



有机过氧化物在聚合物改性中的创新指南

—

Nouryon

诺力昂 创造日常必需品

诺力昂是您可持续未来的合作伙伴，为您提供重要解决方案

诺力昂是全球专业化学品的领导者。全球各行各业都依靠其必需品解决方案来生产日常所需，如个人护理用品、清洁用品、涂料、建筑材料、农产品、食品和药品等。凭借我们近400年的悠久历史，全球8200多名员工的敬业精神，以及对客户、业务增长、安全、可持续性和创新的共同承诺，诺力昂始终保持着强韧的财务业绩。诺力昂的业务遍布全球80多个国家，旗下拥有众多行业领先的产品品牌。

依托悠久的经营底蕴，我们积累了丰富的专业知识，与各方建立了良好的长期合作关系，并成为业内表现最优秀的公司之一。如今，我们已经成为独立的Nouryon诺力昂公司，能够更好地集中工作重点，成为全球特种化学品行业的佼佼者。

诺力昂奉行负责任的经营理念，认真承担组织应尽的每一份义务 - 关爱地球、客户和我们自己的员工。我们深信，唯一的发展途径就是开发可持续、创新的解决方案，让客户从中受益，同时不断探索降低环境影响的方法。

在我们的聚合物特种化学品业务中，我们为全球聚合物和电子行业生产日常必需品。我们是世界领先的有机过氧化物、烷基金属、有机金属特种化学品和聚合物添加剂生产商之一，这些都是热塑性塑料、复合材料和橡胶工业的基本原料。我们以拥有世界一流的产品而闻名，旗下品牌包括 Trigonox[®]、Perkadox[®] 和 Laurox[®]。

作为一家创新型公司，我们最近推出了新的引发剂，其选择性和HSE性能得到了改善，其中包括Trigonox[®] 421和Trigonox[®] 301等产品。

全球服务网络

我们的生产基地和配销中心遍布世界各地。无论您身处何地，我们的全球分销网络都可以为您提供我们的产品。这就是我们能确保安全供应和高质量产品的关键。

我们所有的工厂都通过了ISO9001和ISO 14001认证，以确保最高的产品质量并严格遵守环境环保法规。此外，我们还不断在制造技术、高品质标准、安全、创新、有效的技术支持和可靠的供应链方面增加投入。



我们独特的塑料回收系列产品组合

以可持续性驱动战略为基础。我们为实现聚合物循环提供基本原料。



致力于开创可持续发展的未来

我们将与客户、供应商、员工通力合作，创造新颖的解决方案，推动进步，让大家生活的当下和未来安全且可持续。

我们的“对可持续发展的未来的承诺”基于三大支柱：

| | | |
|--|--|--|
|  |  |  |
| 改进 | 成长 | 参与 |
| 改进我们的安全和环保绩效 | 通过创新打造可持续解决方案，使客户更具可持续性 | 与客户、供应商、员工和社会共同参与，推动进步 |
| <p>关键的可持续发展目标：</p>  | <p>关键的可持续发展目标：</p>  | <p>关键的可持续发展目标：</p>  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  | |

我们为改进环保绩效不懈努力，包括设定了几个宏伟的目标：

| | |
|--------------------------|------------------------------|
| 安全目标：零伤害、零浪费、零损害 | |
| 2025 | |
| 减少 25% 的碳排放 ⁶ | 70% 低碳能源 ⁷ |
| 2030 | |
| 碳中和 | 减少 10% 的用水和废物生成 ⁸ |
| 2050 | |
| 净零碳排放 | |

⁶ 包括我们在运营中（类别 1）和所购买能源的使用中（类别 2）产生的碳排放

⁷ 根据我们全球制造工厂报告的低碳能源（生物质能、可再生能源和核能）与化石能源的比例

⁸ 以每吨产品为基础测量强度

⁹ 反映了注重可持续性的创新所占的百分比



我们的创新产品可实现聚合物改性

我们是聚合物、橡胶和树脂行业有机过氧化物生产的全球领导者。全球市场依赖我们的基本化学、全球生产足迹和安全专业知识来实现聚合物的生命周期。

我们对可持续发展的坚定承诺与我们独特的反应化学相结合，推动诺力昂开发聚合物行业的基本成分。有机过氧化物是由温度激活的反应性分子。它们在挤出过程中分解产生负责聚合物改性的自由基。

