



河北省地方计量检定规程

JJG(冀)238—2024

气体双纽线流量计

Gas Lemniscate Curve Flowmeter

2024-09-05 发布

2024-10-31 实施

河北省市场监督管理局 发布

气体双纽线流量计

Verification Regulation of
Gas Lemniscate Curve Flowmeter

JJG(冀)238—2024

归口单位：河北省市场监督管理局

主要起草单位：河北省计量监督检测研究院

参加起草单位：北京控杰科技有限公司

本规范主要起草人：

王喜英（河北省计量监督检测研究院）

康熙晖（河北省计量监督检测研究院）

李志丰（河北省计量监督检测研究院）

参加起草人：

李长启（北京控杰科技有限公司）

张红刚（河北省计量监督检测研究院）

于 巍（河北省计量监督检测研究院）

常聪梅（河北省计量监督检测研究院）

田伟亮（河北省计量监督检测研究院）

袁兆龙（河北省计量监督检测研究院）

彭 环（河北省计量监督检测研究院）

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)
4.1 工作原理.....	(2)
4.2 结构组成.....	(2)
4.3 用途.....	(3)
5 计量性能要求.....	(3)
5.1 准确度等级和最大允许误差.....	(3)
5.2 重复性.....	(3)
6 通用技术要求.....	(3)
6.1 随机文件.....	(3)
6.2 标识.....	(3)
6.3 外观.....	(3)
7 计量器具控制.....	(4)
7.1 检定条件.....	(4)
7.2 检定项目.....	(4)
7.3 检定方法.....	(4)
7.4 检定结果的处理.....	(6)
7.5 检定周期.....	(6)
附录 A 检定记录参考格式.....	(7)
附录 B 检定证书/检定结果通知书内页格式（参考格式）.....	(8)
附录 C 极差法.....	(9)

引 言

JJF 1002-2010《国家计量检定规程编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》和JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规程制订工作的基础性系列规范。本规程参照国际建议OIML R137-1&2: 2012《气体流量计》(Gas meters)和JJG 640-2016《差压式流量计》，并结合我国气体双纽线流量计的技术水平及行业现状编制而成。

本规程为首次发布。

气体双纽线流量计

1 范围

本规程适用于气体双纽线流量计（以下简称流量计）的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 640 差压式流量计

JJG 882 压力变送器

JJG 1003 流量积算仪

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1002 国家计量检定规程编写规则

JJF 1004 流量计量名词术语及定义

OIML R137-1&2: 2012 气体流量计 (Gas Meters)

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

3 术语和计量单位

3.1 术语

JJG1001、JJF1004界定的及下列术语适用于本规程。

3.1.1 气体双纽线流量计 gas lemniscate curve flowmeter

气体双纽线流量计是由双纽线测量管、压力传感器、温度传感器、湿度传感器和显示仪表组成的流量计。

3.1.2 双纽线测量管 lemniscate curve meter tube

双纽线测量管是双纽线旋转360°形成的曲面型面为气体进口面，平滑过渡为圆柱形直管出口的导流部件。

3.1.3 管壁取压孔 wall pressure tapping

双纽线测量管上沿圆周均匀分布的圆形孔，其边缘与管道内表面平齐，用于测量管道内流体的静压。

3.1.4 压力差 differential pressure

流量计在负压状态下，流量计管壁取压孔处压力与流量计上游压力的差值。

3.2 计量单位

3.2.1 体积单位：立方米，符号 m^3 ；或升，符号L。

3.2.2 质量单位：千克，符号kg；或克，符号g。

3.2.3 流量单位：立方米每小时，符号 m^3/h ；或升每分钟，符号 L/min ；或千克每小时，符号 kg/h ；或千克每秒，符号 kg/s ；或克每秒，符号 g/s 。

