

T/CDSA

中国潜水救捞行业协会团体标准

T/CDSA XXXX—202X

盾构氦氮氧混合气高压作业减压 技术规程

Technical code of practice of decompression for shield tunneling hyperbaric
operations with helium nitrogen oxygen mixture

（报批稿）

（完成时间：2025 年 6 月 21 日）

202X – XX – XX 发布

202X – XX – XX 实施

中国潜水救捞行业协会 发布

目 次

前言 II

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 技术方案 3

5 技术要求 3

附录 A（规范性）氮氮氧混合气高压作业减压表..... 5

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。

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。

本文件由深圳市德威胜潜水工程有限公司提出。

本文件由中国潜水救捞行业协会归口。

本文件起草单位：深圳市德威胜潜水工程有限公司、四川宝盾隧高气压技术服务有限公司、安潜科技(深圳)有限公司、上海交通大学、中交一航局第一工程有限公司、广州潜水学校、上海交大海洋水下工程科学研究院有限公司。

本文件主要起草人：宋春海、附晓军、李家颂、徐国梁、石路、张玉祥、赵国胜、许文兵、袁晓国、陈小强、李洋洋、华文生、杨岗、陈水开、张辉。

盾构氮氮氧混合气高压作业减压 技术规程

1 范围

本文件规定了以氮氮氧混合气为呼吸介质的盾构高压作业减压的技术方案和技术要求。
本文件适用于0.48 MPa~0.75 MPa盾构氮氮氧混合气高压作业的减压操作。

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 12521 空气潜水减压技术要求
GB/T 17870 减压病加压治疗技术要求
JT/T 909 潜水员潜水后飞行要求
JT/T 1452 潜水打捞术语

3 术语和定义

GB/T 12521和JT/T 1452 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

减压方法 decompression methods

在高压暴露后，为了提高减压效率和安全性，在减压过程中采用相应减压方式和呼吸相应气体的减压措施。

3.2

减压方案 decompression schedule

按高压暴露压力和工作时间组合规定的减压步骤和时间依据。

[来源:GB/T 12521—2008, 3.9, 有修改]

3.3

减压表 decompression table

为方便高压作业时查阅和选择减压方案，有次序地把不同高压暴露压力和工作时间的减压方案编制在一起的表格。

[GB/T 12521—2008, 3.4, 有修改]

4 技术方案

4.1 技术方案应包括减压方法和减压方案。

4.2 减压方法可选择呼吸介质仅为氮氮氧混合气、转换氮氧混合气和空气的减压方式，或选择增加呼吸氧气的减压方式。

4.3 减压方案应按附录A表A.1，依据工作压力和工作时间，结合环境影响因素选择。

5 技术要求

5.1 本技术方案适用于盾构0.48 MPa~0.75 MPa呼吸氮氮氧混合气实施的高压作业后的减压。

5.2 技术方案以 0.48 MPa 为起始压力,从 0.48 MPa 起每隔 0.03 MPa 为一个压力档,共有 10 个压力档的减压方案。其中 0.48 MPa~0.54 MPa 区间内各个压力挡中设有 8 个减压方案,分别为 15 min、25 min、30 min、40 min、50 min、70 min、90 min 和 110 min 作业时间档;0.57 MPa~0.63 MPa 区间内各个压力挡中设有 7 个减压方案,分别为 15 min、25 min、30 min、40 min、50 min、70 min 和 90 min 作业时间档;0.66 MPa~0.75 MPa 区间内各个压力挡中设有 6 个减压方案,分别为 15 min、25 min、30 min、40 min、50 min 和 80 min 作业时间档。

5.3 技术方案中各压力档中的粗横线以下的减压方案为例外暴露,不应作为常规作业减压方案。在应急情况下如若使用,应注意控制作业时间在表列范围内并需有一定保留量。

5.4 技术方案中的工作压力和工作时间如与表列数字相同,则应采用下一个工作压力和工作时间;如果工作压力和工作时间在表列两个数字之间,则应采用相近的较大工作压力和较长工作时间。

