

使用可燃性制冷剂制冷空调产品安全 技术要求及检验规范探讨

合肥通用机械研究院有限公司
2021年4月

 CONTENTS

-  **1 研究背景和目标**
-  **2 可燃制冷剂的安全特性**
-  **3 设计和制造过程的安全要求**
-  **4 储存和运输过程的安全要求**
-  **5 试验过程的安全要求**

1

研究背景和目标

□ 项目研究背景

根据我国工商制冷空调行业HCFCs淘汰管理计划，**R290、NH3、R32等可燃性制冷剂**替代产品将在行业内广泛推广应用。**GB/T 9237-2017《制冷系统及热泵安全与环境要求》**于**2018年7月1日**正式实施，规定了可燃性制冷剂的使用。采用可燃性制冷剂的相关空调产品的**设计、生产、检验检测以及使用**等安全方面应进行调整。针对使用可燃性制冷剂的制冷空调产品，迫切需要以GB/T 9237为安全要求基准的典型工商制冷空调设备产品的安全技术要求的**审查和检验规范**，以规范设计、生产以及检验检测等工厂内环节，促进替代技术的推广应用。同时，也给相关**认证**提供技术支持，以便更好地对产品安全性进行评价。

ICS 27.250
J 73



中华人民共和国国家标准

GB/T 9237—2017
代替 GB 9237—2001

制冷系统及热泵 安全与环境要求

Refrigerating systems and heat pumps—
Safety and environmental requirements

(ISO 5149-1:2014, Refrigerating systems and heat pumps— Safety and environmental requirements—Part 1; Definitions, classification and selection criteria; ISO 5149-2:2014, Refrigerating systems and heat pumps—Safety and environmental requirements—Part 2; Design, construction, testing, marking and documentation; ISO 5149-3:2014, Refrigerating systems and heat pumps—Safety and environmental requirements—Part 3; Installation site; ISO 5149-4:2014, Refrigerating systems and heat pumps— Safety and environmental requirements—Part 4; Operation, maintenance, repair and recovery, MOD)

2017-12-29 发布

2018-07-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

1 研究背景和目标

□ 项目目标

本项目开展使用可燃性制冷剂的典型工商制冷空调产品的安全技术要求与核验方法研究，目的是基于GB/T 9237-2017对于可燃性制冷剂应用的安全要求为基准，提出应用可燃性制冷剂的单元**单元式空气调节机、冷水（热泵）机组、热泵热水机**三类典型工商制冷空调产品的**安全技术要求的审查规范、检验规范和验证规程**，促进替代技术的推广应用。

2 可燃制冷剂的安全特性

□ 可燃性制冷剂的安全特性

● 制冷剂替代技术路线

工商制冷行业HCFCs淘汰计划第二阶段替代路线

子行业	R32	NH ₃ /CO ₂ (复叠)	NH ₃ /CO ₂ (载冷剂)	NH ₃	CO ₂	R290	HFOs	合计
制冷和压缩冷凝机组	-	800	900	150	-	-	-	1850
冷水(热泵)机组	-	-	-	-	-	780	450	1230
热泵热水机	3150	-	-	-	270	-	-	3420
单元机	3150	-	-	-	-	-	-	3150
合计	3150	800	900	150	270	780	450	6500

结合行业企业调研开展的技术路线，本项目确定的单元式空气调节机、冷水(热泵)机组、热泵热水机三类产品的可燃性制冷剂主要包括：**R32、R290、R1234yf、R1234ze以及R452B等HFOs混合制冷剂。**

2 可燃制冷剂的安全特性

□ 可燃制冷剂的安全特性

- 制冷剂安全分类
- 危险化学品、货物分类

制冷剂	R290	R32	R1234yf	R1234ze	R452B
可燃下限LFL/%	2.1	14.4	6.2	6.5	11.9
可燃下限LFL/(/kg /m ³)	0.038	0.307	0.289	0.303	0.31
燃烧速度/(cm/s)	46	6.7	1.5	1.2	<4
燃烧热/(MJ/kg)	46.3	9.5	10.7	10.1	9.5
安全性分类	A3	A2L	A2L	A2L	A2L

