

余小龙 刘延波 吴晓峰 晋振伟

摘要：将电磁流量计出现的故障按照调试期故障和运行期故障进行分类，分析了引起调试期故障的原因。针对电磁流量计运行期故障，按照外部因素和内部因素进一步分类，介绍了运行期发生故障原因、故障现象和解决故障的方法，为解决电磁流量计故障问题提供参考。

文章编号：150103

电磁流量计在线检查及故障分析

Line inspection and failure analysis of electromagnetic flowmeter

1 前言

电磁流量计具有品种规格齐全、量程比大、测量精度高、节约能源、互换性好、所需的直管段短等优点，在石油、化工、冶金、医药和给排水等行业的应用越来越广泛，是测量导电液体的理想仪表。随着电磁流量计在龙钢公司水系统的广泛应用，实际使用中遇到的电磁流量计故障也越来越多，迫切需要对电磁流量计的各种故障进行综合研究。本文结合龙钢炼钢厂实际工作中遇到的各种电磁流量计故障，提出了实际工作中电磁流量计在线检查和故障分析方法。

电磁流量计常见故障现象有：无流量信号输出，零点不稳，输出晃动，流量测量值与实际值不符，输出信号超满度值等。其故障按使用过程可划分为调试期故障和运行期故障两大类。这些故障发生的原因有可能是电磁流量计本身元器件损坏等引起，也有安装不妥、选用不当以及环境条件和流体特性方面造成输出异常等。

2 调试期故障及排除

调试期故障一般出现在仪表安装调试阶段，一经排除，在以后相同条件下不会再度出现。常见的调试期故障通常由安装不妥、环境干扰以及流体特性影响等原因引起。

2.1 管道系统和安装等方面

2.1.1 调试期故障通常是由流量传感器安装位置不正确引起的故障，常见故障有

- (1) 将传感器安装在易积聚气体的管系最高点；
- (2) 安装在自上而下的垂直管上，可能出现排空；
- (3) 传感器后无背压，流体直接排入大气而形成测量管内非满管；
- (4) 前后没有足够的直管道；
- (5) 流体方向与流量计标志相反；
- (6) 流量计控制阀装在流量计的上游，出现空管。

2.1.2 电磁流量传感器外壳防护等级一般为IP65，所以我们在安装流量计时，安装场所必须满足以下要求

- (1) 测量混合相流体时，选择不会引起相分离的场所；
- (2) 测量双组分液体时，避免装在混合未均匀的下流反应管道，要装在反应充分完成段的下游；
- (3) 尽可能避免测量管内变成负压；
- (4) 选择震动小的场所，或管道系统有较强的震动，要求在传感器两侧的管道上加支撑；
- (5) 避免附近有电机、大变压器等，以免引起电磁场干扰；

(6) 选择易于实现传感器单独接地的场所。

2.1.3 直管段长度要求

为获得正常测量精确度, 在传感器上游侧的直管段长度不小于5D, 下游侧不小于2D。D为传感器的名义直径, 若现场达不到这一要求, 则在上下游侧安装流动整流器, 消除流动中的漩涡, 改善流速场的分布, 提高仪表的测量精度及稳定性。若在传感器上游侧有两个方向的弯头或其它阻流件, 则前置直管段应大于10D。

2.1.4 安装位置和流动方向

传感器可以水平、垂直和倾斜安装, 不受限制, 但不管采用何种形式, 都要求测量管内保证充满被测介质, 不能有非满管或有气泡聚焦在测量管中的现象。测量固、液两相流体最好垂直安装, 自下而上流动, 避免水平安装时衬里下半部局部磨损严重、低流速时固相沉淀等缺点。

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, 因为底部的电极易被沉淀物覆盖, 被液体中存气泡擦过遮住电极表面, 使输出信号波动。传感器上的箭头所指的方向为流体流动方向。如图1所示, c、d为流量计安装适宜位置, a、b、e处安装可能造成液体不能充满管, a、e处易积聚气体, 且e处传感器后管段短, 也可能不能充满管, 排放口最好如f形状所示。

