

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 15-2019

代替 HJ/T 15-2007

超声波明渠污水流量计技术要求 及检测方法

Technical specifications and test procedures for ultrasonic open channel
sewage flowmeter

（发布稿）

本电子版为发布稿。请以中国环境出版集团出版的正式标准文本为准。

2019-12-24 发布

2020-03-24 实施

生态环境部 发布

目 次

前 言.....	ii
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 技术要求.....	2
5 性能指标要求.....	3
6 性能指标检测.....	4
7 随机资料.....	8

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国水污染防治法》，保护生态环境，保障人体健康，规范超声波明渠污水流量计的技术性能，制定本标准。

本标准规定了超声波明渠污水流量计的技术要求、性能指标及检测方法。

本标准首次发布于 1996 年，原标准起草单位为水利部重庆水文仪器厂等 3 家单位，第一次修订为 2007 年，本次为第二次修订。

本次修订的主要内容如下：

- 名称修改为《超声波明渠污水流量计技术要求及检测方法》；
- 删除原标准中自动识别水流流态的要求；
- 删除原标准中无故障运行时间的要求；
- 修改了液位测量误差和流量测量误差的检测方法；
- 增加了液位精密度和流量精密度的要求；
- 增加了液位比对误差和流量比对误差要求；
- 增加了期间漂移要求；
- 增加了最小维护周期要求；
- 增加了各指标检测的具体方法；
- 明确了一次仪表和二次仪表的区分。

自本标准实施之日起，《环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计》（HJ/T 15-2007）废止。

本标准由生态环境部生态环境监测司、法规与标准司组织制订。

本标准起草单位：中国环境监测总站。

本标准生态环境部 2019 年 12 月 24 日批准。

本标准自 2020 年 3 月 24 日起实施。

本标准由生态环境部解释。

超声波明渠污水流量计技术要求及检测方法

1 适用范围

本标准规定了超声波明渠污水流量计的技术要求、性能指标和检测方法。

本标准适用于超声波明渠污水流量计的生产设计、应用选型和性能检测。

本标准适用于采用符合 JJG 711 要求的标准量水堰槽进行流量测量的超声波明渠污水流量计（以下简称“流量计”）。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 3836.1 爆炸性环境 第 1 部分：设备 通用要求

