

欧洲涂料杂志

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

中文版

11 - 2015

11

检验和测量

粉末涂料质量控制中的重要工具，先进的差示扫描量热仪介绍；详尽的检验和测量标准介绍，综述现有的流变仪，独有的专家之声

8 行业前沿

深入了解ORION公司在中国的最新收购情况

42 新型聚氨酯化学

快速固化兼具延长使用期





EVERYTHING ABOUT MODERN FILLERS IN A SINGLE BOOK!

2ND EDITION!



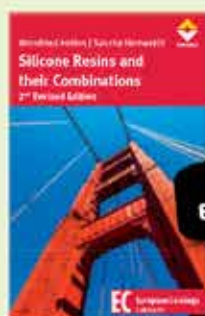
Detlef Gysau is employed at Ormya International and led for 14 years the Applied Technology Services for Paints, Coatings & Adhesives.



FILLERS FOR PAINTS · The revised 2nd edition of this book includes more sub chapters about new fillers, production technology, analytics and applications. Furthermore it sets out to convey the latest knowledge in a straightforward and understandable manner, without compromising scientific objectivity and rigour.

2011, 208 pages, hardcover, 129 €, order no. 549, eBook: PDF_549

www.european-coatings.com/shop



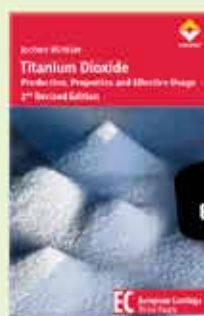
2ND EDITION!

**W. Heilen + S. Herrwerth
SILICONE RESINS AND
THEIR COMBINATIONS**

Get a concentrated overview of the chemistry and technology of silicone resins and a deep insight into their use from an industrial point of view, including the most recent trends and developments of silicones for coatings.

2014, 112 pages, hardcover, 129 €, order no. 673

Also available as eBook:
order no. 673_PDF



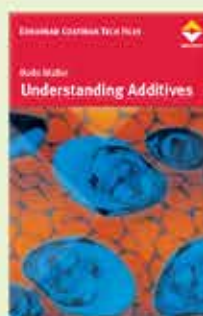
2ND EDITION!

**Jochen Winkler
TITANIUM DIOXIDE**

This second, completely revised edition gives the reader a comprehensive insight into how titanium dioxide works and its possible applications, as well as discussing the current state of development.

2013, 154 pages, hardcover, 99 €, order no. 656

Also available as eBook:
order no. PDF_656



**Bodo Müller
UNDERSTANDING ADDITIVES**

This book covers everything about the mode of action, application and possible side effects of the most important coatings additives, reflecting the needs of practical work.

2010, 160 pages, hardcover, 119 €, order no. 547

Also available as eBook:
order no. PDF_547



**U. Poth + R. Schwalm
+ M. Schwartz
ACRYLIC RESINS**

This book describes the latest knowledge about acrylic resins in solvent-borne and water-borne systems, and presents radiation curing in an understandable and descriptive manner.

2011, 383 pages, hardcover, 159 €, order no. 518

Also available as eBook:
order no. PDF_518

EUROPEAN
COATINGS library



加入我们
“European Coatings Industry”



来源: Alex Trinkel - Fotolia.com



Damir Gagro
编辑
电话: +49 511 9910-209
邮箱: damir.gagro@vincentz.net

只是时间问题

只有可靠的检测才能提供真实的结果, 真实的检测结果至关重要, 能让顾客心悦诚服地购买产品。这个话题老生常谈, 但最近在德国大众汽车公司爆出排放丑闻后, 可靠的检测再次成为热门话题。毫无疑问, 在全球范围内大众公司的声誉已经受损, 但具体到什么程度, 时间会给出答案。

本期刊物值得一读, 主要聚焦检测和测量。了解更多用于评价涂料特性的现行标准, 详见第 12 页。在第 20 页, Netzsch-Gerätebau 公司的 Tobias Pflock 博士等人介绍了如何将差示扫描量热仪 (DSC) 作为工具, 实现粉末涂料的质量控制。从检测结果可获得相关工艺参数 (如熔融温度) 及施工参数 (如玻璃化转变温度)。2015 年 11 月 24 日 15: 00 (欧洲中部时间), 他将通过网络进行演讲, 莫失良机! 演讲过程中, 您可以提出关于 DSC 的各种问题, 请在 www.european-coatings.com/live 网站免费在线登记。

现在, 请您静下心来, 尽情享受阅读本期期刊吧!



Damir Gagro

来源: VN/Heiko Stahl

专家之声
检验和测量

15



来源: VN/Heiko Stahl

产品综述
万物皆“流”
——黏度计和流变仪

18



来源: aykurd - Fotolia.com

12

市场报告
检验和测量标准概述



欧洲涂料杂志 中文版 2015.11

- 6 行业新闻
欧洲涂料行业重要动向概述
- 8 行业前沿
深入了解ORION公司最新收购情况

检验和测量

- 12 市场报告
检验和测量标准概述
- 15 专家之声
Bruno Sallé de Chou,
Michael Klemt
- 18 产品综述
万物皆“流”——黏度计和流变仪
- 20 技术论文
简化固化测试
Tobias Pflock, Stefan Schmölder, Jörg Menzel



欧洲涂料在线

想了解有关粉末涂料质量控制DSC的更多信息，请关注2015年11月24日下午3点（CET）在欧洲涂料在线直播，www.european-coatings.com/live。



来源: Alexander Rath - Fotolia.com

法规

Article 95

——真正为每个人创造平等条件了吗?

28



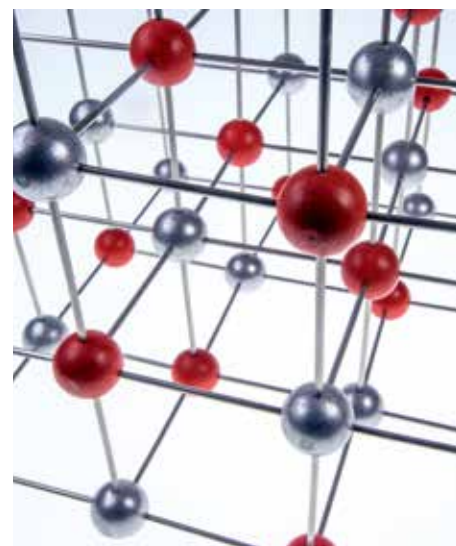
来源: kurlandregross - Fotolia.com



不含异氰酸酯的交联

快速、安全兼具
柔韧性

42



来源: Stefanie Ottmayer - Fotolia.com

彩色颜料

结构决定色相

30

26 数说涂料

全球防腐涂料数据统计

27 CEPE 专栏

步入正轨

28 法规

Article 95——真正为每个人创造平等条件了吗?

30 彩色颜料

结构决定色相

Peter Köhler, Jürgen Kischkewitz

36 聚氨酯

低黏度、高官能度交联剂

Christoph Irle, Jan Weikard

42 不含异氰酸酯的交联

快速、安全兼具柔韧性

John Argyropoulos, Nahrain Kamber, Paul Popa, David

Pierce, Yanxiang Li, Paul Foley, Gary Spilman, Jeff

Anderson

50 活动一览

52 广告索引

56 配方培训

58 研发新闻



“稀缺原材料竞争将加剧。”

Andrew Trapani博士
Dow Coating Materials EMEA公司技术指导

您对欧洲建筑涂料市场的情况是如何看待的？

涂料市场跌宕起伏。近来，涂料市场困难重重。这种情况仍将延续，因此，我们估计只能实现0~3%的中速增长。

采用什么措施可以推动增长？

欧洲并非低成本地区。我们必须牢记这一点，并持续加大研发力度。如果不这样做，欧洲肯定会继续下滑，落后于其他地区。因此，创新和可持续发展仍然至关重要。在开发产品时，将两者结合起来对涂料行业的未来以及长期成功来说很关键。然而，我们必须先确定一个业内共同认可有关可持续发展的通用定义。

最近贵公司在哪些业务进行投资？

我们已扩大了单体材料的产能。目前而言，由于行业整体比较落后，我们的优势明显，处境很好。但未来将有越来越多的国家对稀缺原材料进行竞争。此外，我公司对乙烯基丙烯酸酯业务进行了投资，因为预计未来5年中乙烯基丙烯酸酯产品将快速增长，增长率高达10%~15%。乙烯基丙烯酸酯的增长会缩减苯乙烯丙烯酸酯的增长，但纯丙烯酸酯将不受影响。

您认为乙烯基丙烯酸酯在哪些地区最具发展潜力？

我们认为在德国、法国、英国和斯堪的纳维亚国家，乙烯基丙烯酸酯最具潜力。在英国和斯堪的纳维亚市场上，我们具有坚实的基础。通过本地化生产，我们在各个方面都已准备就绪，抓住市场机遇。我们将利用这种潜在市场全力打造一个更具可持续发展的行业。

收购

本栏目简要地概述了欧洲涂料行业的最重要变动。有关市场、公司和技术的更多新闻，请访问www.european-coatings.com。

Kraton公司收购Arizona化学品公司

美国 Kraton Performance Polymers公司计划以12.3亿欧元收购Arizona化学品控股公司。Arizona化学品公司主要生产可再生松木原材料衍生产品和化学品。在黏合剂和涂料终端应用市场上，这两家公司的业务极具互补性。本次交易预计于2015年底或2016年初完成。

www.kraton.com



来源: AWZOR / pixelio.de

“中国经济增长放缓通常会对价格和原材料产生影响。”

Paul Ita, Notch Consulting公司

Overlack公司收购Klink公司

德国 Overlack AG公司将收购Klink集团部分业务，包括位于德国和瑞士的原材料销售办事处、一个大容量散装储罐装置、一处船运码头和一条铁路专线。Klink集团的销售网络覆盖德国、奥地利、斯堪的纳维亚和比荷卢经济联盟。通过本次收购，Overlack公司加强其商品领域的优势。Klink集团年营业额为6 900万欧元。

www.overlack.de

来源: Andrii Muzyka / fotolia.com



Azelis公司收购Koda公司

北美 Azelis集团与Koda Distribution Group已签订收购协议，于2015年底完成。KDG将更名为Azelis Americas。

www.azelis.com

Brenntag在亚洲扩张版图

新加坡 Brenntag公司收购TAT集团。TAT集团是在新加坡的一家化学品经销商，在东南亚、香港和韩国地区业务覆盖广泛。本次交易预期于2015年第四季度完成。

www.brenntag.com



LIWENJIA

江苏李文甲化工有限公司

国内乳液自动化控制（采用外循环装置）生产基地之一

丙烯酸系列乳液及树脂专家

苯丙系列；

弹性系列；

底漆系列；

防水系列；

助剂系列；

纺织涂层系列；

醋丙醋叔系列；

纯丙、氟碳系列；

真石漆、质感系列；

功能性建材乳液系列；

墙纸用水性介质系列；

多彩、水包砂、罩面系列；

水性工业漆、木器漆系列；



江苏李文甲化工有限公司

LIWENJIA LIWENJIA CHEMICAL INDUSTRY CO., LTD. IN JIANGSU

泰州总公司

地址：江苏泰州市姜堰区经济开发区泰州路568号

邮编：225500

电话：0523-82778808 0523-82778666

传真：0523-82778809 0523-82778666

福建分公司

地址：福建泉州惠安惠南工业区

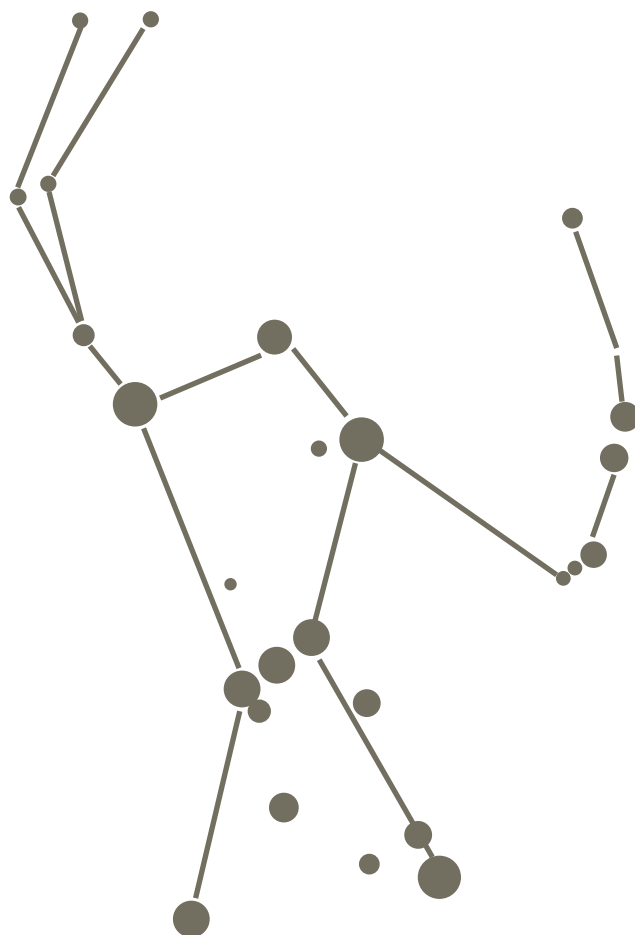
邮编：362100

电话：0595-87591786

传真：0595-87591786



www.liwj.com



深入了解ORION公司最新收购情况

欧励隆工程炭公司（Orion）与赢创集团（Evonik）日前宣布达成协议，Orion公司将收购赢创持有的青岛赢创化学有限公司（QECC）52%的股份以及德国投资开发公司（DEG）所持有的该企业15%的股份。尽管涂料和油墨市场对炭黑需求量不大，但对炭黑制造商而言，这两部分市场极具吸引力。

Damir Gagro

Notch Consulting, Inc.公司的委托人Paul Ita专家表示：“本次收购对市场影响不大，但将增强Orion公司在全球炭黑网络中的地位”。

QECC成立于1994年，是由赢创公司、DEG公司和胶州金融投资中心（JFIC）共同投资的合资企业，地点在中国青岛。炭黑年产能约为75 000吨/年。工厂配有3条生产线，主要生产高档炭黑产品。由于靠近关键客户，毗邻中国最大港口之一，具有现代交通运输基础设施，青岛工厂对于未来市场增长而言是极具有竞争力的物流基地。

加强在亚太地区的市场地位

Orion公司将首先加入合资企业，取代赢创和DEG，但OEC公司和JFIC公司正在按照管理中国国有企业的规定对JFIC将股权转让给Orion公司的情况进行深入磋商。Orion公司首席执行官Jack Clem表示：“我们对目前将该工厂纳入我们全球炭黑制造网络所取得的进展表示高兴。我们也相信通过收购可以提高我们对极为重要的中国市场以及其它亚太地区的服务能力，超越我们当前利用全球网络对该地区的出口量。”

该协议有待中国政府审批，并需要遵循其他惯例性成交条款，

预计于2015年第4季度完成。考虑到2011年赢创将部分炭黑业务出售给Rhône Capital公司和Triton Advisors公司,欧洲委员会已经批准Orion公司收购QECC公司的计划。收购交易完成前,Orion公司和QECC公司将继续独立运营。

用于涂料和油墨的炭黑: 用量小、价值高的市场

据炭黑市场专家Ita预计,2014年全球炭黑市场规模为1 220万t,市值142亿欧元。炭黑主要用于制造各类轮胎。在轮胎及各类其他橡胶制品中,炭黑主要作为填料,这也是炭黑最重要的终端应用领域。在其他领域,如塑料、涂料和印刷油墨中,炭黑用作颜料,这些领域炭黑用量占比小于7%。但就价值而言,这部分市场对炭黑生产商是极具吸引力的小众市场。

Ita估计2014年涂料、油墨和墨粉中使用的专用炉黑量达140 000~150 000 t,总价值约4.5亿欧元。Ita解释道:“这对于炭黑总量来说虽然只是很小的一部分,约占总产量的1%,总产值的3%。然而,对专用炭黑领域来说,这是非常重要的市场,该市场覆盖了橡胶行业以外的所有炭黑应用领域”。这些数据中只包括了炉黑,不包括其他类型的炭黑,如热裂法炭黑、乙炔炭黑、灯炭黑和天然气炭黑。但这些类型的炭黑用量非常小。天然气炭黑和灯黑在某些涂料中用到,总量约5 000~10 000 t。



“竞争激烈， 举步维艰的市场”

公司负责人Paul Ita
Notch Consulting, Inc.

向Paul Ita提出4个问题

Orion公司的收购对炭黑市场将有何影响?

收购对市场不会立即产生影响,也不会影响市场大起大落。Orion公司收购股份,这一点并不意外,因为这是赢创公司出让其最后一部分炭黑业务。自2011年企业收购以来,一直存在所有权问题,但现在通过收购解决了问题。对于Orion公司来说,这是很重要的一步,因为这将使公司在中国拥有制造基地,增强在亚洲的市场地位。对于任何全球性的炭黑公司来说,这也是必走的一步。

就用量来说,涂料和油墨市场占比非常小。为什么仍然是极具吸引力的市场呢?

涂料和油墨中使用的炭黑都是精心设计的产品,专门设计用于特定用途。涂料和油墨行业追求高性能和高质量。炭黑着色效率和色强度都非常高,因此无需太多用量。但炭黑具有高附加值产品的价格,使得涂料、油墨和墨粉领域极具吸引力。

您如何看待市场中的竞争态势?

炭黑市场中的主导公司为Cabot, Birla和Orion公司。后者在专用炭黑市场中比Birla更具优势。市场竞争激烈,举步维艰。我预计这3家公司将进一步主导炭黑市场。

您认为市场中的挑战在何处?

新兴市场举步维艰,拉丁美洲特别是巴西问题重重。迄今为止,中国一直是主要驱动力,但现在发展速度放缓。通常,速度放缓、长期产能过剩和持续重组将影响价格和原材料。

有关炭黑的事实和数据



2014年总产量: 1 220万t,
其中,约145 000~160 000 t用于涂料、油墨和墨粉



2014年市值: 142亿欧元
其中,涂料、油墨和墨粉领域5亿欧元



60%以上的炭黑在亚太地区加工生产

来源: Freepik - www.freepik.com

来源: canico - fotolia.com





检验和测量

12 市场报告

检验和测量标准概述

15 专家之声

Bruno Sallé de Chou, Michael Klemt

18 产品综述

万物皆“流”——黏度计和流变仪

20 技术论文

简化固化检测

Tobias Pflock, Stefan Schmölder, Jörg Menzel



检验和测量标准概述

人们普遍认为“质量好就能经久流传”。然而，对于涂料一类的高性能产品，要达到和保持在规定的质量水平，检验和测量方法至关重要。

Damir Gagro

这就提出了一个问题：涂料行业中普遍采用的方法和标准是什么？

要 确定涂料性能和使用特性，目前可采用无数种检验和测量方法。涂料类型和涂装领域不同，检测方法也不同。本文概述了部分用于产品质量监控和检验产品是否符合质量规范要求的常规方法，同时还对各类检测标准中的特定的变更进行了说明。

常用检测方法

检测方法分为5大类：物理、光学、分析、腐蚀和老化。物理检测方法用于测量以下项目：

- > 附着力 (ISO 2409: 2013 “划格法测试”或ISO 4624:2002 “拉开法附着力测试”)；
- > 耐划痕性 (ISO 1518-1: 2011 “第1部分：恒定载荷法”和ISO 1518-2: 2011 “第2部分：可变载荷法”)；
- > 表面阻力 (ISO 2815: 2003 “巴克霍尔兹压痕试验”)；
- > 耐液体性 (ISO 2812-1: 2007 “第1部分：浸液法 (水除外)”)；
- > 涂层厚度 (ISO 2178: 1982 “磁性法”以及ISO 2360: 2003

“振幅敏感涡流法”)；

下列标准包括测定颜色和光泽的光学测试：

- > ISO 11664-4: 2008 (比色法)
 - > ISO 2813: 2014 (20°、60°和85°光泽的测定)
- 这两个标准可用于测量不同批次涂料的外观。

循环试验的组合

下列标准规定了测定配方中各种物质含量的方法，也可与其他方法一起配合使用，比如，测定试验产品相对于参照产品具有的优势：

- > 颜料含量的测定- 第1部分：离心法 (ISO 14680-1: 2000)
- > 颜料含量的测定- 第2部分：灰化法 (ISO 14680-2: 2000)
- > 不挥发物含量的测定 (ISO 3251: 2008)

下列标准中规定了各类腐蚀试验：

- > ISO 9227: 2012 - 人工环境中的腐蚀试验 (盐雾试验)
- > ISO 6270-1: 1998 - 耐湿性的测定 (第1部分：连续冷凝)；第2部分 (ISO 6270-2: 2005)：冷凝水环境中试样暴露试验程序；
- > ISO 3231: 1993 -耐含二氧化硫潮湿空气的测定；



“长久以来，南佛罗里达一直被认为是户外老化的标准场地。佛罗里达曝晒一年能模拟其他地方多年的老化。”

各类盐雾试验（中性盐雾试验、乙酸盐雾试验和铜加速乙酸盐雾试验）适用于检查金属材料（无论有无腐蚀保护）是否保持一定的相对质量。还可与循环试验结合使用，如盐雾试验与冷凝水试验，以及不同阶段的受控温度和湿度结合起来。ISO 11997-1: 2005中给出了良好的实例。尽管所述标准是针对汽车行业，但也适用于机械和设备工程。通过在适当设备中进行人工加速老化或人工加速辐照，就可确定太阳辐射、热能和湿气对涂料的物理、化学和光学性能的影响。与此有关的标准包括：

- > 实验室光源曝露试验方法。第1部分-通则（ISO 16474-1: 2013）
- > 氙弧灯（ISO 16474-2: 2013）
- > 荧光紫外灯（ISO 16474-3: 2013）

在实验室内更好地模拟实际工况

当然，人们经常会问：实验室检验结果与实际工况下结果的一致性究竟有多大？对此，最好的示例是汽车行业。在加速试验中，模拟了材料和零部件的腐蚀状况以及涂料体系的防腐效果。由于人们已认识到传统检验和测量方法已跟不上材料更新，因此试验中不仅调整了浓度，还在试验周期内增加了低温阶段，这是由于汽车、商用车以及机械和设备工程领域内，耐温变性越来越受到关注。这反映了腐蚀试验需要尽可能地模拟实际工况，连续单一载荷试验是十分简单，但并不是最佳方案。

