附录 2 地表水自动监测仪器通信协议技术要求

1. 适用范围

本技术要求适用于地表水自动监测站点现场的数据采集传输仪与在线监测仪器之间的数据通

信，规定了通信过程及数据命令的格式，给出了代码定义，本技术要求允许扩展，但扩展内容时不得与本技术要求中所使用或保留的控制命令相冲突。

1. 规范性引用文件

本技术要求内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本技术要求。

HJ 212-2017 污染物在线监控（监测）系统数据传输标准

GB/T 19582-2008 基于 Modbus 协议的工业自动化网络规范

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本技术要求。

* 1. 在线监测仪器（online monitoring instrument）

在线监测仪器是安装在地表水自动监测点现场，用于监测地表水环境质量的设备，包括监控（监

测）仪器、流量（速）计等。

* 1. 数据采集传输仪（data acquisition and transmission instrument）

采集各种类型监控仪器仪表的数据、完成数据存储及与上位机数据传输通讯功能的单片机、工

控机、嵌入式计算机、可编程自动化控制器（PLC）或可编程控制器，以下简称数采仪或基站。

1. 系统结构

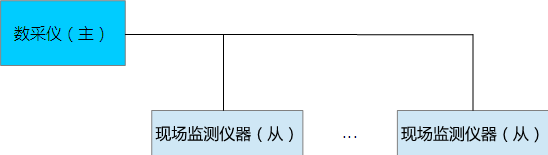
在线监测仪器与数采仪之间通信协议采用 Modbus RTU 标准，数采仪作为 Modbus 主机，每台在线监测仪器作为Modbus 从机。

图 1 Modbus 主从通信系统结构

协议适用接口描述：

1. 适用于 RS-485 通讯接口通讯；
2. 每个RS-485 接口可以同时连接多个在线监测仪器；
3. 适用于 RS-232 通讯接口通讯；
4. 也可扩展用于TCP/IP 通讯方式；
5. 注意扩展用于 TCP/IP 通讯方式情况下不是采用 Modbus TCP，而是 Modbus RTU 直接承载

在 TCP/IP 上。

3.3 常规五参数（conventional five parameters）

地表水水质监测中的五项常规项目：水温、pH、溶解氧、电导率和浊度。

1. 协议层次

在线监测仪器与数采仪之间通讯协议采用 Modbus RTU 标准，可承载在多种通讯接口上。

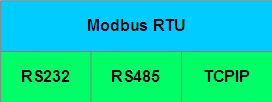


图 2 Modbus RTU 协议层次图

1. 通信协议

在线监测仪器与数采仪之间通信协议采用 Modbus RTU 标准，通过 Modbus 寄存器定义通信数

据内容。

* 1. Modbus RTU
     1. 报文帧结构

图 3 Modbus RTU 串行链路 PDU

表 1 Modbus 报文结构表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **类型** | **长度（字节）** | **描述** |
| 设备地址 | BYTE | 1 | 对应仪器中的设备地址，用于区分挂在同一个 485  总线下不同在线监测仪器。取值范围 1~247 |
| 功能码 | BYTE | 1 | 功能码定义见 6.1.2 |
| 数据 | BYTE[n] | N | 变长数据，伴随功能码、应答模式不同而不同 |
| CRC | WORD | 2 | Modbus CRC16 校验结果 |

* + 1. 功能码定义

表 2 Modbus 功能码定义表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **代码** | **功能** | **数据类型** | **备注** |
| 0x03 | 读 | 整形、浮点、字符 | 读多个寄存器 |
| 0x10 | 写 | 整形、浮点、字符 | 写多个寄存器 |

* + 1. 报文应答格式
       1. **功能码（0x03）读**主机请求：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **设备地址** | **功能码** | **寄存器地址** | **寄存器数量** | **CRCH** | **CRCL** |
| 1B | 1B | 2B | 2B | 1B | 1B |

设备地址：主控板地址，为 0x01-0xF7 可选； 功能码：为 0x03；

寄存器地址：要读取数据的存放开始地址； 寄存器数量：要读取的寄存器的个数；

从机应答：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **设备地址** | **功能码** | **数据字节数** | **数据** | **CRCH** | **CRCL** |
| 1B | 1B | 1B | ... | 1B | 1B |

设备地址：下位机地址，为 0x01-0xF7 可选； 功能码：为 0x03；

数据字节数：寄存器数量×2；

数据：N =(寄存器数量×2)BYTE； 错误应答：

设备地址(1BYTE)+出错功能码+错误类型(1BYTE)+CRC 校验

注意出错功能码是功能码BYTE 最高位取反得到。例如 0x03 出错功能码为 0x83

错误类型：

1. 非法功能
2. 非法数据地址
3. 非法数据值
4. 从站设备故障
5. 确认
6. 从属设备忙

注：以上错误类型为 Modbus RTU 标准含义。示例：

读取命令：

01 03 00 00 00 02 C4 0B （设备地址 01）

02 03 00 00 00 02 C4 38 （设备地址 02）

其中设备地址（01）+功能码（03）+寄存器起始地址（00 00）+寄存器数量（00 02 即指数据长度为 2 个字）+CRC 校验（C4 0B）

应答报文：

01 03 04 41 CB 42 B7 EF 27

设备地址（01）+ 功能码（03）+数据字节数（04）+ 读取数据（实际为 16 进制数 42 B7 41 CB

对应的浮点型数据为 91.63）+ CRC 校验（EF 27）。

* + - 1. **功能码（0x10）写**主机请求：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **设备地址** | **功能码** | **寄存器地址** | **寄存器数量** | **字节数** | **DATA** | **CRCH** | **CRCL** |
| 1B | 1B | 2B | 2B | 1B | ... | 1B | 1B |

设备地址：主控板地址，为 0x01-0xF7 可选功能码：为 0x10

寄存器地址：要读取数据的存放开始地址寄存器数量：要写入寄存器的个数

字节数：写入数据的字节数数据：要写入的数据

注意如写一个寄存器，则寄存器数量为 1，字节数为 2，数据为一个WORD。从机应答：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **设备地址** | **功能码** | **寄存器地址** | **寄存器数量** | **CRCH** | **CRCL** |
| **1B** | **1B** | **2B** | **2B** | **1B** | **1B** |

示例：

主机发送：01 10 00 6B 00 02 04 00 0F 06 08 86 51

从机回复：01 10 00 6B 00 02 30 14

错误应答：设备地址（1BYTE）+出错功能码+错误类型（1BYTE）+CRC 校验注意出错功能码是功能码BYTE 最高位取反得到。例如 0x03 出错功能码为 0x83 错误类型：

1. 非法功能
2. 非法数据地址
3. 非法数据值
4. 从站设备故障
5. 确认
6. 从站设备忙

注：以上错误类型为 Modbus RTU 标准含义。

* + 1. 应用规约

表 3 Modbus 数据类型定义表

|  |  |
| --- | --- |
| **数据类型** | **描述及要求** |
| BYTE | 无符号单字节整型（字节，8 位） |
| WORD | 无符号 2 字节整型（字，16 位） |
| DWORD | 无符号 4 字节整型（双字，32 位） |
| FLOAT | 4 字节浮点数型（字节，32 位）IEEE 754 标准 |
| DOUBLE | 8 字节浮点数型（字节，64 位） |
| BYTE[n] | N 字节 |
| STRING | GBK 编码，采用 0 终结符，若无数据，则放一个 0 终结符 |
| CHAR[n] | N 个字符，ASCII |
| DATE | 日期类型 6 字节  年（BYTE）- 月（BYTE）- 日（BYTE）- 时（BYTE）- 分（BYTE）- 秒（BYTE） 其中：年=byte+2000，月：1-12，日：1-31，时：0-23 分：0-59 秒：0-59  数值格式：BCD 码 |

数据字节序定义：

协议采用大端模式（big-endian）来传递 WORD、DWORD、FLOAT、DOUBLE。对于DWORD、FLOAT、DOUBLE，字间顺序按照小端模式（little-endian）排列。

* 1. 数据内容定义

表 4 仪器数据内容分类表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **分类** | **名称** | **描述** |
| 基本参数 | 工作状态 | 仪器当前工作状态 |
| 测量模式 | 仪器当前测试模式 |
| 测量数据 | 包括测量数值、数据时间、数据标识。 |
| 告警信息 | 仪器部件、分析系统、预处理告警等 |
| 故障信息 | 仪器故障 |
| 管控信息 | 关键参数 | 包括设定参数（如消解时长）、运行参数（如斜率、截距）。 |
| 远程控制 | 控制命令 | 水样测试、标样核查、零点核查、跨度核查等 |