GB/T 7778-2017分类



除了R290属于A3，其余属于A2L类无毒弱可燃

对不同A2L类可燃性制冷剂的安全要求和防护措施基本一致，而A3类可燃性制冷剂的安全要求和防护等级要求更高

2 可燃制冷剂的安全特性

□ 可燃制冷剂的安全特性

- 制冷剂安全分类
- 危险化学品、货物分类

GB 30000.3-2013 《化学品分类和标签规范 第3部分：易燃气体》分类

类别	标准
1	在 20 °C 和标准大气压 101.3 kPa 时的气体； a) 在与空气的混合物中体积分数为 13% 或更小时可点燃的气体；或 b) 不论易燃下限如何，与空气混合，可燃范围至少为 12 个百分点的气体
2	在 20 °C 和标准大气压 101.3 kPa 时，除类别 1 中的气体之外，与空气混合时有易燃范围的气体
注：在右法规定时，氨和甲基溴化物可以视为特例。	
* 气溶胶不应分类为易燃气体，见 GB 30000.4。	

均属于类别1：极易燃气体

GB 6944-2012 《危险货物分类和品名编号》分类

4.3.2.1 2.1项：易燃气体

本项包括在 20 °C 和 101.3 kPa 条件下满足下列条件之一的气体：

- a) 爆炸下限小于或等于 13% 的气体；
- b) 不论其可燃性下限如何，其爆炸极限（燃烧范围）大于或等于 12% 的气体。

均属于2.1项易燃气体

4.3.2.2 2.2项：非易燃无毒气体

4.3.2.2.1 本项包括窒息性气体、氧化性气体以及不属于其他项别的气体。

4.3.2.2.2 本项不包括在温度 20 °C 时的压力低于 200 kPa、并且未经液化或冷冻液化的气体。

4.3.2.3 2.3项：毒性气体

本项包括满足下列条件之一的气体：

所有可燃性制冷剂的运输、储存均要满足危险化学品、危险货物国家法规的相关要求。

3

设计和制造过程的安全要求

□ 设计过程

系统设计时主要安全措施：

- 尽可能降低系统的可燃性制冷剂充注量
- 减少可燃性制冷剂泄漏的可能性
- 确定发生泄漏时潜在易燃区域的范围
- 识别潜在易燃区域内的点火源，避免点火的发生
- 使用易燃性气体对系统进行标示，避免意外操作

以此降低可燃性制冷剂泄露带来的安全风险

3

设计和制造过程的安全要求

□ 设计过程

■ 产品的最大允许充注量

- 设备的位置：地下或者地上
- 使用空间分类：通用区域、监管区域或授权区域
- 系统类型：直接膨胀或二次/制冷或空调
- 系统的安装场所分类：安装于人员占用区、机房或者露天、通风壳体内
- 是否应用于人类舒适性场合

