

外测式液位开关在液态烃储罐联锁改造中的应用

分析外测式液位开关在实际使用中的特点，设计外测式超声波液位开关加入安全仪表系统——液位是现代工业中重要且关键的监控参数之一，不同形式的储罐其液位测量的要求也不同，本文根据液态烃的物理特性，以及外测式超声波液位开关工作原理、输出形式，分析了外测式液位开关在实际使用中的特点。2014 年国家安全监管总局下发了《关于进一步加强化学品罐区安全管理的通知》。通知明确指出：加强化学品罐区的安全管理，要求化学品罐区必须增设 SIS 安全联锁系统。针对危险化学品储罐，根据 SIL 等级、现场具体工况，分析确定液态烃储罐 SIS 系统的控制参数，设计了外测式超声波液位开关加入的安全仪表系统，以及三取二联锁控制方案。

PROCESS-Tip 文 / 李政

* 更多信息请扫描二维码：



chem.vogel.com.cn
* 反馈编码：A211144

化工生产大多具有高温、高压、易燃、易爆等特点，装置多、风险点分散，特别是储罐区，储存大量的易燃、易爆介质。储罐区的安全关系到整个企业的正常生产，如因安全措施不到位、管理手段不完善而发生安全事故，造成的损失是惊人的。在这一环节中，储罐区液位的测量就显得特别重要，选择一款合适的液位计对于安全生产起到至关重要的作用。液化烃类物质都属于甲类和甲 A 类火灾危险性介质，具有明显的火灾爆炸危险性。

《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

本文作者供职于北京中燕建设工程有限公司。本文系仪表圈主办的第三届“定华杯-生产过程安全技术应用”征文活动入围作品。

第 40 号) 第 13 条：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，配备独立的安全仪表系统 (SIS)。

液位测量方式选择

由于罐区联锁改造在装置不停工状态下实施，我们考虑罐区要求、考虑常态下高高液位报警

开关无法检测的问题，以及在 SIS 系统中的应用，新增液位开关须符合以下几点：1. 储罐区为防爆区域，正常生产期间禁止动火安装；2. 储罐区内，均有物料，禁止开口安装；3. 液位开关符合现场防爆、防腐要求，1 区；4. 仪表智能自检，设备本体故障远传输出。

为此，在仪表选型工作中我

表 1 传统液位计的特点

序号	测量方法	液位计代表	优缺点
1	直读法	人工检测尺和玻璃液位计	简单、实用直观、便宜，精度低可以液位作为参考，不便于远传和调节使用不方便，危险性大
2	浮力法	浮子钢带、伺服式、浮球式、翻板式、浮筒式液位计等	结构简单、价格较低不适用于高粘度的液体测量高液位时，笨重，安装困难
3	静压法	扩散硅、单晶硅等	稳定性较好，应用较广泛精度不高
4	电容法	电容式液位变送器	精度较高，不能测量成份变化的液体，介质必须导电
5	超声波	超声波液位计	不适宜测量粉尘和蒸汽的介质
6	微波法	雷达液位计	不接触介质，无可动部件，故障率低，精度高不适合测量结晶介质，空罐安装价格高
7	新型液位计	磁致伸缩液位计	精度较高，安装较简单，维护工作量小
8	新型液位计	外测液位计	安装维护容易，安全可靠，精度较高，可测量的液体范围广

们详细比对了目前在用较多的液位开关,其特点如表 1。

针对现场情况,从仪表可靠性,施工简单性考虑,最终选择 ELL 外测式超声波液位开关。

ELL 外测式超声波液位开关 工作原理

ELL 外测式超声波液位开关和自身的探头能够产生变频超声波脉冲,并接收传播后的剩余能量,这种脉冲在容器壁内部折射,同时向容器内液体或气体中透射传播,由于超声波向液体和气体中的透射率不同,也就是超声波传播后能量损失不同,导致被测点在有液状态和无液状态的剩余能量不同,外测式超声波液位开关通过对剩余能量的接收和分析,最终判断出检测点处的储罐内是否存在液体,并输出报警。

