



中华人民共和国出入境检验检疫行业标准

SN/T 4885.2—2017

进出口商品流量计计重规程 第2部分：石油和液体石油产品科里奥利 流量计计重

Rules for the measurement survey by flow meters on import and
export commodities—Part 2: Measurement of petroleum and liquid
petroleum products by Coriolis meters

2017-08-29 发布

2018-04-01 实施

中 华 人 民 共 和 国
国家质量监督检验检疫总局 发 布

前 言

SN/T 4885《进出口商品流量计计重规程》共分为 3 个部分：

- 第 1 部分：术语；
- 第 2 部分：石油和液体石油产品科里奥利流量计计重；
- 第 3 部分：石油和液体石油产品体积流量计计重。

本部分为 SN/T 4885 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由国家认证认可监督管理委员会提出并归口。

本部分起草单位：中华人民共和国山东出入境检验检疫局。

本部分主要起草人：王正清、刘冲伟、史清刚、王厚晏、雒书鸿、孙图南、彭青、李伟涛。

进出口商品流量计计重规程

第2部分：石油和液体石油产品科里奥利流量计计重

1 范围

SN/T 4885 的本部分规定了进出口石油和液体石油产品使用科里奥利流量计计重的程序、要求和方法。

本部分适用于使用科里奥利流量计对进出口石油和液体石油产品进行计重。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 260 石油产品水含量的测定 蒸馏法
- GB/T 1884 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 4756 石油液体手工取样法
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 8927 石油和液体石油产品温度测量 手工法
- GB/T 8929 石油水含量的测定 蒸馏法
- SH/T 0604 原油和石油产品密度测定法（U型振动管法）
- SN/T 2389.1 进出口商品容器计重规程 第1部分：术语
- SY/T 5317 石油液体管线自动取样法
- SY/T 6682 用科里奥利流量计测量液态烃流量

3 术语和定义

SN/T 2389.1 和 SY/T 6682 界定的术语和定义适用于本文件。

4 基本要求

4.1 工作条件要求

4.1.1 用作进出口石油和液体石油产品计重的科里奥利流量计及其检定装置，应经法定计量检定部门检定合格，并在有效期内使用。

4.1.2 计重工作应与流量计管理单位人员共同进行。

4.1.3 流量计管理单位应建立有效的流量计安装使用管理规范，应对流量计现场及控制室设置有效的监控系统，能够监控整个计重过程中流量计的工作情况，应全程记录输油计重过程中质量、体积、平均密度、平均温度、平均压力等数据。

4.1.4 流量计管理单位应建立流量计的查验档案,所有的流量计相关原始数据或图表都应有效保存,以备核查。查验档案应包括以下方面:

- a) 流量计出厂资料:包括流量计安装使用手册、出厂校验报告等相关出厂资料,还应包括脉冲比例系数、出厂密度校准系数和出厂流量校准系数,以及把出厂系数和特定流量传感器联系起来的记录(例如系列号)。
- b) 流量计检定资料:包括流量计检定证书,以及检定时的误差及重复性情况以及重新设置流量计参数后的误差及重复性情况。
- c) 流量计使用记录资料:包括每次使用流量计进行计重的时间、商品名称、运输工具名称、流量计计重数据、其他计重方式结果等记录,以及流量计在使用中出现的异常情况(报警、故障、结果差异等)及产生的原因和处理结果的记录。还应包括流量计的调零的时间、零点稳定度测量值、零点漂移限值以及现在的和原来的零点示值。

4.2 技术条件要求

4.2.1 科里奥利流量计的工作原理参见附录 A,系统概述参见附录 B。

4.2.2 应确保流量计处于正常状态,使用过程中应注意影响其准确度的各种因素[如流体特性(密度、黏度)、操作条件(流量变化、流体温度、流体压力、多相流、传感器内的闪蒸或气蚀现象、流量传感器内壁的附着层或沉积物、流量传感器的磨蚀、流量传感器的腐蚀)、安装条件(振动、多台传感器振动干扰、脉动流、机械应力、速度分布不均匀或有涡流、电磁或无线电频率干扰、电压调节)],确保各项计算指标均在允许范围内。

