

**JJG**

# 湖北省地方计量检定规程

JJG (鄂) 34—2017

---

孔口流量计（流量校准器）

检定规程

Verification Regulation of Orifice Flowmeters

2017—03—30 发布

2017—06—01 实施

---

湖北省质量技术监督局 发布

# 孔口流量计 (流量校准器)

## 检定规程

Verification Regulation of  
Orifice Flowmeters

JJG (鄂) 34-2017

归口单位：湖北省质量技术监督局

主要起草单位：湖北省计量测试技术研究院

参加起草单位：武汉市计量测试检定（研究）所

武汉市天虹仪表有限责任公司

本规程由起草单位负责解释

**本规程主要起草人:**

**桑晓鸣 (湖北省计量测试技术研究院)**

**尹彦臻 (湖北省计量测试技术研究院)**

**参加起草人:**

**檀 臻 (武汉市计量测试检定 (研究) 所)**

**李虹杰 (武汉市天虹仪表有限责任公司)**

**范新峰 (武汉市天虹仪表有限责任公司)**

# 目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语和计量单位.....	(1)
3.1 术语.....	(1)
3.2 计量单位.....	(1)
4 概述.....	(2)
5 计量性能要求.....	(2)
5.1 准确度等级.....	(2)
5.2 最大允许误差.....	(2)
5.3 重复性.....	(3)
6 通用技术要求.....	(3)
6.1 随机文件.....	(3)
6.2 外观与功能.....	(3)
7 计量器具控制.....	(4)
7.1 检定条件.....	(4)
7.2 检定项目.....	(5)
7.3 检定方法.....	(5)
7.4 检定程序.....	(6)
7.5 检定结果的处理.....	(8)
7.6 检定周期.....	(9)
附录 A 检定证书/检定结果通知书内页格式.....	(10)
附录 B 孔口流量计检定原始记录.....	(11)

# 引言

本规程按照 JJF1002-2010《国家计量检定规程编写规则》，依据 JJF1004-2004《流量计量名词术语及定义》、JJG 640-1994《差压流量计检定规程》、HJ/T 368-2007《标定总悬浮颗粒物采样器用的孔口流量计技术要求及检测方法》、HJ/T 374-2007《总悬浮颗粒物采样器技术要求及检测方法》、ISO 5167.2:2003 Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full — Part 2: Orifice plates (用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量 第2部分:孔板)、ANSI/API 2530/ACA Report No.3 /Part 3/Section 3—Concentric, Square-Edged Orifice Meters/Chapter 14—Natural Gas Fluids Measurement (天然气流体计量——同心直角边孔板流量计), 1992 edition、国际法制计量组织(OIML)的国际建议 R137-1&2: 212《气体流量计》(Gas meters), 结合我国孔口流量计的技术水平及行业现状进行制定。

