

بطاقة بيانات الأمان (SDS)

المبرد R512A (خليط R1234yf/R134a، HFO/HFC، قابل للاشتعال بدرجة خفيفة A2L)

رقم UN: 3161 (مبدئي) تاريخ الإصدار: 29 أغسطس 2026 الإصدار: 1.0

1 التعريف

1.1 معرّف المنتج

المبرد R512A (خليط من 2,3,3,3-رباعي فلورو البروبين و1,1,1,2-رباعي فلورو الإيثان)	الاسم الكيميائي
R512A، HFC-512A، HFO-512A	الأسماء الشائعة / المرادفات
لا يوجد رقم CAS واحد (مزيغ؛ انظر القسم 3 لأرقام CAS للمكونات)	رقم CAS
3161 (غاز مسال، قابل للاشتعال، مبدئي)	رقم UN
الفئة 2.1 غاز قابل للاشتعال (مبدئي)	رمز السلع الخطرة
خليط أزيوتروبي/شبه أزيوتروبي	نوع الخليط
~112.1 جم/مول (تقديري)	الكتلة الجزيئية
التبريد التجاري الخفيف؛ مبرد بديل لتكييف هواء المركبات	الاستخدام الموصى به

ملاحظة حول البيانات: بعض المعاملات الفيزيائية/الكيميائية في هذه الصحيفة قيم تقديرية مستندة إلى مصادر بيانات متاحة للعموم. ولم يتم تأكيد التكوين الدقيق والخواص الكاملة لـ R512A علناً في جداول معيار ASHRAE 34. البيانات للاسترشاد فقط؛ يُرجى الرجوع إلى أحدث بيانات الشركة المصنعة.

1.2 بيانات مورّد بطاقة بيانات الأمان

شركة هانغتشو وولا للكيماويات المحدودة	اسم المورّد
الرقم 7، طريق لونغتان، مقاطعة يوهانغ، هانغتشو، مقاطعة تشجيانغ، الصين	العنوان
311100	الرمز البريدي
86-571-87024025+	الهاتف
86-571-87024025+	الفاكس
safety@wulachem.cn	البريد الإلكتروني

1.3 رقم هاتف الطوارئ

2 تحديد المخاطر

2.1 تصنيف GHS

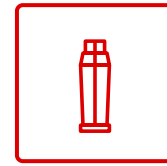
تصنيف الخطر:

- غاز قابل للاشتعال (خطر فيزيائي) — الفئة 2
 - غاز مضغوط (خطر فيزيائي) — غاز مسال
 - سمية محددة للأعضاء المستهدفة - تعرض فردي (خطر صحي، تأثير مخدر) — الفئة 3
- ملاحظة: R512A مبرد من فئة A2L (قابل للاشتعال بدرجة خفيفة، وسمية منخفضة). غازات A2L لها سرعة انتشار لهب منخفضة (≥10 cm/s) وحدود قابلية للاشتعال ضيقة، مما يجعل خطر الحريق الفعلي منخفضاً. وقضمة الصقيع الناتجة عن ملامسة السائل هي إصابة فيزيائية بسبب البرودة العميقة.

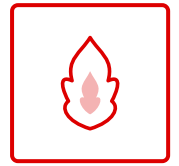
2.2 عناصر وسم GHS



GHS07 علامة تعجب



GHS04 أسطوانة غاز



GHS02 لهب

كلمة الإشارة: تحذير

عبارات الخطر:

H221 غاز لهوب.

H280 يحتوي على غاز مضغوط؛ قد ينفجر إذا سخّن.

H336 قد يسبب النعاس أو الدوخة.

ملاحظة: يعتمد تصنيف H221 على خصائص القابلية للاشتعال الخفيفة لفئة A2L. ونطاق حدود قابلية الاشتعال ضيق وسرعة انتشار اللهب منخفضة؛ لذا فإن خطر الحريق الفعلي أقل بكثير منه في غازات الفئتين A2/A3.

عبارات احتياطية:

P102 اقرأ وافهم جميع احتياطات السلامة قبل التعامل.

P210 ابتعد عن الحرارة/الشرر/اللهب المكشوف/الأسطح الساخنة. يُمنع التدخين.

P271 استخدمه في الخارج فقط أو في مكان جيد التهوية.

P280 ارتدِ قفازات واقية/ملابس واقية/واقي العينين/واقي الوجه/واقياً للأذنين.

P304+P340 في حالة الاستنشاق: انقل الشخص إلى الهواء الطلق وحافظ على وضعية مريحة للتنفس.

P312 اتصل بمركز السموم أو الطبيب/الطبيبة... عند الشعور بتوعل.

P377 حريق غاز متسرب: لا تطفئ النار، ما لم يمكن إيقاف التسرب بأمان.

P381 في حالة التسرب، أزل جميع مصادر الاشتعال.

P403 خزنه في مكان جيد التهوية.

P410+P403 احميه من ضوء الشمس. خزنه في مكان جيد التهوية.

P405 خزنه تحت القفل.

2.3 مخاطر أخرى

- البخار أثقل من الهواء وقد ينتشر لمسافات طويلة على طول الأرض، مما يخلق بيئة ناقصة الأكسجين في المناطق المنخفضة.
- غاز A2L قابل للاشتعال بدرجة خفيفة: قد يشتعل في ظل شروط معينة من التركيز ومصدر الاشتعال، لكن سرعة انتشار اللهب منخفضة وحدود قابلية الاشتعال ضيقة.
- يتحلل عند درجات الحرارة العالية ($>500^{\circ}\text{C}$) منتجاً غازات سامة وأكالة (فلوريد الهيدروجين، وأول أكسيد الكربون، وفلوريد الكربونيل، وغيرها).
- قد تنفجر الأسطوانات أو تتشقق عند تسخينها بسبب زيادة الضغط الداخلي.
- قد يتسبب التعرض لتركيزات عالية في تحسس القلب للكاثيكولامينات، مما قد يؤدي إلى اضطراب نظم القلب.