5.5 呼吸氮氮氧混合气进行作业,各组成气体的分压应控制在氧分压 0.14 MPa~0.16 MPa。氮分压 0.18 MPa~0.32 MPa,其余为氮气。

5.6 作业压力低于 0.5 MPa (含 0.5 MPa) 时,减压时可直接转换呼吸 77%/23%氮氧混合气,逐站停留至 0.15 MPa 后转换呼吸 100%氧气。

5.7 作业压力大于 0.5 MPa 时,减压时应继续呼吸氮氮氧混合气,减压至 0.5 MPa 后,转换呼吸 77%/23%氮氧混合气,逐站停留至 0.15 MPa 后转换呼吸 100%氧气。

5.8 若第一停留站在 0.15 MPa (含 0.15 MPa) 以下,可直接呼吸氮氮氧混合气减压至第一停留站,转换呼吸 100%氧气。

5.9 吸氧减压采用间歇交替吸氧法,即每呼吸 20 min~25 min 氧气,间歇呼吸 5 min 舱室空气。减压方案中括号内数字代表吸氧时间,不带括号的数字代表间歇呼吸舱室空气的时间。在吸氧阶段的站间移行应采用吸氧方式进行。

5.10 作业结束开始减压至第一停留站的时间应按表中规定严格执行,减压速率应控制在 ≤ 0.1 MPa/min。若减压到第一停留站的速度过快,提前到站,应将因减压速度过快而未用完的时间加入第一停留站的停留时间。若不慎直接减压到常压,应按放漂处理。

5.11 技术方案中,无论是呼吸氮氮氧、空气或氧气,减压方案中的各停留站移行时间及最后停留站至常压的移行时间均为 1 min,该时间不计入各停留站停留时间,应计入减压总时间内。

5.12 在 0.15 MPa 停留站吸氧过程中如出现任何氧中毒表现或不适,应立即停止吸氧,呼吸舱室空气,待症状消失后改用面罩呼吸 77%/23%氮氧混合气,同时按原减压方案的 0.15 MPa 停留时间重新开始计时,直至移行至 0.12 MPa 后恢复吸氧。

5.13 高血压作业减压出舱后,应在距配有甲板减压舱或高压氧舱不超过 30 min 车程距离的场所医学观察 3 h。

5.14 高血压作业人员减压出舱后 24 h 内不应进行第二次高血压作业。

5.15 高血压作业减压结束后,高血压作业人员若需要搭乘飞行器或去高海拔地区,应按照 JT/T 909 的规定执行。

5.16 技术方案中,选择减压方法和减压方案时,除依据工作压力和工作时间外,还应综合考虑作业环境的气温、通风、劳动强度、饮水量、技术水平、健康状况和主观感觉等多种影响因素。若环境通风差、劳动强度大、饮水量较少、技术不熟练等影响因素较多,应适当选择相应的延长方案。

5.17 减压方案的停留站压力和停留时间不得随意更改。

5.18 高血压作业人员在减压过程中,若感到任何不适,应及时报告。如果症状和体征发生在 0.4 MPa~0.18 MPa 压力下,可采用呼吸 50%/50%氮氧混合气至症状消失,如果症状发生在 0.15 MPa (含 0.15 MPa) 压力以下,则应将压力提高 0.03 MPa,呼吸 100%氧气,直至症状消失,而后再按减压方案进行后续减压。症状严重无法消失的,应按 GB/T 17870 或相关减压病治疗方案进行加压治疗。

