



新疆维吾尔自治区地方计量技术规范

JJF（新）134—2024

箱式超声明渠流量计校准规范

Calibration Specification

for Box-type Ultrasonic Open Channel Flowmeter

2024-12-31 发布

2025-6-30 实施

新疆维吾尔自治区市场监督管理局 发布

箱式超声明渠流量计校准规范

Calibration Specification for Box-Type

Ultrasonic Open Channel Flowmeter

JJF(新)134—2024

归口单位：新疆维吾尔自治区市场监督管理局

起草单位：新疆维吾尔自治区计量测试研究院

山东欧标信息科技有限公司

力创科技股份有限公司

新疆水利水电科学研究院

新疆水利发展投资（集团）有限公司

本规范委托新疆维吾尔自治区流量容量计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

刘敦利 （新疆维吾尔自治区计量测试研究院）
蔡 勤 （新疆维吾尔自治区计量测试研究院）
周 英 （新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

参加起草人：

张元振 （山东欧标信息科技有限公司）
郝振刚 （力创科技股份有限公司）
李江峰 （新疆水利水电科学研究院）
马立平 （新疆水利发展投资（集团）有限公司）

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)

4.1 结构与组成..... (2)

4.2 工作原理..... (3)

5 计量特性..... (3)

5.1 示值误差..... (3)

5.2 重复性..... (3)

5.3 水位示值误差..... (3)

6 校准条件..... (3)

6.1 环境条件..... (3)

6.2 校准用设备..... (4)

6.3 校准介质..... (4)

7 校准项目和校准方法..... (4)

7.1 外观和密封性检查..... (4)

7.2 水位示值误差..... (4)

7.3 流量示值误差和重复性..... (5)

8 校准结果..... (6)

8.1 校准记录..... (6)

8.2 校准证书..... (6)

9 复校时间间隔..... (6)

附录 A..... (7)

附录 B..... (8)

附录 C..... (10)

引 言

JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成本规范制订的基础性系列规范。

本规范参考了 JJG1030-2007《超声流量计》、T/CIDA0007-2021《箱式超声波明渠流量计》、T/CIDA0006-2020《测控一体化闸门技术规程》的有关内容，结合箱式超声明渠流量计校准工作的现状制定。

本规范为首次发布。

箱式超声明渠流量计校准规范

1 范围

本规范适用于箱式超声明渠流量计的校准，也适用于箱涵式测控一体化闸门的校准。

2 引用文件

本规范引用以下文件：

T/CIDA0006-2020 测控一体化闸门技术规程

T/CIDA0007-2021 箱式超声波明渠流量计

JJG 1030-2007 超声流量计

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

上述引用文件界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1.1 箱式超声明渠流量计 box-type ultrasonic open channel flowmeter

基于时差法超声波原理，采用声波阵列技术，把超声换能器按照一定规则安装在测量箱内用来测量明渠流量的流量计，超声换能器的数量根据测量箱的尺寸和测量精度的要求确定，一般为8~32个。

3.1.2 箱涵式测控一体化闸门 slip-meter

把箱式超声明渠流量计、闸门、马达驱动系统、供能系统和控制台等组合在一起构成的明渠流量测量控制系统，能够实现对明渠流量的测量和控制功能。

3.1.3 满箱流 full box flow

水完全充满箱体状态下的流动状态。

3.2 计量单位

3.2.1 长度：米、毫米，符号分别为：m、mm。

3.2.2 流速：米每秒，符号为：m/s。

3.2.3 瞬时流量：立方米每小时、立方米每秒，符号分别为： m^3/h 、 m^3/s 。

4 概述

4.1 结构与组成

箱式超声明渠流量计主要由箱体、喇叭口（选配）以及相应的连接法兰构成。箱体为主体结构，断面通常为矩形，也可以为梯形或其他形状；超声换能器按照一定规则布置在箱体内，一般为交叉声道布置方式，用于测量箱体中的平均流速；水位计也安装在箱体内部，用于测量箱体中的水位高度。喇叭口位于箱体的上游端，用于调整进入箱体的水流状态。

