ICS 13.020.40
CCS Z 05

DB32

江　苏　省　地　方　标　准

DB32/T 4346-2022

水污染在线监测设备与数据采集传输仪通讯协议技术规范

Technical specification of communication protocol for wastewater on-line monitoring equipment and data acquisition instruments

2022-09-06 发布　　2022-10-06 实施

江苏省市场监督管理局 发布

目　　次

目次.....I
前言.....II
1 范围.....1
2 规范性引用文件.....1
3 术语与定义.....1
4 系统结构.....2
5 数据采集.....3
6 通讯协议.....3
附录 A（资料性）报文应答格式及示例.....10
参考文献.....12

前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省生态环境厅提出并归口。

本文件起草单位：江苏环保产业技术研究院股份公司、无锡高科物联网科技发展有限公司。

本文件主要起草人：王彧、吴云波、刘建、侯兴、毛凯、徐鑫、周蕾、汤俣周、吴一亚、崔小爱、程伟、黎刚、周进、郇洪江、黄艳、陈书义、钱维林。

水污染在线监测设备与数据采集传输仪通讯协议技术规范

1　范围

本文件规定了水污染在线监测设备与数据采集传输仪（以下简称数采仪）通讯的系统结构、数据采集结构及通讯协议。

本文件适用于水污染源自动监控系统中水污染在线监测仪、水质自动采样系统与数采仪之间的数据通讯。

2　规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 19582.1 基于Modbus协议的工业自动化网络规范

HJ 212 污染源在线监测系统数据传输标准

3　术语与定义

HJ 212界定的以及以下术语和定义适用于本文件。

3.1

数据采集传输仪 equipment of data collector and transmission

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（Programmable Automation Controller，PAC）或可编程控制器（Programmable Logic Controller，PLC）等，本技术规范简称数采仪。

[来源：HJ212-2017，3.4]

3.2

水质自动采样系统 automatic water sampler

水污染源在线监测系统中用于采集瞬时水样及混合水样、超标留样、平行监测留样、比对监测留样的系统。

[来源：HJ355-2019，3.5，有修改]

3.3

水污染在线监测仪 wastewater on-line monitoring equipment

用于在线连续监测污染物浓度和排放量的设备。

[来源：HJ353-2019，3.2，有修改]

3.4

水污染在线监测设备 wastewater on-line monitoring equipment

用于采集与处理水样，以及在线连续监测污染物浓度和排放量的设备，本文件中为水质自动采样系统与水污染在线监测仪的合称。

[来源：HJ353-2019，3.2，有修改]

3.5

标样核查（标样核查分析）check with standard solution

水污染在线监测仪自动测量标准溶液，自动判定测量结果的准确性。

[来源：HJ355-2019，3.9有修改]

3.6

反控 reverse control

数采仪向自动监控设备发送控制命令并接收反馈数据的过程。

3.7

样品时间标记 sample time label

用于识别样品唯一性的时间标记，一般取现场端系统运行工艺中的某个节点时间作为时间标记。

4　系统结构

监控中心通过传输网络与自动监控设备中的数采仪交换数据。数采仪通过串口信号线路与水污染在线监测设备（包括水污染在线监测仪和水质自动采样系统）通讯，并采用本文件约定的协议交换数据、发起和应答指令。系统结构见图1。

