

بطاقة بيانات الأمان (SDS)

مبرد R454B (خليط R32/R1234yf = 68.9/31.1، قابل للاشتعال بدرجة خفيفة A2L)

رقم الأمم المتحدة: 3161 التاريخ: 29 أغسطس 2026 الإصدار: V1.0

1 التعريف

1.1 معرف المنتج

مبرد R454B (خليط من ثنائي فلورو الميثان/2,3,3,3-رباعي فلورو البروبين)	الاسم الكيميائي (بالإنجليزية)
R454B, Opteon XL41, Puron Advance, Solstice 454B	الاسم التجاري / المرادفات
لا يوجد رقم CAS واحد (خليط؛ أرقام CAS للمكونات وردت في القسم 3)	رقم CAS
3161 (غاز مسيل، قابل للاشتعال)	رقم الأمم المتحدة
الفئة 2.1 غاز قابل للاشتعال	فئة البضائع الخطرة
خليط متغير الغليان (زيتروبي) (زحف حراري ~1.5°C)	نوع الخليط
62.6 g/mol	الوزن الجزيئي
بديل صديق للبيئة لـ R410A في تكييف الهواء السكني والتجاري، والمضخات الحرارية، والمبردات (خفض GWP بنحو 78%)	الاستخدام الأساسي

1.2 معلومات الشركة المصنعة / المورد

شركة هانغتشو وولا للكيماويات المحدودة	اسم المورد
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 هاتف الطوارئ

الخط الساخن الوطني لحوادث المواد الكيميائية: +86-532-83889090 (على مدار 24 ساعة)

هاتف طوارئ المورد: +86-571-87024025

2.1 تصنيف المخاطر وفق نظام GHS

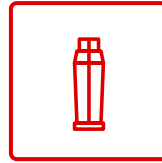
التصنيف حسب المخاطر:

- غاز قابل للاشتعال (خطر فيزيائي) — الفئة 2
 - غازات تحت الضغط (خطر فيزيائي) — غاز مسيل
 - سمية انتقائية للأعضاء المستهدفة - التعرض المفرد (خطر صحي، تأثيرات مخدرة) — الفئة 3
- ملاحظة: R454B مبرد مصنف ضمن الفئة A2L (قابل للاشتعال بدرجة خفيفة، منخفض السمية). حد الاشتعال الأدنى حوالي 10% حجمياً، مع سرعة احتراق منخفضة ($\geq 10 \text{ cm/s}$)، مما يؤدي إلى خطر حريق عملي منخفض. أما عضة الصقيع الناتجة عن تلامس السائل مع الجلد/العينين فهي إصابة فيزيائية بسبب درجات الحرارة المنخفضة.

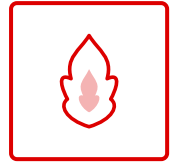
2.2 عناصر ملصق GHS



GHS07 تحذير



GHS04 غاز تحت الضغط



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. يبلغ حد الاشتعال الأدنى لـ R454B حوالي 10% حجمياً، وسرعة احتراقه منخفضة، مما يجعل خطر الحريق العملي أقل بكثير من الغازات المصنفة A2/A3.

عبارات الاحتياط:

P102 ابعده عن متناول الأطفال.

P210 ابتعد عن الحرارة والشرر واللهب المكشوف والأسطح الساخنة. يُمنع التدخين.

P271 استخدمه في الخارج فقط أو في مكان جيد التهوية.

P280 ارتدِ قفازات واقية/ملابس واقية/واقية العينين/واقية 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 بتوعك.

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 (~2.16 مرة) ويمكن أن ينتشر على سطح الأرض إلى مواضع بعيدة، مما يخلق بيئة فقيرة بالأكسجين.
- غاز قابل للاشتعال بدرجة خفيفة من الفئة A2L: حد الاشتعال الأدنى حوالي 10% حجمياً، مع سرعة احتراق منخفضة ($10 \geq \text{cm/s}$)، مما يؤدي إلى خطر حريق عملي منخفض.
- خليط متغير الغليان (زيتروبي) بزحف حراري حوالي 1.5°C ؛ ويوصى بالتعبئة في الطور السائل.
- عند درجات الحرارة المرتفعة ($<400^\circ\text{C}$)، ينتج التحلل الحراري غازات سامة وأكالة (فلوريد الهيدروجين، أول أكسيد الكربون، فلوريد الكربونيل وغيرها).
- الأسطوانات المعرضة للحرارة يرتفع ضغطها، مع خطر التمزق والانفجار.
- استنشاق التركيزات المرتفعة قد يسبب تحسناً قلبياً تجاه الكاتيكولامينات، مع احتمال إحداث اضطراب في نظم القلب.

