

中华人民共和国国家生态环境标准

HJ 1440—2026

固定污染源废气苯系物气相色谱-氢火焰 离子化检测器法自动监测系统技术要求 及检测方法

Specifications and test procedures for benzene series compounds
automated monitoring system based on gas chromatography-hydrogen flame
ionizationdetector method instationary source exhaust gas

本电子版为正式标准文件，由生态环境部环境标准研究所审校排版。

2026-01-14发布

2026-04-15实施

生态 环 境 部 发 布

目 次

前言	II
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 系统的组成与结构	2
5 技术要求	3
6 性能指标	5
7 检测方法	6
8 质量保证	13
附录A（规范性附录） 苯系物自动监测系统日报表、月报表和年报表	14
附录B（资料性附录） 实验室检测和现场检测原始记录表	19
附录C（规范性附录） 体积浓度转换为质量浓度的计算	25

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》，防治生态环境污染，改善生态环境质量，规范固定污染源废气苯系物气相色谱-氢火焰离子化检测器法自动监测系统的性能、质量，制定本标准。

本标准规定了固定污染源有组织排放废气苯系物气相色谱-氢火焰离子化检测器法自动监测系统的组成、结构、技术要求、性能指标和检测方法。

本标准为首次发布。

本标准附录 A、附录 C 为规范性附录，附录 B 为资料性附录。

本标准由生态环境部生态环境监测司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境监测总站。

本标准生态环境部 2026年1月14日批准。

本标准自 2026年4月15日起实施。

本标准由生态环境部解释。

固定污染源废气苯系物气相色谱-氢火焰离子化检测器法 自动监测系统技术要求及检测方法

1 适用范围

本标准规定了固定污染源有组织排放废气苯系物气相色谱-氢火焰离子化检测器法自动监测系统的组成、结构、技术要求、性能指标和检测方法。

本标准适用于固定污染源有组织排放废气苯系物气相色谱-氢火焰离子化检测器法自动监测系统的检测，该类仪器的设计、生产可参照使用。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注日期的引用标准，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用标准，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。其他文件被新文件废止、修改、修订的，新文件适用于本标准。

GB 3836.1 爆炸性环境第一部分：设备 通用要求

GB/T 39786 信息安全技术信息系统密码应用基本要求

HJ 75 固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测技术规范

HJ 76 固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法

HJ 212 污染物自动监测监控系统数据传输技术要求

HJ 1405 排污单位污染物排放口监测点位设置技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

苯系物气相色谱-氢火焰离子化检测器法自动监测系统 benzene series compounds automated monitoring system based on gas chromatography-hydrogen flame ionization detector method

以气相色谱-氢火焰离子化检测器法自动监测固定污染源有组织排放废气中苯系物排放浓度和排放量所需的全部设备。

3.2

保留时间重复性 retention time repeatability

在相同测试条件下，基于待测组分色谱峰实际保留时间的测量精密度，用连续多次测量同一标准物质时基于某一或多个待测组分色谱峰保留时间的相对标准偏差表示。

3.3

定量测量重复性 quantitative measurement repeatability

在相同测试条件下，基于待测组分分析仪器测定结果的测量精密度，用分析仪器连续多次测量同一标准物质时基于某一或多个待测组分分析仪器测定结果的相对标准偏差表示。

3.4

苯系物 benzene series compounds

本标准中的苯系物包括苯、甲苯、二甲苯（含1,2-二甲苯、1,3-二甲苯、1,4-二甲苯）、三甲苯（含1,2,3-三甲苯、1,2,4-三甲苯、1,3,5-三甲苯）、乙苯、苯乙烯。

4 系统的组成与结构

固定污染源废气苯系物气相色谱-氢火焰离子化检测器法自动监测系统由苯系物监测单元、废气参数监测单元、数据采集与处理单元组成，见图1。系统测量废气中苯系物浓度和废气参数（温度、压力、流速或流量、含湿量、含氧量），并计算废气中污染物排放速率和排放量，显示和记录各种参数，并通过报表、图文等方式传输至固定源排放监控管理系统和污染治理设施运行监控系统。

