

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJFXXXX—202X

液体容积式流量计型式评价大纲

Drafting Program for Pattern Evaluation

of Liquid Positive Displacement Flowmeters

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

液体容积式流量计

型式评价大纲

Test Program for Pattern Evaluation

of Liquid Positive Displacement Flowmeter

JJF XXXX—202X

代替 JJG 667—2010

附录 A 型式评价

归口单位：全国流量计量技术委员会液体流量分技术委员会

主要起草单位：

参加起草单位：

本大纲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.....	1
2. 引用文件.....	1
3. 术语.....	2
4. 概述.....	2
4.1 工作原理.....	3
4.2 分类.....	3
4.3 构造.....	3
4.4 流量计的关键零部件和材料.....	4
4.5 用途.....	5
5. 法制管理要求.....	5
5.1 计量单位.....	5
5.2 外部结构设计要求.....	5
5.3 标志和标识.....	5
5.4 保护装置和封印.....	6
6. 计量要求.....	7
6.1 准确度等级和最大允许误差.....	7
6.2 重复性.....	7
6.3 流量计和辅助装置的其它要求.....	7
6.4 过载能力.....	8
7. 通用技术要求.....	8
7.1 外观.....	8
7.2 材料和结构.....	8
7.3 指示装置.....	8
7.4 耐压强度.....	9
7.5 密封性.....	10
7.6 压力损失.....	10
7.7 电源.....	10
7.8 安全性能.....	11
7.9 贮存环境适应性.....	11
7.10 电磁兼容适应性.....	12
7.11 计量性能复测.....	12
8. 型式评价项目一览表.....	12

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.....	14
9.2 提供样机的数量.....	14
9.3 样机的使用方式.....	15
10. 试验项目的试验方法和条件以及数据处理和合格判据	15
10.1 试验项目的条件.....	15
10.2 计量性能.....	16
10.3 过载能力试验.....	21
10.4 耐压强度.....	21
10.5 密封性	22
10.6 压力损失.....	22
10.7 安全性能.....	23
10.8 贮存环境适应性.....	24
10.9 电磁兼容适应性.....	25
10.10 计量性能复测.....	29
11. 试验项目所用的计量器具和设备表	29
附录 A 试验介质粘度要求	32
附录 B 系列流量计的型式评价	33
附录 C 液体容积式流量计型式评价项目记录格式（参考）	35
附录 D 原油和石油产品压缩系数、密度、膨胀系数计算公式	41
附录 E 水的膨胀系数和压缩系数	43

引 言

本型式评价大纲依据 JJF1001《通用计量术语及定义》、JJF1015《计量器具型式评价通用规范》、JJF1016《计量器具型式评价大纲编写导则》编写。

本型评大纲参考 GB/T 1885《石油计量表》、GB/T 17288《液态烃体积测量 容积式流量计计量系统》(ISO 2714:1980, IDT)、OIML R120:2010(E)《非水液体测量系统标准容积测量方法 (Standard capacity measures for testing measuring systems for liquids other than water)》和 JB/T 9242-2015《液体容积式流量计 通用技术条件》，结合我国液体容积式流量计的行业现状，对 JJG 667—2010《液体容积式流量计》附录 A 的“液体容积式流量计型式评价试验方法”进行修订。主要技术指标与上述标准等效。

与 JJG 667—2010《液体容积式流量计》附录 A 液体容积式流量计型式评价大纲相比，本次修订除了编辑性修改之外，主要技术变化如下：

- 按 JJF 1016—2014《计量器具型式评价大纲编写导则》的要求，确定了规范结构，增加或更新了“引言”和“引用文件、术语和计量单位”的内容；
- 根据产品的实际应用和技术性能，调整了准确度等级的部分规定”；
- 根据法制管理的要求，增加了保护装置和封印、外部电源等检查项目；
- 增加了流量计附加装置的技术要求和试验方法；
- 增加了部分电磁兼容适应性项目；
- 对流量计系列产品的要求进行了完善；
- 增加了“附录 B 系列流量计的型式评价”；
- 增加了“附录 C 液体容积式流量计型式评价项目记录格式（参考）”。

本大纲历次版本发布情况为：

——JJG 667-2010《液体容积式流量计》的附录 A 液体容积式流量计型式评价大纲。

液体容积式流量计型式评价大纲

1. 范围

本型式评价大纲适用于分类代码为 12182500 公称通径不大于 300mm 的液体容积式流量计（以下简称流量计）的型式评价。

2. 引用文件

本大纲引用了下列文件：

JJG 667 液体容积式流量计

JJF 1004-2004 流量计量名词术语及定义

GB/T 1884—2000 原油和液体石油产品密度实验室测定法（密度计法）

GB/T 1885 石油计量表

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 电工电子产品环境试验规范试验 Cad：恒定湿热试验方法

GB/T 2423.6 电工电子产品环境试验 第 2 部分 试验方法 试验 Eb 和导则：碰撞

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 17288—2009 液态烃体积测量 容积式流量计计量系统（ISO 2714:1980，IDT）

GB/T 17611—1998 封闭管道中流体流量的测量 术语和符号

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 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

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 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 22133—2008 流体流量测量 流量计性能表述方法

JB/T 9242—2015 液体容积式流量计 通用技术条件

OIML R120:2010(E) 非水液体测量系统标准容积测量方法 (Standard capacity measures for testing measuring systems for liquids other than water)

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、JJF 1004-2004 和 GB/T 17611-1998 中界定的及下列术语和定义适用于本大纲。

3.1 容积式流量计 positive displacement flowmeter

由静止容室内壁与一个或若干个由流体流动使之旋转的元件组成计量室的流量计。旋转元件与内壁之间的泄漏与所选定工作范围内的流量相比较可以忽略不计。元件的旋转通过机械方式或其他方法传输给指示装置以显示记录所流过的流体累积体积流量。

[来源: JJF 1004-2004, 2.9]

3.2 K -factor

单位体积的流体流过流量计时, 流量计发出的脉冲数, 一般用 K 表示, 又称 K 系数。

[来源: GB/T 22133—2008, 3.16, 有修改]

3.3 仪表系数 meter factor

对流量计进行试验后, 按结果对流量计示值进行修正的系数, 其值为流过流量计的实际体积与流量计指示体积之比, 一般用 MF 表示。

[来源: GB/T 22133—2008, 3.19]

3.4 线性[度] linearity

在规定的测量范围内, 流量计的特性曲线与规定直线之间偏离的程度。

[来源: GB/T 22133—2008, 3.19]

3.5 标准密度 standard density

在 20°C 和 101.325kPa 下, 单位体积液体的质量。

[来源: GB/T 1884—2000, 3.1]

4. 概述

4.1 工作原理

当液体流过流量计时，流量计内部的运动部件在液体动力的作用下产生运动，使液体连续不断地充满和排空由运动部件和流量计外壳构成的容积一定的“计量室”，只要测量出运动部件的运动次数，就可以得到通过流量计的液体的累积体积流量。

4.2 分类

本大纲所指的流量计包括：

- a. 腰轮（又称罗茨）流量计；
- b. 椭圆齿轮流量计；
- c. 刮板（包括三转子）流量计；
- d. 旋转活塞流量计；
- e. 往复活塞流量计；
- f. 圆盘流量计；
- g. 螺杆流量计
- h. 双转子流量计
- i. 其它型式的容积式流量计。

4.3 构造

流量计主要由传感器和指示机构构成。流量计的指示机构分直读式和远传式两种。流量计可带有具有一种或数种特殊功能的辅助机构，如修正（含补偿）机构，回零机构，执行机构（如控制阀），或体积修正相关的温度、压力和密度等测量仪表或传感器等。

