



## 前 言

本文件按照GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

请注意本文件的某些内容有可能涉及专利。本文件的发布机构不应承担识别专利的责任。

本文件由全国化学标准化技术委员会制冷剂分技术委员会（SAC/TC63/SC9）归口。

本文件起草单位：浙江省化工研究院有限公司、中化蓝天氟材料有限公司、中国石油化工股份有限公司北京化工研究院、山东华安新材料有限公司、浙江永和制冷股份有限公司、山东东岳化工有限公司、浙江衢州联州致冷剂有限公司、临海市利民化工有限公司、东阳市巍华制冷材料有限公司。

本文件主要起草人：李企真、汪腊时、惠越、史婉君、鬲春利、黄煜、段琦、王鑫、柯雪梅、宓宏、王玲苏、孙天、黄淑良。

# 混合制冷剂 R507 系列

## 1 范围

本文件规定了混合制冷剂 R507 系列的要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存和安全。本文件适用于以 1,1,1-三氟乙烷（以下简称 R143a）、五氟乙烷（以下简称 R125）为原料，按一定的质量配比经混合而制得的混合制冷剂 R507 系列。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 190 危险货物包装标志
- GB/T 601 化学试剂 标准滴定溶液的制备
- GB/T 603 化学试剂 试验方法中所用制剂及制品的制备
- GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法
- GB/T 7376-2008 工业用氟代烷烃中微量水分的测定
- GB/T 7778 制冷剂编号方法和安全性分类
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 9722 化学试剂 气相色谱法通则
- GB/T 14193 液化气体气瓶充装规定
- GB/T 31400 氟代烷烃 不凝性气体 (NCG) 的测定 气相色谱法
- GB/T 31401 氟代烷烃 氯化物 (Cl<sup>-</sup>) 的测定 浊度法
- GB/T 33065 制冷剂用氟代烯烃 酸度的测定通用方法
- GB/T 33066 制冷剂用氟代烯烃 蒸发残留物的测定通用方法
- GB/T 37994 混合制冷剂采样通则
- TSG R0005 移动式压力容器安全技术监察规程
- TSG R0006 气瓶安全技术监察规程

## 3 术语和定义

GB/T 7778界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 典型产品

混合制冷剂R507系列的典型产品是R507A，其组分为R125/R143a，组分标称质量配比为50.0/50.0。

## 5 要求

- 5.1 外观：无色透明液体，无可见固体颗粒。
- 5.2 混合制冷剂 R507 系列应符合表 1 的规定。

表 1 技术要求

项 目		指 标	
		优等品	合格品
R507 含量, w/%	≥	99.8	99.5
水分, w/%	≤	0.001	0.001
酸度 (以 HCl 计), w/%	≤	0.0001	0.0001
蒸发残留物, w/%	≤	0.005	0.01

气相中不凝性气体 (25℃), $\phi / \%$ $\leq$	1.5	1.5
氯化物(Cl <sup>-</sup> )试验	合格	合格
组分 (R125/R143a) 质量配比, w / %	R507A	49.5~51.5/48.5~50.5

## 6 试验方法

### 6.1 一般规定

试验方法所用试剂和水在没有注明其他要求时, 均指确认为分析纯的试剂和 GB/T 6682 中规定的三级水。试验方法所用标准溶液、制剂及制品, 在没有注明其他要求时, 均按 GB/T 601、GB/T 603 的规定制备。

### 6.2 外观

放置液相试样于 50mL 干燥比色管内, 至试样液相体积约 10mL 时, 用干燥的布擦干比色管外壁附着的霜或水气, 横向透视观察试样颜色、有无混浊、有无固体颗粒。

### 6.3 R507 含量及组分 (R125/R143a) 质量配比的测定

#### 6.3.1 方法提要

用气相色谱法, 在选定的色谱条件下试样经气化通过色谱柱, 使其中的各组分分离, 用热导检测器检测, 校正面积归一化法计算各组分含量、R507 含量, 组分配比由测得的组分 R143a 和 R125 含量经归一计算而得。

