

团 体 标 准

T/DJPEC 0025-2022

使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调 —低风险生产过程的技术要求

The constant temperature and humidity air conditioners using flammable refrigerants—Technical requirements for the process of producing in low risk

2022-12-16 发布

2023-01-20 实施

大连金普新区企业联合会 发布

目次

前 言.....	I
1. 范围.....	1
2. 规范性引用文件.....	1
3. 术语和定义.....	2
4. 生产场所技术要求.....	5
5. 生产过程技术要求.....	8
附录 A（资料性）典型制冷剂及其安全分类.....	11
附录 B（规范性）生产过程检漏环节操作技术基本流程.....	14

前言

本文件是依据：GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》起草的。

本文件是由大连斯频德环境设备有限公司提出。

本文件由大连金普新区企业联合会归口。

本文件起草单位：大连斯频德环境设备有限公司、大连理工大学、大连金普新区企业联合会。

本文件主要起草人：高敬璞、赵承峰、孙丹、任作丹、马荣强、张化化、任超、张庆伦、姚卉、吴曦、刘培冲、于冰、宋志宏、朱晓静、刘淼。

本文件首次发布。

全国团体标准信息平台

使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调——低风险生产过程中的技术要求

1. 范围

本文件规定了使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调，在其生产过程中涉及低风险生产的技术性要求，规定了降低可燃风险的技术措施与注意事项。

本文件适用于恒温恒湿空调的生产，且生产场所固定。

本文件适用于规范对原恒温恒湿空调生产线的改造以降低使用替代可燃制冷剂所带来的可燃风险。

本文件不适用于家用空调和汽车空调的生产。

本文件不适用于在空调用户的现场组装生产。

本文件不适用于使用了较高毒性（职业接触限定值 <400 ppm）可燃制冷剂的恒温恒湿空调。

注：在不引起混淆的情况下，本文件中的“标准化文件”简称为“文件”。

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 12014 防护服 防静电服

GB12268 危险货物品名表

GB 12358 作业场所环境气体检测报警仪 通用技术要求

GB 15930 建筑通风和排烟系统用防火阀门

GB 17914 易燃易爆性商品储存养护技术条件

GB 2894 安全标志及其使用导则

GB 3836.14 爆炸性环境 第14部分：场所分类 爆炸性气体环境

GB 4706.32 家用和类似用途电器的安全热泵、空调器和除湿机的特殊要求

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范

GB 50072 冷库设计标准

GB 50116 火灾自动报警系统设计规范

GB 50257 电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范

GB50681 机械工业厂房建筑设计规范

GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范

GB 55036 消防设置通用规范

GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级

国务院令 第591号 《危险化学品安全管理条例》

GB/T 15706 机械安全设计通则风险评估与风险减小

GB/T 17758 单元式空气调节机

GB/T 18517 制冷术语

GB/T 18836 风管送风式空调(热泵)机组

GB/T 20801.5 压力管道规范 工业管道 第5部分: 检验与试验

GB/T 25858 精密空调机组性能测试方法

GB/T 37994 混合制冷剂采样通则

GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分: 设备 通用要求

GB/T 3836.2 爆炸性环境 第2部分: 由隔爆外壳“d”保护的的设备

GB/T 3836.8 爆炸性环境 第8部分: 由“n”型保护的的设备

GB/T 3836.15 爆炸性环境 第15部分: 电气装置的涉及、选型和安装

GB/T 7778 制冷剂编号方法和安全性分类

GB/T 9237 制冷系统及热泵 安全与环境要求

JB/T 11527 制冷剂充注与回收用表阀组

JB/T 12844 制冷剂回收循环处理设备

JB/T 9065 制冷空调设备包装通用技术条件

TSG 05 工业管道安全技术监察规程—工业管道

ISO 12100 机械安全性. 设计一般原则. 风险评估和风险降低 (Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction)

ISO 14903 制冷热泵系统的组件和接头的紧密度合格性 (Refrigerating systems and heat pumps - Qualification of tightness of components and joints)

ISO 5149 制冷热泵系统的安全性与环境要求 (Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements)

ISO 817 制冷剂的命名与安全性分类 (Refrigerants - Designation and safety classification)

ANSI/ASHRAE Standard 34 制冷剂的命名与安全性分类 (Designation and safety classification of refrigerants)

