

团 体 标 准

T/CHES 19—2018

模型试验水沙测量仪器数据 交互通用规约

**Transmission protocols for flow and sediment measurement
instruments in the model experiment**

2018-03-29 发布

2018-06-01 实施

中国水利学会 发布

中国水利学会标准发布公告

中国水利学会关于发布《水井报废与处理技术 导则》等 6 项团体标准的公告

2018 年第 1 号（总第 2 号）

经理事长专题办公会议批准，我会决定发布《水井报废与处理技术导则》等 6 项团体标准，现予公告。

标准自 2018 年 6 月 1 日起实施。

序号	标准名称	标准编号	批准日期	实施日期
1	水井报废与处理技术导则	T/CHES 17—2018	2018. 3. 29	2018. 6. 1
2	农村饮水安全评价准则	T/CHES 18—2018	2018. 3. 29	2018. 6. 1
3	模型试验水沙测量仪器数据交互通用规约	T/CHES 19—2018	2018. 3. 29	2018. 6. 1
4	公共机构合同节水管理项目实施导则	T/CHES 20—2018	2018. 3. 29	2018. 6. 1
5	泵站节能技术导则	T/CHES 21—2018	2018. 3. 29	2018. 6. 1
6	渡槽安全评价导则	T/CHES 22—2018	2018. 3. 29	2018. 6. 1

中国水利学会

2018 年 3 月 29 日

目 次

前言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、符号、代号、缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 符号和代号	1
4 通信接口及配置参数	2
4.1 有线传输硬件接口	2
4.2 无线通信方式	2
4.3 异步串行通信参数配置	2
4.4 网络端口参数配置	2
4.5 多字节数据编码规则	2
5 标准命令帧格式	2
5.1 数据类型	2
5.2 命令帧格式	2
6 数据帧格式	3
6.1 数据帧类型	3
6.2 单数据浮点型格式	3
6.3 单数据整数型格式	4
6.4 多数据同步传输格式	4
6.5 高速传输数据格式	4
6.6 校验方法	5
6.7 查询命令返回数据	5
6.8 参数设置命令返回数据	9
7 自存储式仪器文件格式	9
7.1 文件类型	9
7.2 文件命名	9
8 仪器状态信息	9
8.1 仪器状态定义	9
8.2 仪器自检信息	9
9 简化通信协议	9
9.1 命令帧及数据帧编码方式	9
9.2 命令帧格式	9
9.3 数据帧格式	10
10 其他	10
附录 A (规范性附录) 功能命令代码及返回数据类型	11
附录 B (规范性附录) 参量名称及单位对应编码	12
附录 C (规范性附录) 数据类型代码	14

附录 D (资料性附录) 仪器状态转移图及数据交互实例	15
图 D.1 仪器正常状态转移图	15
图 D.2 仪器异常状态转移图	15
表 1 符号和代号	2
表 2 标准命令帧数据格式定义	2
表 3 仪器标识定义表	3
表 4 配置参数表	3
表 5 单数据浮点数据帧格式定义	4
表 6 单数据整数型数据帧格式定义	4
表 7 多数据同步传输数据帧格式定义	4
表 8 高速传输数据数据帧格式定义	4
表 9 查询电压	5
表 10 查询电流	5
表 11 查询时间	5
表 12 查询仪器标识	6
表 13 查询仪器状态	6
表 14 仪器信息表	6
表 15 查询仪器参量名称	7
表 16 查询参量单位	7
表 17 查询存储空间容量	7
表 18 查询测量数据帧类型	7
表 19 查询设备参量数量	8
表 20 查询设备测量参量名称、单位	8
表 21 查询设备测量参量数据类型	8
表 22 命令帧功能码列表	10
表 23 简易数据帧格式定义	10
表 A.1 功能命令代码及返回数据类型	11
表 B.1 参量名称及单位对应编码	12
表 C.1 数据类型代码	14

前 言

按照中国水利学会团体标准编制工作安排，本标准依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规则起草。本标准共 10 章和 4 个附录，主要技术内容包括：通信接口及参数配置、标准命令帧格式、数据帧格式、仪器状态等信息。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准起草单位：河海大学、清华大学、水利部南京水利水文自动化研究所、南京水利科学研究院、北京尚水信息技术股份有限公司、成都胜英测控技术有限公司。

本标准主要起草人：唐洪武、陈红、李丹勋、李聂贵、肖洋、唐立模、夏云峰、闫静、郑钧、吴镝、袁赛瑜、李志伟、李军华、吕升奇、陈诚。

模型试验水沙测量仪器数据交互通用规约

1 范围

本标准规定了模型试验水沙参量测量传感器或集成终端与上位机进行数据交互时的通信配置参数、命令帧格式、数据帧格式和仪器状态等信息。

本标准适用于科学试验模型水沙测量仪器的数据采集、系统集成、信息查询、功能调试等方面。

本标准适用于模型试验中的流速、水位、温度、压力、压强、流量、波高、含沙量等各种水沙参量监测仪器和测量集成系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是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 50095 水文基本术语和符号标准

