

ICS 07.060

CCS N 93

团体标准

T/CHES XXX—20XX

可闻声波雨量计

Audible wave rain 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 分辨力	2
5.4 承雨口	2
5.5 降雨强度测量范围	3
5.6 测量准确度	3
5.7 重复性	3
5.8 湿润损失	3
5.9 信号与接口	3
5.10 数据记录	3
5.11 电源	3
5.12 功耗	3
5.14 抗干扰	4
5.15 机械环境适应性	4
5.16 防雷	4
5.17 可靠性	4
6 试验方法	4
6.1 试验要求	4
6.2 试验设备仪表	4
6.3 试验方法内容	4
7 检验规则	6
7.1 出厂检验	6
7.2 型式检验	6
8 标志和使用说明书	6
9 包装、运输、贮存	7
9.1 包装	7
9.2 运输	7
9.3 贮存	7
附录 A（资料性）可闻声波雨量计的工作原理	8
附录 B（规范性）可闻声波雨量计的安装和调试	9

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雨量计的产品结构组成、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、杨帅东、钟道清、陈希谣、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、黄培鸿、梁文韬、陈亮、鲁文研、许珉凡、毛良明、刘晓锐、郑颖、黄灶金。

可闻声波雨量计

1 范围

本文件规定了使用频率为 1 KHz~2 KHz 的可闻声波雨量计(以下简称“雨量计”)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。

本文件适用于连续测量液态降水量的雨量计的设计、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 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