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

制冷剂 Refrigerant

通过自身热力状态的变化与外界发生能量交换, 从而实现制冷目的的热量交换流体介质。制冷剂在较低的温度和压力下吸收热量, 而在较高的温度和压力释放热量。

3.2

混合制冷剂 Blend refrigerant

由两种或两种以上制冷剂所组成的混合物制冷剂。

3.3

共沸制冷剂 Azeotropicrefrigerant

由两种或两种以上组元所组成的混合制冷剂, 其液相和气相在平衡状态下具有相同的组分, 在恒定压力下具有恒定的蒸发温度。

3.4

非共沸制冷剂 Non-azeotropic refrigerant

由两种或两种以上组元所组成的混合制冷剂，其液相和气相在平衡状态下具有不同的组分，在恒定压力下蒸发温度随组分而变化。

3.5

烃 Hydrocarbon

由碳（C）和氢（H）两种元素组成的化合物。

3.6

卤代烃 Halohydrocarbon

由卤素氟、氯、溴、碘中的一种或多种元素完全或部分取代烃中的氢元素所形成的化合物。

3.7

制冷循环 Refrigeration cycle

在制冷系统中制冷剂所经历的一系列热力过程的总和，从而实现通过消耗一定的外界输入能量而将低温热源的热量转移给高温热源。

3.8

蒸气压缩式制冷循环 Vapor compression refrigeration cycle

一种闭式制冷循环，由如下四个核心过程组成：液体制冷剂的蒸发或气体制冷剂的吸热过程、气体制冷剂被压缩过程、高温高压制冷剂冷却或冷凝过程、液相制冷剂节流或气体制冷剂膨胀过程。

3.9

空调 Air Conditioner

空调，即空气调节器，是指利用人工手段，对建筑或构筑物内环境空气的温度、湿度、流速等参数进行调节和控制的设备。

3.10

恒温恒湿空调 The constant temperature and humidity air conditioner

一种环境温湿度精密调控设备，主要用于对室内环境温度、湿度波动和区域偏差都有严格要求的场合。恒温恒湿空调能同时或单独保持被调控封闭域内的温度波动 $\pm 1^{\circ}\text{C} \sim \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 和湿度波动 $\pm 5\% \sim \pm 2\%$ ，及更小波动度。

3.11

相对湿度 Relative humidity

湿空气中水蒸气分压力 and 同温度下饱和水蒸气分压力之比，以百分数表示。

3.12

可燃下限 Lower flammability limit

在 GB/T 7778 文件规定的标准测试方法下, 能够使火焰通过均质的制冷剂 and 空气混合物实现传播的最小制冷剂浓度。

3.13

燃烧反应 Combustion reaction

氧化剂与还原剂之间发生的放热反应。通常伴有火焰、发光和（或）发烟的现象。

3.14

燃烧热 Heat of combustion

标准大气压力下 1 mol 纯物质完全燃烧生成稳定的化合物时所放出的热量。

3.15

最小点火能 Minimum Ignition Energy

能够引起可燃制冷剂与氧化剂混合物发生燃烧反应的最小输入能量。

3.16

点火源 Ignition Source

可能引发可燃制冷剂与氧化剂混合物发生燃烧反应的电火花、明火、熔断金属丝、高温热表面或其他高温热源。

3.17

自动点火温度 Auto-ignition temperature

在正常大气条件下, 无需明火、火花等外部点火源, 能够引发制冷剂发生自燃反应的最低温度。

3.18

可燃制冷剂 Flammable refrigerant

根据 GB/T 7778 文件规定, 在标准测试方法与分类规则下, 因测试中能够观察到火焰传播现象而被归类为 2 类 (可燃类), 2L 类 (弱可燃类) 及 3 类 (可燃易爆类) 的制冷剂。附录 A 中给出了部分典型的可燃制冷剂及其 LFL 值和可燃性分类。

3.19

制冷剂浓度极限 Refrigerant concentration limit: RCL

根据 GB/T 7778 文件测定并且为了降低毒性、窒息和可燃性危害的风险而制定的空气中的最大制冷剂浓度。

3.20

制冷剂泄漏 Refrigerant leakage

制冷剂从存储容器或制冷装置中逸出到外界环境中。

3.21

制冷剂检漏仪 Refrigerantdetector

对预先设定的制冷剂在环境中的含量作为反应的敏感器件。

3.22

缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AIT: Auto-ignition temperature 自动点火温度

