

بطاقة بيانات الأمان (SDS)

مبرد R449A (خليط 25.3/24.4/24.7/25.6 = R32/R125/R1234yf/R134a، قابل للاشتعال بدرجة خفيفة (A2L)

رقم UN: 3161 التاريخ: 29 أغسطس 2026 الإصدار: V1.0

1 التعريف

1.1 التعريف بالمنتج

الاسم الكيميائي (بالإنجليزية)	مبرد R449A (خليط من ثنائي فلورو الميثان/خماسي فلورو الإيثان 2,3,3,3-رباعي فلورو البروبين/1,1,1,2-رباعي فلورو الإيثان)
الاسم التجاري / المرادفات	R449A, Opteon XP40, Forane 449A, HFO-449A
رقم CAS	لا يوجد رقم CAS واحد (خليط؛ أرقام CAS للمكونات في القسم 3)
رقم UN	3161 (غاز مسال، قابل للاشتعال)
فئة البضائع الخطرة	الفئة 2.1 غاز قابل للاشتعال
نوع الخليط	خليط زيتروبي (انزلاق درجة الحرارة ~1°C)
الكتلة الجزيئية	85.26 g/mol
الاستخدام الرئيسي	بديل صديق للبيئة لـ R404A/R507A في التبريد التجاري متوسط ومنخفض الحرارة (انخفاض GWP بنحو 67%)

1.2 معلومات الشركة المصنعة / المورد

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

1.3 هاتف الطوارئ

الخط الساخن الوطني لطوارئ الحوادث الكيميائية: +86-532-83889090 (24 ساعة)

2 تحديد المخاطر

2.1 تصنيف المخاطر وفق نظام GHS

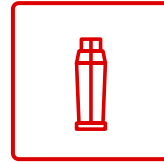
تصنيف المخاطر:

- غاز قابل للاشتعال (خطر فيزيائي) — الفئة 2
 - غازات مضغوطة (خطر فيزيائي) — غاز مسال
 - سمية محددة للأعضاء المستهدفة - تعرض فردي (خطر صحي، تأثيرات مخدرة) — الفئة 3
- ملاحظة: R449A مبرد مصنف ضمن الفئة A2L (قابل للاشتعال بدرجة خفيفة، وسميته منخفضة). نطاق الاشتعال ضيق جداً (~12.3%-14.3%)، وسرعة الاحتراق منخفضة (≥ 10 cm/s)، مما يؤدي إلى انخفاض خطر الحريق عملياً. وقضى الجلد الناتج عن ملامسة السائل للجلد/العينين إصابة فيزيائية بسبب البرودة.

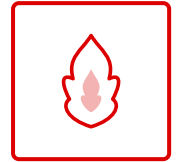
2.2 عناصر ملصق GHS



GHS07 علامة تعجب



GHS04 أسطوانة غاز



GHS02 قابل للاشتعال

كلمة الإشارة: **تحذير**

عبارات الخطر:

H221 غاز لهوب.

H280 يحتوي على غاز مضغوط؛ قد ينفجر إذا سخّن.

H336 قد يسبب النعاس أو الدوخة.

ملاحظة: يستند تصنيف H221 إلى خاصية الاشتعال الخفيف للفئة A2L. يتميز R449A بنطاق اشتعال ضيق جداً (~12.3%-14.3%) وسرعة احتراق منخفضة، مما يجعل خطر الحريق عملياً أقل بكثير من الغازات المصنفة A2/A3.

عبارات الحذر:

P102 ابتعده عن متناول الأطفال. اقرأ جميع احتياطات السلامة وافهمها قبل الاستخدام.

P210 ابتعده عن الحرارة والأسطح الساخنة والشرر واللهب المكشوف ومصادر الاشتعال الأخرى. يُمنع التدخين.

P271 استخدمه في الخارج فقط أو في مكان جيد التهوية.

P280 ارتد 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 ويمكن أن ينتشر على سطح الأرض إلى أماكن بعيدة، مما يخلق بيئة ناقصة الأكسجين.
- غاز قابل للاشتعال بدرجة خفيفة (A2L): نطاق الاشتعال ضيق جداً (~12.3%–14.3%)، وسرعة الاحتراق منخفضة (≥ 10 cm/s)، مما يؤدي إلى انخفاض خطر الحريق عملياً.
- خليط زيتروبي بانزلاق درجة حرارة يقارب 1°C ؛ ويوصى بالتعبئة في الطور السائل.
- عند درجات الحرارة العالية (500°C)، ينتج التحلل الحراري غازات سامة وأكالة (فلوريد الهيدروجين، أول أكسيد الكربون، فلوريد الكربونيل وغيرها).
- الأسطوانات المعرضة للحرارة يرتفع فيها الضغط، مع خطر التمزق والانفجار.
- استنشاق تركيزات عالية قد يسبب تحسناً قليلاً للكاتيكولامينات، مع احتمال حدوث عدم انتظام ضربات القلب.

