



北京市地方计量技术规范

JJF (京) XXXX-XXXX

超声多普勒流量计

Ultrasonic Doppler Flowmeters

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX- XX - XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

超声多普勒流量计

Ultrasonic Doppler Flowmeters

JJF(京) xx-xxxx

归口单位：北京市市场监督管理局

主要起草单位：北京市计量检测科学研究院

本规范委托 XXXX 负责解释

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.....	(1)
4.1 构造.....	(1)
4.2 原理.....	(2)
5 计量特性.....	(2)
5.1 流量示值误差.....	(2)
5.2 流量重复性.....	(2)
6 校准条件.....	(2)
6.1 环境条件.....	(2)
6.2 主标准器及配套设备.....	(2)
7 校准项目和校准方法.....	(3)
7.1 校准项目.....	(3)
7.2 校准方法.....	(3)
8 校准结果的表达.....	(5)
9 复校时间间隔.....	(5)
附录 A.....	(6)
附录 B.....	(7)
附录 C.....	(8)

引 言

本规范的编制基于超声多普勒流量计使用和现场检测的主要技术条件，参考 CJ/T 122 《超声多普勒流量计》、JJG（建设）0002 《超声流量计（传播速度差法、多普勒法）检定规程》等文件，对计量特性指标、技术要求及试验方法进行编制。

本规范所用术语，除在本规范中专门定义的外，均采用 JJF 1001 《通用计量术语及定义》和 JJF 1004 《流量计量名词术语及定义》。

本规范为首次发布。

超声多普勒流量计校准规范

1 范围

本规范适用于测量固体悬浮物含量 $>60\text{mg/L}$ 的非单相流液体的封闭管道超声多普勒流量计的校准。

2 引用文件

CJ/T 122 超声多普勒流量计

JJG(建设) 0002-1994 超声流量计（传播速度差法、多普勒法）

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 术语和计量单位

3.1 术语

JJF 1001、JJF 1004 界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1.1 超声多普勒流量计 hydrogen dispensers [JJG(建设) 0002-1994 1 有修改]

利用多普勒效应测量封闭管道内流速而计算出流量与累积流量的流量计。超声多普勒流量计通常由一个或多个超声换能器和设备组成，根据他们所产生的和接收到的超声多普勒信号推导出流量测量值并把该信号转换为正比于流量的标准化输出信号。

3.1.2 超声换能器 ultrasonic transducer [JJG 1030-2007 超声流量计]

在电信号作用下可产生声波输出，并可将其转换为电信号的器件。

3.2 计量单位

3.2.1 流量：立方米每小时，符号： m^3/h 。

3.2.2 压力：兆帕，符号：MPa。

3.2.3 温度：摄氏度，符号： $^{\circ}\text{C}$ 。

4 概述

4.1 构造

超声多普勒流量计主要由流量计表体、超声换能器及其安装部件、信号处理单元和（或）流量计算机组成。

4.2 原理

多普勒超声流量计是利用声学多普勒原理来确定流体中微粒的流动速度进而得到流体流量。

5 计量特性

5.1 示值误差

流量计的准确度等级和最大允许误差通常用表 1 表示。

表 1 准确度等级和最大允许误差

准确度等级	1.5	(2)	2.5
最大允许误差	±1.5%	±2%	±2.5%

5.2 重复性

加氢机的计量重复性不应超过相应最大允许误差绝对值的 1/2。

注：以上指标不作为合格性判定。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（5~45）℃；

6.1.2 相对湿度：35%~95%；

6.1.3 大气压力：（86~106）kPa。

6.2 主标准器及配套设备

6.2.1 主标准器

一般采用水流量标准装置（以下简称装置），流速范围应为 0.5m/s~5m/s，装置准确的不应超过流量计最大允许误差的 1/3。装置应配有气泡发生装置（见附录 1）。校准介质应加入约 0.1%（体积百分数）的气量。

6.2.2 配套设备

配套设备见表 1。

表 1 配套设备

序号	设备名称	技术要求	用途
1	测厚仪	MPE：优于测量值要求准确度的 1/3。	测量管道内、外径（或管壁厚）
2	二等温度计	测温范围（0~50）℃	测量环境温度

		分度值 0.1℃ MPE:0.2℃	
--	--	----------------------	--

6.2.3 校准介质

校准介质为自来水，介质中气泡含量不多于流体总体积量的 0.1%。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

