浅谈立管非插入型温度监测采集装置在燃油输送管线中的应用

王　辉

（中海石油（中国）有限公司深圳分公司西江油田作业区惠州25-8平台，广东　深圳　518000）

摘　要：石油化工行业是国家能源保障的“核心”，其工作环境多为易燃易爆介质，其中燃油输送管线最为常见，及时发现管线异常并作出及时反应成为了石油化工行业一项重点工作。温度监控系统是管线状态以及流动介质监控的重要环节，可以及时发现管线是否存在泄漏、流动介质是否存在异常等等，所以保证温度检测系统的正常运行将非常关键。据此，本文以石油化工行业为基础，针对燃油管线在线通球检测与温度监测系统进行研究，简要介绍一款非插入型温度检测采集装置的应用，以期为不同工况下的温度监控系统提供选择参考。

关键词：贴片式；温度监控；应用；管线

0 引言

石油化工行业为监控燃油输送管线状态，需要在燃油输送管线上安装压力、温度等设备。但部分管线需要进行定期通球作业，常规带温井温度监控系统无法兼容管线通球检测和温度在线监测功能，如果不能实时监测管线状态，一旦出现异常情况，不能及时作出反应，后果将非常严重。为保证管线的正常监测，克服各类工况的环境影响，温度监控系统的选择将尤为关键，本文以石油化工海上平台原油混输管线的温度监控系统为例，重点阐述非插入式温度监控系统适用的工况以及应用。

1 概述

1.1 目的和意义

某海上钻采平台因生产流程发生改变，新增一路越站生产线，其中物流接入位置在该平台立管上端，由于项目没有设计温度监测装置，自接入以来，现场一直无法读取混合液的实时温度。由于海管出发端的温度是流动监测和保障的最重要参数，此后一直采用人工温枪测量管壁的方式监测，温枪测量一方面无法做到连续监测，同时存在较大的误差，对该段海管流动保障造成很大威胁。

1.2 可行性分析

海上平台工艺和海管的温度监测一般使用插入式温井系统，但该平台接入点靠近海面，不方便施工，另外加装温井后将无法实施通球和内检测作业。因此只能改造一种非插入式的温度监测装置。经过调研，管壁在与外界环境隔绝的情况下，管壁温度与海管内液体温度差别很小，可以通过外部安装接触式和非接触式温度监测装置，两种温度传感器对比如表1。

表1　两种温度传感器对比表

类型	原理	价格	精度	安装难度	反应速度	维保费用	安装环境
非接触式	复杂	昂贵	高	大	较快	高	高
接触式	简单	低廉	高	中	缓慢	低	低

基于现场实际情况和台风影响等综合因素，确定接触式温度传感器更加适合工况，其中贴片式温度传感器针对管壁这类曲面的表面温度测量有专门的设计特点，能够与被测物体完全贴合，测量更加准确。而且综合价格、安装等因素，性价比最高，但是该类产品极少用于海上平台。

2 设计思路和难点

经过选型和可行性分析，在海管外壁加装接触式贴片，以非插入方式安装一套监测和采集装置，能够满足现场要求。另外，由于混合位置位于平台海甲板外侧的海水飞溅区域，因此加装位置的选择，装置的防护性能、以及安装施工都需要一一设计，整体设计方案见图1。