* + 1. 工作状态

仪器工作状态：仪表当前的测量工作状态，编码和控制命令编码一样。

表 5 仪器工作状态定义表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **编码** | **描述** | **备注** |
| 0 | 空闲 |  |
| 1 | 水样测试 |  |
| 2 | 标样核查 |  |
| 3 | 零点核查 | 测量结果与水样测试分开寄存器输出 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **编码** | **描述** | **备注** |
| 0 | 空闲 |  |
| 4 | 跨度核查 | 测量结果与水样测试分开寄存器输出 |
| 5 | 空白测试 | 测量结果与水样测试分开寄存器输出 |
| 6 | 平行样测试 | 测量结果与水样测试分开寄存器输出 |
| 7 | 加标回收 | 测量结果与水样测试分开寄存器输出 |
| 8 | 空白校准 |  |
| 9 | 标样校准 |  |
| 10 | 初始化（清洗） |  |
| 19 | 标定 |  |
| ... | 可扩展 |  |

* + 1. 测量数据

表 6 仪器测量数据内容定义表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **编号** | **名称** | **备注** |
| 1 | 因子编码 | 编码规则，取国家地表水自动监测系统通讯协议协  议要求因子编码后五位整数 |
| 2 | 测量数值单位 | 见附表 B-3 单位编码 |
| 3 | 数据时间 | 测量启动时间 |
| 4 | 测量数值 | 见附表，数据修约规则表 |
| 5 | 数据标识 | 见附表，单位标识表 |

* + 1. 控制命令

表 7 控制命令定义表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **编码** | **名称** | **参数个数** | **参数说明** | **备注** |
| 1 | 启动测量 | 无 |  |  |
| 2 | 标样核查 | 无 |  |  |
| 3 | 零点核查 | 无 |  |  |
| 4 | 跨度核查 | 无 |  |  |
| 5 | 空白测试 | 无 |  |  |
| 6 | 平行样测试 | 无 |  |  |
| 7 | 加标回收 | 无 |  |  |
| 8 | 空白校准 | 无 |  |  |
| 9 | 标样校准 | 无 |  |  |
| 10 | 初始化（清洗） | 无 |  |  |
| 11 | 停止测试 | 无 |  |  |
| 12 | 仪器重启 | 无 |  | 重启仪器系统 |
| 13 | 校时 | 3 个寄存器 | DATE 类 型 ： 数据格式 BCD  码 | 如： 2017-01-01 00:00:00 表示为  170101000000 |
| 14 | 模式设置 | 1 个寄存器 | WORD 类型：   1. 连续模式 2. 周期模式 | 1. 连续模式：仪器自动 24 小时不间断测试水样； 2. 周期模式：按设置好的时间间隔 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | 1. 定点模式 2. 受控模式 3. 手动模式 | 自动测试水样；   1. 定点模式：整点测试； 2. 受控模式：接受外部基站或数采仪反控； 3. 手动模式：维护模式，不会自动   测试，也不接外部控制命令 |
| 15 | 测量间隔设置 | 1 个寄存器 | WORD 类型：  单位：分钟 | X>=30 分钟，周期模式有效 |
| 16 | 零点核查间隔设置 | 1 个寄存器 | WORD 类型：  单位：分钟 | X>=30 分钟，周期模式有效 |
| 17 | 跨度核查间隔设置 | 1 个寄存器 | WORD 类型：  单位：分钟 | X>=30 分钟，周期模式有效 |
| 18 | 标样核查间隔设置 | 1 个寄存器 | WORD 类型：  单位：分钟 | X>=30 分钟，周期模式有效 |
| … |  |  |  |  |

**注：**测量间隔设置、零点核查间隔设置，跨度核查间隔设置等均是在仪器工作模式设置为周期模式情况下才会自动测试的，否则无效，比如，如果是受控模式，则仪器仅会接受基站的反控命令工作。常规五参数比较特殊，可以不实现反控以及标定间隔设置、测量间隔设置、核查间隔设置、测量模式设置。

* + 1. 管控信息

管控信息包括关键参数、反馈状态、告警信息。考虑不同类型仪器之间差异、不同厂家同类分析仪分析方法差异，管控信息按照仪器类别＋国标行标分析方法来分类定义管控信息基本内容，并允许各个厂家根据自身特点扩展差异部分，但扩展内容不应与管控信息基本内容定义相冲突。对于没有采用国标行标分析方法的仪器，允许厂家进行单独定义和扩展。

表 8 地表水常见九种参数仪器的分析方法表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **参数名称** | | **测量方法** | **测量方法标准** | **仪表技术规范** |
| 常规五参数 | pH | pH 玻璃电极 | GB 13195－91 | HJ/T 96-2003 |
| 水温 | 温度传感器法 | GB 6920－86 |
| 溶解氧 | 电化学探头法 | HJ 506-2009 | HJ/T 99-2003 |
| 荧光法 |
| 电导率 | 电极法 | 《水和废水监测分析  方法》（第四版） | HJ/T 97-2003 |
| 浊度 | 光散射法 | 《水和废水监测分析  方法》（第四版） | HJ/T 98-2003 |
| 总磷 | | 过硫酸钾消解-钼酸铵光度法 | GB 11893-89 | HJ/T 103-2003 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 总氮 | 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法 | | GB 11894-89  HJ 636-2012 | HJ/T 102-2003 |
| 高锰酸盐指数 | 高锰酸钾酸性氧化法 | ORP 电极电位-滴定法 | GB 11892-89 | HJ/T 100-2003 |
| 吸光度-滴定法 |
| 直接分光光度法 |
| 高锰酸钾碱性氧化法 | ORP 电极-滴定法 | GB 17378.4-2007 |
| 吸光度-滴定法 |
| 直接分光光度法 |
| 氨氮 | 光度法 | 纳氏试剂光度法 | HJ 535-2009 | HJC-ZY-2009 |
| 水杨酸光度法 | HJ 536-2009 |
| 蒸馏逐出比色法 | HJ 537-2009 |
| 电极法 | 离子选择电极法 | HZ-HJ-SZ-0136 |

### 高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮

表 9 监测项目关键参数表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **数据类型** | **单位** | **适用范围** |
| 测量精度 | 16 位整型 | 无 | 通用 |
| 消解温度 | 16 位整型 | 摄氏度 | 通用 |
| 消解时间 | 16 位整型 | 分钟 | 通用 |
| 量程下限 | 32 位浮点 | 与测量单位一致 | 通用 |
| 量程上限 | 32 位浮点 | 与测量单位一致 | 通用 |
| 曲线斜率 k | 32 位浮点 | 无 | 通用 |
| 曲线截距 b | 32 位浮点 | 无 | 通用 |
| 标定日期 | Date 类型 | Date 类型 | 通用 |
| 标液一浓度 | 32 位浮点 | 与测量单位一致 | 通用 |
| 标液一信号值 | 32 位浮点 | 无 | 通用 |
| 标液二浓度 | 32 位浮点 | 与测量单位一致 | 通用 |
| 标液二信号值 | 32 位浮点 | 无 | 通用 |
| 标液三浓度 | 32 位浮点 | 与测量单位一致 | 扩展 |
| 标液三信号值 | 32 位浮点 | 无 | 扩展 |
| 标液四浓度 | 32 位浮点 | 与测量单位一致 | 扩展 |
| 标液四信号值 | 32 位浮点 | 无 | 扩展 |
| 标液五浓度 | 32 位浮点 | 与测量单位一致 | 扩展 |
| 标液五信号值 | 32 位浮点 | 无 | 扩展 |
| 线性相关系数（R 或 R²） | 32 位浮点 | 无 | 通用 |
| 试剂余量 | 32 位整型 | % | 扩展（前 16 位试剂编  号，后 16 位余量） |
| 测量滴定值或吸光度 | 32 位浮点 | 无 | 通用 |
| 空白校准时间 | Date 类型 | Date 类型 | 通用 |
| 标准样校准时间 | Date 类型 | Date 类型 | 通用 |
| 检出限值 | 32 位浮点 | 与测量单位一致 | 通用 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **数据类型** | **单位** | **适用范围** |
| 校准系数 | 32 位浮点 | 无 | 扩展,固定[0.95~1.05]  之间，一般为 1.0 |
| 设备序列号 | WORD[6] | 无 | 通用 |