LFL: Lower flammability limit 可燃下限

MIE: Minimum Ignition Energy 最小点火能

RCL: Refrigerant concentration limit, 制冷剂浓度极限

4. 生产场所技术要求**4.1 地理位置**

4.1.1 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所应单独设置且远离民用建筑群。

4.1.2 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所不应位于建筑物的地下室或半地下室。

4.1.3 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所周围 50m 内没有易燃易爆品。

4.1.4 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所应选址于该地区的下风口而非上风口。

4.1.5 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所应距离本单位及相邻单位的行政办公楼、食堂、宿舍等人员密集区 50m 及以上。

4.1.6 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所内不应有地沟。如无法避免，应加装密封盖，并实时监测其内的制冷剂浓度。

4.1.7 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所的土壤如果过于干燥，应增加能够提供导电性能的物质以满足接地需求。相关电力装置的接地设计应符合 GB 50257 标准。

4.2 通风换气

4.2.1 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所应满足 GB 50016 中对于甲类（当所用制冷剂 LFL 小于 10%）和乙类（当所用制冷剂 LFL 不小于 10%）厂房以及国家强制标准对于相关工业生产活动中场所的通风要求。所用建筑材料及制品燃烧性能分级应符合 GB 8624 标准。

4.2.2 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所应安置主动通风设备，数量不少于 2 台。通风系统设计采用新风从上部引入、排风从下部排出的方案。排风口应贴近地面，而且应贴近制冷剂储存区域、制冷剂充注区域、检漏区域、返修区域等潜在的制冷剂泄漏概率相对较高的区域。

4.2.3 主动通风设备应与报警系统联动，一旦发生制冷剂泄漏事故警报，可自动开启运行。主动通风设备应具有现场手动启动、与自动警报系统联动启动和在控制室手动启动的功能。

4.2.4 主动通风设备应该使用防爆电机，相关电气设备及部件也应为防爆型。防爆等级不低于 GB 3836.1 中 IIA 类的要求。

4.2.5 主动通风设备的通风量允许多档位可调，但最大通风量不少于每小时换气 12 次，最小通风量宜参照 GB/T 9237 标准中关于通风的要求，实际的最小机械通风量应满足式（1）。在正常生产过程中，通风系统处于中低档位通风模式运行，但在紧急情况下，应处于最大通风量模式运行。

$$m = -\frac{10 \cdot V_r}{Q} \ln\left(1 - \frac{Q \cdot RCL}{10}\right) \dots \dots \dots (1)$$

式中：

m —所内所有部件及容器中包含的制冷剂的总量，单位为千克（kg）；

10 —场所内预期的制冷剂的最大泄漏速率，单位为千克每小时（kg/h）；

V_r —场所体积，单位为米（ m^3 ）；

Q —通风设备的排风流量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

RCL —所用制冷剂浓度极限，见 GB/T 7778 标准的规定，单位为千克每立方米（ kg/m^3 ）。

4.2.6 紧急主动通风设备宜装两套应急控制开关，生产场所内、外各一套。

4.2.7 通风换气口不应被堵塞。应设有防堵装置，并保证使用。

4.2.8 通风和排烟系统用防火阀门应符合 GB 15930 标准要求。

4.3 建筑电气消防

4.3.1 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所应满足 GB 50681 标准对于厂房及其附属建筑的基本要求，做到安全适用、技术先进、环保节能、经济合理、施工简便、维修方便。

4.3.2 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所的建筑应符合 GB 50016 中关于防火规范的要求，防火墙耐火极限不应低于 3.0h。高层厂房，耐火等级不应低于二级，建筑面积不大于 300 m^2 的独立单层厂房可采用三级耐火等级的建筑。

4.3.3 存储可燃制冷剂的仓库应独立设置位于恒温恒湿空调生产区域以外，应符合 GB 50016 中关于防火规范的要求，仓库内防火墙耐火极限不应低于 4.0h。存储养护条件应满足 GB 17914 标准中对于压缩气体和液化气体类存储品的技术要求。被列入 GB 12268 标准所述危险货物品名表中的制冷剂，相关存储、使用、处置及管理应符合国务院令 591 号《危险化学品安全管理条例》的相关要求。

