

ICS

点击此处添加中国标准文献分类号

T/CMA

中国计量协会团体标准

T/CMA-RL001:2022

热量表计量通信协议技术规范

Technical Specification of Communication Protocol
for Heat Meter Measurement

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中国计量协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 概述	2
4.1 检定通信协议	2
4.2 启停法通信	2
4.3 模拟流量组合法通信	2
4.4 实时同步法通信	2
5 数据发送及应答	2
5.1 传输要求	2
5.2 主站请求从站唤醒光学接口通信指令	3
5.3 主站请求从站进入检定模式指令	3
5.4 检定模式下主站请求从站回复检定数据指令	4
5.5 主站请求从站退出检定模式指令	7
6 验证项目和验证方法	7
6.1 验证装置	7
6.2 启停法通信协议验证	7
6.3 模拟流量组合法通信协议验证	8
6.4 实时同步法通信协议验证	8
附录 A (规范性) 启停法通信流程	10
附录 B (规范性) 模拟组合法通信流程	11
附录 C (规范性) 实时同步法通信流程	12

前 言

本标准按照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。

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

本标准由中国计量协会提出并归口。

本标准起草单位：中国计量协会热能表与节能工作委员会。

本标准主要起草人：

本标准为首次制定。

热量表计量通信协议技术规范

1 范围

本协议适用于采用启停试验法、模拟流量组合试验法和实时同步试验法进行热量表检定、型式试验或检验时检定数据的数据通信。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件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文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 26831.3-2012 社区能源计量抄收系统规范 第3部分:专用应用层

GB/T 32224-2020 热量表

3 术语和定义

3.1

主站 master

具有选择一个或一组从站,主动与从站进行一次信息交换的设备,本规范特指热量表检定装置(以下简称检定装置)的计算机。

3.2

从站 slave

具有唯一识别地址,接受主站信息并与主站进行信息交换的设备,本规范特指热量表。

3.3

接口设备 interface device

链接主站与从站信息交换物理接口的设备,包括光学接口、M-Bus接口、RS-485接口、无线接口等设备。接口设备数量(或信道数)与被测热量表数量相同,并一一对应。

3.4

应答时间 response time

检定模式下主站发送指令数据后与从站应答数据之间的时间间隔。

3.5

积算周期 calculation interval

热量表计算器计算检定热量和检定体积的周期时间。

3.6

检定模式 test mode

从站在启停法、模拟流量组合法及实时同步法时所处工作模式。

3.7

检定数据 test data

从站处于检定模式时，对应于不同试验方法所测量和存储的上一个积算周期的测量数据。

注：检定数据应至少包括检定热量（累积热量）、检定体积（累积流量）、检定进水温度和回水温度、检定时间等测量值。

4 概述

4.1 检定通信协议

为实现检定装置在测量过程中自动采集热量表的检定数据，对主站与从站之间发送与应答数据控制所做的统一规定，包括数据格式、传送速度、传送步骤、控制字符以及同步方式定义。

本规范包括启停法、模拟流量组合法和实时同步法的检定通信协议。

4.2 启停法通信

主站分别在检定装置开始测量前与测量结束后，流量通水关断时与从站通信并采集热量表的检定数据。主要适用于总量检定法中热量表的示值误差测试或分量组合检定法中流量传感器的示值误差测试。

注：启停法通信流程见附录A。

4.3 模拟流量组合法通信

主站在从站模拟流量过程结束后与从站通信并采集热量表的检定数据。主要适用于分量组合检定法中配对温度传感器与计算器组合的示值误差测试。

注：模拟流量组合法通信流程见附录B。

4.4 实时同步法通信

主站分别在检定装置测量开始前与结束测量前，流量通水过程中与从站通信并采集热量表的检定数据。采集时，热量表的检定热量或检定体积与检定时间、检定装置的测量值与其测量时间实时同步，主要适用于总量检定法中热量表的示值误差测试或分量组合检定法中流量传感器的示值误差测试。

