

团 体 标 准

T/CHES 31—2019

电波(雷达)流速仪

Microwave (radar) current meter

2019-08-20 发布

2019-10-01 实施

中国水利学会 发布

中国水利学会公告

中国水利学会关于批准发布《粗粒土试验规程》 等 3 项团体标准的公告

2019 年第 2 号（总第 4 号）

经理事长专题办公会批准，决定发布《粗粒土试验规程》等 3 项团体标准，现予公告。
标准自 2019 年 10 月 1 日起实施。

序号	标 准 名 称	标准编号	批准日期	实施日期
1	粗粒土试验规程	T/CHES 29—2019	2019. 8. 20	2019. 10. 1
2	除磷剂 选铜尾砂	T/CHES 30—2019	2019. 8. 20	2019. 10. 1
3	电波（雷达）流速仪	T/CHES 31—2019	2019. 8. 20	2019. 10. 1

中国水利学会
2019 年 8 月 21 日

目 次

前言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 产品分类 1

 4.1 天线形式 1

 4.2 利用形式 2

5 技术要求 2

 5.1 技术参数 2

 5.2 电源 2

 5.3 信号、接口及显示记录 3

 5.4 绝缘与阻燃 3

 5.5 防护等级 3

 5.6 机械环境适应性 3

 5.7 使用环境条件 3

 5.8 电磁兼容抗扰度 3

 5.9 外观及标识 3

6 试验 4

 6.1 试验要求 4

 6.2 与技术参数有关的试验 4

 6.3 电压波动及电源反向保护试验 5

 6.4 绝缘电阻试验 5

 6.5 防护等级试验 5

 6.6 机械环境适应性试验 5

 6.7 使用环境适应性试验 5

 6.8 电磁兼容抗扰度试验 5

7 检验规则 6

 7.1 型式检验 6

 7.2 出厂检验 7

8 标识和使用说明书 7

 8.1 标识 7

 8.2 使用说明书 7

9 包装、运输和贮存 7

 9.1 包装 7

 9.2 运输 7

 9.3 贮存 7

附录 A（资料性附录） 电波流速仪波束水平角及俯仰角示意图 8

前 言

本标准依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规则起草。

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

本标准由中国水利学会归口。

本标准起草单位：上海航征仪器设备有限公司、水利部产品质量标准研究所、海鹰企业集团有限公司、北京艾力泰尔信息技术股份有限公司、深圳市东深电子股份有限公司、山东省水利勘测设计院、湖北亿立能科技股份有限公司。

本标准主要起草人：陈德莉、郑寓、田质胜、周杰、高军、赵芳、张勇、郭华、屈民新、王刚、严蕾、尹宪文、朱世平、吴秋明、毛小波、张新强。

电波（雷达）流速仪

1 范围

本标准规定了电波（雷达）流速仪（简称“电波流速仪”）的技术要求、试验检验、标识、包装、运输及贮存等内容。

本标准适用于使用多普勒频移原理测量水面固定点流速的电波流速仪的生产和制造，不适用于 VHF 或 UHF 波段的高频雷达和地波雷达等类型的测流仪器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 9359—2016 水文仪器基本环境试验条件及方法
- GB/T 15966—2017 水文仪器基本参数及通用技术条件
- GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3—2018 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.8—2018 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- GB/T 19677 水文仪器术语及符号
- GB/T 19705—2017 水文仪器信号与接口

3 术语和定义

GB/T 19677 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

天线波束轴 antenna beam axis

由天线发出波束，其最大辐射强度所形成的轴线，亦称波束中心轴。

3.2

波束俯仰角 pitch angle of beam

电波流速仪的天线波束轴与水平面的夹角。

3.3

波束水平角 horizontal angle of beam

电波流速仪的天线波束轴在水平面上的投影与水流方向的夹角。

4 产品分类

4.1 天线形式

电波流速仪天线形式主要有以下几种：

- 透镜天线（lens antenna）；
- 平面微带阵列天线（planar microstrip array antenna）；
- 喇叭天线（horn antenna）。