被替代的标准偶尔仍在使用

即使现行标准进行了修订或被新标准替代，这并不意味着行业就此淘汰了原标准中的试验方法。如果客户几年前规定了某一标准，那么新的检验和测量方法可能难以提供可进行比较的结果。举两个例子：“人工气候老化和人工辐射曝露-过滤氙弧辐射

曝露”（ISO 11341: 2004）2004年生效，该标准于2013年废止，被ISO 16474-2: 2013（“实验室光源曝露试验方法-第2部分：氙弧灯”）替代。人工气候老化新旧标准的主要区别是原标准规定两种参考温度，即55 °C和65 °C，而新标准完全删掉了较低的温度（55 °C）。然而，铁路机车和机械制造领域的用户多年来一直采用55 °C标准温度进行测试。10 °C温差经1 000 h、2 000 h或4 000 h测试的结果肯定不具可比性。因此，可以认为这类用户和其他用户将会继续沿用ISO 11341标准的试验方法。第二个例子：采用DIN杯（DIN 53211）测定流出时间。该试验标准于1996年就被废止，并由ISO 2431: 2011（“用流出杯测定流出时间”）替代。这两个标准中规定的流出杯排液斜面倾角的几何尺寸、流出嘴长度和填充容量各不相同。即使流出嘴直径相同，也不能获得可比较的结果。喷涂车间仍经常沿用DIN杯，坚持使用几乎在20年前就已经废止的标准中规定的试验方法。❏



Damir Gagro

编辑

《欧洲涂料杂志》

damir.gagro@vincentz.net





浙江丰虹新材料股份有限公司
Zhejiang Fenghong New Material CO.,LTD

企业理念

和谐

丰虹
泽美家

虹
牵
佑
我

董事长: 施明奎



**亚洲大规模的
有机膨润土生产基地**

地址: 浙江省安吉经济技术开发区塘铺工业园区

Add: Tangpu Industrial Garden, Anji E&T Development Zone, Zhejiang

电话/Tel: 400-015-9989 传真/Tel: 400-015-9989

网址/Web: www.zjfenghong.com



专家访谈:

1 涂料行业中，检验和测量面临哪些挑战？

2 对于同一性能指标检测，如何保证不同检测方法之间的可比性？

1 在涂料中，耐候性影响的检测一直面临很大的挑战，涂料行业整个价值链对这一点也一致认同。自然老化和人工老化十分复杂。Köppen-Geiger对全球气候分类提出至少有31种不同气候类型。20多个自然老化检测场地可提供自然老化试验服务。此外，人工加速老化设备制造商也提供了大量设备可供选择，区别在于不同的紫外光谱、辐射能级别、加湿系统、测量程序和加速因子。这样，与自然老化试验结果相比，就会对人工老化试验结果的可比性和可转用性有不同的建议和理解。老化试验后，一般会对样品的光泽、颜色变化、开裂情况和附着力等一些主要性能进行评估。更具挑战性的是失效标准和样品使用寿命期内典型性能水准的确定。

经济方面也至关重要。一方面，失败案例使涂料生产商、OEMs或原材料供应商面临昂贵索赔。另一方面，充分了解试验程序，准确实施产品保证，将能持久地保护制造商。

总之，要模拟实际工况有太多的变量和不同的技术。耐候性评估绝非简单的测量，而是要努力设法模拟最接近的实际工况。

2 多数情况下，执行通用行业标准，如涂料或OEM中执行EN ISO 11341标准。

“要努力设法模拟最接近的实际工况”



Bruno Sallé de Chou
首席执行官和创始人
Eukem公司
b.salledechou@eukem.com

这种情况下，标准保证了不同方法之间的可比性。对用户来说，可比性不再是个问题，标准的有效性很少有争议。目标就是要符合标准。此外，业内也有相当多的独立公司需要对涂料配方和/或其原材料进行评估。这种情况下，配方设计师需要采用一种方法对新配方与当前材料性能进行比较。此时无需参考行业标准或OEM标准，但需要筛选最佳方案。这时候，自然老化和人工加速老化试验结果的可比性要比标准重要得多。老化专家支持通过指导做出保证。他们会协助选择正确的试验方案、恰当平衡自然老化和人工老化、选择恰当的涂料性能测量指标和失效标准。➤

来源: Heiko Stahl





1 工业生产的每个环节都要尽可能做到工艺可靠，并具有可复制性。

颜色测量尤为复杂。对颜色的观测很大程度上取决于观测者。现在，我们知道对颜色的感知能力受观察者的年龄、性别、药物治疗、疲劳度、营养甚至心情的影响。因此，使用的检测仪器至关重要，因为它比目视判断的再现性要高很多。

然而，这仍存在悖论，即以上提出的个体差异使我们很难找到与测试仪器的共同基准。没有哪个观测者能代表平均个体校准测试仪器。这就是为什么颜色这一情绪化主题容易存在分歧的原因。

出于这一原因，关注误差这一概念至关重要。

几乎没有人会这样下订单：“我想要某种绿色”。即使是私人客户通常也会对想要的颜色有明确的表述。如今，只要协调好整个供应链和生产链，处理订单就可以轻松自如。

2 对于要求高的工业生产，有一个方法简单有效：即制定双方共同认可的标准，每次出厂前都与该标准进行比较，确保产品质量在约定的误差范围内。这说起来容易做起来难，因为在一切流程理顺之前，需要双方做大量的前期准备工作。标的物——涂料的测量取决于很多参数，

“关注误差至关重要”



Michael Klemt
经理
Remmers Baustofftechnik公司
mklemt@remmers.de

例如涂装方法、涂层厚度、湿度、温度、干燥时间和基材（经常为木材）。这些参数相互关联，才能取得一致的最终检测结果。最后就是主观因素。与客户建立紧密关系，才能在激烈竞争中脱颖而出，任务艰巨。合作过程中与客户进行良好沟通、彼此信任，最终才能达到双方满意。 ③

研发新闻

新风洞可进行实际
工况条件下防结冰试验

www.european-coatings.com



图书贴士

加速试验

www.europeancoatings.com/books



研发新闻

研究异氰酸酯涂料在
金属基材表面的附着力

www.european-coatings.com



So many features:

- Maximum gloss and opacity
- Compliance with food regulations
- Low viscosity
- Low abrasion
- Rapid wetting and dispersion



One ink grade.

KRONOS 2066 - the outstanding pigment for high-gloss gravure and flexographic inks. Suitable for both solvent-based and waterborne systems. KRONOS 2066 complies with FDA 21 CFR 178.3297 and GB 9685-2008 as a colourant for use in food packaging and coatings.



Here's the link to the best ink:
www.KRONOS2066.com



KRONOS®

KRONOS INTERNATIONAL, Inc.

Peschstrasse 5 • 51373 Leverkusen, Germany • Phone +49 (0)214 356-0

E-mail: kronos.international@kronosww.com

Product Manager Coatings & Inks: juergen.bender@kronosww.com

万物皆“流”

来源: Heiko Stahl



检测仪器对于质保和研发过程中测定物理性能必不可少。诸多物理性能中，流变性能尤为重要，因为流动性对涂料体系的生产、贮存、保质期和施工会产生重大影响。本期产品概述中，我们将介绍一些黏度计和流变仪，可测得精准、详细的数据。

如果涂料都能够像牛顿流体那样具有理想黏度，那么研发人员一定会欣喜若狂。这样一来，流变测量会非常简单，用流出杯和落球黏度计就能准确测出所需数据。但事实上研究表明远非如此。由于分子间相互作用，涂料和分散体的流变行为远达不到理想，这样就会加大流变性检测的工作量。因此，仪器制造商尽力使仪器可靠、易于使用。市售黏度计和流变仪种类繁多，包括用于常规黏度测量的仪器（主要用于质量控制和工艺控制）以及能采集新配方流变数据的高精度仪器。

驱动轴承至关重要

在测定极低值和微小偏差过程中，流变仪的测量头起着关键作用。因此，为了最终读数的精确性，驱动轴承产生的摩擦必须尽可能低。20世纪80年代中期，制造商们就着手开发非接触式流

公司	型号	类型	驱动轴承	测量系统	扭矩范围 / ($\mu\text{N} \cdot \text{m}$)	角速度 / (rad/s)
TA Instruments www.tainstruments.com	HR-1	旋转 / 振动	磁场	CC, CP, PP, DG, Torsion	$0.01 \sim 150 \times 10^3$	$0 \sim 300$
	HR-2	旋转 / 振动	磁场	CC, CP, PP, DG, Torsion	$0.002 \sim 200 \times 10^3$	$0 \sim 300$
	HR-3	旋转 / 振动	磁场	CC, CP, PP, DG, Torsion	$0.0005 \sim 200 \times 10^3$	$0 \sim 300$
	ARES-G2	旋转 / 振动	空气	CC, CP, PP, DG, Torsion	$0.05 \sim 200 \times 10^3$	$1 \times 10^{-6} \sim 300$
Anton Paar GmbH www.anton-paar.com	MCR 102	旋转 / 振动	空气	CC, CP, PP	$0.05 \sim 200 \times 10^3$	$10 \times 10^{-9} \sim 314$
	MCR 302	旋转 / 振动	空气	CC, CP, PP	$0.01 \sim 200 \times 10^3$	$1 \times 10^{-9} \sim 314$
	MCR 502 TDR	旋转 / 振动	空气	CC, CP, PP	$0.01 \sim 230 \times 10^3$	$1 \times 10^{-9} \sim 314$
Malvern www.malvern.com	Kinexus ultra+	旋转	空气	CC, CP, PP	$0.0005 \sim 250 \times 10^3$	$10 \times 10^{-9} \sim 500$
	Kinexus pro+	旋转	空气	CC, CP, PP	$0.002 \sim 200 \times 10^3$	$10 \times 10^{-9} \sim 500$
Thermo Scientific www.thermoscientific.com	Haake RheoStress 1	旋转 / 振动	空气	CC, CP, PP, FL	$0.5 \sim 100 \times 10^3$	$0.1 \times 10^{-3} \sim 335$
	Haake RheoStress 6000	旋转 / 振动	空气	CC, CP, PP, FL	$0.2 \sim 200 \times 10^3$	$10 \times 10^{-6} \sim 471$
	Haake Mars III	旋转 / 振动	空气	CC, CP, PP, FL	$0.01 \sim 200 \times 10^3$	$10 \times 10^{-6} \text{ bis } 471$

变仪，采用了气动轴承或电磁场驱动轴承，可最大程度地减少机械摩擦。在无任何干扰的情况下，这类仪器即使在低剪切速率时也能获得精确的样品测量值。

黏度随温度而变化

由于黏度是间接测定的，与许多变量有关，其中一个变量为温度。几乎所有仪器制造商都提供了选项，可以选择可将样品冷却至零度以下，也能加热至1 000 °C的流变仪。

实际上，针对不同黏度范围，测量系统的形式和变量也不同。

测定黏度最常用的测量头结构包括：板-板形式、锥-板行式和同心圆柱形式。将测量头安装到上述仪器中，由于采用模块化设计，更换起来非常方便。这些测量头既可用于测量CSR（可控剪切速率），也可以用于测量CSS（可控剪切应力）。

振荡试验模拟分子间的作用力

负责开发新配方的研发部门需要了解分子间相互作用的大小。该类信息可从大量的流变数据中获取，特别是小偏转振幅的振动试验所提供的数据。在测量样品中产生的默认剪切变形非常小，肉眼无法识别。如果不安装气动或电磁场驱动的流变仪驱动器，根本无法进行此类测量，因为滚珠轴承中的机械摩擦会使得读数过度叠加，使结果失真。

角偏移/ rad	角频率/ (rad/s)	温度范围 /°C
10x10 ⁻⁹ ~ 无限	0.63x10 ⁻⁶ ~ 628	-150 ~ 600
10x10 ⁻⁹ ~ 无限	0.63x10 ⁻⁶ ~ 628	-150 ~ 600
2x10 ⁻⁹ ~ 无限	0.63x10 ⁻⁶ ~ 628	-150 ~ 600
40x10 ⁻⁹ ~ 无限	0.1x10 ⁻⁶ ~ 628	-150 ~ 600
1x10 ⁻⁶ ~ 无限	0.1x10 ⁻⁶ ~ 628	-150 ~ 1000
0.1x10 ⁻⁶ ~ 无限	0.1x10 ⁻⁶ ~ 628	-150 ~ 1000
0.1x10 ⁻⁶ ~ 无限	0.1x10 ⁻⁶ ~ 628	-150 ~ 1000
	6.28x10 ⁻⁶ ~ 942	-40 ~ 200
	6.28x10 ⁻⁶ ~ 942	-40 ~ 200
0.3x10 ⁻³ ~ 无限	62.8x10 ⁻⁶ ~ 628	-40 ~ 350
12x10 ⁻⁹ ~ 无限	62.8x10 ⁻⁶ ~ 628	-60 ~ 500
12x10 ⁻⁹ ~ 无限	62.8x10 ⁻⁶ ~ 628	-150 ~ 600

来源: BASF SE

“预计2018年流变剂产量
将达485 000 t”



非牛顿型流体

如果一种物质的黏度不理想，黏度会随剪切速率的变化而变化。对于这类物质，应规定表观黏度。有些物质具有剪切稀释特性，即当剪切速率增加，黏度降低。还有一些物质的黏度随剪切速率的提高而增加，该物质称为具有剪切增稠特性。

流变剂及颜色变化

近来，瑞典研究人员研究发现有含有多层结构云母颜料的织物涂料颜色变化受到流变剂的品种和涂装参数（在样品上涂层量的变化）的影响。涂料配方的流变性能是采用剪切速率与黏度的关系进行表征。采用刮涂法将该配方涂料涂覆到同类织物表面。（Veronica Malm, Pernilla Walkenström, *Textile Research Journal*第85卷第9期第936-946页）。





简化固化测试

先进的差示扫描量热仪是粉末涂料质量控制的工具。

Tobias Pflock, Stefan Schmörlzer, Jörg Menzel

用先进的差示扫描量热仪对5种市售热固型粉末涂料的热转变进行了分析，以便详细地表征材料特性。只要检测者有一定经验，就可以很容易地确定材料在熔融和固化行为方面的差异。

在许多不同的工业领域中，粉末涂料代表一种成熟的涂装技术。然而，由于普通粉末涂料产能过剩以及对产品要求越来越高，必须加大力度开发新材料。特别是随着对聚合物基材进行涂装的需求日益增加，需要对材料研究、工艺开发和产品优化加大投入。施工能耗足迹变得日趋重要，必须进一步降低涂装能耗。因此，要对工业应用中成熟的涂装体系进行优化，关键是要充分了解生产过程中的主要控制因素。

特别是对于热固型粉末涂料，综合表征热影响十分必要。差示扫描量热仪（DSC）可以提供一种在液体涂料体系中沿用已久的常用分析方法^[1-3]。在化合物或树脂开发过程中，采用该方法进行与施工

有关的材料特性分析以及生产过程中的质量控制。

为用户设计的简约DSC技术

使用Netzsch “DSC 214 Polyma” 可使DSC分析达到一个全新的水平（见图1）：建立了一种整体测量理念，包括从样品制备、DSC测量程序制定和操作到最终数据评估的所有必要的环节。

这是首次在DSC分析中采用 “Auto-Evaluation”（自动分析）软件对热转变进行单独评估。只需点击一下就可完成操作，用户还可以自行对评估数据进行调整和整理提炼。该方法符合ASTM和ISO标准，先评估主要作用，然后评估副作用。

与传统软件不同，该系统无需操作员具有资深的专业知识，就可以解读数据，创建一个不依赖用户的先进辅助方案。另一个创新是，设计了一个软件模块，称为 “Identify”，可以将DSC曲线（玻璃化转变温度、吸热峰和放热峰等）获得的聚合物

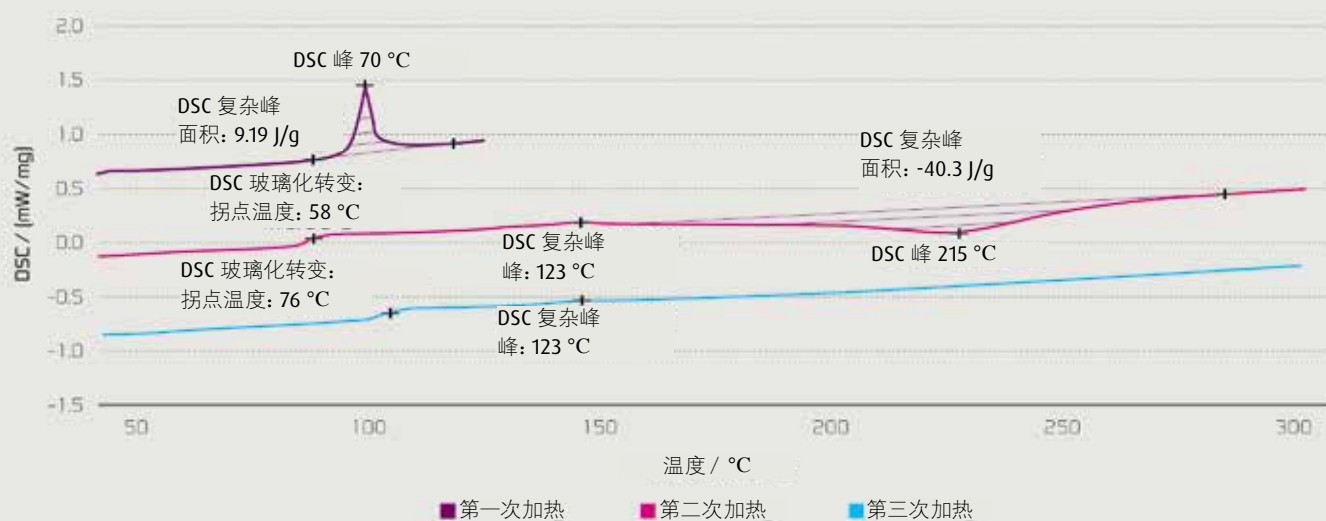
样品热性能与测量库数据进行比较^[4-6]。该软件模块具有两大优点，特别适用于质量控制：首先，数据库可以通过热特性来识别未知聚合物样品，节省了文献查找时间；其次，用户可将DSC结果添加到Netzsch数据库中，充实综合数据库信息。

通过客观对比聚合物，该软件在产品的出厂检验、贮存和干燥后检验或最终产品阶段进行质量控制。

图1 新设备的典型测量配置（左），包括自动样品转换器（ASC）、样品制备装置及新用户界面（右）



图2 样品C8的DSC曲线（为清晰起见，以任意偏移量移动每一条DSC曲线的y轴值）



结果一览

→ 试验选用五种不同类型市售热固型粉末涂料，展示了Netzsch DSC 214 Polyma DSC仪器的分析能力可用于质量控制中对材料的综合表征。

→ 对粉末涂料的热转变进行了表征，所有的结果表明在熔融和固化行为方面稍有差异。测量结果可推导出相关工艺参数（如熔化温度）和施工参数（如玻璃化转变温度）。

→ 采用专用软件模块可轻松创建质量控制测量库。很容易为某类粉末涂料建立数据库，并设定一条曲线，成为自动化质量控制的有效工具。整个系统的的功能对操作员并无太多的技术和经验要求。

试验程序概述

试验用DSC样品为5种不同类型的市售粉末涂料，任意命名为A10、B12、C8、C13和E4，代表白色家电行业使用的普通粉末涂料。

对于聚合物常规DSC测量，建议使用带盖（有孔的）的铝盘作为样品坩埚。这些铝坩埚通常为散装供货，不利于测量值再现。因为散装时，样品盘会发生机械变形，导致参照盘和样品盘之间热流的不均匀。

将NetzschDSC仪配备的“Concavus”样品盘装在一个防静电箱中供货，每箱装96个，每次试验取用。样品盘有意制成凹形底部，使得热接触均匀，且再现性高，提高测量质量。试验时，将约8.5 mg粉末涂料样品均匀地放置在一个DSC盘中，并用一个带孔的盖盖住，进行气体交换（见表1）。

DSC测量中，使用Netzsch DSC与“Intracooler IC70”温控装置，温控范围为-70~600 °C（见图1）。根据表2设定测量方法，氮气流速为40 mL/min。设备上的

低热惯性炉有助于实现快速加热和冷却。

与传统热流型DSC系统相比，该系统可加快采集DSC数据。这一优势用于测量的冷却阶段，从300 °C降至0 °C的冷却速度为50 K/min。与原来升温速率20 K/min相比，一次测量中，三次加热的总时间降低了近一半，不到45 min即可完成。

DSC以“智能模式”操作，其中包括优化的用户界面，只需少量数据输入即可开始测量。此外，采用用户自定义的方法操作，能使自动样品转换器（ASC）的设置简单快捷。

结果分析采用“Tau-R”校正法，可以最大程度减少由于样品盘和参考盘热惯性导致测得的DSC转变被人为变宽。

采用三次加热表征性能

图2显示样品C8第一次、第二次和第三次加热升温情况，三次加热均按表2中规定的温度程序实施。在第一次加热0~100 °C过程中，观察到吸热熔化转变，峰值温度为70 °C，熔融焓9.19 J/g。这相当于粉末涂料的熔融。

根据涂料施工过程中采用的相应固化步骤，二次加热温度范围选择在0~300 °C。在此，最高温度可达300 °C，从DSC可直接观察到涂料的热行为，特别是分解过程中分解的起始温度。

第二次加热过程中，观察到未固化涂料在58 °C时出现玻璃化转变。接着，在123 °C时，检测到一个较小的熔融转变。在173 °C时观察到样品的放热固化反应，峰值温度为217 °C。温度达到约300 °C最高

时，未发现DSC基线有偏离，说明没有发生分解反应。

为检测与二次加热曲线比较，有无出现不可逆变化，并确认样品完全固化，对样品进行了第三次加热，温度范围为0~300 °C。此时，位于76 °C拐点温度处出现玻璃化转变，说明玻璃化温度已明显偏移到了比第二次加热时更高的温度。这是由固化反应造成的，因为涂料材料中发生了大量的交联，使得玻璃化转变温度升