2.1.5 故障实例

炼钢1-6#转炉氧枪流量测量系统全部选用电磁流量计测量氧枪冷却水流量, 在3、4#转炉试运行期间曾出现过流量值波动大, 进出水流量差值大的故障, 经过对流量计安装管道、安装环境、流体特性、电气连接及接地等方面的排查, 最终确定, 由于电磁流量计安装在管道的高管段,

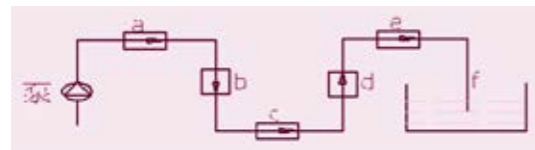


图1 传感器安装位置



图2

加上冷却水流出时直排大气, 造成流量传感器无背压、测量管内非满管, 表现为流量值波动大, 流量计无法正常工作。

解决方法: 首先在流量计下游安装了排气阀, 流量波动状况明显改善, 但仍未彻底解决; 然后对流量计下游管道进行抬高处理, 使流量计由高管段安装转换为低管段安装, 增加了流体阻力, 确保流过流量计的液体始终处于满管, 稳定了流量测量(如图2所示)。

通过对3~6#转炉氧枪流量测量系统电磁流量计的安装, 摸索发现, 下降管道低下长度与流量值波动大小密切相关, 下降管低下长度越大, 造成流量波动也越大, 处理故障时要求对流量计下游管道抬高的距离也更大。3、4#转炉氧枪流量测量管道为DN150, 下降管高度27m, 抬高管段距离1.3m; 5、6#转炉氧枪流量测量管道为DN250, 下降管高度36.5m, 抬高管段距离4m。经故障排除后, 流量系统目前运行稳定, 测量准确。

2.1.6 转换器安装和连接电缆

转换器和传感器间距离受制于被测介质电导率和信号电缆型号, 即电缆的分布电容, 导线截面和屏蔽层数, 建议使用制造厂仪表所附的信号电缆。电导率较低液体和传输距离较长时, 应用三层屏蔽电缆。

2.1.7 电磁流量计接地时, 应注意以下几点

(1) 传感器的测量管、外壳、屏蔽线、转换器及二次仪表都要接地;

(2) 传感器、转换器应单独接地, 不要连在电动机、工艺管道上, 接地电阻应小于10Ω;

(3) 传感器、转换器的接地在现场, 二次仪表的屏蔽层在控制室一侧接地, 切勿多端接地, 以免因电位不同而引入干扰;

(4) 传感器安装在金属管道上, 可将传感器的接地导线按制造厂的要求连接在两侧管道上, 形成可靠的接地回路。仪表的接地点应是一个独立的接地点, 不允许与其他电气设备的接地点连接在一起。

(5) 传感器安装在塑料管道或内壁有绝缘涂层、衬里的管道上, 两端应安装接地环, 然后用导线连接, 使管内流动的介质与大地短路, 具有零电位。

2.2 环境方面

主要是管道杂散电流干扰, 空间电磁波干

扰, 大电机磁场干扰等。管道杂散电流干扰通常采取良好单独接地保护可获得满意测量, 但如管道有强杂散电流亦不一定能克服, 须采取流量传感器与管道绝缘的措施。空间电磁波干扰会从信号电缆引入, 通常对信号线采用单层或多层屏蔽予以保护。

2.3 流体方面

液体含有均匀分布细小气泡通常不影响正常测量, 所测得体积流量是液体和气体两者之和。气泡增大会使输出信号波动, 若气泡大到流过电极遮盖整个电极表面, 使电极信号回路瞬时断开, 输出信号将产生更大波动。液体中含有固体超过一定含量时将产生浆液噪声, 输出信号亦会有一些程度波动。两种或两种以上液体作管道混合工艺时, 若两种液体电导率(或各自与电极间电位)有差异, 在混合未均匀前即进入流量传感器进行流量测量, 输出信号亦会产生波动。电极材质与被测介质选配不善, 产生钝化和氧化等化学作用, 电极表面产生绝缘膜, 以及电化学和极化现象等, 均会妨碍正常测量。