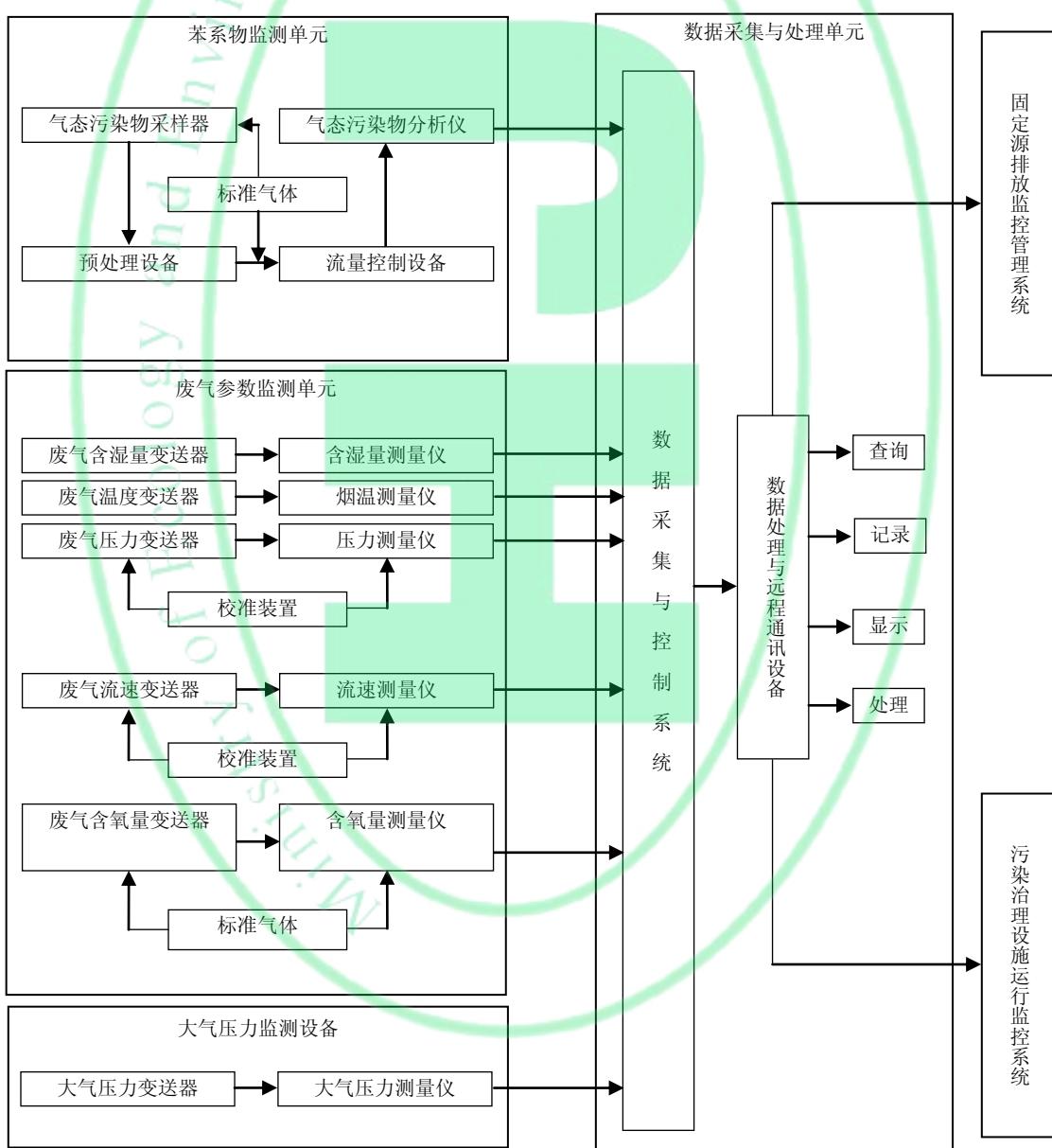


图1 固定污染源废气苯系物气相色谱-氢火焰离子化检测器法自动监测系统组成示意图

自动监测系统结构主要包括样品采集和传输设备、预处理设备、分析仪器、数据采集和传输设备以及辅助设备。样品采集和传输设备主要包括样品采集装置、样品传输管线、流量控制设备和采样泵等。预处理设备主要包括样品过滤设备等。分析仪器以气相色谱法为核心对采集的污染源废气样品进行测量分析，包括气路系统，进样系统，分离系统，氢火焰离子化检测器，工作站软件等。数据采集和传输设备用于采集、处理和存储监测数据，并能按中心计算机指令传输监测数据和设备工作状态信息。辅助设备主要包括尾气排放装置、反吹净化及其控制装置、空气预处理装置等。

5 技术要求

5.1 外观要求

5.1.1 系统应具有产品铭牌，铭牌上应标有产品名称、型号、监测因子、工作电压、额定功率、生产单位、出厂编号、制造日期等信息。

5.1.2 表面应完好无损，无明显缺陷，各零部件连接可靠，各操作键、按钮使用灵活，定位准确。

5.1.3 主机面板显示清晰，涂色牢固，字符、标识易于识别，不应有影响读数的缺陷。

5.2 工作条件

系统在以下条件下应能正常工作：

- a) 室内环境温度：15℃～35℃；室外环境温度：-20℃～50℃；
- b) 相对湿度：≤85%；
- c) 大气压：80 kPa～106 kPa；
- d) 供电电源：AC 220 V±22 V, 50 Hz±1 Hz。

注：特殊环境条件下，系统的配置应满足当地环境条件的使用要求。

5.3 安全要求

5.3.1 在环境温度为15℃～35℃，相对湿度不高于85%的条件下，设备电源端子对地或机壳的绝缘电阻不低于20 MΩ。

5.3.2 在环境温度为15℃～35℃，相对湿度不高于85%的条件下，设备在1 500 V（有效值）、50 Hz正弦波试验电压下持续1 min，不应出现击穿或飞弧现象。

5.3.3 应具有漏电保护装置，具备良好的接地措施，防止雷击等对系统造成损坏。

5.3.4 安装者和使用者应建立起有效安全措施，防止易燃易爆、有毒有害气体泄漏，及防范其他安全风险，若安装环境有防爆要求，则应按照GB 3836.1中相关规定执行。

5.4 功能要求

5.4.1 样品采集和传输设备要求

5.4.1.1 样品采集装置和样品传输管线的材质应选用耐高温、防腐蚀、不吸附、不与待测物发生反应的材料。样品采集装置材质一般为陶瓷、玻璃、不锈钢、耐腐蚀合金等，样品传输管线材质一般为聚四氟乙烯、含氟共聚物、不锈钢、耐腐蚀合金等。

5.4.1.2 样品采集装置和样品传输管线应具备加热、保温和反吹净化功能。其加热均匀、稳定且可调，加热温度应保证在120℃以上。加热温度值应能够在机柜或系统软件中显示查询。

5.4.1.3 样品采集装置应具备颗粒物过滤功能。其采样设备的前端或后端应具备便于更换或清洗的颗粒物过滤器，过滤器应能过滤5 μm粒径以上的颗粒物。

5.4.1.4 样品传输管线内包覆的气体传输管应至少为两根，一根用于样品气体的采集传输，另一根用于标准气体的全程校准。

5.4.1.5 采样泵应具备克服烟道负压的抽气能力，并且保证采样流量准确可靠、相对稳定。

5.4.2 预处理设备要求

5.4.2.1 预处理设备及其部件应方便清理和更换，为防止颗粒物污染分析仪，在样气进入分析仪之前应设置精细过滤器，精细过滤器应至少能过滤 $0.5 \mu\text{m}$ 粒径以上的颗粒物，其材质一般为陶瓷、玻璃、不锈钢、耐腐蚀合金等。

