机工传媒
China Machine Media

AUTOMOBIL INDUSTRIE

AI 汽车制造业

ISSN 1673-9698 CN 11-5557/TH http://auto.vogel.com.cn 2016年 第02期

汽车塑化
AUTO PLASTICS

采用复合材料的设计：性能与制造的优化 P16
生产汽车座椅的轨道式生产线 P18
预浸料模压部件的首次亮相 P21
减少有害物质：对低醛类聚丙烯新型改姓塑料的研究 P26

以标准为根基的深远合作
——山都平™ TPV的成功应用开启中国汽车的崭新篇章 P11

Vogel 弗戈工业媒体

源自德国血统的二板式注塑机

汽车轻量化注塑解决方案

精密
制品重复精度≤3‰

高效
生产效率提高达22%

节能
能耗降低达56%

微发泡

低压注塑

碳纤维

HPM Hydraulic Press Machine | YIZUMI

www.yizumi-group.com
股票代码：300415

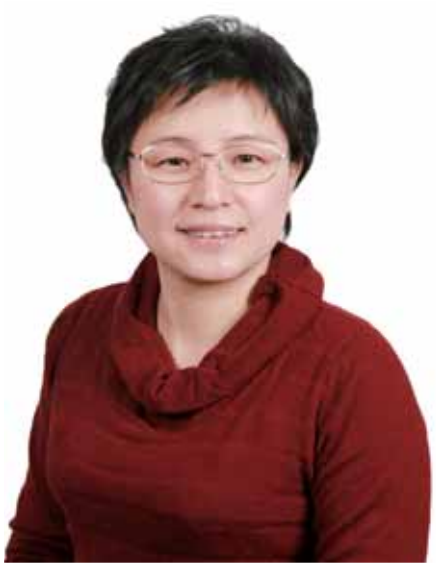
ufi Approved Event

Chinaplas® 2016 国际橡塑展
中国 · 上海 4月25-28日

欢迎莅临伊之密展位：
E3 F41

广告

一个双赢合作引发的思考



孙洁
AI《汽车塑化》执行主编
010-63326090~98转283
E-mail:sunjie@vogel.com.cn

本期杂志中，我们向您讲述了上海汽车集团股份有限公司乘用车公司（以下简称“上汽乘用车”）与埃克森美孚化工之间携手合作的故事，看后您有何感触?

在笔者看来，首先，这是一个真正意义上的“双赢”合作！而这种“双赢”，除了使他们自身获益外，也为整个行业带来了良好的示范效应，其影响是深远的！其次，值得肯定的是，这样的“双赢”合作是建立在双方都坦诚相待、务实进取且目标远大的基础之上：

一方面，作为供应商，埃克森美孚化工在合作过程中表现出的极大诚意不能不让人赞赏！正是在这种诚意的驱使下，他们做到了、也做好了“倾听客户心声”、“快速响应”和“全力以赴”，当然，所有这一切，也离不开强大的技术背景、稳定的产品质量、丰富的经验积累和本地化的技术援助等作为支撑！毫无疑问，埃克森美孚化工完全具备了这些能力，更有着“服务于中国客户、与客户共成长”的强烈愿望，这些，最终令其赢得了客户的信赖，从而在其中国发展战略的道路上迈出了坚实的一步！

另一方面，上汽乘用车也不愧为是中国自主品牌的骄傲！他们能够在急功近利的市场大环境中保持淡定、不随波逐流，潜心投入于基础研究和技术储备之中，这种远见卓识和务实进取不能不令人敬佩。也正因如此，才促成了其与埃克森美孚化工之间展开的合作完全有别于那种“为了应用而应用”的浮于表面的合作。这是一种完全有深度的合作，它充分借助了外力，使上汽乘用车事半功倍地建立起了不仅令自身受益无穷、而且可能惠及整个行业的技术标准！标准的建成，无疑为上汽乘用车插上了快速成长的翅膀，从而能够在TPV新材料的应用、技术升级和产品创新方面迈出更大、更稳健的步伐!甚至引领行业的技术发展方向！

毋庸置疑！伴随着汽车消费观念的日趋成熟，人们对品质的追求赋予了更多的内涵，美观性、功能性、安全性、舒适性、环保性以及低油耗和低排放等诸多要素，都对汽车OEMs带来了巨大的挑战，从而使得对新材料、新工艺的应用日益成为汽车制造业应对这些挑战的重要利器！这已成为汽车行业可持续发展的大趋势！然而，对新材料、新工艺的应用并非一蹴而就——没有远见卓识的决心和行动、没有外力的支持和帮助，汽车行业要想实现成功应用无疑是困难的，相信这是大家共同的认识和体会。

俗话说，术业有专攻！还有一句俗话说，他山之石，可以攻玉！不可否认，新材料、新工艺的应用为整个汽车产业链带来了更为广阔的合作共赢的机遇！对产业链中的任何一方而言，要想抓住机遇，就必须付出真诚和行动！相信上汽乘用车与埃克森美孚化工的双赢合作能够为我们带来一些借鉴和启发。

AUTOMOBIL INDUSTRIE
AI 汽车制造业
目次/CONTENTS 2016 /02

封面故事 COVER STORY

11 **以标准为根基的深远合作**
——山都平™TPV的成功应用开启中国汽车的崭新篇章

设计与开发 DESIGN ENGINEERING

16 **采用复合材料的设计：性能与制造的优化**
采用纤维增强塑料实现一种设计通常充满了挑战，传统的分析、设计和制造方法是远远不够的。如何才能设计出一个性能和制造均得到优化的完美的复合材料部件呢？

专题报道 SPECIAL REPORT

汽车内饰

18 **生产汽车座椅的轨道式生产线**
大规模生产对于汽车座椅供应商来说一直是一项非常严峻的挑战。通过提供可供选择的多种方案，可以很好地满足一级供应商和 OEM 厂商对兼具弹性化与高产量的生产模式的需求。

加工方案 PROCESSING SOLUTIONS

21 **预浸料模压部件的首次亮相**
日产汽车有限公司采用一种预浸料模压成型工艺，以及特殊配制的预浸料，成功开发出用于 2014 款日产 GT-R 超级汽车的行李箱盖板。这种预浸料模压成型工艺 / 材料具有哪些独特之处呢？

车用塑料 AUTO PLASTICS

24 **乘用车行李箱地毯基材的研究**
行李箱地毯选材正日益受到整车厂的关注。为此，本文提出了针对不同车型选用行李箱地毯基材的建议。

26 **减少有害物质：对低醛类聚丙烯新型改姓塑料的研究**
虽然聚丙烯在汽车内、外饰中得到了广泛应用，但研究发现，如果选材或材料设计不当，聚丙烯改姓材料可能是醛类物质的主要贡献者……

30 **俊尔材料在发动机罩盖上的应用**
用塑料取代钢材来制造发动机罩盖已日益为世界各大汽车公司所采纳。本文介绍了中广核俊尔新材料有限公司开发的几种适用于发动机罩盖的塑料材料。

案例分享 APPLICATION CASE

32 **追求更高的良品率**
为获得表面质量完美的电镀装饰件，珠海正川塑胶制品有限公司对注塑成型的良品率提出了很高的要求。通过与广东伊之密精密机械股份有限公司合作，该公司获得了圆满的解决方案。

33 **为大批量生产而量身订制**
为生产用于宝马 i3 车身的部件，Fritzmeier 复合材料有限公司需要订制一台 HP-RTM 设备，要求生产节拍要非常短，克劳斯玛菲为其提供了解决方案。

行业洞察 INDUSTRIAL INSIGHT

35 **为燃料电池汽车开发热塑性复合材料压力罐**
英国的 DuraStor 联盟及随后的 HOST 联盟被动员起来，去寻找一种安全有效的方法，以在高压下储存足够的氢气或天然气，使燃料电池驱动的电动汽车达到的运行里程与传统的液体石油燃料及内燃机提供的里程完全等效，热塑性复合材料为此提供了一种可行的解决方案。

38 **增加 PUR 在复合材料领域的应用**
迄今为止，PUR 化合物在复合材料领域的应用还极为有限。围绕着“如何增加聚氨酯在复合材料领域的应用”这一话题，陶氏化学公司聚氨酯部门的副研究员 Kevin J. Meyer 博士发表了自己的真知灼见。

目录

1 编者寄语 EDITORIAL
4 市场观察 MARKET OBSERVING
40 广告索引 ADVERTISING INDEX
40 版权页 IMPRINT

轻量化复合材料技术
Lightweight Composites Technology

康隆（Cannon）– 无极限
No Limits for Cannon!

您在寻找可靠的、高性价比的轻量化复合材料部件生产线吗?

Looking for a reliable and affordable production line for Lightweight Composites?

- 玻璃纤维 或 碳纤维毡预成型
  Preformers for Carbon and Glass Fiber Mats
- 环氧树脂 或 聚氨酯树脂注入设备
  Impregnation Equipment for Urethane and Epoxy Resines
- 带有平行度控制的成型模具与压机
  Polymerisation Moulds & Presses with Control of Parallelism
- 碳纤维回收利用的工业化解决方案
  Solutions for the Industrial Use of Recycled Carbon Fibres
- 机器人操作设备及修整设备
  Robotised Handling & Trimming Equipment
- 生产计划以及质量控制程序
  Production Planning and Quality Control Programmes
- 全球化的技术服务中心及网络
  Worldwide Technical Service Centres

向康隆（Cannon）寻求一揽子技术解决方案!

Ask Cannon for a complete package of technologies.

www.cannon.com

cannon
DEDICATED INDUSTRIAL SOLUTIONS

广告

在于 2016 年 4 月 25 ~ 28 日举行的 Chinaplas 2016 展会中，赫斯基注塑系统有限公司推出了多款面向汽车行业的热流道系统，展示了其在此方面的市场竞争力，表达了服务中国汽车行业的强烈愿望。借此，本刊记者采访了该公司热流道及温控器事业部汽车市场全球副总裁 Peter Dal Bo 先生。

文 / 本刊记者　孙　洁

赫斯基：重拳出击汽车市场

赫斯基注塑系统有限公司热流道及温控器事业部汽车市场全球副总裁 Peter Dal Bo 先生

AI: Peter 先生，您好！感谢您接受采访。首先，请您对本次展会中贵公司面向汽车行业展示的热流道产品作一介绍。

Peter Dal Bo 先生：针对中国汽车市场，我们重点推出了 UNIFY™ 预安装分流板系统，以及全新的 LUCENT™ 热流道系统。这两款产品各具优势。作为预安装的分流板系统，UNIFY™ 完全根据模具的需求而订制，其最突出的优点是非常易于安装和维修保养：采用简便的一步式安装方法，即可将它装入模具中而无需预热系统，与模具的匹配也非常完好，这不仅能为客户节省 70% 的系统安装时间，还可确保模具快速投入生产。此外，从模具上拆除也极为方便快捷，因而还节省了维护保养的成本和时间。

LUCENT™ 是专为满足车灯注塑而设计的热流道产品。车灯产品在汽车市场所有应用中是要求最为严苛的，对浇口质量和产品外观要求非常高。

LUCENT™ 凝聚了赫斯基在热流道设计与制造方面积累许多年的丰富经验——在热平衡性、熔料流动性等诸多方面都作了充分考虑，包括钢材和镀层的选用。其优化设计的喷嘴确保了非常优秀的浇口质量。它可以适应镜片表面的曲率变化而多角度地浇注车灯镜片，完全满足了聚碳酸酯严苛的注塑要求。

AI: 众所周知，贵公司对 PET 和饮料包装市场的关注历来很高，而且表现出色，是什么原因使贵公司在此次展会中通过产品的展示而更多地表达了服务汽车市场的愿望？

Peter Dal Bo 先生：不错，过去 50 多年来，赫斯基在 PET 注塑和饮料包装市场中一直处于领先地位。但值得一提的是，赫斯基在热流道技术上也拥有超过 50 年的经验积累，50 年来，我们从未停止过对热流道技术的投入和研发，每年在全球销售的热流道系统超过一万套，应用范围非常广泛，几乎覆盖了汽车、电子电器、瓶盖、医疗、包装以及园艺、存储容器等所有的塑料制品，在全球的热流道和温控器市场中一直处于前三位的领先优势。

大约在 3 年前，赫斯基对组织架构做了重新调整，将业务板块划分为三大部分，包括：PET 和饮料包装业务、专业瓶盖和医疗业务，以及热流道和温控器业务，从而为各业务板块更好地服务于各自的终端市场起到了良好的促进作用。对热流道和温控器业务而言，塑料在汽车上应用的日益增多使我们看到了发挥自身技术优势的市场潜力，希望在此领域有更大的作为。

AI: 面向汽车行业，你们的竞争优势是什么？

Peter Dal Bo 先生：凭借赫斯基积累的 50 多年热流道技术经验，我们将针对汽车行业的产品开发聚焦于极具挑战性的工程塑料注塑应用，以充分发挥我们的优势和能力。近年来，我们与时俱进，

不断地推出了适应汽车行业发展需求的新的热流道产品，此次展出的 UNIFY™ 预安装分流板系统和 LUCENT™ 热流道系统就是很好的例证。目前，我们已与国际众多的汽车一级供应商展开了合作，其中 75% ～ 80% 的应用都是针对工程塑料的，包括 PPS、POM、PA+GF, PC 和 ABS 等，而且很多是双色和三色注塑。

LUCENT 热流道系统

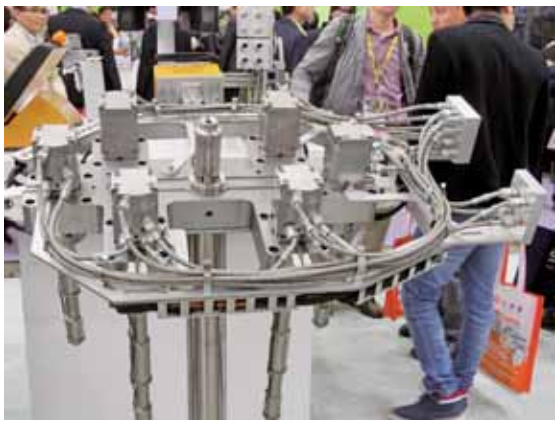
AI: 这种多色注塑对热流道供应商会提出哪些挑战？

Peter Dal Bo 先生：对于热流道自身的零件配置来说，双色或多色注塑与单色注塑相比，没有太大区别，但难点在于如何帮助客户找到最佳的解决方案，包括确定最佳的多套热流道排位和进胶位置，这需要有丰富的应用经验。作为热流道整体解决方案供应商，赫斯基不仅提供量身订制的热流道产品，还提供应用建议、模流分析和案例分享以及新材料测试等技术支持服务。

AI: 但是，要实现热流道与模具的完美整合并不是一件容易的事，对此，你们有哪些好的经验？

Peter Dal Bo 先生：确保热流道与模具完美地整合在一起并协调运行的确存在着很大的挑战，对此，热流道供应商、模具制造商和用户三者之间的密切配合是至关重要的！

对赫斯基而言，我们有自己的注塑机、热流道、温控器和模具，因此是一家整合的系统供应商。在为客户提供热流道系统时，我们首先从应用需求出发来为客户量身订制产品，同时，结合注塑工艺需求对各个环节作全面、系统的通盘考虑，包括机器、模具和热流道等。正因如此，我们始终将自身看作是一个合作伙伴而积极地与模具制造商和用户展开密切的交流与合作，在共同探讨的基础上解决问题，以确保为客户提供最优方案。


UNIFY 预安装分流板系统

AI: 贵公司本地化的产品开发、制造以及技术支持能力如何？

Peter Dal Bo 先生：这是一个很好的问题！因为对汽车行业的客户来说，能够获得本地化的产品和技术支持是极为重要的。

目前，赫斯基的产品研发仍集中在北美，但制造几乎都实现了本地化，刚才介绍的两款产品就是在中国制造的，这使我们能够更加高效地响应客户的需求。

在上海、卢森堡和美国，我们都有相关的应用实验室，能够为客户提供本地化的技术支持服务，比如，对客户采用的新材料进行测试，提供完整的测试报告；帮助客户了解材料特性，并根据材料特性和应用要求来量身订制产品。总之，我们希望以合作伙伴的角色做好客户的顾问。

在中国乃至亚洲，赫斯基的热流道和温控器业务单元已建立了完善的销售和服务团队，他们拥有丰富的经验，能够从最初的概念设计到系统的安装和试模，直至量产应用和维护保养，提供 360 度的全方位技术支持服务。

AI: 您如何看待中国的汽车市场？贵公司将采取哪些措施来加强在中国汽车市场的竞争力？

Peter Dal Bo 先生：从全球范围看，未来的中国汽车行业仍将保持较为快速的增长，特别是中国自主品牌的汽车企业，他们的发展速度可能会超过一些国际知名品牌，因此对先进技术的需求也会更加强烈。

对赫斯基而言，我们看到了自身技术在帮助中国汽车企业实现产品升级上所具有的潜力。以领先的技术为基础，我们仍将不断地推出适应汽车发展需求的热流道产品，不断地开发新的功能，用更完美的产品来帮助客户获得更高的价值。与此同时，我们还将继续加强本地化的销售和技术服务团队的力量，不断地提高他们的技能水平。总之，我们希望通过这些措施来持续保持自身在此应用领域的增长和领先地位。 AI

Teknor Apex推出新型苯乙烯TPE，为汽车内饰应用提供更多选择

为履行向同一应用领域提供多种化合物选择的使命，Teknor Apex 公司开发出了苯乙烯嵌段共聚物(SBC)热塑性弹性体(TPE)，它可以在成本、性能方面替代目前广泛使用的热塑性硫化弹性体(TPV)，从而为汽车内饰零部件生产商提供了更多的选择。

