



吉林省地方计量技术规范

JJF (吉) 50—2011

V 锥流量计校准规范

Calibration Specification for V-cone Flow Meter

2011-12-28 发布

2012-02-28 实施

吉林省质量技术监督局 发布

V 锥流量计校准规范

Calibration Specification of V-cone

Flow meter

JJF(吉)50—2011

本规范经吉林省质量技术监督局于 2011 年 12 月 28 日批准，并自 2012 年 02 月 28 日起实行。

归口单位：吉林省质量技术监督局

负责起草单位：吉林省计量科学研究院

本规范条文由吉林省质量技术监督局负责解释

本规范主要起草人:

李紫璇 (吉林省计量科学研究院)

谢志勇 (吉林省计量科学研究院)

参加起草人:

王彦程 (吉林省计量科学研究院)

目 录

引言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语与定义.....	1
4 概述.....	1
5 计量特性.....	2
6 校准条件.....	2
7 校准项目和校准方法.....	3
8 校准结果.....	6
9 复校时间间隔.....	6
附录 A 校准记录格式	7
附录 B 校准证书(内页)格式	8

引 言

本规范参考检定规程 JJG 640—1994《差压式流量计》的有关规定，并结合目前我国V锥流量计的生产和使用状况，在进行量值溯源方面的实验、验证工作的基础上，按JJF1071—2010《国家计量校准规范编写规则》的编写内容进行编写。

本规范的编写结构遵循了 GB/T1.1-2000 和 GB/T2.1-2002 标准的规定，计量单位采用国家规定的法定计量单位。

V 锥流量计校准规范

1 范围

本规范适用于法兰式 V 锥流量计的校准。

2 引用文件

GB/T 15481—1995 《校准和检验实验室能力的通用要求》

GB/T 2624.4—2006 《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 4 部分：文丘里管》

JJG 640—1994 《差压式流量计检定规程》

JJF 1001—1998 《通用计量术语及定义》

JJF 1059—1999 《测量不确定度评定与表示》

JJF 1071—2000 《国家计量校准规范编写规则》

使用以上规范时应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

3.1 V 锥流量传感器

由测量圆管及迎流与背流锥形芯体构成的器件。锥形芯体通过具有足够机械强度的某种支撑形式悬置于管道中，且与测量管同轴。流体沿迎流锥形芯体逐渐节流收缩到管道内边壁附近，随后沿管道内壁与背流锥形芯体流出。

3.2 流出系数

对流量计进行实流检测，并按结果对流量计示值进行修正的系数。一般用符号 C 表示。

3.3 累积时间内的流量稳定性

标准装置一次测量时间之内流量的变化。

4 概述

4.1 工作原理

将 V 锥流量传感器安装在充满流体的管道中，流体在管道中流动时，由于截面积突然减小，流速将增大，根据能量守恒定律，结果必然导致静压能下降，因而在节流件的上下游之间，产生了静压差 ΔP ，这个静压差的大小和流量有关，可以通过此静压差来求流量。

V 锥流量计质量流量与差压的关系符合 GB/T 2624.1 的规定，可用公式 (1) 确定：

$$q_m = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \varepsilon \frac{\pi}{4} D^2 \beta^2 \sqrt{2\Delta p \rho} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

q_m ——流体的质量流量, kg/s;

C ——流出系数, 无量纲;

D ——管道内径, m;

β ——等效直径比, 无量纲;

$$\beta = \frac{\sqrt{D^2 - d^2}}{D} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

d ——锥形芯体的最大横截面直径, m;

ε ——被测介质的可膨胀性系数, 无量纲 (不可压缩流体 $\varepsilon = 1$, 可压缩流体 $\varepsilon < 1$)。

Δp ——V锥传感器上、下游侧静压力差, Pa;

ρ ——工作状况下, V锥传感器上游处流体的密度, kg/m³;

V锥流量计的体积流量可用公式 (3) 确定:

$$q_v = \frac{q_m}{\rho} \quad \dots\dots\dots (3)$$

4.2 装置的结构

V锥流量计是一种差压式流量测量仪表, 它由V锥流量传感器和差压变送器两部分组成, 两者之间由差压信号管路连接。

5 计量特性

5.1 V锥流量计在规定的流量范围内准确度等级、最大允许误差应符合表2 的规定。流量计的允许误差用其流出系数的线性度表示, 其不确定度不超过相应准确度等级的最大允许误差限。

表2 V锥流量计准确度等级及对应的最大允许误差

准确度等级	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
最大允许误差	±0.5%	±1.0%	±1.5%	±2.0%	±2.5%