附 录 A
(规范性)
氮氮氧混合气高压作业减压表

表A.1规定了氮氮氧混合气高压作业各作业压力和作业时间下的减压方案。

表 A.1 氮氮氧混合气高压作业减压表

作业压力 MPa	呼吸气体	作业时间 min	移行到第一停留站的时间 min	减压停留站压力 MPa											减压总时间 min	
				减压呼吸气体						减压呼吸气体						
				77%N ₂ -23%O ₂						空气 / 100%O ₂						
				0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06		0.03
0.48	氧浓度20%，氮浓度31%~43%，其余为氮的氮氮氧混合气	15	3							2	4	(10)	(5)	(5)	(5)	40
		25	3						1	2	5	(10)	(10)	(5)	(5)	48
		30	3						1	5	(15)	(15)	(5)	(5)	(5)	61
		40	3						2	5	(20)	5 (20)	5 (10)	(5)	(5)	87
		50	3						2	6	(15) 5 (15)	5 (25)	5 (15)	(5)	(5)	113
		70	3						4	8	(20) 5 (20)	5 (15) 5 (15)	5 (20)	(10)	(5)	147
		90	3						5	15	(25) 5 (25)	5 (20) 5 (20)	5 (20)	(10)	(5)	175
		110	3					1	10	16	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (15) 5 (15) 5 (15)	5 (15) 5 (15)	(10)	(5)	223

表 A.1 （续）

作业压力 MPa	呼吸气体	作业时间 min	移行到第一停留站的时间 min	减压停留站压力 MPa											减压总时间 min	
				减压呼吸气体						减压呼吸气体						
				77%N ₂ -23%O ₂						空气 / 100%O ₂						
				0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06		0.03
0.51	氧浓度 20%，氮浓度 29%~43%，其余为氮的氮氮氧混合气	15	3						1	2	4	(10)	(5)	(5)	(5)	42
		25	3						2	4	(10)	(10)	(5)	(5)	(5)	51
		30	3						3	5	(20)	5 (10)	(10)	(5)	(5)	73
		40	3					1	3	6	(15) 5 (15)	5 (20)	(10)	(5)	(5)	101
		50	3					1	3	8	(15) 5 (15)	5 (25)	5 (20)	(5)	(5)	123
		70	3					2	5	8	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (15) 5 (15)	5 (20)	(5)	(5)	171
		90	3					3	9	16	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (20) 5 (20)	5 (25)	(15)	(5)	209
		110	3					5	13	16	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (20) 5 (20) 5 (20)	5 (30)	5 (15)	(5)	250

表 A.1 （续）

作业压力 MPa	呼吸气体	作业时间 min	移行到第一停留站的时间 min	减压停留站压力 MPa											减压总时间 min	
				减压呼吸气体						减压呼吸气体						
				77%N ₂ -23%O ₂						空气 / 100%O ₂						
				0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06		0.03
0.54	氧浓度 20%、氮浓度 28%~43%、其余为氩的氮氮氧混合气	15	4						1	2	4	(10)	(5)	(5)	(5)	43
		25	3					1	2	5	(15)	(10)	(5)	(5)	(5)	59
		30	3					1	3	5	(20)	5 (15)	(10)	(5)	(5)	80
		40	3					2	3	7	(15) 5 (15)	5 (20)	5 (15)	(5)	(5)	113
		50	3					3	4	8	(20) 5 (20)	5 (15) 5 (15)	5 (15)	(5)	(5)	141
		70	3					5	6	13	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (15) 5 (15)	5 (25)	(5)	(5)	185
		90	3				1	6	12	16	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (20) 5 (20) 5 (20)	5 (25)	(5)	(5)	232
		110	3				2	11	13	21	(25) 5 (25) 5 (25) 5 (25)	5 (20) 5 (20) 5 (15) 5 (15)	5 (15) 5 (15)	(10)	(5)	274

表 A.1 （续）

作业压力 MPa	呼吸气体	作业时间 min	移行到第一停留站的时间 min	减压停留站压力 MPa											减压总时间 min	
				减压呼吸气体						减压呼吸气体						
				77%N ₂ -23%O ₂						空气 / 100%O ₂						
				0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06		0.03
0.57	氧浓度 20%，氮浓度 27%～43%，其余为氦的氮氮氧混合气	15	4						2	2	4	(10)	(10)	(5)	(5)	49
		25	4					1	3	3	(15)	(10)	(5)	(5)	(5)	59
		30	3				1	2	3	6	(25)	5 (20)	(10)	(5)	(5)	94
		40	3				2	2	3	8	(20) 5 (20)	5 (25)	5 (15)	(5)	(5)	132
		50	3				2	2	5	9	(20) 5 (20)	5 (20) 5 (20)	5 (20)	(5)	(5)	160
		70	3				3	5	7	16	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (20) 5 (20)	5 (20) 5 (20)	(5)	(5)	223
		90	3				5	9	12	16	(25) 5 (25) 5 (25) (25)	5 (20) 5 (20) 5 (20)	5 (15) 5 (15)	(10)	(5)	269

