

附件 7

《环境保护产品技术要求 超声波明渠污水
流量计（征求意见稿）》
编制说明

《环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计》

标准编制组

二〇一八年七月

项目名称：环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计

项目统一编号：2015-49

承担单位：中国环境监测总站

编制组主要成员：贺鹏、金大建、杨勇、左航、张明慧、张杨、苏清
柱、朱锐、孙海林、申田田

标准所技术管理负责人：魏玉霞、胡林林

环境监测司项目管理负责人：曹勤

目 录

1 项目背景	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 工作过程.....	1
2 标准修订的必要性分析	2
2.1 国家及环保主管部门的要求.....	2
2.2 适应相关环保工作的需求.....	3
2.3 现行标准存在的主要问题.....	3
3 国内外相关研究规定	4
4 标准编制的基本原则和技术路线	5
4.1 标准编制的原则.....	5
4.2 标准修订的技术路线.....	5
5 标准主要修订内容解释	7
5.1 标准对比一览表.....	7
5.2 适用范围.....	8
5.3 术语和定义.....	8
5.4 性能指标与检验方法.....	9
6 与国内外相关标准的对比分析	11
7 标准性能指标验证情况	12
7.1 液位测量误差.....	12
7.2 流量测量误差.....	13
7.3 液位精密度.....	14
7.4 流量精密度.....	14
7.5 期间漂移.....	15
7.6 电压稳定性.....	15
7.7 液位比对误差.....	15
7.8 流量比对误差.....	16
7.9 计时误差.....	16
7.10 最小维护周期.....	17
8 实施本标准的管理措施、技术措施建议	17
9 参考文献	17
附件一 标准验证实验报告	19

《环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计》

编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

2015年,环保部办公厅下发《关于开展2015年度国家环境保护标准项目实施工作的通知》(环办函〔2015〕329号),下达了《环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计》标准制修订任务。项目统一编号为:2015-49;项目承担单位为中国环境监测总站;项目协作单位为北京环科环保技术公司、石家庄德润环保科技有限公司。

1.2 工作过程

接到标准修订任务后,项目承担单位中国环境监测总站召集各协作单位,成立标准修订编制小组,按照任务书的要求,制定了详细的标准修订计划与任务分工,具体工作过程如下:

2015年1~7月,根据原国家环境保护总局《国家环境保护标准制修订工作管理办法》(2006年41号公告)、《环境标志产品技术要求编制技术导则》和《环境保护标准编制出版技术指南》(HJ565)的相关规定,查阅了国内外超声波明渠流量计(以下简称流量计)的相关检定标准及其检定规程、水环境保护标准中对超声波明渠污水流量计的技术要求,针对国内各环境监测站和排污企业对流量计的使用情况和需求情况进行了广泛的调研,并进行了分类、归纳和总结,在此基础上完成了开题论证报告和标准草案及相关技术指标验证测试初步方案。

2015年8月于北京召开了标准修订讨论会,专家对标准修订的框架和修订的技术路线、技术指标、检验方法进行了审议,确定了标准修订的方向和需注意的问题。

2015年9月15日,原环保部科技标准司组织召开了开题论证会,与会专家听取了标准编制组关于《环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计》的开题报告,提出了相关意见如下:

- 1、建议进一步完善液位比对及流量比对的具体检测方法;
- 2、进一步完善仪器功能性要求,须满足环境管理需求;
- 3、仪器所有性能指标应通过实验数据论证。

编制组根据专家意见进行了相关实验,并作出相应调整如下:

- 1、细化了液位比对及流量比对的具体方法，明确了计算方法；
- 2、明确了流量计的组成、基本要求和功能性要求，满足环境管理需求。

2015年9月~2016年5月，编制组根据开题会专家意见及确定的修订技术路线，多次召开编制组内部会议和技术研讨会，编制完成征求意见稿（初稿）和技术指标验证方案。

2016年5月~9月，根据编制完成的征求意见稿（初稿）和技术指标验证方案，进行了超声波明渠污水流量计的实验室内技术指标验证和现场比试验，根据试验结果及现场情况反馈意见，对征求意见稿（初稿）进行了修改，形成新的征求意见稿。

2018年2月，中国环境监测总站科技处组织召开了征求意见前站内专家预审会，与会专家听取了标准编制组关于《环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计》（征求意见稿）的汇报，提出了相关意见如下：

- 1、进一步核实文本规范性引用文件及其使用；
- 2、按HJ 565规范文本格式及符号表述。

编制组根据专家意见，核对了标准文本的规范性引用文件及文本格式和符号表述。

2018年4月，生态环境部环境监测司组织召开了标准征求意见技术审查会，与会专家听取了标准编制组关于《环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计》（征求意见稿）的汇报，提出了相关意见如下：

- 1、在术语和定义中增加标准量水堰槽的定义；
- 2、规范流量计基本组成中一次表、二次表的表述；
- 3、按照HJ 168及HJ 565对标准文本和编制说明进行编辑性修改。

根据专家意见，编制组作出如下调整：

- 1、术语和定义内增加了量水堰槽的定义；
- 2、调整了文本内一次表和二次表的描述；
- 3、按HJ168及HJ 565规范了文本格式。

2 标准修订的必要性分析

2.1 国家及环保主管部门的要求

根据《国务院办公厅关于转发环境保护部“十二五”主要污染物总量减排考核办法的通知》（国办发〔2013〕4号）和《关于加强“十二五”主要污染物总量减排监测体系建设运行情况考核工作的通知》（环发〔2013〕98号）的要求，需做好主要污染物总量减排监测体系建设运行情况考核工作。

“十二五”主要污染物总量减排的责任主体是各级人民政府，要把主要污染物排放总量控制指标层层分解落实到各级人民政府。为了完成这一目标，完善主要污染物总量减排统计就变得尤为重要，流量作为总量统计的重要指标，需要确保流量监测数据的准确性和可靠性，但是原标准中部分条款的检测方法制定不合理，在实际检测工作无法完全按照《环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计》（HJ 15-2007）实施检测，同时原标准中缺乏对仪器长期运行稳定性评价的指标，随着对环境污染监测数据要求的提高，原有标准已经无法满足对超声波明渠污水流量计的检测和管理的需求，因此需要做出适应性修订。