GB/T 13306 标牌

GB/T 17214.1 工业过程测量和控制装置工作条件 第 1 部分：气候条件

JJG 711 明渠堰槽流量计试行检定规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

超声波明渠污水流量计 ultrasonic open channel sewage flowmeter

指采用超声波原理测量明渠堰槽指定位置液位，并按照标准公式计算流量的仪表，不含堰槽部分。

3.2

标准量水堰槽 weirs and flumes for flow measurement

由上下游行近段、堰体和水位观测设施组成的用于流量计测量的装置。

3.3

流量 flow rate

指单位时间内通过明渠某一过水断面的液体体积。

3.4

液位 stage

指从测量基准点（或零点）高程算起，加上某一液面的距离后所得到的高程值。

3.5

液位测量误差 error of liquid level

指流量计液位测量示值与标准直尺测量值之间的误差。

3.6

流量测量误差 flow rate error

流量计流量显示值与理论流量值之间的误差。

3.7

电压稳定性 voltage adaptability

仪器在不同的电压下测量同一高度的液位，测定值与参考值之间的误差。

4 技术要求

4.1 流量计的基本组成

流量计一般由一次仪表和二次仪表组成，如图 1 所示：

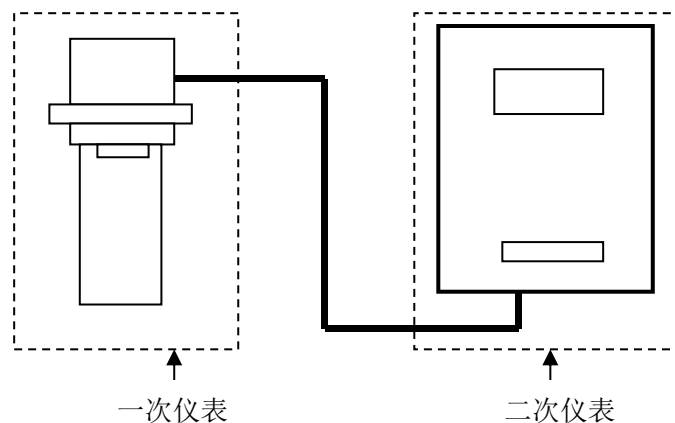


图 1 流量计组成示意图

一次仪表：发射并接收超声波，并将接收到的超声波信号转换为时序电信号传送给二次仪表。

二次仪表：通过时序电信号计算液位高度，根据液位—流量公式计算流量，显示、存储、输出测量结果。

4.2 基本要求

4.2.1 仪器的标识应符合 GB/T 13306 规定的要求，应在适当的明显位置固定标牌，其上应有如下标识：

- a) 制造厂名称、地址；
- b) 仪器名称、型号规格；
- c) 出厂编号；
- d) 制造日期；
- e) 测量范围；
- f) 工作条件。

4.2.2 流量计的表面涂层应喷涂均匀，不得有剥皮、生锈或划痕，具有防腐功能。探头应

密封完好。联接部分应坚固可靠。调节时使用的电位器、螺钉在装配完毕后，应点上清漆。流量计应具有防腐蚀功能。

4.2.3 流量计应用于有防爆要求的环境中时，应符合 GB 3836.1 中有关防爆技术要求，取得相应的防爆合格认证。

4.2.4 流量计的绝缘强度应满足在电源进线与机壳之间应能承受 50 Hz，1500 V 交流有效值连续 1 min 电压试验，无飞弧和击穿现象。电源进线与机壳之间绝缘电阻应 $\geq 20\text{ M}\Omega$ 。

4.3 功能要求

4.3.1 流量计应具有显示及打印瞬时液位、瞬时流量、累积流量及该累积流量的计量总时间（min 或 h）的功能。流量计应具有数据记忆、贮存功能，在其停机状态下保持已有数据的最短时间应不小于 1 年。

4.3.2 流量计应具有自动锁定流量计算参数和存储数据功能，防止人为更改仪器流量计算参数和已有累积流量、累积计量时间等内存数据。

4.3.3 流量计变更堰槽、校准液位、校准时间等关键参数的修改要在仪器的运行日志里做相应的记录，应至少保存 1 年的记录。

4.3.4 流量计应具有数字量输出接口或模拟量输出接口。

4.3.5 量水堰槽的有关要求参照 JJG 711 执行，量水堰槽流量计算公式中的参数可通过明渠流量标准检定装置检定给出。

4.4 环境适应性要求

4.4.1 流量计一次仪表应符合 GB/T 17214.1 中户外场所（D1 级）的要求。

4.4.2 流量计二次仪表应符合 GB/T 17214.1 中遮蔽场所（C1 级）的要求。

4.4.3 流量计应在被测介质表面无泡沫或无其他漂浮物质存在的条件下工作。

5 性能指标要求

流量计在严格按照规范安装并符合 JJG 711 要求的量水堰槽的前提下，应满足表 1 规定的性能指标。

表 1 流量计性能指标

性能指标	技术要求	检测方法
液位测量误差	$\leq 3\text{ mm}$	6.3.1
流量测量误差	$\leq 2\%$	6.3.2
液位精密度	$\leq 0.5\%$	6.3.3
流量精密度	$\leq 0.5\%$	6.3.4
期间漂移	$\leq 1\%$	6.3.5
电压稳定性	$\leq 1\%$	6.3.6

续表

性能指标	技术要求	检测方法
液位比对误差	$\leq 4 \text{ mm}$	6.3.7
流量比对误差	$\leq 5 \%$	6.3.8
计时误差	$\leq 0.5 \%$	6.3.9
最小维护周期	$\geq 168 \text{ h}$	6.3.10

6 性能指标检测

6.1 检测用设备

6.1.1 流量计实验室检测装置：由高度卡尺（测量范围0~1000 mm，最小刻度值小于0.5 mm，不确定度小于0.5 mm）、反射板（平面度不超过0.1 mm，带指针，能指示反射板的高度位置）和一次仪表组成，如图2所示。

