



中华人民共和国国家标准

GB/T 7778—2008
代替 GB/T 7778—2001

制冷剂编号方法和安全性分类

Number designation and safety classification of refrigerants

2008-11-12 发布

2009-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准修订 GB/T 7778—2001《制冷剂编号方法和安全性分类》，与 GB/T 7778—2001 相比主要变化如下：

- 增加了制冷剂数量；
- 安全分类的方法中增加急性毒性的指标；
- 采用综合评估方法来评估制冷剂对环境的影响；
- 本标准附录 B 给出了旧、新标准安全性分类对照表。

本标准自实施之日起代替 GB/T 7778—2001。

本标准的附录 A 是规范性附录，附录 B、附录 C 是资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国冷冻空调设备标准化技术委员会(SAC/TC 238)归口。

本标准起草单位：特灵空调系统(中国)有限公司、合肥通用机械研究院。

本标准主要起草人：余中海、任金禄、张维加、潘莉。

本标准由全国冷冻空调设备标准化技术委员会负责解释。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 7778—1987、GB/T 7778—2001。

制冷剂编号方法和安全性分类

1 范围

本标准规定了制冷剂的编号表示方法,以代替化学名称、分子式或商品名称。使用本标准规定的制冷剂编号表示方法时,并不排除化学名称和分子式的使用。

本标准还按制冷剂的毒性危害和燃烧性危险程度规定其安全性分类,并按制冷剂的臭氧层消耗潜值、全球变暖潜值等环保指标评估其环境友好性。

本标准适用于制冷空调设备及装置使用的制冷剂。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

JB/T 7249—1994 制冷设备术语

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

卤代烃 halocarbon

一种烃的衍生物,含有一个或多个卤族元素:溴、氯或氟,氢也可能存在。

3.2

共沸混合物制冷剂和 非共沸混合物制冷剂 azeotropic mixture and non-azeotropic mixture

分别见 JB/T 7249—1994 中 4.69 和 4.70。

3.3

近共沸混合物制冷剂 near azeotropic

一种温度滑移足够小的非共沸混合物制冷剂,在某些特定情况下,忽略这个温度差也不会产生明显误差。

3.4

温度滑移 temperature glide

制冷系统中制冷剂定压相变过程开始和终止温度差的绝对值,但不包括过冷和过热。

3.5

浓度滑移 value glide

制冷剂混合物中由于较易挥发组分先蒸发,不易挥发组分先冷凝而产生的混合物汽液相组分浓度的变化。

3.6

毒性 toxicity

由于短时间高浓度或长时间低浓度暴露面通过呼吸道吸入,经口摄入和经皮肤接触制冷剂的作用所致工作人员有害或致命的能力。

3.7

致命浓度 **Lethal concentration (LC₅₀)**

物质在空气中的浓度,在此浓度的环境下持续曝露 4 h 可导致实验动物有 50% 死亡,表示方式 LC_{50(4-hr)}。

3.8

最高允许浓度 **threshold limit values(TLVs)**

物质在空气中的浓度,在这种环境条件下可以认为几乎全部工作人员可以反复的每天曝露其中而无损健康的影响。

3.9

最高允许浓度时间加权平均值 **threshold limit value-time-weighted average(TLV-TWA)**

以正常 8 h 工作日和 40 h 工作周的时间加权平均最高允许浓度,在此条件下,几乎所有工作人员可以反复的每日曝露其中而无有损健康的影响。

3.10

燃烧最小浓度值 **lower flammability limit (LFL)**

在大气压力为 101 Pa,干球温度 21 °C、相对湿度为 50% 并于容积为 0.012 m³ (12 L) 的玻璃烧瓶中采用电火花点燃火柴头作为点燃火源的实验条件下,能够在制冷剂 and 空气组成的均匀混合物中足以使火焰开始蔓延的制冷剂最小浓度。

3.11

相对分子质量 **relative molecular mass**

一个分子的质量与碳-12 分子质量的 1/12 的比值,相对分子质量与摩尔质量(单位: g/mol)数量是相等的,但它没有单位。

3.12

全球变暖潜值 **global warming potential(GWP)**

一种温室气体排放相对于等量二氧化碳排放所产生的气候影响的比较指标。GWP 被定义为在固定时间范围内 1 kg 物质与 1 kg CO₂ 的脉冲排放引起的时间累积(如:100 年)的辐射力的比率。

3.13

消耗臭氧层潜值 **ozone depletion potential(ODP)**

一种 ODS 气体排放相对于 CFC-11 排放所产生的臭氧层消耗的比较指标。

3.14

大气寿命 **atmospheric life**

任何物质排放到大气层被分解一半(数量)时所需的时间(年)。

3.15

环境友好 **environmental**

综合考虑制冷剂的 ODP、GWP、大气寿命,评估其排放到大气层后对环境的影响符合国际认可的条件。

4 制冷剂编号方法

对每种制冷剂规定的识别编号如第 8 章所示,其规则如下。

4.1 甲烷、乙烷、丙烷和环丁烷系的卤代烃以及碳氢化合物

规定的识别编号要使化合物的结构可以从制冷剂的编号推导出来,且不致产生模棱两可的判断。

4.1.1 自右向左的第一位数字是化合物中氟(F)原子数。

4.1.2 自右向左的第二位数字是化合物中氢(H)原子数加 1 的数。

4.1.3 自右向左的第三位数字是化合物中碳(C)原子数减 1 的数。当该数字为零时,则不写。

4.1.4 自右向左的第四位数字是化合物中非饱和碳键的个数。当该数字为零时,则不写。

4.1.5 在溴部分和全部代替氯的情况下,仍然采用同样的规则,但要在原来氯-氟化合物的识别编号后面加字母 B 以表示溴(Br)的存在,字母 B 后的数字表示溴的原子个数。

