

ICS 07. 060  
N 93

**SL**

# 中华人民共和国水利行业标准

SL/T 812. 1—2021

## 水利监测数据传输规约 第 1 部分：总则

Data transmission protocols for water conservancy  
monitoring - Part 1: General

2021-10-26 发布

2022-01-26 实施

中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国水利部  
关于批准发布《水利水电工程启闭机  
制造安装及验收规范》等 8 项  
水利行业标准的公告

2021 年第 11 号

中华人民共和国水利部批准《水利水电工程启闭机制造安装及验收规范》(SL/T 381—2021) 等 8 项为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	水利水电工程启闭机制造安装及验收规范	SL/T 381—2021	SL 381—2007	2021. 10. 26	2022. 1. 26
2	水量计量设备基本技术条件	SL/T 426—2021	SL 426—2008	2021. 10. 26	2022. 1. 26
3	水利数据库表结构及标识符编制总则	SL/T 478—2021	SL 478—2010	2021. 10. 26	2022. 1. 26
4	水利信息分类与编码总则	SL/T 701—2021	SL 701—2014	2021. 10. 26	2022. 1. 26
5	土壤水分监测仪器检验测试规程	SL/T 810—2021		2021. 10. 26	2022. 1. 26
6	降水量观测仪器 第 4 部分：称重式雨量计	SL/T 811.4—2021		2021. 10. 26	2022. 1. 26
7	水利监测数据传输规约 第 1 部分：总则	SL/T 812.1—2021		2021. 10. 26	2022. 1. 26
8	规划水资源论证技术导则	SL/T 813—2021		2021. 10. 26	2022. 1. 26

水利部  
2021 年 10 月 26 日

https://www.sljzjxx.com  
水利造价信息网

## 目 次

前言 .....	V
引言 .....	VI
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义、符号、代号和缩略语 .....	1
3.1 术语和定义 .....	1
3.2 符号、代号和缩略语 .....	3
4 基本规定 .....	4
5 水利监测系统基本构成 .....	4
5.1 组网结构 .....	4
5.2 工作模式 .....	5
6 传输链路协议 .....	7
6.1 一般规定 .....	7
6.2 智能传感器与遥测终端机的传输链路协议 .....	7
6.3 遥测站与中心站专用传输链路协议 .....	10
6.4 遥测站与中心站基于物联网通用协议的传输链路协议 .....	13
6.5 监控系统传输链路协议 .....	14
7 数据通信规约 .....	15
7.1 一般规定 .....	15
7.2 智能传感器与遥测终端机的数据通信规约 .....	15
7.3 遥测站与中心站专用数据通信规约 .....	18
7.4 遥测站与中心站基于物联网通用协议的数据通信规约 .....	28
7.5 监控系统数据通信规约 .....	29
附录 A (规范性) 遥测站或监控站分类码 .....	33
附录 B (资料性) MODBUS 通信协议在水利监测系统的应用示例 .....	34
B.1 公共功能码 .....	34
B.2 查询状态数据 .....	34
B.3 查询数值量数据 .....	35
B.4 单点遥控 .....	36
B.5 多点遥控 .....	36
B.6 单点遥调 .....	37
B.7 多点遥调 .....	38
附录 C (资料性) CRC16 校验算法 .....	40
C.1 CRC16 校验 .....	40
C.2 反向校验 CRC16 .....	40
C.3 正向校验 CRC16 .....	40
附录 D (资料性) SDI-12 协议要点 .....	41
D.1 测量步骤 .....	41

D.2 SDI-12 基本命令/回复 .....	41
D.3 SDI-12 扩展指令 .....	42
附录 E (规范性) 水文水资源信息元素标识符定义 .....	43
附录 F (规范性) 遥测站运行参数基本配置定义 .....	49
F.1 遥测站运行参数基本配置表 .....	49
F.2 本站负责转发的服务地址编码表 .....	50
附录 G (资料性) 报文帧格式示例 .....	51
G.1 ASCII 字符编码传输报文帧格式 I 示例 .....	51
G.2 HEX/BCD 编码传输报文帧格式 I 示例 .....	53
G.3 常用报文正文结构示例 .....	55
G.4 信息元素编码示例 .....	62
G.5 常用的控制命令报文示例 .....	62
附录 H (规范性) 监测报文功能码定义 .....	66

http://www.slzjxx.com  
水利造价信息网

## 前 言

根据水利技术标准制修订计划安排，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》的要求，编制本标准。

SL/T 812《水利监测数据传输规约》分为6个部分：

- 第1部分：总则
- 第2部分：水文水资源监测（控）
- 第3部分：水利工程监控
- 第4部分：水生态环境（水土保持）监测
- 第5部分：城乡供水水务监测
- 第6部分：综合监测

本标准是 SL/T 812《水利监测数据传输规约》的第1部分。

本标准共7章、8个附录，主要技术内容有：

- 水利监测系统的基本构成；
- 智能传感器与遥测终端机、遥测站与中心站之间的数据传输链路协议、数据通信规约规定；
- 水利自动监控系统数据通信规约。

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部网络安全与信息化领导小组办公室

本标准解释单位：水利部网络安全与信息化领导小组办公室

本标准主编单位：水利部信息中心

本标准参编单位：淮河水利委员会水文局（信息中心）

中国水利水电科学研究院

河海大学

水利部大坝安全管理中心

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：倪伟新 吴恒清 张建刚 肖晓春 熊启龙 徐海峰 陈 鹏 葛从兵

李凤生

本标准审查会议技术负责人：朱星明

本标准体例格式审查人：朱星明

本标准在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给水利部国科司（通信地址：北京市西城区白广路二条2号；邮政编码：100053；电话：010-63204533；电子邮箱：bzh@mwr.gov.cn）

## 引 言

水利行业建设了各种类型的自动监测（监控）系统，现阶段只制定了水文、水资源数据传输规约，已不适应业务应用发展需要，亟须建立水利各类业务统一的监测数据传输规约。本标准以现有成熟的数据传输规约为基础，经总结提炼，提出一套适合水利行业各类监测系统运用的数据传输规约框架，以统一各类水利监测数据传输规约的技术要素。

《水利监测数据传输规约》作为系列标准，分为6个部分进行编制。为规范和指导第2至第6部分的制定，通过对行业标准SL 651—2014《水文监测数据通信规约》、SL 427—2008《水资源监测管理系统数据传输规约》、项目标准SZY 206—2016《水资源监测数据传输规约》等现行标准以及实际应用情况进行总结提炼，提出了《水利监测数据传输规约》通用技术要素，即数据传输链路协议、数据通信规约框架结构，以及数据通信规约的信息元素编码、报文正文结构、报文帧格式等主要技术要素，形成《水利监测数据传输规约》“第1部分：总则”，作为《水利监测数据传输规约》其他部分编制的通用规则和总体要求。

根据水利业务发展需求，第2至第6部分标准的编制边界说明如下：

- 第2部分，编制范围为水文监测、水资源（包括水质）监测（控）等有关数据传输规约细则内容。
- 第3部分，编制范围为水库大坝、水闸、泵（阀）站、小水电等水利工程的工况监测、安全监测以及远程控制等数据传输规约细则内容。
- 第4部分，编制范围主要是水土保持监测，可兼顾水生态环境监测方面的数据传输规约细则内容。
- 第5部分，编制范围可覆盖城乡水厂、供水安全、排水（排污）管网监测等方面的数据传输规约细则内容。
- 第6部分，编制范围为第2至第5部分未能覆盖的水利监测数据传输规约细则内容。

# 水利监测数据传输规约 第1部分：总则

## 1 范围

本标准规定了水利监测系统的数据传输链路协议、数据通信规约等技术要求，给出了水利监测数据传输规约类标准的编制依据。

本标准适用于《水利监测数据传输规约》其他各部分以及水利监测系统的数据传输设计。

## 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 2260—2007 中华人民共和国行政区划代码

GB/T 28181 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求

GB/T 33745—2017 物联网术语

GB/T 33905.3—2017 智能传感器 第3部分：术语

GB/T 50095—2014 水文基本术语和符号标准

SL 26—2012 水利水电工程技术术语

SL 61 水文自动测报系统技术规范

SL 502 水文测站代码编制导则

DL/T 634.5101 远动设备及系统 第5-101部分：传输规约 基本远动任务配套标准

DL/T 634.5104 远动设备及系统 第5-104部分：传输规约 采用标准传输规约集的 IEC 60870-5-101 网络访问

ITU-T H.263 低比特率通信的视频编码

ITU-T H.264 高度压缩数字视频编码

ITU-T H.265 高效率的视频编码

## 3 术语和定义、符号、代号和缩略语

### 3.1 术语和定义

GB/T 50095—2014、SL 26—2012 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1.1

**水利监测系统 water monitoring and telemetering system**

应用遥测、通信、计算机和网络等技术，完成水利要素或参数数据的采集、传输、处理以及应用的信息系统。

注：水利监测系统产生的数据为水利监测数据。

#### 3.1.2

**遥测终端机 remote terminal unit**

能自动完成传感器数据的采集、存储、处理、编码及传输控制，并通过传输信道自动完成数据传输的设备，简称 RTU。

注：在不同的水利监测系统中，必要时允许该设备的名称有一定的差异性，可自定义。



3.1.3

**智能传感器 intelligent sensor**

具有物理量感知能力，并至少具有接收和处理外部命令，能按照预设自动采集发送测量值、状态信息等双向通信功能的电子设备。

注：智能传感器是包含信息处理装置的传感器。传感器是智能传感器必不可少的组成部分，通常指水利要素（参数）物理量感知部分。

3.1.4

**遥测站 remote telemetry station**

为收集监测数据而在特定场所设立的，能按照预设指令或响应远程控制指令自动完成数据采集、存储、处理、传输等功能的设备集合总称，也可称为“监测站”。

3.1.5

**监控站 monitoring and control station**

特指水利工程自动控制系统中现地主控和从控设备集合的总称。

3.1.6

**中心站 center station**

在水利监测系统中，负责实时数据收集、处理和展示，并根据需要能对遥测站（监控站）进行遥控/遥调的控制中心。

3.1.7

**信息元素 information element**

特指描述具体水利要素（参数）属性及其情势物理量的信息体。

注：水利要素（参数）可包括水文、水资源、大坝安全、水土保持等方面监测要素（参数），遥测站（监控站）设备运行参数等。

3.1.8

**报文帧 message frame**

为满足数据传输需要，将数据及信息用一定的规则进行集合形成的数据结构，简称报文。

注：报文帧一般由报头、报文正文以及报尾组成，分为上行帧和下行帧。上行帧指由遥测站（监控站）发往中心站的报文帧，下行帧指由中心站发往遥测站（监控站）的报文帧。

3.1.9

**允许传输延时时间 allowed delay time for transmission**

由通信发起端预设的从发起报文传输至完成接收之间的延迟时间。

3.1.10

**物联网 internet of things (IoT)**

通过感知设备，按照约定协议，连接物、人、系统和信息资源，实现对物理和虚拟世界的信息进行处理并作出反应的智能服务系统。

注：[来源：GB/T 33745—2017，2.1.1]。

3.1.11

**扁平化组网 flattening network structure**

遥测站和中心站作为对等的通信终端接入自动监测系统通信网络的互联模式。

3.1.12

**订阅主题 subscribe to the topic**

特指遥测站与中心站作为客户端采用 MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) 协议通信时，向通信中心注册的需要接收消息的关键词。

示例：当某一个客户端发送了一条带有主题的报文时，通信中心会逐一遍历在线的客户端（站或中心站），并匹配其已经注册（即订阅）的主题，当匹配成功时，通信中心会向该客户端转发当前报文。

## 3.1.13

**消息负载 message payload**

特指遥测站与中心站作为客户端采用 MQTT 协议通信时，MQTT 数据报文的正文部分，即客户有效数据部分，不包括 MQTT 协议数据包的报头信息和校验信息。

## 3.2 符号、代号和缩略语

GB/T 50095—2014、SL 26—2012 界定的以及表 1 的符号、代号和缩略语适用于本标准。

表 1 符号、代号和缩略语

序号	符号、代号和缩略语	内 容
1	ADU	Application Data Unit, 应用数据单元
2	API	Application Programming Interface, 应用程序编程接口
3	ASCII	American Standard Code for Information Interchange, 美国信息交换标准代码, 是基于拉丁字母的一套电脑编码系统, 规定了常用符号的二进制数表示方法
4	BCD	Binary - Coded Decimal, 二~十进制编码
5	CoAP	Constrained Application Protocol, 受限制的应用协议, 是满足物联网 M2M (Machine to Machine) 场景应用, 运行于 UDP 协议之上的一个小型通信协议
6	CRC	Cyclic Redundancy Check, 循环冗余校验
7	HEX	Hex, 十六进制编码
8	IP	Internet Protocol, 互联网协议, 也就是为计算机网络相互连接进行通信而设计的协议
9	JPG	Joint Photographic Experts Group, 全名 JPEG, 是 24 位的图像文件格式, 是面向连续色调静止图像的一种压缩标准
10	LoRa	Long Range Radio, 远距离无线电, 是 Semtech 公司创建的低功耗局域网无线标准
11	LWM2M	Lightweight Machine to Machine, 是 OMA (Open Mobile Alliance) 定义的物联网协议, 它提供了设备管理和通信的功能, 主要用于资源受限 (包括存储、功耗等) 的嵌入式设备
12	LRC	Longitudinal Redundancy Check, 纵向冗余校验
13	MBAP	MODBUS Application Protocol, MODBUS 应用协议
14	MQTT	Message Queuing Telemetry Transport, 消息队列遥测传输, 是基于客户端—服务器的消息发布/订阅传输协议, 是一个即时通信物联网协议
15	MODBUS - ASCII	MODBUS 协议的一种形式, 串行连接, 是一种可读的、采用 ASCII 字符表示数据的方式, 采用纵向冗余校验的校验和
16	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
17	MODBUS - TCP	MODBUS 协议的一种形式, 通过 TCP/IP (例如以太网) 连接的 MODBUS 协议, 不需要校验和计算
18	PDU	Protocol Data Unit, 协议数据单元
19	RS - 232C	Recommended Standard 232C, 数字终端设备和数据电路终端设备间采用串行二进制数据交换的接口标准

表 1 符号、代号和缩略语 (续)

序号	符号、代号和缩略语	内 容
20	RS-422	Recommended Standard 422, EIA-422 和 RS-422 是同义词, RS-422 标准全称是“平衡电压数字接口电路的电气特性”, 它定义了接口电路的特性
21	RS-485	Recommended Standard 485, 平衡数字多点系统用发生器和接收机的电特性接口标准
22	SDI-12	Serial Digital Interface 12, 基于微处理器的智能化监测传感器串行单一通道数据通信接口协议。在该协议支持下可实现一对多点总线远距离连接和传送
23	SDK	Software Development Kit, 软件开发工具包
24	TCP	Transmission Control Protocol, 传输控制协议, 是一种面向连接的、可靠的、基于字节流的传输层通信协议, 由 IETF 的 RFC 793 定义
25	WiFi	Wireless-Fidelity, 无线区域网络认证标准, 是一个创建于 IEEE 802.11 标准的无线局域网技术
26	ZigBee	ZigBee 是一种短距离、低功耗、低速率无线通信技术, 是基于 IEEE 802.15.4 标准的低功耗局域网技术

#### 4 基本规定

- 4.1 SL/T 812 其他部分应包括智能传感器与遥测终端机、遥测站与中心站之间的数据传输链路协议和数据通信规约等技术内容。
- 4.2 SL/T 812 其他部分应按照规则对信息元素标识符及其数据进行编码定义, 信息元素编码格式和报文帧格式应按照本部分规定进行选定。
- 4.3 遥测站或监控站分类定义及编码应遵照附录 A 规定, 附录 A 未定义的遥测站或监控站分类编码可自行定义。
- 4.4 水利视频监控联网系统的信息传输、交换与控制应符合 GB/T 28181 的有关规定, 视频编解码宜采用 H.263、H.264、H.265 等标准。
- 4.5 应根据水利监测系统特点及需求对数据传输安全作出规定, 可采取网络安全技术、信息传输加密编码以及其他信息安全技术等措施。
- 4.6 物联网通用协议的应用宜根据物联网发展以及水利实际应用需求进行优化。

#### 5 水利监测系统基本构成

##### 5.1 组网结构

5.1.1 水利监测系统组网架构可分为端对端组网和扁平化组网。

5.1.2 端对端组网基本结构宜按照图 1 构建; 扁平化组网基本结构宜按照图 2 构建。

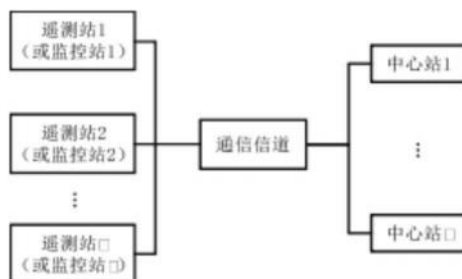


图 1 端对端组网基本结构图

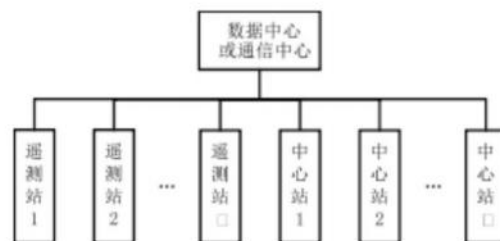


图 2 扁平化组网基本结构图

5.1.3 遥测站逻辑结构宜满足图 3 规定，监控站逻辑结构宜满足图 4 规定。

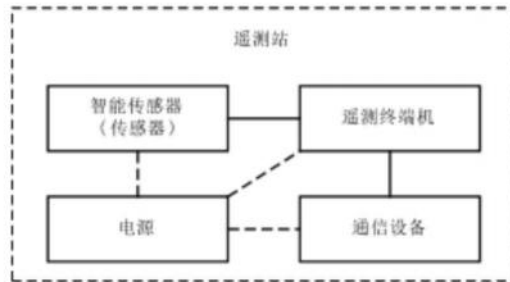


图 3 遥测站逻辑结构图



图 4 监控站逻辑结构图

## 5.2 工作模式

### 5.2.1 端对端组网工作模式

5.2.1.1 遥测站与中心站基于专用数据传输规约的端对端组网工作模式可选用自报式、查询/应答式或兼容式。

a) 自报式符合下列规定：

- 1) 监测站告警、被测参数值发生变化或定时等事件触发，遥测站向中心站主动发送数据。
- 2) 自报触发条件及优先级顺序为：告警自报、要素值变化自报、特定条件自报、定时自报等。
- 3) 可分为无确认自报和确认自报。无确认自报表示遥测站发出数据，中心站只需接收无需应答。确认自报表示遥测站发出数据，中心站接收正确应发出“数据正确”确认响应。

b) 查询/应答式应符合下列规定：

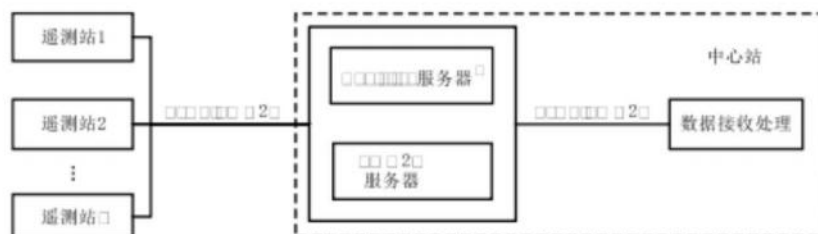
- 1) 中心站发出指令对遥测站进行数据查询、参数（状态）设置或设备控制，遥测站应响应指令发送所查询的数据或状态、设置参数或执行控制设备指令并返回执行结果。
- 2) 查询的方式有定时顺序轮询、随机顺序轮询或定点查询等。
- 3) 随机查询的优先级高于定时查询。

c) 兼容式表示同时包括查询/应答式和自报式，可根据应用需求设定工作模式。

5.2.1.2 遥测站与中心站之间采用物联网数据传输协议时，数据交换可采用物联网端对端组网工作模式，其逻辑结构宜满足图 5 规定，并符合下列规定：

a) 中心站宜部署 LWM2M 服务器和 Bootstrap 服务器。

b) 中心站（数据接收处理机）与遥测站均作为客户机，与 LWM2M 服务器连接，并通过 Bootstrap 服务器获得消息接收端的真实地址，再通过 CoAP 协议下的 URL 指令进行通信。