这时液位开关就输出继电器信号送至 SIS 系统,实现系统对液位的连锁控制。超声波在储罐壁内环绕和折射是不受介质气泡、压力等其他因素影响的。其工作原理如图 1。

声纳式外测液位计利用声纳回波测距 (SONAR) 原理,不接触罐内介质,在容器壁外测量液位 (连续量) 的仪表。测量探头发



图 2 超声波液位开关在球罐高位的安装示意图

射和接收声纳信号,穿透容器壁在液体中形成回波,实现测距。

安装说明

超声波液位开关分为探头安装和主机安装:探头采用强力磁吸方式,用于一个测量点的 2 个液位测量探头,发射探头和接收探头,需安装于同一水平面;间距 1~1.2 m;主机就地安装。

应用特点

1. 非接触式测量。在储罐壁外安装,不动火、不开孔、不清罐,安装工作量小、安装费用低,不需要生产停车运行就能够安装维护及使用。

2. 工作的可靠性高。采用变频技术,不受介质的温度、密度变化及雨雪天气的影响,并且有效的剔除物料挂壁或是上部起雾及泡沫的影响。

3. 智能自检,液位报警和仪

表故障报警双通道,报警信号远传输出到控制室,仪表故障报警为 DI 信号,一旦报警信号到达,维护人员可到现场,在超声波液位开关主机上查看错误代码,分析故障原因。

4. 仪表采用双腔隔爆结构,电路板腔和接线端子腔分离,防爆性能更可靠;自带防雷防浪涌电路,安全性更高。

储罐 SIS 系统控制参数设计

炼油部液态烃罐区共有储罐 21 座,存储液态烃、液态烃、液化气,隶属“两重点一重大”,即重点监管危险化学品、重点监管危险化工工艺和危险化学品重大危险源,经过对罐区内危险化学品进行重大危险源辨识和计算,确定液化烃储罐属于二级重大危险源。同时进行危险与可操作性 (HAZOP) 分析,确定液化烃储罐的安全危险等级是 SIL2 级,为进一步提高罐区的本质安全性,保证安全生产,防止事故发生,设置 SIS 安全仪表控制系统,一旦储罐出现可能导致安全事故状况时,SIS 系统能够瞬间准确动作,进行紧急事故切断的连锁控制,使生产过程安全停止运行,或是自动导入预定的安全状态,为工业过程中更为重要的安全控制措施。

主要控制的参数

在储罐的控制中,罐内物料液位是主要的控制参数之一。液化烃储罐的液位由于进料产生不断变化,可能会出现冒罐泄漏的风险,因此 SIS 控制系统的关键控制参数是储罐的液位,仪表的检测元件及取源点都独立设置,采用外测式超声波液位开关、音叉开关和雷达液位计三种液位传

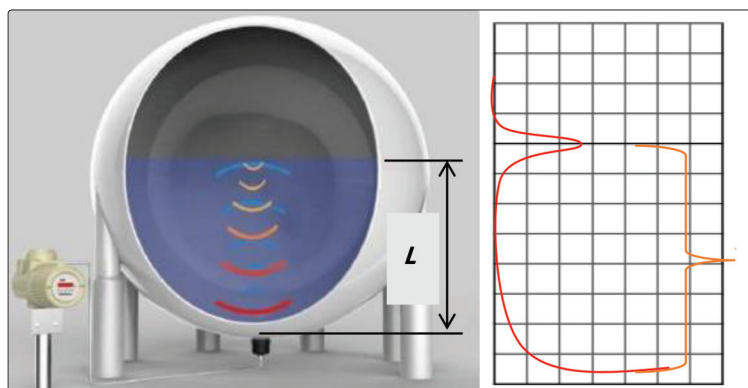


图 1 原理图示

传感器构成“三选二”联锁，信号送至 SIS 系统进行比较，只要两个同时达到设定值，系统送出信号进行紧急事故联锁。

SIS 系统的设计

根据安监总局的要求，球罐液位、液位开关需要进入单独的安全仪表系统。安全仪表系统选择霍尼韦尔的 SM 系统，根据 HAZOP 分析，设计的 SIS 系统联锁控制如下：当球罐的实际液位达到上下限或者液位开关动作时，根据程序计算进行联锁，关闭球罐进口根部切断阀或者出口根部切断阀，同时关闭进出口泵，防止液位继续升高或者降低抽空，引发冒罐或者烧泵的危险，如图 4 所示。SIS 系统的操作界面如图 5 所示。

