

中华人民共和国工业和信息化部 机械计量技术规范

JJF (机械) 1003—2018

轻型汽车排放检测系统 校准规范

**Calibration Specification for Light-duty
Vehicle Emission Test System**

2018-04-30发布

2018-07-01 实施



中华人民共和国工业和信息化部发布

轻型汽车排放检测系统

校准规范

JJF (机械) 1003—2018

**Calibration Specification for Light-duty
Vehicle Emission Test System**

归 口 单 位：中国机械工业联合会

起 草 单 位：襄阳达安汽车检测中心

本规范主要起草人：

叶仁根(襄阳达安汽车检测中心)

周荣华(襄阳达安汽车检测中心)

参加起草人：

刘 茹(襄阳达安汽车检测中心)

李 昕(襄阳达安汽车检测中心)

涂远扬(襄阳达安汽车检测中心)

贾继勇(襄阳达安汽车检测中心)

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量特性.....	(1)
4.1 底盘测功机.....	(1)
4.2 排放分析仪.....	(2)
4.3 定容取样系统.....	(2)
4.4 系统总体检查.....	(2)
4.5 颗粒物数量(PN)测试系统.....	(2)
4.6 环境仓.....	(2)
5 校准条件.....	(2)
5.1 环境条件.....	(2)
5.2 标准装置.....	(3)
5.3 辅助装置.....	(3)
6 校准项目和校准方法.....	(3)
6.1 底盘测功机校准.....	(3)
6.2 排放分析仪校准.....	(6)
6.3 定容取样系统(CVS)校准.....	(7)
6.4 系统总体检查.....	(8)
6.5 颗粒物数量(PN)测试系统校准.....	(9)
6.6 环境仓校准.....	(10)
7 校准结果表述.....	(11)
8 复校时间间隔.....	(11)
附录A 测量不确定度分析.....	(12)
附录B 校准证书或校准报告内容.....	(26)

引 言

本规范依据 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、GB 18352.6—2016《轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》等编制。

本规范为首次发布。

轻型汽车排放检测系统校准规范

1 范围

本规范适用于新制造、使用中和维修后的轻型汽车排放检测系统的校准，其他类似设备可参照本规范进行校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件

JJG 688—2017 汽车排放气体测试仪检定规程

JJF 1001—2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1071—2010 国家计量校准规范编写规则

JJF 1094—2002 测量仪器特性评定

JJF1221—2009 汽车排气污染物检测用底盘测功机校准规范

GB 18352.6—2016 轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规范。

3 概述

轻型汽车排放检测系统是指用于测量轻型汽车排放状况的系统。主要由模拟道路载荷的底盘测功机、测量排气物各组分浓度的排放分析仪、用于收集排气的定容取样系统 (Constant Volume Sampling, CVS)、颗粒物数量 (PN) 测试系统以及可达到 -7°C 并可保温的环境仓等组成。系统工作过程如下：

将整车放置在底盘测功机上，模拟车辆在道路上实际行驶的车速和负荷，按照一定的工况(如：怠速、加速、减速等工况)运转；同时，采用连续稀释取样设备，将一定比例经稀释的排放样气送入分析系统，测量该试验车辆在整个试验过程中排放出的各种污染物被稀释后的浓度(体积分数)(如 CO 、 HC 、 NO_x)；根据测得的污染物浓度、排气流量等参数，计算出该试验车辆在整个运行过程所排放出的每种污染物的总量。

4 计量特性

4.1 底盘测功机

4.1.1 底盘测功机应有唯一性的识别标识，各部件操作灵活，显示清晰，不应有影响校准的缺陷。

4.1.2 底盘测功机的计量性能要求见表1。

表 1 底盘测功机的计量性能

项 目		计量性能要求				
扭力	示值误差	不超出 $\pm 0.5\%FS$ (FS表示满量程)				
	示值重复性误差	$\leq 0.5\%FS$				
	示值进回程差	$\leq 0.5\%FS$				
线速度	校准点 km/h	(0~30)	(30~60)	(60~90)	(90~120)	(120~160)
	示值误差 km/h	≤ 0.03	≤ 0.05	≤ 0.08	≤ 0.10	≤ 0.12
寄生损失力F		$\leq 9.0N$				
基准惯量误差		不超出 $\pm 0.5\%$				
滑行试验加载力误差		$\leq 10N$ 或 $\leq 2\%$				