#### 6.3.2 试剂

6.3.2.1 氮气: 体积分数大于 99.995%。

6.3.2.2 氢气: 体积分数大于 99.995%。

6.3.2.3 标准品: 质量分数大于等于 99.9%, 否则应予以修正。

#### 6.3.3 仪器

6.3.3.1 气相色谱仪: 配有热导检测器 (TCD), 可进行毛细管柱分析。以苯为试样, 整机灵敏度要求检出限  $S_T \geq 1000 \text{mV} \cdot \text{mL}/\text{mg}$ , 稳定性应符合 GB/T 9722 的规定, 线性范围满足分析要求。

6.3.3.2 数据处理系统: 色谱工作站或色谱数据处理机。

6.3.3.3 进样器: 0.5 mL 或 1.0 mL 气密型注射器、进样阀或自动进样器。

6.3.3.4 采样钢瓶: 1000 mL 或 500 mL 的双阀型钢瓶, 工作压力应大于所采样品的压力。

6.3.3.5 采样气袋: 2 L 或 5 L, 铝塑复合膜或含氟树脂膜气袋。

#### 6.3.4 色谱分析条件

推荐的色谱柱和色谱操作条件见表 2, 各组分含量测定的典型色谱图和相对保留值见附录 A 中图 A.1 和表 A.1, 其他能达到同等分离程度的色谱柱和色谱操作条件均可使用。

表 2 推荐的色谱柱和色谱操作条件

项目	条件
柱长×柱内径×液膜厚度	50m×0.53mm×15 μ m
固定相	用硫酸钠去活化的氧化铝多孔层开管柱
柱管材质	熔融石英
柱温	初始温度 80℃ 保持 5min, 以 20℃/min 升温到 130℃ 保持 6min
载气 (H <sub>2</sub> ) 平均线速度 / (cm/s)	44
汽化室温度 / °C	150
检测器温度 / °C	250

参比流量/ (mL/min)	20
尾吹流量/ (mL/min)	15
隔垫吹扫流量/ (mL/min)	3
分流比	15:1
进样量/mL	0.5

### 6.3.5 分析步骤

#### 6.3.5.1 相对质量校正因子的测定

##### 6.3.5.1.1 注意事项

在相对质量校正因子的测定中，应注意以下事项：

a) 试验中用到的各标准品其含量应预先准确测定，在配制校准用标准样品时应将所取标准品的质量乘以其实际含量做修正；

b) 用R143a和R125作为主组分制备校准用标准样品时，需事先在本文件规定的试验条件下进行检查，应在待测组分处无杂质峰出现，否则应予以修正。

##### 6.3.5.1.2 校准用标准样品的配制

根据各组分气体或液体的压力，从低压组分到高压组分顺序，用两端装有阀门的定量管逐一加入各组分气体或液体到配气瓶中，使各组分的含量与待测样品组成接近。平衡（20~30）min。校准用标准样品有效期为3至4天。

组分*i*的气体的质量 $m_i$ ，按式（1）计算：

$$m_i = \frac{M_i V_i}{24450} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$V_i$  —加入的杂质组分*i*的气体体积，单位为毫升（mL）；

$M_i$  —加入的杂质组分*i*的摩尔质量，单位为克（g）；

24450—在25℃、101.325KPa（1atm）下，1摩尔气体的体积，单位为毫升（mL）。

##### 6.3.5.1.3 校准用标准样品中各组分含量的计算

校准用标准样品中组分*i*的质量分数 $w_i$ ，按式（2）计算：

$$w_i = \frac{m_i}{\sum m_i} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$m_i$  —校准用标准样品中组分*i*的质量，单位为克（g）。

##### 6.3.5.1.4 相对质量校正因子的测定

取一定量的校准用标准样品，按表2推荐的色谱操作条件测定。

以校准用标准样品中的R125为参照物，以参照物的相对质量校正因子为1计，组分*i*的相对质量校正因子 $f_i$ ，按式（3）计算：

$$f_i = \frac{w_i A_{R125}}{A_i w_{R125}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$w_i$  —校准用标准样品中组分*i*的质量分数；