SL 21—2015 降水量观测规范

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**

用来发射和采集脉冲频率为 1 KHz~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。

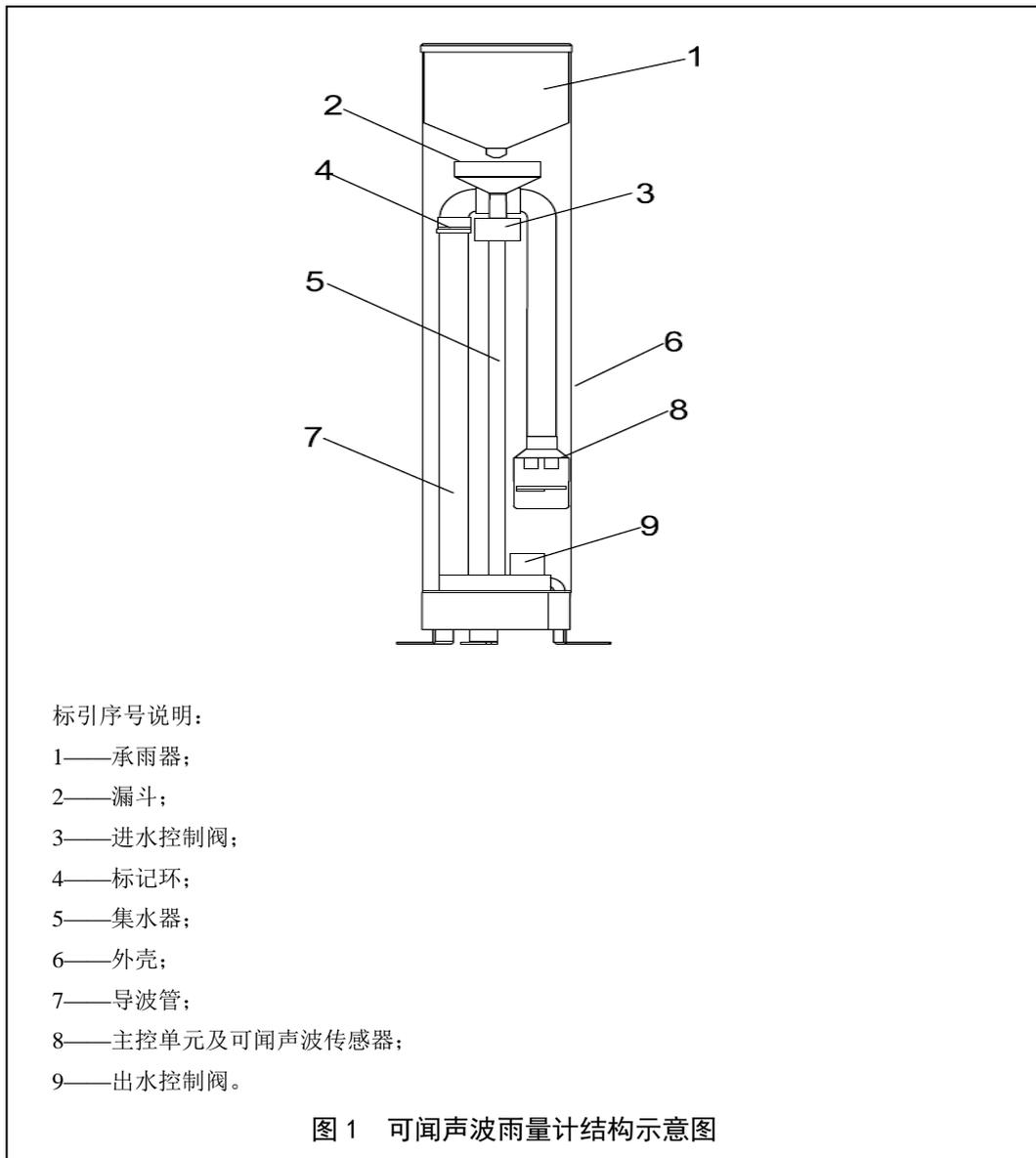
3.3

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

雨量计由外壳、承雨器、漏斗、进水控制阀、集水器、导波管、标记环、主控单元、可闻声波传感器、出水控制阀等组成，其结构示意图见图 1。雨量计的工作原理见附录 A，安装和调试应按附录 B 的要求进行。



5 技术要求

5.1 外观

仪器外观不应有影响质量的损伤、沟痕和锈蚀等缺陷。

5.2 工作环境

雨量计的工作环境应符合以下要求：

- a) 工作环境温度应在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内；
- b) 工作环境湿度应符合以下要求： $\leq 95\%RH$ ， $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ （无凝露）。

5.3 分辨力

雨量计的分辨力可为 0.1 mm 、 0.5 mm 。

5.4 承雨口

雨量计的承雨口应符合以下要求：

- a) 承雨口应采用不易变形的材料制成；
- b) 承雨口口缘应呈刃口状，角度应在 40°~45° 范围内；
- c) 承雨口内壁应光滑，不应有砂眼、毛刺、碰伤、镀层脱皮、渗漏等缺陷。内壁深度应不小于 100 mm；
- d) 承雨口内径尺寸应为 $\Phi 200_{-0}^{+0.60}$ mm。

5.5 降雨强度测量范围

雨量计应能准确测量降雨强度在 0 mm/min~10 mm/min 范围内的降雨，并注明允许通过的最大降雨强度。

5.6 测量准确度

当降雨强度在 0.01 mm/min~10 mm/min 范围内变化时，雨量计的准确度等级应符合表 1 的要求。

表 1 雨量计准确度等级

准确度等级	最大允许误差
1	$\leq \pm 1\%$
2	$\leq \pm 2\%$
3	$\leq \pm 3\%$

5.7 重复性

雨量计的重复性采用实验标准差表示，其值不应大于 0.4%。

5.8 湿润损失

雨量计的湿润损失应不大于 0.5 mm。

5.9 信号与接口

雨量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。

5.10 数据记录

雨量计应具备数据存储功能，宜能存储 12 个月（5 min 采集时间间隔）以上的数据，并可现场进行数据读取。

5.11 电源

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

5.12 功耗

雨量计的工作功耗不应大于 0.5 W。

5.13 计时误差

雨量计计时误差不应大于 ± 2 s/d。

5.14 抗干扰

雨量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 机械环境适应性

雨量计在包装状态下,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。

5.16 防雷

雨量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。

5.17 可靠性

雨量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 雨量计的试验环境应满足下列条件:

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

6.1.2 试验时应使用清水,避免振动。

6.1.3 所用仪表、量具应有合理的精度等级,并应定期检查、校准。

6.1.4 试验开始前可对雨量计作校准,试验过程中不应作任何调整。

6.2 试验设备仪表

雨量计的主要试验设备应包括:

- 游标卡尺;
- 万能角度尺;
- 电子天平;
- 秒表;
- 功率计;
- 直流稳压电源;
- 数字万用表;
- 工频磁场发生器;
- 雷击浪涌发生器;
- 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