2.2 适应相关环保工作的需求

超声波明渠污水流量计具有无接触测量、设备寿命长、容易检查维护等优点，是目前国内污水流量监测的主要方法。据不完全统计，国内已有数十家公司自主研发了超声波明渠流量计，并广泛应用于工厂企业、城市污水处理部门、环境监测系统的污水排放总量控制、生活用水及给排水等明渠流量的计量中。

污水流量是排污总量核算的重要指标，在污水排放监测和管理中有着重要的地位，超声波明渠流量计在污水监测中应用最为广泛，是水质在线监测领域最早制定环境保护产品技术要求的设备之一，原国家环境保护总局于1996年发布了《超声波明渠污水流量计》（HJ 15-1996），2007年进行了修订，修订后的标准名称为《环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计》，该标准对流量计的液位测量误差、流量测量误差、绝缘电阻、绝缘强度、计时误差、平均无故障运行时间等仪器基本性能指标和检测方法提出了要求，同时对仪器的数据存储、打印功能、防爆等级、水流流态自动识别等功能做出了规定，对流量计的适用性检测工作提供了统一的标准，为流量计的生产、检验工作顺利开展奠定了基础。

2.3 现行标准存在的主要问题

《环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计》（HJ 15-2007），即现行标准，对流量计的液位测量误差、流量测量误差、绝缘电阻、绝缘强度、计时误差、平均无故障运行时间等仪器基本性能指标进行了规定，同时规定液位测量误差和流量测量误差的监测需要用到标准液位计和具备流量调节功能的流量检测系统，但没有规定液位计的精度和工作原理，现实中也无法找到合适的标准液位计。流量检测系统因造价高、占地面积大，一般检测单位不具备建设条件，实践中基本上不用流量检测系统来检测流量计液位误差和测量误差，所以现行标准对流量计的实验室检测工作失去了指导意义。

现行标准也没有现场比对的误差限值和比对方法，无法指导流量计的现场比对工作。到目前为止，在水质在线监测系统验收和数据有效性审核工作中，超声波明渠污水流量计无法实现现场比对。

现行标准缺乏期间漂移等技术指标，对流量计的可靠性没有约束性指标。

现行标准“平均无故障时间”约定为200 d，在实际检测中因时间太长，难于执行。

因此现行标准有必要尽快修订，以适应现在的环境监测设备管理工作。

3 国内外相关研究规定

3.1 国内相关研究规定

我国早在1989年就制定了《明渠污水流量计、液位计暂行技术要求》(HYS 2-1989)海洋行业标准，但该标准在环保行业不具备适用性；1990年制定了《明渠堰槽流量计试行检定规程》(JJG 711-1990)，主要用于明渠中标准量水堰槽(薄壁堰、宽顶堰、三角形部面堰、平坦V形堰、巴歇尔槽和无喉道槽)及与堰槽配接水位传感器或水位流量显示仪表构成的明渠流量计的检定。该标准将流量计和标准堰槽作为一个整体进行了统一的规定和检验，通过高压水塔进行恒流，采用管道电磁流量计对明渠流量计进行比对，适用于特殊的实验室检测，可操作性较差，且该标准不能满足环保行业现场安装的特殊性，缺少污染源现场适用性指标的规定。因此，1996年原国家环境保护总局发布了《环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计和技术要求》(HJ/T 15-1996)，并于2007年进行了首次修订(HJ/T 15-2007)，规定了流量计的检验项目、试验方法、检验规则、包装、运输和贮存等内容，适用于测量明渠出流及不充满管道的各类污水流量的超声波明渠污水流量计。

3.2 国外相关研究规定

国际标准化组织ISO、德国、澳大利亚等制定了流量计相关标准，用于规范流量计建设与运行。2017年ISO修订了《水文测量.超声波传输时间法测量流量》(ISO 6416-2017)，用于河流、明渠或有自由水面的封闭管道超声波测量站的建设和运行管理；德国于2007年发布《水文测量 用测流计或浮子对明渠流量的测量》(DIN EN ISO 748-2007)，澳大利亚于2013年制定了《非城市供水水表 明渠流量计的安装和调试》(AS 4747.6-2013)，规定了明渠和部分填充应用于非城市水表的要求，主要用于灌溉用水量。

此外，ISO标准《水质在线传感器/分析设备的规范及性能检验》和EPA标准《水质自动连续监测仪性能标准和检验规程》都针对仪器的性能指标和技术要求作了详细的阐述。

4 标准修订的基本原则和技术路线

4.1 标准修订的基本原则

本标准修订的基本原则如下：

- （1）考虑到标准的持续性和连贯性，保持原标准的基本框架，对相关不适应现状的定义、技术内容和标准限值进行修订；
- （2）修订后标准具有科学性、适用性和可操作性，能满足相关环保标准和环保工作的需要，可在未来数年内有效实施，促进环境管理；
- （3）修订后的标准更有针对性，有利于总量减排工作的开展；
- （4）修订标准有利于形成水污染源在线监测完整、协调的标准体系；
- （5）借鉴各地在线监测运行的实际情况，参照采用各地先进经验；
- （6）修订标准的编制体例、格式符合相关要求；
- （7）标准修订过程符合《国家环境保护标准制修订工作管理办法》相关要求。

