

### 水资源（水量）监测技术规范

Technical specification for water resources (Water volume) monitoring

2020 - 02 - 25 发布

2020 - 03 - 25 实施

# 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 水量监测 .....	2
4.1 一般规定 .....	2
4.2 监测断面的布设原则 .....	2
5 管道监测 .....	3
5.1 一般规定 .....	3
5.2 监测断面选择 .....	3
5.3 安装方式 .....	3
5.4 监测仪器使用与推荐 .....	3
5.5 通用技术要求 .....	4
5.6 监测仪器及技术参数 .....	4
5.7 安装基础及附属设施 .....	6
6 明渠监测 .....	6
6.1 监测断面选择 .....	6
6.2 安装方式与要求 .....	7
6.3 监测仪器使用与推荐 .....	9
6.4 通用技术要求 .....	9
6.5 监测仪器及技术参数 .....	10
6.6 监测精度要求 .....	11
6.7 率定与比测 .....	11
6.8 安装基础及附属设施 .....	12
7 数据传输 .....	12
7.1 一般规定 .....	12
7.2 地址域约定 .....	13
7.3 链路检测约定 .....	13
7.4 自定义自报实时数据 .....	13
7.5 设置遥测终端的数据自报种类及时间间隔 .....	14
7.6 设置遥测终端的工作模式 .....	15
7.7 设置遥测终端地址 .....	16
7.8 设置遥测终端时钟 .....	17
8 安装调试 .....	18

8.1	安装调试之前 .....	18
8.2	安装调试之中 .....	18
8.3	安装调试完成 .....	19
附录 A (资料性附录)	取用水户水量监测点基本信息采集表 .....	20
附录 B (资料性附录)	监测设备安装机箱样式示意图 .....	25
附录 C (资料性附录)	电波流速仪波束水平角及俯仰角示意图 .....	26

## 前 言

本规范按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本规范由山东省水利厅提出、归口并组织实施。

本规范起草单位：山东省水利勘测设计院。

本规范主要起草人：高峰、田质胜、唐克银、赵芳、淳于铭、李璨、于文蓬、耿福强、张晨、严蕾、李珍、赵琳、刘天政、鲁晓喆、王强、刘谦、闫堃、孟宪静、李广阵。

# 水资源（水量）监测技术规范

## 1 范围

本规范规定了地表水、地下水水源等取用水户的管道和明渠水量监测、数据传输、安装调试及附属设施的建设技术要求。

本规范适用于指导山东省境内的地表水、地下水水源等取用水户的水量监测设施建设。

## 2 规范性引用文件

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

GB/T 778.1 饮用冷水水表和热水水表 第1部分：计量要求和技术要求

GB/T 2260 中华人民共和国行政区划代码

GB/T 19677 水文仪器术语及符号

GB/T 25922 封闭管道中流体流量的测量 用安装在充满流体的圆形截面管道中的涡街流量计测量流量的方法

GB/T 50095 水文基本术语和符号规范

GB 50179 河流流量测验规范

CJ/T 224 电子远传水表

HJ/T 366 超声波管道流量计

HJ/T 367 电磁管道流量计

JJG 162 冷水水表检定规程

JJG 1030 超声流量计检定规程

JJG 1033 电磁流量计检定规程

SL 61 水文自动测报系统技术规范

SL 337 声学多普勒流量测验规范

SL 340 流速流量记录仪

SL 426 水资源监控设备基本技术条件

SL 427 水资源管理系统数据传输规约

SL 651 水文监测数据通信规约

## 3 术语和定义

GB/T 19677、SL 337和SL 426界定的及以下术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**箱涵** box culvert

钢筋混凝土箱形管节修建的涵洞。

## 3.2

**垂直式安装 vertical installation**

将监测仪器安装于明渠坡岸垂直导轨或立柱上，可升降移动，便于维护的安装方式。

## 3.3

**斜（坡岸）式安装 inclined (slope bank) installation**

将监测仪器安装于明渠坡岸斜式安装的导轨或支架上，可升降移动，便于维护的安装方式。

## 3.4

**杆式安装 column installation**

通过立于明渠坡岸上的立杆，借助于横臂将监测仪器固定在渠道中泓线正上方进行测流的方式。

## 3.5

**阵列式安装 array installation**

通过桥梁等将多套监测仪器均匀分布安装于渠道水面正上方进行测流的安装方式。

## 3.6

**雷达流量计 radar flow meter**

运用电波（雷达）多普勒频移原理，测得固定点表面流速和水位后，根据内置数学模型，将表面流速转换为平均流速，与过水面积相乘后，计算出流量的仪器。

## 4 水量监测

## 4.1 一般规定

水量监测点是地表水、地下水水源等取用水户的水量监测，定时收集和提供水量计量信息的基本单元，可由一个或多个采样断面或采样点组成。按引水形式不同分为管道监测和明渠监测。

监测点根据不同的水量计量方法选择配置监测仪器设备，主要由监测仪器（水位计、流速仪、一体化流量计等）、远传终端（RTU）、供电电源及附属设施等组成。

设置水量监测点前，应调查并收集取用水户拟建监测点的基本信息采集表（见附录A）、取水管网布局、用水类型、用水量等。监测点应满足监测目的和监测精度的要求，宜设置在交通、通信、电源接入方便的位置。

## 4.2 监测断面的布设原则

## 4.2.1 管道监测

管道监测点应设置在取用水户引水管的总管上，并应做到对该取用水户的引水管道全部监测。

## 4.2.2 明渠监测

明渠监测点应安装在明渠渠首位置，监测点断面应满足下列要求：

- a) 宜选择在河道顺直、河床稳定、水流集中的河段；
- b) 无明显冲淤变化、无水草影响、无回流漩涡、流速分布均匀、层流速分布有规律；
- c) 水位面积关系稳定；

d) 渠道坡比相对较大、含沙量小。

## 5 管道监测

### 5.1 一般规定

本规范所指的管道监测仅适用于满管（有压管道及箱涵）流量监测，采用的监测仪器主要有：电磁流量计、超声流量计（声学时差法、声学多普勒法）以及电子远传水表等。非满管管道及箱涵可参照明渠监测。

