



中国化学品安全协会

“化危为安”线上讲堂



中国化学品安全协会
China Chemical Safety Association

“化危为安” 线上讲堂

化危为安

化危为安

《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871-2022）

之受限空间作业安全管理解读

中国化学品安全协会 季 斌

2022年5月20日

联系电话：13522755618 邮箱：jibin@ccsa.net.cn





目录
Content

- 01 以事故调查者的视角，探索受限空间事故频发的规律
- 02 受限空间的主要安全风险
- 03 受限空间作业标准解读
- 04 危险化学品企业易出现的受限空间管理问题
- 05 结 语



中国化学品安全协会
China Chemical Safety Association



01

以事故调查者的视角，探索受限空间事故频发的规律



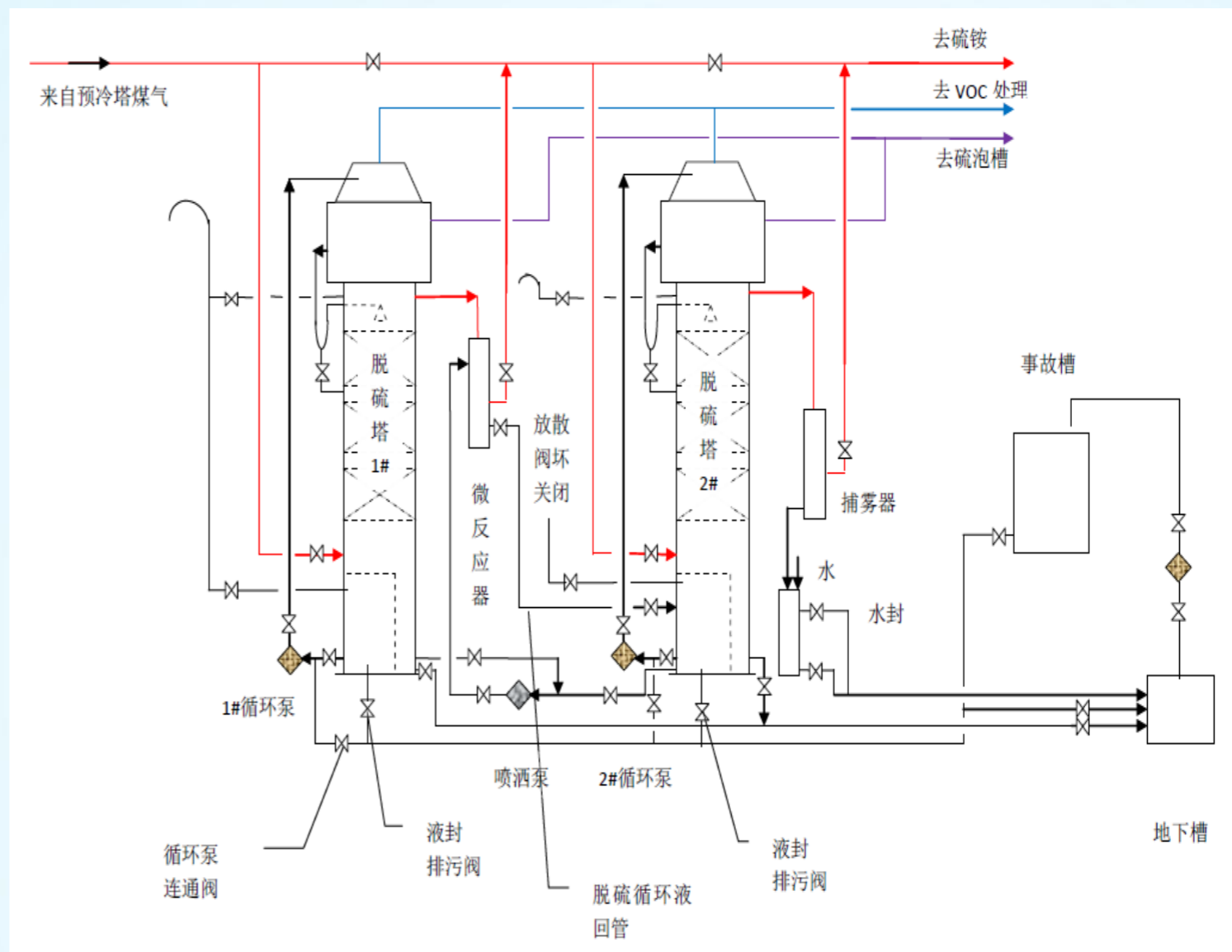
①受限空间作业环境是动态变化的，不以人的意志为转移。





某公司“12·31”较大中毒事故

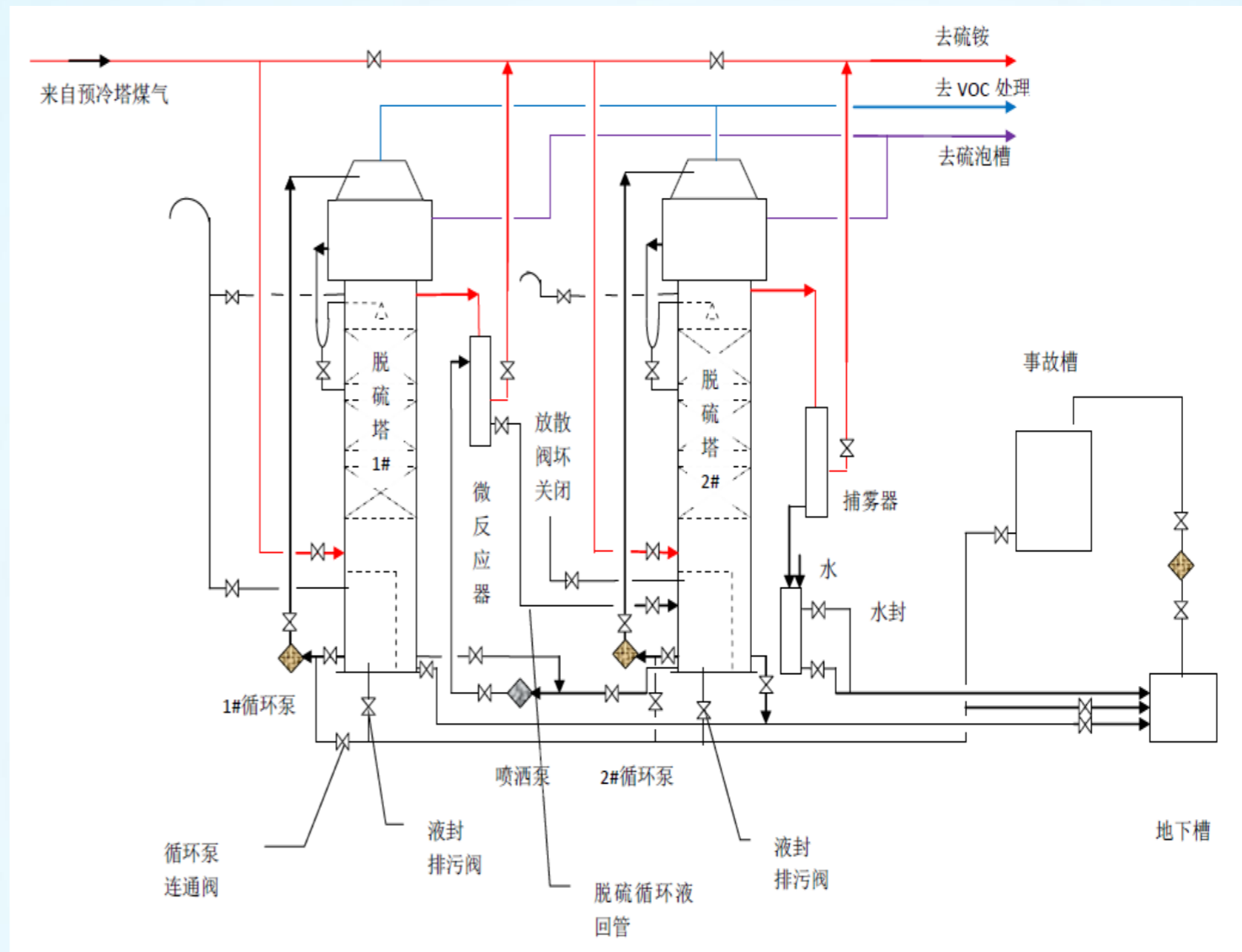
脱硫工艺：预冷塔内的煤气经过1#阀进入1#脱硫塔内，在塔内与自上而下的脱硫液逆向接触；煤气从1#脱硫塔上段出塔，经微反应器、2#阀、4#阀进入2#脱硫塔，在塔内继续与自上而下的脱硫液逆向接触，从而脱除煤气中的硫化氢（ H_2S ）、氰化氢（HCN）。煤气从2#脱硫塔的煤气出口，经捕雾器、5#阀进入后续硫铵工段。正常操作时，3#和6#阀为关闭状态。