其他储罐液位引入 DCS，在储运值班室显示数据，同时设置液位高低限，联锁进出口切断阀、物料机泵，有效保证罐区的储存安全。

外测液位仪表维护

外测液位计一般是免维护的，但在日常维护的特殊情况中可能还会遇到一些问题，需要仪表维护人员进行处理，以我司的液态烃球罐为例进行几点探讨。

1. 液态烃球罐在夏天温度较高时，介质容易产生汽化，早晚温差大时现象较为明显，汽液两相对液位的测量存在影响。夏天时液态烃球罐一般进行喷淋，通过降温，减少汽化量，从而实现液位的可靠测量。

2. 液态烃球罐为三年一检，在使用周期末期时，罐底的沉积物增多，会影响信号的强度。可预设自复位功能进行复位检测，或通过设置盲区 and 增益等参数排除干扰增加信号，无效时通过示波器监测信号，重新选择一个信号强度较大的位置进行安装。

3. 液态烃球罐的进行主要以管道输送为主，由于输送管线较长，管路可能存在汽化现象。在只对一个球罐进行进料的情况下，可能对液面波动较大影响测位的测量，此时可采用 3 个罐连通操作的方式，让 3 个罐体平稳进料，从而实现液位的可靠测量。

4. 故障处理方法

针对声纳式外测液位计使用

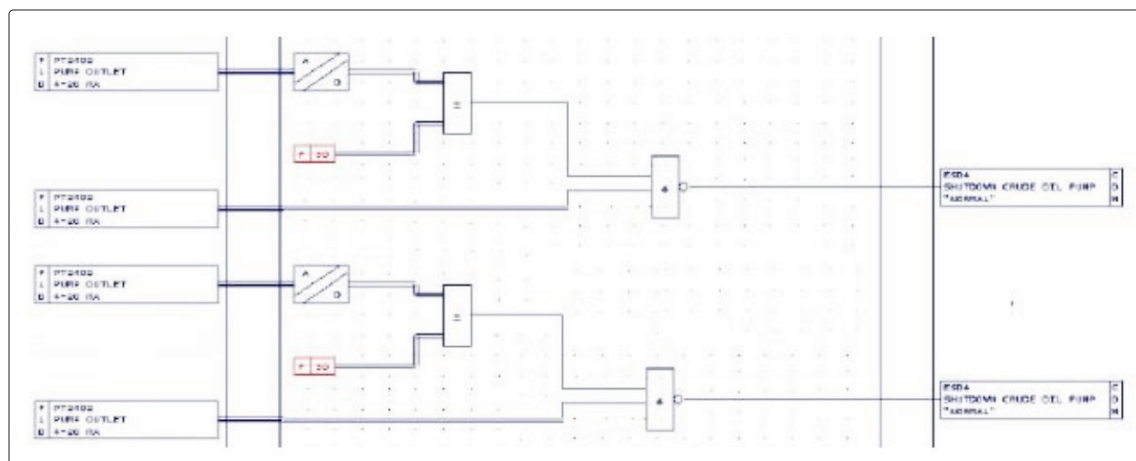


图 4 罐区联锁逻辑组态

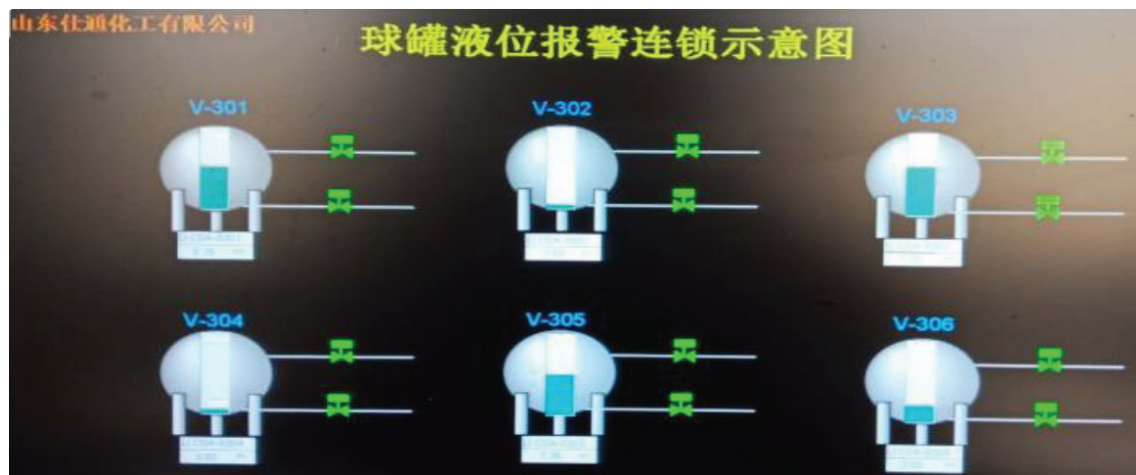


图 5 罐区联锁逻辑示意图

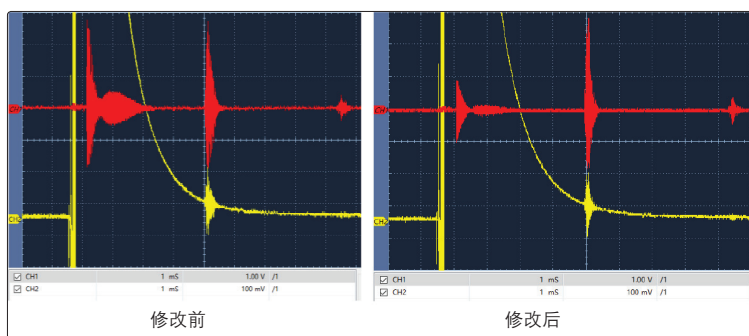


图6 屏蔽虚假回波等故障分析



图7 对设备面加装耦合剂清洗

过程中出现的故障，我们采用如下对策进行规避。