### 5.2 监测断面选择

声学时差法流量计（含插入式、外夹式）、电子远传水表安装位置前直管段长度应大于管径的10倍，安装位置后直管段长度应大于管径的5倍。

电磁流量计安装位置前直管段长度应大于管径的5倍，安装位置后直管段长度应大于管径的3倍。直管段长度不足的情况，为确保监测精度，宜采用多声道的时差法管道流量计。

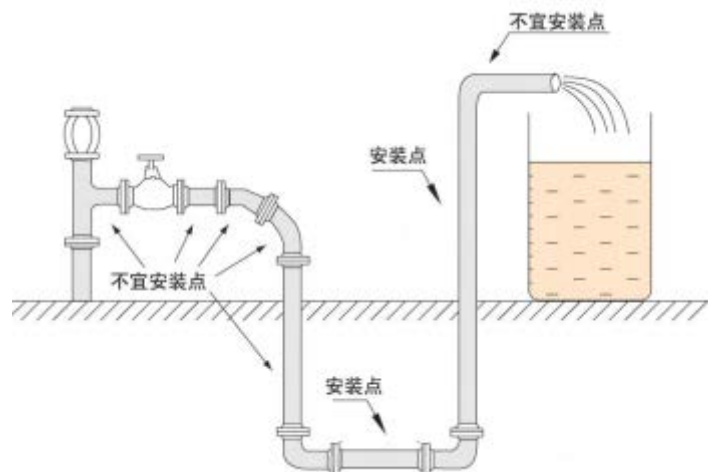


图1 管道流量计安装位置示意图

### 5.3 安装方式

管道监测仪器安装方式可选用截管式、插入式、外敷式、内贴式等。

在埋地管道的位置安装监测仪器时，应开挖安装仪表井，为监测仪器安装维护提供条件。

在管道不允许加工（切割、焊接法兰）的场合，可选择插入式，不宜采用外夹式安装。

对大型非金属材料的管道（涵洞）场合，可选用声学时差法流量计，采用换能器内贴式安装。

### 5.4 监测仪器使用与推荐

电磁流量计：适用管径小于2 000 mm。

超声波流量计：适用管径大于300 mm。

电子远传水表：适用管径小于500 mm。

原则上管道监测宜选用电磁流量计，管径不小于300 mm可选用插入式超声波流量计或远传电子水表。

流量监测范围在监测仪器选型时应查阅产品技术指标进行选择。

## 5.5 通用技术要求

### 5.5.1 气候 环境适应性要求

管道监测设备应满足以下要求：

——水下设备：

- 0℃~35℃。

——水上设备：

- 温度：-20℃~55℃；
- 相对湿度：不大于90%。

### 5.5.2 电源要求

监测仪器电源宜采用双电源，主电源采用市电，备用电源采用太阳能或风能。

### 5.5.3 接口要求

监测仪器设备接口应满足以下要求：

——增量计数（脉冲）型输入接口；

——模拟量 接口：（4~20）mA 或（0~5）V；

——频率量（正弦波或方波）；

——并行接口；

——串行接口：RS485\SDI-122；

——开关量接口。

### 5.5.4 外观要求

5.5.4.1 外观表面应清洁、无脱漆、无锈蚀，不得有毛刺、裂纹、变形等现象。

5.5.4.2 显示面板应整洁，字迹清晰、准确，不得有划痕。

5.5.4.3 各部分连接应牢固，紧固件无松动、缺损等现象。

5.5.4.4 数据采集（测控）终端机的机箱内醒目位置应附详细的接线标识，标识出终端机与不同传感器的接口；密封条安装应正确、平整，无影响密封性能的缺陷。

5.5.4.5 数据采集（测控）终端机的箱体外观醒目位置应喷涂警示标志，可参考附录B。

### 5.5.5 外壳防护要求

在水下工作的部分，外壳防护等级应不低于IP68，外壳材质宜采用304或316不锈钢。在水上工作的部分，安装在室内的，外壳防护等级应不低于IP54；安装在室外的，外壳防护等级应不低于IP55，并应设户外天线护套。

## 5.6 监测仪器及技术参数

### 5.6.1 声学时差法管道流量计

准确度等级和最大允许误差：准确度等级和最大允许误差参见表1的规定。

表1 准确度等级和最大允许误差

准确度等级	1.0	1.5	2.5
最大允许误差，%	≤1.0	≤1.5	≤2.5



- 重复性：应不大于相应等级最大允许误差的 0.2 倍；
- 可靠性：在满足正常维护条件下，接触式：MTBF $\geq$ 25 000 h；外夹式：可靠度 R(t) 应大于 0.99；
- 其他：
  - 外夹式流量计应标明适用管径范围；
  - 计量检定结论应为合格，计量检定依据是《超声流量计检定规程》；
  - 其他方面应满足《超声波管道流量计》的规定。

### 5.6.2 声学多普勒管道流量计

准确度等级和最大允许误差：在固体悬浮物浓度不小于60 mg/L，流速0.3 m/s~10 m/s的条件下，参见表2。

表2 准确度等级和最大允许误差

准确度等级	1.5	2.5
最大允许误差，%	$\leq 1.5$	$\leq 2.5$

- 重复性：应不大于相应等级最大允许误差的 0.5 倍；
- 可靠性：在满足正常维护条件下，接触式：MTBF $\geq$ 25 000 h；外夹式：可靠度 R(t) 应大于 0.99；
- 其他：
  - 外夹式流量计应标明适用管径范围；
  - 计量检定结论应为合格，计量检定依据是《超声流量计检定规程》；
  - 其他方面应满足《超声波管道流量计》的规定。

### 5.6.3 电磁管道流量计

准确度等级和最大允许误差：准确度等级和最大允许误差参见表3的规定。

表3 准确度等级和最大允许误差

准确度等级	0.5	1.0	1.5	2.5
最大允许误差，%	$\pm 0.5$	$\pm 1.0$	$\pm 1.5$	$\pm 2.5$

- 重复性：应不超过相应等级最大允许误差绝对值的 1/3；
- 可靠性：在满足正常维护条件下，MTBF $\geq$ 25 000 h；
- 其他：
  - 计量检定结论应为合格，计量检定依据是《电磁流量计检定规程》；
  - 其他方面应满足《电磁管道流量计》的规定。

### 5.6.4 电子远传水表

电子远传水表主要参数应满足以下要求：

- 最大允许误差：应不大于 2 %，流量测量范围低端应不大于 5 %；
- 工作水质环境：用于原水计量时，应注意考虑含沙量的影响；

——最大允许工作压力：公称口径小于 500 mm 时，至少应达到 1.0 MPa；

——可靠性：在正常使用条件下，电子装置的 MTBF $\geq$ 4 000 h；

——其他：

- 水表的计量检定结论应为合格，检定依据是《冷水水表检定规程》；
- 其他方面应满足《电子远传水表》的规定。

## 5.7 安装基础及附属设施

### 5.7.1 仪表井

监测仪器采用开挖安装仪表井安装时，仪表井应满足以下要求：

- a) 仪表井位置应选择在地下水位较低且周边排水通畅的位置；
- b) 仪表井较浅时采用砖混结构，当埋深大于 2 m 时应采用钢筋混凝土结构，混凝土强度等级不小于 C25；
- c) 仪表井尺寸应根据地埋管道的直径确定，应预留必要的施工、维修空间。一般情况，当管径 $\leq$ 500 mm 时，应预留不小于 300 mm 的安装空间；当管径 $>$ 500 mm 时，应预留不小于 800 mm 的安装空间，特殊情况可适当加大；
- d) 仪表井井口应安装防水铁皮盖板，盖板应高出周边地面不小于 150 mm，并设防盗装置；
- e) 埋深大于 2 m 的仪表井应安装钢爬梯，井内、外线路应穿钢管保护敷设；
- f) 仪表井内应安装排水管与附近排水渠连接，不具备排水条件的应在工作人员巡检时及时抽排井内积水；
- g) 仪表井附近应安装警示标志。

