

---

《挥发性有机物泄漏检测红外成像  
仪（OGI）技术要求及监测规范》  
编制说明

标准编制组

二〇二三年十月

---

项目名称：挥发性有机物泄漏检测红外成像仪（OGI）技术要求及监测规范

项目统一编号：

承担单位：

编制组主要成员：

标准所技术管理负责人：

标准处项目负责人：



---

# 目 录

1. 项目背景 .....	1
2. 标准制修订的必要性分析 .....	4
3. 国内外相关技术及标准研究进展 .....	6
4. 标准制修订的基本原则和技术路线 .....	8
5. 标准主要技术内容 .....	9
6. 指标确定及验证实验 .....	13
7. 质控质保 .....	15
8. 先进性说明 .....	16
9. 征集意见情况及处理 .....	16
10. 主要参考文献和标准（各单位补充） .....	16



---

# 《挥发性有机物泄漏检测红外成像仪（OGI）》

## 编制说明

### 1. 项目背景

#### 1.1. 任务来源（目的和意义）

在国家“双碳”战略的新时代背景下，VOCs 已经成为当前我国大气污染重点监测减排对象。众多的监测方法中，光谱学方法在 VOCs 监测领域获得了长足的发展和广泛的应用。其中红外成像仪（OGI）能实现气体可视化，实现远距离，非接触扫描，安全可靠，响应快，系统简单，成本低廉，受环境影响小，小巧便携等特点。

然而，目前涉及红外热像仪的标准，我国只有国家标准 GB/T 19870-2018 工业检测型红外热像仪，该标准用于测量工业中的多种温度场景。而针对气体泄漏检测红外热像仪的相关监测技术，国内外均无具体规范及标准，因此亟需研究制定。本标准是针对解决红外热像仪在挥发性有机物泄漏检测等复杂场景应用中的相关技术标准和应用示范，涉及挥发性有机物远距离测定的定性定量。

本标准由上海大学、中国环境监测总站、上海市环境监测中心、北京市计量检测科学研究院主编，江苏天瑞仪器股份有限公司、昆明物理研究所、烟台艾睿光电科技有限公司副主编，上海大学是本标准的技术负责单位，承担总体编写及相关测试任务，中华环保联合会负责标准的过程管理，参编单位有杭州紫来测控技术有限公司、河北优科科技发展有限公司、北京富吉瑞光电科技股份有限公司、北京仕家万联科技有限责任公司、浙江红相科技股份有限公司、青岛明华电子仪器有限公司、江苏复森特种阀门有限公司、南京智谱科技有限公司、浙江红谱科技股份有限公司、浙江航天恒嘉数据科技有限公司、天津智易时代科技发展有限公司、杭州海康威视数字技术股份有限公司、广州科易光电技术有限公司等单位

#### 1.2. 工作过程

##### （1）成立标准编制小组

2022 年 8 月，中华环保联合会召集了刘文清院士、国检集团梅一飞高工、生态环境部宁淼研究员、中国标准化研究院黄进研究员、上海市环境监测中心林长青高工等 7 名专家组成审查组对本标准进行立项审查。由上海大学、上海市环

---

境检监测中心、中国环境监测总站等单位负责起草。

## **(2) 查询资料，确定技术路线**

2022年9月~12月，与各大仪器品牌厂商进行线上技术交流，做了大量前期市场调研和相关准备工作，并召集各个品牌商和众专家开展了10余次交流会。

2023年1月~3月，编制组查阅了国内外挥发性有机物泄漏检测红外成像仪（OGI）的相关文献资料，并调研了OGI成像仪应用现状。针对当前挥发性有机物泄漏检测红外成像仪（OGI）的监测技术中存在的疑点和难点，经国内外相关分析方法标准的研究与分析，确认本标准的技术框架。

