

ICS 75.060; 17.040.30  
G 98

# HG

## 中华人民共和国化工行业标准

HG/T 5641—2019

---

### 便携式甲烷遥测仪

Portable laser methane remote sensing instrument

2019-12-24 发布

2020-07-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由化学工业专用仪器仪表标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：聚光科技（杭州）股份有限公司、宁波大通永维机电工程有限公司、天华化工机械及自动化研究设计院有限公司、北京保利泰达仪器设备有限公司。

本标准主要起草人：俞大海、李霞、杨红伟、桑强、顾海涛、徐瑞传、毛卫岗、杜皓蕾、杭玉宏、赵文忠。

## 引 言

便携式甲烷遥测仪是采用吸收光谱原理的分析仪器，通过测量气体吸收强度的大小实现气体浓度的分析。

便携式甲烷遥测仪不同于传统的采用吸收光谱原理的分析仪器，因为它们检测时光程具有不确定性，因此，针对气体的吸收光程是未知的情况，便携式甲烷遥测仪采用能综合体现气体浓度和吸收光程信息的气体柱浓度作为测量值单位。

# 便携式甲烷遥测仪

## 1 范围

本标准规定了便携式甲烷遥测仪的术语和定义、要求、试验条件、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等。

本标准适用于天然气和化工行业使用可调谐半导体激光吸收光谱遥测技术测量泄漏甲烷浓度的便携式甲烷遥测仪（以下简称“遥测仪”）。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 191 包装储运图示标志

GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

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 4793.1 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求

GB 7247.1 激光产品的安全 第1部分：设备分类、要求

GB 8897.4 原电池 第4部分：锂电池的安全要求

GB/T 11606 分析仪器环境试验方法

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 18268.1 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第1部分：通用要求

GB/T 18403.1 气体分析器性能表示 第1部分：总则

## 3 术语和定义

GB/T 18403.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**柱浓度 column density**

将浓度分布不均匀的被测气体团在测量激光束方向上等效为浓度均匀的1 m长气体柱后气体等效体积浓度与气体柱长度的乘积，表示为 $\mu\text{mol}/(\text{mol} \cdot \text{m})$ 。

### 3.2

**便携式甲烷遥测仪 portable laser methane remote sensing instrument**

利用激光吸收光谱技术，通过检测测量激光束射向被测甲烷气体团后散射和反射的激光信号，获得甲烷气体团在激光束路径上柱浓度的便携式仪器。

3.3

测量距离 measurement distance

遥测仪到被测气体团或标准气体罐（袋）之间的直线距离，单位为米（m）。

4 要求

4.1 工作条件

遥测仪在表 1 规定的工作条件下应能正常工作。

表 1 工作条件

序号	影 响 量	单位	正常工作条件
1	环境温度	℃	—20~50
2	相对湿度	%	≤90
3	大气压力	kPa	80~106
4	外界电场、磁场、电磁场	—	可以忽略不计的强度
5	工作位置	—	无特殊要求
6	通风	—	无障碍
7	机械振动	—	可忽略不计
8	有害性气体	—	可以忽略不计的含量
9	供电方式	—	本安电池供电，额定电压由制造商给出

4.2 外观要求

4.2.1 遥测仪应保持清洁，不应有污物积垢。

4.2.2 遥测仪表面应光洁、平整，遥测仪零件结合处应整齐，应无毛刺、锐棱和粗糙不平现象，刚性连接部件不应松动。

4.2.3 遥测仪的铭牌及标志应清楚、持久。

4.3 基本功能

4.3.1 界面显示功能

遥测仪应具备人机界面显示，显示内容应包括测量浓度值、报警设定值。

4.3.2 报警功能

4.3.2.1 遥测仪应有报警功能。

4.3.2.2 遥测仪的报警值应能设定。当遥测仪报警时，遥测仪应能出现声、光报警。

#### 4.4 性能要求

##### 4.4.1 极限测量距离

遥测仪标称的极限测量距离应从下列数值中选取：20 m，30 m，50 m，60 m，100 m。

##### 4.4.2 检出限

遥测仪应标明检出限测定时的测量距离。测量距离应从以下数值中选取：3 m，5 m，10 m。

遥测仪的检出限应从下列数值中选取：1  $\mu\text{mol}/(\text{mol} \cdot \text{m})$ ，5  $\mu\text{mol}/(\text{mol} \cdot \text{m})$ ，10  $\mu\text{mol}/(\text{mol} \cdot \text{m})$ ，50  $\mu\text{mol}/(\text{mol} \cdot \text{m})$ 。

