

ICS 17. 120. 20

CCS A 50

# 团 体 标 准

T/CIDA 0013—2022

## 明渠雷达流量计在线测量技术规程

Technical regulation for open channel radar flowmeter  
online measurement

2022-09-01 发布

2022-12-01 实施

中国灌区协会 发布

## 中国灌区协会团体标准发布公告

2022 年第 03 号（总第 10 号）

根据《中国灌区协会团体标准管理办法》规定，经中国灌区协会第六届会长办公会第十六次会议表决通过，现发布以下标准：

序号	标准名称	标准编号	发布日期	实施日期
1	明渠雷达流量计在线测量技术规程	T/CIDA 0013—2022	2022.9.1	2022.12.1
2	明渠实流法流量比对现场检测规程	T/CIDA 0014—2022	2022.9.1	2022.12.1

现予公告。

中国灌区协会

2022 年 9 月 1 日

会

中国灌区协会

中国灌区协会

中国灌区协会

中国灌区协会

## 目 次

前言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语与定义 .....	1
4 明渠雷达流量计在线测量要求 .....	1
4.1 一般规定 .....	1
4.2 技术要求 .....	1
4.3 测量选点要求 .....	2
4.4 测量安装要求 .....	4
4.5 率定实施要求 .....	4
5 明渠雷达流量计在线运维要求 .....	5
5.1 一般规定 .....	5
5.2 远程运维要求 .....	5
5.3 数据管理要求 .....	6
6 明渠雷达流量计安装调试要求 .....	7
6.1 事前准备事项 .....	7
6.2 事中注意要点 .....	7
6.3 事后归档管理 .....	7
附录 A (资料性) 明渠雷达流量计测量安装示意图 .....	8
附录 B (资料性) 明渠雷达流量计现场安装调试记录表 .....	10

会

中国灌区协会

中国灌区协会

中国灌区协会

中国灌区协会

## 前 言

本标准按照 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》的规则起草。

本标准由中国灌区协会提出并归口。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准起草单位：无锡航征科技有限公司、水发规划设计有限公司、广州远动信息技术有限公司、华东水文仪器检测中心、山东省水利科学研究院、山东省水利勘测设计院。

本标准主要起草人：陈德莉、曹景玉、曹利军、丁永清、田爱民、孙英军、高军、田致胜、孔欣、王辉、房英翠、毕华军、高伟、姜松燕、窦英伟、单明、罗浩、郑源、王春棉、朱世平、杜波、李卿。

本标准为首次发布。

# 明渠雷达流量计在线测量技术规程

## 1 范围

本标准规定了明渠雷达流量计在线测量、在线运维、安装调试等技术要求。

本标准适用于输水渠道、排水渠道等开放式明渠的非接触式流量的在线测量。

## 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标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；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 19705—2017 水文仪器信号与接口

GB/T 21303—2017 灌溉渠道系统量水规范

GB 50179—2015 河流流量测验规范

SL 195—2015 水文巡测规范

SL/T 247—2020 水文资料整编规范

T/CHES 31—2019 电波（雷达）流速仪

T/CHES 61—2021 声学多普勒流量测验规范

## 3 术语与定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1 灌溉渠道系统 irrigation canal system

从水源取水、通过渠道及其附属建筑物向农田供水、经由田间工程进行农田灌水的工程系统。

### 3.2 雷达流量计 radar flowmeter

基于雷达多普勒效应原理，通过非接触的方式获取水体表面流速和水位，并通过内置或外置流量计算模型得到流量的测量设备。

### 3.3 在线测量 on-line measurement

利用固定安装在测流现场的测流设备，通过实时测量流速和水位，即时获得流量的方法。

### 3.4 率定 calibration

通过已知的标准仪器设备，对目标仪器设备测量精度的校准测定。

### 3.5 中泓线 midstream of channel

渠道各横断面（过水断面）表面最大流速点的连线。

## 4 明渠雷达流量计在线测量要求

### 4.1 一般规定

#### 4.1.1 明渠雷达流量计测流断面应规则，渠床应稳定坚固。

4.1.2 明渠雷达流量计现场测流数据传输应根据现场环境及实际应用，采用运营商提供或用户自建的无线数据通信、无线数传电台通信、光纤通信、北斗卫星通信、有线通信等通信制式和标准通信协议。

### 4.2 技术要求

#### 4.2.1 工作环境要求

工作环境要求如下：

- a) 环境温度:  $-30 \sim +60^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 环境湿度:  $\leq 95\%$ 。
- c) 降水等级: 中雨及以下。
- d) 风速: 5 级风及以下。
- e) 断面要求: 渠段顺直且底部无冲淤。

#### 4.2.2 电源供电要求

电源供电要求如下:

- a) 市电供电:  $220\text{V} \times (1 \pm 10)\%$ 。
- b) 太阳能供电: 连阴雨天条件下蓄电池供电时长不低于 14d。
- c) 一次性电池供电: 单次供电时长不低于 365d (当电池电压低于 6.2V 时, 通过现场远程遥测终端应进行低电压报警, 相关人员应及时更换)。

#### 4.2.3 通信接口要求

通信接口要求如下:

- a) 输出信号与接口应符合 GB/T 19705—2017 的规定。
- b) 部件间采用 RS485 等有线连接, 或 4G/NB/LoRa 等无线连接, 但应保证系统内信息交互和处理的一致性。

#### 4.2.4 测流技术要求

测流技术要求如下:

- a) 测速范围:  $0.2 \sim 20\text{m/s}$ 。
- b) 测速分辨力:  $0.01\text{m/s}$ 。
- c) 测速最大允许误差:  $\pm 3\%$ 。
- d) 测距范围:  $0 \sim 45\text{m}$ 。
- e) 测距分辨力:  $0.001\text{m}$ 。
- f) 测距最大允许误差:  $\pm 2\text{mm}$ 。
- g) 数据上传间隔可设, 最小间隔为 1 次/min。

### 4.3 测量选点要求

**4.3.1** 测量点位置宜选择在水流平稳、无回流和漩涡、渠道边坡及底坡一致、断面形状无明显变化处, 避开排水口、垂直跌水、挡流板、渠道弯曲等, 无阻水建筑物或水生植物生长的地方, 且迎水安装。

**4.3.2** 测量点安装位置可参考图 1~图 4。

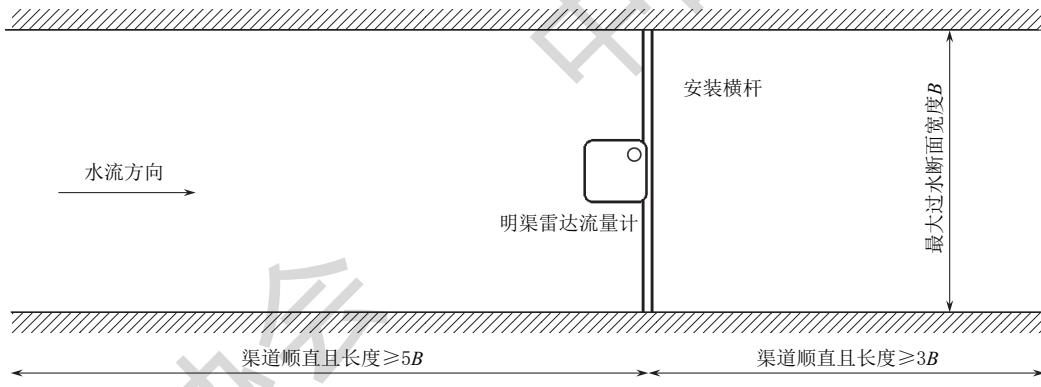


图 1 测量位置选点 (俯视图)

