

外测液位计在液化烃球罐的应用探讨

田延胜 郇伟君

淄博齐翔腾达化工股份有限公司

摘要: 阐述了外测液位计的测量原理, 结合液化烃球罐安全提升改造, 介绍了外测液位仪表安装, 使用及维护, 总结改进后出现的问题和实际应用效果, 为液化烃球罐液位准确测量提供了有效的依据, 为装置的长周期运行提供了有力保障。

关键词: 液化烃球罐; 外测液位计; 声呐; 双法兰差压液位变送器; SIS

液化烃, 指的是通过加压或降低温度等方式变成液态的烃类, 通常温度在 15℃, 蒸汽压大于 0.1MPa 时的烃类液体, 不包括液化天然气。液化烃类按火灾危险性分类为甲 A 类液体, 可以采取常压下降低温度或常温下增加压力两种方式储存, 液化烃的点燃能量很低, 很容易被点燃爆炸^[1]。依据《石油化工储运系统罐区设计规范》(SH/T3007—2023) 第 6.4.1 条要求: 储罐应设置压力表、温度计、液位计、低液位报警器、高液位报警器和高高液位自动连锁切断进料装置^[2]。《化工企业液化烃储罐区安全管理规范》(AQ3059—2023) 第 3.17 条规定: 储罐底部液相进出口工艺管道上第一道阀门应为紧急切断阀, 紧急切断阀不应用于工艺过程控制^[3]。近期我公司正开展液化烃储罐安全环保提升改造工作, 工艺进出料管道上增加紧急切断阀, 计划对每个液化烃球罐新增 1 套液位计, 与液化烃球罐现有的导波雷达液位计和双法兰差压液位变送器组成液位高高及低低三选二联锁关闭进出料紧急切断阀。确保公司液化烃球罐的安稳运行为前提, 新增的液位仪表要在现有的 SIS 系统实现控制, 结合装置现场的实际运行情况, 因此新增液位计需要满足以下要求。

1) 由于球罐区属于防爆区, 且为

了保证不停工、不倒罐连续生产, 需要不动火或减少动火频次; 2) 现有储罐建成时间久, 无多余的预留安装口; 3) 安装简便, 高可靠性, SIL 认证级别满足要求; 4) 仪表具有智能自检、传输信号精度高的功能; 5) 仪表调试简单、运行稳定, 示值准确。

目前, 化工生产企业的液化烃球罐普遍使用的液位计多为导波雷达液位计、双法兰差压液位变送器、伺服液位计、电容式液位计及声呐式外测液位计等。根据以上几种液位计的测量原理和工作特点进行对比分析探讨, 结合我司液化烃球罐的当前情况, 最终确定选择某品牌 ELL-FI-CE16L0.2IDFIC 声呐式外测液位计。

1 常用液位计的分析比较

1.1 双法兰差压液位变送器

双法兰差压液位变送器的工作原理是基于差压测量, 双法兰差压液位变送器是一种特殊取压的差压变送器, 通过测量液位时, 感压膜盒上的不锈钢波纹膜片感测压力, 由硅油传递至差压变送器的正、负压室。随后, 变送器进行位移、转换等操作, 最终输出标准的 4-20mA 信号, 用于远传差压测量。双法兰差压液位变送器易受测量介质的密度和压力变化影响其测量稳定性, 从而

有可能造成液位测量不准确^[4]。

1.2 导波雷达液位计

导波雷达液位计是一种利用微波技术进行液位测量的设备, 通常采用高频振荡器作为一种微波发生器进行发送微波。当微波遇到被测介质的表面时, 部分会被介质吸收, 部分被反射回来接收器接收。通过计算微波信号从发射到反射回来接收的时间, 就可以确定液面的高度。导波雷达液位计对于安装空间有一定的要求, 易受介质的介电常数等因素的影响出现虚假液位, 安装要避免开进料口, 以免产生虚假反射, 只有物料处于顶部盲区 and 底部盲区之间时, 才能保证罐内物位的可靠测量。

1.3 伺服液位计

伺服液位计属于浮力式液位测量仪表, 基于阿基米德原理测量液位, 属于恒浮力式液位计的一种。伺服液位计主要由浮子、钢丝和伺服电动机组成。浮子在介质中的位置是由伺服电动机的力矩平衡来确定, 伺服电动机在现场仪表内部微处理器的控制下进行动作。当液位变化时, 通过霍尔元件检测磁通量的改变, 或者通过力传感器检测钢丝张力的变化, 伺服控制器根据检测结果和预设值通过伺服电动机控制浮子的上升或者下降, 然后通过伺服电动机的转动步数计算出液位的变化量。伺服液位计