3 التركيب/المعلومات عن المكونات

3.1 المادة / الخليط

هذا المنتج خليط زيتروبي مكون من أربعة مبردات، بانزلاق درجة حرارة يقارب 1°C .

3.2 معلومات المكونات

التركيز (الكسر الكتلي)	الصيغة الجزيئية	الاسم الكيميائي	رقم CAS	اسم المكون
25.3%	CH_2F_2	ثنائي فلورو الميثان	75-10-5	R32
24.4%	C_2HF_5 (CF_3CHF_2)	خماسي فلورو الإيثان	354-33-6	R125
24.7%	$\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_4$ ($\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$)	2,3,3,3-رباعي فلورو بروب-1-ين	754-12-1	R1234yf
25.6%	$\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ (CH_2FCF_3)	1,1,1,2-رباعي فلورو الإيثان	811-97-2	R134a

3.3 الشوائب

الحد	الشائبة
------	---------

ppm 1≥	الحموضة (كنسبة HCl)
ppm 10≥	الرطوبة
ppm 100≥	المتبقي غير المتطاير
1.5%≥	الغازات غير القابلة للتكثيف (C°25، الكسر الحجمي)
مطابق	الكلوريدات

4 إجراءات الإسعافات الأولية

4.1 وصف إجراءات الإسعافات الأولية اللازمة

نصيحة عامة: أخرج المصاب فوراً من المنطقة الملوثة. حافظ على دفته وهدوئه. أَر هذه البطاقة إلى الطبيب المعالج.

الاستنشاق:

- انقل المصاب بسرعة إلى الهواء النقي؛ وحافظ على انفتاح مجرى الهواء.
- إذا صعب التنفس، وقر الأكسجين.
- إذا توقف التنفس، قم بالتنفس الصناعي (استخدم قناعاً بكيس تنفس أو قناعاً محمولاً؛ وتجنب التنفس من فم إلى فم).
- إذا حدث توقف القلب، ابدأ فوراً بالإنعاش القلبي الرئوي.
- حافظ على دفء المصاب وراحته. راقب حالته عن كثب. واطلب العناية الطبية فوراً.

ملامسة الجلد (القضى):

- اغسل المنطقة المصابة بالقضى فوراً بكميات كبيرة من الماء الفاتر (C°40–37) لإعادة التدفئة.
- لا تستخدم الماء الساخن (<C°40) ولا تُطبّق حرارة مباشرة. ولا تفرك المنطقة المصابة بالقضى.
- أزل الملابس المتجمدة بحذر؛ وإذا التصقت الملابس بالجلد فلا تزحها عنوة. غطّ الجرح بضماد معقم واطلب العناية الطبية فوراً.

ملامسة العين:

- افتح الجفون فوراً واغسل بكميات كبيرة من الماء الجاري أو المحلول الملحي لمدة 15 دقيقة على الأقل.
 - أزل العدسات اللاصقة إن وُجدت وسهل إزالتها (إن أمكن). واطلب العناية الطبية فوراً، ويُفضل من طبيب عيون.
- الابتلاع:** لا ينطبق. هذا المنتج غازي عند درجة الحرارة العادية ولا يشكل خطر ابتلاع.

4.2 أهم الأعراض والتأثيرات الصحية

- الاستنشاق الحاد: دوار، نعاس، صداع، غثيان، فقدان التناسق الحركي، فقدان الوعي، عدم انتظام ضربات القلب.
- ملامسة الجلد للسائل: قذى (شحوب الجلد، تصلبه، ألم، تفقم).
- ملامسة العين للسائل: قذى شديد، تلف القرنية، ضعف البصر.

4.3 الإشارة إلى الحاجة إلى عناية طبية فورية وعلاج خاص

ملاحظات للطبيب:

- قدّم علاجاً عرضياً وداعماً؛ وحافظ على انفتاح مجرى الهواء؛ وأعطِ الأكسجين عند الحاجة.
- راقب وظائف القلب؛ فالتعرض لتركيزات عالية قد يسبب عدم انتظام ضربات القلب.
- تجنب الأدوية الكاتيكولامينية مثل الأدرينالين (قد تزيد حساسية عضلة القلب للفلوروكربونات وتسبب الرجفان البطيني).
- عالج القى وفق البروتوكولات المعيارية؛ وأعد التدفئة بالماء الفاتر (37–40°C)؛ ولا تستخدم الحرارة الجافة ولا الفك.
- إذا اشتبه في التعرض لمنتجات التحلل الحراري (HF)، راقب مستويات الفلوريد في الدم والبول؛ وأعطِ العلاج بغلوكونات الكالسيوم.