3 التركيب/المعلومات عن المكونات

3.1 المادة/المزيج

هذا المنتج خليط من مبردات HFO و HFC. ونسبة التكوين الدقيقة ونوع الخليط (أزيوتروبي أو شبه أزيوتروبي) تخضعان لتأكيد الشركة المصنعة.

3.2 معلومات التركيب

المكوّن	رقم CAS	الاسم الكيميائي	الصيغة الجزيئية	التركيز (بالكتلة، تقديري)
R1234yf	754-12-1	2,3,3,3-رباعي فلورو البروب-1-ين	$\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_4$ ($\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$)	~85%
R134a	811-97-2	1,1,1,2-رباعي فلورو الإيثان	$\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4(\text{CH}_2\text{FCF}_3)$	~15%

ملاحظة: التكوين تقديري محسوب عكسياً من قيمة GWP. وللحصول على التكوين الدقيق، يُرجى الرجوع إلى أحدث بيانات الشركة المصنعة.

3.3 معلومات الشوائب

الشائبة	الحد
الحموضة (كنسبة HCl)	$\geq 1 \text{ ppm}$
الرطوبة	$\geq 10 \text{ ppm}$

بقايا التبخر	ppm 100≥
غاز غير قابل للتكثيف (C، vol°25%)	1.5%≥
الكلوريد	مطابق

4 إجراءات الإسعافات الأولية

4.1 وصف تدابير الإسعافات الأولية اللازمة

نصيحة عامة: نقل المصاب فوراً من المنطقة الملوثة. حافظ على دفته وبقائه في حالة راحة. أظهر هذه البطاقة للطبيب المعالج.

الاستنشاق:

- انقل المصاب فوراً إلى هواء نقي. حافظ على انفتاح مجرى التنفس.
- أعط أكسجيناً إذا كان التنفس صعباً.
- إذا توقف التنفس، أعط تنفساً اصطناعياً (يفضّل باستخدام قناع كيس-صمام أو قناع جيب؛ وتجنّب الفم إلى الفم).
- إذا غاب النبض، ابدأ الإنعاش القلبي الرئوي (CPR) فوراً.
- حافظ على دفء المصاب وبقائه في حالة راحة. راقب حالته عن كثب.
- اطلب الرعاية الطبية فوراً.

ملامسة الجلد (تجمّد):

- اشطف المنطقة المصابة فوراً بكميات كبيرة من ماء فاتر (37-40°C) لتعزيز إعادة التدفئة.
- لا تستخدم ماءً ساخناً (<40°C) أو حرارة مباشرة (مثل المدافئ الكهربائية).
- لا تفرك المنطقة المتجمدة ولا تدلكها؛ فقد يؤدي ذلك إلى تفاقم تلف الأنسجة.
- أزل الملابس المجمدة بعناية. إذا التصقت الملابس بالجلد، فلا تسحبها؛ اقطع حولها.
- غطّ بضمادة معقمة.
- اطلب الرعاية الطبية فوراً.

ملامسة العين:

- افتح جفني العين وأبقهما مفتوحين واشطف جيداً بكمية وافرة من الماء أو المحلول الملحي العادي لمدة 15 دقيقة على الأقل.
- تأكد من شطف جميع سطوح العين برفع الجفن العلوي والسفلي.
- أزل العدسات اللاصقة إن وجدت ويمكن إزالتها بسهولة.
- اطلب الرعاية الطبية فوراً، ويفضّل من طبيب عيون.

الابتلاع:

غير منطبق. هذه المادة غاز عند درجة حرارة الغرفة؛ ولا يُتوقع التعرض بالابتلاع.

4.2 أهم الأعراض والآثار، الحادة والمتأخرة

- الاستنشاق الحاد: دوخة، نعاس، صداع، غثيان، عدم اتزان، فقدان الوعي، اضطراب نبض القلب.

- ملامسة الجلد (سائل): تجمّد (جلد شاحب، صلب، ألم، ظهور بثور).
- ملامسة العين (سائل): تجمّد شديد، تلف القرنية، ضعف الرؤية.

4.3 بيان بأي رعاية طبية فورية وعلاج خاص مطلوب

ملاحظات للأطباء:

- علاج عرضي وداعم. حافظ على انفتاح مجرى التنفس؛ أعط أكسجيناً عند الحاجة.
- راقب الوظيفة القلبية؛ فالتعرض بتركيز عالٍ قد يسبب اضطرابات نبض القلب.
- تجنّب أدوية الكاتيكولامين (مثل الأدرينالين) — فقد تزيد من حساسية عضلة القلب للفلوروكربونات وتُعرض الرجفان البطيني.
- عالج التجمّد بالبروتوكولات المعيارية: إعادة التدفئة بماء فاتر (37–40°C). لا تستخدم حرارة جافة أو تدلياً.
- عند الاشتباه في التعرض لمنتجات التحلل الحراري (HF)، يُراقب مستوى الفلوريد في الدم والبول؛ ويُعطى المريض غلوكونات الكالسيوم.