### 5.7.2 仪表箱及支架

仪表箱可选择立杆安装、挂壁安装、落地安装，立杆安装应符合以下要求，其他安装方式应满足相关规范要求：

- a) 立杆由热镀锌钢管和混凝土基础组成。立杆与基础之间用螺栓连接，高度应不小于 2 m，安装于野外的可适当加高，并考虑防盗、防损等措施；
- b) 立杆应埋设于地基情况良好，场地平整位置；
- c) 立杆采用热镀锌钢管，管壁应做防锈喷漆处理，杆上应喷警示标志；
- d) 立杆应设避雷针，避雷针高度应对所有设备起到保护作用；
- e) 立杆基础防雷接地电阻应小于 4 欧姆，否则，应加装人工接地装置。

## 6 明渠监测

### 6.1 监测断面选择

6.1.1 监测断面宜设在建筑物下游河（渠）道整齐、顺直，水流平稳、无支流交汇分流的河（渠）段上。监测断面距消能设备末端的距离应不小于消能设备距堰闸距离的 5 倍。

6.1.2 建筑物下游不具备监测断面布设要求时，可在建筑物上游的适宜位置设立监测断面，并应符合下列要求：

- a) 建筑物上游应有足够长度的顺直平缓河段，流速分布正常，处于缓流状态，顺直河段长度，一般应不小于过水断面总宽的 3 倍；当堰闸宽度小于 5 m 时，顺直河段长度应不小于最大水头的 5 倍；

- b) 无闸门的堰，监测断面设于堰上游水流平稳处，与堰进口的距离，应不小于水尺断面至堰距离的2倍。高堰则应避开堰坎对断面垂线流速分布的影响；
- c) 有孔流出现的堰闸，监测断面距闸的距离应满足避开闸门阻水对断面流速分布的影响。
- 6.1.3 监测断面离开建筑物不宜过远，应避免河槽调节水量的影响。
- 6.1.4 为便于流量系数进行现场率定，应在建筑物的上游或下游附近，设立可采用流速仪或走航式ADCP进行率定的监测断面。

## 6.2 安装方式与要求

### 6.2.1 雷达流量计

雷达流量计可根据明渠宽度选择单点杆式、多点阵列式或移动式安装。明渠宽度小于20 m的宜选用单点杆式安装；明渠宽度大于20 m的宜选用阵列式或移动式安装。阵列式安装的监测仪器间距不应大于15 m。

### 6.2.2 水平式 ADCP

水平式ADCP可根据河道岸坡情况及通航要求选择垂直式、斜（坡岸）式安装。对影响航道的安装位置应采用河岸向后开挖方式，向后开挖长度应保证安装支架不影响航道，开挖深度与宽度应根据向后开挖长度计算，确保超声波声道（双束声道的夹角为40度）不受阻挡，并预留仪器支架、水位井的安装空间。

表4 河宽与水深关系表

300 KHz 水平式 ADCP 距离与水深关系（换能器直径 0.15 m，声束开角 2.2°）			
距离（m）	水深（m）	距离（m）	水深（m）
20	0.967	180	7.506
40	1.785	200	8.323
60	2.602	220	9.141
80	3.419	240	9.958
100	4.237	260	10.775
120	5.054	280	11.593
140	5.871	300	12.410
160	6.689		
600 KHz 水平式 ADCP 距离与水深关系（换能器直径 0.12 米，声束开角 1.5°）			
距离（m）	水深（m）	距离（m）	水深（m）
10	0.399	60	1.792
20	0.677	70	2.07
30	0.956	80	2.349
40	1.234	90	2.627
50	1.513		

表4 河宽与水深关系表（续）

1 200 KHz 水平式 ADCP 距离与水深关系（换能器直径 0.07 m，声束开角 1.5°）			
距离（m）	水深（m）	距离（m）	水深（m）
2	0.126	16	0.516
4	0.181	18	0.571
6	0.237	20	0.627
8	0.293	22	0.683
10	0.349	24	0.739
12	0.404	25	0.767
14	0.460		

### 6.2.3 座底式 ADCP

座底式 ADCP 采用座底式安装，适用于有较长漫滩或河床呈不规整形状的河道断面，座底式 ADCP 技术参数见表 5。

表5 座底式 ADCP 测量范围

频率	1 MHz	2 MHz
测量范围	50 m	25 m
波束开角/声束宽度	1.4°	1.5°

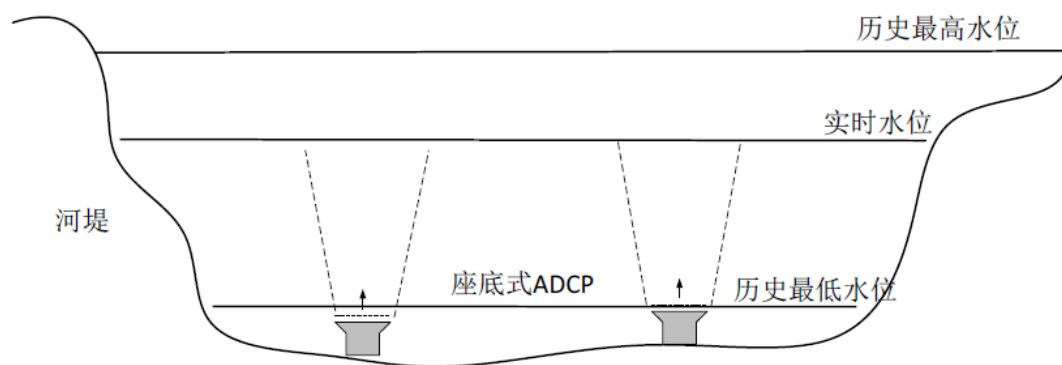


图2 座底式 ADCP 测流安装示意图

### 6.2.4 超声波时差法流速仪

6.2.4.1 根据明渠通航要求和施工难易程度可选用有线或无线超声波时差法流速仪。

6.2.4.2 根据河道几何形状、河道水位可选择单声路、交叉双声路或多层声路的测流方式。

6.2.4.3 超声波时差法可根据河道岸坡情况及通航要求，选择垂直式、斜（坡岸）式安装。对影响航道的安装位置应采用河岸向后开挖方式，向后开挖长度应保证安装支架不影响航道，开挖深度与宽度应根据向后开挖长度计算，确保超声波声道不受阻挡，并预留仪器支架、水位井的安装空间。

