

# **VOCs 在线监测系统性能比对方案**

**2019 年 3 月**

**广东省环境监测中心**

**国家环境保护区域空气质量监测重点实验室**

**广州市环境监测中心站**

# 目录

一、背景与必要性 .....	1
二、已有工作基础 .....	1
三、目标与原则 .....	2
3.1 目标 .....	2
3.2 原则 .....	3
四、比对实验方案 .....	3
4.1 参考文献 .....	3
4.2 实验地点与实验材料 .....	4
4.3 分工与进度安排 .....	4
4.4 实验结果处理 .....	7
4.5 考核指标设计 .....	7
五、经费安排 .....	12

## 一、背景与必要性

近年来的监测结果显示，臭氧（O<sub>3</sub>）已成为我省空气质量达标管理的关键控制因子，特别是在极端天气情况下，短时重污染事件频发。由于挥发性有机物（VOCs）是形成臭氧污染的重要前体物，为了更全面掌握 VOC 在广东省的时空分布特征，有效评估 VOC 控制策略成效，为我省臭氧污染防治和空气质量精细化管理提供技术支持，我省计划于 2019 年至 2020 年间，建成一个覆盖全省范围的光化学污染监测网（以下简称“光化网”）。光化网将由 21 个城市站、8 个区域站、1 个超级站、3 个农村站及 1 台移动监测车组成，各站点均配置 VOCs 在线监测设备及重要气象参数指标，通过对全省 O<sub>3</sub> 主要前体物 VOCs 浓度分布特征的在线监测，评估不同 VOCs 物种的 O<sub>3</sub> 生成潜势，识别影响 O<sub>3</sub> 生成的关键活性物种。

生态环境部在 2018 年 12 月颁布了《环境空气挥发性有机物气相色谱连续监测系统技术及检测方法》（HJ1010-2018）（以下简称“标准”），这是国家层面针对环境空气气相色谱法 VOCs 在线监测系统的设计、生产和检测方面的首个标准，该标准对这类仪器设备的关键性能指标进行了明确的规定。由于国家尚未对 VOCs 在线监测系统建立认证目录，且目前市面上该类设备品牌众多，各品牌设备的性能是否能满足标准要求无法掌握。

面对省内现有的众多 VOCs 设备及未来光化网的需求，为掌握各品牌设备的真实性能，我中心拟联合广州市环境监测中心站开展一次 VOCs 在线监测系统性能比对实验，为建成全省统一的光化网、制定日常管理方案提供技术支撑。

## 二、已有工作基础

我省是最早开展 VOCs 在线监测的省份之一，从 2005 年就开始进行大气环境 VOC 浓度的监测工作，经过多年发展，目前我省共建成了 20 多套 VOCs 监测系统，应用经验较为丰富，省中心在长期应用基础

上，初步建立了 VOCs 在线监测系统日常维护和质量管理制度。为了掌握现有 VOCs 监测系统的性能，2018 年省中心邀请全球 VOC 知名学者美国加州理工大学 Donald Blake 教授对三套 VOCs 监测系统进行了成效审核，初步掌握了 VOCs 监测系统性能比对方法。依托省中心成立的国家环境保护区域空气质量监测重点实验室（以下简称“重点实验室”），由“区域空气质量监测技术研究室”、“大气超级站监测技术集成应用研究室”、“网络化质量管理技术研究室”和“区域空气质量综合评估与信息发布技术研究室”4 个研究室及 1 个应用示范基地组成，其中“区域空气质量监测技术研究室”的重要工作之一就是开展不同监测方法、不同品牌仪器的性能比对研究，为区域空气质量监测网络仪器选型、技术集成提供基本依据或参考，较为成功的案例是在 2015 至 2016 年在广东大气超级站开展了 PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>10</sub> 自动监测系统参数优化研究，获得适合于本地实际的 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 仪器配置和参数优化设置方案，并在该过程中积累了丰富的仪器性能比对经验。

根据《环境空气挥发性有机物气相色谱连续监测系统技术及检测方法》中规定的技术指标，依照现有技术手段和经验积累，我省具备进行规模更大，代表性更强，比对更全面的 VOCs 在线监测仪器性能测试实验基础。

