

ICS  
N

团 体 标 准

T/CGAS XXX—XXXX

# 超声波智能燃气表

Smart ultrasonic gas meters

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国城市燃气协会 发布

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 术语、定义和符号 .....	5
3.1 术语和定义 .....	5
3.2 符号 .....	8
4 结构和原理 .....	8
4.1 结构 .....	8
4.2 原理 .....	9
5 技术要求 .....	10
5.1 总则 .....	10
5.2 流量范围 .....	10
5.3 最大工作压力 .....	10
5.4 温度范围 .....	10
5.5 计量特性 .....	11
5.6 电磁兼容 .....	12
5.7 机械波噪声抗扰度 .....	12
5.8 电池 .....	12
5.9 本地通信 .....	12
5.10 存储 .....	13
5.11 控制阀 .....	13
5.12 封印 .....	13
6 功能要求 .....	14
6.1 通信功能 .....	14
6.2 流量分析功能 .....	14
6.3 长期未使用切断功能 .....	14
6.4 结算功能 .....	15
6.5 实时时钟 .....	15
6.6 显示信息 .....	15
6.7 固件升级（可选） .....	16
7 试验方法 .....	16
7.1 总则 .....	16
7.2 计量特性 .....	16
7.3 电磁兼容 .....	17
7.4 机械波噪声抗扰度 .....	18
7.5 电池 .....	18
7.6 本地通信 .....	19
7.7 存储 .....	19
7.8 控制阀 .....	19

7.9	封印	20
7.10	通信功能	20
7.11	流量分析功能	20
7.12	长期未使用切断功能	21
7.13	结算功能	21
7.14	实时时钟	21
7.15	显示信息	21
7.16	固件升级（可选）	22
8	检验规则	22
8.1	型式检验	22
8.2	出厂检验	22
9	包装、运输和贮存	23
附录 A（规范性）	本地通信协议	1
A.1	光学接口	1
A.2	字符传输	1
A.3	通信模式	2
参考文献		3

## 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。

本文件由××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 超声波智能燃气表

## 1 范围

本文件规定了超声波智能燃气表（以下简称燃气表）的工作条件、技术要求、功能要求、试验方法、检验规则、包装、运输和贮存等。

本文件适用于最大工作压力不超过50kPa、最大流量不超过160m<sup>3</sup>/h、准确度等级为1.0级和1.5级的燃气表。

注：除非另有说明，本文件所提到的压力都是指相对大气压的压力（表压力）。

## 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，仅所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 191 包装储运图示标志
- GB/T 30789.3-2014 色漆和清漆 涂层老化的评价
- GB/T 2410—2008 透明塑料透光率和雾度的测定
- GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.3—2016 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
- GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热（12h+12h循环）
- GB/T 2423.17—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- GB/T 2423.24—2013 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Sa：模拟地面上的太阳辐射及其试验导则
- GB/T 3836.1—2021 爆炸性环境 第1部分：设备通用要求
- GB/T 3836.2—2021 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的的设备
- GB/T 3836.4—2021 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的的设备
- GB/T 3836.8—2021 爆炸性气体环境用电气设备 第8部分：“n”型电气设备
- GB/T 3836.14—2021 爆炸性气体环境用电气设备 第14部分：爆炸性气体环境
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 5080.7—1986 设备可靠性试验 恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验方案
- GB/T 5169.5—2008 电工电子产品着火危险试验 第5部分：试验火焰 针焰试验方法 装置、确认试验方法和导则
- GB/T 8897.1 原电池 第1部分：总则
- GB/T 8897.4 原电池 第4部分：锂电池的安全要求
- GB/T 9124.1-2019 钢制管法兰 第一部分：PN系列
- GB/T 9254.1—2021 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法
- GB/T 9978.1 建筑构件耐火试验方法 第1部分：通用要求

- GB/T 11020—2005 固体非金属材料暴露在火焰源时的燃烧性试验方法清单
- GB/T 11186.3—1989 漆膜颜色的测量方法 第三部分：色差计算
- GB/T 13893—2008 色漆和清漆 耐湿性的测定 连续冷凝法
- GB/T 14536.1—2008 家用和类似用途电自动控制器 第1部分：通用要求
- GB/T 16422.3—2014 塑料 实验室光源暴露试验方法 第3部分：荧光紫外灯
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4 电磁兼容试验与测量技术 脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5 电磁兼容试验与测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
- GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- GB/T 39841—2021 超声波燃气表
- GB/T 30789.3—2014 色漆和清漆 漆膜降解的评定 缺陷量值、大小和外观均匀改变程度的规定  
第3部分：生锈等级的评定
- T/CGAS 006-2019 基于窄带物联网(NB-IOT)技术的燃气智能抄表系统
- T/CGAS 003-2017 民用智能燃气表通用技术要求
- IEC 62056.21-2002 电能仪表-抄表、费率和负荷控制的数据交换

### 3 术语、定义和符号

#### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

##### 3.1.1

**基表** base meter

利用超声波在流体中的传播特性来测量、记录并且显示通过的燃气体积的计量器具，不包含远传、预付费、流量分析等附加功能的超声波基表。

##### 3.1.2

**超声波智能燃气表** Smart ultrasonic gas meter

在超声波燃气表（基表）的基础上，具备远传、预付费、流量分析等附加功能的智能计量器具。

##### 3.1.3

**基准条件** base conditions

进行气体体积换算的规定条件（即基准气体温度20℃，基准气体压力101.325kPa）。

##### 3.1.4

**显示器** display

用于显示记录的体积或提示信息等内容的装置（如液晶）。

##### 3.1.5

**实气** distributed gas

当地供应的符合要求的燃气。

##### 3.1.6

**示值误差** error of indication

燃气表显示的体积和实际通过燃气表的体积之差与实际通过燃气表的体积的百分比：

$$E = \frac{V_i - V_{\text{ref}}}{V_{\text{ref}}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$E$  ——示值误差，用百分比表示（%）；

