



江西省地方计量检定规程

JJG (赣) 07—2016

超声波燃气表

Ultrasonic gas meters

2016—03—31 发布

2016—03—31 实施

江西省质量技术监督局 发布

超声波燃气表 检定规程

Ultrasonic gas meters

JJG (赣) 07—2016

归口单位：江西省质量技术监督局

主要起草单位：江西省计量测试研究院

参加起草单位：浙江威星智能仪表股份有限公司

南昌市燃气有限公司

南昌中油燃气有限公司

本规程技术条文由江西省计量测试研究院负责解释

本规程主要起草人：

汤志彪（江西省计量测试研究院）

钱永安（江西省计量测试研究院）

夏 宁（江西省计量测试研究院）

参加起草人：

罗文兴（南昌市燃气有限公司）

龚寰平（江西省计量测试研究院）

黄晓才（江西省计量测试研究院）

胡海保（浙江威星智能仪表股份有限公司）

席 凯（南昌中油燃气有限公司）

朱 敏（江西省计量测试研究院）

目 录

1	范围.....	1
2	引用文献.....	1
3	术语和计量单位.....	1
3.1	术语.....	1
3.2	计量单位.....	1
4	概述.....	2
4.1	原理.....	2
4.2	结构.....	3
4.3	用途.....	3
5	计量性能要求.....	3
5.1	总则.....	3
5.2	密封性.....	4
5.3	压力损失.....	4
5.4	准确度等级和最大允许误差.....	4
6	通用技术要求.....	4
6.1	铭牌和标记.....	4
6.2	外观.....	4
6.3	流量范围.....	5
6.4	指示装置.....	5
6.5	附加装置.....	6
6.6	安全性能.....	6
6.7	防逆转功能.....	6
7	计量器具控制.....	6
7.1	检定条件.....	6
7.2	检定项目.....	7
7.3	检定方法.....	8
7.4	检定结果的处理.....	11

7.5 检定周期.....	11
附录 A 燃气表附加装置的功能检测.....	13
附录 B 检定证书/检定结果通知书内页信息格式.....	14

超声波燃气表检定规程

1 范围

本规程适用于以时差法为测量原理的超声波燃气表最大工作压力在 50kPa 以内(以下简称燃气表)的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 引用文献

本规程引用了下列文件:

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1002-2010 国家计量检定规程编写规则

JJG 577-2012 膜式燃气表

JJG 1030-2007 超声流量计

CJ/T 477-2015 超声波燃气表

EN 14236:2007 家用超声波燃气表 (Ultrasonic domestic gas meters)

凡是注日期的引用文件, 仅注日期的版本适用于本规程; 凡不注明日期的引用文件, 其最新版本(包括所有修改单)适用于本规程。

3 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 超声波燃气表 (ultrasonic gas meter)

采用超声波技术设计用来测量、记录并且显示通过的燃气体积的燃气表。

3.1.2 工作电源欠压值 (minimum operating voltage)

保证燃气表及附加装置正常工作所设定的最低电源电压值。

3.1.3 标准状态流量(the standard state flow)

又称标况流量, 是指压力为 101325Pa, 温度为 20 °C 状态下的体积流量。

3.1.4 工作状态流量(the working state flow)

又称工况流量, 是指在当前工作压力和温度状态下的体积流量。

3.1.5 光学端口(optical port)

采用如红外线发射和接收的串行数据端口。

3.1.6 工作模式 (operating mode)

