

# 河北省地方计量技术规范

JJF(冀) 182—2020

---

## 大口径电磁流量计在线校准规范

On Line Calibration Specification for  
Large Diameter Electromagnetic Flowmeters

2020-09-01 发布

2020-11-30 实施

---

河北省市场监督管理局 发布



# 大口径电磁流量计

## 在线校准规范

On Line Calibration Specification for  
Large Diameter Electromagnetic Flowmeters

JJF (冀) 182—2020

归口单位：河北省市场监督管理局

起草单位：河北省计量检测技术中心

河北省计量监督检测研究院

**本规范主要起草人：**

范玉涛（河北省计量检测技术中心）

武 磊（河北省计量监督检测研究院）

白之光（河北省计量监督检测研究院）

**参加起草人：**

高 明（河北省计量监督检测研究院）

姜巨勇（河北省计量检测技术中心）

# 目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语和计量单位.....	(1)
3.1 术语.....	(1)
3.2 计量单位.....	(2)
4 概述.....	(2)
4.1 工作原理.....	(2)
4.2 结构和用途.....	(2)
5 计量特性.....	(2)
5.1 在线示值误差.....	(2)
5.2 重复性.....	(3)
6 校准条件.....	(3)
6.1 环境条件.....	(3)
6.2 被校流量计安装现场条件.....	(3)
6.3 标准表安装现场条件.....	(3)
6.4 测量标准及其他设备.....	(3)
7 校准项目和校准方法.....	(4)
7.1 校准项目.....	(4)
7.2 校准方法.....	(4)
8 校准结果.....	(6)
8.1 在线示值误差.....	(6)
8.2 流量系数.....	(7)
8.3 重复性.....	(8)
8.4 流量计在线系数修正.....	(8)
9 校准结果表达.....	(8)
10 复校时间间隔.....	(8)
附录 A 校准记录参考格式.....	(9)
附录 B 校准证书(内页)参考格式.....	(11)
附录 C 大口径电磁流量计在线校准结果的不确定度评定(示例).....	(12)



# 引 言

本规范根据国内大口径电磁流量计的在线校准现状，参照 JJG 1033-2007《电磁流量计》检定规程和 CJ/T 364-2011《管道式电磁流量计在线校准要求》进行制定，主要技术指标也参照执行。

本规范所用术语，除在本规范中专门定义的外，均采用 JJF 1001-2001《通用计量术语及定义》和 JJF 1004-2004《流量计量名词术语及定义》。

根据 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》第 5.9 条，本规范将流量计在线示值误差、重复性列为计量特性，并作为在线校准的主要内容。

本规范是首次制定。

# 大口径电磁流量计在线校准规范

## 1 范围

本校准规范适用于密闭管道安装的、口径范围为(300~2000) mm的大口径电磁流量计(以下简称流量计)的在线校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件:

JJG 1030-2007 超声流量计

JJG 1033-2007 电磁流量计

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1004-2004 流量计量名词术语及定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

