

بطاقة بيانات الأمان (SDS)

2,3,3,3-رباعي فلورو البروبين (R1234yf / HFO-1234yf)

الإصدار: 1.0

تاريخ الإصدار: 29 أغسطس 2026

رقم UN: 3161

رقم CAS: 754-12-1

التعريف

1

1.1 معرّف المنتج

الاسم الكيميائي	2,3,3,3-رباعي فلورو البروبين
الأسماء الشائعة / المرادفات	Opteon YF، رباعي فلورو البروبين، R1234yf، HFO-1234yf، HFO1234yf
رقم CAS	754-12-1
رقم UN	3161 (غاز مسال قابل للاشتعال)
رمز السلع الخطرة	الفئة 2.1 غاز قابل للاشتعال
الصيغة الجزيئية	$\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$ ($\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_4$)
الكتلة الجزيئية	g/mol 114.04
الاستخدام الموصى به	مُبَرَّد HFO من الجيل الرابع؛ يُستخدم أساساً في أنظمة تكييف هواء المركبات كبديل لـ R134a؛ ويُستخدم أيضاً في تكييف الهواء السكني/التجاري والمبردات.

1.2 بيانات مؤد بطاقة بيانات الأمان

اسم المؤد	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 رقم هاتف الطوارئ

الخط الساخن الوطني للطوارئ الكيميائية (الصين): +86-532-83889090 (24 ساعة)

2 تحديد المخاطر

2.1 تصنيف GHS

تصنيف الخطر:

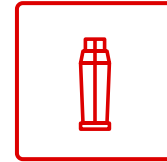
- غاز قابل للاشتعال (خطر فيزيائي) — الفئة 2 (قابلية اشتعال أدنى، فئة A2L)
- غاز مضغوط (خطر فيزيائي) — غاز مسال
- تلف خطير في العين / تهيج العين (خطر صحي) — الفئة 2B

ملاحظة: R1234yf غاز قابل للاشتعال بشكل خفيف من فئة A2L وفق ASHRAE. حدود القابلية للاشتعال 6.2%–12.3% (بالحجم في الهواء)؛ وسرعة الاحتراق منخفضة جداً وطاقة الاشتعال عالية نسبياً. في معظم ظروف الاستخدام العملية يصعب اشتعاله، لكن يجب مع ذلك إدارته كغاز قابل للاشتعال. ($GWP < 1$ (~0.3)؛ وهو مُبَرَّد HFO من الجيل الرابع منخفض GWP للغاية.

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.

H316 يتسبب بتهيج خفيف للجلد.

H320 يتسبب بتهيج العين.

عبارات احتياطية:

P102 اقرأ وافهم جميع احتياطات السلامة قبل التعامل.

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

P271 استخدمه في الخارج فقط أو في مكان جيد التهوية.

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

P305+P351+P338 في حالة دخوله العين: اشطف بحذر بالماء لعدة دقائق. انزع العدسات اللاصقة إن وجدت وبسهولة. واصل الشطف.

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 (كثافة البخار ~3.9، والهواء = 1) وقد ينتشر لمسافات طويلة على طول الأرض؛ وقد يعود بالوميض إلى مصدر الاشتعال.
- يتحلل عند درجات حرارة عالية منتجاً غازات سامة وآكلة (فلوريد الهيدروجين، وأكسيد الكربون، وفلوريد الكربونيل، وغيرها).
- قد تنفجر الأسطوانات أو تتشقق عند تسخينها بسبب زيادة الضغط الداخلي.
- غاز قابل للاشتعال بشكل خفيف من فئة A2L: سرعة احتراق منخفضة جداً، و طاقة اشتعال عالية نسبياً، لكنه لا يزال يشكل خطر حريق/انفجار في البيئات المحصورة أو الغنية بالأكسجين.
- عمر جوي قصير جداً (~11 يوماً)؛ تحلل سريع؛ وثبات بيئي منخفض.

3 التركيب/المعلومات عن المكونات

3.1 المادة/المزيج

هذا المنتج مادة نقية.

3.2 معلومات التركيب

اسم المكوّن	رقم CAS	التركيز (حسب الكتلة)
2,3,3,3-رباعي فلورو البروبين	754-12-1	≤99.5% (الدرجة الممتازة ≤99.9%)

3.3 معلومات الشوائب

الشائبة	حد المواصفة
الحموضة (كنسبة HCl)	ppm 1≥
الرطوبة	ppm 10≥
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°C – 40°C) لتعزيز إعادة التدفئة.
- لا تستخدم ماءً ساخناً ($<40^{\circ}\text{C}$) 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.
- إذا ظهرت أعراض التهيج أو كان تجمّد البرد شديداً، التمس العناية 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 البرد (جلد شاحب، صلب، ألم، تقوّع)؛ قد يسبب تهيجاً خفيفاً للجلد.
- ملامسة العين (سائل): تجمّد برد شديد، وتلف في القرنية، وضعف في البصر؛ قد يسبب تهيج العين.
- التعرّض للاحتراق: إذا حدث احتراق، فإن استنشاق نواتج التحلل الحراري (HF وغيرها) يمكن أن يسبب حروقاً تنفسية شديدة ووذمة رئوية.