注：以上针对方法一列中，通用表示针对除常规五参数以外所有分析方法，扩展表示非通用或扩展功能关联的参数，以下表格中同此含义。

表 10 告警信息表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **告警码** | **描述** | **适用范围** |
| 0 | 无告警 | 通用 |
| 1 | 缺试剂告警 | 通用 |
| 2 | 缺水样告警 | 通用 |
| 3 | 缺纯水告警 | 通用 |
| 4 | 缺标液告警 | 通用 |
| 5 | 仪表漏液告警 | 扩展 |
| 6 | 标定异常告警 | 扩展 |
| 7 | 超量程告警 | 通用 |
| 8 | 加热异常 | 通用 |
| 9 | 低试剂预警 | 扩展 |
| 10 | 超上限告警 | 通用 |
| 11 | 超下限告警 | 通用 |
| 12 | 仪表内部其它异常 | 通用 |
| 13 | 滴定异常告警 | 通用(滴定法独有) |
| 14 | 电极异常告警 | 通用(ORP 电位滴定法独有) |
| 15 | 量程切换告警 | 扩展 |
| 16 | 参数设置告警 | 扩展 |
| 17 | pH 电极电位异常 | 扩展(五参数) |
| 18 | 电导率电极异常 | 扩展(五参数) |
| 19 | 浊度光度异常 | 扩展(五参数) |
| 20 | 溶解氧电极异常 | 扩展(电化学探头法独有) |
| 21 | 溶解氧光强异常 | 扩展(荧光法独有) |
| 可扩展 |  |  |

表 11 故障信息表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **故障码** | **描述** | **适用范围** |
| **0** | **无故障** |  |
| 1 | 电机故障 | 通用 |
| 2 | 温度故障 | 通用 |
| 3 | 通讯故障 | 通用 |
| 4 | 滴定故障 | 通用 |
| 可扩展 |  |  |

### 常规五参数

表 12 常规五参数关键参数表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **数据类型** | **单位** | **适用范围** |
| 测量精度 | WORD | 无 | 通用 |
| pH 量程下限 | 32 位浮点 | 无 | 扩展 |
| pH 量程上限 | 32 位浮点 | 无 | 扩展 |
| 溶解氧量程下限 | 32 位浮点 | 毫克/升 | 扩展 |
| 溶解氧量程上限 | 32 位浮点 | 毫克/升 | 扩展 |
| 电导率量程下限 | 32 位浮点 | 微西[门子]/厘米 | 扩展 |
| 电导率量程上限 | 32 位浮点 | 微西[门子]/厘米 | 扩展 |
| 浊度量程下限 | 32 位浮点 | NTU | 扩展 |
| 浊度量程上限 | 32 位浮点 | NTU | 扩展 |
| pH 电极电位 | 32 位浮点 | 见寄存器定义表 | 扩展 |
| 溶解氧电极电位 | 32 位浮点 | 见寄存器定义表 | 扩展(电化学探头法独有) |
| 溶解氧荧光强度 | 32 位浮点 | 见寄存器定义表 | 扩展(荧光法独有) |
| 电导率电极电位 | 32 位浮点 | 见寄存器定义表 | 扩展 |
| 浊度散光量 | 32 位浮点 | 见寄存器定义表 | 扩展 |
| 设备序列号 | WORD[6] | 无 | 扩展 |

### 6.2.4.6 其他因子参数

参照上述监测因子，进行相应扩展。

* 1. 寄存器定义

表 13 寄存器地址区间划表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **区间名称** | **开始地址偏移** | **结束地址偏移** | **寄存器数量** | **描述** |
| 测量数据区 | 0x1000 | 0x107F | 128 | 测量数据区 |
| 状态告警区 | 0x1080 | 0x109F | 32 | 工作状态、告警、故障等 |
| 关键参数区 | 0x10A0 | 0x10FE | 95 | 关键参数、反馈状态 |
| 控制命令区 | 0x1200 |  | 1+n | 控制命令 1+命令参数 n |

考虑到有仪器集成多个监测因子时（如集成总磷总氮、集成总磷氨氮）， 每个参数分配一个

Modbus 地址来区分即可，这样每个参数的测量数据区的寄存器地址都是相同的，不用考虑通道偏移

问题，而且也不受通道的限制。

* + 1. 测量数据区

表 14 测量数据区寄存器定义表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **区间名称** | **寄存器偏移** | **数据类型** | **寄存器描述** | **读写** | **备注** |
| 测量数据区 | 0x1000~0x1001 | DWORD | 因子编码 | R | 整型 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **区间名称** | **寄存器偏移** | **数据类型** | **寄存器描述** | **读写** | **备注** |
|  | 0x1002 | WORD | 单位 | R |  |
| 0x1003~0x1004 | FLOAT | 标样参考值 | R |  |
| 0x1005~0x1007 | DATE | 水样数据时间 | R |  |
| 0x1008~0x1009 | FLOAT | 水样实测值 | R |  |
| 0x100A~0x100F | CHAR[12] | 水样数据标识 | R |  |
| 0x1010~0x1012 | DATE | 标样数据时间 | R |  |
| 0x1013~0x1014 | FLOAT | 标样实测值 | R |  |
| 0x1015~0x101A | CHAR[12] | 标样数据标识 | R |  |
| 0x101B~0x101D | DATE | 空白数据时间 | R |  |
| 0x101E~0x101F | FLOAT | 空白实测值 | R |  |
| 0x1020~0x1025 | CHAR[12] | 空白数据标识 | R |  |
| 0x1026~0x1028 | DATE | 零点核查数据时间 | R |  |
| 0x1029~0x102A | FLOAT | 零点核查实测值 | R |  |
| 0x102B~0x1030 | CHAR[12] | 零点核查数据标识 | R |  |
| 0x1031~0x1033 | DATE | 跨度核查数据时间 | R |  |
| 0x1034~0x1035 | FLOAT | 跨度核查实测值 | R |  |
| 0x1036~0x103B | CHAR[12] | 跨度核查数据标识 | R |  |
| 0x103C~0x103E | DATE | 加标回收数据时间 | R |  |
| 0x103F~0x1040 | FLOAT | 加标回收实测值 | R |  |
| 0x1041~0x1046 | CHAR[12] | 加标回收数据标识 | R |  |
| 0x1047~0x1049 | DATE | 平行样数据时间 | R |  |
| 0x104A~0x104B | FLOAT | 平行样实测值 | R |  |
| 0x104C~0x1051 | CHAR[12] | 平行样数据标识 | R |  |
| 0x1052~0x107F |  |  | R | 预留 |

* + 1. 状态告警区

表 15 状态告警区寄存器定义表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **区间名称** | **寄存器偏移** | **数据类型** | **寄存器描述** | **读写** | **备注** |
| 状态告警区 | 0x1080 | DATE | 系统时间 | R | 仪器系统时间 |
| 0x1081 |
| 0x1082 |
| 0x1083 | WORD | 工作状态 | R | 同命令编码一致 |
| 0x1084 | WORD | 测量模式 | R | 1. 连续模式 2. 周期模式 3. 定点模式 4. 受控模式 5. 手动模式 |
| 0x1085 | WORD | 告警代码 | R |  |
| 0x1086 | WORD | 故障代码 | R |  |
| 0x1087 | WORD | 日志代码 | R | 自定义 |
| 0x1088 | WORD | 软件版本 | R |  |
| 0x1089 | WORD | 测量间隔 | R | 分钟 |
| 0x108A | WORD | 零点核查间隔 | R | 分钟 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **区间名称** | **寄存器偏移** | **数据类型** | **寄存器描述** | **读写** | **备注** |
| 状态告警区 | 0x1080 | DATE | 系统时间 | R | 仪器系统时间 |
| 0x1081 |
| 0x1082 |
| 0x108B | WORD | 跨度核查间隔 | R | 分钟 |
| 0x108C | WORD | 标样核查间隔 | R | 分钟 |
| 0x108D-0x109F |  |  | R | 预留 |