3 التركيب / المعلومات عن المكونات

3.1 المادة / الخليط

هذا المنتج خليط متغير الغليان (زيتروبي) مكوّن من مبردين، بزحف حراري حوالي 1.5°C .

3.2 معلومات المكونات

التركيز (الكسر الكتلي)	الصيغة الجزيئية	الاسم الكيميائي	رقم CAS	اسم المكون
68.9%	CH_2F_2	ثنائي فلورو الميثان	75-10-5	R32
31.1%	$\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_4(\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2)$	2,3,3,3-رباعي فلورو البروب-1-ين	754-12-1	R1234yf

3.3 الشوائب

الحد	الشائبة
$1 \geq \text{ppm}$	الحموضة (كنسبة HCl)
$10 \geq \text{ppm}$	الرطوبة
$100 \geq \text{ppm}$	المتبقي غير المتطاير

الغازات غير المكثفة (C°25، الكسر الحجمي)	≥1.5%
الكوريدات	مطابق

4 إجراءات الإسعافات الأولية

4.1 وصف إجراءات الإسعافات الأولية اللازمة

نصيحة عامة: انقل المصاب فوراً من المنطقة الملوثة. حافظ على دفته وهدوئه. وأظهر ورقة بيانات السلامة هذه للطبيب المعالج.

الاستنشاق:

- انقل المريض سريعاً إلى الهواء النقي؛ وحافظ على انفتاح مجرى الهواء.
- إذا صُعب التنفس، فامنح الأكسجين.
- إذا توقف التنفس، فنقِّذ التنفس الصناعي (استخدم قناع كيس-صمام أو قناع جيبي؛ وتجنب التنفس فم إلى فم).
- إذا حدث توقف القلب، فنقِّذ الإنعاش القلبي الرئوي فوراً.
- حافظ على دفء المريض وراحته. راقب حالته عن كثب. واطلب العناية الطبية فوراً.

التلامس مع الجلد (عضة الصقيع):

- اغسل منطقة عضة الصقيع فوراً بكميات كبيرة من الماء الفاتر (37-40°C) لتعزيز إعادة التدفئة.
- لا تستخدم الماء الساخن (<40°C) ولا تطبق حرارة مباشرة. ولا تفرك منطقة عضة الصقيع.
- أزل الملابس المتجمدة بحدز؛ وإذا التصقت الملابس بالجلد فلا تجربها على الإزالة. وغطِّ الجرح بضماد معقم. واطلب العناية الطبية فوراً.

التلامس مع العينين:

- افتح الجفون فوراً واغسل بكميات كبيرة من الماء الجاري أو المحلول الملحي لمدة 15 دقيقة على الأقل.
- أزل العدسات اللاصقة إن وُجدت وكان ذلك سهلاً (إن أمكن). واطلب العناية الطبية فوراً، ويُفضَّل من طبيب عيون.
- الابتلاع: لا ينطبق. هذا المنتج غاز في درجات الحرارة العادية ولا يشكل خطر البلع.

4.2 أهم الأعراض والتأثيرات الصحية

- الاستنشاق الحاد: دوخة، نعاس، صداع، غثيان، فقدان التناسق الحركي، فقدان الوعي، اضطراب نظم القلب.
- تلامس الجلد مع السائل: عضه الصقيع (شحوب الجلد وتصلبه وألم وظهور الفقاعات).
- تلامس العينين مع السائل: عضه صقيع شديدة، تلف القرنية، ضعف البصر.

4.3 الإشارة إلى الحاجة إلى عناية طبية فورية وعلاج خاص

ملاحظات للطبيب:

- قدّم علاجاً عرضياً ودعماً حيوياً؛ وحافظ على انفتاح مجرى الهواء؛ وامنح الأكسجين عند الضرورة.
- راقب وظيفة القلب؛ فالتعرض لتركيزات مرتفعة قد يسبب اضطراب نظم القلب.
- تجنب الأدوية الكاتيكلولامينية مثل الأدرينالين (إذ قد تزيد حساسية عضلة القلب للفلوروكربونات وتحث على الرجفان البطيني).

- عالج عضه الصقيع وفق البروتوكولات المعتادة؛ وأعد التدفئة بماء فاتر (37-40°C)؛ ولا تستخدم الحرارة الجافة ولا الفك.
- إذا شك في التعرض لمنتجات التحلل الحراري (HF)، فراقب مستويات الفلوريد في الدم والبول؛ وأعط العلاج بغلوبونات الكالسيوم.