5.4.3 分析仪器要求

5.4.3.1 分析仪应具有色谱图文件自动记录、历史谱图查询等功能。

5.4.3.2 应具有实时或周期性地检测当前火焰状态的功能，一旦侦测到火焰熄灭，必须自动切断燃烧气源。

5.4.3.3 氢气源连接管路应使用不锈钢材质，一旦检测到氢气泄漏时，应自动切断气源。

5.4.3.4 氢气纯度 $\geq 99.99\%$ ，其他工作气源纯度应满足分析仪器使用要求。

5.4.3.5 空气预处理装置应具备除尘、除水、除油、除烃等功能，其产生的零气应符合 7.1.2.2 的要求。

5.4.3.6 载气可使用氮气，纯度 $\geq 99.999\%$ ，也可使用洁净空气，其质量应符合 7.1.2.2 的要求。

5.4.3.7 系统应能用手动和/或自动方式进行校准，应具备固定的和便于操作的标准气体全系统校准功能，即零气和标准气体与样品气体通过的路径（如：样品采集装置、样品传输管线、预处理设备等）相同。

5.4.4 数据采集和传输设备要求

5.4.4.1 应具备显示、设置系统时间的功能。

5.4.4.2 能够显示实时数据，具备查询历史数据的功能，并能以报表形式输出，相关日报表、月报表和年报表的格式要求见附录 A。

5.4.4.3 具备数字信号输出功能。

5.4.4.4 具有中文操作界面，数据采集、记录、处理要求应符合 HJ 212 相关要求。

5.4.4.5 系统断电后，能自动保存数据；恢复供电后系统可自动启动，恢复运行状态并正常工作。

5.4.5 辅助设备要求

5.4.5.1 系统尾气排放管路应规范敷设，防止尾气污染环境。

5.4.5.2 系统尾气排放装置应避免尾气中的水分冷凝、累积甚至结冰，造成尾气排放管路堵塞和排气不畅，必要时可配套加热保温装置、气液分离装置等设施。

5.4.5.3 系统应根据现场实际需要配备定期自动反吹装置，用以定期对样品采集装置及其他测量部件进行反吹，避免出现由于颗粒物、水分等累积造成的堵塞状况。

5.4.5.4 系统内部气体管路以及电路、数据传输线路等应规范敷设，同类管路应尽可能集中汇总设置，不同类型的管路或不同作用、方向的管路应采用明确标识加以区分，各种走线应安全合理，便于维护维修。

5.4.5.5 系统机柜内应具备良好的散热装置，确保机柜内的温度符合仪器正常工作温度，应配备照明设备，便于日常维护检查。

5.4.6 防止篡改、伪造监测数据功能要求

5.4.6.1 软件应至少具有三级操作管理权限。其中管理员具有关键参数设置权限；运维人员具有数据、

日志的查询权限以及例行维护权限，具有对可调参数的调整权限；普通用户仅具有数据查询权限。每级权限都应具有设备登录用户名和登录密码，登录密码应为强密码。强密码应包含大小写字母、数字和特殊符号等多种字符，并具有强密码校验功能并符合 GB/T 39786 中的规定。

5.4.6.2 日志记录至少应包含：人员登录操作、系统运行状态、参数修改、通讯协议修改、自动/手动质控校准、远程下发质控指令和操作、设置修改标气浓度、设置修改标准气体流量、断电上电等内容，应详细记录相关操作的用户、时间、内容等，数值和状态变化时均应记录变化前后的情况。任何管理权限均不可修改或删除日志。

5.4.6.3 不应设置模拟信号发生器、隐藏操作界面/参数、组合按键、特殊代码等软硬件。

6 性能指标

固定污染源废气苯系物气相色谱-氢火焰离子化检测器法自动监测系统实验室和现场检测项目见表 1 和表 2。

废气参数（流速、温度、压力、含氧量、含湿量）的性能指标要求应符合 HJ 76 中相关要求。

表 1 实验室检测性能指标要求

检测项目	技术要求		检测方法
分析周期	$\leq 30 \text{ min}$		7.1.3.1
检出限	苯	$\leq 0.07 \mu\text{mol/mol}$	7.1.3.2
	甲苯	$\leq 0.3 \mu\text{mol/mol}$	
	二甲苯	$\leq 0.5 \mu\text{mol/mol}$	
	乙苯	$\leq 0.5 \mu\text{mol/mol}$	
	苯乙烯	$\leq 0.5 \mu\text{mol/mol}$	
	三甲苯	$\leq 0.5 \mu\text{mol/mol}$	
保留时间重复性	$\leq 3\%$		7.1.3.3
定量测量重复性	$\leq 15\%$		7.1.3.4
线性误差	$\pm 2\% \text{ F.S.}$		7.1.3.5
24 h 漂移	$\pm 3\% \text{ F.S.}$		7.1.3.6
分离度	苯乙烯和 1, 2-二甲苯的分离度达到 1.0 以上		7.1.3.7
环境温度变化的影响	$\pm 5\% \text{ F.S.}$		7.1.3.8
进样流量变化的影响	$\pm 2\% \text{ F.S.}$		7.1.3.9
供电电压变化的影响	$\pm 2\% \text{ F.S.}$		7.1.3.10
平行性	$\leq 20\%$		7.1.3.11

注：F.S.表示满量程。

表 2 现场检测性能指标要求

检测项目	技术要求		检测方法
分析周期	$\leq 30 \text{ min}$		7.2.2.1
24 h 漂移	$\pm 3\% \text{ F.S.}$		7.2.2.2
准确度	苯	当使用参比方法测量苯的质量浓度平均值时： 1) $\geq 4 \text{ mg/m}^3$ 时，待测系统与参比方法测量结果的相对准确度： $\leq 35\%$ ； 2) $\geq 1 \text{ mg/m}^3 \sim < 4 \text{ mg/m}^3$ 时，待测系统与参比方法测量结果平均值相对误差的绝对值： $\leq 40\%$ ； 3) $< 1 \text{ mg/m}^3$ 时，待测系统与参比方法测量结果平均值绝对误差的绝对值： $\leq 0.4 \text{ mg/m}^3$ 。	7.2.2.3