表 2 校准项目一览表

序号	校准项目
1	流量示值误差
2	流量重复性

7.2 校准方法

7.2.1 校准前检查

7.2.1.1 外观与结构检查

1) 超声多普勒流量计铭牌一般注明制造厂名、产品名称、型号、编号、出厂日期、管径范围、流速范围、准确度等。

2) 超声多普勒流量计表面涂层应光泽、均匀，无剥落、开裂等缺陷。

7.2.1.2 密封性检查

新制造的流量计必须进行密封性检查。将流量计通入 1.5 倍公称压力的液压，切断压力源后历时 5min，若压力示值不下降管，同时其外壳及密封面出无渗漏和破裂等现象。

7.2.2 流量示值误差

7.2.2.1 流量点的选择

(1) 校准超声多普勒流量计应包含 q_{min} 和 q_{max} 两个流量点，并在 q_{min} 和 q_{max} 间选取 4 个均布的点。当装置最大校准流量不能达到 q_{max} 时， q_{max} 可取装置的最大流量。

(2) 在校准过程中，每个流量点的实际流量与设定流量的偏差应不超过设定流量的 $\pm 5\%$ 或不超过 $\pm 1\% q_{max}$ ，最小流量点对应的流体流速应不小于流量计铭牌标示的最小流速。

(3) 每个流量点的校准次数建议 3 次。

7.2.2.2 校准步骤

(1) 将流量计接通电源，预热不少于 30min，待流量计工作正常后，开始校准。

(2) 将装置调到最大流量，循环 10min，将气泡发生装置调好进气量。

(3) 把流量调到规定的流量值，达到稳定后，记录标准器和被检流量计的初始示值，同时启动标准器（或标准器的记录功能）和被检流量计（或被检流量计的输出功能）。

(4) 按装置操作要求运行一段时间后，同时停止标准器（或标准器的记录功能）和被检流量计（或被检流量计的输出功能）。

(5) 记录标准器和被检流量计的最终示值。

(6) 分别计算流量计和标准器记录的累计流量或瞬时流量值。

(7) 按照要求的试验次数，重复以上步骤。

7.2.2.3 流量示值误差计算

(1) 流量计单次校准的相对示值误差为：

$$E_{ij} = \frac{Q_{ij} - (Q_s)_{ij}}{(Q_s)_{ij}} \times 100\% \quad \text{或} \quad E_{ij} = \frac{q_{ij} - (q_s)_{ij}}{(q_s)_{ij}} \times 100\% \quad (2)$$

$$(Q_s)_{ij} = (V_s)_{ij} [1 - \beta(\theta_s - \theta_m)] \cdot$$

式中： E_{ij} ——第*i*校准点第*j*次校准时被校流量计的相对示值误差，%；

Q_{ij} ——第*i*校准点第*j*次校准时流量计显示的累积流量值， m^3 ；

$(Q_s)_{ij}$ ——第*i*校准点第*j*次校准时标准器换算到流量计处状态的累积流量值， m^3 ；

q_{ij} ——第*i*校准点第*j*次校准时流量计显示的瞬时流量值，可为一次校准过程中多次读取的瞬时流量值的平均， m^3/h ；

$(q_s)_{ij}$ ——第*i*校准点第*j*次校准时标准器换算到流量计处状态的瞬时流量， m^3/h 。

当标准器显示为累积流量时：

$$(q_s)_{ij} = 3600 \times \frac{(Q_s)_{ij}}{t}$$

式中： t ——第*i*校准点第*j*次校准时间，s。

7.2.3 流量重复性

当每个流量点重复校准 n 次后，该流量点的重复性按下式评定：

$$(E_r)_i = \left[\frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^n (E_{ij} - E_i)^2 \right]^{1/2}$$

式中： $(E_r)_i$ ——第 i 校准点的重复性。

流量计高区和低区的重复性分别为：

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

7.2.4 流量计系数修正

流量计经校准后可按合适的方法对流量计进行系数修正，新流量计系数置入流量计后，应在 q_t 以下及以上分别选至少 1 个流量点进行测试以确认其修正效果，并计算流量计系数调整量 $\frac{F-F_0}{F_0}$ 及 $\frac{F}{F_0}$ 。然后将旧流量计系数 F_0 、新流量计系数 F 和流量计系数调整量写在校准证书中。

8 校准结果的表达

校准证书应给出校准结果及测量不确定度，校准证书格式见附录 A，原始记录格式见附录 B，不确定度评定示例见附录 C。

9 复校时间间隔

超声多普勒流量计复校时间间隔建议不超过 1 年。

注：由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素所决定的，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