4.3.4 对于恒温恒湿空调产能较大生产场所，如果可燃制冷剂使用量大，应按照国家规定增设一些减爆、泄爆装置。相关装置的使用宜参照 GB 50016 中对于甲类（当所用制冷剂 LFL 小于 10%）和乙类（当所用制冷剂 LFL 不小于 10%）厂房和库房的防爆要求执行。

4.3.5 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所内各类用电装置应为防爆型，防爆等级不低于 GB/T 3836.1 中 II A 类的要求。相关电气装置的选项与安装宜参照 GB/T 3836.15 标准执行。

4.3.6 所有电气设备与线路应保持良好连接、不应裸露、不应出现电火花。各类用电装置（含电动工具）在使用前应注意采取保护性接地或接零的措施。接地的技术要求参照 GB 50257 执行。

4.3.7 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所不应安装燃烧设备。

4.3.8 应使用灭弧插座。插座的安装位置距离地面不少于 1m。各类电缆和导线的引入与连接，应符合 GB/T 3836.2 中第 13.6 节所述要求。

4.3.9 应注意防止产生静电。工作台应为防静电工作台；充分做好设备与工具的接地；工作人员应穿着满足 GB 12014 要求的防静电服装。

4.3.10 通风系统、照明系统、警报系统的供电线路应该与生产过程各机组及用电装置的供电线路相独立。

4.4 安全标识

4.4.1 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所应设置醒目的安全标识，明确警示生产过程涉及到可燃制冷剂的使用。安全标识应参照 GB 2894 标准予以设置。

4.4.2 安全标志的设置形式，可以贴纸形式、标牌形式、标志杆形式、条幅形式、电子屏形式或上述组合形式等予以显示。如果单独采用电子屏显示，应确保电子屏具有独立的供电装置。安全标志载体应当合理布局，不对生产过程形成障碍性影响。

- 4.4.3 安全标志的警示内容,应包括禁止性部分,例如“禁止吸烟”、“禁止烟火”、“禁止带火种”、“禁止入内”、“禁止高温热表面”、“禁止违规操作”、以及其他必要的禁止性警示内容。
- 4.4.4 安全标志的警示内容,应包括警告性部分,例如“注意安全”、“当心火灾”、“当心爆炸”、“当心触电”、“当心障碍物”、“当心可燃制冷剂”、“当心压力容器”、以及其他必要的警告性警示内容。
- 4.4.5 安全标志的警示内容,应包括提示性部分,例如“可燃制冷剂使用”、“未经培训禁止上岗”、“提高安全防护意识”、“紧急出口”、以及其他必要的提示性警示内容。
- 4.4.6 安全标志的警示内容,应包括指令性部分,例如“必须按规程操作”、“必须着防静电工装”、“必须接地”、以及其他必要的指令性警示内容。

4.5 泄漏警报

- 4.5.1 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所应安装制冷剂泄漏警报系统。警报系统主要由制冷剂浓度检测仪表或元器件、信号传递与处理器件、以及声光报警器装置等组成。警报系统应具有指示不同风险等级的能力。
- 4.5.2 制冷剂浓度检测仪表或元器件应根据实际向空调中所充注的制冷剂而定,通常宜“专表专用”,即如果恒温恒湿空调使用 R32 制冷剂,则应使用 R32 浓度检测仪表,使用其他可燃制冷剂同理。
- 4.5.3 制冷剂浓度检测仪表或元器件的执行技术标准不低于 GB12358 标准的要求。
- 4.5.4 制冷剂浓度检测仪表或元器件应该由具有资质的专业人员安装,并定期维护。
- 4.5.5 制冷剂浓度检测仪表或元器件的安装位置应同时兼顾到以下两点:
如果所使用的制冷剂密度大于空气,检测仪表或元器件的安装位置应靠近地面,离地高度不超过 20cm。如果所使用的制冷剂密度小于空气,检测仪表或元器件的安装位置应靠近顶棚,距离顶高度不超过 20cm。
制冷剂浓度检测仪表或元器件的安装位置应靠近真实的和潜在的泄漏制冷剂富集区,而且距离制冷剂储罐和充注完制冷剂的空调 20cm 以内应该布置检测仪表或元器件。
- 4.5.6 制冷剂浓度检测仪表或元器件的安装个数视探测能力范围、生产场地空间大小以及工艺流程布局实际而定。每个涉及制冷剂存储和使用的区域或独立空间都应安装至少一套浓度检测仪表或元器件,不应存在可燃制冷剂浓度检测盲区。
- 4.5.7 制冷剂浓度检测仪表或元器件应保持稳定连续工作,且应满足防爆要求。防爆等级不应低于 GB/T 3836.1 中 IIA 级要求,安装操作宜参照 GB/T 3836.15 标准执行。
- 4.5.8 制冷剂浓度检测值与系统警报触发值之间存在强制技术要求。警报触发值不能大于制冷剂可燃下限值的四分之一。
- 4.5.9 制冷剂泄漏报警系统应与主动通风换气设备联动,一旦发生制冷剂泄漏事故警报,通风换气设备应自动开启运行,且处于最大通风量模式运行。
- 4.5.10 制冷剂泄漏报警系统应与制冷剂充注入口阀门联动,在发生制冷剂泄漏事故警报时,该阀门能够自动关闭,阻断制冷剂储罐与空调机组之间的连接。
- 4.5.11 火灾自动报警系统应设计规范,符合 GB 50116 标准。

