



高风险作业安全
指导系列手册之二

受限空间作业安全指导手册



中核集团安全环保部
战略规划总院标准化所

前 言

为规范中国核工业集团有限公司(以下简称集团公司)所属生产经营单位危险作业的管控措施和管控要求,提升危险作业安全管理水平,确保作业过程风险受控,集团公司安全环保部特组织战略规划总院标准化所等单位参与编写高风险作业安全指导系列手册。

本手册为高风险作业安全指导系列手册第二册,适用于集团公司所属生产经营单位生产过程中的受限空间作业管理。

目 录

1 受限空间作业安全基础知识	4
1.1 术语	4
1.2 分级	4
1.3 分类	5
2 受限空间作业主要安全风险	6
2.1 主要安全风险类别	6
2.2 主要安全风险辨识	11
2.3 常见安全风险辨识示例及隐患清单	14
3 受限空间作业安全防护设备设施	16
3.1 便携式气体检测报警仪	16
3.2 呼吸防护用品	17
3.3 坠落防护用品	21
3.4 其他个体防护用品	21
3.5 安全器具	22
4 受限空间作业安全风险防控	23
4.1 安全措施	23
4.2 过程风险防控	26
5 受限空间作业事故应急救援	31
5.1 应急救援预案与演练	28
5.2 应急措施	28
5.3 应急物资与装备保障	31
6 记录	35
附录 1 受限空间作业许可证示例	36
附录 2 受限空间作业标志牌示例	38
附录 3 受限空间作业安全检查表	39
附录 4 受限空间作业工前会记录	41
附录 5 受限空间作业流程图	43
附录 6 受限空间作业事故应急响应流程图	43
附录 7 受限空间作业典型事故案例选编	45
附录 8 受限空间作业安全相关法规标准和文件清单	49
附录 9 受限空间作业安全培训题库	50

1 受限空间作业安全基础知识

1.1 术语

(1)受限空间

受限空间是指封闭或部分封闭、进出口受限但人员可以进入，未被设计为固定工作场所，通风不良，易造成有毒有害、易燃易爆物质积聚或氧含量不足的空间，又称有限空间。

(2)受限空间作业

进入或探入受限空间的作业。

1.2 分级

参照集团公司企业标准《高风险作业指南》(Q/CNNC GB 43-2022)高风险作业分级要求，受限空间作业分级见表 1，并实施分级管理。

表 1 受限空间作业等级表

受限空间作业等级	受限空间作业描述
一级	<p>受限空间作业有下列情形之一的，为一级受限空间作业：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 作业场所存在可能导致可燃性气体、蒸气浓度大于爆炸下限(LEL)的受限空间作业的；作业场所内存在持续释放可燃性气体、蒸气物料作业的； 2. 作业场所存在有毒有害气体、蒸气或其产生源项导致浓度大于 GBZ 2.1 的规定的限值的受限空间作业的； 3. 作业过程中消耗氧气或引入窒息性气体可能导致窒息的受限空间作业； 4. 进入存在或可能存在能够吞没或掩埋进入人员的物质（如液体（浆）、料场、料仓、筒仓、料坑等）的受限空间作业的； 5. 作业过程中涉及其他一级高风险作业的。
二级	<p>受限空间作业有下列情形之一的，为二级受限空间作业：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 进入从事非常规、非连续作业的受限空间场所（如地井、密室、密闭容器内）开展作业的； 2. 作业场所存在可燃性气体、蒸气浓度不大于爆炸下限(LEL)的受限空间作业的； 3. 作业场所存在有毒有害气体、蒸气浓度不大于 GBZ 2.1 规定限值的受限空间作业的； 4. 受限空间内部狭小或通风不良，可能会困住进入人员（如四壁向

	<p>内倾斜收拢) 或使进入人员呼吸不畅等;</p> <p>5. 作业过程中各种气体、蒸气浓度保持稳定的;</p> <p>6. 上述以外的其他情形的。</p>
--	---

1.3 分类

1.3.1 受限空间分类

受限空间分为地下受限空间、地上受限空间和密闭设备三大类。

地下受限空间：如地下室、地下仓库、地下工程、地下管沟、暗沟、隧道、涵洞、地坑、深基坑、废井、地窖、检查井室、污水处理池、集液池、配液池等。

地上受限空间：如储藏室、垃圾站、温室、冷库、热室、设备室、气调库、料仓、矿仓等。

密闭设备：如储罐、塔（釜）、冷藏箱、压力容器、管道、烟道、锅炉等。

1.3.2 受限空间作业分类

常见的受限空间作业主要有：

(1)清除、清理作业，如进入污水井进行疏通，进入吸附塔进行清理等；

(2)设备设施的安装、更换、维修等作业，如进入地下管沟敷设线缆、进入污水调节池更换设备等；

(3)涂装、防腐、防水、焊接等作业，如在储罐内进行防腐作业、在反应釜内进行焊接作业等；

(4)受限空间自身的建设作业，如进入深基坑进行支护作业等；

(5)巡查、检修等作业，如进入检查井、热力管沟进行巡检等。

按作业频次划分，受限空间作业可分为经常性作业和偶发性作业：

(1)经常性作业指受限空间作业是单位的主要作业类型，作业频次高，例如建设单位基坑的建设、维护，温室、冷库、热室的物品运输、存放等；

(2)偶发性作业指受限空间作业仅是单位偶尔涉及的作业类型，作业频次低，如对炉、釜、塔、罐、管道等受限空间的清洗、维修等。

2 受限空间作业主要安全风险

2.1 主要安全风险类别

2.1.1 中毒、窒息

受限空间内氧气浓度过低或单纯性窒息气体、有毒气体蓄积，作业人员在受限空间作业时，作业行为不规范、安全防护设施失效、个人劳动用品佩戴使用不规范等因素都易导致中毒窒息事故的发生。

受限空间内的有毒气体来源包括：受限空间内存储的有毒物质的挥发，有机物分解产生的有毒气体，进行焊接、涂装等作业时产生的有毒气体，相连或相近设备、管道中有毒物质的泄漏等。

窒息主要有两种情形：一是由于生物的呼吸作用或物质的氧化作用，受限空间内的氧气被消耗导致缺氧窒息；二是受限空间内存在二氧化碳、甲烷、氮气、氩气、水蒸气和六氟化硫等单纯性窒息气体，排挤氧空间，使空气中氧含量降低，造成缺氧窒息。

2.1.1.1 引发受限空间作业中毒风险的典型物质

引发受限空间作业中毒风险的典型物质有：硫化氢、一氧化碳、苯和苯系物、磷化氢、氯化氢等。

(1) 硫化氢 (H₂S)

硫化氢是一种无色、剧毒气体，密度大于空气，易积聚在低洼处。硫化氢易燃，与空气混合能形成爆炸性混合气体，遇明火、高热等点火源将引发燃烧爆炸。硫化氢易存在于污水管道、污水池、发酵池、化粪池等富含有机物并易于发酵的场所。低浓度的硫化氢有明显的臭鸡蛋气味，可被人敏感地发觉；浓度增高时，人会产生嗅觉疲劳或嗅觉神经麻痹而不能觉察硫化氢的存在；即使稀的硫化氢也对呼吸道和眼睛有刺激作用，并引起头痛，浓度达 1mg/m³ 或更高时，对生命有危险，当浓度超过 1000mg/m³ 时，数秒内即可致人闪电型死亡。

(2) 一氧化碳 (CO)

一氧化碳是一种无色无味的气体，密度与空气相当。一氧化碳与血红蛋白的亲合力比氧与血红蛋白的亲合力高 200~300 倍，因此一氧化碳极易与血红蛋白结合，形成碳氧血红蛋白，使血红蛋白丧失携

氧的能力和作用，造成组织窒息，甚至导致人员死亡。一氧化碳易燃，与空气混合能形成爆炸性混合气体，遇明火、高热等点火源将引发燃烧爆炸。含碳燃料的不完全燃烧和焊接作业是一氧化碳的主要来源。

(3) 苯和苯系物

苯（ C_6H_6 ）、甲苯（ C_7H_8 ）、二甲苯（ C_8H_{10} ）都是无色透明、有芬芳气味、易挥发的有机溶剂；易燃，其蒸气与空气混合能形成爆炸性混合物。苯可引起各类型白血病，国际癌症研究中心已确认苯为人类致癌物。甲苯、二甲苯蒸气也均具有一定毒性，对黏膜有刺激性，对中枢神经系统有麻痹作用。短时间内吸入较高浓度的苯、甲苯和二甲苯，人体会出现头晕、头痛、恶心、呕吐、胸闷、四肢无力、步态蹒跚和意识模糊，严重者出现烦躁、抽搐、昏迷症状。苯、甲苯和二甲苯通常作为油漆、黏结剂的稀释剂，在受限空间内进行涂装、除锈和防腐等作业时，易挥发和积聚该类物质。

(4) 磷化氢（ PH_3 ）

纯净的磷化氢是无色无味的气体，但在金属磷化物产生磷化氢气体时常带有乙炔味或者大蒜味或者腐鱼味。磷化氢气体剧毒且极易燃，主要损害人体神经系统、呼吸系统及心脏、肾脏、肝脏。人体在磷化氢气体浓度为 $10mg/m^3$ 及以上的环境中接触 6h 后，就会出现中毒症状。在微生物作用下，污水处理池等受限空间可能产生磷化氢。

(5) 氯化氢（ HCl ）

氯化氢是无色有刺激性气味的气体。对上呼吸道有强刺激，对眼、皮肤、黏膜有腐蚀。密度大于空气，其水溶液俗称盐酸。氯化氢局部作用引起结膜炎、角膜坏死、损伤皮肤和粘膜，导致具有剧烈疼痛感的烧伤。吸入后引起鼻炎、喉炎、支气管炎、肺炎、导致头痛和心悸、有窒息感。咽下时，会刺激口腔、喉、食管及胃，引起恶心、呕吐、肠穿孔、休克、肾炎。长期接触低浓度氯化氢可使皮肤干燥并变土色，也可引起咳嗽、头痛、呼吸困难等情况。在受限空间内除锈、电镀以及进入残留有盐酸的受限空间易产生氯化氢气体中毒。

2.1.1.2 引发受限空间作业窒息风险的典型物质

引发受限空间作业窒息风险的典型物质有：二氧化碳、甲烷、氮气、氩气等。

(1) 二氧化碳(CO₂)

二氧化碳是引发受限空间环境缺氧最常见的物质。其来源主要为空气中本身存在的二氧化碳,以及在生产过程中作为原料使用以及有机物分解、发酵等产生的二氧化碳。当二氧化碳含量超过一定浓度时,人的呼吸会受影响。吸入高浓度二氧化碳时,几秒内人会迅速昏迷倒下,更严重者会出现呼吸、心跳停止及休克,甚至死亡。

(2) 甲烷(CH₄)

甲烷是天然气和沼气的主要成分,既是易燃易爆气体,也是一种单纯性窒息气体。甲烷的来源主要为有机物分解和天然气管道泄漏。甲烷的爆炸极限为5.0%~15.0%。当空气中甲烷浓度达25%~30%时,可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速等,若不及时远离,可致人窒息死亡。甲烷燃烧产物为一氧化碳和二氧化碳,也可引起中毒或缺氧。

(3) 氮气(N₂)

氮气是空气的主要成分,其化学性质不活泼,常用作保护气防止物体暴露于空气中被氧化,或用作工业上的清洗剂置换设备中的危险有害气体等。常压下氮气无毒,当作业环境中氮气浓度增高,可引起单纯性缺氧窒息。吸入高浓度氮气,人会迅速昏迷、因呼吸和心跳停止而死亡。

(4) 氩气(Ar)

氩气是一种无色无味的惰性气体,作为保护气被广泛用于工业生产领域,通常用于焊接过程中防止焊接件被空气氧化或氮化。常压下氩气无毒,当作业环境中氩气浓度增高,会引发人单纯性缺氧窒息。氩气含量达到75%以上时可在数分钟内导致人员窒息死亡。液态氩可致皮肤冻伤,眼部接触可引起炎症。

2.1.2 火灾爆炸

作业人员进行受限空间作业时,受限空间内存在可燃易燃物质或积聚的受限空间内易燃易爆气体、粉尘与空气混合达到爆炸极限,遇到点火源引起的火灾或爆炸事故。

引发受限空间作业火灾爆炸的典型物质有:氢气、气态烷烃类、乙烯、乙炔等。

(1) 氢气 (H_2)