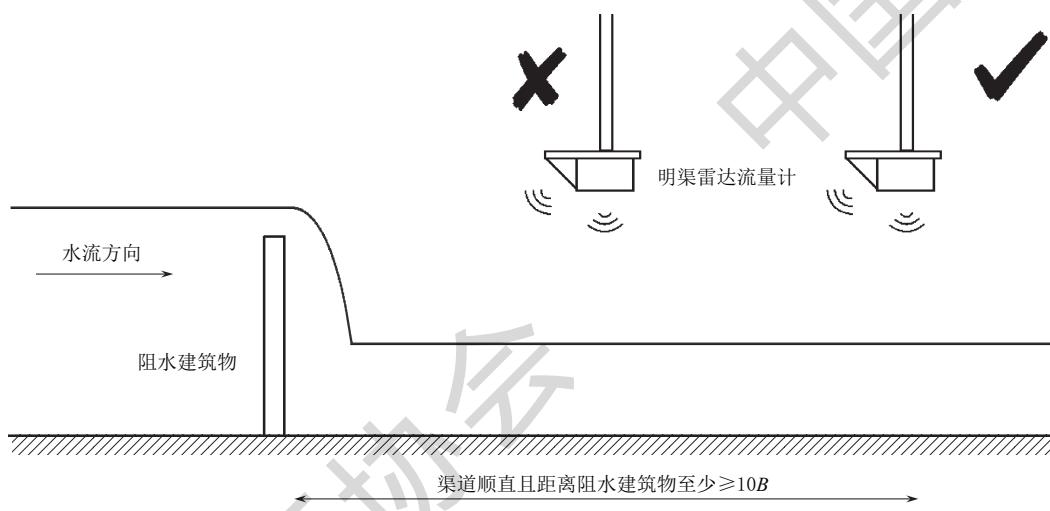


图 2 水头损失情况下的测量位置选点（正视图）

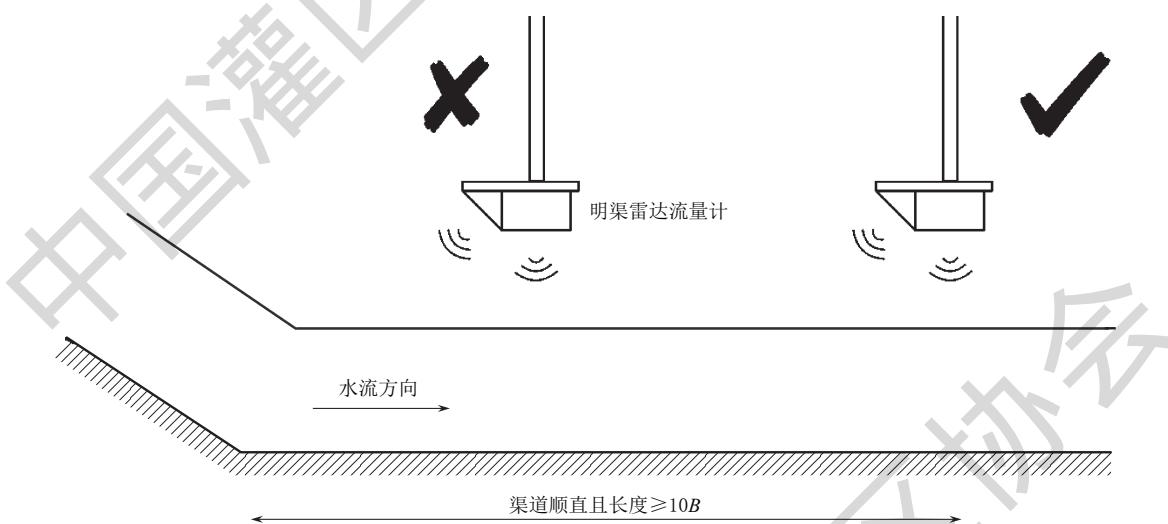


图 3 斜坡后的测量位置选点（正视图）

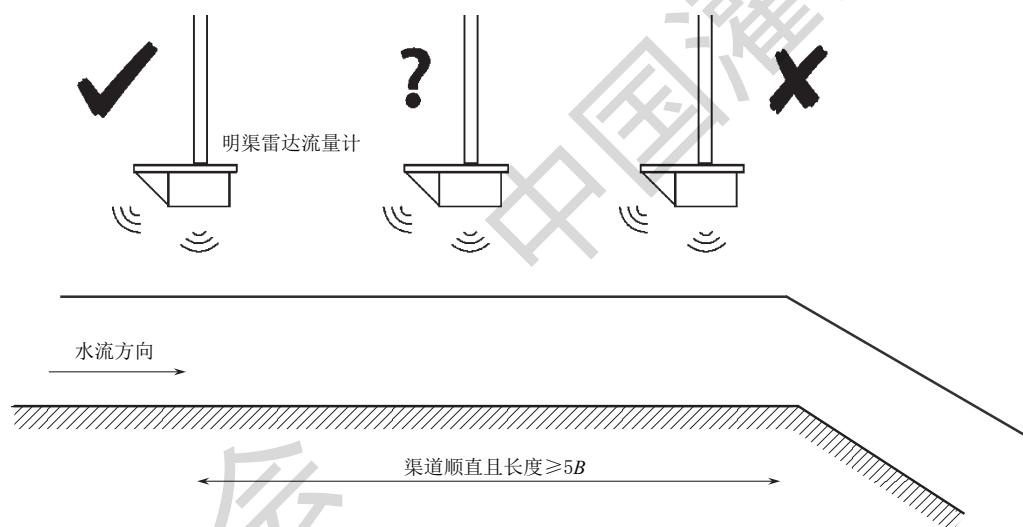


图 4 斜坡前的测量位置选点（正视图）

#### 4.4 测量安装要求

##### 4.4.1 一般规定

测量安装一般要求如下：

- a) 最大过水断面宽度 ( $B \leqslant 15m$ ) 的明渠宜采用单点式(立杆)安装。
- b) 最大过水断面宽度 ( $B > 15m$ ) 的明渠宜采用阵列式(桥梁、龙门架、缆道)安装。
- c) 阵列式宜由 1 台明渠雷达流量计 +  $2n$  台雷达流速仪组成,  $n \geqslant 1$ , 详见附录 A。

##### 4.4.2 安装要求

主体安装要求如下：

- a) 单点式(立杆)安装：立杆横臂伸入渠道中央，每个立杆上安装 1 台明渠雷达流量计，雷达流量计应能照射到明渠的中泓线上。
- b) 龙门架/缆道安装：由钢管柱/钢架、拉索、钢柱基础/地锚等组成的龙门架/缆道基础工程应能够满足雷达流量计稳定安装的要求，明渠雷达流量计应能照射到明渠的中泓线上。多台测量设备形成照射区域应在 1 条直线，且与渠水流方向垂直。
- c) 桥梁安装：借助已有跨明渠的桥梁，通过安装支架将雷达流量计固定于桥底或桥梁侧面，明渠雷达流量计应能照射到明渠的中泓线上。多台测量设备形成照射区域应在一条直线，且应与渠水流方向垂直。
- d) 雷达流量计应水平安装，水位探头雷达波发射方向应与水面垂直，且安装高度距离渠道历史最低水位距离应在设备有效测距量程范围之内。
- e) 雷达流量计应迎水安装，设备朝向与水流方向形成的夹角(水平角  $b$ )应控制在  $\pm 3^\circ$  以内，因现场工况无法满足的，应准确测量水平角  $b$ ，并输入设备上位机软件中。
- f) 雷达流量计流速探头雷达波发射方向与水流方向形成的夹角(俯仰角  $c$ )应控制在  $50^\circ \sim 60^\circ$  以内(设备应具备在  $30^\circ \sim 70^\circ$  可调)，雷达波应覆盖测量水面，详见附录 A。

##### 4.4.3 附件安装要求

附件安装要求如下：

- a) 机箱宜采用不锈钢材料制作，一体化机架宜采用镀锌管或不锈钢材质制作。
- b) 应将通信模块，数据转换模块等集成在一体化不锈钢机箱内，并进行安装牢固；箱内各线缆应采用线槽布置，线缆头采用接线端子压接。机箱上应该有标明为农田灌溉设备或同类信息的警示标识。
- c) 机架、机箱等金属外壳应形成等电位体，并通过机架接到保护地网上。
- d) 采用不锈钢材质制作的各部件之间应进行连接和紧固，各种外露的线缆宜采用不锈钢包塑波纹管保护。

#### 4.5 率定实施要求

##### 4.5.1 一般规定

一般规定如下：

- a) 明渠雷达流量计率定应符合 SL 195—2015、SL/T 247—2020、GB/T 21303—2017、GB 50179—2015 的规定，率定频率每年不应少于 1 次。
- b) 明渠雷达流量计的率定应以流速仪法为主，率定实测流量有效次数不应少于 30 次。当转子流速仪无法适用场景时，可使用走航式 ADCP 法率定，实施方法与步骤应符合 T/CHES 61—

2021 的规定。

- c) 率定过水断面应选在明渠雷达流量计测量的断面处，或临近的上下游且区间无水量增减的明渠区段。

#### 4.5.2 率定要求

率定要求如下：

- a) 测速垂线应均匀布设，或根据控制断面地形的变化布设。最大过水断面宽度  $B \leq 10m$ ，垂线数不应少于 6 条，复杂工况宜加密布设；最大过水断面宽度  $B > 10m$ ，应根据 GB 50179—2015 确定测速垂线数。
- b) 测速垂线测点，应结合现场测流工况，根据 GB/T 21303—2017 的规定确定。
- c) 测点流速测验历时：单个测点流速测验历时不应少于 100s；当流速变率较大或垂线上测点较多时，可采用 60~100s。