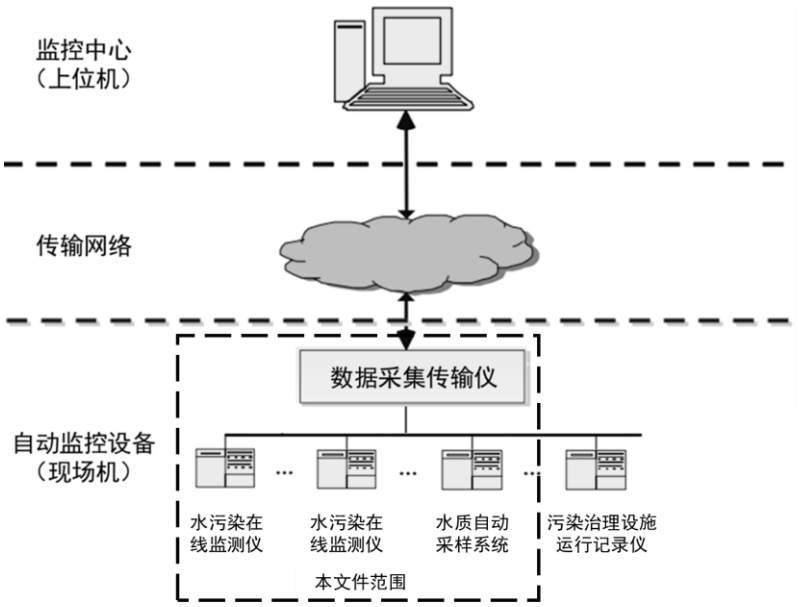

图1　系统结构

5　数据采集

5.1　采集结构

水污染在线监测设备与数采仪之间的通讯协议采用Modbus RTU标准，数采仪作为Modbus主机，水污染在线监测仪与水质自动采样系统作为Modbus从机，见图2。

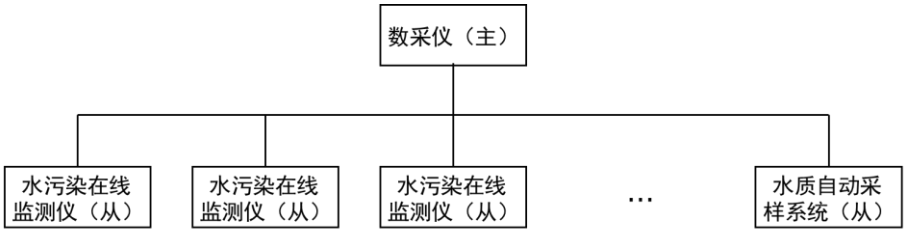

图2　信号线示意图

5.2　CRC 校验

CRC校验算法说明执行GB/T 19582.1规定的内容。

6　通讯协议

6.1　Modbus RTU 功能码定义

功能码按表1的要求定义。

表1　Modbus 功能码定义

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

6.2　报文帧结构

报文帧结构按图3和2的要求执行。报文应答示例见附录A。

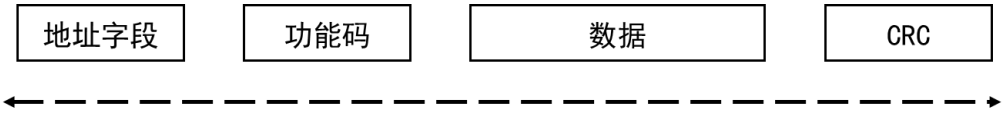

图3　串行链路上的 Modbus 帧

表2　Modbus 报文结构

名称	类型	长度（字节）	描述
地址字段	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	功能码定义见表 1
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

6.3　数据类型

数据类型按表3的要求定义。

表3　Modbus 数据类型定义

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）IEEE754 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

6.4　数据内容定义

6.4.1　数据内容分类

数据内容按表4的要求分类。本文件允许扩展其他数据内容。

表4　数据内容分类

名称	描述
工作状态	仪器当前工作状态
测量数据	包括测量数值、数据时间、数据标记等。
告警信息	仪器部件、分析系统、预处理告警等
管控参数	包括设定参数（如消解时长）、运行参数（如斜率、截距）。
控制命令	水样测试、标样核查、零点校准、跨度校准等

6.4.2　工作状态

工作状态按表5的要求定义，编码和控制命令编码一样。

表5　工作状态定义

序号	参数名称	数据类型	单位	说明
1	水污染在线监测仪状态	WORD	无	运行（0）、维护（1）、故障（2）、校准（3）、清洗（5）、电源故障（6）、测量（7）、标定（8）、待机（9）、运维（10）、其他（11）、标样核查（12）
2	水质自动采样系统工作状态	WORD	无	待机（0）、运行（1）、维护（2）、故障（3）
3	水质自动采样系统门禁状态	WORD	无	关（0）、开（1）
4	水质自动采样系统工作模式	WORD	无	流量等比例（0）、液位比例（1）、时间等比例（2）、定量（3）