## **(3) 编写标准草案和开题会议**

上海大学组织多家品牌公司参加第一次工作会议，并确定了标准编写初案，确定了在北京进行实验室测试以及在上海进行外场测试。

## **(4) 召开专家审议会**

与会专家听取了标准承担单位关于《挥发性有机物泄漏检测红外成像仪（OGI）》团体标准的立项情况汇报，并对申请文件进行了审查，经质询和讨论，形成意见如下：

为规范挥发性有机物泄漏检测红外成像仪（OGI）产品健康发展，提升产品质量，制定《挥发性有机物泄漏检测红外成像仪（OGI）》非常必要。

标准立项申请文件符合《中华环保联合会团体标准管理办法（试行）》的有关规定。

申报项目材料齐全，论据充分，标准适用范围及主要内容合理，明确了关键技术，实验及标准验证计划可行，具备标准制定的基础条件，满足立项要求。

## **(5) 开展组织实验研究和方法验证**

2023年2月~3月，编制组在上海石化园区共计组织了2次大型外场联合监测，共计13家品牌企业或单位参与，共53人先后进入厂区进行遥测。参与设备共有22台（LDAR手持式设备14台，无人机搭载手持式1台，在线式/固定式7台，车载式1台）。第一次检测在2月20日和21日开展，参与单位为昆明物理所、杭州紫来测控技术有限公司、天津智易时代科技发展有限公司、北京仕家万联科技有限责任公司、浙江红相科技股份有限公司、江苏天瑞仪器股份有限公司、杭州谱育科技发展有限公司。第二次检测在3月13日和14日开展，参

---

与单位为浙江航天恒嘉数据科技有限公司、布鲁克（北京）科技有限公司、南京智谱科技有限公司、烟台艾睿光电科技有限公司、杭州海康威视数字技术股份有限公司。

2023年7月~10月，编制组选择了8个品牌仪器，在云南省红外探测技术应用重点实验室，开展仪器的基础研究试验，明确了规范制订工作安排以及技术内容试验方案等，并确认设备性能指标，如NECL、NETD、MDLR的测试以及其各项指标。

3月1号在北京计量院首次开展了MDLR的测试。分别在室外开阔环境和实验室环境对相关物质进行了测试。

9月20号在云南省红外探测技术应用重点实验室，开展了第二次的MDLR、NECL和NETD的数据测试，8个OGI品牌厂商参与了本次测试。

MDLR的室内测试过程主要将测试厂商分为两组，分两次对以黑体为背景的泄气口进行观测，观测距离为1m和3m，通过流量计控制流量以200ml/min为上限，逐渐下调，直至无法观测为止；调节黑体温差为+2、+5、+10k分别进行上述操作。

MDLR的室外测试由所有参试单位分别于3m、5m、10m、20m、30m处对气体泄漏处进行观测，并对背景温度、气体流速、风速、是否可见以及是否能自动识别进行测试记录，收集到的所有数据一并归总，并由云南省红外探测技术应用重点实验室进行相关计算，得出实验数据的相关结论。

#### **(6) 编写标准征求意见稿和编制说明**

2023年10月，编制组汇总条件试验和方法验证的测试数据，根据《环境保护标准编制出版技术指南》（HJ565—2010）和《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T1.1—2020）的相关要求，编写完成标准征求意见稿和编制说明。

#### **(7) 专家审查**

2023年10月13日，中华环保联合会VOCs污染防治专业委员会组织召开了《挥发性有机物泄漏检测红外成像仪（OGI）》专家审查会。

#### **(8) 意见征求**

---

2023年10月15日，完成《挥发性有机物泄漏检测红外成像仪（OGI）》（征求意见稿），并面向社会公开征求意见。

#### （9）修改送审

2023年10月底，完成征求意见稿汇总处理，修改文本和编制说明，形成送审稿。

#### （10）标准发布

2023年12月，标准正式发布。

## 2. 标准制修订的必要性分析

### 2.1. 挥发性有机物泄漏问题情况严重

石油化工行业的有机物泄漏问题一直备受关注，本行业涉及大规模的化学品储存、生产和运输，存在着潜在的环境和安全风险。以下是有关中国石油化工行业有机物泄漏的严重情况的概述：

（1）工业污染源：石油化工企业通常涉及原油提炼、化学品生产、燃料制造和储运等环节。这些过程中使用的有机物种类繁多，包括石油、石化产品、溶剂、气体和液体。在生产、储存和输送过程中，有机物泄漏常常发生，可能导致大气、土壤和水体污染。

（2）石油泄漏：石油化工行业涉及大量原油和石化产品的储存和输送。石油泄漏是一个常见的问题，特别是在油罐、管道和油轮等设施中。这些泄漏可能对土壤和水源造成污染，同时也可能引发火灾和爆炸。

（3）化学品生产：在化学品生产过程中，大量的有机物用作原材料或反应物。泄漏或事故可能导致危险化学品的释放，对周围环境和人员安全构成严重威胁。

（4）大气与水污染：石油化工企业通常排放大量的VOCs和其他污染物到大气中。这些排放物可能在大气中与氮氧化物（NOx）等反应，形成地面臭氧和细颗粒物（PM2.5），对大气质量产生不利影响。石油化工企业通常处理大量水，用于冷却、废水处理和其他工艺。泄漏或不当排放可能导致水体污染，对水生生态系统产生危害。

