

ICS 07. 060
A 47
备案号: 45930—2014



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 215—2013

一氧化碳、二氧化碳和甲烷标气制备方法

Preparation method of standard gases for Carbon Monoxide, Carbon Dioxide
and Methane

2013-12-22 发布

2014-05-01 实施

中国气象局 发布

中华人民共和国
气象行业标准
一氧化碳、二氧化碳和甲烷标气制备方法
QX/T 215—2013

*

气象出版社出版发行
北京市海淀区中关村南大街46号
邮政编码:100081
网址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>
发行部:010-68409198
北京中新伟业印刷有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本:880×1230 1/16 印张:1.25 字数:37.5千字
2014年11月第一版 2014年11月第一次印刷

*

书号:135029-5658 定价:12.00元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301

目 次

前言	III
引言	V
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 系统组成	2
4 性能指标	2
5 工作条件	2
6 制备方法	3
7 预标定	4
8 信息记录	4
9 安全注意事项	5
附录 A(资料性附录) 标气制备系统结构图	6
附录 B(资料性附录) 经过吸附管向拟制备气瓶充入自然大气的压力或充入高浓度气/零气的 压力的推荐算法	8
附录 C(资料性附录) 标气制备记录单	10
参考文献	11

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国气候与气候变化标准化技术委员会大气成分观测预报预警服务分技术委员会(SAC/TC 540/SC1)提出并归口。

本标准起草单位:中国气象科学研究院。

本标准主要起草人:周凌晞、姚波、方双喜、刘立新。

引 言

可靠、稳定、可溯源至国际标准的一氧化碳、二氧化碳和甲烷标气系列是观测分析系统稳定运行的保障,也是各国实验室和野外台站观测方法和资料具有可比性的前提。世界气象组织/全球大气观测网已建立了一氧化碳、二氧化碳和甲烷世界标定中心和中心标校实验室,并要求标气必须以干洁空气为底气。为规范大气本底站和同类野外台站开展一氧化碳、二氧化碳和甲烷标气制备方法,特制定本标准。

一氧化碳、二氧化碳和甲烷标气制备方法

1 范围

本标准规定了一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂)和甲烷(CH₄)标气制备所涉及的系统组成、性能指标、工作条件、制备方法、预标定、信息记录、安全注意事项等。

本标准适用于开展本底大气 CO、CO₂ 和 CH₄ 浓度观测及实验室分析标校的多级标气序列的制备。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

一氧化碳 carbon monoxide

分子式为 CO, 无色无味有毒, 具有间接温室效应, 在大气中的滞留时间只有数月。自然来源主要是大气甲烷和挥发性有机物氧化, 人为来源主要是化石燃料和生物质不完全燃烧。

[QX/T 125—2011, 定义 4.13]

2.2

二氧化碳 carbon dioxide

分子式为 CO₂, 化学性质非常稳定, 在大气中的滞留时间(寿命)可达几十年或上百年, 是影响地球辐射平衡的主要温室气体。人为来源主要是化石燃料和生物质的燃烧、土地利用变化及工业过程排放, 主要汇是陆地和海洋吸收。

[QX/T 125—2011, 定义 4.2]

2.3

甲烷 methane

分子式为 CH₄, 属于碳氢化合物, 化学性质较稳定, 在大气中的滞留时间约 12 年。以 100 年计, 其单个分子对温室效应的贡献约为二氧化碳的 25 倍。主要来源是湿地、农业生产(主要是稻田排放)、反刍动物饲养、白蚁、海洋与天然气开采和使用等, 主要汇是大气光化学过程。

[QX/T 125—2011, 定义 4.3]

2.4

标气 standard gases

以干洁空气为底气、目标物种浓度已知的混合气体。标气序列的浓度跨度覆盖本底大气浓度变化范围。

[QX/T 125—2011, 定义 10.2]

2.5

本底大气 background atmosphere

远离局地排放源、不受局地环境直接影响, 基本混合均匀的大气。

[QX/T 125—2011, 定义 3.3]

