

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6503—2022

代替 SY/T 6503—2016

石油天然气工程可燃气体和有毒气体检测 报警系统安全规范

**Safety specification of combustible gas and toxic gas detection and
alarm system for petroleum and natural gas engineering**

2022 — 11 — 04 发布

2023 — 05 — 04 实施

目 录

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般规定	4
5 检测点的确定	5
5.1 一般原则	5
5.2 非封闭场所	5
5.3 封闭场所	5
5.4 其他要求	6
6 检测报警系统	6
6.1 一般规定	6
6.2 系统的技术性能	7
6.3 探测器的选用	7
6.4 报警控制单元的选用	8
6.5 现场警报器的选用	8
6.6 测量范围及报警值设定	8
7 检测报警系统安装	9
7.1 固定式探测器的安装	9
7.2 报警控制单元和现场区域警报器的安装	9
8 检查与维护	9
9 检定	9
10 报废	9
附录 A (资料性) 石油天然气工程常用可燃气体、蒸气特性	10
附录 B (资料性) 石油天然气工程常用有毒气体、蒸气特性	11
附录 C (资料性) 条文说明	12
参考文献	24

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。

本文件代替 SY/T 6503—2016《石油天然气工程可燃气体检测报警系统安全技术规范》，与 SY/T 6503—2016 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 由强制性标准改为了推荐性标准；
- b) 增加了有毒气体检测和设置的一般原则（见第4章，2016年版的第4章）；
- c) 增加了氧气和二氧化碳检测和设置的一般原则（见第5章、第6章，2016年版的第5章、第6章）；
- d) 增加了扫描式激光可燃气体探测器、超声型气体探测器和红外热成像型探测器的选用原则（见第5章、第6章，2016年版的第5章、第6章）；
- e) 更改了题目和内容（见5.4，2016年版的5.4）；
- f) 增加了一般规定的技术内容（见6.1，2016年版的第6章）；
- g) 将“指示报警设备的选用”更改为“报警控制单元的选用”（见6.4，2016年版的6.3）；
- h) 增加了现场警报器的选用（见6.5，2016年版的第6章）；
- i) 更改了条文说明的相关内容（见附录C，2016年版的附录B）。

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。

本文件由石油工业标准化技术委员会石油工业安全专业标准化技术委员会（CPSC/TC20）提出并归口。

本文件起草单位：中石化石油工程设计有限公司、大庆油田工程有限公司、中国石油天然气管道工程有限公司、中石化中原油田普光分公司、国家管网集团东部原油储运有限公司、中国石油塔里木油田博大油气开发部。

本文件主要起草人：田京山、王静、李亚云、纪志军、刘少宇、孙金玲、程彬、康明、杜洪荣、佟林川、于良俊、张德发、卜志军、周明、王贵波、王向阳、刘花蕾。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2000年首次发布为 SY 6503—2000《可燃气体检测报警器使用规范》；
- 2008年第一次修订为 SY 6503—2008《石油天然气工程可燃气体检测报警系统安全技术规范》；
- 2016年第二次修订为 SY 6503—2016《石油天然气工程可燃气体检测报警系统安全规范》，2017年转化为 SY/T 6503—2016；
- 本次为第三次修订。

石油天然气工程可燃气体和有毒气体检测报警系统安全规范

1 范围

本文件规定了石油天然气工程中可燃气体和有毒气体检测点的确定，探测器、报警控制单元和现场报警器的选用、安装、检查、维护、检定及报废等基本要求。

本文件适用于以下新建、扩建和改建的石油天然气工程：

- a) 陆上油气田工程；
- b) 海洋或滩海油气田陆上终端工程；
- c) 地下储气库工程；
- d) 油气管道工程。

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 3836(所有部分) 爆炸性环境

GB/T 4208 外壳防护等级 (IP 代码)

GB 12358 作业场所环境气体检测报警仪 通用技术要求

GB 15322.1 可燃气体探测器 第1部分：工业及商业用途点型可燃气体探测器

GB 15322.2 可燃气体探测器 第2部分：家用可燃气体探测器

GB 15322.3 可燃气体探测器 第3部分：工业及商业用途便携式可燃气体探测器

GB 15322.4 可燃气体探测器 第4部分：工业及商业用途线型光束可燃气体探测器

GB 16808 可燃气体报警控制器

GB/T 39173 智能工厂 安全监测有效性评估方法

GB 50058—2014 爆炸危险环境电力装置设计规范

GB 50183—2014 石油天然气工程设计防火规范

GB/T 50493—2019 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准

GB/T 50892 油气田及管道工程仪表控制系统设计规范

JJG 693 可燃气体检测报警器

JJG 695 硫化氢气体检测仪

JJG 915 一氧化碳检测报警器

JJG 1105 氨气检测仪

SY/T 6671—2017 石油设施电气设备场所1级0区、1区和2区的分类推荐作法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

可燃气体 combustible gas

甲类气体或甲_A、甲_B、乙_A类可燃液体气化后形成的可燃气体或可燃蒸气。

3.2

有毒气体 toxic gas

劳动者在职业活动过程中，通过皮肤接触或呼吸可导致死亡或永久性健康伤害的毒性气体或毒性蒸气。

3.3

天然气凝液 natural gas liquid (NGL)

从天然气中回收的且未经稳定处理的液态烃类混合物的总称。

注：一般包括乙烷、液化石油气和稳定轻烃成分，也称为混合轻烃。

3.4

液化石油气 liquefied petroleum gas (LPG)

在常温常压下为气态，经压缩或冷却后为液态的以C₃、C₄为主要成分的烃类混合物。

3.5

稳定轻烃 natural gasoline

从天然气凝液或原油中提取的，以戊烷及更重的烃类为主要成分的液态石油产品，其终馏点不高于190℃，在规定的蒸气压下，允许含有少量丁烷。

注：也称天然汽油。

3.6

凝析油 condensate oil

在地层条件下介于临界温度和临界凝析温度之间的气相烃类。

注：开采时，当地层压力降至露点压力后凝析析出轻质的液态油，一般相对密度<0.8。

3.7

液化天然气 liquefied natural gas (LNG)

一种在液态状况下的无色流体，主要由甲烷组成，可能含有少量的乙烷、丙烷、氮或通常存在于天然气中的其他组分。

3.8

石油天然气站场 oil and gas stations

具有石油天然气收集、净化处理、储运功能的站、库、厂、场的统称，简称油气站场或站场。

3.9

石油天然气储运设施 facilities for petroleum and gas storing and transporting

为石油、天然气运输而设置的储存、装卸、灌装及其配套设施。

3.10

线路截断阀(室) block valve station, pipeling block valve

在输送管道沿线设置的用于将管道分段的阀门。

3.11

防火堤 fire dike

用于常压易燃和可燃液体储罐组、常压条件下通过低温使气态变成液态的储罐组或其他液态危险品储罐组发生泄漏事故时，防止液体外流和火灾蔓延的构筑物。

3.12

隔堤 intermediate dike, dividing dike

用于减少防火堤内储罐发生少量液体泄漏事故时的影响范围，或用于减少常压条件下通过低温使

气态变成液态的储罐组发生少量冷冻液体泄漏事故时的影响范围，而将一个储罐组分隔成若干个分区的构筑物。

3.13

释放源 source of release

可释放并能形成爆炸性气体环境、有毒气体环境的位置或地点。

3.14

封闭场所（房间、建筑物或空间） enclosed area (room, building, or space)

一个封闭面积大于可能的平面投影面积 2/3 的三维空间，并有足够的通道容许人员进入。

注：对于一个典型的建筑物，要求其墙壁、顶棚和 / 或地板占其总投影面积大于 2/3。

[来源：SY/T 6671—2017，3.1.15]

3.15

非封闭场所 open area

一个不属于封闭场所的三维空间，并且其尺寸足以容许人员进入。

3.16

场所 location

区域、空间、场所。

注：这些术语应可以互换，都是指一个三维空间。

[来源：SY/T 6671—2017，3.1.37，有修改]

3.17

探测器 detector

由传感器和转换器组成，将可燃气体、有毒气体或氧气的浓度转换为电信号的电子设备。

注：也称检测器。

3.18

现场报警器 field alarming unit/audible and visual alarm unit

安装在现场，通过声、光或旋光向现场或接近现场人员发出警示的电子设备。

3.19

报警控制单元 alarm control unit

接收探测器的输出信号，发出指示、报警、控制信号的电子设备。

3.20

检测范围 sensible range

又称测量范围，探测器在试验条件下能够检测出被测气体的浓度范围。

3.21

报警设定值 alarm set point

探测器及报警控制单元预先设定的报警浓度值。

3.22

安装高度 mounting height

探测器检测口下部到指定参照物的垂直距离。

3.23

爆炸下限 lower explosion limit (LEL)

可燃气体发生爆炸时的下限浓度（体积分数）值。

3.24

爆炸上限 upper explosion limit (UEL)

可燃气体发生爆炸时的上限浓度（体积分数）值。

3.25

职业接触限值 occupational exposure limit (OEL)

劳动者在职业活动中长期反复接触，不会对绝大多数接触者的健康引起有害作用的容许接触水平。化学因素的职业接触限值分为最高容许浓度、短时间接触容许浓度和时间加权平均容许浓度三种。

[来源：GB/T 50493—2019，2.0.14]

3.26

最高容许浓度 maximum allowable concentration (MAC)

工作地点在一个工作日内、任何时间有毒化学物质均不应超过的浓度。

[来源：GB/T 50493—2019，2.0.15]

3.27

时间加权平均容许浓度 permissible concentration-time weighted average (PC-TWA)

以时间为权数规定的8h工作日、40h工作周的平均容许接触浓度。

[来源：GB/T 50493—2019，2.0.16]

3.28

短时间接触容许浓度 permissible concentration-short term exposure limit (PC-STEL)

在遵守时间加权平均容许浓度(PC-TWA)前提下容许短时间(15min)接触的浓度。

[来源：GB/T 50493—2019，2.0.17]

3.29

直接致害浓度 immediately dangerous to life or health concentration (IDLH)

在工作地点，环境中空气污染物浓度达到某种危险水平，如可致命或永久损害健康，或使人立即丧失逃生能力。

[来源：GB/T 50493—2019，2.0.18]