4.1.6 化合物中氯(Cl)原子数,是从能够与碳(C)原子结合的原子总数中减去氟(F)、溴(Br)和氢(H)原子数的和后求得的。

对于饱和的制冷剂,连接的原子总数是 $2n+2$,其中 n 是碳原子数。对于单个不饱和的制冷剂和环状饱和制冷剂,连接的原子总数是 $2n$ 。

4.1.7 环状衍生物,在制冷剂的识别编号之前使用字母 C。

4.1.8 乙烷系同分异构体都具有相同的编号,但最对称的一种用编号后面不带任何字母来表示。随着同分异构体变得越来越不对称时,就应附加 a、b、c 等字母。对称度是把连接到每个碳原子的卤素原子和氢原子的质量相加,并用一个质量总和减去所得的差值来确定,其差值绝对值越小,生成物就越对称,该体系的例子见附录 A。

4.1.9 丙烷系的同分异构体都是具有相同编号,它们通过后面加上两个小写字母的区别,加的第一个字母表示中间碳原子(C2)上的取代基:

—— CCl_2 -a
—— CClF -b
—— CF_2 -c
—— CClH -d
—— CFH -e
—— CH_2 -f

对环丙烷的卤代衍生物,用所连接原子的质量总和为最大的碳原子作为中心碳原子,对这些化合物,舍去第一个后缀字母。

加的第二个字母表示两端碳原子(C1 和 C3)取代基的相对对称性,对称性取决于与“C1”和“C3”碳原子分别相连的卤素原子和氢原子质量总和,两个和之差绝对值越小,这个同分异构体越对称。但与乙烷系列不同,最对称的同分异构体具有第二个附加字母 a(乙烷系列同分异构体不加字母),按不对称顺序再附加字母(b、c 等);如果没有同分异构体时,则省略附加字母,这时仅用制冷剂编号就明确地表示出分子结构;例如, $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_3$ 编号为 R218,而不是 R218ca,该体系的例子见附录 A。

4.1.10 含溴的丙烷系的同分异构体不能由这个体系唯一命名。

4.2 混合物

非共沸混合物和共沸混合物由制冷剂编号和组成的质量分数来表示。制冷剂应按其组分的标准沸点增高次序来标注。例如制冷剂 R22 和 R12 按质量百分比 90/10 组成混合物时,可表示为 R22/12 (90/10);92%的 R502(R22 和 R115 的共沸混合物)和 8%的 R290(丙烷)的混合物表示为 R290/22/115 (8/45/47)。

4.2.1 已经编号的非共沸混合物,依应用先后在 400 序号中顺次地规定其识别编号。该编号指明混合物的组分而没有各组分的量,各组分的量应按 4.2 所述来表示,例如质量百分比为 90/10 的 R12 和 R114 混合物应该是 R400(90/10)。

4.2.2 已经编号的共沸混合物,依应用先后在 500 序号中顺次地规定其识别编号。当编号确定后,就没有必要用括号附带说明其组成质量百分比。

4.2.3 为区别组分相同而比例不同(质量百分比)的混合物,应在识别编号之后加上大写字母 A、B、C……等后缀。

4.3 其他化合物

其他各种有机化合物规定按 600 序号编号,无机化合物按 700 序号编号。

4.3.1 在有机化合物的 600 序号中,其编号按表 2 的规定。

4.3.2 在无机化合物的 700 序号中,化合物的相对分子质量加上 700 就得出制冷剂的识别编号。

4.3.3 当两种或多种无机制冷剂具有相同的相对分子质量时,用 A、B、C 等字母予以区别。

5 表示方法

5.1 概述

为促进理解,对制冷剂编号前添加前缀符号规定了统一性原则;对技术性和非技术性的前缀符号都做了规定,可以根据应用的目的和读者对象进行选择。

5.2 前缀符号表示方法

制冷剂编号前添加前缀符号应按 5.2.1 和 5.2.2 规定的方法进行。

5.2.1 技术性前缀符号

- a) 应用范围:本条规定的前缀符号主要应用和技术出版物中(为了国际统一性和保持档案的一致性)、设备标牌、样本以及使用维护说明书中。
- b) 前缀符号:在第 4 章规定的制冷剂编号前面应加字母 R。例如:R12、R500、R22/152a/114(36/24/40)和 R717。在设备标牌上、样本以及使用维护说明书中应不使用商标和商品名表示制冷剂。
- c) 其他有机和无机化合物应采用本条规定的前缀符号。