主要的难点如下：

①海管汇合处位于平台海甲板，湿度大，且位于飞溅区，需考虑台风等极端天气影响，装置要保证防台防水性能；

②因混合点靠近海面，选取安装位置比较困难，偏上混合不均匀，偏向靠近海面；

③解决外部环境变化引起的测量偏差。

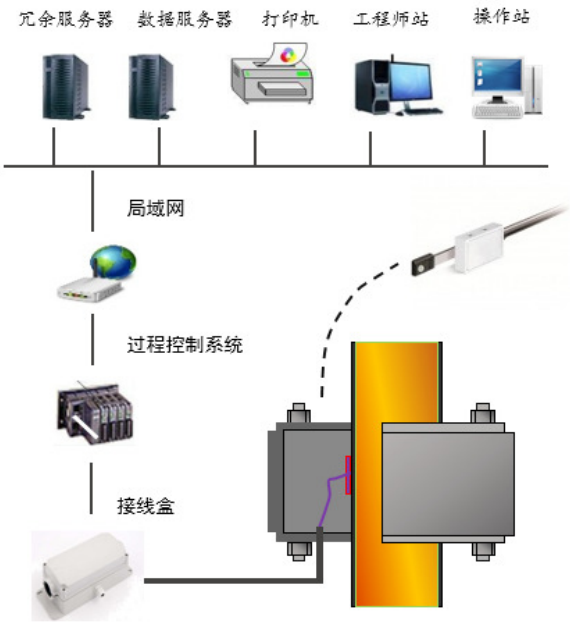

图 1　立管非插入型温度监测采集装置设计思路

3 实施过程

3.1 温度计选型设计

立管非插入式温度监测装置包括：仪表部分由贴片式温度传感器及放大器和中控端子接口以及显示模块组成；机械装置部分由外壳，保温材料，密封件以及线缆保护管组成。

在选择测温方案时也曾考虑非接触式的红外测温，但考虑其易受环境因素影响比如环境温度，空气中的灰尘等缺点并不适合海管温度的测量，而贴片式温度传感器中的热电阻是利用物质在温度变化时，其电阻也随着发生变化的特征来测量温度的。当阻值变化时，工作仪表便显示出阻值所对应的温度值。贴片式温度传感器和被测物体接触面积大，接触紧密，所以在一些表面温度测量方面具有比较明显的优势：测温准确性高、反应速度快，体积小方便固定安装。

经过分析对比，最终选择了 JUMO 厂家 902550 型号贴片传感器以及 707014 型号的变送器进行组合，可以满足现场测量和传输的需求。

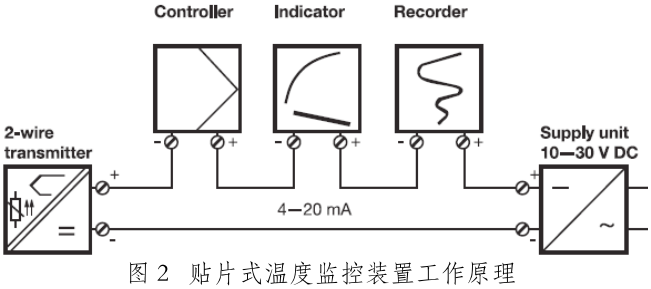

图 2　贴片式温度监控装置工作原理

贴片式温度监控装置工作原理如图 2，参数如表 2。

贴片式温度监控装置中传感器部分是 PT1000 的铂热电阻，它的阻值跟温度的变化成正比，PT1000 的阻值与温度变化关系为：当 PT1000 温度为 0℃时它的阻值为 1000 欧姆，在 100℃时它的阻值约为 1385.005 欧姆。

它的工业原理：阻值会随着温度上升而成匀速增长，它是一种将温度变量转换为可传送的标准化输出信号的仪表，主要用于工业过程温度参数的测量和控制，带传感器的变送器通常由两部分组成：传感器和信号转换器。

表 2　902550 型号贴片传感器参数表

接线		端子		检验量程	检验精度
输入	输入电压 DC7.5-30V	+1	$RB=\frac{Ub-75V}{22mA}$ RB= 负载能力 Ub= 电源电压	0-200℃	0.2
输出	电流输出 4-20mA	-2			

3.2 机械和防护设计

考虑到海上石油平台处于严酷的海洋大气环境，不仅存在着高盐雾、高湿度环境条件下的腐蚀问题，还会存在台风季强台风的冲击。温度监测装置安装于输送石油的竖立管道上，该管道位于平台外侧的海水飞溅区域，除防腐防水要求外也需要有足够的强度抵抗台风的冲击。

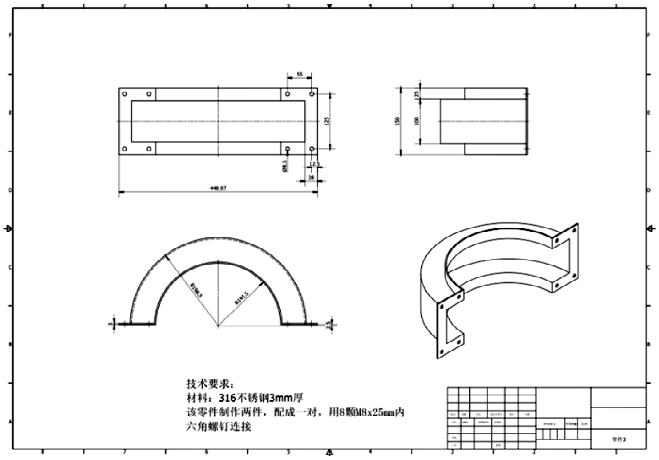

图 3　外壳和防护制作图

针对以上要求，监测装置外壳采用具有耐海水腐蚀的 316 不锈钢材质。装置外壳采用对开式设计，使用螺栓将外壳两半连接并抱紧于管道上。外壳与管道壁之间以及外壳结合处采用耐高温橡胶进行全封闭密封并在两端用防水胶带作加强防水处理，从装置外壳到上层甲板电缆走不锈钢保护管，完全与外界隔绝，