4.2.3 对能改变流量计计量性能的相关参数,应设有保护功能(如设置双重密码等)。检定结束后,所有对计重结果有影响的流量计参数应设定为只读。必要时,应对原始参数数据进行有效封识。

4.2.4 流量计安装使用中发现如下问题时,应对流量计进行检定,以保证流量计的准确度:

- a) 流量计重新调零;
- b) 流量计的安装或固定条件发生变化;
- c) 如果流量计设置成体积输出,对密度测量进行了校准;
- d) 对流量计组件进行维修;
- e) 更换对计重结果有影响的部件;
- f) 流体温度、压力或密度的变化超出了用户根据现场经验确定的范围;
- g) 流量变化引起的流量计系数变化超过预先确定的允许限值,应通过检定来确定因流量变化而引起的流量计系数变化;
- h) 通过流量计的流体流向发生改变,且没有确定新流向上的流量计系数。

4.2.5 通过流量计计重的油品应全部输送到目的容器。

4.3 安全要求

4.3.1 进入流量计所在的库区或港区,应严格遵守其有关安全操作规定。

4.3.2 在流量计所在的库区或港区工作时,应关闭手机等通讯设备,应穿着防静电工作服和防滑、防静电鞋,必要时应使用防爆手电筒或防爆手灯。

4.4 准确度要求

4.4.1 流量计的准确度等级应不低于 0.2 级(计量允许误差优于 $\pm 0.2\%$)。流量计的重复性不得超过准确度等级规定的允许误差绝对值的 1/2。

4.4.2 各项测量、计算数值按照 GB/T 8170 的规定进行修约,修约间隔要求见表 1。

表 1 数值修约间隔要求

项目	单位	数值修约间隔	
		测量	计算
温度	℃	0.1	0.1
压强	kg·f/cm ²	0.1	0.1
密度	g/cm ³	0.000 1	0.000 1
体积	m ³	0.001	0.001
体积(管道连续计量)	m ³	1	1
重量	t	0.001	0.001
重量(管道连续计量)	t	1	1
数量	桶		1

5 方法与程序

5.1 方法概述

科里奥利流量计计重分为流量计系数法和基本误差法两类。流量计系数法是指以流量计计重的质量值乘以本次计量的流量计系数,作为交接双方认可的油品交接质量。基本误差法是指流量计运行期间,如果其误差在允许的基本误差(±0.2%)限内,则流量计系数视同为 1.000 0,流量计计重的质量值即为贸易双方认可的交接质量。

5.2 准备工作

5.2.1 计重开始前,应了解本次拟进出口货物名称、重量、岸罐编号、流量计编号、船舶名称和拟装卸时间表。

5.2.2 计重开始前,应检查流量计至码头或者其他交接点的输油管线内存油情况,使其在输油前、后保持相同状态;记录拟使用流量计计数器的起始数据,并对流量计表后阀门进行施封,做好记录。

5.3 流量计输油计重

5.3.1 流量计开始运行半小时之内,应监视计量系统各设备的运行情况。整个计重过程中,要对流量计的流量、密度、温度、压力等变化情况不定时检查,确保流量计的各项指标在允许范围内。有条件的地区可以建立远程监视系统方便鉴定人员查阅实时数据和记录,实现对流量计输油计重过程的监控。

5.3.2 输油计重结束后,应记录流量计计数器的结束数据并核查表后阀门施封情况,同时对输油计重过程中的质量、体积、平均密度、平均温度、平均压力等数据进行复核,并记录其他计重方式的结果。

5.3.3 对管道连续输油计重,以 8 h 作为一个计量段,记录流量计始末的数据。

5.4 测温、测压与取样

5.4.1 测量温度应按 GB/T 8927 中规定的手工测量方法或其他满足准确度要求的自动测温方法测量或记录。

5.4.2 测量压力应使用 0.4 级压力表或不低于相同等级的其他类型压力变送器测量或记录。

5.4.3 取样应按 GB/T 4756 或 SY/T 5317 标准所规定的要求取样。

5.5 测定密度

5.5.1 对装卸车、装卸船计重,整个计重过程做一个组合试样,按 GB/T 1884 或 SH/T 0604 标准测定密度。

5.5.2 对管道连续输油计重,每 4 h 做一个组合试样,将 8 h 内的二次组合试样所测结果的算术平均值作为 8 h 的密度测定结果。也可加密 8 h 内取样次数。