4.2 排放分析仪

4.2.1 排放分析仪应有唯一性的识别标识，各部件操作灵活，显示清晰，不应有影响校准的缺陷。

4.2.2 各组分分析单元测量线性化误差不超出 $\pm 2\%$ (浓度小于100 ppm 时，测量误差不超出 ± 2 ppm)。

4.2.3 NO_x转换器的转换效率应不低于95%。

4.2.4 对于首次使用以及大修后的排放分析仪，还需确定FID HC分析仪的响应系数；响应系数应在0.90~1.05之间。

4.3 定容取样系统

对于临界流量文丘里管式 (Critical Flow Venturi,CFV) 定容取样系统，要求同一流量下8个点的标定系数K，的标准偏差 σ 与K，的平均值之比 σ/K ，不超过0.3%。

4.4 系统总体检查

注入气体量与排放分析仪测量值之间允许偏差为2%。

4.5 颗粒物数量 (PN) 测试系统

4.5.1 粒子数计数器 (PNC) 响应线性度应大于或等于0.97。

4.5.2 挥发性粒子去除器粒子浓度衰减系数的平均值应在挥发性粒子去除器初次标定时确定的粒子浓度衰减系数平均值了，的 $\pm 10\%$ 范围内。

4.6 环境仓

4.6.1 温度示值误差不超出 $\pm 1^\circ C$ 。

4.6.2 环境试验室内温度分布均匀度不超出 $\pm 3^\circ C$ 。

4.6.3 30 min 内温度波动不超出 $\pm 3^\circ C$ 。

注：上述技术要求仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

环境温度： $5^\circ C \sim 40^\circ C$ ；

相对湿度：30%~85%。

5.2 标准装置

标准装置及要求见表2。

表2 标准装置及要求

序号	仪器设备名称	技术要求
1	标准砝码	允许误差为±0.02%
2	水平仪	分度值不大于0.1 mm/m
3	标准光电转速表	允许误差应不大于被校转速装置允许误差的1/3
4	频率计	允许误差应不大于被校转速装置允许误差的1/3
5	标准气体	体积分数允许误差为±2%
6	层流流量计	允许误差为±1%
7	CF0标定器	允许误差为±2%
8	电子天平	分度值不大于0.01 g
9	气体分割器	允许误差为±0.5%
10	纯C ₃ H ₈	纯度≥99.9%(体积分数)
11	标准手持式温度计	允许误差为±0.2℃
12	标准空气静电计	允许误差为±3%
13	(气溶胶)标准物质	

注：序号3、序号4可任选其一；序号7、序号8项可任选其一。

5.3 辅助装置

专用杠杆：长度误差不超出±0.2%(可選用生产厂商的校验杠杆)。

6 校准项目和校准方法

6.1 底盘测功机校准

目前所用的底盘测功机都是可调载荷曲线的测功机。载荷曲线可调的测功机的驱动力F与车速v的关系为一高阶多项式，如公式(1)所示。

$$F = F_0 + F_1 v + F_2 v^2 + F_3 v^3 + N \quad (1)$$

但通常，公式(1)只取2阶，即F₃及以后各项均为0。某一汽车的系数F₀、F₁、F₂可用道路滑行能量变化法、等速转矩法等方法得出。

6.1.1 外观检查

在确认没有影响校准计量特性的因素后，方可进行校准。

6.1.2 线速度校准

6.1.2.1 在底盘测功机驱动滚筒上粘贴反光纸，以便于用标准光电转速表测量滚筒转速。

6.1.2.2 在0~160 km/h范围内均匀选取不少于6个校准点(也可以根据送校单位的要

求选择校准点), 驱动滚筒加速至校准点, 待速度稳定后, 用标准光电转速表测量滚筒转速, 连续记录3次底盘测功机速度示值和标准光电转速表示值。

6.1.2.3 按公式(2)计算示值误差。取各校准点中示值误差最大值作为线速度误差的校准结果。

$$\Delta = v_m - \frac{\pi d \overline{n_m} \times 60 \text{ min/h}}{1000 \text{ m/km}} \quad (2)$$

式中:

A——速度示值绝对误差, km/h;

V_m ——底盘测功机3次速度示值的平均值, km/h;

d——转毂直径, m;