新型 Sarlink ML-1100 系列和 Sarlink ML-1600 系列苯乙烯 TPE 分别是通用型产品和性能得到增强的产品，二者的硬度范围均十分广泛，与该公司 Sarlink® 系列弹性体中的 TPV 一起提供。

通用等级的 Sarlink ML-1100 系列产品可提供成本与性能之间的最佳平衡，因此推荐用于对成本敏感的应用领域。它们的密度高于同类 TPV，比重为 1.19。现已推出硬度范围介于肖氏 A30 至肖氏 D40 的化合物。

Sarlink ML-1600 等级产品的比重为 1.0，在密度和物理特性方面更接近于 TPV，但在成本 / 性能之间取得了更出色的平衡。由于表观剪切粘度值低于 Sarlink ML-1100 化合物，因此流动性更出色。现已推出硬度范围介于肖氏 A40 至肖氏 A90 的化合物。

上述两个系列均具有比同类 TPV 等级产品更高的流动性，使其可被模压成更复杂、更精巧的几何形状，并可通过减少包装及冷却时间来缩短加工周期。尤其是在

TPV 的性能可能会被视为“超出设计标准”的应用领域，新型苯乙烯 TPE 还能带来成本优势。

Teknor Apex 建议将苯乙烯 TPE 用于汽车内饰件，如箱垫、杯架内衬以及用于把手的软触握把和按钮。目前该材料已进入商业化应用，用于制造克莱斯勒、福特和通用汽车的内饰件。它们具有紫外稳定性、耐磨性以及耐刮擦性，更易于着色，可提供良好的表面外观和触感，而且不易起雾，气味较小。与很多 TPV 不同，它们在模压前无需预先干燥。

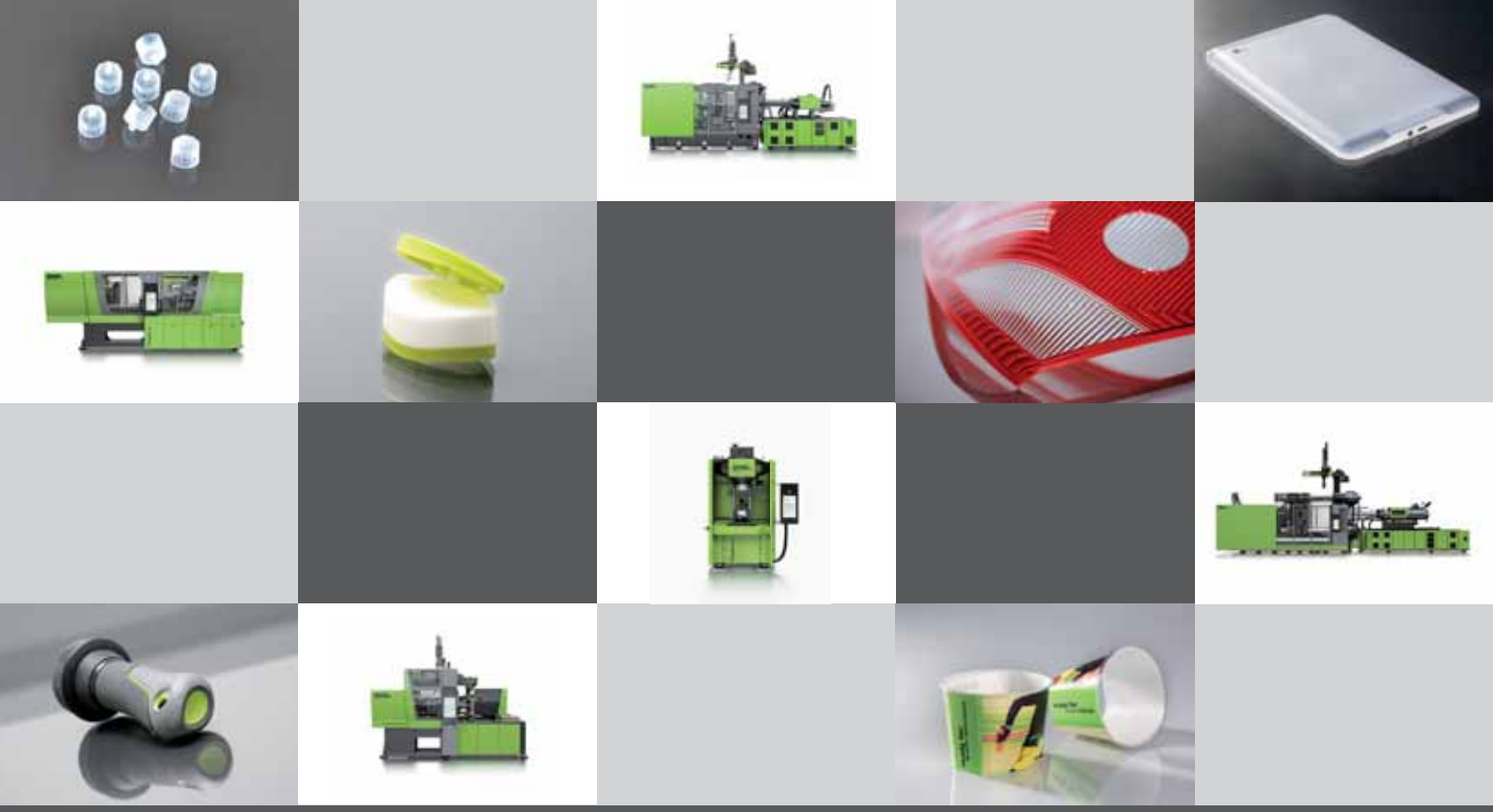
Teknor Apex 亚太区 TPE 事业部 OEM 汽车经理 Lim Jong Lin 说：“虽然某些汽车内饰件应用领域需要 TPV 的优异物理特性，但我们的新型 Sarlink ML-1100 和 Sarlink ML-1600 系列苯乙烯 TPE 在要求较不严格的应用领域表现出优异的性能，同时还具备成本和加工上的优势。我们同时提供苯乙烯 TPE 和 TPV 弹性体，目的是帮助客户尽可能选择最适用于某一应用领域的材料。此外，我们还打算面向汽车外饰件应用领域，尽快提供 TPV 的苯乙烯替代产品，以进一步拓展这种中性聚合物方法。”

Sarlink ML-1100 和 Sarlink ML-1600 系列化合物以黑色和天然两种配方在全球各地供应。

适用于注塑成型汽车内饰零部件的 4 种苯乙烯 TPE 化合物的物理特性

典型物理特性	ISO 测试	Sarlink® ML-1140	Sarlink® ML-1180	Sarlink® ML-1640	Sarlink® ML-1680
密度（千克/立方米）	1183	1180	1190	1000	1000
肖氏 A 级硬度（5 秒延迟）	868	42	79	41	78
断裂拉伸强度（兆帕）	37	4.3	6.4	5.7	7.5
拉伸率为 100% 时的模量（兆帕）	37	0.8	2.6	0.84	3.0
断裂拉伸率 (%)	37	894	726	980	704
压缩永久变形（22 小时，23°C）(%)	815	22	37	16	37
表观剪切粘度（206 1/秒，200°C）（帕·秒）	11443	134	136	122	120

资料来源：Teknor Apex 公司



系统的**交钥匙解决方案。**

创新、经济 — 且：来自单一来源。

作为世界市场的领导者，我们为客户提供集成的系统解决方案。这就意味着：来自单一来源的注塑技术。恩格尔完美的集成了注塑机、模具项目工程、自动化、工艺、培训和服务。我们总是放眼未来，创新和技术的领先优势为我们的客户提供了决定性的竞争优势。

请登陆：**www.engelglobal.com**

www.engelglobal.com

ENGEL
be the first

广告

西格里集团整合纤维和复合材料领域业务

目前，西格里集团正在针对其创新的轻量化解决方案，对其纤维和复合材料领域的业务进行整合。自 2016 年年初起，西格里集团已将其复合材料业务与西格里汽车碳纤维有限公司（西格里集团与宝马集团的合资公司）的业务整合于一个业务部门。这一新的“纤维与复合材料”业务部（简称“CFM”）由 Andreas Wüllner 领导，同时，他也将继续担任西格里汽车碳纤维有限公司的董事总经理。纤维与复合材料业务部（CFM）的总部设在西格里集团的梅亭根基地，同时该公司也正在该基地投资建设一个新的轻量化及应用中心。

纤维与复合材料业务部（CFM）的总部设在西格里集团的梅亭根基地，同时公司也正在该基地投资建设一个新的轻量化及应用中心

自 2016 年初以来，西格里集团为汽车、航空航天、风能以及腈纶纤维领域的客户设立了专属服务点。纤维与复合材料业务部还将通过新的轻量化及应用中心（LAC）为客户提供额外支持，帮助优化纤维和复合材料的应用，例如，促进工艺流程、产品、原型以及小批量生产的研发。

此外，西格里集团未来还会向其他客户行业提供西格里汽车碳纤维有限公司独家为宝马打造的材料和解决方案。依托于公司在汽车领域的大丝束纤维应用经验，西格里集团将把这一专长发挥到航空航天等其他工业领域。

在于法国巴黎举行的 2016 JEC 复合材料展览会上，西格里集团展示了其最新产品创新方案。除热塑性复合材料解决方案以及预浸纱等新的材料研发成果外，该公司还展出了碳纤维相关产品解决方案及其创新应用，例如首次随展亮相的宝马新 7 系碳纤维内核车身结构，西格里集团为其提供了碳纤维材料的预制产品。

伊之密成功举办汽车轻量化注塑技术研讨会

2016 年 4 月 26 日，广东伊之密精密机械股份有限公司（以下简称“伊之密”）在 Chinaplas 展会期间成功举办了“汽车轻量化之注塑应用技术趋势”研讨会，与来自国内汽配行业的专业人士展开了面对面的交流，探讨了汽车轻量化的现状及未来。

伊之密首席战略官、前恩格尔首席技术官 Dr.-Ing. Hans Wobbe 作了“注塑产品轻量化技术及应用”的主题演讲

研讨会上，伊之密首席战略官、前恩格尔首席技术官 Dr.-Ing. Hans Wobbe 作了“注塑产品轻量化技术及应用”的主题演讲。他结合大众途安内饰、奔驰 B 系列前端模块等汽车应用案例，介绍了得到产品认证的轻量化技术，包括基于纤维增强的及泡沫注塑成型的轻量化结构。这类技术不仅提高了生产效率及产品精度，而且降低了重量，比如，采用微发泡设计的产品，壁厚减少了 20%，重量降低了 40%。

伊之密汽配应用研究院应用总监 彭晓平先生介绍了 HPM-DP 系列二板式注塑机

作为设备制造商，伊之密紧跟汽车行业发展趋势，致力于提供适应新材料、新工艺需求的注塑设备。其精心打造的 HPM 第三代二板式注塑机 DP 系列，定位于中高端汽配市场，模块化的设计确保了设备可按客户需求自由组合配置。研讨会上，伊之密汽配应用研究院应用总监彭晓平先生介绍了 HPM-DP 系列二板式注塑机的设计特点，该机适用于低压注塑和 Mucell 微发泡等成型工艺，满足客户对高效节能的要求。

WINTEC
MEMBER OF THE ENGEL GROUP

能耗降低
63%

生产率提高
23%

可利用率达到
98%

全球领先实力
塑造 赢家 品质

使用寿命提高
80%

占地空间降低
22%

99%
人性化操控

从定制化到标准化
您，收获的不仅仅是时间

高效 稳定 节能

WINTEC旗下t-win系列中大型两板注塑成型机
以其极高的生产效率，极低的能源消耗以及简洁大气的设计
树立了标准产品制造领域的新标杆

专注于汽车、白色家电
及其他工业产品的快速高效生产服务

服务网点遍布中国，快速响应的专业服务团队

恩格尔注塑机械(常州)有限公司
地址：江苏省常州市武进国家高新技术开发区龙帆路9号
电话: +86 519 8159 5300
电子邮箱: info@wintec-machines.com
网址: www.wintec-machines.com

广告

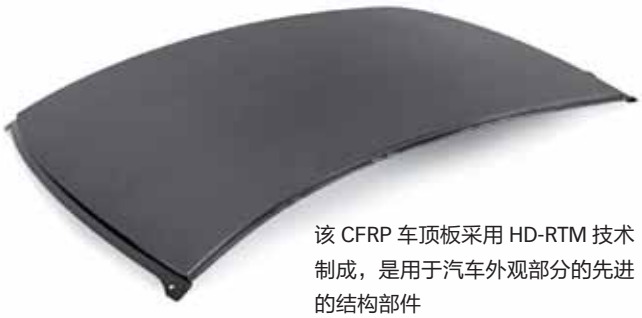
同时适用于HP-RTM和C-RTM的系统正在制造CFRP车顶模块

总部位于韩国首尔的 LG Hausys 公司，是亚洲大有作为的汽车供应商之一。通过投资一套克劳斯玛菲的 HP-RTM（高压树脂传递模塑成型）系统，该公司正在采用碳纤维增强塑料（CFRP）生产先进的汽车外观部件。

较短的节拍时间、较高的再现性以及最佳的部件质量是 LG Hausys 公司为选择正确的技术而提出的关键要求。"与克劳斯玛菲合作，使我们拥有了一家技术高超、经验丰富的合作伙伴。在从项目的工程设计、开发和原型制造直至批量化生产的整个过程中，他们一直为我们提供支持。" LG Hausys 公司副总裁 Minhee Lee 介绍说。自 2015 年年中以来，用于 HP-RTM 的计量系统就与一台压机一起，运行在 LG Hausys 公司，主要为汽车的可见部分生产先进的结构部件，包括一种 CFRP 的车顶板。这台压机由克劳斯玛菲的合作伙伴——迪芬巴赫提供。

这套 HP-RTM 系统的核心是克劳斯玛菲的 RimStar Compact 8/4/8 计量设备，其主要特点是，精确的温度控制概念及其对脱模剂的精确计量。它适合处理聚氨酯和环氧树脂这两种材料基体，两个 MK 10-2K-RTM 类型的混合头也在此得到了应用。即使在模内压力发生变化的情况下，高度的耐久性和精确的排料也足以证明这一系统的价值。

值得一提的是，交付给 LG Hausys 的 HP-RTM 系统不仅适用于传统的 HP-RTM 工艺，而且还适用于克劳斯玛菲开发的 C-RTM 工艺（后压缩高压 RTM）。与 HP-RTM 相比，该工艺的本质区别是，在模具轻微开启而不是闭合的情况下将基体材料射入模具中，这样，在浇注阶段模具并不完全闭合，预成型件由此可得到树脂的部分浸润。浇注后的压制行程可以压迫树脂穿透预成型件，使其得到完全浸润，其结果是，型腔压力以及所需的锁模力降低了大约 30%。



该 CFRP 车顶板采用 HD-RTM 技术制成，是用于汽车外观部分的先进的结构部件

"HP-RTM 工艺极为复杂，因此，要确保基体材料、模具和加工技术选择正确并不容易，这需要时间和专业知识。" 克劳斯玛菲复合材料及表面技术业务部门负责人 Erich Fries 说道。因此，自 2014 年初以来，克劳斯玛菲与开发合作伙伴 Fraunhofer ICT、Alpex（设计了正确的模具）、陶氏化学公司（准备了试验用的环氧树脂材料）、Roding（制造了预成型件）和迪芬巴赫（设计并交付了压机）一起，与 LG Hausys 公司在此项目上保持持续的合作。为确保设计出正确的部件，在其位于德国慕尼黑的轻量化结构技术中心，克劳斯玛菲为此做了很多试验，提供了一套满足客户需求的完全订制化的系统解决方案。

"东亚地区对于可用来加工'准备进入量产的纤维增强塑料'的解决方案的兴趣越来越高，特别是在韩国，我们见证了他们对 HP-RTM 系统的强烈需求。" Fries 说道，"凭借 70 多套 HP-RTM 系统在全球市场的应用，以及克劳斯玛菲在韩国本地提供的专业化支持，我们具备了满足这些需求的最佳基础条件。"

奥升德功能材料公司展示全新尼龙66技术

作为全球最大的垂直一体化聚酰胺 66（又称"尼龙 66"或"PA66"）生产商之一，奥升德功能材料公司在 2016 中国国际橡塑展上，展示了其全面的泛达® 尼龙 66 产品。

以"inspiring everyday™"为主题，奥升德功能材料公司展示了以下功能材料解决方案：

1. 用于汽车冷却系统的泛达® 聚酰胺 66 抗水解材料（HR 牌号）：可 3 000 小时暴露于 120 ℃ 的环境下，满足水解老化要求。其性能大幅提高，耐久性满足了汽车 OEM 厂商不断提高的应用要求。

2. 用于汽车、电器和电子元件的全新玻纤增强牌号泛达® 聚酰胺 66（15% ～ 35%）：该牌号材料不含卤素，不腐蚀金属嵌件，具有高流动性和低析出等特性，并支持激光标记。

3. 全新的泛达® 聚酰胺 66 无卤素非增强（阻燃）牌号：可提供一流的 RTI（相对温度指数）性能。该牌号也是奥升德电气和电子元件解决方案的重要升级材料之一。

展会中，奥升德全球技术团队还介绍了用于 2015 款福特野马车型的按压式安全带的泛达®47H 聚酰胺 66 材料。这款创新材料具有卓越的热稳定性，是耐冲击改性级聚酰胺 66 产品，并获得了 2015 年 SPE 创新大奖。