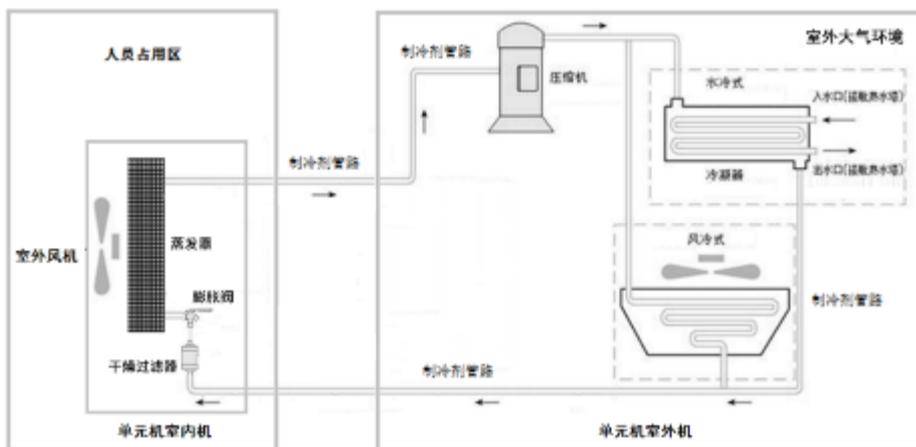
依据GB/T 9237附录A的
附表A.1和A.2确定

3

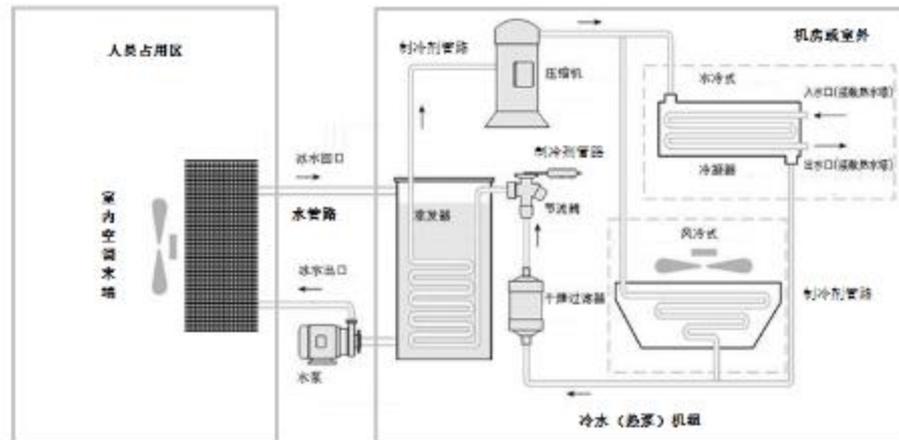
设计和制造过程的安全要求

□ 设计过程

■ 产品的最大允许充注量



单元机的典型应用与安装



冷水机组的典型应用与安装

热泵热水机的应用场景类似于单元机和冷水机组，若含有制冷剂盘管的水箱置于室内，安装单元机的应用场景要求，水箱置于室外，按照冷水机组场景要求。

3

设计和制造过程的安全要求

□ 设计过程

■ 点火源

- 潜在的点火源可能包括

- 热表面
- 电气火花
- 明火
- 静电
- 闪电
- 机械设备

在使用可燃性燃制冷剂的地方，不得存在任何潜在点火源，这些潜在点火源可能会引燃从系统泄漏的制冷剂，潜在点火源可能来自于与设备本身，也可能存在于设备附近。

3

设计和制造过程的安全要求

□ 设计过程

■ 点火源

● 热表面

GB/T 9237-2017的相关规定

10.2.12 对热表面的防护

设备应符合 GB 4706 系列标准或 GB 5226.1 的规定，并结合下述要求以防止人员被热表面伤害：可以接触到泄漏制冷剂的表面温度不应大于自燃温度，除了 A1、B1、A2L 和 B2L 制冷剂。对于 A1、B1、A2L 和 B2L 制冷剂，热表面不得大于 700 °C 或自燃温度，以较高者为准。

GB 4706.32-2012的相关规定

22.117 可能接触泄漏的可燃制冷剂的表面，其温度应低于制冷剂自燃温度减 100 K，附录 BB 给出了一些典型参数。

除非在第 19 章试验过程中以非自复位方式终止试验，在第 11 章和第 19 章的试验过程中通过测量相应的表面温度确认其是否合格。

制冷空调设备的所有部件及制冷空调设备周围的设备进行检查，以确保任何可能暴露于泄漏制冷剂的表面的温度不得超过标准要求。对于制冷空调设备而言，冷凝盘加热器和除霜加热器是高温表面的首选。

3

设计和制造过程的安全要求

□ 设计过程

■ 点火源

- **电气火源：构成制冷系统一部分的典型电子元件，可能是点火源，包括：**
 - **开/关，隔离开关或接触器**
 - **启动继电器和电位继电器**
 - **开关——包括压力，除霜，流量，油压差，液位，风机延时等开关**
 - **热过载**
 - **风机电机**
 - **温控器**
 - **凝结水泵**
 - **微型断路器**
 - **除霜加热器**
 - **冷凝盘加热器**
 - **风扇速度控制器**
 - **可编程控制器**

也应考虑安装或可能在靠近可燃制冷剂系统附近使用的电气设备，如风机，加热器，电源插板，电源插座，电动机和任何其他电气设备，特别是安装在制冷系统下方和地板附近的设备。

3 设计和制造过程的安全要求

□ 设计过程

■ 点火源

GB/T 9237-2017的10.2.16条爆炸事故的防护规定

- 电气火源：**例外情况**，只要满足下述任何一个条件，电气组件和/或元件将不被认为是点火源：

- 安装于潜在的易燃区域之外；
- 通过设置足够的通风量，使可燃制冷剂的浓度低于50%LFL；
- 设置保护设施，满足GB 3836.15中定义的危险气体环境2区、1区和0区的使用；
- 电气设备，其电气回路中的电弧或者电火花的最大能量低于制冷剂的最小点火能。