5.2.2 非技术性前缀符号——成分标识前缀符号

- a) 应用范围:本条规定的前缀符号主要应用在有关保护臭氧层的限制与替代制冷剂化合物或混合物的非技术性的、科普读物类的以及有关宣传类出版物中。
- b) 单一组分非技术性前缀符号:在第 4 章规定的制冷剂编号前面加“C”表示有碳,加“B”、“C”、“F”或他们的组合已说明含有溴、氯、氟元素。对于还含有氢的化合物应再加上字母“H”,以表明到达平流层前增长的分解潜力。例如“CFC-11、BCFC-12B1、HCFC-22、HC-50;CFC-113、HCFC-123、HFC-134a、HC-170 和 FC-C318。
- c) 有编号或无编号的混合物(共沸、近共沸和非共沸混合物)的非技术性前缀符号:有编号的可用符合每个组分成分的前缀符号连接起来表示,例如:CFC/HFC-500。无编号的可用符合每个组分成分的前缀符号来表示,例如:HCFC-22/HFC-152a/CFC-114(36/24/40)。但应不使用连接起来的前缀符号,例如:HCFC/HFC/CFC-22/152a/114(36/24/40)和具有组合成分含意的前缀,例如:HCFC-500 或 HCFC-22/152a/114(36/24/40)等。

5.2.3 成分标识前缀符号一般仅在保护臭氧层有关的非技术出版物中使用。

当 5.2.1 中规定的前缀符号应用在非技术出版物中时,若有必要可以按 5.4 加以扩展。当混合物用指明组分成分前缀符号不方便时,例如:含有三种以上组分的混合物(四种或五种)则应采用 5.2.1 中的规定。

5.3 其他前缀符号

不应采用 ACFC 表示“氟氯烃的替代物”和用 HFC 表示“氢氟烃替代物”的前缀符号,同样亦不应采用 FC 和 CFC 分别表示“氟碳烃化合物”和“氯氟烃化合物”系列制冷剂的通用前缀符号(该规定与 5.2.2 规定不同)。

5.4 扩展前缀符号的应用

在技术交流中,采用 5.2.1 规定前缀符号代替成分表示前缀符号是可以采用补充有关数据加以说明。例如:在讨论保护臭氧层的出版物中首次提到 R12 时,可写作“R12,一种 CFC”,或“R12(ODP=1.0)”。同样,在讨论有关温室效应的文件中可以列举“R22(GWP=1780,100 年时间累积)”。在讨论燃烧性问题时可以应用“R152a(LFL=4.1%)”来表示。

6 安全性分类

6.1 分类

制冷剂安全性分类由一个字母和一个数字两个符号(如 A1、B1、C1 等)组成,大写字母表示按 6.2 规定的毒性危害分类,阿拉伯数字表示按 6.3 规定的燃烧性危险程度分类。

6.2 毒性危害分类

急性和慢性允许暴露量,制冷剂毒性危害分为 A、B、C 三类。

A 类: 根据已经确定的 $LC_{50(4-hr)}$ 和 TLV-TWA 值,制冷剂的 $LC_{50(4-hr)} \geq 0.1\% (V/V)$ 和 $TLV-TWA \geq 0.04\% (V/V)$ 。

B 类: 按已经确定的 $LC_{50(4-hr)}$ 和 TLV-TWA 值,制冷剂的 $LC_{50(4-hr)} \geq 0.1\% (V/V)$ 和 $TLV-TWA < 0.04\% (V/V)$ 。

C 类: 按已经确定的 $LC_{50(4-hr)}$ 和 TLV-TWA 值,制冷剂的 $LC_{50(4-hr)} < 0.1\% (V/V)$ 和 $TLV-TWA < 0.04\% (V/V)$ 。

6.3 燃烧性危险程度分类

按制冷剂的燃烧性危险程度,制冷剂的燃烧性分为 1、2、3 三类。对卤代烃制冷剂燃烧性测试应按 3.10 中叙述的方法进行。

6.3.1 分类原则

制冷剂按以下原则分类:

第 1 类: 在 101 kPa 和 18 °C 大气中实验时,无火焰蔓延的制冷剂,即不可燃。

第 2 类: 在 101 kPa、21 °C 和相对湿度为 50% 的条件下,制冷剂 $LFL > 0.1 \text{ kg/m}^3$,且燃烧产生热量小于 19 000 kJ/kg 者,即有燃烧性。

第 3 类: 在 101 kPa、21 °C 和相对湿度为 50% 的条件下,制冷剂 $LFL \leq 0.1 \text{ kg/m}^3$,且燃烧产生热量大于等于 19 000 kJ/kg 者为有很高的燃烧性,即有爆炸性。

6.3.2 单位换算

LFL 通常表示为制冷剂的体积百分比,在 25 °C 和 101 kPa 条件下,体积百分比 $\times 0.000 414 \times$ 分子质量,可得到单位为 kg/m^3 的值。

6.3.3 燃烧热量计算

计算制冷剂燃烧产生热量时,假设燃烧产物都是气相,且它们处在最稳定状态。如 C、N、S 燃烧生成 CO_2 、 N_2 、 SO_3 ;F 和 Cl 则生成 HF 和 HCl(假设分子中有足够的氢),否则生成 F_2 和 Cl_2 ;H 过多将生成 H_2O 。

