

Scheda di Dati di Sicurezza (SDS)

Isobutano (R600a / HC-600a)

N. CAS: 75-28-5 Numero ONU: 1969 Data di emissione: Aug 29, 2026 Versione: 1.0

1 Identificazione

1.1 Identificatore del prodotto

Nome chimico	Isobutano (2-metilpropano)
Nomi comuni / sinonimi	R600a, HC-600a, 2-metilpropano, trimetilmetano, i-butano
Numero CAS	75-28-5
Numero ONU	1969 (Isobutano, gas infiammabile)
Codice delle merci pericolose	Classe 2.1 Gas infiammabile
Formula molecolare	C ₄ H ₁₀ (isomero, CH(CH ₃) ₃)
Peso molecolare	58,12 g/mol
Uso raccomandato	Refrigerante (preferito per frigoriferi/congelatori domestici), propellente per aerosol, materia prima chimica (produzione di isobutilene), componente di combustibile

1.2 Dettagli del fornitore della scheda di dati di sicurezza

Nome del fornitore	Hangzhou Wula Chemical Co., Ltd.
Indirizzo	N. 7 Longtan Road, Distretto di Yuhang, Hangzhou, Provincia di Zhejiang, Cina
Codice postale	311100
Telefono	+86-571-87024025
Fax	+86-571-87024025
E-mail	safety@wulachem.cn

1.3 Numero di telefono di emergenza

Linea di emergenza chimica nazionale (Cina): +86-532-83889090 (24 ore)

2 Identificazione dei pericoli

2.1 Classificazione GHS

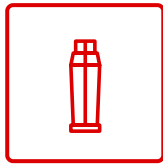
Classificazione di pericolo:

- Gas infiammabile (Pericolo fisico) — Categoria 1A (extremely infiammabile)
- Gas compresso (Pericolo fisico) — Gas liquefatto
- Tossicità specifica per organi bersaglio - esposizione singola (Pericolo per la salute, effetto narcotico) — Categoria 3
- Pericolo di aspirazione (pericolo per la salute) — Categoria 1
- Pericoloso per l'ambiente acquatico - Acuto (Pericolo ambientale) — Categoria 1

2.2 Elementi dell'etichetta GHS



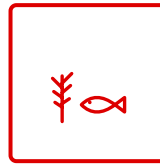
GHS02 Inflammabile



GHS04 Bombola di gas



GHS08 Pericolo per la salute



GHS09 Ambiente

Parola di segnalazione: **PERICOLO**

Indicazioni di pericolo:

- H220** Gas estremamente infiammabile.
- H280** Contiene gas sotto pressione; può esplodere se riscaldato.
- H304** Può essere letale in caso di ingestione e di penetrazione nelle vie respiratorie.
- H336** Può provocare sonnolenza o vertigini.
- H400** Molto tossico per gli organismi acquatici.

Consigli prudenziali:

- P101** In caso di consultazione di un medico, tenere a disposizione il contenitore o l'etichetta del prodotto.
- P102** Tenere fuori dalla portata dei bambini.
- P210** Tenere lontano da calore, superfici calde, scintille, fiamme libere e altre fonti di innesco. Non fumare.
- P261** Evitare di respirare la polvere/i fumi/i gas/la nebbia/i vapori/gli aerosol.
- P271** Utilizzare solo all'aperto o in luogo ben ventilato.

P304+P340 IN CASO DI INALAZIONE: Trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione.

P311 Contattare un CENTRO ANTIVELENI/un medico/...

P331 NON provocare il vomito.

P370+P379 In caso di incendio: Bloccare la perdita se non c'è pericolo.

P377 In caso di incendio dovuto a perdita di gas: non estinguere, a meno che la perdita non possa essere fermata in sicurezza.

P381 In caso di perdita, eliminare tutte le fonti di innesco.

P391 Raccogliere il materiale sversato.

P403 Conservare in luogo ben ventilato.

P410+P403 Proteggere dalla luce solare. Conservare in luogo ben ventilato.

P405 Conservare sotto chiave.

P501 Eliminare il contenuto/contenitore conformemente alle normative locali.

2.3 Altri pericoli

Avvertimento di gas estremamente infiammabile:

- Questo è un refrigerante di classe di infiammabilità A3 (gruppo di sicurezza ASHRAE) con un ampio intervallo di esplosività (1,8%~8,4%) e punto di infiammabilità estremamente basso (-117°C). Anche una piccola perdita può formare una miscela gassosa esplosiva.
- Il vapore è più pesante dell'aria (densità di vapore ~2,0 volte quella dell'aria) e può propagarsi per lunghe distanze lungo il suolo; l'accensione può rincarare verso la sorgente.
- L'isobutano di grado refrigerante non è odorizzato; le perdite non possono essere rilevate dall'olfatto. I rilevatori di gas combustibile sono obbligatori.
- Concentrazioni elevate possono causare asfissia e depressione del sistema nervoso centrale (vertigini, sonnolenza, perdita di coscienza).
- Il contatto del liquido con la pelle o gli occhi può causare gravi ustioni da freddo.
- L'ingestione di isobutano liquido comporta rischio di polmonite da aspirazione (pericolo di aspirazione Categoria 1).
- Le bombole riscaldate dal fuoco possono subire una BLEVE (Esplosione di vapore in espansione da liquido in ebollizione).

3 Composizione/informazioni sugli ingredienti

3.1 Sostanza/miscela

Questo prodotto è una sostanza pura.

