

安全技术说明书 (SDS/MSDS)

制冷剂R449A (HFC/HFO混合物, R32/R125/R1234yf/R134a = 25.3/24.4/24.7/25.6, A2L微燃)

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R449A (二氟甲烷/五氟乙烷/2,3,3,3-四氟丙烯/1,1,1,2-四氟乙烷混合物)
化学品英文名称	Refrigerant R449A (Mixture of Difluoromethane/Pentafluoroethane/2,3,3,3-Tetrafluoropropene/1,1,1,2-Tetrafluoroethane)
商品名/别名	R449A、Opteon XP40、Forane 449A、HFO-449A
CAS号	无单一CAS号 (混合物; 组分CAS见第3部分)
UN编号	3161 (液化气体, 易燃)
危险货物编号	第2.1类 易燃气体
混合物类型	非共沸混合物 (Zeotropic Mixture, 温度滑移约1°C)
分子量	85.26 g/mol
主要用途	R404A/R507A的环保替代品, 中低温商用制冷 (GWP降低约67%)

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）

供应商应急联系电话：0571-87024025

2 危险性概述

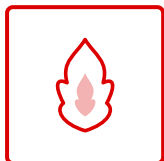
2.1 GHS危险性类别

危险性分类：

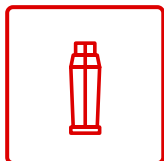
- 易燃气体（物理危害） — 类别2
- 加压气体（物理危害） — 液化气体
- 特异性靶器官毒性-一次接触（健康危害，麻醉效应） — 类别 3

注：R449A为A2L类制冷剂（微燃、低毒）。爆炸极限范围极窄（约12.3%~14.3%），燃烧速度低（ ≤ 10 cm/s），实际火灾风险较低。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



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。

H336 可能导致嗜睡或眩晕。

注：H221分类基于A2L微燃特性。R449A爆炸极限范围极窄（约12.3%~14.3%），燃烧速度低，实际火灾风险远低于A2/A3类气体。

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。

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。

P304+P340 如误吸入：将患者转移到空气新鲜处，保持呼吸舒适的休息体位。

P312 如感觉不适，呼叫中毒控制中心/就医。

P377 火灾时泄漏气源消除前不要扑灭火焰。

P381 如安全则消除一切点火源。

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，能在较低处扩散到相当远的地方，造成缺氧环境。
- A2L微燃气体：爆炸极限范围极窄（约12.3%~14.3%），燃烧速度低（≤10 cm/s），实际火灾风险较低。
- 非共沸混合物，存在约1°C温度滑移，充注时建议以液相充注。
- 遇高温（>500°C）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。
- 高浓度吸入可致心脏对儿茶酚胺敏感，可能诱发心律失常。

3 成分/组成信息

3.1 物质/混合物

本产品为非共沸混合物（Zeotropic Mixture），由四种制冷剂组成，温度滑移约1°C。

3.2 成分信息

组分名称	CAS号	化学名称	分子式	浓度 (质 量分 数)
R32	75-10-5	二氟甲烷 (Difluoromethane)	CH ₂ F ₂	25.3%
R125	354-33-6	五氟乙烷 (Pentafluoroethane)	C ₂ HF ₅ (CF ₃ CHF ₂)	24.4%
R1234yf	754-12-1	2,3,3,3-四氟丙烯 (2,3,3,3- Tetrafluoroprop-1-ene)	C ₃ H ₂ F ₄ (CF ₃ CF=CH ₂)	24.7%
R134a	811-97-2	1,1,1,2-四氟乙烷 (1,1,1,2- Tetrafluoroethane)	C ₂ H ₂ F ₄ (CH ₂ FCF ₃)	25.6%

3.3 杂质信息

杂质项目	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。

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。避免摩擦冻伤部位。
- 小心去除冻结的衣物，如衣物与皮肤粘连，切勿强行剥离。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。
- 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）。
- 眼睛接触液体：严重冻伤、角膜损伤、视力障碍。

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。
- 如疑似热分解产物（HF）暴露，注意监测血氟和尿氟水平，给予钙剂治疗。

5 消防措施

5.1 灭火介质

适用灭火剂：水雾、干粉、二氧化碳、泡沫。对于A2L微燃气体，优先切断气源后灭火。

不适用灭火剂：无特殊禁忌。

5.2 特别危险性

- A2L微燃气体：在空气中特定浓度范围内可燃（爆炸极限约12.3%~14.3%，范围极窄），燃烧速度低（ ≤ 10 cm/s）。
- 实际火灾风险较低，但应避免在密闭空间内接触强点火源。
- 在高温下（ $> 500^{\circ}\text{C}$ ）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（ COF_2 ）、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。
- **泄漏气源消除前不要扑灭火焰**（P377），否则可燃气体可能重新积聚导致复燃或爆炸。
- 如安全则消除一切点火源（P381）。