4.3.1 机械计数器显示的流量计

机械计数器显示的流量计主要由壳体、转子、传动机构和机械计数器组成。

4.3.2 带电子装置的机械显示流量计

以机械计数器显示的流量计为基础，加装将管道内液体流量转换为电脉冲信号输出的机电转换装置和远传装置。

4.3.3 电子显示的流量计

电子显示的流量计主要由壳体、转子、传动机构、机电转换部件、电子显示模块（和计数器）组成。

4.3.4 带辅助装置的流量计

带辅助装置的流量计主要是在上述三种流量计的基础上，加装附加功能模块，比如执行机构（如控制阀），或体积修正相关的温度、压力和密度等测量仪表或传感器。

4.4 流量计的关键零部件和材料

各类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	流量计类别	名称	关键零部件	描述方法
1	机械式流量计	流道和承压壳体部件	壳体、密封盖等	描述流道和承压壳体部件的名称、结构特征及其主体材料
		流量传感部件	齿轮组、转子、轴承、计量腔等	描述齿轮组、转子、轴承等部件的主体材料
		指示装置	计数器	描述计数器的结构型式和主体材料
2	带电子装置的机械显示流量计	流道和承压壳体部件	同机械式流量计	同机械式流量计
		流量传感部件	同机械式流量计	同机械式流量计
		指示装置	同机械式流量计	同机械式流量计
		电子装置	机电转换装置、远传装置、电源等	描述机电转换装置的工作方式、传感元件和线路板主芯片；描述远传装置的传输方式及其通信主芯片；描述供电电源方式和电池
		辅助装置及相关测量仪表(如有)	修正(含补偿)机构、回零机构、执行机构(如控制阀)、与体积修正相关的温度、压力和密度等测量仪表或传感器	描述修正(含补偿)机构、回零机构、执行机构的结构型式；描述具体的测量仪表或传感器
3	电子显示的机械式流量计	流道和承压壳体部件	同机械式流量计	同机械式流量计
		流量传感部件	同机械式流量计	同机械式流量计
		电子装置	机电转换装置、计量主板、远传装置、电子显示模块、电源等	描述机电转换装置的工作方式、传感元件和线路板主芯片；描述计量主板的主芯片；描述远传装置的传输方式及其通信主芯片；描述电子显示模块的主芯片；描述供电电源方式和电池
		辅助装置及相关测量仪表(如有)	同带电子装置的机械显示流量计	带电子装置的机械显示流量计

4.5 用途

流量计用于封闭管道中液体累积流量的测量。

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 主要量的计量单位和符号

序号	主要量名称	计量单位	单位符号
1	累积流量	立方米、升（立方分米）	m ³ 、L(dm ³)
2	瞬时流量	立方米每小时、升每分钟	m ³ /h、 L/min
3	压力	帕（斯卡）、千帕或兆帕	Pa、kPa、MPa
4	温度	开尔文、摄氏度	K、℃
5	时间	小时、秒	h、s

5.2 外部结构设计要求

流量计各个结构中，对计量性能有影响或不允许使用者自行调整的部位，包括相关连接的接口，均应设计成封闭结构，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，并确定封印的位置及数量。这些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

应在流量计铭牌或面板、表头等明显部位标注计量法制标志和计量器具标识，标志和标识必须清晰可辨，牢固可靠。

5.3.1 计量法制标志

计量器具型式批准标志和编号。

注：新产品申请应在样机机壳或铭牌设计上留出相应内容的位置。

5.3.2 计量器具标识

铭牌或表体应有清晰、永久性的标识至少应包括：

- a) 制造商名称；

- b) 产品名称、型号规格；
- c) 准确度等级；
- d) 出厂编号；
- e) 制造年月；
- f) 流量范围；
- g) 仪表系数；
- h) 最大工作压力；
- i) 工作温度范围
- j) 适用的液体介质；
- k) 电源（电压）型号标记（适用时）；
- l) 表体上应有清晰、永久性的标明液体流向的箭头或文字；
- m) 其它相关技术指标。

5.3.3 防爆和防护性能要求

对于电池供电或外电源供电的流量计，如在防爆性环境中下使用，应符合相应防爆性能要求，并取得具有国家资质的防爆检测机构颁发的防爆合格证书。

对不同应用的场合，流量计应满足 GB/T 4208 的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。

5.4 保护装置和封印

5.4.1 总体要求

流量计的计量性能由机械封印或电子封印加以保护；

在任何情况下，应有效保护储存的测量结果，防止非法访问；

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；

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（和）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或转换装置。

5.4.3 电子封印

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. 计量要求

6.1 准确度等级和最大允许误差

表 3 为规定的准确度等级系列。对于在规定的流量范围内的一定准确度等级的流量计，其准确度等级、最大允许误差（包括示值误差和线性）应符合表 3 的要求。

表 3 准确度等级和最大允许误差

准确度等级	0.15 级	0.2 级	0.5 级	1.0 级	1.5 级
最大允许误差	$\pm 0.15\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1.0\%$	$\pm 1.5\%$

注：不低于 0.5 级的流量计应具有数据远传输出或检测接口功能。

6.2 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 1/3。

6.3 流量计和辅助装置的其它要求

流量计可附加辅助装置，用于流量计的试验、检定和远程读数。这些附加的装置，无论是临时性的或永久性的，均应不改变流量计的计量特性。

6.3.1 电子部件的连接

测量传感器、计算器和指示装置之间的连接应可靠耐用。

6.3.2 修正（含补偿）机构

流量计可配备修正（含补偿）机构，该机构视为流量计完整的组成部分，适用于流量计的所有要求，包括测量条件下的修正体积也应满足 6.1 规定的最大允许误差。

6.3.3 回零机构

回零机构可以是电子型式，也可以是机械型式。回零机构应能正确回零，回零操作不得改变累积流量的显示结果。

6.3.4 其他相关测量仪表

如有与体积修正相关的温度、压力和密度等测量仪表，应符合适用的产品标准或技术规范，其准确度应使流量计能满足 6.1 的规定。

6.4 过载能力

流量计承受 $1.1q_{\max}$ 流量下运行 10min 后，恢复正常流量后进行示值误差试验，示值误差仍应不超过流量计最大允许误差值。

7. 通用技术要求

7.1 外观

7.1.1 新制造的流量计应有良好的表面处理，不得有毛刺、划痕、裂纹、锈蚀、霉斑和涂层剥落现象。密封面应平整，不得有损伤。计数器及标记应清晰易读，机械封印应完好可靠。

7.1.2 接插件必须牢固可靠，不得因振动而松动或脱落。

7.1.3 显示的数字应醒目、整齐，表示功能的文字符号和标识应完整、清晰。

7.1.4 流量计各项标识应正确，读数装置上的防护玻璃应有良好的透明度，没有使读数畸变等妨碍读数的缺陷。

7.2 材料和结构

7.2.1 流量计的主体材料应选用具有足够强度和耐用度的材料，应采用能抗内外部腐蚀的材料制造，或者对材料进行适当的表面防护处理。选用的材料在其工作温度范围内应不受介质变化不利影响的材料制造。

7.2.2 流量计的设计、组成和构造应不便于实施欺诈行为。

7.3 指示装置

7.3.1 流量计的指示装置应连续、周期性或当有需要时显示体积量，体积示值应易读、可靠、清晰可视。指示装置应包含用于试验和检定的可视化装置。指示装置可以包含用于自动试验和检定的附加元件。

7.3.2 流量计的指示装置应采用透明窗保护，还可配备一个合适的表盖提供辅助保护。如果流量计的指示装置透明窗内侧有可能形成冷凝，应安装防止或消除冷凝的装置。

7.3.3 指示装置的指示范围

指示装置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 1000h 的通

流下显示不溢出。

7.3.4 指示装置的类型

7.3.4.1 第 1 类——模拟式指示装置

每个分度所表示的立方米值应以 $10n$ 的形式表示， n 为正整数、负整数或零，由此建立起一个连续十进制体系。每一个标度应以立方米值分度，或者附加一个乘数（ $\times 0.001$ 、 $\times 0.01$ 、 $\times 0.1$ 、 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 、 $\times 1000$ 等）。