表5　工作状态定义（续）

序号	参数名称	数据类型	单位	说明
5	留样瓶状态	BYTE[n]	无	使用n个2进制位进行留样瓶状态编码。n代表采样留样器留样瓶总数，每个2进制位0代表无样，1代表有样。如00000011代表现场有8个留样瓶，其中1号瓶有样，2号瓶有样

6.4.3　测量数据

测量数据的内容按表6的要求定义。

表6　测量数据内容定义

序号	参数名称	数据类型	单位	说明
1	因子编码	DWORD	无	具体因子见 HJ212-2017 附录 B
2	测量数值单位	WORD	无	
3	标样核查标准值	FLOAT	与测量单位一致	
4	水样数据时间	DATE	DATE	
5	水样实测浓度值	FLOAT	与测量单位一致	
6	水样吸光度（电压）值	FLOAT	无	
7	水样数据标记	CHAR[12]	无	
8	标样数据时间	DATE	DATE	
9	标样实测浓度值	FLOAT	与测量单位一致	
10	标样吸光度（电压）值	FLOAT	无	
11	标样数据标记	CHAR[12]	无	
12	其他			预留

6.4.4　告警信息

告警信息按表7的要求定义。

表7　告警信息

序号	参数名称	数据类型	单位	说明
1	水污染在线监测仪告警信息	WORD	无	正常（0）、报警（1）、系统故障（2）、采原水故障（3）、缺试剂（4）、缺蒸馏水（5）、加热故障（6）、排残液故障（7）、测量值超量程异常（8）、其他故障（9）、采集超时（10）、其他（11）
2	水质自动采样系统告警信息	WORD	无	正常（0）、报警（1）、采样失败（2）、供样失败（3）、留样失败（4）

6.4.5　管控参数

水污染在线监测仪的管控参数按表8的要求定义，水质自动采样系统的管控参数按表9的要求定义。

表8　水污染在线监测仪管控参数

序号	参数名称	数据类型	单位	说明
1	是否有有效测量值	WORD	无	无（0）、有（1）
2	取水时间	DATE	DATE 型	

表8　水污染在线监测仪管控参数（续 1）

序号	参数名称	数据类型	单位	说明
标样核查记录				
3	核查相对误差标准值	FLOAT	%	
4	核查相对误差	FLOAT	%	
仪器参数				
5	当前量程	FLOAT	与测量单位一致	
6	测量精度	FLOAT	与测量单位一致	
7	测量间隔	WORD	min	
8	消解温度	FLOAT	℃	需要消解动作的仪器提供
9	消解时长	WORD	min	需要消解动作的仪器提供
10	加热温度	FLOAT	℃	需要消解动作的仪器提供
11	燃烧温度	FLOAT	℃	需要消解动作的仪器提供
12	校准时间	DATE	DATE 型	输出校准时间
13	校准曲线斜率	FLOAT	无	水污染在线监测仪由标液浓度值及其吸光度值（电压）建立的校准曲线中的斜率
14	校准曲线截距	FLOAT	无	水污染在线监测仪由标液浓度值及其吸光度值（电压）建立的校准曲线中的截距
15	测量检出限	FLOAT	与测量单位一致	
16	是否存在设备上电启动或软件重启时间	WORD	无	无（0）、有（1）
17	设备上电或重启时间	DATE	DATE 型	
18	校准方式	WORD	无	人工校准（0）、自动校准（1）
19	自动校准间隔	WORD	h	
20	修正因子	FLOAT	无	如果不存在转换过程的则可固化为 1
21	修正偏差	FLOAT	无	如果不存在转换过程的则可固化为 0
校准参数				
22	零点校准结果	WORD	无	无（0）、成功（1）、失败（2）
23	零点校准时间	DATE	DATE 型	
24	零点校准浓度测量值	FLOAT	与测量单位一致	
25	零点校准吸光度（电压）	FLOAT	1（V）	
26	零点校准数据标记	CHAR[12]	无	
27	量程校准结果	WORD	无	无（0）、成功（1）、失败（2）
28	量程校准时间	DATE	DATE 型	
29	量程校准浓度测量值	FLOAT	与测量单位一致	
30	量程校准吸光度（电压）	FLOAT	1（V）	
31	量程校准数据标记	CHAR[12]	无	
标液参数				
32	标液 1 浓度	FLOAT	与测量单位一致	由具体的在线仪类型确定标液数量
33	标液 1 吸光度（电压）值	FLOAT	1（V）	
34	标液 2 浓度	FLOAT	与测量单位一致	
35	标液 2 吸光度（电压）值	FLOAT	1（V）	