我们的产品 Trigonox® 和 Perkadox® 使聚合物行业能够扩大聚烯烃的应用范围。

聚合物的机械性能可以通过选择合适的反应性过氧化物来调节。Trigonox® 和 Perkadox® 可用于降低分子量并提高熔体流动指数 (MFI)，或提高分子量并降低 MFI，从而产生熔体强度增强的聚合物。

改性聚丙烯的应用范围从用于卫生产品和一次性医疗防护装备的纤维到食品包装和汽车。

| 增加MFI并降低粘度 (CR-PP) |
|-------------------------|
| Trigonox® 101 |
| Trigonox® 301 |
| Trigonox® 501-CS40 |
| 降低 MFI 并提高熔体强度 (HMS-PP) |
| Perkadox® 24L |
| Perkadox® PM-60ST-GR |
| 生物可降解聚合物的改性 (HMS-PLA) |
| Trigonox® 301 |
| Trigonox® 501-CS40 |



可控流变聚丙烯 (CR-PP)

达到目标 MFI 并提供一致的产品质量。

我们的产品 Trigonox® 和 Perkadox® 可以扩大聚丙烯 (PP) 的应用范围。

聚丙烯的一个重要缺点是其极高的熔体弹性会导致高速设备的加工问题。可控流变聚丙烯 (CR-PP) 的生产通过缩小原生聚丙烯通常较宽的分子量分布来降低熔体弹性。

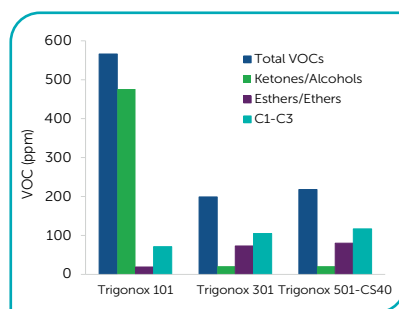
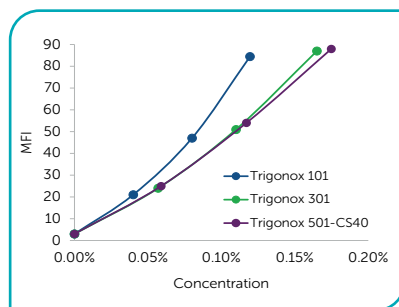
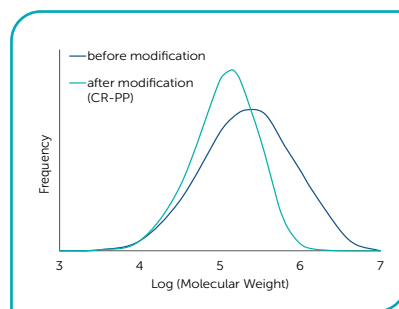
我们的产品可用于降低分子量、提高熔体流动指数 (MFI) 以及缩小分子量分布，这对于实现特定应用（例如纤维生产）非常重要。

此外，有机过氧化物用于在反应后（挤出过程中）快速生产额外的 PP 牌号，从而带来以下主要优势：

- 聚合过程中无需调整工艺条件/催化剂体系
- 催化剂切换期间不合格材料的量很少

Trigonox® 101、Trigonox® 301 和 Trigonox® 501-CS40 是控制聚丙烯流变性能的首选有机过氧化物。

在同等重量的基础上，Trigonox® 101 的效果稍好一些。然而，与 Trigonox® 101 相比，Trigonox® 301 和 Trigonox® 501-CS40 产生的 VOC 水平较低。使用 Trigonox® 301 和 Trigonox® 501-CS40 时，不存在叔丁醇 (TBA) 和丙酮以及芳香族化合物。Trigonox® 301 和 Trigonox® 501-CS40 已获得 FDA 和 BfR 食品接触批准。它们适用于食品包装、卫生用品和汽车内饰。



| 改进 | 第一代 Trigonox 101 | 第二代 Trigonox 301 | 第三代 Trigonox 501-CS40 |
|------------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 残留挥发性有机化合物 | • | • | • |
| PP的气味和气味 | • | • | • |
| FDA 批准 | • | • | • |
| 运输分类 | • | • | • |
| 存储要求 | • | • | • |



