

安全技术说明书 (SDS/MSDS)

制冷剂R512A (HFO/HFC混合物, R1234yf/R134a混合, A2L微燃)

UN编号: 3161 (暂定) 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R512A (2,3,3,3-四氟丙烯与1,1,1,2-四氟乙烷混合物)
化学品英文名称	Refrigerant R512A (Mixture of 2,3,3,3-Tetrafluoropropene and 1,1,1,2-Tetrafluoroethane)
商品名/别名	R512A、HFC-512A、HFO-512A
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, 暂定)
危险货物编号	第2.1类 易燃气体 (暂定)
混合物类型	共沸/近共沸混合物 (Azeotropic/Near-azeotropic Mixture)
分子量	约112.1 g/mol (估算值)
主要用途	轻商用制冷、汽车空调制冷剂替代品

数据说明: 本文件中R512A的部分理化参数为基于公开数据源的估算值。R512A的准确成分配比和完整参数尚未在ASHRAE Standard 34标准表格中公开确认。数据仅供参考, 请以厂家最新数据为准。

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

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

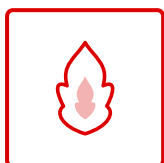
2.1 GHS危险性类别

危险性分类：

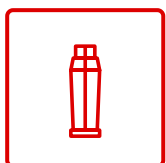
- 易燃气体（物理危害） — 类别2
- 加压气体（物理危害） — 液化气体
- 特异性靶器官毒性-一次接触（健康危害，麻醉效应） — 类别 3

注：R512A为A2L类制冷剂（微燃、低毒）。A2L微燃气体燃烧速度低（ ≤ 10 cm/s），爆炸极限范围窄，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，爆炸极限范围较窄，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：在特定浓度和点火源条件下可燃，但燃烧速度低，爆炸极限窄。
- 遇高温（>500℃）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

本产品为混合物，由HFO和HFC制冷剂组成。确切的成分配比和混合物类型（共沸或近共沸）待厂家最终确认。

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， 估 算)
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)	约 85%
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)	约 15%

注：成分配比基于GWP值反推估算，准确配比请以厂家最新数据为准。

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°C, 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°C）冲洗冻伤部位，促进复温。
- 禁止使用热水（>40°C）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）。
- 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°C）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。
- 隔离事故现场，禁止无关人员进入。
- **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。
- 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： R512A蒸气密度约为空气的3.9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。
- 防止气体泄漏到工作场所空气中。
- **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，严禁抛、滑、滚、碰。
- 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。
- 定期检查钢瓶、阀门和管路的密封性。
- 使用不产生火花的工具和设备。
- 保持工作场所通风良好，防止气体积聚达到可燃浓度。

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℃，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。
- 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1.0 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

仅限工业和轻商用制冷用途，使用人员必须经过专业培训。R512A适用于轻商用制冷和汽车空调系统。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, 8小时)
美国ACGIH TLV-TWA (R134a组分)	1000 ppm (TWA, 8小时)

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。
- 确保工作场所通风良好，防止气体积聚。

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：戴安全眼镜。
- 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：一般操作戴防静电防护手套；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：穿防静电工作服；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	无明确熔点（混合物），约-100°C
沸点/沸程（101.3 kPa）	约-29°C（-20.2°F）（估算值）
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6.5%~10%（空气中，估算值，范围窄）
蒸气压（25°C）	约600 kPa（估算值）
蒸气密度（空气=1）	约3.9（比空气重）
相对密度（液体，25°C）	约1.18 g/cm ³ （估算值）
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410°C（估算值，基于R1234yf组分）
分解温度	>500°C开始热分解
黏度（气体，25°C）	约11.5 μPa·s（估算值）
表面张力（25°C，液体）	约8.0 mN/m（估算值）
燃烧速度	≤10 cm/s（A2L级别要求）

9.2 热力学性质

临界温度	约96°C（205°F）（估算值）
临界压力	约3600 kPa（3.60 MPa / 522 psia）（估算值）
临界密度	约0.480 g/cm ³ （估算值）
汽化热（沸点下）	约180 kJ/kg（估算值）
液体比热（25°C）	约1.45 kJ/(kg·°C)（估算值）
气体比热（25°C，恒压）	约0.90 kJ/(kg·°C)（估算值）