氢气是无色、无臭、无味的气体。在高压低温下为无色液体，微溶于水。极易燃烧，与空气混合遇火能发生猛烈爆炸。如与氯混合在阳光照射下能自然爆炸；与氟混合在暗处即能爆炸；装在钢瓶内的氢受热时也能爆炸。氢气爆炸极限是 4.0%~75.6%（体积浓度）。

(2) 气态烷烃类 (C_nH_{2n+2})

在室温 25℃ 下，含有 1~4 个碳原子的烷烃为气体，无色、无臭、无味，不溶于水，常见的有甲烷、乙烷、丙烷等，与空气混合遇火能发生猛烈爆炸。

(3) 乙烯 (C_2H_4)

乙烯是具有特殊甜香气味的无色气体，能溶于乙醇、乙醚及水中。易于聚合，特别是在浓硫酸液中极易聚合成树脂状物。易于燃烧爆炸。当空气中含量达到 3% 时即能爆炸燃烧，爆炸极限 2.7%~36%。

(4) 乙炔 (C_2H_2)

乙炔是无色气体，具有乙醚气味，稍溶于水，可溶于乙醇，易溶于丙酮。尤其是触及磷化物或硫化物时，极易燃烧爆炸。爆炸极限 2.2%~81%。

2.1.3 其他安全风险

(1) 机械伤害

受限空间内存在的机械传动或转动部件未进行有效的关停、锁定程序，在人员进入作业期间发生意外的启动，可能发生机械伤害。

(2) 物体打击

受限空间外部或上方物体掉入受限空间内，以及受限空间内部物体掉落，可能对作业人员造成人身伤害。

(3) 高处坠落

当受限空间进出口距底部超过 2 m，且人员未佩戴有效坠落防护用品，在进出受限空间或作业时有发生高处坠落的风险。高处坠落可能导致四肢、躯干、腰椎等部位受冲击而造成重伤致残，或是因脑部或内脏损伤而致命。

(4) 灼烫

受限空间内存在的燃烧体、高温物体、化学品（酸、碱及酸碱性的

物质等)、强光等因素可能造成人员烧伤、烫伤和灼伤。

(5)坍塌

受限空间在外力或重力作用下,可能因超过自身强度极限或因结构稳定性破坏而引发坍塌事故。人员被坍塌的结构体掩埋后,会因压迫导致伤亡。

(6)淹溺

受限空间内存有较大深度的积液或作业期间遇到强降雨天气导致受限空间内水位上涨可能导致人员淹溺风险。

(7)高温高湿

作业人员长时间在温度过高、湿度很大的环境中作业,可能会导致人体机能严重下降。高温高湿环境可使作业人员感到热、渴、烦、头晕、心慌、无力、疲倦等不适感,甚至导致人员发生热衰竭、失去知觉或死亡。

(8)触电

受限空间作业过程中使用电钻、电焊等设备可能存在触电的危险。当通过人体的电流超过一定值(感知电流)时,人就会产生痉挛,不能自主脱离带电体;当通过人体的电流超过 50 mA,就会使人呼吸和心脏停止而死亡。

(9)掩埋

当人员进入料仓、矿仓等受限空间后,可能因人员体重或所携带工具重量导致物料流动而掩埋人员,或者人员进入时未有效隔离,导致物料的意外注入而将人员掩埋。人员被物料掩埋后,会因呼吸系统阻塞而窒息死亡,或因压迫、碾压而导致死亡。

(10)电离辐射

当人员进入存放、产生放射性物质的设备室、热室、储罐、封闭仓库时,可能因人员未做好辐射防护措施,而受到意外的电离辐射危害。人员进入存在电离辐射安全风险的受限空间作业,应同时符合《辐射作业许可管理导则》(Q/CNCC GB 29-2022)的要求。

2.2 主要安全风险辨识

2.2.1 中毒、窒息、火灾爆炸安全风险辨识

对于中毒、窒息、火灾爆炸风险，均由受限空间内气体因素造成，主要从受限空间内部存在或产生、作业时产生和外部影响三个方面来辨识。

2.2.1.1 内部存在或产生的风险

(1)受限空间内储存、使用、残留有毒有害气体以及存在可能产生有毒有害气体的生物反应、化学反应，导致中毒；

(2)受限空间长期封闭、通风不良，或内部发生生物有氧呼吸等耗氧性化学反应，或存在单纯性窒息气体，导致缺氧；

(3)受限空间内储存、残留或产生易燃易爆气体，导致火灾爆炸。

2.2.1.2 作业时产生的风险

(1)作业时使用的物料会挥发或产生有毒有害、易燃易爆气体，导致中毒或火灾爆炸；

(2)受限空间是否通风不良，作业时会大量消耗氧气，长时间作业导致氧气浓度降低，或引入单纯性窒息气体，导致氧气浓度降低；

(3)作业时会产生明火或潜在的点火源，增加火灾、爆炸风险。

2.2.1.3 外部环境影响产生的风险

与受限空间相连或接近的管道内单纯性窒息气体、有毒有害气体、易燃易爆气体扩散、泄漏到受限空间内，导致缺氧、中毒、燃烧爆炸等风险。

2.2.1.4 受限空间常见有毒气体和可燃气体浓度判定标准

对于中毒、缺氧窒息和气体燃烧爆炸风险，使用气体检测报警仪进行针对性地检测是最直接有效的方法。检测后，各类气体浓度评判标准如下：

(1)有毒气体浓度应低于《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）规定的最高容许浓度或短时接触容许浓度，无上述两种浓度值的，应低于时间加权平均容许浓度。受限空间常见有毒气体浓度判定限值见表2；

(2) 氧气含量（体积分数）应在 19.5%~21%，在富氧环境下不应大于 23.5%(GB 30871-2022)；

(3) 可燃气体浓度：当被测气体或蒸气的爆炸下限大于等于 4%时，其被测浓度不大于 0.5%；当被测气体或蒸气的爆炸下限小于 4%时，其被测浓度不大于 0.2%，受限空间常见可燃物质爆炸极限判定限值见表 3。

表 2 受限空间常见有毒气体浓度判定预警值与报警值

气体名称	预警值	报警值
	ppm (20°C, 体积分数)	
硫化氢	2	7
氯化氢	1.4	4.9
氰化氢	0.2	0.8
磷化氢	0.05	0.2
溴化氢	0.8	2.9
氯	0.1	0.3
甲醛	0.12	0.4
一氧化碳	7	25
一氧化氮	3.6	8
二氧化碳	2949	9834
二氧化氮	1.5	5.2
二氧化硫	1.1	3.7
二硫化碳	0.9	3.1
苯	0.9	3
甲苯	7.8	26
二甲苯	6.7	22
氨	12	42
乙酸	2.4	8
丙酮	55	186

表 3 受限空间常见有可燃物质爆炸极限

名称	爆炸极限 (体积浓度)
硫化氢	4.3%~46%
磷化氢	1.8%~98%
氰化氢 (蒸气)	5.6%~40%
一氧化碳	12.5%~80%
氨	16%~25%
苯 (蒸气)	1.4%~7.1%

名称	爆炸极限 (体积浓度)
二甲苯 (蒸气)	1.1%~7%
甲醛	7%~73%
氢气	4%~75.6%
甲烷	5%~15%
乙炔	2.2%~81%
乙烯	2.7%~36%
丙烯	2.4%~10.3%
丙烷	2.2%~9.5%
汽油 (蒸气)	1%~6%

2.2.2 其他安全风险辨识

(1)对于机械伤害风险，应重点辨识受限空间内的机械设备可能意外启动或防护措施失效的风险。

(2)对于物体打击风险，应重点辨识受限空间作业工具、物料传送和放置位置不稳定导致掉落伤人的风险等。

(3)对于高处坠落风险，应重点辨识受限空间深度超过 2 m，在其内进行高于基准面 2 m 作业，从未佩戴防护用品或防护用品失效高处坠落的风险。

(4)对于灼烫风险，应重点辨识受限空间内存在高温物体或酸碱类化学品、放射性物质导致灼伤的风险。

(5)对于坍塌风险，应重点辨识处于在建状态的受限空间边坡、护坡、支护设施出现松动，或受限空间周边有严重影响其结构安全的建（构）筑物的风险等。

(6)对于淹溺风险，应重点辨识作业时存在较大深度的积液，有强降雨天气，作业下方未配置救护装备的风险等。

(7)对于高温高湿风险，应重点辨识作业时气温过高，受限空间内温度过高、湿度过大的风险等。

(8)对于触电风险，应重点辨识受限空间内使用的电气设备、电源线路存在老化破损，人体接触后导致触电的风险等。

(9)对于掩埋风险，应重点辨识受限空间内存在泥沙、矿石等小颗粒、易流动固体致人掩埋的风险。

(10)对于电离辐射风险，应重点辨识受限空间内存在、残留或产生放射性浸出液、放射性矿石、粉尘等物质，在其内部受到过量电离

辐射的风险。

2.3 常见安全风险辨识示例及隐患清单

常见受限空间作业主要安全风险辨识示例见下表。

表 4 常见受限空间作业主要安全风险辨识示例

受限空间种类	受限空间	作业可能存在的主要安全风险
地下受限空间	废井、地坑、地窖、通信井	窒息、高处坠落
	电力工作井（隧道）	窒息、高处坠落、触电
	热力井	窒息、高处坠落、高温高湿、灼烫
	污水井、污水处理池、沼气池、化粪池、下水道	中毒、窒息、可燃性气体爆炸、高处坠落、淹溺
	燃气井	窒息、可燃性气体爆炸、高处坠落
	深基坑	窒息、高处坠落、坍塌
	集液池、配液池	窒息、中毒、淹溺、电离辐射
地上受限空间	水仓	淹溺、高处坠落
	矿仓	掩埋、电离辐射
	反应池	中毒、淹溺、高处坠落
	热室、设备室	高温高湿、触电、机械伤害
密闭设备	窑炉、炉膛、锅炉、烟道、煤气管道及设备	窒息、中毒、可燃性气体爆炸
	贮罐、塔（釜）	窒息、中毒、可燃性气体爆炸、高处坠落、电离辐射

根据《有限空间作业安全指导手册》（应急厅函〔2020〕299号），受限空间作业主要存在的事故隐患见下表。

表 5 常见受限空间作业事故隐患

序号	项目	隐患内容	隐患分类
1	受限空间作业方案和作业审批	受限空间作业前，未制定作业方案或未经审批擅自作业	重大隐患
2	受限空间作业场所辨识和设置安全警示标志	未对受限空间作业场所进行辨识并设置明显安全警示标志	一般隐患
3	受限空间管理台账	未建立受限空间管理台账并及时更新	重大隐患
4	受限空间作业气体检测	受限空间作业前及作业过程中未进行有效的气体检测或监测	重大隐患
5	劳动防护用品配置和使用	未根据受限空间存在危险有害因素的种类和危害程度，为从业人员配备符合国家或行业	重大隐患

序号	项目	隐患内容	隐患分类
		标准的劳动防护用品，并督促其正确使用	
6	受限空间作业安全监护	受限空间作业现场未设置专人进行有效监护	重大隐患
7	受限空间作业安全管理制度和安全操作规程	未根据本单位实际情况建立受限空间作业安全管理制度和安全操作规程，或制度、规程照搬照抄，与实际不符	一般隐患
8	受限空间作业安全专项培训	未对从事受限空间作业的相关人员进行安全专项培训，或培训内容不符合要求	一般隐患
9	受限空间作业事故应急救援预案和演练	未根据本单位受限空间作业的特点，制定事故应急预案，或未按要求组织应急演练	重大隐患
10	受限空间作业承发包安全管理	受限空间作业承包单位不具备受限空间作业安全生产条件，发包单位未对承包单位作业进行审批。	重大隐患
11		发包单位未与承包单位签订安全生产管理协议或未在承包合同中明确各自的安全生产职责，发包单位未对承包单位的安全生产工作定期进行安全检查。	一般隐患

