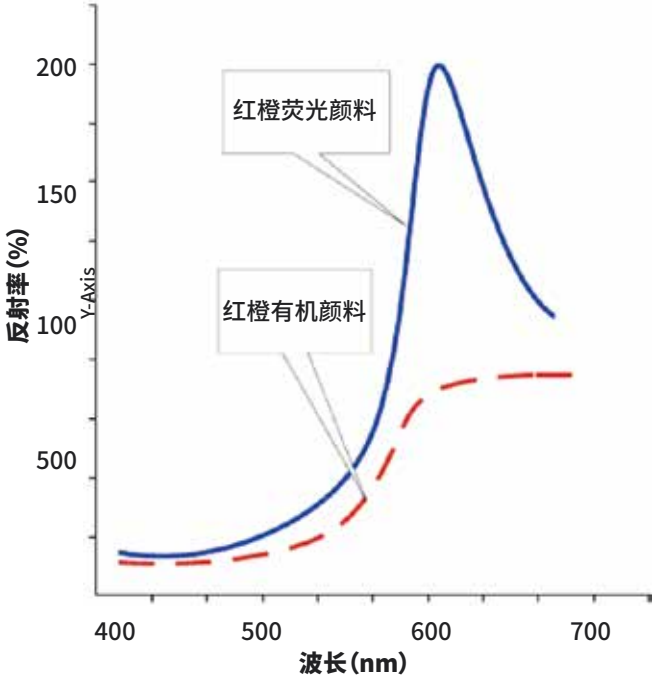
对比传统颜料和日光荧光颜料的颜色，光输出的光谱对比证明了日光荧光产生的视觉体验的相对强度，其到达观察者眼睛的光强度高达四倍（图10）。这是一种需要关注的体验！⌘

图 9 ❖ 日光荧光色浆的吸收（蓝色）和发射（红色）光谱。



来源：https://en.wikipedia.org/wiki/File:Stokes_shift-_Rh6G.png

图 10 ❖ 比较相同颜色的传统颜料和日光荧光颜料的光输出光谱。



资料来源：https://www.researchgate.net/publication/289402821_The_chemistry_and_physics_of_special-effect_pigments_and_colorants_for_inks_and_coatings

参考资料

1.AMC Staff. (2010 June 28). The Brightest Most Visible Safety Colors for Cyclists and Runners. Appalachian Mountain Club.https://www.outdoors.org/resources/amc-outdoors/outdoor-resources/the-brightest-most-visible-safety-colors-for-cyclists-and-runners/?gad=1&gclid=CjwKCAjwjOunBhB4EiwA94JWsH3hlleRf1IbKnNQtAV3_EBHGyEKrYJD0ZXKsuEnDBDOLUt1-jyxLBoCT0sQAvD_BwE

2.Juskalian, R. (2009, October 14). Staying Safe as Days Darken.Newsweek.https://www.newsweek.com/staying-safe-days-darken-81459

3.Lozovik, A. (2018, September 13). Fluo Green is the Most Visible Color for Swimmers, Triathletes, Cyclists and Runners for Road and Waterway Safety. New Wave Swim Buoy. https://www.newwaveswimbuoy.com/blogs/news/brightest-on-water

4.Majid,S.(2011,September/October).Living Colour.WorkSafe Magazine.https://www.worksafebc.com/en/resources/health-safety/articles/living-colour

PCI 中文版
Paint & Coatings Industry

国际技术前沿
中国多维呈现

www.pcimagcn.com
www.pcimag.com

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

Ask Joe Powder

我们受欢迎的Ask Joe Powder博客已经登上PCI杂志的页面。您粉末涂料的问题和挑战有哪些?ChemQuest粉末涂料研究公司的Joe Powder(又名Kevin Biller)可以回答来自世界各地的问题,分享其粉末涂料的专业知识和经验。

亲爱的Powder先生,

您认为在涂漆之前去除钢和铝的油污的最佳方法是什么？我看到过各种各样的方法，但似乎有太多的选择，我想了解您所认为的最好的选择是什么。具体来说，由于会留下“粗糙”的表面积，因此介质喷砂可能不是一个很好的选择的情况下，我知道介质喷砂是有效的，但其仍然很难获得一个光滑的表面。

十分感谢!

Jeff Arbuckle

新西兰，Rangiora

Hi Jeff,

谢谢你的提问。以下是粉末涂层金属预处理的详细信息。

首先，必须仔细考虑饰面的耐用性要求。如果用于室内环境，不会受到太多的磨损或水分、热量等的影响，那么简单的溶剂清洗和介质喷砂可能就足够了。对于任何将长期暴露在户外的应用，您需要的就不仅仅是这些了。

粉末涂料的化学性对耐久性和其他性能有重大影响。例如，环氧树脂和混合物可以较好地附着在喷砂金属上，且可以在表面处理最少的情况下提供好的耐腐蚀性。基本上，所有其他化学物质都需要清洁金属，然后再进行化学预处理。因此，如果您使用的是聚酯、丙烯酸或聚氨酯粉末，最好先用碱性溶液清洁金属，冲洗干净，然后进行化学预处理。通常钢是用磷酸盐处理，铝是铬酸盐来处理。铬酸盐是具有较高风险的（实际上致癌），所以我强烈建议您在需要预处理铝时研究替代材料。

基于锆酸盐、钛酸盐和硅的新型非铬酸盐金属预处理材料已经取代了许多表面预处理体系中的铬酸盐，这些材料基本上是无毒的。使用这些材料时的工艺控制至关重要，因此有必要仔细遵循供应商的应用参数来操作。

同时也要认识到，虽然清洁技术对钢和铝来说都是普遍

使用的，但化学预处理不能在这些非常不同的金属之间任意转换。磷酸铁在含铁的基材上效果很好，但是它不能为铝提供足够好的高性能粉末涂层性能。您将需要针对您的金属类型来选择合适的化学处理方式。

此致敬意！

Joe Powder

Joe，您好

水分是粉末涂料生产过程中的重要测量指标吗？如果是，如何测量水分？此外，水分会影响聚氨酯粉末涂料的固化机制吗？

Geoffrey Brown

华盛顿，Pullman

Hi Geoffrey,

信不信由你，粉末涂料可以耐受相当多的水分——高达0.5%或更多。事实上，在极低湿度环境（<15%RH）下，完全干燥的粉末涂层会出现静电问题。想象一下，在寒冷的冬天非常干燥的时候，穿着袜子拖着脚走过地毯时所产生的电荷，过量的静电荷比比皆是。因此，有点水分总比没有的好。然而，高含水量（>1.0%）也会导致结块问题和流态化问题，从而产生操作和应用问题。

至于异氰酸酯固化聚酯粉末涂料中的水分对固化的干扰，这不是问题，因为存在阻聚剂，游离NCO可以忽略不计。

此致敬意！

Joe Powder

亲爱的Joe,

水射流金属切割使用硅砂（二氧化硅SiO2），这种硅是否会引起附着问题和鱼眼？我用这种方式切割的钢的边缘会出现附着问题。其他区域皆无问题，固化和附着较好，只有边缘存在问题。钢切割边缘厚10毫米，有剥落现象。金属用热磷酸铁溶液清洗，然后冲洗、干燥，并在面漆前涂好了底漆！它没有生锈，用水射流切割后干净且无锈，并在当天就涂施了粉末涂料。

致以诚挚的敬意！

David Beaver

俄亥俄州，East Liverpool

Hi David,

感谢您提出关于水射流切割及其对金属表面影响的问题。这需要做一些研究来了解导致粉末涂层附着失效和鱼眼的原因。表面上（双关语）会有什么问题？水不应该引起附着或鱼眼的问题。此外，二氧化硅是惰性的，据我所知不会引起鱼眼或针孔问题。而且按您所述，在涂覆粉末涂料时，表面也没有产生腐蚀。

我将寻找产生根本原因的地方，希望最终能找到解决方案：二氧化硅在水中的分散可能需要使用表面活性剂，否则二氧化硅不会很好地溶于水中，且该过程也会无效。此外，使用表面活性剂分散磨料可能需要使用消泡剂以尽量减少起泡。众所周知，表面活性剂和消泡剂会导致粉末涂料的附着和起泡问题，而使用高压磨料浆流只会通过将表面活性剂/消泡剂带入钢的表面而加剧问题。

我猜这种表面活性剂无法从浆料中去除，也许可以替换一种不会引起这种问题的表面活性剂，但我不希望使用这种方法，因此，您更需要确定一种可以有效去除加工边缘残留表面活性剂的方法。有两种方式可以选择：

1.使用机械手段打磨边缘（砂磨、研磨等）。

2.使用强酸蚀刻边缘。

机械方法要么是劳动密集型的，要么是自动化成本高昂的，化学方法成本高昂，需要处理潜在的危险物质，这里没有简单的答案。或者，您可以考虑使用不同的切割技术，但您可能也知道，激光切割可能也会因不同的原因导致类似的附着失效问题。

祝您好运，成功找到解决方案。若你有任何其他想法或问题，请告诉我。

此致敬意！

Joe ⌘

您有问题要问Joe Powder吗?请发电子邮件至kevinbiller@yahoo.com，并请务必收听Ask Joe Powder "Powdcast"，了解粉末涂料行业的最新消息、见解和技术。单击此处收听！

图片来源：RHJ，iStock，华盖创意图片社

新型白色颜料是冷屋顶涂料的理想选择

增强美观性和提高经济性等优点

作者 **James Will**，涂料技术顾问，Willpower Consulting公司；**Chris Anderson**，业务发展总监，U.S. Silica公司

产品开发的终极目的是为了节约成本，并提高产品的性能。最近，已经进行了大量的开发工作，以证明新型白色颜料产品在性能和经济性方面的改进。在这篇文章中，我们将重点介绍一种新型白色颜料，它可以减少制备冷屋顶涂料所需的二氧化钛的用量，并能同时提高性能、可加工性和经济性，拥有巨大的应用前景。

经济性

值得信赖的全球关键原材料供应链因相互竞争的关税、反复爆发的疫情，甚至战争而变得脆弱和破裂。二氧化钛（TiO_2）的供应绝对是这种情况，它被广泛用于防晒霜、涂料、操作台面、纸张，以及冷屋顶涂料等众多应用中。尽管这种极其重要的全球商品由几家价值数十亿美元的制造商来提供服务，但二氧化钛的供应在过去几年中变得不太稳定，从而导致了供应和价格的不确定性。

新的白色颜料可以改善冷屋顶涂料对二氧化钛的依赖，并降低成本。例如，由于二氧化钛具有非常高的密度，许多白色颜料在重量基础上的成本可以显著降低。当白色矿物在国内生产时，可以节省大量成本，从而消除了不可预测的全球运费，以及与过剩库存相关的额外成本。更低的重量成本加上体积优势，再加上更低的物流成本，因此提供了一种比二氧化钛等材料更实惠的白色颜料替代品。

对“冷”屋顶产品的需求

建材和建筑产品行业必须解决城市热岛效应（UHI）问题，即地表和/或空气温度高于周围地区的区域。城市热岛在以下区域形成：

- 黑暗、不透水的表面（如屋顶、墙壁、工业区和道路等）
- 植被和树木相对缺乏的区域
- 阻挡或减缓空气流动并被太阳和热辐射覆盖的建筑物
- 排放废热的车辆和空调[1]

提高屋顶的太阳光反射率是降低建筑能源需求和缓解城市热岛效应的一种经济有效的手段。对建筑业主而言，在建筑顶部涂上太阳能反射涂层的“冷”表面是一种流行的方式，这些“冷”表面反射更多的太阳能，导致建筑的表面温度降低。有证据表明，提高建筑物的太阳光反射率会使平均表面温度降低10°F以上，相应的空气温度降低高达1°F。空气温度没降低一度都会带来更高的热舒适度、健康和经

济效益。[2]

应用于冷屋顶的涂料市场以数百万平方英尺计算，并继续以超出典型建筑增长率的水平增长。推动应用于屋顶液体涂料增长的要素包括对现有结构的屋顶翻新的适度价格选择的需求，以及对新建筑不断发展的建筑能源法规。

冷屋顶涂料是专为平屋顶或低坡屋顶设计的涂料。这些涂料的使用是由州和地方政府强制规定的。冷屋顶评级委员会(CRRC)是一个501(c)(3)非营利组织，致力于开发公平、准确和可靠的方法来评估和标记屋顶和外墙产品的辐射特性，并维护一个数据库来认证这些涂料的性能。[3]被视为冷屋顶涂料的产品必须符合严格的规范，以最大限度地提高太阳能反射率并最大限度地减少导热性，并使用CRRC方法进行评估。

流体涂覆的冷屋顶产品通常厚度为20mil或更厚，一般含有树脂、溶剂、颜料和各种添加剂。涂覆到基材（如屋顶）上后，溶剂蒸发，树脂聚合，颜料与聚合物粘结。颜料是涂料体系中反射太阳光的功能性部分，首选的太阳光反射颜料是二氧化钛（TiO_2）。二氧化钛因其高折射率而具有出色的光散射和红外反射率，成为许多配方设计师的热门选择。[4]然而，在过去的20年里，二氧化钛的价格波动很大。由于这种价格和供应的不稳定性，许多配方设计师都在寻求通过添加颜、填料和其他填料来减少对二氧化钛的依赖。在某些情况下，替代产品（颜、填料/其他填料）不反射太阳辐射，只能通过适当分离二氧化钛颜料颗粒来提高性能。

最近，冷屋顶配方的开发集中在一款特别适合的矿物颜料上，这种颜料来自U.S.Silica公司，名为EverWhite®颜料。该产品在研究中经过测试，是一种高度精制的硅基矿物，可用于油漆和表面涂层，这种新型高级颜料是在高温下形成的，工业工艺包括石英再结晶、提纯和研磨。现代研磨技术生产出各种产品，其平均粒径（d50）为0.6至4微米。表1显示了三种最常见的新型白色矿物颜料等级的粒径分布和白度值（产品线拥有许多产品）。

首先，在水性丙烯酸弹性体冷屋顶涂料中评估了新的矿物颜料。研究人员对涂料配方进行了迭代，以研究无填料、各种常见填料和填料组合的参考样，以及可调整的颜料体积浓度，以确定最佳有效性和性能。

使用ASTM D 6083-97a中的流程对冷屋顶涂料进行测试。与其他涂料配方一样，测试的性能包括粘度、体积固体、重量固体、伸长率、拉伸强度、加速老化、渗透性、水膨胀、附着力、真菌、抗撕裂性和柔韧性等。在测试“冷”涂料时，应重点测试太阳能反射率和热阻两个指标。

在冷屋顶配方开发过程中，表面化学的考虑尤为重要。就EverWhite颜料*而言，与最常见的填料相比，它具有更有利的粒径和zeta电位。研磨后的矿物表面化学性质非常适合