注：实时同步法通信流程见附录C。

5 数据发送及应答

5.1 传输要求

5.1.1 数据格式为1位起始位、8位数据位、偶校验位、1位停止位，先传低位，后传高位。

5.1.2 传输波特率为2400Bit/s。

5.1.3 发送数据和应答数据中校验和（CS）为自C域开始至CS前的所有数据和的最低字节（例如数据和为5FF，则校验后为FF）。

5.1.4 发送数据编码采用16进制码，应答数据编码采用16进制码或压缩BCD码。

5.1.5 主站发送数据后从站无应答或回复数据报文错误，主站最多允许重复 2 次重新发送数据。

5.2 主站请求从站唤醒光学接口通信指令

主站发送数据报文：“55 55 55 ……””，共计459~502个字节。

注：本指令只针对光学接口，主站应在发送唤醒数据结束后的(13.75~137.5)ms间隔时间内发送其他指令数据，当间隔时间大于137.5ms时，应重新向光学接口发送唤醒数据。

5.3 主站请求从站进入检定模式指令

5.3.1 主站发送数据报文：“68 04 04 68 53 FE 50 90/91/92 CS 16”，具体解释见表 1。

注：对应启停法通信、模拟流量组合法通信和实时同步法检定通信，其子代码(CI域=50时)分别为90、91、92。

表 1 进入检定模式指令发送数据解释

数 据	含 义	解 释
68	启动字符	固定值
04	数据长度	4 字节
04	数据长度，重复一次	4 字节，重复一次
68	启动字符	固定值
53	C 域（控制域）	53 表示主站发送数据到从站
FE	A 域（地址域）	值范围为(00~FF)，FE 表示广播地址
50	CI 域（控制信息域）	50 表示应用重新设置
90/91/92	CI 域=50 时子代码	90 表示启停法通信 91 表示模拟流量组合法通信 92 表示实时同步法通信
CS	校验和	校 验 和 CS=53+FE+50+90/91/92 =31/32/33
16	结束字符	固定值

5.3.2 从站应答数据报文：1 字节 16 进制码“E5”，表示从站已进入检定模式。应答时间不得大于 187.5ms。

5.3.3 从站由使用模式进入检定模式时，其检定体积值和检定热量值应复位清零。

5.3.4 模拟流量组合法通信时，从站应自动开始模拟流量过程，模拟流量值宜在热量表的常用流量与最大流量之间，从站积算周期应不小于 1s。

注：模拟流量为每次模拟的体积与积算周期的比。

5.3.5 实时同步法通信时，从站积算周期应为 1s。

5.3.6 无论选择何种方法通信，在主站请求从站回复检定数据前应首先进入此模式；

5.3.7 当从站处于检定模式并且 30 min 内没有接受到指令后宜自动退出检定模式。

5.4 检定模式下主站请求从站回复检定数据指令

5.4.1 主站发送数据报文：10 5B FE CS 16，具体解释见表 2。

表 2 回复检定数据指令发送数据解释

数据	含义	解释
10	启动字符	固定值
5B	C 域（控制域）	5B 表示主站请求从站回复检定数据
FE	A 域（地址域）	值范围为(00~FF)，FE 表示广播地址
CS	校验和	校验和 CS=5B+FE=59
16	结束字符	固定值
注：本指令等同于GB/T 26831.3-2012使用模式读表指令。		

5.4.2 从站回复检定数据的应答时间不得大于 187.5ms。

5.4.3 从站应答检定数据

数据报文：68 39 39 68 08 00 72 78 56 34 12 89 4E 01 04 03 00 00 00 0C 03 45 23 71 96 0C 11 78 56 34 12 0B 59 12 78 00 0B 5D 34 65 00 0C 2D 78 56 34 12 0C 3B 78 56 34 12 06 6D 1C 33 0F 57 27 00 CS 16，具体解释见表3。