表 A.1 （续）

作业压力 MPa	呼吸气体	作业时间 min	移行到第一停留站的时间 min	减压停留站压力 MPa											减压总时间 min	
				减压呼吸气体						减压呼吸气体						
				77%N ₂ -23%O ₂						空气 / 100%O ₂						
				0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06		0.03
0.60	氧浓度 20%，氮浓度 26%~43%，其余为氮的氮氮氧混合气	15	4					1	2	2	5	(15)	(10)	(5)	(5)	57
		25	4					2	3	5	(15)	(15)	(10)	(5)	(5)	72
		30	4				1	3	3	7	(20) 5 (20)	5 (15)	(10)	(5)	(5)	112
		40	3			1	2	3	4	8	(20) 5 (20)	5 (15) 5 (15)	5 (20)	(5)	(5)	151
		50	3			1	2	5	5	9	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (15) 5 (15)	5 (25)	(5)	(5)	185
		70	3			1	5	5	11	16	(20) 5 (20) 5 (20) 5 (20)	5 (20) 5 (20) 5 (20)	5 (20) 5 (20)	(5)	(5)	256
		90	3			3	5	12	12	20	(25) 5 (25) 5 (25) 5 (25)	5 (20) 5 (25) 5 (20) 5 (15)	5 (15) 5 (20) 5 (20)	10 (5)	10 (5)	325

表 A.1 （续）

作业压力 MPa	呼吸气体	作业时间 min	移行到第一停留站的时间 min	减压停留站压力 MPa											减压总时间 min	
				减压呼吸气体						减压呼吸气体						
				77%N ₂ -23%O ₂						空气 / 100%O ₂						
				0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06		0.03
0.63	氧浓度20%，氮浓度25%~43%，其余为氮的氮氧混合气	15	4				1	1	2	4	(10)	(10)	(5)	(5)	(5)	56
		25	4				1	2	3	5	(20)	5 (15)	(10)	(5)	(5)	84
		30	4				2	3	4	8	(15) 5 (15)	5 (15) 5 (15)	5 (15)	(5)	(5)	135
		40	4			1	2	4	5	8	(15) 5 (15) 5 (15)	5 (15) 5 (15) 5 (15)	5 (20)	(5)	(5)	184
		50	3		1	1	3	6	6	12	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (20) 5 (20)	5 (25)	(5)	(5)	203
		70	3		1	3	5	7	13	16	(25) 5 (25) 5 (25)	5 (15) 5 (20) 5 (15) 5 (15)	5 (15) 5 (15) 5 (15)	(10)	(5)	284
		90	3		1	5	8	12	13	28	(25) 5 (25) 5 (25)	5 (20) 5 (20) 5 (20) 5 (20)	5 (20) 5 (20) 5 (20)	10 (10)	10 (5)	351

表 A.1 （续）

作业压力 MPa	呼吸气体	作业时间 min	移行到第一停留站的时间 min	减压停留站压力 MPa												减压总时间 min
				减压呼吸气体						减压呼吸气体						
				77%N ₂ -23%O ₂						空气 / 100%O ₂						
				0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.03	
0.66	氧浓度18%，氮浓度24%~37%，其余为氩的氮氮氧混合气	15	7					1	2	5	(15)	(10)	(5)	(5)	(5)	63
		25	5				2	3	3	5	(20)	5 (20)	(15)	(5)	(5)	97
		30	5			2	3	3	4	8	(20) 5 (20)	5 (15) 5 (15)	5 (15)	(5)	(5)	150
		40	5			2	3	5	6	9	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (25) 5 (25)	5 (20)	(5)	(5)	205
		50	5			3	5	5	7	16	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (25) 5 (25)	5 (20) 5 (20)	(10)	(5)	246
		80	4		4	5	9	12	12	22	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (25) 5 (25)	5 (25) 5 (25)	20 (10)	20 (5)	324