常常需要在罐内安装导向管用于浮子导向,但是导向管的安装容易造成浮子上下动作卡死,悬挂浮子的钢丝磨损等问题,维护维修成本高等问题。

1.4 电容式物位计

电容式物位计的工作原理是将物位变化转换成电容量的变化。当被测介质的液位上升时,内电极被浸没的部分增加,导致两电极间总的介电常数数值加大,进而使得电容量增大;反之,液位下降时,两电极间介电常数数值减小,电容量减小。电容式物位传感器将这种电容量变化转换为电信号,经过检测电路处理后,转换为统一的标准电信号进行指示、记录、报警或控制。电容式物位计虽然有高精度测量能力和广泛的适用性,但在测量过程中易受介质性质的影响,安装和维护相对复杂。

1.5 外测液位计

外测液位计是一种利用声呐测距原理、“微振动分析”技术从容器外测量液位的仪表,安装时无需在罐壁上新增开孔,不产生动火作业,不接触罐内的任何气体和液体,不受储罐内被测介质的温度、压力、密度及介电常数等各种参数的影响,是一种完全与被测介质隔离的仪表^[5]。依靠外测液位计的“微振动分析”和“小盲区”技术,通过智能化处理方法,足以克服声呐信号衰减、介质声速改变等情况,可以识别出容器壁虚假回波、余振及多重回波等无关干扰并进行抑制,通过回波识别算法,确保对被测介质实际液面的有效监测和跟踪,其优点如下。

1) 外测液位计的变送器和传感器等所有部件均在被测容器的外部进行安装,与容器内介质完全隔绝,安装简便;2) 现场安装不需要任何动火作业,包括不需要开孔,装置无需停车改造,有效降低安装成本和停工风险;3) 仪表自带实时校准功能,测量精度最高可以达到 0.1% F.S, $\pm 1\text{ mm}$;4) 仪表除了现场可实时显示液位外还配备远传接

口,可同时显示液位、体积、质量及液位百分比等,带继电器输出,可实现报警和控制输出;5) 仪表的高可靠性,取得 SIL3 认证,通过 TÜV 认证。

2 声呐式外测液位计的安装

2.1 罐区目前状况

我司目前液化烃储罐为 18 个 2000 m³ 储罐,球罐直径 16 m,材质为 20[#] 钢,罐内存储介质为液态 C4,但其中可能存在有少量的 C3、C5 和游离水,从而导致有时候罐内介质密度会轻微变化。

2.2 现场应用安装

声呐式外测液位计在现场液化烃球罐的安装方式如图 1 所示。球罐材质为 20[#] 钢,根据现场实际情况确定好液位测量探头安装位置,使用锉刀或砂纸对球罐外壁打磨,一般情况下只需将外层油漆打磨掉即可,即使打磨出的位置有轻微褶皱现象也无需担心,仪表配备的专用耦合剂可抵消此影响。测量探头接合面外部均匀涂抹一层薄薄的耦合剂,由于探头一圈是强力磁铁,因此将测量探头吸附在安装位置即可,在探头外圈周围涂抹一圈硅橡胶密封,防止液化烃球罐本体消防喷淋使用时会使探头吸合处进水,这样液位测量探头的安装工作基本完成,用以上同样的安装方法对校准探头进行安装。液位测量探头和校准探头的安装位置应满足以下条件。

1) 安装位置表面应尽量平行于液面(小于 5°),应远离球罐进出物料口,以免进出物料使液面波动太大影响测量;2) 安装位置的正上方容器内应无管道、隔板等遮挡物,以免误将遮挡物作为液面测量。对遮挡物的容器可以加装一根导向管,从容器内部穿过遮挡物,球罐壁内表面处不应该是容易聚集污垢或锈渣的部位;3) 测量头安装在容器壁

上的安装面尺寸应保证不小于 $\phi 80\text{ mm}$ 的圆面,罐壁打磨掉油漆露出金属光泽。手摸平滑无锈坑,保证测量头能够完全紧密地贴附在容器壁上;4) 对于装有校准器的球罐,液位测量探头与校准探头的安装需要间隔 1/4 半球,在液化烃球罐的大约赤道位置附近安装一个液位校准探头。现场变送器安装在一根 2" (50 mm) 碳钢立管上,高度大约 1.5 m,便于观察及维护,管线连接方式如图 2 所示。