# 孔口流量计（流量校准器）检定规程

## 1 范围

本规程适用于孔口流量计的首次检定、后续检定和使用中检查。其它名称不同但原理、结构类似的流量计也可使用此规程进行检定。

## 2 引用文件

下列文件所包含的条文通过引用构成本规程的条文。

JJG 640-1994 差压流量计检定规程

HJ/T 374-2007 总悬浮颗粒物采样器技术要求及检测方法

HJ/T 368-2007 标定总悬浮颗粒物采样器用的孔口流量计技术要求及检测方法

## 3 术语和计量单位

### 3.1 术语

本规程除引用 JJF 1004-2004 的术语定义外，还使用下列术语。

#### 3.1.1 参比条件 reference conditions

为确保测量结果能相互比对而规定的一组温度、湿度、气压值或范围。

#### 3.1.2 非参比条件 non-reference conditions

除了参比条件以外的，流量计能保持在规定最大允许误差范围内而规定的一组温度、湿度、气压值或范围，即为流量计的正常工作条件。

#### 3.1.3 差压 differential pressure

气体通过孔口前后的压力差值。

#### 3.1.4 孔口流量计 Orifice Flowmeters (flow calibrator)

孔口流量计又称流量校准器，分为小、中和大流量校准器等，主要用于检测环境空气中颗粒物采样器和气溶胶采样器。

#### 3.1.5 孔口流量计系数 meter factor

对孔口流量计进行实流检定，并按结果对孔口流量计示值进行修正的系数。

### 3.2 计量单位

体积单位：升，符号 L (或 l)；立方米，符号  $\text{m}^3$ 。

流量单位：升每分钟，符号 L/min；立方米每分钟，符号  $\text{m}^3/\text{min}$ 。

压力单位：帕 (斯卡)、千帕或兆帕，符号 Pa, kPa 或 MPa。

温度单位：摄氏度，符号  $^{\circ}\text{C}$ 。

时间单位：小时，符号 h；分钟，符号 min；秒，符号 s。

#### 4 概述

孔口流量计 (以下简称流量计) 是一种置于管道末端测量流体流过时瞬时流量的流量仪表。当流体流经流量计时，孔口下游的压力产生变化，孔口前后形成差压。测量孔口前后差压值、流体密度，根据公式 (1) 计算出瞬时流量。

$$Q_v = K \frac{\pi R^2}{4} \times \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} \quad (1)$$

式中：  $Q_v$  —— 瞬时体积流量， $\text{m}^3/\text{h}$ ；

$K$  —— 流量系数；

$R$  —— 管道直径，mm；

$\Delta P$  —— 孔口前后差压值，Pa；

$\rho$  —— 流体密度， $\text{kg}/\text{m}^3$ 。

公式 (1) 可记为以下形式：

$$Q_v = K \frac{\sqrt{2\pi}R^2}{4\sqrt{\rho}} \times \sqrt{\Delta P} \quad (2)$$

令：  $a = K \frac{\sqrt{2\pi}R^2}{4\sqrt{\rho}}$ ，则公式 (1) 可记为：  $Q_v = a \times \sqrt{\Delta P}$ 。孔口流量计常见的瞬

时流量拟合方式有两种形式：  $Q_v = a\sqrt{\Delta P}$  和  $Q_v = a\sqrt{\Delta P} + b$ 。瞬时流量同压差的开方值呈一次线性关系，a 和 b 为流量计的流量计系数，用于流量计示值修正。

#### 5 计量性能要求

##### 5.1 准确度等级

在规定的流量范围内，流量计的准确度等级及对应的工况瞬时流量最大允许误差一般应符合表 1 的规定。

##### 5.2 最大允许误差

流量计工况瞬时流量最大允许误差应符合表 1 的规定。

表 1 流量计的准确度等级及最大允许误差

准确度等级	1.0 级	1.5 级
最大允许误差 (%)	±1.0	±1.5

### 5.3 重复性

流量计重复性不得超过最大允许误差绝对值的 1/3。

## 6 通用技术要求

### 6.1 随机文件

流量计应附有使用说明书，说明书上应说明技术条件和流量计的计量性能等。周期检定的流量计还应有前次检定的检定证书。

### 6.2 外观与功能

#### 6.2.1 检定标记

流量计应具有可靠的检定保护标记或检定封印。

#### 6.2.2 流向标记

气体流量的方向已由流量计结构确定，流向箭头可省。

#### 6.2.3 铭牌标记

每台流量计孔口部分或微电脑流量校准器部分应明示下列标记：

- a. 计量器具制造许可证号；
- b. 制造厂的厂名或商标；
- c. 编号和生产日期；
- d. 型号规格；
- e. 流量范围：L/min（或 m<sup>3</sup>/min）；
- f. 准确度等级。

6.2.4 新制造的流量计的外表应有良好的处理，不得有毛刺、刻痕、裂纹、锈蚀、霉斑和涂镀层不得有起皮、剥落等现象。

6.2.5 流量计配备的电子设备（微电脑）显示窗的数字应醒目、整齐，表示功能的文字符号和标志应完整、清晰、端正。读数装置上的防护玻璃应有良好的透明度，没有使读数畸变等妨碍读数的缺陷。按键应没有粘连现象。

6.2.6 微电脑中应有大气压、温度、压力、工况流量（标况流量）、流量计系数

(嵌入的可以不显示)显示,若无大气压和温度传感器的应能手动输入大气压和温度值,并能查询流量计的系数。

### 6.2.7 保护功能

流量计对流量计系数的修改应有保护功能,能避免意外更改或能记录历史修改过程。流量计系数的值应与上次检定时置入的系数相同并没有进行过修改。如在检定时改变流量计系数应在检定证书中注明。