5 إجراءات مكافحة الحرائق

5.1 وسائط الإطفاء

- **وسائط الإطفاء المناسبة:** رش الماء، مسحوق كيميائي جاف، ثاني أكسيد الكربون، الرغوة. وللغازات القابلة للاشتعال بدرجة خفيفة (A2L)، أغلق مصدر الغاز قبل إطفاء الحريق.
- **وسائط الإطفاء غير المناسبة:** لا توجد قيود محددة.

5.2 المخاطر الخاصة الناشئة عن المادة

- غاز قابل للاشتعال بدرجة خفيفة (A2L): يمكن أن يشتعل ضمن نطاق تركيز محدد في الهواء (نطاق الاشتعال ~12.3%–14.3%؛ ضيق جداً؛ وسرعة احتراق منخفضة (≥ 10 cm/s).
- خطر الحريق عملياً منخفض، ولكن تجنب ملامسة مصادر الاشتعال القوية في الأماكن المغلقة.
- عند درجات الحرارة العالية ($> 500^\circ\text{C}$)، ينتج التحلل الحراري فلوريد الهيدروجين السام وأول أكسيد الكربون وفلوريد الكربونيل وغيرها من الغازات الأكلة للضارة.
- الأسطوانات المعرضة للحرارة قد يرتفع ضغطها الداخلي وقد تمزق.
- قد يتفاعل مع المعادن القلوية والمعادن القلوية الترابية ومسحوق الألومنيوم في ظروف معينة.

5.3 منتجات الاحتراق الخطرة

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

5.4 تعليمات مكافحة الحرائق ومعدات الوقاية

- يجب على رجال الإطفاء ارتداء جهاز تنفس ذاتي الضغط الموجب (SCBA) وعتاد الإطفاء الواقي الكامل.
- انقل الحاويات بعيداً عن منطقة الحريق إذا أمكن ذلك بأمان. رش الماء لتبريد الحاويات في منطقة الحريق حتى ينطفئ الحريق.
- أزل فوراً إذا تغير لون الحاويات في الحريق أو إذا فُعلت أجهزة تنفيس الأمان.
- لا تطفئ حريق غاز متسرب قبل التمكن من إيقاف مصدر الغاز (P377)؛ وإلا فقد يتجمع الغاز القابل للاشتعال من جديد، مما يسبب إعادة الاشتعال أو الانفجار.

- أزل جميع مصادر الاشتعال إذا كان من الآمن فعل ذلك (P381).

6 إجراءات الانسكاب العرضي

6.1 احتياطات شخصية ومعدات وقاية وإجراءات طوارئ

- أزل الأفراد بسرعة من منطقة التسرب إلى مكان في اتجاه الريح؛ وعزل المنطقة وقيد الدخول إليها بصرامة.
- يجب على فرق الاستجابة للطوارئ ارتداء جهاز SCBA ذي الضغط الموجب، وملابس عمل عادية، وقفازات واقية للمواد منخفضة الحرارة، وواقي عينيّن سالماً.
- اقترب من الموقع من اتجاه الريح. أغلق مصدر التسرب إن أمكن. ولا تلمس المادة المتسربة ولا تعبر من خلالها.
- أزل جميع مصادر الاشتعال (لهب مكشوف، شرر كهربائي، كهرباء ساكنة وغيرها)؛ ولا تستخدم أدوات قد تنتج شرراً.

6.2 احتياطات بيئية

- امنع الغاز من دخول المجاري أو الأقبية أو الأماكن المغلقة. واحرص على تهوية كافية لتعزيز التشتت.
- عند التسربات الكبيرة، اضبط انبعاثات الغازات الدفيئة؛ واستعد المادة وعالجها قدر الإمكان. وتجنب التصريف إلى الغلاف الجوي والمساحات المائية والتربة.

6.3 وسائل الاحتواء وطرق التنظيف والمواد

- **التسربات الصغيرة:** عزز التهوية لتسريع تشتت الغاز. راقب مستويات الأكسجين وتركيزات الغاز القابل للاشتعال لمنع الاختناق والاحتراق.
- **التسربات الكبيرة:** أغلق صمام مصدر التسرب (إذا كان التشغيل آمناً). استخدم نظام استرجاع غاز مخصصاً للاسترجاع. وإذا تعذر الاسترجاع، خفف برش الماء. وعند تعذر إغلاق صمام الأسطوانة، اغمر الأسطوانة في محلول مائي قلوي للمعالجة بالامتصاص.
- **التعامل مع تسرب الأسطوانة:** انقل الأسطوانة إلى منطقة آمنة جيدة التهوية وأطلق الغاز ببطء؛ وإذا تعذر إغلاق الصمام، اتصل بالمورد للمعالجة المتخصصة.

