

ICS 07.060
N 93

团体标准

T/CHES XXX—20XX

雷达水位计

Radar stage recorder

（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	IV
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、符号、代号、缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 符号、代号、缩略语	3
4 一般规定	3
5 工作原理、分类和组成	3
5.1 工作原理	4
5.2 分类	4
5.3 组成	4
6 基本参数	5
7 技术要求	6
7.1 外观	6
7.2 工作环境条件	6
7.3 测量特性	6
7.4 显示与记录	7
7.5 响应时间	7
7.6 电气性能	8
7.7 发射中心频率	8
7.8 盐雾	8
7.9 外壳防护等级	8
7.10 抗干扰	8
7.11 机械环境适应性	8
8 数据采集与传输要求	8
8.1 Modbus-RTU 通讯协议	9
8.2 报文传输规约	12
9 试验方法	13
9.1 试验要求	13
9.2 主要试验设备	13
9.3 试验方法的内容	13
10 检验规则	17

10.1	出厂检验	17
10.2	型式检验	17
11	标志和使用说明书	17
11.1	标志	17
11.2	使用说明书	18
12	包装、运输、贮存	18
12.1	包装	18
12.2	运输	18
12.3	贮存	18
13	安装调试、运行维护	18
13.1	安装调试	19
13.2	运行维护	20
14	考核与验收	20
14.1	考核	20
14.2	验收	20
附录 A	(资料性) Modbus-RTU 通讯协议示例	21
附录 B	(资料性) 雷达水位计报文传输规约示例	22
附录 C	(资料性) 雷达水位计典型安装示例	30
参考文献		31

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。

本文件的发布机构对于专利的范围、有效性和验证资料不提出任何看法。专利持有人应向本文件的发布机构保证，他愿意同任何申请人在合理和非歧视的条款和条件下，就使用授权许可证进行谈判。自本文件发布实施之日起，专利持有人未在本文件发布机构进行专利许可备案的，因使用本文件而发生专利侵权的，本文件发布机构不应承担任何责任。

本文件由中国水利学会提出并归口。

本文件起草单位：河海大学、珠江水利委员会珠江水利科学研究院、水利部科技推广中心、南京全水信息科技有限公司、曲靖市阿岗水库工程建设管理局、深圳市宏电技术股份有限公司、广东省水利水电科学研究院、成都万江港利科技股份有限公司、北京精波仪表有限公司、水利部淮河水利委员会水利科学研究院、深圳市华儒科技有限公司、水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心、黄河水利委员会河南水文水资源局、河南水消水利技术咨询有限公司、江苏南水水务科技有限公司。

本文件主要起草人：高玉琴、黄建明、杨跃、娄瑜、袁明道、朱鸿飞、谢文、丁胜、陈琳、黄祚继、陈淑云、徐海峰、张曦明、李刚、李建平、牛睿平、黄显峰、李聂贵、王涛、张旭辉、季国安、储华平、田月红、施克鑫、章薛栋、潘选明、范光伟、李玉梅、刘德军、张龙平、田勇、陈伟昌、徐云乾、丁霞、陈佳慧、刘钺、王春林、刘云苹、冯春燕、赵晨程、杜承霖、李辉、裘劲松、张亚、庞红、孔刚、翟航、彭安帮、周昕。

引 言

本文件遵循开放、透明、公平的编制原则，增加水利标准的有效供给，促进水利技术创新，增强水位测量技术能力，满足市场发展和创新需求。

本文件的编制旨在规范雷达水位计产品市场秩序，有序引导产品市场的健康发展，保障产品质量，促进和推广产品技术发展。在编制时，采用“产品技术内容为主，必要的运维管理为辅”的技术路线，既体现了当前雷达水位计产品技术的发展现状和应用水平，又满足了市场供需双方需求。

雷达水位计

1 范围

本文件规定了雷达水位计的结构组成、基本参数、技术要求、数据采集与传输、试验方法、检验规则以及安装、运行维护、考核与验收等。

本文件提供了雷达水位计科研、设计、生产、检测和使用等各方面文件的编制指南。

本文件适用于江、河、湖泊、水库、明渠、环保污水、储水池（罐）等水位监测使用的雷达水位计。

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—2017 外壳防护等级（IP代码）
GB/T 9359 水文仪器基本环境试验条件及方法
GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
GB/T 15966 水文仪器基本参数及通用技术条件
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 19704 水文仪器显示与记录
GB/T 50095 水文基本术语和符号标准
GB/T 50138 水位观测标准
JJF 1001—2011 通用计量术语及定义
SL/T 180 水文自动测报系统设备 遥测终端机
SL/T 415—2019 水文基础设施及技术装备管理规范
SL 651 水文监测数据通信规约

3 术语和定义、符号、代号、缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 50095、JJF1001—2011界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

雷达水位计 radar stage recorder

一种利用雷达测距原理测量水位的仪器。

3.1.2

一体化雷达水位计 integrated radar stage recorder

具有数据采集与传输等自动测报功能的雷达水位计。

3.1.3

脉冲式雷达水位计 pulse radar stage recorder

通过发射电磁脉冲并计算发射波与回波的时差得到水位计与被测水面之间的距离,从而测量水位的雷达水位计。

3.1.4

调频连续波式雷达水位计 frequency modulated continuous wave radar stage recorder

在扫频周期内发射频率变化的连续电磁波,通过计算差频信号的频率得到水位计与被测水面的距离,从而测量水位的雷达水位计。

3.1.5

最大允许测量误差 maximum permissible measurement errors

简称最大允许误差 (maximum permissible errors), 又称误差限 (limit of error)

对给定的测量、测量仪器或测量系统,由规范或规程所允许的,相对于已知参考量值的测量误差的极限值。

注1: 通常,术语“最大允许误差”或“误差限”是用在有两个极端值的场合。

注2: 不应该用术语“容差”表示“最大允许误差”。

[来源: JJF 1001—2011, 7.27]

3.1.6

实验标准偏差 experimental standard deviation

对同一被测量进行 n 次测量,表征测量结果分散性的量。用符号 s 表示。

注1: n 次测量中某单个测得值 x_k 的实验标准偏差 $s(x_k)$ 可按贝赛尔公式 (1) 计算:

$$s(x_k) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

x_i ——第 i 次测量的测得值;

n ——测量次数;

$\bar{x}$ —— n 次测量所得一组测得值的算术平均值。

注2: n 次测量的算术平均值 $\bar{x}$ 的实验标准偏差 $s(\bar{x})$ 见公式 (2):

$$s(\bar{x}) = s(x_k) / \sqrt{n} \dots\dots\dots (2)$$

[来源：JJF 1001—2011，5.17]

3.2 符号、代号、缩略语

GB/T 50095界定的以及表1中符号、代号和缩略语适用于本文件。

表1 符号、代号和缩略语说明

序号	符号、代号和缩略语	说 明
1	FS	满量程，Full-scale 的缩写。
2	Modbus	Modbus 协议是一种已广泛应用于当今工业控制领域的通用通讯协议。通过此协议，控制器相互之间、或控制器经由网络（如以太网）可以和其它设备之间进行通信。
3	MODBUS-RTU	MODBUS 协议的一种形式，串行连接，是一种紧凑的、采用二进制表示数据的方式，采用循环冗余校验的校验和。
4	RS-485	平衡输入输出电路接口标准
5	RS-232C	异步数据传输不平衡方式串行接口
6	RTU	远程终端单元（Remote Terminal Unit，RTU）

4 一般规定

4.1 雷达水位计的固定装置应满足下列要求：

- a) 固定雷达水位计的装置应有足够的机械强度和抗震措施，不应由使用环境的变化导致雷达水位计及安装部件产生损坏、震动、失效、松脱等现象；
- b) 雷达水位计在工作时，不应受其固定装置的影响而产生测量不稳定等现象。