GB 24789-2009 用水单位水计量器具配备和管理通则

CJ/T 364-2011 管道式电磁流量计在线校准要求

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(包括所有的修改单)适用于本规范。

## 3 术语和计量单位

### 3.1 术语

#### 3.1.1 标准表(standard meter)

本规范中的标准表专指基于时差法原理、用于校准在线使用的流量计的外夹式超声流量计或插入式超声流量计。

#### 3.1.2 标准表法(standard meter method)

以标准表为标准器,使流体在相同时间间隔内连续通过标准表和流量计,比较两者的输出流量值,从而确定流量计计量性能的校准方法。

#### 3.1.3 在线校准(on line calibration)

在流量计现场工作条件下,确定流量计所指示的流量值与标准表所复现的流量值之间关系的一组操作。



### 3.1.4 在线示值误差 (on line indicating error)

在线校准测得的流量计示值误差, 其中包含了流量计受安装使用环境影响所叠加的附加误差。

### 3.1.5 特征系数 (characteristic coefficient)

通过校准确定的流量计内设系数。

### 3.1.6 流量重复性 (flow repeatability)

在相同条件下, 对同一流量点的流量进行连续多次测量所得结果之间的一致性。

### 3.1.7 流量范围 (flow range)

在现场测量条件下流量计在线校准的流量范围。

## 3.2 计量单位

体积单位: 立方米, 符号  $\text{m}^3$ 。

流量单位: 立方米每小时, 符号  $\text{m}^3/\text{h}$ 。

压力单位: 千帕或兆帕, 符号  $\text{kPa}$  或  $\text{MPa}$ 。

温度单位: 摄氏度, 符号  $^{\circ}\text{C}$ 。

时间单位: 小时, 符号  $\text{h}$ ; 分钟, 符号  $\text{min}$ ; 秒, 符号  $\text{s}$ 。

## 4 概述

### 4.1 工作原理

电磁流量计主要用于测量导电液体的体积流量。其测量原理是: 在封闭管道中, 设置一个与流动方向垂直的磁场, 通过测量导电液体在磁场中运动所产生的感应电动势推算出体积流量。体积流量又分为瞬时体积流量和累计体积流量, 它与磁感应强度、导电液体平均流速成一定的比例关系, 可由该关系推算出流经管道的液体的体积流量。

### 4.2 结构和用途

流量计由一次装置和二次装置组成。一次装置用于产生流量信号, 包括测量管和感知流量的传感部件, 二次装置接受来自一次装置的信号, 并显示、记录、转换和(或)传送该信号以得到流量值。在有多个显示、记录方式的测量系统中, 只能有一种显示、记录方式作为计量、控制等主要目的使用, 其余显示、记录应作为监视等非主要用途使用。

流量计主要用于测量导电液体的瞬时流量和累积流量。

## 5 计量特性

### 5.1 在线示值误差

流量计在校准条件下的最大允许在线示值误差分为 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1.0\%$ 、 $\pm 1.5\%$ 、 $\pm 2.5\%$ 。

## 5.2 重复性

流量计重复性不得超过相应最大允许误差绝对值的1/3。

注：该计量技术指标不作为合格判定依据

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

#### 6.1.1 大气环境条件一般应满足：

环境温度：(5~35)℃；

相对湿度：15%~85%；

大气压力：(86~106)kPa；

#### 6.1.2 工作介质应是充满封闭管道的单相稳定流体，且流速应不小于0.3m/s。

#### 6.1.3 电源满足现场工况要求。

#### 6.1.4 场地满足安全操作要求。

#### 6.1.5 外界磁场应小到对流量计和标准表的影响可忽略不计。

#### 6.1.6 机械振动环境和噪声应小到对流量计和标准表的影响可忽略不计。

### 6.2 被校流量计安装现场条件

被校流量计安装现场条件应符合说明书要求。

### 6.3 标准表安装现场条件

#### 6.3.1 检查测试现场直管段是否能满足标准表前后直管段安装长度要求。

#### 6.3.2 测试管路与被校流量计间流量不存在分流。

#### 6.3.3 检查管材是否包含影响超声波正常传播的因素，如内衬的材料及厚度等。

#### 6.3.4 标准表测量的管道内径，管道材质，管道壁厚，衬里材质和厚度，以及测量介质类型，介质温度等都应该在标准表说明书规定的范围之内。

### 6.4 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表1。

表1 测量标准及其他设备

序号	标准器名称	测量范围	技术指标	用途
1	标准表	公称直径 $\geq 300\text{mm}$ ，且覆盖被校流量计的正常工作范围	扩展不确定度/准确度等级/最大允许误差一般不超过被校流量计最大允许误差的1/3	流量测量

表 1 测量标准及其他设备(续)

序号	标准器名称	测量范围	技术指标	用途
2	测厚仪	(0~50) mm	分辨率:0.1mm	测量管道壁厚
3	钢卷尺	2m; 5m; 10m	II级及以上	测量管道外径
4	秒表	大于 999s	分辨率:0.1s	计时

主标准器为标准表，一般采用计量性能满足要求的外夹式超声流量计或插入式超声流量计。标准表应有有效的检定或校准证书。其安装、使用应符合相应检定规程、技术规范或使用说明书的要求。主标准器采用插入式超声流量计，还需配备带压打孔工具和焊接工具。