表6 超声波时差法流速仪频率与河宽关系表

频率	28 kHz	200 kHz	500 kHz	1 MHz
测量范围	200~2 000 m	1~200 m	1~100 m	0.5~15 m

### 6.3 监测仪器使用与推荐

6.3.1 雷达流量计对流体的含沙量、杂质及断面形式无特殊要求，适用范围广，设备的维护简单、维护成本低。

6.3.2 时差法流速仪发射频率较低，传感器发射角较窄，适合于河道较宽，水位变幅大的河流，同时应考虑布置多层传感器。

6.3.3 水平式多普勒流速仪适用于监测断面水位变幅较小的河道。

6.3.4 座底式多普勒流速仪适用于监测断面水位变幅较大、淤积较小、非通航河道。

6.3.5 采用水工建筑物及其他流量监测方式的参照《河流流量测验规范》执行。

### 6.4 通用技术要求

#### 6.4.1 气候 环境适应性要求

监测仪器设备应满足以下要求：

——水下设备：0℃~35℃；

——水上设备：-20℃~55℃；

相对湿度：不大于90%。

#### 6.4.2 电源要求

监测仪器电源宜采用双电源，主电源采用市电，备用电源采用太阳能或风能。

#### 6.4.3 接口要求

明渠监测仪器接口应满足以下要求：

——增量计数（脉冲）型输入接口；

——模拟量 接口：（4~20）mA 或（0~5）V；

——频率量（正弦波或方波）；

——并行接口；

——串行接口：RS485\SDI-122；

——开关量接口。

#### 6.4.4 外观要求

6.4.4.1 外观表面应清洁、无脱漆、无锈蚀，不得有毛刺、裂纹、变形等现象。

6.4.4.2 显示面板应整洁，字迹清晰、准确，不得有划痕。

6.4.4.3 各部分连接应牢固，紧固件应无松动、缺损等现象。

6.4.4.4 仪器结构应便于安装、调整、使用和维修，应考虑防盗、防破坏措施。

6.4.4.5 数据采集（测控）终端机箱内醒目位置宜附有详细的接线标识，标识出终端机与不同传感器的接口，密封条安装应正确、平整，无影响密封性能的缺陷。

6.4.4.6 监测设备安装机箱的箱体外观醒目位置应喷涂警示标志，可参考附录 C。

#### 6.4.5 外壳防护要求

在水下工作的部分，其外壳防护等级应不低于IP68，外壳材质宜采用304或316不锈钢。在水上工作的部分，安装在室内的，外壳防护等级应不低于IP54，安装在室外的，外壳防护等级应不低于IP55。

## 6.5 监测仪器及技术参数

### 6.5.1 雷达波流速仪

雷达波流速仪主要参数应满足以下要求：

- 测量范围：0.2 m/s~10 m/s；
- 分辨率：0.001 m/s、0.01 m/s；
- 准确度：波束水平角如附录C图C.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0.5 m/s时，置信水平为95%时的绝对不确定度不大于0.02 m/s；
- 测速距离：流速大于0.5 m/s时，波束有效测速工作距离应不小于20 m；

注：指电波流速仪与被测水面点的垂线距离。

- 可靠性：在满足正常维护条件下，MTBF $\geq$ 25 000 h；
- 其他：应满足《河流流量测验规范》的规定。

### 6.5.2 声学时差法明渠流量计

声学时差法明渠流量计主要参数应满足以下要求：

- 测量范围：低速端应不大于 $\pm 0.02$  m/s；高速端应不小于 $\pm 5$  m/s；
- 流速测量误差：应不大于 $\pm 2\%$ ；
- 水中声道长度：1 m~1 000 m或更长；
- 可靠性：在满足正常维护条件下，MTBF $\geq$ 25 000 h；
- 其他：应满足《河流流量测验规范》的规定。

### 6.5.3 声学多普勒流速仪

声学多普勒流速仪主要参数应满足以下要求：

- 测量范围：-4 m/s~4 m/s、-9 m/s~9 m/s；
- 流速测量误差：应不大于 $1\% \pm 0.005$  m/s；
- 流向测量范围：0°~360°；
- 流向测量误差：应不大于 $\pm 5^\circ$ ；
- 流速剖面最大测量深度：
  - 水平式 ADCP。水平式 ADCP 相关工作频率的流速剖面仪流速剖面测量范围可参见表 7；

表7 水平式 ADCP 测量范围

工作频率/kHz	300	500	600	1 000	1 200	1 500	2 000	3 000
测量范围/m	2~300	1.5~120	1~120	0.85~120	0.5~20	0.5~20	0.5~25	0.1~5

- 座底式 ADCP。座底式 ADCP 相关工作频率的流速仪流速剖面测量范围可参见表 8；

表8 座底式 ADCP 测量范围

工作频率/kHz	600	2 000	2 400	3 000
测量范围/m	1~120	0.75~22.5	0.2~5	0.08~5

——起始测量深度:

- 水平式 ADCP。水平式 ADCP 相关工作频率的流速剖面仪水深测量范围见表 9;

表9 水平式 ADCP 水深测量范围

工作频率/kHz	300	500	600	1000	1200	1500	2000	3000
测量深度/m	0.1~20							

——可靠性: 在满足正常维护条件下, 固定式: 平均无故障工作时间 MTBF $\geq$ 25 000 h;

——其他: 应满足《声学多普勒流量测验规范》的规定:

- 座底式 ADCP。座底式 ADCP 相关工作频率的流速剖面仪水深测量范围见表 10。

表10 座底式 ADCP 水深测量范围

工作频率/kHz	600	2 000	2 400	3 000
测量深度/m	/外接水位计	/外接水位计	0.1~10	0.05~5

## 6.6 监测精度要求

明渠监测精度要求应不低于表11。

表11 明渠监测精度要求

适用范围	误差范围
非农业明渠监测和 $\geq$ 30 万亩农业灌区明渠监测	<9 %
$\geq$ 5 万亩农业灌区明渠监测	<10 %
<5 万亩农业灌区明渠监测	<12 %

## 6.7 率定与比测

### 6.7.1 率定与比测方法

明渠监测仪器的率定与比测应以流速仪法为主, 率定实测流量应不少于30次, 并遵照《河流流量测验规范》执行。特殊情况可使用ADCP法, 遵照《声学多普勒流量测验规范》执行。

率定与比测断面应选在监测断面下游代表性可靠、区间无水量加入或引出的渠段。

### 6.7.2 流速仪法率定要求

明渠率定应采用多线多点法进行, 具体要求:

- 测速垂线。测速垂线应均匀分布, 并控制断面地形和流速沿断面分布的转折变化, 水面宽 $\leq$ 10 m 时, 垂线数应不少于 6 条, 水流条件复杂时适当加密; 水面宽 $>$ 10 m, 依据精度要求, 参照《河流流量测验规范》确定测速垂线数;
- 垂线测点。一般采用 5 点法 (水面, 0.2 h, 0.6 h, 0.8 h, 渠底) 测速; 水流条件稳定的断面, 在保证测验精度的前提下, 可采用 3 点法 (0.2 h, 0.6 h, 0.8 h) 测速; 垂线流速分布复杂的断面, 宜采用 11 点法测速;
- 测点流速测验历时。单个测点流速测验历时应不少于 100 s。

### 6.7.3 率定与比测成果

明渠监测率定与比测成果应包括断面测量、水位测量、流速测量、水温测量、流向测量等，率定与比测完成后，应进行资料整编，撰写率定报告。

## 6.8 安装基础及附属设施

### 6.8.1 一般规定

明渠监测仪器可采用垂直式、斜（坡岸）式、座底式、杆式、阵列式等安装方式，垂直式、斜（坡岸）式、座底式安装方式需满足相关规范要求。杆式、阵列式安装需满足以下要求。

### 6.8.2 杆式安装

- 6.8.2.1 杆式安装由热镀锌钢管立柱、热镀锌钢管横臂及安装基础组成，各部件之间由螺栓牢固连接。
- 6.8.2.2 立柱高度应不小于 6 m，钢管横臂臂长可根据渠道中泓线位置确定。
- 6.8.2.3 立柱安装位置应满足防洪要求，立柱及横臂强度应满足安装位置气象条件及荷载要求。
- 6.8.2.4 立柱应考虑防盗、防损等要求，仪表箱及其他设备安装位置距地高度应不小于 4 m。
- 6.8.2.5 立柱及横臂应做防锈喷漆处理，立柱上应喷涂警示标志。
- 6.8.2.6 立柱基础采用钢筋混凝土独立基础，混凝土强度等级不小于 C30。
- 6.8.2.7 立柱基础应埋置于堤顶平地处，如堤顶无埋置条件，亦可埋置在邻河堤坡上。
- 6.8.2.8 埋置在邻河堤坡上的独立基础应增加埋深，减少混凝土外漏尺寸，满足基础下地基土的抗冲刷要求，并应在适当范围内做混凝土护坡处理。如监测断面无法保证基础稳定要求，立柱基础应采用桩基础。
- 6.8.2.9 立柱顶部和横臂固定监测仪器处应设避雷针，避雷针高度应满足对所有设备的保护要求。
- 6.8.2.10 立柱基础防雷接地电阻应小于 4 欧姆，否则，应加装人工接地装置。