4.2 雷达水位计应具有处理干扰等信号的能力。

4.3 雷达水位计应具有野外环境适应能力强、便于现场安装和维护、检测/校准操作方便、安全可靠等使用要求，其平均无故障时间 MTBF 应不小于 25 000 h。

4.4 雷达水位计应具有时变增益功能，使远处目标信号的回波信号增益提高，有效保障大量程信号微弱时的测量稳定性。

4.5 雷达水位计应具有较强的包容性：

- a) 能适用水位测量的各类自动化、智能化监控系统；
- b) 应具备 RS—485、RS—232C 中的任一种或多种通用数字信号输出接口；采用模拟量输出时，宜选用 4 mA～20 mA 输出；
- c) 应具有和数据采集与传输自动化设备连接通讯的性能。雷达水位计的水位测量数据由传感器传输到遥测终端机，应遵循 MODBUS 协议；配备有遥测终端机或一体化雷达水位计的水位测量数据，由遥测终端机传输到数据采集与传输中心，应遵循 SL651 或水资源监测数据传输规约。

4.6 雷达水位计应具有秒级测量响应时间、数据获取高效、安装维护快捷方便的功能。

4.7 雷达水位计应具有姿态测试功能。

4.8 雷达水位计应具有零点刻度。

4.9 雷达水位计进行现场水位观测作业时，水位观测应满足 GB/T 50138 的要求。

5 工作原理、分类和组成

5.1 工作原理

雷达水位计采用发射—反射—接收的工作模式,通过天线发射电磁波至水面,电磁波经水面反射后,由天线接收,电磁波从发射到接收的时间与到水面的距离成正比,通过多次测量和计算,获取水位测量数据。工作原理示意简图见图1。

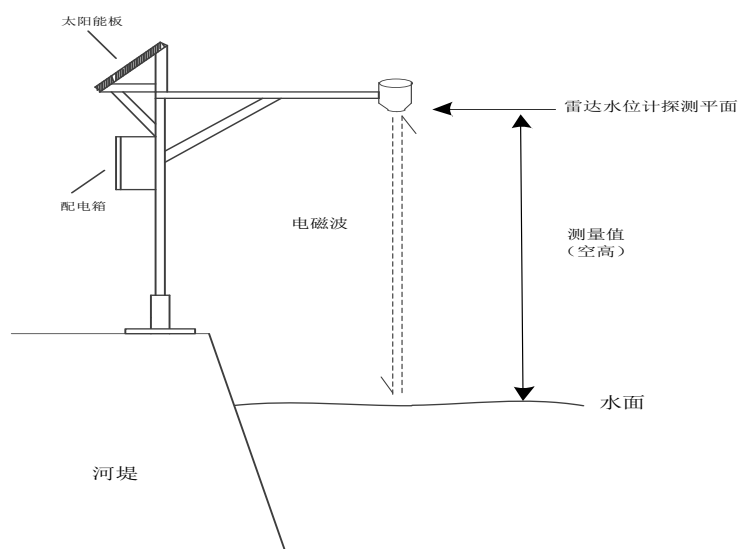


图1 雷达水位计工作原理示意图

5.2 分类

5.2.1 工作原理

按雷达水位计的工作原理划分,主要可分为脉冲式雷达水位计和调频连续波式雷达水位计两大类。

5.2.2 天线外形结构

按雷达水位计天线外形结构可分为喇叭式和平板式。

5.3 组成

雷达水位计的组成主要包括:雷达信号产生单元、雷达信号发射接收单元、信号采集处理单元、电源管理单元、外部接口单元。脉冲式雷达水位计的典型组成示意图见图2,调频连续波式雷达水位计的典型组织示意图见图3。

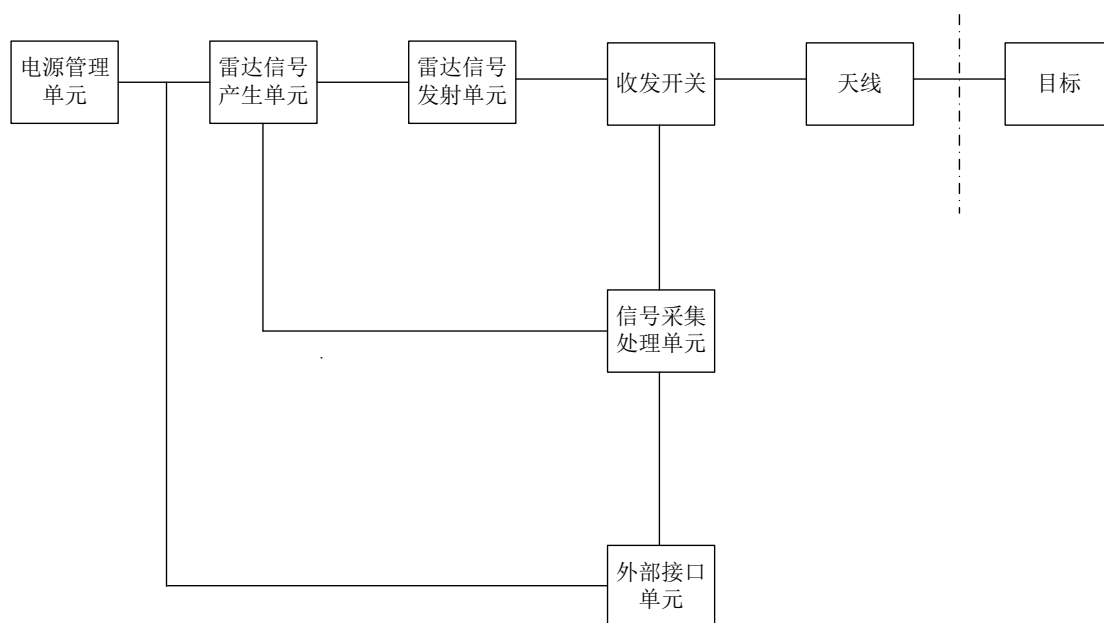


图2 脉冲式雷达水位计组成示意图

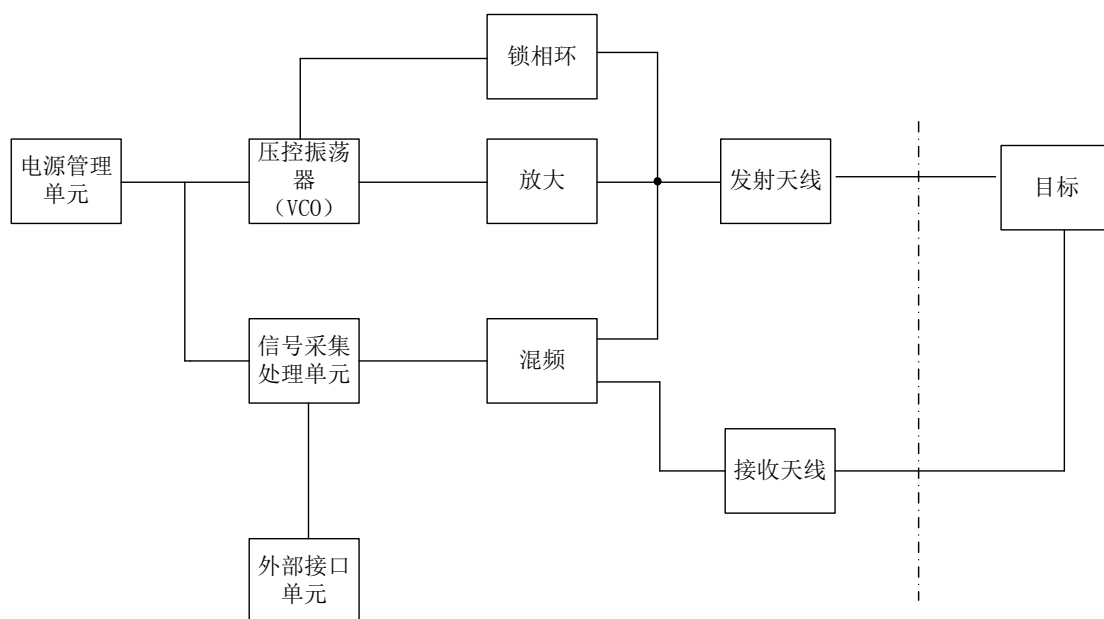


图3 调频连续波式雷达水位计组成示意图

6 基本参数

雷达水位计的基本参数选用应满足表2的规定。

表2 雷达水位计基本参数

量程/m	波束角/°	发射中心频率/GHz	发射功率/dBm
≤3	≤8	24, 26, 60, 77, 120	≤10
10	≤14		≤25
30	≤14		≤25
≥70	≤8	24, 26	≤25

