



中华人民共和国国家标准

GB/T 23938—2021

代替 GB/T 23938—2009

高 纯 二 氧 化 碳

High purity carbon dioxide

2021-10-11 发布

2022-05-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 23938—2009《高纯二氧化碳》，与 GB/T 23938—2009 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了适用范围(见第1章,2009年版的第1章)；
- b) 更改了规范性引用文件(见第2章,2009年版的第2章)；
- c) 增加了术语和定义(见第3章)；
- d) 更改了99.99%的高纯二氧化碳中氮气的含量要求、增加了总硫含量的要求(见第4章,2009年版的第3章)；
- e) 更改了检验规则(见第5章,2009年版的4.1)；
- f) 增加了采样的具体内容(见第6章、附录A)；
- g) 更改了氧含量的测定方法(见7.2,2009年版的4.3)；
- h) 删除了氢含量、氮含量、一氧化碳含量测定的具体描述,改为按 GB/T 28726 的规定执行(见7.3,2009年版的附录A)；
- i) 更改了总烃含量的测定方法(见7.4,2009年版的4.5)；
- j) 更改了水分含量的测定方法(见7.5,2009年版的4.6)；
- k) 更改了标志、包装、储运、充装及安全警示(见第8章,2009年版的第5章)；
- l) 增加了总烃含量测定的色谱气路流程示意图(见附录B)；
- m) 更改了安全警示(见附录C,2009年版的附录B)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国气体标准化技术委员会(SAC/TC 206)归口。

本文件起草单位：天津联博化工股份有限公司、杭州新世纪混合气体有限公司、湖北和远气体股份有限公司、广东华特气体股份有限公司、华测检测认证集团股份有限公司、深圳市诺安环境安全股份有限公司、江苏华扬液碳有限责任公司、中船重工(邯郸)派瑞特种气体有限公司、杭州制氧机集团股份有限公司、惠州市华达通气体制造股份有限公司、重庆同辉气体有限公司、上海伟创标准气体分析技术有限公司、江西华特电子化学品有限公司、眉山福斯达新锐气体有限公司、重庆瑞信气体有限公司、济宁协力特种气体有限公司、西南化工研究设计院有限公司、中国测试技术研究院化学研究所、中昊光明化工研究设计院有限公司、大连大特气体有限公司、上海华爱色谱分析技术有限公司、朗析仪器(上海)有限公司、西南化工研究设计院有限公司双流分公司、西南化工研究设计院有限公司武汉分公司、宝鸡市诚信工业气体有限公司。

本文件主要起草人：薛定、陈雅丽、张金波、彭秀娟、焦文艺、胡晓华、蔡清峰、李翔宇、韩一松、徐琨璘、陈培源、黄加斗、郭华轩、蒋宏达、傅铸红、陈艳珊、李佳泽、廖正尧、常侠、宋庆明、赵宇宁、廖恒易、裴友宏、江月军、金星屹、吴平、邓凡锋、安艳文、赵艳超、方华、李建浩、叶树全、杨玉彬、谭依玲、赵帅德、李威。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2009年首次发布为 GB/T 23938—2009；

