

文章编号: 2095-2163(2019)05-0214-03

中图分类号: TP274

文献标志码: A

基于温度补偿的储油罐液位监测系统的设计与实现

张仙伟, 王何庆, 张倩
(西安石油大学 计算机学院, 西安 710065)

摘要: 在石化行业中, 液位测量具有举足轻重的意义。基于温度补偿的储油罐液位监测系统中, 磁致伸缩液位传感器能检测到所需要的数据。该数据与温度传感器检测到的数据一起在 GPRS 通信模块的作用下传输到数据中心。数据中心应用温度补偿算法来处理数据。该种测量方法可以准确地测量出油气液位、油水液位以及储油罐内的温度从而测量出原油产量。本系统通过储油罐实地试验以及应用中发现这种测量方式安全可靠, 能够直观地反映储油罐液位, 可以实时地监测储油罐内液面的变化。除此之外, 测量误差可以实时校正, 具有良好的推广实用性, 是一种新型的储油罐液位监测系统。

关键词: 液位测量; 自动测量; 温度补偿; GRPS; 磁致伸缩

Design and implementation of oil tank level monitoring system based on temperature compensation

ZHANG Xianwei, WANG Heqing, ZHANG Qian

(School of Computer Science, Xi'an Shiyou University, Xi'an 710065, China)

[Abstract] In the petrochemical industry, liquid level measurement plays a pivotal role. In the temperature compensation based tank level monitoring system, the magnetostrictive level sensor can detect the required data. This data is transmitted to the data center under the influence of the GPRS communication module together with the data detected by the temperature sensor. The data center applies a temperature compensation algorithm to process the data. This measurement method can accurately measure the oil and gas level, the oil and water level, and the temperature inside the storage tank to measure the crude oil production. The system finds that the measurement method is safe and reliable through the field test and application of the oil storage tank, which can directly reflect the liquid level of the oil storage tank, and can monitor the change of the liquid level in the oil storage tank in real time. In addition, the measurement error can be corrected in real time, with good generalization and practicality. It is a new type of oil storage tank liquid level monitoring system.

[Key words] liquid level measurement; automatic measurement; temperature compensation; GRPS; magnetostriction

1 发展趋势

随着科学技术的发展,越来越多的新技术将应用于储油罐液位的测量。特别是对于新传感技术的应用,液位测量将更加精确和经济^[1]。同时,液位测量设备也将趋于小型化和智能化。磁致伸缩液位传感器是趋势之一。磁致伸缩液位传感器易于安装,测量精度高,但液体密度和温度变化会导致测量误差^[2]。

2 国内外研究现状

自动测量液位对于液位监测至关重要。目前针对液位的自动测量有很多种技术方法,诸如:吹气法、差压法、HTG法等^[3]。为了提升液位监测系统的准确性,就需要对液位监控系统进行高精度测量。

常见的液位计包括电容式液位计、超声波液位计、微波液位计、雷达液位计等^[4]。其中,电容式液位计价格低廉,易于安装,适用于高温、高压场合,但精度低,需定期维护和重新校准,使用寿命不长。超声波液位计使用超声波,超声波的传播速度受介质密度、浓度、温度和压力等因素的影响,测量的精度低^[5]。微波液位计受微波速度的限制,并且几乎不受传播介质、温度、压力和液体介电常数的影响。然而,液体界面的波动,液体表面上的泡沫和液体介质的介电常数对微波反射信号的强度有很大影响。当压力超过规定值时,将直接关系到液位测量的准确性。雷达液位计具有较高的测量可重复性,无需定期维护和重新校准,测量精度高,但价格昂贵,难以测量油水界面。

基金项目: 陕西省教育厅项目(16JK1596)。

作者简介: 张仙伟(1973-),男,博士,副教授,硕士生导师,主要研究方向:信息安全、物联网、大数据分析和云计算等;王何庆(1994-),男,硕士研究生,主要研究方向:大数据分析和云计算;张倩(1995-),女,硕士研究生,主要研究方向:信号识别与信息处理。

收稿日期: 2019-07-02

3 系统总体实现

3.1 系统研究内容

储油罐液位监测系统改变了传统的人工检尺和化验分析的方法,为了能够给生产操作和管理模块提送准确的测量数据,液位传感器安装在储油罐上,传感器测量的数据通过 GRPS 通讯模块发送到控制中心。测量数据的分析和处理由控制中心来执行相应指令。实时监测储油罐内液面的变化,及时准确地掌握油井生产动态,为生产指挥和技术方案提供决策依据,提高油田自动化管理水平。系统的主要功能可表述为:

- (1) 测量油气液位。
- (2) 测量油水分界。
- (3) 测量储油罐内温度。
- (4) 将测量的原始数据传输到控制中心。
- (5) 控制中心根据温度补偿算法,通过测量的原始数据计算出油气液位和油水分界线高度,从而计算出原油产量。
- (6) 统计分析油井产量。

3.2 系统技术难点

对于石油检测,液位监测是必不可少的部分。在实际操作中,液位监测起着非常重要的作用。常见的液位监测系统有:光电液位监测系统、电容式液位监测系统、雷达液位监测系统和改进的浮球监测系统^[6]。但是这些液位监测系统在测量油水、油气分界上,只能测量油气分界,无法准确获得真实的石油产量。而基于温度补偿的储油罐液位监测系统能同时测量油水和油气分界,能够准确计算出石油的产量,以及油水比例。当使用温度补偿算法校正测量数据时,磁致伸缩液位传感器会因液体密度和温度的变化而产生测量误差^[7]。基于温度补偿的储油罐液位监测系统通过温度传感器测量储油罐内的温度。通过温度补偿算法,精确计算出油水液位和油气分界,从而计算出原油产量。

基于温度补偿的储油罐液位监测系统的重要性和创新主要体现在:高精度和高重复性测量,同时测量油水分界和油气分界,能够精确计算产油量。

3.3 系统技术方案

在储油罐安装液位传感器,通过 GRPS 通信模块将传感器测量的数据发送到控制中心,由控制中心实现对测量数据的分析和处理。整个系统的结构设计如图 1 所示。

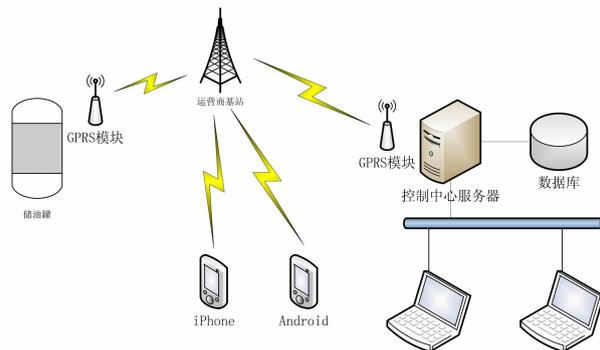


图 1 储油罐 GPRS 通信装置设计图

Fig. 1 Storage tank GPRS communication device design

在油罐液位监测系统中,所选用的传感器主要是磁致伸缩液位传感器。该传感器使用 Wademan 效应通过现代先进的电子技术精确测量发射脉冲和扭转波脉冲之间的时间值,达到精确测量液体液位的目的^[8]。传感器的主要部件包括磁致伸缩线(波导丝)、测量杆、电子隔间和放置在测量杆上的非接触浮子(带有永磁体),其设计机理结构如图 2 所示。

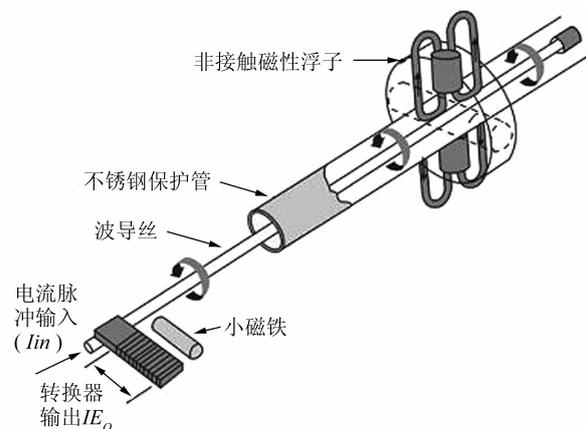


图 2 磁致伸缩液位传感器^[9]

Fig. 2 Magnetostrictive level sensor

当传感器工作时,传感器的电路部分在波导线上沿波导传播时将激发波导线上的脉冲电流。该电流将会在波导线周围产生电流磁场。浮子放置在传感器杆外部,随着液位变化,浮子沿杆向上和向下移动。在浮子内部有一组永久磁环。当浮子产生的磁环磁场遇上脉冲电流产生的磁场时,浮子所产生的磁场发生改变,使得波导丝在浮子的位置处产生扭转波脉冲。脉冲以固定的速度沿波导丝传回,并由检测机构检测^[10]。这种扭转波由安装在电子隔间中的拾取机构检测并转换成相应的“终止脉冲”。通过计算“起始脉冲”和相应的“终止脉冲” t_1, t_2 之间的时间差,可以精确地测量位移,由此可以获得精确的液位值。

对于由磁致伸缩液位传感器的液体密度和温度变化引起的测量误差,温度传感器用于测量油罐内的温度,温度数据传输到控制中心。控制中心根据收到的温度数据,以及原始液位数据,通过温度补偿算法,计算出油水液位和油气分界,从而计算出原油产量^[11]。研究发现,温度对时钟晶体频率和扭转波速度这两个因素的影响很大程度上降低了磁致伸缩传感器测量值的精度。这里拟展开研究论述如下。