本表仅供参考，受限空间作业重大隐患与本表不符的，参照最新版各行业重大生产安全事故隐患判定标准判定。

3 受限空间作业安全防护设备设施

3.1 便携式气体检测报警仪

3.1.1 定义

便携式气体检测报警仪是一种可连续实时监测并显示被测气体浓度，当达到设定报警值时可实时报警的方便携带的仪器。

3.1.2 便携式气体检测报警仪的选型

按照传感器数量划分，便携式气体检测报警仪可分为单一式和复合式；按采样方式划分，便携式气体检测报警仪可分为扩散式和泵吸式。

单一式气体检测报警仪内置单一传感器，只能检测一种气体。复合式气体检测报警仪内置多个传感器，可检测多种气体。受限空间作业主要使用复合式气体检测报警仪。

扩散式气体检测报警仪利用被测气体自然扩散到达检测仪的传感器进行检测，因此无法进行远距离采样，一般适合作业人员随身携带进入受限空间，在作业过程中实时检测周边气体浓度。泵吸式气体检测报警仪采用一体化吸气泵或者外置吸气泵，通过采气管将远距离的气体吸入检测仪中进行检测。作业前应在受限空间外使用泵吸式气体检测报警仪进行检测。

3.1.3 安全要求

凡进行受限空间作业时，必须分析受限空间内可能存在的有毒气体，并对其含量进行检测，相关安全要求如下：

(1) 便携式气体检测报警仪应符合《作业场所环境气体检测报警仪通用技术要求》(GB 12358-2006) 的规定，其检测范围、检测和报警精度应满足工作要求；

(2) 便携式气体检测报警仪应每年至少检定或校准 1 次，量值准确方可使用；

(3) 仪器外观检查合格后，在洁净空气下开机，确认“零点”正常后再进行检测；若数据异常，应先进行手动“调零”；

(4)使用泵吸式气体检测报警仪时,应确保采样泵、采样管处于完好状态;

(5)使用后,在洁净环境中待数据回归“零点”后关机。

3.2 呼吸防护用品

3.2.1 定义

呼吸防护用品是指为了防御有害气体、蒸气、粉尘、烟、雾从呼吸道吸入,或直接向使用者供氧或清洁空气,保证尘、毒污染或缺氧环境中作业人员正常呼吸的防护用品,可分为隔绝式和过滤式两大类。

3.2.2 呼吸防护用品的选型

3.2.2.1 隔绝式呼吸防护用品

隔绝式呼吸防护用品能使佩戴者呼吸器官与作业环境隔绝,靠本身携带的气源或者通过导气管引入作业环境以外的洁净气源供佩戴者呼吸。常见的隔绝式呼吸防护用品有长管呼吸器、正压式空气呼吸器和隔绝式紧急逃生呼吸器。

(1)长管呼吸器

长管呼吸器主要分为自吸式、连续送风式和高压送风式3种。自吸式长管呼吸器依靠佩戴者自主呼吸,克服过滤元件阻力,将清洁的空气吸进面罩内;连续送风式长管呼吸器通过风机或空压机供气为佩戴者输送洁净空气;高压送风式长管呼吸器通过压缩空气或高压气瓶供气为佩戴者提供洁净空气。

自吸式长管呼吸器使用时可能存在面罩内气压小于外界气压的情况,此时外部有毒有害气体会进入面罩内,因此受限空间作业时不能使用自吸式长管呼吸器,而应选用符合《呼吸防护 长管呼吸器》(GB 6220-2009)的连续送风式或高压送风式长管呼吸器。

(2)正压式空气呼吸器

正压式空气呼吸器是使用自带压缩空气源的一种正压式呼吸防护用品。正压式空气呼吸器使用时间受气瓶气压和使用者呼吸量等因素影响,一般供气时间为40 min左右,主要用于应急救援或在危险性较高的作业环境内短时间作业使用,但不能在水下使用。正压式空

气呼吸器应符合《自给开路式压缩空气呼吸器》(GB/T 16556-2007)的规定。

(3) 隔绝式紧急逃生呼吸器

隔绝式紧急逃生呼吸器是在出现意外情况时,帮助作业人员自主逃生使用的隔绝式呼吸防护用品,一般供气时间为 15min 左右。

呼吸防护用品使用前应确保其完好、可用。各呼吸器使用前检查要点见下表。

表 6 呼吸防护用品使用前检查要点

检查要点	连续送风式 长管呼吸器	高压送风式 长管呼吸器	正压式空气 呼吸器	隔绝式紧急 逃生呼吸器
面罩气密性是否完好	√	√	√	√
导气管是否破损,气路是否通畅	√	√	√	√
送风机是否正常送风	√			
气瓶气压是否不低于 25MPa 最低工作压力		√	√	√
报警哨是否在 5.5±0.5MP 时 开始报警并持续发出鸣响		√	√	
气瓶是否在检验有效期内		√	√	√
备注:根据《气瓶安全技术监察规程》(TSGR0006-2014)的要求,气瓶应每 3 年送至有资质的单位检验 1 次。				

呼吸防护用品使用后应根据产品说明书的指引定期清洗和消毒,不用时应存放于清洁、干燥、无油污、无阳光直射和无腐蚀性气体的地方。

3.2.2.2 过滤式呼吸防护用品

过滤式呼吸防护用品能把使用者从作业环境吸入的气体通过净化部件的吸附、吸收、催化或过滤等作用,去除其中有害物质后作为气源供使用者呼吸。常见的过滤式呼吸防护用品有防尘口罩和防毒面具等,按防护面积可分为半面罩和全面罩,按使用次数可分为随弃式和可更换式。在选用过滤式呼吸防护用品时应充分考虑其局限性,主要有:

- (1) 过滤式呼吸防护用品不能在缺氧环境中使用;
- (2) 现有的过滤元件不能防护全部有毒有害物质;

(3)过滤元件容量有限，防护时间会随有毒有害物质浓度的升高而缩短，有毒有害物质浓度过高时甚至可能瞬透过滤元件。

过滤式呼吸防护用品在使用时需要受对受限空间内的空气污染物进行辨识，根据空气中有害物质的浓度和形态来选择与之相适应的防护性能，即选择呼吸器的防护等级和过滤元件的类型。

过滤式呼吸防护用品应符合 GB 2626-2006《呼吸防护用品 自吸过滤式防颗粒物呼吸器》和 GB 2890-2009《呼吸防护 自吸式过滤防毒面具》的规定。呼吸防护用品的选择、保养、维护以及过滤元件的更换应符合《呼吸防护用品的选择、使用与维护》(GB/T 18664-2002)要求。

表 7 防颗粒物过滤元件类别和级别

颗粒物滤料分类	过滤效率≥90%	过滤效率≥95%	过滤效率≥99.97%
KN 类	KN90	KN95	KN100
KP 类	KP90	KP95	KP100

表 8 不同防颗粒物过滤元件的适用范围

颗粒物滤料分级	参考适用范围
KN90	适用于非油性的低毒性粉尘和雾，例如煤尘、矿尘、漆雾等
KN95	适用于非油性的中等毒性粉尘、烟和雾，例如焊烟、铸造烟、重金属烟尘等
KN100	适用于非油性的各类剧毒、致癌和放射性颗粒物
KP90	适用于各类低毒性粉尘和雾
KP95	适用于各类中等毒性粉尘、烟和雾，例如某些重金属粉尘、焦炉烟等
KP100	适用于各类剧毒、致癌和放射性颗粒物

表 9 自吸式过滤防毒面具过滤元件使用表

过滤件类型	标色	防护对象举例	测试介质	4 级		3 级		2 级		1 级		穿透浓度 (mL/m ³)
				介质浓度	防护时间	介质浓度	防护时间	介质浓度	防护时间	介质浓度	防护时间	
A	褐	有机气体或蒸气; 苯、甲醛、丙酮、醇类、苯胺类、四氯化碳、硝基苯	苯	32.5	135	16.2	115	9.7	70	5.0	45	10
B	灰	无机气体或蒸气; 氯化氰、氢氰酸、氯气、光气、磷化氢	氢氰酸	11.2	90	5.6	63	3.4	27	1.1	25	10
E	黄	酸性气体或蒸气; 二氧化硫、氮氧化物、硫化氢、含氯有机农业药	二氧化硫	26.6	30	13.3	30	8.0	23	2.7	25	25
K	绿	氨及氨的有机衍生物	氨	7.1	55	3.6	55	2.1	25	0.76	25	25
CO	白	一氧化碳	一氧化碳	5.8	180	5.8	100	5.8	27	5.8	20	50
Hg	红	汞	汞	-	-	0.01	4800	0.01	3000	0.01	2000	0.1
H ₂ S	蓝	硫化氢	硫化氢	14.1	70	7.1	110	4.2	35	1.4	35	10

注: 介质浓度单位: mg/L, 防护时间单位: min

3.3 坠落防护用品

3.3.1 定义

坠落防护用品是指保护高空作业者不受到高空坠落威胁或在发生坠落后保护高空作业者不受到进一步的伤害的防护用品。

3.3.2 坠落防护用品的选型

当受限空间开口部位位于受限空间顶部，或作业人员在受限空间内部作业，高度构成高处作业的，需穿戴坠落防护用品。

坠落防护用品包括安全带、安全绳、防坠器（差速器）、自锁器等，其定义、选型和相关安全要求参见《高处作业安全指导手册》。

3.4 其他个体防护用品

3.4.1 定义

其他防护用品是指根据受限空间特点，为保护作业者头部、四肢、皮肤、眼部等身体部位而穿戴的防护用品。

3.4.2 其他个体防护用品的选型

单位应根据受限空间作业环境特点，按照《个体防护装备配备规范 第1部分》（GB 39800.1-2020）为作业人员配备个体防护用品。

个体防护用品包括安全帽、防护服、防护手套、防护鞋、防护眼镜等。

表 10 其他个体防护用品的选型表

受限空间作业类型	建议配备的个体防护用品
作业过程中使用电钻、电焊存在触电风险的受限空间作业	绝缘手套、绝缘服、安全帽（带绝缘性能）
进入存在易燃易爆风险的受限空间作业	防静电服、防静电手套、防静电鞋
进入存在涉水的受限空间作业	防水服、防水胶鞋、防水护目镜
进入可能接触酸碱等腐蚀性化学品的受限空间作业	防酸碱服、耐酸碱手套、耐酸碱鞋、防腐蚀液护目镜
进入高温、高热、高湿的受限空间作业	安全帽、隔热服、防红外线护目镜
进入存在有毒有害气体的受限空间作业	防化学品手套、化学品防护服、

受限空间作业类型	建议配备的个体防护用品
进入噪声大于 85dB 的受限空间作业	耳塞、耳罩
其他一般性受限空间作业	安全帽、一般防护服、普通防护装备

注：本表所列建议配备的个体防护用品为对于该类型的受限空间作业建议配备的针对性个体防护用品，作业人员应综合考虑受限空间作业环境，配备齐全的个体防护用品。

3.5 安全器具

3.5.1 通风设备

移动式风机是对受限空间进行强制通风的设备，通常有送风和排风 2 种通风方式。使用时应注意：

- (1) 移动式风机应与风管配合使用；
- (2) 使用前应检查风管有无破损，风机叶片是否完好，电线有无裸露，插头有无松动，风机能否正常运转。

3.5.2 照明设备

当受限空间内照度不足时，应使用照明设备。受限空间作业常用的照明设备有头灯、手电等。使用前应检查照明设备的电池电量，保证作业过程中能够正常使用。受限空间内使用照明灯具电压应不大于 24V，在积水、结露等潮湿环境的受限空间和金属容器中作业，照明灯具电压应不大于 12V。

3.5.3 通信设备

当作业现场无法通过目视、喊话等方式进行沟通时，应使用对讲机等通讯设备，便于现场作业人员之间的沟通。

3.5.4 围挡设备和警示设施

应在受限空间入口设置围挡设备和安全警示标志或安全告知牌。围挡设备包括防护栏杆、伸缩围栏等。

3.5.5 受限空间进出及救援设备

受限空间进出及救援设备包括应急救援三脚架系统(垂直方向)、侧边进入系统(水平方向)、便携式吊杆系统(水平/垂直方向)。

当受限空间内发生事故，可通过应急救援三脚架系统、侧边进入系统、便携式吊杆系统进行救援人员、受困人员以及物资的吊升。

4 受限空间作业安全风险防控

4.1 安全措施

4.1.1 建立健全受限空间作业安全管理制度

为规范受限空间作业安全管理，存在受限空间作业的单位应建立健全受限空间作业安全管理要求，并纳入单位安全管理制度体系统一管理。内容应涵盖安全责任制度、作业许可制度、作业现场安全管理、相关从业人员安全教育培训、作业防护设备设施管理、应急管理、安全操作规程等。