#### 4.5.3 率定成果

率定成果要求如下：

- a) 明渠雷达流量计率定成果应包括过水断面测量、水位测量、流速测量、流向测量等，率定完成后应进行资料归档，撰写率定成果报告。
- b) 校测后应对流量精度进行再次测验，对于渠道断面的高、中、低水位，根据 GB/T 21303—2017 的规定，使用转子流速仪进行测量，测量测验比测分析宜按表 1 进行资料整编与分析。

表 1 流量测验比测分析表

水位	比测次数	水深 /m	转子流量 /( $m^3/s$ )	雷达流量 /( $m^3/s$ )	绝对误差 /( $m^3/s$ )	相对误差 /%
高水位						
中水位						
低水位						

### 5 明渠雷达流量计在线运维要求

#### 5.1 一般规定

5.1.1 明渠雷达流量计在线测量设备应进行有效运维。

5.1.2 传输方式可采用 GPRS/4G/5G/卫通/LoRa 等无线传输手段或有线传输方式，确保流量测量数据有效上传。

5.1.3 明渠雷达流量计在线测量设备的在线率不应低于 95%。

5.1.4 测量设备应具备离线存储能力；当网络存在异常情况时，应具备数据回溯能力；离线存储数据的数据量不应少于 1 年。

5.1.5 数据安全应为测流及相关数据建立安全保护系统，避免数据因偶然或恶意原因遭到破坏、更改和泄露。

#### 5.2 远程运维要求

##### 5.2.1 日常运维

日常运维要求如下：

- a) 日常巡查：每隔 6~12 个月宜对雷达流量计安装站点进行巡查，重点检查雷达流量计是否运

行正常，安装立杆是否牢固，设备支架处有无松动，设备角度是否符合要求。

- b) 设备角度巡查：应现场查看设备水准气泡是否居中，并通过上位机软件连接设备查看俯仰角、横滚角等是否符合要求。
- c) 检查设备通信线，电源线是否有老化、脱落，如出现线缆老化、脱落需及时更换。

### 5.2.2 异常维护

异常维护要求如下：

- a) 雷达流量计的测量数据可以通过多种数据传输方式上传至系统平台，通过平台进行定期的查看和分析，当测量数据出现异常时，可根据特定的异常情况，进行针对性的现场维护。
- b) 设备安装完成并且测量数据持续稳定两周后，可认为该测量站点安装完备，设备开始正常工作。
- c) 在设备进入正常工作周期后，若数据持续出现波动剧烈、时有时无等异常情况，需要现场进行查看。现场查看的内容主要包括以下几个方面：
  - 1) 对雷达流量计安装点位，进行现场巡检，查看安装情况是否出现变化。
  - 2) 查看河渠是否有水草、垃圾等杂物干扰，上述干扰的出现会影响设备测量，建议开展清除等工作。
  - 3) 查看雷达流量计设备端是否因天气等外部原因导致安装松动，需要重新固定并校正安装角度。

### 5.2.3 电池维护

电池维护要求如下：

- a) 当平台上传的系统电压出现下降或无电压等情况，可判断电池或太阳能设备出现异常，应及时检查供电情况。
- b) 宜每隔6~12个月对电池进行一次检测，检查电池电压、电流是否正常，检查接头是否出现腐蚀，检查供电电缆是否老化。
- c) 检查太阳能板上是否有灰尘等异物覆盖，是否影响太阳能板正常工作。
- d) 检查电池外观是否出现鼓包等现象。
- e) 检查电池正负极接头处是否出现腐蚀导致电源线松动、脱落的情况。

## 5.3 数据管理要求

### 5.3.1 一般规定

一般规定如下：

- a) 测量原始数据应做好保存、归档，不得篡改、伪造，异常数据的修正必须经相关主管负责人签字同意方可修改，并做好记录。
- b) 加强数据有效性的判定，对于采集数据需将数据与相近时刻历史数据进行比对，排除异常值，降低外界因素对数据的干扰，确保数据的有效性和可靠性。
- c) 灌区流量在线测量数据应统一传输到信息管理平台管理。
- d) 信息管理平台具有实用性、可靠性、安全性、稳定性和开放性原则。
- e) 信息管理平台宜包括采集系统、信息管理系统、移动终端应用系统和运维系统。

### 5.3.2 数据管理

数据管理要求如下：

- a) 在线数据管理宜包括在线测量数据、设备检测数据和运行工况数据等信息的管理。
- b) 在线测量数据应进行预处理。
- c) 在线测量的原始数据宜全面直接传输到信息管理平台管理。
- d) 在线数据应进行规范化、标准化处理。

## 6 明渠雷达流量计安装调试要求

### 6.1 事前准备事项

事前准备以下事项：

- a) 应确认所安装流量计设备产品合格证、校准证明等材料完备，设备质量满足规范要求。
- b) 应确认测量断面所在位置具有稳定的流场条件，断面不冲淤，适合设备安装。
- c) 宜在同一安装位置采用相同原理的便携式测量仪器进行预测量，为后续安装提供参考或校准依据。
- d) 应确保设备数据传输规约满足规范要求，宜提前与上位机或服务器端完成联调联试工作。
- e) 供电及接地应根据实际供电情况调整，供电电缆截面不宜小于  $4\text{mm}^2$ ，接地电阻应大于  $4\Omega$ 。
- f) 确认安装位置地理坐标及现场关键位置照片等信息并及时上传备份。

### 6.2 事中注意要点

事中注意以下要点：

- a) 应确保所有零部件齐全、完好、到位。
- b) 接线端、接插件、支架及接地等连接部位应牢固、接触良好、无锈蚀。
- c) 雷达流量计产品设备、线缆等都应有明显的标识。
- d) 终端机箱外部线缆敷设，室内宜采用 PVC 管防护，室外宜采用钢管防护。
- e) 接地线缆、接地装置及其连接点应采用柏油或绝缘漆进行防护，预防打火或锈蚀情况的出现。
- f) 太阳能光伏板应朝向正南方向安装，安装的倾角应同当地纬度值相等或者上下浮动几度。
- g) 所有连线应在断电情况下按照说明书要求正确连接，严禁带电操作。
- h) 布线时应对信号和电源进行有效隔离，防止信号干扰，并预防意外短路导致精密设备受损的情况。
- i) 供电线路应按照功率参数预留最大电流门限，并按照行业标准选用线缆连接。
- j) 终端机箱内宜预留详细接线图，图上应清楚标出不同的传感器与数据采集终端的接线的线号及颜色。
- k) 在确认连线正确无误后方可上电，上电后应严格按照仪器说明书要求进行各项参数设置及信号测试。
- l) 安装完备后，应进行 3 次以上观测，每次不应少于 1min，若各次误差满足要求，则流量计工作正常。
- m) 设备应有防雷接地装置。

### 6.3 事后归档管理

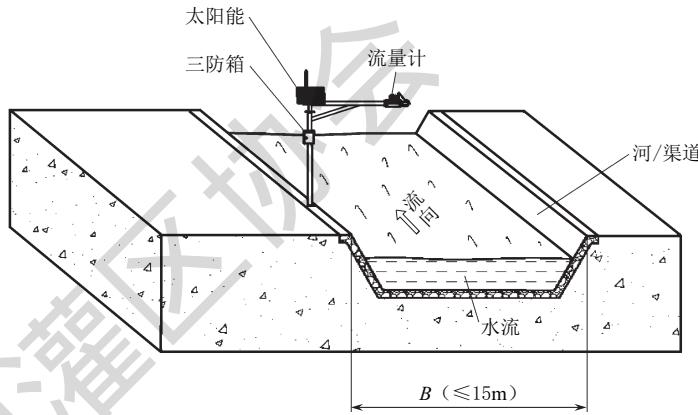
事后归档管理要求如下：

- a) 安装和调试完成后应填写测量设备现场安装调试记录表，见附录 B。
- b) 安装调试结束后，安装者、设计方应提供下列资料：
  - 1) 各测量点安装设备清单及软件版本信息。
  - 2) 安装调试记录，记录内容应包含每个测量点联调的项目、调试方法及过程、调试后的技术指标等。

附录 A  
(资料性)  
明渠雷达流量计测量安装示意图

A.1 单点式(立杆)