- 不满足上述**例外情况**的条件，则：

- 所有可能作为点火源的电气设备必须根据GB 3836.8的要求进行选择和安装
- 电气元件都应安装在满足以下条件的外壳中：
 - 遵循GB 3836.8中对产生电弧、火花和热表面的设备的限制呼吸保护外壳的补充条款要求；
 - 证明符合GB 3836.8中对产生电弧、火花和热表面的设备的通用补充要求。

3

设计和制造过程的安全要求

□ 设计过程

■ 点火源

- **明火火源**：不应安装或安装在有明火存在的区域。这可以包括有**燃气灶台和炉灶、燃气热水器、燃木房或空间加热器的区域**。
- **静电和闪电**：为了避免静电或雷击引入潜在的点火源，系统周围的**金属结构应接地**。
- **机械设备**：机械设备可能引入在系统设计中应该考虑的其他点火源，例如**静电和火花**。例子包括：
 - **皮带静电**。
 - **来自不同金属（包括任何旋转部件）的摩擦火花危险**。对于机械火花的防护可以参考标准**GB 3836.1**和**GB 3836.15**

3 设计和制造过程的安全要求

□ 设计过程

■ 管路和连接

GB/T 9237-2017的相关规定

10.2.3.7 充注 A2、A3、B2 或 B3 组制冷剂设备的管路安装的特殊要求(不包括 A1、B1、A2L 和 B2L 制冷剂)

当占有内部空间时,分体系统的管路和接口应做成永久性的接头,除非接口是直接连接室内机。

运输过程中的部件不应充注制冷剂。

制冷剂管路应有保护措施以防止损坏。

- 由于**制冷剂的可燃性**, 应尽可能采用**永久性机械连接或钎焊**。不得在人员占用区或泄漏的制冷剂可能“聚集”的任何区域使用**可维修接头**
- 对于室外安装的设备而言, 只要它们位于通风良好并且没有泄漏制冷剂积聚的风险区域, 那么室外安装的设备允许使用**可维修接头**
- 制冷剂管道应封闭或保护以避免在运输, 安装和使用过程中出现机械损坏

3

设计和制造过程的安全要求

□ 设计过程

■ 超压保护

GB/T 9237-2017中10.2.4~10.2.9的相关规定

- 暴露在高温（包括火灾）和各种故障条件下可能会导致制冷或空调系统内的压力升高。因此，系统必须包含在超压时安全地释放压力的手段，确保系统压力等于或低于设计压力
- 限压装置用于超压保护，包括减压阀，爆破片和易熔塞等。GB/T 9237-2017规定了哪种类型的减压装置被允许用于特定的系统类型
- 限压减压装置必须安装在需要保护的压力容器或系统的其他部件上或其附近。它们必须易于接近并且连接在液态制冷剂液面以上。
- 易熔塞一般不能作为可燃性制冷剂的超压保护装置，但R32等A2L类制冷剂例外，若充注量大于2.5 kg，则易熔塞不得作为制冷剂容器和大气之间唯一的泄压装置。
- 易熔塞不得保温。截止阀不得安装在被保护设备和压力释放装置之间。切勿旁路或以任何其他方式妨碍减压装置执行其功能。

3

设计和制造过程的安全要求

□ 设计过程

■ 液位指示器

- GB/T 9237-2017的10.2.10.3规定：若制冷系统中的储液器含有的A2类制冷剂（包含A2L类制冷剂）超过25kg，且这些储液器装有隔离阀，则应该装有至少能显示制冷剂最高液位的液位指示器。
 - 不得使用玻璃管制成的液位指示器。
 - 例外：若能防止外部损坏，且有合适的支撑，则带有自动截止阀的液位指示计的玻璃管可以使用。
 - 牛眼式液位计的视镜不认为是玻璃管。

3

设计和制造过程的安全要求

□ 设计过程

■ 标记

● 产品标记

GB/T 9237-2017的相关规定



10.4.2.2 制冷系统

在制冷系统上或附近应设置一个清晰可读的标识牌。

标识牌包括至少以下信息：

- a) 安装单位或制造商的名称；
- b) 型号、产品序列号或参考号；
- c) 制造年份；
- d) 按 GB/T 7778(见附录 B)规定的制冷剂编号；
- e) 制冷剂充注量；
- f) 高压侧和低压侧的最大允许压力。