5.2 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 校准条件

6.1 环境条件

- 6.1.1 环境温度：5℃～35℃。
- 6.1.2 相对湿度：95%以下。
- 6.1.3 大气压力：86～106kPa。
- 6.1.4 机械振动应小到忽略不计。
- 6.2 校准用测量标准和设备
 - 6.2.1 流量标准装置及其配套仪器均应有连续有效的溯源证书。
 - 6.2.2 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。
 - 6.2.3 装置累积时间内的流量稳定性应不大于0.2%。
 - 6.2.4 水密度计：分度值为0.1kg/m³ 的水密度计一支。
 - 6.2.5 温度计：分度值为0.1℃的温度计一支。
 - 6.2.6 测量气体的压力变送器：准确度等级应优于0.1级。
- 6.3 校准用流体
 - 6.3.1 校准用流体应充满试验管道。
 - 6.3.2 校准用水介质应清洁，无可见颗粒、纤维等物质。
 - 6.3.3 在每个流量点的每一次校准过程中，水介质的温度变化应不超过±0.5℃。
- 6.4 流量计的安装
 - 6.4.1 流量计应安装在与上、下游通径一致的相应管道上。
 - 6.4.2 安装时要保证流体流动方向与流量计标志的流体方向一致。
 - 6.4.3 流量计与管道连接部分应没有渗漏，连接处的密封垫不能突出到管道内。
 - 6.4.4 流量计的安装应符合使用说明书的要求，如说明书无明确要求应满足流量计上游 5 倍直径、下游 3 倍直径。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

流量计的流出系数。

7.2 校准方法

7.2.1 校准前的检查

a) 外观检查

用目测的方法检查流量计外观。流量计的表面应光洁完整，金属零件应无锈蚀损伤，零部件、紧固件无松动；在流量计外壳的明显处应有流体流动方向的永久性标志。

b) 随机文件检查

流量计进行后续校准时, 需提供前次的校准证书; 用户应提供有效的差压变送器检定证书, 并确认差压变送器量程。

c) 密封性检查

在流量标准装置的最高工作压力下, 历时 5 分钟, 壳体及接头应不变形、不断裂、不渗漏。

7.2.2 液体流量标准装置上的流出系数校准

a) 将 V 锥流量计安装在液体流量标准装置水平试验管段上。压紧后的密封垫圈应与管道内径一致, 连接处应无泄漏。

b) 先打开差压变送器平衡阀, 然后打开正、负压阀。开启流量计进口阀门, 让流体在管路系统中循环 10 分钟, 同时排出差压测量系统中的空气。

c) 将流量调到流量上限值的 70% ~ 100% 范围内, 关闭差压变送器平衡阀, 至少运行 5 分钟以上, 使管道介质温度均匀, 流场稳定, 然后开始进行校准。

d) 校准流量点

流量计校准应包含下列流量点: $0.2 q_{\max}$ 、 $0.4 q_{\max}$ 、 $0.7 q_{\max}$ 、 q_{\max} ; 或按客户要求确定校准点。校准过程中每调一个流量点, 应待压力、温度、流量稳定后方可进行校准。

每个流量点至少校准 3 次。

每个流量点的每次实际校准流量与设定流量的偏差应不超过 $\pm 5\%$ 或不超过 $\pm 1\% q_{\max}$ 。

e) 在校准过程中, 分别测出标准流量值、与之对应的差压值和密度值, 计算流出系数。使用流量标准装置校准时, 按 (4) 式计算流出系数:

$$C_{ij} = \frac{4q_{mj}\sqrt{1-\beta^4}}{\pi D^2 \beta^2 \sqrt{2\Delta P_{ij}} \rho} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

C_{ij} ——第 i 个校准点上第 j 次校准测得的流出系数, 无量纲;

Q_{mj} ——第 i 个校准点上第 j 次校准测得的水的质量流量, kg/s ;

ΔP_{ij} ——第 i 个校准点上第 j 次校准测得的差压值, Pa ;

在每次检定过程中, 至少采样差压值 3 次, 取平均值做为该次校准的差压值。

ρ ——工作状况下, 传感器上游处流体的密度, kg/m³;

