# 国家地表水自动监测仪器通信协议技术要求

# （修订升级版）

## 适用范围

本协议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，本协议要求允许扩展，但扩展内容时不得与本协议要求中所使用或保留的控制命令相冲突。

## 2. 规范性引用文件

本协议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协议要求。

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

## 3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本协议要求。

### 3.1 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。

### 3.2 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。

### 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。

## 4. 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。

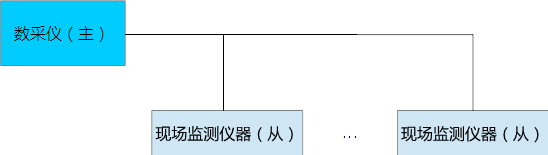


图1 Modbus主从通信系统结构

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。

## 5. 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。

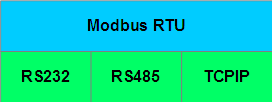


图2 Modbus RTU协议层次图

## 6. 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。

### 6.1 Modbus RTU

#### 6.1.1 报文帧结构

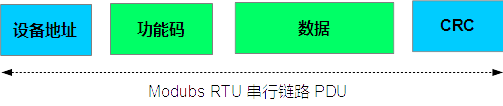


图3 Modbus RTU串行链路PDU

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 |

#### 6.1.2 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 |

#### 6.1.3 报文应答格式

**6.1.3.1 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：

01 非法功能

02 非法数据地址

03 非法数据值

04 从站设备故障

05 确认

06 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）。

**6.1.3.2 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：

01 非法功能

02 非法数据地址

03 非法数据值

04 从站设备故障

05 确认

06 从站设备忙

注：以上错误类型为Modbus RTU标准含义。

#### 6.1.4 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。

### 6.2 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 |

#### 6.2.1 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 |
| 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 |  |

#### 6.2.2 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 |

#### 6.2.3 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  3定点模式  4受控模式  5手动模式 | 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自动测试水样； 3 定点模式：整点测试； 4 受控模式：接受外部基站或数采仪反控； 5 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。

#### 6.2.4 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 |

**6.2.4.1 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 |
| 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 | 缺蒸馏水告警 | 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 |  |  |

**6.2.4.2 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。

### 6.3 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。

#### 6.3.1 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 |
| 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 |

#### 6.3.2 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 |
| 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 |

#### 6.3.3 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 |
| 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 |
| …… | 可扩展 |  |  |  |

#### 6.3.4 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** |
| 控制命令区 | 0x1200 | WORD | 控制命令码 | W |  |
| 0x1201 | BYTE[n] | 控制命令参数 | W | 当控制命令码为时间校准命令时，该字段为6字节的DATE |
| ... |
| 0x12FF |

#### 6.3.5 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 |  |
| 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 |  |  |  |

### 6.4 通信报文示例

#### 6.4.1 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。

#### 6.4.2 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

#### 6.4.3 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。 |

#### 6.4.4 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

# （规范性附录）

## 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)

{

crc=crc>>1;

crc=crc^ 0xa001;

}

else

{

crc=crc>>1;

}

}

}

return (crc);

}

## 2. 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。

## 3. 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 |

# 附 录B

# （资料性附录）

## 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 | ℃ | N3.1 | 0：标准单位； |
| 2 | pH值 | 无量纲 | N3.2 | 0：标准单位； |
| 3 | 溶解氧 | mg/L | N3.2 | 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 | N3.1 | 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 | N3.2 | 0：标准单位； |
| 10 | 总磷（以P计） | mg/L | N3.2 | 0：标准单位； |
| 11 | 总氮（湖、库.以N计） | mg/L | N3.2 | 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 | ug/L | N9 | 0：标准单位； |
| 115 | 藻密度 | 万个/L | N9 | 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； |

## 表B-2 数据标识表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **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 | 扩展 |
| B | 仪器离线 | 仪器离线（数据通信正常） | 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 | 扩展 |
| lr | 缺试剂 |  | 扩展 |
| lp | 缺纯水 |  | 扩展 |
| lw | 缺水样 |  | 扩展 |
| ls | 缺标样 |  | 扩展 |
| ra | 加标回收 | 加标回收命令测试数据 | 扩展 |
| pt | 平行样测试 | 平行样命令测试数据 | 扩展 |

## 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 | MPN/L |
| 11 | MPN/100mL |
| 12 | ng/m3 |
| 13 | NTU |
| 14 | 无量纲 |
| 15 | ms/cm |
| 16 | us/cm |