ICS 13.320

A 91

团体标准

T/CCSAS 0XX—202X

危险气体光谱视频测控预警技术规范

Technical Specifications for Hazardous Gas Spectral Video Monitoring and Early Warning

（征求意见稿）

中国化学品安全协会 发布

202X-XX-XX发布 20XX-XX-XX实施

目 次

[前 言 II](#_Toc66444021)

[1 范围 1](#_Toc66444022)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc66444023)

[3 术语和定义 1](#_Toc66444024)

[4 测控预警对象和内容 2](#_Toc66444025)

[5 技术要求 3](#_Toc66444026)

[6 性能指标 5](#_Toc66444027)

[7 应用安装 5](#_Toc66444028)

[8 验收 6](#_Toc66444029)

[9 运行维护 7](#_Toc66444030)

1. 前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本文件由中国化学品安全协会提出。

本文件由中国化学品安全协会归口。

本文件起草单位：南京智谱科技有限公司、辽宁石油化工大学、中国石化青岛安全工程研究院、中国石油安全环保技术研究院、中国石化工程建设有限公司、中国寰球工程有限公司、南京大学、清华大学。

本文件主要起草人：曹汛、曹江涛、肖安山、王嘉麟、林融、赵猛、李巨峰、李少鹏、陈林森、郎宪明、字崇德、朱亮、孙瑞莲、刘安琪、迟晓铭、陈红捷、王越、索津莉

危险气体光谱视频测控预警技术规范

# 范围

本文件规定了危险气体光谱视频测控预警技术要求，包括测控预警对象和内容、通用要求、主要构成和功能、性能指标，系统安装、验收、运行维护等。

本文件适用的监测对象包含但不限于，危险气体与液体（或其它状态）挥发产生的危险气体，如甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、乙烯、丙烯、丁烯、1,2-丁二烯、甲醇、乙醇、氨气、六氟化硫、苯等。主要面向危险气体泄漏的快速感知与测控、可能发生火灾爆炸事故前的预警、事故中的应急监控、事故现场影像回放溯源和事故调查分析等。其他危险介质泄漏测控预警可参照执行。

注：在不引起混淆的情况下，本文件中的“危险气体光谱视频测控预警技术”简称为“测控预警技术”。

# 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 2423 电子电工产品基本环境试验规程

GB/T2423.18 电工电子产品环境试验 第2部分：试验 试验Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）

GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB 3836.2 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的电气设备

GB 3836.3 爆炸性环境 第3部分：由增安型“e”保护的设备

GB 3836.4 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的设备

GB/T 3836.15 爆炸性环境 第15部分：电气装置的设计、选型和安装

GB 12476.1 可燃性粉尘环境用电气设备 第1部分：通用要求

GB 12476.5 可燃性粉尘环境用电气设备 第5部分：外壳保护型“tD”

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 20279 信息安全技术，网络和终端设备隔离部件安全技术要求

GB 30871 化学品生产单位特殊作业安全规范

AQ 3035 危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范

GB/T 17626.5 电磁兼容 的规定试验和测量技术 浪涌(冲击)