2.3 安全仪表功能

根据《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》(国家安监总局令第 40 号 2011 年 12 月 1 日实施)中的第 13 条明确指出,涉及毒性气体、液化气体、剧毒液体的一级或者二级重大危险源,必须配备独立的安全仪表系统(SIS),同时通过国家要求的危险和可操作性分析(HAZOP)以及保护层分析(LOPA)方法,分析结论为我公司液化烃球罐的安全完整性等级为 SIL2 级别,我公司采用某品牌 triconex1131 SIS 控制系统,设计 SIS 连锁逻辑如图 3 所示,当球罐液位超高高限或者低低限时自动连锁关闭进出料紧急切断阀,同时关闭相应的机泵。

2.4 现场仪表实际使用情况

1) 我公司使用某品牌电子声呐式外测液位计运行已达 5 年之久,不管是

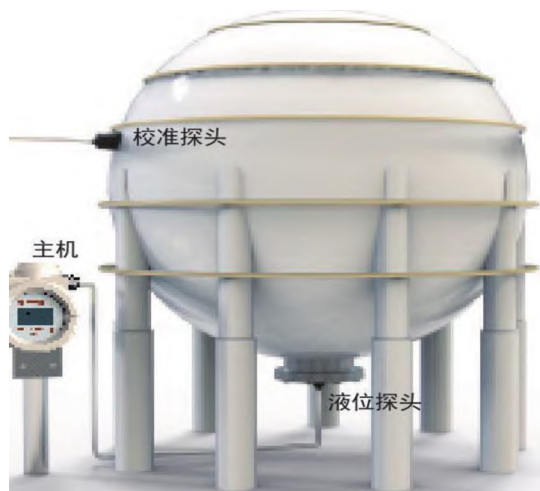


图 1 声呐式外测液位计在现场液化烃球罐的安装方式

负责生产的工艺操作人员还是负责维护的仪表运维人员均对该产品表示认可,测量准确,维护操作简单,过去几年内基本上是处于免维护的状态。

2) 我公司处于北方,冬季气温常为零下,液化烃球罐内的储存的介质为C4,工艺人员有时脱水不及时会有游离水存在,部分引压管路略微冻,这对双法兰差压液位变送器测量的影响较大,但是外测液位计不受此限制,如图4各液位趋势所示,依然能正常指示液位。

3) 我公司液化烃球罐一般5年检定一次,检罐末期有时罐内沉淀物增多,可能会影响外测液位计测量探头的信号强度,可以将探头重新涂抹耦合剂、设置自复位功能并设定复位时间进行复位检测,或是二级菜单的调整增益、一级菜单的小盲区等参数排除干扰增加信号强度,还可以通过调整液位系数或更改测量通道进行调整,现场只需一根专用磁棒即可调整,操作简单快捷。

3 结语

通过外测液位计在我公司液化烃球罐的液位监测联锁的实际使用,简述了外测液位计的工作原理及现场使用中的相关注意事项,在现有球罐不新增开口、不产生动火作业、罐内物料不做退料作业的前提下,外测液位计无疑是最佳的选择,对于罐区的液位监测,是安全实用的选择。此外,检罐时外测液位计也无需拆除,这也大大减少了工作强度,节省人力。

参考文献:

[1] 祝茂忠. 外测液位计在液氨球罐上的应用[J]. 石油化工自动化, 2016(5): 86.
[2] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 国家质量监督检验检疫总局. 石油化工安全仪表系统设计规范: GB/T 50770—2013[S]. 北京: 中国计划出版社, 2013.

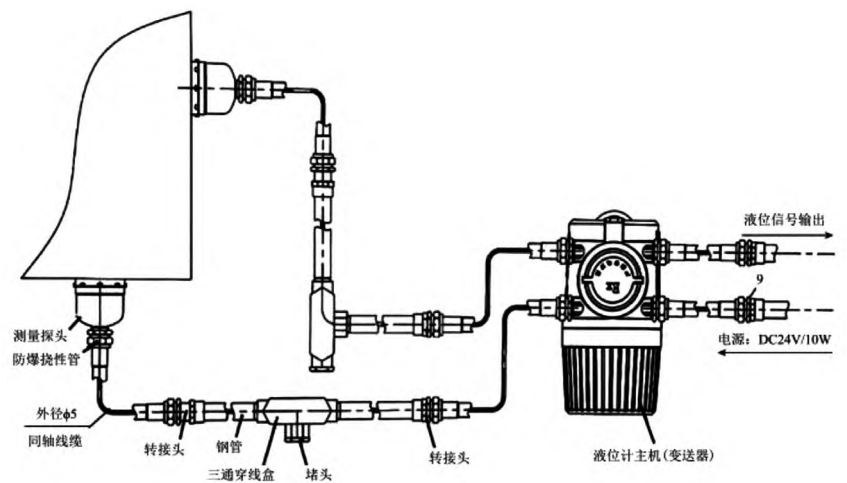


图2 管线连接方式