6.4 مرجع

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

تحذير خاص: كثافة بخار R449A تساوي تقريباً 2.9 ضعف كثافة الهواء، وسيجتمع في الأماكن المنخفضة والمغلقة، مما يخلق بيئة ناقصة الأكسجين وقد يبلغ تركيزات قابلة للاشتعال. قبل دخول الأماكن المغلقة أو المنخفضة، يجب قياس مستويات الأكسجين ($\leq 19.5\%$) وتركيزات الغاز القابل للاشتعال (دون 20% من LFL)، بحضور مراقب سلامة. وأزل جميع مصادر الاشتعال.

7 التعامل والتخزين

7.1 احتياطات التعامل

- شغل في أنظمة مغلقة مع تهوية طبيعية أو طرد موضعي كافية.
- يجب تدريب المشغلين تدريباً خاصاً، والالتزام بالصارم بإجراءات التشغيل، والحصول على الشهادات المناسبة.

- أبعدته عن الحرارة والأسطح الساخنة والشرر واللهب المكشوف ومصادر الاشتعال الأخرى. يُمنع التدخين.
- تجنب ملامسة المعادن التفاعلية والمؤكسيدات القوية. تعامل مع الأسطوانات برفق لمنع تلف الأسطوانات وملحقاتها.
- جهّز مكان العمل بمعدات الاستجابة للطوارئ عند التسرب. ويُمنع منعاً باتاً تناول الطعام والشراب والتدخين في مكان العمل.
- عند التعامل مع السائل، ارتدِ قفازات عازلة وواقٍ عينيّين سالمين لمنع القذى.
- استخدم أنظمة ومعدات تهوية مقاومة للانفجار. واستخدم أدوات ومعدات خالية من الشرر.
- افحص بانتظام إحكام إغلاق الأسطوانات والصمامات والمواسير. وحافظ على تهوية جيدة في مكان العمل لمنع تجمع الغاز حتى تركيزات قابلة للاشتعال.
- كونه خليطاً زيتروبياً، عبّئه في الطور السائل لضمان اتساق التركيب.

7.2 ظروف التخزين الآمن، بما فيها المواد غير المتوافقة

- خزّن في مستودع مخصص للغازات القابلة للاشتعال، بارد وجاف وجيد التهوية. ولا يجب أن تتجاوز درجة حرارة التخزين 45°C. وابعده عن النار ومصادر الحرارة؛ وتجنب أشعة الشمس المباشرة.
- خزّن منفصلاً عن المؤكسيدات والمعادن التفاعلية. وتخزن الأسطوانات في وضع رأسي مع وجود أغطية الصمامات وحلقات امتصاص الصدمات في موضعها وتثبيتها بإحكام.
- استخدم مرافق إضاءة وتهوية مقاومة للانفجار. لا تستخدم معدات وأدوات ميكانيكية قد تنتج شرراً.
- معامل التعبئة لا يزيد على 1.0 kg/L. ويجب أن تعرض مناطق التخزين لافتات تحذير سلامة بارزة وأجهزة كشف وإنذار للغاز القابل للاشتعال. وطبّق نظام الاستلام بشخصين والحراسة بشخصين.

7.3 استخدامات نهائية محددة

يُستخدم في التبريد الصناعي والتجاري فقط؛ ويجب أن يكون المستخدمون مدربين تدريباً مهنياً. R449A بديل صديق للبيئة لـ R404A/R507A بانخفاض GWP بنحو 67%، وهو مناسب لأنظمة التبريد التجاري متوسط ومنخفض الحرارة. ولا تتم الموافقة على ملامسة الأغذية مباشرة أو الاستنشاق الطبي أو أي استخدامات أخرى غير معتمدة.

8 ضوابط التعرض/الحماية الشخصية

8.1 حدود التعرض المهني

حد التعرض المهني في الصين (OEL)	لم يُحدد حد تشريعي. مرجع WEEL: 500 ppm (متوسط مرجح زمنياً لمدة 8 ساعات)
WEEL في الولايات المتحدة (مكون R1234yf)	500 ppm (TWA)
ACGIH TLV-TWA في الولايات المتحدة (مكون R134a)	1000 ppm (TWA)
حد التعرض المهني الموصى به للخليط	500 ppm (TWA، القيمة الأكثر تقييداً)
حد التعرض البيولوجي	غير محددة

ملاحظة: وفق GBZ 2.1-2019، هذه المادة غير مدرجة حالياً في جدول حدود التعرض المهني الصيني؛ ويوصى بالمعايير الدولية كمرشد تشغيلي.