配套设备包含测厚仪、钢卷尺、秒表。配套设备的计量性能不降低标准表的计量性能，配套设备中的计量器具应有有效的检定或校准证书。

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 校准项目

流量计在线示值误差（流量系数）及重复性。

### 7.2 校准方法

#### 7.2.1 被校流量计安装现场条件检查

首先对被校流量计安装现场进行检查，根据流量计现场安装技术条件要求检查，应符合本规范 6.2 的要求。

#### 7.2.2 标准表安装现场条件检查

在线安装地点按 6.3 的要求选取现场安装标准表的合适地点。主标准器的换能器一般安装在电磁流量计上游直管侧或下游直管侧，具体安装条件可根据标准器的使用说明书进行调整（一般上游直管段必须大于 10D；下游直管段必须大于 5D；当上游有泵、阀门等阻件时，直管段长度至少还要延长 3~5 倍）。保证主标准器安装位置前后直管段长度要求，并避开可能产生不满管、弯头、阀门或外部管径锈蚀严重的位置，工作原理如图 1 所示。

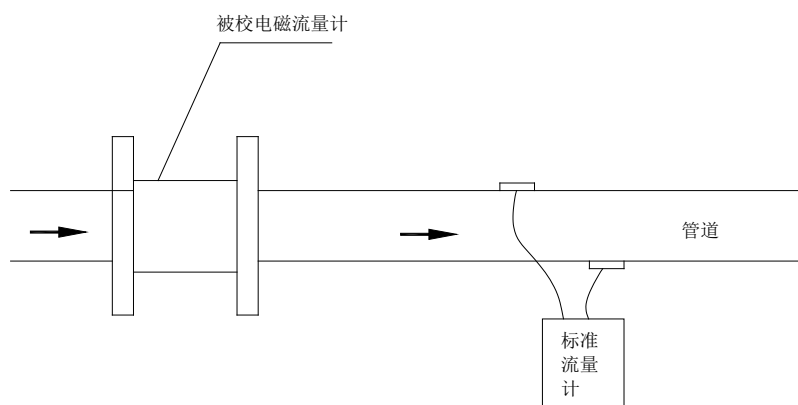


图1 工作原理图

7.2.3 根据选取的标准表类型按 7.2.4~7.2.8 给出的方法正确安装设置标准表参数。必要时带压打孔安装。

#### 7.2.4 管径测量

用量具分别在换能器安装位置附近的同一截面上大致等角分布测量  $n$  次外直径，或测量  $n$  次外周长推算出外直径，其平均值  $D$  按式 (1) 计算。

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i \quad (1)$$

式中：

$n$  —— 测量次数， $n \geq 4$ ；

$D_i$  —— 第  $i$  点测得的管道外直径或推算出的外直径。

#### 7.2.5 壁厚测量

清理换能器安装位置的管壁，将管壁上的油漆、铁锈、污垢等清理干净，露出管道金属材质，在换能器安装位置均布 5 个点并打磨光滑，使用测厚仪测量管道壁厚，并取其平均值。

#### 7.2.6 其他参数的确定

对无法测量的参数，如管道材质、衬里材料、厚度等，根据技术资料现场查明确认。

#### 7.2.7 标准表的安装

换能器安装方式通常有 Z 法、V 法。一般为安装方便采用 V 法进行测量，此方法容易保证换能器安装距离准确。当管径较大或者管道内杂质较多导致信号较弱时，可采用 Z 法测量。将以上管道参数输入标准表内，可得出换能器安装距离  $L$ 。根据安装距离进行安装。

7.2.8 正确设置标准表参数，保证流量计正常工作。将与被校流量计的口径、流速相同（或接近）的标准表仪表系数置于标准表内。

### 7.2.9 校准流量点的选择及校准次数

首先应对流量计的零点进行检查，流量计零点无偏差后，根据现场情况确定校准流量点，由于现场不能根据流量计的流量范围自由调控流量点，一般选取现场可调流量点的上、下限进行校准，每个流量点校准次数一般不少于三次。现场无法调节流量时可采用在一天不同时段的方法进行不同流量点的校准。

可采用累计流量或瞬时流量两种方法进行校准。一般流量波动小于 3% 时采用瞬时流量进行，流量波动大于 3% 时采用累计流量进行。

采用瞬时量时，则至少分别读取 20 个数值，取其平均值。瞬时流量标准值为标准装置在校准时间范围内所读取全部数据的平均值。

采用累计流量校准时，应同步采集被校设备与标准设备的起始、终止值。为减少分辨率引入的误差，应保证一次校准中流量计输出累积值的分辨率应不大于被校流量计最大允许误差绝对值的 1/10，被校流量计如果显示分辨力不足，则应按使用说明书进行调整，使其有足够显示位数。