4.6 紧急情况

- 4.6.1 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所应提供固定式或便携式应急灯,当正常照明系统发生故障时,用于紧急控制操作以及人员疏散。
- 4.6.2 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所应设置紧急逃生通道,用于紧急情况下人员的安全撤离。通道内应保持畅通无障碍,通风良好,且不能用作生产车间的日常通风或空气调节。
- 4.6.3 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所的安全出口应分散布置,且相邻 2 个安全出口最近边

缘之间的水平距离不应小于 5m。厂房内任一点至最近安全出口的直线距离应符合 GB 50016 中对于甲类（当所用制冷剂 LFL 小于 10%）和乙类（当所用制冷剂 LFL 不小于 10%）厂房的要求。

4.6.4 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所紧急通道的门应具有足够大的尺寸，在紧急情况下应该自动开启，而且即使在断电情况下也可以能内部向外手动打开。

4.6.5 生产使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的场所设置应在紧急情况下强制开启通风设备，通风量不少于每小时换气 12 次，风机不应产生电火花。

5. 生产过程技术要求

5.1 泄漏预防

5.1.1 优选材料。在材料致密性、各相一致性、强度、相容性、耐久性等方面应符合相关技术要求。

5.1.2 确保器件间连接紧密。杜绝器件尺寸匹配不良，杜绝未焊透、未熔合、夹渣、气孔、咬边、焊瘤、烧穿、未填满及裂纹等缺陷。组件和接头紧密度的合格性可参照 ISO 14903 标准执行。

5.1.3 在 GB/T 18836 标准要求的不应有明显的气泡、流痕、漏涂、底漆外漏、皱纹、损伤基础上，应该进一步确保表面涂敷层的平整度、均匀度、覆盖度以及防腐耐蚀能力。

5.1.4 恒温恒湿空调系统的基本原理多为蒸气压缩式制冷循环，应落实对恒温恒湿空调系统的打压/抽真空、保压、检漏环节的操作与复检。检漏环节操作技术基本流程（见附录 B）。抽真空装置应为防爆型、且安装止回阀。

制冷剂检漏仪的灵敏度不低于 GB/T 17758 标准要求。对于制冷量小于等于 28 kW 的恒温恒湿空调机组，灵敏度不低于 $1 \times 10^{-6} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ；制冷量大于 28 kW 的恒温恒湿空调机组，灵敏度不低于 $1 \times 10^{-5} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。对于充注了卤代烃类制冷剂的制冷空调系统，可采用高精度的卤素检漏仪来检测是否发生泄漏。部件的耐压试验应从对应的国家、行业标准、以及 GB/T 9237 所述的要求中选择并符合其规定。

恒温恒湿空调系统所用的通用性或标准化部件，其密封性应由上游制造商按照对应的国家或行业标准执行并予以保证。对于无标准可依的部件，可按照 ISO 14903 标准所述方法来确保其密封性。如果 ISO 14903 标准仍无法覆盖，可按照 GB/T 9237 中 9.4.3 所述要求执行。