7 技术要求

7.1 外观

雷达水位计产品表面应无裂痕、划痕、缺损等缺陷，各部分连接应牢固，紧固件应无松动、缺损。外观各类标识应清晰完整。

7.2 工作环境条件

选择使用雷达水位计时，应充分考虑雷达水位计工作区域的气候环境。雷达水位计工作环境适应性应符合表3的规定。

注1：雷达水位计在高寒地区（如东北、西北等地）使用时，其低温环境适应性应达到-40℃的要求。

注2：雷达水位计在酷热地区（如南方、西部等地）使用时，其高温环境适应性应达到70℃的要求。

表3 雷达水位计工作环境适应性

环境类别		环境条件		单位	参数值
气候环境	室内	温度	低温	℃	—10
			高温	℃	45
		相对湿度		%	93
				℃	40
	室外	温度	低温	℃	—25
			高温	℃	55
		相对湿度		%	95
				℃	40（凝露）
化学环境		盐雾	—	温度：35℃±2℃； 盐溶液浓度 4%~6%（质量百分比）； 盐溶液 pH 值（雾化前）：6.5~7.2。 盐溶液雾化时间不少于 16 h。	
防护环境		淋水	—	符合 GB/T 4208—2017 表 3 防护等级为 7 的规定。	
		砂（粉）尘	—	符合 GB/T 4208—2017 第 5 章防护等级为 6 的规定。	

7.3 测量特性

7.3.1 最大允许误差

雷达水位计的最大允许误差应符合表4的规定。应根据水位变幅、涨落率等测量的不同要求，选用适宜量程的雷达水位计。

表4 雷达水位计最大允许误差

序号	量程/m	测量误差
1	≤ 3	-3 mm~3 mm
2	10	-10 mm~10 mm
3	30	-20 mm~20 mm
4	≥ 70	-0.1% FS~0.1%FS

7.3.2 分辨力

雷达水位计的分辨力应符合表5的规定，应根据雷达水位计的量程选用。

表5 水位计的分辨力

序号	量程/m	分辨力/mm
1	≤ 3	≤ 0.5
2	10	≤ 1.0
3	30	≤ 1.0
4	≥ 70	≤ 10

7.3.3 盲区

雷达水位计的盲区应符合表6的规定，应根据雷达水位计的量程选用。

表6 盲区

序号	量程/m	盲区
1	≤ 3	$\leq 15\text{cm}$
2	10	$\leq 30\text{cm}$
3	30	$\leq 50\text{cm}$
4	≥ 70	$\leq 1\%\text{FS}$

7.3.4 重复性

雷达水位计的重复性以实验标准偏差表示，应小于其规定最大允许误差的0.5倍。实验标准偏差按3.1.6中公式（1）计算，其中 $n \geq 6$ 。

7.4 显示与记录

雷达水位计显示与记录装置的要求应符合GB/T 19704的规定。

7.5 响应时间

雷达水位计启动响应至稳定输出正确结果的时间应不大于3s。

7.6 电气性能

7.6.1 电源

雷达水位计正常工作的供电电源应采用直流电源，电压范围应在6 V~24 V之间，其额定输出电压的允许偏差应在-15%~20%内。宜使用12 V直流电源。

7.6.2 工作电流（功耗）

雷达水位计使用12 V直流电源供电时，静态值守电流和工作电流应符合表7的规定。

表7 12V DC 供电下水位计静态值守电流和工作电流

序号	量程/m	静态值守电流/ mA	工作电流/ mA
1	≤3	≤0.2	≤30
2	10	≤12	≤100
3	30	≤12	≤100
4	≥70	≤12	≤100

7.6.3 绝缘性

雷达水位计的电源与外壳之间的绝缘电阻应不小于5 MΩ。

7.7 发射中心频率

雷达水位计的发射中心频率的选用应符合表2的规定。

7.8 盐雾

雷达水位计应具有在盐雾环境下的抗蚀性能，环境参数能满足表3的要求。

7.9 外壳防护等级

雷达水位计的外壳防护等级（IP防护）应符合表3的规定。

7.10 抗干扰

雷达水位计在工作时应有抗干扰能力，其工频抗扰度应符合GB/T 17626.8—2006表1中等级3的要求。

7.11 机械环境适应性

7.11.1 振动

包装好的雷达水位计应能在10Hz~150Hz~10Hz、扫频速度为1倍频程/min、加速度为2g的扫频振动环境条件下正常工作。

7.11.2 自由跌落

包装好的雷达水位计从垂直高度为100 cm的环境条件下自由跌落后，应能正常工作。

8 数据采集与传输要求

8.1 Modbus-RTU 通讯协议

8.1.1 通信速率和字节帧结构

8.1.1.1 通信接口：RS-485 接口插头插座引脚定义见表 8。

表8 RS-485 接口插头插座引脚定义

引脚号	1	2	3	4
符 号	A	B	GND	E+
定 义	差分信号+	差分信号-	地	直流电源

8.1.1.2 波特率应在 1 200 bps、2 400 bps、4 800 bps、9 600 bps、19 200 bps 中进行选择，宜采用 9 600 bps。

8.1.1.3 字节帧结构应为 1 个起始位“0”，8 个数据位，1 停止位“1”，1 位偶校验位；低位在前，高位在后。

8.1.2 数据帧

8.1.2.1 基本格式

数据帧基本格式应符合表9的规定。除了校验值外，其他数据传输顺序为高位字节在前，低位字节在后。

表9 数据帧基本格式

地址	功能码	数据	校验
1 个字节	1 个字节	不定长	2 个字节

8.1.2.2 地址

地址域在帧的开始部分，应由一个字节组成，范围为0~255。

8.1.2.3 功能码

通信协议功能码分为三类：公共功能码，用户定义功能码和保留功能码，分配表应符合表10的规定。常见公共功能码应符合表11的规定。

表10 Modbus-RTU 通信协议功能码分配表

功能码区域	功能码类别
1~64	公共功能码
65~72	用户定义功能码
73~119	非法功能码
120~127	留作内部使用
128~255	用于异常应答

表11 常用公共功能码

序号	功能码	说明
1	01H	读取线圈状态
2	02H	读取输入状态
3	03H	读取保持寄存器
4	04H	读取输入寄存器
5	05H	写单个线圈
6	06H	写单个寄存器
7	07H	读取异常状态
8	08H	回送诊断校验
9	0BH	读取事件计数
10	0FH	写多个线圈
11	10H	写多个寄存器
12	11H	报告从机标识
13	13H	重置通信链路

8.1.2.4 数据

数据应包含水位计执行特定功能所需要的数据或者智能传感器响应查询时采集到的数据。数据类型可为整型数、定点数、十进制浮点数。常用水文要素在协议中所用寄存器地址及数据长度应符合表12的规定。

表12 水文要素所用寄存器地址及数据长度

水文参量传感器	寄存器地址	数据字节数	数据结构	说明
雷达水位计	0002H	4	十六进制整数	单位为毫米

8.1.2.5 校验

校验应使用16位循环冗余码（CRC16），校验码前所有字节参与校验计算，生成多项式为 $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$ 。

8.1.3 常用寄存器定义说明

常用寄存器定义应符合表13的规定。

表13 常用寄存器定义

寄存器地址	内容说明	备注
0X0001	测量空高，单位 cm	只读
0X0002	测量空高，单位 mm	只读
0X0003	测量水位高，单位 cm	只读
0X0004	测量水位高，单位 mm	只读
自定义	量程	读写

表 13 常用寄存器定义（续）

寄存器地址	内容说明	备注
自定义	通讯波特率	读写
自定义	安装高度	读写
自定义	其它	自定义

8.1.4 查询数据

水位计通信方式应采用遥测终端设备（主机）发出查询数据帧，水位计传感器返回响应数据帧或错误指示帧。通常应采用公共功能码03H读寄存器数据。查询数据帧结构应符合表14的规定，响应数据帧结构应符合表15的规定，错误指示帧结构应符合表16的规定。