高熔体强度聚丙烯 (HMS-PP)

引入长链支化并提高机械性能。

聚丙烯 (PP) 是一种线性聚合物，熔体强度低，应变硬化有限，高应变速率下加工性差。

高熔体强度

聚丙烯不太适合需要高熔体强度 (HMS) 的应用，例如发泡（加工窗口窄、泡孔尺寸不均匀）、吹塑成型（缺乏应变硬化）、热成型（板材下垂、变薄、针孔）和挤出涂层（熔体共振、高颈缩）。

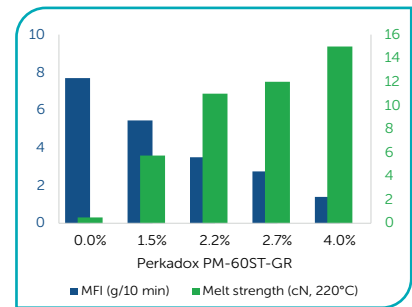
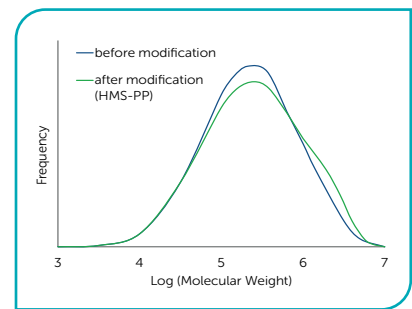
我们的过氧化物 Perkadox® 24L 和 Perkadox® PM-60ST-GR 用于增加分子量并降低 MFI，从而产生具有增强熔体强度的聚合物或 HMS-PP。

长支链的引入提高了PP的机械性能，如冲击强度、弯曲强度和拉伸强度。

Perkadox® 24L 是一种有效提高聚丙烯熔体强度的过氧化物。它的反应性很强；改性反应在相对较低的温度下开始。因此，建议仅将其与聚丙烯粉末一起使用。

Perkadox® 24L 经 FDA 批准可用于 PP 食品接触应用。

Perkadox® PM-60ST-GR 适用于PP颗粒的改性。这是因为 Perkadox® PM-60ST-GR 具有相对较高的热稳定性，允许 PP 在反应开始之前在挤出机中熔化。Perkadox® PM-60ST-GR 未获批准用于食品接触应用。



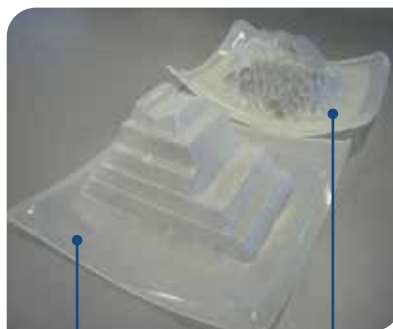
| | Perkadox 24 | Perkadox PM |
|-------|-------------|-------------|
| PP类型 | 粉末 | 颗粒、片状 |
| (%)反应 | 0.5 - 2.0 | 0.5 - 2.0 |
| 添加量 | 氮气 | 氮气或空气 |
| 食品接触 | FDA 批准 | 未获批准 |

发泡



商业的 HMS-PP 用 Perkadox® 24 改性后的 HMS-PP

热成型



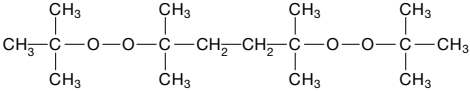
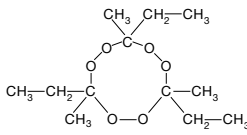
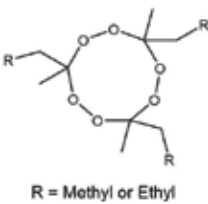
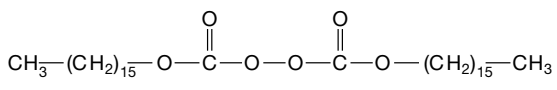
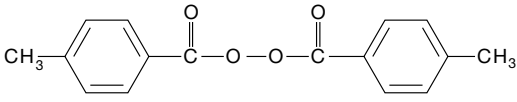
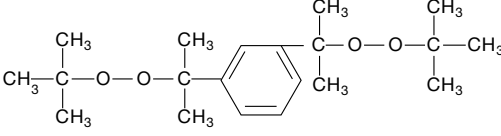
用 Perkadox® 24 改性后的 HMS-PP 空白 PP