2.6

零气 zero gas

目标物种浓度低于分析系统检测限的气体。

3 系统组成

系统包括大气压入单元和高浓度气/零气充入单元。系统结构参见附录 A。

大气压入单元包括进气管、空气压缩机、单向阀、压力表、水汽去除装置、拟制备物种的吸附装置、三通选择阀、开关阀、安全装置、颗粒物过滤膜、拟制备气瓶及连接组件等。其中水汽去除装置包括干燥管、油水分离阀。安全装置包括安全阀和压力开关。压力开关应安装在空气压缩机出气口处,在大气压入单元的压力达到设定阈值后空气压缩机自动关闭。安全阀在大气压入单元的压力大于设定阈值后自动打开泄气。

高浓度气/零气充入单元包括拟制备物种的高浓度气、零气、定量管、真空泵、开关阀、压力表、拟制备气瓶、减压阀及连接组件等。

4 性能指标

4.1 空气压缩机

在工作过程中应不产生对目标组分的污染物。额定输出压力应大于拟制备标气的压力。入气口应有颗粒物过滤膜。

4.2 拟制备气瓶

宜采用内表面经抛光、烘干等特殊处理的铝合金容器存储标气。耐压应大于拟制备标气的压力。

4.3 水汽去除装置

除空气压缩机自带的水汽分离装置外,宜加装油水分离阀以及填充干燥剂的干燥管。所用的干燥剂应不对拟制备物种的浓度造成影响。

4.4 拟制备物种的吸附装置

宜采用填装有吸附剂的吸附管。吸附管的工作压力应大于拟制备标气的压力。吸附剂应具有选择性。

4.5 其他装置

压力表、单向阀和连接组件的工作压力应大于拟制备标气的压力,零气内拟制备物种的浓度应低于检测限。

5 工作条件

5.1 气象条件

宜选择风向在拟制备物种的本底扇区且晴朗的气象条件下进行标气制备。应避免降水、沙尘、雾、霾、雷暴等不利天气过程。

5.2 工作环境

标气制备地点应位于排放源(如车辆、生活和业务用房及其他建筑设施等)的上风向。附近地形应开阔、平坦,上风方向应避开污染或存在可能影响气流性质(如强烈扰流或下拽力)的地形和建筑物。系

统周围环境温度应低于 20℃。

6 制备方法

6.1 制备方法的选择

制备时间段内,若目标浓度与环境浓度相差小于 5%,则按照 6.2 的制备方法操作。若目标浓度低于环境浓度超过 5%时,则按照 6.3 的制备方法操作。若目标浓度高于环境浓度超过 5%时,则按照 6.4 的制备方法操作。

6.2 接近环境浓度的标气制备

6.2.1 安装和检查

将拟制备气瓶与大气压入单元连接,确认目标气体吸附装置关闭、水汽去除装置开启、系统无漏气。启动空气压缩机直至压力达到设定的安全装置阈值。若空气压缩机自动关闭,表示安全装置正常工作,否则应检查安全装置。

6.2.2 冲洗

开启拟制备气瓶阀门,启动空气压缩机,充入环境大气至压力不低于 3×10^6 Pa 后再将气瓶内的空气放出。重复充入和放空的过程应不少于 3 次。

6.2.3 充入环境大气

拧紧拟制备气瓶与大气压入单元的连接,开启空气压缩机,直至气瓶内压力达到设定值后空气压缩机自动关闭。工作过程中应及时排除水汽去除装置中累积的液态水。

6.2.4 卸下拟制备气瓶

关闭气瓶阀门,断开气瓶与大气压入单元的连接,将残留的高压气体排空后再将气瓶卸下。

6.3 低于环境浓度的标气制备

6.3.1 安装、检查和冲洗

安装和检查按 6.2.1 操作,冲洗按 6.2.2 操作。

6.3.2 计算经过吸附管向拟制备气瓶充入自然大气的压力或向拟制备气瓶充入零气的压力

若制备 CO 或 CO₂ 标气,需计算经过吸附管向拟制备气瓶充入自然大气达到的压力;若制备 CH₄ 标气,需计算充入拟制备气瓶的零气的压力。上述压力根据拟制备物种的环境浓度、目标浓度和拟制备标气的压力,利用理想气体状态方程和质量守恒关系计算获得,算法参见 B.1 和 B.2。

