

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

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
制冷系统及热泵 安全与环境要求
GB/T 9237—2017

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2018年1月第一版

*

书号: 155066 · 1-59420

版权专有 侵权必究

目 次

前言	V
引言	VII
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 缩略语	11
5 分类	11
5.1 使用空间的分类	11
5.2 制冷系统的分类	12
5.3 制冷系统安装场所的分类	16
5.4 制冷剂的分类	17
6 使用空间的制冷剂量	17
7 空间体积计算	17
8 传热流体	17
8.1 概述	17
8.2 摄入	17
8.3 水和土壤污染	17
8.4 人员暴露(毒性)	18
8.5 压力	18
8.6 标记	18
8.7 凝固点	18
8.8 分解温度	18
8.9 闪点	18
8.10 自燃温度	18
8.11 热膨胀	18
8.12 腐蚀保护	18
9 各部件及管路要求	18
9.1 一般要求	18
9.2 特定部件的具体要求	20
9.3 材料	20
9.4 试验	21
9.5 标记与文件编制	23
10 装配要求	24
10.1 概述	24
10.2 设计与结构	24
10.3 试验	40

- 10.4 标记和文件编制 43
- 11 制冷设备的安装场所 46
 - 11.1 概述 46
 - 11.2 制冷设备安装在露天 46
 - 11.3 制冷设备安装在机房中 46
 - 11.4 制冷设备安装在使用空间 46
 - 11.5 制冷设备安装在非使用区内的非指定机房中 46
 - 11.6 制冷设备安装在使用空间里有通风的密闭空间 46
 - 11.7 管道或管道井 46
- 12 机房 46
 - 12.1 机房和专用机房的使用 46
 - 12.2 机房通风 47
 - 12.3 燃烧设备和空气压缩机 47
 - 12.4 明火 47
 - 12.5 贮存 47
 - 12.6 远程紧急开关 47
 - 12.7 机房外部开口 47
 - 12.8 管道和风道 47
 - 12.9 正常照明 47
 - 12.10 应急灯 48
 - 12.11 尺寸和可接近性 48
 - 12.12 门、墙和通道 48
 - 12.13 通风 48
 - 12.14 易燃制冷剂机房(A2L、A2、B2L、B2、B3 和 A3 类别) 49
- 13 附加规定要求 50
 - 13.1 概述 50
 - 13.2 使用空间 50
 - 13.3 通风 50
 - 13.4 安全截止阀 51
- 14 电气装置 52
 - 14.1 一般要求 52
 - 14.2 主电源 52
 - 14.3 制冷系统含 2 L 类可燃性制冷剂的机房电气设备 52
- 15 安全警报器 52
 - 15.1 概述 52
 - 15.2 警报系统的电源 52
 - 15.3 警报系统报警 52
 - 15.4 充注量大于 4 500 kg 的氨制冷警报系统的附加要求 53
- 16 制冷剂探测器 53
 - 16.1 概述 53
 - 16.2 制冷剂探测器位置 53

16.3	制冷剂检测仪作用	53
16.4	制冷剂检测仪的种类和性能	53
16.5	安装	54
17	指导手册、警示和检查	54
17.1	指导手册	54
17.2	警示	54
17.3	现场检查	54
17.4	现场维护	55
18	安装场所的热源和暂时高温	55
19	运行、维护、检修与回收	55
19.1	一般要求	55
19.2	维护和检修	56
19.3	回收、再用和处置的要求	58
附录 A (规范性附录)	制冷系统的安装场所及充注量	64
附录 B (规范性附录)	制冷剂安全分类和相关信息	71
附录 C (资料性附录)	制冷系统的潜在危害	80
附录 D (资料性附录)	英语、法语和汉语的名词术语	81
附录 E (资料性附录)	制冷系统的外观检查项目	85
附录 F (规范性附录)	氨制冷系统及热泵的附加要求	86
附录 G (资料性附录)	组件类别的规定	87
附录 H (规范性附录)	内在安全测试要求	92
附录 I (资料性附录)	制冷系统泄压装置的布置实例	94
附录 J (规范性附录)	排气管允许的等效长度	97
附录 K (资料性附录)	应力腐蚀裂纹	99
附录 L (规范性附录)	制冷系统的排油	101
附录 M (资料性附录)	可循环再生制冷剂的指导规范(要素)	102
附录 N (资料性附录)	制冷剂的使用与贮存	103
附录 O (资料性附录)	在用检查	106
附录 P (资料性附录)	腐蚀检测	108
附录 Q (资料性附录)	本标准与 ISO 5149:2014 的技术性差异及其原因	109
附录 R (资料性附录)	本标准与 ISO 5149:2014 相比的结构变化情况	111
	参考文献	114

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB 9237—2001《制冷和供热用机械制冷系统 安全要求》，与 GB 9237—2001 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 调整了制冷系统的“使用类别”，并改称“使用空间的分类”，由原先的 A~E 五种使用类别调整为 a、b、c 三种使用空间；
- 调整了制冷系统的分类；
- 增加了制冷系统安装场所的分类；
- 修改了制冷剂的分类，直接采用 GB/T 7778—2017 的分类方法；
- 新增了可进入使用空间制冷剂量的要求以及空间体积的计算；
- 新增了与传热流体有关的要求；
- 修改了 2001 年版“设备的设计和制造”要求；
- 新增了对制冷设备安装场所的要求；
- 修改了 2001 年版“使用要求”；
- 修改了 2001 年版“运行”要求，新增了维护、检修与回收方面的要求；
- 删除了 2001 年版附录 A，并修改为新的内容《制冷系统的安装场所及充注量》，明确了对可燃制冷剂的使用限制；
- 修改、完善了附录 B，新增了制冷剂安全分类的相关信息；
- 新增了附录 C~附录 R。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 5149-1~5149-4:2014《制冷系统及热泵 安全与环境要求》四个部分。

本标准与 ISO 5149:2014 相比在结构上有较多调整。附录 R 中列出了本标准与 ISO 5149:2014 的章条编号对照一览表。

本标准与 ISO 5149:2014 相比存在技术性差异。附录 Q 中给出了相应技术性差异及其原因的一览表。

本标准还做了下列编辑性修改：

- 在 10.2.3.2 中删除了举例供参考的国外法兰标准，并修改为参考我国化工行业标准；
- 在 10.2.3.3 和 10.2.3.8 的注中删除了举例供参考的国外铜管标准，并修改为参考我国的国家标准 GB/T 17791；
- 修改了附录 A 的名称，由“制冷系统的安装场所”调整为“制冷系统的安装场所及充注量”；
- 删除了附录 J 中采用英制单位的公式，仅保留国际单位制的公式。

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。

本标准负责起草单位：合肥通用机械研究院、中国制冷空调工业协会、天津大学、大金(中国)投资有限公司、特灵空调系统(中国)有限公司、江森自控楼宇设备科技(无锡)有限公司、青岛海信日立空调系统有限公司、青岛海尔空调电子有限公司、广东美的暖通设备有限公司、南京天加空调设备有限公司、广东芬尼克兹节能设备有限公司。

本标准参加起草单位：丹佛斯(天津)有限公司、昆山台佳机电有限公司、重庆通用工业(集团)有限

责任公司、浙江三花制冷集团有限公司、浙江盾安人工环境股份有限公司、上海三菱电机·上菱空调机电器有限公司、深圳麦克维尔空调有限公司、珠海格力电器股份有限公司、霍尼韦尔(中国)有限公司、大金机电设备(苏州)有限公司、麦克维尔空调制冷(武汉)有限公司。

本标准主要起草人:张明圣、马金平、吴俊峰、马一太、张建强、余中海、胡祥华、陈敬良、张文强、国德防、伍光辉、杨亚华、刘远辉、安金改、何辉、黄睿、陈雨忠、蔡培裕、卢云、周威、陈进、曹霞、刘文元、卓佩军、张维加。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB 9237—1988、GB 9237—2001。

引 言

氯氟烃(CFC)问题加速了工业生产要引入替代制冷剂。市场上新型制冷剂和混合物的出现以及全新安全等级的引入都促进了本标准的修订。

本标准的目的是促进制冷系统的安全设计、建造、处置、安装和运行。本标准直接关系到制冷系统所在场所及其附近区域的生命和财产安全。它包括整个制造系统的规范。

本标准用来减少制冷系统或制冷剂对生命、财产和环境的危害。这些危害与制冷剂的物理、化学特性及制冷循环的温度、压力密切相关(参见附录 C)。

要注意常见的对压缩系统造成危害的现象,例如高温排气、液击、误操作,以及因锈蚀、腐蚀、热应力、疲劳应力、液锤、振动等导致的机械强度的减弱。

其中锈蚀需要特别考虑制冷系统的由于交替结霜、除霜或覆盖保温材料导致的特殊情况。

除了 R717 外,通常使用的制冷剂都比空气重,应通过合理布置通风口和排气口来防止制冷剂蒸气的聚集。所有的机房都要求安装由缺氧警报器或制冷剂警报器控制的机械通风设备。

制冷系统及热泵 安全与环境要求

1 范围

本标准规定了与制冷系统及热泵有关的人身和财产安全要求以及环境保护要求,建立了制冷系统的操作、维护、检修以及制冷剂回收的程序。

本标准规定了制冷系统及热泵的分类、选择原则和制冷剂充注量限值。

本标准还规定了制冷系统设计、建造和安装的要求(包括与之直接连接的管路、部件、材料和辅助设备),以及有关试验、调试、标记和文件编制方面的要求。除了与制冷系统有关的安全装置外,二次传热回路的要求未包含在本标准内。

本标准同时规定了与安装场所相关的安全要求,这些要求可能是出于制冷系统及其辅助部件的需要,但不一定是直接相关。

本标准规定的安全与环境方面的要求,还涉及到制冷系统的运行、维护和检修以及各种制冷剂、制冷剂油、传热流体、制冷系统及其部件的回收、再用和处置等。

本标准适用于:

- a) 所有大小的固定式或移动式制冷系统,包括热泵;
 - b) 二次冷却或加热系统;
 - c) 制冷系统的安装场所;
 - d) 采用本标准后被替换后的部分或增加的零部件,若其功能和能力前后发生了变化;
 - e) 新的制冷系统、原有系统的改进型、变型系统、更换制冷剂的系统以及改变使用地点的旧系统。
- 本标准不适用于汽车空调系统,也不适用于为防止变质和污染而储存的货物。

本标准的 19.1.1.1、19.1.1.2、19.1.3、19.2.1.1~19.2.1.4、19.2.2、19.2.3.1、19.2.3.3 和 19.3.6 不适用于工厂封装的、配有电源线且符合 GB 4706 系列标准的单元式系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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/T 567.2 爆破片安全装置 第 2 部分:应用、选择与安装

GB/T 1047 管道元件 DN(公称尺寸)的定义和选用(GB/T 1047—2005, ISO 6708:1995, MOD)

GB/T 2894—2008 安全标志及其使用导则

GB 3836.8 爆炸性环境 第 8 部分:由“n”型保护的设备(GB 3836.8—2014, IEC 60079-15:2010, MOD)

GB 3836.15 爆炸性气体环境用电气设备 第 15 部分:危险场所电气安装(煤矿除外)(GB 3836.15—2000, eqv IEC 60079-14:1996)

GB 4706.13 家用和类似用途电器的安全 制冷器具、冰淇淋机和制冰机的特殊要求(GB 4706.13—2014, IEC 60335-2-24:2012, IDT)

GB 4706.17 家用和类似用途电器的安全 电动机-压缩机的特殊要求(GB 4706.17—2010, IEC 60335-2-34:2009, IDT)

GB/T 9237—2017

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 4706.32—2012, IEC 60335-2-40:2005, IDT)

GB 4706.92 家用和类似用途电器的安全 从空调和制冷设备中回收制冷剂的器具的特殊要求(GB 4706.92—2008, IEC 60335-2-104:2004, IDT)

GB 4706.102 家用和类似用途电器的安全 带嵌装或远置式制冷剂冷凝装置或压缩机的商用制冷器具的特殊要求(GB 4706.102—2010, IEC 60335-2-89:2007, IDT)

GB 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件(GB 5226.1—2008, IEC 60204-1:2005, IDT)

GB/T 7778 制冷剂编号方法和安全性分类(GB/T 7778—2017, ISO 817:2014, MOD)

GB/T 12241 安全阀 一般要求(GB/T 12241—2005, ISO 4126-1:1991, MOD)

GB/T 14536.7 家用和类似用途电自动控制器 压力敏感电自动控制器的特殊要求,包括机械要求(GB/T 14536.7—2010, IEC 60730-2-6:2007, IDT)

GB/T 15706 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小(GB/T 15706—2012, ISO 12100:2010, IDT)

GB/T 16754 机械安全 急停 设计原则(GB/T 16754—2008, ISO 13850:2006, IDT)

GB/T 16855.1 机械安全 控制系统有关安全部件 第1部分:设计通则(GB/T 16855.1—2008, ISO 13849-1:2006, IDT)

GB/T 16895.1 低压电气装置 第1部分:基本原则、一般特性评估和定义(GB/T 16895.1—2008, IEC 60364-1:2005, IDT)

GB/T 16895.6 低压电气装置 第5-52部分:电气设备的选择和安装 布线系统(GB/T 16895.6—2014, IEC 60364-5-52:2009, IDT)

JB/T 12844 制冷剂回收循环处理设备

TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

TSG D2001 压力管道元件制造许可规则

ISO 14903 制冷系统和热泵 组件和接头紧密度的合格性(Refrigerating systems and heat pumps—Qualification of tightness of components and joints)

ISO 13971 制冷系统和热泵 软管组件、隔振器、伸缩接头和非金属管 要求和分类(Refrigeration systems and heat pumps—Flexible pipe elements, vibration isolators, expansion joints and non-metallic tubes—Requirements and classification)

3 术语和定义

GB/T 7778 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

注:附录D给出了这些名词术语的中、英、法文对照情况。

3.1

制冷系统 **refrigerating system**

3.1.1

吸收式系统 **absorption system**

制冷系统中某一制冷剂蒸发产生制冷,蒸气随后由吸收剂吸收或吸附剂吸附,制冷剂然后通过加热在较高蒸气分压下从介质中释放出来,并冷却成液体。

3.1.2

复叠式系统 **cascade system**

两个或多个独立的制冷回路,其中一个系统的冷凝器直接排热到另一个系统的蒸发器。

3.1.3

直接释放系统 direct releasable system

与使用空间有一层隔离的系统。

注1:二次冷却剂直接与被冷却或加热的空气或物体相接触(例如喷淋系统)的系统是直接释放系统。

注2:直接还是间接系统是相对于制冷剂泄漏到使用空间的可能性来进行定义的。当系统尚未应用于使用空间时,可以通过该系统的设计来区分其是直接还是间接系统。

3.1.4

间接系统 indirect system

与使用空间有不止一个层级隔离的系统。

3.1.5

双级间接系统 double indirect system

传热介质通过一个外部空间的二次热交换器来冷却或加热二次传热流体的间接系统,二次传热流体又与相关物质直接接触(例如喷淋或者类似的方法)。

3.1.6

有限充注系统 limited charge system

内部容积和制冷剂的总充注量满足以下条件的制冷系统:系统停机后制冷剂完全蒸发的情况下,系统压力不超过最大允许压力。

3.1.7

高压侧 high-pressure side

制冷系统中运行压力接近冷凝压力的部分。

3.1.8

低压侧 low-pressure side

制冷系统中运行压力接近蒸发压力的部分。

3.1.9

制冷系统(热泵) refrigerating system (heat pump)

相互连接的含制冷剂的部件结合成一个封闭的回路,制冷剂在其中循环流动,以吸收和排出热量(如供冷、供热)。

3.1.10

整体式系统 self-contained system

完全由工厂制造并位于适当的框架和/或密闭外壳内的制冷系统,完整的装配和运输,或分成若干个部分,但除了诸如分区阀等隔离阀件外,现场不连接任何含制冷剂的部件。

3.1.11

封闭式系统 sealed system

采用焊接、钎焊或类似的固定连接方式将所有含制冷剂的部件紧密连接成一体的制冷系统。

注:在至少 $0.25 \times PS$ 下进行气密性测试,制冷剂年泄漏率不超过 3 g/年 的连接,以及通过需要使用专用工具(如胶粘)来防止误操作的机械连接,均可认为是类似的固定连接。该连接可以包括带帽的阀和维护端口。

3.1.12

系统 system

作为一套机械装置或一个相互连通的网络而一起工作的部件组。

注:5.2 给出了系统的例子。

3.1.13

单元式系统 unit system

已经组装好、充灌好并可投入使用的整体式系统,在安装之前已经过测试且在安装时无需再连接任

何含有制冷剂的部件。

3.1.14

分体式系统 split system

包含一个或多个制冷剂回路的制冷系统、空调或热泵,含有一台或多台工厂生产的为使用空间供冷或供热的室内机和一台或多台工厂生产的室外机。

3.1.15

多联式系统 multisplit system

室内机数量大于一台的分体式系统。

3.2

安装 location

3.2.1

爬行空间 crawl space

通常只用于维护的空间,人不能在其中直立行走。

注:爬行空间的高度通常不超过 1 m。

3.2.2

出口 exit

外墙上的开口,有没有门均可。

3.2.3

安全通道 exit passageway

与门紧邻的通道,人员通过它离开建筑物。

3.2.4

走廊 hallway

人通行的通道。

3.2.5

机房 machinery room

用于容纳制冷系统部件、带有机械通风的封闭房间或空间,它与公共场所隔离且公众不易接近。

注:机房中可能有其他的与制冷系统安全兼容的设备来满足设计和安装的要求。

3.2.6

使用空间 occupied space

建筑物内由墙壁、地板和天花板围成的空间,在特定时期内供人员使用。

注:在使用空间附近,经过设计和建造,相对于使用空间非密闭的空间也可以认为是该使用空间的一部分。例如人造吊顶空间、爬行通道、管道、活动分区和有移动格栅的门。

3.2.7

露天空间 open air

任何非封闭型的空间,可能有也可能没有屋顶。

3.2.8

专用机房 special machinery room

仅用于容纳制冷系统部件的机房,没有燃烧设备(直燃型吸收式制冷系统机房除外),且仅供专门人员在检查、维护或检修时进入。

3.2.9

通风的密闭外壳 ventilated enclosure

含有制冷系统、空气无法向周边空间流通的密闭外壳,但其通风系统可通过风管产生从密闭外壳到露天空间的空气流通。

3.3

压力 **pressure**

3.3.1

设计压力 **design pressure**

为每个部件做强度计算时所选取的压力。

注：设计压力用来确定各部件与承压能力有关材料种类、厚度、结构。

3.3.2

密封性试验压力 **tightness test pressure**

测试系统或者其部件在受压时因密封产生的压力。

3.3.3

最大允许压力 **maximum allowable pressure; PS**

系统或部件设计的最大压力，由制造商规定。

3.3.4

强度试验压力 **strength test pressure**

用于测试制冷系统或其部件强度的压力。

3.4

制冷系统的组成 **components of refrigerating system**

3.4.1

盘管 **coil**

由管道组成的制冷系统的一部分，它们经过适当的连接之后可以作为热交换器（如冷凝器和蒸发器）。

注：连接热交换器管路的集管也是盘管的一部分。

3.4.2

压缩机 **compressor**

以机械方式提高制冷剂蒸气压力的装置。

3.4.2.1

压缩机组 **compressor unit**

一台或多台压缩机和固定配件的组合。

3.4.2.2

容积式压缩机 **positive displacement compressor**

改变压缩机内部容积来完成压缩过程的压缩机。

3.4.2.3

非容积式压缩机 **non-positive displacement compressor**

不需要改变压缩机的内部容积就可以完成压缩过程的压缩机。

3.4.2.4

开式压缩机 **open compressor**

具有驱动轴的压缩机，驱动轴可以伸入到密封制冷剂的机壳内。

3.4.3

热交换器 **heat exchanger**

用于两个互不接触的流体间进行传热的设备。

3.4.4

冷凝器 **condenser**

让制冷剂排热使制冷剂液化的热交换器。

3.4.5

冷凝机组 condensing unit

一台或多台压缩机、冷凝器或贮液器(需要时)以及固定配件的组合。

3.4.6

蒸发器 evaporator

让制冷剂从被冷却物质吸热后蒸发的热交换器。

3.4.7

压力容器 pressure vessel

制冷系统中任何含有制冷剂的部件,除了:

- 压缩机;
- 泵;
- 封闭吸收式系统的组成部件;
- 蒸发器,其每个独立部分的制冷剂体积容量不大于 15 L;
- 盘管;
- 管道及其阀门、接头和配件;
- 控制装置;
- 承压部件(包括集管),其内径或者最大截面尺寸不超过 152 mm。

3.4.8

缓冲容器 fade-out vessel

有限充注的复叠式循环系统中与低温侧相连的蒸气储存装置,其大小需足以限制机组停止运行时系统压力的上升。

注:在环境温度下,储存装置提供足够的空间用于容纳回路中所有的制冷剂蒸气,确保不超出允许的系统压力。

3.4.9

贮液器 liquid receiver

用于收集液态制冷剂的容器,通过进口管和出口管与系统固定连接。

3.4.10

内部净容积 internal net volume

由容器的内部尺寸计算所得,扣除容器内其他部件所占的容积。

3.4.11

制冷设备 refrigerating equipment

组成制冷系统的部件,例如压缩机、冷凝器、发生器、吸收器、集液器、蒸发器、平衡罐。

3.4.12

缓冲器 surge drum

储存低压低温的制冷剂的容器,包含与供液管连接的蒸发器和蒸气回路管。

3.5

管路、接头和配件 piping, joint and fitting

3.5.1

铜焊连接 brazed joint

金属部件通过合金焊接,合金通常在高于 450 °C 时融化,但要小于连接部件的熔化温度。

3.5.2

分区阀 companion (block) valve

成对的组合截止阀,它们将系统分隔成若干部分,当开启这些阀门时这几个部分被连通在一起,当关闭这些阀门后,又可将这些部分分隔开。

3.5.3

紧固连接 **compression joint**

管接头处是螺母的连接,由螺母压紧环形垫圈,从而将系统密封。

3.5.4

法兰连接 **flanged joint**

用螺栓把一对法兰端面紧固在一起的连接。

3.5.5

扩口连接 **flared joint**

金属对金属的压力接合,其中管端制成圆锥形扩展。

3.5.6

集管 **header**

与若干管道或管路相连接的制冷系统的管道或管路。

3.5.7

隔离阀 **isolating valve**

关闭后可以阻止流体在任一方向上流动的阀。

3.5.8

接头 **joint**

两部分之间可确保气密性的连接。

3.5.9

管路 **piping**

用于连接制冷系统各部件的管道(包括任何软管、波纹管或挠性管)。

3.5.10

快关阀 **quick-closing valve**

依靠重力、弹簧力、快闭球等自动关闭或关闭角度不大于 130°的关闭装置。

3.5.11

维护通道 **service duct**

包含有电气线路、制冷剂管路、水管以及其他管路的通道,或是设备进行相应维护时所需要的通道。

3.5.12

截止装置 **shut-off device**

使流体停止流动的装置。

3.5.13

锥螺纹连接 **tapered thread joint**

需要使用填充材料以防止螺旋泄漏的螺纹管连接。

3.5.14

三通阀 **three-way valve**

使一个制冷剂管路与另一个或两个制冷剂管路相连接的阀,它通常用在制冷系统进行部分维修时可免于排空整个系统的制冷剂。

3.5.15

焊接接头 **welded joint**

塑性或熔融状态的连接。

3.6

安全装置 safety device

3.6.1

爆破片 bursting disc

在预定压差下能爆裂的圆盘或薄金属片。

注:爆破片又叫破裂盘或破裂件。

3.6.2

转换装置 changeover device

由阀控制的两个安全装置,在任何时候其中一个是不工作的。

3.6.3

易熔塞 fusible plug

含有金属的器件,该金属在达到预定温度时熔化,从而释放压力。

3.6.4

液位控制器 liquid level cut out

为防止不安全液位的出现而设计的驱动装置。

3.6.5

溢流阀 overflow valve

向制冷系统的低压侧进行排放的泄压阀。

3.6.6

限压器 pressure limiter

能够自动复位的限压开关装置。

3.6.7

泄压装置 pressure relief device

用于自动排放超限压力的泄压阀或爆破片。

3.6.8

泄压阀 pressure relief valve

能自动排放超限压力的压力驱动阀,它通过弹簧或其他方式来保持关闭。

3.6.9

制冷剂检漏仪 refrigerant detector

对预先设定的制冷剂在环境中的含量作出反应的敏感器件。

3.6.10

限压用安全开关装置 safety switching device for limiting the pressure

经过型式试验的压力驱动装置,用于停止压力发生器的运行。

3.6.11

自闭阀 self-closing valve

能够自动关闭的阀门,例如通过重力、弹簧力等。

3.6.12

限温器 temperature limiting device

由温度驱动的器件,用于防止温度超限。

注:易熔塞不是限温器。

3.6.13

型式认可部件 type-approved component

依据型式认可标准,经过一个或多个样件检验的部件。

3.6.13.1

压力切断器 **type-approved pressure cut out**

需要手动复位的限压用安全开关装置。

3.6.13.2

限压器 **type-approved pressure limiter**

能够自动复位的限压用安全开关装置。

3.6.13.3

安全压力切断器 **type-approved safety pressure cut out**

需要工具协助才能手动复位的限压用安全开关装置。

3.7

流体 **fluid**

3.7.1

润滑油 **lubricant**

在制冷系统内负责润滑接触摩擦表面的流体。

3.7.2

共沸混合制冷剂 **azeotrope**

由两种或更多种制冷剂组成的,其平衡气相和液相成分在某一给定压力下相同,但在其他条件下可能不同的混合制冷剂。

[GB/T 7778—2017,定义 3.1.5]

注:见表 B.3。

3.7.3

非共沸混合制冷剂 **zeotrope**

由两种或更多种制冷剂组成的,其平衡气相和液相成分在临界压力以下的任何压力点都不同的混合制冷剂。

[GB/T 7778—2017,定义 3.1.43]

注:见表 B.2。

3.7.4

卤代烃 **halocarbon**

由卤素(氟、氯、溴或碘)和碳元素组成的化合物,有时候也含氢。

3.7.5

烃 **hydrocarbon**

由氢和碳元素组成的化合物。

3.7.6

传热流体 **heat-transfer fluid**

用于传送热量的流体(例如盐水、水或者空气)。

3.7.7

自燃温度 **auto-ignition temperature**

在正常大气条件下,在无需火焰、火花等任何外部点火源的情况下,物质发生化学自燃的最低温度。

3.7.8

室外空气 **outside air**

来自建筑物外面的空气。

3.7.9

制冷剂 **refrigerant**

制冷系统中用于热传导的流体,它在流体低温和低压时吸收热量,而在流体高温和高压时释放热

量,通常涉及流体的相变。

[GB/T 7778—2017,定义 3.1.35]

注:GB/T 7778 中列出了各种制冷剂。

3.7.10

制冷剂种类 refrigerant type

用于化合物或混合物的特定的命名。

注:GB/T 7778 中给出了命名。

3.7.11

毒性 toxicity

制冷剂或传热流体所具有的有害的或者致命的性质,以及通过接触、吸入、摄入等急性或慢性侵害影响人员逃离危险能力的性质。

注:无损健康,只是产生暂时的不适,不算是有害。

3.7.12

可燃性 flammability

制冷剂或传热流体通过点火源传播火焰的能力。

3.7.13

实用极限 practical limit

通过简化计算,确定某一空间中制冷剂的最高浓度。

注:制冷剂浓度极限(RCL)是由毒性或可燃性测试确定,但实用极限是来源于 RCL 或经验判断的充注量限值。

3.8

传热回路 heat transfer circuit

3.8.1

传热回路 heat-transfer circuit

回路至少由两个换热器和连接的管路组成。

3.9

制冷剂的处置 refrigerant disposal

3.9.1

处置 disposal

通常为了废弃或销毁某物品而进行的处理或者转移。

3.9.2

再生 reclaim

将已经使用过的制冷剂进行处理以符合新品的技术要求。

3.9.3

回收 recover

在任何条件下从系统中抽出制冷剂,并把它贮存在一个外部容器内。

3.9.4

再循环 recycle

通过分离油、去除非冷凝物以及采用装置来去除水分、酸度和颗粒物,以减少用过的制冷剂中的杂质。

注:装置可包括过滤器、干燥器。

3.9.5

再用 reuse

使用(充注)未经除杂质处理的回收制冷剂。

3.10

其他 **miscellaneous**

3.10.1

工厂制造 **factory made**

在质量保证体系的控制下,在专用的生产地点进行制造。

3.10.2

稀释通风口 **dilution transfer opening**

泄漏的制冷剂由于密度差、稀释、对流或通风的作用而流入临近的房间或走廊的开口。

3.10.3

额外通风量限值 **quantity limit with additional ventilation; QLAV**

若总充注量全泄漏到使用空间,则会产生一个相当于缺氧极限(ODL)的制冷剂浓度的制冷剂充注量。

注:A.5 用额外通风量限值(QLAV)评估风险,在使用空间里的系统,15 min 内驱散泄漏的制冷剂所需的通风量。

3.10.4

最小通风量限值 **quantity limit with minimum ventilation; QLMV**

相当于非密封房间中等严重的泄漏所致的 RCL 浓度的制冷剂充注量。

注:A.5 用额外通风量限值(QLAV)评估风险,在非地下室使用空间里的系统,15 min 内驱散泄漏的制冷剂,所需的通风量。假设开口大小为 $0.003\ 2\ \text{m}^2$ 和泄漏率为 $2.78\ \text{g/s}$ 。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

A/C:空调系统(Air Conditioning Systems)

ATEL:急性毒性暴露限值(Acute Toxicity Exposure Limit)

GWP:全球变暖潜值(Global Warming Potential)

HTF:传热流体(Heat-Transfer Fluid)

ITH:综合时间范围(Integration Time Horizon)

LFL:可燃性下限(Lower Flammability Limit)

MSDS:材料安全数据表(Material Safety Data Sheet)

ODL:缺氧极限(Oxygen Deprivation Limit)

ODP:臭氧消耗潜值(Oxygen Deprivation Potential)

PS:最大允许压力(Maximum Allowable Pressure)

QLAV:额外通风量限值(Quantity Limit with Additional Ventilation)

QLMV:最小通风量限值(Quantity Limit with Minimum Ventilation)

RCL:制冷剂浓度极限(Refrigerant Concentration Limit)

5 分类

5.1 使用空间的分类

本标准采用以下的使用空间分类,见表 1。

除了 12.1 规定的情况外,机房不应被视为使用空间。

表 1 使用空间的分类

种类	一般特点	举例 ^a
共用区域 a	建筑物或作为建筑物一部分的房间 ——提供睡眠设施 ——人员活动范围有所限制 ——不控制进入的人数,或 ——任何人进出无需了解相关的安全防护措施	医院、法庭、监狱、剧院、超市、学校、讲厅、公共交通的车站、旅馆、公寓、餐厅
监管区域 b	建筑物或作为建筑物一部分的房间,可以提供给有限数量的人聚集,其中的一部分人应对一般安全防护措施有所了解	商业或专业办公室,实验室,一般性制造场所,人员工作场所
授权区域 c	建筑物或作为建筑物一部分的房间,只有经过授权的人员可以进出,这些人员了解一般和特殊的安全防护措施;也可以是提供制造、加工、储存材料或产品的地方	制造工厂,例如化工厂、食品厂、饮料厂、造冰场、冰淇淋厂、精炼厂、冷库、乳制品厂、屠宰场以及超市里的非公共区域
^a 表中所举实例不是全部。		
注:也可按照国家的规定对区域进行分类。		

5.2 制冷系统的分类

5.2.1 概述

制冷系统的分类是根据:

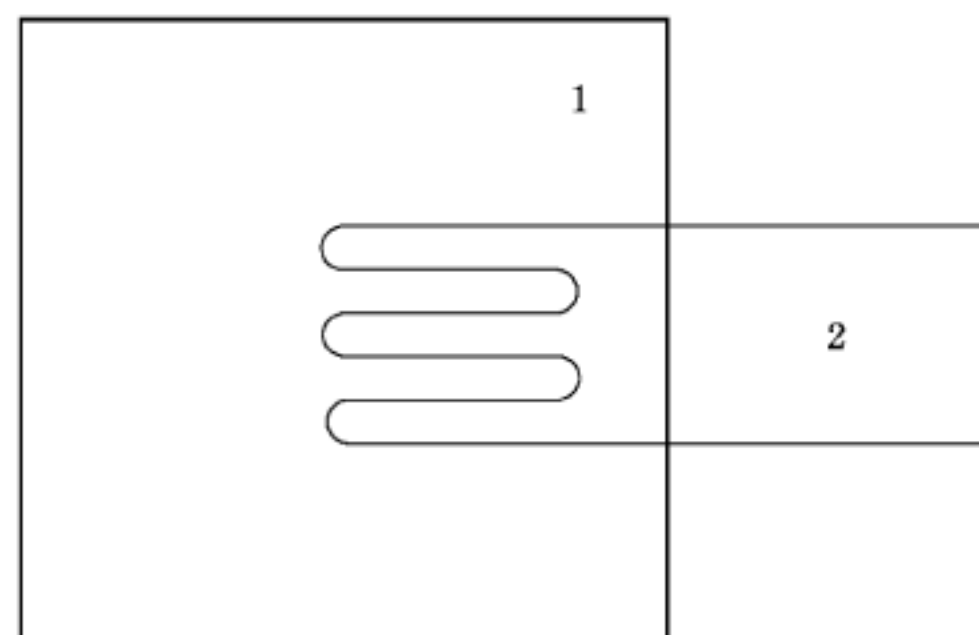
- 从空气中提取热量的方法(供冷);
- 将热量释放到空气中的方法(供热);
- 需要处理的物质,或者
- 泄漏到使用空间的制冷剂。

5.2.2 直接释放系统

5.2.2.1 直接系统

如果制冷剂回路发生的任一破裂都会导致制冷剂被直接释放到使用空间,则无论制冷剂回路被安装在何处(见图 1),该直接系统均应被归类为直接释放系统。

直接系统被认为是安装在 I 类(见 5.3.5)或 II 类(见 5.3.4)安装场所。



说明:

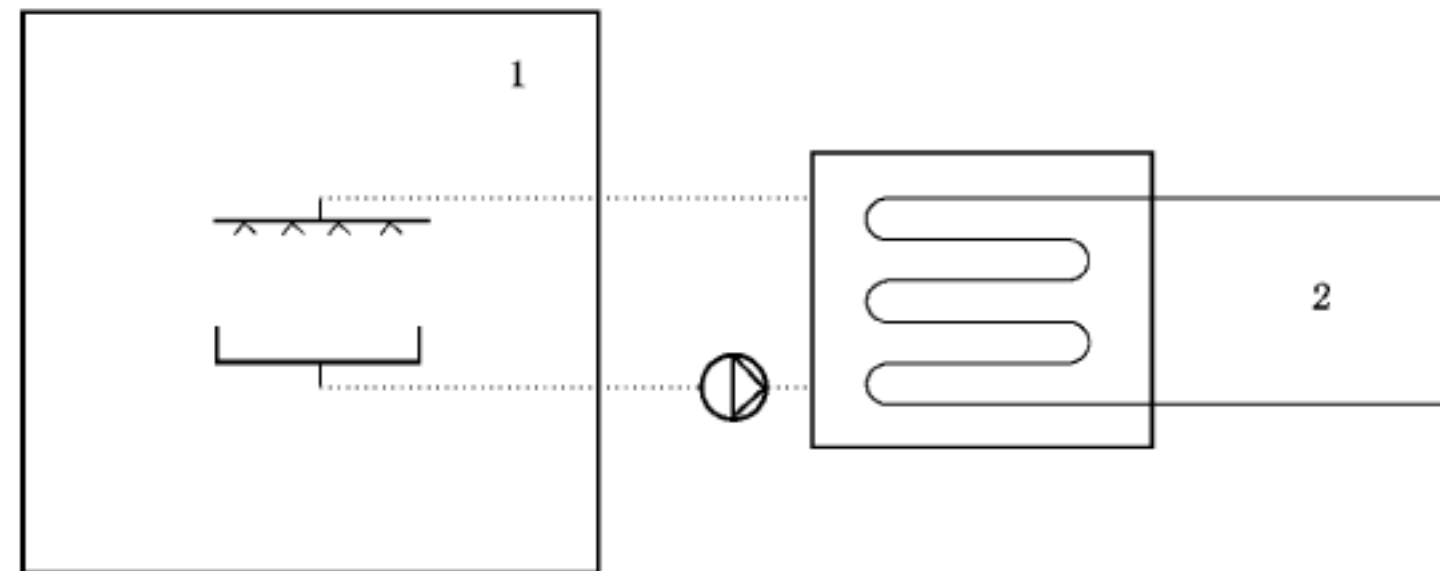
- 1——使用空间;
- 2——含制冷剂的部件。

图 1 直接系统

5.2.2.2 开式喷淋系统

如果传热介质与含制冷剂的部件直接接触换热,换热后传热介质通过间接回路进入并直接接触使用空间(见图 2),那么该开放式喷淋系统应被归类为直接释放系统。

开式喷淋系统被认为是安装在 I 类(见 5.3.5)或 II 类(见 5.3.4)安装场所。



说明:

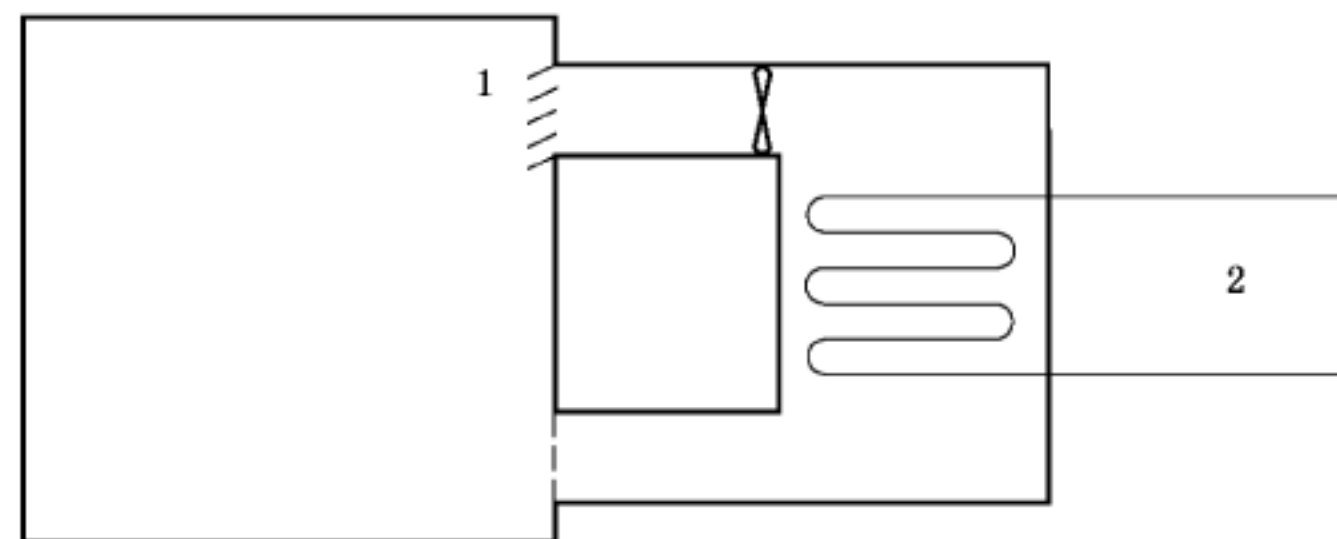
- 1——使用空间;
- 2——含制冷剂的部件;
- ...——传热介质。

图 2 开式喷淋系统

5.2.2.3 直接风道系统

如果被处理的空气与含制冷剂的部件直接接触换热,换热后空气被直接送入使用空间(见图 3),那么该直接风道系统应被归类为直接释放系统。

直接风道系统被认为是安装在 I 类(见 5.3.5)或 II 类(见 5.3.4)安装场所。



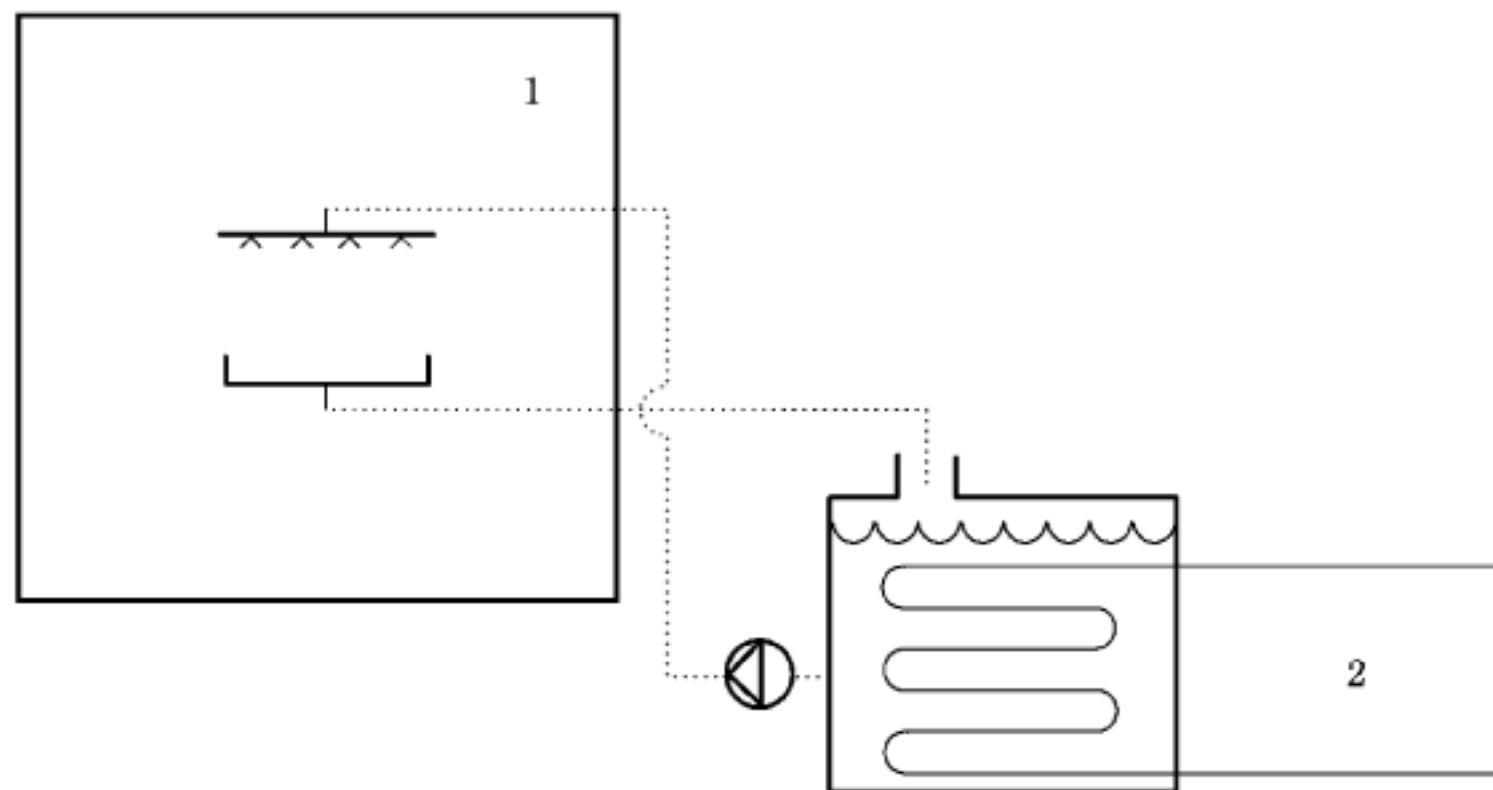
说明:

- 1——使用空间;
- 2——含制冷剂的部件。

图 3 直接风道系统

5.2.2.4 有通风的开式喷淋系统

如果传热介质与含制冷剂的部件直接接触换热,间接回路直接接触使用空间(见图 4),那么这种有通风的开式喷淋系统应被归类为直接释放系统。传热介质应在使用空间外部与大气贯通,但制冷剂回路的任一破裂导致制冷剂被释放到使用空间的可能性依然存在。



说明：
 1——使用空间；
 2——含制冷剂的部件；
 …——传热介质。

图 4 有通风的开式喷淋系统

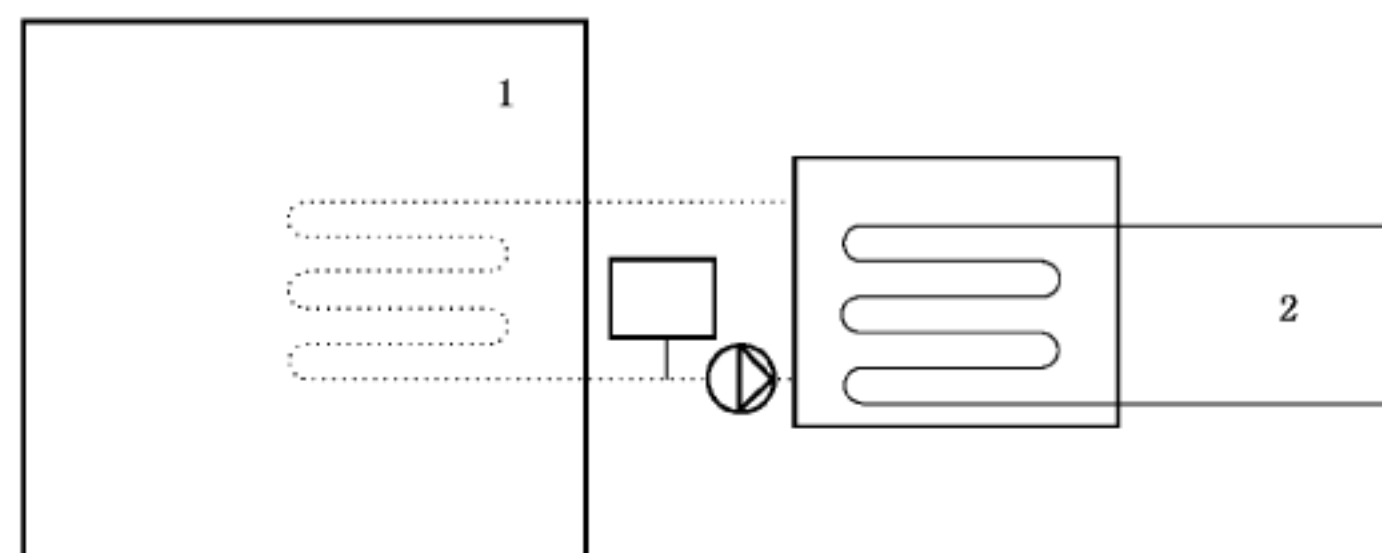
5.2.3 间接系统

5.2.3.1 间接闭式系统

如果传热介质与使用空间直接接触,在间接回路也泄漏或排气的条件下(见图 5),制冷剂泄漏到间接回路后能进入到使用空间,那么该间接系统应被归类为间接闭式系统。

间接闭式系统被认为是安装在 I 类(见 5.3.5)或 II 类(见 5.3.4)安装场所。

注:在二次回路安装泄压阀(或泄压装置)是防止制冷剂泄漏到使用空间的合适的方法。这样的系统不算是间接闭式系统(见 5.2.3.3)。



说明：
 1——使用空间；
 2——含制冷剂的部件；
 …——传热介质。

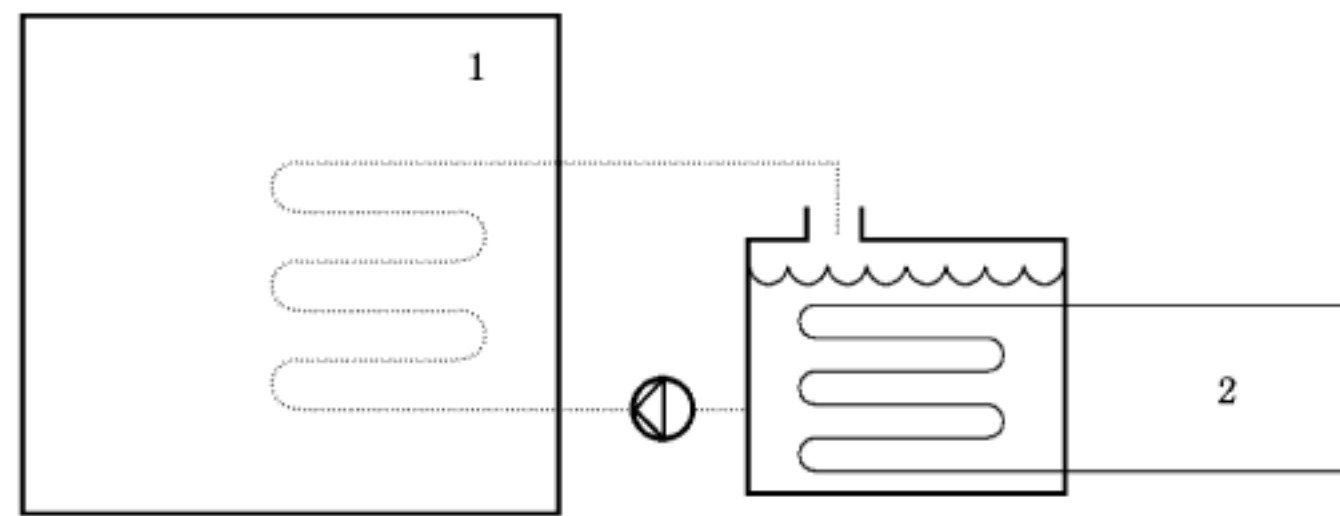
图 5 间接闭式系统

5.2.3.2 间接通风系统

如果传热介质与使用空间直接接触,而且泄漏到间接回路的制冷剂可在使用空间的外部被排放到大气(见图 6),那么该间接系统应被归类为间接通风系统。

注:通过双壁式换热器发生热量交换,可达到上述目的。

间接通风系统被认为是安装在 III 类(见 5.3.3)安装场所。



说明：

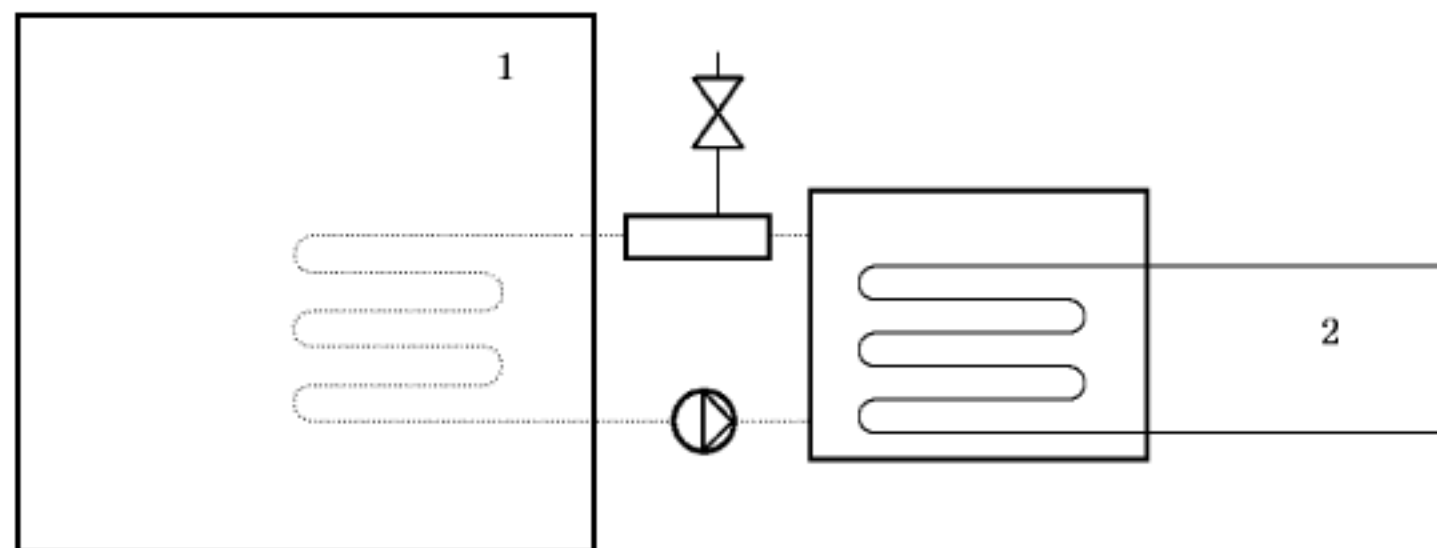
- 1——使用空间；
- 2——含制冷剂的部件；
- 传热介质。

图 6 间接通风系统

5.2.3.3 间接通风闭式系统

如果传热介质与使用空间直接接触，且泄漏到间接回路的制冷剂可在使用空间的外部由机械通风排放到大气(见图 7)，那么该间接系统应被归类为间接通风闭式系统。

间接通风闭式系统被认为是安装在Ⅲ类(见 5.3.3)安装场所。



说明：

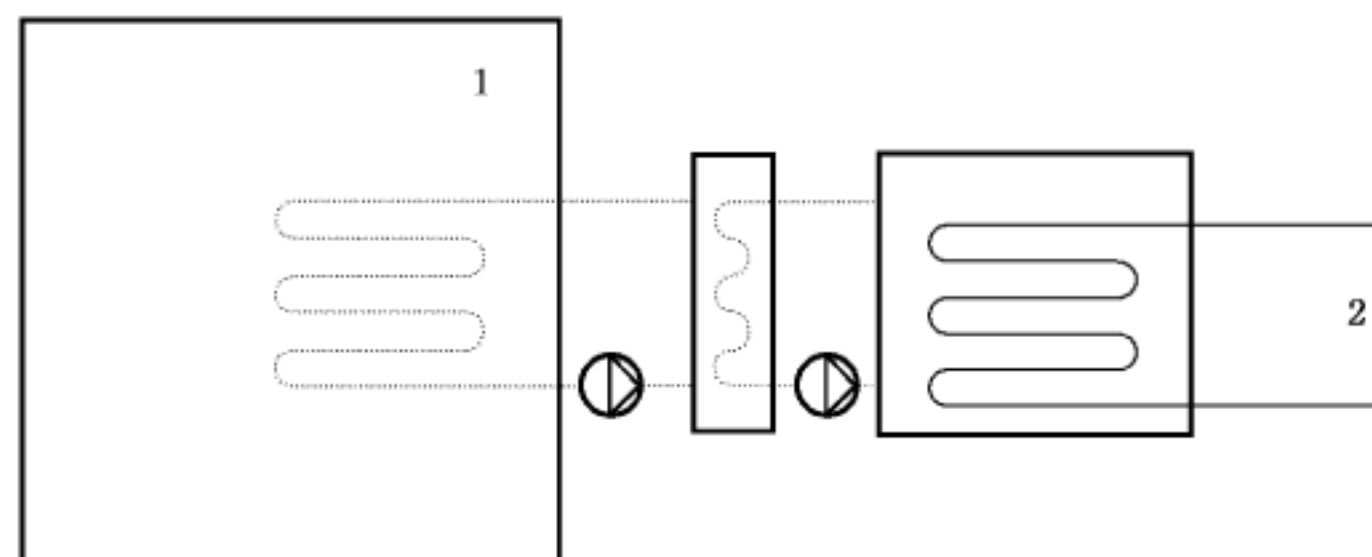
- 1——使用空间；
- 2——含制冷剂的部件；
- 传热介质。

图 7 间接通风闭式系统

5.2.3.4 双级间接系统

如果传热介质与含制冷剂的部件直接接触，热量通过二次间接回路被传送至使用空间(见图 8)，那么该间接系统应被归类为双级间接系统。制冷剂泄漏后不能进入到使用空间。

双级间接系统被认为是安装在Ⅲ类(见 5.3.3)安装场所。



说明：

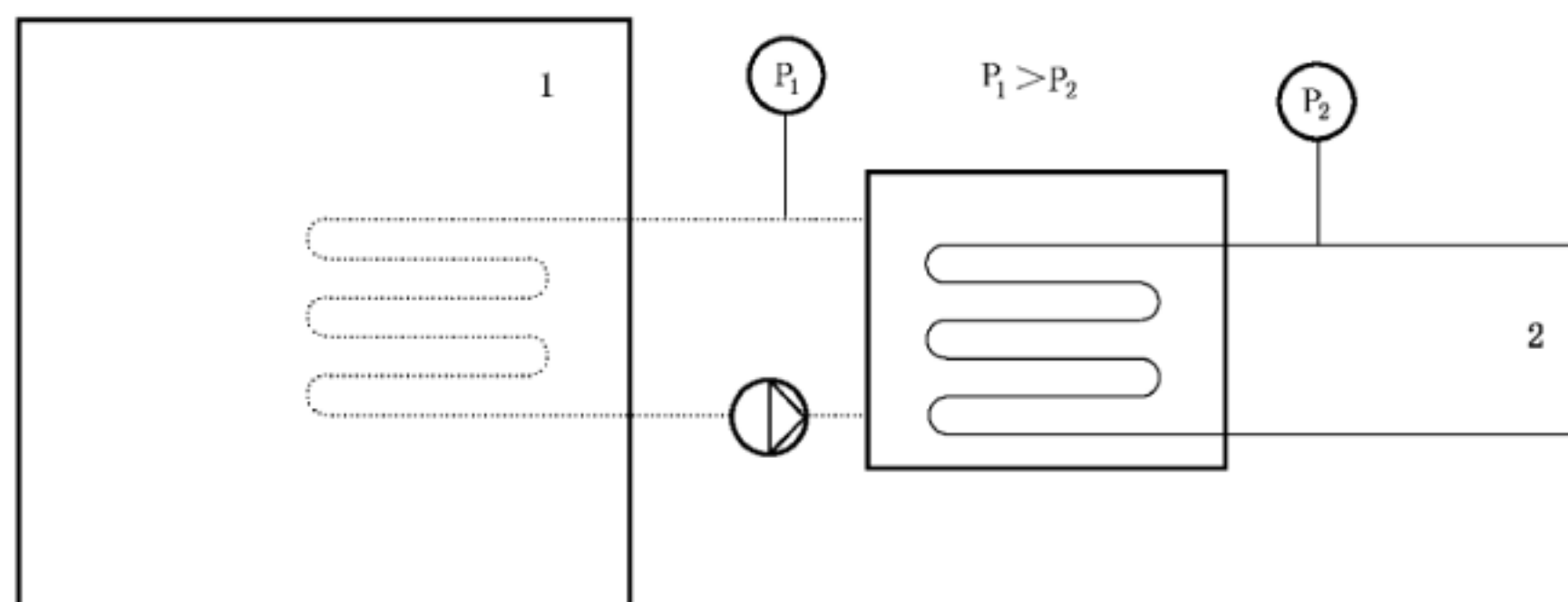
- 1——使用空间；
- 2——含制冷剂的部件；
- 传热介质。

图 8 双级间接系统

5.2.3.5 高压间接系统

如果传热介质与使用空间直接接触,间接回路的压力始终保持高于制冷剂回路的压力,即使制冷剂回路破裂也不会导致制冷剂泄漏到使用空间(见图 9),那么该间接系统应被归类为高压间接系统。

高压间接系统被认为是安装在Ⅲ类(见 5.3.3)安装场所。



说明:

- 1——使用空间;
- 2——含制冷剂的部件;
- P_1 ——压力 1;
- P_2 ——压力 2;
- ...——传热介质。

图 9 高压间接系统

5.3 制冷系统安装场所的分类

5.3.1 概述

制冷系统的充注量限值要求应依据安装场所的类别(如 5.3.2~5.3.5 所述)以及制冷剂的毒性和/或可燃性(如附录 A 所述)进行计算得出。

5.3.2 第Ⅳ类——通风的密闭外壳

如果所有含制冷剂的部件都被安置在一个有通风的密闭外壳内,则应符合第Ⅳ类场所的要求。该通风的密闭外壳应满足第 9 章~第 18 章的要求。

5.3.3 第Ⅲ类——机房或露天空间

如果所有含制冷剂的部件都被安置在机房内或露天,则应符合第Ⅲ类场所的要求。机房应满足第 11 章~第 18 章的要求。

例子:水冷冷水机组。

5.3.4 第Ⅱ类——压缩机在机房或露天空间

如果所有压缩机和压力容器都被安置在机房内或露天,则应符合第Ⅱ类场所的要求,除非该系统符合 5.3.3 的要求。盘管式换热器和包含阀门的管道可被安置在使用空间。

例子:冷库。

5.3.5 第Ⅰ类——机械设备安置在使用空间

如果制冷系统或含制冷剂的部件被安置在使用空间内,则应符合第Ⅰ类场所的要求,除非该系统符

合 5.3.4 的要求。

5.4 制冷剂的分类

制冷剂应根据 GB/T 7778—2017 的规定进行分类。

6 使用空间的制冷剂量

6.1 可以进入到使用空间的制冷剂量应按下述要求确定：

- 对于使用空间，制冷剂量不能大于表 A.1 和表 A.2 中所规定的量；
- 除非本标准中另有规定，否则释放到使用空间中的制冷剂量应等于任何单一制冷系统的最大充注量。

6.2 若有等同或修改采用 IEC 或 ISO 其他产品标准的国家或行业标准适用于特定形式的系统，并且这些产品标准涉及到制冷剂量的限制，则充注量可以不受本标准的限制。

7 空间体积计算

7.1 这里要计算的空间是指含有制冷剂部件的所有使用空间。

7.2 应该采用最小、封闭的使用空间体积(V)来决定制冷剂量的限值。

7.3 对于有着若干适当出口(不能封闭)的多重空间，若这些出口位于各个独立的房间之间，或者与一个不含蒸发器或冷凝器的共用送、回风通风系统或排气系统相连接，那么这样的空间应被视为一个独立的房间。如果该多重空间的送风系统中被安置了蒸发器或冷凝器，则应采用最小的那个独立房间的体积。如果流通到一个房间的风量不能通过使用节流装置被减少到最大风量的 10%，那么这个房间应被划入使用房间的最小体积范畴。

7.4 如果蒸发器或冷凝器位于一个送风管道系统中，而该系统服务一个未分区的多层建筑，那么应采用空间最小的那一层。

7.5 人造吊顶空间或分区的空间应当被计入计算体积中，除非人造吊顶是密闭的。

7.6 当一个系统的室内机位于某尺寸的房间，或者任何制冷剂管路穿过该房间，使得总充注量大于允许量，则应当采取适当措施，以确保安全水平至少达到等同水平。见 A.5。

8 传热流体

8.1 概述

当附录 B 中的工质被用作传热流体时，回路应当被认为就是制冷回路，工质就是制冷剂。设计者在选择传热流体时应考虑到 8.2~8.12 中所给出的准则。

8.2 摄入

如果传热流体是用来冷却或加热食品，那么它应当符合国家或地区的法规。

注：许多食品加工应用要依靠传热流体来间接冷却或冷冻。采用“食品级”传热冷媒会减小因意外泄漏到食品中而危害人身的风险。

应考虑流体在受压时泄漏的影响。

8.3 水和土壤污染

若传热流体不在本标准或有关人类消费或排放至地下水的国家法规中所列，则应在系统和建筑物

设计中对万一发生的泄漏情况做出规定。

8.4 人员暴露(毒性)

应采用材料安全数据表(MSDS)确定人员暴露于传热流体的风险。

8.5 压力

根据第 9 章和第 10 章,含传热流体的回路应能承受该传热回路所产生的压力。

8.6 标记

根据第 9 章和第 10 章,系统应标记设计压力。

8.7 凝固点

如果传热流体的凝固点比主回路中制冷剂的最低温度低 3K 以上,则无需附加要求。如果二次回路的压力没有超过承压件的设计压力,则允许凝固点比主回路中制冷剂的最低温度高。系统的压力应取决于回路中最不利处产生冰堵的情况。若系统中安装了自动控制装置,使得当二次回路中发生冰堵时主回路能够自动停止运行,那么传热流体的凝固点允许比主回路中制冷剂的最低温度高。发生冰堵的流体,不能使得二次回路中的压力大于额定压力,也不能造成发生冰冻的管路永久性变形。应通过试验来检验对上述要求的符合性,试验温度为低于流体凝固点 10K 或者为将要发生冰堵时的温度,两者取其低者。

8.8 分解温度

为了避免传热流体发生分解,应避免系统的温度大于流体制造商规定的最高操作温度。

8.9 闪点

根据 MSDS 的规定,流体的闪点不应低于 55 °C。

8.10 自燃温度

如果传热流体是可燃的,其自燃温度应大于 100 °C。

8.11 热膨胀

设备应具有热膨胀保护。

注:大多数流体随着温度升高而膨胀,也有一些流体随着温度降低而膨胀。

8.12 腐蚀保护

传热流体中应包含适当的本系统材料的防腐剂。

注:只要不被水污染,大多数无水传热流体具有天然的无腐蚀性。

9 各部件及管路要求

9.1 一般要求

依据标准 GB 4706.13 或 GB 4706.102 生产的制冷设备或系统,可认为与本标准是一致的。

GB 4706.32 要求设备遵循本标准有关机械强度的要求。在其他方面,对于依据 GB 4706.32 制造的设备,也认为与本标准相一致。

各部件及管路应遵循表 2 中给出的相关标准和要求。对于未包含在表 2 中的各部件应遵循有关的国家标准或法规。对于既未列入表 2 又无相关国家标准或法规的部件,应采用 9.2~9.5 的要求。

除非本标准有明确规定,否则对于使用 2 类制冷剂的各部件及管路要求可同样适用于 2L 类制冷剂。

表 2 各部件及管路要求

部件和管路	要求
燃烧换热器	见第 9 章
热交换器 ——无空气盘管(套管式) ——多管式(管壳式)	见第 9 章
板式换热器	见第 9 章
以空气为二次流体的集管和盘管	见第 9 章
接收器/储液器/经济器	见第 9 章
油分离器	见第 9 章
干燥器	见第 9 章
过滤器	见第 9 章
消声器	见第 9 章
全封闭式容积式压缩机	见 GB 4706.17 或 GB 5226.1
半封闭式容积式压缩机	见 GB 4706.17 或 GB 5226.1
开式容积式压缩机	—
非容积式压缩机	见 GB 5226.1
泵	见 GB 5226.1 并结合 9.4.3 与 9.5.1
一般要求 对于氨机组的附加要求	见附录 F
管路	见第 9 章
管道连接 永久性连接 可拆卸式连接	见第 9 章
柔性管	见 ISO 13971
阀	—
安全阀	见 GB/T 12241 并结合 9.4.3
限压用安全转换装置	见第 9 章
压力控制开关	见第 9 章
截止阀	见第 9 章
手动操作阀	—
加帽阀	—
爆破片	见 GB/T 567.2 并结合 9.4.3
易熔塞	见 9.5.3
液位指示器	见第 9 章
计量表	见第 9 章
软焊材料	见 9.3.9
焊接材料	见 9.3

如果部件包含电气部件,且部件标准不含电气安全要求,则部件应符合 GB 4706.32、GB 4706.13、GB 4706.102 或 GB 5226.1 的要求。

9.2 特定部件的具体要求

9.2.1 管道连接

连接的设计应保证它们不会由于外部水结冰而损坏。连接应适合于管道、管道材料、压力、温度和流体。

有涂层(如镀锌)的管路不应焊接,除非所有连接区域的涂层均被彻底清除。焊接处应加以适当保护。

9.2.2 隔离阀

用于隔离的阀在关闭后应能阻止流体在任一方向上的流动。

9.3 材料

9.3.1 灰铸铁与可锻铸铁

根据本标准的要求,只有在适于的特殊应用场合,才能使用铸铁和可锻铸铁。

注 1: 由于某些等级的铸铁比较脆,其应用主要取决于温度、压力、设计等方面的考虑。

注 2: 可锻铸铁有两大类,每类又有不同的等级,相互间的机械性能可能会有很大的不同。

9.3.2 钢、铸钢、碳钢、低合金钢

钢、铸钢、碳钢、低合金钢可用于制冷剂传输部件及传热回路中。在低温与高压结合的地方和/或有腐蚀危险和/或热应力存在的地方,应用具有适当冲击韧性的钢来满足厚度、最低操作温度以及焊接性能的要求。

注:碳钢容器应力腐蚀裂纹规范参见 G.3。

9.3.3 高合金钢

在低温和高压结合和/或腐蚀危险和/或热应力存在的地方,可能要求使用高合金钢。若有必要,应用具有足够的冲击韧性的材料以满足特殊负载,并应适宜焊接。

9.3.4 不锈钢

当使用不锈钢时,应注意确保不锈钢的等级与其输送的流体及可能的大气杂质相匹配,如氯化钠(NaCl)、硫酸(H₂SO₄)。

9.3.5 铜与铜合金

与制冷剂接触的铜应不含氧或已脱氧。

铜和高百分比的铜合金不能用做与氨接触的部件,除非预先确定了兼容性。

注:有关铜管应力腐蚀裂纹的指导参见 K.2。

9.3.6 铝与铝合金

用于氨系统垫片的铝纯度至少是 99.5%。镁含量高于 2%的铝合金不能用于卤代烃制冷剂,除非预先确定了兼容性。

铝及铝合金不能与一氯甲烷(CH₃Cl)接触。

注:如果铝和铝合金的强度如果足够,且能与制冷剂和润滑油兼容,则可用于制冷循环的任何部分。

9.3.7 镁与镁合金

除非预先确定了与制冷剂的兼容性,否则不应使用镁和镁合金。

9.3.8 锌与锌合金

锌不能持续与制冷剂氨及一氯甲烷(CH_3Cl)接触。

部件可以外涂锌。

部件可以电镀锌。

9.3.9 钎焊合金

只有在内部需要时才能使用钎焊合金。

9.3.10 铜焊合金

除非预先确定了与制冷剂和润滑油的兼容性,否则不应使用铜焊合金。

9.3.11 锡与铅锡合金

卤代烃制冷剂会腐蚀锡与锡合金,因此只有在确定了与制冷剂的兼容性后才能使用。

注:无铜铅锡或铅锡合金可以用于阀座。

9.3.12 垫片与填料

垫片与填料可以用来密封接头和密封阀体上的填料函,应能抵挡制冷剂、油及润滑油的腐蚀,同时也要适合预期的使用压力和温度范围。

9.3.13 玻璃

玻璃可以用于制冷循环的接线末端绝缘、指示器及视镜中,但应耐压、耐温以及可承受可能发生的化学反应。

9.3.14 石棉

石棉不应被使用到。

9.3.15 塑料

当应用塑料时,应适应承受机械、电气、热力、化学以及长时间蠕变应力的影响。

9.4 试验

9.4.1 概述

除了由已经型式试验的部件组成的管路,所有部件均应经受以下测试:

- a) 耐压试验(见 9.4.2);
- b) 密封性试验(见 9.4.3);
- c) 功能试验(见 10.3.1)。

应记录这些试验结果。根据兼容部件标准进行的试验认为满足本测试要求。当获得装配厂商的同意,部分或所有测试可在装配中执行(见 10.3)。

对列入 TSG 21 和 TSG D2001 适用范围内的压力容器和压力管道元件类部件,其耐压和密封性试

验按该技术规范及其所引用的国家或行业标准的规定进行。

对已有对应的国家或行业标准的部件,应通过标准规定的试验方法来确保其强度和密封性。

9.4.2 部件的耐压试验

9.4.2.1 概述

制冷系统各部件的设计厚度应依据国家认可的标准或规定。

9.4.2.2 单件耐压试验

每个部件都应进行耐压试验,试验压力至少为 $1.43 \times PS$ 。对于有压力敏感元件(如膜片,波纹管等)的每个部件试验压力至少为 $1.1 \times PS$,并进行至少为 $1.43 \times PS$ 的抽样试验。

单件耐压试验应是采用水或其他液体的液压试验。除非由于技术原因部件不能用液体做耐压试验,则应采用空气或其他无危险性的气体进行试验,并采取充分的预防措施以避免产生人身伤害,同时尽量降低财产损失的风险。

9.4.2.3 型式耐压试验

上述试验可有两种替代方案,一种是部件在 $3 \times PS$ 的压力下进行型式试验,另一种是按照下述的疲劳试验进行测试。

若铜铝最高持续运行温度高于 $125\text{ }^{\circ}\text{C}$,或者钢最高持续运行温度高于 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$,则型式耐压测试的压力应被提高,提升的压力比应为测试温度的许用应力和最高持续运行温度下的许用应力之比。最高持续运行温度下的许用应力可依据已知的压力容器规定或已出版的国家或国际标准。例如,若部件材料在测试温度下的许用应力为 35 MPa ,在最高持续运行温度下为 27 MPa ,则型式耐压试验应在 3.9 倍 ($3 \times 35/27$)最大允许压力下进行。

9.4.2.4 疲劳试验

如上文所提,作为耐压试验的替代方案,部件在进行了下述疲劳试验后应能经受住 $2 \times PS$ 的耐压试验。

三个试验样件应被充满液体,并与压力源相连接。压力应以制造商规定的级差在高、低值之间循环升高或降低,循环总数为 $250\ 000$ 次。在每次循环过程中,应按规定的全部压力级差进行。

注:为了安全,建议使用不可压缩的液体。

应采用下述试验压力:

- 对于第一次循环,采用低压侧部件的最大允许压力或高压侧部件的最大允许压力。
- 对于试验循环,压力上限值应不低于 $0.7 \times PS$,压力下限应不高于 $0.2 \times PS$ 。对于热泵中的水换热器,压力应为 $0.9 \times PS$ 。
- 对于最后一次试验循环,试验压力应提高至 $1.4 \times PS$ ($0.7 \times PS$ 的两倍)。对于热泵中的水换热器,压力应为 $1.8 \times PS$ ($0.9 \times PS$ 的两倍)。

9.4.2.5 验收标准

对于 $1.43 \times PS$ 压力下的单件耐压试验,试验后不应产生永久性变形。

对于型式耐压试验,通常认为部件的设计能够经受住至少 $3 \times PS$ 而不破裂(或经过疲劳试验后,能够经受住至少 $2 \times PS$ 而不破裂),且应通过试验得到验证。

对于疲劳试验,在进行完全部试验后部件不应破裂、爆裂或泄漏。 $2 \times PS$ 的耐压试验要在另外三个样件上进行,而不是经过疲劳试验的样件。若铜铝最高持续运行温度高于 $125\text{ }^{\circ}\text{C}$,或钢最高持续运行温

度高于 200 °C,则疲劳试验应在高于最高运行温度至少 10 °C 的条件下进行。

9.4.3 密封性

对已有对应的国家或行业标准的部件,应通过标准规定的试验方法来确保其密封性。但对没有对应的国家或行业标准的部件,应按照 ISO 14903 中规定的试验方法来确保密封性。

除非征得装配厂商的同意,否则对于未在 ISO 14903 涉及的范围之列,也没有对应国家或行业标准的部件,应使用探测能力为 3 g/年或更好的制冷剂探测装置,在至少 $0.25 \times PS$ 的压力下对各组件进行测试。验收标准是未检查到泄漏。

注:本试验方法在部件标准(见表 2)中注明了。

当装配厂商同意时,部分或全部试验可在装配过程中执行(见 10.3)。

密封性试验只有在各部件通过了耐压试验或型式试验才能进行。

由于环保和安全的原因,氮气、氦气、二氧化碳可以作为试验气体。在试验气体中可以加入放射性示踪剂。应避免空气和示踪剂气体混合,因为有的混合气体有危险。若排除了引燃的危险,并保证工作人员安全,可以使用空气。氧气不能用于密封性试验。

试验之后应采取措施保证试验气体的安全释放。

当制造商没有指定密封性标准时,应使用探测能力为 3 g/年或更好的制冷剂探测装置,在至少 $0.25 \times PS$ 的压力下对各部件进行测试。

9.5 标记与文件编制

9.5.1 概述

部件应有以下标记内容,除非已制定了部件标准并要求了更多的特别标记内容:

- a) 制造商的名称或商标;
- b) 机型名称;
- c) 序列号或批次号(如果适用);
- d) 制造年份;
- e) 设计压力或最大允许压力;
- f) 适用的制冷剂(如果适用);
- g) 主要功能的容量值(如果适用)。

若制造商与购买者达成协议,在工厂装配的部件可以不标记。不能标记的小部件可不标记,但附属文件应该给出由 a)~g) 规定的信息。

9.5.2 文件编制

文件编制应给出以下内容:

- a) 试验结果;
- b) 材料测试证书;
- c) 检验证书。

按购买方要求,制造商应提供材料测试合格证书,以便购买方确认所用材料符合规定的要求。在交货时或最迟在调试之前,制造商提供的资料应可追查所用材料的最终检验、生产直至验收。任何所需的合格证书应由进行检查、试验或核查的操作人员填写并由有关负责人员签名。

文件应该包括以下内容:

- 最高允许压力;
- 最高允许温度;

——适用的制冷剂；

——适用的油。

注：适用于所有制冷剂的普通部件，标记有关制冷剂的一般指示，如“适用于卤代烃”“适用于所有在 GB/T 7778 中列出的制冷剂”，或视情况而定。

9.5.3 易熔塞

熔化材料的名义熔化温度应标记在易熔塞的非熔化部位上。

10 装配要求

10.1 概述

制冷系统装配的设计、建造、试验、安装、文件编制及标记应遵循本章的要求。

应用氨制冷剂的制冷系统装配还应遵循附录 F 中的附加要求。

装配的组件类别判定应参照附录 G 的要求。

10.2 设计与结构

10.2.1 概述

用于装配制冷剂回路的所有部件应符合第 9 章的规定。

制冷系统的支撑结构和基础应有足够的强度承担以下外力：

- a) 容器的质量；
- b) 容器和设备的质量，包括水压试验流体质量以及在极端的工作环境下结冰的质量；
- c) 雪荷载；
- d) 风荷载；
- e) 吊环、支撑及连通管系的重量；
- f) 管路及部件的热运动；
- g) 可预知的误用导致的力的增加，例如检修和运行人员的质量和力量。

安装在易发生地震地带的制冷系统的支撑结构和基础应有足够的强度承担由于地震带来的加速度。

10.2.2 压力要求

10.2.2.1 最大允许压力(PS)

最大允许压力的确定应考虑如下影响因素：

- a) 最高环境温度；
- b) 不凝性气体形成的可能性；
- c) 任何泄压装置的设置；
- d) 融霜方法；
- e) 用途(如制冷或制热)；
- f) 太阳辐射(如停机时对室内滑冰场的影响)；
- g) 污垢。