旋转移动的指针或标度盘应顺时针方向转动。

直线移动的指针或标度应从左至右移动。

数字滚轮指示器（鼓轮）应向上转动。

如果最低位值的十个数字可以连续移动，开孔要足够大，以便准确读出数字。

7.3.4.2 第 2 类——数字式指示装置

由一个或多个开孔中的一行相邻的数字指示体积。任何一个给定数字的进位应在相邻的低位数从 9 变化到 0 时完成。数字的显示高度至少应达到 4 mm。

允许永久性或非永久性地显示，对于非永久性显示，当切换到体积指示时持续显示时间应不少于 10 s。

流量计应提供全部显示的可视化检查，按下列顺序进行：

- 1) 对于七段显示模式，点亮所有笔画（例：所有“8”的测试）；
- 2) 对于七段显示模式，熄灭所有笔画（“全空白”测试）；
- 3) 对于图像模式显示，用等效测试来验证显示故障不会引起任何数字的错误判断；
- 4) 此顺序的每个步骤应至少持续 1 s。

7.3.4.3 第 3 类——模拟和数字组合式指示装置

由第 1 类装置和第 2 类装置组合指示体积，两类装置应分别符合各自的要求。

7.3.5 指示装置的分辨力

对于无电子信号输出的流量计，可视化的指示装置应符合下列规定：

标尺分度应足够小，以保证在以最小流量 q_{\min} 进行 30 s 试验时，读数分辨力不超过试验累积体积与最大允许误差绝对值乘积的 1/5。

7.4 耐压强度

流量计基表壳体应能承受试验压力为 1.5 倍最大工作压力下历时 5min 的耐压强度试验，试验期间应无泄漏或损坏。

7.5 密封性

流量计应能承受试验压力为 1.1 倍最大工作压力历时 5min 的密封性试验，试验期间应无泄漏。

7.6 压力损失

流量计以流量范围上限值的流量运行，用准确度等级不低于 1 级的差压计测量上、下游压力。上、下游取压孔间的压差即为流量计的压力损失。

流量计的压力损失应不大于制造商说明书的规定值。

7.7 电源

7.7.1 总要求

带电子装置的流量计可以采用下列三种不同的基本供电方式：

- a) 外部电源；
- b) 可更换电池。

这两种供电方式可以独立使用，也可以组合使用。

7.7.2 外部电源

外部电源供电应满足下列要求：

a) 带电子装置的流量计应设计成在外部电源（交流或直流）发生故障时，故障前的体积示值不会丢失，并且保持至少一年之内仍能读取，相应的数据存储应至少每天进行一次或者相当于 q_{\max} 流量下每 10 min 的体积存储一次；

- b) 电源中断应不影响流量计的其它性能和参数；

注：符合此项规定并不一定保证流量计能继续记录在电源中断期间所消费的体积。

- c) 流量计的电源连接应有防止擅动的保护措施。

7.7.3 可更换电池

可更换电池供电应满足下列要求：

- a) 当电源为可更换电池时，制造商应对电池的更换做出明确规定；

b) 电池低电量或电池耗尽提示，或者电池更换时间显示，如果寄存器的显示器出现了低电量提示，则自该信息显示之日起到电池用完止，应至少还有 180 d 的可用寿命。

- c) 更换电池时，电源中断应不影响流量计的性能和参数；

d) 采用电池供电的流量计，当电池电压降至低电压设定值时，应有明确的文字、符号或声光提示。

e) 当电源电压降至欠压设计值或电源中断时，应保证流量计保存的信息和数据不丢失，对带附加装置的流量计，还应能自动关闭控制阀；

f) 带附加装置的流量计，当发生电源欠压或电源中断时，恢复电源后，数据传递应正常进行。

7.8 安全性能

对有电源供电的流量计，应进行绝缘电阻和绝缘强度的安全试验。

7.8.1 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在表 4 规定的试验电压下其绝缘电阻应不低于 20 MΩ。

表 4 绝缘电阻

额定电压或标称电压 (V)	试验电压 (V)
$U \leq 60$	250
$130 \leq U < 250$	500

7.8.2 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，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)
$U \leq 60$	500	10	1
$130 \leq U < 250$	1500		

7.9 贮存环境适应性

流量计在无包装条件下应能承受下列规定条件的贮存环境试验，试验后流量计的外观和功能应符合要求。复测 q_{\max} 、 q_t 和 q_{\min} 流量点的示值误差，其结果应不超过流量计的最大允许误差。

7.9.1 低温

按 GB/T 2423.1 “试验 Ad” 的相关要求进行。

7.9.2 高温

按 GB/T 2423.2 “试验 Bd” 的相关要求进行。

7.9.3 恒定湿热

按 GB/T 2423.3 “试验 Ca” 的相关要求进行。

7.9.4 碰撞

按 GB/T 2423.6 “试验 Eb” 的相关要求进行。其中加速度为 $(100 \pm 10) \text{ m/s}^2$ ，脉冲持续时间为 $(11 \pm 2) \text{ ms}$ ，碰撞次数为 (1000 ± 10) 次，碰撞频率为 $(60 \sim 100)$ 次/min。

7.10 电磁兼容适应性

电源供电的流量计应进行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，存储的数据保持不变，外观和功能应符合要求。

7.10.1 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。

7.10.2 射频电磁场辐射抗扰度

按 GB/T 17626.3 的相关要求进行，试验等级 3 级。

7.10.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

对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。

7.10.4 浪涌（冲击）抗扰度

对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。

7.10.5 工频磁场抗扰度

对外电源供电的流量计，按 GB/T 17626.8 的相关要求进行，试验等级 3 级。

7.10.6 电压暂降和短时中断抗扰度

对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。

7.11 计量性能复测

流量计进行以上试验后，复测 q_{\max} 和 q_{\min} 流量点的示值误差，结果应符合 6.1 和 6.2 条的规定。

8. 型式评价项目一览表

流量计型式评价项目见表 6。

表 6 流量计型式评价项目一览表

序号	型式评价项目		技术要求	评价方式	评价方法	备注
法制管理要求			5			
1	计量单位		5.1	观察		
2	外部结构设计要求		5.2	观察		
3	标志和标识		5.3	观察		
4	保护装置和封印		5.4	观察		
计量性能要求			6			
1	准确度等级和最大允许误差		6.1	试验	10.2.1	
2	重复性		6.2	试验	10.2.2	
3	电子部件的连接		6.3.1	观察		
4	修正(含补偿)机构		6.3.2	观察		
5	回零机构		6.3.3	观察		
6	其他相关测量仪表		6.3.5	观察		
7	过载能力		6.4	试验	10.4	
通用技术要求			7			
1	外观		7.1	观察		
2	材料与结构		7.2	观察		
3	指示装置		7.3	观察		
4	耐压强度		7.4	试验	10.4	
5	密封性		7.5	试验	10.5	
6	压力损失		7.6	试验	10.6	
7	电源	总要求	7.7.1	观察		
		外部电源	7.7.2	观察		
		可更换电池	7.7.3	观察		
8	安全性能	绝缘电阻	7.8.1	试验	10.7.1	
		绝缘强度	7.8.2	试验	10.7.2	
9	贮存环境适应性	低温	7.9.1	试验	10.8.1	
		高温	7.9.2	试验	10.8.2	
		恒定湿热	7.9.3	试验	10.8.3	
		碰撞	7.9.4	试验	10.8.4	