7.2.10 电磁流量计如果具有系数调整功能，现场可以根据校准结果进行调整，调整后需按以上步骤再次校准。

### 7.2.11 校准结束

校准结束后，应采取一定的保护措施，以防止特征系数被不当改动。

## 8 校准结果

校准结果应给出在线示值误差（流量系数）、重复性、校准结果的扩展不确定度。

### 8.1 在线示值误差

流量计单次校准的相对示值误差为

$$E_{ij} = \frac{Q_{ij} - (Q_s)_{ij}}{(Q_s)_{ij}} \times 100\% \text{ 或 } E_{ij} = \frac{q_{ij} - (q_s)_{ij}}{(q_s)_{ij}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$E_{ij}$ ——第  $i$  检定点第  $j$  次校准时被校流量计的相对示值误差，%；

$Q_{ij}$ ——第  $i$  检定点第  $j$  次校准时被校流量计的累积流量值， $m^3$ ；

$(Q_s)_{ij}$ ——第  $i$  检定点第  $j$  次校准时标准器换算到流量计状态的累积流量值， $m^3$ ；

$q_{ij}$ ——第*i*检定点第*j*次校准时被校流量计的瞬时流量值，可为一次检定过程中多次读取的瞬时流量值的平均， $m^3/h$ ；

$(q_s)_{ij}$ ——第*i*检定点第*j*次校准时标准器换算到流量计状态的瞬时流量值， $m^3/h$ 。

流量计第*i*校准点示值误差按式(3)计算：

$$E_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n E_{ij} \quad (3)$$

式中：

$E_{ij}$ ——流量计在线示值误差；

$n$  ——校准次数。

流量计的在线示值误差*E*为流量计各校准点的示值误差中绝对值最大的误差值。

## 8.2 流量系数

当被检表为脉冲输出时，流量系数*K*通过下式计算

$$K_{ij} = \frac{N_{ij}}{Q_{ij}} \quad (4)$$

式中：

$K_{ij}$ ——第*i*检定点第*j*次校准时被校流量计的流量系数， $(m^3)^{-1}$ ；

$N_{ij}$ ——第*i*检定点第*j*次校准时被校流量计所输出的脉冲数；

流量计第*i*校准点流量系数按式(5)计算：

$$K_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n K_{ij} \quad (5)$$

流量计的流量系数*K*可通过式(6)计算：

$$K = \frac{(K_i)_{max} + (K_i)_{min}}{2} \quad (6)$$

式中：

$(K_i)_{max}$ ， $(K_i)_{min}$ ——分别为在测量范围内各校准点流量系数的最大值和最小值。

脉冲输出的流量计的相对示值误差：

$$E = \frac{(K_i)_{max} - (K_i)_{min}}{(K_i)_{max} + (K_i)_{min}} \times 100\% \quad (7)$$

### 8.3 重复性

当每个流量点重复校准 $n$ 次时,该流量点的重复性按下式评定:

$$(E_r)_i = \left[ \frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^n (E_{ij} - E_i)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

或

$$(E_r)_i = \frac{1}{K_i} \left[ \frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^n (K_{ij} - K_i)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \times 100\% \quad (9)$$

式中:

$(E_r)_i$ ——第 $i$ 个测量点重复性 %;

流量计的重复性

$$E_r = [(E_r)_i]_{\max} \quad (10)$$

式中:

$E_r$ ——流量计的重复性;

$[(E_r)_i]_{\max}$ ——取各校准点重复性的最大值

### 8.4 流量计特征系数修正

流量计经校准后,如超过流量计最大允许误差,可根据说明书将流量计进行特征系数的修正,修正完成后流量计重新进行校准。然后将修正前系数、修正后系数及修正前后的校准结果出具在校准证书中。

## 9 校准结果表达

流量计校准完成后,根据校准记录,出具校准证书,并给出校准结果的不确定度,校准记录和校准证书格式见附录A和附录B。不确定度评定示例见附录C。

## 10 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素所决定,因此,申请校准单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔,建议不超过1年。更换重要部件、维修、重新安装或对仪器性能有怀疑时,应随时校准。

