

ICS 07.060

CCS N 93

团体标准

T/CHES XXX—20XX

可闻声波水位计

Audible wave stage gauge

(报批稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国水利学会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 产品结构组成	1
5 技术要求	2
5.1 外观	2
5.2 工作环境	2
5.3 量程	2
5.4 分辨力	2
5.5 水位变率	2
5.6 盲区	2
5.7 准确度	3
5.8 重复性	3
5.9 计时误差	3
5.10 电源	3
5.11 功耗	3
5.12 信号与接口	3
5.13 数据记录	3
5.14 抗干扰	3
5.15 整机结构	3
5.16 防水密封性	3
5.17 机械环境适应性	4
5.18 防雷	4
5.19 可靠性	4
6 试验方法	4
6.1 试验要求	4
6.2 主要试验设备	4
6.3 试验方法内容	4
7 检验规则	5
7.1 出厂检验	5
7.2 型式检验	6
8 标志和使用说明书	6
9 包装、运输、贮存	6
9.1 包装	6
9.2 运输	7
9.3 贮存	7
附 录 A（规范性）可闻声波水位计安装和调试	8
附 录 B（资料性）可闻声波水位计工作原理和水位计算方法	10

前 言

根据中国水利学会团体标准制修订计划安排，本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件共分为 9 章和 2 个附录，主要内容包括可闻声波水位计的产品结构组成、技术要求、试验方法、检验规则、标志和使用说明书、包装、运输、贮存等。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国水利学会归口。执行过程中如有意见或建议，请寄送至中国水利学会（地址：北京市西城区白广路二条 16 号，邮编 100053），以便今后修订时参考。

本文件主编单位：珠江水利委员会珠江水利科学研究院。

本文件参编单位：广东华南水电高新技术开发有限公司、广州远动信息技术有限公司、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院。

本文件主要起草人：高月明、宁楚湘、陈若舟、陈希谣、钟道清、陈良杰、文涛、江显群、沈正、柳树票、陈杰锋、卢国威、刘双双、李梓岚、邓昌荣、梁晓窗、陈亮、鲁文研、许珉凡、刘宇、陈丹淦、林辉明。

可闻声波水位计

1 范围

本文件规定了使用频率为 500 Hz~2 KHz 的可闻声波水位计(以下简称“水位计”)的产品结构组成、技术要求、试验方法、检验规则、标志和使用说明书、包装、运输、贮存。

本文件适用于测量自然水体的水位计的设计、制造、检验与使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 等级）

GB/T 9359—2016 水文仪器基本环境试验条件及方法

GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 17626.5—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.8—2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 18185 水文仪器可靠性技术要求

GB/T 50095 水文基本术语和符号标准

3 术语和定义

GB/T 50095 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

可闻声波传感器 audible wave sensor

用来发射和接收脉冲频率为 500 Hz~2 KHz 的可闻声波信号的器件。

3.2

导波管 guided wave tube

用来引导可闻声波传播路径的管状封闭体结构。

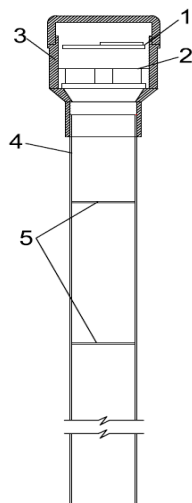
3.3

标记环 token ring

安装在导波管内用于反馈可闻声波信号的环状物体。

4 产品结构组成

水位计由外壳、可闻声波传感器、主控单元、导波管及标记环等组成，其结构示意图见图 1。水位计的工作原理、水位计算方法和安装调试见附录 A 和附录 B。



- 1— 主控单元；
 2— 可闻声波传感器；
 3— 外壳；
 4— 导波管；
 5— 标记环。

图 1 可闻声波水位计结构示意图

5 技术要求

5.1 外观

水位计的外观应清洁，无锈蚀、裂痕、缺损等缺陷，产品标志应清晰。

5.2 工作环境

水位计的工作环境应符合以下要求：

- a) 工作环境温度应在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内；
- b) 工作环境湿度应符合： $\leq 95\%\text{RH}$ ， $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ （无凝露）。