5 إجراءات مكافحة الحرائق

5.1 وسائل الإطفاء

وسائل الإطفاء المناسبة: رذاذ الماء، المسحوق الكيميائي الجاف، ثاني أكسيد الكربون، الرغوة. وبالنسبة للغاز القابل للاشتعال بدرجة خفيفة من الفئة A2L، أوقف مصدر الغاز قبل إطفاء الحريق.

وسائل الإطفاء غير المناسبة: لا توجد قيود محددة.

5.2 المخاطر الخاصة الناشئة عن المادة

- غاز قابل للاشتعال بدرجة خفيفة من الفئة A2L: قد يشتعل ضمن نطاق تركيز محدد في الهواء (LFL ~10% جميعاً)؛ وسرعة احتراق منخفضة ($\geq 10 \text{ cm/s}$).
- خطر الحريق العملي منخفض، ولكن تجنب التلامس مع مصادر الاشتعال القوية في الأماكن المغلقة.
- عند درجات الحرارة المرتفعة ($> 400^\circ\text{C}$)، ينتج التحلل الحراري فلوريد الهيدروجين السام، وأول أكسيد الكربون، وفلوريد الكربونيل، وغيرها من الغازات الأكلية الضارة.
- الأسطوانات المعرضة للحرارة قد يرتفع ضغطها الداخلي وقد تمزق.
- قد يتفاعل مع الفلزات القلوية والفلزات القلوية الترابية ومسحوق الألومنيوم في ظروف معينة.

5.3 منتجات الاحتراق الخطرة

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

5.4 تعليمات مكافحة الحرائق ومعدات الوقاية

- يجب على رجال الإطفاء ارتداء جهاز تنفس ذاتي الحمل بضغط موجب (SCBA) وملابس إطفاء واقية كاملة.
- انقل الحاويات بعيداً عن منطقة الحريق إذا أمكن ذلك بأمان. وارش الماء لتبريد الحاويات في منطقة الحريق حتى ينطفئ الحريق.
- أخل المكان فوراً إذا أظهرت الحاويات المعرضة للحريق تغييراً في اللون أو إذا عملت أجهزة التنفيس الأمنية.
- لا تُطفئ حريق غاز متسرب حتى يمكن إيقاف مصدر الغاز (P377)؛ وإلا فقد يتجدد تراكم الغاز القابل للاشتعال، مما يسبب إعادة الاشتعال أو الانفجار.
- استبعد جميع مصادر الاشتعال إذا كان من الآمن فعل ذلك (P381).

6 إجراءات الانسكاب العرضي

6.1 احتياطات الأفراد ومعدات الوقاية وإجراءات الطوارئ

- أخل العاملين بسرعة من منطقة التسرب إلى موضع معاكس لاتجاه الريح؛ وعزل المنطقة وقيد الدخول إليها قيداً صارماً.
- ينبغي على فرق الاستجابة للطوارئ ارتداء جهاز تنفس ذاتي الحمل بضغط موجب (SCBA)، وملابس عمل عادية، وقفازات واقية من البرودة الشديدة، ونظارات أمان.
- اقترب من الموقع من اتجاه معاكس للريح. وأوقف مصدر التسرب إن أمكن. ولا تلمس المادة المتسربة ولا تسير فوقها.
- **استبعد جميع مصادر الاشتعال** (لهب مكشوف، شرر كهربائي، كهرباء ساكنة وغيرها)؛ ولا تستخدم أدوات قد تنتج شرراً.

6.2 احتياطات بيئية

- امنع الغاز من دخول مجاري الصرف أو الطوابق السفلية أو الأماكن المغلقة. ووقّر تهوية كافية لتعزيز التشتت.
- عند التسربات الكبيرة، ضبط انبعاثات غازات الدفينة؛ واستعد المادة وعالجها قدر الإمكان. وتجنب التصريف إلى الغلاف الجوي والمساحات المائية والتربة.

6.3 وسائل الاحتواء وطرق التنظيف والمواد المستخدمة

- **التسربات الصغيرة:** عزز التهوية لتسريع تشتت الغاز. راقب مستويات الأكسجين وتراكيز الغاز القابل للاشتعال لمنع الاختناق والاحتراق.
- **التسربات الكبيرة:** أغلق صمام مصدر التسرب (إذا كان التشغيل آمناً). واستخدم نظاماً مخصصاً لاستعادة الغاز. وإذا تعذرت الاستعادة، فخفف برذاذ 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 وأفرغها ببطء؛ وإذا تعذر إغلاق الصمام، فاتصل بالموارد للتعامل الاحترافي.