□□□□□□服务器指□□□□□□2□协议中的引导服务器，为客户端提供真实服务器的通信地址。

图 5 物联网端对端工作模式结构图

5.2.2 扁平化组网工作模式

5.2.2.1 遥测站与中心站采用物联网通用数据传输协议通信时宜采用扁平化组网架构，可采用数据中心工作模式或通信中心工作模式。

5.2.2.2 数据中心工作模式逻辑结构宜满足图 6 规定，并符合下列规定：

- a) 数据中心应具备监测数据接收、存储、分发和查询服务的基本功能。
- b) 遥测站和中心站可根据需求选择数据中心提供服务的链路类型和物联网数据传输协议实现与数据中心的互联互通。
- c) 遥测站和中心站通过数据中心提供的 API 接口和 SDK 在数据中心上完成注册，向数据中心分别发布监测数据、控制指令。
- d) 中心站采用数据中心提供的 API 接口和 SDK 向数据中心查询监测数据的实时值和历史记录。
- e) 数据中心在接收到遥测站数据或中心站控制命令后，向中心站或遥测站推送数据通知。

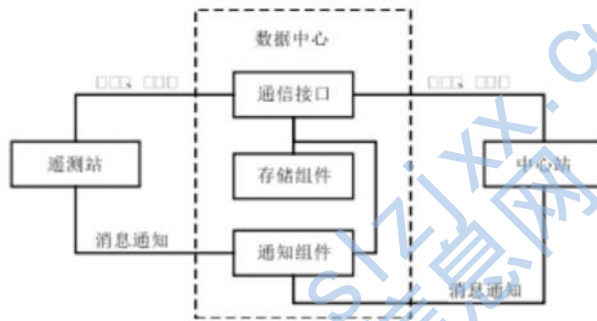


图 6 数据中心工作模式逻辑结构图

5.2.2.3 通信中心工作模式逻辑结构宜满足图 7 规定，并符合下列规定：

- a) 通信中心只负责遥测站与中心站间的数据报文转发，为遥测站与中心站提供透明的传输信道。该模式下通信中心作为服务器，遥测站与中心站作为客户端，数据上传、存储和分发可采用订阅分发方式。
- b) 遥测站和中心站均应通过物联网数据传输协议与通信中心建立连接，宜采用 MQTT 协议。
- c) 遥测站在低功耗要求下，与通信中心连接可采用 CoAP 传输层协议及 LWM2M 应用层协议。
- d) 在采用 MQTT 协议通信时，遥测站发布的上行报文通信质量参数应采用 QoS1<sup>❶</sup>；中心站发布的下行报文通信质量参数应采用 QoS2<sup>❷</sup>。
- e) 在采用 CoAP 协议时，遥测站与中心站均采用需要被确认的请求（CON）消息类型。



图 7 通信中心工作模式逻辑结构图

❶ QoS1 (At least once) “至少一次的传输”，指确保消息到达，但消息重复可能会发生。  
 ❷ QoS2 (Exactly once) “只有一次的传输”，指确保消息到达一次，重复的消息不会传送到接收的应用。

## 6 传输链路协议

### 6.1 一般规定

6.1.1 数据传输链路可分为智能传感器至遥测终端机、遥测站或监控站至中心站之间的数据传输链路。

6.1.2 智能传感器与遥测终端机之间的传输链路协议应根据通信模式选定。串口通信模式可选用基于 MODBUS-ASCII/RTU、SDI-12 规约的传输链路协议，宜采用 MODBUS-RTU 传输链路协议；有线网络通信模式宜采用 MODBUS-TCP 传输链路协议；无线通信模式应根据组网类型选用对应的无线网传输链路协议。

6.1.3 遥测站（或监控站）至中心站之间的数据传输链路协议可选用专用传输链路协议或基于物联网的传输链路协议。

6.1.4 监控站至中心站之间应采用监控系统的传输链路协议。

### 6.2 智能传感器与遥测终端机的传输链路协议

#### 6.2.1 物理层

智能传感器与遥测终端机的通信可分为串口通信、有线网络通信以及无线通信三种模式，分别符合以下规定：

- a) 串口通信模式，可选用 RS-485/422、RS-232C、SDI-12 等接口标准，宜采用 RS-485 接口。
- b) 有线网络通信模式，可选用 RJ45 接口标准或者 SC 光纤接口标准。
- c) 无线通信模式，可选用超短波、LoRa、ZigBee、WiFi 等通信方式。

#### 6.2.2 链路传输方式

遥测终端机与智能传感器通信宜采用查询应答方式。遥测终端机宜为通信发起端，智能传感器响应遥测终端机命令执行相应操作。

#### 6.2.3 基于 MODBUS 协议的链路传输规则

6.2.3.1 MODBUS 协议链路传输流程符合下列规定：

- a) MODBUS 可包括 ASCII、RTU、TCP 三种报文类型，可选用其中一种报文类型，采用主/从方式通信，其传输流程如图 8 所示。
- b) 遥测终端机作为主站向智能传感器发送请求，智能传感器对遥测终端机应答响应时，根据处理结果，可建立下列两种响应类型：
  - 1) 正常响应：响应功能码=请求功能码。
  - 2) 异常响应：响应功能码=请求功能码+0x80；并提供一个异常码指示差错原因。

6.2.3.2 MODBUS 串行链路传输应遵守下列规则：

- a) 链路传输模式包含 RTU 模式和 ASCII 模式，采用异步串行传输方式。
- b) 链路上所有设备的传输模式和串行口参数应相同，通信的波特率可选用 1200bit/s、2400bit/s、4800bit/s、9600bit/s、19200bit/s、38400bit/s 等，宜采用 9600bit/s。
- c) 在同一时刻，应只有一个主站连接于总线，一个或多个从站节点（最大编号为 247）连接于同一串行总线，从站节点数量应根据 MODBUS 总线驱动能力确定。
- d) MODBUS 通信总是由主站发起，并且在同一时刻只会发起一个 MODBUS 链路传输流程。
- e) 从站节点在没有收到来自主站的请求时，不应发送数据，并且从站节点之间不应互相通信。

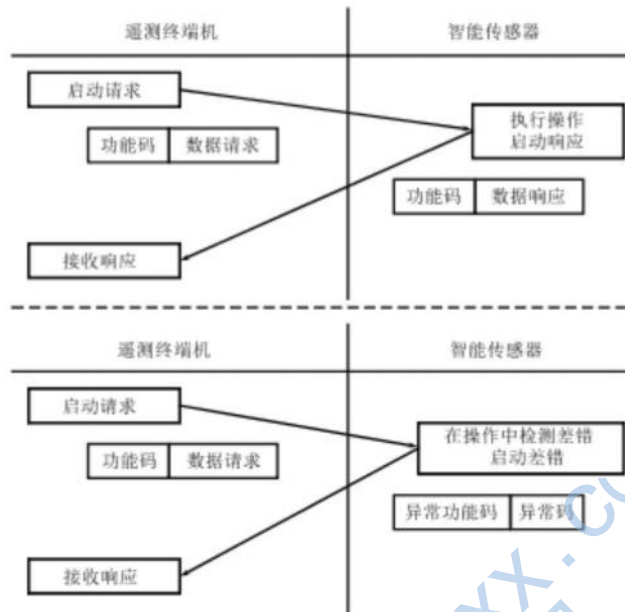


图 8 MODBUS 链路传输流程图

f) RTU 模式链路检测符合下列要求：

- 1) 从“初始启动”态到“发送”态转换应设定 3.5 个字节长的“空闲”状态；
- 2) 当没有活动的传输时间间隔达 3.5 个字节长时，通信链路应被认为在“空闲”状态；
- 3) 当链路空闲时，在链路上检测到的任何传输字节被识别为帧起始，链路变为“活动”状态；当链路上没有字节传输的时间等待达到 3.5 个字节长后，被识别为帧结束；
- 4) 当主站发送帧结束后超过 3.5 个字节长没有收到响应时，定义为超时，可重发；
- 5) 如果两个字节之间的空闲间隔大于 1.5 个字节时，则报文帧被认为不完整应该被接收节点丢弃。

g) ASCII 模式链路检测应符合下列要求：

- 1) “空闲”状态应是没有发送和接收报文要处理的正常状态；
- 2) 每次接收到“:”字节表示新的报文开始。如果在一个报文的接收过程中收到该字节，则之前的报文字节被认为不完整并被丢弃，同时表示一个新的接收报文开始；
- 3) 以“回车换行 (〈CR〉〈LF〉)”为帧结束标志；
- 4) 报文帧字节间的时间间隔可达 1 秒，如果字节间间隔大于 1s，则接收设备应认为发生了错误。

h) 主站对从站节点发送 MODBUS 请求可采用下列模式：

- 1) 单播模式：主站以特定地址访问某个从站节点，从站节点接到并处理完请求后，向主站返回一个应答，每个从站节点应有唯一的地址（范围为 1~247）；
- 2) 广播模式：主站向所有从站节点发送请求，地址 0 专门用于广播地址。

6.2.3.3 MODBUS-TCP/IP 传输应遵守下列基本规则：

- a) MODBUS-TCP 是运行在 TCP/IP 上的 MODBUS 报文传输协议。
- b) MODBUS 通信需要建立遥测终端机与智能传感器之间的 TCP 连接。
- c) 智能传感器赋予 TCP 缺省的工作端口号宜为 502。
- d) 通信过程应符合下列要求：

- 1) 用连接 (Connect) 命令建立与目标智能传感器的链接;
- 2) 准备 MODBUS 报文, 包括 7 个字节的 MBAP 在内的请求;
- 3) 采用发送 (Send) 命令发送报文;
- 4) 在同一连接下等待应答;
- 5) 用接收 (Recv) 命令读取报文, 完成一次数据交换过程;
- 6) 当通信任务结束时, 宜关闭 TCP 连接, 使智能传感器可为其他遥测终端机服务。

#### 6.2.4 基于 SDI-12 的链路传输规则

**6.2.4.1** 智能传感器与遥测终端机通过 SDI-12 数据总线进行通信应采用 ASCII 码, 传输波特率应为 1200bit/s。遥测终端机与智能传感器的链路 SDI-12 传输规则符合下列要求:

- a) 遥测终端机发送中断唤醒信号为持续时间不少于 12ms 的空号。
- b) 接收到中断唤醒信号和命令后, 指定地址的智能传感器应将数据线置于传号状态持续 8.33ms, 允许误差:  $-0.4\text{ms}$ , 然后再查找地址。
- c) 智能传感器在最后一个命令字节停止位结束后的 15ms 内应启动第一个响应字节的起始位, 允许误差:  $+0.4\text{ms}$ 。
- d) 智能传感器应能在接收到中断唤醒信号 100ms 内检测出有效命令的起始位。
- e) 遥测终端机发送命令的最后一个命令字节后, 应在停止位结束后 7.5ms 内放弃对数据线的控制, 允许误差:  $+0.4\text{ms}$ 。
- f) 智能传感器在发送完响应的最后一个响应字节后, 应在 7.5ms 内释放数据线, 允许误差:  $+0.4\text{ms}$ 。
- g) 在命令和响应帧中两个字节的结束位和起始位之间的时间间隔不应超过 1.66ms, 并不应有误差, 保证命令的回复能够在 380ms 的窗口期完成发送。
- h) 智能传感器收到无效地址或者检测到传号状态 100ms 后应返回低功耗待机模式, 允许误差:  $+0.4\text{ms}$ 。

**6.2.4.2** 遥测终端机在必要时应向智能传感器发送中断唤醒信号, 将智能传感器从低功耗待机模式唤醒。中断唤醒信号遵循下列规则:

- a) 当寻址不同的智能传感器, 或者数据线处于传号状态超过 87ms 时, 遥测终端机发送命令前应先发送一个中断唤醒信号。
- b) 当遥测终端机接收到智能传感器发送的准备就绪信号后, 应在 87ms 以内发送命令。如果超过 87ms, 在发送命令之前应再发送中断唤醒信号。

**6.2.4.3** 遥测终端机应支持重发, 重发遵守下列规则:

- a) 发送命令后没有从智能传感器收到任何响应的情况下, 遥测终端机在命令的最后一个停止位之后等待至少 16.67ms, 但不超过 87ms 的时间内重新发送命令。
- b) 如果发送两次及以上命令以后仍然没有收到正确响应, 应在等待 100ms 以后, 先发送中断唤醒信号, 再进行一次重发, 整个过程 (包括中断和重发) 至少需要重复两次。
- c) 存在下列情况时, 应进行重发:
  - 1) 智能传感器没有响应;
  - 2) 接收到响应的起始位以后数据线上出现 8.33ms 的传号状态;
  - 3) 接收到响应格式错误、校验错误、帧错误或者总线竞争等无效响应。

#### 6.2.5 无线通信模式传输链路协议

智能传感器与遥测终端机之间采用无线通信模式时, 根据以下要求选用链路传输协议:

- a) 当采用 LoRa、ZigBee、WiFi 等通信模式组建无线传感网时, 应根据信道分别采用 LoRa、ZigBee、WiFi 等通信模式支持的传输链路协议。



b) 当采用自建超短波信道组建无线传感网时,宜采用 MODBUS-RTU 传输链路协议。

### 6.3 遥测站与中心站专用传输链路协议

#### 6.3.1 物理层

6.3.1.1 通信传输信道应根据系统组网需求确定,物理层传输接口、速率等技术指标应根据信道特性确定。

6.3.1.2 通信组网应按照 SL 61 有关规定执行。

#### 6.3.2 链路传输模式及协议

6.3.2.1 对于非透明传输通信方式,专用传输链路协议宜建立在所选用的通信方式传输层协议之上。

6.3.2.2 链路传输模式规定见表 2。应根据监测系统需求、通信信道特点和系统工作模式选定链路传输模式。一个系统中可以混合使用多种链路传输模式。

表 2 链路传输模式种类

模式代号	模式种类	适用工作模式	适用信道
M1	发送/无回答	自报式	单向或双向信道
M2	发送/确认	自报式	双向信道
M3	多包发送/一次确认*	自报式	双向信道
M4	查询/响应	查询应答式	双向信道
M5	查询/多包发送响应*	查询应答式	双向信道

\* M3、M5 的应用应遵循以下要求:

- 1) 对于多包发送/一次确认模式 M3 和查询/多包发送响应模式 M5,适用于传输的数据量比较大,通信信道是双向通信,通信可靠性和数据传输畅通率比较高的应用场景。数据发送方(不一定是通信发起端)是遥测站或监控站,数据接收方是中心站。
- 2) 传输流程为:数据的发送方与接收方建立连接后,发送方将要发送的数据分包后,依次全部发完,接收方在接收到最后一帧数据包后,如果全部正确,接收方只给发送方发送一次“确认”回答,告知发送方数据包全部正确;如果有数据包错误或者丢失,则将错误或者丢失的数据包序号等信息回复至发送方,发送方根据错误或丢失的包序号将相应的数据包再次发送。接收过程中,如果超过一定时间没有接收到后续报文,按照丢包方式处理。
- 3) 发送方在依次发送分包数据时,需要设定两帧数据包之间的帧时间间隔,以免造成发送信道拥挤而导致数据丢失;帧时间间隔应考虑通信发生时通信信道带宽、接收方的接收缓冲、接收方的数据接收处理能力、中间环节延时等因素。
- 4) 在进行数据分包时,分包长度应根据通信信道类型、一次通信的最大负载长度、信道繁忙状况等因素进行确定。

6.3.2.3 传输链路协议包括自报式和查询应答式报文帧传输链路协议,其报文帧传输链路协议分别按图 9 和图 10 规定执行。

6.3.2.4 链路传输模式应用符合下列规定:

- a) M1,遥测站为通信发起端。遥测站发出报文后,中心站只需接收不需应答响应。可用于特定信道发送单帧自报报文,没有下行确认帧。M1 自报式报文传输链路见图 9 (a)。
- b) M2,遥测站为通信发起端。遥测站发出报文后,中心站接收报文正确,应响应发送“确认”报文;中心站接收报文无效,则不响应。遥测站收不到响应报文应启动重发机制,最多重发 2 次。多帧报文有一包传输不正确,该份报文下次通信重发。M2 自报式报文传输链路见图 9 (b)。

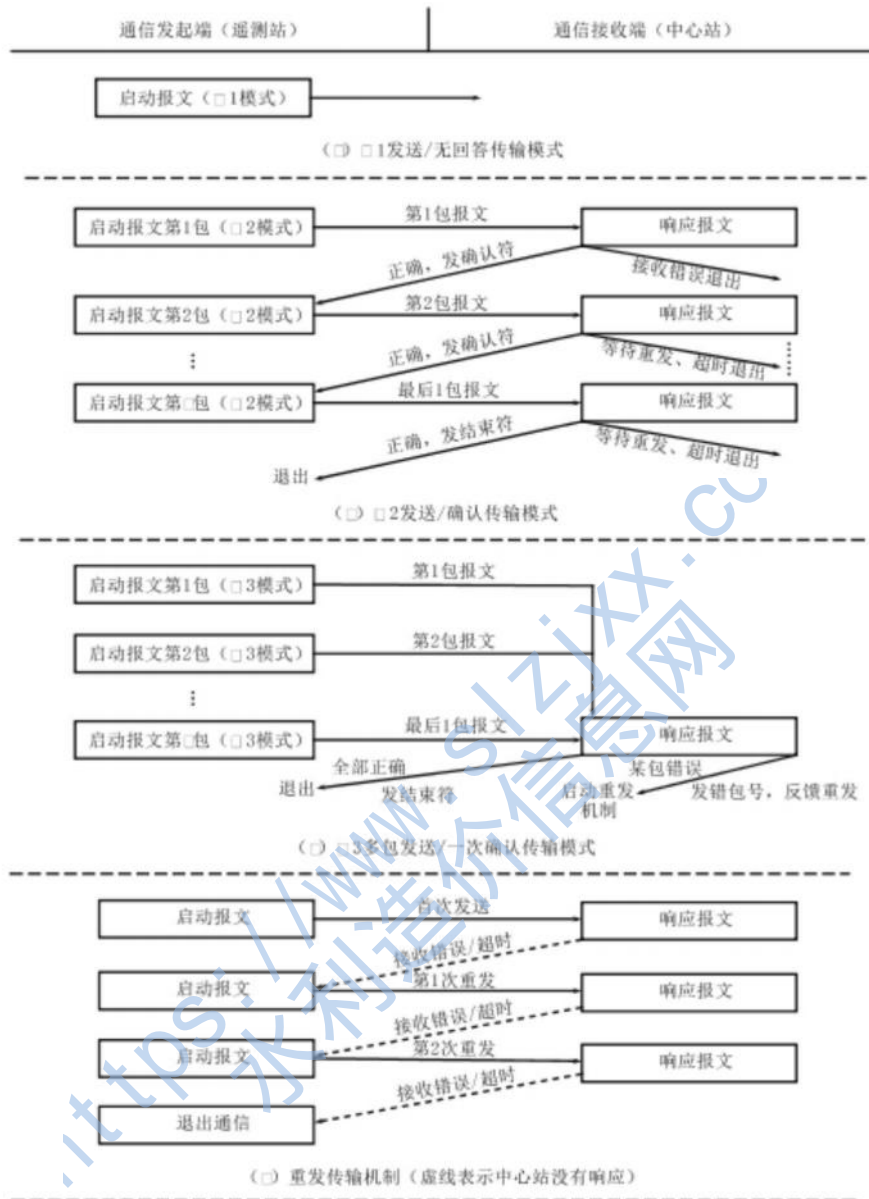


图9 自报式报文传输链路图

- c) M3, 遥测站为通信发起端。遥测站连续发出多包报文后, 中心站正确接收全部数据包, 仅应回答1次确认报文; 若有错误或丢失数据包, 中心站应发送包括错误或丢失的数据包序列号(1个包序列号, 每包单独重发)的响应包, 遥测站重发相应序列号包数据, 此时重发应改为由中心站控制, 最多重发2次; 接收过程中, 如果超过一定时间没有接收到后续报文, 按照丢包方式处理。M3自报式报文传输链路见图9(c)。
- d) M4, 中心站为通信发起端。中心站发出查询请求报文后, 遥测站接收请求报文正确, 应发送响应帧; 如遥测站接收请求报文无效, 则不响应。中心站发出命令后收不到响应报文应启动重发机制, 最多重发2次。中心站未能接收到第2包及以上包响应报文, 应重新发起通信, 最多重发2次; 中心站接收第2包及以上包报文出错, 则应发送“接收错误”否认帧, 遥测