根据制冷系统，设计者应确定系统不同部件的最大允许压力，要考虑到安装地点的最高环境温度的影响。

可以采用下列方法之一确定制冷系统各部件的最大允许压力：

a) 方法 1

设计者应书面说明由计算或试验得出的最大允许压力。环境温度与冷凝温度的温差是由计算而得时,其计算方法应通过试验验证。

对于复叠式制冷系统低温部分(有或无压缩机)的制冷剂,最大允许压力 PS 应由设计者确定。设计者应对正常和紧急的停机情况作出规定,利用缓冲容器,或受控的第二回路旁通(若允许)的安全方法,或其他方法。

b) 方法 2

表 3 是方法 1 的替代方案。最大允许压力的最小值取决于表 3 给出的最低规定温度所对应的饱和制冷剂压力。在蒸发器按高压运行时,例如热气化霜或反向循环运行时,则应采用高压侧的规定温度。

表 3 规定设计温度

环境条件	≤32 °C	≤38 °C	≤43 °C	≤55 °C
空冷冷凝器高压侧	55 °C	59 °C	63 °C	67 °C
水冷冷凝器和水热泵高压侧	最大出口温度 +8K			
蒸发冷凝器高压侧	43 °C	43 °C	43 °C	55 °C
暴露于室外环境温度的换热器的低压侧	32 °C	38 °C	43 °C	55 °C
暴露于室内环境温度的换热器的低压侧	27 °C	33 °C	38 °C	38 °C

注 1:对于高压侧,规定温度可认为是运行过程中会出现的最大值。该温度高于压缩机关机(停机)期间的温度。对于低压侧和/或中间压力侧,采用压缩机停机期间会出现的温度所对应的压力计算值是能满足要求的。这些温度是最低温度,因此系统的最大允许压力设计值不会低于这些最低温度所对应的制冷剂饱和压力。

注 2:使用规定温度,不是总能算出系统内制冷剂的饱和压力,例如充注量有限的系统或在临界温度或以上工作的系统。

注 3:对于非共沸混合制冷剂,最大允许压力是其泡点压力。

注 4:系统可分成几个部分(如低压侧和高压侧),对于每一部分,都可能存在不同的最大允许压力。

注 5:系统(或部分系统)正常运行时的压力要比最大允许压力低。

注 6:气体脉动会导致过度应力。

注 7:为了确定环境条件,可以参照 GB/T 17758—2010 的附录 C 以及地区数据。

10.2.2.2 部件的最大允许压力

每一部件的最大允许压力(PS)不得低于系统或分系统的最大允许压力。

10.2.2.3 与最大允许压力有关的压力

系统和部件的设计应满足表 4 给出的压力关系。

表 4 部件和装配的不同压力与最大允许压力(PS)之间的关系

部件/装配	值	备注
设计压力	≥PS	相关部件,见 10.2.2.2
耐压试验压力	依据 10.3.2	

表 4 (续)

部件/装配	值	备 注
装配的密封性试验	依据 10.3.3	
对于有泄压装置的系统的限压器	$\leq 1.0 \times PS$	相关系统部件,见 10.2.9
对于没有泄压装置的系统的限压器	$\leq 1.0 \times PS$	
泄压装置压力	$1.0 \times PS$	保护部件的相关部件; 保护局部系统的相关部件。见 10.2.9
泄压阀,排气要求	$\leq 1.2 \times PS$	

10.2.3 管路和配件

10.2.3.1 概述

对于可以预见误用管道系统的情形,比如用于攀登、贮存、悬挂工具或类似的误用,应采取适当的措施避免,比如要有足够的强度、保护措施或者警告标签。

管路连接和配件应符合国家标准和 ISO 14903 的要求。如果没有等效的国家标准,则应采用诸如 EN 14276-2 或 ASME B 31.5 的等效标准。

搭扣式和推动式连接只能用于整体式系统的各部件连接。

当在管路上采用机械连接时,应避免冰冻和震动造成的破坏。

机械连接应安装在管路上应力、压力、弯矩、扭矩最小的位置。有必要提供管路支撑,需要考虑到连接物,连接组件和为灵活支撑可移动组件的替换管路的静力和动力影响。操作、安装、处理、运输和维护都应考虑在内。

注 1:与可拆卸接头比较,优先采用不可拆卸永久式连接。

注 2:建议在有隔热层的管道上,对可拆卸连接要有永久标记。

10.2.3.2 法兰连接

法兰连接的设置应确保被连接的部分能在产生最小畸变应力的情况下被拆除。

可优先采用符合国家标准或行业标准(如化工行业标准 HG)的标准法兰盘。

连接应足够坚固耐用,以避免产生密封垫爆裂的危险。优先采用带有槽舌榫,或凸起和凹槽的法兰盘。应能在不使连接部件受力的情况下进行拆卸。应采用给定预应力的谨慎措施,防止低温操作引起的螺栓受力过大。

10.2.3.3 扩口连接

扩口连接只能用于退火管,且限于外径不大于 20 mm 的管路。

当使用到铜管时,铜管应符合国家标准的要求,如 GB/T 17791。

单独扩口连接的铜管,应符合表 5 给出的扭矩和条件。扩口应按指定的扭矩用扭矩扳手或适当的扳手进行紧固。

制作扩口接头时,应小心谨慎,确保扩口的正确尺寸以及拧紧螺帽所用力矩不会过大。注意不要对已被硬化的管子进行扩口。

应以垂直于轴向(成直角)的角度来剪切管子,且要去除毛刺。

也可以应用制造商建议的非表 5 中的其他扭矩。

表 5 标准紧固扭矩

公称外径		最小壁厚 mm	预紧扭矩 N·m	
公制系列 mm	毫米/英寸系列			
	mm			in
6			0.80	14~18
	6.35	1/4	0.80	14~18
	7.94	5/16	0.80	33~42
8			0.80	33~42
	9.52	3/8	0.80	33~42
10			0.80	33~42
12			0.80	50~62
	12.7	1/2	0.80	50~62
15			0.80	63~77
	15.88	5/8	0.95	63~77
18			1.00	90~110
	19.06	3/4	1.00	90~110

10.2.3.4 锥管螺纹

应用于压力连接的锥管螺纹最大直径应限制在 DN40(1.5 in),并且只能用于部件与控制、安全、指示装置的连接。锥形管配件及密封材料应得到制造商有关密封性的型式认可。

10.2.3.5 卡套接头

卡套接头连接应仅限于最大 DN32(1.38 in)的管道,管道公称尺寸依据 GB/T 1047。

10.2.3.6 现场安装的管路要求

为了合理的布置管路,应予以考虑的内容包括物理布局(尤其是每根管子的位置)、流体状态(两相流动,部分负荷的供油操作)、冷凝过程、热膨胀、振动以及良好的可接近性。

注:管路的路线与支撑对制冷系统的操作可靠性和可维修性有很重要的影响。

一般情况下,管路安装后应能避免因正常人员活动而造成的损坏。

考虑到安全及环境保护,管路安装应考虑下列内容:

- 对人员不得存在危险,撤离时的自由通道和进入处不得受阻挡。
- 在采用 A2、B1、B2、A3 或 B3 组制冷剂的场合,在非专业人员地方不得有可拆卸的连接和阀门。对于所有的制冷剂,非专业人员可进入的有阀门和可拆连接的区域要防止误操作和任意拆卸发生。
- 在正常运行时将被替换的柔性制冷剂连接管(例如室内机和室外机的连接管道),应防止机械破坏。
- 管道接口(例如在分体机)在打开阀门让制冷剂在各部分制冷系统之间流动之前应制做好。要有阀门用于抽空连接管道和/或充注的制冷系统部分。
- 关于管道和接口的易接近性的要求见 10.2.3.12。

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。

10.2.3.8 管路支架间距

依据管路的大小及重量,管路应有合适的支撑结构。表 6 和表 7 给出了推荐管支架最大间距。

表 6 铜管支撑最大间距的推荐值

外径/mm	间距/m
15~22(软管)	2
22~<54(半硬管)	3
54~67(半硬管)	4

注:软管和半硬管的定义参照 GB/T 17791。

表 7 钢管支撑最大间距的推荐值

公称直径 DN (依据 GB/T 1047)/mm	间距/m
15~25	2
32~50	3
65~80	4.5
100~150	5
200~350	6
400~450	7

10.2.3.9 管路保护

应采取措施避免过度振动或脉动。特别注意防止噪声或振动直接传到或传过支撑结构。

注 1:在对管路有最糟影响的运行条件下,如冷凝温度最高、开停机时,需评估运行中的系统的振动与脉动。

为避免环境的不利影响,应尽量对保护设备、管路及其配件等采取保护措施。应考虑环境的不利影响,例如水积聚的危险、排放管道的冻结或污垢残渣的积聚。

对于长期运行会发生膨胀和收缩的管路,应有预防措施。

制冷系统管道的设计和安装应保证在产生液锤(液力冲击)时不损坏系统。

为了避免液锤,电磁阀和热力膨胀阀应安装在管路的正确位置。

钢质的管道和部件在施加保温之前应涂抹防锈涂层来进行防腐蚀保护。

注 2:防腐蚀保护遵循 GB/T 30790.1(对于钢管)。

为防止机械损伤,扭矩或其他力造成的过度应力,应对软管采取保护措施。为防止机械损伤,应对软管进行经常检查。

10.2.3.10 风管或通风井内的管道

当制冷剂管道与其他设备共用风管时,应采取预防措施以避免它们之间的相互作用引起的损坏。
亦用于逃生的通风道或空调风道内不得装有制冷剂管道。
管道不得设在升降井或装有运动物体的其他竖井中。

10.2.3.11 位置

应为管路的保温提供足够的空间。

机房或围护结构外部的管路应采取保护措施以防意外损坏。

具有可拆卸接头的未做防断开防护的管道不得设在公用走廊、门厅、楼梯间、楼梯平台、进出口处,也不得置于可自由到达上述位置的风管或通风井内。

可以例外的是,管道中无可拆卸接头、阀或控制件,并经过防护能防止意外损坏。这样的管道安装在公用门厅、楼梯间或走廊时,管道应在距地板 2.2 m 以上。

通过防火墙和天花板的管路应密封以满足隔墙防火等级要求。

10.2.3.12 管路和接头的可达到性

管路周围的空隙应足够对保温层、隔汽层和部件进行日常维护,足够进行管路接头的检查和对泄漏的检修。

所有可拆卸接头均应能够很方便地进行检查。

10.2.3.13 用于附属设备和测量设备的管路

用于连接测量、控制和安全器件的管道,包括柔性管,应具有足够的强度以承受处于最大允许压力下的系统,其安装应尽量减少振动和腐蚀。

用于测量、控制和安全设备连接的管道应以合适的路径连接,以利尽可能避免液、油或沉淀物的积聚。

安全开关装置的连接管路要求的最小公称内径为 4 mm(0.157 in)。可以例外的安全开关装置是其连接管路采用较小孔径抑制脉动。如果要求有脉动来确保装置的功能,连接管路应安装于容器或管道的尽量高处,以避免油或液体进入管道。

10.2.3.14 排液与排气连接

10.2.3.14.1 概述

排液与排气管道上的关闭装置在系统正常运行时不应动作,因此应有保护措施以防误操作。安装在特殊机房内,提供充分的保护措施防止误操作。

10.2.3.14.2 特殊要求

按操作规程要求定期换油的地方,制造商或安装者应给出如何放油的指南,以使泄漏到大气中的制冷剂达到最少。

在泄油管道中含有自关阀时,其进口前方需安装一个截止阀,或者配装一个具有两种功能的阀。

注:为了避免阀座处结垢,阀杆宜水平安装。

非密封式制冷系统应具备必要的截止装置和/或连接设备,这样可以利用系统中的压缩机或外部的抽空装置把系统中的制冷剂或油转移到系统内或系统外的集液器。

应具备排液阀使得从系统中移除制冷剂时的泄漏量最少。

正常运行期间不使用的管道应配装永久性可移除的管帽、阀帽或类似物。

10.2.4 关闭装置

10.2.4.1 隔离阀

制冷系统应装有足够的隔离阀,以尽量减少的制冷剂的危险及损失,特别是在检修和/或维护过程中。

10.2.4.2 手动阀

手动操作阀可以用来即时操作如紧急切断,安装时应配装一个手动轮或操作手柄。

10.2.4.3 压盖/密封填料的更换

当阀承受系统压力时,若无法紧固或更换压盖/密封填料,应有措施将阀同系统隔离,或有办法将阀所在的系统部位的制冷剂抽走。

10.2.4.4 高危险性的泄放区域

在存有增加制冷剂大气排放危险的场合,如放油口,应装有自动关闭或快速截止阀。

如果维护指南要求定期放油,应给出书面指导,且需遵循说明,减小向大气排放制冷剂的危险。

10.2.4.5 关闭装置的布置

手动的关闭装置不得安装在爬行空间内。

10.2.5 保护装置的设置

10.2.5.1 概述

如果没有泄压装置,压力限制装置的设定压力应等于或小于高压侧设计压力。如果有泄压装置,压力限制装置的设定压力应为泄压装置整定压力的90%或更低。

10.2.5.2 低压侧的压力泄放至大气环境

若满足下列条件,高压泄压装置可以泄放压力至低压侧:

- 在系统高压侧和低压侧之间泄压通道不能关闭,除非如10.2.9.4所述。
- 向大气排放的泄压装置安装在低压侧。
- 低压泄放装置的设置压力小于或等于低压侧设计压力。

10.2.6 限压用安全开关装置

10.2.6.1 限压用电动机械安全开关装置

电动机械安全开关装置应符合GB/T 14536.7。若是用于保护制冷系统防止运行时超压,则该装置不得用于其他目的。

10.2.6.2 限压用电子安全开关装置

电子器件不能作为限压用的安全开关装置使用,除非可满足GB/T 16855.1的要求。

10.2.6.3 安全开关装置的布置

截止阀不应布置在限压器与加压元件之间,除非安装了相同型号的第二个限压器,并且截止阀是一个转换阀或泄压阀或系统安装的爆破片。

附录 I 给出了安全装置实际布置的例子。

限压用安全开关装置和安装在高压侧的型式认可压力限制器,应克服可能发生的脉动。可通过应用适当的施工方法、应用缓冲装置或减少连接管的使用。对于管路安装可按照 10.2.3.6。

注 1: 型式认证的安全压力保险装置、型式认证的压力保险装置和型式认证的限压器可认为是本标准中定义的限压用安全开关装置。

注 2: 若安全开关装置与上述要求一致,可用一个限压用安全开关装置来控制多个受压器件。

限压用的安全开关装置应布置成只能使用工具才可进行设定操作。

对于在电力供应中断后的自动重启,应采取措施以防发生危险情况。在电力供应中断时,对于限压用安全开关装置或对于用于安全保护电路的微处理器/计算机的供电发生故障时,应停止压缩机运转。

10.2.7 泄压装置的尺寸计算

10.2.7.1 计算

每个压力容器的泄压装置或易熔塞的最小要求泄放量由式(1)和式(2)确定:

对于圆筒形容器:

$$C = f \times D \times L \quad \dots\dots\dots(1)$$

对于非圆筒形容器:

$$C = f \times \frac{S}{3} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

C ——泄压装置最小要求泄放量,单位为千克每秒(kg/s);

D ——容器外径,单位为米(m);

L ——容器长度,单位为米(m);

f ——由制冷剂类型决定的系数,单位为千克每秒平方米[kg/(s·m²)];

S ——非圆筒形压力容器(如板式换热器)的外表面积,单位为平方米(m²)。

注 1: 当在压力容器周围 6.1 m 内使用易燃材料时, f 值要乘以 2.5。

注 2: 上述公式是基于着火情况泄压阀的设置。其他情况更通用的计算,如存在内热源或不同泄压阀的设定,参见 EN 13136。

表 8 给出了当用于有限充注的复叠式系统低温级时,制冷剂类型决定的 f 值。表 9 给出了其他情况下的 f 值。

表 8 制冷剂类型决定的 f 值(用于有限充注的复叠式系统低温级)

制冷剂	f^a /[kg/(s·m ²)]
R-23, R-170, R-744, R-1150, R-508A, R-508B	0.082
R-13, R-13B1, R-503	0.163
R-14	2.03
^a 此值来自 ASHRAE 15:2010。	

表9 制冷剂类型决定的 f 值(对于其他应用情形)

制冷剂	$f^a/[kg/(s \cdot m^2)]$
R-717	0.041
R-11, R-32, R-113, R-123, R-142b, R-152a, R-290, R-600, R-600 ^a	0.082
R-12, R-22 R-114, R-124, R-134a, R-401A, R-401B, R-401C, R-405A, R-406A, R-407C, R-407D, R-407E, R-409A, R-409B, R-411A, R-411B, R-411C, R-412A, R-414A, R-414B, R-500, R-1270	0.131
R-143a, R-402B, R-403A, R-407A, R-408A, R-413 ^a	0.163
R-115, R-402A, R-403B, R-404A, R-407B, R-410A, R-410B, R-502, R-507A, R-509A	0.203
^a 此值来自 ASHRAE 15:2010。	

当用一个泄压阀或易熔塞来保护多个压力容器时,所要求的泄放量应为每个压力容器要求泄放量的总和。

10.2.7.2 易熔塞

在有过多的外部热源如火灾的情况下,易熔塞可用来保护制冷系统以防止超压。若易熔塞安装在压力容器或者其他要保护的部件上,应安装在不会受过热制冷剂影响其正确功能的部位。易熔塞不应被保温材料覆盖。

易熔塞会造成制冷剂排放,因此要保证人身和财产不会受释放的制冷剂的危害。

当使用 A1 和 A2L 组制冷剂时,才能用易熔塞。

若系统的 A1 与 A2L 组制冷剂充注量大于 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。

10.2.7.3 爆破片

与大气相通的爆破片只可以与泄压阀串联使用,并且安装在泄压阀的入口端。对于上游装置泄漏产生的爆破片和泄压阀之间的压力,应提供压力指示。安装在泄压阀之前的爆破片不能小于泄压阀的入口尺寸。爆破片在爆破后不应堵塞泄压阀或阻碍制冷剂流动。

对于低压的离心压缩机(最大允许压力小于 0.2 MPa),爆破片作为安全泄放装置,可以没有泄压阀。

10.2.7.4 泄放量

在临界流动条件下,爆破片或排向大气的易熔塞的额定泄放量由式(3)和式(4)计算:

$$C = 1.09 \times 10^{-6} P_1 d^2 \dots\dots\dots (3)$$

$$d = 958.7 (C/P_1)^{0.5} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

C ——为额定泄放量,单位为千克每秒(kg/s);

d ——为入口管、夹持法兰、易熔塞和爆破片的最小内径,单位为毫米(mm)。

对爆破片, P_1 是额定表压 $\times 1.1 + 101.33$ (kPa)。

对易熔塞, P_1 是易熔塞的标注熔点温度对应的绝对饱和压力,或制冷剂的临界压力两者中较小者,

单位是 kPa。

爆破片泄放量的计算应依据 GB/T 567.2。

安全阀的泄放量应通过 GB/T 12241 的测试确定。

10.2.8 泄压装置的排放管路

10.2.8.1 概述

应保证由泄压装置排放的制冷剂不对人身和财产安全造成危害。

泄压装置的排放管路尺寸不得小于泄装置的出口尺寸。每一个泄放装置下游的泄放管的尺寸和最大等效长度都应根据所有泄压装置同时全开时的泄放总量来统一确定。在计算泄压装置的泄放量,设定每一泄压装置的最低压力时,应考虑到其下游连接管道的压降。

注:制冷剂可妥善排放到大气中,但要远离建筑物的新风口,或用适量适宜的吸收物质进行吸收。

应考虑到如下不利影响:排放管内的积水和结冻或污垢、泥砂的聚积,或者对于二氧化碳系统,固体二氧化碳排放的堵塞。

排放管的内径应大于泄压装置要求的直径(见附录 J)。

排放管道与排放装置的连接应保证可以对二者进行单独的密封性试验(如能够进行制冷剂泄漏探测)。

10.2.8.2 泄压装置的指示器

对制冷剂最小充注量为 300 kg 的系统,应安装指示器用来检测泄压阀是否已向大气中排放制冷剂。

例 1:上游安装的爆破片带有内部空间压力监测和压力报警装置(限压器)。内部空间压力监测用的型式认可的限压器,其实际泄放压力宜设定成小于或等于 50 kPa(0.5 bar)。

例 2:排放管道上的气体传感器。

例 3:使用带有软密封的安全阀,监控被保护部分的压力并且当压力达到比安全阀实际排放压力低 200 kPa (2 bar) 即时自动报警。

10.2.9 保护装置的应用

10.2.9.1 概述

保护装置应能既保护制冷系统,又能保护二次传热回路。

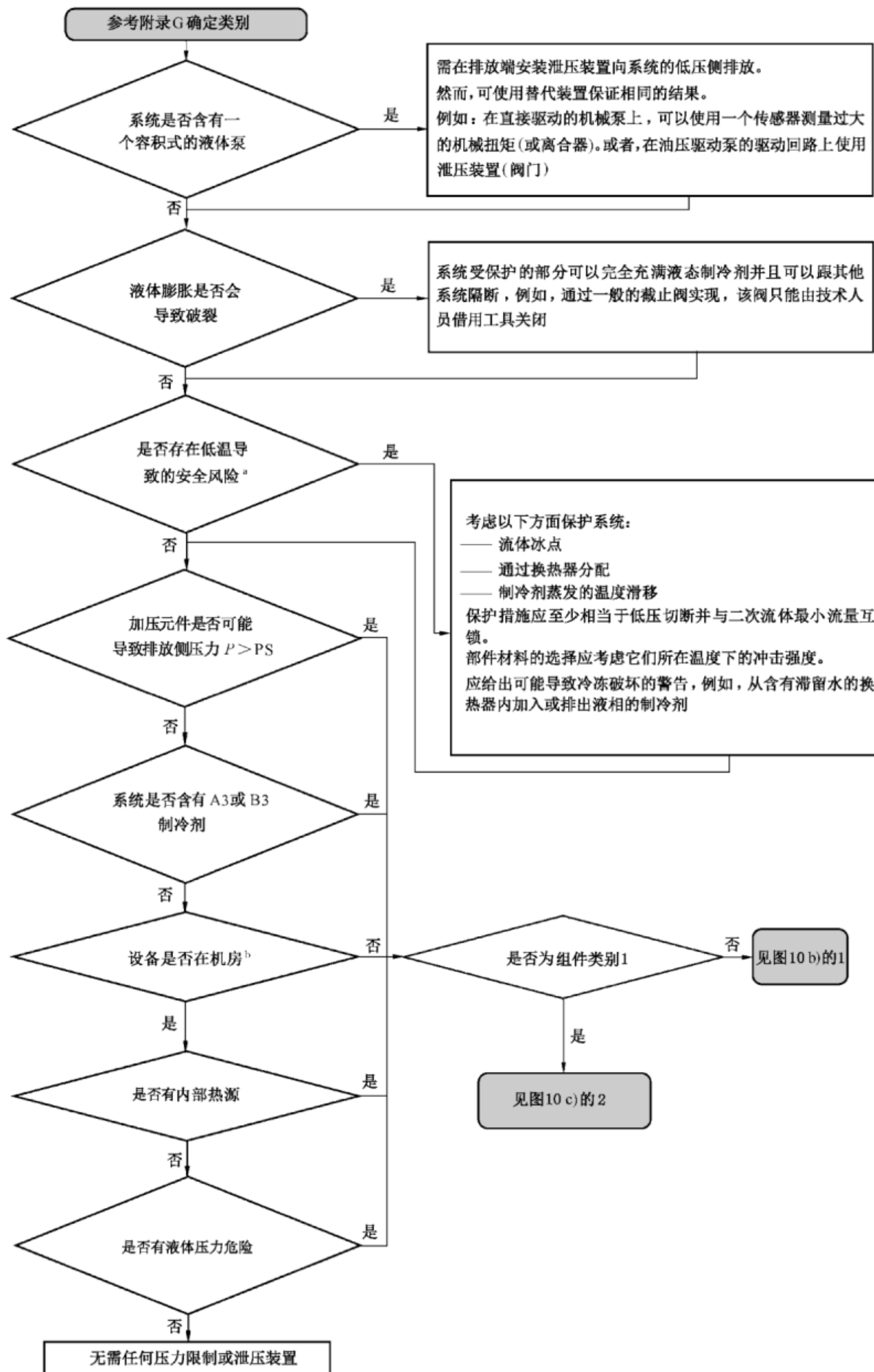
如果使用泄压装置来防止运行期间一级和二级系统的高压侧压力过高,在任何泄压装置运作之前应采用限压用安全开关装置(见 10.2.9.2)来阻止压力升高。为了泄压,应优先采用泄压阀将压力泄放排放到系统低压侧,而不是通过安全阀排放到大气中。

10.2.9.2 制冷系统防止超压的保护措施

每个制冷系统都应根据图 10a)、图 10b)、图 10c)和图 10d)所示的流程图设置保护装置。

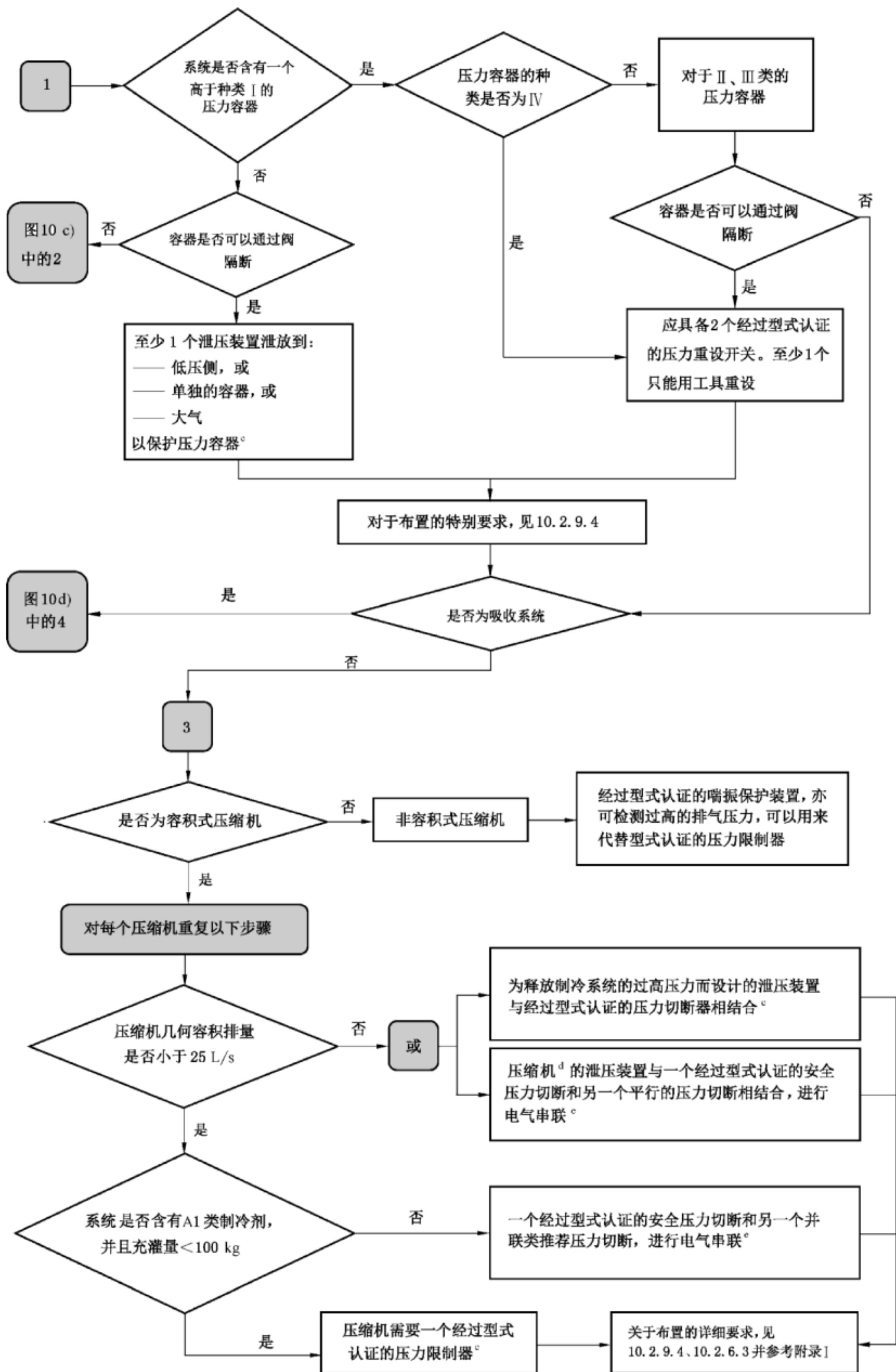
图 10a)、图 10b)、图 10c)和图 10d)应考虑每一部分与其他部分的相关性,从而确定保护装置。

附录 I 给出了制冷系统中泄压装置的布置实例。



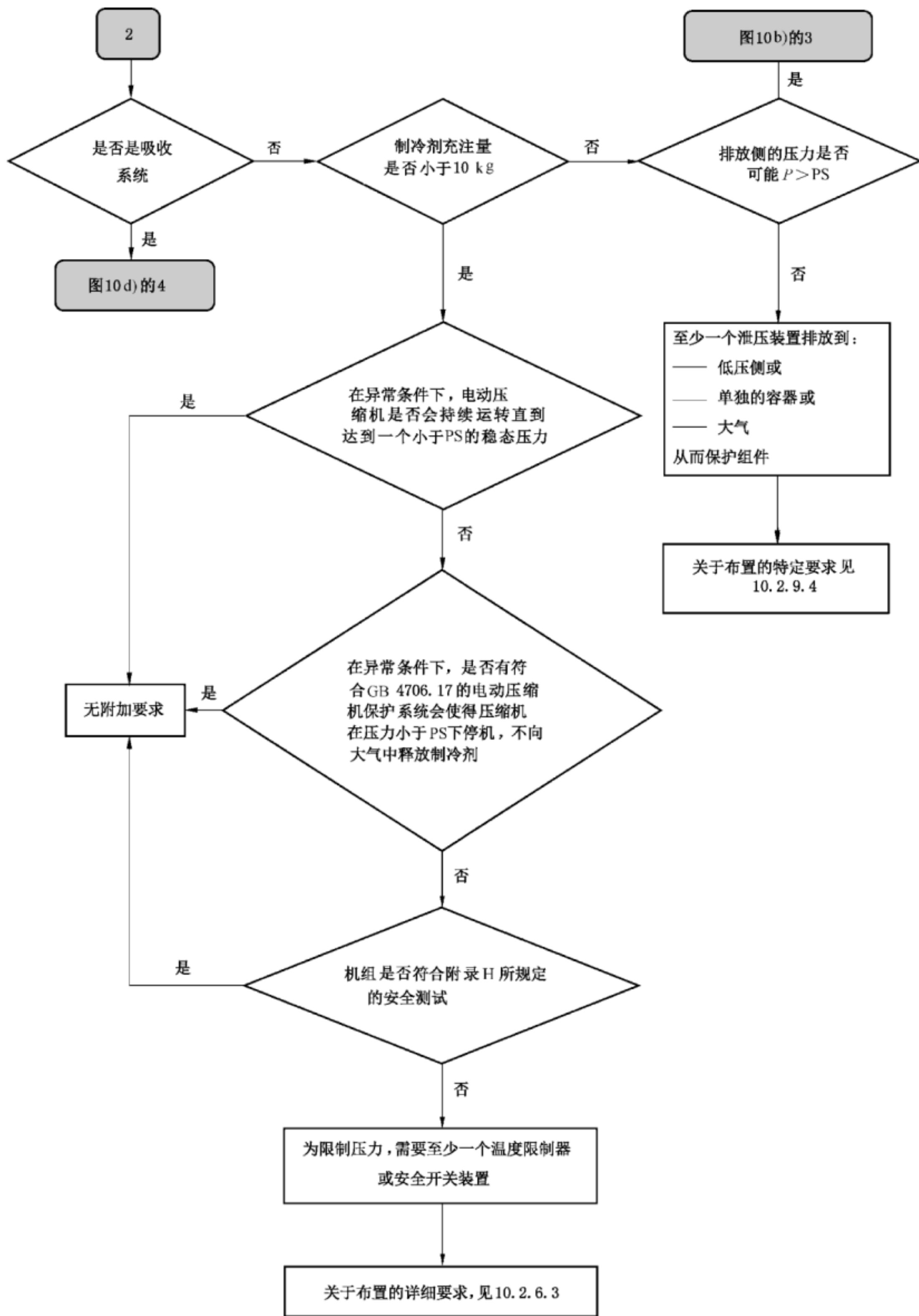
a) A 部分

图 10 制冷系统的过压保护



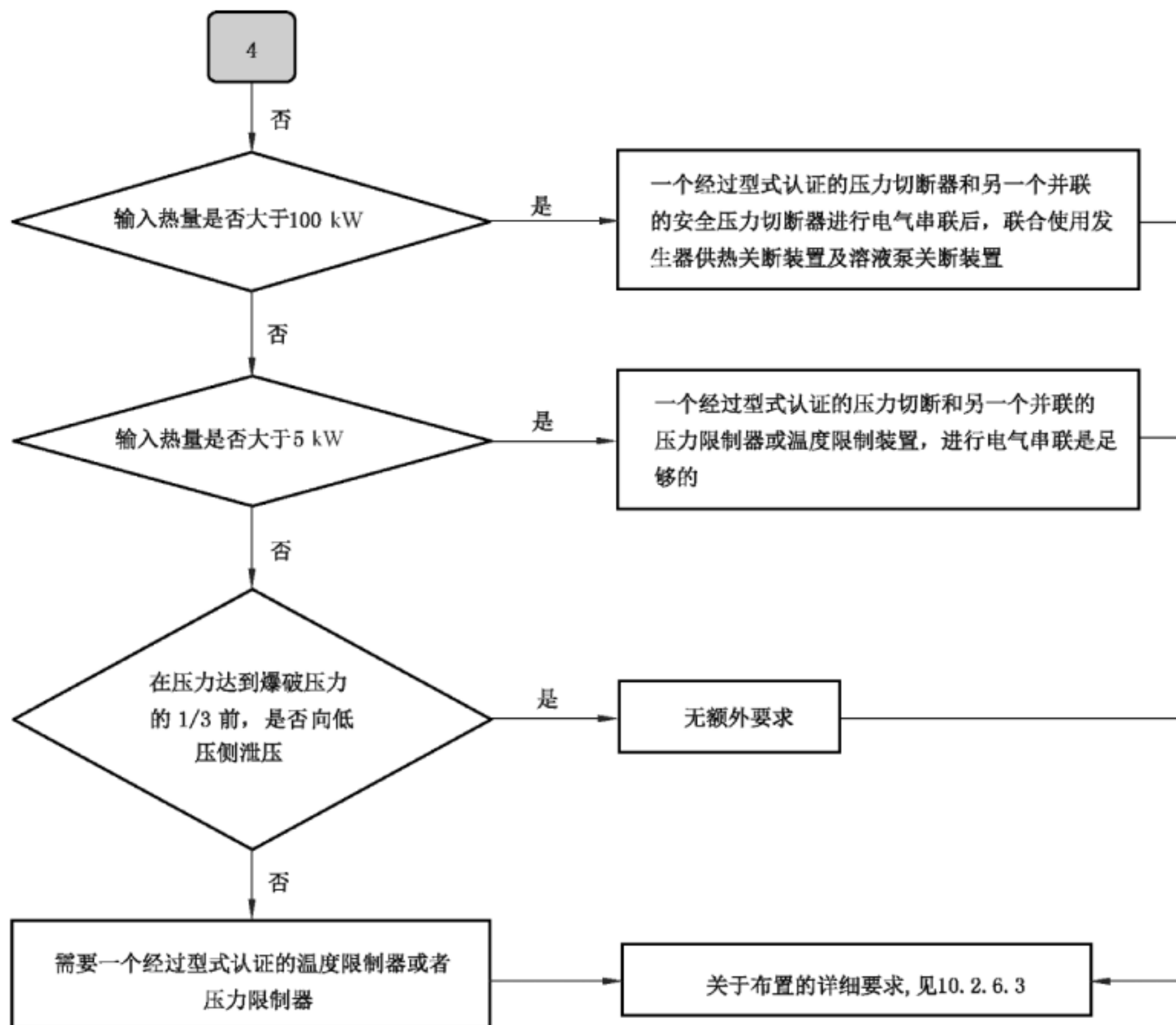
b) B 部分

图 10 (续)



c) C 部分

图 10 (续)



d) D 部分

说明:

- ^a 例如,减少液体冻结对结构造成影响或损坏。
- ^b 见本标准第 11 章~第 18 章。
- ^c 若采用泄压装置保护系统中的一个特定容器或系统部件,应将泄压装置的压力设定为该容器或部件的压力。
- ^d 如果没有安装排气截止阀(应有阀帽),也没有中间截止阀(应有阀帽),则安装一个高压泄放装置即能满足要求。向低压侧排放会导致压缩机过热。正常情况下,压缩机泄压装置的设定应高于系统的最大允许压力,因此该泄压装置不能用于系统或其他部件的保护,除非其设定等于最高允许压力。
- ^e 压力限制器只要满足功能要求并且安全可靠,就可以在系统中应用。例如,可以用一个经过型式认证的安全压力切断装置代替一个经过型式认证的压力切断装置。

图 10 (续)

10.2.9.3 溢流阀

当泄压装置(压缩机的泄压装置除外)从系统的高压侧向低压侧释放压力时,泄压装置的设计和排放能力应考虑允许背压。

溢流阀的特点是释放时的压力应不高于泄压装置向大气排放时的压力。

系统低压侧泄压装置的排放能力应能够满足所有相连的容器、压缩机和泵同时超压时的泄放量。

10.2.9.4 制冷系统保护装置的隔离和布置

泄压装置应安装在要保护的制冷系统部件上或靠近要保护的部件。泄压装置应容易接近并且连接在液态制冷剂液面上方,防止液体膨胀的装置除外。

泄压装置的进出口管道上不应有截止阀,以下特殊情况除外:

当使用外置的单一的泄压装置向系统的低压侧排放制冷剂时,应采取相应的措施保证该装置可以拆卸而不损失大量的制冷剂。溢流阀的前后应安装截止阀。截止阀应采用铅封或类似方法,以确保其不会被未经授权地开启。该密封应清晰地注明授权操作者的身份。溢流阀的溢流管道最好经过最短的途径(参见图 I.5 和图 I.6)最好通到气相侧或者系统的低压侧(例如,分离器的回流管)。

注:为了防止由外部热源引起的系统过压,可以安装并联于溢流泄压装置且向大气排放的泄压装置。

10.2.9.5 二次冷却和加热系统的保护

如果制冷系统与二次冷却加热系统间的热交换器被关闭,结果可能会导致压力升高,那么应在二次侧安装泄压装置以保护热交换器,压力设定不高于二次侧的 PS。

当系统包含一个二次热交换器时,热交换器不应允许制冷剂泄漏进二次传热流体工作的区域,因为蒸发器或冷凝器壁面可能会受到破坏。应遵守以下要求:

- 自动的空气/制冷剂分离器,安装在二次循环回路的蒸发器或冷凝器出口管处,安装位置高于热交换器。空气/制冷剂分离器应具有足够的流量,能排放掉那些可能通过热交换器泄放的制冷剂。空气分离器应把制冷剂排至通风的机房或户外。排放口的布置应能将危险程度降至最低。
- 在泄漏的情况下,为了避免制冷剂进入二次回路,可在初级和次级回路之间采用双层壁的热交换器。
- 二次回路接触面的压力始终大于初级回路接触面的压力。

为避免初级回路的制冷剂溶于二次流体,应安装一个自动检漏仪并与报警系统相连。

10.2.10 指示和测量仪器(监视)