### 2.2. 挥发性有机物泄漏的危害

---

挥发性有机物（Volatile Organic Compounds, VOCs）是一类含有碳（C）和氢（H）元素的有机化合物，它们在常温下以气体或易挥发的液体形式存在。这些化合物具有高挥发性和易挥发性，通常在大气中以气体形式存在，并且可以在大气中参与多种化学反应，其中之一是与氮氧化物（NO<sub>x</sub>）一起形成地面臭氧和细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）等空气污染物。一般包括烷烃、烯烃、炔烃、芳烃、酮、醇、醚、酯等以及部分含有 N、O、S、卤素等替代原子的有机物。

VOCs 主要产生方式有人类活动和自然源两部分。人类活动主要是石油炼制、加工、储存、运输和使用过程中的排放，交通运输、印刷、涂装和化学制品制造等活动也释放了大量的 VOCs 到大气中。自然源自然源碳氢的排放量较大，主要为甲烷、异戊二烯、单萜烯及其他 VOCs 等，一些 VOCs 也来自自然源，如植物、树脂和土壤。这些 VOCs 可以通过植物挥发、土壤挥发和天然气排放进入大气。

VOCs 对人体和环境的危害和影响都非常大。

#### （1）毒性和对人体的危害

VOCs 对人体的危害主要分为三部分：呼吸道和健康问题：暴露于高浓度的 VOCs 会导致呼吸道问题，如喉咙刺激、咳嗽、呼吸急促和哮喘，长期或高浓度的暴露可能与慢性呼吸道疾病和其他健康问题相关联；眼睛和皮肤刺激：某些 VOCs 会导致眼睛和皮肤刺激，包括眼睛灼热、红肿、瘙痒和皮肤炎症等；神经系统问题：一些 VOCs 如苯、甲醛和二甲苯，会对中枢神经系统产生不利影响，导致头晕、嗜睡、注意力不集中和记忆力下降。

#### （2）对环境的危害

VOCs 是大气中的主要前体物质，可以与氮氧化物（NO<sub>x</sub>）一起反应，产生地面臭氧（低层大气中的有害污染物）和细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>），对空气质量造成负面影响。在太阳光下，VOCs 和氮氧化物的反应可以形成光化学烟雾，对植被和农作物造成伤害，同时也加剧了大气污染问题。某些 VOCs 可以进入水体和土壤，对水生生物和生态系统产生有害影响。这些化合物可能会影响水质，导致水污染问题。

综上所述，VOCs 的危害不仅限于人体健康，还包括对大气、水体和土壤的污染。因此，在工业和日常生活中，控制和减少 VOCs 的排放是重要的环境保护措施，有助于维护人类健康和生态系统的稳定。

## 2.3. 相关设备方法泄漏检测规范不全以及相关行业标准的需要

目前，国家《HJ733-2014 泄漏和敞开页面排放的挥发性有机物检测技术导则》以光离子探测器（PID）技术和氢火焰离子探测器（FID）技术为基础规范泄漏检测工作。最近实施的《HJ1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南》只规范了基于氢火焰离子化检测仪（FID）的泄漏检测工作。

目前，相当数量的光学气体成像仪已经进入石化和环保领域，基于光学气体成像技术的挥发性有机物泄漏检测的相关技术标准国内仍然处于空白状态。在 HJ1230-2021 技术指南中，可对不可达密封点、易泄漏密封点，可以根据受控设备中的 VOCs 物料组分和含量，选择光学气体成像仪进行检测。但是，其没有进一步涉及现场应用、规范产品的规格和性能、质量保证等内容。因此，非常有必要制定挥发性有机物泄漏光学气体成像检测技术相关标准，指导产品现场应用，规范产品的规格和性能，保障石化、油气、化工行业安全。

## 2.4. 传统泄漏检测技术存在的问题和需要改进的方面

国内以光离子探测器（PID）技术和氢火焰离子探测器（FID）技术为基础的传统挥发性有机物泄漏检测技术标准，在实际实施过程中面临着明显的缺陷。危化品或油气设备通常存在着大量不可达密封点或易泄漏点、以及不安全的测试点位，人工携带光离子探测器（PID）技术和氢火焰离子探测器（FID）难以靠近这些点位，无法正常开展泄漏检测与修复（LDAR）工作。

另一方面，因探测响应速度慢和规定的探头移动速度慢，导致 LDAR 工作效率低下。光学气体成像技术能够有效克服上述传统技术的弱点，显著增强挥发性有机物泄漏检测能力，提高石化、化工行业安全水平。