IEEE R32.24 32 位浮点数表示规范

CRC16 - ITU 国际电信联盟通信校验标准

3 术语和定义、符号、代号、缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 50095 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1.1

数据交互 data transmission

测量仪器与上位机之间进行测量数据交换的过程。

3.1.2

模型试验 model experiment

使用将天然河道、水工建筑物等原型事物按一定比例缩小制成的模型，在一定来水来沙条件下开展水流泥沙运动规律研究的科学试验。

3.1.3

作用域 scope

模型试验中，所有参与数据交互的数字式传感器、仪器所共同构成的集合。

3.1.4

传输重复因子 transmission repetition factor

在高速数据传输中，作为同一个数据包进行传输所对应数据的测量次数。

3.1.5

简化通信协议 simplified communication protocol

用于仪器调试、系统测试、故障检测等特殊情况下，以便快速获取数据的一种数据交互通信约定。

3.2 符号和代号

本标准给出的符号、代号及缩略语见表 1。

表 1 符号和代号

符号和代号	说 明
RS-232	电子工业协会制定的异步传输标准接口
RS-485	电信行业协会和电子工业联盟制定的数据传输标准接口
RS-422	电子工业协会制定的平衡式多点接口
Zigbee	基于 IEEE 802.15.4 标准的低功耗局域网协议的无线数据传输技术
WIFI	满足 802.11 系列协议的无线网络传输技术
RF-433/RF-333	频率为 433MHz 或 333MHz 的点对点通信模块
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol, 传输控制协议/因特网互联协议
ASCII	ISO/IEC 646 信息交换标准代码
CRC16-ITU	国际电信联盟 (ITU) 通信校验标准

4 通信接口及配置参数

4.1 有线传输硬件接口

数据有线传输时通信接口类型宜为 RS-485、RS-232、RS-422 或 TCP/IP 网络端口。

4.2 无线通信方式

无线通信方式有 Zigbee、WIFI 和 RF-433/RF-333 等。

4.3 异步串行通信参数配置

基本参数：1 个起始位、8 个数据位、1 个停止位、无奇偶校验位，无流控。

分为高、中、低三级模式，高级模式波特率为 115200bit/s，中级模式波特率为 9600bit/s，低级模式波特率为 2400bit/s。

默认波特率为 9600bit/s。

4.4 网络端口参数配置

网络协议 TCP/IPv4，默认 IP 地址宜为 192.168.1.1，支持软件修改。

4.5 多字节数据编码规则

异步串行通信和网络通信中，多字节数据均采用低字节在先、高字节在后的编码方式。

5 标准命令帧格式

5.1 数据类型

标准命令帧编码采用 16 进制。

5.2 命令帧格式

标准命令帧为 9 字节定长帧，具体定义见表 2。

表 2 标准命令帧数据格式定义

名 称	字节数	定 义
起始码	1	用“A5”表示
功能命令码	1	功能命令代码，见附录 A

表 2 标准命令帧数据格式定义 (续)

名称	字节数	定义
仪器标识	2	数值范围为 0000~FFFF, 其定义见表 3
配置参数	2	与功能代码相匹配, 见表 4
校验码	2	校验方法见 6.6
终止码	1	用“FF”表示

表 3 仪器标识定义表

字段范围	定义
0000~FEFF	仪器唯一身份标识
FF00~FFFE	仪器作用域内同类型参量测量仪器, 低字节与水沙参量代码(附录 B)对应
FFFF	仪器作用域内所有仪器

示例: 数据采集网络内所有流速仪为 FF01。

表 4 配置参数表

功能代码	配置参数	定义
00	0000	停止采集, 进入命令模式
01	0000	开始采集, 表示采集 1 次
	1111	表示以当前频率连续采集并存入本地存储器
	2222	表示以当前频率连续采集并发送到上位机
	3333	表示以当前频率连续采集、发送到上位机并存入本地存储器
08	0000~FEFF	设置仪器标识
09	0000~FFFF	设置采样频率, 小于 32768, 作为频率, 单位为 SPS; 大于 32768, 高于 32768 的部分作为采样周期, 单位为 s
0C	0000~FFFF	设置时钟年数据
0D	0000~0C1F	设置时钟月和日数据。月: 高字节; 日: 低字节
0E	0000~183C	设置时钟时和分。时: 高字节; 分: 低字节
0F	0000~003C	设置时钟秒