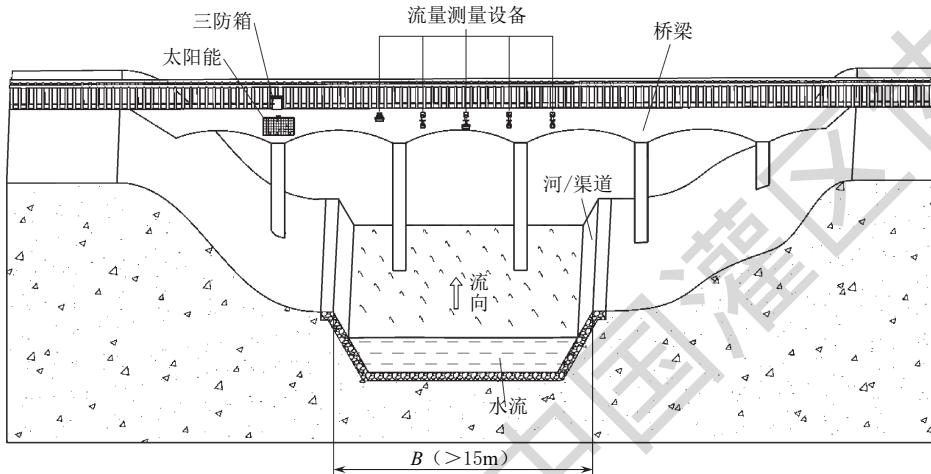
单点式(立杆)安装方式可参考图A.1。



图A.1 单点式(立杆)安装方式

A.2 阵列式(桥梁)

阵列式(桥梁)安装方式可参考图A.2。



图A.2 阵列式(桥梁)安装方式

A.3 阵列式(龙门架/缆道)

阵列式(龙门架/缆道)安装方式可参考图A.3。

A.4 安装角

明渠雷达流量计安装水平角、俯仰角、横滚角应参考图A.4。

a) 波束角宽度 $\alpha$ :  $8^\circ \sim 12^\circ$ 。

- b) 安装水平角  $b$ : 应控制在 $\pm 3^\circ$ 以内。
- c) 安装俯仰角  $c$ : 应控制在 $50^\circ \sim 60^\circ$ 。
- d)  $B$  表示: 最大过水断面宽度。

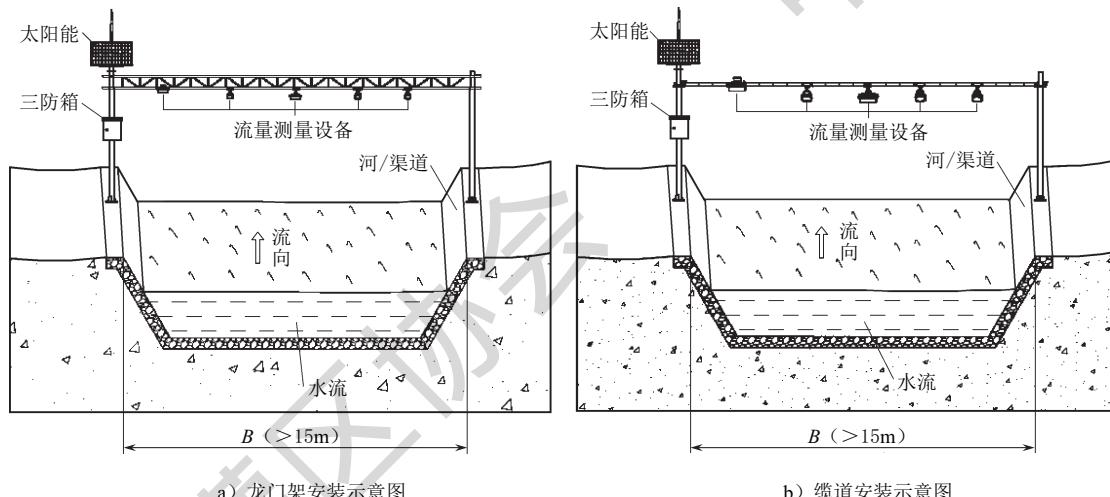


图 A.3 阵列式（龙门架/缆道）安装方式

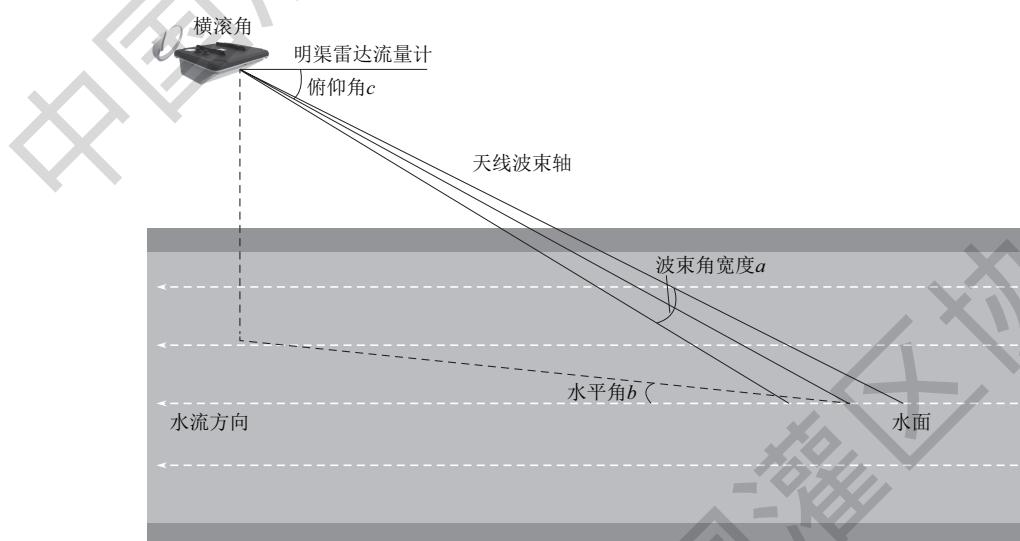


图 A.4 明渠雷达流量计安装水平角、俯仰角、横滚角示意图

附录 B  
(资料性)  
明渠雷达流量计现场安装调试记录表

表 B. 1 明渠雷达流量计现场安装调试记录表

测站名称		测站编码	
站点地址			
安装负责人		安装完成日期	
主信道	北斗卫星 <input type="checkbox"/> 水利卫星 <input type="checkbox"/> 移动网络 <input type="checkbox"/> 短信 SMS <input type="checkbox"/> 超短波 <input type="checkbox"/> 有线通信 <input type="checkbox"/> 其他:	备用信道	北斗卫星 <input type="checkbox"/> 水利卫星 <input type="checkbox"/> 移动网络 <input type="checkbox"/> 短信 SMS <input type="checkbox"/> 超短波 <input type="checkbox"/> 有线通信 <input type="checkbox"/> 其他:
经纬度	东经 ° ' " 北纬 ° ' "		
主通信设备	厂家: 型号: 出厂序列号: 通信卡号: 接收 IP: 通信状况: 正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>	备用通信设备	厂家: 型号: 出厂序列号: 通信卡号: 接收 IP: 通信状况: 正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>
数据采集仪	厂家: 型号: 出厂序列号: 是否加密: 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 运行状况: 正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>	电源	太阳能板厂家: 太阳能板型号: 太阳能板出厂序列号: 太阳能板开路电压: V 太阳能板安装高度: m 太阳能板朝向: 蓄电池厂家: 蓄电池型号: 蓄电池出厂序列号:
电源防雷器	厂家: 型号: 出厂序列号:		蓄电池开路电压: V 充电控制器厂家: 充电控制器型号: 充电控制器出厂序列号:
信号防雷器	厂家: 型号: 出厂序列号:		蓄电池开路电压: V 充电控制器厂家: 充电控制器型号: 充电控制器出厂序列号:
土建情况	机箱安装方式: 杆式 <input type="checkbox"/> 壁挂式 <input type="checkbox"/> 落地式 <input type="checkbox"/> 接地电阻: Ω		
系统测试情况	数据采集仪调试: 正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/> 异常原因: 与通信设备联调: 正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/> 异常原因: 与中心站联调: 正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/> 异常原因:		
备注			

# 中国灌区协会团体标准发布公告

2022年第03号（总第10号）

根据《中国灌区协会团体标准管理办法》规定，经中国灌区协会第六届会长办公会第十六次会议表决通过，现发布以下标准：

序号	标准名称	标准编号	发布日期	实施日期
1	明渠雷达流量计在线测量技术规程	T/CIDA 0013—2022	2022.9.1	2022.12.1
2	明渠实流法流量比对现场检测规程	T/CIDA 0014—2022	2022.9.1	2022.12.1