表 3 检定模式下应答检定数据解释

内容	解释	备注
68	启动字符	固定值
39	数据长度	57 字节
39	数据长度，重复一次	57 字节，重复一次
68	启动字符	固定值
08	C 域（控制域）	08 表示从站向主站应答数据
00	A 域（地址域）	地址为 0
72	CI 域（控制信息域）	72 表示可变数据应答
78 56 34 12	表编号 ID 4 字节压缩 BCD 码	表编号为 12345678
89 4E	制造商 ID	制造商代码为 STI
01	版本 ID	制造商自定义
04	表类型 ID	表类型为热量表

数据	描述	解释
03	访问序号	访问从站次数为3
00	状态域	00表示应用层无错
00 00	签名域(数据加密)	00 00表示无密匙
0C	热量数据结构	C对应GB26831.3表6中编码为1100,表示数据结构为8个阿拉伯数BCD码
03	热量计量单位	3对应GB26831.3表9中标识为E000 0nnn范围内,即E000 0011, nnn=3,表示计量单位为 10^0 Wh
45 23 71 96	检定热量 4字节压缩BCD码	检定热量值为96712345Wh
0C	体积数据结构	同热量数据结构
11	体积计量单位	11对应GB26831.3表9中标识为E001 0nnn范围内,即E001 0001, nnn=1表示计量单位为 10^{-5} m ³
78 56 34 12	检定体积 4字节压缩BCD码	检定体积值为123.45678m ³
0B	进口温度数据结构	B对应GB26831.3表6中编码为1011,表示数据结构为6个阿拉伯数BCD码
59	进口温度计量单位	59对应GB26831.3表9中标识为E101 10nn范围内,即E101 1001, nm=1表示计量单位为 10^{-2} ℃
12 78 00	检定进口温度 3字节压缩BCD码	检定进口温度值为0078.12℃
0B	出口温度数据结构	同进口温度数据结构
5D	出口温度计量单位	5D对应GB26831.3表9中标识为E101 11nn范围内,即E101 1101, nm=1表示计量单位为 10^{-2} ℃
34 65 00	检定出口温度 3字节压缩BCD码	检定出口温度值为0065.34℃
0C	功率数据结构	同热量数据结构
2D	功率计量单位	2D对应GB26831.3表9中标识为E010 1nnn范围内,即E010 1101, nnn=5表示计量单位为 10^2 W= 10^{-1} kW
78 56 34 12	检定功率 4字节压缩BCD码	检定功率值为1234567.8kW
0C	流量数据结构	同热量数据结构

3B	流量计量单位	3B 对应 GB26831.3 表 9 中标识为 E011 1nm 范围内，即 E011 1011，nm=3 表示计量单位为 $10^{-3} \text{m}^3/\text{h}$
78 56 34 12	检定流量 4 字节压缩 BCD 码	检定流量值为 $12345.678 \text{m}^3/\text{h}$
06	检定时间数据结构	6 对应 GB26831.3 表 6 中编码为 0110，表示数据结构为 48 位二进制整数型（6 字节 16 进制码）
6D	检定时间计量单位	6D 对应 GB26831.3 表 9 中标识为 E110 1101，类型 I，表示计量单位为年到秒，即 YYYY-MM-DD hh:mm:ss
1C 33 0F 57 27 00	检定时间	检定时间值为 18 年 07 月 23 日 15 时 51 分 28 秒
CS	校验和	校验和 CS=08+00+72+78+56+34+1289+4E+01+04+03+00+00+00+0C+03+45+23+71+96+0C+11+78+56+34+12+0B+59+12+78+00+0B+5D+34+65+00+0C+2D+78+56+34+12+0C+3B+78+56+34+12+06+6D+1C+33+0F+57+27+00=02
16	结束字符	固定值
注：以上应答数据为特定示例，其中版本ID、访问序号、状态域及签名域属于非检定数据内容，可忽略其内容；应答数据中未标注为压缩BCD码，均为16进制编码。		