3.2 Informazioni sulla composizione

Nome del componente	CAS N..	Concentrazione (in massa)
Isobutano	75-28-5	≥99.5% (grado refrigerante)

3.3 Informazioni sulle impurità

Impurità	Limite di specifica
Umidità	≤10 ppm
Acidità (come HCl)	≤1 ppm
Residuo di evaporazione	≤100 ppm
Gas non condensabile (25°C, vol%)	≤1.5%
Solfuri	≤1 ppm
n-Butano e altri isomeri	≤0.5%

Nota: l'isobutano (R600a) è un isomero del butano (2-metilpropano) con proprietà fisiche diverse dal n-butano (R600). L'isobutano di grado refrigerante ha una purezza superiore e non è odorizzato.

4 Misure di primo soccorso

4.1 Descrizione delle misure di primo soccorso necessarie

Consigli generali:Allontanare immediatamente la vittima dalla zona contaminata. Mantenere al caldo e a riposo. Mostrare questa SDS al medico curante. Nota: accertarsi che non vi sia rischio di esplosione prima di entrare nella zona di perdita.

Inalazione:

- Allontanare immediatamente la vittima in aria aperta. Mantenere libere le vie respiratorie.
- Somministrare ossigeno se la respirazione è difficile.
- Se la respirazione si è arrestata, praticare la respirazione artificiale (preferibilmente con maschera a valvola e pallone; evitare il bocca a bocca).
- In assenza di polso, iniziare immediatamente la rianimazione cardiopolmonare (RCP).
- Tenere la vittima al caldo e a riposo. Monitorare attentamente le condizioni.
- Consultare immediatamente un medico.

Contatto cutaneo (ustione da freddo):

- Sciacquare immediatamente la zona interessata con grandi quantità di acqua tiepida (37–40°C) per favorire il riscaldamento.

- NON usare acqua calda (>40°C) o calore diretto (e.g., riscaldatori elettrici).
- NON strofinare o massaggiare la zona congelata; questo può peggiorare il danno tissutale.
- Rimuovere con cautela gli indumenti congelati. Se gli indumenti aderiscono alla pelle, NON strapparli; tagliare intorno.
- Coprire con una medicazione sterile.
- Consultare immediatamente un medico.

Contatto oculare:

- Aprire immediatamente le palpebre e sciacquare abbondantemente con molta acqua o soluzione fisiologica per almeno 15 minuti.
- Assicurare un'irrigazione completa di tutte le superfici oculari sollevando le palpebre superiori e inferiori.
- Rimuovere le lenti a contatto se presenti e facilmente rimovibili.
- Consultare immediatamente un medico, preferibilmente un oftalmologo.

Ingestione:

Questa sostanza è un gas a temperatura ambiente; l'ingestione è altamente improbabile. In caso di ingestione accidentale di isobutano liquido (estremamente rara), **NON provocare il vomito**; rivolgersi immediatamente a un medico. Il vomito può causare l'ingresso del liquido nelle vie respiratorie, provocando una polmonite da aspirazione potenzialmente fatale.

4.2 Sintomi ed effetti più importanti, sia acuti che ritardati

- Inalazione acuta: vertigini, sonnolenza, cefalea, Nausea, atassia, perdita di coscienza, aritmia cardiaca; concentrazioni elevate possono causare asfissia.
- Contatto cutaneo (liquido): ustione da freddo (pelle pallida e dura, dolore, formazione di vesciche).
- Contatto oculare (liquido): ustione da freddo grave, danno corneale, compromissione visiva.
- Pericolo di aspirazione: l'isobutano liquido che entra nelle vie respiratorie può causare polmonite chimica ed edema polmonare, potenzialmente fatale.

4.3 Indicazione di qualsiasi attenzione medica immediata e trattamento speciale necessario

Note per i medici:

- Terapia sintomatica e di supporto. Mantenere le vie respiratorie; somministrare ossigeno se necessario.
- Monitorare la funzione cardiaca; l'esposizione ad alta concentrazione può causare aritmie.
- Trattare le ustioni da freddo secondo i protocolli standard: lukewarm acqua (37–40°C) rewarming. NON usare calore secco o massaggi.
- In caso di sospetta polmonite da aspirazione, eseguire esame di imaging del torace ed emogasanalisi.

- In caso di ingestione di isobutano liquido, NON eseguire lavanda gastrica né provocare il vomito per evitare ulteriori danni alle vie aeree.

5 Misure antincendio

Gas estremamente infiammabile! Questo è un refrigerante di classe di infiammabilità A3 con un ampio intervallo di esplosività (1,8%~8,4%), punto di infiammabilità estremamente basso (-117°C) e temperatura di autoaccensione di 460°C. Qualsiasi sorgente di accensione (fiamma libera, elettricità statica, scintilla elettrica, superficie calda) può innescare un incendio o causare un'esplosione.

5.1 Mezzi di estinzione

Mezzi di estinzione adatti: Polvere chimica secca, carbon dioxide, nebbia d'acqua (per il raffreddamento dei contenitori). Per grandi incendi di gas, l'approccio preferito è chiudere la fonte di gas e poi spegnere.

Mezzi di estinzione inadatti: Getti d'acqua diretti (possono diffondere la fiamma ed estendere l'area di pericolo; lo spruzzo diretto sui serbatoi di isobutano liquido può causare schizzi).

5.2 Pericoli specifici derivanti dalla sostanza o miscela

- Estremamente infiammabile; forma miscele esplosive con l'aria (intervallo di esplosività 1,8%~8,4%).
- Il vapore è più pesante dell'aria (densità di vapore ~2,0 volte quella dell'aria) e può percorrere il suolo fino a sorgenti di accensione lontane, causando il rincaro della fiamma.
- Le bombole o i serbatoi esposti al calore possono subire una BLEVE (Esplosione di vapore in espansione da liquido in ebollizione), producendo onde d'urto e frammenti volanti.
- La combustione incompleta produce monossido di carbonio (CO), un gas tossico.
- La combustione in spazi confinati può causare un'esplosione di vapore.