10	电 磁 兼 容 适 应 性	静电放电抗扰度	7.10.1	试验	10.9.1	
		射频电磁场辐射抗扰度	7.10.2	试验	10.9.2	
		电快速瞬变脉冲群抗扰度	7.10.3	试验	10.9.3	
		浪涌（冲击）抗扰度	7.10.4	试验	10.9.4	
		工频磁场抗扰度	7.10.5	试验	10.9.5	
		电压暂降和短时中断抗扰度	7.10.6	试验	10.9.6	
11	计量性能复测	7.11	试验	10.10		

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

按附录 B 的原则确定流量计的系列产品。

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 样机规格的确定原则

根据申请流量计的特征，按照附录 B 中 B.2 的规定确定系列产品；按照附录 B 中 B.3 的规定确定样机规格，单一产品可认为是系列产品的特例。

9.2.2 样机数量的确定原则

流量计样机的最少数量见表 8。所有的样机、可更换部件，均应以最终型式提供。

表 7 流量计样机的最少数量

流量计公称口径 (mm)	除配备电子装置流量计外，所有型号流 量计的最少数量
DN≤100	3
DN>100	1

9.3 样机的使用方式

所有样机按照表 7 进行型式评价试验。

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：(15~35)℃，
- 相对湿度：30%~90%，
- 大气压力：(86~106) kPa；
- 电源电压：额定电压(1±10%) U ，也可根据流量计的要求，使用合适的交流或直流电源。

10.1.2 额定工作条件

- 环境温度：(-10~+40)℃；
- 相对湿度：≤93%
- 大气压力一般为：(86~106) kPa；

10.1.3 试验用液体

试验可选用与实流液体的密度、粘度等物理性质相接近的其它液体。当使用易燃易爆介质试验流量计时，所用试验装置与设备应符合相关安全防爆要求。

对准确度等级为0.5级的流量计，在每个流量点的每一次试验过程中，试验用液体的温度变化应不超过±0.5℃；对准确度等级1.0级及以下的流量计，在每个流量点的每一次试验过程中，试验用液体的温度变化应不超过±1℃。

在每个流量点的每一次检定过程中，介质压力的变化应不超过0.01 MPa。

10.1.4 安装及其它

流量计一般应在实验室试验环境下放置2 h以上，以保证流量计稳定到试验环境的温度后方可开始试验。

每次测量时间应不少于装置和被试流量计允许的最短测量时间。

当采用被试表脉冲输出进行试验时，脉冲计数（或整脉冲计时）引入的不确定度应不超过流量计最大允许误差绝对值的1/10。

需要测量流经流量计的流体温度时，可直接从流量计表体上的测温孔测温。如流量计表体上无测温孔，应根据流量计本身要求和有关规定确定温度的测量位置。如无特殊要求，可将温度测量位置设在流量计下游（3~5）*D*处（*D*为管道内径）。

10.2 计量性能

10.2.1 准确度等级和最大允许误差

10.2.1.1 试验目的

检验流量计的示值误差是否符合第 6.1 条中表 3 规定的最大允许误差要求。

10.2.1.2 试验条件

在参比条件下试验。

10.2.1.3 试验设备

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。

流量计的安装应满足使用说明书的要求。流量计与管道的连接部位应无泄漏，密封垫不得凸入流体管道内。

检测点数一般不少于 5 个，包括最大流量点和最小流量点在内，均匀分布。每个流量点至少试验 3 次。

检测过程中，每个流量点每次试验的实际流量与设定流量的偏差不得超过设定值的±5%。

10.2.1.5 数据处理

a) 各流量点单次试验的示值误差用下式计算：

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

式中： E_{ij} ——第 i 流量点第 j 次试验时流量计的示值误差，%；

Q_{ij} ——第 i 流量点第 j 次试验时流量计的累积流量，L；

$(Q_s)_{ij}$ ——第 i 流量点第 j 次试验时装置给出的并换算到流量计处状态的累积流量，L。

常用装置 Q_s 的计算公式如下：

(1) 球型体积管

$$Q_s = V_s \left(1 + \frac{D}{E_s e} p_s \right) [1 + \beta_s (t_s - 20)] [1 + \beta (t_m - t_s)] [1 - \kappa (p_m - p_s)] \quad (2)$$

式中： V_s ——装置证书给出的标准容积值，L；

D ——体积管内径，mm；

E_s ——体积管材料的弹性模量，MPa；

e ——体积管壁厚，mm；

p_s ——装置处液体压力，MPa；

β_s ——装置材质的体膨胀系数， $1/^\circ\text{C}$ ；

t_s ——装置处液体温度， $^\circ\text{C}$ ；

β ——液体膨胀系数， $1/^\circ\text{C}$ ，

t_m ——流量计处液体温度， $^\circ\text{C}$ ；

p_m ——流量计处液体压力，MPa；

κ ——液体压缩系数， $1/\text{MPa}$ 。

注：原油和石油产品压缩系数、密度、膨胀系数计算公式见附录 D；水的膨胀系数和压缩

系数见附录 E。

(2) 活塞式体积管

$$Q_s = V_s \left(1 + \frac{D}{E_s e} p_s \right) [1 + 2\alpha_s (t_s - 20) + \alpha_r (t_r - 20)] [1 + \beta (t_m - t_s)] [1 - \kappa (p_m - p_s)] \quad (3)$$

式中： α_s ——体积管材质的线膨胀系数， $1/^\circ\text{C}$ ；

α_r ——测量杆材质的线膨胀系数， $1/^\circ\text{C}$ ；

t_r ——测量杆温度， $^\circ\text{C}$ 。

(3) 静态容积法装置（量器为开放式结构）

$$Q_s = V_s [1 + \beta_s(t_s - 20)] [1 + \beta(t_m - t_s)] (1 - \kappa p_m) \quad (4)$$

(4) 静态质量法装置（称量容器为开放式结构）

$$Q_s = \frac{999.85}{\rho - \rho_a} m [1 + \beta(t_m - t_s)] (1 - \kappa p_m) \quad (5)$$

式中： m ——电子秤示值， kg ；

ρ ——电子秤内液体密度， kg/m^3 ；

ρ_a ——大气密度， kg/m^3 ，建议用下式计算：

$$\rho_a = \frac{3.4848 p_a - 0.009 h_r \times e^{0.062\theta}}{273.15 + t} \quad (6)$$

其中： p_a ——大气压力， kPa ；

h_r ——相对湿度，用%表示；

t ——环境温度， $^\circ\text{C}$ 。

(5) 标准表法装置（标准流量计为脉冲输出）

$$Q_s = \frac{N_s}{K_s} [1 + \beta(t_m - t_s)] [1 - \kappa(p_m - p_s)] \quad (7)$$