6.4 安全性分类

按 6.1、6.2 和 6.3 的分类原则,把制冷剂分为 9 种安全分组类型,如表 1 所示。附录 B 将 GB/T 7778—2001 的分组类型与本标准的分组类型进行了对比。

表 1 制冷剂安全性分类

FLAMMABILITY 可燃性	A3	B3	C3
	A2	B2	C2
	A1	B1	C1
TOXICITY 毒性			

6.5 混合物制冷剂的安全性分类

混合物在浓度滑移时其组分的浓度发生变化,其燃烧性和毒性也可能变化。因此它应该有两个安全性分组类型,这两个类型使用一个斜杠(/)分开。每个类型都是根据相同的分类原则按单组分制冷剂进行的(见 6.2 和 6.3)。第一个类型是混合物在规定组分浓度下进行分类。第二个类型是混合物在最大浓度滑移的组分浓度下进行分类。

对燃烧性的“最大浓度滑移”是指在该百分比组成下,汽相或液相的燃烧性组分浓度最高。对毒性的“最大浓度滑移”是指在该百分比组成下,在汽相或液相的 $LC_{50(1-hr)}$ 和 TLV-TWA 的体积浓度分别小于 0.1% 和 0.04% 的组分浓度最高。一种混合物的 $LC_{50(1-hr)}$ 和 TLV-TWA 应该由各组分的 $LC_{50(1-hr)}$ 和 TLV-TWA 按组分浓度百分比进行计算。

7 制冷剂环境友好性

制冷剂对大气环境的影响,可以通过制冷剂的 ODP、GWP、大气寿命等现有数据,按附录 C 规定的计算方法进行评估,以确定其排放到大气层后对环境的综合影响,其环境友好性见表 2~表 4。

8 制冷剂编号和安全性分类

纯组分制冷剂和混合物制冷剂编号、安全性分类及环境友好性分别见表 2、表 3 和表 4。

表 2 制冷剂编号、安全性分类及环境友好评估

制冷剂 编号	化学名称 ^{a,b}	化学分子式 ^a	相对分子量 ^a	标准沸点 ^a / ℃	安全分 类 ^{c,d}	环境友好 (是/否) ^f
甲烷系列						
10	四氯甲烷(四氯化碳)	CCl_4	153.8	77	C1	否
11	三氯-氟甲烷	CCl_3F	137.4	24	A1	否
12	二氯二氟甲烷	CCl_2F_2	120.9	-30	A1	否
12B1	溴氯二氟甲烷	$CBrClF_2$	165.4	-4		否
12B2	二溴二氟甲烷	CBr_2F_2	209.8	25		
13	氯三氟甲烷	$CClF_3$	104.5	-81	A1	否
13B1	溴三氟甲烷	$CBrF_3$	148.9	-58	A1	否
14	四氟甲烷(四氟化碳)	CF_4	88.0	-128	A1	否
20	三氯甲烷(氯仿)	$CHCl_3$	119.4	61		是
21	二氯氟甲烷	$CHCl_2F$	102.9	9	C1	是
22	氯二氟甲烷	$CHClF_2$	86.5	-41	A1	否
22B1	溴二氟甲烷	$CHBrF_2$	130.9	-15		否
23	三氟甲烷	CHF_3	70.0	-82		否
30	二氯甲烷(亚甲基氯)	CH_2Cl_2	84.9	40		是
31	氯氟甲烷	CH_2ClF	68.5	-9		
32	二氟甲烷(亚甲基氟)	CH_2F_2	52.0	-52	A2	是
40	氯甲烷(甲基氯)	CH_3Cl	50.5	-24	C2	否
41	氟甲烷(甲基氟)	CH_3F	34.0	-78		是
50	甲烷	CH_4	16.0	-161	A3	是

表 2 (续)