6.3.3 经过吸附管充入大气

制备 CO 或 CO₂ 标气,将拟制备气瓶与大气压入单元连接。打开拟制备物种的吸附管,开启空气压缩机,直至达到 6.3.2 计算的压力,关闭吸附管。

6.3.4 充入零气

制备 CH₄ 标气,向拟制备气瓶内充入零气至 6.3.2 计算的压力。

6.3.5 充入环境大气

将完成 6.3.3 或 6.3.4 操作的拟制备气瓶与大气压入单元连接,开启空气压缩机,继续充入环境大气,直至气瓶内压力达到设定值后空气压缩机自动关闭。工作过程中应及时排除水汽去除装置中累积的液态水。

6.3.6 卸下拟制备气瓶

按 6.2.4 操作。

6.4 高于环境浓度的标气制备

6.4.1 安装、检查和冲洗

安装和检查按 6.2.1 操作,冲洗按 6.2.2 操作。

6.4.2 计算向定量管充入高浓度气的压力

根据拟制备物种的环境浓度和目标浓度、高浓度气的浓度、高浓度气/零气充入单元中定量管的体积、拟制备气瓶的体积、拟制备标气的压力,利用理想气体状态方程和质量守恒关系,计算向定量管充入的高浓度气的压力,算法参见 B.3。

6.4.3 充入高浓度气

使用零气冲洗高浓度气/零气充入单元不少于 3 min。将拟制备气瓶与高浓度气/零气充入单元连接,确认气瓶阀门关闭。用真空泵抽真空至低于 10 Pa,打开拟制备物种的高浓度气阀门,充入至定量管压力达到 6.4.2 计算值后关闭高浓度气阀门。打开拟制备气瓶阀门,待高浓度气进入拟制备气瓶并平衡后,关闭拟制备气瓶阀门,并将拟制备气瓶从高浓度气/零气充入单元卸下。

6.4.4 充入环境大气

将拟制备气瓶同大气压入单元连接,打开气瓶阀门,开启空气压缩机,直至气瓶内压力达到设定值后空气压缩机自动关闭。工作过程中应及时排除系统中累积的液态水。

6.4.5 卸下拟制备气瓶

按 6.2.4 操作。

7 预标定

7.1 制备好的标气应进行预标定,拟制备物种的预标定浓度与目标浓度相差应小于 5%。

7.2 制备好的标气应进行水汽含量测量,水汽摩尔混合比应小于 5×10^{-6} 。

7.3 预标定和水汽含量测量结果不合格的标气应放空。

7.4 预标定和水汽含量测量合格的气瓶应水平放置不少于 3 周后再标定拟制备物种的浓度。

8 信息记录

应填写制备地点、拟制备气瓶号、拟制备物种的目标浓度和环境浓度、设定压力、制备日期和时间、制备过程中的天气现象、污染活动和其他相关信息等。充入环境大气过程中,隔一定时间应记录时间及