4.2 标准修订的技术路线

本标准修订的技术路线如图1所示：

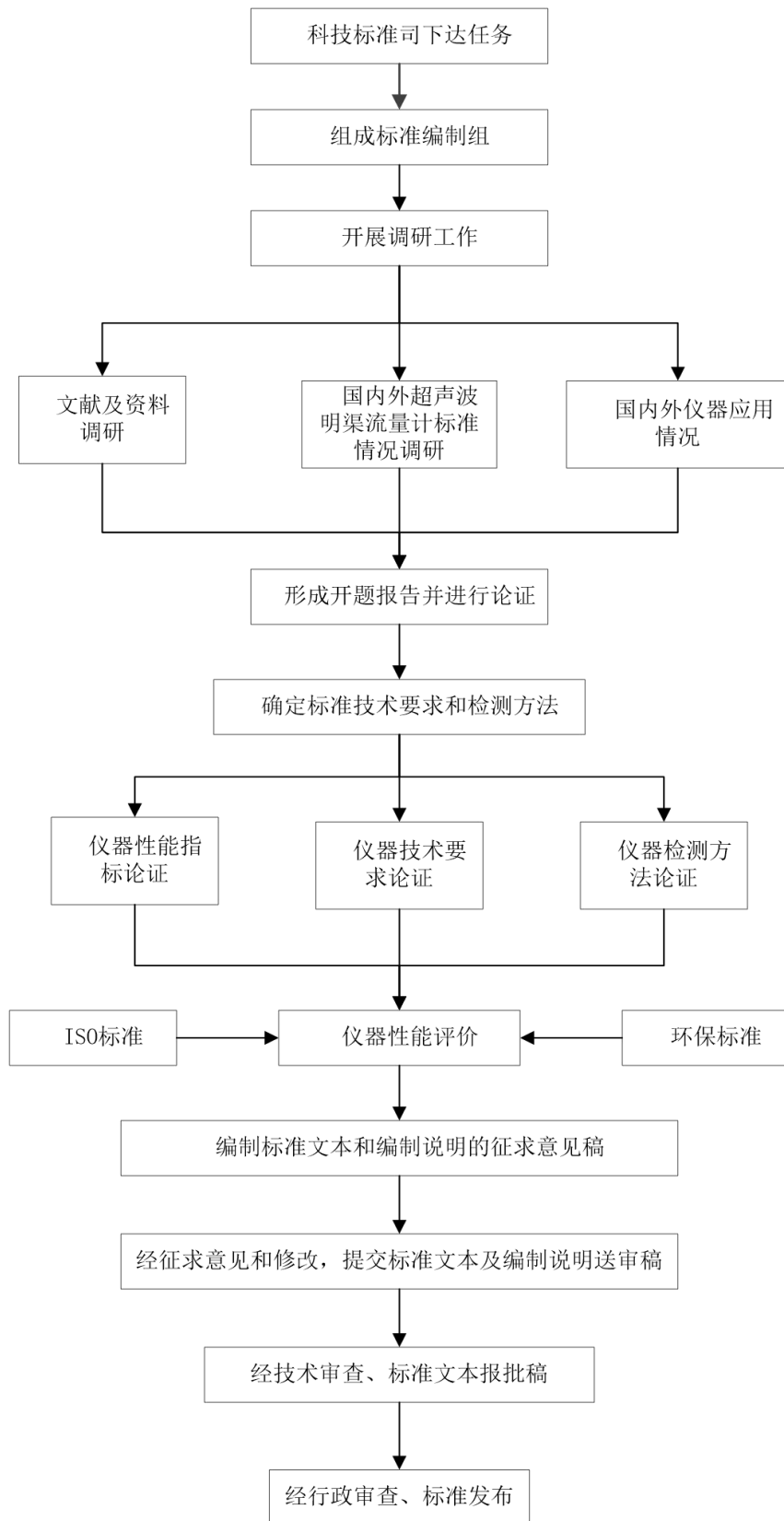


图 1 技术路线图

5 标准主要修订内容解释

5.1 标准对比一览表

修订后标准与《环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计》(HJ/T15-2007)内容对比如表1所示。

表 1 标准修订内容比较

序号	对比项	HJ/T 15-2007	修订稿
1	适用范围	明渠出流及不充满管道的各类污水	采用标准堰槽进行流量测量的明渠污水
2	液位测量误差	明渠流量计检验装置, 误差 ≤ 3 mm	采用以高度尺为主要设备的“流量计实验室检验装置”作为液位测量误差的检验装置, 误差 ≤ 3 mm
3	流量测量误差	明渠流量计检验装置, 误差 ≤ 5 %	采用以高度尺为主要设备的“流量计实验室检验装置”作为流量测量误差的检验装置, 误差 ≤ 2 %
4	液位精密度	液位重复性误差, 无检验方法, ≤ 1 mm	修改为液位精密度性能指标, 增加检验方法, ≤ 0.5 %
5	流量精密度	流量重复性误差, 无检验方法, ≤ 1.8 %	修改为流量精密度性能指标, 增加检验方法, ≤ 0.5 %
6	期间漂移	无	增加期间漂移要求和检验方法, 误差 ≤ 1 %
7	液位比对误差	无	增加液位比对误差要求和检验方法, 误差 ≤ 4 mm
8	流量比对误差	无	增加流量比对误差要求和检验方法, 误差 ≤ 5 %
9	平均无故障运行时间	平均无故障运行时间, ≥ 200 d	调整为最小维护周期, ≥ 168 h
10	二次仪表基本误差	二次仪表基本误差, ≤ 1 % (满量程误差)	电压稳定性, ≤ 1 %
11	外观检验	提出外观检验的要求和方法	提出外观检验的要求, 去掉检验方法
12	一次仪表和二次仪表工作条件	对一次仪表和二次仪表的工作环境提出要求和检验方法	对一次仪表和二次仪表的工作环境提出要求, 但去掉检验方法
13	量水槽系统误差	引用了 JIG 711 要求和检验方法	去掉量水槽系统误差要求和检验方法
14	绝缘电阻和绝缘强度	提出了对绝缘电阻和绝缘强度的技术要求和检验方法	提出了对绝缘电阻和绝缘强度的技术要求, 去掉检验方法
15	防爆等级	对流量计应用于防爆场合时对流量计防爆等级和检验方法提出要求	对流量计应用于防爆场合时对流量计防爆等级提出要求, 去掉检验方法

序号	对比项	HJ/T 15-2007	修订稿
16	水流流态自动识别	流量计应具备水流流态自动识别功能	删除条款

5.2 适用范围

原标准在适用范围中规定“本标准适用于测量明渠出流及不充满管道的各类污水流量的超声波明渠污水流量计”，非满管道流量测量的要求没有标准依据。适用范围改为“本标准适用于采用标准堰槽进行流量测量的明渠污水流量计”，只有采用标准堰槽进行流量测量的超声波明渠流量计，其测量结果才具有量值的可追溯性。