5 إجراءات مكافحة الحرائق

5.1 وسائط الإطفاء

وسائط الإطفاء المناسبة: ضباب الماء، والمواد الكيميائية الجافة، وثنائي أكسيد الكربون، والرغوة. وفي حالة غاز A2L القابل للاشتعال بدرجة خفيفة، تُعطى الأولوية لقطع مصدر الغاز قبل إطفاء الحريق.

وسائط الإطفاء غير المناسبة: لا توجد موانع محددة.

5.2 مخاطر خاصة ناشئة عن المادة أو المزيج

- غاز A2L قابل للاشتعال بدرجة خفيفة: قابل للاشتعال ضمن نطاق تركيز محدد في الهواء (حدود ضيقة)؛ وسرعة انتشار اللهب منخفضة ($10 \geq \text{cm/s}$).
- خطر الحريق الفعلي منخفض، لكن تجنّب التعرض لمصادر اشتعال قوية في الأماكن المحصورة.
- التحلل الحراري عند درجات حرارة عالية ($> 500^\circ\text{C}$) ينتج غازات سامة وكاورية: فلوريد الهيدروجين، وأول أكسيد الكربون، وفلوريد الكربونيل، وغيرها.
- قد تنفجر الأسطوانات أو تتشقق عند تسخينها بسبب زيادة الضغط الداخلي.
- قد يتفاعل مع الفلزات القلوية، وفلزات الأرض القلوية، ومسحوق الألمنيوم في ظروف معينة.

5.3 نواتج الاحتراق الخطرة

فلوريد الهيدروجين (HF)، أكسيد الكربون (CO)، فلوريد الكربونيل (COF_2)، ومركبات فلورية أخرى.

5.4 إرشادات رجال الإطفاء

- يجب على رجال الإطفاء ارتداء جهاز تنفس ذاتي الضغط الإيجابي (SCBA) وملابس واقية مقاومة للحريق بالكامل.
- إذا أمكن، انقل الحاويات من منطقة الحريق إلى مكان آمن.
- برّد الحاويات برذاذ الماء من مسافة آمنة حتى إخماد الحريق.
- أخل المنطقة فوراً إذا تغير لون الحاويات أو بدأت أجهزة تخفيف الضغط بالتهوية.

- اعزل المنطقة؛ وامنع دخول الأشخاص غير المصرح لهم.
- **حريق غاز متسرب: لا تطفئ النار، ما لم يمكن إيقاف التسرب بأمان (P377)؛** وإلا فقد يتجمع الغاز القابل للاشتعال من جديد، مما يؤدي إلى اشتعال متجدد أو انفجار.
- أزل جميع مصادر الاشتعال إذا كان من الآمن فعل ذلك (P381).

6 إجراءات الانسكاب العرضي

6.1 الاحتياطات الشخصية، والمعدات الوقائية، وإجراءات الطوارئ

- أخل الأفراد من منطقة التسرب إلى مواقع بمحاذاة اتجاه الريح فوراً. حدد محيطاً واقتصر الدخول.
- يجب للمستجيبين للطوارئ ارتداء SCBA، وملابس العمل القياسية، وقفازات التبريد، وواقى العين.
- ادخل من اتجاه محاذاة الريح.
- أوقف التسرب إذا أمكن ذلك بأمان.
- لا تلمس المادة المنسكبة ولا تمش عليها.
- **أزل جميع مصادر الاشتعال** (اللهب المكشوف، والشرر الكهربائي، والكهرباء الساكنة). استخدم أدوات غير منتجة للشر فقط.
- حافظ على وجود أفراد اتصال طوارئ للدعم الخارجي.

6.2 الاحتياطات البيئية

- امنع دخول الغاز إلى المجاري، والطوابق السفلية، أو الأماكن المغلقة.
- هوى المنطقة لتسريع التشتت.
- قلّل الانبعاثات للتحكم في انبعاثات غازات الدفينة؛ واستعدّها كلما أمكن.
- تجنّب الإطلاق في الغلاف الجوي، أو المسطحات المائية، أو التربة.

6.3 طرق ومواد الاحتواء والتنظيف

- **تسرب بسيط:** زد التهوية لتسريع تشتيت الغاز. راقب مستويات الأكسجين وتركيز الغاز القابل للاشتعال لمنع الاختناق والاشتعال.
- **تسرب كبير:**
 - أغلق صمام المصدر إذا كان ذلك آمناً.
 - استعد باستخدام معدات مخصصة لاسترداد الغاز.
 - إذا تعذر الاسترداد، استخدم رذاذ/ضباب الماء لتخفيف الغاز وإذابته (مع منع تلوث المياه).
 - إذا تعذر إغلاق صمام الأسطوانة، انغمر الأسطوانة في محلول مائي قلوي للامتصاص.
- **تسرب من الأسطوانة:** انقل الأسطوانة إلى منطقة آمنة جيدة التهوية ونفّس ببطء. إذا تعذر إغلاق الصمام، اتصل بالموارد للمعالجة المتخصصة.

6.4 مرجع

انظر القسم 8 (ضوابط التعرض/الحماية الشخصية) والقسم 13 (اعتبارات التخلص).

خطر حرج: كثافة بخار R512A نحو 3.9 أضعاف كثافة الهواء. ويتجمع في المناطق المنخفضة والمحصورة، مما يخلق جواً ناقص الأكسجين وقد يبلغ تركيزات قابلة للاشتعال. تحقق دائماً من مستويات الأكسجين (يجب أن تكون

≤19.5%) ومستويات الغاز القابل للاشتعال (أقل من 20% من LEL)، واستخدم نظام المرافقة قبل الدخول إلى الأماكن المحصورة أو المنخفضة. أزل جميع مصادر الاشتعال.