##### 4.4.3 线性误差

遥测仪的标准量程宜采用 0  $\mu\text{mol}/(\text{mol} \cdot \text{m}) \sim 1\,000 \mu\text{mol}/(\text{mol} \cdot \text{m})$ 。

在遥测仪的标准测量距离下，遥测仪的线性误差应从以下数值中选取： $\pm 5\%$  FS、 $\pm 10\%$  FS。

注：FS 表示每只仪表的标定量程，以下同。

##### 4.4.4 重复性

在遥测仪的测量距离下，遥测仪的重复性应从以下数值中选取：1%，2%，5%。

#### 4.5 电磁兼容性要求

遥测仪的静电放电抗扰度、射频电磁场辐射抗扰度应符合 GB/T 18268.1 的规定。

#### 4.6 安全要求

##### 4.6.1 标志和文件

遥测仪的安全标识和文件应符合 GB 4793.1 的规定。

##### 4.6.2 电池安全要求

遥测仪使用的锂电池的安全应符合 GB 8897.4 的规定。

##### 4.6.3 激光安全

为了避免制造商和用户使用遥测仪过程中引起人员的伤害，制造商在遥测仪制造过程的要求和提供的用户指南应按照 GB 7247.1 的规定对激光安全等级、相关警示标识和使用注意事项等要求做出说明。

#### 4.7 防爆要求

遥测仪的防爆等级根据标称的适用场合，应符合 GB 3836.1 和 GB 3836.4 的相应规定。

#### 4.8 包装、运输和贮存

遥测仪在运输包装状态下，按照 GB/T 11606 中交变湿热试验、低温贮存试验、高温贮存试验和跌落试验的方法试验后，包装箱不应有较大变形和损伤，遥测仪不应有变形松脱、涂覆层剥落等机械损伤，其性能要求应能满足 4.4 的规定。

5 试验条件

5.1 除非另有规定，遥测仪的性能试验（见 6.3）应在试验条件下进行。遥测仪的试验条件见表 2。

表 2 试验条件

序号	影 响 量	单位	试 验 条 件
1	环境温度	℃	23±5
2	相对湿度	%	≤85
3	大气压力	kPa	80~106
4	外界电场、磁场、电磁场	—	可以忽略不计的含量
5	工作位置	—	无特殊要求
6	通风	—	无阻碍，但不应对流
7	机械振动	—	可忽略不计
8	有害性气体	—	可忽略不计的含量
9	供电方式	—	电压输出应符合额定电压要求的 本安电池或其他电源供电

5.2 气体标准物质可由气瓶或气体动态发生装置（如气体混合泵）提供。试验时，校准气应采用国家二级或二级以上的气体标准物质。

5.3 零点气体使用纯度大于或等于 99.99% 的氮气。

5.4 试验用测量装置和记录设备的线性误差应优于受试遥测仪的检出限。

6 试验方法

6.1 外观检查

外观检查用目视和手感等方法进行。

6.2 基本功能检查

6.2.1 界面显示检查

界面显示检查用目视的方法进行。

6.2.2 报警功能检查

当遥测仪的测量距离不超过遥测仪标称的最远测量距离时，应设定遥测仪的报警设定值为 100 μmol/(mol·m)，开启测量。

向校准气罐中通入零点气体，观察遥测仪的测量浓度，检查当前测量浓度在小于遥测仪的报警设定值时，遥测仪应不产生声、光报警。

向校准气罐中通入等效浓度 150 μmol/(mol·m) ~ 200 μmol/(mol·m) 的标准气，观察遥测仪的测量浓度，检查当前测量浓度在大于遥测仪的报警设定值时，遥测仪应产生声、光报警。