5.3 Prodotti di combustione pericolosi

Diossido di carbonio (CO₂), acqua (H₂O), monossido di carbonio (CO, da combustione incompleta)

5.4 Consigli per i vigili del fuoco

- I vigili del fuoco devono indossare un autorespiratore a pressione positiva (SCBA) e indumenti di protezione completa ignifughi.
- **Per un incendio da perdita di gas: NON spegnere la fiamma a meno che la perdita non possa essere arrestata in sicurezza.** La combustione continua impedisce l'accumulo di gas e una potenziale esplosione di nuvola di vapore su larga scala. La fiamma si spegnerà da sola quando la perdita sarà arrestata.
- Se possibile, spostare i contenitori dalla zona di incendio in un luogo sicuro.
- Raffreddare i contenitori con spruzzi d'acqua da distanza di sicurezza fino allo spegnimento dell'incendio.

- Evacuare immediatamente se i contenitori mostrano scolorimento o se i dispositivi di sicurezza di pressione iniziano a sfiatare.
- Isolare la zona; tenere fuori il personale non autorizzato.
- Applicare grandi quantità di acqua da lontano per raffreddare i contenitori esposti al fuoco. Il personale deve stare sopravento.

6 Misure in caso di rilascio accidentale

Estremamente infiammabile! Principio primario per la risposta alle perdite: Eliminare immediatamente TUTTE le fonti di accensione (fiamme libere, elettricità statica, scintille elettriche, scintille meccaniche). Evacuare il personale sottovento. Vietare l'uso di strumenti e attrezzature che producono scintille. Utilizzare solo apparecchiature elettriche a prova di esplosione.

6.1 Precauzioni personali, dispositivi di protezione e procedure di emergenza

- Evacuare immediatamente il personale dalla zona di perdita verso posizioni sopravento. Stabilire un perimetro e limitare l'accesso.
- Eliminare immediatamente TUTTE le fonti di accensione: tagliare l'alimentazione, vietare le fiamme libere, vietato fumare, vietare l'uso di apparecchiature elettriche non a prova di esplosione.
- Gli intervenienti di emergenza devono indossare SCBA, indumenti di lavoro antistatici, guanti criogenici e protezione oculare.
- Entrare dalla direzione sopravento.
- Arrestare la perdita se può essere fatto in sicurezza. Se la valvola non può essere chiusa, ritirarsi a distanza di sicurezza e attendere assistenza professionale.
- Non toccare o camminare nel materiale fuoriuscito.
- Utilizzare solo strumenti che non producono scintille.

6.2 Precauzioni ambientali

- Impedire al gas di entrare in fognature, scantinati, trincee per cavi o spazi confinati (altamente probabile che si accumuli e causi un'esplosione).
- Ventilare la zona per accelerare la dispersione.
- Evitare il rilascio in corsi d'acqua e suolo.
- Il vapore è più pesante dell'aria e si accumula nelle zone basse. Monitorare la concentrazione di gas infiammabile (LEL).

6.3 Metodi e materiali per il contenimento e la pulizia

- **Perdita piccola:** Aumentare la ventilazione per accelerare la dispersione del gas. Utilizzare rilevatori di gas combustibile per monitorare la concentrazione, assicurandosi che rimanga al di sotto del limite inferiore di esplosività (LEL = 1,8%).

- **Perdita grande:**

- Stabilire immediatamente un perimetro di sicurezza ed evacuare il personale sottovento.
- Chiudere la valvola di origine se è sicuro farlo.
- Utilizzare apparecchiature dedicate di recupero gas o sistema di torcia per lo smaltimento sicuro.
- Se il recupero non è possibile, accendere e bruciare il gas in un luogo sicuro (solo sotto supervisione professionale) per prevenire l'accumulo e l'esplosione.
- Usare nebbia/getto d'acqua per diluire il vapore, ma NON dirigere il getto d'acqua verso il punto di perdita.

- **Perdita di bombola:** Spostare la bombola in un'area sicura ben ventilata e sfiatare lentamente. Se la valvola non può essere chiusa, monitorare da distanza di sicurezza e contattare il fornitore per una gestione professionale.

6.4 Riferimenti

Vedere sezione 8 (Controlli dell'esposizione/protezione individuale) e sezione 13 (Considerazioni sullo smaltimento).

Pericolo critico: Il vapore di isobutano è circa 2,0 volte più pesante dell'aria e si accumulerà in aree depresse e confinate, formando miscele gassose esplosive. Verificare sempre la concentrazione di gas combustibile (<10% LEL) e i livelli di ossigeno ($\geq 19,5\%$) e lavorare in coppia prima di entrare in spazi confinati o aree depresse. Sono severamente vietate tutte le fiamme libere e le scariche statiche.

7 Manipolazione e stoccaggio

7.1 Precauzioni per la manipolazione sicura

Requisiti di sicurezza a prova di esplosione: Si tratta di un gas estremamente infiammabile di classe A3. Tutte le aree operative devono soddisfare i requisiti a prova di esplosione. Tutte le apparecchiature elettriche, l'illuminazione e la ventilazione devono essere di tipo a prova di esplosione (indice Ex secondo GB 3836). Gli operatori devono indossare indumenti di lavoro antistatici e calzature antistatiche.

- Manipolare in sistemi chiusi con adeguata ventilazione naturale o aspirazione localizzata.
- Il personale deve essere appositamente formato e seguire rigorosamente le procedure operative. Solo personale certificato.
- Impedire le perdite di gas nell'atmosfera del luogo di lavoro.
- **Tutte le apparecchiature, le tubazioni e le bombole devono essere messe a terra in modo affidabile** per prevenire l'accumulo statico. La resistenza di messa a terra deve soddisfare i requisiti antistatici.