6.4 مرجع

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

تحذير خاص: كثافة بخار R454B حوالي 2.16 مرة من كثافة الهواء، وسوف يتجمع في المناطق المنخفضة والأماكن المغلقة، مما يخلق بيئة فقيرة بالأكسجين وقد يصل إلى تراكيز قابلة للاشتعال. وقبل دخول الأماكن المغلقة أو المناطق المنخفضة، يجب قياس مستويات الأكسجين ($\leq 19.5\%$) وتراكيز الغاز القابل للاشتعال (أقل من 20% من LFL)، بحضور مرافق للسلامة. واستبعد جميع مصادر الاشتعال.

7 التعامل والتخزين

7.1 احتياطات التعامل

- شغل في أنظمة مغلقة مع تهوية طبيعية كافية أو تهوية عادم موضعية.
- يجب أن يكون المشغلون مدربين تدريباً خاصاً، وأن يتبعوا إجراءات التشغيل بدقة، وأن يحملوا الشهادات المناسبة.
- **ابتعد عن الحرارة والشرر واللهب المكشوف والأسطح الساخنة.** يُمنع التدخين.
- تجنب التلامس مع الفلزات النشطة والمؤكسدات القوية. وتعامل مع الأسطوانات بلطف لمنع تلفها وتلف ملحقاتها.
- جهّز مكان العمل بمعدات الاستجابة الطارئة للتسرب. ويُمنع منعاً باتاً تناول الطعام والشراب والتدخين في مكان العمل.
- عند التعامل مع السائل، ارتدِ قفازات عازلة ونظارات أمان لمنع عضة الصقيع.

- استخدم أنظمة ومعدات تهوية مقاومة للانفجار. واستخدم أدوات ومعدات خالية من الشرر.
- افحص إحكام إغلاق الأسطوانات والصمامات والتجهيزات الأنبوبية بانتظام. وحافظ على تهوية جيدة في مكان العمل لمنع تراكم الغاز حتى التراكيز القابلة للاشتعال.
- باعتباره خليطاً متغير الغليان (زيتروبياً)، عيّن في الطور السائل لضمان ثبات التركيب.

7.2 ظروف التخزين الآمن، بما فيها المواد غير المتوافقة

- خزن في مخزن مخصص للغازات القابلة للاشتعال، بارد وجاف وجيد التهوية. ولا ينبغي أن تتجاوز درجة حرارة التخزين 45°C. وابتعد عن الحريق ومصادر الحرارة؛ وتجنب أشعة الشمس المباشرة.
- خزن منفصلاً عن المؤكسدات والفلزات النشطة. ويجب تخزين الأسطوانات عمودياً مع وضع أغطية الصمامات وحلقات امتصاص الصدمات وتثبيتها بإحكام.
- استخدم مرافق إضاءة وتهوية مقاومة للانفجار. لا تستخدم المعدات والآلات والأدوات التي قد تنتج شرراً.
- معاملة التعبئة لا يزيد عن 1.0 kg/L. وينبغي أن تعرض مناطق التخزين لافتات تحذير سلامة بارزة وأجهزة كشف وإنذار للغاز القابل للاشتعال. وطبق نظام الاستلام بشخصين والحفظ بشخصين.

7.3 استخدامات نهائية محددة

للاستخدام في التبريد وتكييف الهواء الصناعي والتجاري فقط؛ ويجب أن يكون المستخدمون مدربين تدريباً مهنيّاً. R454B بديل صديق للبيئة لـ R410A مع خفض GWP بنحو 78%، وهو مناسب لتكييف الهواء السكني والتجاري، والمضخات الحرارية، والمبردات في أنظمة التمدد المباشر. ولا ينبغي استخدامه كتحديث لاحق في معدات R410A القائمة؛ بل يُستخدم فقط في الأنظمة الجديدة المصممة لـ R454B. ولم يُعتمد للتلامس المباشر مع الأغذية أو الاستنشاق الطبي أو استخدامات أخرى غير معتمدة.

8 ضوابط التعرض/الحماية الشخصية

8.1 حدود التعرض المهني

حد التعرض المهني في الصين	لم يُحدد حد تشريعي. مرجع WEEL: 500 ppm (8 TWA، ساعات)
WEEL الأمريكية (مكون R1234yf)	500 ppm (TWA)
TLV-TWA و ACGIH الأمريكية (مكون R32)	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 باعتماد المعايير الدولية كإرشاد تشغيلي.