## 附录 A

### 校准记录参考格式

委托单位:                                  客户地址:  
联系人:                                      联系电话:  
器具名称:                                  型号/规格:  
出厂编号:                                  制造单位:  
校准依据:                                  证书编号:

环境温度:     °C    湿度:     %RH    校准地点:

主标准器名称:                              测量范围:  
不确定度/准确度等级/最大允许误差:  
证书编号:                                  有效期至:  
上级溯源机构名称:  
原特征系数:                                  修正后特征系数:

1. 被校流量计安装情况:

2. 标准表安装情况:



## 3.校准结果:

校准点	被校设备 示值流量	标准设备 示值流量	示值误差/ K 系数	平均误差/ 平均系数	重复性	扩展不 确定度
	(m <sup>3</sup> /h 或 m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> /h 或 m <sup>3</sup> )	(%)或(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	(%)或(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	(%)	(%) k=2
流量计在 线示值误 差/K 系数		流量计 重复性		流量计校准结 果的扩展不确 定度		

校准员:

核验员:

校准日期:

复校时间间隔建议:

## 附录 B

## 校准证书 (内页) 参考格式

1. 本证书出具的数据通过国家计量检定系统, 可溯源至国家计量基准。

2. 校准依据的技术文件

3. 校准使用的主要计量标准器

名 称	测量范围	不确定度/准确度等级/ 最大允许误差	证书编号	有效期至	上级溯源机构 名称

4. 校准的环境条件及地点

温度 (°C)      相对湿度 (%)      校准地点

5. 校准结果

介质

流量范围:

原流量计特征系数:

修正后流量计特征系数:

其他说明:

校准点 $\text{m}^3/\text{h}$	示值误差/K 系数 $(\%)/(\text{m}^3)^{-1}$	重复性 (%)	不确定度 (%) $k=2$

流量计示值误差:

流量计重复性:

校准结果的扩展不确定度:

复校时间间隔建议:

## 附录 C

## 大口径电磁流量计在线校准结果的不确定度评定(示例)

## C.1 概述

## C.1.1 被校仪表

名称：电磁流量计；准确度等级：0.5 级；公称直径：DN300。

## C.1.2 校准依据

《大口径电磁流量计在线校准规范》

## C.1.3 校准方法

按照校准规范规定的方法，将 0.5 级的标准表安装电磁流量计前后满足校准条件的直管段上，对被校对象进行在线校准，通过比较流量计的显示值和标准表的标准值，计算示值误差。

## C.2 不确定度分析

## C.2.1 数学模型

$$E_i = \frac{Q - Q_s}{Q_s} \times 100\% = \left( \frac{Q}{v \times A} - 1 \right) \times 100\%$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \frac{L}{\pi} - 2\delta$$

式中：

$E_i$ ---第  $i$  校准点的相对误差；

$Q$ ---第  $i$  校准点被测流量计的示值流量， $\text{m}^3/\text{h}$ ；

$Q_s$ ---第  $i$  校准点的标准流量， $\text{m}^3/\text{h}$ ；

$v$ ---第  $i$  校准点的标准器流速， $\text{m}/\text{h}$ ；

$A$ ---标准器安装位置的管道截面， $\text{m}^2$ ；

$D$ ---管道内径， $\text{m}$ ；

$L$ ---为管道周长， $\text{m}$ ；

$\delta$ ---壁厚， $\text{m}$ 。

根据不确定度传播定律可得出：

$$u^2_{cr}(E) \approx c_1^2 u^2_r(Q) + c_2^2 u^2_r(v) + c_3^2 u^2_r(A)$$

$$u_r(A) = 2u_r(D) = 2 \frac{u(D)}{D}$$

$$u(D) = \sqrt{\frac{1}{\pi^2} u^2(L) + 4u^2(\delta)}$$

### C. 2. 2 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial E}{\partial Q} = \frac{1}{v \times A} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial E}{\partial v} = -\frac{Q}{Av^2} = -1, \quad c_3 = \frac{\partial E}{\partial A} = -\frac{Q}{vA^2} = -1$$