$A_i$  一组分*i*的峰面积；

$w_{R125}$  一参照物R125的质量分数；

$A_{R125}$  一参照物R125的峰面积。

未知组分的相对质量校正因子采用各组分中最大的相对质量校正因子。

### 6.3.5.2 样品测定

6.3.5.2.1 采样气袋抽真空处理。

6.3.5.2.2 打开采样钢瓶的液相口阀门，调节合适的流量，让适量液相试样进入采样气袋中并完全气化，用注射器从采样气袋中抽取试样后进样分析；或将采样钢瓶的液相口阀门与自动进样阀连接，连续吹扫自动进样阀并排空约2min后进样分析。

6.3.5.2.3 按表2所列色谱操作条件，使仪器稳定后进样分析。

### 6.3.5.3 结果计算

6.3.5.3.1 R507试样中任一组分*j*质量分数 $w_j$ ，按式（4）计算：

$$w_j = \frac{A_j f_j}{\sum A_j f_j} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

$A_j$ —组分*j*的峰面积；*j*代表除空气外的组分；

$f_j$ —组分*j*的相对质量校正因子。

6.3.5.3.2 R507含量的质量分数为 $w_{R507}$ ，按式（5）计算：

$$w_{R507} = w_{R143a} + w_{R125} \quad (5)$$

式中：

$w_{R143a}$ —组分 R143a 的质量分数；

$w_{R125}$ —组分 R125 的质量分数。

6.3.5.3.3 R507试样中组分（R125/R143a）质量配比为 $K_1/K_2$ ， $K_1$ 、 $K_2$ 按式（6）、（7）计算：

$$K_1 = \frac{w_{R125}}{w_{R507}} \times 100 \quad (6)$$

$$K_2 = \frac{w_{R143a}}{w_{R507}} \times 100 \quad (7)$$

6.3.5.3.4 取两次平行测定结果的算术平均值为测定的报告结果，两次平行测定结果的绝对差值R507含量不得大于0.1%、组分R125质量配比的绝对差值不得大于0.2%、组分R143a质量配比的绝对差值不得大于0.2%。

## 6.4 水分的测定

按GB/T 7376-2008中5.3卡尔·费休法——库仑电量法或5.4电解法的规定进行。以卡尔·费休法——库仑电量法为仲裁法。

取两次平行测定结果的算术平均值为测定的报告结果，两次平行测定结果的绝对差值不大于这两个测定值的算术平均值的20%。

## 6.5 酸度的测定

按GB/T 33065的规定进行。

## 6.6 蒸发残留物的测定

按GB/T 33066的规定进行。

## 6.7 气相中不凝性气体含量的测定

- 6.7.1 方法按 GB/T 31400 的规定进行，其中柱温为 100℃恒温。
- 6.7.2 气相中不凝性气体含量测定的典型色谱图及相对保留值见附录 B 中图 B.1 和表 B.1。
- 6.7.3 不同温度下的饱和蒸气压参见附录 C 中表 C.1。

## 6.8 氯化物(Cl<sup>-</sup>) 试验

按 GB/T 31401 的规定进行。

## 7 检验规则

### 7.1 型式检验

本文件规定的所有项目均为型式检验项目，在正常生产情况下，每月至少进行一次型式检验。有下列情况之一时，也应进行型式检验：

- 更新关键生产工艺；
- 主要原料有变化；
- 停产又恢复生产；
- 与上次型式检验有较大差异。

### 7.2 出厂检验

本文件要求中的外观、R507 含量、组分（R125/R143a）质量配比、水分和气相中不凝性气体含量为出厂检验项目，出厂检验应逐批进行。

### 7.3 组批

钢瓶装产品以不大于 50 t 为一批，或以一贮槽、一槽车为一批。

### 7.4 采样

混合制冷剂 R507 系列属于中压共沸混合制冷剂，采样按 GB/T 37994 的规定进行。

### 7.5 检验判定

按 GB/T 8170 中修约值比较法进行。检验结果如果有指标不符合本文件要求时，应重新两倍采样进行检验。重新检验的结果即使只有一项指标不符合本文件要求，则整批产品为不合格。