4 一般规定

4.1 可能积聚可燃气体和有毒气体的石油天然气站场和储运设施，应按本文件设置气体检测报警系统。

4.2 无人值守、功能简单的小型石油天然气站场(除甲_A类外)和线路截断阀(室)，当泄漏不会产生不可接受风险时，可不设固定式可燃气体探测器。

4.3 存在可燃气体和有毒气体的站场，操作人员应配置便携式气体探测器。

4.4 安装在爆炸危险场所的可燃气体和有毒气体探测器应有防爆证书。国家法规有要求的有毒气体探测器，应有计量器具型式批准证书。

4.5 探测器设置应符合下列规定：

- a) 可燃气体与有毒气体同时存在的场所，可燃气体浓度先于有毒气体达到报警限时，应设置可燃气体探测器；
- b) 可燃气体与有毒气体同时存在的场所，有毒气体浓度先于可燃气体达到报警限时，应设置有毒气体探测器；
- c) 可燃气体与有毒气体同时存在的场所，可燃和有毒气体浓度可能同时达到报警限时，应分别设置可燃气体和有毒气体探测器；
- d) 既属可燃又属有毒的单质气体，应设置有毒气体探测器。

4.6 可燃气体和有毒气体检测报警系统应采用两级及以上报警，二级报警优先于一级报警。同一检测区域内有毒气体、可燃气体探测器同时报警时，有毒气体报警优先。

- 4.7 可燃气体和有毒气体的检测报警信号应发送至有人值守的控制室、操作室或值班室进行显示报警。
- 4.8 探测器应自带警报器或独立设置全场 / 区域警报器，警报器应有声、光报警功能。
- 4.9 当工程中采用定量分析方法计算探测器的覆盖率时，应符合 GB/T 39173 的相关规定。
- 4.10 可燃气体和有毒气体检测报警系统的气体探测器、报警控制单元和现场警报器等应采用不间断电源（UPS）或自带蓄电池供电，后备供电时间应不低于 30min。
- 4.11 石油天然气工程中常用可燃气体、蒸气特性见附录 A，常用有毒气体、蒸气特性见附录 B。

5 检测点的确定

5.1 一般原则

- 5.1.1 可燃气体和有毒气体探测器检测点应设置在气体易于积聚和人员需要保护之处。
- 5.1.2 主要释放源应包括以下位置：
- 气体压缩机和液体泵密封处；
 - 液体采样口和气体采样口；
 - 液体（气体）排液（水）口和放空口；
 - 经常操作的阀门组。
- 5.1.3 可能出现欠氧且无其他替代报警或保护措施的人员活动场所，应设置氧气探测器。
- 5.1.4 二氧化碳泄漏可能对人员构成威胁的场所，应设置二氧化碳探测器。

5.2 非封闭场所

- 5.2.1 存在下列释放源的场所应设置检测点：
- 液化天然气、天然气凝液、液化石油气、稳定轻烃、丙烷、丁烷、凝析油、甲醇；
 - 相对密度大于 1.0 的可燃气体；
 - 有毒气体。
- 5.2.2 可燃气体比空气轻时，站场非封闭场所可设置扫描式激光可燃气体探测器、超声型气体探测器或红外热成像型探测器。
- 5.2.3 可燃气体和有毒气体探测器的设置应符合下列规定：
- 当探测器位于释放源的全年最小频率风向的上风侧时，可燃气体探测器与释放源的距离不宜大于 15m，有毒气体探测器与释放源的距离不宜大于 4m。
 - 当探测器位于释放源的全年最小频率风向的下风侧时，可燃气体探测器与释放源的距离不宜大于 5m，有毒气体探测器与释放源的距离不宜大于 2m。
 - 可燃气体探测器的安装高度应距地面或不透风楼地 / 底板 0.3m ~ 0.6m。
 - 有毒气体探测器的安装高度应根据气体的密度而定。当比空气重时，其安装高度应距地面或不透风楼地 / 底板 0.3m ~ 0.6m；当比空气轻时，其安装高度应高出释放源 0.5m ~ 1.0m。
 - 高含硫工艺区应在主要出入口或边界处设置硫化氢探测器或线型可燃气体探测器。

5.3 封闭场所

- 5.3.1 存在下列释放源的场所应设置检测点：
- 液化天然气、天然气凝液、液化石油气、稳定轻烃、丙烷、丁烷、凝析油、甲醇、汽油、石脑油、煤油等；
 - 甲_B、乙_A类原油；
 - 天然气等可燃气体；

d) 有毒气体。

5.3.2 可燃气体和有毒气体探测器的设置应符合下列规定：

- a) 可燃气体探测器与释放源的距离不宜大于 7.5m，有毒气体探测器与释放源的距离不宜大于 2m。
- b) 探测器的安装高度应根据气体的密度而定。当比空气重时，其安装高度应距地面或不透风楼地 / 底板 0.3m ~ 0.6m；当比空气轻时，可燃气体探测器安装高度应高出释放源 0.5m ~ 2.0m，有毒气体探测器安装高度应高出释放源 0.5m ~ 1.0m，且应在无强制通风设备的场所内，最高点气体易于积聚处设置探测器。
- c) 对于由烃类混合物组成的天然气等可燃气体，当其混合密度比空气重，但含有超过 50%（摩尔分数）密度比空气轻的烃类时，应按比空气重和比空气轻两种条件设置探测器。

5.3.3 可能存在可燃气体和 / 或有毒气体的分析小屋，应设可燃气体探测器和 / 或有毒气体探测器。

5.3.4 有人进入巡检操作且可能积聚比空气重的可燃气体和 / 或有毒气体的工艺阀井、管沟、隧道等场所，应设可燃气体和 / 或有毒气体探测器。

5.3.5 可燃气体和 / 或有毒气体有可能进入的正压通风建筑物新风入口处，应设置可燃和 / 或有毒气体探测器。

5.4 其他要求

5.4.1 甲_A、甲_B、乙_A类液体储罐防火堤内，应设可燃气体和 / 或有毒气体探测器。如果防火堤内有隔堤且隔堤的高度高于探测器的安装高度时，隔堤分隔的区域应分别设探测器。

- a) 当探测器位于释放源最小频率风向的上风侧时，可燃气体探测器与释放源的距离不宜大于 15m，有毒气体探测器与释放源的距离不宜大于 4m；
- b) 当探测器位于释放源的最小频率风向的下风侧时，可燃气体探测器与释放源的距离不宜大于 5m，有毒气体探测器与释放源的距离不宜大于 2m；
- c) 探测器安装高度应距地面或不透风楼地 / 底板 0.3m ~ 0.6m。

5.4.2 甲_A、甲_B、乙_A类液体的装卸设施，可燃气体探测器的设置应符合下列规定：

- a) 铁路装卸栈台，在地面上每一个车位宜设 1 台探测器，且探测器与装卸车口的水平距离不应大于 15m；
- b) 汽车装卸站的装卸车鹤位与探测器的水平距离不应大于 15m，当汽车装卸站内设有缓冲罐时，按 5.2.3 的规定执行；
- c) 探测器安装高度应距地面或不透风楼地 / 底板 0.3m ~ 0.6m。

5.4.3 液化石油气灌装站的可燃气体探测器设置，应符合下列规定：

- a) 属封闭场所的灌瓶间，灌装口与探测器的距离宜为 5m ~ 7.5m；
- b) 属封闭场所储瓶库，应符合 5.3.2 的规定，敞开式储瓶间四周每 15m ~ 30m 设 1 台探测器，当四周边长总和小于 15m 时，应设 1 台探测器；
- c) 缓冲罐排水口或阀组与探测器的距离，宜为 5m ~ 7.5m；
- d) 探测器安装高度应距地面 0.3m ~ 0.6m。

5.4.4 甲_A、甲_B、乙_A类液体装卸码头，距输油臂水平平面 15m 范围内，应设 1 台可燃气体探测器。

6 检测报警系统

6.1 一般规定

6.1.1 可燃气体和有毒气体检测报警系统应由可燃气体和 / 或有毒气体探测器、现场警报器和报警控制单元组成。

6.1.2 可燃气体和有毒气体检测报警系统宜独立设置；当系统失效不会造成严重后果时，可与其他系统合并设置，但 I/O 模板应独立。

6.1.3 探测器应根据测量介质、工艺需求、防爆要求、环境影响、安装需求、可维护性、性价比和探测器结构进行选型。

6.2 系统的技术性能

6.2.1 系统技术性能应符合 GB 12358、GB 15322.1、GB 15322.2、GB 15322.3 和 GB 16808 的规定。

6.2.2 系统的防爆性能应符合 GB/T 3836 的规定。

6.2.3 防护性能应符合 GB/T 4208 的规定。

6.3 探测器的选用

6.3.1 可燃气体及有毒气体探测器的选用，应根据被测气体的理化性质、被测介质的组分种类、检测精度要求、安装环境及探测器的技术性能等因素确定。

6.3.2 常用可燃气体及有毒气体探测器的选用应符合下列规定：

- a) 烃类可燃气体宜选用红外吸收型或催化燃烧型探测器。当使用场所的空气中含有能使催化燃烧型检测元件中毒的硫、磷、硅、铅、卤素化合物等介质时，应选用抗毒性催化燃烧型探测器、红外吸收型探测器或激光型气体探测器。在缺氧或高腐蚀性等场所，宜选用红外吸收型探测器或激光型气体探测器。
- b) 氢气宜选用催化燃烧型或电化学型探测器。
- c) 硫化氢宜选用电化学型或半导体型探测器。
- d) 氨气宜选用电化学型或半导体型探测器。
- e) 一氧化碳、二氧化碳宜选用电化学型或红外吸收型探测器。
- f) 氧气宜选用电化学型探测器。
- g) 开阔区域宜选用线型气体探测器。

6.3.3 扫描式激光可燃气体探测器、超声型气体探测器和红外热成像型探测器的选用应符合下列规定：

- a) 当需要检测大范围内的微量可燃气体泄漏时，可选用扫描式激光可燃气体探测器，探测器应配套云台，宜配套摄像机。
- b) 当工艺介质泄漏时产生的噪声能显著改变释放源周围环境声压等级时，可选用超声型气体探测器；探测器应安装于潜在泄漏源的上方或附近，布点时应避免工艺设备 / 管线遮挡和设备运行噪声源对探测器的影响。
- c) 当工艺介质泄漏后形成的气体或蒸气能显著改变释放源周围环境温度时，可选用红外热成像型探测器。
- d) 探测器的报警输出宜作为预报警信号，且不应自动触发紧急停车。
- e) 探测器应具有自动调节零点的功能。