$\overline{n_m}$ ——标准光电转速表3次示值的平均值, r/min。

6.1.2.4 取各校准点中示值误差最大值作为线速度误差的校准结果。

6.1.3 扭力校准

6.1.3.1 按照底盘测功机说明书要求, 安装转矩校准装置, 并使其处于水平状态。

6.1.3.2 在常用的测量范围内选取不少于8点(也可以根据送校单位的要求选择校准点), 按校准点逐级加载, 再逐级减载, 分别记录加载和卸载过程中扭力的测量值。此过程重复3次, 用相同的方法校准反方向扭力示值。每次校准后指示装置清零。底盘测功机每一个校准点的扭力示值误差 W 、示值重复性误差 R 和示值进回程差 H 分别按公式(3)、公式(4)和公式(5)计算。

$$W = \frac{\overline{F_j} - F}{FS} \times 100\% \quad (3)$$

$$R = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{FS} \times 100\% \quad (4)$$

$$H = \frac{|\overline{F_H} - \overline{F_j}|}{FS} \times 100\% \quad (5)$$

式中:

$\overline{F_j}$ ——校准点3次进程扭力示值的平均值, N;

F——校准点扭力标准值, N;

FS——底盘测功机扭力满量程, N;

F_m 、 F_n ——进程中3次扭力示值的最大值和最小值, N;

F_a ——回程中3次扭力示值的算术平均值, N。

6.1.3.3 取各校准点误差值最大者作为校准结果。

6.1.4 寄生损失力校准

底盘测功机运转过程中, 包含轴承摩擦效应吸收的力和其他功率吸收装置吸收的力都属于寄生损失力, 实际使用中需对这些损失力进行补偿。

6.1.4.1 将底盘测功机空载(上面不带汽车),用电机拖动使底盘测功机运转至120 km/h以上,脱开电机使其自由停转。测出在120km/h、110 km/h、...、10 km/h、0km/h等各速度点附近微小时间间隔 Δt 内的速度下降 Δv ,按公式(6)计算各速度点寄生损失力 F 。

$$F = ma = m \frac{dv}{dt} = m \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (6)$$

式中:

- m ——转动惯量;
- a ——加/减速度;
- v ——运转速度;
- t ——运转时间。

6.1.4.2 对底盘测功机分别指定不同的转动惯量 m , 重复6.1.4.1 过程, 计算其寄生损失力。

6.1.5 基准惯量检查

6.1.5.1 底盘测功机空载,对某一个基准惯量,指定一固定的加载力 F (F 一般取750N、1500 N、3000 N三个值)使转毂从20 km/h加速至80 km/h以上,记录此过程的加速时间 T ,再以加载力 F 从80 km/h减速至20 km/h,记录减速时间 T ,如此反复5次,按公式(7)、公式(8)和公式(9)计算每次加/减速过程的基准惯量 m/m_2 和10次平均值 m 。

$$m_i = \frac{F}{a} = \frac{F}{\left(\frac{dv}{dt}\right)} = \frac{FT_i}{60/3.6} \quad (7)$$

$$m_{ii} = \frac{F}{a} = \frac{F}{\left(\frac{dv}{dt}\right)} = \frac{FT_{ii}}{60/3.6} \quad (8)$$

$$\bar{m} = \frac{\sum_{i=1}^5 m_i + \sum_{i=1}^5 m_{ii}}{10} \quad (9)$$

6.1.5.2 施加其他的加载力,重复6.1.5.1过程,分别计算各加载力时基准惯量的平均值。

6.1.5.3 对各基准惯量,重复6.1.5.1和6.1.5.2过程。

6.1.6 空载滑行校准

6.1.6.1 设定底盘测功机的一个基准惯量,用电机拖动使底盘测功机运转至120 km/h以上,然后脱开电机,进行恒载荷/变载荷加载滑行试验,分别测量每一速度点 v (110 km/h、100 km/h、...、20 km/h、10 km/h) 上由 $v+10$ km/h到 y 的时间间隔 Δt ,其实际加载力 F 按公式(10)计算。

$$F_{\text{act}} = ma = m \frac{10/3.6}{\Delta t} = \frac{25m}{9\Delta t} \quad (10)$$

6.1.6.2 将每个速度点的实际加载力 F 与理论值 F_{many} [由公式(1)得出]进行比较,计算各点的力值绝对误差。

6.1.6.3 对各基准惯量,重复6.1.6.1和6.1.6.2过程,取所有点中绝对误差最大值作为滑行试验加载力误差。

6.2 排放分析仪校准

排放分析仪校准包括一氧化碳分析仪、二氧化碳分析仪、碳氢化合物分析仪、氮氧化物分析仪的线性化检查,以及作为辅助装置的臭氧发生器、 NO 转换器的检查。在检查前,必须事先根据各组分分析仪的量程准备好以下组分、各种浓度的标准气体;