密度确定方法: 在每个校准点开始时, 使用 5.2.5 要求的水密度计, 实际测量流量计处的流体密度。

f) 第 i 个校准点的平均流出系数按式 (5) 计算:

$$C_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n C_{ij} \quad \dots\dots\dots (5)$$

流量计的平均流出系数按式 (7) 计算:

$$C = \frac{C_{i\max} + C_{i\min}}{2} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$C_{i\max}$ 、 $C_{i\min}$ —— 分别为各校准点平均流出系数 C_i 的最大值和最小值。

g) 流出系数的重复性计算

流量计第 i 个校准点的流出系数重复性 E_{rci} 按式 (7) 计算:

$$E_{rci} = \frac{1}{C_i} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (C_{ij} - C_i)^2}{n-1}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

n —— 每一校准点的测量次数。

h) 校准结果的不确定度评定

(1) 不确定度来源包括:

- ① C_i 测量重复性 (变异系数) $u_{rel1}(C)$;
- ② 流量标准装置引入的相对标准不确定度 $u_{rel2}(S)$;
- ③ 介质的密度 ρ 测量引入的相对标准不确定度 $u_{rel3}(\rho)$;
- ④ 差压变送器引入的相对标准不确定度 $u_{rel4}(\Delta p)$ 。
- ⑤ 数学模型:

令 $K = \frac{4q_{mij}\sqrt{1-\beta^4}}{\pi D^2 \beta^2 \sqrt{2}}$ 则 $C = 0.5 \left(\sum K \times q_{mij} \times \sqrt{\rho \Delta P_{ij}} / m \right)_{\max} + 0.5 \left(\sum K \times q_{mij} \times \sqrt{\rho \Delta P_{ij}} / m \right)_{\min}$ 为

先乘除后加减的关系。评估顺序为: 先用相对方法分别评估 $0.5 \left(\sum K \times q_{mij} \times \sqrt{\rho \Delta P_{ij}} / m \right)_{\max} = (C_i)_{\max}$ 和 $0.5 \left(\sum K \times q_{mij} \times \sqrt{\rho \Delta P_{ij}} / m \right)_{\min} = (C_i)_{\min}$, 再用求偏导的方法评估 C 。

(2) (C_i) 相对合成标准不确定度:

$$u_{crel}[(C_i)] = [u_{rel1}^2(C) + u_{rel2}^2(S) + u_{rel3}^2(\rho) + u_{rel4}^2(\Delta p)]^{1/2}$$

(3) (C_i) 合成标准不确定度

$$u[(C_i)] = u_{crel}[(C_i)] \times (C_i)$$

(4) (C) 合成标准不确定度

$$u_c(C) = \{0.5^2 \times u^2[(C_i)_{\max}] + 0.5^2 \times u^2[(C_i)_{\min}]\}^{1/2}$$

(5) 扩展不确定度 $U(C)$

取 $k=2$, $U(C)=2 \times u_c(C)$

8 校准结果

为全面衡量V锥流量计的性能, 所校准项目及其结果均应在校准证书中描述。校准结果的总不确定度以流出系数的测量结果表示。校准结果的表达按照 JJF1071-2010 技术规范的要求。

9 复校时间间隔

复校时间间隔由用户自定, V锥流量计的校准周期建议不超过1年。

在实际应用过程中, 为确保V锥流量计的准确性, 建议差压变送器的检定周期执行相应的检定规程。

附录 B

校准证书（内页）格式

- 1 流量范围：
 2 校准环境：温度 $^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度 %
 3 测量标准的溯源性及有效性说明：

标准器名称	测量范围	检定证书编号	不确定度或准确度等级	有效日期
XXX流量标准装置				
差压变送器				

- 4 校准结果：
 4.1 流量计重复性： $E_r = \text{XXXX} \%$
 4.2 各流量点流量系数校准结果：

流量值 (t/h)	流出系数 C

- 4.3 流量计的平均系数 $C = \text{XXX}$ ，扩展不确定度 $U(C) = \text{XXX}$ ， $k=2$

吉林省地方计量技术规范

V 锥流量计校准规范

JJF(吉)50—2011

吉林省质量技术监督局发布

*

版权所有 不得翻印

297 mm×210 mm A4 纸

2011 年 12 月第 1 版 2011 年 12 月第 1 次印刷