某公司“12·31”较大中毒事故

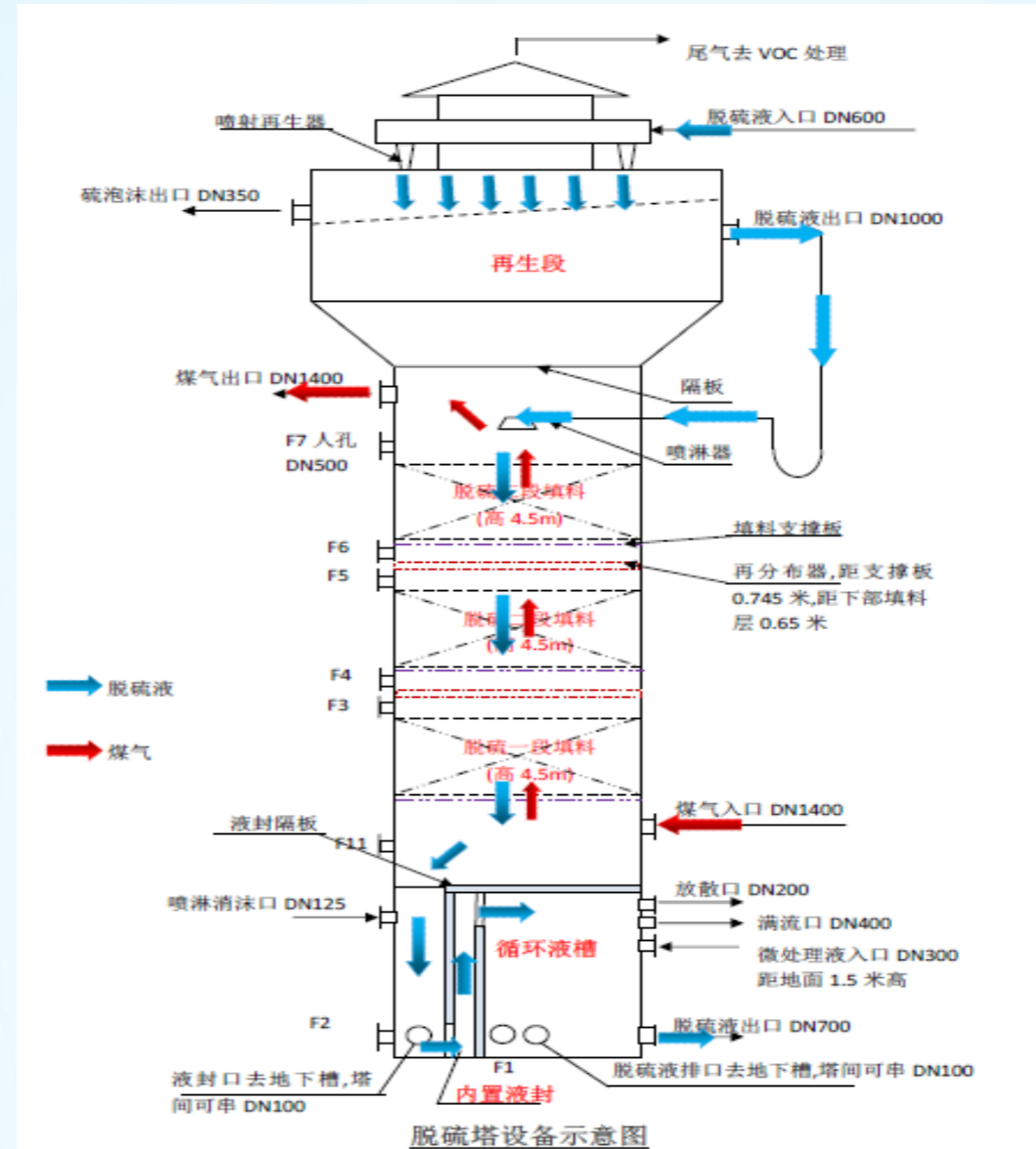
吸收了硫化氢、氰化氢的脱硫液汇至脱硫塔底槽，补充催化剂溶液，用脱硫液泵抽送至位于脱硫再生塔顶部喷射器，再生塔顶部喷射器同时自吸空气，在催化剂的作用下进行氧化再生。脱硫循环液从再生段的液位调节器溢出自流到脱硫段顶部循环喷洒使用，浮于再生器顶部扩大段的硫泡沫溢出自流至硫泡沫槽，经泡沫泵送至熔硫釜进行熔硫，硫磺经放硫阀放至冷却盘后装袋外运；分离出的清液流回脱硫液槽。





某公司“12·31”较大中毒事故

脱硫塔构造：脱硫塔从底部向上依次为脱硫液循环槽、脱硫下段、脱硫中段、脱硫上段、再生段。脱硫下段、脱硫中段、脱硫上段分别采用格栅隔开，在脱硫上段、脱硫中段格栅下部分别设置分布器，在各段格栅上堆积高度为4.55米瓷环填料。





某公司“12·31”较大中毒事故

检修前企业未按规定制定合理有效的停车方案、隔离方案，检修期间盲目采取1#脱硫塔运行、2#脱硫塔停运检修的方式进行施工；对2#脱硫塔的隔离措施仅仅关闭煤气进、出口阀，在煤气进口管线与出口管线上加装盲板，而其他的所有连通管线皆无有效隔离措施。

12月15日进场施工。12月31日，2#脱硫塔上段与中段瓷环填料已全部搬运出塔，下段瓷环填料已运出三分之一左右。由于塔内填料清理工作即将结束，12月30、31日，施工负责人要求企业脱硫工段长将2#脱硫塔底的脱硫液排出，清理2#脱硫塔底部的硫膏。工段长即安排人员开始排液。事故发生前，地下放空槽阀门一直处于开启排液状态。12月31日19时许，盲目排放脱硫液造成液封失效，致使循环槽内憋压积聚的煤气冲破液封进入脱硫塔内。事故发生后，关闭了2#脱硫塔循环槽液封阀和氨水管。



②受限空间专吃盲目施救的“勇士”





某企业“1·14较大窒息事故”

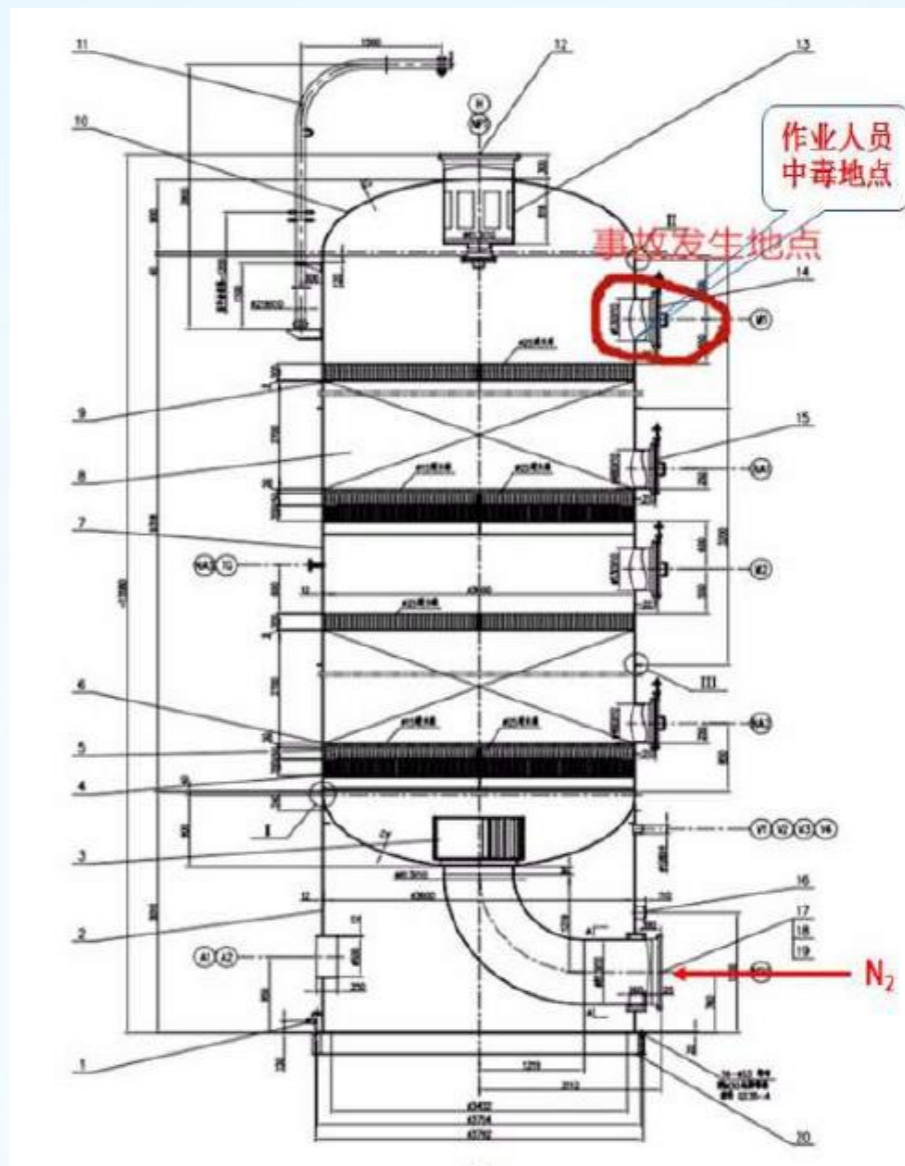
2021年1月14日，某企业在1#水解保护剂罐进行保护剂扒出作业时，发生一起窒息事故，造成4人死亡，3人受伤，直接经济损失约1010万元。

水解保护剂罐工艺流程:罗茨风机出口的粗煤气(CO含量66%左右, CO含量27%, H₂含量3%, N₂含量0.3%, H₂S含量800ppm, COS含量1500ppm左右)经过换热器至保护剂罐(高进低出)至水解剂罐(高进低出), 把COS转化为H₂S (COS由1500ppm降至200ppm)后经洗气塔进入脱硫塔(湿法脱硫将H₂S降至80ppm)。



某企业“1·14较大窒息事故”

1#水解保护剂罐为塔体结构，设计压力0.1MPa，高度13.58m，直径3.6m，最高工作压力 $<0.095\text{MPa}$ ，设计温度 110°C ，介质为粗煤气，罐体有人孔4个，人孔口设有操作平台。事故作业点位于四层人孔处，人孔直径0.5m，朝西南方位，操作平台面积 2.3m^2 ，罐顶设有平台，距离四层操作平台垂直距离2m。罐体内部分为两层，上层为保护剂罐，下层为水解剂罐，工艺气从顶部穿过床层，保护剂吸附部分无机硫和杂质，水解剂把羰基硫转化为无机硫，便于后工序脱硫。





与事故紧密相关的间接原因

1. 《作业方案》未辨识出氮气窒息的风险，对高浓度氮气造成窒息风险不敏感。
2. 仅将水解保护剂罐的进出口阀门关闭，未采取插入盲板或拆除一段管道的方式，将受限空间与其连通的可能危及安全作业的管道进行隔离。
3. 对关键安全措施未安排专人进行现场监护。
4. 安全投入不足，未配备体积小、适合进出罐作业的正压式呼吸器。
5. 从事故发生至救援结束，企业未启动应急预案。





事故直接原因



1.作业人员违章作业。该作业是在高浓度氮气环境下的受限空间作业，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。作业过程中，软管与硬管接口脱落，空气来源消失，致使人员作业过程中缺氧窒息晕倒。



事故直接原因

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。事故伤亡人员主要在4层平台，当时水解保护剂罐处于氮气正压保护状态，从4层平台人孔处不断溢出氮气，救援人员没有注意到该风险，5名现场救援人员因吸入高浓度氮气，导致缺氧窒息晕倒，其中2人经在医院抢救无效死亡，3人受伤。

3.现场救援不力。现场救援能力不足，从第一受害人晕倒到将其从罐体中救出，用时将近20分钟，导致其因长时间缺氧窒息，经抢救无效死亡；救援现场组织混乱，进入罐体救援的救援人员，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，经抢救无效死亡。





这绝不是偶然

2018年国务院安委办通报的8起受限空间因施救不当导致伤亡扩大事故

事故时间	事故地点	作业形式	初始受害情况	盲目施救受害情况
3月28日	安徽阜阳	污水池安装抽水泵	1人中毒	4人死亡
4月30日	宁夏银川	排污泵站化粪池进行维修疏通	1人中毒	3死3伤
5月13日	广东深圳	地下室化粪池清理和设备检修	1人中毒	3死1伤
5月16日	河南郑州	安装地下光缆	1人中毒	3人死亡
5月23日	安徽滁州	污水处理站更换泵	1人中毒	3人死亡
5月24日	安徽合肥	工地地下室作业	1人中毒	3死3伤
5月26日	广东东莞	皮浆池作业	1人中毒	4人死亡
5月26日	河北邢台	集水池清理作业	1人中毒	3人死亡