注：制造年份可以作为序列号的一部分，所有信息可以是设备标识牌的一部分并且将其编码。

- g) 当使用可燃制冷剂时，依据 GB 2894—2008 中的 W021 所做的火焰标志其高度至少应达到 10 mm，且标志无需着色。

当使用可燃制冷剂时，在制冷系统上或附近应该设置一个清晰可读的标识牌，应该依据GB/T 2894-2008中的2-2所做的火焰标志进行标识，其高度至少应达到10mm，且标志无需着色。

3

设计和制造过程的安全要求

□ 制造过程

■ 车间和生产线要重点考虑以下内容：

- 安全区域划分
- 工厂安全措施（可燃性气体浓度监测，报警和通风系统等）
- 制冷剂储存和输送系统
- 制冷剂充注设备
- 返修区
- 性能和电气测试装置

以此降低可燃性制冷剂泄露带来的安全风险

3

设计和制造过程的安全要求

□ 制造过程

■ 工厂安全措施

- 可燃性制冷剂检测系统 **GB/T 9237-2017中第16章，位置、选型等要求**
- 通风系统 **GB/T 9237-2017中第13.3条，多级通风、通风量要求等**
- 警告警报 **GB/T 9237-2017中第15章，报警器的设置要求等**
- 控制系统 **安全防护措施的联动设置、单独供电等要求**
- 标记和标志 **安全警示标示设置**