# 3. 国内外相关技术及标准研究进展

## 3.1. 国外相关方法研究

### 3.1.1 国外相关标准

2023 年 3 月 15 日上海市生态环境局发布《设备泄漏挥发性有机物排放控制标准（征求意见稿）》，征求意见稿中明确指出：设备泄漏挥发性有机物泄漏检测中，常规检测应按照 HJ 1230 的现场检测要求执行，非常规检测宜采用光学气体成像检测仪。在其附录中，规范了挥发性有机物泄漏光学气体成像检测技术要

---

求。

1995年美国环保局（EPA）发布 Method-21（挥发性有机物泄漏监测认定方法）国家标准用于挥发性有机物泄漏检测与修复（LADR），美国环保局 Method-21 标准是以光离子探测器（PID）技术和火焰离子探测器（FID）技术为基础。

2006年美国环保局开始推广光学气体成像仪作为 LDAR 的辅助工具。2008年美国环保局（EPA）宣布光学气体成像技术（OGI）可以作为 Method-21 的非常规检测（AWP），2012年美国环保局（EPA）提出了统一标准，来集成光学气体成像技术作为泄漏检测与修复（LADR）一部分。2015年确认任何通过光学气体成像发现的可见排放都是逃逸排放。

目前美国环保局（EPA）还没有正式发布挥发性有机物光学气体成像泄漏检测与修复标准。随着光学气体成像技术发展，美国环保局（EPA）开展了大量的研究工作来推动标准化，2021年制定了光学气体成像技术的详细技术支持信息。

2014年欧盟委员会执行指令中明确光学气体成像技术作为石化油气行业泄漏检测的最好可选技术(BAT)。

### 3.1.2 与本方法标准的关系

编制组未查询到国外相关挥发性有机物泄漏检测红外成像仪的技术要求和监测规范。EPA Method-21 中的仪器性能、零点校准、量程校准和响应系数等，可供本方法研究参考。

## 3.2 国内相关方法研究

### 3.2.1 相关仪器设备应用现状

OGI 仪器技术能够帮助整个挥发性有机物泄漏检测制定智能 LDAR 计划，规范整个检测行业和泄漏安全问题，帮助安全员高效直观地检测可视化的气体泄漏，能够减少行业内的工业排放。并且，作为先进检测仪器和检测环节的一部分，OGI 可以使整个挥发性有机物泄漏检测的流程更加高效合理，节省大量资金，提高财产和检测工作人员的安全指标。

OGI 在化学品仓库、污水处理厂、电力厂、核电站尤其是石油化工等行业的安全防控方面具有重大作用和广阔前景，OGI 技术在安全领域中的应用有助于及早识别问题、降低事故风险、维护设备和工作环境的安全性，并减少对员工、公众和环境的不良影响。这是一种强大的工具，用于提高工业安全和环保水平。

---

在电力供电系统中 OGI 技术可用于检测供电系统中的天然气（甲烷）和硫化氢（H<sub>2</sub>S）等气体的泄漏。这些气体可能在天然气输送管道、储气罐、压缩机站等设施中泄漏，OGI 技术可以帮助快速识别泄漏源；OGI 技术还可用于检测供电系统中的火灾前兆，如热点、电气设备的异常热量或火花。这有助于预防火灾事故的发生，保障供电系统的安全性，并用于定期检查供电系统中的管道、阀门、连接件、变电站和输电线路等设备。通过对这些设备的检查，可以及早发现潜在的气体泄漏或其他问题，采取措施进行维修和保养；在供电系统附近的环境中，也需要监测气体泄漏，以确保没有对周围地区或生态系统造成污染。OGI 技术可用于迅速识别潜在的环境污染源。

另外，众多红外厂商例如航天恒嘉、浙江红谱、南京智谱、北京富吉瑞、艾睿光电、浙江红相、海康威视等公司将 OGI 仪器运用在气体泄漏检测、设备故障诊断及智能巡检、炼化加工等热工监测和仓储园区等安全防护应用等方面。并不断提高分辨率、自动检测识别、数据分析软件和培训等，不断满足客户和行业的需求。

### 3.2.2 与本方法标准研究的关系

综上所述，国内亟需制订挥发性有机物泄漏检测红外成像仪 OGI 的技术要求和监测规范，从而填补国内空白，推动挥发性有机物检测设备行业的有序发展，以丰富挥发性有机物快速检测的技术手段，支撑检测执法联动。

## 4. 标准制修订的基本原则和技术路线

### 4.1. 标准制定的基本原则

编制组本着科学性、通用性和可操作性为原则，在广泛调研相关资料和仪器应用现状的基础上，不断深入研究和完善，确保标准规定的仪器性能指标及技术要求满足相关环保管理工作的需求。