5.3 术语和定义

现行标准的术语和定义约定为“JJG 711中使用的术语适用于本标准”，为便于标准修订后的理解和使用，修订后的标准拟增加如下术语和定义：

5.3.1 超声波明渠污水流量计 supersonic flowmeters

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

5.3.2 流量 flow rate

指单位时间内通过管道、明渠或其他通道的某一过水断面的液体体积，单位m³/h。

5.3.3 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，单位m。

5.3.4 液位测量误差 stage error

指流量计液位测量示值与标准直尺测量值之间的差值，单位mm。

5.3.5 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相对偏差。

5.3.6 期间漂移 drift error

在未对流量计进行人工维护和校准的前提下，连续测量同一液位高度的流量一定时间，流量计的终点测定值与初始测定值之间的相对偏差。

5.3.7 电压稳定性 interference of voltage changing

保持液位高度不变，在说明书给定范围内改变流量计供电电压，流量计在电压上下限时流量测定值与额定电压下流量测定值之间的相对偏差。

5.4 性能指标与检验方法

5.4.1 液位测量误差检测方法

原标准中液位测量误差检测方法是“将被测流量计的液位传感器安装在标准液位计上，按1规定的水位逐点进行检验。计算三个标准液位值与相应流量计液位示值之间的最大差值。”标准并未说明标准液位计是什么设备和测量精度要求，实际应用中也不存在标准液位计。在实际应用中，超声波明渠流量计液位测量误差主要是通过分度值为 $\leq 1\text{mm}$ 的高度尺来检验的。本次修改采用以高度尺为主要设备的“流量计实验室检验装置”作为液位测量误差的检验装置，高度尺作为长度测量设备，精度高、稳定性好、重现性好，可以确保长度量值传递的准确性。液位测量误差要求保持不变，仍为 $\leq 3\text{ mm}$ 。

5.4.2 流量测量误差

原标准中流量测量误差检验方法是在一个标准流量检定装置上进行的，存在的问题三个方面，第一是该方法需要建立一个庞大的流量检定标准装置，包含蓄水池、水泵、管路、渠道、堰槽、控制系统等，系统占地面积大、投资高，一般单位无法实现；第二是该方法检验的是包含堰槽在内的全部测量误差，而堰槽的加工和安装误差、经验公式本身的误差往往大于流量仪表本身误差，与本标准检验流量仪表误差的初衷相悖；第三是原标准中“ Q_{mi} 流量真值”并未说明是理论计算值还是参比仪表的测量值，无法指导流量计流量测量误差的检验。本次修订采用以高度尺为主要设备的“流量计实验室检验装置”作为流量测量误差的检验装置，“流量计实验室检验装置”可以模拟非常稳定、精确的液位高度，从而可以排除检验条件干扰，客观评价流量计液位测量和公式转换等带来的测量误差。由于检验装置带来的误差变小，所以将流量测量误差由5%收严至2%。

5.4.3 平均无故障运行时间

原标准在第“5”条款中规定平均无故障运行时间为 $\geq 200\text{ d}$ ，检验时间过长，在实践中基本上难于执行该项规定，失去标准的指导意义。本次修订将“平均无故障运行时间”修订为“最小维护周期”，并规定最小维护周期 $\geq 168\text{ h}$ 。

5.4.4 二次仪表基本误差

原标准定义二次仪表基本误差为“供电电压在 $220\text{ V}\pm 22\text{ V}$ 变化时，二次仪表基本误差不应超过 1% ”，该指标实际上规定了流量计对供电电压的适应性，本次修订将该指标改为“电压稳定性”指标，技术要求不变，为 $\leq 1\%$ 。

5.4.5 外观检验

原标准在第“4”项规定了流量计外观要求，并在“5检验项目和检验方法”中也提出了外观检验的要求和方法。外观并非影响流量计测量性能和功能的重要指标，本次修订在4“技术要求”中对流量计外观提出要求，但在检验项目和检验方法中删去外观检验的要求。

5.4.6 一次仪表和二次仪表工作条件

原标准在第“4”条款4.1.3和4.1.4中对一次仪表和二次仪表的工作环境提出了要求，在“5检验项目和检验方法”对一次仪表和二次仪表工作条件提出检验要求和方法。流量计的工作条件是流量计的基本要求，本次修订在“4 技术要求”中保留对一次、二次仪表的工作环境提出要求，在“5 性能指标”和“6 检验方法”中删去对一次仪表和二次仪表工作条件的检验要求和方法。

5.4.7 量水槽系统误差

原标准在“4 技术要求”中4.3.8对量水堰槽系统误差提出了要求，在“5检验项目和检验方法”引用了JJG 711要求和检验方法。量水堰槽误差由堰槽加工和安装决定，并非流量计本身决定，本次修订在“4 技术要求”中保留量水堰槽系统误差的要求，在“5 性能指标”和“6 检验方法”中删去对量水堰槽系统误差的要求和检验方法。

5.4.8 绝缘电阻和绝缘强度

原标准在“5检验项目和检验方法”中提出了对绝缘电阻和绝缘强度的技术要求和检验方法。电气安全是仪表的重要指标，但一般在流量计型式检验时进行检验，日常一般不检验。本次修订将绝缘电阻和绝缘强度作为技术要求在“4 技术要求”中体现，在“5 性能指标”和“6 检验方法”删除该指标。

5.4.9 防爆等级

原标准在“4 技术要求”和“5检验项目和检验方法”对流量计应用于防爆场合时对流

量计防爆等级和检验方法提出了要求。防爆等级的检验需由专门检验机构进行，一般也是在设计定型时进行，日常环保适用性检测一般不检。本次修订在“4 技术要求”中体现流量计应用于防爆场合时的防爆等级要求，在“5 性能指标”和“6 检验方法”删除该指标。

5.4.10 液位精密度和流量精密度

虽然原标准在“4.3.3”条款中规定了液位测量重复性误差和流量测量重复性误差，但在“5 检验项目与检验方法”中并没有给出检验方法。本次修订在“5 性能指标”中增加液位精密度和流量精密度要求，并在“6 检验方法”中增加液位精密度和流量精密度的检验方法，检验装置采用“流量计实验室检验装置”，液位精密度和流量精密度要求均为 $\leq 0.5\%$ 。

