JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

　　　　　　　　 JJF 1591－202×

液体科里奥利质量流量计

型式评价大纲

Program of Pattern Evaluation of Liquid Coriolis Mass Flowmeters

（草稿）

XXXX-XX-XX发布　　　　　　　　　　　　　XXXX-XX-XX实施

国家市场监督管理总局　发　布

液体科里奥利质量流量计

JJF XXXX－20XX

代替JJF 1591-2016液体科里奥利质量流量计部分

型式评价大纲

Program of Pattern Evaluation of

Liquid Coriolis Mass Flowmeters

归 口 单 位：全国流量计量技术委员会液体分技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

参加起草单位：

本规范委托全国流量计量技术委员会液体流量分技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

目 录

引 言 III

1 范围 4

2 引用文件 4

3 术语 4

4 概述 6

4.1 工作原理 6

4.2 组成及构造 6

4.3 用途 7

4.4 流量计的关键零部件和材料 7

5 法制管理要求 8

5.1 计量单位 8

5.2 外部结构 8

5.3 标志和标识 8

5.4 保护装置和封印 8

6 计量性能要求 9

6.1 准确度等级和示值误差 9

6.2 重复性 9

6.3 量程比 9

6.4 压力损失 9

7 通用技术要求 10

7.1 外观与铭牌 10

7.2 显示 10

7.3 耐压强度 11

7.4 功能性要求 11

7.5 安全性能 11

7.6 气候环境适应性 12

7.8 电磁兼容适应性 12

7.8 电源环境适应性 13

7.9 软件标识管理要求 13

7.10 计量性能复测 13

8 型式评价项目一览表 13

9 提供样机的数量及样机的使用方式 14

9.1 流量计的特征识别 15

9.2 提供样机的数量 15

9.3 样机的使用方式 16

10 试验项目的试验方法和条件以及数据处理和合格判据 16

10.1 试验项目的条件 16

10.2 计量性能 17

10.3. 耐压强度 20

10.4 安全性能 20

10.5 气候环境适应性试验 21

10.6 电磁兼容适应性试验 23

10.8 软件标识管理要求的验证 26

引 言

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 1015《计量器具型式评价通用规范》和JJF 1016《计量器具型式评价大纲编写导则》共同构成支撑本规范的基础性系列规范。

本规范参考GB/T 20728-2021《封闭管道中流体流量的测量 科里奥利流量计的选型、安装和使用指南》和GB/T 31130-2014《科里奥利质量流量计》结合我国液体科里奥利质量流量计的制造水平及应用现状，对JJF 1591-2016《科里奥利质量流量计型式评价大纲》的液体科里奥利质量流量计部分内容进行修订。

与JJF 1591-2016相比

——调整并更新了“引用文件”；

——准确度等级增加了0.1级，删除了1.5级；

——重复性由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改为1/3。

——调整了示值误差试验流量点及试验顺序

——增加流量计不同类型输出信号测试要求

——调整了样机抽样规则和使用方式

——删除了零点稳定度要求、振动要求

——增加了验证软件标识管理的要求

本规范历次版本发布情况为：

——JJF 1591-2016《科里奥利质量流量计型式评价大纲》

——JJG 1038-2008《科里奥利质量流量计》附录A型式评价大纲

液体科里奥利质量流量计型式评价大纲

1 范围

本规范适用于分类编码为12183500的液体科里奥利质量流量计（以下简称流量计）的型式评价。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1051 计量器具命名与分类编码

JJF 1182 计量器具软件测评指南

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A: 低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分： 试验方法 试验B: 高温

GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab： 恒定湿热试验

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.11电磁兼容 试验和测量技术 第11部分：对每相输入电流小于或等于16 A设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验

GB/T 20728 封闭管道中流体流量的测量 科里奥利流量计的选型、安装和使用指南

GB/T 31130-2014 科里奥利质量流量计

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

JJF 1001-2011和JJF 1004-2004中界定的及下列术语和定义适用于本规范。

3.1 科里奥利质量流量计 Coriolis mass flowmeter

由流量传感器（一次装置）和变送器（二次装置）组成，利用流体与振动管振动的相互作用测量质量流量和密度的仪表。

[GB/T20728-2021，3.1.1]

3.2 流量传感器 flow sensor

由振动管、驱动系统、传感元件（拾振器）、支撑机构和外壳组成的机械组件。

[GB/T20728-2021，3.1.2，有修改]

3.3 变送器 transmitter

提供驱动并接收来自流量传感器的信号，处理、记录、显示或传送该信号以得到流量值的电子控制系统。

注：变送器既可整体安装在流量传感器上(一体式流量计),也可远离一次装置利用导线连接远程安装(分体式流量计)。

[GB/T20728-2021，3.1.3，有修改]

3.4 振动管 oscillating tube

被测流体流过的由驱动系统产生振动的管子。

[GB/T20728-2021，3.1.4，有修改]

3.5 驱动系统 drive system

激励振动管振动的元件。

[GB/T20728-2021，3.1.5，有修改]