——本次为第一次修订。

高 纯 二 氧 化 碳

1 范围

本文件规定了高纯二氧化碳的技术指标、检验规则、采样、标志、包装、储运、充装及安全警示的要求,描述了高纯二氧化碳的试验方法。

本文件适用于以工业二氧化碳、工业尾气、食品添加剂液体二氧化碳为原料经纯化制备的、纯度大于或等于 99.99%(摩尔分数)的二氧化碳。

2 规范性引用文件

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

GB/T 150(所有部分) 压力容器

GB 190 危险货物包装标志

GB/T 3723 工业用化工产品采样安全通则

GB/T 5099.1 钢质无缝气瓶 第1部分:淬火后回火处理的抗拉强度小于 1 100 MPa 的钢瓶

GB/T 5099.3 钢质无缝气瓶 第3部分:正火处理的钢瓶

GB/T 5099.4 钢质无缝气瓶 第4部分:不锈钢无缝气瓶

GB/T 5832.1 气体分析 微量水分的测定 第1部分:电解法

GB/T 5832.2 气体分析 微量水分的测定 第2部分:露点法

GB/T 5832.3 气体中微量水分的测定 第3部分:光腔衰荡光谱法

GB/T 6285 气体中微量氧的测定 电化学法

GB/T 6681 气体化工产品采样通则

GB/T 7144 气瓶颜色标志

GB/T 8984 气体中一氧化碳、二氧化碳和碳氢化合物的测定 气相色谱法

GB/T 11640 铝合金无缝气瓶

GB/T 14193 液化气体气瓶充装规定

GB 15258 化学品安全标签编写规定

GB/T 16804 气瓶警示标签

GB/T 24159 焊接绝热气瓶

GB/T 28726 气体分析 氦离子化气相色谱法

GB/T 30685 气瓶直立道路运输技术要求

GB/T 34525 气瓶搬运、装卸、储存和使用安全规定

GB/T 35528 低温液化气体安全指南

JB/T 6898 低温液体贮运设备 使用安全规则

NB/T 47058 冷冻液化气体汽车罐车

TSG R0005 移动式压力容器安全技术监察规程

TSG 23 气瓶安全技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

直接采样 direct sampling

在采样介质与分析仪直接相连接的情况下的采样。

[来源:ISO 10715:1997,2.1]

3.2

间接采样 indirect sampling

在采样介质与分析仪没有直接相连的情况下进行的采样。

[来源:ISO 10715:1997,2.7]

4 技术指标

应符合表 1 的规定。

表 1 技术指标要求

项 目 名 称	指 标		
二氧化碳(CO ₂)纯度(摩尔分数)/10 ⁻²	≥99.99	≥99.995	≥99.999
氢气(H ₂)含量(摩尔分数)/10 ⁻⁶	<5	<2	<0.5
氧气(O ₂)含量(摩尔分数)/10 ⁻⁶	<10	<5	<1
氮气(N ₂)含量(摩尔分数)/10 ⁻⁶	<60	<30	<3
一氧化碳(CO)含量(摩尔分数)/10 ⁻⁶	<5	<2	<0.5
总烃(THC)含量(以甲烷计,摩尔分数)/10 ⁻⁶	<5	<3	<2
水分(H ₂ O)含量(摩尔分数)/10 ⁻⁶	<15	<8	<3
总硫含量(以硫计,摩尔分数)/10 ⁻⁶	供需双方商定		

5 检验规则

5.1 瓶装、集装格装、集束瓶装高纯二氧化碳按表 2 规定随机抽样检验,以一次连续充瓶瓶数或一个操作班生产的高纯二氧化碳为一批,按表 1 的技术要求进行验收,当检验结果有任何一项指标不符合本文件技术指标要求时,应自同批产品中重新加倍随机抽样检验,若仍有任何一项指标不符合本文件技术指标要求时,则判该批产品不合格。

表 2 瓶装、集装格装、集束瓶装高纯二氧化碳抽样表

产品批量/瓶	1	2	3~8	9~15	16~25	26~50	51~150	≥150
抽样数量/瓶	1	2	3	5	7	9	11	13

5.2 杜瓦罐装、大容积钢制无缝气瓶、槽车装高纯二氧化碳应逐一检验,按表 1 的要求进行验收,当检验结果有任何一项指标不符合表 1 的要求时,则判该产品不合格。

6 采样

按附录 A 进行采样。

7 试验方法

7.1 二氧化碳纯度的计算

二氧化碳纯度按式(1)计算。

$$\Phi = 100 - (\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + \Phi_4 + \Phi_5 + \Phi_6) \times 10^{-4} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- Φ ——二氧化碳纯度(摩尔分数), 10^{-2} ;
- Φ_1 ——氢气含量(摩尔分数), 10^{-6} ;
- Φ_2 ——氧气含量(摩尔分数), 10^{-6} ;
- Φ_3 ——氮气含量(摩尔分数), 10^{-6} ;
- Φ_4 ——一氧化碳含量(摩尔分数), 10^{-6} ;
- Φ_5 ——总烃含量(摩尔分数), 10^{-6} ;
- Φ_6 ——水分含量(摩尔分数), 10^{-6} 。

7.2 氧气含量的测定

按 GB/T 6285 的规定执行,也可在使用氧、氩分离专用色谱柱的前提下,按 GB/T 28726 的规定执行。允许采用其他等效方法,当对测定结果有异议时,以 GB/T 6285 规定的方法为仲裁方法。

7.3 氢气含量、氮气含量、一氧化碳含量的测定

按 GB/T 28726 的规定执行。允许采用其他等效方法测定二氧化碳中的氢气含量、氮气含量、一氧化碳含量,当对测定结果有异议时,以 GB/T 28726 规定的方法为仲裁方法。

