



中华人民共和国国家标准

GB 18985—XXXX
代替 GB 18985—2003

潜水员供气量

Requirement of gas supply for diver

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 潜水作业的供气流量要求	2
4.1 通风式潜水装具的供气流量	2
4.2 水面供气需供式潜水装具的供气流量	2
4.3 自携式潜水装具的供气流量	2
5 潜水作业的气体储备量要求	3
5.1 空气常规潜水作业所需气体量	3
5.2 氮氧常规潜水作业使用水面需供式潜水装具所需气体量	4
5.3 邦司潜水所需要的气体量	7
5.4 空气饱和潜水作业所需气体量	8
5.5 氮氧饱和空气巡回潜水作业所需气体量	10
5.6 氮氧饱和潜水作业所需气体量	12
附录 A (资料性附录) 常压下不同劳动强度时的氧耗量、二氧化碳产生量和通气量	15
附录 B (资料性附录) 潜水用氮氧混合气中氧含量上下极限值表	16
附录 C (资料性附录) 治疗用氮氧混合气中氧含量	17

前 言

本标准 4.1、4.2 和 4.3 的技术内容为强制性，其他技术内容为推荐性。

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB18985-2003《潜水员供气量》。与 GB18985-2003 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 增加了邦司潜水、饱和潜水的术语和定义（见 3.4 和 3.5）；
- 删除了引射再生式氦氧潜水装具供气量的计算（见 2003 年版的 4.4）；
- 删除了保持贮气容器一定供气剩余压强所需气体量内容（见 2003 年版的 4.5.4）；
- 修改氦氧混合气常规潜水用量计算（见 5.2.1，2003 年版的 4.6）；
- 增加了氦氧混合气潜水治疗气计算（见 5.2.1.2）
- 增加了氦氧混合气减压吸氧用气量计算（见 5.2.2）；
- 增加了氦氧混合气减压空气用气量计算（见 5.2.3）；
- 增加了邦司潜水用气量计算（见 5.3）；
- 修改了饱和潜水巡潜气的计算方法（见 5.6.3，2003 年版的 4.7.3.4）；
- 修改了饱和潜水治疗气的计算方法（见 5.6.5，2003 年版的 4.7.3.5）。

本标准由中华人民共和国交通运输部提出并归口。

本标准起草单位：上海交大海洋水下工程科学研究院有限公司。

本标准主要起草人：薛利群、陈锐勇、徐子健、张国光、黄鑫、高建东、曲青林、周述尧、何秀霞。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB18985-2003。

潜水员供气量

1 范围

本标准规定了通风式潜水装具、水面供气需供式潜水装具、自携式潜水装具的供气流量和空气常规潜水作业、使用水面供气需供式潜水装具的氮氧常规潜水作业、邦司潜水作业、饱和潜水作业的最低气体供给量。

本标准适用于潜水员使用通风式、水面供气需供式、自携式潜水装具，呼吸压缩空气或人工配制的混合气（氮氧、氮氧或氮氮氧）进行氮氧混合气常规潜水作业、饱和潜水作业，潜水装具、供气设备的设计、制造可参考使用。

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 12552 产业潜水最大安全深度

GB/T 17871 氮氧饱和或空气饱和-空气巡回潜水减压程序

3 术语和定义

下列术语和定义和符号适用于本文件。

3.1

潜水员供气量 amount of supply gases for divers

满足潜水员水下作业所需的最低呼吸用气体流量和完成潜水作业所需的最低呼吸用气体量。

3.2

呼吸混合气 breathing mixture

潜水员用的人工配制的含有氧的两种以上气体成分的呼吸介质，常用的有氮氧、氮氧和氮氮氧混合气。

3.3

常规潜水 conventional diving

潜水员在水下或高压下暴露24h时间以内，机体各组织尚未被中性气体所饱和的潜水。根据呼吸混合气的不同，又可分为空气常规潜水和氮氧常规潜水等。

3.4

邦司潜水 Bounce diving

使用闭式潜水钟-甲板加压舱系统进行的氮氧混合气常规潜水。

3.5

饱和潜水 Saturation diving

潜水员在高于常压的环境压力下长时间停留,其体内组织中所含呼吸气体中的惰性气体成分达到饱和状态的潜水技术。

4 潜水作业的供气流量要求

4.1 通风式潜水装具的供气流量

按 GB/T 12552规定,使用通风式潜水装具进行空气潜水的最大安全深度为60 m。使用通风式装具在水下从事作业时所需最小供气流量的计算方法见式(1)。

$$Q_{v1} = q_1 \times \left(\frac{d}{d_0} + 1 \right) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