3.6 传感元件（拾振器） sensing device

检测科里奥利力效应并测量振动管振动频率的振动传感器。

[GB/T20728-2021，3.1.6，有修改]

3.7 支撑机构 supporting structure

振动管的支架。

[GB/T20728-2021，3.1.7]

3.8 外壳 housing

流量传感器和（或）变送器的保护壳。

[GB/T20728-2021，3.1.8，有修改]

3.9 流量计特征系数 meter characteristic coefficient

影响流量计流量计量性能的可变数值。

注：一般由一个或一组系数组成。

4 概述

4.1 工作原理

当旋转体中的一个质点朝旋转中心或相反方向作相对运动时会产生科里奥利力。流量计的振动管会被激励以特定的频率和振幅进行振动（旋转），液体介质流经振动管时，由于流体本身的质量惯性，从而引发科里奥利效应，产生一个与流体质量流量成正比的科里奥利力。科里奥利力会使振动管发生扭曲变形，振动管的入口和出口振动信号会产生相位差（延迟时间），质量流量与延迟时间成正比。通过拾振器测量振动管的振动状态，检测延迟时间可计算出流体的质量流量。

4.2 组成及构造

流量计由流量传感器和变送器组成，可分为一体式和分体式。其中，传感器主要由振动管、驱动系统、传感元件（拾振器）、支撑机构和外壳组成。常见流量计结构如图1所示。



（a）U型振动管



（b）微弯型振动管



（c）直管型振动管

1-支撑机构 2-振动管 3-驱动系统 4-传感元件（拾振器） 5-外壳 6-变送器

**图1 常见流量计结构示意图**

4.3 用途

流量计主要用于封闭管道中流体质量流量的测量。

4.4 流量计的关键零部件和材料

流量计的关键零部件和材料见表1。

表1关键零部件和材料

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名 称 | 主要性能指标 | 备 注 |
| 1 | 振动管 | 结构形式、压力等级材料\* | 应注明与计量性能相关的主要材料品类。 |
| 2 | 驱动系统 | 激励方式、驱动功率、频率范围 |  |
| 3 | 传感元件（拾振器） | 功能描述 |  |
| 4 | 核心处理器或计量主板 | 主芯片描述 |  |
| 5 | 电源模块 | 性能描述 |  |

5 法制管理要求

5.1 计量单位

流量计所使用的计量单位应采用国家法定计量单位。主要量的计量单位和符号应符合表2的规定。

表2 计量单位

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 量的名称 | 计量单位 | 计量单位符号 |
| 1 | 瞬时流量 | 吨每小时；千克每小时；千克每秒；克每秒 | t/h；kg/h；kg/s；g/s |
| 2 | 累积流量 | 吨；千克；克 | t；kg；g |
| 3 | 温度 | 摄氏度 | ℃ |
| 4 | 压力 | 帕[斯卡]；千帕；兆帕 | Pa；kPa；MPa |
| 5 | 密度 | 千克每立方米；克每立方厘米 | kg/m3；g/cm3 |
| 6 | 时间 | [小]时；分；秒 | h；min；s |

5.2 外部结构

对不允许使用者自行调整的影响计量性能的部位，应采用封闭式结构设计或者留有加盖封印的位置。该结构应设计成封印可更换的形式，结构或封印被破坏后，应留下不可恢复的痕迹。

5.3 标志和标识

应在流量计铭牌、传感器外壳或变送器等明显部位标注计量法制标志（预留CMC或CPA标志和编号的位置）和计量器具标识，标志和标识必须清晰可辨，牢固可靠。

5.4 保护装置和封印

5.4.1 总体要求

5.4.1.1流量计的计量性能由机械封印或电子封印加以保护；

5.4.1.2应有效保护储存的测量结果，防止非法访问；

5.4.1.3在流量计为单一用户提供服务的过程中，已供总量的显示，或者一组可推导出已供总量的参数应不可重置；

5.4.1.4所有对计量性能有影响或不允许使用者自行调整的部位和接口都应通过机械封印或电子封印加以保护。

5.4.2 机械封印

采用机械封印时，应选择适当的位置设置封印，流量计应包含可以加封印的保护装置，以保证在不损坏保护装置和封印的情况下无法拆卸或者改动流量计及其调整装置。

5.4.3电子封印

5.4.3.1申请单位提交申请材料时，应说明影响计量性能的流量计特殊系数清单及可修改的方式或权限等。

5.4.3.2当需要限制访问对确定测量结果有影响的参数时，可采用电子封印对这些参数加以保护，电子封印应满足下列规定：

a) 只允许授权人员修改参数，如借助密码（口令）或特殊设备（例如钥匙）。密码应能更换；

b) 在某一时间段内，干预的证据应是可获取的。记录中应包括日期和识别实施干预的授权人员的特征要素。如果必须删除之前的干预才能记录新的干预，应删除最早的记录。

6 计量性能要求

6.1 准确度等级和示值误差

各准确度等级流量计最大允许误差应符合表3的规定。在规定的流量范围内，流量计的示值误差应不超过其准确度等级规定的最大允许误差。

表3准确度等级和最大允许误差

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 准确度等级 | 0.1级 | 0.15级 | 0.2级 | 0.3级 | 0.5级 | 1.0级 |
| 最大允许误差 | ±0.1% | ±0.15% | ±0.2% | ±0.3% | ±0.5% | ±1.0% |