5.4.4 表编号 ID 应符合 GB/T 26831.3-2012 第 5.4 条规定。

5.4.5 制造商 ID 应符合 GB/T 26831.3-2012 第 5.5 条规定。

5.4.6 表类型 ID 应符合 GB/T 26831.3-2012 表 3 规定。

注：“04”为热量表，“0B”为冷计量表，“0C”为热计量表，“0D”为冷热计量表。

5.4.7 检定数据结构应符合 GB/T 26831.3-2012 表 6 规定。

5.4.8 检定数据计量单位应符合 GB/T 26831.3-2012 表 9 规定。

5.4.9 检定体积值、检定热量值和检定温度值的显示分辨力应满足 GB/T 32224-2020 表 4 条规定。

5.5 主站请求从站退出检定模式指令

5.5.1 主站发送数据报文：68 04 04 68 53 FE 50 00 CS 16，具体解释见表 4。

表 4 退出检定模式指令发送数据解释

数据	含义	解释
68	启动字符	固定值
04	数据长度	4 字节
04	数据长度，重复一次	4 字节，重复一次
68	启动字符	固定值
53	C 域（控制域）	53 表示主站发送数据到从站
FE	A 域（地址域）	值范围为(00~FF)，FE 表示广播地址
50	CI 域（控制信息域）	50 表示应用层重置
00	CI 域=50 时子代码	00 表示退出检定模式
CS	校验和	校验和 CS=53+FE+50+00=A1
16	结束字符	固定值

5.5.2 从站应答数据报文：1 字节 16 进制码“E5”，表示从站已退出检定模式。应答时间不得大于 187.5ms。

5.5.3 模拟流量组合法通信时，从站应停止模拟流量过程。

6 验证项目和验证方法

6.1 验证装置

验证装置指按第5条要求编写的标准软件，包括主站发送各指令数据报文与对应从站应答数据报文及其解析和编译。

6.2 启停法通信协议验证

6.2.1 将从站安装在检定装置上，选择启停法通信方式，确认从站处于正常使用模式。

6.2.2 主站请求从站进入检定模式指令验证。

6.2.2.1 验证装置按 5.3.1 条规定指令数据报文，通过接口设备向从站发送数据，等待 187.5ms 应答时间，验证装置抄读从站应答数据。

6.2.2.2 查看验证装置显示应答数据报文应为“E5”，且从站应进入检定模式，如果从站无应答或应答数据报文错误，返回 6.2.2.1 条(最多 2 次)。

6.2.2.3 查看从站显示检定体积值及检定热量值，应满足 5.3.3 条的要求。

6.2.3 打开检定装置通水阀门，在热量表常用流量下通水流经流量传感器运行一段时间（小于自动退出检定模式时间）后，关断通水阀。等待积算周期时间，观察从站显示检定体积或检定热量不再变化。

6.2.4 主站请求从站回复检定数据指令验证

6.2.4.1 验证装置按 5.4.1 条规定数据报文,通过接口设备向从站发送数据,等待 187.5ms 后,验证装置抄读从站回复数据。如果从站无应答或应答数据报文错误,重新发送数据(最多重复 2 次)。

6.2.4.2 查看验证装置显示表编号 ID、制造商 ID 和表类型 ID 应符合 5.4.4、5.4.5 及 5.4.6 条的规定。

6.2.4.3 查看验证装置显示检定热量值、检定体积值、检定进口温度值与出口温度值,其结果应与从站显示值一致,其数据结构和计量单位应符合 5.4.7 和 5.4.8 条的要求,显示分辨力应符合 5.4.9 条的要求。

注:因恒温槽介质温度(总量检定时)或热水流量标准装置介质温度(流量传感器检定时)的变化,验证装置温度值与从站显示实时温度值允许有微小变化。

6.2.5 主站请求从站退出检定模式指令验证

6.2.5.1 验证装置按第 5.7.1 条规定数据报文,通过接口设备向从站发送数据,等待 187.5ms 应答时间,验证装置抄读从站应答数据。

6.2.5.2 查看验证装置显示应答数据报文应为“E5”,从站应退出检定模式并返回使用模式。如果从站无应答或应答数据报文错误,返回 6.5.1 条(最多 2 次)。