## 7 计量器具控制

本规程适用的计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检查。

### 7.1 检定条件

#### 7.1.1 检定用设备

##### 7.1.1.1 检定用流量标准装置

装置应有有效的检定或校准证书。检定用流量标准装置的流量范围应与被检流量计的流量范围相适应,其扩展不确定度( $k=2$ )应不大于流量计工况累积体积流量最大允许误差绝对值的 $1/3$ 。在每个检定流量点的检定过程中,装置压力波动应不超过检测压力时的 $0.5\%$ 。

##### 7.1.1.2 辅助计量器具

测量值参与误差计算的计量器具,必须持有有效检定证书或校准证书,同时还应满足下列要求:

- 温度传感器:最大允许误差优于 $\pm 0.2^\circ\text{C}$ ;
- 湿度计:相对湿度在 $20\% \sim 90\%$ 的范围内误差限为 $\pm 5\%$ ;
- 压力变送器:最大允许误差优于 $\pm 0.2\%$ ;

##### 7.1.2 检定介质

检定介质应为单向、稳定、充满检定装置管道、无可见颗粒、纤维等清洁的气体。准确度等级为 $1.0$ 级的流量计,在每个检定流量点的每次检定过程中,气体温度的变化应不超过 $0.5^\circ\text{C}$ 。准确度等级为 $1.5$ 级的流量计,在每个检定流量点的每次检定过程中,气体温度的变化应不超过 $1^\circ\text{C}$ 。

##### 7.1.3 检定环境条件

###### 1) 参比条件

环境温度: $10^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$ ;

相对湿度：20%~70%；

大气压力：86kPa~106kPa。

## 2) 非参比条件

环境温度：-10℃~40℃；

相对湿度：≤93%；

大气压力：86kPa~106kPa。

### 7.1.4 每次检定时间

每个流量点每次检定时间应不少于装置和流量计允许的最短测量时间。

## 7.2 检定项目

流量计的首次检定、后续检定和使用中检查的项目见表 2。

表 2 检定项目一览表

序号	检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
1	外观与功能	+	+	+
2	示值误差	+	+	+
3	重复性	+	+	+