### **三、目标与原则**

#### **3.1 目标**

本次比对实验拟实现以下三个目标：

(1) 掌握市面上现有 VOCs 在线监测系统的性能，为建设我省统一的光化网提供依据。

(2) 摸索形成不同 VOCs 在线监测系统数据的数据实时接入技术和数据在线审核方法。

(3) 针对不同的监测系统建立统一规范的 VOCs 在线监测系统质

量保证与质量控制 (QA/QC) 技术。

### 3.2 原则

**公开性原则：**除了我省现有的 VOCs 在线监测系统需要参加比对测试外，同时将在省中心等公开网站进行公开邀约，邀请国内 VOCs 在线设备生产厂家参加本次比对实验。厂家基于自愿原则参与本次比对实验，每个厂家限一个型号的设备参与比对。

**公平性原则：**比对过程中，制定严谨的实施、监督及评审方案，确保所有参加比对的监测仪器在相同条件下开展实验。

**公正性原则：**将聘请和所有生产厂家没有利益关系的专家学者进行比对实验结果审核，委托独立的第三方实验室进行样品的平行比对。

## 四、比对实验方案

### 4.1 参考文献

1. 《环境空气挥发性有机物气相色谱连续监测系统技术及检测方法》，(HJ1010-2018)，2018 年 12 月
2. 粤港澳珠江三角洲区域空气监测网络 VOCs 在线监测系统标准操作手册
3. 《大气 VOCs 在线监测系统评估工作指南》，上海市环境监测中心、清洁空气创新中心、深圳市环境科学研究院，2017 年 11 月
4. Gas Chromatograph (GC) Evaluation Study Field Deployment Evaluation Report ，美国环保署 (USEPA)，2017 年 11 月
5. Gas Chromatograph (GC) Evaluation Study Laboratory Evaluation Phase Report，美国环保署 (USEPA)，2014 年 10 月

## 4.2 实验地点与实验材料

比对实验地点由广州市环境监测中心站提供，面积约 150 平方米，可以容纳 8 套 VOC 在线监测的比对测试。实验场地配置有中央空调，确保实验场地温度保持在  $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，并为参与比对的每家厂商提供独立电源接入，参与比对的厂商需自行配置稳压电源或者 UPS。实验场地为参与比对的每家厂商提供独立的操作维护空间。实验场地安装有视频监控，厂商维护人员须佩戴经省中心统一派发的工作证，并在监督方的陪同下才允许进入实验场地。

我中心在实验场地配置专用配气仪和清罐仪供比对厂商使用。厂商需严格遵守我中心作业指导书的要求，正确使用配气仪和清罐仪。参与比对的厂商需自行配置苏码罐。比对过程所使用的 VOCs 标准气体由我中心提供。

## 4.3 分工与进度安排

本次比对实验由省中心负责总体实施；广州市环境监测中心站负责提供实验场地和保障工作，并与省中心一起监督实验过程；邀请 3~5 位知名 VOCs 监测专家组成专家小组，负责比对方案、性能测试结果、监测数据及评估报告的最终审核；由目前省中心 VOCs 成分网运维商负责实验室改造，协助我中心进行比对过程和仪器性能的监督审核，及监测数据的有效性审核；邀请独立的第三方实验室进行平行比对的工作；参与比对的厂商负责比对仪器的安装调试、日常维护、质量控制和保障、故障排除，数据处理及报送。