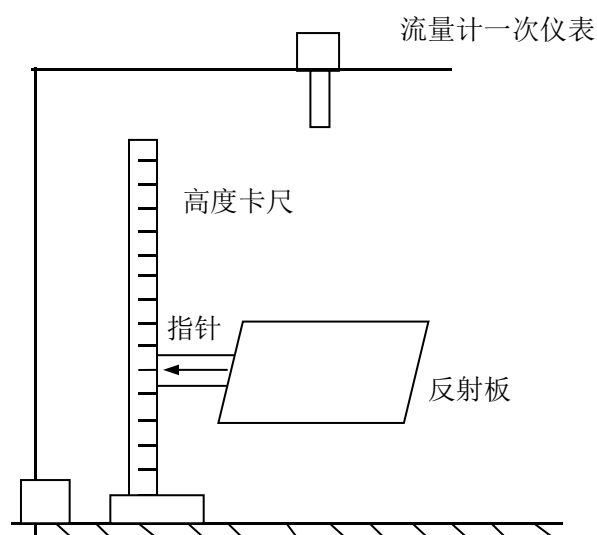


图2 流量计实验室检测装置

6.1.2 明渠流量比对装置：可采用液位计（液位测量精度 $\leq 1 \text{ mm}$ ）加标准流量计算公式的方式进行现场比对。

6.1.3 秒表。

6.2 检测条件

环境温度：5℃~40℃；

相对湿度：65%±20%；

电源电压：交流电压，220 V±22 V；

电源频率：50 Hz±0.5 Hz。

6.3 检测方法

6.3.1 液位测量误差

利用流量计实验室检测装置，将流量计一次仪表固定在高度卡尺上方的支架上，将反射板移动至高度卡尺 0 mm 处，流量计液位归零。依次移动反射板在高度卡尺最大刻度（1000 mm）的 20%，50%，80%处分别停留 1 次，再依次反向移动反射板在高度卡尺 80%，50%，20%处分别停留 1 次。记录各流量计液位示值 H_i ，计算液位示值和高度卡尺刻度值 H'_i 的差值绝对值的最大值作为液位测量误差，按公式（1）计算。

$$\delta = \left| H_i - H'_i \right|_{\max} \quad (1)$$

式中： δ ——液位测量误差，mm；

H_i ——第 i 次停留处的流量计液位示值，mm；

H'_i ——第 i 次停留处的高度卡尺示值，mm；

i ——测定顺序号， $i=1, 2, 3, 4, 5, 6$ 。

6.3.2 流量测量误差

利用流量计实验室检测装置，将流量计一次仪表固定在高度卡尺上方的支架上，按如下步骤检验流量测量误差：

a) 设置流量计堰槽为 90°三角堰（ p/B 取 0.2）；

b) 把高度卡尺调到零点，校正流量计液位零点；

c) 把高度卡尺依次调到堰槽允许的最大液位高度的 20%、50%、80%处，待流量计示值稳定后，分别记录流量显示值；

d) 设置流量计堰槽为矩形缺口薄壁堰（堰宽 0.5 m，渠宽取 1.0 m， p 取 0.25 m），设置完成后重复 b、c 步骤，记录流量显示值；

e) 设置流量计堰槽为 4 号巴歇尔槽，重复 b、c 步骤，记录流量显示值。

计算流量显示值与流量理论值的最大差值相对于量程值的百分率作为流量测量误差，按公式（2）计算。

$$\Delta Q_n = \frac{|Q_{ni} - Q_{ns}|_{\max}}{Q_{ns}} \times 100\% \quad (2)$$

式中： ΔQ_n ——第 n 种堰槽的流量测量误差，%；

Q_{ni} ——第 n 种堰槽不同液位高度流量显示值， m^3/h ；

Q_{ns} ——第 n 种堰槽不同液位高度的流量理论值， m^3/h 。

6.3.3 液位精密度

利用流量计实验室检测装置，将流量计一次仪表固定在高度卡尺上方的支架上，将反射板移动至高度卡尺 0 mm 处，流量计液位归零。将反射板移动至高度卡尺最大刻度（1000 mm）的 80%处，液位示值稳定后记录流量计液位示值，然后把反射板移动至高度卡尺零刻度，再次移动至高度卡尺最大刻度（1000 mm）的 80%处，稳定后记录流量计液位示值，如此重复

测量 6 次。计算 6 次液位测定值相对标准偏差作为液位精密度，按公式（3）计算。

$$S_H = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - \bar{H})^2}{n-1}} \times \frac{1}{\bar{H}} \times 100\% \quad (3)$$

式中： S_H ——液位精密度，%；

H_i ——第 i 次液位测定值，mm；

$\bar{H}$ —— n 次液位测定值的平均值，mm；

n ——测定次数， $n=6$ ；

i ——测定顺序号， $i=1, 2, 3, 4, 5, 6$ 。

6.3.4 流量精密度

利用流量计实验室检测装置，按如下步骤检验流量精密度：

a) 把流量计堰槽类型设置为 4 号巴歇尔槽；

b) 把高度卡尺调到零点，校正流量计液位零点；

c) 把高度卡尺调到 400 mm 处，等流量计示值稳定后，记录流量显示值，再把高度卡尺调到零点；

d) 按上述步骤 c 重复测定 6 次，记录流量显示值。

计算 6 次测定值相对标准偏差作为流量精密度，按公式（4）计算。

$$S_Q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n-1}} \times \frac{1}{\bar{Q}} \times 100\% \quad (4)$$