注：可依制造商设计与制造能力或用户需求自行设计不同形式。

4.2 利用形式

根据安装位置和使用方式，电波流速仪可分为：

- a) 固定式自动测量：采用立杆、龙门架、桥梁等方式固定安装电波流速仪，长期施测水面流速；或利用缆道行走或者无人机搭载电波流速仪，在河道上横向移动，经停既定位置并施测水面流速，走停方式完成全部目标位置上的观测。
- b) 便携式人工测量：用户携带至桥上或岸边，用手持电波流速仪施测水面流速。

注：观测位置由水文测验测流方案确定。

5 技术要求

5.1 技术参数

5.1.1 测速范围

0.2~10m/s。

5.1.2 测速分辨力

0.001m/s、0.01m/s。

5.1.3 测速准确度

波束水平角如附录 A 图 A.1 所示，以其为 0°为条件，置信水平为 95%时的相对不确定度不大于 3%。流速小于等于 0.5m/s 时，置信水平为 95%时的绝对不确定度不大于 0.02m/s。

5.1.4 测速距离

流速大于 0.5m/s 时，波束有效测速工作距离应不小于 20m。

注：指电波流速仪与被测水面点的直线距离。

5.1.5 俯仰角范围及准确度

电波流速仪应自动测定俯仰角，波束俯仰角如附录 A 图 A.2 所示，其测量范围应不低于 30°~60°，且绝对误差不超过±1°。电波流速仪应自动按照所测当前俯仰角进行相应的流速解析计算。

5.1.6 水平角范围

电波流速仪应满足在水平角 30°以内正常工作。通过手动输入水平角，进行相应的流速解析计算。

5.1.7 测速历时

电波流速仪应输出瞬时流速及时段平均流速，测速历时应满足以下设置要求：

- a) 固定可选：30s、50s、60s、100s、120s、200s、300s。
- b) 自定义：30~300s 范围内任意设置。

5.2 电源

5.2.1 电源宜采用直流电源，电压范围为 6~28V，允许偏差为-15%~20%。

5.2.2 电波流速仪应具有电源反向保护功能，当电源反接时，不应损坏电波流速仪。

5.2.3 内置电源的手持式电波流速仪，应显示电池电量。可配套可充电电池及充电器。

5.3 信号、接口及显示记录

5.3.1 电波流速仪的输出信号与接口应符合 GB/T 19705—2017 中 5.3.2 的规定。

5.3.2 手持式电波流速仪应具备以下功能：

- a) 时段平均流速显示、存储及数据读出功能。
- b) 俯仰角实时显示，水平角可手工设置功能。

5.4 绝缘与阻燃

5.4.1 非手持式的电波流速仪，电源和与外壳之间的绝缘电阻应不小于 5 MΩ。

5.4.2 手持式电波流速仪的壳体宜采用阻燃绝缘材料。

5.5 防护等级

电波流速仪的防护等级应不低于 GB/T 4208—2017 规定的 IP67。

5.6 机械环境适应性

符合 GB/T 15966—2017 的 6.3.11 规定。

5.7 使用环境条件

5.7.1 工作环境：温度为 $-30\sim+60^{\circ}\text{C}$ ；湿度不大于 95%RH。

5.7.2 降水等级：中雨及以下。

5.7.3 风速：5 级风及以下。

5.8 电磁兼容抗扰度

5.8.1 一般规定

电磁兼容抗扰度主要包括静电放电抗扰度、射频电磁场辐射抗扰度以及工频磁场抗扰度。其试验中及试验后不应出现不可自动恢复的电气故障，若试验时其功能或性能暂时降低或丧失，在干扰停止后应能自行恢复正常。