纯气体: 纯氮气, 纯合成空气, 纯氧气, 纯氢气;

混合气体: C_3Hg 和纯合成空气, CO 和纯氮气, CO_2 和纯氮气, NO 和纯氮气, N_2O 和纯氮气。

6.2.1 外观检查

在确认没有影响校准计量特性的因素后,方可进行校准。

6.2.2 分析仪线性化检查

对各组分分析仪的每个常用量程,用浓度(体积分数)为量程80%~95%的标准气体按照下述过程进行标定:

a) 选定某组分气体的一个常用量程,先后通入零气体和量距气体,记录分析仪显示的浓度值。

b) 在量程内部,使用气体分割器产生不少于10个标定点,并尽可能等距分布,记录各点显示浓度值和理论浓度值。

c) 再次通入零气体和量距气体,记录分析仪显示浓度值,并与6.2.2a)记录值相比较,如前后两次测得结果相差小于2%,测量结果才被认为有效。

d) 按公式(11)计算各校准点的示值误差。

$$\delta_i = \frac{x_i - x_{0i}}{x_{0i}} \times 100\% \quad (11)$$

式中:

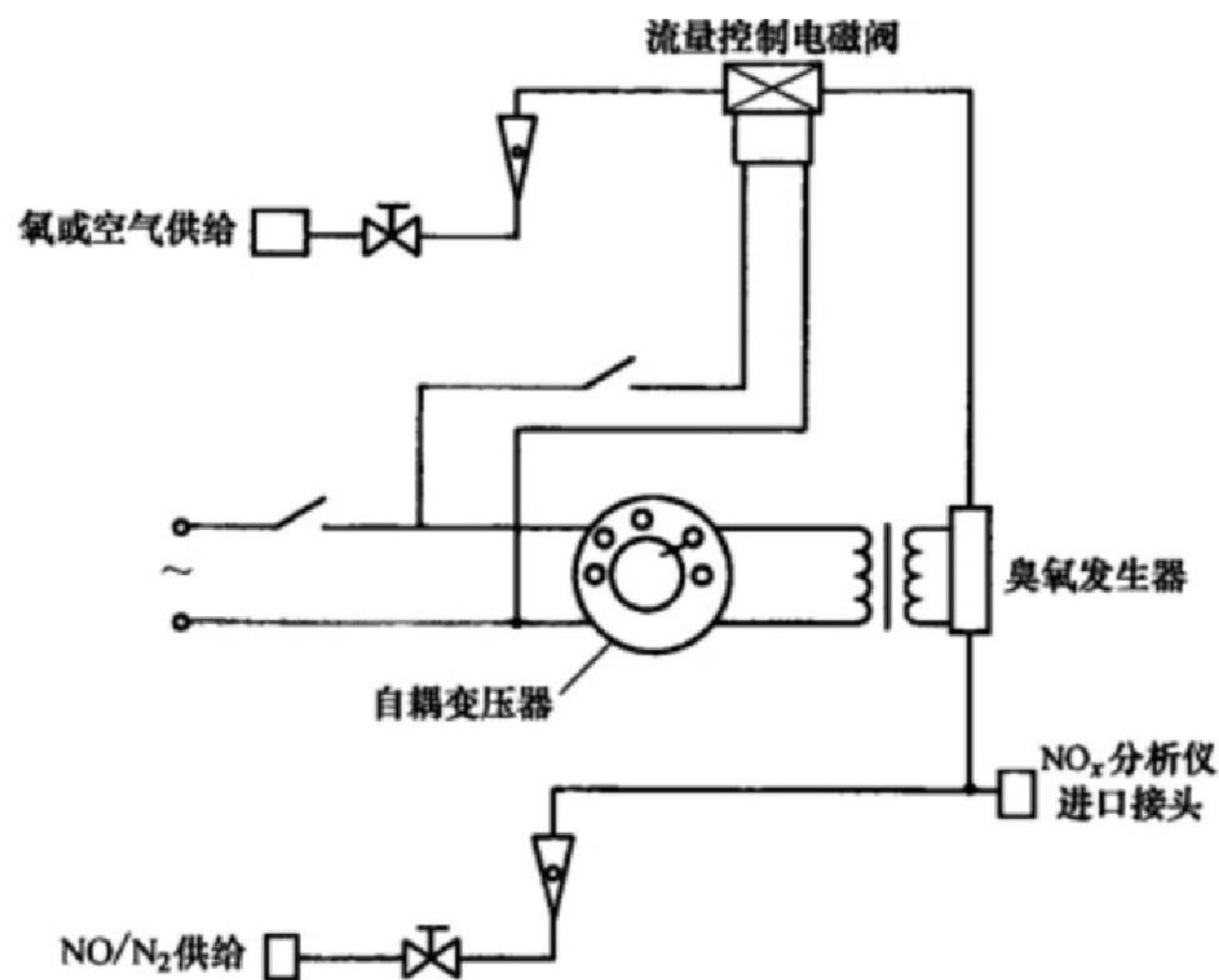
——第 i 校准点示值误差;

