



# 新疆维吾尔自治区地方计量检定规程

JJG (新) ××-202×

## 分流旋翼式蒸汽流量计

Shunt Type Current Steam Flowmeters

202×-××-×× 发布

202×-××-×× 实施

新疆维吾尔自治区市场监督管理局发布

# 分流旋翼式蒸汽流量计 检定规程

JJG(新)×-202X

Verification Regulation of  
Shunt Type Current Steam Flowmeters

**归口单位：**新疆维吾尔自治区市场监督管理局

**主要起草单位：**新疆维吾尔自治区计量测试研究院

**参加起草单位：**中国石油乌鲁木齐石化公司

乌鲁木齐市检验检测中心

新疆大学

本规程委托新疆维吾尔自治区市场监督管理局负责解释

**本规程主要起草人：**

李晓宇（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

李 浩（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

**参加起草人：**

蒋建新（中国石油乌鲁木齐石化公司）

刘敦利（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

石 星（乌鲁木齐市检验检测中心）

许 燕（新疆大学）

# 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 .....	(1)
4 概述 .....	(1)
4.1 工作原理 .....	(1)
4.2 结构和形式 .....	(1)
5 计量性能要求 .....	(2)
5.1 准确度等级 .....	(2)
5.2 重复性 .....	(2)
6 通用技术要求 .....	(2)
6.1 外观 .....	(2)
6.2 密封性 .....	(2)
7 计量器具控制 .....	(3)
7.1 检定条件 .....	(3)
7.2 检定项目和检定方法 .....	(3)
7.3 检定结果的处理 .....	(6)
7.4 检定周期 .....	(6)
附录 A 检定记录格式 .....	(7)
附录 B 检定证书内页格式 .....	(8)
附录 C 检定结果通知书内页格式 .....	(9)
附录 D 测量结果不确定度评定实例 .....	(10)

# 引 言

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》、和 JJF 1059.1—2012 《测量不确定度评定与表示》共同构成本规程制定的基础性系列规范。

本规程参考了 JJF 1004-2004 《流量计量名词术语及定义》、JB/T 9247-1999 《分流旋翼式蒸汽流量计》的有关内容，结合工作实际制定。

本规程为首次发布。

# 分流旋翼式蒸汽流量计检定规程

## 1 范围

本规程适用于分流旋翼式蒸汽流量计的首次检定、后续检定和使用中检查。

## 2 引用文件

本规程引用下列文件

JJG 1004-2004 流量计量名词术语及定义

JB/T 9247-1999 分流旋翼式蒸汽流量计

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

分流旋翼式蒸汽流量计 shunt type current steam flowmeter

是一种差压--分流原理的速度式流量计，一般用于测量饱和蒸汽流量。以下简称流量计。

### 3.2 计量单位

累积流量单位： 千克，符号 kg。

## 4 概述

### 4.1 工作原理

流量计的表体中安装有节流件，流体流经节流件产生压力差。节流件上下游两侧开孔，上游分流旁路管道入口设置有喷嘴和翼轮，在压力差的作用下，一部分流体经喷嘴流经分流管路冲击安装在分流管路中的翼轮，使其旋转。翼轮的转速与流经分流管路的流量成正比。因主流与分流之间的分流比在一定流量范围内是一个常数，测出分流量就可推知总流量。

### 4.2 结构和形式

#### 4.2.1 构成

流量计主要由表体、节流件、翼轮、喷嘴、阻尼器、计数器等组成。

#### 4.2.2 形式

按压力补偿功能可分为：

A 型：具有手动压力补偿功能；

B 型：具有自动压力补偿功能；

C 型：具有微机化自动压力补偿功能。

### 5 计量性能要求

#### 5.1 准确度等级

流量计的准确度等级及对应的最大允许误差的要求见表 1。

**表 1 流量计的准确度等级及对应的最大允许误差**

流量计准确度等级		2.5	4.0
最大允许误差	低区： $0.3 q_{\max} \leq q < 0.5 q_{\max}$	$\pm 4.0\%$	$\pm 6.0\%$
	高区： $0.5 q_{\max} \leq q \leq q_{\max}$	$\pm 2.5\%$	$\pm 4.0\%$