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 تدليكاً.
- إذا اشتبه في استنشاق HF أو غيره من نواتج التحلل الحراري، راقب مجرى التنفس والوذمة الرئوية عن كثب؛ وأعط علاج الكالسيوم/الغلوكونات حسب الحاجة.

5 إجراءات مكافحة الحرائق

تنبيه القابلية للاشتعال: R1234yf غاز قابل للاشتعال بشكل خفيف من فئة A2L. حدود القابلية للاشتعال 6.2%–12.3% (بالحجم في الهواء). ورغم أن سرعة الاحتراق منخفضة جداً وطاقة الاشتعال عالية نسبياً، فقد يحترق أو ينفجر في البيئات المحصورة أو الغنية بالأكسجين عند وجود مصدر اشتعال. يجب إدارته كغاز قابل للاشتعال لأغراض مكافحة الحرائق.

5.1 وسائط الإطفاء

وسائط الإطفاء المناسبة: استخدم مادة الإطفاء المناسبة للحريق المحيط. المسحوق الجاف، وثاني أكسيد الكربون، والضباب المائي، والرغوة مقبولة.

وسائط الإطفاء غير المناسبة: وجّه تيار ماء قوي مباشراً على الغاز المسال المتسرب (يسرّع التبخر والانتشار).

5.2 مخاطر خاصة ناشئة عن المادة أو المزيج

- R1234yf غاز قابل للاشتعال؛ وحدود القابلية للاشتعال 6.2%–12.3% (بالحجم في الهواء).
- البخار أثقل من الهواء وقد يتجمع في المناطق المنخفضة؛ ويعود بالوميض إلى مصدر الاشتعال.
- التحلل الحراري عند درجات الحرارة العالية ينتج غازات سامة وآكلة: فلوريد الهيدروجين، وأكسيد الكربون، وفلوريد الكربونيل، وغيرها
- قد تنفجر الأسطوانات أو تتشقق عند تسخينها. إذا تعذّر إيقاف حريق الغاز المتسرب من المصدر، فلا تطفئه.

5.3 نواتج الاحتراق الخطرة

فلوريد الهيدروجين (HF)، وأول أكسيد الكربون (CO)، وفلوريد الكربونيل (COF₂)، 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 كان مصدر الغاز المتسرب قد اشتعل بالفعل وتعذّر إغلاقه، فلا تطفئه — دع الغاز يستمر في الاحتراق مع تبريد الحاويات المحيطة (مبدأ «لا تطفئ إذا تعذّر إغلاق المصدر»).
- إذا أمكن إغلاق المصدر بأمان، أغلقه ثم أطفئ الحريق.
- 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؛ وأبعد الأفراد غير المصرح لهم؛ وأزل جميع مصادر الاشتعال.

6.1 الاحتياطات الشخصية، والمعدات الوقائية، وإجراءات الطوارئ

- أخل الأفراد من منطقة التسرب إلى مواقع بمحاذاة اتجاه الريح فوراً. حدد محيطاً واقتصر الدخول.
- أزل جميع مصادر الاشتعال (اللهب المكشوف، والشرر، والكهرباء الساكنة)؛ وامنع استخدام المعدات والأدوات المؤلفة للشرر.
- يجب أن يرتدي المستجيبون للطوارئ جهاز التنفس ذا ضغط الهواء الإيجابي المستقل (SCBA)، وملابس مقاومة للهب مضادة للكهرباء الساكنة، وقفازات منخفضة الحرارة، وواقياً للعينين.
- ادخل من اتجاه محاذاة الريح.
- أوقف التسرب إذا أمكن ذلك بأمان.
- لا تلمس المادة المنسكبة ولا تمش عليها.
- حافظ على وجود أفراد اتصال طوارئ للدعم الخارجي.

6.2 الاحتياطات البيئية

- امنع دخول الغاز إلى المجاري، أو الأقبية، أو الأماكن المحصورة (تراكم الغاز القابل للاشتعال يشكل خطر انفجار).
- هوى المنطقة لتسريع التشتت.
- يتمتع R1234yf بـ GWP منخفض للغاية (>1)؛ والانبعثات الكبيرة لها تأثير مناخي ضئيل، لكن الاسترجاع لا يزال هو المفضل.
- تجنّب الإطلاق في المجاري المائية والتربة.