制冷剂 编号	化学名称 ^{a,b}	化学分子式 ^a	相对分子量 ^a	标准沸点 ^a / ℃	安全分 类 ^{c,d}	环境友好 (是/否) ^f
乙烷系列						
110	六氯乙烷	CCl_3CCl_3	236.8	185		
111	五氯氟乙烷	$\text{CCl}_3\text{CCl}_2\text{F}$	220.3	135		
112	1,1,2,2-四氯-1,2-二氟乙烷	$\text{CCl}_2\text{FCCl}_2\text{F}$	203.8	93		
112a	1,1,1,2-四氯-2,2-二氟乙烷	$\text{CCl}_3\text{CClF}_2$	203.8	91		
113	1,1,2-三氯-1,2,2-三氟乙烷	$\text{CCl}_2\text{FCClF}_2$	187.4	48	A1	否
113a	1,1,1-三氯-2,2,2-三氟乙烷	CCl_3CF_3	187.4	46		
114	1,2-二氯-1,1,2,2-四氟乙烷	$\text{CClF}_2\text{CClF}_2$	170.9	4	A1	否
114a	1,1-二氯-1,2,2,2-四氟乙烷	CCl_2FCF_3	170.9	3		
114B2	1,2-二溴-1,1,2,2-四氟乙烷	$\text{CBrF}_2\text{CBrF}_2$	259.9	47		
115	氯五氟乙烷	CClF_2CF_3	154.5	-39	A1	否
116	六氟乙烷	CF_3CF_3	138.0	-79		否
120	五氯乙烷	$\text{CHCl}_2\text{CCl}_3$	202.3	162		
123	2,2-二氯-1,1,1-三氟乙烷	CHCl_2CF_3	153.0	27	B1	是
123a	1,2-二氯-1,1,2-三氟乙烷	CHClFCClF_2	153.0	28		
124	2-氯-1,1,1,2-四氟乙烷	CHClFCF_3	136.5	-12	A1	否
124a	1-氯-1,1,2,2-四氟乙烷	$\text{CClF}_2\text{CHF}_2$	136.5	-10		
125	五氟乙烷	CHF_2CF_3	120.0	-49	A1	否
133a	2-氯-1,1,1-三氟乙烷	CH_2ClCF_3	118.5	6		
134a	1,1,1,2-四氟乙烷	CH_2FCF_3	102.0	-26	A1	是
140a	1,1,1-三氯乙烷(甲基氯仿)	CH_3CCl_3	133.4	74		否
141b	1,1-二氯-1-氟代乙烷	$\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{F}$	117.0	32		否
142b	1-氯-1,1-二氟乙烷	CH_3CClF_2	100.5	-10	A2	否
143a	1,1,1-三氟乙烷	CH_3CF_3	84.0	-47	A2	否
150a	1,1-二氯乙烷	CH_3CHCl_2	99.0	57		
152a	1,1-二氟乙烷	CH_3CHF_2	66.0	-25	A2	是
160	氯乙烷(乙基氯)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$	64.5	12		
170	乙烷	CH_3CH_3	30.0	-89		是
丙烷系列						
216ca	1,3-二氯-1,1,2,2,3,3-六氟丙烷	$\text{CClF}_2\text{CF}_2\text{CClF}_2$	221.0	36		
218	八氟丙烷	$\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_3$	188.0	-37	A1	否
227ea	1,1,1,2,3,3,3-七氟乙烷	$\text{CF}_3\text{CHFCF}_3$	170	-15.6		否
236fa	1,1,1,3,3,3-六氟乙烷	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_3$	152	-1.4	A1	否
245CB	1,1,1,2,2-五氟丙烷	$\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CH}_3$	134.0	-18		

表 2 (续)

制冷剂 编号	化学名称 ^{a,b}	化学分子式 ^a	相对分子量 ^a	标准沸点 ^a / ℃	安全分 类 ^{c,d}	环境友好 (是/否) ^f
245fa	1,1,1,3,3-五氟丙烷	$\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$	134.0	15	B1	是
290	丙烷	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	44.0	-42	A3	是
环状有机化合物						
C316	1,2-二氯-1,2,3,3,4,4-六氟环丁烷	$\text{C}_4\text{Cl}_2\text{F}_6$	233.0	60		
C317	氯七氟环丁烷	C_4ClF_7	216.5	26		
C318	八氟环丁烷	C_4F_8	200.0	-6		否
混合物 400、500 分别见表 3、表 4						
有机化合物						
烃类						
600	丁烷	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	58.1	0	A3	是
600a	2-甲基丙烷(异丁烷)	$\text{CH}(\text{CH}_3)_3$	58.1	-12	A3	是
601	戊烷	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	72.1	36.1		
601a	异戊烷	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$	72.1	27.8		
氧化合物						
610	乙醚	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$	74.1	35		
611	甲酸甲酯	HCOOCH_3	60.0	32	B2	
硫化合物						
620	(为将来编号使用)					
氮化合物						
630	甲胺	CH_3NH_2	31.1	-7		
631	乙胺	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	45.1	17		
无机化合物						
702	氢	H_2	2	-253	A3	
704	氦	He	4	-269	A1	是
717	氨	NH_3	17.0	-33	B2	是
718	水	H_2O	18.0	100	A1	是
720	氖	Ne	20.2	-246	A1	
728	氮	N_2	28.1	-196	A1	
729	空气	—	29.0	-194	A1	是
732	氧	O_2	32	-183		
744	二氧化碳 ^a	CO_2	44.0	-78	A1	是
744A	氧化亚氮	N_2O	44.0	-91		是
764	二氧化硫	SO_2	64.1	-10	B1	否
不饱和有机化合物						
1112a	1,1-二氯-2,2-二氟乙烯	$\text{CCl}_2=\text{CF}_2$	133.0	19		
1113	1-氯-1,2,2-三氟乙烯	$\text{CClF}=\text{CF}_2$	116.5	-28		
1114	四氟乙烯	$\text{CF}_2=\text{CF}_2$	100.0	-76		是

表 2 (续)

制冷剂 编号	化学名称 ^{a,b}	化学分子式 ^a	相对分子量 ^a	标准沸点 ^a / ℃	安全分 类 ^{c,d}	环境友好 (是/否) ^f
1120	三氯乙烯	$\text{CHCl}=\text{CCl}_2$	131.4	87		
1130	1,2-二氯乙烯(反式)	$\text{CHCl}=\text{CHCl}$	96.9	48		
1132a	1,1-二氟乙烯(亚乙烯基氟)	$\text{CH}_2=\text{CF}_2$	64.0	-82		
1140	1-氯乙烯(氯乙烯)	$\text{CH}_2=\text{CHCl}$	62.5	-14		
1141	1-氟乙烯(氟乙烯)	$\text{CH}_2=\text{CHF}$	46.0	-72		
1150	乙烯	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	28.1	-103	A3	
1270	丙烯	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$	42.1	-48	A3	是
E170	二甲醚	CH_3OCH_3	46	-24.8	A3	是