从施救不当导致伤亡扩大的情况看，发生的173起受限空间作业较大以上事故中，122起事故存在施救不当导致伤亡扩大情况，占事故总起数的70.5%，施救不当导致的死亡人数为265人，占总死亡人数的43.9%，占伤亡扩大事故总死亡人数的64.0%。在122起施救不当导致伤亡扩大的事故中，有102起事故中参与救援人员的伤亡数量高于最初遇险人员数量。

平均每起受限空间施救不当事件中：一次事故遇险人数为1.32人，但因施救不当造成的二次事故平均每起事故造成救援人员死亡2.59人，即二次事故救援人员死亡数量为一次事故的2.1倍。

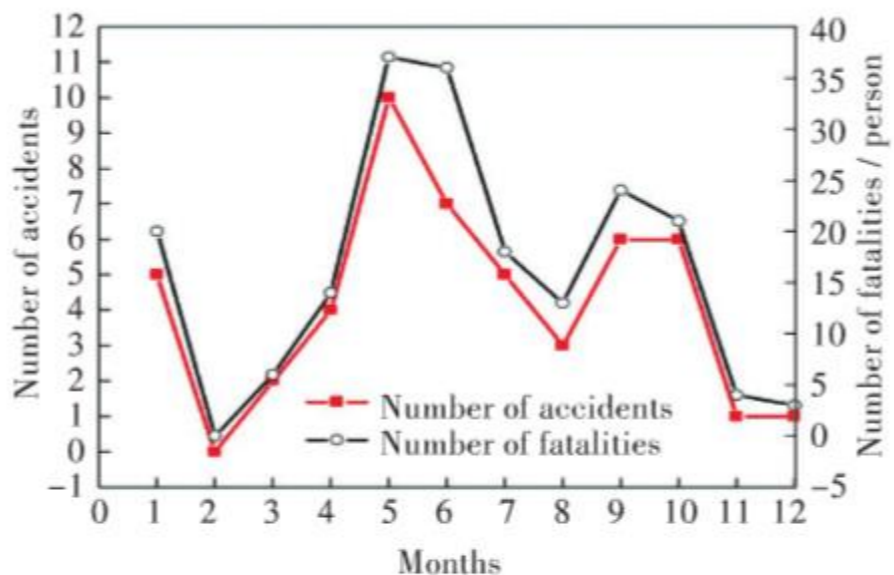


图3 事故发生起数及事故造成的死亡人数与月份之间的关系

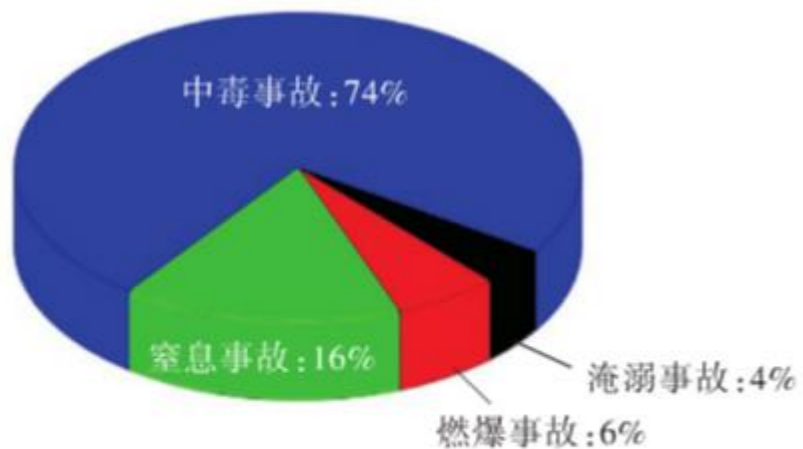


图1 有限空间作业事故类型情况

Fig. 1 Accident types of confined spaces operation

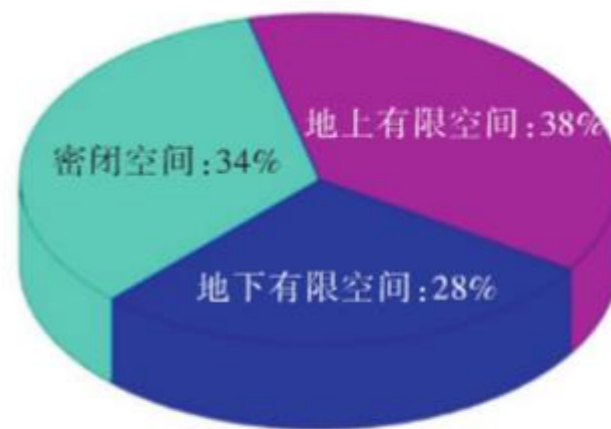


图2 发生事故的有限空间类型情况

Fig. 2 Types of confined spaces of accidents



纵观2017-2020年化工（危险化学品）较大以上事故统计数据，可以得到以下几个结论：

- (1) 无论是从事故起数还是死亡人数，从事故类型的分布情况看，绝大部分是**火灾爆炸和中毒窒息**事故。
- (2) 从发生事故起数上看，较大以上事故涉及**检维修环节的占比接近50%**，其中因检维修引发事故的的主要是**动火作业和受限空间作业**。
- (3) 从以上典型的受限空间作业事故分析，受限空间作业易发生的事故**主要为中毒和窒息事故，其次为火灾爆炸事故**。
- (4) 从以上典型的受限空间作业事故分析，造成人员中毒和窒息的主要危险物质为**硫化氢、一氧化碳、氮气或有害气体混合物**。
- (5) 绝大多数受限空间作业较大以上事故的**初始受害人员数量较少，大部分受害人员是因为后续盲目施救造成的**。



中国化学品安全协会
China Chemical Safety Association

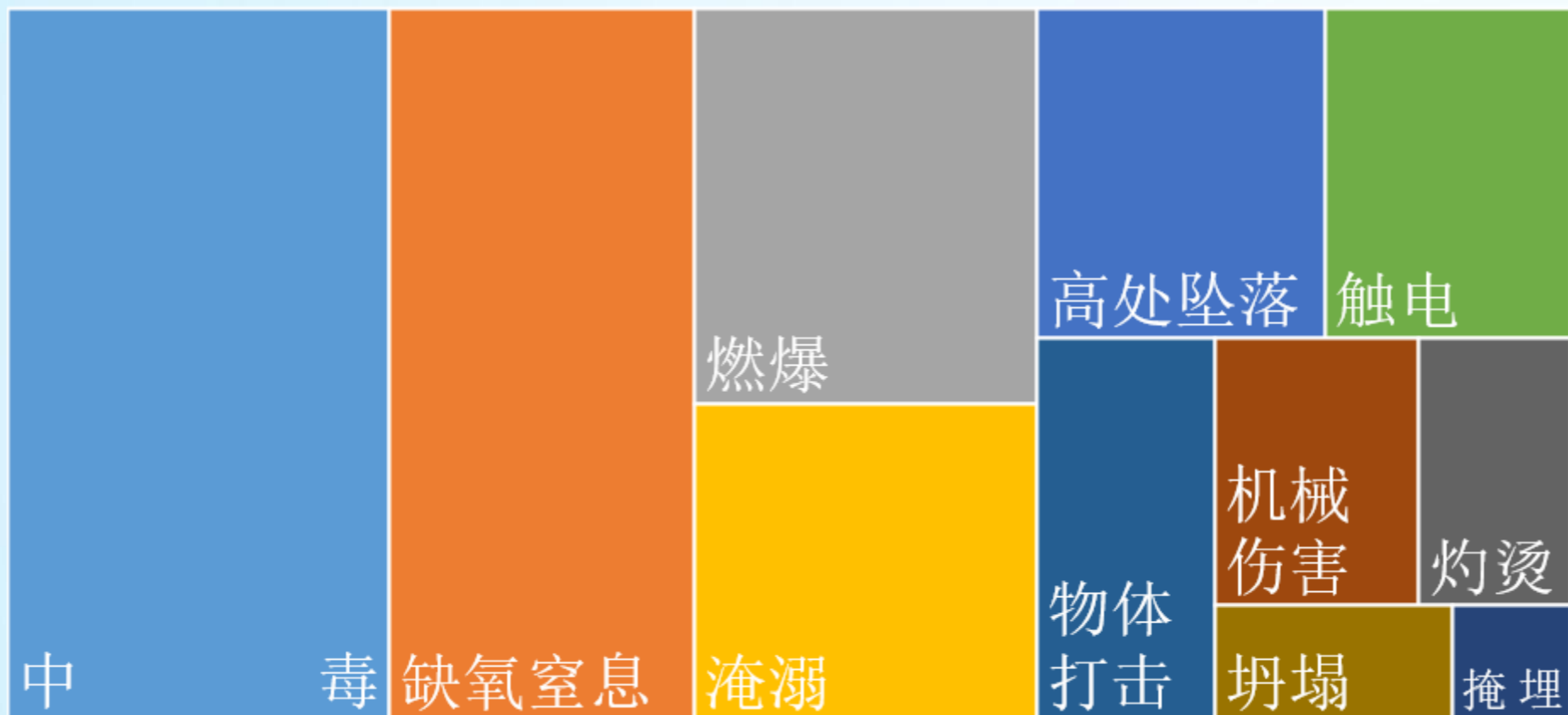
»»» 02 | 受限空间的主要安全风险



受限空间安全风险

受限空间主要安全风险

- 中毒
- 缺氧窒息
- 燃爆
- 淹溺
- 高处坠落
- 触电
- 物体打击
- 机械伤害
- 灼烫
- 坍塌
- 掩埋





硫化氢 (H₂S)

- 无色、剧毒气体，比空气重，易积聚在低洼处。
- 易存在于污水管道、污水池、炼油池、纸浆池、发酵池。
- 低浓度的硫化氢有明显的臭鸡蛋气味，浓度超过1000mg/m³时，数秒内即可致人闪电型死亡。

一氧化碳 (CO)

- 无色无味的气体，比重与空气相当。
- 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，形成碳氧血红蛋白。
- 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。

苯和苯系物

- 无色透明、有芬芳气味、易挥发的有机溶剂。
- 短时间内吸入较高浓度气体，人体会出现头晕、头痛、恶心、呕吐等不适感。
- 常作为油漆、黏结剂的稀释剂，进行涂装、除锈和防腐等作业时，易挥发和积聚该类物质。

氯气 (Cl₂)

- 常温常压下为黄绿色、有刺激性气味的气体。
- 主要用途：用于制造氯乙烯、环氧氯丙烷、氯丙烯、氯化石蜡等；用作氯
- 吸入极高浓度的氯气，可引起迷走神经反射性心跳骤停或喉头痉挛而发生“电击样”死亡。



不同氧气含量对人体的影响

氧气含量 (体积浓度) %	对人体的影响
15~19.5	体力下降, 难以从事重体力劳动, 动作协调性降低, 易引发冠心病、肺病等
12~14	呼吸加重, 频率加快, 脉搏加快, 动作协调性进一步降低, 判断能力下降
10~12	呼吸加重、加快, 几乎丧失判断能力, 嘴唇发紫
8~10	精神失常, 昏迷, 失去知觉, 呕吐, 脸色死灰
6~8	4~5min 通过治疗可恢复, 6min 后50%致命, 8min 后100%致命
4~6	40s 内昏迷、痉挛, 呼吸减缓、死亡