6.3.4 探测器防爆类型应符合 GB 50058 的规定，按照使用场地爆炸危险区域的划分及被检测气体的性质，选择探测器的防爆类型和级别。

6.3.5 探测器采样方式宜选用扩散式。受安装条件和环境条件的限制，无法使用扩散式的场所，可采用吸入式。

6.3.6 探测器的输出应根据工艺要求及系统的组成选择，选用 4mA ~ 20mA 模拟量信号或数字量信号。

6.3.7 探测器应具有故障自诊断功能，并应有故障信号输出，故障信号宜为模拟量。

6.4 报警控制单元的选用

6.4.1 报警控制单元应具有以下基本功能：

- a) 能为探测器及所连接的其他部件供电。
- b) 能直接或间接地接收探测器的输出信号，显示气体浓度并发出可保持的声光报警信号。声光报警信号应能手动复位。
- c) 具有数字量输出功能。
- d) 多点式报警控制单元应具有相对独立、互不影响的报警功能，并能区分和识别报警位号。
- e) 在下列情况下，报警控制单元应能发出与可燃气体和 / 或有毒气体浓度报警信号有明显区别的声、光故障报警信号：
 - 1) 接线断路或短路；
 - 2) 探测器设备故障；
 - 3) 报警控制单元故障。
- f) 应具有以下记录功能：
 - 1) 具有历史事件记录功能，应能记录位号、报警值和报警时间；
 - 2) 应能显示当前报警点总数；
 - 3) 应能区分首报警点。

6.4.2 可燃气体探测器参与火灾报警和消防联动时，探测器信号应先送至专用的可燃气体报警控制器，报警信号应由专用可燃气体报警控制器输出至火灾报警控制器或消防联动控制器。可燃气体报警信号与火灾报警信号在火灾报警控制系统中应有明显区别。

6.5 现场报警器的选用

6.5.1 可燃气体和有毒气体检测报警系统应按照生产设施及储运设施的装置或单元进行报警分区，设置区域报警器时，各报警分区应分别设置。

6.5.2 区域报警器的报警信号声级应高于 110dB(A)，且距报警器 1m 处声级不应高于 120dB(A)。

6.6 测量范围及报警值设定

6.6.1 探测器测量范围应符合下列规定：

- a) 点型可燃气体探测器的测量范围应为 0LEL ~ 100%LEL；
- b) 有毒气体探测器的测量范围宜在二级报警设定值的 2 ~ 4 倍之间，但不应超过 30%IDLH；
- c) 线型可燃气体探测器的测量范围宜为 0LEL · m ~ 5LEL · m；
- d) 二氧化碳探测器的测量范围宜为 0VOL ~ 5%VOL；
- e) 氧气探测器的测量范围宜为 0VOL ~ 25%VOL。

6.6.2 报警值设定应符合下列规定：

- a) 固定式可燃气体探测器的一级报警设定值应小于或等于 20%LEL，宜为 10%LEL；二级报警设定值应大于一级报警设定值且小于或等于 40%LEL；便携式可燃气体探测器的一级报警设定值应小于或等于 10%LEL，二级报警设定值应小于或等于 20%LEL。
- b) 有毒气体的一级报警设定值应小于或等于 100%OEL；二级报警设定值应小于或等于 200%OEL，但不应超过 10%IDLH。
- c) 线型可燃气体测量一级报警设定值宜为 1LEL · m，二级报警设定值宜为 2LEL · m。
- d) 二氧化碳一级报警设定值宜小于或等于 0.5%VOL，二级报警设定值宜小于或等于 1%VOL。
- e) 氧气一级欠氧报警设定值宜为 19.5%VOL，二级欠氧报警设定值宜为 18%VOL。

7 检测报警系统安装

7.1 固定式探测器的安装

7.1.1 探测器的安装高度应符合 5.2.3 c)、5.2.3 d)、5.3.2 b)、5.4.1 c)、5.4.2 c)、5.4.3 d) 的规定。

7.1.2 探测器的安装应综合考虑下列因素：

- a) 避开强电磁场干扰和振动处；
- b) 便于维护和检修，安装探测器的地点与周边管线或设备一侧应留有不小于 0.5m 的净空和出入通道；
- c) 开路式探测器的发射端和接收端安装时应保持对准；
- d) 探测器维护和检修不方便的场所，应设置方便维护和操作的设施。

7.1.3 探测器设置在露天场所时，应针对恶劣气候条件，采取防水、遮阳、防虫、防风沙等措施，防护措施不应影响阻碍探测器气流的流通。

7.2 报警控制单元和现场区域报警器的安装

7.2.1 报警控制单元的安装应符合 GB/T 50892 的相关规定。

7.2.2 现场区域报警器的安装高度应高于地面或楼地板 2.2m 及以上，且位于人员易察觉的地点。

7.2.3 现场区域报警器应安装在易于检修的场所，避开强电磁场干扰和振动处。

8 检查与维护

8.1 可燃气体和有毒气体检测报警系统的检查和维护应由专人负责。

8.2 可燃气体和有毒气体检测报警系统应进行定期检查、定期维护，做好记录。

8.3 在现场有临时作业需求时，在固定式探测器未覆盖、覆盖不全或无法工作时，可配置移动式可燃探测器和 / 或有毒气体探测器。

9 检定

9.1 检定工作应由有资质的单位承担。

9.2 新安装及经维修的可燃气体、有毒气体探测器应经检定合格，且在合格证书有效期内方予投入使用。

9.3 可燃气体和有毒气体检测报警系统的检定应按 JJG 693、JJG 695、JJG 915 和 JJG 1105 等规定的项目和步骤进行。

10 报废

10.1 经检测、维修后不合格的探测器应及时报废更新。

10.2 产品的报废处理见《废弃电器电子产品回收处理管理条例》(国务院令第 551 号)。产品使用单位应制定产品报废处理程序，做好报废记录。

附录 A

(资料性)

石油天然气工程常用可燃气体、蒸气特性

石油天然气工程常用可燃气体、蒸气特性见表 A.1。

表 A.1 石油天然气工程常用可燃气体、蒸气特性表

序号	物质名称	引燃温度 ℃ / 组别	沸点 ℃	闪点 ℃	爆炸浓度 (体积分数)		火灾 危险性 分类	蒸气密度 kg/m ³	备注
					下限	上限			
1	甲烷	540/T1	-161.5	气体	5.0	15.0	甲	0.77	液化后为甲 _A
2	乙烷	515/T1	-88.9	气体	3.0	12.5	甲	1.34	液化后为甲 _A
3	丙烷	466/T1	-42.1	气体	2.0	11.1	甲	2.07	液化后为甲 _A
4	丁烷	405/T2	-0.5	气体	1.9	8.5	甲	2.59	液化后为甲 _A
5	戊烷	260/T3	36.07	< -40.0	1.4	7.8	甲 _B	3.22	
6	己烷	225/T3	68.9	-22.8	1.1	7.5	甲 _B	3.88	
7	庚烷	215/T3	98.3	-3.9	1.1	6.7	甲 _B	4.53	
8	辛烷	220/T3	125.67	13.3	1.0	6.5	甲 _B	5.09	
9	壬烷	205/T3	150.77	31.0	0.7	2.9	乙 _A	5.73	
10	异丁烷	460/T1	-11.7	气体	1.8	8.4	甲	2.59	液化后为甲 _A
11	甲基醚	350/T2	-23.9	气体	3.4	27	甲	2.07	液化后为甲 _A
12	乙醚	170/T4	35	-45	1.9	36	甲 _B	3.36	
13	乙基甲基醚	190/T4	10.6	-37.2	2.0	10.1	甲 _A	2.72	
14	二甲醚	240/T3	-23.7	气体	3.4	27	甲	2.06	液化后为甲 _A
15	二丁醚	194/T4	141.1	25	1.5	7.6	甲 _B	5.82	
16	甲醇	385/T2	63.9	11	6.0	36	甲 _B	1.42	
17	乙醇	422/T2	78.3	12.8	3.3	19	甲 _B	2.06	
18	丙醇	440/T2	97.2	25	2.1	13.5	甲 _B	2.72	
19	甲醛	430/T2	-19.4	气体	7.0	73	甲	1.38	液化后为甲 _A
20	乙醛	175/T4	21.1	-37.8	4.0	60	甲 _B	1.94	
21	氢	560/T1	-253	气体	4.0	75	甲	0.09	
22	天然气	484/T1		气体	3.8	13	甲		
23	城市煤气	520/T1	< -50	气体	4.0		甲	0.65	
24	液化石油气				1.0		甲 _A		气化后为甲类气体, 下限按国际海协数据
25	轻石脑油	285/T3	36 ~ 68	< -20.0	1.2	5.9	甲 _B	≥ 3.22	
26	重石脑油	233/T3	65 ~ 177	-22 ~ 20	0.6		甲 _B	≥ 3.61	
27	汽油	280/T3	50 ~ 150	< -20	1.1	5.9	甲 _B	4.14	
28	煤油	223/T3	150 ~ 300	≤ 45	0.6	6.5	乙 _A	6.47	
29	原油			< 28			甲 _B		
30	原油			≥ 28 ~ < 45			乙 _A		
31	原油			≥ 45 ~ < 60			乙 _B		
32	原油			≥ 60 ~ ≤ 120			丙 _A		
33	原油			> 120			丙 _B		

注：“蒸气密度”为0℃、101.3kPa状态下的密度。

附录 B

(资料性)

石油天然气工程常用有毒气体、蒸气特性

石油天然气工程常用有毒气体、蒸气特性见表 B.1。

表 B.1 石油天然气工程常用有毒气体、蒸气特性表

序号	物质名称	相对分子质量	蒸气密度 kg/m ³	熔点 ℃	沸点 ℃	职业接触限值 (OEL) mg/m ³ (ppm)			直接致害浓度 (IDLH) mg/m ³ (ppm)
						最高容许浓度 (MAC)	时间加权平均 容许浓度 (PC-TWA)	短时间接触 容许浓度 (PC-STEL)	
1	硫化氢	34.1	1.44	-85.5	-60.4	10 (7)	14 (10)	—	430 (300)
2	一氧化碳	28.0	1.17	-199.5	-191.4	—	20 (17)	30 (26)	1700 (1500)
3	氨	17.0	0.73	-78	-33.4	—	20 (28)	30 (42)	360 (500)

注 1：“蒸气密度”为 20℃、101.3kPa 状态下的密度。

注 2：浓度单位 mg/m³ 与 ppm 的换算关系根据 GBZ 2.1—2019 中公式 (A.2) 计算：

$$C = \frac{\text{ppm} \times MW}{24.05}$$

式中：

C——浓度，单位为毫克每立方米 (mg/m³)；

ppm——百万分比浓度；

MW——测定物质的分子量；

24.05——20℃、101.3kPa 下 1mol 气体的体积。

注 3：本附录对 ppm 值进行了取整，IDLH 值取自 GB/T 18664—2002 中表 B.1。

附录 C

(资料性)

条文说明

C.1 范围

本文件是对石油天然气工程设计中可燃气体和有毒气体检测报警系统设计、使用和维护的最基本要求，编制过程中与国家现行有关标准进行了协调，体现了石油天然气工程设计的特点。但考虑到石油天然气工程设计规范广、包括的专业多、生产技术发展快、管理要求不断提高等因素，对本文件未做规定的部分，仍应执行国家现行的有关标准、规范。