6 数据帧格式

6.1 数据帧类型

数据帧格式分为单数据浮点、单数据整数型、多数据同步传输和高速传输数据格式, 数据帧编码采用 16 进制。数据帧起始码表示不同数据帧类型, 应符合下列规定:

- a) “1E”表示单数据浮点型格式。
- b) “2D”表示单数据整数型格式。
- c) “3C”表示多数据同步传输格式。
- d) “4E”表示高速传输数据格式。

6.2 单数据浮点型格式

单数据浮点型数据帧格式应符合表 5 的规定。

表 5 单数据浮点数据帧格式定义

名称	字节数	定义
起始码	1	用“1E”表示
仪器标识	2	数值范围为 0000~FEFF，其定义见表 3
数据值	4	数据类型为浮点数，等同采用 IEEE R32.24 的规定
校验码	2	校验方法见 6.6
终止码	1	用“FF”表示

6.3 单数据整数型格式

单数据整数型数据帧格式应符合表 6 的规定。

表 6 单数据整数型数据帧格式定义

名称	字节数	定义
起始码	1	用“2D”表示
仪器标识	2	数值范围为 0000~FEFF，其定义见表 3
数据值	2	符号整数型数据，数据范围为 -32768~32767
校验码	2	校验方法见 6.6
终止码	1	用“FF”表示

6.4 多数据同步传输格式

多数据同步传输格式用于定义数值个数及类型，支持同时传输 n 个数据同步，各数据长度为命令 18（见附录 A）查询到的数据类型字节数。格式应符合表 7 的规定。

表 7 多数据同步传输数据帧格式定义

名称	字节数	定义
起始码	1	用“3C”表示
仪器标识	2	数值范围为 0000~FEFF，其定义见表 3
数据值	nS	数据个数 n 为功能命令代码 16 所查询到的数值，每个数据值字节数为功能命令代码 18 所查询到的数值，总字节数为所有数据值的字节数之和， S 表示单个数据值的字节数
校验码	2	校验方法见 6.6
终止码	1	用“FF”表示

6.5 高速传输数据格式

高速传输数据格式用于以太网等高速传输介质，支持同时传输 m 次 n 个数据，传输重复因子 m 用命令 19（见附录 A）查询，各测点数据长度为命令 18（见附录 A）查询到的数据类型字节数。格式应符合表 8 的规定。

表 8 高速传输数据数据帧格式定义

名称	字节数	定义
起始码	1	用“4E”表示
仪器标识	2	数值范围为 0000~FEFF，其定义见表 3
数据值	mnS	数据个数 n 为功能命令代码 16 所查询到的数值，每个数据值字节数为功能命令代码 18 所查询到的数值，传输重复因子 m 为功能命令代码 19 所查询到的数值，总字节数为所有数据值的字节数之和， S 表示数据值的字节数
校验码	2	校验方法见 6.6
终止码	1	用“FF”表示

6.6 校验方法

本标准采用国际电信联盟通信校验标准 CRC16 - ITU 作为数据校验方法。起始码和终止码不参与 CRC 校验，校验长度由起始码后一位开始，到校验位前一位截止。

CRC16 - ITU 校验公式为： $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ 。

低字节在先，高字节在后。

6.7 查询命令返回数据

6.7.1 代码及数据类型

查询功能命令代码及返回数据类型见附录 A。

6.7.2 查询电压

查询电压应符合表 9 的规定。

表 9 查 询 电 压

名 称	规 定
功能命令代码	用“02”表示
返回数据类型	单数据浮点型
数据值	数据值转换为十进制即为电压数值，单位为 V
命令帧	A5 02 12 34 00 00 90 09 FF
回复帧	1E 12 34 3F BA E1 47 EE 72 FF
示例：返回值为 3F BA E1 47，对应 1.46V。	

6.7.3 查询电流

查询电流应符合表 10 的规定。

表 10 查 询 电 流

名 称	规 定
功能命令代码	用“03”表示
返回数据类型	单数据浮点型
数据值	数据值转换为十进制即为电流数值，单位为 A
命令帧	A5 03 12 34 00 00 D4 02 FF
回复帧	1E 12 34 3F BA E1 47 EE 72 FF
示例：返回值为 3F BA E1 47，对应 1.46A。	

6.7.4 查询时间

查询时间应符合表 11 的规定。

表 11 查 询 时 间

名 称	规 定
功能命令代码	用“04”表示
返回数据类型	多数据同步传输格式
数据值	数据个数 6 个，依次表示年、月、日、时、分、秒

表 11 查 询 时 间 (续)

名 称	规 定
命令帧	A5 04 12 34 00 00 08 32 FF
回复帧	3C 12 34 E1 07 04 00 0F 00 0E 00 1E 00 38 00 69 08 FF
示例：返回值为 E1 07 04 00 0F 00 0E 00 1E 00 38 00，对应 2017 年 4 月 15 日 14 时 30 分 56 秒。	