前期准备阶段（2019 年 3 月 31 日前）：邀请仪器厂商参加比对实验，筛选比对设备；组建比对专家团队；完成比对实验场地的改造。

设备安装调试阶段（2019 年 4 月 10 日前）：各仪器厂商完成设备的安装调试、初始校准和性能测试。

设备运行与比对阶段（2019 年 4 月 11 日-6 月 16 日）：各设备不

间断运行，期间开展样品比对、质量监管、数据审核和数据对接调试等工作。

结果评估阶段（2019年7月中前）：形成比对评估报告。

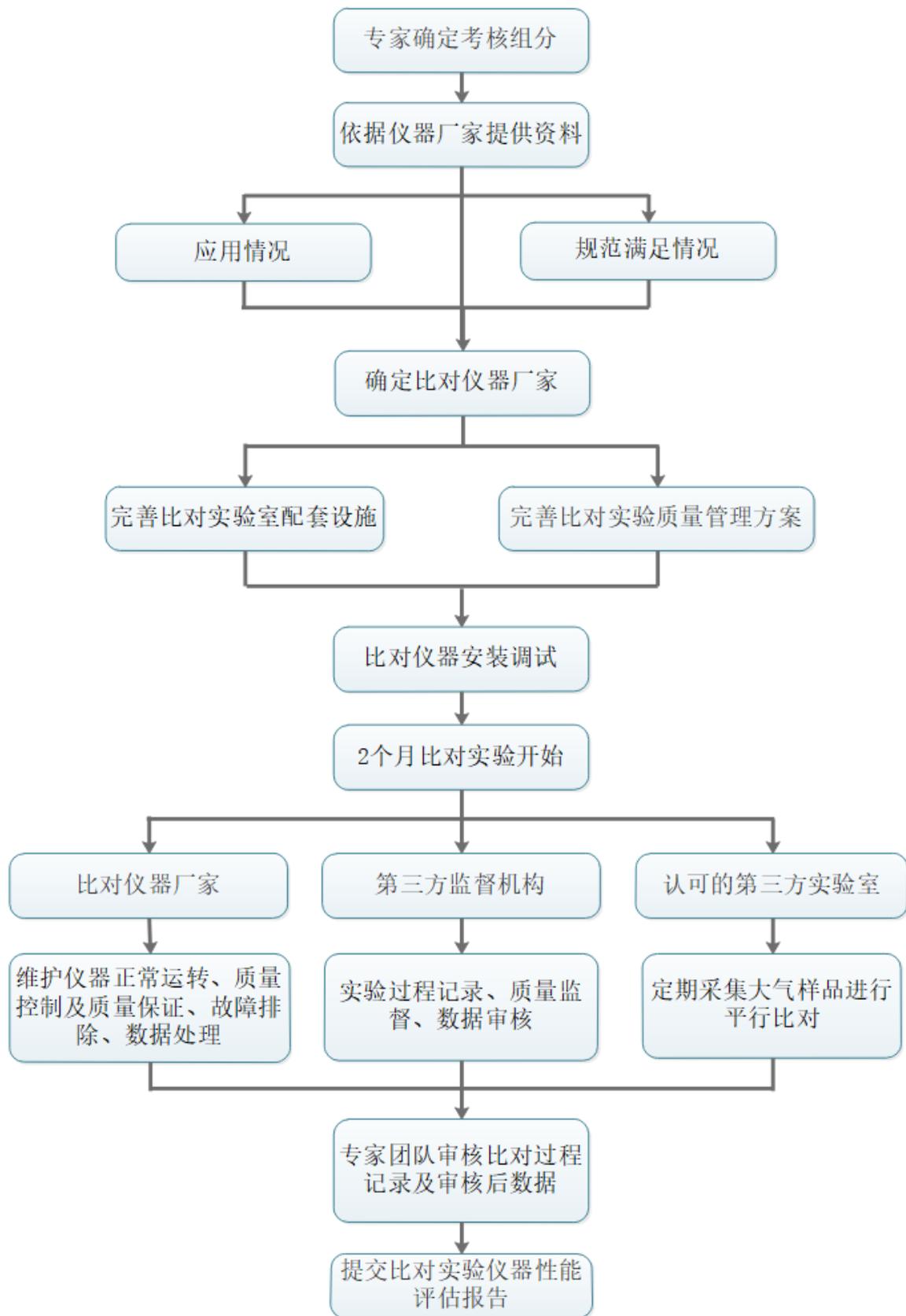


图1 比对实验实施步骤

## 4.4 实验结果处理

所有参与比对实验的仪器厂家,必须确保监测数据可以实时发送到省中心指定的服务器。进入正式运行阶段的第1个月内,各仪器厂家可以通过手动方式向省中心提供原始及审核后图谱和数据,即每天中午12时前,将前一天24小时数据依照指定格式通过邮件发送指定人员;进入正式运行阶段的第2个月,各仪器须实现数据的自动上传,并在指定平台上进行原始数据的审核。质控工作完成后24小时之内提供相关质控数据。