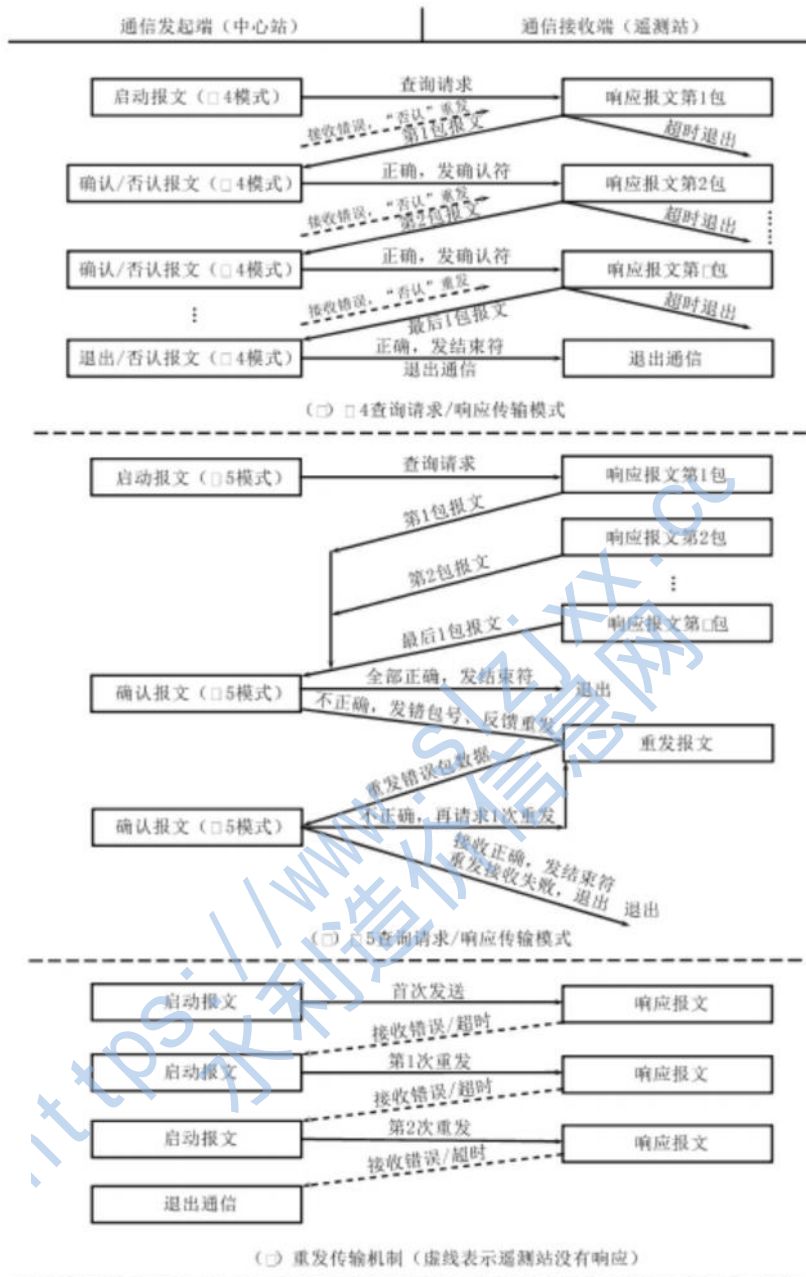


图 10 查询应答式报文传输链路图

站重发对应帧，中心站控制最多重发 2 次；重发 2 次不成功，结束本次通信。M4 用于查询遥测站监测数据，设置（修改）遥测站运行状态参数、控制遥测站运行。M4 查询/应答式报文传输链路见图 10 (a)。

- e) M5，中心站为通信发起端。中心站发出查询请求报文后，遥测站接收请求报文正确，应发送响应帧；如遥测站接收请求报文无效，则不响应。遥测站收到查询请求后，遥测站连续发出多包报文，中心站正确接收全部数据包，仅应回答 1 次确认报文；若有错误或丢失数据包，中心站应发送包括错误或丢失的数据包序列号（1 个包序列号，每包单独重发）的响应包，

遥测站重发相应序列号包数据，最多重发 2 次；接收过程中，如果超过一定时间没有接收到后续报文，按照丢包方式处理。M5 查询应答式报文传输链路见图 10 (b)。

### 6.3.3 传输规则

#### 6.3.3.1 帧传输间隔遵守下列规则：

- a) 报文的字节之间不设线路空闲间隔。
- b) 在两个数据帧之间应至少等待一个线路空闲间隔。
- c) 两帧之间的线路空闲间隔应根据信道网络延时、中间环节延时、终端响应时间、传输速率等因素确定。

#### 6.3.3.2 通信超时处理遵守下列规则：

- a) 超时等待时间应根据信道类型、传输速率以及报文的帧长度等因素确定。
- b) 发起端在规定时间内没有正确收到响应报文，应作为超时出错处理。
- c) 接收端在刚建立的链路上接收帧信息错误，接收端直接退出，发送端作超时处理。
- d) 自报式工作模式中，遥测站发起多包报文传输时，中心站接收第 2 包及以上包报文，应等待到超时退出。
- e) 查询应答式工作模式中，遥测站发出报文包后需等待中心站回复。回复是“确认”信息，进入下一个进程；回复是“否认”信息，重发该包，并应继续等待，收到“确认”信息进入下一个进程，否则超时退出。

#### 6.3.3.3 报文传输重发机制符合下列规定：

- a) 通信出现超时，一般由通信发起端控制启动重发机制，最多应重发 2 次。
- b) 对应接收端未正确收到的任何一个报文包，发起端均应启动重发机制，最多应重发 2 次。
- c) 若连续三次重发均未被成功接收，应退出通信，等待下次重新建立链路。
- d) 自报式重发机制见图 9 (d)，查询/应答式重发机制见图 10 (c)。

#### 6.3.3.4 半双工信道应采用非平衡传输规则，并符合下列规定：

- a) 在前一次数据通信服务结束后，方可启动新一次数据通信。
- b) 对于单向信道，在前一次通信的传输过程结束后，应选择适合的帧传输空闲间隔等待后才能进行下一次的发送传输，遥测站发完报文即退出通信。
- c) 对于双向信道，宜由中心站负责控制是否退出通信状态。

#### 6.3.3.5 全双工信道传输可采用平衡传输规则，允许同时建立一个或多个通信服务。同时建立多个通信服务时，由通信发起端进行数据流控制。

## 6.4 遥测站与中心站基于物联网通用协议的传输链路协议

### 6.4.1 物理层

6.4.1.1 通信传输信道可采用传感器网络与移动通信技术、互联网技术相融合，宜采用 NB-IoT 组网。

注：NB-IoT，即 Narrow Band Internet of Things，窄带物联网。

6.4.1.2 通信传输信道及其技术指标应根据扁平化组网或物联网端对端组网工作模式确定。

6.4.1.3 通信传输信道应能实现更加广泛的互联功能，将感知到的信息无障碍、高可靠性、高安全性地传送到接收端。

### 6.4.2 链路传输规则

6.4.2.1 针对扁平化组网工作模式，传输链路协议符合下列规定：

a) 遥测站与数据中心或通信中心间宜采用基于物联网 MQTT 等传输协议的通信传输链路协议。

遥测站具有低功耗要求时，宜采用基于 CoAP 协议的通信传输链路协议。

b) 中心站与数据中心或通信中心间宜采用基于物联网 MQTT 等传输协议的通信传输链路协议。

6.4.2.2 针对物联网端对端组网工作模式，宜采用基于物联网 CoAP 或 LWM2M 等传输协议的通信传输链路协议。

## 6.5 监控系统传输链路协议

### 6.5.1 物理层

6.5.1.1 监控站与中心站通信宜采用端对端组网结构。

6.5.1.2 通信信道应采用主备冗余，并采用两条以上相互独立的可靠信道。传输接口、速率等技术指标应根据控制系统数据传输需求以及信道特性确定。

### 6.5.2 链路传输协议

链路传输协议应符合 6.3 的相关规定，并符合下列要求：

a) 监控站与中心站之间的监测数据传输链路模式宜采用 M2~M5。

b) 中心站与监控站之间的控制命令链路传输模式宜参照采用查询/响应模式 M4，并应采用选择-返校-执行机制，远程遥控过程规定见图 11。

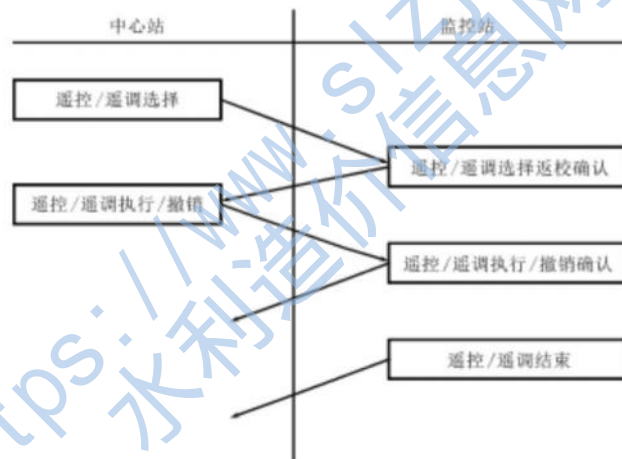


图 11 中心站与监控站远程遥控过程图

### 6.5.3 通信安全

6.5.3.1 中心站与监控站的控制命令传输加密宜采用纵向加密装置。

6.5.3.2 纵向加密装置应部署在中心站及下属的各监控站，宜部署在路由器与信道的连接端。

6.5.3.3 纵向加密装置应为上下级控制系统之间的广域网通信提供认证与加密服务，实现数据传输的机密性、完整性保护。

6.5.3.4 纵向加密装置基于链路层的数据访问控制原理，应支持透明和加密接入两种工作模式并采用过滤技术，提供应用层的安全访问控制机制，保证数据传输的实时性、安全性、可靠性。

6.5.3.5 纵向加密装置可选择正向、反向和双向的加密保护，应能根据监控站的需求配置相应的安全策略。

6.5.3.6 纵向加密装置使用的密码算法可选用对称加密算法、非对称算法、散列算法和随机数生成

算法等。

## 7 数据通信规约

### 7.1 一般规定

- 7.1.1 智能传感器与遥测终端机的数据传输应根据选用的通信模式确定与之相适应的数据通信规约。
- 7.1.2 遥测站与中心站的数据传输宜建立在不同传输信道和信道本身具有的信道传输协议之上，其数据通信规约的信息元素编码和报文帧格式应根据业务需求和组网结构选定。
- 7.1.3 监控站应具有接收中心站下发的控制命令并转发给监控站主控系统的数据通信功能。
- 7.1.4 报文帧分包传输应针对报文正文进行分包，任何一个包均应包括完整的报头、控制符、校验、结束符等帧组成单元。

### 7.2 智能传感器与遥测终端机的数据通信规约

#### 7.2.1 通信规约选定

智能传感器与遥测终端机间数据传输针对不同物理层，通信规约选定符合以下规定：

- 智能传感器采用异步串行通信模式时，可选择采用 MODBUS-RTU、SDI-12、MODBUS-ASCII 通信规约，宜采用 MODBUS-RTU 通信规约。
- 智能传感器采用以太网通信模式时，可采用 MODBUS-TCP 通信规约。
- 智能传感器采用无线通信模式时，宜根据通信信道特性选用适宜于相应信道的通信规约。

#### 7.2.2 MODBUS 数据通信规约

##### 7.2.2.1 传输约定

采用 MODBUS 通信规约时，传输链路协议应符合 6.2 相关规定。

##### 7.2.2.2 MODBUS 通用报文帧结构

7.2.2.2.1 MODBUS 通用报文帧结构应符合图 12 规定。除差错校验值外，其他数据传输顺序为高位字节在前，低位字节在后。MODBUS 应用示例参见附录 B。

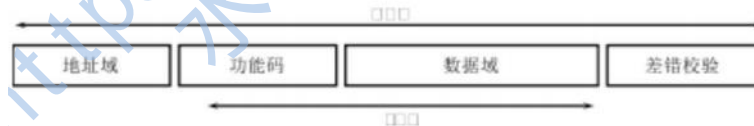


图 12 MODBUS 通用报文帧结构

7.2.2.2.2 地址域分配规定见表 3，并符合以下要求：

- 地址域在帧的开始部分，范围为 0~255。
- 地址 0 为广播地址，所有智能传感器应识别广播地址。
- 遥测终端机不需要设定 MODBUS 协议地址，而每个智能传感器应有一个地址，该地址在 MODBUS 串行总线上唯一。

表 3 地址域分配

广播地址	智能传感器地址	保留
0	1~247	248~255

## 7.2.2.2.3 MODBUS 通信规约功能码分配应符合表 4 规定。

表 4 MODBUS 通信规约功能码分配规定

功能码区域	功能码类别	功能码区域	功能码类别
1~64	公共功能码	120~127	留作内部使用
65~72	用户定义功能码	128~255	用于异常响应

## 7.2.2.2.4 数据域应符合下列规定：

- 数据域包含了智能传感器执行功能码定义所需要的数据或者智能传感器响应遥测终端机时返回的数据，如寄存器起始地址、寄存器数量、数据长度、寄存器值、异常功能码等。
- 智能传感器数据寄存器地址设置应符合表 5 的规定，在《水利监测数据传输规约》其他部分编制时应在表 5 规定的范围内进行具体规定。

表 5 水利监测系统中智能传感器数据寄存器地址分配

水利监测系统	寄存器地址	寄存器数量
水文、水资源监测	0000H~0FFFH	4096
水利工程（大坝安全）监测	1000H~2FFFH	8096
水土保持监测	3000H~3FFFH	4096
城乡供水水务监测	4000H~4FFFH	4096
预留（用于其他水利监测）	5000H~FFFFH	45056

## 7.2.2.2.5 差错校验应符合下列规定：

- 差错校验是对串行链路报文内容执行“冗余校验”的计算结果。
- MODBUS-ASCII 传输模式采用 LRC 校验，RTU 传输模式下采用 CRC 校验。
- 在 MODBUS-TCP 传输模式下无需另外进行差错校验。

## 7.2.2.3 MODBUS-ASCII 报文帧结构

## 7.2.2.3.1 帧字节结构应符合下列规定：

- 1 个起始位，7 个数据位，1 个偶校验位，1 个停止位；帧字节构成应符合表 6 规定。

表 6 MODBUS-ASCII 帧字节构成

起始位	7 个数据位							校验位	停止位
"0"	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	偶校验位	"1"

- 低位在前，高位在后，每个字节从左到右顺序发送。

## 7.2.2.3.2 报文帧结构规定见表 7 规定，并应符合以下规定：

- 报文帧由冒号“:”起始，2 字节智能传感器地址，2 字节功能码，0 到  $2 \times 252$  字节数据，2 字节 LRC 帧校验码，以回车换行“〈CR〉〈LF〉”结束，最大帧长为 513 字节。
- LRC 是纵向冗余校验，LRC 传输高位字节在前，低位字节在后。LRC 生成规定如下：
  - LRC 的计算：对报文中不包括起始“冒号”和结尾〈CR〉〈LF〉的所有连续 8 位字节相加，忽略进位，求出其二进制补码；
  - LRC 域应为 2 个字节 ASCII 字符，由 LRC 计算得出的 1 个 8 位二进制值转换成 ASCII 字符。LRC 的结果放置于 ASCII 模式报文帧的〈CR〉〈LF〉之前；
  - LRC 值由发送设备计算发送，接收设备在接收报文时重新计算 LRC 的值，并将计算结果与实际接收到的 LRC 值相比较。如果两个值不相等，则为错误。

表 7 MODBUS - ASCII 报文帧结构

起始	智能传感器地址	功能代码	数据	LRC 校验	结束
:	2 字节	2 字节	0 到 2×252 字节	2 字节	<CR> <LF>

## 7.2.2.4 MODBUS - RTU 报文帧结构

## 7.2.2.4.1 帧字节结构应符合下列规定：

- a) 1 个起始位，8 个数据位，1 个偶校验位，1 个停止位；帧字节构成符合表 8 规定。

表 8 MODBUS - RTU 帧字节结构

起始位	8 个数据位								校验位	停止位
"0"	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	偶校验位	"1"

- b) 低位在前，高位在后，每个字节从左到右顺序发送。

## 7.2.2.4.2 报文帧结构应符合下列规定：

- a) MODBUS - RTU 报文帧结构符合表 9 规定。

表 9 MODBUS - RTU 报文帧结构

起始	智能传感器地址	功能代码	数据	CRC 校验	结束
≥3.5 字节	1 字节	1 字节	0~252 字节	2 字节	≥3.5 字节

- b) 1 字节智能传感器地址，1 字节功能码，0 到 252 字节数据，2 字节 CRC 帧校验码，帧最大为 256 字节，报文帧由时长至少为 3.5 个字节时间的空闲间隔区分。
- c) CRC 校验采用 16 位循环冗余码 CRC16 反向校验，帧校验码前所有信息字节参与校验计算，生成多项式为： $1 + X^2 + X^{15} + X^{16}$ 。CRC 传输低位字节在前、高位字节在后。CRC 计算方法参见附录 C。

## 7.2.2.5 MODBUS - TCP 报文帧结构

MODBUS - TCP 报文帧结构应符合图 13 规定。其报文帧在 TCP/IP 上采用专用的 MBAP 报文头识别 MODBUS 应用数据单元。MBAP 报文头：7 个字节长，应符合表 10 规定。



图 13 MODBUS - TCP 报文帧结构

表 10 MBAP 报文头

域	长度	描述	遥测终端机	智能传感器
传输标志	2 个字节	标志 MODBUS 请求/响应的传输，通常默认为 0	由遥测终端机生成	传感器响应时复制该值
协议标志	2 个字节	0=MODBUS 协议	由遥测终端机生成	传感器响应时复制该值
长度	2 个字节	后续字节计数	由遥测终端机生成	传感器响应时重新生成
单元标志	1 个字节	智能传感器设备的地址	由遥测终端机生成	传感器响应时复制该值



### 7.2.3 SDI-12 数据通信规约

#### 7.2.3.1 智能传感器与遥测终端机采用 SDI-12 通信规约应符合下列规定：

- a) 采用的 SDI-12 通信规约应遵照 SDI-12 V1.4 及其以上版本的相关规定执行，其要点参见附录 D。
- b) 传输链路协议应符合 6.2 相关规定。

#### 7.2.3.2 帧字节结构应符合下列规定：

- a) 1 个起始位，7 个数据位，1 个偶校验位，1 个停止位；帧字节构成应符合表 11 规定。
- b) 低位在前，高位在后，每个字节从左到右顺序发送。

表 11 SDI-12 帧字节结构

起始位	7 个数据位							校验位	停止位
"0"	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	偶校验位	"1"

#### 7.2.3.3 SDI-12 可实现特性应符合下列规定：

- a) 在 SDI-12 总线上发送的字符应为可见 ASCII 字符。
- b) 遥测终端机发出的指令应以地址码开始，以“!”为结束符。
- c) 智能传感器响应以地址码开始，以回车和换行（〈CR〉〈LF〉）为结束符。

#### 7.2.3.4 智能传感器的标准地址宜为 ASCII 码“0”~“9”；一条 SDI-12 总线上超过 10 个智能传感器时，地址可采用“A”~“Z”和“a”~“z”，地址设置不应超出该范围。

### 7.2.4 无线传感网数据通信规约

智能传感器与遥测终端机之间采用无线通信模式时，根据以下要求选用通信规约：

- a) 当采用 LoRa、ZigBee、WiFi 等通信模式组建无线传感网时，应根据信道分别采用 LoRa、ZigBee、WiFi 等通信模式支持的通信规约。
- b) 当采用自建超短波信道组建无线传感网时，宜采用 MODBUS-RTU 通信规约，必要时附加纠错编码。

### 7.3 遥测站与中心站专用数据通信规约

#### 7.3.1 传输约定

遥测站与中心站端对端链路传输协议应遵守 6.3 规定。

#### 7.3.2 信息元素编码

##### 7.3.2.1 信息元素编码总体规则

###### 7.3.2.1.1 报文帧中信息元素编码应采用 ASCII 码或 HEX/BCD 码。

7.3.2.1.2 信息元素编码定义应采用“标识符+数据”形式，标识符代表信息元素的数据属性，其中 HEX/BCD 码信息元素编码的标识符由“标识符引导符+数据长度定义”组成。

###### 7.3.2.1.3 标识符的确定遵守下列规则：

- a) 应与报文帧编码匹配定义信息元素的 ASCII 码标识符或 HEX/BCD 码标识符引导符。标识符和标识符引导符定义应按照附录 E 规定进行引用，引用应符合下列规定：
  - 1) 《水利监测数据传输规约》其他部分编制时可以直接引用附录 E 的，则应直接引用，不得再另行定义；
  - 2) 《水利监测数据传输规约》其他部分编制时不能直接引用的附录 E 的，则应将不能引用的