### 6.8.3 阵列式安装

- 6.8.3.1 阵列式安装宜借助于横跨渠道的桥梁安装，监测断面无桥梁安装时，可架设缆绳安装。
- 6.8.3.2 阵列式安装应将监测仪器固定于桥梁上游侧，供电电缆和控制线缆敷设应采用钢管或桥架保护。
- 6.8.3.3 架设缆绳应包括热镀锌钢管立柱、缆道拉索、拉锚及基础等，应以维护方便、耐用的原则，由具有相应资质的企业设计、施工。
- 6.8.3.4 钢管立柱高度应根据渠道宽度等确定，应不小于 6 米；立柱及缆绳强度应满足安装位置气象条件及荷载要求。
- 6.8.3.5 仪表箱及太阳能电池板等设备安装于立柱上，离地面高度应不小于 4 米。
- 6.8.3.6 立柱应考虑防盗、防损等要求，仪表箱及其他设备安装位置，距地高度应不小于 4 m。
- 6.8.3.7 立柱基础采用钢筋混凝土独立基础，混凝土强度等级不小于 C30。
- 6.8.3.8 基础应埋置在河堤顶部平地处，如堤顶无埋置条件，亦可埋置在邻河堤坡上；埋置在邻河堤坡上的独立基础应增加埋深，减少混凝土外漏尺寸，满足基础下地基土的抗冲刷要求，并应在适当范围内做混凝土护坡处理。如监测断面无法保证基础稳定要求，立柱基础应采用桩基础。
- 6.8.3.9 立柱顶部应设避雷针，避雷针高度应满足对所有设备的保护要求。
- 6.8.3.10 立杆基础防雷接地电阻应小于 4 欧姆，否则，应加装人工接地装置。

## 7 数据传输

### 7.1 一般规定



山东省辖区内组织实施的水资源监测建设项目均应将监测数据上传至山东省水资源信息管理平台。数据采集和传输应符合下述约定。

## 7.2 地址域约定

地址域编码规则：地址域由行政区划码A1、测站地址A2组成，共5个字节。行政区划码 A1，按《中华人民共和国行政区划代码》的规定执行。具体编码方法：用6位十进制数字表示，前两位为省（区、市）码，中两位数字为地（市）码，后两位数字为县（区）码。测站、中继地址A2由2字节二进制数据组成，测站选址范围为1-60000，中继站选址范围为60001-65534。65535为广播地址，0为无效地址。

## 7.3 链路检测约定

链路检测（AFN=02H）命令在中心站可用于通信链路登录、退出登录、在线保持。终端首次连接到上位机或与上位机重新连接时，需要发送登录帧。终端每1-10分钟定时向上位机发送链路检测数据包，作为保持在线的心跳指令，上位机对于终端发送的登录帧和在线保持帧会予以回应。具体时间间隔可在1-10分钟自行决定。对于不需要24小时实时在线的设备，可不进行实时在线链路检测。

## 7.4 自定义自报实时数据

自定义自报实时数据（AFN=C1H）命令，该命令针对取排水量监测，需要采集瞬时流量和累计流量的情况下适用，用于取代自报实时数据（AFN=C0H）。具体要求：

- 自定义自报实时数据条件：默认每隔1小时自报当前流量数据；以每日00:00时为基准点，可灵活调整时间间隔；
- 如终端内有未发送成功的自定义自报数据时，当终端再次连接到上位机后，需自动补发未发送成功的自定义自报数据，上位机给予响应；
- 自定义自报数据，不考虑当前终端的工作模式，必须支持自报。

协议规定：数据域为14字节，由10字节“流量”数据和4字节“终端报警状态和终端状态”数据组成。“流量”数据前5字节为瞬时流量，单位 $m^3/h$ ，保留3为小数；后5字节为累计流量，单位 $m^3$ ，无保留小数；“流量”数据为BCD码编码，低位在前，高位在后；终端报警状态和终端状态数据为BIN码。

终端自定义自报数据格式如下：

表12 终端自定义自报数据格式

68H
L
68H
C
A
AFN=C1H
数据域（14字节）
TP（6字节自定义时间）
CS
16H

表13 上位机响应终端自定义自报数据

68H
L
68H
C
A
AFN=C1H
数据域（1字节）
CS
16H

数据为1个字节 HEX，00H 时遥测终端在兼容工作状态；01H 时遥测终端在自报工作状态；02H 时遥测终端在查询/应答工作状态；03H 时遥测终端在调试/维修状态。

#### 7.5 设置遥测终端的数据自报种类及时间间隔

请求帧和响应帧的地址域A与数据域值应完全相同，控制域C值不同。自报时间间隔支持国标规定，1~9999分钟内任意时间间隔设置。

表14 设置遥测终端的数据自报种类及时间间隔

68H
L
68H
C
A
AFN= A1H
数据域（30 个字节）
PW
Tp
CS
16H

数据域的第 1—2 字节（BIN）为上报数据的种类：

- a) D0——置“1”为主动上报雨量数据，清“0”为不上报雨量数据；
- b) D1——置“1”为主动上报水位数据，清“0”为不上报水位数据；
- c) D2——置“1”为主动上报流量（水量）数据，清“0”为不上报流量（水量）数据；
- d) D3——置“1”为主动上报流速数据，清“0”为不上报流速数据；
- e) D4——置“1”为主动上报闸位数据，清“0”为不上报闸位数据；
- f) D5——置“1”为主动上报功率数据，清“0”为不上报功率数据；

- g) D6——置“1”为主动上报气压数据，清“0”为不上报气压数据；
- h) D7——置“1”为出现上报风速（风向）数据，清“0”为不上报风速（风向）数据；
- i) D8——置“1”为主动上报水温数据，清“0”为不上报水温数据；
- j) D9——置“1”为主动上报水质数据，清“0”为不上报水质数据；
- k) D10——置“1”为主动上报土壤含水率数据，清“0”为不上报土壤含水率数据；
- l) D11——置“1”为主动上报蒸发量数据，清“0”为不上报蒸发量数据；
- m) D12——置“1”为主动上报报警或状态数据，清“0”为不上报报警或状态数据；
- n) D13——置“1”为主动上报水压数据，清“0”为不上报水压数据；
- o) D14——D15 备用。