表1 ❖ 粒径分布和白度值。

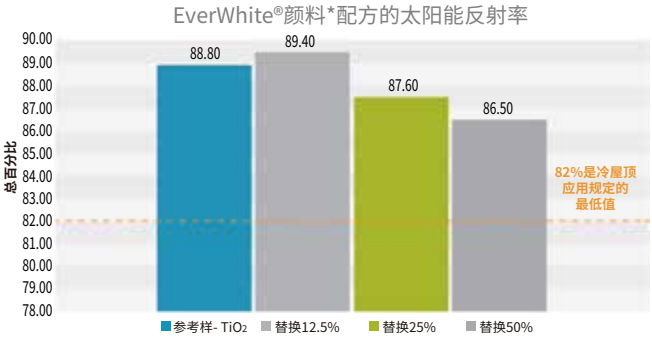
	EWP-5	EW-10	EW-15
d10 (μm)	1.3	1.5	1.6
d50 (μm)	2.3	3.8	5.4
d90 (μm)	4.6	10.2	15.9
Hunterlab L*	99.4	99.0	98.8

表2和3 ❖ 布氏粘度数据。

Brookfield粘度（CPS@RPM） 四号转子			
	10	20	50
0 wt% EWP	4,700	1,640	290
12.5 wt% EWP	1,300	520	85
25 wt% EWP	200	120	20

Brookfield粘度（CPS@RPM） 四号转子			
	10	20	50
0 wt% EWP	4,700	1,640	290
12.5 wt% EWP [-20% dispersant]	4,000	1,700	285
25 wt% EWP [-35% dispersant]	5,000	1,700	320

图1 ❖ 太阳能反射率。



等电点为~2.2、pH值为8.5时zeta电位为~[−45mV]的涂料。

颜料技术不仅在涂层的效果方面，而且在生产工艺中都带来了好处。在涂料生产过程中，研究表明，用新的白色矿物颜料代替部分钛白粉时，颜料添加时间、颜料润湿时间和颜料研磨时间相等。此外，生产能源需求和Hegman研磨时间也是相等的。

研究过程中测试的配方变量包括：

- 不替换现有白色颜料（TiO_2）的参考配方
- 用EWP-5替代12.5%重量的TiO_2
- 用EWP-5替代25%重量的TiO_2
- 用EWP-5替代50%重量的TiO_2

对涂料性能（包括罐内稳定性、干燥时间、耐水性和耐沾污性）进行了评估，发现所有替代水平的涂料性能均与参考涂料相同。

粘度

其他关键实验结果表明，使用新的白色颜料降低了粘度，透明度受到轻微影响，保持了耐磨性，并且相对于其他颜、填料而言耐候性更好。表2和表3中的数据显示，通过用新的白色颜料（EWP）替代现有的白色颜料（二氧化钛，TiO_2），可以显著降低粘度。此外，通过添加EWP可减少35%的分散剂，从而降低配方成本。

图 2 和 3 ❖ CIELAB透明度数据。

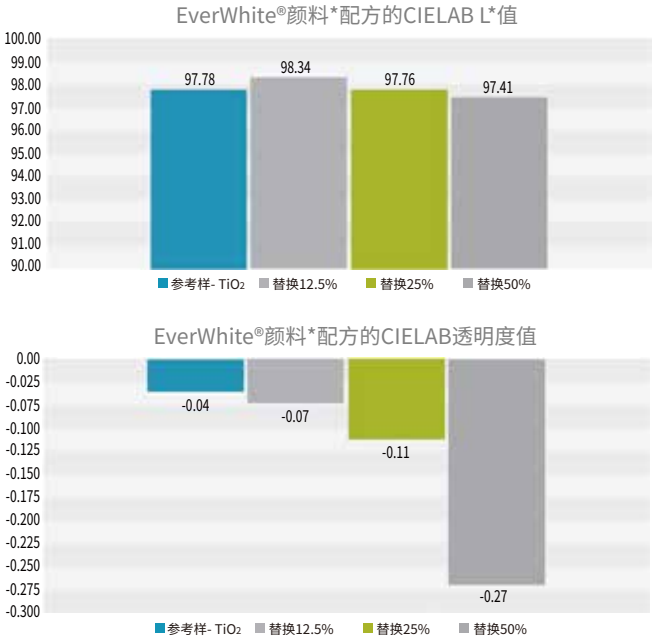


表 4 ❖ 外部老化结果。

ASTM D903交叉划线附着力	
EverWhite®颜料测试样品	结果（5A=无剥离 0A=完全剥离）
参考样- TiO_2	5A-无剥离
替换12.5%	5A-无剥离
替换25%	5A-无剥离
替换50%	5A-无剥离

图 4 ❖ 外部老化结果。

太阳能反射/颜色/透明度

图1显示，颜料替换对太阳能反射率的影响最小。在替换12.5%时，太阳能反射率略高于参考样，在50%时，仍远高于法规规定的82%的最低值。

CIELAB L*明度轴图（图2）显示，在EWP替换水平为12.5%时，明度增加；在二氧化钛替代水平为25%时，明度与参考涂层相当，在替代水平为50%时，L*值减少0.37。这种差异在视觉上是无法察觉的。

透明度测试方法包括在Leneta纸卡（带有黑白条纹的纸）上涂覆油漆，并测量干燥漆膜在白色和黑色区域中的反射率。计算将黑色区域设为样本，白色区域设为方程中的标准：样本减去标准。该实验得出结论，替换后对透明度未产生显著影响（图3）。观察者无法检测到小于+/−0.4的CIELAB颜色值。

附着力

漆膜附着力划线实验主要测量涂层附着在基材上的能力。在该测试中，将20mil的冷屋顶湿膜（约10.5mil的干膜厚度）涂覆到涂有底漆的铝板上，按照规范进行固化，并用合适的工具划线。通过使用胶带去除的量来对剥离程度进行评级。梯度样品组的划线附着力测试结果相同，如表4所示。

冷屋顶液体涂料是一种外部涂料，其基材或是平屋顶，或是低坡屋顶。这种屋顶结构受到强烈太阳辐射的影响，涂层必须能承受太阳辐射和其他天气情况。从功能上讲，涂层中的所有成分都在发挥耐候性方面的作用。

在这项研究中，梯队实验配方在两个地点进行了耐候性测试，分别是西弗吉尼亚州和亚利桑那州。下图是这两个测试地点105天的老化数据，通过将样品放置在QUV室中1000小时并测量延伸率和磨损程度，对耐候性进行了评估。

图4显示了不含EverWhite颜料的测试涂层与含EverWhite颜料替代物的测试涂层之间的最小色差。

表5显示了拉伸和伸长率测试结果（在QUV 1000小时之前

表 5 ❖ 外部老化结果。

QUV加速老化研究				
描述	延伸率	拉伸率	QUV延伸率（1000小时）	磨损
使用R-960的标准参考配方	415	249	278	0.95
用EWP-5替代12.5 %的R960	482	239	236	1.1
用EWP-5替代25%的R960	475	230	260	1.6
标准通过率	>100%	>200%	>100%	-

和之后），均通过了ASTM要求。

结论

从上述结果中可以得出几个有趣的发现。EverWhite颜料系列将减少冷屋顶基材吸收太阳能，增强基于颗粒分散和分离的涂层性能，并通过使用成本较低的EWP代替二氧化钛来降低配方的总体成本。

这些EverWhite颜料产品有不同的粒径分布。目前正在进行实验，以表征该项目的其他涂层性能，其他聚合物体系的评估也正在进行中，如环氧树脂、聚酯、橡胶、水泥、聚醋酸乙烯酯和其他聚合物体系等等。新的二氧化钛替代产品在石英台面、油墨、地坪、屋顶、墙壁和其他外部涂料应用中的前景也十分广阔。⌘

*专利正在申请中

参考资料

[1] U.S. EPA, 2020. Learn About Heat Islands. https://www.epa.gov/heatislands/learn-about-heat-islands

[2] Krayenhoff, E. S.; Broadbent, A.M.; Zhao, L., et al. (2021). Cooling hot cities: a systematic and critical review of the numerical modelling literature. Environmental Research Letters, 16, 053007.

[3] Cool Roof Rating Council. (2023) https://coolroofs.org/

[4] Hyde, D. (2007, August 1) Infrared Reflective Pigmentation Technologies and the Future of Coating, Part 2: The Science Behind Technology. Paint and Coatings Industry Magazine. https://www.pcimag.com/articles/87154-infrared-reflective-pigmentation-technologies-and-the-future-of-coatings-part-2-the-science-behind-the-technology

图片来源：aga7ta, iStock / Getty Images Plus，华盖创意图片社

新一代建筑色浆

作者 **Jerry Powers**，技术经理，美洲色彩解决方案，Vibrantz Technologies公司

为了满足日益严格的监管要求和不断增长的消费者期望，建筑涂料公司必须考虑其产品的可持续性影响。随着涂料公司和色浆供应商提高了他们的生产水平，使其成功开发的低VOC配方、趋零VOC建筑基料和低VOC色浆在北美继续受到欢迎。随着表面活性剂和分散剂技术在低VOC应用方面的进步，添加剂公司最近也加入了这一趋势。

特种化学品和矿物供应商Vibrantz Technologies开发了新一代的建筑色浆，可提供业内最低VOC和最高颜料添加量的产品。这些色浆具有优异的性能、更长的保质期和全球合规性。下面的研究包括一系列测试，将Vibrantz新型色浆与行业标准色浆进行了比较，用于几种建筑基料中，测试内容包括粘度下降、耐结块、开放时间和与基材的相容性等。

表 1 ❖ 新色浆系列。

色浆名	描述	色浆名	描述
PW 6	钛白	PBk 7	黑
PY 42	氧化黄	PBr 7	棕色
PR 101	氧化红	PR 122	品红
PY 74	有机黄	PR 254/188	有机红
PG 7	酞菁绿	Mixture	氧化棕
PB 15:1	酞菁蓝		

图 1 ❖ 污染测试结果。

危机中的创新

这些先进的色浆是在大多数公司经历全球危机时开发出来的，当时，疫情导致的隔离和原材料短缺使技术工作难以完成。Vibrantz的全球技术着色解决方案团队的任务是为液体着色分散体创建一个新的建筑系列，以展示可持续发展的显著进步。这一新产品系列最重要的特征如下：

- 不含杀菌剂
- 原材料具有可持续性
- 极佳的色浆稳定性
- 对涂料性能零影响
- 颜料固体含量更高
- 极低VOC

Vibrantz的先进色浆以其综合性能在市场上脱颖而出，它们没有GHS标志，这意味着它们无腐蚀性、无急性毒性，且对环境或健康没有危害。

这些色浆具有最低的VOC含量、高颜料固体含量，并且适用于销售点（POS）和工厂内的调色。它们具有极佳的罐内稳定性、流变稳定性，并且不会出现尖端干燥。该色浆还

图 2 ❖ 用Formulaction的Turbiscan测试色浆的沉降情况。

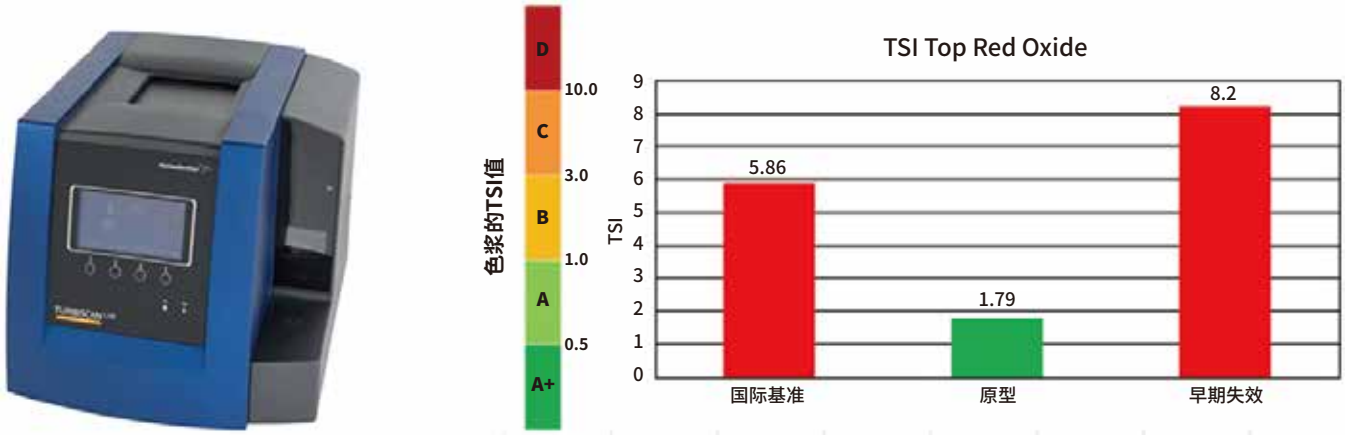
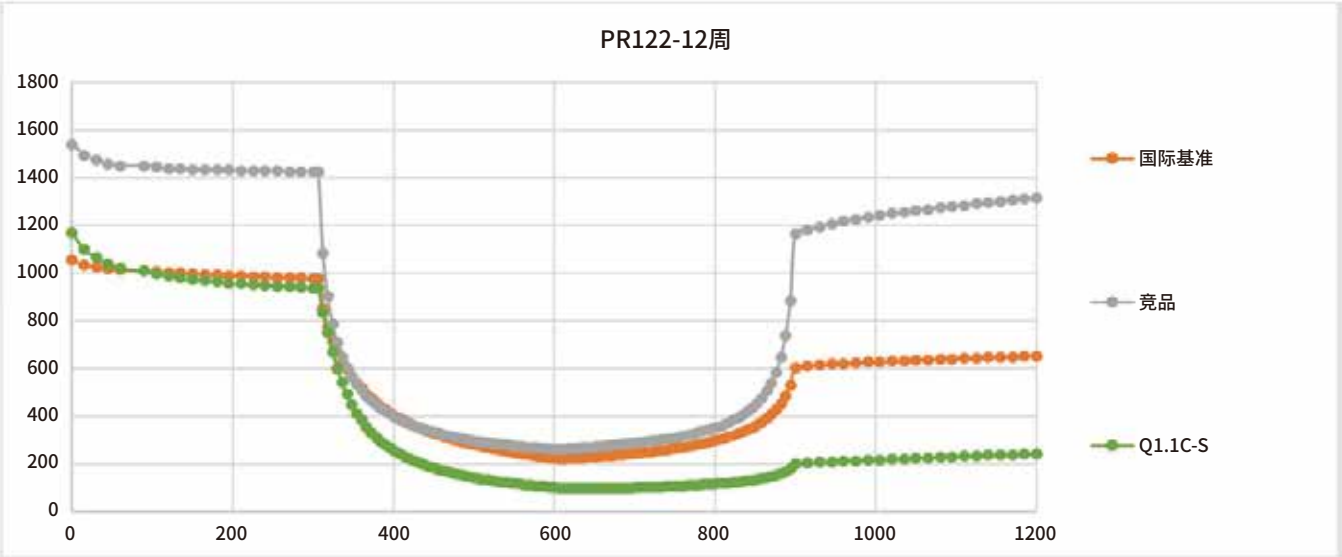