标识符自定义为本类水利监测数据传输规约的信息元素标识符和标识符引导符，并与遥测站或监控站分类码（见附录 A）配合，识别其标识符对应的信息元素。

- b) 对于遥测站运行参数基本配置和其他运行参数标识符，应只定义 HEX/BCD 编码中的标识符引导符，不需要定义 ASCII 码标识符。当采用 ASCII 码编码传输时，应直接将参数标识符引导符转换为 ASCII 码，表示为 ASCII 编码时的参数“标识符”。
- c) 遥测站运行参数基本配置标识符（引导符）定义遵照附录 F 规定，《水利监测数据传输规约》其他部分编制时应直接引用；附录 F 未作规定的遥测站其他运行参数标识符（引导符）可在《水利监测数据传输规约》其他部分编制时自定义。
- d) 用一个要素标识符表示一个遥测站中同时监测的多个相同要素信息点数据时，应对此标识符特殊规定，允许其后续数据的 HEX/BCD 编码第一个字节表示数据采集点编号或通道号，采用 ASCII 编码时该字节也应转换为 2 个字符。

### 7.3.2.2 ASCII 码信息元素编码规则

7.3.2.2.1 信息元素编码由信息元素标识符与相应数据构成，标识符编列在前，数据编列在后。各信息元素标识符、数据之间均用“空格”作为分隔符，“编码结构”表示为“信息元素标识符 空格 数据空格”，均采用 ASCII 字符。编码示例参见附录 G.4.1。

7.3.2.2.2 信息元素应定义 ASCII 码标识符，定义规则应符合 7.3.2.1.3 规定。

7.3.2.2.3 数据可采用 BCD 码、十进制浮点数或 HEX 码等类型表达，除特殊定义外均应转换为 ASCII 字符传输。

7.3.2.2.4 对于一些适宜采用原编码进行传输的特定数据，可通过标识符特殊定义。

示例：如图片数据传输适宜采用 JPG 等格式原编码，不宜将其转换为 ASCII 码传输。图片数据 ASCII 码标识符定义为 PIC，见附录 E。

### 7.3.2.3 HEX/BCD 码信息元素编码规则

7.3.2.3.1 HEX/BCD 码信息元素编码由信息元素标识符与相应数据构成，表示为“标识符数据”，均采用 HEX/BCD 字符。编码示例参见附录 G.4.2。

7.3.2.3.2 标识符与数据、信息组之间均不采用分隔符。

7.3.2.3.3 信息元素标识符结构应符合表 12 以及下列规定：

- a) 应明确定义信息元素 HEX/BCD 码标识符引导符，定义规则应符合 7.3.2.1.3 规定，数据长度定义应根据后续数据结构生成。
- b) “标识符”宜采用 2 字节 HEX 码。高位字节是标识符引导符，低位字节用于定义后续数据的字节数及其小数点后的位数。
- c) 当 2 个字节标识符不够定义监测系统自动采集信息元素时，可以将其扩展为 3 个字节，即将其第一字节定义为“FFH”，其后再扩展 1 个字节，用 2 个字节表示标识符引导符，第三字节为后续数据的字节数及其小数点后的位数定义。

表 12 HEX/BCD 编码标识符结构规定

高位字节	低位字节		说明
标识符引导符	数据长度定义		信息元素标识符与遥测站配置参数标识符取值相同，用功能码区分是信息元素还是遥测站参数标识
宜为 1 字节 HEX 码，范围为 01H～FEH；当该字节取值 FFH 时，其后自动增加 1 字节扩展标识符	字节高 5 位	字节低 3 位	
	表示数据字节数	表示小数点后位数	
	字节数为扣除小数点后包含符号位的长度，范围为 0～31	范围为 0～7	

### 7.3.2.3.4 HEX/BCD 码信息元素数据编码满足下列规定：

- a) 应采用标识符中的数据长度定义表达后续数据的长度和小数点位置，数据长度定义规定见表 12，且应采用最短有效数据位进行编码。
- b) 数据是十进制浮点数时省略小数点，压缩为 BCD 码传输，数据长度及小数点位置由标识符说明，并对数据有效位进行编码，整形数按照无小数的浮点数进行编码。
- c) 数据是正数，且有效位数是奇数，数据高位前插入 1 个“0”并省略小数点后进行压缩 BCD 编码；数据有效位数是偶数，数据保持不变并省略小数点后进行压缩 BCD 编码。
- d) 数据是负数，且有效位数是奇数时，省略负号，数据高位前插入“FF0”并省略小数点后进行压缩 BCD 编码；数据有效位数是偶数时，省略负号，数据高位前插入“FF”并省略小数点后进行压缩 BCD 编码。“FF”表示负数符号位。
- e) 当采用 BCD 编码的信道地址（如短信接收号码等，且不可能是负数）等特定数据位数是奇数时，最高位用“A”补齐，解码时去掉“A”；位数是偶数时，直接采用原数据。
- f) 数据需用 HEX 或 ASCII 码编码表示时，可通过标识符定义识别，并采用原编码传输。

### 7.3.3 报文正文结构

#### 7.3.3.1 报文正文基本结构

7.3.3.1.1 在采用 ASCII 字符编码或 HEX/BCD 编码报文帧结构时，报文正文结构应一致，只是传输编码不同，且采用与帧结构相同的编码编报报文正文。

7.3.3.1.2 报文正文与报文帧结构相对应，应分为上行报文正文和下行报文正文。上行报文正文基本结构规定见表 13，下行报文正文基本结构规定见表 14。

表 13 上行报文正文基本结构

序号	编码名称	编码结构	编码说明（原编码：HEX/BCD）
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码，范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码，YYMMDDHHmmSS
3	遥测站（或监控站）地址组	地址标识符	
		遥测站（或监控站）地址	
4	遥测站（或监控站）分类码	分类码编码	
5	监测时间组	监测时间标识符	
		监测时间	
6	信息元素（或参数）信息组	标识符 1	根据规则定义
		数据 1	不定长
		标识符 2	根据规则定义
		数据 2	不定长
		⋮	⋮

表 14 下行报文正文基本结构

序号	编码名称	编码结构	编码说明（原编码：HEX/BCD）
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码，范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码，YYMMDDHHmmSS

表 14 下行报文正文基本结构 (续)

序号	编码名称	编码结构	编码说明 (原编码: HEX/BCD)
3	遥测站 (或监控站) 地址组	地址标识符	
		遥测站 (或监控站) 地址	
4	遥测站 (或监控站) 分类码	分类码编码	根据下行帧需要选编
5	信息元素信息组	标识符 1	由一组或多组命令参数组成, 根据功能码定义选编
		数据 1	
		标识符 2	
		数据 2	
		⋮	

### 7.3.3.2 遥测站 (或监控站) 地址编码

7.3.3.2.1 遥测站 (或监控站) 地址编码由 5 字节构成 (A5~A1), 其中 A5 为高位字节, A1 为低位字节。

7.3.3.2.2 遥测站 (或监控站) 地址编制部门应保证遥测站 (或监控站) 地址的唯一性, 遥测站 (或监控站) 地址编码应遵守下列规则之一:

a) 编码规则一:

- 1) 采用 5 字节 BCD 码或 10 位字符串, 首字节 A5 为专业代码, 取值范围为 00~09、A0H~FFH, 后 4 字节 A4~A1 编码方式在水利监测系统中自定义, 定义应符合表 15 的要求。

表 15 遥测站 (或监控站) 地址编码规则一

专业代码	各类水利监测系统自定义遥测站 (或监控站) 地址			
A5	A4	A3	A2	A1
00	水文监测系统, 按照 SL 502 规定编制			
01	水资源监测系统			
02	水利工程 (大坝安全) 监测系统			
03	水生态 (水土保持) 监测系统			
04	城乡水务 (农村饮水安全) 监测系统			
05~09、A0~FF	保留扩展			

2) 优先选用 BCD 编码。

3) 当采用 10 位字符串时, 每位字符只应采用 0~9、A、B、C、D、E、F 之一。

b) 编码规则二:

- 1) 由 5 个字节混合编码组成, 定义规定见表 16, 中心站解码时还原为 6 个字节 BCD 码。

表 16 遥测站 (或监控站) 地址编码规则二

A5	A4	A3	A2	A1
采用 GB/T 2260—2007 规定的行政区划代码的前 6 位			遥测站 (或监控站) 地址自定义 1~60000	
			中继站地址自定义 60001~65534	
注: 本编码规则已在水资源监控系统中应用				

- 2) 前三个字节 A5、A4、A3 采用 GB/T 2260—2007 规定的行政区划代码的前 6 位，A5 为省（自治区、直辖市）码，A4 为市（地、州、盟）码，A3 为县（市、区、旗）码；A5、A4、A3 采用 BCD 码。后 2 个字节 A2、A1 为遥测站（或监控站）地址自定义段，采用 HEX 码，中心站解码时还原为 3 个字节 BCD 码。
- 3) 每个县遥测站（或监控站）选址自定义范围为 1~60000，中继站选址范围为 60001~65534。65535 为广播地址，0 为无效地址。

### 7.3.3.3 报文正文结构说明

**7.3.3.3.1 流水号**，表示发送报文的顺序，应采用 2 字节 HEX。上行报文流水号在 0001H~FFFFH 间循环；确认帧下行报文的流水号与上行报文的流水号相同；由中心站发起的下行报文流水号为 0。重发报文采用原报文流水号；报文正文需分包传输时，将报文正文作为整体进行分包，整条报文正文只应在第一分包分配一个流水号，不应在其他分包中另附流水号。

**7.3.3.3.2 发报时间**，表示发送报文的时间，应在发送报文时取于实时时钟，由年、月、日、时、分、秒组成，编码格式为 YYMMDDHHmmSS，并应符合下列要求：

- a) YY 表示年份，2 位数字，取值 00~99。
- b) MM 表示月份，2 位数字，取值 01~12。
- c) DD 表示日期，2 位数字，取值 01~31。
- d) HH 表示小时，2 位数字，取值 00~23。
- e) mm 表示分钟，2 位数字，取值 00~59。
- f) SS 表示秒，2 位数字，取值 00~59。

**7.3.3.3.3 报文正文中的流水号、发报时间组**应编于指定位置，固定长度；当采用 ASCII 码传输时，其中流水号及发报时间后不带“空格”分隔符；其他信息组均按照 7.3.2.2 规定编码。

**7.3.3.3.4 遥测站（或监控站）地址组**，表示遥测站（或监控站）地址组之后的数据应为该站的监测数据，并符合下列规定：

- a) 用遥测站（或监控站）地址标识符引导，其后是遥测站（或监控站）地址，遥测站（或监控站）地址组之后的数据应是该站的监测数据，直至另一组遥测站（或监控站）地址组出现为止。遥测站（或监控站）地址组是多个遥测站（或监控站）信息报文的分隔符。
- b) 当一份报文中包含多个遥测站（或监控站）的信息数据时，报文正文第 3 组开始的编报顺序是“遥测站（或监控站）1 地址组 遥测站（或监控站）1 分类码 监测时间组 1 遥测站（或监控站）1 信息元素信息组 遥测站（或监控站）2 地址组 遥测站（或监控站）2 分类码 监测时间组 2 遥测站（或监控站）2 信息元素信息组……”。
- c) 遥测站（或监控站）地址编码应符合 7.3.3.2 规定。

**7.3.3.3.5 遥测站（或监控站）分类码**，表示遥测站（或监控站）类型，按附录 A 规定执行并应根据报文编码类型相应选择“遥测站（或监控站）分类码 ASCII 字符”或“遥测站（或监控站）分类码 HEX 字符”。遥测站（或监控站）分类码决定了报文后续数据的属性，应将遥测站（或监控站）分类码与信息元素标识符结合进行数据解译。

**7.3.3.3.6 在上行帧报文中**，遥测站（或监控站）地址组与遥测站（或监控站）分类码是固定组合，不可分割；下行帧可根据需要选定。

**7.3.3.3.7 监测时间组**，表示其后续信息组中信息元素数据的监测时间，编码格式符合下列规定：

- a) 监测时间组应由监测时间标识符与监测时间组成。
- b) 监测时间宜由年、月、日、时、分组成，编码格式为 YYMMDDHHmm；若自动监测系统数据的时效性要求较高，可将监测时间的取值规定到秒或毫秒。监测时间码取值可参照 7.3.3.3.2 执行。

- c) 对瞬时值或状态类信息元素，监测时间码表示信息元素值的监测时间或发生时间。
- d) 对时段类信息元素数据，监测时间码表示信息元素数据监测时段末的时间。
- e) 一份报文中不同监测时间的信息元素数据时，应同时编报信息元素监测数据对应的监测时间，信息元素的数据信息编报在相应的监测时间组之后。

#### 7.3.3.3.8 信息元素信息组编报符合下列规定：

- a) 应根据功能码和测站分类码定义编报，相关信息元素信息内容可为信息元素数据、遥测站运行参数基本配置表、运行参数、应答帧内容、查询帧命令等，由一个或若干个信息元素的编码组成。信息元素编码规定见 7.3.2。
- b) 监测时间组之后的信息组数据应与该监测时间有关联，信息元素信息组的前后顺序可以随意，但不可以编到其监测时间组之前。
- c) 下行报文“信息元素信息组”是选编内容，应根据报文帧功能码定义编报相应的命令参数或信息元素标识符及其数据。

### 7.3.4 报文帧结构

#### 7.3.4.1 帧基本单元

帧基本单元应符合下列规定：

- a) 报文帧基本单元为字节，按异步方式传输，每个字节包含 8 个数据位，帧基本单元结构应符合表 17 的规定，传输顺序为低位在前、高位在后。
- b) 报文帧格式 I 中规定帧基本单元无校验，报文帧格式 II 中规定帧基本单元包含 1 个偶校验位。

表 17 帧基本单元结构

起始位	8 个数据位								校验位 (可选)	停止位
"0"	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	偶校验位	"1"

#### 7.3.4.2 报文帧格式 I

##### 7.3.4.2.1 报文帧格式 I 应符合下列规定：

- a) 该格式可采用 ASCII 字符编码或 HEX/BCD 字符编码形式，每组编码传输顺序为高位字节在前、低位字节在后，并符合下列要求：
  - 1) ASCII 字符编码传输报文帧结构中除了部分特殊数据以及控制字符采用原编码传输外，报头、报文正文的其他信息组编码和帧校验码均应转换为 ASCII 字符传输，报文帧格式示例参见附录 G.1。
  - 2) HEX/BCD 字符编码报文帧结构中控制字符、报头、报文正文、报文结束符以及帧校验码均应采用原编码传输，报文帧示例见附录 G.2。
- b) 《水利监测数据传输规约》其他部分制定时应根据系统需求选择 ASCII 字符编码或 HEX/BCD 编码帧结构。报文各字节除控制字符等特殊规定外均应采用同一种字符编码，不得交叉使用。

7.3.4.2.2 报文帧格式 I 应包括上行报文帧结构和下行报文帧结构，上行报文帧结构框架应符合表 18 的规定，下行报文帧结构框架应符合表 19 的规定。

7.3.4.2.3 报文帧控制字符定义应符合表 20 规定。ASCII 字符编码的报文帧起始采用 SOH (01H)，HEX/BCD 编码的报文帧起始采用 7E7EH，其他控制字符在两种编码结构中的定义相同。

7.3.4.2.4 遥测站 (或监控站) 地址编码应符合 7.3.3.2 规定。

表 18 上行报文帧结构框架

序号	帧结构名称		编 码 说 明
1	报头	帧起始符	SOH (01H) /7E7EH
2		中心站地址	范围为 1~255, 根据水利监测系统情况进行规划
3		遥测站 (或监控站) 地址	
4		传输密码	
5		功能码	
6		报文上行标识及长度	
7		报文正文起始符	STX/SYN
8		包总数及序列号	报文正文起始符为 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/EOT。采用 EOT 时, 表示中心站无需响应直接退出通信
11	帧校验码		帧校验码前所有字节的正向 CRC16 校验 (计算方法参见附录 C), 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 19 下行报文帧结构框架

序号	帧结构名称		说 明
1	报头	帧起始符	SOH (01H) /7E7EH
2		遥测站 (或监控站) 地址	
3		中心站地址	范围为 1~255, 根据水利监测系统情况进行规划
4		传输密码	
5		功能码	
6		报文下行标识及长度	
7		报文正文起始符	STX/SYN
8		包总数及序列号	报文正文起始符为 SYN 时编入该组, 其他情况下省略
9	报文正文		
10	报文结束符		ENQ/ACK/NAK/EOT/ESC
11	帧校验码		见表 18 说明

表 20 控制字符定义

控制字符代码	对应编码	功 能	使用 说明
SOH	01H	帧起始	ASCII 字符编码报文帧起始
	7E7EH	帧起始	HEX/BCD 编码报文帧起始
STX	02H	报文正文起始	
SYN	16H	报文正文多包传输起始	多包发送, 一次确认的传输模式中使用
ENQ	05H	询问	作为下行查询及控制命令帧的报文结束符
ETX	03H	报文结束, 后续无报文	作为报文结束符, 表示传输完成, 等待退出通信

表 20 控制字符定义 (续)

控制字符代码	对应编码	功能	使用说明
ETB	17H	报文结束, 后续有报文	在报文分包传输时作为报文结束符, 表示传输未完成, 不可退出通信
EOT	04H	传输结束, 退出	作为传输结束确认帧报文结束符, 表示可以退出通信
ACK	06H	肯定确认, 继续发送	作为有后续报文的“确认帧”报文结束符
NAK	15H	否定应答, 反馈重发	用于要求对方重发某数据包的报文结束符
ESC*	1BH	传输结束, 终端保持在线	在下行确认帧中代替 EOT 作为报文结束符, 要求终端在线。保持在线 10min 内若没有接收到中心站命令, 终端退回原先设定的工作状态

\* 控制字符 ESC, 表示要求遥测终端机保持在线状态。该控制字符在通信结束下行报文中出现时, 遥测终端机应执行控制使其处于带电状态, 相当于为中心站要求遥测站由自报式转为查询应答式, 可以随时接收中心站的下行命令; 可以设定为遥测终端机保持在线 10min 内若没有接收到中心站命令, 终端机退回原先设定的工作状态。遥测站的工作模式 (方式) 由遥测站的基本配置参数决定, 要修改工作模式 (方式) 时需修改配置参数。

7.3.4.2.5 传输密码应在系统建设时约定, 中心站应能远程统一修改遥测终端机传输密码, 遥测终端机应设定初始传输密码, 入网后应及时更改。传输密码应采用下列编码规则之一:

- 第一种编码规则规定: 传输密码为 2 字节 HEX 码, 由中心站人工约定。
- 第二种编码规则规定:
  - 传输密码由 2 字节 BCD 码组成, 由中心站按系统约定的密码算法产生密钥, 第一个字节前半字节为密钥算法, 采用 BCD 编码, 取值范围 0~9; 第一个字节后半字节和第二个字节共 12 位为密钥, 采用 BCD 编码, 取值范围 0~999。
  - 遥测站 (或监控站) 的传输密码及密钥算法不公开, 格式规定见表 21。

表 21 传输密码 PW

Byte2								Byte1							
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
密钥算法 (BCD 编码)								密钥 (BCD 编码)							

7.3.4.2.6 功能码确定应符合下列规定:

- 由 1 个字节 HEX 码组成。
- 功能码定义应按照附录 H 规定进行引用, 引用原则符合下列要求:
  - 《水利监测数据传输规约》其他部分可以直接引用的, 则应直接引用, 不应再另行定义;
  - 不能直接引用的, 则可定义为《水利监测数据传输规约》相应部分的功能码, 并通过与报文正文中遥测站 (或监控站) 分类码 (见附录 A) 配合, 识别监测信息元素、遥控或遥调参数等。

7.3.4.2.7 报文上、下行标识及长度应符合下列规定:

- 上行标识指遥测站 (或监控站) 至中心站, 下行标识指中心站至遥测站 (或监控站)。
- ASCII 字符编码传输报文帧结构中, 用 2 字节 HEX 编码转换为 4 个 ASCII 字符传输。第 1 个字符表示上下行标识 (0 表示上行, 8 表示下行); 其余 3 个字符表示报文正文长度, 即表示报文正文起始符之后、报文结束符之前的报文字节数, 允许长度为 1~4095 字节。
- HEX/BCD 编码报文帧结构中, 用 2 字节 HEX 编码传输。高 4 位表示上下行标识 (0000 表示