7 التعامل والتخزين

7.1 احتياطات التعامل الآمن

- تعامل في أنظمة مغلقة مع تهوية طبيعية كافية أو شفط محلي.
- يجب تدريب العاملين تدريباً خاصاً واتباع إجراءات التشغيل بدقة. أفراد حاصلون على شهادة فقط.
- امنع تسرب الغاز إلى جو مكان العمل.
- ابتعد عن الحرارة/الشرر/اللهب المكشوف/الأسطح الساخنة. يُمنع التدخين.
- تجنّب ملامسة الفلزات التفاعلية والعوامل المؤكسدة القوية.
- التعامل مع الأسطوانات بحذر؛ ولا تُسقط الأسطوانات أو تُجرّ أو تُدحرج أو تُصدم.
- زوّد المنطقة بمعدات الاستجابة لطوارئ التسرب.
- يُمنع التدخين أو الأكل أو الشرب في مناطق العمل.
- ارتدِ قفازات عازلة وواقعي العين/الوجه عند التعامل مع السائل لمنع التجمّد.
- استخدم أنظمة وتجهيزات تهوية مضادة للانفجار.
- افحص الأسطوانات والصمامات والأنابيب دورياً للكشف عن التسرب.
- استخدم أدوات ومعدات غير منتجة للشرر.
- حافظ على تهوية جيدة في مكان العمل لمنع تراكم الغاز حتى تركيزات قابلة للاشتعال.

7.2 ظروف التخزين الآمن، بما في ذلك أي مواد غير متوافقة

- خزّنه في مستودع بارد، جاف، جيد التهوية للغازات القابلة للاشتعال.
- يجب ألا تتجاوز درجة حرارة التخزين 45°C. ابتعد عن النار ومصادر الحرارة والشمس المباشرة.
- خزّنه منفصلاً عن المؤكسيدات والمعادن التفاعلية.
- يجب تجهيز منطقة التخزين بمعدات الاستجابة لطوارئ التسرب.
- يجب تخزين الأسطوانات في وضع رأسي مع وضع أغطية الصمام وحلقات الأمان في موضعها، وتثبيتها تثبيثاً جيداً.
- استخدم إضاءة وتهوية مضادة للانفجار.
- يُحظر استخدام المعدات والأدوات التي يمكن أن تولّد شرراً.
- يجب ألا يتجاوز معامل التعبئة 1.0 كجم/لتر.
- ضع لافتات تحذير سلامة واضحة، وركّب أجهزة إنذار لكشف الغازات القابلة للاشتعال في مناطق التخزين.
- طبق نظام استلام وتسليم يشخصين، ونظام حراسة يشخصين.

7.3 استخدامات نهائية محددة

للاستخدام الصناعي والتبريد التجاري الخفيف فقط. ويجب أن يتلقى العاملون تدريباً مهنياً. R512A مناسب لأنظمة التبريد التجاري الخفيف وأنظمة تكييف هواء المركبات. لا تستخدمه في ملامسة الأغذية مباشرة أو الاستنشاق الطبي أو تطبيقات أخرى غير معتمدة.

8.1 معايير الضبط

لا يوجد حد قانوني محدد. المرجع الموصى به: WEEL 500 ppm (8 TWA، ساعة)	حدود التعرض المهنية في الصين (OEL)
500 ppm (8 TWA، ساعات)	WEEL (مكون R1234yf، الولايات المتحدة)
1000 ppm (8 TWA، ساعات)	ACGIH TLV-TWA (مكون R134a، الولايات المتحدة)
500 ppm (TWA، القيمة الأكثر تحفظاً)	حد التعرض المهني الموصى به للخليط
غير محددة	القيمة الحدية البيولوجية

ملاحظة: وفق GBZ 2.1-2019، هذه المادة غير مدرجة حالياً في جدول OEL الصيني. يوصى بالمعايير الدولية كمرجع.

8.2 طرق مراقبة التعرض

الكروماتوغرافيا الغازية مع كشف التأين اللهب (GC-FID) أو مطيافية الكتلة (GC-MS)؛ وكاشف محمول للهالوجين/الغازات القابلة للاشتعال.

8.3 ضوابط هندسية مناسبة

- تصميم عملية محكمة مع تهوية عامة أو شفط محلي.
- وقّـر دشتاً للسلامة ومحطة غسل للعين.
- ركب أجهزة إنذار لكشف الغازات القابلة للاشتعال (20% من LEL) في المناطق التي قد تحدث فيها تسريبات كبيرة.
- استخدم معدات كهربائية مضادة للانفجار.
- احرص على تهوية كافية في مكان العمل لمنع تراكم الغاز.

8.4 تدابير الحماية الفردية

الحماية التنفسية:

- الظروف العادية (أقل من حد التعرض): لا حماية خاصة مطلوبة.
- التركيزات المرتفعة: يوصى بقناع نصف وجه بخرطوشة بخار عضوي/غاز حمضي.
- التركيز العالي أو الإنقاذ/الإخلاء الطارئ: يجب ارتداء جهاز تنفس ذاتي الضغط الإيجابي (SCBA).

حماية العين/الوجه:

- المناولة العامة: نظارات سلامة.
- عند التعامل مع السائل أو احتمال ملامسة السائل: يجب ارتداء نظارات سلامة كيميائية أو واقية وجه لمنع التجمّد.