表 11 受限空间作业相关人员职责

人员类别	主要安全职责
作业人员	<ol style="list-style-type: none"> 1. 遵守受限空间作业安全操作规程； 2. 正确使用受限空间作业安全设施与个体防护用具； 3. 应与监护人进行有效的安全、报警、撤离等双向信息交流； 4. 作业人员意识到身体出现危险异常症状时，应及时向监护者报告或自行撤离受限空间； 5. 作业结束后清理作业现场并将工器具带离。
监护人员	<ol style="list-style-type: none"> 1. 具有熟悉安全防护和应急救援，警觉并判断作业者异常行为的能力，接受职业安全卫生培训； 2. 坚守岗位，在作业者作业期间，监护人员不能离岗，适时与作业者进行有效的安全、报警、撤离等信息交流，在紧急情况时向作业者发出撤离警报； 3. 监督作业人员落实受限空间作业各项安全措施和安全操作规程； 4. 发生以下情况时，应即令作业者撤离受限空间，情况紧急应呼叫应急救援并报告作业负责人： <ol style="list-style-type: none"> 1) 发现作业者出现异常行为； 2) 受限空间外出现威胁作业者安全和健康的险情； 3) 监护者不能安全有效地履行职责时，也应通知作业者撤离。
气体检测人员	<ol style="list-style-type: none"> 1. 熟悉检测仪器设备和检测方法； 2. 按照作业人员操作规程中的有关规定进入受限空间检测； 3. 能科学分析有毒有害介质的产生原因； 4. 对所检测的数据负责。
作业审批人员	<ol style="list-style-type: none"> 1. 审查《受限空间作业许可证》办理是否符合要求； 2. 赴作业现场，检查确认采取的安全措施符合受限空间作业要求

人员类别	主要安全职责
	后，批准受限空间作业。
作业负责人员	1. 对作业现场安全全面责任，严禁违章指挥。应认真负责，熟悉作业区域的环境、工艺情况，有及时判断和处理异常情况能力； 2. 辨识作业现场风险，制定安全措施，在作业环境、作业方案和防护设施及用品达到安全要求，且参与危险作业人员接受安全技术交底后，安排人员进行作业； 4. 作业时定时与安全监护人保持联络，监督气体定时检测； 5. 对未经允许试图进入或已经进入作业区域者进行劝阻或责令退出； 6. 在作业期间不得自行离开负责岗位； 7. 作业结束后负责复核清点出入作业场所的人数和工器具，解除作业现场封闭并签字确认作业结束。

4.1.2 建立受限空间管理台账

存在受限空间作业的单位应根据受限空间的定义，辨识本单位存在的受限空间及其安全风险，确定受限空间数量、位置、名称或编号、主要危险有害因素、可能导致的事故及后果、防护控制措施、作业主体、作业形式、警示标志设置、检测仪器应急物资配备、审批责任人和现场责任人等情况，建立受限空间管理台账并及时更新。

表 12 受限空间辨识台账示例

所在区域	受限空间名称或编号	受限空间类型	主要危害因素	可能导致的事故和后果	防范控制措施	作业方式	警示标志设置	检测仪器应急器材配备

说明：“受限空间名称”可参考《国家安监总局办公厅关于吸取事故教训加强工贸企业有限空间作业安全监管的通知》（安监总局厅管四〔2015〕56号）附件中给出的“工贸企业有限空间参考目录”填写。

4.1.3 开展相关人员受限空间作业安全专项培训

单位应对安全管理人员、作业现场负责人、监护人员、作业人员、应急救援人员进行专项安全培训。单位应建立受限空间作业安全教育培训台账，如实记录受限空间作业安全教育培训的时间、内容、参加人员意见考核结果等情况，参加培训的人员应在培训记录上签字确认，单位应妥善保存培训相关材料。

培训内容主要包括：受限空间作业安全相关法律法规、受限空间

作业安全基础知识，受限空间作业事故案例分析、受限空间作业安全管理要求，受限空间作业危险有害因素和安全防范措施，安全防护设备、个体防护用品及应急救援装备的正确使用，紧急情况下的应急处置措施等。

单位分管安全负责人和安全管理人員应当具备相应的受限空间作业安全生产知识和管理能力。受限空间作业现场负责人、监护人员、作业人员和应急救援人员应当了解和掌握受限空间作业危险有害因素和安全防范措施，熟悉设备使用方法、事故应急处置措施及自救和互救知识等。

4.1.4 配置受限空间作业安全防护设备设施

为确保受限空间作业安全，单位应根据受限空间作业环境和作业内容，配备相应的安全防护设备设施。单位应加强设备设施的管理和维护保养，并指定专人建立设备台账，负责维护、保养和定期检验、检定和校准等工作，确保处于完好状态，发现设备设施影响安全使用时，应及时修复或更换。对辨识出的受限空间作业场所，应在显著位置设置安全警示标志或安全告知牌，以提醒人员增强风险防控意识并采取相应的防护措施。

4.1.5 加强受限空间作业发包管理

将受限空间作业发包的，承包单位应具备相应的安全生产条件，即应满足受限空间作业安全所需的安全生产责任制、安全生产规章制度、安全操作规程、安全防护设备、应急救援装备、人员资质和应急处置能力等方面的要求。

发包单位应与承包单位签订安全生产管理协议，明确双方的安全管理职责，或在合同中明确约定各自的安全生产管理职责。发包单位应对承包单位的作业方案和实施的作业进行审批，对承包单位的安全生产工作统一协调、管理，定期进行安全检查，发现安全问题的，应当及时督促整改。承包单位对其承包的受限空间作业安全承担直接责任，应严格按照受限空间作业安全要求开展作业。

4.2 过程风险防控

4.2.1 人员资质与授权

4.2.1.1 人员资质要求

(1)凡患有心脏病、高血压、低血压、贫血、癫痫或其他精神类和脑部疾病的人员以及年龄超过 55 周岁的不得安排从事受限空间作业；

(2)受限空间作业人员必须经过专门的安全技术培训并经考核合格，受限空间作业监护人员必须经过专门的安全技术培训，取得相应的资格证书，方可上岗，并定期进行能力复核；

(3)当受限空间作业过程中涉及到其他特种作业时，作业人员还应依法取得相应的特种作业操作证。

4.2.1.2 作业人员资格内部授权流程

作业单位应根据工作需要及本单位实际情况制定受限空间作业人员资格内部授权流程，对相关人员进行登记建档，发放内部授权证件或标识，并定期组织受限空间作业安全培训。

4.2.2 作业许可管理

(1)从事受限空间作业的单位应办理作业审批许可，受限空间作业许可证示例请参照附录 1。同时还应在集团公司“安全环保信息化平台（S-ups）”的“高风险作业”模块进行申报，落实许可证上相关安全防护措施后方可作业，许可证要清楚地标明有效期、详细位置、申办证单位、工作内容、安全防护措施、各项责任人和各级审批人的签名及意见。

(2)作业许可实行一项作业一份许可管理。一份作业许可证只适用于一项作业，不得多项作业同时使用一份作业许可证，涉及多种特种作业需分别办理作业许可，申办证单位按管理制度的审批权限进行办理，“许可证”的项目逐项填写，不得空项，不得随意涂改和转让，作业时不得变更作业地点、扩大使用范围、超过有效期。

(3)当出现下列情形之一，需重新办理或变更现有受限空间作业许可：

①受限空间作业许可证有效期到期，但该作业仍未完成；

- ②作业范围扩大，作业条件、作业环境或工艺条件改变；
- ③作业现场管控措施失效；
- ④其他需重新办理或变更受限空间作业许可的情形。

4.2.3 作业前

4.2.3.1 评估与交底

(1)实施受限空间作业前，应对作业环境进行评估，分析存在的危险有害因素，提出消除、控制危害的措施，制定受限空间作业方案，并经受限空间管理单位安全管理人员和负有受限空间管理职责的相关专业人员审核批准，方可实施；

(2)受限空间作业前须对从事受限空间作业活动的人员进行身体状况评估，如存在疲劳过度、精神不振、情绪低落、身体不适或前日醉酒等现象的员工，当日不得安排受限空间作业；

(3)受限空间作业前，应将作业内容、作业方案、危险有害因素、安全作业要求和应急处置措施告知所有作业人员和监护及应急救援人员，现场负责人应当监督作业人员按照方案进行作业准备。

4.2.3.2 设备检查

受限空间作业前，须对安全防护设施、个体防护装备、作业设备和工具、应急救援器材进行安全性能检查，保证其性能符合受限空间作业要求。

4.2.3.3 封闭作业区域与警示

(1)在受限空间出入口显著位置设置围挡、安全警示标识或安全告知牌。占道作业的，应在作业区域周边设置交通安全设施。夜间作业的，作业区域周边显著位置应设置警示灯，人员应穿着高可视警示服；作业区域周边显著位置应设置作业单位信息公示牌，作业标志牌示例请参见附录 2；

(2)受限空间与其他系统连通的可能危及安全作业的管道应采取有效隔离措施，管道安全隔绝可采用插入盲板或拆除一段管道进行隔绝。与受限空间相连通的可能危及安全作业的孔、洞应进行严密地封堵。受限空间带有搅拌器等用电设备时，应在停机后切断电源，摘除保险或挂接地线，上锁并加警示牌，在开关上挂“有人工作、严禁合

闸”警示牌。

4.2.3.4 气体置换、检测与通风

(1)作业人员站在受限空间外上风侧，打开进出口进行自然通风。可能存在爆炸危险的，开启时应采取防爆措施；若受进出口周边区域限制，作业人员开启时可能接触受限空间内涌出的有毒有害气体的，应佩戴相应的呼吸防护用品；

(2)受限空间内盛装或残留的物料对作业存在危害时，应在作业前对物料进行清洗、清空或置换；

(3)作业前应根据受限空间内可能存在的气体种类进行有针对性检测，对空间内可能存在的有害气体进行系统、有效地辨识，一般按照如下思路进行：

①空间盛装的介质是什么？

②与受限空间相连的系统是否存在泄露至空间内的有害气体？

③作业过程本身是否会产生额外的有害气体？

如：二氧化碳保护焊接中，可能由于气管漏气产生二氧化碳增加空间内窒息的风险。

④该气体是否具有燃烧、爆炸、毒性的危害？

⑤该气体是否可以被气体检测仪检测到？

当受限空间内气体环境复杂，作业单位不具备检测能力时，应委托具有相应检测能力的单位进行检测。检测人员应当记录检测的时间、地点、气体种类、浓度等信息，并在检测记录表上签字；

(4)严格遵守“先通风、再检测、后作业”的原则。受限空间作业应至少检测氧气、可燃气体、硫化氢和一氧化碳浓度。检测时应在受限空间外上风侧，对受限空间内气体进行检测。受限空间内仍存在未清除的积水、积泥或物料残渣时，应先在受限空间外利用工具进行充分搅动，使有毒有害气体充分释放。检测应从出入口开始，沿人员进入受限空间的方向进行。垂直方向的检测由上至下，至少进行上、中、下三点检测，水平方向的检测由近至远，至少进行进出口近端点和远端点两点检测。未经通风和检测合格，任何人员不得进入受限空间作业，检测的时间不得早于作业开始前 30 分钟；

(5)经检测，受限空间内气体浓度不合格的，必须对受限空间进行强制通风。强制通风时作业环境存在爆炸危险的，应使用防爆型通风设备。应向受限空间内输送清洁空气，禁止使用纯氧通风。受限空间仅有1个进出口时，应将通风设备出风口置于作业区域底部进行送风。有2个或2个以上进出口、通风口时，应在临近作业人员处进行送风，远离作业人员处进行排风，且出风口应远离受限空间进出口。受限空间设置固定机械通风系统的，作业过程中应全程运行；

(6)对受限空间进行强制通风一段时间后，应再次进行气体检测。检测结果合格后方可作业；检测结果不合格的，不得进入受限空间作业，必须继续进行通风，并分析可能造成气体浓度不合格的原因，采取更具针对性的防控措施。