Q_{v1} ——通风式潜水装具的供气流量,单位为升每分(L/min);

d ——潜水作业水深,单位为米(m), (海水密度取1.03g/cm³,海水柱1m压强相当于0.01MPa);

d_0 ——静水压强每增加0.10MPa时的水深,10m;

q_1 ——使用通风式潜水装具的潜水员在常压下从事给定劳动强度作业时的气体更新量,单位为升每分(L/min);轻劳动强度: $q_1=65$,中劳动强度: $q_1=100$,重劳动强度: $q_1=190$ 。

注:潜水员下潜或水下阶段减压过程中均视为从事轻劳动强度作业。

4.2 水面供气需供式潜水装具的供气流量

使用水面供气需供式潜水装具的潜水员在水下从事作业时所需最小供气流量的计算方法见式(2)。

$$Q_{v2} = q_2 \times \left(\frac{d}{d_0} + 1 \right) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

Q_{v2} ——使用水面供气需供式潜水装具的潜水员在水下从事不同劳动强度作业时所需供气流量,单位为升每分(L/min);

q_2 ——常压下潜水员从事给定劳动强度作业时的通气量,单位为升每分(L/min),参见附录A;轻劳动强度: $q_2=30$,中劳动强度: $q_2=40$,重劳动强度: $q_2=65$ 。

4.3 自携式潜水装具的供气流量

按 GB/T 12552规定，使用自携式潜水装具进行空气潜水的最大安全深度为 40 m。自携式潜水装具的供气流量的计算方法和要求按4.1。

5 潜水作业的气体储备量要求

5.1 空气常规潜水作业所需气体量

5.1.1 潜水作业过程所需空气量

潜水作业过程所需空气量由使用某种潜水装具的潜水员在水下从事不同劳动强度作业时所需供气流量、潜水人次、供气时间（不包括水面减压所需时间）确定，潜水作业过程所需空气量计算方法见式（3）。

潜水作业过程所需空气量计算方法见式（3）。

$$V_{c1} = Q_v \times N \times t \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

V_{c1} ——空气潜水作业过程所需空气量，单位为立方米(m^3)；

Q_v ——使用某种潜水装具的潜水员在水下从事不同劳动强度作业时所需供气流量，单位为升每(L/min)，按式(1)、式(2)计算；

N ——潜水人次；

T ——空气供气时间（不包括水面减压所需时间），单位为分(min)。

注：对于现场配置压力和流量达到实时供气要求的空压机的条件下， N 取值为2班潜水人次。

5.1.2 水面减压所需空气量

水下作业后实施水面减压所需空气量由甲板减压舱容积、水面减压时甲板减压舱的最大相对压强、水面减压次数确定水面减压所需空气量计算方法见式（4）。

$$V_{c2} = V_d \times \frac{P_1}{P_0} \times N_d \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

V_{c2} ——减压过程中进行水面减压时所需空气量，单位为立方米(m^3)；

V_d ——加压舱容积，单位为立方米(m^3)；

P_1 ——水面减压时加压舱的最大相对压强，单位为兆帕(MPa)；

P_0 ——常压的压强，0.10MPa；

N_d ——水面减压次数。

注：对于现场配置压力和流量达到实时供气要求的空压机的条件下， N_d 可取值为2。

5.1.3 水面吸氧减压所需氧气体量

水面吸氧减压时所需氧气量由常压下潜水员的静息通气量（参见附录A）、吸氧减压时甲板减压舱的平均相对压强、吸氧减压的时间确定水面吸氧减压所需氧气量计算方法见式（5）。

$$V_{q1} = q_{01} \times \left(\frac{P_2}{P_0} + 1 \right) \times t_1 \times N_1 \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- V_{q1} ——减压过程中进行吸氧减压时所需氧气量，单位为立方米(m^3)；
- q_{01} ——常压下潜水员的静息通气量，单位为升每分(L/min)，参见附录A；
- P_2 ——吸氧减压时加压舱的平均相对压强，单位为兆帕(MPa)；
- t_1 ——氧气供气时间，单位为分(min)；
- N_1 ——需吸氧减压的潜水员人次。

5.1.4 空气常规潜水作业空气总储备量

空气常规潜水作业空气总储备量计算方法见式（6）。

$$V_c = K_1 \times (V_{c1} + V_{c2}) \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- V_c ——空气常规潜水作业所需空气总储备量，单位为立方米(m^3)；
- K_1 ——计算常数，取2。