^a 化学名称、化学分子式、分子量和标准沸点为参考的内容。
^b 推荐的化学名称后面括号中的是通俗名称。
^c 未分类的制冷剂表明没有足够的数据或未到达分类的正式要求。
^d 毒性分类是根据已经确定的急性和慢性允许暴露量为基础的。
^e 升华。
^f 参考性指标,未评估的制冷剂表明没有足够的数据,资料来源包括相关标准、联合国臭氧层科学评估报告1998/2002。

表 3 非共沸混合物制冷剂编号、安全性分类及环境友好性评估

制冷剂 编号	组成质量/ %	平均 分子量 ^a	泡点 ^a	露点 ^a	安全分类	环境友好 (是/否)
			℃			
400	R12/114(应作出规定)					否
401A	R22/152a/124(53/13/34) ^b	94.4	—34.4	—28.8	A1/A1 ^c	否
401B	R22/152a/124(61/11/28) ^b	92.8	—35.7	—30.8	A1/A1 ^c	否
401C	R22/152a/124(33/15/52) ^b	101.0	—30.5	—23.8	A1/A1 ^c	否
402A	R125/290/22(60/2/38) ^d	101.6	—49.2	—47.0	A1/A1 ^c	否
402B	R125/290/22(38/2/60) ^d	94.7	—47.2	—44.9	A1/A1 ^c	否
403A	R290/22/218(5/75/20) ^e	92	—44.0	—42.3	A1/A1	否
403B	R290/22/218(5/56/39) ^e	103.3	—43.8	—42.3	A1/A1	否
404A	R125/143a/134a(44/52/4) ^d	97.6	—46.6	—45.8	A1/A1 ^c	否
405A	R22/152a/142b/C318(45/7/5.5/42.5) ^f	111.9	—32.9	—24.5	A1/A1	否
406A	R22/600a/142b(55/4/41) ^g	89.9	—32.7	—23.5	A1/A1	否
407A	R32/125/134a(20/40/40) ^h	90.1	—45.2	—38.7	A1/A1	否
407B	R32/125/134a(10/70/20) ^h	102.9	—46.8	—42.4	A1/A1	否
407C	R32/125/134a(23/25/52) ^h	86.2	—43.8	—36.7	A1/A1	否
407D	R32/125/134a(15/15/70) ^h	91.0	—39.4	—32.7	A1/A1	否
408A	R125/143a/22(7/46/47) ^d	87.0	—45.5	—45.0	A1/A1	否
409A	R22/124/142b(60/25/15) ⁱ	97.4	—35.4	—27.5	A1/A1	否

表 3 (续)

制冷剂 编号	组成质量/ %	平均 分子量 ^a	泡点 ^a	露点 ^a	安全分类	环境友好 (是/否)
			℃			
409B	R22/124/142b(65/25/10) ⁱ	96.7	—36.5	—29.7	A1/A1	否
410A	R32/125(50/50) ^j	72.6	—51.6	—51.5	A1/A1	否
410B	R32/125(45/55) ^k	75.6	—51.5	—51.4	A1/A1	否
411A	R1270/22/152a(1.5/87.5/11.0) ^l	82.4	—39.7	—37.2	A1/A2	否
411B	R1270/22/152a(3/94/3) ^l	83.1	—41.6	—41.3	A1/A2	否
412A	R22/218/143b(70/5/25) ⁱ	92.2	—36.4	—28.8	A1/A2	否
413A	R218/134a/600a(9/88/3) ^m	104.0	—29.3	—27.6	A1/A2	否
414A	R22/124/600a/142b(51/28.5/4/16.5) ⁿ	96.9	—34.0	—25.8		否
414B	R22/124/600a/142b(50/39/1.5/9.5) ⁿ	101.6	—34.4	—26.1		否
415A	R22/152a(82/18) ^k	81.9	—37.5	—34.7		
415B	R22/152a(25/75) ^k	70.2	—23.4	—21.8		
416A	R134a/124/600(59/39.5/1.5) ^o	111.9	—38.0	—32.9		是
417A	R125/134a/600(46.6/50/3.4) ^p	106.7	—41.2	—40.1		否
418A	R290/22/152a(1.5/96/2.5) ^q	84.6	—42.6	—36.0		
419A	R125/134a/170(77/19/4) ^r	109.3	—25.0	—24.2		
420A	R134a/142b(88/12) ^s	101.8	—34.4	—28.8		

