

中华人民共和国国家计量技术规范

**JJF XXXX-XXXX**

油气水多相流量计校准规范

Calibration Specification for Oil-Gas-Water Multiphase Flow Meters

(征求意见稿）

**××××-××-××**发布 **××××-××-××**实施

国家市场监督管理总局 发布

**油气水多相流量计校准规范**

**JJF XXXX-XXXX**

**Calibration Specification for Oil-Gas-**

**Water Multiphase Flow Meters**

归口单位：全国石油专用计量测试技术委员会

主要起草单位：中国石油天然气股份有限公司大庆油田有限责任公司

参加起草单位：中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司

海默科技（集团）股份有限公司

本规范委托全国石油专用计量测试技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

罗再扬（中国石油天然气股份有限公司大庆油田有限责任公司）

陈 亮（中国石油天然气股份有限公司大庆油田有限责任公司）

韩春红（中国石油天然气股份有限公司大庆油田有限责任公司）

参加起草人：

李 剑（中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司）

王 伟（中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司）

姜兴伟（国家石油天然气大流量计量站东营分站）

潘艳芝（海默科技（集团）股份有限公司）

目 录

[引言 III](#_Toc140724717)

[1 范围 1](#_Toc140724718)

[2 引用文件 1](#_Toc140724719)

[3 术语和计量单位 1](#_Toc140724720)

[3.1 术语 1](#_Toc140724721)

[3.2 计量单位 2](#_Toc140724722)

[4 概述 2](#_Toc140724723)

[4.1 工作原理 2](#_Toc140724724)

[4.2 用途 2](#_Toc140724725)

[4.3 结构 2](#_Toc140724726)

[5 计量特性 2](#_Toc140724727)

[6 校准条件 3](#_Toc140724728)

[6.1 环境条件 3](#_Toc140724729)

[6.2 标准器及配套设备 3](#_Toc140724730)

[7 校准项目和校准方法 4](#_Toc140724731)

[7.1 校准项目 4](#_Toc140724732)

[7.2 校准方法 4](#_Toc140724733)

[7.3 校准前准备 5](#_Toc140724734)

[7.4 校准步骤 5](#_Toc140724735)

[7.5 校准结果计算 6](#_Toc140724736)

[8 校准结果表达 7](#_Toc140724737)

[9 复校时间间隔 7](#_Toc140724738)

[附录A 工作原理 8](#_Toc140724739)

[附录B 多相流量计校准点流量组合表 10](#_Toc140724741)

[附录C 多相流量计校准记录格式 11](#_Toc140724743)

[附录D 校准报告封面格式 12](#_Toc140724745)

[附录E 校准报告内页参考格式 13](#_Toc140724747)

[附录F 不确定度评定示例 14](#_Toc140724750)

引 言

JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1004《流量计量名词术语及定义》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性规范。

本规范为首次发布。

油气水多相流量计校准规范

1 范围

本规范适用于采用标准表法对油气田开发、生产及输送过程中的不分离式和部分分离式多相流量计进行实验室校准，完全分离式多相流量计不包括在本规范中。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1001通用计量术语及定义

JJF 1004 流量计量名词术语及定义

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

JJF 1071国家计量校准规范编写规则

GB 3836.1-2010 爆炸性环境第1部分：设备通用要求

GB 3836.2-2010 爆炸性环境第2部分：由隔爆外壳“d”保护的设备

GB 14052-1993 安装在设备上的同位素仪表的辐射安全性能要求

GB 18871-2002电离辐射防护与辐射源安全基本标准

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 多相流体 multiphase flow

以油、天然气、水为主要成份组成的混合流体。

3.1.2 多相流量计 multiphase flow meter

用于测量多相流体中气、液两相或油、气、水三相流体流量的仪表。

3.1.3 持气率 gas hold-up

工况条件下，气体所占截面积与管道截面积之比，常用百分数表示。

3.1.4 持水率 water hold-up

工况条件下，水所占截面积与管道截面积之比，常用百分数表示。

3.1.5 相持率 [phase](javascript:showjdsw('showjd_2','j_2')) area fraction

多相流体的各分相在同一管道截面上所占面积。

3.1.6 含气率 gas volume fraction

工况条件下，气体体积流量与多相流总体积流量之比，常用百分数表示。

3.1.7 含水率 water cut

标况条件下，水体积流量与液体体积流量之比，常用百分数表示。

3.1.8 误差占比率 error [percent](javascript:showjdsw('showjd_2','j_2'))