10.2.10.1 概述

为了测试、操作和维护,制冷系统应配备第 9 章、第 10 章所规定的必要的指示和测量仪器。

第 9 章、第 10 章所描述的“监视装置”不作为保护装置。

10.2.10.2 制冷剂压力指示仪的布置

对于含有 10 kg 以上制冷剂的系统,每个压力侧或不同的压力级应配备压力指示器接头(可选择永久性的压力指示连接接头)。

当在制冷系统的高压侧安装永久性压力计时,其量程应至少为设计压力的 1.2 倍。

如果在开式压缩机的润滑系统中安装可替换的油滤器,应安装油压计以检测润滑压力是否足够。

对于净容积为 100 L 或以上的贮存液体制冷剂的压力容器,并且在进出口处装有截止阀时,则应配备压力指示器接头。

对于用手动控制方式进行加热清洗或除霜的含有制冷剂的部件,应安装压力指示器。当使用压力计时,其有刻度的量程至少为清洗或除霜过程温度下的制冷剂饱和压力的 1.2 倍。

10.2.10.3 液位指示器

系统中的制冷剂储液器含有超过:

- 100 kg 的 A1 组制冷剂,根据 GB/T 7778;
- 25 kg 的 A2、B1 或 B2 组制冷剂,根据 GB/T 7778;
- 2.5 kg 的 A3 或 B3 组制冷剂,根据 GB/T 7778。

且这些储液器装有隔离阀,则应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。

10.2.11 电气要求

电气设备的设计应符合 GB 4706 系列标准或 GB 5226.1 的规定。

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。

10.2.13 运动部件的防护

为了防止运动部件对人员造成伤害，设备应符合 GB 4706 系列标准或 GB 5226.1 和 GB/T 15706 的规定。除非另有说明，意外触碰也会导致人身伤害的所有的运动部件（例如，风扇叶片、鼓风机叶轮、皮带轮和皮带），应采用保护罩壳或屏蔽物以防止意外触碰。这些保护设施应是使用工具才能拆除或永久性地固定在运动部件周围。

10.2.14 设备的安全操作

制冷设备应设计为利于安全操作。

10.2.15 运输过程的放置条件

在运输过程中，由泄压装置保护的部件的压力应不大于装置设定压力的 0.9 倍。

压力的计算或测试应考虑系统在 12 h 内可能出现的最高运输温度。

10.2.16 爆炸事故的防护

使用 A2、A3、B2 或 B3 组制冷剂的制冷系统，其设计制造应能保证任何泄漏的制冷剂不会流动至或停滞在系统附近有电气元件的区域，从而有引起火灾或爆炸的危险。这些电气元件可能成为一种点火源，并可以在正常条件或泄漏时发生作用。

个别的部件，如控温器，其充注的可燃气体少于 0.5 g，可认为该部件内部气体泄漏时不会引起火灾或爆炸事故。

可能成为一种点火源，并可以在正常条件或泄漏时发生作用的所有电气元件，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。

注 1：GB 3836.8—2014 的 22.5.3.1 是针对有外壳密封的设备，但是这里的测试也用于外壳大于 100 cm³ 的电气元件。

注 2：开关元件的测试电流是该元件的额定电流与开关时的实际负荷电流两者中的较大值。

但只要满足下述任何一个条件，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（该区域为任何泄漏制冷剂可以流动或停滞的区域）之外；

——通过设置足够的通风量，通风可以一直开启也可以在点燃组件和元件之前开启，足够的通风量是指在潜在的点火源区域，制冷剂的浓度不大于其可燃浓度下限 LFL 的 50%；

——设置保护设施，其要求满足 GB 3836.15 中定义的 2 区、1 区和 0 区的使用；

——对于电气设备,其电气回路中的电弧或者电火花的最大可能的能量将不能点燃使用制冷剂的最易燃浓度(即:对于电气设备,其电气回路中的电弧或者电火花的最大可能的能量低于使用制冷剂的最小点火能)。

10.2.17 通风罩的要求

当使用可燃制冷剂时,可以采用通风罩设施来避免爆炸危险。

制造商应指定通风通道的尺寸和弯道的数量。设备通风罩内部与外部之间的空气应能流通。通风罩内部的负压应为 20 Pa 或更高,通向外部的流率至少为 Q_{min} ,其最小通风量为 2 m³/h。风道流通面积上不应含有任何部件。

Q_{min} 应按式(5)计算:

$$Q_{min} = 15 \times s \times \left(\frac{m}{\rho}\right) \geq 2 \dots\dots\dots(5)$$

式中:

Q_{min} ——通风设备的体积流量,单位为立方米每小时(m³/h);

15 ——常数,假设制冷剂在 4 min 内全部泄漏,单位为每小时(h⁻¹);

s ——4(安全因子);

m ——制冷剂充注量,单位为千克(kg);

ρ ——25 °C 大气压下制冷剂的密度,单位为千克每立方米(kg/m³)。

合规应经过测试。

通风系统应按如下要求运行:

- 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 Q_{min} 时,设备或压缩机应在 10 s 内关闭;
- 在达到可燃性下限(LFL)的 25%之前,通风系统应能被制冷剂气体传感器启动。考虑到制冷剂的密度,传感器应被安装在合适的位置,并依据制造商的说明书进行定期的检测。空气流量测量也应进行定期检查,尤其是低于 Q_{min} 的流量。

10.3 试验

10.3.1 试验

所有的制冷系统投入使用之前,应对各部件或者整个制冷系统进行如下试验:

- a) 耐压试验;
- b) 密封性试验;
- c) 限压用安全开关设备的功能试验;
- d) 整个安装的一致性测试。

当进行耐压试验和密封性试验时,所有接头都应便于进行检查。

在耐压试验和密封性试验之后且系统第一次运行之前,应对所有电气安全电路进行功能测试。

应记录所有这些试验的结果。

10.3.2 耐压试验

如果管道和管道接头没有预先做过测试,以下要求适用于没有预先做过测试的管道和管道接头:

对于第 II 类或更高类别(参见附录 G 所定义)的管道和管道接头,应进行如下之一的测试:

- 进行最小压力为 1.43×PS 的单件耐压试验;
- 对管道和管道接头进行最小压力为 1.1×PS 的耐压试验。并且,10%的 II 类或者更高类别的

永久性连接应进行无损检测。

注 1: 如果 $1.43 \times PS$ 的耐压试验可能会对系统造成损害, 则进行 $1.1 \times PS$ 的耐压试验。该方法只在采用其他方法会对系统造成损害的情况下应用。

对于第 I 类及以下(参见附录 G 所定义)的管道和管道接头, 应进行如下之一的测试:

- 进行适用于第 II 类或者更高类别的管道和管道接头的测试;
- 进行最小压力为 $1.1 \times PS$ 的压力测试;
- 按 9.4 中的规定进行型式试验, 并且按照 10.3.3 中的规定进行密封性试验。

如果剩余管道和管道接口的类型属于第 I 类及以下(参见附录 G 所定义)并且机组满足附录 H 的要求, 那么按照 10.3.3 进行密封性试验即可。

对于耐压试验, 泄压装置和控制装置可在必要时拆除。

在耐压试验之后, 如果上述部件重新进行了安装, 那么有必要对连接的接口部分进行密封性试验。

系统各部分的最大允许压力可能各不相同。在这种情况下, 每部分的测试压力也不同。

在试验过程中, 压缩机的低压侧不应进行超出低压侧 PS(制造商规定的低压侧最大允许压力)的压力试验。

应采用非有害气体对组件进行测试。不可以使用氧气。现场安装的系统不可以使用空气。

注 2: 首选无氧氮气进行试验。

10.3.3 密封性试验

10.3.3.1 概述

系统应根据以下条款进行整体或者部分的检漏试验: 如果是工厂组装就在出厂前进行检漏试验; 如果是现场组装或充注, 那么就在现场进行检漏。若必要, 则在组装完毕后分步检漏。

检漏方式的选取依生产条件而定, 如用惰性气体打压检漏, 放射性气体示踪检漏。为了避免有害物质的泄漏, 应使用惰性气体, 如氮气、氦气或二氧化碳。考虑到安全因素, 不应使用空气、氧气、乙炔或者烃类。避免使用空气和气体的混合物, 因为特定的混合物可能存在安全隐患。

注: 真空测漏方法可得到一个大致密闭性评价。

制造商的测试方法应达到与 10.3.3.1 或 10.3.3.2 要求等同的结果。

10.3.3.2 充注量小于 5 kg 的整体式系统的带制冷剂测试

下述情况下不应检测到泄漏:

- a) 对于工厂制作的接头:
 - 封闭式系统的接头应使用精度 3 g/年(或更好)的制冷剂检测设备进行测试, 试验压力至少为 $0.25 \times PS$;
 - 其他系统的接头应使用精度 5 g/年(或更好)的制冷剂检测设备进行测试, 试验压力至少为 $0.25 \times PS$ 。
- b) 对于现场安装的接头:
 - 在设备待机或运行的情况下, 或者说至少在待机或运行的压力下, 应使用精度 5 g/年(或更好)的制冷剂检测设备对接头进行测试。

检漏过程应考虑设备的反应时间和泄漏点到检漏设备的最远距离。

检漏设备的生产厂家应给出相应的指南。

如果系统没有在上述要求的压力条件下或者没有使用纯净的制冷剂进行测试, 那么应证明所采用的测试方法等同于上述要求。

应根据生产厂家的说明定期对检测设备进行标定。

应对发现的漏点进行修复, 并重新进行密封性试验。

10.3.3.3 10.3.3.2 未覆盖到的其他系统的测试

10.3.3.3.1 工厂测试

不能用制冷剂作为测试介质。

所有含制冷剂的部件或单元式系统应由制造商进行测试并验证其密封性,试验压力应不低于额定的设计压力。测试应使用干燥的氮气或者其他不可燃、不活泼的干燥气体。不应使用氧气、空气或包含它们的混合气体。用于建立测试压力的设备应安装有限压装置或是减压装置,且压力表应安装在出口侧。限压装置的设定点应高于测试压力,但是不应过高,以防止系统部件的永久性变形。

在上述要求中提及的试验气体有两个例外:

- 在工厂测试中允许使用干燥的氮气和惰性气体的混合物,并可含有可燃性气体,其中可燃性气体浓度不大于质量分数的5%和LFL的25%中的较小值。
- 工厂测试也允许使用没有添加制冷剂的压缩空气,但需保证随后将系统的真空度抽至绝对压力132 Pa以下再充注制冷剂。

10.3.3.3.2 验收标准

对于全球变暖潜值(GWP) >150 的制冷剂,测试的验收标准为用灵敏度为 10^{-6} Pa·m³/s或更高的检测设备(比如氦嗅探器)进行检测,且没有发现泄漏。

对于全球变暖潜值(GWP) <150 的制冷剂,测试的验收标准为用灵敏度为 10^{-3} Pa·m³/s或更高的检测设备(比如在设备外表面使用表面活性剂的测试方法)进行检测,且没有发现泄漏。

在该灵敏度水平下发现的任何泄漏均应被修复并重新测试。

10.3.3.3.3 现场测试

在充注制冷剂之前,在安装现场装配的所有系统部件都应进行密封性试验。现场测试过程和验收标准应符合10.3.3.3.1和10.3.3.3.2的要求。对于已经进行了密封性测试且在现场测试过程中可被安全隔离的部分,无需重复测试。

10.3.4 运行前整体安装测试

10.3.4.1 概述

在制冷系统投入运行之前,应根据系统的安装图、流程图、管路与仪表图以及电路图,对包括整个制冷系统在内的整体安装情况进行检查。

对于具有符合性声明的组装或部件装配,可认为其已满足本要求。

对安装进行检测时应遵循国家的法律法规。当无相关规定时,可遵循以下说明。

10.3.4.2 制冷系统的检查

制冷系统的检查应包括以下项目:

- a) 检查压力设备的相关文件;
- b) 检查安全设备;
- c) 按照设计文件检查管路上的永久性接头;
- d) 根据设计图纸检查管路;
- e) 检查并记录开式压缩机、水泵、风机等与其动力部件(电动机或发动机)的联轴器的同轴度;
- f) 检查制冷系统密封性试验的记录;
- g) 检查制冷系统的外观。

应记录检查的结果(见 10.4.3)。

注:在适用的情况下,检查员能力资质符合 EN 13313 的规定。

10.3.4.3 安全装置和设备的验证

10.3.4.3.1 安装

应进行验证以确保制冷系统配备了应有的安全装置,这些装置不但运行正常,且设定的运行压力能确保系统的安全性。

10.3.4.3.2 符合适用标准

应进行验证,证明安全装置符合适用的标准,并且制造商根据标准进行了测试和验证。

注:这并不意味着每个装置都具有证书。

10.3.4.3.3 限压用安全开关装置

在适当的情况下,应进行检查,确保限压用安全开关装置能够正常工作,并且安装正确。

10.3.4.3.4 外部泄压阀

检查外部泄压阀,确保设定的压力与刻在阀体或铭牌上的数值一致。

10.3.4.3.5 爆破片

检查爆破片(不包括内部爆破片),确保爆破片标记了正确的名义爆破压力。

10.3.4.3.6 易熔塞

检查易熔塞,确保易熔塞标记了正确的熔断温度。

10.3.4.4 制冷剂管路

在适当的情况下,检查制冷系统的管路,确保安装符合图纸、技术要求和相应的标准。

10.3.4.5 整体安装的外观检查

参照附录 E,对整体安装进行外观检查。

10.4 标记和文件编制

10.4.1 概述

设备应符合 10.4.2 中关于标记的要求和 10.4.3 中关于文件编制的要求。

符合 GB 4706.13、GB 4706.32 或者 GB 4706.102 并且在其范围内的设备,可认为符合 10.4.2 中关于标记的要求和 10.4.3 中关于文件编制的要求。

10.4.2 标记

10.4.2.1 概述

每个制冷系统及其主要部件应可以通过标记进行辨识。标记应始终可见。对有限制充注量的封闭式制冷系统,冷凝器和蒸发器不用进行标记。

关闭装置和主要控制装置应清楚地标记。

指向可燃制冷剂设备的维修通道应按照 GB 2894—2008 的 W021 标记火焰符号。

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；

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。

- 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；
- 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。

10.4.2.3 管路和阀

现场装配和安装的管路，应采用颜色标记。如果管道流程能明显识别，则可不进行标记。

应根据国家规范中颜色编码的规定进行标记。

当管路内含物的释放会影响人身或财产安全时，应根据国家规范在阀门附近管道和穿过墙壁的管道上标记其内含物识别标签及危险标志。

泄压阀的排放管道应进行标记。如果从外表不能清楚看到其管路流程，溢流阀的集管应进行标记。

用于隔离部分制冷系统的阀，应做标记。

对于不易识别其控制目的的截止装置和主要控制装置，都应标记清晰。

用于制冷剂和其他服务(气体、空气、水、电)的主要关闭装置及其控制器件应按功能清晰的标记。

注 1：可以用编码来标识装置，并在设备的附近有编码的关键提示。

注 2：只能由授权人员操作的设备进行标记。

10.4.3 文件编制

10.4.3.1 合格证书

应记录试验的结果。

任何合格证书都要由执行检查、测试、校核的责任人签名。

安装者应提供合格证书证明系统已经根据设计要求安装完毕，若安全和控制装置可整定，则在试车完毕后应说明其整定状态。

10.4.3.2 运行现场的文件材料

在制冷系统运行现场附近，安装者还应给出能提供充分保护的文件，并清晰可读。

注：分体式或多联机系统的运行场所可以认为是室外机位置。

运行现场的这些文件材料应至少包括以下信息：

- a) 安装者的姓名、地址和电话，安装者的服务部门，相关的服务部门或至少是制冷系统的责任人，消防部门、警察、医院、烧伤中心的地址和电话；
- b) 制冷剂的化学分子式及其编号(见附录 B)；
- c) 紧急情况下，关闭制冷系统的相关说明；
- d) 最大允许压力；
- e) 可燃性质的相关细节，如果使用了可燃制冷剂(A2、A3、B2、B3 类制冷剂)；

- f) 有关毒性的相关细节,如果使用了毒性较高的制冷剂(B1、B2、B3类制冷剂)。

10.4.3.3 操作指南

制造商或安装方应提供足够数量的使用手册或活页,且应包含安全须知。

设备的使用手册应采用设备使用国的语言(或多种语言)。

使用手册至少应包括如下信息:

- a) 系统的用途;
- b) 机器和设备的说明;
- c) 制冷系统的原理图和电气线路图;
- d) 有关系统及其部件启动、停止和停用的说明;
- e) 有关工作流体和设备的废弃处置的说明;
- f) 最常见故障的原因和排除措施,例如指导授权人员进行检漏和机组万一发生泄漏或破裂时应联系专业的维修技术人员;
- g) 应采取预防措施,防止冷凝器、冷却器等在低环境温度下或由于系统压力/温度的正常下降而引起水的冻结;
- h) 起吊或运输系统或系统部件时应采取的预防措施;
- i) 现场机组文件上应包含所有必要的信息;
- j) 发生紧急情况如泄漏、着火、爆炸时的防护措施、急救方法和随后的处理办法的说明;
- k) 整个系统的维护说明,包括预防泄漏的维护时间表(见第19章);
- l) 关于制冷剂充注、排放的说明;
- m) 关于制冷剂处理及其相关危险的说明;
- n) 关于安全、防护和急救设备,以及警报装置和指示灯的功能与维护的说明;
- o) 撰写工作日志的指导,见10.4.3.5;
- p) 所需的合格证书。

相关部门应给出处理其他各种干扰和事故的紧急措施。

10.4.3.4 图纸

对于很难看出各部件功能的复杂系统,应在铭牌上或其附近展示制冷系统的管路和仪表图,从而识别关闭和控制装置。

10.4.3.5 工作日志

当制冷剂的充注量大于3 kg时,安装方应根据国家或地方的要求建立系统安装的工作日志。工作日志应根据第19章的规定定期更新。

工作日志至少应记录下列信息:

- a) 维护与检修工作的细节;
- b) 每次充注的制冷剂量及其种类(新的、再利用的或回收的),每次从系统转移的制冷剂量(见第19章);
- c) 再利用的制冷剂的分析结果;
- d) 再利用的制冷剂的来源;
- e) 系统部件的改变和替换;
- f) 所有定期常规试验的结果;
- g) 重要的停用期。

工作日志本应保留在机房内,或将其数据储存在有关部门的计算机中,但机房内应有打印出的记

录,确保这些信息在相关操作人员检修或测试时应能被随时获取。

11 制冷设备的安装场所

11.1 概述

制冷设备可以露天安装在建筑物室外,指定的机房、使用区,或者非使用区的非指定机房。

制冷设备可容纳于由制造商提供的通风密闭外壳内,对这种密闭外壳的要求列于 10.2.17。

11.2 制冷设备安装在露天

制冷设备在露天安装的场所,应能够防止制冷剂泄漏到建筑物内或危及人身。如果安装在屋顶,一旦泄漏,应防止制冷剂通过屋顶流入通风新风口、门口、天窗或者类似的开口。保护露天制冷设备的遮蔽物应有自然通风或者强制通风装置。

若一个房间至少有一面较长的墙壁通过格栅向室外开放,格栅自由通风面积不少于 75%,且格栅至少覆盖该墙面 80%的面积(如果是多于一个墙面靠室外则可做相应的折算),那么该房间被认为是露天。

11.3 制冷设备安装在机房中

当选择机房作为制冷设备的安装场所时,它应满足从 12.1~12.14 的规定。当制冷剂的充注量大于本标准中规定的实际极限时,该制冷设备就应安装在专用机房中,除非机房中点火源满足 12.3、12.4 和 12.14.4 的要求。

注 1:含 R-717 或者其他 B2L、B2、B3、A2L、A2 和 A3 类制冷剂的制冷系统会有附加的要求,详见 12.12。

注 2:如果人员进入制冷设备附近的房间足够大,该房间可作为机房,但需满足要求。

11.4 制冷设备安装在使用空间

具体要求详见附录 A。

11.5 制冷设备安装在非使用区内的非指定机房中

如果这部分区域与使用区隔离,那么它应满足安装在机房中的相关要求。如果这部分区域不与任何使用区相隔离,那么应按照制冷设备安装在人员使用空间中的要求进行安装。

11.6 制冷设备安装在使用空间里有通风的密闭空间

安装有制冷系统的通风密闭空间应配有由制造商指定的通风管道。这个风管应不大于制造商所规定的长度,其弯头数量也应不大于制造商的规定。安装通风空间的房间应至少比通风密封外壳大 10 倍,并且有足够的新风量来补给排气。从外壳出来的空气应排向室外或所排地方的容积应满足本标准中所规定的最小值。

11.7 管道或管道井

管道或管道井如有手动关闭装置,其设计可让人员进去,应有多个逃生出口。管道内侧高度不少于 1.2 m。

12 机房

12.1 机房和专用机房的使用

机房不能作为人员使用空间。建筑业主或使用者应确保只允许专门技术人员可进入机房对设备进

行必要维护。如果遇到特殊情况,如机房被用来作为维护工作区,应符合表 1 中种类 C 中列出的关于“授权使用”的要求。

专用机房不准许用作人员使用空间。

根据第 19 章的要求,当机房在进行维护或检修时,熟悉紧急防护设备使用和应急操作步骤的授权人员应在机房附近,以便在紧急情况下提供协助。

12.2 机房通风

机房内泄漏的制冷剂不应进入隔壁房间、楼梯间、庭院、过道或建筑物排水系统。逸出的气体应被排放到室外。

不应有气流经机房流入使用空间,除非有密封的风管隔离,以保证制冷剂不能泄漏到空气中。

12.3 燃烧设备和空气压缩机

如果制冷设备的机房内同时有燃烧设备,那么供给燃烧发动机、锅炉的助燃空气或者空气压缩机中的供气应是来自没有制冷剂气体的空间。如果上述设备安装在机房内,供给燃烧发动机的助燃空气或空气压缩机中的供气应通过风管从室外输送过来,并确保制冷剂不能泄漏到燃烧室中。

12.4 明火

除了焊接、钎焊或其他类似情况外,机房或专用机房内部不应有明火存在,并且要时刻监视制冷剂的浓度同时确保通风流畅。不准许无人的情况有任何明火存在。

注:当制冷机房内的制冷剂是 R744 时,允许使用明火。

考虑到房间内制冷剂的可燃性(或其他燃烧品),焊接或钎焊时要保证房间内有足够的通风。

12.5 贮存

除了一些机房内设备所需的工具、备件和压缩机润滑油以外,机房不应用来贮存其他东西。任何制冷剂、易燃或有毒物质应按国家法规的规定存放。

12.6 远程紧急开关

用来关停制冷系统的远程开关应安装在室外,接近机房的位置。同时应在室内合适的地方有一个类似的开关。该开关应满足 GB/T 16754 和 GB 5226.1 中关于急停开关的要求。

12.7 机房外部开口

机房外部开口不能距建筑物楼梯应急出口或其他建筑开口如窗户、门、进风口等 2 m 以内。

12.8 管道和风道

所有通过机房围墙、楼顶或地板的管道、通风道应密封好。密封处的抗火性能应不低于围墙、楼顶或地板本身的抗火性能。

注:泄压装置、安全阀和易熔塞的排气管可以通过适当的方法将排气散播到远离建筑物进风口的地方,或排放至充足的相应吸收剂中。

A1 类制冷剂泄压装置可以将制冷剂排放到机房中,但是系统充注量应小于附录 A 中规定的限定值。这样排放制冷剂将不会危及生命和财产安全。

12.9 正常照明

含有制冷设备的场所选取和安装的固定照明设施应能够提供足够的亮度来保证安全操作。照明水

平和位置应符合国家规范的要求。氨制冷系统机房内含有灯丝的电灯泡应该有“防飞溅安全罩”(IPX4)。

12.10 应急灯

应提供一些固定的或便携的应急灯,当正常照明装置失效时,可以用来进行一些操作控制或者人员疏散。

12.11 尺寸和可接近性

机房的面积应足够大,应方便安装,并有足够用于服务、维护、操作、检修和拆卸制冷设备的空间,包括对于穿着个人防护装备的人员也应有足够的空间。

如有必要,应提供一些通道或固定梯子,以避免在对制冷系统进行操作、维护、检查、检修时,会在管道、配件以及它们的支撑物和支撑结构、甚至是部件上站立或行走。

安装在过道和永久性工作场所上方的设备,其下方应至少保有 2 m 的净高度。

注:净空的定义是步行表面以上 2 m 的垂直高度。

12.12 门、墙和通道

12.12.1 门和开口

机房应有足够多的向外开的门,以确保在遇见紧急情况可以安全撤离。

门应密封良好、能自动闭合,且门可从内部打开(防意外系统)。

门的设计应能抵抗至少 1 h 的火烧,使用材料和结构经过符合国家规范规定的测试。不得有任何开口使意外逸出的制冷剂蒸气、气体、气味或其他气体进入建筑物其他部位。

12.12.2 紧急情况

规定应有紧急安全出口让机房的工作人员能立刻逃生。

至少有一个出口是直接通到户外的,或者能到达逃生出口的通道。

12.12.3 墙壁、地板和天花板

建筑物内部和机房之间的墙壁、地板和天花板应能抵抗至少连续 1 h 的火烧,同时保证本身密封性。它们的材料和结构应符合国家标准规定。

12.12.4 维护通道

维护通道应符合国家规范的规定,本身保持一定的密封性来减少逸出的制冷剂泄漏到维护通道内,本身的耐火性能应同墙和门的耐火性能一样。维护通道包括走廊和含有易燃或有毒制冷剂管道的爬行通道,应与安全空间保持良好的通风,这样便可以防止泄漏制冷剂积聚的危害(即大于 A.1 中规定的限定值)。

维护通道不能用于通风或调节空气。

12.12.5 紧急通风管道

通常的和紧急通风管道的金属板应符合国家标准并按要求提供。安装后,所有管道和接口应密封以使管道的气体泄漏最小。通风管道的防火要求与机房的门和墙壁相同。

12.13 通风

12.13.1 概述

无论是正常工作还是紧急情况,机房都应保持足够的通风。

如果由于泄漏或部件破坏导致制冷剂泄漏,机房内的空气应用机械通风系统排到户外。这应是独立的通风系统不和现场其他的通风系统相连接。

室外补风应充足,并良好的分配于机房,避免出现死区。

室外新风进口的位置应能防止再循环进入室内。

12.13.2 正常运行或机房被人员使用时的通风

通风应符合国家规范的规定,当机房被人员使用时最少每小时换气4次。

12.13.3 紧急机械通风

如果机房内需要气体检漏,紧急机械通风系统应由机房内的检漏仪启动。检漏仪的相关规定见第16章。

紧急机械通风设备应有两套独立的应急控制开关,一套位于机房外,另一套位于机房内。

万一不能达到必要的通风量,应启动可听到和/或可看到的警报,且应切断相关的电力供应。

12.13.4 紧急机械通风的所需流量

机械通风的最低流量按式(6)计算:

$$V = 0.014m^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(6)$$

式中:

V ——流量,单位为立方米每秒(m^3/s);

m ——机房制冷系统各部件中含有的最大制冷剂充注量,单位为千克(kg);

0.014 ——换算因子,单位为立方米每秒千克 $[m^3/(s \cdot kg)]$ 。

12.13.5 机械通风口

机械通风口的位置和尺寸应选取合适,以保证足够的空气流动,同时应考虑制冷剂的特性、通风设备的性能、进风和排风的位置。进风口和排风口应布置合理,确保在任何情况下都能将泄漏的制冷剂排放出去。

12.14 易燃制冷剂机房(A2L、A2、B2L、B2、B3 和 A3 类别)

12.14.1 概述

12.14.1.1 位置

机房位置应符合地方和国家法规,这也可能取决于制冷系统的制冷剂充注量。

A2L、A2、B2L、B2、A3、B3类制冷剂的机房有爆炸危险性,因为它们有可能造成制冷剂凝聚,并且达到可燃性下限,因此,该类机房需符合危险区域安全要求,按国家规定提供一些减爆装置(例如泄爆墙或屋顶)。

12.14.1.2 紧急排气通风

紧急排气通风设备应符合以下任意一条:

- a) 安装电机在气流之外;
- b) 标定危险区域符合10.2.16的要求。

风机安装位置应避免使机房内通风排气管道的压力增加。

如风机与管道相接触,不能产生火花。

排气通风设备的排气口应符合国家法规。排气口不应有东西堵塞,同时能阻止垃圾、树叶或鸟类进

入。向上开口的管道底部应有 U 形排水管来排放雨水,同时应能进去检查。

12.14.2 氨制冷系统附加要求

12.14.2.1 排水系统

为防止泄漏的氨气进入地表水,应设计并安装符合国家规范的集水系统。机房地板的设计应能够防止液氨从房间内泄漏出去。集水系统的排放在正常情况下处于关闭状态。

12.14.2.2 专用紧急冲洗器

对于氨或其他能够腐蚀皮肤和眼睛的有刺激气味的制冷剂,应提供方便使用的洗眼水和洗浴设施,设在机房安全出口位置。应提供自动冲淋器,水温保持在 25 °C~30 °C 之间,流量至少有 1.5 L/s。

12.14.2.3 消防喷淋系统

在氨制冷系统中,如果氨的充注量大于 200 kg,那么该机房内部不应有消防喷淋(水)系统。

12.14.3 燃烧设备

含 A2L、A2 或 A3 类制冷剂的制冷机房不准许安装燃烧设备。

12.14.4 最大表面温度

热表面温度不能大于制冷剂的自燃温度减去 100 K。

13 附加规定要求

13.1 概述

当有室内机组或有管道穿过的使用空间容积不足时,总充注量会大于 A.5 规定的允许充注量,则为了确保安全,可以制定专门的条款来加以规定。

13.2 使用空间

如果室内机组安装位置离地面高度小于 1.8 m,为了避免风险,则应提供室内机风扇、循环机或机械通风设备,且这些设备应常开或者由检漏仪启动。如果在地板位置有通风口,如门下的缝隙,则允许低位安装没有上述空气混合措施。

安装室内机组的空间应视为通用使用空间,室内机组不能用于密闭的没有向外界通风的房间。室内系统应用于人员舒适用途。

安装室内设备和管道时应牢固安装并防护好,确保不会因移动家具或者重新基建而发生设备意外破损。

13.3 通风

13.3.1 概述

以通风作为安全措施的有关要求见第 1 章~第 8 章以及 A.5.2.2 或 A.5.2.3。

通风设备应安装在空气充足且能及时冲淡泄漏的制冷剂的地方,例如户外或大空间。室内提供通风气流的空间(包括安装室内机房间的容积)应足够大,确保最小通风量限值(QLMV)未超标。室内通风应被引至足够大的房间,使得总的 QLMV 值满足使用空间容积的要求。向室外的自然通风不在此考虑范围之内。

注:QLMV 值见附录 A。

13.3.2 自然对流稀释通风口

稀释通风口应在高处和低处都有。任何一个高处的或低处的通风口的最小面积由式(7)得到。每个高低处的风口可分成两个或更多的开口。这些开口分别分布在靠近地板和靠近天花板处。如果天花板上部和隔壁房间之间没有墙壁,就可以省却高处通风口。

$$A = 0.0032 \times \frac{M}{QLMV \times V} \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

A ——需要的开口面积,单位为平方米(m²);

M ——制冷剂的充注量;单位为千克(kg);

V ——房间体积,单位为立方米(m³);

QLMV ——最小通风量限值,见 A.5.2,单位为千克每立方米(kg/m³)。

低处开口的下边缘高度离地面不应超过 0.2 m。高处开口的上边缘应不低于门的上沿。

13.3.3 机械通风

13.3.3.1 风量要求

实际的而非名义上的机械通风量的最小值应满足式(8):

$$M = -\frac{10 \cdot V}{Q} \ln\left(1 - \frac{Q \cdot RCL}{10}\right) \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中:

M ——制冷剂充注量,单位为千克(kg);

V ——房间体积,单位为立方米(m³);

10 ——预期的最大泄漏速率,单位为千克每小时(kg/h);

Q ——通风设备的排风量,单位为立方米每小时(m³/h);

RCL ——制冷剂浓度极限,见 GB/T 7778 的规定,单位为千克每立方米(kg/m³)。

简化计算见式(9),可采用这个公式得出的通风量而不用上述公式计算,但这样简化会使得出的通风量数值较高。

$$Q = \frac{10}{RCL} \quad \dots\dots\dots(9)$$

13.3.3.2 机械通风口

机械通风口的底边应尽可能低。排气口与吸气口的距离应足够远,防止排出气体回流至使用空间。

13.3.3.3 机械通风设备的运行

根据第 16 章,机械通风设备应连续运行或者通过检漏仪启动。

13.4 安全截止阀

13.4.1 概述

根据 A.5.2,若安全截止阀作为一种安全措施被采用,则阀门应被安装在制冷回路的适当位置,一旦发生制冷剂泄漏,阀门应能关闭制冷剂,使泄漏到使用空间的制冷剂数量小于该使用空间的 QLMV 值。

对于建筑物的地下最底层,应用 GB/T 7778 中给出的 RCL 值代替 QLMV。根据第 16 章的规定,阀门在检漏仪的控制下应能将制冷回路从使用空间中隔离出去。设备制造商应提供用于计算泄漏到使用空间中的制冷剂量的必要数据。

13.4.2 位置

截止阀应安装在使用空间的外部,且应被置于授权人员在维护时能够接近的地方。

13.4.3 设计

设计时应考虑在电源故障的情况下阀门能被关闭,如采用弹簧回复式电磁阀。

在产生制冷剂泄漏的情况下,制冷回路的阀门应能切断故障管路制冷剂的流动,同时不影响其他管路的正常运行。

14 电气装置

14.1 一般要求

制冷系统一般的电气装置或其他设备如照明、电源等应符合国家规范的要求,同时应根据要求符合 GB/T 16895.1 和 GB/T 16895.6 的规定。

注:IEC/TR 61200-52 中有附加说明。

14.2 主电源

制冷系统供电电源的电气布置,总体上和其他电气设备的电源应可以互相独立切断,特别是与照明设备、通风机组、警报和其他安全设备的供电相独立。制冷机组与主电源的连接应符合 GB 5226.1 的要求。

14.3 制冷系统含 2 L 类可燃性制冷剂的机房电气设备

如机房内的制冷系统只含 2 L 制冷剂,电气设备不需要符合危险场所要求。

15 安全警报器

15.1 概述

如果机房或使用空间安装有警报器(见第 16 章),应按照 15.3 的要求警告区域内的制冷剂泄漏。警报器应由检漏仪按照第 16 章规定提供的信号来触发。警报将引起专门人员的注意,并采取相关措施。

如果系统充注量大于实际极限乘以房间容积的值,或是可燃性下限(LFL)的 20%乘以房间容积的值,则应按照 15.3 的要求安装警报器。

15.2 警报系统的电源

当警报系统安装时,其电源不应向其他制冷系统,或其他可能产生制冷剂泄漏危害的设备供电。警报系统应符合火灾报警器的要求。

注:警报系统可以使用电池备用电源。

15.3 警报系统报警

15.3.1 概述

警报系统应同时提供声光报警,例如高分贝的(大于背景噪声 15 dB(A))蜂鸣声和闪光灯。

15.3.2 机房的警报

警报系统应对机房室内和室外进行报警,或至少对人员使用空间内部进行报警。室外警报系统可以安装在有保安的或受监控的区域。

15.3.3 使用空间的警报

使用空间内应至少安装一个警报器。对于 A 类使用空间,警报系统还应设置在受监控的区域,例如夜间值班室,以及使用空间内。室外警报器可以安装在警卫室或受监控的位置,例如夜间值班室。

15.4 充注量大于 4 500 kg 的氨制冷警报系统的附加要求

制冷系统使用者/拥有者应确保有一个全天候值班站作为中央警报站。在警报发出 60 min 内应有专业人员到场查看。也可以通过移动电话、寻呼机等技术设备报警通知这些人员。

16 制冷剂检测仪

16.1 概述

当制冷剂的浓度大于本标准中规定的实际极限时,制冷剂检测仪应至少驱动一个警报器报警,如果机房有紧急机械通风设备也应启动。它们应符合 16.2~16.5 的要求。

16.2 制冷剂检测仪位置

制冷剂检测仪的位置选取首先与制冷剂的种类有关,其次检测仪应被置于会产生泄漏制冷剂聚积的地方。

每间机房或使用空间至少应安装一个制冷剂检测仪,若制冷剂比空气重则安装在地下最底层区域,若制冷剂比空气轻则安装在最高点。

16.3 制冷剂检测仪作用

传感器应能探测到制冷剂泄漏或者缺氧的情况,且应符合 16.4 和 16.5 的要求。对于含有 R-717 或二氧化碳的系统,不应使用氧气传感器。

16.4 制冷剂检测仪的种类和性能

16.4.1 概述

任何合适的制冷剂检测仪都可以使用,当制冷剂或氧浓度达到一定的预设值后(预设值见后述)应能给出一个电信号来触动截止阀、警报系统或机械通风设备和/或其他应急控制。

制冷剂检测仪在 30 °C 或 0 °C 时的预设值,无论哪个更加关键,均应为 RCL 浓度(GB/T 7778 中给出的)的一半甚至更少。制冷剂检测仪的缺氧预设值应为 19.5%。

在设定预设值时,应考虑到制冷剂检测仪的灵敏度允差,以确保在预设点或以下发出信号。检测仪的允差还应考虑电源电压±10%的允差。当使用氧气检测仪时,用急性毒性暴露限值(ATEL)计算氧缺少量应是可靠和准确的。

当达到浓度预设值的 1.6 倍时,制冷剂检测仪的延迟应是 30 s 或更少。

对于每种类型的制冷剂检测仪都应设置一个合适的维护期。

16.4.2 A2L、A2、B2L、B2(氨除外)、A3 和 B3 类制冷剂制冷剂检测仪

对于 A2L、A2、B2L、B2(氨除外)、A3 和 B3 类制冷剂制冷剂检测仪,报警值不大于制冷剂 LFT 的

25%。在更高浓度时,制冷剂探测器应连续触动。如果适用,当适用毒性制冷剂时,其报警值应设得更低。制冷剂探测器触发后应能自动触动警报系统、启动机械通风设备和停止制冷系统。

16.4.3 氨制冷剂探测器

为警示机房和专用机房内设备爆炸、火灾的危险或出于其他的控制目的,当制冷剂充注量大于50 kg时,氨制冷剂探测器需要按照12.14的要求进行安装,该制冷剂探测器应在不大于以下浓度时被触发:

- a) 对于机房(预报警), $152\text{ mg/m}^3[200\times 10^{-6}\text{ (V/V)}]$;
- b) 对于主报警, $22.8\text{ g/m}^3[30\ 000\times 10^{-6}\text{ (V/V)}]$ 。

当达到预警值时,应触动警报器和机械通风设备。达到主报警的预警值时,制冷系统应能自动停止。如果没有特别规定(见12.14.1),机房或专用机房的供电也应停止,通风要启动。对于只有压缩机或压缩机组的机房或专用机房,在压缩机或机组上方至少设置一个制冷剂探测器。

制冷剂探测器的监视范围应包括制冷剂泵的安装区域,应安装在泵的上部或旁边。

制冷剂探测器应满足其用途,并通过授权机构的合格测试。对于这些制冷剂探测器,应由专业资质人员进行调试。如果有必要,对于初次校准的传感器还应重复测试和校准。

对于充注量大于500 kg的氨制冷系统,氨制冷剂探测器应包含在间接系统的换热回路如水和乙二醇溶液的换热回路中。这些制冷剂探测器应能启动机房报警系统,以及控制系统操作界面,但是制冷剂探测器启动后应不产生闪光、鸣笛,应不启动疏散。