7.4 总烃的测定

按 GB/T 8984 的规定执行,采用氢火焰(FID)气相色谱法测定高纯二氧化碳中总烃(以甲烷计)含量的色谱气路流程可参考附录 B。允许采用其他等效方法测定二氧化碳中总烃含量,当对测定结果有异议时,以 GB/T 8984 规定的方法为仲裁方法。

7.5 水分含量的测定

7.5.1 纯度为 99.99%、99.995%的二氧化碳中水分含量的测定按 GB/T 5832.1 或 GB/T 5832.2 的规定执行,当对测定结果有异议时,以 GB/T 5832.1 规定的方法为仲裁方法。

7.5.2 纯度为 99.999%的二氧化碳中水分含量的测定按 GB/T 5832.1 或 GB/T 5832.3 的规定执行,当对测定结果有异议时,以 GB/T 5832.3 规定的方法为仲裁方法。

8 标志、包装、储运、充装及安全警示

8.1 标志

8.1.1 高纯二氧化碳出厂时应有产品质量合格证,其内容至少应包括:

- 产品名称、生产厂名称、危险化学品生产许可证编号/充装许可证编号;
- 生产日期或批号;
- 充装质量(kg);
- 本文件编号及技术指标。

8.1.2 包装容器上应涂刷“高纯二氧化碳”字样。

8.1.3 高纯二氧化碳的包装标志应符合 GB 190 的相关规定,颜色标志应符合 GB/T 7144 的规定,标签应符合 GB 15258、GB/T 16804 规定的要求。

8.2 包装、储运

8.2.1 包装高纯二氧化碳的钢质气瓶应符合 GB/T 5099.1、GB/T 5099.3、GB/T 5099.4 的规定;铝合金气瓶应符合 GB/T 11640 的规定。包装高纯二氧化碳的气瓶的搬运、装卸、储存、使用应符合 GB/T 30685、GB/T 34525 的规定。

8.2.2 液态高纯二氧化碳储运容器及其使用应符合 GB/T 150(所有部分)、GB/T 24159、JB/T 6898、NB/T 47058、TSG R0005 的规定。

8.3 充装

8.3.1 高纯二氧化碳的充装及储运应符合 TSG 23 的规定,其他要求见《中华人民共和国特种设备安全法》《危险化学品安全管理条例》和《道路危险货物运输管理规定》。

8.3.2 高纯二氧化碳的气瓶预处理和充装应符合 GB/T 14193 的相关规定。

8.3.3 气瓶装高纯二氧化碳的最大充装量按式(2)计算。

$$m = F_r \times V \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

m ——二氧化碳的最大充装量,单位为千克(kg);

F_r ——二氧化碳充装系数,单位为千克每升(kg/L),公称工作压力为 20.0 MPa 时, $F_r = 0.74$ kg/L;
公称工作压力为 15.0 MPa 时, $F_r = 0.60$ kg/L;

V ——气瓶水容积,单位为升(L)。

8.3.4 杜瓦罐装、槽车装的高纯二氧化碳的充装量按铭牌规定最大充装量执行。

8.4 安全警示

按 GB/T 35528 的规定执行,其他规定见附录 C。

附 录 A
(规范性)
高纯二氧化碳的采样

A.1 采样设备

- A.1.1 采样设备主要包括采样钢瓶、采样管线、调节阀、连接件、密封件、汽化器。
- A.1.2 采样钢瓶应采用不锈钢、碳钢或铝合金材质的双阀预留容积管型钢瓶(预留容积管的位置应确保采样容器内有 40%的预留体积,见图 A.2),钢瓶内壁应经适当的钝化处理,以避免二氧化碳中杂质组分的吸附。
- A.1.3 采样管线应采用不锈钢材质,长度应尽可能短,管径应尽可能小,内表面进行钝化处理。
- A.1.4 调节阀采用不锈钢材质、无死体积或死体积小的针型微调阀。
- A.1.5 连接件、密封件应采用不锈钢材质。采样管路连接完成后应确保采样系统无泄漏。
- A.1.6 直接采样时,应使用合适的汽化器,以保证液体样品中所有组分能够均匀且完全汽化。