校准误差满足厂家标称指标要求的校准点数占校准总点数的百分比。

3.2 计量单位

3.2.1 面积单位：平方米，符号m2。

3.2.2 体积单位：立方米，符号m3。

3.2.3 流速单位：米每秒，符号m/s。

3.2.4 流量单位：立方米每小时，符号m3/h。

3.2.5 压力单位：帕[斯卡]，符号Pa；或千帕，符号kPa；或兆帕，符号MPa。

3.2.6 温度单位：摄氏度，符号℃；或热力学温度，开尔文，符号K。

3.2.7 矿化度单位：克每升，符号g/L。

4 概述

4.1 工作原理

多相流量计是原油在管道中输送时，进行油、气、水三相流量计量的仪表，通常根据各相沿管道轴线的流速、各相的温度、压力和相持率，利用状态方程将实际状况下的体积流量转换成标准状况下的体积流量，工作原理参见附录A。

4.2 用途

多相流量计主要应用于油气田开发、生产及输送过程中油、气、水流量的实时计量。

4.3 结构

多相流量计根据计量方式分为不分离式、部分分离式和完全分离式多相流量计。不分离式多相流量计是采用在线不分离计量技术，无需进行气液分离，完成对流程上油气水三相流体流量和其他过程参数的在线、实时计量；部分分离式多相流量计是采用预分离装置首先将多相流体分离为气液两相流体，然后分别对液体流量、气体流量和原油含水率进行计量；完全分离式多相流量计是通过三相计量分离器实现油气水的分离，再通过单相流量计或其它量器进行计量。

5 计量特性

多相流量计计量特性通常采用液体流量、气体流量和含水率三个参数来表示，多相流量计的典型性能技术指标见表1。

表1 多相流量计测量误差表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 含气率范围 | 计量参数 | 测量误差 | 误差占比率 |
| （0～90）%  （含90%） | 液体流量 | ±2%、±3%、±5% | 80% |
| 气体流量 | ±5%、±10% |
| 含水率 | ±2%、±3%、±5% |
| （90～100）% | 液体流量 | ±3%、±5%、±10% |
| 气体流量 | ±5%、±10%、±15% |
| 含水率 | ±3%、±5%、±10% |
| 注：  1、测量误差应指明流量计所适用的工况使用条件，如含气率等；  2、以上指标不是用于合格判据。 | | | |

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（5～50）℃；

相对湿度（10～95）%；

大气压力（86～106）kPa。

6.1.2 交流电源电压应为（220±22）V，电源频率应为（50±2.5）Hz，也可根据多相流量计的要求使用合适的交流或直流电源（如24V直流电源）。

6.1.3 外界磁场、机械振动和噪声应满足多相流量计和校准装置的使用要求。

6.1.4 在防爆区域开展校准工作时，所有设备设施及工具应符合GB 3836.1和GB 3836.2中相关安全防爆要求。

6.2 标准器及配套设备

标准器及配套设备均应有有效的检定/校准证书。

6.2.1 标准器

多相流量计采用标准表法校准，校准时所用的标准器主要包括油、气、水标准流量计。标准器技术指标见表2，标准器测量范围应满足要求。

表2 标准器技术指标

|  |  |
| --- | --- |
| 计量设备 | 准确度等级 |
| 油标准流量计 | 不低于0.5级 |
| 水标准流量计 | 不低于0.5级 |
| 气标准流量计 | 不低于1.5级 |
| 注：当使用石油、天然气为介质校准多相流量计时，所有计量设备均应符合安全防爆要求。 | |

6.2.2 配套设备

配套设备及技术要求见表3。

表3 配套设备技术要求

|  |  |
| --- | --- |
| 设备名称 | 技术要求及用途 |
| 温度变送器 | 准确度等级不低于0.5级 |
| 压力变送器 | 准确度等级不低于0.2级 |
| 流量调节阀 | 安装在标准流量计下游，并能保证流量稳定 |
| 原油含水分析仪 | 保证校准用介质标准值的准确性 |
| 流型监测直管段 | 使油气水三相混合物得到充分发展的流型，保证系统的稳定性 |
| 注：配套设备用于保障系统流量、压力的稳定性。 | |