本文件中石油天然气工程适用范围来源于 GB 50183，但不包含总储量大于 2000m³ 天然气液化工厂、液化天然气接收站、液化天然气卫星站，这些场站的可燃气体和有毒气体检测报警系统设置可执行 GB/T 50493 的相关规定。

本文件适用于石油天然气新建工程，对于已建工程仅适用于扩建和改建部分的设计。若由于扩建和改建使原可燃气体和 / 或有毒气体检测报警系统不能正常运行的，则应按本文件修改。

C.2 术语和定义

C.2.1 3.1 甲类气体和甲_A、甲_B、乙_A 类可燃液体的火灾危险性分类符合 GB 50183—2014 中表 3.1.1 的规定。

C.2.2 3.2 《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》（中华人民共和国国务院令 第 352 号）第三条规定：“按照有毒物品产生的职业中毒危害程度，有毒物品分为一般有毒物品和高毒物品。国家对作业场所使用高毒物品实行特殊管理。一般有毒物品目录、高毒物品目录由国务院卫生行政部门会同有关部门依据国家标准制定、调整并公布”。2003 年卫生部发布了《高毒物品目录》（卫法监发〔2003〕142 号）。

本文件中有毒气体指《高毒物品目录》（卫法监发〔2003〕142 号）中确定的硫化氢、一氧化碳和氨气共 3 种石油天然气工程中较为常见的有毒气体或蒸气。

石油天然气工程中常用有毒气体、蒸气特性见附录 B。

C.2.3 3.13 本文件中有毒或爆炸性气体释放源是指在正常工作状态下很少（小于 10h/a）向周边环境释放有毒或爆炸性气体。

按 GB 50058—2014 的要求，本文件中爆炸性气体释放源为二级释放源。

本文件中爆炸性环境是指在大气条件下，可燃气体、可燃蒸气与空气形成的混合物被引燃后，能够保持燃烧自行传播的环境。

C.2.4 3.18 现场警报器是一种用在危险场所，通过声和光发出示警信号的一种报警装置。现场警报器包括：探测器自带的一体化声光警报器和独立设置的现场区域警报器。

C.2.5 3.19 报警控制单元可以采用 PLC、DCS、RTU 等通用控制器，也可以采用符合 GB 16808 要求的专用可燃 / 有毒气体报警控制器。

C.2.6 3.21 报警设定值分为一级报警值和二级报警值。一级报警值为高限报警，是警示性报警；二级报警值为高高限报警，是紧急报警，一旦发生需立即处理并动作。

C.2.7 3.22 对于不带附加采样管的点型探测器，安装高度指探测器检测口下部到指定参照物的垂直距离；对于带附加采样管的点型探测器，安装高度指探测器采样管口到指定参照物的垂直距离；对于线型探测器，安装高度指探测器传感器到指定参照物的垂直距离。

线型气体探测器名称来源于 GB 15322.4。线型气体探测器也常被称作开路式或对射式气体探测器。

C.3 一般规定

C.3.1 4.1 指出石油天然气工程设计的相关标准规范都有设置可燃气体检测报警系统的原则规定，包括 GB 50183、GB 50350、GB 50251 和 GB 50253 等，本文件是对上述设计规范有关要求的细化。除可燃气体外，部分油气田工程和石油天然气储运工程在生产过程中会产生或使用到如硫化氢、一氧化碳、氨气等有毒气体，本文件也对有毒气体检测进行了规定。

本条中“可能积聚”意指需同时具备两个条件：1) 有释放源；2) 能积聚。这是设置可燃气体和/或有毒气体检测报警系统的基本原则。没有释放源不要求设置；有释放源但如果不存在可燃气体和/或有毒气体积聚的可能性，则不强制要求设置。

C.3.2 4.2 的规定体现了石油天然气工程的特点。石油天然气工程站场种类繁多，规模及功能千差万别，地域条件及人员活动情况各异。有些站场规模很小、功能单一，如井场、油气计量站和线路截断阀（室），这类场、站或阀（室）一般无人值守，且多处在空旷地带，通风条件良好，可燃气体泄漏后易于扩散，形成爆炸及危害的可能性较小，即使发生爆炸事故，人员和财产损失一般较小。考虑到石油天然气工程的这些特点，同时总结吸收以往设计和生产运行的经验，规定此类站场或阀（室）可不设固定式可燃气体探测器。

C.3.3 4.3 为满足定期巡检要求，保障现场人身安全，对于存在可燃气体和有毒气体的石油天然气工程场、站和线路截断阀（室），需按照生产的安全管理要求，为巡检人员配置便携式气体探测器。便携式气体探测器的配置数量可根据每班巡检人员的数量确定。

C.3.4 4.4 对探测器需取得的证书规定如下：

- a) 根据 2020 年 10 月 26 日市场监管总局《关于调整实施强制管理的计量器具目录的公告》（2020 年第 42 号）规定，列入《目录》且监管方式为“型式批准”和“型式批准、强制检定”的计量器具应办理型式批准或进口计量器具型式批准；其他计量器具不再办理型式批准或进口计量器具型式批准。目前，《实施强制管理的计量器具目录》中不包含可燃气体探测器，即可燃气体探测器不再需要计量器具型式批准；而目录中所列的应办理计量器具型式批准证书的有毒气体探测器只有硫化氢、一氧化碳等几种产品，并非所有的有毒气体探测器都须取得经国家指定机构及授权检验单位出具的计量器具型式批准证书。
- b) 爆炸危险区域内安装的气体探测器及警报器应取得经国家指定机构或其授权检验单位出具的防爆证书。

C.3.5 4.5 a) 规定在可燃气体浓度先于有毒气体达到报警限时，可只设置可燃气体探测器，一样可以起到安全监控的目的。以硫化氢含量为 1000ppm 的天然气为例，设天然气（以纯甲烷计算）的爆炸下限（LEL）为 5%，可燃气体一级报警值为 1%（取 20%LEL），硫化氢一级报警值为 10ppm。在出现泄漏后，天然气会在泄漏点附近被空气迅速稀释，当在探测器附近检测到 1% 天然气时，可近似认为含 1000ppm 硫化氢的天然气已经被稀释了 100 倍，此时硫化氢浓度近似为 10ppm，即同时达到可燃气体和有毒气体一级报警值。因此对于介质或挥发气中硫化氢浓度低于 1000ppm 的场站，通过设置可燃气体探测器即可达到安全监控的目的。考虑到天然气和挥发气体成分的复杂性、硫化氢与可燃气体扩散速度的不同、硫化氢气体的高毒特性及探测器检测范围的不同，在实际设计中建议取不小于 2 倍的安全系数，即介质中硫化氢浓度在 10ppm ~ 300ppm（低于 10ppm 可作为无硫化氢站场处理）的站场，可仅设置可燃气体探测器，不设有毒气体探测器；而硫化氢浓度大于或等于 300ppm 的站场，需同时设置可燃气体和有毒气体探测器。需要注意的是，不管可燃气体是否比空气轻，这类站场均需在可能泄漏处设置可燃气体探测器，进行安全监控。

另外需要强调的是，介质中挥发气体的有毒气体浓度不等于泄漏后环境中的有毒气体浓度。泄漏后介质会被空气迅速稀释，如介质中 300ppm 的硫化氢稀释 100 倍后只有 3ppm，对人是无害的。

C.3.6 4.6 可燃气体和有毒气体检测的一级报警为常规的气体泄漏警示性报警，提示操作人员及时到现场确认。当可燃气体和有毒气体浓度达到二级报警值时，提示操作人员应采取紧急处理措施。

现场发生可燃气体和有毒气体泄漏事故时，为了保护现场工作人员的身体健康，对同一区域同时发出的可燃气体和有毒气体检测报警信号处理，需遵循有毒气体报警同级别优先的原则，即可燃气体和有毒气体同时报警时（同为一级或二级报警），有毒气体需优先报警；而可燃气体二级报警和有毒气体一级报警同时发生时，则可燃气体报警。

根据管理需要，可燃气体和有毒气体，特别是有毒气体也可设多于二级的报警，比如三级或四级报警。

C.3.7 4.7 规定的目的在于让值班人员及时获取可燃气体和有毒气体报警信号，以便尽快采取措施，消除隐患，防止爆炸事故发生。油气田和管道存在大量无人值守站场，这些站场的可燃气体和有毒气体检测报警信号需要上传到有人值守站场和 / 或调控中心进行显示和报警。

C.3.8 4.8 当现场仅需要布置少量（不超过 8 个）可燃气体和 / 或有毒气体探测器时，在不影响现场报警效果的条件下，现场探测器可自带警报器；当现场需要布置较多（8 个以上）可燃气体和 / 或有毒气体探测器时，可单独设置独立的全场或区域声光警报器。设置全场或区域声光警报器时，可取消探测器自带警报器。

C.3.9 4.9 油气田采出物介质比较复杂，不同油品的挥发性不同，气油比不同，站场周围环境多变，会给探测器布置提出较高要求；复杂装置结构紧凑，各种设备相互遮挡，也给探测器布置造成诸多变数，另外有些站场对可燃气体泄漏引起的自动停车要求较高，需要 2 台及以上探测器的复合报警确认，这需要对气体探测器的覆盖率进行计算。在这些特殊工程中，本文件第 5 章和第 6 章定义的探测器设置方法和检测距离可能不一定适用，建议采用气体探测器布点评估技术，通过软件量化计算实现。气体探测器布点评估技术分为空间分析法和场景分析法两种，具体方法可参照 GB/T 39173。空间分析法是通过比对探测器的几何覆盖能力和受保护对象的风险区域，来计算确定探测器的空间覆盖率。空间分析法适用于需要保护区域或设备本身泄漏的覆盖率分析，不适用于扩散气体泄漏覆盖率分析。室内、设备密集的场所、装置内空间狭小的地方，气体探测器也可以采用空间分析法进行评估。场景分析法是通过将泄漏模拟的结果与探测器的灵敏度、报警阈值比对计算，从而确定泄漏场景下探测器的覆盖率。复杂环境下的可燃、有毒气体探测器设置建议采用场景分析法进行有效性的评估。

C.4 检测点的确定

C.4.1 5.1.1 为有效发挥可燃气体和有毒气体探测器的作用及监测数据的准确性，确保装置生产安全和工作人员的安全，特作本条规定。

另外，检测点的确定还应根据地理条件、环境气候、站场总体布局、气体理化性质、释放源特性、探测器特点、检测报警可靠性要求和操作巡检路线等因素进行综合分析，使探测器可以在可燃气体和有毒气体泄漏达到危及生产设施和人员安全的浓度之前，检测到并发出报警。