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

混合制冷剂 R507 系列包装容器上应有牢固清晰的标志，内容包括：

- 产品名称；
- 生产厂名、厂址；
- 净含量；
- GB 190 规定的“非易燃无毒气体”标志。

注：本产品有关安全信息的提示参见附录 D。

### 8.2 包装

8.2.1 混合制冷剂 R507 系列应用专用钢瓶包装，重复使用的钢瓶外涂铝白色油漆，字体为黑色，打上钢印号、钢瓶皮重。非重复使用的钢瓶外涂绿松石蓝油漆。

8.2.2 混合制冷剂 R507 系列每批出厂的产品包装都应附有一定格式的质量证明书，内容包括：

- 生产厂名称；
- 产品名称、等级；
- 生产日期或批号；
- 产品质量检验结果或检验结论；
- 本文件编号等。

8.2.3 混合制冷剂 R507 系列钢瓶充装时应符合 GB/T 14193 和 TSG R0006 的规定, 充装系数参见附录 E, 并按要求张贴充装标志。

8.2.4 首次使用的钢瓶必须确保钢瓶内干燥与清洁。重复使用的钢瓶在产品使用后钢瓶内应保持正压。

8.2.5 移动式压力容器充装时应符合 TSG R0005 要求。

### 8.3 运输

装有混合制冷剂 R507 系列的钢瓶和槽车为带压容器, 在装卸运输过程中应轻装轻卸, 容器必须扣好安全帽, 严禁撞击、拖拉、摔落和直接曝晒。运输应符合中华人民共和国铁路、公路对危险货物运输的有关规定, 并应附有“化学品安全技术说明书”和“化学品安全标签”等。

### 8.4 贮存

混合制冷剂 R507 系列应贮存在通风、阴凉、干燥的地方, 不得靠近热源, 严禁日晒雨淋和接触腐蚀性物质。

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

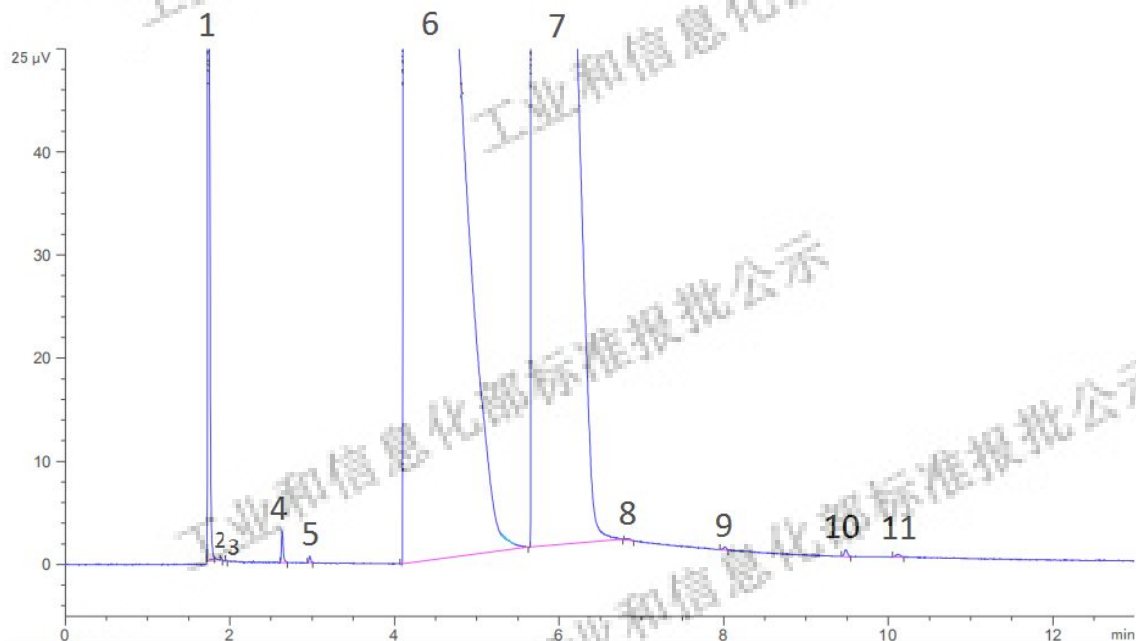


附录 A  
(规范性)