5.3 量程

水位计的量程可为 5 m、10 m、20 m、40 m。

5.4 分辨力

水位计的分辨力可为 0.1 cm、1.0 cm。

5.5 水位变率

水位计适应的最大水位变率应不低于 60 cm/min。

5.6 盲区

水位计的盲区应不大于 0.8 m。

5.7 准确度

水位计的准确度等级及最大允许误差应符合表 1 的规定。

表 1 准确度等级及最大允许误差

等级	最大允许误差		适用分辨力 (cm)
	量程 (≤ 10 m)	量程 (> 10 m)	
1	± 1 cm	$\pm 0.1\%$	0.1、1.0
2	± 2 cm	$\pm 0.2\%$	

5.8 重复性

水位计的重复性采用实验标准差表示，其值不应大于最大允许误差绝对值的 0.5 倍。

5.9 计时误差

水位计计时误差不应大于 ± 2 s/d。

5.10 电源

水位计宜使用直流供电。电源电压可采用 12 V 或 24 V，允许偏差-15%~20%。

5.11 功耗

水位计的工作功耗不应大于 0.5 W。

5.12 信号与接口

水位计宜采用数字量信号输出，可为 RS-485/RS-422、RS-232、SDI-12 或其它类型数字总线接口。

5.13 数据记录

水位计应具有数据自记功能，数据记录周期可设置为 1 min 或其整数倍，应能记录不少于 12 个月的数据。

5.14 抗干扰

水位计应具有抗干扰能力，在 GB/T 17626.8—2006 表 1 中规定的第 2 级试验条件下应能正常工作。

5.15 整机结构

水位计的整机结构应符合以下要求：

- a) 整机应便于运输、安装、使用和维修；
- b) 各种电气连接及机械部件连接应可靠且方便装拆；
- c) 整机应采用耐腐蚀材料制作，使用其他材料应作表面处理。

5.16 防水密封性

水位计应具有 IP65 的防护等级。

5.17 机械环境适应性

水位计在包装状态下，应能适应运输、装卸、搬运过程中可能出现的振动、自由跌落等情况。

5.18 防雷

水位计应具有防雷击能力，在 GB/T 17626.5—2019 表 1 中规定的第 3 级试验后应能正常工作。

5.19 可靠性

水位计的平均无故障工作时间（MTBF）应不小于 25000 h。

6 试验方法

6.1 试验要求

6.1.1 水位计的试验环境应满足下列要求：

- a) 温度：15℃～35℃；
- b) 相对湿度：30%～85%；
- c) 大气压力：86 kPa～106 kPa。

6.1.2 试验用水应采用清水。

6.1.3 测试过程中不应调整被测试水位计。

6.2 主要试验设备

水位计的主要试验设备应包括：

- 水位试验台；
- 时钟测试仪；
- 秒表；
- 直流稳压电源；
- 数字万用表；
- 功率计；
- 雷击浪涌发生器；
- 工频磁场发生器；
- 绝缘电阻测试仪；
- 恒温恒湿试验箱；
- 振动试验台；
- 跌落试验台。

6.3 试验方法内容

6.3.1 外观

水位计的外观检查方法可采用目测法。

6.3.2 工作环境

水位计的试验工作环境应符合 GB/T 9359—2016 的规定。

6.3.3 量程、分辨力、准确度

在水位计的量程范围或水位试验台测量范围内，以 60 cm/min 的水位变率，使水

位升降两个全程，测试点每米不少于 2 个，分别记录每个测试点的标准水位值和被测水位计的水位测量值，计算差值，取绝对值最大者。

6.3.4 重复性

水位计的重复性应采用以下方法获得：在水位计的量程范围或水位试验台测量范围内，分别使水位单向升或单向降至同一水位测量点，并在不少于 3 处不同水位测量点上各进行 6 次测量，分别计算其实验标准差，取最大值。

