油气水多相流量计校准规范

（征求意见稿）

编 写 说 明

大庆油田有限责任公司

2023年07月

目 次

[一、任务来源、编写依据、与国际相关技术文件的兼容情况 1](#_Toc139957560)

[二、对所规定的主要技术要求、试验条件、试验方法的有关说明 2](#_Toc139957561)

[三、对重要条款的解释 3](#_Toc139957562)

[四、对重大分歧意见的处理结果和依据 5](#_Toc139957563)

# 一、任务来源、编写依据、与国际相关技术文件的兼容情况

**1、任务来源**

根据国家市场监督管理总局办公厅文件——市监计量发[2022]70号“市场监管总局办公厅关于印发2022年国家计量技术规范项目制定、修订及宣贯计划的通知”，按照《2022年国家计量技术规范项目制定、修订计划》由全国石油专用计量测试技术委员会组织，中国石油天然气股份有限公司大庆油田有限责任公司作为主要起草单位，中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司、兰州海默科技（集团）股份有限公司作为参加单位，承担了《油气水多相流量计校准规范》国家计量校准规范的起草工作。

**2、编写依据**

本规范按照《国家计量技术规范管理办法》，依据JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》编写，引用文件主要包括：

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1004 流量计量名词术语及定义

GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB 3836.2 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

**3、**与国际相关技术文件的兼容情况

2013年美国石油学会颁布了世界上第一个多相流量计计量技术相关标准API MPMS 20.3-2013《多相流计量》，标准范围适用于交接计量(单相)测量点上游的陆上、海上或海底的需要保证多相流测量准确度的分配测量。该标准介绍了多相流测量、多相流量计类型和分类、预期性能评估以及多相测量系统的选择和运行，阐述了操作要求或约束条件，包括流量计验收，校准标准，流量回路和现场验证，以及针对不同多相流量计应用方面的指导。涉及多相流量计校准内容的主要是第10章“多相流计量系统的校准、性能测试和验证”，本章只是给出了仪表传感器校准、参考设备测试和现场验证方法，与多相流量计性能评价方法并无相关性。

2018年国际标准化组织成立了多相流量计标准编写工作组，开始起草多相流量计计量标准。于2020年发布ISO/TS 21354《多相流体流量测量》，标准范围适用于直接测量油水气流速以及部分分离和完全分离的在线多相流量计的测量，为多相流量计分类与应用提供理论基础，并为这类仪表的实施和使用提供指导和建议。该标准介绍了封闭管道中多相流相关术语定义和表征多相流量计性能的计量相关定义，给出了多相流测量的目的，多相流量计现场安装和调试的程序及建议，在没有测试分离器可用时现场验证仪表性能的方法。涉及多相流量计校准内容的主要是第9章“测试、校准和调整”，可为多相流量计测试、校准和调整提供技术指导，没有给出多相流量计各计量参数的性能测试评价方法。

# 二、对所规定的主要技术要求、试验条件、试验方法的有关说明

多相流量计不同于传统的单相流量计，其校准方法具有特殊性，本规范主要依据大庆油气水多相流量校准装置校准经验，同时借鉴NEL(英国国家工程实验室)多相流量计测试报告编写。本规范共分九章和8个附录，具体内容如下：

1）第一章“范围”

依据JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》，规范的适用范围需明确规定规范的主题，因此本规范范围规定为：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）第二章“引用文件”

本章节给出了编写规范所依据和引用的文件。

3）第三章“术语和计量单位”

JJF1004《术语和定义》中多相流定义为两种或两种以上不同相的流体一起流动。只有两相流体一起流动时又称为两相流。它是一个通用定义。本规范中对多相流的具体成份进行了进一步明确，多相流体定义为以油、天然气、水为主要成份组成的混合流体。

本规范中多相流量计定义为用于不完全分离情况下，计量多相流中气液两相流体或油气水三相流体流量的仪表。对于气液完全分离的两相或三相分离器等计量设备不属于多相流量计。

术语定义中的持气率、持水率、相持率主要用于多相流量计工作原理，体积含气率和含水率是多相流量计准确度的主要影响因素，误差占比率用于多相流量计的校准结果表示。

4）第四章“概述”

本章主要说明了多相流量计的工作原理、用途及结构。

多相流量计通常测量各相在管道截面上所占面积Ai、各相沿管道轴线的流速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。

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。

多相流量计的结构按计量方式主要分为不分离式、部分分离式和完全分离式多相流量计，制定本标准规范主要针对不分离式和部分分离式多相流量计。

5）第五章“计量特性”

本章主要规定了多相流量计的测量误差。测量误差规定：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，根据需要可以增加其它参数，例如油流量、水流量等。本规范是以厂家标称的液体流量、气体流量和含水率技术指标为基础对多相流量计进行性能评价。

6）第六章“校准条件”

本章包括环境条件、标准器、配套设备及校准用液体。

规范中的环境条件为流量计校准的常规条件。需要注意的是，测试周围不能有辐射，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中相关安全防爆要求。