6.2.3 校准用液体

6.2.3.1 校准用油

a）油采用净化原油、煤油、变压器油、白油等。

b）油中不夹杂气体。

c）油中含水率小于等于0.5%。

6.2.3.2 校准用水

a）水采用油田采出水、自来水等。

b）水中含油率小于等于0.5%。

c）水中矿化度一般小于5g/L。

6.2.3.3 校准用气

a）气体采用天然气、空气等。

b）气体的组分应相对稳定。

c）无游离水或油等杂质存在。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目包括：随机文件、外观、密封性和测量误差。

7.2 校准方法

7.2.1 随机文件检查

检查随机文件，应附有使用说明书，使用说明书中应详细说明流量计的安装和使用要求，应给出流量计的技术指标。

7.2.2 外观检查

目测检查多相流量计，铭牌上应注明规格、型号、制造厂家、测量范围、出厂编号等。外观应保持整洁，不应有影响正常工作的机械损伤，各个部件、面板开关无松动。读数装置上的防护玻璃应具有良好的透明度，没有使读数畸变等妨碍读数的缺陷，显示的数字应醒目、整齐。

7.2.3 密封性检查

通过加压，校准介质到最大校准压力，稳压5min，流量计表体上各接口应无渗漏现象。

7.2.4 流量校准点选择

a）根据多相流量计流量测量范围和校准装置流量校准能力，至少选取3个液体流量校准点，且均匀分布。

b）对每个液体流量校准点，根据多相流量计含水率测量范围和校准装置含水率校准能力，至少选取3个含水率校准点，且均匀分布。

c）对每个含水率校准点，根据多相流量计含气率测量范围和校准装置含气率校准能力，至少选取3个含气率校准点，且均匀分布。

d）根据每个流量校准点的液体流量、含水率和含气率计算每个校准点所对应的油、气、水的瞬时流量，编制多相流量计校准点流量组合表，参见附录B。

e）如有特殊要求，可由用户指定流量校准点。

7.3 校准前准备

7.3.1 安全和环境保护检查

7.3.1.1 在校准放射性原理多相流量计之前，应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005年12月1日实施）进行安全检查。

7.3.1.2 多相流量计所使用的放射源应是密闭型的，用铅或其他重金属材料封装。校准前由专业人员检测放射源辐射剂量，外壳放射性剂量应符合GB 14052-1993和GB 18871-2002的规定，确保校准过程中工作环境的安全性。

7.3.1.3 仪表外壳上应有明显的放射性标志，放射源的拆装应由专业技术人员操作，未经允许任何人不得拆卸放射源。

7.3.2 个人防护要求

7.3.2.1 在校准放射性原理多相流量计之前，校准人员应确认所使用的放射性同位素类型、放射源的活度及安全防护要求。

7.3.2.2 在校准过程中，应加强个人防护，与放射源保持一定的安全操作距离。

7.3.3校准要求

7.3.3.1 连接、开机、预热，按多相流量计说明书中指定的方法检查多相流量计参数的设置。

7.3.3.2 需要进行单相（油、气、水）零点标定的流量计，首先由仪表厂家按照说明书进行零点调整。

7.3.3.3 多相流量计应在可达到的最大校准流量的70%～100%范围内运行至少5min，待流体温度、压力和流量稳定后方可进行正式校准。

7.4 校准步骤

7.4.1 根据多相流量计校准点流量组合表（参见附录B）中油、气、水的瞬时流量进行流量调节，每个流量校准点油、气、水流量采用质量占比权重大的介质先调节的方法进行操作。

7.4.2 油、气、水流量分别调至给定的流量值,流量值偏差不应超过给定值的±5%。运行至流体状态稳定，操作多相流量计校准装置和被校准流量计同时开始测量。

7.4.3 在校准过程中，油、气、水瞬时流量波动不应超过给定值的±5%。

7.4.4 连续运行一段时间后，同时停止多相流量计校准装置和被校准流量计的测量。

7.4.5 记录多相流量计校准装置和被校准流量计在校准时间内的液体流量、气体流量、油流量和水流量的累积值、含水率的平均值及多相流量计校准装置测试段上游的温度、压力平均值，多相流量计校准记录格式参见附录C。