5.1.5 空气常规潜水作业氧气总储备量

空气常规潜水作业氧气总储备量计算方法见式（7）。

$$V_q = K_2 \times V_{q1} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- V_q ——空气常规潜水作业所需氧气总储备量，单位为立方米(m^3)；
- K_2 ——计算常数，取1.5。

5.2 氮氧常规潜水作业使用水面需供式潜水装具所需气体量

5.2.1 氮氧混合气用量

5.2.1.1 氮氧常规潜水所需氮氧混合气量

氮氧常规潜水作业过程中水面供气需供式潜水装具的氮氧混合气供气量（不计算纯氮用量），氮氧混合气比例参见附录B。氮氧常规潜水所需氮氧混合气量计算方法见式（8）。

$$V_{i1} = Q_v \times N \times t_2 \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- V_{i1} ——氮氧混合气作业过程所需混合气量，单位为立方米(m^3)；

Q_v ——使用某种潜水装具的潜水员在水下从事不同劳动强度作业时所需供气流量，单位为升每分(L/min)，按式(2)计算；

t_2 ——混合气供气时间单位为分(min)。

5.2.1.2 氮氧常规潜水所需混合气总储备量

氮氧混合气总储备量计算方法见式(9)

$$V_i = K_3 \times V_{i1} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

V_i ——氮氧混合气总储备量；

K_3 ——计算常数，取值1.5。

5.2.1.3 备用治疗气所需混合气

氮氧常规潜水发生减压病进行氮氧加压治疗所需50%氮氧混合气储备量，计算按照3人次计算，0.3MPa呼吸40min混合气，0.24MPa呼吸25min混合气，减压至0.18MPa呼吸25min混合气（参见附录C）。备用治疗气所需混合气计算方法见式(10)。

$$V_{i2} = q_{01} \times \left(\frac{P_3}{P_0} + 1 \right) \times t_3 \times N_1 \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

V_{i2} ——备用治疗气所需要的混合气量，单位为立方米(m^3)；

P_3 ——使用治疗气时加压舱的相对压强，单位为兆帕(MPa)；

t_3 ——治疗气供气时间，单位为分(min)；

N_1 ——需治疗的潜水员人次。

注：不计算具体用量，只提供方法，具体用量，根据潜水医生实际情况确定。

5.2.2 氮氧常规潜水作业过程中所需氧气量

5.2.2.1 水下吸氧减压所需氧气量

水下吸氧减压所需氧气量计算方法见式(11)。

$$V_{q3} = q_{02} \times \left(\frac{d_p}{d_0} + 1 \right) \times N \times t_1 \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

V_{q3} ——水下吸氧减压所需氧气量，单位为立方米(m^3)；

q_{02} ——常压下静息条件下的潜水员氧耗量，单位为升每分(L/min)，参见附录A；

d_p ——水下吸氧开始水深至出水前水深的平均水深，单位为米(m)。

5.2.2.2 甲板减压舱内水面吸氧减压所需氧气量

甲板减压舱内水面吸氧减压所需氧气量计算方法见(12)。

$$V_{q4} = q_{02} \times \left(\frac{d_p}{d_0} + 1 \right) \times N_1 \times t_1 \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

V_{q4} ——水下吸氧减压所需氧气量, 单位为立方米 (m^3);

d_p ——甲板减压舱内开始吸氧至出舱前的平均深度, 单位为米 (m)。

5.2.2.3 氮氧常规潜水作业过程中所需氧气总储备量

氮氧常规潜水作业过程中所需氧气总储备量计算方法见式 (13)。

$$V_q = K_2 \times (V_{q3} + V_{q4}) \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中:

V_q ——氮氧常规潜水所需氧气总储备量, 单位为立方米 (m^3)。

5.2.3 氮氧常规潜水所需空气量

5.2.3.1 水下减压过程所需空气量

水下减压过程所需空气量计算方法见式 (14)。

$$V_{c3} = q_{02} \times \left(\frac{d_p}{d_0} + 1 \right) \times N \times t \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

V_{c3} ——水下减压所需空气量, 单位为立方米 (m^3);

d_p ——水下转换呼吸空气开始水深至出水前水深的平均水深, 单位为米 (m);

N ——为潜水人次。

5.2.3.2 水面减压所需空气量

水面减压所需空气量计算方法见式 (15)。

$$V_{c4} = V_d \times \frac{P_1}{P_0} \times N_d \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中:

V_{c4} ——减压过程中进行水面减压时所需空气量, 单位为立方米 (m^3);

V_d ——加压舱容积, 单位为立方米 (m^3);

P_1 ——水面减压时加压舱的最大相对压强, 单位为兆帕 (MPa);

P_0 ——常压的压强, 0.10MPa;

N_d ——水面减压次数。

5.2.3.3 空气总储备量

空气总储备量计算方法见式 (16)。

$$V_c = K_1 \times (V_{c3} + V_{c4}) \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中：

V_q ——氮氧常规潜水所需氧气总贮备量，单位为立方米(m^3)。

5.3 邦司潜水所需要的气体量

5.3.1 邦司潜水所需混合气量

5.3.1.1 潜水钟加压到作业深度所需的氮氧混合量

潜水钟加压到作业深度所需的氮氧混合气量计算方法见式(17)。

$$V_{q5} = V_b \times \left(\frac{d}{d_0} + 1 \right) \times N_c \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中：

V_{q5} ——所需氮氧混合量，单位为立方米(m^3)；

V_b ——潜水钟容积，单位为立方米(m^3)；

N_c ——潜水钟潜水次数。

注：氮氧混合气比例见附录B。

5.3.1.2 潜水过程所需的氮氧混合气量

潜水过程所需的氮氧混合气量计算方法见式(18)。

$$V_{i2} = Q_v \times N \times t_2 \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (18)$$

式中：

V_{i2} ——氮氧混合气作业过程所需混合气量，单位为立方米(m^3)；

Q_v ——使用某种潜水装具的潜水员在水下从事不同劳动强度作业时所需供气流量，单位为升每(L/min)，按式(2)计算；

N ——潜水人次。

5.3.1.3 备用治疗气所需氮氧混合气

邦司潜水的备用治疗气参照式(10)计算。

5.3.1.4 氮氧混合气总贮备量

氮氧混合气总贮备量计算方法见式(19)。

$$V_{q6} = K_3 \times (V_{q5} + V_{i2}) \quad \dots\dots\dots (19)$$

式中：

V_{q6} ——邦司潜水作业所需氮氧混合气总贮备量，单位为立方米(m^3)。

5.3.2 邦司潜水所需空气量

5.3.2.1 甲板减压舱加压到与潜水钟对接时的相对压强所需空气量

甲板减压舱加压到与潜水钟对接时的相对压强所需空气量计算方法见式(20)。

$$V_{c6} = V_D \times \frac{P_3}{P_0} \times N_C \quad \dots\dots\dots (20)$$

式中:

V_{c6} ——所需空气量,单位为立方米(m^3);

V_D ——甲板减压舱容积,单位为立方米(m^3);

P_3 ——甲板减压舱加压到与潜水钟对接时的相对压强,单位为兆帕(MPa)。

5.3.2.2 空气总贮备量

空气总贮备量计算方法见式(21)。

$$V_{cr} = K_1 \times V_{c6} \quad \dots\dots\dots (21)$$

式中:

V_{cr} ——使用水面供气需供式装具进行氮氧常规潜水空气总贮备量,单位为立方米(m^3)。

5.3.3 邦司潜水减压所需氧气总贮备量

邦司潜水减压所需氧气总贮备量计算方法见式(22)。

$$V_{q5} = K_2 \times V_{q4} \quad \dots\dots\dots (22)$$

式中:

V_{q5} ——邦司潜水减压所需氧气总贮备量。

5.4 空气饱和潜水作业所需气体量

5.4.1 建立空气饱和潜水居住舱环境所需空气量

建立空气饱和潜水居住舱环境所需空气量计算方法见式(23)。

$$V_{c7} = V_h \times \frac{P_4}{P_0} \quad \dots\dots\dots (23)$$

式中:

V_{c7} ——建立空气饱和居住环境所需空气量,单位为立方米(m^3);

V_h ——饱和居住舱容积,单位为立方米(m^3);

P_4 ——相当于饱和深度的相对压强,单位为兆帕(MPa);

5.4.2 维持空气饱和潜水居住舱环境所需空气量

空气饱和潜水时,可用压缩空气通风,改善饱和居住舱内的气体卫生学质量。维持空气饱和潜水居住舱环境所需空气量计算方法见式(24)。

$$V_{c8} = \left[V_h \times \left(\frac{P_4}{P_0} + 1 \right) \times r + (V_p \times f + V_g \times s) \times \frac{P}{P_0} \right] \times M \quad \dots\dots\dots (24)$$