续表

检测项目	技术要求		检测方法
准确度	甲苯	当使用参比方法测量甲苯的质量浓度平均值时: 1) $\geq 40 \text{ mg/m}^3$ 时, 待测系统与参比方法测量结果的相对准确度: $\leq 35\%$; 2) $\geq 15 \text{ mg/m}^3 \sim < 40 \text{ mg/m}^3$ 时, 待测系统与参比方法测量结果平均值相对误差的绝对值 $\leq 40\%$; 3) $< 15 \text{ mg/m}^3$ 时, 待测系统与参比方法测量结果平均值绝对误差的绝对值: $\leq 6 \text{ mg/m}^3$ 。	
	二甲苯	当使用参比方法测量二甲苯的质量浓度平均值时: 1) $\geq 70 \text{ mg/m}^3$ 时, 待测系统与参比方法测量结果的相对准确度: $\leq 35\%$; 2) $\geq 20 \text{ mg/m}^3 \sim < 70 \text{ mg/m}^3$ 时, 待测系统与参比方法测量结果平均值相对误差的绝对值 $\leq 40\%$; 3) $< 20 \text{ mg/m}^3$ 时, 待测系统与参比方法测量结果平均值绝对误差的绝对值: $\leq 8 \text{ mg/m}^3$ 。	
	乙苯	当使用参比方法测量乙苯的质量浓度平均值时: 1) $\geq 100 \text{ mg/m}^3$ 时, 待测系统与参比方法测量结果的相对准确度: $\leq 35\%$; 2) $\geq 50 \text{ mg/m}^3 \sim < 100 \text{ mg/m}^3$ 时, 待测系统与参比方法测量结果平均值相对误差的绝对值 $\leq 40\%$; 3) $< 50 \text{ mg/m}^3$ 时, 待测系统与参比方法测量结果平均值绝对误差的绝对值: $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ 。	
	苯乙烯	当使用参比方法测量苯乙烯的质量浓度平均值时: 1) $\geq 100 \text{ mg/m}^3$ 时, 待测系统与参比方法测量结果的相对准确度: $\leq 35\%$; 2) $\geq 50 \text{ mg/m}^3 \sim < 100 \text{ mg/m}^3$ 时, 待测系统与参比方法测量结果平均值相对误差的绝对值 $\leq 40\%$; 3) $< 50 \text{ mg/m}^3$ 时, 待测系统与参比方法测量结果平均值绝对误差的绝对值: $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ 。	
	三甲苯	当使用参比方法测量三甲苯的质量浓度平均值时: 1) $\geq 100 \text{ mg/m}^3$ 时, 待测系统与参比方法测量结果的相对准确度: $\leq 35\%$; 2) $\geq 50 \text{ mg/m}^3 \sim < 100 \text{ mg/m}^3$ 时, 待测系统与参比方法测量结果平均值相对误差的绝对值 $\leq 40\%$; 3) $< 50 \text{ mg/m}^3$ 时, 待测系统与参比方法测量结果平均值绝对误差的绝对值: $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ 。	

注: F.S.表示满量程。

7 检测方法

7.1 实验室检测

7.1.1 一般要求

- 7.1.1.1 抽取至少 3 套同型号完整的系统在指定的实验室场地同时进行检测。
- 7.1.1.2 系统具备双量程或多量程时(非硬件调整), 只针对最小量程进行技术指标检测。各组分最大

检测量程不超过 $10 \mu\text{mol/mol}$ 。

7.1.1.3 检测期间除进行零点和量程校准外，不允许对系统进行计划外的维护、检修和调节。

7.1.1.4 如果因供电问题造成测试中断，在供电恢复正常后，继续进行检测，已经完成的测试指标和数据有效。

7.1.1.5 如果因系统故障造成测试中断，在系统恢复正常后，重新开始检测，已经完成的测试指标和数据作废；检测期间，系统故障次数 ≤ 2 次。

7.1.1.6 实验室检测各技术指标检测数据均采用系统数据采集与处理单元存储记录的最终结果。

7.1.2 标准物质要求

7.1.2.1 标准气体：市售有证标准气体，不确定度 $\leq 2.0\%$ 。

7.1.2.2 零气可使用氮气或洁净空气，其中碳氢化合物不得高于 $0.6 \mu\text{mol/mol}$ 。

7.1.2.3 量程标准气体（量程标气）各组分浓度在（80%~100%）满量程范围内。较低浓度的标准气体可以使用高浓度的标准气体采用稀释的方法获得，稀释装置的精密度应在 1.0% 以内。

7.1.3 实验室检测方法

7.1.3.1 分析周期

分析周期指待测系统连续运行时给出两组测量结果之间的时间间隔，以秒表计时，连续 3 天测量 3 次，每日分析周期都应符合表 1 中的要求。

7.1.3.2 系统检出限

待测系统运行稳定后，通入接近检出限的零气或洁净空气加标样品，待示值稳定后连续测量 7 次，记录每次测得浓度值，计算所取得数据的标准偏差，以 3.143 倍标准偏差表示系统检出限，按公式（1）计算，应符合表 1 中要求。

$$\text{IDL} = 3.143 \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (1)$$

式中：IDL —— 系统检出限， $\mu\text{mol/mol}$ ；

3.143 —— 连续进样 7 次，在 99% 置信区间内的 t 值；

n —— 样品数量；

i —— 记录数据的序号， $i=1 \sim n$ ；

X_i —— 单次测量值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

\bar{X} —— 7 次测量值的均值， $\mu\text{mol/mol}$ 。

7.1.3.3 保留时间重复性

待测系统运行稳定后，通入量程标气，待示值稳定后记录所有测量组分的保留时间，使用同一量程标气重复上述测试操作至少 6 次，按公式（2）计算待测系统所有测量组分的保留时间重复性（相对标准偏差），应符合表 1 中要求。

$$S_r = \frac{1}{t} \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (2)$$

式中： S_r ——待测系统某测量组分保留时间重复性，%；
 \bar{t} ——某测量组分实际保留时间平均值，s (min)；
 i ——记录数据的序号 ($i=1 \sim n$)；
 n ——测量次数 ($n \geq 6$)；
 t_i ——某测量组分第 i 次实际保留时间，s (min)。

7.1.3.4 定量测量重复性

待测系统运行稳定后，通入量程标气，待示值稳定后记录所有测量组分的示值，使用同一浓度量程标气重复上述测试操作至少 6 次，按公式 (3) 计算待测系统所有测量组份的定量测量重复性（相对标准偏差），应符合表 1 中要求。

$$S_{rm} = \frac{1}{\bar{X}_{im}} \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{im} - \bar{X}_{im})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (3)$$

