

# 新发现

利用环境友好型Solstice® Enhance溶剂  
探索个人护理产品新边界

---

Solstice® Enhance

---

Honeywell

# SOLSTICE® ENHANCE

## 在个人护理产品中的应用

是时候来表明我们保护地球且不牺牲产品性能的全新态度了。Solstice® Enhance[HFO-1233zd(E)]是一种突破性的溶剂和载液，非常适合面部、身体、头发和防晒护理产品，为满足客户的个性化需求开辟崭新的空间。

Solstice® Enhance采用我们的下一代氢氟烯烃 (HFO) 技术来降低气候变化影响。作为一种全球变暖潜值 (GWP) 仅为1的环保型<sup>1</sup>溶剂，它可用作多功能成分来替代氢氟烃 (HFC)、碳氢化合物、醇类、薄荷醇、环状有机硅等成分，不仅让您的产品领先于日新月异的环境法规，而且还能带来非凡的配方开发优势，例如：

- **不可燃** (ASTM E-681, EU A11)：替代可燃溶剂或有助于降低产品配方的可燃性<sup>2</sup>
- 实现无刺激性的即时冷却、**快速干燥**、独特的发泡效果和全新质感

- 与Solstice®**推进剂**和其他成分配合使用，以创建新颖的配方
- 可替代环戊硅氧烷 (D5) 等在欧洲受管制的环状有机硅，还能与天然油和其他化妆品油混合，**适用于各种配方**
- **可溶解**各种个人护理配料
- 改善表面润湿和**扩散**性能
- 其他环境友好优势：
- **超低GWP值 ( $\leq 1$ )**：相比于氢氟碳化物 (HFC)，二氧化碳排放当量减少99.9%

### - 不破坏臭氧层

- 被美国环境保护署 (EPA) 列为**VOC豁免材料**，正在申请加州空气资源委员会 (CARB) VOC-豁免认证
- 烟雾生成微乎其微

本手册提供了Solstice® Enhance的相关技术信息，包括其物理特性、环境属性、暴露指南和其他重要特性。请注意所列信息只包括了用户在评估候选成分时必须考虑到的部分特性。

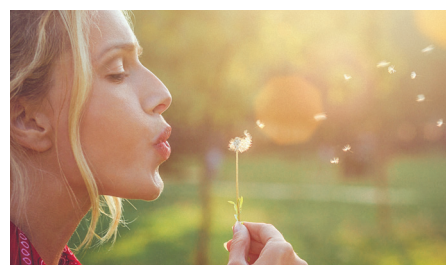


表1. 物理特性一览表

| 属性                          | 值                                          |
|-----------------------------|--------------------------------------------|
| 化学品系列                       | HFO -1233zd(E)、1233zd(E) 和反式-1233zd        |
| 国际化妆品原料命名 (INCI)            | 1-氯-3,3,3-三氟丙烯                             |
| 分子式                         | 反式1-氯-3,3,3-三氟丙烯反式CF <sub>3</sub> -CH=CClH |
| 分子量                         | 130.5 g/mol                                |
| 外观                          | 无色                                         |
| 沸点                          | 19°C (66°F)                                |
| 沸腾时的汽化热                     | 192 kJ/kg (82.5 BTU/lb)                    |
| 凝固点                         | -107°C (-161°F)                            |
| 蒸汽压力 @25°C (77°F)           | 0.30 barg (4.11 psig)                      |
| 液体密度 @25°C (77°F)           | 1.26 g/ml (78.8 lb/ft³)                    |
| 表面张力 @25°C (77°F)           | 12.7 dyne/cm                               |
| 溶剂中水的溶解度 @ 25°C (77°F)      | 460 ppm                                    |
| 汉森溶解度参数                     |                                            |
| - 分散                        | 15.5                                       |
| - 氢键                        | 2.2                                        |
| - 极性                        | 4.8                                        |
| Kb (贝壳松脂丁醇) 值               | 25                                         |
| 稳定的pH范围 <sup>3</sup> (评估范围) | 3.5 – 11.7                                 |

图1. 蒸汽压与温度的关系 (英制单位)