6.2  重复性

流量计的重复性应不超过最大允许误差绝对值的1/3。

6.3 量程比

流量计的量程比（最大流量*q*max/最小流量*q*min）应不小于5。

6.4 当流量计同时具有多种信号输出类型时，应对其申请的每种类型信号分别进行计量性能测试，计量性能均应满足其准确度等级的要求。

注：用于计量性能测试的流量计信号输出类型应在型评报告中注明。

7 通用技术要求

7.1 外观与铭牌

7.1.1 外观

新制造的流量计应有良好的外观，表面涂镀层色泽均匀，不得有毛刺、划痕、裂纹、锈蚀、霉斑和剥落等现象。密封面应平整，不得有损伤。流量计表体上应有清晰、永久性的流向标志。

7.1.2 铭牌

流量计铭牌应有以下的内容：

a) 产品名称；

b) 制造单位名称或商标；

b) 型号；

c) 准确度等级；

d) CMC或CPA标志和编号（适用时）；

e) 测量介质类型及对应流量范围；

f) 最大工作压力；

g) 介质温度范围；

h) 出厂编号；

i) 制造年月；

j) 公称通径；

k) 流量计特征系数；

l) 其他相关技术指标（如适用），如电源电压等信息。

7.2 显示

7.2.1 流量计显示的数字、文字及符号应清晰、整齐；流量计指示机构（适用时）显示的数字应醒目、正确、连续，表示功能的文字符号应完整、清晰、明确。在不破坏封印的情况下，显示单元应固定不可拆装，不能置零，不能人为改变指示值；显示的数字应清晰、完整。

7.2.2 流量计所配显示单位直接显示被测液体的累积质量，应有足够的显示位数，累积流量显示位数以确保在*q*max下经2000 h的通流下显示不溢出，瞬时流量显示位数或通信读出位数应确保各分量的读数分辨力为各分量最大允许误差的1/5；

7.3 耐压强度

流量计应能承受试验压力为1.5倍公称压力下的耐压强度试验，试验期间应无渗漏或损坏。

注：申请单位提供特种设备生产许可证或样机的特种设备监检证书本项可免于试验。

7.4 功能性要求

7.4.1 保护功能

具有保护功能的流量计对流量计参数应有保护功能（如密码），如修改参数应能留有修改痕迹并可永久保存。

7.4.2 防护功能

对不同应用场合的流量计，应满足GB4208规定的相应防护等级要求，并取得国家认可的机构签发的防护等级证明。

7.4.3 信号输出

流量计应有满足检测需要的信号输出或通信信号。

7.4.4 压力损失

流量计的压力损失应不大于产品使用说明书中的规定。

7.5 安全性能

对外电源供电的流量计，应进行绝缘电阻和绝缘强度的安全试验。

7.5.1 绝缘电阻

在一般大气条件下，流量计的电源端子与接地端子、输入输出端子与接地端子之间。的绝缘电阻不应小于表4的要求。

表4 绝缘电阻

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 额定电压或标称电压（V） | 试验电压（V） | 绝缘电阻（MΩ） |
| *U*≤60 | 250 | 7 |
| 130≤*U*＜250 | 500 | 20 |

7.5.2 绝缘强度

在一般大气条件下，流量计的电源端子与接地端子、输入输出端子与接地端子之间应能承受表5规定的正弦波交流电压电气强度试验，历时1min，不发生击穿或飞弧现象。

表5 绝缘强度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 额定电压或标称电压（V） | 试验电压有效值（V） | 泄漏电流报警值（mA） | 试验时间（min） |
| *U*≤60 | 500 | 10 | 1 |
| 130≤*U*＜250 | 1500 |

7.6 气候环境适应性

流量计应能承受下列规定条件的气候环境试验，试验后流量计的外观和功能应符合要求。

7.6.1 低温

在-25℃的低温条件下，流量计的显示和键盘操作应正常，瞬时流量显示值或输出的变化量应不超过最大允许误差绝对值的1/2。

7.6.2 高温

在55℃的高温条件下，流量计的显示和键盘操作应正常，瞬时流量显示值或输出的变化量应不超过最大允许误差绝对值的1/2。

7.6.3 恒定湿热

在无包装条件下，按GB/T 2423.3“试验Cab”的相关要求进行。流量计应能承受上述环境试验，试验后流量计的外观和功能应符合要求；

7.7 电磁兼容适应性

电源供电的流量计应进行下述电磁兼容适应性试验，试验期间流量计允许出现功能和性能暂时丧失，但试验结束后相应功能和性能应能自行恢复，流量计应正常工作，存贮的数据保持不变，外观和功能应符合要求。

