

# 燃气热水器能效测量装置校准规范

## 1 范围

本规范规定了燃气热水器能效测量装置的计量特性、校准条件、校准项目及方法、校准结果不确定度评定和校准报告等内容。

本规范适用于家用燃气快速热水器及冷凝式家用燃气快速热水器的能效测量装置，燃气采暖热水炉及冷凝式燃气暖浴两用炉的能效测量装置可参照本规范执行，其他类似试验装置的校准亦可参考本规范。

本规范不适用于燃气容积式热水器的能效测量装置。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1261.9 家用燃气快速热水器和燃气采暖热水炉能源效率计量检测规则

GB 6932—2015 家用燃气快速热水器

GB/T 13611—2018 城镇燃气分类和基本特性

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

## 3 术语和计量单位

以下术语和计量单位适用于本规范。

### 3.1 热负荷 heat input

燃料在燃烧器中燃烧单位时间内所释放的热量。

注：热负荷的计量单位为 kW。

### 3.2 热效率 thermal efficiency

有效利用热量占燃气完全燃烧总放热量的百分比。

注：热效率的计量单位为 %。

## 4 概述

燃气热水器能效测量装置（以下简称“能效测量装置”）是一种测量燃气热水器热负荷和热效率的试验装置。能效测量装置通过测量燃气流量、燃气温度、燃气压力、进出水温度、液体流量（质量）、大气压力等参数，计算得到被测燃气热水器的热负荷和热效率，该装置通常包括温湿度计、温度测量系统、压力测量系统和流量测量系统等部分的仪器设备。

## 5 计量特性

能效测量装置及其仪器设备的典型测量范围和最大允许误差见表 1。

表 1 典型测量范围与最大允许误差

序号	仪器设备名称		典型测量范围	最大允许误差
1	温湿度计	温度	0 °C ~ 50 °C	±0.5 °C
		相对湿度	10% ~ 90%	±5.0%
2	温度测量系统	温度计（燃气）	0 °C ~ 50 °C	±0.10 °C
		温度计（液体）	0 °C ~ 80 °C	±0.10 °C
3	压力测量系统	压力计（燃气）	0 kPa ~ 5 kPa	±0.2%FS
		压力计（液体）	0 MPa ~ 0.6 MPa	±0.2%FS
		大气压力计	80 kPa ~ 120 kPa	±0.2%FS
4	流量测量系统	流量计（燃气）	50 L/h ~ 10 000 L/h	±1.0%
		流量计（液体）	20 L/h ~ 3 000 L/h	±0.5%
5	能效测量装置	热负荷	5 kW ~ 70 kW	±2.0%
		热效率	80% ~ 100%	±2.5%

注：所有仪器设备的最大允许误差要求均指测量装置及其仪器设备经修正后的最大允许误差。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：(20±5) °C。

6.1.2 相对湿度：(40~80)%。

6.1.3 大气压力：86 kPa~106 kPa。

6.1.4 交流电源：电压 (220±22) V，频率 (50±1) Hz。

6.1.5 校准环境通风换气良好，室内空气中一氧化碳含量应小于 0.002%，二氧化碳含量应小于 0.2%，且不应有影响燃烧的气流。

### 6.2 燃气要求

热负荷和热效率校准用天然气的华白数和燃烧势与 GB/T 13611—2018 规定值相对偏差应分别在 ±2% 和 ±3% 之内。校准过程中，天然气的华白数和燃烧势变化应不大于 2%，华白数和燃烧势的具体要求见 GB/T 13611—2018 附录 D。