目前，国内外多相流量计校准装置都采用标准表法，本规范也是采用标准表法，校准时所用的油、气、水标准流量计的准确度等级要求分别为不低于0.5级、0.5级和1.5级，此技术要求为常规油气水流量计能够达到的准确度等级。标准器及配套设备均应有有效的检定/校准证书。

规范中规定了校准用液体的介质要求。

7）第七章“校准项目和校准方法”

多相流量计校准项目包括：随机文件、外观、密封性和测量误差。

本规范是以厂家标称的液体流量、气体流量和含水率技术指标为基础对多相流量计进行性能评价，需要厂家提供随机文件才能进行校准，所以将随机文件加入到校准项目中。

外观和密封性校准项目中的各项要求都是流量计的常规规定，都采用目测的方法直接进行检查。

测量误差的校准方法包括校准点的选择、校准前准备、校准步骤、校准结果计算。

8）第八章“校准结果表达”

多相流量计校准报告包括：校准报告封面格式、内页格式及多相流量计校准数据汇总表。多相流量计校准结果的测量不确定度评定按JJF 1059.1中规定的方法。

9）第九章“复校准时间间隔”

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。本规范给出多相流量计的复校准时间间隔建议为12个月。

# 三、对重要条款的解释

1）对第5章计量特性的解释

通过调研国内10几家多相流量计厂家装置的技术指标，部分分离式多相流量计各计量参数技术指标不受含气率影响，但不分离式多相流量计各计量参数技术指标受含气率影响比较大，因此本规范在给出计量参数测量误差时对含水率范围进行分段，主要参照不分离式多相流量计技术指标形式见表1某厂家示例，给出液体流量、气体流量及含水率等各计量参数的测量误差要求。

表1 不分离式多相流量计技术指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 含气率范围 | 计量参数 | 测量误差 |
| （0～90）%  （含90%） | 液体流量 | ±（2%～5%） |
| 气体流量 | ±（5%～10%） |
| 含水率 | ±2% |
| （90～100）% | 液体流量 | ±（5%～10%） |
| 气体流量 | ±（2%～7%） |
| 含水率 | ±（0.5%～1.5%） |

在对多相流量计计量特性进行测试评价中，除了给出液体流量、气体流量和含水率三个参数的测量误差以外，通常还需给出液体流量、气体流量和含水率的测量误差占比率，例如液量误差标称指标为±3%，在27个校准测试点中，计算满足≤±3%的测试点所占的百分比，通常情况下，国外如NEL多相流校准装置，要求多相流量计各计量参数的误差占比率一般不小于90%，由于国内多相流技术还不够成熟，实际校准过程中很难达到90%的指标，因此本规范考虑到国内多相流计量技术现状，规定误差占比率需满足80%的要求。

2）对第6.2.3.2条校准用水的解释

水中含盐度高会腐蚀金属管道和设备，排放高盐度污水也会影响水生态环境，因此从保护多相流量计校准装置的角度考虑，本规范中规定校准用水中矿化度一般小于5g/L。

3）对第7.2.4条流量校准点选择的解释

单相流量计的校准点选取，通常是根据准确度等级，在其单一流量测量范围内选取3～7个点，校准条件简单稳定。由于多相流的工况条件复杂，需要由油、气和水三相介质中的两相或三相按不同的比例构成，存在流型流态和相变问题，是一个依据流量计测量范围和测试装置测试能力统筹确定的二维测试矩阵，测试点数量更多，排列组合方式更复杂，不可能统一规定校准点，规范中给出的是多相流量计的校准点选点原则。

举例：1台多相流量计液量测量范围为（4～20）m3/h，含水率测量范围为（0～100）%，含气率测量范围为（0～100）%。在流量测量范围内至少选取3个液体流量校准点，如4、12、20 m3/h，对每个液体流量点至少选取3个含水率校准点，如液量为4 m3/h时含水率选取30%、60%、90%，对每个含水率点至少选取3个含气率校准点，如含水率为90%时含气率选取20%、40%、60%，即每个液体流量点对应至少9个校准点，则每台多相流量计至少选取27个校准点。

校准点选取需根据多相流量计流量测量范围和校准装置流量校准能力，特殊情况下如国际比对时由用户指定流量校准点。

4）对第7.5条校准结果计算的解释

标准表处的压力、温度工况条件和多相流量计处的压力、温度工况条件不同，为了防止由于工况条件不同产生附加误差，规范中测量值的比对将多相流量计校准装置的油气水量和多相流量计计量的油气水量转化为同一标况条件(20℃，101.325 kPa )下进行比较。

多相流量计每个流量校准点的液体流量、气体流量、油流量和水流量测量误差采用相对误差，含水率测量误差采用绝对误差。

# 四、对重大分歧意见的处理结果和依据

无

《油气水多相流量计校准规范》标准编写组

2023年11月