4.2.3.5 个体防护

气体检测结果合格后，作业人员在进入受限空间前还应根据作业环境选择并佩戴符合要求的个体防护用品与安全防护设备，主要有安全帽、全身式安全带、安全绳、呼吸防护用品、便携式气体检测报警仪、照明灯和对讲机等。

4.2.4 作业中

4.2.4.1 安全作业

受限空间作业过程中，作业人员应严格执行作业方案，正确使用安全防护设备和个体防护用品，作业过程中与监护人员保持有效的信息沟通。传递物料时应稳妥、可靠，防止滑脱；起吊物料所用绳索、吊桶等必须牢固、可靠，避免吊物时突然损坏、物料掉落。

4.2.4.2 实时监测与通风

(1)作业中要加强实时监测，作业方案中要求间断性监测的，至少每隔2小时检测记录一次；作业方案中要求连续性监测的，至少每隔20分钟检测记录一次，如有一项不合格以及出现其他情况异常，应立即停止作业并撤离作业人员。作业中断超过30分钟，作业人员再次进入受限空间作业前，应当重新通风、检测合格后方可进入；

(2)除实时监测外，作业过程中还应持续进行通风。当受限空间内进行涂装作业、防水作业、防腐作业以及焊接等动火作业时，应持续

进行机械通风。

4.2.4.3 作业监护

(1)作业监护人员在作业期间，不得离开现场或做与监护无关的事情。作业监护人员应跟踪作业人员的作业过程，与其保持信息沟通，发现受限空间气体环境发生不良变化、安全防护措施失效和其他异常情况时，应立即向作业人员发出撤离警报，并采取措施协助作业人员撤离；

(2)作业期间，凡进出受限空间人员必须做好进出记录，确保受限空间内人员与现场登记表记录相符，防止未经许可的人员进入作业区域；

(3)作业监护人员如果发现有害气体，应立即中断作业，组织作业人员马上撤离受限空间，在重新进入以前，必须搞清楚有害气体来源，在人员重新进入之前，必须采取措施以保护人员不受有害气体伤害。

4.2.4.4 撤离

作业期间发生身体不适、防护设备失效、气体检测报警仪报警、监护人员或作业现场负责人下达撤离命令以及其他可能危及安全的情况时，应立即中断作业，撤离受限空间。

4.2.5 作业后

- (1)作业完成后，作业者应将全部作业设备和工具带离受限空间；
- (2)现场作业负责人和监护人员应清点人员及设备数量，确保受限空间内无人员和设备遗留后，关闭出入口；
- (3)作业前采取隔离措施的，应解除隔离；
- (4)清理现场后，应解除作业区域封闭措施后撤离现场；
- (5)现场作业负责人在签字确认后结束作业。

5 受限空间作业事故应急救援

5.1 应急救援预案与演练

应根据受限空间作业的特点，辨识可能的安全风险，明确救援工作分工及职责、现场处置程序等，按照《生产安全事故应急预案管理办法》(应急管理部令 第2号)和《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T 29639-2020)，根据危险的特性和可能面临的特殊危害编制受限空间作业专项应急预案或现场处置方案。

针对受限空间作业对应急队伍、装备、物资等应急资源状况进行应急能力评估，完善应急保障措施，根据现场受限空间有毒有害气体、内部结构等情况，分析事故风险种类、发生的可能性以及严重程度及影响范围，明确用于救援的装备在进入点附近的摆放位置。

定期组织培训，确保受限空间作业现场负责人、气体检测人员、监护人员、作业人员以及应急救援人员掌握应急预案内容。事故专项应急预案应每年至少组织1次演练，现场处置方案应至少每半年组织1次演练。

5.2 应急措施

5.2.1 响应

当发生受限空间事故时，发现者应第一时间向作业现场负责人报告，作业现场负责人向单位应急指挥部报告，作业单位应急组织应立即启动相应等级的响应程序。

5.2.2 处置

(1)当受限空间内有人伤势严重，无法自行离开受限空间时，人员应进行风险研判，若不确定应急救援信息或现场不具备救援条件时禁止盲目施救，应立即拨打厂内急救报警电话或者当地报警电话119和120；若具备救援条件，必须配戴呼吸防护用品方可进入受限空间内救人，其他人员负责在外接应，并对事故区域进行管控，禁止其他无关人员进入；

(2)监护人到达事故地点，伤员伤势严重无法站立时，可用安全绳上拉，监护人可指挥上拉速率并保护伤者不被其他物品剐蹭；

(3)伤员被救出安全区域后，才能卸下防护装备；

(4)伤员脱离受限空间后，应迅速转移至安全、空气新鲜处，避免受到二次伤害，采取下述应急措施，并拨打厂内急救报警电话或者当地报警电话 119 和 120。

5.2.3 应急救援

5.2.3.1 应急救援原则

(1)当作业过程中出现异常情况时，作业人员在还具有自主意识的情况下，应采取积极主动的自救措施。作业人员可使用隔绝式紧急逃生呼吸器等救援逃生设备，提高自救成功率；

(2)如果作业人员自救逃生失败，应急救援人员应根据实际情况采取非进入式救援或进入式救援方式。

非进入式救援：非进入式救援是指救援人员在受限空间外，借助相关设备与器材，安全快速地将受限空间内受困人员移出受限空间的一种救援方式。非进入式救援需至少同时满足以下 2 个条件①受限空间内受困人员佩戴了全身式安全带，且通过安全绳索与受限空间外的挂点可靠连接；②受限空间内受困人员所处位置与受限空间进出口之间通畅、无障碍物阻挡。

进入式救援：当受困人员未佩戴全身式安全带，也无安全绳与受限空间外部挂点连接，或因受困人员所处位置无法实施非进入式救援时，就需要救援人员进入受限空间内实施救援。

进入式救援应遵循以下原则实施救援行动：

- ①救援人员必须采取科学的防护措施，确保自身防护安全、有效；
- ②救援人员应经过专门的受限空间救援培训和演练，能够熟练使用防护用品和救援设备设施，并确保能在自身安全的前提下成功施救；
- ③在没有足够的安全保护措施的情况下，不得进入空间内救助他人。

5.2.3.2 应急救援措施

(1)中毒窒息

- ①将中毒窒息人员尽快安置于通风良好地点，注意保温，如有供

氧条件，可以通过面罩的方式给氧；

②对心跳、呼吸停止的人员，立即进行心肺复苏并寻求医疗救助。

(2)机械伤害、高处坠落、物体打击、坍塌

如果伤员因机械伤害、高处坠落、物体打击、坍塌导致出现流血、骨折等外伤事故：

①应立即对出血伤员止血，平稳将伤员运出；

②骨折伤员伤情不明时，不得随意移动，并立即与专业医护人员联系取得协助。

(3)灼烫

①应立即将衣物脱去，如果与皮肤发生粘连，不得强行脱烫伤人员的衣物，以免扩大创面损伤面积；

②立即用大量清水冲洗伤口，重度灼伤立即送往医院救治。

(4)淹溺、掩埋

如果伤员因淹溺、掩埋导致呼吸停止、心跳减弱：

①将伤员舌头拉出口外，解开衣扣，清理口鼻处积水、泥沙；

②救护者单膝跪地，一腿屈膝，将伤员腰部放置膝盖处，使其头部向下，按压腹部、背部将水、泥沙排出；

③随后进行人工呼吸或心肺复苏，并立即送医或联系专业救护人员。

(5)高温高湿

如果伤员因在高温高湿受限空间内作业发生中暑、昏迷：

①轻度症状可将伤员移动至阴凉通风处，并采取降温措施；

②重度症状应使用冷水、冰块、酒精对头部、颈侧、腋下、腹股沟进行降温，并及时送医救治。

(6)触电

①立即切断电源或用不导电物体使伤员尽快脱离电源；

②救护者可站在干燥的木板上或穿绝缘鞋，用一只手去拉触电者的干燥衣服，使触电者脱离电源；

③当伤员脱离电源后应立即检查伤员情况，特别是呼吸和心跳，发现呼吸和心跳停止时，应立即就地抢救。

(7)电离辐射

①尽早清除初始进入人体的放射性核素，包括清洗体表，防止污

染物扩散。疑有吸入时，应清拭鼻腔、含漱、祛痰，疑有摄入时，可催吐；

②体表有创伤时，可用生理盐水、络合剂反复冲洗；

③根据放射性核素种类和摄入量，尽早使用相应的药物进行促排：有放射性碘进入人体时，尽早服用稳定性碘，有氚进入人体内时应大量饮水或补液；

④及时联系专业救护人员，并做好辐射污染的控制。

5.3 应急物资与装备保障

5.3.1 应急队伍保障

(1)各单位应建立专兼职应急队伍，健全组织机构及管理制度。专职应急队伍应具有进行综合事故应急救援处置的能力；兼职应急队伍应具有有效控制常规事故的能力，为被困人员自救、互救和专职应急队伍开展应急救援创造条件；

(2)各单位应定期对专兼职应急队伍进行安全生产知识、法律法规或应急救援预案的培训，不断提高应急队伍的应急救援专业知识和受限空间救援能力。

5.3.2 物资保障

(1)各单位应建立应急物资台账，定期对应急物资进行检查、维护、保养、检测，确保其处于完好有效状态；

(2)为了预防和应对受限空间事故，各单位应根据受限空间作业实际情况配备应急救援三脚架系统、侧边进入系统、便携式吊杆系统、备用呼吸防护用品等救援装备。

6 记录

受限空间作业中产生的各类填报记录应由作业负责人员负责监督填报闭环，作业负责人员应严格按照安全检查表落实各项安全管控措施，并如实记录。安全检查表参照附录 3。

受限空间作业负责人应在作业开始前组织作业人员、监护人员召开工前会，对作业危险性进行分析、检查相应安全措施是否落实到位，并如实记录，工前会记录参照附录 4。

受限空间作业应严格按照作业流程进行，受限空间作业流程参照附录 5。

受限空间作业各类记录保存时长应当满足本单位档案管理相关要求。

附录 1

(资料性)

受限空间作业许可证示例

申请单位		申请人		作业编号		
受限空间所属单位			受限空间名称(编号)			
主要危险因素						
填报人员		作业内容		作业方式		
作业时间	自 年 月 日 时 分始至 年 月 日 时 分止					
作业负责人		监护人		作业人员		
序号	主要安全措施			确认安全措施符合要求		
1	作业人员作业安全教育					
2	确定连续测定的仪器和人员					
3	确定测定用的仪器的准确性及可靠性					
4	个人防护用品、安全器具、应急救援器具等设备确认					
5	对进入受限空间危险性进行分析					
6	通风排气情况的确认					
7	分析有毒有害气体、易燃易爆气体含量					
8	检查受限空间进出口通道是否畅通并设置警戒区					
9	作业人员清楚受限空间内部存在的其他危险因素					
10	其他安全作业检查表所检查项					
安全措施确认人签字:						
实施安全教育人			申请单位负责人意见:			
签名: 时间:			签名: 时间:			
审批单位负责人意见:						
签名: 时间:						
采样分析数据	检测项目	氧含量	可燃气体浓度	硫化氢浓度	一氧化碳浓度	其他有毒气体或粉尘浓度
	检测结果					

气体实时检测记录：

气体检测人员签字：

受限空间人员进出记录：

工器具回收检查确认签字：

现场完工负责人验收意见：



签名：

时间：

附录 2

(资料性)