^a 平均分子量、泡点、露点为参考值。

^b 组分浓度允差为(±2/+0.5, -1.5/±1)。

^c 毒性分类是根据化学品供应商所推荐的曝露限度为基础。用毒理学试验对其测定和修正。

^d 组分浓度允差为(±2/±1/±2)。

^e 组分浓度允差为(+0.2, -2/±2/±2)。

^f 组分浓度允差对个别组分为(±2/±1/±1/±2);对 R152a 和 R142b 之和为(+0, -2)。

^g 组分浓度允差为(±2/±1/±1)。

^h 组分浓度允差为(±2/±2/±2)。

ⁱ 组分浓度允差为(±2/±2/±2)。

^j 组分浓度允差为(+0.5, -1.5/+1.5, -0.5)。

^k 组分浓度允差为(±1/±1)。

^l 组分浓度允差为(+0, -1/+2, -0/+0, -1)。

^m 组分浓度允差为(±1/±2/+0, -1)。

ⁿ 组分浓度允差为(±2/±2/±0.5/+0.5, -1)。

^o 组分浓度允差为(+0.5, -1/+1, -0.5/+1, -0.2)。

^p 组分浓度允差为(±1.1/±1/+0.1, -0.4)。

^q 组分浓度允差为(±0.5/±1.0/±0.5)。

^r 组分浓度允差为(±1.0/±1.0/±1.0)。

^s 组分浓度允差为(+1.0, -0.0/+0.0, -1.0)。

表 4 共沸混合物制冷剂编号、安全性分类及环境友好性评估

制冷剂 编号	组成质量/ %	平均 分子量 ^a	共沸温度 ^a	标准沸点 ^a	安全分类	环境友好 (是/否)
			℃			
500	R12/152a(73.8/26.2)	99.3	0	—33	A1	否
501	R22/12(75.0/25.0) ^b	93.1	—41	—41	A1	否
502	R22/115(48.8/51.2) ^b	112.0	19	—45	A1	否
503	R23/13(40.1/59.9)	87.5	88	—88		否
504	R32/115(48.2/51.8)	79.2	17	—57		否
505	R12/31(78.0/22.0) ^b	103.5	115	—30		
506	R31/114(55.1/44.9)	93.7	18	—12		
507A ^c	R125/143a (50.0/50.0)	98.9	—40	—46.7	A1	否
508A ^c	R23/116(39/61)	100.1	—86	—86	A1	否
508B	R23/116(46/54)	95.4	—45.6	—88.3	A1/A1	否
509A ^c	R22/218(44/56)	124.0	0	—47	A1	否
^a 平均分子量、共沸温度、标准沸点为参考值。						
^b 对这种共沸混合物精确的组分浓度人们仍有争议,需进一步研究试验。						
^c 在 R500 至 R509 的编号确定后,由于标识的改变,原 R507、R508 和 R509 可分别用 R507A、R508A 和 R509A 等替代标识。但 R500 至 R506 的编号无类似的改变。						
注:所有的共沸混合物在与规定配置不同的温度和压力条件下,会出现某些组分的浓度滑移现象。滑移的程度取决于该共沸混合物和设备系统的组合情况。						

附 录 A
(规范性附录)

制冷剂中同分异构体的编号表示方法

A.1 乙烷系中二氯三氟乙烷的三种同分异构体的编号方法见表 A.1。

表 A.1 乙烷系同分异构体

同分异构体	化学分子式	附属原子团质量		W1-W2
		W1(C1)	W2(C2)	
R123	CHCl ₂ F ₃	71.9	57.0	14.9
R123a	CHClFCClF ₂	55.5	73.4	17.9
R123b	CCl ₂ FCHF ₂	89.9	39.0	50.9

注：W1 和 W2=附属在碳原子 C1 和 C2 上卤素和氢原子质量总和。

A.2 丙烷系中二氯五氟丙烷的九个同分异构体的编号方法见表 A.2。

表 A.2 丙烷系同分异构体

同分异构体	化学分子式	附属原子团质量			W1-W3
		C2 组	W1(C1)	W3(C3)	
R225aa	CF ₃ CCl ₂ CHF ₂	Cl ₂	57.0	39.0	18.0
R225ba	CHClFCClFCF ₃	CClF	55.5	57.0	1.5
R225bb	CClF ₂ CClFCHF ₂	CClF	73.4	39.0	34.4
R225ca	CHCl ₂ CF ₂ CF ₃	CF ₂	71.9	57.0	14.9
R225cb	CHClFCF ₂ CClF ₂	CF ₂	55.5	73.0	17.9
R225cc	CCl ₂ FCF ₂ CHF ₂	CF ₂	89.9	39.0	50.9
R225da	CClF ₂ CHClCF ₃	CHCl	73.4	57.0	16.4
R225ea	CClF ₂ CHFCClF ₂	CHF	73.4	73.4	0.0
R225ed	CCl ₂ FCHFCF ₃	CHF	89.0	57.0	32.9

注：C2=指中间(第二个)碳原子。
W1 和 W3=分别附属在碳原子 C1 和 C3 上卤素和氢原子质量总和。

附录 B

(资料性附录)