5.6 测定含水

5.6.1 对装卸车、装卸船计重,整个计重过程做一个组合试样,按照 GB/T 8929 或 GB/T 260 标准测定含水。

5.6.2 对管道连续输油计重,每 4 h 做一个组合试样,测定其体积(或质量)含水量,将 8 h 内的二次组合试样所测结果的算术平均值作为 8 h 油品的含水测定结果。也可加密 8 h 内取样次数。

5.7 异常情况处理

如输油过程中发现经流量计的油品发生管线泄露、输油过程中发生停电、流量计显示屏不显示数据、私自拆除封识或者改变流量计参数、工作压力工作流量超出正常的工作范围等异常情况,本次流量计计重结果无效,改用其他计重方式。

5.8 油量计算

5.8.1 空气中的毛质量

对于设置成输出质量结果的科里奥利流量计,其所指示的是真空中的质量。在进行油品交接时,如果采用空气中的质量作为商业质量,可用式(1)把真空中的质量转换成空气中的质量:

$$m_g = m_o \times F_a \dots\dots\dots (1)$$

式中:

m_g ——空气中的毛质量,单位为吨(t);

m_o ——质量流量计指示的质量,单位为吨(t);

F_a ——真空中油品的质量换算到空气中质量的换算系数(简称空气浮力修正系数)。

真空中油品的质量换算到空气中质量的换算系数(F_a),可以根据流体在 20 ℃时的密度在表 2 中查得。

表 2 真空中油品的质量换算到空气中质量的换算系数

20 ℃密度/(g/cm ³)	换算系数 F_a	20 ℃密度/(g/cm ³)	换算系数 F_a
0.500 0~0.509 3	0.997 70	0.679 6~0.719 5	0.998 40
0.509 4~0.531 5	0.997 80	0.719 6~0.764 5	0.998 50
0.531 6~0.555 7	0.997 90	0.764 6~0.815 7	0.998 60
0.555 8~0.582 2	0.998 00	0.815 8~0.874 1	0.998 70
0.582 3~0.611 4	0.998 10	0.874 2~0.941 6	0.998 80
0.611 5~0.613 6	0.998 20	0.941 7~1.020 5	0.998 90
0.613 7~0.679 5	0.998 30	1.020 6~1.100 0	0.999 00

5.8.2 空气中的净质量

空气中的净质量按式(2)计算:

$$m_n = m_g \times (1 - SW) \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

m_n ——空气中的净质量,单位为吨(t);

SW ——油品中的水含量,质量(或体积)分数,‰。

5.8.3 毛标准体积

毛标准体积按式(3)计算:

$$V_g = \frac{m_o}{\rho_o} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

V_g ——毛标准体积,单位为立方米(m^3);

ρ_o ——油品标准密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3)。

5.8.4 净标准体积

净标准体积按式(4)计算:

$$V_n = V_g \times (1 - SW) \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

V_n ——净标准体积,单位为立方米(m^3)。

5.8.5 桶数

在国际贸易中经常会以桶进行结算,就需要查表桶/t系数得出桶数,计算如式(5):

$$V_{60\text{ }^\circ\text{F}} = m_g \times F \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

$V_{60\text{ }^\circ\text{F}}$ ——在 60 °F、101.325 kPa 参比条件下,油品的毛标准体积,单位为桶;