（1）科学性：本标准通过详细的实验室测试，为性能指标的制定提供了详细的数据支撑。充分考虑到现有传感器的技术水平后，制定了较为合理的测试方法。

（2）通用性：本标准充分考虑了挥发性有机物泄漏检测红外成像仪的实际应用场景，在对相关技术指标限值进行适当规定，有利于挥发性有机物泄漏检测

红外成像仪的快速准确响应。

(3) 可操作性：本标准建立了可操作的挥发性有机物泄漏检测红外成像仪的技术要求，适用于目前挥发性有机物泄漏检测仪的市场现状。

#### 4.2. 标准制定的技术路线

(1) 查阅国内外相关文献资料，确定本项目的研究内容、技术路线及关键环节，编写试验方案；

(2) 调研国内挥发性有机物检测仪的市场现状，选择市场占有率较高、技术较成熟的仪器，进行实验室性能测试；

(3) 根据研究资料和验证试验结果，按照《环境保护标准编制出版技术指南》(HJ565—2010)和《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》(GB/T1.1—2020)要求，起草标准征求意见稿和编制说明，召开标准技术审查会；

(4) 对征求意见进行汇总分析，修改完善形成标准和编制说明的送审稿；

(5) 送审稿经审查合格后，提交标准和编制说明的报批稿；

本标准的制订技术路线见下图。



图 1 技术路线图

## 5. 标准主要技术内容

### 5.1. 标准内容框架

---

本标准包括：前言、适用范围、规范性引用文件、术语和定义、方法原理、评价要求、检测方法、质控质保、检测报告附录共九个部分。

## 5.2. 适用范围确定

本标准适用于基于光学气体成像技术开展工业企业设备、管道组件、储罐等挥发性有机物的泄漏检测、现场应急监测、污染筛查等调查与监测工作。

本规范规定了挥发性有机物泄漏检测红外成像仪（以下简称“成像仪”）的检测原理、基本参数、技术要求、试验项目及要求、质控质保规范等。

本文件适用于石油炼制、石油化学、精细化工、石化和天然气储运以及其他行业挥发性有机物泄漏检测的控制和管理。

本标准规定了用于挥发性有机物泄漏检测分析的红外成像仪产品要求，包括应用范围、规范性引用文件、术语和定义、基本要求、技术要求、测试方法和质量保证等

## 5.3. 术语和定义

本标准的技术指标主要包括：探测器的波长范围、温度分辨率、视场角（FOV）/最小对焦距离、空间分辨率（IFOV）、对焦方式等，以及可见光图片性能参数、测温范围、测温精度、显示器、寻像器、报警器等部件的性能参数等。其中，关键技术指标主要包括：热灵敏度、NECL\MDLE 检出限、灰度评价、探测器像素、气体灵敏度和校准。

### 5.3.1 热灵敏度（NETD）

热像仪在观察一个低空间频率的靶标时，当其视频信号的信噪比（S/N）为 1 时，目标与背景之间的最小可分辨温差称噪声等效温差。它是评价热像仪探测目标灵敏度和噪声大小的一个客观参数，单位通常为 mK。（市面上的仪器热灵敏度基本标称 12 mK 左右，热灵敏度高有助于探测微小泄漏）。

测试方法：调节标准温差黑体的温差设置（ $\Delta T=2K$ ），目标图像占全视场 1/10 以上，分别测量信号及噪声电压，按公式计算： $NETD=\Delta T/S/N$ 。

### 5.3.2 标准化等效浓度限值（NECL）

"标准化等效浓度限值"（Normalized Equivalent Concentration Limit，NECL）通常用于描述空气中的化学污染物质浓度，以评估其对人体健康和环境的潜在危害。

---

一般来说，NECL 通常是指某种污染物在特定环境条件下的最大允许浓度或限值，该限值通常是通过环境或健康风险评估以及法规制定来确定的。NECL 的目的是确保污染物的浓度不会对人类健康或环境造成不可接受的危害。

测试方法：在实验室环境中，向钢管气腔中缓慢匀速通入正丁烷气体，要求背景黑体的黑度值尽量低，确保背景黑度值与气体泄漏区域的黑度值有足够的对比度，以便能够清晰地检测到气体泄漏引起的黑度变化。