获得燃气体积量的测量方法, 分为标准模式和测试模式。

3.2 计量单位

3.2.1 体积单位：立方米，符号 m^3 ；升，符号 L；立方分米，符号 dm^3 。

3.2.2 流量单位：立方米每小时，符号 m^3/h 。

3.2.3 压力单位：帕（斯卡），符号 Pa；千帕，符号 kPa。

3.2.4 温度单位：摄氏度，符号 $^{\circ}\text{C}$ 。

4 概述

4.1 原理

燃气表以测量声波在流动介质中传播的时间与流量的关系为原理。通常认为声波在流体中的实际传播速度是由介质静止状态下声波的传播速度 (C_f) 和流体轴向平均流速 (V_m) 在声波传播方向上的分量组成。按图 1 所示，顺流和逆流传播时间与各量之间的关系是：

$$t_{down} = t_{AB} = \frac{L}{(c_f + V_m \cos \phi)}$$

$$t_{up} = t_{BA} = \frac{L}{(c_f - V_m \cos \phi)}$$
(1)

式中：

t_{down} —— 超声波在流体中顺流传播的时间；

t_{up} —— 超声波在流体中逆流传播的时间；

L —— 声道长度；

c_f —— 声波在流体中传播的速度；

V_m —— 流体的轴向平均流速；

ϕ —— 声道角；

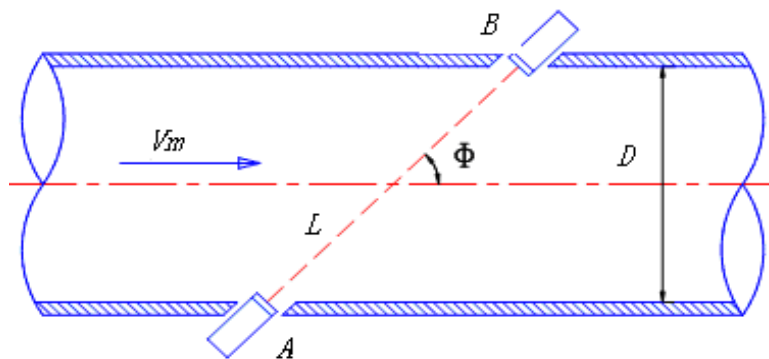


图 1 通用示意图

根据式 (1) 的两个公式得出流体流速及声波的传播速度的表达式:

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

$$C_f = \frac{L}{2} \left(\frac{1}{t_{down}} + \frac{1}{t_{up}} \right) \quad (3)$$

将测得的多个声道的流体流速利用数学的函数关系联合起来, 可得到管道平均流速的估计值 \bar{v} , 乘以过流面积 A , 即可得到体积流量 q_v , 如下式:

$$q_v = A \bar{v} \quad (4)$$

其中:

$$\bar{v} = f(v_1, \dots, v_k) \quad (5)$$

式中:

K ——声道数量。

注: 即便是给出了路径的数目, 但 $f(v_1, \dots, v_k)$ 的精确形式也会因声道排列情况以及数值计算方法的不同而不同。

4.2 结构

超声波燃气表主要由表体、声道、超声换能器及其安装部件、显示装置、信号处理单元等主要部件组成, 也可以带有控制阀门等其它附加装置。

4.3 用途

燃气表主要用于计量燃气的累积体积流量。

5 计量性能要求

5.1 总则

燃气表工作模式应具有标准模式 (正常采样) 和测试模式 (快速采样), 不同采样模式不应该影响燃气表的计量性能, 标准模式和测试模式之间的平均误差不应超过 0.3% ($q_t \leq q \leq q_{max}$) 和 0.6% ($q_{min} \leq q < q_t$)。

燃气表应通过物理或光学接口与检测装置连接, 测试开始和结束同步。

应由检定装置产生启动测试信号。燃气表测试模式下的响应 (体积读数) 应与采样时间同步, 燃气表应延迟其测试的响应直到其接收到开始命令的下一个采样周期。

向外发出计数信号(或传输数据)应与最后一个内部采样周期结束时刻同步。

注：这两个时刻之差不得大于启动/停止最高分辨率的独立计时器准确时连续测量时间之间的时间。如果要在2个方向上使用燃气表（正向气流和反向气流），2个方向都应进行所有的测试。