6.3 模拟流量组合法通信协议验证

6.3.1 将从站安装在检定装置上,选择模拟流量组合法通信方式,确认从站处于正常使用模式。

6.3.2 主站请求从站进入检定模式指令验证,见 6.2.2.1~6.2.2.3 条。

6.3.3 从站自动开始流量模拟过程,测算模拟流量值,应符合 5.3.4 条要求。

6.3.4 观察并记录从站显示检定体积值和热量值的同时,操作下一步。

6.3.5 主站请求从站回复检定数据指令验证

6.3.5.1 见 6.2.4.1 条。

6.3.5.2 见 6.2.4.2 条。

6.3.5.3 查看验证装置显示检定体积值(模拟体积值)和检定热量值与记录的检定体积值和热量值应一致,检定进口温度值与出口温度值与从站显示值应一致,其数据结构和计量单位应符合 5.4.7 和 5.4.8 条的要求,显示分辨力应符合 5.4.9 条的要求。

注:因恒温槽介质温度的变化验证装置温度值与从站显示实时温度值允许有微小变化。

6.3.6 主站请求从站退出检定模式指令验证,见 6.2.5.1、6.2.5.2 条。

6.4 实时同步法通信协议验证

6.4.1 将从站安装在检定装置上,选择入实时同步法检定通信方式,确认从站处于正常使用模式。

6.4.2 主站请求从站进入检定模式指令验证,见 6.2.2.1~6.2.2.3 条。

6.4.3 打开检定装置通水阀门,在热量表常用流量下通水流经流量传感器。

6.4.4 主站请求从站回复检定数据指令验证

6.4.4.1 见 6.2.4.1 条。

6.4.4.2 记录验证装置显示的检定体积值 V_0 和检定时间 t_0 。

6.4.4.3 等待 1s,重复进行一次 6.4.4.1 条。

6.4.4.4 等待 1s,关闭检定装置通水阀。

6.4.4.5 见 6.2.4.2 条。

6.4.4.6 查看验证装置显示的检定体积值 V_1 与检定时间 t_1 , 其数据结构和计量单位应符合 5.4.7 和 5.4.8 条的要求, 显示分辨力应符合 5.4.9 条的要求。

6.4.5 积算周期及时间同步验证

6.4.5.1 查看从站显示检定体积值 V_2 。

6.4.5.2 上述各值应 $V_2 > V_1 > V_0$, $t_1 - t_0 = 1\text{s}$ 。

6.4.6 主站请求从站退出检定模式指令验证, 见 6.2.5.1 条及 6.2.5.2 条。

附录 A
(规范性)
启停法通信流程

- A.1 主站请求从站回复制造商、表类型及表编号等识别信息，发送及应答数据见5.4.1及5.4.3条。
- A.2 主站请求从站进入检定模式，发送及应答数据见5.3条。
- A.3 调节检定装置测试流量点，总量检定法时还需调节恒温槽温度，测试准备过程。
- A.4 测试准备过程结束后，关闭通水阀门。等待积算周期时间，从站显示的检定热量或检定体积应无变化。
- A.5 主站请求从站回复检定体积或检定热量 V_{i1} ，发送及应答数据见5.4.1及5.4.3条。
- A.6 检定装置读取标准器测量值 V_{a1} 。
- A.7 打开阀门通水，开始测试。
- A.8 到达测试量或时间后，关闭通水阀门。等待积算周期时间，从站显示的检定热量或检定体积应无变化。
- A.9 主站请求从站回复检定体积或检定热量 V_{i2} ，发送及应答数据见5.4.1及5.4.3条。
- A.10 检定装置读取标准器测量值 V_{a2} 。
- A.11 示值误差计算

$$E = \left(\frac{V_{i2} - V_{i1}}{V_{a2} - V_{a1}} - 1 \right) \times 100\% \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- E — 热量表示值误差，保留1位小数；
- V_i — 热量表测量的检定体积/热量，L/kWh；
- V_a — 检定装置测量的实际体积/热量，L/kWh。