式中： S_{rm} ——待测系统某测量组分定量测量重复性，%；
 \bar{X}_{im} ——量程标气某测量组分测量平均值， $\mu\text{mol/mol}$ ；
 i ——记录数据的序号， $i = 1 \sim n$ ；
 n ——测量次数， $n \geq 6$ ；
 X_{im} ——量程标气某测量组分第 i 次测量值， $\mu\text{mol/mol}$ 。

7.1.3.5 线性误差

待测系统运行稳定并进行校准后，依次通入各组分浓度为（20%±5%）满量程、（40%±5%）满量程、（60%±5%）满量程和（80%±5%）满量程的标准气体；读数稳定后分别记录系统对各浓度标准气体所有测量组分的示值，再通入零点气等待系统示值回零。重复上述步骤 3 次，按公式 (4) 计算待测系统每种浓度标准气体所有测量组份测量误差相对于满量程的百分比 L_{ei} ， L_{ei} 的最大值应符合表 1 中要求。

$$L_{ei} = \frac{(\bar{X}_{di} - X_{si})}{R} \times 100\% \quad (4)$$

式中： L_{ei} ——待测系统测量第 i 种浓度标准气体某测量组分的线性误差，%；
 \bar{X}_{di} ——待测系统测量第 i 种浓度标准气体某测量组份 3 次测量平均值， $\mu\text{mol/mol}$ ；
 X_{si} ——第 i 种浓度标准气体某测量组份浓度标称值， $\mu\text{mol/mol}$ ；
 i ——测量标准气体序号， $i = 1 \sim 4$ ；
 R ——待测系统某测量组份满量程值， $\mu\text{mol/mol}$ 。

7.1.3.6 24 h 漂移

待测系统运行稳定后，通入加标零气（<5%满量程）和量程标气，记录系统稳定示值为 X_0 。保持待测系统连续运行 24 h（期间不允许任何校准和维护）后再次通入同一浓度加标零气和量程标气，并记录系统稳定示值 X_n ，按公式 (5) 计算待测系统的 24 h 漂移，然后可对待测系统进行校准（如不校准，可将本次测量值作为监测系统再次连续运行 24 h 后漂移的初始值 X_0 ）。重复上述测试步骤 7 次，全部 24 h 漂移 X_{dn} 均应符合表 1 中要求。

$$X_{dn} = \frac{X_n - X_0}{R} \times 100\% \quad (5)$$

式中： X_{dn} ——待测系统某测量组分第 n 次的 24 h 漂移，%；
 n ——测量序号， $n=1\sim7$ ；
 X_n ——待测系统运行 24 h 后通入零气或量程标气某测量组份的测量值， $\mu\text{mol/mol}$ ；
 X_0 ——待测系统通入零气或量程标气时某测量组分的初始测量值， $\mu\text{mol/mol}$ ；
 R ——待测系统某测量组份的满量程值， $\mu\text{mol/mol}$ 。

7.1.3.7 分离度

待测系统运行稳定后，通入（0.5~5） $\mu\text{mol/mol}$ 的苯系物组分标准气体，待读数稳定后，记录相邻两组分的峰宽及保留时间，按公式（6）计算苯乙烯和 1, 2-二甲苯的分离度，均需符合表 1 中要求。

$$R_i = \frac{2(t_{R_j} - t_{R_{j-1}})}{W_j + W_{j-1}} \quad (6)$$

式中： R_i ——相邻组分的分离度；
 t_{R_j} ——相邻两组分中后一组分的保留时间，s (min)；
 $t_{R_{j-1}}$ ——相邻两组分中前一组分的保留时间，s (min)；
 W_j ——相邻两组分中后一组分的峰宽，s (min)；
 W_{j-1} ——相邻两组分中前一组分的峰宽，s (min)。

7.1.3.8 环境温度变化的影响

环境温度变化的影响检测方法如下：

- 待测系统在恒温环境中运行后，设置环境温度为 $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ ，稳定至少 30 min，记录标准温度值 t_0 ，通入加标零气（<5%满量程），记录待测系统读数 Z_0 ；通入量程标气，记录待测系统读数 M_0 ；
- 缓慢调节（升温速率或降温速率≤1°C/min，以下相同）恒温环境温度为 $35^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ ，稳定至少 30 min，记录标准温度值 t_1 ，分别通入同一浓度加标零气和量程标气，记录待测系统零点读数 Z_1 和量程读数 M_1 ；
- 缓慢调节恒温环境温度为 $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ ，稳定至少 30 min，记录标准温度值 t_2 ，分别通入同一浓度加标零气和量程标气，记录待测系统零点读数 Z_2 和量程读数 M_2 ；
- 缓慢调节恒温环境温度为 $15^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ ，稳定至少 30 min，记录标准温度值 t_3 ，分别通入同一浓度加标零气和量程标气，记录待测系统零点读数 Z_3 和量程读数 M_3 ；
- 缓慢调节恒温环境温度为 $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ ，稳定至少 30 min，记录标准温度值 t_4 ，分别通入同一浓度加标零气和量程标气，记录待测系统零点读数 Z_4 和量程读数 M_4 ；
- 按公式（7）和（8）计算待测系统环境温度变化的影响 b_{st} ，应符合表 1 中要求。

$$b_{st} = \frac{(X_{s3} - X_{z3}) - \frac{(X_{s2} - X_{z2}) + (X_{s4} - X_{z4})}{2}}{R} \times 100\% \quad (7)$$

$$b_{st} = \frac{(X_{S1} - X_{Z1}) - \frac{(X_{S0} - X_{Z0}) + (X_{S2} - X_{Z2})}{2}}{R} \times 100\% \quad (8)$$

式中: b_{st} ——待测系统环境温度变化的影响, %;

X_{S3} ——环境温度 t_3 , 待测系统量程标气测量值, $\mu\text{mol/mol}$;

X_{Z3} ——环境温度 t_3 , 待测系统零点气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$;

X_{S2} ——环境温度 t_2 , 待测系统量程标气测量值, $\mu\text{mol/mol}$;

X_{Z2} ——环境温度 t_2 , 待测系统零点气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$;

X_{S4} ——环境温度 t_4 , 待测系统量程标气测量值, $\mu\text{mol/mol}$;

X_{Z4} ——环境温度 t_4 , 待测系统零点气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$;

R ——待测系统满量程值, $\mu\text{mol/mol}$;

X_{S1} ——环境温度 t_1 , 待测系统量程标气测量值, $\mu\text{mol/mol}$;

X_{Z1} ——环境温度 t_1 , 待测系统零点气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$;

X_{S0} ——环境温度 t_0 , 待测系统量程标气测量值, $\mu\text{mol/mol}$;

X_{Z0} ——环境温度 t_0 , 待测系统零点气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$.