在一些虽然可能有泄漏但气体无法积聚之处，如塔器顶部的安全阀放空口、分析小屋顶部放空口、气液联动执行机构排放口等，不需要设置可燃或有毒气体探测器。

C.4.2 5.1.2 本文件中可燃气体释放源即可能释放出形成爆炸性气体混合物所在的位置或场所，有毒气体释放源是可释放出对人体健康产生危害的物质所在的位置或场所。

根据 GB 50058—2014 的规定，释放源应按可燃物质的释放频繁程度和持续时间长短分为连续级释放源、一级释放源、二级释放源。

连续级释放源应为连续释放或预计长期释放的释放源。下列情况可划为连续级释放源：

- a) 没有用惰性气体覆盖的固定顶盖贮罐中的可燃液体的表面；
- b) 油、水分离器等直接与空间接触的可燃液体的表面；
- c) 经常或长期向空间释放可燃气体或可燃液体的蒸气的排气孔和其他孔口。

一级释放源应为在正常运行时，预计可能周期性或偶然释放的释放源。下列情况可划为一级释放源：

- a) 在正常运行时，会释放可燃物质的泵、压缩机和阀门等的密封处；
- b) 贮有可燃液体的容器上的排水口处，在正常运行中，当水排掉时，该处可能会向空间释放可燃物质；
- c) 正常运行时，会向空间释放可燃物质的取样点；
- d) 正常运行时，会向空间释放可燃物质的泄压阀、排气口和其他孔口。

二级释放源应为在正常运行时，预计不可能释放，当出现释放时，仅是偶尔或短期释放的释放源。下列情况可划为二级释放源：

- a) 正常运行时，不能出现释放可燃物质的泵、压缩机和阀门的密封处；
- b) 正常运行时，不能释放可燃物质的法兰、连接件和管道接头；
- c) 正常运行时，不能向空间释放可燃物质的安全阀、排气孔和其他孔口处；
- d) 正常运行时，不能向空间释放可燃物质的取样点。

本文件中可燃气体探测器检测的主要对象属于二级释放源。本条各款的规定是二级释放源的具体实例。

释放源的特点是在正常情况下不会释放，即使有释放也仅是偶尔或短期释放，且泄漏气体有达到可燃气体的爆炸下限或有毒气体的报警浓度限值的可能。本条所列的释放源即属于此类。

本条 c) 有些放空口，如容器顶部放空口、位于高处安全阀的放空口、放空立管、分析小屋的顶部放空口、气液联动执行机构的排放口等，由于扩散条件较好，气体不易积聚，一般不需要设置可燃和 / 或有毒气体探测器。

本条 d) “经常操作的阀门组”是指根据工艺操作需要，在正常生产过程中需要经常操作的阀门组，如计量阀组、装 / 卸车阀、远程开关阀、调节阀、需经常倒流程用的手动开关阀等。不经常操作的阀门，如调节阀前后的手动切断阀和手动旁路阀、开停工或事故处理时使用的低点排液阀等，不在此列。

C.4.3 5.1.3 石油天然气工程站场中，环境氧气浓度可能出现欠氧的场所主要是受限空间，如管线隧道、制氮房、二氧化碳气瓶间、高压开关室（含六氟化硫环境）和七氟丙烷气瓶间等。这些场所中，二氧化碳气瓶间一般设置气瓶压力检测和空气中的二氧化碳浓度检测，高压开关室（含六氟化硫环境）设置六氟化硫浓度检测，七氟丙烷气瓶间设置气瓶压力检测，这些都是气体泄漏的检测报警措施，因此可以不设氧气探测器；而在管线隧道、制氮房等场所，一般无气体泄漏检测或其他报警措施，对经常有人操作或出入的场所，如制氮房需设固定式氧气探测器；对偶有人巡检或出入的场所，如管线隧道可通过佩戴便携式氧气探测器或采用空气呼吸器等措施保证人员安全。

为了保护巡检操作人员的安全，建议氧气探测器的安装高度处于人呼吸的区域内（1.3m ~ 1.8m）。

C.4.4 5.1.4 二氧化碳不属于高毒气体，但空气中二氧化碳超过一定量时会影响人的呼吸，原因是血液中的碳酸浓度增大，酸性增强，并产生酸中毒。空气中二氧化碳的体积分数为 1% 时，人会感到气闷、头昏、心悸；4% ~ 5% 时感到眩晕；6% 以上时使人神志不清、呼吸逐渐停止以致死亡。根据 GBZ 2.1—2019 的规定，二氧化碳的 PC-TWA 值是 9000mg/m³（约 4919ppm，近似为 0.5%），PC-STEL 值是 18000mg/m³（约 9838ppm，近似为 1%）。以含有二氧化碳的天然气为例，若取二氧化碳的 PC-TWA 值为报警值（近似为 0.5%），甲烷报警限为 20%LEL（近似为 1%）计算，则在甲烷含量比

二氧化碳多 1 倍，即天然气中含 66.7% 甲烷和 33.3% 的二氧化碳时，根据本文件 4.5 a) 的要求，可燃气体探测器会先于二氧化碳探测器报警，不需要设置二氧化碳探测器。石油天然气工程中很少有这么高二氧化碳含量的天然气藏，因此常规石油天然气站场中无需设置二氧化碳探测器。

石油天然气工程中二氧化碳可能形成危险的场所主要有二氧化碳液化站、二氧化碳注入站、二氧化碳输送管线和二氧化碳捕集工艺区域等，工艺介质为纯二氧化碳，或介质中二氧化碳含量很高（一般大于 50%）。工艺装置区的二氧化碳泄漏，大规模泄漏肉眼可见，而微小泄漏不易检测（难以达到 0.5% 的报警限值），因此二氧化碳检测不以泄漏检测为目的，应以保护人员为主。建议在工艺装置区的主要出入口和室内可能出现大量二氧化碳泄漏的场所设置二氧化碳探测器。

关于二氧化碳探测器的设置，在封闭场所（如二氧化碳气瓶间），为了保护巡检操作人员的安全，建议安装高度在人的呼吸高度以下（1.3m 以下）；在非封闭场所建议安装高度距地面或不透风楼地/地板 0.3m ~ 0.6m。

C.4.5 5.2.1 石油天然气工程站场与炼化工厂相比，工艺及操作条件要简单得多，工艺介质种类较少且危险程度基本相同，设备及管道的密集程度也远不及炼化工厂，通风条件良好，易于可燃气体扩散，对于比空气轻的气体，不容易积聚；对于一般原油（甲_B及以下），由于其轻组分含量少，泄漏后能挥发的量很少，在非封闭场所难于积聚，因此，介质为比空气轻的可燃气体和一般原油（甲_B及以下）时，非封闭场所是否设置可燃气体探测器不做要求。

本条 a) 所列的几种介质：天然气凝液、液化石油气、稳定轻烃、丙烷、丁烷、凝析油、甲醇等，是石油天然气工程中可能出现的，易挥发且挥发后蒸气密度大于空气密度的物质。由于这些物质挥发后蒸气密度较大不易于扩散，易于积聚而引发爆炸危险。因此，为及时检测泄漏，规定存在这些释放源的非封闭场所应设置可燃气体探测器。

所列的液化天然气气化温度可能很低，达到 -150℃。低温条件下，气化的天然气可能在空气中形成天然气蒸气云，密度比空气重。GB/T 20368—2021 中 11.1.8 “气体检测和火灾报警”中规定存在液化天然气释放源的场所应设置可燃气体探测器。

本条 b) 规定了相对密度大于 1.0 的可燃气体（主要是指某些乙烷及更重的烃类含量较高的油田伴生气或挥发气）在非封闭场所应设可燃气体探测器。主要参考了 GB 3836.14—2014 中 5.4.4 的规定“气体或蒸气的相对密度低于 0.8 被认为是轻于空气，如果相对密度高于 1.2，则被认为重于空气。在上述数值之间的气体或蒸气宜酌情考虑。”考虑到属于非封闭场所，通风条件良好，参照 SY/T 6671—2017 中 3.1.27 规定“重于空气的气体”是“相对密度大于 1.0 的气体”，确定在非封闭场所相对密度大于 1.0 的气体释放源应设置可燃气体探测器。此类释放源一般存在于油田产出液未经油气分离处理之前的区域。

本条 c) 规定存在有毒气体的非封闭场所应设有毒气体探测器，其中硫化氢探测器的设置原则还应遵循本文件 4.5 的规定。

C.4.6 5.2.2 常规固定点型或线型可燃/有毒气体探测器可实时测得可燃/有毒气体泄漏的可能地点和浓度，探测数据的确定性和实时性满足工业控制要求，因此数据可用于报警和停车。除了这些常规探测器，目前常用的气体泄漏探测器还有扫描式激光可燃气体探测器、超声型气体探测器和红外热成像型探测器，这三种探测器虽然各有特点，但都不能同时满足定点、定量和实时性检测的需求。如扫描式激光可燃气体探测器，一般通过云台带动探测器逐点扫描站场较大区域内的可燃气体泄漏，灵敏度较高，可检测 ppm·m 级的泄漏，但由于整个区域扫描周期可能要 5min ~ 10min，所以报警的实时性无法满足要求，且由于检测滞后，测得的可能是已经扩散后的气云，无法准确定位原始泄漏点；超声型气体探测器可感知一定范围内的气体泄漏，但无法区分是可燃气体还是其他气体泄漏，只能测得泄漏的方向，无法定位更无法定量测得气体泄漏的浓度；红外热成像型探测器通过检测泄漏引起的局部温度变化，定位具体泄漏点，但无法判别是可燃气体还是别的介质泄漏，也无法测得泄漏量。因

此这三种探测器只能用来做预报警，不能用于一、二级报警，更不能用于停车。

扫描式激光可燃气体探测器、超声型气体探测器和红外热成像型探测器不能代替固定点型或线型可燃/有毒气体探测器，也不是规范和安检部门强制要求安装及定期检验的探测器。这类探测器主要是为了弥补固定点型或线型可燃/有毒气体探测器在非封闭区域检测比空气轻的气体少量泄漏效果不佳而设置的，比如高压输气管道站场和高含硫站场中密封处或引压管处的微小泄漏。随着无人值守站场的逐渐增多和安全意识的逐步提高，为了防微杜渐，减少小事故引起大事故的可能性，本文件建议在技术和经济允许的工程中，可增加此类探测器。