所有数据由质量监督单位依照质控记录及数据审核结果,确认数据的有效性之后提交给省中心。

所有监测数据及平行样比对结果最终汇总至专家审核组,依照评分规则对各设备进行比较和评分。

数据审核基于监测结果的内在数据规律进行,包括但不限于常见物种检出率审核、天然内标物种审核、同分异构体物种对审核、物种来源相关性审核等方法。

## 4.5 考核指标设计

### 4.5.1 监测物种

见附表1(原PAMS物种)和附表2(广东省典型VOCs物种)。

### 4.5.2 线性

在0~10ppb间,任选5个浓度点制作校准曲线。根据性能测试结果,评价待测物种标准曲线相关系数(线性),要求90%组分(至少包括乙烷和乙烯)的相关系数 $\geq 0.95$ ,剩余10%的组分相关系数 $\geq 0.90$ 。

### 4.5.3 方法检出限

根据性能测试结果，评价待测物种的方法检出限，要求 90%组分（至少包括乙烷和乙烯）的方法检出限应 $\leq 0.1\text{nmol/mol}$ 。

#### 4.5.4 准确度

根据性能测试结果，评价待测物种的准确度，要求准确度 $\leq \pm 10\%$ 。

#### 4.5.5 精密度

根据性能测试结果，评价待测物种的精密度，要求各组分精密度应 $\leq 10\%$ 。

#### 4.5.6 漂移

初始校准后，连续运行 7d，其间不进行任何校准操作，要求待测物种氢火焰离子检测器检测组分的浓度漂移 $\leq 15\%$ ；质谱检测器检测组分的浓度漂移 $\leq 30\%$ ；保留时间漂移 $\leq 0.5\text{min}$

#### 4.5.7 系统空白

根据性能测试结果，评价待测物种的系统空白，要求各组分系统空白应 $\leq 0.05\text{nmol/mol}$ 。

#### 4.5.8 系统残留

向系统通入 10ppb 后，随即测试系统残留。根据性能测试结果，评价待测物种的系统残留，要求 90%组分系统残留应 $\leq 0.1\text{nmol/mol}$ 。

#### 4.5.9 有效数据获取率

根据连续运行时段（约 60d）获取的有效数据，计算待测物种有效数据获取率，要求各物种的有效数据获取率应 $\geq 80\%$ 。

连续运行时段内某物种有效数据获取率=（该物种获得的有效小时数/应有的小时数） $\times 100\%$

注：有效数据是指经过审核通过的有效数据。低于检出限的小时值计入有效小时数；仪器校准、故障等损失的小时数在有效小时数中

扣除；因停电、不可抗力或定期停机维护损失的小时数在应有小时数中扣除。

#### 4.5.10 手工比对

自动监测结果与手工监测结果相对误差 $\leq\pm 30\%$ 。

#### 4.5.11 故障率与运维成本

综合考察各设备的故障率与运维成本。

#### 4.5.12 评分细则

根据以上考核指标，设计了本次比对实验性能比对评分细则（表1）。

表1 VOCs 在线监测设备性能比对评分细则

序号	指标	分值	评分细则
1	监测物种	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 可监测附表1和附表2中物种的，得5分；可监测附表1中物种的，得3分；不能完全监测附表1中物种的，得1分</li> </ul>
2	线性	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 可监测附表1中物种的仪器，按横向比较情况评分，满分8分：               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 所有物种线性<math>\geq 0.98</math>的，得8分；</li> <li>(2) 所有物种线性<math>\geq 0.95</math>的，得6-7分；</li> <li>(3) 90%物种线性<math>\geq 0.95</math>、其余10%物种线性<math>\geq 0.90</math>得3-5分；</li> <li>(4) 不满足条件(1)和(2)，但所有物种线性<math>\geq 0.90</math>得1-2分；</li> <li>(5) 不满足以上条件，不得分。</li> </ol> </li> <li>● 可监测附表2中能力的仪器，按横向比较情况评分，满分7分：               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 所有物种线性<math>\geq 0.98</math>的，得7分</li> <li>(2) 所有物种线性<math>\geq 0.95</math>的，得6分；</li> <li>(3) 90%物种线性<math>\geq 0.95</math>、其余10%物种线性<math>\geq 0.90</math>得3-5分；</li> <li>(4) 不满足条件(1)和(2)，但所有物种线性<math>\geq 0.90</math>得1-2分；</li> <li>(5) 不满足以上条件，不得分。</li> </ol> </li> </ul>
3	方法检出限	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 可监测附表1中物种的仪器，按横向比较情况</li> </ul>