图 3 ❖ 正常12周稳定性测试比较。



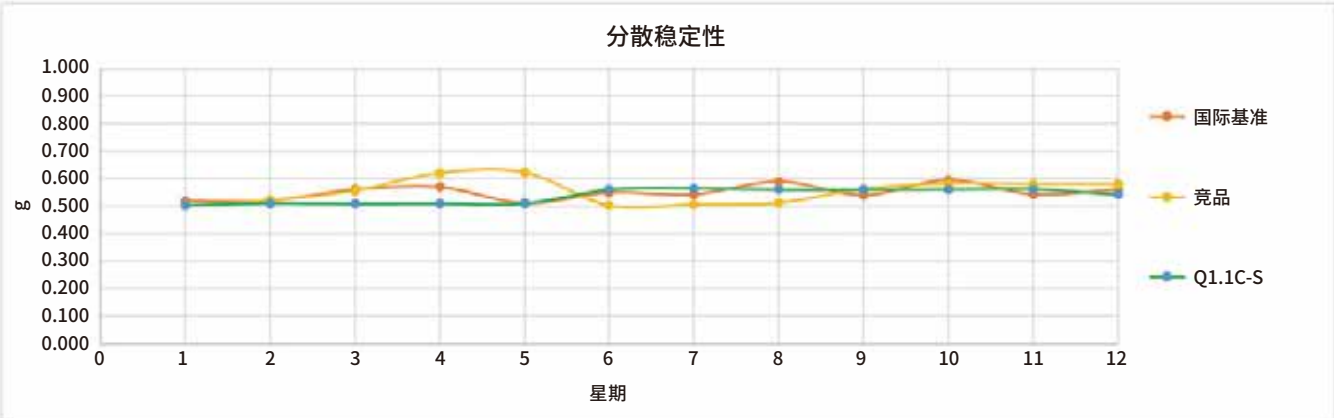


图 4 ❖ 丙烯酸弹屋顶涂料配方的测试结果。

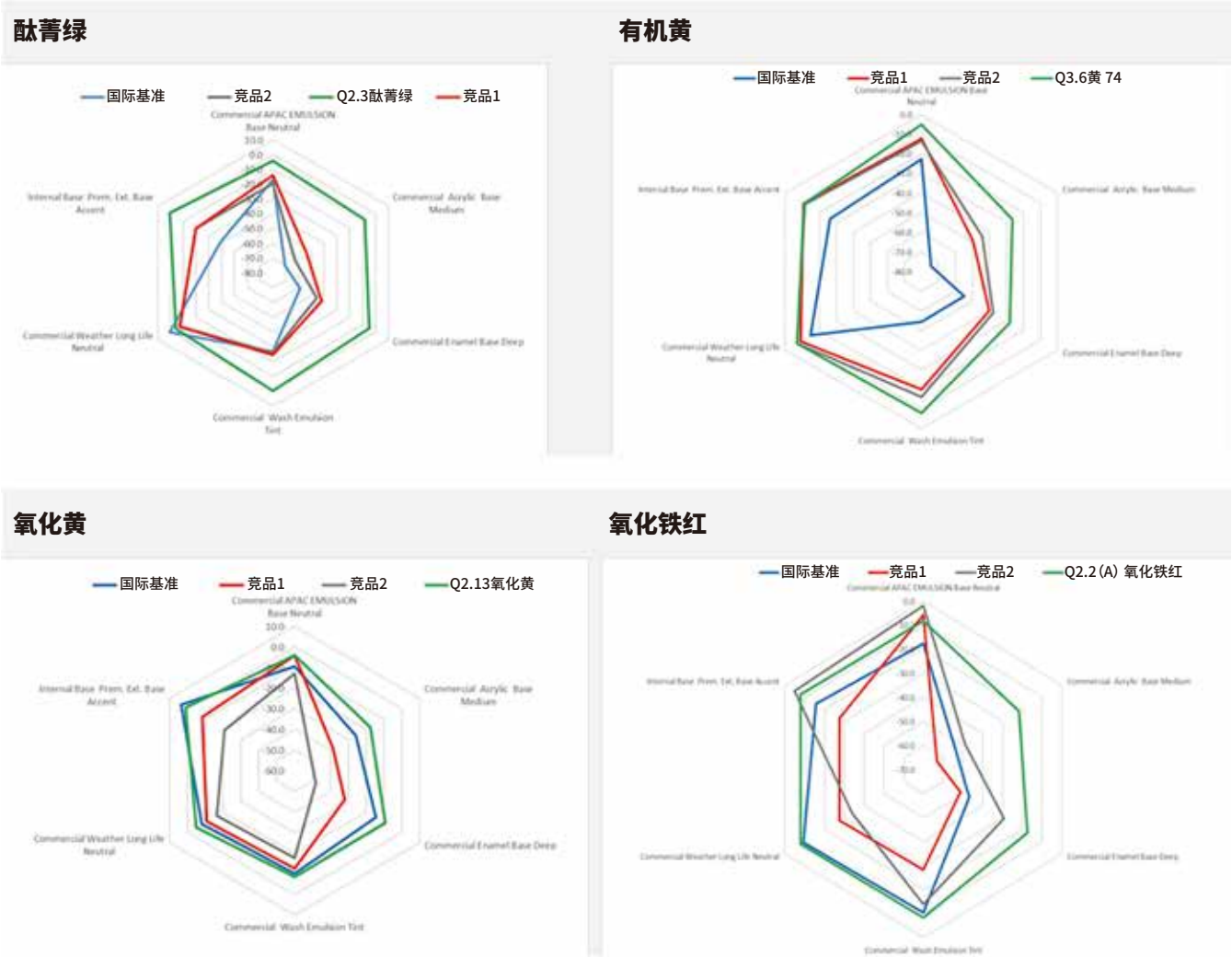
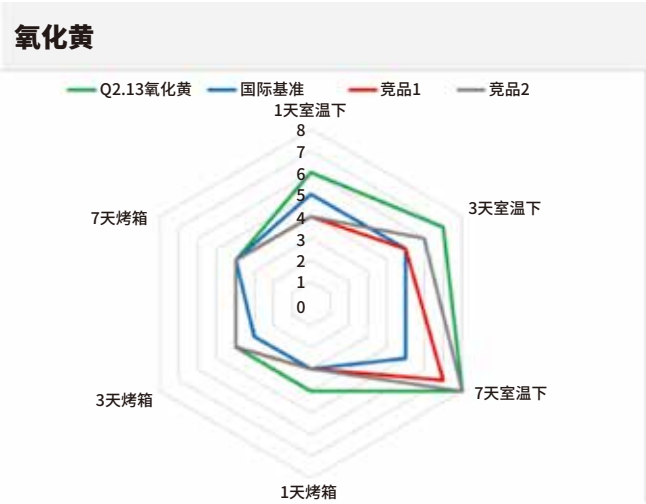


图 5 ❖ 氧化黄色浆的图示。



具有优异的与涂料基料相互作用的性能，粘度下降最小，有较好的抗结块和耐擦洗性，无表面活性剂浸出，以及更好的开放时间（表1）。

结果

作为开发新型色浆工艺的一部分，我们对各种全球涂料基料中的内部和外部基准、低VOC水性色浆进行了详尽的测试。结合了多个行业标准测试方法，并考虑了与涂料公司测试相匹配的理念。

与基准相比，杀菌剂污染测试涉及无GHS标签色浆的无菌挑战。Vibrantz团队从三个方面观察了色浆的无菌性：来料、工厂卫生和工艺控制。着色剂通过了12周的稳定性测试，使其成为符合不贴GHS图标的色浆（图1）。

为了测试色浆的稳定性，研究小组使用了Formulaction的Turbiscan——一种用于比较和基准分析的实验室仪器（图

2）。激光反射和透射率决定了色浆在一段时间内的“活性”，它最适合用作配方的“快速失效”测试。稳定周期从几个月变为几天，Turbiscan稳定性指数（TSI）值提供了一个快速比较的可视结果。

在评估罐内稳定性和尖端干燥性时，正常的12周稳定性测试与色浆的流变测试同时进行（图3）。即使在更高的颜料添加量下，也没有观察到尖端干燥或波动的发生。

对六种不同类型的全球建筑基础漆进行了粘度下降比较，以验证新色浆在比较中的优越性能。内部基准和竞争色浆以每加仑12盎司的量加入，氧化铁黄的比较结果如下所示（图4）。

对内部基料的耐结块测试（ASTM D4946）结果表明，低VOC、无树脂水性色浆的性能有明显改善，图5显示了氧化黄色浆1天、3天和7天的改善情况。

比色对比显示，基准POS色浆的着色强度显著增加，如图6所示。每种色浆的颜料添加量都有所增加，有机黄的不透明度有所增加，但在更高的颜料添加量下仍保持着透明。

图7所示的VOC测试也表明，它们是市场上VOC相对最低的。

优势

Vibrantz与全球行业伙伴合作，寻找全球可用配方成分的合适组合。

更高的颜料添加量可以增加色彩配方的遮盖力和更高的色彩饱和度，它还可以用于POS、仓库和工厂等场所的调色。

随着全行业对环境和健康问题的日益重视，不贴GHS图标的产品将会脱颖而出。由于监管机构和其他市场影响者持续坚持降低杀菌剂含量水平，Vibrantz为未来制备了不含杀菌剂的色浆。

不足之处

作为新基准的一个缺点是它不能与任何其他生产线的色浆相匹配，因此需要完成颜色数据库工作以替换配方。Vibrantz的Color Science部门可以帮助客户，他们正在将新型色浆特性转化为通用数据库。

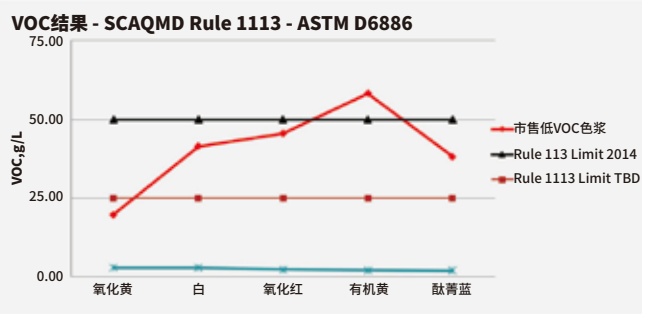
下一步

对这些色浆进行取样是必要的，同时还需要继续扩展生产线，加入以前没有配制过的新颜料。取样完成后，团队将收集和分析市场反应。⌘

如果您对NXT色浆感兴趣或想了解更多关于新产品系列的信息，请通过电子邮箱ProductManagementGroup@vibrantz.com联系我们。

图 6 ❖ 色度比较。

图 7 ❖ VOC测试结果。



致谢

特别感谢由Brij Mohal博士、Smita Shelar执行领导的全球团队的努力，也非常感谢Peter Thommassen、Nima Jafari、Luc Driessen和Scott Becker在测试、概念、需求和多次讨论方面做出的贡献。

图片来源：alvarez，E+，华盖创意图片社

开拓新天地

开创涂料添加剂的绿色未来

作者 **P. Röske博士**，研发可持续添加剂实验室经理；**M. Bilger**，技术统筹，蜡乳液部门；**T. Leyh**，R&D可持续统筹者兼实验室经理，蜡乳液部门；明凌化学，德国，Abstatt

减少CO_2足迹、使用可再生原材料，以及通过可生物降解产品解决微塑料污染是行业的关键考虑因素。明凌共享其高可持续发展目标，并提供全面的绿色添加剂组合，以支持涂料制造商在不影响性能的情况下实现其发展目标。

这项工作需要发现和利用新的原材料和技术，为开发具有该行业以前未探索过的独特特性的产品提供机会，挑战在于创造出符合或超过标准化石添加剂性能的可持续配方。

我们的添加剂开发侧重于两个主要的绿色参数。首先，通过ASTM D 6866方法测定可再生部分，并在产品成分中注明。通过使用可再生原料，我们减少了对有限化石资源的依赖，同时受益于可再生原材料的二氧化碳的吸收和节能合成。因此，与化石产品相比，可再生产品的二氧化碳足迹显著降低。

其次，我们根据经合组织的指导方针，优先考虑生物可降解性，以解决人们对微塑料日益增长的担忧。虽然涂层通常旨在提供持久的保护，但也有一些应用需要其快速降解，例如一次性包装材料。我们考虑生物降解发生的特定条件，确保与环境的相容性。

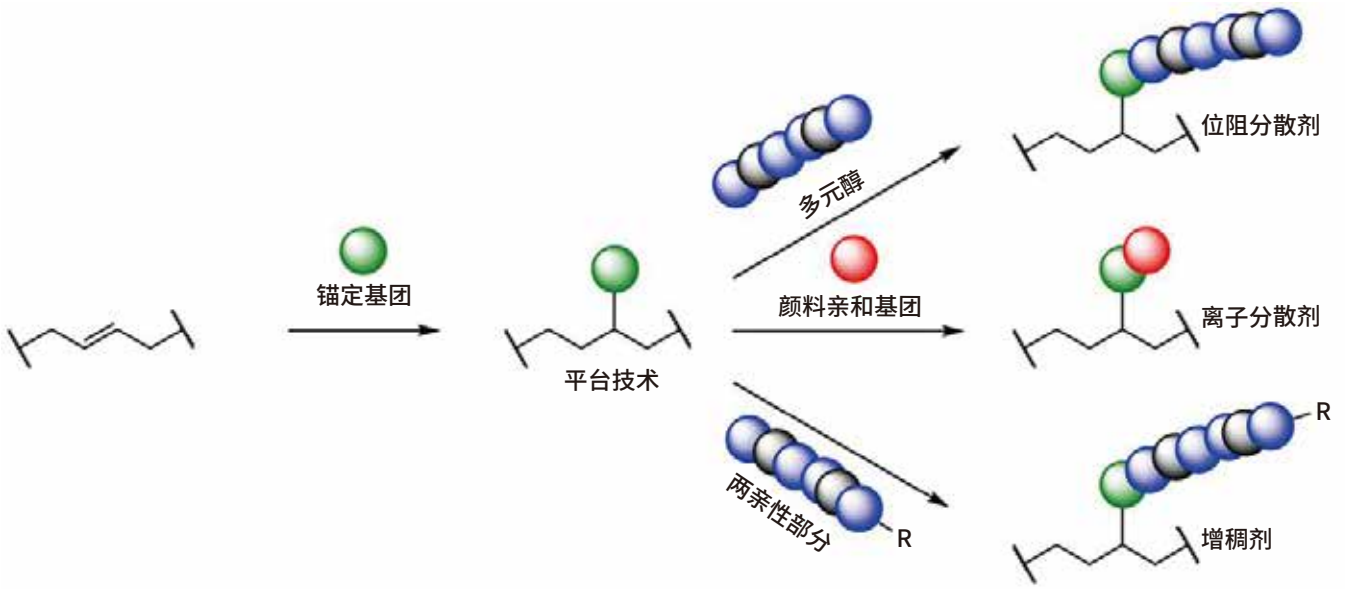
此外，我们也在不断评估并将额外的绿色参数纳入我们的内部指导方针，以开发更环保的产品。

通过拥抱可持续性并不断突破创新边界，我们致力于为涂料行业的绿色未来做出贡献，同时保持对卓越性能的关注。

化学与研究工作

我们研究的重点是在添加剂合成的整个范围里使用可再生原材料。例如，通常用于增稠剂的石油基多元醇正在被源自可再生原料的可再生多元醇所取代。通过将这些可再生多元醇掺入聚合物主链中，我们可以取代高达100%的化石衍生