8.2 طرق مراقبة التعرض

الكروماتوغرافيا الغازية مع الكشف بالتأين اللهب (GC-FID) أو مطياف الكتلة (GC-MS)؛ وأجهزة كشف محمولة للغازات الهالوجينية/القابلة للاشتعال

8.3 ضوابط هندسية

- أغلق عمليات الإنتاج؛ ووَقِّر تهوية عامة أو طرد موضعي. ووَقِّر دُشّات السلامة ومحطات غسل العينين.
- رَکّب أجهزة كشف وإنذار للغاز القابل للاشتعال (الإنذار عند 20% من LFL) في المناطق التي قد يحدث فيها تسرب كبير. واستخدم معدات كهربائية مقاومة للانفجار.

8.4 معدات الوقاية الشخصية (PPE)

الحماية التنفسية:

- الظروف العادية: لا حاجة إلى حماية خاصة. عند تركيزات أعلى: يوصى باستخدام جهاز تنفس بنصف قناع. في البيئات عالية التركيز أو حالات الطوارئ: يجب ارتداء جهاز تنفس ذاتي الضغط الموجب (SCBA).
 - **حماية العينين:** نظارات سلامة للعمليات العامة؛ ويلزم باستخدام واقي عيني كيميائي أو واقي للوجه عند التعامل مع السائل لمنع القذى.
 - **حماية الجلد:** قفازات واقية مانعة للكهرباء الساكنة للتعامل العام؛ وقفازات عازلة للمواد منخفضة الحرارة عند التعامل مع السائل. ملابس عمل مانعة للكهرباء الساكنة لحماية الجسم؛ وملابس واقية من البرد عند التعامل مع السائل.
- ## 8.5 تدابير النظافة
- أزل الملابس الملوثة فور انتهاء العمل؛ واغسل الجلد جيداً. وحافظ على عادات نظافة شخصية جيدة. وجّهز مكان العمل بمحطات غسل العينين ومرافق دُش الطوارئ.

9 الخصائص الفيزيائية والكيميائية

9.1 الخصائص الفيزيائية والكيميائية الأساسية

غاز عديم اللون برائحة إثيرية خفيفة؛ غازي عند درجة الحرارة والضغط العاديين؛ وسائل شفاف عديم اللون تحت الضغط	المظهر
لا تتوفر بيانات (رائحة إثيرية خفيفة)	عتبة الرائحة
غير منطبق (غاز)	pH
لا توجد درجة انصهار محددة (خليط)	درجة الانصهار / التجمد
-46.5°F (-43.6°C) (نقطة الفقاعة، انزلاق درجة حرارة ~1°C)	درجة الغليان / المدى (kPa 101.3)
لا يوجد (لا ينطبق على الغاز، لكنه مصنف قابل للاشتعال بدرجة خفيفة)	درجة الوميض
لا تتوفر بيانات	معدل التبخر

القابلية للاشتعال (غاز)	قابل للاشتعال بدرجة خفيفة (A2L)
حدود الانفجار العليا/الدنيا	~12.3%-14.3% (في الهواء، مدى ضيق جداً)
ضغط البخار (C°25)	1200 kPa
كثافة البخار (الهواء = 1)	~2.9 (أثقل من الهواء)
الكثافة النسبية (سائل، C°25)	1.152 g/cm ³
الذوبانية	منحل قليلاً في الماء؛ منحل في الإيثانول والإيثر الإيثيلي وغيرهما من المذيبات العضوية
معامل التوزيع (log P)	لا تتوفر بيانات (خليط)
درجة الاشتعال الذاتي	~600°C (تقديري)
درجة التحلل	<500°C (يبدأ التحلل الحراري)
اللزوجة (غاز، C°25)	~12.5 µPa·s
التوتر السطحي (C°25، سائل)	~6.5 mN/m
سرعة الاحتراق	≥10 cm/s (متطلب فئة A2L)

9.2 الخصائص الثرموديناميكية

درجة الحرارة الحرجة	83.5°C (182.3°F)
الضغط الحرج	kPa (4.50 MPa / 653 psia) 4500~
الكثافة الحرجة	g/cm ³ 0.470~
حرارة التبخر (عند درجة الغليان)	kJ/kg 170~
الحرارة النوعية للسائل (C°25)	kJ/(kg·°C) 1.55~
الحرارة النوعية للغاز (C°25، ضغط ثابت)	kJ/(kg·°C) 0.95~

9.3 بيانات سلامة أخرى

فئة سلامة ASHRAE	A2L (قابل للاشتعال بدرجة خفيفة، سمية منخفضة)
إمكانية استنفاد الأوزون (ODP):	0 (لا يستنزف طبقة الأوزون)
إمكانية الاحترار العالمي (GWP، خلال 100 سنة)	1273 (انخفاض ~67% مقارنة بـ R404A/R507A)

العمر الجوي	~11.8 سنة
الانزلاق الحراري	~1°C (خليط زيتروبي)

10 الثبات والتفاعلية

10.1 التفاعلية

مستقر كيميائياً في ظروف درجة الحرارة والضغط العاديين؛ ولا يميل إلى التفاعلات الكيميائية.