- Vietare l'uso di apparecchiature e strumenti meccanici che producono scintille (utilizzare strumenti in lega di rame che non producono scintille).
- Vietato fumare, mangiare o bere nelle aree di lavoro.
- Manipolare le bombole con cautela; non far cadere, scivolare, rotolare o urtare le bombole.
- Indossare guanti isolanti e protezione degli occhi/del viso quando si manipola il liquido per prevenire le ustioni da freddo.
- Equipaggiare l'area con un sistema di rilevazione/allarme di gas infiammabile e attrezzature di risposta alle emergenze per le perdite.
- Ispezionare periodicamente le bombole, le valvole e le tubazioni per rilevare perdite utilizzando soluzione di rilevazione perdite o rilevatori di gas infiammabile.
- Controllare rigorosamente la quantità di riempimento durante le operazioni di riempimento delle bombole per evitare il riempimento eccessivo.

7.2 Condizioni per lo stoccaggio sicuro, incluse eventuali incompatibilità

- Conservare in un magazzino di gas infiammabile fresco, asciutto e ben ventilato. Il magazzino deve essere conforme a GB 50016 (codice di progettazione antincendio) per i requisiti di magazzino di Classe A.
- La temperatura di stoccaggio non deve superare 30°C. Tenere lontano da fuoco, fonti di calore e luce solare diretta.
- Conservare separatamente da comburenti, alogeni, acidi forti e basi forti. Non stoccare insieme a materiali incompatibili.
- L'area di stoccaggio deve essere dotata di attrezzature di risposta alle emergenze per le perdite e di rilevatori di gas infiammabile.
- Le bombole devono essere conservate in posizione verticale con cappucci per valvole e anelli di sicurezza in posizione, adeguatamente fissate per evitare cadute.
- Utilizzare sistemi di illuminazione e ventilazione a prova di esplosione. Interruttori e prese devono essere ubicati fuori dal magazzino oppure essere di tipo a prova di esplosione.
- Vietare l'uso di apparecchiature e strumenti che possono generare scintille.
- Il coefficiente di riempimento non deve superare 0,49 kg/L (isobutano).
- Affiggere chiari cartelli di avvertimento di sicurezza: "Vietato fumare" e "Gas infiammabile".
- Le aree di stoccaggio devono essere mantenute a distanza di sicurezza da aree residenziali, scuole, ospedali e altre aree popolate.
- Implementare un sistema di ricezione/rilascio a due persone e di custodia a due persone.

7.3 Usi finali specifici

Quando utilizzato come refrigerante, solo tecnici formati e certificati possono manipolare il prodotto. Il R600a è attualmente il refrigerante preferito per frigoriferi/congelatori domestici, tipicamente con una piccola carica (50~150 g), ma devono comunque essere rispettate le norme di sicurezza antideflagrante. La

progettazione, l'installazione e la manutenzione dei sistemi di refrigerazione devono conformarsi alla GB 9237. Non utilizzare per contatto diretto con alimenti, inalazione medica o altre applicazioni non approvate.

8 Controlli dell'esposizione/protezione individuale

8.1 Parametri di controllo

VLE cinese (Limite di Esposizione Lavorativa)	Nessun limite legale stabilito. Gestito come asfissiante semplice. Mantenere il contenuto di ossigeno nell'aria $\geq 19,5\%$.
ACGIH TLV-TWA (USA)	1000 ppm (circa 2360 mg/m ³), media pesata nel tempo su 8 ore (asfissiante semplice)
NIOSH REL-TWA (USA)	800 ppm (1900 mg/m ³)
OSHA PEL-TWA (USA)	Non stabilito (gestito come asfissiante semplice)
Valore limite biologico	Non stabilito

Nota: i pericoli principali dell'isobutano sono l'inflammabilità e l'asfissia semplice (spostamento dell'ossigeno ad alte concentrazioni), non la tossicità chimica. Il contenuto di ossigeno sul luogo di lavoro deve essere mantenuto al di sopra del 19,5%.

8.2 Metodi di monitoraggio dell'esposizione

Cromatografia gassosa con rivelatore a ionizzazione di fiamma (GC-FID) o spettrometria di massa (GC-MS); rilevatori di gas combustibile (monitoraggio LEL, a combustione catalitica o a infrarossi).

8.3 Controlli tecnici appropriati

- Progettazione di processo chiusa con ventilazione generale o aspirazione localizzata.
- Fornire doccia di sicurezza e stazione di lavaggio oculare.
- Installare allarmi di rilevazione di gas infiammabile (sonori e visivi) nelle aree dove possono verificarsi perdite. Punto di impostazione dell'allarme $\leq 20\%$ LEL.
- Tutte le apparecchiature elettriche, l'illuminazione e la ventilazione devono essere a prova di esplosione (conformi a GB 3836).
- Tutte le attrezzature metalliche, le tubazioni e le bombole devono essere messe a terra in modo affidabile. Resistenza di terra $< 10 \Omega$.
- I pavimenti del luogo di lavoro devono essere realizzati con materiali che non producono scintille.

8.4 Misure di protezione individuale

Protezione respiratoria:

- Condizioni normali (al di sotto del limite di esposizione e ossigeno normale): nessuna protezione speciale richiesta.

- Concentrazioni elevate o ossigeno ridotto: si raccomanda SCBA a pressione positiva o respiratore a adduzione d'aria a pressione positiva.
- Alta concentrazione o salvataggio/evacuazione di emergenza: deve essere indossato SCBA a pressione positiva.
- **NON usare respiratori a filtro**(a causa del rischio di asfissia ad alte concentrazioni; i respiratori a filtro non forniscono ossigeno).