高。

在123 °C，也检测到二次加热过程中就已观察到的可逆熔融峰。这可能是由于粉末涂料中某种助剂熔融造成，比如蜡助剂组分，它是用于改善固化样品的抗冲击性和加工性能。

首次加热时呈现熔融特性

图3显示了本研究考察的5种不同类型

图3 涂料类型A10、B12、C8、C13和E4的初次加热曲线（用预先装好的软件对这些曲线进行评估，显示了峰值温度和峰面积；为清晰起见，将曲线进行任意叠合）

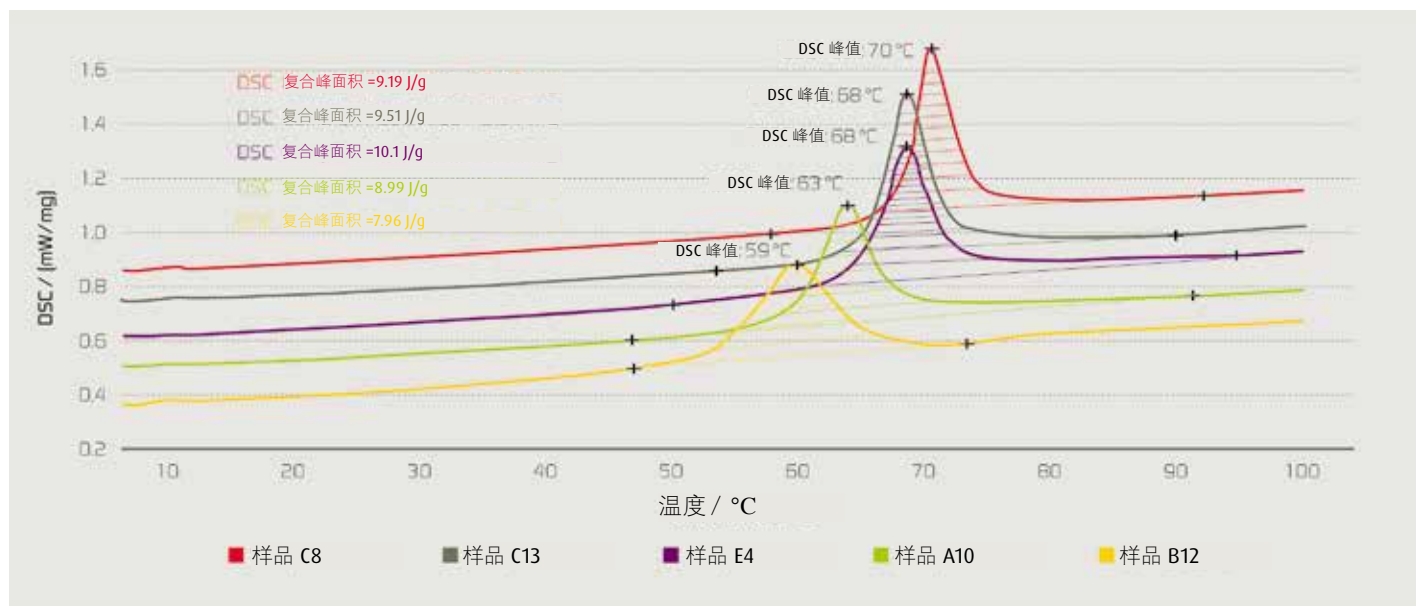
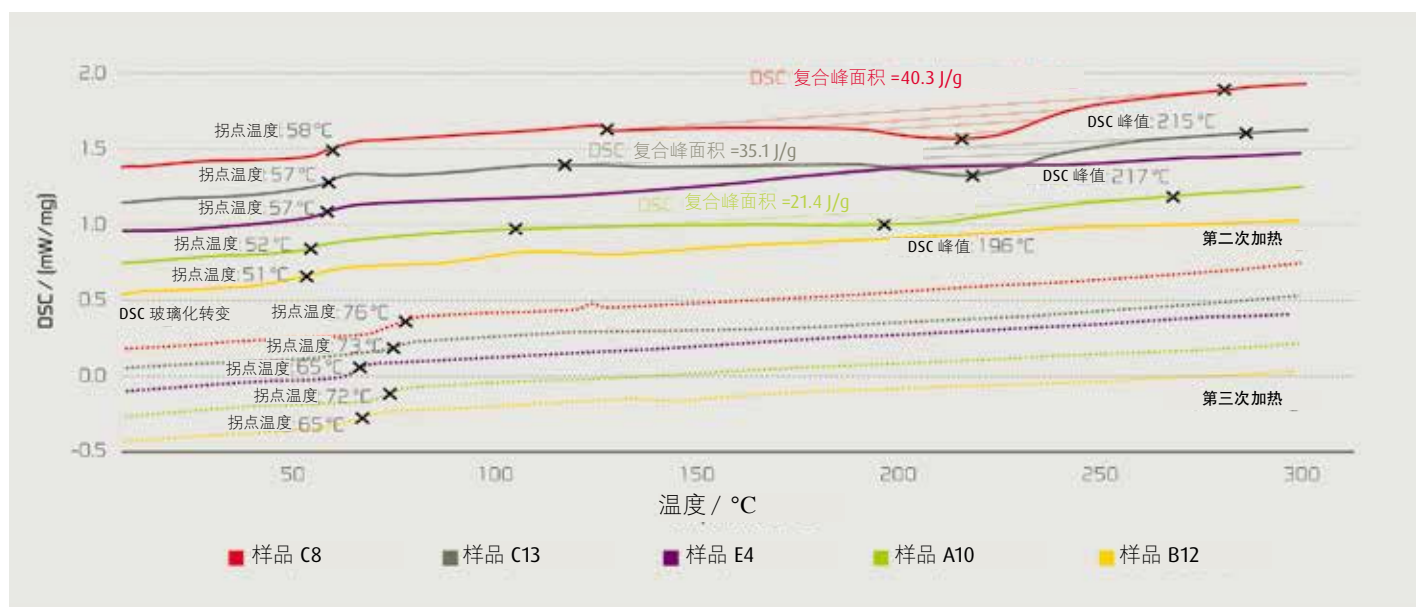


图4 样品的第二次（顶部，实线）和第三次加热曲线（底部，虚线）（为清晰起见，将曲线进行任意叠和）



涂料在第一次加热时的对比情况。采用分析软件的“自动分析”功能对所有曲线进行评估。正如在样品C8的DSC曲线观察到的那样，所有涂料显示了明显的熔融峰，峰值温度按样品B12到C8顺序逐渐升高。

计算出的热焓值各不相同，在约7.5%的标准偏差内，远高于称取样品质量的不确定值（见表1）。因此，可确定各样品的熔融热焓值，虽然较小但差异显著。表3汇总了所有测量结果。此外，还发现对于所有类型的粉末涂料，熔化转变在加热阶段结束前都已完成。因此，对于涂料施工的第一步来说100 °C足以实现粉末涂料的均匀熔化。

第二次加热和第三次加热对固化特性进行比较

图4汇总了所有试验样品第二次加热和第三次加热的DSC结果，温度范围0~300 °C，采用自动化评估程序。在第一次加热粉末熔化后，所有样品在51 °C和58 °C之间发现玻璃化转变。不同类型涂料的玻璃化转变温度的顺序与第一次加热曲线（见图3）中熔融转变的顺序相对应。从约110~130 °C开始，观察到样品A10、C8和C13出现放热固化反应。样品C8和C13的固化非常相似。而A10的固化峰值则偏移到低20 K的温度处。B12和E4样品未发现有明显固化放热焓。

可以推测这可能是由于试验用的粉末涂料固化反应的固化速率通常较低。以下事实可以印证：首先，在温度范围超过100 K时，所有样品均呈现出非常宽的固化峰分布。其次，不能排除因缩聚反应而产生很弱的额外吸热效应。这些情况反过来会抵消固化放热焓，使得DSC曲线趋于平缓。在第三次加热过程中（见图4，底部），在65~76 °C内，所有涂料样品都出现玻璃化转变，而且所有玻璃化转变温度均比第二次加热时看到的高。其中样品A10的偏移最大，达到20 °C。这一现象清楚表明所有样品均发生了交联反应，但样品B12和E4并未出现明显的固化峰。

此外，第三次加热中未发现额外的放热固化峰，因此可以认为在第二次加热至300 °C后所有样品都已完全固化。与样品C8呈现的情况一样，在对所有涂料进行高达300 °C的加热处理后，第二次加热或第三次加热中均未发现明显的分解。

通过评估未知样品，进一步测试DSC系统

下一步，从C8粉末涂料类型中选择一个未知样品，来证明DSC软件的质量控制功能：为了验证“识别”功能，根据图2中所示的第一次加热曲线建立了测试库（“DSC粉末涂料”）。

因此，只需用鼠标轻轻一点，就可曲线上进行标示，并加载到新创建的资料库中。

图5为未知样品的第一次加热曲线，测量条件同表2。为了进行分析，从已有的资料库清单中选择了新建数据库。左栏为样品分配，顶部输入“样品C8_第一次加热”。



表1 样品质量记录（用带孔盖的“Concavus”样品盘）

样品	质量 / mg
A10	8.58
B12	8.47
C8	8.40
C13	8.66
E4	8.48
未知样品	8.50

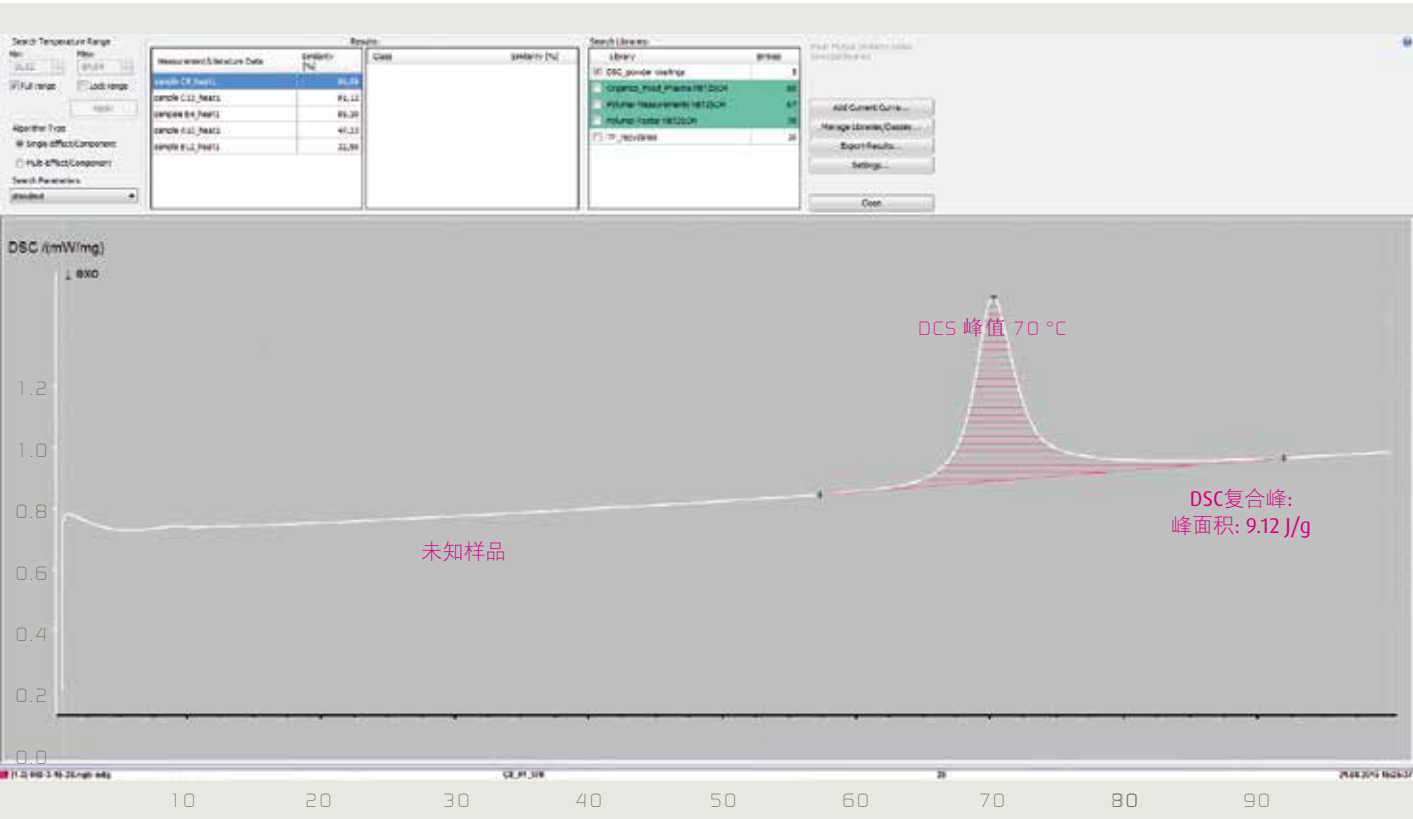
表2 DSC 214试验中温度变化情况

试验阶段	初始温度 / °C	最终温度 / °C	加热速率 / (K/min)	持续时间 / min
冷却	25	0	50	0.5
加热	0	100	20	5
冷却	100	0	50	2
加热	0	300	20	15
冷却	300	0	50	6
加热	0	300	20	15
总时间				43.5

表3 所有测量样品的DSC结果汇总

样品名称	第一次加热			第二次加热		第三次加热
	熔融峰 / °C	熔融热焓 / (J/g)	玻璃化转变 / °C	固化峰值温度 / °C	固化热焓 / (J/g)	玻璃化转变 / °C
A10	63	8.99	52	196	21.4	72
B12	59	7.96	51	不适用	不适用	65
C8	70	9.19	58	215	40.3	76
C13	68	9.51	57	217	35.1	73
E4	68	10.1	57	不适用	不适用	65
未知样品	70	9.12	不适用	不适用	不适用	不适用

图5 用“识别”功能区分未知材料 [将“未知”样品的DSC曲线正确置入到粉末涂料类型“样品C8_第一次加热”（左栏）中，在“DSC粉末涂料”资料库（右栏）中可找到“样品C8_第一次加热”，这是本研究测量的所有样品在第一次加热时建立的]



“高可用性是当前的分析研究趋势，为复杂材料提供复杂数据分析。”

向 Tobias Pflock 提出 4 个问题

DSC现已用于表征热转变、熔融温度以及玻璃化转变温度。除此之外，DSC还能用于哪些涂料相关测试？

DSC还可用于加工助剂的鉴别和氧化稳定性（OIT试验）测量。对于高端研究，可根据DSC曲线建立一个（固化反应）动力学模型，用于模拟工艺。光量热系统(photo-DSC)（文中未提到）可用于检测紫外线光固化反应。

根据您的研究结果，试验得到了简化，节约了时间。与现有检测方法相比，可节约多长时间？

从两个方面可以为用户节省时间：首先是“DSC 214 Polyma”快速加热炉 -与常规测量相比，检测时间减少一半。其次，DSC分析采用自动评估和识别功能，可节省重要任务的数据确认和解读所花的时间，否则需要在曲线上进行大量繁琐的标线工作。

该新工具需要哪些财务支出呢？

由于自动评估和识别功能与“DSC 214”常规软件包捆绑在一起的，所以无需额外的花费。

您认为DSC在哪些方面还具有改进的潜力？

我可以自信地说，就目前所知的DSC技术高可用性方面来说，我们当之无愧处于领先地位。这是分析领域的当前趋势，有助于了解越来越复杂材料的复杂数据，即使对于毫无经验的用户也能运用自如。此外，DSC的数据库系统（举例来说，通常用于红外光谱）的应用才刚刚开始。



Tobias Pflock博士

聚合物业务部门经理

Netzsch-Gerätebau GmbH公司

tobias.pflock@netzsch.com

通过曲线比较，得出未知样品与测试样品的相似度为99.59%，表明同为C8涂料。同时，根据相似性的递减顺序，将其他选项列在下方。根据曲线的整体形状和所有经评估得到的参数，计算出相似度^[4]。这样，该算法可在数秒钟内就可将测量曲线与几百个数据库条目进行比较。

在下一步中（此处未显示），该用程序来建立一个全自动曲线识别标准，用来评估进货样品是否合格。建立多个等级^[4]，以便对进货样品进行评估，评估结果为“合格”或“不合格”。该算法可对新测定的粉末涂料样品DSC曲线自动进行评估，判定为“合格”或“不合格”。

参考文献

[1] DIN EN ISO 11357: Plastics – Differential Scanning Calorimetry (DSC), www.

beuth.de, 2010.

[2] Hemminger W. F., Cammenga H. K., Methoden der Thermischen Analyse, Springer, Heidelberg, 1989.

[3] Ehrenstein G. W., Riedel G., Trawiel P., Thermal Analysis of Plastics: Theory and Practice, Hanser Gardner Publications, 2004.

[4] Schindler A., Identify – How this New DSC Curve Recognition System Simplifies Polymer Characterization, White Paper, Netzsch-Gerätebau GmbH, 2013.

[5] Moukhina E., Schindler A., Automatic Evaluation and Identification of DSC curves, presentation during International Symposium, Thermal Analysis and Calorimetry in Industry, Berlin, 2014.

[6] Füglein E., Kaisersberger E., About the development of databases in thermal analysis, Jnl. Therm. Anal. Calorim., 2015, Vol. 120, pp 23-31.



欧洲涂料在线

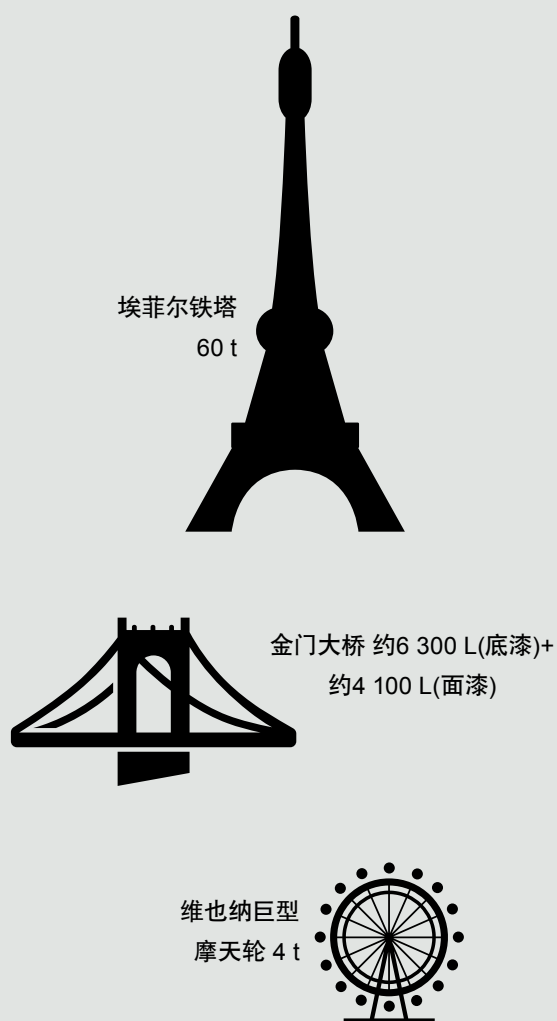
想了解有关粉末涂料质量控制 DSC 的更多信息，请关注 2015 年 11 月 24 日下午 3 点（CET）在欧洲涂料在线直播，www.european-coatings.com/live。

全球防腐涂料数据统计

01: 2014 年市场规模



02: 著名景点使用的防腐涂料



03: 腐蚀导致的损失



每年由于腐蚀造成的损失超过全球GDP的3%，约1.99万亿欧元

04: 终端应用行业——欧洲分类市场销售统计



05: 每升均价



步入正轨

对装饰涂料事业部董事长 Thierry Destruhaut 来说, 事业部面临的最大挑战来自法规变更越来越频繁。



Thierry Destruhaut
装饰涂料事业部董事长
CEPE
thierry_destruhaut@ppg.com

目前CEPE主要任务是什么? 我们希望所有CEPE成员都能从我们的工作中获益。我们拥有优秀员工队伍, 但任务繁多, 因此要保证都有战略目标。为了实现目标, 我们将战略定为: 积极应对法规变更, 努力协调, 推动整个行业发展。

您能解释一下该战略吗? 室内空气质量 (IAQ) 就是一个很好的能说明我们积极战略的例子。与其坐等法规变更, 不如事先采取措施。几年前, CEPE与CEN TC139

WG1共同制定了排放测量标准。这确实使我们步入了正轨。IAQ工作组将继续在欧盟和国家层面监控IAQ的进展情况。现在, 我们正在评估一个报告方案, 该方案将来可能会得到欧盟建设常务委员会的支持, 因此可能协调不同国家制定的方案。

面临哪些挑战? 协调工作面临巨大挑战。我们希望通过在支持IAQ法令的成员国内进行宣传, 最大程度降低欧洲法令修订工作的影响。同时, 涂料并非建筑产品, 但我们

仍希望欧盟建设常务委员会作为最合适的引导者支持统一方案, 这也是个挑战。

明年的计划是什么? 显然, 我们明年的重点是IAQ, 除此之外, 还包括其他法规问题, 如REACH、《高关注物质》或《生物杀灭剂产品指令》等将是明年重要的任务。此外, 我们需要和各国协会的协调这些问题, 同时制定一个方案, 协助统一不同法规中的相关议题。因为必须平衡各方权益, 要达到一致意见十分困难。📌





《生物杀灭剂法规》中的第 95 条款 (Article 95) 旨在“确保平等对待市场上活性物质制造商，并尽快创建平等的市场竞争环境”。

[改编自陈述部分第 8 条和第 58 条]

Gabi Büttner

Article 95 ——真正为每个人创造平等条件了吗？

在生物杀灭剂法规中，Article 95或许不是最具争议的条款，但自2013年9月新法规执行以来，该条款备受关注，并引发业界极大争论。然而，这并非是陈述部分引起的，而是由于过渡期到2015年9月1日终止而引起。

切源于1998年，当时，欧盟实施一项法规，按此规定，成百上千种活性物质要进行风险测试。当时，由于低估了一个测试项目所花费的时间，导致对活性物质检测的截止时间一次又一次地推迟，最早要完成的检测也要到2024年。与那些“搭便车”的公司相比，投入到这个检测项目的公司耗资巨大、程序复杂，极为不利。而对于那些“搭便车”不参加测试项目，但使用活性物质的公司而言，其制造成本则更低。为了给所有参与者创造平等竞争条件，规定2015年9月1日前市场上只能销售含有从欧洲化学品管理局（ECHA）网站上列出的制造商或进口商（所谓的“Article 95名录”）获得活性物质的生物杀灭剂。