表14 查询数据帧结构

序号	名称	字节数	说明
1	传感器地址	1	0~FFH
2	功能码	1	03H
3	起始地址	2	0~FFFFH
4	寄存器数量	2	01~7D0H
5	校验	2	CRC16，低字节在前

表15 响应数据帧结构

序号	名称	字节数	说明
1	传感器地址	1	0~FFH
2	功能码	1	03H
3	数据长度	1	2×N
4	寄存器值	2×N	N 为寄存器数量
5	校验	2	CRC16，低字节在前

表16 错误指示帧结构

序号	名称	字节数	说明
1	传感器地址	1	0~FFH
2	功能码（差错）	1	83H
3	异常码	1	01 或 02 或 03 或 04
4	校验	2	CRC16，低字节在前

8.1.5 常用 Modbus-RTU 通讯协议格式

8.1.5.1 格式内容说明

Modbus-RTU通讯协议，应能支持0x03和0x06功能码。其中0x03功能码用于读取寄存器值，0x06功能码用于设置或写入单个寄存器值，对寄存器列表中只读属性寄存器进行写操作将返回错误。任何寄存器均可由0x03功能码读出。

8.1.5.2 功能码 03H

功能码03H用于读取寄存器值，主机发送、从机回送的格式应符合表17、表18、表19的规定。

表17 功能码 03H 主机发送格式

1	2	3	4	5	6	7	8
传感器地址	03H	起始寄存器 高字节	起始寄存器 低字节	寄存器数量 高字节	寄存器数量 低字节	CRC 码 低字节	CRC 码 高字节

表18 功能码 03H 从机回送格式（从机接收正确）

1	2	3	4、5	6、7		M-1、M	M+1	M+2
传感器地址	03H	字节总数	寄存器 数据 1	寄存器 数据 2	...	寄存器 数据 M	CRC 码 低字节	CRC 码 高字节

表19 功能码 03H 从机回送格式（从机接收错误）

1	2	3	4	5
传感器地址	83H	信息码	CRC 码低字节	CRC 码高字节

8.1.5.3 功能码 06H

功能码06H用于写单个寄存器值，主机发送、从机回送的格式应符合表20、表21、表22的规定。

表20 功能码 06H 主机发送格式

1	2	3	4	5	6	7	8
传感器地址	06H	寄存器地址 高字节	寄存器地址 低字节	数据 高字节	数据 低字节	CRC 码 低字节	CRC 码 高字节

表21 功能码 06H 从机回送格式（从机接收正确）

1	2	3	4	5	6	7	8
传感器地址	06H	寄存器地址 高字节	寄存器地址 低字节	数据 高字节	数据 低字节	CRC 码 低字节	CRC 码 高字节

表22 功能码 06H 从机回送格式（从机接收错误）

1	2	3	4	5
传感器地址	86H	错误信息码	CRC 码低字节	CRC 码高字节

8.1.6 示例

Modbus-RTU通讯协议示例参见附录A。

8.2 报文传输规约

配备有遥测终端机的雷达水位计，其遥测终端机部分的数据采集与传输规约，应符合SL 180的规定。本文件仅提供遥测终端机中水位数据的资料性报文传输规约示例参考，参见附录B。

9 试验方法

9.1 试验要求

9.1.1 宜在下列室内试验环境条件下进行试验：

- a) 温度：10℃～30℃；
- b) 相对湿度：40%～90%。

9.1.2 测试设备应经检定合格，专用水位设施的准确度应高于被测雷达水位计的准确度，其误差应不大于被测雷达水位计允许误差限的0.3倍；其它测试设备的精度应高于被测参数精度指标。

9.1.3 测试中不应调整被测雷达水位计。

9.2 主要试验设备

主要试验设备应包括：

- a) 高低温交变湿热试验箱；
- b) 十米水位试验装置；
- c) 大量程水位试验装置（10 m 以上）；
- d) 激光测距仪；
- e) 6 位半及以上数字万用表；
- f) 直流稳压电源；
- g) 雷击浪涌（冲击）抗扰度试验设备；
- h) 电磁干扰试验装置；
- i) 绝缘电阻测试仪；
- j) 粉尘试验室；
- k) 潜水箱；
- l) 专用频率测试装置；
- m) 振动试验台；
- n) 跌落试验台；
- o) 数据传输通讯测试平台。

9.3 试验方法的内容

9.3.1 外观

外观检查应按下述方法进行，检查后，记录并查验雷达水位计的工作情况：

- a) 人工手检和目测检查；
- b) 联机检查。

9.3.2 工作环境条件

9.3.2.1 初始检测

将非包装状态下的雷达水位计进行外观检查和基本性能检测，记录测试情况。

9.3.2.2 条件试验

条件试验应按下述方法进行：

- a) 将非包装状态下的雷达水位计放置在高低温交变湿热试验箱内，按表 3 的要求按低温、高温、高温高湿的顺序进行试验，每一类试验在恒温、恒温恒湿段的保持时间应不少于 4 h；
- b) 在每一类试验过程中，对雷达水位计进行常规功能测试，其测试次数应不少于 3 次；
- c) 记录每一次的测试情况。

9.3.2.3 恢复

雷达水位计在完成高温高湿试验后，在试验箱内自然回温至常温，在正常大气条件下恢复 1 h。

注：本文件规定的正常大气条件是：温度为 15℃～35℃，相对湿度 45%～75%，气压 56 kPa～106 kPa。

9.3.2.4 最后检测

将恢复后的雷达水位计，进行外观检查及基本性能检测，记录并检查雷达水位计试验前后的工作情况。

9.3.3 测量特性

9.3.3.1 测试要求

将雷达水位计安装在十米水位试验装置或大量程水位试验装置上，调试完成后进行检测，检测过程中不应应对雷达水位计进行调整。

9.3.3.2 分辨力

模拟水位升降，量程范围内任取 3 个测试点，分别读取测试点标准水位值和水位计测量示值，记录并查验标准水位值误差范围内雷达水位计测量显示的最小变化量值。

9.3.3.3 最大允许误差

最大允许误差应按下述方法进行测量：

- a) 在雷达水位计量程内选取测试点时，每米宜不少于 2 点，对于大量程雷达水位计，可适当放宽，但总测试点数应不少于 40 点；
- b) 模拟水位升和降全程，分别记录每个测试点的标准水位值和雷达水位计的测量示值，并计算差值，取绝对值最大者，即为雷达水位计的最大允许误差；
- c) 记录并查验试验结果情况。

9.3.3.4 盲区

模拟水位升降，当雷达水位计可测量到最小水位值时，记录雷达水位计所在测试点的标准水位值，测量该测试点至水面的距离，即为盲区值。测量 3 次，记录并查验测试结果情况。

9.3.3.5 量程

雷达水位计应按下列方法进行试验：

- a) 量程不大于 10 m 时，在十米水位试验装置上进行。模拟水位升降，当水位计可测量到最大水位值时，记录水位计所在测试点的标准水位值，测试该测试点至水面的距离并计算与盲区值之间的差值，即为水位计量程。重复测量 3 次，记录并查验测试结果情况；
- b) 量程大于 10 m 时，在大量程水位试验装置上进行。将雷达水位计和激光测距仪固定安装在大量程试验装置上，移动反射板模拟水位升降，当雷达水位计可测量到最大水位值时，记录水位

计所在测试点的标准水位值，测试该测试点至水面的距离并计算与盲区值之间的差值，即为水位计量程。重复测量 3 次，记录并查验测试结果情况。

9.3.3.6 重复性

在雷达水位计量程内模拟水位升或降，并选择3个测试点，每测试点进行6次重复测试，分别记录水位计测量值，应按3.1.6中的公式（1）计算实验标准偏差。选取出3个测试点中最大值，记录并查验测试结果情况。