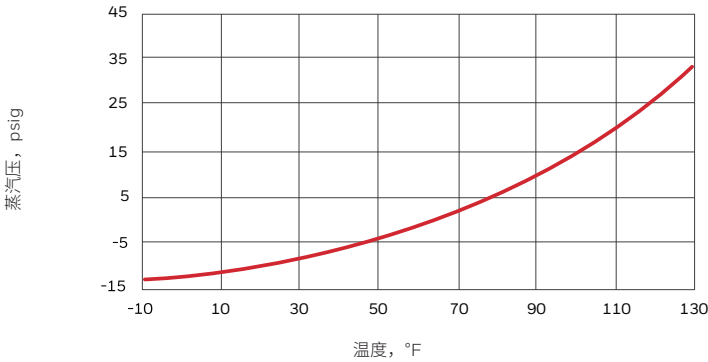


图2. 蒸汽压与温度的关系 (SI单位)

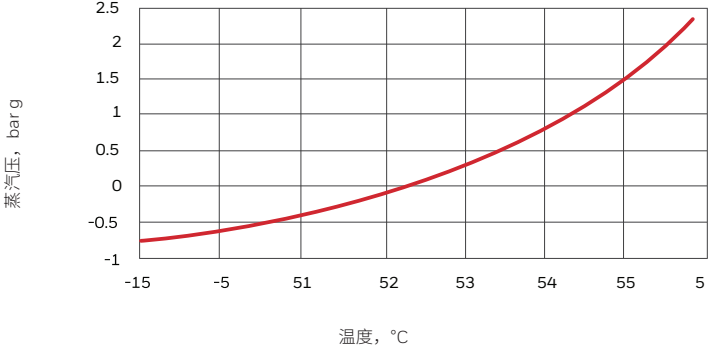


表2. 蒸汽压和液体密度 (英制单位)

| °F | PSIG  | LB/FT <sup>3</sup> | °F  | PSIG | LB/FT <sup>3</sup> | °F  | PSIG | LB/FT <sup>3</sup> |
|----|-------|--------------------|-----|------|--------------------|-----|------|--------------------|
| 0  | -11.7 | 85.0               | 45  | -5.2 | 81.5               | 90  | 9.5  | 77.7               |
| 5  | -11.3 | 84.6               | 50  | -4.1 | 81.1               | 95  | 11.9 | 77.3               |
| 10 | -10.9 | 84.2               | 55  | -2.8 | 80.6               | 100 | 14.4 | 76.9               |
| 15 | -10.2 | 83.8               | 60  | -1.5 | 80.2               | 105 | 17.1 | 76.4               |
| 20 | -9.6  | 83.4               | 66* | 0.0  | 79.8               | 110 | 20.0 | 76.0               |
| 25 | -8.9  | 83.0               | 70  | 1.6  | 79.4               | 115 | 23.1 | 75.5               |
| 30 | -8.1  | 82.6               | 75  | 3.4  | 79.0               | 120 | 26.5 | 75.1               |
| 35 | -7.2  | 82.2               | 80  | 5.3  | 78.6               | 125 | 30.0 | 74.6               |
| 40 | -6.3  | 81.9               | 85  | 7.3  | 78.2               | 130 | 33.8 | 74.2               |

\* Solstice® Enhance的沸点。

表3. 蒸汽压和液体密度 (SI单位)

| °C  | BARG  | KG/M <sup>3</sup> | °C  | BARG  | KG/M <sup>3</sup> | °C | BARG | KG/M <sup>3</sup> |
|-----|-------|-------------------|-----|-------|-------------------|----|------|-------------------|
| -15 | -0.77 | 1360              | 9   | -0.30 | 1301              | 33 | 0.71 | 1240              |
| -12 | -0.73 | 1350              | 12  | -0.21 | 1290              | 36 | 0.89 | 1240              |
| -9  | -0.68 | 1340              | 15  | -0.11 | 1290              | 39 | 1.09 | 1230              |
| -6  | -0.64 | 1340              | 19* | 0.00  | 1280              | 42 | 1.30 | 1220              |
| -3  | -0.58 | 1330              | 21  | 0.12  | 1270              | 45 | 1.52 | 1210              |
| 0   | -0.52 | 1320              | 24  | 0.25  | 1270              | 48 | 1.76 | 1210              |
| 3   | -0.45 | 1320              | 27  | 0.39  | 1260              | 51 | 2.02 | 1200              |
| 6   | -0.38 | 1310              | 30  | 0.55  | 1250              | 54 | 2.30 | 1190              |

\* Solstice® Enhance的沸点。



**借助SOLSTICE® ENHANCE获得  
配方灵活性**

Solstice® Enhance可与卤化溶剂、碳氢化合物溶剂、醇类、酮类和常用推进剂完全混溶。凭借在各种个人护理配料中提供出色的溶解性，Solstice® Enhance可提供独特的配方灵活性和宽容度（表4）。冷却凝胶、干洗香波、冷却雾化喷雾剂和自发泡清洁剂只是正在开发的创新配方部分实例。