(1)温度对时钟晶体频率的影响。由磁致伸缩液位传感器原理可以获悉,确定磁浮子位置是通过测量激励脉冲和返回脉冲时间。其中,测量精度与定时精度密切相关。因此,影响测量精度的主要因素是时钟晶体振荡器的精度和稳定性^[12]。时间偏差的主要原因是晶体振荡器的温度漂移,一般晶振的温漂系数在50~1 000 ppm之间^[13]。可以看出,对于高精度的测量设备,如果在实际现场作业中不考虑晶体温度的漂移,则所得到的测量结果可能产生很大的测量误差,特别是处于环境温度差大的情况下。

(2)温度对扭转波速度的影响。磁致伸缩液位传感器是液位检测装置,这是利用磁致伸缩效应和浮力定理制造的。这样的装置可以将液位值转换为距离值 L ,其数学定义公式可写为:

$$L = Vt, \quad (1)$$

其中, L 为浮子距离检测线圈的距离; t 为时间差; V 为在波导线中传播的扭转波的速度)。其比例系数 V 的数学定义公式可写为:

$$V = \sqrt{G/\rho}. \quad (2)$$

其中, G 为波导丝的剪切弹性波量; ρ 为材料的密度; V 为扭转波在波导丝上传播的波速^[14]。

而且,磁性材料对温度特别敏感,温度对磁性材料有很大影响。尤其是,随着温度的变化,磁性敏感参数也会随着变化。因此,对分辨率要求不高的情况下,比例系数 V 可以视为恒定值。测量出扭转波产生的时间和扭转波转化为电信号的时间之差 t ,利用公式(1),就可以计算出距离值 L ,但是在对分辨率要求较高的情况下,随温度变化的扭转波在波导丝上传播的速度发生变化,同时必须修正相应的测量误差值。

综上所述可知,要实现高精度的测量,必须消除

时钟晶体频率和扭转波速度变化所带来测量值的误差。因此,系统将通过补偿算法来消除温度的影响^[15]。

4 结束语

在该系统中,可立即反映当前油罐液位以便为管理决策提供准确的原油信息。该系统自动运行数据,降低人力,劳动者只需提供相关信息进行处理。本次研究可以进一步改进系统的自动化程度,以实现系统范围的自动化。

基于温度补偿的储油罐液位监测系统具有性能优越、可靠度高、投资少等优点,能广泛适用于电力、石油化工等行业,具有广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 张玉. 基于磁致伸缩原理的油罐自动测量系统研究[D]. 济南:山东科技大学,2009.
- [2] 王海港. 新型磁致伸缩液位传感器的设计及实验研究[D]. 天津:河北工业大学,2013.
- [3] 伦翠芬,张海峰,陈立东. 基于超声波和组态王的油罐液位远程监测系统的设计[J]. 河北科技师范学院学报,2014,28(1):33-37.
- [4] 任开春,涂亚庆. 大罐液位仪的现状和发展趋势[J]. 自动化与仪器仪表,2002(4):4-7.
- [5] 应琳琳. 储油罐智能液位控制仪的研究[D]. 西安:西安工业大学,2015.
- [6] 王英,张克. 常见浮选液位测量装置的分析及对比[J]. 工矿自动化,2013,39(1):55-58.
- [7] 李永波,胡旭东,曾宗云. 温度对磁致伸缩液位传感器测量精度的影响[J]. 工业仪表与自动化装置,2007(6):11-13.
- [8] 张新. 储油罐超声波液位开关的研制及应用[J]. 轻工科技,2012(3):60-61,123.
- [9] 柴婷婷. 基于DSP的磁致伸缩液位传感器的设计与实现[D]. 太原:太原理工大学,2006.
- [10] 王硕. 磁致伸缩液位传感器的研究与优化[D]. 天津:河北工业大学,2016.
- [11] 邵学君,傅青喜,李学宝,等. 磁致伸缩液位计测量装置的研制[J]. 工业计量,2014,24(1):24-27.
- [12] 杨勇,姚永乐. 基于磁致伸缩液位仪的油罐液位网络节点设计[J]. 微处理机,2013(5):76-78,83.
- [13] 李一博. 磁致伸缩多参数罐储自动计量系统关键技术研究[D]. 天津:天津大学,2003.
- [14] 边天元. 磁致伸缩液位传感器的研究及其影响因素分析[D]. 天津:河北工业大学,2016.
- [15] 杨朝虹,杨亮,李焕,等. 磁致伸缩液位传感器的应用与发展[J]. 矿冶,2004,13(4):83-86,49.