#### 5.2 重复性

流量计的重复性不得超过相应准确度等级规定的最大允许误差绝对值的 1/2。

### 6 通用技术要求

#### 6.1 外观

6.1.1 流量计的铭牌应标有产品及制造厂名称、型号、测量范围、口径、出厂编号、准确度等级、公称流量、最大压力、最高温度、制造年月。

6.1.2 流量计表体应有明显的流向标识。

6.1.3 流量计表体不得有裂纹、锈蚀，焊接部位应平整，不得有虚焊、脱焊现象，密封面平整，不得有损伤。

6.1.4 流量计读数部分显示清晰，指针运转顺畅，无卡顿现象。

6.1.5 流量计注水口丝堵、排水口堵头完好，可进行注、排水。

#### 6.2 密封性

流量计在最大工作压力条件下 5min 无渗漏。

## 7 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检查。

### 7.1 检定条件

#### 7.1.1 检定用流量标准装置

装置应有有效的检定或校准证书，装置应能提供质量流量。装置不确定度应不大于被检流量计最大允许误差绝对值的 1/3。

#### 7.1.2 检定介质

检定介质可以是干饱和蒸汽、微过热蒸汽或相对湿度不超过 80% 的洁净空气。

#### 7.1.3 检定环境条件

环境温度：5℃~40℃；

相对湿度：≤80%；

大气压力：86kPa~106kPa；

交流电源电压应为（190~240）V，电源频率应为（45~51）Hz。也可以根据流量计的要求，使用合适的交流或直流电源。

### 7.2 检定项目和检定方法

#### 7.2.1 检定项目见表2

**表 2 检定项目**

序号	检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
1	外观	+	+	+
2	密封性	+	+	+
3	示值误差	+	+	+
4	重复性	+	+	-

注：“+”表示需检定或检查，“-”表示不需要检定或检查。

#### 7.2.2 外观检查

用目测的方法检查流量计外观，应符合6.1的要求。

#### 7.2.3 密封性检查

流量计在最大工作压力下密封性符合6.2的要求。

#### 7.2.4 示值误差、重复性的检定

#### 7.2.4.1 检定流量点和检定次数

检定点至少应包括  $q_{\max}$ 、 $0.5 q_{\max}$ 、 $0.3 q_{\max}$  三个流量点，每个流量点每次检定流量与设定流量的偏差应不超过设定流量的  $\pm 5\%$ 。每个流量点检定次数应不少于 3 次。

#### 7.2.4.2 检定方法

##### a) 检定前的准备

流量计安装前确保表体内清洁、无异物。

流量计安装时，流量计标识的流向应与介质流向一致。流量计前直管段长度大于或等于 10DN，后直管段长度大于或等于 5DN。流量计与装置检定管道连接部分应无泄漏，密封垫应不突入检定管道内。

打开流量计阻尼室顶端的注水丝堵，阻尼器内住满清水后紧固。

每次检定时间应不少于装置最短测量时间，并确保流量计最小分度的指针至少旋转一周。

b) 将装置流量由低至高调整至  $(70\% \sim 100\%) q_{\max}$ ，运行至介质温度、压力和流量稳定。

c) 将装置流量调整至检定流量点，开始检定。记录检定时间内流量装置的累积流量  $(Q_s)_{ij}$ 、流量计累积流量值  $Q_{ij}$ 。

d) 计算第  $i$  检定流量点第  $j$  次检定的流量计示值误差，至少重复检定 3 次，计算得到第  $i$  检定流量点的示值误差和重复性。进行下一个检定流量点，直至完成所有检定流量点的检定。

#### 7.2.5 数据处理

##### 7.2.5.1 第 $i$ 检定流量点第 $j$ 次检定的流量计示值误差

第  $i$  检定流量点第  $j$  次检定的流量计示值误差按式 (1) 计算。

$$E_{ij} = \frac{Q_{ij} - (Q_s)_{ij}}{(Q_s)_{ij}} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$E_{ij}$ ——第  $i$  检定流量点第  $j$  次检定的流量计示值误差，%；