在中国的汽车行业中，采用热塑性硫化弹性体（TPV）取代传统橡胶来实现密封条升级应用的开发已有一段时日，但随着相关标准的建立与逐步完善，这项替代应用才取得了突破性的进展。而建立在此基础上的双赢合作，也为行业带来了很多启示……

文 / 本刊记者　孙 洁

以标准为根基的深远合作

——山都平 ™ TPV 的成功应用开启中国汽车的崭新篇章

上海汽车集团股份有限公司乘用车公司车身部门密封条经理 周致宏先生与埃克森美孚化工山都平 ™ TPV 中国汽车主机厂市场开发经理 刘南女士

上海汽车集团股份有限公司乘用车公司车身部门密封条经理 周致宏先生（左）与埃克森美孚化工特殊弹性体亚太区高级技术顾问 麦纳睿先生（中）和埃克森美孚化工山都平™TPV 中国汽车主机厂市场开发经理 刘南女士（右）一起探讨

时尚的外观，精细的做工，强劲的动力，舒适的驾乘体验，经济的燃油消耗……这些，通常是消费者们评价一辆汽车时惯于关注的属性！然而，对于 MG5 GT、名爵锐腾和荣威 360 而言，还不止于此！作为上海汽车集团股份有限公司乘用车公司（以下简称“上汽乘用车”）多年来厚积薄发的代表之作，这几款车的很多细节，也都有着完美的品质表现——车窗密封条便是一个很好的例证：通过采用山都平™热塑性硫化弹性体（TPV）取代传统的 PVC 以及 EPDM 制作水切和玻璃导槽密封条等，不仅提高了汽车密封的 NVH 耐久性，确保了部件的长效性和外观的长久保持性，而且对汽车减重从而实现燃油经济性作出了一定的贡献，并很好地满足了行业及消费者对气味性的环保要求。

而鲜为人知的是，为了成功实现这项少被关注的应用，上汽乘用车却花费了几年时间来储备技术！足以见得该公司产品、技术升级背后的扎实基本功！作为合作伙伴，埃克森美孚化工与其携手相伴、鼎力支持，从而共同书写了一段精诚合作、共促发展的成功故事。

拉开序幕

提及 TPV 在汽车上的应用，汽车工业发达国家已拥有 35 年的成功历史，但对于中国本土的汽车 OEMs 而言，在被引入中国的初期阶段，TPV 相对橡胶来说却是一种较“新”的材料——本土企业缺乏实际应用经验，并且对材料的性能特点也了解甚少。2009 年底，当埃克森美孚化工与上汽乘用车初步接触时，这是摆在两家公司面前的现实问题。对埃克森美孚化工而言，打开局面的唯一途径就是引导本土企业克服对传统材料的惯性思维，重新认识并理解这种新的材料。

不可否认，这项看似简单的工作实际上却并不轻松！没有基于真实数据的客观评价，没有循序渐进的耐心引导，很难做到让人信服。

好在作为 EPDM 和 TPV 这两种材料的同一发明者，埃克森美孚化工对两种材料都有着丰富的应用经验（在两种材料的应用上分别积累了超过 50 年和 35 年的经验），不仅能作出客观的评价，而且还能驾轻就熟地开展各种对比性试验，从而用客观的数据，帮助上汽乘用车的研发人员逐步认清了两种材料的优缺性，懂得了材料替换中需要注意的问题和应该作出的改变。

认识上的提高无疑增强了上汽乘用车使用 TPV 的信心！就像一把钥匙，它开启了两家公司合作的大门——深度合作的序幕由此拉开！

“我们从 2009 年开始关注 TPV 并开展相关的研究工作，埃克森美孚化工是我们最早接触的 TPV 材料供应商。”上汽乘用车车身部门密封条经理周致宏先生回忆道，“在他们的耐心引导下，我们对这种材料逐步熟知起来：他们不断地将 TPV 的相关知识、应用经验和性能参数毫无保留地分享给我们，向我们展示成功的应用案例，使我们看到了这种材料的优势和应用前景，从而愿意尝试采用 TPV 来取代已经成熟应用了几十年的 EPDM 或 PVC。他们团队的技术支持能力，也使我们对应用充满了信心。可以说，埃克森美孚化工在推动 TPV 在中国汽车行业的成功应用上作出了重要贡献！”

标准先行

在国内汽车行业的 TPV 应用方面，上汽乘用车不是应用最早的，却可以说是应用最成功的！周致宏先生坦言，这与其前期大量的基础性研究密不可分，特别是先于应用而建立起来的 TPV 材料标准及其产品性能标准，为后续的零件设计、开发制

造乃至材料采购和品质检测提供了有章可循的指导规范，从而避免了很多弯路。对此，埃克森美孚化工发挥了举足轻重的作用！

“与 EPDM 或 PVC 等传统材料相比，TPV 在应用上存在着很大的差别。同埃克森美孚化工前期的沟通交流，使我们深刻地认识到了建立标准的至关重要性，而他们强大的技术背景，也为这项工作带来了很多捷径。”周致宏先生肯定地说，“几年来，我们双方围绕 TPV 材料及其应用，展开了广泛而深入的探讨与合作，从材料的特性到产品的设计直至工艺的实现，在诸多方面展开了多层次、多方位的交流，使我们对 TPV 的性能特点、试验方法、工艺要求和设计要领等理解得日益透彻，也从他们分享的信息中借鉴了很多经验，从而在一个较高的起点上形成了我们自身的标准体系，这为确保最终的品质提供了保障。”

作为亲历者，埃克森美孚化工山都平 ™ TPV 中国汽车主机厂市场开发经理刘南女士对“曾经无数次地往返于两家公司之间，沟通信息、开展技术交流和试验研究”的经历依然记忆犹新，她深有感触地说：“上汽乘用车是一家追求完美的公司，他们做事非常严谨，并非常重视标准的建立！为了很好地响应他们的需求，我们也要求自己必须不遗余力、全力配合做好这项工作。我们除了分享我们多年所积累的测试、设计和工艺方法之外，还与上汽乘用车进行理论基础的深入探讨和交流。只有这样，才能确保制定出来的标准是客观合理的。”

“为了合作的成功，上汽乘用车也投入了很多。他们对基础研究高度重视、不惜投入，具有长远发展的理念。与他们的合作也使我们学到了很多，特别是对中国客户的需求有了更深入的理解，这为我们今天能够提供更切合实际的技术支持和解决方案提供了帮助。”埃克森美孚化工特殊弹性体亚太区高级技术顾问麦纳睿先生补充道。

值得一提的是，作为埃克森美孚化工“服务中国市场”的承诺，于多年前投入巨资建成的上海研发中心，在此次合作中发挥了重要作用。该

除了具备消费者们惯于关注的属性之外，MG5 GT、名爵锐腾和荣威 360 这几款车在很多细节之处也都具有完美的品质表现——采用山都平 ™ TPV 制作的车窗密封条就是一个例证（此图为名爵锐腾）

研发中心中的恒温恒湿实验室，不仅实施了许多必要的试验对比项目，让上汽乘用车的研发人员在此学习、理会了很多经验知识，并亲身体验了完全符合国际标准的检测环境和试验流程，而且还配合上汽乘用车共同完成了一些试验项目。

对此，埃克森美孚化工亚太区山都平™ TPV市场开发经理陈诗爵先生也颇有感触，他诚恳地说："帮助客户成功实现对 TPV 的切换，是我们高度重视的一项工作。我们清醒地认识到，要达到目标，首先必须加强自身投入，才能随时响应客户的需求。因此，我们于几年前建立了上海研发中心，培育了应用开发团队。与上汽乘用车的合作经验，进一步地证明了共同开发标准是双方合作取得成功的关键一步。我们为能够与这样有远见的客户展开合作而感到荣幸！"

应用成功

从 2009 年底两家公司开始接触，到 2013 年首次实现量产应用，这期间，两家公司的主要精力都投入到了对材料的理解和标准体系的建立方面。尽管时间较为漫长，但却为后续应用的成功铺平了道路！

作为合作伙伴，埃克森美孚化工不仅为应用提供了最适合的材料组合方案，还为产品设计、生产工艺和模具开发提供了重要的指导和建议。为确保万无一失，合作双方还围绕以往 TPV 密封条设计、应用中出现过的成功和失效案例展开了广泛、高频的讨论，并在前期设计与制造过程中，针对失效隐患制定了有效的预防措施，从而使 2013 年的首试量产一炮打响！极大地减少了后期验证中可能出现的问题。

虽然出于谨慎考虑，首次应用选择的是功能性相对不强的水切密封条和窗框上装饰条，但基于合理设计的成功应用，却完美地展现了 TPV 在"功能性与经济性的良好平衡"方面所具有的优势！对此，周致宏先生是这样评价的："目前，许多轻量化的方案都是以增加成本为代价，从而使得'寻找既轻质又满足性能要求同时还具有经济效益的方案'成为整车厂追求的目标。TPV 的成功应用，为中国汽车行业带来了革命性的突破，它彻底改变了以往'基于传统材料框架之下的优化改进'思路，很好地契合了轻量化发展的需求：简化了生产工艺，降低了制造成本，同时还提供了更环保的解决方案，且没有以牺牲品质为代价。"

基于此，上汽乘用车已在一些新的车型项目中，开始将 TPV 应用到功能性更强的玻璃导槽密封条上。

双赢格局

"对整车厂而言，特别是在接触一种新的材料时，找对供应商非常重要！作为全球 TPV 的最大供应商，作为 TPV 应用技术的引领者，埃克森美孚化工拥有强大的研发能力和丰富的应用经验，为客户提供的技术引导和技术支持非常到位；他们的产品线非常齐全，牌号丰富，为提供各种有针对性的材料组合带来了余地，其稳定的产品质量也确保了整车品质的一致性；他们能够放低姿态，主动倾听客户的需求，而且响应快速，这种诚意难能可贵！"周致宏先生赞赏地说道，"与埃克森美孚化工的合作，影响了我们的技术发展方向，使我们的技术策略发生了较大的变化！"

不可否认，这种建立在相互理解与信任基础之上的合作关系，带来了双赢的格局！它为双方未来更长远的合作、从而共同实现各自的发展目标奠定了坚实的基础！

作为上汽乘用车近年来"以塑代钢、以铝代钢以及提高高强度钢使用占比"这一技术发展策略的一个基本组成部分，用 TPV 这类低密度新型弹性体部分取代传统密度较大的 EPDM 和 PVC，已成为该公司密封条技术策略的主导方向。而作为深受上汽乘用车信赖的合作伙伴，埃克森美孚化工无疑将在该公司实现未来技术目标的进程中发挥更重要的作用！正如周致宏先生所说："目前，我们对 TPV 的应用开发已进入较为密集的阶段，主要应用领域几乎都有涉及。今后，伴随着我们应用经验的日益丰富，伴随着埃克森美孚化工更多新产品的推出以及他们技术支持力量的不断强大，相信更多具有突破性的应用一定会持续不断地深化下去。"

陈诗爵先生则表示："上汽乘用车是一家有着长远战略眼光的公司，他们追求价值和品牌理念，促使我们共同开发创新产品，成就了我们过去务实的合作业绩，相信也一定会为未来创造更广阔的合作空间。" AI

传承卓越品质
汽车耐候密封应用

动力，与你我同在™

山都平™热塑性硫化弹性体(TPVs)作为密封材料，在典型汽车使用温度下可以提供与硫化橡胶类似的性能。

三十多年来，山都平™热塑性硫化弹性体 (TPVs) 被应用于要求长效性能的汽车耐候密封柔性工程部件，经证明是一款可靠的聚合物。这种轻质材料可以帮助汽车行业打造品质更高、重量更轻且系统成本更低的汽车。

山都平 TPV 具有：

- **当处于极端温度下及接触化学品时表现出耐久性**
- **具有多部件系统集成的设计灵活性**
- **经济高效，适于各种加工工艺**
- **外观协调，更加精美**

santoprene.com.cn/weatherseals

山都平™TPV
传承卓越品质

ExxonMobil

埃克森美孚(ExxonMobil)、埃克森美孚的徽标(ExxonMobil logo)及连接的“X”设计和本文件中使用的所有产品名称均为埃克森美孚公司的商标。

广告

作为 Siemens PLM Software 公司 Fibersim 产品部门的产品和市场战略总监，David Leigh Hudson 对复合材料部件的设计提出了中肯建议：你需要对所谓的“并行工程”过程作出严肃的承诺。

文 / CompositesWorld David Leigh Hudson

采用复合材料的设计：性能与制造的优化

David Leigh Hudson 是 Siemens PLM Software 公司（美国马萨诸塞州沃尔瑟姆）Fibersim 产品部门的产品及市场战略总监

采用复合材料进行设计，通常是受市场需求与成本的驱动。虽然对减重、改善性能以及降低材料和组装成本的承诺常常具有诱惑力，但采用纤维增强塑料（FRP）实现一种设计却充满了挑战。当选用纤维增强塑料时，由于这种材料极大的设计潜力，使得传统的分析、设计和制造方法不足以满足要求。完全基于材料本身的天然属性，一种复合材料的设计必须得到优化，这不仅是为了改善最终部件的性能，而且是为了获得可制造性。具体而言，要求分析和设计必须以制造工艺为背景。因此，对复合材料进行设计，必须对所谓的“并行工程”过程作出严肃的承诺。

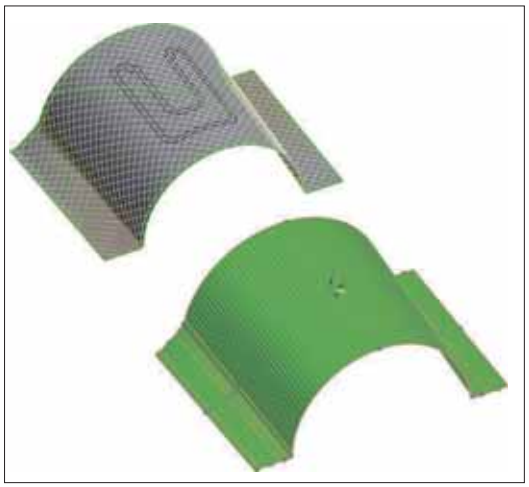


图 1 左上图是计算机辅助设计（CAD）的部件，用白色、黄色和红色（颜色表明逐步明显的“偏离预期”）来显示其单层纤维取向，这是模拟制造中铺层过程的结果；右下图是经“制造的可生产性仿真“之后、通过 CAD 模型而获得的计算机辅助工程（CAE）部件，显示了相同层的纤维取向（图片来自 Siemens PLM Software）

纤维增强塑料部件是由数十至数百等不同的层数构建而成的“不可分离的组合件”，因此厚度贯穿于所需的部件形状。一个部件，其形状组合、材料形态及制造过程都会影响其中的纤维取向。因此，在设计阶段充分理解所有这 3 个特点是至关重要的。如果纤维与分析师定义的方向相偏离，会影响结构性能，这是因为，这对模量和强度有很大的影响。此外，在生产过程中出现面内或面外变形，将导致生产成本的增加以及为解决下游问题而花费更多的精力。

对复合材料部件的初步分析，通常是在满足负载条件的理想的几何形状和纤维取向基础上完成的。但是，如果对纤维偏离不了解，材料失效因素通常会导致材料力学性能的降低，结果是对复合材料部件的过度构建（overbuilt），从而既不能获得应有的结构性能，也不能实现理想的减重效果。对制造过程中材料出现的偏离和变形进行虚拟的可见性分析，能够最大程度地减少部件过设计的风险。基于所谓的“制造的可生产性仿真”这种软件能力，就能够获得真正的纤维取向，然后再与做分析的人进行交流，如图 1 所示。

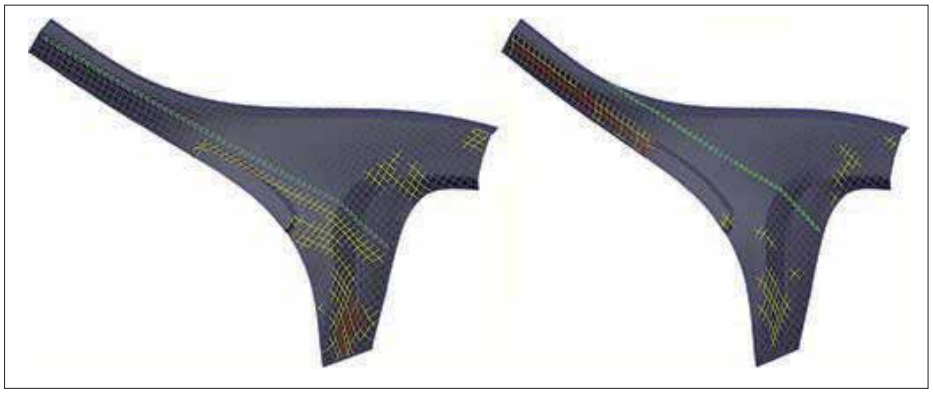


图 2 CAD 部件可以拥有经定义、改进和模拟的制造过程，以确定“用于部件生产的以及最好地满足分析师想要的纤维取向的”最佳方法。这两个图像显示了用于手工铺层的两种不同方法，以及由蓝色、黄色和红色表示的每一种方法在纤维取向上的影响。黄色和红色表示变形，红色之处表明材料的实际起皱（图片来自 Siemens PLM Software）