5.4.11 稳定性指标

原标准中缺少流量计稳定性的评价指标。本次修订在“5 性能指标”增加期间漂移，并在“6 检验方法”中增加期间漂移的检验方法，用于评价流量计对同一液位经过一定时间（10天）后测量结果的变化程度，误差定为 $\leq 1\%$ 。

5.4.12 液位比对误差和流量比对误差

在原标准中缺少现场比对的指标和方法。本次修订增加液位比对误差和流量比对误差的技术要求和检验方法，液位比对误差定为 $\leq 4\text{ mm}$ ，流量比对误差定为 $\leq 5\%$ 。

5.4.13 自动识别水流流态检验

原标准在第“5”条款中规定了流量计应具备水流流态自动识别功能，并规定了检验方法。但目前国内外主流的超声波明渠流量计基本原理均是测量液位，然后按照规程规定的公式计算流量，不具备水流流态自动识别功能，该项功能要求与实际情况不符。本次修订删除该项技术要求和检验方法。

6 与国内外相关标准的对比分析

6.1 与国内相关标准的对比分析

国内现行关于超声波明渠污水流量计的标准主要有《明渠堰槽流量计试行检定规程》（JJG711-1990）和《环境保护技术要求 超声波明渠污水流量计》（HJ/T 15-2007）。

《明渠堰槽流量计试行检定规程》主要规定了明渠堰槽的分类、结构尺寸、液位-流量转换关系、加工安装要求，以及堰槽、明渠污水流量计的检定方法，重点是明渠堰槽的计量

原理与安装要求；本次修订的标准主要规定超声波明渠污水流量计的功能要求、性能指标和检测方法，属于产品技术标准，不包含明渠堰槽相关要求；两个标准的重点不一样，属于不同领域的两个标准。

6.2 与国外相关标准的对比分析

目前国外与超声波明渠污水流量计相关的标准有《水文测量 用测流计或浮子对明渠流量的测量》(DIN EN ISO 748-2007)、《非城市供水水表 明渠流量计的安装和调试》(AS 4747.6-2013)、《水文测量.超声波传输时间法测量流量》(ISO 6416-2017)。

DIN EN ISO 748-2007规定了用流速-截面积法测量流量的原理和操作方法，流速测量采用转子测速计；ISO 6416-2017规定了采用基于超声波流速-截面积法测量流量的原理与操作，采用超声波时间传输法测量排水的流速和截面积；以上两个标准属于流量测量的方法标准。AS 4747.6-2013规定了流量计的安装和调试，属于设备的应用技术标准。

而本次修订的标准规定了超声波明渠污水流量计的技术要求、性能指标和检验方法，属于流量计的产品技术标准，与前述国外相关标准有根本的区别。

7 标准性能指标验证情况

标准编制组按照修订后的标准初稿，制定了性能指标验证方案，选取了国内4家流量计主流生产厂家的流量计，对标准中的性能指标进行了验证，验证情况如下。

7.1 液位测量误差

表 2 液位测量误差验证结果统计表

验证厂家	高度尺刻度值(mm)	液位示值(mm)	误差绝对值 (mm)	液位测量误差 (mm)
1	200	199	1	3
	500	498	2	
	800	797	3	
	800	797	3	
	500	499	1	
	200	199	1	
2	200	200	0	1
	500	500	0	
	800	800	0	
	800	799	1	
	500	500	0	
	200	199	1	

3	200	199	1	1
	500	500	0	
	800	800	0	
	800	800	0	
	500	500	0	
	200	200	0	
4	200	200	0	1
	500	500	0	
	800	799	1	
	800	799	1	
	500	499	1	
	200	199	1	
标准拟定指标				≤ 3 mm

结论：通过对4个厂家的仪器检测，其中3个厂家的液位误差为1 mm，1个厂家的液位误差为3 mm，3个厂家液位误差小于拟定标准，1个厂家液位误差贴近拟定标准，所以将仪器的液位测量误差定为 ≤ 3 mm比较合理。

7.2 流量测量误差

表 3 流量测量误差验证结果统计表

验证厂家	流量测试项目									
	堰槽	三角堰 (90°)			矩形堰 (堰宽 0.5m b/B=0.6)			巴歇尔槽(喉宽 0.152m)		
	液位 mm	50	125	200	60	50	240	90	225	360
	理论值 m ³ /h	2.817	27.84	90.16	47.29	186.9	378.3	30.56	130.0	273.2
1	实测 m ³ /h	——	——	——	——	——	——	30.02	130.9	273.2
	误差							1.8%	0.7%	0.0%
2	实测 m ³ /h	2.789	27.45	89.58	47.50	191.0	394.5	30.72	130.2	273.5
	误差	1.0%	1.4%	0.6%	0.6%	0.6%	0.8%	0.5%	0.2%	0.1%
3	实测 m ³ /h	2.777	27.823	90.22	47.25	189.4	390.5	30.45	129.4	272.2
	误差	1.4%	0.1%	0.1%	0.1%	0.3%	0.2%	0.4%	0.5%	0.4%
4	实测 m ³ /h	2.829	28.09	91.06	47.07	190.1	388.0	49.52	203.1	418.8
	误差	0.4%	0.9%	1.0%	0.3%	0.1%	0.8%	10.1%	5.4%	4.2%
标准拟定指标		$\leq 2\%$								

结论：通过对4家厂家仪器流量测量误差检测，其中3个厂家的三角堰、矩形堰、巴歇尔槽的各液位点流量误差均小于2%，最大误差1.8%。厂家4的巴氏槽误差最大达到10.1%，经与厂家确认系公式错误引起（该厂家说明书第23页4号巴氏槽公式为 $Q=535.4 \times ha^{1.54}$ ，而标准公式为 $Q=535.4 \times ha^{1.58}$ ），剔除该厂家巴氏槽误差，其他误差均小于2%所以流量测量误差定为 $\leq 2\%$ 比较合理。

7.3 液位精密度

表 4 液位精密度验证结果统计表

验证厂家名称	液位精密度实测数据 (mm)			液位精密度
1	798	797	798	0.06%
	797	797	797	
2	800	800	801	0.10%
	801	801	799	
3	800	800	800	0.08%
	801	800	799	
4	799	800	799	0.09%
	800	798	799	