5.1.5 在制冷剂储放区域、制冷剂充注区域、检漏区域、返修区域、整机存放区，布置制冷剂浓度检测仪表或元器件，浓度检测仪表的具体技术要求（见 5.1.4）。

5.1.6 在达到 JB/T 9065 标准中要求的制冷空调设备包装通用技术条件基础上，进一步完善产品包装设计，满足国家标准与行业标准中对于含可燃性化学品货物的运输包装规定。

5.1.7 针对可燃制冷剂设计特殊安全装置。例如防拆装置。当涉及机组检修时，应返回专业网点维修，由经过培训的专业人士破坏防拆装置后，才可进行维修。

5.1.8 在使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调机组侧身外表面、铭牌上、用户说明书等处，应张贴或印刷等形式，醒目告知用户本机组使用了可燃制冷剂及其国际通用代号。安全标识应参照 GB 2894 标准设计，制冷剂国际通用代号规则参照 ANSI/ASHRAE Standard 34 标准执行。同时，应明确告知用户本机所允许的最大工作压力。

5.2 可燃浓度预防

5.2.1 制冷剂在空气中的浓度，应控制在制冷剂 LFL 值的 25% 以下。

5.2.2 严格控制制冷剂充注量。针对恒温恒湿空调的实际使用环境，按照 GB/T 9237 附录 A 中列出的对应制冷剂最大允许充注量限定要求执行。应不超过最大允许充注量限定值。

5.2.3 制冷剂储存场所应与恒温恒湿空调的生产场所分隔。制冷储存容器应满足国家标准中对压力容器的各项强制要求。宜使用专用的制冷剂输送系统，将制冷剂从储存场所输送到制冷剂充注机器，并进而

充注进入恒温恒湿空调中。

制冷剂输送系统所用泵、阀及管路应具有足够的强度和密封性。制冷剂输送管道的走线应该避开任何已知及潜在的点火源。制冷系统管道压力试验和泄漏试验压力应符合设计文件的要求及国家现行标准，可参考 TSG 05 标准和 GB/T20801.5 标准中关于工业管道及耐压性检验的规范要求。制冷剂输送管道上应该布置压力计和阀门。压力计、自动阀应与警报系统联动；此外，还应装有止回阀以及手动阀，在紧急情况下，切断制冷剂输送。

5.2.4 对于储存期较长的混合制冷剂，使用前，应采样检测其成分。采样方法可以参考 GB/T 37994 标准。所述储存期较长，对于共沸制冷剂，存储期 48 个月及以上；对于非共沸制冷剂存储期 12 个月及以上。

5.2.5 如果制冷剂储存量大，宜采用多个小储罐分别储存而非使用一个大储罐集中储存。

5.2.6 用于储存液体制冷剂的压力容器，应能与其他系统或部件间形成有效隔断，而且应安装泄压器件以进行超压保护。

5.2.7 制冷剂充注与检修过程中，应确保通风系统、警报系统按设计工况运行。

5.2.8 根据 GB/T 9237 标准要求，正常情况下，不应将制冷剂直接释放到环境中。涉及到制冷剂外排时，应使用专门的制冷剂回收处理设备回收。技术指标宜参照 JB / T 12844 标准和 JB/T 11527 标准执行，防爆等级参照 GB/T 3836.1 标准执行。

5.2.9 制冷系统检漏、制冷剂充注及回收、空调系统检修操作，应由受过培训的专业人员按技术规范操作。

5.3 点火源预防

5.3.1 在使用可燃制冷剂的恒温恒湿空调的生产过程中涉及到制冷剂的环节，严禁任何点火源靠近。潜在的点火源包括了明火、电火花、电弧、熔断金属丝、静电、电气打火、高温热表面或其他高温热源。严禁任何人员携带打火机、火柴等烟火器具进入生产区域。

5.3.2 恒温恒湿空调生产区域不应有任何未经消防管理部门明确许可的明火、火花、静电、高温热表面及其他高温热源存在。所述高温热表面及其他高温热源的温度应至少比所使用制冷剂的自动点火温度 AIT 低 100℃。用电设备的电气回路中的电弧或电火花的最大可能的能量应不超过所使用制冷剂的最小点火能 MIE 的 75%。