(1) 软件不能识别此类过程变化

经过故障分析，针对空槽复装后液位显示盲区值不变化的故障，原因主要是二次表不能识别低液位过程变化的回波信号，我

们对二次表进行软件升级。

(2) 虚假回波等干扰

针对屏蔽虚假回波等故障分析，通过调整主机的阈值电压可屏蔽 90% 此类故障，如图 6 所示。

(3) 自动校准功能失效

自动校准功能失效主要原因 为校准探头与罐壁耦合不良，因

长时间使用密封胶密封效果变差，导致罐壁外层氧化锈蚀，我们通过对设备面打磨清洗对探头面清洗，加装耦合剂，固定安装后可屏蔽此类故障 85%，如图 7 所示。

结语

罐区储罐液位测量中，非接触液位仪表使用范围越来越广泛。SIS 安全仪表系统由于其在工业生产中重要的特殊安全性，系统在设计、选型、使用和维护中需要严格遵循安全标准和设计规范，设计选用的仪表需要充分考虑现场的安全性、仪表使用的可靠性以及系统的稳定和操作性。本项目自设计投产应用以来，外测式超声波液位开关在生产运行中可靠性满足要求、维护简单方便，为罐区的安全生产提供了保障。液化烃储罐的 SIS 系统工作稳定可靠，操作维护方便，实现利用现有工况，在装置正常生产期间完成的罐区 SIS 系统改造，具有一定推广和参考价值。

定制化服务 全媒体传播

流程工业

· 全媒体平台



在线
一对一

☎ 010-63326095~98
✉ process@vogel.com.cn
🌐 chem.vogel.com.cn
📍 北京市西城区白云路1号白云大厦11层



VOGEL 机工弗戈



专注于过程行业的垂直
专业全媒体传播平台 >>

广告