

UDC

中华人民共和国国家标准



P

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

Standard for design of combustible gas and toxic gas
detection and alarm for petrochemical industry

2019 – 09 – 25 发布

2020 – 01 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

石油化工可燃气体和有毒气体检测
报警设计标准

Standard for design of combustible gas and toxic gas
detection and alarm for petrochemical industry

GB/T 50493 - 2019

主编部门：中国石油化工集团有限公司

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 2 0 年 1 月 1 日

中国计划出版社

2019 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

2019 年 第 257 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《石油化工可燃气体和有毒气体检测 报警设计标准》的公告

现批准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》为国家标准,编号为 GB/T 50493—2019,自 2020 年 1 月 1 日起实施。原国家标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB 50493—2009 同时废止。

本标准在住房和城乡建设部门户网站(www.mohurd.gov.cn)公开,并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2019 年 9 月 25 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2016年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2015〕274号)的要求,由中石化广州工程有限公司会同有关参编单位对《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB 50493—2009进行修订而成。

本标准在修订过程中,标准编制组针对石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计中遇到的有关问题进行广泛的调查研究,总结了近年来石油化工企业可燃气体探测器和有毒气体探测器的使用经验,参考欧洲标准《可燃气体或氧气检测与测量仪器的选用、安装、使用和维护指南》(EN 60079-29-2),在征求设计、生产、科研和探测器制造企业等有关方面意见的基础上,最后经审查定稿。

本标准的主要技术内容是:总则、术语、基本规定、检测点确定、可燃气体和有毒气体检测报警系统设计、可燃气体和有毒气体检测报警系统安装设计等。

本标准修订的主要技术内容是:1. 标准适用范围“石油化工新建、扩建及改建工程”修改为“石油化工新建、扩建工程”;2. 拓展了有毒气体的范围,由《高毒物品目录》中所列的毒气扩大到常见的剧毒气体;3. 增加了可燃气体和有毒气体检测报警系统(GDS)的设计相容性、独立性和可靠性要求;4. 增加了可燃气体和有毒气体检测报警系统(GDS)与火灾及消防监控系统分开设置的要求;5. 增加了开路式(激光、红外)探测器、噪声探测器等内容,进一步完善了探测器的布点和布置要求;6. 增加了常见气体探测器选用指南、可燃气体和有毒气体检测报警系统配置图。

本标准由住房和城乡建设部负责管理,由中国石油化工集团有限公司负责日常管理,由中石化广州工程有限公司负责具体技

术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送中石化广州工程有限公司(地址:广东省广州市天河区体育西路 191 号中石化大厦 A 塔 20 楼,邮编:510620)。

本标准主编单位:中石化广州工程有限公司

本标准参编单位:中国石化工程建设有限公司

深圳市诺安环境安全股份有限公司

无锡格林通安全装备有限公司

北京燕山时代仪表有限公司

深圳市特安电子有限公司

汉威科技集团股份有限公司

成都安可信电子股份有限公司

中石化霍尼韦尔(天津)有限公司

本标准主要起草人员:文科武 裴炳安 朱华兴 吕明伦

金 哲 邵 瑜 林 融 卿笃安

唐 蓉 刘 昕 韩振东 张占峰

龙方彦 沙蓓裔

本标准主要审查人员:李 冰 曾裕玲 葛春玉 叶向东

李玉明 张颖琮 胡红页 章敦辉

孙新文 邢 勳 刘 冰 张同科

魏剑萍 徐伟清 严春明 林洪俊

宋志远 任 泓 刘 凤 戴文杰

张晋红 马恒平 孙建文 陈 鹏

孙 旭 李 江 陈学敏 谭志波

魏高升 邱敬敏 张悦崑 赵 柱

陈 鑫 庄晓峰 王成林 李宣南

王若青

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(5)
4	检测点确定	(7)
4.1	一般规定	(7)
4.2	生产设施	(8)
4.3	储运设施	(8)
4.4	其他有可燃气体、有毒气体的扩散与积聚场所	(9)
5	可燃气体和有毒气体检测报警系统设计	(11)
5.1	一般规定	(11)
5.2	探测器选用	(11)
5.3	现场警报器选用	(12)
5.4	报警控制单元选用	(13)
5.5	测量范围及报警值设定	(14)
6	可燃气体和有毒气体检测报警系统安装设计	(15)
6.1	探测器安装	(15)
6.2	报警控制单元及现场区域警报器安装	(15)
附录 A	常见易燃气体、蒸气特性	(16)
附录 B	常见有毒气体、蒸气特性	(22)
附录 C	可燃气体和有毒气体检测报警系统配置图	(24)
附录 D	常见气体探测器技术性能表	(25)
附录 E	常见气体探测器选用指南	(28)
	本标准用词说明	(29)
	引用标准名录	(30)
附:	条文说明	(31)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(5)
4	Location of detection points	(7)
4.1	General requirements	(7)
4.2	Process units	(8)
4.3	Storage and transportation facilities	(8)
4.4	Other locations where combustible gases, toxic gases diffuse and accumulate	(9)
5	Design of detection and alarm systems of combustible gases, toxic gases	(11)
5.1	General requirements	(11)
5.2	Selection of detector	(11)
5.3	Selection of field alarm units	(12)
5.4	Selection of alarm controller	(13)
5.5	Range of measurement and setting of alarm value	(14)
6	Installation of detection and alarm system for combustible gases, toxic gases	(15)
6.1	Installation of detector	(15)
6.2	Installation of alarm controller and field alarm units	(15)
Appendix A	Properties of common flammable gases and vapors	(16)
Appendix B	Properties of common toxic gases and vapors	(22)

Appendix C	Arrangement plan of detection and alarm systems of combustible gases, toxic gases (24)
Appendix D	Technical performance table of common gas detector (25)
Appendix E	Guide for selection of common gas detector (28)
	Explanation of wording in this standard (29)
	List of quoted standards (30)
	Addition: Explanation of provisions (31)

1 总 则

1.0.1 为保障石油化工企业的人身安全和生产安全,监测生产过程及储运设施中泄漏的可燃气体或有毒气体,并及时报警,预防人身伤害以及火灾与爆炸事故的发生,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于石油化工新建、扩建工程中可燃气体和有毒气体检测报警系统的设计。

1.0.3 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警系统的设计,除应符合本标准的要求外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 可燃气体 flammable gas

又称易燃气体,甲类气体或甲、乙_A类可燃液体气化后形成的可燃气体或可燃蒸气。

2.0.2 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。

2.0.3 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。

2.0.4 探测器 detector

又称检测器,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。

2.0.5 线型气体探测器 open-path gas detector

一种开放式、用于检测直线路径中可燃气体或有毒气体云团的气体探测器。常用的线性气体探测器有:红外气体探测器、激光气体探测器等。

2.0.6 现场警报器 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。常见的有:探测器自带的一体化的声、光警报器,按区域设置的现场区域警报器。

2.0.7 报警控制单元 alarm control unit

接收探测器的输出信号、显示和记录被检测气体的浓度、发出声光报警信号,并能向消防控制室图形显示装置等设备发送气体

浓度报警信号和报警控制单元故障信息的电子设备。可燃气体报警信号参与消防联动时,报警控制单元通常采用按专用可燃气体报警控制器产品标准制造并取得检测报告的专用可燃气体报警控制器。

2.0.8 检测范围 *sensible range*

又称测量范围,探测器能够检测出被测气体的浓度范围。

2.0.9 报警设定值 *alarm set point*

预先设定的报警浓度值。报警设定值分为一级报警设定值和二级报警设定值。

2.0.10 响应时间 *response time*

在试验条件下,从探测器接触被测气体至达到稳定指示值的时间。通常达到稳定指示值 90% 的时间为响应时间,恢复到稳定指示值 10% 的时间为恢复时间。

2.0.11 安装高度 *vertical height*

探测器传感器吸入口到指定参照物的垂直距离。

2.0.12 爆炸下限 *lower explosion limit(LEL)*

可燃气体发生爆炸时的下限浓度(V%)值。

2.0.13 爆炸上限 *upper explosion limit(UEL)*

可燃气体发生爆炸时的上限浓度(V%)值。

2.0.14 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。

2.0.15 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。

2.0.16 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。

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

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。

2.0.18 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。

3 基本规定

3.0.1 在生产或使用可燃气体及有毒气体的生产设施及储运设施的区域内,泄漏气体中可燃气体浓度可能达到报警设定值时,应设置可燃气体探测器;泄漏气体中有毒气体浓度可能达到报警设定值时,应设置有毒气体探测器;既属于可燃气体又属于有毒气体的单组分气体介质,应设有毒气体探测器;可燃气体与有毒气体同时存在的多组分混合气体,泄漏时可燃气体浓度和有毒气体浓度有可能同时达到报警设定值,应分别设置可燃气体探测器和有毒气体探测器。

3.0.2 可燃气体和有毒气体的检测报警应采用两级报警。同级别的有毒气体和可燃气体同时报警时,有毒气体的报警级别应优先。

3.0.3 可燃气体和有毒气体检测报警信号应送至有人值守的现场控制室、中心控制室等进行显示报警;可燃气体二级报警信号、可燃气体和有毒气体检测报警系统报警控制单元的故障信号应送至消防控制室。

3.0.4 控制室操作区应设置可燃气体和有毒气体声、光报警;现场区域警报器宜根据装置占地的面积、设备及建构筑物的布置、释放源的理化性质和现场空气流动特点进行设置,现场区域警报器应有声、光报警功能。

3.0.5 可燃气体探测器必须取得国家指定机构或其授权检验单位的计量器具型式批准证书、防爆合格证和消防产品型式检验报告;参与消防联动的报警控制单元应采用按专用可燃气体报警控制器产品标准制造并取得检测报告的专用可燃气体报警控制器;国家法规有要求的有毒气体探测器必须取得国家指定机构或其授

权检验单位的计量器具型式批准证书。安装在爆炸危险场所的有毒气体探测器还应取得国家指定机构或其授权检验单位的防爆合格证。

3.0.6 需要设置可燃气体、有毒气体探测器的场所,宜采用固定式探测器;需要临时检测可燃气体、有毒气体的场所,宜配备移动式气体探测器。

3.0.7 进入爆炸性气体环境或有毒气体环境的现场工作人员,应配备便携式可燃气体和(或)有毒气体探测器。进入的环境同时存在爆炸性气体和有毒气体时,便携式可燃气体和有毒气体探测器可采用多传感器类型。

3.0.8 可燃气体和有毒气体检测报警系统应独立于其他系统单独设置。

3.0.9 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、现场警报器等供电负荷,应按一级用电负荷中特别重要的负荷考虑,宜采用 UPS 电源装置供电。

3.0.10 确定有毒气体的职业接触限值时,应按最高容许浓度、时间加权平均容许浓度、短时间接触容许浓度的优先次序选用。

3.0.11 常见易燃气体、蒸气特性应按本标准附录 A 采用;常见有毒气体、蒸气特性应按本标准附录 B 采用。

4 检测点确定

4.1 一般规定

4.1.1 可燃气体和有毒气体探测器的检测点,应根据气体的理化性质、释放源的特性、生产场地布置、地理条件、环境气候、探测器的特点、检测报警可靠性要求、操作巡检路线等因素进行综合分析,选择可燃气体及有毒气体容易积聚、便于采样检测和仪表维护之处布置。

4.1.2 判别泄漏气体介质是否比空气重,应以泄漏气体介质的分子量与环境空气的分子量的比值为基准,并应按下列原则判别:

- 1 当比值大于或等于 1.2 时,则泄漏的气体重于空气;
- 2 当比值大于或等于 1.0、小于 1.2 时,则泄漏的气体为略重于空气;
- 3 当比值为 0.8~1.0 时,则泄漏的气体为略轻于空气;
- 4 当比值小于或等于 0.8 时,则泄漏的气体为轻于空气。

4.1.3 下列可燃气体和(或)有毒气体释放源周围应布置检测点:

- 1 气体压缩机和液体泵的动密封;
- 2 液体采样口和气体采样口;
- 3 液体(气体)排液(水)口和放空口;
- 4 经常拆卸的法兰和经常操作的阀门组。

4.1.4 检测可燃气体和有毒气体时,探测器探头应靠近释放源,且在气体、蒸气易于聚集的地点。

4.1.5 当生产设施及储运设施区域内泄漏的可燃气体和有毒气体可能对周边环境安全有影响需要监测时,应沿生产设施及储运设施区域周边按适宜的间隔布置可燃气体探测器或有毒气体探测器,或沿生产设施及储运设施区域周边设置线型气体探

测器。

4.1.6 在生产过程中可能导致环境氧气浓度变化,出现欠氧、过氧的有人员进入活动的场所,应设置氧气探测器。当相关气体释放源为可燃气体或有毒气体释放源时,氧气探测器可与相关的可燃气体探测器、有毒气体探测器布置在一起。

4.2 生产设施

4.2.1 释放源处于露天或敞开式厂房布置的设备区域内,可燃气体探测器距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于10m,有毒气体探测器距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于4m。

4.2.2 释放源处于封闭式厂房或局部通风不良的半敞开厂房内,可燃气体探测器距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于5m;有毒气体探测器距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于2m。

4.2.3 比空气轻的可燃气体或有毒气体释放源处于封闭或局部通风不良的半敞开厂房内,除应在释放源上方设置探测器外,还应在厂房内最高点气体易于积聚处设置可燃气体或有毒气体探测器。

4.3 储运设施

4.3.1 液化烃、甲_B、乙_A类液体等产生可燃气体的液体储罐的防火堤内,应设探测器。可燃气体探测器距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于10m,有毒气体探测器距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于4m。

4.3.2 液化烃、甲_B、乙_A类液体的装卸设施,探测器的设置应符合下列规定:

1 铁路装卸栈台,在地面上每一个车位宜设一台探测器,且探测器与装卸车口的水平距离不应大于10m;

2 汽车装卸站的装卸车鹤位与探测器的水平距离不应大于 10m。

4.3.3 装卸设施的泵或压缩机区的探测器设置,应符合本标准第 4.2 节的规定。

4.3.4 液化烃灌装站的探测器设置,应符合下列规定:

1 封闭或半敞开的灌瓶间,灌装口与探测器的水平距离宜为 5m~7.5m;

2 封闭或半敞开式储瓶库,应符合本标准第 4.2.2 条规定;敞开式储瓶库房沿四周每隔 15m~20m 应设一台探测器,当四周边长总和小于 15m 时,应设一台探测器;

3 缓冲罐排水口或阀组与探测器的水平距离宜为 5m~7.5m。

4.3.5 封闭或半敞开氢气灌瓶间,应在灌装口上方的室内最高点易于滞留气体处设探测器。

4.3.6 可能散发可燃气体的装卸码头,距输油臂水平平面 10m 范围内,应设一台探测器。

4.3.7 其他储存、运输可燃气体、有毒气体的储运设施,可燃气体探测器和(或)有毒气体探测器应按本标准第 4.2 节的规定设置。

4.4 其他有可燃气体、有毒气体的扩散与积聚场所

4.4.1 明火加热炉与可燃气体释放源之间应设可燃气体探测器,探测器距加热炉炉边的水平距离宜为 5m~10m。当明火加热炉与可燃气体释放源之间设有不燃烧材料实体墙时,实体墙靠近释放源的一侧应设探测器。

4.4.2 设在爆炸危险区域 2 区范围内的在线分析仪表间,应设可燃气体和(或)有毒气体探测器,并同时设置氧气探测器。

4.4.3 控制室、机柜间的空调新风引风口等可燃气体和有毒气体有可能进入建筑物的地方,应设置可燃气体和(或)有毒气体探测器。

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

5 可燃气体和有毒气体检测报警系统设计

5.1 一般规定

5.1.1 可燃气体和有毒气体检测报警系统应由可燃气体或有毒气体探测器、现场警报器、报警控制单元等组成。

5.1.2 可燃气体的第二级报警信号和报警控制单元的故障信号，应送至消防控制室进行图形显示和报警。可燃气体探测器不能直接接入火灾报警控制器的输入回路。

5.1.3 可燃气体或有毒气体检测信号作为安全仪表系统的输入时，探测器宜独立设置，探测器输出信号应送至相应的安全仪表系统，探测器的硬件配置应符合现行国家标准《石油化工安全仪表系统设计规范》GB/T 50770 有关规定。

5.1.4 可燃气体和有毒气体检测报警系统配置图见本标准附录 C。

5.2 探测器选用

5.2.1 探测器的输出可选用 4mA~20mA 的 DC 信号、数字信号、触点信号。

5.2.2 可燃气体及有毒气体探测器的选用，应根据探测器的技术性能、被测气体的理化性质、被测介质的组分种类和检测精度要求、探测器材质与现场环境的相容性、生产环境特点等确定。

5.2.3 常用可燃气体及有毒气体探测器的选用应符合下列规定：

1 轻质烃类可燃气体宜选用催化燃烧型或红外气体探测器；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、红外气体探测器或激光气体探测器；在缺氧或高腐蚀性等场所，宜选

用红外气体探测器或激光气体探测器；重质烃类蒸气可选用光致电离型探测器；

2 氢气检测宜选用催化燃烧型、电化学型、热传导型探测器；

3 有机有毒气体宜选用半导体型、光致电离型探测器；

4 无机有毒气体检测宜选用电化学型探测器；

5 氧气宜选用电化学型探测器；

6 在气候环境或生产环境特殊，需监测的区域开阔的场所，宜选择线型可燃气体探测器；

7 在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的场所，可选用红外图像型探测器；

8 在高压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，可选用噪声型探测器；

9 在生产和检修过程中需要临时检测可燃气体、有毒气体的场所，应配备移动式气体探测器。

5.2.4 常用探测器的采样方式应根据使用场所按下列规定确定：

1 可燃气体和有毒气体的检测宜采用扩散式探测器；

2 受安装条件和介质扩散特性的限制，不便使用扩散式探测器的场所，可采用吸入式探测器；

3 当探测器配备采样系统时，采样系统的滞后时间不宜大于 30s。

5.2.5 常见气体探测器的技术性能应符合本标准附录 D 的要求；常见气体探测器应按照本标准附录 E 选用。

5.3 现场报警器选用

5.3.1 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，各报警分区应分别设置现场区域报警器。区域报警器的启动信号应采用第二级报警设定值信号。区域报警器的数量宜使在该区域内任何地点的现场人员都能感知到报警。

5.3.2 区域报警器的报警信号声级应高于 110dBA,且距报警器 1m 处总声压值不得高于 120dBA。

5.3.3 有毒气体探测器宜带一体化的声、光报警器,可燃气体探测器可带一体化的声、光报警器,一体化声、光报警器的启动信号应采用第一级报警设定值信号。

5.4 报警控制单元选用

5.4.1 报警控制单元应采用独立设置的以微处理器为基础的电子产品,并应具备下列基本功能:

1 能为可燃气体探测器、有毒气体探测器及其附件供电。

2 能接收气体探测器的输出信号,显示气体浓度并发出声、光报警。

3 能手动消除声、光报警信号,再次有报警信号输入时仍能发出报警。

4 具有相对独立、互不影响的报警功能,能区分和识别报警场所位号。

5 在下列情况下,报警控制单元应能发出与可燃气体和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)报警控制单元与探测器之间连线断路或短路。

2)报警控制单元主电源欠压。

3)报警控制单元与电源之间的连线断路或短路。

6 具有以下记录、存储、显示功能:

1)能记录可燃气体和有毒气体的报警时间,且日计时误差不应超过 30s;

2)能显示当前报警部位的总数;

3)能区分最先报警部位,后续报警点按报警时间顺序连续显示;

4)具有历史事件记录功能。

5.4.2 控制室内可燃气体和有毒气体声、光报警器的声压等级应

满足设备前方 1m 处不小于 75dBA,声、光警报器的启动信号应采用第二级报警设定值信号。

5.4.3 可燃气体探测器参与消防联动时,探测器信号应先送至按专用可燃气体报警控制器产品标准制造并取得检测报告的专用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消防控制室的火灾报警控制器。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。

5.5 测量范围及报警值设定

5.5.1 测量范围应符合下列规定:

- 1 可燃气体的测量范围应为 0~100%LEL;
- 2 有毒气体的测量范围应为 0~300%OEL;当现有探测器的测量范围不能满足上述要求时,有毒气体的测量范围可为 0~30%IDLH;环境氧气的测量范围可为 0~25%VOL;
- 3 线型可燃气体测量范围为 0~5LEL·m。

5.5.2 报警值设定应符合下列规定:

- 1 可燃气体的一级报警设定值应小于或等于 25%LEL。
- 2 可燃气体的二级报警设定值应小于或等于 50%LEL。
- 3 有毒气体的一级报警设定值应小于或等于 100%OEL,有毒气体的二级报警设定值应小于或等于 200%OEL。当现有探测器的测量范围不能满足测量要求时,有毒气体的一级报警设定值不得超过 5%IDLH,有毒气体的二级报警设定值不得超过 10%IDLH。

4 环境氧气的过氧报警设定值宜为 23.5%VOL,环境欠氧报警设定值宜为 19.5%VOL。

5 线型可燃气体测量一级报警设定值应为 1LEL·m;二级报警设定值应为 2LEL·m。

6 可燃气体和有毒气体检测报警系统安装设计

6.1 探测器安装

6.1.1 探测器应安装在无冲击、无振动、无强电磁场干扰、易于检修的场所,探测器安装地点与周边工艺管道或设备之间的净空不应小于 0.5m。

6.1.2 检测比空气重的可燃气体或有毒气体时,探测器的安装高度宜距地坪(或楼地板)0.3m~0.6m;检测比空气轻的可燃气体或有毒气体时,探测器的安装高度宜在释放源上方 2.0m 内。检测比空气略重的可燃气体或有毒气体时,探测器的安装高度宜在释放源下方 0.5m~1.0m;检测比空气略轻的可燃气体或有毒气体时,探测器的安装高度宜高出释放源 0.5m~1.0m。

6.1.3 环境氧气探测器的安装高度宜距地坪或楼地板 1.5m~2.0m。

6.1.4 线型可燃气体探测器宜安装于大空间开放环境,其检测区域长度不宜大于 100m。

6.2 报警控制单元及现场区域警报器安装

6.2.1 可燃气体和有毒气体检测报警系统人机界面应安装在操作人员常驻的控制室等建筑物内。

6.2.2 现场区域警报器应就近安装在探测器所在的报警区域。

6.2.3 现场区域警报器的安装高度应高于现场区域地面或楼地板 2.2m,且位于工作人员易察觉的地点。

6.2.4 现场区域警报器应安装在无振动、无强电磁场干扰、易于检修的场所。

附录 A 常见易燃气体、蒸气特性

表 A 常见易燃气体、蒸气特性表

序号	物质名称	沸点 (°C)	闪点 (°C)	爆炸浓度(V%)		火灾危险 性分类	蒸气密度 (kg/m ³ N)	备注
				下限	上限			
1	甲烷	-161.5	气体	5.0	15.0	甲	0.77	液化后为甲 _A
2	乙烷	-88.9	气体	3.0	12.5	甲	1.34	液化后为甲 _A
3	丙烷	-42.1	气体	2.0	11.1	甲	2.07	液化后为甲 _A
4	丁烷	-0.5	气体	1.9	8.5	甲	2.59	液化后为甲 _A
5	戊烷	36.07	<-40.0	1.4	7.8	甲 _B	3.22	—
6	己烷	68.9	-22.8	1.1	7.5	甲 _B	3.88	—
7	庚烷	98.3	-3.9	1.1	6.7	甲 _B	4.53	—
8	辛烷	125.67	13.3	1.0	6.5	甲 _B	5.09	—
9	壬烷	150.77	31.0	0.7	2.9	乙 _A	5.73	—
10	环丙烷	-33.9	气体	2.4	10.4	甲	1.94	液化后为甲 _A
11	环戊烷	46.9	<-6.7	1.4	—	甲 _B	3.10	—
12	异丁烷	-11.7	气体	1.8	8.4	甲	2.59	液化后为甲 _A
13	环己烷	81.7	-20.0	1.3	8.0	甲 _B	3.75	—
14	异戊烷	27.8	<-51.1	1.4	7.6	甲 _B	3.21	—
15	异辛烷	99.24	-12.0	1.0	6.0	甲 _B	5.09	—
16	乙基环 丁烷	71.1	<-15.6	1.2	7.7	甲 _B	3.75	—
17	乙基环 戊烷	103.3	<21	1.1	6.7	甲 _B	4.40	—

续表 A

序号	物质名称	沸点 (°C)	闪点 (°C)	爆炸浓度(V%)		火灾危险 性分类	蒸气密度 (kg/m ³ N)	备注
				下限	上限			
18	乙基环己烷	131.7	35	0.9	6.6	乙 _A	5.04	—
19	甲基环己烷	101.1	-3.9	1.2	6.7	甲 _B	4.40	—
20	乙烯	-103.7	气体	2.7	36	甲	1.29	液化后为甲 _A
21	丙烯	-47.2	气体	2.0	11.1	甲	1.94	液化后为甲 _A
22	1-丁烯	-6.1	气体	1.6	10.0	甲	2.46	液化后为甲 _A
23	2-丁烯 (顺)	3.7	气体	1.7	9.0	甲	2.46	液化后为甲 _A
24	2-丁烯 (反)	1.1	气体	1.8	9.7	甲	2.46	液化后为甲 _A
25	丁二烯	-4.44	气体	2.0	12	甲	2.42	液化后为甲 _A
26	异丁烯	-6.7	气体	1.8	9.6	甲	2.46	液化后为甲 _A
27	乙炔	-84	气体	2.5	80	甲	1.16	液化后为甲 _A
28	丙炔	-2.3	气体	1.7	—	甲	1.81	液化后为甲 _A
29	苯	80.1	-11.1	1.2	7.8	甲 _B	3.62	—
30	甲苯	110.6	4.4	1.2	7.1	甲 _B	4.01	—
31	乙苯	136.2	21	0.8	6.7	甲 _B	4.73	—
32	邻-二甲苯	144.4	17	1.0	6.0	甲 _B	4.78	—
33	间-二甲苯	138.9	25	1.1	7.0	甲 _B	4.78	—
34	对-二甲苯	138.3	25	1.1	7.0	甲 _B	4.78	—
35	苯乙烯	146.1	32	0.9	6.8	乙 _A	4.64	—

续表 A

序号	物质名称	沸点 (°C)	闪点 (°C)	爆炸浓度(V%)		火灾危险 性分类	蒸气密度 (kg/m ³ N)	备注
				下限	上限			
36	环氧乙烷	10.56	<-17.8	3.0	80	甲 _A	1.94	爆炸极限数据按《化工过程安全理论与应用》(第二版)
37	环氧丙烷	33.9	-37.2	2.8	37	甲 _B	2.59	—
38	甲基醚	-23.9	气体	3.4	27	甲	2.07	液化后为甲 _A
39	乙醚	35	-45	1.9	36	甲 _B	3.36	—
40	乙基甲基醚	10.6	-37.2	2.0	10.1	甲 _A	2.72	—
41	二甲醚	-23.7	气体	3.4	27	甲	2.06	液化后为甲 _A
42	二丁醚	141.1	25	1.5	7.6	甲 _B	5.82	—
43	甲醇	63.9	11	6.0	36	甲 _B	1.42	—
44	乙醇	78.3	12.8	3.3	19	甲 _B	2.06	—
45	丙醇	97.2	25	2.1	13.5	甲 _B	2.72	—
46	丁醇	117.0	28.9	1.4	11.2	乙 _A	3.36	—
47	戊醇	138.0	32.7	1.2	10.5	乙 _A	3.88	—
48	异丙醇	82.8	11.7	2.0	12	甲 _B	2.72	—
49	异丁醇	108.0	31.6	1.7	19.0	乙 _A	3.30	—
50	甲醛	-19.4	气体	7.0	73	甲	1.38	液化后为甲 _A
51	乙醛	21.1	-37.8	4.0	60	甲 _B	1.94	—
52	丙醛	48.9	-9.4~7.2	2.9	17	甲 _B	2.59	—
53	丙烯醛	51.7	-26.1	2.8	31	甲 _B	2.46	—
54	丙酮	56.7	-17.8	2.6	12.8	甲 _B	2.59	—
55	丁醛	76	-6.7	2.5	12.5	甲 _B	3.23	—