5.3.3 恒温恒湿空调生产区域应采用防爆型用电设备，且防爆等级不低于 GB/T 3836.1 中 II A 类的要求。而且应符合 GB/T 3836.8 标准中对产生电弧、火花和热表面的由“n”型保护的用电设备的进一步要求。当 GB/T 3836.8 标准与 GB/T 3836.1 标准的要求有冲突时，GB/T 3836.8 的要求优先。用电设备应位于通风良好的区域，所述通风良好指通过自然或强制通风，使得该区域的制冷剂浓度始终不大于制冷剂 LFL 值 25%。真空泵、制冷剂充注机器、制冷回收机器、制冷剂泵送机器等用电设备应由在其实际工作区域以外的控制器控制开、关。各用电设备使用前应参照 GB 50257 标准采取保护性接地或接零的措施，使用后应及时规范收回。

5.3.4 对制冷剂储存区域、制冷剂充注区域、检漏区域、返修区域、以及整机存放区域等高可燃风险区域应强化安全管理与应对措施。其他高可燃风险区可由负责生产工艺加工、掌握工作介质性能、负责设备和工艺性能的专业人员会同负责安全、电气专业的工程技术人员合作确定。对高可燃风险区域点火源的预防、检查、管控宜落实到生产作业指导书。

5.3.5 工作人员进入高可燃风险区域之前，应通过静电释放装置释放掉身上的静电。在高可燃风险区域内操作，应着防静电服饰、使用防静电工具，并做好接地。

5.3.6 电器插接、焊接操作应远离上述高可燃风险区域，同时确保通风流畅。焊接过程除了应遵守规范操作，还应时刻检测焊接区域的制冷剂浓度，并与警报系统联动。

5.3.7 在恒温恒湿空调系统制冷剂充注完毕后进行的封口操作，不应使用明火焊接法。可选用连接环、

T/DJPEC 0025-2022

无火焊接等技术。

全国团体标准信息平台

附录 A
(资料性)
典型制冷剂及其安全分类

表 A.1 典型 3 类可燃易爆制冷剂

制冷剂	化学式	LFL(体积分数)	安全分类
R1150	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	3.1%	A3
R1270	$\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$	2.7%	A3
R170	CH_3CH_3	3.1%	A3
R290	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	2.1%	A3
R429A	$\text{CH}_3\text{OCH}_3/\text{CH}_3\text{CHF}_2/\text{CH}(\text{CH}_3)_3$ (60.0/10.0/30.0)	2.5%	A3
R430A	$\text{CH}_3\text{CHF}_2/\text{CH}(\text{CH}_3)_3$ (76.0/24.0)	3.2%	A3
R431A	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3/\text{CH}_3\text{CHF}_2$ (71.0/29.0)	2.2%	A3
R432A	$\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2/\text{CH}_3\text{OCH}_3$ (80.0/20.0)	2.2%	A3
R433A	$\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2/\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ (30.0/70.0)	2.0%	A3
R433B	$\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2/\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ (5.0/95.0)	1.8%	A3
R435A	$\text{CH}_3\text{OCH}_3/\text{CH}_3\text{CHF}_2$ (80.0/20.0)	3.4%	A3
R436A	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3/\text{CH}(\text{CH}_3)_3$ (56.0/44.0)	1.6%	A3
R436B	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3/\text{CH}(\text{CH}_3)_3$ (52.0/48.0)	1.6%	A3
R441A	$\text{CH}_3\text{CH}_3/\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3/\text{CH}(\text{CH}_3)_3/\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ (3.1/54.8/6.0/36.1)	1.6%	A3
R50	CH_4	5.0%	A3
R511A	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3/\text{CH}_3\text{OCH}_3$ (95.0/5.0)	2.1%	A3
R600	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	1.6%	A3
R600a	$\text{CH}(\text{CH}_3)_3$	1.8%	A3
RE170	CH_3OCH_3	3.4%	A3

