

安全技术说明书 (SDS/MSDS)

制冷剂R513A (HFO/HFC混合物, R1234yf/R134a = 56/44)

CAS号: 无单一CAS号 (混合物) UN编号: 3161 编制日期: 2026年8月29日 版本: V1.0

1 化学品及企业标识

1.1 产品标识符

化学品中文名称	制冷剂R513A (HFO/HFC混合物)
化学品英文名称	Refrigerant R513A (HFO/HFC blend)
商品名/别名	R513A、R-513A、Opteon XP5 (科慕品牌)、HFO/HFC共混物
CAS号	无单一CAS号 (混合物, 详见成分信息)
UN编号	3161 (液化易燃气体)
危险货物编号	第2.1类 易燃气体
组成	R1234yf (56%质量分数) + R134a (44%质量分数)
分子量	108.6 g/mol (混合物加权平均值)
主要用途	R134a直接替代制冷剂、商业制冷、汽车空调、冷水机组、自动售货机等

1.2 安全技术说明书的生产者、供应商信息

供应商名称	杭州乌拉化工有限公司
企业英文名称	Hangzhou Wula Chemical Co., Ltd.
企业地址	浙江省杭州市余杭区龙潭路7号
邮政编码	311100
联系电话	0571-87024025
传真号码	0571-87024025
电子邮箱	safety@wulachem.cn

1.3 应急咨询电话

国家化学事故应急咨询专线: 0532-83889090 (24小时)

2 危险性概述

2.1 GHS危险性类别

危险性分类：

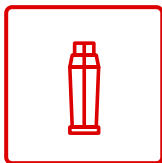
- 易燃气体（物理危害） — 类别 2
- 加压气体（物理危害） — 液化气体
- 严重眼损伤/眼刺激（健康危害） — 类别 2B
- 特异性靶器官毒性-一次接触（健康危害，麻醉效应） — 类别 3

注：R513A属于ASHRAE安全分类A2L级（低毒性、低燃烧性）制冷剂，其可燃性继承自R1234yf组分。仅在特定浓度（约8.7%~12.0%空气中体积比）和特定点火源条件下方可燃烧，燃烧速度极低（<10 cm/s），点燃难度远高于常规可燃气体。液体接触皮肤/眼睛造成的冻伤属于物理性低温损伤。

2.2 GHS标签要素



GHS02 易燃气体



GHS04 加压气体



GHS07 警告

信号词：**警告**

危险性说明（Hazard Statements）：

H221 易燃气体。

H280 内装加压气体；遇热可能爆炸。

H316 造成轻微皮肤刺激（注：液体快速蒸发导致低温冻伤，属物理性损伤）。

H320 造成眼刺激（注：液体快速蒸发导致低温冻伤，属物理性损伤）。

H336 可能导致嗜睡或眩晕。

注：H316/H320为GHS标准危险性说明代码，本物质的皮肤/眼损伤机制为物理性低温冻伤，借用该代码表示类似危害效应。可燃性继承自R1234yf组分（56%），R134a组分（44%）本身不可燃。

防范说明（Precautionary Statements）：

P102 必须在阅读并了解所有安全预防措施之后才可操作。

P210 远离热源、火花、明火和热表面——禁止吸烟。

P264 作业后须彻底清洗双手。

- P271** 只能在室外或通风良好之处使用。
- P280** 戴防护手套/穿防护服/戴护目镜/戴面罩。
- P305+P351+P338** 如进入眼睛：用水小心冲洗几分钟。如戴隐形眼镜并可方便地取出，取出隐形眼镜，继续冲洗。
- P332+P313** 如发生皮肤刺激：求医/就诊。
- P377** 漏气燃烧：除非能安全止漏，否则切勿灭火。如安全可行，消除一切火源。
- P381** 如有泄漏，消除一切火源。
- P403** 存放在通风良好的地方。
- P410+P403** 防日晒。存放在通风良好处。
- P405** 存放处须加锁。

2.3 其他危险性

- 蒸气比空气重（约空气的3.75倍），能在较低处扩散到相当远的地方，造成缺氧环境。
- 属A2L级微燃气体，可燃性继承自R1234yf组分，在室温下难以点燃，仅在有点火源且浓度处于燃烧极限（约8.7%~12.0%）内时方可燃烧。
- 遇高温（>400℃）会分解产生有毒、腐蚀性气体（氟化氢、一氧化碳、氟光气等）。
- 钢瓶受热后压力增大，有开裂和爆炸的危险。
- 为近共沸混合物（温度滑移<0.5℃），热力学性能与R134a接近，可作为R134a的直接替代品。