حماية الجلد:

- حماية اليد: قفازات واقية مضادة للكهرباء الساكنة للمناولة العادية؛ وقفازات معزولة للبرودة العميقة عند ملامسة السائل.
- حماية الجسم: ملابس عمل مضادة للكهرباء الساكنة؛ وملابس مقاومة للبرد عند ملامسة السائل.
- أخرى: يُمنع التدخين في مناطق العمل؛ تجنّب الاستنشاق بتركيز عالٍ؛ استخدم نظام المرافقة عند دخول الخزانات أو الأماكن المغلقة أو المناطق عالية التركيز الأخرى.

8.5 تدابير النظافة

- أزل الملابس الملوثة واغسل الجلد جيداً بعد العمل.
- حافظ على نظافة شخصية جيدة.
- تأكد من توفر غسل العين والشدش الطارئ في مكان العمل.

9 الخصائص الفيزيائية والكيميائية

9.1 الخصائص الفيزيائية والكيميائية الأساسية

المظهر والرائحة	غاز عديم اللون برائحة خفيفة مشابهة للأثير؛ غازي عند درجة حرارة وضغط الغرفة؛ سائل شفاف عديم اللون تحت الضغط
عتبة الرائحة	غير متوفر (رائحة خفيفة مشابهة للأثير)
pH	غير منطبق (غاز)
نقطة الانصهار / نقطة التجمد	لا توجد نقطة انصهار محددة (خليط)، نحو -100°C
نقطة الغليان / مدى الغليان (kPa 101.3)	~ -20.2°F (-29°C) (تقديري)
نقطة الوميض	لا ينطبق (نقطة الوميض غير منطبقة على الغازات؛ غاز قابل للاشتعال بدرجة خفيفة)
معدل التبخر	غير متوفر
قابلية الاشتعال (غاز)	قابل للاشتعال بدرجة خفيفة (A2L)
الحدود الانفجارية (العليا/السفلى)	~6.5% – 10% في الهواء (تقديري، نطاق ضيق)
ضغط البخار (°C 25)	~600 kPa (تقديري)
كثافة البخار (الهواء = 1)	~3.9 (أثقل من الهواء)
الكثافة النسبية (سائل، °C 25)	~1.18 g/cm³ (تقديري)
الذوبانية	قابل للذوبان قليلاً في الماء؛ قابل للذوبان في الإيثانول والأثير وغيرها من المذيبات العضوية

معامل التقسيم أوكتانول/ماء (log P)	غير متاح (خليط)
درجة حرارة الاشتعال الذاتي	~410°C (تقديري، استناداً إلى مكون R1234yf)
درجة حرارة التحلل	<500°C بداية التحلل الحراري
اللزوجة (غاز، 25°C)	~11.5 μPa·s (تقديري)
التوتر السطحي (سائل، 25°C)	~8.0 mN/m (تقديري)
سرعة الاحتراق	≥10 cm/s (متطلب فئة A2L)

9.2 الخصائص الديناميكية الحرارية

الدرجة الحرجة	~96°C (205°F) (تقديري)
الضغط الحرج	~3600 kPa (3.60 MPa / 522 psia) (تقديري)
الكثافة الحرجة	~0.480 g/cm ³ (تقديري)
حرارة التبخر (عند نقطة الغليان)	~180 kJ/kg (تقديري)
الحرارة النوعية للسائل (25°C)	~1.45 kJ/(kg·°C) (تقديري)
حرارة نوعية للغاز (25°C، ضغط ثابت)	~0.90 kJ/(kg·°C) (تقديري)

9.3 بيانات سلامة أخرى

مجموعة سلامة ASHRAE	A2L (قابل للاشتعال بدرجة خفيفة، سمية منخفضة، مبدئي)
إمكانية استنفاد الأوزون (ODP):	0 (لا يستنزف طبقة الأوزون)
إمكانية الاحترار العالمي (GWP)، خلال 100 سنة)	196 (GWP منخفض؛ المصدر: UNEP RTOC 2022 / GHG Protocol)
العمر الجوي	~2 سنة (تقديري)

ملاحظة حول البيانات: المعاملات الفيزيائية/الكيميائية الموسومة بـ "تقديري" مشتقة من الخصائص المعروفة لـ R1234yf و R134a. وقد تختلف القيم الفعلية. **البيانات للاسترشاد فقط؛ يُرجى الرجوع إلى أحدث بيانات الشركة المصنعة.**

10.1 التفاعلية

مستقر كيميائياً في ظروف الحرارة والضغط الطبيعية؛ غير تفاعلي بسهولة.

10.2 الثبات الكيميائي

مستقر في ظل الظروف العادية من درجة الحرارة والضغط. يحتوي مكون R1234yf على رابطة مزدوجة بين ذرتي كربون ويتحلل بسرعة نسبية في الغلاف الجوي، لكنه مستقر في ظل ظروف التخزين والاستخدام العادية.

10.3 إمكانية حدوث تفاعلات خطيرة

- التحلل الحراري عند درجات حرارة عالية ($>500^{\circ}\text{C}$) ينتج فلوريد الهيدروجين السام، وأول أكسيد الكربون، وفلوريد الكربونيل.
- قد يتفاعل مع الفلزات القلوية، وفلزات الأرض القلوية، ومسحوق الألمنيوم عند درجة حرارة عالية أو ظروف محددة.
- قد يخضع لتفاعلات أكسدة-اختزال مع العوامل المؤكسدة القوية.
- قد يُشكّل مكون R1234yf مخاليط قابلة للاشتعال مع الهواء في ظل شروط معينة (قابل للاشتعال بدرجة خفيفة A2L).