表8　水污染在线监测仪管控参数（续 2）

序号	参数名称	数据类型	单位	说明
标液参数				
36	标液 3 浓度	FLOAT	与测量单位一致	
37	标液 3 吸光度（电压）值	FLOAT	1（V）	
38	标液 4 浓度	FLOAT	与测量单位一致	
39	标液 4 吸光度（电压）值	FLOAT	1（V）	
40	标液 5 浓度	FLOAT	与测量单位一致	
41	标液 5 吸光度（电压）值	FLOAT	1（V）	
反控结果				
42	反控启动测量结果	WORD	无	失败（0）、成功（1）
43	反控校时结果	WORD	无	失败（0）、成功（1）
44	反控校准结果	WORD	无	失败（0）、成功（1）

表9　水质自动采样系统管控参数

序号	参数名称	数据类型	单位	说明
工作运行参数				
1	采样器门禁揽样管理密码	BYTE[n]	无	
2	药品剩余量	FLOAT	mL	
3	当前留样瓶数	WORD	个	
留样记录				
4	留样结果	WORD	无	留样成功（0）、留样失败（1）
5	留样量	FLOAT	mL	
6	是否加固定剂	WORD	无	否（0）、是（1）
7	固定剂类型	WORD	无	硫酸（0）、硝酸（1）、盐酸（2）、无（3）
8	留样瓶加药比例	FLOAT	%	
9	留样触发方式	WORD	无	本地手动（0）、本地自动（1）、外部控制（2）
10	留样触发条件	WORD	无	指定时段故障留样（1）、指定时段超标留样（2）、立即瞬时留样（3）、指定时段同步留样（4）
11	样品时间标记	DATE	DATE 型	采用14个0~9的字符组成（建议以水质采样留样器供样时间作为样品时间标记，如水质采样留样器在2020年12月7日15时02分00秒开始供样，则样品时间标记为20201207150200）
12	样品编号	WORD	无	样品编号字段非必传，采用16个0~9的字符组成（建议以水质采样留样器采样时间段的年月日时分作为样品编号，如水质采样留样器在2020年12月7日23时00分-2020年12月8日01时00分混合采样，则样品编号为2020120723000100；注：混采时间段不超时24小时）
13	留样结果	WORD	无	

表9　水质自动采样系统管控参数（续）

序号	参数名称	数据类型	单位	说明
弃样记录				
14	弃样结果	WORD	无	弃样失败（0）、弃样成功（1）
15	样品时间标记	DATE	DATE 型	采用14个0~9的字符组成（建议以水质采样留样器供样时间作为样品时间标记，如水质采样留样器在2020年12月7日15时02分00秒开始供样，则样品时间标记为20201207150200）
16	样品编号	WORD	无	样品编号字段非必传，采用16个0~9的字符组成（建议以水质采样留样器采样时间段的年月日时分作为样品编号，如水质采样留样器在2020年12月7日23时00分-2020年12月8日01时00分混合采样，则样品编号为2020120723000100；注：混采时间段不超时24小时）
17	弃样瓶号	WORD	无	
留样控制超标信息记录				
18	样品时间标记	DATE	DATE 型	采用14个0~9的字符组成（建议以水质采样留样器供样时间作为样品时间标记，如水质采样留样器在2020年12月7日15时02分00秒开始供样，则样品时间标记为20201207150200）
19	样品编号	WORD	无	样品编号字段非必传，采用16个0~9的字符组成（建议以水质采样留样器采样时间段的年月日时分作为样品编号，如水质采样留样器在2020年12月7日23时00分-2020年12月8日01时00分混合采样，则样品编号为2020120723000100；注：混采时间段不超时24小时）
20	样品分析值	FLOAT	无	
21	超标阀值	FLOAT	无	
22	超标因子	DWORD	无	
留样控制故障信息记录				
23	样品时间标记	DATE	DATE 型	采用14个0~9的字符组成（建议以水质采样留样器供样时间作为样品时间标记，如水质采样留样器在2020年12月7日15时02分00秒开始供样，则样品时间标记为20201207150200）
24	样品编号	WORD	无	样品编号字段非必传，采用16个0~9的字符组成（建议以水质采样留样器采样时间段的年月日时分作为样品编号，如水质采样留样器在2020年12月7日23时00分-2020年12月8日01时00分混合采样，则样品编号为2020120723000100；注：混采时间段不超时24小时）
25	故障设备	BYTE	无	
26	故障信息	WORD	无	