F ——桶/t 系数。查 GB/T 1885 中 15 °C 密度到桶/t 系数换算表。

附录 A
(资料性附录)
工作原理

质量流量计工作原理：当转动体内部的质点在朝向或远离转动中心的方向上相对于转动体运动时，就会产生惯性力，原理如图 A.1 所示。

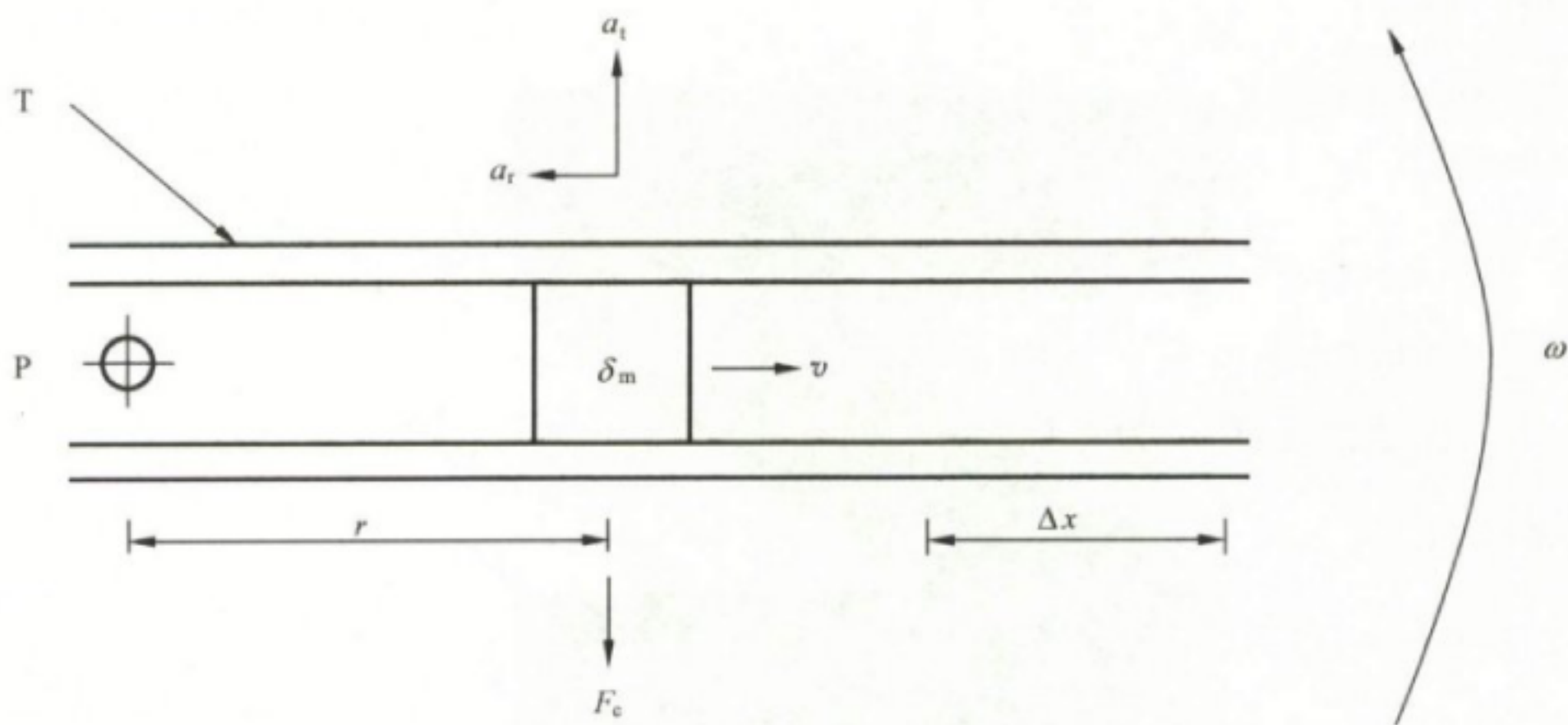


图 A.1 质量流量计工作原理

质量为 δ_m 的质点在绕固定点 P 以角速度 ω 转动的测量管 T 内以恒定的速度 v 滑动。质点获得两个加速度：

- a) 径向加速度 a_r (离心加速度) 等于 $\omega^2 r$ ，方向指向 P 点；
- b) 切向加速度 a_t (科里奥利加速度) 等于 $2\omega v$ ，与 a_r 成直角，方向如图 A.1 所示。

为使质点产生科里奥利加速度 a_t ，需要在 a_t 方向上施加大小为 $2\omega v\delta_m$ 的力。该力由振动管产生，对振动中的反作用力，就是科里奥利力，即 $F_c = 2\omega v\delta_m$ 。