3.2.4 压力单位：帕 [斯卡]，符号 Pa ；或千帕，符号 kPa ；或毫米水柱， mmH_2O 。

3.2.5 温度单位：摄氏度，符号 $^{\circ}\text{C}$ ；或热力学温度：开尔文，符号 K 。

3.2.6 湿度单位：%RH。

4 概述

4.1 工作原理

气体双纽线流量计是一种低内阻气体流量测量仪表，以伯努利方程和流动连续性方程为依据，当流体通过流量计时，受到纽线的阻力，产生的差压值与流体的流量成一定比例关系，通过测量被测介质流经双纽线测量管前后产生的差压计算流量。

流量计的计算公式：

$$q_m = K\varepsilon \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2\rho\Delta p} \quad (1)$$

$$q_v = K\varepsilon \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \quad (2)$$

q_m ——流量计瞬时质量流量， kg/s ；

q_v ——流量计瞬时体积流量， m^3/s ；

K ——流量系数；

ε ——可膨胀性系数；

d ——流量计内径， m ；

Δp ——流量计前与取压孔处压差值， Pa ；

ρ ——流体密度， kg/m^3 。

4.2 结构组成

流量计主要由双纽线测量管、差压传感器、压力传感器、温度传感器、湿度传感器和显示仪表组成。

组成示意图如下：

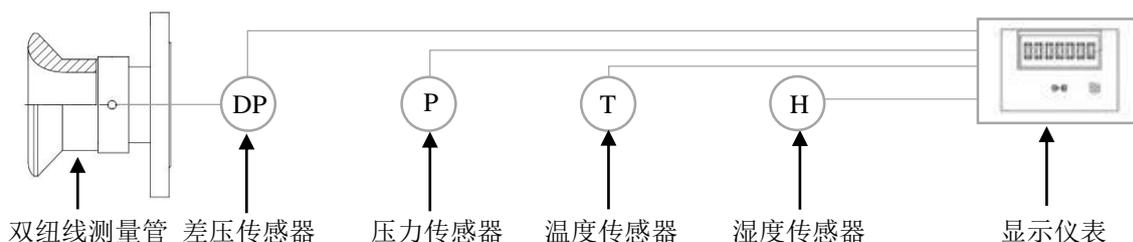


图 1 流量计的组成

4.3 用途

气体双纽线流量计主要用于要求压力损失较小的气体流量的测量。

5 计量性能要求

5.1 准确度等级和最大允许误差

流量计在规定的流量范围内准确度等级和最大允许误差应符合表 1 的要求。

表 1 准确度等级和最大允许误差

准确度等级	1.0	1.5	2.0
最大允许误差	±1.0%	±1.5%	±2.0%

5.2 重复性

流量计的重复性不得超过相应准确度等级规定的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证书。

6.2 标识

6.2.1 流量计应有明显的流向标识。

6.2.2 流量计应有铭牌。铭牌上一般应注明：

- a) 制造厂名；
- b) 产品名称及型号规格；
- c) 出厂编号；
- d) 制造计量器具许可证标志及编号；
- e) 公称压力；
- f) 适用工作压力和工作温度范围；
- g) 流量范围；
- h) 公称通径；
- i) 准确度等级（或最大允许误差）；
- j) 防爆等级和防爆合格证编号（用于爆炸性气体环境）；
- k) 防护等级；
- l) 制造年月。

6.3 外观

6.3.1 新制造的流量计的外表应有良好的表面处理，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。

6.3.2 流量计表体的连接部分的焊接应平整光洁，不得有虚焊、脱焊等现象。

6.3.3 流量计内部应清洁，取压孔无堵塞。

6.3.4 显示仪表的数字应醒目、整齐，表示功能的文字符号和标志应完整、清晰、端正。

- 6.3.5 流量计各项标识正确，显示仪表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。
- 6.3.6 按键应手感适中，没有粘连现象；具有参数修改自动记录功能。
- 6.3.7 流量计密封面应平整，不得有损伤。流量计取压口与压力传感器连接应无泄漏。
- 6.3.8 流量计如需配备直管段，其长度应不小于流量计标称通径的 5 倍。