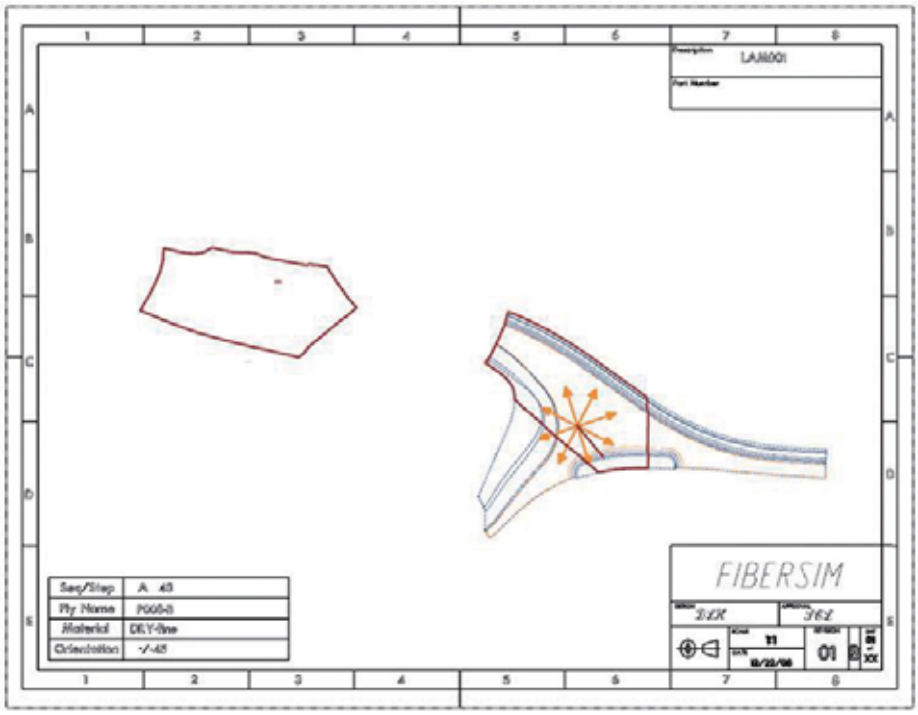


图 4 提高手工铺层的一致性，可借助于标准的激光投影及铺层组合（plybooks）的帮助。铺层组合（Plybooks）能够显示用在 CAD 中的模拟制造过程，从而获得一个平面图形，其特点是绘图（如在此显示的），以显示一个或更多的边界视图和平面图形视图。边界视图可以显示模拟的制造过程，以橙色表示，它被用来推导出为铺层而生成的平面图形（图片来自 Siemens PLM Software）

详细的设计过程是，首先从有限元模型引入材料铺层，并将其应用到计算机辅助设计（CAD）的部件中。接着，设计师和制造工程师一起，选出最佳的铺层工艺，并在 CAD 环境下进行仿真，制作详细的部件，以作为理解所获得的材料纤维取向的基础（如图 2 所示）。由此获得的材料性能和真实的纤维取向，随后被重新应用到分析师的前 / 后解决方案中，以确保局部的纤维取向是可知的。这样，分析师不再依赖于理论的方向。其结果是，一个部件可通过与实际部件相关的非线

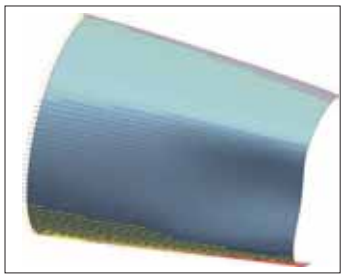


图 3 显示在 CAD 部件上的一个矢量纤维场，体现了分析师希望的纤维取向与详细设计阶段映射 / 定义的取向之间的差别。依据差别的程度，该矢量以蓝色、黄色和红色表示，蓝色表示少许差别到没有差别，红色表示较大的差别。这种可视化取决于要求的公差量（图片来自 Siemens PLM Software）

性分析而被确定下来，并在极为安全的范围内得到设计。

要获得一个得到优化的复合材料部件，就要求所生产部件的纤维取向处在分析师希望的部件的公差范围之内，这就要求实现一致的生产。今天，大部分的复合材料部件仍采用手工铺层工艺进行生产，这就带来了不一致的风险。当采用自动化的生产工艺时，虽然一致性得到了提高，却又带来了额外的约束条件，从而可能会影响纤维的取向从而影响设计的性能。比如，采用自动化的铺带和纤维铺放方法时，预定的纤维取向可能会受到材料曲率半径限制的约束。为确保一致性，总是需要对制造的纤维取向与设计的纤维取向进行比较（如图 3 所示），并显示用于部件和平面图形开发的模拟的铺层过程（如图 4 所示）。通过模拟处在理想纤维取向条件下的制造过程，可以实现一致性，从而为交付一个在性能和制造上均得到优化的复合材料部件提供保证。 AI

在汽车座椅行业，大规模生产对于供应商来说，一直是一项非常严峻的挑战。一级供应商和 OEM 厂商都在努力实现兼具弹性化与高产量的生产模式。康隆（Cannon）有多种可供选择的方案，来满足客户对于弹性化或高产量生产线的要求。

文 / 本刊编译（原文来自康隆（Cannon））

生产汽车座椅的轨道式生产线

众所周知，生产汽车坐垫是采用机械手操纵混合头在一组精确的路径上开模浇注聚氨酯泡沫实现的，如果再配合一套连续的坐垫传送系统，不仅可满足工艺上的要求，而且投入也比较低。其实，客户们也在寻求更适合他们要求的深度订制化的生产系统。对于这一行业，没有所谓“一策万全”的解决方法。现在的汽车和卡车业主们对于质量、舒适性和感觉的体验都有各自不同的评判标准，如果量化成指标，则是对座椅尺寸、泡沫密度、原料组份数量（需做好准备的原料）、反应混合、填料和颜色等，都有不一样的要求。

此外，大批量主流车型座椅的生产设备，与小批量运动车型座椅的生产设备是完全不一样的。

这种情况下，有可能会要求前面和后面坐垫的泡沫密度不同，亦或是要求同一坐垫也要有不同的泡沫密度。这些要求必然会影响原料计量系统的设计，以及它能处理的原料组份数量。最大的挑战是，计量系统必须在有限的 4.5 s 时间内，在一个模具里浇注多枪，以实现不同的尺寸、比例和物料组份混合。有时，一台机械手已经不够用了，需要多台机械手互相精确配合以避免重叠和碰撞才能完成任务。一条座椅生产线，设计上还必须考虑许多其他的因素，例如：聚合反应时间、整个生产的制约条件以及投资预算等，这其中，每个因素都会影响到生产线的可靠性及其尺寸，所有这些因素互相都有关联，并相互影响。举个例子，浇注几枪原料所需的时间决定了最短的合模时间，然后又限定了发泡的乳白期（反应开始时间），继而直接影响到泡沫熟化期，最终，熟化期结合所需的产能，决定了生产线的大小。所有因素都互相关联，所以它们都有可能对生产线的尺寸或价格产生重大影响。

汽车座椅发泡工厂的主要目的是大规模生产，选择辊轴式闭模系统会比气缸闭模更稳定而且成本更低，只是灵活性会稍差一些

在订制化服务中进行创新

世界聚氨酯设备制造商的领导者——康隆（Cannon）认为，只有对模塑设备的“干部”和“湿部”两方面都有经验的公司或技术人员，才能向客户提供优质的设备：一套系统设计中所有的决定因素，相互紧密关联，因此，一家公司只有处理好各因素的动态变化及单项设定，才能够解决问题并提供合适的设备。

湿部系统：计量和混合聚氨酯原料

客户与原材料供应商现在常用多组份的原料生

康隆（Cannon）开发了一套自动在线换模系统，可在不停线的情况下更换整个模架

产不同密度 / 硬度的泡沫：异氰酸酯有用 MDI 或 TDI，多元醇也要有几种以供选择。

为了每次切换配方都更快更稳定，座椅生产商会调整好多元醇预混各种催化剂、添加剂和预聚体的量。TDI 的异氰酸酯，同时再搭配 4 种组份的情况也不少。如果异氰酸酯用 MDI，那通常有一组多元醇就够了，多组 MDI 对应了多个座椅泡沫密度。一个多组份混合头可让多元醇原料依次与所需的异氰酸酯进行混合，而不用的原料组份不参与混合。

带有远程控制（RE.CO.）的康隆（Cannon）AX 混合头，可以在非常短的时间内切换各组配方。

不同的物料组份再结合多个混合头，会需要成倍数量的计量泵、硬管、软管和料罐。需要对生产设备进行合理布局，如采用模块化的单元设备，则可减少料罐的数量，目的是让布局更合理，更方便操作人员维护，以及确保占地面积更小。

干部系统：完成泡沫熟化的设备

1. 生产线的驱动和形状

简单来说，发泡的产能和聚合反应时间以及模具的尺寸决定了生产线的大小。通常选用的是一条椭圆形的传送线，而不再用那种圆形线。因为同等产能的椭圆线是长条形的，占地更小。

有些特殊的工厂布局可能会要求其他形状的生产线，为的是尽可能利用好生产线周围的空间。康隆（Cannon）的传送线系统下面有一条钢制轨道，模架台车的后面是一系列独立的驱动装置，驱动台车在轨道上运转，这些驱动装置带有变频驱动，可保证传送线运转所需的牵引力。即使个别驱动装置有故障，其余的驱动装置亦可提供足够的牵引力，以保证继续生产。这种稳定可靠的驱动模式可确保生产线具有连续的牵引力，同时还能根据工厂的空间来设计生产线的形状。

2. 温度控制

一件好的产品，要求聚合反应的过程要适当，这是由生产过程中各不同阶段的模具温度决定的。

有些配方可能比其他一些配方对温度的要求低一些。但不管怎样，市场的趋势是要精确控制模具温度，有时，上半部分模具和下半部分模具也要有不同的温度。康隆（Cannon）有多种温控模式可供选用，能实现最佳的温度控制。有一种较为精确的温控模式是，每个台车都带有一个专门的模温机，由 PLC 进行控制，这种方案可让每个模架台车都有独立的温度控制。

3. 模架台车和模具更换

高效的产能和弹性化生产都需要快速换模系统。

康隆（Cannon）开发了一套自动在线换模系统，可不停线地更换整个模架。

4. 人机工程设计和安全性

康隆（Cannon）一直在改

康隆（Cannon）新型 AX 22 6+1 混合头是生产多组份、多硬度的现代发泡座椅的理想之选

进操作人员的安全保护和人机工程学设计。上模配有一套辊轴轨道系统，与下模呈一定的倾斜角度，每站的倾斜角都可以调整。此外，可扩大上模架的摆幅，方便工人操作上模具：在浇注区，下模具不倾斜，上模具的打开角度更大，让机械手在运行浇注路径时受限更小。生产线还可加装一套嵌件检测系统。

每个操作区都有紧急安全停车按钮，生产线周围有安全围栏，模具打开时有安全杆保护操作人员。每个部分都可按客户的要求进行喷漆涂装。康隆（Cannon）还可提供一套碳氢化合物监控系统（HMS），用以监控脱模剂喷涂区的空气质量，如超过了安全临界值，系统可让生产线停车。

此外，驱动电机都是防爆的。

5. 辊轴与气缸的比较

基本上，有两种开 / 闭模系统，一种是采用一套整体的辊轴轨道系统，另一种是采用多个单独的气缸。辊轴轨道系统更可靠，成本也更低，只是灵活性稍差一些。

模具只有在通过辊轴关闭区时才闭模。生产线的速度改变也会影响到模具的合模时间。

气缸闭模可避免此问题，确保高速时闭模时间依然不变。

6. 机器控制和参数设置

整个系统由一套复杂的控制面板进行监控，可记录和管理几百个参数。

操作人员可控制生产线，包括改变温度、速度和倾斜角度等。还能通过软件修改机械手浇注路径，监控生产线的可靠性和产量。

总结

弹性化生产、持续的改进再结合实现客户要求的产能，这些才是“完美”系统的关键。没有一种设计能满足客户所有的要求，客户也要做一系列的取舍，并与制造商分享，才能共同创造一个适合各方要求的最佳解决方案。

康隆（Cannon）拥有专业经验的系统工程师和技术人员，并以“成为那些主要的一级座椅制造商的首选设备供应商”而自豪。 AI

广告

超薄的预成型层压设计，使得 CFRP 行李箱盖能够以接近量产速度的循环时间被生产出来。

文 / CompositesWorld Peggy Malnati

预浸料模压部件的首次亮相

对于汽车制造商而言，成型层压材料的碳纤维增强塑料（CFRP）部件面临的重大挑战之一是，需开发出更快的生产工艺，尤其是采用热固性的基体材料时，因为热固性基体材料需要额外的交联时间。

通常，采用传统的热压罐固化预浸料生产的部件具有出色的力学性能。但尽管如此，它却属于一种资本和劳动密集型的生产工艺，不仅要浪费大量的耗材，而且要使用大量的能源，生产循环周期通常以小时计算。

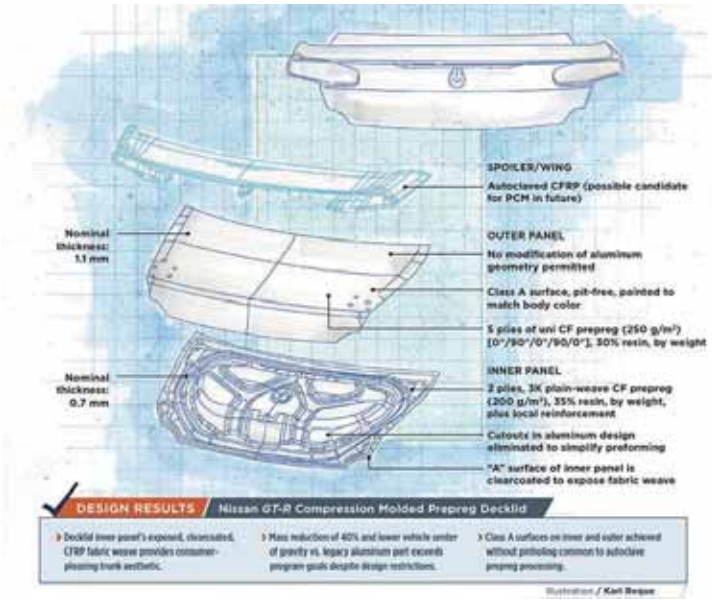
幸运的是，过去 10 年间，非热压罐（简称“OOA”）工艺已被开发出来，从而能够以较低的成本、以及效率提高了几个数量级的更快的循环时间来提供像热压罐工艺一样的性能与质量。在这些工艺中，其中的一种是预浸料的模压成型（简称“PCM”），它是采用经过特殊配制的预成型 CFRP 预浸料——将其送入一台传统的热压成型机中，即可生产出 A 级表面的部件。

由三菱丽阳有限公司（以下简称“三菱丽阳”，日本东京）开发的预浸料模压成型工艺，其首个商业化应用是由位于日本横滨的日产汽车有限公司（以下简称“日产”）为 2014 款日产 GT-R 超级汽车生产的行李箱盖内、外板。预浸料模压成型工艺在该复合材料行李箱盖应用中首次取得成功，这在一定程度上要归功于开发团队是在有所限制的目标和规则下展开了灵活的设计工作。

从开发转向商业化的部件

三菱丽阳的研究人员大约在 2007 年开始开发预浸料模压成型工艺及其特殊的预浸料。开发期间，预浸料中环氧树脂的黏度得到了提高，以防止树脂在高压成型过程中从模具中溢出。此外，快速固化的固化剂被用于实现 3 min. 或 5 min. 的固化，其中，5 min. 固化的预浸料能够在常温下提供更长的保存期。用于该项目的 5 min. 固化的预浸料级别，其商品名为“Pyrofil TR361 E250S”，由三菱丽阳在其丰桥研究中心开发成功。

随着工作的推进，研究人员找到了一种拥有更复杂表面的原型汽车部件来验证该材料 / 工艺，并向 OEMs 证明，该系统对于实现高产量的部件生产是可行的。



用于日产 GT-R 超级汽车的模压成型的预浸料行李箱盖图示

预浸料模压成型试验案例：日产 GT-R 超级汽车的行李箱盖为新型非热压罐的预浸料模压成型（PCM）技术提供了良好的试验平台。这一高端汽车的两款车型，使得从小批量开始并发展成为完全高产量的生产成为可能（行李箱盖图片由 SPE 汽车部门提供，汽车由日产汽车有限公司提供）

三菱丽阳与日产有着长期的合作关系，而且日产在改善汽车燃油效率方面有其宏伟的项目。该公司清楚地知道，如果能够对成本和循环时间进行有效的管理，采用 CFRP 就能确保降低重量。因此，日产同意与三菱丽阳分享为其旗舰产品 GT-R 超级汽车的行李箱盖而设计开发的几何图形和 CAD 文件。双方为此而达成了一项谅解备忘录：如果三菱丽阳的开发工作表现出具有前景的效果，日产的工程开发团队就将考虑在新的汽车上采用由预浸料模压成型的 CFRP 部件。

在 2009 ~ 2011 年期间，三菱丽阳的设计团队采用 GT-R 行李箱盖的数据开展工作，对此，两家公司都确信，这种材料 / 工艺已为商业化的部件做好了准备。2014 GT-R 车型的铝质行李箱盖的设计得到了选用，而采用 CFRP 的行李箱盖研发工作于 2012 年开始。