不同硫化氢气体含量对人体的影响

硫化氢含量 (ppm)	对人体的影响
1000以上	瞬间猝死 (“电击样”死亡)
600-700	短时间内死亡
400	一小时内死亡
120 - 280	一小时内急性中毒
50 - 120	嗅觉麻痹
25 - 50	气管刺激、结膜炎
0.41	嗅到难闻的气味
0.00041	人开始嗅到臭味

轻度中毒	表现为畏光、流泪、眼刺痛、异物感、流涕、鼻及咽喉灼热感等症状，并伴有头昏、头痛、乏力。
中度中毒	立即出现头昏、头痛、乏力、恶心、呕吐、走路不稳、咳嗽、呼吸困难、喉部发痒、胸部压迫感、意识障碍等症状，眼刺激症状强烈，有流泪、畏光、眼刺痛。
重度中毒	表现为头晕、心悸、呼吸困难、行动迟钝，继而出现烦躁、意识模糊、呕吐、腹泻、腹痛和抽搐，迅速进入昏迷状态，并发肺水肿、脑水肿，最后可因呼吸麻痹而死亡。
极重度中毒	吸入1~2口即突然倒地，瞬时呼吸停止，即“电击样”死亡（猝死）。



窒息风险的典型物质

氮气是空气的主要成分，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。

二氧化碳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。

甲烷是天然气和沼气的主要成分，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。

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。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。



受限空间中积聚的易燃易爆物质与空气混合形成爆炸性混合物，若混合物浓度达到其爆炸极限，遇明火、化学反应放热、撞击或摩擦火花、电气火花、静电火花等点火源时，就会发生燃爆事故。

受限空间作业中常见的易燃易爆物质有**甲烷、氢气**等可燃性气体以及**铝粉、玉米淀粉、煤粉**等可燃性粉尘。



其他风险致因

淹溺：作业过程中突然涌入大量液体，以及作业人员因发生中毒、窒息、受伤或不慎跌入液体中，都可能造成人员淹溺。

高处坠落：许多受限空间进出口距底部超过2 m，一旦人员未佩戴有效坠落防护用品，在进出受限空间或作业时可能发生高处坠落的风险。

灼烫

掩埋：当人员进入料仓等受限空间后，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。



其他风险

机械伤害：受限空间作业过程中可能涉及机械运行，如未实施有效关停，人员可能因机械的意外启动而遭受伤害。

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。

高温高湿、低温

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。

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。



中国化学品安全协会
China Chemical Safety Association



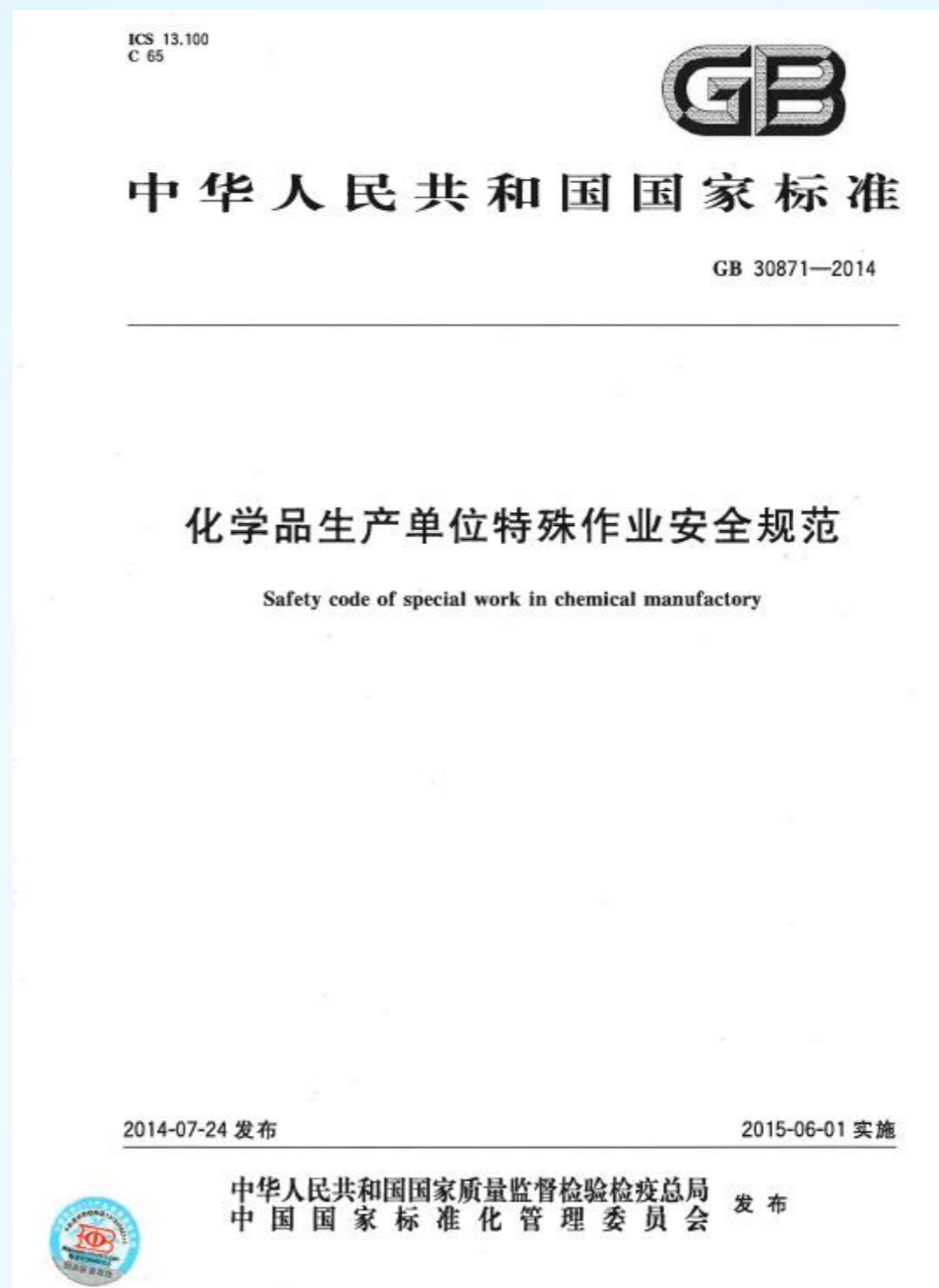
03

受限空间作业标准的解读



受限空间作业标准的发展历程

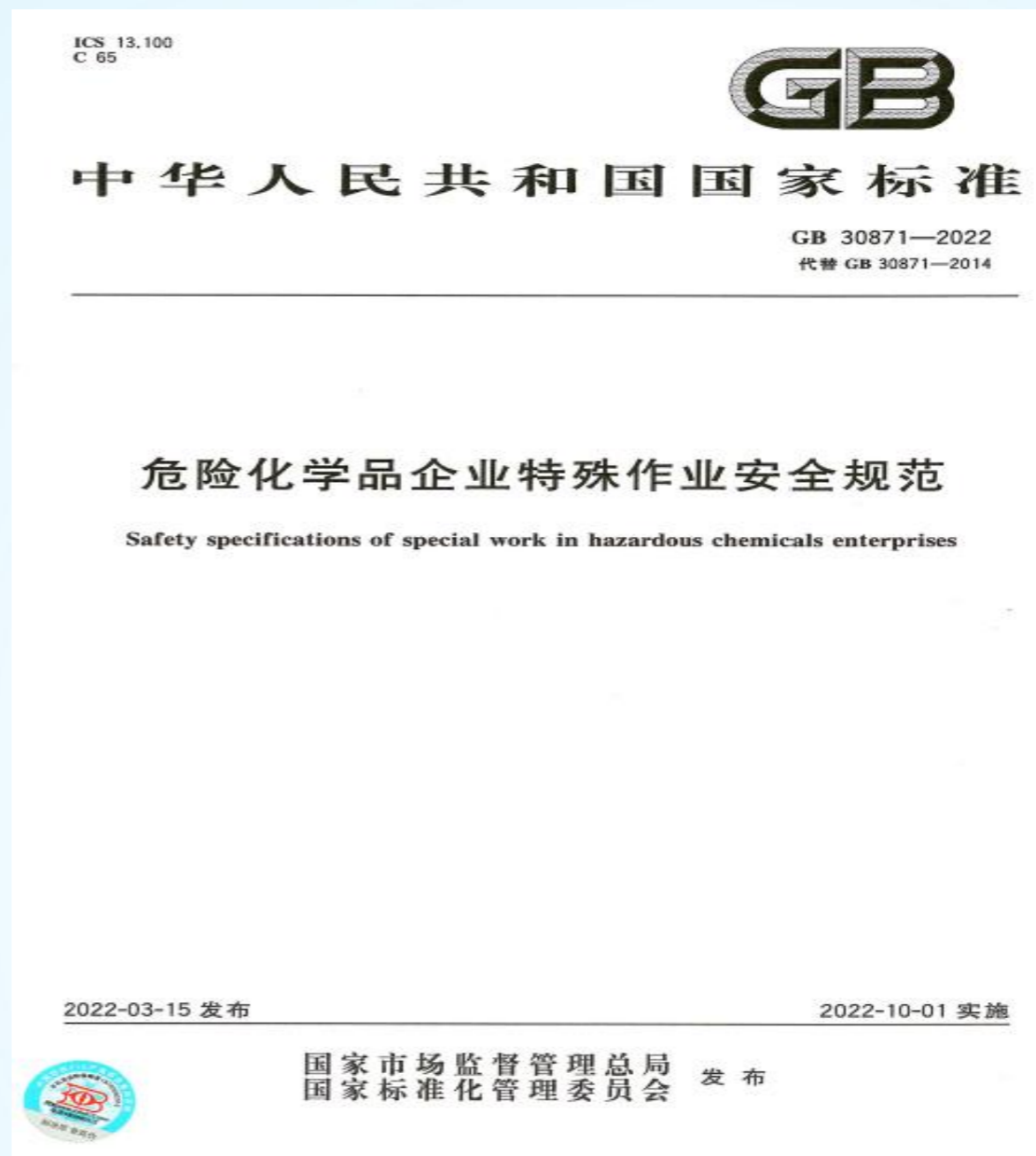
2014年7月24日，国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会发布公告：《**化学品生产单位特殊作业安全规范**》（GB 30871-2014）于2015年6月1日正式实施。





受限空间作业标准的发展历程

2022年3月15日，国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会发布公告：《**危险化学品企业特殊作业安全规范**》（GB 30871-2022）于2022年10月1日正式实施。





GB30871-受限空间的相关定义



受限空间：指进出受限，通风不良，可能存在易燃易爆、有毒有害物质或缺氧，对进入人员的身体健康和生命安全构成威胁的封闭、半封闭设施及场所，如反应器、塔、釜、槽、罐、炉膛、锅筒、管道以及地下室、窖井、坑（池）、管沟或其他封闭、半封闭场所。