6.3.5 计时误差

计时装置应在室温条件下运行 10 d，记录试验数据，验证测量结果。

6.3.6 电源

水位计的电源试验应采用直流稳压电源，使水位计工作在电压最大偏差范围，检查其工作情况。

6.3.7 功耗

水位计的功耗试验应使用功率计测量工作状态下的水位计功耗。

6.3.8 信号与接口

水位计的信号与接口试验应采用带有数字接口的数据采集装置与水位计连接，通过改变水位测量值，检查数据采集装置接收数据情况。

6.3.9 数据记录

应检查水位计记录周期设置功能及内存容量。

6.3.10 抗干扰

水位计的抗干扰试验应采用 GB/T 17626.8—2006 第 8 章规定的方法。

6.3.11 整机结构

水位计的整机结构检查可采用目测和手动检查。

6.3.12 防水密封性

水位计的 IP 防护等级试验应按 GB/T 4208 的规定进行。

6.3.13 机械环境适应性

水位计的机械环境适应性试验方法应符合以下要求：

- a) 振动试验应按 GB/T 9359—2016 第 5 章中振动（正弦）试验对 B 类产品的规定进行；
- b) 跌落试验应按 GB/T 9359—2016 第 5 章中自由跌落试验的规定进行。

6.3.14 防雷

水位计的防雷试验应采用 GB/T 17626.5—2019 第 8 章规定的方法。

6.3.15 可靠性

水位计的可靠性试验应按照 GB/T 18185 的规定执行。

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 批量生产的水位计，应逐台进行出厂检验。

7.1.2 出厂检验应由制造厂质量检验部门按 5.1、5.7、5.11 进行全检。

7.1.3 每台产品检验合格后，应出具产品检验合格证方可出厂。

7.2 型式检验

7.2.1 水位计有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品提交技术（定型）鉴定或产品科技成果（项目）鉴定前；
- b) 新产品试生产、产品停产后复产、产品转产或转厂；
- c) 产品结构、材料、工艺有重大改变；
- d) 正常生产时，定期或积累一定产量后；
- e) 出厂检验结果与上一次型式检验有较大差异时；
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时；
- g) 根据合同规定双方有约定时。

7.2.2 水位计的型式检验应按本文件规定的除可靠性外的其他全部试验项目进行全性能检验。

7.2.3 型式检验的样品应从经出厂检验的合格产品中随机抽样，应不少于三台；若产品总数不足三台，应全数检验。

7.2.4 型式检验的判定规则：

- a) 有两台以上（包括两台）产品不合格时，应判该批产品不合格；
- b) 有一台不合格时，应加倍抽取产品样品进行检验。若仍有不合格时，应判该批产品为不合格；若全部检验合格，则除去第一批抽样不合格的产品，应判该批产品为合格。

8 标志和使用说明书

8.1 水位计的产品标志应标注于产品的显著位置，且应包括以下内容：

- 仪器型号及名称；
- 生产单位名称及商标；
- 生产日期及出厂编号。

8.2 水位计包装箱的适当位置应标有显著、牢固的包装标志，且应包括以下内容：

- 产品型号及名称；
- 产品数量；
- 箱体尺寸（mm）；
- 净重或毛重（kg）；
- 运输作业安全标志；
- 到站（港）及收货单位；
- 发站（港）及发货单位；
- 产品符合的标准编号。

8.3 水位计的产品使用说明书应符合 GB/T 9969 的规定。

9 包装、运输、贮存

9.1 包装

9.1.1 水位计的包装箱应符合以下要求：

- a) 应牢固可靠,符合美观和经济的要求;
- b) 应做到结构合理、紧凑、防护可靠;
- c) 在正常储运、装卸条件下,应保证产品不会因包装不善而引起损坏、散失等;
- d) 应有具体措施以保证产品在运输或携带使用途中不发生窜动、碰撞、摩擦;
- e) 应具有防震、防潮、防尘等防护措施,并应符合 GB/T 13384 的规定。

9.1.2 水位计的随机文件应包括以下内容:

- 装箱单;
- 产品出厂合格证;
- 产品使用说明书;
- 出厂前的检验测试文件。

9.1.3 随机文件应装入塑料袋中,并放置在包装箱内。若产品分装数箱,随机文件应放在主件箱内。

9.2 运输

包装好的产品应能适应各种运输方式。

9.3 贮存

9.3.1 长期贮存状态下的水位计,其贮存场所应选择通风的室内,附近应无酸性、碱性及其他腐蚀性物质存在。

9.3.2 水位计长期贮存的气候环境条件应能满足:

- a) 温度: $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: 不大于 90%。

附录 A (规范性)

可闻声波水位计安装和调试

A.1 安装

A.1.1 可闻声波水位计的安装应符合以下要求：

- 应根据现场安装环境选择垂直安装或倾斜安装；
- 应安装在测量最高水位加上盲区范围以上；
- 应安装牢固，保证仪器在暴风雨中不发生抖动和倾斜；
- 导波管应稳固安装至死水位处；
- 导波管敷设最长不宜超过水位计最大测量范围；
- 应按测量范围，在导波管内设置多个标记环；
- 导波管尾端应设置防护管。

A.1.2 可闻声波水位计的安装可采用垂直安装方式和倾斜安装方式。规定如下：

- 垂直安装方式如图 A.1 所示，应满足以下要求：
 - 应安装在设备杆上端；
 - 导波管应沿设备杆往大坝迎水坡一侧延伸至死水位；
 - 导波管铺设长度应根据大坝现场环境设定，且导波管长度应大于可闻声波水位计盲区范围；
 - 导波管应按测量范围布设多个标记环。

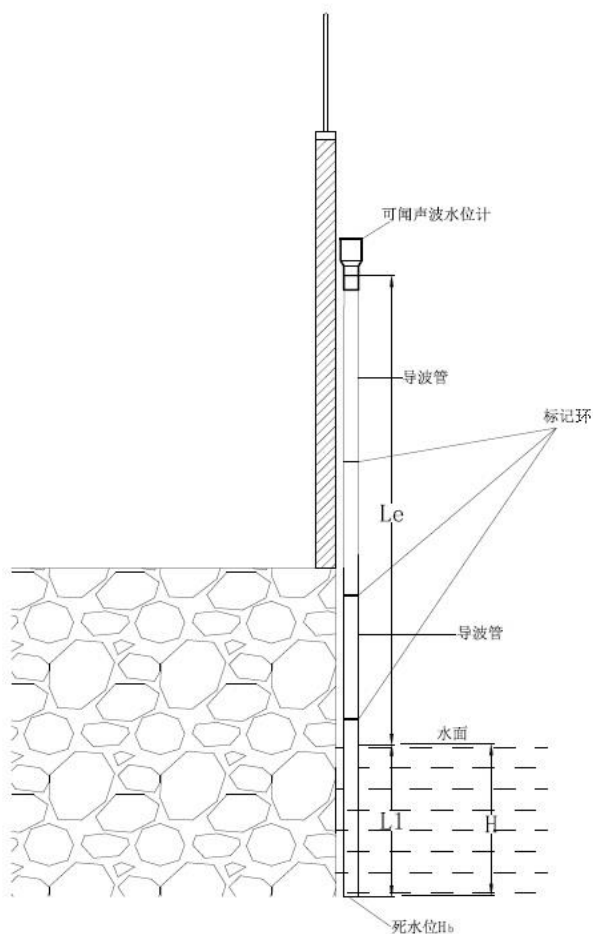


图 A.1 可闻声波水位计的垂直安装示意图

- c) 倾斜安装如图 A.2 所示，应满足以下要求：
- 1) 应安装在设备杆上端；
 - 2) 导波管应沿设备杆往大坝迎水坡一侧延伸至死水位；
 - 3) 导波管铺设长度应根据大坝现场环境设定，且导波管长度应大于可闻声波水位计盲区范围；
 - 4) 导波管沿倾斜面铺设时应使用专业测量工具测量导波管倾斜面长度与高差，计算出斜率作为水位计算参数；
 - 5) 导波管应按测量范围布设多个标记环。