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。尽可能切断泄漏源。禁止接触或跨越泄漏物。

- **消除一切点火源**（明火、电火花、静电等），禁止使用可能产生火花的工具。

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温室气体排放，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。
- **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。钢瓶阀门泄漏无法关闭时，应将钢瓶浸入碱性水溶液中吸收处理。
- **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：R449A蒸气密度约为空气的2.9倍，会在低洼处和密闭空间积聚，造成缺氧环境并可能达到可燃浓度。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（低于爆炸下限的20%），并有人监护。消除一切点火源。

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。
- **远离热源、火花、明火和热表面。禁止吸烟。**
- 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。
- 配备泄漏应急处理设备。工作场所严禁吸烟、进食和饮水。
- 接触液体时应佩戴保温手套和护目镜，防止冻伤。
- 使用防爆型的通风系统和设备。使用不产生火花的工具和设备。
- 定期检查钢瓶、阀门和管路的密封性。保持工作场所通风良好，防止气体积聚达到可燃浓度。
- 非共沸混合物，充注时必须以液相充注以保证组成一致。

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。钢瓶应直立存放，戴好瓶帽和防震圈，妥善固定。
- 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 1.0 kg/L 。储存区应设置明显的安全警示标志和可燃气体检测报警装置。实行双人收发、双人保管制度。

7.3 特定用途

仅限工业和商用制冷用途，使用人员必须经过专业培训。R449A是R404A/R507A的环保替代品，GWP降低约67%，适用于中低温商用制冷系统。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WEEL：500 ppm (TWA, 8小时)
美国WEEL (R1234yf组分)	500 ppm (TWA)
美国ACGIH TLV-TWA (R134a组分)	1000 ppm (TWA)
混合物建议OEL	500 ppm (TWA, 取最严格值)
生物接触限值	未制定

注：依据GBZ 2.1-2019，本物质目前未列入中国职业接触限值表，操作时建议参考国际标准执行。

8.2 监测方法

气相色谱法 (GC-FID或GC-MS)、便携式卤素/可燃气体检测仪

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（爆炸下限的20%报警）。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：不需要特殊防护。浓度较高时：建议佩戴半面罩式防毒面具。高浓度环境或紧急事态：应佩戴正压自给式呼吸器（SCBA）。

眼睛防护：一般操作戴安全眼镜；接触液体时必须戴化学安全防护眼镜或面屏，防止冻伤。

皮肤防护：手部防护戴防静电防护手套；接触液体戴耐低温保温手套。身体防护穿防静电工作服；接触液体时穿防寒服。

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	无明确熔点（混合物）
沸点/沸程（101.3 kPa）	-43.6°C（-46.5°F）（泡点，温度滑移约1°C）
闪点	无（气体闪点不适用，但为微燃气体）
蒸发速率	无可用数据
易燃性（气体）	微燃（A2L）
爆炸上限/下限	约12.3%~14.3%（空气中，范围极窄）
蒸气压（25°C）	1200 kPa
蒸气密度（空气=1）	约2.9（比空气重）
相对密度（液体，25°C）	1.152 g/cm ³
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）	无可用数据（混合物）
自燃温度	约600°C（估算值）
分解温度	>500°C开始热分解
黏度（气体，25°C）	约12.5 μPa·s
表面张力（25°C，液体）	约6.5 mN/m
燃烧速度	≤10 cm/s（A2L级别要求）

9.2 热力学性质

临界温度	83.5°C（182.3°F）
临界压力	约4500 kPa（4.50 MPa / 653 psia）
临界密度	约0.470 g/cm ³
汽化热（沸点下）	约170 kJ/kg
液体比热（25°C）	约1.55 kJ/(kg·°C)

气体比热 (25°C, 恒压)	约0.95 kJ/(kg·°C)
-----------------	------------------

9.3 其他安全数据

ASHRAE安全级别	A2L (微燃低毒)
臭氧消耗潜能值 (ODP)	0 (不破坏臭氧层)
全球变暖潜能值 (GWP, 100 年)	1273 (相比R404A/R507A降低约67%)
大气寿命	约11.8年
温度滑移	约1°C (非共沸混合物)

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。

10.2 化学稳定性

在正常温度和压力下稳定。R1234yf组分含碳碳双键，大气中降解速度较快，但在正常储存和使用条件下稳定。

10.3 危险反应的可能性

- 在高温下 (>500°C) 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。
- R32和R1234yf组分在特定条件下可能与空气形成可燃混合物 (A2L微燃特性)。

10.4 应避免的条件

高温、明火、直接热源、钢瓶超压、强点火源

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
R32组分大鼠LC ₅₀ (4小时)	>1,000,000 ppm
R125组分大鼠LC ₅₀ (4小时)	>800,000 ppm
R1234yf组分大鼠LC ₅₀ (4小时)	>520,000 ppm
R134a组分大鼠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），但不属于化学腐蚀性物质。