16.5 安装

16.5.1 制冷剂探测器安装地点的空间,应足够专门的授权人员进去检修或替换。

16.5.2 应保护制冷剂探测器以防止被篡改或非授权人员对浓度预设值的再设置。

17 指导手册、警示和检查

17.1 指导手册

安装指导手册中应详细说明当建筑物内警报系统被触发以后所需要采取的紧急措施,并派出对这些措施熟悉,能够采取行动的授权人员去机房、专用机房和每个人员使用空间。

注:第9章、第10章给出了制冷系统的指导要求。

17.2 警示

机房内应有明确警示,例如入口处写上非授权人员不得进入,严禁吸烟、禁止使用无罩灯及明火。此外,警示上应写明禁止非授权人员对系统进行操作,在人员使用空间可以清楚看见的地方写上警报被触动以后所要采取的措施。

17.3 现场检查

在交付业主之前,应对安装场所进行检查,以确保制冷系统相关服务和设备都被正确安装且功能正常。特别是以下项目应被检查到:

- a) 逃生和入口通道没有障碍物;
- b) 通风口没有障碍物;
- c) 机房内的机械通风设备;
- d) 制冷剂探测器;
- e) 一些必要地点的警报系统和后备电源;

- f) 应急灯；
- g) 个人防护设备的方便可用性。

17.4 现场维护

制冷设备使用者/拥有者或他们授权代理人应按照第 11 章～第 18 章的要求定期检查警报系统、机械通风设备和制冷剂检测仪,间隔最少是一年一次,以确保其功能良好。做好维护记录。

检查结果应被记录在维护记录本中。检查人员使用空间内的通风口以确保无障碍物。

注:制冷系统的维护见第 19 章。

18 安装场所的热源和暂时高温

如果蒸发器或空气冷却器安装在热源附近,应采取有效措施来防止蒸发器或冷却器过热而导致的制冷系统压力升高。

冷凝器和贮液器不应安装在热源附近。

除非确保符合第 9 章、第 10 章的规定,否则热源及其零部件不应安装在制冷系统上。

如果有任何制冷回路的部件能达到某个温度,而这温度会大于允许压力对应的温度(例如电除霜系统,热水除霜系统,或用热水、蒸汽清洗),则部件内的液体要能排放到系统其他温度不太高部分。如果有必要,系统应配备一个永久连接到有此问题部件的贮液器。

19 运行、维护、检修与回收

19.1 一般要求

19.1.1 操作说明

19.1.1.1 应确保负责制冷系统操作、监管和维护的全体人员经过充分的培训,并能胜任所承担的任务。制冷系统的安装方应对操作与监管人员给予必要的指导。附录 O 给出了在用检查的要求。

19.1.1.2 负责制冷系统的工作人员应具备关于该系统功能模式、操作和日常监控的知识与经验。

19.1.1.3 任何情况下都不允许在同一系统中混用不同的制冷剂。如需改变系统的制冷剂,应按照 19.2.4 的规定。

19.1.2 操作人员指导

新制冷系统在投入使用之前,安装方应以使用手册为基础就制冷系统的建造、管理、运行和维护,以及安全防护措施和制冷剂的处置对操作人员进行指导。

注:建议操作人员在抽真空、充注制冷剂和制冷系统调试阶段能够到场,如果可能最好安装时也在场。

19.1.3 文件的编制

19.1.3.1 有关当事人应定期更新制冷系统的工作日志。

19.1.3.2 日志中应记录以下信息:

- a) 所有维护与检修工作的细节;
- b) 每次充注制冷剂的量和种类(新的、再利用或再生的);每次从系统中移出的制冷剂的量(见 19.3.6);
- c) 若能够获取到再利用的制冷剂的分析报告,则应在工作日志内记录分析的结果;
- d) 再用制冷剂的来源;

- e) 系统部件的改变与更换;
- f) 所有的定期测试结果;
- g) 长时间停机的记录。

19.1.3.3 工作日志本应保留在机房,或将其数据储存在有关部门的计算机中,并在机房留存一份打印件,以便在维修或测试时相关工作人员能够从中获得信息。

19.2 维护和检修

19.2.1 概述

19.2.1.1 制冷系统应按照指导手册(见第 9 章、第 10 章)进行预防性维护。

注:维护的次数取决于系统的类型、大小、使用年限、使用情况等。参照当地法规,多数情况每年维护检修大于一次。

19.2.1.2 制冷系统的负责人应确保对系统进行检查、定期监管和维护。

19.2.1.3 在其他人员使用该制冷系统时,该制冷系统的负责人还应对系统进行负责,除非另外部门已被授权。

19.2.1.4 对于不需要制冷工程专业知识、不对制冷系统进行干预和调整的定期维护应由制冷系统负责人聘用具有适当技能的人员实施。

19.2.2 维护

19.2.2.1 维护工作应遵循以下原则:

- a) 预防对人员产生的伤害;
- b) 预防对财产产生的损失;
- c) 保持系统组成部件的良好工作状态;
- d) 保持系统的可用性;
- e) 找寻制冷剂或油的泄漏并进行补救;
- f) 尽量减少能量损失。

19.2.2.2 使用说明书应全面列出维护的范围和时间表(见第 9 章、第 10 章)。

19.2.2.3 如果泄压装置的排气管被连接到一个公共排气管路,且阀门因测试和维护而被临时拆卸,则连接共用排气主管的剩余段端口应被封堵。

19.2.2.4 当使用二次冷却或加热系统时,应根据制造商的指导说明定期检查传热流体的成分以及传热流体内是否含有从制冷系统中泄漏出来的制冷剂。

19.2.2.5 应定期进行泄漏测试、检查及安全设备检查。参见附录 O。

19.2.2.6 当需要对制冷系统进行排油时,应遵循使用说明书安全操作,见附录 L。

19.2.3 检修

19.2.3.1 应按照下述程序对贮存制冷剂的部件进行检修:

- a) 培训检修人员;
- b) 放空、回收和抽空;
- c) 拆卸并保护好要被检修的部件(如动力部件、压力容器、管路);
- d) 清洁和吹扫(如使用氮气);
- e) 交付检修;
- f) 进行检修;
- g) 对检修部件的试验与检查(压力试验、气密性试验、功能试验),见第 9 章和第 10 章;
- h) 复位、抽空和充注制冷剂。

注:对焊接或使用产生电弧和火焰设备,由专业人员实施,焊接和钎焊工艺需经过批准。

19.2.3.2 制冷剂的泄漏应由维修人员尽快查明并予以修复,且只有当所有的泄漏均被修复之后才能将系统重新投入运行。

19.2.3.3 每次定期维护和每次检修之后,至少应执行下列任务:

- a) 应对所有安全、控制和测量装置以及警报系统进行检查,核实其工作状态以及校准有效期;
- b) 应对检修过的制冷系统的相关部位或整个系统进行密封性试验;
- c) 对制冷系统检修过的部位进行抽真空、隔离及充注。

19.2.3.4 需要其他技能人员(如焊工、电工、测控专家)协助的维护和检修,应在专业人员的监督下进行。

19.2.3.5 焊接和钎焊应由持证焊工进行,且应在相应部位经过吹扫清理后按批准的工艺实施。

19.2.3.6 对不需要定期维护的制冷系统,应由专业人员或经维修服务中心授权,才可以对部件进行更换或改变制冷系统。

19.2.3.7 直接排空的泄压阀经开启动作后,若其密闭性不够,则应更换。

19.2.4 改变制冷剂类型

19.2.4.1 概述

改变制冷系统中所用制冷剂种类时,应遵守下列计划和实施步骤。

19.2.4.2 改变制冷剂类型的计划

在改变制冷剂之前应做好计划,至少包括如下各项:

- a) 确认制冷系统和部件适合改变制冷剂种类;
- b) 检查制冷系统用的所有材料,确保与新的制冷剂兼容;
- c) 确定现有的润滑油类型是否适合用于新的制冷剂;
- d) 确认系统的运行压力不会大于系统允许的压力(PS);
- e) 确认泄压阀的释放容量适合新制冷剂;
- f) 确认电机和开关设备适合新的制冷;
- g) 确认贮液罐对新制冷剂容量足够大;
- h) 如果新制冷剂是不同的类型,保证改变制冷剂类型的后果是已知的。

注:设备对改变制冷剂类型的适用性需从原始设备制造商、新制冷剂制造商和润滑油制造商得到指导。

19.2.4.3 改变制冷剂类型的实施

按照设备制造商、压缩机制造商、制冷剂供应商的建议,或是采用依据 19.2.4.2 的计划开发出的下述程序:

- a) 记录整个系统的运行参数,建立性能基准;
- b) 修改任何由 a)确定的问题;
- c) 进行彻底的泄漏检查,确认需要替换任何接头和密封;
- d) 依据 19.3.2 回收原始制冷剂;
- e) 排出润滑油;
- f) 检查润滑油是否状态良好,如果不好,从系统中排出残留的润滑油;
- g) 根据需要改变接头、密封件、显示和控制设备、过滤器、油过滤器、干燥器和泄压阀;
- h) 系统抽真空至绝对压力小于 132 Pa;
- i) 充润滑油;
- j) 充制冷剂;
- k) 根据需要调整显示和控制装置,包括软件的修改;

- l) 修改所有使用的制冷剂类型的标记,包括在操作现场的值班日志和文件;
- m) 进行彻底的检漏并根据需要修复任何接头和封口;
- n) 记录全套系统运行参数并比较以前的基准性能。

19.3 回收、再用和处置的要求

19.3.1 一般要求

19.3.1.1 处置

应按照国家规范进行制冷系统及其部件的处置。

19.3.1.2 操作人员

由专业人员承担制冷剂回收、再用、再循环、再生和处置的工作,过程关系见图 11。

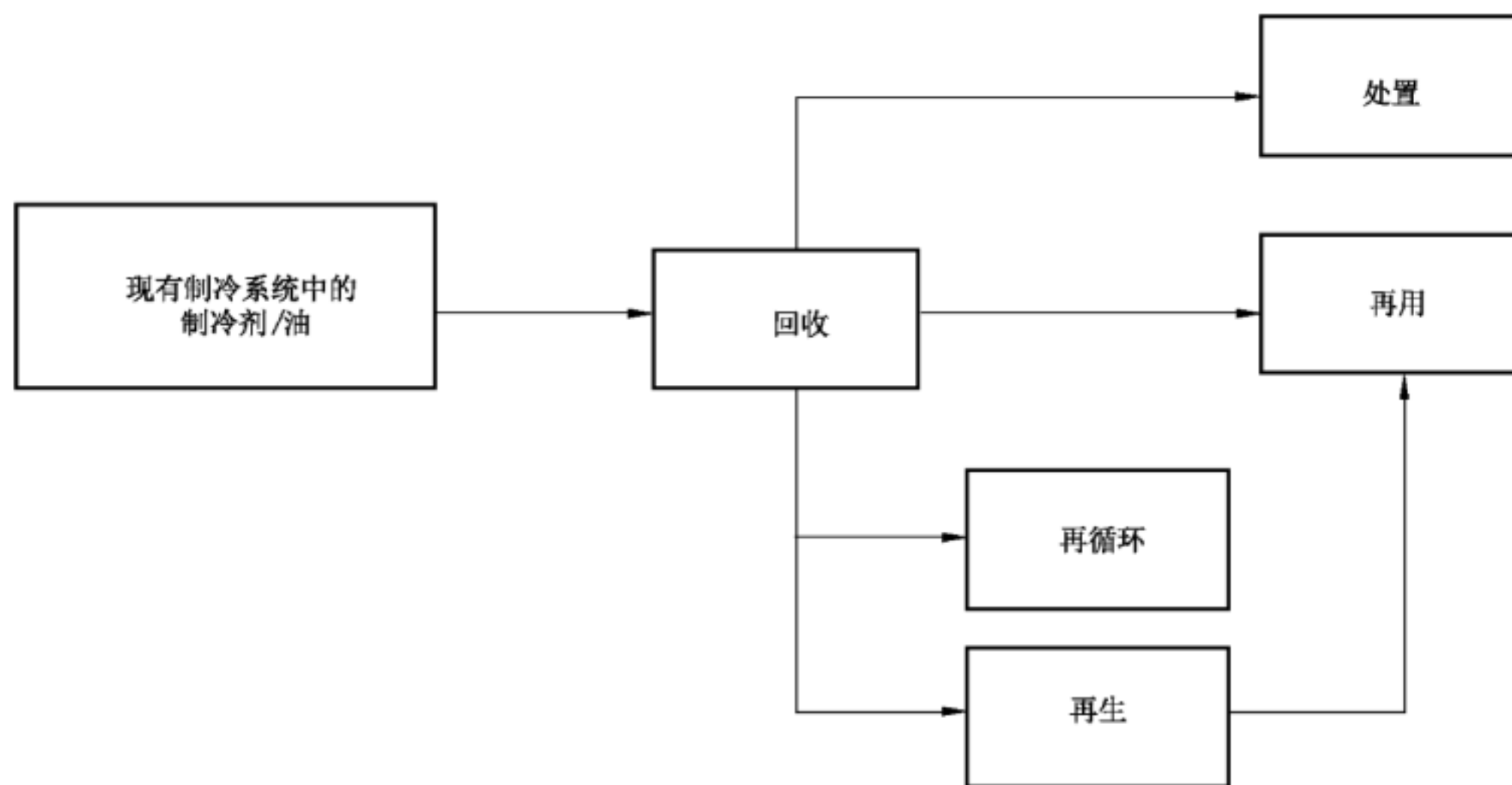


图 11 过程之间关系简图

19.3.1.3 制冷系统部件

制冷系统的所有部件,如制冷剂、油、载冷剂、过滤器、干燥器、隔热材料,应按照国家规范加以回收、再利用和/或恰当地处置(见 19.3.5)。

19.3.1.4 制冷剂

应对所有的制冷剂进行回收使用,或回收后进行再循环或再生以重新使用,或按照国家规范妥当处置(见 19.3.5)。

销毁制冷剂时,要使用授权的设施进行销毁。

19.3.1.5 处理

制冷剂从制冷系统或设备中移出之前,应确定处理制冷剂的方法(参见附录 N)。

处理方法应考虑下列各项:

- 制冷系统的历史;
- 制冷系统内制冷剂的种类和特性;
- 从制冷系统移出制冷剂的原因;
- 制冷系统或设备的状况,及能否回收利用。

19.3.2 制冷剂回收和再用的要求

19.3.2.1 概述

回收制冷剂再用前的处理方法应适用于所有种类的制冷剂。
 根据情况,回收的制冷剂应按图 12 中指定流程的途径之一进行处理。

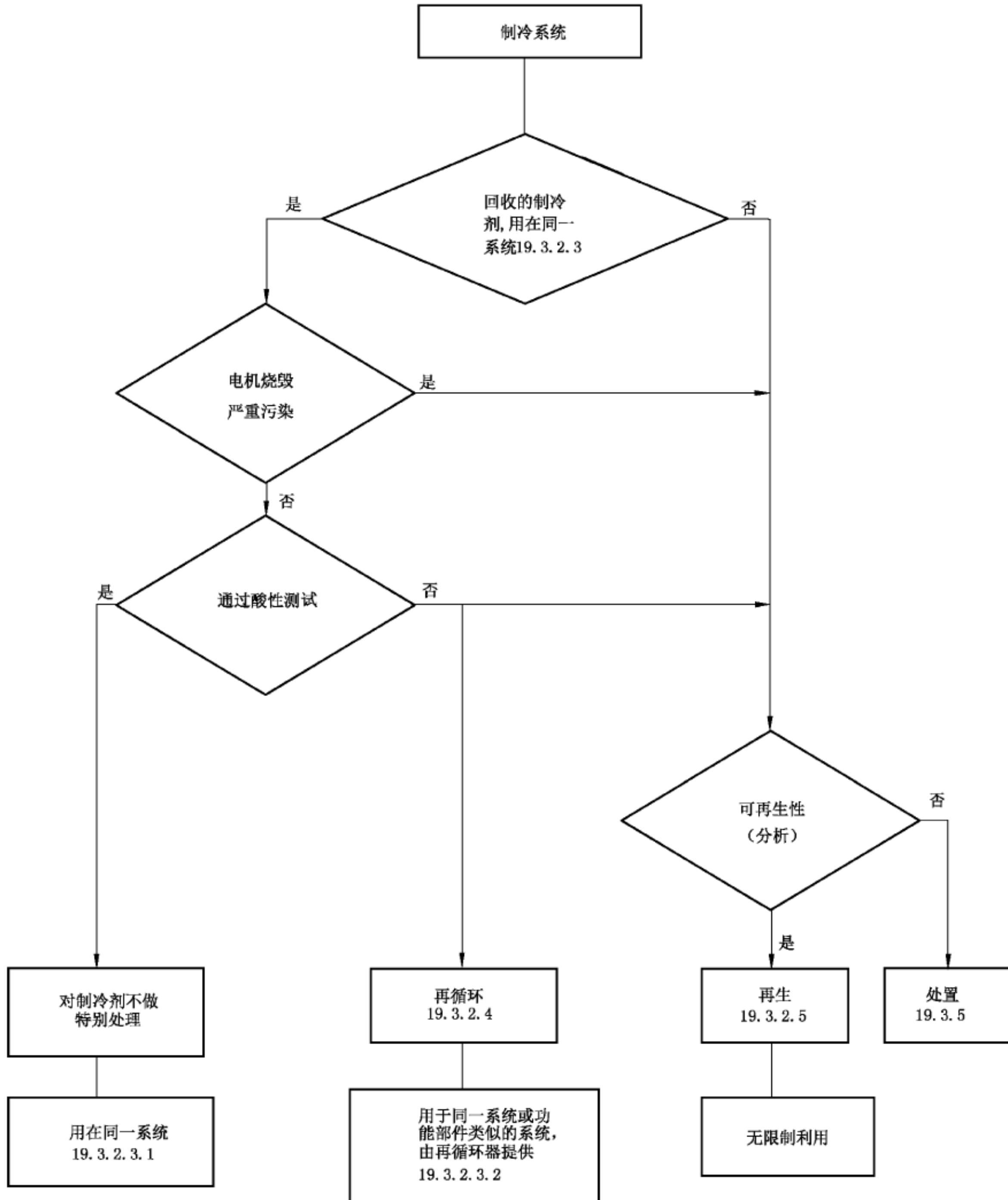


图 12 制冷剂回收流程图

19.3.2.2 一般再使用的回收

在制冷系统中,回收打算再利用的制冷剂进行再生,使其符合新制冷剂的规定。

注: AHRI 700:2011 中给出了通过与未通过的标准。

再利用制冷剂之前,应确定其可接受性。

19.3.2.3 在相同或类似系统中进行再用的回收

19.3.2.3.1 在相同系统中的再用

对于卤代烃制冷剂,应进行下列测试:

a) 酸性测试

采用滴定原理对能电离产生酸的化合物进行酸性测试,测试样本要求在 100 g~120 g 之间,测试方法需至少能检测到 0.1×10^{-6} 的质量分数(以 HCl 计)。

若未通过酸性测试,则应对充注的全部制冷剂进行再循环或再生加工,制冷系统的干燥过滤器也应被更换。

注 1: AHRI 700:2011 中给出了通过与未通过的标准。

在工厂生产过程中从制冷系统回收的制冷剂通常不需要进行上述试验。

注 2: 从制冷系统回收的制冷剂(例如移出过多的充注量,因系统服务、局部无污染维修、大修或部件的更换而取出的制冷剂)通常可以重新充注到同一系统中继续使用。

因制冷剂严重污染或电动机烧毁需对制冷系统检修时,制冷剂应进行再生或妥当处置。

制冷系统重新充注制冷剂时,应按照第 19 章规定的抽空程序和充注程序进行。

b) 含湿量测试

应采用卡尔费休库仑滴定方法对制冷剂的含水量进行测试。此方法可用于室温下为液态或气态的制冷剂。对于所有制冷剂,应从容器中取出液态制冷剂样本进行水分分析测试。

如果含湿量测试不通过,则充注的全部制冷剂应进行再循环或再生加工,且更换制冷系统的干燥过滤器。

19.3.2.3.2 在类似系统中的使用

在功能和部件相似的制冷系统中使用再循环的制冷剂,应符合下列要求:

——系统的操作人员应是有资质的个人或回收公司,且能胜任制冷剂再循环工作;

——回收设备应符合 19.3.2.4 的要求;

——由系统调试日期可知制冷剂和系统的历史;

——专业人员或回收公司应通知有关方的内容:经再循环的制冷剂何时使用,该制冷剂的来源,以及试验结果,必要时需给出分析结果。

对卤代烃制冷剂,酸性测试按 19.3.2.3.1 a) 执行。

若上述条件中的任意一条不满足或制冷剂的使用记录中提到制冷剂曾受到过严重污染,如电机烧坏,则应对制冷剂进行再生或适当处置。

经再循环的制冷剂参见附录 M 的规定。

19.3.2.4 制冷剂回收和再循环设备及程序的要求

回收和再循环设备应符合 GB 4706.92 的规定,卤代烃制冷剂回收应符合 JB/T 12844 的要求。

定期对回收设备进行检查,确保设备和仪器状况良好。应对设备和仪器进行定期的测试和校准。

19.3.2.5 再生

19.3.2.5.1 分析

对送来再生的制冷剂应进行分析,以决定对其进行再生或做出适当的处置。

19.3.2.5.2 要求

制冷剂再生后,应符合新制冷剂的规定。

注:再生制冷剂可用来作为新制冷剂。

19.3.3 制冷剂转移、运输和贮存的要求

19.3.3.1 概述

为了运输或贮存,制冷剂从制冷系统转移到制冷剂容器的过程中应遵循安全操作。

19.3.3.2 制冷剂的转移

19.3.3.2.1 步骤

制冷剂回收应按照相关法规要求进行操作。若没有相关法规或至少与本标准相当的要求,则制冷剂的转移/抽空应按以下步骤进行:

- a) 若制冷系统的压缩机不能用于转移,为了将制冷剂转移到制冷系统的另一部分中或转移到单独的容器内,应把制冷剂回收设备连接到制冷系统上。
- b) 对于售后、检修等需要打开系统的情形,应在此之前通过转移制冷剂,将制冷系统或有关部分的压力降到:
 - 对于容积小于或等于 0.2 m³ 的制冷系统或分系统为 0.6 bar(绝对压力);
 - 对于容积大于 0.2 m³ 的制冷系统或分系统为 0.3 bar(绝对压力)。
 然后用真空泵进一步降低压力,最后使用无氧的干燥氮气充入保护系统。
- c) 报废之前,制冷系统或其部件应抽空,使其压力下降到:
 - 对于容积小于或等于 0.2 m³ 的制冷系统为 0.6 bar(绝对压力);
 - 对于容积大于 0.2 m³ 的制冷系统为 0.3 bar(绝对压力)。

上述压力适用于环境温度为 20 °C 时。对于其他温度,压力需要相应改变。

转移或抽空所需的时间取决于压力。只有当压力不再升高并保持不变,而且整个系统达到环境温度时,才能停止转移或抽空工作。

19.3.3.2.2 制冷剂容器

制冷剂只能转移到适合该制冷剂的容器中。

应在容器上贴标签(包括制冷剂编号、化学式、危险和警示)并按照国家规范用颜色记号标示。

注: AHRI Guideline N 给出了颜色代码的信息。

根据国家规范,内装回收制冷剂的容器应该加专门标识,例如,“CFC-12—回收制冷剂—查验之前勿用”或“NH₃(氨)—回收制冷剂”。

19.3.3.2.3 处置容器

除了碳氢化合物,不得使用“一次性”处置容器,因为处置时残留的气体物质可能排放到大气中。

19.3.3.2.4 容器的充注

制冷剂容器不得过量充注。

在给容器充注制冷剂时,应始终关注最大充注量,并考虑到制冷剂-油混合物的密度可能低于纯制冷剂的情况。因此,对于制冷剂-油混合物,应适当减少充注量(最大制冷剂充注量的 80%或容器体积的 70%,取其较小者)。

上述数值应在最高预期温度下定义,然后再依据充注时的温度降低。

在任何操作过程中,制冷剂容器内的压力不得大于允许压力,即使短时间超出也不准许。

注 1: 可在制冷剂容器上配置特殊阀门,以免过量充注。

注 2: 按照国家或地区规范进行制冷剂充注。

19.3.3.2.5 不同的制冷剂

不同的制冷剂不应被混合,而应贮存在不同的容器内。

制冷剂不得充入装有与之不同的或未知的制冷剂的容器内。

容器内存放的未知制冷剂不能排至大气,应加以确认并再生,或应被妥善处置。

注: 被另一种制冷剂污染的制冷剂可能使得再生无法进行。

19.3.3.3 运输

应以安全的方式运输制冷剂。

19.3.3.4 贮存

应按照国家或地区法规以安全的方式贮存制冷剂。若没有相关法规规定,可参照附录 N。

注: 贮存地点需干燥,并能防止气候的影响,使对制冷剂容器的腐蚀减到最小。

19.3.4 回收设备的要求

19.3.4.1 概述

回收设备应密封防漏,以安全的方式抽取制冷系统的制冷剂/润滑油并转移到制冷剂容器中。

注: 回收设备可采用可更换滤芯的干燥过滤器,以去除水分、酸、颗粒物和其他杂质。

19.3.4.2 操作时要考虑环境

回收设备的操作过程中应尽量减少制冷剂或油的泄漏风险,以减少对环境的危害。

19.3.4.3 性能

制冷剂回收设备的性能应符合国家或地方要求。如没有相关要求,制冷剂回收设备应满足下列要求:

对应温度为 20 °C 时,回收设备的运行应能够使系统的压力降低至:

- a) 容积小于或等于 0.2 m³ 的制冷系统或分系统,绝对压力 0.6 bar;
- b) 容积大于 0.2 m³ 的制冷系统或分系统,绝对压力 0.3 bar。

注: 设备性能测试方法包含在 JB/T 12844 中。

19.3.4.4 运行和维护

回收设备和过滤器的操作与维护应按 JB/T 12844 以及回收设备制造商提供的说明书进行。

当更换回收设备中的干燥过滤器滤芯时,应在打开过滤器壳体之前,将装有过滤器的部分与制冷系

统其他部分隔离,并将制冷剂转移到相应的贮存容器内。应采用抽真空的方式排出更换滤芯时进入回收设备内的空气,不得采用用制冷剂将空气排出或清除的方式。

19.3.5 处置的要求

19.3.5.1 对于不再使用的制冷剂

不准备重复使用的废弃制冷剂应按废料进行安全处置。

制冷剂不得排放到环境中。

CO₂ 允许直接排放。

19.3.5.2 吸收的氨

水吸收氨后,该“混合物”应按污染液进行安全处置。

19.3.5.3 制冷润滑油

从制冷系统中回收的、不能重新加工的废油,应贮存在单独的合适的容器内,并按污染物进行安全处置。

19.3.5.4 其他部件

制冷系统含有制冷剂和油的其他部件,也应确保得到妥善处置。

注:在需要时,可向熟悉制冷剂和润滑油处置的专业人员进行咨询。

19.3.6 文件编制的要求

应在制冷系统的工作日志中记录制冷剂的回收和再使用的所有操作过程,以及再使用制冷剂的来源(见 19.1.3)。如果顾客要求,制冷剂供应商或维修公司应出具合格证书。

附录 A
(规范性附录)

制冷系统的安装场所及充注量

A.1 概述

制冷系统的安装场所共有四个类别:第 I 类、第 II 类、第 III 类和第 IV 类(见表 A.1、表 A.2)。应根据 5.3 来确定合适的场所类别。

注:一些热泵/空调器通过一种特制阀门改变从压缩机出来的流体的方向从而实现供热或制冷。在这种情况下,系统的高压低压侧取决于系统的运行模式。

制冷系统或者系统的一部分不能安装在楼梯、进出口,否则将会影响自由通道的使用。

表 A.1 和表 A.2 给出了不同安装场所和应用场合下制冷剂充注量限值和特殊要求的参照系,这是依据所用制冷剂特定的毒性和可燃性特征确定的。制冷剂充注量限值可以是绝对值,或者能够通过制冷剂的特征参数和空间体积计算出来。

如果二次系统使用了附录 B 中的制冷剂,那么该传热流体的充注量应按表 A.1、表 A.2 中直接释放式系统的要求来计算。

A.2 制冷系统充注量限值的要求

制冷剂充注量限值应依据制冷剂的毒性和/或可燃性参照表 A.1 和表 A.2 计算而来。

制冷系统的充注量限值应通过下述方法来确定:

- 1) 根据 5.1 确定使用空间类别为 a、b 还是 c,然后再根据 5.3 确定系统安装场所种类为 I、II、III 还是 IV。
- 2) 根据表 B.1 和表 B.2 确定制冷系统中所使用制冷剂的毒性等级为 A 还是 B。毒性极限取 ATEL/ODL 值或者实用限值中的较高者。如果存在双重分类的情况,则应选用更为严酷的分级方式。
- 3) 根据表 A.1 确定制冷系统的充注量限值。
- 4) 根据表 B.1 和表 B.2 确定制冷系统中所使用制冷剂的可燃性等级为 1、2L、2 还是 3,同时确定相应的 LFL 值。如果存在双重分类的情况,则应选用更为严酷的分级方式。
- 5) 根据表 A.2 确定制冷系统的充注量限值。
- 6) 通过上述步骤 3)和 5)可获得最低的制冷剂充注量。如果确定充注量限值的制冷剂可燃性等级为 1 级,则步骤 5)可被省略。

表 A.2 中充注量限值是以前述制冷剂的 LFL 值为基础的封顶上限。可燃性等级为 2 级或 3 级的制冷剂,封顶系数(单位为 kg)为 m_1 、 m_2 和 m_3 。可燃性等级为 2L 级的制冷剂,由于其燃烧速度较低,着火风险也较低,封顶系数则提高 1.5 倍。若使用者对建筑安全要求已有所熟悉(如使用空间类别为 b 或 c 中的使用者),或泄漏的风险已被降低,则表 A.2 中使用的封顶系数可被提高。

表 A.2 封顶系数应由式(A.1)、式(A.2)和式(A.3)计算:

$$m_1 = 4m^3 \times \text{LFL} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

$$m_2 = 26m^3 \times \text{LFL} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

$$m_3 = 130m^3 \times \text{LFL} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

LFL——附录 B 中给出的可燃性下限,单位为千克每立方米(kg/m^3)。

注:封顶系数 26 是根据 1 kg R-290 的充注量。

表 A.1 以毒性规定制冷剂充注量的限值

毒性等级	使用空间类别	安装场所类别			
		I	II	III	IV
A	a	毒性限值×房间容积或见 A.5			
		毒性限值×空间容积或见 A.5	无充注量限值 ^a	无充注量限值 ^a	无充注量限值 ^a
		无充注量限值 ^a			
		毒性限值×空间容积或见 A.5			
	b	毒性限值×空间容积	对于封闭吸气系统,毒性限值×空间容积,最多应不大于 2.5 kg。 对于其他系统,毒性限值×空间容积	无充注量限值 ^a	无充注量限值 ^a
		其他			
c	毒性限值×空间容积或见 A.5	对于封闭吸气系统,毒性限值×空间容积,最多应不大于 2.5 kg。 对于其他系统,毒性限值×空间容积	无充注量限值 ^a	无充注量限值 ^a	
	其他				
B	a	毒性限值×房间容积			
		毒性限值×空间容积	充注量应不大于 25 kg ^a	无充注量限值 ^a	无充注量限值 ^a
		充注量应不大于 10 kg ^a	充注量应不大于 25 kg ^a		
		充注量应不大于 10 kg ^a	充注量应不大于 25 kg ^a	无充注量限值 ^a	无充注量限值 ^a
	充注量应不大于 50 kg ^a , 且具备紧急出口	充注量应不大于 25 kg ^a			
	b	毒性限值×房间容积	对于封闭吸气系统,毒性限值×空间容积,最多应不大于 2.5 kg。 对于其他系统,毒性限值×空间容积	无充注量限值 ^a	无充注量限值 ^a
其他					
c	毒性限值×空间容积或见 A.5	对于封闭吸气系统,毒性限值×空间容积,最多应不大于 2.5 kg。 对于其他系统,毒性限值×空间容积	无充注量限值 ^a	无充注量限值 ^a	
	其他				
* 应用 12.2 及 15.1。					

表 A.2 以可燃性规定制冷剂充注量的限值

可燃性等级	使用空间类别	安装场所类别					
		I	II	III	IV		
2 L	人员舒适	a	根据 A.4, 应不大于 $m_2^a \times 1.5$, 或根据 A.5, 应不大于 $m_3^b \times 1.5$				
			其他			$20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 $m_2^a \times 1.5$ 或根据 A.5, 应不大于 $m_3^b \times 1.5$	
			人员舒适			根据 A.4, 应不大于 $m_2^a \times 1.5$, 或根据 A.5, 应不大于 $m_3^b \times 1.5$	
	其他	b	$20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 $m_2^a \times 1.5$ 或根据 A.5, 应不大于 $m_3^b \times 1.5$	$20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 25 kg^e 或根据 A.5, 应不大于 $m_3^b \times 1.5$	无限值 ^c	制冷剂充注量应 不大于 $m_3^b \times 1.5$	
			人员舒适	根据 A.4, 应不大于 $m_2^a \times 1.5$, 或根据 A.5, 应不大于 $m_3^b \times 1.5$			
			其他	根据 A.4, 应不大于 $m_2^a \times 1.5$, 或根据 A.5, 应不大于 $m_3^b \times 1.5$			
	人员密度 <1 人/10 m ²	c	根据 A.4, 应不大于 $m_2^a \times 1.5$, 或根据 A.5, 应不大于 $m_3^b \times 1.5$	$20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 25 kg^e 或根据 A.5, 应不大于 $m_3^b \times 1.5$	无限值 ^c		
			其他	$20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 50 kg^a 或根据 A.5, 应不大于 $m_3^b \times 1.5$			
			人员舒适	根据 A.4, 应不大于 m_2^a			
2	人员舒适	a	$20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 m_2^a	无限值 ^c			
			其他			$20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 m_2^a	
			人员舒适			根据 A.4, 应不大于 m_2^a	
	其他	b	$20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 m_2^a	无限值 ^c		制冷剂充注量应不 大于 m_3^b	
			人员舒适				根据 A.4, 应不大于 m_2^a
			其他				根据 A.4, 应不大于 m_2^a
其他	c	$20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 10 kg^e	$20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 25 kg^e	无限值 ^c			
		地面以下	$20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 m_2^a				
		地面以上	$20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 25 kg^e				

表 A.2 (续)

可燃性等级	使用空间类别		安装场所类别				
			I	II	III	IV	
3	a	人员舒适	根据 A.4, 应不大于 m_2^a				根据使用种类 a, 其他应用
			地面以下	仅封闭式系统: $20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 1 kg^a		应不大于 1 kg^a	
		其他应用	地面以上	仅封闭式系统: $20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 1.5 kg^a		应不大于 5 kg^c	
			人员舒适	根据 A.4, 应不大于 m_2^a			
		地面以下	$20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 1 kg^a		应不大于 1 kg^a		
		其他应用	地面以上	$20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 2.5 kg^a		应不大于 10 kg^c	
	c		人员舒适	根据 A.4, 应不大于 m_2^a			
		地面以下		$20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 1 kg^c		应不大于 1 kg	
		其他应用	地面以上	$20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 10 kg^c	$20\% \times \text{LFL} \times \text{空间容积}$, 应不大于 25 kg^c	无限值 ^c	
			制冷剂充注量应不大于 m_3				

^a $m_2 = 26 \text{ m}^3 \times \text{LFL}$ 。^b $m_3 = 130 \text{ m}^3 \times \text{LFL}$ 。^c 应用 12.2 及 15.1。

对于可燃性等级为 2 L 级的制冷剂,若其充注量不大于 $m_1 \times 1.5$,则没有房间体积限制。对于可燃性等级为 2 级和 3 级的制冷剂,若其充注量不大于 m_1 ,则没有房间体积限制。

A.3 工厂密封装置充注 A3 类制冷剂少于 0.15 kg

对于工厂密封装置充注少于 0.15 kg 的 A3 制冷剂,根据 GB/T 7778,应满足 GB 4706.13 和 GB 4706.102 的要求。

A.4 根据可燃性,对舒适空调或热泵设备的充注量限值:制冷剂部件置于使用空间中

当使用 2 L 类制冷剂而充注量大于 $m_1 \times 1.5$ 时,应采用式(A.4)来确定一个房间的最大充注量。

当使用 2、3 类制冷剂而充注量大于 m_1 时,应采用式(A.4)来确定一个房间的最大充注量。

$$m_{\max} = 2.5 \times \text{LFL}^{5/4} \times h_0 \times A^{1/2} \dots\dots\dots (\text{A.4})$$

式中:

m_{\max} ——一个房间中的最大允许充注量,单位为千克(kg);

m ——一个系统中制冷剂的充注量,单位为千克(kg);

A_{\min} ——最小房间的面积,单位为平方米(m^2);

A ——房间的面积,单位为平方米(m^2);

LFL——可燃性下限,单位为千克每立方米(kg/m^3);

h_0 ——设备的安装高度,单位为米(m)。

注:可参考下面建议高度:

——安装在地板上,0.6 m;

——安装在窗门上,1.0 m;

——安装在墙上,1.8 m;

——安装在天花板,2.2 m。

如果式(A.4)得出的值较大,则应采用式(A.5)根据最小房间的面积 A_{\min} 来计算系统中冷剂充注量 m :

$$A_{\min} = \left(\frac{m}{2.5 \times \text{LFL}^{5/4} \times h_0} \right)^2 \dots\dots\dots (\text{A.5})$$

式中:

LFL——附录 B 中给出的可燃性下限,单位为千克每立方米(kg/m^3)。制冷剂的相对摩尔质量大于 42。

A.5 使用空间中制冷系统的风险管理替代方案

A.5.1 概述

表 A.1、表 A.2 中的安装场所分类和使用空间分类的组合允许以替代方案(某些或全部有该设备服务的空间),利用 A.5.2 给出的 RCL、QLMV 或者 QLAV 值计算制冷系统的制冷剂充注量,而不一定跟随表 B.1 和表 B.2 中的实用限定值。计算制冷系统的充注量应考虑含制冷剂部件的所有使用空间。

当设备满足以下条件时,这个规定才能被应用到使用空间:

- 根据附录 B,系统中采用的制冷剂属于 A1 或 A2L 等级;
- 系统中制冷剂充注量不大于 150 kg,且 A2L 类制冷剂不大于 $195 \text{ m}^3 \times \text{LFL}$;
- 室内机额定制冷(供热)能力不大于室外机的制冷(供热)能力的 25%;
- 根据 5.3.4,设备安装场所为第 II 类别;

- 室内机的换热器及系统控制备有阻止冰冻破坏的设计；
- 系统中包含制冷剂的室内机部分,有防止风扇受破损保护,或风扇具备防止受破损的设计；
- 系统中连接设备的管道在使用空间,其大小应配合空间中换热器的功率,并与该换热器相连接；
- 在使用空间中只可用永久性接头,除了直接连接室内机组与管路的在现场特制接头；
- 根据 10.2.3.9 和 13.2,使用空间中的安装设备管道,备有适当的保护以免意外破损；
- 根据 A.5.2.2 和 A.5.2.3,应提供特殊规定以安全保护；
- 使用空间的门不能太紧；
- 根据 A.5.2.4,往下流的影响不能忽略。