现予公告。

中国灌区协会

2022年9月1日

中国灌区协会

中国灌区协会

中国灌区协会

中国灌区协会

## 目 次

前言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语与定义 .....	1
4 明渠雷达流量计在线测量要求 .....	1
4.1 一般规定 .....	1
4.2 技术要求 .....	1
4.3 测量选点要求 .....	2
4.4 测量安装要求 .....	4
4.5 率定实施要求 .....	4
5 明渠雷达流量计在线运维要求 .....	5
5.1 一般规定 .....	5
5.2 远程运维要求 .....	5
5.3 数据管理要求 .....	6
6 明渠雷达流量计安装调试要求 .....	7
6.1 事前准备事项 .....	7
6.2 事中注意要点 .....	7
6.3 事后归档管理 .....	7
附录 A (资料性) 明渠雷达流量计测量安装示意图 .....	8
附录 B (资料性) 明渠雷达流量计现场安装调试记录表 .....	10



## 前　　言

本标准按照 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》的规则起草。

本标准由中国灌区协会提出并归口。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准起草单位：无锡航征科技有限公司、水发规划设计有限公司、广州远动信息技术有限公司、华东水文仪器检测中心、山东省水利科学研究院、山东省水利勘测设计院。

本标准主要起草人：陈德莉、曹景玉、曹利军、丁永清、田爱民、孙英军、高军、田致胜、孔欣、王辉、房英翠、毕华军、高伟、姜松燕、窦英伟、单明、罗浩、郑源、王春棉、朱世平、杜波、李卿。

本标准为首次发布。

# 明渠雷达流量计在线测量技术规程

## 1 范围

本标准规定了明渠雷达流量计在线测量、在线运维、安装调试等技术要求。

本标准适用于输水渠道、排水渠道等开放式明渠的非接触式流量的在线测量。

## 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标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；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 19705—2017 水文仪器信号与接口

GB/T 21303—2017 灌溉渠道系统量水规范

GB 50179—2015 河流流量测验规范

SL 195—2015 水文巡测规范

SL/T 247—2020 水文资料整编规范

T/CHES 31—2019 电波（雷达）流速仪

T/CHES 61—2021 声学多普勒流量测验规范

## 3 术语与定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1 灌溉渠道系统 irrigation canal system

从水源取水、通过渠道及其附属建筑物向农田供水、经由田间工程进行农田灌水的工程系统。

### 3.2 雷达流量计 radar flowmeter

基于雷达多普勒效应原理，通过非接触的方式获取水体表面流速和水位，并通过内置或外置流量计算模型得到流量的测量设备。

### 3.3 在线测量 on-line measurement

利用固定安装在测流现场的测流设备，通过实时测量流速和水位，即时获得流量的方法。

### 3.4 率定 calibration

通过已知的标准仪器设备，对目标仪器设备测量精度的校准测定。

### 3.5 中泓线 midstream of channel

渠道各横断面（过水断面）表面最大流速点的连线。

## 4 明渠雷达流量计在线测量要求

### 4.1 一般规定

#### 4.1.1 明渠雷达流量计测流断面应规则，渠床应稳定坚固。

4.1.2 明渠雷达流量计现场测流数据传输应根据现场环境及实际应用，采用运营商提供或用户自建的无线数据通信、无线数传电台通信、光纤通信、北斗卫星通信、有线通信等通信制式和标准通信协议。

### 4.2 技术要求

#### 4.2.1 工作环境要求

工作环境要求如下：

- a) 环境温度：−30~+60℃。
- b) 环境湿度： $\leqslant 95\%$ 。
- c) 降水等级：中雨及以下。
- d) 风速：5 级风及以下。
- e) 断面要求：渠段顺直且底部无冲淤。

#### 4.2.2 电源供电要求

电源供电要求如下：

- a) 市电供电：220V×(1±10)%。
- b) 太阳能供电：连阴雨天条件下蓄电池供电时长不低于14d。
- c) 一次性电池供电：单次供电时长不低于365d（当电池电压低于6.2V时，通过现场远程遥测终端应进行低电压报警，相关人员应及时更换）。

#### 4.2.3 通信接口要求

通信接口要求如下：

- a) 输出信号与接口应符合GB/T 19705—2017的规定。
- b) 部件间采用RS485等有线连接，或4G/NB/LoRa等无线连接，但应保证系统内信息交互和处理的一致性。

#### 4.2.4 测流技术要求

测流技术要求如下：

- a) 测速范围：0.2~20m/s。
- b) 测速分辨力：0.01m/s。
- c) 测速最大允许误差： $\pm 3\%$ 。
- d) 测距范围：0~45m。
- e) 测距分辨力：0.001m。
- f) 测距最大允许误差： $\pm 2\text{mm}$ 。
- g) 数据上传间隔可设，最小间隔为1次/min。

### 4.3 测量选点要求

**4.3.1** 测量点位置宜选择在水流平稳、无回流和漩涡、渠道边坡及底坡一致、断面形状无明显变化处，避开排水口、垂直跌水、挡流板、渠道弯曲等，无阻水建筑物或水生植物生长的地方，且迎水安装。

**4.3.2** 测量点安装位置可参考图1~图4。

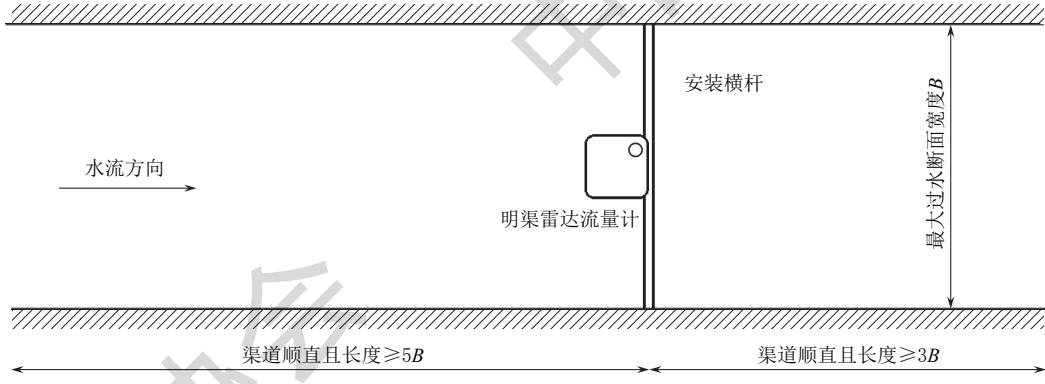


图1 测量位置选点（俯视图）

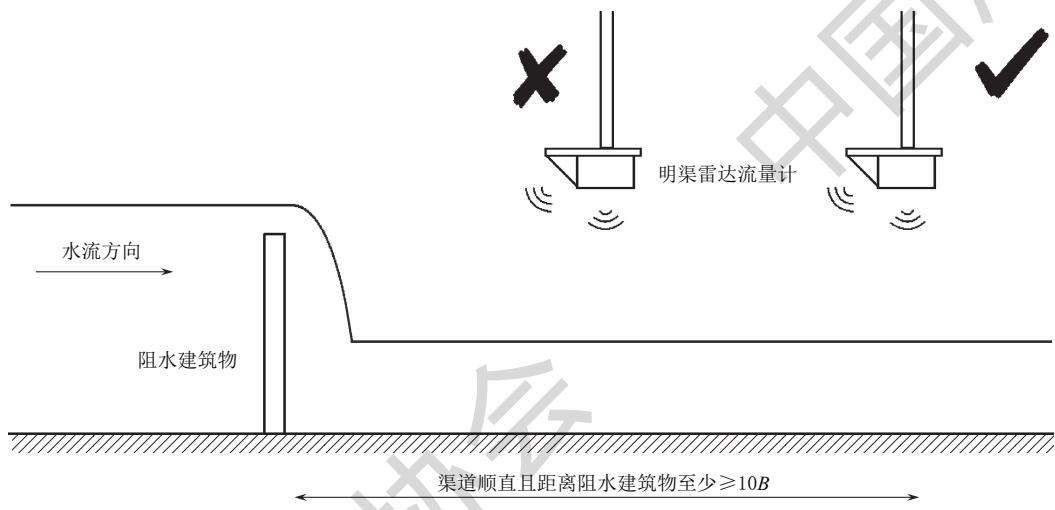


图 2 水头损失情况下的测量位置选点 (正视图)