3 成分/组成信息

3.1 物质/混合物

本产品为混合物，由两种制冷剂按固定比例共混而成。

3.2 成分信息

组分名称	CAS号	分子式	浓度 (质量 分数)
2,3,3,3-四氟丙烯 (R1234yf / HFO-1234yf)	754-12-1	CF ₃ CF=CH ₂ (C ₃ H ₂ F ₄)	56%
1,1,1,2-四氟乙烷 (R134a / HFC-134a)	811-97-2	CH ₂ FCF ₃ (C ₂ H ₂ F ₄)	44%

3.3 混合物特性

混合物类型	近共沸混合物（近共沸制冷剂）
-------	----------------

温度滑移	<0.5℃（极小，近似共沸行为）
组分配比稳定性	在汽液两相中组成比例接近一致，适合直接膨胀式制冷系统

3.4 杂质信息

杂质项目	规格限值
酸度（以HCl计）	≤1 ppm
水分	≤10 ppm
蒸发残留物	≤100 ppm
不凝气体（25℃，体积分数）	≤1.5%
氯化物	合格

4 急救措施

4.1 必要的急救措施描述

一般建议：立即将患者撤离污染区域，保持温暖和安静。向现场医生出示此安全技术说明书。消除一切火源。

吸入：

- 迅速将患者转移至空气新鲜处，保持呼吸道通畅。
- 如呼吸困难，给予吸氧。
- 如呼吸停止，立即进行人工呼吸（建议使用球囊面罩或口袋面罩，避免口对口）。
- 如心跳停止，立即进行心肺复苏（CPR）。
- 注意保暖和休息，密切观察病情。
- 立即就医。

皮肤接触（冻伤）：

- 立即用大量温水（37~40℃）冲洗冻伤部位，促进复温。
- 禁止使用热水（>40℃）或直接加热（如电热器）。
- 避免摩擦冻伤部位，以免加重组织损伤。
- 小心去除冻结的衣物，如衣物与皮肤粘连，切勿强行剥离，可剪除周围衣物。
- 用无菌敷料覆盖创面。
- 立即就医。

眼睛接触：

- 立即翻开眼睑，用大量流动清水或生理盐水冲洗至少15分钟。

- 冲洗时注意翻开上下眼睑，确保眼球各部位均得到彻底清洗。
- 如有隐形眼镜，在冲洗前取出（如可行）。
- 立即就医，最好是眼科医生。

食入：

不适用。本品常温下为气体，不会经食入途径暴露。

4.2 最重要的症状和健康影响

- 急性吸入：眩晕、嗜睡、头痛、恶心、运动失调、意识丧失、心律失常。
- 皮肤接触液体：冻伤（皮肤发白、变硬、疼痛、水疱），轻微皮肤刺激。
- 眼睛接触液体：严重冻伤、角膜损伤、视力障碍。
- 高浓度暴露可引起中枢神经系统抑制和心脏应激反应。

4.3 及时的医疗处理和所需的特殊处理的说明和指示

医生须知：

- 对症支持治疗，保持呼吸道通畅，必要时给予氧气。
- 注意心脏监护，高浓度暴露可能导致心律失常。
- 避免使用肾上腺素类儿茶酚胺药物（可能增加心肌对氟烃的敏感性，诱发心室颤动）。
- 冻伤按常规冻伤处理，温水（37~40℃）复温，严禁干热或摩擦。
- 如怀疑热分解产物（氟化氢）暴露，应监测血钙和血钾水平，必要时给予葡萄糖酸钙。

5 消防措施

5.1 灭火介质

适用灭火剂：本品为A2L级微燃气体，仅在特定条件下可燃。可使用干粉、二氧化碳、水雾、泡沫灭火。

不适用灭火剂：避免使用直流水柱直接喷射泄漏气体（可能加速扩散和蒸发），但可用喷雾水冷却容器。

5.2 特别危险性

A2L低燃烧性说明：

- R513A属ASHRAE A2L级（低燃烧性）制冷剂，可燃性继承自R1234yf组分（56%），R134a组分（44%）本身不可燃。
- 燃烧极限范围较窄（空气中约8.7%~12.0%体积比），最小点火能量较高，燃烧速度极低（约3~4 cm/s），远低于常见可燃气体。
- 在正常使用条件下，若无强点火源，几乎不可能被点燃。
- 但在密闭空间中，若浓度处于燃烧极限内且存在强点火源（如电弧、明火），则存在燃烧风险。