结论：4个厂家仪器液位精密度测试误差最大0.10%，最小0.06%，液位精密度较小，流量计液位精密度设定为 $\leq 0.5\%$ 比较合理。

7.4 流量精密度

表 5 流量精密度验证结果统计表

验证厂家名称	流量精密度实测数据 (m ³ /h)			流量精密度
1	273.168	270.756	270.756	0.41%
	273.168	272.392	271.669	
2	273.3	273.2	273.3	0.05%
	273.4	273.5	273.2	
3	273.1	273.2	273.5	0.07%
	273.3	273.1	273.3	
4	283.331	284.547	283.350	0.24%
	283.360	284.552	284.631	
标准拟定指标	$\leq 0.5\%$			

结论：从验证检测数据看，所有厂家的流量计精密度均低于0.5%，最大的流量精密度为0.41%，流量计流量精密度定为 $\leq 0.5\%$ 比较合理。

7.5 期间漂移

表 6 期间漂移验证结果统计表

验证厂家名称	液位 (mm)	流量初始示值 (m ³ /h)	流量最终示值 (m ³ /h)	漂移误差
1	400	273.168	270.756	0.88%
2	400	323.1	324.2	0.49%
3	400	323.10	322.50	0.19%
4	400	333.390	334.276	0.27%

结论：从检验数据看，所有厂家流量计168 h内漂移误差均小于1.0%，其中3家厂家流量计漂移误差小于0.5%，1家厂家漂移误差为0.88%，期间漂移定为≤1.0%比较合理。

7.6 电压稳定性

表 7 电压稳定性验证结果统计表

验证厂家名称	液位 (mm)	220V 示值 (m ³ /h)	242V 示值 (m ³ /h)	198V 示值 (m ³ /h)	误差
1	360	273.168	275.632	270.639	0.89%
2	400	322.8	323.3	321.2	0.50%
3	400	322.80	324.50	321.70	0.52%
4	400	333.385	334.589	333.165	0.36%

结论：从电压稳定性检验数据看，最小0.36%，最大0.89%，最大误差贴近1.0%，电压稳定性误差≤1.0%比较合理。

7.7 液位比对误差

表 8 液位比对误差验证结果表

比对装置液位	279.07	279.91	278.89	275.15	280.54	285.94	287.18	286.93
流量计液位	279.33	282.50	274.83	273.17	277.33	280.00	281.67	283.17
液位误差	0.26	2.59	-4.06	-1.98	-3.21	-5.94	-5.51	-3.76
比对装置液位	284.79	287.07	286.99	287.05	287.06	287.58	289.04	288.85
流量计液位	284.67	284.33	282.67	283.83	284.17	284.50	285.17	284.33
液位误差	-0.12	-2.73	-4.32	-3.22	-2.89	-3.08	-3.87	-4.51
比对装置液位	289.00	287.65	286.52	286.96	289.29	288.87	287.55	287.58
流量计液位	290.00	285.83	286.33	284.50	285.67	285.83	285.83	286.80
液位误差	1.00	-1.82	-0.18	-2.45	-3.62	-3.04	-1.71	-0.78

表 9 液位比对误差验证结果汇总表

验证厂家	模拟比对装置液位值(mm)	流量计液位值 (mm)	误差 (mm)
1	285.64	283.19	-2.46
2	285.64	282.74	-2.9

结论：由于实际现场液位波动较大，两台流量计不能做到监测同一点液位，所以模拟装置与被测流量计的瞬时液位读数相差会比较大，但每分钟读取6个数据，读取30分钟的液位值分别求平均，模拟装置与被测流量计的液位误差可以达到标准要求的4 mm以下，拟定液位误差 ≤ 4 mm较为合理。

7.8 流量比对误差

表 10 流量比对误差验证结果汇总表

验证厂家名称	模拟比对装置累积流量示值(m ³)	流量计累积流量示值(m ³)	误差
1	1971.25	1929.62	2.11%
2	16244.96	16124.98	0.74%

结论：由于实际现场液位波动较大，模拟装置与被测流量计的瞬时流量差别可能较大，但是取30分钟的累计流量进行比对，两个实验现场的流量计的流量比对误差均 $\leq 5\%$ ，达到拟定的误差要求。

7.9 计时误差

表 11 计时误差验证结果汇总表

验证厂家名称		标准时钟显示值 (hh/mm/ss)	流量计时钟显示值 (hh/mm/ss)	误差
1	起始	2015/11/30 9:00:00	2015/11/30 9:00:00	0.27‰/48h
	结束	2015/12/2 9:00:00	2015/12/2 9:00:48	
2	起始	2015/11/23 9:00:00	2015/11/23 9:00:00	0.20‰/48h
	结束	2015/11/25 9:00:00	2015/11/25 9:00:35	
3	起始	2015/11/23 9:00:00	2015/11/23 9:00:00	0.30‰/48h
	结束	2015/11/25 9:00:00	2015/11/25 9:00:51	
4	起始	2015/11/23 9:00:00	2015/11/23 9:00:00	0.27‰/48h
	结束	2015/11/25 9:00:00	2015/11/25 8:59:13	
标准拟定要求	$\leq 0.50\%$			

结论：从计时误差检验数据看，各个厂家分布在0.20‰至0.30‰之间，贴近拟定指标 $\leq 0.50\%$ ，拟定指标合理。

7.10 最小维护周期

表 12 最小维护周期验证结果汇总表

验证厂家编号	测试结果
1	≥30 天
2	≥30 天
3	≥30 天
4	≥30 天
标准拟定要求	≥168 小时

结论：在168 h内，所有厂家流量计均未出现故障，均未进行维护，拟定指标合理。

8 实施本标准的管理措施、技术措施建议

通过对厂家监测仪器的调查和对实际水样进行测定，发现仪器对高色度、高浊度和成分非常复杂的实际水样的预处理能力和抗干扰能力需要进一步提高。

9 参考文献

- [1] GB 3838-2002 地表水环境质量标准.
- [2] GB 8978-1996 污水综合排放标准.
- [3] JJG 711-1990 中华人民共和国国家计量检定规程 明渠堰槽流量计.
- [4] HJ T15-2007 环境保护产品技术要求超声波明渠污水流量计.
- [5] ISO 15839-2003 Water quality On-line sensors/analysing equipment for water Specifications and performance tests.
- [6] Performance Standards and Test Procedures for Continuous Water Monitoring Equipment Environment Agency Version 3.1 August 2010.
- [7] HJ 565-2010 环境保护标准编制出版技术指南.
- [8] HJ 168-2010 环境监测分析方法标准制修订技术导则.
- [9] EN ISO 15839-2006 water quality - on-line sensors/analysing equipment for water - Specifications and performance tests.
- [10] BS EN ISO 15839-2006 water quality on-line sensors/analysing equipment for water Specifications and performance tests.