争议：纳入名录

根据Article 95规定，欧洲生物杀灭剂中活性物质的制造商和进口商只有在纳入该名录后才能继续销售产品。生物杀灭剂配方设计

者只能从名录中的供应商处购买活性物质。纳入该名录的前提条件为：

- > 提交一份完整的活性物质档案；或
- > 已提交活性物质档案的参考资料；或
- > 数据保密期已过的活性物质档案的参考资料。

纳入“Article 95名录”面临最大的两个挑战可能在于：提供所用活性物质的“技术等效性”证据；从活性物质持有人获得数据并允许使用的文件。此外，申请公司可能首次必须要与法规交流平台 R4BP接触并使用软件（IUCLID）。

技术等效性和参考

为了能参考现有活性物质的档案资料，必须提供证据证明活性物质持有人提供的资料与参考资料具有高度相似的“技术等效性”。这里，必须提供全面的资料。但是，由于目前许多活性物质仍在检测中（直到2024年），当前情况下无法提供技术等效性证据。因此，Article 95原来规定的2015年截止日期不得不推迟到2024：根据Article 95，供应商必须已经提交了申请，购买参考档案使用权以及完成费用结算；但只能按照过去的情况来决定是否获准使用参考档案。Article 95也适用于部分生物杀灭剂，该类生



Article 95: 需要检查的重要方面

- 检查您的活性物质供应商是否列在名录中，并检查出售给您的产品是否用于生物杀灭剂产品；
- 如果您的供应商未列在名录中，那么请与供应商联系，如有必要，您必须更换供应商；
- 弄清您的供应链中哪个参与者需要/必须申请加入到该名录；
- 如果您努力加入该名录：需要预留足够的时间进行共享数据谈判；
- 在提交申请后定期检查您的R4BP账户，以便不要错过信息或ECHA截止日期。



图1 申请加入 Article 95名录流程

物灭杀剂作为前驱体用来原位生产活性物质。所以，活性物质的前驱体制造商或经销商必须列入到Article 95名录内。除了日用化学品用于前驱体物质或使用原位设备，不确定性因素很多以外，法规执行过程中人们也提出很多问题，目前尚无答案。

此外，在特定情况下，新申请人与原活性物质供应商之间的协商经证明很难实现。活性物质获得批准的要求非常高，通常数据持有人提出的费用昂贵。因为只有在进行生物科学中脊椎动物研究时，数据共享才具有强制性，所以在发生争议的情况下，原申请人可拒绝提供完整档案，这迫使新申请人只能自己补充大部分档案。

欧洲以外的活性物质供应商

如果生物杀灭剂中的活性物质是在欧盟以外制造的，那么对于生物杀灭剂的制造商或进口商而言，该条款尤为复杂。根据Article 95，生物杀灭剂法规并未要求欧洲以外的活性物质制造商纳入该名录。也没有像REACH规定的“唯一代表人”条款：允许活性物质制造商将客户的法定义务转嫁到由他任命的某一代人上。唯一的可能性为，欧洲生物杀灭剂制造商或进口商与其欧洲以外的活性物质供应商联合申请加入该名录。由于联合名录不得转

让，另外该活性物质供应商必须让进口商单独申请纳入名录，“平等的竞争条件”在此形同虚设。

结 论

在生物杀灭剂法规中，要实现平等对待活性物质供应商无疑是公认的目标。然而，当前采取的措施似乎尚不成熟。以前的“搭便车者”产生的新障碍可能使市场竞争扭曲，出现错误导向，因为他们期限要么太长、要么太短，无法与原申请人保持一致。现在，欧洲官方机构在发布所需实施法规和指南方面正面临巨大压力，是否需要紧急澄清，仍有待观察。



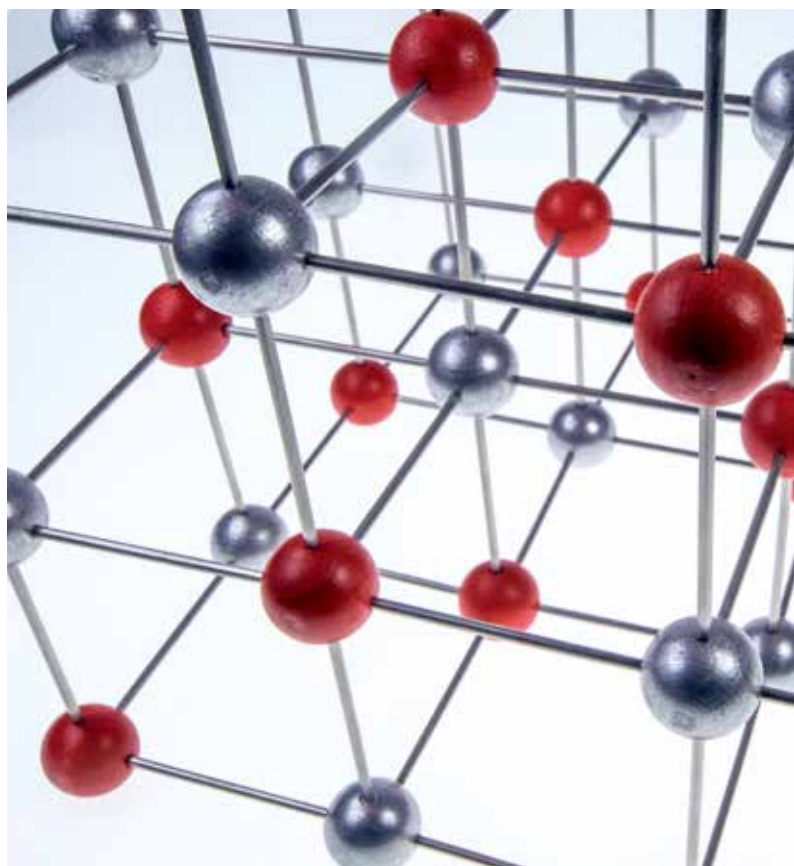
Gabi Büttner
Chemikalien-Management/
REACH/Biozide
UMCO Umwelt Consult GmbH
g.buettner@umco.de

结构决定色相

铁尖晶石晶体的晶格如何影响外观

Peter Köhler, Jürgen Kischkewitz

来源: Stefanie Oranderl – Fotodia.com



氧化铁颜料在诸多行业应用广泛。本文详细研究这些颜料中的一类主要颜料（尖晶石）结构对颜色影响的机理。此外，还对其中某些颜料的吸收光谱进行了研究，发现吸收光谱与晶体结构及可能出现的电子轨道跃迁有关。

合成氧化铁的年需求量约为100万t，是世界范围内应用最广泛的彩色颜料。同时，该类颜料能提供多种性能。

尽管一直作为颜料使用，但关于其显色的原因仍有待于进一步阐明。粒子性能对 α -Fe₂O₃、 α -FeOOH和 γ -FeOOH颜色质量的影响是众所周知的，但仍需对这些产品的吸收性能进行说明。特

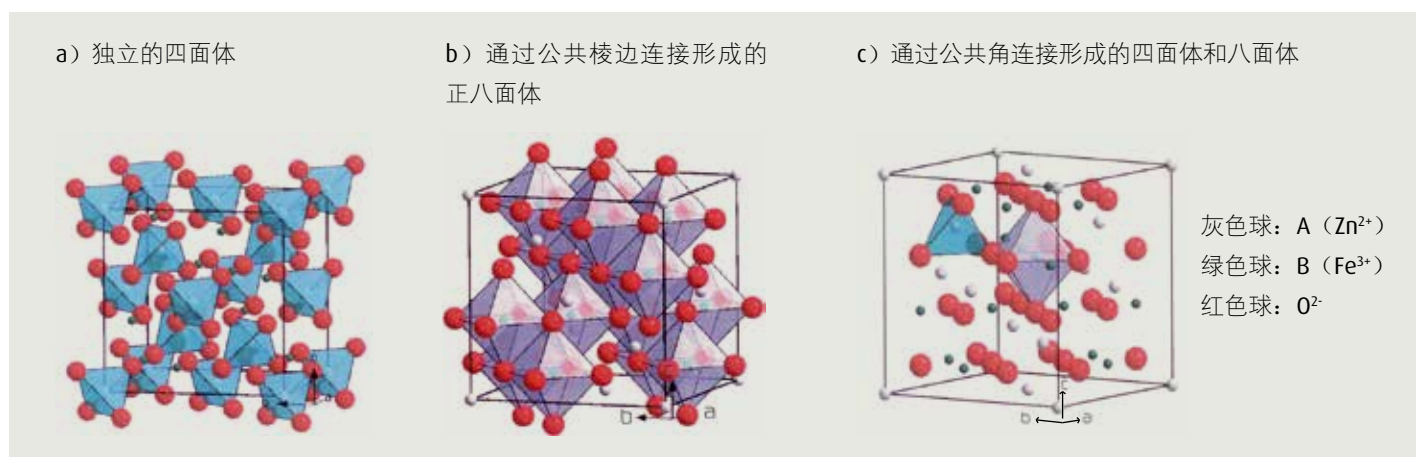
别是要对以下基础问题给出一个答案：为什么 α -Fe₂O₃是红色的？为什么 α -FeOOH和 γ -FeOOH的颜色会偏移向黄色或橙色？

根据合成氧化铁的结构和电子性能，对以上方面进行了详细考察，并对颜色的品质和颜色变化建立了关联。

对两组彩色氧化铁颜料进行比较

FARBE UND LACK杂志中的主题论文“氧化铁颜料-颜色的形成（Eisenoxidpigmente-die Entstehung der Farbe）”^[1]对氧化铁赤铁矿、针铁矿、纤铁矿和磁铁矿的颜色（红、黄、橙、黑色）成

图1 尖晶石晶格AB₂O₄结构特征



结果一览

- 氧化铁颜料在诸多行业应用广泛。本文详细研究这些颜料中一类主要的尖晶石颜料结构对颜色的影响机理。
- 一般来说，铁尖晶石有两种阳离子和两种可能的晶格排列模式——四面体和八面体。铁酸锌尖晶石通常具有“固定的”结构，锌离子呈四面体排列，铁离子呈八面体排列。然而，在其他尖晶石中，排列分布则更为复杂，在铁酸镁尖晶石中，排列分布情况取决于合成条件。
- 对其中某些颜料的吸收光谱进行了研究，发现吸收光谱与晶体结构及可能出现的d-d电子轨道跃迁有关。

因进行了阐明。这些材料作为颜料已以工业规模广泛使用。

然而，含三价铁（III）的尖晶石颜料——铁酸锌、铁酸镁和磁赤铁矿的颜色主要为棕色，色相变化范围较大，从黄棕色到深棕色。

色相变化大主要因尖晶石晶格中Fe³⁺离子分布造成，导致特殊的吸收光谱，这可以用配位场理论来解释。

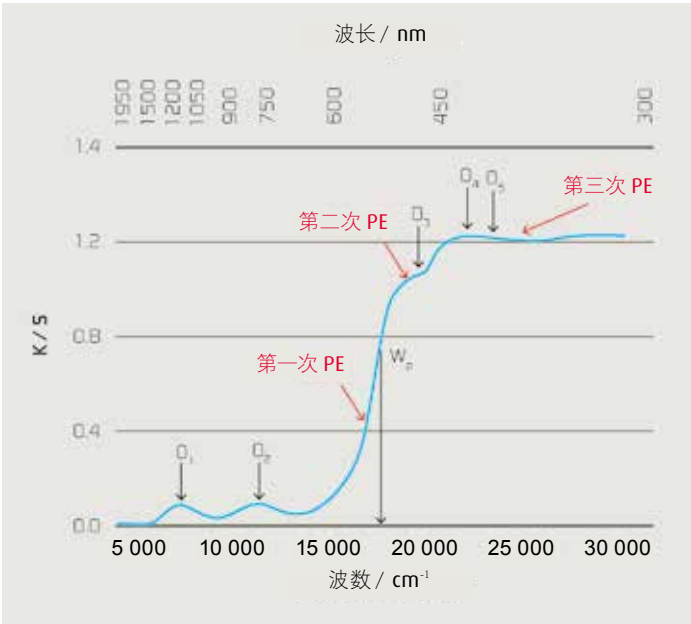
从商业角度来说，这些尖晶石颜料可能不如此前提到的氧化铁重要，但是铁酸锌和铁酸镁这类尖晶石颜料具有超常的热稳定性，因此常用于塑料和涂料行业中的特定领域，磁赤铁矿因具有特殊磁性而得到应用。

铁酸锌尖晶石晶格结构特性

Fe³⁺尖晶石的一般分子式为AⁿB₂^mO₄，其中阳离子A（II）和B（III）分别处于氧化态二价和三价，可占据四面体位置（配位数4）和八面体位置（配位数6）。这种分布形式主要由相关阳离子的择优占位能量（E_v值）决定（见表1）^[2]。

因此，铁酸锌的化学式为Zn^{II}_{tet}[Fe^{III}]_{2oct}O₄，即在高温合成后缓慢冷却至室温时，Fe³⁺离子独占八面体位置。通过穆斯堡尔原子核相互作用能谱，证实了上述假设。其中，仅测量一条双重谱线，测量结果显示在四面体位置和八面体位置的Fe³⁺离子之间无磁耦合。这也与铁酸锌在室温下具有顺磁性相符合，并清楚显示为正

图2 铁酸锌尖晶石吸收光谱（与BaSO₄比例 1：10）^[8]



尖晶石结构 [3]。

其他尖晶石中更为复杂的阳离子分布

在铁酸镁尖晶石中阳离子分布更为复杂，由于Mg²⁺离子优先占据八面体位置（见表1中的E_v值），迫使Fe³⁺离子也只能占据四面体位置。采用与温度无关的占位因子λ（反向度的度量单位）表示的化学式为（Mg^{II}_{1-λ}Fe^{III}_λ）_{tet} [Mg^{II}_λFe^{III}_{2-λ}]_{oct} O₄。对于理想的反尖晶石，λ = 1，可根据E_v值（表1）预测λ值。

穆斯堡尔能谱再次证实了Fe³⁺的分布，能谱上出现对称的六重线，这是由于在八面体和四面体位置中Fe³⁺离子的反铁磁性耦合作用造成的。

根据合成温度的高低和冷却条件，λ值也可能小于1，即部分Mg³⁺离子分布在四面体位置，这表明Mg²⁺和Fe³⁺离子的统计分布情况 [4]。阳离子的分布情况可能发生变化，从而影响了颜色及再现性。

磁赤铁矿（γ-Fe₂O₃）是尖晶石颜料的特殊情况，因为其形成了该化学式的缺陷结构Fe^{III}_{tet} [Fe^{III}_{5/3}□_{1/3}]_{oct} O₄。Fe³⁺离子并未完全占据八面体位置（其中，□_{1/3}表示未占据的八面体位置），造成FeO₆变形 [4]。

所有尖晶石变体（正尖晶石、反尖晶石和缺陷尖晶石）中的FeO₄四面体都彼此独立，而FeO₆八面体通过公共边相互连接在一起。所有四面体通过公共角连成八面体，这对于尖晶石的磁性来说至关重要（图1）。Fe³⁺逐渐占据四面体位置，使颜色从棕黄色变为棕色。

铁酸锌尖晶石的颜色和吸收光谱

为确定颜色的由来，在室温下测量粉状颜料的吸收光谱（见图2），并用配位场理论对八面体Fe³⁺离子进行了评估。吸收光谱

初步显示八面体结构（O₁和O₂）中低强度的d-d电子转换，由于波数低，不会影响颜色。

决定颜色的吸收光谱从16 000 cm⁻¹开始，增大至17 000 cm⁻¹，拐点（W_p）位于约18 800cm⁻¹。坡度相对较陡，随后，由于相互较接近的FeO₆八面体进一步的高强度电子跃迁，从20 000 cm⁻¹开始出现平稳的吸收谱线（表2）。

从16 000 cm⁻¹至18 500 cm⁻¹，可见到明显的肩峰。阻止了在吸收增长开始就出现陡然上升。

这是尖晶石晶格结构中相邻FeO₆八面体的第一次成对激发（第一次PE）。Fe³⁺离子的5个未配对d电子可通过氧配体（O²⁻）发生彼此耦合，从而产生高强度转变。饱和度降低，形成具有显著棕色特征的黄色颜料。

将铁酸锌尖晶石与橙色γ-FeOOH（纤铁矿）进行比较，结果显示尽管涂料体系中的a*值（颜色空间中的红-绿轴）几乎完全相同（21.1和21.0），但b*值（黄-蓝轴）出现了明显的偏差（40.4和45.9）。纤铁矿的吸收光谱在约17 500 cm⁻¹时未出现肩峰，由于首次PE位于约21 000 cm⁻¹，结果使得吸收有可能更快地增大 [1]。

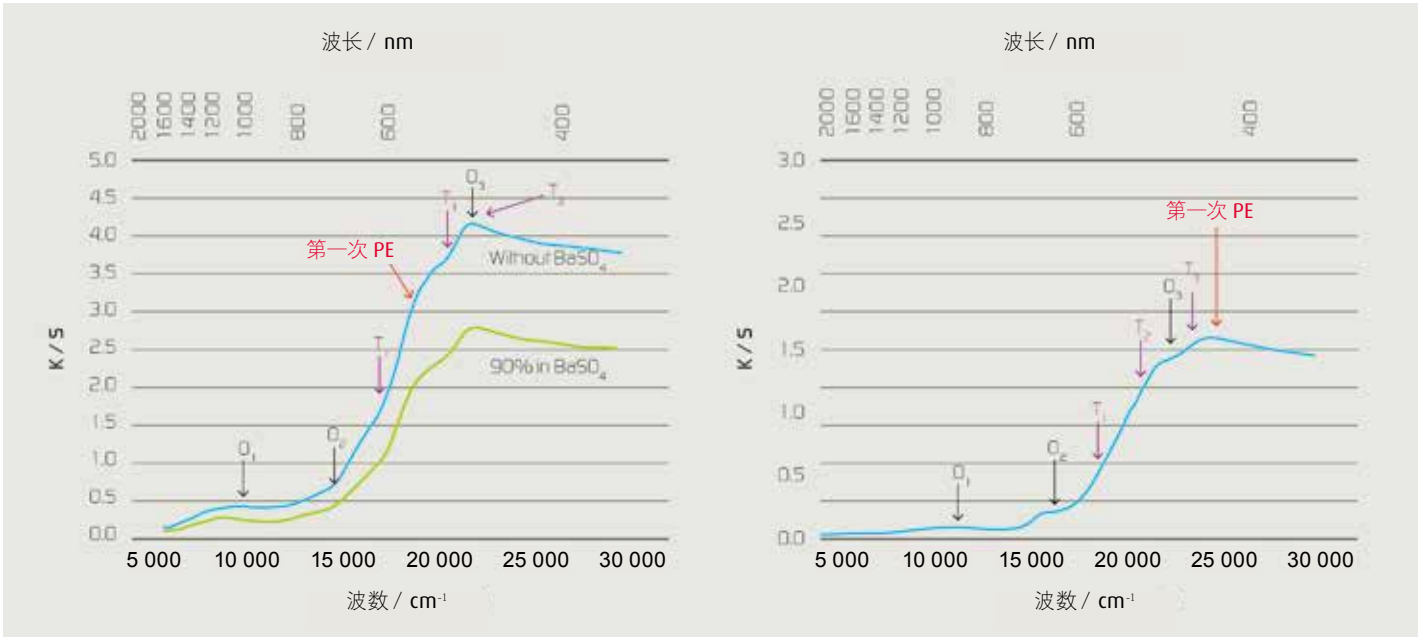
表1 尖晶石晶格中阳离子的择优占位能量E_v

阳离子	E _v 值 (kJ/mol)	备注
Al ³⁺	- 10.5	只有 O 位
Mg ²⁺	- 20.9	大部分为 O 位
Al ³⁺	- 55.7	T 位和 O 位
Mg ²⁺	-132.3	只有 T 位

注：O = 八面体位置，T = 四面体位置。

图3b γ-Fe₂O₃的吸收光谱（与BaSO₄比例 1：10） [8]

图3a 铁酸镁尖晶石的吸收光谱 [8]



铁酸镁尖晶石的显色

该类尖晶石中，Fe³⁺离子也位于四面体位置，对吸收光谱有较大影响（见图3a，室温下对粉末进行测量）。与铁酸锌尖晶石相比，在约16 500 cm⁻¹（T₁= Fe³⁺四面体的首次d-d电子跃迁）和19 500 cm⁻¹（T₂= Fe³⁺四面体的第二次d-d电子跃迁）时出现了两个强度相对较高的吸收带。

首个高强度PE位于约19 500 cm⁻¹处，FeO₆和FeO₄多面体中进一步的d-d电子跃迁使得波数在21 000 cm⁻¹时吸收值达最大（表3）。

此外，铁酸镁尖晶石的O₂跃迁偏移至较高波数13 800 cm⁻¹，锌酸铁尖晶石为12 500 cm⁻¹，使得可见光谱区域的吸收增长较缓。在本文的最后，将对该谱带位移进行解释。

铁酸镁和铁酸锌尖晶石光谱差异导致其色相变化较大，从棕黄色变为中棕色。

磁赤铁矿的显色

γ-Fe₂O₃的吸收光谱（图3b，在室温下测量粉料）显示出与

铁酸镁尖晶石相似的曲线，因此，与铁酸镁尖晶石相比，所有可见d-d电子跃迁（分别为O₁到O₃和T₁到T₃）和首个PE偏移至较高波数（表3）。

由于γ-Fe₂O₃的局部八面体晶格存在缺陷，这些位置为FeO₆八面体提供了更大的扩展范围，导致Fe-O距离更大。因此，γ-Fe₂O₃的配位场强度Δ降低，使得观察到的谱带偏移至更高波数。

电子结构的比较和讨论

采用配位场理论对d⁵多电子系统（高自旋态下的5个未成对的d电子）的能级进行计算，得出八面体对称的电子基态GS和受激态O₁到O₅以及四面体对称的T₁到T₅ [5]。基态设置为零（作为参照点），因此，受激态呈现正能量值（图3）。