$V_i$  ——燃气表显示的体积，单位：立方米（ $\text{m}^3$ ）；

$V_{\text{ref}}$  ——实际通过燃气表的体积，单位：立方米（ $\text{m}^3$ ）。

### 3.1.7

**耐久性 durability**

流量计经过一段时间的使用，能保持它的计量特性的能力。

### 3.1.8

**耐久允许误差 endurance permissible errors**

在耐久性试验期间和试验完成后确定的燃气表允许示值误差的极限值。

### 3.1.9

**密封性 external leak tightness**

燃气表中输送燃气的部件隔绝大气的程度。

### 3.1.10

**光学接口 Optical interface**

采用红外线发射和接收的串行数据接口。

### 3.1.11

**显示信息 index**

通过显示窗口观察到信息。

### 3.1.12

**显示器 display**

用于显示记录的体积或提示信息等内容的装置。

### 3.1.13

**最大误差偏移 maximum error shift**

任一测试流量点的最大平均误差变化。

### 3.1.14

**最大工作压力 maximum working pressure**

燃气表设计的工作压力上限值，与制造商声明和标识在显示窗口或铭牌上的相同。

### 3.1.15

**平均误差 mean error**

同一流量，多次测量示值误差的算术平均值。

### 3.1.16

**存储器 memory**

存储数据信息的元件。

### 3.1.17

**准确度等级 meter class**

燃气表符合本文件计量要求的等级，如1.5级或1.0级。

### 3.1.18

**正常工作条件 normal conditions of operation**

燃气表工作时的条件：

- 不超过最大工作压力（不论有无气体流过）；
- 在流量范围内；
- 在环境温度和工作介质温度范围内；
- 实气。

## 3.1.19

**取压口** pressure measuring point

在燃气表出口能够直接测量燃气表出口压力的测量点。

## 3.1.20

**记录器** register

由存储器 and 显示器两部分组成，用于记录和显示信息。

## 3.1.21

**最小流量** minimum flowrate

燃气表的示值符合最大允许误差（MPE）要求的下限流量。

## 3.1.22

**分界流量** transitional flowrate

介于最大流量和最小流量之间、把燃气表流量范围分为“高区”和“低区”的流量。高区和低区各有相应的最大允许误差（MPE）。

## 3.1.23

**最大流量** maximum flowrate

燃气表的示值符合最大允许误差（MPE）要求的上限流量。

## 3.1.24

**始动流量** start flowrate

燃气表能够开始连续计量的最低流量。

## 3.1.25

**过载流量** overload flowrate

燃气表的示值在短时间内能符合最大允许误差（MPE）要求，随后在额定工作条件下仍能保持计量特性的最大流量。

## 3.1.26

**气体温度转换** gas temperature conversion

将工作温度条件下的体积量转换成在基准气体温度条件下的体积量。

换算公式为：

$$V_{b,t} = \frac{T_b}{T_g} \times V_{g,t} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$V_{b,t}$  ——基准气体温度条件下的体积，单位：立方米（ $m^3$ ）；

$V_{g,t}$  ——工作温度条件下的体积，单位：立方米（ $m^3$ ）；

$T_b$  ——基准气体温度293.15K（ $t_b=20^\circ C$ ）；

$T_g$  ——工作温度条件下的工作介质温度（ $t_g+273.15$ ）K。

## 3.1.27

**气体压力、温度转换** gas pressure and temperature conversion

将工作压力、温度条件下的体积量转换成标准大气压力和基准气体温度条件下的体积量。

$$V_b = \frac{P_g \times T_b}{P_b \times T_g} \times V_g \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$V_b$ ——基准条件下的体积，单位：立方米（ $m^3$ ）；

$V_g$ ——测量条件下的体积，单位：立方米（ $m^3$ ）；

$P_b$ ——标准大气压力101.325kPa；

$P_g$ ——测量条件下的工作介质的绝对压力，单位：千帕（kPa）；

$T_b$ ——基准气体温度293.15K（ $t_b=20^\circ C$ ）；

$T_g$ ——测量条件下的工作介质的绝对温度（ $t_g+273.15$ ）K。

### 3.2 符号

下列符号适用于本文件，见表1。

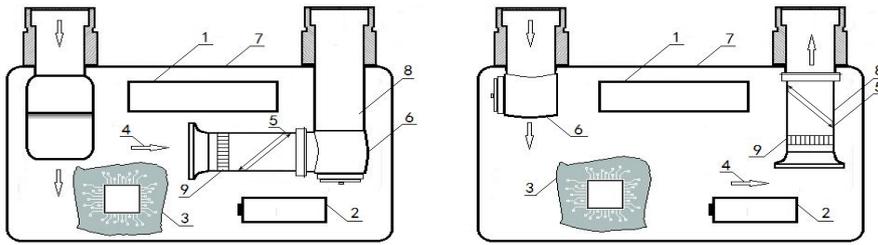
表 1 符号及相应说明

符号	名称	单位	备注
D	管道的直径	mm	
g	重力加速度	$m/s^2$	
MPE	最大允许误差	%	
$p_{max}$	最大工作压力	kPa	
$q_{max}$	最大流量	$m^3/h$	
$q_{min}$	最小流量	$m^3/h$	
$q_r$	过载流量	$m^3/h$	$q_r=1.2 q_{max}$
$q_s$	始动流量	$dm^3/h$	
$q_t$	分界流量	$m^3/h$	
$t_b$	基准气体温度	$^\circ C$	
$t_{b,i}$	不同温度及断续工作基准气体温度	$^\circ C$	
$t_i$	燃气表入口的温度	$^\circ C$	
$t_m$	环境温度	$^\circ C$	
$t_g$	工作介质温度	$^\circ C$	
$P_b$	标准大气压力	kPa	$P_b=101.325kPa$
$P_g$	工作介质压力	kPa	

## 4 结构和原理

### 4.1 结构

燃气表主要由壳体、燃气通道、超声波换能器、显示器、电路板（包含存储器、光学接口、通信模组）、电池和控制阀等部件组成，实现气体流量计量、预付费结算、阀门控制、本地及远程数据通信和流量分析等功能，计量与智能部分电路供电宜独立供电。燃气表的典型结构如图1所示：



图中：1 显示器；2 电池；3 电路板（包含计量与智能）；4 燃气流动方向；5 超声波换能器；6 控制阀（可选用）；7 外壳；8 燃气通道；9 燃气整流器（可选用）。

图 1 燃气表一般结构示意图

#### 4.2 原理

超声波在燃气介质中顺流方向和逆流方向的时间差与燃气的平均流速成正比，通过计算超声波的传播时间差与传播距离的关系计算得到燃气流速，由流速与声道在燃气表管道截面积的乘积即可获得到燃气的流量。时差法燃气表的工作原理如图2所示。

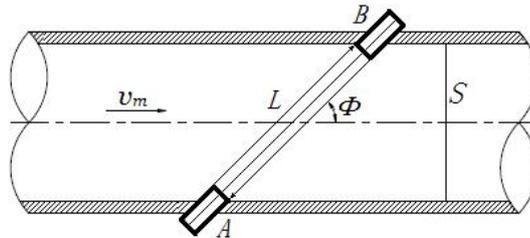


图 2 时差法燃气表的工作原理示意图

燃气表超声波顺流和逆流传播时间与各量之间的关系是：

$$t_{down} = t_{AB} = \frac{L}{c_f + v_m \cos \phi} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$t_{up} = t_{BA} = \frac{L}{c_f - v_m \cos \phi} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$t_{down}$  ( $t_{AB}$ ) —— 超声波在燃气中顺流传播的时间，单位：s；