7.7.1 静电放电抗扰度

按 GB/T 17626.2的相关要求进行，试验等级3级。

7.7.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度

对于交流外电源供电的流量计，按GB/T 17626.4的相关要求进行，试验等级3级。

7.7.3 浪涌（冲击）抗扰度

对于交流外电源供电的流量计，按GB/T 17626.5的相关要求进行，试验等级：线对线2级，线对地3级。

7.7.4 电压暂降和短时中断抗扰度

对于交流外电源供电的流量计，按GB/T 17626.11的相关要求进行，试验等级2级。

7.8 电源环境适应性

电源额定电压在、频率供电时，瞬时流量显示值或输出的变化量应不超过最大允许误差绝对值的1/2。

7.9 软件标识管理要求

流量计应用软件应符合JJF 1182-2021要求。流量计的应用软件以及计量相关参数的变更应能通过软件标识查验，保证能够识别和控制其变化。

生产厂应提供软件标识符，并描述其创建方式、保护方式、呈现方式和结构，以管理和维护软件标识符。

7.10 计量性能复测

在安全性能、气候环境适应性、电磁兼容适应性及电源环境适应性试验后对流量计的计量性能进行复测，流量计的示值误差和重复性分别应符合6.1、6.2要求。

8 型式评价项目一览表

流量计型式评价项目见表6。

型式评价项目表中观察项目采用目测的方法进行评价，试验项目采用试验的方法进行评价。

表6 流量计型式评价项目一览表

| 序 号 | 项目名称 | 技术要求 | 评价方法 | 评价方式 | 样机数量 | 备 注 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一、法制管理 |  |
| 1 | 计量单位 | 5.1 | 目 测 | 观察项目 | 全部 |  |
| 2 | 外部结构设计要求 | 5.2 | 目 测 | 观察项目 | 全部 |  |
| 3 | 标志和标识 | 5.3 | 目 测 | 观察项目 | 全部 |  |
| 4 | 保护装置和封印 | 5.4 | 目 测 | 观察项目 | 全部 |  |
| 二、计量性能要求 |  |  |  |
| 1 | 最大允许误差和重复性 | 6.1、6.2、6.3 | 10.2.1 | 试验项目 | 全部 |  |
| 三、通用技术要求 |  |  |  |
| 1 | 外观与铭牌 | 7.1 | 目 测 | 观察项目 | 全部 |  |
| 2 | 显示 | 7.2 | 目 测 | 观察项目 | 全部 |  |
| 3 | 耐压强度 | 7.3 | 10.3 | 试验项目 | 全部 | 提供证书免于试验 |
| 4 | 功能性要求 | 保护功能 | 7.4.1 | 目 测 | 观察项目 | 全部 |  |
| 防护功能 | 7.4.2 | 目 测 | 观察项目 | 全部 |  |
| 信号输出 | 7.4.3 | 目 测 | 观察项目 | 全部 |  |
| 压力损失 | 7.4.4 | 10.2.2 | 试验项目 | 全部 |  |
| 5 | 安全性能 | 绝缘电阻 | 7.5.1 | 10.4.1 | 试验项目 | ≥1 | 外电源供电的流量计适用 |
| 绝缘强度 | 7.5.2 | 10.4.2 | 试验项目 | ≥1 |
| 6 | 气候环境适应性 | 低温 | 7.6.1 | 10.5.4.1 | 试验项目 | ≥1 |  |
| 高温 | 7.6.2 | 10.5.4.2 | 试验项目 | ≥1 |  |
| 恒定湿热 | 7.6.3 | 10.5.4.3 | 试验项目 | ≥1 |  |
| 7 | 电磁兼容适应性 | 静电放电抗扰度 | 7.7.1 | 10.6.1 | 试验项目 | ≥1 |  |
| 电快速瞬变脉冲群抗扰度 | 7.7.2 | 10.6.2 | 试验项目 | ≥1 | 交流供电的流量计适用 |
| 浪涌（冲击）抗扰度 | 7.7.3 | 10.6.3 | 试验项目 | ≥1 |
| 电压暂降和短时中断抗扰度 | 7.7.4 | 10.6.4 | 试验项目 | ≥1 |
| 8 | 电源适应性 | 7.8 | 10.7 | 试验项目 | ≥1 |  |
| 9 | 软件标识管理要求 | 7.9 | 10.8 | 观察项目 | 全部 | 通过目测或通信接口查询验证 |
| 10 | 计量性能复测 | 7.10 | 10.9 | 试验项目 | ≥1 |  |