7.4.6 计算校准装置测试段上游温度、压力条件下的含气率，并将计算结果填入附录C。

7.4.7 每个流量校准点至少校准1次，校准时间不少于10min。

7.4.8 重复7.4进行所有流量校准点的校准。

7.5 校准结果计算

7.5.1 每个流量校准点误差计算

7.5.1.1 多相流量计每个流量校准点的液体流量、气体流量测量误差采用相对误差，单次测量误差分别按公式(1)计算。

 （1）

式中：

—多相流量计在第i个流量校准点的测量误差；

—多相流量计在第i个流量校准点校准时流量计的累积值，m3；

—多相流量计在第i个流量校准点校准时校准装置的累积值，m3。

如果第i个流量校准点校准2次或多次时，该点测量误差取多个单次测量误差的平均值。

7.5.1.2 多相流量计每个流量校准点的含水率测量误差采用绝对误差，单次测量误差按公式(2)计算。

 （2）

式中：

—多相流量计在第i个流量校准点的含水率测量误差；

—多相流量计在第i个流量校准点校准时的含水率平均值；

—标准装置在第i个流量校准点校准时的含水率平均值。

如果第i个流量校准点校准2次或多次时，该点测量误差取多个单次测量误差的平均值。

7.5.2 误差占比率计算

7.5.2.1 多相流量计的液体流量、气体流量和含水率误差占比率按公式（3）计算。通常情况下，流量计的上述占比率一般不小于80%。

 （3）

式中：

—占比率；

—校准误差满足厂家标称指标要求的校准点数量；

—校准总点数。

8 校准结果表达

多相流量计校准报告格式参见附录D和附录E。多相流量计校准结果的测量不确定度评定按JJF1059.1中规定的方法，不确定度评定示例参见附录F。

9 复校时间间隔

复校准时间间隔建议为12个月。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录A

工作原理

多相流量计通常测量各相在管道截面上所占面积Ai、各相流速Vi、各相温度Ti和压力Pi，并通过这些参数计算各相工况条件下的体积流量Qi。各相在管道截面上所占面积Ai的测量方法主要有射线吸收法、电学法和微波法等，流速测量Vi根据测量原理不同,主要有差压法、相关法和容积法等。

A.1 工况条件下各相体积流量按公式（A.1）计算。

 （A.1）

式中:

—各相体积流量，m3/h；

—各相在管道截面上所占面积，m2；

—各相流速，m/h。

A.2 管道截面积按公式（A.2）计算。

 （A.2）

式中：

—管道截面积，m2；

—气体所占截面积，m2；

—油所占截面积，m2；

—水所占截面积，m2。

A.3 截面含气率按公式（A.3）计算。

 （A.3）

式中：

—截面含气率。

A.4 持水率按公式（A.4）计算。

 （A.4）

式中：

—持水率。

A.5 工况条件下，油体积流量按公式（A.5）计算。

 （A.5）

式中：

—油体积流量，m3/h；

—油流速，m/h。

A.6 工况条件下，气体积流量按公式（A.6）计算。

 （A.6）

式中：

—气体积流量，m3/h；

—气流速，m/h。

A.7 工况条件下，水体积流量按公式（A.7）计算。

 （A.7）

式中：

—水体积流量，m3/h；

—水流速，m/h。

附录B

多相流量计校准点流量组合表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 多相流量计校准点流量组合表参见表B.1。  表B.1 多相流量计校准点流量组合表 | | | | | | |
| 校准  编号 | 液体流量  m3/h | 含水率  % | 含气率  % | 油流量  m3/h | 水流量  m3/h | 气体流量m3/h |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