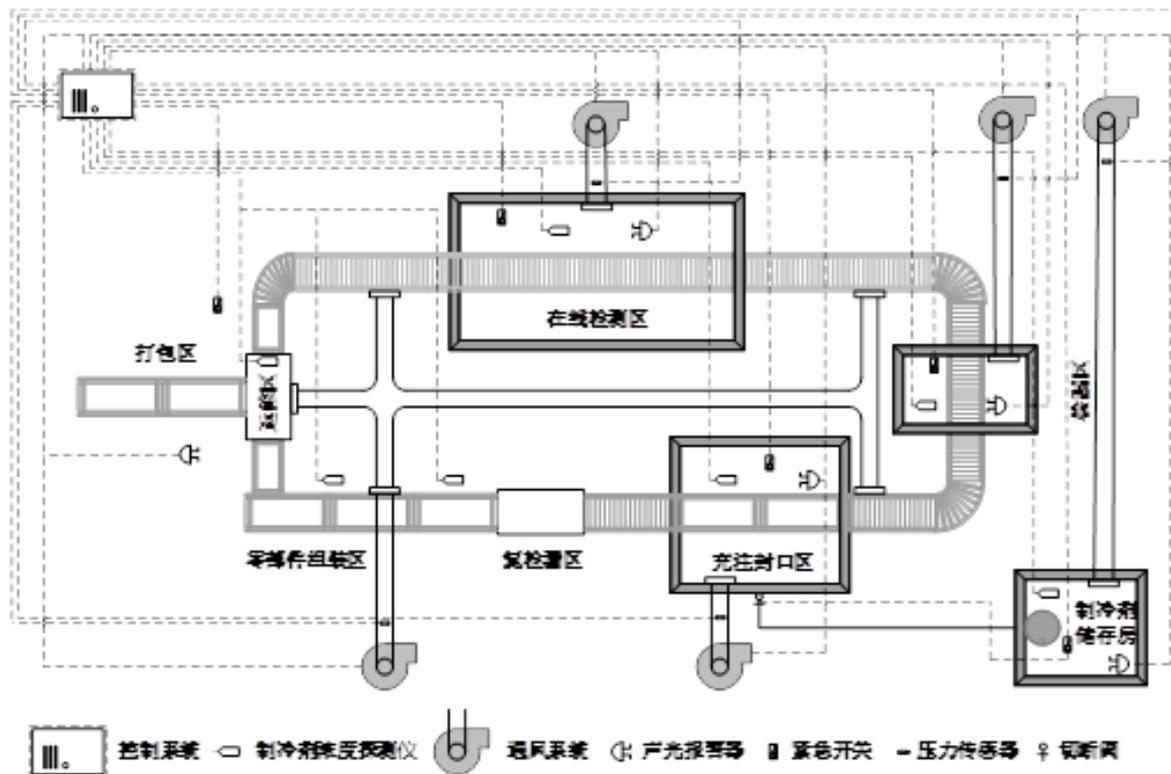
- 说明和程序 **操作说明书应包含的内容**

3 设计和制造过程的安全要求

□ 制造过程

■ 工厂安全措施

● 典型的空调产品生产过程的安全防护措施



- 通风系统
- 可燃气体探测系统
- 声光报警系统
- 紧急切断装置
- 安全防护的联动控制系统

3

设计和制造过程的安全要求

□ 制造过程

■ 工厂安全措施

● 制冷剂储存与输送

■ 冷媒储存：工厂一般以气瓶储存

- ✓ 位于生产区域外部：独立的储存房
- ✓ 充注机内：气瓶位于独立储存房
- ✓ GB 15603-1995 《常用化学危险品贮存通则》
- ✓ GB 17914-2013 《易燃易爆性商品储存养护技术条件》

■ 制冷剂输送泵和供应控制：

- ✓ 为了将制冷剂从气瓶转移到充注区域，需要特殊设备
 - 输送泵、压力调节阀、减压阀、截止阀、压力计等
 - 转换阀（在两个或更多个气瓶的情况下）
- ✓ 上述设备通常安装在一个特殊的泵房中，该区域也被归类为危险区域，与储存制冷剂的库房的安全要求一致

储存可燃性制冷剂气瓶的区域应为危险区域，并应符合相关的法律法规。

3

设计和制造过程的安全要求

□ 制造过程

■ 工厂安全措施

● 生产过程装备

- 含有可燃性制冷剂的系统中使用的电子工具和电气设备，如真空泵、制冷剂充注机、制冷剂回收机
 - ✓ 可以在GB 3836.15中定义的2区使用
 - ✓ 经过适当的可燃性制冷剂测试。符合GB3836.8的“n”型保护
- 真空泵、回收机等电气设备应由工作区域外的开关控制（不应使用真空泵的开关，因为它是点火源），电气设备应位于通风良好的区域。

3

设计和制造过程的安全要求

□ 制造过程

■ 可燃性制冷剂的安全操作

● 制冷剂充注

- 充注区域位置：不得低于地面，附近不允许有地沟、排水沟等聚集区域
- 充注区域通风：风机设置在区域外或者防爆处理
- 充注区域无点火源
- 充注区域设置可燃气体探测器、灭火器
- 充注区域输送管道：管路保护，以防意外损坏

3

设计和制造过程的安全要求

□ 制造过程

■ 可燃性制冷剂的安全操作

根据GB/T 9237-2017中19.3.5的规定

- 制冷剂的排放：**根据国家标准，不允许制冷剂的故意排放**
- 紧急排放时，需注意以下内容：
 - 不允许向建筑物内进行排放。
 - 制冷剂不得进入公共区域，或者人们不知道正在进行排放程序的场合。
 - 软管必须具有足够的长度，使其延伸至建筑物外部至少3米。
 - 排放只能在确保制冷剂不会被吹回到任何相邻建筑物的情况下进行，并且不能移动到低于地面的位置。
 - 软管由适用于制冷剂和机油使用的材料制成。
 - 使用措施将软管排放口抬高至地面以上至少1米，并使排放口指向上方（以帮助稀释）。
 - 理想情况下，软管末端应有一种散流口，以便排出的制冷剂能够以不同的方向排出，并具出口孔很小（以帮助稀释）。
 - 软管排放口附近不得有任何火源。
 - 易燃气体警告标志必须放置在靠近软管排放的地方。

4

储存和运输的安全要求

□ 储存过程

■ 可燃性制冷剂的储存

- 按照危险化学品的要求进行合理储存，满足**GB 15603-1995《常用化学危险品贮存通则》**中**b类压缩气体和液化气体**贮存的相关规定
- 根据其**燃烧特性**，要满足特殊要求：

■ 贮存场所：

- 标准5.1条要求：“贮存化学危险品的建筑物的耐火等级、层数、占地面积、安全疏散和防火间距，应符合国家有关规定”，需满足**GB50016《建筑设计防火规范》**的相关规定
- 储存R32制冷剂的仓库要按**乙类仓库**设计