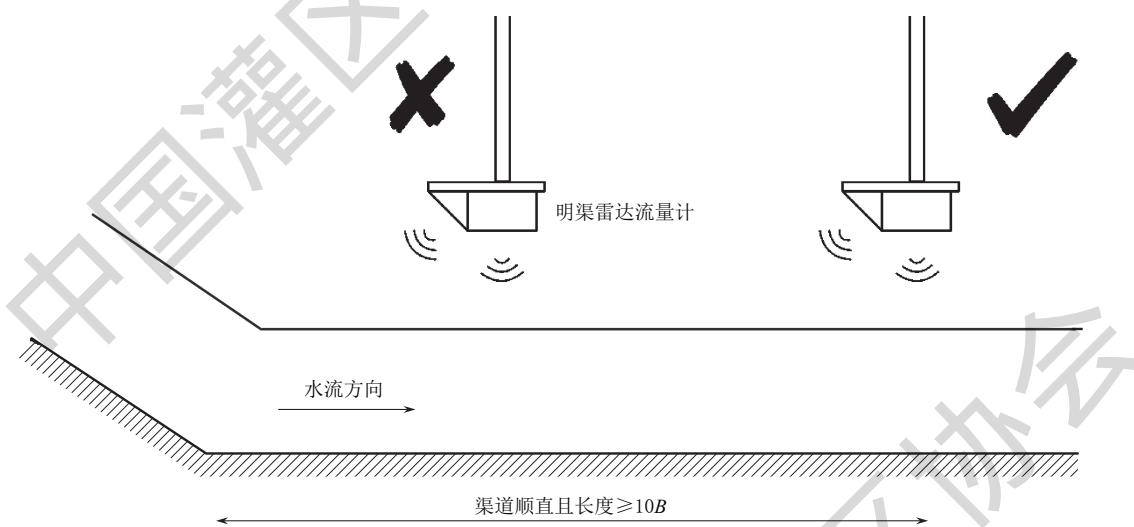


图 3 斜坡后的测量位置选点 (正视图)

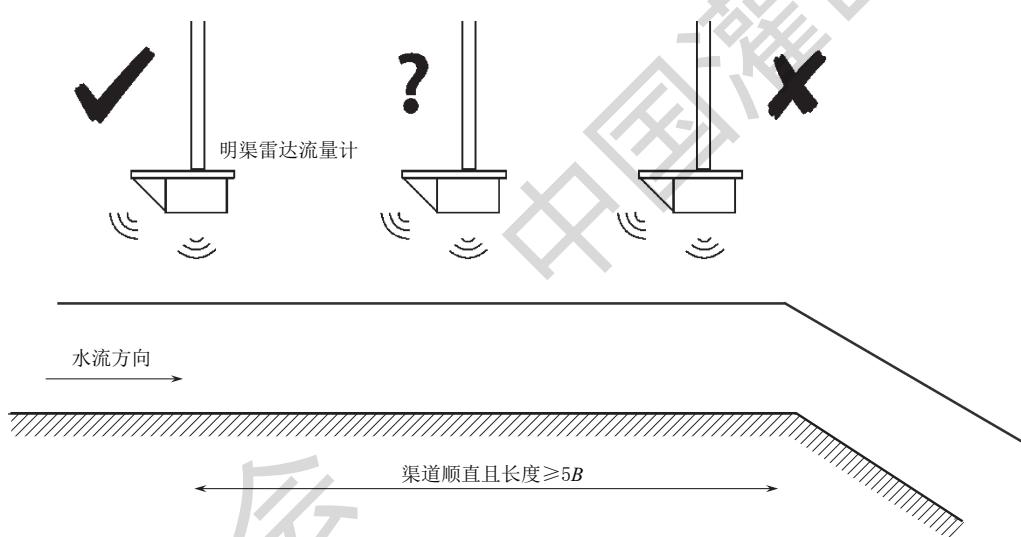


图 4 斜坡前的测量位置选点 (正视图)

#### 4.4 测量安装要求

##### 4.4.1 一般规定

测量安装一般要求如下：

- 最大过水断面宽度 ( $B \leq 15m$ ) 的明渠宜采用单点式(立杆)安装。
- 最大过水断面宽度 ( $B > 15m$ ) 的明渠宜采用阵列式(桥梁、龙门架、缆道)安装。
- 阵列式宜由 1 台明渠雷达流量计 +  $2n$  台雷达流速仪组成,  $n \geq 1$ , 详见附录 A。

##### 4.4.2 安装要求

主体安装要求如下：

- 单点式(立杆)安装：立杆横臂伸入渠道中央，每个立杆上安装 1 台明渠雷达流量计，雷达流量计应能照射到明渠的中泓线上。
- 龙门架/缆道安装：由钢管柱/钢架、拉索、钢柱基础/地锚等组成的龙门架/缆道基础工程应能够满足雷达流量计稳定安装的要求，明渠雷达流量计应能照射到明渠的中泓线上。多台测量设备形成照射区域应在 1 条直线，且与渠水流方向垂直。
- 桥梁安装：借助已有跨明渠的桥梁，通过安装支架将雷达流量计固定于桥底或桥梁侧面，明渠雷达流量计应能照射到明渠的中泓线上。多台测量设备形成照射区域应在一条直线，且应与渠水流方向垂直。
- 雷达流量计应水平安装，水位探头雷达波发射方向应与水面垂直，且安装高度距离渠道历史最低水位距离应在设备有效测距量程范围之内。
- 雷达流量计应迎水安装，设备朝向与水流方向形成的夹角(水平角  $b$ ) 应控制在  $\pm 3^\circ$  以内，因现场工况无法满足的，应准确测量水平角  $b$ ，并输入设备上位机软件中。
- 雷达流量计流速探头雷达波发射方向与水流方向形成的夹角(俯仰角  $c$ ) 应控制在  $50^\circ \sim 60^\circ$  以内(设备应具备在  $30^\circ \sim 70^\circ$  可调)，雷达波应覆盖测量水面，详见附录 A。

##### 4.4.3 附件安装要求

附件安装要求如下：

- 机箱宜采用不锈钢材料制作，一体化机架宜采用镀锌管或不锈钢材质制作。
- 应将通信模块，数据转换模块等集成在一体化不锈钢机箱内，并进行安装牢固；箱内各线缆应采用线槽布置，线缆头采用接线端子压接。机箱上应该有标明为农田灌溉设备或同类信息的警示标识。
- 机架、机箱等金属外壳应形成等电位体，并通过机架接到保护地网上。
- 采用不锈钢材质制作的各部件之间应进行连接和紧固，各种外露的线缆宜采用不锈钢包塑波纹管保护。

#### 4.5 率定实施要求

##### 4.5.1 一般规定

一般规定如下：

- 明渠雷达流量计率定应符合 SL 195—2015、SL/T 247—2020、GB/T 21303—2017、GB 50179—2015 的规定，率定频率每年不应少于 1 次。
- 明渠雷达流量计的率定应以流速仪法为主，率定实测流量有效次数不应少于 30 次。当转子流速仪无法适用场景时，可使用走航式 ADCP 法率定，实施方法与步骤应符合 T/CHES 61—

2021 的规定。

- c) 率定过水断面应选在明渠雷达流量计测量的断面处，或临近的上下游且区间无水量增减的明渠区段。

#### 4.5.2 率定要求

率定要求如下：

- a) 测速垂线应均匀布设，或根据控制断面地形的变化布设。最大过水断面宽度  $B \leq 10m$ ，垂线条数不应少于 6 条，复杂工况宜加密布设；最大过水断面宽度  $B > 10m$ ，应根据 GB 50179—2015 确定测速垂线数。
- b) 测速垂线测点，应结合现场测流工况，根据 GB/T 21303—2017 的规定确定。
- c) 测点流速测验历时：单个测点流速测验历时不应少于 100s；当流速变率较大或垂线上测点较多时，可采用 60~100s。

#### 4.5.3 率定成果

率定成果要求如下：

- a) 明渠雷达流量计率定成果应包括过水断面测量、水位测量、流速测量、流向测量等，率定完成后应进行资料归档，撰写率定成果报告。
- b) 校测后应对流量精度进行再次测验，对于渠道断面的高、中、低水位，根据 GB/T 21303—2017 的规定，使用转子流速仪进行测量，测量测验比测分析宜按表 1 进行资料整编与分析。

表 1 流量测验比测分析表

水位	比测次数	水深 /m	转子流量 /( $m^3/s$ )	雷达流量 /( $m^3/s$ )	绝对误差 /( $m^3/s$ )	相对误差 /%
高水位						
中水位						
低水位						