8.2 طرق مراقبة التعرض

كروماتوغرافيا غازية مع كشف بالتأين اللهب (GC-FID) أو مطيافية الكتلة (GC-MS)؛ وكاشفات محمولة للهالوجين/الغاز القابل للاشتعال

8.3 ضوابط هندسية

- ضع عمليات الإنتاج في أوعية مغلقة؛ ووقّر تهوية عامة أو تهوية عادم موضعية. ووقّر دشّات السلامة ومحطات غسل العينين.
- ركب أجهزة كشف وإنذار للغاز القابل للاشتعال (إنذار عند 20% من LFL) في المناطق التي قد تحدث فيها تسربات كبيرة. واستخدم معدات كهربائية مقاومة للانفجار.

8.4 معدات الوقاية الشخصية (PPE)

حماية الجهاز التنفسي:

- الظروف العادية: لا تُلزم حماية خاصة. عند التراكيز الأعلى: يوصى باستخدام كمامة تنفس نصفية. وفي البيئات عالية التركيز أو حالات الطوارئ: ينبغي ارتداء جهاز تنفس ذاتي الحمل بضغط موجب (SCBA).

حماية العينين: نظارات أمان للعمليات العامة؛ وُيلزم استخدام نظارات أمان كيميائية أو واقية للوجه عند التعامل مع السائل لمنع عضه الصقيع.

حماية الجلد: قفازات واقية مضادة للكهرباء الساكنة للتعامل العام؛ وقفازات عازلة للبرودة الشديدة عند التعامل مع السائل. وملابس عمل مضادة 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 النظافة الشخصية الجيدة. وجّهز مكان العمل بمحطات غسل العينين ومرافق الدش الطارئ.

9 الخصائص الفيزيائية والكيميائية

9.1 الخصائص الفيزيائية والكيميائية الأساسية

المظهر	غاز عديم اللون برائحة إثيرية خفيفة؛ غازي في درجات الحرارة والضغط العاديين؛ وسائل شفاف عديم اللون تحت الضغط
عتبة الرائحة	لا تتوفر بيانات (رائحة إثيرية خفيفة)
pH	غير منطبق (غاز)
نقطة الانصهار / التجمد	لا توجد نقطة انصهار محددة (خليط)
نقطة / نطاق الغليان (kPa 101.3)	-59.6°F (-50.9°C) (نقطة الفقاعة، زحف حراري ~1.5°C)
نقطة الوميض	لا تنطبق (غير مطبقة على الغازات، لكنه مصنف كقابل للاشتعال بدرجة خفيفة)
معدل التبخر	لا تتوفر بيانات
قابلية الاشتعال (غاز)	قابل للاشتعال بدرجة خفيفة (A2L)
الحددين الأعلى/الأدنى لحدود الانفجار	~10%-18% (في الهواء، تقديري)

~1470 kPa	ضغط البخار (25°C، نقطة الفقاعة)
~2.16 (أثقل من الهواء)	كثافة البخار (الهواء = 1)
0.980 g/cm ³	الكثافة النسبية (سائل، 21.1°C)
يذوب قليلاً في الماء؛ ويذوب في الإيثانول والإيثر الإيثيلي وغيرهما من المذيبات العضوية	الذوبانية
لا تتوفر بيانات (خليط)	معامل التوزع (log P)
~430°C (تقديري)	درجة حرارة الاشتعال الذاتي
<400°C (يبدأ التحلل الحراري)	درجة حرارة التحلل
~12 µPa·s	اللزوجة (غاز، 25°C)
~6 mN/m	الشدة السطحي (25°C، سائل)
≥10 cm/s (متطلب فئة A2L)	سرعة الاحتراق

9.2 الخصائص الثرموديناميكية

77.0°C (170.6°F)	درجة الحرارة الحرجة
~5270 kPa (5.27 MPa / 763.9 psia)	الضغط الحرج
~443 kg/m ³	الكثافة الحرجة
~220 kJ/kg	حرارة التبخر (عند نقطة الغليان)
~1.45 kJ/(kg·°C)	الحرارة النوعية للسائل (25°C)
~0.89 kJ/(kg·°C)	الحرارة النوعية للغاز (25°C، ضغط ثابت)

9.3 بيانات سلامة أخرى

A2L (قابل للاشتعال بدرجة خفيفة، منخفض السمية)	فئة السلامة وفق ASHRAE
0 (لا يستنزف طبقة الأوزون)	إمكانية استنفاد الأوزون (ODP):
466 (AR4) / 467 (AR5) (خفض بنحو 78% مقارنة بـ R410A)	إمكانية الاحترار العالمي (GWP)، خلال 100 سنة
R32 حوالي 4.9 سنة، R1234yf حوالي 11 يوماً؛ والخليط إجمالاً حوالي 3.6 سنة	العمر الجوي

10 الثبات والتفاعلية

10.1 التفاعلية

مستقر كيميائياً في درجات الحرارة والضغط العاديين؛ وغير معرض للتفاعلات الكيميائية.