校准用天然气为基准气，燃气压力为额定压力，额定压力为 2 000 Pa。

### 6.3 标准器及其他设备

对能效测量装置进行校准时，标准器及其他设备应满足表 2 的要求。

表 2 主要校准设备一览表

序号	仪器设备名称	技术要求	用途	备注
1	标准铂电阻温度计	温度范围覆盖被校温度测量系统二等及以上	测量温度的参考标准	也可采用满足技术要求的其他设备
2	电测设备（可测量电阻的数字多用表）	测量范围与标准铂电阻温度计相适应 0.005 级及以上	与标准铂电阻温度计配套使用	
3	恒温槽	控温范围与被校温度计相适应 水平温场 $\leq 0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ 垂直温场 $\leq 0.02\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度波动性 $\leq 0.04\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ min}$	恒温装置	应有足够的置入深度，保证在校准时的热损失可忽略
4	压力标准器	压力范围覆盖被校压力测量系统 0.05 级及以上	向压力测量系统提供标准压力	可为活塞式压力计、液体压力计、数字压力计或其他满足要求的标准压力计
5	露点仪	温度测量范围： $5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度最大允许误差： $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 露点温度测量范围： $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 露点温度最大允许误差： $\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$	测量湿度参考值	也可采用满足技术要求的其他设备
6	湿度发生器	相对湿度范围： $20\%\sim 95\%$ 温度范围： $5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 湿度稳定性：优于 $1.0\%$	湿度源	
7	温度计	测量范围： $0\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 扩展不确定度（ $k=2$ ）： $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$	测温湿度计	
8	标准流量计	流量范围应与被校流量测量系统的流量范围相适应 最大允许误差： 1) 液体流量计优于 $\pm 0.15\%$ ； 2) 气体流量计优于 $\pm 0.5\%$	测量流量参考值	
9	标准燃气热水器	输出的热负荷和热效率能够满足能效测量装置的常用测量范围 扩展不确定度（ $k=2$ ）： 1) 热负荷： $1.0\%$ ； 2) 热效率： $1.2\%$	提供热负荷和热效率参考值	标准燃气热水器的热效率和热负荷经计量授权机构计量检测赋值
注：除标准燃气热水器外，其余主要仪器设备均应具有有效的检定、校准证书。				

## 7 校准项目和方法

### 7.1 校准项目

能效测量装置的校准项目见表 3，实验室应根据装置功能及实际需求，选择相关的校准项目。

表 3 能效测量装置校准项目

序号	项目名称	技术要求条款	校准方法章节
1	温湿度计	5	7.2.2
2	温度测量系统	5	7.2.3
3	压力测量系统	5	7.2.4
4	流量测量系统	5	7.2.5
5	热负荷校准	5	7.2.6
6	热效率校准	5	7.2.7

### 7.2 校准方法

#### 7.2.1 校准前检查

校准前检查包括：

- a) 被校装置应有使用说明书及相关附件，非首次校准的应有上一次的校准证书。
- b) 被校装置外观完好，各部分装配正确、可靠、无缺件，无明显的损伤和变形。
- c) 被校装置确保能够正常工作。

#### 7.2.2 温湿度计校准方法

##### 7.2.2.1 温度示值误差校准

7.2.2.1.1 校准点可选择 10℃、20℃、30℃，至少 3 个校准点。必要时，可根据客户需求调整或增加校准点。

7.2.2.1.2 校准步骤如下。

a) 将被校温湿度传感器放入湿度发生器的测试室内，且同时放入露点仪的露点传感器和温度计。

b) 按校准点设定湿度发生器的温度值。当达到设定温度后稳定 30 min 开始读数，先后记录露点仪及被校湿度计的温度值，间隔 3 min 后重复读数一次，取两次读数算术平均值为标准器和被校温湿度计的温度示值。然后做下一个校准点，至所有校准点校准完毕。

7.2.2.1.3 被校温湿度计在该温度点上的示值误差按式 (1) 计算：

$$\Delta T = \overline{T}_c - \overline{T}_b \quad (1)$$

式中：

$\Delta T$ ——被校温湿度计在该温度点上的温度示值误差，℃；

$\overline{T}_c$ ——被校温湿度计的温度平均值，℃；

$\overline{T}_b$ ——标准器的温度平均值，℃。

### 7.2.2.2 湿度示值误差校准

7.2.2.2.1 选择常温（20℃）下至少3个校准点。必要时，可根据客户需求调整或增加校准点。

7.2.2.2.2 校准步骤如下。

a) 将被校温湿度传感器放入湿度发生器的测试室内，且同时放入露点仪的露点传感器和温度计。

b) 校准时，设定湿度发生器的温度值（20℃）。当温度平衡后，再设定湿度发生器的湿度值，校准点按照低湿（30%）到高湿（90%）的顺序进行。待温湿度达到设定值后稳定10 min，每隔2 min左右记录露点仪及被校温湿度计的相对湿度值，共记录3个数据，取3次读数算术平均值为标准器和被校温湿度计的相对湿度示值。然后做下一个校准点，至所有校准点校准完毕。