* + 1. 关键参数区

表 16 关键参数区寄存器定义表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **寄存器偏移** | **数据类型** | **寄存器描述** | **读写** | **备注** |
| 关键参数 | 0x10A0 | WORD | 测量精度 | R | 小数位数 |
| 0x10A1 | WORD | 消解温度 | R | 单位摄氏度 |
| 0x10A2 | WORD | 消解时长 | R | 单位分钟 |
| 0x10A3 | FLOAT | 量程下限 | R |  |
| 0x10A4 | R |
| 0x10A5 | FLOAT | 量程上限 | R |  |
| 0x10A6 | R |
| 0x10A7 | FLOAT | 曲线斜率 k | R |  |
| 0x10A8 | R |
| 0x10A9 | FLOAT | 曲线截距 b | R |  |
| 0x10AA | R |
| 0x10AB | DATE | 标定日期 | R |  |
| 0x10AC | R |
| 0x10AD | R |
| 0x10AE | FLOAT | 标液一浓度 | R |  |
| 0x10AF | R |
| 0x10B0 | FLOAT | 标液一  测量过程值 | R | 信号值 |
| 0x10B1 | R |
| 0x10B2 | FLOAT | 标液二浓度 | R |  |
| 0x10B3 | R |
| 0x10B4 | FLOAT | 标液二  测量过程值 | R | 信号值 |
| 0x10B5 | R |
| 0x10B6 | FLOAT | 标液三浓度 | R |  |
| 0x10B7 | R |
| 0x10B8 | FLOAT | 标液三  测量过程值 | R | 信号值 |
| 0x10B9 | R |
| 0x10BA | FLOAT | 标液四 | R |  |
| 0x10BB | R |
| 0x10BC | FLOAT | 标液四  测量过程值 | R | 信号值 |
| 0x10BD | R |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **寄存器偏移** | **数据类型** | **寄存器描述** | **读写** | **备注** |
|  | 0x10BE | FLOAT | 标液五 | R |  |
| 0x10BF | R |
| 0x10C0 | FLOAT | 标液五  测量过程值 | R | 信号值 |
| 0x10C1 | R |
| 0x10C2 | FLOAT | 线性相关系数（R 或  R²） | R | R 或R² |
| 0x10C3 | R |
| 0x10C4 | DWORD | 试剂余量 | R |  |
| 0x10C5 | R |
| 0x10C6 | FLOAT | 测量滴定值或吸光度 | R |  |
| 0x10C7 | R |
| 0x10C8 | Date | 空白校准时间 | R |  |
| 0x10C9 | R |
| 0x10CA | R |
| 0x10CB | Date | 标样校准时间 | R |  |
| 0x10CC | R |
| 0x10CD | R |
| 0x10CE | FLOAT | 检出限值 | R |  |
| 0x10CF | R |
| 0x10D0 | FLOAT | 校准系数 | R |  |
| 0x10D1 |
| 0x10D2 | WORD[6] | 设备序列号 | R |  |
| 0x10D3 |
| 0x10D4 |
| 0x10D5 |
| 0x10D6 |
| 0x10D7 |
| 0x10D8 | FLOAT | 二次多项式系数 | R | 扩展（直线方程时  为 0） |
| 0x10D9 |
|  | 0x10DA | FLOAT | 空白标定过程值 | R | 扩展（标定曲线时  的空白过程值） |
|  | 0x10DB |
|  | 0x10DC | FLOAT | 空白校准过程值 | R | 扩展（空白校准的  空白过程值） |
|  | 0x10DD |
|  | 0x10DE | FLOAT | 标样校准参考值 | R | 扩展 |
|  | 0x10DF |
|  | 0x10E0 | FLOAT | 标样校准过程值 | R | 扩展 |
|  | 0x10E1 |
|  | 0x10E2 | WORD | 显色温度 | R | 扩展 |
|  | 0x10E3 | WORD | 显色时间 | R | 扩展 |
|  | 0x10E4 | FLOAT | 稀释倍数 | R | 扩展 |
|  | 0x10E5 |
|  | 0x10E6 | FLOAT | 三项式系数 | R | 扩展 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **寄存器偏移** | **数据类型** | **寄存器描述** | **读写** | **备注** |
|  | 0x10E7 |  |  |  | 扩展 |
|  | 0x10E8 | FLOAT | 空白标定系数 | R | 扩展  扩展 |
|  | 0x10E9 |
|  | 0x10EA | FLOAT | 量程系数 | R | 扩展 |
|  | 0x10EB |
|  | …… | 可扩展 |  |  |  |

* + 1. 控制命令区

表 17 控制命令区寄存器定义表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **寄存器偏移** | **数据类型** | **寄存器描述** | **读写** | **备注** |
|  | 0x1200 | WORD | 控制命令码 | W |  |
|  | 0x1201 |  |  |  | 当控制命令码为时 |
| 控制命令区 | ... | BYTE[n] | 控制命令参数 | W | 间校准命令时，该  字段为 6 字节的 |
| 0x12FF |
|  |  |  |  | DATE |

* + 1. 常规五参数

表 18 常规五参数寄存器定义表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **寄存器偏移** | **数据类型** | **寄存器描述** | **读写** | **备注** |
| 关键参数 | 0x10A0 | WORD | 测量精度 | R | 小数位数 |
| 0x10A1 | FLOAT | pH 量程下限 | R |  |
| 0x10A2 |
| 0x10A3 | FLOAT | pH 量程上限 | R |  |
| 0x10A4 |
| 0x10A5 | FLOAT | 溶解氧量程下限 | R |  |
| 0x10A6 |
| 0x10A7 | FLOAT | 溶解氧量程上限 | R |  |
| 0x10A8 |
| 0x10A9 | FLOAT | 电导率量程下限 | R |  |
| 0x10AA |
| 0x10AB | FLOAT | 电导率量程上限 | R |  |
| 0x10AC |
| 0x10AD | FLOAT | 浊度量量程下限 | R |  |
| 0x10AE |
| 0x10AF | FLOAT | 浊度量量程上限 | R |  |
| 0x10B0 |
| 0x10B1 | FLOAT | pH 电极电位 | R |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **寄存器偏移** | **数据类型** | **寄存器描述** | **读写** | **备注** |
| 关键参数 | 0x10A0 | WORD | 测量精度 | R | 小数位数 |
| 0x10B2 |  |  |  |  |
| 0x10B3 | FLOAT | 溶解氧电极电位 | R |  |
| 0x10B4 |
| 0x10B5 | FLOAT | 溶解氧荧光强度 | R | 溶解氧电极电位或荧光  强度 |
| 0x10B6 |
| 0x10B7 | FLOAT | 电导率电极电位 | R |  |
| 0x10B8 |
| 0x10B9 | FLOAT | 浊度散光量 | R |  |
| 0x10BA |
| 0x10BB | WORD[6] | 设备序列号 | R |  |
| 0x10BC |
| 0x10BD |
| 0x10BE |
| 0x10BF |
| 0x10C0 |
| …… | 可扩展 |  |  |  |

* 1. 通信报文示例
     1. 错误应答报文

表 19 错误应答报文示例表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **错误码** | **错误类型** | **示例报文** |
| 0x01 | 非法功能 | 01 83 01 80 f0 |
| 0x02 | 非法数据地址 | 01 83 02 c0 f1 |
| 0x03 | 非法数据值 | 01 83 03 01 31 |
| 0x04 | 从站设备故障 | 01 83 04 40 f3 |
| 0x06 | 从站设备忙 | 01 83 06 c1 32 |

注意这里的 0x83 是出错功能码，是请求报文功能码字节最高位取反得到。例如 0x03 出错功能

码为 0x83。

* + 1. 数据读取报文

（1）数据读取

请求报文：01 03 10 00 00 10 40 C6

应答报文：01 03 20 52 0B 00 00 00 01 00 00 3F 00 17 01 01 00 00 00 1E B8 3E 85 4E 00 00 00 00

00 00 00 00 00 00 00 78 89

解析过程：

52 0B 00 00 表示因子编码 21003：氨氮

00 01 表示单位：mg/L

00 00 3F 00 表示标样参考浓度：0.5

17 01 01 00 00 00 表示数据时间 2017-01-01 00:00:00

1E B8 3E 85 表示水样测试结果 0.26

4E 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 表示标识N

如果标识为T 则标识包为：54 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

如果标识为lr 则标识包为：6C 72 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

* + 1. 参数读写报文

表 20 参数读写报文示例表

|  |  |
| --- | --- |
| **操作名称** | **示例报文** |
| 读取测量模式 | 请求报文：01 03 10 81 00 01 D0 E2  应答报文：01 03 02 00 04 B9 87  00 04 表示读取到测量模式是受控模式，接受基站反控命令运行。 |