$t_{up}$  ( $t_{BA}$ ) —— 超声波在燃气中逆流传播的时间，单位：s；

$L$  —— 声道长度，单位：m；

$c_f$  —— 声波在燃气中传播的速度，单位：m/s；

$v_m$  —— 燃气的平均速度，单位：m/s；

$\phi$  —— 声道角，单位：°。

根据公式（4）和公式（5）可推算出燃气的平均速度为：

$$v_m = \frac{L}{2 \cos \phi} \left( \frac{1}{t_{down}} - \frac{1}{t_{up}} \right) \quad \dots\dots\dots (6)$$

根据封闭管道中燃气的平均速度  $v_m$  与声道横截面面积  $S$  关系，则可得到瞬时流量。

$$q = 3600 \times v_m \times S \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$S$  ——声道横截面面积，单位： $m^2$ ；

$q$  ——瞬时流量，单位： $m^3/h$ 。

## 5 技术要求

### 5.1 总则

本文件中基表的技术要求应符合GB/T 39841—2021中第5章要求。

### 5.2 流量范围

燃气表的最大流量值、最小流量上限值、分界流量、始动流量最大值及过载流量应符合表2的规定。

表2 流量范围

规格	$q_{max}/ (m^3/h)$	$q_{min}$ 的上限值 $m^3/h$	$q_t/ (m^3/h)$	$q_s$ 的最大值 $dm^3/h$	$q_r/ (m^3/h)$
1.6	2.5	0.016	0.25	3	3.0
2.5	4	0.025	0.4	5	4.8
4	6	0.04	0.6	5	7.2
6	10	0.06	1.0	8	12.0
10	16	0.1	1.6	13	19.2
16	25	0.16	2.5	13	30
25	40	0.25	4.0	20	48
40	65	0.4	6.5	32	78
65	100	0.65	10.0	32	120
100	160	1	16.0	50	192

规格里的数字表示燃气表的公称流量值，一般会在前面加上表示一定含义的字母，如G2.5。

燃气表的最小流量值和分界流量值可以比表2所列的最小流量上限值和分界流上限值小，但是该值应是表中某个值，或是某个值的十进位约数值。

### 5.3 最大工作压力

制造商应声明燃气表的最大工作压力（各性能指标符合标准要求），此数值工作压力应标示在铭牌上。

### 5.4 温度范围

燃气表的最小工作环境温度范围为 $-10^{\circ}C \sim +40^{\circ}C$ ，且适应工作介质温度变化范围应不小于40K，最小贮存温度范围为 $-20^{\circ}C \sim +60^{\circ}C$ 。工作介质温度范围不应超出工作环境温度范围。

制造商应声明工作介质温度范围及工作环境温度范围。

制造商可声明更宽的工作环境温度范围，从-10℃、-25℃或-40℃到+40℃、+55℃或+70℃，或更宽的贮存温度范围。燃气表应符合所声明温度范围的相应要求。

如果制造商声明燃气表能耐高温环境温度，则燃气表应符合耐高温环境温度试验要求，并应有相应的标记。

除非另有规定，本文件中所有试验温度应在规定温度的±2℃内。

## 5.5 计量特性

### 5.5.1 示值误差

燃气表显示的累积示值误差应符合以下要求：

——初始MPE：应符合表3要求；

——耐久MPE：不应超过初始MPE的2倍。

表3 准确度等级和最大允许误差

准确度等级	流量 $q$ $m^3/h$	最大允许误差 (MPE)	
		初始	耐久
1.0 级	$q_{min} \leq q < q_t$	±2%	±4%
	$q_t \leq q \leq q_{max}$	±1.0%	±2%
1.5 级	$q_{min} \leq q < q_t$	±3%	±6%
	$q_t \leq q \leq q_{max}$	±1.5%	±3%

若燃气表内置温度或者压力、温度转换功能，示值误差应满足表4要求。

表4 内置气体温度或压力、温度转换功能的燃气表的最大允许误差

流量 $q$ $m^3/h$	最大允许误差 (MPE)			
	初始		耐久	
	1.0 级	1.5 级	1.0 级	1.5 级
$q_{min} \leq q < q_t$	±2.5%	±3.5%	±5%	±7%
$q_t \leq q \leq q_{max}$	±1.5%	±2%	±3%	±4%

### 5.5.2 抗扰动流

燃气表应具有气流防扰动功能，在燃气表的进、出气口安装扰流器，燃气表在 $q_{max}$ 、 $0.2q_{max}$ 流量点的示值误差不应超过初始MPE的3倍。

### 5.5.3 高频脉动流量

燃气表应具备抗高频脉动流的功能。

高频脉动流实验项目的流量点、脉动流采集波形和单个周期开关阀时间参考表5。

高频脉动流条件下的示值误差与连续流条件下的示值误差之差应不超过表3规定的初始MPE的3倍。

表5 高频脉动流量试验

流量点	脉动流（方波波形）		
	单周期开阀时间 S	相位调整时间 $S_r$	脉动波形
$0.07q_{\max} \sim 0.375q_{\max}$	$0.125 T_c$	$0.025 T_c$	$0.125 T_c$ 开, $0.125 T_c$ 关

采样周期（ $T_c$ ）不宜超过2s。如果采用更长采样周期，则制造商应保证在脉动流或不稳定流的情况下不会影响到燃气表的计量性能。

## 5.6 电磁兼容

### 5.6.1 磁场抗扰度

为适应在较为复杂的工况下使用，燃气表在受到磁近场干扰时，计量性能应符合以下要求：

- 流量 $q$ 等于零时，燃气表的累积量显示内容不应变化；
- 流量为 $q_{\max}$ 时，燃气表的示值误差不应超出表3规定的初始MPE的3倍；
- 燃气表受干扰情况下，应有报警提示。

### 5.6.2 电场抗扰度

为防止高能量电近场对燃气表计量性能产生干扰，燃气表在受到电近场干扰时，计量性能应符合以下要求：

- 流量 $q$ 等于零时，燃气表的累积量显示内容不应变化；
- 流量为 $q_{\max}$ 时，燃气表的示值误差不应超出表3规定的初始MPE的3倍；
- 燃气表受干扰情况下，应有报警提示。