吹塑成型



HDPE 桶 用 Perkadox® 24 改性后的 HMS-PP

我们的产品

| 商品名称 | 化学名称[CAS 编号] | 一般指标 | | |
|---------------------|--|-------|--------|--------|
| | | 分子量 | 含量 (%) | 活性氧(%) |
| | 2,5-二甲基-2,5-双(叔丁过氧基)己烷 [78-63-7] | 290.4 | | 11.02 |
| TRIGONOX 101 |  | | 92 | 10.14 |
| TRIGONOX 101-20PP | | | 20 | 2.20 |
| TRIGONOX 101-E70 | | | 70 | 7.71 |
| | 3,6,9-三乙基-3,6,9-三甲基-1,4,7-三过氧化壬烷 [24748-23-0] | 264.3 | | 18.16 |
| TRIGONOX 301 |  | | 41 | 7.45 |
| TRIGONOX 301-20PP | | | 8 | 1.45 |
| | 1,2,4,5,7,8-己酮, 3,6,9-三甲基-3,6,9-三(ET和PR)衍生物 [1613243-54-1] | | | 17.8 |
| TRIGONOX 501-CS40 |  <p>R = Methyl or Ethyl</p> | | 40 | 7.14 |
| TRIGONOX 501-CS30 | | | 30 | 5.33 |
| | 过氧化二(十六烷基)二碳酸酯 [26322-14-5] | 570.9 | | 2.80 |
| PERKADOX 24L |  | | 91 | 2.55 |
| PERKADOX 24-FL | | | 94.5 | 2.65 |
| | 过氧化二(4-甲基苯甲酰) [895-85-2] | 270.3 | | 5.91 |
| PERKADOX PM-60ST-GR |  | | 60 | 3.35 |
| | | | | |
| | 二(叔丁基过氧化异丙基)苯 [25155-25-3; 2212-81-9] | 338.5 | | 9.45 |
| PERKADOX 14S-FL |  | | 96 | 9.08 |
| PERKADOX 14-40B-PD | | | 40 | 3.8 |
| PERKADOX 14-EP40 | | | 40 | 3.8 |

* 用于陆地和海上运输，归类为 C 型有机过氧化物； UN 3103 航空运输

** 归类为易燃固体； 4.1 级； 联合国1325

| 物理形态 | 储存温度 | | 动力学数据 T (°C) FOR T1/2 | | | | 安全数据 | | | | | 标准包装类型 | |
|-----------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------|------|----------|-----------------------------|--------------|-------------------------|------------------------|----------------|----------|---------------|
| | T _s max. (°C) | T _s min. (°C) | 0.1 h | 1.0 h | 10 h | A (1/s) | E _a (kJ/mole) | SADT (°C) | T _{em} (°C) | T _c (°C) | 联合国 国编 号 | 危险分 类 | 见11页 |
| | | | 156 | 134 | 115 | 1.68E+16 | 155.49 | | | | | | |
| 液体 | 40 | 10 | | | | | | 80 | | | 3103 | C | 高密度聚乙烯罐/高 |
| 珠粒; 聚丙烯载体 | 30 | | | | | | | 70 | | | 3108 | G | 硬纸箱 |
| 矿物油溶液 | 40 | 5 | | | | | | 75 | | | 3109 | F | 高密度聚乙烯罐 / IBC |
| | | | 170 | 146 | 125 | 1.02E+15 | 150.23 | | | | | | |
| 异链烷烃溶液 | 40 | 10 | | | | | | 110 | | | 3105 | D | 高密度聚乙烯罐 |
| 珠粒; 聚丙烯载体 | 40 | | | | | | | 90 | | | 3110 | F | 硬纸箱 |
| | | | 170 | 146 | 125 | 1.09E+15 | 150.60 | | | | | | |
| 液体 | 40 | -25 | | | | | | 110 | | | 3105 | D | 高密度聚乙烯罐 |
| 液体 | 40 | -30 | | | | | | 110 | | | 3109* | F | 高密度聚乙烯罐 |
| | | | 84 | 65 | 48 | 3.02E+15 | 124.30 | | | | | | |
| 粉末 | 20 | | | | | | | 40 | 35 | 30 | 3120 | F | 硬纸箱 |
| 片状 | 20 | | | | | | | 40 | 35 | 30 | 3120 | F | 硬纸箱 |
| | | | 110 | 88 | 70 | 5.11E+15 | 134.4 | | | | | | |
| 颗粒 | 30 | | | | | | | 80 | 30 | 5 | 3110 | F | 硬纸箱 |
| | | | 156 | 134 | 114 | 7.65E+15 | 152.69 | | | | | | |
| 片状 | 20 | | | | | | | 80 | | | 3106 | D | 硬纸箱 |
| 粉末 | 30 | | | | | | | 80 | | | 1325 | ** | 硬纸箱 |
| 颗粒 | 30 | | | | | | | 80 | | | 1325 | ** | 硬纸箱 |