- [11] DIN EN ISO 15839-2007 Water quality On-line sensors/analysing equipment for water Specifications and performance tests (ISO 15839:2003).
- [12] Environmental Technology Verification Report ETV Advanced Monitoring Systems Center Trace Detect Safe Guard Trace Metal Analyzer , Battelle , Columbus, Ohio 43201 August 2006.

附件一

标准验证实验报告

标准名称：环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计

项目主编单位：中国环境监测总站

验证组织单位：中国环境监测总站

项目负责人及职称：贺鹏 高工

通讯地址：北京市朝阳区安外大羊坊 8 号院（乙）

电话：010-84943106

报告编写人及职称：贺鹏 高工

报告日期：2018 年 3 月 27 日

A.1 验证仪器基本情况

表 A1-1 验证仪器情况登记表

序号	厂家名称	仪器名称	规格型号	仪器出厂编号
1	江苏太仓创造电子有限公司	超声波明渠流量计	CE-9628	151102
2	北京九波声迪科技有限公司	超声波明渠流量计	WL-1A1	20152976
3	北京环科环保技术公司	超声波明渠流量计	HBML-3 型	15032
4	杭州科盛机电设备有限公司	超声波明渠流量计	SULN-200	20151104008

A.2 仪器验证数据汇总

A.2.1 液位测量误差

表 A2-1 仪器液位测量误差汇总表

验证厂家	高度尺刻度值 (mm)	液位示值(mm)	误差绝对值 (mm)	液位测量误差 (mm)
1	200	199	1	3
	500	498	2	
	800	797	3	
	800	797	3	
	500	499	1	
	200	199	1	
2	200	200	0	1
	500	500	0	
	800	800	0	
	800	799	1	
	500	500	0	
	200	199	1	
3	200	199	1	1
	500	500	0	
	800	800	0	
	800	800	0	
	500	500	0	
	200	200	0	
4	200	200	0	1
	500	500	0	
	800	799	1	
	800	799	1	
	500	499	1	
	200	199	1	
标准拟定指标	$\leq 3 \text{ mm}$			

结论：通过对4个厂家的仪器检测，其中3个厂家的液位误差为1mm，1个厂家的液位误差为3mm，3个厂家液位误差小于拟定标准，1个厂家液位误差贴近拟定标准，所以将仪器的液位测量误差定为 ≤ 3 mm比较合理。

A. 2. 2 流量测量误差

表 A2-2 流量测量误差汇总表

验证 厂家	流量测试项目									
	堰槽	三角堰（90°）			矩形堰（堰宽 0.5m b/B=0.6）			巴歇尔槽(喉宽 0.152m)		
	液位 mm	50	125	200	60	50	240	90	225	360
	理论值 m ³ /h	2.817	27.84	90.16	47.29	186.9	378.3	30.56	130.0	273.2
1	实测 m ³ /h	——	——	——	——	——	——	30.02	130.9	273.2
	误差							1.8%	0.7%	0.0%
2	实测 m ³ /h	2.789	27.45	89.58	47.50	191.0	394.5	30.72	130.2	273.5
	误差	1.0%	1.4%	0.6%	0.6%	0.6%	0.8%	0.5%	0.2%	0.1%
3	实测 m ³ /h	2.777	27.823	90.22	47.25	189.4	390.5	30.45	129.4	272.2
	误差	1.4%	0.1%	0.1%	0.1%	0.3%	0.2%	0.4%	0.5%	0.4%
4	实测 m ³ /h	2.829	28.09	91.06	47.07	190.1	388.0	49.52	203.1	418.8
	误差	0.4%	0.9%	1.0%	0.3%	0.1%	0.8%	10.1%	5.4%	4.2%
标准拟定指标		$\leq 2\%$								

结论：通过对4家厂家仪器流量测量误差检测，其中3个厂家的三角堰、矩形堰、巴氏槽的各液位点流量误差均小于2%，最大误差1.8%。厂家4的巴氏槽误差最大达到10.1%，经与厂家确认系公式错误引起（该厂家说明书第23页4号巴氏槽公式为 $Q=535.4 \times ha^{1.54}$ ，而标准公式为 $Q=535.4 \times ha^{1.58}$ ），剔除该厂家巴氏槽误差，其他误差均小于2%所以流量测量误差定为 $\leq 2\%$ 比较合理。

A. 2. 3 液位精密度

表 A2-3 液位精密度数据汇总表

验证厂家名称	液位精密度实测数据 (mm)			液位精密度
1	798	797	798	0.06%
	797	797	797	
2	800	800	801	0.10%
	801	801	799	
3	800	800	800	0.08%
	801	800	799	
4	799	800	799	0.09%
	800	798	799	
标准拟定指标	$\leq 0.5\%$			

结论： 4个厂家仪器液位精密度测试误差最大0.10%，最小0.06%，液位精密度较小，流量计液位精密度定为 $\leq 0.5\%$ 较为合理。

A. 2. 4 流量精密度

表 A2-4 流量精密度数据汇总表

验证厂家名称	流量精密度实测数据 (m ³ /h)			流量精密度
1	273.168	270.756	270.756	0.41%
	273.168	272.392	271.669	
2	273.3	273.2	273.3	0.05%
	273.4	273.5	273.2	
3	273.1	273.2	273.5	0.07%
	273.3	273.1	273.3	
4	283.331	284.547	283.350	0.24%
	283.360	284.552	284.631	
标准拟定指标	$\leq 0.5\%$			