## 5.7 机械波噪声抗扰度

燃气表超声换能器应能抵抗外界机械波噪声干扰，计量性能应符合以下要求：

- 流量 $q$ 等于零时，燃气表的累积量显示内容不应变化；
- 流量为 $q_{\max}$ 时，燃气表的示值误差不应超出表3规定的初始MPE的3倍；
- 燃气表受干扰情况下，应有报警提示。

## 5.8 电池

### 5.8.1 供电方式

燃气表计量部分应独立供电，且宜采用锂电池，智能部分可采用锂电池或者碱电池独立供电。

- 电池应符合GB/T 8897.1要求；
- 锂电池应符合GB/T 8897.4要求。

### 5.8.2 电池更换要求

如果电池为可以更换的，则应能从燃气表的前方操作电池盒，并且其设计应使授权人员不用移动表的安装位置，也应无需打开任何计量封印，且在2分钟内可完成电池的更换。制造商应在铭牌、标识牌或产品说明书中指明采用何种电池。

如采用锂电池供电，电池盒应单独密封以使未经授权的操作能留下可见痕迹。

### 5.8.3 电池寿命

如采用锂电池供电，计量电池寿命应大于检定周期。

## 5.9 本地通信

应具备光学通信接口，用于实现本地通信，获取燃气表用气量、瞬时流量等信息，通信接口规范参考IEC 62056-21 第21部分：局域数据直接交换第4章要求，同时也可以扩展蓝牙通信接口或其他通信接口，用于燃气表的日常维护。

本地通信协议中必须支持通用读取数据指令，便于燃气表统一获取用气量等信息，同时可支持制造商自定义命令。

通信协议规范宜参照附录A。

## 5.10 存储

燃气表应采用非易失性存储器，存储器中应存储但不限于以下内容：

- 计量相关信息；
- 至少60天日累积用气量；
- 至少24个月累积用气量；
- 至少64条事件记录；
- 至少32条操作日志记录。

存储器上数据不允许非授权修改，授权允许更改时，应产生对应的日志，累积用气量和日志中必须含有时间戳（年、月、日、时）。

计量相关参数存储要求如下，并且数据应该受电子封印的管理：

- 应具有独立于其它参数的存储空间；
- 应具有有效校验机制；
- 应具有备份存储空间。

## 5.11 控制阀

### 5.11.1 密封性

当控制阀处于关闭状态、进气压力为4.5kPa~5kPa时，控制阀允许的内泄漏量不应大于0.55dm<sup>3</sup>/h。

### 5.11.2 带压开关

在正常工作压力下，控制阀应能够正常开关。

### 5.11.3 控制阀寿命

控制阀在开关5000次后仍能正常开关，密封性仍应符合5.11.1要求。

## 5.12 封印

燃气表的机械封印应符合以下要求：

- 燃气表的构造应使任何能够影响燃气表计量性能的机械干扰在燃气表、检定封印或保护标志上留下永久性的损坏痕迹；
- 应能有效保护任何调节燃气表性能与特定参数的装置。

燃气表的电子封印应符合以下要求：

- 计量代码和计量相关参数应具有独立电子封印并设定为最高安全等级；
- 只能通过可以更新的口令或代码，或者用特定的装置进入；
- 操作记录应独立于其他事件记录存储，存储空间不低于10条，记录日志包括操作的日期、时间和确认该操作的关键要素，可通过指令近场或远程上传至管理系统，操作记录在存储器内应至少保存2年；

——当燃气表经检定机构判定其准确性有偏差而需调整时，应具有燃气表制造商授权的、不同于其他密钥的、有效检验合法性的口令或代码，进行修改或调整。

## 6 功能要求

### 6.1 通信功能

#### 6.1.1 总则

通信方式可采用NB-IOT、GPRS、CAT1等无线通信技术，若采用NB-IOT通信方式其技术要求应符合T/CGAS 006-2019的相关要求。

#### 6.1.2 通信内容

通信内容应具备但不限于以下内容：

- 工况累积量；
- 标况累积量（若具备）；
- 温度（若具备）；
- 压力（若具备）；
- 燃气表异常状态；
- 电池电压；
- 管道内介质声速。

### 6.2 流量分析功能

#### 6.2.1 总则

燃气表应具有通过分析瞬时流量及流量持续时间等信息，分辨小流量、大流量、恒流量等状态，并通过显示器进行相应提示。燃气表具有远程通信功能时，应将分析结果即时上传管理平台。

#### 6.2.2 小流量分析

燃气表应具有长时间小流量分析功能，当长时间小流量持续出现（一般小于20L/h，持续5h以上）时，燃气表应在液晶屏上显示。燃气表具有远程通信功能时，应将状态即时上传管理平台。

#### 6.2.3 大流量分析

燃气表应具有大流量分析功能，当流量大于设定值（一般 $1.2q_{max}$ ）时，持续时间大于设定时间（一般为120s），燃气表应立即在液晶屏上显示，为了保护燃气表的计量性能，应切断控制阀。燃气表具有远程通信功能时，应将状态即时上传管理平台。

#### 6.2.4 恒流量超时分析

燃气表应具有恒流量超时分析功能，当长时间恒流量（在设定流量波动范围内、持续时间超过设定时间）出现，燃气表应立即在液晶屏上显示。燃气表具有远程通信功能时，应将状态即时上传管理平台。

### 6.3 长期未使用切断功能

在正常使用条件下，为了保护燃气表的计量性能，当燃气表在设定的时间（最长30 d）内未检测到流量，应切断控制阀。燃气表具有远程通信功能时，应向管理平台上报报警信息和控制阀状态信息，关闭后可以通过燃气表按钮打开控制阀。

## 6.4 结算功能

### 6.4.1 燃气表计费功能

应符合T/CGAS 003-2017 民用智能燃气表通用技术要求中6.2.2要求。

### 6.4.2 燃气表结算控制功能

应符合T/CGAS 003-2017 民用智能燃气表通用技术要求中6.3.1要求。

### 6.4.3 燃气表结算防护功能

应符合T/CGAS 003-2017 民用智能燃气表通用技术要求中6.3.5要求。

## 6.5 实时时钟

燃气表应具备实时时钟功能，并且满足以下要求：

——当燃气表电池寿命小于燃气表寿命时，燃气表应具备时钟电池；

——燃气表具有远程通信功能时，应具有远程校时功能，日偏差小于等于3s。

## 6.6 显示信息

### 6.6.1 总则

应符合GB/T 39841-2021中5.6的要求。

### 6.6.2 显示内容

燃气表主屏应显示必要信息，应至少包括声速、累积用气量、瞬时流量、剩余气量或金额（若具备）、温度（若具备）、压力（若具备）、电源电压以及燃气表运行的状态参数和故障信息。