9.3.4 显示与记录

按GB/T 19704的相关试验对雷达水位计的显示与记录性能进行试验，记录并试验后查验结果情况。

9.3.5 响应时间

在任一测试点，记录连续获取两次测量值之间所用时间，计算雷达波实际运行时间，记录并查验试验结果情况。

9.3.6 电气性能

9.3.6.1 电源

用可调直流稳压电源为雷达水位计供电，分别在水位计额定电压、—85%额定电压、120%额定电压供电情况下，进行水位测量，记录并查验测量结果。

9.3.6.2 工作电流（功耗）

用数字万用表，分别测量雷达水位计的静态值守电流和工作电流，记录并查验测试结果情况。

9.3.6.3 绝缘性能

用绝缘电阻测试仪，测试雷达水位计的绝缘性能，记录并查验测试结果情况。

9.3.7 频率

用频率测试装置检查雷达水位计的发射中心频率，记录并查验测试结果情况。

9.3.8 盐雾

9.3.8.1 初始检测

试验前，对非包装状态下的雷达水位计进行外观检查和基本性能检测，表面应干净、无油污、无临时性的防护层和其他弊病并记录测试情况。

9.3.8.2 试验条件

将非包装状态下的雷达水位计放置在盐雾试验箱内，进行抗盐雾腐蚀性能试验。进行盐雾试验的溶液及试验条件应满足以下要求：

- 盐溶液采用氯化钠（化学纯、分析纯）和蒸馏水或去离子水配制，其浓度为 $(5 \pm 1)\%$ （质量百分比）；
- 温度为 $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，雾化前的盐溶液的 pH 值在 6.5~7.2 之间。配制盐溶液时，采用化学纯的盐酸稀溶液和氢氧化钠稀溶液进行调整 pH 值，调整后盐溶液的浓度同上；
- 雾化后的收集液，除挡回部分外，不应重复使用。

d) 连续喷雾试验持续时间为 48h。

9.3.8.3 恢复

试验结束后,用流动水轻轻洗去受试产品表面盐沉积物,再用蒸馏水漂洗,漂洗水的温度不应超过 35℃,在正常大气条件下恢复1h。

9.3.8.4 最后检测

将恢复后的雷达水位计,进行外观检查及基本性能检测,记录并检查雷达水位计试验前后的工作情况。

9.3.9 外壳防护等级 (IP 代码)

9.3.9.1 IP6X 的尘密试验

将正常工作状态下的雷达水位计放入粉尘试验室内进行粉尘试验,测试次数应不超过20次,试验应在下列条件下进行,试验后记录并查验雷达水位计的工作情况:

- a) 有能通过筛孔为 75 μm 、金属丝直径为 50 μm 的方孔筛的干燥滑石粉;
- b) 试验时试验室内的灰尘浓度应不低于 2 kg/m^3 ;
- c) 应保证试验用干燥滑石粉均匀缓慢下降在雷达水位计上,但下降速度最大值不应超过 2 m/s ;
- d) 试验过程中,试验室内温度在 15 $^{\circ}\text{C}$ ~35 $^{\circ}\text{C}$ 范围内,相对湿度在 45%~75%范围内;
- e) 试验持续时间为 8 h。

9.3.9.2 IPX7 的短时间浸水试验

将安装状态下的雷达水位计放入潜水箱中,外壳全部浸入水中,并满足下列条件,试验后记录并查验雷达水位计的工作情况:

- a) 高度小于 0.85 m 的外壳,其最低点应低于水面 1 m;
- b) 高度等于或大于 0.85 m 的外壳,其最高点应低于水面 0.15 m;
- c) 试验持续时间 1 h。

9.3.10 抗干扰

用电磁干扰试验设备,对工作状态下的雷达水位计,按GB/T 17626.8—2006的规定,进行电磁抗扰度试验,试验后记录并检查雷达水位计工作情况。

9.3.11 机械环境适应性

9.3.11.1 振动

将包装好的雷达水位计固定在振动试验台上,按GB/T 9359的规定进行试验。试验后记录并检查雷达水位计的包装情况,检验雷达水位计工作情况。

9.3.11.2 自由跌落

将包装好的雷达水位计放置在跌落试验台上,按GB/T 9359的规定进行试验。试验后检查雷达水位计的包装情况,检验水位计工作情况。

9.3.12 数据采集与传输

将雷达水位计与数据传输通讯测试平台连接，按SL 651或水资源监测数据通讯规约的规定，测试与水位数据采集与传输相关的参数项，记录测试结果。

10 检验规则

10.1 出厂检验

10.1.1 批量生产的产品，应逐台进行出厂检验。

10.1.2 出厂检验项目应包括 7.1、7.3、7.6、7.7。

10.1.3 每台雷达水位计检验合格后，应出具产品检验合格证方可出厂。

10.2 型式检验

10.2.1 要求

10.2.1.1 雷达水位计有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品试制、定型鉴定或老产品转厂生产；
- b) 正式生产后，在结构、材料、工艺有较大改变、可能影响产品性能；
- c) 型式检验后，产品已连续生产三年以上；
- d) 产品停产一年以上又恢复生产；
- e) 产品出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异；
- f) 市场用户方提出进行型式检验要求；
- g) 商业合同中有产品型式检验条款时。

10.2.1.2 型式检验应按本文件第 7 章全部技术要求条款及 12.3.2 条款进行全性能检验。

10.2.2 抽样规则

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。

10.2.3 判定规则

判定规则如下：

- a) 型式检验中有两台以上（包括两台）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，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，该批产品应判为合格。

11 标志和使用说明书

11.1 标志

11.1.1 铭牌应设在产品的显著位置，应包括但不限于下列内容：

- a) 产品型号及名称；
- b) 生产单位名称及商标；
- c) 生产日期及出厂编号；
- d) 执行标准编号；
- e) 第三方检验机构产品检验、认可认证类等 LOGO 标志。

11.1.2 在包装箱的适当位置，应标有显著、牢固的包装标志，包括以下内容：

- a) 产品型号及名称；
- b) 产品数量；
- c) 箱体尺寸（mm）；
- d) 净重或毛重（kg）；
- e) 运输作业安全标志；
- f) 到站（港）及收货单位；
- g) 发站（港）及发货单位；
- h) 第三方检验机构产品检验、认可认证类等 LOGO 标志；
- i) 执行标准编号；
- j) 二维码标识。

11.1.3 产品包装储运图示和收发货标志，应符合 GB/T 15966 的规定。

11.2 使用说明书

产品使用说明书的内容应符合GB/T 15966的规定。

12 包装、运输、贮存

12.1 包装

12.1.1 包装箱应牢固可靠，符合美观和经济的要求，应做到结构合理、紧凑、防护可靠，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产品损坏、散失等。

12.1.2 包装箱应有措施保证产品在运输或携带使用途中不发生窜动、碰撞、摩擦。

12.1.3 包装箱防震、防潮、防尘等防护措施，应符合 GB/T 13384 的规定。

12.1.4 随机文件应包括：

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

12.1.5 随机文件应齐全，且以塑料包装封装后放置在包装箱内，若产品分装数箱，随机文件应放在主件箱内。

12.2 运输

包装好的雷达水位计应能适应各种运输方式。

12.3 贮存

12.3.1 长期贮存状态下的雷达水位计，应贮存在通风的室内，附近应无酸性、碱性及其他腐蚀性物质。

12.3.2 雷达水位计贮存的气候环境条件应能满足：

- a) 温度：-40℃～60℃；
- b) 相对湿度：不大于 90%。

13 安装调试、运行维护

13.1 安装调试

13.1.1 安装前准备

雷达水位计安装前应做下列准备：

- a) 核验产品质量的合格性；
- b) 进行安装部件的完备性检查；
- c) 检查安装场所是否符合要求；
- d) 检查安装记录表是否齐全。

13.1.2 安装要求

雷达水位计在安装时应结合使用环境的要求，并应符合下列规定：

- a) 应设在水位平稳，漂浮物少，受风浪、水流、冰冻影响小，以及便于安装的位置；
- b) 宜安装在建（构）筑物或专用支架上，建（构）筑物或专用支架固定应牢固可靠、稳定性好，无明显晃动或周期性振动；
- c) 保持雷达水位计的探测平面处于水平状态；
- d) 参考雷达水位计的波束角与测量高度计算仪表安装支架的长度；
- e) 从天线下缘到被测介质表面之间，及发射微波波束所辐射的区域内不应有障碍物；
- f) 最高水位不应进入仪器测量盲区；
- g) 充分考虑连接线的走线线路和安装方式，线缆应具有必要的护套等保护措施，做到线缆防水防潮、防电磁干扰、防动物啃咬、防偷盗等，避免线缆机械损伤；
- h) 对于需现场处理的安装工艺，如焊接、机械固定等，应按相应的工艺要求执行，并进行必要的检验或测试；
- i) 做好安装记录并留存。