受限空间作业： **进入或探入**受限空间进行的作业。



典型的受限空间



(a) 反应池



(b) 地下室



(c) 排液池



(d) 电力电缆井



(e) 深基坑和地下管沟



(f) 污水处理池



典型的受限空间



(a) 反应池



(b) 料仓



(c) 筒仓

地上受限空间作业



典型的受限空间



(a) 贮罐



(b) 反应塔



(c) 锅炉

密闭设备类受限空间



受限空间作业（强制性，进入或探入受限空间进行的作业）





基础工作

- **尽可能不进入**，只有在没有其他切实可行的方法时才考虑进入受限空间作业。
- **履行受限空间作业许可程序**，办理进入受限空间作业许可票证。
- **开展工作安全分析**，按照作业步骤辨识危险有害因素，评估潜在风险，采取风险控制措施。
- 进入受限空间作业应按照配套的施工方案开展，**制定专门的应急救援预案**，各类**救援物资应配备到位**。
- 在进入受限空间前，与进入受限空间作业相关的人员都应**接受培训**。
- 进入受限空间作业时，应将相关的作业许可证、施工方案、救援预案、连续检测记录等文件存放在现场。



基础工作-建立受限空间作业档案

- 受限空间应急救援预案
- 受限空间进入气体检测分析表
- 受限空间监护人/进出者名单表
- 受限空间进入前安全交底
- 受限空间进出工具清单表
- 进入受限空间作业许可证



基础工作—安全教育培训

**告知员工：
受限空间作业的
危险有害因素和
安全防范措施**

**教会员工：
正确使用检测仪器、
劳动防护用品**



**让员工学习：
受限空间作业的
安全操作规程**

**教会员工：
紧急情况下的应
急处置措施**



GB30871-受限空间作业标准解读





基础工作—编制受限空间作业应急救援预案并进行演练

- 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，应满足《危险化学品单位应急救援物资配备要求危化品应急物资配备标准》（GB 30077-2013）的要求；
- 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；
- 制定受限空间应急救援预案，根据危险的特性和可能面临的特殊危害编制救援方法；
- 开展应急救援演练，做好演练评估工作，持续改进。



GB30871-受限空间作业标准解读





1.作业前，应对受限空间进行安全隔离，要求如下：

- a) 与受限空间连通的可能危及安全作业的管道应采用加盲板或拆除一段管道的方式进行隔绝；**不应采用水封或关闭阀门代替盲板作为隔断措施；**
- b) 与受限空间连通的可能危及安全作业的孔、洞应进行严密地封堵；
- c) 对作业设备上的电器电源，应采取可靠的的断电措施，电源开关处应上锁并加挂警示牌。



解决能量隔离是根本

- 应事先编制隔离清单，隔离相关能源和物料的外部来源；
- 与其相连的附属管道应断开或盲板隔离，相关设备应在机械上和电气上被隔离并挂牌；
- 应按清单内容逐项核查隔离措施，并作为许可证的附件。





2.作业前,应保持受限空间内空气流通良好,可采取如下措施:

- a)打开人孔、手孔、料孔、风门、烟门等与大气相通的设施进行自然通风;
- b)必要时,**可采用强制通风或管道送风**,管道送风前应对管道内介质和风源进行分析确认;
- c)在忌氧环境中作业,通风前应对作业环境中与氧性质相抵的物料采取卸放、置换或清洗合格的措施,达到可以通风的安全条件要求。

通风



- 可自然通风，必要时应采取强制通风，严禁向受限空间通纯氧；
- 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。



清洗、置换

受限空间进入前，应进行清理、清洗。清理、清洗受限空间的方式包括但不限于：

- 清空；
- 清扫(如冲洗、洗涤等)；
- 中和危害物；
- 置换。
- 最常用的方式：蒸汽吹扫和氮气置换。





3.作业前，应确保受限空间内的气体环境满足作业要求，内容如下：

- a) **作业前30 min内**，对受限空间进行气体检测，检测分析合格后方可进入；
- b) 检测点应有代表性，容积较大的受限空间，应对**上、中、下（左、中、右）**各部位进行检测分析；
- c) 检测人员进入或探入受限空间检测时，应佩戴符合规定的个体防护装备；
- d) **涂刷具有挥发性溶剂的涂料时**，应采取**强制通风**措施；
- e) 不应向受限空间充纯氧气或富氧空气；
- f) 作业**中断时间超过60min**时，应**重新**进行气体**检测**分析。



4.受限空间内气体检测内容及要求如下:

- a) 氧气含量为**19.5%~21%**（体积分数），在富氧环境下不应大于**23.5%**（体积分数）；
- b) 有毒物质允许浓度应符合GBZ2.1的规定；
- c) 可燃气体、蒸气浓度要求应符合规定。

5.作业时,作业现场应配置移动式气体检测报警仪,连续检测受限空间内可燃气体、有毒气体及氧气浓度,并2h记录1次;气体浓度超限报警时,应立即停止作业、撤离人员、对现场进行处理,重新检测合格后方可恢复作业。



气体检测

- 气体监测应优先选择连续监测方式，若采用间断性监测，间隔不应超过2小时；
- 连续监测仪器应安装在工作位置附近，且便于监护人、作业人员识别；
 - 检测应由经过培训合格的人员进行，检测仪器应在校验有效期内；



气体检测

取样应有代表性，应特别注重人员可能工作的区域；

- 取样点应包括受限空间的顶端、中部和底部（左、中、右）；**
- 取样时应停止任何气体吹扫；**
- 测试包括氧含量、易燃易爆气体、有毒有害气体。**





气体检测

凡是有可能存在缺氧、富氧、有毒有害气体、易燃易爆气体、粉尘等环境，事前应进行气体检测，注明检测时间和结果；

□ 如作业中断，再进入之前应重新进行气体检测。

□ 进入受限空间期间，气体环境可能发生变化时，应进行气体监测，如焊接作业、钻孔作业、清淤作业等；





6.进入受限空间作业人员应正确穿戴相应的个体防护装备。

进入下列受限空间作业应采取如下防护措施:

- a) 缺氧或有毒的受限空间经清洗或置换仍达不到要求的，应佩戴满足GB/T18664要求的隔绝式呼吸防护装备，并正确**拴带救生绳**;
- b) 易燃易爆的受限空间经**清洗或置换仍达不到要求**的，应穿**防静电工作服及工作鞋**，使用**防爆工器具**;
- c) 存在酸碱等腐蚀性介质的受限空间，应穿戴防酸碱防护服、防护鞋、防护手套等防腐蚀装备;
- d) 在受限空间内从事**电焊作业**时，应**穿绝缘鞋**;
- e) 有噪声产生的受限空间，应佩戴耳塞或耳罩等防噪声护具;
- f) 有粉尘产生的受限空间，应在满足相关要求的条件下，按标准要求佩戴防尘口罩等防尘护具;
- g) 高温的受限空间，应穿戴高温防护用品，必要时采取通风、隔热等防护措施;
- h) 低温的受限空间，应穿戴低温防护用品，必要时采取供暖措施;
- i) 在受限空间内从事清污作业，应佩戴隔绝式呼吸防护装备，并正确拴带救生绳;
- j) 在受限空间内作业时，应配备相应的**通信工具**。



人员防护

□ 在对受限空间进行初次气体检测或不确定空间内有毒有害气体浓度的情况下，进入者**必须穿戴正压空气呼吸器。**



1、将气瓶阀门和减压器阀门连接



2、将供气阀安装在面罩卡口处



3、连接中压导管接头和供气阀快速接头



4、背起空气呼吸器 调节背带



5、扣上腰带扣并调节腰带长度



6、带好面罩 使面罩与面部紧密贴合



7、逆时针打开气瓶阀门 呼吸顺畅后进行作业



8、顺时针拧紧气瓶阀门



9、按住供气阀底部排出残余空气



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。



(a) 自吸式



(b) 电动送风式



(c) 空压机送风式



(d) 高压送风式



人员防护

- **全身式安全带**可在坠落者坠落时保持其正常体位，防止坠落者从安全带内滑脱，还能将冲击力平均分散到整个躯干部分，减少对坠落者的身体伤害。
- **速差自控器**在坠落发生时因速度变化引发制动从而对坠落者进行防护
- **安全绳**是在安全带中连接系带与挂点的绳（带），一般与缓冲器配合使用，起到吸收冲击能量的作用。





7.当一处受限空间存在动火作业时，该处受限空间内不应安排涂刷油漆、涂料等其他可能产生有毒有害、可燃物质的作业活动。

8.对监护人的特殊要求:

a)监护人应在受限空间外进行**全程监护**，**不应**在无任何防护措施的情况下**探人或进入受限空间**;

b)在**风险较大**的受限空间作业时，应**增设监护人员**，并随时与受限空间内作业人员保持联络;

c) 监护人应对进入受限空间的人员及其携带的工器具种类、数量进行登记，作业完毕后再次进行清点，防止遗漏在受限空间内。



9.受限空间作业应满足的其他要求:

- a)受限空间出入口应保持畅通;
- b)作业人员不应携带与作业无关的物品进入受限空间;作业中不应抛掷材料、工器具等物品;在有毒、缺氧环境下不应摘下防护面具;
- c)难度大、劳动强度大、时间长、高温的受限空间作业应采取轮换作业方式;**
- d)接入受限空间的电线、电缆、通气管应在进口处进行保护或加强绝缘,应避免与人员出入使用同一出入口;**
- e)作业期间发生**异常**情况时, **未穿戴符合规定个体防护装备**的人员**严禁入内救援**;
- f) 停止作业期间, 应在受限空间入口处增设警示标志, 并采取防止人员误入的措施;
- g)作业结束后, 应将工器具带出受限空间。

10.受限空间安全作业票有效期不应超过24h。



紧急救援 进行受限空间作业的作业人员发生中毒、窒息等危险后，

外部监护人应按照受限空间作业应急预案展开救援，切忌前赴后继式的盲目施救。

- 1 及时通知** 作业人员发生中毒、窒息等危险，在有意识的情况下，自行及时通知外部监护人，或者外部监护人按时进行沟通，及时发现事故险兆。
- 2 请求支援** 监护人接到呼救信号后，及时发出警报，通过对讲机请求支援。
- 3 组织自救** 进入者采取自救，监护人员应在空间外部对进入者进行施救。
- 4 组织救援** 应急救援人员准备好的防护设施穿戴整齐实施救援。
- 5 封锁场地** 对作业现场实行封锁，防止其他人员无故进入影响救援工作。
- 6 救援完成** 成功救出被困人员，由等候旁边的急救车将其送往附近医院。

**对于涉及硫化氢、一氧化碳等危险物质的高风险受限作业场所，
监护人要具备应急救援能力！**



1. 关于受限空间作业要求的七点重要变化:

(1) 受限空间作业中补充了受限空间作业介质隔离时“不得用阀门代替盲板”的要求。

(2) 受限空间作业中修改了受限空间内作业氧气含量的最低合格要求，依据《缺氧危险作业安全规程》（GB 8958-2006），确定最低氧含量由原来的18%提高到19.5%，进一步强调了进入受限空间内作业前必须分析的气体类别及浓度要求。

(3) 受限空间作业中补充了受限空间作业“当一处受限空间内存在动火作业时，该处受限空间内严禁安排涂刷等其他作业活动”的要求。

(4) 明确作业时，作业现场应配置移动式气体检测报警仪，连续监测受限空间内可燃气体、有毒气体及氧气浓度。



1. 关于受限空间作业要求的七点重要变化:

(5) 要求监护人员须在受限空间外进行监护，严禁在无任何防护措施的情况下探入受限空间，明确监护人应对进入受限空间的人员及其携带的工器具种类、数量进行登记。

(6) 明确接入受限空间的电线、电缆、通气管应在进口处进行保护或加强绝缘，且应尽量避免与人员出入使用同一出入口。

(7) 要求作业期间发生异常情况时，严禁无防护救援。受限空间作业停工期间，应在入口处增设警示标志，并采取防止人员误入的措施。



GB30871-受限空间作业标准解读

表 A.2 受限空间安全作业票

编号：

作业申请单位		作业申请时间	年 月 日 时 分					
受限空间名称		受限空间内原有介质名称						
作业内容								
作业单位		作业负责人						
作业人		监护人						
关联的其他特殊作业及安全作业票编号								
风险辨识结果								
气体分析	分析项目	有毒有害气体名称	可燃气体名称		氧气含量	取样分析时间	分析部位	分析人
	合格标准				19.5%~21% (体积分数)			
	分析数据							
作业实施时间	自 年 月 日 时 分至 年 月 日 时 分止							

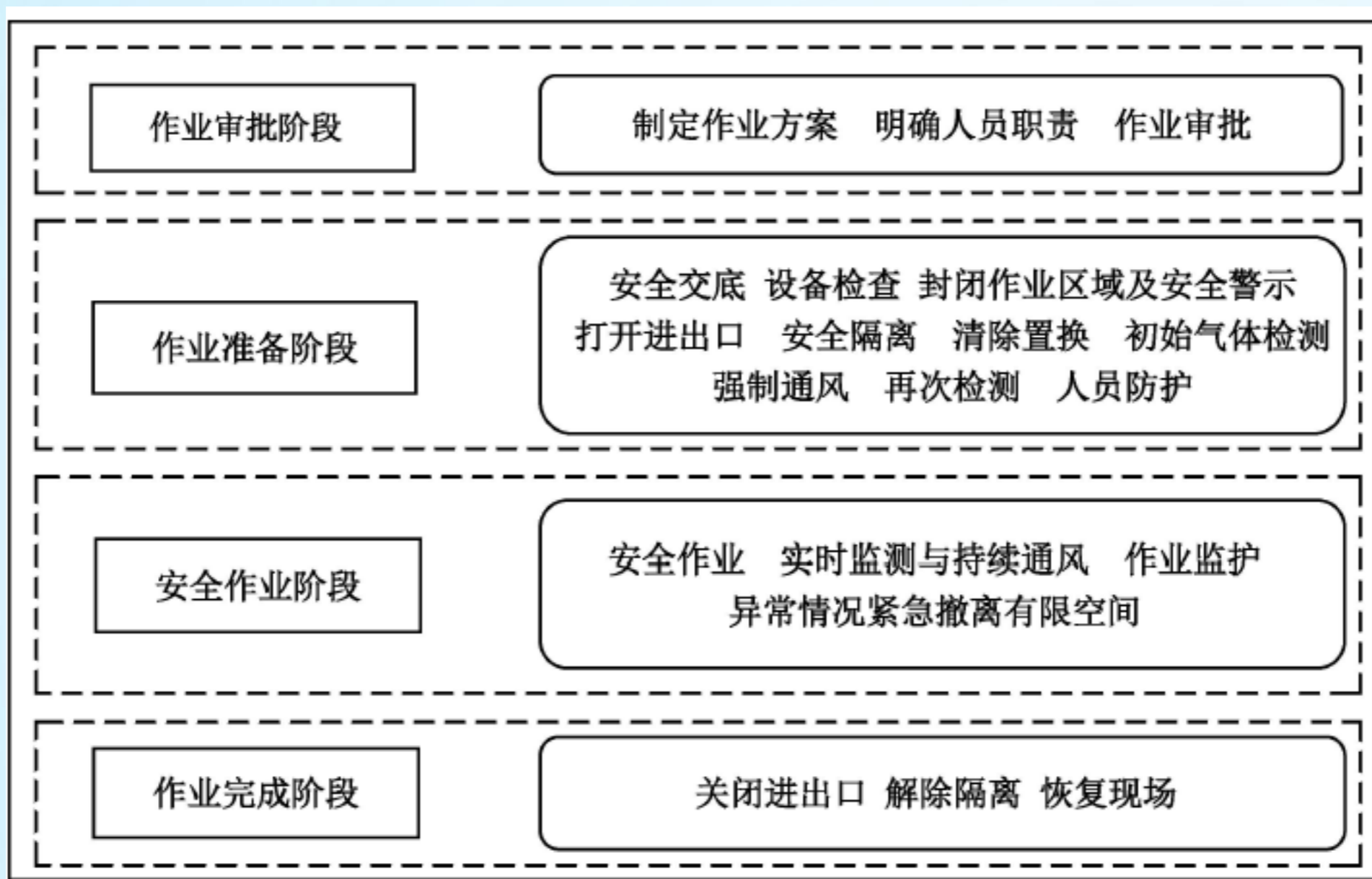


GB30871-受限空间作业标准解读

序号	安全措施	是否涉及	确认人
1	盛装过有毒、可燃物料的受限空间,所有与受限空间有联系的阀门、管线已加盲板隔离,并落实盲板责任人,未采用水封或关闭阀门代替盲板		
2	盛装过有毒、可燃物料的受限空间,设备已经过置换、吹扫或蒸煮		
3	设备通风孔已打开进行自然通风,温度适宜人员作业;必要时采用强制通风或佩戴隔绝式呼吸防护装备,不应采用直接通入氧气或富氧空气的方法补充氧		
4	转动设备已切断电源,电源开关处已加锁并悬挂“禁止合闸”标志牌		
5	受限空间内部已具备进入作业条件,易燃易爆物料容器内作业,作业人员未采用非防爆工具,手持电动工具符合作业安全要求		
6	受限空间进出口通道畅通,无阻碍人员进出的障碍物		
7	盛装过可燃有毒液体、气体的受限空间,已分析其中的可燃、有毒有害气体和氧气含量,且在安全范围内		
8	存在大量扬尘的设备已停止扬尘		
9	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		
10	作业人员已佩戴必要的个体防护装备,清楚受限空间内存在的危险因素		
11	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		
12	受限空间内作业已配备通信设备		
13	受限空间出入口四周已设立警戒区		
14	其他相关特殊作业已办理相应安全作业票		
15	其他安全措施: <p style="text-align: right;">编制人:</p>		
安全交底人		接受交底人	
作业负责人意见		签字: 年 月 日 时 分	
所在单位意见		签字: 年 月 日 时 分	
完工验收		签字: 年 月 日 时 分	