序号	指标	分值	评分细则
			评分，满分 6 分： (1) 90%组分方法检出限 $\leq 0.1\text{nmol/mol}$ 的，得 4-6 分； (2) 80%组分方法检出限 $\leq 0.1\text{nmol/mol}$ 的，得 1-3 分； (3) 不满足条件 (1) 和 (2)，不得分。 ● 可监测附表 2 中物种的仪器，按横向比较情况评分，满分 4 分： (1) 90%组分方法检出限 $\leq 0.1\text{nmol/mol}$ 的，得 3-4 分； (2) 80%组分方法检出限 $\leq 0.1\text{nmol/mol}$ 的，得 1-2 分； (3) 不满足条件 (1) 和 (2)，不得分。
4	准确度	5	● 可监测附表 1 中物种的仪器，按横向比较情况评分，满分 3 分： (1) 所有组份准确度 $\leq \pm 10\%$ 的，得 3 分； (2) 90%组份准确度 $\leq \pm 10\%$ 的，得 2 分； (3) 不满足上述条件的，不得分。 ● 可监测附表 2 中物种的仪器，按横向比较情况评分，满分 2 分： (1) 所有组份准确度 $\leq \pm 10\%$ 的，得 2 分； (2) 90%组份准确度 $\leq \pm 10\%$ 的，得 1 分； (3) 不满足上述条件的，不得分。
5	精密度	5	● 可监测附表 1 中物种的仪器，按横向比较情况评分，满分 3 分： (1) 所有组份精密度 $\leq 10\%$ 的，得 3 分； (2) 90%组份精密度 $\leq 10\%$ 的，得 2 分； (3) 不满足上述条件的，不得分。 ● 可监测附表 2 中物种的仪器，按横向比较情况评分，满分 2 分： (1) 所有组份精密度 $\leq 10\%$ 的，得 2 分； (2) 90%组份精密度 $\leq 10\%$ 的，得 1 分； (3) 不满足上述条件的，不得分。
6	漂移	5	● 待测物种氢火焰离子检测器检测组分的浓度漂移 $\leq 15\%$ ；质谱检测器检测组分的浓度漂移 $\leq 30\%$ ，满分 3 分 (1) 所有组分满足浓度漂移的要求，得 3 分； (2) 90%组分满足浓度漂移的要求，得 2 分； (3) 80%组分满足浓度漂移的要求，得 1 分；

序号	指标	分值	评分细则
			<p>(4) 不满足上述条件不得分。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 保留时间漂移, 满分 2 分:               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 所有组分保留时间漂移<math>\leq 0.5\text{min}</math>的, 得 2 分;</li> <li>(2) 90%组分保留时间漂移<math>\leq 0.5\text{min}</math>的, 得 1 分;</li> <li>(3) 不满足上述条件不得分。</li> </ol> </li> </ul>
7	系统空白	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 系统空白依据仪器可测物种清单评定:               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 所有可测组分系统空白<math>\leq 0.05\text{nmol/mol}</math>的, 得 5 分;</li> <li>(2) 90%可测组分系统空白<math>\leq 0.05\text{nmol/mol}</math>的, 得 3-4 分;</li> <li>(3) 80%可测组分系统空白<math>\leq 0.05\text{nmol/mol}</math>的, 得 1-2 分;</li> <li>(4) 其余情况不得分。</li> </ol> </li> </ul>
8	系统残留	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 系统残留依据仪器可测物种清单评定:               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 所有可测组分系统残留<math>\leq 0.1\text{nmol/mol}</math>的, 得 5 分;</li> <li>(2) 90%可测组分系统残留<math>\leq 0.1\text{nmol/mol}</math>的, 得 3-4 分;</li> <li>(3) 80%可测组分系统残留<math>\leq 0.1\text{nmol/mol}</math>的, 得 1-2 分;</li> <li>(4) 其余情况不得分。</li> </ol> </li> </ul>
9	有效数据获取率	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 有效数据获取率依据仪器可测物种清单评定:               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 所有可测组分有效数据获取率<math>\geq 80\%</math>的, 得 8~10 分;</li> <li>(2) 90%组分有效数据获取率<math>\geq 80\%</math>的, 得 4~7 分;</li> <li>(3) 其余得 1~3 分。</li> </ol> </li> </ul>
10	手工比对	25	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 可监测附表 1 中物种的仪器, 按横向比较情况评分, 满分 15 分:               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 所有组分比对结果优于<math>\pm 30\%</math>, 得 11-15 分;</li> <li>(2) 90%组分比对结果优于<math>\pm 30\%</math>, 得 6-10 分;</li> <li>(3) 80%组分比对结果优于<math>\pm 30\%</math>, 得 1-5 分;</li> <li>(4) 不满足上述条件不得分。</li> </ol> </li> <li>● 可监测附表 2 中物种的仪器, 按横向比较情况评分, 满分 10 分:               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 所有组分比对结果优于<math>\pm 30\%</math>, 得 7-10 分;</li> </ol> </li> </ul>