注：雷达水位计典型安装示例见附录C。

13.1.3 防雷

13.1.3.1 要求

雷达水位计在工作时应有防雷击能力，其防雷级别应达到GB/T 17626.5—2019表1中等级3的要求。

13.1.3.2 测试

防雷应下列方法进行测试：

- a) 目测和手动检查雷达水位计的防雷措施，使用绝缘电阻测试仪检测水位计接地电阻；
- b) 用雷击浪涌（冲击）抗扰度试验设备，对工作状态下的雷达水位计，按 GB/T 17626.5—2019 的规定，进行雷击浪涌（冲击）抗扰度试验；
- c) 测试后记录并检查雷达水位计工作情况。

13.1.4 安装后调试

雷达水位计安装后调试应符合下列规定：

- a) 检查各连接插头连接无误，量测电源电压正常后，通电进行现场调试，雷达水位计应工作正常；
- b) 进行雷达水位计初始测值的确定。以测区水尺读数或可靠测定的水位值为基准，利用铅坠或平尺水位计等仪器测定水位计安装高度，与水位计读数互相对比校验，确定雷达水位计初始测值；
- c) 记录调试内容并留存，记录内容应包括安装过程中的各类初始数据。

13.2 运行维护

13.2.1 雷达水位计及附属装备和安装支架等仪器设备和基础设施的使用年限、检查间隔和检修定额应符合 SL/T 415 的要求。

13.2.2 雷达水位计运行维护应满足下列要求：

- a) 产品供应方应提供一份全面的操作和维修说明书,包括产品完备的说明、必要的安装维护图解;
- b) 关键零部件、易损件应配备必要的备品备件清单;
- c) 应配备必备的检修工器具;
- d) 维护人员应经过培训;
- e) 供电电源应有使用说明,以及可持续使用时间或持续充电时间的说明。

13.2.3 雷达水位计运行维护应符合下列规定：

- a) 日常维护包括但不限于:值班跟踪水位计运行状况;检查各结构件安装的牢固性;检查供电电源的供电情况;清洁太阳能板;定期校核水位数据准确度;维护正常测量的运行环境;
- b) 对有防汛、水资源调度等应急水位观测工作的,在执行水位观测工作前、后对雷达水位计进行全面维护;
- c) 雷达水位计投入运行初期,宜根据运行状况增加检查次数;
- d) 定期检查应对雷达水位计运行状态进行全面检查测试,发现和排除故障,更换存在问题的零部件,故障及处理情况应形成记录;
- e) 对于使用 3 年以上的雷达水位计,应进行定期(每年不少于 1 次)的现场校准检测。

14 考核与验收

14.1 考核

14.1.1 安装调试好的雷达水位计应进行运行考核,考核按供需双方约定的书面方案进行。

14.1.2 雷达水位计的考核应包括但不限于下列内容：

- a) 水位测量的稳定性;
- b) 水位测量的最大允许误差;
- c) 必要的现场校准测试报告;
- d) 供电情况;
- e) 水位计接线、布线的规范性;
- f) 水位观测数据、数据采集与传输等性能、功能持续稳定;
- g) 考核周期内的故障发生率;
- h) 备品备件的库存和质量情况。

14.2 验收

14.2.1 雷达水位计完成安装调试和考核并通过验收后,方可正式投入运行。

14.2.2 雷达水位计建设项目,应根据国家或行业工程建设项目验收的相关规定,及供需双方约定的验收方案进行验收。

附 录 A
(资料性)
Modbus-RTU 通讯协议示例

A.1 测量空高 (cm)

A.1.1 主机发送

主机发送的编码: 01 03 00 01 00 01 D5 CA, 解析如下:

- a) 01: 传感器地址, 默认 01;
- b) 03: 查询功能码;
- c) 00 01: 寄存器起始地址;
- d) 01: 寄存器数量;
- e) D5 CA: CRC 校验码。

A.1.2 从机返回

从机返回的编码: 01 03 02 XX XX YY YY, 协议解析如下:

- a) 01: 传感器地址, 默认 01;
- b) 03: 查询功能码;
- c) 02: 数据字节总数;
- d) XX XX: 16 进制空高数据, 单位 cm;
- e) YY YY: CRC 校验码。

A.2 设置量程 (修改量程为 1000cm)

A.2.1 主机发送

主机发送的编码: 01 06 00 05 03 e8 99 75, 协议解析如下:

- a) 01: 传感器地址, 默认 01;
- b) 06: 设置功能码;
- c) 00 05: 寄存器地址 (自定义);
- d) 03 e8: 数据位;
- e) 99 75: CRC 校验码。

A.2.2 从机返回 (标识修改成功)

从机返回的编码: 01 06 00 05 03 e8 99 75, 协议解析如下:

- a) 01: 传感器地址, 默认 01;
- b) 06: 设置功能码;
- c) 00 05: 寄存器地址 (自定义);
- d) 03 e8: 数据位;
- e) 99 75: CRC 校验。

附 录 B
(资料性)
雷达水位计报文传输规约示例

B.1 符合SL 651 规定的示例

B.1.1 报文帧结构框架

水文监测数据传输的通信协议应采用表B.1规定的上行报文帧结构框架,表B.2规定的下行报文帧结构框架。不管传输的字符采用何种编码,均应满足此帧结构框架规定。传输顺序为高位字节在前,低位字节在后。

表B.1 上行报文帧结构框架

序号	名称		编码说明
1	报 头	帧起始符	7E7EH。
2		中心站地址	范围为 1~255。
3		遥测站地址	
4		密码	
5		功能码	
6		报文上下行标识及长度	
7		报文起始符	STX/SYN
8		包总数及序列号	报文起始符为 SYN 时编入该组, 其他情况下省略。
9	报文正文		
10	报文结束符		ETB/ETX。
11	校验码		校验码前所有字节的 CRC 校验, 生成多项式 $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$, 高位字节在前, 低位字节在后。

表B.2 下行报文帧结构框架

序号	名称		编码说明
1	报 头	帧起始符	7E7EH。
2		遥测站地址	范围为 1~255。
3		中心站地址	
4		密码	
5		功能码	
6		报文上下行标识及长度	
7		报文起始符	STX/SYN
8		包总数及序列号	报文起始符为 SYN 时编入该组, 其他情况下省略。

B.2 下行报文帧结构框架（续）

序号	名称	编码说明
9	报文正文	
10	报文结束符	ENQ/ACK/NAK/EOT/ESC。
11	校验码	校验码前所有字节的 CRC 校验，生成多项式 $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$ ，高位字节在前，低位字节在后。

B.1.2 报文示例

B.1.2.1 示例说明

本附录给出了我国某省应用SL 651而使用的相关报文，以测试报、小时报、加报等常用报文的进行示例解析。

B.1.2.2 测试报报文

测试报报文可分为上行报文及解析、下行报文及解析，应满足下列规定：

a) 上行报文及解析

1) 上行报文

测试报上行报文编码：7E 7E 10 00 12 34 56 78 12 34 30 00 3A 02 00 03 14 06 12 02 10 00 F1
F1 00 12 34 56 78 48 F0 F0 14 06 12 02 10 F5 C0 0A AA 0A AA FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF 39 1A 00 27 30 38 12 12 90 03 E1 3B 。

