

# 体积管检定科里奥利质量流量计影响因素

□中航油（北京）机场航空油料有限责任公司 欧凯恩 魏佳 张驰 刘世雄

**【摘要】**科里奥利质量流量计在石油和石油产品贸易交接中应用广泛，为确保量值溯源准确可靠需对其进行定期检定，常用标准器为体积管与质量流量计串联在管线上对其进行在线检定。本文通过对安装工艺、零位、振动和干扰、环境温度、气液两相等方面对检定过程影响因素进行分析，并提出相应注意事项。

**【关键词】**质量流量计；体积管；检定，影响因素

文献标识码：B

文章编号：1003-1870（2024）04-0019-03

## 引言

科里奥利质量流量计由于其测量精度高、稳定性好，广泛应用于原油和石油产品贸易交接当中。对于大流量质量流量计的检定，通常采用的方式为，应用标准体积管与在线振动密度、压力变送器、温度变送器等组织的配套装置对其进行在线检定。为确保检定结果的准确性，应从多个角度分析影响检定结果的因素，以保证检定结果的质量。

## 1 基本原理

科里奥利质量流量计由传感器和变送器组成，利用液体在振动管内流动时产生与质量流量成正比的科里奥利力换算质量。检定过程中将质量流量计、标准体积管串联在管线上，通过在相同时间，比对体积管和质量流量计的数量。由于体积管提供标准体积，需要进行密度测量，计算质量流量计的

示值误差。

## 2 误差影响因素分析

### 2.1 安装工艺的影响

受科里奥利质量流量计原理的影响，在流量计进行安装时，必须要保证内部谐振管或测量管不产生除质量流量外的应力影响振动，从而发生测量误差。这对两端工艺有严格的要求，既要间距合适又要中心对齐。

此外，不同介质的测量也要有对应的安装方向。当介质为液体时，为了避免游离气体聚集对测量产生影响，传感器应是其测量管朝下垂直安装，并要保证传感器处于管线最低点，见图1。当介质为气体时，为防止冷凝液或杂质在传感器的测量管内聚集，传感器应采取向上安装，并保证传感器不被安装在最低点，见图2。

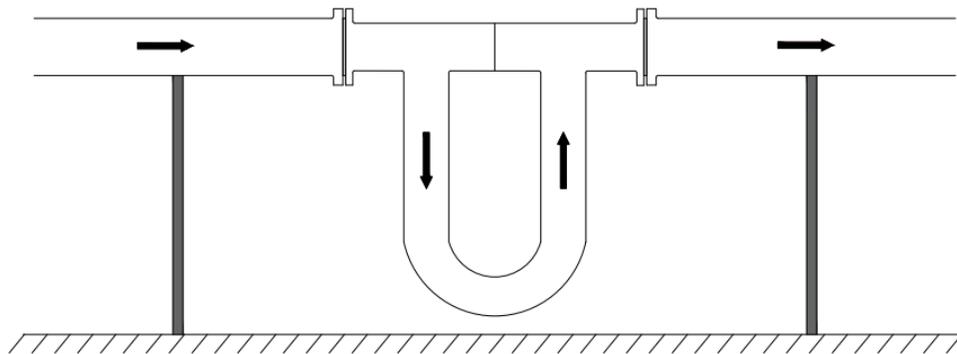


图1 介质为液体时安装方式

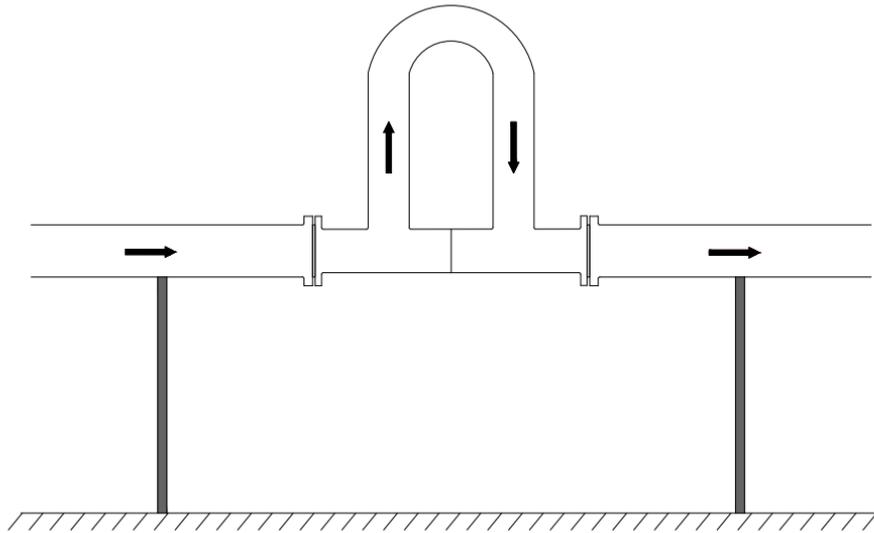


图2 介质为气体时安装方式

## 2.2 零点调整

零点是质量流量计抑制流量计出现干扰的能力，理论上在流量计前后阀门关闭的情况下，流量为零，其振动管应静止。但实际情况下，振动管的振动是无法避免的，因此需要引入零点，零点调零等参数，以消除零点漂移对质量流量计的影响。由于零点对质量流量计的检定结果会产生影响，因此每次检定前需对零点进行调整。