续表 A

序号	物质名称	沸点 (℃)	闪点 (℃)	爆炸浓度(V%)		火灾危险 性分类	蒸气密度 (kg/m ³ N)	备注
				下限	上限			
56	甲乙酮	79.6	-6.1	1.8	10	甲 _B	3.23	—
57	环己酮	156.1	43.9	1.1	8.1	乙 _A	4.40	—
58	乙酸	118.3	42.8	5.4	17	乙 _A	2.72	—
59	甲酸甲酯	32.2	-18.9	4.5	23	甲 _B	2.72	—
60	甲酸乙酯	54.4	-20	2.8	16	甲 _B	3.37	—
61	醋酸甲酯	60	-10	3.1	16	甲 _B	3.62	—
62	醋酸乙酯	77.2	-4.4	2.0	11.5	甲 _B	3.88	—
63	醋酸丙酯	101.7	14.4	1.7	8.0	甲 _B	4.53	—
64	醋酸丁酯	127	22	1.7	9.8	甲 _B	5.17	—
65	醋酸丁 烯酯	717.7	7.0	2.6	—	甲 _B	3.88	—
66	丙烯酸 甲酯	79.7	-2.9	2.8	25	甲 _B	3.88	—
67	呋喃	31.1	<0	2.3	14.3	甲 _B	2.97	—
68	四氢呋喃	66.1	-14.4	2.0	11.8	甲 _B	3.23	—
69	氯代甲烷	-23.9	气体	8.1	17.4	甲	2.33	液化后为甲 _A
70	氯乙烷	12.2	-50	3.8	15.4	甲 _A	2.84	
71	溴乙烷	37.8	<-20	6.7	8	甲 _B	4.91	—
72	氯丙烷	46.1	<-17.8	2.6	11.1	甲 _B	3.49	—
73	氯丁烷	76.6	-9.4	1.8	10.1	甲	4.14	液化后为甲 _A
74	溴丁烷	102	18.9	2.6	6.6	甲 _B	6.08	—
75	氯乙烯	-13.9	气体	3.6	33	甲	2.84	液化后为甲 _A
76	烯丙基氯	45	-32	2.9	11.1	甲 _B	3.36	—

续表 A

序号	物质名称	沸点 (°C)	闪点 (°C)	爆炸浓度(V%)		火灾危险 性分类	蒸气密度 (kg/m ³ N)	备注
				下限	上限			
77	氯苯	132.2	28.9	1.3	7.1	乙 _A	5.04	—
78	1,2-二氯乙烷	83.9	13.3	6.2	16	甲 _B	4.40	—
79	1,1-二氯乙烯	37.2	-17.8	7.3	16	甲 _B	4.40	—
80	硫化氢	-60.4	气体	4.3	45.5	甲	1.54	—
81	二硫化碳	46.2	-30	1.3	5.0	甲 _B	3.36	—
82	乙硫醇	35.0	<26.7	2.8	18.0	甲 _B	2.72	—
83	乙腈	81.6	5.6	3.0	16.0	甲 _B	1.81	—
84	丙烯腈	77.2	0	3.0	17.0	甲 _B	2.37	—
85	硝基甲烷	101.1	35.0	7.3	63	乙 _A	2.72	—
86	硝基乙烷	113.8	27.8	3.4	5.0	甲 _B	3.36	—
87	亚硝酸乙酯	17.2	-35	3.0	50	甲 _B	3.36	—
88	氰化氢	26.1	-17.8	5.6	40	甲 _B	1.16	—
89	甲胺	-6.5	气体	4.9	20.7	甲	2.72	液化后为甲 _A
90	二甲胺	7.2	气体	2.8	14.4	甲	2.07	—
91	吡啶	115.5	<2.8	1.7	12	甲 _B	3.53	—
92	氢	-253	气体	4.0	75	甲	0.09	—
93	天然气	—	气体	3.8	13	甲	—	—
94	城市煤气	<-50	气体	4.0	—	甲	0.65	—

续表 A

序号	物质名称	沸点 (°C)	闪点 (°C)	爆炸浓度(V%)		火灾危险 性分类	蒸气密度 (kg/m ³ N)	备注
				下限	上限			
95	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
96	轻石脑油	36~68	<-20.0	1.2	5.9	甲 _B	≥3.22	—
97	重石脑油	65~177	-22~20	0.6	—	甲 _B	≥3.61	—
98	汽油	50~150	<-20	1.1	5.9	甲 _B	4.14	—
99	喷气燃料	80~250	<28	0.6	6.5	乙 _A	6.47	闪点按现行行业标准《2号喷气燃料》GB 1788—79的数据
100	煤油	150~300	≤45	0.6	6.5	乙 _A	6.47	—
101	原油	—	—	—	—	甲 _B	—	—

附录 B 常见有毒气体、蒸气特性

表 B 常见有毒气体、蒸气特性

序号	物质名称	蒸气密度 (kg/cm ³)	熔点 (°C)	沸点 (°C)	OEL(mg/m ³)			IDLH (mg/m ³)
					MAC	PC-TWA	PC-STEL	
1	一氧化碳	1.17	-199.5	-191.4	—	20	30	1700
2	氯乙烯	2.60	-160	-13.9	—	10	25	—
3	硫化氢	1.44	-85.5	-60.4	10	—	—	430
4	氯	3.00	-101	-34.5	1	—	—	88
5	氰化氢	1.13	-13.2	26.1	1	—	—	56
6	丙烯腈	2.21	-83.6	77.2	—	1	2	1100
7	二氧化氮	3.87	-11.2	21.2	—	5	10	96
8	苯	3.35	5.5	80.1	—	6	10	9800
9	氨	0.73	-78	-33.4	—	20	30	360
10	碳酰氯	4.11	-104	8.3	0.5	—	—	8
11	二氧化硫	2.73	-75.5	-10	—	5	10	270
12	甲醛	1.29	-92	-19.5	—	2	—	37
13	环氧乙烷	1.84	-112.2	10.8	—	0.6	2	1500
14	溴	8.64	-7.2	58.8	0.3	—	—	66

注：对环境大气(空气)中有毒气体浓度的表示方法有两种：质量浓度(每立方米空气中所含有毒气体的质量数,即 mg/m³)和体积浓度(一百万体积的空气中所含有毒气体的体积数,即 ppm 或 μmol/mol)。通常,大部分气体检测仪器测得的气体浓度是体积浓度(ppm)。而我们国家的标准规范采用的气体浓度为质量浓度单位(mg/m³)。

本标准中,浓度单位 ppm(μmol/mol)与 mg/m³ 的换算关

系是：

$$c_{\text{ppm}} = \frac{22.4}{M_w} \cdot \frac{T}{273} \cdot \frac{1}{P} \cdot c_{\text{mg/m}^3} \quad (\text{式 B})$$

式中： M_w ——气体的分子量(g/mol)；

T ——环境温度(K)；

P ——环境大气压力(atm)。

附录 C 可燃气体和有毒气体检测报警系统配置图

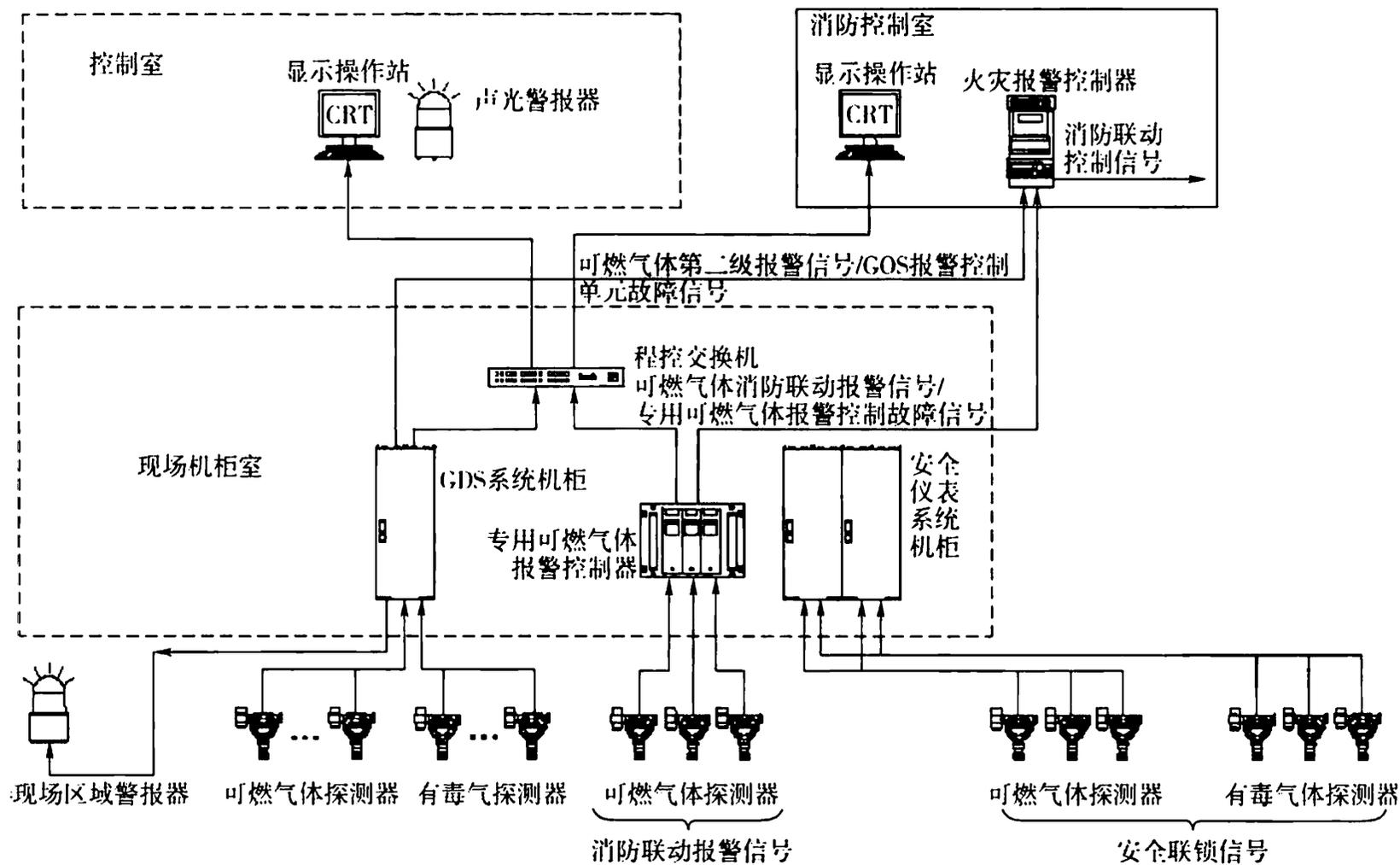


图 C 可燃气体和有毒气体检测报警系统配置图

附录 D 常见气体探测器技术性能表

表 D 常见气体探测器的技术性能表

项 目	催化燃烧型检 (探)测器	热传导型 检(探) 测器	红外气体 检(探)测器		半导体型 检(探) 测器	电化学型检 (探)测器	光致电离型 检(探)测器	顺磁型	激光型	
			点式	开路					点式	开路
被测气体的 含氧要求	$O_2 > 10\%$	无	无		微量 O_2	微量	无	无		
氧气测量 范围			0~ 100%			0~25% (0~100%)		0~100%	0~100%	0~100%
可燃气体 测量范围	$\leq LEL$	$LEL \sim 100\%$	0~ 100%		$\leq LEL$	$\leq LEL$	$< LEL$		$\leq LEL$	$\leq LEL$
不适用的 被测气体	大分子有机物		H_2		N_2, Cl_2	烷烃	$H_2, CO,$ $HCN, SO_2,$ $HCl, HF,$ $HNO_3,$ CH_4 ①	可燃 气体		

续表 D

项 目	催化燃烧型检(探)测器	热传导型检(探)测器	红外气体检(探)测器		半导体型检(探)测器	电化学型检(探)测器	光致电离型检(探)测器	顺磁型	激光型	
			点式	开路					点式	开路
相对响应时间	与被测介质有关	中等	较短		与被测介质有关	中等	较短	短和中等	较短	较短
检测干扰气体	无	CO ₂ , 氟里昂	H ₂ O	H ₂ O	SO ₂ , NO _x , HO ₂	SO ₂ , NO _x	⊙	NO, NO ₂		
使检测元件中毒的介质	Si、Pb 卤素, H ₂ S, 含硅化合物、含磷化合物、硫化物、铅化物(可选用抗中毒型传感器)	无	无		Si, SO ₂ , 卤素	CO ₂	无			
辅助气体要求	无	无	无		无	无	无		无	无

续表 D

项 目	催化燃烧型检 (探)测器	热传导型 检(探) 测器	红外气体 检(探)测器		半导体型 检(探) 测器	电化学型检 (探)测器	光致电离型 检(探)测器	顺磁型	激光型	
			点式	开路					点式	开路
室外环境 温度	便携式	-10℃~+40℃								
	固定式	-25℃~+55℃								
空气相对 湿度	20%RH~90%RH									
风速	<6m/s									
机械振动	10Hz~30Hz, 1.0mm 总位移; 31Hz~100Hz, 2g 加速度峰值									