2) 报文解析

测试报上行报文解析见表B.3。

表B.3 测试报上行报文编码解析

报文	编码名称	编码说明
7E 7E	帧起始符	2 字节 HEX 编码
10	中心站号	1 个字节 HEX
00 12 34 56 78	10 位测站号	5 字节 BCD 码
12 34	密码	2 字节 HEX 码
30	功能码	1 字节 HEX 码
00 3A	上下行报文标识及正文长度	用 2 字节 HEX 码。高 4 位用作上下行标识（0000 表示上行，1000 表示下行），其余 12 位表示报文正文长度，表示报文起始符之后，报文结束符之前的报文字节数，允许长度为 0001~4095
02	正文起始符	1 字节 HEX
00 03	流水号	2 字节 HEX 码，范围 1~65535
14 06 12 02 10 00	发报时间，年月日时分秒	6 字节 BCD 码，YYMMDDHHmmSS
F1 F1	测站地址标识符	N（10）
00 12 34 56 78	测站号	5 字节 BCD 码
48	测站类型	1 个字符

表 B.3 测试报上行报文编码解析（续）

报文	编码名称	编码说明
F0 F0	观测时间标识符	N (10), 5 字节 BCD 码,
14 06 12 02 10	观测时间	字节 BCD, YYMMDDHHmm
F5 C0	12 个 5 分钟水位标识符	
0A AA 0A AA FF	12 个 5 分钟水位数据	24 个字节 HEX, 1 小时内 5 分钟间隔相对水位 1 (每组水位占 2 字节 HEX, 分辨力是为厘米, 最大值为 655.34 米, 数据中不含小数点; FFFFH 表示非法数据)
39 1A	瞬时河道水位标识符	N (6, 2)
00 27 30	瞬时水位数据	十进制浮点数, 2 位小数, 单位为米, 27.30 米
38 12	电压标识符	N(4, 2)
12 90	电压数据	十进制浮点数, 保留 2 位小数, 单位为伏特
03	流控字符, 报文结束	1 字节 HEX
E1 3B	CRC 校验	2 字节 HEX

b) 下行报文及解析

1) 下行报文

测试报下行报文编码: 7E 7E 00 12 30 56 78 10 12 34 30 80 08 02 00 03 14 06 12 02 10 15 04 E4 9B。

2) 报文解析

测试报下行报文解析见表B.4。

表B.4 测试报下行报文编码解析

报文	编码名称	编码说明
7E 7E	帧起始符	2 字节 HEX 编码
00 12 34 56 78	测站地址	5 字节 BCD 码
10	中心地址	1 字节 HEX
12 34	密码	2 字节 HEX 码
30	功能码	1 字节 HEX
80 08	上下行标识及正文长度	2 字节 HEX
02	正文起始符	1 字节 HEX
00 03	流水号	2 字节 HEX, 范围 1~65535
14 06 12 02 10 15	发报时间, 年月日时分秒	字节 BCD 码, YYMMDDHHmmSS
04	流控字符	1 字节 HEX
E4 9B	CRC 校验	2 字节 HEX

B.1.2.3 小时报报文

小时报报文可分为上行报文及解析、下行报文及解析, 应满足下列规定:

a) 上行报文及解析

1) 上行报文

表B.6 小时报下行报文解析

报文	编码名称	编码说明
7E 7E	帧起始符	2 字节 HEX 编码
00 12 34 56 78	测站地址	5 字节 BCD 码
10	中心地址	1 字节 HEX
12 34	密码	2 字节 HEX 码
34	功能码	1 字节 HEX
80 08	上下行标识及正文长度	2 字节 HEX
02	正文起始符	1 字节 HEX
00 03	流水号	2 字节 HEX, 范围 1~65535
14 06 12 02 00 15	发报时间, 年月日时分秒	字节 BCD 码, YYMMDDHHmmSS
04	流控字符	1 字节 HEX
95 65	CRC 校验	2 字节 HEX

B. 1. 2. 4 加报报文

加报报文可分为上行报文及解析、下行报文及解析，应满足下列规定：

a) 上行报文及解析

1) 上行报文

加报上行报文编码: 7E 7E 10 00 12 34 56 78 12 34 33 00 3A 02 00 03 14 06 12 02 10 00 F1
F1 00 12 34 56 78 48 F0 F0 14 06 12 02 10 F5 C0 0A AA 0A AA FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF FF FF FF FF 39 1A 00 27 30 38 12 12 90 03 E1 F8 。

2) 报文解析

加报上行上行报文解析见表B.7。

表B.7 加报上行报文编码解析

报文	编码名称	编码说明
7E 7E	帧起始符	2 字节 HEX 编码
10	中心站号	1 个字节 HEX
00 12 34 56 78	10 位测站号	5 字节 BCD 码
12 34	密码	2 字节 HEX 码
33	功能码	1 字节 HEX 码
00 3A	上下行报文标识及正文长度	用 2 字节 HEX 码。高 4 位用作上下行标识（0000 表示上行，1000 表示下行），其余 12 位表示报文正文长度，表示报文起始符之后，报文结束符之前的报文字节数，允许长度为 0001~4095
02	正文起始符	1 字节 HEX
00 03	流水号	2 字节 HEX 码，范围 1~65535
14 06 12 02 10 00	发报时间，年月日时分秒	6 字节 BCD 码，YYMMDDHHmmSS
F1 F1	测站地址标识符	N（10）
00 12 34 56 78	测站号	5 字节 BCD 码

表 B.7 加报上行报文编码解析（续）

报文	编码名称	编码说明
48	测站类型	1 个字符
F0 F0	观测时间标识符	N (10), 5 字节 BCD 码,
14 06 12 02 10	观测时间	字节 BCD, YYMMDDHHmm
F5 C0	12 个 5 分钟水位标识符	
0A AA 0A AA FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF	12 个 5 分钟水位数据	24个字节HEX, 1小时内5分钟间隔相对水位1(每组水位占2字节HEX, 分辨力是为厘米, 最大值为655.34米, 数据中不含小数点; FFFFH表示非法数据)
39 1A	瞬时河道水位标识符	N (6, 2)
00 27 30	瞬时水位数据	十进制浮点数, 2 位小数, 单位为米, 27.30 米
38 12	电压标识符	N(4, 2)
12 90	电压数据	十进制浮点数, 保留 2 位小数, 单位为伏特
03	流控字符, 报文结束	1 字节 HEX
E1 F8	CRC 校验	2 字节 HEX

b) 下行报文及解析

1) 下行报文

加报下行报文编码: E 7E 00 12 34 56 78 10 12 34 33 80 08 02 00 03 14 06 12 02 10 15 04 17 6F 。

2) 报文解析

加报下行报文解析见表B.8。

表B.8 加报下行报文编码解析

报文	编码名称	编码说明
7E 7E	帧起始符	2 字节 HEX 编码
00 12 34 56 78	测站地址	5 字节 BCD 码
10	中心地址	1 字节 HEX
12 34	密码	2 字节 HEX 码
33	功能码	1 字节 HEX
80 08	上下行标识及正文长度	2 字节 HEX
02	正文起始符	1 字节 HEX
00 03	流水号	2 字节 HEX, 范围 1~65535
14 06 12 02 10 15	发报时间, 年月日时分秒	字节 BCD 码, YYMMDDHHmmSS
04	流控字符	1 字节 HEX
17 6F	CRC 校验	2 字节 HEX

B.2 符合水资源监测数据传输规约的示例

B.2.1 报文帧格式框架

B.2.1.1 帧格式框架规定

水资源监测数据传输的通信协议应采用表B.9规定的帧格式框架。不管传输的字符采用何种编码，均应满足此帧结构框架规定。数据帧传输顺序为低位在前，高位在后；低字节在前，高字节在后。

表B.9 帧格式框架

起始字符（68H）	固定长度的报文头	
长度 L		
起始字符（68H）		
控制域 C	控制域	用户数据区
地址域 A	地址域	
用户数据	用户数据域	
校验 CS	帧校验	
结束字符（16H）		

B.2.1.2 帧格式说明

参照《水资源监测数据传输规约》（2016版）中相关要求。

B.2.2 报文示例

B.2.2.1 示例说明

水资源协议常用报文有遥测终端自报实时数据、随机自报报警数据、查询遥测终端实时值等，包含主动上报功能与查询功能。本附录以某省应用SZY 206—2016而使用的自报实时数据报文进行示例说明。