5.2 密封性

燃气表密封性试验，须输入 1.5 倍最大工作压力，持续时间不少于 3 min，将燃气表浸入水中或任何等效的其他方法，至少观察 30 s，燃气表不得漏气。

5.3 压力损失

压力损失最大允许值不超过表 1 的规定。

表1 压力损失最大允许值

最大流量 q_{\max} m^3/h	压力损失最大允许值 Pa	
	首次检定	带控制阀门类的首次检定
$q_{\max} \leq 10$	200	250
$16 \leq q_{\max} \leq 65$	300	375
$q_{\max} \geq 100$	400	500

5.4 准确度等级和最大允许误差

燃气表的准确度等级为 1.5 级，其最大允许误差应符合表 2 的规定。如采用非 1.5 级的燃气表，其最大允许误差应符合表 2 对应的原则。

表 2 准确度等级和最大允许误差

准确度等级		1.0 级		1.5 级	
		首次检定/ 后续检定	使用中检查	首次检定/ 后续检定	使用中检查
最大允许 误差	$q_{\min} \leq q < q_t$	$\pm 2\%$	$\pm 4\%$	$\pm 3\%$	$\pm 6\%$
	$q_t \leq q \leq q_{\max}$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 1.5\%$	$\pm 3\%$

6 通用技术要求

6.1 铭牌和标记

燃气表铭牌或表体应标明：制造计量器具许可证编号、制造商名称或者商标、产品名称、型号规格、准确度等级、出厂编号、流量范围、最大工作压力、制造年月、适用环境温度范围、其他有关技术指标（如适用）。

6.2 外观

新制造燃气表外壳涂层应均匀,不得有气泡、脱落、划痕等现象。显示的数字应醒目、整齐,表示功能的文字符号和标识应完整、清晰、端正。读数装置上的防护罩应有良好的透明度,没有影响畸变等妨碍读数的缺陷。燃气表应有封印。

封印包括计量封印和电子封印,电子封印应符合以下规定:

1. 只能通过一个口令或可以更新的起始码,或者用特定的装置进入;
2. 至少最后一次操作应记录到存储器,包括操作的日期、时间和确认该操作的特殊要素;
3. 操作记录在存储器内应至少保存 24 个月。

(关于电子封印主要功能是防止恶意篡改起始数,正常检测部门允许修改,但要有相关记录。)

6.3 流量范围

最大流量和对应的最小流量上限值列于表 3。燃气表可以具有比表 3 中所列的最小流量较小的数值,但应是表中所列值中的某个值或是某个值的十进位约数。

表 3 流量范围

序号	最大流量 q_{\max} m^3/h	最小流量 q_{\min} m^3/h	分界流 q_t m^3/h
1	2.5	0.016	0.25
2	4	0.025	0.4
3	6	0.04	0.6
4	10	0.06	1.0
5	16	0.10	1.6
6	25	0.16	2.5
7	40	0.25	4.0
8	65	0.40	6.5
9	100	0.65	10
10	160	1.0	16

6.4 指示装置

燃气表的计数器为电子显示式。显示内容应至少包括:工况下瞬时流量、累积流量等;对于具有温度压力修正功能的燃气表,应增加标况下累积流量、温度、压力等信息。

燃气表显示应满足燃气表累积流量在最大流量下工作 6000 h 而不回零的要求。其最小分度值和末位数码所表明的最大体积值应符合表 4 规定,或有检测信号输出且输出当量不大于 10L,如光电输出信号。

表 4 最小分度值上限

最大流量 q_{\max} m^3/h	最小分度值上限值 dm^3	末位数码代表的最大体积值 dm^3
$q_{\max} \leq 10$	0.2	1
$16 \leq q_{\max} \leq 100$	2	10
$q_{\max} = 160$	20	100