# 术语和定义

## 光谱视频 spectral video

指时域上连续采集得到的光谱影像序列，帧率不低于24帧/秒。

## 危险气体 hazardous gas

指具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质，对人体、设施、环境具有危害的气体。

## 实时报警 real time alarm

指当泄漏发生时，可即时感知到泄漏信息，无明显延时。

## 在线 online

指设备处于网络连接状态下，可主动发送信号至远端，也可被动提供数据信息给远端。

## 单位路径积分浓度 unit path integration concentration

气团单位长度路径上的浓度积分值，单位为ppm·m。

## 扩散走向 diffusion trend

又称为扩散趋势，指泄漏气体在空气中的飘散方向。

## 测控预警 monitoring and early warning

对泄漏危险气体的感知与监测监控，以及对火灾爆炸事故发生前的预警。

## 最小可检出气团直径 minimum detectable gas mass diameter

最小可检出气团直径一般指最小可检出气团区域的最大内切圆直径。最小可检出气团区域指，在光谱视频画面中浓度高于测控系统最小浓度检出限的连续像素区域。

# 测控预警对象和内容

## 测控预警对象

### 石油和化工行业中生产（含开采）、使用、储存、运输、销售、处置等环节中存在危险气体泄

### 漏风险的生产装置（含油气田开采）、罐区、长输管道、仓储及受限空间等场景。

4.1.2 设备检修作业中存在危险气体泄漏风险的动火、进入受限空间、动土、断路等特殊作业过程。

## 测控预警内容

根据测控预警对象的危害及有害因素分析评估，对所涉及危险介质进行测控预警。测控预警内容主要应包括：危险气体泄漏、液态（或其它状态）泄漏挥发产生的危险气体。针对测控预警功能应包括：泄漏的快速感知与测控、可能发生火灾爆炸事故前的预警、事故中的应急监控、事故现场影像回放溯源和事故调查分析等。