注：“+”表示需检定或检查，外观及功能按本规程通用技术要求的规定进行。

### 7.3 检定方法

孔口流量计的工作方式为负压法，而音速喷嘴气体流量标准装置使用负压法检定流量。所以推荐使用音速喷嘴气体流量标准装置对孔口流量计进行检定，结构见图 1。

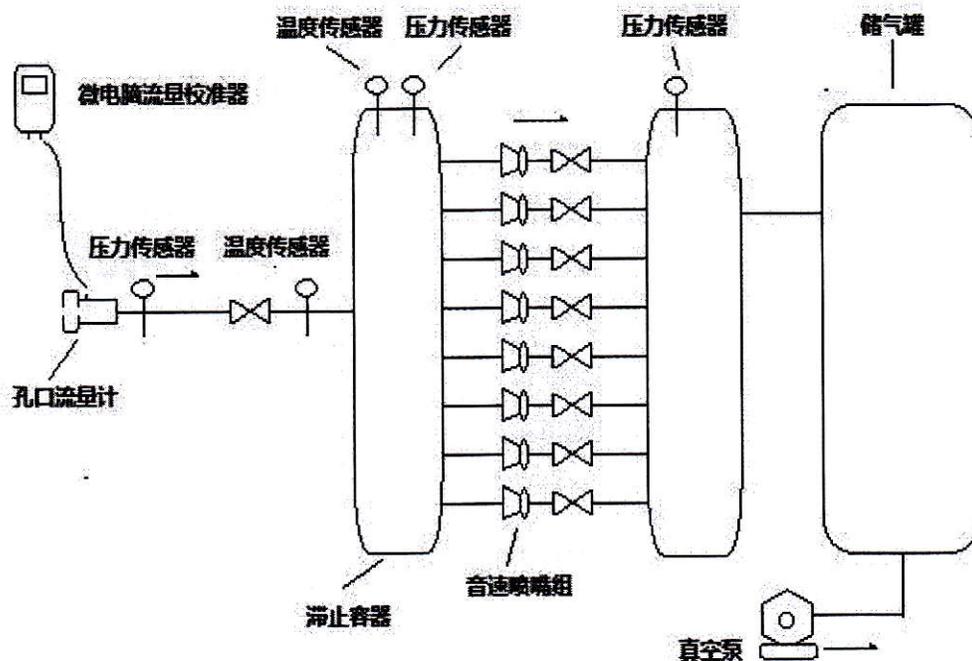


图1 音速喷嘴气体流量标准装置示意图

流量计的基本检定方法就是将孔口流量计固定于气体流量标准装置的末尾，直接与大气相通，即孔口外端压力为大气压。当流体通过孔口时，孔口前后差压信号输入配套的微电脑校准器内，经过计算得出瞬时流量值，与气体流量标准装置的指示量进行对比而得到其示值误差。

#### 7.4 检定程序

##### 7.4.1 外观与功能检查

目测的方法检查铭牌、外观和功能，应符合 6.2 条要求。

##### 7.4.2 安装

流量计的安装应符合使用说明书的要求，安装流量计的试验管道通径应与流量计一致，安装后流量计轴线与管道轴线目测应同轴，固定在管道末端时应密闭不漏气。

##### 7.4.3 校零

在未通气前，应对微电脑流量校准器进行校零，保证无流量时差压为零。

##### 7.4.4 设置环境温度和大气压

对于未配备压力传感器和温度传感器的微电脑流量校准器，手动输入大气压和室内温度，已配备的无需设置。

#### 7.4.5 检定流量点和检定次数

一般在流量计测量流量范围内 (参照说明书或铭牌), 对  $Q_{\max}$  (最大流量)、 $(Q_{\max}+Q_{\min})/2$ 、 $Q_{\min}$  (最小流量) 三流量点进行误差试验。检定时, 各流量点的实际流量与规定检定流量偏差不超过 5%, 一般情况下不超出流量计的流量测量范围。每一流量点最少检定 3 次。

#### 7.4.6 压力测量

流过被检流量计的气体压力测量, 在每个检定流量点检定过程中测量一次, 测压位置应尽量接近被检流量计。

#### 7.4.7 温度测量

流过被检流量计的气体温度, 在每个检定流量点检定过程中测量一次, 测温位置应尽量接近被检流量计。

#### 7.4.8 示值误差

各流量点的示值误差为多次独立测量误差的算术平均值, 单次的示值误差按公式 (3) 计算:

$$E_{ij} = \frac{Q_{ij} - (Q_s)_{ij}}{(Q_s)_{ij}} \times 100\% \quad \text{或} \quad E_{ij} = \frac{q_{ij} - (q_s)_{ij}}{(q_s)_{ij}} \times 100\% \quad (3)$$

式中:  $E_{ij}$  —— 第  $i$  检定点第  $j$  次检定时被检流量计的相对示值误差, %;  
 $Q_{ij}$  —— 第  $i$  检定点第  $j$  次检定时流量计显示的累积流量值, L;  
 $(Q_s)_{ij}$  —— 第  $i$  检定点第  $j$  次检定时标准器换算到流量计处状态的累积流量值, L;  
 $q_{ij}$  —— 第  $i$  检定点第  $j$  次检定时流量计显示的瞬时流量值, L/min;  
 $(q_s)_{ij}$  —— 第  $i$  检定点第  $j$  次检定时标准器换算到流量计处状态的瞬时流量值或平均流量值, L/min。

当标准器处的气体状态参数与进入被检流量计的状态参数不同时, 应按公式

(4) 将标准器的流量示值  $Q$  换算成被检流量计处入口状态下的值  $Q_s$ 。

$$Q_s = \frac{273.15 + t_m}{273.15 + t_s} \times \frac{(P_n + P_s)}{(P_n + P_m)} Q \quad (4)$$

式中:  $Q_s$  —— 标准器换算到被检流量计处的流量值, L/min;  
 $Q$  —— 标准器处的流量值, L/min;

$t_s$  ——标准器处的温度, °C;

$t_m$  ——被检流量计处的温度, °C;

$P_n$  ——大气压, Pa;

$P_s$  ——标准器处的表压力, Pa;