Protezione degli occhi/del viso:

- Manipolazione generale: occhiali di sicurezza.
- Quando si manipola liquido o c'è potenziale esposizione a liquido: devono essere indossati occhiali di sicurezza chimici o schermo facciale per prevenire ustioni da freddo.

Protezione cutanea:

- Protezione delle mani: guanti isolanti criogenici (e.g., guanti per ghiaccio secco, guanti di pelle per il freddo) per contatto con liquido.
- Protezione corporea: indumenti di lavoro antistatici e calzature antistatiche (gli indumenti devono essere conformi alla norma antistatica GB 12014).
- Altro: vietato fumare nelle aree di lavoro; utilizzare un sistema di coppia quando si entra in serbatoi o spazi confinati, con attrezzature di salvataggio disponibili.

8.5 Misure di igiene

- Rimuovere gli indumenti di lavoro e lavare accuratamente la pelle dopo il lavoro.
- Mantenere una buona igiene personale.
- Assicurarsi che stazione di lavaggio oculare e doccia di emergenza siano disponibili sul luogo di lavoro.

9 Proprietà fisiche e chimiche

9.1 Proprietà fisiche e chimiche di base

Aspetto e odore	Gas incolore con lieve odore di gas naturale; gassoso a temperatura e pressione ambiente; liquido trasparente incolore sotto pressione
Soglia olfattiva	~12.000 ppm (1,2%), vicino al limite inferiore di esplosività. L'isobutano di grado refrigerante non è odorizzato; l'odore non è affidabile per il rilevamento.
pH	Non applicabile (gas)
Punto di fusione / Punto di congelamento	-159,6 °C (-255,3 °F)
Punto di ebollizione / Intervallo di ebollizione	-11,7 °C (10,9 °F)

(101.3 kPa)	
Punto di infiammabilità	-117 °C (-178,6 °F) (vaso chiuso)
Tasso di evaporazione	Veloce (il liquido evapora rapidamente)
Infiammabilità (gas)	Estremamente infiammabile (Categoria 1A)
Limiti di esplosività (superiore/inferiore)	Limite superiore 8,4% / Limite inferiore 1,8% (% vol. in aria)
Pressione di vapore (25°C)	350 kPa (pressione di vapore saturo)
Densità di vapore (aria = 1)	2,00 (più pesante dell'aria)
Densità relativa (liquido, 25°C)	0,552 g/cm ³
Solubilità	Poco solubile in acqua (~48 mg/L a 25°C); solubile in etanolo, etere e altri solventi organici
Coefficiente di ripartizione ottanolo/acqua (log P)	2.77
Temperatura di autoaccensione	460 °C (860 °F)
Temperatura di decomposizione	Stabile a temperatura e pressione ambiente; non si decompone
Viscosità (gas, 25°C)	~7,6 µPa·s
Tensione superficiale (liquido, 25°C)	~9,9 mN/m
Calore specifico del gas (25°C, pressione costante)	1,66 kJ/(kg·°C)

9.2 Proprietà termodinamiche

Temperatura critica	134,7 °C (274,5 °F)
Pressione critica	3640 kPa (3,64 MPa / 527,9 psia)
Densità critica	0,221 g/cm ³
Calore di vaporizzazione (al punto di ebollizione)	366 kJ/kg

Calore specifico del liquido (25°C)	2,35 kJ/(kg·°C)
Costante della legge di Henry (25°C)	$1,4 \times 10^{-1}$ mol/(m ³ ·Pa)

9.3 Altri dati di sicurezza

gruppo di sicurezza ASHRAE	A3 (bassa tossicità, alta infiammabilità)
Potenziale di deplezione dell'ozono (ODP)	0 (non depleta lo strato di ozono; refrigerante naturale)
Potenziale di riscaldamento globale (GWP, 100 anni)	~3 (effetto serra molto basso; refrigerante naturale)
Calore di combustione (potere calorifico inferiore)	45,6 MJ/kg
Energia minima di accensione	~0,25 mJ (la scarica statica può innescare l'accensione)

10 Stabilità e reattività

10.1 Reattività

Chimicamente stabile in condizioni normali di temperatura e pressione. Può reagire violentemente con forti agenti ossidanti in condizioni specifiche.

10.2 Stabilità chimica

Stabile in normali condizioni di temperatura e pressione. Evitare alte temperature, fiamme libere e forti ossidanti.

10.3 Possibilità di reazioni pericolose

- Può reagire violentemente con agenti ossidanti forti (e.g., ossigeno liquido, cloro, perossido di idrogeno), con rischio di esplosione.
- Può subire reazioni vigorose di sostituzione o addizione con alogeni (fluoro, cloro, bromo) in condizioni di luce o alta temperatura.
- La combustione incompleta ad alte temperatura produce monossido di carbonio.

10.4 Condizioni da evitare

Alta temperatura, fiamma libera, scintille, scariche statiche, sorgenti di calore dirette, sovrappressione della bombola. Evitare la formazione di miscele esplosive gas-aria.

10.5 Materiali incompatibili

Forte agenti ossidanti (ossigeno liquido, cloro, perossido di idrogeno, permanganato di potassio, ecc.), alogeni (fluoro, cloro, bromo), acidi forti, basi forti

10.6 Prodotti di decomposizione pericolosi

Monossido di carbonio (CO) da combustione incompleta. Non si decompone in normali condizioni di stoccaggio.

10.7 Polimerizzazione pericolosa

Non si verifica.

11

Informazioni tossicologiche

11.1 Informazioni sugli effetti tossicologici

Tossicità acuta:

Ratto, inalazione CL ₅₀ (4 h)	> 100.000 ppm (100.000 ppm, ~5% in volume; praticamente non tossico; i pericoli principali sono l'asfissia e l'inflammabilità)
Topo, inalazione CL ₅₀ (2 h)	> 100.000 ppm
Coniglio, dermica DL ₅₀	Non disponibile (sostanza gassosa)

Nota: l'isobutano ha una tossicità acuta estremamente bassa. La LC50 per inalazione di 4 ore nel ratto supera 100.000 ppm, classificandolo come praticamente non tossico. I principali pericoli per la salute sono l'inflammabilità/esplosione e l'asfissia semplice.

