

地表水自动监测仪器通信协议

技术要求

（试行）

中国环境监测总站

2020 年 4 月

目 次

前 言.....	I
1. 适用范围.....	1
2. 规范性引用文件.....	1
3. 术语和定义.....	1
4. 系统结构.....	1
5. 协议层次.....	2
6. 通信协议.....	2
附录 A.....	17
附录 B.....	21

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国水污染防治法》，保护环境，保障人体健康，加强环境管理，规范和指导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，制定本技术要求。

本技术要求明确了地表水自动监测站点现场数据采集传输仪与在线监测仪器之间的数据传输通信方式及通信过程，制定了监测设备之间交互通信的技术实现方式，定义和规范了相关的名词定义及信息编码，适用于固定式，简易式，小型式，水站固定平台和浮船式等地表水自动监测站现场端设备数据采集及远程控制的通信要求。

本技术要求由中国环境监测总站组织制订。

本技术要求主要起草人：李东一、姚志鹏、刘允、陈亚男、杨凯、蒙良庆、罗忠福、薛孙富、李旭冉。

本技术要求替换2019年12月版本，由中国环境监测总站解释。

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。

2. 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

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本技术要求。

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。

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。

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。

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。

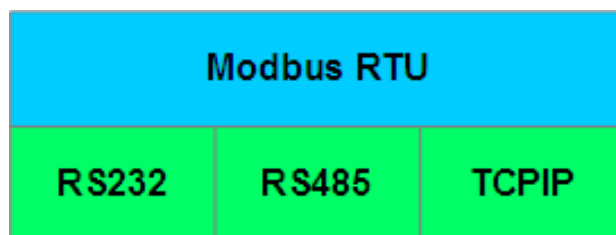


图 2 Modbus RTU 协议层次图

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 字节浮点数值型（字节，32 位）IEEE 754 标准
DOUBLE	8 字节浮点数值型（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

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	

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	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；

			4 受控模式 5 手动模式	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/T 102-2003

			HJ 636-2012	
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 R ²)	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]

名称	数据类型	单位	适用范围
			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		

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	

区间名称	寄存器偏移	数据类型	寄存器描述	读写	备注
	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

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				
	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	

名称	寄存器偏移	数据类型	寄存器描述	读写	备注
	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 R ²)	R	R 或 R ²
	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 扩展
	0x10E7				
	0x10E8	FLOAT	空白标定系数	R	扩展

名称	寄存器偏移	数据类型	寄存器描述	读写	备注
	0x10E9				扩展
	0x10EA	FLOAT	量程系数	R	扩展
	0x10EB				
	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	浊度量程下限	R	
	0x10AE				
	0x10AF	FLOAT	浊度量程上限	R	
	0x10B0				
	0x10B1	FLOAT	pH 电极电位	R	
	0x10B2				
	0x10B3	FLOAT	溶解氧电极电位	R	

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
	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 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 1r 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

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

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 SO ₄ 计）	mg/L	N3.2	0：标准单位；
29	氯化物（以 Cl ⁻ 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—LR	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	铈	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