雨量计的外观检查方法可采用目测法。

6.3.2 工作环境

雨量计的试验工作环境应符合 GB/T 9359—2016 的规定。

6.3.3 承雨口

雨量计的承雨口应满足以下要求：

- a) 应采用目测方式检查外观质量；
- b) 可采用分度值为 0.02 mm 游标卡尺量取承雨口内径，均匀取六个不同方向，其测量值均应在规定误差范围内；
- c) 应采用万能角度尺检查刃口锐角。

6.3.4 分辨力、降雨强度测量范围及测量准确度

在室内规定条件下，雨量计处于正常工作状态时，在降雨强度为 0.1 mm/min~10 mm/min 范围内分大（降雨强度 3 mm/min~10 mm/min）、中（降雨强度 1 mm/min~3 mm/min）、小（降雨强度 0.1 mm/min~1 mm/min）三种不同降雨强度匀速向雨量计注入清水，同时用专用显示器进行读数，利用以上方法测量 10 次，并记录每次测试标准值和被测雨量计的雨量测量值，计算误差值。

6.3.5 重复性

雨量计的重复性应采用以下试验方法获得：在室内规定条件下，雨量计处于正常工作状态时，在降雨强度为 0.1 mm/min~10 mm/min 范围内分大（降雨强度 3 mm/min~10 mm/min）、中（降雨强度 1 mm/min~3 mm/min）、小（降雨强度 0.1 mm/min~1 mm/min）三种不同降雨强度，分别各三次匀速向雨量计注入清水，同时用专用显示器进行读数，并记录每次测试标准值和被测雨量计的雨量测量值，计算得到标准差，即为雨量计的重复性。

6.3.6 湿润损失

雨量计的湿润损失应采用以下试验方法获得：在受试雨量计处于干燥的情况下，用称重法计量注入清水量，恒速向承雨口均匀注入清水，直至显示记录大于 0.1 mm 时停止注水，用注入的水量减去记录的雨量，得到湿润损失量。

6.3.7 信号与接口

应采用带有数字接口的数据采集装置与雨量计连接，通过改变雨量测量值，检查数据采集装置接收数据情况。

6.3.8 数据记录

应检查雨量计内存容量。

6.3.9 电源

应使用直流稳压电源，使雨量计工作在电压最大偏差范围，检查其工作情况。

6.3.10 功耗

应使用功率计测量工作状态下的雨量计的功耗。

6.3.11 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。

6.3.12 抗干扰

雨量计的抗干扰能力应按 GB/T 17626.8—2006 第 8 章规定的方法进行试验。

6.3.13 机械环境适应性

雨量计的机械环境适应性试验应采用如下方法：

- 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

雨量计的防雷试验应按 GB/T 17626.5—2019 第 8 章规定的方法进行。

6.3.15 可靠性

雨量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 批量生产的雨量计，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、5.4、5.6 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 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 型式检验应按本文件规定的全部试验项目（可靠性除外）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，不应少于三台；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，应判该批产品合格。

8 标志和使用说明书

8.1 雨量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 雨量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 雨量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 雨量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，应保证产品不致因包装不善而引起损坏、散失等；
- d) 应有措施保证产品在运输或携带使用过程中不发生窜动、碰撞、摩擦；
- e) 防震、防潮、防尘等防护措施应符合 GB/T 13384 的规定。

9.1.4 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。

9.1.5 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 长期贮存状态下的雨量计，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 雨量计长期贮存的气候环境条件应满足以下要求：

- a) 温度：-40℃~60℃；
- b) 相对湿度：不大于90%。

附录 A

(资料性)

可闻声波雨量计的工作原理

A.1 工作原理

声速一定时，声波的传输时间与传输距离成正比。可闻声波雨量计利用这一原理，由可闻声波传感器发射一束脉冲频率为 1 KHz~2 KHz 的可闻声波信号，在导波管中传播并从被侧面反射，反射回波由可闻声波传感器接收并转换为电信号，根据计算的传播时间，乘以声速可得到集水器中雨量的变幅。声速通过在封闭式导波管内设置一个固定位置的标记环的反馈信号计算可得。同时，可闻声波雨量计利用自身进出水控制阀的联动，实现连续的降雨量测量。

设定导波管的管长为 L_1 ，可闻声波传感器所在的位置设为测量基准点，此点与导波管里的液面（被侧面）距离为 L_2 。当有降雨时，雨水从承雨器进水，经过进水控制阀流进集水器存储起来，同时雨水也流向导波管。