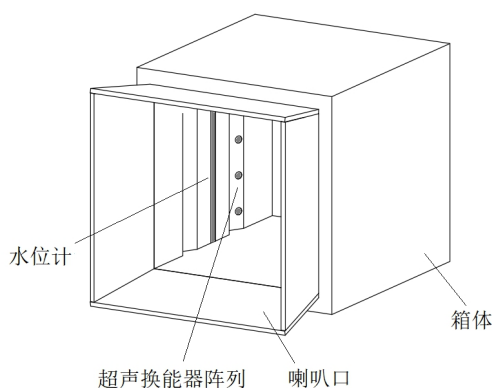


图1 箱式超声明渠流量计结构示意图

箱式超声明渠流量计通常与闸门、马达驱动系统、控制台、供能系统（太阳能板）等组合成箱涵式测控一体化闸门使用。马达驱动系统实现对闸门的升降控制；控制台具备数据采集、处理、显示和马达控制等功能。

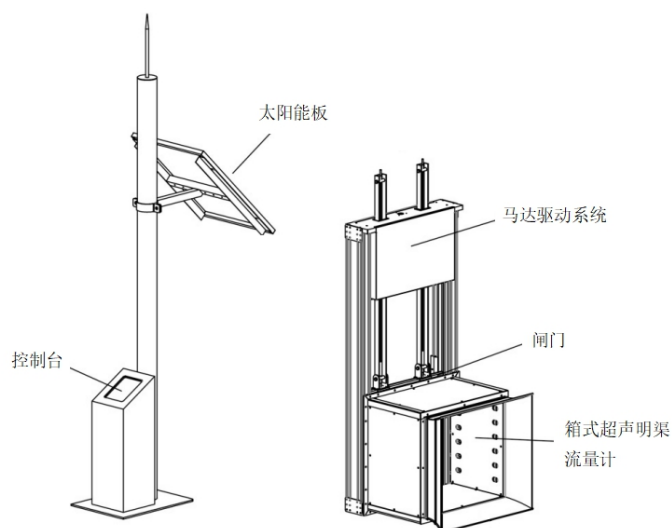


图2 箱涵式测控一体化闸门结构示意图

4.2 工作原理

箱式超声明渠流量计根据时差法原理,通过测量超声波在水中顺流和逆流的时间差来计算水的流速,通过测箱内的多对超声换能器可以测量水流断面的平均流速。通过箱体内水位和箱体尺寸可计算水流截面积,利用流速面积法原理计算得到瞬时流量。

$$q = A\bar{v} \quad (1)$$

式中: q ——箱式超声明渠流量计测得的瞬时流量, m^3/s ;

A ——箱体中水流截面积, m^2 ;

\bar{v} ——箱体中水流断面平均流速, m/s 。

其中:

$$A = ah \quad (2)$$

式中: a ——箱体的宽度, m ;

h ——箱体中的水位高度, m 。

$$\bar{v} = f(v_1, \dots, v_n) \quad (3)$$

式中: v_n ——箱体中第 n 声道测得的水流速, m/s ;

n ——箱体中的声道数。

5 计量特性

5.1 示值误差

流量计准确度等级为 5.0 级,最大允许误差 $\pm 5.0\%$ 。

5.2 重复性

流量计的重复性应不大于其最大允许误差绝对值的 1/3。

5.3 水位示值误差

流量计的水位示值误差应不大于 $\pm 1.5\%$ 。

注:以上指标不做合格判定依据,仅供校准及测量不确定度评定时参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度: $(5 \sim 45)^\circ\text{C}$;

6.1.2 相对湿度: $35\% \sim 95\%$;