受激态O₁、O₂和O₄以及T₁、T₂和T₄的d-d电子跃迁取决于配位场强度Δ和电子之间相互作用参数B，可采用能量方程式进行定量表征。O₃和O₅以及T₃和T₅的跃迁仅与参数B有关，能量值各不同，即参数B（Fe-O键的共价度测量），因此，Fe³⁺八面体和Fe³⁺四面体具有相同的值。



FeO₆八面体的边缘耦合使得Fe-O-Fe形成约90°的角，并容许相邻Fe³⁺离子之间未配对的d电子通过O²⁻配体发生协同作用。这种电子耦合导致在光谱的可见区域内形成额外跃迁，称为PE^[6]，并与FeO₆八面体的d-d电子跃迁发生耦合，具体如下：

1. PE = O₁ + O₁
2. PE = O₁ + O₂
3. PE = O₂ + O₂
4. PE = O₁ + O₃

↓
能值不断增大

电荷位移跃迁，即在Fe³⁺氧多面体内电子从O²⁻配合体跃迁到中心Fe³⁺原子内，有助于进一步了解Fe³⁺材料的电子结构。

首次高强度电荷位移跃迁（CT1）在35 000 cm⁻¹区域形成了很宽的吸收极值带，这可采用分子轨道（MO）理论进行计算获得，本次电荷位移跃迁对显色来说至关重要^[7]。达到最大吸收值的上升段部分位于光谱的可见区域内，并为从20 000 cm⁻¹开始的d-d电子跃迁提供更多强度。

铁酸锌尖晶石中的电子跃迁

图4a中显示铁酸锌尖晶石的完整电子结构，该结构由受激发态O₁到O₅（d-d电子跃迁）和4个受激对（从第一次PE到第四次PE）组成。d-d电子跃迁O₁、O₂和O₃清晰可见，在吸收光谱中呈带状（图2），并通过能量方程式，得出配位场强度Δ = 15 500 cm⁻¹（O₁和O₂计算结果的平均值），以及600 cm⁻¹时的电子间相互作用参数B（从O₃计算得出）。

在成对激发的情况下，用d-d电子跃迁O₁和O₂的吸收带进行计算，确定吸收光谱中第一次和第三次PE的能量（表2）。

如上文简要讨论的那样，17 000~20 000 cm⁻¹区域内吸收比较陡和高强度上升是铁酸锌尖晶石显色的原因。参与跃迁（第二次PE、O₃、O₄和O₅）的高强度源自自旋-自旋相互作用的协同效果，跃迁的概率。此外，上升至CT₁（即第一次电荷跃迁）还提高了强度。

约17 500 cm⁻¹时的第一次PE（在吸收光谱中为明显肩峰）阻止了吸收陡增，这不利于显色。

铁酸镁尖晶石中的不同电子跃迁

图4b中显示了铁酸镁尖晶石的电子结构，该结构也表示FeO₄四面体的T₁~T₅ d-d跃迁，因此，大量不同强度的电子跃迁都出现在15 000 cm⁻¹~25 000 cm⁻¹区域。因此，吸收陡增情况，使颜色从黄色变为棕色。

尽管两种尖晶石的d-d电子跃迁O₃（只取决于B）具有相同的能量，对应于铁酸锌尖晶石的O₁、O₂和第一次PE跃迁的短波位移十分明显（表3）。

因为Mg²⁺和Fe³⁺离子各占铁酸镁尖晶石中50%的八面体位置，且Mg²⁺离子半径约大出9%，所以这些位置的间隔距离比铁酸锌尖晶石中的距离更大，因此Fe-O键的长度更大。这就导致铁酸镁尖晶石（表3）的配位场强度Δ较小，从而造成O₁、O₂和第一次PE的短波位移（表3）。

图4 Fe³⁺尖晶石的电子结构

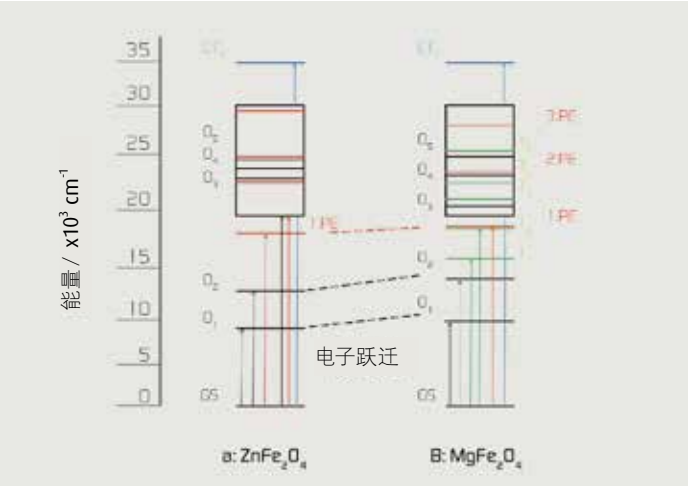


表2 铁酸锌尖晶石的吸收光谱特征（八面体位置）

吸收区域	能量 / cm ⁻¹	说明
O ₁	约 8 500	第一次 d-d 电子跃迁（与 Δ 和 B 有关）
O ₂	约 12 500	第二次 d-d 电子跃迁（与 Δ 和 B 有关）
首次 PE	约 17 500 （肩峰）	第一次成对激发 2 x O ₁ = 17 000 cm ⁻¹
第二次 PE	约 21 000	第二次成对激发 O ₁ +O ₂ = 20 500 cm ⁻¹
O ₃	约 21 250	第三次 d-d 跃迁（B 独立）
O ₄	约 23 500 （计算值）	第四次 d-d 跃迁（B 独立）
O ₅	约 24 500 （计算值）	第五次 d-d 跃迁（B 独立）
第三次 PE	约 25 000	第三次成对激发 2 x O ₂ = 25 000 cm ⁻¹

注：O = 八面体位置，T = 四面体位置。

表3 Fe（III）尖晶石的配位场参数（O = 八面体位置，T = 四面体位置）

尖晶石	铁酸锌尖晶石	铁酸镁尖晶石	磁赤铁矿
O ₁ / cm ⁻¹	8 500	9 500	11 300
O ₂ / cm ⁻¹	12 500	13 800	15 500
T ₁ / cm ⁻¹	-	16 500	17 250
T ₂ / cm ⁻¹	-	19 500	20 000
stPE / cm ⁻¹	17 500 （测量值）	19 500 （测量值）	23 500 （测量值）
	17 000 （计算值）	19 000 （计算值）	22 600 （计算值）
O ₃ / cm ⁻¹	21 000	21 000	21 000
正八面体位置	[FeFe]	[FeMg]	[Fe 5/31/3]
Δ _{oct} / cm ⁻¹	15 500	13 850	12 650

“与纯针铁矿颜料相比，
铁酸锌尖晶石颜料具有
更高的热稳定性。”

向 Jürgen Kischkewitz 博士提出 3 个问题

本文对三价铁（III）尖晶石颜料进行了深入讨论。请解释下配方设计师如何选择颜料？选择颜料时必须要考虑哪些问题？

尖晶石颜料与纯氧化铁颜料在加工过程中的性能差不多，都需经过强力研磨。但在热稳定性方面存在差异。与纯针铁矿颜料相比，铁酸锌尖晶石颜料具有更高的热稳定性。

使用这类颜料时，配方设计师需要考虑哪些问题？

铁酸镁尖晶石和铁酸锌尖晶石颜料具有较高的热稳定性，特别适用于塑料着色及对热稳定性要求更加苛刻的涂料加工工艺中。磁赤铁矿不具有类似的热稳定性，暴露在极高温环境中时，就会转变成更稳定的改性赤铁矿，颜色发生变化。磁赤铁矿的特殊之处在于其磁性。

此项研究结果对实际应用产生怎样的影响？

研究结果解释了所研究的尖晶石显色的最基本结晶学机理。研究表明，例如铁酸镁尖晶石，由于在晶格中的铁（III）离子分布可能存在变化，造成颜料颜色可能产生波动。



Jürgen Kischkewitz博士

联系方式：

Christoph Schmidt
全球品牌和管理负责人
Lanxess AG
christoph.schmidt1@lanxess.com

γ - Fe_2O_3 的电子结构大体上与铁酸镁尖晶石的电子结构相似；然而，八面体d-d跃迁 O_1 和 O_2 以及第一次PE位于更短波长位置（表3）。由于八面体晶格中有空位置， FeO_6 八面体有更大的扩张空间， γ - Fe_2O_3 中的配位场强度 Δ （12 650 cm^{-1} ）对应镁铁尖晶石中13 850 cm^{-1} ）。

由于所有尖晶石颜料的B值相似（从 O_3 计算的结果为600 cm^{-1} ），所以 O_1 、 O_2 和第一次PE跃迁的位移只取决于不同的 Δ 值。由于尖晶石晶格中独立的 FeO_4 四面体对扩展效应的响应较小，因此四面体d-d电子跃迁 T_1 和 T_2 的位置仅出现适度的变化（见表3）。

参考文献

- [1] Eisenoxidpigmente – die Entstehung der Farbe [Iron Oxide Pigments – the creation of colour], focus theme, FARBE UND LACK, Jan. 2014.
- [2] Weiss A., Witte H., Kristallstruktur und chemische Bindung, Verlag Chemie, 1983.
- [3] Wells A. F., Structural Inorganic Chemistry, Oxford, 1975.
- [4] Krebs H., Grundzüge der Anorganischen Kristallchemie, En-ke Verlag, Stuttgart, 1968.
- [5] Own calculations with the d^5 energy matrices for O_h and T_d symmetry.
- [6] Sherman D. M., Physics and Chemistry of Minerals, 1985, Vol. 12, pp. 161-175.
- [7] Duffy J. A., Bonding, Energy Levels and Bands in Inorganic Solids, John Wiley, New York, 1990.
- [8] The absorption spectra were measured by the research group of Prof. Glaum, University of Bonn.



低黏度、高官能度交联剂

用交联剂加快固化速度，并带来产品增值。

Christoph Irle, Jan Weikard



通常认为PU涂料的性能和涂装效率主要取决于多元醇。固化剂的作用通常只是尽可能与多元醇相匹配。然而，一系列新型固化剂的出现对这种观点提出了质疑。这些新型交联剂黏度极低，官能度高，对配制的PU涂料性能影响极大。

PU涂料已成为涂装行业的基准产品，在施工效率、耐久性和高性能方面优势显著^[1]。在20世纪60年代初期，Kuno Wagner^[2]开发出了脂肪族多异氰酸酯技术，这一技术不断改进，成为行业进一步发展的驱动力。在世界范围内，多种原材料（如多元醇和交联剂）不断问世，以满足各行业的需要。如今，PU涂料已成

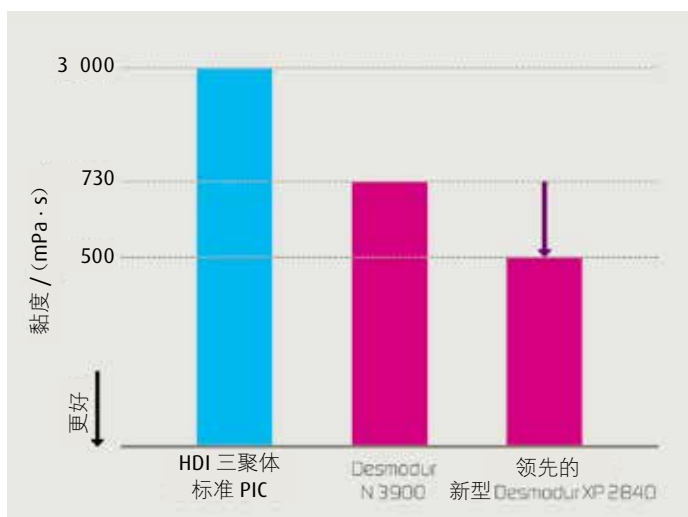
为多种应用领域的基准产品，如汽车修补涂料、防腐涂料以及金属、木器和塑料工业涂料。

一开始，PU原材料一直有助于降低涂装过程中的能耗。事实上，PU原材料具有独特的施工效率，甚至可用于熟练的手工涂装。随着PU涂料原材料市场占有率持续增长，对满足最严格环境要求的涂装工艺的需求也不断提高。为此，原材料制造商及涂料行业开发了能大大降低溶剂释放量的PU技术，主要包括水性PU体系和高固含量的原材料。近几十年中，这类创新技术越来越受欢迎，因为产品在降低溶剂释放的同时，还满足涂装性能方面的严格要求。

图1 定制固化剂在两个方面有助于扩大标准固化剂产品系列



图2 在500 mPa·s时，新型固化剂NH C的黏度甚至低于市售N 3900的黏度



结果一览

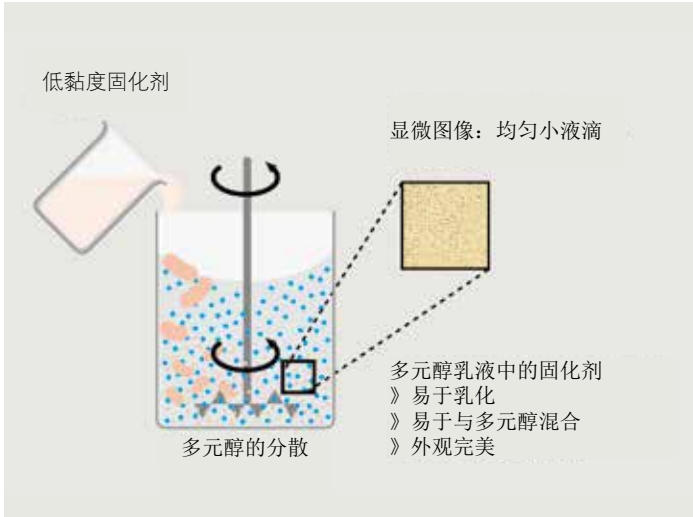
- 为聚氨酯（PU）涂料开发了新型固化剂，具有极低黏度或高官能度。
- 新型固化剂使得涂装工艺更有效，并为最终涂料带来增值。
- 采用该交联剂配制的涂料不但固化速度极快，VOC含量低，而且机械强度优异。配制的涂料具有良好的柔韧性、自修复性和极佳的附着力。

固化剂的黏度和官能度是关键所在

配制PU涂料时，通常的做法是先选择恰当的多元醇。固化剂的作用通常可概括为与多元醇进行交联。最重要的是，固化剂需要与多元醇组分相匹配。

不过，很少有人关注固化剂是如何影响与多元醇的反应效率。在要求挥发性有机化合物（VOC）释放量较低的体系中，固化剂的黏度也起着重要作用。同时，该特性还影响高固体分涂料体系所需的溶剂量以及水性体系中各组分混合的难易程度。

图3 新型固化剂NH C可以用于均匀小粒径、易于混合的水性产品



传统方法中，除了固化剂与多元醇的充分反应外，几乎未考虑其他问题。因此，多元醇可视为决定涂料性能和涂装速度的关键因素。结果，当设计针对不同施工方法和不同市场的配方时，通常只能在有限的标准多异氰酸酯中进行选择。配方系列通常囊括从黏度为10 000 mPa·s（未经稀释）的缩二脲固化剂到低黏度（730 mPa·s）的多异氰酸酯或亚氨基噁唑烷酮固化剂^[3]。这些固化剂官能度在3~4。

自20世纪60年代以来，行业已对如何设计PU交联剂有了更好的认识。如今，对异氰酸酯进行的各种化学改性为新型固化剂的开发铺平了道路，这有助于涂料制造商改进配方，增加新功能，提高产品的价值。所述交联剂（见表1）对下列问题给出了肯定的答案：

- > 脂肪族固化剂能使PU涂料干得更快吗？
- > 低黏度多异氰酸酯有助于提高涂料的柔韧性吗？
- > 采用智能分子技术能够确保涂料干得更快、对基材的附着力更好吗？

新型固化剂有哪些优势

用各类异氰酸酯衍生物开发出了智能固化剂。因此，扩展了对交联剂作用的认识，配制这类固化剂的标准方法有两种，如下（图1）：

- > 固化剂黏度和官能度的常用范围向两个方向（低和高）扩展。官能度超过4的固化剂是新固化剂，它能确保涂料超快速固化。其次，还推出了黏度<730 mPa·s的交联剂，有助于进一步降低VOC释放量。
 - > 由于固化剂分子高官能度高，并定制设计了柔软的固化剂分子，使PU交联剂的范围得到了延伸，大大改善了最终涂料的性能，可通过客观测量验证。
- 涂料性能，包括断裂伸长率、抗拉强度、附着力和自修复性，都得到了显著改善。

图4 皮卡车的装卸平台必须能够承受野蛮装运操作（采用新型固化剂的涂料使其表面具有耐候性，弹性高，能承受机械应力）



低黏度固化剂使溶剂释放更低，且不影响涂料的性能

由于全球都在努力降低VOC排放，导致对水性涂料和高固体分涂料的需求增加。通常，只有采用特制的多元醇和固化剂才能满足法规对排放的严格要求。在选择固化剂时，需要特别考虑的是：低黏度产品通常官能度也低，从而导致耐化学性差。官能度大于3、黏度极低（730 mPa·s）的三聚体是真正的突破，用它制备的涂料的施工效率及涂料性能均能满足市场要求。此外，还采用不对称三聚体开发了一种新型固化剂，黏度甚至低于500 mPa·s（图2），平均官能度为3。与标准PU交联剂不同，该产品不会降低涂料性能。

当在水性涂料中使用时，新型交联剂所需的溶剂量低于之前最低黏度固化剂所需的溶剂量，同时形成均匀的小液滴（图3）。多项测试证实该交联剂可代替相应配方中的标准多异氰酸酯，且不会影响涂料的耐化学性或干燥性能。在高固体分或超高固体分配方中使用这种新型固化剂，涂料性能和施工效率与使用传统固化剂的涂料相当，而VOC排放更低。

超低黏度的柔性固化剂：机械性能更好

在各种应用领域（如地坪涂料和墙面涂料）中，柔性涂料变得越来越重要。汽车行业以及其他领域要求涂料具有柔韧性、机械弹性和耐候性。PU体系能很好地满足这些要求。同样，除了选择恰当的多元醇外，重要的是要使用可优化最终涂料性能的固化剂。下面，我们将介绍两种能满足这一要求的新型固化剂。

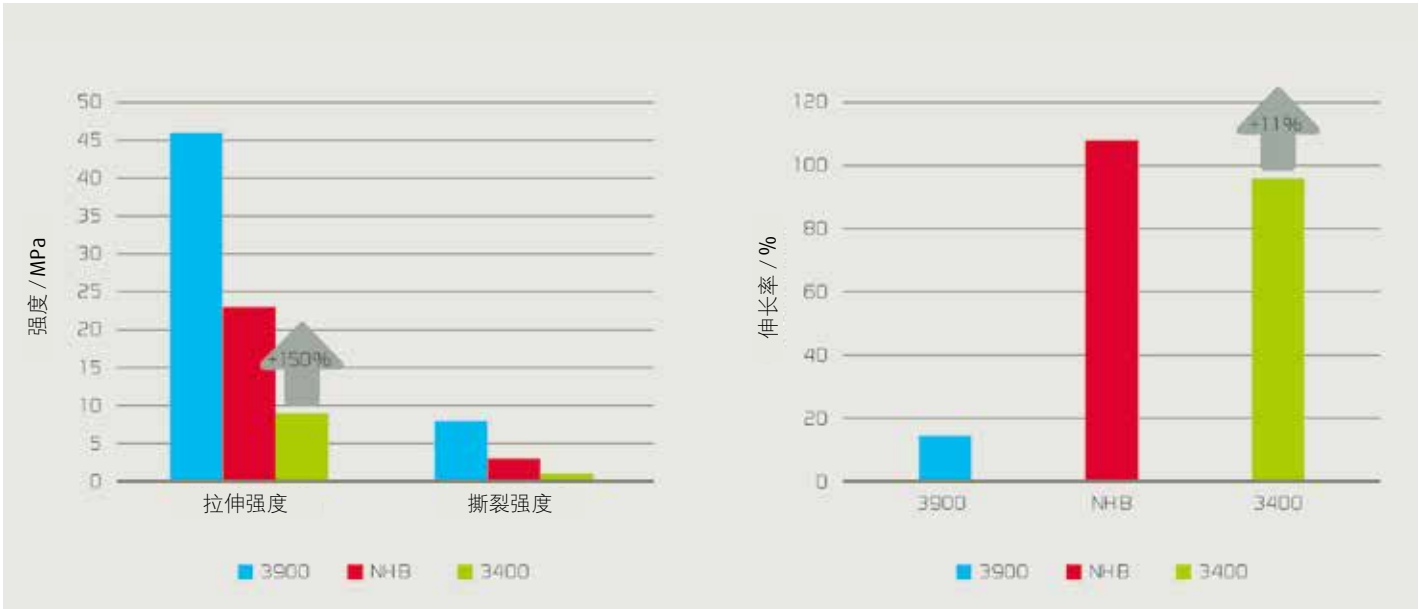
为快速固化涂料体系开发了一种交联剂NH A，主要用于建筑工程和现场涂装的涂料体系。该交联剂分子将相互连接的柔性链段与线性结构结合在一起。固化剂的分子量高，成为低分子量多元醇和聚天门冬氨酸酯的最佳搭档。

制备的涂料呈现出最大的伸长率和耐磨性。用此智能固化剂和聚天门冬氨酸酯技术的配方具有以下优点：溶剂含量超低、成膜性极佳、固化速度快。将此新型固化剂与低黏度、高官能度的交联剂混合，配制的涂料性能优异。随着官能度增加，拉伸强度和耐化学性也增大，但柔韧性降低。

表1 新开发的固化剂一览

品种	黏度/ (mPa·s)	柔韧性	适用场合	以下简称
Desmodur E 2863 XP	1 350	😊😊😊	柔性地坪涂料	NH（新型固化剂）A
Desmodur 2860 XP	450	😊😊	柔性涂料，包括与疏水性高分子量多元醇结合使用的涂料	NH（新型固化剂）B
Desmodur 2840 XP	500	😊	水性、双组分体系、高固体分体系	NH（新型固化剂）C
Desmodur N 3790	1 800（BA 中 90%）	😊	汽车修补涂料以及工业金属和木器涂料	NH（新型固化剂）D
Desmodur N 3580	500（BA 中 80%）	😊😊	工业金属、塑料和木器涂料、汽车修补涂料	NH（新型固化剂）E