* + 1. 控制报文

表 21 控制报文示例表

|  |  |
| --- | --- |
| **操作名称** | **示例报文** |
| 启动测量 | 请求报文：01 10 12 00 00 01 02 00 01 55 91  应答报文：01 10 12 00 00 01 04 B1 |
| 零点核查 | 请求报文：01 10 12 00 00 01 02 00 03 D4 50  应答报文：01 10 12 00 00 01 04 B1 |
| 跨度核查 | 请求报文：01 10 12 00 00 01 02 00 04 95 92  应答报文：01 10 12 00 00 01 04 B1 |
| 时间校准 | 请求报文：01 10 12 00 00 04 08 00 0d 17 01 01 00 00 00 6C 73  应答报文：01 10 12 00 00 04 C4 B2  17 01 01 00 00 00 表示设置时间 2017-01-01 00:00:00 |
| 设置运行模式 | 请求报文：01 10 12 00 00 02 04 00 0e 00 04 47 0F  应答报文：01 10 12 00 00 02 44 B0 |

附录A

1. CRC 生成过程

Modbus CRC16 生成 CRC 的过程为：

将一个 16 位寄存器装入十六进制 FFFF（全 1），将之称作 CRC 寄存器；

将报文的第一个 8 位字节与 16 位CRC 寄存器的低字节异或，结果置于 CRC 寄存器； 将 CRC 寄存器右移 1 位（向 LSB 方向）， MSB 充零. 提取并检测 LSB；

（如果 LSB 为 0）：重复步骤 3 （另一次移位）；

（如果 LSB 为 1）：对 CRC 寄存器异或多项式值 0xA001 （1010 0000 0000 0001）；重复步骤 3 和 4，直到完成 8 次移位。当做完此操作后，将完成对 8 位字节的完整操

作；

对报文中的下一个字节重复步骤 2 到 5，继续此操作直至所有报文被处理完毕； CRC 寄存器中的最终内容为 CRC 值；

当放置 CRC 值于报文时，采用大端方式存储，高字节在前，低字节在后。例如，如果 CRC 值为十六进制 0x1241，则第一个字节存放 0x12，第二个字节存放 0x41。

参考实现代码：

unsignedshort CRC16 (unsigned char \*ptr, unsigned intlen)

{

unsignedshortcrc=0xFFFF; unsignedinti, j;

for ( j=0; j<len;j++)

{

crc=crc ^\*ptr++; for ( i=0; i<8; i++)

{

if( (crc&0x0001) >0)

{

}

else

{

}

}

}

crc=crc>>1; crc=crc^ 0xa001;

crc=crc>>1;

return (crc);

}

1. 设备序列号生成方式

设备唯一标识，这个标识固化在设备中，用于唯一标识一个设备。

设备序列号由 EPC-96 编码转化的字符串组成，即设备序列号由 24 个 0~9，A~F 的字符组成：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **EPC-96 编码结构** | | | | |
| **名称** | **标头** | **厂商识别代码** | **对象分类代码** | **序列号** |
| 长度（比特） | 8 | 28 | 24 | 36 |

固化存储方式：以 EPC-96 编码结构存储，占 12 个字节（Byte），上位机提取设备序列号需要转化成字符串，由 24 个 0~9，A~F 组成。

1. 留样器通讯协议

采用 Modbus RTU 协议，功能定义见表 A-1，寄存器定义见表 A-2。

表 A-1 功能内容定义

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **分类** | **名称** | **描述** |
| 状态 | 分配器位置 | 获取当前采样瓶号 |
| 留样器状态 | / |
| 控制 | 启动采样泵 | / |
| 停止采样泵 | / |
| 排空 | / |

表 A-2 寄存器定义

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **寄存器偏移** | **数据类型** | **寄存器描述** | **备注** |
| 启动采样泵 | 0x0005 | WORD | 启动采样泵 | 恒定写 1 |
| 停止采样泵 | 0x0006 | WORD | 停止采样泵 | 恒定写 1 |
| 排空 | 0x0007 | WORD | 排空 | 写 0-24：  0 代表排所有瓶号  1-24 代表排空瓶号 |
| 分配器位置 | 0x0030 | WORD | 分配器位置 | 当前采样瓶号 |
| 留样器状态 | 0x0031 | WORD | 工作状态 | 0：正常；  1：自动采样程序运行中 |

表 B-1 数据修约表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **中文名称** | **缺省计量单位**  **（浓度）** | **缺省数据类型**  **（数据修约）** | **单位编码** |
| 1 | 水温 | ℃ | N3.2 | 0：标准单位； |
| 2 | pH 值 | 无量纲 | N3.2 | 0：标准单位； |
| 3 | 溶解氧 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 4 | 浑浊度 | NTU | N3.2 | 0：标准单位； |
| 5 | 电导率 | uS/cm | N3.2 | 0：标准单位； |
| 6 | 高锰酸盐指数 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 7 | 化学需氧量（COD） | mg/L | N3 | 0：标准单位； |
| 8 | 五日生化需氧量（BOD5） | mg/L | N3.1 | 0：标准单位； |
| 9 | 氨氮（NH3-N） | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 10 | 总磷（以 P 计） | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 11 | 总氮（湖、库.以N 计） | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 12 | 铜 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 13 | 锌 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 14 | 氟化物（以 F−计） | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 15 | 硒 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 16 | 砷 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 17 | 汞 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 18 | 镉 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 19 | 铬 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 20 | 六价铬 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 21 | 铅 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 22 | 氰化物 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 23 | 挥发酚 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 24 | 石油类 | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 25 | 阴离子表面活性剂 | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 26 | 硫化物 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 27 | 粪大肠菌群 | 个/L | N9 | 0：标准单位； |
| 28 | 硫酸盐（以 S0 计） | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 29 | 氯化物（以 C1 计） | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 30 | 硝酸盐（以N 计） | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 31 | 铁 | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 32 | 锰 | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 33 | 三氯甲烷 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 34 | 四氯化碳（四氯甲烷） | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 35 | 三溴甲烷 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 36 | 二氯甲烷 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 37 | 1，2—二氯乙烷 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 38 | 环氧氯丙烷 | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 39 | 氯乙烯 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 40 | 1，1—二氯乙烯 | mg/L | N3.6 | 0：标准单位； |
| 41 | 1，2—二氯乙烯 | mg/L | N3.6 | 0：标准单位； |
| 42 | 三氯乙烯 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 43 | 四氯乙烯 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 44 | 氯丁二烯 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 45 | 六氯丁二烯 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 46 | 苯乙烯 | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 47 | 甲醛 | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 48 | 乙醛 | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 49 | 丙烯醛 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 50 | 三氯乙醛 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 51 | 苯 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 52 | 甲苯 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 53 | 乙苯 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 54 | 二甲苯① | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 55 | 异丙苯 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 56 | 氯苯 | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 57 | 1，2—二氯苯 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 58 | 1，4—二氯苯 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 59 | 三氯苯② | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 60 | 四氯苯③ | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 61 | 六氯苯 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 62 | 硝基苯 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 63 | 二硝基苯④ | mg/L | N3.1 | 0：标准单位； |
| 64 | 2，4—二硝基甲苯 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 65 | 2，4，6—三硝基甲苯 | mg/L | N3.1 | 0：标准单位； |
| 66 | 硝基氯苯⑤ | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 67 | 2，4—二硝基氯苯 | mg/L | N3.1 | 0：标准单位； |
| 68 | 2，4—二氯苯酚 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 69 | 2，4，6—三氯苯酚 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 70 | 五氯酚 | mg/L | N3.6 | 0：标准单位； |
| 71 | 苯胺 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 72 | 联苯胺 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 73 | 丙烯酰胺 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 74 | 丙烯腈 | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 75 | 邻苯二甲酸二丁酯 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 76 | 邻苯二甲酸二（2—乙基己基）酯 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 77 | 水合肼 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 78 | 四乙基铅 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 79 | 吡啶 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 80 | 松节油 | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 81 | 苦味酸 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 82 | 丁基黄原酸 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 83 | 活性氯 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 84 | 滴滴涕 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 85 | 林丹 | mg/L | N3.6 | 0：标准单位； |
| 86 | 环氧七氯 | mg/L | N3.6 | 0：标准单位； |
| 87 | 对硫磷 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 88 | 甲基对硫磷 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 89 | 马拉硫磷 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 90 | 乐果 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 91 | 敌敌畏 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 92 | 敌百虫 | mg/L | N3.6 | 0：标准单位； |
| 93 | 内吸磷 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 94 | 百菌清 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 95 | 甲萘威 | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 96 | 溴氰菊酯 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 97 | 阿特拉津 | mg/L |  | 0：标准单位； |
| 98 | 苯并（a）芘 | mg/L | N3.6 | 0：标准单位； |
| 99 | 甲基汞 | mg/L | N3.8 | 0：标准单位； |
| 100 | 多氯联苯⑥ | mg/L |  | 0：标准单位； |
| 101 | 微囊藻毒素—L R | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 101 | 黄磷 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 102 | 钼 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 103 | 钴 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 104 | 铍 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 105 | 硼 | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 106 | 锑 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 107 | 镍 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 108 | 钡 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 109 | 钒 | mg/L | N3.5 | 0：标准单位； |
| 110 | 钛 | mg/L | N3.4 | 0：标准单位； |
| 111 | 铊 | mg/L | N3.6 | 0：标准单位； |
| 112 | 总有机碳（TOC） | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 113 | 蓝绿藻 | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 114 | 叶绿素 a | mg/L | N9.5 | 0：标准单位； |
| 115 | 藻密度 | 个/L | N9.1 | 0：标准单位； |
| 116 | 总大肠菌群 | 个/L | N9 | 0：标准单位； |
| 117 | 耐热大肠菌群 | 个/L | N9 | 0：标准单位； |
| 118 | 细菌总数 | 个/L | N9 | 0：标准单位； |
| 119 | 大肠埃希氏菌 | 个/L | N9 | 0：标准单位； |
| 120 | 溶解性总固体 | mg/L | N4 | 0：标准单位； |
| 121 | 亚硝酸盐 | mg/L | N2.3 | 0：标准单位； |
| 122 | （正）磷酸盐 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |
| 123 | 综合生物毒性（发光菌） | % | N3.3 | 0：标准单位； |
| 124 | 综合生物毒性（鱼法） | % | N3.3 | 0：标准单位； |
| 125 | 对、间二甲苯 | mg/L | N3.3 | 0：标准单位； |