### 6.6.3 分辨力

#### 6.6.3.1 显示的位数和分辨力

燃气表显示的位数和分辨力应符合表6的规定。

表 6 显示的位数和分辨力

$q_{\max}$ (m <sup>3</sup> /h)	用户模式			检测模式
	末位数字代表的最大体积值 dm <sup>3</sup>	最少累积显示位数 m <sup>3</sup>	最少显示位数	分辨力 dm <sup>3</sup>
$q_{\max} \leq 10$	1	12345.678	8	$\leq 0.1$
$16 \leq q_{\max} \leq 100$	10	123456.78	8	$\leq 1$
160	100	1234567.8	8	$\leq 10$

#### 6.6.3.2 检测信号的分辨力

燃气表应有满足检测需要的信号输出，如光电信号、脉冲信号或通信信号，信号的分辨力应符合表7的规定。

表 7 检测信号的分辨力

流量 $q$	检测信号的最小分辨力					
	$q_{\max} \leq 10\text{m}^3/\text{h}$		$16\text{m}^3/\text{h} \leq q_{\max} \leq 65\text{m}^3/\text{h}$		$q_{\max} \geq 100\text{m}^3/\text{h}$	
$q_t \leq q \leq q_{\max}$	0.2 pul/L	5 L/pul	0.1 pul/L	10 L/pul	0.05 pul/L	20 L/pul
$q_{\min} \leq q < q_t$	1 pul/L	1 L/pul	0.2 pul/L	5 L/pul	0.1 pul/L	10 L/pul

注：pul 为脉冲；分辨力可以比以上值更小

## 6.7 固件升级（可选）

燃气表具有远程通信功能，可支持远程固件升级功能。固件升级前后燃气表使用累积量应保持一致，示值误差满足表3要求，且示值误差不受影响，其它可配置参数不应发生变化。

## 7 试验方法

### 7.1 总则

如果燃气表有标准模式和测试模式，那么标准模式和测试模式的平均误差之差的绝对值不超过不超过1/5初始MPE，则本文件中后续规定的试验项目应以测试模式进行，否则本文件中后续规定的试验项目应以标准模式进行。

燃气表应具有脉冲当量输出。

本文件中基表的试验方法按照GB/T 39841—2021中第6章的方法。

### 7.2 计量特性

#### 7.2.1 示值误差

若燃气表不具备内置气体压力、温度转换功能，试验方法按照GB/T 39841—2021中6.2.1的方法。

若燃气表内置气体温度转换功能，试验方法按照GB/T 39841—2021中附录B.2的方法。

若燃气表内置气体压力、温度转换功能，试验方法按照GB/T 39841—2021中附录B.3的方法。

#### 7.2.2 扰动流影响

可根据燃气表结构特点设计相应的扰流器，典型扰流器见图3所示。

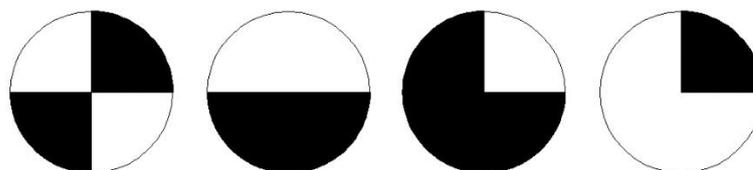


图3 扰流器示意图

应对不同形状扰流器进行分别测试，确保一对扰流器的形状相同。

放置于燃气表进、出气口，且干扰片尽量靠近燃气表进气口。记录扰流器初始角度，在 $q_{\max}$ 、 $0.2q_{\max}$ 流量点进行一组示值误差测试。随后顺时针重新调整扰流器位置，宜采用 $90^\circ$ 调整，再次进行示值误差测试。按照上述步骤循环操作完成 $180^\circ$ 、 $270^\circ$ 情况下的示值误差测试。

更换扰流器形状后再次按照上述步骤循环操作至完成所有形状扰流器测试，取示值误差最大值作为最终结果，结果应符合5.5.2要求。

### 7.2.3 高频脉动流

将燃气表设置为标准模式并置于表5的条件下进行试验，试验次数不小于3次。试验完成后在当前流量点进行1次与该项目等时长的持续流量试验。示值误差满足5.5.1要求。

单次试验过程中，宜插入1~3次相位调整（相位调整时间 $S_r=0.025T_c$ ）用于确认燃气表采样过程是否存在缺陷，单次脉动流量试验时间一般可按公式（8）计算， $S_d$ 取值范围为0.75~1.25，实际可按1.25选取缩短测试时间。

$$t = \frac{250 \times T_c^2}{S \times S_d^2} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$T_c$  ——采样周期，单位：秒（s）；

$S$  ——单周期开阀时间，单位：秒（s）；

$S_d$  ——标准偏差；

$t$  ——试验时间，单位：秒（s）。

## 7.3 电磁兼容

### 7.3.1 磁场抗扰度

燃气表流量为零的状态下，使用磁近场发生装置，产生功率为50W，频率范围（20~5000）kHz的磁近场，参照图4示例，将燃气表放置于磁近场中，由低到高调节干扰源频率范围，频率调节步进量按照表8划分的频率段进行调节。调节频率后，在该频率点下观察燃气表1分钟内气体累积量的变化情况。

燃气表在最大流量下，按照上述步骤对燃气表进行磁近场干扰，计算燃气表在磁近场干扰状态下与流量标准装置的累积流量示值误差是否满足5.6.1要求。

表 8 频率调节步进量

频率范围 (kHz)	步进量 (kHz)
20~99	0.01
100~999	0.1
1000~5000	1

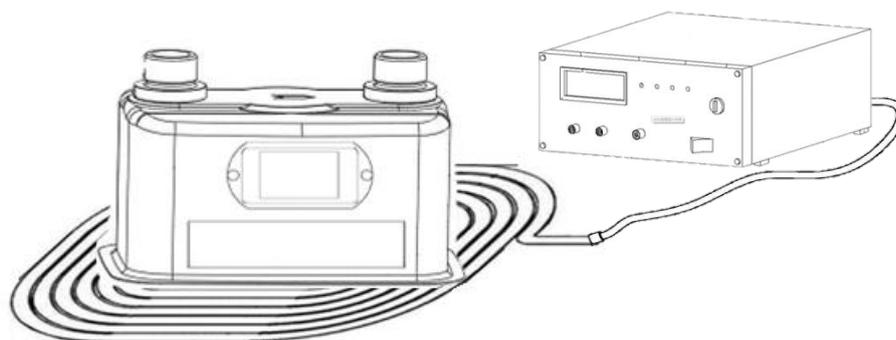


图4 磁近场干扰示意图

### 7.3.2 电场抗扰度

燃气表流量为零的状态下，使用电近场发生装置，产生功率为30W，频率范围（20~5000）kHz的电近场，参照图5示例，将燃气表放置于电近场中，由低到高调节干扰源频率范围，频率调节步进量按照表6划分的频率段进行调节。调节频率后，在该频率点下观察燃气表1分钟内气体累积量的变化情况。