10.2 الثبات الكيميائي

مستقر في ظروف درجة الحرارة والضغط العاديين. ويحتوي مكون R1234yf على رابطة ثنائية بين ذرتي الكربون ويتحلل بسرعة نسبية في الغلاف الجوي، لكنه يبقى مستقراً في 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 المعادن القلوية والمعادن القلوية الترابية ومسحوق الألومنيوم عند درجات الحرارة العالية أو في ظروف معينة.
- قد يشكل مكونا R32 و R1234yf مخاليط قابلة للاشتعال مع الهواء في ظروف معينة (خاصية الاشتعال الخفيف A2L).

10.4 الظروف الواجب تجنبها

درجات الحرارة العالية، اللهب المكشوف، مصادر الحرارة المباشرة، الضغط الزائد في الأسطوانات، مصادر الاشتعال القوية

10.5 المواد غير المتوافقة

المعادن التفاعلية (الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، مسحوق الألومنيوم، مسحوق المغنيسيوم وغيرها)، والمؤكسدات القوية

10.6 منتجات التحلل الخطرة

فلوريد الهيدروجين (HF)، أول أكسيد الكربون (CO)، فلوريد الكربونيل (COF₂)، ومركبات فلورية أخرى

10.7 خطر البلمرة

لن يخضع للبلمرة.

11 المعلومات السمية

11.1 السمية الحادة

LC بالاستنشاق للفئران ₅₀ 4 (ساعة)	<500,000 ppm
--	--------------

ppm 1,000,000 <	LC بالاستنشاق لمكون R32 في الفئران ₅₀ (4 ساعة)
ppm 800,000 <	LC بالاستنشاق لمكون R125 في الفئران ₅₀ (4 ساعة)
ppm 520,000 <	LC بالاستنشاق لمكون R1234yf في الفئران ₅₀ (4 ساعة)
ppm 500,000 <	LC بالاستنشاق لمكون R134a في الفئران ₅₀ (4 ساعة)
لا تتوفر بيانات (مادة غازية)	LD باللامسة الجلدية للأرانب ₅₀

11.2 تهيج / تآكل الجلد

قد تسبب ملامسة السائل قضى (إصابة فيزيائية)، لكن المادة غير مصنفة كأكالة كيميائياً.

11.3 تهيج / تآكل العين

قد تسبب ملامسة السائل قضى شديداً وتلف القرنية.

11.4 التحسس التنفسي أو الجلدي

لم تُبلغ عن أي تحسس.

11.5 الطفريات في الخلايا الجرثومية

أظهرت جميع المكونات لا تأثيرات مطفرة في اختبارات في المختبر (in vitro) وفي الجسم الحي (in vivo).

11.6 التسبب في السرطان

لا يُدرج أي من المكونات كمسرطنات من قبل IARC أو ACGIH أو هيئات أخرى. IARC: غير مدرج؛ ACGIH: المجموعة A4؛ EPA: المجموعة D.

11.7 السمية الإنجابية

أظهرت الدراسات على الحيوانات لا سمية إنجابية أو تنموية معتبرة عند التركيزات العالية.

11.8 سمية محددة للأعضاء المستهدفة - تعرض فردي

- التأثيرات المخدرة (الفئة 3): قد يسبب استنشاق تركيزات عالية كبتاً في الجهاز العصبي المركزي.
- التأثيرات القلبية: قد يسبب التعرض لتركيزات عالية عدم انتظام ضربات القلب (تحسس للكاتيوكولامينات).

11.9 سمية محددة للأعضاء المستهدفة - تعرض متكرر

أظهر التعرض المتكرر لتركيزات منخفضة لا سمية معتبرة للأعضاء المستهدفة.

11.10 خطر الاستنشاق

في الحالة الغازية، يُستبعد حدوث ذات الرئة الاستنشاقية. وقد يسبب استنشاق تركيزات عالية كبتاً في الجهاز العصبي المركزي وتحسساً قليلاً.

12.1 السمية الإيكولوجية

السمية الحادة للأسماك (LC ₅₀) (96h)	100 < mg/L (سمية منخفضة للأسماك)
السمية الحادة لدواب الماء (EC ₅₀) (48h)	100 < mg/L
تثبيط نمو الطحالب (EC ₅₀ , 72h)	100 < mg/L

12.2 الثبات والقابلية للتحلل

- التحلل الجوي: يتحلل مكون R1234yf بسرعة (~11 يوماً)؛ بينما يتحلل مكونا R32 و R125 ببطء أكبر. والعمر الجوي الكلي للخليط يقارب 11.8 سنة.
- القابلية للتحلل الحيوي: غير قابل للتحلل الحيوي بسهولة.