■ 贮存安排及贮存量限制：

- 不得在露天的建筑物中贮存；
- 不准和其他类物品同贮，必须**单独隔离限量贮存**
- 仓库不准建在城镇，还应与周围建筑、交通于道、输电线路保持一定安全距离
- 盛装气体的容器，必须有压力表、安全阀、紧急切断装置，并定期检查，不得超装

贮存类别 \ 贮存要求	露天贮存	隔离贮存	隔开贮存	分离贮存
平均单位面积贮存量,t/m ²	1.0~1.5	0.5	0.7	0.7
单一贮存区最大贮量,t	2 000~2 400	200~300	200~300	400~600
垛距限制,m	2	0.3~0.5	0.3~0.5	0.3~0.5
通道宽度,m	4~6	1~2	1~2	5
墙距宽度,m	2	0.3~0.5	0.3~0.5	0.3~0.5
与禁忌品距离,m	10	不得同库贮存	不得同库贮存	7~10

4 储存和运输的安全要求

□ 储存过程

■ 充注可燃制冷剂的制冷空调产品储存

- 经调研，未找到针对充注可燃性制冷剂的制冷空调产品的储存相关的标准和相关文献。

产品的储存可以参照可燃性制冷剂的储存方法

4 储存和运输的安全要求

□ 产品储存过程

- 对于在使用现场充注的产品，若生产过程中不充注制冷剂，产品储存无须作特殊的安全防护。
- 工厂内充注制冷剂的产品储存
 - 对于批量化生产的产品，由于其生产的量比较大，需要设置专门的库房对产品进行储存，由于产品储存量比较大，其所充注的可燃性制冷剂总量也比较大，每一台产品均类似于一个可燃性制冷剂“容器”。因此，对于该类产品的储存，可以参照可燃性制冷剂的气瓶储存方式进行安全防护。
 - 对于订单定制式生产的产品，该类产品的生产批量一般不大，厂家一般在厂区设置临时储存区进行储存，没有设置专门的库房。对于该类储存方式，临时储存区应设置在通风良好的阴凉区，远离火种、热源，避免日光直晒、雨淋水湿，且不应长时间储存。

4 储存和运输的安全要求

□ 运输过程

■ 可燃性制冷剂气瓶的公路运输

- 可燃性制冷剂属于危险货物的管辖范畴，需要满足相应的法律法规
 - 中华人民共和国交通运输部令2016年第36号《道路危险货物运输管理规定》
 - 气瓶的要求和包装：
 - GB 12463《危险货物运输包装通用技术条件》
 - GB 190-2009《危险货物包装标志》
 - 气瓶的托运、承运、车辆和设备、运输、从业热源、劳动防护：
 - JT 617《汽车运输危险货物规则》

4 储存和运输的安全要求

□ 运输过程

法规291条特殊规定

■ 充注可燃性制冷剂产品的运输

- GB 12268-2012《危险物品名表》未给出充注可燃性制冷剂的制冷空调设备的危险货物分类和编号。该标准参照联合国《关于危险货物运输的建议书 规章范本》(第16修订版)

Recommendations on the

TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS

Model Regulations

Volume I

Twentieth revised edition



UNITED NATIONS

UN No.	Name and description	Class or division	Subsidiary hazard	UN packing group	Special provisions	Limited and excepted quantities		Packagings and IBCs		Portable tanks and bulk containers	
						(7a)	(7b)	(8)	(9)	Instructions	Special provisions
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7a)	(7b)	(8)	(9)	(10)	(11)
-	3.1.2	2.0	2.0	2.0.1.3	3.3	3.4	3.5	4.1.4	4.1.4	4.2.5 / 4.3.2	4.2.5
3355	INSECTICIDE GAS, TOXIC, FLAMMABLE, N.O.S.	2.3	2.1		274	0	E0	P200			
3356	OXYGEN GENERATOR, CHEMICAL†	5.1			284	0	E0	P500			
3357	NITROGLYCERIN MIXTURE, DESENSITIZED, LIQUID, N.O.S. with not more than 30% nitroglycerin, by mass	3		II	274 288	0	E0	P099			
3358	REFRIGERATING MACHINES containing flammable, non-toxic, liquefied gas	2.1			291	0	E0	P003	PP32		
3359	FUMIGATED CARGO TRANSPORT UNIT	9			302	0	E0	NONE			