3 运行期故障及排除

经初期调试并运行一段时期后出现的故障称为运行期故障。运行期故障的特点是出现几率不固定, 造成的原因是多方面的, 既可能是外界因素的影响, 如流量传感器内壁附着层、雷电击和环境条件变化等, 也有可能是内部因素的原因, 如元器件损坏、电缆绝缘下降等。

3.1 外部因素

一般说来, 外部因素引起的电磁流量计故障比较容易解决。因此, 查找电磁流量计故障应先从外部因素着手。

3.1.1 内壁附着层

由于电磁流量计测量含有悬浮固相或污垢体的机会远比其他流量仪表多, 内壁附着层出现的故障概率也就相对较高。若附着层电导率与液体电导率相近, 仪表还能正常输出信号, 只是改变流通面积, 形成测量误差的隐性故障; 若是高电导率附着层, 电极间电动势将被短路。若是绝缘性附着层, 电极表面被绝缘而断开测量电路。后两种现象均会使仪表无法工作。表现为电磁流量计流量值逐渐减小直至接近于零。这种故障的检查一般通过测量流量传感器两电极对地电阻值

来判断, 如电极被沉积物覆盖, 则两电极对地电阻差别很大。干净的传感器电极对地电阻一般相等。解决这种故障的方法非常简单, 就是将附着在电磁流量计内壁和电极上的沉积物清除。清除沉积物方法虽然简单, 但如果安装时没有考虑清洗的需要而要拆下传感器才能清洗, 那么清除流量传感器内部沉淀物也是一件非常麻烦的工作。因此, 对于大口径的电磁流量计安装时如果考虑设置管预留人口, 会大大方便将来的维护工作。

3.1.2 雷电击

雷电击在线路中感应瞬时高电压和浪涌电流, 进入仪表就会损坏仪表。雷电损坏仪表有三条引入途径: 电源线、传感器与转换器间的流量信号线(连接传感器测量电极)和激励磁线(也称励磁线, 连接传感器励磁线圈)。然而从雷电故障中损坏的零部件分析, 引起故障的感应高电压和浪涌电流大部分是从控制室电源线引入的, 其他两条线路很少。发生雷击时, 不仅电磁流量计出现故障, 而且和它相连的计量前端也可能出现雷击事故。因此时要做好各种防护措施。电磁流量计转换器损坏, 表现为转换器没有显示及输出, 这种情况转换器无法修复, 更换新的转换器即可解决, 但转换器中储存的读数无法读出。

3.1.3 环境条件变化

主要原因同调试故障的环境方面, 只是干扰源不在调试期出现而在运行期间再介入的。这种情况下, 干扰源磁场引起电磁流量计测量管道产生杂散电流, 使电磁流量计测量出现输出信号大幅度波动的情况。要解决这个问题, 需将电磁流量传感器浮空不接地, 使传感器与其连接管道间电气绝缘, 并将传感器上下游管道间用粗导线跨接, 使传感器与被测水流处于相同电位, 一般可以消除干扰源的影响。

3.2 内部因素

组成电磁流量计本身的传感器、转换器以及连接两者的电缆发生的故障, 称之为内部因素引起的电磁流量计故障。一般说来, 经过调试期运行正常的电磁流量计, 在排除外部因素影响的原因后, 这时, 检查故障首先应从显示仪表工作是否正常开始, 逆流量信号传送的方向进行, 即按照转换器、转换器和传感器连接电缆、传感器的顺序进行。

3.2.1 转换器的检查

首先复核转换器中管道口径、量程和计量单位等设定值，然后用模拟信号器测试转换器的量程和零点。炼钢厂就曾出现过传感器系数被修改的现象导致计量失真。

一般零点不容易检查，因为需要关闭水流使流量为零。通常情况下，用测试转换器量程的方法足够用来判断故障是否发生在转换器。若是转换器故障，就可方便地调换转换器部件甚至转换器整机。