- 在高温下 (>400°C) 会热分解, 产生有毒的氟化氢、一氧化碳、氟光气等腐蚀性有害气体。
- 钢瓶受热内压升高, 可能导致爆裂。
- 与碱金属、碱土金属及铝粉等活泼金属在特定条件下可能发生反应。

5.3 有害燃烧产物

氟化氢 (HF)、一氧化碳 (CO)、氟光气 (COF₂)、其他含氟化合物

5.4 灭火注意事项及防护措施

- 消防人员必须佩戴正压自给式呼吸器 (SCBA), 穿全身防火防毒服。
- 尽可能将容器从火场移至空旷处。
- 喷水冷却火场中的容器, 直至灭火结束。
- 处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中发出声音, 必须立即撤离。
- 隔离事故现场, 禁止无关人员进入。
- 对于泄漏气体着火, 除非能安全止漏, 否则切勿灭火 (P377原则); 应先切断气源。
- 避免直接向泄漏的液化气体喷射直流水柱, 以免加速蒸发和扩散。

6 泄漏应急处理

6.1 人员防护措施、防护装备和应急处置程序

- 迅速撤离泄漏污染区人员至上风处, 并进行隔离, 严格限制出入。
- 建议应急处理人员佩戴自给正压式呼吸器 (SCBA), 穿一般作业工作服, 戴低温防护手套和护目镜。
- 从上风处进入现场。
- 立即消除泄漏区域内一切火源、热源和电气火花 (P381原则)。
- 尽可能切断泄漏源。
- 禁止接触或跨越泄漏物。
- 配备应急联络人员, 随时准备外部支援。

6.2 环境保护措施

- 防止气体进入下水道、地下室或密闭空间。
- 合理通风, 加速扩散。
- 大量泄漏时应注意控制排放, 尽量回收处理。
- 避免排放至大气、水体和土壤中。

6.3 泄漏化学品的收容、清除方法及所使用的处置材料

- **少量泄漏:** 加强通风, 加速气体扩散。注意监测氧含量和可燃气体浓度, 防止窒息和燃烧。消除一切火源。
- **大量泄漏:**
 - 关闭泄漏源阀门 (如安全可操作)。
 - 使用专用气体回收装置进行回收。

- 如无法回收，可使用喷雾状水稀释溶解，但需注意防止水体污染。
- 钢瓶阀门泄漏无法关闭时，应将钢瓶移至安全通风处缓慢释放，确保无火源。
- **钢瓶泄漏处置：**将钢瓶移至通风安全处，缓慢释放；若阀门无法关闭，联系供应商专业处理。

6.4 参考

参见第8部分（接触控制/个体防护）和第13部分（废弃处置）。

特别警示： R513A蒸气密度约为空气的3.75倍，会在低洼处和密闭空间积聚，造成缺氧环境并可能达到燃烧极限。进入密闭空间或低洼处前必须检测氧含量（ $\geq 19.5\%$ ）和可燃气体浓度，并有人监护。同时须消除一切火源。

7 操作处置与储存

7.1 操作注意事项

- 密闭操作，提供良好的自然通风或局部排风条件。
- 操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，持证上岗。
- 防止气体泄漏到工作场所空气中。
- 远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型通风系统和电气设备。
- 避免与活泼金属、强氧化剂接触。
- 搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损，严禁抛、滑、滚、碰。
- 配备泄漏应急处理设备和可燃气体检测报警器。
- 接触液体时应佩戴保温手套和护目镜，防止冻伤。
- 禁止使用易产生火花的机械设备和工具。
- 定期检查钢瓶、阀门和管路的密封性。