式中： N_s ——试验时间内标准流量计发出的脉冲数；

K_s ——标准流量计的仪表系数， $1/\text{L}$ 。

各流量点单次试验的实际流量用下式计算：

$$q_{ij} = 60 \times \frac{(Q_s)_{ij}}{t_{ij}} \quad (8)$$

式中： q_{ij} ——第 i 流量点第 j 次试验的实际流量， L/min ；

t_{ij} ——第 i 流量点第 j 次试验的时间， s 。

单个流量点的实际流量用下式计算：

$$q_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n q_{ij} \quad (9)$$

式中： n ——第 i 流量点的试验次数。

脉冲输出的流量计， Q_{ij} 用下式计算：

$$Q_{ij} = \frac{N_{ij}}{K_0} \quad (10)$$

式中： N_{ij} ——第 i 流量点第 j 次试验时流量计发出的脉冲数；

K_0 ——流量计原仪表系数， $1/L$ 。

单个流量点的示值误差用下式计算：

$$E_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n E_{ij} \quad (11)$$

式中： E_i ——第 i 流量点的示值误差；

b) 使用仪表系数的流量计的示值误差、线性的计算方法

各流量点单次试验的仪表系数用下式计算：

$$K_{ij} = \frac{N_{ij}}{(Q_s)_{ij}} \quad (12)$$

式中： K_{ij} ——第 i 流量点第 j 次试验时流量计的仪表系数， $1/L$ 。

单个流量点的仪表系数用下式计算：

$$K_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n K_{ij} \quad (13)$$

式中： K_i ——第 i 流量点的仪表系数， $1/L$ ；

各流量点单次试验的示值误差用下式计算：

$$E_{ij} = \frac{K_{ij} - K_0}{K_0} \times 100\% \quad (14)$$

单个流量点的示值误差用公式 (11) 计算。

流量计的仪表系数用下式计算：

$$K = \frac{(K_i)_{\max} + (K_i)_{\min}}{2} \quad (15)$$

式中： K ——流量计的 K 系数，1/L；

$(K_i)_{\max}$ ——流量计各流量点仪表系数的最大值，1/L；

$(K_i)_{\min}$ ——流量计各流量点仪表系数的最小值，1/L。

流量计的线性 E_l 用下式计算：

$$E_l = \frac{(K_i)_{\max} - (K_i)_{\min}}{(K_i)_{\max} + (K_i)_{\min}} \times 100\% \quad (16)$$

c) 流量计的示值误差取各流量点示值误差中的最大值。

10.2.1.6 合格判据

流量计示值误差应符合第 6.1 条要求。

10.2.2 重复性

10.2.2.1 试验目的

检验流量计的重复性是否符合第 6.2 条的要求。

10.2.2.2 试验条件

在参比条件下试验。

10.2.2.3 试验设备

同 10.2.1.3 的设备。

10.2.2.4 试验程序

流量计的重复性试验与示值误差试验同时进行。

10.2.2.5 数据处理

a) 单个流量点示值误差的重复性用下式计算：

$$(E_r)_i = \frac{(E_{ij})_{\max} - (E_{ij})_{\min}}{d_n} \quad (17)$$

式中： d_n ——极差系数，其值见表 8。

表 8 d_n 数值表

测量次数	2	3	4	5	6	7	8	9	10
极差系数 d_n	1.13	1.69	2.06	2.33	2.53	2.70	2.85	2.97	3.08

b) 使用仪表系数的流量计的重复性的计算方法

单个流量点仪表系数的重复性用下式计算：

$$(E_r)_i = \frac{(K_{ij})_{\max} - (K_{ij})_{\min}}{K_i d_n} \times 100\% \quad (18)$$

式中： $(K_{ij})_{\max}$ ——第 i 流量点仪表系数的最大值，1/L；

$(K_{ij})_{\min}$ ——第 i 流量点仪表系数的最小值，1/L。

c) 流量计的重复性 E_r 取各流量点重复性中的最大值。

10.2.2.6 合格判据

流量计重复性应符合第 6.2 条要求。

10.3 过载能力试验

10.3.1 试验目的

检验流量计经 $1.1q_{\max}$ 过载流量后，按 10.2 试验，计量性能是否符合 6.1 条要求。

10.3.2 试验条件

试验在额定工作条件下进行，示值误差复测在参比条件下进行。

10.3.3 试验设备

液体流量标准装置。

10.3.4 试验程序

开启阀门，增大流量，使流量达到 $1.1q_{\max}$ ，历时 10min，然后恢复到正常流量。

10.3.5 合格判据

试验后按 10.2 试验，其结果应符合第 6.4 条要求。

10.4 耐压强度

10.4.1 试验目的

检验流量计的耐压强度是否符合第 7.4 条的要求。

10.4.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.4.3 试验设备

带压力指示的耐静压试验装置。

10.4.4 试验程序

平缓地将试验压力升高至流量计最大工作压力的 1.5 倍，保持 5 min，观察并记

录有无渗漏和机械损坏。

10.4.5 合格判据

流量计耐压强度应符合第 7.4 条要求。

10.5 密封性

10.5.1 试验目的

检验流量计的密封性是否符合第 7.5 条的要求。

10.5.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.5.3 试验设备

带压力指示的密封性试验装置。

10.5.4 试验程序

平缓地将试验压力升高至流量计最大工作压力的 1.1 倍，保持 5 min，观察并记录有无渗漏。

10.5.5 合格判据

流量计密封性应符合第 7.5 条要求。

10.6 压力损失

10.6.1 试验目的

检验流量计的压力损失是否符合第 7.6 条的要求。

10.6.2 试验条件

在参比条件下试验。

10.6.3 试验设备

差压计或差压变送器。

10.6.4 试验程序

压力损失试验在下列条件下进行：

- a) 上、下游取压孔分别位于流量计上游一倍流量计公称通径处，和下游四倍流量计公称通径处的管道水平直径的端点上；
- b) 取压孔内径一般在 (4~12) mm 范围内。

流量计以流量范围上限值的流量运行，用准确度等级不低于 1 级的差压计测量上、下游压力。上、下游取压孔间的压差即为流量计的压力损失。

取压孔轴线应垂直于管道轴线，宜选用环形取压方式（垂直于管道轴线均匀选取四个

取压点)。

10.6.5 数据处理

取压力降的最大值和最小值的算术平均值，按公式（19）计算：

$$\Delta p = \frac{\Delta p_{\max} + \Delta p_{\min}}{2} \quad (19)$$

式中：

Δp — 压力损失值，Pa；

Δp_{\max} — 压力降的最大值，Pa；

Δp_{\min} — 压力降的最小值，Pa。

10.6.6 合格判据

流量计压力损失应符合第 7.6 条要求。

10.7 安全性能

10.7.1 绝缘电阻

10.7.1.1 试验目的

检验流量计各端子之间的绝缘电阻是否符合第 7.8.1 条的要求。

10.7.1.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.7.1.3 试验设备

兆欧表或绝缘电阻测试仪。

10.7.1.4 试验程序

按表 5 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。

10.7.1.5 合格判据

流量计各端子之间绝缘电阻应符合第 7.8.1 条的要求。

10.7.2 绝缘强度

10.7.2.1 试验目的

检验流量计各端子之间绝缘强度是否符合第 7.8.2 条的要求。

10.7.2.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.7.2.3 试验设备

绝缘强度测试仪。

10.7.2.4 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 6 给出的值，持续 1 min，观察有无击穿或飞弧现象。