6.1.3 外界磁场、机械振动和噪声应小到对流量计的影响可忽略不计。

6.2 校准用设备

推荐表 1 中的设备。

表 1 校准用设备

类型	设备名称	技术要求	用途	备注
主标准器	明渠流量标准装置	明渠尺寸、流量范围应与被校箱式超声明渠流量计相适应，装置扩展不确定度应不大于被校箱式超声明渠流量计最大允许误差绝对值的 1/3	校准箱式超声明渠流量计的示值误差和重复性	渠槽长度应满足箱式超声明渠流量计对前后直渠的要求
配套设备	钢直尺或钢卷尺	Ⅱ级，分辨力≤0.5mm	测量水位计示值误差	也可采用满足技术要求的其他设备

6.3 校准介质

校准介质应为常温自来水，水中无明显杂质，水面平稳、无大幅波动，水面无固体漂浮物、无明显泡沫。在每个流量点的每次校准过程中水温变化应不超过±0.5℃。

7 校准项目和校准方法

7.1 外观和密封性检查

7.1.1 外观检查。箱式超声明渠流量计应具有铭牌，铭牌上具有必要的信息。箱体一般为铝合金或不锈钢材质，应有良好的表面处理，不应有毛刺、划痕、裂纹、锈蚀等现象。超声换能器和水位计安装应牢固可靠，不应因振动而松动或脱落。

7.1.2 密封性检查。箱式超声明渠流量计组合成箱涵式测控一体化闸门使用时，箱式超声明渠流量计与闸门应保证密封。将闸门完全关闭，使喇叭口朝上放置，向箱体内逐渐注入清水，以水不溢出为限，箱式超声明渠流量计与闸门之间的渗水量应不大于0.02L/(min·m)。

7.2 水位示值误差

把箱式超声明渠流量计正确安装在明渠中，前后端直渠长度满足流量计的要求。在静水条件下，调节水位分别达到水位计测量量程的 10%、25%、50%、75%、100% 五个位置处，实际水位与设定水位偏差应不大于 5%。用钢直尺或钢卷尺测量箱体内实际水位，重复性测量 3 次，取算术平均值作为测量结果，示值误差计算公式：

$$E_{hi} = \frac{h_i - h_{Si}}{h_{Si}} \times 100\% \quad (4)$$

式中： E_{hi} ——第 i 测量点水位的示值误差，%；

h_{Si} ——第 i 测量点测得的实际水位，mm；

h_i ——第 i 测量点箱式超声明渠流量计显示水位，mm。

取所有测量点中绝对值最大的示值误差作为流量计的水位示值误差，应不大于±1.5%。

7.3 流量示值误差和重复性

7.3.1 满箱流状态

运行明渠流量标准装置，使得明渠中水位完全淹没流量计顶端 5cm~10cm，调节闸门开度分别为 25%、50%、75%、100%，每次运行至少 5min 等待流量和水位稳定后开始校准，记录标准装置和被校流量计在相同校准时间内的累积流量 Q_{Si} 、 Q_i （也可以根据校准时间换算为平均瞬时流量 q_{Si} 、 q_i ），完成一次测量，重复测量 n 次（ $n \geq 3$ ）。示值误差计算公式：

$$E_i = \frac{Q_i - Q_{Si}}{Q_{Si}} \times 100\% \text{ 或 } E_i = \frac{q_i - q_{Si}}{q_{Si}} \times 100\% \quad (5)$$

式中： E_i ——第 i 次测量流量相对示值误差，%；

Q_i ——第 i 次测量流量计的累积流量， m^3 ；

Q_{Si} ——第 i 次测量标准装置的累积流量， m^3 ；

q_i ——第 i 次测量流量计的瞬时流量， m^3/h 或 m^3/s ；

q_{Si} ——第 i 次测量标准装置的瞬时流量， m^3/h 或 m^3/s 。

取该流量点 n 次测量结果的算术平均值作为该流量点的示值误差。

重复性计算公式：

$$E_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (E_i - \overline{E_i})^2}{n-1}} \quad (6)$$