6.7.5 查询仪器标识

查询仪器标识应符合表 12 的规定。

表 12 查 询 仪 器 标 识

名 称	规 定
功能命令代码	用“05”表示
返回数据类型	单数据整数型
数据值	数据值转换为十进制即为仪器标识
命令帧	A5 05 00 00 00 00 54 26 FF
回复帧	2D 22 0C 22 0C 69 C9 00 FF
示例：返回值为 22 0C，对应十进制为 3106。	

6.7.6 查询仪器状态

查询仪器状态应符合表 13 的规定。

表 13 查 询 仪 器 状 态

名 称	规 定
功能命令代码	用“07”表示
返回数据类型	单数据整数型
数据值	数据值对应仪器状态，见表 14
命令帧	A5 07 12 34 00 00 C4 2F FF
回复帧	2D 12 34 06 00 C8 4B FF
示例：返回值为 06 00，对应“传感器异常”。	

表 14 仪 器 信 息 表

仪器状态代码	定 义	仪器自检信息字符串 ^a	规 定
01	仪器正常	EQUINF	仪器状态
02	电压异常	EQUANA	测量参量代码
03	电流异常	EQUPT	测量参量单位
04	存储异常	EQU TIME	系统时间
05	AD 转换异常	EQU RATE	采样频率
06	传感器异常	EQU ID	仪器标识
07	数据异常	EQU MODE	工作模式
08	存储饱和	—	—
09 - FF	预留自定义	—	—

a 各信息分行显示。

6.7.7 查询仪器参量名称

查询仪器参量名称应符合表 15 的规定。

表 15 查询仪器参量名称

名称	规定
功能命令代码	用“0A”表示
返回数据类型	单数据整数型
数据值	数据值对应参量名称，见附录 B
命令帧	A5 0A 12 34 00 00 B0 53 FF
回复帧	2D 12 34 06 00 C8 4B FF
示例：返回值为 06 00，对应参量“压力”。	

6.7.8 查询参量单位

查询参量单位应符合表 16 的规定。

表 16 查询参量单位

名称	规定
功能命令代码	用“0B”表示
返回数据类型	单数据整数型
数据值	数据值对应参量单位，见附录 B
命令帧	A5 0B 12 34 00 00 F4 58 FF
回复帧	2D 12 34 02 00 A8 2C FF FF
示例：返回值为 02 00，对应参量单位“N”。	

6.7.9 查询存储空间容量

查询存储空间容量应符合表 17 的规定。

表 17 查询存储空间容量

名称	规定
功能命令代码	用“14”表示
返回数据类型	单数据浮点型
数据值	数据值转换为十进制即为存储空间容量，单位为 MB
命令帧	A5 14 12 34 00 00 48 86 FF
回复帧	1E 12 34 3F BA E1 47 EE 72 FF
示例：返回值为 3F BA E1 47，对应 1.46MB。	

6.7.10 查询测量数据帧类型

查询测量数据帧类型应符合表 18 的规定。

表 18 查询测量数据帧类型

名称	规定
功能命令代码	用“15”表示
返回数据类型	单数据整数型

表 18 查询测量数据帧类型 (续)

名 称	规 定
数据值	1111: 对应单数据浮点型传输格式。 2222: 对应单数据整数型传输格式。 3333: 对应多数据同步传输格式。 4444: 对应高速数据传输格式, 一般物理介质为以太网或 CAN、LIN 等
命令帧	A5 15 12 34 00 00 0C 8D FF
回复帧	2D 12 34 22 22 8B 0D FF
示例: 返回值为 22 22, 对应数据帧类型“单数据整数型”。	

6.7.11 查询设备参量数量

查询设备参量数量应符合表 19 的规定。

表 19 查询设备参量数量

名 称	规 定
功能命令代码	用“16”表示
返回数据类型	单数据整数型
数据值	数据值转换为十进制即为设备所测量的参量数目
命令帧	A5 16 12 34 00 00 C0 90 FF
回复帧	2D 12 34 08 00 D8 D1 FF
示例: 返回值为 08 00, 对应该设备测量了 8 个参量。	

6.7.12 查询设备测量参量名称、单位

查询设备测量参量名称、单位应符合表 20 的规定。

表 20 查询设备测量参量名称、单位

名 称	规 定
功能命令代码	用“17”表示
返回数据类型	多数据同步传输格式
数据值	数据值为整数型, 低字节为参量名称、高字节为参量单位 (参量名称、单位见附录 B)
命令帧	A5 17 12 34 00 00 84 9B FF
回复帧	3C 12 34 01 02 01 02 01 02 01 02 01 02 01 02 01 E8 BF FF
示例: 返回值为 01 02 01 02 01 02 01 02 01 02 01 02 01, 共返回 12 个数据, 前 3 个参量是流速 (01), 单位是 m/s (02), 后 3 个是流向 (02), 单位是 “°” (01)。	