### 5 明渠雷达流量计在线运维要求

#### 5.1 一般规定

- 5.1.1 明渠雷达流量计在线测量设备应进行有效运维。
- 5.1.2 传输方式可采用 GPRS/4G/5G/卫通/LoRa 等无线传输手段或有线传输方式，确保流量测量数据有效上传。
- 5.1.3 明渠雷达流量计在线测量设备的在线率不应低于 95%。
- 5.1.4 测量设备应具备离线存储能力；当网络存在异常情况时，应具备数据回溯能力；离线存储数据的数据量不应少于 1 年。
- 5.1.5 数据安全应为测流及相关数据建立安全保护系统，避免数据因偶然或恶意原因遭到破坏、更改和泄露。

#### 5.2 远程运维要求

##### 5.2.1 日常运维

日常运维要求如下：

- a) 日常巡查：每隔 6~12 个月宜对雷达流量计安装站点进行巡查，重点检查雷达流量计是否运

行正常，安装立杆是否牢固，设备支架处有无松动，设备角度是否符合要求。

- b) 设备角度巡查：应现场查看设备水准气泡是否居中，并通过上位机软件连接设备查看俯仰角、横滚角等是否符合要求。
- c) 检查设备通信线，电源线是否有老化、脱落，如出现线缆老化、脱落需及时更换。

### 5.2.2 异常维护

异常维护要求如下：

- a) 雷达流量计的测量数据可以通过多种数据传输方式上传至系统平台，通过平台进行定期的查看和分析，当测量数据出现异常时，可根据特定的异常情况，进行针对性的现场维护。
- b) 设备安装完成并且测量数据持续稳定两周后，可认为该测量站点安装完备，设备开始正常工作。
- c) 在设备进入正常工作周期后，若数据持续出现波动剧烈、时有时无等异常情况，需要现场进行查看。现场查看的内容主要包括以下几个方面：
  - 1) 对雷达流量计安装点位，进行现场巡检，查看安装情况是否出现变化。
  - 2) 查看河渠是否有水草、垃圾等杂物干扰，上述干扰的出现会影响设备测量，建议开展清除等工作。
  - 3) 查看雷达流量计设备端是否因天气等外部原因导致安装松动，需要重新固定并校正安装角度。

### 5.2.3 电池维护

电池维护要求如下：

- a) 当平台上传的系统电压出现下降或无电压等情况，可判断电池或太阳能设备出现异常，应及时检查供电情况。
- b) 宜每隔6~12个月对电池进行一次检测，检查电池电压、电流是否正常，检查接头是否出现腐蚀，检查供电电缆是否老化。
- c) 检查太阳能板上是否有灰尘等异物覆盖，是否影响太阳能板正常工作。
- d) 检查电池外观是否出现鼓包等现象。
- e) 检查电池正负极接头处是否出现腐蚀导致电源线松动、脱落的情况。

## 5.3 数据管理要求

### 5.3.1 一般规定

一般规定如下：

- a) 测量原始数据应做好保存、归档，不得篡改、伪造，异常数据的修正必须经相关主管负责人签字同意方可修改，并做好记录。
- b) 加强数据有效性的判定，对于采集数据需将数据与相近时刻历史数据进行比对，排除异常值，降低外界因素对数据的干扰，确保数据的有效性和可靠性。
- c) 灌区流量在线测量数据应统一传输到信息管理平台管理。
- d) 信息管理平台具有实用性、可靠性、安全性、稳定性和开放性原则。
- e) 信息管理平台宜包括采集系统、信息管理系统、移动终端应用系统和运维系统。

### 5.3.2 数据管理

数据管理要求如下：

- a) 在线数据管理宜包括在线测量数据、设备检测数据和运行工况数据等信息的管理。
- b) 在线测量数据应进行预处理。
- c) 在线测量的原始数据宜全面直接传输到信息管理平台管理。
- d) 在线数据应进行规范化、标准化处理。

## 6 明渠雷达流量计安装调试要求

### 6.1 事前准备事项

事前准备以下事项：

- a) 应确认所安装流量计设备产品合格证、校准证明等材料完备，设备质量满足规范要求。
- b) 应确认测量断面所在位置具有稳定的流场条件，断面不冲淤，适合设备安装。
- c) 宜在同一安装位置采用相同原理的便携式测量仪器进行预测量，为后续安装提供参考或校准依据。
- d) 应确保设备数据传输规约满足规范要求，宜提前与上位机或服务器端完成联调联试工作。
- e) 供电及接地应根据实际供电情况调整，供电电缆截面不宜小于  $4\text{mm}^2$ ，接地电阻应大于  $4\Omega$ 。
- f) 确认安装位置地理坐标及现场关键位置照片等信息并及时上传备份。

### 6.2 事中注意要点

事中注意以下要点：

- a) 应确保所有零部件齐全、完好、到位。
- b) 接线端、接插件、支架及接地等连接部位应牢固、接触良好、无锈蚀。
- c) 雷达流量计产品设备、线缆等都应有明显的标识。
- d) 终端机箱外部线缆敷设，室内宜采用 PVC 管防护，室外宜采用钢管防护。
- e) 接地线缆、接地装置及其连接点应采用柏油或绝缘漆进行防护，预防打火或锈蚀情况的出现。
- f) 太阳能光伏板应朝向正南方向安装，安装的倾角应同当地纬度值相等或者上下浮动几度。
- g) 所有连线应在断电情况下按照说明书要求正确连接，严禁带电操作。
- h) 布线时应对信号和电源进行有效隔离，防止信号干扰，并预防意外短路导致精密设备受损的情况。
- i) 供电线路应按照功率参数预留最大电流门限，并按照行业标准选用线缆连接。
- j) 终端机箱内宜预留详细接线图，图上应清楚标出不同的传感器与数据采集终端的接线的线号及颜色。
- k) 在确认连线正确无误后方可上电，上电后应严格按照仪器说明书要求进行各项参数设置及信号测试。
- l) 安装完备后，应进行 3 次以上观测，每次不应少于 1min，若各次误差满足要求，则流量计工作正常。
- m) 设备应有防雷接地装置。

### 6.3 事后归档管理

事后归档管理要求如下：

- a) 安装和调试完成后应填写测量设备现场安装调试记录表，见附录 B。
- b) 安装调试结束后，安装者、设计方应提供下列资料：
  - 1) 各测量点安装设备清单及软件版本信息。
  - 2) 安装调试记录，记录内容应包含每个测量点联调的项目、调试方法及过程、调试后的技术指标等。

## 附录 A

(资料性)