由此可见，当密度为 ρ 的流体以恒定的速度 v 在如图 A.1 所示的振动管中流动时，长度为 Δx 的振动管承受切向科里奥利力的大小为 $\Delta F_c = 2\omega v\rho A \Delta x$ ，式中 A 是振动管的内横截面积。因为，质量流量可以表示为：

$$m = \frac{dm}{dt} = q_m = \rho A v \dots\dots\dots (A.1)$$

所以：

$$\Delta F_c = 2\omega q_m \Delta x \dots\dots\dots (A.2)$$

因此，通过直接或间接测量流动的流体作用在振动管上的科里奥利力，可以测量质量流量。这就是质量流量计的基本工作原理。

如果在极坐标系中观察质量流量计的振动管，其角速度的变化范围为： $-\omega \leq 0 \leq \omega$ ，以连续正弦波的形式变化。流体通过振动管时产生也按正弦波变化的科里奥利力。在入出口两端固定振动管，振动管振动时，在两固定之间的中点振幅最大，结果在测量管的上半段和下半段对应点处产生大小相等，方向相反的科里奥利力。这些相反的力叠加到由质量流量计驱动系统产生的振动里，就会对振动管产生一个弯曲力矩。

弯曲力矩使振动管产生非对称性扭曲，扭曲的幅度与流体的质量流量成正比，质量流量计生产厂采用各自独有的技术，检测扭曲幅度，把测量信号转换成相应的模拟或数字输出信号。

简单地讲,质量流量计最基本的测量量,是振动管上游部分对应于下游的位置偏移量。偏移量的测量是用驱动机构上游和下游的位置或速度测量传感器来进行的。当通过振动管的质量流量增加时,测量管上游部分对应于下游部分的偏移量增加。

附录 B
(资料性附录)
系统概述

B.1 概述

质量流量计由传感器和变送器两部分组成,变送器为传感器供电,处理来自传感器的对应质量流量的传出信号,同时产生附属设备使用的代表流量的信号。

B.2 流量传感器

B.2.1 总则

流量传感器直接测量质量流量和密度,其他参数都是这两个测量量推导出来的。对流量传感器的选择是非常重要的。应充分考虑压降、磨蚀、闪蒸和气蚀对传感器的影响。

B.2.2 准确度

B.2.2.1 流量传感器的准确度是关于流过传感器流体的质量流量的函数。当流量接近零时,不确定度增加(见图 B.1)。管线压力的变化可能会影响传感器的准确度,流量计对压力的敏感程度一般随流量计尺寸增大而增大。必要时需为流量计配备压力补偿装置以满足计量精度要求。