5.8.2 静电放电抗扰度

静电放电抗扰度试验等级为 2 级，试验结果评定应符合 GB/T 17626.2—2018 中 B 级要求。

5.8.3 射频电磁场辐射抗扰度

射频电磁场辐射抗扰度试验等级为 3 级，试验结果评定应符合 GB/T 17626.3—2018 中 B 级要求。

5.8.4 工频磁场抗扰度

工频磁场抗扰度试验等级为 3 级，试验结果评定应符合 GB/T 17626.8—2018 中 B 级要求。

5.9 外观及标识

5.9.1 外观

电波流速仪不应有镀层或漆层脱落、锈蚀、划伤、毛刺、锐角等痕迹。

5.9.2 标识

文字应鲜明、清晰，若有显示屏，则显示亮度均匀，户外太阳光下可清晰显示内容。

6 试验

6.1 试验要求

6.1.1 试验设备及仪表

试验设备及仪表应包括：

- a) 检定槽（静水槽）：长度不小于 120m，宽度不小于 1m。检定车速精度小于 1%。
- b) 转子流速仪。
- c) 数字倾角仪：角度测量精度小于 0.1°。
- d) 水平工作台。

6.1.2 试验环境条件

试验环境条件应满足下列要求：

- a) 本标准 5.7 的要求。
- b) 试验场所周围应无强反射体及强电磁干扰。

6.2 与技术参数有关的试验

6.2.1 一般要求

测速范围、分辨力及准确度应在流速仪检定水槽或规则人工明渠进行检测。测速距离试验应在符合要求的野外测流断面进行。测试过程中不得对被测试的电波流速仪进行调整。

6.2.2 水槽试验

将电波流速仪安装在流速仪检定槽检定车作业平台上，安装牢固无晃动，用检定车速作为标准流速，检验电波流速仪的流速，具体步骤如下：

- a) 调整车速在 0.2~0.5m/s 范围内均布 5 个速度，俯仰角设定为 50°，水平角设定为 0°。每个速度检定点测量 3 次，绝对不确定度不大于 0.02m/s。
- b) 调整车速在 0.5~5m/s 范围内均布 10 个速度，俯仰角为设定 50°，水平角设定为 0°。每个速度检定点测量 3 次，相对不确定度不大于 3%。
- c) 调整俯仰角在 50°~60°范围内均布 3 个角度，水平角设定为 0°，车速为 0.8m/s。每个角度检定点测量 3 次，相对不确定度不大于 3%。
- d) 调整电波流速仪水平角在 0°~30°范围内均布 3 个角度并人工输入，按 b) 的相同试验条件，每个角度检定点测量 3 次，每一速度级的相对不确定度比水平角 0°的同等检测结果不超过 ±2%，且总体不超过 ±5%。

注：在车速平稳时，开启电波流速仪测速，应避开加速及减速时间段。

6.2.3 俯仰角范围及准确度试验

将电波流速仪固定在已经调至水平的水平工作台上，调整电波流速仪俯仰角在 30°~60°范围内均布 5 个角度，每个角度检定点使用数字倾角仪测量 3 次，绝对误差不大于 ±1°。

6.2.4 测速距离试验

应选择流速稳定且水面流速大于等于 0.5m/s 的测流断面，且桥梁与水面距离大于等于 10m，对

电波流速仪进行测速距离试验，并应符合下列要求：

- a) 测量桥梁与水面距离，调整电波流速仪的俯仰角在 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 范围内，满足测速斜距大于等于 20m。
- b) 按电波流速仪俯仰角、水平角计算得到的水面测量点，采用转子式流速仪测量水面流速，与电波流速仪测到的流速对比，相对误差不大于 $\pm 10\%$ （考虑其他误差因素）。

6.3 电压波动及电源反向保护试验

电压波动及电源反向保护试验具体操作如下：

- a) 调整供电电源输出电压，当供电电源电压在规定范围内变化时，电波流速仪应正常工作。
- b) 将供电电源极性反接，保持 1min，再将电源恢复正确连接，电波流速仪应正常工作。