注:①为离子化能级高于所用紫外灯的能级的被测物;②为离子化能级低于所用紫外灯的能级的被测物;③“无”代表无要求。

附录 E 常见气体探测器选用指南

表 E 常见气体探测器选用指南

常见介质		催化 燃烧型	热传 导型	红外气体型		半导 体型	电化 学型	光致 电离型	顺磁型	激光型	
				点式	开路					点式	开路
烃类	氢气	**	+		-	+	**	-	-	-	
	轻质烃 (C ₄ 以下)	**	+	**	+	+	-	+	-	+	+
	烃蒸气 (C ₅ 以上)	**	+	+	+	+	-	+	-	+	+
	卤代烃	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-
醇类		**	+	**	-	+	**	**	-	-	-
酯类		**	+	+	-	+	+	**	-	-	-
有毒气体	一氧化碳	+	-	**	-	-	**	-	-	+	-
	氯乙烯	-	-	+	-	+	**	**	-	+	-
	硫化氢	-	-	-	-	+	**	+	-	+	-
	氯	-	-	-	-	-	**	-	-	-	-
	氰化氢	-	-	-	-	-	**	-	-	-	-
	丙烯腈	+	-	-	-	-	**	+	-	-	-
	二氧化氮	-	-	-	-	-	**	+	-	-	-
	苯	+	-	-	-	+	-	**	-	-	-
	氨	+	-	-	-	+	**	+	-	+	-
	碳酰氯	-	-	-	-	-	**	+	-	-	-
(O ₂)		-	-	-	-	-	**	-	+	-	-

注：“**”表示常用；“+”表示可用；“-”表示不用。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《石油化工安全仪表系统设计规范》GB/T 50770

中华人民共和国国家标准

石油化工可燃气体和有毒气体检测
报警设计标准

GB/T 50493 - 2019

条文说明

修 订 说 明

《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》(GB/T 50493—2019),经住房和城乡建设部 2019 年 9 月 25 日以第 257 号公告批准发布。

本标准是在《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB 50493—2009 的基础上修订而成。上一版的参编单位是北京燕山时代仪表有限公司、无锡格林通安全装备有限公司、上海理研仪器有限公司、深圳市南油诺安电子有限公司、海湾安全技术有限公司,主要起草人员是文科武、罗明、裴炳安、吕明伦、朱华兴、马振武、潘建新、卿笃安等。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	(37)
2	术 语	(38)
3	基本规定	(43)
4	检测点确定	(49)
4.1	一般规定	(49)
4.2	生产设施	(53)
4.3	储运设施	(56)
4.4	其他有可燃气体、有毒气体的扩散与积聚场所	(57)
5	可燃气体和有毒气体检测报警系统设计	(60)
5.1	一般规定	(60)
5.2	探测器选用	(61)
5.3	现场警报器选用	(64)
5.4	报警控制单元选用	(66)
5.5	测量范围及报警值设定	(67)
6	可燃气体和有毒气体检测报警系统安装设计	(72)
6.1	探测器安装	(72)
6.2	报警控制单元及现场区域警报器安装	(73)
附录 A	常见易燃气体、蒸气特性	(74)
附录 B	常见有毒气体、蒸气特性	(75)
附录 C	可燃气体和有毒气体检测报警系统配置图	(76)
附录 D	常见气体探测器技术性能表	(77)

1 总 则

1.0.1 石油化工企业指以石油、天然气及其产品为原料,生产、储运各种石油化工产品的炼油厂、石油化工厂、石油化纤厂或其联合组成的工厂,定义同现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160。生产过程由工艺装置、公用工程设施和辅助生产单元组成,其中,工艺装置是由一个或一个以上相互关联的工艺单元组合。储运设施包括甲类气体、液化烃、甲_B、乙_A类液体的储罐区、装卸设施、灌装站等储运单元。

1.0.2 石油化工改建工程的可燃气体和有毒气体检测报警系统的设计可以参考使用。

化工装置和以煤为原料制取燃料及化工产品的工厂或装置的可燃气体和有毒气体检测报警系统的设计可以参考使用。工厂分析化验室区域的可燃气体和有毒气体检测报警系统的设计可以参考使用。

本标准不适用于海上石油天然气开采和加工平台区域的可燃气体和有毒气体检测报警系统的设计。

2 术 语

2.0.1 本标准中可燃气体(蒸气)是习惯说法,按照现行国家标准《化学品分类和标签规范 第3部分:易燃气体》GB 30000.3—2013 标准的规定,属于易燃气体(flammable gas),即 20℃ 和 101.3kPa 时与空气混合有一定易燃范围的气体。也就是说,可燃气体(蒸气)就是以一定比例与空气混合后,将会形成爆炸性气体环境的气体或蒸气。

在石油化工行业,易燃气体常指甲类可燃气体、液化烃、甲_B、乙_A类可燃液体气化后形成的可燃气体。按现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 的规定:甲类气体是指可燃气体与空气混合物的爆炸下限小于 10%(体积)的气体;液化烃(甲_A)是指 15℃ 时的蒸气压力大于 0.1MPa 的烃类液体及其他类似的液体,例如液化石油气、液化乙烯、液化天然气(液化甲烷)、液化环氧乙烷等;甲_B液体是指除甲_A以外,闪点小于 28℃ 的可燃液体,乙_A类液体是指闪点大于或等于 28℃ 至等于 45℃ 的可燃液体。甲_B与乙_A类液体也可称为易燃液体。

由于乙_A类液体泄漏后挥发为蒸气或呈气态泄漏,该气体在空气中的爆炸下限小于 10%(体积)属于甲类气体,可形成爆炸危险区。但是,该气体易于空气中冷凝,所以扩散距离较近,其危险程度低于甲_A、甲_B类。

空气中,含有氧气等氧化性气体。部分工艺介质本身也是氧化性介质,如氯气,在工艺设备中,含有这些具有氧化性的介质的气体混合物是安全的,设计过程中,这类介质泄漏后的爆炸性能应以该介质与空气的混合物的特性为依据。

2.0.2 本标准中有毒气体的范围是:

(1)《高毒物品目录》(卫法监发[2003]142号)中所列的气体或蒸气;

(2)现行国家标准《化学品分类和标签规范 第18部分:急性毒性》GB 30000.18—2013标准中,急性毒性危害类别为1类及2类的急性有毒气体;

(3)现行国家职业卫生标准《工作场所有毒气体检测报警装置设置规范》中列出的有毒气体;

(4)现行国家职业卫生标准《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》中列出的化学有害气体。

本标准中,按照现行国家标准《化学品分类和标签规范 第18部分:急性毒性》GB 30000.18—2013标准的要求,有毒气体指急性毒性危害类别为1类及2类的有毒气体,属于危害严重的有毒气体。包括常见的有:二氧化氮、硫化氢、苯、氰化氢、氨、氯气、一氧化碳、丙烯腈、氯乙烯、光气(碳酰氯)等。常见有毒气体还可以参见现行国家职业卫生标准《工作场所有毒气体检测报警装置设置规范》中,列出了56种有毒气体;在现行国家职业卫生标准《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》中列出了常见的339种化学有害气体和47种化学有害粉尘。

本标准中,暂不将有害粉尘列于在线的毒性气体检测范围。

根据对人的可能致死剂量,中国一般将化学物质的毒性分为剧毒、高毒、中等毒、低毒和微毒五个等级。为消除分级标准之间的差别,建立协调、统一的化学品分级标准,由国际劳工组织(ILO)、经济合作与发展组织(OECD)以及联合国危险货物运输专家委员会(TDG)三个国际组织共同提出框架草案,建立了全球化学品统一分类与标签制度(GHS)。2002年9月在约翰内斯堡召开的“联合国可持续发展世界首脑会议”提出:各国应在2008年全面实施GHS。为适应国际化学品分类统一的这种必然趋势,结合国内化学品管理的实际需要,《剧毒目录》在剧毒化学品判定标准上参照了GHS的急性毒性分级标准。现行国家标准《化学品分

类和标签规范 第 18 部分:急性毒性》GB 30000.18—2013 就是国内的急性毒性分类要求。

《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》(2002 年 5 月 12 日颁布实施)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订、调整并公布”。2003 年卫生部发布了《高毒物品目录》(2003 年版)。《高毒物品目录》的编制原则是将有下列情况之一的纳入高毒物品目录:

(1)在现行国家职业卫生标准《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分:化学有害因素》中 $MAC < 1$ 或者 $PC-TWA < 1$,并且在职业病危害因素分类目录中;

(2)被 IRCA 认定的人类致癌物,并且在职业病危害因素分类目录中;

(3)根据 1990—2001 年职业病统计年报,急性中毒和慢性中毒各前 10 名的毒物,并且在职业病危害因素分类目录中。实际生产工作中,可能对生产人员造成伤害的有毒气体的种类远远多于《高毒物品目录》所列的数量,对有毒气体的划分仅局限于《高毒物品目录》已不满足当今社会对安全生产管理提出的要求。长期接触可以导致慢性中毒的气体介质不在本标准的有毒气体范围内。

《危险化学品重大危险源 罐区 现场安全监控装备设置规范》AQ 3036—2010 中第 3.7 条有毒气体规定:有毒气体包括:

a)已知对人类健康造成危害的气体;

b)半数致死浓度 LC_{50} 值不大于 $5000\text{mL}/\text{m}^3$,因而判定对人类具有危害的气体。

这个规定中,有毒气体的范围较宽,本标准关注的是剧毒、高毒类介质。

2.0.3 本标准中有毒或爆炸性气体释放源是指在正常工作状态下很少(少于 10h/a)向周边环境释放有毒或爆炸性气体。

按现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058—2014 的要求,本标准中爆炸性气体释放源为二级释放源。

本标准中爆炸性环境是指在大气环境条件下,可燃气体、可燃蒸气与空气形成的混合物被点燃后,能够保持燃烧自行传播的环境。

2.0.4 探测器又称检测器,由于安全消防部门检查时,对可燃气体和有毒气体的检测器的称呼是探测器,为了便于生产管理,故将可燃气体、有毒气体的检测器统称为探测器。

2.0.5 线型气体探测器也称开路式气体探测器,是一种用于直线路径中可燃及有毒气云团检测的气体探测器,发射端到接收端距离可从 4m~200m。常用的线型气体探测器有激光型和红外线型。线型气体探测器的技术要求见现行国家标准《可燃气体探测器》GB 15322—2003。

2.0.6 现场警报器是一种用在危险场所,通过声音和各种光来向人们发出示警信号的一种报警信号装置,能同时发出声、光两种警报信号。现场警报器包括:一体式声、光警报器和现场区域警报器。

2.0.7 报警控制单元可以采用微处理器为基础的电子产品,也可以采用专用的可燃气体报警控制器。专用的可燃气体报警控制器是指符合现行国家标准《可燃气体报警控制器》GB 16808—2008 质量要求且具有消防产品型式检验报告的产品。

2.0.9 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,为警示性报警;二级报警值为高高限报警,一旦发生需立即处理,报警控制单元的联锁控制需从该信号引出。

2.0.11 对于不带附加采样管的点式探测器,安装高度指探测器检测口到指定参照物的垂直距离;对于带附加采样管的点式探测器,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。

2.0.12、2.0.13 在确定介质的爆炸下限和上限值时,应结合项目

所在地的大气环境中正常的氧气含量与标准大气环境中的氧气浓度的不同,确定爆炸上下限值的变化。

2.0.14 职业接触限值引自现行国家职业卫生标准《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》。职业性有害因素的接触限制量值,指劳动者在职业活动中长期反复接触对机体不引起急性或慢性有害健康的容许接触水平。化学因素的职业接触限值可以分为最高容许浓度、时间加权平均容许浓度和短时间接触容许浓度三类。

2.0.15 最高容许浓度的定义引自现行国家职业卫生标准《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》。

2.0.16 时间加权平均容许浓度的定义引自现行国家职业卫生标准《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》。

2.0.17 短时间接触容许浓度的定义引自现行国家职业卫生标准《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》。该职业接触限值是与8h时间加权平均浓度配套的一种短时间接触限值。

2.0.18 直接致害浓度的定义引自现行国家标准《呼吸防护用品的选择、使用与维护》GB/T 18664—2002。

3 基本规定

3.0.1 本条要求依据下列要求而提出的：

《中华人民共和国职业病防治法》第四条规定：“劳动者依法享有职业卫生保护的权利。用人单位应当为劳动者创造符合国家职业卫生标准和卫生要求的工作环境和条件，并采取措施保障劳动者获得职业卫生保护。”

《中华人民共和国职业病防治法》第二十五条规定：“对可能发生急性职业损伤的有毒、有害工作场所，用人单位应当设置报警装置、配备现场急救用品、冲洗设备、应急撤离通道和必要的泄险区。”

《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》(2002年5月12日颁布实施)第十一条(三)中规定：“设置有效的通风装置；可能突然泄漏大量有毒物品或者易造成急性中毒的作业场所，设置自动报警装置和事故通风设施。”

石油化工企业的加工与储运过程中，泄漏气体介质的组成，既有单一组分的气体也有多种组分的混合气体；对于同一释放源，不同工况下，泄漏气体介质的理化性质也是不同的，故探测器的选择和布置需要适应各种泄漏工况的检测要求。对于单一组分的气体介质，既属于可燃气体又属于有毒气体时，由于毒性浓度限值低，该气体泄漏时气体浓度会先达到有毒气体浓度报警设定值，故只设有毒气体探测器。

对于多组分的混合气体或不同工况条件下泄漏气体的组成差异大时，为确保生产安全，当该气体浓度可能达到可燃气体浓度报警设定值和(或)有毒气体浓度报警设定值时，需要分别设置可燃气体和(或)有毒气体探测器。

对于含多种有毒气体组分的混合气体或不同工况条件下泄漏气体的组成差异大时,为确保生产安全,当各毒性气体组分的气体浓度可能达到各组分的有毒气体浓度报警设定值时,需要分别设置有毒气体探测器。

按 BP 公司规定(GP 30-85—2009),泄漏气体中待测烃类气体浓度高于硫化氢气体浓度 2000 倍以上时,该气体可不设硫化氢气体探测器。

3.0.2 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报警,提示操作人员及时到现场巡检确认。当可燃气体和有毒气体浓度达到二级报警值时,提示操作人员应采用紧急处理措施。

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,对同时发出的有毒气体和可燃气体的检测报警信号的处理,需遵循有毒气体的报警级别优先的原则。