混合制冷剂 R507A 含量测定的典型色谱图及各组分相对保留值

A.1 典型色谱图

混合制冷剂 R507A 含量测定的典型色谱图见图 A.1。



标引序号说明：

- 1—空气；  
 2—六氟乙烷 (R116)；  
 3—三氟一氯甲烷 (R13)；  
 4—五氟一氯乙烷 (R115)；  
 5—三氟甲烷 (R23)；  
 6—1, 1, 1-三氟乙烷 (R143a)；  
 7—五氟乙烷 (R125)；  
 8—氯甲烷 (R40)；  
 9—1, 1-二氟-1-氯乙烷 (R142b)；  
 10—1, 1, 1, 2-四氟-2-氯乙烷 (R124)；  
 11—1, 1-二氟乙烷 (R152a)。

图 A.1 混合制冷剂 R507A 含量测定典型色谱图

A.2 各组分的相对保留值

混合制冷剂 R507A 各组分的相对保留值见表 A.1。

表 A.1 混合制冷剂 R507A 各组分相对保留值

峰序	组分名称	保留时间(min)	相对保留值
1	空气	1.754	/
2	R116	1.916	0.062
3	R13	1.979	0.087
4	R115	2.697	0.363
5	R23	3.109	0.521

6	R143a	4.354	1.000
7	R125	5.867	1.582
8	R40	7.124	2.065
9	R142b	8.377	2.547
10	R124	9.844	3.112
11	R152a	10.986	3.551

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

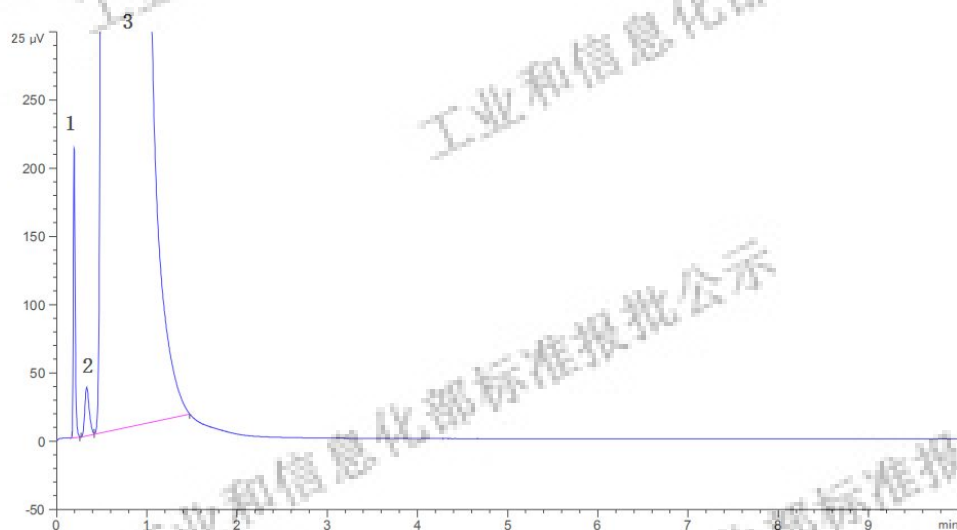
## 附录 B

(规范性)

混合制冷剂 R507A 气相中不凝性气体含量测定的典型色谱图及各组分相对保留值

## B.1 典型色谱图

混合制冷剂 R507A 气相中不凝性气体含量测定典型色谱图见图 B.1。



标引序号说明:

1—空气;

2—X<sub>1</sub>;

3—R143a+R125。

图B.1 混合制冷剂R507A气相中不凝性气体含量测定典型色谱图

## B.2 各组分相对保留值

混合制冷剂 R507A 气相中不凝性气体各组分相对保留值见表 B.1。

表 B.1 混合制冷剂 R507A 气相中不凝性气体各组分相对保留值

峰序	组分名称	保留时间(min)	相对保留值
1	空气	0.195	1.000
2	X <sub>1</sub>	0.334	1.713
3	R143a+R125	0.595	3.051

附录 C  
(资料性)