式中:

V_{c8} ——维持空气饱和居住环境所需空气量, 单位为立方米 (m^3);

R ——饱和居住舱气体泄漏率, 单位为百分比每天 ($\%/d$);

V_p ——递物筒容积, 单位为立方米 (m^3);

F ——每天开启递物筒的次数;

V_g ——排污筒容积, 单位为立方米 (m^3);

S ——每天排污次数;

M ——饱和居住的天数, 单位为天 (d)。

5.4.3 潜水钟加压到巡潜深度所需空气量

潜水钟加压到巡潜深度所需空气量计算方法见式 (25)。

$$V_{c9} = V_b \times \left(\frac{d_6}{d_0} + 1 \right) \times N_b \quad \dots\dots\dots (25)$$

式中:

V_{c9} ——巡回潜水潜水钟加压到巡潜深度所需空气量, 单位为立方米 (m^3);

V_b ——潜水钟容积, 单位为立方米 (m^3);

d_6 ——巡潜深度, 单位为米 (m);

N_b ——潜水钟巡潜次数。

5.4.4 巡回潜水员所需空气量

巡回潜水时, 潜水员呼吸压缩空气借助潜水钟按GB/T 17871规定的深度一时间限度进行巡回潜水。

潜水员巡潜结束不需减压, 直接返回饱和居住舱。巡回潜水员所需空气量计算方法见式 (26)。

$$V_{c10} = Q_{v2} \times \left(\frac{d_6}{d_0} + 1 \right) \times N_e \times t_e \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (26)$$

式中:

V_{c10} ——巡回潜水潜水员所需空气量, 单位为立方米 (m^3);

N_e ——巡回潜水的潜水员人数;

t_e ——巡回潜水的的时间, 单位为分 (min)。

5.4.5 饱和减压所需氧气量

饱和减压所需氧气量计算方法见式 (27)。

$$V_{q5} = q_{01} \times \left(\frac{P_5}{P_0} + 1 \right) \times N_s \times t_1 \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (27)$$

式中:

V_{q5} ——减压所需氧气量, 单位为立方米 (m^3);

P_5 ——吸氧减压时饱和居住舱的平均相对舱压, 单位为兆帕 (MPa);

N_s ——饱和潜水的潜水员人数。

5.4.6 空气饱和潜水作业气体总储备量

5.4.6.1 空气饱和潜水作业空气总储备量

空气饱和潜水作业所需空气总储备量计算方法见式(28)。

$$V_{cs} = K_1 \times (V_{c7} + V_{c8} + V_{c9} + V_{c10}) \quad \dots\dots\dots (28)$$

式中:

V_{cs} ——空气饱和潜水作业空气总储备量, 单位为立方米(m^3)。

注: 对于现场配置压力和流量达到实时供气要求的空压机的条件下, 空气总储备量可按照饱和舱总容积 V_h 的两倍计算。

5.4.6.2 空气饱和潜水作业氧气总储备量

空气饱和潜水作业所需氧气总储备量计算方法见式(29)。

$$V_{qs} = K_2 \times V_{q5} \quad \dots\dots\dots (29)$$

式中:

V_{qs} ——空气饱和潜水作业氧气总储备量, 单位为立方米(m^3)。

5.5 氮氧饱和空气巡回潜水作业所需气体量

5.5.1 建立饱和潜水居住舱环境所需气体量

5.5.1.1 建立饱和潜水居住舱环境所需空气量

建立饱和潜水居住舱环境所需空气量计算方法见式(30)。

$$V_{c11} = V_h \times \frac{P_6}{P_0} \quad \dots\dots\dots (30)$$

式中:

V_{c11} ——建立氮氧饱和居住环境所需空气量, 单位为立方米(m^3);

V_h ——饱和居住舱容积, 单位为立方米(m^3);

P_6 ——相对于6.7米的相对压强, 0.067MPa。

5.5.1.2 建立饱和潜水居住舱环境所需氮气量

建立饱和潜水居住舱环境所需氮气量计算方法见式(31)。

$$V_n = V_h \times \left(\frac{P_4 - P_6}{P_0} \right) \quad \dots\dots\dots (31)$$

式中:

V_n ——建立氮氧饱和居住环境所需氮气量, 单位为立方米(m^3)。

5.5.2 维持饱和潜水居住舱环境所需空气量

氮氧饱和过程中，主要采用补空气以维持饱和居住舱的舱压和氧分压值的稳定。饱和居住舱的氧分压值的控制也可采用补代谢氧方法。当氧分压大于 33kPa 时，可加入纯氮调节氧分压。维持氮氧饱和潜水居住舱环境所需空气量计算方法见式（32）。

$$V_{c12} = \left[V_h \times \left(\frac{P_4}{P_0} + 1 \right) \times r + (V_p \times f + V_g \times s) \times \frac{P_4}{P_0} \right] \times M \quad \dots\dots\dots (32)$$

式中：

V_{c12} ——维持氮氧饱和居住环境所需空气量，单位为立方米（ m^3 ）。

5.5.3 氮氧饱和空气巡回潜水作业使用潜水钟巡回潜水所需空气量

5.5.3.1 巡回潜水钟加压到巡回潜水深度所需空气量

氮氧饱和空气巡潜时，潜水钟加压到巡潜深度所需空气量计算方法同空气饱和巡回潜水，见式(25)。

5.5.3.2 巡回潜水员所需空气量

氮氧饱和空气巡回潜水时，潜水员所需空气量计算方法同空气饱和巡回潜水，见式（26）。

5.5.4 氮氧饱和空气巡回潜水作业饱和减压所需氧气量

氮氧饱和空气巡回潜水减压采用阶段等速的减压。减压开始，从饱和深度快速减压到第一停留站，时间为10 min。后续停留站的间距为1.5 m。各停留站停留时间的最后1 min为移行到下一停留站的时间，10.5m站开始采用间歇吸氧方法。

氮氧饱和空气巡回潜水减压时，所需氧气量计算方法同空气饱和潜水，见式（27）。

5.5.5 氮氧饱和空气巡回潜水作业气体总储备量

5.5.5.1 氮氧饱和空气巡回潜水作业空气总储备量

氮氧饱和空气巡回潜水作业所需空气总储备量计算方法见式（33）。

$$V_{ct} = K_1 \times (V_{c11} + V_{c12} + V_{c9} + V_{c10}) \quad \dots\dots\dots (33)$$

式中：

V_{ct} ——氮氧饱和空气巡回潜水作业空气总储备量，单位为立方米（ m^3 ）。

5.5.5.2 氮氧饱和空气巡回潜水作业氧气总储备量

氮氧饱和空气巡回潜水作业所需氧气总储备量计算方法见式（34）。

$$V_{qt} = K_2 \times V_{q5} \quad \dots\dots\dots (34)$$

式中：

V_{qt} ——氮氧饱和空气巡回潜水作业氧气总储备量，单位为立方米（ m^3 ）。

5.5.5.3 氮氧饱和和空气巡回潜水作业氮气总储备量

氮氧饱和和空气巡回潜水作业所需氮气总储备量计算方法见式(35)。

$$V_{nt} = K_2 \times V_n \quad \dots\dots\dots (35)$$

式中:

V_{nt} ——氮氧饱和和空气巡回潜水作业氮气总储备量,单位为立方米(m^3)。

5.6 氮氧饱和和潜水作业所需气体量

5.6.1 氮氧饱和和潜水作业建立饱和潜水居住舱环境所需气体量

5.6.1.1 建立饱和潜水居住舱环境所需氦气量

建立饱和潜水居住舱环境所需氦气量计算方法见式(36)。

$$V_{i3} = V_h \times \left(\frac{P_4 - C_{01} \times P_6}{P_0} \right) \quad \dots\dots\dots (36)$$

式中:

V_{i3} ——建立氮氧饱和和居住环境所需氦气量,单位为立方米(m^3);

C_{01} ——加压用氮氧混合气中氧浓度,单位为百分比(%),参见附录B。

5.6.1.2 建立饱和潜水居住舱环境所需氧气量

建立饱和潜水居住舱环境所需氧气量计算方法见式(37)。

$$V_{q6} = V_h \times \frac{C_{01} \times P_6}{P_0} \quad \dots\dots\dots (37)$$

式中:

V_{q6} ——建立氮氧饱和和居住环境所需氧气量,单位为立方米(m^3)。

5.6.2 氮氧饱和和潜水作业维持饱和潜水居住舱环境所需气体量

5.6.2.1 维持饱和潜水居住舱环境所需氦气量

维持饱和潜水居住舱环境所需氦气量计算方法见式(38)。

$$V_{i4} = \left[V_h \times \left(\frac{P_4}{P_0} + 1 \right) \times r + (V_p \times f + V_g \times s) \times \frac{P_4}{P_0} \right] \times M \quad \dots\dots\dots (38)$$