上行, 1000 表示下行); 其余 12 位表示报文正文长度, 即表示报文正文起始符之后、报文结束符之前的报文字节数, 允许长度为 1~4095 字节。

#### 7.3.4.2.8 包总数及序列号应符合下列规定:

- a) 该字段只是在 M3、M5 模式下使用, 由报文正文多包传输起始符 SYN 引出。
- b) 当采用 ASCII 编码进行传输时, 该字段采用 3 个字节 HEX 码转换为 ASCII 码。前 3 个 ASCII 字符表示包总数, 后 3 个 ASCII 字符表示本次发送数据包的序列号, 范围为 1~4095。
- c) 当采用 HEX/BCD 编码进行传输时, 该字段采用 3 个字节 HEX 码。高 12 位表示包总数, 低 12 位表示本次发送数据包的序列号, 范围为 1~4095。

#### 7.3.4.2.9 报文正文应根据报文帧编码对应选用 ASCII 字符或 HEX/BCD 字符信息元素编码, 基本结构应符合 7.3.3 规定, 应用示例参见附录 G.3。

#### 7.3.4.2.10 报文帧传输校验应符合下列规定:

- a) 帧校验码为其之前所有字节的 CRC16 校验, 生成多项式:  $X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$ , 传输顺序为高位字节在前、低位字节在后。
- b) 每帧应包含下列校验内容, 校验中有一个失败, 则舍弃此帧; 若无差错, 则此帧数据有效。
  - 1) 帧起始字符;
  - 2) 实际接收字节符合报文长度  $L$ ;
  - 3) 传输密码;
  - 4) 报文正文起始符;
  - 5) 报文结束符;
  - 6) 帧校验 CRC。

#### 7.3.4.3 报文帧格式 II

7.3.4.3.1 本格式报文帧应采用面向字符异步通信方式、HEX/BCD 编码报文编码结构, 每组编码传输顺序为低位字节在前、高位字节在后。

7.3.4.3.2 帧格式 II 定义应符合表 22 规定。

表 22 帧格式 II 定义

序号	帧结构名称	说 明	
1	起始字符 (68H)	↑ 固定长度的报文头 ↓	
2	长度 L		
3	起始字符 (68H)		
4	控制域 C	控制域	用户数据区
5	地址域 A	地址域	
6	应用层功能码 AFN	用户数据域	
7	报文正文		
8	附加信息域 AUX		
9	校验 CS	帧校验	
10	结束字符 (16H)		

#### 7.3.4.3.3 帧长度 L 符合下列规定:

- a) 采用 1 个字节 HEX 编码, 是控制域、地址域、用户数据域的字节总数。

b) 一般报文 L 应采用 1 字节，特别规定时 L 可采用 2 字节。

7.3.4.3.4 控制域 C 应包含报文传输方向和所提供的链路传输模式等信息，定义应符合表 23 规定。

表 23 控制域 C

D7	D6	D5~D4	D3~D0
传输方向位 DIR	拆分标志位 DIV	帧计数位 FCB	传输模式 M

其中，表 23 中数据位的定义应满足以下要求：

a) 传输方向位 DIR 符合下列规定：

- 1) DIR=0，表示此帧报文是由中心站发出的下行报文；
- 2) DIR=1，表示此帧报文是由遥测站（或监控站）发出的上行报文。

b) 拆分标志位 DIV 符合下列规定：

- 1) DIV=1，表示此报文已被拆分为若干帧，接收后需要拼接。此时控制域 C 的最后增加一个字节，作为拆分帧计数 DIVS，采用 BIN 倒数（255~1），是 1 时表示最后一帧。启动站发送时自动加上 DIVS 发送，从动站返回帧时对应加上 DIVS 确认；
- 2) DIV=0，表示此帧报文为单帧。

c) 帧计数位 FCB 应符合下列规定：

- 1) FCB 表示每个站连续发送/确认或者请求/响应同一个帧的重发次数，用于控制反馈重发机制；
- 2) 通信发起端向同一接收端传输新的发送/确认或查询/响应传输时，发起端站将设置 FCB 值，若超时未收到接收端的确认/响应报文，或接收确认/响应报文出现差错，则发起端将 FCB 减 1，重复原来的发送/确认或者查询/响应，直到 FCB 值为 0，表示本次传输服务失败；
- 3) 接收端收到通信发起端 FCB 值不为 0 的报文并按照要求确认或响应时，返回相应的 FCB 值。

d) 传输模式 M 应符合下列规定：

- 1) M=1，表示链路传输模式为 M1，发送/无回答；
- 2) M=2，表示链路传输模式为 M2，发送/确认；
- 3) M=3，表示链路传输模式为 M3，多包发送/确认；此时，DIV=1，最大包总数 255；
- 4) M=4，表示链路传输模式为 M4，查询/响应；
- 5) M=5，表示链路传输模式为 M5，查询/多包发送响应；此时，DIV=1，最大包总数 255。

7.3.4.3.5 地址域应编制遥测站（或监控站）地址编码，编码规则应符合 7.3.3.2 规定。

7.3.4.3.6 应用层功能码 AFN 定义应符合 7.3.4.2.6 规定，与报文帧格式 I 中的功能码采用统一定义。

7.3.4.3.7 报文正文采用 HEX/BCD 字符编码，格式应符合 7.3.3 规定，应用示例参见附录 G.3。

7.3.4.3.8 附加信息域 AUX 编码应符合下列规定：

a) 由 2 字节传输密码 PW 和 1 字节时间标签  $T_p$  组成；

b) 传输密码 PW，2 字节编码，编码规则见 7.3.4.2.5；

c) 时间标签  $T_p$ ：

- 1) 时间标签  $T_p$  包含允许传输延时时间，由 1 字节组成，数据格式规定见表 24；
- 2) 允许传输延时时间应遵守此判断规则：如接收端接收到的时间与报文发送时间之间的时间差大于允许传输延时时间，接收端则舍弃该报文。如时间差不大于允许传输延时时间，则接收端做出响应。如发送端预置的允许传输延时时间为“0”，则从动站不进行上述判断。

表 24 时间标签  $T_p$ 

数据名称	数据格式	单位	字节数
允许传输延时时间	HEX	min	1

7.3.4.3.9 报文帧传输校验应符合下列规定：

a) 帧校验 CS 是控制域、地址域、用户数据域（应用层）各字节的 CRC8 校验，占一个字节，生成多项式： $X^7 + X^6 + X^5 + X^2 + 1$ 。

b) 每帧应包含下列校验内容，校验中有一个失败，则舍弃此帧；若无差错，则此帧数据有效。

- 1) 数据帧起始字符为 68H；
- 2) 1 个字节长度 L，接收的最短字节数是帧长度 L+5；
- 3) 帧校验 CS；
- 4) 传输密码 PW；
- 5) 结束字符为 16H。

#### 7.4 遥测站与中心站基于物联网通用协议的数据通信规约

##### 7.4.1 数据通信规定

###### 7.4.1.1 数据中心工作模式的数据通信规定

遥测站与中心站通信宜采用 MQTT 协议，采用数据中心提供的 API 接口或 SDK 向数据中心提交数据。其中遥测站对应数据中心的设备，监测数据对应数据中心的设备参数。数据中心的设备编码和设备参数符合下列规定：

- a) 数据中心的设备编码应符合本规约中 7.3.3.2 规定的遥测站地址编码规则。
- b) 设备参数应符合 7.3.2 的信息元素编码规则，并参照 7.3.3 报文正文格式。

###### 7.4.1.2 通信中心工作模式的数据通信规定

通信中心提供透明的传输信道。遥测站与中心站通信可采用 MQTT、CoAP 或 LWM2M 协议，数据交换可采用订阅与分发模式。遥测站与中心站的订阅主题和消息负载符合下列规定：

- a) 遥测站发送消息主题（Topic）格式规定为中心站地址/遥测站地址/功能码，宜参照 7.3.4.2 的有关规定。
- b) 中心站发送消息主题（Topic）格式规定为遥测站地址/中心站地址/功能码，宜参照 7.3.4.2 的有关规定。
- c) 遥测站与中心站订阅主题根据业务功能需要设置。
- d) 遥测站与中心站发送消息的负载内容应符合 7.3.3 中报文正文的规定。

###### 7.4.1.3 端对端工作模式的数据通信规定

物联网端对端工作模式下，遥测站与中心站消息通信的负载内容应采用 7.3.3 中规定的报文正文。

##### 7.4.2 通信安全要求

7.4.2.1 遥测站与中心站采用 MQTT 协议通信时，采用下列安全方式：

- a) 应提供客户标识和用户名、密码进行应用层安全保障。
- b) 宜采用基于证书加密的 WSS 或 TSL 的加密通信方式。

7.4.2.2 遥测站采用 CoAP 协议通信时，宜采用 DTLS 加密通信方式。

7.4.2.3 中心站采用数据中心提供的 API 或 SDK 查询监测数据时，宜采用基于证书加密的 HTTPS 加密通信方式。

## 7.5 监控系统数据通信规约

### 7.5.1 基本规定

本节规定了监控站与中心站之间的监测数据和控制命令通信规约；监控站内部主控系统与从控系统之间的通信宜执行 MODBUS、DL/T 634.5101 或 DL/T 634.5104 等现行标准规定。

### 7.5.2 监控系统报文帧格式

7.5.2.1 中心站与监控站之间的监测数据和控制命令传输报文帧结构框架应符合 7.3.4 定义的格式 I 或格式 II 要求，在同一类水利自动监控系统中只允许采用其中一种格式。控制命令报文帧格式示例参见附录 G.5。

7.5.2.2 中心站与监控站之间的监测数据传输报文正文应符合 7.3.3 规定。

### 7.5.3 控制命令报文正文规定

#### 7.5.3.1 报文正文基本结构

控制命令报文正文应符合表 25 的规定。

表 25 控制命令报文正文基本结构

序号	编码名称	编码结构	字节数
1	数据单元标识	信息体数量 $n$	1 字节
2		传送原因	2 字节
3		公共地址	5 字节
4	信息体集合 1	信息体 1 地址	3 字节
		信息体 1 元素	根据信息元素类型定义选编
		信息体 1 时标	6 字节，可选
		...	
5	信息体集合 $n$	信息体 $n$ 地址	3 字节
		信息体 $n$ 元素	根据信息元素类型定义选编
		信息体 $n$ 时标	6 字节，可选

#### 7.5.3.2 报文正文结构说明

7.5.3.2.1 信息体数量为 1 个字节，结构应符合表 26 的规定。

表 26 信息体数量

BYTE	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	SQ	N						
SQ: =BS1 [8] (0, 1)，默认为 0，表示信息体集合部分的每个信息对象都带有地址。 N: =UI7 [1~7] (0~127)，信息对象的个数								

7.5.3.2.2 传送原因为 2 个字节，结构应符合表 27 规定。

表 27 传 送 原 因

BYTE	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	T	P/N	Cause					
2	默认为“0”，表示消息体集合不带时标、测量值是短浮点数；其他值可进行扩展定义							

其中，表 27 中数据位的定义应满足下列要求：

- a) T: =BS1 [8] (0, 1)，表示测试位，默认为 0，  
 (0): =未测试，  
 (1): =测试。
- b) P/N: =BS1 [7] (0, 1)，表示确认类型，  
 (0): =肯定确认，  
 (1): =否定确认。
- c) Cause: =UI6 [1~6] (0~63)，表示报文传送原因的序号，控制过程常用的传送原因有：
  - 1) 控制方向: (6): =控制，(8): =控制撤销；
  - 2) 监视方向: (7): =控制确认，(9): =控制撤销确认，(10): =控制结束，  
 (44): =未知的功能码，(45): =未知的传送原因，  
 (46): =未知的公共地址，(47): =未知的信息体地址。

7.5.3.2.3 公共地址为 5 个字节，表示监控站地址，并应符合下列规定：

- a) 报文帧格式 I 中与报头的监控站地址一致。
- b) 报文帧格式 II 中与链路地址域一致。
- c) 必要时可自定义。

7.5.3.2.4 信息体地址为 3 字节，标识某个具体的信息对象，在控制方向作为目的地址，在监视方向作为源地址，公共地址和信息体地址联合确定某个唯一信息点。

7.5.3.2.5 信息体集合，不定长，应根据传送数据类型确定，控制过程常用的信息体元素类型可包括单点遥控、双点遥控、带品质描述词的单点/双点信息、测量值或设定值等，并应分别符合下列规定：

- a) 单点遥控信息为 1 个字节，命令构成应符合表 28 的规定。

表 28 单 点 遥 控 命 令 构 成

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
S/E	QU					0	SCS

其中，表 28 中数据位的定义应满足下列要求：

- 1) S/E: =BS1 [8] (0, 1)，表示命令类型，  
 (0): =执行，  
 (1): =选择；
  - 2) QU: =UI5 [3~7] (0)，备用，固定为 0；
  - 3) SCS: =BS1 [1] (0, 1)，表示单命令状态，  
 (0): =开，  
 (1): =合。
- b) 双点遥控信息为 1 个字节，命令构成应符合表 29 的规定。

表 29 双点遥控命令构成

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
S/E	QU					SCS	

其中，表 29 中数据位的定义应满足下列要求：

- 1) DCS: =UI2 [1~2] (0~3)，表示双命令状态，
    - (0): =不允许，
    - (1): =开，
    - (2): =合，
    - (3): =不允许。
  - 2) QU: =UI5 [3~7] (0)，备用，固定为 0；
  - 3) SCS: =BS1 [1] (0, 1)，表示单命令状态，
    - (0): =开，
    - (1): =合。
- c) 带品质描述词的单点信息为 1 个字节，信息构成应符合表 30 的规定。

表 30 单点信息构成

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
IV	NT	SB	BL	RES		SPI	

其中，表 30 中数据位的定义应满足下列要求：

- 1) SPI: =BS1 [1] (0, 1)，表示单点信息，
    - (0): =开，
    - (1): =合；
  - 2) RES: =BS3 [2~4] (0)，备用，固定为 0；
  - 3) BL: =BS1 [5] (0, 1)，
    - (0): =未被闭锁，
    - (1): =被闭锁；
  - 4) SB: =BS1 [6] (0, 1)，
    - (0): =未被取代，
    - (1): =被取代；
  - 5) NT: =BS1 [7] (0, 1)，
    - (0): =当前值，
    - (1): =非当前值；
  - 6) IV: =BS1 [8] (0, 1)，
    - (0): =有效，
    - (1): =无效。
- d) 带品质描述词的双点信息为 1 个字节，信息构成应符合表 31 规定。

表 31 双点信息构成

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
IV	NT	SB	BL	RES		DPI	

其中，表 31 中数据位的定义应满足下列要求：

- 1) DPI: =UI2 [1~2] (0~3)，表示双点信息，
    - (0): =不确定或中间状态，
    - (1): =确定状态开，
    - (2): =确定状态合，
    - (3): =不确定；
  - 2) RES: =BS2 [3~4] (0)，备用，固定为 0；
  - 3) BL: =BS1 [5] (0, 1)，
    - (0): =未被闭锁，
    - (1): =被闭锁；
  - 4) SB: =BS1 [6] (0, 1)，
    - (0): =未被取代，
    - (1): =被取代；
  - 5) NT: =BS1 [7] (0, 1)，
    - (0): =当前值，
    - (1): =非当前值；
  - 6) IV: =BS1 [8] (0, 1)，
    - (0): =有效，
    - (1): =无效。
- e) 测量值或设定值是带符号整数 (I16 [1~16]) 时，信息为 2 个字节，值的范围：-32768~32767。
- f) 测量值或设定值是短浮点数时，信息为 4 个字节，采用 R32-IEEE STD754: =R32.23 计算机内浮点数的表示法。
- 7.5.3.2.6** 信息体时标由 6 字节的 BCD 码标识年月日时分秒，取值可参照 7.3.3.3.2 规定，作为可选项。

附录 A  
(规范性)  
遥测站或监控站分类码

遥测站或监控站分类码定义规定见表 A.1。

表 A.1 遥测站或监控站分类码

序号	遥测站（监控站）类别	遥测站（监控站）分类码 HEX 编码	遥测站（监控站）分类码 ASCII 字符编码
1	雨量遥测站	50H	P
2	水位遥测站	48H	H
3	水文遥测站（水文水资源）	4BH	K
4	闸坝遥测站（水文水资源）	5AH	Z
5	泵站遥测站（水文水资源）	44H	D
6	潮汐遥测站	54H	T
7	墒情遥测站	4DH	M
8	地下水监测站（含地下水水质）	47H	G
9	河湖水质监测站	51H	Q
10	取水口遥测站（水资源）	49H	I
11	排水口遥测站（水资源）	4FH	O
12	水闸监控站	53H	S
13	泵站监控站	4AH	J
14	闸站监控站	46H	F
15	大坝安全监测站	42H	B
16	水土保持监测站	43H	C
17	其他	自定义	
注 1：监测站与遥测站含义相同。 注 2：分类码应是 1 个字节 HEX 或 1 个字节 ASCII，且 HEX 与 ASCII 应是同码。 注 3：各专业遥测站、监测站或监控站分类码应不相同			



## 附录 B

(资料性)

## MODBUS 通信协议在水利监测系统的应用示例

## B.1 公共功能码

水利监测系统中，MODBUS 通信协议常用公共功能码定义见表 B.1。

表 B.1 MODBUS 通信协议常用公共功能码

序号	功能码	说 明
1	01H	读取一组逻辑线圈（或可写继电器）的状态量，通常指读取前端设备的开出量
2	02H	读取一组开关输入（或只读继电器）的状态量，通常指读取前端设备的开入量
3	03H	读取一组保持寄存器（或可写寄存器）的数值量，通常指读取前端设备可被设置/修改的数值量、设备参数或定值
4	04H	读取一组输入寄存器（或只读寄存器）的数值量，通常指读取前端设备采集的数值量
5	05H	设置前端设备单个逻辑线圈（或可写继电器）的状态量（开出量）
6	06H	设置前端设备单个保持寄存器（或可写寄存器）的数值量（如：设备参数或定值）
7	07H	读取 8 个内部线圈的状态量，以快速获取从机状态
8	08H	把诊断校验报文送从站，以对通信处理进行评鉴
9	0BH	读取通信状态和通信事件的次数
10	0FH	设置前端设备多个连续逻辑线圈（或可写继电器）的状态量（开出量）
11	10H	设置前端设备多个连续保持寄存器（或可写寄存器）的数值量（如：设备参数或定值）
12	11H	读取从站类型和运行指示灯的状态
13	13H	使从站通信链路复位于已知状态

## B.2 查询状态数据

标准通信方式采用遥测终端机（或上位机）发出查询状态数据帧，智能传感器（或下位机）返回响应状态数据帧或错误指示帧。通常采用公共功能码 01H 读取一组逻辑线圈（或可写继电器）的状态量，比如下位机的开出量；02H 读取一组开关输入（或只读继电器）的状态量，比如设备采集的开入量。查询状态数据帧见表 B.2，响应状态数据帧见表 B.3，错误指示帧见表 B.4。

表 B.2 查询状态数据帧

序号	名 称	字节数	说 明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码	1	01H/02H
3	状态量起始地址	2	0~FFFFH
4	逻辑线圈（或可写继电器）/开关输入 （或只读继电器）数量	2	01~07D0H
5	校验	2	CRC16，低位字节在前

表 B.3 响应状态数据帧

序号	名称	字节数	说明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码	1	01H/02H
3	数据长度	1	N
4	逻辑线圈（或可写继电器）/开关输入 （或只读继电器）状态	N	N=N 或 N+1
5	校验	2	CRC16，低位字节在前

注：N = [逻辑线圈（或可写继电器）或开关输入（或只读继电器）数量] / 8，如果余数不等于 0，则 N = N + 1。

表 B.4 错误指示帧

序号	名称	字节数	说明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码（差错）	1	81H/82H
3	异常码	1	01 或 02 或 03 或 04
4	校验	2	CRC16，低位字节在前

### B.3 查询数值量数据

标准通信方式采用遥测终端机（或上位机）发出查询数值量数据帧，智能传感器（或下位机）返回响应数值量数据帧或错误指示帧。通常采用公共功能码 03H 读取一组保持寄存器（或可写寄存器）的数值量，比如监测传感器限值设置数值量、设备参数等；04H 读取一组输入寄存器（或只读寄存器）的数值量，比如监测传感器采集的测量值。查询数值量数据帧结构见表 B.5，响应数值量数据帧结构见表 B.6，错误指示帧结构见表 B.7。

表 B.5 查询数值量数据帧

序号	名称	字节数	说明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码	1	03H/04H
3	数值量起始地址	2	0~FFFFH
4	保持寄存器（或可写寄存器）/输入寄存器 （或只读寄存器）数量	2	01~007DH
5	校验	2	CRC16，低位字节在前

表 B.6 响应数值量数据帧

序号	名称	字节数	说明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码	1	03H/04H
3	数据长度	1	2×N
4	保持寄存器（或可写寄存器）/输入寄存器 （或只读寄存器）的数值	2×N	N 为保持寄存器（或可写寄存器）/输入寄存器（或只读寄存器）的数量
5	校验	2	CRC16，低位字节在前