燃气表在最大流量下，按照上述步骤对燃气表进行电近场干扰，计算燃气表在电近场干扰状态下与流量标准装置的累积流量示值误差是否满足5.6.2要求。

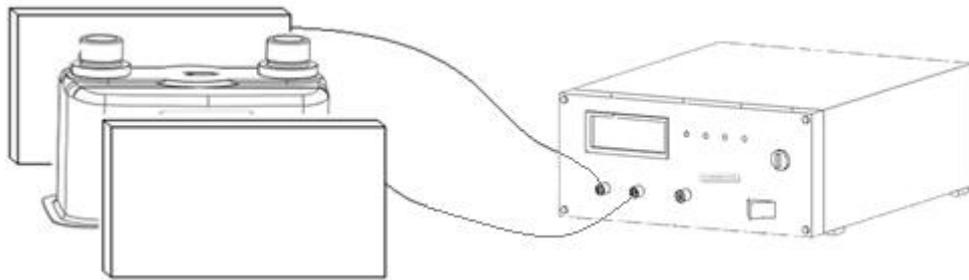


图5 电近场干扰示意图

### 7.4 机械波噪声抗扰度

在零流量和 $q_{max}$ 流量点下进行本实验。

将试验用超声换能器与频率范围（100~1000）kHz，功率为60W的机械波噪声源进行连接，对燃气表内置超声波换能器进行噪声干扰。调整噪声源频率，使其带通中心频率与燃气表超声波换能器带通中心频率相同。将高通频率设置为不高于使试验用超声波换能器输出下降到90%的频率，将低通频率设置为不低于使试验用超声波换能器输出下降到90%的频率。频率调节步进量按照表6划分的频率段进行调节。将噪声源驱动的超声波换能器接触放置于尽可能接近燃气表内置超声换能器处进行噪声干扰。

结果应符合5.7要求。

### 7.5 电池

#### 7.5.1 供电方式

去除燃气表智能部分的供电电池，检查燃气表计量功能，包括示值误差、显示、累积量、控制阀等功能是否正常。

#### 7.5.2 电池更换要求

检查是否能从燃气表的前方操作电池盒，并进行一次电池更换操作，检查是否能在2分钟内完成更换，检查计量电池封印是否受到破坏，且留下可见痕迹。

#### 7.5.3 电池寿命

燃气表内使用不可更换电池为燃气表计量功能进行供电时，燃气表平均工作电流的测试可结合表9三种状态测得的平均电流值与相应时间权重系数计算得到，具体计算方法可按式（9）计算。

$$\text{平均工作电流}(I_{av}) = \frac{(A \times 19 + B \times 4 + C \times 1) \times 10^{-3}}{24} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

- $I_{av}$  ——燃气表平均工作电流，单位：mA；  
 A ——24小时静态工作电流，单位： $\mu A$ ；  
 B ——4小时动态工作电流，单位： $\mu A$ ；  
 C ——1小时脉动流工作电流，单位： $\mu A$ 。

表9 平均工作电流测试参数表

符号	燃气表工作状态 ( $\mu A$ )	对应小时权重系数 (h)
A	24小时静态工作电流	19
B	4小时动态工作电流	4
C	1小时脉动流工作电流	1

测试开始前首先应将燃气表内超级电容去除，拔除燃气表计量模块供电仓内自带电池，使被测燃气表计量模块处于无任何内置电源供电的状态。使用外接电源对被测燃气表通入正常电压，使燃气表预热15分钟后开始测试。

24小时静态工作电流测试：将燃气表进出口封堵后，确保表内没有任何气体流通的状态下，使用电源分析仪器测试燃气表静置24小时后的工作电流值。

4小时动态工作电流测试：使用电源分析仪器测试燃气表在 $q_{max}$ 流量下持续运行4小时后的工作电流值。

1小时脉动流工作电流测试：使用电源分析仪器测试燃气表在高频脉动流量下持续运行1小时后的工作电流值。高频脉动流量可按照5.5.3表5的内容进行复现。

电池寿命可以按以下公式(10)计算：

$$N = \frac{E}{I_{av}} \times \eta \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$N$  ——计量电池额定工作寿命，单位：h；

$E$  ——电池标称容量，单位：mAh；

$I_{av}$  ——燃气表平均工作电流，单位：mA；

$\eta$  ——电池损耗系数，取常数0.7，表示考虑可能影响电池寿命的外部因素而进行的折损。

结果应符合对应功能要求中的5.8.3要求。

## 7.6 本地通信

采用通用光电接口工具与燃气表建立连接，通过制造商提供的检测工具读取燃气表数据，检查返回信息应符合5.9要求。

## 7.7 存储

通过本地通信接口或远程通信与燃气表建立连接，通过制造商提供的检测工具读取燃气表数据，检查读取数据内容、格式、数量等均应符合5.10要求。

通过检测工具，尝试分别在非授权、授权情况下对燃气表内的参数进行修改，结果应符合5.10要求。

## 7.8 控制阀

### 7.8.1 密封性

按照GB/T 39841-2021中6.6.6.1.1的方法进行试验，结果应符合5.11.1要求。

## 7.8.2 带压开关

将燃气表连接至稳压气源，调整至燃气表正常工作压力（5kPa以下），分别在低温、高温、实验室环境常温下放置24h，测试控制阀应能正常开关。

泄漏量应符合5.11.1要求。

## 7.8.3 控制阀寿命

在标准工作模式下，将带控制阀的燃气表以 $q_{max}$ 运行，并按以下方法开关5000次，开关速率小于10次/min：

- 在 $-10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  或制造商声明的更低温度下开关400次；
- 在 $+40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  或制造商声明的更高温度下开关400次；
- 在实验室环境温度下开关4200次。

以上每个温度点试验完成后，再进行密封性检查。

## 7.9 封印

### 7.9.1 燃气表机械封印

按照GB/T 39841-2021中6.5的方法进行试验，结果应符合5.12要求。

### 7.9.2 燃气表电子封印

通过制造商提供的工具，修改燃气表内计量相关参数，查看事件记录器内是否留下相应记录，事件记录器中记录的信息应至少包含：

- 改变参数的标识；
- 改变参数的值(现在或以前的值)；
- 改变的时间戳；
- 记录修改的参数和事件记录器记录的信息，断电后间隔一段时间（1分钟）再次确认记录器内的信息内容。