图1 ❖ 明凌公司可再生平台技术的研究原理。



多元醇，通过仔细控制化学计量和反应条件来实现所需的流变性能。

至于分散剂，我们的重点在于将可再生原料纳入我们的合成过程。我们已经探索了使用生物聚合物作为传统分散剂的潜在解决方案，这些可再生聚合物在颜料表面表现出优异的吸附性能，并提供稳定性，防止抱团结块产生。

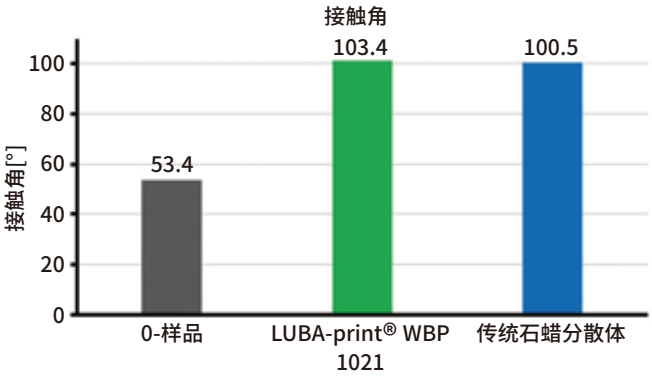
这一开发所涉及的化学包括通过衍生化或将官能团接枝到生物聚合物的主链上对其进行改性，这种改性通过形成亲水和疏水区域来增强分散能力，促进在颜料颗粒上的有效吸附。通过精确控制可再生分散剂的取代度和分子量，我们可以优化其分散效率，并优化与各种油漆和涂料体系的相容性。

除了嵌入式解决方案，我们的研究工作还致力于开发专业的可再生产品，这些努力需要探索和创立新技术。在这方面，双键改性是我们主要的关注领域之一。从可再生主链聚合物开始，使用平台技术，它可用于解决多种添加剂技术。然而，这一研究领域仍处于起步阶段，在获得高质量的产品之前，显然需要投入更多的工作。这种方法的基本原理如图1所示。

为了提高消光、耐刮擦和防粘结等性能，通常使用由合成或化石原料制成的蜡，如PE蜡或FT蜡。我们的新型添加剂主要基于植物原料，大多可生物降解，并通过植物材料和新技术的特殊组合提供与传统涂层类似的性能。对于这样的涂层效果，添加剂的性能，如粒度、熔点、硬度和极性等都是重要因素。通过我们的技术，可以调整类似的性能，或者使用对熔点和硬度等性能有积极影响的新材料进行最终应用。

石蜡乳液是众所周知的用于不同体系的强疏水剂，然而，它也有一些缺点。石蜡是由原油制成的，这意味着它是以化石原料为基础的。这种材料的熔点通常为45–66℃，这会导致表面柔软，并可能产生污垢积聚问题，尤其用于炎热地区的外部应用时。

图2 ❖ 用于木器漆的接触角。



我们的新技术基于植物材料，采用可再生原料。它的熔点为75–85℃，这使它的硬度大大提高，并减少了污垢积聚，在最终应用中也具有更好的机械阻力，同时提高了疏水性。

通常，PE/石蜡乳液用于外部热敏系统，以提高纯石蜡乳液的熔点、抗粘结性和硬度。此外，对于这种应用，新技术可以作为一种可持续性的替代方案。

木器漆

疏水剂

为了评估对疏水性的影响，将可持续添加剂LUBA–print® WBP 1021和传统石蜡乳液都以2%的添加量加

入（根据乳液的固体含量计算），测试体系为一种水性透明木器漆涂层。在室温下干燥后，将其在60℃的烘箱中烘烤10分钟，以提高疏水效果。疏水效果的测定是通过接触角进行的，接触角的值越大，疏水效果越好。结果表明，这两种产品都显著提高了疏水性，添加剂样品的接触角超过100°，而空白样品仅为53.4°（图2）。由于乳液的粒径很细，这些添加剂的加入对光泽没有影响。

图3 ❖ 木器漆应用的耐刮擦性。

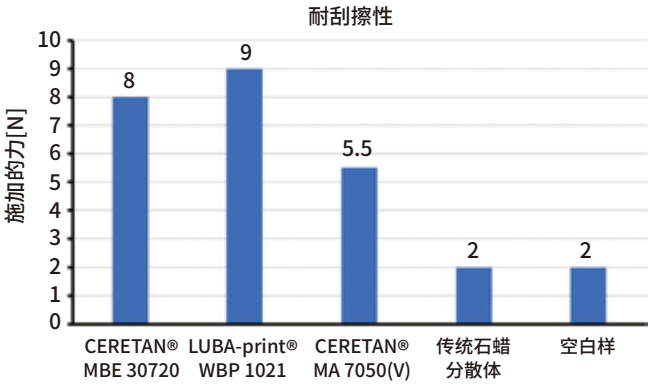
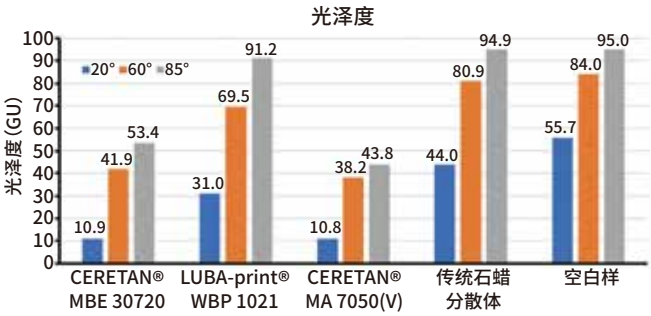


图4 ❖ 应用于木器漆后的光泽度。



滑爽、耐刮擦、哑光

为了测试可持续产品的性能，将2%的添加剂加入透明木器漆配方中。使用棒式涂布机在PVC卡上进行涂覆，湿膜厚度为100μm，在测试之前，将涂层基材在室温下静置两天。使用线性耐磨测试仪测定耐刮擦性，在这里，划痕是用不同的力施加的，值表示刮到基底所需的力。研究发现，所有的蜡都显著提高了表面的耐刮擦性，最高评级为9牛顿（N），这是使用LUBA-print WBP 1021实现的，该产品为石蜡的替代品。图3显示，传统的石蜡分散体由于其较软的特性而没有增强耐刮擦性。CERETAN® MBE 30720是一种基于可再生原材料的PE蜡，其值增加到了8 N，CERETANMA 7050(V)增加到了5.5 N。

根据颗粒尺寸与漆膜厚度的关系，蜡添加剂也可用来达到消光效果。在图4中，可以看出CERETAN MA 7050（V）是一种基于蔬菜原料的酰胺蜡，由于其dv99＜50μm，因此达到了最好的消光效果。由于粒子从表面突出来，会产生漫射光散射，并导致消光效果。

由于乳化工艺，LUBA-print WBP 1021和传统石蜡分散体具有非常细的颗粒尺寸，因此，对光泽度几乎没有影响。

建筑涂料

用可再生替代品取代石油产品的第一步是使其拥有所需的特性。在这方面，我们的研究工作已经扩展到多种可再生

图5 ❖ 在基于Mowilith LDM 7717的涂料分散体配方中，比较了基于石油和可再生TAFIGEL PUR系列的剪切速率与相应的粘度。

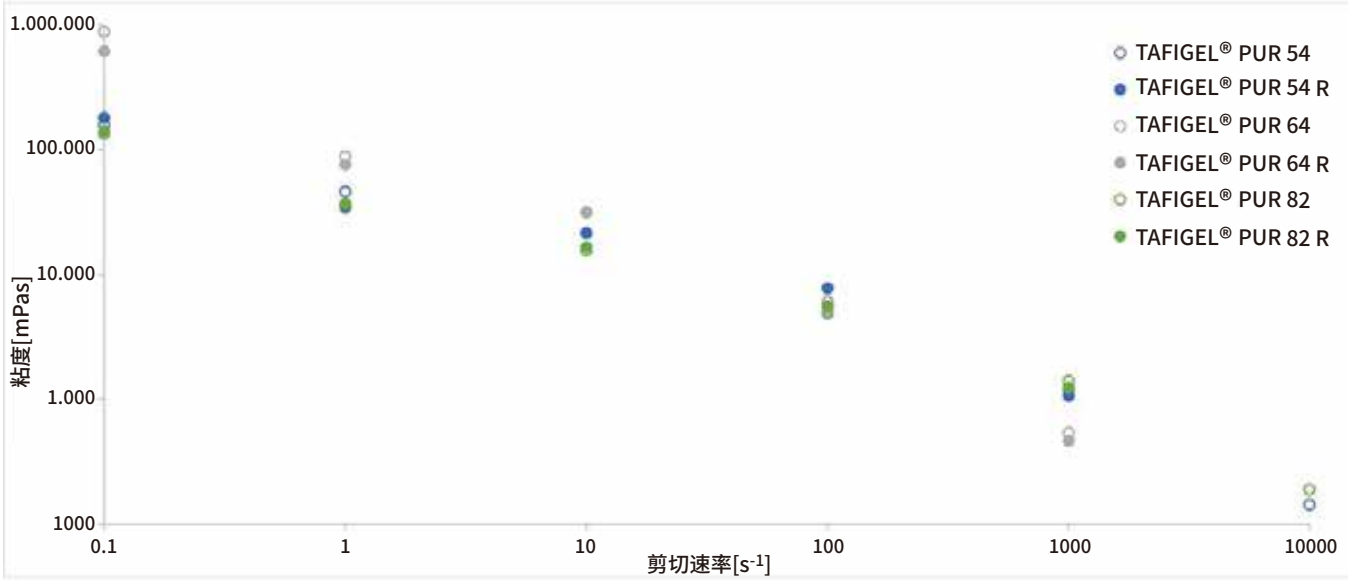


表 1 ❖ EDAPLAN 397和397 R在各种颜料浆中的应用结果。

	Hostaperm Rot D3G 70		Heliogen Green L 8730		Fastogen Blue LA 5380	
	EDAPLAN 397	EDAPLAN 397 R	EDAPLAN 397	EDAPLAN 397 R	EDAPLAN 397	EDAPLAN 397 R
烤漆 (基于 Joncryl 8300)						
颜色强度 (Integ)	137.77	174.01	76.24	76.1	99.53	108.84
20°光泽	94	93	96.3	94.9	96	94.2
Log 20°雾度	29.5	34.3	121.5	123.4	19.2	14.7
表面缺陷	0-1	0-1	0	0	0	0
墙面漆						
颜色强度 (Integ)	3.11	3.06	2.17	2.22	3.95	4
指研 ΔE	1.18	0.98	0.28	0.35	0.45	0.53

表 2 ❖ 比较刷涂和辊涂应用的两种白色涂料配方，用可再生替代品取代目前使用的所有添加剂。

测量	竞品配方	明凌配方
遮盖力（视觉）	2	2
遮盖力（L-值）	94.2	93.8
刷拖（0最佳）	+ 1	0
刷痕（5最佳）	1	2
抗飞溅（10最佳）	1	6
在Schwegochart 283 B是流平性（10最佳）	10	10
85°光泽	20.7	21.5
抗流挂	> 500 µm	> 500 µm

产品，这些产品的性能与基于石油的同类产品非常相似。例如，我们的可再生PUR增稠剂系列具有与传统产品相当的流变性能，这些增稠剂在各种配方中进行了广泛的测试，包括涂料分散体、涂料应用、清漆和木地板清漆等等，以验证其全面的流变特性。为了说明这一点，图5显示了从涂料分散体配方中得到的结果示例。

除了我们的可再生PUR增稠剂外，我们的可再生产品系列还包括一种高性能分散剂EDAPLAN 397 R，这种分散剂成功地复刻了化石基分散剂的分散能力，并提供出色的效果，尤其是用于分散有机颜料时。分散性能的比较如表1所示，证实了我们的分散剂在分散有机颜料时的最佳效果。此外，我们的产品组合还包括可再生消泡剂。这些消泡剂本身就含有大量可再生材料，且无需对原始配方进行任何调整。

接下来的步骤是将我们开发的可再生产品整合到实际的涂料配方中。在这方面，我们已经成功完成了几个建筑和木器漆的项目，其中涂料配方是利用可再生添加剂开发的。根据所需的添加剂组合，我们的产品系列提供了各种选择。为了说明这些可再生添加剂的影响，已经建立了适用于刷涂和辊涂的白色涂料配方，如表2所示。我们对该配方与竞争对手的不可再生配方进行了比较分析，根据结果，很明显，使用可再生含量高的添加剂会增强关键性能，如改善刷涂的流畅性、涂施痕迹和飞溅等等。值得注意的是，这些改进是在保

表 3 ❖ 明凌公司绿色产品宣传册节选。

产品	化学成分	中性物质 / 化石物质 / 可再生物质
消泡剂		
AGITAN® 271	植物油 聚氧化烯	
AGITAN® 301	植物油 极少量硅酮	
AGITAN® 352	植物油 聚氧化烯	
分散剂		
EDAPLAN® 397 R	聚乙二醇	
润湿剂		
METOLAT® 367 R	酯	
METOLAT® 368	酯	
METOLAT® 388 R	非离子化合物	
流变改性剂		
TAFIGEL® PUR 54 R	聚氨酯	
TAFIGEL® PUR 64 R	聚氨酯	
TAFIGEL® PUR 82 R	聚氨酯	

图6 ❖ 不同的蜡对耐湿擦洗性的影响。

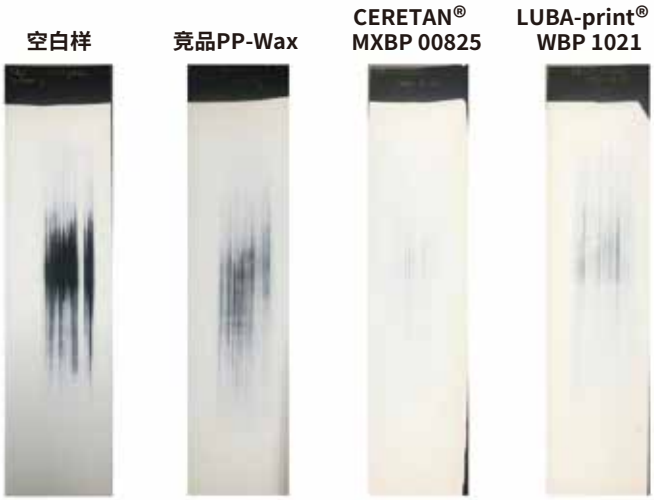
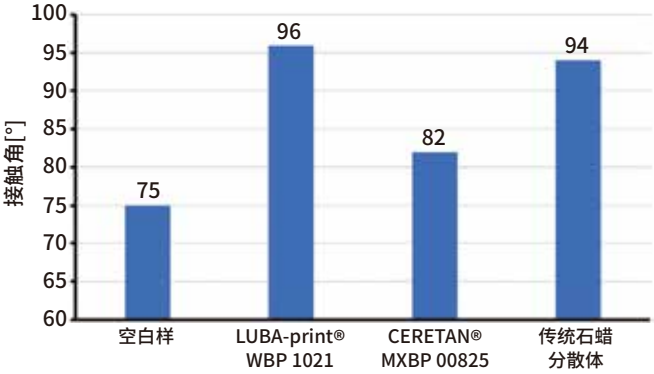