数据域的第3~30字节为各参数的自报上报时间间隔，每个参数二个字节，取值范围为1~9999，单位为min。依次为雨量、水位、流量（水量）、流速、闸位、功率、气压、风速（风向）、水温、水质、土壤含水率、蒸发量、水压、报警或状态数据。如果本次设置的参数上报时间间隔与上次上报时间间隔数据不同，则修改该参数的上报时间间隔，其他参数的上报时间间隔和上报时间不变。

表15 设置遥测终端的数据自报种类及时间间隔数据格式

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
BYTE 1	BCD 码十位				BCD 码个位			
BYTE 2	BCD 码千位				BCD 码百位			

表16 设置遥测终端的数据自报种类及时间间隔（响应帧）

68H
L
68H
C
A
AFN= A1H
数据域（30 个字节）
PW
Tp
CS
16H

## 7.6 设置遥测终端的工作模式

数据域为1个字节。工作模式类型=00H，设置遥测终端在兼容工作状态；工作模式类型=01H，设置遥测终端在自报工作状态；工作模式类型=02H，设置遥测终端在查询/应答工作状态；工作模式类型=03H，遥测终端在调试/维修状态。请求帧和响应帧的地址域A与数据域值应完全相同，控制域 C 值不同。终端默认设置为“查询/应答”的工作模式。

表17 设置遥测终端的工作模式请求帧

68H
L
68H
C
A
AFN= 12H
数据域 (1 个字节)
PW
TP
CS
16H

表18 设置遥测终端的工作模式 (响应帧)

68H
L
68H
C
A
AFN= 12H
数据域 (1 个字节)
PW
TP
CS
16H

### 7.7 设置遥测终端地址

地址域A为遥测终端旧地址，数据域为新地址。数据域为5字节。请求帧和响应帧的地址域A与数据域值应完全相同，控制域C值不同。

数据格式如下：

表19 设置遥测终端地址 (请求帧)

68H
L
68H
C
A
AFN= 10H
数据域 (5 个字节)
PW

表 19 设置遥测终端地址（请求帧）（续）

TP
CS
16H

终端响应帧格式如下：

表20 设置遥测终端地址（响应帧）

68H
L
68H
C
A
AFN= 10H
数据域（5 个字节）
PW
TP
CS
16H

### 7.8 设置遥测终端时钟

数据域（6字节压缩BCD码）：时钟顺序是年、月、日、时、分、秒，其中公元年=2000+年。D5~D7 编码表示 0~7，1~7对应星期一至星期日，0为无效，请求帧和响应帧的地址域 A 与数据域值应完全相同，控制域C值不同。

表21 设置遥测终端时钟请求帧

68H
L
68H
C
A
AFN= 11H
数据域（6 个字节）
PW
TP
CS
16H

表22 设置遥测终端或中继站时钟（数据域）

	数据格式							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
秒	BCD 码十位			BCD 码个位				
分	BCD 码十位			BCD 码个位				
时	BCD 码十位			BCD 码个位				
日	BCD 码十位			BCD 码个位				
星期-月	星期 BCD 码个位	月 BCD 码十位		月 BCD 码个位				
年	BCD 码十位			BCD 码个位				

表23 设置遥测终端或中继站时钟（响应帧）

68H
L
68H
C
A
AFN= 11H
数据域（6 个字节）
PW
TP
CS
16H

## 8 安装调试

### 8.1 安装调试之前

- 8.1.1 应确认所安装设备有产品合格证，监测仪器应提供完整的校准证明，确保所有安装设备合格，并满足规范要求。
- 8.1.2 确认监测断面位置具备稳定的流场长度，并保证监测仪器适用的安装条件，以确保监测仪器测量精度。
- 8.1.3 应提前对拟安装位置采用相同原理的便携式监测仪器进行预测量，为后续安装提供参考或精度校准。
- 8.1.4 确保数据采集终端的传输规约满足规范要求，并提前与上位机完成联调联试工作。
- 8.1.5 确认安装位置地理坐标及现场关键位置照片并及时上传信息。
- 8.1.6 监测仪器及附属设备选用的供电电缆截面应不小于 4 mm<sup>2</sup>。
- 8.1.7 监测点通信设备天线，应根据采用通信方式的技术要求选择，确保通信信道正常。
- 8.1.8 安装调试前应检测系统接地电阻应不大于 4 欧姆，否则应增加人工接地极。

### 8.2 安装调试之中

- 8.2.1 监测点设备应按照设备使用说明书安装调试，施工质量要符合以下要求：

- a) 零部件应齐全、清洁、完好；
  - b) 接线端、接插件及连接部位应光洁、无锈蚀；
  - c) 支架及接地装置应牢固、无锈蚀和损伤；
  - d) 监测设备和线缆都应有明显的标识；
  - e) 终端机箱外部线缆敷设，室内采用 PVC 管防护，室外采用钢管防护；
  - f) 在安装调试中应对设备的安装和调试做详细的记录，记录内容有监测站基本信息、设备清单、厂家和型号、参数配置、场景照片等；
  - g) 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，防止打火或锈蚀情况的出现。
- 8.2.2 调试步骤及试验要求：
- a) 监测仪器及附属设备的所有连线应在断电情况下按照说明书要求正确连接，接线应牢固；
  - b) 现场布线时应注意电源线与信号线分离走线（太阳能板接线参照电源线），防止信号干扰，并排除意外短路导致精密设备受损的情况；
  - c) 太阳能供电线路要严格按照功率参数计算好对应最大工作电流，并按照行业标准选用对应线径的线缆进行连接，谨防发生意外；
  - d) 数据采集终端机箱内应在显眼位置附有详细接线图，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；
  - e) 在确认仪器连线正确无误后方可给仪器上电，上电后应严格按照仪器说明书要求进行各项参数设置；
  - f) 在确认仪器所有接线均完成的条件下，可进行信号测试，确保监测系统各模块正常运行；
  - g) 管道监测应在管道保持一定水压力的情况下，瞬时流量应观察 3 次以上，每次观察不少于 1 分钟，若几次瞬时流量值相互误差均在 1%以内，则流量计工作正常；
  - h) 明渠监测应采用流速仪法或 ADCP 法进行率定与比测，监测数据与率定比测数据误差在精度要求内的可正式投入使用，否则，应重新率定与比测；
  - i) 启动 RTU 对监测仪器的累积水量进行采集，应采集 3 组以上，每组采集间隔不少于 3min，将每次 RTU 显示的累积水量与流量计的累积水量进行对照，如两数值完全一致，则满足监测要求，否则，应重新调试，直至数据正确。

### 8.3 安装调试完成

- 8.3.1 安装和调试完成后应填写监测设备现场安装调试记录表，见附表 A.3。
- 8.3.2 监测数据上报应确保每小时水量上报和日水量上报信息。
- 8.3.3 安装调试结束后，安装者、设计方应提供下列资料：
- a) 安装者应提交各监测点安装设备清单及软件版本信息；
  - b) 安装者应提交安装调试记录，记录内容应包含每个监测点联调的项目、调试方法及过程、调试后的技术指标等。
- 8.3.4 以上述内容为基础，提交系统安装调试报告。