6.3 طرق ومواد الاحتواء والتنظيف

- **تسرب بسيط:** زد التهوية لتسريع تشتت الغاز. وراقب تركيز الغاز القابل للاشتعال ومستويات الأكسجين لمنع الحريق والاختناق.
- **تسرب كبير:**
 - أغلق صمام المصدر إذا كان ذلك آمناً؛ وأزل مصادر الاشتعال القريبة.
 - استعد باستخدام معدات مخصصة لاسترداد الغاز.
 - إذا تعذر الاسترجاع، استخدم ضباباً/رذاذاً مائياً للتخفيف (لمنع تلوث المياه).
 - إذا تعذر إغلاق صمام الأسطوانة، انقل الأسطوانة إلى منطقة آمنة جيدة التهوية ونقّسها ببطء.
- **تسرب من الأسطوانة:** انقل الأسطوانة إلى منطقة آمنة جيدة التهوية ونقّس ببطء. إذا تعذر إغلاق الصمام، اتصل بالموّرد للمعالجة المتخصصة.

6.4 مرجع

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

خطر حرج: بخار R1234yf أثقل من الهواء بحوالي 3.9 مرة وسيجتمع في المناطق المنخفضة والمحصورة، مما يخلق جواً ناقص الأكسجين وخطر حريق/انفجار. تحقق دائماً من مستويات الأكسجين (يجب أن تكون $\leq 19.5\%$) وتركيز

الغاز القابل للاشتعال (أقل من 10% من LEL) واستخدم نظام المرافقة قبل دخول الأماكن المحصورة أو المنخفضة؛ ولا تُدخل مصادر اشتعال إلى مثل هذه المناطق مطلقاً.

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.
- إدارة الغاز القابل للاشتعال: ابتعد عن النار ومصادر الحرارة؛ ولا تدخين في مناطق العمل؛ واستخدم أنظمة ومعدات تهوية مضادة للانفجار؛ وتجنّب تراكم الكهرباء الساكنة، وتأكد من تأريض المعدات والأنابيب بشكل موثوق.
- تجنّب ملامسة الفلزات التفاعلية والعوامل المؤكسدة القوية.
- تعامل مع الأسطوانات بحرص؛ لا تُسقطها أو تُزلقها أو تدرجها أو تضربها. استخدم معدات رفع مناسبة.
- زوّد المنطقة بمعدات الاستجابة لطوارئ التسرب.
- ارتدِ قفازات عازلة وواقعي العين/الوجه عند التعامل مع السائل لمنع التجمّد.
- افحص الأسطوانات والصمامات والأنابيب دورياً للكشف عن التسرب.

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

- خزّنه في مستودع بارد وجاف وجيد التهوية للغازات القابلة للاشتعال؛ وخزّنه منفصلاً عن الغازات المؤكسدة والمواد المؤكسدة.
- يجب ألا تتجاوز درجة حرارة التخزين 45°C. ابعّد عن النار ومصادر الحرارة والشمس المباشرة.
- خزّنه منفصلاً عن المواد المؤكسدة، والمعادن التفاعلية، والهالوجينات، وغيرها. ولا تخزّنه مع المواد غير المتوافقة.
- يجب أن يجهّز مكان التخزين بمعدات الاستجابة لحالات التسرب الطارئة ومعدات الإطفاء المناسبة.
- يجب تخزين الأسطوانات منتصبة مع كبّات الصمامات وحلقات الأمان في مكانها، ومثبتة بشكل صحيح لمنع السقوط.
- استخدم إضاءة وتهوية مضادة للانفجار.
- يُحظر استخدام المعدات والأدوات التي يمكن أن تولّد شرراً.
- يجب أن يجهّز مكان التخزين بأجهزة إنذار كشف الغاز القابل للاشتعال وعلامات تحذيرية واضحة للسلامة.
- طبّق نظام استلام وتسليم يشخصين، ونظام حراسة يشخصين.

7.3 استخدامات نهائية محددة

للاستخدام الصناعي فقط. يُستخدم أساساً في أنظمة تكييف هواء المركبات (كبدل لـ R134a) وتكييف الهواء السكني/التجاري، والمبردات، وغيرها. يجب أن يكون الأفراد مدربين مهنيّاً. لا تستخدمه للاتصال المباشر بالغذاء، أو الاستنشاق الطبي، أو التطبيقات غير المعتمدة الأخرى. يجب أن تضع الأنظمة التي تستخدم R1234yf في الحسبان قابليته الخفيفة للاشتعال وتدمج تدابير مناسبة مضادة للانفجار وكشف التسرب.

8.1 معايير الضبط

لا يوجد حد قانوني محدد. المرجع الموصى به: WEEL 500 ppm (8 TWA ساعة)	حد التعرض المهني الصيني (OEL)
500 ppm (تقريباً 2280 mg/m ³)، متوسط زمني مرجح لمدة 8 ساعات	AIHA WEEL-TWA (الولايات المتحدة)
لم يتم تحديد حد محدد (راجع WEEL)	OSHA PEL-TWA (الولايات المتحدة)
غير محددة	القيمة الحدّية 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 باللهب (GC-FID) أو مطياف الكتلة (GC-MS)؛ وكواشف الغاز القابل للاشتعال (من نوع الأشعة تحت الحمراء أو الاحتراق الحفاز) لمراقبة تركيز الغاز القابل للاشتعال في مكان العمل.