$Q_{ij}$ ——第*i*检定流量点第*j*次检定的流量计的累积流量，kg；

$(Q_s)_{ij}$ ——第*i*检定流量点第*j*次检定的流量装置的累积流量，kg。

### 7.2.5.2 第*i*检定流量点流量计示值误差

第*i*检定流量点的流量计示值误差按式(2)计算。

$$E_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n E_{ij} \quad (2)$$

式中：

$E_i$ ——第*i*检定流量点的流量计示值误差，%；

$n$ ——第*i*检定流量点的检定次数。

### 7.2.5.3 流量计示值误差 $E$

分别取高区和低区流量范围内各检定流量点的流量计示值误差绝对值最大值，作为高区和低区的流量计示值误差。

### 7.2.5.4 第*i*检定流量点的流量计重复性

第*i*检定流量点的流量计重复性按式(3)计算。

$$(E_r)_i = \frac{(E_{ij})_{\max} - (E_{ij})_{\min}}{C_n} \quad (3)$$

式中：

$(E_r)_i$ ——第*i*检定流量点第*j*次检定的流量计重复性，%。

$(E_{ij})_{\max}$ 和 $(E_{ij})_{\min}$ ——第*i*检定流量点*n*次检定示值误差的最大和最小值，%；

$C_n$ ——极差系数，与测量次数有关，其值可由下表查出。

表3  $C_n$  数值表

$n$	2	3	4	5	6	7	8	9
$C_n$	1.13	1.69	2.06	2.33	2.53	2.70	2.85	2.97
$n$	10	11	12	13	14	15	16	17
$C_n$	3.08	3.17	3.26	3.34	3.41	3.47	3.53	3.59

### 7.2.5.5 流量计重复性 $E_r$

分别取高区和低区流量范围内各检定流量点的流量计重复性最大值，作为高区和低区的流量计重复性。

### 7.3 检定结果的处理

经检定合格的流量计发给检定证书。经检定不合格的流量计发给检定结果通知书，并注明不合格项目。检定证书及检定结果通知书内容要求见附录 A。

### 7.4 检定周期

流量计的检定周期一般不超过 1 年。

**附录 A**

**分流旋翼式蒸汽流量计检定记录格式**

送检单位: \_\_\_\_\_  
 制造单位: \_\_\_\_\_  
 标准装置: \_\_\_\_\_  
 装置测量范围: \_\_\_\_\_  
 依据的技术规范: \_\_\_\_\_  
 外观: \_\_\_\_\_ 密封性: \_\_\_\_\_  
 检定介质: \_\_\_\_\_

出厂编号: \_\_\_\_\_ 记录单号: \_\_\_\_\_  
 准确度等级: \_\_\_\_\_ 型号规格/口径: \_\_\_\_\_  
 装置准确度等级: \_\_\_\_\_ 装置型号规格/编号: \_\_\_\_\_  
 装置证书号: \_\_\_\_\_ 装置有效期: \_\_\_\_\_  
 环境温度: \_\_\_\_\_ 相对湿度: \_\_\_\_\_ 大气压力: \_\_\_\_\_  
 检定地点: \_\_\_\_\_ 检定日期: \_\_\_\_\_ 证书号: \_\_\_\_\_

设置流量点 (m <sup>3</sup> /h)	喷嘴	检定流量 点 (m <sup>3</sup> /h)	检定时间 (s)	标准体 积 (m <sup>3</sup> )	流量计压 力 (kPa)	流量计温 度 (°C)	空气密度 (kg/m <sup>3</sup> )	标准质 量 (kg)	被检表示 值 (kg)	换算后质 量值 (kg)	误差 (%)	重复性 (%)

流量计示值误差: \_\_\_\_\_ 流量计重复性: \_\_\_\_\_ 检定结论: \_\_\_\_\_ 检定: \_\_\_\_\_ 核验: \_\_\_\_\_