7 计量器具控制

7.1 检定条件

7.1.1 环境条件

7.1.1.1 温度：（15~25）℃；湿度：15%RH~95%RH；大气压：（86~106）kPa。

7.1.1.2 外界磁场应小到对流量计的影响可忽略不计。

7.1.1.3 机械振动和噪声应小到对流量计的影响可忽略不计。

7.1.2 流量标准装置

7.1.2.1 流量标准装置（以下简称装置）及其配套仪表均应具有有效溯源证书。一般选用临界流文丘里喷嘴法气体流量标准装置、标准表法气体流量标准装置等，其流量范围应与被检流量计的流量范围相适应。

7.1.2.2 装置的扩展不确定度（ $k=2$ ）应不大于流量计最大允许误差绝对值的1/3。

7.1.2.3 装置在流量计下游侧应有 5 倍流量计标称通径长度的直管段，其内径与流量计的标称通径一致，流量计安装在检定装置上不应泄漏。

7.1.3 检定用气体

7.1.3.1 检定用气体应为单相、稳定、均匀气体，充满实验管道，其流动应为定常流。

7.1.3.2 检定用气体应是清洁的，无可见颗粒、纤维等杂质。

7.1.3.3 检定用气体一般为空气，或与实际使用气体的密度、粘度等物理参数相接近的气体。

7.1.3.4 当使用易燃易爆气体检定流量计时，所用检定装置和设备应符合安全防爆要求。

7.1.4 被检流量计

7.1.4.1 流量计与直管段要同轴安装，其实验管道的连接部位应无泄漏，连接处密封垫不得凸入流体管道内。

7.1.4.2 正确测量流经流量计的流体温度、湿度和压力。温度、湿度测量位置应接近双纽线测量管入口且不得影响进气。

7.1.4.3 用于检定的电气设备应接地。

7.1.4.4 检定时原则上须将构成流量计的所有部件一起送检。

7.2 检定项目

首次检定、后续检定、使用中检查的项目见表 2。

7.3 检定方法

7.3.1 随机文件、标识和外观检查

检查随机文件、标识和外观，应分别符合 6.1、6.2、6.3 条款的要求。

表 2 检定项目一览表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
随机文件、标识和外观	+	+	+
相对示值误差	+	+	-
重复性	+	+	-
注：“+”表示需检定或检查，“-”表示不必检定或检查。			

7.3.2 相对示值误差

7.3.2.1 运行前检查

连接、开机、预热，按照流量计说明书中指定的方法检查流量计相关参数。

7.3.2.2 流量点

(1) 流量计的检定应包含以下流量点：分别为 q_{\max} 、 $0.75q_{\max}$ 、 $0.50q_{\max}$ 、 $0.25q_{\max}$ 和 q_{\min} 。

(2) 检定过程中，每调整一个流量点，都应待压力、温度、流量稳定后方可进行检定（一般为5 min）。

(3) 每个流量点的实际检定流量与设定流量的偏差应不超过 $\pm 5\%$ 。每个流量点的每一次检定过程中，检定用气体温度变化应不超过 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ，检定用气体压力变化应不超过 $\pm 0.5\%$ 。

(4) 每个流量点的检定次数一般为3次，每次测量时间不少于30s。

7.3.2.3 相对示值误差的检定

把流量调到规定的流量值，待压力、温度、流量稳定后开始检测，同时记录装置和流量计的累积流量值或瞬时流量值。

7.3.2.3.1 相对示值误差计算

按照公式（3）将标准器的瞬时体积流量换算到流量计处状态下：

$$q_m = \frac{T_m}{T_s} \times \frac{p_s}{p_m} \times q_s \quad (3)$$

式中：

q_m ——标准器换算到流量计处状态的瞬时流量值；

q_s ——标准器的瞬时流量值；

T_s ——标准器处的热力学温度；

T_m ——流量计处的热力学温度；

p_s ——标准器处的绝对压力；

p_m ——流量计处的绝对压力。

计算流量计的相对示值误差按式（4）计算：

$$E_{ij} = \frac{Q_{ij} - (Q_s)_{ij}}{(Q_s)_{ij}} \times 100\% \quad \text{或} \quad E_{ij} = \frac{q_{ij} - (q_s)_{ij}}{(q_s)_{ij}} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