图5 用智能固化剂NH B制成的柔性PU喷涂涂料与用低黏度标准固化剂配制涂料的机械性能比较（所有配方均使用柔性聚酯多元醇）

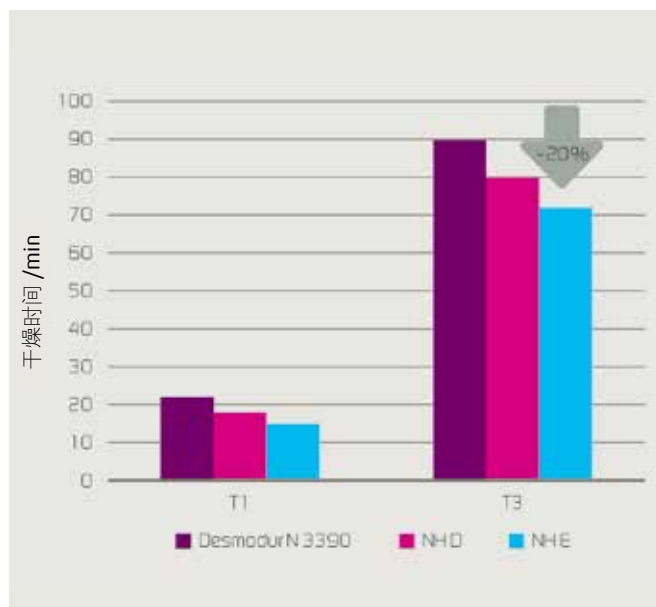


第二种新型固化剂NH B, 则基于不同的理念。该固化剂将低分子量与高柔韧性结构结合在一起, 且与柔性多元醇相容性极好, 甚至能与高分子量和高疏水性的柔性多元醇相容。图4展示苛刻环境下的应用情况。车辆上装卸平台的表面必须具有极高的耐机械负荷性和耐候性。显然, 配方设计时, 仅选择柔韧性和耐候性的多元醇是不够的。采用最佳固化剂才是关键所在。新型固化剂可提供高弹性、特别是极高的断裂伸长率、拉伸强度和剪切强度。用它配制的配方VOC含量低。图5给出了新型固化剂与现有的三聚体和脲二酮固化剂的性能对比。

快速固化交联剂可提高施工效率

汽车修补涂料是PU涂料体系的典型应用之一。PU技术在汽车制造厂取得全球性的成功, 关键在于它的干燥速度、综合性能和使用方便。当需要制备具有不同的固化速度的涂料时, 通常的做法是改变多元醇或溶剂。然而, 还可通过优化固化剂来改变干燥速度。图6显示用智能交联剂替代标准异氰酸酯大大提高干燥速度的方法。智能交联剂的官能度为4.5, 确保分子量能迅速增大, 涂料硬度也快速增加。新型交联剂加速这一过程的程度取决于使用何种多元醇。一般来说, 中高固体分配方的干燥速度将加快10%~25% (图7), 而其他关键性能 (如使用期和外观) 不会受到很大的影响。特别是使用高官能度固化剂时, 耐化学性显著提高, 特别是涂装后的最初几天内。

图6 PU汽车修补涂料的干燥速度比较 [采用高官能度固化剂NH D, NH E或标准固化剂以及A组分 (市售汽车修补涂料) 配制而成]

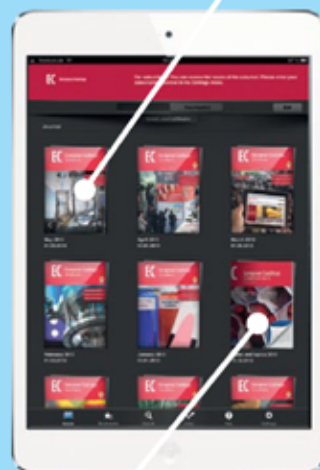


GRAB THE APP!

Your mobile source of coatings technology information:

www.european-coatings.com/techshelf

Keep up with all the expert knowledge you need - anytime, anywhere, on your mobile device.



Already a subscriber to EC Journal? Enjoy free mobile access to your eJournal issues!

HERE'S HOW: Scan the QR code with your iPad or iPhone and download the free EC Tech Shelf app. As a subscriber, please add your subscription number in the „settings“ menu of the app.



SPONSORED BY

MUNZING
CREATING ADDITIVE VALUE

EUROPEAN
COATINGS
tech shelf

Vincentz Network · P.O. Box 6247
30062 Hannover · Germany
T +49 511 9910-033
info@european-coatings.com



“在许多情况下，考虑配方中的多元醇部分也十分重要。”

向 Christoph Irle 提出的 3 个问题

使用这种交联剂，VOC 含量能降低多少？

水性 2K 配方中，建议添加溶剂将 B 组分的黏度调整至 250 mPa·s。与目前最先进的 Desmodur N3900 相比，使用 2840XP 时所需溶剂量降低很多。用丙二醇甲醚醋酸酯（MPA）作为溶剂调节黏度，B 组分中溶剂量可减少 80%，大大降低了整体配方中 VOC 含量。对于高固体分配方，效果相似。

使用该固化剂能使干燥时间缩短多少？

中国体分汽车修补涂料体系的干燥速度显著提高：Desmodur N3790 将 T3 缩短 10%，N3580 通过加快干燥，节约时间约 20%。在塑料涂装生产线中，效果尤为明显：最终用户可大幅缩减二次后固化工段，节省了大量的时间和资源。

采用这种固化剂开发新型 PU 涂料还需多久，或者说，能实现 1:1 替换吗？

在不改变 A 组分配方前提下，可使用 Desmodur N3790 替代标准固化剂。同样，在 A 组分保持不变的前提下，低黏度 2840XP 可在稀释时少用溶剂。另一方面，特制的固化剂产品系列还可提高产品多方面性能，如提高弹性或附着力。在许多情况下，考虑配方中的多元醇部分也十分重要。

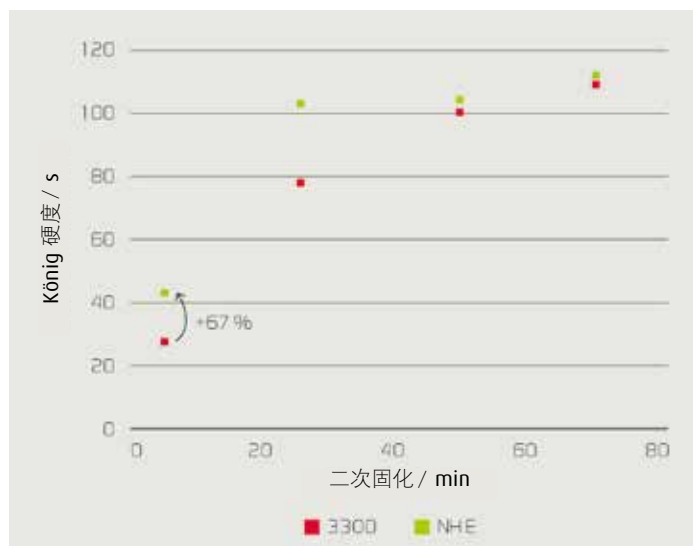


Christoph Irle 博士
全球创新与异氰酸酯合成部副总裁
Covestro AG
christoph.ir.le@covestro.com

快速固化的柔性交联剂：特殊性能

如果不降低固化剂黏度或柔性，提高官能度，会发生什么？新型智能交联剂 NH E 有很多支链，每个分子中有 6 个官能团，黏度低（500 mPa·s），固含量达 80%。这可能是由于分子结构的特殊设计和分子量分布窄造成。使用新型 NH E 配制的涂料 VOC 含量与使用标准固化剂配制的涂料 VOC 含量相当，但前者固化极快，且最

图 7 使用新型交联剂 NH E（绿色）的塑料涂料固化过程与使用标准固化剂（蓝色）的涂料固化过程比较
初始固化：30 min/75 °C



终硬度非常高。智能固化剂的分子设计也提高了用其配制的涂料的柔性，使用智能固化剂 NH E 与 NH D 优点相似。例如通过将其与适当的多元醇组合，可制备出耐化学性优异、干燥速度极快的汽车修补涂料。然而，这还不是全部的优点。新型固化剂的柔性分子结构还能赋予涂料一些特殊性能，同时还提高了产品性能。例如：

- > 可以制备出具有优异自修复功能的高韧性透明涂料；
- > 附着力显著提高，特别是和塑料及和底色漆之间的附着力。

这种超高官能度的固化剂特别适用于制备工业塑料涂料。图6表明：与使用标准交联剂相比，使用新型固化剂固化速度更快，硬度相似。因此，可缩短涂装周期，可很快进行下一道涂装作业。同时，在低温环境下，使用智能固化剂仍能保持涂料的柔性。

参考文献

- [1] Meier-Westhues H.-U., Polyurethanes: Coatings, Adhesives and Sealants, Vincentz Verlag, Stuttgart (2007).
- [2] Wagner K., Verfahren zur Herstellung von Polyisocyanaten mit Biuret-Struktur, DE 1101394, 1961.
- [3] Richter F. et. al., Isocyanate trimers and mixtures of isocyanate trimers, production and use thereof, EP 0798299, 1996.



巴德富公司

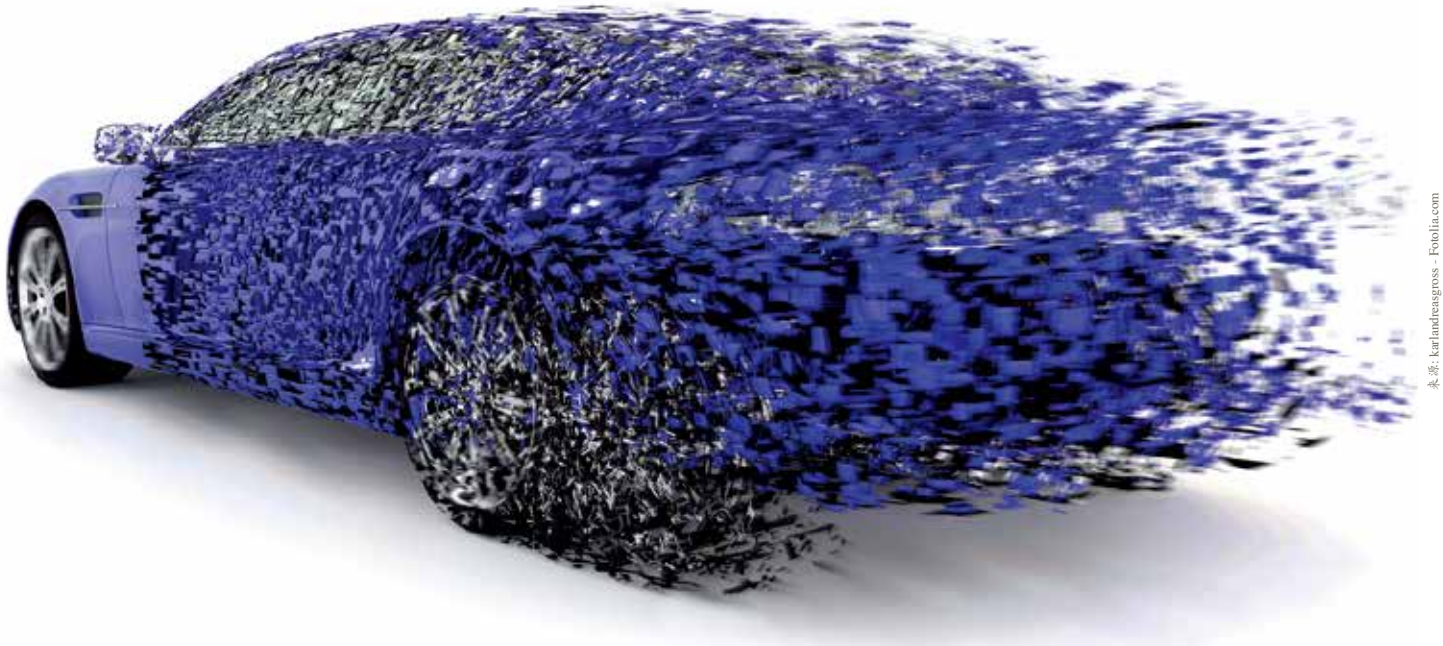
BATF Industry Co.,Ltd.



**携手客户
共创绿色健康生活**

出行业精品 创世界品牌

巴德富公司 | www.batf.com



快速、安全兼具柔韧性

新型 PU 化学技术能实现快速固化, 延长使用期。
John Argyropoulos, Nahrain Kamber, Paul Popa, David Pierce, Yanxiang Li, Paul Foley, Gary Spilman, Jeff Anderson

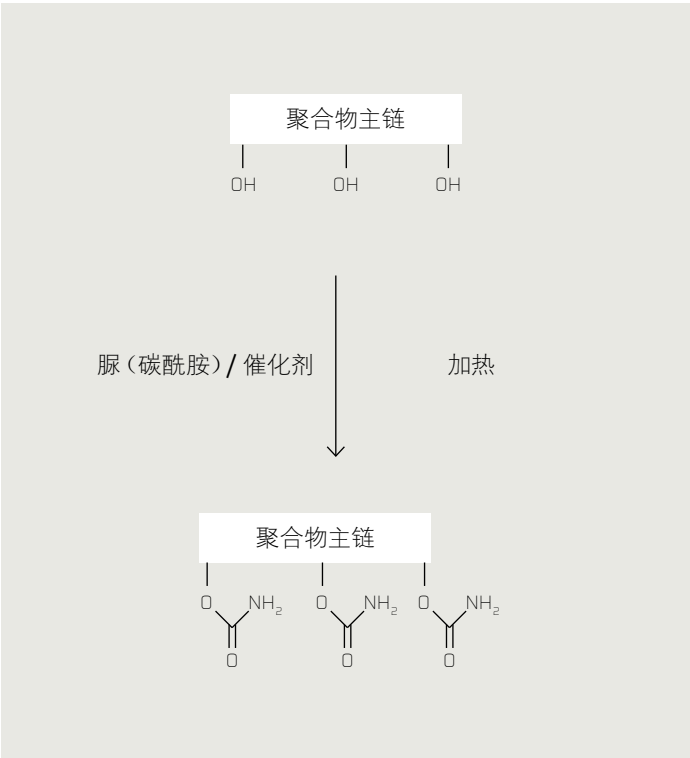
传统双组分室温固化聚氨酯必须要平衡固化速度和使用期。一种新型不含异氰酸酯的聚氨酯固化学方法有效地将使用期与固化速度之间的关联性减弱, 最终产品具有极佳的耐化学性、附着力、机械性能和耐候性。

聚氨酯在工业涂料中得到了广泛应用, 因为当使用脂肪族多异氰酸酯合成的聚氨酯具有极佳的机械力学性能、耐化学性和耐候性, 室温条件下的固化速度适宜^[1]。尽管如此, 由于异氰酸酯暴露在空气中可能对健康造成不良影响, 涂料行业仍然试图找到一条替代异氰酸酯的不含异氰酸酯的技术路线, 同时保留聚氨酯性能^[2]。

表1 测试聚氨基甲酸酯的物理性能

聚氨基甲酸酯参照物	聚合物类型	氨基甲酸酯 EW (100% 固体)	固体分 /%	T _g / °C	分子量 (M _n)
1	丙烯酸树脂	800	61.8	59	3 600
2	丙烯酸树脂	555	75.8	4.0	5 000
3	丙烯酸树脂	602	72.7	23	3 400
4	醇酸树脂	549	54.9		3 000

图1 通过多元醇与脲（碳酰胺）反应制备聚氨基甲酸酯



结果一览

→ 双组分聚氨酯具有极佳的耐候性、韧性和耐化学性，因此广泛用于各类工业应用领域。然而，当配制室温固化涂料体系时，通常必须平衡好固化速度与使用期。

→ 本文介绍了一种基于聚氨基甲酸酯与聚醛反应制备双组分室温固化的不含异氰酸酯聚氨酯涂料技术，并介绍了该产品的化学原理和性能。

→ 该产品优点之一是配制的配方不仅能快速干燥和快速提升硬度，而且还可以延长使用期。

→ 对施工者而言，以上性能意味服务更迅速、生产效率更高、原材料浪费更少。

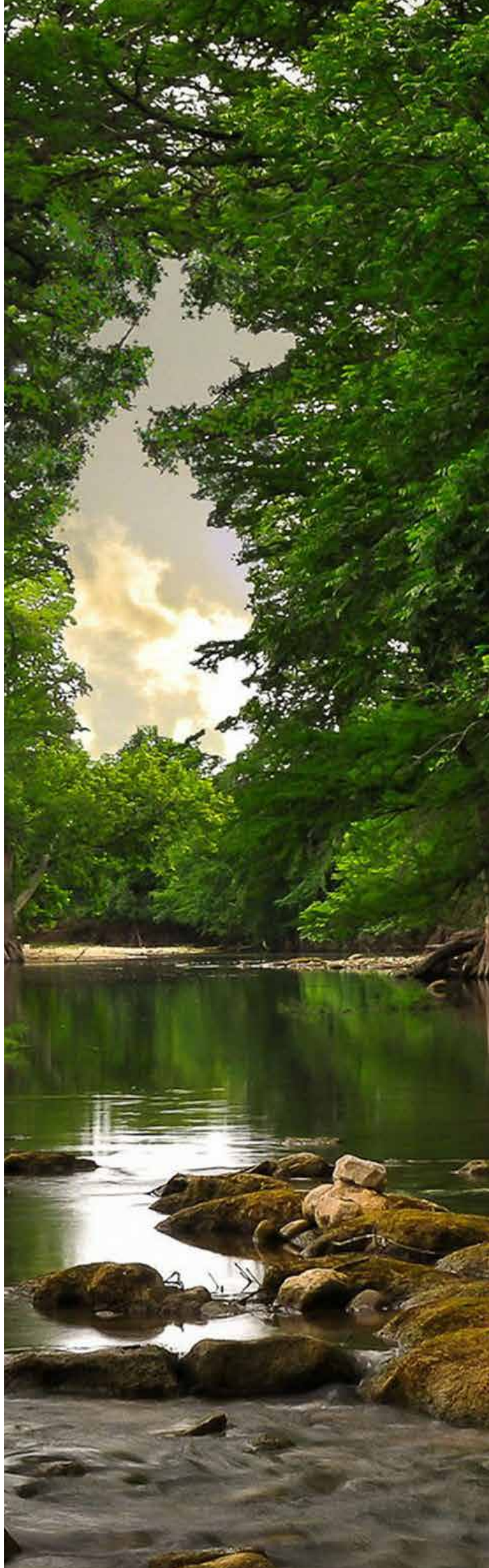
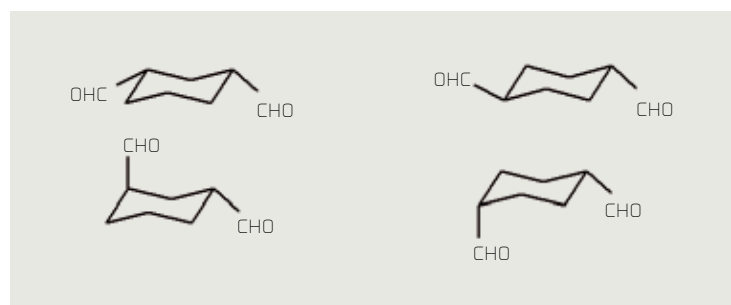
→ 其他优点还包括优异的耐化学性、附着力、机械性能和耐候性。

异氰酸酯也会与水发生不可逆的副反应，这使潮湿环境下施工问题重重。有时，需要用现有的异氰酸酯化学方法实现快速干燥和硬度的增长。而通常采用异氰酸酯化学技术来加快干燥时间的方法，会使配方的使用期变短^[3]。本文介绍一种新型不含异氰酸酯的化学技术，用酸作为催化剂，通过聚醛与氨基甲酸酯功能聚合物发生反应，在室温条件下制备聚氨酯涂料^[4]。

通常，使用伯醇作为助溶剂来延长使用期。新型交联化学技术具有极少有的宝贵特性，即能将配方使用期与涂料干燥时间和硬度增长之间的关联性减弱。



图2 建议使用的聚醛交联剂CHDA的化学结构



因此，新型产品可以实现室温下快速固化，同时避免传统双组分聚氨酯体系使用期较短的问题。此外，该技术还不会出现交联剂与水发生不可逆反应的困扰。所以，该配方可在室温条件下进行涂装，各种性能会快速增长，最终涂料具有极佳的机械力学性能、耐化学性和耐候性。

试验涂料的制备工艺总结

除非另有说明，本研究中使用的原材料均为市售产品。采用上述介绍的工艺，制备1,3-环己烷二羧基乙醛和1,4-环己烷二羧基乙（CHDA）的混合物^[5]。CHDA的当量为79.5。按照氨甲酰化工艺（图1），用相应的多元醇配制了4种聚氨酯甲酸酯，它们的物

理性能归纳在表1中。表2中汇总了采用不含异氰酸酯的PU技术制备的汽车修补底漆和中涂配方。底漆和中涂配方中颜料体积浓度（PVC）为25。此外，还用聚氨酯甲酸酯4、分散剂、甲苯、甲乙酮（MEK）和4种颜料配制了一种研磨料。

一旦研磨料的赫格曼细度达到5.5或更高，则添加剩余的溶剂、乙醇和二丙酮醇进行调漆。涂装前，在底漆中加入1,3/1,4-环己烷二羧基乙醛（CHDA）和二壬基萘二磺酸（DNNSA）。