式中： E_r ——示值误差的重复性，%；

$\overline{E_i}$ ——第 i 次测量示值误差的算术平均值，%；

n ——测量次数， $n \geq 3$ 。

7.3.2 非满箱流状态

在非满箱流状态下, 调节闸门开度为 100%, 校准流量点一般应包括: q_{\min} 、 $0.2q_{\max}$ 、 $0.4q_{\max}$ 、 q_{\max} , 校准方法和计算方法与 7.3.1 相同。当标准装置的最大流量不能达到 q_{\max} 时, q_{\max} 取标准装置的最大流量。

8 校准结果

8.1 校准记录

校准记录应尽可能详尽地记载测量数据和计算结果, 记录格式见附录 A。

8.2 校准证书

校准证书由封面和校准数据组成, 经校准的箱式超声明渠流量计应出具校准证书, 校准证书应包括的信息及推荐的校准证书内页格式见附录 B。

当客户要求时, 可以根据计量特性进行符合性判定, 并将结论列入校准证书。进行符合性判定应考虑测量不确定度。

不确定度评定方法可参考附录 C。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔一般不超过 1 年。如果流量计箱体发生变形、超声换能器或水位计重新安装或流量计明显异常等情况, 应重新校准。

由于复校时间间隔的长短是由流量计的使用情况、使用者、流量计本身质量等诸多因素所决定的, 因此, 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

校准原始记录格式

委托单位：	委托单号：	证书编号：
型号/规格：	仪表编号：	生产厂家：
箱体宽度：	测量范围：	扩展不确定度：
主标准器：	测量范围：	最大允许误差：
准确度等级：	证书及有效期：	校准地点：
技术依据：	环境温度：	相对湿度：

校准结果与数据

1、外观检查： <input type="checkbox"/> 符合要求 <input type="checkbox"/> 不符合要求	2、密封性检查： <input type="checkbox"/> 符合要求 <input type="checkbox"/> 不符合要求
--	---

3、水位示值误差：

水位	流量计显示水位（mm）	实测水位（mm）	示值误差（mm）	最大示值误差（%）
10%				
25%				
50%				
75%				
100%				

4、流量示值误差及重复性

(1) 满箱流状态

闸门开度	流量点（m³/h）	流量计累积流量（m³）	标准装置累积流量（m³）	示值误差（%）	平均示值误差（%）	重复性（%）	扩展不确定度（%）
25%							
50%							
75%							
100%							

(2) 非满箱流状态

流量点	流量点（m³/h）	流量计累积流量（m³）	标准装置累积流量（m³）	示值误差（%）	平均示值误差（%）	重复性（%）	扩展不确定度（%）
q_{min}							
$0.2q_{max}$							
$0.4q_{max}$							
q_{max}							

校 准：	核 验：	校准日期：
------	------	-------

附录 B

校准证书的内容

B.1 校准证书至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 校准证书编号，页码及总页数的标识；
- e) 校准单位校准专用章；
- f) 委托单位的名称和联络信息；
- g) 被校计量器具的描述和明确标识：制造单位、名称、型号及出厂编号；
- h) 校准日期；
- i) 校准所依据的技术规范的名称及代号；
- j) 本次校准所用的主要计量标准器具（包括标准物质）的名称、测量范围、不确定度或准确度等级或最大允许误差、证书编号及有效期；
- k) 校准时的环境温度、相对湿度；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 校准人与核验人的签名；
- n) 校准证书批准人的签名与职务；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

B.2 校准证书（内页）格式

1、外观检查：

2、密封性检查：

3、水位示值误差：

4、流量示值误差及重复性：

（1）满箱流状态

闸门开度	校准流量 (m^3/h 或 m^3/s)	示值误差 (%)	重复性 (%)	扩展不确定度 U (%) ($k=2$)
25%				
50%				
75%				
100%				

（2）非满箱流状态

流量点	校准流量 (m^3/h 或 m^3/s)	示值误差 (%)	重复性 (%)	扩展不确定度 U (%) ($k=2$)
q_{\min}				
$0.2q_{\max}$				
$0.4q_{\max}$				
q_{\max}				