6.5 附加装置

如果燃气表装有附加装置,该装置对燃气表计量性能应无影响。带附加装置的燃气表的功能应该满足附录 A 的相应功能检测要求。

6.6 安全性能

燃气表须具有防爆合格证书。

6.7 防逆转功能

对带有控制阀门的燃气表,当气体流入方向与规定流向相反时,燃气表应能自动关闭控制阀门。对不带有控制阀门的燃气表,当气体流入方向与规定流向相反时,燃气表应提出报警信息,或者反向流期间的实际流量应在原值上累加,正反向流量都应符合最大允许误差要求。

7 计量器具控制

计量器具控制包括燃气表的首次检定、后续检定和使用中检查。后续检定包括有效期内的检定、周期检定以及修理后的检定。使用中检查包括检查燃气表的检定标记或检定证书、保护标记和示值误差的检查。

7.1 检定条件

7.1.1 标准器的不确定度应等于或优于被检表最大允许误差的 1/3。

7.1.2 配套设备如表 5 所示。

JJG (赣) 07—2016

表 5 配套设备

序号	设备名称	技术要求	用途
1	微压计	1 级或者准确度等级相当的其它压力计	测量压力损失
2	温度计	分度值 $\leq 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$	测量表前温度和标准装置液体和气体温度、环境温度等
3	压力计	分辨力 $\leq 10\text{ Pa}$	测量表前压和标准装置处的压力
4	精密压力表	分辨力 $\leq 200\text{ Pa}$	密封性试验
5	大气压表(计)	MPE: $\pm 2.5\text{ hPa}$	测量大气压力
6	湿度计	MPE: $\pm 10\% \text{ RH}$	测量环境湿度
7	秒表	分度值 0.01 s	测量时间

7.1.3 检定环境条件:

检定温度: $(20 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$

大气压力一般为: $(86 \sim 106)\text{ kPa}$

相对湿度: $45\% \sim 75\%$

7.1.4 被检表应在检定环境条件下放置 4 h 以上方可进行检定。

7.1.5 检定过程中, 标准器处的温度和被检表处的温度之差应不超过 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

7.1.6 检定介质为空气。

7.1.7 检定压力不得超过被检表最大工作压力, 检定系统不得漏气。

7.2 检定项目

首次检定, 后续检定和使用中检查的项目列于表 6 中。

表 6 检定项目一览表

序号	检定项目	检定类别		
		首次检定	后续检定	使用中检查
1	外观	+	+	+
2	密封性	+	+	+
3	压力损失	+	+	-
4	示值误差	+	+	+
5	附加装置功能检测	+	+	-

注: “+”表示需检项目; “-”表示不需检项目。

7.3 检定方法

7.3.1 外观

常规检查燃气表的外观，应符合本规程第 6 章“通用技术要求”中 6.1、6.2、6.3 和 6.4 的要求。

7.3.2 密封性

密封性试验如图 2 所示或采用其它等效的试验方法。输入 1.5 倍最大工作压力，持续时间不少于 3min，燃气表不得漏气。

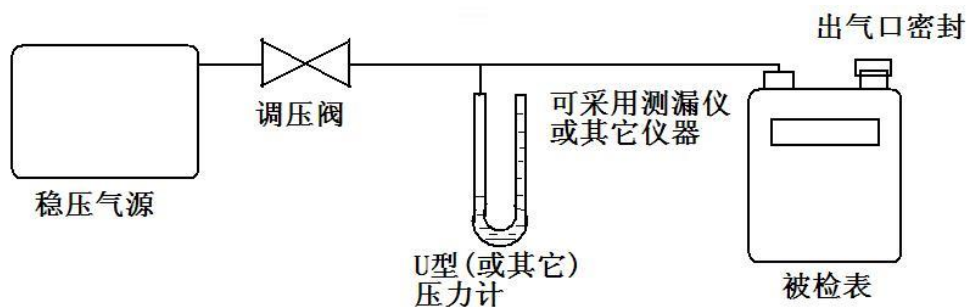


图 2 密封性试验

7.3.3 压力损失

压力损失是在最大流量条件下，使用倾斜式微压计或者准确度等级相当的其它型号压力计测量被检表的进气口和出气口之间的压力降，取最大值和最小值的算术平均值，按公式（6）计算。