扫描式激光可燃气体探测器一般采用可调谐半导体激光器（TDLAS），仅可检测特征气体，常见的是甲烷，因此测甲烷的此类探测器也称作扫描式激光甲烷探测器。

C.4.7 5.2.3 本条 a)、b) 根据液化石油气扩散速率试验，室内当释放流率为 600L/h (10L/min) 时，LPG 的扩散速度为 0.15m/s，泄漏发生 1min ~ 1.5min 内即可检测到。扣除仪表本身响应时间 30s 后，扩散时间为 30s ~ 60s，扩散距离 4.5m ~ 9m。由此推论，一台在室内安装的探测器其有效覆盖半径可按 4.5m ~ 9m 考虑。按 GB 12358—2006 的要求，可燃气体和有毒气体泄漏 30s ~ 60s 即响应报警，取其扩散距离的平均值即为 7.5m。参照日本《一般高压气体安全规则》的规定，可燃气体探测器布置间距室外为室内的 2 倍，故室外的有效覆盖水平平面半径为 15m，室内为 7.5m。

有毒气体探测器与释放源的距离采用 GB/T 50493—2019 中 4.2.1 的规定，但考虑了风向的影响，规定位于释放源全年最小频率风向上风侧的探测器，其检测距离大于下风侧。

本条 c) 在非封闭场所，对于相对密度大于 1.0 的气体释放源，可燃气体易于在低处积聚。为尽早检测到气体的泄漏，探测器的安装高度应尽可能低，规定其安装高度应距地面或不透风楼地/底板 0.3m ~ 0.6m。

本条 e) 按照 SY/T 0612 的规定，高含硫天然气是指硫化氢含量大于或等于 5% (体积分数) 的含硫化氢天然气。在高含硫站场，存在释放源泄漏气体从一个潜在危险区向另一个危险区或安全区扩散流动的可能，考虑到硫化氢的高毒性，为了保护生产和人身安全，可以根据检测距离，在工艺区的主要出入口或周边设置固定式硫化氢探测器或线型可燃气体探测器等边界防护措施。

C.4.8 5.3.1 a) 说明见 C.4.5，同时考虑了可能存在汽油、石脑油和煤油的情况。除了所列介质，有些溶剂油，如 2 号溶剂油，又称工业汽油，易挥发，也需按照存在释放源考虑设置检测点。

本条 b) 所列的“甲_B、乙_A类原油”，一般含有易挥发性气体，其在封闭场所泄漏后，由于封闭场所可能存在通风不良状态，其中的挥发性气体可能形成爆炸性气体混合物，故确定在封闭场所存在“甲_B、乙_A类原油”释放源时应设置检测点。

本条 c) 所列天然气，在封闭场所可能存在的通风不良或局部通风不良状态下，泄漏的可燃气体可能形成爆炸性气体混合物，故在封闭场所存在“天然气等可燃气体”释放源时应设置检测点。煤层气、煤气释放源可参考执行。

本条 d) 规定存在有毒气体释放源的封闭场所应设有毒气体探测器。

C.4.9 5.3.2 a) 可燃气体和有毒气体探测器室内距释放源的水平平面半径设为室外的一半。

本条 b) 将“楼地板”明确为不透风的楼地板。因为在不少封闭场所内，工艺装置的框架平台地板设计为栅格板等透风的结构形式，此种情况下如果设置探测器没有实际意义。

“比空气重”指气体相对密度大于或等于 0.8，“比空气轻”指气体相对密度小于 0.8。

GB 3836.14—2014 中 5.4.4 规定“气体或蒸气的相对密度低于 0.8 被认为是轻于空气，如果相对密度高于 1.2，则被认为重于空气。在上述数值之间的气体或蒸气宜酌情考虑”。GB 50058—2014 中 3.3.1 条文说明“将相对密度大于 1.2 的气体或蒸气视为比空气重的物质；将相对密度小于 0.8 的气体或蒸气视为比空气轻的物质。对于相对密度在 0.8 ~ 1.2 之间的气体或蒸气，如一氧化碳、乙烯、甲醇、甲胺、乙烷、乙炔等，在工程设计中视为相对密度比空气重的物质”。基于封闭场所气流稳定，

且空气流动速度较低的情况，本文件确定气体相对密度大于或等于 0.8 为比空气重的气体，相对密度小于 0.8 为比空气轻的气体。

对于通风良好及有高点强制通风的封闭场所，在确保高点气体能及时排出室外的情况下，最高点不需设置探测器。

本条 c) 是针对石油天然气工程中的烃类混合气体而要求的。在石油天然气工程中，如天然气等可燃气体，是多种烃类气体组成的混合物。这些烃类中，甲烷比空气轻，相对密度为 0.55；其他烃类物质都比空气重（乙烷相对密度为 1.03）。通过实验证明，由不同烃类组成的天然气具有分层的趋势，在封闭场所，上部轻组分含量较多，底部重组分含量较多。因此，规定在比空气重的混合气体中，如果比空气轻的组分摩尔组成超过 50%，则需同时按比空气重和空气轻两种情况设置探测器。该类气体存在于油田产出液未经油气分离处理之前的各类生产厂房，如油井计量间、阀组间等。

C.4.10 5.3.3 规定可能存在可燃气体和 / 或有毒气体的分析小屋均需设置探测器，可检测采样管道泄漏或屋外飘入的可燃 / 有毒气体。

检测比空气轻的可燃气体，因气体相对密度轻于空气，易于聚积在分析小屋顶部死角，所以探测器应设在顶部易于积聚处。检测比空气重的可燃气体时，探测器建议放置在屋角，距屋地面 0.3m ~ 0.6m 处安装。

分析小屋内可燃和 / 或有毒气体的泄漏会造成室内氧气含量的减少，但石油天然气工程站场中的分析小屋往往空间较小，且容易逃生，设置可燃和 / 或有毒气体探测器，操作人员佩戴的便携式多种气体探测器都可对操作人员进行提示及报警，小屋可不设置固定式氧气探测器。

分析小屋是一种封闭的建筑或是建筑的一部分，安装有单台或多台过程分析仪器及辅助设备。由操作人员进行定期巡检，通常有自然通风或强制通风，并在室内进行分析仪器的维修保养。分析小屋属于封闭场所，生产运行时有操作人员定期进入巡检或操作，为保障现场人身安全，在分析小屋内设置气体探测器是必要的。而分析机柜一般是小型密闭机柜，人员无需进入，因此不必在柜内设置气体探测器，巡检操作人员随身配戴便携式可燃气体和 / 或有毒气体探测器即可。

C.4.11 5.3.4 有人进入且需要日常操作的工艺阀井、管沟、隧道等场所，建议出入口或可能积聚处设置固定式可燃气体和 / 或有毒气体探测器；偶然有人进入但不进行操作的这些场所，配戴便携式可燃气体和 / 或有毒气体探测器即可。

C.4.12 5.3.5 可燃和 / 或有毒气体可能通过新风入口进入正压通风建筑物内，危及操作人员的身体健康和设备安全，因此须在新风入口处设置可燃和 / 或有毒气体探测器。

C.4.13 5.4.1 甲_A、甲_B、乙_A类液体等产生可燃或有毒气体的液体储罐，常以单罐或罐组形式布置在防火堤内，当防火堤内有隔堤且隔堤高度高于探测器安装高度时，即使探测器检测距离满足本文件要求，隔堤分隔的区域内也须独立设置探测器。

C.4.14 5.4.3 灌装口与检测点距离小于 5m 时，正常灌装时可能报警，两者间距离不得过小，过大又不灵敏，因此规定为 5m ~ 7.5m。

一般储瓶库多为敞开式厂房，为有效检测泄漏的液化石油气，规定沿库的四周布置探测器。周边可每间隔 15m 设一台探测器；当四周边长之和小于 15m 时，至少设 1 台探测器。

当储瓶库系封闭场所时，应符合本文件 5.3.2 的规定，使探测器有效覆盖整个封闭场所。

C.5 检测报警系统

C.5.1 6.1.2 为避免可燃气体和 / 或有毒气体检测报警系统的正常工作受基本过程控制系统维护、停机、故障等的影响，本条推荐可燃气体和 / 或有毒气体检测报警系统宜独立设置。

在工程设计中，还需根据业主的安全管理要求、站场（装置）的规模、可燃和 / 或有毒气体检测点数量和检测报警系统的技术要求，综合考虑确定报警控制单元的设置方式。

当可燃气体和 / 或有毒气体检测点数量较少 (不大于 30 个) 时, 报警控制单元可采用专用的指示报警仪表 (可燃 / 有毒气体报警控制器)。

当可燃气体和 / 或有毒气体检测报警系统失效不会造成严重后果时, 可燃气体和 / 或有毒气体检测报警系统可与其他系统合并设置, 如和基本过程控制系统 (PLC/DCS) 或安全仪表系统 (安全 PLC) 等合并设置, 但 I/O 模板应独立。

当可燃气体和 / 或有毒气体检测报警系统与基本过程控制系统或安全仪表系统合并设计时, 宜考虑相应的安全措施, 保证生产过程控制系统出现故障时, 可燃气体和 / 或有毒气体检测报警系统仍能保持正常工作状态。采用独立设置的 I/O 模板就是措施之一, 也可以考虑同时采用其他的安全措施, 如加强巡检、巡检人员配备便携式气体探测器等, 保障最基本的可燃气体和 / 或有毒气体检测。

对于大型站场、联合装置、高压或酸性气田、气体处理厂等设置有安全仪表系统的场所, 可燃气体和 / 或有毒气体检测报警系统作为安全功能回路管理时, 可与安全仪表系统合并设置, 可燃气体和 / 或有毒气体探测器信号直接接入安全仪表系统, 这样配置有如下优点:

- a) 简化环节, 提高安全性。安全系统在设计时应遵循中间环节最少的原则, 少一个环节就少一个潜在故障点。
- b) 安全仪表系统诊断信息更丰富, 显示操作更方便。探测器信号直接进安全仪表系统, 由系统对探测器进行常规状态、开路、短路、故障等诊断, 并在 HMI (人机接口) 上直观显示, 操作员能在第一时间得到探测器的各种信息, 及时判断及处理故障。
- c) 节省投资。专用的指示报警仪表 (可燃气体 / 有毒气体报警控制器) 与探测器价格相当, 经探测器直接进安全仪表系统, 总体成本会降低。省略了专用的指示报警仪表, 还相应减少了备品备件费用及维护费用。

对于小型无人值守站场 (例如阀室) 内设置的可燃气体和 / 或有毒气体探测器可不配本地报警器, 信号直接接入远程终端 RTU, 上传调控中心。RTU 需采用可扩展 I/O 模块 / 模板型, 满足 I/O 模块 / 模板独立设置的要求。

C.5.2 6.1.3 探测器的结构型式对探测器的使用有较大影响, 目前销售的可燃 / 有毒气体探测器防爆部分结构设计主要有以下几种:

- a) 双腔体设计: 探测器电路板和接线端子分别位于不同的腔体, 现场接线时电路板不会暴露, 不会受接线时的电磁干扰影响, 而且风沙、雾气、雨水等也不会进入电路板腔体;
- b) 堆叠设计: 电路板和接线端子板分开, 前后堆叠安装, 现场接线时电路板不会暴露, 接线时电路板受电磁干扰的风险也小, 但风沙、雾气、雨水等可能会对电路板造成一定影响;
- c) 双面设计: 电路板和接线端子位于一块电路板的两面, 现场接线时电路板不会暴露, 接线时可能会对电路板造成一定的电磁干扰, 风沙、雾气、雨水等也可能对电路板造成一定影响;
- d) 单面设计: 电路板和接线端子位于一块电路板的同一面上, 现场接线时电路板会直接暴露, 接线时对电路板造成电磁干扰风险较大, 风沙、雾气、雨水等对电路板影响也较大。

本文件建议根据现场防爆要求、环境影响、安装需求及可维护性等因素选择合适的结构形式。

C.5.3 6.2.3 GB/T 4208 规定了外壳防护的等级。灰尘和水进入探测器会造成检测通道的机械和电路故障, 设计时需根据工程实际规定相应的防尘、防水等级 (即 IP 等级)。

C.5.4 6.3.2 a) 传统的催化燃烧型探测器由于性能稳定、价格适中, 至今仍得到广泛应用; 红外吸收型探测器因其传感器寿命长、检定间隔时间长、抗毒性强、密封性好等优点, 应用场所越来越多。

卤化物 (氟、氯、溴、碘)、硫化物、硅烷及含硅化合物、四乙基铅等物质能使元件中毒。毒性物质含量过高, 会使探测器无法工作; 含有毒性物质, 会降低探测器的使用寿命。抗毒性探测器主要是抗硫化物和硅化物等对探测器检测元件的毒害。

本条 b) 红外吸收型气体探测器仅能对有限的碳氢化合物（烷烃或烯烃类）进行检测，不能检测氢气。检测氢气建议选用催化燃烧型或电化学型探测器，电化学型探测器更可以检测远低于氢气爆炸下限的微量泄漏。

本条 g) 探测器发射端和接收端之间不存在遮挡物的场所可认为是开阔区域，如压缩机房（棚）、空旷的边界区域、隧道等。在技术和经济条件许可的情况下，可选用线型气体探测器。

常用的线型气体探测器是可燃气体探测器，通常有红外吸收型和激光型两种。红外吸收型是基于可燃气体对特定波长的红外线有明显吸收作用，当红外线光路穿过可燃气体云时，通过测量红外线反射的减少值，可确定可燃气体气云浓度，测量单位通常为 $\text{LEL} \cdot \text{m}$ ；激光型是通过脉冲激光二极管发射激光束，通过分析被反射镜或自然地物反射回激光的吸收、弱化程度，确定可燃气体气云浓度，测量单位通常为 $\text{ppm} \cdot \text{m}$ 。红外线型可燃气体探测器应用较多，激光型可燃气体探测器价格较高，但在灵敏度和探测距离上均优于红外线型。

C.5.5 6.3.3 扫描式激光可燃气体探测器、超声型气体探测器和红外热成像型探测器相对于催化燃烧、红外/激光（点型及线型）、电化学、半导体等常规气体探测技术，具有灵敏度高、测量距离大和测量覆盖面广等特点，但这三种气体探测技术不能完全替代常规气体探测技术；探测器只能用于预报警，不能用于一、二级报警和自动触发紧急停车。这三种气体探测技术推荐应用于下列场合：

- a) 对非封闭区域比空气轻的可燃气体微小泄漏有检测需求时；
- b) 气体缓慢泄漏逐步积聚、气体相对密度轻不易积聚但又有检测需求（例如天然气）、高架设备等常规探测器难以检测的工艺装置或隧道；
- c) 工艺装置及阀门布置较为分散、使用常规探测器数量较多的站场。

本条 a) 微量气体泄漏的主要成分为甲烷（ CH_4 ），检测单位为 ppm （体积浓度），测量灵敏度远高于百分比（% 或 %LEL）体积浓度。

扫描式激光可燃气体探测器是采用激光原理的两种常见类型可燃气体探测器之一，另一种是线型激光可燃气体探测器，它们的不同点主要在于安装方式。扫描式激光可燃气体探测器一般安装在云台上，通常使用具有水平维度和垂直维度的多维度云台，通过云台可以完成水平 360° 检测，也可通过云台的仰角或俯角完成垂直方向一定角度（通常为 90° ）的检测。

扫描式激光可燃气体探测器（或通过配套系统）可完成实时分析及数据存储等功能。

探测器一般配套摄像机，便于操作人员直观判断并锁定可燃气体云的位置；摄像机与激光可燃气体探测器一起安装在云台上。

扫描式激光可燃气体探测器可应用于各类油气处理站场及无人值守的管输或集输站场。

目前销售的扫描式激光可燃气体探测器只能检测甲烷，也称作扫描式激光甲烷探测器。

本条 b) 超声型气体探测器又被称为超声波探测器。它不同于常规气体泄漏探测技术，探测的是气体泄漏造成的声波异常，而不是气体云团。探测器灵敏度通常为 $44\text{dB} \sim 104\text{dB}$ 。常规的气体泄漏探测技术通常可定量检测出泄漏气体的体积比（%LEL 或 $\text{LEL} \cdot \text{m}$ ），但超声型气体探测器无法做到定量，它只能用于带压气体管线/装置的泄漏检测，气体压力不能低于 1.0MPa 。

工艺介质泄漏时产生的噪声能显著改变释放源周围环境声压级的场所，可设置超声型气体探测器。超声型气体探测器不能用于液体的泄漏检测，也不能用于缓慢气体微泄漏产生的气体积聚云团检测。

超声型气体探测器所覆盖（探测）的锥形区域内不能有障碍物。探测器布点时，需充分考虑工艺设备/管线的运行噪声源的影响，例如：大流量高差压运行的节流阀和控制阀，减压阀、泄放阀和安全阀，带有降噪阀内件的控制阀（这类阀门节流时可产生超声噪声），涡轮机械等。

超声型气体探测器需充分考虑环境噪声中的超声影响，气体泄漏产生的超声需至少大于环境最大超声噪音 6dB 以上。探测器报警响应时间的延迟不能大于 10s （建议通过分析环境噪声来确定延迟时

间),防止环境噪声造成的误报警。

本条c)红外热成像型探测器通常采用非制冷型测温探测器,即红外热成像仪,它可以接收物体发出的红外线(红外辐射),进行热像显示,并可以检测空间的温度分布及变化情况。当有气体泄漏时,因介质自身温度或节流效应,泄漏点附近的温度会出现显著变化,红外图像型气体探测器通过感知温度的变化判断介质泄漏,但无法测得泄漏量。红外图像型气体探测器可应用于低温介质泄漏、高压气体因泄漏时节流效应产生低温的工况或介质比周围环境有明显温差的液体管道。

本条e)目前对扫描式激光可燃气体探测器、超声型气体探测器和红外热成像型探测器没有强制检验的要求,对这些探测器的检验也没有统一的标准。为保证探测器长时间使用的准确性,要求探测器需具有自动调节零点的功能,目前市面上主流的这三种探测器均满足此要求,不需要操作员定期检验就可以长时间稳定检测,但建议使用单位以验证设备是否能够正常工作为目的,定期进行检测。

C.5.6 6.3.5 常用的固定点型和线型探测器均是自然扩散式探测器,有些大空间对局部释放源的检测、深井/坑的检测或对低挥发性介质的检测,不便使用扩散式探测器,可采用吸入式探测器。吸入式探测器较之自然扩散式探测器增加了机械吸入装置,有更强的定向、定点采样能力和较快的检出速度。吸入式探测器如配采样管,采样管每增加1m,滞后时间不大于3s,采样系统的总滞后时间通常不大于30s。

C.5.7 6.3.7 一般来说,信号低于4mA为故障,例如点型红外可燃气体探测器的光源故障时输出为3mA,供电故障时输出小于2.5mA,线型可燃气体探测器光路阻挡时输出2mA等。

C.5.8 6.4.2 本条是依据GB 50116—2013中8.1.2、8.1.4和8.1.6的规定提出的,可燃气体探测器不能接入火灾报警控制系统的总线中,如果可燃气体报警信号需要接入火灾报警控制系统,应由可燃气体报警控制器输出到火灾报警控制系统中,但其显示应与火灾报警信息有区别。

当可燃气体检测信号参与火灾报警与消防联动时,检测信号应通过专用的可燃气体报警控制器送至火灾报警控制器或消防联动控制器。专用的可燃气体报警控制器是指符合GB 16808要求的可燃气体报警控制器。

C.5.9 6.5.1 区域报警器的启动信号可以是一级或二级报警,预报警不作为区域报警的启动信号。参照SY/T 6633的规定,区域声光报警器的设置建议与站场紧急停车、火灾、可燃气体等报警统一考虑,现场可通过指示灯颜色与声音的组合表示常用报警信息。报警指示灯颜色建议为:弃厂/弃站或弃平台—蓝色、火灾报警或紧急停车—红色、气体报警—黄色、正常—绿色,过程停车或单元停车—无指示灯点亮(所有灯,包括绿色指示灯均不点亮)。常用几种声音组合有:弃厂/弃站或弃平台—7短声1长声,紧急停车—1短声2长声、火灾—连续短声、气体泄漏—1短声1长声,过程停车或单元停车—连续长声,解除报警—长鸣(至少180s),其中长声为响3s停3s,短声为响1s停1s,声音间停顿1s。

C.5.10 6.5.2 报警器声级需高出环境噪声至少15dB(分贝),室内声级不低于75dB(A),室外声级不低于95dB(A)。在高噪声区[噪声超过85dB(A)]及大型装置区主要出入口,还可增加设置旋光报警灯。

C.5.11 6.6.1 本条规定的测量范围,主要是结合了常见检测产品的性能、工程设计经验和现场实际应用情况,并参照国外标准制定的。

本条a)常用的点型可燃气体探测器,是以检测可能产生的气体积聚爆炸为目的,如催化燃烧式、红外式等,测量范围一般是0LEL~100%LEL。部分特殊探测器,是为了检测微量的可燃气体泄漏,如电化学型氢气探测器,测量范围远小于0LEL~100%LEL,一般不超过0ppm~2000ppm,这类探测器测量范围可不遵照此条规定。