现场探测器自带的警报器接受一、二级报警信号,现场区域警报器接受第二级报警信号,消防控制中心接受第二级报警信号。

3.0.3 为保证生产和操作人员的安全,在正常运行时人员不得进入的危险场所,探测器应对可燃气体和有毒气体释放源进行连续检测、指示、报警,并对报警进行记录或打印,以便随时观察发展趋势和留作档案资料。

通常情况下,生产设施或储运设施的控制室、现场操作室是操作人员常驻和能够采取措施的场所。现场发生可燃气体和有毒气体泄漏事故时,报警信号发送至操作人员常驻的控制室、现场操作室等进行报警,这有利于控制室、现场操作室的操作人员及时发现并采取措施。

国内石化企业的气防控制部门常与其他生产管理部门合建,如与消防站合建,故有毒气体第二级报警信号常和可燃气体第二级报警信号一起送至消防(气防)部门。当企业的气防控制部门独立于其他生产管理部门时,有毒气体第二级报警信号需送至气防

管理部门显示装置和相关监管控制单元。

3.0.4 在控制室操作区设置可燃气体和有毒气体声、光报警,有利于控制室的操作人员及时发现并采取措施。

为了提示现场工作人员,通常在生产现场主要出入口处及高噪声区[噪声超过 85dB(A)]等部位设置现场区域警报器。

有人进入巡检操作且可能出现可燃气体或有毒气体积聚的压缩机厂房、泵房、筒(料)仓、分析小屋、分析化验室等相对封闭场所,在其出、入口等醒目位置设置声光警报器。其目的是提醒巡检操作人员进入这些场所时引起注意。

3.0.5 在石油化工企业中,按照现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116—2013 标准的要求,可燃气体探测器属于火灾自动探测设备,生产中使用的可燃气体探测器应有消防产品检测报告。目前,可燃气体探测器的消防产品检测报告包括产品型式检验报告和消防产品认证证书(应急管理部消防产品合格评定中心发放)。

2017 年 12 月 26 日全国人大已批准新计量法于 2017 年 12 月 28 日执行。修改主要内容:取消制造、修理计量行政许可(即取消计量制造认证),严格执行计量器具型式批准许可。

目前,《强制检定的工作计量器具目录》中所列的必须经国家计量器具制造认证的有毒气体探测器只有针对二氧化硫、硫化氢、一氧化碳等几种产品。对于国家法规要求进行检测的有毒气体而言,并非所有的有毒气体探测器都须经国家指定机构及授权检验单位的计量器具制造认证。

对于泄漏的气体介质,当其既属于有毒气体,又属于可燃气体时,虽然检测时是按有毒气体来检测和报警,但由于其仍具有爆炸特性,有毒气体探测器需满足相应防爆要求。

用标准气体做校核气时,厂家需提供实际气体与标准气体的关联曲线。

3.0.6、3.0.7 固定式可燃及有毒气体探测器指在现场长期固定

安装的气体检测装置,用于需要对被检区域的气体作长久检测用;移动式可燃及有毒气体探测器指能从一处移动到另一处,并可以在现场短期固定安装的气体检测报警装置,用于生产现场或储运现场临时监测用;便携式可燃及有毒气体探测器指可以随身携带并在携带过程中完成检测报警任务的气体检测报警装置,用于生产现场或储运现场的介质泄漏检测、现场泄漏介质的确认和现场环境的安全监测。

对于一些不具备设置固定式可燃气体或有毒气体探测器的场所,如:环境湿度过高,环境温度过低,或在正常情况下视为非爆炸或无毒区,生产检修时可能为爆炸或有毒危险区等,受检测产品的性能所限,通常可以安装移动式可燃气体或有毒气体探测器,以确保生产和维护的安全需要。

受生产现场场地条件和气象条件所限,可燃气体和有毒气体探测器的设置常常难以及时地反映出释放源的准确地点和方位。为保障现场人身的安全,对于在现场巡检和操作的工作人员,需按照生产现场的安全管理要求,为在可燃气体和有毒气体环境中工作的现场人员配备便携式可燃气体和有毒气体探测器,以期提高企业安全管理工作水平。

进入的环境同时存在爆炸性气体和有毒气体时,便携式可燃气体和有毒气体探测器宜采用多传感器类型,也可根据需要选择单一组分的可燃气体探测器、有毒气体探测器、测氧仪。

鉴于有毒气、高温高压的可燃气体一旦发生泄漏有着巨大危害性,当工厂出现泄漏事故时,为防止操作人员盲目施救造成二次伤害,便携式气体探测器的选用时,需考虑合同工厂提出的安全管理水平的要求。在现场噪声高,旋光警示效果差的装置区内,可以选择配备能接受远传报警信号的便携式检测报警仪表,以便及时接受气体探测器发出的相关报警信息。

3.0.8 独立设置是指可燃气体和有毒气体检测报警系统的检测与发出报警信号的功能不受对应装置生产工艺控制仪表系统故障

的影响。

2014 年国家安监总局下发的《国家安全监管总局关于加强化工安全仪表系统管理的指导意见》(安监总管三〔2014〕第 116 号)中第四(十一)条明确要求采用独立设置,因此,本次修订时,应参照上文和现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关内容,对原国标中第 3.0.9 条进行重新修订。

按照《国家安全监管总局关于加强化工企业泄漏管理的指导意见》(安监总管三〔2014〕94 号)第三(八)款的要求,“对涉及重点监管危险化工工艺和危险化学品的生产装置,要按安全控制要求设置自动化控制系统、安全联锁或紧急停车系统和可燃及有毒气体泄漏检测报警系统。紧急停车系统、安全联锁保护系统要符合功能安全等级要求”。

3.0.9 检测报警系统的电源供电按一级用电负荷中的重要负荷供电。

根据现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052—2009 第 2.0.1 条的规定:一级负荷中特别重要的负荷是指中断供电将造成发生中毒、爆炸和火灾等情况的负荷,以及特别重要场所的不允许中断供电的负荷。现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052—2009 第 3.0.1 条的规定:

“电力负荷应根据对供电可靠性的要求及中断供电在对人身安全、经济损失上所造成的影响程度进行分级,并应符合下列规定:

1 符合下列情况之一时,应视为一级负荷:

- (1)中断供电将造成人身伤害时;
- (2)中断供电将在经济上造成重大损失时;
- (3)中断供电将影响重要用电单位的正常工作。

2 在一级负荷中,当中断供电将造成人员伤亡或重大设备损坏或发生中毒、爆炸和火灾等情况的负荷,以及特别重要场所的不允许中断供电的负荷,应视为一级负荷中特别重要的负荷”。

可燃气体和有毒气体检测报警系统通常作为装置的安全独立保护层,可燃气体和有毒气体检测报警系统的可靠性是确保装置生产安全的基本要求。事故一旦发生,检测报警系统的工作能够使得生产管理人员及时处理,防止事故扩大,保证工作人员的抢救和撤离,故保证系统的用电负荷,亦为特别重要负荷。

分散或独立的有毒及易燃易爆品的设施,如加油站、加气站等,一般采用盘装或壁挂式,电源功率较小,故规定检测报警系统也可采用普通电源供电。

3.0.10 有毒气体的职业接触限值通常有最高容许浓度、时间加权平均容许浓度和短时间接触容许浓度三种。按数值高低,IDLH 大于职业接触限值(其中,最高容许浓度 MAC 小于时间加权平均容许浓度;时间加权平均容许浓度小于短时间接触容许浓度值)。按照职业卫生防护要求,在每天工作 8h 且每周工作 5d 的条件下,职工应在符合时间加权平均容许浓度的环境条件下工作。实际上,在确定有毒气体探测器时,结合当前有毒气体探测器的制造水平,如按时间加权平均容许浓度作为有些毒性介质的检测浓度限值时,则市场上无适宜的探测器可选。由于生产现场泄漏检测属于环境事故状态检测,不是正常工作状态,为在确保操作人员的健康安全的前提下,便于检测工作的工程实施,当生产介质同时具有几个职业接触限值时,有毒气体的职业接触限值可按最高容许浓度—时间加权平均容许浓度—短时间接触容许浓度的优先顺序选用浓度限值;当特定气体缺少最高容许浓度、短时间接触容许浓度值和时间加权平均容许浓度值时,可以选用直接致死浓度值。

4 检测点确定

4.1 一般规定

4.1.1 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,特做本规定。

实际生产过程中,点式探测器通常安装在释放源附近或气体易于聚集(足够的浓度和停留时间)的场所;当现场具有较大的开放式空间时,如管廊、装置周边、罐区、泵组区,可选择线型探测器;当生产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的场所时,可以选用红外图像型气体探测器。使用噪声探测器的场所,需同时选用点式气体探测器。线型探测器需与点式气体探测器联合使用。

气体探测器类型的选用,需考虑探测器的响应时间。探测器选用时,要考虑温度、振动、电磁等环境因素的影响。对重要的连续检测点,需考虑现场探测器的冗余。

检测点的布置,需结合泄漏发生后泄漏气体(蒸气)的现场气云扩散特性,考虑检测点的安排,为了确保现场出现泄漏事故时的及时检测报警,检测点的布置要考虑在不同泄漏场景下,目标探测器在各种潜在泄漏场所的泄漏源的分布。

实际工作中,设计人员需要按项目合同要求开展项目可燃气体和有毒气体检测报警器的布点设计效果的评价。结合现场气体扩散模拟计算结果,依据探测器选型、测量范围、探测器数量、安装位置和角度、系统的校验要求等设计参数开展,验证设计工作是否符合项目合同要求。关于这项评价工作,本标准不做详细规定,可参见 *Guidance on the Evaluation of Fire and Gas System Effectiveness* (火气系统有效性的评价指南)(ISA-TR 84.00.07—

2010)。

总之,探测器的布点要使探测器可以在泄漏点泄漏出来的可燃气体和有毒气体的量达到危及生产设施和人员安全的程度前,检测到相应的气体信号,并发出报警。

4.1.2 由于温度和海拔对气体的密度影响较大,为了方便判断泄漏的介质泄漏到大气中时,泄漏气体介质是否比空气重,本标准用泄漏介质的气体分子量与当地空气的分子量的相对比值作为判断依据。

4.1.3 本标准所指的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点。

本标准所指的有毒气体释放源即可释放出对人体健康产生危害的物质所在的位置或点。

根据现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058—2014 的有关规定,释放源应按物质的释放频繁程度和持续时间长短分级。其分为连续释放源、第一级释放源、第二级释放源。

第一级释放源,在正常运转时周期或偶然释放的释放源。下列情况可以划为第一级释放源:

(1)在正常运行时,会释放易燃物质的泵、压缩机和阀门等的密封处;

(2)在正常运行时会向空间释放易燃物质,安装在储有易燃液体的容器上的排水系统;

(3)在正常运行时会向空间释放易燃物质的取样点。

第二级释放源,预计在正常情况下不会释放,即使释放也仅是偶尔短时的释放源。下列情况可以划为第二级释放源:

(1)在正常运行时不可能出现释放易燃物质的泵、压缩机、阀门、控制阀的密封处;

(2)在正常运行时不能释放易燃物质的法兰等连接件;

(3)在正常运行时不能向空间释放易燃物质的安全阀,排气孔

和其他开口处；

(4)在正常运行时不能向空间释放易燃物质的取样点。

可燃气体探测器所检测的主要对象是属于第二级释放源的设备或场所。本条各款的规定就是属第二级释放源的具体实例。

可燃、有毒气体探测器所检测的释放源的特点是在正常情况下不会释放,即使释放也仅是偶尔短时释放,且泄漏的可燃气体可能达到泄漏介质爆炸下限或有毒气体浓度限值。其中,气体压缩机和液体泵的动密封释放源是指在正常运行时不可能出现释放易燃物质的泵、压缩机的密封处;设备和管道的法兰和阀门组释放源是指在正常运行时不可能出现释放易燃物质的阀门、控制阀及法兰连接件,且在正常生产过程中,需经常拆卸的法兰和经常操作的控制阀和阀组,这些法兰和阀门在不正常运行时可能泄漏可燃气体和有毒气体。

4.1.4、4.1.5 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,使出现泄漏事故的装置和单元不影响周边相邻设施的安全状态,在受监控的装置和单元的周边,故要求设置气体检测报警装置,用于生产现场或储运现场的介质泄漏检测、现场泄漏介质的确认和现场环境的安全监测。检测点的布置,需结合泄漏发生后泄漏气体(蒸气)的现场扩散特性,考虑检测点的安排,确保现场出现泄漏事故时的及时检测报警。检测点的布置要考虑在不同泄漏场景下,探测器的可靠性和蒸气云探测布点覆盖率。探测器的可靠性和现场蒸气云检测点覆盖率的确定,需依据生产装置工艺特点、现场设备布置、潜在泄漏源的分布、现场气候环境、生产管理安排等因素,结合泄漏计算和生产经验综合确定,确保工厂的生产和维护过程的安全需要。

本标准中未采用网格布点的方式检测气云规模。为监测生产区和储运区泄漏的可燃气体和有毒气体对周边环境安全的影响,同时,为确保现场人员的健康安全,沿装置进出口、道路、生产区和储运区周边布置可燃气体探测器和(或)有毒气体探测器时,需要考虑

泄漏介质的扩散特性、界外可能的点火源分布和敏感目标的距离,确定位于装置边界的各探测器的间隔距离和各探测器的实际安装高度,以期达到对泄漏的可燃气体和有毒气体云的监控目的。

4.1.6 空气中氧气浓度的变化会影响部分气体探测器(有氧检测的可燃气体探测器,如催化燃烧型)的正常工作、影响操作工人的呼吸健康、改变环境中可燃气体的爆炸极限以及可燃气体点火能。为了达到防爆设计和保护操作人员健康的目的,结合国外成熟的安全管理经验,在生产过程中环境氧气浓度可能出现较大变化时,本标准中提出了增加对空气中氧含量测量的要求。

对同一种气体介质,相对于正常大气环境而言,空气中氧浓度的变化,对于可燃气体的爆炸下限有一定的影响。通常,在空气中氧浓度的变化较小(正负 10%)的情况下,可燃气体爆炸下限的变化对于浓度检测报警的警示功能影响不大。