10.4 الظروف الواجب تجنبها

درجات الحرارة العالية، واللهب المكشوف، ومصادر الحرارة المباشرة، والضغط الزائد في الأسطوانات، ومصادر الاشتعال القوية

10.5 المواد غير المتوافقة

فلزات تفاعلية (صوديوم، بوتاسيوم، كالسيوم، مسحوق ألومنيوم، مسحوق مغنيسيوم، وغيرها)، وعوامل مؤكسدة قوية

10.6 نواتج التحلل الخطرة

فلوريد الهيدروجين (HF)، أكسيد الكربون (CO)، فلوريد الكربونيل (COF_2)، ومركبات فلورية أخرى

10.7 بلمرة خطيرة

لن تحدث.

المعلومات السمية

11

11.1 معلومات عن الآثار السمية

السمية الحادة:

استنشاق الجرذان LC_{50} (4 ساعة)	$< 500,000$ ppm (قيم LC لجميع المكونات $_{50}$ أكبر من $< 500,000$ ppm)
LC للجرذ لمكون R1234yf_{50} (4 ساعة)	$< 520,000$ ppm
LC للجرذ لمكون R134a_{50} (4 ساعة)	$< 500,000$ ppm
الامتصاص الجلدي للأرانبي LD_{50}	غير متوفر (مادة غازية)

11.2 تهيج/تآكل الجلد

ملامسة السائل قد تسبب تجمداً (إصابة فيزيائية)، لكنها ليست مادة كاوية كيميائية. تصنيف GHS: لا يوجد تصنيف تآكل/تهيج الجلد (تجمد فيزيائي فقط).

11.3 تهيج/تآكل العين

قد تسبب ملامسة السائل عضو صقيع شديدة وضراً في القرنية. تصنيف GHS: لا يوجد تصنيف لتهيج العين (عضو صقيع فيزيائية فقط).

11.4 تحسس الجهاز التنفسي أو الجلد

لم يُبلغ عن تحسس. تظهر بيانات اختبار الحيوانات ووبائيات الإنسان عدم وجود تأثير تحسسي.

11.5 طفرات في الخلايا الجرثومية

أظهرت الاختبارات في المختبر وفي الجسم الحي (اختبار أميز، واختبار الشذوذ الكروموسومي، واختبار الأنوية الدقيقة في الفئران، وغيرها) عدم وجود تأثير مطفر. جميع المكونات غير مطفرة.

11.6 التسبب في السرطان

الأدلة على التسبب في السرطان غير كافية. ولا يُدرج أي من المكونات كمسرطنات من قبل IARC أو ACGIH أو هيئات أخرى.

- IARC: غير مدرج
- ACGIH: الفئة A4 (غير قابل للتصنيف كمسرطن للإنسان)
- EPA: المجموعة D (غير قابل للتصنيف فيما يتعلق بالتسبب لدى الإنسان)

11.7 السمية الإنجابية

تظهر الدراسات على الحيوانات عدم وجود سمية إنجابية أو تطويرية ذات شأن بتركيزات عالية (< 50,000 ppm). لا تتوفر بيانات سمية إنجابية للإنسان.

11.8 STOT-التعرض الفردي

- التأثير المخدر (الفئة 3): استنشاق تركيزات عالية قد يسبب اكتئاباً في الجهاز العصبي المركزي، يتمثل في دوخة، نعاس، صداع، وضعف الوعي.
- الآثار القلبية: التعرض بتركيز عالٍ قد يسبب اضطراباً في نبض القلب، خاصة تحت الضغط أو التمرين (تحسس الكاتيكولامين).

11.9 STOT-التعرض المتكرر

التعرض المتكرر بتركيز منخفض لا يُظهر سمية ذات شأن للأعضاء المستهدفة. الدراسات طويلة الأمد على استنشاق الحيوانات (تركيزات عالية) لم تُظهر ضرراً واضحاً في الأعضاء.

11.10 خطر الاستنشاق

لا يُتوقع أن يسبب التهاب رئوي استنشاق في الحالة الغازية. ومع ذلك، فإن الاستنشاق بتركيز عالٍ قد يسبب اكتئاباً في الجهاز العصبي المركزي وتحسساً قليباً.

12.1 السمية الإيكولوجية

سمية حادة للأسماك (LC ₅₀ , 96 ساعة)	< 100 mg/L (سمية منخفضة للأسماك)
سمية حادة للدافنيا (EC ₅₀ , 48 ساعة)	< 100 مغ/ل
تثبيط نمو الطحالب (EC ₅₀ , 72 ساعة)	< 100 مغ/ل
سمية بكتيرية	غير متوفر

12.2 الثبات والتحلل

- التحلل في الغلاف الجوي: يتحلل R1234yf بسرعة عبر تفاعل الجذور الهيدروكسيلية (العمر الجوي نحو 11 يوماً)؛ ويتحلل R134a ببطء أكبر (العمر نحو 14 سنة). والعمر الجوي الإجمالي للخليط نحو سنتين.
- القابلية للتحلل الحيوي: تحلل حيوي ضعيف.
- التحلل المائي: لا يتحلل مائياً بسهولة عند درجة حرارة الغرفة.
- التحلل الضوئي: يمكن أن يتحلل ضوئياً كيميائياً في الغلاف الجوي.

12.3 الإمكانية التراكمية الحيوية

قيم log P لجميع المكونات منخفضة؛ وإمكانية التراكم الحيوي منخفضة.