x_i ——第 i 校准点分析仪显示浓度值(体积分数), %;

x_{0i} ——第 i 校准点理论浓度值(体积分数), %。

6.2.3 NO 转换效率检查

NO 分析仪的测量原理是 NO (NO_2 经 NO 转换器变成 NO)遇臭氧发生气相反应产生化学光(见图1),根据光强度可测出 NO_2 浓度。因此 NO 转换器的转换效率对测量结果有重要影响,按下述过程检查转换效率:

图1 NO₂转换器效率装置简图

a) 在最常用的量程下, 按制造商的技术要求标定 CLD(NO, 转换器), 标定时使用零气体和量距气体(量距气体的 NO 含量应约为使用量程的80%, 混合气体中 NO₂ 浓度应低于 NO 浓度的5%)。NO_x 分析仪开关应置于NO 位置, 使量距气体不通过 NO₂ 转换器。记录指示浓度。

b) 将氧气或合成空气连续地加入气流中, 以稀释量距气体, 直到指示的浓度值约比给出的标定浓度低10%。记录此指示浓度a。在这一过程中, 臭氧发生器不起作用。

c) 使臭氧发生器起作用以产生足够的臭氧, 将 NO 浓度降低至6.2.3a) 给出的标定浓度的20%(最低为10%)。记录此指示浓度b。

d) 然后将NO_x 分析仪开关置于 NO₂ 位置, 使混合气体(包括 NO、NO₂、O₂ 和N₂) 通过NO₂转换器。记录此指示浓度c。

e) 使臭氧发生器不起作用。6.2.3d) 所述的混合气通过 NO₂ 转换器进入检测器, 记录此指示浓度d。

f) 使臭氧发生器不起作用, 氧气或合成空气的气流也被切断, 此时 NO_x 分析仪的 NO₂ 读数应比6.2.3a) 给出的数值大, 但不大于5%。

按公式(12)计算出NO₂转换效率。

$$\mu = \left(1 + \frac{c-d}{a-b}\right) \times 100\% \quad (12)$$

6.2.4 FIDHC 分析仪响应性检查

在 FID HC 分析仪常用测量量程内, 用特定碳氢化合物和纯空气作为样气。FID 的 HC 浓度示值与 HC的实际气体浓度之比为其响应系数。FID HC分析仪首次使用以及大修之后, 均须确定其响应系数。