10.7.2.5 合格判据

流量计各端子之间绝缘强度应符合第 7.8.2 条的要求。

10.8 贮存环境适应性

10.8.1 试验目的

检验流量计在低温贮存、高温贮存、恒定湿热贮存、碰撞及跌落试验后其性能是否符合 7.9 的要求。

10.8.2 试验条件

计量性能试验在参比条件下进行。

10.8.3 试验设备

高低温试验箱、恒定湿热试验箱、碰撞试验台、跌落试验台。

10.8.4 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）。

10.8.4.1 低温试验

按 GB/T 2423.1 “试验 Ad” 的要求。对流量计进行低温试验，试验参数见表 9。

表 9 低温试验

试验温度	-25℃
持续时间	2 h
恢复时间	2 h

注：温度变化应不超过 1℃/min，对空气湿度要求在整个试验期间应避免凝结水。

10.8.4.2 高温试验

按 GB/T 2423.2 “试验 Bd” 的要求。对流量计进行高温试验，试验参数见表 10。

表 10 高温试验

试验温度	+55℃
持续时间	2 h
恢复时间	2 h

注：温度变化应不超过 1°C/min，对空气湿度要求在整个试验期间应避免凝结水。

10.8.4.3 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 11。

表 11 恒定湿热试验

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

10.8.4.4 碰撞试验

按 GB/T 2423.6 “试验 Eb”的要求。对流量计进行碰撞试验，试验参数见表 12。

表 12 碰撞试验

加速度	(100±10) m/s ²
脉冲持续时间	(11±2) ms
碰撞次数	(1000±10) 次
碰撞频率	(60~100) 次/min

10.8.4.5 合格判据

检验流量计在贮存环境适应性试验后应能正常工作。

10.9 电磁兼容适应性

10.9.1 静电放电抗扰度试验

10.9.1.1 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 7.10 条的要求。

10.9.1.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.9.1.3 试验设备

静电放电抗扰度试验装置。

10.9.1.4 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 13。

表 13 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。

10.9.1.5 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 7.10 条的要求。

10.9.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

10.9.2.1 试验目的

检验流量计在射频电磁场辐射抗扰度试验后是否符合第 7.10 条的要求。

10.9.2.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.9.2.3 试验设备

辐射电磁场抗扰度试验装置。

10.9.2.4 试验程序

按 GB/T 17626.3 的要求，流量计在零流量工作状态下进行射频电磁场辐射抗扰度试验。试验参数见表 14。

表 14 射频电磁场辐射抗扰度试验参数

频率范围	(80~1000)MHz
试验等级	3 级
试验强场	10 V/m
调制正弦波	80% AM, 1 kHz, 正弦波
极化方向	水平、垂直

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。

10.9.2.5 合格判据

在射频电磁场辐射抗扰度试验中和试验后，流量计应符合第 7.10 条的要求。

10.9.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

10.9.3.1 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 7.10 条的要求。

10.9.3.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.9.3.3 试验设备

电快速瞬变脉冲群抗扰度试验装置。

10.9.3.4 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 15。

表 15 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1: 双指数波形瞬时电压尖峰脉冲; 注2: 不适用于连接电池或再充电时必须从装置上拆下的可充电电池的输入端口。		

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。

10.9.3.5 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 7.10 条的要求。

10.9.4 浪涌（冲击）抗扰度试验

10.9.4.1 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 7.10 条的要求。

10.9.4.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.9.4.3 试验设备

浪涌（冲击）抗扰度试验装置。

10.9.4.4 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 16。

表 16 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 $\pm 1\text{kV}$	线对地 $\pm 2\text{kV}$
交、直流电源端口	线对线 $\pm 1\text{kV}$	线对地 $\pm 2\text{kV}$
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。

10.9.4.5 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 7.10 条的要求。

10.9.5 工频磁场抗扰度试验

10.9.5.1 试验目的

检验流量计在工频磁场抗扰度试验后是否符合第 7.10 条的要求。

10.9.5.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.9.5.3 试验设备

工频磁场抗扰度试验装置。

10.9.5.4 试验程序

按 GB/T 17626.8 的要求，流量计在零流量工作状态下进行工频磁场抗扰度试验。试验参数见表 17。

表 17 工频磁场抗扰度试验参数

严酷度等级	3 级
磁场强度	10 A/m

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。

10.9.5.5 合格判据

在工频磁场抗扰度试验中和试验后，流量计应符合第 7.10 条的要求。

10.9.6 电压暂降和短时中断抗扰度试验

10.9.6.1 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 7.10 条的要求。

10.9.6.2 试验条件

在额定工作条件下试验。

10.9.6.3 试验设备

电压暂降和短时中断抗扰度试验装置。

10.9.6.4 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 18。

表 18 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。

10.9.6.5 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 7.10 条的要求。

10.10 计量性能复测

按照 7.11 的要求，每个点各检 3 次，试验结果符合 6.1、6.2 的要求。

11. 试验项目所用的计量器具和设备表

试验项目所用的计量器具和设备表见表 19。

表 19 试验项目所用的计量器具和设备表

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	计量性能试验	液体流量标准装置 (如体积管、质量法液体流量标准装置、标准表法液体流量标准装置。)	扩展不确定度： 体积流量的扩展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， $k=2$ 。
		温度测量仪表（测量流经流量计的流体温度）	所用温度计的测量误差对试验结果造成的影响应在流量计最大允许误差的 1/5 以内
		压力测量仪表（测量流经流量计的流体压力）	所用压力计的测量误差对试验结果造成的影响应在流量计最大允许误差的 1/5 以内。
5	密封性	带压力指示的密封性试验装置	压力计准确度等级： 1 级
4	耐压强度	带压力指示的耐静压试验装置	压力计准确度等级： 1 级
2	绝缘电阻	兆欧表或绝缘电阻测试仪	5 级
3	绝缘强度	绝缘强度测试仪	10 级
6	压力损失	差压计或差压变送器	准确度等级： 1 级
7	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。
8	碰撞	碰撞试验台	技术性能：符合 GB/T 2423.6 的要求。
9	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。
10	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 米法或 10 米法电波暗室。
11	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。
12	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。
13	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

14	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
----	--------------	------------------	---------------------------

附录 A

试验介质粘度要求

- A.1** 试验介质的粘度应与流量计工作介质的粘度一致。若采用其他介质，两者粘度的差异对流量计引入的误差，一般应不超过流量计最大允许误差的 1/3。
- A.2** 若流量计工作介质的粘度不大于 2 mPa s，或准确度等级不高于 0.5 级（包括 0.5 级），且工作介质粘度不大于 5 mPa s，在不引起流量计锈蚀及损坏的前提下，允许用水试验。
- A.3** 若流量计工作介质的粘度为（5~50）mPa s 的液体，则试验介质的粘度应不小于 5 mPa s，且与流量计工作介质的粘度之差，一般应不大于 9 mPa s。
- A.4** 若流量计工作介质的粘度大于 50 mPa s，则试验介质的粘度仅要求不小于 50 mPa s。
- A.5** 若一台流量计用于测量多种不同粘度的液体，应分别使用其适用的最小（或接近最小）和最大（或接近最大）粘度的液体试验。
- A.6** 当试验介质不能满足第 A. 2~A. 5 条的要求时，可按流量计产品说明书提供的粘度修正计算公式（或修正曲线、修正数据表）进行粘度修正。

附录 B

系列流量计的型式评价

B.1 系列流量计

本附录规定了型式评价机构确定一组流量计在型式批准时是否可以被认为是相同系列的基本原则。

B.2 系列的定义

系列流量计是一组规格不同和（或）流量范围不同的流量计，这些流量计应具有以下特性：

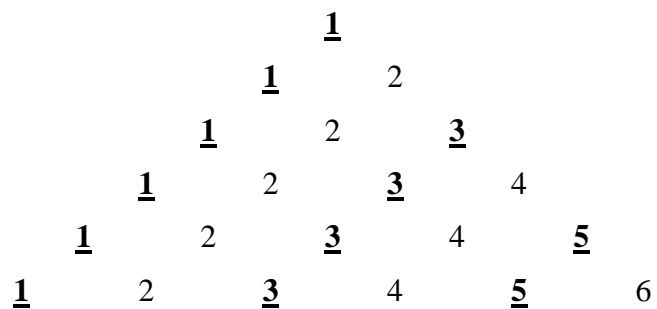
- 相同的制造商；
- 接触介质的部件几何相似；
- 相同的测量原理；
- q_{\max}/q_{\min} 的值相近；
- 相同的准确度等级；
- 具有相同功能的电子装置；
- 设计和部件的组装具有相似的标准；
- 对流量计性能至关重要的部件具有相同的材料；
- 与流量计规格有关的相同的安装要求，如上游直管段 $10D$ （管径）和下游直管段 $5D$ （管径）。