10.2 الثبات الكيميائي

مستقر في درجات الحرارة والضغط العاديين. ويحتوي مكون R1234yf على رابطة مزدوجة بين ذرتي الكربون ويتحلل نسبياً بسرعة في الغلاف الجوي (~11 يوماً)، لكنه يظل مستقراً في ظروف التخزين والاستخدام العادية.

10.3 إمكانية حدوث تفاعلات خطيرة

- التحلل الحراري عند درجات الحرارة المرتفعة (>400°C) ينتج فلوريد الهيدروجين السام، وأول أكسيد الكربون، وفلوريد الكربونيل.
- قد يتفاعل مع الفلزات القلوية والفلزات القلوية الترابية ومسحوق الألومنيوم عند درجات الحرارة المرتفعة أو في ظروف معينة.
- قد يشكل مكون R32 خليطاً قابلاً للاشتعال مع الهواء في ظروف معينة (خاصية الاشتعال الخفيف للفئة A2L).

10.4 الظروف التي يجب تجنبها

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

10.5 المواد غير المتوافقة

الفلزات النشطة (الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، مسحوق الألومنيوم، مسحوق المغنيسيوم وغيرها)، المؤكسدات القوية

10.6 منتجات التحلل الخطرة

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

10.7 خطر البلمرة

لن يخضع للبلمرة.

11 المعلومات السمية

11.1 السمية الحادة

ppm 500,000 <	LC للاستنشاق لدى الفئران ₅₀ (4 ساعات، تقديري للخليط)
ppm 1,000,000 <	LC لمكون R32 لدى الفئران ₅₀ (4 ساعة)

LC لمكون R1234yf لدى الفئران ₅₀ (4 ساعة)	< 520,000 ppm
LD الجلدي لدى الأرانب ₅₀	لا تتوفر بيانات (مادة غازية)

11.2 تهيج / تآكل الجلد

التلامس مع السائل قد يسبب عضة الصقيع (إصابة فيزيائية)، لكن المادة غير مصنفة كمؤكدة كيميائياً.

11.3 تهيج / تآكل العينين

التلامس مع السائل قد يسبب عضة صقيع شديدة وتلف القرنية.

11.4 التحسس التنفسي أو الجلدي

لم تُبلَّغ عن أي حالات تحسس.

11.5 الطفرة في الخلايا الجرثومية

أظهرت جميع المكونات عدم وجود تأثيرات طفورية في الاختبارات داخل الجسم الحي وخارجه.

11.6 التسبب في السرطان

لم يُدرج أي من المكونات كمسرطنات من قبل IARC أو ACGIH أو غيرها من الجهات. IARC: غير مدرج؛ ACGIH: المجموعة A4؛ EPA: المجموعة D.

11.7 السمية الإنجابية

أظهرت الدراسات على الحيوانات عدم وجود سمية إنجابية أو تنموية ملموسة عند التركيزات المرتفعة.

11.8 سمية انتقائية للأعضاء المستهدفة - التعرض المفرد

- التأثيرات المخدرة (الفئة 3): استنشاق التركيزات المرتفعة قد يسبب كبت الجهاز العصبي المركزي.
- التأثيرات القلبية: التعرض لتركيزات مرتفعة قد يسبب اضطراب نظم القلب (التحسس تجاه الكاتيكولامينات).

11.9 سمية انتقائية للأعضاء المستهدفة - التعرض المتكرر

أظهر التعرض المتكرر للتركيزات المنخفضة عدم وجود سمية ملموسة للأعضاء المستهدفة.

11.10 خطر الشفط الرئوي

في الحالة الغازية، يُعد الالتهاب الرئوي الناتج عن الشفط غير مرجح. واستنشاق التركيزات المرتفعة قد يسبب كبت الجهاز العصبي المركزي والتحسس القلبي.