### 明渠雷达流量计测量安装示意图

#### A.1 单点式（立杆）

单点式（立杆）安装方式可参考图 A.1。

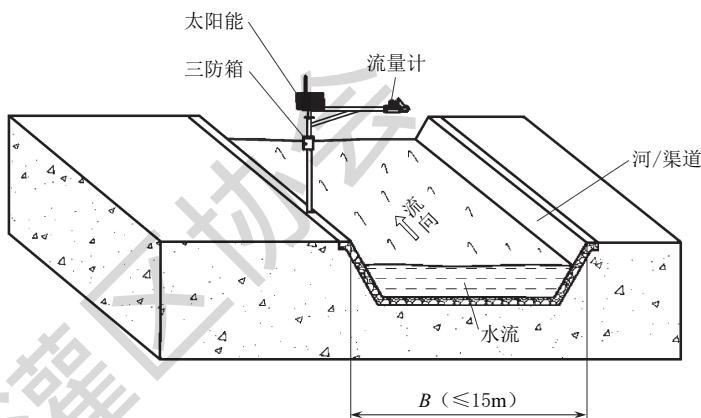


图 A.1 单点式（立杆）安装方式

#### A.2 阵列式（桥梁）

阵列式（桥梁）安装方式可参考图 A.2。

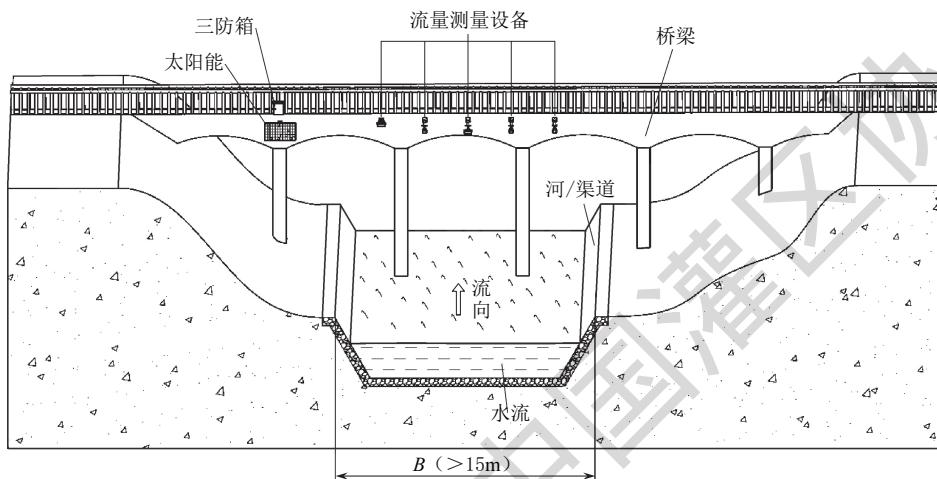


图 A.2 阵列式（桥梁）安装方式

#### A.3 阵列式（龙门架/缆道）

阵列式（龙门架/缆道）安装方式可参考图 A.3。

#### A.4 安装角

明渠雷达流量计安装水平角、俯仰角、横滚角应参考图 A.4。

a) 波束角宽度  $\alpha$ :  $8^\circ \sim 12^\circ$ 。

- b) 安装水平角  $b$ : 应控制在 $\pm 3^\circ$ 以内。
- c) 安装俯仰角  $c$ : 应控制在 $50^\circ \sim 60^\circ$ 。
- d)  $B$  表示: 最大过水断面宽度。

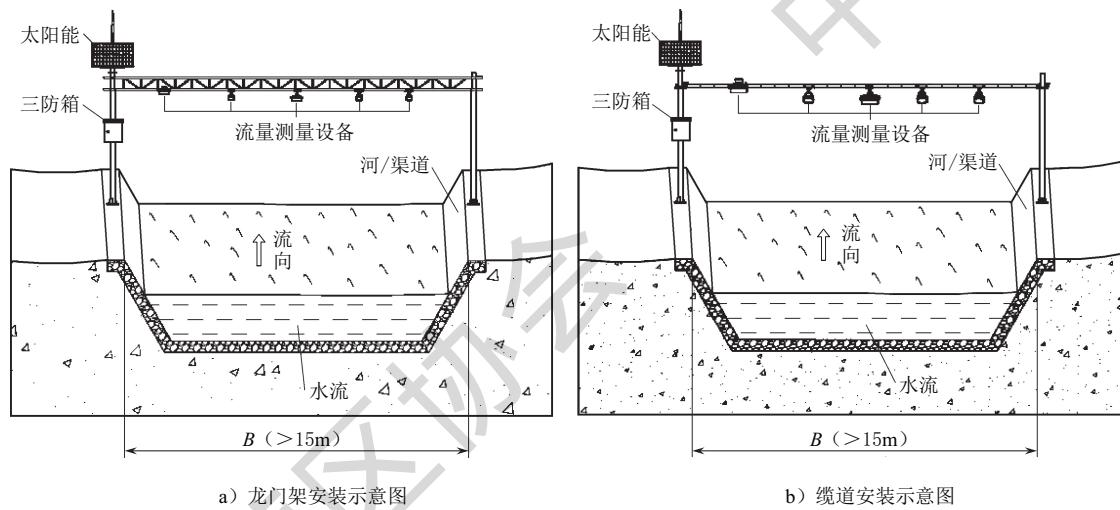


图 A.3 阵列式（龙门架/缆道）安装方式

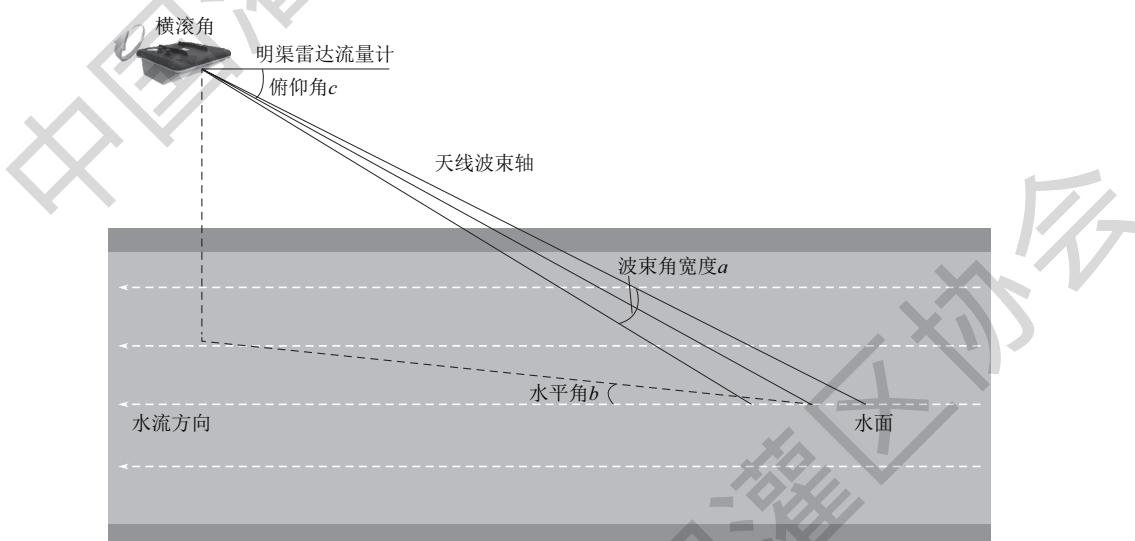


图 A.4 明渠雷达流量计安装水平角、俯仰角、横滚角示意图

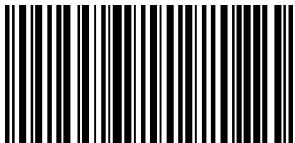
## 附录 B

(资料性)

## 明渠雷达流量计现场安装调试记录表

表 B.1 明渠雷达流量计现场安装调试记录表

测站名称		测站编码	
站点地址			
安装负责人		安装完成日期	
主信道	北斗卫星 <input type="checkbox"/> 水利卫星 <input type="checkbox"/> 移动网络 <input type="checkbox"/> 短信 SMS <input type="checkbox"/> 超短波 <input type="checkbox"/> 有线通信 <input type="checkbox"/> 其他:	备用信道	北斗卫星 <input type="checkbox"/> 水利卫星 <input type="checkbox"/> 移动网络 <input type="checkbox"/> 短信 SMS <input type="checkbox"/> 超短波 <input type="checkbox"/> 有线通信 <input type="checkbox"/> 其他:
经纬度	东经 ° ' " 北纬 ° ' "		
主通信设备	厂家: 型号: 出厂序列号: 通信卡号: 接收 IP: 通信状况: 正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>	备用通信设备	厂家: 型号: 出厂序列号: 通信卡号: 接收 IP: 通信状况: 正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>
数据采集仪	厂家: 型号: 出厂序列号: 是否加密: 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 运行状况: 正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>	电源	太阳能板厂家: 太阳能板型号: 太阳能板出厂序列号: 太阳能板开路电压: V 太阳能板安装高度: m 太阳能板朝向: 蓄电池厂家: 蓄电池型号: 蓄电池出厂序列号:
电源防雷器	厂家: 型号: 出厂序列号:		蓄电池开路电压: V 充电控制器厂家: 充电控制器型号: 充电控制器出厂序列号:
信号防雷器	厂家: 型号: 出厂序列号:		
土建情况	机箱安装方式: 杆式 <input type="checkbox"/> 壁挂式 <input type="checkbox"/> 落地式 <input type="checkbox"/> 接地电阻: Ω		
系统测试情况	数据采集仪调试: 正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/> 异常原因: 与通信设备联调: 正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/> 异常原因: 与中心站联调: 正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/> 异常原因:		
备注			



155226 · 182

T/CIDA 0013—2022

中国灌区协会

中国灌区协会

团体标准

明渠雷达流量计在线测量技术规程

T/CIDA 0013—2022

\*

中国水利水电出版社出版发行

(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)

网址：[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

E-mail：[sales@mwr.gov.cn](mailto:sales@mwr.gov.cn)

电话：(010) 68545888（营销中心）

北京科水图书销售有限公司

电话：(010) 68545874、63202643

全国各地新华书店和相关出版物销售网点经售

清澄永业（天津）印刷有限公司印刷

\*

210mm×297mm 16开本 1印张 31千字

2022年11月第1版 2022年11月第1次印刷

\*

书号 155226 · 182

定价 22.00 元

凡购买我社规程，如有缺页、倒页、脱页的，  
本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

水利水电技术标准  
咨询服务服务中心



微信二维码，扫一扫  
信息更多、服务更快

销售分类：农村水利/信息化