序号	指标	分值	评分细则
			(2) 90%组分比对结果优于±30%，得 4-6 分； (3) 80%组分比对结果优于±30%，得 1-3 分； (4) 不满足上述条件不得分。
11	运维成本与故障率	10	横向比较参与比对的各设备运维成本与故障率： ● 运维成本低的，得 4~5 分；运维成本适用中的，得 2~3 分；运维成本高的，得 1 分 ● 故障率低的，得 4~5 分；故障率适用中的，得 2~3 分；故障率高的，得 1 分

## 五、经费安排

本次比对实验费用主要包括场地改造费、专家费和协作费等（表 2），将由参与比对的各厂家共同承担。比对前各厂家需缴纳 15 万的保证金，根据最终发生的费用多退少补。

表 2 经费支出计划

序号	项目	内容
1	场地改造费	对实验场地进行改造，包括电路（不包括 UPS）、采样管路、通风系统、空调系统、视频监控系统、工作台等
2	专家费	聘请 3~5 名专家组成专家团队，对比对方案、性能测试结果、监测数据及评估报告的最终审核，聘请 4 个月，5000 元/月/人
3	协作费	监督审核：聘请第三方公司开展比对测试，负责比对过程监督、仪器性能监督审核、手工采样以及监测数据有效性审核，包含比对用标准气体、校准设备使用等费用。 比对样品分析：邀请独立第三方实验室进行平行比对分析工作，按样品量计算费用，样品数量预计 88 个。

附表1 必测物种（原 PAMS 57 种）

序号	化合物中文名	化合物英文名	CAS 号	种别
1	乙烯	Ethylene	74-85-1	烯烃
2	乙炔	Acetylene	74-86-2	炔烃
3	乙烷	Ethane	74-84-0	烷烃
4	丙烯	Propylene	115-07-1	烯烃
5	丙烷	Propane	74-98-6	烷烃
6	异丁烷	Isobutane	75-28-5	烷烃
7	正丁烯	1-Butene	106-98-9	烯烃
8	正丁烷	n-Butane	106-97-8	烷烃
9	顺-2-丁烯	cis-2-Butene	590-18-1	烯烃
10	反-2-丁烯	trans-2-Butene	624-64-6	烯烃
11	异戊烷	Isopentane	78-78-4	烷烃
12	1-戊烯	1-Pentene	109-67-1	烯烃
13	正戊烷	n-Pentane	109-66-0	烷烃
14	反-2-戊烯	trans-2-Pentene	646-04-8	烯烃
15	2-甲基-1,3-丁二烯	Isoprene	78-79-5	烯烃
16	顺-2-戊烯	cis-2-Pentene	627-20-3	烯烃
17	2,2-二甲基丁烷	2,2-Dimethylbutane	75-83-2	烷烃
18	环戊烷	Cyclopentane	287-92-3	烷烃
19	2,3-二甲基丁烷	2,3-Dimethylbutane	79-29-8	烷烃
20	2-甲基戊烷	2-Methylpentane	107-83-5	烷烃
21	3-甲基戊烷	3-Methylpentane	96-14-0	烷烃
22	1-己烯	1-Hexene	592-41-6	烯烃
23	正己烷	n-Hexane	110-54-3	烷烃
24	2,4-二甲基戊烷	2,4-Dimethylpentane	108-08-7	烷烃
25	甲基环戊烷	Methylcyclopentane	96-37-7	烷烃
26	苯	Benzene	71-43-2	芳香烃
27	环己烷	Cyclohexane	110-82-7	烷烃
28	2-甲基己烷	2-Methylhexane	591-76-4	烷烃
29	2,3-二甲基戊烷	2,3-Dimethylpentane	565-59-3	烷烃
30	3-甲基己烷	3-Methylhexane	589-34-4	烷烃
31	2,2,4-三甲基戊烷	2,2,4-Trimethylpentane	540-84-1	烷烃
32	正庚烷	n-Heptane	142-82-5	烷烃
33	甲基环己烷	Methylcyclohexane	108-87-2	烷烃
34	2,3,4-三甲基戊烷	2,3,4-Trimethylpentane	565-75-3	烷烃
35	2-甲基庚烷	2-Methylheptane	592-27-8	烷烃
36	甲苯	Toluene	108-88-3	芳香烃
37	3-甲基庚烷	3-Methylheptane	589-81-1	烷烃