9 提供样机的数量及样机的使用方式

9.1 流量计的特征识别

9.1.1 技术资料

申请单位应按照JJF 1015第4.1条要求提供型式评价所需的技术资料。

9.1.2 系列产品的确定原则

根据申请流量计的特征，具有相同的测量原理、相同或相似的结构（外观）并满足下列条件之一的一组产品可确定为系列产品：

1）准确度相同，测量区间不同；

2）准确度不同，测量区间相同且结构相同。

9.1.3 产品的特征描述

应结合有关文件对产品进行型式确认，并在型式评价报告中描述下列内容：

——测量原理；

——结构特征；

——供电；

——关键零部件和材料。

系列产品的特征描述可以采用文字、表格、图片等方式，必要时对典型样机进行拆解，以照片方式记录产品关键结构和零部件的特征。

表1所列的零部件和材料被认为对流量计性能至关重要的，应作为关键零部件的材料进行描述。

9.2 提供样机的数量

9.2.1 按单一规格产品申请的，公称通径小于100mm的提供1~3台样机，公称通径大于等于100mm的提供1台样机。

9.2.2 按系列产品申请的，每一系列产品中抽取不超过三个有代表性规格的产品，每种规格提供试验样机数量按单一产品的原则执行。

9.2.3 如产品采用不同企业生产的、名义相同的、影响产品计量性能的关键材料或零部件，则应提供不同的样机。

9.2.4 如产品具有一体式与分体式两种组合型式时，在完成计量性能测试抽取的样机中应包含这两种组合形式。

9.2.5 如产品具有多种供电方式时，样机应包含每种供电方式。

9.2.6 如产品具有多种耐压等级时，应抽取1台最高耐压等级的壳体或样机单独进行耐压试验。

注：本条款不适用于具有特种设备生产许可证或样机的特种设备监检证书的产品。

9.3 样机的使用方式

9.3.1 应按照表6要求的样机数量进行试验，至少1台样机完成全部试验项目。

9.3.2 在试验期间或试验中除重新安装后的零点调整，不得对样机进行调整。

9.3.3 型式评价结束后按 JJF 1015的规定处理样机。对于型式评价合格的产品样机，至少将1台样机按JJF 1015中6.1.1的规定进行封样并交由申请单位保存。

9.3.4 单独做耐压试验的壳体或样机需要封存。

10 试验项目的试验方法和条件以及数据处理和合格判据

10.1 试验项目的条件

10.1.1 参比条件

对流量计进行型式评价试验过程中，除了试验时的影响量外，其他所有适用的影响量都应保持下列规定的参比条件。

—— 环境温度：(10～30)℃；

—— 相对湿度：15%～85%；

—— 大气压力：（86～106）kPa。

—— 外界磁场对流量计的影响应小到可忽略不计。

—— 机械振动对流量计的影响应小到可忽略不计。

10.1.2 额定工作条件

——环境温度：（-10～40）℃；

——相对湿度：≤95%；

——大气压力：（70～106）kPa。

10.1.3 试验用液体

试验用流体应为单相液体，充满试验管道，其流动应为定常流，可选用与实流使用介质密度、黏度等物理性质相接近的液体。当使用易燃易爆介质试验流量计时所用标准装置与设备应符合相关安全防爆要求。

10.1.4 安装

10.1.4.1 流量计应按使用说明书进行安装。

10.1.4.2 应避免管道应力和扭曲力通过紧固装置作用在流量计上，不应利用流量计校直管道。

10.1.4.3 密封垫不得凸入流体管道内。

10.2 计量性能及压力损失

10.2.1 示值误差、重复性和量程比

10.2.1.1 试验目的

检验流量计的示值误差、重复性和量程比是否符合6.1表3中对应准确度等级最大允许误差、6.2重复性和6.3量程比的要求。

10.2.1.2 试验条件

在参比条件下试验。

10.2.1.3 试验设备

流量标准装置（以下简称装置），优先选用静态质量法液体流量标准装置。

10.2.1.4 试验程序

流量计示值误差的试验程序按本条进行。

a)连接好装置、配套设备及流量计的电路，通电预热，借助适当的工具（面板按键、手操器、通信软件等）检查并记录流量计的参数设置，确保其处于正常工作状态。

b)启动装置，使试验介质在管道系统中最大试验流量循环不少于10 min。

c)停止装置运行，使试验介质在流量计内处于满管静止状态，对流量计进行零点调整。

d)依次对，0.25，0.5，0.7，，流量点进行试验。

e)若流量计量程比大于等于20，增加0.1作为第2个试验流量点。

f)每次测量时间应不少于装置和流量计允许的最短测量时间。

g)对于准确度等级0.2级及以上的流量计，每个流量点的试验次数应不少于6次，对于准确度等级为0.2级以下的流量计，每个流量点的试验次数应不少于3次。

h）试验过程中，各流量点的实际流量与规定流量偏差不超过±5%，其中：*q*max 的实际流量与规定流量偏差应在（-5%**～**0%）范围内，*q*min 的实际流量与规定流量偏差应在（0%**～**+5%）范围内。