8.3 ضوابط هندسية مناسبة

- تصميم عملية محكمة مع تهوية عامة أو شفط محلي.
- وقّـر دشتاً للسلامة ومحطة غسل للعين.
- ركب أجهزة إنذار كشف الغاز القابل للاشتعال في المناطق التي قد تحدث فيها التسربات، موصولة بأجهزة التهوية.
- استخدم معدات كهربائية مضادة للانفجار؛ ويجب تأريض جميع المعدات والأنابيب بشكل موثوق لحماية الكهرباء الساكنة.

8.4 تدابير الحماية الفردية

الحماية التنفسية:

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

حماية العين/الوجه:

- المناولة العامة: نظارات سلامة كيميائية.
- عند مناولة السائل أو التعرض المحتمل للسائل: يجب ارتداء النظارات/الواقى الوجهي لمنع تجمّد البرد.

حماية الجلد:

- حماية اليدين: قفازات مضادة للكهرباء الساكنة للمناولة العادية؛ وقفازات معزولة منخفضة الحرارة (مثل قفازات الجليد الجاف، وقفازات الجلد الباردة) لملامسة السائل.
- حماية الجسم: ملابس عمل مقاومة للهب مضادة للكهرباء الساكنة؛ وملابس مقاومة للبرودة لملامسة السائل.
- أخرى: لا تدخين في مناطق العمل؛ وتجنّب الاستنشاق بتركيز عالٍ؛ واستخدم نظام المرافقة عند دخول الخزانات، أو الأماكن المحصورة، أو مناطق التركيز العالي الأخرى؛ واستخدم أدوات مضادة للانفجار.

8.5 تدابير النظافة

- أزل الملابس الملوثة واغسل الجلد جيداً بعد العمل.
- حافظ على نظافة شخصية جيدة.
- تأكد من توفر غسل العين والدش 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	-149.7 °C
نقطة الغليان / مدى الغليان (kPa 101.3)	-29.4 °C
نقطة الوميض	لا يوجد (غاز قابل للاشتعال؛ مفهوم نقطة الوميض غير منطبق)
معدل التبخر	غير متوفر
قابلية الاشتعال (غاز)	قابل للاشتعال (فئة A2L، قابلية اشتعال أدنى)
حدود الانفجار (العليا/السفلى، بالحجم % في الهواء)	العليا 12.3 % / السفلى 6.2 %
سرعة الاحتراق	~0.015 m/s (منخفضة جداً، سرعة احتراق طبقية)
الحد الأدنى لطاقة الاشتعال	عالية (< 10,000 mJ، أعلى بكثير من الغازات القابلة للاشتعال الشائعة)
ضغط البخار (°C 25)	580 kPa
كثافة البخار (الهواء = 1)	~3.9 (أثقل من الهواء)
الكثافة النسبية (سائل، °C 25)	1.147 g/cm ³
الذوبانية	قابل للذوبان قليلاً في الماء؛ وقابل للذوبان في الإيثانول، والإيثر، والمذيبات العضوية الأخرى
معامل التقسيم أوكتانول/ماء (log P)	~2.04

درجة حرارة الاشتعال الذاتي	C° 405~
درجة حرارة التحلل	التحلل الحراري عند درجات الحرارة العالية

9.2 الخصائص الديناميكية الحرارية

الدرجة الحرجة	C° 94.7
الضغط الحرج	kPa (3.38 MPa) 3382
الكثافة الحرجة	g/cm ³ 0.473
حرارة التبخر (عند نقطة الغليان)	kJ/kg 181~
الحرارة النوعية للسائل (C°25)	kJ/(kg·°C) 1.51~

9.3 بيانات سلامة أخرى

مجموعة سلامة ASHRAE	A2L (سمية منخفضة، قابلية اشتعال أدنى)
إمكانية استنفاد الأوزون (ODP):	0 (لا يستنفد طبقة الأوزون؛ انظر القسم 12.6)
إمكانية الاحترار العالمي (GWP)، خلال 100 سنة	1 > (~0.3، GWP منخفض للغاية؛ انظر القسم 12.6)
العمر الجوي	~11 يوماً (تحلل سريع)

10 الثبات والتفاعلية

10.1 التفاعلية

مستقر كيميائياً في ظروف الحرارة والضغط العادية؛ وغير تفاعلي بسهولة. ومع ذلك، فله نطاق قابل للاشتعال في الهواء (6.2%–12.3%) ويمكن أن يحترق بمصدر اشتعال.