9.3 其他安全数据

ASHRAE安全级别	A2L（微燃低毒，暂定）
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）	196（低GWP，数据来源：UNEP RTOC 2022/GHG Protocol）
大气寿命	约2年（估算值）

数据说明：上述理化参数中标注"估算值"的数据基于R1234yf和R134a的已知性质推算，实际值可能有所不同。**数据仅供参考，请以厂家最新数据为准。**

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℃）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。
- 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。

11.1 急性毒性

大鼠吸入LC ₅₀ (4小时)	> 500,000 ppm (各组分LC ₅₀ 均> 500,000 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。GHS分类: 无皮肤腐蚀/刺激分类 (仅物理冻伤)。

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: 无眼刺激分类 (仅物理冻伤)。

11.4 呼吸道或皮肤过敏

无致敏性报告。现有动物试验和人群调查数据未显示致敏作用。

11.5 生殖细胞致突变性

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。各组分均无致突变性。

11.6 致癌性

无充分证据表明具有致癌性。各组分均未被IARC、ACGIH等机构列为致癌物。

- IARC: 未列入
- ACGIH: A4类 (不可归类为人类致癌物)
- EPA: D组 (不可归类为人类致癌物)

11.7 生殖毒性

动物试验显示, 在高浓度 (> 50,000 ppm) 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): 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

反复低浓度接触未见明显靶器官毒性。动物长期吸入试验 (高浓度) 未观察到明确的器官损伤。

11.10 吸入危害

气体状态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)
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

- 大气中降解：R1234yf组分通过与羟基自由基反应快速降解（大气寿命约11天），R134a组分降解较慢（大气寿命约14年）。混合物综合大气寿命约2年。
- 生物降解性：难生物降解（不易被微生物分解）。
- 水解：常温下不易水解。
- 光解：大气中可被光化学降解。

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，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（不破坏臭氧层，属于HFO/HFC类非ODS物质）
- 全球变暖潜能值 (GWP, 100年时间尺度)：196（相对于CO₂=1，属低GWP制冷剂）
- R1234yf组分大气寿命短（约11天），温室效应极低。
- 大量释放会对全球变暖产生一定影响，应控制排放，优先回收利用。
- 不属于《蒙特利尔议定书》受控物质，GWP低，不受基加利修正案HFC削减约束。

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，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。
- 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，防止人员窒息和可燃气体积聚。
- 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。
- 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，暂定）

14.2 联合国运输名称

中文：液化气体，易燃，未另作规定的（R512A制冷剂）

英文：LIQUEFIED GAS, FLAMMABLE, N.O.S. (Refrigerant Gas R512A)

14.3 运输危险性分类

第2.1类 易燃气体（暂定，基于A2L微燃特性）

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等相关国家标准。
- 常见包装规格：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。
- 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。
- 运输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）

航空运输（ICAO/IATA DGR）：

- UN 3161，第2.1类
- 易燃液化气体
- 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。
-

15.1 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）
- 《工作场所安全使用化学品规定》（[1996]劳部发423号）
- 《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）
- 《道路危险货物运输管理规定》
- 《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》
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》
- 《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**：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：GWP=196，低于管控阈值，不受HFC强制削减约束
- 《京都议定书》/《巴黎协定》：列入温室气体清单（GWP低）
- **欧盟F-Gas法规（EU 517/2014）**：低GWP，符合欧盟配额要求
- **欧盟REACH法规（EC 1907/2006）**：各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
- **美国EPA SNAP计划**：批准用于多种制冷应用
- **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
- **IATA DGR**：国际航空运输协会危险货物规则

16.1 参考文献

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

- GHG Protocol Emissions Calculation Tool (R-512A GWP data)
- UK BEIS Greenhouse Gas Conversion Factors 2025
- NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards
- 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 / 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
TLV-TWA	阈值-时间加权平均值
SCBA	自给式呼吸器
HFC	氢氟碳化物
HFO	氢氟烯烃（含碳碳双键）
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。R512A制冷剂的部分理化参数为基于公开数据源的估算值，准确成分配比尚未在ASHRAE Standard 34标准表格中公开确认。
数据仅供参考，请以厂家最新数据为准。 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。