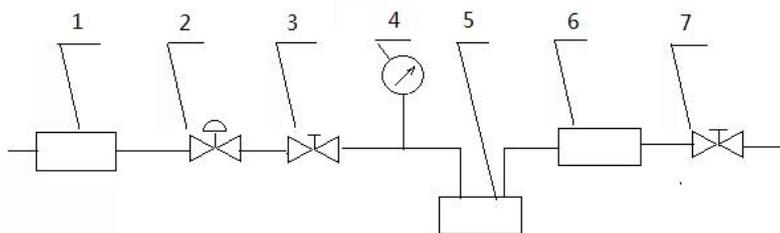
## 7.10 通信功能

通过制造商提供的系统软件，与燃气表建立正常通信，检查燃气表系统软件中具备的内容是否满足6.1.2要求。

## 7.11 流量分析功能

### 7.11.1 小流量分析

可按图6连接好装置，将燃气表与试验装置进行连接，并通过制造商提供的工具设置好持续时间（典型值为5h），确认连接管路完全密封无泄漏后，并记录燃气表当前时间，同时操控流量调节阀，将流经燃气表的气体流量调节至测试流量点（ $\leq 20\text{L/h}$ ），在保证测试流量稳定不波动的状态下持续通气，持续时间应超过设定值（典型值为5h）。模拟试验完成后，检查燃气表工作状态，结果应符合6.2.2要求，同时检查管理平台是否产生相应的状态信息。



1—恒压空气源    2—减压阀    3—进气阀    4—压力表    5—燃气表  
6—标准流量计    7—排气阀

图 6 试验装置示意图

### 7.11.2 大流量分析

按图6连接好装置，将燃气表流量进气口压力调整至2.5kPa，控制流量调节阀，将流经燃气表的气体流量调节至测试流量点（ $\geq 1.2q_{\max}$ ），并保持持续通气状态，持续时间应超过120秒，检查燃气表工作状态，结果应符合6.2.3要求，同时检查管理平台是否产生相应的状态信息。

### 7.11.3 恒流量超时分析

按图6连接好装置，将燃气表与试验装置进行连接，确认连接管路完全密封无泄漏后，调整流量调节阀使得燃气表瞬时流量为恒流量设置范围内（典型值0.8~1.2m<sup>3</sup>/h），在保证测试流量波动不超过10%的状态下持续通气，持续时间大于恒流量超时时间（典型值大于4h），检查燃气表工作状态，结果应符合6.2.4要求，同时检查管理平台是否产生相应的状态信息。

## 7.12 长期未使用切断功能

使燃气表处于零流量状态下，设置未使用切断天数为3天，记录燃气表时钟时间，当燃气表在3天内未检测到流量，控制阀应自动切断。随后操作临时复位按钮，再次观察燃气表控制阀的运行情况，结果应符合6.3要求，同时检查管理平台是否产生相应的状态信息。

## 7.13 结算功能

### 7.13.1 燃气表计费功能

按照T/CGAS 003-2017 民用智能燃气表通用技术要求中7.18.2的方法进行试验。

### 7.13.2 燃气表结算控制功能

按照T/CGAS 003-2017 民用智能燃气表通用技术要求中7.19.1的方法进行试验。

### 7.13.3 燃气表结算防护功能

按照T/CGAS 003-2017 民用智能燃气表通用技术要求中7.19.3的方法进行试验。

## 7.14 实时时钟

燃气表若支持远程校时功能，应采用制造商提供的工具进行校时，并比对时间差。结果应符合6.5要求。

## 7.15 显示信息

### 7.15.1 显示内容

通过目视检查主屏显示的信息，显示内容应满足6.6.2要求。

### 7.15.2 分辨力

#### 7.15.2.1 显示的位数和分辨力

通过目视检查，确认用户模式及检测模式下的分辨力是否符合表6的要求。

#### 7.15.2.2 检测信号的分辨力

按照制造商声明的方法设置对应的检测信号，使用适宜的测量工具检测信号分辨力是否符合表7的要求。

### 7.16 固件升级（可选）

按照制造商声明的方法进行固件升级，升级后的性能指标应满足6.7要求。

## 8 检验规则

### 8.1 型式检验

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 燃气表新产品定型时；
- 正式生产后如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 产品停产一年以上，再恢复生产时；
- 国家质量监督机构提出进行型式检验时。

型式检验的检验项目见表10。为了加速试验过程，检验机构可与制造商协商供给更多数量的燃气表。

### 8.2 出厂检验

该型号燃气表已经按 8.1 进行并通过型式检验。

每台燃气表须经制造商的质量检验部门检验合格，并附有产品合格证方能出厂。

出厂检验项目见表10。

表 10 检验项目一览表

序号	检验项目	型式检验	出厂检验		技术要求章条号	试验方法章条号
			全数检验	抽样检验		
1	示值误差	●	●	—	5.5.1	7.2.1
2	扰动流	●	—	—	5.5.2	7.2.2
3	高频脉动流量	●	—	—	5.5.3	7.2.3
4	磁场抗扰度	●	—	○	5.6.1	7.3.1
5	电场抗扰度	●	—	○	5.6.2	7.3.2
6	机械波噪声抗扰度	●	—	—	5.7	7.4
7	电池更换要求	●	—	—	5.8.2	7.5.2
8	电池寿命	●	—	—	5.8.3	7.5.3
9	本地通信	●	—	—	5.9	7.6

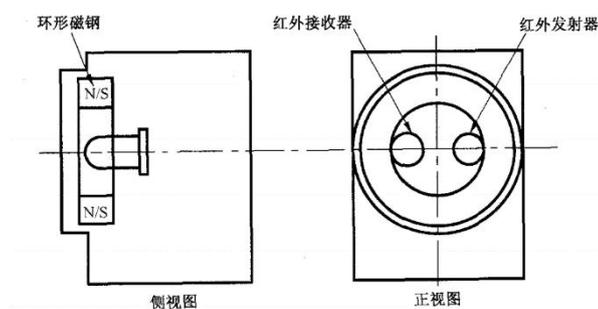
10	存储	●	—	—	5.10	7.7
11	控制阀	●	—	—	5.11	7.8
12	封印	●	—	○	5.12	7.9
13	通信功能	●	—	—	6.1	7.10
14	流量分析功能	●	—	—	6.2	7.11
15	长期未使用切断功能	●	—	—	6.3	7.12
16	结算功能	●	—	—	6.4	7.13
17	实时时钟	●	—	—	6.5	7.14
18	显示信息	●	—	—	6.6	7.15
19	固件升级（可选）	▲	—	—	6.7	7.16
注1：●为必检项目，○为抽检项目，▲为具有可选择性的必检项目，△为具有可选择性的抽检项目，—为不检项目。						
注2：“/”后的条款适用于出厂检验。						