图7 ❖ 用于建筑涂料的各种蜡样品的疏水性效果。



持相同遮盖力的同时实现的，可确保所需的不透明度水平。

这些可再生添加剂在涂料中的成功应用表明，它们也同样可以提供卓越的应用性能。通过加入具有高可再生含量的添加剂，涂料行业可以在不影响最终产品质量和性能的情况下，更接近其可持续实践目标。此外，值得注意的是，上述可再生添加剂也适用于木器漆配方，扩大了其在木器涂料行业的多功能性和可持续解决方案的潜力。

耐湿擦洗性和疏水性

为了评估蜡添加剂对耐湿擦洗和疏水性的影响，我们进行了一项比较试验，其中我们的添加剂是一种基于天然生物聚合物和硬的高熔点聚乙烯蜡的微粉化蜡混合物。

将这些蜡添加剂与不含蜡的空白样品，以及基于高熔点、坚韧的聚丙烯蜡的传统竞争对手进行比较。根据供应商的推荐，该竞品可增强漆膜的耐湿擦洗性。测试体系为水性丙烯酸墙漆，用Cowles圆盘分散器以3%的添加量（基于固体含量计算）加入添加剂。

使用涂布棒将配方涂料涂在PVC卡上，湿膜厚度为150μm，然后让样品在21℃、24%的相对湿度下干燥7天。使用Zehntner摩擦测试仪（ZAA 2600）评估漆膜的耐湿擦洗性。将干燥的涂层样品固定到装置上，并使用浸泡在5ml清洁溶液（去离子水中添加0.25% Marlon A 350溶液）中的海绵以每分钟40次循环的速度（行程长度为100mm）擦洗涂层表面350次。随后，用水冲洗掉剩余的溶液。表面干燥后，测量重量损失，并对表面进行目视评估。

结果表明，我们混合蜡的耐湿擦洗性是最好的，坚韧弹性天然生物聚合物与硬的聚乙烯蜡的结合显示出协同效应，从而产生卓越的性能。耐湿擦洗性第二好的是加入了可再生基添加剂的配方。

此外，通过测量施加到涂覆表面的水滴的接触角来确定其疏水效果，水接触角越大表明疏水性越好。

就疏水性而言，发现LUBA-print WBP 1021表现出最大的接触角，甚至超过了被测的石蜡分散体。这种优势可归因于这两种产品的细粒径分布，Dv50值在几百纳米范围内。小颗粒尺寸带来更大的表面积覆盖，从而在测试过程中产生最高的接触角。

另一方面，微粉化蜡的平均粒径在6-8μm之间，不能提供同样大的表面覆盖，因此，它不能达到与上述产品相同水平的疏水性。这种微粉化蜡的颗粒仅局部嵌入表面基质，无法覆盖整个表面积，从而限制了其疏水性能。

总之，我们在油漆和涂料行业可再生添加剂开发方面的研究工作取得了可喜的成果。我们使用可再生替代品成功实现了传统石油基添加剂的特点和性能。通过全面的应用测试，我们已经证明了这些可再生添加剂在各种配方中的功效，在不影响性能的情况下提高了应用性能。可再生添加剂系列的推出为该行业提供了一条可持续发展的道路，在不牺牲品质或性能的情况下为更绿色的未来做出贡献。我们致力于不断创新，努力为油漆和涂料行业不断变化的需求提供可持续解决方案。⌘

免责声明：应用结果取决于涂料体系，我们可以根据需求提供指导配方。衷心感谢我们的应用技术团队，他们收集的数据为我们的文章做出了巨大贡献。

拿个样

海量样品

掌上拿

样品轻松拿
商铺免费开

扫描下载"拿个样"APP
开启涂料圈掌上新体验

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

拿
海量样品

图片来源：Alexandr Pristavko, Creatas Video+ / Getty Images Plus，华盖创意图片社。

不含重金属的缓蚀剂推动水性涂料的可持续发展

作者 **Michelle Bauer**，科学家，ICL公司，印第安纳州，Hammond

可持续发展已成为全球关注的重点。联合国制定了17项可持续发展目标（SDG），以使全世界专注于寻找更好的运作方式，而不会对人类健康和地球产生负面影响。《2030年可持续发展议程》于2015年通过，确定了在教育机会、消除贫困和饥饿、清洁能源和水、追求全球和平等等领域实现增长的具体目标。[1]当我们将这些可持续发展目标与涂料行业联系起来时，很明显，我们可以助力这些全球举措。涂料行业可以通过关注环境保护、负责任的材料消费和生产，以及减少我们的产品对人类健康的负面影响来解决可持续性问题。在包括交通运输、公用事业、制造和国防等在内的许多行业中，高性能涂料是延长其金属资产寿命的重要工具。防腐是通过使用高性能多涂层体系来实现的，该体系主要包括含有缓蚀剂的底漆。DTM单涂层体系也越来越受欢迎，因为它可以在一层涂层中实现多种性能，包括耐腐蚀性。

同样，根据2013年NACE经济影响研究，腐蚀的年度成本估计为2.5万亿美元，相当于全球GDP的3.4%。[2]这一事实表明，在全球向可持续生活过渡的过程中，防护涂层是一种基本需求，金属保护涂层的性能要求和监管限制各不相同，且以溶剂型技术为主。然而，减少对溶剂型体系依赖的压力越来越大。同样，基于铬、铅和锌化学物质的缓蚀剂的使用给涂层性能带来了巨大的好处，但却损害了环境和人类健康。由于技术的进步，在保持涂层性能的情况下，现在已经出现了不含重金属的替代品。

基于铅和铬的防腐化学品在成为涂料性能的重要组成部分之后，由于对健康的长期负面影响，正逐步从配方中淘汰。1978年，美国禁止使用含铅化学品，因为它们会影响心血管、生殖和认知系统，甚至导致死亡。尽管如此，许多国家今天仍然允许使用铅。联合国成立了消除含铅涂料联盟，以减少每年因铅暴露而死亡的人数，目前每年仍有90万人死于此。有87个国家制定了关于铅的法规，但联合国联盟的目标是再增加100个国家。[3]

六价铬化合物，如锶或铬酸锌，以具性价比的成本提供极好的腐蚀保护。自20世纪20年代以来，六价铬一直是一种已知的致癌物，但直到1980年，美国卫生与公众服务部才将其列为致癌物。[4]铬在欧盟已达到2019年的退役日期，必须注册获得特别授权才能继续使用，且仅限于航空航天和高性能应用。[5]

锌是另一种重金属，长期以来一直被用作铅和铬基缓蚀剂的替代品。对锌化合物的监管审查越来越严格，促使人们选择不含重金属（HMF）的缓蚀剂。锌被定义为一种水生生物慢性毒素，被列入在“高度关注物质”候选清单。锌的使用在全球范围内仍然是允许的，但任何含量超过0.25%的配方都需要GHS危险标签。[6]

这几个关于铅、铬和锌法规的例子只是涂料制造商在设计、生产和销售产品时必须考虑的全球复杂监管环境的一个缩影。随着每个国家或地区对这些化合物确定自己的监管限制条件，监管合规性的复杂性也在不断增加。为了实现最佳的缓蚀效果，在水性体系中转向不含重金属（HMF）缓蚀剂将简化复杂的监管审查。ICL公司的HALOX®产品线可以提供这些HMF解决方案，包括提供指导选择和成功配方的技术专业知识。HMF的成功案例，可以推动水性应用向可持续解决方案转变。

背景

腐蚀源于金属的自然氧化，会对物体造成结构损坏并缩短其寿命。在水分和氧气存在的情况下，电化学反应发生，将精炼的金属合金转化回其较低的能量状态——即金属氧化物。图1所示为标准腐蚀电化学活性场示意图。防护涂层旨在防止金属表面形成铁锈，延长金属的使用寿命，树脂体系是提供涂层必要使用寿命的关键因素，缓蚀剂主要通过提供腐蚀形成的氧化还原反应的化学干扰，进一步提高耐腐蚀性。

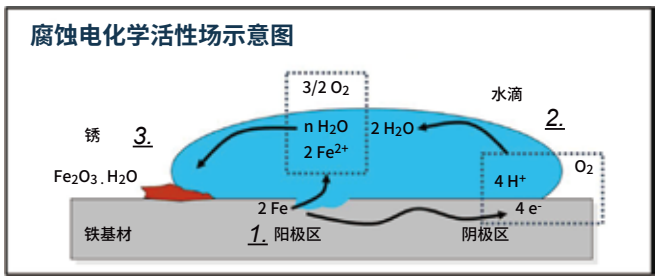
抑制腐蚀的产生可以通过无机化合物和有机化合物来实现。在保护涂层中，通常依靠无机材料在阳极位置提供钝化，来防止金属氧化物的形成。重金属化合物提供钝化作用，并提供强有力的保护。六价铬具有独特的优点，因为它可以同时提供阳极和阴极抑制，这种功能，以及在许多环境中的多功能性，使其成为难以替代的化合物。[4]

其他无机缓蚀剂包括可溶解以防止金属在阳极氧化的金属盐，常用的化学物质包括磷酸盐、钼酸盐和硼酸盐等，这些材料的性能水平取决于涂料配方中其他成分的浓度和相容性。

决定性能水平的一个关键特性是金属盐的溶解度。无机缓蚀剂不溶于水，它们非常低的Ksp值表明了其在给定时间内溶解在水溶液中的最大离子数，表1描述了各种磷酸盐的Ksp值。众所周知，磷酸锌具有优异的防腐性能，这与它的溶解度最低有关，由于溶解较慢，钝化机制将可用于长期保护。

有机缓蚀剂也可以通过提供不同的机制来补充无机钝化，成为防护涂层的宝贵补充。有机缓蚀剂的官能团对金属具有很强的亲和力，并吸附在其表面，这为金属基材提供了更强的界面，形成疏水保护层，取代了金属表面的水，防止腐蚀反应。根据金属的化学结构或表面电荷，与金属基材的结合可以通过物理吸附或化学吸附进行。8这些特性导致在基材–涂层界面具有更高的疏水性，增加了附着力，从而减少腐蚀形成。有机缓蚀剂通常不含重金属，更环保，这在防护涂层中引起了越来越多的兴趣和使用。

图1 ❖ 腐蚀电化学活性场示意图。



实验

选择了几种水性树脂来证明无重金属缓蚀剂相对于含锌缓蚀剂的性能，主要对光泽、交叉划线附着力、现场起泡、划线蠕变和现场腐蚀等性能进行了评估。对这些产品的分析主要集中在ASTM B–117规定的盐雾失效时的划线蠕变测量上。在盐雾暴露结束后，根据ASTM D–1654，流程A，方法2测量划线处的附着力。用金属抹刀垂直于划线标记刮板，并报告将总划线宽度一分为二的测量结果。在沿着划线的五个位置对刮痕进行测量，并在两个样板上取平均值。在本研究中，划线蠕变值以毫米为单位测量，并表示为与参考样相比改善的百分比。

通过筛选不同化学成分的缓蚀剂，对比基准标准，对涂层体系进行了评估。参考配方中含有等体积的碳酸钙来代替防腐蚀颜料，以维持体系的PVC。在每个体系中测试了各种化学成分的缓蚀剂。冷轧钢板涂上了一层试验涂层，每个实验的干膜厚度取决于应用参数。

在第一个案例研究中，使用轻型水性1K聚氨酯配方来筛选含锌与无锌无机粉末。磷硅酸锶锌（SZP）和磷酸钙（CAP2）与碳酸钙参考样进行了测试。根据ASTM B–117，在进行了144小时的盐雾暴露之后，含锌产品（SZP）的划线蠕变结果与空白样相比没有改善，两种水平的CAP2样品的划线蠕变结果都显著改善了，与含锌和空白样品相比，4%磷酸钙样品显示出划线蠕变量减少了一半（图2）。添加磷酸钙后，划格附着力也有所提高。该配方显示了在高光泽涂料中耐腐蚀颜料对光泽度的影响（表2），随着磷酸钙添加水平的增加，光泽度降低，同时划线蠕变得到改善。因此，必须找到性能所要求的平衡点。

在第二个案例研究中，评估了HMF的磷酸硅酸锶（SRP）和两种磷酸钙（CAP1和CAP2），将其与含锌产品

图2 ❖ 根据ASTM B–117，1K水性聚氨酯DTM在144小时盐雾暴露后得到的结果。

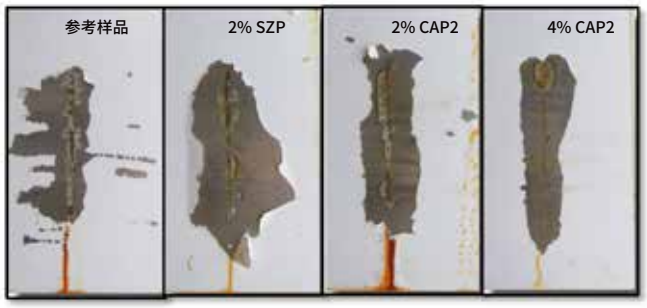


表1 ❖ 常见磷酸盐缓蚀剂的K_{sp}值。[7]

	$AlPO_4$	$Ba_3(PO_4)_2$	$Ca_3(PO_4)_2$	$Sr_3(PO_4)_2$	$Zn_3(PO_4)_2$
K_{sp}	10×10^{-21}	3×10^{-23}	1×10^{-26}	1×10^{-31}	9×10^{-33}

磷酸硅酸锶锌（SZP）和磷酸锌（ZP）进行了对比，它们以5%的添加水平配制成2K水性环氧树脂体系。在这种情况下，与空白参考样相比，含锌产品提供了四倍的划线蠕变优势。与参考组相比，三种HMF产品中的两种将蠕变测量值优势进一步提高到了9倍和7倍，第三种HMF产品CAP2提供了与含锌产品相同的性能（图3）。

从历史上看，含锌缓蚀剂在许多树脂体系中具有最广泛的用途和相容性，同时提供了优异的性能优势。从配方中可以看到这一点，但所有测试也表明，当优化缓蚀剂包，找到最相容的化学物质时，可以取得更好的效果。HALOX无重金属产品系列在中、低型应用中取得了较好的效果，有一些产品不仅可以与锌的效果相匹配，而且还可以超越其性能。

在无机颜料不相容的应用中，有机化学也可以提供耐腐蚀方面的好处。这种情况在开发高光泽产品或者当应用需要低干膜厚度时很常见。在可水还原的醇酸树脂体系下，添加有机官能硅烷（OFS），可以在96小时的盐雾测试中发现划线处的起泡现象减少。如图4所示，硅烷的附着效果减少了划线处的分层。当添加水平被优化时，分子的官能团也可以作为润湿剂，并提供更好的光泽效果（表4）。

有机官能硅烷的添加在水性丙烯酸-环氧混合体系中也有好处。基于总配方重量，仅添加0.5%，划线蠕变宽度就大大降低。通过添加互补的酸胺化合物（AAC）和无机粉末磷酸硅酸锶（SRP），进一步提高了耐腐蚀性能。与空白参考样相比，这三种产品的组合提供了卓越的性能，同时提供了HMF解决方案。缓蚀剂组合实现了336小时的盐雾暴露，而空白样在24小时内便失效了（图5）。SRP的添加使盐雾性能提高了一倍，超过了有机产品本身。将多种产品配合使用，配方设计人员可以根据每种应用的性能要求对涂层的性能进行微调。