附 录 A  
(资料性附录)

取用水户水量监测点基本信息采集表

A.1 管道型监测站基本信息采集表

1. 流量计类型选填“声学时差法流量计、电磁流量计、电子远传水表、其他”等类型。
2. 信号输出接口选填“数字、模拟、其他”等类型。
3. 安装方式选填“截管式、插入式、外敷式、内贴式、其他”等类型。
4. 传输信道选填“北斗卫星、GPRS、CDMA、SMS、超短波、有线通讯、其他”等类型。
5. 终端箱安装方式选填“杆式、壁挂式、基座式、其他”等类型。
6. 供电方式选填“完全太阳能供电、市电、市电、太阳能互补供电、其他”等类型。
7. 无线信号强度选填“强、一般、弱”等类型。
8. SIM卡购置方式选填“业主统一购置、承建商分别购置、其他”等类型。
9. 所在河流、河流代码：本级河流无法确定时，可填写上级河流名称和代码。

表A.1 管道型监测站基本信息采集表

监测点名称		监测点代码	
监测点地址		东经	北纬
一、监测点管理信息			
取用水户名称		取用水户代码	
联系人姓名	职务	联系人电话	
取水许可证编号		许可年取水量(万 m <sup>3</sup> )	
管理单位名称		管理单位代码	
联系人姓名	职务	联系人电话	
是否作为水资源税征缴依据		是否作为水资源费/税复核依据	
二、取水工程基本信息			
取水口所在河流		河流代码	
取水水源类型		取水方式	
取水用途		取水工程类型	
三、监测计量基本信息			
管道材质	钢管 <input checked="" type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> 铸铁 <input type="checkbox"/> 其他:	管道内径	mm
前直管段长度	cm	后直管段长度	cm
设计最大过流能力	立方 m/秒		
流量计类型		安装方式	
流量计量程		信号输出接口	
施工单位名称		完成施工日期	
联系人姓名	职务	联系人电话	



流量计质量鉴定单位名称			
四、数据传输基本信息			
所用 RTU 站名称		RTU 站代码	
传输信道（主）		传输信道（备）	
终端箱安装方式		供电方式	
是否雷电多发区		无线信号强度	
是否已更换物联网 SIM 卡		SIM 卡购置方式	
数据接收单位名称		单位代码	
五、现场相片			
监测点相片		RTU 站相片	

注：可添加附页

#### A.2 明渠型监测站基本信息采集表填写说明：

1. 含沙量及漂浮物选填“多、一般、少”等类型。
2. 水量计量方法选填“单水位推流、水位计+单点流速仪推流、其他”等类型。
3. 计量仪类型选填“流速仪、其他”等类型。
4. 计量设施类型选填“薄壁堰、宽顶堰、其他”等类型。
5. 信号输出接口选填“数字、模拟、其他”等类型。
6. 传输信道选填“北斗卫星、GPRS、CDMA、SMS、超短波、有线通讯、其他”等类型。
7. 终端箱安装方式选填“杆式、阵列式、其他”等类型。
8. 供电方式选填“完全太阳能供电、市电、市电、太阳能互补供电、其他”等类型。
9. 无线信号强度选填“强、一般、弱”等类型。
10. SIM卡购置方式选填“业主统一购置、承建商分别购置、其他”等类型。
11. 所在河流、河流代码：本级河流无法确定时，可填写上级河流名称和代码。

表A.2 明渠型监测站基本信息采集表

监测点名称		监测点代码	
监测点地址		东经	北纬
一、监测点管理信息			
取水户名称		取水户代码	

联系人姓名		职务		联系人电话	
取水许可证编号				许可年取水量	
管理单位名称				管理单位代码	
联系人姓名		职务	科员	联系人电话	
是否作为水资源税征缴依据				是否作为水资源费/税复核依据	
二、取水工程基本信息					
取水口所在河流				河流代码	
取水水源类型				取水方式	
取水用途				取水工程类型	
渠道顶宽	cm			渠道底宽	cm
渠道深	cm			设计最大过流能力	15 m <sup>3</sup> /秒
下游是否有水工建筑物影响				含沙量及漂浮物	
三、监测计量基本信息					
水量计量方法				计量设施类型	
计量仪类型				信号输出接口	
流速仪精度				水位计精度	
施工单位名称				完成施工日期	
联系人姓名		职务		联系人电话	
流量率定单位名称					
四、数据传输基本信息					
所用 RTU 站名称				RTU 站代码	
传输信道（主）				传输信道（备）	
终端箱安装方式				供电方式	
是否雷电多发区				无线信号强度	
是否已更换物联网 SIM 卡				SIM 卡购置方式	
数据接收单位名称				单位代码	
五、现场相片					