7.2 安全储存的条件,包括任何不兼容性

- 储存于阴凉、干燥、通风的易燃气体专用库房。
- 库房温度不宜超过45°C，远离火种、热源，避免阳光直射。
- 应与氧化剂、活泼金属分开存放，切忌混储。
- 储区应备有泄漏应急处理设备和可燃气体报警器。
- 钢瓶应直立存放，戴好瓶帽和防震圈，妥善固定，防止倾倒。
- 采用防爆型照明、通风设施。
- 禁止使用易产生火花的机械设备和工具。
- 充装系数不大于1.1 kg/L。
- 储存区应设置明显的安全警示标志和“易燃气体”标识。
- 实行双人收发、双人保管制度。

7.3 特定用途

仅限工业用途，使用人员必须经过专业培训。适用于商业制冷、汽车空调、冷水机组、自动售货机、超市冷冻冷藏等。作为R134a的直接替代品，在R134a系统中可直接充注使用（GWP相比R134a降低56%）。禁止用于食品直接接触、医疗吸入等未经批准的用途。

8

接触控制/个体防护

8.1 职业接触限值

中国职业接触限值（OEL）	未制定法定限值。建议参考各组分国际标准
R1234yf组分 — AIHA WEEL-TWA	500 ppm（约2400 mg/m³），8小时时间加权平均容许浓度
R134a组分 — ACGIH TLV-TWA	1000 ppm（约4170 mg/m³），8小时时间加权平均容许浓度
混合物推荐限值	建议采用较保守的R1234yf限值500 ppm作为混合物的操作参考限值
生物接触限值	未制定

注：依据GBZ 2.1-2019《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》，本混合物目前未列入中国职业接触限值表，操作时建议参考各组分国际标准执行。

8.2 监测方法

气相色谱法（GC-FID或GC-MS），或使用红外气体检测仪、电化学传感器进行现场监测。

8.3 工程控制

- 生产过程密闭，全面通风或局部排风。
- 提供安全淋浴和洗眼设备。
- 在可能发生大量泄漏的场所设置可燃气体检测报警器。
- 采用防爆电器设备。

8.4 个体防护装备

呼吸系统防护：

- 一般情况下（空气中浓度低于限值）：不需要特殊防护。
- 浓度较高时：建议佩戴半面罩式防毒面具（有机蒸气/酸性气体滤毒盒）。
- 高浓度环境或紧急事态抢救/撤离时：应佩戴正压自给式呼吸器（SCBA）。

眼睛防护：

- 一般操作：不需要特殊防护。
- 接触液体或可能接触液体时：必须戴化学安全防护眼镜或护目镜/面屏，防止冻伤。

皮肤防护：

- 手部防护：一般操作戴一般作业防护手套；接触液体戴耐低温保温手套（如干冰手套、皮革防寒手套）。
- 身体防护：穿一般作业工作服；接触液体时穿防寒服。
- 其他：工作现场严禁吸烟；避免高浓度吸入；进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业，须有人监护。

8.5 卫生措施

- 工作后及时脱去污染衣物，洗净皮肤。
- 保持良好的个人卫生习惯。
- 工作场所配备洗眼器和紧急喷淋装置。

9 理化特性

9.1 基本理化性质

外观与性状	无色气体，有轻微的醚味；常温常压下为气态，加压下为无色透明液体
气味阈值	无可用数据（轻微醚味）
pH值	无意义（气体）
熔点 / 凝固点	不适用（混合物，近共沸特性）
沸点/沸程（101.3 kPa）	-29.2 °C（-20.6 °F）（近共沸，温度滑移<0.5°C）
闪点	无（气体，但有燃烧极限范围）
蒸发速率	无可用数据
易燃性（气体）	易燃（A2L级低燃烧性，燃烧极限约8.7%~12.0%）
爆炸上限/下限	上限约 12.0%（体积比）；下限约 8.7%（体积比）
蒸气压（25°C）	580 kPa（饱和蒸气压）
蒸气密度（空气=1）	约3.75（比空气重）
相对密度（液体，25°C）	1.155 g/cm³
溶解性	微溶于水；溶于乙醇、乙醚等有机溶剂
辛醇/水分配系数（log P）	约0.9（估算值，基于组分加权）
自燃温度	约630 °C（继承自R1234yf组分）
分解温度	>400°C开始热分解
燃烧速度	约3~4 cm/s（极低，A2L特征）

温度滑移	<0.5℃（近共沸混合物特征）
------	-----------------

9.2 热力学性质

临界温度	99.6 °C （211.3 °F）
临界压力	3588 kPa （3.59 MPa / 520.3 psia）
临界密度	0.489 g/cm ³
汽化热（沸点下）	约172 kJ/kg
液体比热（25℃）	1.40 kJ/(kg·℃)
气体比热（25℃，恒压）	0.95 kJ/(kg·℃)