最新的联合国《关于危险货物运输的建议书 规章范本》第20版修订版中，充注可燃性制冷剂的制冷空调设备的危险货物被分为2.1类易燃性气体，危险货物国际编号为3358。

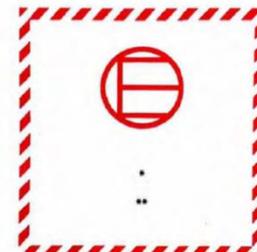
4

储存和运输的安全要求

□ 运输过程

■ 充注可燃性制冷剂产品的运输

- 联合国《关于危险货物运输的建议书 规章范本》（第20修订版），第3部分《危险货物清单，特殊规定和与有限和例外数量有关的豁免》中**特殊规定291**条款



注1：虚线和符号使用同一颜色，红或蓝，白底或适当反差颜色。
 注2：* 此处显示类别，或如果已经制定，显示项别。
 注3：** 如果包件没有在其他位置显示发货人或收货人的姓名，则在此处显示。

291 Flammable liquefied gases shall be contained within refrigerating machine components. These components shall be designed and tested to at least three times the working pressure of the machinery. The refrigerating machines shall be designed and constructed to contain the liquefied gas and preclude the risk of bursting or cracking of the pressure retaining components during normal conditions of transport. Refrigerating machines and refrigerating-machine components are considered not subject to these Regulations if they contain less than 12 kg of gas.

- 部件的**设计和测试**应至少是**机器工作压力的3倍**
- 制冷设备的设计和结构应能**容纳液化气体**，并避免在正常运输条件下含压部件**爆裂或破裂**的危险。
- 含有**少于12公斤**的制冷剂气体。
满足上述条款，可以不按照规范开展运输

- 任何车辆或容器中的最大包装数量不得超过**1000个**
- 危险货物的例外包装应该含有标签，标签的最小尺寸为**100mm×100mm**。

5

试验过程安全要求

□ 试验装置

满足GB/T 7941-2019中5.8.2条的规定

■ 用于可燃制冷剂产品的试验环境间

- 单元机产品试验过程所需的焓差法空调试验装置、热平衡试验装置，热泵热水器室外侧试验装置，风冷冷水（热泵）机组性能试验装置等

■ 机组安装于环境间内：参照GB/T 9237可燃性机房相关要求

- ✓ 设置减爆装置，例如泄爆墙或屋顶
- ✓ 环境间不能挖地沟，排水管路安装密封盖，以避免制冷剂的聚集
- ✓ 环境间内不允许安装燃烧设备，热表面温度不能大于548℃
- ✓ 设置可燃性制冷剂浓度探测仪、紧急排风以及安全警报系统
- ✓ 可能是点火源的电气设备应适应于爆炸性气体环境的应用

5

试验过程安全要求

□ 试验装置

■ 机组安装于通风壳体内

● 参照GB/T 9237中10.2.17通风壳体的相关要求

- 机组充注量大于GB/T 9237-2017中10.2.17规定的最大值时
- 安装通风壳体的房间应至少比通风壳体大十倍，并且有足够的新风量来补给排气
- 从通风壳体出来的空气应该排向室外
- 通风罩内部的负压应该为20Pa或更高，通向外部的风量应大于标准规定的最小风量，且风道流通面积上不应含有任何部件。
- 通风系统应一直运行，空气流量应被持续的监控，一旦通风量减小到低于最小通风量要求时，试验装置或压缩机应在10秒内关闭。空气流量测量应进行定期检查。
- 通风壳体内须安装可燃制冷剂浓度探测器。当通风壳体内的可燃性制冷剂浓度在达到可燃性下限（LFL）的25%之前，可燃制冷剂浓度探测器应能够响应，并及时启动通风系统。
- 考虑到制冷剂的密度，可燃制冷剂浓度探测器应被安装在通风壳体下部的位置，并依据制造商的说明书进行定期的检定

5

试验过程安全要求

□ 安全检验规程

- 使用可燃性制冷剂的单元机、热泵热水机和冷水机组在进行试验时，应按照相应的试验规程开展，以防止可燃性制冷剂泄露以及误操作带来的安全风险

- 机组搬运
- 机组存放
- 机组安装与制冷剂充注
- 机组测试
- 机组拆机
- 安装空间及冷媒浓度要求

谢谢
请各位专家指正!