项目目标与挑战

随着商业化项目的启动，日产和三菱丽阳均参与到了由系统供应商 Chiyoda 制造有限公司（日本 Ota）、材料加工商 Challenge 有限公司（日本 Sayama）和模具供应商 Yasuda Moldtec 有限公司（日本 Kinokawa）组成的开发团队中。该开发团队的目标是，生产一种在力学性能上与作为参照基准的铝组装件相当或更好、而重量至少要比其低 30% 的部件。由于这是一款需要经常应用于赛车场的高性能汽车，因此，能源管理 / 冲击性能非常重要。尽管 CFRP 部件的失效模式不同于铝，但要求该行李箱盖必须能管理好能量，以足以承受高速的后部撞击，而不会破碎成小弹丸 / 碎片。

成型速度也是重要的。尽管这款首次实现商业化应用的行李箱盖是为满足最高性能要求而开发的并因此而用于低产量的 GT-R 车型，但日产却有兴趣将其扩展应用于更高产量的车型中，这就要求实现快速加工。此外，尽管没有人能够预期 CFRP 部件的成本要比铝部件低，但他们却必须要确保成本是可接受的。最后，美观性也很重要，该行李箱盖的内、外板必须满足汽车的 A 级表面要求，其中，外板要喷漆应与车身颜色相匹配，内板需要体现出“透明漆涂层 / 露出 CFRP 的编织纹理”的特色，这意味着如果存在不完美之处，将是显而易见的。

挑战薄型：该行李箱盖的外板来源于铝盖的形状，被限制到非常薄的 1.1 mm——只有 5 层单向碳纤维增强材料按 0° /90° /0° /90° /0° 进行铺层（图片来自日产汽车有限公司）

所有这些都提出了一个挑战：这是在原来铝部件基础上的一大飞跃，也就是说，作出重大改变的余地很小，更不用说对一个完整系统的重新设计。实际上，不允许修改外板的几何构造，只能对内板做少量的调整。例如，以前铝部件的特点是，在内板上有一些凹槽，但开发团队决定在 CFRP 设计中保留实心结构，因为创建凹槽需要用时长且工序复杂的预成型过程。其他小的变化是提高了刚性，并在冲击试验中获得了恰当的失效模式。这些限制因素消除了组合各个子部件以及集成附件、硬件（它们是在最终的组装中被粘接上）的可能性，这都有助于降低最终部件的成本。

因为不能改变几何形状，而且该复合材料的板又非常薄——外板只有 1.1 mm，内板 0.7 mm，使得该团队预期到了一些挑战，包括：在从预成型工作站输送到压机模具的过程中，如何操作薄的预成型好的预浸料？另一个担心的问题是，如何在内板上实现 A 级表面效果，以赋予其可见的纹理和复杂的轮廓？尽管经历了多次试验和失败，但用在内板上的织物却表现良好，可以适应极小量的树脂流且纤维变形很小。

对于外板，5 层单向碳纤维增强材料（纤维面积重量为

250 g/m^2，树脂含量 30% 重量百分比）按 0° /90° /0° /90° /0° 进行铺层。内板拥有两层 3K 平纹碳纤维织物（纤维面积重量 200 g/m^2，树脂含量 35% 重量百分比），同时额外采用了两层同样的预浸料对几个位置进行局部加强。

首先，通过计算机辅助分析和实物试验对该行李箱盖进行评估。例如，日产将一个完全组装 / 粘接好的部件放入一个特殊的试验装置中，然后加压直到其破裂，以将 CFRP 的失效模式与铝组装件相对比，所得到的结果被用于对该行李箱盖内板的设计及粘接体系进行优化。耐久性（包括反复的开 / 合、球冲击以及抗冷 / 热性和抗湿性测试）同样得到了评估。要求最高的测试是在德国著名的纽博格林赛道上（德国纽伦堡）进行的一项长期驾驶试验。据驾驶员介绍，拥有更轻质行李箱盖的测试汽车，其操作性能更好，因为它降低了汽车重心。

生产中，首先对预浸料进行铺层、压实并切割。接着，加热 1 min.，直到温度达到 60 ~ 70℃，然后立刻送入轻微加压（0.3 MPa）的气缸压机中，利用一副由聚氨酯模型板制成的双面模具（two-sided tool），对预浸料进行预成型。然后将预成型件冷却到室温，整个预成型时间不到 5 min.。一个可选择的步骤是，当美观性很重要时，可以在部件脱模前，采用硅橡胶片覆盖预成型件，然后抽真空以抚平褶皱。如果没有立刻进行成型，这些预成型件就被存放在一个容器中以保持其形状。通常，在成型前，一些预成型件被堆放在压机旁。在 140℃下，采用 8 MPa 的成型压力，在一台液压模压机上的成型周期是 8 min.。

由于成型后的两块板为近净形状，因此模后修饰工作几乎完全局限于只需要去除 一个薄的分模线毛边。凭借高的成型压力，据说出模部件拥有非常光滑的表面，而且没有常见于热压罐固化部件上的针孔。在喷涂前，只需要些许磨砂处理，即可将残留的脱模剂去掉。采用一种环氧结构粘合剂，即可将脱模的、去掉毛边的部件粘接在一起。

有趣的是，这种行李箱盖带有一个固定的 CFRP 扰流板 / 尾翼。在低性能的 GT-R 车型上，该部件由丙烯腈 - 丁二烯 - 苯乙烯共聚物（ABS）吹塑成型，然后得到喷涂以适配车身颜色。但高端车型采用的 CFRP 行李箱盖，仍然采用热压罐固化成型的、具有透明漆涂层的可见织物纹理的 CFRP 扰流板。虽然只有行李箱盖采用预浸料模压成型工艺被生产出来以用于对 2014GT-R 进行改变，但对于未来的车型，有可能会为了采用预浸料模压成型工艺而对尾翼进行重新设计。

Challenge 公司向三菱丽阳购买了预浸料，然后切好模型、铺放好层压结构，预成型并成型出内、外板，同时还采用热压罐成型工艺生产出扰流板，然后将这些行李厢盖板粘接在一起。之后，这些未经喷涂的组装件被运送到 Chiyoda 公司，该公司对其外部进行喷涂，并用透明漆来涂层其内部以及扰流板、扰流板上的螺钉，然后将组装了扰流板的完整的行李箱盖发送到日产的汽车总装线上。

甚至更薄：凭借 0.7 mm 的厚度，该铝质内层板的几何极限提出了更大的挑战。在此，一个只有两层的 3K 平纹碳纤维织物加上局部的增强，足以满足要求（图片来自日产汽车有限公司）

许多优势

虽然存在设计上的限制，但该开发团队却超越了其 30% 的减重目标，减重达 40%。凭借组装件的轻量化，质量分解效应随之而来：这种更轻的行李箱盖，尽管采用了现有铝质行李箱盖上使用的支杆，但开启和闭合更加快速。随着日产转成采用更轻的支杆并安装了五金件，则进一步减轻了重量。对于车主而言，打开和关闭这种 CFRP 的行李箱盖毫不费力，而且排放更低，燃油效率、美观性和操作性（通过降低重心）均得到改善。

据介绍，这种预浸料模压成型工艺，如果采用 3 min. 固化的预浸料，每年、每副模具能够生产出 84 000 个部件，而采用 5 min. 固化的预浸料，每年、每副模具能够生产出 50 000 个部件。所有这些，以及“预浸料模压成型的部件能够在传统的模压机上得到成型”的事实，意味着 CFRP 现在能够适应更多的成型商，同时适用于更高产量的汽车平台。 AI

随着汽车行李箱要求的不断提高，行李箱地毯选材也日益受到整车厂的关注。通过对不同行李箱地毯基材的对比研究，本文提出了针对不同车型选用行李箱地毯基材的建议。

文 / 东风汽车公司技术中心 刘丹丹 黄江玲 付丹 谢德钰 石腾龙 高祥达

乘用车行李箱地毯基材的研究

汽车行李厢是一种要求具有一定承载性的装饰件。伴随着汽车的轻量化以及环保法规和品质要求的不断提高，对行李厢地毯的选用也越发苛刻，其承载性与环境友好性必须满足整车厂的严格要求。

通常，行李厢地毯为多层结构：表面是装饰面料，中间为基材，底部可粘接吸音棉或支撑垫块。其中，基材尤为重要，其面密度决定着整个部件的重量，其刚性决定着整个部件的承载性，其环境友好性决定着整个部件能否达标。因此，对基材的选择至关重要。

通过对大众、通用、福特、日产、丰田和现代等多个汽车品牌共计 53 种车型(含两厢车 6 台，三厢车 28 台，SUV19 台) 用行李厢地毯基材的调研发现，大约 40% 的行李厢地毯采用了高强度纤维板，20% 采用了 PP 蜂窝板，25% 采用了 PHC 材料 (如图 1 所示)。由此可见，目前行李厢地毯基材仍以高强度纤维板为主，其次为 PHC 和 PP 蜂窝板。

现阶段，由于国家对整车 VOC 的管控仅为推荐性标准，因此考虑到整车成本因素，大多数车型仍使用高强度纤维板作为行李厢地毯的基材。

图 1 行李箱地毯基材种类分布图

高强度纤维板是在木粉中添加脲醛树脂胶、经热压工艺成型，它具有重量高、板材脆及环保性差等特点，对整车 VOC 的影响较大。

轻质 GMT 是 PP 纤维与玻璃纤维经梳理、层压而成的材料，相对于高强度纤维板具有一定的减重优势，且气味和散发性都较好。

PP 蜂窝板是两层 PP 板与中间的蜂窝结构经挤出、热压成型的一种三层板。由于使用的原材料是 PP，因此 VOC 含量小，是行李厢地毯减重常用的基材。

PHC 材料是利用纸芯做支撑，上下层采用玻璃纤维毡做增强材料，经聚氨酯喷涂粘接后热压成形的一种三明治夹心复合材料，这种结构可以通过调节纸芯、玻纤及 PU 料来满足不同的刚性要求，其设计自由度较高，是实现行李箱地毯多功能化的推荐用材。

上述 4 种板材被用作行李箱地毯基材时，在复合面料的过程中，除 PP 蜂窝板可直接热压成型零件外，其他 3 种板材都需使用粘合剂来粘接面料与基材。

在此，对 PHC 板材 (面密度 2 500 g/m^2)、高强度纤维板 (面密度 4 000 g/m^2)、PP 蜂窝板 (面密度 1 800 g/m^2) 及轻质 GMT 板材 (面密度 2 500 g/m^2) 这 4 种行李箱地毯基材的机械性能、VOC 排放、产品承载性能及成本等进行分析比较。

弯曲性能

由于 PHC 板材、轻质 GMT、高强度纤维板和 PP 蜂窝板的组成迥异，因此，弯曲性能的测试方法也有所不同。针对蜂窝夹层结构的 PHC 板和 PP 蜂窝板，采用 GB/T 1456 测试方法检测其

弯曲强度和弯曲模量，而针对高强度纤维板和轻质 GMT，则采用 GB/T 9341 方法。

经 4 个循环（40 ℃ /95%RH/16 h → -20 ℃ /0.5 h → 85 ℃ /6 h 为一个循环）的耐老化性能测试后，4 种板材的弯曲强度和弯曲模量对比如图 2 所示。从图中可以看出，轻质 GMT、PHC 板和 PP 蜂窝板的刚性下降较少，高强度纤维板的刚性下降了 40%，说明高强度纤维板对环境的耐受性较差。

耐冲击性能

由于 PHC 板材和 PP 蜂窝板为蜂窝夹层结构，不适合采用 GB/T9341 悬臂梁冲击测试冲击强度，只能用板材的落锤冲击强度来代替。

低温落锤冲击是将板材在 -20℃ 下冷冻 4 h 以上，采用 400 g 的落锤 A 锤（直径 29 mm，底端球头半径 20±0.5 mm 的圆柱体）从 50 mm 高度垂直落下冲击板材。常温落锤冲击是采用 2 000 g 的落锤 B 锤（直径 85 mm，底端球头半径 80±1 mm 的圆柱体）从 50 mm 高度垂直落下冲击板材。

做该测试的板材均已完成了 4 个循环的老化测试。该测试结果见表 1，由此可见，高强度纤维板的抗冲击性能最好。

尽管如此，将 4 种板材复合面料制成行李箱地毯后再次做落锤冲击试验，结果，4 种板材均没有出现裂缝或断裂等异常现象，这可能是因为面料层对落锤的冲击有一定的缓冲，同时面层无纺布掩盖了板材的轻微变形缺陷。

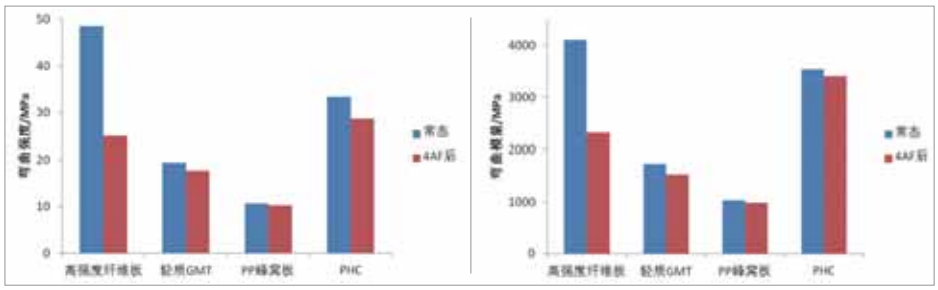


图 2 不同行李箱地毯板材的弯曲性能对比

VOC 排放

4 种行李箱地毯基材的 VOC 排放量见表 2。其中，苯类物质和 TVOC 的含量按照热解析法、采用 GCMS 进行检测和分析；醛酮类物质按照甲醛挥发法、采用液相色谱仪进行检测和分析。

从表 2 可以看出，高强度纤维板甲醛的挥发量较高，这是因为其在热压成型过程中使用了脲醛树脂胶；PHC 的挥发量次之，因为使用了 PU 泡沫；PP 蜂窝板和 GMT 因使用的原材料均没有太多的 VOC 挥发，因此挥发量较低，但轻质 GMT 板材的 VOC 略高于 PP 蜂窝板，因为其背面复合了无纺布。

承载性能

行李箱地毯总成的承载试验通常是将零件装配在实车上进行的。一般是在行李箱地毯总成上均匀找出 9 个点，如图 3 所示，在每个点上放置 75 mm 的钢板（3 mm 厚）和 EVA 垫片（5 mm 厚），施加 750 N 的力，然后测试加载 60 s 后的变形量。采用不同板材的行李箱地毯总成，其承载测试结果见表 3。

在测试的 9 个点上，采用不同板材的行李箱地毯，其承重情况各不相同。一般，前 3 个点的测试结果均较为理想，变形量很小，而第四到第九个点则对行李箱地毯下的支撑块依赖度较高。采用高强度纤维板

表 1 经 4 个高低温循环后板材的冲击强度

	A/400g/50cm/-20℃	B/2000g/50cm/23℃
高强度纤维板	无裂缝、残余变形、剥离和断裂等异常现象	有轻微的塌陷变形
轻质 GMT	有较明显的塌陷变形	有较明显的塌陷变形
PP 蜂窝板	有轻微的塌陷变形	有轻微的塌陷变形
PHC	有较明显的塌陷变形	有较明显的塌陷变形

表 2 不同行李箱地毯基材的 VOC 测试结果

化学物质（ug/g）	高强度纤维板	PP 蜂窝板	轻质 GMT	PHC
甲醛	171.05	0.03	0.24	0.64
乙醛	2.15	ND	0.17	0.23
丙烯醛	0.37	ND	0.1	ND
苯	ND	ND	ND	ND
甲苯	0.3	0.07	ND	ND
乙苯	0.04	0.02	0.01	ND
二甲苯	0.09	ND	0.02	ND
苯乙烯	0.08	0.01	ND	ND
TVOC	362.51	15.8	12.8	ND

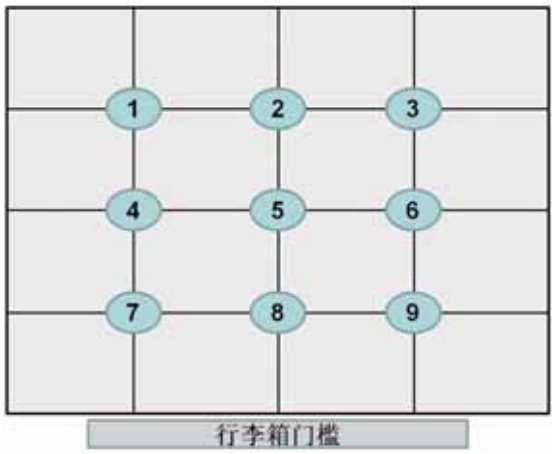


图 3 行李箱地毯承载力测试加载位置示意图

（转第 28 页）

研究发现，如果材料选择或者配方设计不当，聚丙烯（PP）及其改性材料在注塑后会产生醛类物质挥发物，从而成为车内醛类物质的主要来源之一。通过对配方的优化设计，可以大幅度降低乙醛物质，满足客户及法规的要求。

文 / 巴赛尔聚烯烃工程塑料（苏州）有限公司

减少有害物质：对低醛类聚丙烯新型改性塑料的研究

背景与研究范围

伴随着中国汽车产销量的快速增长，车内空气质量、特别是车内醛或苯类含量偏高的问题日益为消费者所关注。基于此，中国环保总局（SEPA）早于 2004 年就发起了一个“控制车辆空气质量”的研究项目，并于 2007 年颁布了有关车内挥发性有机物和醛酮类物质采样测定方法的 HJ/T 400-2007 标准。2012 年 3 月，SEPA 发布了推荐国家规范 GB/T 27630-2011，即乘用车内空气质量评价指南。该指南与 HJ/T400-2007 一起，对车内有机挥发物的采样测试方法作了明确规定，将苯、甲苯、乙苯、二甲苯、苯乙烯、甲醛、乙醛和丙烯醛等作为主要控制项目（如图 1 所示），并建议了这 8 大有害物质的限值（见表）。2016 年 2 月，在征求各方意见的基础上，SEPA 又发布了新的标准征求意见稿，对各种有害物质的限值进行了调整。

