



# 中华人民共和国国家标准

GB 18435—2007  
代替 GB 18435—2001

---

## 潜水呼吸气体及检测方法

Breathing gases for divers and their determination methods

2007-01-24 发布

2007-08-01 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

## 目 次

前言 .....	Ⅲ
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 要求 .....	1
4 检测方法 .....	3
附录 A(资料性附录) 潜水呼吸气体中污染成分对人体的影响和潜水深度的关系 .....	5
附录 B(资料性附录) 舱室环境气体污染成分计量单位及其换算 .....	6
附录 C(规范性附录) 潜水呼吸用压缩空气中油雾与颗粒物的检测方法 .....	7

## 前 言

本标准的第3章为强制性,其余为推荐性。

本标准代替 GB 18435—2001《潜水呼吸气体》,与 GB 18435—2001 相比,增加了潜水呼吸气体的检验方法。

本标准的附录 C 是规范性附录,附录 A 和附录 B 是资料性附录。

本标准由中华人民共和国交通部提出。

本标准由交通部救捞与水下工程标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:交通部上海打捞局、上海交通大学海洋水下工程科学研究院。

本标准主要起草人:荆岩林、郭杰、马洪年、盛景晖、李士明、金伟、戎福康、陆莲芳、张国光、陈茜、吉宏伟。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

—— GB 18435—2001。

# 潜水呼吸气体及检测方法

## 1 范围

本标准规定了潜水呼吸用压缩空气和配制潜水呼吸用气的氧气、氮气与氦气的纯度要求和饱和潜水舱室环境气体主要污染成分的最大容许值。

本标准还规定了潜水呼吸用压缩空气、氧气、氮气与氦气成分和饱和潜水舱室环境气体主要污染成分的检测方法。

本标准适用于空气潜水、混合气潜水和饱和潜水,也适用于与潜水呼吸气体有关的潜水系统、潜水设备和潜水装具的设计、制造与维修保养。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款,通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 4844.2—1995 纯氮

GB/T 4844.3 高纯氮

GB/T 5832.2 气体中微量水分的测定 露点法

GB/T 8979 纯氮

GB 8982—1998 医用氧

GB/T 8984.1 气体中一氧化碳、二氧化碳和碳氢化合物的测定 第1部分:气体中一氧化碳、二氧化碳和甲烷的测定 气相色谱法

GB 11737 居住区大气中苯、甲苯和二甲苯卫生检验标准方法 气相色谱法

GB 11738 居住区大气中甲醇、丙酮卫生检验标准方法 气相色谱法

GB 11742 居住区大气中硫化氢卫生检验标准方法 亚甲蓝分光光度法

GB/T 14668 空气质量 氨的测定 纳氏试剂比色法

GB/T 14679 空气质量 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法

GB/T 15262 环境空气 二氧化硫的测定 甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法

GB/T 15435 环境空气 二氧化氮的测定 Saltzman法

GB/T 18204.23—2000 公共场所空气中一氧化碳测定方法

GB/T 18204.24—2000 公共场所空气中二氧化碳测定方法

## 3 要求

### 3.1 潜水呼吸用各种气源的纯度要求

3.1.1 潜水呼吸用的各种气源,应符合表1的要求。

表 1 潜水呼吸用各种气源的纯度要求

气源名称	项 目	指 标	
压缩空气	氧(体积分数)/%	20~22	
	二氧化碳(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 500	
	一氧化碳(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 10	
	水分(露点)/ $^{\circ}\text{C}$	$\leq$ -21	
	油雾与颗粒物/( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	$\leq$ 5	
	气味	无异味	
氧气	氧(体积分数)/%	$\geq$ 99.5	
	水分含量(露点)/ $^{\circ}\text{C}$	$\leq$ -43	
	二氧化碳含量	按 GB 8982 规定	
	一氧化碳含量	按 GB 8982 规定	
	气态酸性物质和碱性物质含量	按 GB 8982 规定	
	臭氧及其他气态氧化物	按 GB 8982 规定	
	气味	无异味	
氮气	氮(体积分数)/%	$\geq$ 99.99	
	氧(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 50	
	氢(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 10	
	一氧化碳(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 5	
	二氧化碳(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 10	
	甲烷(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 5	
	水分(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 15	
氩气	甲类	氩(体积分数)/%	$\geq$ 99.993
		氮(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 25
		氢(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 5
		氧(氩)(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 5
		氦(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 17
		一氧化碳(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 1
		二氧化碳(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 1
		甲烷(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 1
		水分(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 15
	乙类	氩(体积分数)/%	$\geq$ 99.999
		氮(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 4
		氢(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 1
		氧(氩)(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 1
		氦(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 2
		一氧化碳(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 0.5
二氧化碳(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 0.5		
甲烷(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 0.5		
水分(体积分数)/ $10^{-6}$	$\leq$ 3		