12.3 إمكانية التراكم الحيوي

تمتلك جميع المكونات قيم log P منخفضة، مما يدل على إمكانية تراكم حيوي منخفضة.

12.4 الحركية في التربة

كونه غازاً، فهو شديد التطاير والحركية.

12.5 تقييم PBT و vPvB

لا يفي بمعايير PBT/vPvB.

12.6 تأثيرات بيئية ضارة أخرى

- ODP: 0** (لا يستنزف طبقة الأوزون)
- GWP (على مدى 100 سنة): 1273** (انخفاض ~67% مقارنة بـ R404A/R507A)
- تساهم عمليات التحرير الكبيرة في الاحتباس الحراري؛ ويجب ضبط الانبعاثات، مع إعطاء الأولوية للاسترجاع وإعادة الاستخدام.
- مكونا R32 و R125 من مركبات HFC الخاضعة لضوابط تعديل كيغالي؛ أما R1234yf فهو مركب HFO بقيمة GWP منخفضة جداً وغير خاضع للضوابط.

13 اعتبارات التخلص

13.1 طرق معالجة النفايات

المنتج / المتبقيات:

- يُمنع منعاً باتاً التحرير المباشر إلى الغلاف الجوي (غاز دفيء). إعادة التدوير والتجديد هما طريقتا المعالجة المفضلتان.
- إذا تعذرت إعادة التدوير، أرسل إلى منشأة مؤهلة للتخلص من النفايات الخطرة. ويمكن استخدام الحرق عالي الحرارة.

- لا تصرف إلى المجاري أو المسطحات المائية أو التربة.
- التغليف الملوّث: يجب إعادة الأسطوانات الفارغة إلى المورد أو جهة مؤهلة للمعالجة؛ ولا يُهمل أو يُقطع دون إذن.

13.2 احتياطات التخلص

- استشر اللوائح الوطنية والمحلية قبل التخلص. ويجب على المشغلين ارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة.
- احرص على تهوية كافية لمنع اختناق الأفراد وتجمع الغاز القابل للاشتعال. وأزل جميع مصادر الاشتعال.

14 معلومات النقل

14.1 رقم UN

3161 (غاز مسال، قابل للاشتعال)

14.2 اسم الشحن الرسمي وفق UN

غاز مسال قابل للاشتعال، غير محدد بخلاف ذلك (غاز مبرد R449A)

14.3 فئة خطر النقل

الفئة 2.1 غاز قابل للاشتعال

14.4 مجموعة التغليف

لا ينطبق (غازات الفئة 2 ليس لها تصنيف مجموعة تغليف)

14.5 ملصقات الخطر

- ملصق الخطر الرئيسي: ملصق الغاز القابل للاشتعال (أحمر، الفئة 2.1)
- بطاقة الخطر الثانوية: لا شيء

14.6 طريقة التغليف

- أسطوانات فولاذية (بدون لحام)، مطابقة لمعيار GB 5099 أو معايير معادلة. المواصفات الشائعة: أسطوانات 11.4 kg و 13.6 kg و 50 kg و 100 kg.
- معامل التعبئة لا يزيد على 1.0 kg/L. اتجاه لولب مخرج صمام الأسطوانة: لولب أيسر للغازات القابلة للاشتعال.

14.7 متطلبات خاصة لوسائل النقل المختلفة

النقل البري (GB/T 12268 / ADR):

- يجب أن تمتلك مركبات النقل مؤهلات نقل البضائع الخطرة. ويجب تجهيز الأسطوانات بأغطية الصمامات وحلقات امتصاص الصدمات.
- اتباع الطرق المحددة؛ ويُمنع التوقف في المناطق السكنية والكثيفة السكان. ويجب تجهيز مواسير عادم المركبات بكواسف اللهب.

النقل بالسكة الحديد (RID):

- لا سحب عبر التلال الانفراجية. النقل في عربات مغلقة؛ وتخزن الأسطوانات رأسياً أو أفقياً وتثبت جيداً.

النقل البحري (مدونة IMDG):

- UN 3161، الفئة 2.1. ملوث بحري: لا. فئة التخزين: D (في سطح السفينة فقط).

النقل الجوي (ICAO/IATA DGR):

- UN 3161، الفئة 2.1. طائرات الركاب: ممنوع. طائرات الشحن: مسموح (وفق قيود كمية التغليف).