### 5.3.3 最小可检出泄露率 (MDLR)

最小可检出泄露率 (Minimum Detectable Leak Rate, MDLR) 是一个关于灵敏度参数重要的概念，通常用于描述在泄漏检测和测试中，能够可靠检测到的最小泄漏速率。MDLR 对于确保安全性、环境保护和产品质量具有重要意义，如果泄漏速率低于 MDLR，检测方法可能无法准确地识别或测量泄漏，因此 MDLR 是评估检测方法的灵敏度和性能的关键参数。

测试方法：启动并设置气体泄漏报警器的报警浓度在可安全实验范围内，调整检测系统与出气口之间的距离为 $L_0$ ，调节背景黑体辐射源温度使之与待测气体间形成一定温差 $\Delta T_0$ ，背景黑体温度为 $T_{b0}$ ，待测气体温度为 $T_g$ ， $\Delta T_0 = T_{b0} - T_g$ ，调整检测系统的位置使成像图像清晰，出气口位于视场中心附近。检测系统稳定工作后，先输出较大速率的待测气体，使观察者可以通过显示器观察到气柱，逐渐减小出气口待测气体的泄漏速率，当观察者恰可探测到目标气体时对应的泄漏速率值，即气体泄漏红外成像检测系统的最小可探测泄漏速率 MDLR( $\Delta T_0$ )。

## 5.4. 基本要求

本标准基本要求规定了外观、仪器结构及功能、工作条件、安全要求、防爆要求、振动要求和电磁兼容性等要求，规定了挥发性有机物泄漏检测红外成像仪的检测原理、基本参数、技术要求、试验项目及要求、质控质保规范等。在线式检测设备可供参考。

(1) 红外成像仪应具备可见光摄像头，其探测器像素宜不低于 500 万，以满足取证需求。

(2) 成像仪宜工作在挥发性有机物的吸收波段内，测量波段在中波至少需包含 3.2~3.4  $\mu\text{m}$ ，对于烯烃类的气体可优先选择长波(至少包含 10.3~10.7  $\mu\text{m}$ )

---

(3) 红外成像仪为保证用户使用体检，整机重量应不大于 2.5kg；显示屏分辨率宜不低于 1024×600；采样帧速率宜不低于 25Hz。

(4) 具备 VOCs 气体泄漏点定位功能、图像冻结功能、图像存储功能、单点和多点温度显示功能、能够自动跟踪最高/最低温度点。

(5) 在红外模式下，具有白热、黑热（多种伪彩色调色板可选）多种显示模式，可以手动/自动调节色标、可切换红外/可见光显示功能。

(6) 具备实时成像对比度、亮度可调功能、气体增强显示功能、红外/可见光双光融合显示功能、地理定位功能、视频实时输出接外接显示器功能、可选配激光测距功能等。

## 5.5. 性能要求

### 5.5.1 视场

可根据用户要求配置不同的镜头以获取不同的视场。小视场宜不大于  $15^{\circ} \times 12^{\circ}$ ，大视场宜不小于  $23^{\circ} \times 18^{\circ}$ 。

### 5.5.2 空间分辨力

可根据被测目标的尺寸和距离选取，用于大目标或近距离的标准镜头应小于 1.5mrad，用于小目标或远距离的长焦镜头应小于 0.9mrad，其计算方法为：瞬时视场（mrad）=像元间距（um）/镜头焦距（mm），其中像元间距可等效为红外探测器的像元尺寸为：0.9mrad 和 1.5mrad 的要求对应 23mm 标准镜头和 38mm 长焦镜头。

### 5.5.3 精度

根据应用场景要求，一般推荐测温范围在  $-40^{\circ}\text{C} \sim +350^{\circ}\text{C}$ ，环境温度在  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  时，测温的最大允许误差应不超过  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  或被测温度的  $\pm 2\%$ （ $^{\circ}\text{C}$ ）（取绝对值大者）。

### 5.5.4 热灵敏度

环境温度在  $30^{\circ}\text{C}$ ，相对孔径为 1 时，NETD 应满足小于 20mK。

### 5.5.5 NECL 检出限

在实验室环境中，向钢管气腔中缓慢匀速通入正丁烷气体，要求背景黑体的黑度值尽量低，确保背景黑度值与气体泄漏区域的黑度值有足够的对比度，以便能够清晰地检测到气体泄漏引起的黑度变化，在气腔的另一端，在配有包含锗窗

---

的镜头中观测，要求正丁烷气体标准物质为 1.51%mol/mol 浓度。

### 5.5.6MDLR 检出限

(1) 在实验室环境温度：(10~25)℃；风速：≤0.4m/s；湿度：(5~80)%RH 的测试条件下：

甲烷标准物质，99.99% mol/mol 浓度；正丁烷气体标准物质，1.51%mol/mol 浓度。在环境和背景黑体温差为+2K，距离为 2m 的条件下，15ml/min 流速以上，甲烷气体清晰可见；100ml/min 流速以上，正丁烷气体清晰可见（气体流出和流向均可见）