B.3 样机的选择

应按下列规则考虑系列流量计试验样机的规格选择：

- a) 一般情况下，任何系列流量计中的最小规格应进行试验；
- b) 系列流量计中具有最极限工作参数的流量计应考虑试验，如最大的流量范围，转动部件具有最高的圆周速度等；
- c) 如果可行，任何系列流量计中最大规格的流量计都宜进行试验。如果最大规格的流量计不能进行试验时，则任何最大流量超过已受试最大规格流量计 2 倍最大流量的流量计不应作为系列的一部分进行批准。
- d) 所有与影响量相关的性能试验都应从一个系列流量计中选择一个规格进行。

e) 图 B.1 中带下划线的系列流量计成员，可优先考虑作为试验样机。



注 1：每行代表一个系列的流量计，1是最小规格的流量计。

注 2：系列可按需要扩大。

图 B.1 系列流量计成员中用于试验的样机

附录 C

液体容积式流量计型式评价项目记录格式（参考）

一、综合信息

产品名称：_____型号规格：_____

准确度等级：_____制造单位：_____

委托单位：_____

二、观察项目记录

序号	评价项目		+	-	备注
1	计量单位				
2	外部结构设计要求				
3	标志和标识				
4	保护装置和封印				
5	电子部件的连接				
6	修正（含补偿）机构				
7	回零机构				
8	其他相关测量仪表				
9	外观				
10	材料与结构				
11	指示装置				
12	电源	总要求			
		外部电源			
		可更换电池			

注：

+	-	
×		通过
	×	不通过

三、试验项目记录

项目名称	技术要求	样品编号	实测结果
试验员_____ 核验员 _____			
试验开始时间: _____ 试验结束时间: _____			
环境条件: 大气压: _____ kPa; 室温: _____ °C; 相对湿度: _____ %			
备注:			

表 C.1

液体容积式流量计检定记录 (体积管法, 示值误差)

流水号:

送检单位:			器具名称:			型号:			编号:			公称通径:				
制造单位:			检定依据:			环境温度:			相对湿度:			大气压力:				
检定地点:			检定流量范围:			原仪表系数 K_0 :			证书编号:							
标准装置信息																
装置名称	型号	编号	$U/AC/MPE$	溯源单位	标准容积 (L)	流量范围 (L/min)	内径 (mm)	壁厚 (mm)	弹性模量 (MPa)	膨胀系数 ($1/^\circ\text{C}$)	证书编号	有效期				
球型体积管																
检定介质信息																
介质名称			试验温度 ($^\circ\text{C}$)			视密度 (kg/m^3)			标准密度 ρ_{20} (kg/m^3)			15 $^\circ\text{C}$ 密度 ρ_{15} (kg/m^3)				
检定项目: 1、铭牌和标识: <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 2、外观: <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 3、密封性: <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 4、误差及重复性:																
标准装置数据										流量计数据				计算结果		
流量 (L/min)	检定时间 t (s)	进口温度 t_{s1} ($^\circ\text{C}$)	出口温度 t_{s2} ($^\circ\text{C}$)	进口压力 p_{s1} (MPa)	出口压力 p_{s2} (MPa)	压缩系数 κ (1/MPa)	工况密度 ρ (kg/m^3)	膨胀系数 β ($1/^\circ\text{C}$)	累积流量 Q_s (L)	脉冲数 N	温度 t_m ($^\circ\text{C}$)	压力 p_m (MPa)	累积流量 Q (L)	误差 E_{ij}	平均误差 E_i	重复性 (E_{r_i})
.....
检定结果:		示值误差 $E=$				重复性 $E_r=$				检定结论: x.x 级						

检定员:

核验员:

检定日期: xxxx 年 xx 月 xx 日

第 页 共 页

表 C.2

液体容积式流量计检定记录 (体积管法, 仪表系数)

流水号:

送检单位:			器具名称:			型号:			编号:			公称口径:					
制造单位:			检定依据:			环境温度:			相对湿度:			大气压力:					
检定地点:			检定流量范围:			原仪表系数 K_0 :			证书编号:								
标准装置信息																	
装置名称	型号	编号	U/AC/MPE	溯源单位	标准容积 (L)	流量范围 (L/min)	内径 (mm)	壁厚 (mm)	弹性模量 (MPa)	膨胀系数 (1/°C)	证书编号	有效期					
球型体积管																	
检定介质信息																	
介质名称				试验温度 (°C)			视密度 (kg/m ³)			标准密度 ρ_{20} (kg/m ³)			15°C 密度 ρ_{15} (kg/m ³)				
检定项目: 1、铭牌和标识: <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 2、外观: <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 3、密封性: <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 4、误差及重复性:																	
标准装置数据								流量计数据				计算结果					
流量 (L/min)	检定时间 t(s)	进口温度 t_{s1} (°C)	出口温度 t_{s2} (°C)	进口压力 p_{s1} (MPa)	出口压力 p_{s2} (MPa)	压缩系数 κ (1/MPa)	工况密度 ρ (kg/m ³)	膨胀系数 β (1/°C)	累积流量 Q_s (L)	脉冲数 N	温度 t_m (°C)	压力 p_m (MPa)	仪表系数 K_{ij}	平均系数 K_i	误差 E_{ij}	平均误差 E_i	重复性 (E_r) _i
.....
检定结果:		仪表系数 $K=$		线性 $E_f=$		示值误差 $E=$		重复性 $E_r=$		检定结论: x.x 级							

检定员:

核验员:

检定日期: xxxx 年 xx 月 xx 日

第 页 共 页

表 C.3

液体容积式流量计检定记录 (静态质量法, 示值误差)

流水号:

送检单位:			器具名称:			型号:			编号:			公称通径:			
制造单位:			检定依据:			环境温度:			相对湿度:			大气压力:			
检定地点:			检定流量范围:			原仪表系数 K_0 :			证书编号:						
标准装置信息															
装置名称		型号		编号		U/AC/MPE		溯源单位		证书编号		有效期			
静态质量法															
检定介质信息															
介质名称			试验温度 (°C)			视密度 (kg/m ³)			标准密度 ρ_{20} (kg/m ³)			15°C 密度 ρ_{15} (kg/m ³)			
检定项目: 1、铭牌和标识: <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 2、外观: <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 3、密封性: <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 4、误差及重复性:															
标准装置数据								流量计数据				计算结果			
流量 (L/min)	检定 时间 t (s)	温度 t_s (°C)	称重示值 m_{ij} (kg)	大气 密度 ρ_a (kg/m ³)	压缩 系数 κ (1/MPa)	工况 密度 ρ (kg/m ³)	膨胀 系数 β (1/°C)	累积 流量 Q_s (L)	脉冲数 N	温度 t_m (°C)	压力 p_m (MPa)	累积 流量 Q (L)	误差 E_{ij}	平均 误差 E_i	重复性 (E_{r_i})
.....
检定结果:		示值误差 $E=$				重复性 $E_r=$				检定结论: x.x 级					

检定员:

核验员:

检定日期: xxxx 年 xx 月 xx 日

第 页 共 页

表 C.4

液体容积式流量计检定记录 (静态质量法, 仪表系数)

流水号:

送检单位:			器具名称:			型号:			编号:			公称通径:				
制造单位:			检定依据:			环境温度:			相对湿度:			大气压力:				
检定地点:			检定流量范围:			原仪表系数 K_0 :			证书编号:							
标准装置信息																
装置名称		型号		编号		U/AC/MPE		溯源单位		证书编号		有效期				
静态质量法																
检定介质信息																
介质名称			试验温度 ($^{\circ}\text{C}$)			视密度 (kg/m^3)			标准密度 ρ_{20} (kg/m^3)			15 $^{\circ}\text{C}$ 密度 ρ_{15} (kg/m^3)				
检定项目: 1、铭牌和标识: <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 2、外观: <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 3、密封性: <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 4、误差及重复性:																
标准装置数据									流量计数据				计算结果			
流量 (L/min)	检定 时间 t (s)	温度 t_s ($^{\circ}\text{C}$)	称重 示值 m_{ij} (kg)	大气 密度 ρ_a (kg/m^3)	压缩 系数 κ (1/MPa)	工况 密度 ρ (kg/m^3)	膨胀 系数 β (1/ $^{\circ}\text{C}$)	累积 流量 Q_s (L)	脉冲数 N	温度 t_m ($^{\circ}\text{C}$)	压力 p_m (MPa)	仪表 系数 K_{ij}	平均 系数 K_i	误差 E_{ij}	平均 误差 E_i	重复 性 (E_{r_i})
.....
检定结果:		仪表系数 $K=$			线性 $E_f=$			示值误差 $E_s=$			重复性 $E_r=$		检定结论: x.x 级			