表 3 ❖ 2K水性环氧底漆划线蠕变测量。

样品	划线蠕变（mm）	改善% VS CTL
Blank	26.3750	-
ZSP	6.0000	440%
ZP	6.9375	380%
CAP 1	2.8750	917%
SRP	3.9375	670%
CAP 1	6.3750	414%

图 4 ❖ 根据ASTM B-117，暴露96小时。

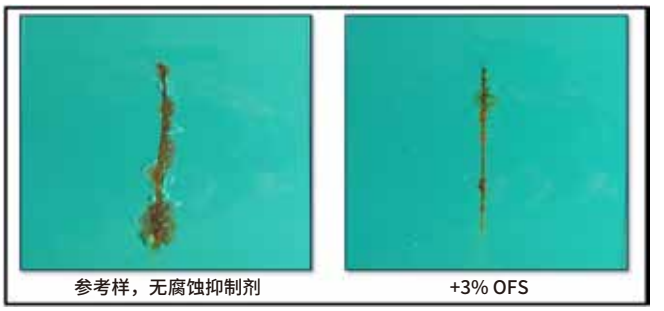
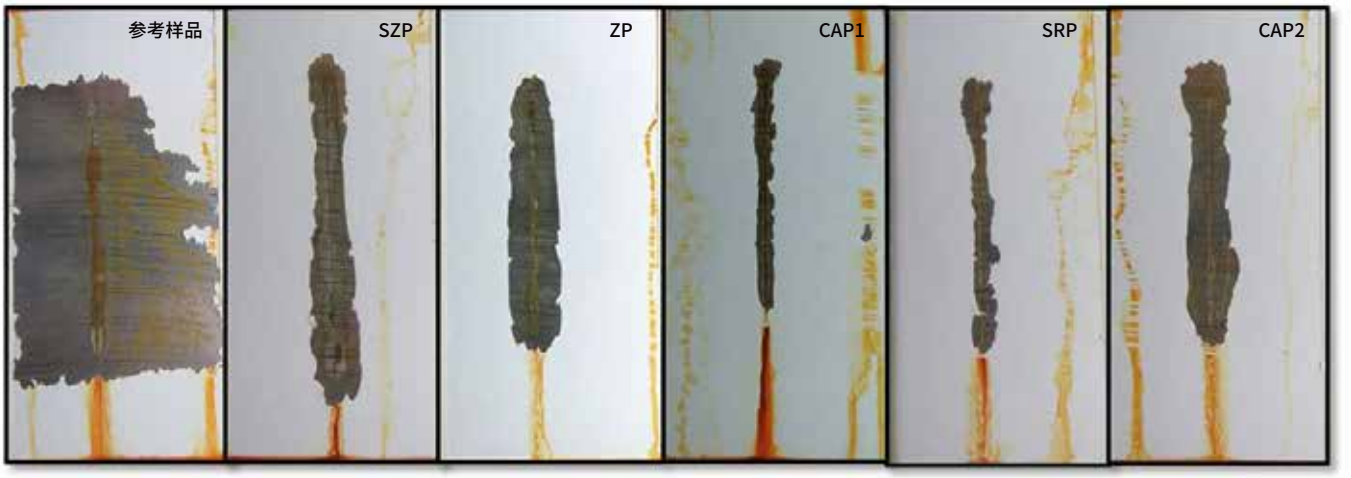


表 2 ❖ 1K水性聚氨酯DTM的光泽和划痕蠕变测量结果。

		Initial Gloss			144 小时	
ID	划线附着力	20°	60°	85°	划痕蠕变 (mm)	改善% VS CTL
Blank	0B	39	76	95.7	19.75	-
2% SZP	0B	30.3	72.3	97	19	104%
2% CAP2	2B	27.9	70.2	96.4	11.5	172%
4% CAP2	2B	22	66.7	95.3	9.875	200%

图 3 ❖ 根据ASTM B-117，2K水性环氧底漆在盐雾暴露168小时后得到的结果。



结论

金属资产的保护是全球经济的重要组成部分，对防护涂层的性能要求将继续严格，既需要卓越的保护，又需要环保的解决方案。随着向水性涂料的转变，向无重金属产品的转变已经在进行中，将这些技术结合在一起，可以满足行业所面临的严格环境监管要求和性能要求。

随着全球对可持续实践的日益关注，我们必须重新评估涂料中所有材料的使用情况，以提供安全有效的解决方案。我们已成功证明，在水性体系中使用可持续性的缓蚀剂将使行业更能符合法规监管要求。这些“绿色”产品在性能上可与以前的产品性能相匹配，可保持使用寿命，并达到重涂维护的成本预期。⌘

致谢

作者感谢ICL涂料研发团队成员所作出的贡献，他们主要是：Candace Bonner、Anthony Gichuhi博士、Yvette Gomez和Tanya Hunter。

参考资料

[1] Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, A/RES/70/1, UN General Assembly. (2015).

[2] Koch, G.; Varney, J.; Thompson, N. et al. International Measures of Prevention, Application, and Economics of Corrosion Technologies Study, NACE International, 2016.

[3] (2022). Inside the push to eliminate lead from paint. UNEP.https://www.unep.org/news-and-stories/story/inside-push-eliminate-lead-paint.

[4] Gharbi, O.; Thomas, S.; Smith, C. et al. Chromate replacement: what does the future hold? npj Materials Degradation 2, 12, 2018.

[5] REACH Authorisation and Hexavalent Chrome. International Aerospace Environmental Group. https://iaeg.com/wg5-chromate-authorization-communication.pdf.

[6] Zinc oxide Brief Profile. ECHA. https://echa.europa.eu-/brief-profile/-/briefprofile/100.013.839.

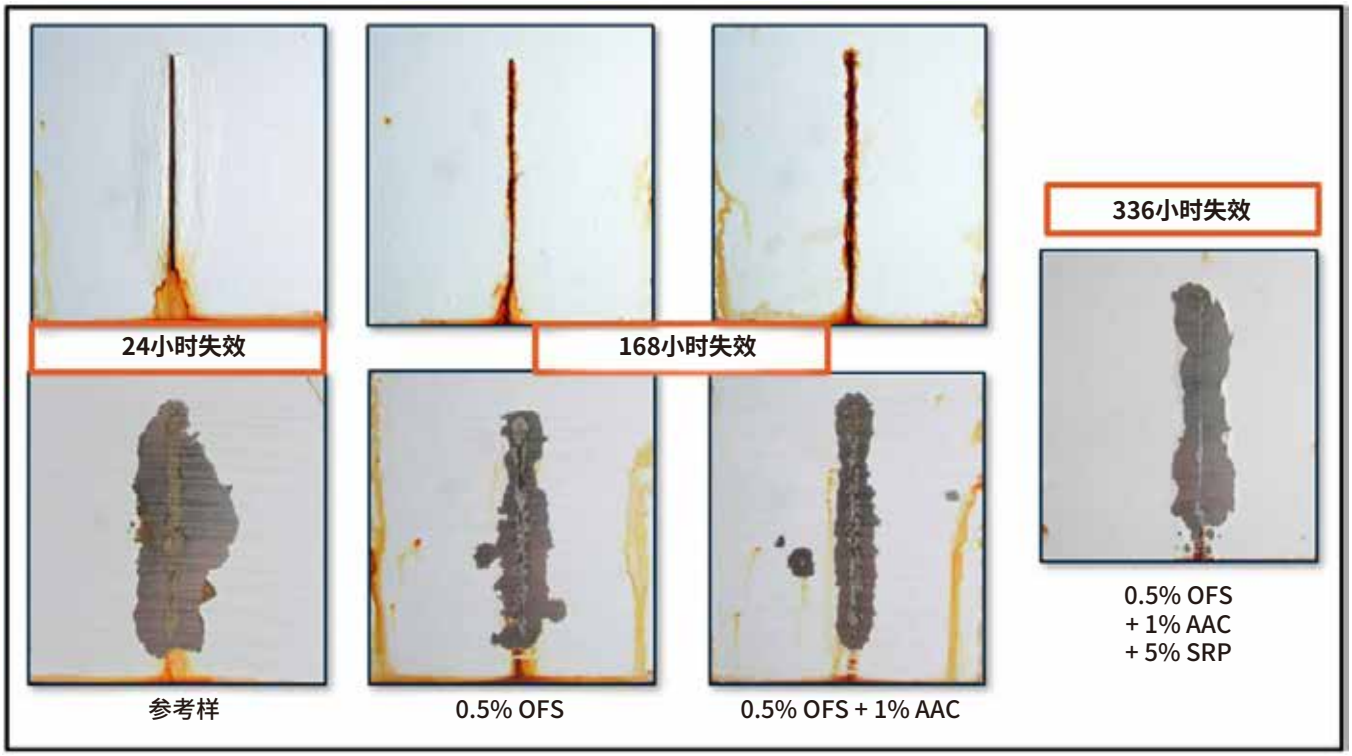
[7] Haynes, W. G. (2014). CRC Handbook of Chemistry and Physics. In CRC Press eBooks. https://doi.org/10.1201/b17118

[8] Chandra Sahu, B. Organic Corrosion Inhibitors. IntechOpen, 2023.

表 4 ❖ 添加3%有机官能硅烷的可水还原醇酸树脂的光泽度读数。

光泽度	参考样，无抑制剂	+3% OFS
60°	79.0	91.0
85°	90.5	97.1

图 5 ❖ 根据ASTM B-117，使用HMF缓蚀剂组合的丙烯酸环氧树脂体系的耐盐雾结果。



图片来源：NiseriN，华盖创意图片社。

封装有机硅添加剂以提高相容性和长期功效

在2023年水性研讨会上荣获PCI卓越技术奖

作者 **Sebastian Weiß** 和 **Marc Eberhardt**，毕克化学公司，德国Wesel；**Martin Möller**，DWI，Leibniz材料研究所，德国，Aachen

在有机生物体中，隔室化促进了通常会相互混合或反应的分子的分离。此外，这种分隔还提供了小规模成分组合的可能性，否则这些成分将在宏观上分离。基本示例包括闭孔泡沫和海绵[1]以及释放控制应用等。[2]控制分子通过这些隔室壁的传输为具有时间依赖性和反应性的材料创造了潜力，较为突出的例子是自修复材料，[3]以及通过膨压效应的移动性（通常用于描述植物）。这意味着分隔可以成为材料工程的有力工具，但其开发仍处于早期阶段。在空间上控制流体和组分的结合需要利用封装过程或形成泡孔结构。各种尺寸的胶囊以及开孔和闭孔泡沫结构都是在各种聚合物材料的基础上开发出来的，并在各种应用领域取得了巨大的商业成功。[4]然而，这种泡孔的大小通常在几微米的范围内，很难达到更小的结构。与天然材料的比较说明了更精细的微孔结构的重要性，但同时材料的宏观均匀性需要使用直径在亚微米范围内的胶囊。[5]只有如此小尺寸的胶囊才能实现光学透明性和在加工工艺中对剪切力和压缩力的抵抗性。在自然界中，隔室化通常是在自组装细胞膜的基础上获得的，例如脂质双层、形成衣壳的蛋白质复合物和由多糖组成的植物的原代细胞壁。[6]

另一方面，合成微胶囊是通过两种不混溶液体的分散体和在界面处形成固体壁来形成和填充的。结果，小组分被有效地封装。这种胶囊尺寸很难调节到亚微米范围，实现纳米尺寸胶囊的方法是使用大量的表面活性剂和耗能的机械剪切。[7]过度使用表面活性剂可能是有害的，尤其在涂料应用中，因此我们开发了一种二氧化硅前体，可以在不使用任何常规表面活性剂的情况下形成二氧化硅胶囊。[8–10]这种封装方法的关键问题是，前体在水解过程中本身会变成表面活性剂，从而有效降低了分散相和连续相之间的界面能。然而，只有在使用均质化等超高剪切方法时，才能使用该流程获得填充有高分子聚二甲基硅氧烷（PDMS）的亚微米大小的均匀胶囊。在本研究中，我们提出了一种简洁且工业上可行的方法，使用传统的剪切方法（如转子–定子分散过程）来制备二氧化硅纳米胶囊。

这种胶囊我们可以通过用填充胶囊的完全透明的清漆的例子来证明。通过以有针对性的方式释放包封的物质，可以为硅油提供一种普遍相容的应用形式，硅油通常必须经过费劲的改性才能与不同的涂层体系一起使用。另一方面，可以在涂层内建立有机硅储层，其目的是产生更长期的表面效果。

结果与讨论

超支化聚乙氧基硅氧烷（PEOS）已被用于在水包油（O/W）和油包水（W/O）分散体工艺中封装各种物质。[8–10]由于聚合物的超支化特性，存在大量反应性表面基团。在乳化过程中，表面的部分乙氧基会水解并转化为硅烷醇基团，使分子具有两亲性。这通常发生在油和水之间的界面，在那里，聚合物的连续水解和缩合导致固体硅壳的形成。此过程中的几分钟后，最小界面张力（IFT）被观察到，从而防止了超小液滴的快速形成。[11]提高PEOS界面活性的一种实用而简洁的解决方案是用聚乙二醇单甲醚（PEOS–PEG）进行改

性，这可能导致其具有水溶性和非常强的两亲性。基于PEOS中大比例的可水解表面基团，改性水平和相应的两亲性可以在很大的范围内精确地控制。我们的目标是在聚二甲基硅氧烷（PDMS）的无表面活性剂的封装中利用这些特性，以获得具有窄尺寸分布的最小胶囊直径。图1显示了称为PEOS-PEG的反应路线。

制备PEG化改性度为5%~20%的PEOS-PEG（350 g/mol，被PEG取代的乙氧基百分比，如取代度为10%时：PEOS-PEG-10），并使用旋滴技术记录由PEOS-PEG化合物稳定的硅油/水界面之间的IFT。[12]为了获得精确的测量结果，并避免与粘度相关的延迟效应，选择了具有1.5厘斯（cSt）的低粘度的硅油进行测量。

图2显示了使用2wt%具有不同改性程度的PEOS-PEG化合物观察到的IFT。有趣的是，IFT的最低值通常是在测量开始后记录的，这源于化合物固有的两亲性，PEG链的裂解，导致IFT随着时间的推移而增加。

较高的PEG含量会降低IFT，直到在约10-12%摩尔取代时达到最小值，高于该值，水溶性的增加将导致IFT的增加。PEOS-PEG-10中的IFT为0.28mN/m，相比之下，传统的表面活性剂，如十二烷基硫酸钠（SDS）显示出约10mN/m的值，证明了这种聚合物对硅/水界面的优异稳定性。[13]

下一步，将高表面活性的PEOS-PEG用于硅油的封装。为此，通过转子-定子分散过程将硅油和PEOS-PEG分散在水中。乳化后，在60°C下搅拌胶囊分散体16-24小时，以延长熟化过程，得到最终的胶囊。当使用纯PEOS时，获得了稳定的球形胶囊，其尺寸在几微米范围内。PEOS-PEG-10胶囊的直径小于1μm，但在电子显微图中，它们看起来柔软而易碎。作为溶液，在分散缩合开始时，将pH值调节至约9，以催化缩合并形成坚固的胶囊。图3描绘了使用上述方法制备的具有PDMS 2000胶囊（数字表示以cSt为单位的粘度）的电子显微照片，以及用未改性的PEOS制备的可比较胶囊。