校准人: 核验人：

附录C

多相流量计校准记录格式

多相流量计校准数据汇总表参见表C.1。

表C.1 多相流量计校准数据汇总表

委托单位： 制造厂商： 规格型号： 出厂编号： 校准日期： 校准地点： 环境温度： 相对湿度：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 校准编号 |  | 校准装置 | | | | | | | 多相流量计 | | | | 测量误差 | | |
| 序号 | 液流量 | 含气率 | 温度 | 压力 | 油流量 | 水流量 | 气流量 | 含水率 | 油流量 | 水流量 | 气流量 | 含水率 | 液流量 | 气流量 | 含水率 |
|  | m3/h | % | ℃ | kPa | m3 | m3 | m3 | % | m3 | m3 | m3 | % | % | % | % |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

校准人： 核验人：

附录D

校准报告封面格式

校准报告

报告编号：

客户名称：

器具名称：

型号规格：

出厂编号：

制造厂：

客户地址：

校准日期：

主管：

核验：

校准：

(机构校准专用章）

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

地址： 邮编：

电话： 传真：

网址： 电子邮箱：

附录E

校准报告内页参考格式

报告编号：

E.1 校准依据标准：

E.2 校准所使用的主要计量标准器：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 设备名称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级 | 证书编号 | 证书有效期至 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

E.3 校准地点：

E.4 校准环境条件：

温度： ℃ 相对湿度： % 大气压力： kPa

校准介质：

E.5 校准结果：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 含气率范围  % | 计量参数 | 标称测量误差  % | 误差占比率  % |
|  | 液体流量 |  |  |
|  | 气体流量 |  |  |
|  | 含水率 |  |  |



E.6 校准数据汇总表参见附录C。

本报告的校准结果仅对所校准的仪器设备有效，未经许可不得部分复制。

附录F

不确定度评定示例

F1 多相流量计油流量、水流量测量不确定度评定

F1.1 测量模型

多相流量计的油、水相累积流量相对误差可由式（F.1）计算，即

 （F.1）

式中：

*E*i—多相流量计第i测试点单相累积流量相对误差；

*Q*m,i—多相流量计测量的第i测试点的单相累积流量值，m3；

*Q*s,i—标准装置测量的第i测试点的单相累积流量值，m3。

，各自变量之间独立，则可得相对不确定度公式如下：

（F.2）

F1.2 不确定度分量评定

油气水多相流量计实液测试装置的最大流量：液流量为50 m3/h，油流量为50 m3/h，水流量为50 m3/h，气流量为1170 Sm3/h。各相流量不确定度为油相：1.0%，*k*=2；水相：1.0%，*k*=2；气相：2.0%，*k*=2。

选择一台多相流量计，在流量25m3/h（0.5qmax）、含水率70%、含气率85%的流量测试点下，将多相流量计使用标准装置测量3次，选取该点作为不确定度评定的案例进行分析，其测试结果见表F.1。

表F.1 测试结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准装置 | | | | | | | | 被测多相流量计 | | | | 测量误差 | | | |
| 液流量 | 含水率 | 含气率 | 油 | 水 | 气 | 温度 | 压力 | 含水率 | 油 | 水 | 气 | 油 | 水 | 气 | 含水率 |
| m3/F | % | % | m3 | m3 | Nm3 | °C | MPa | % | m3 | m3 | Nm3 | % | % | % | % |
| 24.95 | 69.79 | 86.30 | 1.256 | 2.901 | 126.675 | 48.40 | 0.44 | 69.27 | 1.260 | 2.840 | 131.272 | 0.32 | -2.10 | 3.63 | -0.52 |
| 24.32 | 69.53 | 85.60 | 1.235 | 2.818 | 115.564 | 48.32 | 0.43 | 69.02 | 1.252 | 2.789 | 123.053 | 1.38 | -1.03 | 6.48 | -0.51 |
| 24.88 | 69.21 | 84.20 | 1.277 | 2.870 | 103.977 | 50.10 | 0.42 | 68.36 | 1.293 | 2.794 | 107.586 | 1.25 | -2.65 | 3.47 | -0.84 |

F1.2.1 油相测量不确定度分量评定

（1）由重复测量引入的不确定度分量（A类不确定度）

多相流量计油相流量在i流量测试点的重复性按公式（F.3）计算，即

 （F.3）

式中：

—多相流量计油相流量第i测试点的重复性；

—多相流量计油相流量第i测试点的测量误差最大值；

—多相流量计油相流量第i测试点的测量误差最小值；

—极差系数。

极差系数值见表4。

表F.2 dn数值表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| dn | 1.13 | 1.69 | 2.06 | 2.33 | 2.53 |