9.3 其他安全数据

ASHRAE安全级别	A2L（低毒性、低燃烧性）
臭氧消耗潜能值（ODP）	0（完全不破坏臭氧层，详见第12.6节）
全球变暖潜能值（GWP，100年）	约573（R134a和R1234yf的加权平均，详见第12.6节）
大气寿命	R1234yf组分约12天；R134a组分约14年（两组分独立降解）

10 稳定性和反应性

10.1 反应性

常温常压下化学性质稳定，不易发生化学反应。在正常操作条件下不易被点燃。

10.2 化学稳定性

在正常温度和压力下稳定。作为近共沸混合物，各组分之间不发生化学反应。

10.3 危险反应的可能性

- 在高温下（>400℃）热分解，产生有毒的氟化氢、一氧化碳和氟光气等。
- 与碱金属、碱土金属及铝粉等活泼金属在高温或特定条件下可能发生反应。
- 与强氧化剂可能发生氧化还原反应。
- 在特定浓度（约8.7%~12.0%）和强点火源条件下可发生燃烧（可燃性继承自R1234yf组分）。

10.4 应避免的条件

高温、明火、直接热源、电弧、静电火花、钢瓶超压

10.5 禁配物

活泼金属（钠、钾、钙、铝粉、镁粉等）、强氧化剂

10.6 危险的分解产物

氟化氢（HF）、一氧化碳（CO）、氟光气（COF₂）、其他含氟化合物

10.7 聚合危害

不会发生聚合反应。

11 毒理学信息

11.1 急性毒性

大鼠吸入LC ₅₀ （4小时）	> 500,000 ppm（混合物整体测试最高浓度，未观察到致死效应）
R1234yf组分 — 大鼠吸入LC ₅₀ （4小时）	> 500,000 ppm
R134a组分 — 大鼠吸入LC ₅₀ （4小时）	> 500,000 ppm
兔经皮LD ₅₀	无数据（气体物质）

11.2 皮肤刺激/腐蚀

液体接触可造成冻伤（物理性损伤），但化学刺激性为轻微。GHS分类：皮肤刺激 类别3（轻微刺激，H316）。

11.3 眼睛刺激/腐蚀

液体接触可造成严重冻伤和角膜损伤。GHS分类：严重眼损伤/眼刺激 类别2B（H320）。

11.4 呼吸道或皮肤过敏

无致敏性报告。两组分（R1234yf和R134a）的现有动物试验和人群调查数据均未显示致敏作用。

11.5 生殖细胞致突变性

两组分的体外和体内试验（Ames试验、染色体畸变试验、小鼠微核试验等）均未显示致突变作用。

11.6 致癌性

两组分均无充分证据表明具有致癌性。

- IARC（国际癌症研究机构）：两组分均未列入
- ACGIH（美国政府工业卫生学家会议）：R1234yf和R134a均为A4类（不可归类为人类致癌物）
- EPA（美国环保署）：两组分均为D组（不可归类为人类致癌物）

11.7 生殖毒性

两组分的动物试验显示，在高浓度暴露下未见明显生殖毒性和发育毒性。无人类生殖毒性数据。

11.8 特异性靶器官系统毒性-一次接触

- 麻醉效应（类别3，H336）：高浓度吸入可引起中枢神经系统抑制，表现为眩晕、嗜睡、头痛、意识障碍。
- 心脏影响：高浓度暴露可能导致心律失常，尤其是在应激或运动状态下（儿茶酚胺致敏作用）。

11.9 特异性靶器官系统毒性-反复接触

两组分的反复低浓度接触均未见明显靶器官毒性。长期动物吸入试验未观察到明确的器官损伤。

11.10 吸入危害

气体状态下一般不会导致吸入性肺炎。但高浓度吸入可导致中枢神经系统抑制和心脏致敏。

12 生态学信息

12.1 生态毒性

鱼类急性毒性 (LC ₅₀ , 96h)	>100 mg/L (对鱼类低毒，两组分均低毒)
溞类急性毒性 (EC ₅₀ , 48h)	>100 mg/L
藻类生长抑制 (EC ₅₀ , 72h)	>100 mg/L
细菌毒性	无可用数据