对应的拟制备气瓶内压力。标气制备记录单样式参见附录 C。

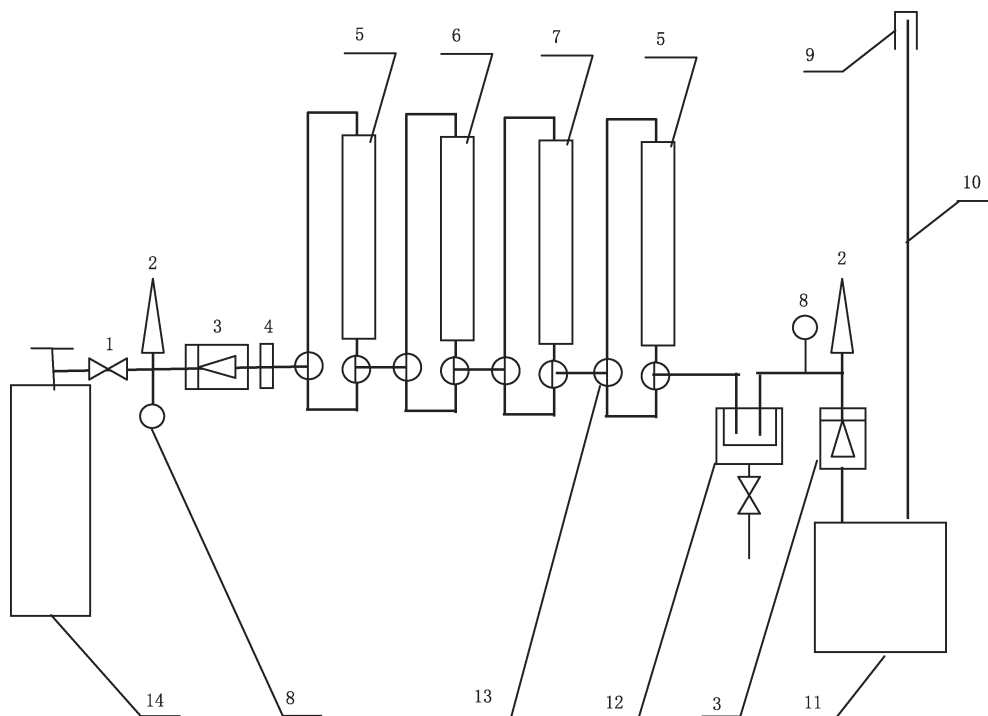
制备低于环境浓度的标气应记录经过吸附管充入拟制备气瓶的自然大气的压力或充入拟制备气瓶的零气的压力。制备高于环境浓度的标气应记录向定量管内充入的高浓度气的压力。

9 安全注意事项

标气制备过程为高压操作,制备过程应注意个人防护,佩戴护目镜。在系统发生异常声响时应首先关闭空气压缩机电源再对系统进行检查。应定期检查安全装置是否有效。

附录 A
(资料性附录)
标气制备系统结构图

图 A.1 给出了大气压入单元的结构图。

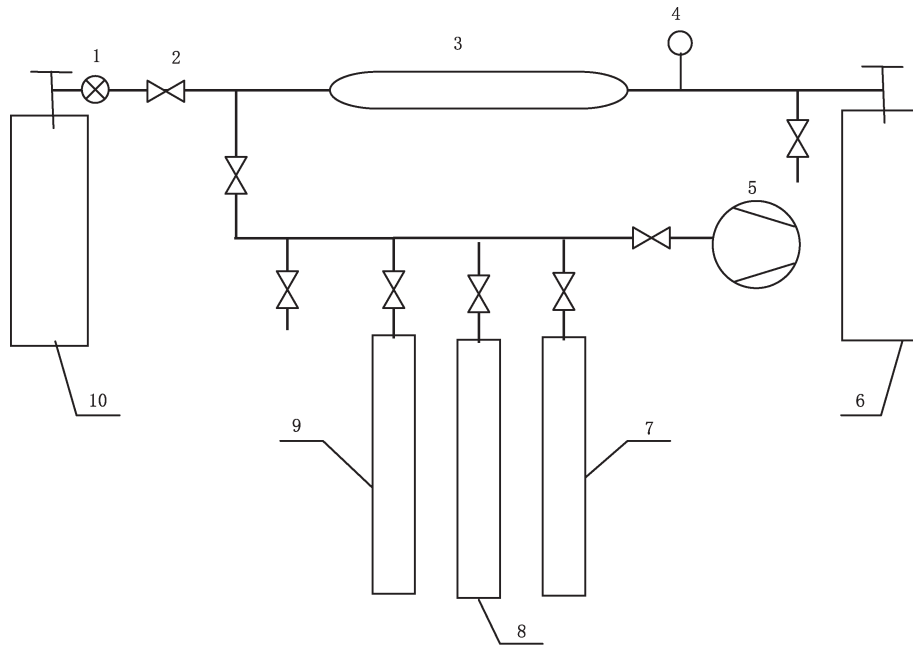


说明：

- 1——开关阀；
- 2——安全阀；
- 3——单向阀；
- 4——颗粒物过滤膜；
- 5——干燥管；
- 6——CO₂ 吸附管；
- 7——CO 吸附管；
- 8——压力表；
- 9——带颗粒物过滤膜的进气口；
- 10——进气管；
- 11——带压力开关的空气压缩机；
- 12——油水分离阀；
- 13——三通选择阀；
- 14——拟制备气瓶。