序号	化合物中文名	化合物英文名	CAS号	种别
38	正辛烷	n-Octane	111-65-9	烷烃
39	对二甲苯	p-Xylene	106-42-3	芳香烃
40	乙苯	Ethylbenzene	100-41-4	芳香烃
41	间二甲苯	m-Xylene	108-38-3	芳香烃
42	正壬烷	n-Nonane	111-84-2	烷烃
43	苯乙烯	Styrene	100-42-5	芳香烃
44	邻二甲苯	o-Xylene	95-47-6	芳香烃
45	异丙苯	Isopropylbenzene	98-82-8	芳香烃
46	正丙苯	n-Propylbenzene	103-65-1	芳香烃
47	1-乙基-2-甲基苯	o-Ethyltoluene	611-14-3	芳香烃
48	1-乙基-3-甲基苯	m-Ethyltoluene	620-14-4	芳香烃
49	1,3,5-三甲苯	1,3,5-Trimethylbenzene	108-67-8	芳香烃
50	对乙基甲苯	p-Ethyltoluene	622-96-8	芳香烃
51	癸烷	n-Decane	124-18-5	烷烃
52	1,2,4-三甲苯	1,2,4-Trimethylbenzene	95-63-6	芳香烃
53	1,2,3-三甲苯	1,2,3-Trimethylbenzene	526-73-8	芳香烃
54	1,3-二乙基苯	m-Diethylbenzene	141-93-5	芳香烃
55	对二乙苯	p-Diethylbenzene	105-05-5	芳香烃
56	十一烷	n-Undecane	1120-21-4	烷烃
57	十二烷	n-Dodecane	112-40-3	烷烃

附表 2 选测物种

序号	化合物中文名	化合物英文名	CAS号	种别
1	乙醛	Acetaldehyde	75-07-0	OVOCs
2	丙烯醛	Acrolein	107-02-8	OVOCs
3	丙酮	Acetone	67-64-1	OVOCs
4	丙醛	Propionaldehyde	123-38-6	OVOCs
5	2-丁酮	2-Butanone	78-93-3	OVOCs
6	正丁醛	Butyraldehyde	123-72-8	OVOCs
7	丁二烯	1,3-Butadiene	106-99-0	烯烃
8	氯乙烷	Chlorethane	75-00-3	卤代烃
9	二氯甲烷	Methylene chloride	75-09-2	卤代烃
10	异丙醇	2-Propanol	67-63-0	OVOCs
11	乙酸乙烯酯	Vinyl acetate	108-05-4	OVOCs
12	乙酸乙酯	Ethyl acetate	141-78-6	OVOCs
13	三氯甲烷	Trichloromethane	67-66-3	卤代烃
14	四氯化碳	Carbon tetrachloride	56-23-5	卤代烃

序号	化合物中文名	化合物英文名	CAS 号	种别
15	三氯乙烯	Trichloroethene	79-01-6	卤代烃
16	4-甲基-2-戊酮	4-Methyl-2-pentanone	108-10-1	OVOCs
17	2-己酮	2-Hexanone	591-78-6	OVOCs
18	四氯乙烯	Tetrachloroethene	127-18-4	卤代烃
19	氯苯	Chlorobenzene	108-90-7	卤代烃
20	邻二氯苯	1,2-Dichlorobenzene	95-50-1	卤代烃
21	1,2,4-三氯苯	1,2,4-Trichlorobenzene	120-82-1	卤代烃