A.2 采样方法

A.2.1 直接采样法

- A.2.1.1 气瓶装、杜瓦罐装的高纯二氧化碳宜采用直接采样法,从其液相中直接采样到分析仪,采样装置示意图见图 A.1。

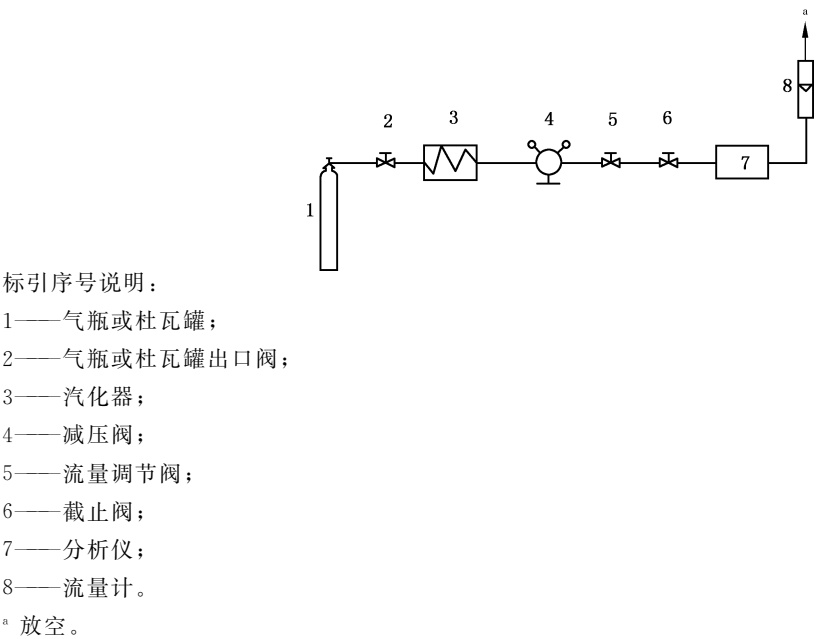


图 A.1 直接采样系统示意图

- A.2.1.2 直接采样步骤如下。
- a) 将气瓶或杜瓦罐的出口阀 2 与采样系统相连接。
- b) 用充气排空法充分置换采样管线：
- 1) 短暂打开气源出口阀 2,然后关闭；

- 2) 依次打开阀门 4、阀门 5、阀门 6,将气体排出;
- 3) 排气后依次关闭阀门 6、阀门 5、阀门 4;
- 4) 重复上述步骤,充分置换采样系统。
- c) 打开所有阀门,调节至合适流量,对采样系统进行充分吹扫。
- d) 置换完成后调节流量至分析仪 7 所需流量,让待测气体进入分析仪进行检测。

A.2.2 间接采样法

警告:为安全起见,液位调整应在采样完成后立即进行。在最初出现蒸气之时,采样容器内的预留体积即为采样容器设计的预留体积(见图 A.2)。如果在极低环境温度下采样,或者气源温度极低,可能需要其他的预防措施(例如,排出比预留的容积更多的液体以防止样品容器由于将样品置于较高的环境温度而充满液体)。

A.2.2.1 贮罐、大容积钢制无缝气瓶、罐车装高纯二氧化碳宜采用间接采样法(间接采样装置示意图见图 A.2),先从液相中采集液体样品到采样钢瓶,再按照 A.2.1 进行直接采样。