10.2 الثبات الكيميائي

مستقر في الظروف العادية للحرارة والضغط. ضمن نطاق التركيز القابل للاشتعال، يمكن أن يحترق بمصدر اشتعال (قابل للاشتعال بشكل خفيف من فئة A2L؛ بسرعة احتراق منخفضة جداً). يحتوي على رابطة مزدوجة كربون-كربون لكنه لا يتبلر بسهولة عند درجة حرارة الغرفة.

10.3 إمكانية حدوث تفاعلات خطيرة

- في الهواء (6.2%–12.3% بالحجم)، يمكن أن يحترق بمصدر اشتعال (لهب مكشوف، حرارة عالية، شرر كهربائي). وسرعة الاحتراق منخفضة جداً وطاقات الاشتعال عالية نسبياً.
- التحلل الحراري عند درجات الحرارة العالية ينتج فلوريد الهيدروجين السام، وأكسيد 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.

10.4 الظروف الواجب تجنبها

درجة حرارة عالية، لهب مكشوف، مصادر اشتعال (شرر كهربائي، كهرباء ساكنة)، مصادر حرارة مباشرة، ضغط زائد في الأسطوانة

10.5 المواد غير المتوافقة

المعادن التفاعلية (الصوديوم، والبوتاسيوم، والكالسيوم، ومسحوق الألمنيوم، ومسحوق المغنيسيوم، وغيرها)، والعوامل المؤكسدة القوية، والهالوجينات

10.6 نواتج التحلل الخطرة

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

10.7 بلمرة خطيرة

لن يحدث في ظروف التخزين والاستخدام العادية.

المعلومات السمية

11

11.1 معلومات عن الآثار السمية

السمية الحادة:

استنشاق الجرذان LC ₅₀ (4 ساعة)	< 500,000 ppm (أعلى تركيز تم اختباره؛ سمية منخفضة)
استنشاق الفئران LC ₅₀ (4 ساعة)	< 500,000 ppm
الامتصاص الجلدي للأرانب LD ₅₀	غير متوفر (مادة غازية)

11.2 تهيج/تآكل الجلد

ملامسة السائل يمكن أن تسبب تجمّد البرد (إصابة فيزيائية). تصنيف GHS: تهيج خفيف للجلد (الفئة H316، 2B). وليست مادة كاوية كيميائية.

11.3 تهيج/تآكل العين

ملامسة السائل يمكن أن تسبب تجمّد برد شديد وتلفاً في القرنية. تصنيف GHS: تلف خطير في العين/تهيج العين الفئة 2B (H320)، يسبب تهيج العين.

11.4 تحسس الجهاز التنفسي أو الجلد

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

11.5 طفرات في الخلايا الجرثومية

الاختبارات المجراة خارج الجسم ودخله (اختبار أميس، واختبار الاعتراف الصبغي، واختبار الجُبيبات الدقيقة للفئران، وغيرها) تُظهر عدم وجود تأثير طفرّي.

11.6 التسبب في السرطان

أدلة غير كافية للتسبب في السرطان.

- IARC (الوكالة الدولية لبحوث السرطان): غير مدرج
- ACGIH (المؤتمر الأمريكي لعلماء الصحة الصناعية الحكوميين): الفئة A4 (غير قابل للتصنيف كمسبب سرطان للإنسان)
- EPA (وكالة حماية البيئة الأمريكية): المجموعة D (غير قابل للتصنيف من حيث التسبب السرطاني للإنسان)

11.7 السمية الإنجابية

تظهر الدراسات على الحيوانات أن مستوى NOAEL للاستنشاق دون المزمّن هو 50,000 ppm، دون سمية إنجابية أو نمائية ذات دلالة. ولا تتوفر بيانات عن السمية الإنجابية للبشر.

11.8-STOT-التعرض الفردي

- الآثار القلبية: التعرض بتركيز عالي قد يسبب اضطراباً في نبض القلب، خاصة تحت الضغط أو التمرين (تحسس الكاتيوكولامين).
- قد يسبب الاستنشاق بتركيز عالي اكتئاباً خفيفاً في الجهاز العصبي المركزي (دوخة، نعاس).

11.9-STOT-التعرض المتكرر

تظهر دراسات الاستنشاق دون المزمّن (28 يوماً و90 يوماً) عدم وجود سمية محددة للأعضاء المستهدفة دون مستوى NOAEL 50,000 ppm. ولا يظهر التعرض المتكرر بتركيز منخفض ضرراً واضحاً في الأعضاء.

11.10 خطر الاستنشاق

لا يُتوقع أن يسبب التهاب رئه استنشاقي في الحالة الغازية. ومع ذلك، فإن الاستنشاق بتركيز عالي يمكن أن يسبب اكتئاباً في الجهاز العصبي المركزي وتحسساً قليباً. وإذا حدث احتراق، فإن استنشاق نواتج التحلل الحراري (HF) يمكن أن يسبب حرقاً تنفسية شديدة ووذمة رئوية.