7.2.2.2.3 被校温湿度计在该湿度点上的相对湿度示值误差按式（2）计算：

$$\Delta H = \overline{H}_c - \overline{H}_b \quad (2)$$

式中：

$\Delta H$ ——被校温湿度计在该湿度点上的示值误差，%；

$\overline{H}_c$ ——被校温湿度计的相对湿度平均值，%；

$\overline{H}_b$ ——露点仪的相对湿度平均值，%。

### 7.2.3 温度测量系统校准方法

7.2.3.1 根据实际温度测量范围合理确定校准范围和校准点，校准点原则上应覆盖测量范围且一般不少于5个，常用的温度校准点可选择为：10℃、20℃、30℃、40℃、50℃、60℃、70℃、80℃等。必要时，可根据用户需求调整或增加校准点。

7.2.3.2 校准步骤如下。

a) 将标准铂电阻温度计与被校温度计同时插入恒温槽内，插入深度一般不小于100 mm，并处于相同有效温度区域内，如图1所示。

b) 将恒温槽设定至校准点并待其足够稳定，且标准铂电阻读数与校准点偏差不超过±0.2℃后，开始按顺序读取标准铂电阻和被校温度计的数据。读数过程中被校温度计读数保留小数点后两位，标准铂电阻温度计读数保留小数点后三位。

c) 待所有校准点完成后，对具有读数修正功能的装置，将校准结果或修正值写入温度测量系统，并至少选取3个典型校准点进行验证，同样读取一个周期数据。

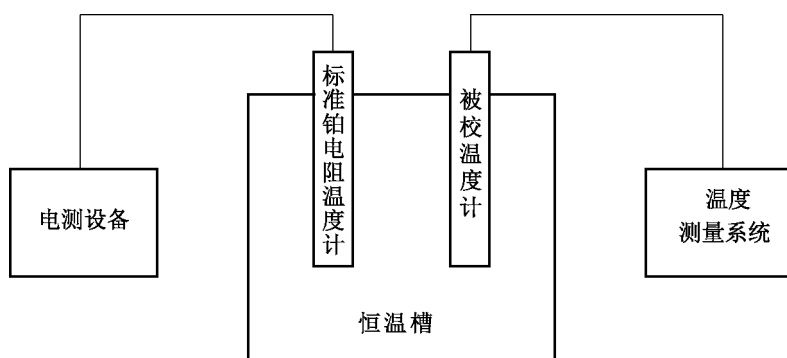


图1 温度计校准示意图

7.2.3.3 被校温度计的示值误差按式(3)计算:

$$\Delta T = T_c - T_b \quad (3)$$

式中:

$\Delta T$ ——被校温度计各校准点的示值误差, °C;

$T_c$ ——被校温度计各校准点的示值, °C;

$T_b$ ——标准铂电阻温度计各校准点的标准值, °C。

#### 7.2.4 压力测量系统校准方法

7.2.4.1 根据实际压力测量范围合理确定校准范围和校准点, 校准点原则上应覆盖测量范围且不少于5个。常用的压力校准点可参见表4。必要时, 可根据用户需求调整或增加校准点。

表4 压力计常用校准点选择

压力计类型	常用校准点
压力计(燃气)/kPa	0, 1, 2, 3, 4, 5
压力计(液体)/MPa	0, 0.15, 0.3, 0.45, 0.6
大气压力计/kPa	80, 90, 100, 110, 120

7.2.4.2 校准步骤如下。

a) 压力计校准如图2所示。校准前应调整压力标准器或被校压力计的安装位置, 尽可能使两者的受压点在同一水平面上。当两者的受压点不在同一水平面上时, 应考虑因工作介质高度差引起的误差。