式中:

V_{i4} ——维持氮氧饱和和居住环境所需氦气量,单位为立方米(m^3)。

5.6.2.2 氮氧饱和和潜水作业维持饱和潜水居住舱环境所需氧气量

氮氧饱和和潜水作业维持饱和潜水居住舱环境所需氧气量计算方法见式(39)。

$$V_{q7} = q_{02} \times N_s \times t_d \times M \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (39)$$

式中：

V_{q7} ——维持氮氧饱和居住环境所需氧气量，单位为立方米（ m^3 ）；

t_d ——每天补充代谢氧时间。

5.6.3 氮氧饱和潜水作业使用潜水钟巡回潜水所需气体量

5.6.3.1 潜水钟加压到巡潜深度所需氮氧混合气量

潜水钟加压到巡潜深度所需氮氧混合气量计算方法见式（40）。

$$V_{i5} = V_b \times \left(\frac{d_7}{d_6} + 1 \right) \times N_b \quad \dots\dots\dots (40)$$

式中：

V_{i5} ——巡回潜水潜水钟加压到巡潜深度所需氮氧混合气量，单位为立方米（ m^3 ）；

V_b ——潜水钟容积，单位为立方米（ m^3 ）；

d_6 ——饱和深度，单位为米（m）；

d_7 ——巡潜深度，单位为米（m）。

注：氮氧混合气的氮气、氧气比例见附录B。

5.6.3.2 巡回潜水所需氮氧气混合气量

巡回潜水所需氮氧气混合气量计算方法见式（41）。

$$V_{i6} = Q_{v2} \times \left(\frac{d_7}{d_0} + 1 \right) \times N_e \times t_e \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (41)$$

式中：

V_{i6} ——巡回潜水潜水员所需氮氧混合气量，单位为立方米（ m^3 ）。

注：巡潜时若使用氮气回收装置，则巡潜气的用气量按照所使用的氮氧回收装置的回收率进行折扣计算。

5.6.4 氮氧饱和潜水作业饱和减压所需气体量

氮氧饱和潜水作业最终减压开始前，潜水员应返回巡回潜水出发时的居住深度。按照采用的减压表的规定，潜水员完成在居住深度的平衡周期。最终减压方案以表格的形式规定最终减压各深度氧分压、氧浓度、二氧化碳分压、温度、相对湿度。最终减压开始前，按照采用的减压表的规定，提高甲板居住舱氧分压。

氮氧饱和潜水作业饱和减压所需氧气量计算方法见式（42）。

$$V_{q11} = V_h \times \frac{P_7}{P_4 + P_0} \times \ln \frac{P_4 + P_0}{P_0} \quad \dots\dots\dots (42)$$

式中：

V_{q11} ——维持减压过程中氧分压强所需氧气量，单位为立方米（ m^3 ）；

P_7 ——饱和居住舱氧分压强，0.04MPa。

5.6.5 备用的治疗用氮氧混合气量（仅计算治疗混合气）

氮氧饱和潜水过程中，备用的治疗用氮氧混合气按1人次、每个治疗周期20 min共5个治疗周期的用气量准备。治疗深度取1/2饱和深度和1/3饱和深度，氧浓度取适宜氧分压强0.18 MPa时值。

备用的治疗用氮氧混合气所需氧气量计算方法见式（43）。

$$V_{hq} = K_4 \times \left(\frac{P_4}{P_0} + 1 \right) \times q_{01} \times t_t \times 10^{-3} \dots\dots\dots (43)$$

式中：

V_{hq} ——备用的治疗用氮氧混合气所需气量，单位为立方米（ m^3 ）；

K_4 ——计算常数，取5/6；

t_t ——治疗时间，每个治疗周期20min，按五个治疗周期计100min。

5.6.6 氮氧饱和潜水作业气体总储备量

5.6.6.1 氮氧饱和潜水作业氧气总储备量

氮氧饱和潜水作业所需氧气总储备量计算方法见式（44）。

$$V_{qu} = K_2 \times (V_{q6} + V_{q7} + V_{q11}) \dots\dots\dots (44)$$

式中：

V_{qu} ——氮氧饱和潜水作业氧气总贮气量，单位为立方米（ m^3 ）。

5.6.6.2 氮氧饱和潜水作业氮气总储备量

氮氧饱和潜水作业所需氮气总储备量计算方法见式（45）。

$$V_{iu} = K_3 \times (V_{i3} + V_{i4}) \dots\dots\dots (45)$$

式中：

V_{iu} ——氮氧饱和潜水作业氮气总贮气量，单位为立方米（ m^3 ）。

5.6.6.3 氮氧饱和潜水使用的氮氧混合气总储备量

氮氧饱和潜水作业所需氮氧混合气总储备量计算方法见式（46）。

$$V_{qt} = K_3 \times (V_{i5} + V_{i6}) \dots\dots\dots (46)$$

式中：

V_{qt} ——饱和使用的氮氧混合气总贮备量，单位为立方米（ m^3 ）。

附录 A

(资料性附录)