المعلومات البيئية

12

12.1 السمية الإيكولوجية

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

12.2 الثبات والتحلل

- التحلل الجوي: يتحلل أساساً بتفاعله مع الجذور الهيدروكسيلية؛ وعمر جوي قصير جداً يبلغ ~11 يوماً؛ وتحلل سريع؛ وثبات بيئي منخفض.

- التحلل البيولوجي: تتوفر بيانات محدودة عن التحلل البيولوجي، لكن الثبات البيئي منخفض بسبب التحلل الجوي السريع.
- التحلل المائي: لا يتحلل مائياً بسهولة عند درجة حرارة الغرفة.
- التحلل الضوئي: يتحلل ضوئياً كيميائياً بسرعة في الغلاف الجوي.

12.3 الإمكانية التراكمية الحيوية

$\log P = 2.04$. إمكانية تراكم بيولوجي منخفضة نسبياً (أدنى من عتبة التركيز الحيوي لـ $\log P = 4.5$).

12.4 الحركة في التربة

متطاير بشدة في الحالة الغازية. ذوبان منخفض في الماء. قدرة حركية عالية. يتطاير بسهولة إلى الغلاف الجوي ويتحلل بسرعة عند إطلاقه في التربة.

12.5 نتائج تقييم PBT و vPvB

لا يستوفي معايير PBT (مستمر، متراكم بيولوجياً، وسام) / vPvB (مستمر جداً ومتراكم بيولوجياً جداً). عمر جوي قصير؛ وليست مادة مستمرة.

12.6 آثار سلبية أخرى

- إمكانية استنفاد الأوزون (ODP): 0 (لا يستنزف طبقة الأوزون؛ ومادة من فئة HFO غير تابعة لـ ODS).
- إمكانية الاحترار العالمي (GWP، خلال 100 سنة): > 1 (~0.3، بالنسبة إلى GWP، $\text{CO}_2 = 1$ ، منخفض للغاية)
- R1234yf مُبرّد HFO من الجيل الرابع بـ GWP منخفض للغاية (> 1) وعمر جوي قصير (~11 يوماً)؛ وتأثير مناخي ضئيل؛ وهو بديل مفضل للمبرّدات عالية GWP مثل R134a.
- ليست مادة خاضعة للرقابة بموجب بروتوكول مونتريال؛ وبسبب انخفاض GWP لديها للغاية، فهي ليست غازاً دفيئاً أساسياً خاضعاً للرقابة بموجب بروتوكول كيوتو.
- قد تشمل نواتج التحلل حمض ثلاثي فلورو الأسيتيك (TFA)، الذي قد يتراكم في المسطحات المائية المحلية، لكن البحوث الحالية تشير إلى تأثير محدود على النظم البيئية المائية.

13 اعتبارات التخلص

13.1 طرق معالجة النفايات

المنتج/البقايا:

- الاسترداد وإعادة التدوير (التنقية وإعادة الاستخدام) هو النهج المفضل.
- يتمتع R1234yf بـ GWP منخفض للغاية، لكن كغاز قابل للاشتعال يجب ألا يُطلق في الغلاف الجوي بشكل تعسفي.
- إذا تعذر الاسترداد، تخلص من خلال منشأة معالجة نفايات خطرة مرخصة.
- الحرق عند درجات حرارة عالية مع مغسلة قلوية لإزالة الفلوريد طريقة مقبولة. يجب أن يضمن الحرق احتراقاً كاملاً ويتعامل مع مخاطر الغاز القابل للاشتعال.
- لا تصرّف في المجاري، أو المسطحات المائية، أو التربة.

التعبئة الملوثة:

- يجب إعادة الأسطوانات الفارغة إلى المورد أو منشأة مؤهلة للتخلص. لا ترم أو تقطع الأسطوانات الفارغة.

- تُدار الأسطوانات الفارغة ذات الضغط المتبقي كنفائات خطرة. يجب تهوية الغاز القابل للاشتعال المتبقي بأمان تحت التهوية قبل التخلص.

13.2 احتياطات خاصة للتخلص

- راجع اللوائح الوطنية والمحلية قبل التخلص (مثل قانون منع وتحكم تلوث النفائات الصلبة، ومعايير التحكم في تلوث تخزين النفائات الخطرة، وغيرها).
- يجب على العاملين ارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة (انظر القسم 8).
- تأكد من تهوية جيدة لمنع الاختناق وتراكم الغاز القابل للاشتعال. ولا مصادر اشتعال في موقع التخلص.
- يجب أن يتم التخلص من قبل منشأة مؤهلة ومرخصة.
- ينبغي الاحتفاظ بسجلات التخلص.

14 معلومات النقل

14.1 رقم UN

3161 (2,3,3,3)-رباعي فلورو البروبين، غاز مسال قابل للاشتعال

14.2 اسم الشحن الصحيح UN

2,3,3,3-رباعي فلورو البروبين

14.3 فئة خطر النقل

الفئة 2.1 غاز قابل للاشتعال

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 العبوات الشائعة: أسطوانات 5 kg، و10 kg، و13.6 kg، و50 kg، و100 kg، وحاويات خزان ISO.
- اتجاه خيط منفذ صمام الأسطوانة: خيط أعسر للغازات القابلة للاشتعال.