结论： 从验证检测数据看，所有厂家的流量计精密度均低于0.5%，最大的流量精密度为0.41%，流量计流量精密度定为 $\leq 0.5\%$ 较为合理。

A. 2. 5 期间漂移误差

表 A2-5 期间漂移误差数据汇总表

验证厂家名称	液位 (mm)	流量初始示值 (m ³ /h)	流量最终示值 (m ³ /h)	漂移误差
1	360	273.168	270.756	0.88%

2	400	323.1	324.2	0.49%
3	400	323.10	322.50	0.19%
4	400	333.390	334.276	0.27%
标准拟定指标	$\leq 2.0\%$			

结论：从检验数据看，所有厂家流量计 168 h 内漂移误差均小于 1.0%，其中 3 家厂家流量计漂移误差小于 0.5%，1 家厂家漂移误差为 0.88%，期间漂移误差定为 $\leq 1.0\%$ 较为合理。

A. 2. 6 电压稳定性

表 A2-6 电压稳定性数据汇总表

验证厂家名称	液位 (mm)	220V 示值 (m ³ /h)	242V 示值 (m ³ /h)	198V 示值 (m ³ /h)	漂移误差
1 (液位 360)	360	273.168	275.632	270.639	0.89%
2	400	322.8	323.3	321.2	0.50%
3	400	322.80	324.50	321.70	0.52%
4	400	333.385	334.589	333.165	0.36%
标准拟定指标	$\leq 1.0\%$				

结论：从电压稳定性检验数据看，最小 0.36%，最大 0.89%，最大误差贴近拟定的电压稳定性误差，电压稳定性误差 $\leq 1.0\%$ 合理。

A. 2. 7 液位比对误差

表 A2-7 液位比对误差数据汇总表

验证厂家名称	模拟比对装置液位值 (mm)	流量计液位值(mm)	误差 (mm)
1	—	—	—
2	285.64	283.19	-2.46
标准拟定要求			$\leq 4\text{mm}$

表 A2-8 液位比对误差原始数据表

比对装置液位	279.07	279.91	278.89	275.15	280.54	285.94	287.18	286.93
流量计液位	279.33	282.50	274.83	273.17	277.33	280.00	281.67	283.17
液位误差	0.26	2.59	-4.06	-1.98	-3.21	-5.94	-5.51	-3.76

比对装置液位	284.79	287.07	286.99	287.05	287.06	287.58	289.04	288.85
流量计液位	284.67	284.33	282.67	283.83	284.17	284.50	285.17	284.33
液位误差	-0.12	-2.73	-4.32	-3.22	-2.89	-3.08	-3.87	-4.51
比对装置液位	289.00	287.65	286.52	286.96	289.29	288.87	287.55	287.58
流量计液位	290.00	285.83	286.33	284.50	285.67	285.83	285.83	286.80
液位误差	1.00	-1.82	-0.18	-2.45	-3.62	-3.04	-1.71	-0.78

结论：由于实际现场液位波动较大，两台流量计不能做到监测同一点液位，所以模拟装置与被测流量计的瞬时液位读数相差会比较大，但每分钟读取 6 个数据，读取 30 分钟的液位值分别求平均，模拟装置与被测流量计的液位误差可以达到标准要求的 4 mm 以下，拟定液位误差 ≤ 4 mm 较为合理。

A. 2. 8 流量比对误差

表 A2-9 流量比对误差数据汇总表

验证厂家名称	模拟比对装置累积流量示值(m ³)	流量计累积流量示值(m ³)	误差
1	1971.25	1929.62	2.11%
2	16244.96	16124.98	0.74%
标准拟定要求	$\leq 5\%$		

结论：由于实际现场液位波动较大，模拟装置与被测流量计的瞬时流量差别可能较大，但是取 30 分钟的累计流量进行比对，两个实验现场的流量计的流量比对误差均 $\leq 5\%$ ，达到拟定的误差要求，拟定指标合理。

A. 2. 9 计时误差

表 A2-10 计时误差试验数据汇总表

验证厂家名称		标准时钟显示值(hh/mm/ss)	流量计时钟显示值(hh/mm/ss)	误差
1	起始	2015/11/30 9:00:00	2015/11/30 9:00:00	0.27%/48h
	结束	2015/12/2 9:00:00	2015/12/2 9:00:48	
2	起始	2015/11/23 9:00:00	2015/11/23 9:00:00	0.20%/48h
	结束	2015/11/25 9:00:00	2015/11/25 9:00:35	

3	起始	2015/11/23 9:00:00	2015/11/23 9:00:00	0.30‰/48h
	结束	2015/11/25 9:00:00	2015/11/25 9:00:51	
4	起始	2015/11/23 9:00:00	2015/11/23 9:00:00	0.27‰/48h
	结束	2015/11/25 9:00:00	2015/11/25 8:59:13	
标准拟定要求		≤0.50‰		

结论：从计时误差检验数据看，各个厂家分布在 0.20‰至 0.30‰之间，贴近拟定指标 ≤0.50‰，拟定指标合理。

A. 2. 10 最小维护周期

表 A2-11 最小维护周期数据汇总

验证厂家编号	维护周期
1	≥30 天
2	≥30 天
3	≥30 天
4	≥30 天
标准拟定要求	≥168 小时

结论：标准最初拟定流量计最小维护周期为 30 天（720 小时），而现场其他仪器均采用 7 天（168 小时）统一维护周期，适当考虑仪器现场实际维护工作的一致性。因此，本标准规定流量计的最小维护周期为 168 小时。

A. 3 标准验证结论

通过实验数据汇总和分析，将标准规定的性能指标确定如表 A3-1。

表 A3-1 超声波明渠污水流量计性能指标

项目	性能
液位测量误差	≤3 mm
流量测量误差	≤2%
液位精密度	≤0.5%
流量精密度	≤0.5%
期间漂移	≤1%

电压稳定性	$\leq 1\%$
液位比对误差	$\leq 4 \text{ mm}$
流量比对误差	$\leq 5\%$
计时误差	$\leq 0.5\%$
最小维护周期	$\geq 168 \text{ h}$