12 المعلومات البيئية

12.1 السمية الإيكولوجية

السمية الحادة للأسماك (LC ₅₀)	< 100 mg/L (سمية منخفضة للأسماك)
96 ساعة	

mg/L 100<	السمية الحادة لدى الدافنيا (EC ₅₀) (48 ساعة)
mg/L 100<	تثبيط نمو الطحالب (EC ₅₀ , 72) (ساعة)

12.2 الثبات وقابلية التحلل

- التحلل الجوي: يتحلل مكون R1234yf بسرعة (~11 يوماً)؛ ويتحلل مكون R32 ببطء أكبر (~4.9 سنة).
- قابلية التحلل الحيوي: غير قابل للتحلل الحيوي بسهولة.

12.3 إمكانية التراكم الحيوي

قيم log P لجميع المكونات منخفضة، مما يشير إلى إمكانية تراكم حيوي منخفضة.

12.4 الحركة في التربة

بوصفه غازاً، فهو شديد التطاير وسريع الحركة.

12.5 تقييم PBT وvPvB

لا يستوفي معايير PBT/vPvB.

12.6 التأثيرات البيئية الضارة الأخرى

- ODP:0** (لا يستنزف طبقة الأوزون)
- GWP (100 سنة): 466 (AR4) / 467 (AR5)** (خفض بنحو 78% مقارنة بـ R410A)
- تسهم الانبعاثات الكبيرة في الاحتباس الحراري؛ وينبغي ضبط الانبعاثات مع إعطاء الأولوية للاستعادة وإعادة الاستخدام.
- مكون R32 هو HFC خاضع لضوابط تعديل كيميائي؛ و R1234yf هو HFO بقيمة GWP منخفضة جداً وهو غير خاضع للضوابط.

13 اعتبارات التخلص

13.1 طرق معالجة النفايات

المنتج / المخلفات:

- يُمنع منعاً باتاً التصريف المباشر إلى الغلاف الجوي (غاز دفيئة). وإعادة التدوير والتجديد هما طريقتا المعالجة المفضلتان.
- إذا تعذرت إعادة التدوير، فأرسل إلى منشأة مؤهلة للتخلص من النفايات الخطرة. ويمكن استخدام الحرق عالي الحرارة.
- لا تصرف إلى مجاري الصرف أو المسطحات المائية أو التربة.
- العبوات الملوثة:** ينبغي إعادة الأسطوانات الفارغة إلى المورد أو جهة مؤهلة للتعامل معها؛ ولا يجوز إهمالها أو قطعها دون تصريح.

13.2 احتياطات التخلص

- استشر اللوائح الوطنية والمحلية قبل التخلص. وينبغي على المشغلين ارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة.
- وقر تهوية كافية لمنع اختناق العاملين وتراكم الغاز القابل للاشتعال. واستبعد جميع مصادر الاشتعال.

14 معلومات النقل

14.1 رقم الأمم المتحدة

3161 (غاز مسيل، قابل للاشتعال)

14.2 الاسم الرسمي للشحن وفق الأمم المتحدة

غاز مسيل، قابل للاشتعال، غير محدد بخلاف ذلك (غاز التبريد R454B)

14.3 فئة خطر النقل

الفئة 2.1 غاز قابل للاشتعال

14.4 مجموعة التعبئة

لا ينطبق (غازات الفئة 2 ليس لديها تصنيف لمجموعة التعبئة)

14.5 ملصقات الخطر

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

14.6 طريقة التعبئة

- أسطوانات فولاذية (بدون لحام)، مطابقة للمواصفة GB 5099 أو ما يعادلها. المواصفات الشائعة: أسطوانات 11.4 kg، 13.6 kg، 50 kg، 100 kg.
- معامل التعبئة لا يزيد عن 1.0 kg/L. واتجاه لولب مخرج صمام الأسطوانة: لولب أيسر للغازات القابلة للاشتعال.

14.7 متطلبات خاصة لوسائل النقل المختلفة

النقل البري (GB/T 12268 / ADR):

- يجب أن تكون مركبات النقل حاصلة على مؤهلات نقل البضائع الخطرة. ويجب تجهيز الأسطوانات بأغطية الصمامات وحلقات امتصاص الصدمات.
- اتبع المسارات المحددة؛ ويُمنع التوقف في المناطق السكنية والمناطق المكتظة بالسكان. ويجب تجهيز عوادم المركبات بكواسط اللهب.

النقل بالسكك الحديدية (RID):

- يُمنع الفرز عبر المنحدر (التل). والنقل في عربات مغلقة؛ وتخزن الأسطوانات عمودياً أو أفقياً وتثبت إحكاماً.

النقل البحري (مدونة IMDG):

- UN 3161، الفئة 2.1. ملوث بحري: لا. فئة التخزين على متن السفينة: D (حمولة سطحية فقط).