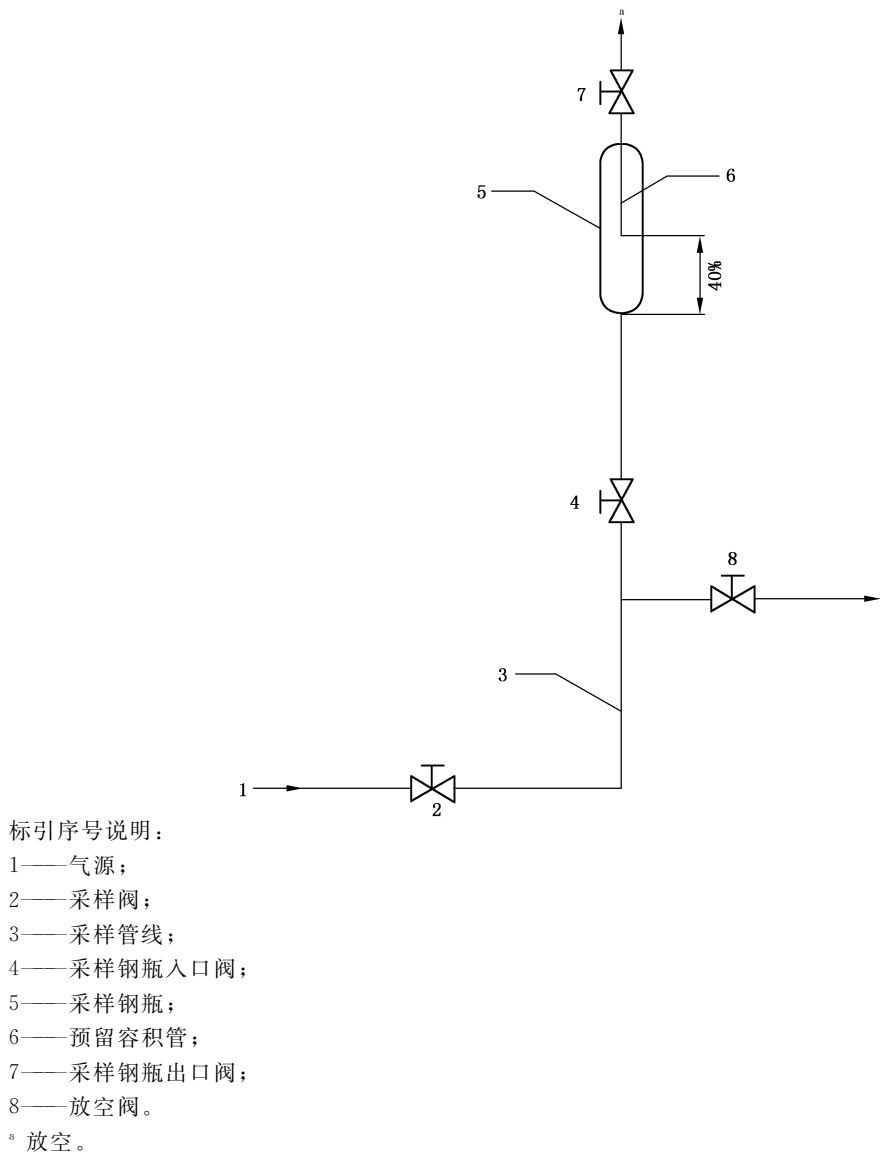


图 A.2 间接采样系统示意图

A.2.2.2 间接采样步骤如下。

- a) 连续吹扫清洗采样管线:打开采样阀 2 和放空阀 8,利用样品清洗采样管线,待有液体流出,充分吹扫后关闭放空阀 8。
- b) 用充气排空法置换采样容器:
采样容器垂直放置,其安装预留容积管的阀门 7 朝上。完全打开采样钢瓶入口阀 4,缓慢打开采样钢瓶出口阀 7,待适量气体进入采样容器后,关闭采样阀 2,使部分样品以气相从阀门 7 排出。关闭阀门 7,将直立的采样钢瓶反复倒置几次,再将其内样品从阀 8 全部排出。
- c) 重复 b)的过程至置换充分,一般不少于 3 次。
- d) 气体的采集:关闭放空阀 8,打开采样阀 2,完全打开采样钢瓶入口阀 4,缓慢打开采样钢瓶出口阀 7,将气体充入采样钢瓶,关闭所有的阀门。
-  e) 液位调整:保持预留容积管(阀 7)一端朝上,缓慢打开采样钢瓶出口阀 7,允许过多的液体样品从阀 7 溢出,看到蒸气后立即关闭出口阀 7。
- f) 卸下采样钢瓶:将采样系统泄压后,卸下采样容器。

A.3 采样其他规定

高纯二氧化碳的采样的其他规定按 GB/T 6681 的相关规定执行。

A.4 采样安全规定

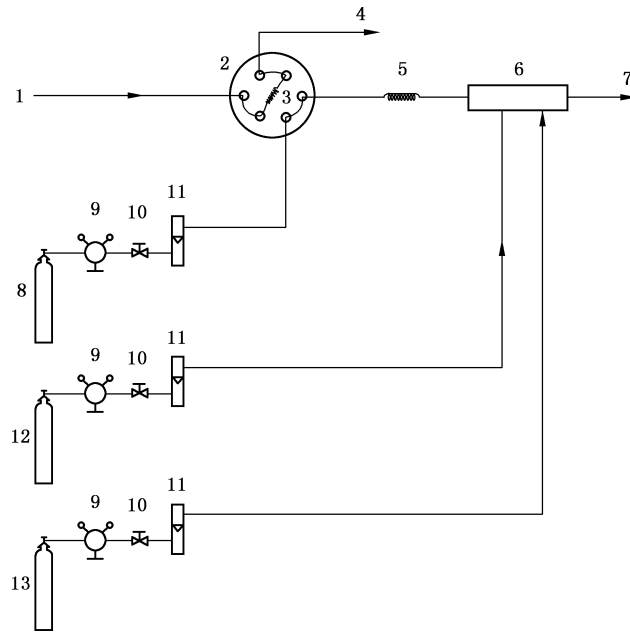
高纯二氧化碳的采样安全按 GB/T 3723 的相关规定执行。

附录 B

(资料性)

