

# 外测式超声波液位开关在球罐区 SIS 系统中的应用<sup>①</sup>

高丽君

(中石化天津分公司)

**摘要** 根据液态烃的物理特性和外测式超声波液位开关的工作原理、输出形式,分析了外测式液位开关在实际使用中的特点。针对危险化学品液化烃储罐,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,采用了三取二联锁控制方案。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,为液化烃罐区的安全生产提供了保障。

**关键词** 外测式超声波液位开关 液化烃 开关故障远传 安全仪表系统

中图分类号 TH816 文献标识码 B 文章编号 1000-3932(2019)03-0198-03

液化烃类物质属于甲类和甲 A 类火灾危险性介质,具有明显的火灾爆炸危险性。依据《中国石油天然气股份有限公司轻质油品储罐技术导则》要求:储罐应设置液位检测、温度检测、高高液位、高液位、低液位和低低液位报警设施。《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)第 13 条规定: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)。

中石化天津分公司炼油部此次液化烃罐区隐患治理项目新增安全仪表系统,系统中每个储罐拟增加液位开关一套,与原音叉液位开关与雷达液位计做三取二联锁紧急切断阀指令设置。为了保证公司各生产装置正常的工艺生产需求,考虑罐区要求并在 SIS 系统中的应用,新增液位开关必须满足以下要求:

- a. 防爆罐区,不动火安装;
- b. 罐内有料,不开口安装;
- c. 无需清罐,省时省费用,简便安装,防爆 I 区仪表;
- d. 仪表具有智能自检、故障远传输出功能;

e. 测量应精确、稳定。

目前在工业现场使用较多的液位开关有浮球阀液位开关、电缆浮球液位开关、电容式液位开关及 ELL 外测超声波液位开关等。对各类开关的原理和特点进行对比分析,针对本次项目现场情况,最终确定选择 ELL 外测超声波液位开关。

1 外测式超声波液位开关的工作原理和应用

## 1.1 工作原理

外测式超声波液位开关自身的探头能产生变频超声波脉冲,脉冲在罐内传播一段距离(0.8~1.5m)在壁内部折射,同时向容器内的液体或气体中透射传播。由于超声波在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进行接收和分析,最终判断出检测点处的储罐内是否存有液体,并通过自身继电器输出开关量信号,信号送至 SIS 系统,实现系统对液位的联锁控制。超声波在储罐壁内环绕和折射不受介质气泡、压力等因素的影响。

外测式超声波液位开关具有专利变频技术,

<sup>①</sup> 作者简介:高丽君(1972-),高级工程师,从事石化系统储运罐区现场仪表、控制系统的维护管理工作,gaolijun\_0318@163.com。

使开关不受温度变化、雨雪天气和介质挂壁的影响。开关具有智能自检功能,如有故障,故障信号可远传至控制室,通过检查开关显示故障代码判断故障类型,进行相应维护。

### 1.2 安装说明

外测式超声波液位开关在球罐高位的安装如图1所示。容器壁为 Q345R,探头通过磁吸方式固定在容器壁外侧,选择的安装位置应满足以下条件:

- 用于一个测量点的两个液位测量探头(发射探头和接收探头),需安装在同一水平面上;
- 发射探头和接收探头之间相距 0.8 ~ 1.5m。



图1 安装示意图

现场球罐附近用膨胀螺栓固定 2"(50mm) 碳钢立管一根,高 1.0 ~ 1.5m。变送器经弯板支架通过 U 形卡固定在立管上。

管线连接如图 2 所示。

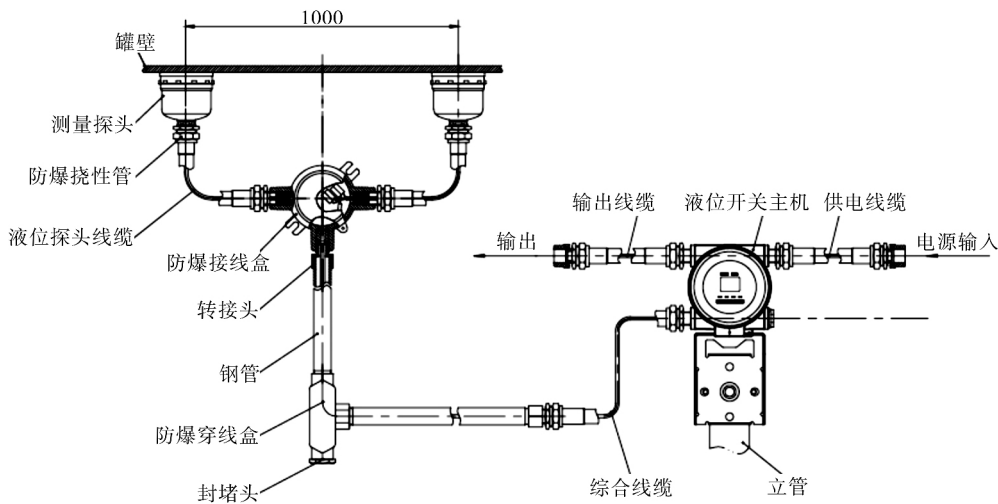


图2 管线连接

## 2 储罐区 SIS 系统

SIS 系统为工厂生产控制系统提供报警和联锁,逐渐成为工厂自动控制中的重要组成部分。罐区 SIS 系统对储罐的压力、温度、液位及流量等参数设置声光报警和自动联锁控制。

经过对罐区内介质进行辨识和计算,确定液化烃储罐属于二级重大危险源。同时进行国家相关部门要求的危险与可操作性(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 系统,一旦储罐出现安全事故时,SIS 系统能够瞬间准确动作,进行紧急切断的

联锁控制,使生产过程安全停运,或自动导入预定的安全状态<sup>[5]</sup>。

### 2.1 主要控制参数

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、出料产生不断变化,可能会出现液化烃物料抽干或物料冒罐泄漏的风险,因此 SIS 系统的关键控制参数是储罐的液位。仪表的检测元件和取源点都独立设置,采用外测式超声波液位开关、音叉开关和雷达液位计 3 种液位传感器构成三选二联锁,信号送至 SIS 系统进行比较,只要两个都达到设定值,系统即送出信号进行紧急事故联锁。

## 2.2 SIS 系统的设计

SIS 系统包括现场仪表和执行器,按照故障安全型设计,可与 DCS 进行通信,但 DCS 系统与

SIS 系统各自相对独立。

液态烃罐区共有储罐 21 台,SIS 系统内 I/O 点数见表 1。

表 1 SIS 系统内 I/O 点数

| I/O 类型           | 卡件说明           | I/O 点数 | 20% 备用 | 实配点数 | 模块通道  | 模块数量  |
|------------------|----------------|--------|--------|------|-------|-------|
| 4 ~ 20mA 输入 (AI) | 雷达液位计          | 21     | 5      | 32   | 16 通道 | 2 × 2 |
| 开关量输入 (DI)       | 液位开关、按钮        | 63     | 13     | 80   | 16 通道 | 5 × 2 |
| 开关量输入 (DI)       | 切断阀回讯、液位开关故障状态 | 63     | 13     | 80   | 16 通道 | 5     |
| 开关量输出 (DO)       | 切断阀            | 21     | 5      | 32   | 8 通道  | 4 × 2 |

SIS 系统中由于采用外测式超声波液位开关这种非接触式液位报警仪表,减少了在储罐上的开口和动火作业,降低了重大危险源危险物料泄漏和燃烧爆炸的概率。仪表具有智能自检和故障输出提醒,维护和检修强度降低,稳定性高、运行可靠,安全性能得到提高。

津分公司炼油部液化烃储罐区的 SIS 系统工作稳定、可靠,日常检查、操作维护方便,同时企业结合自身实际情况,采取多种安全可靠性措施,确保了系统安全功能的实现,充分可靠地保证了企业液化烃储罐的安全生产、环境安全和生产装置长周期、持续稳定安全生产。

## 3 结束语

本项目自设计建成、投产应用以来,中石化天

(收稿日期:2018-11-06,修回日期:2019-01-17)

# Application of External Measuring Ultrasound Level Switch in SIS System

GAO Li-jun

( Sinopec Tianjin Branch Co. )

**Abstract** Considering the physical characteristics of liquid hydrocarbon and both working principle and form of output of the external ultrasonic liquid level switch, the performance of the latter in operation was analyzed. As for the liquefied hydrocarbon storage tank for hazardous chemicals, the control parameters of SIS system were determined according to SIL grade and on-site operation conditions; and the safety instrumentation system and interlocking control scheme added to the external ultrasonic level switch were designed and a two-out-of-three interlock control scheme was adopted. The reliability of the external ultrasonic level switch in operation can meet the requirements along with a simple and convenient maintenance to provide a guarantee for the safe production in liquefied hydrocarbon tank area.

**Key words** external measuring ultrasonic level switch, liquefied hydrocarbon, switch fault transmission, SIS

## 声 明

本刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在中国知网及其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。该社著作权使用费与本刊稿酬一并支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意我刊上述声明。