生物可降解聚合物的改性

通过引入长链支化提高熔体强度。

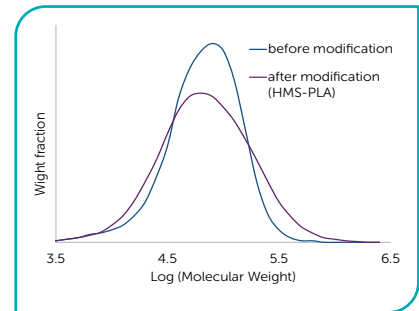
聚乳酸 (PLA) 是一种可生物降解且可再生的热塑性聚酯。PLA 存在一些限制，影响其加工窗口及其应用范围：

- 聚合物链呈线性，导致熔体弹性和冲击强度较低
- 结晶性，热变形温度相对较低

PLA 的分子量分布可以通过使用 Trigonox® 101、Trigonox® 301 和 Trigonox® 501-CS40 等有机过氧化物进行改性来拓宽，特别是观察到高分子量尾部的形成。用 Trigonox® 301 (和 Trigonox® 501-CS40) 改性的 PLA 完全可溶（未观察到凝胶形成）。

我们的过氧化物可以诱导其他生物聚合物（除 PLA 之外）的长链支化，例如聚 3-羟基戊酸酯 (PHV) 和聚 4-羟基丁酸酯 (P4HB) 等。

随着长链支化的引入和熔体强度的提高，PLA 和其他生物聚合物可以成功地用于吹膜、挤出涂覆和发泡等应用。



其他应用

聚乙烯的改性

最近，LDPE 生产工艺已转向管式反应器，因为其运营成本较低。管式法 LDPE 由于分子量分布窄且长链支化度低，不太适合挤出涂覆等应用。使用有机过氧化物（例如 Trigonox® 301 或 Trigonox® 501-CS40）进行后反应器反应挤出可引入长链支化，从而提高熔体强度并使管式法 LDPE 适合挤出涂层应用。

在聚烯烃上接枝马来酸酐

通常需要用马来酸酐对烯烃聚合物（即 PE 和 PP）进行改性，以提高对金属、矿物填料、玻璃纤维或其他聚合物（如尼龙）的粘合力。改性大多在溶液中或在聚合物熔体中通过使用有机过氧化物的自由基接枝反应进行。Perkadox® 14 和 Trigonox® 101 可用于将马来酸酐接枝到 LDPE、EPDM 和 PP。

聚烯烃的回收

Trigonox® 501-CS40 和 Perkadox® PM-60ST-GR 等有机过氧化物用于聚烯烃的先进机械回收，以提高回收物的机械性能和回收性能。它们使回收行业能够满足质量和回收成分方面日益严格的市场需求，利用可用原料生产更多回收品级，并扩大回收聚烯烃的应用范围。它们允许 100% 回收成分声明并实现再回收利用。请查看我们的聚合物回收手册以了解更多信息。