使其不受台风及海水影响。外壳与管道之间的中空部分采用石油工业用高效保温材料进行管道保温处理。机械设计图纸如图 3。

3.3 装置接入设计

由于现场电缆较细，且防爆接线盒电缆口不可接入常规铠装电缆，利用平台现有的两芯细电缆通过外部增加 12mm 非常用仪表管进行防护，在接线盒接头处做好防水，通过中间接线盒将变送器连接电缆转换为正常仪表铠装电缆，并沿着之前的电缆槽架连接到中控系统，以达到防水、防腐、防撞以及防台的效果。

中控利用冗余卡件和接口，增加中控程序、校验、调试，实现了贴片式温度传感器至中控的正常通讯和监控。

4 安装和调试

4.1 现场安装

安装防护罩既实现了电缆、传感器的保护，又将海管与外界环境进行隔绝，保证了测量的准确性，加上贴片式温度变送器的灵敏，又可以保证现场测量的实效性，能够实时准确的反应海管温度，安装后整体效果见图 4。

图 4 现场安装后整体效果

4.2 中控组态

进一步完成中控组态，并增加历史曲线查询以及，设置报警功能，方便提醒操作人员对海管温度的变化关注，相关组态如图 5。

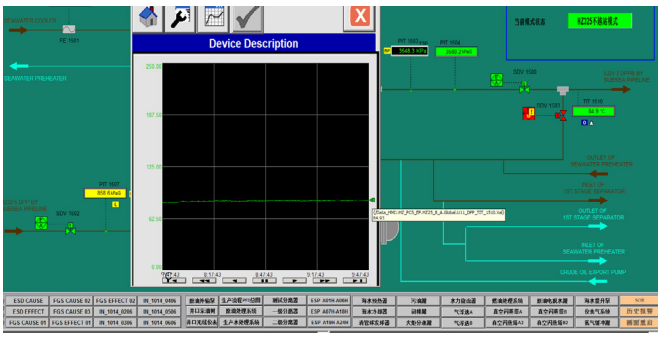

图 5 中控程序添加、画面组态、曲线及报警添加

4.3 调试和优化

对新增温度采集装置调试，现场使用温箱进行加热，中控进行对比实际温度，测量 50℃、80℃、110℃、140℃、170℃五个点进行实际对比，如表 3。

表 3 贴片式温度采集装置单独校验表

实际温度（℃）	50	80	110	140	170
测量温度（℃）	50.15	80.18	110.13	140.11	170.22
误差（℃）	+0.15	+0.18	+0.13	+0.11	+0.12

经过计算变送器量程为 0–200℃，精度为 0.2，允许最大误差为 ±200*0.2%=±0.4℃，实际最大误差为 +0.18℃＜0.4℃，和要求相符。

人员现场将贴片式温度变送器贴在管壁，并用温枪进行实际测量，中控显示的温度和使用温枪测得的温度基本一致，如图 6。

图 6 现场人员测试贴片式温度变送器测量效果

单项调试完成后，整套装置联合调试，安装初期，通过使用温枪测量海管管壁温度，编写经验公式计算（考虑混合前含水、流量、温度）后得出温度，选择测温点进行安装；安装后对比中控显示温度和计算温度，存在明显偏差，经过多次对保温和传热性能的改良，并调整温度变送器量程设定，重新安装。

5 结束语

综上所述，通过自主设计和安装非插入式温度监测装置，在不影响管线通球作业的同时实现了对管线温度的有效监测，解决了长期无法掌握温度的难题。使现场人员实时掌握海管温度的变化，避免因监控不足引起上游生产关停或流动障碍。通过实践发现，非接触式温度装置可适用于海上场合，如平台立管、海管三通、或其他高冲蚀位置。相对常规的温井系统，非插入装置具有高灵敏度，价格便宜，施工和维修方便的优点。

参考文献：

[1] 蒋爽 . 易爆危险品非接触式温度检测的研究 [D]. 哈尔滨 : 黑龙江大学 ,2013.