$$\Delta p = \frac{\Delta p_{\max} + \Delta p_{\min}}{2} \quad (6)$$

式中：

Δp ——压力损失值，Pa；

Δp_{\max} ——压力降的最大值，Pa；

Δp_{\min} ——压力降的最小值，Pa。

7.3.4 示值误差

检定前，将被检表测量介质设置为空气，应以最大流量预运转不低于 2min。独立测量示值误差间的最大差值应不超过 0.6%（ q_{\min} 流量点除外）。

单次测量示值误差按公式（7）计算：

$$E = \frac{V_m - V_{\text{ref}}}{V_{\text{ref}}} \times 100\% \quad (7)$$

式中:

E —— 单次测量的示值误差, %;

V_m —— 燃气表的示值, dm^3 ;

V_{ref} —— 通过燃气表的气体实际值, dm^3 。

试验时应测量燃气表的入口和标准装置处的温度、压力, 按公式 (8) 进行温度、压力修正。

$$V_{\text{ref}} = V_s \frac{P_s T_m}{P_m T_s} \quad (8)$$

式中:

V_s —— 标准装置的示值, dm^3 ;

P_s —— 标准装置处的绝对压力, Pa;

T_s —— 标准装置处的热力学温度, K;

P_m —— 燃气表进口端的绝对压力, Pa;

T_m —— 燃气表进口端的热力学温度, K。

注: 一般地, 如果恒温室内标准器和被检表的气体温度差 $\leq 0.5^\circ\text{C}$, 可以不进行温度修正计算, 则单次测量示值误差公式 (7) 变成:

$$\delta = \frac{V_m - V_s}{V_s} - \frac{(P_s - P_m)V_m}{P_s V_s} \quad (9)$$

当压力差修正值 ($\delta_p = \frac{(P_s - P_m)V_m}{P_s V_s}$) 的绝对值不超过 0.2% 时, 可以不进行压力修正计算。则

单次测量示值误差公式 (7) 可以简化成:

$$\delta = \frac{V_m - V_s}{V_s} \times 100\% \quad (10)$$

7.3.4.1 示值误差检定时最少通气量应能满足计量准确的要求, 推荐不少于被检表最小显示值的 200 倍, 以消除周期性变化的影响。对 q_{min} 流量点的检定, 在能满足计量准确的前提下可适当减少最少通气量。

7.3.4.2 被检表检定流量点为小流量、中流量和大流量, 小流量检定点可在 ($q_{\text{min}} \sim 3q_{\text{min}}$) 选取、中流量为 $0.2q_{\text{max}}$ 和大流量为 q_{max} , 每个流量点至少检定两

次以上。小流量可检定一次，如果一次检定有疑问，应增加检定次数。二次测量所得示值误差间的最大差值应不超过 0.6%（小流量除外）。检定流量应不超过规定流量的 $\pm 5\%$ 。

7.3.4.3 示值误差检定方法

燃气表检定装置可采用钟罩式气体流量标准装置（以下简称钟罩，见图 3），标准表法流量标准装置（以下简称标准表法），以及能满足 7.1.1 条要求的其它气体流量标准装置，常用的标准表有湿式气体流量计（见图 4）、气体腰轮流量计和临界流流量计。