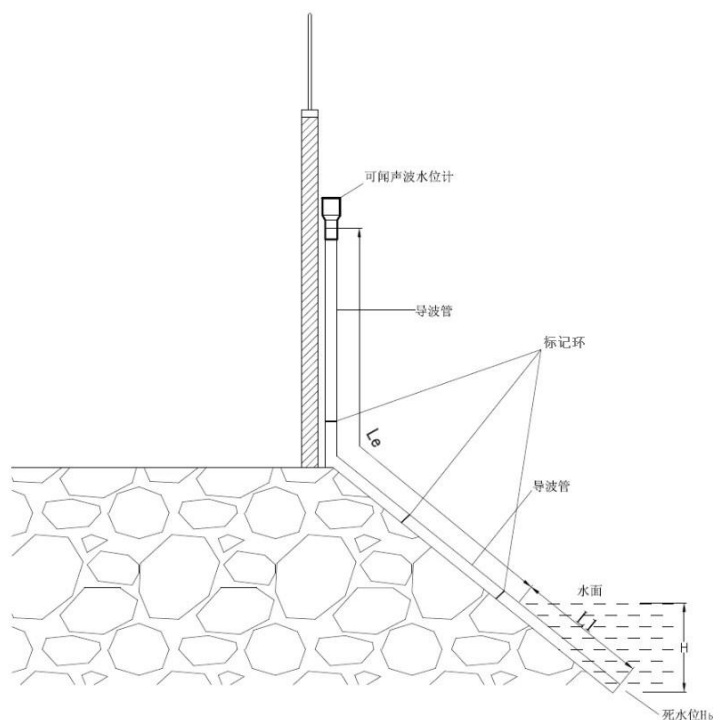


图 A.2 可闻声波水位计的倾斜安装示意图

A.2 调试

可闻声波水位计的调试应符合以下要求：

- a) 调试前应检查可闻声波水位计接线是否准确、牢固；
- b) 通电测试时，应使用相应信号接口调试工具检查可闻声波水位计运行是否正常；
- c) 应使用相应信号接口调试工具对可闻声波水位计参数进行设置；
- d) 参数设置完毕后应核查可闻声波水位计测量结果与实际人工测量结果是否一致；
- e) 可闻声波水位计水位测量结果应符合 5.7 要求。

附录 B

(资料性)

可闻声波水位计工作原理和水位计算方法

B.1 工作原理

可闻声波水位计利用声速一定时，声波的传输时间与传输距离成正比这一原理，由可闻声波传感器向被测面发射一束脉冲频率为 500 Hz~2 KHz 的可闻声波信号，可闻声波在封闭式导波管中传播并从被测面反射，反射回波被接收后转换为电信号，根据测量的传播时间，乘以声速可得到被测面位置。

在封闭式导波管内设置多个固定位置的标记环，当前环境下的声速根据标记环的反馈信号计算可得。

可闻声波水位计通过多次测量求取均值达到消浪效果。按照特定的数据采集周期采集多条数据，去掉最高三分之一和最低三分之一数据后，取数据平均值作为可用数据测量值输出。

B.2 水位计算方法

B.2.1 如图 A.1 或 A.2 所示，在安装测量过程中，导波管的全部长度 L_s 为安装已知项，空管长度 L_e 可根据声波的传输时间和速度计算得出式 B.1。

$$L_e = T \times S / 2 \quad (\text{B.1})$$

式中：

L_e ——可闻声波水位计到水面的导波管的长度 (m)；

T ——从声波发射到被重新接收所需时间 (s)；

S ——声速 (m/s)；

B.2.2 如图 A.1 或 A.2 所示，导波管被淹没部分的长度 L_1 ，可按式 B.2 计算。

$$L_1 = L_s - L_e \quad (\text{B.2})$$

式中：

L_s ——可闻声波水位计导波管的全部长度 (m)；

L_1 ——导波管被淹没部分的长度 (m)；

B.2.3 导波管被淹没部分的高度，即为水位变幅。若为垂直安装方式（如图 A.1），则 L_1 即为水位变幅值；若为倾斜安装方式（如图 A.2），则通过 L_1 与导波管的安装斜率 k 计算水位变幅值，可按式 B.3 计算。

$$H = L_1 \times \sin(\tan^{-1} k) \quad (\text{B.3})$$

式中：

H ——水位变幅 (m)；

B.2.4 在安装调试时，应通过一次标定，获得导波管底部高程（通常为死水位高程） H_b 。测量水位的计算应按式 B.4 计算。

$$W = H_b + H \quad (\text{B.4})$$

式中：

W ——水位 (m)；

H_b ——导波管底部高程 (m)。