i）对于具备多种输出功能的流量计，应分别在每种输出模式下进行测试。

10.2.1.5 数据处理

(1)脉冲输出的流量计各流量点单次试验的示值误差用公式（1）计算：

 （1）

式中：——第*i*流量点第*j*次检定时流量计的示值误差，%；

——第*i*流量点第*j*次检定时流量计的累积质量流量，kg；

——第*i*流量点第*j*次检定时装置给出的标准累积质量流量，kg。

用公式（2）计算：

 （2）

式中：——第*i*流量点第*j*次检定时流量计输出的脉冲数；

——流量计的仪表系数，kg-1。

(2)（4~20）mA电流输出的流量计各流量点单次试验的示值误差用公式（3）计算：

 （3）

式中：——第*i*流量点第*j*次试验时流量计的瞬时质量流量，kg/h；

——第*i*流量点第*j*次试验时装置给出的瞬时质量流量，kg/h。

用公式（4）计算：

 （4）

式中：——第i流量点第j次试验时流量计输出的电流平均值，mA；

——流量计输出的最大电流值，mA；

——流量计输出的最小电流值，mA；

——对应的瞬时质量流量，kg/h。

(3)质量法液体流量标准装置和的计算按公式（5）和（7）：

 （5）

式中：——衡器示值，kg；

*C*b —— 浮力修正系数。当在空气中使用时，*C*b 计算依据公式（6）

 （6）

——空气密度，kg/m3；

注：空气密度的取值方法可参考T/CSMT-YB010-2024《液体流量标准装置测控系统》附录F。

——称量容器中介质密度，kg/m3；

——约定的空气密度，其值为1.2kg/m3；

——砝码使用折算质量时的约定密度，其值为8000kg/m3。

 （7）

——试验时间，s；

(4)单个流量点的示值误差用公式（8）计算：

 （8）

式中：——第*i*流量点的示值误差；

——第*i*流量点的试验次数。

10.2.1.6 流量计的重复性试验一般与示值误差试验同时进行，根据10.2.1.5的数据，当每个流量点重复试验 *n* 次时，该流量点的重复性 (*E*r)i 按式（9）计算：

 （9）

式中：——第*i*流量点示值误差的重复性。

10.2.1.7 合格判据

流量计示值误差、重复性和量程比应符合第6.1~6.4条的要求。

10.2.2 压力损失

10.2.2.1 试验目的

试验的目的是检验流量计的压力损失是否符合要求。

10.2.2.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.2.2.3 试验设备

在10.2.1.3要求的流量装置上进行，配套使用差压仪表或流量计上下游压力仪表。

10.2.2.4 试验程序

在流量计的最大流量*q*max流量点测量流量计的压力损失。计算压力损失时需用流量计安装时测得的压力损失值减去相同流量点的管道的压力损失值。

10.2.2.5 合格判据

流量计压力损失应符合7.4.4的要求

10.3. 耐压强度

10.3.1 试验目的

检验流量计的耐压强度是否符合第7.3条的要求。

10.3.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.3.3 试验设备

带压力指示的耐静压试验装置。

10.3.4 试验程序

平缓地将试验压力升高至流量计公称压力的1.5倍，保持5 min，观察并记录有无渗漏和机械损坏。

10.3.5 合格判据

流量计耐压强度应符合第7.3条要求。

10.4 安全性能

10.4.1 绝缘电阻

10.4.1.1 试验目的

检验流量计各端子之间的绝缘电阻是否符合第7.5.1条的要求。

10.4.1.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.4.1.3 试验设备

兆欧表或绝缘电阻测试仪。

10.4.1.4 试验程序

按表4要求，分别对流量计的电源端子与接地端子、输入输出端子与接地端子之间进行绝缘电阻测试。

10.4.1.5 合格判据

流量计各端子之间绝缘电阻应符合第7.5.1条的要求。

10.4.2 绝缘强度

10.4.2.1 试验目的

检验流量计各端子之间绝缘强度是否符合第7.5.2条的要求。

10.4.2.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.4.2.3 试验设备

绝缘强度测试仪。

10.4.2.4 试验程序

分别对流量计的电源端子与接地端子、输入输出端子与接地端子之间施加正弦交变试验电压，缓缓上升施加的试验电压有效值至表5给出的值，持续1 min，观察有无击穿或飞弧现象。

10.4.2.5 合格判据

流量计各端子之间绝缘强度应符合第7.5.2条的要求。

10.5 气候环境适应性试验

10.5.1 试验目的

检验流量计在低温、高温、恒定湿热试验后其性能是否符合7.6 的要求。

10.5.2 试验条件

计量性能试验在额定条件下进行。

10.5.3 试验设备

高低温试验箱、恒定湿热试验箱。

10.5.4 试验程序

检查流量计功能，记录流量计存贮的数据（如仪表系数、累积流量）。

10.5.4.1 低温试验

本试验按GB/T 2423.1规定进行，流量计在信号仿真状态下运行，瞬时流量测量点取*q*min与0.9*q*max。变化量的计算方法如下：

记录流量计显示的瞬时流量值或其输出信号值,显示的瞬时流量值为至少10次连续显示的瞬时流量值的平均值。

在低温（或其他影响量）影响的情况下，再次记录显示的瞬时流量值或其输出信号值,显示的瞬时流量值为至少10次连续显示的瞬时流量值的平均值。相对变化量按公式（10）进行计算。

 （10）

——瞬时流量变化量的误差,%;

*q*1——施加影响前流量计的瞬时流量显示值或其输出平均值；

*q*2——施加影响时流量计的瞬时流量显示值或其输出平均值。

有多组试验结果时，取其中的最大值。流量计以信号仿真方式运行，其最大瞬时流量与最小流量显示值或输出的变化量应满足7.7.1的要求。

10.5.4.2 高温试验

试验按 GB/T 2423.2规定进行，流量计在信号仿真状态下运行,瞬时流量变化量的计算按10.5.4.1中所述方法及公式（9）计算。流量计以信号仿真方式运行，其最大瞬时流量与最小流量显示值或输出的变化量应满足7.7.2的要求。