12.2 持久性和降解性

- R1234yf组分：大气中主要通过羟基自由基 (OH·) 反应降解，大气寿命约12天，快速降解。
- R134a组分：大气寿命约14年，降解速度较慢。
- 生物降解性：两组分均难生物降解（不易被微生物分解）。
- 水解：常温下不易水解。
- 光解：R1234yf组分可被大气光化学快速降解；R134a组分降解较慢。

12.3 生物蓄积潜力

log P ≈ 0.9（加权估算），生物蓄积性低（低于生物富集阈值log P=4.5）。

12.4 土壤中的迁移性

气体状态下易挥发，在水中溶解度低，迁移性较强。进入土壤后易挥发至大气。

12.5 PBT和vPvB评价结果

不满足PBT（持久性、生物蓄积性和毒性）/vPvB（高持久性、高生物蓄积性）标准。

12.6 其他环境有害作用

- 臭氧消耗潜能值 (ODP)：0（两组分ODP均为0，不破坏臭氧层）

- **全球变暖潜能值 (GWP, 100年时间尺度)**：约573 (R1234yf GWP<1与R134a GWP≈1300的加权平均： $0.56 \times 1 + 0.44 \times 1300 \approx 573$)，相对于CO₂=1
- 相比R134a (GWP≈1300)，GWP降低约56%，是R134a的低GWP替代品。
- 不属于《蒙特利尔议定书》受控物质。R134a组分属于《京都议定书》和《巴黎协定》管控的温室气体，但混合物整体GWP较低。
- 大量释放仍应控制，优先回收利用。

13 废弃处置

13.1 废物处理方法

产品/残留物：

- 不推荐直接排放至大气中（含R134a组分，仍有温室效应），应优先回收利用。
- 优先采用回收再生方式处理，经净化提纯后循环使用（推荐方案）。
- 不能回收的，应送至有资质的危险废物处理机构处置。
- 可采用高温焚烧法处理，焚烧炉排出的氟化物通过碱性洗涤器吸收除去。
- 禁止排入下水道、水体或土壤。

污染的包装：

- 空钢瓶应交回供应商或有资质的单位处理，不得擅自丢弃或切割。
- 空钢瓶仍有残余压力时，按危险废物管理。

13.2 废弃注意事项

- 处置前应参阅国家和地方有关法规，如《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《危险废物贮存污染控制标准》等。
- 操作人员应佩戴相应的个人防护装备（见第8部分）。
- 确保通风良好，防止人员窒息。消除一切火源。
- 废弃处置应由具备相应资质的单位进行。
- 应保留废弃处置记录。

14 运输信息

14.1 联合国危险货物编号 (UN号)

3161 (液化易燃气体，未另作规定的)

14.2 联合国运输名称

中文：液化易燃气体，未另作规定的 (制冷剂R513A)

英文：FLAMMABLE LIQUEFIED GAS, N.O.S. (Refrigerant R513A)

14.3 运输危险性分类

第2.1类 易燃气体

14.4 包装类别

不适用（第2类气体无包装类别划分）

14.5 包装标志

- 主要危险性标志：易燃气体标志（红色，2.1类）
- 副危险性标志：无

14.6 包装方法

- 钢质气瓶（无缝钢瓶），钢瓶必须符合GB 5099《钢质无缝气瓶》等相关国家标准。
- 常见包装规格：13.6kg、100kg、400kg、800kg钢瓶及ISO罐箱。
- 充装系数不大于1.1 kg/L。
- 气瓶阀出口螺纹方向：易燃气体为左旋。

14.7 不同运输方式的特殊要求

道路运输（GB/T 12268 / ADR）：

- 运输车辆应具有危险货物运输资质。
- 钢瓶必须戴好瓶帽和防震圈。
- 钢瓶一般平放，瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆防护栏板。
- 夏季应早晚运输，防止日光曝晒。
- 按规定路线行驶，禁止在居民区和人口稠密区停留。
- 车辆排气管必须配备阻火装置。