## 9 包装、运输和贮存

包装、运输和贮存应符合GB/T-6968—2019第8章的规定。

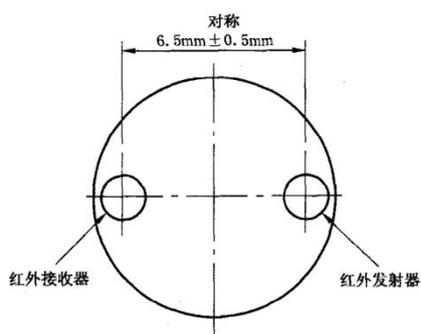
## 附录 A (规范性) 本地通信协议

### A.1 光学接口



#### A.1.1 读数头结构

图 A.1 读数头元件布置图



#### A.1.2 费率装置中光学接口元件的布置

图 A.2 光学口正视图

#### A.1.3 光学特性

##### A.1.3.1 波长

辐射信号的波长：900nm—1000nm（红外光）。

### A.2 字符传输

#### A.2.1 传输形式

按ISO/IEC 1177要求为异步串行（起始-停止）位传送，半双工模式。

#### A.2.2 传输速率

初始波特率：300。

标准波特率：300，600，1200，2400，4800，9600，19200。

特殊波特率根据需要设定。

注：最大速率可能受费率装置中的读数头或光学口的限制，或者是费率装置ITU-T建议V.28的限制。

### A.2.3 字符格式

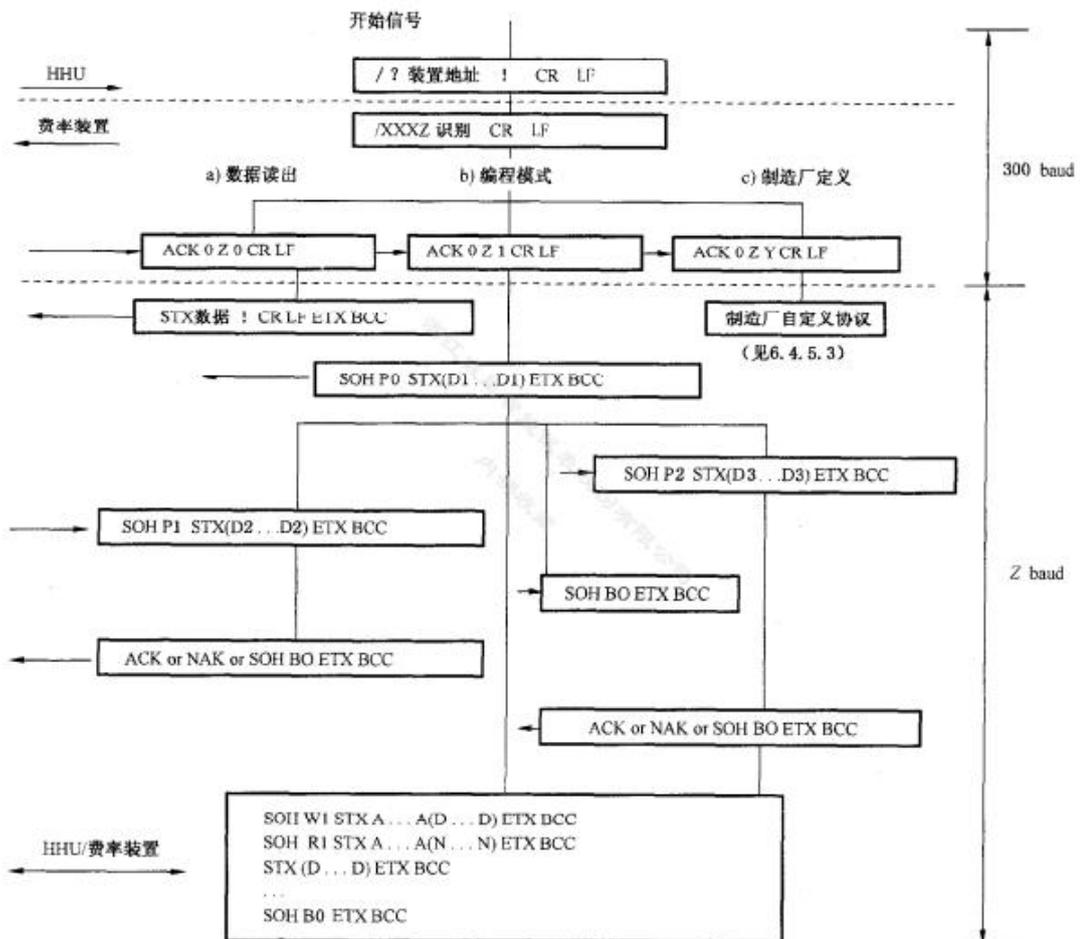
字符格式符合ISO/IEC 1177: 1985;

1个起始位，7个数据位，1个奇偶校验位，1个停止位。

### A.3 通信模式

#### A.3.1 协议模式C

支持带有波特率切换的数据交换，允许数据读出，带增强口令安全的编程和制造商定义模式。



A.3.2 协议模式C进程示意图

图 A.3 协议模式 C

通用数据读出消息格式举例说明（以装置地址“123456789”为例）：

主机发送请求指令	/	?	装置地址	!	CR	LF
	2FH	3FH	30H~39H	21H	0DH	0AH
终端回复	/	制造厂标识	5		CR	LF

波特率变换为9600	2FH	56H53H48H		35H	ODH	0AH
主机发送通用数据读出请求指令	ACK	0	5	0	CR	LF
	06H	30H	35H	30H	ODH	0AH
终端回复	ACK	数据	!		CR	LF

06H (31H32H33H34H35H4CH2FH68H) (30H31H32H33H34H35H36H37H4CH) ...21H ODH 0AH  
 数据含义 流量：12345L/h 累积量：01234567L

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 39841—2021 超声波燃气表
  - [2] T/CGAS 006-2019 基于窄带物联网(NB-IOT)技术的燃气智能抄表系统
  - [3] T/CGAS 003-2017 民用智能燃气表通用技术要求
  - [4] IEC 62056.21-2002 电能仪表-抄表、费率和负荷控制的数据交换
-