### 6.3 性能试验

#### 6.3.1 一般要求

遥测仪在进行零点校准后, 再进行仪表的性能试验。仪表的性能试验装置见附录 A。

#### 6.3.2 极限测量距离

将反射标靶放在遥测仪标称的极限测量距离处, 按照 6.2.2 的方法进行报警功能检查, 结果应符合 4.3 的要求。

#### 6.3.3 检出限

将反射标靶放在遥测仪的标准测量距离处, 向校准气罐中通入零点气体, 遥测仪开始测量, 待遥测仪示值稳定后, 向校准气罐中通入规定浓度 (一般为满量程 90%~100% 的标准气体) 的气体标准物质, 记录遥测仪稳定后 5 min 的测量值  $A_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots, n \geq 6$ ), 计算  $A_i$  的算术平均值  $\bar{A}$ , 按公式 (1) 计算标准偏差。

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$S$ ——遥测仪测量值的标准偏差的数值, 单位为微摩尔每摩尔米 [ $\mu\text{mol}/(\text{mol} \cdot \text{m})$ ];

$A_i$ ——遥测仪的各个测量值的数值, 单位为微摩尔每摩尔米 [ $\mu\text{mol}/(\text{mol} \cdot \text{m})$ ];

$\bar{A}$ ——遥测仪测量值的算术平均值的数值, 单位为微摩尔每摩尔米 [ $\mu\text{mol}/(\text{mol} \cdot \text{m})$ ];

$n$ ——遥测仪测量值的个数。

取标准偏差  $S$  为遥测仪的探测下限。

#### 6.3.4 线性误差和重复性

遥测仪的线性误差试验和重复性性能试验应按照 GB/T 18403.1 的规定。

### 6.4 电磁兼容性要求

6.4.1 遥测仪的静电放电抗扰度试验应符合 GB/T 17626.2 的规定。

6.4.2 遥测仪的射频电磁场辐射抗扰度试验应符合 GB/T 17626.3 的规定。

### 6.5 安全要求

#### 6.5.1 电池安全要求

遥测仪的电池安全试验应符合 GB 8897.4 的规定。

#### 6.5.2 激光安全

遥测仪的激光安全试验应符合 GB 7247.1 的规定。

### 6.6 防爆要求

遥测仪的防爆性能试验应符合 GB 3836.1、GB 3836.4 的规定。

### 6.7 包装、运输和贮存

遥测仪在包装状态下, 按照 GB/T 11606 中交变湿热试验、低温贮存试验、高温贮存试验和跌落

试验的方法进行试验，恢复后的性能检查项目按 6.3 的规定进行。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

遥测仪检验分出厂检验和型式检验。

### 7.2 出厂检验

7.2.1 每台遥测仪应经制造厂检验，所检验的项目全部达到产品标准要求后方可出厂，并附有产品合格证、使用说明书及装箱单。

7.2.2 出厂检验项目见表 3。

表 3 遥测仪检验项目

序号	检验项目及要 求条目		检验分类		
	检验项目	要求条目	试验方法	出厂检验	型式检验
1	界面显示	4.3.1	6.2.1	●	●
2	报警功能	4.3.2	6.2.2	●	●
3	极限测量距离	4.4.1	6.3.2	●	●
4	检出限	4.4.2	6.3.3	●	●
5	线性误差	4.4.3	6.3.4	●	●
6	重复性	4.4.4	6.3.4	●	●
7	外观要求	4.2	6.1	●	●
8	电磁兼容性要求	4.5	6.4	—	○
9	安全要求	4.6	6.5	●	●
10	防爆要求	4.7	6.6	—	○
11	包装、运输和贮存	4.8	6.7	—	●

注：●为应进行检验的项目；○为需要时进行检验的项目；—为不进行检验的项目。

### 7.3 型式检验

7.3.1 在下列情况之一时，应进行型式检验：

- 遥测仪设计定型或生产定型时；
- 遥测仪转厂或转移生产地时；
- 遥测仪正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响遥测仪性能时；
- 遥测仪停产达 36 个月后，恢复生产时；
- 遥测仪正常生产时，定期或积累一定产量后，应周期进行一次检验，一般为 3 a；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