6.7.13 查询设备测量参量数据类型

查询设备测量参量数据类型应符合表 21 的规定。

表 21 查询设备测量参量数据类型

名 称	规 定
功能命令代码	用“18”表示
返回数据类型	多数据同步传输格式
数据值	数据值为整数型 (参量名称、单位见附录 B)

表 21 查询设备测量参量数据类型 (续)

名 称	规 定
命令帧	A5 18 12 34 00 00 78 F1 FF
回复帧	3C 12 34 05 05 05 05 05 07 A5 FF
示例：返回值为 05 05 05 05 05 05，6 个测量数据均为 32 位浮点数型。	

6.8 参数设置命令返回数据

6.8.1 参数设置成功

返回数据类型为单数据整数型，数据值为 6666。

6.8.2 参数设置失败

返回数据类型为单数据整数型，数据值为 0000。

7 自存储式仪器文件格式

7.1 文件类型

文件采用 ASCII 码，文件类型为 txt 文件。

7.2 文件命名

文件名定义为：参量名称-年-月-日-时-分-秒，以开始数据采集为准。文件大小应不超过 20KB，如文件超过 20KB，则重新建立文件，文件名为新起始时间。

8 仪器状态信息

8.1 仪器状态定义

仪器状态包括正常、异常等信息，用于表征仪器所处状态，见表 14。

8.2 仪器自检信息

仪器开机后首先进行自检，依次输出相关信息，各信息分行显示。字符串规定见表 14。

- a) 仪器状态。
- b) 测量参量代码。
- c) 测量参量单位。
- d) 系统时间。
- e) 采样频率。
- f) 仪器标识。
- g) 工作模式。

9 简化通信协议

9.1 命令帧及数据帧编码方式

命令帧及数据帧的编码方式均采用 ASCII 码。

9.2 命令帧格式

命令帧格式：DDD。

DDD: 功能码, 定义见表 22。

表 22 命令帧功能码列表

代 码	定 义	代 码	定 义
SEG	停止采集	SIU	查询测量参量的单位
SSG	开始采集	SCM	中断命令, 进入命令模式
SAD	读取仪器标识	SMM	进入测量模式
SIP	查询测量参量类型	SRM	中断命令, 进入休眠模式

9.3 数据帧格式

简易数据帧格式见表 23。

表 23 简易数据帧格式定义

名 称	字节数	定 义
起始码	2	用“AA”表示
ASCII 码标识	4	用四字节 ASCII 码表示仪器标识, 仪器标识含义见附录 B
符号码	1	+ 或 -
整数值	3	三字节 ASCII 码表示的十进制整数部分的数值
小数点	1	“.”
小数值	3	三字节 ASCII 码表示的十进制小数部分的数值
终止码	2	用“BB”表示

10 其他

仪器状态转移图及数据交互实例参见附录 D。

附 录 A
(规范性附录)
功能命令代码及返回数据类型

功能命令代码及返回数据类型应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 功能命令代码及返回数据类型

代码	定 义	返回数据类型
00	停止采集	单数据整数型
01	开始采集, 进入测量模式	单数据整数型
02	查询电压	单数据浮点型
03	查询电流	单数据浮点型
04	查询时间	多数据同步传输格式
05	查询仪器标识	单数据整数型
06	仪器自检 (仪器状态、测量参量代码、测量参量单位、系统时间、采样频率、仪器标识、工作模式)	—
07	仪器状态, 状态信息代码见表 14	单数据整数型
08	设置仪器标识, 见表 3	单数据整数型
09	设置采样频率	单数据整数型
0A	查询仪器参量名称, 见附录 B	单数据整数型
0B	查询参量单位, 见附录 B	单数据整数型
0C	设置时钟年	单数据整数型
0D	设置时钟月、日	单数据整数型
0E	设置时钟时、分	单数据整数型
0F	设置时钟秒	单数据整数型
10	中断命令, 进入命令模式	—
11	中断命令, 进入休眠模式	—
12	取出存储区全部数据	高速传输数据格式
13	清空存储区全部数据	单数据整数型
14	查询存储空间容量	单数据整数型
15	查询测量数据帧类型	单数据整数型
16	查询设备返回数据包中数据个数 n	单数据整数型
17	查询设备各参量名称、单位	返回值为多数据同步传输格式, 数值为整型数, 低字节为参量名称、高字节为参量单位
18	查询设备各参量数据类型	返回值为多数据同步传输格式, 数值为整型数, 依次每个参量 1 字节, 数据类型见附录 C
19	查询高速传输数据格式的重复因子 m	单数据整数型
1A~7F	预留	—
80	恢复出厂设置	单数据整数型
81~8F	空置	—
90~FF	自定义	—