(2) 在晴天光照充足、环境温度为(10~25)℃、风速：≤4m/s、湿度：(5~80)%RH 的测试环境条件下：

甲烷气体标准物质：5%mol/mol 浓度，0.5L/min 及以上的流速泄漏；2.5%mol/mol 浓度，1L/min 及以上的流速泄漏。乙烯气体标准物质：3.0%mol/mol 浓度，2.5L/min 及以上的流速泄漏。

### 5.6. 检验规则

根据《无损检测仪器 抽样、出厂检验、型式检验基本要求》(GB/T 33885—2020)中的相关规定，本标准的检验分类分为出厂检验和型式检验，并规定了检验周期、抽样方案、检验项目、判定规则及处理措施。

### 5.7. 标志、包装、运输和贮存

红外成像仪的外壳防护等于不应低于 GB/T 4208-2017 中 IP54 的要求。固定式红外成像仪户外使用时不应低于 IP65 的要求。

成像仪应满足 Ex ic nC op is II C T4 Gc 防爆标志的防爆要求。

参考《测量、控制和试验室用电气设备的安全要求》(GB 4793.1—2007)、《包装储运图示标志》(GB/T 191—2008)、《机电产品包装通用技术条件》(GB/T 13384-2008)相关要求，规定了标志的位置和信息要求；包装箱信息及随机文件；运输、贮存过程要求及期限等。

## 6. 指标确定及验证实验

本标准主要采用实验室测试和外场实测两种验证方式开展实验。

实验室测试中，对污染物相对单一的工况进行测试。了解红外热像仪技术特点及存在问题，并开展一致性比较研究，分析不一致的原因，提出校准方法和质控要求。在实验室环境中，测试的环境条件为环境温度 10~25℃、风速小于等于 0.4m/s、湿度为 5%~80%RH；测试条件及可观测到气体泄漏的检测结果如下：氮中正丁烷气体标准物质，1.51%mol/mol 浓度，1L/min 及以上的流速泄漏；测试仪器和模拟泄漏设备的距离为 3m。

外场测试主要对典型污染物相对较多的场景进行测试。根据工艺原辅料信息、工艺参数、采样分析结果等，确定不同园区各种环境条件以及不同的污染物组合对红外热像仪性能的影响，研究形成挥发性有机物泄漏检测红外热像仪基本要求、技术要求、测试方法和质量保证。在室外开阔环境中，测试环境条件为晴天光照强，环境温度为 10~25℃、风速小于等于 4m/s、湿度为 5%~80%RH；测试条件及可观测到气体泄漏的检测结果如下：① 氮中正丁烷气体标准物质：1.51%mol/mol 浓度，0.5L/min 及以上的流速泄漏。② 氮中乙烯气体标准物质：3.0%mol/mol 浓度，2.5L/min 及以上的流速泄漏。③ 氮中甲烷气体标准物质：5%mol/mol 浓度，0.5L/min 及以上的流速泄漏；2.5%mol/mol 浓度，1L/min 及以上的流速泄漏；测试仪器和模拟泄漏设备的距离为 3m。

### 6.1. NETD 指标检测方法及其结果

标准温差黑体：温度准确度：±0.03℃；发射率：>0.95；温度均匀性：±0.01℃；温差源发射面积：满足检验要求；最大可用孔径面积：满足检验要求；

准直光管：焦距至少大于被测红外成像仪焦距 3 倍、通光口径大于红外成像仪接收口径的准直镜，产生平行光束来模拟无穷远处的红外辐射。

辐射源主要技术指标见表 1：

表 1 辐射源的主要技术指标

名称	温度范围/℃	发射率	稳定度
腔式精密低温黑体	-20 - 60	0.97±0.02	±0.03℃
腔式精密中温黑体	40 - 300	0.97±0.02	±0.05℃
腔式精密高温黑体	300 ~ 990	0.99±0.01	±0.5℃

恒温恒湿箱：温度范围：-40℃~60℃；湿度范围：10%~98%RH(0℃~60℃)；控制精度：±1℃、±2%RH。

### 6.2. MDLR 指标检测方法及其结果

---

(1) 启动并设置气体泄漏报警器的报警浓度在可安全实验范围内，调整检测系统与出气口之间的距离为 $L_0$ ，调节背景黑体辐射源温度使之与待测气体间形成一定温差 $\Delta T_0$ ，背景黑体温度为 $T_{b0}$ ，待测气体温度为 $T_g$ ， $\Delta T_0 = T_{b0} - T_g$ ，调整检测系统的位置使成像图像清晰，出气口位于视场中心附近