3.2.2 转换器和传感器连接电缆的检查

通常人们检查电磁流量计测量故障，往往忽视连接传感器和转换器的电缆系统，而从以往制造厂现场服务调试和检修的故障示例看，实际上出现连接电缆故障频度颇高。运行期电磁流量计因电缆产生故障的主要原因有：

- (1) 将所附整根电缆割断后重新连接，使用一阶段后连接处吸入潮气，绝缘下降；
- (2) 不用规定型号电缆；
- (3) 电缆长度超过受液体电导率制约的长度上限；
- (4) 液体电导率较低而传感器和转换器相距较远，未按规定使用专用屏蔽电缆；

信号线末端面未处理好，内屏蔽层、外屏蔽层和信号芯相互间有短接，或与外壳短接。

其中 ~ 较多出现在初装调试期，因此在运行期间对连接电缆的检查，主要是 所示的内容。如果电缆发生故障，需要对电缆连接处用热吹风排除潮气后重新连接，如有必要，则更换电缆并重做接口密封。

3.2.3 传感器的检查

通常只有在做完其他各项检查，排除转换器和连接电缆的因素后，才能最后下决心，拆除转换器和连接电缆，在传感器上检测电极与液体接触电阻、励磁线圈绝缘电阻和铜电阻。必要时，还要卸下载感器以检测电极绝缘。

(1) 检测电极与液体接触电阻

电极与液体接触电阻值指电极与液体的接触电阻，它反映电极和衬里附着物的大体状况。其阻值大小主要取决于接触面积和液体电导率。一般结构电极测量生活水和工业用水的阻值约为 15k Ω ，蒸溜水约为 350 k Ω ，盐水约为 200 Ω 。当然电导率略有不同，测量值存在差异。

测量方法：

接触电阻的测量一般使用指针式万用表在管道充满液体时进行测量。测量时，用万用表的一根表棒接电极端子，另一根表棒始终接仪表地线，待指针偏转最大时读取数据。通过万用表测量接触电阻，虽然只是确定大体的值，却是判断管壁状况较方便的方法。电磁流量传感器的电极接触电阻最好在新装仪表调试时即测量并记录数据，以后每次维护时均作测量。作分析比较测得的各次电阻值，必须是用同一型号万用表的同一测量档测量的值。分析比较将有助于今后判断仪表故障，省去从管道上卸下流量传感器进行检查。如所测电极接触电阻值比以前增加，说明电极表面被绝缘层覆盖或部分覆盖；如比以前电阻值减小，说明电极和衬里表面附着导电沉积层。

(2) 检测励磁线圈绝缘电阻和铜电阻

励磁线圈对地绝缘电阻下降，励磁信号将通过绝缘电阻与传感器内阻分压，在电极上产生电压降，从而对仪表产生干扰信号。励磁线圈对地绝缘电阻应不小于 20M Ω 。可用兆欧表来测量励磁线圈对仪表地线之间的绝缘电阻。

测量方法：

励磁线圈铜电阻可通过用数字万用表测量励磁线圈两个端子之间的电阻获得，以判断线圈是否良好导通和有无匝间短路现象。当励磁线圈开路时，测量电阻值为无穷大；当励磁线圈短路时，测量电阻值将小于出厂时的铜电阻值。

一般情况下，励磁线圈出现故障的现象是极少的。在流量计发生故障或日常检查时不要求一定要检测励磁线圈。

(3) 检测电极绝缘

检测电极绝缘的方法是先卸下流量传感器，放空液体，用布擦干衬里内表面，不留液渍，使之干燥。然后用 500V 兆欧表分别测试两电极对地电阻。通常要求电极绝缘电阻大于 100 M Ω ，若检查结果确实是绝缘破坏，只能调换传感器。

4 结束语

近年来，随着工业企业的快速发展及企业对工艺参数、能源介质计量准确度要求的不断提高，电磁流量计的使用领域也更加广泛，这就需要我们仪表维护人员对电磁流量计的在线检查和故障判断非常熟悉，这样才能够节省我们的工作

下转第 88 页