6.4 绝缘电阻试验

在正常环境及大气条件下，用绝缘电阻表对非工作状态下的电波流速仪进行试验，测量电波流速仪的电源和与外壳之间绝缘的电阻（500V 直流试验电压施加 5s）。

6.5 防护等级试验

应按照 GB/T 4208 的规定进行试验。

6.6 机械环境适应性试验

6.6.1 一般要求

一般要求如下：

- a) 电波流速仪应在运输包装状态下进行试验。
- b) 试验后，电波流速仪应能正常工作，且无永久性结构变形和电气故障、零部件应无损坏、紧固部件应无松脱现象、接插件不应有脱落或接触不良现象。

6.6.2 振动试验

应按照 GB/T 9359—2016 中 B2 类水文仪器的要求，执行 5.9 的规定。

6.6.3 自由跌落试验

应按照 GB/T 9359—2016 中 B2 类水文仪器的要求，执行 5.12 的规定。

6.7 使用环境适应性试验

6.7.1 温度试验

应执行 GB/T 9359—2016 中 5.1 的规定。

6.7.2 湿度试验

应执行 GB/T 9359—2016 中 5.2 的规定。

6.8 电磁兼容抗扰度试验

6.8.1 静电放电抗扰度试验

应执行 GB/T 17626.2 的规定，试验等级为 2 级，试验重复次数 10 次。

6.8.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

应执行 GB/T 17626.3 的规定，试验等级为 3 级，频率在 80MHz~1GHz 范围内进行。

6.8.3 工频磁场抗扰度试验

应执行 GB/T 17626.8 的规定，试验等级为 3 级。

7 检验规则

7.1 型式检验

7.1.1 检验条件

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新开发产品鉴定。
- b) 产品结构、材料、工艺有较大变动，可能影响产品性能。
- c) 连续正常生产满 3 年。
- d) 停产一年及以上，恢复生产前。
- e) 出厂检验结果与上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的要求时。

7.1.2 检验项目

电波流速仪的型式检验、出厂检验项目应按表 1 执行。

注：当制造商认为某些质量指标能够得到保证时，制造商内部型式检验的内容允许适当简化。

表 1 检 验 项 目

检验项目	技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验
测速范围	5.1.1	6.2	△	—
分辨力	5.1.2	6.2	△	△
准确度	5.1.3	6.2	△	△
测速距离	5.1.4	6.2	△	—
俯仰角范围及准确度	5.1.5	6.2	△	△
水平角手动输入补偿	5.1.6	6.2	△	—
电源	5.2	6.3	△	—
绝缘与阻燃	5.4	6.4	△	—
防护等级	5.5	6.5	△	—
机械环境适应性	5.6	6.6	△	—
使用环境适应性	5.7	6.7	△	—
电磁兼容抗扰度	5.8	6.8	△	—

注：“△”为检验的项目，“—”表示不检验的项目。

7.1.3 抽样规则

型式检验的样品应从出厂检验合格品中随机抽取 3 台。

7.1.4 判定规则

判定规则应满足下列要求：

- a) 若 3 台样品经试验全部合格, 则判定该批产品合格。
- b) 若 3 台样品中有 1 台任何一项不合格, 加倍抽样 6 台; 对不合格项复检, 若复检结果仍有不合格项, 则判该批产品不合格。

7.2 出厂检验

电波流速仪出厂前, 应经制造商质量检验部门按表 1 规定的出厂检验项目全部检验, 检验合格并取得产品质量合格证后方可出厂。

8 标识和使用说明书

8.1 标识

8.1.1 产品标识

电波流速仪应在其显著位置设有铭牌, 并清晰标明以下内容:

- 产品名称及型号;
- 生产厂家名称及商标;
- 出厂编号及日期。

8.1.2 包装标识

电波流速仪的外包装箱应标识以下内容:

- 产品名称、型号、件数;
- 箱体尺寸: 长 (mm) × 高 (mm) × 宽 (mm);
- 箱体净重或毛重 (kg);
- 制造商名称及商标。

8.2 使用说明书

产品使用说明书应符合 GB/T 15966 的规定。

9 包装、运输和贮存

9.1 包装

9.1.1 产品的包装应确保在运输过程中产品能承受运输中的振动和自由跌落而不被损坏。

9.1.2 产品的防震、防潮以及防尘等防护包装应按 GB/T 15966 的有关规定进行。

9.1.3 产品包装箱中应至少包含以下文件及附件:

- 产品合格证;
- 使用说明书;
- 必备的附件。

9.2 运输

包装好的电波流速仪应能适应各种运输方式。

9.3 贮存

电波流速仪应贮存在通风、防晒和无化学物质侵蚀的环境中。

附录 A
(资料性附录)
电波流速仪波束水平角及俯仰角示意图

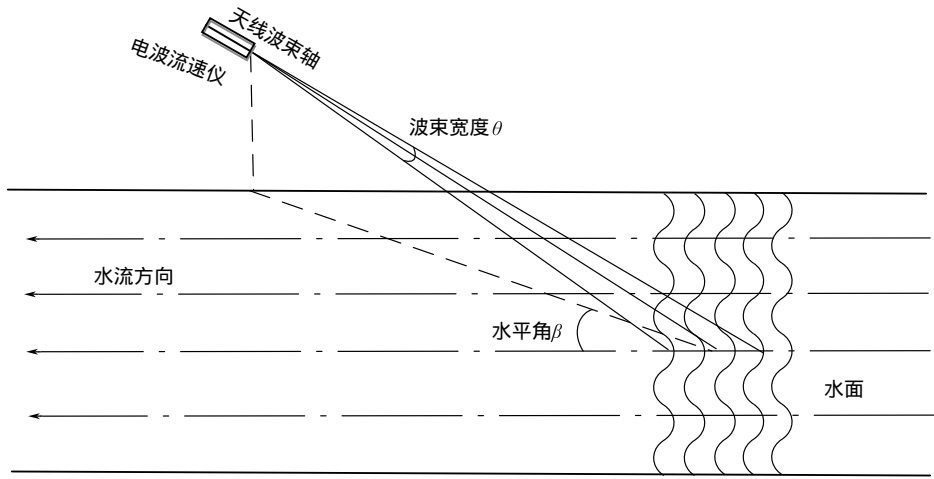


图 A.1 波束水平角示意图

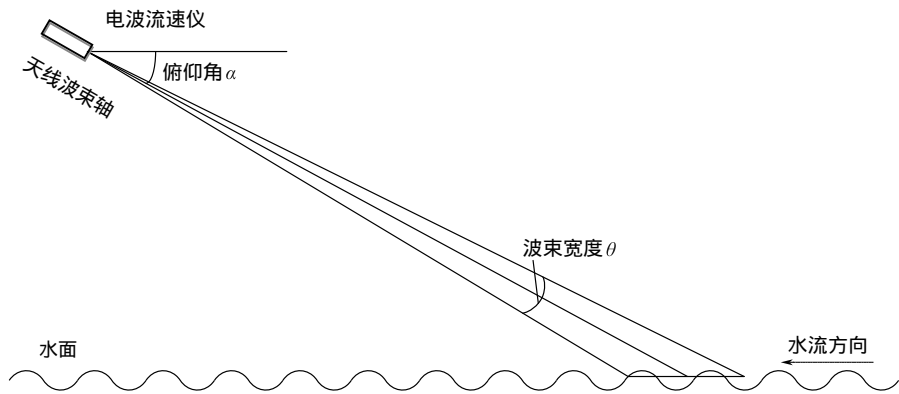


图 A.2 波束俯仰角示意图