- A.12 重复A.3~A.11步骤直至完成所有检定点的检定。
- A.13 主站请求从站退出检定模式，发送及应答数据见5.5。

注：应注意测量过程时间应小于从站自动退出检定模式时间（30 min），否则应在A.5条前重新进入检定模式。

附 录 B
(规范性)
模拟组合法通信流程

- B.1 主站请求从站回复制造商、表类型及表编号等识别信息，发送及应答数据见5.4.1及5.4.3条。
 B.2 准备过程结束后，主站请求从站进入检定模式，发送及应答数据见5.3条。
 B.3 从站开始自动模拟流量过程。
 B.4 调节检定装置恒温槽温度，待温度稳定后。
 B.5 主站请求从站回复检定体积（模拟体积） V_{i1} 和检定热量 Q_{i1} ，发送及应答数据见5.4.1及5.4.3条。
 B.6 等待到达测试量或时间。
 B.7 主站请求从站回复检定体积（模拟体积） V_{i2} 和检定热量 Q_{i2} ，发送及应答数据见5.4.1及5.4.3条。
 B.8 检定装置根据检定体积（ $V_{i2}-V_{i1}$ ）值及温差值测算标准器测量值 Q_a 。
 B.9 示值误差计算

$$E = \left(\frac{Q_{i2} - Q_{i1}}{Q_a} - 1 \right) \times 100\% \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

E — 热量表示值误差，保留1位小数；

Q_i — 热量表测量的检定热量，kWh；

Q_a — 检定装置测量的实际热量，kWh。

- B.10 重复B.4~B.9步骤直至完成所有检定点的测量。
 B.11 主站请求从站退出检定模式，发送及应答数据见5.7。

附录 C
(规范性)
实时同步法通信流程

- C.1 主站请求从站回复制造商、表类型及表编号等识别信息，发送及应答数据见5.4.1及5.4.3条。
- C.2 主站请求从站进入检定模式，发送及应答数据见5.3条。
- C.3 调节检定装置测试流量点，测试准备过程。
- C.4 准备过程结束后，主站请求从站回复检定体积 V_{i1} 、检定时间 t_{i1} ，发送及应答数据见5.4.1及5.4.3条。
- C.5 定装置开始同步测量，到达计时触发点同时，检定装置读取标准器测量值 V_{a1} 并开始计时 t_{a1} 。
注：计时触发点指换向器的1/2行程的（静态法液体流量标准装置）或标准表脉冲上升沿（标准表法流量标准装置），其它类型检定装置按此方法选定触发点。
- C.6 到达测试量或时间后，主站请求从站回复检定体积 V_{i2} 、检定时间 t_{i2} ，发送及应答数据见5.4.1及5.4.3条。
- C.7 检定装置结束同步测量，到达计时触发点同时，检定装置读取标准器测量值 V_{a2} 并停止计时 t_{a2} 。
- C.8 示值误差计算

$$E = \left(\frac{(V_{i2} - V_{i1}) \times (t_{a2} - t_{a1})}{(V_{a2} - V_{a1}) \times (t_{i2} - t_{i1})} - 1 \right) \times 100\% \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

E — 热量表相对示值误差，保留1位小数；

V_i — 热量表测量的检定体积，L；

V_a — 检定装置测量的实际体积，L；

t_i — 热量表检定体积 V_i 所对应的积算时间，s；

t_a — 检定装置实际体积 V_a 所对应的时间，s。

- C.9 重复C.4~C.9步骤直至完成所有测量点的测量。
- C.10 主站请求从站退出检定模式，发送及应答数据见5.7。

注：应注意测量过程时间应小于从站自动退出检定模式时间（30 min），否则应在C.4条前重新进入检定模式。