附 录 B
(规范性附录)

参量名称及单位对应编码

参量名称及单位对应编码应符合表 B.1 的规定。

表 B.1 参量名称及单位对应编码

代码	参量名称	单 位 代 码 定 义					
		01	02	03	04	05	06
01	流速	km/s	m/s	cm/s	mm/s	$\mu\text{m/s}$	—
02	流向	°	—	—	—	—	—
03	水位	m	cm	mm	—	—	—
04	水深	km	m	cm	mm	μm	—
05	流量	m^3/h	m^3/min	m^3/s	L/h	L/min	L/s
06	压力	kN	N	—	—	—	—
07	压强	MPa	kPa	Pa	—	—	—
08	频率	kHz	Hz	mHz	—	—	—
09	温度	°C	—	—	—	—	—
0A	波高	m	cm	mm	—	—	—
0B	波长	km	m	cm	mm	—	—
0C	波周期	Hour	min	s	ms	—	—
0D	纵摇	°	—	—	—	—	—
0E	横摇	°	—	—	—	—	—
0F	振幅	m	cm	mm	—	—	—
10	宽度	km	m	cm	mm	μm	—
11	长度	km	m	cm	mm	μm	—
12	高度	km	m	cm	mm	μm	—
13	高程	m	cm	mm	—	—	—
14	面积	m^2	cm^2	mm^2	μm^2	—	—
15	比表面积	m^2	cm^2	mm^2	μm^2	—	—
16	体积	m^3	L	mL	—	—	—
17	质量	t	kg	g	mg	—	—
18	密度	t/m^3	kg/m^3	g/cm^3	—	—	—
19	容重	N/m^3	N/cm^3	—	—	—	—
1A	位移	km	m	cm	mm	μm	—
1B	时间	h	min	s	ms	—	—
1C	加速度	m/s^2	cm/s^2	mm/s^2	—	—	—
1D	转速	r/min	r/s	—	—	—	—
1E	盐度	g/L	mg/L	g/mL	mg/mL	—	—
1F	pH 值	mol/L	mol/mL	—	—	—	—
20	含沙量	kg/m^3	g/m^3	g/cm^3	kg/L	g/L	mg/L

表 B.1 参量名称及单位对应编码 (续)

代码	参量名称	单 位 代 码 定 义					
		01	02	03	04	05	06
21	浊度	JTU	NTU	—	—	—	—
22	含水率	%	—	—	—	—	—
23	粒径	m	mm	μm	—	—	—
24	气温	$^{\circ}\text{C}$	—	—	—	—	—
25	气压	MPa	kPa	Pa	—	—	—
26	风速	m/s	cm/s	mm/s	—	—	—
27	风向	$^{\circ}$	—	—	—	—	—
28	电压	V	mV	—	—	—	—
29	电流	A	mA	—	—	—	—
2A	电阻	M Ω	k Ω	Ω	—	—	—
2B	电容	F	μF	pF	—	—	—
2C	电导率	S/cm	mS/cm	$\mu\text{S/cm}$	—	—	—
2D	功率	kW	W	mW	—	—	—
2E	电量	kW·h	W·h	mW·h	—	—	—
2F	声速	m/s	—	—	—	—	—
30	声强	W/m ²	W/cm ²	—	—	—	—
31	照度	Lux	—	—	—	—	—
32—3F	保留	—	—	—	—	—	—
40—4F	水流自定义参量	—	—	—	—	—	—
50—5F	泥沙自定义参量	—	—	—	—	—	—
60—6F	波浪自定义参量	—	—	—	—	—	—
70—FE	其他自定义参量	—	—	—	—	—	—

附 录 C
(规范性附录)
数 据 类 型 代 码

数据类型代码应符合表 C.1 的规定。

表 C.1 数 据 类 型 代 码

代 码	定 义	数据字节数
01	无符号单字节整型	1
02	带符号单字节整型	1
03	无符号整型	2
04	带符号整型	2
05	单精度浮点数	4
06	ASCII 型	1

附录 D (资料性附录)