11.3 眼睛刺激/腐蚀

液体接触可造成严重冻伤和角膜损伤。

11.4 呼吸道或皮肤过敏

无致敏性报告。

11.5 生殖细胞致突变性

各组分体外和体内试验均未显示致突变作用。

11.6 致癌性

各组分均未被IARC、ACGIH等机构列为致癌物。IARC：未列入；ACGIH：A4类；EPA：D组。

11.7 生殖毒性

动物试验显示，在高浓度下未见明显生殖毒性和发育毒性。

11.8 特异性靶器官系统毒性-一次接触

- 麻醉效应（类别3）：高浓度吸入可引起中枢神经系统抑制。
- 心脏影响：高浓度暴露可能导致心律失常（儿茶酚胺致敏作用）。

11.9 特异性靶器官系统毒性-反复接触

反复低浓度接触未见明显靶器官毒性。

11.10 吸入危害

气体状态一般不会导致吸入性肺炎。高浓度吸入可导致中枢神经系统抑制和心脏致敏。

12.1 生态毒性

鱼类急性毒性 (LC ₅₀ , 96h)	>100 mg/L (对鱼类低毒)
溞类急性毒性 (EC ₅₀ , 48h)	>100 mg/L
藻类生长抑制 (EC ₅₀ , 72h)	>100 mg/L

12.2 持久性和降解性

- 大气中降解：R1234yf组分快速降解（约11天），R32和R125组分降解较慢。混合物综合大气寿命约11.8年。
- 生物降解性：难生物降解。

12.3 生物蓄积潜力

各组分log P值均较低，生物蓄积性低。

12.4 土壤中的迁移性

气体状态下易挥发，迁移性较强。

12.5 PBT和vPvB评价结果

不满足PBT/vPvB标准。

12.6 其他环境有害作用

- **ODP**: 0（不破坏臭氧层）
- **GWP (100年)** : 1273（相比R404A/R507A降低约67%）
- 大量释放会对全球变暖产生影响，应控制排放，优先回收利用。
- R32和R125组分属HFC，受基加利修正案管控；R1234yf为HFO，GWP极低，不受管控。

13 废弃处置

13.1 废物处理方法

产品/残留物：

- 严禁直接排放至大气中（温室气体）。优先采用回收再生方式处理。
- 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。
- 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。

13.2 废弃注意事项

- 处置前应参阅国家和地方有关法规。操作人员应佩戴相应的个人防护装备。
- 确保通风良好，防止人员窒息和可燃气体积聚。消除一切点火源。

14 运输信息

14.1 联合国危险货物编号 (UN号)

3161 (液化气体, 易燃)

14.2 联合国运输名称

中文: 液化气体, 易燃, 未另作规定的 (R449A制冷剂)

英文: LIQUEFIED GAS, FLAMMABLE, N.O.S. (Refrigerant Gas R449A)

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), 符合GB 5099等标准。常见规格: 11.4 kg、13.6 kg、50 kg、100 kg钢瓶。
- 充装系数不大于1.0 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。
- 按规定路线行驶, 禁止在居民区和人口稠密区停留。运输车辆排气管必须配备阻火装置。

铁路运输 (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)。

航空运输 (ICAO/IATA DGR) :

- UN 3161, 第2.1类。客机禁止运输; 货机可运输 (须符合包装数量限制)。

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。

- 运输车辆应配备消防器材及泄漏应急处理设备。运输从业人员必须持证上岗。
- 运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。车辆排气管必须配备阻火装置。装卸时应轻装轻卸。

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）
- 《危险化学品目录》（2015版）：列入管理
- 《化学品分类和标签规范》（GB 30000系列）
- 《化学品安全技术说明书 内容和项目顺序》（GB/T 16483-2008）
- 《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）
- 《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国大气污染防治法》
- 《〈蒙特利尔议定书〉基加利修正案》中国实施方案：含HFC组分受管控

15.2 国际法规

- **联合国GHS**：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）
- 《蒙特利尔议定书》基加利修正案：R32和R125组分属高GWP HFC受控物质，R1234yf为HFO不受管控
- **欧盟F-Gas法规（EU 517/2014）**：R449A作为R404A/R507A低GWP替代品符合配额要求
- **欧盟REACH/CLP法规**
- **美国EPA SNAP计划**：批准用于中低温商用制冷
- **美国AIM Act**：HFC削减计划
- **ADR/RID、IMDG Code、IATA DGR**

16 其他信息

16.1 参考文献

- ASHRAE Standard 34-2024: Designation and Safety Classification of Refrigerants
- ASHRAE Handbook - Refrigeration Systems and Applications
- UNEP RTOC Assessment Report 2022
- 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

16.2 缩略语说明

缩略语	全称
SDS/MSDS	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
SCBA	自给式呼吸器
HFC	氢氟碳化物
HFO	氢氟烯烃
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。