## 附录 B 检定证书内页格式

### 一、检定地点及环境条件

1.1 检定地点：

1.2 检定环境条件：

温度      ℃；      湿度      %RH。

1.3 检定介质：

### 二、检定项目和结果

序号	检定项目		检定结果
1	外观		
2	密封性		
3	示值误差	低区	
		高区	
4	重复性	低区	
		高区	

三、检定结论：2.5 级

## 附录 C 检定结果通知书内页格式

### 一、检定地点及环境条件

1.1 检定地点：

1.2 检定环境条件：

温度      ℃；      湿度      %RH。

1.3 检定介质：

### 二、检定项目和结果

序号	检定项目		检定结果
1	外观		
2	密封性		
3	示值误差	低区	
		高区	
4	重复性	低区	
		高区	

### 三、检定结论（注明不合格项）

## 附录 D 测量结果不确定度评定实例

### 1 概述

- 1.1 测量依据：JJF（新）\*\*—2021《分流旋翼式蒸汽流量计检定规程》。
- 1.2 环境条件：温度（5~40）℃；湿度：（15~80）%RH。
- 1.3 测量标准：标准表法空气流量标准装置，扩展不确定度： $U=0.25\%$ ， $k=2$ 。
- 1.4 测量介质：洁净空气。
- 1.5 被测对象：分流旋翼式蒸汽流量计，准确度 2.5 级。
- 1.6 测量方法：

将流量计正确安装在标准装置上，流量计标识的流向应与介质流向一致。流量计前直管段长度大于或等于 10DN，后直管段长度大于或等于 5DN。流量计与装置检定管道连接部分应无泄漏，密封垫应不凸入检定管道内。打开流量计阻尼室顶端的注水丝堵，阻尼器内住满清水后紧固。

将装置流量由低至高调整至（70%~100%） $q_{\max}$ ，运行至介质温度、压力和流量稳定。将装置流量调整至检定流量点，开始检定。记录检定时间内流量装置的累积流量 $(Q_s)_{ij}$ 、流量计累积流量值 $Q_{ij}$ 。计算第*i*检定流量点第*j*次检定的流量计示值误差，至少重复检定 3 次，计算得到第*i*检定流量点的示值误差和重复性。进行下一个检定流量点，直至完成所有检定流量点的检定。

1.7 评定结果的使用：在符合上述条件的情况下，一般可直接使用本不确定度评定结果。

### 2 测量模型

根据示值误差计算公式建立模型：

$$E = \frac{Q - Q_s}{Q_s} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$E$ ——流量计示值误差，%；

$Q$ ——流量计的累积流量，kg；

$Q_s$ ——流量装置的累积流量，kg。

考虑到  $Q$  和  $Q_s$  两个输入量不相关，合成相对标准不确定度可按照下式进行计算：

$$u(E) = \sqrt{u(Q)^2 + u(Q_s)^2} \quad (2)$$

### 3 不确定度分量的评定

#### 3.1 参量 $Q$ 的不确定度 $u(Q)$ 的评定

分流旋翼式流量计累积流量  $Q$  对示值误差引入的不确定度表现为示值误差的重复性和读数的分辨力，两者取较大的一项作为最终结果。

重复性采用 A 类评定方法。选择一台分流旋翼式流量计在  $800\text{m}^3/\text{h}$ （约  $1032\text{kg}/\text{h}$ ）流量点下重复测量 10 次，每次测量 10min，平均累积流量  $\bar{Q}=172\text{kg}$ ，得到示值误差  $E_i$  依次为：2.12%、1.75%、2.65%、1.46%、1.90%、2.18%、2.55%、2.32%、1.76%、1.89%。计算单次试验标准偏差：

$$s(Q) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E}_i)^2}{n-1}} = 0.376\% \quad (3)$$

实际测量中取 3 次平均值作为测量结果，因此测量重复性引入的相对标准不确定度分量为：

$$u_1(Q) = \frac{s(Q)}{\sqrt{3}} = 0.217\% \quad (4)$$

分流旋翼式流量计读数分辨力为  $\pm 0.5\text{kg}$ ，半宽为  $0.5\text{kg}$ ，均匀分布，所以引入的相对标准不确定度分量为：

$$u_2(Q) = \frac{0.5\text{kg}}{\sqrt{3} \cdot 172\text{kg}} = 0.168\% \quad (5)$$

依据评定规则，测量重复性和分辨力只取较大的一项。所以上述不确定度分量中，取  $u_1(Q)$ 。

$$u(Q) = u_1(Q) = 0.217\% \quad (6)$$

#### 3.2 参量 $Q_s$ 的不确定度 $u(Q_s)$ 的评定

标准装置的累积流量  $Q_s$  不确定度  $u(Q_s)$  主要来源于标准装置的体积计量的扩展不确定度和转换为质量时空气密度引入的不确定度。

根据质量计算公式得到测量模型:

$$m = \rho V \quad (7)$$

则:

$$u(Q_s) = u(\rho) + u(V) \quad (8)$$

### 3.2.1 体积流量 $V$ 不确定度 $u(V)$ 评定

标准装置体积流量扩展不确定度  $U=0.25\%$ ,  $k=2$ , 采用 B 类评定方法, 引入的相对标准不确定度  $u(V)=U/k=0.125\%$ 。