测定高纯二氧化碳中总烃含量的色谱气路流程

采用氢火焰(FID)气相色谱法测定高纯二氧化碳中总烃(以甲烷计)含量的色谱气路流程可参考图 B.1。



标引序号说明：

- 1 ——标准气体或待测高纯二氧化碳样品入口；
- 2 ——六通阀；
- 3 ——定体积量管；
- 4 ——标准气体或待测高纯二氧化碳样品出口；
- 5 ——色谱柱；
- 6 ——FID 检测器；
- 7 ——FID 检测器出口；
- 8 ——载气气瓶；
- 9 ——减压阀；
- 10 ——稳压阀；
- 11 ——流量计；
- 12 ——氢气气瓶；
- 13 ——空气气瓶。



图 B.1 氢火焰气相色谱法测定高纯二氧化碳中总烃气路流程示意图

附 录 C
(资料性)
安 全 警 示

C.1 基本信息

C.1.1 名称

化学式:CO₂;

中文名:二氧化碳;

英文名:Carbon dioxide。

C.1.2 相对分子质量

44.0095(按 2018 年国际相对原子质量计算)。

C.1.3 CAS 号

124-38-9。

C.1.4 物理性质

外观及性状:无色、无味的气体;

沸点:—78.5 ℃;

熔点:—56.6 ℃;

蒸气压:1 013.25 kPa(—39 ℃);

相对密度:空气:1.53,水:1.56(—79 ℃);

溶解度:溶于水、烃类等多数有机溶剂。

C.2 燃烧爆炸危险性

C.2.1 若遇高热,容器内压增大,有开裂和爆炸的危险。

C.2.2 二氧化碳不燃,灭火宜用雾状水冷却容器。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却,直至灭火结束。二氧化碳易使人窒息,灭火时,营救人员应佩戴自给式空气呼吸器。

C.3 职业性接触限值

PC-TWA(时间加权平均容许浓度):9 000 mg/m³。

PC-STEL(短时间接触容许浓度):18 000 mg/m³。

C.4 防护措施

C.4.1 通风不足的情况下或低洼的区域,应佩戴适当的呼吸装置。空气中浓度超标时,建议佩戴过滤式防毒面具(半面罩);紧急事态抢救或撤离时必须佩戴空气呼吸器。

C.4.2 操作人员戴化学安全防护眼镜、安全帽,穿防静电工作服,戴防护手套。

C.4.3 避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业先测定氧含量,须有人监护。

C.4.4 配备泄漏应急处理设备。

C.5 急救措施

C.5.1 若吸入,人员应迅速撤离现场到空气新鲜处,保持呼吸道通畅。如呼吸困难,给输氧。如呼吸停

止，立即进行心肺复苏术，就医。

C.5.2 接触液化二氧化碳可引起冻伤，用水冲洗患处缓解症状，就医。

C.5.3 固态二氧化碳溅入眼中，翻开眼睑，用水冲洗，立即就医。

C.6 泄漏处理

C.6.1 迅速撤离处于泄漏区污染区人员至上风处，进行隔离，并严格限制出入。

C.6.2 尽可能切断泄漏源，合理通风，稀释并加速扩散。如有可能，将泄漏二氧化碳用排风机送至空旷地方。

C.6.3 建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿保暖作业工作服，佩戴防冻手套。

C.6.4 禁止接触泄漏物，避免引起冻伤。

C.6.5 漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

C.7 储存

C.7.1 储存于阴凉、干燥、通风良好的库房。

C.7.2 远离火种、热源，防止阳光直射。

C.7.3 存储区应备有泄漏应急处理设备。

C.7.4 存储区应加锁。

C.8 废弃处置说明

C.8.1 处置前应查阅国家和地方有关法规，废气直接排入大气(气体逐渐安全地扩散到大气中)。

C.8.2 不洁的包装应返还生产商或依据国家和地方法规处置。

C.9 运输

C.9.1 联合国危险货物编号(UN 号):1013(压缩);2187(冷冻液化)。

C.9.2 勿与可燃气体混装，应分运，勿近火源、高温。

参 考 文 献

- [1] ISO 10715:1997 Natural gas—Sampling guidelines
 - [2] 道路危险货物运输管理规定
 - [3] 危险化学品安全管理条例
 - [4] 中华人民共和国特种设备安全法
-