现行国家职业卫生标准《职业卫生名词术语》规定,氧浓度低于 19.5%(v/v)为缺氧环境,高于 23.5%(v/v)为富氧环境。我国对欠氧与过氧的规定较美国严,这有利于早期预警。如美国 NIOSH 标准 *Working in Confined Spaces* 规定:在大气环境条件下,大气中氧气的分压低于 132mmHg[正常为 160mmHg,折合为 17.3%(v/v),相当于海拔高度 1609m]为欠氧大气环境,大气中氧气的浓度高于 25%(v/v)为过氧大气环境。

在生产过程中环境氧气浓度可能出现欠氧的场所,主要是受限空间作业工况。缺氧报警值常为 19.5%(v/v)。缺氧报警值设为 19.5%是为了保护操作人员的正常健康。导致环境缺氧的原因很多,如其他气体的加入、化学反应、燃烧等,其中,许多燃烧过程还会释放出有毒气体。为避免环境缺氧报警值没有达到 19.5%,而可燃和有毒气体已经超标的情况,氧气探测器常与可燃气体和有毒气体的探测器同时使用。

在生产过程中环境氧气浓度可能出现过氧的场所,主要是工厂的氮氧站、局部用氧点的作业工况。当释放源是可燃气体和有

毒气体介质时,氧气探测器常与可燃气体和有毒气体的探测器同时布置使用。过氧报警值常为 23.5%(v/v)。过氧报警值设为 23.5%是为了保护操作人员的正常健康。

环境氧气报警浓度具体的数值确定,应视项目所处环境而调整,如高原地区,海拔高度 1610m 时,大气中的正常氧含量约为 17.3%(v/v),其欠氧、过氧大气环境的氧含量应做合理调整。

4.2 生产设施

4.2.1、4.2.2 可燃气体探测器的布置,主要是有利于及早发现可燃气体的泄漏,防止爆炸气云的扩散,带来重大火灾爆炸隐患;有毒气体探测器的布点,主要是有利于及早发现有有毒气体的泄漏,防止有毒气云的扩散影响操作人员和周边环境安全。这两条的要求是结合国内外企业可燃气体与有毒气体探测器系统的布点的和管理经验提出的。

所谓露天布置是指设备布置在没有厂房,没有顶棚的室外。敞开式厂房布置是指设备布置在设有屋顶,不设建筑外围护结构的建筑物内。

封闭厂房是指有门、有窗、有墙、有顶棚的厂房,半敞开式厂(库)房是指设有屋顶、建筑外围护结构局部采用墙体构造的生产性或储存性建筑物,封闭墙体面积不超过总墙体面积一半的建筑,通常多为局部通风不良场所。布置在封闭式厂房内的设备,属于室内布置;布置在半敞开式厂房内的设备,应根据具体的布置情况确定,如果通风不良,也可视为室内布置。

通常,建筑物内,采用强制通风或自然通风的小时通风体积量高于 6 倍建筑体积时为通风良好,此时,爆炸危险区域的空气流量能使易燃物质很快稀释到爆炸下限值的 25%以下。除此而外,其他相对封闭、缺乏强制或自然通风条件、空间狭小的场所和部位属于局部通风不良。

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。

按日本《一般高压气体安全规则》中 LPG 安全规则, 关于“可燃性气体及有毒气体的泄漏检测报警器的布置”, 室内布置的容易泄漏的高压气体设备, 容易滞留可燃气体的场所, 在这些设备群的周围以 10m 间距设一个探测器的比例计算设置探测器的数量。在室外布置的容易泄漏的高压气体设备在邻近高压设备, 墙壁及其他构筑物, 在坑槽等易于滞留气体的场所, 在这设备群的周围以 20m 间距设一个探测器的比例计算设置探测器的数量。上述容易泄漏的高压气体设备一般指压缩机、泵、反应器、储罐等。分析日本的规定可折算为: 探测器的有效覆盖水平平面半径, 在室内为 5m, 在室外为 10m。

据资料报导: 试验表明: 在泄放量为 5L/min~10L/min, 连续释放 5min, 探测器与泄放点间的最灵敏区范围为 10m 以内, 有效检测距离是 20m。

按现行国家标准《作业场所环境气体检测报警仪通用技术要求》GB 12358 标准的要求, 可燃气体和有害气体泄漏 30s~60s 即应响应报警。

BP 和壳牌的探测器布点是以爆炸气云检测为导向的, 没有直接提探测器和泄漏点距离应该是多少, 实际上只是依据爆炸理论, 给出了可能造成破坏性事故所需可燃气体气云的目标直径。BP 公司的规定(GP 30-85—2009)是以气云检测为导向的。文中第 7.2.2 条中提到在封闭的空间中将探测器设置到合适的高度以 5m 为间距设置探测器, 因为直径小于 5m 的云团即使燃烧也不至于产生爆炸超压所需的速度, 所以直径 5m 的云团是目标云团。文中第 7.2.5 条中提到开放式空间则探测器布点间距是 10m(边界处有探测器布点时除外), 直径 10m 的云团是目标云团(开放式

空间中设备的密集程度要小于 0.3),如果设备的密集程度大于 0.3,那么开放式空间这个布点间距还是需要按照 5m 来布设探测器的。第 11.3 节是专门讲探测器如何布局的,包括探测器布置的设计高度等。有毒气体探测器的布置主要用于职工健康防护,以 TWA 为报警阈值一般布置在巡查、检修及逃生路线上。Shell 公司的规定(DFP 32.30.20.11—2011)也是以气云检测为导向的。文中第 6.2.2 条给的云团直径分别为 5m、7m、10m,指的是目标气云(边缘浓度为 100%LEL)的气团的直径。其中,5m 是封闭或设备密集场所,10m 是开放式空间,7m 为半敞开空间和设备管路比较密集的场所。毒性气体云团直径取 8m。

实际上,气体泄漏的场景是很复杂的,泄漏介质特性、环境条件、探测器型式和布点、探测器的可靠性等因素对探测器是否能及时探测到泄漏现象都有影响。气体探测器是一种被动的探测仪器,只有气云飘到时才有可能被动地探测到。做探测器布点分析时,判断扩散气云可能存在的位置,对确定探测器类型和布点的位置很重要。

封闭或半敞开厂房内有一层或二层,如果可燃气体或有毒气体压缩机布置在厂房的第二层,为安全起见,尽快检测出泄漏的可燃气体或有毒气体,在二层需按本条规定设置探测器。在一层无释放源的情况下,比空气重的可燃气体或有毒气体的沉积,所以在一层按本标准的第 4.4.4 条的规定设置探测器。有释放源的情况下,仍按本条设置探测器。

对于常温下气体密度大于空气的介质,结合周围环境特点,常将探测器安装在低于泄漏点的下方平面上;对于常温下气体密度小于空气的介质,常将探测器安装在高于于泄漏点的上方平面上。对于容易积聚有毒气体的场所需特别注意探测器监测点的设定。由于介质温度以及泄漏点环境的差异,处理那些常温下与空气的密度比在 0.8~1.2 范围内的气体介质泄漏时,要注意泄漏的气体可以向泄漏点周围的各个方向扩散,探测器布点设计时,需根据泄

漏源周边的环境和泄漏介质的扩散特点做具体分析。

4.2.3 本条规定是检测比空气轻的可燃气体与有毒气体。当释放源处于露天或敞开式厂房的设备区内,且通风良好,根据现场调查,引进装置均不设探测器,主要原因是泄漏的气体不会形成直径大于10m(100%LEL)的云团,当可以形成大云团时,工艺参数常常已出现异常,并发出报警提醒操作员处理。当释放源处于封闭或半敞开厂房内,通风不如露天或敞开式厂房,且在最高点死角易于积聚可燃气体,为安全起见,尽快检测泄漏出的可燃气体,故规定在释放源上方0.5m~2m处(见本标准第6.1.2条)设探测器。工厂生产厂房类别很多,如生产加工车间、压缩机厂房等。现行国家标准《石油化工生产建筑设计规范》SH/T 3017—2013中第5.2.12条中对介质为可燃气体和有毒气体的压缩机封闭式厂房或其操作平台以上为封闭的压缩机厂房,要求在建筑物顶应设置通风屋脊、风帽或采取其他排风措施,以避免可燃气体和有毒气体的累积。工厂生产厂房类别很多,车间内排风设施失效或不能及时排风时,安全风险依然存在。在最高点易于积聚处设探测器主要目的是因为泄漏出可燃气体与有毒气体经扩散后易滞留此处,经一定时间积聚后易达到报警设定值,在此设探测器可尽快检测泄漏出的可燃或有毒气体。一般来说, H_2 、 CH_4 、 NH_3 等介质的探测器可以安装在离房内最高处30cm以内。

对于有氢气泄漏的场所,探测器需安装在泄漏点上方平面。

在厂房的最高点安装探测器,可能涉及三级或特级高处作业,为方便日常校准和检定工作,设计中需要考虑相应的检维修平台和登高通道。

4.3 储运设施

4.3.1 液化烃、甲_B、乙_A类液体等产生可燃或有毒气体的液体储罐常以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的安装高度时,隔堤分隔的区域内需设探测器。

4.3.4 灌装口与检测点距离小于 5m 时,在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烃,规定沿库的四周布置探测器。当周边长度之和不长(如小于 60m),可每间隔 15m 设一台探测器。当四周边长之和小于 15m 的,至少设一台探测器。

当储瓶库系封闭或半敞开厂房时应按本标准第 4.2.1 条规定,使探测器有效的覆盖全部厂房面积。

4.4 其他有可燃气体的扩散与积聚场所

4.4.1 本条规定是为防止可燃气体进入明火加热炉区,引起火灾和爆炸。探测器设置的位置是沿用现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 的规定。

与明火加热炉相关的燃料系统属加热炉附件。本标准所指的可燃气体释放源指非明火加热炉的可燃气体释放源。

实际上,在各生产装置和单元中,相对于明火加热炉而言,周边可能存在的可燃气体释放源的种类和位置是不同的。对于不同的可燃气体释放源,所选用的可燃气体探测器类别也可能会有差异。无论明火加热炉周边的可燃气体释放源之间的相对位置如何,以及各可燃气体释放源与明火加热炉的相对位置如何,明火加热炉周边可燃气体探测器的选型和布置,对于每个可燃气体释放源而言,均应符合每个可燃气体释放源距加热炉炉边的水平距离 5m~10m 处应设探测器的技术要求。明火加热炉周边设置的可燃气体探测器可以同时覆盖明火加热炉周边的数个同类潜在的可燃气体释放源。

4.4.2 本条规定在爆炸危险区域 2 区范围内,使用防爆型或非防爆型在线分析仪表时,其仪表间均应设置探测器。既可检测采样管道系统泄漏出的可燃气体,又可检测 2 区可燃气体,防止其进入仪表间。

按现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 的规定,“布置在爆炸危险区的在线分析仪表间内设备为非防爆型时,在线分析仪表间应正压通风”。为安全起见,本条规定,即使设了正压通风,也应有“第二道防线”的探测器“把门”。

检测比空气轻的可燃气体,因气体比重轻于空气,易于聚积在仪表间顶部死角,所以探测器应设在顶部易于积聚处。

现场在线分析仪表间属于受限空间,需设氧气探测器。

4.4.3 石油化工企业内,建筑物所处的周边环境比较复杂,工厂发生泄漏事故时,在建筑物内各房间工作的工作人员不易察觉,故当建筑物设置集中空调时,需根据具体情况,在空调引风口处设置可燃气体和有毒气体探测器,并需将报警信号送空调引风管道上设置的自动切断隔离系统。

装置内控制室、机柜间、变配电所等电缆沟槽进入建筑物房间的开洞处,通常设置有密闭密封设施,可不设气体探测器。一般控制室、变配电所距工艺设备区或储罐 15m(或 22.5m)并高出地坪 0.6m 是属 2 区范围以外。地坪高度小于 0.6m,距工艺设备区或储罐 15m~30m 距离是属附加 2 区的范围;在此范围内的控制室,当门窗朝向设备组或储运设施,则认为可燃气体或有毒气体可能进入。因此,装置发生泄漏时,可燃气体或有毒气体可能进入室内的机柜间、控制室和变配电所都宜设探测器。

控制室、机柜间的空调新风引风口等可燃气体和有毒气体有可能进入建筑物的地方,由于风机的作用,有害气体易通过风机进到室内,危及操作人员身体健康和设备安全,故应设置探测器。

4.4.4 装置发生泄漏时,比空气重的可燃气体和(或)有毒气体,可能积聚在通风不良的工艺阀井、地坑及排污沟等场所,危及生产操作安全和环境安全。对大多数的可燃气体而言,当气体浓度达到 1%LEL 时,气体是有毒的。为了给操作人员提出安全警示,有必要在需要关注的工艺阀井、地坑及排污沟等场所设置探测器。

工艺阀井、地坑及排污沟等场所泵吸式气体采样系统配置,举

例如下见图 1:

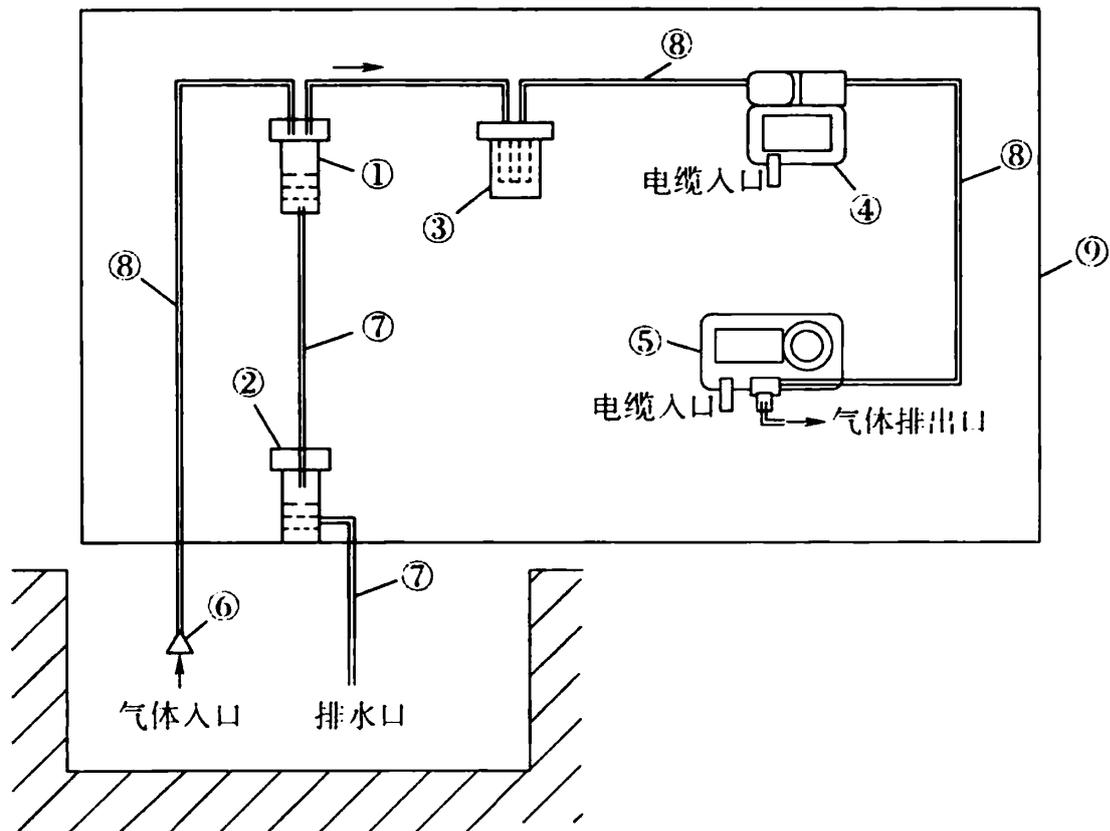


图 1 工艺阀井、地坑及排污沟等场所泵吸式气体采样系统配置示意图
①—水气分离除水器；②—蓄水/排水器；③—过滤器；④—电动采样泵；⑤—气体探测器；⑥—吸气口采用浮动型式；⑦—排水管；⑧—气体采样管(TUBE)；
⑨—安装板和支架

5 可燃气体和有毒气体检测报警系统设计

5.1 一般规定

5.1.1 石油化工企业可燃气体和有毒气体的检测信号,除了个别特殊的联动要求以外,主要用于报警。

5.1.2 本条是依据现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116—2013 第 8.1.3 条和第 8.1.4 条的规定提出的:第 8.1.3 条内容,“石化行业涉及过程控制的可燃气体探测器,可按现行国家标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB 50493 的有关规定设置,但其报警信号应接入消防控制室”。第 8.1.4 条内容,“可燃气体报警控制器的报警信息和故障信息应在消防控制室图形显示装置或起集中控制功能的火灾报警控制器上显示,但该类信息与火灾报警信息的显示应有区别”。

不介入消防联动的可燃气体和有毒气体检测报警信号,可由可燃气体和有毒气体检测报警控制单元直接送至消防控制室,该可燃气体和有毒气体检测报警控制单元可不通过消防检测。

5.1.3 实际工作中,常规的可燃气体和有毒气体检测报警系统没有安全仪表功能要求。当可燃气体和有毒气体检测报警系统作为独立的保护层时,通常要考虑系统的可靠性,系统可采用高质量电子产品,或采取必要的冗余设计,以满足较高的可靠性要求。

装置 SIS 系统中,各回路的安全可靠性等级是基于风险分析的结果和装置 SIL 分级而确定的,因此,可燃气体和有毒气体检测报警系统与 SIS 系统的设计要求是不同的。另外,在生产过程中可燃气体和有毒气体检测报警信号介入 SIS 系统的场所较少,为了便于管理,本标准提出了可燃气体或有毒气体检测信号作为安全仪表系统的输入时,探测器宜独立设置的要求。

5.2 探测器选用

5.2.1 工程上,探测器常用的输出信号是 4mA~20mA 的 DC 信号、数字信号、触点信号。

5.2.2 对泄漏介质的检测,可以依据介质的化学特性、温度特性、物理特性等特性选择检测元件的检测原理。当前,介质的化学特性,如浓度,是常用的受检参数。

探测器的选用与检测仪表产品的性能、被测气体的理化性质、环境条件及干扰气体介质或元素对检测元件的毒害程度等密切相关,常见的探测器的性能见本标准附录 D。

常用的可燃气体和有毒气体探测器分为多种类型:以布置方式分为点式(扩散型与吸入型)、线式(开路式)和面式(红外成像式)。以安装方式分为固定式、移动式和便携式。以检测原理分为催化燃烧型、热传导型、红外光型、半导体型、电化学型、光致电离型、激光型、噪声型等。

实际生产过程中,常用的可燃气体和有毒气体探测器多为固定的点式催化燃烧型探测器、热传导型探测器、红外气体探测器、半导体型探测器、电化学型探测器、光致电离型探测器等,故本规定中有关可燃气体和有毒气体探测器的选用要求也是针对上述常用固定的点式气体探测器。对于其他特殊形式的气体探测器,如高分子气体传感器和线型红外气体探测器等,其选型及适用范围,需按产品技术文件要求设计。

可燃气体及有毒气体探测器是常用的安全检测仪表,为了保证现场检测数据的可靠性,设计选型时,应根据现场的环境条件提出对产品的技术性能要求。探测器的选用,应考虑使用环境温度以及被检测的气体同安装环境中可能存在的其他气体的交叉影响,并结合现场环境特征,考虑探测器的防水、防腐、防潮、防尘、防爆和抗防电磁干扰等要求。

有毒气体的浓度范围一般为 ppm 级。检测环境条件对仪表

的工作性能的影响尤为严重。有毒气体探测器的选用需综合考虑气体的物性、腐蚀性和探测器的适应性、稳定性、可靠性、检测精度、环境特性及使用寿命等,并根据探测器安装场所中的各种气体成分的交叉反应的情况和制造厂提供的仪表抗交叉影响的性能,选择合适的探测器。

使用电化学型探测器时,由于温度过高过低都会引起电解质的物理变化,需注意使用温度不超过制造厂规定的使用环境温度。当环境温度不适合时,需采取措施或改用其他型式的探测器。

常用的有毒气体探测器使用寿命如下:

电化学式:1年~3年;

半导体式:3年~4年;

光致电离型:1年~3年;

红外线式:不小于2年。

对同一种原理的探测器,制造厂对检测不同的有毒气体采取了不同的样品处理措施,用以消除气体测量中的交叉反应,因此,在采购有毒气体探测器时需注明要检测的气体及安装环境中存在的其他气体。

零漂是探测器的一种常见现象,现行国家标准《可燃气体检测报警器》JJG 693—2011规定了可燃气体探测器的零漂不得大于 $\pm 5\%FS$;现行国家标准《硫化氢气体检测仪检定规程》JJG 695—2003规定了 H_2S 探测器的零漂不得大于 $\pm 5\%$;现行国家标准《氨气检测仪检定规程》JJG 1105—2015规定了 NH_3 探测器的零漂不得大于 $\pm 3\%$ 。气体探测器在初次使用前应进行首次检定,首检时需要检查3个示值点,为了保证探测器的性能,对于 $4mA\sim 20mA$ 探测器,制造厂在出厂时应按检定规程要求的标定方法,至少标定满量程的3点示值。

5.2.3 本条对常用气体探测器的选用的规定如下:

1 可燃气体的检测常用催化燃烧方式的探测器,若探测器安装场所的大气中含有对可燃气体探测器有影响的有害组分时,常

选用普通型或抗毒性探测器。

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探测器元件中毒。含有毒性物质,会降低探测器的使用寿命;毒性物质含量过高、会使探测器无法工作。

毒性物质的含量与检测元件的使用寿命(直至无法使用)之间无严格的定量数据。

抗毒性检测元件主要是抗硫化物和硅化物对检测元件的毒害。

一般检测可燃气体的催化燃烧方式的探测器对氢气有引爆性,对氢气的检测常选用专用的催化燃烧型氢气探测器或采用热传导型探测器或电化学型探测器。

通常,硫化氢、氯气、氨气、丙烯腈气体、一氧化碳气体常选用电化学型或半导体型探测器;氯乙烯气体二硫化碳气体常选用电化学型或光致电离型探测器;氰化氢气体常选用电化学型探测器;苯气体宜选用光致电离型探测器;碳酰氯(光气)常选用电化学型或红外气体探测器;

根据现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的规定,探测器的防爆类别、组别必须符合现场爆炸性气体混合物的类别、级别、组别的要求。爆炸危险区域的划分应按释放源级别和通风条件确定,分为三个区域,即 0 区、1 区、2 区。

爆炸性气体混合物按其最大试验安全间隙和最小点燃电流比分级(I、II A、II B、II C),按其引燃温度分组(T1、T2、T3、T4、T5、T6)。

选用的探测器的级别和组别不应低于安装环境中的爆炸性气体混合物的级别和组别。

6 在气候环境或生产环境特殊,需监测的区域开阔的场所,宜选择线型可燃气体及有毒气体探测器。

在特别气候环境或生产环境,如雾、雨、雪、太阳直射或反射、高速气流、湿度、腐蚀性气体、烟雾、振动、机械震荡、高(低)温环

境,当需监测的区域是开阔的场所,如生产装置周边、装置通道、装置罐区、大型仓库、装卸区、管廊,宜选择线型可燃气体及有毒气体探测器。线型激光探测器可用于检测烃类可燃气体、甲烷(CH_4)、乙烯(C_2H_4)、氨(NH_3)、二氧化碳(CO_2)、硫化氢(H_2S)、氯化氢(HCL)、氟化氢(HF)等气体。

8 当高压生产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,可以选用噪声型气体探测器,此时,需同时在泄漏源周边设置点式可燃气体及有毒气体探测器,如高压加氢设备法兰周边。

9 检(维)修作业、受限空间作业、动火作业等需要临时检测可燃气体、有毒气体的场所,应配备移动式气体检测报警器。

5.2.4 根据安装现场的环境条件及该点检测对生产和人体的危害程度选用不同的采样方式。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,但覆盖面较小,除本条所规定情况采用吸入式探测器外,大量使用的应该是自然扩散式探测器。

受介质特性的限制,介质常指挥发较差的介质,如蒸气类,扩散效果较差,不便使用扩散式探测器,常采用吸入式探测器或投入式。

当探测器配备采样系统时,采样系统中的采样管,每增加1m,滞后时间不大于3s。生产中,为了确保检测响应迅速,采样管不宜过长,采样系统的滞后时间通常不大于30s。

5.3 现场报警器选用

5.3.1 可燃气体和有毒气体检测报警系统需按照各可燃气体和有毒气体检测报警系统的警戒范围将装置和单元进行分区,各报警分区宜设置现场区域报警器,现场报警器由探测器的第二级报警信号启动,区域报警器需采用声音和(或)旋光报警,区域报警器的数量应使在该报警区域内任何地点的现场人员都能发觉报警信

号。当报警分区内的探测器数量小于 10 个,现场噪声低于 85dBA 且现场探测器带有一体化的声、光警报器时,不需设区域警报器;当现场噪声高于 85dBA 时,现场需设区域警报器。

实际生产中,现场布置的可燃气体和有毒气体检测报警器采用一级报警设定值时,常常发生报警,故在确保生产安全的前提下,本标准中提出区域警报器的报警启动采用第二级报警设定值。

5.3.2 依据业主的管理要求,设计中,可燃气体和有毒气体报警的报警光颜色可以有区别。

通常,声光警报器的光警报器部分宜采用脉冲告警方式,脉冲闪烁频率宜 60 次/min~120 次/min,室外使用的光警报器有效发光强度一般大于或等于 300cd,厂房内使用的光警报器有效发光强度一般大于或等于 150cd;光警报器的报警颜色一般为:火灾报警为红色、气体报警为蓝色、事故报警为黄色。

5.3.3 由于生产装置内,工艺设备布置位置和环境条件的不确定性,为了确保生产人员及时发现现场出现的泄漏报警,故提出本要求。

现场报警器的报警声级宜为 75dBA~105dBA,且应高于背景声压 15dBA。高于背景声压 15dBA 值可根据经验或实验适当调整。

实际生产中,为了尽早准确地发现可燃气体和有毒气体的泄漏点,当探测器带有一体化的声、光报警器时,本标准中提出该报警器的报警启动采用一级报警设定值。

本标准提出的警报器设置要求是基本的警报器设置要求。随着安全工程科学技术的发展,可燃气体和有毒气体的现场探测器检测到泄漏发出报警信号的途径较多,如现场声光警报、各类控制室报警、无线远传报警等。在现场噪声高,声光警示效果差的装置区内,可以按合同要求进一步增加适宜的报警措施。

实际生产中,可燃气体、有毒气体检测报警系统在按照生产设施及储运设施的装置或单元进行报警分区后,各报警分区分别设

置了现场区域警报器。现场区域警报器有声、光报警功能。该区域内任何地点的现场人员一般都能感知到可燃气体、有毒气体检测报警系统的报警。

现场所设的有毒气体检测器自带一体化的声、光警报器,主要是通知在场工作人员及时处置,以保护职工的健康。

目前,生产现场设备众多,常常出现小的泄漏现象。这些小的泄漏在职工巡检过程中就能及时发现和处置。可燃气体检测器配备的声、光警报器常常由探测器的一级报警驱动,小的泄漏现象继续持续时,可燃气体检测器就会发出一级报警,提醒车间生产操作人员注意处置。当小的泄漏现象继续演变扩大时,可燃气体检测器就会发出二级报警,提醒现场和车间生产操作人员注意并及时处置,避免泄漏事故演变成能导致破坏性后果的蒸气云。同时,石油化工企业中,可燃气体检测器安装数量众多,随着工厂管理水平的提高,大多数设备的泄漏问题在演变成能导致破坏性后果的大泄漏之前,都能得到及时处置。为了减少现场可燃气体检测器的报警数量,减少现场安全仪表发送的报警信息量,在各报警分区分别设置了现场区域警报器后,现场所设的可燃气体检测器通常不需具备一体化的声、光警报器。