若上述条件全部满足,使用空间中的最大泄漏量假设不大于针孔大小造成的泄漏量,那么最大充注量可依据该情况来计算。

A.5.2 允许充注量

A.5.2.1 概述

在 250 m² 以上的使用空间,确定充注量限值时应用 250 m² 作为地板面积的房间容积计算。

系统总充注量除以空间容积不能大于表 A.3 中的 QLMV 值(或者如果最底层在地下,不能大于表 A.4 中的 RCL 值),除非采取适当措施。如果大于了 QLMV 或 RCL 值,应根据 A.5.2.2 或 A.5.2.3 采取适当的措施。适当措施应包括通风(自然或机械辅助)、安全截止阀门、安全警报,应与气体检测装置相连接。见第 13 章、第 15 章、第 16 章和第 17 章。在人员行动受限制的使用空间,仅安装安全警报的措施不应被认为是适当的(见 15.1)。

注 1: 如系统根据 A.5.1 的限制安装和运行的话,那么在严重泄漏时制冷剂急速排放的危险就会降至最低。因此,附录 A 的通风率计算是基于 10 kg/h 的最大泄漏量。

注 2: QLMV 是基于房间高度 2.2 m 和 0.003 2 m² 开口(0.8 m 宽的门、4 mm 缝隙),没有通风的房间需有这样的开口。

注 3: QLAV 值是基于氧气体积浓度 18.5%,假设完美混合。

表 A.3 允许的制冷剂浓度

制冷剂	允许浓度 RCL kg/m ³	最小通风量限值 QLMV kg/m ³	额外通风量限值 QLAV kg/m ³
R22	0.21	0.28	0.50
R134a	0.21	0.28	0.58
R407C	0.27	0.46	0.50
R410A	0.39	0.42	0.42
R744	0.072	0.074	0.18
R32	0.061	0.063	0.16
R1234yf	0.060	0.062	0.15

表 A.3 没有列出的制冷剂,应以式(A.6)来计算 QLMV:

$$QLMV = \frac{T \times m}{V} \dots\dots\dots (A.6)$$

式中:

T ——时间,相应 $x/V = RCL$ 可从下面公式得出:

$$dx = \left(\dot{m} - \frac{x}{V} \times A \times c \sqrt{\frac{(\rho - \rho_a) \times 2 \times h}{\rho}} \right) \times dt$$

- x —— 房间中的制冷剂质量,单位为千克(kg);
- \dot{m} —— 制冷系统的泄漏率(10 kg/h);
- V —— 房间容积,单位为立方米(m³);
- t —— 时间,单位为秒(s);
- A —— 在某最小通风率下的开口面积,单位为平方米(m²),如:0.004×0.8=0.003 2;
- c —— 流量系数(针孔是 0.7);
- ρ —— 制冷剂空气混合的密度,单位为千克每立方米(kg/m³),如:

$$\rho = \frac{x}{V} \rho_r + \rho_a - \frac{x}{V} \frac{\rho_a}{\rho_r}$$

- ρ_a —— 空气密度,单位为千克每立方米(kg/m³);
- ρ_r —— 制冷剂密度,单位为千克每立方米(kg/m³);
- h —— 制冷剂质量,单位为千克(kg)。

摩尔质量在 50 g/mol~125 g/mol 之间的制冷剂,其 QLMV 值可以用表 A.4 数据通过线性内插法获得。

表 A.4 线性内插法计算 QLMV 值的数据表

RCL	摩尔质量/(g/mol)			
	50	75	100	125
0.05	0.051	0.051	0.051	0.051
0.10	0.106	0.107	0.108	0.108
0.15	0.168	0.173	0.175	0.176
0.20	0.242	0.254	0.260	0.263
0.25	0.336	0.367	0.383	0.393
0.30	0.495	0.565	0.634	0.689
0.35	0.725	—	—	—

A.5.2.2 除了在建筑物地下最低层以外的使用空间

如果制冷剂充注量除以房间容积的数值没有大于 QLMV 值,无需额外措施。

如果该值大于 QLMV 值同时小于或等于 QLAV 值,那么至少应采用第 13 章、第 15 章其中的一个规定;如该值大于 QLAV,则至少两个条款应同时采用。

A.5.2.3 建筑物地下最低层的使用空间

如果制冷剂充注量除以房间容积的数值大于表 B.1 中的 RCL 值,而小于或等于 QLMV 值,至少应采用第 13 章、第 15 章、第 16 章其中的一个规定。如果该值大于 QLMV,则至少两个条款应同时采用。该值不能大于 QLAV 值。

A.5.2.4 往下流的影响

即使在最低层没有制冷系统,如果建筑的最大系统充注量除以最低层总容积的数值大于 QLMV 值,应提供机械通风,根据 13.3 计算通风量。

附录 B
(规范性附录)
制冷剂安全分类和相关信息

制冷剂安全分类和相关信息见表 B.1~表 B.3。

表 B.1 制冷剂命名

制冷剂 编号	化学名称 ^b	化学式	安全 类别	实用限值 kg/m ³	ATEL/ ODL ⁱ kg/m ³	可燃性 LFL ^g kg/m ³	蒸气密度 25℃ 101.3 kPa ^a kg/m ³	相对摩尔 质量 ^a	常规沸点 ^a ℃	ODP ^{a,d}	GWP ^{a,e} 100 年 ITP	自燃 温度 ℃
甲烷系列												
11	三氟甲烷	CCl ₃ F	A1	0.3	0.006 2	NF	5.62	137.4	24	1	4 750	ND
12	二氟甲烷	CCl ₂ F ₂	A1	0.5	0.088	NF	4.94	120.9	-30	1	10 900	ND
12B1	溴氯二氟甲烷	CBrClF ₂	ND	0.2	ND	NF	6.76	165.4	-4	3	1 890	ND
13	一氟三氟甲烷	CClF ₃	A1	0.5	ND	NF	4.27	104.5	-81	1	14 400	ND
13B1	一溴三氟甲烷	CBrF ₃	A1	0.6	ND	NF	6.09	148.9	-58	10	7 140	ND
14	四氟化碳	CF ₄	A1	0.4	0.40	NF	3.60	88.0	-128	0	7 390	ND
22	一氟二氟甲烷	CHClF ₂	A1	0.3	0.21	NF	3.54	86.5	-41	0.055	1 810	635
23	三氟甲烷	CHF ₃	A1	0.68	0.15	NF	2.86	70.0	-82	0	14 800	765
30	二氯甲烷	CH ₂ Cl ₂	B1	0.017	ND	NF	3.47	84.9	40	ND	8.7	662
32	二氟甲烷	CH ₂ F ₂	A2L	0.061	0.30	0.307	2.13	52.0	-52	0	675	648
50	甲烷	CH ₄	A3	0.006	ND	0.032	0.654	16.0	-161	0	25	645
乙烷系列												
113	1,2,2-三氟-1, 1,2-三氯乙烷	CCl ₂ FCClF ₂	A1	0.4	0.02	NF	7.66	187.4	48	0.8	6 130	ND
114	1,1,2,2-四氟-1, 2-二氯乙烷	CClF ₂ CClF ₂	A1	0.7	0.14	NF	6.99	170.9	4	1	10 000	ND

表 B.1 (续)

制冷剂 编号	化学名称 ^b	化学式	安全 类别	实用限值 kg/m ³	ATEL/ ODL ^j kg/m ³	可燃性 LFL ^g kg/m ³	蒸气密度 25℃ 101.3 kPa ^a kg/m ³	相对摩尔 质量 ^a	常规沸点 ^a ℃	ODP ^{a,d}	GWP ^{a,e} 100 年 ITH	自燃 温度 ℃
乙烷系列												
115	一氟五氟乙烷	CClF ₂ CF ₃	A1	0.76	0.76	NF	6.32	154.5	-39	0.6	7 370	ND
116	六氟乙烷	CF ₃ CF ₃	A1	0.68	0.68	NF	5.64	138.0	-78	0	12 200	ND
123	1,1,1-三氟-2,2-二氯乙烷	CHCl ₂ CF ₃	B1	0.10	0.057	NF	6.25	152.9	27	0.02	77	730
124	1,1,1,2-四氟-2-氯乙烷	CHClFCF ₃	A1	0.11	0.056	NF	5.58	136.5	-12	0.022	609	ND
125	五氟乙烷	CHF ₂ CF ₃	A1	0.39	0.37	NF	4.91	120.0	-49	0	3 500	733
134a	1,1,1,2-四氟乙烷	CH ₂ FCF ₃	A1	0.25	0.21	NF	4.17	102.0	-26	0	1 430	743
141b	1-氟-1,1-二氯乙烷	CH ₃ CCl ₂ F	ND	0.053	0.012	0.363	4.78	116.9	32	0.11	725	532
142b	1,1-二氟-1-氯乙烷	CH ₃ CClF ₂	A2	0.049	0.10	0.329	4.11	100.5	-10	0.065	2 310	750
143a	1,1,1-三氟乙烷	CH ₃ CF ₃	A2L	0.048	0.48	0.282	3.44	84.0	-47	0	4 470	750
152a	1,1-二氟乙烷	CH ₃ CHF ₂	A2	0.027	0.14	0.130	2.70	66.0	-25	0	124	455
170	乙烷	CH ₃ CH ₃	A3	0.008 6	0.008 6	0.038	1.23	30.1	-89	0	5.5	515
1 150	乙烯	CH ₂ =CH ₂	A3	0.006	ND	0.036	1.15	28.1	-104	0	3.7	ND
E170	二甲醚	CH ₃ OCH ₃	A3	0.013	0.079	0.064	1.88	46	-25	0	1	235
丙烷系列												
218	八氟丙烷	CF ₃ CF ₂ CF ₃	A1	1.84	0.85	NF	7.69	188.0	-37	0	8 830	ND
227ea	1,1,1,2,3,3,3-七氟丙烷	CF ₃ CHFCF ₃	A1	0.63	0.63	NF	6.95	170.0	-15	0	3 220	ND
236fa	1,1,1,3,3,3-六氟丙烷	CF ₃ CH ₂ CF ₃	A1	0.59	0.34	NF	6.22	152.0	-1	0	9 810	ND
245fa	1,1,1,3,3-五氟丙烷	CF ₃ CH ₂ CHF ₂	B1	0.19	0.19	NF	5.48	134.0	15	0	1 030	ND
290	丙烷	CH ₃ CH ₂ CH ₃	A3	0.008	0.09	0.038	1.80	44.1	-42	0	3.3	470
丙烯系列												
1234yf	2,3,3,3-四氟丙烯	CF ₃ CF=CH ₂	A2L	0.058	0.47	0.289	4.66	114.0	-26	0	4 ⁱ	405

表 B.1 (续)

制冷剂 编号	化学名称 ^b	化学式	安全 类别	实用限值 kg/m ³	ATEL/ ODL ^f kg/m ³	可燃性 LFL ^g kg/m ³	蒸气密度 25℃ 101.3 kPa ^a kg/m ³	相对摩尔 质量 ^a	常规沸点 ^a ℃	ODP ^{a,d}	GWP ^{a,e} 100 年 ITP ^h	自燃 温度 ℃
丙烯系列												
1234ze(E)	反式-1,3,3,3-四氟丙烯	CF ₃ CH=CFH	A2L	0.061	0.28	0.303	4.66	114.0	-19	0	7 ⁱ	368
1270	丙烯	CH ₃ CH=CH ₂	A3	0.008	0.001 7	0.046	1.72	42.1	-48	0	1.8	455
1233zd(E)	反式-1-氯-3,3,3-三氟丙烯	CF ₃ CH=CHCl	A1	0.085	0.085	NF	5.55	130.5	18.1	0	1	380
其他烃类												
600	丁烷	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	A3	0.008 9	0.002 4	0.038	2.38	58.1	0	0	4.0	365
600a	2-甲基丙烷	CH(CH ₃) ₂ CH ₃	A3	0.011	0.059	0.043	2.38	58.1	-12	0	~20 ^h	460
601	戊烷	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	A3	0.008	0.002 9	0.035	2.95	72.1	36	0	~20 ^h	ND
601a	2-甲基丁烷	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CH ₃	A3	0.008	0.002 9	0.038	2.95	72.1	27	0	~20 ^h	ND
环状有机化合物												
C318	八氟环丁烷	-(CF ₂) ₄ -	A1	0.81	0.65	NF	8.18	200.0	-6	0	10 300	ND
无机化合物												
717	氨	NH ₃	B2L	0.000 35	0.000 22	0.116	0.700	17.0	-33	0	<1 ^h	630
744	二氧化碳	CO ₂	A1	0.1	0.072	NF	1.80	44.0	-78 ^c	0	1	NA
<p>注 1: 非共沸和共沸混合制冷剂分别见表 B.2 和表 B.3。</p> <p>注 2: NA 表示不适用。</p> <p>注 3: ND 表示不确定。</p> <p>注 4: NF 表示不可燃。</p>												
<p>^a 蒸气密度、常规沸点、ODP、GWP 不是本标准的一部分, 仅提供信息而已。</p> <p>^b 主要的化学名称后面都有其通用名字。</p> <p>^c 升华, 5.2 bar 时的三相点温度为 -56.6 °C。</p> <p>^d 在蒙特利尔条约下采用。</p> <p>^e 数据来自 2007 年 IPCC 第四号评估报告; 还有补充数据来自 2010 年 WMO 臭氧层消耗科学评估报告(优先), 以及 2010 年联合国环境规划署 RTOC 报告(次选)。</p> <p>^f 急性毒性暴露限值(ATEL)或缺氧极限(ODL), 以较低者为准, 其值来自于 GB/T 7778。</p> <p>^g 可燃性下限。</p> <p>^h 数据来自 2010 年联合国环境规划署 RTOC 报告。</p> <p>ⁱ 数据来自 2010 年 WMO 臭氧层消耗科学评估报告。</p>												

表 B.2 非共沸混合制冷剂命名(R400 系列)

制冷剂 编号	组分 ^c (质量分数) %	组分浓度允差 %	安全 类别	实用 限值 ^d kg/m ³	ATEL/ ODL ^e kg/m ³	可燃性 LFL ^b kg/m ³	蒸气密度 ^a 25 °C, 101.3 kPa kg/m ³	相对 摩尔 质量 ^a	泡点/露点 101.3 kPa ^a °C	ODP ^{a,e}	GWP ^{a,f} (100 年 ITH)	自燃温度 °C
401A	R-22/152a/124(53/13/34)	±2/+0.5 -1.5/±1	A1/A1	0.30	0.10	NF	3.86	94.4	-33.4/-27.8	0.037	1180	681
401B	R-22/152a/124(61/11/28)	±2/+0.5 -1.5/±1	A1/A1	0.34	0.11	NF	3.80	92.8	-34.9/-29.6	0.04	1290	685
401C	R-22/152a/124(33/15/52)	±2/+0.5 -1.5/±1	A1/A1	0.24	0.083	NF	4.13	101.0	-28.9/-23.3	0.03	933	ND
402A	R-125/290/22(60/2/38)	±2/+0.1 -1.0/±2	A1/A1	0.33	0.27	NF	4.16	101.6	-49.2/-47.0	0.021	2790	723
402B	R-125/290/22(38/2/60)	±2/+0.1 -1.0/±2	A1/A1	0.32	0.24	NF	3.87	94.7	-47.2/-44.8	0.033	2420	641
403A	R-290/22/218(5/75/20)	+0.2 -2.0/±2/±2	A1/A2	0.33	0.24	0.480	3.76	92.0	-44.0/-42.4	0.041	3120	ND
403B	R-290/22/218(5/56/39)	+0.2 -2.0/±2/±2	A1/A1	0.41	0.29	NF	4.22	103.3	-43.9/-42.4	0.031	4460	ND
404A	R-125/143a/134a(44/52/4)	±2/±1/±2	A1/A1	0.52	0.52	NF	3.99	97.6	-46.5/-45.7	0	3920	728
405A	R-22/152a/142b/C318 (45/7/5.5/42.5)	±2/±1/±1/±2 ^b	ND	ND	0.26	ND	4.58	111.9	-32.8/-24.4	0.028	5330	ND
406A	R-22/600a/142b(55/4/41)	±2/±1/±1	A2/A2	0.13	0.14	0.302	3.68	89.9	-32.7/-23.5	0.057	1940	ND
407A	R-32/125/134a(20/40/40)	±2/±2/±2	A1/A1	0.33	0.31	NF	3.68	90.1	-45.2/-38.7	0	2110	685
407B	R-32/125/134a(10/70/20)	±2/±2/±2	A1/A1	0.35	0.33	NF	4.21	102.9	-46.8/-42.4	0	2800	703
407C	R-32/125/134a(23/25/52)	±2/±2/±2	A1/A1	0.31	0.29	NF	3.53	86.2	-43.8/-36.7	0	1770	704
407D	R-32/125/134a(15/15/70)	±2/±2/±2	A1/A1	0.41	0.25	NF	3.72	91.0	-39.4/-32.7	0	1630	ND
407E	R-32/125/134a(25/15/60)	±2/±2/±2	A1/A1	0.40	0.27	NF	3.43	83.8	-42.8/-35.6	0	1550	ND
407F	R-32/125/134a(30/30/40)	±2/±2/±2	A1/A1	0.32	0.32	NF	3.36	82.1	-46.1/-39.7	0	1820	ND
408A	R-125/143a/22(7/46/47)	±2/±1/±2	A1/A1	0.41	0.33	NF	3.56	87.0	-44.6/-44.1	0.026	3150	ND
409A	R-22/124/142b(60/25/15)	±2/±2/±1	A1/A1	0.16	0.12	NF	3.98	97.4	-34.7/-26.3	0.048	1580	ND
409B	R-22/124/142b(65/25/10)	±2/±2/±1	A1/A1	0.17	0.12	NF	3.95	96.7	-35.8/-28.2	0.048	1560	ND

表 B.2 (续)

制冷剂 编号	组分 ^c (质量分数) %	组分浓度允差 %	安全 类别	实用 限值 ^d kg/m ³	ATEL/ ODL ^e kg/m ³	可燃性 LFL ^b kg/m ³	蒸气密度 ^a 25 °C, 101.3 kPa kg/m ³	相对 摩尔 质量 ^a	泡点/露点 101.3 kPa ^a °C	ODP ^{a,e}	GWP ^{a,f} (100年 ITH)	自燃温度 °C
410A	R-32/125(50/50)	+0.5 -1.5/+1.5 -0.5	A1/A1	0.44	0.42	NF	2.97	72.6	-51.6/-51.5	0	2090	ND
410B	R-32/125(45/55)	±1/±1	A1/A1	0.43	0.43	NF	3.09	75.6	-51.5/-51.4	0	2230	ND
411A	R-1270/22/152a (1.5/87.5/11.0)	+0;-1/+2-0/+0-1	A1/A2	0.04	0.074	0.186	3.37	82.4	-39.6/-37.1	0.048	1600	ND
411B	R-1270/22/152a(3/94/3)	+0;-1/+2-0/+0-1	A1/A2	0.05	0.044	0.239	3.40	83.1	-41.6/-40.2	0.052	1710	ND
412A	R-22/218/142b(70/5/25)	±2/±2/±1	A1/A2	0.07	0.17	0.329	3.77	92.2	-36.5/-28.9	0.055	2290	ND
413A	R-218/134a/600a(9/88/3)	±1/±2/+0-1	A1/A2	0.08	0.21	0.375	4.25	104.0	-29.4/-27.4	0	2050	ND
414A	R-22/124/600a/142b (51.0/28.5/4.0/16.5)	±2/±2/±0.5/+0.5 -1.0	A1/A1	0.10	0.10	NF	3.96	96.9	-33.2/-24.7	0.045	1480	ND
414B	R-22/124/600a/142b (50.0/39.0/1.5/9.5)	±2/±2/±0.5/+0.5 -1.0	A1/A1	0.096	0.096	NF	4.16	101.6	-33.1/-24.7	0.042	1360	ND
415A	R-22/152a(82/18)	±1/±1	A2	0.04	0.19	0.188	3.35	81.9	-37.5/-34.7	0.028	1510	ND
415B	R-22/152a(25.0/75.0)	±1/±1	A2	0.03	0.15	0.13	2.87	70.2	-23.4/-21.8	0.009	546	ND
416A	R-134a/124/600 (59.0/39.5/1.5)	+0.5-1.0/+1.0 -0.5/+0.1-0.2	A1/A1	0.064	0.064	NF	4.58	111.9	-23.4/-2.8	0.009	1080	ND
417A	R-125/134a/600 (46.6/50.0/3.4)	±1.1/±1.0/+0.1-0.4	A1/A1	0.15	0.057	NF	4.36	106.7	-38.0/-32.9	0	2350	ND
417B	R-125/134a/600 (79.0/18.3/2.7)	±1.0/±1.0/+0.1-0.5	A1/A1	0.069	0.069	NF	4.63	113.1	-44.9/-41.5	0	3030	ND
418A	R-290/22/152a (1.5/96.0/2.5)	±0.5/±1/±0.5	A1/A2	0.06	0.20	0.31	3.46	84.6	-41.7/-40.0	0.033	1740	ND

表 B.2 (续)

制冷剂 编号	组分 ^c (质量分数) %	组分浓度允差 %	安全 类别	实用 限值 ^d kg/m ³	ATEL/ ODL ^e kg/m ³	可燃性 LFL ^b kg/m ³	蒸气密度 ^a 25 °C, 101.3 kPa kg/m ³	相对 摩尔 质量 ^a	泡点/露点 101.3 kPa ^a °C	ODP ^{a,e}	GWP ^{a,f} (100年 ITH)	自然温度 °C
419A	R-125/134a/E170(77/19/4)	±1/±1/±1	A1/A2	0.05	0.31	0.25	4.47	109.3	-42.6/-36.0	0	2970	ND
420A	R-134a/142b(88/12)	+1-0/0-1	A1/A1	0.18	0.18	NF	4.16	101.8	-24.9/-24.2	0.005	1540	ND
421A	R-125/134a(58.0/42.0)	±1.0/±1.0	A1/A1	0.28	0.28	NF	4.57	111.7	-40.8/-35.5	0	2630	ND
421B	R-125/134a(85.0/15.0)	±1.0/±1.0	A1/A1	0.33	0.33	NF	4.78	116.9	-45.7/-42.6	0	3190	ND
422A	R-125/134a/600a (85.1/11.5/3.4)	±1.0/±1.0/+0.1-0.4	A1/A1	0.29	0.29	NF	4.65	113.6	-46.5/-44.1	0	3140	ND
422B	R-125/134a/600a (55.0/42.0/3.0)	±1.0/±1.0/+0.1-0.5	A1/A1	0.25	0.25	NF	4.44	108.5	-40.5/-35.6	0	2530	ND
422C	R-125/134a/600a (82.0/15.0/3.0)	±1.0/±1.0/+0.1-0.5	A1/A1	0.29	0.29	NF	4.64	113.4	-45.3/-42.3	0	3090	ND
422D	R-125/134a/600a (65.1/31.5/3.4)	+0.9-1.1/±1.0/+0.1-0.4	A1/A1	0.26	0.26	NF	4.49	109.9	-43.2/-38.4	0	2730	ND
423A	R-134a/227ea(52.5/47.5)	±1.0/±1.0	A1/A1	0.30	0.30	NF	5.15	126.0	-24.2/-23.5	0	2280	ND
424A	R-125/134a/600a/600/601a (50.5/47.0/0.9/1.0/0.6)	±1.0/±1.0/+0.1-0.2/ +0.1-0.2/+0.1-0.2	A1/A1	0.10	0.10	NF	4.43	108.4	-39.1/-33.3	0	2440	ND
425A	R-32/134a/227ea (18.5/69.5/12.0)	±0.5/±0.5/±0.5	A1/A1	0.27	0.27	NF	3.69	90.3	-38.1/-31.3	0	1510	ND
426A	R-125/134a/600/601a (5.1/93.0/1.3/0.6)	±1.0/±1.0/ +0.1-0.2/+0.1-0.2	A1/A1	0.083	0.083	NF	4.16	101.6	-28.5/-26.7	0	1510	ND
427A	R-32/125/143a/134a (15.0/25.0/10.0/50.0)	±2.0/±2.0/±2.0/±2.0	A1/A1	0.29	0.29	NF	3.70	90.4	-43.0/-36.3	0	2140	ND

表 B.2 (续)

制冷剂 编号	组分 ^c (质量分数) %	组分浓度允差 %	安全 类别	实用 限值 ^d kg/m ³	ATEL/ ODL ^e kg/m ³	可燃性 LFL ^b kg/m ³	蒸气密度 ^a 25 °C, 101.3 kPa kg/m ³	相对 摩尔 质量 ^a	泡点/露点 101.3 kPa ^a °C	ODP ^{a,e}	GWP ^{a,f} (100年 ITP)	自燃温度 °C
428A	R-125/143a/290/600a (77.5/20.0/0.6/1.9)	±1.0/±1.0/ +0.1-0.2/+0.1-0.2	A1/A1	0.37	0.37	NF	4.40	107.5	-48.3/-47.5	0	3610	ND
429A	R-E170/152a/600a (60.0/10.0/30.0)	±1.0/±1.0/±1.0	A3/A3	0.010	0.098	0.052	2.08	50.8	-26.0/-25.6	0	19	ND
430A	R-152a/600a(76.0/24.0)	±1.0/±1.0	A3/A3	0.017	0.10	0.084	2.61	63.9	-27.6/-27.4	0	99	ND
431A	R-290/152a(71.0/29.0)	±1.0/±1.0	A3/A3	0.009	0.10	0.044	2.00	48.8	-43.1/-43.1	0	38	ND
432A	R-1270/E170(80.0/20.0)	±1.0/±1.0	A3/A3	0.008	0.002 1	0.039	1.75	42.8	-46.6/-45.6	0	2	ND
433A	R-1270/290(30.0/70.0)	±1.0/±1.0	A3/A3	0.007	0.005 5	0.036	1.78	43.5	-44.6/-44.2	0	3	ND
433B	R-1270/290(5.0/95.0)	±1.0/±1.0	A3/A3	0.005	0.025	0.025	1.80	44.0	-42.7/-42.5	0	3	ND
433C	R1270/290(25.0/75.0)	±1.0/±1.0	A3/A3	0.006	0.006 6	0.032	1.78	43.6	-44.3/-43.9	0	3	ND
434A	R-125/143a/134a/600a (63.2/18.0/16.0/2.8)	±1.0/±1.0/ ±1.0/+0.1-0.2	A1/A1	0.32	0.32	NF	4.32	105.7	-45.0/-42.3	0	3250	ND
435A	R-E170/152a(80.0/20.0)	±1.0/±1.0	A3/A3	0.014	0.09	0.069	2.00	49.0	-26.1/-25.9	0	26	ND
436A	R-290/600a(56.0/44.0)	±1.0/±1.0	A3/A3	0.006	0.073	0.032	2.02	49.3	-34.3/-26.2	0	11	ND
436B	R-290/600a(52.0/48.0)	±1.0/±1.0	A3/A3	0.007	0.071	0.033	2.00	49.9	-33.4/-25.0	0	11	ND
437A	R-125/134a/600/601 (19.5/78.5/1.4/0.6)	+0.5-1.8/+1.5-0.7/ +0.1-0.2/+0.1-0.2	A1/A1	0.081	0.081	NF	4.24	103.7	-32.9/-29.2	0	1810	ND
438A	R-32/125/134a/600/601a (8.5/45.0/44.2/1.7/0.6)	+0.5-1.5/±1.5/±1.5/ +0.1-0.2/+0.1-0.2	A1/A1	0.079	0.079	NF	4.05	99.1	-43.0/-36.4	0	2260	ND

表 B.2 (续)

制冷剂 编号	组分 ^c (质量分数) %	组分浓度允差 %	安全 类别	实用 限值 ^d kg/m ³	ATEL/ ODL ^e kg/m ³	可燃性 LFL ^b kg/m ³	蒸气密度 ^a 25 °C, 101.3 kPa kg/m ³	相对 摩尔 质量 ^a	泡点/露点 101.3 kPa ^a °C	ODP ^{a,e}	GWP ^{a,f} (100年 ITH)	自燃温度 °C
439A	R-32/125/600a (50.0/47.0/3.0)	±1.0/±1.0/±0.5	A2/A2	0.061	0.34	0.304	2.91	71.2	-52.0/-51.8	0	1980	ND
440A	R-290/134a/152a (0.6/1.6/97.8)	±0.1/±0.6/±0.5	A2/A2	0.025	0.14	0.124	2.71	66.2	-25.5/-24.3	0	144	ND
441A	R-170/290/600a/600 (3.1/54.8/6.0/36.1)	±0.3/±2.0/±0.6/±2.0	A3/A3	0.006 3	0.006 3	0.032	1.98	48.3	-41.9/-20.4	0	5	ND
442A	R-32/125/134a/152a/227ea (31.0/31.0/30.0/3.0/5.0)	±1.0/±1.0/±1.0/ ±0.5/±1.0	A1/A1	0.33	0.33	NF	3.35	81.8	-46.5/-52.7	0	1890	ND

^a ODP、GWP、蒸气密度、“泡点温度”和“露点温度”不是本标准的一部分，仅作为信息提供而已。“泡点温度”是指某一压力下的制冷剂液态对应的饱和温度，在该温度下液态制冷剂刚刚开始沸腾。在一定的压力下，非共沸混合制冷剂的泡点温度低于露点温度。“露点温度”是指某一压力下的制冷剂气态对应的饱和温度，在该温度下最后一滴液态制冷剂沸腾。在一定的压力下，非共沸混合制冷剂的露点温度高于泡点温度。

^b R152a 和 R142b 的组成比例公差为 0~2% 之间。

^c 混合物组分按照沸点高低顺序排列。

^d 实用限值，从表 B.1 中所列的各个独立组分的值计算得到。

^e ODP 从表 B.1 中所列的各个独立组分的值计算得到。

^f GWP 从表 B.1 中所列的各个独立组分的值计算得到。

^g 急性毒性暴露限值(ATEL)或缺氧极限(ODL)，以较低者为准。

^h 可燃性下限。

表 B.3 共沸混合制冷剂^a 命名续R500 系列制

制冷剂 编号	共沸组分 ^c 质量分数制 %	组分浓度允差 %	安全 类别	实用 限值 kg/m ³	ATEL冷 ODL ^e kg/m ³	可燃性 LFL ^b kg/m ³	蒸气密度 ^b 25 °C 剂 101.3 kPa kg/m ³	相对摩尔 质量 ^b	常规 沸点 ^b °C	共沸 温度 ^d °C	ODP ^{b,iii}	GWP ^{b,iii} 续00 年 ITH制	自燃 温度 °C
500	R-12冷152a续3.8冷26.2制	+1.0-0.0冷±0.0-1.0	A冷A1	0.4	0.12	NF	4.06	99.3	-33	0	0.74	8080	ND
501	R-22冷12续5.0冷25.0制		A冷A1	0.38	0.21	NF	3.81	93.1	-41	-41	0.29	4080	ND
502	R-22冷15续8.8冷1.2制		A冷A1	0.45	0.33	NF	4.56	111.6	-45	19	0.33	4660	ND
503	R-22冷13续0.1冷9.9制		A冷A1	0.35	ND	NF	3.58	87.5	-88	88	0.6	14600	ND
504	R-32冷15续8.2冷1.8制		A冷A1	0.45	0.45	NF	3.24	79.2	-57	17	0.31	4140	ND
507A	R-12冷143a续0冷50制	+1.5-0.5冷±0.5-1.5	A冷A1	0.53	0.53	NF	4.04	98.9	-46	-40	0	3990	ND
508A	R-22冷116续0冷61制	±2.0冷±2.0	A冷A1	0.23	0.23	NF	4.09	100.1	-86	-86	0	13200	ND
508B	R-22冷116续0冷54制	±2.0冷±2.0	A冷A1	0.25	0.2	NF	3.90	95.4	-88	-45.6	0	13400	ND
509A	R-22冷218续0冷56制	±2.0冷±2.0	A冷A1	0.56	0.38	NF	5.07	124.0	-47	0	0.024	5740	ND
510A	R-E17冷600a续8.0冷2.0制	±0.5冷±0.5	A冷A3	0.011	0.087	0.056	1.93	47.2	-25	-25.2	0	3	ND
511A	R-29冷E170续5.0冷5.0制	±1.0冷±1.0	A冷A3	0.008	0.092	0.038	1.81	44.2	-42	-20~+40	0	3	ND
512A	R-134a冷152a续0冷5.0制	±1.0冷±1.0	A冷A2	0.025	0.14	0.124	2.75	67.2	-24	-20~+40	0	189	ND

^a 共沸制冷剂在一定的压力和温度下而非计算压力和温度下会出现组分分离编分离的程度取决于特定的共沸物质和硬件设施编

^b ODP号WP蒸气密度摩尔质量和沸点不是本标准的一部分剂仅提供信息而已编

^c 共沸混合制冷剂的组分正在研究中还需要相关的实验验证编

^d 在气液平衡点续VLE条件下编

^e 混合物组分按照沸点高低顺序排列编

^f GWP从表 B.1 中所列的各个独立组分的值计算得到编

^g 急性毒性暴露限值续ATEL或缺氧极限续IDL值续以较低者为编

^h 可燃性下限编

ⁱ 臭氧消耗潜值由表 B.1 中所列的各个独立组分的值计算得到编

附 录 C
(资料性附录)
制冷系统的潜在危害

制冷系统有制冷剂、油、水和其他物质的混合,比如由于温度和压力,有意或无意的从化工和物理方面影响系统内部。当从系统中释放出来,它们有些有害的特性会危及人员、财物安全,甚至直接或间接危害环境(ODP、GWP)。对制冷剂的混合和组成在相关标准中已经给出规定,如 GB/T 7778,所以没纳入在本标准中。

制冷系统温度和压力的危害可以是制冷剂的蒸气、液体或汽液双相所造成。进而,制冷剂的状态及其对各部件造成的张力不仅取决于设备内部的过程和功能,也取决于外部因素。

潜在危害包括:

- a) 极端温度的直接影响,比如:
 - 1) 物料在低温下的脆弱性;
 - 2) 封闭液体的冻结;
 - 3) 热张力;
 - 4) 温度导致容积的改变;
 - 5) 低温对人员受伤的危害;
 - 6) 可接触的炽热表面;
- b) 压力过高,比如由于:
 - 1) 冷却不足或来自非凝性气体的分压力或油或液体制冷剂累积,所导致冷凝压力上升;
 - 2) 过多外部加热使饱和蒸气压力上升,如:液体冷却器,或者当空气冷却器除霜,或在高温环境下设备停机;
 - 3) 由于极端温度上升导致在密封空间的液体制冷剂膨胀,并没有出现蒸气;
 - 4) 火灾;
- c) 液态的直接影响,如:
 - 1) 制冷剂充注过多或满液的设备;
 - 2) 由于虹吸或压缩机中有冷凝导致压缩机中有液体;
 - 3) 管路中液锤;
 - 4) 油乳化导致润滑失效;
- d) 来自制冷剂泄漏,如:
 - 1) 火灾;
 - 2) 爆炸;
 - 3) 毒性;
 - 4) 腐蚀性影响;
 - 5) 皮肤冻结;
 - 6) 窒息;
 - 7) 恐慌;
 - 8) 可能导致环境问题,如臭氧层消耗和全球变暖;
- e) 来自机械转动部件,如:
 - 1) 损伤;
 - 2) 高噪声致失聪;
 - 3) 振动导致损坏。

附录 D
(资料性附录)
英语、法语和汉语的名词术语

表 D.1 给出了等价的英语、法语和汉语的名词术语。

表 D.1 英语、汉语和法语中的名词术语对照

标准中定义的术语			本标准 章条号
英语	汉语	法语	
absorption system	吸收式系统	ystème à absorption	3.1.1
Acute Toxicity Exposure Limit	急性毒性暴露限值	limite d'exposition de toxicité aiguë	第 4 章
auto-ignition temperature	自燃温度	temperature d'inflammation spontanée	3.7.7
azeotrope	共沸混合制冷剂	azéotrope	3.7.2
brazed joint	铜焊连接	joint brasé fort	3.5.1
bursting disc	爆破片	disque de rupture	3.6.1
cascade system	复叠式系统	installation en cascade	3.1.2
changeover device	转换装置	inverseur	3.6.2
coil	盘管	serpentin	3.4.1
companion (block) valves	分区阀	contre-robinets(ou robinets-vannes) de sectionnement	3.5.2
compressor	压缩机	compresseur	3.4.2
compressor unit	压缩机组	groupe compresseur	3.4.2.1
compression joint	紧固连接	joint par compression	3.5.3
condenser	冷凝器	condenseur	3.4.4
condensing unit	冷凝机组	groupe de condensation	3.4.5
crawl space	爬行空间	vide sanitaire	3.2.1
design pressure	设计压力	pression de conception	3.3.1
dilution transfer opening	稀释通风口	courant d'air dû à l'ouverture	3.10.2
direct releasable system	直接释放系统	système à détente directe	3.1.3
disposal	处置	mise à disposition	3.9.1
double indirect system	双级间接系统	système indirect double	3.1.5
evaporator	蒸发器	évaporateur	3.4.6
exit	出口	sortie	3.2.2
exit passageway	安全通道	passage de sortie	3.2.3
factory made	工厂制造	fabriqué en usine	3.10.1
fade-out vessel	缓冲容器	réceptacle d'affaiblissement	3.4.8

表 D.1 (续)

标准中定义的术语			本标准 章条号
英语	汉语	法语	
flammability	可燃性	inflammabilité	3.7.12
flanged joint	法兰连接	joint à bride	3.5.4
flared joint	扩口连接	joint évasé	3.5.5
fusible plug	易熔塞	bouchon fusible	3.6.3
hallway	走廊	corridor	3.2.4
halocarbon	卤代烃	halocarbure	3.7.4
header	集管	collecteur	3.5.6
heat exchanger	热交换器	échangeur thermique	3.4.3
heat pump	热泵	pompe à chaleur	3.1.9
heat-transfer circuit	传热回路	de transfert de chaleur	3.8.1
heat-transfer fluid	传热流体	fluide caloporteur	3.7.6
high-pressure side	高压侧	côté haute pression	3.1.7
hydrocarbon	烃	hydrocarbure	3.7.5
indirect system	间接系统	systèmes indirects	3.1.4
internal net volume	内部净容积	volume interne net	3.4.10
isolating valve	隔离阀	robinet d'isolation	3.5.7
joint	接头	joint	3.5.8
limited charge system	有限充注系统	système à charge limitée	3.1.6
liquid level cut out	液位控制器	limiteur de niveau de liquides	3.6.4
liquid receiver	集液器	réservoir de liquide	3.4.9
low-pressure side	低压侧	côté basse pression	3.1.8
lower flammability limit	可燃性下限	limite inférieure d'inflammabilité	第 4 章
lubricant	润滑油	lubrifiant	3.7.1
machinery room	机房	salle des machines	3.2.5
maximum allowable pressure	最大允许压力	pression maximale admissible	3.3.3
multisplit system	多联系统	système multisplit	3.1.15
non-positive displacement compressor	非容积式压缩机	compresseur non volumétrique	3.4.2.3
occupied space	使用空间	espace occupé par des personnes	3.2.6
open air	露天空间	air libre	3.2.7
open compressor	开式压缩机	compresseur ouvert	3.4.2.4
overflow valve	溢流阀	soupape de décharge	3.6.5
outside air	室外空气	air extérieur	3.7.8
oxygen deprivation limit	缺氧极限	limite de privation d'oxygène	第 4 章