将制备的胶囊添加到水性透明涂料中，涂层将具有高度不均匀和朦胧的外观。显然，需要减小胶囊的尺寸和多分散性，以减少会降低光学性能的光的聚集和散射。分散过程中液滴形成以及达到最终胶囊尺寸的另一个工艺参数是分散相的粘度。基本上，液滴大小和形成液滴的难度都随着粘度的增加而增加。当分散相和连续相之间的粘度比超过一定值时，通过简单剪切根本无法观察到液滴的形成，如图4所示。

这一基本概念被定义为临界毛细管数。[14]该原理的总体概念是，在特定的粘度比下，毛细管数（Ca）必须超过临界值（Cacr），才能形成液滴。

毛细管数的定义如此方程式所示：$Ca = \frac{\mu V}{\sigma}$

图1 ❖ 使用TEOS和乙酸酐反应生产PEOS，随后与聚乙二醇单甲醚的酯交换反应，得到PEOS-PEG。

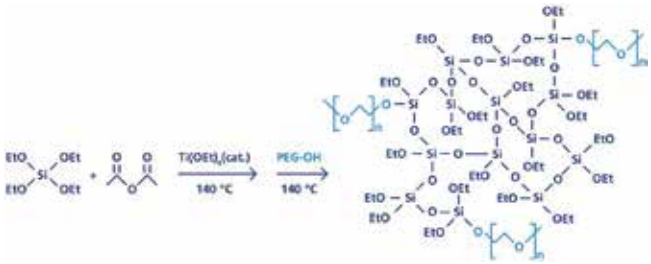


图2 ❖ 在室温条件下，通过旋滴技术测量粘度为1.5 cSt的硅油和加入2 wt%具有不同PEG改性度的PEOS-PEG化合物的水之间的界面张力。

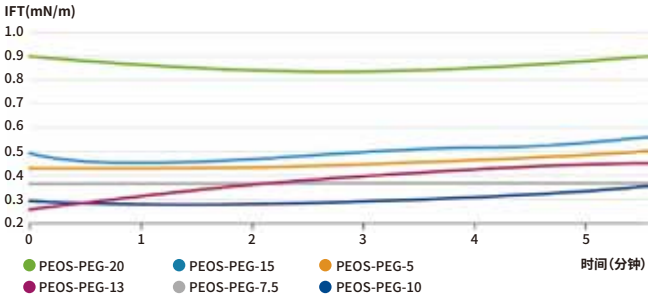


图3 ❖ 封装的PDMS 2000的电子显微照片，a）未改性的PEOS；b）使用转子-定子分散工艺的PEOS-PEG-10，用作封装的表面活性剂和二氧化硅的组合源。

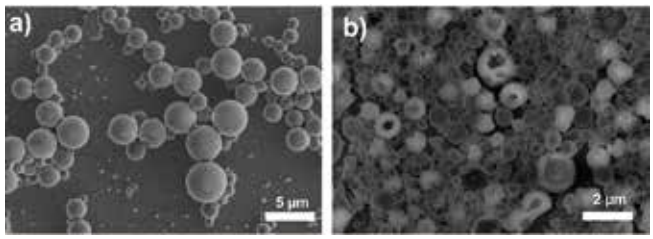
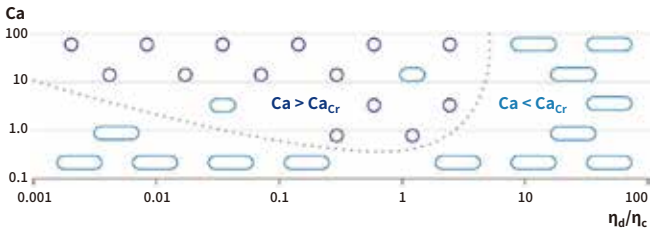


图4 ❖ 毛细管数与低剪切条件下连续相（ηc）和分散相粘度之比。虚线表示临界毛细管数Ca_{cr}。



方程式中，μ表示连续相的动态粘度，V为特性速度，σ是IFT。在图4中，这种相关性与轻剪切力有关。如果剪切速率增加，例如通过转子-定子乳化，则液滴产生的Cacr将相应地调整到更高的值。

为了解决与粘度相关的影响，存在其他分散技术，包括依赖于膨胀而非剪切的膜乳化，以及提供有效和均匀液滴形成的均质化方法。然而，这种分散工艺并没有在涂料行业中广泛使用，因为它们价格昂贵，而且不容易进行大规模转移。因此，此处不考虑它们。

为了克服在增加连续相和分散相的粘度比时液滴形成的限制，我们在四烷氧基硅烷中稀释封装剂，以降低分散相的粘性。由于多种原因，我们确定四乙氧基硅氧烷（TEOS）为一种可行的稀释剂。除了易于以低成本获得外，该成分的毒性可忽略不计。在TEOS中稀释硅油可显著降低粘度，TEOS在所有比例下都能与PDMS完全混溶。图5显示了不同PDMS2000：TEOS比例对混合物粘度的影响，并很好地说明了低至0.5当量的TEOS可以将粘度降低一个数量级，提高乳化过程的效率，从而提供了改进封装工艺的工具。此外，TEOS是一种反应性稀释剂，因为它在冷凝过程中很容易与二氧化硅共冷凝，从而在该过程中完全转化为固体材料。

然后，我们使用2wt%的PEOS-PEG-10测量了PDMS100与TEOS以不同比例混合的界面张力（图6）。不含任何TEOS的PDMS具有约2mN/m的界面张力，随着TEOS含量的增加，IFT相应地下降，达到约0.3mN/m的值，TEOS/PDMS的比率为2:1。纯TEOS的界面张力甚至更低，约为0.05mN/m。因此，稀释不仅降低了粘度比，而且增加了表面活性剂聚合物与分散相的相容性，这点从较低的IFT值中可以明显看出。

在低IFT的基础上，用PEOS-PEG-10对硅油进行封装。首先，在室温下将TEOS和各自硅油的混合物加入到含有PEOS-PEG的水中，并通过转子-定子工艺将整个混合物分散10分钟。然后使用氨水将分散体的pH值调至9，再在60°C下搅拌24小时，使胶囊熟化。表1列出了所获得的配方和胶囊直径。

一般的观察结果是，平均胶囊尺寸在200-300纳米的范围内，这对于这样的分散工艺而言是个例外。在例1和2中，唯一的变化是硅油与TEOS的比例，但胶囊大小相对保持不变。这表明一定的稀释度足以达到减小胶囊尺寸的预期效果，同

图5 ❖ PDMS2000的粘度：使用锥板粘度计在环境条件下以100 s^{-1}的剪切速率测量的TEOS混合物。

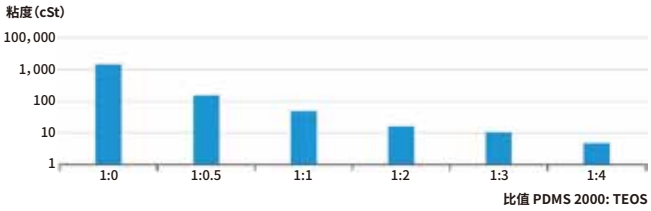


图6 ❖ 使用2 wt%的PEOS-PEG-10，用旋滴技术得出PDMS100滴与PDMS100：TEOS混合物在水中的IFT。

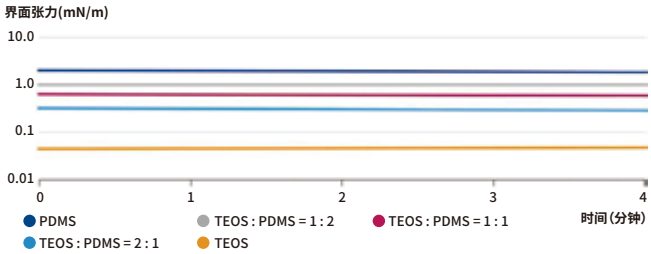


图7 ❖ FE-SEM图像（a-c）和由PEOS-PEG生产的二氧化硅胶囊的DLS（d）测定的胶囊尺寸分布，PDMS用TEOS以1:2的比例稀释。采用转子-定子分散如花技术。PDMS的粘度为a）10000 cSt、b）30000 cSt和c）60000 cSt。

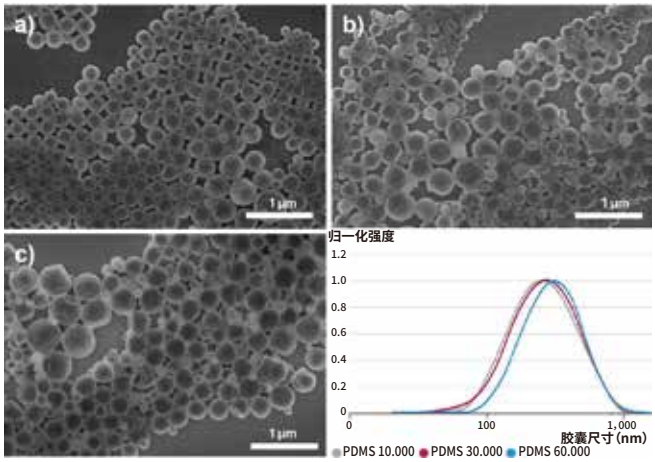


表1 ❖ 通过转子-定子和PEOS-PEG-10进行乳化，不同粘度PDMS与TEOS混合的的配方和胶囊直径。

Run	油相	TEOS (g)	PDMS (g)	PEOS (g)	PEOS-PEG类型	胶囊尺寸 (nm)
1	PDMS100	0.70	0.70	0.7	PEOS-PEG-10	238±129
2	PDMS100	0.93	0.47	0.7	PEOS-PEG-10	239±130
3	PDMS2000	0.70	0.70	0.7	PEOS-PEG-10	310±131
4	PDMS2000	0.93	0.47	0.7	PEOS-PEG-10	221±90
5	PDMS10000	0.70	0.70	0.7	PEOS-PEG-10	304±90
6	PDMS10000	0.93	0.47	0.7	PEOS-PEG-10	395±167
7	PDMS30000	0.93	0.47	0.7	PEOS-PEG-10	296±161
8	PDMS60000	0.93	0.47	0.7	PEOS-PEG-10	331±161

样突出的是，通过该工艺可以对测试粘度高达60000 cSt的硅油进行封装。

图7显示了几个胶囊实验的场发射-扫描电镜（FE-SEM）电子显微照片。显然，胶囊表现出相当均匀的外观，是球形的，且看起来坚固、稳定。除了微观数据之外，光散射数据也证实了这一发现，并表明所有样品的尺寸和尺寸分布非常相似。显然，低界面张力和可调节的粘度两个因素相结合，有助于将胶囊尺寸减小一个数量级。

除了硅油，我们还能够成功地对其他高粘物质（如疏水性聚丙烯酸酯）进行同样的处理，因此假设该方法具有普遍适用性。为了更详细地了解液滴和胶囊形成的确切机制，我们接下来对整个工艺中分散体的尺寸演变进行了研究。利用光散射技术研究了胶囊的形成机理，以了解胶囊的尺寸演变。实验中，我们使用粘度为2000 cSt的PDMS与TEOS以1:2的比例混合，加入2wt%的PEOS-PEG-10，类似于表1中的实验4。在转子-定子乳化过程中，以指定的时间间隔采集样品，并通过动态光散射直接进行分析（图8）。

在乳化时间30秒后采集初始样品，并显示出平均畴直径约为100nm和500nm的双峰分布。在1分钟时，双峰信号仍然存在，然而在500nm处的峰值的大小已经移动到400nm。2分钟后，峰融合成宽信号，在10分钟的完全乳化时间后显著收窄，在约250nm处达到最大值。

为了解释这些结果，必须考虑PEOS-PEG化合物在包封过程中在水性介质中的行为（如图9所示）。在将PEOS-PEG加入水中后，聚合物的自组装最初导致直径约为100-200nm的囊泡的形成。在加入PDMS：TEOS混合物后，这种囊泡与明显更大的PDMS：TEOS液滴共存，且液滴被PEOS-PEG很好地稳定了。连续的剪切应力促使PDMS：TEOS液滴破裂，而剩余的游离PEOS-PEG则稳定住新形成的界面。

因此，在最终状态下，形成稳定的液滴，其具有单峰分布，其大小介于分散早期的囊泡和液滴的尺寸之间。在整个过程中，最终消耗掉游离的PEOS-PEG，从而形成纳米尺寸的PDMS：TEOS液滴。乳化后约30分钟，PEOS-PEG在油滴周围形成稳定的初始层，然后加入氨以加速PEOS-PEG和TEOS向固体二氧化硅壳的转化。如果在乳化后立即加入氨，则会获得褶皱较多的胶囊，因为它很快就会形成刚性的外胶囊层，随后当油相内部冷凝时，层会随着油相收缩而变形。

为了研究其与涂料的相容性，将胶囊以干粉形式和水性分散体的形式掺入涂料配方中。所选择的涂料是汽车工业中使用的基于聚氨酯-聚丙烯酸酯粘合剂的透明漆。在粉末胶囊

图8 ❖ 演示了用PEOS-PEG-10和转子-定子乳化的PDMS 2000：TEOS（1：2）混合物乳化过程中胶囊尺寸分布的演变，使用动态光散射测量。

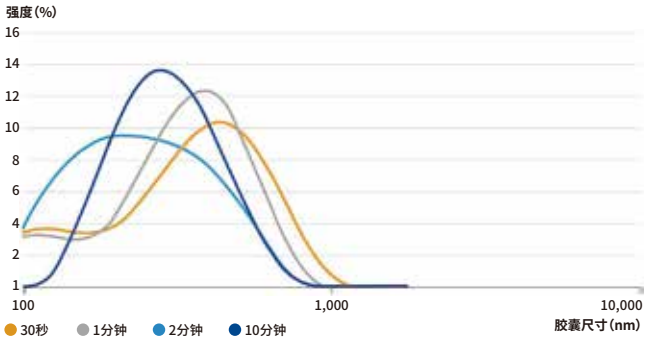


图10 ❖ 基于聚氨酯-聚丙烯酸粘合剂的水性透明涂层。a）在配方中加入了0.1 wt%的PDMS（2000 cSt）。在b）和c）中，以水性分散体的形式加入平均直径为250nm（b）和350nm（c）的0.1 wt%的PDMS胶囊（2000cSt）。

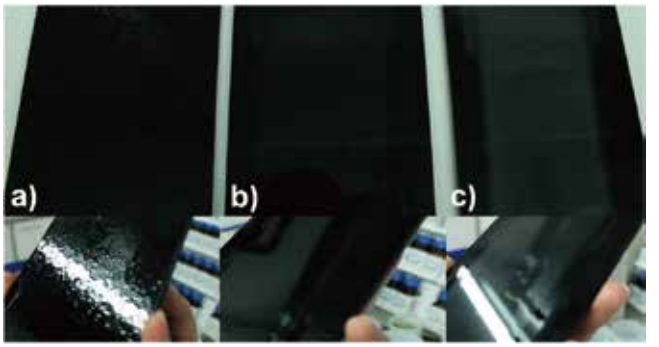


图9 ❖ 封装工艺概念示意图。PEOS-PEG在水中自组装（左上）；添加的PDMS/TEOS混合物以小液滴的形式稳定。在剪切应力作用下（右上），因PEOS-PEG产生超低IFT，形成纳米尺寸的液滴（右下）。在高pH值和高温下，PEOS-PEG和TEOS固态化，在硅油周围形成一个坚固、连续的二氧化硅外壳（左下）。