### 3.2.2 空气密度 $\rho$ 不确定度 $u(\rho)$ 评定

空气密度计算公式:

$$\rho = 3.48353 \times 10^{-3} \frac{P}{ZT} (1 - 0.3780 \psi) = 3.48353 \times 10^{-3} \frac{P}{ZT} (1 - 0.3780 \psi p_{sv} / p_b) \quad (9)$$

式中:

$\psi$ ——空气的相对湿度, %;

$Z$ ——空气的压缩因子, 这里取 1;

$p$ 、 $p_b$ 、 $p_{sv}$ ——分别为滞止压力、大气压力、饱和水蒸汽压, kPa;

$T$ ——滞止温度, °C。

因为常温常压下空气的压缩系数变化很小, 且很接近等于 1, 所以忽略压缩系数  $Z$  对  $u(\rho)$  的影响。所以影响量有三个, 即  $P$ 、 $T$  和  $\psi$ 。

(1) 滞止温度  $T$  引入的测量不确定度: 根据温度变送器溯源证书, 扩展不确定度为  $U=0.1\%$ ,  $k=2$ , 用 B 类方法评定:

$$u(T)=0.1\%/2=0.05\% \quad (10)$$

(2) 滞止压力  $p$  引入的测量不确定度: 根据压力变送器溯源证书, 扩展不确定度为  $U=0.075\%$ ,  $k=2$ , 用 B 类方法评定:

$$u(p)=0.075\%/2=0.0375\% \quad (11)$$

(3) 空气相对湿度  $\psi$  引起的不确定度: 根据温湿度计溯源证书, 扩展不确定度为  $U=5\%$ ,  $k=2$ , 用 B 类方法评定:

$$u(\psi)=5\%/2=2.5\% \quad (12)$$

根据密度计算公式,  $P$ 、 $T$  和  $\psi$  的灵敏系数分别为 1、-1 和  $0.378 \times p_{sv}/p_b=0.017$  (温度取 30°C, 大气压力取 94kPa 时  $p_{sv}$  和  $p_b$  分别为 4.2474kPa 和 94kPa), 得到:

$$u(\rho) = \sqrt{u^2(p) + u^2(T) + 0.017^2 u^2(\psi)} = 0.0756\% \quad (13)$$

### 3.2.3 $Q_s$ 的不确定度 $u(Q_s)$ 的评定

由此得到根据公式 (8)，得到标准累积质量  $Q_s$  的不确定度：

$$u(Q_s) = u(\rho) + u(V) = 0.0756\% + 0.125\% = 0.201\% \quad (14)$$

### 3.3 不确定度分量汇总

以上参量的不确定度分量汇总见表 1：

表 1 不确定度分量汇总表

序号	标准不确定度分量 $u_i$	不确定度来源	标准不确定度
1	$u(Q)$	流量计示值误差的重复性和读数的分辨力	0.217%
2	$u(Q_s)$	标准装置的体积计量的扩展不确定度和转换为质量时空气密度引入的不确定度	0.201%

### 4 合成标准不确定度

按照公式 (2) 计算分流旋翼式蒸汽流量计示值误差的合成标准不确定度：

$$u(E) = \sqrt{u(Q)^2 + u(Q_s)^2} = \sqrt{0.217\%^2 + 0.201\%^2} = 0.296\% \quad (15)$$

### 5 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，计算示值误差的扩展不确定度为：

$$U = k u(E) = 2 \times 0.296\% = 0.59\% \quad (16)$$

因此，该分流旋翼式蒸汽流量计示值误差的扩展不确定度为  $U=0.59\%$ ， $k=2$ 。

新疆维吾尔自治区  
地方计量检定规程

×××检定规程

JJG(新) ×-202×

新疆维吾尔自治区市场监督管理局发布

\*

版权所有 不得翻印

\*

880mm×1230mm 16 开本

202×年×月第 1 版 202×年×月第×次印刷

印数 1-100