表 D.1 (续)

标准中定义的术语			本标准 章条号
英语	汉语	法语	
pipng	管路	tuyauterie	3.5.9
positive displacement compressor	容积式压缩机	compresseur volumétrique	3.4.2.2
practical limit	实用极限	limite pratique	3.7.13
pressure limiter	限压器	Limiteur de pression	3.6.6
pressure relief device	泄压装置	dispositif limiteur de pression	3.6.7
pressure relief valve	泄压阀	soupape de sécurité	3.6.8
pressure vessel	压力容器	récipient sous pression	3.4.7
quantity limit with additional ventilation	附加通风量限值	quantité limite avec ventilation supplémentaire	3.10.3
quantity limit with minimum ventilation	最小通风量限值	quantité limite avec ventilation minimale	3.10.4
quick-closing valve	快关阀	robinet à fermeture rapide	3.5.10
reclaim	再生	régénérer	3.9.2
recover	回收	recupérer	3.9.3
recycle	再循环	recycler	3.9.4
refrigerant	制冷剂	fluide frigorigène	3.7.9
refrigerant concentration limit	制冷剂浓度极限	limite de concentration du fluide frigorigène	第 4 章
refrigerant detector	制冷剂探测器	détecteur de fluide frigorigène	3.6.9
refrigerating equipment	制冷设备	composants frigorifiques	3.4.11
refrigerating system	制冷系统	système de réfrigération	3.1.9
refrigerant type	制冷剂种类	type de fluide frigorigène	3.7.10
reuse	再用	réutilisation	3.9.5
safety switching device for limiting the pressure	限压用安全开关装置	dispositif de sécurité de limitation de la pression	3.6.10
sealed system	封闭式系统	système scellé	3.1.11
self-closing valve	自闭阀	robinet à autofermeture	3.6.11
self-contained system	整体式系统	système autonome	3.1.10
service duct	维护通道	gaine de service	3.5.11
shut-off device	截止装置	dispositif d'arrêt	3.5.12
special machinery room	专用机房	salle des machines spéciale	3.2.8
strength test pressure	强度试验压力	pression de l'essai de résistance	3.3.4
surge drum	缓冲器	réservoir-tampon	3.4.12
system	系统	système	3.1.12

表 D.1 (续)

标准中定义的术语			本标准 章条号
英语	汉语	法语	
tapered thread joint	锥螺纹连接	oint fileté conique	3.5.13
temperature limiting device	限温器	dispositif de limitation de la température	3.6.12
three-way valve	三通阀	robinet à trois voies	3.5.14
tightness test pressure	密封性试验压力	pression de l'essai d'étanchéité	3.3.2
toxicity	毒性	toxicité	3.7.11
type-approved component	型式认可部件	composant ayant subi un essai de type	3.6.13
type-approved pressure cut out	压力切断器	pressostat ayant subi un essai de type	3.6.13.1
type-approved pressure limiter	限压器	limiteur de pression ayant subi un essai de type	3.6.13.2
type-approved safety pressure cut out	安全压力切断器	pressostat de sécurité ayant subi un essai de type	3.6.13.3
unit system	单元式系统	système monobloc	3.1.13
ventilated enclosure	通风的密闭外壳	gaine ventilée	3.2.9
welded joint	焊接接头	joint soudé	3.5.15
zeotrope	非共沸混合制冷剂	zéotrope	3.7.3

附录 E

(资料性附录)

制冷系统的外观检查项目

制冷系统的外观检查包括以下项目：

- a) 检查设备在运输或储存时是否造成损坏；
- b) 检查所有指定的部件；
- c) 核查本标准要求的所有安全装置、文件和设备是否齐全；
- d) 核查所有安全与环保装置及其设置，是否齐全，是否符合本标准的要求；
- e) 核查压力容器文件、合格证书、铭牌、操作手册，以及本标准要求的其他文件编制是否齐全；
- f) 核查储液器的容积是否足够；
- g) 核查说明书和操作指南，防止出现故意向环境排放制冷剂的情况；
- h) 检查公众可能接触到的管道，防止表面温度过高或过低对公众造成伤害；
- i) 安装完成后与制冷系统图和电气系统接线图进行对比；核查电力供应是否充足；
- j) 如果压力容器被更换、改变或者使用了其他制冷剂，需核查压力容器的相关文件；
- k) 检查运行工况下由温度和压力引起的振动和位移；
- l) 检查配件的安装；
- m) 检查支架和固定装置(材料、工艺路线、连接)；
- n) 检查焊接点和其他连接处的质量；
- o) 检查机械损伤的防护措施；
- p) 检查隔热措施；
- q) 检查运动部件的防护措施；
- r) 检查维护、检修通道以及管路检查通道的通行能力；
- s) 检查阀的布置是否合理；
- t) 检查保温层和隔汽层的质量；
- u) 检查换热表面的污垢。

附录 F

(规范性附录)

氨制冷系统及热泵的附加要求

F.1 制冷剂充注量大于 50 kg 的系统

制冷剂充注量大于 50 kg 的系统应有关闭装置,用来隔离存在液态制冷剂的系统部件,通常有集液器、贮液器、满液式换热器。对于充注量小于 100 kg 的氨系统,如果其所处空间内配有泄漏报警装置、紧急制冷剂吸收装置或者通风系统,就不需要再安装关闭装置。

注:对于预期有地震的安装区域,需要地震监测仪能够触发紧急停机系统,这个系统只能手动恢复。

如果使用安全阀作为高压保护装置,则 10.2.9 适用。

F.2 制冷剂的充注量大于 4 500 kg 的系统

所有部件总充注量大于 4 500 kg 的氨系统应在液体管路上安装一个有遥控功能的截止装置。该装置在控制电源故障、发现泄漏或紧急停机时应能关闭。它应被集成到紧急停机系统中去,并具有手动优先功能。如果该截止装置(比如电磁阀)仅单向工作,则在任何情况下都应避免发生回流,例如采用排空回路。自动运行的截止阀应是自动防故障的装置。

泵应安装在阀门之间,泵的入口侧的阀门应是遥控阀门。为了能对遥控阀门进行检修,建议在其上游安装一个截止阀,该阀在系统运行期间无法发生动作。

F.3 制冷剂充注量大于 4 500 kg 的紧急停机系统

制冷系统应安装紧急停机系统,该紧急停机系统作用于相关的驱动器和执行机构。

应考虑到积存的或在闭合阀门之间的液态制冷剂由于温升而造成的静力学膨胀。应采取泄压设备或其他办法防止过度增压,该泄压应释放至系统的低压部分。一旦触发了紧急停机系统,应能够关闭部件之间的管道,以防止由于系统的紧急停机而发生的附加危险,比如液击现象。

如果系统定期(每 24 h)监测或责任人能够在 60 min 内到达现场,那么就没有必要设置紧急电力供给装置。

注:紧急停机系统包括通过手动开关或制冷剂泄漏探测装置触发的运行,它能将制冷系统切换到安全运行模式。

附 录 G
(资料性附录)
组件类别的规定

G.1 概述

应采取 G.2~G.5 的步骤确定组件类别。

G.2 制冷剂的安全分类

流体根据其可燃性和/或毒性可分为如下两组：

a) 组 1 包含的流体定义为：

- 易爆；
- 极易燃；
- 高度可燃；
- 可燃(在最高允许温度高于闪点)；
- 毒性较大；
- 有毒的；
- 氧化性。

b) 组 2 包括组 1 没提到的所有其他流体。

注：分类出自“全球化学品统一分类和标签制度”(简称 GHS)。

G.3 确定组件的最大允许压力

见 10.2.2.1。

G.4 判定制冷剂的状态(液体或气体)

如果流体最高允许温度下的饱和蒸气压力比正常大气压力高 0.5 bar(50 kPa)以上,这种流体被认为是气体,否则此流体被认为是液体。

G.5 判定部件的类别**G.5.1 概述**

判定组件的类别前,应先确定制冷系统中不同部件的类别。

部件的最大允许压力(PS)可能高于组件的 PS。通常,应用组件的 PS 值来判定类别。在这种情况下,保护部件的安全附件的 PS 应设置为组件的 PS 值。如果依据部件的 PS 值对部件进行保护,则应用部件的 PS 值来判定类别。

G.5.2 压力容器

表 G.1 给出了压力容器的参数。

表 G.1 压力容器参数

流体组 如果	性质 且	PS/bar ^a 且	V/L 且	PS×V/bar·L 且	类别 则
组 1	气体	≤0.5	—	—	—
		>0.5 且 ≤200	≤1	—	—
			>1	≤25	—
				>25 且 ≤50	I
		>50 且 ≤200	II		
		>200 且 ≤1 000	≤1	—	III
		≤1 000	>1	>200 且 ≤1 000	III
	>1 000			IV	
	液体	≤0.5	—	—	—
		>0.5 且 ≤500	≤1	—	—
			>1	≤200	—
		>200		I	
		>10 且 ≤500		II	
		>500	≤1	—	II
>500		>1	—	III	
组 2	气体	≤0.5	—	—	—
		>0.5 且 ≤1 000	≤1	—	—
			>1	≤50	—
				>50 且 ≤200	I
				>200 且 ≤1 000	II
		>1 000 且 ≤3 000	≤1	—	III
			>1	>1 000 且 ≤3 000	III
		>0.5 且 ≤4		>1 000	III
	>4	>3 000		IV	
	>3 000	—	—	IV	
	液体	≤10	—	—	—
		>10 且 ≤1 000	≤10	—	—
			>10	≤10 000	—
		>10 且 ≤500	—	>10 000	I
>1 000		<10	—	I	
>500		>10	>10 000	II	

^a 1 bar=0.1 MPa。

G.5.3 管道

表 G.2 给出了管道的参数。

表 G.2 管道参数

流体组 如果	性质 且	PS/bar ^a 且	DN 且	PS×DN 且	类别 则
组 1	气体	≤0.5	—	—	—
		>0.5	≤25	—	—
			>25 且 ≤100	≤1 000	I
			>100 且 ≤350	>1 000 且 ≤3 500	II
			>350	>3 500	III
	液体	≤0.5	—	—	—
		>0.5	≤25	—	—
			—	≤2 000	—
		>0.5 且 ≤10	—	>2 000	I
		>10 且 ≤500	>25		II
>500	—	—	III		
组 2	气体	≤0.5	—	—	—
		>0.5	≤32	—	—
			—	≤1 000	—
			>32 且 ≤100	>1 000 且 ≤3 500	I
			>100 且 ≤250	>3 500 且 ≤5 000	II
	>250	>5 000	III		
	液体	≤0.5	—	—	—
		>0.5 且 ≤10	—	—	—
		—	—	≤5 000	—
		—	≤200	—	—
		>10 且 ≤500	>200	>5 000	I
		>500		—	II

^a 1 bar=0.1 MPa

G.5.4 安全附件

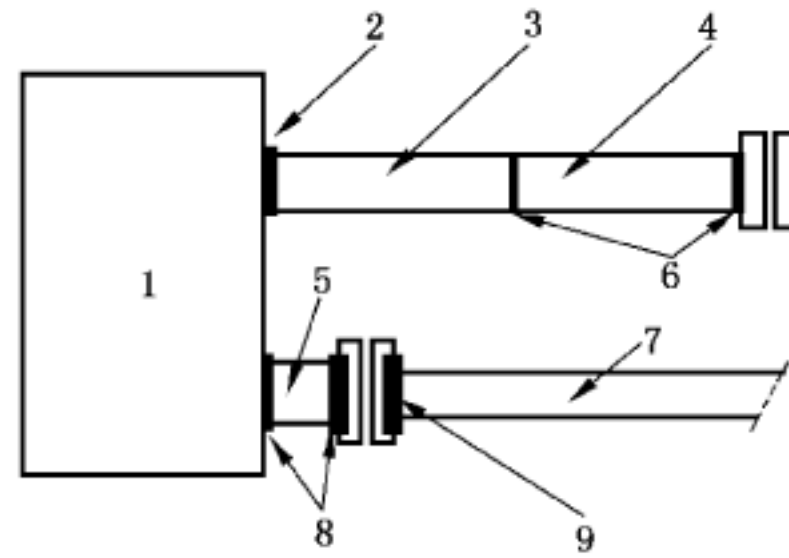
安全附件的类别判定应基于其所保护的部件和组件的类别。至少等同被保护的部件和组件的类别。

G.5.5 压力装置的连接

为了类别的实际判定,图 G.1~图 G.3 给出了一些例子:

- a) 两部分之间的永久连接应符合两者中的最高的类别。
- b) 组件可以看做是部件按一定的顺序组装而成,所以永久连接遵从最低的可能的类别。

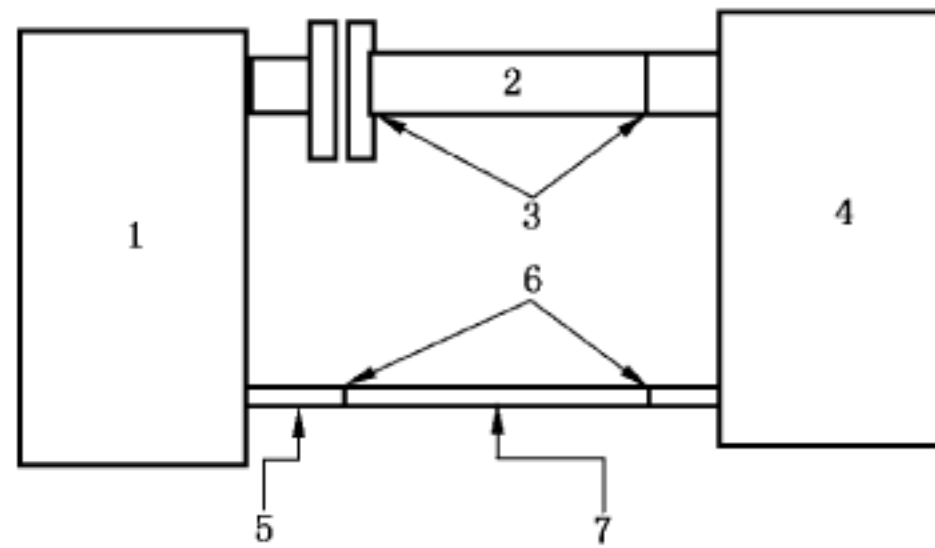
对于装配了延长管道的部分,连接的类别应由延长管道的类别决定。到延长管道的连接不应对更高类别的容器的强度产生任何影响。



说明:

- | | |
|------------|------------|
| 1——Ⅲ类容器; | 6——Ⅰ类永久连接; |
| 2——Ⅲ类永久连接; | 7——Ⅰ类管道; |
| 3——Ⅰ类延长管道; | 8——Ⅲ类永久连接; |
| 4——Ⅰ类管道; | 9——Ⅰ类永久连接。 |
| 5——Ⅱ类管道; | |

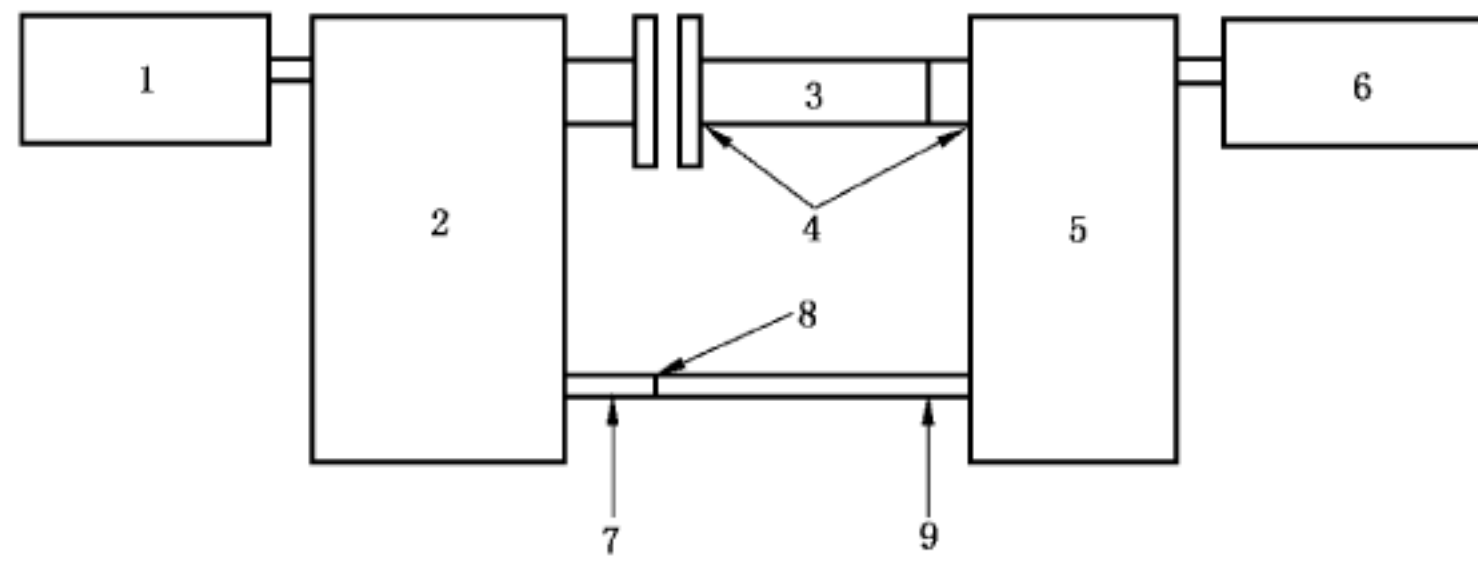
图 G.1 压力装置的连接



说明:

- | | |
|---------------|--------------|
| 1——Ⅱ类冷凝机组; | 5——未分类的延长管道; |
| 2——Ⅰ类管道; | 6——未分类的永久连接; |
| 3——Ⅰ类永久连接; | 7——未分类的管道。 |
| 4——带电扇的Ⅰ类蒸发器; | |

图 G.2 例 1: Ⅱ类组件



说明：

- 1——安全附件(Ⅲ类或更高类别)；
- 2——Ⅲ类冷凝机组；
- 3——Ⅱ类管道；
- 4——Ⅱ类永久连接；
- 5——Ⅱ类容器；

- 6——安全附件(Ⅱ类或更高类别)；
- 7——Ⅰ类延长管道；
- 8——Ⅰ类永久连接；
- 9——Ⅰ类管道。

图 G.3 例 2：Ⅲ类组件

G.5.6 组件类别的判定

组件的类别的判定应基于它所包含的部件(如在前面的要点中确定的)的最高类别,不考虑安全附件的类别。

附录 H
(规范性附录)
内在安全测试要求

H.1 概述

内在安全测试要求只适用于根据 10.2.9.2 的流程图需要执行内在安全测试选项的设备。

H.2 异常操作时最大压力的测定

H.2.1 高压侧压力的测定(P_{HIS})

为了测定 P_{HIS} , 制冷系统高压侧的热交换器应按下述规定进行试验:

- a) 制冷系统安装时应考虑到与临近表面间的间隙符合制造商的规定;
- b) 该制冷系统应在额定电压或额定电压上限范围内运行, 环境温度为 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) 当达到稳态后, 限制或停止高压侧热交换的传热介质流动, 这些都是最不利于制冷系统正常运行的;
- d) 安装在制冷系统中的外部热交换器应运转。在测试时出现的最大压力被认为是 P_{HIS} 。

H.2.2 低压侧压力的测定(P_{LIS})

为了测定 P_{LIS} , 制冷系统低压侧的热交换器应按下述规定进行试验:

- a) 制冷系统安装时应考虑到与临近表面间的间隙符合制造商的规定;
- b) 为模拟停机情况, 制冷系统不应运行;
- c) 低压侧热交换器的传热介质的温度应维持在制造商所规定的最高温度;
- d) 如果传热介质是水, 这种状态应维持 30 min。如果传热介质是空气, 这种状态应维持 1 h;
- e) 对于在热带气候下运输的制冷系统或部件, 该系统或其带液态制冷剂的部分应在 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下维持 1 h。

在低压侧出现的最高压力被认为是 P_{LIS} 。

注: 在热带气候下运输时, 运载容器内的预期最高温度为 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

H.2.3 可逆热泵的 P_{HIS} 和 P_{LIS} 的测定

对于可逆运行的热泵, 应按 H.2.1 和 H.2.2 的规定在制冷和制热模式下分别进行测试。每次测试得到的最高值用以确定在相应模式下的 P_{HIS} 和 P_{LIS} 。

H.3 耐压试验

各部件及接头或装配总成均应进行压力试验, 试验在 3 个样件上进行。

应采用下述之一的方法进行试验:

- a) 方法 1:
高压侧的试验压力应为 3 倍的 P_{HIS} , 低压侧的试验压力应为 3 倍的 P_{LIS} 。

b) 方法 2:

试验根据 9.4.2 中的疲劳试验来进行。当试验在高压侧进行时第一次循环的 PS 应取值 P_{HIS} ;

当试验在低压侧进行时第一次循环的 PS 应取值 P_{LIS} 。

对于上述两种方法,耐压试验应是采用水或其他液体的液压试验,并采取充分的预防措施以避免产生人身伤害,同时尽量降低财产损失的风险。

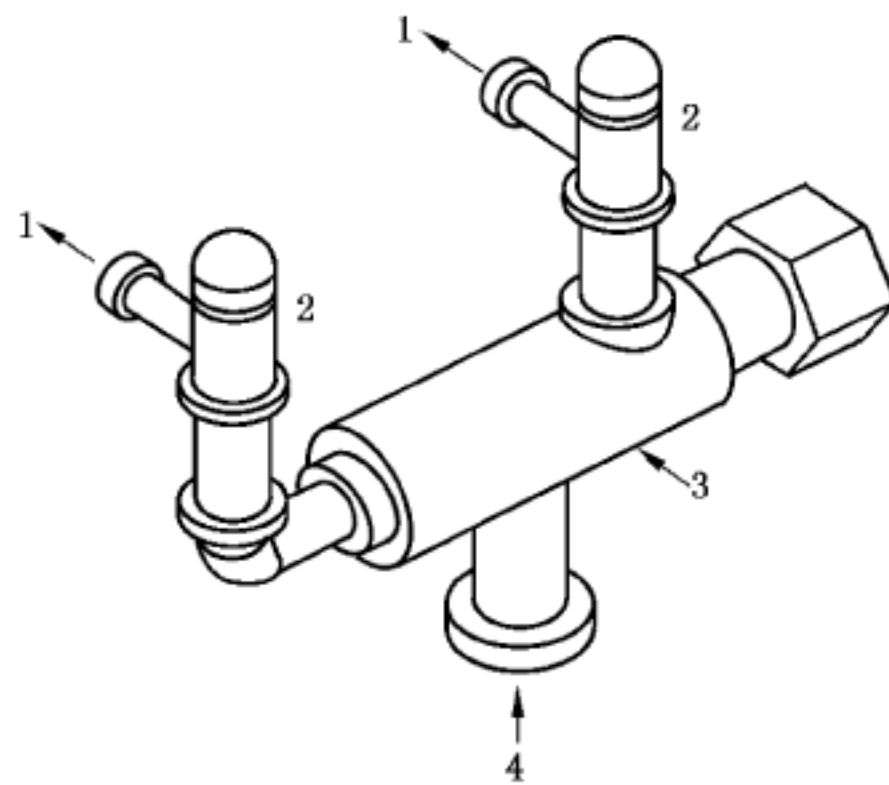
验收标准:试验部分不应破裂。

附录 I
(资料性附录)

制冷系统泄压装置的布置实例

含有大量制冷剂的系统需要对泄压阀进行专门的安排,应保证系统有足够的气密性,并能监控泄压装置的正确设置和定期维护状态。

图 I.1 是一个带双泄压阀的三通阀,对一侧的泄压装置进行维修时也能够对压力容器起持续保护的作用。



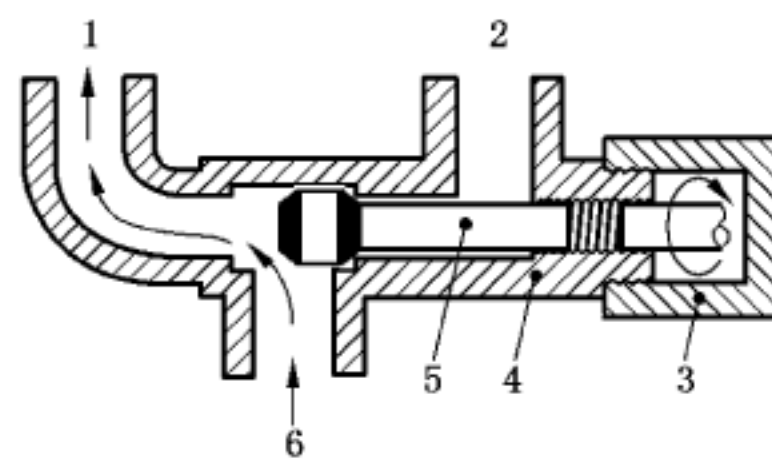
说明:

- 1——出口;
- 2——泄压阀;

- 3——三通阀;
- 4——连接到容器。

图 I.1 带双安全阀的三通阀

图 I.2 是三通阀内部部件的原理图。正常工作时,三通阀的阀杆应位于如图所示的后座位置,尽量减少经由汽封或填料处的制冷剂的泄漏。当需要维修或测试时,可以通过左右移动阀杆塞改变阀杆的位置分别隔离左右安全阀。



说明:

- 1——打开的出口;
- 2——关闭的出口;
- 3——阀杆保护器(取下后可用把手旋转阀杆来改变位置);

- 4——螺纹;
- 5——阀杆;
- 6——来自容器。

图 I.2 带双安全阀的三通阀的原理图

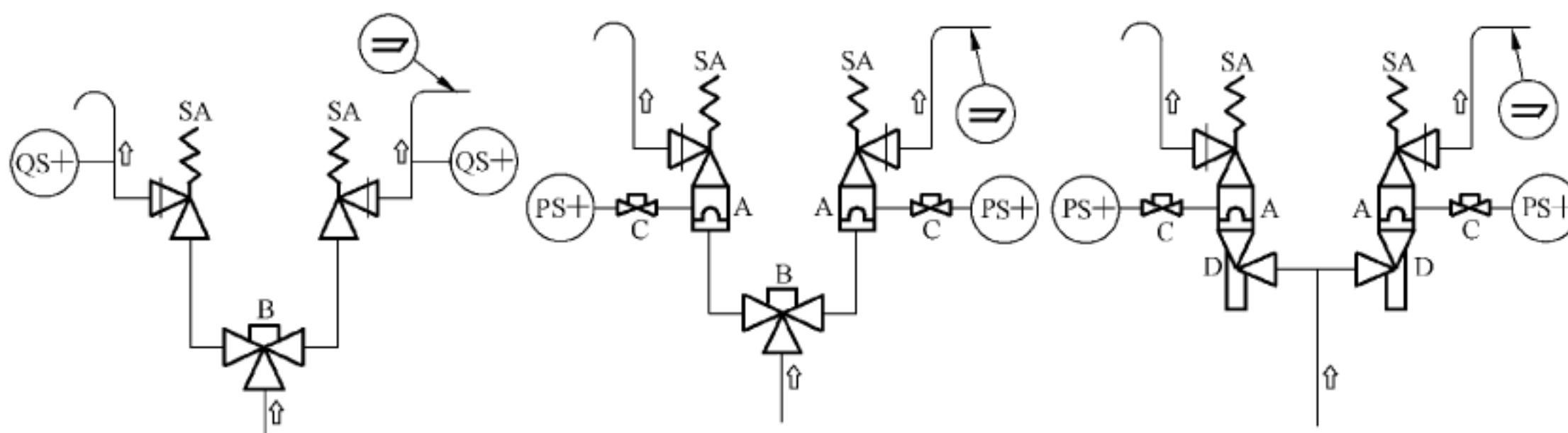
三通阀和泄压装置需要连接安装在液体制冷剂的液面上方,以便检查和维修。截止阀不应位于泄压装置和需保护的系统有关部件之间。用于连接双安全阀的三通阀不算是截止阀。

当安全阀连接至公共集气管时,一个全区域的截止阀可以安装在每个安全阀的出口的排放管支线。当装有这样一个截止阀时,需要安装一个锁紧装置保证截止阀锁定在打开的位置。除非出现以下情形之一,否则不应关闭排气截止阀:

- a) 并联安装了安全阀,由第二安全阀保护系统或容器。
- b) 系统或容器已经释压,并与大气相通。

在泄压装置排放管的出口安装截止阀的目的是在维修时将阀门隔离,以免制冷剂蒸气释放到大气中,否则就需要在相同的集管升程处安装另一个泄压装置。

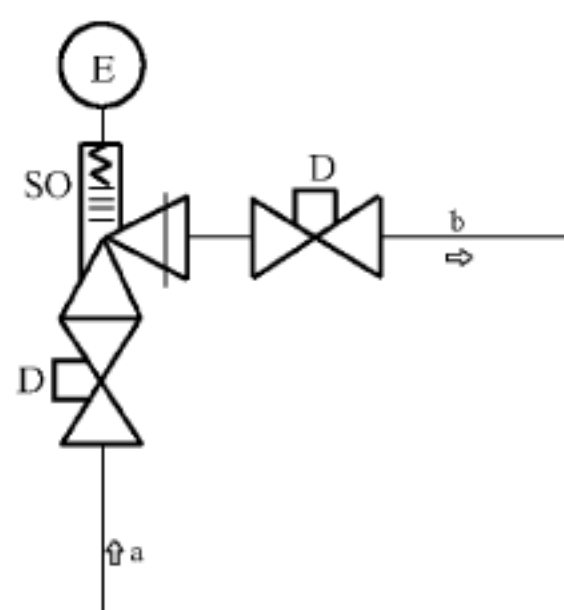
在图 I.3~图 I.6 中给出这种特殊布置的例子。



说明:

- SA ——排放到大气的泄压阀;
- QS+ ——制冷剂浓度监测;
- PS+ ——限压器(调到 0.5 bar 即 0.05 MPa);
- A ——带有监视装置的爆破片;
- B ——加盖安全转换器装置;
- C ——加盖出口截止阀;
- D ——如 10.2.9.4 中的截止阀。

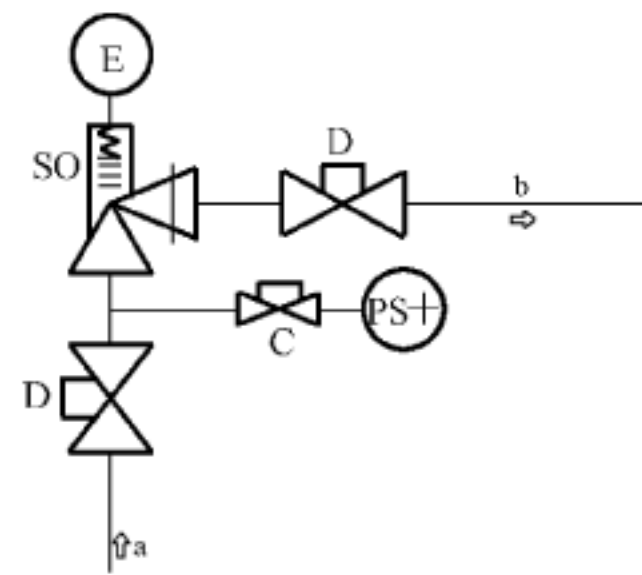
图 I.3 带有气密性监视装置的泄压阀的布置



说明:

- SO ——压力释放到低压侧的带波纹出口的背压补偿溢流式泄压阀;
- D ——如 10.2.9.4 中的截止阀;
- E ——带波纹的监视装置,如 PS+、PS-、QS+。
- ^a 来自高压侧容器或管道。
- ^b 到系统低压侧。

图 I.4 防止高压侧压力容器或管道液体膨胀的背压补偿溢流阀



说明：

SO ——压力释放到低压侧的带波纹出口的背压补偿溢流式泄压阀；

PS+——限压器(调到 2 bar 即 0.2 MPa, 低于 PS)；

C ——加盖出口截止阀(推荐)；

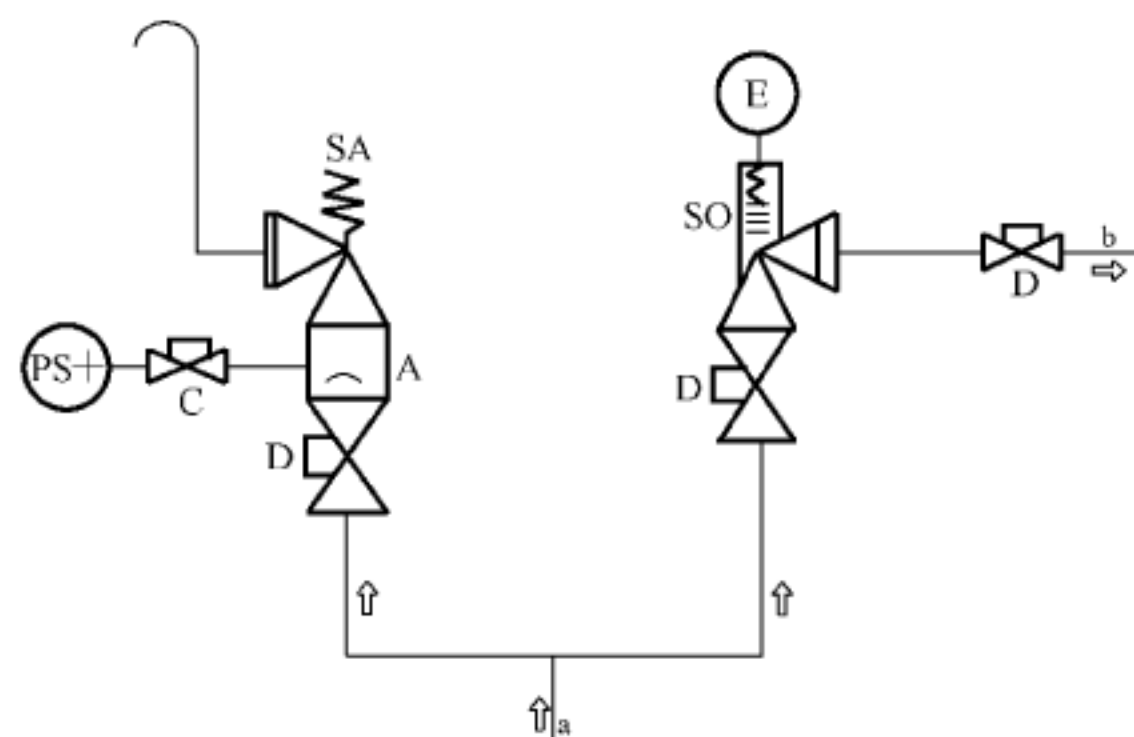
D ——如 10.2.9.4 中的截止阀；

E ——带波纹的监视装置，如 PS+、PS-、QS+。

^a 来自低压侧外部加热部件。

^b 至系统低压侧。

图 I.5 防止低压侧压力容器液体膨胀和(或)吸收外部热量的背压补偿溢流阀



说明：

SA ——排放到大气的泄压阀；

SO ——压力释放到低压侧的带波纹出口的背压补偿溢流阀式泄压阀；

PS+——限压器(调到 0.5 bar 即 0.05 MPa, 低于 PS)；

A ——带有监视装置的爆破片；

C ——加盖出口截止阀(推荐)；

D ——如 10.2.9.4 中的截止阀；

E ——带波纹的监视装置，如 PS+、PS-、QS+。

^a 来自压力容器的总管。

^b 到系统低压侧。

图 I.6 包括一个释放到系统低压侧的背压补偿溢流阀和一个排入大气用于防止液体膨胀或吸收外部热量的泄压阀

附录 J
(规范性附录)
排气管允许的等效长度

泄压装置和易熔塞向大气排压,背压取决于出口排气管的流量,应受到管子允许等效长度的限制,由式(J.1)确定。

$$L = \frac{7.438 \ 1 \times 10^{-15} d^5 (P_0^2 - P_2^2)}{f C_r^2} - \frac{d \ln\left(\frac{P_0}{P_2}\right)}{500 f} \dots\dots\dots (J.1)$$

式中:

- L ——排气管的等效长度,单位为米(m);
- C_r ——泄压装置上铭刻的额定流量,单位为千克每秒(kg/s),或是按制造商规定考虑管道引起的容量降低的校正值,或由认可的方法估计出的管道引起的容量降低的校正值;
- f ——充分湍流中的穆迪摩擦系数(见表 J.1 和表 J.2 的基准值);
- \ln ——自然对数;
- d ——管内径,单位为毫米(mm);
- P_2 ——排气管出口的绝对压力,单位为千帕(kPa);
- P_0 ——泄压装置出口的允许背压(绝对压力),单位为千帕(kPa)。

对于允许背压(P_0),用制造商规定的设定压力的百分比;当没有规定允许背压时,用以下值,式中 P 为设定压力(单位为 kPa):

对于常规泄压阀,等于设定压力的 15%

$$P_0 = (0.15 \times P) + \text{大气压力} \dots\dots\dots (J.2)$$

对于平衡泄压阀,等于设定压力的 25%

$$P_0 = (0.25 \times P) + \text{大气压力} \dots\dots\dots (J.3)$$

对于爆破片,易熔塞和先导式溢流阀,等于设定压力的 50%

$$P_0 = (0.5 \times P) + \text{大气压力} \dots\dots\dots (J.4)$$

注: 对于易熔塞, P 是易熔塞在标定熔点温度下的绝对饱和压力与所用制冷剂的临界压力中较小的一个;大气压力指安装点海拔高度的大气压,默认值是海平面的大气压 101.325 kPa。

充分湍流中的典型穆迪摩擦系数见表 J.1 和表 J.2。

表 J.1 小公称直径管道的充分湍流的穆迪摩擦系数(f)

管外径 OD in	公称直径 DN mm	内径 ID in	摩擦系数 f
3/8	8	0.315	0.013 6
1/2	10	0.430	0.012 8
5/8	13	0.545	0.012 2
3/4	16	0.666	0.011 7
7/8	20	0.785	0.011 4
1 1/8	25	1.025	0.010 8
1 3/8	32	1.265	0.010 4
1 5/8	40	1.505	0.010 1

表 J.2 大公称直径管道的充分湍流的穆迪摩擦系数(f)

管道公称尺寸 NPS in	公称直径 DN mm	内径 ID in	摩擦系数 f
1/2	15	0.622	0.025 9
3/4	20	0.824	0.024 0
1	25	1.049	0.022 5
1 1/4	32	1.380	0.020 9
1 1/2	40	1.610	0.020 2
2	50	2.067	0.019 0
2 1/2	65	2.469	0.018 2
3	80	3.068	0.017 3
4	100	4.026	0.016 3
5	125	5.047	0.015 5
6	150	6.065	0.014 9

附 录 K

(资料性附录)

应力腐蚀裂纹

K.1 概述

应力腐蚀是一种物理化学现象,它影响许多金属包括铜、钛、碳素钢和不锈钢。当某些金属部件暴露在特定环境下且受到适度的应力时,这种现象最容易发生。它的特点是表面有微小的裂纹,垂直延续到应力主轴线,可能为晶间腐蚀或穿晶腐蚀(也就是由金属结构的晶粒之间穿过或穿过晶粒)。裂纹端是羽状的(有许多细小分支)表明这不是简单的屈服或疲劳裂纹。