النقل الجوي (DGR وفق ICAO/IATA):

- UN 3161، الفئة 2.1. طائرات الركاب: ممنوع. الطائرات المخصصة للشحن: مسموح (مرهون بقيود كميات التعبئة).

14.8 احتياطات النقل

- لا تنقل مع المؤكسدات أو الفلزات النشطة أو المواد الكيميائية ذات الدرجة الغذائية.
- ينبغي تجهيز مركبات النقل بمعدات مكافحة الحرائق ومعدات الاستجابة الطارئة للتسرب. ويجب أن يكون أفراد النقل حاملين للشهادات.
- احم من أشعة الشمس والمطر والحرارة المرتفعة أثناء النقل. ويجب تجهيز عوادم المركبات بكواسط اللهب. وتعامل بحذر أثناء التحميل والتفريغ.

15 المعلومات التنظيمية

15.1 اللوائح الصينية

- لائحة الإدارة الآمنة للمواد الكيميائية الخطرة (مرسوم مجلس الدولة رقم 591)
- كتالوج المواد الكيميائية الخطرة (طبعة 2015): مُدرج
- معايير تصنيف المواد الكيميائية ووسمها (سلسلة GB 30000)
- ورقة بيانات السلامة 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): مكون R32 (HFC) خاضع للضوابط

15.2 اللوائح الدولية

- نظام GHS للأمم المتحدة: الطبعة المنقحة الثامنة
- بروتوكول مونتريال: ليس مادة مستنزفة لطبقة الأوزون (ODP = 0)
- تعديل كيغالي لبروتوكول مونتريال: مكون R32 هو HFC مرتفع GWP خاضع للضوابط؛ R1234yf هو HFO غير خاضع للضوابط
- لائحة الغازات المفلورة الأوروبية (EU 517/2014): R454B يستوفي متطلبات الحصص كبديل منخفض GWP لـ R410A
- لائحة REACH / CLP الأوروبية
- برنامج US EPA SNAP: معتمد لتكييف الهواء السكني والتجاري
- قانون AIM الأمريكي: برنامج التخفيض التدريجي لـ HFC
- ADR/RID، مدونة IMDG، وفق IATA

16 معلومات أخرى

16.1 المراجع

- المواصفة ASHRAE 34-2024: تسمية المبردات وتصنيفها من حيث السلامة
- دليل ASHRAE - أنظمة ومعدات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC)
- تقرير تقييم RTOC الصادر عن UNEP لعام 2022
- GB/T 16483-2008 ورقة بيانات السلامة للمنتجات الكيميائية - المحتوى والترتيب

- سلسلة GB 30000 معايير تصنيف المواد الكيميائية ووسمها
- النظام المنسق عالمياً لتصنيف ووسم المواد الكيميائية (GHS) للأمم المتحدة، الطبعة المنقحة الثامنة

16.2 الاختصارات

الاختصار	الاسم الكامل
SDS/MSDS	ورقة بيانات السلامة
GHS	النظام العالمي المنسق لتصنيف ووسم المواد الكيميائية
CAS	هيئة المستخلصات الكيميائية (الرقم)
الأمم المتحدة	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	هيدروفلورو أوليفين
STOT	سمية محددة للأعضاء المستهدفة

16.3 إخلاء المسؤولية

إعداد ورقة بيانات السلامة (SDS) هذه يتم وفقاً لـ GB/T 16483-2008 ومعايير نظام GHS للأمم المتحدة، وهي تهدف إلى تقديم إرشادات بشأن الاستخدام الآمن للمنتج والتعامل معه والتخلص منه. وتُعد المعلومات المقدمة دليلاً للسلامة في التشغيل فقط، ولا تشكل ضماناً لمواصفات المنتج أو أدائه. وينبغي للمستخدمين تقييم مدى ملاءمة هذه المعلومات بناءً على سيناريوهات استخدامهم المحددة والمتطلبات التنظيمية المحلية، واتخاذ احتياطات السلامة اللازمة. ولا يتحمل المُعد أي مسؤولية قانونية عن أي خسائر مباشرة أو غير مباشرة ناتجة عن استخدام المعلومات الواردة في هذه الوثيقة. وقد تُحدَّث البيانات الواردة في هذه الوثيقة مع ظهور نتائج بحثية جديدة وتطور اللوائح؛ ويوصى بالتحقق دورياً من أحدث إصدار.

أعدت هذه الوثيقة وفقاً لـ GB/T 16483-2008 والطبعة المنقحة الثامنة لنظام GHS للأمم المتحدة | ورقة بيانات السلامة لمبرد R454B | الإصدار V1.0