表 B.7 错误指示帧

序号	名称	字节数	说明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码(差错)	1	83H/84H
3	异常码	1	01 或 02 或 03 或 04
4	校验	2	CRC16, 低位字节在前

#### B.4 单点遥控

标准通信方式采用上位机(或遥测终端机)发出单点遥控帧,遥控正确,下位机(或智能传感器)返回单点遥控响应帧,遥控错误,返回错误指示帧。通常采用公共功能码 05H 设置单个逻辑线圈(或可写继电器)的开出状态,比如控制某个设备的开/关,控制命令为两个字节,FF00H 为控制逻辑线圈(或可写继电器)合,0000H 为控制逻辑线圈(或可写继电器)分。单点遥控帧结构规定见表 B.8,单点遥控响应帧结构见表 B.9,错误指示帧结构见表 B.10。

表 B.8 单点遥控帧

序号	名称	字节数	说明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码	1	05H
3	遥控地址	2	0~FFFFH
4	控制命令	2	FF00 或者 0000H
5	校验	2	CRC16, 低位字节在前

表 B.9 单点遥控响应帧

序号	名称	字节数	说明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码	1	05H
3	遥控地址	2	0~FFFFH
4	控制命令	2	FF00 或者 0000H
5	校验	2	CRC16, 低位字节在前

表 B.10 错误指示帧

序号	名称	字节数	说明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码(差错)	1	85H
3	异常码	1	01 或 02 或 03 或 04
4	校验	2	CRC16, 低位字节在前

#### B.5 多点遥控

标准通信方式采用上位机(或遥测终端机)发出多点遥控帧,遥控正确,下位机(或智能传感器)返回多点遥控响应帧,遥控错误,返回错误指示帧。通常采用公共功能码 0FH 设置多个逻辑线圈(或可写继电器)的开出状态,比如控制多个设备的开/关,控制命令为两个字节,1 为控制逻辑线圈(或可写继电器)合,0 为控制逻辑线圈(或可写继电器)分。多点遥控帧结构见表 B.11,多

点遥控响应帧结构见表 B.12，错误指示帧结构见表 B.13。

表 B.11 多点遥控帧

序号	名称	字节数	说明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码	1	0FH
3	遥控起始地址	2	0~FFFFH
4	设置遥控值的数量	2	0~07B0H
5	数据长度	1	N
6	控制命令	N	N=N 或 N+1
7	校验	2	CRC16，低位字节在前

注：N = (控制继电器数量) / 8，如果余数不等于 0，则 N = N + 1

表 B.12 多点遥控响应帧

序号	名称	字节数	说明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码	1	0FH
3	遥控起始地址	2	0~FFFFH
4	控制对象数量	2	0~07B0H
5	校验	2	CRC16，低位字节在前

表 B.13 错误指示帧

序号	名称	字节数	说明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码(差错)	1	8FH
3	异常码	1	01 或 02 或 03 或 04
4	校验	2	CRC16，低位字节在前

## B.6 单点遥调

标准通信方式采用上位机(或遥测终端机)发出单点遥调帧，遥调正确，下位机(或智能传感器)返回单点遥调响应帧，遥调错误，返回错误指示帧。通常采用公共功能码 06H 设置单个保持寄存器(或可写寄存器)的数值，比如对某个闸门开启量进行限值设置，设置值为两字节短整数或四字节长整数或四字节浮点数。单点遥调帧结构见表 B.14，单点遥调响应帧结构见表 B.15，错误指示帧结构见表 B.16。

表 B.14 单点遥调帧

序号	名称	字节数	说明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码	1	06H
3	遥调地址	2	0~FFFFH
4	遥调内容	2 或者 4	0~FFFFH
5	校验	2	CRC16，低位字节在前

表 B.15 单点遥调响应帧

序号	名称	字节数	说明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码	1	06H
3	遥调地址	2	0~FFFFH
4	遥调内容	2 或者 4	0~FFFFH
5	校验	2	CRC16, 低位字节在前

表 B.16 错误指示帧

序号	名称	字节数	说明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码(差错)	1	86H
3	异常码	1	01 或 02 或 03 或 04
4	校验	2	◆ CRC16, 低位字节在前

### B.7 多点遥调

标准通信方式采用上位机(或遥测终端机)发出多点遥调帧,遥调正确,下位机(或智能传感器)返回多点遥调响应帧,遥调错误,返回错误指示帧。通常采用公共功能码 10H 设置多个保持寄存器(或可写寄存器)的数值,比如对一组闸门开启量进行限值设置,设置值为两字节短整数或四字节长整数或四字节浮点数。多点遥调帧结构见表 B.17,多点遥调响应帧结构见表 B.18,错误指示帧结构见表 B.19。

表 B.17 多点遥调帧

序号	名称	字节数	说明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码	1	10H
3	遥调起始地址	2	0~FFFFH
4	设置遥调值的数量	2	0~07B0H
5	数据长度	1	$N \times 2$ 或者 $N \times 4$
6	遥调内容	$2 \times N$ 或者 $4 \times N$	0~FFFFH
7	校验	2	CRC16, 低位字节在前

表 B.18 多点遥调响应帧

序号	名称	字节数	说明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码	1	10H
3	遥调起始地址	2	0~FFFFH
4	设置遥调值的数量	2	0~07B0H
5	校验	2	CRC16, 低位字节在前

表 B.19 错误指示帧

序号	名称	字节数	说明
1	智能传感器地址	1	0~FFH
2	功能码(差错)	1	90H
3	异常码	1	01 或 02 或 03 或 04
4	校验	2	CRC16, 低位字节在前

http://www.slzjxx.com  
水利造价信息网

附录 C  
(资料性)  
CRC16 校验算法

### C.1 CRC16 校验

CRC16 校验占用两个字节，是一个 16 位的二进制值。CRC 值由发送端计算出来，然后附加到数据帧上，接收端在接收数据时重新计算 CRC 值，然后与接收到的 CRC 域中的值进行比较，如果这两个值不相等，就表示数据传输发生了错误。

### C.2 反向校验 CRC16

MODBUS 协议 CRC 采用反向校验，生成一个 CRC 的流程为：

第一步：预置一个 16 位寄存器为 0FFFFH（全 1），称为 CRC 寄存器。

第二步：把数据帧中的第一个字节的 8 位与 CRC 寄存器中的低位字节进行异或运算，结果存回 CRC 寄存器。

第三步：将 CRC 寄存器向右移一位，最高位填以 0，最低位移出并检测。

第四步：如果最低位为 0；重复第三步（下一次移位）；如果最低位为 1；将 CRC 寄存器与生成多项式值（反向校验 CRC16 多项式对应值 A001H）进行异或运算。

第五步：重复第三步和第四步直到 8 次移位。这样处理完了一个完整的八位。

第六步：重复第二步到第五步来处理下一个八位，直到所有的字节处理结束。

最终 CRC 寄存器的值就是 CRC16 的值。

### C.3 正向校验 CRC16

报文帧格式 I CRC16 采用正向校验，生成一个 CRC 的流程为：

第一步：预置一个 16 位寄存器为 0FFFFH（全 1），称之为 CRC 寄存器。

第二步：把数据帧中的第一个字节的 8 位与 CRC 寄存器中的低位字节进行异或运算，结果存回 CRC 寄存器。

第三步：将 CRC 寄存器向左移一位，最高位填以 0，最低位移出并检测。

第四步：如果最低位为 0；重复第三步（下一次移位）；如果最低位为 1；将 CRC 寄存器与生成多项式值（正向校验 CRC16 多项式对应值 8005H）进行异或运算。

第五步：重复第三步和第四步直到 8 次移位。这样处理完了一个完整的八位。

第六步：重复第二步到第五步来处理下一个八位，直到所有的字节处理结束。

最终 CRC 寄存器的值就是 CRC16 的值。

**附录 D**  
(资料性)  
**SDI-12 协议要点**

**D.1 测量步骤**

对一个 SDI-12 智能传感器测量操作，一个测量任务共分为五步。

第一步：发出 12ms 唤醒中断和 8.33ms 唤醒标识信号。

第二步：遥测终端发送一个测量命令，测量命令格式如下：

aM! 小写的“a”是智能传感器的地址码，“M”是通知智能传感器进行测量，“!”是命令结束符，由这三个元素构成一个完整的命令。

第三步：智能传感器的响应。

对于智能传感器来讲，aM! 是一个常规的测量命令，智能传感器可以完成一个基本的测量任务；并且会做出一个响应：atttn <CR> <LF>，这是智能传感器接到 aM! 后的一个反应，响应中：

a 为本智能传感器的地址  
ttt 为本次测量需要的时间，以秒为单位  
n 为数据数量  
<CR> 为回车符  
<LF> 为换行符

第四步：遥测终端发送数据获取命令。

通常，遥测终端发送一个 aD0! 命令来向智能传感器获取数据。

第五步：智能传感器向遥测终端返回测量结果。

a <values> <CR> <LF>。其中 values 可以是一个值也可以是多个值，多个值用“+”或“-”来区分。

**D.2 SDI-12 基本命令/回复**

表 D.1 列出 SDI-12 基本命令及其格式，以及每个命令的回复。所有命令和回复的第一字符通常是设备地址。命令的最后的字符是“!”，回复的最后两字节是 (<CR> <LF>)。

表 D.1 SDI-12 基本命令/回复

名称	命令	回复
中断	连续 12ms 空位	无
承认激活	a!	a<CR> <LF>
发送验证	a!	Allccccccmmmmm 毫伏 vvxx...xx <CR> <LF>
更改地址	aAb!	B <CR> <LF> (当智能传感器支持可更改的软件地址时此命令才被支持)
地址查询	?!	a <CR> <LF>
开始测量	aM!	atttn <CR> <LF>
开始测量并请求 CRC	aMC!	atttn <CR> <LF>
发送数据	aD0...aD9!	a <values> <CR> <LF> 或 a <values> <CRC> <CR> <LF>
附加测量	aM1! ...aM9!	atttn <CR> <LF>
附加测量并请求 CRC	aMC1! ...aMC9!	atttn <CR> <LF>



表 D.1 SDI-12 基本命令/回复 (续)

名 称	命 令	回 复
开始验证	aV!	attn <CR> <LF>
开始当前测量	aC!	attn <CR> <LF>
开始当前测量并请求 CRC	aCC!	attn <CR> <LF>
附加当前测量	aC1! ...aC9!	attn <CR> <LF>
附加当前测量并请求 CRC	aCC1! ...aCC9!	attn <CR> <LF>
连续测量	aR0! ...aR9!	a <values> <CR> <LF>
连续测量并请求 CRC	aRC0! ...aRC9!	a <values> <CRC> <LF>

### D.3 SDI-12 扩展指令

SDI-12 扩展指令是各个智能传感器生产厂家根据智能传感器本身的特有性能，自定义一些特殊功能的指令。但这些命令也是符合 SDI-12 的约束的。扩展指令的格式：aXNNN! 需要加一个“X”来区别，“NNN”由厂家自定义。

附录 E  
(规范性)  
水文水资源信息元素标识符定义

E.1 水文水资源信息元素标识符定义应符合表 E.1 的规定。

表 E.1 水文水资源信息元素标识符定义汇总表

序号	标识符 引导符	标识符 ASCII 码	信息元素属性	量和单位	最长数据定义
1	F0H	TT	观测时间引导符 <sup>a</sup>		N (12)
2	F1H	ST	测站编码引导符 <sup>b</sup>		N (10)
3	F2H	RGZS	人工置数 <sup>c</sup>	d 字节	C (d) <sub>1</sub>
4	F3H	PIC	图片信息 <sup>d</sup>	KB	JPG 格式
5	F4H	DRP	1h 内每 5min 时段雨量 <sup>e</sup> (每组雨量占 1 字节 HEX, 最大值 25.4mm, 数据中不含小数点; FFH 表示非法数据)	0.1mm	12 字节 HEX
6	F5H	DRZ1	1h 内 5min 间隔相对水位 1 (每组水位占 2 字节 HEX, 分辨力是厘米, 最大值为 655.34m, 数据中不含小数点; FFFFH 表示非法数据); 对于河道、闸坝(泵)站分别表示河道水位、闸(站)上水位。有负值的水位通过水位基值调整为正数相对水位	0.01m	24 字节 HEX
7	F6H	DRZ2	1h 内 5min 间隔相对水位 2; 对于闸坝(泵)站表示闸(站)下水位	0.01m	24 字节 HEX
8	F7H	DRZ3	1h 内 5min 间隔相对水位 3	0.01m	24 字节 HEX
9	F8H	DRZ4	1h 内 5min 间隔相对水位 4	0.01m	24 字节 HEX
10	F9H	DRZ5	1h 内 5min 间隔相对水位 5	0.01m	24 字节 HEX
11	FAH	DRZ6	1h 内 5min 间隔相对水位 6	0.01m	24 字节 HEX
12	FBH	DRZ7	1h 内 5min 间隔相对水位 7	0.01m	24 字节 HEX
13	FCH	DRZ8	1h 内 5min 间隔相对水位 8	0.01m	24 字节 HEX
14	FDH	DATA	流速批量数据传输 <sup>f</sup>		
15	01H	AC	断面面积	m <sup>2</sup>	N (8, 2) <sub>2</sub>
16	02H	AI	瞬时气温	℃	N (3, 1)
17	03H	C	瞬时水温	℃	N (3, 1)
18	04H	DRxnn	时间步长码 <sup>g</sup>		N (3)
19	05H	DT	时段长, 降水、引排水、抽水历时	h, min	HH, mm
20	06H	ED	日蒸发量	mm	N (5, 1)
21	07H	EJ	当前蒸发	mm	N (5, 1)

表 E.1 水文水资源信息元素标识符定义汇总表 (续)

序号	标识符 引导符	标识符 ASCII 码	信息元素属性	量和单位	最长数据定义
22	08H	FL	气压	100Pa	N (5)
23	09H	GH	闸坝、水库闸门开启高度	m	N (5, 2)
24	0AH	GN	输水设备、闸门(组)编号		N (3)
25	0BH	GS	输水设备类别		N (1)
26	0CH	GT	水库、闸坝闸门开启孔数	孔	N (3)
27	0DH	GTP	地温	℃	N (3, 1)
28	0EH	H	地下水瞬时埋深	m	N (6, 2)
29	0FH	HW	波浪高度	m	N (5, 2)
30	10H	M10	10cm 处土壤含水量	%	N (4, 1)
31	11H	M20	20cm 处土壤含水量	%	N (4, 1)
32	12H	M30	30cm 处土壤含水量	%	N (4, 1)
33	13H	M40	40cm 处土壤含水量	%	N (4, 1)
34	14H	M50	50cm 处土壤含水量	%	N (4, 1)
35	15H	M60	60cm 处土壤含水量	%	N (4, 1)
36	16H	M80	80cm 处土壤含水量	%	N (4, 1)
37	17H	M100	100cm 处土壤含水量	%	N (4, 1)
38	18H	MST	湿度	%	N (4, 1)
39	19H	NS	开机台数	台	N (2)
40	1AH	P1	1h 时段降水量	mm	N (5, 1)
41	1BH	P2	2h 时段降水量	mm	N (5, 1)
42	1CH	P3	3h 时段降水量	mm	N (5, 1)
43	1DH	P6	6h 时段降水量	mm	N (5, 1)
44	1EH	P12	12h 时段降水量	mm	N (5, 1)
45	1FH	PD	日降水量	mm	N (5, 1)
46	20H	PJ	当前降水量	mm	N (5, 1)
47	21H	PN01	1min 时段降水量	mm	N (5, 1)
48	22H	PN05	5min 时段降水量	mm	N (5, 1)
49	23H	PN10	10min 时段降水量	mm	N (5, 1)
50	24H	PN30	30min 时段降水量	mm	N (5, 1)
51	25H	PR	暴雨量	mm	N (5, 1)
52	26H	PT	降水量累计值	mm	N (6, 1)
53	27H	Q	瞬时流量、抽水流量	m <sup>3</sup> /s	N (9, 3)
54	28H	Q1	取(排)水口流量 1	m <sup>3</sup> /s	N (9, 3)
55	29H	Q2	取(排)水口流量 2	m <sup>3</sup> /s	N (9, 3)

表 E.1 水文水资源信息元素标识符定义汇总表 (续)

序号	标识符 引导符	标识符 ASCII 码	信息元素属性	量和单位	最长数据定义
56	2AH	Q3	取(排)水口流量 3	m <sup>3</sup> /s	N(9, 3)
57	2BH	Q4	取(排)水口流量 4	m <sup>3</sup> /s	N(9, 3)
58	2CH	Q5	取(排)水口流量 5	m <sup>3</sup> /s	N(9, 3)
59	2DH	Q6	取(排)水口流量 6	m <sup>3</sup> /s	N(9, 3)
60	2EH	Q7	取(排)水口流量 7	m <sup>3</sup> /s	N(9, 3)
61	2FH	Q8	取(排)水口流量 8	m <sup>3</sup> /s	N(9, 3)
62	30H	QA	总出库流量、过闸总流量	m <sup>3</sup> /s	N(9, 3)
63	31H	QZ	输水设备流量、过闸(组)流量	m <sup>3</sup> /s	N(9, 3)
64	32H	SW	输沙量	万 t	N(11, 3)
65	33H	UC	风向		N(4, 1)
66	34H	UE	风力(级)		N(2)
67	35H	US	风速	m/s	N(4, 1)
68	36H	VA	断面平均流速	m/s	N(5, 3)
69	37H	VJ	当前瞬时流速	m/s	N(5, 3)
70	38H	VT	电源电压	V	N(4, 2)
71	39H	Z	瞬时河道水位、潮位	m	N(7, 3)
72	3AH	ZB	库(闸、站)下水位	m	N(7, 3)
73	3BH	ZU	库(闸、站)上水位	m	N(7, 3)
74	3CH	Z1	取(排)水口水位 1	m	N(7, 3)
75	3DH	Z2	取(排)水口水位 2	m	N(7, 3)
76	3EH	Z3	取(排)水口水位 3	m	N(7, 3)
77	3FH	Z4	取(排)水口水位 4	m	N(7, 3)
78	40H	Z5	取(排)水口水位 5	m	N(7, 3)
79	41H	Z6	取(排)水口水位 6	m	N(7, 3)
80	42H	Z7	取(排)水口水位 7	m	N(7, 3)
81	43H	Z8	取(排)水口水位 8	m	N(7, 3)
82	44H	SQ	含沙量	kg/m <sup>3</sup>	N(9, 3)
83	45H	ZT	遥测站状态及报警信息		4 字节 HEX
84	46H	pH	pH 值		N(4, 2)
85	47H	DO	溶解氧	mg/L	N(4, 1)
86	48H	COND	电导率	mS/cm	N(5)
87	49H	TURB	浊度	度	N(3)
88	4AH	CODMN	高锰酸盐指数	mg/L	N(4, 1)
89	4BH	REDOX	氧化还原电位	mV	N(5, 1)

表 E.1 水文水资源信息元素标识符定义汇总表 (续)

序号	标识符 引导符	标识符 ASCII 码	信息元素属性	量和单位	最长数据定义
90	4CH	NH4N	氨氮	mg/L	N (6, 2)
91	4DH	TP	总磷	mg/L	N (5, 3)
92	4EH	TN	总氮	mg/L	N (5, 2)
93	4FH	TOC	总有机碳	mg/L	N (4, 2)
94	50H	CU	铜	mg/L	N (7, 4)
95	51H	ZN	锌	mg/L	N (6, 4)
96	52H	SE	硒	mg/L	N (7, 5)
97	53H	AS	砷	mg/L	N (7, 5)
98	54H	THG	总汞	mg/L	N (7, 5)
99	55H	CD	镉	mg/L	N (7, 5)
100	56H	PB	铅	mg/L	N (7, 5)
101	57H	CHLA	叶绿素 a	mg/L	N (4, 2)
102	58H	WP1	水压 1	kPa	N (5, 2)
103	59H	WP2	水压 2	kPa	N (5, 2)
104	5AH	WP3	水压 3	kPa	N (5, 2)
105	5BH	WP4	水压 4	kPa	N (5, 2)
106	5CH	WP5	水压 5	kPa	N (5, 2)
107	5DH	WP6	水压 6	kPa	N (5, 2)
108	5EH	WP7	水压 7	kPa	N (5, 2)
109	5FH	WP8	水压 8	kPa	N (5, 2)
110	60H	SYL1	水表 1 剩余水量	m <sup>3</sup>	N (11, 3)
111	61H	SYL2	水表 2 剩余水量	m <sup>3</sup>	N (11, 3)
112	62H	SYL3	水表 3 剩余水量	m <sup>3</sup>	N (11, 3)
113	63H	SYL4	水表 4 剩余水量	m <sup>3</sup>	N (11, 3)
114	64H	SYL5	水表 5 剩余水量	m <sup>3</sup>	N (11, 3)
115	65H	SYL6	水表 6 剩余水量	m <sup>3</sup>	N (11, 3)
116	66H	SYL7	水表 7 剩余水量	m <sup>3</sup>	N (11, 3)
117	67H	SYL8	水表 8 剩余水量	m <sup>3</sup>	N (11, 3)
118	68H	SBL1	水表 1 每小时水量	m <sup>3</sup> /h	N (10, 2)
119	69H	SBL2	水表 2 每小时水量	m <sup>3</sup> /h	N (10, 2)
120	6AH	SBL3	水表 3 每小时水量	m <sup>3</sup> /h	N (10, 2)
121	6BH	SBL4	水表 4 每小时水量	m <sup>3</sup> /h	N (10, 2)
122	6CH	SBL5	水表 5 每小时水量	m <sup>3</sup> /h	N (10, 2)
123	6DH	SBL6	水表 6 每小时水量	m <sup>3</sup> /h	N (10, 2)