b) 按照升压顺序, 依次平稳地将压力发生器调整至校准点并待其足够稳定, 读取压力标准器和被校压力测量系统示值。

c) 待所有校准点完成后, 对具有读数修正功能的能效测量装置, 现场将校准结果或修正系数写入压力测量系统, 并至少选取3个校准点进行验证。

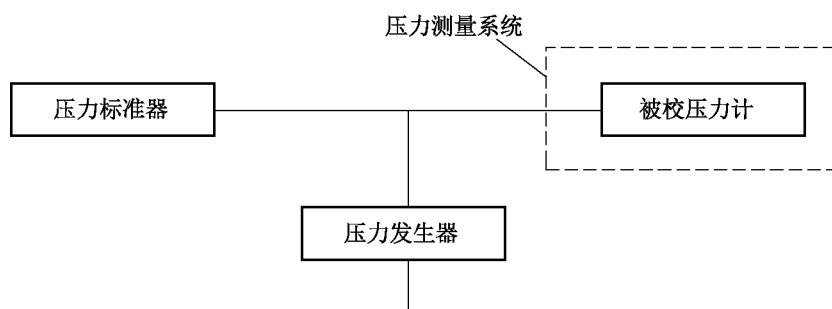


图2 压力计校准示意图

7.2.4.3 被校压力计的示值误差按式(4)计算：

$$\Delta P = P_c - P_b \quad (4)$$

式中：

$\Delta P$ ——被校压力计各校准点的示值误差，kPa 或 MPa；

$P_c$ ——被校压力计各校准点的示值，kPa 或 MPa；

$P_b$ ——压力标准器各校准点的标准值，kPa 或 MPa。

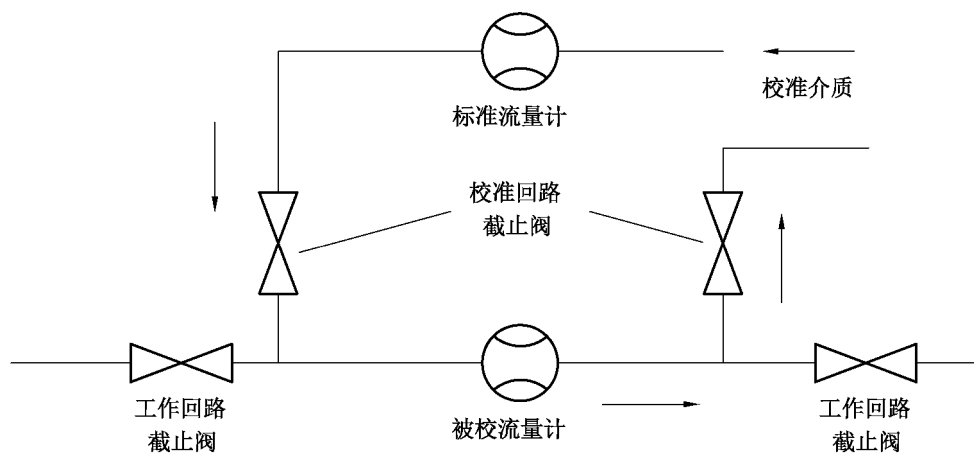
7.2.5 流量测量系统校准方法

7.2.5.1 当能效测量装置未预留在在线校准端口时，将流量计委托计量机构进行检定或校准。当能效测量装置预留在在线校准端口时，可采用下述方法对流量计进行在线校准。

7.2.5.2 应根据实际流量测量范围合理确定校准范围和校准点，校准点原则上应覆盖测量范围且不少于3个。必要时，可根据用户需求增加校准点。

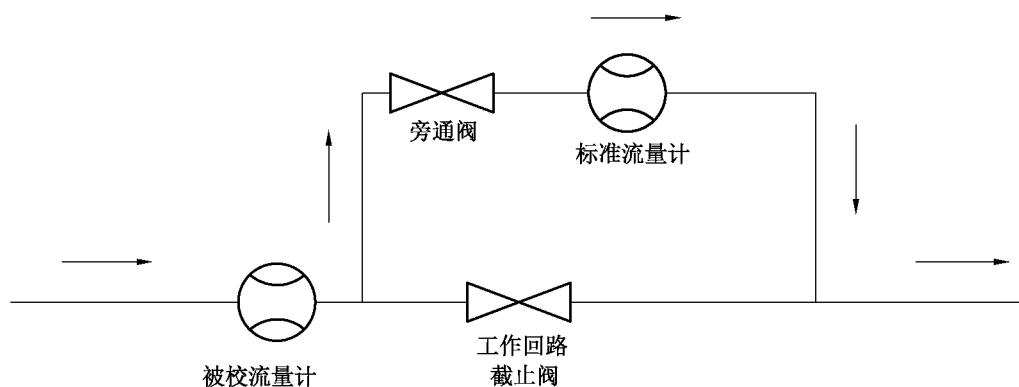
7.2.5.3 校准步骤如下。

a) 流量计校准可选择不限于图3中的两种串联方式。



a) 被校流量计串入校准回路

图3 流量计在线校准连接示意图



b) 标准流量计串入工作回路

图 3 (续)

b) 依次调节校准回路工作介质流量至校准点，待流量稳定后同时读取标准流量计和被校流量计的测量值。

7.2.5.4 被校流量计各校准点的相对示值误差按式 (5) 计算：

$$\delta = \frac{Q_c - Q_b}{Q_b} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