### 7.3.2 抽样方案

型式检验的样本应从出厂检验合格的批中随机抽取，样本量应不少于 3 台。

### 7.3.3 判定规则

型式检验的项目应符合表 3 的规定。

单项判定要写出每个项目的技术要求、实测数据和是否合格的结论。3 台样机某一单项试验结果都合格，判定该单项试验结果为合格。其中有一台样机不合格，则判定该单项试验结果为不合格。

综合判定依据单项判定的结果判定。全部单项都合格，综合判定合格。有 1 项及以上主要单项不合格，综合判定为不合格。

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

遥测仪在适当的明显位置固定铭牌，其上应有如下标志：

- a) 制造商名称；
- b) 遥测仪名称、型号；
- c) 制造日期；
- d) 产品编号；
- e) 环境温度、湿度；
- f) 应标志的重要标志，如防爆合格证号等。

### 8.2 包装

8.2.1 遥测仪的包装应符合 GB/T 13384 中防潮、防震包装规定。

8.2.2 包装箱的适当明显位置上应有下列标志：

- a) 遥测仪型号、名称；
- b) 制造厂名称、地址；
- c) 箱体体积：长（mm）×宽（mm）×高（mm）；
- d) 净重及毛重（kg）；
- e) 包装箱序号及数量；
- f) 符合 GB/T 191 规定的包装储运图示标志：“易碎物品”“向上”“怕雨”等；
- g) 发送地点及收货单位。

8.2.3 成套性。

随同遥测仪供应的附件应保证其成套性，并包括下列文件：

- a) 装箱单；
- b) 产品合格证；
- c) 使用说明书。

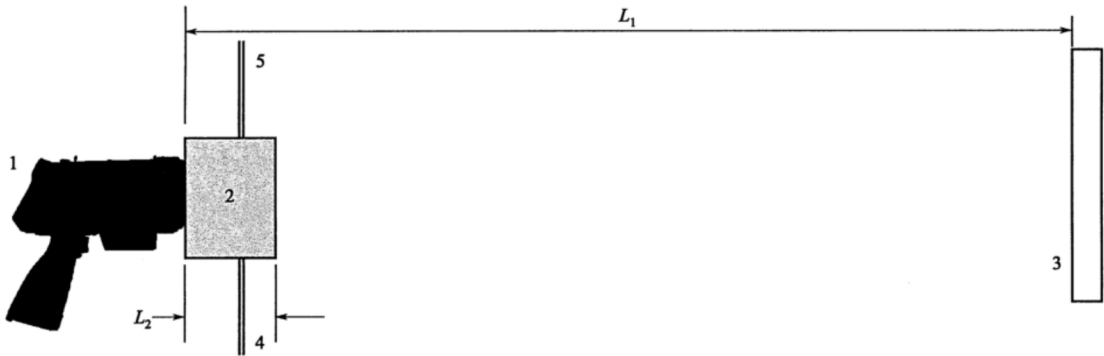
### 8.3 运输、贮存

8.3.1 遥测仪在运输过程中和贮存时应防止受到剧烈冲击、雨淋、暴晒及辐射。

8.3.2 遥测仪应原箱存放保管，仓库环境温度为 $-30^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 85%，不应有能引起遥测仪腐蚀及电气绝缘性能降低的有害物质。

附 录 A  
(规范性附录)  
性能试验装置

遥测仪的性能试验应在性能试验装置上进行。性能试验装置见图 A. 1。



- 说明：
- 1——遥测仪；
  - 2——标准气罐；
  - 3——反射标靶；
  - 4——进气口；
  - 5——排气口；
  - $L_1$ ——测量距离；
  - $L_2$ ——标准气罐内光程。
- 其中， $L_1$  的长度范围宜为 3 m～10 m， $L_2$  的长度范围宜为 2 cm～10 cm。

图 A. 1 性能试验装置