根据油流量重复性计算公式（F.3）可计算得出，油流量重复性为0.63%，则由重复测量引入的不确定度为



灵敏系数为



（2）由标准装置所引入的不确定度分量（B类不确定度）

多相流量计标准装置的油相测量相对扩展不确定度为1.0%（*k*=2），则



灵敏系数为



（3）合成标准不确定度

油相流量的合成标准不确定度按公式（F.4）计算。

（F.4）

式中：

—多相流量计的油相流量合成标准不确定度；

—多相流量计的油相流量测量结果重复性的不确定度；

—多相流量计标准装置油相流量测量的不确定度；

—多相流量计标准装置压力测量结果的不确定度；

—多相流量计标准装置温度测量结果的不确定度；

—多相流量计标准装置其它因素对测量结果影响的不确定度。

则合成标准不确定度为



（4）扩展不确定度

油相流量的相对扩展不确定度按公式（F.5）计算。

 （F.5）

则油流量扩展不确定度为



（5）测量不确定度分析一览表

表F.3 油流量测量不确定度分析一览表



F1.2.2 水相测量不确定度分量评定

（1）由重复测量引入的不确定度分量（A类不确定度）

多相流量计水相流量在i流量测试点的重复性按公式（F.6）计算，即

 （F.6）

式中：

—多相流量计水相流量第i测试点的重复性；

—多相流量计水相流量第i测试点的测量误差最大值；

—多相流量计水相流量第i测试点的测量误差最小值；

—极差系数。

根据水流量重复性计算公式（F.6）可计算得出，水流量重复性为0.96%，则由重复测量引入的不确定度为



灵敏系数为



（2）由标准装置所引入的不确定度分量（B类不确定度）

多相流量计标准装置的水相测量相对扩展不确定度为1.0%（*k*=2），则



灵敏系数为



（3）合成标准不确定度

水相流量的合成标准不确定度按公式（F.7）计算。

（F.7）

式中：

—多相流量计的水相流量合成标准不确定度；

—多相流量计的水相流量测量结果重复性的不确定度；

—多相流量计标准装置水相流量测量的不确定度；

—多相流量计标准装置压力测量结果的不确定度；

—多相流量计标准装置温度测量结果的不确定度。

则合成标准不确定度为



（4）扩展不确定度

水相流量的相对扩展不确定度按公式（F.8）计算。

 （F.8）

则水流量扩展不确定度为



（5）测量不确定度分析一览表

表F.4 水流量测量不确定度分析一览表



F2 多相流量计气流量测量不确定度评定

F2.1 测量模型

多相流量计的气相累积流量相对误差可由式（F.9）计算，即

 （F.9）

式中：

*E*i—多相流量计第i测试点单相累积流量相对误差；

*Q*mN,i—多相流量计测量的第i测试点的单相累积流量值，Nm3；

*Q*sN,i—标准装置测量的第i测试点的单相累积流量值，Nm3。

其中，

 （F.10）

式中：

*P*s,i—第i测试点，多相流标准装置处的绝对压力，kPa；

*T*s,i—第i测试点，多相流标准装置处的热力学温度，K；

*Q*s,i—第i测试点，多相流标准装置处的气相累积流量值，Nm3；

*P*N—标况压力，101.32kPa；

*T*N—标况温度，293.15K；

*Z*N—标况下空气（天然气）的压缩因子；

*Z*S—多相流标准装置标准表处空气（天然气）的压缩因子。

将F.10代入F.9中可得

 （F.11）

各自变量之间独立，则可得相对不确定度公式如下：

（F.12）

F2.2 不确定度分量评定

（1）由重复测量引入的不确定度分量（A类不确定度）

多相流量计气相流量在i流量测试点的重复性按公式（F.13）计算，即

 （F.13）

式中：

—多相流量计气相流量第i测试点的重复性；

—多相流量计气相流量第i测试点的测量误差最大值；

—多相流量计气相流量第i测试点的测量误差最小值；

—极差系数。

根据气流量重复性计算公式（F.13）可计算得出，气流量重复性为1.78%，则由重复测量引入的不确定度为



灵敏系数为