测量时，在某一时刻 (t_1) 由主控单元发出指令给可闻声波传感器发出频率为 1 KHz~2 KHz 的可闻声波，再由可闻声波传感器收到声波返回的耗时 T ，并利用标记环反馈信号进行差分处理后得到当前环境下的传播速度 V ，则可计算出 $L_2=T*V/2$ ，从而测得集水器中的水位为 $H=L_1-L_2$ 。

同理，可测得另一时刻 (t_2) 集水器中的水高 H' ，则 $(H'-H)$ 即为 t_1 到 t_2 时段的集水器水位差，经过换算即可得出该时段的实际降雨量。

当集水器内水位达到一定高度时，由控制单元控制进水控制阀关闭，停止往集水器进水，雨水暂时存储在承雨器中。在测得该时刻的集水器水位并换算为雨量后，打开出水控制阀排水至某一规定水位后关闭出水控制阀停止排水，排水过程在 8 秒内完成，测出此刻的集雨器水位，然后打开进水控制阀进水，如此可循环测量实时降雨量。

附录 B

(规范性)

可闻声波雨量计的安装和调试

B.1 安装

B.1.1 雨量计的安装应满足以下要求：

- a) 安装位置应设置在平坦、空旷处，避免地形、树木和建筑物的遮蔽影响或风力干扰；
- b) 安装前，应检查确认仪器各部分完整无损；
- c) 可采用房顶安装或杆式安装，房顶平坦位置安装高度应为 0.7 m，杆式安装高度应在 2.5 m~3 m 范围内；
- d) 雨量计应安装在特制的支架上，仪器安装应稳固，保证仪器在暴风雨中不发生抖动和倾斜，基座顶部应平整；
- e) 仪器安装完毕后，应利用水平尺复核承雨器是否水平；
- f) 其它安装要求应按照 SL 21—2015 中的第 5 章和 6.3 相关内容执行。

B.1.2 雨量计安装如图 B.1、B.2 所示：

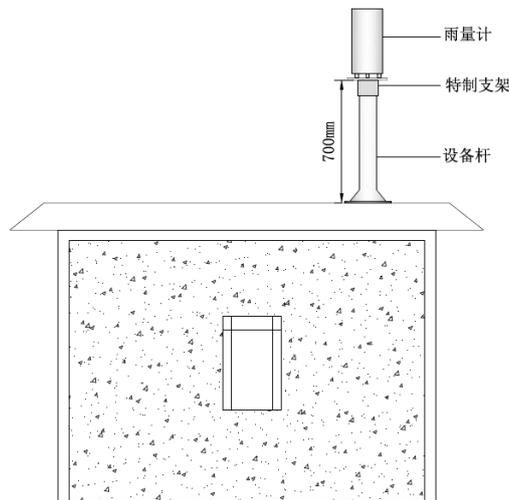


图 B.1 房顶安装示意图

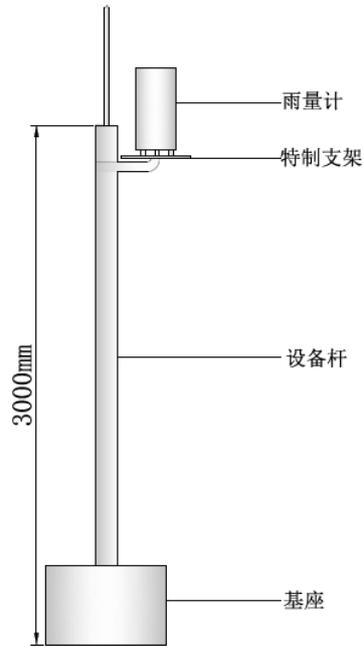


图 B.2 杆式安装示意图

B.2 调试

雨量计的调试应该满足以下要求：

- 调试前应检查雨量计有无变形、雨量集水器有无漏水，雨量计整体是否水平；
- 通电测试，应利用专用工具对仪器进行读数，检查仪器运行是否正常；
- 宜使用量杯进行注水调试，量杯读数时视线应与水面凹面最低处平齐；
- 根据雨量计性能要求，量杯可分数次量取雨量进行测试，分别记录，并计算出相对误差是否满足要求；
- 雨量计调试和注水试验结果应符合 5.6 要求。