- E_{ij} ——第 i 检定点第 j 次检定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；
 $(Q_s)_{ij}$ ——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；
 q_{ij} ——第 i 检定点第 j 次检定时流量计显示的瞬时流量值；
 $(q_s)_{ij}$ ——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；
 第 i 检定点被检流量计的相对示值误差 E_i 按式 (5) 计算：

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

7.3.2.3.2 流量计示值误差的确定

流量计的相对示值误差 E 按式 (6) 计算：

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

$[E_i]_{\max}$ ——各检定点绝对值最大的相对示值误差；

7.3.3 流量计的重复性

流量计的重复性试验一般与示值误差检定同时进行。

当每个流量点重复检定 n 次时，该流量点的重复性 $(E_r)_i$ 按式 (7) 计算：

$$(E_r)_i = \frac{(E_{ij})_{\max} - (E_{ij})_{\min}}{d_n} \quad (7)$$

$(E_{ij})_{\max}$ ——被检流量计在第 i 流量点，重复检定 n 次得到的示值误差最大值，%；

$(E_{ij})_{\min}$ ——被检流量计在第 i 流量点，重复检定 n 次得到的示值误差最小值，%；

$(E_r)_i$ ——第 i 检定点的重复性；

d_n ——极差系数，见附录 C。

流量计的重复性：

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

式中： E_r ——流量计的重复性。

7.4 检定结果的处理

经检定符合本规程要求的流量计，签发检定证书；经检定不合格则签发检定结果通知书，并注明不合格项目。

7.5 检定周期

流量计的检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

检定记录参考格式

客户名称				证书编号					
器具名称			型号规格			准确度等级			
出厂编号			制造单位			流量范围			
大气压力			环境温度			相对湿度			
检定介质			检定地点						
检定依据									
检定使用的计量标准装置：									
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/ 最大允许误差		计量标准证书号			有效期至		
检定使用的主要计量标准器：									
名称	规格型号	出厂编号/ 设备编号	测量范围	不确定度/准确度等 级/最大允许误差		溯源证书号	有效期至		
检定 流量点 ()	标准表		被检表		标准流量 ()	检定时间 ()	被检表 示值 ()	示值误差 ()	重复性 ()
	压力 ()	温度 ()	压力 ()	温度 ()					
检定结果									
随机文件									
标识									
外观									
相对示值误差									
重复性									

结论_____

检定员_____

复核员_____

检定日期_____

附录 B

检定证书/检定结果通知书内页格式（参考格式）

B.1 检定证书/检定结果通知书内页格式

证书编号：XXXXXX-XXXX				
检定机构授权说明：				
检定环境条件及地点：				
温度		地点		
大气压力		检定介质		
相对湿度		其他		
检定使用的计量标准装置：				
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	有效期至
检定使用的主要计量标准器：				
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	检定/校准证书编号	有效期至

B.2 检定项目及检定结果

序号	检定项目	检定结果
1	随机文件、标识及外观	
2	流量范围	
3	相对示值误差	
4	重复性	
检定结论（准确度等级）：		

检定结果通知书（内页）需给出不合格项。

附录 C

极差法

在多次测量中，若各测量值 Q_1, Q_2, \dots, Q_n 服从正态分布，则选出最大值 Q_{\max} 和最小值 Q_{\min} ，它们的差 $Q_{\max} - Q_{\min} = \omega_n$ 称为极差。

一次测量的标准偏差 $\sigma = \frac{\omega_n}{d_n}$ ，其中 d_n 称为极差系数，与检定次数有关，其值可由表 C.1 查出。

表 C.1 d_n 数值表

n	2	3	4	5	6
d_n	1.13	1.69	2.06	2.33	2.53