旧、新标准安全性分类对照表

表 B.1 是本标准制冷剂安全性分类与原旧标准(GB/T 7778—2001)的对照表。

表 B.1 安全性分类对照表

制冷剂编号	化学分子式	安全性分类	
		GB/T 7778—2001	本标准
10	CCl_4	—	C1
11	CCl_3F	A1	A1
12	CCl_2F_2	A1	A1
12B1	CBrClF_2		
12B2	CBr_2F_2		
13	CClF_3	A1	A1
13B1	CBrF_3	A1	A1
14	CF_4	A1	A1
20	CHCl_3		
21	CHCl_2F	B1	C1
22	CHClF_2	A1	A1
22B1	CHBrF_2		
23	CHF_2	A1	
30	CH_2Cl_2	B2	
31	CH_2ClF		
32	CH_2F_2	A2	A2
40	CH_3Cl	B2	C2
41	CH_2F		
50	CH_4	A3	
110	CCl_3CCl_3		
111	$\text{CCl}_3\text{CCl}_2\text{F}$		
112	$\text{CCl}_2\text{FCCl}_2\text{F}$		
112a	$\text{CCl}_3\text{CClF}_2$		
113	$\text{CCl}_2\text{FCClF}_2$	A1	A1
113a	CCl_3CF_3		
114	$\text{CClF}_2\text{CClF}_2$	A1	A1
114a	CCl_2FCF_3		
114R2	$\text{CBrF}_2\text{CBrF}_2$		
115	CClF_2CF_3	A1	A1

表 B.1 (续)

制冷剂编号	化学分子式	安全性分类	
		GB/T 7778—2001	本标准
116	CF_3CF_3	A1	
120	$\text{CHCl}_2\text{CCl}_3$		
123	CHCl_2CF_3	B1	B1
123a	CHClFCClF_2		
124	CHClFCF_3	A1	A1
124a	$\text{CClF}_2\text{CHF}_2$		
125	CHF_2CF_3	A1	A1
133a	CH_2ClCF_3		
134a	CH_2FCF_3	A1	A1
140a	CH_3CCl_3		
141b	$\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{F}$		
142b	CH_3CClF_2	A2	A2
143a	CH_3CF_3	A2	A2
150a	CH_3CHCl_2		
152a	CH_3CHF_2	A2	A2
160	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$		
170	CH_3CH_3	A3	
216ca	$\text{CClF}_2\text{CF}_2\text{CClF}_2$		
218	$\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_3$	A1	A1
227ea	$\text{CF}_3\text{CHFCF}_3$		
236fa	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_3$		A1
245CB	$\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CH}_3$		
245fa	$\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$		B1
290	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	A3	A3
C316	$\text{C}_4\text{Cl}_2\text{F}_6$		
C317	C_4ClF_7		
C318	C_4F_8	A1	
600	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	A3	A3
600a	$\text{CH}(\text{CH}_3)_3$	A3	A3
610	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$		
601	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$		
601a	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$		
611	HCOOCH_3	B2	B2
630	CH_3NH_2		C3

表 B.1 (续)

制冷剂编号	化学分子式	安全性分类	
		GB/T 7778—2001	本标准
631	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$		
704	He		A1
717	NH_3	B2	B2
718	H_2O	A1	A1
729	—	A1	A1
740	Ar		A1
744	CO_2	A1	A1
744A	N_2O		
764	SO_2	B1	B1
1112a	$\text{CCl}_2=\text{CF}_2$		
1113	$\text{CClF}=\text{CF}_2$		
1114	$\text{CF}_2=\text{CF}_2$		
1120	$\text{CHCl}=\text{CCl}_2$		
1130	$\text{CHCl}=\text{CHCl}$		
1132a	$\text{CH}_2=\text{CF}_2$		
1140	$\text{CH}_2=\text{CHCl}$	B3	
1141	$\text{CH}_2=\text{CHF}$		
1150	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	A3	A3
1270	$\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$	A3	A3
E170	CH_3OCH_3		A3

附录 C

(资料性附录)

制冷剂对环境综合影响的评估

C.1 说明

C.1.1 本附录补充第7章关于制冷剂对环境综合影响的评估。

C.1.2 本附录环境数据引自联合国臭氧层科学评估报告 1998/2002。

C.2 评估方法

C.2.1 表2和表3中“环境相容”参考性指标的计算公式引自美国绿色建筑协会的 LEED-NC 标准2.2版中,第四评分项《加强制冷剂管理》,认可的条件为:

$$\begin{aligned} \text{LCGWI}_d + \text{LCODI} \times 100\,000 &\leq 100 \\ \text{LCGWI}_d &= [\text{GWP}_r \times (\text{L}_r \times \text{life} + \text{M}_r) \times \text{R}_c] / \text{Life} \\ \text{LCODI} &= [\text{ODP}_r \times (\text{L}_r \times \text{life} + \text{M}_r) \times \text{R}_c] / \text{Life} \end{aligned}$$

式中:

LCGWI_d ——寿命周期直接全球变暖潜值指数 Lifecycle Direct Global Warming Index;

LCODI ——寿命周期臭氧层消耗潜值指数 Lifecycle Ozone Depletion Index;

GWP_r ——制冷剂的全球变暖潜值;

ODP_r ——制冷剂的臭氧层消耗潜值;

L_r ——制冷剂年泄漏率(占制冷剂充注量的百分比,默认值为2%);

M_r ——寿命终止时的制冷剂损耗率(占制冷剂充注量的百分比,默认值为10%);

R_c ——单位制冷量制冷剂充注量(默认值为2.5);

Life ——设备寿命(默认值为10年)。

C.2.2 上述公式用于评估低温制冷剂时, R_c 的默认值需要调高至8.8,而认可的条件则为:

$$\text{LCGWI}_d + \text{LCODI} \times 100\,000 \leq 352$$