11.2 Irritazione cutanea/corrosione

Stato gassoso: nessuna irritazione cutanea. Il contatto con il liquido può causare ustioni da freddo (lesione criogenica fisica), ma non è un corrosivo chimico. Classificazione GHS: nessuna classificazione di corrosione/irritazione cutanea (solo ustione da freddo fisica).

11.3 Irritazione oculare/corrosione

Stato gassoso: nessuna irritazione oculare. Il contatto con il liquido può causare gravi ustioni da freddo e danni corneali. Classificazione GHS: nessuna classificazione di irritazione oculare (solo ustione da freddo fisica).

11.4 Sensibilizzazione respiratoria o cutanea

Nessuna sensibilizzazione segnalata. I dati disponibili da test animali e dati epidemiologici umani non mostrano alcun effetto di sensibilizzazione.

11.5 Mutagenicità sulle cellule germinali

I test in vitro (test di Ames, ecc.) non mostrano effetto mutageno. L'isobutano è un alcano semplice e non mostra genotossicità.

11.6 Cancerogenicità

Prove insufficienti riguardo alla cancerogenicità.

- IARC (Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro): Non classificato
- ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists): Categoria A4 (non classificabile come cancerogeno per l'uomo)
- EPA (Agenzia statunitense per la protezione dell'ambiente): Non classificato

11.7 Tossicità riproduttiva

I dati disponibili non mostrano tossicità riproduttiva o dello sviluppo. Gli studi sugli animali non hanno mostrato effetti teratogeni.

11.8 Tossicità specifica per organi bersaglio - esposizione singola

- Effetto narcotico (categoria 3): l'inalazione di concentrazioni elevate (> 10.000 ppm) può causare depressione del sistema nervoso centrale, manifestandosi con vertigini, sonnolenza, mal di testa e perdita di coscienza.
- Effetti cardiaci: L'esposizione a concentrazioni molto elevate può causare aritmia cardiaca, specialmente sotto stress.
- Asfissia: a concentrazioni elevate, sposta l'ossigeno nell'aria, causando ipossia (i sintomi compaiono quando $O_2 < 19,5\%$; può essere letale quando $O_2 < 6\%$).

11.9 Tossicità specifica per organi bersaglio - esposizione ripetuta

L'esposizione ripetuta a basse concentrazioni non mostra tossicità significativa per organi bersaglio.

L'esposizione occupazionale a lungo termine (al di sotto del TLV) non ha mostrato danni organici evidenti.

11.10 Pericolo per aspirazione

L'isobutano liquido che entra nelle vie respiratorie (es. aspirazione successiva all'ingestione di isobutano liquido) può causare polmonite chimica ed edema polmonare, potenzialmente fatale. Classificazione GHS: pericolo di aspirazione Categoria 1. In forma gassosa, la polmonite da aspirazione non è prevista.

12 Informazioni ecologiche

12.1 Ecotossicità

Pesci, tossicità acuta (CL_{50} , 96 h)	Tossico per i pesci (classificazione GHS: Acquatico Acuto 1)
Dafnia, tossicità acuta (CE_{50} , 48 h)	Dati dettagliati non disponibili

Inibizione della crescita delle alghe (CE ₅₀ , 72 h)	Dati dettagliati non disponibili
Tossicità batterica	Non disponibile

Nota: l'isobutano ha una solubilità in acqua molto bassa, il che limita il rischio effettivo di esposizione acquatica. La classificazione GHS della tossicità acquatica si basa su dati analogici.

12.2 Persistenza e degradabilità

- Degradazione atmosferica: degradato principalmente per reazione con radicali ossidrilici ($\cdot\text{OH}$); vita atmosferica ~12 giorni.
- Biodegradabilità: Biodégradabile in condizioni aerobiche.
- Idrolisi: Non si idrolizza facilmente a temperatura ambiente.
- Fotodegradazione: può essere degradato fotochimicamente nell'atmosfera.

12.3 Potenziale di bioaccumulo

$\log P = 2,77$. Basso potenziale di bioaccumulo (al di sotto della soglia di bioconcentrazione di $\log P = 4,5$).

12.4 Mobilità nel suolo

Altamente volatile in forma gassosa. Solubilità in acqua molto bassa. Volatilizza facilmente nell'atmosfera se rilasciato nel suolo; non persiste nel suolo.

12.5 Risultati della valutazione PBT e vPvB

Non soddisfa i criteri PBT (persistente, bioaccumulabile e tossico) / vPvB (molto persistente e molto bioaccumulabile).

12.6 Altri effetti avversi

- **Potenziale di deplezione dell'ozono (ODP):0** (non depleta lo strato di ozono; refrigerante naturale)
- **Potenziale di riscaldamento globale (GWP, orizzonte temporale di 100 anni):~3** (rispetto a $\text{CO}_2 = 1$, effetto serra estremamente basso)
- Il R600a è un fluido di lavoro organico naturale (idrocarburo). Rispettoso dell'ambiente con $\text{ODP}=0$ e GWP molto basso (~3), è il refrigerante ecologico preferito per i frigoriferi domestici.
- Grandi rilasci in acqua possono essere dannosi per la vita acquatica, ma la rapida volatilizzazione limita il rischio effettivo di esposizione acquatica.
- Non è una sostanza controllata dal Protocollo di Montreal; non è un gas serra controllato dal Protocollo di Kyoto (GWP molto basso).