14.8 احتياطات النقل

- لا تنقل معاً مع المؤكسدات أو المعادن التفاعلية أو المواد الكيميائية ذات الدرجة الغذائية.
- يجب تجهيز مركبات النقل بمعدات مكافحة الحرائق ومعدات الاستجابة للطوارئ عند التسرب. ويجب أن يكون أفراد النقل حائزين على الشهادات.
- احمله من التعرض للشمس والمطر ودرجات الحرارة العالية أثناء النقل. ويجب تجهيز مواسير عادم المركبات بكواسف اللهب. وتعامل بحذر أثناء التحميل والتحميل.

المعلومات التنظيمية

15

15.1 اللوائح الصينية

- لائحة الإدارة الآمنة للمواد الكيميائية الخطرة (مرسوم مجلس الدولة رقم 591)
- دليل المواد الكيميائية الخطرة (إصدار 2015): مدرج
- معايير تصنيف المواد الكيميائية وترميزها (سلسلة GB 30000)
- بطاقة بيانات الأمان للمنتجات الكيميائية - المحتوى والترتيب (GB/T 16483-2008)
- حدود التعرض المهني للعوامل الخطرة في مكان العمل - الجزء 1: العوامل الكيميائية الخطرة (GBZ 2.1-2019)
- اللائحة الفنية لسلامة أسطوانات الغاز (TSG 23-2021)
- قانون سلامة الإنتاج لجمهورية الصين الشعبية؛ قانون الوقاية من تلوث الهواء ومكافحته لجمهورية الصين الشعبية
- خطة تنفيذ تعديل كيغالي لبروتوكول مونتريال (الصين): مكونات HFC الخاضعة للضوابط

15.2 اللوائح الدولية

- **UN GHS**: الطبعة المنقحة الثامنة
- **بروتوكول مونتريال**: ليست مادة مستنزفة لطبقة الأوزون (ODP = 0)
- **تعديل كيغالي لبروتوكول مونتريال**: مكونا R32 و R125 من مركبات HFC عالية GWP الخاضعة للضوابط؛ أما R1234yf فهو مركب HFO غير خاضع للضوابط
- **لائحة غازات الفلور في الاتحاد الأوروبي (EU 517/2014)**: يفي R449A بمتطلبات الحصص كبديل منخفض GWP لـ R404A/R507A
- **لائحة REACH / CLP في الاتحاد الأوروبي**
- **برنامج US EPA SNAP**: معتمد للاستخدام في التبريد التجاري متوسط ومنخفض الحرارة
- **قانون AIM الأمريكي**: برنامج التخفيض التدريجي لمركبات HFC
- **ADR/RID، مدونة IMDG، IATA DGR**

معلومات أخرى

16

- معيار ASHRAE 34-2024: تسمية المبردات وتصنيفها من حيث السلامة
- كتاب ASHRAE المرجعي - أنظمة وتطبيقات التبريد
- تقرير تقييم RTOC لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة 2022
- GB/T 16483-2008 بطاقة بيانات الأمان للمنتجات الكيميائية - المحتوى والترتيب
- سلسلة GB 30000 معايير تصنيف المواد الكيميائية وترميزها
- النظام العالمي المنسق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية (GHS) التابع للأمم المتحدة، الطبعة المنقحة الثامنة

16.2 الاختصارات

الاختصار	الاسم الكامل
SDS/MSDS	بطاقة بيانات الأمان
GHS	النظام العالمي المنسق لتصنيف ووسم المواد الكيميائية
CAS	خدمة المُلخصات الكيميائية (رقم)
UN	الأمم المتحدة (رقم البضائع الخطرة)
ODP	إمكانية استنفاد الأوزون
GWP	إمكانية الاحترار العالمي
LC ₅₀	التركيز المميت، 50%
SCBA	جهاز تنفس ذاتي الضغط
HFC	هيدروفلوروكربون
HFO	فلورو أولفين هيدروجيني
STOT	سمية محددة للأعضاء المستهدفة

16.3 إخلاء المسؤولية

أُعدت بطاقة بيانات الأمان هذه (SDS) وفقاً لمعيار GB/T 16483-2008 ومعيار UN GHS، وتهدف إلى تقديم إرشادات حول الاستخدام الآمن للمنتج والتعامل معه والتخلص منه. وتعمل المعلومات كدليل لسلامة التشغيل فقط، ولا تشكل ضماناً لمواصفات المنتج أو أدائه. وعلى المستخدمين تقييم مدى ملاءمة هذه المعلومات وفق سيناريوهات استخدامهم المحددة ومتطلبات اللوائح المحلية، واتخاذ احتياطات السلامة اللازمة. ولا يتحمل المُعدّ أي مسؤولية قانونية عن أي خسائر مباشرة أو غير مباشرة تنتج عن استخدام المعلومات الواردة في هذه الوثيقة. وقد تُحدّث البيانات الواردة في هذه الوثيقة مع تطور النتائج البحثية واللوائح؛ ويوصى بمراجعة أحدث إصدار بشكل دوري.