采用的测试设备和程序

根据ASTM D4366进行摆杆硬度测试，根据ASTM D3363-05进行铅笔硬度测试。以Berkovich四棱锥体为硬度计压头，采用自

图3A 配方黏度随时间变化情况

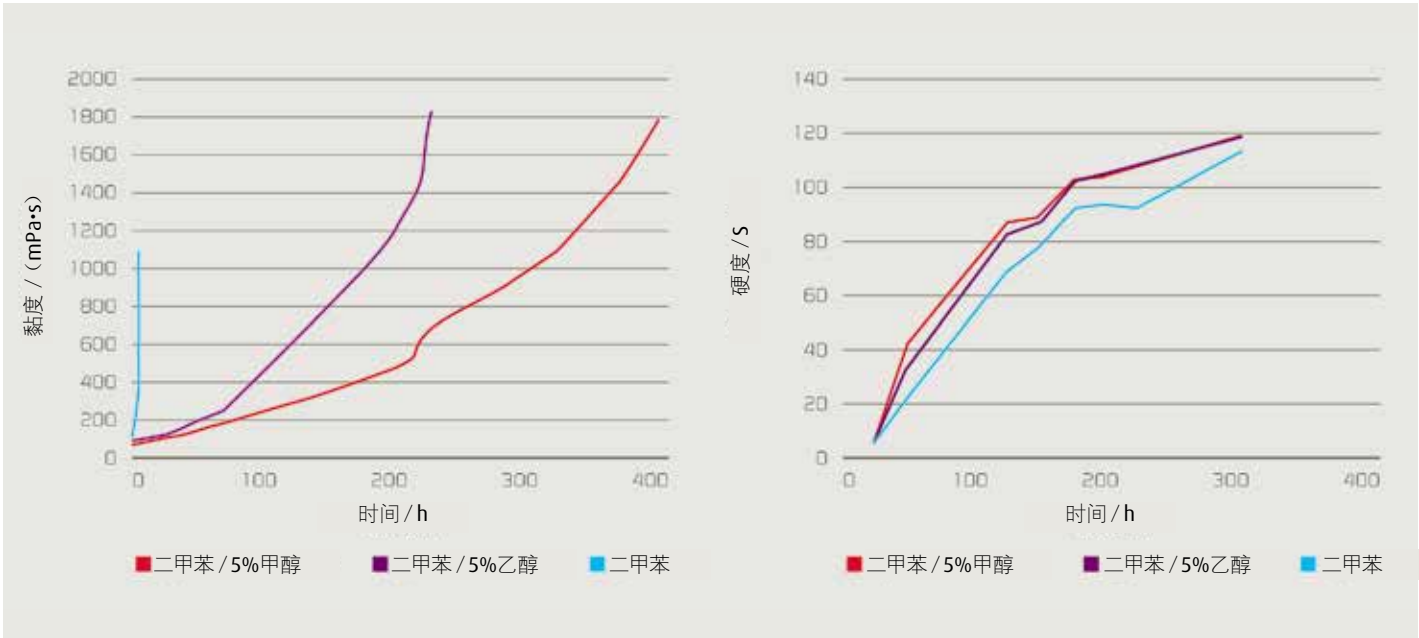


图3B 涂料硬度随时间增长情况

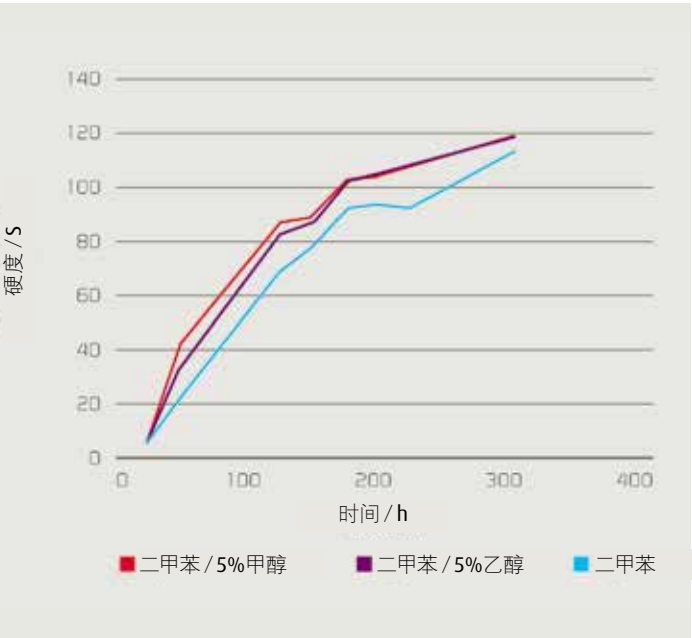
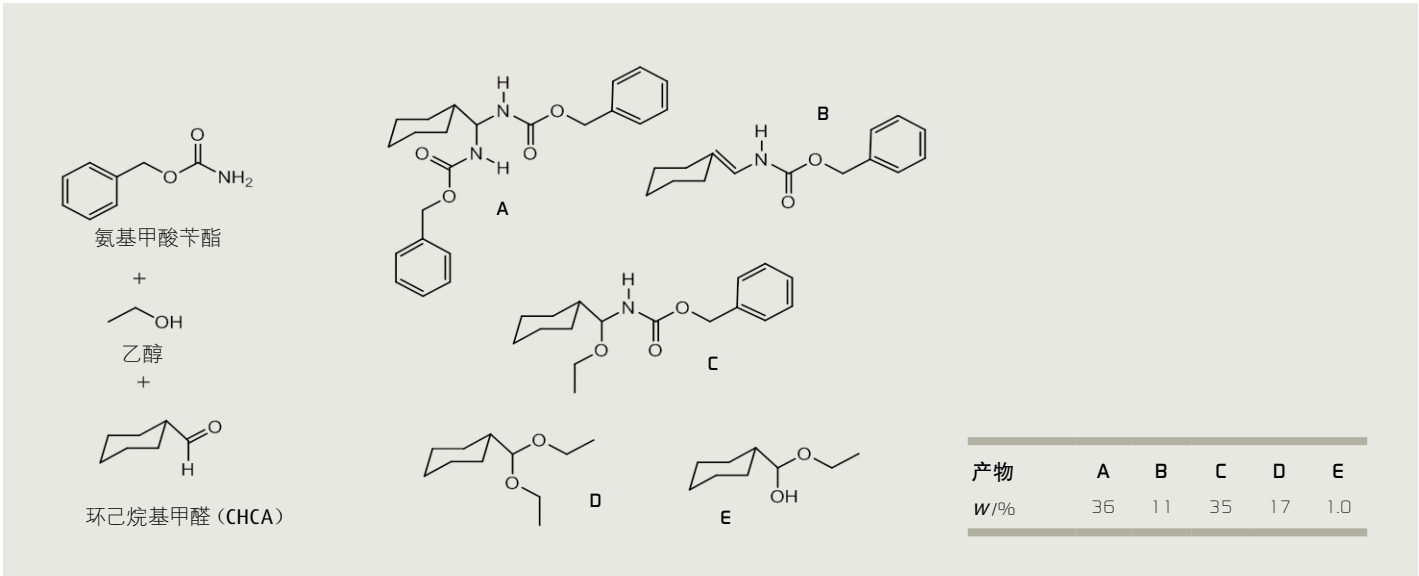


图4 氨基甲酸苄酯和乙醇与CHCA的竞争反应



动“Fisherscope HM2000 Xyp”进行马氏（Martens）硬度测量。根据ASTM D3359-09，进行划格法附着力测量和评级（0B~5B范围，5B表示最佳附着力）。根据ASTM D7091-05测定涂膜厚度。用半自动MEK擦拭仪（DJH Designs公司）测定MEK双向擦拭次数。根据ASTM D2794-93，用Gardner冲击强度仪测定冲击强度。通过锥轴弯曲测试，考察涂料锥轴弯曲性能，观察涂层在直径0.5英寸（1.25 cm）的锥轴处是通过还是通不过。

用Byk“micro-TRI-gloss”光泽计测量光泽。用Brookfield“DV-III”黏度计测量试样黏度。用“QUV-A”灯，对涂覆涂料的铝板进行加速老化测试，一个循环周期包括在60 °C下进行8 h的光照，再在50 °C下进行4 h冷凝。在80 °C下，在Bruker“Avance 400 MHz”（频率为1 Hz）NMR波谱仪上进行碳13 NMR测试，NMR核磁共振仪配备一个10 mm双C/H冷冻探针（无样品旋转）。

新型化学技术可采用标准多元醇

新型无异氰酸酯化学技术是在酸催化剂存在下，使聚醛与氨基甲酸酯功能聚合物进行反应。聚氨基甲酸酯可采用各种多元醇制备而成，如丙烯酸树脂和醇酸树脂。该方法的优点在于可采用

多元醇，而多元醇又是聚氨酯行业不可缺少的物质。在高温下，用催化剂使多元醇与脲（碳酰胺）发生转氨甲酰化反应，将多元醇转化为相应的聚氨基甲酸酯（见图1）。

此技术的交联剂为脂环族聚醛。建议使用选的聚醛为1,3-环己烷二羧基乙醛和1,4-环己烷二羧基乙醛的混合物（参见图2）。聚醛交联剂室温下为低黏度的清澈液体。

与醇类的可逆反应可延长使用期

该交联技术的主要优势在于能将使用期与固化速度相关联的程度减弱。为了证明该功能，制备了3种清漆，这3种配方的唯一不同之处在于溶剂组成不同（配方中是否使用醇或醇类溶剂的类型）。在3种配方中，使用了聚氨基甲酸酯1和CHDA，其中，氨基甲酸酯与醛的当量比为1:1。图3A显示3种配方的黏度随着时间的增长情况。在无醇类溶剂的条件下，黏度快速增加，而在加入5%（配方量的质量百分数）的甲醇或乙醇后，黏度增长明显受到抑制，从而将配方的有效使用期从几分钟延长至几天。相反，固化速率未受到影响，见图3B，图3B表明在有或无醇类的情况下涂膜硬度随时间的增长趋势相同。

②



众所周知，醇类与醛类反应生成缩醛，通过醇对醛交联剂的封闭作用，抑制交联反应。在施工后，挥发性醇从涂料中挥发出，导致聚氨基甲酸酯与CHDA发生快速交联反应。

研究了反应平衡

为了解基本的交联化学机理，采用¹³C-NMR表征进行模型研究，以发现可能发生的各种反应类型。图4归纳了在平衡状态下生成的产物，其中在二甲基亚砜溶剂（DMSO-d₆）中的三氟乙酸催化剂的作用下，氨基甲酸苄酯、乙醇、环己烷羧酸（CHCA）（当

量比为2:2:1）会发生反应。

60 °C下，经过48 h，醛（CHCA）的转化率超过了90%。该反应生成氨基甲酸酯（A和B）、醚（D和E）以及氨基甲酸酯醚（C），其中A和C为主要产物。醇类组分对生成产物的类型起着重要作用。

对涂料配方设计来说，醇类的加入具有重要意义。由于多元醇的氨甲酰化反应不能达到100%，涂料用聚氨基甲酸酯原材料中一直存在氨基甲酸酯和羟基官能团。此外，涂料配方中加入醇，还有助于延长使用期。

基础研究表明，1,3-环己烷二羧基乙醛和1,4-环己烷二羧基

表2 不含异氰酸酯的PU底漆、中涂配方

原材料	w/%
聚氨基甲酸酯 4	32.1
甲苯（溶剂）	18.3
MEK（溶剂）	6.8
“Byk-110”（分散剂）	1.1
“Tiona 595” TiO ₂ （颜料）	6.7
“Nicron Talc 665”（颜料）	6.7
“Burgess Optiwhite”（颜料）	4.4
“Barytes Mitiwhite”（颜料）	7.6
兑稀调漆	
乙醇（溶剂）	9.0
二丙酮醇（溶剂）	1.8
交联剂和催化剂	
CHDA	4.4
DNND5A（55% 固体）	1.1
总计	100.0

表3 丙烯酸聚氨基甲酸酯配方产品的涂料性能

配方	清漆		PVC10% (TiO ₂)	
聚氨基甲酸酯	2	3	2	3
聚氨基甲酸酯 T _g / °C	4	23	4	23
w(PTSA 催化剂) / % (以固体基料为准)	0.6	0.6	1.2	1.2
涂膜性能				
膜厚 / (mils / μm)	2.5 / 63	2.0 / 51	1.9 / 48	1.6 / 41
光泽 (60°) / %	103	88	88	70
铅笔硬度	HB	H	2B	3H
König 硬度 / S	71	131	61	115
划格法附着力	5	3	5	4
MEK 擦拭性 [双向擦拭次数], 25% 涂膜损耗	> 100	> 100	> 100	> 100
冲击强度(正冲)/(in-lbs)	70	30	20	20
锥轴弯曲 0.5" / 12.5 mm (通过 / 未通过)	通过	未通过	通过	未通过

图5A QUV-A、保光性随时间变化

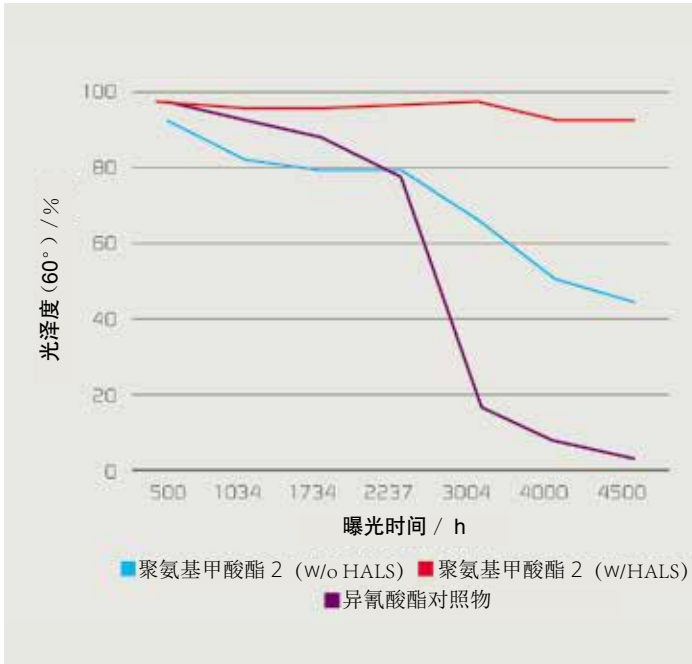
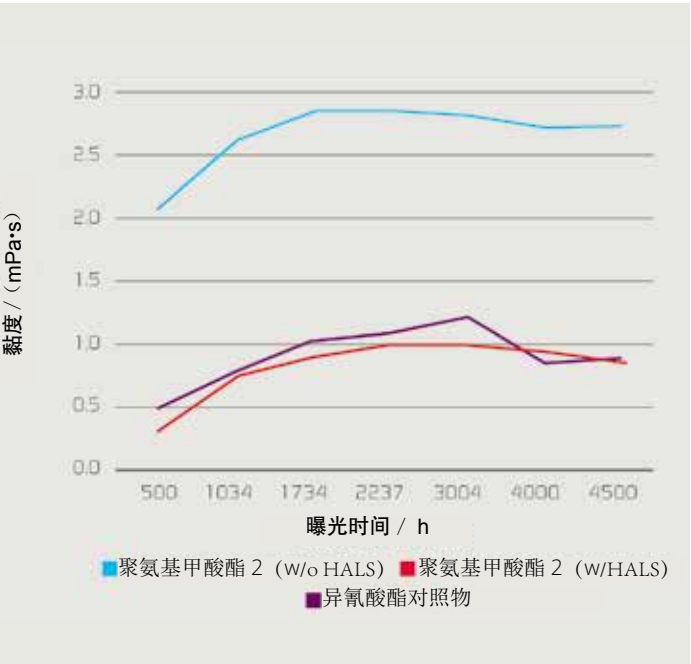


图5B QUV-A、ΔE与时间的关系



乙醛（CHDA）混合物可作为聚氨基甲酸酯的有效交联剂，有助于提高涂料性能。

初步测试显示涂料性能优异

为阐明涂料性能，用聚氨基甲酸酯2和3（玻璃化转化温度分别为4 °C和23 °C）制备了清漆和色漆。氨基甲酸酯与醛的当量比为1:1，对甲苯磺酸（PTSA）作为酸催化剂。

配制固体分60%的涂料（醋酸正丁酯与乙醇（作为溶剂）的质量比为3:1），用涂漆棒将涂料涂覆在经磷化处理过的钢板表面。室温固化7 d后，对性能进行测量。结果表明，涂料具有良好的硬度和柔韧性，且硬度和柔韧性随聚氨基甲酸酯 T_g （参见表3）的变化而变化。产品耐溶剂性极佳，这证明在室温下实现了充分的交联。

与市售异氰酸酯交联剂相比，使用聚氨基甲酸酯2（PVC=10）制备的涂料耐加速老化性更好。使用聚氨基甲酸酯制备的涂料（使用或未使用受阻胺光稳定剂）的保光性（图5A）和保色性（图5B）优于或相当于使用异氰酸酯对照物制备的涂料，这表明新型交联技术可使涂料具有极佳的耐候性。

底漆和中涂快干，可以提前打磨

该项新技术还能为汽车修补涂料领域提供极佳的涂料。特别应指出的是，快速固化和使用期长给底漆和中涂带来了涂装优势。底漆和中涂干燥时间缩短，将大大缩短修补涂料施工的周转时间，进而提高生产率^[6]。将冷轧钢板用80号的粗砂纸进行打磨处理，涂覆两道醇酸氨基甲酸酯的底漆和中涂，配方见表2，涂装后闪蒸10 min。干燥过程中，将涂装好的钢板放置在恒温恒湿箱（温度设置在23 °C，相对湿度50%）中。使用氨基甲酸酯制备的底漆打磨前所需时间更短（40 min），市售异氰酸酯的PU底漆打磨前则需180 min。打磨性是用320号砂纸手工打磨涂层不粘砂纸（即：砂纸上的任何残留物料可轻松抖落或碰落掉）所需的时间来确定。

物理性能良好，且使用期长

无异氰酸酯的PU底漆和中涂的耐溶剂性和划格法附着力极佳。24 h后，底漆的MEK双向擦拭次数超过100，7 h后超过200。采用改性附着力试验方法ASTM 3359（带3 mm刀片），对单独底漆以及配套体系（底漆+市售黑色底色漆+清漆）进行划格法附着力测试。24 h后，单独底漆及配套体系（底漆+底色漆+清漆）的试板测得的划格法附着力均良好（4B~5B，即涂膜剥落小于5%）。

这种无异氰酸酯的聚氨酯技术的主要特点在于能将使用期与固化速度和涂料性能之间的关联性减弱。制备一种底漆，然后在1 h内进行喷涂，经打磨后在室温下放置24 h，以确定使用期对固化速度和涂料性能的影响。所有涂料干燥40 min后都表现出良好的打磨性，这说明将产品放置24 h不会影响快速打磨性。此外，涂料耐MEK擦拭和附着力表现相似。

THE DATE FOR COATINGS LOVERS

www.european-coatings.com/live



European Coatings Journal is **the first dateable magazine**. Schedule your date with the author of the lead article and benefit from detailed insights on the current topic.

Log-on each month and enter into a long-term relationship!

P.S.: And you don't need to ask for the author's phone number to start chatting...

Your next dates:

24 November 2015, 15 h (CET)
Testing & Measuring

15 December 2015, 15 h (CET)
Powder Coatings

www.european-coatings.com/live

EUROPEAN

COATINGS live

Vincentz Network · P.O. Box 6247

30062 Hannover · Germany

T +49 511 9910-281

lena.witte@vincentz.net



“不含异氰酸酯的聚氨酯技术 可用于大多数涂料 应用领域。”

向 John Argyropoulos 提出的 3 个问题

不含异氰酸酯的聚氨酯可用于所有标准聚氨酯配方中吗？

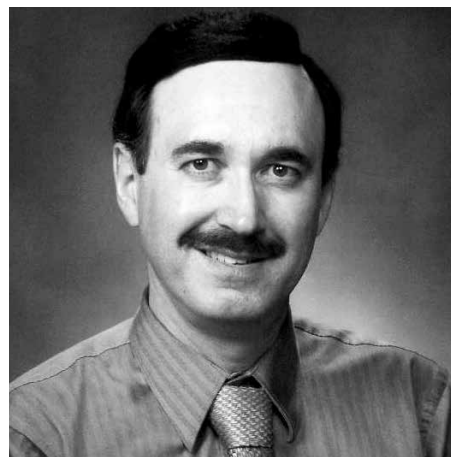
不含异氰酸酯的聚氨酯技术可用于大多数使用标准异氰酸酯的PU涂料中，但并不是随意地在标准PU配方中使用。

在传统双组分室温固化聚氨酯中，如何平衡固化速度和使用期？

传统2K PU配方中，通过改变催化剂（通常使用含锡催化剂）用量来平衡固化速度和使用期。催化剂用量高时，固化速度更快，但使用期变短（反之亦然）。

异氰酸酯会造成哪些健康问题？

接触异氰酸酯会对健康造成不良影响，如呼吸道疾病和严重的过敏反应。



John Argyropoulos

The Dow Chemical公司
argyrojn@dow.com

性能优异，同时具有灵活的施工性

目前，已开发一种新型室温固化双组分不含异氰酸酯的聚氨酯涂料技术。采用¹³C-NMR表征分析，对氨基甲酸酯添加到醛组分中，生成氨基甲酸酯结构的基础化学机理进行了阐明。该技术优点在于能将使用期与固化速度的关联程度减弱，使制备的涂料能快速投入使用，提高生产效率。加速老化试验表明，涂料性能优异，耐候性极佳。

参考文献

- [1] Shaffer M. et al., Two-component polyurethane coatings: high performance crosslinkers meet the needs of demanding applications, JCT Coatings Tech, 2009, pp 50-55.
- [2] Musk A. W., Peters J. M., Wegman D. H., American Journal of Industrial Medicine, 1988, Vol. 13, No. 3, pp 331-349.
- [3] Takas T. P., 100 % solids aliphatic polyurea coatings for direct-to-metal applications, JCT Coatings Tech, 2004, pp 40-45.
- [4] Anderson J. R. et al., Ambient Temperature Curable Isocyanate Free Compositions for Preparing Crosslinked Polyurethanes, US Pat. 8,653,174, Feb. 2014.
- [5] Argyropoulos J. N. et al., Metal-Ligand Complex Catalyzed Processes, US Pat. 6,252,121, June 2001.
- [6] Wall C. A., Richards B. M., Bradlee C., The ecological and economic benefits of UV-curing technology, RadTech Report, March/April 2004.