仪器状态转移图及数据交互实例

D.1 仪器状态转移图

D.1.1 正常状态转移图

仪器正常状态转移图如图 D.1 所示。

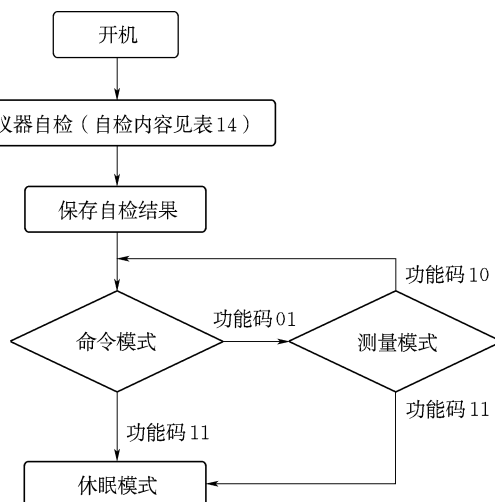


图 D.1 仪器正常状态转移图

D.1.2 异常状态转移图

仪器异常状态转移图如图 D.2 所示。

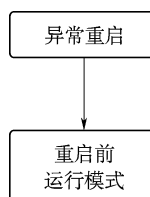


图 D.2 仪器异常状态转移图

D.2 数据交互实例

D.2.1 作用域初始化建立关联实例

D.2.1.1 查询仪器标识

命令帧：A5 05 00 00 00 00 26 54 FF。

起始码	功能命令	仪器标识		配置参数		校验码		终止码
A5	05	00	00	00	00	54	26	FF

仪器标识为 FFFF，表示查询作用域内所有仪器标识，相应配置参数相为 00 00。

回复数据类型为单数据整数型，数据帧：2D 22 0C 22 0C 69 C9 FF，仪器标识为 22 0C，对应十进制为 3106。

注：低字节在先。

起始码	仪器标识		数据值		校验码		终止码
2D	22	0C	22	0C	69	C9	FF

D.2.1.2 查询仪器参量

命令帧：A5 0A 12 34 00 00 B6 5E FF。

起始码	功能命令	仪器标识		配置参数		校验码		终止码
A5	0A	12	34	00	00	B6	5E	FF

仪器标识为 FFFF，标识查询作用域内所有仪器参量，配置参数相应为 00 00。

回复数据类型为单数据整数型，数据帧：2D 12 34 01 00 C0 06 FF。

起始码	仪器标识		数据值		校验码		终止码
2D	12	34	01	00	C0	06	FF

数据值为 01 00，根据低位在前、高位在后的原则，数据值实际为“01”，对照附录 B 参量名称及单位对应编码可知，该仪器为流速仪。

D.2.1.3 查询仪器参量单位

命令帧：A5 0B 12 34 00 00 F4 58 FF。

起始码	功能命令	仪器标识		配置参数		校验码		终止码
A5	0B	12	34	00	00	F4	58	FF

回复数据类型为单数据整数型，数据帧：2D 12 34 02 00 A8 2C FF。

起始码	仪器标识		数据值		校验码		终止码
2D	12	34	02	00	A8	2C	FF

数据值为 02 00，根据低位在前、高位在后的原则，数据值实际为“02”，对照附录 B 参量名称及单位对应编码可知单位是 m/s。

D.2.2 单点一维流速仪实例

流速测量，单数据浮点格式，命令帧：A5 01 22 0C 00 00 C2 18 FF。

起始码	功能命令	仪器标识		配置参数		校验码		终止码
A5	01	22	0C	00	00	C2	18	FF

回复数据类型为单数据浮点型，数据帧：1E 22 0C 0A D7 23 3C 57 FF。

起始码	仪器标识			数据值			校验码		终止码
1E	22	0C	0A	D7	23	3C	16	D7	FF

仪器地址：0C22，对应十进制为 3106。

数据值：3C 23 D7 0A，转为浮点数为 0.01，对应流速值为 0.01m/s。

校验码：计算方法见 6.6 节。

注：流速的单位和仪器类型由仪器标识关联的单位和参量代码确定，该关联关系在作用域初始化时建立。

D.2.3 三维流速仪实例

命令帧：A5 01 22 0C 00 00 C2 18 FF。

采用多数据同步传输格式，数据值个数为 6，数据帧：3C 22 0C 47 E1 BA 3F AE 47 E1 3F 1E 85 6B 3E 00 00 80 41 00 00 50 41 00 00 40 40 DA 4F FF。

起始码		仪器标识		数据值 1			数据值 2				
3C		22	0C	47	E1	BA	3F	AE	47	E1	3F
数据值 3				数据值 4				数据值 5			
1E	85	6B	3E	00	00	80	41	00	00	50	41
数据值 6				校验码				终止码			
00	00	40	40	DA		4F		FF			

仪器地址：0C22，对应十进制为 3106。

数值 1 代表沿主流方向的流速，方向由厂家标识于仪器硬件上，数值为 3F BA E1 47，对应流速 1.46m/s；数值 2 代表水平面垂直主流方向的流速，正方向为沿水平正方向顺时针旋转 90°对应方向，数值为 3F E1 47 AE，对应流速 1.76m/s；数值 3 代表垂直方向流速，向上为正方向，数值为 3E 6B 85 1E，对应流速 0.23m/s。