本条b)建议固定式有毒气体探测器的测量范围为:硫化氢测量范围为0ppm~50ppm,一氧化碳测量为0ppm~200ppm,氨气为0ppm~100ppm。

参考 DEP 32.30.20.11-Gen—2018 中 5.4 规定“探测器的最大浓度范围应在最高报警浓度的 2 ~ 4 倍之间”，结合常用品牌探测器的产品性能及工程设计经验，并考虑到保护现场工作人员的安全，本文件规定有毒气体探测器的测量范围宜在二级报警设定值的 2 ~ 4 倍之间，但不应超过 30%IDLH。本文件规定的有毒气体探测器的测量范围要大于 GB/T 50493 规定的 0OEL ~ 300%OEL，但不应超过 30%IDLH 的规定是一致的。

C.5.12 6.6.2 本条规定的报警设定值是根据国内外多年的使用经验并参照国内、外标准制定的。

本条 a) 参照国内外相关规范的可燃气体报警设定值设置：

	GB 15322.1	DEP 32.30.20.11-Gen	GP 30-85
一级报警值	5%LEL ~ 25%LEL	10%LEL	10%LEL ~ 20%LEL
二级报警值	50%LEL	40%LEL	20%LEL ~ 60%LEL

本文件规定的固定式可燃气体探测器一级报警值设为小于或等于 20%LEL，建议为 10%LEL；二级报警值设为大于一级报警值且小于或等于 40%LEL，严于现行国标要求。

目前的可燃气体探测器性能完全可以满足以上报警设定值的要求，随着国家对安全和环保要求越来越严格，将报警设定值降低，能够尽早发现可燃气体泄漏，保证生产和人员安全。

本条 b) 建议固定式有毒气体探测器报警设置为：硫化氢一级报警值 10ppm、二级报警值 20ppm；一氧化碳一级报警值 25ppm、二级报警值 50ppm；氨气一级报警值 25ppm、二级报警值 50ppm。

关于硫化氢的报警设定值一直争议很大，源于国内标准与国外标准的差异。国内标准规定硫化氢气体的 MAC 值是 10mg/m³ (约 7ppm)，而国外规范普遍是 10ppm 或以上。国内数据源于 GBZ 2.1—2019，该标准主要从人员卫生健康角度考虑，规定的主要是有人长期活动场所，如车间内的硫化氢气体最高容许浓度为 10mg/m³。

而油气田站场有硫化氢区域多在室外非封闭区域，室内可能出现的区域也有良好通风，所有涉硫化氢场所都不允许人员常驻。根据 SY/T 6277—2017 要求，在低硫化氢风险场所巡检时，人员应佩戴便携式硫化氢气体探测器。在高含硫气田或可能超过硫化氢安全临界浓度 (20ppm) 环境下巡检或作业时，除应佩戴便携式硫化氢气体探测器外，还应背空气呼吸器。因此人员不会长期暴露在硫化氢环境中，这些区域更适合采用国外标准。

SY/T 6277—2017 将硫化氢的阈限值定为 10ppm，阈限值即在硫化氢环境中未采取任何人身防护措施，不会对人身健康产生伤害的空气中的硫化氢最大浓度值。有些国外公司的规范，甚至规定 10ppm 以下的硫化氢场所可认为是无硫化氢区域。如 DEP 32.30.20.11-Gen—2018 中 4.6.2 规定在开放区域或有正常通风的建筑物内，空气中硫化氢含硫不超过 10ppm 时认为是无硫化氢环境 (H₂S free)，无需安装固定式硫化氢探测器。

从上面分析可以看出，国内标准给出的限值 (10mg/m³)，主要考虑的是人员长期工作环境下的安全卫生要求。而油气田站场含硫化氢场所均无人长期驻守，巡检时也有充分的个人防护。因此硫化氢报警限值可适当放宽，参照国外限值要求 (10ppm) 制订。

另外从硫化氢毒理性质上看，10ppm 的硫化氢气体仅会引起人员不适，不会有其他健康风险，而且和 IDLH 浓度 (300ppm) 相差 30 多倍，有充足的预警时间。

本文件硫化氢 OEL 限值参照 OSHA 规定的 10ppm，推荐硫化氢设置两级报警，其中一级报警值为 10ppm、二级报警值为 20ppm。

关于一氧化碳的报警设定值，根据 GBZ 2.1—2019 的规定，一氧化碳的 PC-TWA 值是 20mg/m³ (约 17ppm)，PC-STEL 值是 30mg/m³ (约 26ppm)。参考中国环境空气质量标准，三级空气中一氧化

碳的小时平均值均为 $20\text{mg}/\text{m}^3$ ，可见 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 不会有较大健康风险，且为避免在三级空气（轻微污染）环境下误报警，故本文件取 PC-STEEL 值作为一氧化碳的一级报警值。因此，本文件推荐一氧化碳探测器设置两级报警，其中一级报警值为 25ppm、二级报警值为 50ppm。

关于氨气的报警设定值，根据 GBZ 2.1—2019 的规定，氨的 PC-TWA 值是 $20\text{mg}/\text{m}^3$ （约 28ppm），PC-STEEL 值是 $30\text{mg}/\text{m}^3$ （约 42ppm）。同理一氧化碳可采取 PC-STEEL 值作为氨气的一级报警值。但是，若规定氨气探测器的一级报警值为 $30\text{mg}/\text{m}^3$ （约 42ppm），则二级报警值为 $60\text{mg}/\text{m}^3$ （约 84ppm），参考 OSHA 规定，并综合考虑氨气的毒性、作业人员情况、事故后果、工艺设备等各种因素，氨气浓度在 25ppm ~ 50ppm 之间为允许的暴露浓度，若超过 50ppm 则对人员的身体健康产生较大的危害。因此本文件推荐氨气探测器设置两级报警，其中一级报警值为 25ppm、二级报警值为 50ppm。

建议便携式有毒气体探测器的报警设置为：硫化氢一级报警值 5ppm、二级报警值 10ppm；一氧化碳一级报警值 10ppm、二级报警值 25ppm；氨气一级报警值 10ppm、二级报警值 25ppm。

本条 c) 线型可燃气体的报警设定值为可燃气体爆炸下限值百分比 (%LEL) 与可燃气体云团宽度 (m) 之积，单位简写为 LEL·m。如探测到光路上有 20%LEL 浓度、5m 宽的可燃气体云团，则检测值为 $20\%LEL \times 5\text{m} = 1LEL \cdot \text{m}$ 。

本条 d) 二氧化碳的报警设定值为体积百分比，单位简写：%VOL。

关于二氧化碳的报警设定值，根据 GBZ 2.1—2019 的规定，二氧化碳的 PC-TWA 值是 $9000\text{mg}/\text{m}^3$ （约 4919ppm，相当于 0.5%），PC-STEEL 值是 $18000\text{mg}/\text{m}^3$ （约 9838ppm，相当于 1%）。DEP 32.30.20.11-Gen—2018 中 7.1 规定二氧化碳的一级报警值为 5000ppm (VOL)、二级报警为 30000ppm (VOL)。因二氧化碳属于有害气体，本文件推荐二氧化碳探测器设置两级报警，其中一级报警值为 0.5%、二级报警值为 1%。

本条 e) 氧气的报警设定值为体积百分比，单位简写：%VOL。

空气中的氧气含量一般为 21%，当氧含量低于 19.5% 时，人的判断力会变差，呼吸脉搏加速，感觉疲劳，协调性变差。欠氧一级报警值设为 19.5% 是为了保护操作人员的正常健康。

环境氧气报警浓度具体数值的确定，应视站场所处环境而调整，如高原地区，海拔高度 1610m 时，大气中的正常氧含量约为 17.3%，其欠氧大气环境的氧含量应做合理调整。

C.6 检测报警系统安装

C.6.1 7.1.2 b) 单独立柱安装的探测器应在四周留有不小于 0.5m 的净空和出入通道，室内在满足检测距离的情况下，建议壁挂安装，这样方便检修和维护。

本条 d) 为便于维护、检定和修理，建议为探测器设置操作平台和梯子，或利用滑轮组、摇臂等机械升降装置将探测器移至方便维护的位置。

C.6.2 7.1.3 露天场所安装的探测器，应根据不同环境条件采取相应措施进行防护，如易受水冲刷处安装的探测器设防水罩，长期暴露在强烈日光下安装的探测器设遮阳罩，潮热地区安装的探测器设防虫罩，风沙较大地区安装的探测器设防风、防沙罩等。

C.7 本文件主要审查人员

文科武、黄金山、钟小木、吴宝祥、李昌岑、孙少光、代文天、王自杰、汪涛、蒲泓汀、陈鸿图、王国成、高扬、纪蓬、杨昌再（汉威科技）、唐蓉（无锡格林通）、于潇（深圳特安）。

参 考 文 献

- [1] GB 1922—2006 油漆及清洗用溶剂油
- [2] GB 3836.14—2014 爆炸性环境 第14部分：场所分类 爆炸性气体环境
- [3] GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- [4] GB 12358 作业场所环境气体检测报警仪 通用技术要求
- [5] GB 15322.1 可燃气体探测器 第1部分：工业及商业用途点型可燃气体探测器
- [6] GB 15322.4 可燃气体探测器 第4部分：工业及商业用途线型光束可燃气体探测器
- [7] GB 16808 可燃气体报警控制器
- [8] GB/T 18664—2002 呼吸防护用品的选择、使用与维护
- [9] GB/T 20368—2021 液化天然气（LNG）生产、储存和装运
- [10] GB/T 39173 智能工厂 安全监测有效性评估方法
- [11] GB 50016—2014 建筑设计防火规范（2018年版）
- [12] GB 50058—2014 爆炸危险环境电力装置设计规范
- [13] GB 50116—2013 火灾自动报警系统设计规范
- [14] GB 50183—2014 石油天然气工程设计防火规范
- [15] GB 50251—2015 输气管道工程设计规范
- [16] GB 50253—2014 输油管道工程设计规范
- [17] GB 50350—2015 油田油气集输设计规范
- [18] GB/T 50493—2019 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准
- [19] GBZ 2.1—2019 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素
- [20] GBZ/T 230—2010 职业性接触毒物危害程度分级
- [21] SY/T 0612—2014 高含硫化氢气田地面集输系统设计规范
- [22] SY/T 6277—2017 硫化氢环境人身防护规范
- [23] SY/T 6633 海上石油设施应急报警信号指南
- [24] SY/T 6671—2017 石油设施电气设备场所1级0区、1区和2区的分类推荐作法
- [25] 高毒物品目录 卫法监发〔2003〕142号
- [26] 使用有毒物品作业场所劳动保护条例 国务院令第352号
- [27] 废弃电器电子产品回收处理管理条例 国务院令第551号
- [28] DEP 32.30.20.11-Gen-2018 Fire, gas and smoke detection systems
- [29] GP 30-85-2009 Fire and gas detection