3.1.2 潜水呼吸用氮气的纯度要求应符合 GB/T 8979 的规定。

3.1.3 用于常规氩氧潜水及饱和深度 300 m 以浅(含 300 m)的氩氧饱和潜水的氩气的纯度要求应符

合甲类(GB 4844.2—1995中的一等品)的规定。

3.1.4 用于饱和深度超过 300 m 的氮氧饱和潜水的氮气的纯度要求应符合乙类(GB/T 4844.3 中的合格品)的规定。

### 3.2 饱和潜水舱室环境气体主要污染成分的最大容许值

3.2.1 饱和潜水舱室环境气体主要污染成分的最大容许值应符合表 2 的规定。

表 2 饱和潜水舱室环境气体主要污染成分的最大容许值

气 体 名 称	分 子 量	最大容许值/(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>a</sup>
二氧化碳(Carbon dioxide)	44.01	9 000
一氧化碳(Carbon monoxide)	28.01	22.9
氨(Ammonia)	17.03	7
二氧化硫(Sulfur dioxide)	64.06	1.31
硫化氢(Hydrogen Sulfide)	34.08	0.1
二氧化氮(Nitrogen Oxide)	46.01	0.5
甲烷(methane)	16.04	8 500
丙酮(Acetone)	58.08	240
苯(Benzene)	78.11	1