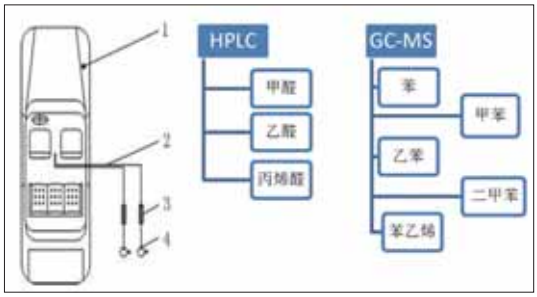


图 1 车内有机挥发物（8 大有害物质）的采样和测试方法（来自 http://kjs.mep.gov.cn/hjbhbz/bzwb/dqhjbh/jcgfffbz/200712/t20071213_114283.htm）

表 车内有机挥发物（8 大有害物质）的采样和测试方法

编号	物质	GB/T 27630-2011 浓度限值 mg/m^3	2016 征求意见稿 mg/m^3
1	苯	≤ 0.11	≤ 0.06
2	甲苯	≤ 1.1	≤ 1.00
3	二甲苯	≤ 1.5	≤ 1.00
4	乙苯	≤ 1.5	≤ 1.00
5	苯乙烯	≤ 0.26	≤ 0.26
6	甲醛	≤ 0.10	≤ 0.10
7	乙醛	≤ 0.05	≤ 0.20
8	丙烯醛	≤ 0.05	≤ 0.05

数据来自 http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/bgth/201601/t20160128_327055.htm

根据上述法规要求，国内诸多整车厂和零部件供应商针对 8 大有害物质开展了广泛的测试与控制研究，先后开发出 2 000 L 袋子法、500 L 桶式法、100 L 袋子法和最新的一立方仓法。目前，在针对材料和小零件的测试中，100 L 和 50 L 袋子法因有害物质浓度高、试验结果重复性好而得到了广泛应用；在针对大的零件总成的测试中，一立方法开始得到应用。

凭借密度低、耐化学性好及有害物质较低的优点，聚丙烯（PP）在汽车内、外饰中得到了广泛应用。但各主流整车厂、零部件供应商和材料供应商经过几年的研究发现，如果选材或材料设

计不当，聚丙烯改性材料可能是醛类物质（主要是乙醛）的主要贡献者。由于在法规中，苯类物质的限值较高，而醛类物质的限值较低、容易超标，因此，聚丙烯改性塑料中的醛类物质挥发物就成为研究和控制的重点。

作为全球领先的聚丙烯和聚丙烯改性材料供应商，利安德巴赛尔公司（简称“LYB”）在聚丙烯（包括其他聚烯烃）的催化、聚合、共混改性的配方和工艺，以及注塑和应用方面都拥有广泛的经验。2015 年，该公司在全球范围内生产和销售的超过 100 万吨的聚丙烯改性工程塑料被广泛应用于各大汽车品牌，特别是乘用车的内、外饰上。基于上述优势，LYB 对聚丙烯全价值链过程展开了研究，结果发现，聚丙烯改性塑料的生产过程以及零件的注塑过程对 8 大有害物质的影响显著，主要表现为：随着注塑温度的升高，醛类物质明显增加，说明醛类物质可能是由高温氧化反应而产生，这与聚丙烯热氧化和热降解的基本理论相吻合。考虑到大多数的注塑温度在 200 ~ 230 ℃左右，同时受表面要求、加工窗口和零件性能等的限制，LYB 致力于通过配方设计，来帮助客户在通常的注塑成型中减少醛类物质的产生。

研究内容与发现

LYB 发现，不同的纯 PP 在注塑后含有的醛类物质完全不同。LYB 对自身的 3 种 PP 以及市场上的 PP 所含有的甲醛和乙醛作了对比分析，进一步证明了 PP 及其改性塑料可能是醛类物质的主要贡献者之一，如图 2 所示。该测试方法为：将 PP 粒子注塑（注塑温度 230℃）成 210 mm × 150 mm × 3 mm 的板，然后将 2 kg 的板完全平铺放入 100 L 的聚四氟乙烯袋子中，并在 65 ℃的烘箱中加热 2 h，然后抽取袋子中的气体，使用 HPLC 进行浓度测定。

在此基础上，LYB 使用不同的添加剂、填料和色粉等，对 PP 改性材料的醛类物质进行了研究，结果发现，即使最终看起来性能很接近的 PP 改性材料，因配方和原料的不同，醛类物质的差异也会很大，如图 3 所示。这进一步表明，通过很好的原料选择和配方设计，可使醛类挥发物显著降低。该测试方法为：将 PP 改性塑料粒子注塑（注塑温度 230 ℃）成 210 mm × 150 mm × 3 mm 的板，然后将 2 kg 的板完全平铺放入 100 L 的聚四氟乙烯袋子中，并在 65 ℃的烘箱中加热 2 h，然后抽取袋子中的气体，使用 HPLC 进行浓度测定。

LYB 与不同的客户一起，在不同的配方体系（材料规范）上做了广泛研究，均获得了良好的效果。图 4 所示是 LYB 与某大型整车厂合作、针对仪表板材料（20% 滑石粉填充的高流动性、高抗冲击性材料）进行的比较研究。该整车厂邀请了 3 家国内主流的 PP 改性材料供应商提供材料，注塑成仪表板零件，然后测试醛类物质的挥发量。测试方法为：将 PP 改性塑料粒子注塑（注塑温度 230 ℃）成 3.4 kg 的仪表板零件，将零件裁切后放入 100 L 的聚四氟乙烯袋子中，并

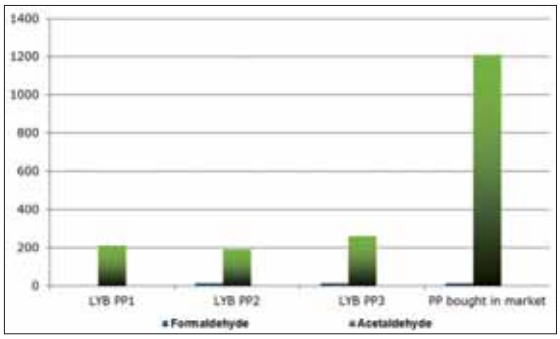


图 2 不同的纯 PP 的甲醛和乙醛挥发物含量对比（单位 μg/m³，数据由某第三方机构测试并提供）

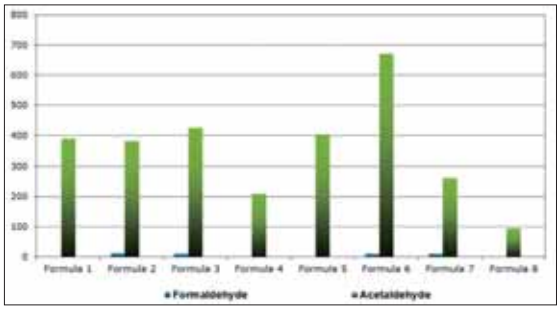


图 3 不同配方对 PP 改性塑料的醛类挥发物浓度的影响（单位 μg/m³，数据由某第三方机构测试并提供）

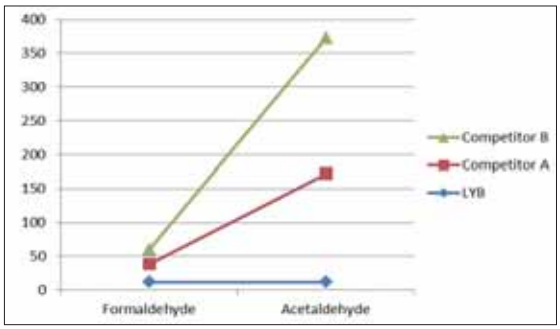


图 4 某整车厂对仪表板材料的醛类物质挥发量的比较（单位 μg/m³）

在 65 ℃的烘箱中加热 2 h，然后抽取袋子中的气体，使用 HPLC 进行浓度测定。该零件由注塑厂家独立完成，数据由某第三方机构测试并提供。

此外，国内一家主流的 SUV 整车厂邀请了国内大多数的主流材料供应商一起，对醛类物质进行了平行比较。图 5 和图 6 分别是先后两次对门板材料（20% 滑石粉填充料）及其零件的比较结果。测试方法

为：将 PP 改性塑料粒子注塑（注塑温度 210 ℃）成 2.1 kg 的门板零件，将零件放入 2 000 L 的聚四氟乙烯袋子中，并在 65 ℃的烘箱中加热 2 h，然后抽取袋子中的气体，使用 HPLC 进行浓度测定。零件由注塑厂家独立完成，数据由某第三方机构测试并提供。

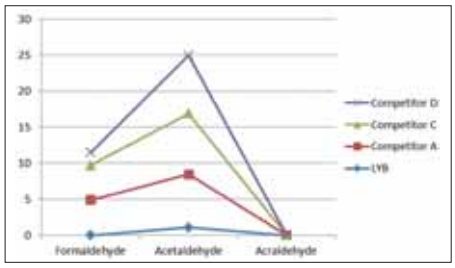


图 5 某整车厂门板材料醛类物质挥发量比较（第一轮，单位：内部比较指数）

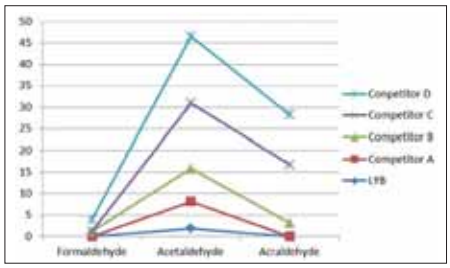


图 6 某整车厂门板材料醛类物质挥发量比较（第二轮，单位：内部比较指数）

结论与发现

聚丙烯（PP）及其改性材料在注塑后是有醛类物质挥发物产生的，如果材料选择或者配方设计不当，有可能成为车内醛类物质的主要来源之一。

利安德巴赛尔公司经过系统研究发现，不同的纯聚丙烯在注塑后，醛类物质（主要是乙醛）可能会相差 8 ~ 10 倍。通过对配方进行优化设计，可以大幅度降低乙醛物质，满足客户及法规的要求。

展望未来

随着家用汽车的普及，以及消费者对质量和环保的日益关注，作为绿色材料的聚丙烯（PP）及其改性塑料将在汽车内、外饰上得到越来越广泛的应用。利安德巴赛尔公司作为聚丙烯和聚丙烯改性材料的市场领导者，将一如既往地开展有关 8 大有害物质特别是醛类挥发量的研究，以提供更加环保的聚丙烯材料，造福汽车消费者。 AI

（接第 25 页）

表 3 行李箱地毯承载力测试结果

变形量（mm）	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均值
PHC 2 500 g/m^2	8	11	6	13	14	11	13	15	13	11.5
PP 蜂窝板 1 800 g/m^2	15	13	14	20	19	20	20	22	25	18.7
GMT 2 500 g/m^2	11	11	11	14	11	13	14	14	14	12.6
高强度纤维板 4 000 g/m^2	9.6	8	10.5	7.1	11.5	8.6	7.2	11.5	9	9.2

的行李箱地毯，其平均变形量最低，而采用 PP 蜂窝板的平均变形量最高。除此 9 个控制点外，根据基材和钣金的不同，通常还会在零件上选取其他 3 个薄弱点进行测试，测得的最大变形量分别是：高强度纤维板 13 mm，PHC 14 mm，PP 蜂窝板 30 mm，GMT 17 mm。总之，PHC 和高强度纤维板的承载能力较好。

成本

4 种行李箱地毯基材的成本对比如图 4 所示，可以看出，高强度纤维板的成本最低，因

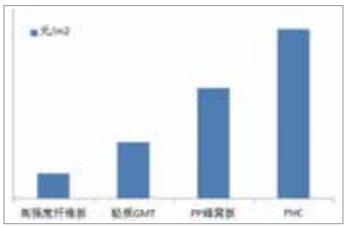


图 4 不同行李箱地毯成本的对比

此其使用量较大。而轻质 GMT 和 PP 蜂窝板都是实现行李箱地毯减重和环保的推荐材料，就成本而言，轻质 GMT 较 PP 蜂窝板低，PHC 的成本最高。

结论

随着国内汽车保有量的不断增长，人们对汽车舒适性和功能性的关注度越来越高，通过对 4 种板材的测试不难发现：

1. 高强度纤维板整体力学性能较好，成本较低，但无法封边的工艺导致其耐环境后的尺寸稳定性较差，且甲醛释放量较高，后续不推荐使用。

2. PP 蜂窝板和轻质 GMT 作为行李箱地毯，承重能力稍差，成本居中，可用于有支撑结构（备胎内置且备胎尺寸较小时）的行李箱地毯基材，中低档车推荐使用这两种材料；

3. PHC 材料虽然成本较高，但其承载性好，可以用于备胎外置和备胎尺寸较大的行李箱地毯基材。同时，PHC 材料还具有尺寸稳定性好、设计自由度高以及环保性较好等优势，在推动汽车轻量化发展以及提升环保、舒适性方面能发挥明显作用。 AI

Hennecke
Polyurethane Technology

魅力聚氨酯 . . .

无论源自哪个角度，通过使用德国亨内基公司的聚氨酯设备和生产线技术，您将获得卓越的产品品质和极优化的原材料使用效率。选择这一具有巨大经济和生态效益，并且适用于多种产品应用和各式各样以聚氨酯为基础的产品加工的创新性技术。您将不会为这项决定而感到后悔。

- 高压发泡设备
- 汽车饰件生产线
- 聚氨酯复合材料喷涂技术
- 聚氨酯软泡生产线
- 聚氨酯夹芯版生产线
- 冰冻设备/冰箱生产线
- 360°全方位技术服务

广告

亨内基机械（上海）有限公司
Hennecke Machinery (Shanghai) Limited
电话（Tel）：86 21-64890259
传真（Fax）：86 21-64897952
www.hennecke.com
www.hennecke-china.com

发动机罩盖是汽车发动机周边极为重要的部件，对保证行车安全至关重要。基于轻量化和安全等方面的考虑，用塑料取代钢材来制造发动机罩盖已日益为世界各大汽车公司所采纳。本文介绍了中广核俊尔新材料有限公司开发的几种适用于发动机罩盖的塑料材料。

文 / 中广核俊尔新材料有限公司 黄志杰 李 俊 田际波

俊尔材料在发动机罩盖上的应用

发动机罩盖对塑料材料的耐热性、尺寸稳定性、耐长期热老化性和耐油性等提出了极高的要求。基于对市场的深入理解，在对不同排量汽车发动机罩盖所需材料的性能进行分析研究的基础上，中广核俊尔新材料有限公司（以下简称“中广核俊尔”）开发出了一系列能满足不同应用环境要求的发动机罩盖材料，包括：适合中高端车型的玻纤增强尼龙（GF-PA）和长玻纤增强聚丙烯 (LFT-PP)，以及适合中低端车型的矿物增强聚丙烯 (m-PP)。目前，这些材料均已成功应用于发动机罩盖上，可确保 10 年以上的使用寿命。例如，奥迪车系采用了高流动的 A1G6-HR 尼龙材料，东风发动机罩盖采用了 LGF-P1G6HM 长玻纤增强 PP 材料，吉利汽车的发动机罩盖采用了 P1M8R-W01 矿物填充 PP 材料。值得一提的是，GF-PA 和 LFT-PP 的力学性能优于国外类似产品，是中高档汽车发动机罩盖的极佳选择。

玻纤增强尼龙在发动机罩盖上的应用

GF-PA（玻纤增强尼龙）是高端汽车发动机罩盖选材的最优方案之一。该材料具有优异的耐高温、耐老化性，良好的力学性能和化学稳定性，以及耐醇解和耐水解性能，但流动性很差，注塑加工较困难。对此，中广核俊尔通过改性处理，开发出了高流动的 A1G6-HR 材料，与其他 GF-PA 相比，其流动性提高了近 60%，从而使生产周期缩短了 15% ~ 30%。优异的流动性和机械性能还使制件更加轻巧，壁厚减少多达 20%，

玻纤增强尼龙是高端汽车发动机罩盖选材的最优方案之一

实现了制件的薄壁化。目前，该材料已成功应用于奥迪车系。

由于发动机罩盖对材料热老化力学性能保持率要求很高，中广核俊尔针对发动机罩盖材料的长期热老化力学性能开展了相关研究，其开发的 PA6-GF30 材料，在 150 ℃下经过 2 500 小时的热老化试验，材料的拉伸强度保持率达到 80% 以上，缺口冲击强度保持率达到 65% 以上，表现出了良好的热老化性能。

改性聚丙烯在发动机罩盖上的应用

与改性尼龙相比，凭借优良的性能和加工优势，改性聚丙烯成为发动机罩盖的优选材料，表 1 和表 2 分别对两种材料的性能和加工性作了比较。

由此可以看出，采用长玻纤增强 PP 替代玻纤增强尼龙制造发动机罩盖更具成本优势。中广核俊尔开发的牌号为 LGF-P1G6HM 的长玻纤增强聚丙烯，拥有 30% 的玻纤含量，具有高流动、