13 Considerazioni sullo smaltimento

13.1 Metodi di trattamento dei rifiuti

Prodotto/residui:

- Il recupero e il riciclaggio (purificazione e riutilizzo) sono l'approccio preferito.
- Piccole quantità di liquido residuo irrecuperabile possono essere lentamente sfiate nell'atmosfera in un luogo sicuro (lontano da persone, edifici e fonti di accensione).
- Grandi quantità devono essere smaltite attraverso un impianto di trattamento rifiuti pericolosi autorizzato.
- L'incenerimento ad alta temperatura con un sistema di combustione sicuro è un metodo accettabile.
- **NON scaricare isobutano liquido nelle fognature, nei corsi d'acqua o nel suolo.**
- Durante lo sfianto, assicurarsi che non siano presenti fonti di accensione e che l'area sia ben ventilata.

Imballaggio contaminato:

- Le bombole vuote devono essere restituite al fornitore o a una struttura qualificata per lo smaltimento. Non gettare o tagliare le bombole vuote.
- Le bombole vuote con pressione residua e liquido sono gestite come rifiuti pericolosi.
- Non applicare mai riscaldamento a fiamma libera, taglio o saldatura su bombole contenenti liquido residuo.

13.2 Precauzioni speciali per lo smaltimento

- Fare riferimento alle normative nazionali e locali prima dello smaltimento (e.g., Legge sulla prevenzione e il controllo dell'inquinamento da rifiuti solidi, Norme sul controllo dell'inquinamento da stoccaggio rifiuti pericolosi, etc.).
- Il personale deve indossare adeguati dispositivi di protezione individuale (vedere sezione 8).
- Assicurare una buona ventilazione per prevenire l'accumulo di gas infiammabile.
- Lo smaltimento deve essere effettuato da una struttura qualificata e autorizzata.
- I registri di smaltimento devono essere conservati.

14 Informazioni sul trasporto

14.1 Numero ONU

1969 (Isobutano, gas infiammabile)

14.2 Nome ufficiale di trasporto un

ISOBUTANO

14.3 Classe(i) di pericolo per il trasporto

Classe 2.1 Gas infiammabile

14.4 Gruppo di imballaggio

Non applicabile (i gas di Classe 2 non hanno gruppo di imballaggio)

14.5 Marchio di imballaggio / Etichetta di pericolo

- Etichetta di pericolo principale: Gas infiammabile (rosso, Classe 2.1)
- Etichetta di pericolo secondario: Nessuno

14.6 Metodi e materiali per il contenimento e l'imballaggio

- Bombole in acciaio senza saldatura o saldate. Le bombole devono essere conformi alle norme nazionali applicabili (e.g., GB 5099, GB 5100).
- Formati di imballaggio comuni: bombole da 5 kg, 10 kg, 20 kg, 50 kg; serbatoi da 200 kg, 400 kg, 800 kg.
- Il coefficiente di riempimento non deve superare 0,49 kg/L (isobutano).
- Direzione della filettatura dell'uscita della valvola della bombola: filettatura sinistra per gas infiammabili.

14.7 Requisiti speciali per diversi modi di trasporto

Trasporto stradale:

- I veicoli devono avere la licenza di trasporto merci pericolose ed essere equipaggiati con parascintille.
- Le bombole devono avere cappucci per valvole e anelli di sicurezza in posizione.
- Le bombole sono generalmente posate a piatto con le valvole rivolte nella stessa direzione; non impilare trasversalmente. L'altezza non deve superare il parapetto del veicolo.
- Trasportare durante la mattina presto/la sera in estate per evitare la luce solare diretta.
- Seguire le rotte designate; non fermarsi in aree residenziali o densamente popolate.
- I veicoli devono trasportare estintori e rilevatori di gas infiammabile.

Trasporto ferroviario:

- Vietare lo smistamento a gravità (nessuna classificazione a rotolamento libero).
- Trasportare in carri chiusi; bombole in posizione verticale o posate a piatto e fissate.
- Vietare il carico congiunto con ossidanti o materiali autoinfiammabili.

Trasporto marittimo (Codice IMDG):

- ONU 1969, Classe 2.1
- Inquinante marino: N.
- Categoria di stivaggio: D (solo sul ponte)
- Deve essere stivato lontano da fonti di calore e fuoco

Trasporto aereo (ICAO/IATA DGR):

- ONU 1969, Classe 2.1
- Gas infiammabile
- Aereo passeggeri: Vietato (a meno che non soddisfi le disposizioni sulle quantità eccettuate)
- Aereo cargo: deve soddisfare i requisiti di imballaggio IATA DGR (previo nulla osta dell'autorità aeronautica)

14.8 Precauzioni speciali per l'utilizzatore

- Non trasportare insieme a comburenti, alogeni, acidi forti, basi forti o prodotti alimentari/mangimi.

- I veicoli devono essere equipaggiati con adeguate attrezzature antincendio e dispositivi di risposta alle emergenze per le perdite.
- Il personale di trasporto deve essere specialmente formato e certificato.
- Proteggere da luce solare, pioggia e alta temperatura durante il trasporto.
- Durante le fermate in viaggio, stare lontano da fuoco, fonti di calore e aree ad alta temperatura.
- I tubi di scarico dei veicoli che trasportano questo prodotto devono essere dotati di parascintille.
- Caricare e scaricare con cautela per evitare danni alle bombole e ai raccordi. Nessuna caduta o urto.
- Le bombole devono essere fissate saldamente durante il trasporto per evitare rotolamenti e collisioni.