检定员:

核验员:

检定日期: xxxx 年 xx 月 xx 日

第 页 共 页

附录 D

原油和石油产品压缩系数、密度、膨胀系数计算公式

D.1 原油和石油产品压缩系数计算公式及适用条件

若检定介质是原油或石油产品, 温度范围为 $-30^{\circ}\text{C}\sim 90^{\circ}\text{C}$, 15°C 的密度范围为 $638\text{ kg/m}^3\sim 1074\text{ kg/m}^3$ 时, 其压缩系数的计算公式为

$$\kappa = \exp\left[A + Bt + \frac{10^6}{\rho_{15}^2}(C + Dt)\right] \quad (\text{D.1})$$

式中: κ ——液体 $t^{\circ}\text{C}$ 时的压缩系数, $1 \times 10^{-3} 1/\text{MPa}$;

t ——液体温度, $^{\circ}\text{C}$;

ρ_{15} ——液体 15°C 、0 表压时的密度, kg/m^3 ;

$A=-1.62080$, $B=0.00021592$, $C=0.87096$, $D=0.0042092$, 为常数。

注: 公式 (D.1) 出自 GB/T 21450-2008《原油和石油产品 密度在 $638\text{ kg/m}^3\sim 1074\text{ kg/m}^3$

范围内的烃压缩系数》, 该公式不适用于润滑油。

D.2 原油和石油产品密度计算方法

若检定介质是原油或石油产品, 且满足下列条件

$$-50^{\circ}\text{C} \leq t \leq 150^{\circ}\text{C}$$

$$0 \leq p \leq 10.34\text{ MPa}$$

$$610.6\text{ kg/m}^3 \leq \rho_{15} \leq 1163.5\text{ kg/m}^3$$

$$4.14 \times 10^{-4} 1/^{\circ}\text{C} \leq \beta_{15} \leq 1.67 \times 10^{-3} 1/^{\circ}\text{C}$$

时, 密度与温度和压力的关系式为:

$$\rho_t = \rho_{15} \exp[-\beta_{15}(t-15) - 0.8\beta_{15}^2(t-15)^2](1 + \kappa p) \quad (\text{D.2})$$

式中: ρ_t ——液体 $t^{\circ}\text{C}$ 、 p 表压时的密度, kg/m^3 ;

ρ_{15} ——液体 15°C 、0 表压时的密度, kg/m^3 ;

t ——液体温度, $^{\circ}\text{C}$;

p ——液体表压, MPa ;

κ ——液体 $t^{\circ}\text{C}$ 时的压缩系数, $1/\text{MPa}$, 用公式 (D.1) 计算;

β_{15} ——15℃时液体的膨胀系数，1/℃。

β_{15} 用下式计算：

$$\beta_{15} = \frac{K_0 + K_1 \rho_{15}}{\rho_{15}^2} \quad (\text{D. 3})$$

式中 K_0 、 K_1 为常数，其值与液体类型有关，表 D.1 为常见液体的 K_0 、 K_1 值。

表 D.1 常见液体的 K_0 、 K_1 值

油品类型	ρ_{15} (kg/m ³)	K_0 (kg ² m ⁻⁶ °C ⁻¹)	K_1 (kg m ⁻³ °C ⁻¹)
汽油	654~779	346.42278	0.43884
喷气燃料	779~839	594.54180	0.0000
燃油	839~1075	186.9696	0.48618
原油	610.6~1163.5	613.972226	0.0000

D.3 原油和石油产品膨胀系数计算公式

$$\beta = \frac{1}{\Delta t} \left(\frac{\rho_t}{\rho_{t+\Delta t}} - 1 \right) \quad (\text{D. 4})$$

式中： β ——液体 t ℃时的膨胀系数，1/℃；

ρ_t ——液体 t ℃、 p 表压时的密度，kg/m³；

$\rho_{t+\Delta t}$ ——液体 $t+\Delta t$ ℃、 p 表压时的密度，kg/m³，一般用 $\Delta t=1$ ℃计算。

附录 E

水的膨胀系数和压缩系数

E.1 水的膨胀系数 β_w 见表 E.1。

表 E.1 水的体膨胀系数表

β_w ($1 \times 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$)

t ($^\circ\text{C}$)	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5	16.0	17.6	19.1	20.7	22.2	23.7	25.2	26.7	28.3	29.8
6	31.3	32.8	34.3	35.7	37.2	38.7	40.2	41.7	43.1	44.6
7	46.0	47.5	48.9	50.4	51.8	53.3	54.7	56.1	57.6	59.0
8	60.4	61.8	63.2	64.6	66.0	67.4	68.8	70.2	71.6	73.0
9	74.4	75.7	77.1	78.5	79.8	81.2	82.5	83.9	85.2	86.6
10	87.9	89.3	90.6	91.9	93.3	94.6	95.9	97.2	98.5	99.9
11	101.2	102.5	103.8	105.1	106.4	107.6	108.9	110.2	111.5	112.8
12	114.0	115.3	116.6	117.8	119.1	120.4	121.6	122.9	124.1	125.4
13	126.6	127.9	129.1	130.3	131.6	132.8	134.0	135.2	136.4	137.7
14	138.9	140.1	141.3	142.5	143.7	144.9	146.1	147.3	148.5	149.7
15	150.8	152.0	153.2	154.4	155.6	156.7	157.9	159.1	160.2	161.4
16	162.5	163.7	164.8	166.0	167.1	168.3	169.4	170.6	171.7	172.8
17	174.0	175.1	176.2	177.3	178.5	179.6	180.7	181.8	182.9	184.0
18	185.2	186.3	187.4	188.5	189.6	190.7	191.7	192.8	193.9	195.0
19	196.1	197.2	198.3	199.3	200.4	201.5	202.5	203.6	204.7	205.7
20	206.8	207.9	208.9	210.0	211.0	212.1	213.1	214.2	215.2	216.3
21	217.3	218.3	219.4	220.4	221.4	222.5	223.5	224.5	225.5	226.6
22	227.6	228.6	229.6	230.6	231.6	232.7	233.7	234.7	235.7	236.7
23	237.7	238.7	239.7	240.7	241.7	242.6	243.6	244.6	245.6	246.6
24	247.6	248.6	249.5	250.5	251.5	252.5	253.4	254.4	255.4	256.3
25	257.3	258.3	259.2	260.2	261.1	262.1	263.0	264.0	264.9	265.9
26	266.8	267.8	268.7	269.7	270.6	271.5	272.5	273.4	274.3	275.3
27	276.2	277.1	278.1	279.0	279.9	280.8	281.7	282.7	283.6	284.5
28	285.4	286.3	287.2	288.1	289.1	290.0	290.9	291.8	292.7	293.6
29	294.5	295.4	296.3	297.2	298.0	298.9	299.8	300.7	301.6	302.5
30	303.4									

E.2 水的压缩系数 κ_w 见表 E.2。

表 E.2 水的压缩系数表

$p = (0.3 \sim 0.5) \text{ MPa}$

t ($^\circ\text{C}$)	0	10	20	30	40	50
κ_w ($1 \times 10^{-6} 1/\text{MPa}$)	508	481	461	448	442	440