表 1 长玻纤增强聚丙烯与玻纤增强尼龙的性能比较

性能	测试标准	测试条件	单位	LFT-PP	GF-PA
拉伸强度	ISO 527-2:1993	5 mm/min	MPa	110	115
弯曲强度	ISO 178:2003	2 mm/min	MPa	145	160
弯曲模量	ISO 178:2003	2 mm/min	MPa	6 500	7 000
简支梁缺口冲击强度	ISO 179-1:2006	23 ℃	kJ/m²	19	7
简支梁非缺口冲击强度	ISO 179-1:2006	23 ℃	kJ/m²	48	40

表 2 长玻纤增强聚丙烯与玻纤增强尼龙的加工性比较

	PP-LGF30	PA6-GF30
烘料	不用烘	3 小时以上
后处理	不用	部分制件需进行蒸煮
注射温度	210 ～ 240 ℃	230 ～ 270 ℃
颜色稳定性	颜色稳定	蒸煮等过程导致变色
冷却时间	稍长	短
价格	低	高

高刚性、高韧性和抗老化的优点，已成功应用于东风汽车的发动机罩盖上。

采用中广核俊尔的 P1M8R-W01 矿物增强 PP 制造的吉利汽车发动机罩盖

改性矿物增强 PP 在小排量发动机罩盖上的应用

由于小排量汽车发动机周边温度相对较低，对材料的性能要求也相应降低，从而为矿物增强 PP 在发动机罩盖上的应用带来了契机。通过对小排量汽车发动机罩盖材料性能要求的研究，中广核俊尔开发了一种特殊的矿物增强 PP——P1M8R-W01。该材料在常温下的弯曲模量达 4 000 MPa，在高温下仍能保持稳定的性能。在 0.45 MPa 的测试条件下，其热变形温度高达 126 ℃，具有出色的耐热性。基于上述优势，该材料不仅满足了发动机罩盖的试验要求，还大幅度降低了成本。 AI

申达机器 SOUND

创新创造
智造申达

DSH系列精密注塑机介绍:

- 专为精密、超薄产品而精细打造的高端精密注塑机
- 高注射速度、更短干循环周期，整机效率提升20%~30%
- 采用内支点高刚性锁模机构，变形小
- 模板平行度偏差小，受力更均匀，减少模具磨损
- 开合模精度高，精度偏差±0.5mm，保证产品重复精度
- 可靠稳定的液压动力装置
- 高刚性机架，确保机器在高速下平稳运行
- PVTS润滑系统配合自润滑轴承，保证各润滑点均匀，有效保护各运动机构

www.injectionmachine.com

浙江申达机器制造股份有限公司
ZHEJIANG SOUND MACHINERY MANUFACTURE CO.,LTD.

地址（ADD）：中国·杭州HANGZHOU P.R.CHINA 邮编（P.C.）：310038
电话（TEL）：+86-571-87091103 87091346 E-mail：sound@injectionmachine.com
传真（FAX）：+86-571-87091351

广告

为获得表面质量完美的电镀装饰件，珠海正川塑胶制品有限公司对注塑成型的良品率提出了很高的要求。通过与广东伊之密精密机械股份有限公司合作，该公司获得了圆满的解决方案。

文 / 广东伊之密精密机械股份有限公司

追求更高的良品率

珠海正川塑胶制品有限公司董事长李隆平先生

珠海正川塑胶制品有限公司（以下简称“珠海正川”）是一家汽车塑胶制品的制造企业，产品涉及汽车水箱清洁系统、内外装饰电镀品和接插件等。凭借 20 年的汽车行业经验，如今，珠海正川的产品已在奔驰、宝马、沃尔沃、日产、丰田、本田和铃木等众多知名汽车品牌上得到了应用，90% 的客户为日资企业，且大多数是一级汽车供应商。

2012 年，珠海正川与有着 50 年历史的日本顶级塑胶电镀产品生产企业——家田理研工业展开了合作，向其在中国的生产基地——江门家田汽车塑件有限公司提供汽车电镀品，为此，该公司采购了专用于制造电镀产品的注塑机，目前其生产车间已有 20 多台用于此类产品的注塑机。

确保生产出优质的电镀装饰件

格栅、侧饰条、防擦条和扰流板，这些奇形怪状的汽车装饰件，在注塑成型后，都要接受电镀处理，以便在组装后，为汽车带来炫目的金属质感效果。

然而，完成此类装饰件的注塑成型却并不容易。其复杂、不规则的形状要求采用容模尺寸较厚的模具，同时，要确保注塑成型过程稳定，不能产生气泡、麻点或熔接痕，否则这些缺陷会在电镀后暴露出来。

“电镀后产品品质的完美与否，是人们衡量汽车档次的标准之一。”珠海正川董事长李隆平先生介绍说，“因此，汽车装饰件对外观质量的要求很高，不允许有任何瑕疵。”为确保生产出优质的电镀装饰件，珠海正川自主研制了大型模具，设计了新的浇口方式，以杜绝产品在制造过程中被油污染的风险。由于对模具型腔表面进行了抛光，使其达到镜面光亮水平，从而保证了制品的表面光洁度。

适应容模量大、注射量小的注塑工艺

2014 年，由于一个本田装饰件项目的生产需求，珠海正川与广东伊之密精密机械股份有限公司（以下简称“伊之密”）展开了合作。

由于产品需要电镀，珠海正川对注塑成型的良品率非常看重。“对电镀品而言，容胶量多了，材料会在炮筒中碳化，导致产品电镀不良。”李隆平先生表示。显然，该公司需要一台容模

珠海正川塑胶制品有限公司生产的电镀装饰件

（转第 34 页）

伴随着电动汽车如宝马 i3 的上市，同时结合其他许多因素，目前大批量地生产 CFRP 汽车部件已成为一种可能。来自克劳斯玛菲的 HP-RTM 工艺（高压树脂传递模塑成型）即为加工商们提高自动化水平以及缩短生产节拍提供了支持。目前，汽车供应商 Fritzmeier 也与克劳斯玛菲开展了充满信任的合作。

文 / 本刊编译（原文来自克劳斯玛菲）

为大批量生产而量身订制

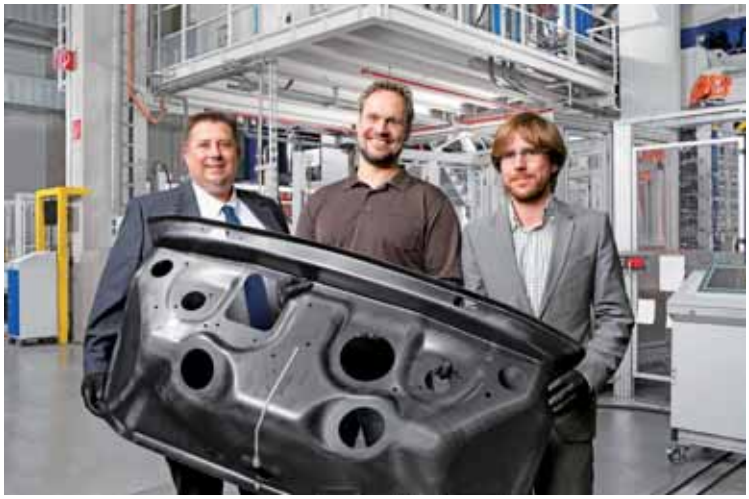
订制客户解决方案

在位于德国巴伐利亚的 Bruckmühl，Fritzmeier 复合材料有限公司（以下简称“Fritzmeier”）正在采用纤维增强复合材料开发生产用于汽车行业的各种顶级部件，其汽车行业的用户包括诸如宝马（特别是宝马 i3 和 Mini）、梅赛德斯奔驰和劳斯莱斯等著名品牌。2014 年，该公司向克劳斯玛菲购买了另一台 HP-RTM 设备，生产用于宝马 i3 车身的部件。“我们对这台新的 HP-RTM 机器设计提出的一个要求是，循环时间要非常短。为满足我们的需求，克劳斯玛菲完美地设计了一个系统的解决方案。”Fritzmeier 公司的开发负责人 Stephan Fraunhofer 如是说。

结果，克劳斯玛菲在一台拥有 4 个混合头的机器设计中，采用了订制的 HP RimStar Compact 混合计量设备。在运行该设备在同时，两台压机也可得到运行。通过采用切换单元，拥有双型腔的两台压机利用单台的 4 组分机器即可运行，这避免了投资另外一台计量系统的需要。

高反应性的环氧树脂系统

对克劳斯玛菲而言，为 Fritzmeier 订制解决方案的另一项挑战是该公司使用的基料，这是高反应性的而且特别具有腐蚀性的环氧树脂系统。从轴向柱塞泵的选择开始（它可将材料移送到混合计量系统中），克劳斯玛菲自有的泵制造能力即为 Fritzmeier 带来了与众不同的优势。“通过自己制造泵，我们能够直接满足客户的要求，令机器更高效地运行。”克劳斯玛菲复合材料及表面技术部门负责人 Erich Fries 说道。自 2010 年以来，克劳斯玛菲一直坚持自己制造这些泵，从而能够针对客户需求做出快速、个性化的响应。



左起：克劳斯玛菲销售 Wolfgang Rö β ler 先生、Fritzmeier 的 CFRP 生产区域管理人员 Florian Kirschner 先生和 Fritzmeier 的开发经理 Stephan Fraunhofer 先生一起，与宝马 i3 的纤维增强部件合影

克劳斯玛菲的 RimStar 系列混合计量系统也为加工快速反应的环氧树脂系统而得到了优化设计，其最大特点是灵活性，以及可提高产品质量并降低废品率。“采用 RimStar 系列的高压注射实现了对快速反应树脂系统的加工，对于纤维增强组分而言，这使得快速填充模具成为可能，从而能够从更短的循环时间中获益。”Fries 解释道。

安装在 Fritzmeier 的这台 RimStar Compact 8/4-8/4 HP-RTM 设备配有 4 个 MK 10 2C RTM 混

合头，这使得树脂和固化剂可以得到完美的预混，而且可按照自清洁原理运行。脱模剂在混合头中得到计量，包括相应的脱模剂工位，构成了高效的混合头系统。对加工温度要求苛刻的材料系统，需要采用 RimStar 高压 RTM 计量设备对其进行精确计量。高压设计确保了这些组分在混合头中能得到彻底混合。

多年的经验和专业知识正在发挥作用

在设计正确的 HP-RTM 系统的过程中，Fritzmeier 受益于 RimStar 系统的技术优势以及克劳斯玛菲多年积累的经验和专业知识。克劳斯玛菲以其超过 65 台 HP-RTM 设备的市场销售量而成为全球的领导者。“我们非常感谢克劳斯玛菲在整个项目开发阶段提供的多年积累的经验和高水平的技术咨询服务。作为这些努力的结果，我们获得了一个订制化的系统解决方案，它为我们带来了明显的竞争优势。”Fritzmeier 的生产负责人 Florian Kirschner 对这一密切合作的成果表示满意。 AI

准备进入批量生产：Fritzmeier 采用克劳斯玛菲的 HP-RTM 机器生产多样化的产品，包括用于宝马 i3 车身的碳纤维增强复合材料部件

（接第 32 页）

量大、注射量小的注塑机。然而，普通的三板式注塑机很难满足这一要求。为此，伊之密为珠海正川提供了一台 1 000 t 的二板式注塑机。

伊之密二板式注塑机产品部总监苏疆先生介绍说：“二板式注塑机直接采用液压驱动，其最大开模行程相比同等机型的三板机大 2/3 左右，而且还可以根据客户需求灵活订制参数更大的二板机。”

为了消除熔接痕，合作双方作出了积极的努力：一方面，珠海正川通过模具热流道时序控制器而对进胶流程作了调整；另一方面，伊之密提高了二板式注塑机的运行稳定性和注射压力。两方面的因素最终完美解决了熔接痕问题。

珠海正川塑胶制品有限公司采用这台伊之密二板式注塑机生产电镀装饰件

李隆平先生说：“伊之密的二板式注塑机在射胶速度、注射压力和控制精度等方面都达到了很高的水平，使我们成型出的产品没有气泡、麻点和熔接痕，满足了我们对良品率的要求。”

拥抱自动化，实现 100% 良品率

如今，伊之密二板式注塑机已在珠海正川运行了 2 年，生产了马自达装饰条、丰田皇冠前格栅和考泰斯水箱等多种产品，很好地满足了珠海正川对良品率和生产效率的要求。作为伊之密二板式注塑机的长期操作者，珠海正川设备工程师郑达评价说：“伊之密二板机的稳定性优于其他品牌，实际容胶时间误差值很小，具备了明显的质量优势。”

基于对良品率的追求，李隆平先生希望，未来的机器能够在运行中发现不良品，并将信息传递给机械手，以便及时将不良品抽出，减少人为误差，保证良品区 100% 的正确性。因此，目前珠海正川已将自动化列入发展规划，希望能与伊之密共同探讨，以全面实现生产的自动化。 AI

一个英国联盟采用热塑性塑料，解决了氢燃料电池驱动的汽车所用高压罐的耐久性、重量和成本问题。

文 / CompositesWorld Peggy Malnati

为燃料电池汽车开发热塑性复合材料压力罐

从目前开始，到 2025 年以前，严格的燃油效率及温室气体排放法规将分阶段地得到实施。为此，全球的大多数汽车制造商都在抓紧研究相应的解决方案——这些汽车 OEMs 正在试图减轻汽车质量以及探索采用替代的动力系统选项。

就替代的动力系统选项而言，最有趣的一种是燃料电池。虽然在广泛应用燃料电池以前，必须清除主要的技术障碍和物流障碍，但燃料电池汽车（简称“FCVs”）的确已进入开发或路试阶段。燃料电池电动力传动系统之所以具有吸引力，是因为只有 H_2 和压缩天然气（简称“CNG”）这两种最常见的燃料，其最终的燃烧产物是水和热量，这意味着零排放汽车（简称“ZEVs”）有望实现。

目前最大的障碍之一是 H_2 燃料的储存。H_2 在工业领域得到安全运输已有几十年，而且几乎能在任何地方进行本地生产，其来源也非常广泛，包括生物质、煤、地热、水电、核电、太阳能、风能、水电解或者甚至是 CNG。这种灵活性很好地契合了“低成本、能源安全和生命周期分析”的理念。但相比传统的液态石油燃料，这种非常轻的气体（比空气轻 14 倍）却拥有 3 倍的“质量比能量密度”以及更小的“体积比能量”。此外，由于氢分子是世界上最小的，导致储存容器的防渗透性成为一个真正受关注的问题，以免燃料泄漏。因此，要在大多数汽车可用的狭小空间中罐装足够的 H_2，以便其能够提供相当于今天的汽油汽车一样的动力——确保每箱燃料能够支持 500 km 的运行里程，这是非常困难的，尤其是要在不增加汽车质量的情况下达到这一目标。虽然已有替代方案，但最实用且成本最低的车载储 H_2 方法是，将 H_2 作为一种工作压力在 20 ~ 70 MPa 的压缩气体，储存在破裂强度必须达到其两倍额定压力的储罐中。

英国的 DuraStor 联盟及随后的 HOST 联盟被动员起来，去寻找一种安全有效的方法，以在高压下储存足够的氢气或天然气，使燃料电池驱动的电动汽车达到的运行里程与传统的液体石油燃料及内燃机提供的里程完全等效，热塑性复合材料已为此提供了一种可行的解决方案。在此显示的是一种得到部分缠绕的碳纤维 / 乙缩醛带材缠绕容器（图片来自 DuraStor 联盟）

储存挑战

今天，已有 4 种类型的压力容器可用于储存 H_2。类型 I（全钢）的容器重而庞大。类型 II（钢或铝内衬，外部缠绕环氧碳纤维）较轻但成本也较高。这两种容器都能达到 30 MPa 的工作压力，并可用于整批运输或在加油站固定储气。与类型 II 相似，类型 III 完全由环氧碳纤维复合材料缠绕而成，更加轻质而昂贵，能够承受更高的工作压力（采用铝内衬时，工作压力可达 82.5 MPa），主要在商用卡车上用于储存 H_2 或 CNG。类型 IV 采用高密度

聚乙烯（HDPE）或橡胶作内衬，外部完全缠绕环氧碳纤维，这种最轻质且最昂贵的储气罐提供了与类型 III 相似的性能。

遗憾的是，某些金属和金属合金具有吸收 H_2 的倾向，从而导致脆化，降低储气罐的耐久性。而且混合材料的储气罐容易在混合材料界面产生疲劳，这会影响使用寿命。此外，环氧树脂是一种热固性的基体材料，这增加了产品生命周期结束后回收利用的复杂性——对于将汽车销往欧盟的汽车制造商而言，这显然是一件令人头痛的事情。总之，可用的储气罐提供的重量 - 成本效益不足，可储存的燃料太少，只能满足适当的运行里程需求，回收利用困难，而且针对在汽车上的大量应用，缺乏足够的耐久性。

制造更好的储气罐

2010 年，一个由多家合作伙伴参与的持续多年的研究项目被确定下来。该项目被命名为“低成本、耐用的热塑性储氢罐”或者“DuraStor”，目的是通过研究对类型 IV 储罐的直接替代来解决这些问题。该项目得到了 Innovate UK（英国威尔特郡斯温登）的部分资助。虽然 DuraStor 项目在 2014 年早些时候就已结束，但一个被称作“氢——储存及运输优化”的英国独有项目（简称“HOST”），随后于 2014 年中期开始接手 DuraStor 后续的研究工作，它得到了英国技术战略委员会的部分资助，并采用了同样的章程，只是参与成员发生了一些变化。据介绍，入选成为这两个项目的成员的条件是，不仅要有技术专长，而且随着研究结果转变成商品，他们愿意并有能力形成一个可行的供应链。