混合制冷剂 R507 系列不同温度下的饱和蒸气压

C. 1 混合制冷剂 R507A 不同温度下的饱和蒸气压见表 C. 1。

表C.1 混合制冷剂R507A不同温度下的饱和蒸气压

温度 (°C)	饱和蒸气压 (MPa)	温度 (°C)	饱和蒸气压 (MPa)	温度 (°C)	饱和蒸气压 (MPa)	温度 (°C)	饱和蒸气压 (MPa)
-50	0.0880	-2	0.5906	10	0.8514	22	1.1900
-40	0.1408	-1	0.6097	11	0.8764	23	1.2220
-30	0.2157	0	0.6292	12	0.9020	24	1.2550
-20	0.3180	1	0.6492	13	0.9282	25	1.2880
-10	0.4537	2	0.6697	14	0.9549	26	1.3220
-9	0.4694	3	0.6907	15	0.9822	27	1.3570
-8	0.4854	4	0.7121	16	1.0100	28	1.3920
-7	0.5019	5	0.7340	17	1.0380	29	1.4290
-6	0.5188	6	0.7565	18	1.0680	30	1.4650
-5	0.5361	7	0.7794	19	1.0970	40	1.8740
-4	0.5538	8	0.8029	20	1.1270	50	2.3650
-3	0.5720	9	0.8269	21	1.1580	60	2.9500

注：根据美国《流体热力学与传递特性数据库.第 9.1 版》(REFPROP: Version 9.1)。

## 附录 D

(资料性)

## 安全

## D. 1 危险警告

## D. 1.1 危险性分类

依据 GB 13690 规定，混合制冷剂 R507 系列危险特性为第 2.2 类。

依据 GB/T 7778-2017 中表 7 规定，R507A 安全分类为 A1/A1。

## D. 1.2 物理和化学危险

混合制冷剂 R507 系列在常温常压下不燃，当本品与空气混合经加压并接触强火源时，本品可燃烧；与活泼金属在特定的条件下。可导致放热反应直至爆炸。

受热钢瓶内压增加有爆裂危险。低毒。高浓度有麻醉作用。

## D. 1.3 健康危害

长期过量接触，可导致头昏眼花，注意力分散。过量吸入可能暂时抑制中枢神经系统造成麻痹效应如晕眩、虚弱感、头痛、困惑、动作不协调，以及失去意识。吸入高浓度蒸汽会引起意识不清和脉搏不规则。皮肤接触本品液体可致冻伤，眼睛接触蒸汽会感觉疼痛。

## D. 2 安全措施

## D. 2.1 操作处置与储存

## D. 2.1.1 操作处置

密闭操作，全面通风。避免吸入高浓度蒸气，避免接触皮肤、眼睛和衣服。不要近火源或过度加热。搬运时戴好钢瓶安全帽和防震橡皮圈，防止钢瓶碰撞、损坏。

## D. 2.1.2 储存

储存于阴凉、干燥、通风良好的仓间，保持储气瓶温度低于 52℃。远离火种、热源，防潮、防晒。应与易燃和可燃物、氯气、强氧化剂分开存放。钢瓶密闭，平时用肥皂水检查钢瓶是否漏气。

## D. 2.2 接触控制与个体防护

D. 2.1.2.1 工程控制：生产过程密封，生产现场全面通风。

D. 2.1.2.2 呼吸系统防护：在正常作业环境下，低于职业接触限值时，一般不需要特殊防护。遇高浓度接触时可佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。

D. 2.1.2.3 眼睛防护：一般不需要特殊防护。高浓度接触时，戴化学安全防护眼镜。

D. 2.1.2.4 身体防护：穿一般作业工作服。

D. 2.1.2.5 手防护：戴一般作业防护手套。

D. 2.1.2.7 其他防护：工作现场严禁吸烟，避免长期反复接触，保持良好的卫生习惯。

附录 E  
(资料性)

## 充装系数

E.1 混合制冷剂 R507 系列充装系数见表 E.1。

表 E.1 混合制冷剂 R507 系列充装系数

项目	分类
命名	R507A
充装系数/(kg/L)	0.78

参考文献

- [1] GB 13690 化学品分类和危险性公示 通则

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示