# 技术要求

## 基本要求

光谱视频测控预警技术通过对场景的不间断光谱视频采集与处理，结合智能分析算法，应实现

泄漏发生时的自动报警、泄漏点位置溯源、气体浓度分布与扩散走向识别等功能。

测控预警技术应由光谱摄像技术、智能分析技术与在线通信技术模块构成，参见图1。



图1 危险气体光谱视频测控预警技术的主要构成部分

光谱摄像技术应包含光谱视频数据的采集、存储、传输和预处理技术。

智能分析技术主要功能应包括利用算法模型从光谱视频数据中分析出气体有无、气体浓度分布、

气体扩散走向等信息。

在线通信技术功能应包括：

a）测控预警系统内部数据传输；

b）将算法分析后的预警信息实时上报给后端系统和有关人员。

## 技术功能

应实现光谱视频数据实时采集，光谱范围宜覆盖紫外波段、可见光波段、红外波段两种及以上。

应实现光谱波段的可视化显示，应实时展示监测场景光谱视频画面。

系统应至少提供可见光（便于人员场景甄别）、算法分析画面、泄漏气体特征光谱画面（用于

报警后人员复查）三种视频源输出。一旦泄漏发生，算法分析画面应对气体区域进行标记强调，可采用不同颜色或亮度区分不同浓度。

应实现自动化报警和联动。自动化报警内容应包括气体泄漏报警、系统工作状态异常报警，报

警形式可包括声光报警、在线上报等，系统应配置报警联动的软件接口和硬件接口。

气体泄漏报警功能应包含泄漏有无自动判断、自动报警，报警灵敏度可设置。

气体泄漏报警应包含泄漏点位置溯源分析功能，宜在视频画面中对气体区域显著标记、动态呈

现气体空间浓度分布与扩散走向。

系统必须自动保存报警记录，提供历史报警数据查询功能。记录中应包括时间戳、报警类型、

设备编号、报警内容等信息。

对于气体泄漏报警，应存储报警时刻对应的光谱视频片段。对于系统工作状态异常报警，应记

录下异常设备编号与异常码。

系统应具备参数配置功能，配置项包括但不限于采集参数、算法配置参数、报警参数等，配置

参数应掉电不丢失。

系统应在线联网，应配备串口、USB、4G/5G等一种或多种标准网络或传输接口，支持局域网、

广域网、物联网接入，应支持TCP/IP、Websocket、MQTT协议。

系统应具备接入后端综合监控管理平台能力，可将报警信号及时通过网络发送至后端平台，包

括园区、企业监控室，或者其它远程监控平台、移动端APP应用、紧急停车系统等。

系统应支持自动或手动校准和复位功能。

系统应实现对场景的不间断监测功能。

系统必须配套操作软件，实现光谱视频预览、记录查询和系统参数配置等功能。

系统对外数据接口格式应能够与数字安防视频监控系统兼容，支持实时流传输协议（RTSP）、

开放式网络视频接口规范（ONVIF）、实时消息传输协议（RTMP）一种或多种协议，可接入到安防系统中实现传输、预览、存储、报警功能的兼容。

系统可支持定点监测、云台预置位监测、云台巡航监测模式，支持车载、机载、手持移动监测

几种应用方式。

## 工作环境

室外架设设备应能在如下环境正常运行：

a）环境温度：-10~40℃；

b）环境空气最大相对湿度不大于95％(+25℃)；

c）大气压：正常使用，海拔高度不超过1000m；

d）供电电压：180~260VAC（交流），12~24V（直流）。

注：低温、低压等特殊环境条件下，仪器设备的配置应满足当地环境条件的使用要求。

机房部署设备应能在如下环境正常运行：

a）供电电源：AC 220V±22V，50Hz±1Hz；

b）环境温度：10~35℃；

c）环境空气相对湿度：35％~80%(+25℃)；

d）大气压：86kPa~106kPa。

## 现场安全

应根据部署现场的安全要求，具备相对应的设备防爆等级认证。

设备电源接线端子之间、外壳与接线端子之间的绝缘电阻不应小于20MΩ。

设备应有漏电保护装置，具备良好的接地保护措施，防止雷击等对系统造成损坏。

根据使用现场要求，设备应具备相对应的防浪涌要求，符合GB/T 17626.5-2008 的规定。

根据现场要求，设备应符合GB/T2423.18—2000的规定。

# 性能指标

## 光谱视频帧率应不低于24帧/秒，以满足视频级监控的要求。

## 光谱视频空间分辨率应不低于320×240像素，以保证对气体轮廓和场景区域细节的有效甄别。

## 识别危险气体泄漏后，将报警信号及时通过网络上报，报警响应时间小于5秒。

## 对于气体泄漏报警，应存储至少10秒时长的光谱视频片段，且视频片段应至少包括报警触发前3秒的内容。

## 气体分析功能至少支持1种及以上目标气体识别分析，应实现下述功能：

1. 泄漏有无的自动化判断；

b) 监测画面中对气体泄漏点的自动化定位和标记；

c) 气体泄漏量大小的自动化评估，泄漏气体的空间浓度和扩散趋势的自动化分析；

d) 场景中的行人、车辆、光照等影响气体识别的典型干扰因素有效排除。