式中： S_Q ——流量精密度，%；

Q_i ——第 i 次流量测定值， m^3/h ；

$\bar{Q}$ —— n 次测定值的平均值， m^3/h ；

n ——测定次数， $n=6$ ；

i ——测定顺序号， $i=1, 2, 3, 4, 5, 6$ 。

6.3.5 期间漂移

将流量计堰槽设置为 4 号巴歇尔槽，将一次仪表固定在一定高度，液位校准至 400 mm，稳定 10 min 后，记录流量初始显示值，流量计通电持续运行，期间不允许进行任何维护、校准，168 h 后记录流量最终显示值，最终显示值与初始显示值的相对偏差绝对值作为期间漂移，按公式（5）计算。

$$\Delta Q = \frac{|Q_b - Q_a|}{Q_a} \times 100\% \quad (5)$$

式中： ΔQ ——期间漂移，%；

Q_a ——流量初始显示值， m^3/h ；

Q_b ——流量最终显示值， m^3/h 。

6.3.6 电压稳定性

将流量计堰槽设置为 4 号巴歇尔槽，将一次仪表固定在一定高度，液位校准至 400 mm，将输入电压调为 220 V，记录流量显示值作为初始值；调节流量计电源电压至 242 V，显示稳定后记录流量显示值；调节流量计电源电压至 198 V，显示稳定后记录流量显示值；按照下列公式计算电压变化引起的相对误差，取两个电压下相对误差的较大值作为流量计电压稳定性的判定值，按公式（6）计算。

$$\Delta Q_V = \frac{|Q_i - Q_s|_{\max}}{Q_s} \times 100\% \quad (6)$$

式中： ΔQ_V ——电压稳定性误差，%；

Q_s ——220 V 时流量显示值，m³/h；

Q_i ——242 V 和 198 V 时流量显示值，m³/h。

6.3.7 液位比对误差

分别用明渠流量比对装置和被测流量计测量同一水位观测断面处的液位值，进行现场比对检测，每分钟读取 6 次数据，连续读取 30 min，分别计算明渠流量比对装置和被测流量计的液位均值，按公式（7）计算。

$$\Delta H_i = |H_x - H_s| \quad (7)$$

式中： ΔH_i ——液位比对误差，mm；

H_x ——被测流量计测量液位值均值，mm；

H_s ——明渠流量比对装置测量液位值均值，mm；

6.3.8 流量比对误差

分别用明渠流量比对装置和被测流量计测量同一水位观测断面处的瞬时流量，进行现场比对检测，待数据稳定后，开始计时，计时 30 min（或累计流量大于 100 m³），分别读取明渠流量比对装置在该时段内的累积流量和被测流量计在该时段内的累积流量，按公式（8）计算。

$$\Delta Q = \frac{|Q_i - Q_s|_{\max}}{Q_s} \times 100\% \quad (8)$$

式中： ΔQ ——流量比对误差，%；

Q_s ——明渠流量比对装置累计流量显示值，m³；

Q_i ——被测流量计累计流量显示值，m³。

6.3.9 计时误差

在流量计正常工作条件下，读取并记录流量计的显示时间 T_0 作为起始时间，同时启动秒表开始计时，当流量计连续运行 48 h 后，分别读取和记录流量计显示时间 T_1 及秒表显示时间 T_2 ，按公式（9）计算计时误差。

$$\Delta T = \frac{|T_1 - T_0 - T_2|}{T_2} \times 1000\text{‰} \quad (9)$$

式中： ΔT ——计时误差，‰；

T_0 ——流量计起始显示时间；

T_1 ——计时结束时流量计显示时间；

T_2 ——计时结束时秒表显示时间。

6.3.10 最小维护周期

在流量计测试的 168 h 内，不能对流量计进行任何维护，流量计不能出现影响流量运行和测量的任何故障，如出现故障则该项检验不合格。

7 随机资料

仪器的说明书等随机资料应至少包括以下内容：仪器原理、仪器构造图、现场安装条件及方法、仪器操作方法、部件标识及注意事项、仪器校准及使用方法、常见故障处理、日常维护说明等。