表4. Solstice® Enhance中的成分溶解度<sup>4</sup>

| 质子溶剂        | 50% | 25% | 10% | 酯               | 50% | 25% | 10% |
|-------------|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|
| 乙醇          | Y   | Y   | Y   | C12-14苯甲酸烷基酯    | Y   | Y   | Y   |
| 甘油          | N   | N   | N   | 新戊二醇二庚酸酯        | Y   | Y   | Y   |
| 1,3-丁二醇     | N   | N   | N   | 三（辛基十二烷醇）柠檬酸酯   | Y   | Y   | Y   |
| 丙二醇（Zemea）  | N   | N   | N   | 甘油聚醚-7 三甲醚      | N   | N   | Y   |
| 苯氧乙醇        | Y   | Y   | Y   | 三异十六烷基柠檬酸盐      | Y   | Y   | Y   |
| <b>醚/聚醚</b> |     |     |     | 羟基硬脂酸辛酯         | Y   | Y   | Y   |
| 二甲基异山梨醇     | Y   | Y   | Y   | 己二酸二异丙酯         | Y   | Y   | Y   |
| 二乙二醇乙醚      | Y   | Y   | Y   | 棕榈酸辛酯           | Y   | Y   | Y   |
| 聚山梨醇酯20     | Y   | Y   | Y   | <b>碳氢化合物</b>    |     |     |     |
| 四聚乙二醇单月桂醚   | Y   | Y   | Y   | 2-甲基十一烷         | Y   | Y   | Y   |
| <b>防晒剂</b>  |     |     |     | 氢化聚异丁烯          | Y   | Y   | Y   |
| 对甲氧基肉桂酸辛酯   | Y   | Y   | Y   | 角鲨烷             | Y   | Y   | Y   |
| 辛水杨酯        | Y   | Y   | Y   | <b>有机硅</b>      |     |     |     |
| 奥克立林        | Y   | Y   | Y   | 二甲基硅油（350 cks）  | Y   | Y   | Y   |
| 原膜散酯        | Y   | Y   | Y   | 二甲基硅油（0.65 cks） | Y   | Y   | Y   |
| <b>甘油三酯</b> |     |     |     | 环戊硅氧烷（DC 345）   | Y   | Y   | Y   |
| 辛酸/癸酸甘油三酯   | Y   | Y   | Y   | 苯基三甲基硅油         | Y   | Y   | Y   |
| 橄榄油         | Y   | Y   | Y   | <b>液体脂肪醇</b>    |     |     |     |
| 红花油         | Y   | Y   | Y   | 辛基十二烷醇          | Y   | Y   | Y   |
| 豆油          | Y   | Y   | Y   | <b>其它</b>       |     |     |     |
|             |     |     |     | 全氟萘烷            | Y   | Y   | Y   |

材料兼容性

Solstice® Enhance与大部分常用塑料（表5）和弹性体（表6）之间都具有兼容性。请注意：测试结果可能因同一聚合物的不同等级和制造商而有所不同。在评估与Solstice® Enhance兼容的材料时，建议您咨询制造商，或完成进一步的独立测试。以下结果仅用作参考指南。

Solstice® Enhance与多种常用金属之间都兼容。卤化物分析表明，测试金属上没有出现任何化学分解、降解、生锈或点蚀情况（表7）。

高热稳定性和水解稳定性

实验室测试表明，Solstice® Enhance具有高热稳定性和水解稳定性。在密封管研究中，通过在150°C (302°F) 下接触2周，判定纯物质具有热稳定性。此外，我们还进行了密封管研究，以评估Solstice® Enhance与金属和水接触后的热稳定性和水解稳定性。将Solstice® Enhance分别与金属（3003铝、铜和/或316不锈钢）、水（300 ppm）以及金属和水在150°C (302°F) 下接触2周，都未检测到任何化学分解。

**罐：**Solstice® Enhance与常见气雾剂包装材料兼容，如马口铁罐和带衬里的罐（表8）。

**阀：**数家气雾剂阀制造商评估了Solstice® Enhance与阀密封件之间的兼容性。Aptar Pharma<sup>7</sup>和Precision Global<sup>8</sup>两家公司的报告都显示其与不同等级的丁烷橡胶和丁基橡胶之间的兼容性检测结果非常好。Summit Packaging Systems公司的袋阀（BOV）兼容性数据显示Solstice® Enhance与3层聚乙烯（PE）、4层PE和4层聚丙烯层压BOV袋之间都具有兼容性<sup>9</sup>。如需要阀门选型帮助，请咨询供应商。