$P_m$  ——被检流量计处的表压力, Pa。

每个流量点的相对平均误差按公式 (5) 计算:

$$E_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n E_{ij} \quad (5)$$

式中:  $E_i$  ——第  $i$  个流量点的平均相对误差;

$n$  ——第  $i$  个流量点的检定次数。

按公式 (6) 确定流量计的相对示值误差:

$$E = [E_i]_{\max} \quad (6)$$

式中:  $E$  ——流量计的最大相对误差。

#### 7.4.9 重复性计算

检定流量计的示值误差, 每一流量点其重复性按公式 (7) 计算:

$$E_{ri} = \frac{E_{i \max} - E_{i \min}}{d_n} \times 100\% \quad (7)$$

式中:  $E_{ri}$  ——第  $i$  个流量点的重复性, %;

$E_{i \max}$  ——第  $i$  个流量点流量计相对示值误差的最大值, %;

$E_{i \min}$  ——第  $i$  个流量点流量计相对示值误差的最小值, %;

$d_n$  ——极差系数。

按公式 (8) 确定流量计的重复性:

$$E_r = [E_{ri}]_{\max} \quad (8)$$

式中:  $E_r$  ——流量计的重复性。

#### 7.5 检定结果的处理

按本规程规定和要求检定合格的流量计出具检定证书, 并应设置新的流量计修正系数。检定不合格的出具检定结果通知书, 并指出不合格项目。

## 7.6 检定周期

流量计的检定周期一般不超过 1 年。

---

## 附录 A

## 检定证书/检定结果通知书内页格式

## A.1 检定证书内页格式

## A.1.1 检定证书内页格式

证书编号 XXXX-XXXX				
检定机构授权说明				
检定环境条件及地点:				
温度	℃	地点		
相对湿度	%	大气压力	kPa	检定介质
检定使用的流量标准装置				
名称	测量范围	不确定度/准确度 等级/最大允许误差	计量标准 证书编号	有效期
检定使用的标准器				
名称	测量范围	不确定度/准确度 等级/最大允许误差	计量标准 证书编号	有效期
检定依据				

## A.1.2 检定项目及检定结果

序号	检定项目	检定结果
1	外观及功能	
2	示值误差	
3	重复性	
流量计系数:		检定结论

A.2 检定结果通知书(内页)格式参照以上内容,并给出不合格项,检定结论为不合格。

## 附录 B 孔口流量计检定原始记录

一、仪器信息  
 送检单位 \_\_\_\_\_ 器具名称 \_\_\_\_\_ 规格型号 \_\_\_\_\_ 器具编号 \_\_\_\_\_ 委托单号: \_\_\_\_\_ 准确度等级 \_\_\_\_\_  
 制造厂家 \_\_\_\_\_ 流量计系数 \_\_\_\_\_ 流量范围 \_\_\_\_\_ 检定依据 \_\_\_\_\_  
 二、检定条件  
 环境温度 \_\_\_\_\_ °C 大气压力 \_\_\_\_\_ kPa 相对湿度 \_\_\_\_\_ %RH 检定介质 \_\_\_\_\_ 检定地点 \_\_\_\_\_  
 三、标准器信息  
 标准设备名称 \_\_\_\_\_ 型号 \_\_\_\_\_ 证书号 \_\_\_\_\_ 有效期至 \_\_\_\_\_  
 四、检定结果

外观检查	标准表				被检表		主机功能	标准器状态					
	测量次数	标准表处温度 (°C)	标准表处压力 (kPa)	被检表处温度 (°C)	被检表处压力 (kPa)	标准值 ( )		标准值均值 ( )	被检表示值 ( )	示值平均值 ( )	相对误差 (%)	示值误差 (%)	重复性 (%)
流量点 $Q_{max}$	1												
	2												
	3												
$(Q_{max}+Q_{min})/2$	1												
	2												
	3												
流量点 $Q_{min}$	1												
	2												
	3												
备注								示值误差		结论		重复性	
												合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/>	

证书号: \_\_\_\_\_ 有效期至: \_\_\_\_\_ 检定日期: \_\_\_\_\_ 有效期至: \_\_\_\_\_ 检定员: \_\_\_\_\_ 复核员: \_\_\_\_\_