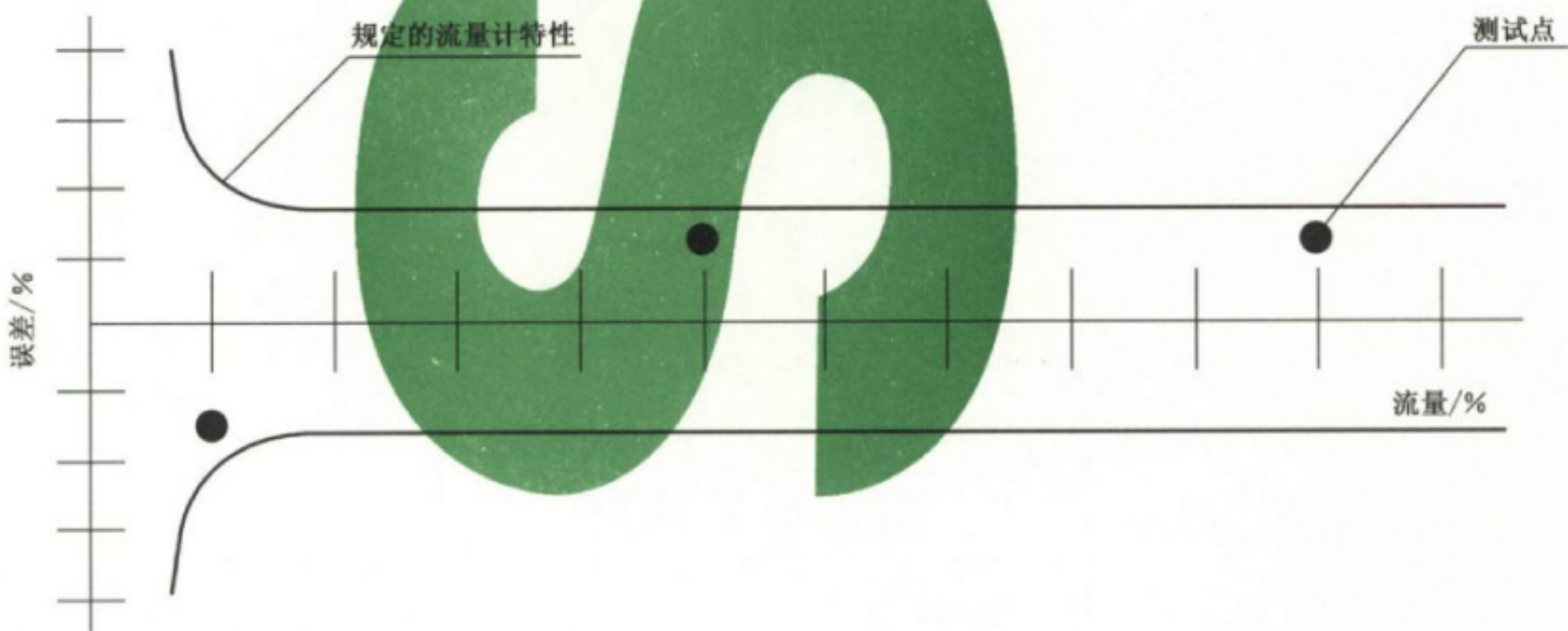


图 B.1 典型的质量流量计准确度图

B.2.2.2 对各种流量传感器有不同的准确度规定,不同形式的流量传感器对流量变化、振动、工作压力和环境温度的敏感程度不同。

B.2.3 压力等级

B.2.3.1 流量传感器的压力等级应满足使用要求和所在管路系统的要求。要考虑流量传感器的最大和最小压力限。

B.2.3.2 用于进出口液体商品计重的传感器,应进行压力试验,并提供压力实验报告,试验压力应高于最薄弱部件最大工作压力,并符合国家法规和标准对安全裕量有规定。

B.3 变送器

- B.3.1 应保证变送器的外形尺寸、组态方式(辅助键盘、手操器、可编程只读存储器)、参数显示、电子线路连接方式、调零和更改参数方式、双向分别累加的能力、报警这几个方面方便操作。
- B.3.2 应保证质量流量计变送器与传感器、附属设备、上位数据记录系统或控制系统相匹配,变送器应能够为所有附属设备提供必要的输出信号,同时能向标准装置的计数器输出脉冲信号。使用的显示或指示设备及电子传输系统必须可靠有效。