超声多普勒流量计校准原始记录

送检单位:					制造厂家:				规格型号:			
出厂编号:					流量范围:		m ³ /h		标准器号:	#		DN:
介质温度:		°C			外观:				密封性:			
室温:		°C			大气压力:		kPa		湿度:	%RH		类型:
校准依据:	1											
校准 流量点	标准装置数据					被检表数据			计算结果			
	时间	高度	实际容积	瞬时流量	平均流量	被测流量	平均流量	E _j	E _i	u _i (q)	u _s	扩展不确定度
	t (s)	H (mm)	V (L)	q _{si j} (m ³ /h)	q _s (m ³ /h)	q _{ij} (m ³ /h)	q _i (m ³ /h)	(%)	(%)	(%)	(%)	U _i (%) (k=2)
1												
2												
3												
4												
5												
校准介质:		工作压力:	MPa	校准探头:		仪表系数:		校准日期:				

附录 B

校准证书的（内页）参考格式

B.1 校准依据

B.2 校准地点

B.3 环境条件、介质

温度 (°C) :

相对湿度 (%) :

大气压力 (kPa) :

校准介质:

B.4 校准所用主要标准器

名称:

准确度等级或测量不确定度或最大允许误差:

有效期至: 年 月 日

B.5 校准结果

附录 C

超声多普勒流量计测量结果不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 被校计量器具

名称：超声多普勒流量计

C.1.2 标准器

标准器信息见表 D.1

表 C.1 标准器

名称	水流量准装置
测量不确定度	$U_{rel}=0.05\% (k=2)$
测量范围	$(1.2 \sim 640) \text{ m}^3/\text{h}$

C.1.3 校准环境条件

校准时环境温度：29.0℃，相对湿度：52 %。

这部分适用于直接显示瞬时流量或累计流量的流量计或冷水水表。

C.2 不确定度分析

C.2.1 数学模型

$$E_{Re} = \left| \frac{q_i - (q_s)_i}{(q_s)_{ij}} \times 100\% \right|_{\max} \quad (\text{C.1})$$

式中 q_i ——第 i 点的流量示值， m^3/h ；

$(q_s)_i$ ——第 i 点的标准装置测得的流经流量计的实际流量， m^3/h 。

C.2.2 测量不确定度来源和传播公式

对式 (C.1) 求偏导，各灵敏度系数的绝对值为 1

同时，由于式 (C.1) 示值误差的结果为相对值，则相对标准不确定度的结果也是由各分量相对不确定度进行合成：

$$u_i = \sqrt{(u_1^2 + u_2^2 + \dots + u_{n-1}^2 + u_n^2)}$$

C.2.3 不确定度评定

C.2.3.1 由流量计测量重复性引入的不确定度

取六次测量结果的相对实验标准偏差方差作为重复性引入的相对标准不确定度 u_1 ，

则

$$u_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_i - \bar{V})^2}{n-1}} \quad (C.2)$$

则流量计在各流量点进行检测，经试验，得到 u_1 ，见表 C.2

表 C.2 各测量点的 u_1

流量点	1	2	3	4	5
平均流量 m ³ /h	23.642	101.163	199.083	314.851	523.150
标准不确定度 $u_1\%$	0.15	0.16	0.15	0.10	0.11

C.2.3.2 主标准装置引入的不确定度

液体流量标准装置的不确定度为 0.05%， $k=2$ ，则 $u_s=0.025\%$

C.2.3.3 被测流量计分辨力引入的不确定度

被测流量计为数字显示装置，的分辨力为 $1 \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{h}$ ，则区间半宽度 $a = (1 \times 10^{-3}) / 2 \text{m}^3/\text{h}$ ，可以假设为均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，则其相对标准不确定度：则 $u_3 = 0.002\%$

C.2.4 合成标准不确定度

$$u_i = \sqrt{(u_1^2 + u_2^2 + u_3^2)} \quad (C.3)$$

取 $k=2$ 时，测量结果的扩展不确定度由式 (C.4) 计算，结果见表 C.3.

$$U_{rel} = k u_i \quad (C.4)$$

C.2.5 计算扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，其测量结果的扩展不确定度见表 C.3

表 C.3 测量结果的扩展不确定度

流量点	1	2	3	4	5
平均流量 m ³ /h	23.642	101.163	199.083	314.851	523.150
标准不确定度 $u_i\%$	0.15	0.16	0.15	0.10	0.11
扩展不确定度 $U_{rel}\%$	0.30	0.32	0.30	0.20	0.23