GB30871-受限空间作业标准解读





中国化学品安全协会
China Chemical Safety Association



04

危险化学品企业易出现的受限空间管理问题



一、未办理受限空间作业许可

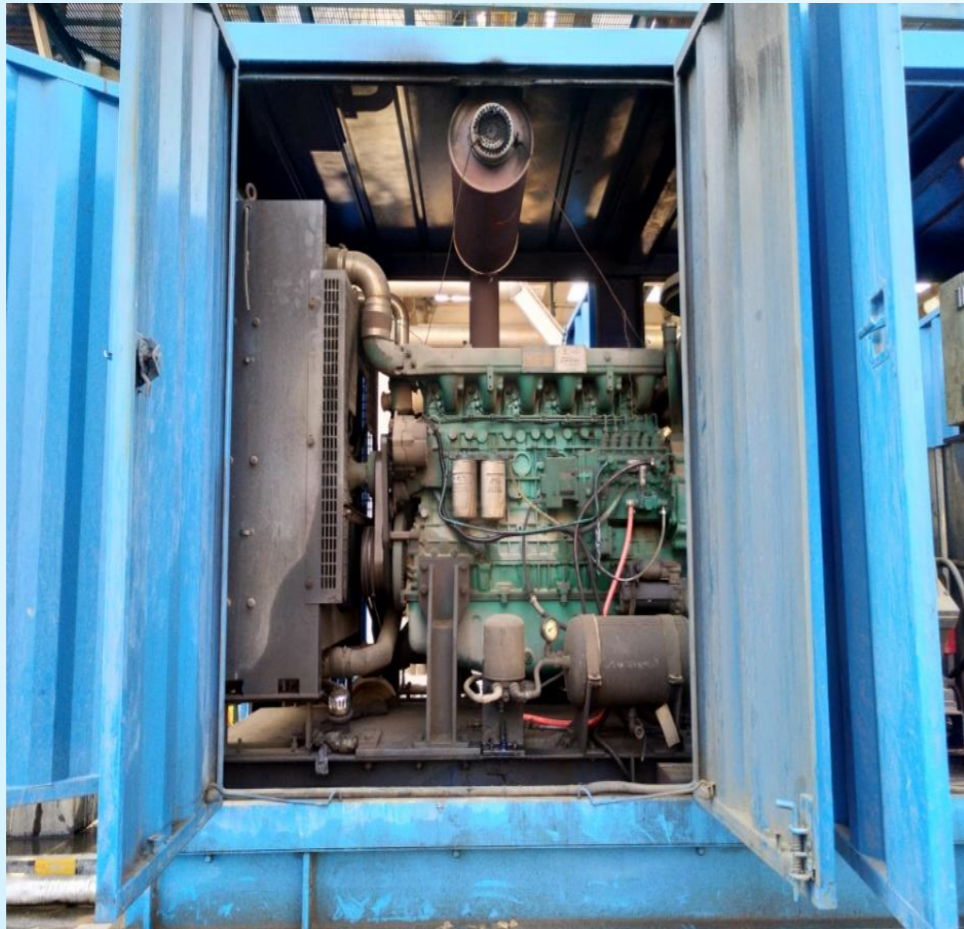
某车间作业人员进入液化烃脱硫塔进行喷涂作业，未办理受限空间作业票。





一、未办理受限空间作业许可

硫磺车间酸性水汽提装置空冷高压清洗作业，现场空冷为8台，只办理了一张《受限空间安全作业证》。



受限空间安全作业证

申请单位	硫磺	申请人		作业类别	清洗		
受限空间所在单位	硫磺	受限空间名称	空冷	原有介质名称	水		
作业内容	清理空冷						
作业时间	自 20 年 5 月 26 日 7 时 30 分 至 20 年 5 月 26 日 12 时 0 分 止						
作业单位现场负责人					工种	操作工	
作业人员姓名							
涉及的其他特殊作业	无						
分析	分析项目	有毒介质	可燃气体	氧含量	时间	部位	分析人
	分析数据	0	0	20.9	7:40	空冷(1)空冷	
		0	0	20.9	8:40	空冷(2)空冷	
		0	0	20.9	9:30	空冷(3)空冷	
	0	0	20.9	14:10	空冷(4)空冷		
危险辨识	中毒和窒息、硫化						
序号	安全措施					选项	确认人
1	对进入受限空间危险性进行分析					<input checked="" type="checkbox"/>	
2	所有与受限空间联系的阀门、管线加盲板隔离，列出盲板清单，落实了盲板抽堵负责人					<input checked="" type="checkbox"/>	
3	设备经过置换、吹扫、蒸煮					<input checked="" type="checkbox"/>	
4	设备打开通风孔进行自然通风，高空作业人员作业，必要时采用自然通风或机械通风正压防护用品，不得用通氧气或富氧空气的方法补充氧气					<input checked="" type="checkbox"/>	
5	相关设备进行检修，转动机械的设备已切断电源，电源开关处加挂“禁止合闸”标识牌，设专人监护					<input checked="" type="checkbox"/>	
6	检查受限空间内部已具备作业条件，作业是（无需要/已选）动火工具					<input checked="" type="checkbox"/>	
7	检查受限空间进出口通道，无阻碍人员进出的障碍物					<input checked="" type="checkbox"/>	
8	分析合格过可燃有毒液体、气体的受限空间内可能、有毒有害气体含量					<input checked="" type="checkbox"/>	
9	作业人员、监护人必须清楚受限空间内存在的危险有害因素，明确作业风险，知内部附件、量测仪器					<input checked="" type="checkbox"/>	
10	作业监护措施：消防器材（）、救生绳（）、救生三脚架（）、气防装备（）					<input checked="" type="checkbox"/>	
11	其它安全措施：专人监护					<input checked="" type="checkbox"/>	
申请单位意见	同意		签字：[Signature]		设备科意见	同意	签字：[Signature]
生产办意见	同意		签字：[Signature]		安全科意见	同意	签字：[Signature]
审批人意见	同意		签字：[Signature]				
作业前，岗位当班班长签字	同意		签字：[Signature]				
完工验收	完工时间	年 月 日 时 分	申请单位签字		作业单位签字		



二、未按要求开展受限空间气体监测

某车间烯烃转化分离器卸剂、装剂作业《受限空间作业票》中最新一次分析时间为7:00，检查时间为10:00，期间没有进行取样分析。

受限空间作业票

受限空间作业票号: 302982153XJ20190424001

作业所在单位	分离车间	施工作业单位	分离车间
作业地点		作业内容	
有毒有害介质	氢气、硫化氢、一氧化碳、二氧化碳	作业风险等级	轻度 <input checked="" type="checkbox"/> 中度 <input type="checkbox"/> 重度 <input type="checkbox"/>
作业时间	自 2019年04月24日07时20分 至 2019年04月25日07时20分		

气体分析日期	2019.04.24	分析时间	07:20:50
可燃气体	<1.0	爆炸下限	<0.1
氧气	20.8	一氧化碳	<1.25
硫化氢	<0.15	二氧化碳	
苯系物		甲苯	
采样人			

序号	风险识别	风险控制措施	确认
1	管道容器危险气体串入	将作业处连接管道处用盲板隔绝()处	√
2	作业处(容器内)有可燃有毒气体	用蒸汽或水清理干净,用空气置换分析合格,移动式监测监控设备在作业现场安装调试合格	√
3	缺氧窒息或富氧中毒		√
4	作业场所(容器内)转动设备伤害	转动设备停止上锁或有明显断开点,挂警示牌	√
5	作业处有射线装置对人体伤害	关闭射源门或拆出射源	×
6	作业处温度超过40℃人员中暑	通风降温	√
7	作业处存在有毒有害物	穿防护用品戴防毒面具,备用应急长管呼吸器	√
8	作业现场有易燃物发生燃烧、爆炸	将易燃物清理干净用石棉布封堵盖严	×
9	作业产生火花发生燃爆	使用防爆工具作业,配备消防器材(灭火器两具)	√
10	需要用火用电作业	办理用火用电作业许可证	√
11	特殊受限空间作业	制定专项作业方案,并经审批、审批	×
12	移动式监测监控设备信号未上传确认	厂/公司过程监控人员确认监测设备信号正常,报高亮到仪	×

当班班长确认条件具备签字: _____ 2019年04月24日

运行部/车间工艺技术人员确认交出安全条件具备签字: _____ 2019年04月24日

作业监护人确认签字: _____ 2019年04月24日

工艺监护人确认签字: _____ 2019年04月24日

运行部/车间安全员确认签字: _____ 2019年04月24日

运行部/车间领导确认签字: _____ 2019年04月24日

厂(中心)/公司安环部确认审核签字: _____ 2019年04月24日

特殊有毒有害介质受限空间作业厂(中心)/公司领导审核签字: _____ 年 月 日

作业结束后,对作业人员和工作器具进行清点,现场完工、料净、场地清,工艺监护人签字: _____ 年 月 日

作业人确认签字: _____ 2019年04月24日

作业负责人确认签字: _____ 2019年04月24日

作业技术负责人签字: _____ 2019年04月24日

注:作业许可证一式三联,一联由运行部留存;二联由作业人员持有;三联由监护人持有。在风险识别及削减风险措施栏内,确认项√,否定项×



二、未按要求开展受限空间气体监测

特殊作业许可执行管控不严不实，受限空间作业气体分析监测流于形式。

XX公司第XXX号受限空间作业证中，进入时间为4月3日8:30，完工验收时间为4月3日9:45，但9:30-15:00之间仍对受限空间进行了四次气体检测，作业证与事实严重不符。

XX公司第XXX号R2XX受限空间作业证显示，该受限空间不涉及富氧环境，作业前对受限空间氧气浓度检测数据为23.3%，与事实不符。



三、未落实受限空间作业安全防护措施

未在液化烃球罐受限空间作业现场落实配备空气呼吸器的安全防护措施。





三、未落实受限空间作业安全防护措施

某生产中心脱硫装置3号脱硫塔受限空间作业现场，使用的检测报警仪均存在故障。配备的可燃气体检测报警仪气体检测浓度显示为“LL”，不能正常使用；氨气检测报警仪气体检测浓度显示为15ppm，与实际不符。





四、不具备应急救援能力

企业员工应急处置能力不足，不能有效应对突发事故的应急处置。

主要表现在员工佩戴空气呼吸器不熟练。



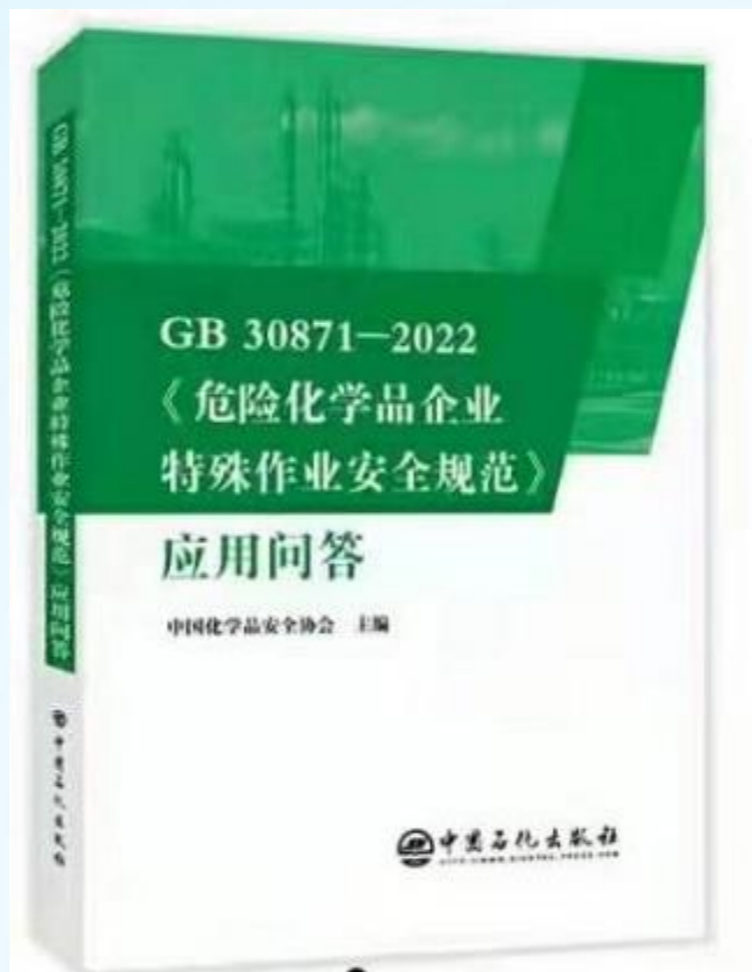
企业岗位应急救援人员在佩戴空气呼吸器过程中，均存在不同程度的问题，如**未检查空气呼吸器报警哨、气瓶压力和面罩气密性，未系肩带、腰带，气瓶阀门朝向错误，佩戴时间过长，难以满足应急处置需要。**



五、受限空间作业十问十答

1.受限空间作业规定了连续检测气体浓度，为何还要规定每2小时记录一次？

在连续检测气体浓度基础上，主要是通过比对分析受限空间内可能出现的有毒、可燃气体浓度变化情况，根据数据变化趋势预估、预测受限空间环境是否安全，是否可以继续进行作业。



微信扫一扫，使用小程序

“化危为安”
化工安全书店



五、受限空间作业十问十答

2.除本标准中规定的几种受限空间情形外，还可能有哪些作业应该参照受限空间作业进行管理？

以下常见的在狭窄区域内开展的作业可参照受限空间作业管理：

(1) 清除、清理作业，如进入污水井进行疏通，进入污水池、发酵池进行清污作业；

(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、阀门井更换、调节设备等；

(3) 涂装、防腐、防水、焊接等作业，如在船舱内进行焊接作业等；

(4) 巡查、检修等作业，如进入检查井、热力管沟进行巡检、开关阀门、检维修作业等；

(5) 反应釜（容器）清理作业，如人员从反应釜（容器）人孔将胳膊探入釜内，进行擦拭或清理的作业；

(6) 在生产装置区、罐区等危险场所动土时，遇有埋设的易燃易爆、有毒有害介质管线、窨井等可能引起燃烧、爆炸、中毒、窒息危险，且挖掘深度超过1.2m时的作业；

(7) 可能产生高毒、剧毒且通风不良，需设置局部通风的地下室等场所进行检查、操作、维修及应急救援作业。



五、受限空间作业十问十答

3.在已交付检修的受限空间内进行检修作业，为什么还要连续检测气体浓度？检测什么气体？

需要连续检测气体浓度的根本原因是基于“风险是动态的”的理念。即使设备交付检修时满足相关作业条件，但在检修过程中可能因隔绝失效、外界气体窜入、设备内壁物料垢层脱落使受限空间本身再次存在（氧化反应或逸出）有毒、可燃气体，因而导致人员窒息、中毒、火灾爆炸的事故。通过连续检测气体浓度，实时掌握作业现场气体浓度变化，如有异常，立刻采取措施，不失为从源头防范事故发生的根本手段。