10.5.4.3 恒定湿热试验

按 GB/T 2423.3“试验Cab”的要求。对流量计进行恒定湿热试验，试验参数见表9。

表9 恒定湿热试验

|  |  |
| --- | --- |
| 试验温度 | (40±2)℃ |
| 相对湿度 | (93±3)% |
| 持续时间 | 2d |
| 恢复时间 | 2h |

10.5.5 合格判定

在做完气候适应性三项试验后，分别应满足7.7.1、7.7.2、7.7.3的要求。

10.6 电磁兼容适应性试验

10.6.1 静电放电抗扰度试验

10.6.1.1 试验目的

检验流量计在静电放电抗扰度试验后是否符合第7.8.1条的要求。

10.6.1.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.6.1.3 试验设备

静电放电抗扰度试验装置。

10.6.1.4 试验程序

按 GB/T 17626.2的要求，流量计在零流量工作状态下进行静电放电抗扰度试验。试验参数见表11。

表11 静电放电抗扰度试验参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 放电方式 | 接触放电 | 空气放电 |
| 试验等级 | 3 级 | 3级 |
| 试验电压 | 6 kV | 8 kV |
| 放电次数 | 10次 | 10次 |

观察流量计有无出现功能或者性能暂时丧失或者降低，试验停止后工作是否正常，存贮的数据是否保持不变。

10.6.1.5 合格判据

在静电放电抗扰度试验中和试验后，流量计应符合第7.8.1条的要求。

10.6.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

10.6.2.1 试验目的

检验流量计在电快速瞬变脉冲群抗扰度试验后是否符合第7.8.3条的要求。

10.6.2.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.6.2.3 试验设备

电快速瞬变脉冲群抗扰度试验装置。

10.6.2.4 试验程序

按 GB/T 17626.4的要求，流量计在零流量工作状态下进行电快速瞬变脉冲群抗扰度试验。试验参数见表13。

表13 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验参数

|  |  |
| --- | --- |
| 试验等级 | 3 级 |
| 试验线路 | 输入输出（I/O）和通讯端口（含外部连接线） | 交、直流电源端口 |
| 试验电压 | ± 1 kV | ± 2 kV |
| 其他试验参数 | 上升时间：5 ns尖峰持续时间：50 ns重复频率：5 kHz脉冲群持续时间：15 ms脉冲群周期：300 ms每极性试验持续时间：≥1 min |
| 注：双指数波形瞬时电压尖峰脉冲； |

观察流量计有无出现功能或者性能暂时丧失或者降低，试验停止后工作是否正常，存贮的数据是否保持不变。

10.6.2.5 合格判据

在电快速瞬变脉冲群抗扰度试验中和试验后，流量计应符合第7.8.3条的要求。

10.6.3 浪涌（冲击）抗扰度试验

10.6.3.1 试验目的

检验流量计在电源线和/或信号线上浪涌（冲击）抗扰度试验后是否符合第7.8.4条的要求。

10.6.3.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.6.3.3 试验设备

浪涌（冲击）抗扰度试验装置。

10.6.3.4 试验程序

按 GB/T 17626.5的要求，流量计在零流量工作状态下进行电源线和/或信号线上浪涌（冲击）抗扰度试验。试验参数见表14。

表14 电源线和/或信号线上浪涌（冲击）抗扰度试验参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 严酷度等级 | 2 级 | 3 级 |
| 输入输出（I/O）和通讯端口 | 线对线 ± 1kV | 线对地 ± 2kV |
| 交、直流电源端口 | 线对线 ± 1kV | 线对地 ± 2kV |
| 试验次数 | 每一极性至少3次，对于交流主电源端口分别在电压相位0°、90°、180°和270°下进行。 |

观察流量计有无出现功能或者性能暂时丧失或者降低，试验停止后工作是否正常，存贮的数据是否保持不变。

10.6.3.5 合格判据

在电源线和/或信号线上浪涌（冲击）抗扰度试验中和试验后，流量计应符合第 7.8.4条的要求。

10.6.4 电压暂降和短时中断抗扰度试验

10.6.4.1 试验目的

检验流量计在电压暂降和短时中断抗扰度试验后是否符合第7.8.6条的要求。

10.6.4.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.6.4.3 试验设备

电压暂降和短时中断抗扰度试验装置。

10.6.4.4 试验程序

按 GB/T 17626.11的要求，流量计在零流量工作状态下进行电压暂降和短时中断抗扰度试验。试验参数见表16。

表16 电压暂降和短时中断抗扰度试验参数

|  |
| --- |
| 电压暂降试验参数 |
| 试验等级 | 0 % |
| 持续时间 | 0.5个周期 |
| 试验次数 | 至少10次，每次间隔时间最少 10 s |
| 短时中断试验参数 |
| 试验等级 | 0 % |
| 持续时间 | 250个周期 |
| 试验次数 | 至少 10 次，每次间隔时间最少 10 s |