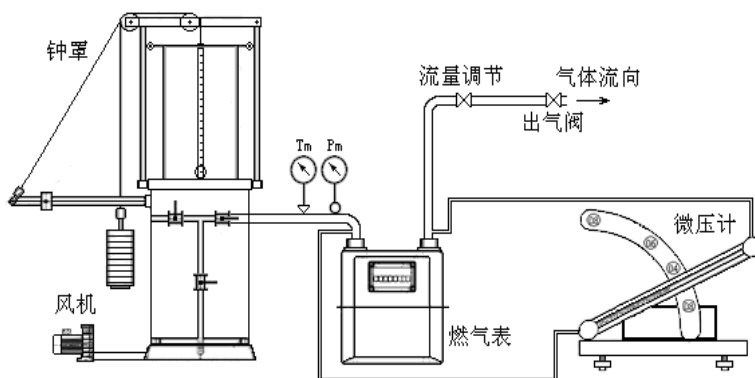


图 3 钟罩法检定示意图

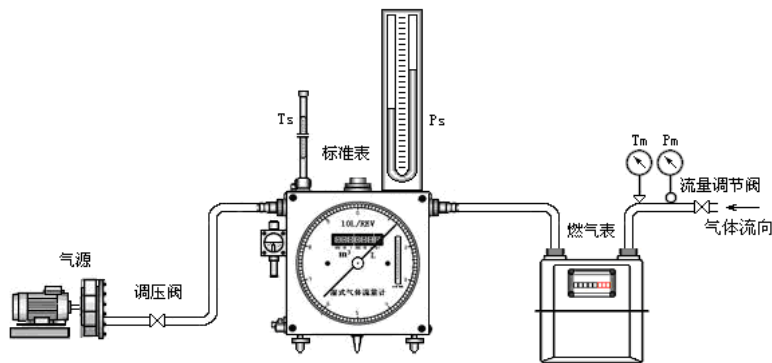


图 4 标准表法检定示意图

临界流流量计作为标准表的燃气表检定装置示意图如图 5 所示（负压法）。按检定流量点选择音速喷嘴。测量通过临界流流量计气体的滞止压力、滞止温度并计算出流过燃气表的实际体积值，将流过的气体实际体积值和燃气表的示值相比较并进行示值误差计算。正压法装置同理，示意图如图 6 所示。

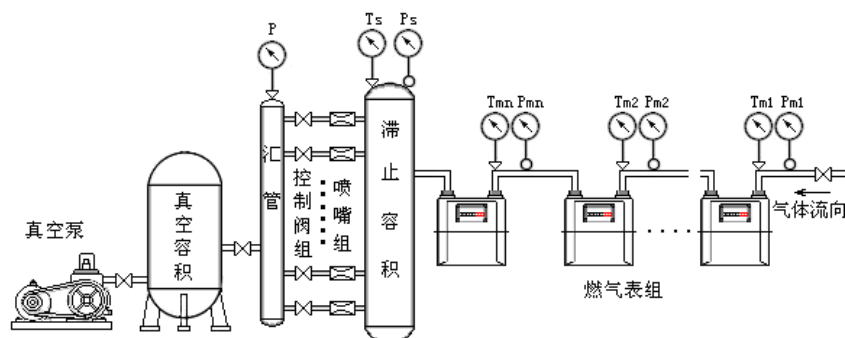


图 5 临界流流量计负压法检定示意图

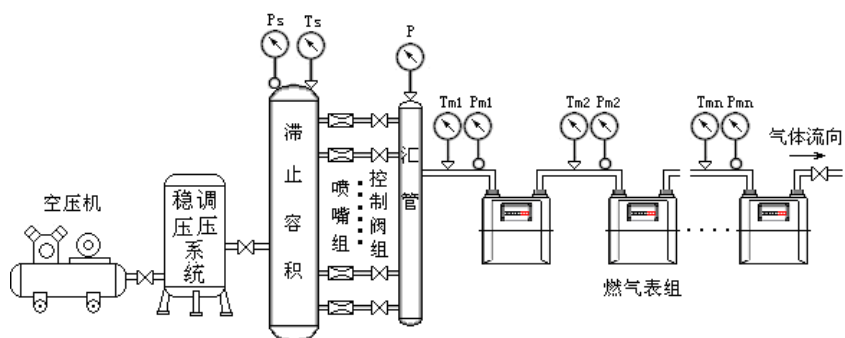


图 6 临界流流量计正压法检定示意图

a) 动态法

对于采用光电采样器进行采样的方式或者脉冲输出的标准装置和燃气表,可通过电脑采样器对信号自动采样或者人工读数方法,动态地获得燃气表和标准装置的体积、压力、温度值,计算得到通过燃气表实际体积 V_{ref} 。

