

电磁流量计的典型故障及其解决方案

安 康 张建明

中纺院绿色纤维股份公司, 河南 新乡 453600

[摘要]从德国化工测量与调节技术标准化委员会, 调查统计汇总出的 8 种电磁流量计典型故障, 简单的分析一下故障的原因和表象, 分析出此故障引起的后果, 结合自己的经验和推理, 找到故障处理的方法。并从实际使用和试验中, 提出流量测量的优化方案。特别从气泡产生的原理和造成的后果, 强调安装位置的重要性。

[关键词]电磁流量计: 故障分析: 故障处理

DOI: 10.33142/hst.v3i5.2649

中图分类号: TH814

文献标识码: A

Typical Faults of Electromagnetic Flowmeters and Their Solutions

ZHANG Jianming, AN Kang

China Textile Academy Green Fiber Co., Ltd., Xinxiang, Henan, 453600, China

Abstract: Based on the investigation and statistics of 8 typical faults of electromagnetic flowmeter collected by NA—MUR, this paper analyzes the causes and appearances of the faults, analyzes the consequences caused by the faults. Combined with the author's experience and reasoning, the method of fault treatment is found. And from the actual use and test, the optimization scheme of flow measurement is put forward. Especially from the principle of bubble generation and the consequences, the importance of installation position is emphasized.

Keywords: electromagnetic flowmeter: fault analysis: fault handling

1 电磁流量计的工作原理

电磁流量计基本原理基于法拉第电磁感应定律。闭合电路的一部分导体在磁场里做切割磁感线的运动时, 导体中就会产生电流, 产生的电流称为感应电流, 产生的电动势 (电压) 称为感应电动势。

$E(\bar{v}) : E = B L \bar{v}$ 对每个流量计可转换为 $E(V) = \kappa B D \bar{v}$

体积流量 $Q(m^3/s)$: $Q = \pi D^2 \bar{v} / 4$, 则 $E(\bar{v}) = 4KB / \pi D = K \bar{v}$

其中, κ = 系数;

B = 磁感应强度, T;

D = 电极间距离, 等于衬里内径, m;

\bar{v} = 平均流速, m/s。

K 为仪表常数, $K = 4kB / \pi D$

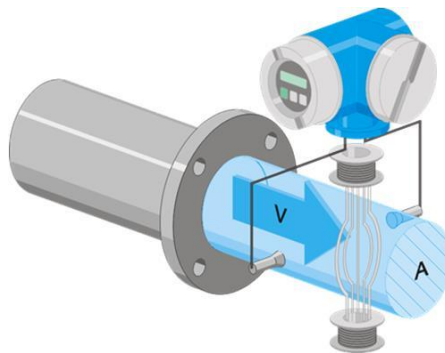


图 1 流量计原理

从式中可以看出流量与流速成正比, 感应电动势也与流速成正比 (大约大约 300 μV per m/s), 因此流量正比与感应电动势。

流量转换器起信号放大的作用。把感应出的微伏豪伏电动势 E 放大并转换成标准电流信号或脉冲信号输出。

从熟练公式 $V=Q \times 0.03537 \text{ m/s} / (\text{DN}/100)$ 中可以看出电磁流量传感器产生的信号很微弱，通常只有几 mV ，因此防止外界电干扰的影响，是用好电磁流量的关键。

电磁流量计实际测量介质的流速（它是速度式流量计）测量介质的体积流量的无阻流检测件仪表。因此有点明显，使用范围广泛。

（1）与涡街流量计和孔板流量计相比，电磁流量计无节流元件，基本上不与介质接触，测量通道内壁光滑，不易阻塞，可测量含有细小固体颗粒或纤维的液固二相流体，可用化纤纺织行业等含有少量纤维的介质的测量入冲毛水。循环水、污水。

（2）因没有节流元件，因此管道阻力可以忽略不计，流过测量通道的压力损失，在没有缩径的情况下，也可以忽略，能量利用率也就相应提高。

（3）因其是速度式仪表不与介质相接触，因此受介质的密度、粘度、温度、压力的变化不明显。但使用的温度压力上限和电导率的下限限制了电磁流量计的使用范围。

2 典型的故障

从德国化工测量与调节技术标准化委员会，调查统计汇总出的 8 种电磁流量计典型故障，并按故障发生而影响电磁流量计使用的重要程度撰写了 VDI-NAMUR-WIB2650 导则，其中的第 3 部分 2.2 节为电磁流量计的故障在线诊断要求（如表 1 所列），包含了实际应用中的大多数故障类型。