附录B

表 B-2 数据标记表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **标识** | **标识定义** | **说明** | **适用范围** |
| N | 正常 | 测量数据正常有效 | 通用 |
| T | 超上限 | 监测浓度超仪器测量上限 | 通用 |
| L | 超下限 | 监测浓度超仪器下限或小于检出限 | 通用 |
| D | 仪器故障 | 仪器故障 | 通用 |
| F | 仪器通信故障 | 仪器数据采集失败 | 通用 |
| M | 维护调试数据 | 在线监控（监测）仪器仪表处于维护（调试）期间产  生的数据 | 通用 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| lr | 缺试剂 |  | 通用 |
| lp | 缺纯水 |  | 通用 |
| lw | 缺水样 |  | 通用 |
| ls | 缺标样 |  | 通用 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

表 B-3 单位编码表

|  |  |
| --- | --- |
| **编码** | **单位** |
| 0 | ug/L |
| 1 | mg/L |
| 2 | ppm |
| 3 | mg/m3 |
| 4 | cm |
| 5 | ppb |
| 6 | ug/m3 |
| 7 | % |
| 8 | nmol/mol |
| 9 | umol/mol |
| 10 | 个/L |
| 11 | MPN/100mL |
| 12 | ng/m3 |
| 13 | NTU |
| 14 | 无量纲 |
| 15 | ms/cm |
| 16 | us/cm |
| 17 | °C |
| 18 | g/L |
| 19 | mmol/L |
| 20 | ugC/m3 |

## 附录 3 地表水自动监测系统通信协议技术要求

1. 适用范围

本技术要求适用于地表水水质自动监测站数据采集端与上位机之间的数据传输，规定了传输的

过程及数据命令的格式，给出了代码定义，本技术要求允许扩展，但扩展内容时不得与本技术要求中所使用或保留的控制命令相冲突。

1. 技术要求引用文件

本技术要求内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本技术要求。

|  |  |
| --- | --- |
| HJ 212-2017 | 污染物在线监控（监测）系统数据传输标准 |
| GB/T 19582-2008 | 基于 Modbus 协议的工业自动化网络规范 |
| HJ 525-2009 | 水污染物名称代码 |

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本技术要求。

* 1. 在线监测仪器

是安装在地表水自动测站现场，用于监测地表水环境质量并完成与现场机通讯传输的设备，包

括水质分析仪、流量（速）计等。

* 1. 地表水水质自动监测站

指完成地表水水质自动监测的现场部分，一般由站房、采配水、控制、检测、数据传输等全部

或者数个单元组成，简称水站。

* 1. 数据采集传输仪

采集各种类型监控仪器仪表的数据、完成数据存储及与上位机数据传输通讯功能的单片机、工

控机、嵌入式计算机、可编程自动化控制器（PLC）或可编程控制器等，以下简称数采仪或基站。

* 1. 现场机

安装于水质自动监测站点的在线监测仪器和数采仪统称为现场机。

* 1. 上位机

是安装在各级环保部门、通过传输网络与数采仪连接并对其发出查询和控制等指令的数据接收

和数据处理系统，包括计算机及计算机软件等，本技术要求简称上位机。

* 1. 地表水水质自动监测系统

由地表水水质自动监测站和地表水水质自动监测平台组成称为自动监测系统。

1. 系统结构
   1. 结构说明

地表水在线监测系统从底层逐级向上可分为现场机、传输网络和上位机（平台）三个层次。上

位机通过传输网络与现场机）进行通讯（包括发起、数据交换、应答等）。

* 1. 地表水在线监测系统构成方式

现场有一套或多套监控仪器，监控仪器仪表具有数字输出接口，连接到独立的数据采集传输仪， 上位机通过传输网络与现场机进行通讯（包括发起、数据交换、应答等），如图 1 所示。

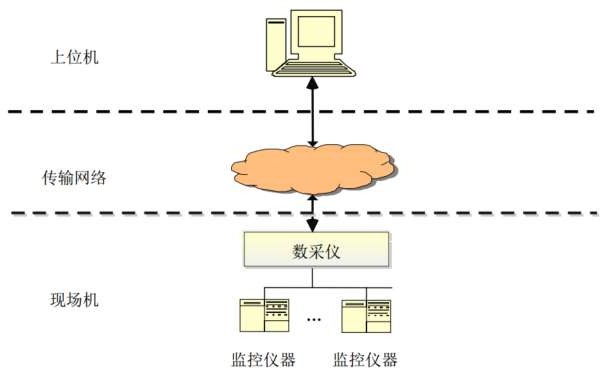


图 1 监测系统构成方式

1. 协议层次

现场机与上位机之间基于计算机网络传输数据，具体的组网方式不作限制。

本技术要求规定的数据传输协议应用于TCP/IP 的应用层，即现场机与上位机之间进行通信时， 交换消息的内容和规范，在 TCP/IP 传输层，规定使用 TCP 协议。

1. 协议内容
   1. 应答模式

完整的命令由请求方发起、响应方应答组成，具体步骤如下：

* + 1. 请求方发送请求命令给响应方；
    2. 响应方接到请求后，向请求方发送请求应答（握手完成）；
    3. 请求方收到请求应答后，等待响应方回应执行结果；如果请求方未收到请求应答，按请求回应超时处理；
    4. 响应方执行请求操作；
    5. 响应方发送执行结果给请求方；
    6. 请求方收到执行结果，命令完成；如果请求方没有接收到执行结果，按执行超时处理。
  1. 超时重发机制
     1. 请求回应的超时

一个请求命令发出后在规定的时间内未收到回应，视为超时；

超时后重发，重发超过规定次数后仍未收到回应视为通讯不可用，通讯结束； 超时时间根据具体的通讯方式和任务性质可自定义；

超时重发次数根据具体的通讯方式和任务性质可自定义。

* + 1. 执行超时

请求方在收到请求回应（或一个分包）后规定时间内未收到返回数据或命令执行结果，认为超时，命令执行失败，请求操作结束。

缺省超时及重发次数定义（可扩展）如表 1 所示。

表 1 缺省超时及重发次数定义表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **通讯类型** | **缺省超时定义（秒）** | **重发次数** |
| GPRS | 10 | 3 |
| CDMA | 10 | 3 |
| ADSL | 5 | 3 |
| WCDMA | 10 | 3 |
| TD-SCDMA | 10 | 3 |
| CDMA2000 | 10 | 3 |
| PLC | 10 | 3 |
| TD-LTE | 10 | 3 |
| FDD-LTE | 10 | 3 |
| WIMAX | 10 | 3 |