注：可添加附页

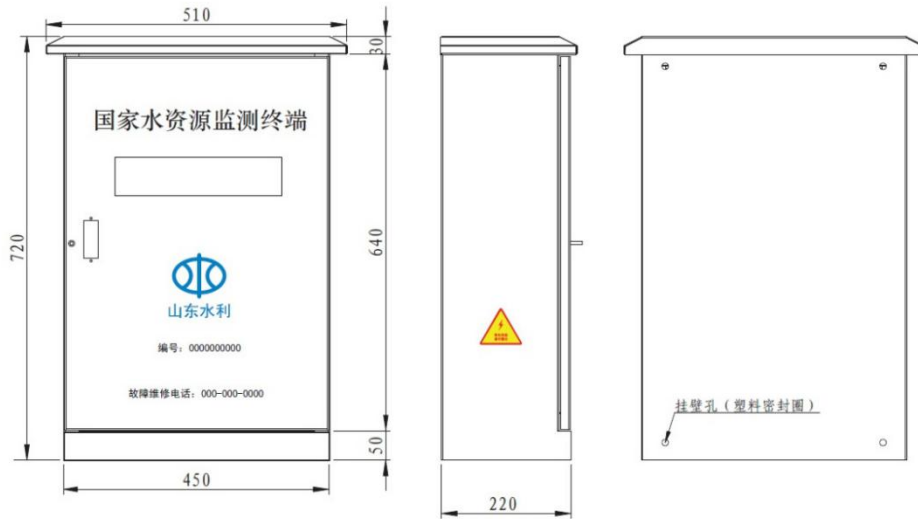
## A.3 监测设备现场安装调试记录表

表A.3 监测设备现场安装调试记录表

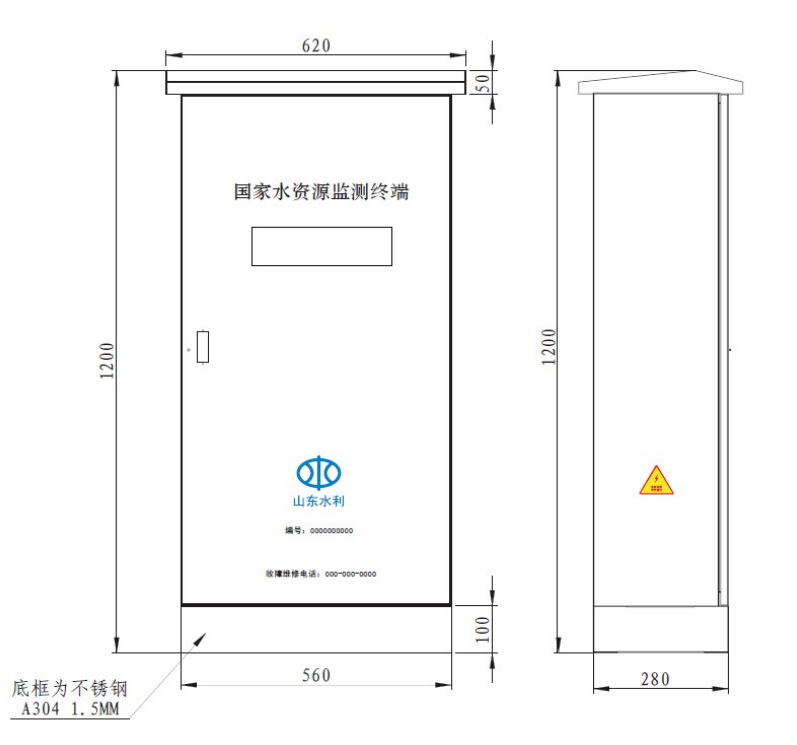
测站名称		测站编码	
监测项目	水位 <input type="checkbox"/> 雨量 <input type="checkbox"/> 流速 <input type="checkbox"/> 流量 <input type="checkbox"/>	站点地址	
安装负责人		安装完成日期	
主信道	北斗卫星 <input type="checkbox"/> 水利卫星 <input type="checkbox"/> GPRS <input type="checkbox"/> CDMA <input type="checkbox"/> SMS <input type="checkbox"/> 超短波 <input type="checkbox"/> 有线通讯 <input type="checkbox"/> 其他:	备用信道	北斗卫星 <input type="checkbox"/> 水利卫星 <input type="checkbox"/> GPRS <input type="checkbox"/> CDMA <input type="checkbox"/> SMS <input type="checkbox"/> 超短波 <input type="checkbox"/> 有线通讯 <input type="checkbox"/> 其他:
经纬度	东经    °    '    "    北纬    °    '    "		
主通讯设备	厂家: 型号: 出厂序列号: RFID 号: 通讯卡号: 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: RFID 号: 通讯卡号: 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: RFID 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 RFID 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: 蓄电池 RFID 号:
电源防雷器	厂家: 型号: 出厂序列号: RFID 号:		

信号 防 雷 器	厂家： 型号： 出厂序列号： RFID 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： 充电控制器 RFID 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			

附录 B  
 (资料性附录)  
 监测设备安装机箱样式示意图

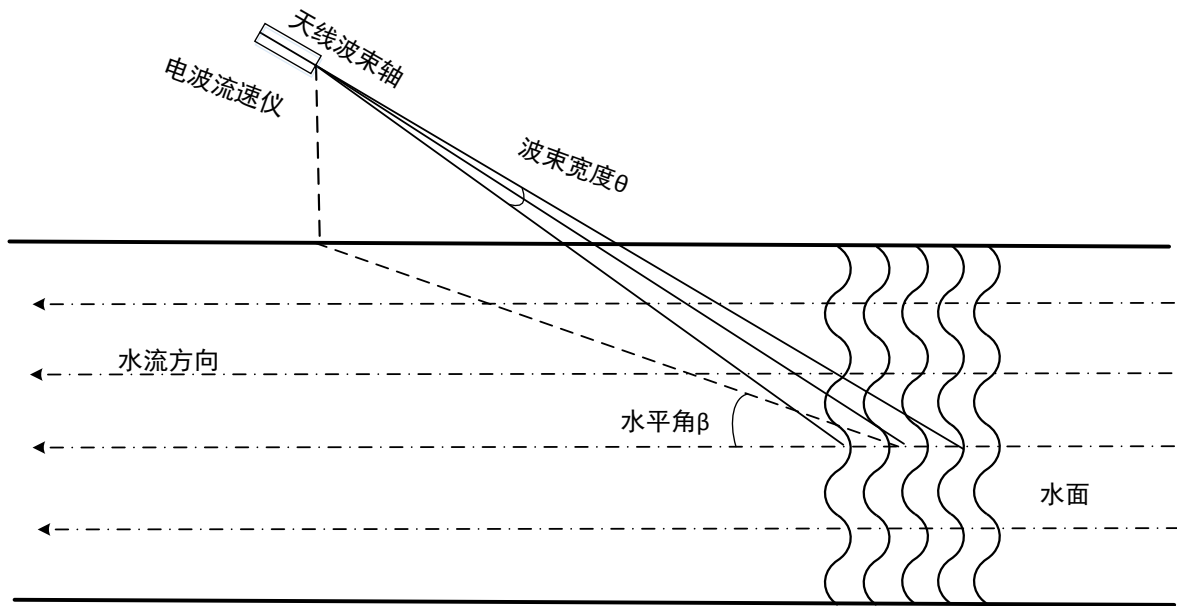


图B.1 壁挂式监测设备安装机箱样式 (一) 参考图

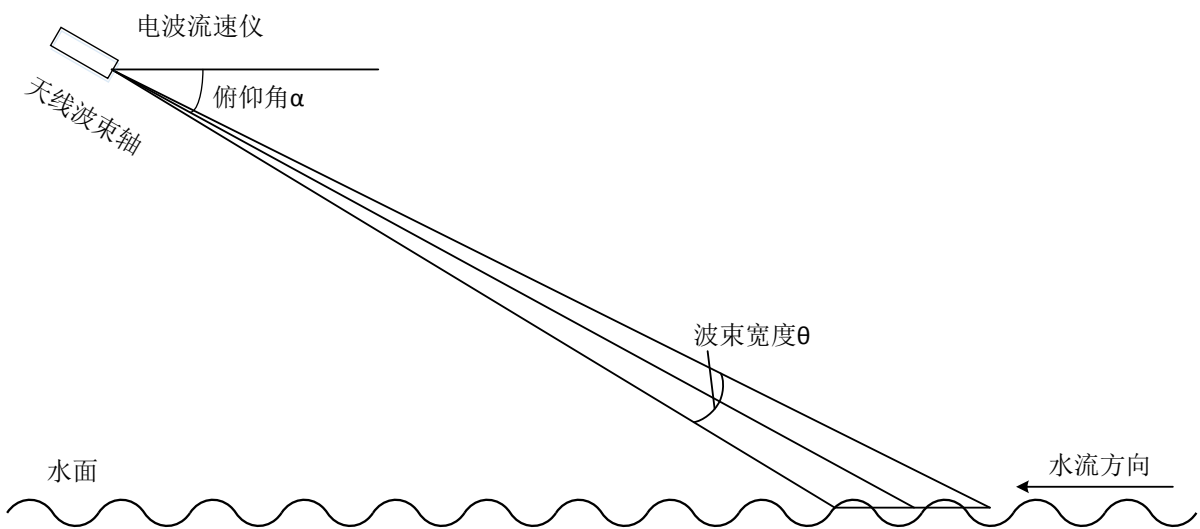


图B.2 落地式监测设备安装机箱样式 (二) 参考图

附录 C  
 (资料性附录)  
 电波流速仪波束水平角及俯仰角示意图



图C.1 波束水平角示意图



图C.2 波束俯仰角示意图