表 1 电磁流量计的故障在线诊断要求

典型故障	液体含有气泡	电极腐蚀	电导率过低	衬里变形	电极结垢	外部电磁干扰	电极短路
优先程度	1	2	2	3	3	4	4

其中电极腐蚀液、电导率过低应该在合理选型中解决，气体含有气泡、外部电磁干扰、衬里变形应在安装时统筹考虑，衬里变形、电极结垢、电极短路，应日常运行过程中及时发现，尽早解决。

2.1 液体含有气泡

输出晃动的在排除接线不良和附近新增明显的干扰源外应该考虑液体中含有气泡或者液位低于电极表面。

成因：在温度或流速发生变化时，原来介质中的气体就会解析出来，形成气泡。若液体中含有较大气泡，大到能遮盖整个电极时，就会时电极暂时开路，输出信号消失，输出信号出现晃动。

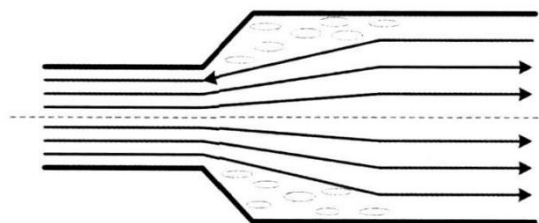


图 2 扩大管后流向图

管道变径时使用扩大管也会产生大量气泡，首先管径变大，会形成射流，流速会管径中心轴向四周减少，会在大管内入口处周轴形成负压，形成漩涡，液体碰撞形成气泡。；另外流速减低，液体压力就会降低，原来溶解在介质中的气体也会加速解析出来，气泡在扩大管入口附近累积，介质顺着管道内壁携带着气泡向下输送。当气泡擦过电极时，且气泡大到能遮盖整个电极时，就会时电极暂时开路，输出信号消失，输出信号出现晃动。

因此阀门、节后元件、弯头都造成旋涡产生和气体分离。因此流量计应装在流速变化处的上游，避免气泡造成的影响。

当管内液面高度低于电极表面时，相当于电极裸露在空气中，相当于一个很大的气泡覆盖住电极，电极相当于开路，测量回路实际处于开路状态。如果打开空管检测，此次输出为零，而液体的不稳定流动也可能造成流水流过电极，输出电动势。非满管的情况多出现在靠流体自流或流量计后无任何背压的直接排放口。如下图的（c）（e）。

解决方法：合理的选择安装位置，更换多电极流量计。如已经安装完毕，更改管线较难，也可在在流量计上游安装排气阀、集气包，或下游装背压阀。

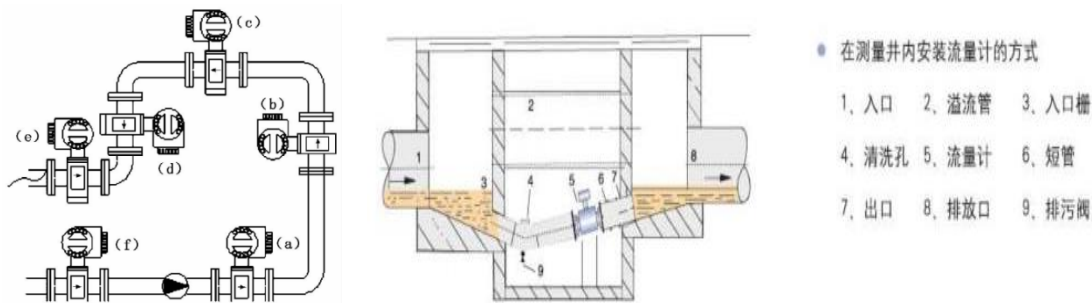


图3 典型的测量井安装图

传感器安装方向水平、垂直或倾斜均可，不受限制。优先选用垂直安装，自下而上流动，这样能避免水平安装时低流速时固相沉淀，下半部衬里磨损，也可以防止电极被流体中沉积物覆盖等缺点。水平安装时要使电极轴线平行于地平线，不要垂直于地平线，因为处于底部的电极易被沉积物覆盖，顶部电极易被流体中偶存气泡擦过遮住电极表面，使输出信号波动。