受限空间作业标志牌示例

受限空间作业安全告知			
 禁止入内		<h1 style="margin: 0;">未经许可严禁进入!</h1> <h1 style="margin: 0;">严禁盲目施救!</h1>	
<h3 style="background-color: black; color: white; padding: 2px;">危险性</h3> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  当心缺氧 </div> <div style="text-align: center;">  当心中毒 </div> <div style="text-align: center;">  当心爆炸 </div> </div>		<h3 style="background-color: black; color: white; padding: 2px;">安全操作注意事项</h3> <ol style="list-style-type: none"> 1. 必须严格执行作业许可制度，未经许可严禁作业。 2. 必须设置监护人，作业期间监护人严禁擅离职守。 3. 必须在作业前做好安全隔离和清除置换。 4. 必须先检测、后作业，检测不合格严禁作业。 5. 必须采取充分的通风换气措施，确保整个作业期价处于安全受控状态。 6. 必须根据作业环境，配备适合的个体防护装备，作业人员未进行有效防护严禁作业。 7. 必须制定应急措施，现场配备应急装备，发现异常情况，及时报警，严禁盲目施救。 	
<h3 style="background-color: black; color: white; padding: 2px;">作业场所气体浓度要求</h3>			
<ul style="list-style-type: none"> ● 氧含量 安全范围：19.5%-21%，富氧环境不大于 23.5% ● 甲烷 爆炸下限 5% ● 硫化氢 最高容许浓度：7ppm ● 一氧化碳 短间接接触容许浓度：25ppm ● 其他 			
作业单位			
审批责任人		联系电话	
作业负责人		联系电话	
作业监护人		联系电话	
作业内容			
报警电话	110	急救电话	120

附录 3

(资料性)

受限空间作业安全检查表

本表适用于对受限空间作业的安全事项进行检查，各单位可视情况增减表中内容。

序号	标准或要求	执行情况
1	人员精神状态良好	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
2	了解从事作业的受限空间内部结构、存在的介质及危害	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
3	了解作业风险及应急预案	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
4	具备必要的安全知识及救护方法	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
5	能够正确的使用防护用具、检测仪器	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
6	经过受限空间作业安全专项培训并考核合格	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
7	办理受限空间作业许可	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
8	在受限空间作业时在受限空间外设置安全警示标志	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
9	受限空间出入口保持畅通	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
10	多工种、多层交叉作业时采取互相之间的防止伤害的措施	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
11	受限空间外应备有相应的应急救援用品	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
12	进入受限空间，涉及动火、高处、临时用电、动土等高风险作业，同时办理相应的作业许可	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
13	受限空间与其他系统联通的可能危及安全作业的管道、孔、洞采取有效的隔离措施	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
14	受限空间带有搅拌器等的用电设备，停机后切断电源，上锁并加挂警示牌	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
15	氧气含量（体积分数）为 19.5%~21%，富氧环境不大于 23.5%	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
16	有毒气体（物质）浓度符合 GBZ 2.1 的规定	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
17	可燃气体浓度：当被测气体或蒸气的爆炸下限大于等于 4%时，其被测浓度不大于 0.5%；当被测气体或蒸气的爆炸下限小于 4%时，其被测浓度不大于 0.2%	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
18	对人孔、手孔、料孔、风门、烟门等与大气相通的设施进行自然通风，必要时采取强制通风	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
19	采用管道送风时，送风前对管道内介质和风源进行分析确认	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
20	禁止向受限空间内充氧气或富氧空气	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
21	作业前 30 min 内，对受限空间进行气体采样分析，分析合格后方可进入	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
22	分析仪器应在校验有效期内，使用前处于正常工作状态	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

序号	标准或要求	执行情况
23	采样点应有代表性, 容积较大的受限空间, 采取上、中、下各部位取样	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
24	作业中应定时监测, 作业方案中要求间断性监测的, 至少每 2 小时监测记录一次; 作业方案中要求连续性监测的, 至少每隔 20 分钟监测记录一次, 作业中断超过 30 min 应重新监测分析	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
25	对可能释放的有害物质的受限空间, 应连续监测, 情况异常时应立即停止作业, 撤离人员, 经现场处理, 并取样分析合格后 方可恢复作业	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
26	涂刷具有挥发性溶剂的涂料时, 应做连续分析, 并采取强制通风措施	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
27	采样人员进入受限空间作业时应采取个体防护措施	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
28	在缺氧或有毒的受限空间作业时, 应佩戴隔离式防护面具, 必要时作业人员应带救生绳	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
29	在易燃易爆的受限空间作业时, 应穿防静电工作服、工作鞋, 使用防爆型低压灯具及不产生火花的工具	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
30	在有酸碱等腐蚀性介质的受限空间作业时, 应穿戴防酸碱工作服、工作鞋、手套等防护用品	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
31	在产生噪声的受限空间作业时, 应佩戴耳塞或耳罩等防噪声护具	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
32	受限空间照明电压小于等于 24 V, 在潮湿容器、狭小容器内作业电压应小于等于 12 V	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
33	使用超过安全电压的手持电动工具作业或进行电焊作业时, 应配备漏电保护器, 在潮湿容器中, 作业人员应站在绝缘板上, 同时保证金属容器接地可靠	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
34	受限空间作业时, 受限空间外应设有监护人	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
35	进入受限空间前, 监护人会同作业人员检查安全措施, 统一联系信号	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
36	在风险较大的受限空间作业, 增设监护人员, 并随时保持与受限空间作业人员的联络	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
37	作业人员不得携带与作业无关的物品进入受限空间, 作业中不得抛掷材料、工器具等物品	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
38	难度大、劳动强度大、时间长的受限空间作业采取轮换作业	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
39	作业前后应清点作业人员和工器具, 作业人员离开受限空间应将作业工器具带出	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
40	作业结束后, 有受限空间所在的单位和作业单位共同检查受限空间内外, 确认无误后方可封闭受限空间	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

附录 4

(资料性)

受限空间作业工前会记录

工作内容:		工单号:	
单位:	部门:	班组:	工作地点:
设备编码:		作业负责人:	
一、作业负责人/项目负责人会前需要确认的事项:			
<input type="checkbox"/> 工作票证齐全	<input type="checkbox"/> 工具和备品备件齐全	<input type="checkbox"/> 风险分析全面	
<input type="checkbox"/> 安全措施正确落实到位	<input type="checkbox"/> 人员资质	<input type="checkbox"/> 工作包完整齐全	
<input type="checkbox"/> 作业人员精神状态良好	<input type="checkbox"/> 防护用品安全用具齐全	<input type="checkbox"/> 隔离区域明确	
<input type="checkbox"/> 作业人员禁止携带手机, 监护人员监护过程中禁止玩手机			
<input type="checkbox"/> 作业人员精神、身体状态良好, 无低血糖、酒后上班、心情低落、家中突发重大变故、身体不适等情况			
二、工作负责人/项目负责人向工作组成员交代以下事项:			
1、受限空间类型 <input type="checkbox"/> 地上受限空间 <input type="checkbox"/> 地下受限空间 <input type="checkbox"/> 密闭设备			
2、受限空间作业等级 <input type="checkbox"/> 一级 <input type="checkbox"/> 二级			
3、工作组成员分工			
3.1 作业人员:			
3.2 安全员/监护人:			
4、工作风险分析及预防性措施			
<input type="checkbox"/> 受限空间内部已具备进入作业条件。			
<input type="checkbox"/> 受限空间进出口通道畅通, 无阻碍人员进出的障碍物。			
<input type="checkbox"/> 用于连续检测的移动式可燃、有毒气体、氧气检测仪已配备到位。			
<input type="checkbox"/> 作业人员已佩戴必要的个体防护装备。			
<input type="checkbox"/> 已配备作业应急设施: 消防器材 ()、救生绳 ()、气防装备 ()、盛有腐蚀性介质的容器作业现场已配备应急用冲洗水。			
<input type="checkbox"/> 受限空间内作业现场已配备通信设备。			
<input type="checkbox"/> 受限空间出入口四周已设立警戒区。			
5 相关事故案例学习: _____			
6 其它风险:			
三、工作负责人/项目负责人与工作组成员讨论并记录以下事项:			

已按照受限空间作业安全检查卡对作业过程中的安全事项进行确认

声明：

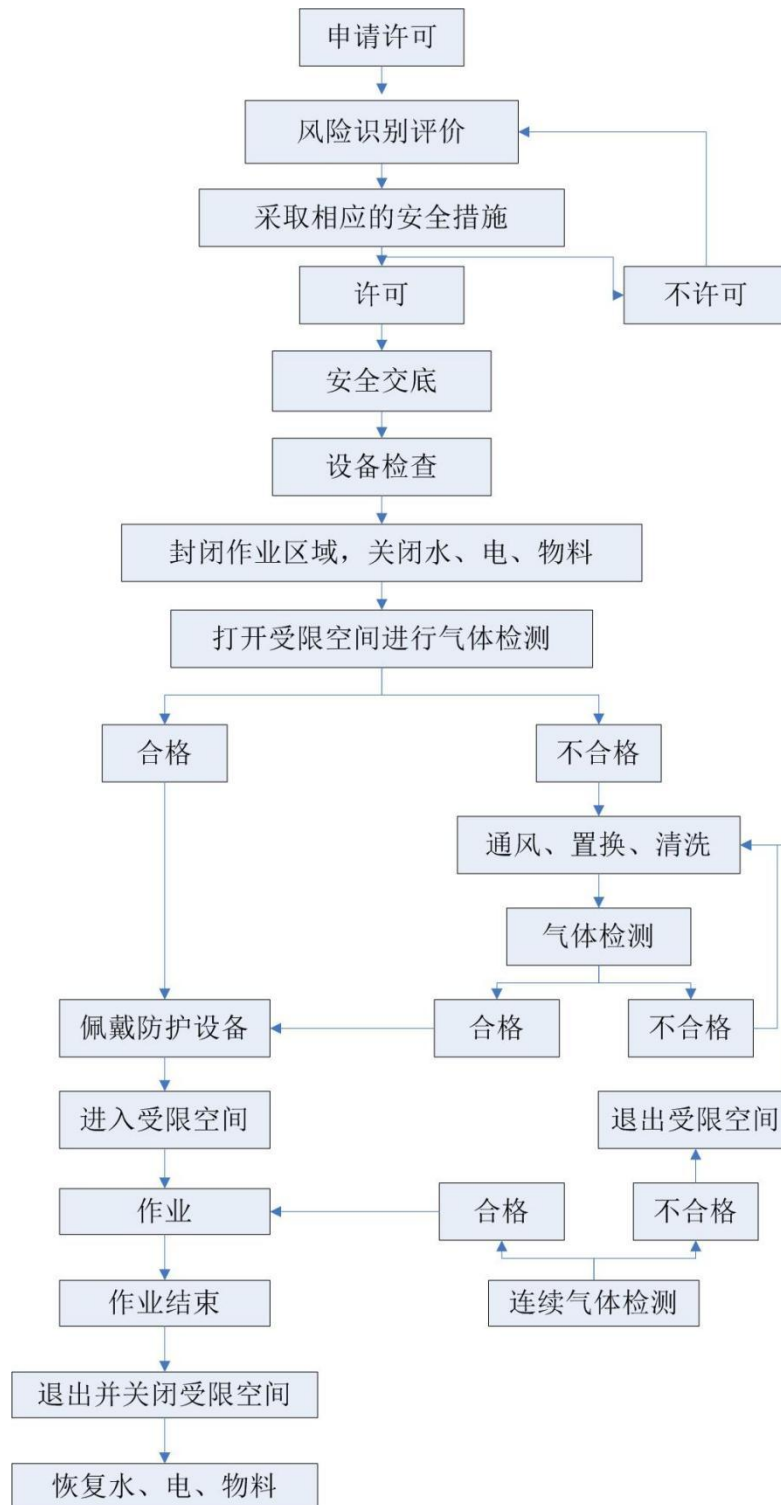
本人已参加此次工前会，已清楚工前会的内容及要求，并保证在工作实施过程中严格遵守和执行。

工作组成员签名/日期：

附录 5

(资料性)