<sup>a</sup> mg/m<sup>3</sup> 系指每 m<sup>3</sup> 舱室容积中所含污染成分的 mg 数。

3.2.2 潜水呼吸气体中污染成分对人体的影响和潜水深度的关系参见附录 A 和附录 B。

## 4 检测方法

### 4.1 潜水呼吸用压缩空气成分的检测方法

#### 4.1.1 氧的检测方法

4.1.1.1 氧含量的测定采用铜氨溶液吸收法。测定方法按 GB 8982—1998 中 5.1 规定执行。

4.1.1.2 压缩空气氧含量也可采用极谱氧电极式、固态原电池氧电极式或热磁式测氧仪测定,测定精度应达到 0.1%。

#### 4.1.2 水分含量的检测方法

压缩空气中水分的测定采用露点法。测定方法按 GB 5832.2 规定执行。

#### 4.1.3 一氧化碳的检测方法

4.1.3.1 压缩空气中一氧化碳含量测定采用气相色谱法。测定方法按 GB/T 18204.23—2000 中第二法规定执行。

4.1.3.2 压缩空气中一氧化碳含量也可采用红外线气体分析仪测定,最低检出含量应达到  $1 \times 10^{-7}$ 。

#### 4.1.4 二氧化碳的检测方法

4.1.4.1 压缩空气中二氧化碳含量测定采用气相色谱法。测定方法按 GB/T 18204.24—2000 中第二法规定执行。

4.1.4.2 压缩空气中二氧化碳含量也可采用红外线气体分析仪测定,最低检出含量应达到  $1 \times 10^{-4}$ 。

#### 4.1.5 油雾与颗粒物的检测方法

压缩空气中油雾与颗粒物测定采用滤膜采样称量法。测定方法按附录 C 规定执行。

#### 4.1.6 气味的测定

通过嗅觉器官测定气体,若样品气无异味,则为符合要求。

### 4.2 潜水呼吸用氧气成分检测方法

潜水呼吸用氧气的各项指标检测按照 GB 8982 的方法执行。

4.2.1 氧含量的测定方法同 4.1.1。

4.2.2 二氧化碳含量、一氧化碳含量、气态酸性物质和碱性物质含量、臭氧及其他气态氧化物含量按 GB 8982—1998 中 5.3~5.6 规定方法试验合格。

4.2.3 水分含量的测定方法同 4.1.2。

4.2.4 气味的测定方法同 4.1.6。

#### 4.3 潜水呼吸用氮气成分的测定方法

4.3.1 氮含量采用计算方法求得。氮气总体积分数中逐一减去所含有的氧含量、氢含量、一氧化碳含量、二氧化碳含量、甲烷含量和水含量的剩余值即为氮含量。

4.3.2 氮气中其他成分氧含量、氢含量、一氧化碳含量、二氧化碳含量、甲烷含量和水含量测定均按 GB/T 8979 规定方法执行。

#### 4.4 潜水呼吸用氦气成分的测定方法

4.4.1 氦含量采用计算方法求得。氦气总体积分数中逐一减去所含有的氮含量、氢含量、氧(氧)含量、氮含量、一氧化碳含量、二氧化碳含量、甲烷含量和水分含量的剩余值即为氦含量。

4.4.2 氦气中其他成分氮含量、氢含量、氧(氧)含量、氮含量、一氧化碳含量、二氧化碳含量、甲烷含量、水分含量测定均按 GB 4844.2—1995 中 4.2~4.4 规定方法执行。

#### 4.5 饱和潜水舱室环境气体主要污染成分的检验方法

4.5.1 饱和潜水舱室环境气体主要污染成分有二氧化碳、一氧化碳、氨、二氧化硫、硫化氢、二氧化氮、甲烷、丙酮和苯,检验采样经过一个从高压减压到常压的过程,其最大容许值应换算到相当于常压下的含量。

##### 4.5.2 二氧化碳的检验方法

二氧化碳含量的测定方法同 4.1.4。

##### 4.5.3 一氧化碳的检验方法

一氧化碳含量的测定方法同 4.1.3。

##### 4.5.4 氨的检验方法

4.5.4.1 氨含量测定采用次氯酸钠-水杨酸分光光度法。测定方法按 GB/T 14679 规定执行。

4.5.4.2 氨含量测定也可采用纳氏试剂比色法。测定方法按 GB/T 14668 规定执行。

##### 4.5.5 二氧化硫的检验方法

二氧化硫含量测定采用甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法。测定方法按 GB/T 15262 规定执行。

##### 4.5.6 硫化氢的检验方法

硫化氢含量测定采用亚甲蓝分光光度法。测定方法按 GB 11742 规定执行。

##### 4.5.7 二氧化氮的检验方法

二氧化氮含量测定采用分光光度法。测定方法按 GB/T 15435 规定执行。

##### 4.5.8 甲烷的检验方法

甲烷含量测定采用气相色谱法。测定方法按 GB/T 8984.1 规定执行。

##### 4.5.9 丙酮的检验方法

丙酮含量测定采用气相色谱法。测定方法按 GB 11738 规定执行。

##### 4.5.10 苯的检验方法

苯含量测定采用气相色谱法。测定方法按 GB 11737 规定执行。

## 附录 A

(资料性附录)

## 潜水呼吸气体中污染成分对人体的影响和潜水深度的关系

高血压环境呼吸气体中污染成分对人体的影响主要取决于该成分的分压值,而不取决于它在呼吸气体中的浓度体积分数。

潜水作业深度增加时,若呼吸气体中污染成分浓度体积分数不变,则它们各自的分压值随着总压的增高而增加,随之对人的影响也相应增加。所以在不同潜水作业深度条件下,呼吸气体中污染成分应按其分压值进行控制。即随呼吸气体总压的增高,按比例递减其浓度体积分数。

不同潜水深度时,某一气体的浓度、分压和高血压环境的总压之间的关系可按公式(A.1)计算:

$$C = \frac{p_x}{p_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

C——某一气体的浓度体积分数,用(%)表示;

$p_x$ ——某一气体的分压,单位为帕(Pa);

$p_0$ ——高压环境气体的总压,单位为帕(Pa)。

附录 B

(资料性附录)

舱室环境气体污染成分计量单位及其换算

本标准表 2 中所列的数值(mg/m<sup>3</sup>),采用的是单位舱室容积中污染成分的含量,而不是采用单位大气体积中污染成分的含量。由于舱室容积和其中污染物含量均不受潜水深度变化的影响,所以用单位舱室容积中污染成分含量作为最大容许值的单位。它反映了该污染成分的分压不随潜水深度的变化而改变,无需换算,适用于各种潜水深度。