6.4.6　控制命令

控制命令按表10的要求定义。

表10　控制命令定义

序号	名称	备注
水污染在线监测仪		
1	零点校准	对水污染在线监测仪进行零点校准，由具体仪器仪表确定是否支持此操作
2	量程校准	对水污染在线监测仪量程校准，由具体仪器仪表确定是否支持此操作
3	启动测量	
4	标样核查	
5	清洗	对水污染在线监测仪发送清洗指令，对进样管路及测量主体部件进行清洁润洗工作，以保障测量数据准确性，由具体仪器仪表确定是否支持此操作
6	时间校准	对水污染在线监测仪工作时间进行校准。
7	设置现场机时间	指令内容包括在线分析仪设备编码、平台系统时间
水质自动采样系统		
8	立即瞬时留样	指令内容包含采样器设备编码
9	远程弃样	指令内容包括弃样瓶号、采样器设备编码
10	设置指定时段超标混合留样	用于上位机设置水质自动采样系统的指定时段超标混合留样，指令内容包含起止时间、污染物限值、采样器设备编码等
11	提取指定时段超标混合留样	用于上位机提取水质自动采样系统的指定时段超标混合留样设置
12	上传指定时段超标混合留样	用于现场机上传指定时段超标混合留样的参数设置
13	设置指定时段同步混合留样	用于上位机设置水质自动采样系统的指定时段同步混合留样，指令内容包含留样起止时间、采样器设备编码
14	提取指定时段同步混合留样	用于上位机提取水质自动采样系统的指定时段同步混合留样设置
15	上传指定时段同步混合留样	用于现场机上传指定时段同步混合留样的参数设置
16	设置指定时段故障混合留样	用于上位机设置水质自动采样系统的指定时段故障混合留样，指令内容包含留样起止时间、采样器设备编码
17	提取指定时段故障混合留样	用于上位机提取水质自动采样系统的指定时段故障混合留样设置
18	上传指定时段故障混合留样	用于现场机上传指定时段故障混合留样的参数设置
19	恢复维护操作密码	远程恢复门禁密码到维护操作密码，指令内容包括采样器设备编码

附录 A

（资料性）

报文应答格式及示例

A.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	CRC-H	CRC-L
1BYTE	1BYTE	2BYTE	2BYTE	1BYTE	1BYTE

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	CRC-H	CRC-L
1BYTE	1BYTE	1BYTE	...	1BYTE	1BYTE

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）

其中设备地址（01）+功能码（03）+寄存器起始地址（0000）+寄存器数量（0002即指数据长度为2个字）+CRC校验（C40B）

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42B741CB对应的浮点型数据为91.63）+CRC校验（EF27）。

A.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
1BYTE	1BYTE	2BYTE	2BYTE	1BYTE	...	1BYTE	1BYTE

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
1BYTE	1BYTE	2BYTE	2BYTE	1BYTE	1BYTE

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。

参考文献

[1] 生态环境部生态环境执法局　火电、水泥和造纸行业排污单位自动监测数据标记规则（执法函〔2020〕21号）

[2] 生态环境部生态环境执法局　火电、水泥、造纸行业补充参数联网传输技术文档

[3] 水污染源在线监测系统（COD_{Cr}、NH_3-N等）安装技术规范（HJ 353-2019）

[4] 水污染源在线监测系统（COD_{Cr}、NH_3-N等）运行技术规范（HJ 355-2019）