图 A.1 大气压入单元结构图

图 A.2 给出了高浓度气/零气充入单元的结构图。



说明：

- 1——减压阀；
- 2——开关阀；
- 3——定量管；
- 4——压力表；
- 5——真空泵；
- 6——拟制备气瓶；
- 7——高浓度 CH₄ 气瓶；
- 8——高浓度 CO₂ 气瓶；
- 9——高浓度 CO 气瓶；
- 10——零气瓶。

图 A.2 高浓度气/零气充入单元结构图

附录 B
(资料性附录)

经过吸附管向拟制备气瓶充入自然大气的压力或充入高浓度气/零气的压力的推荐算法

B.1 经过吸附管向拟制备气瓶充入自然大气的压力的计算

制备低于环境大气浓度的 CO₂ 或 CO 标气,根据物质守恒及理想气体状态方程得出:

$$P_t \times V_c \times C_t = (P_t - P_x) \times V_c \times C_a \quad \dots\dots\dots(B.1)$$

式中:

- P_t——拟制备的标气压力;
- V_c——拟制备气瓶的体积;
- C_t——拟制备物种的目标浓度;
- P_x——经过 CO 和 CO₂ 吸附管向拟制备气瓶充入自然大气的压力;
- C_a——环境大气中拟制备物种的浓度。

则

$$P_x = P_t \times (1 - \frac{C_t}{C_a}) \quad \dots\dots\dots(B.2)$$

B.2 向拟制备气瓶充入零气的压力的计算

制备低于环境大气浓度的 CH₄ 标气,根据物质守恒及理想气体状态方程得出:

$$P_t \times V_c \times C_t = (P_t - P_y) \times V_c \times C_a \quad \dots\dots\dots(B.3)$$

式中:

- P_v——充入 CH₄ 零气后拟制备气瓶内的压力;
- P_t、V_c、C_t、C_a 的含义同 B.1。则

$$P_y = P_t \times (1 - \frac{C_t}{C_a}) \quad \dots\dots\dots(B.4)$$

B.3 向定量管充入高浓度气压力的计算

制备高于环境浓度的标气,当制备结束时,拟制备气瓶内的目标物种等于充入的高浓度气和压入的环境大气中该物质之和,近似认为制备过程中温度不变,根据物质守恒及理想气体状态方程得出:

$$P_t \times V_c \times C_t = P_v \times V_c \times C_m + (P_t - P_v) \times V_c \times C_a \quad \dots\dots\dots(B.5)$$

式中:

- P_v——充入高浓度气后拟制备气瓶内的压力;
- C_m——拟制备物种的高浓度气的浓度;
- P_t、V_c、C_t、C_a 的含义同 B.1。

对于高浓度气从定量管扩散至拟制备气瓶的过程,有:

$$P_z \times V_p = P_v \times (V_p + V_c) \quad \dots\dots\dots(B.6)$$

式中:

- P_z——充入定量管的高浓度气的压力;
- V_p——定量管体积;

P_v 、 V_c 的含义分别同式(B.5)和式(B.1)
则联立式(B.5)和式(B.6),即可求解出 P_z 。

附 录 C
(资料性附录)
标气制备记录单

表 C.1 给出了标气制备记录单。

表 C.1 标气制备记录单

制备日期		制备地点		拟制备 气瓶号		操作人	
物种名称	环境 浓度	目标浓度	高浓度气 浓度	充入高浓度 气压力	吸附 压力	充入零气 压力	预标定 浓度
CO	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}	Pa	Pa		10^{-9}
CO ₂	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	Pa	Pa		10^{-6}
CH ₄	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}	Pa		Pa	10^{-9}
冲洗开始时间		冲洗结束时间		天气现象		充入大气过程	
制备开始时间		制备结束时间		水汽浓度	10^{-6}	时间	压力
水平放置 开始日期		水平放置 开始时间		水平放置 地点			
水平放置 结束日期		水平放置 结束时间					
预标定日期		预标定时间		预标定地点			
备注(污染活动和其他信息):							
<p>注 1:日期格式为 YYYY-MM-DD。</p> <p>注 2:时间格式为 hh:mm。</p>							

参 考 文 献

- [1] QX/T 125—2011 温室气体本底观测术语
-