常压下不同劳动强度时的氧耗量、二氧化碳产生量和通气量

常压下不同劳动强度时的氧耗量、二氧化碳产生量和通气量见表 A. 1。

表A. 1

单位：升每分(L/min)

劳动强度等级	氧耗量	二氧化碳产生量	通气量
静息	0.33	0.3	10.0
轻	1.0	0.9	30.0
中	1.5	1.4	40.0
重	3.0	2.7	65.0

附 录 B
(资料性附录)
潜水用氮氧混合气中氧含量上下极限值表

潜水用氮氧混合气中氧含量上下极限值见表 B. 1。

表 B. 1

深度/m	在规定时间内、最高氧分压值下，潜水用氮氧混合气中氧浓度/[% (V/V)]				最低氧分压强 0.05 MPa 时氧浓度/[% (V/V)]
	规定时间/h				
	1	2	4	8	
	最高氧分压强/MPa				
	0.16	0.14	0.12	0.10	
60	22.9	20.0	17.1	14.3	7.1
70	20.0	17.5	15.0	12.5	6.3
80	19.8	15.6	13.3	11.1	5.6
90	16.0	14.0	12.0	10.0	5.0
100	14.5	12.7	10.9	9.1	4.6
110	13.3	11.7	10.0	8.3	4.2
120	12.3	10.8	9.2	7.7	3.9
130	11.4	10.0	8.6	7.1	3.6
140	10.7	—	8.0	6.7	3.3
150	10.0	—	7.5	6.3	3.1
160	9.4	—	7.1	5.9	2.9
170	8.9	—	6.7	5.6	2.8
180	8.4	—	6.3	5.3	2.6
190	8.0	—	6.0	5.0	2.5
200	7.6	—	5.7	4.8	2.4
210	7.3	—	5.5	4.5	2.3
220	7.0	—	5.2	4.3	2.2
230	6.7	—	5.0	4.2	2.1
240	6.4	—	4.8	4.0	2.0
250	6.2	—	4.6	3.8	1.9
260	5.9	—	4.4	3.7	1.9
270	5.7	—	4.3	3.6	1.8
280	5.5	—	4.2	3.4	1.7
290	5.3	—	4.0	3.3	1.7
300	5.2	—	3.9	3.2	1.6

附 录 C
(资料性附录)
治疗用氮氧混合气中氧含量

治疗用氮氧混合气中氧含量见表C.1。

表 C.1

深度/m	最低氧分压 0.12 MPa	适宜氧分压 0.18 MPa	最高氧分压 0.25 MPa
	氧浓度/% (V/V)	氧浓度/% (V/V)	氧浓度/% (V/V)
15	48.0	72.0	100.0
20	40.0	60.0	83.3
25	34.3	51.4	71.4
30	30.0	45.0	62.5
35	26.7	40.0	55.6
40	24.0	36.0	50.0
45	21.8	32.7	45.5
50	20.0	30.0	41.7
55	18.5	27.7	38.5
60	17.1	25.7	35.7
70	15.0	22.5	31.3
80	13.3	20.0	27.7
90	12.0	18.0	25.0
100	10.9	16.4	22.7
110	10.0	15.0	20.8
120	9.2	13.8	19.2
130	8.6	12.9	17.8
140	8.0	12.0	16.7
150	7.5	11.3	15.6
160	7.1	10.6	14.7
170	6.7	10.0	13.9
180	6.3	9.5	13.2
190	6.0	9.0	12.5
200	5.7	8.6	11.9
210	5.5	8.2	11.4
220	5.2	7.8	10.9
230	5.0	7.5	10.4
240	4.8	7.2	10.0
250	4.6	6.9	9.6
260	4.4	6.7	9.3
270	4.3	6.4	8.9
280	4.1	6.2	8.6
290	4.0	6.0	8.3
300	3.9	5.8	8.1