* 1. 通讯协议数据结构

所有的通讯包都是由ASCII 码（汉字除外，采用GB2312 码，8 位，1 字节）字符组成。通讯协议数据结构如图 2 所示。

**通讯包组成**

**数据段**

**数据段长度**

**包头**

图 2 通讯协议数据结构

**包尾**

**CRC校验**

**指令参数**

**标志位**

**站点唯一标识**

**密码**

**命令编码**

**系统编码**

**请求编码**

通讯包结构如表 1，所有的通讯包都是由 ACSII 码字符组成，标点符号为英文半角，且通讯包中不含空格。其中每部分具体组成见表 2，其中长度为最大长度，不足位数按实际位数。

表 1 通讯包结构

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **包头** | **数据段长度** | **数据段（见 6.5）** | **CRC 校验** | **包尾** |

* 1. 通讯包

通讯包结构组成，见表 2。

表 2 通讯包组成表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **类型** | **长度** | **描述** |
| 包头 | 字符 | 2 | 固定为## |
| 数据段长度 | 十进制整数 | 4 | 数据段的ASCII 字符数，如：长 255，则写为“0  255” |
| 数据段 | 字符 | 0<n<1024 | 变长的数据，详见 6.5 章节的表 3《数据段结构  组成表》 |
| CRC 校验 | 十六进制整数 | 4 | 数据段的校验结果 |
| 包尾 | 字符 | 2 | 固定为<CR><LF>（回车，换行） |

* 1. 数据段结构组成

数据段结构见表 3，其中长度为最大长度，不足位数按实际位数。

表 3 数据段结构组成表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **类型** | **长度** | **描述** |
| 请求编码 QN | 字符 | 20 | 精确到毫秒的时间戳：QN=YYYYMMDDhhmmsszzz，用来  唯一标识一次命令交互 |
| 系统编码 ST | 字符 | 5 | 地表水 ST=21 系统编码, 系统编码取值详见《系统编码表》 |
| 命令编码 CN | 字符 | 7 | CN=命令编码，详见《命令编码表》 |
| 访问密码PW | 字符 | 9 | PW=访问密码 |
| 站点唯一标识 MN | 字符 | 13 | MN=地表水用于站点编码唯一标识 |
| 应答标志 Flag | 整数 | 3 | Flag=标志位，这个标志位包含标准版本号、是否拆分包、数 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | 据是否应答。  V5~V0：标准版本号；Bit：000000 表示标准 HJ/T 212-200 5，000001 表示标准 HJ/T 212-2017，000010 表示本次标准修订版本号。  A：命令是否应答；Bit：1-应答，0-不应答。 D：是否有数据包序号；Bit：1—数据包中包含包号和总包数两部分，0—数据包中不包含包号和总包数两部分。  **示例：**Flag=8 表示标准版本为本次修订版本号，数据段不需  要拆分并且命令不需要应答。 |
| 总包数 PNUM | 字符 | 9 | PNUM 指示本次通讯中总共包含的包数  注：不分包时可以没有本字段，与标志位有关 |
| 包号 PNO | 字符 | 8 | PNO 指示当前数据包的包号  注：不分包时可以没有本字段，与标志位有关 |
| 指令参数 CP | 字符 | - | CP=&&数据区&&，数据区定义见 6.6 章节 |

* 1. 数据区

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| V5 | V4 | V3 | V2 | V1 | V0 | D | A |

* + 1. 数据区结构定义

字段与其值用„=‟连接；在数据区中，同一项目的不同分类值间用„，‟来分隔，不同项目之间用„；‟来分隔。

* + 1. 数据区数据类型

C4：表示最多 4 位的字符型字符串，不足 4 位按实际位数；

N5：表示最多 5 位的数字型字符串，不足 5 位按实际位数；

N14.2：用可变长字符串形式表达的数字型，表示 14 位整数和 2 位小数，带小数点，带符号， 最大长度为 18；

YYYY：日期年，如 2016 表示 2016 年；

MM：日期月，如 09 表示 9 月；

DD：日期日，如 23 表示 23 日；

hh：时间小时； mm：时间分钟； ss：时间秒； zzz：时间毫秒。

* + 1. 数据区字段定义

字段名要区分大小写，单词的首个字符为大写，其他部分为小写。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **字段名** | **描述** | **字符集** | **宽度** | **取值及描述** |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **字段名** | **描述** | **字符集** | **宽度** | **取值及描述** |
| SystemTime | 系统时间 | 0-9 | N14 | YYYYMMDDhhmmss |
| ExeRtn | 执行结果回应代码 | 0-9 | N3 | 取值详见 6.6.5《执行结果定义表》 |
| QnRtn | 请求应答结果 | 0-9 | N3 | 取值详见 6.6.4《请求命令返回表》 |
| DataTime | 监测时间 | 0-9 | N14 | YYYYMMDDhhmmss |
| xxx-Rtd | 监测值 | 0-9 | -- | “xxx”是监测指标编码，污染监测因子  编码取值详见《附录 A》 |
| xxx-Avg | 小时数据监测值 | 0-9 |  | “xxx”是监测指标编码，污染监测因子  编码取值详见《附录 A》 |
| xxx-Flag | 监测数据标识 | A-Z/0-9 | C1 | 参见 6.6.6 章节《数据标记表》 |
| xxx-WaterTime | 水样测试时间 | 0-9 | N3.2 | 加标回收：加标前水样测试数据时间  平行样测试：第 1 次测量数据时间 |
| xxx-Water | 水样值 | 0-9 | N3.2 | 加标回收：加标前水样测试值，单位为 mg/L  平行样测试：第 1 次水样测试值，单  位为 mg/L |
| xxx-StandardValue | 标样标准浓度 | 0-9 | N3.2 |  |
| xxx-SpanValue | 仪器跨度值 | 0-9 | N3.2 |  |
| xxx-Volume | 加标体积 | 0-9 | N14 |  |
| xxx-DVolume | 加标水杯定容体积 | 0-9 | N14 |  |
| BeginTime | 开始时间 | 0-9 | N14 | YYYYMMDDhhmmss |
| EndTime | 截止时间 | 0-9 | N14 | YYYYMMDDhhmmss |
| Time | 流程时间 | 0-9 | N4 | 单位为秒 |
| PolId | 监测因子编码 | 0-9/a-z/  A-Z | C6 |  |
| NewPW | 新密码 | 0-9/a-z/  A-Z | C6 |  |
| RunMode | 系统运行模式 | 0-9 | N1 | 0：维护模式；1：常规（间歇）模式；  2：应急（连续）模式；3：质控模式； |
| SystemTask | 系统当前任务 | 0-9 | N2 | 0：停机；1：待机；2：调试（手动）  3：水样采集；4：沉砂；5：进样 6： 仪表测试分析；7：反吹；8：清洗； 9：除藻； |
| VaseNo | 留样瓶编号 | 0-9 | N2 | 取值范围为 0<n≤99 |
| RtdInterval | 实时数据间隔 | 0-9 | N4 | 单位为分钟 |
| RunInterval | 测试间隔 | 0-9 | N4 | 单位为小时，取值 0<n≤24 之间 |
| Overtime | 超时时间 | 0-9 | N4 | 单位为秒，默认为 10 秒 |
| ReCount | 重发次数 | 0-9 | N1 | 默认为 3 次 |
| xxx-Info | 现场端信息 | - | -- | “xxx”是现场端信息编码，详见附录 A |
| InfoId | 现场端信息编码 | 0-9/a-z | C6 | 取值见附录 A |

* + 1. 请求命令返回表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **编号** | **描述** | **备注** |
| 1 | 准备执行请求 |  |
| 2 | 请求被拒绝 |  |
| 3 | PW 错误 |  |
| 4 | MN 错误 |  |
| 5 | ST 错误 |  |
| 6 | Flag 错误 |  |
| 7 | QN 错误 |  |
| 8 | CN 错误 |  |
| 9 | 系统繁忙不能执行 |  |
| 100 | 未知错误 |  |