(2) 检测系统稳定工作后，先输出较大速率的待测气体，使观察者可以通过显示器观察到气柱，逐渐减小出气口待测气体的泄漏速率，当观察者恰可探测到目标气体时对应的泄漏速率值，即气体泄漏红外成像检测系统的最小可探测泄漏速率 MDLR( $\Delta T_0$ )。

(3) 保持其他测试条件不变，改变 $\Delta T_0$ ，重复步骤 (2)。

### 6.3. NECL 指标检测方法

先往装有锗窗的气腔内通入干燥的待测气体，设置 3 个梯度浓度和一个空白，气腔的两端分别设置观测摄像头和黑体，对收集到的气体成分进行具体调整和分析。在通入气体时，在观测摄像头一端进行观测，以黑体为背景，并根据收集到的气体样品的体积和分析结果，计算泄漏源的泄漏量，用以测试 OGI 设备的准确性。在实验过程中保持黑体背景温差为 2k，并且在检测泄漏过程中需要能探测到明显的气团逸散。

最终系统分析测试结果，验证标准中涉及的实验方法的可行性和各项性能指标的可靠性。

## 7. 质控质保

### 7.1. 成像画面均匀性验证

成像仪开机后进行常温热机，即开机状态放置 30~45 分钟后，面对 30℃ 面阵黑体，使黑体完全充满画面，保持不动，采集多帧数据，多帧数据计算帧间均值，得到单帧数据，计算其标准差，即为当前仪器在常温环境下面对 30℃ 黑体时的均匀性，此值越小则均匀性越高。

### 7.2. 续航时间验证

将成像仪冷机开机，开始计时，并循环测试仪器的所有功能，记录期间出现的问题和时间点，直到电池耗尽。将成像仪在当前环境中关机静置 1 小时，彻底冷机后，更换满电电池，开机，开始计时，直到电池耗尽，得到续航时长。

---

### 7.3. 启动时间验证

室温下，将成像仪冷机开机，开始计时，直到成像仪出现红外图像时，停止计时，得到成像仪的启动时间，与出厂时的启动时间对比得出制冷机的工作状态，判断成像仪启动时间是否在正常可用范围内

## 8. 先进性说明

本标准专门针对挥发性有机物泄漏检测红外成像仪（OGI）的标准化规范。本标准规定了挥发性有机物泄漏检测红外成像仪（OGI）的规范性引用文件、术语和定义、基本要求、性能要求、检验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。针对市场上挥发性有机物泄漏检测红外成像仪（OGI）品牌众多、技术水平层次不齐、缺乏统一质量控制要求的局面，在大量实验数据的基础上，兼顾技术现状和发展趋势，规定了可行的设备性能指标及测试方法、质控要求等。

## 9. 征集意见情况及处理

编制组于 2023 年 10 月 15 日至 11 月 15 日于中华环保联合会网站上面向社会公开征求意见。

编制组于 2023 年 12 月，通过邮件、传真等方式致函□□家单位书面征求意见。包括通过书面文件、电子邮件、传真等方式，共收到□□家单位□□条反馈意见，逾期未反馈视为无意见。除去重复意见，共□□条，其中采纳□□条，部分采纳□□条，不采纳□□条

## 10. 主要参考文献和标准（各单位补充）

- [1] QSH-0546-2012 - 石化装置挥发性有机化合物泄漏检测规范
- [2] ISO/AWI 5750 无损检测 — 红外热成像 — 电气设备测试
- [3] ISO 10880:2017 无损检测-红外热像仪检测-一般原则
- [4] ISO 22290:2020 无损检测 — 红外热成像测试 — 热弹性应力测量方法的一般原则
- [5] ISO 10878:2013 无损检测 — 红外热成像 — 词汇
- [6] ISO/DIS 18251-2 无损检测 — 红外热成像 — 第 2 部分：综合性能测试方法
- [7] ISO 18251-1:2017 无损检测 - 红外热成像 - 第 1 部分：系统和设备的

---

特性

[8] T/SMA 0011-2020 —— 电力红外热像仪性能评估技术规范

[9] GB/T 19870-2018, 代替 GB/T 19870-2005 —— 工业检测型红外热像仪

[10] HJ733-2014 泄漏和敞开页面排放的挥发性有机物检测技术导则

[11] HJ1230-2021 工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南