方向：数值 4 为数值 1 的方向，41 80 00 00，解析为 16；数值 5 为数值 2 的方向，41 50 00 00，解析为 13；数值 6 为数值 3 的方向，40 40 00 00，解析为 3。

D.2.4 通道压力采集仪实例

命令帧：A5 01 22 0C 00 00 C2 18 FF。

采用多参量测试数据格式，数据值个数为 8，数据帧：3C 22 0C 47 E1 BA 3F AE 47 E1 3F 1E 85 6B 3E E1 7A 24 40 33 33 63 40 EB 51 18 40 E1 7A 24 40 AE 47 E1 3F 4F 44 FF。

起始码		仪器标识		数据值 1			数据值 2				
3C		22	0C	47	E1	BA	3F	AE	47	E1	3F
数据值 3				数据值 4				数据值 5			
1E	85	6B	3E	E1	7A	24	40	33	33	63	40
数据值 6				数据值 7				数据值 8			
EB	51	18	40	E1	7A	24	40	AE	47	E1	3F
校验码							终止码				
4F				44				FF			

仪器地址：0C22，对应十进制为 3106。

数据值：47 E1 BA 3F，转为浮点数为 1.46。数值单位由命令 18 获取，如为代码 03，则表示单位为 Pa，对应压力为 1.46Pa。

校验码：计算方法见 6.6 节。

D.2.5 16 通道旋桨流速采集仪实例

命令帧：A5 01 22 0C 00 00 C2 18 FF。

采用多数据同步传输格式，数据值个数为 8，数值类型单字节整数型。数据帧：3C 22 0C 03 12

18 23 25 19 17 14 11 09 08 07 05 04 02 01 A8 B6 FF。

起始码	仪器地址		数值 1	数值 2	数值 3	数值 4	数值 5
3C	22	0C	03	12	18	23	25
数值 6	数值 7	数值 8	数值 9	数值 10	数值 11	数值 12	数值 13
19	17	14	11	09	08	07	05
数值 14	数值 15		数值 16	校验码		终止码	
04	02		01	A8	B6	FF	

D. 2. 6 8 通道网络多点压力采集仪实例

命令帧：A5 01 22 0C 00 00 C2 18 FF。

采用支持高速传输的数据格式，数据值个数为 8，数值类型为带符号整型。数据帧：4E 22 0C 4c 03 8a 12 33 18 65 FC 13 25 34 19 22 FE 29 14 40 03 96 12 23 18 … 96 12 23 18 75 FC 13 24 34 1A 2A FE 31 14 9B 84 FF

起始码	仪器地址		数值 1	数值 2	数值 3	数值 4	数值 5
4E	22	0C	4c 03	8a 12	33 18	65 FC	13 25
数值 6	数值 7	数值 8	数值 9	数值 10	数值 11	数值 12	数值 13
34 19	22 FE	29 14	40 03	96 12	23 18	75 FC	13 24
数值 14	数值 15	数值 16	数值 17	数值 18	数值 19	数值 20	数值 21
34 1A	2A FE	31 14	40 03	96 12	23 18	75 FC	13 24
数值 22	数值 23	数值 24	数值 25	数值 26	数值 27	数值 28	数值 29
34 1A	2A FE	31 14	40 03	96 12	23 18	75 FC	13 24
数值 30	数值 31	数值 32	数值 33	数值 34	数值 35	数值 36	数值 37
34 1A	2A FE	31 14	40 03	96 12	23 18	75 FC	13 24
数值 38	数值 39	数值 40	数值 41	数值 42	数值 43	数值 44	数值 45
34 1A	2A FE	31 14	40 03	96 12	23 18	75 FC	13 24
数值 46	数值 47	数值 48	数值 49	数值 50	数值 51	数值 52	数值 53
34 1A	2A FE	31 14	40 03	96 12	23 18	75 FC	13 24
数值 54	数值 55	数值 56	数值 57	数值 58	数值 59	数值 60	数值 61
34 1A	2A FE	31 14	40 03	96 12	23 18	75 FC	13 24
数值 62	数值 63	数值 64	校验码	终止码			
34 1A	2A FE	31 14	9B 84	FF			

该数据包含了 8 个压力测试点的 8 次数据采集值，每次的数据按顺序排列；数值 1、9、17、25、33、41、49、57 代表了第一个压力测点的 8 次压力采集值，数值 3、11、19、27、35、43、51、59 代表了第三个压力测点的 8 次压力采集值，同理类推。

仪器地址：0C22，对应十进制为 3106。

数值 4 代表第 4 个压力测点的第一次压力采集值，因是带符号整型数据，则 65 FC 解析为数值 -923，数值单位由命令 18 获取，如为代码 03，则表示单位为 Pa，所以第 4 个压力测点的第一次压力采集值为 -923Pa。