12.4 الحركة في التربة

متطاير بشدة في الحالة الغازية. انحلال منخفض في الماء. حركة عالية. يتطاير بسهولة إلى الغلاف الجوي عند إطلاقه في التربة.

12.5 نتائج تقييم PBT و vPvB

لا يستوفي معايير PBT / vPvB.

12.6 آثار سلبية أخرى

- إمكانية استنفاد الأوزون (ODP): 0 (لا يستنزف طبقة الأوزون؛ مادة غير مستنزفة للأوزون من فئة HFO/HFC)
- إمكانية الاحترار العالمي (GWP، خلال 100 سنة): 196 (بالنسبة إلى CO₂ = 1؛ مبرد منخفض GWP)
- لدى مكون R1234yf عمر جوي قصير (نحو 11 يوماً)، مما يؤدي إلى تأثير دفيئ منخفض جداً.
- قد تسهم الإطلاقات الكبيرة في الاحترار العالمي؛ ينبغي ضبط الانبعاثات مع إعطاء الأولوية لاسترداد الغاز وإعادة استخدامه.
- ليست مادة خاضعة للمراقبة بموجب بروتوكول مونتريال؛ GWP منخفض، ولا تخضع للتخفيض الإلزامي لمركبات HFC وفق تعديل كيغالي.

13.1 طرق معالجة النفايات

المنتج/البقايا:

- لا تطلق مباشرة في الغلاف الجوي (غاز دفيئة).
- الاسترداد وإعادة التدوير (التنقية وإعادة الاستخدام) هو النهج المفضل.
- إذا تعذر الاسترداد، تخلص من خلال منشأة معالجة نفايات خطرة مرخصة.
- الحرق عند درجة حرارة عالية مع مغسلة قلوية لإزالة الفلوريد هو أسلوب مقبول.
- لا تصرف في المجاري، أو المسطحات المائية، أو التربة.

التعبئة الملوثة:

- يجب إرجاع الأسطوانات الفارغة إلى المورد أو إلى منشأة مؤهلة للتخلص منها.
- تُدار الأسطوانات الفارغة ذات الضغط المتبقي كنفايات خطرة.

13.2 احتياطات خاصة للتخلص

- ارجع إلى اللوائح الوطنية والمحلية قبل التخلص.
- يجب على العاملين ارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة (انظر القسم 8).
- اضمن تهوية جيدة لمنع الاختناق وتراكم الغاز القابل للاشتعال.
- يجب أن يتم التخلص من قبل منشأة مؤهلة ومرخصة.
- ينبغي الاحتفاظ بسجلات التخلص.
- أزل جميع مصادر الاشتعال.

14 معلومات النقل

14.1 رقم UN

3161 (غاز مسال، قابل للاشتعال، مبدئي)

14.2 اسم الشحن الصحيح UN

غاز مسال قابل للاشتعال، غير مسمى تحديداً N.O.S. (غاز المبرد R512A)

14.3 فئة خطر النقل

الفئة 2.1 غاز قابل للاشتعال (مبدئي، استناداً إلى تصنيف A2L القابل للاشتعال بدرجة خفيفة)

14.4 مجموعة التعبئة

غير منطبق (لا تُسند مجموعة تعبئة لغازات الفئة 2)

14.5 علامة التعبئة / بطاقة الخطر

- بطاقة الخطر الأساسية: غاز قابل للاشتعال (أحمر، الفئة 2.1)
- بطاقة الخطر الثانوية: لا شيء

14.6 طرق ومواد الاحتواء والتعبئة

- أسطوانات فولاذية غير ملحومة. يجب أن تتوافق الأسطوانات مع المعايير الوطنية المطبقة (مثل GB 5099).
- أحجام التعبئة الشائعة: أسطوانات 11.4 kg و 13.6 kg و 50 kg و 100 kg.
- يجب ألا يتجاوز معامل التعبئة 1.0 كجم/لتر.
- اتجاه خيط منفذ صمام الأسطوانة: خيط أعسر للغازات القابلة للاشتعال.

14.7 متطلبات خاصة لوسائل النقل المختلفة

النقل البري (GB/T 12268 / ADR):

- يجب أن تكون المركبات حاصلة على ترخيص نقل بضائع خطرة.
- يجب أن تكون الأسطوانات مزودة بكبات صمامات وحلقات أمان في مكانها.
- توضع الأسطوانات عادةً بشكل أفقي مع توجيه الصمامات في الاتجاه نفسه؛ ولا تُرصّ بشكل متقاطع.
- النقل في وقت مبكر من الصباح/المساء في الصيف لتجنب أشعة الشمس المباشرة.
- اتبع المسارات المحددة؛ ولا تتوقف في المناطق السكنية أو المكتظة بالسكان.
- يجب تركيب كوابح شرر على أنابيب عوادم المركبات.

النقل بالسكك الحديدية (RID):

- يُمنع الدفع عبر منحدر الفرز.
- النقل في عربات مغلقة؛ الأسطوانات منتصبة أو أفقية ومثبتة.

النقل البحري (رمز IMDG):

- UN 3161، الفئة 2.1
- ملوث بحري: لا
- فئة التخزين: D (التخزين على السطح فقط)

النقل الجوي (ICAO/IATA DGR):

- UN 3161، الفئة 2.1
- غاز مسال قابل للاشتعال
- ممنوع على طائرات الركاب؛ الطائرات الشحنية فقط (رهن بحدود الكمية)

14.8 احتياطات خاصة للمستخدم

- لا تنقل مشتركاً مع المؤكسدات أو الفلزات التفاعلية أو منتجات الأغذية/الأعلاف.
- يجب تجهيز المركبات بمعدات إطفاء مناسبة ومعدات الاستجابة لطوارئ التسرب.
- يجب تدريب أفراد النقل وتأهيلهم بشهادة.
- احم من أشعة الشمس والمطر ودرجة الحرارة العالية أثناء النقل.
- عند التوقف أثناء الرحلة، ابتعد عن النار ومصادر الحرارة والمناطق عالية الحرارة.
- يجب تركيب كوابح شرر على أنابيب عوادم المركبات.
- حمل وأفرغ بحرص لمنع تلف الأسطوانات والوصلات.