## 2.3 振动和干扰的影响

科里奥利质量流量计在其工作环境中，传感器的振动状态非常容易被外界因素影响。外界因素所导致的振动能量，常常容易被传感器内的敏感元件捕获，这就导致传感器在实际生产工作中容易出现准确度下降的情况发生。

谐振式原理的科里奥利质量流量传感器，在相对空间上来讲，其弹性弯管中的复合敏感模块与底部的连接底板是正交连接的，这非常容易导致传感器结构中两个振动源产生相互作用，从而产生共振，即“耦合振动”。外部因素如马达振动、噪声等随机的干扰振动能量，会极其容易地被传感器的敏感结构捕获，这也就导致了其自身固有的振动特性容易产生变化。在实际的系统测量过程中，这会发出激励的主振动信号与测量产生的副振动信号相互干扰。随着振动等干扰源的频率变大，这一现象

产生的影响程度也逐渐变大。

同时，科里奥利质量流量计在使用过程中由于需要使用连接法兰进行安装，极易产生一定的安装应力，这也是外界施加的主要干扰因素。因此，如果要尽可能减小振动和干扰对质量流量计的影响，需要从两方面入手，一是从传感器本身的自我结构上避免振动和干扰对系统运行产生的影响；二是通过减少外界振动和干扰来消除这一影响；三是推荐进行在线检定，拆卸送检安全后重新安装，安装应力会导致误差。

从多次现场实践来看，外界振动和电磁场对科里奥利质量流量计的影响是非常大的。尤其是在泵的马达启停时的振动频率较大，容易影响流量计谐振管的振动。如果流量计附件存在变压器或变频器等强磁场的装置时，流量计内部线圈可能会受到干扰，导致数值显示错误。因此，在流量计的安装固定时需添加减震装置来进行振动隔离，同时也需要采取接地、屏蔽等方式来降低外界磁场的影响，以确保科里奥利质量流量计示值的稳定性。

## 2.4 环境温度的影响

作者在环境温度不同条件下应用体积管对两台质量流量计进行检定测试。体积管、质量流量计型号如表1所示，测试结果如表2，表3所示。

表1 体积管、流量计型号参数

名称	型号	厂家	测量范围	精度
体积管	LJG-26	开封仪表	(60~1200)m <sup>3</sup> /h	± 0.05%
在线振动密度计	CDM100	艾默生	(750~1000)kg/m <sup>3</sup>	± 0.1kg/m <sup>3</sup>
质量流量计01	CMFHC2M451N2G6MZZZ	艾默生	(0~700)t/h	± 0.2%
质量流量计02	CMFHC2M451N2G6MZZZ	艾默生	(0~700)t/h	± 0.2%

表2 01号流量计数据

流量点t/h	介质温度(℃)	体积管进口压力MPa	体积管出口压力MPa	密度kg/m <sup>3</sup>	环境温度(℃)	仪表系数	示值误差%
273	14.61	0.11	0.10	786.9	27	2823.64.26	0.06
	14.58	0.11	0.09	788.0	13		-0.01
	13.37	0.10	0.09	787.9	5		-0.09

表3 02号流量计数据

流量点t/h	介质温度(℃)	体积管进口压力MPa	体积管出口压力MPa	密度kg/m <sup>3</sup>	仪表系数	示值误差%
274	14.76	0.11	0.10	786.82	2835.74.26	0.07
	14.61	0.11	0.09	788.0		-0.01
	13.28	0.10	0.09	787.9		-0.07

根据JJG-1038 科里奥利质量流量计检定规程, 检定过程中环境条件需在(5~35)℃, 但修正过程中未引入环境温度变化对其影响, 是通过数据可以分析出, 仪表系数不变, 环境温度变化会对流量计示值误差产生影响, 温度越低负偏差越大。分析原因有多方面, 如内部介质温度与外部环境温度温差导致体积管标准容积段收缩或膨胀, 影响体积管内部置换器与体积管标准管段密封性, 流量计发生数据偏移等。建议在环境温度与介质温度相近时检定, 可以减少误差。

### 2.5 气液两项流的影响

在科里奥利质量流量计的使用过程中, 往往出现气液两项流的现象, 即气体和液体一起流动。在流量计的实际应用中, 当气液比例过大时, 会严重影响流量计的准确性, 甚至会导致界面报警。出现这种情况的原因主要有以下两种: 一是不同的介质在特定的温度和压力下会出现不同程度的气化或液化, 介质处于不饱和状态导致气液共存, 甚至产生汽蚀现象。二是部分管道会设计扫气装置, 或管道

未进行高点排气, 导致管路内残存气体。为消除气液两项流的影响, 上游应设置气液分离装置, 如消气过滤器等。其次要在通过流量计后的调节阀建立背压, 使进入流量计的介质压力高于饱和蒸汽压, 以消除汽蚀。

### 参考文献

- [1] 林建达, 卢嘉敏, 胡候林等.《科里奥利质量流量计检定过程误差影响要素研究》[J]. 计量技术, 2019,(04):49-50+67.
- [2] 屈文帅.《科里奥利质量流量计检定误差分析与对策探讨》[J]. 流体测量与控制, 2021,2(01):28-30.

### 作者简介

欧凯恩, 硕士, 中航油(北京)机场航空油料有限责任公司, 质量管理中心经理助理。