一项市场调研初步形成了压力容器的设计规范。之后，DuraStor 团队转向对材料和工艺进行研究。一项专利性的调查表明，该领域中的大多数知识产权都与热固性复合材料有关。尽管如此，一名对“低成本的热塑性内衬材料的抗渗透性”较为熟悉的团队成员，却说服团队去开发热塑性内衬，因为它们不仅比金属轻，而且加工速度更快，并能够提供更大的抗冲强度。相比热固性材料，其再加工性与回收利用性也更好。此外，热塑性塑料能够重新熔化，从而为内衬与外壳的单独制造，然后再将它们组合成一个整体的罐，以避免“金属 / 复合材料”罐常见的疲劳问题以及有助于回收创造了条件。通过取消除耦合硬件（可被分离开）以外的所有金属，减少或消除了氢脆化及电化腐蚀问题。

“在推进这些项目的过程中，我们与那些对燃料电池技术感兴趣但又对当前储氢罐的长期耐久性缺乏信心的汽车制造商作了许多讨论。”EPL Composite Solutions 公司研发负责人、DuraStor 及 HOST 项目的领导 Matthew Turner 博士解释说，“我们的联盟成员确信，热塑性复合材料能够提供比热固性复合材料更好的耐久性。”

在这一得到完全缠绕的容器上所作的初步试验表明，该容器满足或者超越了所有的要求（图片来自 DuraStor 联盟）

DuraStor 项目评估了聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚苯硫醚和聚甲醛（POM，或乙缩醛）这 3 种半结晶热塑性树脂材料，这些材料由联盟成员、位于美国德克萨斯州达拉斯的塞拉尼斯公司提供，它们在力学性能及抗化学与抗渗透性方面拥有众所公认的良好优势。由于两名团队成员以往的工作，以及在汽车燃料处理部件和低压燃料储存中长期应用的历史，POM 最终被选用。为优化抗渗透性，内衬将完全采用 POM，但外壳必须得到增强以最大程度地提高容器的环向强度和抗爆裂性与抗穿刺性。该团队选用了连续碳纤维而不是无碱玻璃纤维（E-glass），因为前者能够提供更大的强度 / 重量比，而且许多的罐制造商已将其与环氧树脂一起使用。单向带被认为是最实用的纤维形式，它能确保很低的孔隙率而且无干点，这对于抗渗透性是两个关键因素。

在工艺选择上，一开始采用的是中空内衬。因为泄漏是不可接受的，因此该团队想要生产出一个整体的内衬而不是将多个部分连接起来。吹塑成型、铸造和滚塑（旋转模塑）都在考虑之中。由于具有较低的模具成本、较低的成型应力（可减少成型后的翘曲变形）以及能够生产出拥有良好表面质量并可控制壁厚的大型部件，再加上方便燃料流进、流出的螺纹线能够被模塑到耦合硬件中，以及嵌件能够得到应用从而最大程度地减少模后处理，最终选用了滚塑成型。与大多数其他的热塑性成型方式相比，虽然滚塑的成型周期较慢，但组合模

DuraStor 团队设计了一种滚塑成型的乙缩醛内衬（图示的 4 个内衬，每个都拥有气体进 / 出口硬件，它们被安装在容器底部），能与缠绕的乙缩醛 / 碳纤维带材相兼容（图片来自 DuraStor 联盟）

具以及采用旋转台，能够以比其他选项相对低的成本来提高产量。

已为罐制造商们所采用的长丝缠绕技术，将成为外壳制造工艺，但该团队有可能需要修改缠绕头，以处理预浸渍的热塑性带材。

有了材料和工艺，该团队还要同时着手试验项目。一些成员对注塑成型的纯 POM 试样以及真空 / 热压罐固化的 POM/ 碳纤维层压材料做了小型力学测试（依据 ISO 527-3、ISO 178 和 ASTM D3410M）和渗透测试（依据 ISO 5869）。另一个小组设计了内衬、与内衬相耦合的硬件以及滚塑模具。几种内衬设计在 2011 ~ 2013 年期间得到了试验。将每一批次成型的内衬切下，然后对它们做进一步的力学测试和渗透测试。为验证初步试验结果的准确性：采用一种 POM 级别材料以及专为注塑成型而设计的添加剂组合，注塑成型试样，并对该试样进行力学测试和渗透测试；然后，采用一种类似的但不完全一样的 POM 级别以及不同的添加剂组合，滚塑成型试样，并对该试样进行力学测试和渗透测试。通过相互对比，该团队得出结论：配方和工艺上的区别不会对聚合物的行为带来不利影响。

初步结果

2014 年，DuraStor 团队首次对其 2010 ~ 2013 年间的研究作了公开报道，该报道表明，由于内衬的公称壁厚≥ 5 mm，内衬和外壳材料满足或者超越了目前的性能要求。之后，一项针对回收的研究，以及另外做的内衬成型试验和初期的外壳缠绕试验，均获得了一些数据。HOST 团队将利用这些数据来完成一种为 UD 带材而设计的缠绕方式。接下来的研究重点是，通过对内衬与外壳的合并，来生产一种单体容器。其他计划中的项目包括修改长丝缠绕头，以及开发交钥匙的机器人制造单元以便于混合材料容器的制造商们采纳 DuraStor 技术。HOST 联盟将在 H_2 驱动的 FCVs 上继续开展一个真实的示范项目，以验证这两种材料和工艺技术，以及建立一个完全有能力的供应链。

“处在氢经济前沿的许多组织都是拥有有限预算的小型创新体。”Turner 补充道，“这就是为什么我们的机器人制造单元将被设计成适合于订制和原型部件的生产。我们充满了信心——它将推动氢经济的更快发展。” AI

俊钢®高强度塑料，广泛应用于汽车结构件、发动机周边及高端汽车内外饰，如前端模块、油底壳、发动机罩盖、进气歧管、汽车水室等。以塑代钢，实现汽车轻量化。

类 别	牌 号	特 性
增强PA6	A1G6	30%玻纤增强、热稳定性
	A1GM24	10%玻纤增强、20%矿物增强、热稳定性
	A1GX-HR	40%玻纤增强、热稳定性
增强PA66	B1G6-HS	耐热、耐乙二醇
	B1G7-HS	耐热、耐冷冻剂
	B1G7-HR	35%玻纤增强、热稳定性

中广核 CGN | JUNER 俊尔

尼龙工程塑料的技术领先者

网站 微信

中广核俊尔新材料有限公司
地址：温州市高新区高一路60号
传真：0577-86581302
业务电话：0577-56818899

广告

迄今为止，PUR 化合物在复合材料领域的应用极为有限，其在整个复合材料树脂市场中仅占大约 3% 的比重。

Kevin J. Meyer 博士是陶氏化学公司聚氨酯部门的一名副研究员，目前供职于陶氏聚氨酯配方系统业务部门，主要为长丝缠绕和拉挤市场提供应用开发和技术支持。围绕着“如何增加聚氨酯在复合材料领域的应用”这一话题，他发表了自己的真知灼见。

文 / CompositesWorld Kevin Meyer

增加 PUR 在复合材料领域的应用

Kevin J. Meyer 博士是陶氏化学公司聚氨酯部门的一名副研究员

聚氨酯树脂（PURs）是由异氰酸酯和多元醇这两种化学原料反应而成的聚合物。这种加成聚合反应为聚合物化学领域带来了极为复杂且多样化的反应产物。经过 50 多年的发展，PUR 技术呈现出了多样化的终端产品：泡沫、弹性体、涂层、粘合剂、密封胶、纤维和薄膜等。在许多领域中，基础的 PUR 构成允许订制，包括玻璃化转变温度（<25 ℃ ~ >200 ℃）、热性能（线性分子结构到高度交联的结构）和力学性能（从柔性弹性体到硬质热固性材料再到热塑性材料）。但是，迄今为止，PUR 化合物在复合材料领域的应用却极为有限，其在整个复合材料树脂市场中仅占大约 3% 的比重。

然而，针对纤维增强复合材料，PUR 化合物却表现出了天然匹配的属性，因为这种 PU 基体拥有许多优于环氧、聚酯和乙烯基酯等基料的特性。凭借固化后的聚合物结构所具有的高弹性和延伸率，长期以来，基于 PUR 的化学原料一直被认为拥有比其他热固性树脂更大的韧性。由于多元醇主链具有可调整性，因此，为了适应广泛的加工条件以及为了获得理想的最终属性，可以对 PU 配方进行订制。而且，在采用碳纤维增强材料进行拉挤成型的过程中已经发现，PURs 所能提供的纤维 / 基体粘附力要比其他聚酯、乙烯基酯或环氧树脂更大。那么，既然拥有这么多的性能优势，为什么在许多应用中，PUR 未能取代其他的热固性树脂而在复合材料中得到应用呢？

影响 PUR 被广泛采纳的一个主要障碍是，相比其他的热固性化合物，这种混合的 PUR 系统具有高度的反应性，即使是最优化的传统的两组分聚氨酯，其凝胶时间也比相应的环氧树脂快一个数量级。因此，采用 PUR 进行加工是困难的，因为大多数传统的复合材料加工操作，都是围绕拥有更长储罐期的热固性树脂而设计的。此外，两组分系统中的异氰酸酯容易与水（如水分、湿气）发生反应生成 CO_2，从而导致层合结构中出现泡孔。因此，如果将 PUR 用在“为具有更长储罐期的热固性树脂而设计的工艺”中时，就会导致部件的性能变差。

为了在广泛的复合材料应用领域中加速实现 PUR 应用的增长，包括树脂供应商、机器制造商和复合材料制造商在内的整个价值链必须采取更为广泛的合作方式，这种合作的一个很好的例子是聚氨酯已在拉挤成型中得到了应用。

传统的拉挤成型操作是采用一个开式浴槽，以便使纤维被涂布和浸渍上树脂，然后再将得到浸渍的纤维送入一个加热的模头中，从而成型、固化得到最终的产品。这种开式浴槽设计简单，易于使用，而最为重要的是，它能反映出对特定化学材料（酯类或环氧类）的补充需求（或者反映出化学材料的不足）。

然而，对 PUR 的拉挤成型，要求采用一种

封闭的方案来最大程度地减小PUR与环境湿度的相互作用。它包括在线混合、浇注技术（取代开式浴槽）以及有助于纤维得到均匀浸润的一种拉挤模口设计。浇注和浸润技术需要制造商提供额外的工具，以便连接到固化模具的前部。为了尽可能地减小这种工具，黏度极低的树脂已被设计出来，这对于快速而有效地浸润树脂提供了帮助，而不会牺牲最终部件的性能。这种对模具和化学原料同时进行调整利用的措施出现在一家拉挤成型商的工厂中。凭借在调整模具和化学原料方面积累了几十年的拉挤经验，这家拉挤成型商带来了极有价值的技术反馈。今天，闭合的聚氨酯拉挤成型方式最大程度地减少了浪费，消除了VOC排放，同时允许拉挤成型商以比开式浴槽技术更低的拉力运行速度更快的生产线。然而，如果没有那些“拥有不同技术背景和经验”的合作者参与，要做到这些也是不可能的。

显然，像PURs这类的新的化学材料应该得到人们的关注和使用，因为通过对这些新材料的使用，会激励人们重新思考整个价值链的生产流程——只是简单地将一种高反应性树脂用于传统的工艺中，可能不会带来理想的效果。但是，调整工艺条件，使其与具有细微差别的化学原料相互适应，则有可能会极大地缩短循环时间。或者，也可以像上述的拉挤工艺一样，重新设计工艺，从而利用对模具的一次性投入，通过减少或消除浪费而获得明显的收益。总之，要想在技术上迈出很大的一步并不容易，但如果整个价值链的所有组成部分都付出了努力，这种合力带来的成效一定会远远大于单个付出的结果。 AI

客户名称	页码
广东伊之密精密机械股份有限公司	封二
康隆远东私人有限公司	3
恩格尔机械（上海）有限公司	7
恩格尔注塑机械（常州）有限公司	9
埃克森美孚化工（上海）有限公司	15
亨内基机械（上海）有限公司	29
浙江申达机器制造股份有限公司	31
中广核俊尔新材料有限公司	37
赫斯基注塑系统有限公司	封底

弗戈全球营业部

欧 洲

德国Germany：
Vogel Business Media
Tel：+49-9314182988

意大利Italy：
Ferdinando Salaris
Tel：+39-3388285021

瑞士Switzerland：
Vogel Business Media Ag
Tel：+41-44-447227778

法国France：
Def & Communication
Tel：+33-1-47307180

波兰Poland：
Raven Media sp.zo.o.
Tel：+48-71-7823184

匈牙利Hungary：
MediaCity Magyarország Kft.
Tel：+36-1-445302413

土耳其Turkey：
Dünya Super Veb Ofset A.S.
Tel：+90-216-6811805

捷克Czech Republic：
MM publishing s.r.o
Tel：+42-0-267216405

奥地利Austria：
Technik & Medien
Verlagsges.m.b.H.
Tel：+43-1-876 8379 0

荷兰／比利时Netherlands／Belgium／Lux：
S.I.P.A.S
Tel：+31-299671 - 303

英国United Kingdom：
Vogel Europublishing Inc.,
Tel: +44 800 3101 704

北 美

美国USA：
Gardner Publications, Inc.
Travis Egan
Tel: 001/5135278800

亚 洲

日本Japan：
Japan Advertising Communications, Inc.
Tel: 81-3-3261-4591

韩国Korea：
Jes Media, Inc.
Tel. 82-2-481-3411/3

中国台湾Taiwan China：
S&H Media Corporation
Tel: +886-4-22365386

Vogel 弗戈工业媒体

AUTOMOBIL INDUSTRIE
AI 汽车制造业

主管单位：中国机械工业联合会
主办单位：机械工业信息研究院
（http://www.cmpbook.com http://weibo.com/cmp1952）
出版单位：《汽车制造业》编辑部

国际顾问：Wilhelm Mißler
社　　长：肖　捷
总　　编：张忠军
执行主编：孙　洁
本期责任编辑：孙　洁
发行经理：卢艳萍
设计经理：夏玉良
美术编辑：李长松

读者服务电话：+86-10-63326083
国际标准连续出版物号：ISSN 1673-9698
国内统一连续出版物号：CN 11-5557/TH
出版周期：季刊
发行范围：国内外公开发行
广告经营许可证：京西工商广字0022号
国内定价：50元／本（含邮费）
承印：北京卡乐富印刷有限公司

广告总代理：北京机工弗戈传媒广告有限公司
地址(Add)：北京市西城区白云路1号11层 （100045）
电话(Tel)：+86-10-63326093转283
传真(Fax)：+86-10-63326099
电子信箱(E-mail): plastics@vogel.com.cn
网址(Web site): http://www.vogel.com.cn
http://pt.vogel.com.cn
上海联络处：
电话(Tel)：+86-021-64753225
传真(Fax)：+86-021-64847477
地址(Add)：上海市闵行区园文路28号金源中心1612室（201199）
苏州联络处：
电话(Tel)：+86-512-68635870
传真(Fax)：+86-512-87671970
地址(Add)：江苏省苏州市彩香路5号汇通大厦2-204（215004）
广州联络处：
电话(Tel)：+86-20-82522363
传真(Fax)：+86-20-82522393
地址(Add)：广州市天河区大观路新塘大街28号祺禾商贸园B栋2206室（510660）

AI《汽车制造业》的海外信息由机械工业信息研究院通过版权许可方式编译德国弗戈专业媒体有限公司的杂志Automobil Industrie。International Editorial of AI China is licensed from Automobil Industrie.

版权声明：本刊稿件版权所有，未经允许，不得转载。如无事先特殊说明，作者投稿即视为同时授权我刊纸介刊物及其网站以相应版权。

automechanika
SHANGHAI

上海国际汽车零配件、维修检测诊断设备及汽车用品博览会

2016年11月30日-12月3日
30.Nov~3.DEC 2016

国家会展中心（上海）
NECC（Shanghai）

汽车制造装备技术展区 招募中.....

展商**5300**余家，每年**8%**增长
全球买家及专业观众**100000**名
展会同期活动**50**场

汽车产业链的盛会，怎能缺席？

汽车制造技术展区专题微信

汽车制造技术展区专题网站

更多详细资料请与我们联系：

上海 | 唐文艳
电话：021-64753225*227
手机：13818043755

北京 | 付凤英
电话：010-63326090*395
手机：13522649891

广州 | 赵贺丽
电话：020-82522393
手机：13922411786

苏州 | 胡伟
电话：0512-68635870
手机：18662595387

参观索票：乔琳 电话：010-63326090*367 手机：13621024650

主办单位： CNAICO 中汽国际 messe frankfurt Vogel Business Media 弗戈工业媒体

广告

新型 UNIFY™ 分流板系统

无需组装

从板条箱中取出，放入模具即可快速投入生产。

凭借赫斯基在热流道领域的多年创新经验，我们打造的此款新型 UNIFY™ 预安装分流板系统实现了热流道分流板的轻松简易安装，一步即可将热流道分流板安装到模具之中，无需对系统进行预热。UNIFY™ 分流板预先连接和安装了气动阀门执行机构，使您可轻松、快速将其安装到模具之中，本产品具备简易、快速且高可靠性的特点，能保证模具可尽快投入生产。

www.husky.co/UNIFY >

HUSKY®

广告