其中，(a)和(b)为良好的安装位置。上图中(c)安装在管系最高处，为不良的安装位置，可能造成上部集气。上图中(d)为，为不良的安装位置，液体自上向下流动，可能未满贯。上图中(e、f)安装在管道可能负压的地方，可能破坏衬里，流量计应装在管道的下部，且流量计下游装有节流阀门使下游产生一背压。

不要把电磁流量计安装在介质充分混合处。尤其在仪表上游有化学物质注入的情况下，极易导致电导率的不均匀性，破坏了，以中心轴对称的基本条件，会信号检测产生严重影响。在这种情况下应在流量计应在安装液体混合段。

2.2 电极腐蚀

在排除气泡的因素造成测量值晃动后就应该考虑后电极腐蚀，且都导致传感器失效。

成因：选项错误，电极耐腐蚀特性与介质不匹配材料被腐蚀，输出不稳定。拆下流量计，目测即可。

解决方法：更换新的电极

电极用于从介质中取信号，由于直接和介质接触，因此，它的耐腐蚀特性应和介质相匹配。对电极的要求是：耐介质腐蚀，无电化学反应干扰。

2.3 电导率过低

电导率是电磁流量计使用的限制条件，介质不导电就形不成闭合回路，不产生感应电动势。

解决方法：更换其他形式的仪表，如涡街、孔板流量计

仪表厂规定电导率下限值是指在较理想的条件下可测量的最低值，而实际使用非常复杂的，变化多端的，还应考虑死区的影响，不建议在电导率使用下限附近使用电磁流量计

2.4 衬里变形

现象：衬里变形破坏流速的均匀性，会造成测量不准和传感器损坏

衬里变形，由衬里和仪表测量元件外壳的热胀冷缩系数不同，在温度差变化大的地方容易变形。另外利用传感器外框撑重和安装在剧烈振动的地方支撑不合理也是造成衬里变形的原因。

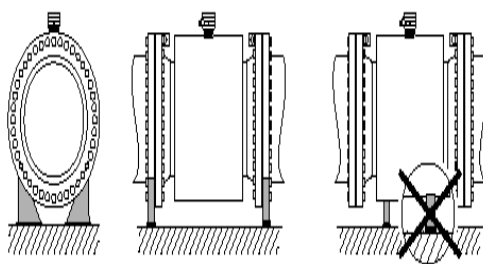


图4 外框承住传感器的重量

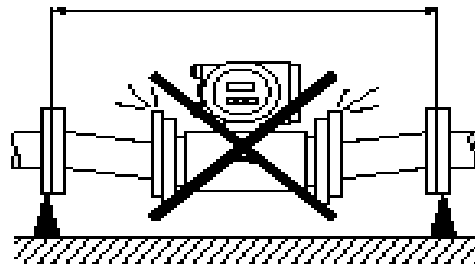


图5 注意支撑传感器

解决方法：法兰和线圈盒间增加隔热措施或优化安装方式

2.5 电极结垢和短路

现象：测量向一个方向变化增加或减少，可与安装时电极对地的电阻值做比较。

当电极被介质沉积物覆盖时，若附着的沉积物是比被测液体电导率高的导电物质，会造成测得值比实际低，甚至造成电极短路，若是若附着的沉积物是比被测液体电导率低的非导电物质，会造成测得值比实际低，甚至造成电极开路。

解决方法：建议选用刮刀式清垢电极等。停掉电源，在电极间通以短时间的低压大电流或高频电压，焚烧清除油脂类附着层。采用提高流速自清扫管壁。

2.6 外部电磁干扰



图6 电源线、励磁线和电极信号线交叉一起

现象：电磁流量计信号失真，输出信号表现为非线性或信号晃动。

由于流量信号（通常几个毫伏）小易受外界干扰影响，而干扰源主要有管道杂散电流、静电、电磁波和磁场等。电源线、励磁线和电极信号线交叉一起，是产生干扰的常见明显原因。

解决方法：使用屏蔽电缆规范接线、接地。非震荡剧烈地方尽量少用分体式流量计

电磁流量计的测量准确度在相当程度上取决于传感器的接地效果由于传感器的输出信号很小，通常只有几毫伏。为了提高仪表抗干扰能力，输入回路中的零电位必须接地，以大地电位为零电位，这是传感器接地的充分条件。