若存在现场局部区域的巡检人员,不能及时觉察到该区域的现场警报器发出的声、光报警时,则该局部区域内现场所设的可燃气体检测器应自带一体化的声、光警报器。

5.4 报警控制单元选用

5.4.1 在可燃气体和有毒气体检测报警系统的工程设计中,需根据装置的规模、业主的安全管理要求、生产装置的检测点数量和检测报警系统的技术要求,综合考虑气体报警控制单元的设计方案。

可燃气体和有毒气体检测报警系统与生产过程控制系统不能合并设计,是为了保证装置生产过程控制系统出现故障或停用时,可燃气体及有毒气体检测报警系统仍能保持正常工作状态。

报警控制单元具有的基本功能与设计配置的系统有关。报警控制单元的有关性能指标是根据现行国家标准《可燃气体报警控制器》GB 16808—2008 并结合目前国内外气体检测报警仪表的发展情况制定的。

5.4.2 实际生产中,由于现场可燃气体和有毒气体检测器常常发生误报警,而控制室是装置内各种生产工艺报警点集中的场所,故在确保生产安全的前提下,本标准中提出室内警报器的报警启动采用第二级报警设定值。

5.4.3 本条是根据现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116—2013 的第 8.1.2 条和第 8.1.6 条的规定而制定的,可燃气体探测器不能直接接入火灾报警控制系统的检测回路,可燃气体报警信号应由报警控制单元输出或通信至火灾报警控制系统。现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116—2013 的第 8.1.2 条内容,“可燃气体探测报警系统应独立组成,可燃气体探测器不应接入火灾报警控制系统的检测回路;当可燃气体的报警信号需接入火灾自动报警系统时,应由可燃气体报警控制器接入”。现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116—2013 的第 8.1.6 条的内容,“可燃气体探测报警系统保护区域内有联动和警报要求时,应由可燃气体报警控制器或消防联动控制器联动实现”。

为了加强消防产品的质量管理,国家对消防产品实行了严格的管理。当可燃气体检测信号参与消防联动控制时,检测信号要求通过专用的可燃气体报警控制器送至消防控制器。专用的可燃气体报警控制器指符合现行国家标准《可燃气体报警控制器》GB 16808—2008 的质量要求,并取得消防产品型式检验报告的可燃气体报警控制器。

5.5 测量范围及报警值设定

5.5.1 有关测量范围是根据现行国家标准《作业场所环境气体检

测报警仪 通用技术要求》GB 12358—2006,并参照国内可燃气体及有毒气体生产厂商提供的检测器产品的性能参数指标而制定的。

对于某些有毒气体,如丙烯腈蒸气,受仪表制造技术条件所限,难以在满足现行国家职业卫生标准《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》要求的浓度限值的条件下进行测量,为尽量做到保护现场工作人员的安全,本规范规定:当现有探测器的测量范围不能满足测量要求时,有毒气体的测量范围可为 $0\sim 30\%IDLH$ 。

本规定中测量范围的确定,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而确定的。

2 氧气的设定值为体积百分比,单位简写:%VOL。

3 线型可燃气体设定值为爆炸下限值与线型探测器两检测点之间距离之积,单位简写:LEL·m。

5.5.2 为了保证现场操作人员的安全,结合国内安全管理水平的提高,按照国际上各石油化工企业的惯例,工程设计过程中,可燃气体和有毒气体泄漏报警设定值可严于本条款的要求,各级报警点浓度值的设定宜低于标准中规定的设定值。

在实际工程项目设计中,项目地的地理海拔高度对大气环境中可燃气体泄漏和氧气的报警阈值浓度的设定是有影响的。本标准所用的数据适用于低海拔地区(海拔低于500m)。

一级、二级报警设定值是根据国内外多年的使用经验规定的。对于可燃气体,国外工程公司常将一级报警值设定为 $10\%LEL\sim 25\%LEL$,将二级报警值设定为 $25\%LEL\sim 50\%LEL$ 。BP公司将一级、二级报警值设定分别设为 $10\%LEL$ 和 $25\%LEL$ 。在国内工程建设项目中,实际选取的报警值可以根据用户合同要求而做调整。

我国《中华人民共和国职业病防治法》《尘肺病防治条例》(国发[1987]第105号)、《工作场所职业卫生监督管理规定》(安监总

局令〔2012〕第 47 号)等法规规定,对工作场所有害的职业暴露检测做出了规定要求,现行国家职业卫生标准《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分:化学有害因素》规定了各类危害因素的职业接触限值。

有毒气体的职业接触限值 OEL 有三种。当该介质有 MAC 值时,职业接触限值浓度首用 MAC 值;如果该介质没有 MAC 值,职业接触限值浓度可采用该介质在操作条件下的确认的 PC-STEL 值或 PC-TWA 值;如果该介质没有 OEL 值,则可采用该介质的 10%IDLH 值。

对于有毒气体,我国以 ACGIH(美国政府工业卫生学家会议)提出的暴露限值数值作为工作场所的卫生管理依据。ACGIH 在 2014 年 5 月对超标限度值(Excursion Limit)做了修订,并于 2015 年 2 月提出了峰值暴露(Peak Exposure)的概念,要求:劳动者瞬时暴露超过 3 倍的 TWA,每次少于 15min,每次间隔 1h,每班不超过 4 次。任何情况下,劳动者的暴露浓度不得超过 5 倍的 TWA,且在 8h 工作时间内,劳动者的暴露浓度不得超过 8hTWA。在我国,现行国家标准《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 中采用的是 TWA 值和超限倍数,对未制定 PC-STEL 的化学物质和粉尘,采用超限倍数控制其短时间接触水平的过高波动。在符合 PC-TWA 的前提下,粉尘的超限倍数是 PC-TWA 的 2 倍。化学物质的超限倍数与 TWA 值有关:当 TWA 小于 $1\text{mg}/\text{m}^3$,超限倍数为 3;当 TWA 小于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 时,超限倍数为 2;当 TWA 小于 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 时,超限倍数为 2.5;当 TWA 大于 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 时,超限倍数为 1.5。

毒性大、刺激性大、易引发急性中毒的介质,卫生标准里只有 MAC,对于其他的毒物,卫生标准里给出了 PC-TWA 和 PC-STEL 值。

对于某些有毒气体而言,如丙烯腈蒸气,受仪表制造技术条件所限,难以在满足现行国家职业卫生标准《工作场所有害因素职业

接触限值 第 1 部分:化学有害因素》要求的浓度限值的条件下进行测量,为尽量做到保护现场工作人员的安全,本规范规定:当现有探测器的测量范围不能满足测量要求时,有毒气体的报警(高高限)设定值不得超过 10%IDLH 值。

在工程设计过程中,各类探测器的报警值的设置应考虑探测器的特点和校核气的设定,用非现场气体来做校核气时,需依据泄漏气体组成和环境特点,考虑适宜的安全裕量。对于检测混合气体的探测器,需采用探测器测量时最不灵敏的气体作为探测器的基准气。

对于可燃气体多种气体组分存在的场所或不同工况条件下泄漏气体的组成差异大的场合,需以探测器最不灵敏的组分介质作探测器的校核介质组分。否则,需按泄漏介质的组分分别设置相应的探测器。

对于泄漏气体中含多种有毒气体组分的混合气体或不同工况条件下泄漏气体的组成差异大时,需以介质毒性接触限值浓度最低的组分作探测器的校核介质组分。当各毒性气体组分的气体接触限值浓度都可能达到各组分的有毒气体浓度报警设定值时,为确保生产安全,需按各有毒组分分别设置有毒气体探测器。

氧气的过氧报警值和欠氧报警值的设定可只设一级报警。各企业依据生产安全和职业健康工作的需要,可以设定氧气的二级过氧报警值和二级欠氧报警值。

关于噪声探测,按照 ASTM E1002 标准的要求,噪声探测是以检测泄漏孔径为 4mm,泄漏流量为 0.1kg/sec,介质压力小于 10bar 的气体泄漏点为超声探测源的。实际上,超声探测效果受环境噪声的影响很大。在噪声探测工作中,按可听的噪声和不可听的超声值大小,一般将噪声分为三个区域,在每个区域,如表 1 所示,检测器的报警设定值以及检测器与噪声源的距离要求也是不同的:

表 1 噪声区域划分

项 目	单 位	高噪声区	低噪声区	很低噪声区
可听的噪声值	dB(A)	90~100	60~90	40~55
超声值	dB	<78	<68	<58
报警值	dB	84	74	64
探测器离声源距离	m	5	9	13

6 可燃气体和有毒气体检测报警系统安装设计

6.1 探测器安装

6.1.2 检测比空气重的可燃气体和(或)有毒气体时,推荐的探测器安装高度应高出地坪(或楼板面)0.3m~0.6m。过低易造成因雨水淋、溅对探测器的损害;过高则超出了比空气重的气体易于积聚的高度。

现行国家标准《危险化学品重大危险源 罐区现场安全监控装备设置规范》AQ 3036—2010 中第 7.3.2 条规定:“可燃气及有毒气体浓度报警器的安装高度,应按探测介质的比重以及周围状况等因素来确定。当被监测气体的比重小于空气的比重时,可燃气体监测探头的安装位置应高于泄漏源 0.5m 以上;被监测气体的比重大于空气的比重时,安装位置应在泄漏源下方,但距离地面不得小于 0.3m”。

检测比空气轻的可燃气体(如甲烷和煤气时),探测器高出释放源所在高度 1m~2m,且与释放源的水平距离适当减小至 5m 以内,可以尽快地检测到可燃气体。当检测指定部位的氢气泄漏时,探测器宜安装于释放源周围及上方 1m 的范围内,太远则由于氢气的迅速扩散上升,起不到检测效果。

检测与空气分子量接近且极易与空气混合的有毒气体(如一氧化碳和氰化氢)时,探测器应安装于距释放源上下 1m 的高度范围内;有毒气体比空气稍轻时,探测器安装于释放源上方,有毒气体比空气稍重时,探测器安装于释放源下方;探测器距释放源的水平距离不超过 1m 为宜。

为了监测生产区泄漏的可燃气体和有毒气体对周边环境安全

的影响,对沿生产区周边布置的可燃气体探测器和(或)有毒气体探测器的实际安装高度,需满足对泄漏的可燃气体和有毒气体云的监控要求。

为及时监测生产区泄漏的爆炸性可燃气体云,线型可燃气体探测器的安装高度距地坪一般为 1.5m~2.5m。

6.1.3 氧气探测器的吸入口安装高度距地坪或楼地板 1.5m~2.0m,主要是根据操作与维护人员的身高范围而定的。

6.1.4 线型可燃气体探测器的检测区域长度不宜大于 100m,主要是考虑工厂生产环境条件,为确保探测器在检测区域内的对准性要求而定的。

6.2 报警控制单元及现场区域报警器安装

6.2.3 报警器是安全仪表,现场区域报警器的安装高度一般需高于现场区域地面 2.2m 以上,在工作人员易看到和易听到的地方,以便及时消除隐患和维修人员进行日常维护。

报警器室外安装时需考虑防护等级,如防风雨、防晒。

6.2.4 报警器需远离对仪表工作有影响的强电磁场,如大功率电机、变压器。

附录 A 常见易燃气体、蒸气特性

表 A 中的数值来源以《化学易燃品参考资料》(北京消防研究所译自美国防火手册)为主,并与《压力容器中化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类标准》HG/T 20660—2017、《石油化工工艺计算图表》、《可燃气体检测报警器》JJG 693—2011、《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058—2014、《化工过程安全理论与应用》(第二版)进行了对照,仅调整了个别栏目的数值。

表 A 中气体密度($\text{kg}/\text{m}^3\text{N}$)是在 1 个标准大气压、 0°C 条件下的数据。

附录 B 常见有毒气体、蒸气特性

表 B 中的数值来源于《化验员实用手册》《石油化工工艺计算图表》《高毒物品作业职业病危害防护实用指南》及现行国家职业卫生标准《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分:化学有害因素》、《呼吸防护用品的选择、使用与维护》GB/T18664—2002。

表 B 中,气体密度是在 1 个标准大气压、20℃ 条件下的数据。

考虑到我国的法定单位为 mg/m^3 和 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ (及 ppm),量程及报警点换算中会有整有零。根据目前的仪表的芯片计算性能,由 mg/m^3 换算 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ (及 ppm)时,可进行四舍五入取整,方便确定量程,如:

换算四舍五入后 0~5ppm 内的,每 ppm 为一档,报警点精确到 0.1ppm;换算四舍五入后 5ppm~30ppm 内的,每 5ppm 为一档,报警点精确到 1ppm;换算四舍五入后 30ppm~100ppm 内的,每 10ppm 为一档,报警点精确到 1ppm;换算四舍五入后 100ppm~1000ppm 的,每 100ppm 为一档,报警点精确到 1ppm;换算四舍五入后 1000ppm~10000ppm 的,每 1000ppm 为一档,报警点精确到 10ppm。

如:苯气体的 STEL 值为 $10\text{mg}/\text{m}^3$,约等于 2.87ppm,300% STEL 为 8.61ppm,四舍五入后建议量程为 0~10ppm,报警点为 3ppm。

又如:硫化氢气体的 MAC 值为 $10\text{mg}/\text{m}^3$,约等于 6.59ppm,300%MAC 为 19.77ppm,四舍五入后建议量程为 0~20ppm,报警点为 7ppm。

附录 C 可燃气体和有毒气体 检测报警系统配置图

本图的目的是概念性地说明石化装置中本可燃气体和有毒气体检测报警系统与火灾检测报警系统及安全仪表系统的界面关系,所以内容简洁,不具体体现可燃气体检测报警系统内部各元件之间具体的信号变换及输送要求。

附录 D 常见气体探测器技术性能表

表 D 数值来源于欧洲标准《可燃气体或氧气检测与测量仪器的选用、安装、使用和维护指南》EN 60079-29-2—2007。