14.7 متطلبات خاصة لوسائط النقل المختلفة

النقل البري (GB/T 12268 / ADR):

- يجب أن تكون المركبات حاصلة على ترخيص نقل البضائع الخطرة ومزودة بكوابح الشرر.
- يجب أن تكون الأسطوانات مزودة بكبات صمامات وحلقات أمان في مكانها.
- تُوضع الأسطوانات عادةً أفقياً باتجاه الصمامات نفسه؛ لا تكدّسها بشكل متقاطع. ولا يجب أن يتجاوز الارتفاع حاجز المركبة.

- النقل في وقت مبكر من الصباح/المساء في الصيف لتجنب أشعة الشمس المباشرة.
- اتباع المسارات المحددة؛ ولا تتوقف في المناطق السكنية أو المكتظة بالسكان.
- يجب أن تكون المركبة مجهزة بمعدات الإطفاء ومعدات الاستجابة لحالات التسرب الطارئة.

النقل بالسكك الحديدية (RID):

- يُحظر مناورة التل (لا تصنيف بالتدحرج الحر).
- النقل في عربات مغلقة؛ الأسطوانات منتصبة أو أفقية ومثبتة.

النقل البحري (رمز IMDG):

- UN 3161، الفئة 2.1
- ملوث بحري: لا
- فئة التخزين: D (على سطح السفينة فقط)
- ابتعد عن مصادر الحرارة؛ واعزل عن مصادر الاشتعال

النقل الجوي (ICAO/IATA DGR):

- UN 3161، الفئة 2.1
- غاز مسال قابل للاشتعال
- محظور على الطائرات الركاب (طائرات الشحن فقط، ورهن بحدود الكمية)

14.8 احتياطات خاصة للمستخدم

- لا تنقل مشتركاً مع المواد المؤكسدة، أو المعادن التفاعلية، أو الهالوجينات، أو منتجات الغذاء/العلف.
- يجب تجهيز المركبات بمعدات إطفاء مناسبة ومعدات الاستجابة لطوارئ التسرب.
- يجب تدريب أفراد النقل وتأهيلهم بشهادة.
- احيم من أشعة الشمس والمطر ودرجة الحرارة العالية أثناء النقل.
- عند التوقف أثناء الرحلة، ابتعد عن النار ومصادر الحرارة والمناطق عالية الحرارة.
- يجب تجهيز أنابيب العادم للمركبات التي تنقل هذا المنتج بمثبطات شرر.
- حمل وفرّغ بعناية لمنع تلف الأسطوانات والوصلات؛ واستخدم أدوات مضادة للانفجار وتجنّب تراكم الكهرباء الساكنة.

15 المعلومات التنظيمية

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

اللوائح الصينية:

- لائحة إدارة سلامة المواد الكيميائية الخطرة (مرسوم مجلس الدولة رقم 591)
- كتالوج المواد الكيميائية الخطرة (إصدار 2015): المكونات ذات الصلة مدرجة
- سلسلة GB 30000 (قواعد تصنيف ووسم المواد الكيميائية)
- GB/T 16483-2008 (محتوى وترتيب الأقسام في بطاقة بيانات الأمان للمنتجات الكيميائية)
- لائحة الاستخدام الآمن للمواد الكيميائية في مكان العمل (وزارة العمل، 1996)
- GBZ 2.1-2019 (حدود التعرض المهني للعوامل الخطرة في مكان العمل — الجزء 1: العوامل الكيميائية)

- TSG 23-2021 (لائحة السلامة الفنية لأسطوانات الغاز)
- لوائح النقل البري للبضائع الخطرة
- قانون جمهورية الصين الشعبية للسلامة في العمل
- قانون جمهورية الصين الشعبية للوقاية من تلوث الغلاف الجوي ومكافحته
- قانون جمهورية الصين الشعبية للوقاية من التلوث البيئي بالنفايات الصلبة ومكافحته
- لائحة المواد المستنزفة لطبقة الأوزون: ليست مادة خاضعة للرقابة (ODP = 0)
- **لوائح دولية:**
- **UN GHS (النظام العالمي المنسق لتصنيف ووسم المواد الكيميائية):** الطبعة المنقحة الثامنة
- **بروتوكول مونتريال:** ليست مادة مستنفدة لطبقة الأوزون (ODP = 0)
- **بروتوكول كيوتو / اتفاقية باريس:** بسبب انخفاض GWP للغاية (>1)، ليست غازاً دفيئاً أساسياً خاضعاً للرقابة
- **لائحة EU REACH (EC 1907/2006):** مادة مسجلة
- **لائحة EU CLP (EC 1272/2008):** لائحة التصنيف والوسم والتعبئة
- **لائحة الاتحاد الأوروبي للغازات المفلورة (EC 517/2014):** ضوابط الغازات الدفيئة المفلورة؛ ويستفيد R1234yf من معاملة مواتية بسبب انخفاض GWP
- **توجيه الاتحاد الأوروبي MAC:** معتمد للاستخدام في تكييف هواء المركبات المتنقلة (يُلزم المركبات الجديدة باستخدام مبرّدات بـ 150 < GWP)
- **برنامج US EPA SNAP:** معتمد لتكييف هواء المركبات وتطبيقات التبريد الأخرى
- **الولايات المتحدة OSHA HCS 2012:** معيار الاتصال بالمخاطر
- **الولايات المتحدة DOT 49 CFR:** لوائح نقل المواد الخطرة
- **ADR/RID:** الاتفاقية الأوروبية المتعلقة بالنقل الدولي للبضائع الخطرة براً وبالسكك الحديدية
- **رمز IMDG:** المدونة البحرية الدولية للبضائع الخطرة
- **IATA DGR:** لوائح الاتحاد الدولي للنقل الجوي للبضائع الخطرة