铁路运输（铁路危险货物运输规则 / RID）：

- 禁止溜放。
- 棚车运输，钢瓶直立或平放固定。

海洋运输（IMDG规则）：

- UN 3161，第2.1类
- 海洋污染物：否
- 积载类：D（仅限舱面积载，易燃气体）

航空运输（ICAO/IATA DGR）：

- UN 3161，第2.1类
- 易燃液化气体
- 客机/货机运输受数量限制（须符合IATA包装要求）

14.8 运输注意事项

- 严禁与氧化剂、活泼金属、食用化学品等混装混运。

- 运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。
- 运输从业人员必须经过专门培训，持证上岗。
- 运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。
- 中途停留时应远离火种、热源、高温区。
- 装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置。
- 装卸时应轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。

15 法规信息

15.1 中国法规

- 《危险化学品安全管理条例》（国务院令第591号）：危险化学品生产、储存、使用、经营和运输的安全管理
- 《危险化学品目录》（2015版）：R134a组分列入管理
- 《化学品分类和标签规范》（GB 30000系列）：GHS分类和标签标准
- 《化学品安全技术说明书 内容和项目顺序》（GB/T 16483-2008）：MSDS编制标准
- 《工作场所安全使用化学品规定》（[1996]劳部发423号）：工作场所化学品安全使用
- 《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）
- 《气瓶安全技术规程》（TSG 23-2021）：气瓶安全管理
- 《道路危险货物运输管理规定》：危险货物道路运输管理
- 《中华人民共和国安全生产法》：安全生产管理
- 《中华人民共和国大气污染防治法》：大气污染防治
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》：固体废物和危险废物管理
- 《消耗臭氧层物质管理条例》：不属于受控物质（ODP=0）

15.2 国际法规

- **联合国GHS（全球化学品统一分类和标签制度）**：第8修订版
- 《蒙特利尔议定书》：不属于受控消耗臭氧层物质（ODP=0）
- 《京都议定书》/《巴黎协定》：R134a组分列入温室气体清单（混合物GWP≈573）
- **欧盟REACH法规（EC 1907/2006）**：两组分均列入注册物质
- **欧盟CLP法规（EC 1272/2008）**：分类、标签和包装法规
- **欧盟F-Gas法规（EC 517/2014）**：GWP<750，部分应用不受配额限制
- **美国EPA SNAP计划**：批准用于商业制冷、冷水机组等多种应用（作为R134a替代品）
- **美国OSHA HCS 2012**：危险性沟通标准
- **美国DOT 49 CFR**：危险货物运输法规
- **ADR/RID**：欧洲道路/铁路危险货物运输协定
- **IMDG Code**：国际海运危险货物规则

16 其他信息

16.1 参考文献

- Chemours Safety Data Sheet for Opteon XP5 (R513A)
- Chemours Technical Information for R513A
- ASHRAE Handbook - Refrigeration Systems and Applications
- ASHRAE Standard 34-2019: Designation and Safety Classification of Refrigerants
- GB/T 16483-2008 《化学品安全技术说明书 内容和项目顺序》
- GB 30000系列《化学品分类和标签规范》
- 联合国《全球化学品统一分类和标签制度》(GHS) 第8修订版
- AIHA (American Industrial Hygiene Association) WEEL Guide (R1234yf)
- ACGIH TLV Guide (R134a)

16.2 缩略语说明

缩略语	全称
SDS/MSDS	安全技术说明书 / 化学品安全技术说明书
GHS	全球化学品统一分类和标签制度
CAS	化学文摘社（编号）
UN	联合国（危险货物编号）
ODP	臭氧消耗潜能值
GWP	全球变暖潜能值
LC ₅₀	半数致死浓度
LD ₅₀	半数致死剂量
NOAEL	未观察到有害作用剂量
WEEL	工作场所环境暴露水平
TLV-TWA	阈限值-时间加权平均值
PEL	容许接触限值
SCBA	自给式呼吸器

PBT	持久性、生物蓄积性和毒性
HFO	氢氟烯烃
HFC	氢氟碳化物
IARC	国际癌症研究机构
ACGIH	美国政府工业卫生学家会议
STOT	特异性靶器官毒性

16.3 免责声明

本安全技术说明书（SDS）根据GB/T 16483-2008和联合国GHS标准编制，旨在提供产品的安全使用、操作和处置指导。该信息仅作为安全操作指南，不构成对产品规格或性能的保证。使用者应根据具体使用场景和当地法规要求判断其适用性，并采取必要的安全防护措施。对于因使用本说明书信息而造成的任何直接或间接损失，编制方不承担法律责任。本文件中的数据可能随新的研究成果和法规变化而更新，建议定期查阅最新版本。