表 E.1 水文水资源信息元素标识符定义汇总表 (续)

序号	标识符 引导符	标识符 ASCII 码	信息元素属性	量和单位	最长数据定义
124	6EH	SBL7	水表 7 每小时水量	m <sup>3</sup> /h	N (10, 2)
125	6FH	SBL8	水表 8 每小时水量	m <sup>3</sup> /h	N (10, 2)
126	70H	VTA	交流电 A 相相电压	V	N (4, 1)
127	71H	VTB	交流电 B 相相电压	V	N (4, 1)
128	72H	VTC	交流电 C 相相电压	V	N (4, 1)
129	73H	VIA	交流电 A 相相电流	A	N (4, 1)
130	74H	VIB	交流电 B 相相电流	A	N (4, 1)
131	75H	VIC	交流电 C 相相电流	A	N (4, 1)
132	76H~EFH	待定	保留, 其他信息元素标识符扩展定义		
133	FFXXH		用户自定义扩展区, XX 是增加的 1 个字节, 扩展标识符范围, 由用户自定义		

注 1: C (d) 表示字符串。其中 d 表示最大可能的字符串长度。下同。

注 2: N (D, d) 表示十进制浮点数。其中 D 表示除小数点以外的数据位数; d 表示小数点后的数据位数, d 为 0 时省略。下同。

<sup>a</sup> 观测时间编码长度固定, 因此 HEX/BCD 编码时数据定义字节固定用 F0H 表示。

<sup>b</sup> 遥测站地址编码长度固定, 因此 HEX/BCD 编码时数据定义字节固定用 F1H 表示。

<sup>c</sup> 人工置数的长度一般超过 32 字节, 且报文中只有人工置数数据, 标识符之后全是其数据, 数据字节长度易于辨识, 因此 HEX/BCD 编码时数据定义字节固定用 F2H 表示。

<sup>d</sup> 图片数据的长度一般超过 32 字节, 且报文中只有图片数据, 标识符之后全是其数据, 数据字节长度易于辨识, 因此 HEX/BCD 编码时数据定义字节可固定用 F3H 表示 (此时该站只有一个摄像头), 也可用于表示一个遥测站内多个摄像头编号 (如: 01H、02H、03H 等)。

<sup>e</sup> 1 字节 HEX 码, 表示的降水量最大值为 25.4mm (因 FFH 表示非法数值)。当 5min 降水量超过此值时, 将多出的量计入下一个 5min 内, 此后处理以此类推。

<sup>f</sup> 流量 (流速) 批量数据的长度一般超过 32 字节, 且报文中只有这一类数据, 数据字节长度易于辨识, 因此 HEX/BCD 编码时数据定义字节固定用 F6H 表示。

<sup>g</sup> ASCII 字符编码报文时间步长码数据结构取值范围应按表 E.2 的规定执行。时间步长码标识符为 DRxnn, DR 为时间步长码标志; x 取 D、H、N 分别表示步长单位日、h 和 min; nn 表示对应取值范围。

HEX/BCD 编码时间步长码标识符引导符是 04H, 数据定义用 18H (3 字节长度, 无小数), 用 dhm 表示步长码的数据构成, d、h、m 各占 1 个字节 BCD, 分别表示步长单位日、h 和 min; dhm 中一般只能有一个字节不为 00; 时间步长码数据结构应按表 E.3 的规定执行。

当时间步长码 DRHnn 或 0418H dhm 中的 nn 或 dhm 值是全“0”时, 其后编报的标识符应是 DRP、DRZ 类的 1h 时段组合数据。这个特定的时间步长码与 1h 时段组合数据标识符构成固定搭配

E.2 ASCII 字符编码报文时间步长码取值范围应符合表 E.2 的规定。

表 E.2 ASCII 字符编码报文时间步长码取值范围

代码	nn 单位	nn 范围
DRD nn	d	01~31
DRH nn	h	01~23 (是 00 时为特定含义, 见表 E.1 注释 g)
DRN nn	min	01~59

E.3 HEX/BCD 编码报文时间步长码数据结构应符合表 E.3 的规定。

表 E.3 HEX/BCD 编码报文时间步长码数据结构规定

步长单位	数据结构	范 围
d	d0000	d 取值：01~31
h	00h00	h 取值：01~23
min	0000m	m 取值：01~59
特定含义（见表 E.1 注释 g）	dhm	000000

附录 F  
(规范性)  
遥测站运行参数基本配置定义

F.1 遥测站运行参数基本配置表

遥测站运行参数基本配置规定见表 F.1。

表 F.1 遥测站运行参数基本配置表

序号	名称	标识符引导符	数据定义	说明
1	中心站地址	01H	4 字节	每个字节表示 1 个中心站地址，按顺序分别表示第一、二、三、四个中心站地址；HEX 码，地址范围 1~255；地址是 0 表示禁用
2	遥测站地址	02H	N (10)	BCD 码
3	传输密码	03H	2 字节	见 7.3.4.3.5
4	中心站 1 主信道类型及地址	04H	不定长	信道类型在高位字节，地址在低位字节。信道类型用 1 字节 BCD 码：1—短信，2—IPV4，3—北斗，4—海事卫星，5—PSTN，6—超短波。中心站信道地址长度根据信道类型确定，其中 IP 型地址应包含地址及端口号，IP 地址用 5 字节 BCD 码表示，省略“.”；端口号用 3 字节 BCD 码表示，紧接在地址之后
5	中心站 1 备用信道类型及地址	05H	不定长	同上。信道类型是“0”表示禁用该信道
6	中心站 2 主信道类型及地址	06H	不定长	同上。信道类型是“0”表示禁用该信道
7	中心站 2 备用信道类型及地址	07H	不定长	同上。信道类型是“0”表示禁用该信道
8	中心站 3 主信道类型及地址	08H	不定长	同上。信道类型是“0”表示禁用该信道
9	中心站 3 备用信道类型及地址	09H	不定长	同上。信道类型是“0”表示禁用该信道
10	中心站 4 主信道类型及地址	0AH	不定长	同上。信道类型是“0”表示禁用该信道
11	中心站 4 备用信道类型及地址	0BH	不定长	同上。信道类型是“0”表示禁用该信道
12	工作方式	0CH	N (2)	BCD 码，1—自报工作状态；2—自报确认工作状态；3—查询/应答工作状态；4—调试或维修状态
13	遥测站监测要素设置	0DH	自定义	可用若干字节 HEX 码，每 1bit 表示一个信息元素。信息元素对应数据位置“1”有效，置“0”无效
14	本站负责转发的服务地址范围	0EH	见表 F.2	编码见表 F.2，服务地址应尽量连续。标识符引导符后的数据定义字节 8bit 均用于表示后续数据的字节数
15	遥测站通信设备识别号	0FH	不定长	ASCII 码。第 1 字节表示卡类型：1—移动通信卡，2—北斗卫星通信卡；紧跟在卡类型后的数据为卡识别号
16	遥测站分类码	10H	1 字节	ASCII 码 (HEX 字符)
17	保留	11H~1FH		



## F.2 本站负责转发的服务地址编码表

本站负责转发的服务地址编码规定见表 F.2。

表 F.2 本站负责转发的服务地址编码表

编码方法	说 明
起始地址 1 站数 起始地址 2 站数 起始地址 3 站数……	最多 255 字节 BCD。“起始地址站数”用 6 字节 BCD 表示，固定结构。站数表示从起始地址开始、具有连续站址的遥测站数目，用 1 字节 BCD 表示；站数为 1 时，服务地址即起始地址

附录 G  
(资料性)  
报文帧格式示例

### G.1 ASCII 字符编码传输报文帧格式 I 示例

**G.1.1** ASCII 字符编码传输报文帧结构中特殊数据 (例如: 图片数据) 可以采用原编码传输, 其他信息组编码均应转换为 ASCII 字符进行传输。

**G.1.2** 报文正文中的信息元素 (或称为要素或参数) 的编码应符合 7.3.2.2 的要求。

**G.1.3** 对于 ASCII 字符编码 M1/M2/M4 模式, 遥测站向中心站发送信息采用表 G.1 上行帧结构; 中心站向遥测站发送响应信息与表 G.1 相对应, 采用表 G.2 下行帧结构, 对于 M1 传输模式类型无下行报文。

表 G.1 ASCII 字符编码 M1/M2/M4 模式上行帧结构定义

序号	帧结构名称	传输字节数	说明
1	帧起始符	1	报文正文起始符 SOH, 不转换
2	中心站地址	2	1 字节 HEX 转换为 2 个 ASCII 字符传输, 范围为 1~255。指以省级 (或流域机构) 为单元, 为县级、市级以上分中心分配的中心站地址
3	遥测站地址	10	编码规则见 7.3.3.2, 转换为 10 个 ASCII 字符传输
4	传输密码	4	2 字节, 编码规则见 7.3.4.3.5, 转换为 4 个 ASCII 字符传输
5	功能码	2	定义参见附录 H, 需将 1 个字节 HEX 功能码转换为 2 个 ASCII 字符传输
6	报文上行标识及长度	4	用 2 字节 HEX 编码转换为 4 个 ASCII 字符传输。第 1 个字符用作上下行标识 (0 表示上行, 8 表示下行); 其余 3 个字符表示报文正文长度, 表示报文正文起始符之后、报文结束符之前的报文字节数, 允许长度为 0001~4095
7	报文正文起始符	1	STX
8	报文正文 <sup>*</sup>	不定长	自报数据、响应帧内容等
9	报文结束符	1	ETX、ETB 或 EOT。采用 EOT 时, 表示 M1 模式, 中心站无需响应直接退出通信
10	帧校验码	4	2 字节 HEX 编码, 转换为 4 个 ASCII 字符传输; 帧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

<sup>\*</sup> 当报文正文较长时, 应对报文正文进行分包传输。发送端对完整的报文正文进行分割, 分成若干个数据包, 再按照传输规则进行传输。接收端对分割传输的数据包进行组合, 恢复成完整报文正文。

表 G.2 ASCII 字符编码 M2/M4 模式下行帧结构定义

序号	帧结构名称	传输字节数	说明
1	帧起始符	1	SOH
2	遥测站地址	10	见表 G.1 说明

表 G.2 ASCII 字符编码 M2/M4 模式下行帧结构定义 (续)

序号	帧结构名称	传输字节数	说 明	
3	报头	中心站地址	2	见表 G.1 说明
4		传输密码	4	见表 G.1 说明
5		功能码	2	见表 G.1 说明
6		报文下行标识及长度	4	见表 G.1 说明
7		报文正文起始符	1	STX
8	报文正文	不定长	确认帧、数据查询/控制命令帧内容等	
9	报文结束符	1	分别是控制符 ENQ、NAK/ACK、EOT、ESC	
10	帧校验码	4	见表 G.1 说明	

G.1.4 对于 M3/M5 模式, 遥测站向中心站发送信息采用表 G.3 上行帧结构, 中心站向遥测站发送信息与表 G.3 相对应, 采用表 G.4 下行帧结构。

表 G.3 ASCII 字符编码 M3/M5 模式上行帧结构定义

序号	帧结构名称	传输字节数	说 明	
1	报头	帧起始符	1	SOH
2		中心站地址	2	见表 G.1 说明
3		遥测站地址	10	见表 G.1 说明
4		传输密码	4	见表 G.1 说明
5		功能码	2	见表 G.1 说明
6		报文上行标识及长度	4	见表 G.1 说明
7		报文正文多包传输起始符	1	SYN
8	包总数及序列号	6	前 3 个 ASCII 字符表示包总数, 后 3 个 ASCII 字符表示本次发送数据包的序列号, 范围为 1~4095。原编码采用 HEX 码	
9	报文正文 <sup>a</sup>	不定长	遥测站长序列数据	
10	报文结束符	1	分别是控制符 ETX、ETB	
11	帧校验码	4	见表 G.1 说明	

<sup>a</sup> 对报文正文进行分包, 与报文帧报头、结束符、校验码等组合后依次发送。

表 G.4 ASCII 字符编码 M3/M5 模式下行帧结构定义

序号	帧结构名称	传输字节数	说 明	
1	报头	帧起始符	1	SOH
2		遥测站地址	10	见表 G.1 说明
3		中心站地址	2	见表 G.1 说明
4		传输密码	4	见表 G.1 说明
5		功能码	2	见表 G.1 说明
6		报文下行标识及长度	4	见表 G.1 说明
7		报文正文多包传输起始符	1	SYN
8		包总数及序列号 <sup>a</sup>	6	见表 G.3 说明

表 G.4 ASCII 字符编码 M3/M5 模式下行帧结构定义 (续)

序号	帧结构名称	传输字节数	说 明
9	报文正文	不定长	中心站查询、否认/确认帧内容等
10	报文结束符	1	分别是控制符 ENQ、NAK、EOT、ESC
11	帧校验码	4	见表 G.1 说明
* 在应答帧中,包总数取自上行帧。响应 NAK 时包序列号是对应错误帧的序列号 (1 个错误包序列号, 每包单独重发); 响应 EOT/ESC 时, 序列号是最后一帧的序列号, 即包总数。			

## G.2 HEX/BCD 编码传输报文帧格式 I 示例

G.2.1 报文正文中的信息元素 (或称为要素或参数) 的编码应符合 7.3.2.3 的要求。

G.2.2 对于 HEX/BCD 编码 M1/M2/M4 模式, 遥测站向中心站发送信息采用表 G.5 上行帧结构; 中心站向遥测站发送响应信息与表 G.1 相对应, 采用表 G.6 下行帧结构, 对于 M1 传输模式类型无下行报文。

表 G.5 HEX/BCD 编码 M1/M2/M4 模式上行帧结构定义

序号	帧结构名称	传输字节数	说 明
1	帧起始符	2	7E7EH
2	中心站地址	1	1 字节 HEX, 范围为 1~255。指以省级 (或流域机构) 为单元, 为县级、市级以上分中心分配的中心站地址
3	遥测站地址	5	编码规则见 7.3.3.2
4	传输密码	2	2 字节 HEX, 编码规则见 7.3.4.3.5
5	功能码	1	1 字节 HEX 码, 定义参见附录 H
6	报文上行标识及长度	2	用 2 字节 HEX 编码。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, 表示报文正文起始符之后、报文结束符之前的报文字节数, 允许长度为 0001~4095
7	报文正文起始符	1	STX
8	报文正文*	不定长	自报数据、响应帧内容等
9	报文结束符	1	控制符 ETX、ETB 或 EOT。采用 EOT 时, 表示 M1 模式, 中心站无需响应直接退出通信
10	帧校验码	2	帧校验码由 2 字节 HEX 构成, 是帧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
* 当报文正文较长时, 应对报文正文进行分包传输。发送端对完整的报文正文进行分割, 分成若干个数据包, 再按照传输规则进行传输。接收端对分割传输的数据包进行组合, 恢复成完整报文正文。			

表 G.6 HEX/BCD 编码 M2/M4 模式下行帧结构定义

序号	帧结构名称	传输字节数	说 明
1	帧起始符	2	7E7EH
2	遥测站地址	5	见表 G.5 说明
3	中心站地址	1	见表 G.5 说明

表 G.6 HEX/BCD 编码 M2/M4 模式下行帧结构定义 (续)

序号	帧结构名称	传输字节数	说 明	
4	报头	传输密码	2	见表 G.5 说明
5		功能码	1	见表 G.5 说明
6		报文下行标识及长度	2	见表 G.5 说明
7		报文正文起始符	1	STX
8	报文正文	不定长	确认帧、数据查询/控制命令帧内容等	
9	报文结束符	1	分别是控制符 ENQ、NAK/ACK、EOT、ESC	
10	帧校验码	2	见表 G.5 说明	

G.2.3 对于 M3/M5 模式，遥测站向中心站发送信息采用表 G.7 上行帧结构，中心站向遥测站发送信息与表 G.7 相对应，采用表 G.8 下行帧结构。

表 G.7 HEX/BCD 编码 M3/M5 模式上行帧结构定义

序号	帧结构名称	传输字节数	说 明	
1	报头	帧起始符	2	7E7EH
2		中心站地址	1	见表 G.5 说明
3		遥测站地址	5	见表 G.5 说明
4		传输密码	2	见表 G.5 说明
5		功能码	1	见表 G.5 说明
6		报文上行标识及长度	2	表示 SYN 控制符之后，结束符之前的报文字节数，用 HEX 编码，允许长度为 0001H~FFFFH
7		报文正文多包传输起始符	1	SYN
8		包总数及序列号	3	采用 HEX 码。高 12 位表示包总数，低 12 位表示本次发送数据包包的序列号，范围为 1~4095
9	报文正文*	不定长	遥测站长序列数据	
10	报文结束符	1	分别是控制符 ETX、ETB	
11	帧校验码	2	见表 G.5 说明	

\* 对报文正文进行分包，与报文帧报头、结束符、校验码等组合后依次发送。

表 G.8 HEX/BCD 编码 M3/M5 模式下行帧结构定义

序号	帧结构名称	传输字节数	说 明	
1	报头	帧起始符	2	7E7EH
2		遥测站地址	5	见表 G.5 说明
3		中心站地址	1	见表 G.5 说明
4		传输密码	2	见表 G.5 说明
5		功能码	1	见表 G.5 说明
6		报文下行标识及长度	2	见表 G.5 说明
7		报文正文多包传输起始符	1	SYN
8		包总数及序列号*	3	见表 22 说明

表 G.8 HEX/BCD 编码 M3/M5 模式下行帧结构定义 (续)

序号	帧结构名称	传输字节数	说 明
9	报文正文	不定长	中心站否认/确认帧内容等
10	报文结束符	1	分别是控制符 ENQ、NAK、EOT、ESC
11	帧校验码	2	见表 G.5 说明

\* 在应答帧中,包总数取自上行帧。响应 NAK 时包序列号是对应错误帧的序列号 (1 个错误包序列号,每包单独重发);响应 EOT/ESC 时,序列号是最后一帧的序列号,即包总数。

### G.3 常用报文正文结构示例

#### G.3.1 常用报文结构主要内容

本示例中列举的常用报文正文包括链路维持报、测试报、定时报,中心站查询遥测站实时数据、软件版本、实时时钟报;恢复遥测站出厂设置、修改传输密码、设置遥测站时钟和修改遥测站基本配置参数等遥测命令。示例只列出 HEX/BCD 原编码结构,当报文帧采用 ASCII 编码传输时,应对其进行编码转换。

#### G.3.2 链路维持报

用于动态分配 IP 地址的网络型通信链路保持在线,功能码为 2FH。在遥测站收到中心站下发命令中的“ESC”控制字符时,为使获得动态 IP 地址的遥测站能保持在线,空闲状态下遥测站应定时等间隔(间隔在 1~255s 选择,宜采用 40s)向中心站发送通信链路维持报(心跳包)。链路维持报上行报文正文结构见表 G.9,其流水号采用最后一次数据报文的流水号,且不累加;没有下行报文。

表 G.9 遥测站链路维持报的上行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码,范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码,YYMMDDHHmmSS

#### G.3.3 测试报

测试报用于遥测站安装或检修时的数据传输测试,功能码为 30H,在中心站其数据应写入测试数据库。遥测站测试报的上行报文正文结构见表 G.10,报送所调试的信息元素信息组,下行报文正文结构见表 G.11。

表 G.10 遥测站测试报的上行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码,范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码,YYMMDDHHmmSS
3	遥测站地址	地址标识符	
		遥测站地址	编码规则见 7.3.3.2
4	遥测站分类码	分类码编码	见附录 A
5	监测时间	监测时间标识符	
		监测时间	5 字节 BCD 码,YYMMDDHHmm