$\delta$ ——被校流量计各校准点的相对示值误差；

$Q_c$ ——被校流量计各校准点的示值，L/min 或 kg/min；

$Q_b$ ——标准流量计各校准点的标准值，L/min 或 kg/min。

## 7.2.6 热负荷校准方法

### 7.2.6.1 校准前准备

校准前，需完成表 3 中 1~4 的校准项目。

### 7.2.6.2 校准点的选取

校准点应根据被校装置的测量能力进行选择，选择与校准点相匹配的标准燃气热水器进行测量，不少于 2 个校准点。必要时，可根据用户需求增加校准点。

### 7.2.6.3 校准步骤

校准步骤如下：

a) 按照 GB 6932—2015 中图 11 的方式安装标准燃气热水器；

b) 供水压力为 0.1 MPa，确保进水温度为  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，且检测过程中水温波动要求不大于  $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

c) 启动燃气热水器，将燃气阀开至最大位置，调节流量确保热水器进出水温升为  $40\text{ K} \pm 1\text{ K}$ ；

d) 按照 GB 6932—2015 中表 12 的试验方法和公式求得实测折算热负荷。

e) 重复以上步骤，完成所有校准点的热负荷测量，并按式 (6) 计算被校装置热负荷的相对示值误差。

### 7.2.6.4 示值误差的计算

被校装置热负荷的相对示值误差按式 (6) 计算：



$$\delta_{\Phi} = \frac{\Phi_c - \Phi_b}{\Phi_b} \times 100\% \quad (6)$$

式中：

- $\delta_{\Phi}$ ——被校装置热负荷的相对示值误差；
- $\Phi_c$ ——被校装置的实测折算热负荷，kW；
- $\Phi_b$ ——标准燃气热水器的热负荷标称值，kW。

### 7.2.7 热效率校准方法

#### 7.2.7.1 校准点的选取

热效率校准与热负荷校准同步进行。校准点的数量与热负荷校准点的数量一致。

#### 7.2.7.2 校准步骤

校准步骤如下：

- a) 按照 GB 6932—2015 中图 11 的方式安装标准燃气热水器；
- b) 供水压力为 0.1 MPa，确保进水温度为  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，且检测过程中水温波动要求不大于  $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 启动燃气热水器，将燃气阀开至最大位置，调节流量确保热水器进出水温升为  $40\text{ K} \pm 1\text{ K}$ ；
- d) 按照 GB 6932—2015 中表 27 的试验方法和公式求得热效率；
- e) 重复以上步骤，完成所有校准点的热效率测量，并按式 (7) 计算被校装置热效率的相对示值误差。

#### 7.2.7.3 示值误差的计算

被校装置热效率的相对示值误差按式 (7) 计算：

$$\delta_{\eta} = \frac{\eta_c - \eta_b}{\eta_b} \times 100\% \quad (7)$$

式中：

- $\delta_{\eta}$ ——被校装置热效率的相对示值误差；
- $\eta_c$ ——被校装置的热效率实测值，%；
- $\eta_b$ ——标准燃气热水器的热效率标称值，%。

### 7.3 数据修约

按照以下要求进行数值修约：

- a) 温湿度计：温度示值保留至  $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度示值保留至  $0.1\%$ ；
- b) 温度测量系统：温度示值保留至  $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 压力测量系统：燃气压力计的压力示值保留至  $0.1\text{ Pa}$ ，液体压力计的压力示值保留至  $0.001\text{ MPa}$ ，大气压力计的压力示值保留至  $0.01\text{ kPa}$ ；
- d) 流量测量系统：流量示值保留至  $0.01\text{ L/min}$  或  $0.01\text{ kg/min}$ ；
- e) 热负荷校准：实测折算热负荷保留至  $0.01\text{ kW}$ ；
- f) 热效率校准：热效率实测值保留至  $0.01\%$ 。

## 8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映，校准证书应至少包含以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
  - b) 测量装置名称及地址；
  - c) 进行校准的地点（如果与测量装置地址不同）；
  - d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
  - e) 客户的名称和地址；
  - f) 被校对象的描述和明确标识；
  - g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
  - h) 如果与校准结果的有效性或应用有关时，应对被校对象的抽样程序进行说明；
  - i) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
  - j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
  - k) 校准环境的描述；
  - l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
  - m) 对校准规范的偏离的说明；
  - n) 校准证书和校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
  - o) 校准结果仅对被校对象有效的说明；
  - p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的说明。
- 校准原始记录格式见附录 A，校准证书内页格式见附录 B。

## 9 复校时间间隔

由于复校时间间隔应根据装置的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素决定，因此委托校准单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议复校时间间隔为 1 年。





以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/898051102134006052>