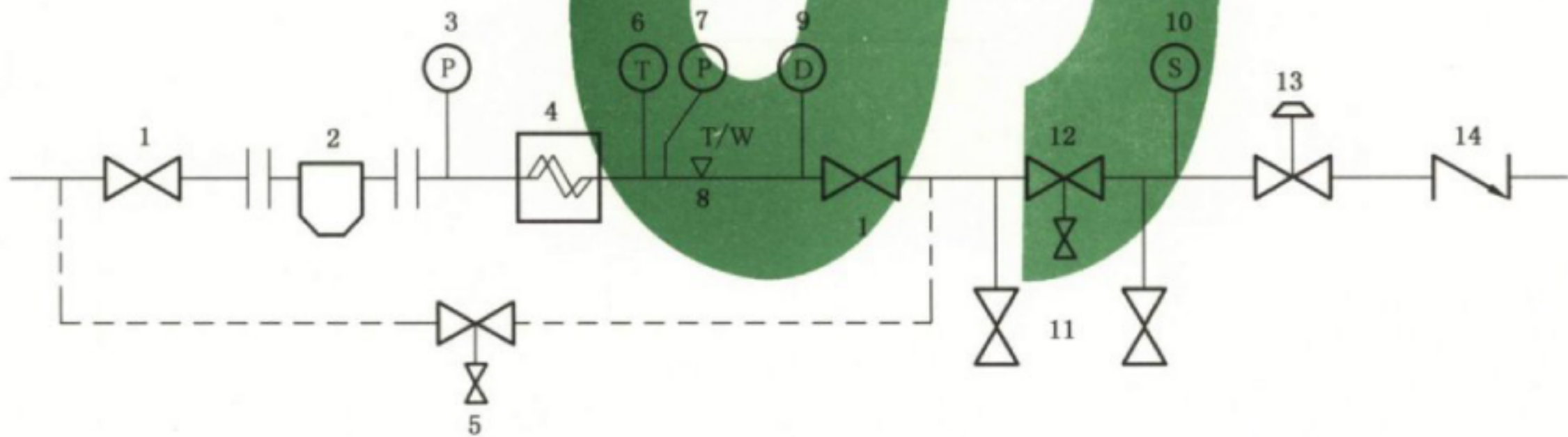
B.4 电子线路

- B.4.1 选择传感器及其变送器和附属设备要满足防爆等级要求。要考虑传感器和变送器对电源的要求。电信号系统应有足够的保真度和安全性。
- B.4.2 流量传感器、变送器和他们之间的连接电缆对电磁干扰(EMI)都比较敏感。质量流量计采用不同的方法和不同的材料来屏蔽电磁干扰。

B.5 计量系统

B.5.1 一般要求

- 用于进出口液体商品计重的质量流量计,应保证流量计和检定装置始终能够满足准确度要求,且可靠而稳定,计重前应特别注意以下几方面的问题:
- a) 特定频率的外部振动可能引入计量误差。
 - b) 两相流(液气)会使流量计的性能变差。
 - c) 质量流量计计量系统应符合所有有效的规范和规程的要求。图 B.2 是一个典型的流量计系统示意图。



- 说明:
- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| 1——隔断阀; | 8 ——测温插孔(可选); |
| 2——过滤器或消气器(可选); | 9 ——密度测量或检查点; |
| 3——压力侧量仪表(可选); | 10——人工取样点或带有探头的自动取样器(可选); |
| 4——质量流量计; | 11——检定接头及隔断阀; |
| 5——带有隔断放泄阀或盲板的流量计旁通(可选); | 12——用于检定和调零的隔断阀; |
| 6——温度测量仪表; | 13——控制阀(根据需要选); |
| 7——压力测量仪表; | 14——止回阀(根据需要选)。 |

图 B.2 质量流量计系统示意图

B.5.2 工艺管路

工艺管路要求如下：

- a) 如果用一台流量计时，流量范围和压降太大，可以选用多台流量计并联安装。当多台流量计并联安装时，应有调整通过流量计的流量和检定时隔离流量计的措施。
- b) 进行系统设计时，应保证使流量计在规定流量范围内运行，并避免出现易于使液体气化或气蚀的工作条件。
- c) 两相流(液/气)会使流量计的性能变差。如有需要应在质量流量计系统中配备消气器，保证流量计的计量准确度不降低。
- d) 上游或下游配管引起的涡流或流速分布不均匀，会对流量计性能产生影响，其程度因流量计类型不同有所不同。
- e) 质量流量计的安装方式应能保证在流体流动和静止的状态下，测量管中都能完全充满流体。如果气体可能在测量管中聚集并导致读数错误，则应采取措施，保证不在非正常流动条件下测量流量。
- f) 如果进行体积测量，应在传感器附近安装测温仪表，以便使测量的温度能代表质量流量计内流体的温度。测温点应在流量计下游。
- g) 在流量传感器附近应安装记录或显示压力的仪表。在流量变化的情况下，对可压缩性较大的流体进行体积测量时，在质量流量计的上游和下游都应安装压力感测仪表，在计算流量计系数时使用平均压力进行计算。这两个压力值也可以用来补偿压力对流量计性能的影响。
- h) 在流量计的上游可以安装过滤器或其他保护设备，以便除去可能引起测量误差的杂质。
- i) 避免在流量脉动源或振动源附近安装流量计。

B.5.3 阀门

在计量系统中所有的阀门都应能够平稳地开关。关键的阀门应能无漏关断并有检漏方法，如采用隔断阀。