7.1.3.9 进样流量变化的影响

待测系统运行稳定后, 按照初始设定进样流量, 通入量程标气, 稳定后记录待测系统读数 T ; 调节待测系统进样流量高于初始设定流量值 10%, 通入同一浓度标准气体, 稳定后记录待测系统读数 P ; 调节待测系统进样流量低于初始设定流量值 10%, 通入同一浓度标准气体, 稳定后记录待测系统读数 Q 。按公式(9)计算待测系统进样流量变化的影响 V , 重复测试 3 次, 平均值应符合表 1 中要求。

$$V = \frac{P-T}{R} \times 100\% \text{ 或 } \frac{Q-T}{R} \times 100\% \quad (9)$$

式中: V ——待测系统进样流量变化的影响, %;

P ——进样流量高于初始设定流量值 10% 时, 量程标气测量值, $\mu\text{mol/mol}$;

T ——始设定进样流量条件下量程标气测量值, $\mu\text{mol/mol}$;

R ——待测系统满量程值, $\mu\text{mol/mol}$;

Q ——进样流量低于初始设定流量值 10% 时, 量程标气测量值, $\mu\text{mol/mol}$.

7.1.3.10 供电电压变化的影响

待测系统运行稳定后, 在正常电压条件下, 通入量程标气, 稳定后记录待测系统读数 W ; 调节待测系统供电电压高于正常电压值 10%, 通入同一浓度标准气体, 稳定后记录待测系统读数 X ; 调节待测系统供电电压低于正常电压值 10%, 通入同一浓度标准气体, 稳定后记录待测系统读数 Y 。按公式(10)计算待测系统供电电压变化的影响 U , 重复测试 3 次, 平均值应符合表 1 的要求。

$$U = \frac{X-W}{R} \times 100\% \text{ 或 } \frac{Y-W}{R} \times 100\% \quad (10)$$

式中: U ——待测系统供电电压变化的影响, %;

X ——供电电压高于正常电压 10% 时, 量程标气测量值, $\mu\text{mol/mol}$;

W ——正常电压条件下量程标气测量值, $\mu\text{mol/mol}$;

R ——待测系统满量程值, $\mu\text{mol/mol}$;

Y ——供电电压低于正常电压 10%时, 量程标气测量值, $\mu\text{mol/mol}$ 。

7.1.3.11 平行性

3 台(套)同型号待测系统运行稳定并进行校准后,依次向 3 台(套)分析系统通入浓度为(20%~30%)满量程值、(40%~60%)满量程值、(80%~90%)满量程值 3 种标准气体,读数稳定后分别记录 3 台(套)系统通入 3 种浓度标准气体的测量值。按照公式(11)分别计算通入每种浓度标准气体 3 台(套)分析系统测量值的相对标准偏差,即为待测系统的平行性,其最大值应符合表 1 的要求。

$$P_j = \frac{1}{X_j} \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (X_{i,j} - \bar{X}_j)^2}{2}} \times 100\% \quad (11)$$

式中: P_j ——3 台(套)待测系统测量第 j 种标准气体的平行性, %;

j ——测试标准气体的序号, $j=1 \sim 3$;

\bar{X}_j ——3 台(套)待测系统测量第 j 种标准气体的平均值, $\mu\text{mol/mol}$;

i ——待测系统的序号, $i=1 \sim 3$;

$X_{i,j}$ ——第 i 台(套)待测系统测量第 j 种标准气体的测量值, $\mu\text{mol/mol}$ 。

7.2 污染物排放现场检测

7.2.1 一般要求

7.2.1.1 实验室检测通过后才允许进行污染物排放现场检测。

7.2.1.2 系统现场安装和调试技术要求应符合 HJ 75 标准的相关要求。现场参比方法采样位置、采样孔数量以及采样点设置等应符合 HJ 1405 标准的相关要求。

7.2.1.3 现场检测包括初检, 90 d 运行和复检。系统正常运行 168 h 后可进行初检; 初检合格后, 进入 90 d 运行期; 90 d 运行符合要求后, 进行复检。

7.2.1.4 初检和复检期间除进行系统零点和量程校准外, 不允许对系统进行计划外的维护、检修和调节。

7.2.1.5 初检和复检期间如果因现场污染源排放故障或供电问题造成测试中断, 在故障排除或供电恢复正常后, 继续进行检测, 已经完成的测试指标和数据有效。如果因系统故障造成测试中断, 在系统恢复正常后, 重新开始检测, 已经完成的指标和数据无效, 检测期间系统故障次数≤1 次。

7.2.1.6 现场检测各技术指标检测数据均采用系统数据采集与处理单元存储记录的最终结果。

7.2.2 污染物排放现场检测方法

7.2.2.1 分析周期

现场分析周期检测方法与实验室一致, 参见 7.1.3.1, 结果应符合表 2 的要求。

7.2.2.2 24 h 漂移

现场 24 h 漂移检测方法与实验室一致, 参见 7.1.3.6, 结果应符合表 2 的要求。

7.2.2.3 准确度

当 24 h 漂移和分析周期检测通过且在固定污染源正常排放污染物条件下, 可进行准确度检测, 检测方法如下:

- a) 系统运行稳定后可进行校准。
- b) 系统与参比方法对污染源有组织排放苯系物进行同步采样，由数据采集器记录测量值，同步记录至参比方法测试结束。
- c) 取同一时间区间内参比方法与监测系统测量值组成一个数据对，确保参比方法与监测系统测量数据在同一条件下（废气温度、压力、含湿量等，一般取标态干基浓度）。
- d) 每天仅对浓度超过定量下限的苯系物组分获取至少6个数据对，用于准确度计算。
- e) 当参比方法测量废气中苯系物组分浓度在分段的2), 3)段时，计算全部数据对绝对误差的平均值的绝对值或数据对差的相对误差的绝对值，应符合表2的要求。
- f) 当参比方法测量废气中苯系物组分浓度在分段1)段时，按公式(12)~(17)计算全部数据对的相对准确度，应符合表2的要求。

$$RA = \frac{|\bar{d}| + |cc|}{RM} \times 100\% \quad (12)$$

式中： RA —— 相对准确度，%；

\bar{d} —— 系统与参比方法测量各数据对差的平均值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

cc —— 置信系数， $\mu\text{mol/mol}$ ；

RM —— 参比方法全部数据对测量结果的平均值， $\mu\text{mol/mol}$ 。

$$\overline{RM} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RM_i \quad (13)$$

式中： i —— 数据对的序号， $i=1 \sim n$ ；

n —— 数据对的个数， $n \geq 6$ ；

RM_i —— 第 i 个数据对中的参比方法测量值， $\mu\text{mol/mol}$ 。

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \quad (14)$$

式中： d_i —— 每个数据对参比方法与系统同时间段内测量值之差， $\mu\text{mol/mol}$ 。

$$d_i = RM_i - MS_i \quad (15)$$

式中： MS_i —— 第 i 个数据对中的系统测量值， $\mu\text{mol/mol}$ 。

注：在计算数据对差的和时，保留数据差值的正、负号。

$$cc = \pm t_{f,0.95} \frac{S_d}{\sqrt{n}} \quad (16)$$

式中： $t_{f,0.95}$ —— t检验系数，在置信区间95%，自由度为 $n-1$ 时查表3获得；

S_d —— 系统与参比方法测量各数据对差的标准偏差， $\mu\text{mol/mol}$ 。

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n-1}} \quad (17)$$

表 3 95%置信区间 t 值表

数据对个数 (n)	自由度 (n-1)	$t_{(n-1, 0.95)}$
6	5	2.571
7	6	2.447
8	7	2.365
9	8	2.306
10	9	2.262
11	10	2.228
12	11	2.201
13	12	2.179
14	13	2.160
15	14	2.145
16	15	2.131
21	20	2.086

7.2.2.4 废气参数

废气参数（流速、温度、压力、含氧量、含湿量）指标检测方法参照 HJ 76 执行。

8 质量保证

8.1 现场检测应在固定污染源正常排放污染物条件下进行，在测试期间保持工况相对稳定。

8.2 参比方法应采用国家或行业发布的监测分析方法标准。

附录 A

(规范性附录)

苯系物自动监测系统日报表、月报表和年报表

苯系物自动监测系统日报表、月报表和年报表见表 A.1~表 A.3。

表 A.1 苯系物自动监测系统小时平均值日报表

固定污染源名称:

固定污染源编号:

监测日期: 年 月 日

时间	挥发性有机物 1 名称:			挥发性有机物 2 名称:			挥发性有机物 3 名称:			流量 (m ³ /h)	含氧量 (%)	温度 (℃)	含湿量 (%v/v)	备注
	标干 (mg/m ³)	折算 (mg/m ³)	(kg/h)	标干 (mg/m ³)	折算 (mg/m ³)	(kg/h)	标干 (mg/m ³)	折算 (mg/m ³)	(kg/h)					
00~01														
01~02														
02~03														
03~04														
04~05														
05~06														
06~07														
07~08														
08~09														
09~10														
10~11														
11~12														
12~13														
13~14														

续表

时间	挥发性有机物 1			挥发性有机物 2			挥发性有机物 3			流量 (m ³ /h)	含氧量 (%)	温度 (℃)	含湿量 (%v/v)	备注
	名称:	标干 (mg/m ³)	折算 (kg/h)	名称:	标干 (mg/m ³)	折算 (kg/h)	名称:	标干 (mg/m ³)	折算 (kg/h)					
14~15														
15~16														
16~17														
17~18														
18~19														
19~20														
20~21														
21~22														
22~23														
23~24														
平均值														
最大值														
最小值														
样本数														
日排放总量 (t)														

废气日排放总量单位: ×10⁴ m³/d

上报单位(盖章:)

负责人:

报告人:

报告日期: 年 月 日

表 A.2 芬系物自动监测系统日平均值月报表

固定污染源名称:

固定污染源编号:

监测月份: 年 月

日期	挥发性有机物 1		挥发性有机物 2		挥发性有机物 3		流量 $\times 10^4$ (m^3/h)	含氧量 (%)	温度 (°C)	含湿量 (%)	备注					
	名称:		名称:		名称:											
	(mg/m^3)	(t/d)	(mg/m^3)	(t/d)	(mg/m^3)	(t/d)										
1 日																
2 日																
3 日																
4 日																
5 日																
6 日																
7 日																
8 日																
9 日																
10 日																
11 日																
12 日																
13 日																
14 日																
15 日																
16 日																
17 日																
18 日																
19 日																
20 日																

续表

日期	挥发性有机物 1 名称: (mg/m ³)		挥发性有机物 2 名称: (mg/m ³)		挥发性有机物 3 名称: (mg/m ³)		流量×10 ⁴ (m ³ /h)	含氧量 (%)	温度 (℃)	含湿量 (%)	备注
	(t/d)	(t/d)	(t/d)	(t/d)	(t/d)	(t/d)					
21 日											
22 日											
23 日											
24 日											
25 日											
26 日											
27 日											
28 日											
29 日											
30 日											
31 日											
平均值											
最大值											
最小值											
样本数											
月排放总量 (t)											

废气月排放总量单位: ×10⁴ m³/m

上报单位(盖章:)

负责人:

报告人:

报告日期: 年 月 日

表 A.3 自动监测月平均值年报表

固定污染源名称:

固定污染源编号:

监测年份: 年

日期	挥发性有机物 1 名称: (t/m)	挥发性有机物 2 名称: (t/m)	挥发性有机物 3 名称: (t/m)	流量/ $\times 10^4$ (m ³ /h)	含氧量 (%)	温度 (℃)	含湿量 (%)	备注
1 月								
2 月								
3 月								
4 月								
5 月								
6 月								
7 月								
8 月								
9 月								
10 月								
11 月								
12 月								
平均值								
最大值								
最小值								
样本数								
年排放总量 (t)								

废气月排放总量单位: $\times 10^4$ m³/y

上报单位 (盖章:)

负责人:

报告人:

报告日期: 年 月 日

附录 B (资料性附录)

实验室检测和现场检测原始记录表见表 B.1~表 B.14。

表 B.1 24 h 漂移实验室检测记录

表 B.2 分析周期实验室检测记录

测试人员		系统生产厂家	
测试地点		系统型号、编号	
检测量程		系统原理	
量程标准气体浓度		污染物名称	
计量单位		测试日期	
测试日期	测量次数	测量值	测量值均值
	1		
	2		
	3		

表 B.3 定性重复性实验室检测记录

测试人员		系统生产厂家	
测试地点		系统型号、编号	
检测量程		系统原理	
量程标准气体浓度		污染物名称	
计量单位		测试日期	
序号		保留时间	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
平均值			
标准偏差			
相对标准误差 S_r (%)			

表 B.4 定量重复性实验室检测记录

测试人员		系统生产厂家	
测试地点		系统型号、编号	
检测量程		系统原理	
量程标准气体浓度		污染物名称	
计量单位		测试日期	
序号		系统示值	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
平均值			
标准偏差			
相对标准误差 S_r (%)			

表 B.5 线性误差实验室检测记录

测试人员		系统生产厂家	
测试地点		系统型号、编号	
检测量程		系统原理	
量程标准气体浓度		污染物名称	
计量单位		测试日期	
测量点	标准气体 标称值	测量次数	测量值
20%满量程		1	
		2	
		3	
40%满量程		1	
		2	
		3	
60%满量程		1	
		2	
		3	
80%满量程		1	
		2	
		3	

表 B.6 检出限实验室检测记录

测试人员		系统生产厂家	
测试地点		系统型号、编号	
检测量程		系统原理	
量程标准气体浓度		污染物名称	
计量单位		测试日期	
标气浓度	测量次数	测量值	平均值
	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		

表 B.7 分离度实验室检测记录

测试人员		系统生产厂家	
测试地点		系统型号、编号	
检测量程		系统原理	
量程标准气体浓度		污染物名称	
计量单位		测试日期	
物质名称	保留时间	峰宽	分离度
环戊烷			
异戊烷			
2-甲基己烷			
2, 3-二甲基戊烷			
苯乙烯			
1, 2-二甲苯			

表 B.8 环境温度变化的影响实验室检测记录

测试人员		系统生产厂家	
测试地点		系统型号、编号	
检测量程		系统原理	
量程标准气体浓度		污染物名称	
计量单位		测试日期	
环境温度点 (℃)	实际温度值 (℃)		测量结果
		零点气体测量值	量程标气测量值
25			
35			
25			
15			
25			
环境温度变化的影响			

表 B.9 进样流量变化的影响实验室检测记录

测试人员		系统生产厂家	
测试地点		系统型号、编号	
检测量程		系统原理	
量程标准气体浓度		污染物名称	
计量单位		测试日期	
检测日期	次数	测量结果	
		初始设定进样流量测量值	高于初始流量 10% 测量值 低于初始流量 10% 测量值
	1		
	2		
	3		
平均值			
进样流量变化的影响			

表 B.10 供电电压变化的影响实验室检测记录

测试人员		系统生产厂家		
测试地点		系统型号、编号		
检测量程		系统原理		
量程标准气体浓度		污染物名称		
计量单位		测试日期		
检测日期	次数	测量结果		
		正常电压下 测量值	高于正常电压 10% 测量值	低于正常电压 10% 测量值
	1			
	2			
	3			
	平均值			
	供电电压变化的影响			

表 B.11 平行性实验室检测记录

测试人员		系统生产厂家			
测试地点		系统型号、编号			
检测量程		系统原理			
量程标准气体浓度		污染物名称			
计量单位		测试日期			
标准气体	1#系统测量值 (C_1)	2#系统测量值 (C_2)	3#系统测量值 (C_3)	\bar{C}	相对标准偏差 P
(20%~30%) 满量程值					
(40%~60%) 满量程值					
(80%~90%) 满量程值					

表 B.12 24 h 漂移现场检测记录

测试人员		系统生产厂家					
测试地点		系统型号、编号					
检测量程		系统原理					
量程标准气体浓度		污染物名称					
计量单位		测试日期					
序号	时间		计量单位 ()			备注	
			零点读数	零点漂移	量程校准标气读数		量程漂移
开始	结束	起始 (Z_0)	最终 (Z_i)	Z_d	起始 (S_0)	最终 (S_i)	S_d

表 B.13 分析周期现场检测记录

测试人员		系统生产厂家	
测试地点		系统型号、编号	
检测量程		系统原理	
量程标准气体浓度		污染物名称	
计量单位		测试日期	
测试日期			
均值			

表 B.14 准确度现场检测记录

附录 C
(规范性附录)
体积浓度转换为质量浓度的计算

苯系物各组分的体积浓度与标准状态下的质量浓度转换可按式(C.1)计算:

$$r_\varrho = x_{v1} \times \frac{M}{22.4} \quad (C.1)$$

式中: r_ϱ ——组分的质量浓度, mg/m³;
 x_{v1} ——组分的摩尔分数, μmol/mol;
 M ——组分的摩尔质量, g/mol;
22.4——常数, 0°C, 1.01×10⁵ Pa 下 1 mol 理想气体的体积, L/mol。

苯系物各组分摩尔质量见表 C.1。

表 C.1 苯系物各组分摩尔质量

组分名称	摩尔质量 (g/mol)
苯	78
甲苯	92
苯乙烯	104
乙苯	106
二甲苯	106
三甲苯	120