表 A.1 （续）

作业压力 MPa	呼吸气体	作业时间 min	移行到第一停留站的时间 min	减压停留站压力 MPa											减压总时间 min	
				减压呼吸气体						减压呼吸气体						
				77%N ₂ -23%O ₂						空气 / 100%O ₂						
				0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06		0.03
0.69	氧浓度18%，氮浓度23%～37%，其余为氮的氮氮氧混合气	15	6				2	2	2	5	(15)	(15)	(5)	(5)	(5)	71
		25	6				2	3	3	6	(20)	5 (20)	(15)	(5)	(5)	99
		30	5			3	3	3	5	8	(20) 5 (20)	5 (15) 5 (15)	5 (20)	(5)	(5)	157
		40	4		2	2	4	6	6	11	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (20) 5 (20)	5 (25)	(5)	(5)	206
		50	4		3	4	5	5	9	16	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (20) 5 (20)	5 (25) 5 (25)	(5)	(5)	247
		80	4	2	5	5	11	12	13	28	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (20) 5 (20) 5 (20)	5 (25) 5 (25)	10 (5)	10 (5)	327

表 A.1 （续）

作业压力 MPa	呼吸气体	作业时间 min	移行到第一停留站的时间 min	减压停留站压力 MPa											减压总时间 min	
				减压呼吸气体						减压呼吸气体						
				77%N ₂ -23%O ₂						空气 / 100%O ₂						
				0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06		0.03
0.72	氧浓度18%，氮浓度22%~37%，其余为氩的氮氮氧混合气	15	6				2	2	3	5	(15)	(15)	(5)	(5)	(5)	72
		25	5			2	3	3	3	7	(15) 5 (15)	5 (15) 5 (15)	5 (10)	(5)	(5)	133
		30	4		3	3	3	3	6	9	5 (20) 5 (20)	5 (20) 5 (20)	5 (20)	(5)	(5)	177
		40	4		3	3	5	5	6	15	(20) 5 (20) 5 (20)	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (15) 5 (15)	(5)	(5)	242
		50	4	2	3	4	5	6	12	16	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (20) 5 (20) 5 (20)	5 (15) 5 (15) 5 (15)	10 (5)	10 (5)	299
		80	4	5	5	8	11	12	14	34	(25) 5 (25) 5 (25)	5 (20) 5 (20) 5 (20)	5 (20) 5 (20) 5 (20)	10 (5)	10 (5)	370

表 A.1 （续）

作业压力 MPa	呼吸气体	作业时间 min	移行到第一停留站的时间 min	减压停留站压力 MPa											减压总时间 min	
				减压呼吸气体						减压呼吸气体						
				77%N ₂ -23%O ₂						空气 / 100%O ₂						
				0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06		0.03
0.75	氧浓度18%，氮浓度22%～37%，其余为氮的氮氧混合气	15	6			2	2	2	2	7	(15)	(15)	(5)	(5)	(5)	76
		25	6			3	3	3	3	10	(15) 5 (15)	5 (15) 5 (15)	5 (15)	(5)	(5)	143
		30	5	2	2	2	3	5	6	11	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (15) 5 (15)	5 (15)	(5)	(5)	188
		40	5	2	2	4	5	5	8	22	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (25) 5 (25)	5 (20) 5 (20)	(5)	(5)	255
		50	5	2	4	5	5	8	13	22	(20) 5 (20) 5 (20)	5 (20) 5 (20) 5 (25) 5 (25)	5 (25) 5 (25)	10 (5)	10 (5)	311
		80	5	5	5	11	11	12	20	49	(25) 5 (25) 5 (25) 5 (25)	5 (25) 5 (25) 5 (25)	5 (20) 5 (20) 5 (20)	10 (5)	10 (5)	410