恢复正常通电后，检查流量计工作是否正常，存贮的数据是否保持不变。

10.6.4.5 合格判据

在电压暂降和短时中断抗扰度试验后，流量计应符合第7.8.6条的要求。

10.7 电源适应性试验

10.7.1 试验目的

检验流量计在额定电压变化时是否符合第7.9条的要求。

10.7.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.7.3 试验设备

可调电源。

10.7.4 试验程序

流量计在信号仿真状态下运行,电源在额定电压、频率范围内供电，按照GB/T 18271.3 的要求进行试验。电压值应与频率值组合,交流电源形成9组测量，直流电源形成3组测量。瞬时流量变化量的计算按10.5.4.1中所述方法及公式（9）计算。

10.7.5合格判据

各组流量计的显示值与在额定电压、额定频率下的显示值的变化量应满足7.8的要求。

10.8 软件标识管理要求的验证

10.8.1 试验目的

检验流量计的软件是否符合7.9的要求。

10.8.2 试验条件

额定工作条件，流量计正常通电。

10.8.3 试验设备

利用流量计上的显示屏或装有上位机管理软件的电脑。

10.8.4 试验程序

10.8.4.1 对带有点阵式液晶显示屏的流量计，直接通过按键查询软件标识，也即固件版本号、固件校验码、参数版本号和参数校验码。

10.8.4.2 对于未配备点阵式液晶显示屏的流量计，流量计可通过串口或以太网口与上位机管理软件的电脑连接，查询固件版本号、固件校验码、参数版本号和参数校验码。

10.8.5 合格判据

流量计的固件版本号、固件校验码、参数版本号和参数校验码应符合7.9的要求。

10.9 计量性能复测

10.9.1 试验目的

检验流量计承受安全性能、气候环境适应性、电磁兼容适应性及电源环境适应性试验后计量性能是否符合7.10的要求。

10.9.2 试验条件

试验在参比条件下进行。

10.9.3 试验设备

液体流量标准装置。

10.9.4 试验程序

参照10.2.1.4~10.2.1.6的试验程序和数据处理复测流量计的示值误差和重复性，每个流量点测至少3次。

10.9.5 合格判据

流量计的计量性能应符合7.10的要求。

11 试验项目所用计量器具和设备

试验项目所用计量器具和设备应符合表17的要求。

表17试验项目所用计量器具和设备表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 试验参数或项目 | 试验设备名称 | 主要性能指标及要求 |
| 1 | 最大允许误差和重复性、压力损失 | 液体流量标准装置 | 装置流量范围应覆盖流量计的流量范围，装置质量流量的扩展不确定度（*k*=2）应不大于被检流量计最大允许误差绝对值的1/3。装置信号采集引入的不确定度应不大于流量计最大允许误差绝对值的1/5。 |
| 2 | 压力损失 | 压力变送器或差压计 | 不低于0.5级 |
| 3 | 耐压强度 | 耐压试验装置 | 压力计准确度等级:不低于1.0级 |
| 4 | 绝缘电阻 | 兆欧表、绝缘电阻表、绝缘电阻测试仪 | 不低于10级 |
| 5 | 绝缘强度 | 耐压测试仪 | 不低于5级 |
| 6 | 贮存环境适应性 | 高低温湿热试验装置 | 技术性能:符合GB/T 2423.1、GB/T 2423.2和GB/T 2423.3 的要求 |
| 7 | 静电放电抗扰度 | 静电放电抗扰度试验装置 | 技术性能:符合GB/T 17626.2的要求 |
| 8 | 射频电磁场辐射抗扰度 | 辐射电磁场抗扰度试验装置 | 技术性能:符合 GB/T 17626.3的要求试验场:3米法、5米法、10米法电波暗室 |
| 9 | 电快速瞬变脉冲群抗扰度 | 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验装置 | 技术性能:符合 GB/T 17626.4的要求 |
| 10 | 浪涌(冲击)抗扰度 | 浪涌(冲击)抗扰度试验装置 | 技术性能:符合 GB/T 17626.5的要求 |
| 11 | 工频磁场抗扰度 | 工频磁场抗扰度试验装置 | 技术性能:符合GB/T 17626.8的要求 |
| 12 | 电压暂降和短时中断抗扰度 | 电压暂降和短时中断抗扰度试验装置 | 技术性能:符合 GB/T 17626.11的要求 |

12 型式评价结果的判定

12.1 型式评价结果的判定原则

12.1.1所有的评价项目均符合型式评价大纲要求的为合格。

12.1.2对于单一规格产品，有一项及一项以上项目不合格，综合判断为不合格。

12.1.3系列产品中，有一种规格不合格，判定该系列不合格。

12.2型式评价不合格的处理

12.2.1审查技术资料出现不符合要求时，应及时通知申请单位进行修改。

12.2.2型式评价判定不合格的，在型批报告的“型式评价总结论及建议”中写明不符合项，建议不批准该型号计量器具的型式。