* + 1. 执行结果定义表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **编号** | **描述** | **备注** |
| 1 | 执行成功 |  |
| 2 | 执行失败，但不知道原因 |  |
| 3 | 命令请求条件错误 |  |
| 4 | 通讯超时 |  |
| 5 | 系统繁忙不能执行 |  |
| 6 | 系统故障 |  |
| 100 | 没有数据 |  |

* + 1. 数据标记表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **标识** | **标识定义** | **说 明** |
| N | 正常 | 测量数据正常有效 |
| T | 超上限 | 监测浓度超仪器测量上限 |
| L | 超下限 | 监测浓度超仪器下限或小于检出限 |
| P | 电源故障 | 系统电源故障，可由是否为 UPS 来供电进行判断 |
| D | 仪器故障 | 仪器故障 |
| B | 仪器离线 | 仪器离线（数据通信正常） |
| Z | 取水点无水样 | 取水点没有水样或采水泵未正常上水 |
| S | 手工输入数据 | 现场软件手工输入的补测值（补测数据） |
| M | 维护调试数据 | 在线监控（监测）仪器仪表处于维护（调试）期间产生的数据 |
| hd | 现场启动测试 | 现场人员通过基站监测系统以手工即时执行的方式发出的命令，并让仪器自动完成操作，包括水样测试、标样核查测试、加标回收测试、零点  核查、跨度核查等 |
|  |  |  |

* + 1. 命令编码

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **命令名称** | **命令编码** | | **命令类型** | **描述** |
| **上位机向**  **现场端** | **现场端向**  **上位机** |
| **参数命令** | | | | |
| 心跳包命令 |  | 9015 | 上传命令 | 用于判断网络连接在线状态 |
| 设置超时时间及重发次数 | 1000 |  | 请求命令 | 用于上位机设置现场机的超时时间及  重发次数，超时时间及重发次数参考取值参见示例《表 1》 |
| 提取现场机时间 | 1011 |  | 请求命令 | 用于提取现场机的系统时间 |
| 上传现场机时间 |  | 1011 |  | 用于上传现场机时间 |
| 设置现场机时间 | 1012 |  | 请求命令 | 用于设置现场机的系统时间 |
| 提取实时数据间隔 | 1061 |  |  | 提取实时数据间隔 |
| 上传实时数据间隔 |  | 1061 |  | 上传实时数据间隔 |
| 设置实时数据间隔 | 1062 |  |  | 指定实时数据间隔 |
| 设置数采仪密码 | 1072 |  | 请求命令 | 用于设置数采仪基站软件的密码 |
| 预留参数命令 |  |  |  | 预留命令范围 1074-1999 |
| **数据命令** | | | | |
| 取监测指标实时数据 | 2011 |  | 请求命令 | 用于启动数采仪上传实时数据 |
| 上传监测指标实时数据 |  | 2011 | 上传命令 | 用于数采仪上传监测指标实时数据 |
| 提取测量数据 | 2061 |  | 请求命令 | 用于上位机提取数采仪的地表水小时  历史数据 |
| 上传测量数据 |  | 2061 | 上传命令 | 用于上传数采仪地表水小时历史数据 |
| 提取核查数据 | 2062 |  | 请求命令 | 用于上位机提取数采仪质控核查数据 |
| 上传核查数据 |  | 2062 | 上传命令 | 用于上传数采仪质控核查数据 |
| 提取加标回收数据 | 2063 |  | 请求命令 | 用于上位机提取数采仪质控加标回收  测试数据 |
| 上传加标回收数据 |  | 2063 | 上传命令 | 用于上传数采仪质控加标回收测试数  据 |
| 提取平行样测试数据 | 2064 |  | 请求命令 | 用于上位机提取数采仪质控平行样测试数据 |
| 上传平行样测试数据 |  | 2064 | 上传命令 | 用于上传数采仪质控平行样测试数据 |
| 提取零点核查数据 | 2065 |  | 请求命令 | 用于上位机提取数采仪质控零点核查数据 |
| 上传零点核查数据 |  | 2065 | 上传命令 | 用于上传数采仪质控零点核查数据 |
| 提取跨度核查数据 | 2066 |  | 请求命令 | 用于上位机提取数采仪质控跨度核查  数据 |
| 上传跨度核查数据 |  | 2066 | 上传命令 | 用于上传数采仪质控跨度核查数据 |
| 上传数采仪开机时间 |  | 2081 | 上传命令 | 用于数采仪自动上报数采仪开机时间 |
| 预留数据命令 |  |  |  | 预留命令范围 2082-2999 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **命令名称** | **命令编码** | | **命令类型** | **描述** |
| **上位机向**  **现场端** | **现场端向**  **上位机** |
| **控制命令** | | | | |
| 手动远程留样 | 3015 |  | 请求命令 | 用于上位机启动即时留样 |
| 上传仪表信息（日志） |  | 3020 | 上传命令 |  |
| 提取仪表信息（日志） | 3020 |  | 请求命令 |  |
| 上传仪表信息（状态） |  | 3020 | 上传命令 |  |
| 提取仪表信息（状态） | 3020 |  | 请求命令 |  |
| 上传仪表信息（参数） |  | 3020 | 上传命令 |  |
| 提取仪表信息（参数） | 3020 |  | 请求命令 |  |
| 设置仪表信息（参数） | 3021 | 3021 | 请求命令 |  |
| 提取现场系统信息 | 3040 |  | 请求命令 |  |
| 提取现场经纬度及环境信息 | 3041 | 3041 | 请求命令 |  |
| 远程切换运行模式 | 3042 |  | 请求命令 | 0：维护模式；  1：常规（间歇）模式；  2：应急（连续）模式；  3：质控模式； |
| 远程重启现场数采仪 | 3043 |  | 请求命令 |  |
| 远程启动系统单次测试 | 3044 |  | 请求命令 | 用于上位机启动即时采样测试 |
| 启动单台仪表标液核查 | 3080 |  | 请求命令 |  |
| 启动单台仪表加标回收 | 3081 |  | 请求命令 |  |
| 启动单台仪表平行样测试 | 3082 |  | 请求命令 |  |
| 启动单台仪表零点核查 | 3083 |  | 请求命令 |  |
| 启动单台仪表跨度核查 | 3084 |  | 请求命令 |  |
| 启动空白校准 | 3085 |  | 请求命令 | 仪器采用蒸馏水测试结果对仪器进行校准的过程 |
| 启动标样校准 | 3086 |  | 请求命令 | 仪器采用标准溶液测试结果对仪器校准系数或工作曲线方程进行校准的过  程 |
| 预留数据命令 |  |  |  | 预留命令范围 3090-3999 |
| **交互命令** | | | | |
| 请求应答 |  | 9011 |  | 用于数采仪回应接收上位机请求命令  是否有效 |
| 执行结果 |  | 9012 |  | 用于数采仪回应接收上位机请求命令执行结果 |
| 通知应答 | 9013 | 9013 |  | 回应通知命令 |
| 数据应答 | 9014 | 9014 |  | 数据应答命令 |
| 预留交互命令 |  |  |  | 预留命令范围 9015-9999 |

* 1. 数据类型及上传时间间隔

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **通讯命令名称** | **通讯命令代码** | **上传时间间隔** |
| 1 | 监测指标实时数据 | 2011 | 按设置的间隔 |
| 2 | 监测指标五参数小时数据 | 2061 | 1 小时 |
| 3 | 监测指标其他参数数据 | 2061 | 4 小时 |
| 4 | 监测指标核查数据 | 2062 | 事件触发 |
| 5 | 监测指标加标回收数据 | 2063 | 事件触发 |
| 6 | 监测指标平行样数据 | 2064 | 事件触发 |
| 7 | 监测指标零点核查数据 | 2065 | 事件触发 |
| 8 | 监测指标跨度核查数据 | 2066 | 事件触发 |
| 9 | 数采仪开机时间 | 2081 | 每次启动上传 |
| 10 | 留样信息 | 3015 | 事件触发 |
| 11 | 仪器/数采仪信息（日志） | 3020 | 事件触发 |
| 12 | 仪器/数采仪信息（状态） | 3020 | 按心跳包间隔（5 分钟） |
| 13 | 仪器信息（参数） | 3020 | 4 小时 |