表 A.2 典型 2L 类弱可燃制冷剂

制冷剂	化学式	LFL(体积分 数)	安全分类
R1234yf	$\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$	6.2%	A2L,
R1234ze (E)	trans- $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CFH}$	6.5%	A2L,
R143a	CH_3CF_3	8.2%	A2L,
R32	CH_2F_2	14.4%	A2L,
R444B	$\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CH}_3\text{CHF}_2/\text{trans-}\text{CF}_3\text{CH}=\text{CFH}$ (41.5/10.0/48.5)		A2L
R447A	$\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CHF}_2\text{CF}_3/\text{trans-}\text{CF}_3\text{CH}=\text{CFH}$ (68.0/3.5/28.5)		A2L
R447B	$\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CHF}_2\text{CF}_3/\text{trans-}\text{CF}_3\text{CH}=\text{CFH}$ (68.0/8.0/24.0)		A2L
R451A	$\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2/\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$ (89.8/10.2)		A2L
R451B	$\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2/\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$ (88.8/11.2)		A2L
R452B	$\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CHF}_2\text{CF}_3/\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$ (67.0/7.0/26.0)		A2L
R454A	$\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$ (35.0/65.0)		A2L
R454B	$\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$ (68.9/31.1)		A2L
R454C	$\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$ (21.5/78.5)		A2L
R455A	$\text{CO}_2/\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$ (3.0/21.5/75.5)		A2L
R457A	$\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2/\text{CH}_3\text{CHF}_2$ (18.0/70.0/12.0)		A2L
R457B	$\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2/\text{CH}_3\text{CHF}_2$ (35.0/55.0/10.0)	7.6%	A2L
R459A	$\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2/\text{trans-}\text{CF}_3\text{CH}=\text{CFH}$ (68.0/26.0/6.0)		A2L
R459B	$\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2/\text{trans-}\text{CF}_3\text{CH}=\text{CFH}$ (21.0/69.0/10.0)		A2L
R467A	$\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CHF}_2\text{CF}_3/\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}/\text{CH}(\text{CH}_3)_3$ (22.0/5.0/72.4/0.6)		A2L
R468A	$\text{CF}_2=\text{CH}_2/\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$ (3.5/21.5/75.0)		A2L
R468B	$\text{CF}_2=\text{CH}_2/\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$ (6.0/13.0/81.0)		A2L
R468C	$\text{CF}_2=\text{CH}_2/\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$ (6.0/42.0/52.0)		A2L
R516A	$\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2/\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}/\text{CH}_3\text{CHF}_2$ (77.5/8.5/14.0)		A2L
R717	NH_3	16.7%	B2L

表 A.3 典型 2 类可燃制冷剂

制冷剂	化学式	LFL(体积分数)	安全分类
R1130(E)	Trans-CHCl=CHCl	5.6%*	B2
R1132a	CF ₂ =CH ₂	4.7%	A2
R142b	CH ₃ CClF ₂	8.0%	A2
R152a	CH ₃ CHF ₂	4.8%	A2
R406A	CHClF ₂ /CH(CH ₃) ₃ /CH ₃ CClF ₂ (55.0/4.0/41.0)	8.2%	A2
R411A	CH ₂ CH=CH ₂ /CHClF ₂ /CH ₃ CHF ₂ (1.5/87.5/11.0)	5.5%	A2
R411B	CH ₂ CH=CH ₂ /CHClF ₂ /CH ₃ CHF ₂ (3.0/94.0/3.0)	7.0%	A2
R413A	CF ₃ CF ₂ CF ₃ /CF ₃ CH ₂ F/CH(CH ₃) ₃ (9.0/88.0/3.0)	8.8%	A2
R415A	CHClF ₂ /CH ₃ CHF ₂ (82.0/18.0)	5.6%	A2
R415B	CHClF ₂ /CH ₃ CHF ₂ (25.0/75.0)	4.7%	A2
R418A	CH ₃ CH ₂ CH ₃ /CHClF ₂ /CH ₃ CHF ₂ (1.5/96.0/2.5)	8.9%	A2
R419A	CHF ₂ CF ₃ /CF ₃ CH ₂ F /E170 (77.0/19.0/4.0)	6.0%	A2
R439A	CH ₂ F ₂ /CHF ₂ CF ₃ /CH(CH ₃) ₃ (50.0/47.0/3.0)	10.4%	A2
R440A	CH ₃ CH ₂ CH ₃ /CF ₃ CH ₂ F/CH ₃ CHF ₂ (0.6/1.6/97.8)	4.6%	A2
R512A	CF ₃ CH ₂ F/CH ₃ CHF ₂ (5.0/95.0)	4.5%	A2

该物质的 LFL 数据参考自 The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)

附录 B
(规范性)
生产过程检漏环节操作技术基本流程