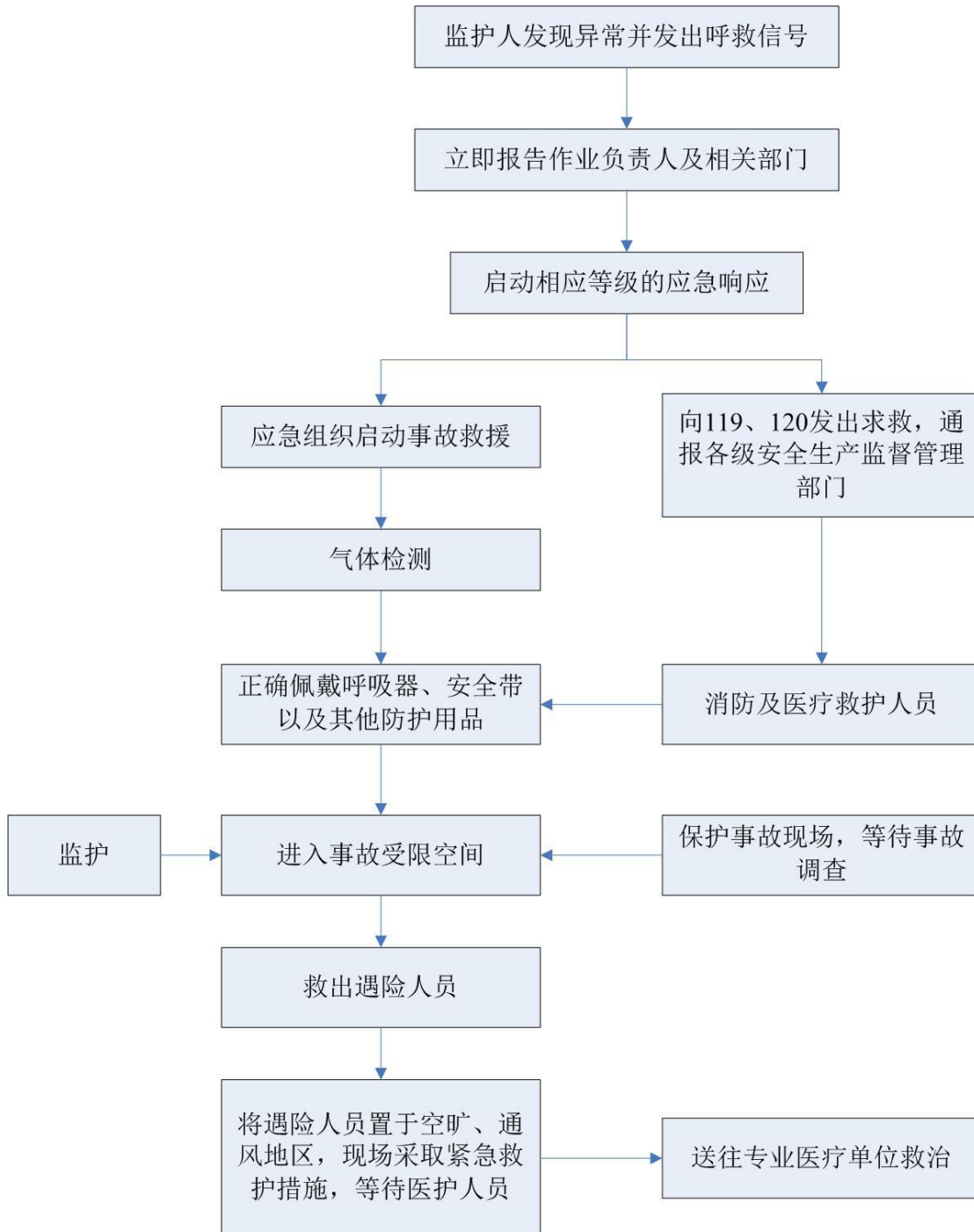
受限空间作业流程图



附录 6

(资料性)

受限空间作业事故应急响应流程图



附录7 受限空间作业典型事故案例选编

一、河北顺达冶炼公司“1·18”高炉内较大煤气中毒事故

1. 事故经过

2010年1月18日,新鼎公司对顺达冶炼公司2号高炉(已于2009年11月22日停产)冷却壁进行维修作业,6名施工人员未采取任何防护措施直接进入炉内作业,发生煤气中毒,全部死亡。

2. 事故原因分析

(1)1、2号高炉和竖炉共用一条煤气管道,停产后2号高炉煤气管道电动插板阀和电动蝶阀关闭。1月6日竖炉生产时2号高炉煤气管道电动插板阀和电动蝶阀全部打开。1月16日竖炉停产时,只关闭了电动蝶阀;

(2)管理不到位,未制定检修方案、安全措施,未对相关方签订安全管理协议,未按规定办理检修作业手续,未明确安全监护人;

(3)检修时,未对2号高炉煤气系统可靠隔断,未按规定对炉内煤气进行动态检测。

二、上海宝钢集团南京梅山钢铁“2·23”转炉煤气柜较大中毒事故

1. 事故经过

2012年2月23日中午11:50分左右,宝冶建设南京分公司在对上海宝钢集团南京梅山钢铁公司进行煤气三加压站8万立方米转炉气柜进行技术改造施工过程中,致转炉煤气倒灌进煤气柜,造成柜内13名作业人员中毒,其中6人死亡。

2. 事故原因分析

施工人员在检修过程中误操作,割断了煤气封堵盲板螺栓,使盲板脱落,导致煤气倒灌进柜内,造成柜内人员中毒。

三、江苏核电“4·5”隧洞一般中毒窒息事故

1. 事故经过

2016年4月5日,中国核电所属江苏核电在没有通风条件的隧洞内,长时间违规使用柴油发电机,其排放的有毒气体一氧化碳在作业区域积聚,造成作业人员中毒,造成1人死亡、4人受伤。

2. 事故原因分析

(1)违反操作规程,未将柴油发电机排气口放置于受限空间外;

(2)违反管理规定,进如受限空间作业未配备呼吸防护设备;

(3)在受限空间内作业未进行有毒有害气体的持续性检测。

四、湖北武汉市江夏区郑店街“9·23”较大中毒和窒息事故

1. 事故经过

2019年9月23日11时30分左右，武汉德乾路桥有限公司在凤杨大道一排污检查井进行清淤作业，1名现场人员入井作业时晕倒，现场另3人发现后未采取任何防护措施下井救人，发生中毒和窒息事故，最终造成3人死亡，1人受伤，直接经济损失约391.06万元。

2. 事故原因分析

(1)武汉江夏路桥工程总公司作为发包单位，未与分包单位签订安全生产管理协议，放任分包单位违规作业；

(2)武汉德乾路桥有限公司作为劳务分包单位，安全生产责任不落实，不具备从事相关作业的安全生产条件，临时招聘人员未经安全教育培训就组织人员开展受限空间作业；现场作业时未采取任何安全防护措施，且在事故发生后，盲目施救导致伤亡扩大。

五、河南焦作悯农面制品有限公司“7·18”较大中毒和窒息事故

1. 事故经过

2020年7月18日18时许，焦作悯农公司1名工人在发酵车间工作时，因操作不当掉入物料罐内，导致中毒窒息死亡，其他工作人员处置不当，盲目施救，致使事故后果扩大，共造成6人死亡。

2. 事故原因分析

(1)焦作悯农公司未经食品生产许可违法违规生产经营，拒不执行相关部门停产指令违法擅自进行生产；

(2)焦作悯农公司受限空间管理制度缺失，未组织开展风险辨识和隐患排查治理，现场管理混乱；

(3)焦作悯农公司安全培训不到位，从业人员安全意识淡薄，应急处置能力差；

(4)武陟县詹店镇张菜园村委会、武陟县瑞都粉业加工厂违规将非建设用地出租给不具备安全生产条件的焦作悯农公司。

六、陕西神木市陕西精益化工有限公司“10·30”较大窒息事故

1. 事故经过

2020年10月30日17时许，陕西省榆林神木市陕西精益化工有限公司在试生产调试期间，煤焦油预处理装置污水处理罐发生氮气窒息事故，造成3人死亡、1人受伤。初步分析原因为，1名当班员工

在未对罐内气体检测分析、未办理进入受限空间作业许可、未采取个人防护措施的情况下，违章从人孔进入罐内查看时窒息，另外2人戴长管呼吸器、1人戴空气呼吸器进入罐内施救时发生意外，造成伤亡扩大。

2. 事故原因分析

(1)企业安全生产制度落实有漏洞，安全教育培训不实，基层员工安全意识淡薄，风险隐患认知不足，不掌握应知应会技能；

(2)在开展应急救援时未能正确佩戴使用个人防护用品及救援器材。

七、驻马店市河南顺达新能源科技有限公司“1·14”较大窒息事故

1. 事故经过

2021年1月13日，顺达公司进行净化车间130保护剂扒出更换作业，1月14日15:38维修工打开1#保护剂罐四层人孔后离开。约15:54至16:04，净化车间主任安排员工重新打开1#水解保护剂罐氮气阀门，保持微正压；净化车间当班班长将空气气源管线与正压空气呼吸器面罩连接后开始作业，第1个佩戴空气呼吸器面罩进罐作业，作业完成后上顶层平台。

16:17左右，维修工甲作业后出罐上到顶层平台，将空气呼吸器面罩取下交给乙。乙佩戴空气呼吸器面罩后进罐作业，大约1-2分钟后，监护人丙（佩戴长管呼吸器）发现乙头部伸到人孔口，左手手臂伸出人孔外，丙拉住乙的安全带十字连接处，同时发出求救信号。16:21左右，班长及维修工甲发现丙发出的求救信号后，下到四层平台人孔处施救。约1分钟后，甲感觉头晕返回顶层平台。班长要求丙将长管呼吸器交给自己，由其佩戴长管呼吸器进罐救援，丙取下长管呼吸器，班长还未戴上即晕倒。

16:24左右，车间主任在地面听到呼救，与净化车间维修工丁一起未佩戴防护装备实施救援。此时在现场对接工作的公司副调度向主调度报告，主调度向生产办副主任和安环科科长报告。16:30左右，4名施救人员闻讯到达事故现场加入救援，因只携带1套长管呼吸器，无法将乙拉出，大家将乙推回罐内，由维修工戊佩戴长管呼吸器进入1#水解保护剂罐内施救，16:41左右，施救人员将乙从罐中救出。

事故导致4人死亡，3人受伤，直接经济损失约1010万元。

2. 事故原因分析

(1)作业人员违章作业。作业人员使用正压式呼吸器面罩，经过改造后呼吸面罩软管接入仪表空气代替正压式呼吸器，接入方法不规范，软管直接插入硬管，未设专人监护；

(2)盲目施救导致事故扩大。前期参与救援的9人中，除2人佩戴长管呼吸器外，其他7名救援人员均未佩戴任何防护用品；

(3)现场救援不力。现场救援能力不足，从晕倒到将其从罐体内救出，用时将近20分钟；救援现场组织混乱，进入罐体救援人员，施救过程中长管呼吸器软管被挤压，致使其因长时间缺氧窒息晕倒。

附录 8 受限空间作业安全相关法规标准和文件清单

序号	类别	文件名称	文号/标准号
1.	部门规章	生产安全事故应急预案管理办法	应急管理部令 第 2 号
2.	部门规章	特种作业人员安全技术培训考核管理规定	国家安全生产监督管理总局令 第 30 号
3.	部门规章	工贸企业有限空间作业安全管理与监督暂行规定	国家安全生产监督管理总局令 第 59 号
4.	国家标准	工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素	GBZ 2.1
5.	国家标准	呼吸防护 长管呼吸器	GB 6220
6.	国家标准	缺氧危险作业安全规程	GB 8958
7.	国家标准	涂装作业安全规程 有限空间作业安全技术要求	GB 12942
8.	国家标准	生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则	GB/T 29639
9.	国家标准	危险化学品企业特殊作业安全规范	GB 30871
10.	国家标准	自给开路式压缩空气呼吸器	GB/T 16556
11.	行业标准	化学品生产单位受限空间作业安全规范	AQ 3028
12.	行业标准	城镇排水管道维护安全技术规程	CJJ 6
13.	行业标准	电力行业缺氧危险作业监测与防护技术规范	DL/T 1200
14.	行业标准	生产区域受限空间作业安全规范	HG 30011
15.	政策文件	关于开展工贸企业有限空间作业条件确认工作的通知	安监总厅管四〔2014〕37号
16.	政策文件	关于吸取事故教训加强工贸企业有限空间作业安全监管的通知	安监总局厅管四〔2015〕56号
17.	政策文件	工贸行业重大生产安全事故隐患判定标准 (2017 版)	安监总管四〔2017〕129 号
18.	政策文件	有限空间作业安全指导手册	应急厅函〔2020〕299 号