表 G.10 遥测站测试报的上行报文正文结构 (续)

序号	编码名称	编码结构	编码说明
6	当前测试的信息元素信息组	信息元素 1 标识符	
		信息元素 1 数据	
		信息元素 2 标识符	
		信息元素 2 数据	
		...	
7	其他信息元素	...	
8	工况信息元素	例如: 电压标识符	
		电压数据	十进制浮点数, 保留 2 位小数, 单位为 V

表 G.11 遥测站测试报的下行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编码说明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码, 范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码, YYMMDDHHmmSS

### G.3.4 遥测站定时报

遥测站以时间为触发事件, 按设定的时间间隔向中心站报送监测信息, 监测信息可以是当前定时时间点的数, 也可以包含前一时间点监测但未报送的信息, 功能码为 32H。定时报兼具有“平安报”功能, 同时上报遥测站电源电压及报警等遥测站工作状态信息。遥测站定时报上行报文正文通用结构见表 G.12, 下行报文正文结构见表 G.13。

表 G.12 遥测站定时报上行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编码说明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码, 范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码, YYMMDDHHmmSS
3	遥测站地址	地址标识符	
		遥测站地址	编码规则见 7.3.3.2
4	遥测站分类码	分类码编码	1 个字符, 见附录 A
5	监测时间 1	监测时间标识符	
		监测时间 1	5 字节 BCD 码, YYMMDDHHmm
6	监测时间 1 监测信息元素数据	信息元素 1 标识符	
		信息元素 1 数据	不定长
		信息元素 2 标识符	
		信息元素 2 数据	不定长
		...	...
7	监测时间 2	监测时间标识符	
		监测时间 2	5 字节 BCD 码, YYMMDDHHmm, 当前监测时间

表 G.12 遥测站定时报上行报文正文结构 (续)

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
8	监测时间 2 监测的信息元素数据	信息元素 1 标识符	
		信息元素 1 数据	不定长
		信息元素 2 标识符	
		信息元素 2 数据	不定长
		...	...
9	电压	电压标识符	
		电压数据	十进制浮点数, 保留 2 位小数, 单位为 V

表 G.13 遥测站定时报下行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码, 范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码, YYMMDDHHmmSS

### G.3.5 中心站查询遥测站实时数据

中心站向遥测站发送查询指令, 查询遥测站所有信息元素最新实时数据, 功能码为 37H。中心站查询遥测站实时数据下行报文正文结构见表 G.14, 上行报文正文结构见表 G.15。

表 G.14 中心站查询遥测站实时数据下行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码, 范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码, YYMMDDHHmmSS

表 G.15 中心站查询遥测站实时数据上行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码, 范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码, YYMMDDHHmmSS
3	遥测站地址	地址标识符	
		遥测站地址	编码规则见 7.3.3.2
4	遥测站分类码	分类码编码	1 个字符, 见附录 A
5	监测时间	监测时间标识符	
		监测时间	5 字节 BCD 码, YYMMDDHHmm
6	本站监测的所有信息元素最新信息组	信息元素 1 标识符	
		信息元素 1 数据	
7		信息元素 2 标识符	
		信息元素 2 数据	
8		信息元素 3 标识符	
		信息元素 1 数据	
9		...	...



表 G.15 中心站查询遥测站实时数据上行报文正文结构 (续)

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
10	电压	电压标识符	选编
		电压数据	十进制浮点数, 2位小数, 单位为 V, 选编

注 信息元素数据采用最新采集的实时数据。若信息元素的数据监测时间不同, 则在其信息组前增加监测时间组。

## G.3.6 中心站查询遥测站软件版本

查询遥测站软件版本信息, 软件版本信息可由 255 个字符构成, 内容可以包括设备品牌、型号以及软件版本号等, 功能码为 45H。中心站查询遥测站软件版本下行报文正文结构见表 G.16, 上行报文正文结构见表 G.17。

表 G.16 中心站查询遥测站软件版本下行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码, 范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码, YYMMDDHHmmSS

表 G.17 中心站查询遥测站查询遥测站软件版本上行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码, 范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码, YYMMDDHHmmSS
3	遥测站地址	地址标识符	
		遥测站地址	编码规则见 7.3.3.2
4	遥测站软件版本信息	版本信息字节数	1 字节 HEX
		遥测站软件版本信息	信息内容

## G.3.7 中心站查询遥测站时钟

查询遥测站实时时钟, 实时时钟用遥测站发报时间代表, 功能码为 51H。中心站查询遥测站时钟下行报文正文结构见表 G.18, 上行报文正文结构见表 G.19。

表 G.18 中心站查询遥测站时钟下行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码, 范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码, YYMMDDHHmmSS

表 G.19 中心站查询遥测站时钟上行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码, 范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码, YYMMDDHHmmSS
3	遥测站地址	地址标识符	
		遥测站地址	编码规则见 7.3.3.2

### G.3.8 中心站读取遥测站基本配置表/遥测站自报基本配置表

中心站读取遥测站基本配置表或者遥测站自报基本配置表，功能码为 41H。遥测站基本配置表见附录 F 表 F.1，在读取基本参数配置时，应将指定的配置参数发送给中心站；当维修人员在现场修改了遥测站基本配置时，应自报遥测站基本配置表信息，且只应编报被人工修改的参数。中心站读取遥测站基本配置表/遥测站自报基本配置表下行报文正文结构见表 G.20，上行报文正文结构见表 G.21。

表 G.20 遥测站配置读取下行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码，范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码，YYMMDDHHmmSS
3	参数 1	参数配置标识符 1	见附录 F
4	参数 2	参数配置标识符 2	
5		...	

注：下行确认报文不需要编列参数标识符。

表 G.21 遥测站配置读取上行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码，范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码，YYMMDDHHmmSS
3	遥测站地址	地址标识符	
		遥测站地址	编码规则见 7.3.3.2
4	参数 1	参数配置标识符 1	见附录 F
		第 1 组数据	
5	参数 2	参数配置标识符 2	
		第 2 组数据	
6		...	

### G.3.9 恢复遥测站出厂设置

恢复遥测站配置参数出厂设置，功能码为 48H，遥测站收到中心站命令后发送收信正确响应，等待中心站最终确认报文后执行恢复出厂设置。恢复遥测站出厂设置下行报正文结构（包括确认报文）见表 G.22，上行报正文结构见表 G.23。

表 G.22 恢复遥测站出厂设置下行报正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码，范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码，YYMMDDHHmmSS
3	恢复遥测站出厂设置	恢复遥测站出厂设置标识符	下行的确认报文不需要编列该标识符

表 G.23 恢复遥测站出厂设置上行报正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码, 范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码, YYMMDDHHmmSS
3	遥测站地址	地址标识符	
		遥测站地址	编码规则见 7.3.3.2

### G.3.10 修改传输密码

中心站修改传输密码, 功能码为 49H。中心站修改传输密码下行报文正文结构见表 G.24, 上行报文正文结构见表 G.25; 遥测站收到中心站的最终确认报文后执行密码修改。传输密码设置完成后, 中心站对遥测站发送查询传输密码指令, 对设置后的传输密码进行比对, 以确认传输密码修改是否成功。传输密码查询报文正文示例见 G.3.8。

表 G.24 中心站修改传输密码下行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码, 范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码, YYMMDDHHmmSS
3	旧传输密码	传输密码标识符	
		旧传输密码数据	2 字节, 高位字节在前
4	新传输密码	传输密码标识符	
		新传输密码数据	2 字节, 高位字节在前

注: 下行确认报文不需要编列参数标识符及数据。

表 G.25 中心站修改传输密码上行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码, 范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码, YYMMDDHHmmSS
3	遥测站地址	地址标识符	
		遥测站地址	编码规则见 7.3.3.2
4	新传输密码	传输密码标识符	
		新传输密码数据	2 字节, 高位字节在前

### G.3.11 设置遥测站时钟

中心站设置遥测站时钟, 功能码为 4AH。中心站设置遥测站时钟下行报文正文结构见表 G.26, 上行报文正文结构见表 G.27。若遥测站原时间与校时时间差大于 5min, 应进行 2 次校时; 校时时间可分别取自中心站的第 1、2 个下行报文。

### G.3.12 中心站修改遥测站基本配置表

中心站修改遥测站基本配置表, 功能码为 40H。遥测站基本配置表见附录 F 表 F.1。中心站修改

遥测站基本配置表下行报文正文结构见表 G. 28，上行报文正文结构见表 G. 29。若是修改到遥测站地址，则通信过程中除了修改参数中地址外，其他均采用修改前的遥测站地址；通信结束，执行地址修改。

表 G. 26 中心站设置遥测站时钟下行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码，范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码，YYMMDDHHmmSS， 作为校时时钟

表 G. 27 中心站设置遥测站时钟上行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码，范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码，YYMMDDHHmmSS
3	遥测站地址	地址标识符	
		遥测站地址	编码规则见 7.3.3.2

表 G. 28 遥测站配置修改下行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码，范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码，YYMMDDHHmmSS
3	参数 1	参数配置标识符 1	见附录 F
		第 1 组数据	
4	参数 2	参数配置标识符 2	
		第 2 组数据	
5		...	...

注：下行确认报文不需要编列参数标识符及数据。

表 G. 29 遥测站配置修改上行报文正文结构

序号	编码名称	编码结构	编 码 说 明
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码，范围 1~65535
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码，YYMMDDHHmmSS
3	遥测站地址	地址标识符	
		遥测站地址	编码规则见 7.3.3.2
4	参数 1	参数配置标识符 1	见附录 F
		第 1 组数据	
5	参数 2	参数配置标识符 2	
		第 2 组数据	
6		...	

## G.4 信息元素编码示例

### G.4.1 ASCII 码信息元素编码示例

“□”表示空格，其 ASCII 码为“20H”。

示例 1：某河道遥测站采集到水位 123.56m，河道水位的 ASCII 码标识符已定义为“Z”，依据 7.3.2.2 规定，则该站水位 ASCII 码编码为“Z□123.56□”。

示例 2：某河道遥测站采集到水位 -3.80m，河道水位的 ASCII 码标识符已定义为“Z”，依据 7.3.2.2 规定，则该站水位 ASCII 码编码为“Z□-3.80□”。

### G.4.2 HEX/BCD 码信息元素编码示例

示例 1：某河道遥测站采集到水位 123.56m，河道水位的 HEX/BCD 码标识符引导符已定义为“39H”，依据 7.3.2.3 规定，标识符为“392AH”，则该站水位 HEX/BCD 码编码为“392A012356”。编码时在去除小数点后的水位值 12356 前插入了 1 个“0”，使有效数据位变成偶数，凑齐完整字节，即将数据变为“012356”进行编码；解码时应去除这个“0”。

示例 2：某河道遥测站采集到水位 23.56m，河道水位的 HEX/BCD 码标识符引导符已定义为“39H”，依据 7.3.2.3 规定，标识符为“3922H”，将数据变为“2356”进行编码，则该站水位 HEX/BCD 码编码为“39222356”。

示例 3：某河道遥测站采集到水位 -3.80m，河道水位的 HEX/BCD 码标识符引导符定义为“39H”，依据 7.3.2.3 规定，标识符为“392AH”，编码时在去除负号及小数点后的水位值 380 前插入了“FF0”，增加符号位，并使有效数据位变成偶数，凑齐完整字节，即将数据变为“FF0380”进行编码，则该站水位 HEX/BCD 码编码为“392AFF0380”。解码时应还原这个“FF0”为负号。

示例 4：某河道遥测站采集到水位 -13.80m，河道水位的 HEX/BCD 码标识符引导符定义为“39H”，依据 7.3.2.3 规定，标识符为“392AH”，编码时在去除负号及小数点后的水位值 1380 前插入了“FF”，增加符号位，即将数据变为“FF1380”进行编码，则该站水位 HEX/BCD 码编码为“392AFF1380”。解码时应还原这个“FF”为负号。

## G.5 常用的控制命令报文示例

### G.5.1 遥控命令报文示例

中心站向监控站发送水泵开关机、阀门开关等不带信息体时标的控制指令，遥控命令功能码定义单点遥控：52H，双点遥控：53H。格式 I 遥控命令下行报文帧结构见表 G.30，上行报文帧结构规定见表 G.31，格式 II 遥控命令上下行报文帧结构见表 G.32。

表 G.30 格式 I 遥控命令下行报文（控制方向）

序号	帧结构名称		编码说明
1	报头	帧起始符	SOH (01H) /7E7EH
2		遥测站地址	编码规则见 7.3.3.2
3		中心站地址	范围为 1~255，根据水利监控系统情况进行规划
4		传输密码	2 字节 HEX，编码规则见 7.3.4.3.5
5		功能码	52H/53H（单点遥控/双点遥控）
6		报文上下行标识及长度	
7		报文正文起始符	STX
8	报文	信息体数量	1
9	正文	传送原因	6/8（遥控选择/遥控撤销）

表 G.30 格式 I 遥控命令下行报文 (控制方向) (续)

序号	帧结构名称		编 码 说 明
10	报文正文	公共地址	同遥测站地址
11		信息体地址	被控对象地址
12		信息体元素	单点遥控: 0/1 (开/合), 双点遥控: 1/2 (开/合)
13	报文结束符		ENQ/ACK/NAK/EOT
14	帧校验码		帧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 G.31 格式 I 遥控命令上行报文 (监视方向)

序号	帧结构名称		说 明
1	报头	帧起始符	SOH (01H) /7E7EH
2		中心站地址	范围为 1~255, 根据水利监控系统情况进行规划
3		遥测站地址	编码规则见 7.3.3.2
4		传输密码	2 字节 HEX, 编码规则见 7.3.4.3.5
5		功能码	52H/53H (单点遥控/双点遥控)
6		报文上下行标识及长度	
7		报文正文起始符	STX
8	报文正文	信息体数量	1
9		传送原因	7/9/10 (遥控选择确认/遥控撤销确认/遥控结束)
10		公共地址	同遥测站地址
11		信息体地址	被控对象地址
12		信息体元素	单点遥控: 0/1 (开/合), 双点遥控: 1/2 (开/合)
13	报文结束符		ETB/ETX/EOT。采用 EOT 时, 表示中心站无需响应直接退出通信
14	帧校验码		帧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 G.32 格式 II 遥控命令报文

序号	帧结构名称	说 明	
1	起始字符 (68H)	↑	
2	长度 L	固定长度的报文头	
3	起始字符 (68H)	↓	
4	控制域 C	控制域	用户数据区
5	地址域 A	地址域	
6	52H/53H (单点遥控/双点遥控)	用户数据域	
7	1		
8	控制方向: 6/8 (遥控选择/遥控撤销) 监视方向: 7/9/10 (遥控选择确认/遥控撤销确认/遥控结束)		

表 G.32 格式 II 遥控命令报文 (续)

序号	帧结构名称	说 明	
9	同遥测站地址	用户数据域	用户数据区
10	被控对象地址		
11	单点遥控: 0/1 (开/合), 双点遥控: 1/2 (开/合)		
12	附加信息域 AUX		
13	校验 CS	帧校验	
14	结束字符 (16H)		

当为多点遥控时, 报文中的信息体数量  $N > 1$ , 被控对象地址和控制指令顺次排列。

### G.5.2 遥调命令报文示例

中心站向监控站发送不带信息体时标的闸门开度控制指令, 设定闸门开度遥调命令功能码定义为 54H。格式 I 遥调命令下行报文帧结构规定见表 G.33, 上行报文帧结构见表 G.34, 格式 II 遥调命令上下行报文帧结构见表 G.35。

表 G.33 格式 I 遥调命令下行报文 (控制方向)

序号	帧结构名称	编 码 说 明
1	帧起始符	SOH (01H) /7E7EH
2	遥测站地址	编码规则见 7.3.3.2
3	中心站地址	范围为 1~255, 根据水利监控系统情况进行规划
4	传输密码	2 字节 HEX, 编码规则见 7.3.4.3.5
5	功能码	54H (遥调)
6	报文上下行标识及长度	
7	报文正文起始符	STX
8	信息体数量	1
9	传送原因	6/8 (遥调选择/遥调撤销)
10	公共地址	同遥测站地址
11	信息体地址	被控对象地址
12	信息体元素	设定值: 4 字节短浮点数 (闸门开度)
13	报文结束符	ENQ/ACK/NAK/EOT
14	帧校验码	帧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 G.34 格式 I 遥调命令上行报文 (监视方向)

序号	帧结构名称	说 明
1	帧起始符	SOH (01H) /7E7EH
2	中心站地址	范围为 1~255, 根据水利监控系统情况进行规划
3	遥测站地址	编码规则见 7.3.3.2
4	传输密码	2 字节 HEX, 编码规则见 7.3.4.3.5

表 G.34 格式 I 遥调命令上行报文 (监视方向) (续)

序号	帧结构名称	说 明	
5	功能码	54H (遥调)	
6	报文上下行标识及长度		
7			报文正文起始符
8	报文正文	信息体数量	1
9		传送原因	7/9/10 (遥调选择确认/遥调撤销确认/遥调结束)
10		公共地址	同遥测站地址
11		信息体地址	被控对象地址
12		信息体元素	设定值: 4 字节短浮点数 (闸门开度)
13	报文结束符	ETB/ETX/EOT。采用 EOT 时, 表示中心站无需响应直接退出通信	
14	帧校验码	帧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 G.35 格式 II 遥调命令报文

序号	帧结构名称	说 明	
1	起始字符 (68H)	↑ 固定长度的报文头 ↓	
2	长度 L		
3	起始字符 (68H)		
4	控制域 C	控制域	用户数据区
5	地址域 A	地址域	
6	功能码: 54H (遥调)	用户数据域	
7	1		
8	控制方向: 6/8 (遥调选择/遥调撤销) 监视方向: 7/9/10 (遥调选择确认/遥调撤销确认/遥调结束)		
9	同遥测站地址		
10	被控对象地址		
11	设定值: 4 字节短浮点数 (闸门开度)		
12	附加信息域 AUX		
13	校验 CS	帧校验	
14	结束字符 (16H)		

当为多点遥调时, 报文中的信息体数量  $N > 1$ , 被控对象地址和设定值顺次排列。



附录 H  
(规范性)  
监测报文功能码定义

监测报文功能码定义规定见表 H.1。

表 H.1 监测报文功能码定义

序号	功能码	应用功能描述	说明
1	00H~2EH	保留	扩展功能码
2	2FH	链路维持报	遥测站定时向中心站发送链路维持信息
3	30H	测试报	报送实时数据
4	31H	均匀时段水文信息报	报送等时间间隔数据
5	32H	遥测站定时报	报送由时间触发的实时数据
6	33H	遥测站加报报	报送由时间或事件触发的加报实时数据
7	34H	遥测站小时报	报送以小时为基本单位的历史数据和实时数据
8	35H	遥测站人工置数报	报送人工置数
9	36H	遥测站图片报或中心站查询遥测站图片采集信息	查询/报送 JPG 图片信息
10	37H	中心站查询遥测站实时数据	
11	38H	中心站查询遥测站时段数据	以小时为基本单位查询历史数据
12	39H	中心站查询遥测站人工置数	
13	3AH	中心站查询遥测站指定信息元素数据	
14	3B~3FH	保留	扩展功能码
15	40H	中心站修改遥测站基本配置表	遥测站基本配置
16	41H	中心站读取遥测站基本配置表/遥测站自报基本配置表	
17	42H	中心站修改遥测站运行参数配置表	遥测站运行参数配置
18	43H	中心站读取遥测站运行参数配置表/遥测站自报运行参数配置表	
19	44H	查询水泵电机实时工作数据	
20	45H	查询遥测终端软件版本	
21	46H	查询遥测站状态和报警信息	
22	47H	初始化固态存储数据	应与标识符配合使用以提高安全性
23	48H	恢复终端出厂设置	应与标识符配合使用以提高安全性
24	49H	修改传输密码	
25	4AH	设置遥测站时钟	
26	4BH	设置遥测终端 IC 卡状态	

表 H.1 监测报文功能码定义 (续)

序号	功能码	应用功能描述	说 明
27	4CH	水泵状态信息查询与自报	
28	4DH	阀门状态信息查询与自报	
29	4EH	闸门状态信息查询与自报	
30	4FH	水量定值控制命令	
31	50H	中心站查询遥测站事件记录	
32	51H	中心站查询遥测站时钟	
33	52H	水泵、阀门开关单点遥控命令	
34	53H	水泵、阀门开关双点遥控命令	
35	54H	闸门开度遥测命令	
36	55H~DFH	保留	扩展功能码
37	E0H~FFH	用户自定义扩展区	