16 معلومات أخرى

16.1 المراجع

- دليل NIOSH الجيب لمخاطر المواد الكيميائية
- قاعدة بيانات NOAA CAMEO الكيميائية
- قاعدة بيانات مركبات PubChem (CID 5326064)
- كتاب ASHRAE المرجعي - أنظمة وتطبيقات التبريد
- معيار ASHRAE 34 - تسمية وتصنيف سلامة المبرّدات
- SAE J2845 - تقييم المخاطر للمبرّدات القابلة للاشتعال
- GB/T 16483-2008 (محتوى وترتيب الأقسام في بطاقة بيانات الأمان للمنتجات الكيميائية)
- سلسلة GB 30000 (قواعد تصنيف ووسم المواد الكيميائية)
- نظام الأمم المتحدة GHS (النظام العالمي المنسق لتصنيف ووسم المواد الكيميائية)، الطبعة المنقحة الثامنة
- معيار اتصال المخاطر التابع لـ OSHA (29 CFR 1910.1200)

الاختصار	المصطلح الكامل
SDS / MSDS	بطاقة بيانات الأمان / بطاقة بيانات سلامة المواد
GHS	النظام العالمي المنسق لتصنيف ووسم المواد الكيميائية
CAS	خدمة المستخلصات الكيميائية (رقم التسجيل)
UN	الأمم المتحدة (رقم البضائع الخطرة)
ODP	إمكانية استنفاد الأوزون
GWP	إمكانية الاحترار العالمي
LC ₅₀	التركيز المميت، 50%
LD ₅₀	الجرعة المميتة، 50%
TLV-TWA	قيمة الحد المرجعية - المتوسط الزمني المرجح
WEEL	مستوى التعرض البيئي في مكان العمل
SCBA	جهاز تنفس ذاتي الضغط
PBT	مؤثر، متراكم حيوياً، وسام
HFC	هيدروفلوروكربون
HFO	هيدروفلوروأوليفين (مُبرّد من الجيل الرابع)
STOT	سمية محددة للأعضاء المستهدفة
A2L	تصنيف سلامة ASHRAE: سمية أدنى، قابلية اشتعال أدنى
NOAEL	مستوى عدم ملاحظة تأثير ضاد
LEL / UEL	الحد الأدنى للانفجار / الحد الأعلى للانفجار
IARC	الوكالة الدولية لبحوث السرطان
ACGIH	المؤتمر الأمريكي لعلماء الصحة الصناعية الحكوميين

16.3 إخلاء المسؤولية

تم إعداد بطاقة بيانات السلامة (SDS) هذه وفقاً لمعيار الأمم المتحدة GHS والمتطلبات التنظيمية المطبقة. تستند المعلومات الواردة هنا إلى قواعد بيانات كيميائية متاحة للعموم، وأدبيات تقنية، ومعايير وطنية، ويُعتقد أنها دقيقة وكاملة حتى تاريخ الإصدار. ومع ذلك، لا يُقدّم أي ضمان، صريح أو ضمني، بشأن الدقة المطلقة، أو الاكتمال، أو موثوقية المعلومات. يجب على المستخدمين التحقق من مدى انطباق

المعلومات على ظروف استخدامهم المحددة والرجوع إلى بطاقة SDS الرسمية المقدمة من الشركة المصنعة/الموزع لأغراض الامتثال. قد تُحدَّث المعلومات الواردة في هذه الوثيقة مع توفر نتائج بحثية وتغييرات تنظيمية جديدة؛ ويوصى بالمراجعة الدورية لأحدث إصدار.

بطاقة بيانات السلامة — 2,3,3,3-رباعي فلورو البروبين (R1234yf) | أُعدت وفقاً لـ UN GHS الطبعة المنقحة الثامنة | الإصدار 1.0