五、受限空间作业十问十答

4.受限空间作业规定了连续检测气体浓度，为何还要进行作业前的气体分析？

受限空间作业前开展气体检测是为了满足作业人员在进入受限空间前所做的基础性和超前预防性工作，只有满足安全作业条件才能办理作业审批手续，进入受限空间内作业。作业过程中连续检测是防止在作业过程中气体环境改变，造成有毒、易燃易爆气体再次出现而发生安全事故。因此两种检测目的不同，作业期间的连续检测不能替代作业前的气体检测。



五、受限空间作业十问十答

5.受限空间取样时分析人员探入受限空间是否需要办理受限空间作业票？

受限空间作业前进行的气体取样时取样设施应尽量采取探入、进入受限空间的方式进行取样，而分析取样人员需要身体局部探入到受限空间内时，应按照本标准中规定的“c) 检测人员进入或探入受限空间检测时，应佩戴6.6中规定的个体防护装备”要求，佩戴个体防护装备，采取充分的安全措施后方可取样。取样人员探入到受限空间，可不办理受限空间作业票。



五、受限空间作业十问十答

6. 常见有毒物质职业接触限值都是多少？

序号	有毒物质名称	OEL (mg/m ³)			IDLH (mg/m ³)
		MAC	PC-TWA	PC-STEL	
1	一氧化碳	-	20	30	1700
2	氯乙烯	-	10	25	-
3	硫化氢	10	-	-	430
4	氯	1	-	-	88
5	氰化氢	1	-	-	56
6	丙烯腈	-	1	2	1100
7	二氧化氮	-	5	10	96
8	苯	-	6	10	9800
9	氨	-	20	30	360
10	碳酰氯	0.5	-	-	8
11	二氧化硫	-	5	10	270
12	甲醛	-	2	-	37
13	环氧乙烷	-	0.6	2	1500
14	溴	0.3	-	-	66



五、受限空间作业十问十答

7.为什么本标准规定受限空间安全作业票（证）有效期不应超过24h?

(1) 基于动态风险管控。超过24h，受限空间环境及外部环境会发生改变的几率增大。

(2) 如果受限空间作业时间过长，作业中可能因隔绝失效、外界气体窜入、受限空间本身产生（氧化反应或逸出）有毒、可燃气体而导致窒息、中毒、火灾爆炸。

(3) 受限空间作业不但不能超过24小时，作业期间还应通过连续检测气体浓度，实时掌握现场气体变化，如有异常立刻停止作业，并采取有效措施。

(4) 有利于提高作业效率，督促作业人员尽可能在24h内完成任务。



五、受限空间作业十问十答

8.为什么受限空间作业时，监护人不得在受限空间内部进行监护？

本标准对监护人的特殊要求中提出：监护人应在受限空间外进行全程监护，不应在无任何防护措施的情况下探入或进入受限空间。

这是因为：监护人若在受限空间内部监护，发生危险情况时，监护人同样是第一时间的受害者，无法采取及时有效的报警、救护等措施；监护人在外监护，有助于在自我保护的前提下，密切关注受限空间内部和作业人员的情况，保证信息畅通，随时采取有效措施。

本标准在强调监护人应在受限空间外进行全程监护的同时，还要求在风险较大的受限空间作业时，应增设监护人员。



五、受限空间作业十问十答

9.进入生产现场的分析小屋内作业属于受限空间作业吗？进入较封闭的场所进行日常巡检属于受限空间作业吗？

进入生产现场的分析小屋内作业不属于受限空间作业。

本标准规定的受限空间作业指的是人员在必要时进入受限空间内进行临时性工作，与正常岗位巡检有所不同。按照规定例行到较为狭窄、封闭的区域或通风不畅的区域开展的正常巡检工作不列入受限空间作业管理范畴，员工遵守企业相关巡检管理安全规定即可，如进入地下泵房巡检、皮带廊桥上的巡检、煤化工企业煤气净化区域地下场所的巡检等。焦化厂的焦炉地下室是典型的受限空间，且是操作人员巡检必到之处，焦化厂的焦炉地下室巡检一般不按照受限空间作业管理，当然有些企业参照受限空间作业管理，且要求至少2人相伴巡检也是可行的。

以上情况无论是否界定为受限空间作业，其根本还是在于准确辨识出场所的危险源及风险点所在，建立有关的管理制度，做好人员防护、携带气体检测仪等管控措施，保证风险处于可接受范围内，确保人员安全。必要时，企业应根据实际情况，在重要巡检场所设置氧氧、可燃有毒气体检测报警器。



五、受限空间作业十问十答

10.如何正确理解受限空间作业开始时间?

在实际工作中，作业人员开始进入受限空间的时间是受限空间作业的正式开始时间。有部分企业没有正确理解受限空间作业开始时间，将作业人员到作业现场开始做作业准备（准备相关工器具等）的时间理解为受限空间作业开始时间，各项准备工作做好了，作业人员正式进入受限空间的时间可能已经与气体分析时间间隔超过了30分钟。例如某些企业的受限空间作业人员及工器具进出空间登记表中，作业人员首次进入空间的时间距离作业票中气体分析时间间隔超过了30分钟。这应引起重视。



中国化学品安全协会
China Chemical Safety Association

»»» 05 | 结 语

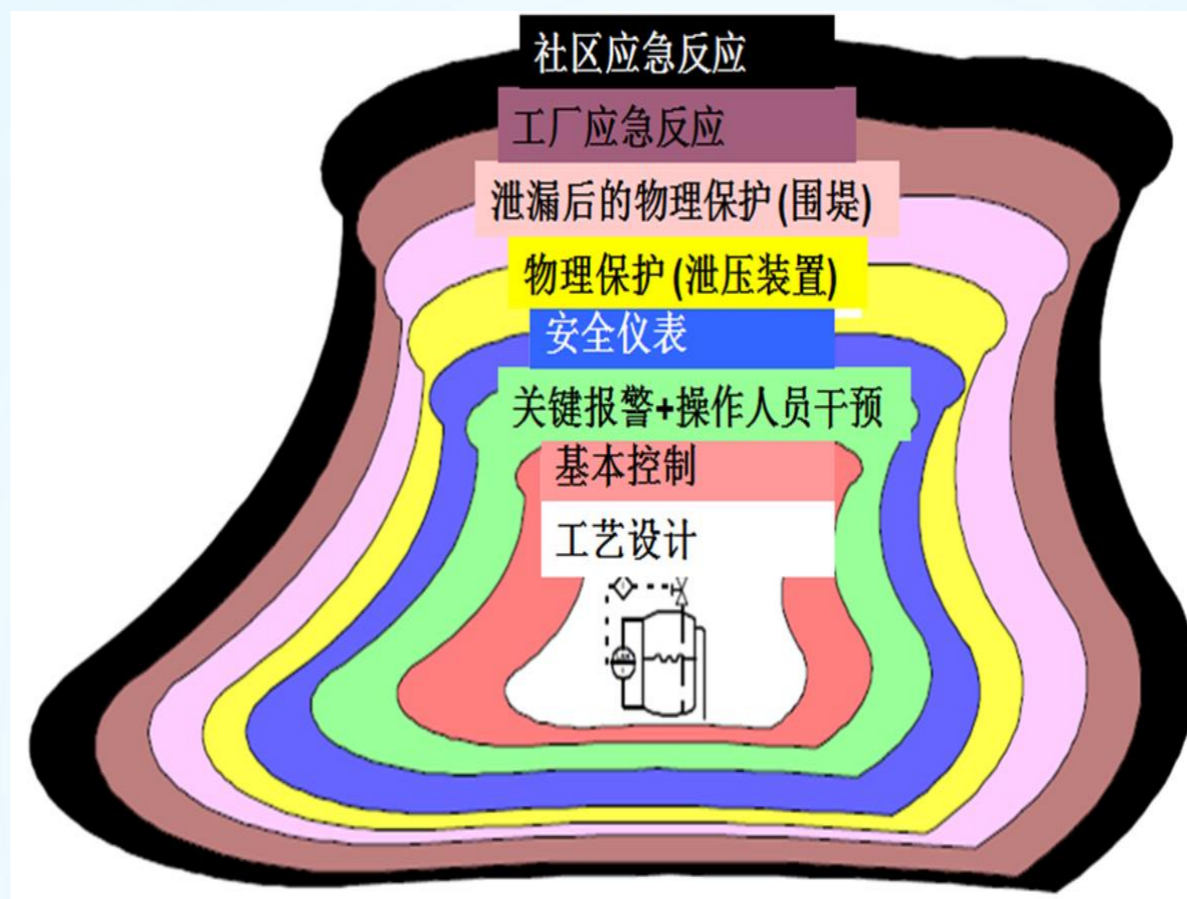


结语

结合多年来的工作经验提出四点建议：

1. 在设计阶段关注受限空间的本质安全水平，冗余设计，增加风险防控保护层。

提升受限空间工艺、设备、仪表的自动化程度，尽可能减少人员进入受限空间作业。在标准规范允许的情况下，向受限空间内部或外部周边引入蒸汽、空气、氮气管道。对易积聚易燃易爆和有毒有害气体的受限空间，应高标准设置可燃和有毒气体检测报警仪，实现连续监测。





2.全面开展基于受限空间事故场景的情景分析。

以发生事故的类型倒推可能存在的危险有害因素，以发生事故的后果作为风险防控措施制定的依据。





3.对于高风险受限空间作业，建立主要负责人或分管负责人现场确认机制。

老故事仍然适用于今日——

二战期间，美国生产的降落伞的安全性能不够，虽然在厂商的努力下，合格率已经提升到99.9%，但还差一点点。军方要求产品的合格率必须达到100%。可是厂商不以为然，他们强调，任何产品都不可能达到绝对100%的合格，除非出现奇迹。

但是，降落伞99.9%的合格率，就意味着每一千个跳伞的人中有一个人会送命。后来，军方改变了检查质量的方法，决定从厂商前一周交货的降落伞中随机挑出一个，让厂商负责人背着这个伞，亲自从飞机上跳下。

这个方法实施后，奇迹出现了，不合格率立刻变成了0!





结语

4.对于有条件的企业, 建立一支“专精特”的受限空间应急救援专职或兼职队伍。从根本上杜绝盲目施救, 以专业的救援机制、精良的装备器材、特定的救援人员, 第一时间解救受害人员。





- 1.特殊作业不监护 迈向穷途无归路。
- 2.监护人不是监工 而是现场应急第一人。
- 3.监护作业你有责 培训技能履安责。
- 4.动火作业不分析如同自焚 受限空间作业不分析如同自杀。



谢谢!

直播回看请登录: <http://www.chemicalsafety.org.cn/>