6.3 定容取样系统(CVS) 校准

6.3.1 由于轻型汽车排放检测系统大都使用CFV-CVS, 下面只讨论 CFV型的校准。

6.3.2 按制造商要求进行 CFV 电子部分的校准(见图2); 电子校准包括温度、压力的

校准。其中对结果有较大影响的温度、压力为定容取样系统 (CVS) 中文丘里管的进口温度和进口压力。

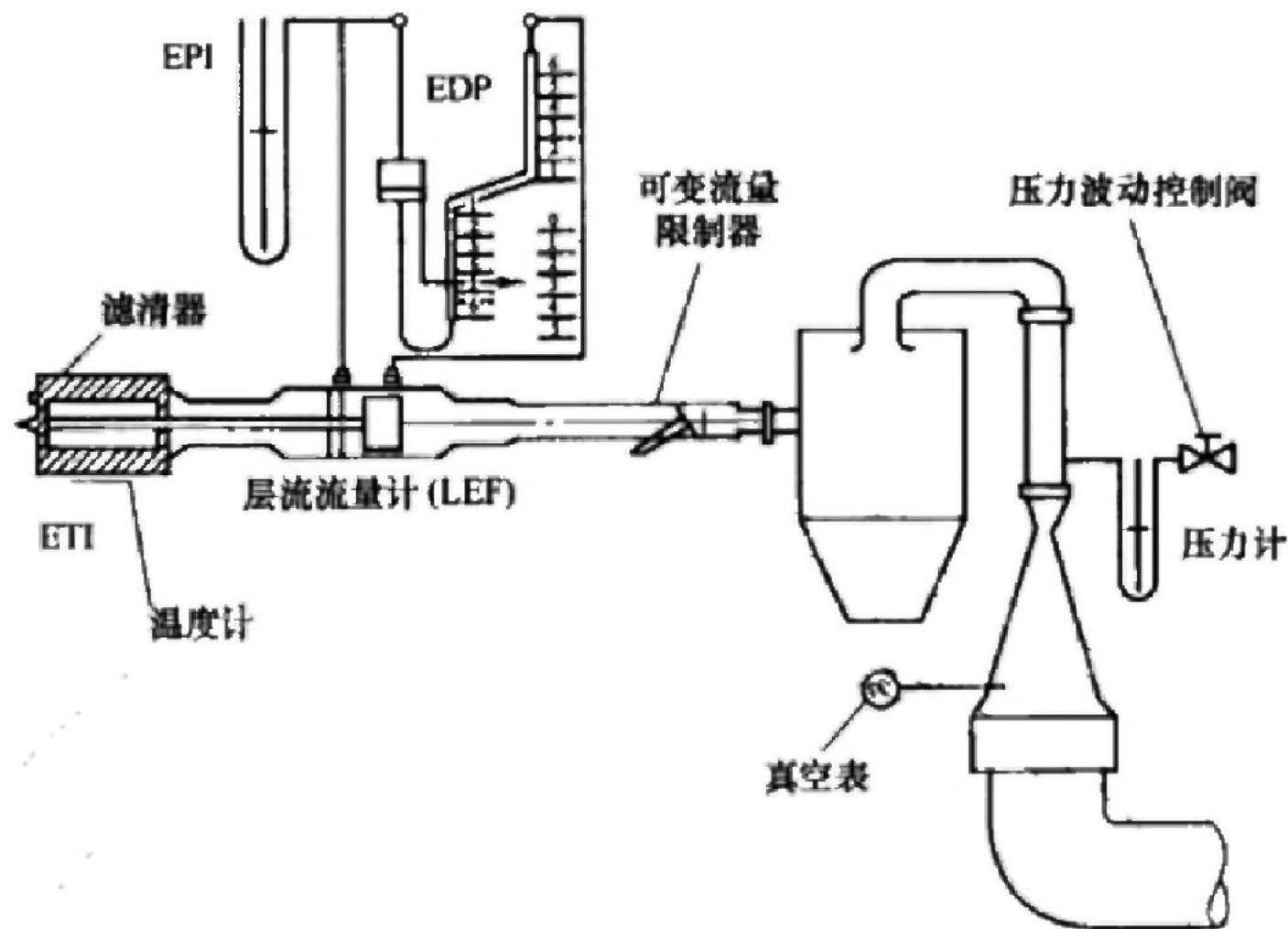


图 2 CFV-CVS 标定布置图

6.3.3 将层流流量计 (LEF) 串接入 CFV 管路中并尽可能靠近，检查确认无泄漏。

6.3.4 打开可变流量限制器，起动鼓风机，使系统稳定。改变可变流量限制器开度，在 CFV 量程内至少读 8 个数据；

6.3.5 根据层流流量计 (LEF) 的流量计算出标准状态 (指 273.16 K、101.33 kPa) 下的流量 Q ，得出每点的标定系数 K_{yo}

6.3.6 统计这 8 点的标准差 σ 和平均值 \bar{K} ，计算其比值 $\frac{\sigma}{\bar{K}}$ 。

根据临界流量文丘里管的流量方程得到公式(13)。

$$K_v = \frac{Q_s \sqrt{T_v}}{p_v} \quad (13)$$

式中：

K_y ——CFV 的标定系数；

Q_2 ——标准状态下的流量， m^3/min ；

T_v ——文丘里管进口温度，K；

p_v ——文丘里管进口绝对压力，kPa。

6.4 系统总体检查

定容取样系统 (CVS) 及分析系统的总准确度应予以确认。像通常试验一样运转系统，并注入一种已知质量的污染气体 (一般用 CO 或 C_3H_8)，注入气体量与测得值之间

允许偏差为 5%。可采用以下两种方法进行：

a) 用临界流量量孔 (CFO) 装置计量纯气体的恒定流量：将已知浓度的纯气体通过经标定的临界流量量孔注入定容取样系统 (CVS)。如果进口压力足够高，则临界流量量孔的流量与量孔出口压力无关。运转此定容取样系统 (CVS) (5~10)min。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/105023340241011213>