表5. 与常用塑料之间兼容

| 塑料       | 百分比变化平均值 |                 |       |                 |
|----------|----------|-----------------|-------|-----------------|
|          | 重量       |                 | 体积    |                 |
|          | 2周，室温    | 4周，50°C (122°F) | 2周，室温 | 4周，50°C (122°F) |
| ABS      | 3.6      | 38.7            | 3.6   | 27.8            |
| HDPE     | 1.7      | 3.5             | 1.2   | 2.5             |
| HIPS     | 23.3     | 25.4            | 83.1  | 45.3            |
| Nylon 66 | -0.1     | -0.3            | -0.1  | -1.8            |
| PEEK     | -0.0     | N/A             | -0.3  | N/A             |
| PET      | 0.1      | 0.2             | 0.0   | 0.5             |
| PET（瓶）   | N/A      | 1.6             | N/A   | 1.5             |
| 聚碳酸酯     | 3.5      | 13.7            | 3.0   | 8.7             |
| 聚醚酰亚胺    | 0.0      | 0.5             | -0.5  | -0.5            |
| 聚丙烯      | 5.0      | 6.1             | 3.7   | 5.2             |
| PTFE     | 2.1      | 2.7             | 3.9   | 3.5             |
| PVC-1型   | 0.1      | 1.7             | 0.0   | 0.1             |
| PVDF     | 0.1      | 0.9             | -0.3  | 0.9             |

在以上表格对应的测试研究中，分别将聚合物样品在Solstice® Enhance中浸泡两周（室温）和四周（50°C / 122°F）。

表6. 与常用弹性体之间兼容

| 弹性体                | 百分比变化平均值 |      |      |
|--------------------|----------|------|------|
|                    | 硬度       | 重量   | 体积   |
| Buna N             | +38      | -15  | -21  |
| 丁基橡胶               | +8.9     | +1.2 | -2.4 |
| EPDM               | +41      | -28  | -27  |
| 环氧氯丙烷              | -0.7     | +0.3 | -0.5 |
| 氟橡胶 <sup>5</sup>   | -6.2     | +5.6 | +8.6 |
| 氯丁橡胶               | +4.4     | +1.0 | +0.3 |
| 全氟醚橡胶 <sup>6</sup> | -10      | +7   | +11  |
| SBR/CR/NBR         | +26      | -19  | -29  |
| 有机硅                | -1.4     | -4.1 | -5.9 |
| 热塑性PU              | -2.2     | +8.6 | +6.9 |

在以上表格对应的测试研究中，分别将聚合物样品在Solstice® Enhance中浸泡两周（室温）。

表7. 与大多数金属之间兼容

|        |       |
|--------|-------|
| 不锈钢304 | 铝     |
| 冷轧钢    | 钛     |
| 镀锌钢    | 镁/铝合金 |
| 铜      |       |

在测试中，将金属试样浸入含有2,000ppm水的Solstice® Enhance中，并回流一周。

表8. 与常见气溶胶包装材料之间兼容

| 衬里材料 | 供应商          | 储存时间<br>@ 40°C / 104°F | 结果 |
|------|--------------|------------------------|----|
| PET  | DS Container | 19个月                   | 兼容 |
| 环氧   | Exal         | 1年                     | 兼容 |
| PAM  | Exal         | 1年                     | 兼容 |

在40°C (104°F) 条件下对装有Solstice® Enhance的内衬气雾剂罐老化进行监测，以了解内衬外观、酸度和非挥发性残留物的变化。结果表明兼容性非常好。

环境、健康和安

Solstice® Enhance属不可燃物（ASTM E-681, EU A11），不消耗臭氧（ODP~0），且具有超低全球变暖潜值(GWP = 1)。与碳氢化合物不同，Solstice® Enhance不是挥发性有机化合物（VOC）。由于其最大增量反应性（MIR）较低，因此不会产生烟雾或地面臭氧。Solstice® Enhance在21°C（70°F）下没有闪点。此外，在高达100°C（212°F）的温度下，其依然没有蒸汽燃烧极限，这是霍尼韦尔测试过的最高温度。

大量毒性试验的结果显示，Solstice® Enhance毒性极低。因此，职业风险科学联盟（OARS）委员会将其的工作场所环境暴露限值（WEEL）定为800 PPM（8小时时间加权平均值）<sup>10</sup>。