（2）由标准装置所引入的不确定度分量（B类不确定度）

多相流量计标准装置的水相测量相对扩展不确定度为2.0%（*k*=2），则



灵敏系数为



（3）标准表处压力的Ps测量所引入的不确定度分量（B类不确定度）

用绝压变送器测量标准表处压力。绝压变送器的准确度等级为0.2级，测量范围为（0～2.5）MPa，输出范围为（4～20）mA，在0.4MPa压力下对应输出电流值为6.56 mA，绝压变送器的扩展不确定度为 mA（*k*=2），则



灵敏系数为



（4）标准表处温度的Ts测量所引入的不确定度分量（B类不确定度）

用一体化温度变送器测量标准表处温度。一体化温度变送器的准确度等级为0.5级，测量范围为（0～100）℃，输出范围为（4～20）mA，在48.32℃温度下对应输出电流值为7.73 mA，一体化温度变送器的扩展不确定度为*U*（*T*s）=0.015 mA（*k*=2），则



灵敏系数为



（5）压缩因子Z的不确定度

压缩因子Z的允许误差为0.01%，按矩形分布，则



灵敏系数为





（6）合成标准不确定度

气相流量的合成标准不确定度按公式（F.14）计算。

（F.14）

式中：

—多相流量计的气相流量合成标准不确定度；

—多相流量计的气相流量测量结果重复性的不确定度；

—多相流量计标准装置气相流量测量的不确定度；

—多相流量计标准装置压力测量结果的不确定度；

—多相流量计标准装置温度测量结果的不确定度。

则合成标准不确定度为



（7）扩展不确定度

气相流量的相对扩展不确定度按公式（F.15）计算。

 （F.15）

则气流量扩展不确定度为



（8）测量不确定度分析一览表

表F.5 气流量测量不确定度分析一览表



F3 多相流量计含水率测量不确定度评定

F3.1 测量模型

多相流量计的含水率测量绝对误差可由式（F.16）计算，即

 （F.16）

式中：

—多相流量计第i测试点的含水率测量误差；

—多相流量计第i测试点的含水率测量值；

—标准装置测量的第i测试点的含水率测量值。

含水率合成标准不确定度

 （F.17）

式中：

—多相流量计第i测试点的含水率合成标准不确定度；

—多相流量计第i测试点的的含水率测量结果重复性的不确定度；

—多相流量计第i测试点的的水流量测量结果不确定度；

—多相流量计第i测试点的的油流量测量结果不确定度。

F3.2 不确定度分量评定

（1）由重复测量引入的不确定度分量（A类不确定度）

多相流量计含水率在第i测试点的重复性按公式（F.18）计算，即

 （F.18）

式中：

—多相流量计含水率第i测试点的重复性；

—多相流量计含水率第i测试点的测量误差最大值；

—多相流量计含水率第i测试点的测量误差最小值；

—极差系数。

根据含水率重复性计算公式（F.18）可计算得出，含水率重复性为0.20%，则由重复测量引入的不确定度为



（2）合成不确定度

含水率的合成标准不确定度按公式（F.19）计算。

 （F.19）

式中：

—多相流量计的含水率合成标准不确定度；

—多相流量计的含水率测量结果重复性的不确定度。

由F1.2.1节得到油流量合成标准不确定度为0.618%，由F1.2.2节得到水流量合成标准不确定度为0.746%，则合成标准不确定度为



（3）扩展不确定度

含水率的扩展不确定度按公式（F.20）计算。

 （F.20）

则含水率扩展不确定度为



（4）测量不确定度分析一览表

表F.6 含水率测量不确定度分析一览表



综上，在流量25m3/h、含水率70%、含气率85%的流量测试点下，此多相流量计的油相误差为0.98%，测量结果扩展不确定度为1.236%（*k*=2）；水相误差为-1.90%，测量结果扩展不确定度为1.492%（*k*=2）；气相误差为4.53%，测量结果扩展不确定度为2.876%（*k*=2）；含水率误差为-0.62%，测量结果扩展不确定度为1.952%（*k*=2）。

JJF XXXX-XXXX