15.1 اللوائح/التشريعات الخاصة بالسلامة والصحة والبيئة المتعلقة بالمادة أو المزيغ

لوائح دولية:

- **UN GHS**: الطبعة المنقحة الثامنة
- **بروتوكول مونتريال**: ليست مادة مستنفدة لطبقة الأوزون ($ODP = 0$)
- **تعديل كيغالي**: $GWP = 196$ ، دون عتبة الضبط؛ لا تخضع للتخفيض الإلزامي لـ HFC
- **بروتوكول كيوتو / اتفاقية باريس**: مُدرجة كغاز دفيئ (GWP منخفض)
- **لائحة غازات الفلور الأوربية (EU 517/2014)**: GWP منخفض، وتستوفي متطلبات الحصص للاتحاد الأوروبي
- **لائحة EU REACH (EC 1907/2006)**: جميع المكونات مواد مسجلة
- **لائحة EU CLP (EC 1272/2008)**: لائحة التصنيف والوسم والتعبئة
- **برنامج US EPA SNAP**: معتمد لتطبيقات التبريد المختلفة
- **معياري اتصال المخاطر الأمريكي OSHA HCS 2012**: معيار الاتصال بالمخاطر
- **إدارة النقل الأمريكية DOT 49 CFR**: لوائح نقل المواد الخطرة
- **اتفاقية ADR/RID**: الاتفاقية الأوروبية المتعلقة بالنقل الدولي للبضائع الخطرة براً وبالسكك الحديدية
- **رمز IMDG**: المدونة البحرية الدولية للبضائع الخطرة
- **لوائح IATA DGR**: لوائح الاتحاد الدولي للنقل الجوي للبضائع الخطرة

15.2 تقييم السلامة الكيميائية

لم يتم إجراء تقييم لسلامة المواد الكيميائية لهذا الخليط في سياق هذه البطاقة (SDS). يجب على المستخدمين إجراء تقييمهم الخاص بناءً على ظروف الاستخدام المحددة.

16 معلومات أخرى

16.1 المراجع

- معيار ASHRAE 34-2024: تسمية المبردات وتصنيفها من حيث السلامة
- تقرير تقييم RTOC الصادر عن UNEP لعام 2022
- أداة حساب الانبعاثات GHG Protocol (بيانات GWP لـ R-512A)
- معاملات تحويل غازات الدفينة الصادرة عن UK BEIS لعام 2025
- دليل NIOSH الجيب لمخاطر المواد الكيميائية
- GB/T 16483-2008 (محتوى وترتيب الأقسام في بطاقة بيانات الأمان للمنتجات الكيميائية)
- سلسلة GB 30000 (قواعد تصنيف ووسم المواد الكيميائية)
- نظام GHS للأمم المتحدة، الطبعة المنقحة الثامنة

16.2 الاختصارات

الاختصار	المصطلح الكامل
SDS / MSDS	بطاقة بيانات الأمان / بطاقة بيانات سلامة المواد

النظام العالمي المنسق لتصنيف ووسم المواد الكيميائية	GHS
خدمة المستخلصات الكيميائية (رقم التسجيل)	CAS
الأمم المتحدة (رقم البضائع الخطرة)	UN
إمكانية استنفاد الأوزون	ODP
إمكانية الاحتراق العالمي	GWP
التركيز المميت، 50%	LC ₅₀
الجرعة المميتة، 50%	LD ₅₀
قيمة الحد المرجعية - المتوسط الزمني المرجح	TLV-TWA
جهاز تنفس ذاتي الضغط	SCBA
هيدروفلوروكربون	HFC
هيدروفلوروأوليفين (يحتوي على رابطة مزدوجة بين ذرتي كربون)	HFO
سمية محددة للأعضاء المستهدفة	STOT

16.3 إخلاء المسؤولية

أُعدت صحيفة بيانات السلامة (SDS) هذه وفقاً لمعيار UN GHS والمتطلبات التنظيمية المنطبقة. بعض المعاملات الفيزيائية/الكيميائية لـ R512A قيم تقديرية مستندة إلى مصادر بيانات متاحة للعموم. ولم يتم تأكيد التكوين الدقيق علناً في جداول معيار 34 ASHRAE. **البيانات للاسترشاد فقط؛ يُرجى الرجوع إلى أحدث بيانات الشركة المصنعة.** تُقدّم المعلومات كدليل تشغيل للسلامة فقط، ولا تشكل ضماناً لمواصفات المنتج أو أدائه. ينبغي على المستخدمين التحقق من ملاءمة المعلومات لظروف استخدامهم الخاصة، واتخاذ احتياطات السلامة اللازمة. لا يتحمل المصدر أي مسؤولية قانونية عن الخسائر المباشرة أو غير المباشرة الناتجة عن استخدام المعلومات الواردة في هذه الوثيقة. قد تُحدّث البيانات عند توفر نتائج بحثية جديدة أو تغييرات تنظيمية؛ ويوصى بمراجعة أحدث نسخة دورياً.