附录 C

测量不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 测量依据：箱式超声明渠流量计校准规范。

C.1.2 环境条件：温度 22.6℃；相对湿度：38%。

C.1.3 测量标准：明渠流量标准装置，准确度等级 0.2 级，流量范围（50～2000）m³/h。

测试段明渠尺寸为长 20m、宽 1.5m、高 1.0m。

C.1.4 被测对象：箱体尺寸为 400mm×400mm 的箱式超声明渠流量计，以满箱流状态下 700m³/h 流量点的测量结果为例。

C.1.5 测量方法：

（1）依据流量计的前后直渠长度要求把流量计正确安装在测试段明渠中，确保流量计与明渠四周的密封性。

（2）运行标准装置使得水位超过流量计顶端 5cm 以上，保证流量计处于满箱流状态。按照本规范规定的校准方法对流量计的示值误差进行校准。

C.1.6 评定结果的使用：在符合上述条件的情况下，一般可直接使用本不确定度评定结果。

C.2 测量模型

流量计示值误差计算公式建立测量模型：

$$E = \frac{Q - Q_s}{Q_s} \times 100\% \quad (\text{C.1})$$

式中： E ——流量计的示值误差，%；

Q ——流量计的累积流量，m³。

Q_s ——标准装置的累积流量，m³；

根据测量模型，流量计示值误差的不确定度来源主要包括：流量计引入的不确定度分量 u_1 和标准装置引入的不确定度分量 u_2 。由于两者不相关，合成标准不确定度 $u_c(E)$ 可按照下式计算：

$$u_c(E) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} \quad (\text{C.2})$$

C.3 全部输入量的标准不确定度评定

C.3.1 流量计引入的标准不确定度分量 u_1 的评定

流量计引入的不确定度主要来源于流量计的重复性和分辨力。采用标准装置对流量计在 $700\text{m}^3/\text{h}$ 流量点重复校准 5 次, 得到示值误差序列见下表。

表 C.1 流量计示值误差

测量次数	1	2	3	4	5
示值误差	1.83%	1.59%	2.30%	0.56%	1.65%

单次测量结果的实验标准差 $s(E)$ 为:

$$s(E) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (E_i - \bar{E})^2}{5-1}} = 0.637\% \quad (\text{C.3})$$

由于实际测量中重复 3 次, 则该流量点下重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u_1(Q) = \frac{0.637\%}{\sqrt{3}} = 0.368\% \quad (\text{C.4})$$

流量计流量显示分辨力为 $0.1\text{m}^3/\text{h}$, 按均匀分布, 则流量计分辨力引入的标准不确定度为:

$$u_2(Q) = \frac{0.1}{700 \times \sqrt{3}} = 0.0082\% \quad (\text{C.5})$$

重复性和分辨力引入的标准不确定度取较大的一项, 因此流量计引入的标准不确定度为:

$$u_1 = u_1(Q) = 0.368\% \quad (\text{C.6})$$

C.3.2 标准装置引入的标准不确定度分量 u_2 的评定

根据标准装置的检定证书信息, 流量标准装置的准确度等级为 0.2 级, 按照均匀分布, 标准装置引入的标准不确定度为:

$$u_2 = \frac{0.2\%}{\sqrt{3}} = 0.115\% \quad (\text{C.7})$$

C.3.3 标准相对不确定度分量汇总表

各输入量的标准不确定度汇总见表 C.2。

表 C.2 标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值
u_1	流量计	0.368%

u_2	标准装置	0.115%
-------	------	--------

C.4 合成不确定度的评定

由公式 (C.2) 计算合成相对不确定度:

$$u_c(E) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.386\% \quad (\text{C.8})$$

C.5 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$, 该流量计在 $700\text{m}^3/\text{h}$ 流量点示值误差的扩展不确定度为:

$$U = 2 \times u_c(E) = 2 \times 0.386\% = 0.77\% \quad (\text{C.9})$$

新疆维吾尔自治区
地方计量校准规范

箱式超声明渠流量计校准规范

JJF (新) 134—2024

新疆维吾尔自治区市场监督管理局发布

*

版权所有 不得翻印

*