注：相关法律法规、标准和文件均应参照最新版执行。

附录9 受限空间作业安全培训题库

一、判断题

1. 清理、疏通下水道、粪便池、窞井、污水池、地窖等作业容易产生硫化氢。(√)
2. 在污水池、排水管道、集水井、电缆井、地窖、沼气池、化粪池、酒糟池、发酵池等可能存在中毒、窒息、爆炸的受限空间内从事施工或者维修、排障、保养、清理等的作业统称为受限空间作业。(√)
3. 受限空间是指封闭或部分封闭，进出口较为狭窄有限，未被设计为固定工作场所，自然通风不良，易造成硫化氢、一氧化碳、二氧化硫、甲烷、氰化氢等有害气体中毒、爆炸危险或氧含量不足（低于18%）的空间。(√)
4. 受限空间中有有机物分解所产生的甲烷、一氧化碳、硫化氢等可燃气体，易导致爆炸和燃烧。(√)
5. 危害告知就是要将所从事有毒有害危险受限空间作业场所从整个有毒有害危险场所的环境中分隔出来，然后在有限的范围内采取安全防护措施，确保作业安全。(×)
6. 在受限空间内进行某些涂刷、切割等作业，作业中会产生的有毒有害物质只是少量的，不会对人体产生太大影响，因此在作业期间不用对受限空间持续通风。(×)
7. 由于受限空间作业的情况复杂，危险性大，所以无论检测结果合格与否，都必须派专人监护。(√)
8. 置换密闭设备内有毒有害气体前，应先放空设备内残留的物质。(√)
9. 对污水井进行通风时，应打开与之临近的污水井盖，使排风效果更佳。(×)
10. 将风管放在受限空间出入口进行通风。(√)
11. 存在可燃气体的受限空间，应使用防爆风机进行通风。(√)
12. 对于污水管道、合流管道和化粪池等地下受限空间，作业人员进入时可以使用过滤式防毒面具。(×)
13. 作业人员发现情况异常或感到不适，呼吸困难时，必须坚持完成作业，方可离开(×)。
14. 安全带属特种劳动防护用品，因此应到有生产许可证厂家或

有特种防护用品定点经营证的商店购买。(√)

15. 安全帽在使用时受到较大冲击后,若帽壳没有明显的断裂纹或变形,则可继续使用。(×)

16. 高处作业人员佩戴的安全帽,要有下颏带和后颈箍并应拴牢,以防帽子滑落与脱掉。(√)

17. 在没有防护的情况下,任何人不应暴露在能够或可能危害健康的空气环境中。(√)

18. 使用前应对使用者进行培训,确保每个使用者了解所使用的呼吸防护用品的局限性,并有能力正确使用。(√)

19. 使用前应检查呼吸防护用品的完整性、过滤元件的实用性、气瓶的储气量,提供动力的电源电量等,消除不符合有关规定的现象后才能使用。(√)

20. 安全生产责任制是企业保障安全生产的最基本、最重要的管理制度。(√)

21. 安全操作规程是安全生产的行为规范,是搞好安全生产的有效手段。(√)

22. 生产经营单位应当定期演练生产安全事故应急救援预案,每年不得少于两次。(√)

23. 监护人员应该确认作业人员及气体检测人员的职业安全培训及上岗资格。(√)

24. 对昏迷伤病人员进行意识判断时,营救人员应使劲拍打伤病人员肩膀,并高声呼喊使其恢复意识。(×)

25. 发生事故后应立即拨打 119 和 110,以尽快得到消防队员和急救专业人员的救助。(√)

二、单选题

1. 立即威胁生命和健康浓度是指有害环境中空气污染物浓度达到某种危险水平,如可致命,或可永久损害健康,或可使人立即丧失(B)。

A、知觉 B、逃生能力 C、自救能力 D、以上都不是

2. 化粪池、污水井容易发生(A)中毒事故。

A、硫化氢 B、一氧化碳 C、苯 D、甲苯

3. 受限空间的某些环境下具有突发性。如开始进入受限空间检测时没有危害,但是在作业过程中突然涌出大量的有毒气体,造成(B)。

A、慢性中毒 B、急性中毒 C、缺氧 D、爆炸

4. 受限空间作业的许多危害具有(B)并难以探测。

A、隐蔽性 B、随机性 C、临时性 D、多变性

5. 硫化氢在常温下为(A)。

A、气体 B、液体 C、固体 D、混合物

6. 硫化氢气体爆炸下限为(A)。

A、4.3% B、8.0% C、46% D、50%

7. 二氧化碳、氮气、乙烷、氢气、氦气等本身无毒或毒性甚微,但吸入这类气体过多时,也都会对人体产生损害,主要原因是(B)。

A、急性中毒 B、缺氧 C、过氧化 D、燃爆

8. 在受限空间中作业,由于人数多、时间长,可造成(B)气体蓄积。

A、一氧化碳 B、二氧化碳 C、氮气 D、甲烷

9. 受限空间作业场所运营或管理单位、施工单位应在受限空间进入点附近张贴或悬挂危险告知牌以及(D),并告知作业者存在的危险有害因素和防控措施,一方面引起作业小组成员的注意和重视,另一方面警告周围无关人员远离危险作业点。

A、禁止标志 B、指令标志 C、提示标志 D、安全警示标志

10. (C)就是要将所从事有毒有害危险受限空间作业场所从整个有毒有害危险场所的环境中分隔出来,然后在有限的范围内采取安全防护措施,确保作业安全。

A、危险告知 B、清洗置换 C、安全隔离 D、通风换气

11. 对比重比空气重的有毒有害气体存在的受限空间使用风机进行通风换气时,通风时应选择受限空间的(A)。

A、中下部 B、中上部 C、上部 D、以上均正确

12. 受限空间危害控制措施之一是将作业场所与(D)有效隔离。

A、外界 B、设备 C、系统 D、以上均不正确

13. 从事受限空间作业时，现场人员必须严格执行(C)的原则，对受限空间有毒有害气体含量进行检测并全程监测，做好实时检测记录。

- A、边检测、边作业 B、先作业、后检测
C、先检测、后作业 D、先搅动、后检测

14. 污水井、化粪池、排水管道等受限空间作业人员不可以随身佩戴、携带(C)设备。

- A、防爆手电 B、防爆对讲机
c、过滤式防毒面具 D、气体检测仪

15. 污水井、化粪池、排水管道等受限空间中存在的有毒有害气体，不包括(C)。

- A、硫化氢 B、一氧化碳 C、氧气 D、甲烷

16. 针对排水管道安全封堵，以下(A)项描述是正确的。

- A、先封上游管口，再封下游管口 B、先封下游管口，再封上游管口
C、上、下游管口同时封堵 D、以上描述都正确

17. 下列说法中，(B)项是错误的。

A、下井作业人员禁止携带手机等非防爆类电子产品或打火机等火源，必须携带防爆照明、通讯设备。

B、进入污水井等地下受限空间调查取证时，作业人员应使用普通相机拍照。

C、下井作业现场严禁吸烟，未经许可严禁动用明火。

D、当作业人员进入排水管道内作业时，井室内应设置专人呼应和监护。

18. 进入受限空间作业，作业人员必须使用(C)。

- A、防火工具 B、防水工具 C、防爆工具 D、一般工具

19. 以下安全帽使用及保养注意事项中错误的是(C)。

A、佩戴前，应检查安全帽各配件有无破损，装配是否牢固，帽衬调节部分是否卡紧、插口是否牢靠、绳带是否系紧

B、安全帽在使用时受到较大冲击后，即应更换受损的安全

帽

C、安全帽清洗后应放在暖气片上烘干

D、安全帽应避免重物挤压或尖物碰刺

20. 在受限空间外进行气体检测应选择(A)气体检测报警仪。

A、泵吸式 B、扩散式 C、两者均可 D、两者均不可

可

21. 每次使用检测报警仪前，必须对其进行(C)操作。

A、调高限 B、调低限 C、调零 D、以上均不正确

22. 受限空间作业安全生产管理制度建设主要是依据国家对受限空间作业的法律法规、标准规范，建立健全安全生产组织机构，制订和完善受限空间作业的安全规章制度、安全操作规程及(B)，为实施受限空间作业安全技术措施奠定基础。

A、专项施工方案 B、事故应急预案

C、安全生产责任制 D、以上均正确

23. 受限空间作业场所的生产经营单位或管理单位、施工作业单位必须建立一整套(A)，并教育从业人员自觉遵守、认真落实。

A、安全生产规章制度 B、事故应急预案

C、安全生产责任制 D、安全操作规程

24. 受限空间作业单位每次组织开展受限空间作业，安排作业人数应不少于(B)人，其中至少两人专门负责监护工作，一人负责有毒有害气体检测工作。

A、3 B、4 C、5 D、6

25. 对于硫化氢中毒的病人，错误的救护方法是(A)。

A、让病人留在原地 B、使病人呼吸道畅通

C、拨打 120 急救电话 D、立即实施心肺复苏抢救

三、多选题

1. 受限空间作业前，应根据受限空间的物料特性，对受限空间的(ABC)进行气体检测。

A、氧含量 B、有毒有害气体浓度 C、可燃气体浓度 D、温度
E、湿度

2. 若罐区一阀门井内阀门泄漏，必须使用气割对其进行处理，

需要开具(CD)。

A、临时用电作业许可证 B、高处作业许可证 C、受限空间作业许可证 D、动火作业许可证 E、占道作业许可证

3. 下列设施或场所属于受限空间的是(ABCE)。

A、反应器 B、污水池 C、储槽 D、配电室 E、阀门井

4. 在受限空间内作业时，应保持空气流通良好，如下措施中正确做法是(ABDE)。

A、打开人孔、手孔等与大气相通的设施进行自然通风。

B、采用风机强制通风。

C、用管道向内输送氧气。

D、用管道向内输送空气。

E、管道送风前应对管道介质和风源进行分析确认。

5. 进行受限空间作业前需要对受限空间进行隔绝，以下做法正确的是(ABDE)。

A、与受限空间连通的管道进行盲板隔离。

B、拆除一段管道。

C、不加盲板，关闭与受限空间连通的管道上的阀门进行有效隔离。

D、与受限空间连通的可能危及安全作业的孔、洞进行严密地封堵。

E、用电设备有效切断电源，并上锁挂签。

6. 受限空间作业前应对参加作业的人员进行安全教育，属于安全教育范围的内容是(BCD)。

A、风险评估的主要方法。

B、事故的预防、避险、逃生、自救、互救知识。

C、作业过程中所使用的个体防护器具的使用方法。

D、作业现场和作业过程中可能存在的危险有害因素。

E、电焊基础知识。

7. 进入受限空间作业时，缺氧或有毒的受限空间经清洗、置换仍达不到要求的，应采取以下措施(DE)。

A、佩戴手套 B、2人进入 C、佩戴防护口罩 D、佩戴隔绝

式呼吸器 E、穿戴救生绳

8. 下列关于受限空间作业说法正确的是(ABCDE)。

- A、在受限空间外应设专人监护。
- B、作业期间监护人员不应离开。
- C、监护人应经过培训。
- D、监护人具备相应的知识。
- E、作业期间监护人不得兼做其他工作。

9. 《化学品生产特殊作业安全规范》(30871-2014)规定,受限空间出入口应保持畅通,并设置明显的安全警示标志,(BCDE)等相应的应急物资和救援设备应配备到位。

- A、手机
- B、急救箱
- C、消防器材
- D、清水
- E、空气呼吸器

10. 根据需要,进入受限空间作业前应当通过(ABCD)等方式对受限空间进行清理、清洗。

A、清空 B、中和危险物质 C、置换 D、清扫(冲洗、蒸煮、洗涤、漂洗) E、气密

11.下列不属于受限空间作业监护人职责的是(CD)。

- A、清楚可能存在的危害和对作业人员的影响。
- B、监视受限空间内外活动过程。
- C、签发受限空间作业许可证。
- D、组织风险识别与评估。
- E、防止未经授权人进入受限空间。

12. 当作业时出现(ABCD)情况,作业人员应紧急撤离受限空间。

- A、作业人员出现身体不适。
- B、安全防护设备或个体防护用品失效。
- C、气体检测报警仪报警。
- D、监护人员或作业现场负责人下达撤离命令。
- E、监护人员出现身体不适。

12. 实施非进入式救援应具备哪些条件(ABD)。

A、受限空间内受困人员身上穿戴了全身式安全带。

B、安全绳索一端与受困人员安全带 D 型环相连，另一端与受限空间外的挂点连接。

C、救援人员穿戴正压式空气呼吸器。

D、受困人员所处位置与受限空间进出口之间通畅、无障碍物阻挡。

E、受困人员清醒。