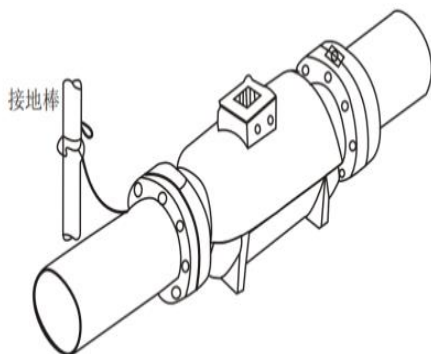


图7 金属管道接地

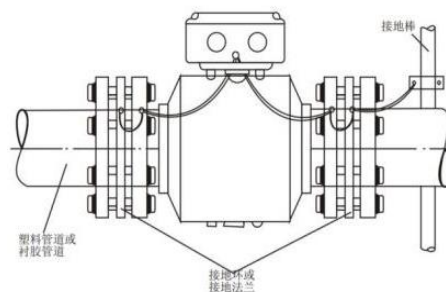


图8 非金属管道接地

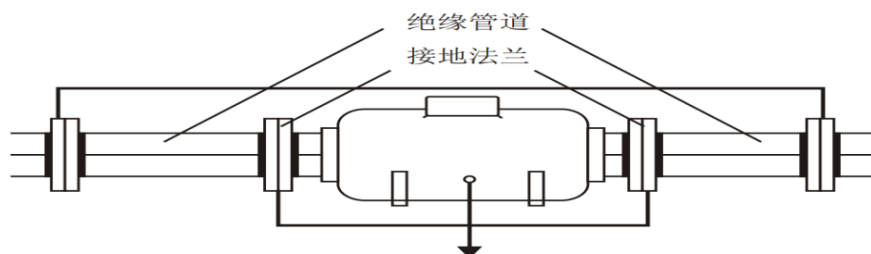


图9 在严重漏电管道上的安装方法

3 优化建议

3.1 对重复性和准确度要求比较高的场合优选脉冲输出和频率输出

电流输出受信号受采集周期和流量变化的相应速度制约;也容易受低频信号的干扰,而脉冲、频率)输出不受此影响。因此在对重复性和准确度要求比较高的场合优选脉冲输出和频率输出。

3.2 优化流过传感器的流速

用于有易粘附、沉积、结垢等物质的流体,选用流速应不低于 2m/s,最好提高到 3~4m/s 或以上,起到自清扫、防止粘附沉积等作用。用于矿浆等磨损性强的流体,常用流速应低于 2~3m/s,以降低对衬里和电极的磨损。

3.3 在容易受到干扰的场合优先选用一体型流量计

在容易受到干扰的场合优先选用一体型流量计,避免一次仪表和二次仪表之间连接电缆受到干扰。如果现场还需要显示实际值,可增加数显仪表来实现。

4 结语

随着电磁流量计的大量使用,其使用条件也越来越清晰,故障处理流程也变得清晰明了,在正确安装和日常维护下,一般不易发生故障。但西门子的 Hart 模块没有反向电压保护,应注意极性。电磁流量计对安装位置、电极材质和接地要求较高,在安装使用务必要重视。

[参考文献]

[1]马博,童云,时明,曹宽.电磁流量计测量中的气泡噪声及其处理方法[J].自动化仪表,2009,30(06):72-74.

[2]张柯.电磁流量计不同信号输出差异浅析[J].计量与测试技术,2020,47(07):54-56.

[3]石海林,朱自明.电磁流量计常见故障检测判别及其解决方法[J].自动化仪表,2005(08):57-60.

作者简介:安康(1980.3-),男,天津理工大学,控制理论与控制工程专业,硕士,中国纺织科学研究院有限公司,绿纤中心仪电室主任,中级工程师。张建明(1984.12-),男,河南理工大学,自动化专业,学士,中国纺织科学研究院有限公司,设备部技术员,中级工程师。