在某些气体的测试中,是计算气体的浓度体积分数。为了便于比较,根据阿佛加德罗定律和气体摩尔体积,可以将浓度体积分数和表 2 中所列的最大容许值进行换算。在温度 25℃ 时,换算公式见式(B.1)。

$$C_v = \frac{C_w \times 24.45}{M} \times 10^{-4} \dots\dots\dots(B.1)$$

式中:

C<sub>v</sub>——被测污染成分的浓度体积分数,用(%)表示;

C<sub>w</sub>——被测污染成分在单位舱室容积中的含量,单位为毫克每立方米(mg/m<sup>3</sup>);

M——被测污染成分的分子量。

## 附录 C (规范性附录)

### 潜水呼吸用压缩空气中油雾与颗粒物的检测方法

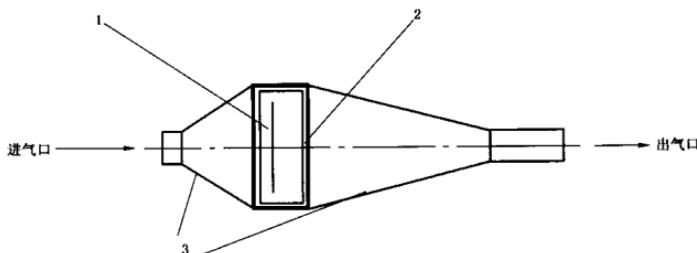
#### C.1 方法与原理

用滤膜采样称量法进行测定。让一定量的样品气通过装有滤膜的圆形捕集器,根据通过的样品气的体积与滤膜通气前后的质量变化,计算出油雾与颗粒物的含量。

#### C.2 仪器和材料

C.2.1 转子流量计与累积气体流量计。

C.2.2 圆形捕集器如图 C.1 所示。



- 1— 滤膜;  
2— 圆形滤膜盒;  
3— 锥体状滤膜盒夹持器。

图 C.1 圆形捕集器

C.2.3 滤膜为超细玻璃纤维滤膜或聚丙烯合成纤维滤膜。通过滤膜后的气体不应含有不小于  $1\ \mu\text{m}$  的固体物质。

C.2.4 气体针形阀和连接用的塑胶管。

#### C.3 采样与分析前的准备

C.3.1 圆形捕集器洗净烘干。

C.3.2 将滤膜剪成圆形,并放在干燥缸中脱水 4 h。然后称量(精确到 0.1 mg),并放在圆形滤膜盒中。称量后的滤膜不要吸附油和粉尘。

C.3.3 将针形阀、圆形捕集器、转子流量计和累积气体流量计依次用塑胶管连接起来。

#### C.4 采样与分析

C.4.1 调节潜水员呼吸用供气皮管的出口压力在 0.1 MPa~0.12 MPa(绝对压),然后将针形阀的进口与供气皮管的出口连接。在针形阀关闭的情况下,把圆形滤膜盒装入锥体状滤膜盒夹持器。开启针形阀并调节转子流量计,让气体以 10 L/min~20 L/min 的流速通过锥体状滤膜盒夹持器,使气体流量稳定,同时开启累积气体流量计进行计量。

C.4.2 当累积流量达到  $1\ \text{m}^3$  以上时,则关闭针形阀,取出滤膜称量(精确到 0.1 mg)。称量前须将滤

膜放在干燥缸中脱水 4 h。在采样前、后滤膜称量时天平室的相对湿度之差不超过 10%。

### C.5 结果处理

气体中油雾与颗粒物质的含量按公式(C.1)计算:

$$x = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad \dots\dots\dots(C.1)$$

式中:

- $x$ ——油雾与颗粒物含量,单位为毫克每立方米( $\text{mg}/\text{m}^3$ );
- $m_1$ ——滤膜采样前的质量,单位为毫克( $\text{mg}$ );
- $m_2$ ——滤膜采样后的质量,单位为毫克( $\text{mg}$ );
- $V$ ——换算为  $0^\circ\text{C}$  和  $101.3 \text{ kPa}$  的采样体积,单位为立方米( $\text{m}^3$ )。