在碳氟化合物制冷系统的铜管道、钢制压力容器中以及氨系统管道中都会出现应力腐蚀故障。应力腐蚀会影响冷水机组蒸发器的外壳、回油容器及吸入集管,但是氨设备中大多数应力腐蚀故障都发生在高压储液器中。虽然制冷剂在酸性条件下可能会诱发应力腐蚀裂纹,但没有碳氟化合物系统的钢制容器中产生应力腐蚀故障的例子。在制冷系统中没有出现过不锈钢和钛的应力腐蚀裂痕的案例。

K.2 铜的应力腐蚀

碳氟化合物制冷系统的铜管中发生过应力腐蚀,一般由管道内的外表面开始发生,通常在潮湿环境中由绝缘胶中的化学成分引起,例如安装时保温管浸没在水中。管道加压时引起应力升高,所以产生的裂纹是纵向的。发生应力腐蚀后,管道内表面会出现典型的铜蓝纹。一旦发生应力腐蚀就会造成多处针孔大小的泄漏,就需要更换受影响的管道。应力腐蚀不会扩展到没有处于腐蚀环境的管道。

K.3 钢的应力腐蚀

应力腐蚀也与氨制冷系统中钢制压力容器的非突变失效相关。压力容器内表面的微小裂纹并不罕见。如果这些裂纹不大于容器的腐蚀限度,不影响受压面的机械强度,就不会造成什么问题。通常微小裂纹能渗透大约 1 mm 的深度,但不会大于这个限度。然而应力腐蚀裂纹偶尔也会继续延展。

K.4 应力腐蚀裂纹的影响因素

K.4.1 概述

以下部分主要是针对用碳素钢承压设备的氨制冷系统,给出了防止应力腐蚀裂纹的几点建议。

K.4.2 屈服强度

应力腐蚀裂纹更可能发生在屈服强度高的钢制品中,因为这种钢的脆性更高。已确定当母体材料的屈服强度小于 350 MN/m^2 时不太可能产生应力腐蚀裂纹。我们建议应规定最小屈服强度为 265 MN/m^2 的材料用于压力容器的外壳和端盖,但应注意实际材料的屈服强度可能高于规定的最小值。

注:“最小屈服强度”一般为钢铁工业的一个术语,指材料允许的最低屈服强度。实际用于制造容器的材料的屈服强度可能高于最小值的 50%。

K.4.3 温度

应力腐蚀裂纹更容易在温度升高时发生。如果容器的正常运行温度高于 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$,或者系统关闭时容器的温度预计会高于 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$,那么该容器应进行焊后应力消除处理。这一般应用于高压储液罐,但是经济器、中间冷却器及冷水机的蒸发器也可能在这个温度范围内运行。回油器也会长期处于高温,也应进行应力消除处理。

K.4.4 含氧量

应力腐蚀裂缝容易发生在系统含氧量高的部分。高压储液罐内会积聚一些包括氧气在内的不凝性气体,所以尤其危险。虽然在中压和低压容器中也会发生,但大多数情况都是发生在高压储液罐中。

注:含氧量高于 5×10^{-7} (0.5 ppm)时可能开始发生应力腐蚀。不可能一直保持系统的含氧量低于0.5ppm,但是需注意在调试和日常运行时经常去除系统的不凝性气体。

K.4.5 含水量

氨中含有适量的水分不容易发生应力腐蚀裂纹。随着氨中水分的增加,发生应力腐蚀所需的氧气量也随之增加。在含氧量低于 1×10^{-4} (100 ppm)时,含水量大于 2×10^{-3} (2 000 ppm)可以防止发生应力腐蚀。

注:这一发现是对化肥工业的氨储罐的故障调查的结果,已经广泛应用于氨容器包括制冷剂储液罐应力腐蚀的预防。然而在制冷系统中用处不大,因为氧气作为不凝性气体会聚集在膨胀阀上游的汽/液表面(通常在高压储液罐中),而水作为稳定液体(或冰)会聚集在膨胀阀的下游(通常在平衡罐或储液器中)。

K.4.6 设备使用时间

由应力腐蚀裂纹引起的泄漏最可能发生在运行的前几个月,一旦有形成条件,会马上形成微小的裂纹,只是裂纹通过材料的传播时间是不同的。这取决于材料的厚度、所受应力和材料性质。

K.4.7 避免发生应力腐蚀裂纹

保证母体材料屈服强度足够低是避免应力腐蚀裂纹的最有效措施,因为最初的表面裂纹与材料的高屈服强度有关。所有的配件如端盖需要是热成型的,或在冷成型后进行应力消除处理。应规定外壳所用材料的最小屈服强度为 265 MN/m^2 。如果有条件,容器在制造好后应进行应力消除处理。如果容器上有精密的内部部件如橡胶轴套,就不可能进行焊后热处理。

注:对于低温容器(如集液器,平衡罐和液体分离器)焊后热处理并非至关重要,但是如果有条件,建议进行处理。对于高压容器如高压储液器、冷水机、中间冷却器和经济器,强烈建议进行焊后热处理。

氨产品和化肥工业中,为避免应力腐蚀,建议在氨系统含氧量低于 1×10^{-4} (100 ppm)时最小含水量为 2×10^{-3} (2 000 ppm)。在制冷系统中这可能有利于如冷水机的蒸发器,但不太可能对高压储液器和中间冷却器有太大影响。

K.4.8 结论

注意系统的材料规格、生产、测试和安装的细节问题就能避免应力腐蚀。无论是碳氟化合物系统中的铜管还是氨系统中的钢制压力容器,当应力腐蚀裂纹处发生泄漏时,应将受损件换掉。当发现应力腐蚀裂纹的位置但还没开始扩散时,应进行监测并据此确定容器的更换时间。

附 录 L
(规范性附录)
制冷系统的排油

L.1 概述

排油工作应由能胜任的操作人员仔细进行。

排油的操作过程中,房间应有效通风,严禁吸烟和其他任何明火。

当通过泄放塞从压缩机(或集油器)中排油时,在打开泄放塞之前必需确保压缩机(或集油器)内的压力已经降至大气压。

油不得泄放至下水道、水沟、河流、地面或海水中。

L.2 含有不溶混油的氨系统

L.2.1 概述

氨制冷系统的高压侧和低压侧通常都装带有放油阀的集油器,以除去夹带和积聚的油。泄油孔应装有一个截止阀并在其下游装有快速截止阀或集油系统,这些阀与系统能隔离制冷系统中含液体制冷剂的部分,安全泄放含制冷剂的油,以及在油泄放之前隔离蒸气管路。

L.2.2 泄放程序

排油口的压力应高于大气压力,因此只有在化霜过程中或制冷系统停机时才能进行排油工作。

若排油孔被堵塞,则需要更加小心。

排油管路上装有 2 个阀,即一个手动阀和一个快速截止阀。若快速截止阀部分开启且无油或制冷剂从中排出,则应把它拆开、擦净,再重新装上。确保在这些操作过程中手动阀始终关闭。

除了其他用处以外,为避免对制冷剂液位控制的干扰和产生液击的危险,建议定期排油。

附 录 M

(资料性附录)

可循环再生制冷剂的指导规范(要素)

M.1 第 19 章规定了卤代烃(和某些其他类)制冷剂的循环再生设备的性能要求,但本标准规定这种再生设备只能用“污染制冷剂标准样本”(见 JB/T 12844)进行试验来取得认证。

M.2 在实际运行过程中,不能认为在制冷剂回收过程中只会产生标准污染物,目前并不确定系统会产生什么样的污染物。

M.3 第 19 章不能作为制冷剂再生规范的直接参考,任何情况下,再生的特性仍需确定。

M.4 回收者可能希望就回收再生制冷剂的分析结果与原始产品的规范进行对比,以了解再生制冷剂不满足原始制冷剂规范的情况。

M.5 若再生的混合制冷剂与初始的混合比例不同,或者混入了其他制冷剂,则要注意制冷剂的性质可能已发生了重大变化。

附 录 N
(资料性附录)
制冷剂的使用与贮存

N.1 概述

当国家规范中没有相关规定时,参照本附录给出的关于使用与贮存的要求。
制冷剂在使用和贮存过程中,应尽量减少制冷剂往大气中的散失。

N.2 使用

N.2.1 制冷剂容器经过压力和密封性检验之后,才能充注制冷剂。

N.2.2 制冷剂容器不应连接至系统的高压部分或具有液态制冷剂液压的管路,以防制冷剂由于压力回流而进入制冷剂容器。

制冷剂的回流会导致充注出错,甚至制冷剂容器过满,压力可能变得过高,使容器爆裂,或释压阀开启。

N.2.3 尽量缩短充注连接管的长度,并装有阀或自动关闭接头,使制冷剂的损失降低到最小。

N.2.4 应采用磅秤或容积式充注装置,计量转移到系统的制冷剂质量或容积。充注非共沸混合制冷剂时,要按照制冷剂生产厂的说明将制冷剂液体充入。

对系统进行充注时,鉴于液击的危险性,应采取谨慎措施,使充注量绝对不大于最大允许值(见 N.2.7)。

应在系统低压部分进行制冷剂的充注。自液体主管路截止阀往下游的每一个点都被认为是低压点。

N.2.5 向系统充注制冷剂之前,应确认制冷剂容器内的制冷剂。加入不适当的物质会引起爆炸或其他事故。

N.2.6 应缓慢小心地打开制冷剂容器。

当制冷剂的充注或回收结束时,应立即切断系统与制冷剂容器的连接。

当充注和移动时,制冷剂容器不能敲击、跌落、乱扔在地上或曝露于热量辐射中。

应查验制冷剂容器的受腐蚀情况。

N.2.7 对系统进行制冷剂充注时,例如检修之后,应谨慎地将制冷剂少量逐渐充入以避免过量,同时应观察高、低压侧的压力。

若大于系统的最大充注量允许值,有必要将部分制冷剂转移到制冷剂容器中,在转移过程中应仔细地称量,不要大于容器的最大充注量。制冷剂容器的制冷剂充注不可过满,不可到达极限点,即容器内制冷剂液体由于温度的升高出现膨胀,引起容器体爆裂。应在容器上标出最大允许充注量。

N.2.8 制冷剂容器的制造应按照国家法规,满足制冷剂再充注的各种要求。可以装有合适的泄压阀和阀保护器。

N.2.9 多个制冷剂容器不应同时使用,否则会导致未受控制的制冷剂转移,可能造成温度较低的容器过量充注。

N.2.10 当给制冷剂容器充注时,应不超过其最大承载能力(20℃左右,液体约占80%的体积)。承载能力是容器容积和参考温度(通常为20℃)下制冷剂液体密度的函数。

N.2.11 制冷剂只能充注到的被恰当标识了压力等级的容器中,因为不同的制冷剂具有不同的饱和压力。

N.2.12 为避免不同种类、不同级别(如再生的)制冷剂混合的危险,用于充注制冷剂的容器应是先前用来充注同类制冷剂的。容器体应清晰地标示其制冷剂类别。

N.2.13 制冷剂在两个容器间进行转移操作时,应使用安全和经过证实的方法。

应通过给接收容器冷却或给排放容器加热的方法使两容器之间建立压力差。可采用包裹式加热器进行加热,该加热器装有一设定温度为 55 °C 或以下的恒温器和热力熔丝或非自动复位的热力断流器,在其设定温度下,制冷剂饱和压力不大于容器内泄压装置设定值的 85%。

不应采用直接将制冷剂排放到大气中的方法降压。

不应采用明火、辐射加热器或直接接触的加热器对制冷剂容器加热。

N.2.14 具有体积刻度表的充注器应装设泄压阀。

这些充注器应符合 N.2 的要求。

如果由限流器限制输入功率,使用该类型充注器的沉浸式电加热器允许没有温度限制的装置,可以持续加热运行至充注器制冷剂压力小于安全阀设定压力的 85%,不考虑充注器内液体的液位。

N.3 贮存

N.3.1 制冷剂容器应贮存在专用的阴凉场所。制冷剂容器要远离火灾风险,免受太阳光直射,远离直接热源。室外储存的容器要能承受天气的变化,避免太阳的辐射。

N.3.2 应小心操作,避免容器及其上的阀门受到机械损坏,即使安装有阀保护器,容器也不能跌落。在贮存区域内,应将容器有效地固定,防止其滑落。

N.3.3 当容器不在使用状态时,应关闭容器上的阀并加上罩盖。当有要求时应更换密封垫。

N.3.4 除制冷系统部件中的制冷剂外,制冷剂量不大于 200 kg 的制冷剂容器可贮放在专用的机房内。

N.4 系统维护或停运期间对氨蒸气处理的特别规定

N.4.1 概述

在对氨系统某一部分拆开进行维护、检修或者拆除时,应预先将该位置的氨液安全排放。按照当地或者国家规定可将少量的氨蒸气(至多 10 kg)排放至大气,该过程应安全操作,以不对当地的环境造成破坏的方式进行。尽可能将残留的氨蒸气吸收到水中以减少环境中氨的排放。但是产生的氨水溶液应小心处理,并将其安全的撤离现场。

N.4.2 氨蒸气吸收极限

在对氨蒸气的处理过程中,氨水溶液的最大生产量为 200 L。溶液浓度不大于 30%,因此在氨水中能够吸取氨蒸气最大量为 60 kg。这过程增加的溶液浓度应不大于 10%。

注:浓度为 30%的氨水溶液在 25 °C 度的蒸气压为一个大气压。在标准温度和压力下,较高浓度的氨水可能会释放氨蒸气。

通过测试溶液的 pH 值可以得出溶液浓度,表 N.1 给出了溶液浓度值。

表 N.1 标准温度压力下氨水溶液浓度值

溶液质量分数/%	1	5	10	30
pH	11.7	12.2	12.4	13.5

也可通过应用溶液的密度来确定浓度,质量分数为 28.5% 的溶液相对密度为 0.9。

N.4.3 吸收氨蒸气步骤

施工之前应准备一份书面的风险评估及施工方案说明书。确保做好所有必要的通知公告(现场的管理人员,附近的工作人员,以及必要的左邻右舍)。估算需要吸收的氨气质量。为了减少被吸收氨气的量,应尽可能多的将氨液转移至系统的其他部分,然后通过系统排放口处与系统低压部分连接蒸气管的方法,打开降低系统的压力。通过这种方式,压力应降至 5 bar 以下,并尽可能低。

实例 1: 在温度为 10 °C,压力为 5 bar 时,60 kg 氨气体积为 12.6 m³。

实例 2: 在温度为 10 °C,压力为 5 bar 时,60 kg 氨液体积为 96 L。

注意以下预防措施:

- a) 依照风险评估使用合适的个人防护用品。
- b) 在室外一个通风良好、安全的位置放置一个合适的水箱,该水箱适宜广口,并带盖以避免在移动过程中液体飞溅,在操作期间应将容器牢牢固定。
- c) 将一根软管固定于单向阀确保不让水进入制冷系统。将软管固定到系统排气阀上。
- d) 水的容量不大于容器的 75%(最大为 200 L)。
- e) 将软管的出口固定于水平面以下。
- f) 逐渐打开排气阀。
- g) 监视水箱勿使其溅起水花,并确保软管与容器的牢固性。吸收过程十分剧烈并产生热量,因此水将会变热。在周围将会有强烈的氨气的气味。
- h) 任何时候都不要离开水箱和排气阀。如果排气阀在室内,确保至少有两个人一直看守。
- i) 软管出口处一旦不再有气泡出现,立即关闭排气阀并断开软管。目的是防止水被虹吸进入制冷系统。
- j) 当系统压力降至 1 bar 时,关闭排气阀并断开软管连接。
- k) 用安全可控的方式将系统剩余的氨气排放至大气中。

系统可以被打开,但要注意在系统较低位置区域可能仍然有液氨,以及系统中的氨气处于常压。

注: 氨对水有极强的吸引力,若操作不规范水被吸入系统后会形成几个大气压力。这就是为什么要特别监视软管出口并要快速关闭排气阀门。

N.4.4 氨水溶液的处置

氨水溶液有许多工业用途,包括玻璃窗清洁剂,锅炉中氮氧化物的还原剂以及肥料。然而在制冷系统中回收的氨液可能含有润滑油,因此它可能由于纯度不够而不能应用于一些场合。如果氨液中不含油而且纯度足够以用作肥料,那么应将溶液质量分数稀释至小于 10%(pH 值为 12.4,15 °C 时的相对密度为 0.96),且施肥量不大于 20 L/m²。

因为氨水溶液对水生生物具有剧毒,不能够将其排放在排水系统、河道或能够进入排水道的陆地上。可以通过废水处理公司预先安排以一种可控的方法将其排放至污水系统中。废水处理公司可能会将溶液浓度进一步稀释,同时他们需要一段公告期来准备设备以处理氨液。按照当地和国家危险废品规定进行现场氨液转移。

通过添加一定量的弱酸溶液或者将盛有氨液的容器打开静置于室外通风较好的地方来降低氨水溶液的 pH 值。一般人不得进入放置氨液容器的地方。

附录 O
(资料性附录)
在用检查

O.1 在系统运行寿命期间,根据国家法规进行检查和试验。
国家法规中没有类似的标准时,参照本附录给出的检验方法。

表 O.1 在用检查

本标准 章条号	检查		试验		
	外观	腐蚀	系统压力测试	制冷剂 ^a 泄漏检测	安全装置
	附录 E	附录 P	检查		
O.2	×	×	×	×	—
O.3	×	—	×	×	—
O.4	×	× ^b	—	×	—
O.5	—	×	—	×	—
O.6	—	—	—	—	×
O.7	×	—	—	×	—

^a 使运行系统的低压侧超压。
^b 不针对新设备。

注：“×”表示要检查的项目；“—”表示无需检查的项目。

O.2 在强度受到影响,或用途已发生变更,或换用另一种压力更高的制冷剂,或停用了两年以上应进行在用检查。更换不符合要求的部件。不可以采用比部件设计压力高的试验压力。

O.3 系统或部件进行检修、重大替换或扩展之后应进行在用检查。

注：测试仅针对受到影响的部件。

O.4 在其他地点重新安装之后的系统应进行在用检查。

O.5 若对泄漏有严重的怀疑,则应对系统进行检漏试验。本段落中意指的“泄漏检查”是采用直接或间接的方法对设备或系统进行重在泄漏的检查,主要关注那些最有可能泄漏的部件。

泄漏检查的频率规定如下：

- 充注量 3 kg 及以上的系统每 12 个月检验一次(充注量少于 6 kg 的封闭式系统除外)；
- 充注量 30 kg 及以上每六个月检验一次；
- 充注量 300 kg 及以上每三个月检验一次。

在泄漏修复后的一个月内需要进行泄漏检查,以确保修复有效。

充注量为 3 kg 及以上的系统,操作员应保存记录,包括充注的制冷剂的量和类型,维护、服务过程中补充和回收的制冷剂的量以及最终的处置。

充注量为 300 kg 及以上的系统应装有泄漏监测系统。这些监测系统应至少每 12 个月进行一次检查,确保其功能良好。若泄漏监测系统运行良好,则泄漏检查的频次可减半。

不准许有高的泄漏率。对每次检测到的泄漏应采取处理措施消除。

注：固定式的制冷剂探测器无法确定泄漏点,因此不可以作为泄漏探测器。

O.6 安全装置要现场检查:安全保险开关装置(见 19.2.3.3)、紧急信号及报警系统一年一次,外部泄压装置每五年一次。

O.7 安全阀、爆破片和易熔塞根据 10.2.5、10.2.7.2、和 10.2.7.3 进行外观检查,根据 O.5 进行泄漏测试。

O.8 对于本标准中定义的单元式系统和整体式系统,在检修之后应进行在用检查。如果制冷剂已明显缺失,则需对整个系统进行检漏试验。

附 录 P
(资料性附录)
腐 蚀 检 测

可以进行如下腐蚀检测：

- a) 无隔热层的管道、管道的支撑、部件和部件的支撑可目视检查的地方；
- b) 有隔热层的管道和部件，如果隔热层有损坏或不起作用的可以目视检查；
- c) 当系统有一段时间没有使用时。

附 录 Q
(资料性附录)

本标准与 ISO 5149:2014 的技术性差异及其原因

表 Q.1 给出了本标准与 ISO 5149:2014 的技术性差异及其原因。

表 Q.1 本标准与 ISO 5149:2014 的技术性差异及其原因

本标准 章条编号	技术性差异	原因
2	<p>关于规范性引用文件,本标准做了具有技术性差异的调整,调整的情况集中反映在第2章“规范性引用文件中”,具体调整如下:</p> <ul style="list-style-type: none"> —用 GB/T 7778 代替了 ISO 817; —用 GB 4706 系列代替了 IEC 60335 系列; —用 GB 5226.1 代替了 IEC 60204-1; —用 GB/T 12241 代替了 ISO 4126-1; —用 GB/T 567.2 代替了 ISO 4126-2; —增加引用了 TSG 21 和 TSG D2001(见 9.4.1); —用 GB/T 1047 代替了 ISO 6708; —用 GB/T 14536.7 代替了 IEC 60730-2-6; —用 GB/T 16855.1 代替了 ISO 13849-1; —用 GB/T 15706 代替了 ISO 12100; —用 GB 3836 系列代替了 IEC 60079 系列; —用 GB 2894—2008 代替了 ISO 7010:2011; —用 GB/T 16754 代替了 ISO 13850; —用 GB/T 16895 系列代替了 IEC 60364 系列; —用 JB/T 12844 代替了 ISO 11650 	<p>对于已经转化为我国国家标准或行业标准的引用文件,均改为引用我国的标准;对于尚未转化的引用文件则直接引用原文件。</p> <p>但是,在标准的注、举例以及公式的说明等处出现的对于标准的应用并非必不可少的引用文件则按相同的转换原则纳入到本标准的参考文献</p>
9.1	最后一段增加了“GB 4706.102”	根据本条第1段的描述,GB 4706.102 应同样适用
9.4.1	增加了有关零部件耐压试验和密封性试验的要求(见 9.4.1 的最后两段)	ISO 标准规定的试验条件可能与我国特种设备安全技术规范的要求或是一些已经制定的零部件国家或行业标准的要求不一致。本标准在修订后能充分适应我国国情,并确保标准体系协调一致
9.4.2.2	第一段增加了有压力敏感元件的部件做单件耐压试验的要求。试验压力下限由 $1.43 \times PS$ 降低到 $1.1 \times PS$	当试验压力大于 $1.1 \times PS$ 时,可能会导致压力敏感元件的特性发生变化。但是除压力敏感元件以外的部分仍需要满足 $1.43 \times PS$ 的强度要求,只是这种具有破坏性的试验只需进行抽样检验即可
9.4.3	修改了有关密封性试验在规范性引用方面的要求。不再单纯指向 ISO 14903,而是规定优先采用已有的国家或行业标准,其次采用 ISO 14903,在均不适用的情况下才采用本标准的规定	ISO 14903 尚未转化为我国的国家或行业标准,而且在我国制冷空调行业内已经制定的一系列产品标准中基本均涉及密封性试验,因此,应确保这些标准中的方法在同一标准体系内的协调一致性

表 Q.1 (续)

本标准 章条编号	技术性差异	原因
9.5.1	本条 c)中增加了“(如果适用)”	为适合我国国情,除非我国特种设备安全规范中有明确要求,否则允许不做标记
10.2.3.8	修改了表 7 中公称直径的数值,将“100~175”改为“100~150”	因为与 ISO 6708 对应的 GB/T 1047 中没有 DN175 这一挡
10.2.16	修改了有关点火源认定方面的要求(见注 2 以下的部分)	此处引入了 EN 378-2:2016 的 6.2.14 关于评估点火源是否具有引起可燃制冷剂起火或爆炸风险的四种可选方案,可有助于更好的理解点火源的概念
附录 B	新增了一种制冷剂:R1233zd(E)	新增的目的是给离心式制冷系统一个有利于淘汰现有 HCFC 或高 GWP 制冷剂的选择。该制冷剂已列入 ASHRAE 34:2013 中

附 录 R
(资料性附录)

本标准与 ISO 5149:2014 相比的结构变化情况

本标准与 ISO 5149:2014 相比在结构上有较多调整。ISO 5149:2014《制冷系统及热泵 安全与环境要求》包含以下 4 个部分：

- 第 1 部分：定义、分类与选择原则；
- 第 2 部分：设计、建造、检验、标记与文件编制；
- 第 3 部分：安装场所；
- 第 4 部分：运行、维护、检修与回收。

本标准将 ISO 5149:2014 的四个部分合并成了一个标准，对各部分的范围、规范性引用文件、术语和定义进行了合并统一，其他章条及附录则按顺序进行编排，具体章条编号对照情况见表 R.1。

表 R.1 本标准与 ISO 5149-1:2014 的章条编号对照情况

本标准 章条编号	ISO 5149:2014		本标准 章条编号	ISO 5149:2014	
	分部分	章条编号		分部分	章条编号
3	1	3	3.1	1	3.1
3.2	1	3.2	3.3	1	3.3
3.4	1	3.4	3.5	1	3.5
3.6	1	3.6	3.7	1	3.7
3.8	1	3.8	3.9	1	3.9
3.10	1	3.10	4	1	4
5	1	5	5.1	1	5.1
5.2	1	5.2	5.3	1	5.3
5.4	1	5.4	6	1	6
6.1	1	6.1	6.2	1	6.2
7	1	7	7.1	1	7.1
7.2	1	7.2	7.3	1	7.3
7.4	1	7.4	7.5	1	7.5
7.6	1	7.6	8	1	8
8.1	1	8.1	8.2	1	8.2
8.3	1	8.3	8.4	1	8.4
8.5	1	8.5	8.6	1	8.6
8.7	1	8.7	8.8	1	8.8
8.9	1	8.9	8.10	1	8.10
8.11	1	8.11	8.12	1	8.12
9	2	4	9.1	2	4.1
9.2	2	4.2	9.3	2	4.3
9.4	2	4.4	9.5	2	4.5
10	2	5	10.1	2	5.1

表 R.1 (续)

本标准 章条编号	ISO 5149:2014		本标准 章条编号	ISO 5149:2014	
	分部分	章条编号		分部分	章条编号
10.2	2	5.2	10.3	2	5.3
10.4	2	5.4	11	3	4
11.1	3	4.1	11.2	3	4.2
11.3	3	4.3	11.4	3	4.4
11.5	3	4.5	11.6	3	4.6
11.7	3	4.7	12	3	5
12.1	3	5.1	12.2	3	5.2
12.3	3	5.3	12.4	3	5.4
12.5	3	5.5	12.6	3	5.6
12.7	3	5.7	12.8	3	5.8
12.9	3	5.9	12.10	3	5.10
12.11	3	5.11	12.12	3	5.12
12.13	3	5.13	12.14	3	5.14
13	3	6	13.1	3	6.1
13.2	3	6.2	13.3	3	6.3
13.4	3	6.4	14	3	7
14.1	3	7.1	14.2	3	7.2
14.3	3	7.3	15	3	8
15.1	3	8.1	15.2	3	8.2
15.3	3	8.3	15.4	3	8.4
16	3	9	16.1	3	9.1
16.2	3	9.2	16.3	3	9.3
16.4	3	9.4	16.5	3	9.5
17	3	10	17.1	3	10.1
17.2	3	10.2	17.3	3	10.3
17.4	3	10.4	18	3	11
19.1	4	4	19.1.1	4	4.1
19.1.2	4	4.2	19.1.3	4	4.3
19.2	4	5	19.2.1	4	5.1
19.2.2	4	5.2	19.2.3	4	5.3
19.2.4	4	5.4	19.3	4	6
19.3.1	4	6.1	19.3.2	4	6.2
19.3.3	4	6.3	19.3.4	4	6.4
19.3.5	4	6.5	19.3.6	4	6.6
附录 A	1	附录 A	附录 B	1	附录 B
附录 C	1	附录 C	附录 D	1	附录 D
附录 E	2	附录 A	附录 F	2	附录 B
附录 G	2	附录 C	附录 H	2	附录 D
附录 I	2	附录 E	附录 J	2	附录 F
附录 K	2	附录 G	附录 L	4	附录 A
附录 M	4	附录 B	附录 N	4	附录 C

表 R.1 (续)

本标准 章条编号	ISO 5149:2014		本标准 章条编号	ISO 5149:2014	
	分部分	章条编号		分部分	章条编号
附录 O	4	附录 D	附录 P	4	附录 E
附录 Q	—	—	附录 R	—	—

参 考 文 献

- [1] GB/T 7778 制冷剂编号方法和安全性分类
 - [2] GB/T 17758—2010 单元式空气调节机
 - [3] GB/T 17791 空调与制冷设备用无缝铜管
 - [4] GB/T 30790.1 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第1部分:总则
 - [5] IEC/TR 61200-52 Electrical installation guide—Part 52: Selection and erection of electrical equipment—Wiring systems
 - [6] EN 13136 Refrigerating systems and heat pumps—Pressure relief devices and their associated piping—Methods for calculation
 - [7] EN 13313 Refrigerating systems and heat pumps—Competence of personnel
 - [8] EN 14276-2 Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps—Part 2: Piping—General requirements
 - [9] AHRI 700:2011 Specifications for fluorocarbon refrigerants
 - [10] ASHRAE 15:2010 Safety standard for refrigeration systems
 - [11] ASME B 31.5 Refrigeration piping and heat transfer components
 - [12] AHRI Guideline N Assignment of refrigerant container colors
-



GB/T 9237-2017

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·1-59420

GB/T 9237—2017《制冷系统及热泵 安全与环境要求》

国家标准第 1 号修改单

一、3.10.3 和 3.10.4 的定义重新修改为：

3.10.3

额外通风量限值 quantity limit with additional ventilation; QLAV

总充注量全部泄漏到使用空间时的制冷剂浓度，一旦超出则会产生一个瞬时的危险处境。

注：A.5 用额外通风量限值(QLAV)评估风险，在使用空间里的系统，15 min 内驱散泄漏的制冷剂所需的通风量。

3.10.4

最小通风量限值 quantity limit with minimum ventilation; QLMV

在一个非密封房间发生中等严重的泄漏时所导致的相当于 RCL 的制冷剂浓度。

注：A.5 用额外通风量限值(QLAV)评估风险，在非地下室使用空间里的系统，15 min 内驱散泄漏的制冷剂所需的通风量。假设开口大小为 0.0032 m^2 和泄漏率为 2.78 g/s 。

二、10.3.3.1 的最后一段话由“制造商的测试方法应达到与 10.3.3.1 或 10.3.3.2 要求等同的结果”修改为“制造商的测试方法应达到与 10.3.3.2 或 10.3.3.3 要求等同的结果”。

三、A.5.2.1 的内容修改为：

A.5.2.1 概述

在 250 m^2 以上的使用空间，确定充注量限值时应用 250 m^2 作为地板面积的房间容积计算。

系统总充注量除以空间容积不能大于表 A.3 中的 QLMV 值(或如果最底层在地下，不能大于表 A.3 中的 RCL 值)，除非采取适当措施。如果大于 QLMV 或 RCL 值，应根据 A.5.2.2 或 A.5.2.3 采取适当的措施。适当措施应包括通风(自然或机械辅助)、安全截止阀门、安全警报，应与气体检测装置相连接。参见第 13 章、第 15 章、第 16 章和第 17 章。在人员行动受限制的使用空间，仅安装安全警报的措施不应被认为是适当的(参见 15.1)。

注 1：如系统根据 A.5.1 的限制安装和运行的话，那么在严重泄漏时制冷剂急速排放的危险就会降至最低。因此，附录 A 的通风率计算是基于 10 kg/h 的最大泄漏量。

注 2：QLMV 是基于房间高度 2.2 m 和 0.0032 m^2 开口(0.8 m 宽的门、 4 mm 缝隙)，没有通风的房间需有这样的开口。

表 A.3 允许的制冷剂充注浓度

制冷剂	允许浓度 RCL kg/m^3	最小通风量限值 QLMV kg/m^3	额外通风量限值 QLAV kg/m^3
R22	0.21	0.28 ^a	0.50 ^a
R134a	0.21	0.28	0.58 ^a
R407C	0.27	0.44	0.49 ^a

表 A.3 (续)

制冷剂	允许浓度 RCL kg/m ³	最小通风量限值 QLMV kg/m ³	额外通风量限值 QLAV kg/m ³
R410A	0.39	0.42	0.42 ^a
R744	0.072	0.074	0.18 ^b
R32	0.061	0.063	0.15 ^c
R1234yf	0.058	0.060	0.14 ^c
R1234ze(E)	0.061	0.063	0.15 ^c

^a 基于 ODL。

^b 基于 10% 的 v/v 。

^c 基于 50% 的 LFL。

对于表 A.3 没有列出的制冷剂,额外通风量限值 QLAV 应低于:

——对 R-744 为 10% (v/v);

——ODL;

——对 2L 类制冷剂为 50% 的 LFL。

对于表 A.3 没有列出的制冷剂,应以式(A.6)来计算最小通风量限值 QLMV:

$$QLMV = s \Big|_{x=RCL} \times \dot{m} \quad \dots\dots\dots (A.6)$$

式中:

$s \Big|_{x=RCL}$ ——当浓度 $x=RCL$ 时对标准时间的导数,可以通过解下式获得:

$$\frac{dx}{ds} = \dot{m} - x \times A \times c \times \sqrt{2 \times \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho}\right) \times h \times g}$$

x ——房间中的制冷剂浓度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

s ——从泄漏开始的时间,除以房间的体积,单位为秒每立方米(s/m^3);

\dot{m} ——制冷系统的泄漏率($0.002\ 78\ \text{kg}/\text{s}$);

A ——无通风设计的房间其最小通风率下的开口面积,单位为平方米(m^2),如: $0.004\ \text{m} \times 0.8\ \text{m} = 0.003\ 2\ \text{m}^2$;

c ——流量系数,等于 1;

ρ ——制冷剂空气混合的密度,单位为千克每立方米(kg/m^3),且:

$$\rho = x + \rho_a - x \frac{\rho_a}{\rho_r}$$

ρ_a ——空气密度(基于空气的摩尔质量 29 及 GB/T 7778 来计算),单位为千克每立方米(kg/m^3);

ρ_r ——制冷剂密度(基于摩尔质量及 GB/T 7778 来计算),单位为千克每立方米(kg/m^3);

h ——天花板的高度,单位为米(m)。

摩尔质量在 $50\ \text{g}/\text{mol} \sim 125\ \text{g}/\text{mol}$ 之间的制冷剂,其 QLMV 值可以用表 A.4 数据通过线性内插法获得。

在上述针对未直接给出 QLMV 及 QLAV 时的计算中,QLMV 等于 QLAV 应会被用到。

表 A.4 线性内插法计算 QLMV 值的数据表

RCL	摩尔质量/(g/mol)			
	50	75	100	125
0.05	0.051	0.051	0.051	0.051
0.10	0.106	0.108	0.108	0.109
0.15	0.168	0.173	0.175	0.176
0.20	0.242	0.254	0.260	0.264
0.25	0.336	0.367	0.383	0.394
0.30	0.470	0.564	0.633	0.689
0.35	0.724	—	—	—

四、附录 B 中新增四种制冷剂,相应增加及调整的内容如下:

1. 在表 B.1 中将“丙烯系列”修改为“不饱和有机化合物”,同时新增 R1336mzz(Z)、R1130(E)两种制冷剂及其相关信息;表 B.1 中表头“相对摩尔质量”修改为“相对分子质量”(新增及修改内容见表 B.1)。

2. 在表 B.2 中新增 R449A、R452B 两种制冷剂及其有关信息;表 B.2 中表头“相对摩尔质量”修改为“相对分子质量”(新增及修改内容见表 B.2)。

3. 在表 B.3 中新增 R513A、R514A 两种制冷剂及其有关信息;表 B.3 中表头“相对摩尔质量”修改为“相对分子质量”(新增及修改内容见表 B.3)。

表 B.1 制冷剂命名(新增及修改内容)

制冷剂 编号	化学名称 ^b	化学式	安全 类别	实用限值 kg/m ³	ATEL/ ODL ^f kg/m ³	可燃性 LFL ^g kg/m ³	蒸气密度 25 °C 101.3 kPa ^a kg/m ³	相对分子 质量 ^a	常规沸点 ^a °C	ODP ^{a,d}	GWP ^{a,e} 100 年 ITH	自燃 温度 °C
不饱和有机化合物												
1130(E)	反式-1,2-二氯乙烯	CHCl=CHCl	B2	0.051	0.004	0.257	NA	96.9	47.7	0	0	ND
1 336mzz (Z)	顺式-1,1,1,4,4,4- 六氟-2-丁烯	CF ₃ CH=CHCF ₃	A1	0.087	0.087	NF	6.93	164.1	33.4	0	2	ND
注：表中的“不饱和有机化合物”原为“丙烯系列”，是修改的内容，其余均为新增内容。												

表 B.2 非共沸混合制冷剂命名(R400 系列)(新增内容)

制冷剂 编号	组分 ^c (质量分数) %	组成误差 %	安全 类别	实用 限值 ^d kg/m ³	ATEL/ ODL ^g kg/m ³	可燃性 LFL ^h kg/m ³	蒸气密度 ^a 25 °C, 101.3 kPa ^a kg/m ³	相对 分子 质量 ^a	泡点/露点 101.3 kPa ^a °C	ODP ^{a,e}	GWP ^{a,f} (100 年 ITH)	自燃 温度 °C
449A	R-32/125/1234yf/134a (24.3/24.7/25.3/25.7)	+0.2, -1.0/+1.0, -0.2/ +0.2, -1.0/+1.0, -0.2	A1/A1	0.357	0.357	NF	3.62	87.2	-46.0/-39.9	0	1 282	ND
452B	R-32/125/1234yf (67.0/7.0/26.0)	±2.0/±1.5/±2.0	A2L/A2L	0.062	0.364	0.310	2.63	63.5	-51.0/-50.3	0	676	ND

表 B.3 共沸混合制冷剂命名(R500 系列)(新增内容)

制冷剂 编号	共沸组成 ^c (质量分数) %	组成误差 %	安全 类别	实用 限值 kg/m ³	ATEL/ ODL ^g kg/m ³	可燃性 LFL ^h kg/m ³	蒸气密度 ^b 25 °C, 101.3 kPa kg/m ³	相对分子 质量 ^b	常规 沸点 ^b °C	共沸 温度 ^d °C	ODP ^{b,i}	GWP ^{b,f} (100 年 ITH)	自燃 温度 °C
513A	R-1234yf/134a (56/44)	±1.0/±1.0	A1/A1	0.319	0.319	NF	4.246	108.4	-29.2	27.0	0	573	ND
514A	R-1336mzz(Z)/1130(E) (74.7/25.3)	+1.5, -0.5/+0.5, -1.5	B1/B1	0.013	0.013	NF		139.6	29.0	50.0	0	2	ND

**GB/T 9237—2017《制冷系统及热泵 安全与环境要求》
国家标准第 2 号修改单**

附录 B 中新增一种制冷剂,相应增加及调整的内容如下:

在“表 B.2”中新增 R407H 制冷剂及其有关信息(新增内容如下所示)。

表 B.2 非共沸混合制冷剂命名(R400 系列)(新增内容)

制冷剂 编号	组分 ^c (质量分数) %	组分浓度允差 %	安全 类别	实用 限值 ^d kg/m ³	A TEL/ ODL ^g kg/m ³	可燃性 LFL ^h kg/m ³	蒸气密度 ^a 25℃, 101.3 kPa kg/m ³	相对摩尔 质量 ^a	泡点/露点 101.3 kPa ^a ℃	ODP ^{a,c}	GWP ^{a,f} (100 年 ITH)	自燃 温度 ℃
407H	R-32/125/134a(32.5/15.0/52.5)	±1.0/±1.0/±2.0	A1/A1	0.38	0.38	NF	3.28	79.1	-44.7/-37.6	0	1495	ND