### C. 2. 3 输入量的标准不确定度评定

不确定度分量包括测量重复性引入的不确定度，标准装置溯源引入的不确定度，管道截面积测量引入的不确定度。

#### C. 2. 3. 1 管道内截面积测量的不确定度来源

管道内截面积测量的不确定度从管道内直径测量引入，内直径测量的不确定度包括管道外周长测量引入的不确定度和管道壁厚测量引入的不确定度。

##### C. 2. 3. 1. 1 管道外周长测量引入的不确定度 $u(L)$

管道外周长采用 II 级钢卷尺测得，最大误差为  $\Delta = \pm (0.3 + 0.2L)$  mm，测量 DN300 管径管路时，管路周长约为  $L = 0.942$  m。由于长度不足 1 m，最大误差公式中  $L = 1$ 。钢卷尺测量外周长时引入的最大误差为  $\pm 0.5$  mm。

$$u(L) = \frac{0.5\text{mm}}{\sqrt{3}} = 0.29\text{mm}$$

##### C. 2. 3. 1. 2 壁厚测量引入的不确定度 $u(\delta)$

壁厚测量引入的不确定度可从测厚仪证书中获得，测厚仪在常用测量范围内的最大误差为 0.1 mm。

$$u_1(\delta) = \frac{0.1\text{mm}}{\sqrt{3}} = 0.06\text{mm}$$

管道油漆层厚度、焊缝不平整、以及钢卷尺反向测量等因素引入的不确定度最大不超过 0.5 mm，则：

$$u_2(\delta) = \frac{0.5\text{mm}}{2\sqrt{3}} = 0.145\text{mm}$$

标准不确定度

$$u(\delta) = \sqrt{u_1^2(\delta) + u_2^2(\delta)} = 0.155\text{mm}$$

#### C.2.3.1.3 管道内径测量引入的不确定度 $u(D)$

$$u(D) = \sqrt{\frac{u^2(L)}{\pi^2} + 4u^2(\delta)} = 0.324\text{mm}$$

#### C.2.3.1.4 管道内截面积测量引入的不确定度 $u_r(A)$

管道内径 300mm，管道内截面积的相对标准不确定度为：

$$u_r(A) = 2 \times \frac{0.324\text{mm}}{300\text{mm}} = 0.22\%$$

#### C.2.3.2 标准器引入的不确定度

标准器超声流量计为 0.5 级，流速测量不确定度为 0.5%， $k=2$ ，则

$$u_r(v) = \frac{0.5\%}{2} = 0.25\%$$

#### C.2.3.3 被校流量计测量引入的不确定度

被校流量计测量引入的不确定度包含重复性引入的不确定度和分辨力引入的不确定度。在某测点处，重复测量 3 次，测量重复性为 0.2%。校准过程中每个流量点测量 3 次，取三次误差平均值作为该流量点的示值误差，故重复性引入的不确定度为：

$$u_r(Q) = \frac{0.2\%}{\sqrt{3}} = 0.12\%$$

分辨力引入的不确定度小于被校流量计最大允许误差绝对值的 1/10，被校流量计为 0.5 级的电磁流量计，分辨力引入的不确定度小于 0.05%，远远小于重复性引入的不确定度，可忽略。

#### C.2.4 合成标准不确定度的评定

##### C.2.4.1 标准不确定度汇总表

表 C.1 标准不确定度汇总表

符号	不确定度来源	输入不确定度	灵敏系数 $C_i$	对合成不确定度的贡献 $ C_i u(x_i)/\%$
$u_r(A)$	管道截面积测量	0.22	-1	0.22
$u_r(v)$	标准器	0.25	-1	0.25
$u_r(Q)$	重复性	0.12	1	0.12
合成标准不确定度： $u_{cr}=0.36\%$ ，扩展不确定度： $U_{cr}=0.72\%$ ， $k=2$				

#### C.2.4.2 合成标准不确定度

输入量彼此独立不相关，所以合成标准不确定度可按下式得到：

$$u_{cr}(E) = [u_r^2(Q) + u_r^2(v) + u_r^2(A)]^{1/2} = 0.36\%$$

#### C.2.5 扩展不确定度的评定

DN300 口径下测量，取覆盖因子  $k=2$ ，在线校准结果的扩展不确定度为：

$$U_r = 2 \times u_{cr}(E) = 2 \times 0.36\% = 0.72\%$$

---