15 Informazioni normative

15.1 Normative/legislazioni sulla sicurezza, salute e ambiente specifiche per la sostanza o miscela

Normative cinesi:

- Regolamento sulla gestione della sicurezza dei prodotti chimici pericolosi (Decreto del Consiglio di Stato n. 591)
- Catalogo dei prodotti chimici pericolosi (edizione 2015): Elencato (gas infiammabile Classe 2.1)
- Serie GB 30000: Regole per la classificazione e l'etichettatura dei prodotti chimici (GHS)
- GB/T 16483-2008: Contenuto e ordine delle sezioni nella scheda di dati di sicurezza
- GBZ 2.1-2019: Limiti di esposizione professionale per agenti pericolosi sul luogo di lavoro
- TSG 23-2021: Regolamento tecnico di sicurezza per le bombole di gas
- GB 50016: Codice di progettazione antincendio degli edifici (magazzino Classe A)
- GB 50058: Codice di progettazione per installazioni elettriche in atmosfere esplosive
- GB 9237: Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali
- Legge sulla sicurezza della produzione della Repubblica Popolare Cinese
- Legge sulla protezione antincendio della Repubblica Popolare Cinese (gas infiammabile Classe A)
- Legge sulla prevenzione e il controllo dell'inquinamento da rifiuti solidi

Normative internazionali:

- **ONU GHS (Sistema armonizzato a livello mondiale di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche):** 8^a edizione rivista
- **Protocollo di Montreal:** Non è una sostanza controllata che impoverisce l'ozono (ODP = 0, natural refrigerante)
- **Protocollo di Kyoto / Accordo di Parigi:** GWP molto basso (~3); non è un gas serra prioritariamente controllato
- **EU REACH Regolamento (EC 1907/2006):** Sostanza registrata
- **Regolamento UE CLP (CE 1272/2008):** classificazione, etichettatura e imballaggio

- **Regolamento UE F-Gas (CE 517/2014):** non è un gas a effetto serra fluorurato; non soggetto a questo regolamento
- **Programma SNAP dell'EPA statunitense:** Approvato per applicazioni di refrigerazione (frigoriferi domestici, ecc.)
- **OSHA HCS 2012 (USA):** Standard di comunicazione dei pericoli
- **DOT 49 CFR (USA):** Pericoloso Materials Transportation Regulations
- **ADR/RID:** Accordo europeo relativo al trasporto internazionale di merci pericolose su strada e su rotaia
- **Codice IMDG:** International Maritime Codice delle merci pericolose
- **IATA DGR:** International Air Trasporto Association Pericoloso Goods Regulations
- **Norma ASHRAE 34:** designazione e classificazione di sicurezza dei refrigeranti (gruppo A3)

15.2 Valutazione della sicurezza chimica

La valutazione della sicurezza chimica non è stata effettuata per questa sostanza nel contesto di questa SDS. Gli utenti devono effettuare la propria valutazione in base alle specifiche condizioni d'uso.

16 Altre informazioni

16.1 Riferimenti

- Guida tascabile NIOSH sui pericoli chimici
- Scheda internazionale di sicurezza chimica (ICSC) N. 0901
- Database CAMEO Chemicals NOAA
- Banca dati dei composti PubChem (CID 6367)
- Standard ASHRAE 34-2019 (Designazione e classificazione di sicurezza dei refrigeranti)
- Manuale ASHRAE - Sistemi e applicazioni di refrigerazione
- GB/T 16483-2008 (Contenuto e ordine delle sezioni nella scheda di dati di sicurezza per prodotti chimici)
- Serie GB 30000 (Regole per la classificazione e l'etichettatura dei prodotti chimici)
- SGH delle Nazioni Unite (Sistema armonizzato a livello mondiale di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche), 8a edizione rivista
- GB 9237 (Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali)

16.2 Abbreviazioni

Abbreviazione	Termine completo
SDS / MSDS	Scheda di Dati di Sicurezza / Scheda di Dati di Sicurezza del Materiale
GHS	Sistema armonizzato a livello mondiale di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche

CAS	Chemical Abstracts Service (numero di registrazione)
un	Nazioni Unite (numero di merci pericolose)
ODP	Potenziale di impoverimento dell'ozono
GWP	Potenziale di riscaldamento globale
LC ₅₀	Concentrazione letale, 50%
LD ₅₀	Dose letale, 50%
TLV-TWA	Valore limite di soglia - media ponderata nel tempo
PEL	Limite di esposizione ammissibile
SCBA	Apparecchio di respirazione autonoma
PBT	Persistente, Bioaccumulabile e Tossico
LEL	Limite inferiore di esplosività
UEL	limite superiore di esplosività
BLEVE	Esplosione di vapore in espansione da liquido in ebollizione
HC	Idrocarburo
STOT	Tossicità specifica per organo bersaglio
IARC	Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro
ACGIH	Conferenza Americana degli Igienisti Industriali Governativi

16.3 Declinazione di responsabilità

Questa Scheda di dati di sicurezza (SDS) è stata redatta in conformità allo standard GHS delle Nazioni Unite e ai requisiti normativi applicabili. Le informazioni qui contenute si basano su banche dati chimiche pubblicamente disponibili, letteratura tecnica e standard nazionali e si ritiene che siano accurate e complete alla data di emissione. Tuttavia, non viene fornita alcuna garanzia, espressa o implicita, quanto all'accuratezza, alla completezza o all'affidabilità assolute delle informazioni. Il R600a è un refrigerante estremamente infiammabile di classe A3. Durante l'uso, lo stoccaggio e il trasporto devono essere rigorosamente rispettate le norme di sicurezza antideflagrante. Gli utenti devono verificare l'applicabilità delle informazioni alle loro specifiche condizioni d'uso e fare riferimento alla SDS ufficiale fornita dal produttore/fornitore ai fini della conformità. Le informazioni del presente documento possono essere aggiornate al presentarsi di nuovi risultati di ricerca e modifiche normative; si raccomanda la revisione periodica della versione più recente.