B.2.2.2 自报实时数据（AFN=COH）

自报实时数据可分为上行报文及解析、下行报文及解析，应满足下列规定：

a) 上行报文及解析

1) 上行报文

上行报文编码：68 14 68 B2 42 28 02 F0 03 C0 60 32 00 00 00 20 50 00 33 01 19 21 00 07 16 。

2) 报文解析

上行报文解析见表B.10。

表B.10 自报实时数据上行报文解析

报文	编码名称	编码说明
68	起始字符	1 个字节，帧格式报文头所规定的字符，采用 HEX 编码
14	长度 L	1 个字节，用户数据区长度 L，由 D0~D7（1 字节）组成，采用 BIN 编码，是控制域、地址域、用户数据域（应用层）的字节总数
68	起始字符	1 个字节，帧格式报文头所规定的字符，采用 HEX 编码
B2	控制域 C	1 个字节，控制域 C 表示报文传输方向和所提供的传输服务类型的信息，采用 BIN 编码
42 28 02 F0 03	地址域 A	5 个字节，地址域 A 表示测站地址，编码方式详见《水资源监测数据传输规约》（2016 版）要求
C0	应用层功能码 AFN	1 个字节，采用 HEX 编码，COH 表示遥测终端自报实时数据功能码

表 B. 10 自报实时数据上行报文解析（续）

报文	编码名称	编码说明
60 32 00 00	数据域 1	4 个字节，水位数据，采用 BCD 编码方式，水位数据 3.26m
00 20 50 00	数据域 2	4 个字节，采用 BIN 编码，表示终端报警状态和终端状态，编码方式详见《水资源监测数据传输规约》（2016 版）要求
33 01 19 21 00	时间标签 TP	5 个字节，启动帧发送时标（4 个字节，单位：秒分时日，采用 BCD 编码）+允许发送传输时延（1 个字节，单位：min，采用 BIN 编码），21 日 19 点 01 分 33 秒，允许发送传输时延为 0 分钟
07	帧校验 CS	1 个字节，帧校验 CS 是控制域、地址域、链路用户数据（应用层）的字节的 CRC 校验，生成多项式：X7+X6+X5+X2+1
16	帧结束符	1 个字节，帧格式报文结束所规定的字符，采用 HEX 编码

b) 下行报文（确认帧）及解析

1) 下行报文（确认帧）

下行报文（确认帧）编码：68 08 68 32 42 28 02 F0 03 C0 01 04 16 。

2) 报文解析

下行报文解析见表B. 11。

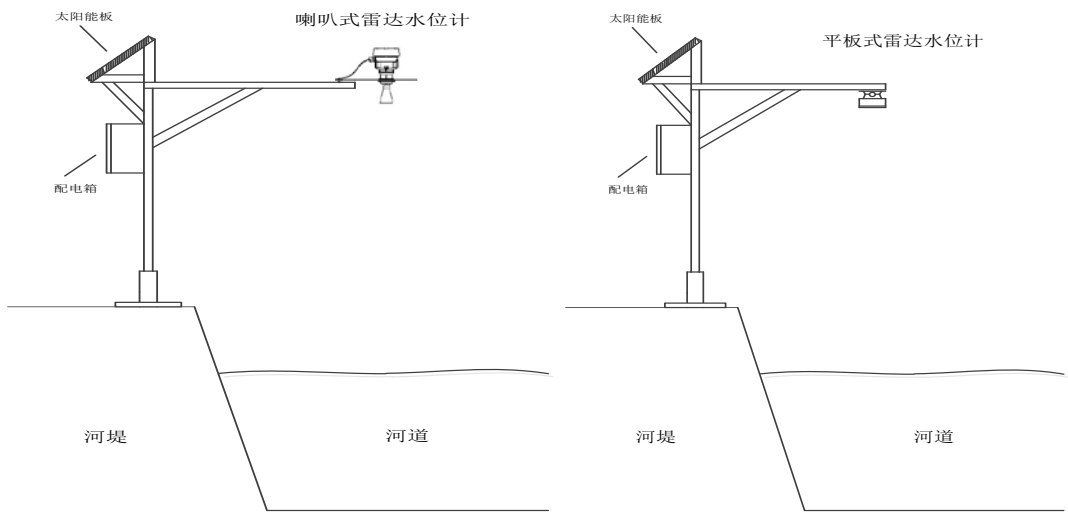
表B. 11 自报实时数据下行报文解析

报文	编码名称	编码说明
68	起始字符	1 个字节，帧格式报文头所规定的字符，采用 HEX 编码
08	长度 L	1 个字节，用户数据区长度 L，由 D0~D7（1 字节）组成，采用 BIN 编码，是控制域、地址域、用户数据域（应用层）的字节总数
68	起始字符	1 个字节，帧格式报文头所规定的字符，采用 HEX 编码
32	控制域 C	1 个字节，控制域 C 表示报文传输方向和所提供的传输服务类型的信息，采用 BIN 编码
42 28 02 F0 03	地址域 A	5 个字节，地址域 A 表示测站地址，编码方式参照《水资源监测数据传输规约》（2016 版）要求
C0	应用层功能码 AFN	1 个字节，采用 HEX 编码，C0 标识遥测终端自报实时数据功能码
01	数据域	1 字节，采用 HEX 编码，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
04	帧校验 CS	1 个字节，帧校验 CS 是控制域、地址域、链路用户数据（应用层）的字节的 CRC 校验，生成多项式：X7+X6+X5+X2+1
16	帧结束符	1 个字节，帧格式报文结束所规定的字符，采用 HEX 编码

附录 C
(资料性)
雷达水位计典型安装示例

C.1 河岸（堤）安装示意图

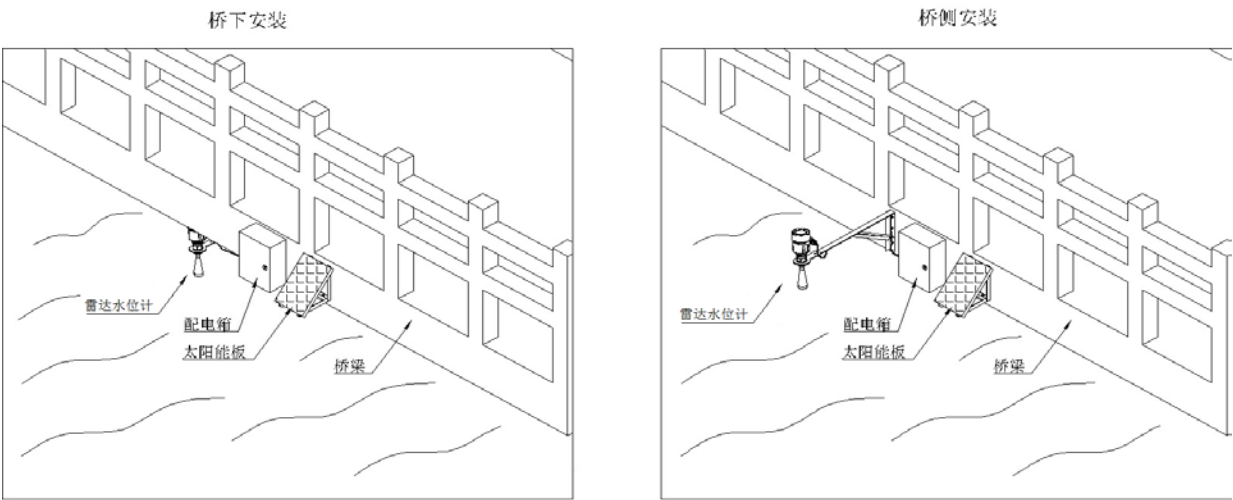
河岸（堤）安装示意图见图C.1。



图C.1 河岸（堤）安装示意图

C.2 桥梁安装示意图

桥梁安装示意图见图C.2。



图C.2 桥梁安装示意图

参 考 文 献

- [1] 《水资源监测数据传输规约》（2016版）