Solstice® Enhance具有较低的环境半衰期（26天的大气寿命），不会生成新的最终分解产物，并且含量远低于自然存在的水平。随后，这些分解产物会被雨水冲走并矿化，不会对臭氧或气候产生额外影响<sup>11</sup>，而且分解过程中不会形成三氟乙酸（TFA）。<sup>12</sup>

安全使用和处理

在处理或使用Solstice® Enhance之前，请仔细阅读安全数据表（SDS）。SDS可登录 [www.honeywellmsds.com](http://www.honeywellmsds.com) 在霍尼韦尔SDS资源中心在线查看，也可以联系当地的霍尼韦尔销售办事处索取SDS的副本。

Solstice® Enhance能以满足美国运输部（DOT）要求且符合运输地区的所有适用法规的气瓶供货。材料应储存在室温（>24°C / 75°F）下，以方便液体分配，同时保证储存区域通风良好。

表9. 环境和安全方面

| 指标                     | 值       |
|------------------------|---------|
| 蒸汽燃烧极限 (ASTM E-681)    | 无       |
| 闪点 (ASTM D3278)        | 无       |
| VOC (U.S. EPA)         | 豁免      |
| REACH                  | 注册      |
| WEEL                   | 800 ppm |
| ODP                    | ~0      |
| GWP（100年） <sup>1</sup> | 1.0     |



在配方工作和实验室研究期间，Solstice® Enhance可作为液体处理。虽然其沸点刚好低于室温（19°C / 66°F），但具有很高的汽化热，不会在室温下立即蒸发，有足够的时间来配置和使用产品。

10-lb.可回收气瓶样品出口上有一个CGA 165接头，可与标准1/4" S.A.E. 45°扩口接头连用。

这是一种常见的制冷配件。您可将接头/管道组件连接到红色液体阀出口。在阀门打开后，液体会自由流动。您还可以使用耐压、可密封的玻璃容器来收集液体，以方便处理。如果您发现气瓶中没有任何压力输送液体，可倒转气瓶并通过蓝色蒸汽阀来收集液体。

不使用时，请将Solstice® Enhance存放在冰箱（不用于食品）中，做好清晰标记，使用耐压、可密封的容器。这有助于降低容器内的压力。有关Solstice® Enhance的安全使用和处理的更多信息，请咨询霍尼韦尔技术服务代表。

## 参考：

1. 超低全球变暖潜值 (= 1)：政府间气候变化专门委员会 (IPCC)，附录8A，第731页：[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_Chapter08\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf)
2. 对于含有Solstice® Enhance溶剂的特定配方需要进行闪点或其他可燃性测试，以确认不可燃性
3. 在pH = 3.5-11.7范围内，将Solstice® Enhance溶液在40°C (104°F) 下老化10天。在所有pH水平下，Solstice® Enhance都保持稳定，氟离子浓度非常低，<10ppm，如果氟离子浓度达到150-200 ppm，表明HFO可能出现了分解，需要进一步研究
4. 将Solstice® Enhance作为溶质，配置不同浓度（重量%）的溶液
5. 用于测试：“Viton B”是科慕公司 (The Chemours Company) 的注册商标
6. 用于测试：“Kalrez 6375”是杜邦公司 (DuPont) 的注册商标
7. 研究方法和结果的详细信息可从Aptar Pharma公司获得
8. 研究方法和结果的详细信息可从Precision Global公司获得
9. 研究方法和结果的详细信息可从Summit Packaging Systems公司获得
10. 职业风险科学联盟 (OARS) 委员会：<https://www.tera.org/OARS/WEELS/1233zdE%20HCFO%20OARS%20WEEL%20FINAL.pdf>
11. 加州理工学院喷气推进实验室和哥本哈根大学联合发表的作品：Phys. Chem. Chem. Phys. 2012, 14, 1735-1748
12. 最近的建模试验表明HFO-1233zd理论上能产生最多2%的间接贡献，但实验无法检测到任何形成的TFA

如需服务，拨打中国客服电话400-842-8487  
或者关注我们的官方微信



霍尼韦尔（中国）有限公司  
上海市浦东新区  
张江高科技园区环科路555号1号楼  
邮编：201203

本文所提供的信息应当是准确、可靠的，但并不提供任何明示或暗示形式的担保或保证。用户自己承担使用该信息及其后果所带来的一切风险和责任。有关材料和工艺潜在用途的声明或建议既不表明或保证任何此类用途不会侵犯他人的专利权，也不提倡侵犯任何专利权的行为。用户不应认为这里已经囊括所有安全措施或不必再采取其他措施。



7672\_ New Discoveries | 06/20  
© 2022 Honeywell International Inc. 版权所有。