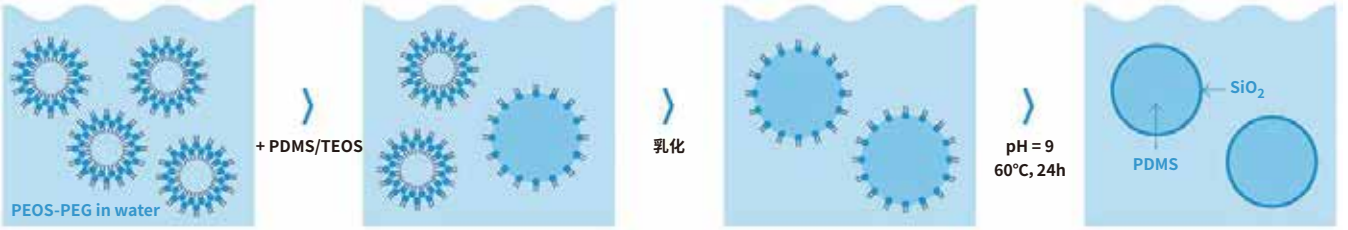


表 2 ❖ 含和不含封装烷基改性有机硅添加剂的水性透明涂层的性能。

添加量	助剂	表面张力（Mn/m）	缩孔**	流平性**	浊度**	接触角（水）	摩擦系数
	参考样	31	1	1-2	1	80	0.30
0.10%	不含硅***	23	4	4	2	95	0.10
0.10%*	包覆硅***	22	1	1	1	95	0.12

* 调节胶囊的量以在涂料中加入0.1%的胶囊添加剂。 **视觉等级，1-最佳，5-最差。 ***烷基改性硅油

的情况下，胶囊无法完全分散，留下胶囊聚集体，导致外观非常不均匀。另一方面，胶囊分散体可以毫无困难地掺入体系，并产生完全均匀的涂层（图10）。图10a显示了将PDMS 2000以游离形式掺入涂料体系中的涂层，由于硅油会导致表面张力的差异，因此会观察到强烈的凹凸不平现象，这是涂料行业存在的一个普遍问题，凹痕可能会导致组件无法被使用。通常，聚硅氧烷以各种方式改性以增加相容性，然而，在这种情况下，胶囊封装可为各种涂层体系带来通用的解决方案。图10b和10c显示了具有0.1wt%封装的PDMS 2000的漆膜，其平均胶囊尺寸为250和350nm。用250nm的胶囊可得到完全透明的涂层，而用350nm的胶囊，由于光散射而观察到一定的雾度。

总之，封装方法非常适合封装硅油，从而可以在通常不相容的体系中具有相容性。这一点非常重要，尤其是在涂层表面的形成过程中，可以有效避免形成鱼眼和凹痕。胶囊尺寸对光学性能有决定性的影响，经验证可以表明，我们所开发的工艺获得的胶囊能产生透明涂层。

为了比较其游离形式和胶囊封装形式，在水性透明漆中进行两种交付形式的常规表面添加剂的应用测试（表2）。为此，将透明涂层涂覆在黑色聚碳酸酯片上，以最好地代表涂层的光学性能。与不含表面添加剂的涂层相比，两个实验品的表面张力都从30mN/m显著降低到~22.5mN/m。在对凹痕形成的视觉评估中，值得注意的是，只有以游离形式引入有机硅添加剂时，才会出现凹坑。同样，使用游离添加剂时，涂层的流平性明显较差。在所有情况下，涂层的雾度都是可以的，带有游离添加剂的涂层略有下降。此外，在添加添加剂的两种情况下，摩擦系数都明显降低，这表明表面存在有机硅层。这些结果清楚地表明，由于在表面形成过程中防止了表面缺陷，因此可以通过封装来实现相容性。然而，在涂层固化过程中，一些胶囊包覆物似乎已经泄漏，因为可以观察到与含有游离添加剂的样品相当的典型性能。

结论

在这项研究中，我们开发了一种不含表面活性剂的纳米封装工艺。这里的重点是封装各种分子量的聚二甲基硅氧烷，它是表面添加剂的典型物质。影响液滴形成过程以及最终胶囊直径的三个关键参数分别是分散能、界面张力以及连续相和分散相的粘度比。鉴于高能分散工具在技术上的不可行，我们在这项工作中的目标是界面张力和粘度比。为了最大限度地降低界面张力，我们使用单官能聚乙二醇对疏水性超支化聚硅氧烷进行了改性。这引发了固有的两亲性，并导致液滴在接近零的界面张力下具有优异的稳定性。我们已经观察到，如果分散相和连续相之间的粘度比不超过一定值（约100），则可以快速有效地形成超小液滴。通过添加TEOS来控制分散相的粘度是形成超小胶囊的关键所在，TEOS不仅降低了分散相的粘度，还进一步降低了界面张力，从而促进了小液滴的形成。此外，TEOS还可以作为二氧化硅源，有助于减少掺入的超支化二氧化硅前体的量。如果采用工业上可行的转子-定子乳化技术，则分散相的超低界面张力和降低的粘度的组合可以成功合成直径为200至300nm的胶囊。

其他乳化技术，如超声波，甚至可以进一步减小胶囊直径。这些胶囊被证明适合掺入到透明涂层中，而不会引起涂层的可感知的雾度或表面缺陷，并且提供了一种将不相容物质引入涂层而不会产生表面缺陷的简单方法。应用结果表明，当添加剂以胶囊形式掺入时，也可以实现表面效果，它在涂层内形成有机硅添加剂的储层，从而具有长期功效。这种功效需要在下一步进行研究。我们认为，从技术和可持续性方面来看，添加剂的封装将在涂料技术的未来发挥重要作用。

材料

四乙氧基硅氧烷（TEOS、GPR RECTAPUR、VWR）、乙酸酐（ACS试剂，≥98.0%，Sigma-Aldrich）、PDMS1.5(Sigma-Altrich)、PDS100（VWR）、PDMS2000和PDMS10000(瓦克)、PDMS 30000和PDMS60000（Gelest）、钛酸四乙酯（Ti（OEt)$_4$，VWR），所有实验均使用去离子水。

方法

PEOS和PEO-PEG的合成

PEOS-PEG是在135°C下由四乙氧基硅烷、乙酸酐和催化剂Ti(OEt)$_4$一锅反应合成的，随后用聚乙二醇单甲醚（350g/mol）进行酯交换反应得到PEG化的PEOS化合物，这种合成以前在文献中有过报道。[15]所得PEOS-PEG的典型特征通常是用PEG取代乙氧基的摩尔分数，PEO-PEG-10即是用

PEG取代10%的乙氧基摩尔分数。

使用Ultra-Turrax，制备PDMS@SiO_2胶囊

在一个典型的程序中，在25°C下将0.7g PEOS-PEG化合物加入到80g蒸馏水中，并混合以获得均匀不透明的混合物。然后，加入0.7g PDMS或PDMS:TEOS混合物，并用Ultra-Turrax® T25以18000 rpm将混合物乳化10分钟。然后将分散体转移到圆底烧瓶中，并在60°C的磁力搅拌器上剧烈搅拌24小时。30分钟后，用氨将pH调节至9。将得到的胶囊以16000克在离心机上运转25分钟，分离白色沉淀物，并将其重新分散在水中或冷冻干燥以产生白色粉末。

场发射-扫描电镜（FE-SEM）

FE-SEM和STEM测量在Hitachi S4800或SU9000高分辨率场发射-扫描电镜上进行，加速电压为1.5-30kV。在测量之前，将胶囊分散体稀释至所需浓度，沉积在硅片（FE-SEM）或200目的formvar涂碳铜栅格（STEM）上，并在环境条件下自然干燥。

界面张力

在室温下，用Krüss旋转液滴张力计测量水和硅油相之间的界面张力。将具有2wt% PEOS的硅油液滴置于玻璃毛细管中并以6000rpm旋转，使用Vonnegut或Young-Laplace方法计算IFT。

粒径测量

用Malvern Zetasizer纳米系列或Mastersizer 2000的光散射来测定水中的颗粒大小。Zetasizer粒度仪仅用于测量平均直径小于500nm的颗粒。测量在25°C下进行，当使用Zetasizer时，测量在173°的散射角进行。在测量之前，将分散体稀释至1wt%的颗粒浓度。

流变性

流变实验采用动态混合流变仪3(DHR3，TA Instruments)进行，它具有40mm板-板几何结构。在60秒的平衡稳定时间后，通过控制剪切速率，在0-20Pa的应力范围和0-100s^{-1}的速率范围来对混合物进行分析。

清漆的制备

使用KPG搅拌器按照以下步骤制备水性透明涂料。将NeoPac E 180（90.5g）和0.1g BYK-425在1000rpm下搅拌5分钟。然后，将4.1g二乙二醇丁醚和4.1g胶囊分散体（在涂料中为0.1wt%的硅油，每mL 24.5mg的PDMS）预混合，加入后在1000rpm速度下搅拌5分钟。然后，将1.0g BYK-028在2000rpm下混合3分钟。加入一滴二乙醇胺，并将涂料储存过夜以释放任何残留的气泡。使用涂布棒将水性涂层涂覆到聚碳酸酯板上，湿膜厚度为100μm，并在室温下干燥24小时。用测厚仪测得干膜厚度在50-65μm范围之间。⌘

参考资料

[1] Gibson, L. J.; Ashby, M.F. Cellular Solids: Structure & Properties, Pergamon, Oxford, 1998.

[2] Li, W.; Jasti, B.R. Design of Controlled Release Drug Delivery Systems, McGraw-Hill, New York, 2006.

[3] Enke, M.; Döhler, D.; Bode, S.; Binder, M.; Schubert, U.S. Advances in Polymer Science2016, 273, 59 - 112.

[4] Benita, S. Microencapsulation, Taylor & Francis, New York, 2006.

[5] Mackay, M.E.; Tuteja, A.; Duxbury, P.M.; Hawker, C.J.; van Horn, B.; Guan, Z.; Chen, G.; Krishnan, R.S. General Strategies for Nanoparticle Dispersion, Science 2006, 311, 1740 - 1743.

[6] Keegstra, K. Plant Cell Walls, Plant Physiol. 2010, 154, 2, 483 - 486.

[7] Musyanovych, A.; Landfester, K. Polymer Micro- and Nanocapsules as Biological Carriers with Multifunctional Properties, Macromol. Biosci. 2014, 14 (4), 458 - 477.

[8] Chen, Z.; Zhao, Y.; Zhao, Y.; Thomas, H.; Zhu, X.; Möller, M. Inclusion of Phase-Change Materials in Submicron Silica Capsules Using a Surfactant-Free Emulsion Approach, Langmuir 2018, 34 (35), 10397 - 10406.

[9] Zhao, Y.; Chen, Z.; Zhu, X.; Möller, M. A Facile One-Step Approach toward Polymer@SiO2 Core–Shell Nanoparticles via a Surfactant-Free Miniemulsion Polymerization Technique, Macromolecules 2016, 49 (5), 1552 - 1562.

[10] Zhao, Y.; Chen, Z.; Zhu, X.; Möller, M. Silica Nanoparticles Catalyse the Formation of Silica Nanocapsules in a Surfactant-Free Emulsion System, J. Mater. Chem. A 2015, 3, 24428 - 24436.

[11] Wang, H. L.; Agrawal, G.; Tsarkova, L.; Zhu, X.; Möller, M. Self-Templating Amphiphilic Polymer Precursors for Fabricating Mesostructured Silica Particles: A Water-Based Facile and Universal Method, Adv. Mater. 2013, 25 (7), 1017 - 1021.

[12] Princen, H.M.; Y, I.; Zia, Z.;Mason, S. Measurement of Interfacial Tension from the Shape of a Rotating Drop, J. Colloid Interf. Sci. 1967, 23 (1), 99 - 104.

[13] Kanellopoulos, A.G.; Owen, M.J. Adsorption of Sodium Dodecyl Sulphate at the Silicone Fluid/Water Interface, Faraday Soc. 1971, 67, 586, 3127 - 3138.

[14] Mehrabian, S.; Acosta, E.; Bussmann, M. Oil - Particle Separation in a Falling Sphere Configuration: Effect of Oil Film Thickness, Energy & Fuels 2016, 30, 10, 8776 - 8786.

[15] Zhu, X.; Jaumann, M.; Peter, K.; Möller, M.; Melian, C.; Adams-Buda, A.; Demco, D.; Blümich, B. One-Pot Synthesis of Hyperbranched Polyethoxysiloxanes, Macromolecules 2006, 39, 5, 1701 - 1708.

PCI新媒体

01
前置作业 确认需求
媒体规格
创意定制
脚本文案

02
素材整合 执行制作
图文汇整
画面呈现
技术对接

03
后期制作 设计优化
包装美化
内容制作
媒体设计

04
PCI全渠道推广引流
拿个样APP、微信群组、朋友圈、公众号、视频号、官方网站、杂志平面

一站式工作台

合作案例

扫码观看微信上由PCI发行制作的新媒体内容（公众号、视频号）。

商务合作请联系　　江倩 139 1775 9078（微信同）　　王思懿 134 8221 9796（微信同）

《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.

请读者详细准确地填写以上信息，我们经过审核以后，您将会获得《PCI中文版》杂志。Please write your detailed information, if qualigified, you'll get PCI China magazine.

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 Alphatic
- ☐其它溶剂 Other solvents

分析测试 Testing/Analytical

- ☐磨耗试验 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

Products

瓦特山助剂
LEVEART-3175流平剂

优异的流平性和再涂性，耐光性和抗光老性

咨询 索样

瓦特山 已入驻“拿个样”APP
扫码即可领取该样品

彩弘颜料
PRA-4264高级红色

易分散，色泽、光泽度好

咨询 索样

彩弘颜料 已入驻“拿个样”APP
扫码即可领取该样品

标格达
BGD 187多功能斯托默黏度计

全新外观设计，显示更清晰，
操作方便

咨询 索样

标格达 已入驻“拿个样”APP
扫码即可领取该样品

拿个样商家免费
入驻火热报名中

微信小程序在线拿样
PCI杂志电子版免费在线阅读

商家免费入驻：
江倩 13917759078（微信同）

样品服务助手：
王思懿 13482219796（微信同）

开启新体验

海量样品
APP

Easy to get
Abundant Samples
海量样品轻松拿

小添加 • 大不同

不用看了，它确实是一只壁虎
滑下来只因为……

Splendid

手感剂系列：5010 5020 5030 5040 5070 5080

提供永久性爽滑丝质手感和抗刮效果。
具有优异的相容性，极低的雾影值，对重涂性无不良影响。
适用于水性及溶剂型体系，木器漆，汽车漆，塑胶漆，皮革涂饰剂。
联系方式：021-56875777，13817184444 郭先生

www.yck.cn

扫一扫，有惊喜

YCK®

YCK全系列样品已入
驻“拿个样”欢迎索取