## 最小气团浓度检出限应设定为（25℃的标准实验场景下测定）。

## 应根据监测目标物的距离、可能泄漏的气体种类与浓度信息，计算得出满足安全需求的最小检出气团直径，最小检出气团与系统各参数之间数学关系按照如下公式确立：

式中：

——最小可检出气团直径，单位为米（m）；

L——光谱摄像设备与目标监测点之间的距离，单位为米（m）；

——光谱摄像设备的探测器像元边长（方形像素），单位为米（m）；

F——光谱摄像设备的镜头有效焦距，单位为米（m）。

## 平均无故障运行时间应不小于2000 h。

# 应用安装

## 安装

光谱摄像设备安装要求：

a）应依据现场的监测空间范围要求，评估光谱摄像设备的部署位置和数量；

b）设备安装位置应满足现场的防爆要求；

c）测控场景视场范围内，应保证无明显遮挡；

d）安装系统的工作区域供电负荷应为一级负荷中比较重要负荷，按照一级供电负荷进行供电，供电电源损坏或故障应能被探测到。可采取安防监控等适当措施保证系统区域的安全；

e）安装在高空位置的系统应采取措施防止发生雷击事故，做好接地，以保证人身安全和仪器的运行安全；

f）安装位置附近应无强磁场干扰。

计算服务器应部署于监控室或机房，该区域应满足计算服务器工作条件要求，见5.3.2。

## 施工

7.2.1 系统安装施工应符合GB/T 3836.15、GB 30871的规定。

7.2.2 施工单位应熟悉系统的结构、性能，编制施工方案、施工技术流程图、设备技术文件、设计图样、测控设备及配件货物清单交接明细表，施工安全细则等有关文件。

7.2.3设备技术文件应包括资料清单、产品合格证、机械结构、电气、安装的技术说明书、装箱清单、配套件、外购件检验合格证和使用说明书等。

7.2.4 现场设备可采用立杆、塔装等形式，固定点牢靠稳定，在正常使用时设备画面观察无抖动。

7.2.5 现场端连接材料（垫片、螺母、螺栓、短管、法兰等）为焊件组对成焊时，壁（板）的错边量应符合实际要求。

7.2.6 光纤、电缆等安装应满足最大直径的最小弯曲半径要求，电缆桥架的连接应采用连接片，配电套管应采用钢管和PVC 管材质配线管，其弯曲半径应满足最小弯曲半径要求。

7.2.7 系统可采用定点架设（用于重点场景不间断监测）、云台架设（广视角、大范围巡视）等方式部署。

# 验收

## 基本要求

8.1.1 完成安装后，应上电启动试运行，并进行现场验收。

8.1.2 系统的安装位置及施工要求应符合本文件7.1和7.2的要求。

8.1.3 应根据本文件6.1，6.2，6.5~6.8的性能指标要求，提供标准出厂检测报告。

8.1.4 应根据本文件5.2.3，5.2.14，5.2.16，6.3，6.4的指标要求，提供现场功能验收材料。

## 现场功能验收

### 设备正常工作状态检测

检测系统是否正常工作的检测方法应为：①观察系统是否可实时输出监测视频画面；②同时设备软件界面中无离线和故障信息。上述两点均满足，表明设备工作正常，否则设备工作异常。

对于搭配云台的设备，需进一步检测云台工作状态的，检测方法应为：点击软件界面中的云台转向按钮，如云台正常旋转，则工作正常。

### 显示与交互功能检测

检测软件输出视频画面，应包含可见光、算法识别画面、泄漏气体对应特征光谱画面的三路画面，所显示画面应满足分辨率要求，且流畅无卡顿。

### 系统联网功能检测

系统启动后，应通过检测软件测试系统是否在线受控，在线时系统输出的视频画面无卡顿，与系统交互操作响应无延迟。可结合现场样气释放测试实验来验证，并且系统运行后连续观察运行7天，持续监测系统能稳定运行，不出现除网络故障以外的其他联网问题。

### 现场样气释放测试实验

对于满足安全要求的场景，应现场释放目标监测气体，检测算法识别画面是否有对气体区域自动标记，检测是否可将报警信号及时通过网络上报。具体实验方案为：

现场准备对应浓度、类型的目标监测气体，将该气体充入气球或气袋等容器中，保证容器的直径不小于产品说明的最小气团检出直径。戳破气球或气袋，使得气体瞬间释放，形成相应大小的气团，此时观测监测画面，如画面中形成报警信号则检测合格，否则继续进行系统参数调校，直至可有效形成报警信号。

# 运行维护

## 基本要求

9.1.1 运维人员应熟练掌握该系统的基本工作原理，熟读产品说明文档，使用正确方法进行系统运行维护。

9.1.2 系统包含的计算服务器、软件等应具有权限设置功能，保证非管理员无法完整控制系统，非相关人员无法操作系统；对于野外架设的前端设备，可采用布置安防监控等手段，防止人员入侵破坏。

## 日常巡查

9.2.1 系统运行维护单位应根据产品说明相关要求，严格按照规章制度进行设备日常巡查，并做好记录。

9.2.2 日常巡查应包括检查设备名称、检查日期与时间、设备运行状态等内容，每次巡检记录及时归档。

## 维护保养

9.3.1 应根据产品说明书要求对设备进行定期保养，对于耗材需应及时定时更换；设备功能异常时应及时处理，如无法自行处理需及时联系设备厂商协助解决。

9.3.2 应记录每次设备保养的内容，更换耗材的需记录耗材的名称、规格、数量，保证所有记录及时归档。