b) 静态法

按照检定流量先调整好流量调节阀。关闭被检表后出气阀,等待标准器和被检表之间压力保持一致,检定系统稳定后,记录标准器和被检表起始值。打开被检表后出气阀,记录标准器和被检表检定时相关的温度、压力值。当燃气表运行到预定终止读数时,关闭出气阀,记录标准器和燃气表终止读数值,计算出标准器和燃气表体积值。

7.3.5 带附加装置燃气表的功能检测参照附录 A。

7.4 检定结果的处理

按照检定规程的规定和要求,检定合格的燃气表发给检定证书或加贴检定合格标识;检定不合格的燃气表发给检定结果通知书,并注明不合格项目。

7.5 检定周期

7.5.1 对于最大流量 $q_{\max} \leq 10 \text{ m}^3/\text{h}$ 的燃气表只作首次强制检定，限期使用，到期更换。

7.5.1.1 以天然气为介质的燃气表使用期限一般不超过 10 年。

7.5.1.2 以人工燃气、液化石油气等为介质的燃气表使用期限一般不超过 6 年。

7.5.2 对于最大流量 $q_{\max} > 10 \text{ m}^3/\text{h}$ 的燃气表的检定周期一般不超过 3 年。

附录 A

超声波燃气表附加装置的功能检测

A.1 技术要求

对带有附加装置的燃气表，需要根据产品说明书和产品所能达到的功能（在不破坏封印的情况下）进行检测。

A.1.1 提示功能

A.1.1.1 工作电源欠压

当燃气表工作电源欠压时，应有明确的文字符号、声光报警、关闭控制阀等一种或几种方式提示。

A.1.1.2 误操作

当燃气表遇到错误操作时，应予以文字符号、声光报警等一种或几种方式提示，关闭控制阀或维持原工作状态。

A.1.2 控制功能

A.1.2.1 预付费和用气控制

燃气表只要存有剩余气量就应能正常工作。当剩余气量为零气量时应能提示并关闭控制阀。若输入购气量时，应能打开控制阀恢复供气并正确显示输入气量的值。正常用气时表内气量应准确核减。

A.1.2.2 断电保护

燃气表断电之后应能立即关闭控制阀，恢复供电后应能正常打开控制阀，表内存储气量应与关阀前完全一致。

A.1.3 其它功能

其他功能应符合产品说明书（或者企业标准）明示的要求。

A.2 检测方法

采用专用检测工具，逐一检查各项功能。

A.3 结果处理

燃气表的各项功能与设计要求的相符的，判定为合格；存在一项及以上不符的，判定为不合格。

附录 B

检定证书/检定结果通知书内页信息及格式

B1 检定证书内页信息格式

B1.1 检定证书/检定结果通知书内页格式式样

证书编号 XXXXXX-XXXX					
检定机构授权说明					
检定环境条件及地点:					
温 度	℃	地 点			
相对湿度	%	大气压力	kPa	检定介质	空气
检定使用的计量标准装置					
名 称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量标准证书编号	有效期至	
检定使用的标准器					
名 称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	标准器检定/校准证书编号	有效期至	
检定技术依据:		《超声波燃气表》			

B1.2 检定项目及结果

序号	检定项目	检定结果
1	外观	
2	密封性	
3	压力损失	
4	示值误差	
5	附加装置功能检测	
6	检定结论	

B.2 检定结果通知书内页信息格式参照以上内容,并给出不合格项,检定结论为不合格。