致谢

作者特别感谢Marty Beebe、Chloe Lu和Daryoosh Beigzadeh提供了树脂的合成和表征分析，Yiyong He进行¹³C-NMR表征分析，Rebecca Ortiz编制了配方指南，Deb Bhattacharjee对化学技术提供了诸多贡献，Stephanie Hughes、Ben Schaefer和Jessica Kaake对涂料进行了制备和评估。

图书贴士



聚氨酯

Ulrich Meyer-Westhues

342 页

有精装书和电子版可供选择

ISBN: 9783878703341,

订货号: 378

价格: 116 €

色彩斑斓的生活

尽管对于人类能够看见色彩的范围观点不一，但研究一致认为我们能感知到数百万种不同的颜色。

来源: Vera Kuntelvaerova - Fotolia.com

眼睛感知三原色

- > 人眼能分辨颜色主要由视网膜上的锥细胞决定。
- > 人类锥细胞有三种不同感光色素。其他哺乳动物有两种。
- > 人类对色彩的识别能力仅次于鸟类和昆虫。

来源: Discover Magazin

来源: Dannytax - Fotolia.com




DECEMBER 2015 –
APRIL 2016



研讨会

2016年3月16日

涂料基础

大伦敦区/英国

www.pra-world.com/nandl/training/courses

2016年4月12-13日

专用涂料配方

梅尔顿莫布雷/英国

www.pra-world.com/training/formulation

2016年4月26日

粉末涂料的开发与制备

梅尔顿莫布雷/英国

www.pra-world.com/training/powdercoating-development

2016年4月27日

粉末涂料的施工

梅尔顿莫布雷/英国

www.pra-world.com/training/powdercoating-application

展会

2016年1月21-23日

2016年印度涂料展

孟买/印度

www.paintindia.in

2016年3月1-4日

俄罗斯涂料展

莫斯科/俄罗斯

www.interlakokraska.ru

2016年3月22-26日

土耳其国际涂料展览会

伊斯坦布尔/土耳其

www.turkcoat-paintistanbul.com/

2016年4月11-14日

2016年美国涂料展及涂料会议

印第安纳州印第安纳波利斯市/美国

www.american-coatings-show.com/

会议

2016年3月15-16日

欧洲涂料

对话未来

柏林

www.european-coatings.com/events/conferences

2016年4月11-13日

美国涂料大会

印第安纳州印第安纳波利斯市/美国

www.american-coatings-show.com/en/conference

网络活动

2015年12月15日

下午15: 00 (CET)

EC 直播: 粉末涂料

www.european-coatings.com/live

2016年1月26日

下午15: 00 (CET)

EC直播: 功能涂料

www.european-coatings.com/live

2016年2月23日

下午15: 00 (CET)

EC直播: 建筑涂料

www.european-coatings.com/live

2016年3月22日

下午15: 00 (CET)

EC直播: 木器涂料

www.european-coatings.com/live

2016年4月26日

下午15: 00 (CET)

EC直播: 生物基涂料

www.european-coatings.com/live



有关涂料的更多活动, 请访问

www.european-coatings.com/events/coatings_calendar/



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

成膜助剂〔十二碳醇酯〕

2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol monoisobutyrate



地 址：中国江苏省泰州市姜堰经济开发区扬州路900号
国内热线：400-626-0050
售后服务：400-058-0050
国际热线：+86-523-82580666
网 址：<http://www.runtaichem.com>

邮编：225500
联系电话：+86-523-82580888
传 真：+86-523-82580019
国内邮箱：sales@runtaichem.com
国际邮箱：info@runtaichem.com

广告索引

7		17		51	
江苏李文甲化工有限公司		KRONOS		润泰化学股份有限公司	
14		41			
浙江丰虹新材料股份有限公司		巴德富集团			

广告联系

部 长: 冯立辉	业 务: 张世凤 李 雯 黄昕冉
+ 86 10 62252420	+ 86 10 67603801 62253830





BEST OF EC JOURNAL ON WOOD COATINGS

www.european-coatings.com/shop



EC DOSSIER WOOD COATINGS

Need a comprehensive overview of the most recent developments in the field of wood coatings? Up to now, such knowledge could rarely be found in a single package. European Coatings Journal is about to change that! In our new European Coatings Dossier, we have compiled the top technical papers on wood coatings that have been published in European Coatings Journal over the last three years. Now exclusively available!

EC DOSSIER WOOD COATINGS
2015, 65 pages, 29,- €
Order-no. 822_PDF
www.european-coatings.com/shop
order@vincentz.net



EUROPEAN
C OATINGS dossier

Vincentz Network · P.O. Box 6247 · 30062 Hannover · Germany · T +49 511 9910-033 · www.european-coatings.com



欧洲涂料杂志

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

中文版

新版!



现在, 你可以在线阅读

欧洲涂料杂志中文版

独家授权中国涂料工业协会发行

文森公司和中国涂料工业协会合作面向中国大陆发行
《欧洲涂料杂志》中文版电子刊, 已成为中国涂料行业了解
国外最新技术和信息的重要窗口。

请加入到竞争中来, 领先于您的竞争对手:

请立即与我们联系, 确定您在下一期《欧洲涂料杂志》(中文版) 中的位置!

广告联系: 冯立辉
电 话: 010-62252420/67603801/
67600538/62253830
传 真: 010-62253830
网 址: www.chinacoatings.com.cn

2015 / 2016年《欧洲涂料杂志》出版计划

11/2015	(12月出版)	检验和测量	6/2016	(7月出版)	汽车涂料
12/2015	(2016年1月出版)	粉末涂料			生产技术
1/2016	(2月出版)	功能涂料	7/8/2016	(8月出版)	防护涂料
2/2016	(3月出版)	建筑涂料	9/2016	(10月出版)	辐射固化
3/2016	(4月出版)	木器涂料	10/2016	(11月出版)	水性涂料
4/2016	(5月出版)	生物基涂料			印刷油墨
		检验与测量	11/2016	(12月出版)	地坪涂料
5/2016	(6月出版)	农机和建筑 设备用涂料	12/2016	(2017年1月出版)	粉末涂料
		建筑用化学品			

欧洲涂料杂志 中文版

2015年第11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

资深顾问

孙莲英 杨渊德 刘国杰 洪啸吟 马 军

总经理

赵中国 + 86 10 67636672

主 编

徐 艳 + 86 10 67600542

执行主编

王 健 樊 森 + 86 10 62252368

编 委

周米米 闫福成 周建龙 杨明君 龙媛媛

编 辑

王 欢 汤大友 + 86 10 62252368

广告部

部 长

冯立辉 + 86 10 62252420

业 务

张世凤 李 雯 黄昕冉 + 86 10 67603801, 62253830

订 阅

陈晶磊 李 雯 + 86 10 62252420, 62253830

设 计

陈晶磊 杨永新 李 雯 + 86 10 62252420, 62253830

中国涂料工业协会
官方微信公众平台《中国涂料》
官方微信公众平台

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。

Masthead

European Coatings Journal

Vincentz Network

GmbH & Co. KG

Plathnerstr. 4c

30175 Hannover

Germany

www.european-coatings.com

Trainee:

Vanessa Bauersachs (vb)

T +49 511 9910-217

vanessa.bauersachs@vincentz.net

Editorial Assistant:

Cornelia Fischer

T +49 511 9910-215

F +49 511 9910-299

editors@european-coatings.com

Publisher

Jürgen Nowak

T +49 511 9910-210

juergen.nowak@vincentz.net

Subscriptions

Dirk Gödeke (Responsible)

T +49 511 9910-025

F +49 511 9910-029

subscriptions@

european-coatings.com

Advertising

Anette Pennartz (Responsible)

Enquiries:

Patricia Lüpertz

T +49 511 9910-249

F +49 511 9910-259

patricia.luepertz@vincentz.net

Layout and Production

Maik Dopheide (Responsible)

maik.dopheide@vincentz.net

T +49 511 9910-165

F +49 511 9910-299

Nathalie Nuhn

Eugenia Bool

Copyright: Contributions bearing the author's full name or his/her initials reflect the opinions of the author and not necessarily those of the editorial board. No portion of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical including photocopying, recording, or by any information storage or retrieval system without permission in writing from the publisher. Authorization to photocopy items for internal or personal use or the internal or personal use by specific clients in the USA only, is granted by the publisher for libraries and other users registered with the Copyright Clearance Center (CCC) Transactional Reporting Service.

Trademarks: The appearance of commercial names, product designations and trade names in this publication should not be taken as an indication that these can be

used at will by anybody. They are frequently registered names which can only be used under certain conditions.

Copyright by Vincentz Network. ISSN 0930-3847. Place of jurisdiction: Hanover and Hamburg, Germany. VAT.-Reg. No. DE 115699823. European Coatings Journal is printed at BWH GmbH.

Circulation: European Coatings Journal is published monthly (11 issues per year; July/August is a double issue). The subscription rate is EUR 195.00 per year including p & p. Subscription charges are payable one year in advance net on receipt of invoice from the publisher. Shorter invoicing periods are subject to a surcharge of EUR 2.50 per invoice. Pro rata refund in case of premature cancellation. No obligation to supply in case of force majeure.

Advertisements: See price list 34 for rates, discounts and other conditions. Closing date is the 22nd of the month preceding publication.



EDITORIAL TEAM

Editor-in-Chief:

Dr. Sonja Schulte (schu)

(v.i.S.d.P.)

T +49 511 9910-216

sonja.schulte@vincentz.net

Editors:

Damir Gagro (gag)

T +49 511 9910-209

damir.gagro@vincentz.net

Sonja Specks (sos)

T +49 511 9910-214

sonja.specks@vincentz.net

Kirsten Wrede (wr)

T +49 511 9910-212

kirsten.wrede@vincentz.net



配方培训



本专栏系列为本刊独有栏目，目的是对涂料行业从业人员进行培训。所有文章都基于由 Axalta 公司的涂料培训师技术员进行的长期成功的培训课程。第一部分给出了新作业，第二部分是上期家庭作业的答案。



Roland Somborn博士

Axalta公司Wuppertal的职业培训中心的负责人。之前，他曾在DuPont Performance Coatings公司负责生产可靠性工作。除教育外，他的专业主要是涂料体系的配方和生产。

家庭作业（2015年11月）：粉末涂料

粉末涂料广泛使用的原因在于产品具有经济和生态效益方面的优势。若将该技术与其他方法（如粉末浆料和辐射固化粉末涂料）结合起来，前景广阔。

任务

制备一种红棕色粉末涂料，用于金属家具涂装，并满足以下技术要求。以主要问题为指南，设计配方并提供使用说明。制备约100~500 g粉末涂料。如果没有现成的设备（如挤出机），就用研钵进行预混和研磨。在较高温度下进行研磨，模拟均质化。请记住：这些条件并不与实际挤出过程中的条件一样。同时，在选择原材料时，请考虑环保和职业安全因素。尽量通过质检来优化设计配方，使其符合技术要求。

技术要求

- > 基料系统：环氧树脂
- > 不挥发分（固体分）： $w \approx 100\%$
- > 颜基比：1：（7~8）（质量比）
- > 颜色：红棕色
- > 光泽：高光
- > 涂装：粉末涂装
- > 干膜厚度：60~80 μm
- > 固化条件：170 $^{\circ}\text{C}$ / 20 min
- > 在铁基材表面的附着力：GT 0
- > König 摆杆硬度：> 120 s
- > Erichsen 弹性：> 8 mm

问题1 请说明粉末涂料的一般性能，并与液体涂料的性能进行比较。

问题2 环氧粉末涂料有哪些性能？

问题3 在选择用于粉末涂料的颜料时需要记住哪些方面？

问题4 请列出粉末涂料配方中通常使用的助剂名称，并说明其用途。

问题5 什么是母料？为什么要用母料？

问题6 列举并说明制造粉末涂料的各个步骤。

问题7 请说明粉末涂料的各种涂装方法。

7A 流化床涂装

7B 静电涂装（电晕喷枪和摩擦喷枪）

问题8 什么是粉末浆料？与传统粉末涂料相比，有哪些优点？

问题9 列出与传统涂料相比粉末涂料所具有的环保优势。

2015年10月刊的参考答案： 白色散热器涂料

以下为上期“配方培训”栏目中“白色散热器涂料”的参考答案。

基本配方

按照给定的顺序添加原材料，并搅拌。

35.0%的醇酸树脂（中油度大豆油醇酸树脂溶解于石油溶剂油，固体分55%）

1.5%的膨润土浆（10%）

28.0%的钛白粉

0.1%的紫色颜料

0.2%的润湿分散助剂

在溶解罐中（搅拌速度21 m/s）先预分散20 min，然后60 °Cw（最高）下，在珠磨机中分散20min。

完成并搅拌。

28.6%醇酸树脂（中油度醇酸溶解在石油溶剂油中，固体分55%）

0.5%的Ca干料

0.5%的Zr-Co干料

1.0%的防结皮剂

0.8%的硅油（1%）

0.8%的丙二醇单甲醚

调整黏度。

3.0%的石油溶剂油

主要问题的参考答案

答案1. 白色散热器涂料

大部分散热器涂成白色而不是黑色的原因不能从物理上来解释。实际上，光滑的白色涂料热辐射差，同时吸热能力很低（因其表面反射）；反之，粗糙的黑色涂层能更好地辐射热量和大量吸收热量（表面吸热）。低温时，热量是通过热传导和对流的方式传递。因此，热量传递与散热器表面颜色无关。只有当温度大大高于散热器的工作温度范围时，辐射才开始发挥作用，并影响热量传递。与黑色涂料相比，亮色涂料的唯一优势就是看起来似乎更干净。

答案2. 基料的选择

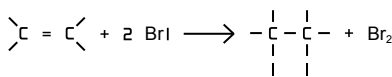
醇酸树脂的油的类型和油度决定配方

涂料的性能。对于氧化固化散热器涂料来说，气干性醇酸树脂是最合适的基料。例如，亚麻油、大豆油或蓖麻油醇酸树脂。应该指出的是，双键的数量越多，干燥就越快。另一需考虑的因素是个别油类容易黄变。亚麻油醇酸树脂中亚麻酸含量很高，它含有三个双键，所以很容易黄变。

答案3. 碘值（IV）

a. 定义和测定

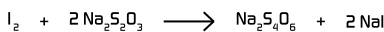
碘值指可与100 g物质发生化学反应的碘的克数（g）。碘值可通过多种方法测定，如韦氏法（DIN 53 241）。将基料溶解在适当的溶剂中，并采用溴化碘溶液进行处理。将该混合物在室温下置于黑屋中60 min，在此期间，碘原子会加成到双键上。



然后，添加碘化钾溶液和去离子水，减少溴（Br₂）的形成。



生成的碘（I₂）用硫代硫酸钠（Na₂S₂O₃）滴定，直到溶液颜色由蓝色变为无色。采用淀粉作为指示剂。



b. 意义

碘值可以提供有关双键含量的信息。碘值越高，氧化交联速度越快、反应数量越多。油的分类如下：

- 不干性油：IV
- 不干性油：IV<100
- 半干性油：IV = 100~150
- 干性油：IV> 150

答案4. 使用蓝色或紫色颜料

使用少量蓝色和（或）紫色颜料有助于应对黄变，使得涂料看起来“更白”。

答案5. 分散参数

采用珠磨机时，分散效果由以下参数决定：

- 分散温度
- 流速
- 研磨料黏度



来源：Parysia - Fotolia.com

- 搅拌轴的转速
- 磨珠大小
- 磨珠数量
- 几何尺寸关系（搅拌盘的直径和搅拌罐高度）

答案6. 流涂

因为流涂时溶剂的释放量非常大，所以如今很少采用该方法涂装。另外，流涂的质量不如静电涂装的质量高。流涂与浸涂非常相似，涂料从容器流到待涂装的物体上。多余涂料可回收再利用。涂膜厚度是由涂料黏度和流涂次数决定。

答案7. 在热的散热器上涂装

涂料在有温度或者热的物体上进行涂装时，涂料的干燥速度会超过原设计配方的干燥速度。会造成以下表面缺陷：

- 因为溶剂快速蒸发，使得黏度快速增加，会引起流平问题。
- 起泡或爆孔。快速干燥会很快形成连续涂膜，使挥发慢的溶剂滞留在膜内。因此，在烘烤过程中，会引起爆孔。

答案8. 黄变的表征

涂料在老化过程中，由于温度和紫外线辐射的作用，会逐渐褪色和黄变。通过比色测量，可将“老化”涂料与“未老化”涂料的数据对比，从而确定涂料黄变的特性。采用石英灯、氙灯试验仪或人工加速老化仪进行加速老化试验。

答案9. 干料

铅干料有毒，不能再使用。现在使用的大多数干料对皮肤和/或眼睛具有刺激性。因此，需要进行正确使用。由于金属组分不能生物降解，所以应特别小心，不得随意将其排入下水道中。

具有自修复性能的防污损和抗菌水凝胶涂料

通过表面引发的巯基-烯光聚合反应，采用动态二硫化物交换反应开发出多功能、自修复水凝胶涂料。这种水凝胶涂料可降低蛋白质吸附及革兰氏阴性大肠杆菌黏附。由于动态二硫化物交换反应，该涂料在常温时表现出良好的自修复能力。在功能性聚合物涂料中引入这种自修复能力，可以对微裂缝自动修复，作为生物材料可改善涂料的稳定性和持久性。

Polymer Chemistry, 2015年第39期第7 027~7 035页

目前，市场上约有25 000种黏合剂配方。

通过高吸水性聚合物实现混凝土的内养护



为了减少因自干燥和自收缩作用可能导致超高性能混凝土（UPHC）出现早期开裂，可采用超高吸水性聚合物（SAP）实现混凝土的内养护。研究人员研究了分别在加或不加SAP情况下的水泥砂浆和UHPC，水灰比低于0.25。研究发现水泥水化期间，氢氧化钙石部分填充了SAP的空穴。等温量热法测定结果表明，SAP的储水性会延迟主水化峰；几天后，增加了水化度，某种意义上相当于提高了水灰比。虽然添加SAP会影响混凝土的机械性能，但在第28天时混凝土抗压强度就能达到约150 MPa。

Cement and Concrete Research, 2015年10月第76卷第82~90页

新闻世界

涂料研发领域的最新进展

采用紫荊木精油开发聚氨酯防腐涂料

研究人员利用紫荊木精油（可再生资源）开发出基于聚醚酰胺的聚氨酯防腐涂料。紫荊木（*Madhuca indica*）是一种广泛分布在印度热带地区的树木。紫荊木精油可与二乙醇胺反应，生成紫荊木精油脂肪酰胺（MFA），再进一步与双酚-A反应生成紫荊木精油聚醚酰胺树脂（MPEA）。这种树脂用来制备聚氨酯涂料，并考察了涂料热稳定性和涂膜性能。涂膜性能方面检测了涂料光泽、抗划伤性、柔韧性、铅笔硬度、附着力和耐化学性。试验结果表明该涂料具有较好的物理机械性能和防腐性能。



Progress in Organic Coatings, 2015年12月第89卷第143~149页

通过阳离子聚合反应制备新型醇酸涂料树脂

通过阳离子聚合反应，用大豆油和环己基乙烯基醚（CHVE）制备新型部分生物基聚乙氧基醚共聚物，用于制备醇酸涂料。研究表明：该新型共聚物可用于自动氧化固化涂料。与通过高温熔融缩聚反应生产的传统醇酸树脂相比，新型聚乙氧基醚共聚物具有以下优点：合成过程更温和、更节能，消除了聚合物合成过程中与凝胶化相关的问题，可制备组成更明确的聚合物，分子量分布相对较窄。

Journal of Coatings Technology and Research, 2015年7月第4期第12卷第633~636页



汽车涂料批次生产工艺分类

西班牙研究人员根据反射光谱的主成分分析相似性因子（PCASF），提出了一种模式匹配方法，用于评估金属闪光涂料的批次生产。采用多角度分光光度计测量金属闪光涂料的反射光谱。在不同的视角，检查标准 PCASF 和修正 PCASF。结果表明：PCASF 是有用的光谱质量控制工具，适用于不同涂装和操作条件下对汽车金属闪光面漆进行分类、诊断和缺陷识别。

Progress in Organic Coatings, 2015年11月第88卷第75~83页



EVERY RAW MATERIAL IS SPECIAL. OUR BOOKS ARE AS WELL!

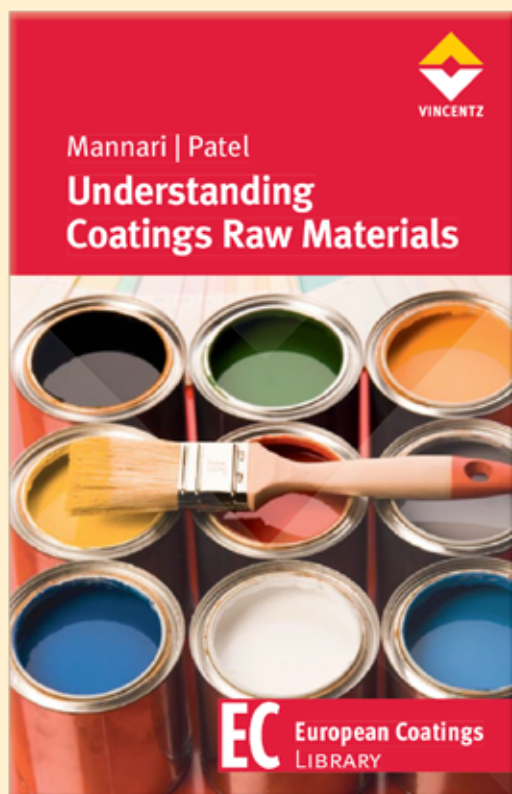
"Today's advanced coatings use myriads of raw materials to achieve the demanding performance. This book offers comprehensive information about various coating raw material groups in a very easy-to-understand manner, even for the non-chemists."

Vijay Mannari

Vijay Mannari



www.european-coatings.com/shop



UNDERSTANDING COATINGS RAW MATERIALS

What are paints and coatings composed of? This efficient reference book offers an optimum overview of the different constituents of the different types of coatings, explaining the chemistry, system and impacts of coating raw materials.



Sample
chapter

2015, 287 pages,
hardcover, 125 x 190 mm,
99 €, order no. 599

Also available as eBook:
order no. 599_PDF

EUROPEAN
C OATINGS library

PAINTINDIA CONGRESS

Serious business for your industry

INTERNATIONAL EXHIBITION & CONGRESS

January 21 – 23, 2016

Bombay Exhibition Centre

Goregaon, Mumbai | India

India's proud global event for the paints, coatings, inks, construction chemicals and adhesives-sealants industries presents its first international congress edition.

Visit www.paintindia.in
for more information
and regular updates.

 **COLOUR
PUBLICATIONS PVT. LTD.**

Vincentz Network • Kristin Roubinek • Kristin.Roubinek@vincentz.net
T +49 511 9910 274 • F +49 511 9910 279