安全 是我们的首要任务



在有机过氧化物的安全性上，诺力昂是全球公认的领导者。我们在安全处理有机过氧化物上所获得的成功有目共睹，这关键在于我们对发展和维持高安全标准上所做的长期承诺。安全将始终作为我们的首要任务。

分享安全方面的经验是我们为您提供的最重要的资源之一。我们就产品的安全应用和处置提供专家意见，并有一系列的安全服务方案，比如：

- 课堂讲解有机过氧化物的安全性和处理
- 在储存和加料设备的设计上提供咨询
- 现场示范安全使用，操作和控制有机过氧化物

我们在荷兰德温特的安全研究实验室积极参与到研发中以确保产品开发和生产过程中的安全。为了让制造、处理和运输危险产品这一系列过程处在一个高标准的安全水准下，我们不断进行着研究。

一般来说，有机过氧化物是热不稳定化合物，在相对低温的条件下就会分解。但是，只要有恰当的操作技术知识，精心设计的设施和经过全面培训的操作人员，我们就能避免危险的发生。只要有专业人员的仔细操作，就可以安全地使用有机过氧化物。

贮藏温度

SADT: 自加速分解温度

自加速分解温度是一个产品在一定的包装中，进行运输时发生自动加速分解(失控)的最低温度。运输温度是根据联合国危险货物运输专家委员会所制定的自加速分解温度而设定的。

Ts max.

最高贮藏温度(Ts max.): 是我们建议的最高存储温度，在该温度条件下产品稳定，且产品质量损失最小。

Ts min.

最低贮藏温度 (Ts min.): 低于该温度时，产品可能会出现分层、结晶或凝固现象。为了保证产品质量和出于安全考虑，我们建议产品的储存温度在最低储存温度以上。

Tem: 紧急温度

紧急温度由自加速分解温度推导得出，是必须执行紧急操作程序时的温度。

Tc: 控制温度

控制温度也由自加速分解温度推导得出，是产品安全运输的最高温度。如果自加速分解温度超过50°C时，对控制温度就没有要求。

无论是紧急温度还是控制温度，都与产品安全和质量有关。为了保持产品的质量，请遵守建议的贮存温度(Ts)。

联合国编号

根据联合国危险货物运输专家委员会关于危险品运输建议中的分类原则，对所有可以进行运输的产品分配了一个类目编号。

热稳定性综述



联系我们

有关产品咨询和订购信息，请联系您的诺力昂客户经理或诺力昂地区销售办事处。

诺力昂聚合物特种化学品中国总部
上海市徐汇区古美路1520号漕河泾中心A幢2501室和26楼, 200233
电话 +86 21 2289 1000
传真 +86 21 2220 5558
网址 www.nouryon.com
邮箱 polymer.apac@nouryon.com
微信公众号: Nouryon_PC



补充信息

如需获取我们聚合引发剂的产品数据表 (PDS) 和安全数据表 (SDS)，请访问 nouryon.com

如需了解我们的防污剂和二级助悬剂，请联系我们。我们还可以应客户请求提供有关产品使用、安全处理和存储的详细手册。

我们出于善意提供所有关于本产品的信息和/或处理与使用建议，并相信这些信息为可靠信息。但是，诺力昂不保证此类信息和/或建议的准确性和/或充分性，不保证用于任何特定用途的产品适销性或适用性，也不保证任何使用建议不会侵犯任何专利权。诺力昂对于因使用或参考本信息或使用本产品（或产品性能）而产生的任何问题，不承担任何责任。任何所述信息均不得解读为授予任何专利许可或延长许可期限。客户必须通过测试或其他手段提前自行判断产品是否适用于其所需的用途。此处的信息取代此前发布之所有与本主题相关信息。只有在确保本文件（包括所有页眉、页脚）完整、未被修改，且不会发生未经授权的滥用前提下，客户才能转发、散播和/或复印本文件。不得将本文件复制粘贴到任何网站上。

Perkadox 和 Trigonox 是 Nouryon Functional Chemicals B.V. 或其子公司在一个或多个地区的注册商标。

© 四月 2024

Nouryon